

環境研究総合推進費 補助金 研究事業

総合研究報告書

東南アジアにおける廃棄物データベースの構築
及び廃棄物処理システムの評価

(K 2 1 1 8 K 2 2 0 5 9 K 2 3 3 8)

平成 24 年 3 月

(代表研究者)

(独) 国立環境研究所

大 迫 政 浩

(独) 国立環境研究所

河 井 紘 輔

大阪工業大学

福 岡 雅 子

岡山大学大学院

松 井 康 弘

福岡大学

平 田 修

京都大学大学院

原 田 英 典

東京工業大学大学院

阿 部 直 也

帝京大学

渡 辺 浩 平

補助事業名 環境研究総合推進費 補助金 研究事業（平成 21 年度～平成 23 年度）
所 管 環境省
国庫補助金 78,246,000 円
研究課題名 東南アジアにおける廃棄物データベースの構築及び廃棄物処理システムの評価
研究期間 平成 21 年 4 月 1 日～平成 24 年 3 月 31 日

代表研究者名 大迫 政浩 （独）国立環境研究所 資源循環・廃棄物研究センター

共同研究者名 河井 紘輔 （独）国立環境研究所 資源循環・廃棄物研究センター
福岡 雅子 大阪工業大学 工学部環境工学科
松井 康弘 岡山大学大学院 環境学研究科
平田 修 福岡大学 環境保全センター
原田 英典 京都大学大学院 地球環境学堂
阿部 直也 東京工業大学大学院 理工学研究科
渡辺 浩平 帝京大学 文学部社会学科

研究協力者名 高畑 恒志 （独）国立環境研究所 資源循環・廃棄物研究センター
小島 英子 （独）国立環境研究所 資源循環・廃棄物研究センター
久保田利恵子 （独）国立環境研究所 資源循環・廃棄物研究センター

目次

第1章 研究目的, 研究の構成, 実施体制	1
1.1 研究目的.....	1
1.2 研究の構成.....	4
1.3 実施体制.....	5
第2章 廃棄物管理ビジョン.....	6
2.1 ベトナム国における廃棄物分野の法的枠組み, 組織体系.....	6
2.2 将来における廃棄物管理ビジョンの導出.....	13
第3章 廃棄物管理データの集積と信頼性.....	21
3.1 東南アジア諸国における廃棄物管理データの集積と信頼性.....	21
3.2 ベトナム国における廃棄物管理データの集積と信頼性.....	25
3.3 ベトナム国ハノイ市における廃棄物・有価物ストリーム.....	30
第4章 廃棄物の物理組成及び排出原単位.....	34
4.1 日本における廃棄物の物理組成調査手法の類型化.....	34
4.2 JICA プロジェクトで用いられた廃棄物組成調査手法の整理.....	36
4.3 ベトナム国ハノイ市における家庭系廃棄物の物理組成及び排出原単位.....	48
4.4 ベトナム国カントー市及びフエ市における家庭系廃棄物の物理組成及び排出原単位.....	54
4.5 フエ市における事業系廃棄物の物理組成及び排出原単位.....	73
4.6 マレーシア国クアラルンプール都市圏における家庭系廃棄物の物理組成及び排出原単位.....	83
第5章 住民による 3R 活動と分別を前提とした代替処理システム.....	96
5.1 ベトナム国ハノイ市における廃棄物収集サービスが市民に与える利点と弱点.....	96
5.2 家庭系廃棄物の分別シナリオと代替処理技術の選択ツール.....	104
5.3 ベトナム国ハノイ市における住民による有機系廃棄物の分別行動の規定因.....	110
第6章 東南アジアに適用し得る処理処分技術.....	120
6.1 廃棄物処理分野における CDM 事業活動.....	120
6.2 循環式準好気性埋立の技術評価.....	128
6.3 ベトナム国ハイフォン市における循環式準好気性埋立構造の導入による環境影響評価.....	133
6.4 東南アジアに適用する最終処分技術の経済及び環境面からの相対評価.....	138
第7章 インフォーマルセクターによる再資源化.....	144
7.1 ベトナム国ハノイ市における有価物フロー推計.....	144
7.2 ハノイ市における事業系厨芥類フロー.....	153
7.3 ベトナム国ハノイ市及びホーチミン市における有価物回収.....	157
7.4 ベトナム国カントー市及びフエ市におけるインフォーマルセクターの活動実態.....	164
7.5 ベトナム国フエ市におけるインフォーマルセクターの資源化物マテリアルフロー.....	173
第8章 まとめと今後の課題.....	186
研究発表リスト.....	187
添付資料1 東南アジアの大都市を対象とした廃棄物管理に関する調査票.....	195
添付資料2 分別行動に関するアンケート調査票.....	206
添付資料3 研究成果報告セミナー資料.....	214

第1章 研究目的, 研究の構成, 実施体制

1.1 研究目的

発展途上国における地方自治体では、廃棄物の処分を埋立に依存している例が極めて多く、しかも埋立処分場での適切な管理はほとんど行われていない。その結果、埋立処分場からは有機性廃棄物の分解過程で生成されるメタンガスは大気へ放出され、浸出水は未処理のまま周辺水域へ放流されている。途上国における地方自治体の財政状況が飛躍的に改善しない限り、このような非管理型埋立への依存は依然として続くと思われる。このように、多くの地方自治体は廃棄物管理システムの改善もないまま、日々収集される廃棄物を処分することを続けている。これは、地方自治体が廃棄物管理の改善のための計画立案の重要性を理解していない、あるいは方法を知らないことが原因と思われる。しかし、地球環境、地域環境への負荷を低減させる責任と義務があり、どの地方自治体であっても将来的には環境負荷低減のために廃棄物管理システムを改善する必要がある。

発展途上国では、あらゆるデータが不足しており、その信頼性も低い。もちろん廃棄物管理に係るデータも例外に漏れず、廃棄物管理計画に必要な基本的なデータが欠如しているのが現状である。本研究は、東南アジア諸国(図 1.1)における廃棄物管理システムの改善に資するべく、廃棄物の発生/排出量、物理組成、化学組成、三成分、発熱量等の一次データを現地調査を経て自ら集積し、信頼性の高い廃棄物管理データの集積を目指す。また、集積した廃棄物管理データを活用して、処理技術システム及び社会経済システムの観点から現状を分析・評価し、今後の廃棄物管理システムの改善策を提示する。自治体に関与するフォーマルセクターだけでなく、インフォーマルセクターも考慮して実証評価研究を実施し、箱モノ援助とは異なる新たなシステム改善手法として、今後の ODA 等による開発援助事業の指針を示す。実際の研究の進め方としては東南アジア諸国の関係省庁及び研究機関と連携し、特にベトナム国(図 1.2)を事例として、ベトナム国行政系の MOU 締結研究機関と連携して進める。本研究を通じて MOU 締結研究機関のキャパシティ・ディベロップメントも狙いのひとつである。なお、本研究では、「廃棄物」とは日本での「一般廃棄物」と同義で、「Municipal solid waste (MSW)」, 「都市ごみ」, 「都市廃棄物」と呼ばれているものである。また、本研究課題名には「廃棄物処理」と記述しているが、本報告書では一連の収集・運搬・処理・処分を包括して「廃棄物管理」と定義し、研究は処理・処分に特化しない内容とする。なお、発展途上国では産業廃棄物や医療廃棄物等の有害廃棄物に関する課題も山積しているが、それらは本研究の対象外とする。また、各節の研究は独立しているため、同様の記述や図が重複して掲載されたり、同義の用語の表記方法が異なることを了承されたい。



803309AI (R02106) 5-07

図 1.1 東南アジア地図

(出典 : University of Texas Libraries, <http://www.lib.utexas.edu/maps/asia.html#V>)



Base 802749A1 (C00082) 8-01

図 1.2 ベトナム国地図

(出典 : University of Texas Libraries, <http://www.lib.utexas.edu/maps/asia.html#V>)

1.2 研究の構成

第2章では、マクロな視点で廃棄物管理の法的枠組みや将来ビジョンを議論し、第3章以降の研究をバックキャスト的に誘導する役割を担う。2.1では、ベトナム国における廃棄物管理システムの検討を進める上で基本となる同国の法的枠組みを整理するとともに、廃棄物管理に関わる各組織の役割等について整理する。2.2では、ベトナム国ハノイ市で参加型ワークショップを開催し、将来における廃棄物管理ビジョン及び必要となるキャパシティ・ディベロップメントの因子を特定する。

第3章では、東南アジア諸国の地方自治体に接触し、廃棄物管理データを集積してその信頼性を議論する。3.1では、マレーシア国、タイ国、インドネシア国、フィリピン国の人口規模の大きい都市（大都市）における廃棄物管理データを現地コンサルタントの協力のもとで集積してその信頼性を議論する。3.2では、ベトナム国のMOU締結機関のネットワークを駆使して80以上の都市における廃棄物管理データを集積してその信頼性を議論する。3.3では、ベトナム国ハノイ市における詳細な廃棄物収集量データを集計し、廃棄物収集量の傾向を記述する。

第4章では、廃棄物管理計画の必須データと考えられる廃棄物の物理組成及び排出原単位を議論する。4.1では、日本における物理組成調査手法、4.2では、JICAプロジェクトで発展途上国で実施された物理組成調査手法を整理する。4.3では、ベトナム国ハノイ市における家庭系廃棄物、4.4では、ベトナム国カントー市及びフエ市における家庭系廃棄物、4.5では、フエ市における事業系廃棄物、4.6では、マレーシア国クアラルンプール都市圏における家庭系廃棄物の物理組成及び排出原単位を、現地調査を通じて明らかにするとともに、排出量の説明因子を特定することを試みる。

第5章では、住民の3R行動を評価し、分別を前提とした代替処理システムについて検討する。5.1では、ベトナム国ハノイ市の廃棄物収集サービスが住民に与える3R行動意識を評価する。5.2では、埋立処分に代わる新たな処理技術を導入する場合の境界条件と分別シナリオを廃棄物の三成分（水分、可燃分、灰分）データを用いて議論する。5.3では、ハノイ市でモデル的に実施されている有機系廃棄物の分別収集システムをケーススタディとして、発展途上国における分別行動の規定因を明らかにする。

第6章では、高温多湿な気候下で、高含水率の廃棄物を処理処分しなければならない東南アジアにおいて既存の非管理型埋立の欠点を指摘し、代替埋立処分技術の適用性について議論する。6.1では、嫌気性埋立処分の限界をCDM事業活動をレビューすることで評価する。6.2では、非管理型埋立処分に代わるものとして、循環式準好気性埋立技術を国内での実験を通じて評価する。6.3では、ベトナム国ハイフォン市で循環式準好気性埋立を導入し、その効果を確認する。6.4では、埋立処分技術を構造別に8つに分類し、それぞれの経済及び環境面を評価する。

第7章では、世界的にみても定量的なデータが欠如しているインフォーマルセクターの再資源化に関して、現地調査を通じて現状を評価する。7.1では、Junk buyerによる有価物回収量をもとに、ベトナム国ハノイ市における有価物フローを推計する。7.2では、養豚農家によって飲食店や宿泊施設から回収される厨芥類のフローを紹介する。7.3では、ベトナム国ハノイ市及びホーチミン市における有価物回収実態を比較評価する。7.4では、カントー市及びフエ市におけるインフォーマルセクターの再資源化について概要を紹介する。7.5では、ベトナム国フエ市におけるインフォーマルセクターの資源化物マテリアルフローを推計する。

第8章では、まとめと今後の課題を記述する。

また、添付資料3にベトナム国ハノイ市において開催した研究成果報告セミナーの資料を掲載する。

1.3 実施体制

代表研究者

大迫政浩 ((独) 国立環境研究所)

共同研究者

河井紘輔 ((独) 国立環境研究所)

福岡雅子 (大阪工業大学)

松井康弘 (岡山大学大学院)

平田 修 (福岡大学)

原田英典 (京都大学大学院)

阿部直也 (東京工業大学大学院)

渡辺浩平 (帝京大学)

研究協力者

高畑恒志 ((独) 国立環境研究所)

小島英子 ((独) 国立環境研究所)

久保田利恵子 ((独) 国立環境研究所)

MOU 締結機関

ISEM, VEA (Institute of Science for Environment Management, Vietnam Environment Administration)

INEV, VUREIA (Institute for Urban Environment and Industry of Vietnam, Vietnam Urban Environment and Industrial Zone Association)

第2章 廃棄物管理ビジョン

2.1 ベトナム国における廃棄物分野の法的枠組み、組織体系

2.1.1 目的

ベトナム国における廃棄物管理システムの検討を進める上で基本となる同国の法的枠組みを整理するとともに、廃棄物管理に関わる各組織の役割等について整理することを目的とする。

2.1.2 研究方法

ベトナム国にて発行されている様々な公的文書（ベトナム語・一部英訳版あり）ならびに世界銀行等の国際機関等が発行している英文報告書などを収集し、同国の廃棄物分野の法体系や管理実態等を整理した。また、ハノイ市にある政府系の関係機関に対するヒアリング調査を実施し、現行の廃棄物問題に対する各機関の取り組み状況を把握するとともに、今後の予定や組織に係る課題等を整理した。なお、ベトナム国の行政用語の中には、漢語から輸入された概念も多く見られるため、可能な限り輸入時の漢語に近い形で用語を日本語化した。そのため、ベトナム国において英訳時に使われている用語と英文の法律用語から和訳時の訳語の対応が異なる点に注意する必要がある。また、ベトナム国の法的文書の位置づけについては、遠藤の報告^{1),2)}が詳しい。

2.1.3 結果及び考察

ベトナム国では、その著しい経済・社会の発展に合わせて、法制度等についても、国連や米国等の支援を受けながら、大きく改善・変化してきている。そのため、ここでは、最初にベトナム国の法制度の基礎ならびに廃棄物も含めた環境管理に関わる法制度等についても概要を整理してから、廃棄物分野の法的枠組みと組織体系について言及することとする。

2.1.3.1 ベトナム国の法制度の概要

ベトナム国では、1986年に始まったドイモイ（刷新）運動以降、対外開放政策ならびに市場自由化等を進めているが、2007年のWTO加盟など、国際標準的な法制度の整備が進められている。そのような中で、2001年に憲法の一部が改正されたのを始めに、2007年に「2001年国会組織法」の一部が改正され、また「2008年法規範文書交付法」が、同1996年法ならびに同2002年改正法に変わるものとして制定されるなど、国連や米国等の協力を得ながら³⁾、従来の法律の審議・決定・施行などの仕組みがより規律だったものへと改善されてきている。

(1) 立法組織

ベトナム国では、日本のような立法権・行政権・司法権の三権分立はなく、代わりに「民主集中原則」の下で、各国家機関に権限を分配する「三権分業」という仕組みが採用されている。

立法権を有しているのは国会のみであり、人民を代表する最高機関である。国会の中には、民族評議会ならびに9つの委員会（a.法律、b.司法、c.経済、d.財政・予算、e.国防・安全保障、f.文化・教育・青年・少年・児童、g.社会問題、h.科学・技術・環境、i.外務）が常設されている。廃棄物も含めた環境問題を扱う常務委員会は、「科学・技術・環境委員会」である。

(2) 法規文書の概要

ベトナム国では様々な法規文書が発行されており、その位置づけも複雑である。そこで、本報告が研

究の初年度であり、次年度以降の研究にも行政文書の解析が必要なので、ここでその体系を概括する。

最新の「2008年法規範文書交付法」に基づく、ベトナム国の行政文書は表 2.1.1 のように整理できる。なお、2008年の法改正により、従来からの法規範文書である「指示」(Chi Thi: *Directive*) は、2009年1月より発効されなくなった。また、他の文書についても種類が削減された。現時点では、このような旧文書が現行制度の中で、どのような位置づけになるのか不明な点も多いが、今後は適宜、改正版文書が発効されるものと考えられる。

表 2.1.1 ベトナム国における法規範文書の種類

制定者・機関	法規文書 (ベ語: 英語)	内容
国会(Quoc Hoi: National Assembly)	憲法 (Hiep Phap: Constitution)	国家の基本法であり、国会が制定・改正の権限を有する また、その起草、採択・公布、改正ならびに解釈の手続き・手順については国会が定める
	法律 (Luat: Law)	内政、外交、経済・集会的課題、国防、安全保障、国家機関の組織及び活動、公民の権利及び義務の領域に属する基本的事項を規定する
	国会決議 (Nghì Quyêt: Resolution)	以下の事項のために発布される a. 経済・社会開発計画 b. 国家財政及び通貨政策 c. 民族、宗教、外交及び国家安全保障に関する各政策 d. 国家予算の決定 e. 国際条約の批准 f. 国会、国会常務委員会、民族評議会、各委員会及び国会議員の及び国会議員の活動及び制度
国会常務委員会	法令 (Phap Lenh: Ordinance)	国会によって付託された問題について定める ※将来、法律として制定されることを想定している
	決議 (Nghì Quyêt: Resolution)	a. 憲法、法律及び法令の解釈 (giai thich: <i>interpret</i>) b. 憲法、国会及び国会常務委員会の法規範文書の施行についての監察 (giam sat: <i>supervise</i>) c. 政府、最高人民裁判所及び最高人民検察院の活動の監督 d. 人民評議会の活動に対する監督及び指導 e. 戦争状態、総動員または部分動員の宣告の決定 f. 全国または地方ごとに、非常事態の宣言の決定
国家主席(Chu Tich Nuoc: Country's President)	国家主席令 (Lenh: Order)	上記の法令に規定された国家主席の任務及び権限を行使するために発布される
	決定 (Quyêt Dinh: Decision)	上記の決議に規定された国家主席の任務及び権限を行使するために発布される
政府 ※国家行政(Hanh Chinh: Administration)機関	議定 (Nghì Dinh: Decree)	a. 法律、国会決議、法令、国会常務委員会決議、国家主席令及び決定の細則を定める b. 内政や外交、公務、幹部及び公務員の制度、公民の権利及び義務ならびに政府の管理及び調整の権限に属するその他の問題に関する政策を実現するための具体的な措置を規定する c. 各省、省同格機関、政府直属機関及び政府の権限に属するその他の機関の任務、権限及び機構の組織を規定する d. 国家管理、経済管理及び社会管理の要求に応えるために、法律または法令を制定する条件が満たされていない必須の問題を規定する ※d.に際しては、国会常務委員会の同意が必須
首相 (Thu Tuong:	決定	a. 中央から基礎組織に至る国家行政体系を指導・調整する措置について、関係機関、人民委員会主席との間の業務制度、首相の権限等について規定す

制定者・機関	法規文書 (ベトナム語：英語)	内容
Prime Minister)		る b. 国の方針、政策・法律を遂行する上で、政府構成機関の活動を指導・割り当てについて、各機関・責任者の活動を点検する措置について規定する
大臣、省同格機関の長	通知 (Thong Tu: Circular)	a. 法律、国会決議、法令、国会常務委員会決議、国家主席令・決定、政府の議定ならびに首相決定の細則を規定する b. 自らが責任を担う部門及び領域に関する手続き、技術基準及び経済・技術規範について規定する c. 自らが責任を担う部門及び領域ならびに政府より付託された問題に関する管理機能を実現するための措置を規定する
最高人民裁判所判事会議、他	決議、通知	略
国家会計検査院長官 上記の機関・者らが 合同で発効する合同 法規規範文書	決定 合同 (Lien Tich ※連席の意: Joint)	略 a. 国会常務委員会又は政府と政治社会組織中央機関の間の合同決議は、法律が国家管理に参加する政治・社会組織の業務について規定する場合の問題処理について指導する b. 最高人民裁判所長官と最高人民検察委員長との間の合同通知、ならびに大臣または省同格機関長との間の合同通知は、訴訟活動に係る法律の統一的な適用ならびに当該機関の任務及び権限に関するその他の問題について指導する c. 大臣と省同格機関長との間の合同通知は、当該省及び当該機関の職能・任務・権限に関する法律、国会決議、法令、常務委員会決議、国家主席令・決定、政府議定ならびに首相決定の履行について指導する
人民評議会及び人民委員会	-	「人民評議会及び人民委員会の放棄規範文書公布法」で規定する内容、権限、形式、手順及び手続きに従い公布される

2.1.3.2 ベトナム国における廃棄物管理に係る法制度ならびに法的文書

ここでは、ベトナム国における廃棄物管理に関わる法律や法的文書について整理する。

(1) 環境保護法 (2005)

環境問題全般に関わる法律として 2005 年に発効された環境保護法では、「廃棄物」を定義しており、廃棄物に係る規定をしている法律としては唯一のものである。環境保護法の構成は、表 2.1.2 の通りであり、「第 8 章 廃棄物管理」において、廃棄物に係る基本的規定がなされている。また、「第 2 章 環境基準」の中にも、廃棄物に関する基準についての記述が見られる。

(2) 環境保護法施行細則 (2006)

環境保護法 (2005) の細則を定める政府議定が 2006 年に発効している (表 2.1.3)。その概要は下記の通りである。施行細則の第 2 章第 3 節においては、「第 19 条 廃品の輸入、一時的輸入、国境を超える輸送及び通過における環境保護」という条項があり、廃品の越境移動に関する規定が見られる。また、同章第 4 節においては、「第 20 条 国家機関の有害廃棄物管理に関する責任」、「第 21 条 使用済製品又は廃棄製品の回収及び処分」といった条項があり、廃品の回収ならびに適切な処分についての規定が見られる。なお、第 2 章第 2 節においては、環境影響評価報告書が必要な事業として付属書 I のリストに、「24.一般の固形廃棄物を再加工・処理する施設に関する事業」の全て、「25.産業廃棄物処理施設の建設関連事業」の全て、「26.有害廃棄物の処理施設の建設関連事業」などが掲げられている。

表 2.1.2 環境保護法（2005）の概要

環境保護法（2005）の構成
第1章 総則
第2章 環境基準
第3章 戦略的環境評価，環境影響評価，環境保護公約
第4章 自然資源の保護と合理的利用
第5章 製造業，経営，サービス業における環境保護
第6章 都市・居住地における環境保護
第7章 海・河川その他の水域における環境保護
第8章 廃棄物管理
第9章 環境災害の防止と対応，環境汚染の改善と環境修復
第10章 環境監視と情報
第11章 環境保護のための人材と資金
第12章 環境保護に関する国際協力
第13章 環境保護に関する国の管理機関，ベトナム祖国戦線及びその構成組織の役割
第14章 環境保護に関する違反行為の検査・処理，環境に関する不服申し立ての解決・告訴
第15章 施行規則

表 2.1.3 環境保護法施行細則（2006）の概要

環境保護法施行細則(2006)の構成
第1章 総則
第2章 特別規定
第1節 環境基準
第2節 戦略的環境評価，環境影響評価，環境保護公約
第3節 製造業，商業，サービス業の諸活動における環境保護
第4節 廃棄物の管理
第5節 その他の規定
第3章 実施規定

2.1.3.3 廃棄物管理に関わる諸機関の役割

2005年環境保護法や「国家戦略」等で触れられている廃棄物管理に係る役割を，国家レベルに関しては（1）から（10）に，地方レベルに関しては（11）から（13）に整理する。

（1）建設省（MOC: Ministry of Construction）

2008年の組織法改正に伴い，固形廃棄物については，MOCが中心となって関係省庁，各省・市の人民委員会などの関係機関と協調しながら，廃棄物管理を進めていくこととされている。また，固形廃棄物に関する研究，廃棄物管理に係る基準等の策定，省の境界を超えた，あるいは都市域界を超えた管理計画の策定などを使命としている。なお，天然資源環境省と協働して，環境影響評価の策定ならびに許可をも担当している。

なお，MOCは廃棄物の収集から処分までの実際の作業を担当する各地域の都市環境公社（URENCO: Urban Environment Company）等の活動を監督する権利を有している。

（2）天然資源環境省（MONRE: Ministry of Natural Resources and Environment）

固形廃棄物については，MONREもMOCとならんで大きな権限を有しており，関係省庁等と協働して廃棄物の発生抑制・再使用・リサイクル・発生源分別等に係る政策や仕組み作りに中心的役割を果たすこととされている。また，廃棄物に関するデータベースの構築，廃棄物管理に係る技術的基準や環境基準の策定，廃棄物の減量化・再使用・リサイクルに関する技術ガイドラインの策定，全国の

廃棄物に由来する環境汚染状況のモニタリングを責任をもって行うとともに、MOC と協働して「国家戦略」を強力に遂行し、廃棄物管理に係る環境影響評価報告などを発表することとされている。

このように、MONRE は MOC とは異なり、実際の都市固形廃棄物等の収集・処理といった実務ではなく、廃棄物管理の全体の枠組についての政策等の検討・立案を担当している。

なお、2008 年の組織法の改正に伴い、MONRE の行政遂行機関として、省の下に新たに環境総局 (Tong Cuc Moi Truong) (VEA: Vietnam Environment Administration) が設立されている。VEA の中には、a.政策法務局、b.企画財務局、c.国際協力・科学・技術局、d.査察局、e.行政局、f.査定・環境影響評価局、g.生物多様性保全局、h.廃棄物管理・環境振興局、i.汚染防止局の他、j.環境監視センター、k.環境管理科学院 (ISEM)、l.環境教育・通信センター、m.環境情報・データセンター、n.環境相談・技術移転センターがあり、環境マガジン発行部署もある。なお、廃棄物問題に関しては、h.以外の局も関与しており、その役割分担の詳細が未だに確定していない面も見られ、関係者へのヒアリングでは、2010 年に再調整のための調査・検討が行われるということであった。

(3) 企画投資省 (MPI: Ministry of Planning and Investment)

MPI は、一般には、国家開発計画の策定、海外政府や国際援助機関等からの投資の管理を担当している機関である。同省は、日本における旧経済企画庁あるいは第二次世界大戦後の復興開発の中心的役割を果たした経済安定本部に相当する重要な機関である。そのため、「国家戦略」等でも、統合的廃棄物管理の推進のため、計画的に廃棄物管理に係る資金の投入ならびにその資金源の模索・確保といった責務を課されている。

(4) 財務省 (MOF: Ministry of Finance)

MOF は、MOC や MONRE と協働して、統合的廃棄物管理のための国家予算の編成・分配を図り、廃棄物管理に係る予算編成や費用負担の改善を進める責務を課されている。

(5) 科学技術省 (MOST: Ministry of Science and Technology)

MOST は、MOC と協働して統合的廃棄物管理に向けて新しい製造施設や処理技術の研究や技術移転を積極的に進める責務を課されている。廃棄物処理に関する新規の技術や廃棄物削減に向けた環境配慮型技術 (Cleaner Production 等) については、主幹省庁としてその評価等を担当している。

(6) 産業貿易省 (MOIT: Ministry of Industry and Trade)

MOIT は、廃棄物の発生抑制・削減を図るため、企業における廃棄物削減計画の策定ならびに Cleaner Production や ISO14000 の導入を推進する責務を有するとともに、廃棄物リサイクル産業も含めた環境産業の形成と発展を推進する責務を有している。なお、拡大生産者責任 (EPR: Extended Producers' Responsibility) についても、同省が主たる責任を有することになると考えられるが、現時点ではこれといった際立った活動は見られない。

(7) 保健省 (MOH: Ministry of Health)

MOH は、医療廃棄物に関する厳格な約定を定め、国全体において医療施設の監視・監督を遂行する責務を課されている。なお、ベトナム国では、医療廃棄物が一般廃棄物の流れに混入する例が未だに見受けられる。

(8) 農業地方開発省 (MARD: Ministry of Agriculture and Rural Development)

MARD は、MOC や MONRE と協働しながら、主管官庁として農業地方やクラフト村における廃棄物管理の効率向上を図るために、具体的な計画を策定し、関連する事業を遂行する責務を課されている。なお、ベトナム国では、経済的に貧しい農業地方における経済活動の拠点として、クラフト村における廃品等からの資源回収事業等が推進されているものの、その過程から排出される汚水・廃棄物

等による環境汚染も問題化している。

(9) 情報通信省 (MOIC: Ministry of Information and Communication)

MOIC は、住民レベルでの、環境保護に関する意識、特に統合的な廃棄物管理に関する認識を高めるために、公共メディアを通じた普及啓発の計画策定ならびに遂行の責任を課されている。現在、ベトナム国でも日本と同様に 3R 活動についての普及啓発活動が展開されているところである。

(10) 教育訓練省 (MOET: Ministry of Education and Training)

MOET は、教育水準に合わせた廃棄物管理や環境教育に係る教育プログラムの研究・評価・統合・適用に対する責任を課されている。

(11) 省・市の人民委員会 (People's Committee)

ベトナム国では、日本の地方自治体に相当する地方行政機関として、各地の人民委員会がある。各人民委員会は、日本の議会に相当する評議委員会 (People's Council) の採決に従い、各種行政課題への対応方針を策定し、その遂行に当たっている。廃棄物管理についても、その予算等の決定、事業の遂行は人民委員会によるところが大きい。なお、人民委員会は日本の地方自治体とは異なり、法的位置づけ上は国家機関である。ちなみに、主な都市では、廃棄物の収集・処理・処分の実務は URENCO が担当している。

(12) URENCO

ベトナム国では、主な都市において設置されている企業体組織である。その主たる責務は、フランス植民地時代の流れをくみ、道路の清掃と廃棄物の収集・輸送とその処分である。実際には、地域の人民委員会との契約に基づいて、対象地域の道路清掃ならびに路面に排出されている廃棄物の収集・運搬・処分を担当し、その費用を各家庭から徴収している。

なお、DiGregorio⁴⁾によると、ハノイ URENCO の前身は、フランス植民地時代に同市郊外の貧村から集められ、連れて来られたゴミ拾い (Hawker & Scavenger) の集団とのことであるが、現在ではほぼ公共団体の地位を獲得しており、市街地で廃品回収を行っている民間人・業者とは区別されている。しかしながら、URENCO の清掃作業員が民間回収業者に廃品を譲渡・売却している姿は市街地内でも良く見受けられ、大きな衝突も見られず、両者の関係は良好なようである。また、URENCO にとっては、腐敗槽汚泥の収集作業も重要な使命である。

(13) クラフト村 (Craft Village)

(8) MARD の項でも触れたが、ベトナム国では農村部において工芸品の製造・販売や廃品の回収等を実施しているクラフト村が約 120 カ所に設置されている。クラフト村では、都市域の市街地にて廃品回収を実施している民間人・業者が集めた物品を、幾つかの取りまとめ役・商社などを経て集積し、クラフト村にて解体・資源回収を実施し、回収された物品を国内外に販売し売却益を得ている。クラフト村の活動については、現金収入の限られた農業地方におけるその経済的存在感は大きく、中央政府においてもある程度の高い評価を得ている。しかしながら、先述した通り、その処理過程を通じて発生している環境汚染問題は大きな課題となっている。

2.1.4 結論

ベトナム国で発行されている行政文書・法規規范文書や世界銀行等の国際機関の報告書等を収集するとともに、現地にて関係行政機関等へのヒアリング調査を実施し、同国における廃棄物問題に関わる法制度や組織体系等について明らかにした。

ベトナム国では、前述した通り、2005 年環境保護法ならびに「国家戦略」等により、廃棄物問題に対し

て包括的な取り組みを可能とするような法規制・組織体制の構築が図られている。しかしながら、2008年の行政組織法改正や2009年12月の「国家戦略」など、新しい法規制・組織・戦略が整備されたばかりで、その具体的な取り組みは端緒についたところである。特に、廃棄物に対する取り組みとしては、2008年の組織改正により、MOCに対して、廃棄物の収集・処理・処分に関する責任を課した一方で、発生抑制から始まる廃棄物ヒエラルキー関連の政策についてはMONREに課しているなど、複数の省庁にわたっていることが明らかとなった。また、廃棄物に関する施策や事業の展開については、具体的な手順や仕組みなど、その内容は未だに不明な部分も多い。

そこで、今後は新たに発行される各種文書等も含めて、ベトナム国での行政文書に関する情報収集ならびに解析に努め、より具体的な廃棄物も対策の実態を明らかにするとともに、その展開に際しての課題を明らかにし、その解決策の在り方を研究・発信していく必要があると考えられる。

参考文献

- 1) 遠藤聡 (2007) ベトナムの国会と立法過程, 外国の立法 231号
- 2) 遠藤聡 (2008) ベトナムにおける法体系の整備, 外国の立法 238号
- 3) The United Nations and the National Assembly of Viet Nam <<http://www.un.org.vn/>>
- 4) DiGregorio MR (1994) Recycling as a Peasant Industry in Northern Vietnam, East-West Center Occasional Papers, Environment Series, No.17

2.2 将来における廃棄物管理ビジョンの導出

2.2.1 目的

開発途上国において、効率的かつ効果的な廃棄物管理を実現するためには、関連する個人や組織の課題対処能力の向上（キャパシティ・デベロップメント，CD）が不可欠である。この課題対処能力向上のプロセスは、その能力の継続的な評価プロセスによってはじめて確認できるものであり、同時に、単なる知識や技術の習得や活用のみならず、その概念や結果を、関係各位（個人および組織）の間で共有していくコミュニケーションのプロセスでもある。こうした観点から、開発途上国の廃棄物管理の実態をとらえると、その実態は必ずしも明確ではない。そこで、本研究は以下の2点の目的を設定した。第一に、JICA や OECD などの機関による、課題対処能力の向上（CD）を評価する概念枠組を網羅的に調査・把握するとともに、ベトナムを対象として、同国の行政スタッフや研究スタッフ、および現地で業務に従事する開発コンサルタントがどのようにキャパシティを認識しているのか基礎的知見を得ることを目的とした。第二に、同国において開発援助の窓口担当のスタッフや、廃棄物管理や環境管理政策に接点のある実務スタッフおよび研究スタッフなどを対象に、グループ討論や発表などを行う参加型ワークショップの機会を通じて、開発途上国側の主観的課題対処能力の認識状況を明らかにすることを目的とする。

2.2.2 方法

2.2.2.1 キャパシティに関する調査

OECD により提唱されている環境管理能力全般に関する評価の概念枠組み（図 2.2.1）に基づき、組織能力強化に関する認識状況や意向に関する基礎的なヒアリング調査を行った（調査対象者：46 名（内訳：男性 22 名，女性 24 名））。主なヒアリング先は表 2.2.1 の通りである。



図 2.2.1 OECD によるキャパシティの構造図

(Source: OECD, “Assessing Environmental Management Capacity: Towards a Common Reference Framework”, 2009)

表 2.2.1 ヒアリング調査先

QN DONRE:	Quang Ninh Province Department of Natural Resources and Environment
URENCO:	Hanoi Urban Environment Company Ltd.
VAST/IET:	Vietnamese Academy Science and Technology / Institute of Environmental Technology
VEA/ISEM:	Vietnam Environment Administration / Institute of Science for Environmental Management

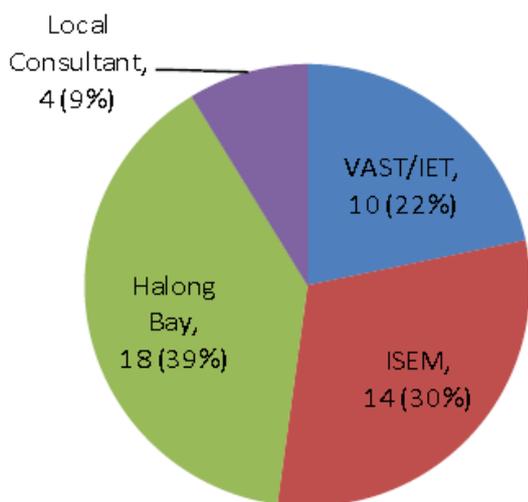


図 2.2.2 アンケート調査回答者の所属・属性

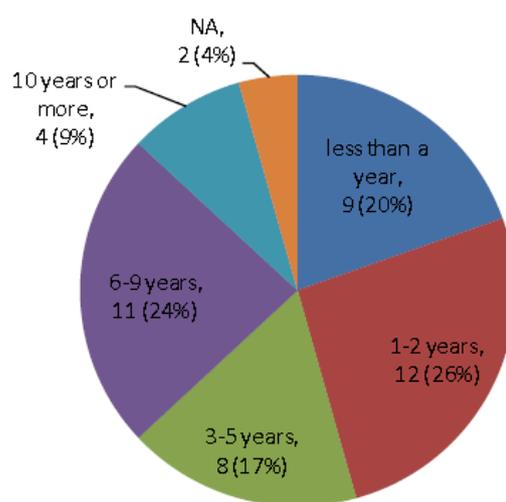


図 2.2.3 アンケート調査回答者の業務経験年数

調査対象者は、廃棄物行政関連者を含む、環境行政に接点のあるベトナム人行政官、研究者、コンサルタントなどである（図 2.2.2, 図 2.2.3）。なお、ヒアリング調査票は、英語版とあわせてベトナム語版も作成し利用した。

2.2.2.2 参加型ワークショップ

参加型ワークショップ（図 2.2.4 および図 2.2.5）の流れを図 2.2.6 に示す。ハノイ市において廃棄物管理に関わっているスタッフや関連省庁のスタッフを対象に、英語によるコミュニケーションが可能であることを前提に包括的に選抜し、積極的な参加を前提とする参加型ワークショップを開催した（開催スケジュールは表 2.2.2 参照。初日参加者 25 名、2 日目参加者：21 名、4 名は 1 日目終了後、本務上の都合などにより帰宅、2 日目参加せず）。まず、1 グループ 5 名程度の構成で、5 グループを構成し、戦後日本（主に東京）における廃棄物管理の変遷について映像により確認し、どのように日本の廃棄物政策が時系列的に変遷してきたのか共有した。その後、ハノイ市における廃棄物管理の在り方について、その過去・現在の取り組み状況や課題を各グループ内で議論のうえ共有してもらい、現在の廃棄物管理が有効か否か、どのような問題が存在するのか、などの結果をまとめた。なお、参加者が自身の意見表明によって不利益を受けないように配慮するため、匿名で意思表明をできるクリッカーシステム（ファインウッズ社、クリッカーナノ®、基本的な構成は図 2.2.7）を併用して、過去および現在のハノイ市における廃棄物管理の実態に対して、意見を求めた。そのうえで、2020 年を目安とした将来におけるハノイ市における望ましい廃棄物管理方策の姿（ビジョンと呼ぶ）を各グループにおいて導出するために、将来の廃棄物管理方策に大きな影響を与えると考えられる各種因子をブレインストーミングの形式で特定するように指示し、特にその中でも比較的独立し、重要と思われる因子を 2 つ導出することにより、将来想定されるビジョンを 4 パターン導出し、その中からもっとも望ましいと思われるものを将来ビジョンとした。そのうえで、現在の廃棄物管理の状況と導出された将来ビジョンとの間に存在するギャップ（課題）を特定し、今後必要となる課題対処能力（キャパシティ）と解釈した。さらに、これらのキャパシティを今後獲得していくために、どのような方策があるのか、各グループに議論を促し、これらのギャップを埋めるために必要となるアクションプランの要素群の特定とその評価を階層分析法（AHP）の枠組みにおいて実施した。今回はワークショップ開催のために確保できる時間的制約を踏まえ、事前に主催者型で定めた 5 つの基準に基づき、必要とされた CD の要素について、本参加型ワーク

ショップでほぼ1日半、長時間議論を共に行い、その結果の情報を共有してきたグループごとに、幾何平均法によるグループ単位の AHP 評価を行った。

表 2.2.2 参加型ワークショップの開催スケジュール

Time	Session No.	Activities/Contents	Theme (Questions)
Day 1			
6:35		Travel to the venue	
8:20		Arrive at the venue and settle down	
I. Introduction			
9:30	1	Opening	Opening Remarks by Organizer (Dr. Thang) Opening remark by Deputy Director of VEA (Dr Nguyen The Dong) Opening Remarks by Organizer (Prof. Abe)
9:45			Group Photo
10:00			Introductory presentation (Prof. Abe)
10:20			Watching Video “ <i>Technical Expertise of Japan in Solid Waste Management</i> ”, followed by the presentation titled “ <i>The past, current, and the future states of Japanese SWM in the capacity development context</i> ”
10:50		Coffee Break	
11:15			
II. Time-Series Awareness Workshop: Sharing the Future Vision			
11:15	2	Look back <u>past</u> practices	[Q.2-1] What kind of activities/policy-making have you experienced? Cards [Q.2-2] How did you feel about the practices then? Sharing the result of [Q.2-1] & [Q.2-2] with other groups
12:00		Lunch Break	
13:40			
13:40			Eplanation of Clicker (Machida)
13:50			[Q.2-3] How did you feel about overall practices of SWM in Hanoi in past 5 years?
	3	Assess <u>current</u> situation	[Q.3-1] Do you think that the National strategy of Integrated SWM is achievable? [Q.3-2] Are you satisfied with the current situation of SWM in Hanoi as a citizen?
14:15			Introduction on Scenario Planning (Prof. Abe)
14:25	4	Discuss <u>Future</u> Vision of SWM in Hanoi	[Q.4-1] Imagine the general vision of SWM in Hanoi in 10 years. What kinds of factors (criterion) are important for you to draw the vision? [Q.4-3] What are the features of each scenario (required facilities/institutional systems, merit & demerit, numerical targets)?
15:20		Coffee Break	
15:45			[Q.4-2] Come up with 4 possible scenarios based on the key factors.
17:00			Sharing discussion result with other groups
Day 2			
III. Identification of Necessary Capacities (NCs) and Their Development Strategy			
8:00	5		Presentation on Capacity Development (Machida)
8:20		Identify NCs in Group	[Q.4-4] Which scenario do you prefer for each criteria? [Q.5-1] What are the necessary capacities in order to realize the future vision and sustain its performance?
9:35		Coffee Break	
10:00			[Q.5-1] What are the necessary capacities in order to realize the future vision and sustain its performance? Cards
		Discuss the strategy (action plan) for capacity development	[Q.7-1] What is the best strategy to develop necessary capacities?
10:30			Introduction on AHP and Instruction of answersheet
10:45			[Q.5-2] Which capacity components do you prioritize?
12:00			Sharing discussion result of session 5 with other groups
IV. Closing			
12:00	8	Wrapping up the WS	Collecting Fedback Questionnaire
12:15			Findings of the workshop and remaining issues (Prof. Abe)
12:45		Closing	Closing Remarks by Organizer (Prof. Abe & Dr. Thang)



図 2.2.4 参加型ワークショップの様子



図 2.2.5 グループ討論の様子

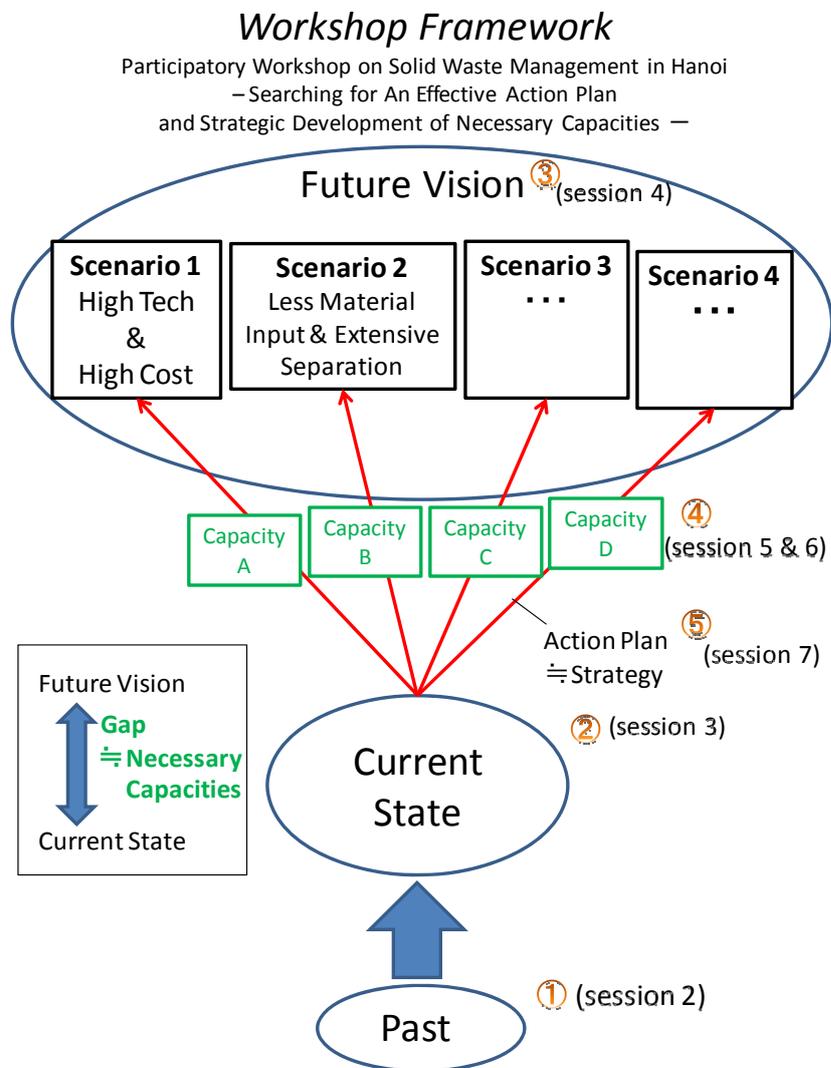


図 2.2.6 参加型ワークショップの流れ



図 2.2.7 クリッカーシステムの概要
(出典：ファインウッズ社 HP)

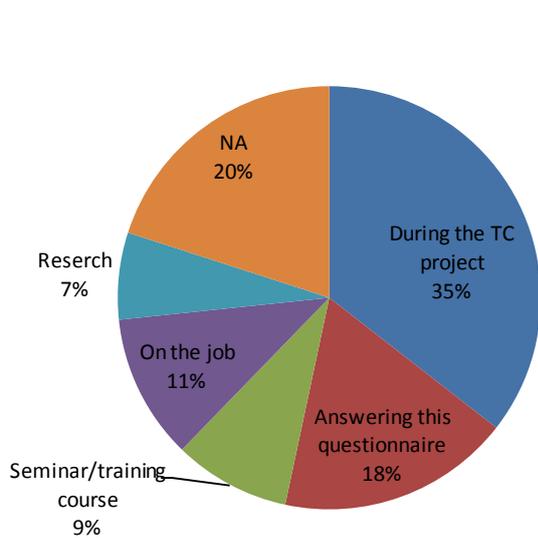


図 2.2.8 CDを知るきっかけ・機会は何か？

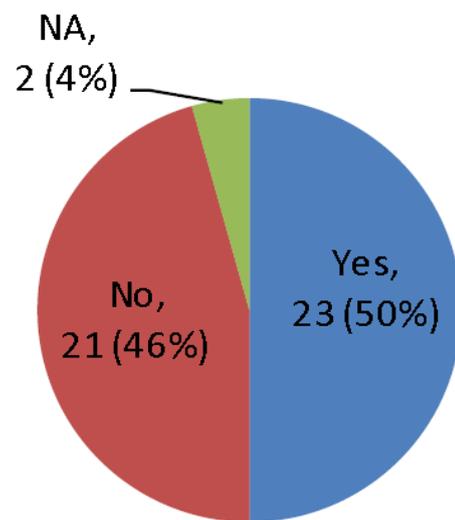


図 2.2.9 CDが持つ多面的側面について知っているか？

2.2.3 結果及び考察

2.2.3.1 ヒアリング調査

ヒアリング調査の結果、CD という概念を知った経緯については、多くの回答者が JICA などのドナー機関による技術協力プロジェクトを通じて知るようになったと回答した (図 2.2.8)。また、CD という概念やその評価結果が組織内や関係各位の間で共通的に理解されているかという設問に対しては、80%以上の回答者が肯定的な回答をしており、CD という概念がベトナム国 (開発途上国) 側において広く認知されていることが示唆された。しかし、CD が事業評価や業績評価と混同されて理解されている可能性もうかがえた。さらに、OECD が提唱するような、CD が持つ多面的な側面を承知しているかとの設問に対して、半数近くが知っているとの回答を寄せたが、同じ程度の回答者が知らないと回答していた (図 2.2.9)。この点は、CD という概念が、開発途上国を支援するドナー側の論理で語られている可能性を示唆するものであると理解した。今後は、廃棄物管理という個別具体的な分野における評価枠組みを、開発途上国において活躍している開発コンサルタントや現地の行政官などを対象としたより詳細な調査をもとに検討していく必要がある。

2.2.3.2 参加型ワークショップ

これまでの廃棄物管理について積極的に評価する参加者は少なく、多くの参加者は改善すべき問題が存在すると認識していることが確認された（図 2.2.10）。2009 年に承認されたベトナム国の廃棄物管理に関する国家戦略に対する評価も同様である。（図 2.2.11）。

将来における廃棄物管理に影響を与える因子については、政府の役割の範囲、経済的インセンティブ制度の有無、適正技術適用の有無、技術開発のための投資資金の有無、市民の意識、包括的な市民の参加などの因子が特定された。また、特定された将来の廃棄物管理に対する重要な影響因子群のなかから、特にその中でも比較的独立し、重要と思われる因子を 2 つ導出することにより、将来想定されるビジョンを 4 パターン導出し、その中からもっとも望ましいと思われるものを将来ビジョンとした（図 2.2.12）。

そして、この将来ビジョン達成のために今後必要な方策、すなわち今後必要となる CD の要素として、コミュニティにおける環境教育、技術者および管理者のトレーニング、法規制の執行力強化、技術展示会の開催、民間部門による投資を呼び込むためメカニズムの構築、などが特定された（図 2.2.13）。AHP 評価の結果（図 2.2.14）、適切な技術選択が最も大切である（影響力がある）という結果になり、それにつづいて人的資源（人材のトレーニング）のが大切であるということになった（図 2.2.15）。

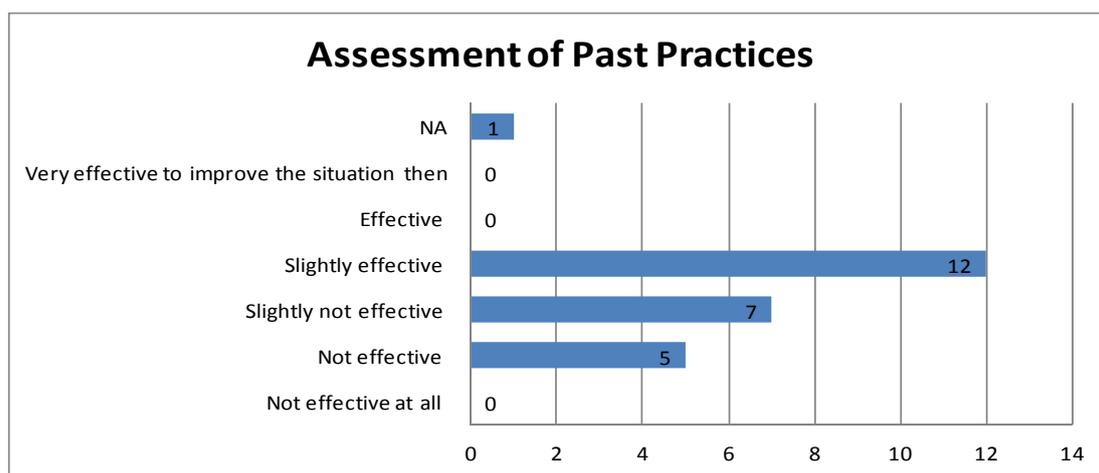


図 2.2.10 過去の廃棄物管理に対する評価結果

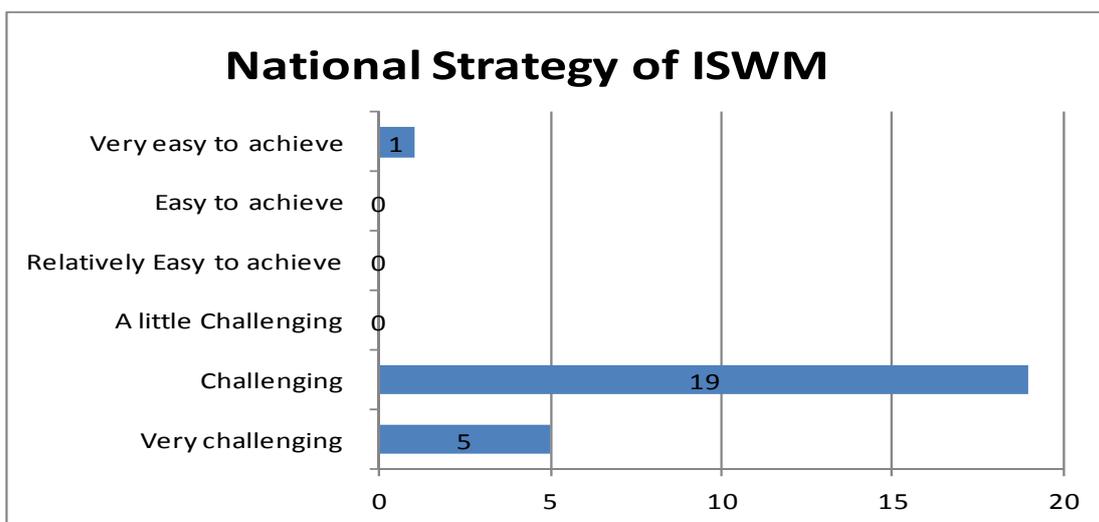


図 2.2.11 国家統合廃棄物管理戦略に対する評価

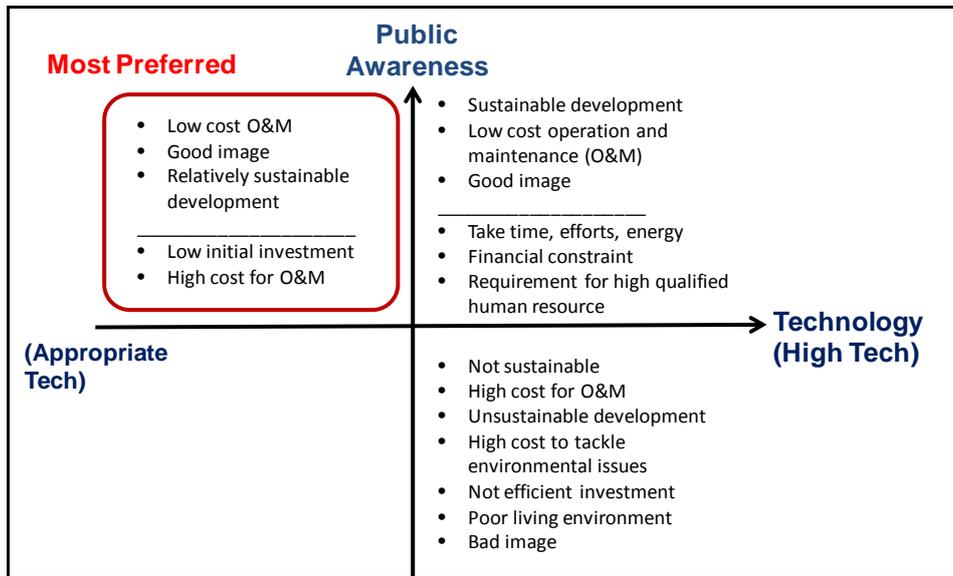


図 2.2.12 参加者グループによる望ましい将来シナリオの導出事例

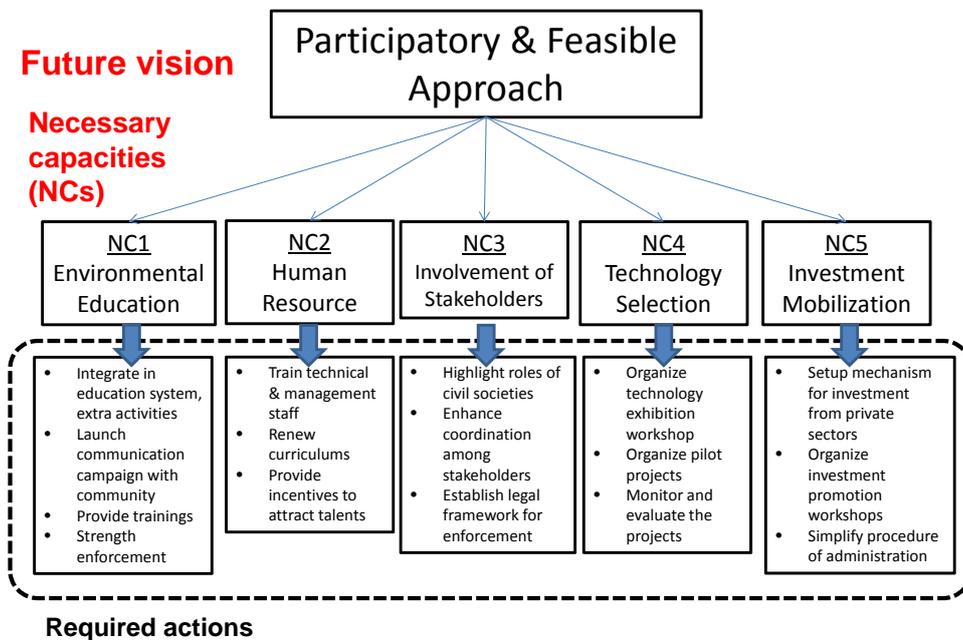


図 2.2.13 参加者グループによる将来ビジョンの事例

Left item is the most important		Criteria for prioritising NCs									Right item is the most important		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9			Criteria for prioritising NCs
Effectiveness	C1											C2	Time
Effectiveness	C1											C3	Budget
Effectiveness	C1											C4	Human Resource
Effectiveness	C1											C5	Governance
Time	C2											C3	Budget
Time	C2											C4	Human Resource
Time	C2											C5	Governance
Budget	C3											C4	Human Resource
Budget	C3											C5	Technology
Human Resource	C4											C5	Technology

図 2.2.14 AHP による評価シートの一部

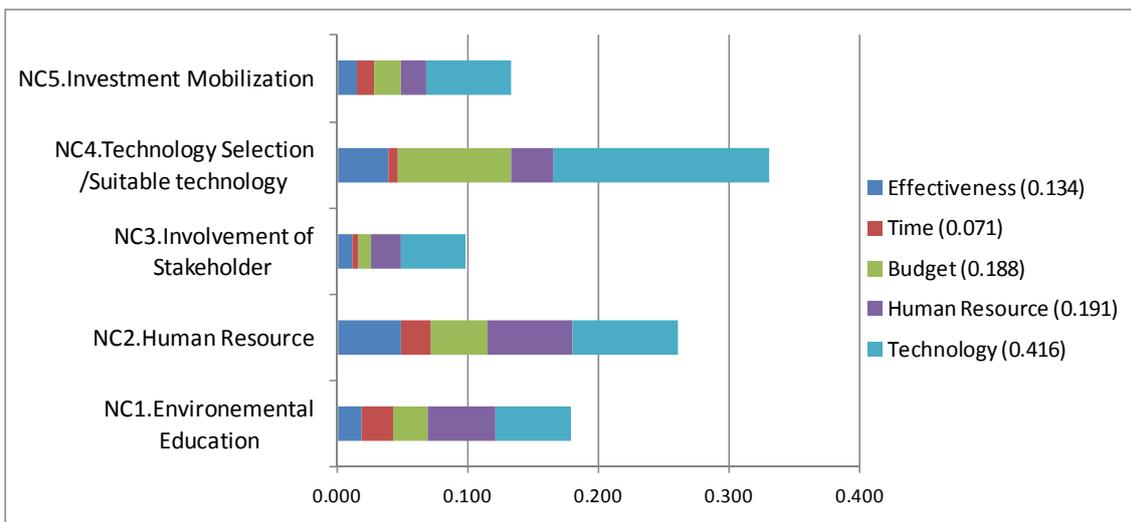


図 2.2.15 AHP に基づく今後必要な CD の評価に対する多次元評価の結果(n=6)

本参加型ワークショップの参加者は、かならずしも相互に知り合いとは限らなかったため、ワークショップ開始当初はややぎこちない雰囲気が漂っていたが、ワークショップが進行するにつれて議論や意見交換を行う雰囲気が出てきた。当初は意見を述べなかったグループのメンバーが意見を述べるようになり（例：廃棄物行政の権限の所管の在り方を巡る非効率さについて言及）、また一部の参加者からは普段話をする機会がないスタッフと話ができて有益であったとのコメントもあった。その一方で、ベトナムという国の統治機構に依るものと想定されるが、ワークショップに対する参加姿勢や発言の有無などを観察することを通じて、ベトナムにおいては日常的な業務において、ミドルクラス以下の比較的若いスタッフは積極的に意見を述べ、新しいアイデアを出すことを政府内において要求されていない可能性があると感じられた。こうした職場環境や職場の価値観は、廃棄物行政の水準を向上させるために必要な人的資源のキャパシティ開発のために望ましい環境とは必ずしも言えない。CD は、国の仕組みに依存し、その状況により多いに影響を受ける可能性があることを強く認識した機会となった。

2.2.4 結論

ヒアリング調査の結果、ベトナム国では CD という概念 JICA などのドナー機関を通じて知られるようになり、CD という概念がベトナム国（開発途上国）側において広く認知されていると同時に、CD という概念が開発途上国を支援するドナー側の論理で語られている可能性を示唆するものであった。

参加型ワークショップの結果、廃棄物管理に関わっている自治体担当者の間では、2009 年に承認されたベトナム国の廃棄物管理に関する国家戦略は非常に野心的な目標値を掲げているという共通認識があった。将来における廃棄物管理ビジョンの因子としては、政府の役割の範囲、経済的インセンティブ制度の有無、適正技術適用の有無、技術開発のための投資資金の有無、市民の意識、包括的な市民の参加などが特定された。また、今後必要となる CD の要素として、コミュニティーにおける環境教育、技術者および管理者のトレーニング、法規制の執行力強化、技術展示会の開催、民間部門による投資を呼び込むためメカニズムの構築などが特定された。AHP 評価の結果、適切な技術選択が最も大切である（影響力がある）という結果になり、それにつづいて人的資源（人材のトレーニング）の大切であるということになった。

第3章 廃棄物管理データの集積と信頼性

3.1 東南アジア諸国における廃棄物管理データの集積と信頼性

3.1.1 目的

東南アジア諸国では廃棄物管理は埋立処分に依存しているが、埋立処分場の新たな確保は容易ではない。東南アジア諸国の主要都市において廃棄物管理システムの改善を試みる場合、廃棄物管理に関するデータの集積は不可欠であるが、関連するデータは極めて不足している。また、存在していたとしてもその信頼性は高いとは言えない。本研究では、東南アジアの大都市を対象に、廃棄物管理に関するデータの集積に努め、その結果とともにデータ集積の信頼性を議論することを目的とする。

3.1.2 研究方法

マレーシア国、タイ国、インドネシア国、フィリピン国の人口規模の大きい都市（大都市）を対象に廃棄物管理に関するアンケート調査を実施した。マレーシア国では4自治体、タイ国では11自治体、インドネシア国では4自治体、フィリピン国では4自治体における廃棄物管理に関するデータを集積した（表 3.1.1）。調査票は General information, Collection and Transportation, Transfer station, Composting site (MBT), Landfill site に分け、筆者らが英語で作成した（添付資料 1 に調査票を掲載）。調査対象自治体の廃棄物管理に関する情報を円滑に集積するために、廃棄物管理を専門とする現地コンサルタントと本調査に関する実施契約を締結した。筆者らによって英語で作成された調査票は必要に応じて現地コンサルタントが現地語に翻訳した。現地コンサルタントは対象自治体の担当部局及び廃棄物管理の委託業者に電話、FAX、メール等で接触して調査票への回答を要請した。回答率を高めるために現地コンサルタントが必要に応じて対象都市の担当部局及び廃棄物管理の委託業者を訪問して回答を促した。集積したデータの一部を図表に示し、その信頼性を議論した。

3.1.3 結果及び考察

東南アジア諸国の主要自治体においては農村部と比較すると、廃棄物管理（収集・運搬・積替・処理・処分）の実施体制が整っている。しかし、廃棄物管理の運営主体がプロセスごとに異なる自治体も多いことが明らかとなった（表 3.1.2）。そのため、自治体の廃棄物管理の担当部局にデータが集約されていない場合があった。また、民間業者によってあるプロセスが運営されている場合、当該プロセスにおけるデータが提供されないことが多かった。特にマレーシア国のように廃棄物管理の責務が地方自治体になく、民間業者に委ねられている場合は、都市ごとの廃棄物管理に関するデータは散在したままである。また、収入及び支出額に関するデータは民間の運営会社から得ることは難しい。

調査対象とした自治体では廃棄物の直接埋立処分に依存していたが、タイ国の Phuket では廃棄物の焼却処理が実施されていた。Phuket は観光で有名な島で、すでに埋立処分場が容量に達しているが、新たに埋立処分場の用地を確保することが容易ではなかった。そこで、廃棄物を減容化する目的で焼却処理が導入された。

マレーシア国の調査対象自治体ではコンポスト処理 (MBT) は実施されていなかった。一方、タイ国、インドネシア国、フィリピン国においてはコンポスト処理を実施していた自治体があったが、特にインドネシア国では調査対象自治体すべてにおいて実施されていた。マレーシア国でコンポスト処理が普及しないのは以下の要因が想定される。マレーシア国では主にマレー系、中華系、インド系の3つの民族

で構成された国で、宗教上の理由から民族間で食生活が大きく異なる。マレー系マレーシア人はイスラム教の教えから豚肉を食さず、インド系マレーシア人はヒンドゥー教の教えから牛肉を食さない。一方で中華系マレーシア人は豚肉も牛肉も食し、中華系マレーシア人が排出する食べ残しや調理くず（厨芥類）中には豚肉や牛肉の一部が混入している。仮に中華系マレーシア人から排出された廃棄物をコンポスト処理して堆肥が得られたとしてもマレー系マレーシア人やインド系マレーシア人にとっては受け入れがたい堆肥であると言える。つまり、マレーシア国では堆肥の需要が宗教上の理由で見込めないことがコンポスト処理の普及の阻害要因となっていると思われる。

表 3.1.1 廃棄物管理に関する情報を得た自治体

Country	Municipality
Malaysia	Kuala Lumpur, Penang, Ipoh, Subang Jaya, Petaling Jaya, Seberang Perai
Thailand	Bangkok, Chiang Mai, Nakhon Ratchasima, Hat Yai, Khon Kaen, Samut prakarn, Nonthaburi, Nakhon Pathom, Pataya, Phuket, Phitsanulok
Indonesia	Jakarta, Surabaya, Bandung, Medan, Makassar
Philippines	Quezon, Manila, Kalookan, Cebu, Davao

表 3.1.2 廃棄物管理プロセスごとの運営主体

Country	Municipality	Collection	Transfer station	Pretreatment	Landfill
Malaysia	Kuala Lumpur	Private	Private		Private
	Penang	Public	Private		Private
	Ipoh	Public			Private
	Subang Jaya	Private			Private
	Petaling Jaya	Private			Private
	Seberang Perai	Public + Private	Private		Private
Thailand	Bangkok	Private	Private	Private	Private
	Chiang Mai	Private	Public	Public	Private
	Nakhon Ratchasima	Public			Public
	Hat Yai	Public		Public	Public
	Nonthaburi	Public		Public	Public
	Nakhon Pathom	Public			
	Pataya	Public	Public	Public	Public
	Phuket	Public + Private		Private	Private
	Phitsanulok	NA	NA	NA	NA
Indonesia	Jakarta	Private	Public + Private	Private	Private
	Surabaya	Public	Public	Public	Public
	Bandung	Public	Public	Public	Private
	Medan	Public	Public	Private	Public
	Makassar	Public		Private	Public + Private
Philippines	Quezon	Private			Private
	Manila	Private	Private		Private
	Calookan	Private			
	Cebu	Private		Public	Private
	Davao	Public		Public	Public

Kuala Lumpur, Penang, Bangkok, Chang Mai, Pataya, Phitsanulok, Jakarta, Surabaya, Bandung, Medan, Makassar, Manila において中継施設を利用していることがわかった。ただし、インドネシア国における中継施設は収集直後の廃棄物を近隣の施設でコンテナに積み替えるもので、その他の国での大型の中継施設とは異なっていた。中継施設を利用する背景としては埋立処分場を都市近郊で確保することが難しく、都市からかなり離れた場所に埋立処分場を確保したために収集地域から埋立処分場までの距離が遠く、収集車両が個別に遠距離を走行するよりも、中継施設で廃棄物を積み替えて大型車両で運搬した方が効率が良いことが挙げられる。廃棄物の収集地域から埋立処分場までの距離は 100 km を超える都市もあり、都市規模が大きいほど収集された廃棄物は長距離にわたって運搬される傾向があった。これは大都市周辺では埋立処分場の確保が困難であることが要因である。Kuala Lumpur で収集された廃棄物は 70 km 離れた埋立処分場へ搬入され、Penang では 65 km, Chang Mai では 115 km 離れた埋立処分場へ搬入されていた。また、Kuala Lumpur のように埋立処分場までは高速道路を走行する場合もあるが、一般的には一般道路を走行すること場合が多く、特に埋立処分場周辺ではアスファルト舗装されていない場合もあり、道路環境は良くない。そのような状況下では大型車両の走行は難しく、中継施設を導入する際には、大型車両が走行可能な道路を確保することも考慮せねばならず、廃棄物財政が乏しい自治体では中継施設を導入することができない。

収集量については、90%以上の都市が何らかの形で回答しており、そのうちの半分は一部の年（例えば直近3年間等）のみ回答していた。各国の首都では人口や経済の集中により収集量が突出していることがわかった（図 3.1.1）。また、多くの都市で収集原単位が 1 kg/人/日を下回るという結果となった。収集量に比較して、収集カバー人口のデータの把握は難しいようであった。本調査で対象とした自治体では、トラックスケールが埋立処分場に設置されていることが多く、収集量は実測値であることが多かった。一方、収集カバー人口のデータは信頼性が低いと思われる。これは、収集カバー人口や収集カバー率の定義が共有されていないことが要因と考えられる。人口統計データを収集カバー人口として回答している自治体も多かったが、収集地域には住民登録された人口だけでなく出稼ぎ労働者や学生などの移住者が無視できないほど生活している可能性もあり、正確な収集カバー人口を算出するのは容易ではない。本来の収集カバー人口を考慮するといくつかの都市では収集原単位が 1 kg/人/日を上回る可能性もある。

本来は整合すべき収集量と処理処分量が全く整合しないデータが多かった（図 3.1.2）。埋立処分場が複数の自治体の廃棄物を受け入れていることにより当該自治体から搬入された処分量データだけを抽出することが難しかったり、産業廃棄物なども受け入れていることが理由として挙げられる。

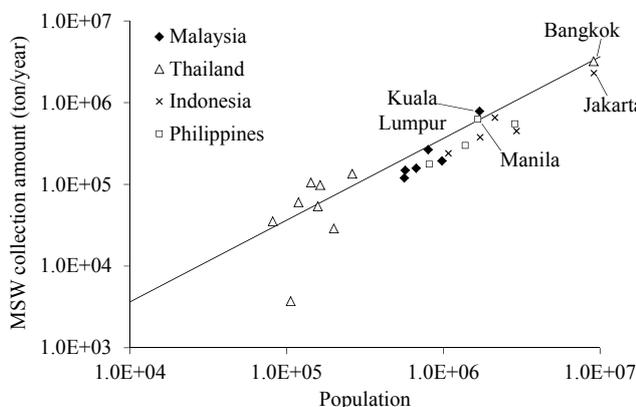


図 3.1.1 廃棄物収集量と収集カバー人口
(直線は 1 kg/人/日とした場合の収集量推計値)

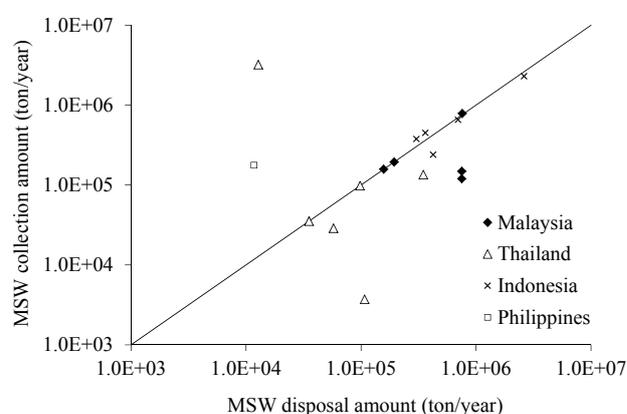


図 3.1.2 廃棄物収集量と処理処分量
(直線は収集量と処理処分量が一致する場合)

廃棄物管理に係る年間支出額及び廃棄物収集量の情報が得られた自治体を対象に、1トン当たりの廃棄物管理の年間支出額を算出した(表 3.1.3)。各国の通貨単位による年間支出額が回答された場合は、2011年1月1日時点での為替レートを用いてアメリカドル(USD)に換算した。マレーシア国における年間支出額が相対的に高かったが、特に Petaling Jaya における年間支出額は1トン当たり136 USDで、調査で判明したデータの中でも最も高かった。マレーシア国の Kuala Lumpur 及び Penang、タイ国の Bangkok では65~70 USDであった。インドネシア国ではその他の国に比べて年間支出額は低く、平均で18 USDであった。Bangkokでの年間支出額に占める収集運搬委託額はおよそ50%を占めていた。また、収入額の回答率は支出額よりも低かったが、これは収入額の定義がいまいであったことが一因ではないかと考えられる。収入額の回答状況には様々なパターンが見られた。タイ国では Phuket のみが収入の合計額を回答しており、その他の自治体

では収集手数料収入のみを回答しているところが多かった。これらの収集手数料は概して支出額に対して少額である。収集手数料収入以外の収入額については不明な場合が多かった。収入額に関しては徴収方法や上部行政機関からの資金提供の有無など、国や自治体によってシステムが大きく異なると考えられる。

3.1.4 結論

廃棄物管理データの信頼性が比較的高いと想定される大都市においても、データの信頼性はまだ低いと言わざるを得なかった。このような調査では質問者が意図したデータが得られているか検証が必要である。また、定義が国ごとに異なるためにデータ集積の対象地域の関連情報を事前にできる限り詳細に把握する必要がある。効率的に情報を集積するには、公共機関、民間会社を問わず、情報を提供する側に対して、何のためにどの情報が欲しいのかを明確に伝えることが必要と考えられる。そのため、情報を求める側は、目的毎に調査を分けて、調査項目、調査手法を別々に検討する必要があると考えられる。特に詳細な情報を集積するためには実際に現地を訪れて担当者との面会し、施設を視察して直に情報集積する必要がある。また、廃棄物管理に関する役割分担やデータの集約場所は各自治体によって異なる。回答者は自分の担当箇所のみしか回答しようとしないうえ、適切な質問が適切な機関に対してなされるよう、現地の事情に詳しい現地廃棄物コンサルタントを使うことが有効と考えられる。

表 3.1.3 廃棄物管理の年間支出 (1トン当たり)

Country	Local government	Expenditure per ton (USD)
Malaysia	Kuala Lumpur	68
	Penang	70
	Ipoh	23
	Subang Jaya	57
	Petaling Jaya	136
Thailand	Bangkok	65
	Chiang Mai	52
	Hat Yai	23
	Nonthaburi	27
	Nakhon Pathom	32
Indonesia	Phitsanulok	33
	Jakarta	39
	Surabaya	22
	Bandung	10
	Medan	13
Philippines	Makassar	6
	Quezon	35
	Manila	25
	Davao	29

3.2 ベトナム国における廃棄物管理データの集積と信頼性

3.2.1 目的

日本では一定規模以上の市町村であれば一般廃棄物の処理処分施設にトラックスケールが設置されており、搬入量の実測値が一般廃棄物の統計として反映されている。つまり、民間業者による処理量の一部や家庭での生ごみ自家処理量等を除くほとんどすべての一般廃棄物排出量は実測値をもとにしているため、各市町村の排出量を積算した日本の総排出量は極めて精度が高いと言える。

一方、途上国では廃棄物は十分な設備を伴わない処分場で埋め立てられている事例が圧倒的に多く、トラックスケールを保有しない処分場が大多数であると推察される。また、途上国の地方自治体は廃棄物管理の現状を打破すべく埋立処分以外の処理システムを導入するだけの財政がなく、したがって埋立処分に頼らざるを得ない。その状況では、廃棄物収集・処理フロー等の廃棄物データを整備する誘因とはならず、廃棄物データが整備されていないか、整備されているとしても精度が低い。

World Bank ら（2004）によれば、ベトナム国の廃棄物総排出量は1,280万 ton/年で、そのうち都市部では640万 ton/年、地方部では640万 ton/年と推計している。しかし、廃棄物データが整備されていない地方自治体も多く、さらにベトナム国では地方自治体の廃棄物排出量を収集し、統計処理する機能が政府にはないために、前述の総排出量の粗い推計値だと思われる。近年の継続的な経済発展や都市部への急激な人口集中を背景に、ベトナム国における廃棄物の排出量は以前よりも急増していることが予想され、より精度の高い廃棄物データの整備の必要性が高まっている。ベトナム国でも埋立処分に起因する環境負荷の低減に注目が集まりつつあるが、現状の埋立処分に頼る廃棄物管理システムを評価し、新たなシステムを構築するにはまずは精度の高い廃棄物収集・処理フローデータが必要である。また、廃棄物分野における温室効果ガス排出インベントリを整備するにあたっては、ベトナム国全体の埋立処分量等の活動量を必要としている。

本研究では、ベトナム国の廃棄物業界団体協力のもと、アンケート調査によりベトナム国の主要な地方自治体における廃棄物収集・処理フローを把握し、日本の一般廃棄物処理実態結果と照らし合わせてその精度を検証し、廃棄物管理に関するデータ整備の課題を明らかにすることを目的とする。

3.2.2 ベトナム国の地方自治体の構成

図 3.2.1 にベトナム国における地方自治体の構造を示す。全国は、5つの中央直轄市（*Thanh Pho*）と58の省（*Tinh*）に分かれている（日本の都道府県に相当する）。中央直轄市（ハノイ市、ホーチミン市、ハイフォン市、ダナン市、カントー市）の下には、都市部の地区（*Quan*）と郡部の県（*Huyen*）がある。省の下には、通常は1つの省直轄市（*Thanh Pho*）あるいは地方市（*Thi Xa*）と複数の *Huyen* に分かれている。省直轄市及び地方市は、日本の県庁所在地のイメージである。省直轄市は中央政府によって規定され、地方市よりも規模が大きい。ただし、県が大きくなると地方市に格上げになるため、最近では1つの省の中に、複数の地方市が存在する例もみられる。県の下には、1つ

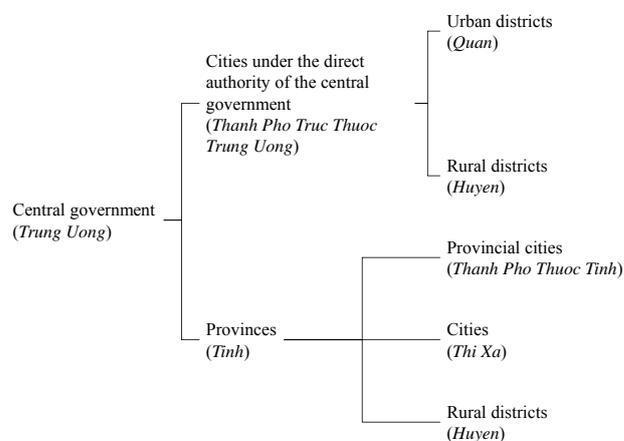


図 3.2.1 ベトナム国の地方自治体区分
(括弧内はベトナム語表記)

の町 (Thi Tran) と複数の村 (Xa) がある。一般に町の人口は 1 万人前後、村の人口は数千人から数万人で幅がある。さらに村の下には、複数の村落 (Thon または Lang と呼ばれる) がある。村落 (人口数百人～数千人) は、1 つの集落を形成しており、例えば水道やごみ処理などの事業は、村落単位のことが多い。

3.2.3 廃棄物業界団体

VUREA (Vietnam Urban Environment Association) は廃棄物管理に関する新技術の情報交換、環境保護に係る法律や政策・戦略の策定について政府を支援することを目的に 1995 年に設立された。2008 年に VUREA は Decision No.1444/QD-BNV によって VUREIA (Vietnam Urban Environment and Industrial Zone Association) に改名され、都市環境及び工業地域の活動の社会的要求を満たすべく、専門的能力、管理能力、科学技術能力、サービスの品質等を維持、改善することを目的とした。VUREIA の所管は建設省 (MOC: Ministry of Construction) である。

ベトナム国の主要な地方自治体 (中央直轄市、省直轄市、地方市) は、廃棄物の収集運搬、処理処分を都市環境公社 (URENCO: Urban Environment Company) に委託している。URENCO は名目的には民間会社であるが、収入の大部分は当該自治体からの補助金で賄われている。URENCO の多くは収集運搬、処理処分を一括している一方、複数の URENCO が収集と運搬を分業化しているホーチミン市や、民間業者が収集業務を、URENCO が処分業務を実施しているハロン市などの例もある。また、URENCO が存在しない地方自治体では、村のようなかなり小規模な自治体であっても廃棄物の収集運搬は実施されている。

3.2.4 方法

3.2.4.1 データ集積

VUREIA の会員である 90 の URENCO に対して廃棄物処理に関する調査票を 2009 年 11 月に配布し、12 月を回答期限とした。ただし、12 月はベトナム国の年度末にあたり、回答期限までの回答回収率が低いため、回答期限以降は、2010 年 4 月までに電話による回答の督促や、未回答・不明瞭回答部分の追加的な電話ヒアリング調査を実施した。調査項目は 2008 年実績をもとに収集人口、収集量、埋立処分量、コンポスト処理量、トラックスケールの有無等とした (表 3.2.1)。ただし、廃棄物とは URENCO が収集する固形廃棄物で、家庭由来及び事業等由来の廃棄物を対象とし、産業廃棄物及び有害廃棄物 (医療廃棄物を含む) は対象外とした。また、インフォーマルセクターが回収する有価物に関する情報は URENCO が持ち合わせていないので対象外とした。

したがって、日本では廃棄物の排出量、ベトナム国では廃棄物の収集量を扱っており、厳密に言えば対象が異なるが、本研究ではそれらを比較可能な量とした。

表 3.2.1 廃棄物管理に係る調査項目

Question items	
Organization information	Organization name Address Number of employees Year established Budget
MSW collection service	Covered area (ha) Covered population Collection amount in 2008 (t/year)
Landfilling	Total area (ha) Disposal area (ha) Utilization of weighbridge Disposal amount in 2008 (t/year) Duration of operation
Composting	Capacity (t/day) Treatment amount in 2008 (t/day) Production in 2008 (t/day) Residues in 2008 (t/day) Weighbridge Duration of operation
Physical composition	

3.2.4.1 データの信頼性検証

収集量及び収集人口データの信頼性を検証するため、一人一日当たりの収集量を計算することにより、回答者及び入力者によるヒューマンエラーを特定した。世界中どの国であっても一人一日当たりの廃棄物発生量は1 kg から1 ケタずれることは考えにくい。そこで、少なくとも1 kg から1 ケタずれた場合、まずは入力ミスがないかを確認し、入力ミスがないことがわかれば、次に回答者の回答ミスを確認した。

3.2.5 結果及び考察

90 の URENCO のうち、83 の URENCO から回答を得た。回答を得た URENCO の総収集人口は約 1,890 万人でベトナム国人口約 8,621 万人の 21.9% であった。また、回答を得た URENCO の廃棄物の総収集量は約 534 万 ton/年であった。ただし、ベトナム国で人口が最も多いホーチミン市の 5 の URENCOからは回答がなかった。

83 の URENCO が収集する廃棄物に関して、96%にあたる約 520 万 ton/年が直接埋立処分され、4%にあたる約 22 万 ton/年がコンポスト処理されていた (表 3.2.2)。ただし、コンポスト処理後に発生する残渣処分量を把握することはできなかった。特に Viet Tri URENCO は収集した廃棄物の全量をコンポスト処理していた。収集人口の平均は 23 万人 (最小 2.2 万人, 最大 121.2 万人), 収集量の平均は 6.4 万 ton/年 (最小 0.6 万 ton/年, 最大 84.0 万 ton/年), 1 人 1 日当たりの収集量は平均 716 g/人/日 (最小 634 g/人/日, 最大 2,917 g/人/日) であった。また、33.7%にあたる 28 の URENCO が埋立処分場あるいはコンポスト処理施設にトラックスケールを保有 (あるいは他の組織が保有している施設に搬入) していた。ここでは各 URENCO が地方自治体から収集運搬、処理処分を委託された廃棄物の量を示しており、当該自治体すべての廃棄物を扱っている訳ではない。例えば、ハノイ市の都市部のうち、4 つの地区に限り URENCO が廃棄物を収集し、都市部のその他の地区から排出された廃棄物の収集量はこの表には反映されていない。

図 3.2.2 は日本の人口 2 万人以上の各市町村における廃棄物の排出原単位を、図 3.2.3 は収集量及び収集人口の両方のデータが揃った 81 の URENCO を対象に、各 URENCO における廃棄物収集原単位を表している。x 軸, y 軸ともに対数軸を用いている。日本では、一定規模以上の市町村でトラックスケールを利用して廃棄物の搬入量を計量しているため、収集量の信頼性は極めて高い。また、人口統計の整備システムが確立している日本では、人口の信頼性も極めて高い。この前提を踏まえると、排出量と収集人口の相関関係に関する解析結果は信頼性が高く、各都市における排出原単位にも大きな差はなく、

表 3.2.2 ベトナム国の廃棄物収集・処理実態

	Collection			Composting		Landfilling
	Covered area (ha)	Population with collection service (person)	Collection amount (t/year)	Treatment amount ³ (t/year)	Production (t/year)	Disposal amount ³ (t/year)
Number ¹	81	82	83	8	4	82
Total	2,543,669	19,101,318	5,335,049	215,609	31,592	5,119,441
Maximum	905,940	1,212,668	839,500	73,000	21,900	839,500
Median	8,100	169,092	36,500	21,149	4,845	36,500
Average	31,403	232,943	64,278	26,951	7898	62,432
Minimum	68	22,000	6,400	10,000	3	3,066
SD ²	109,025	234,827	107,552	20,513	9,801	105,538

¹ Number of URENCOs responding.

² Standard deviation.

³ MSW amount directly transported from sources.

収集人口が排出量をほぼ決定していると言える。つまり、排出量及び収集人口の信頼性が高いほど、収集人口と排出量の相関関係が強まると言える。

さらに 81 の URENCO を、トラックスケール利用の有無に 2 分類したところ、日本の変動係数よりは大きいですが、トラックスケールを利用している URENCOの方が利用していない URENCO に比べて収集原単位の変動係数が小さかった (表 3.2.3)。トラックスケールを利用している URENCO が回答した収集量はより信頼性の高いものであり、今後の精度改善にはトラックスケールの利用が必要であると言える。一方、トラックスケールを利用している都市でも収集人口を正確に把握していない URENCO も存在するため、収集人口の信頼性の低さが収集量と収集人口の相関を弱めている可能性もある。

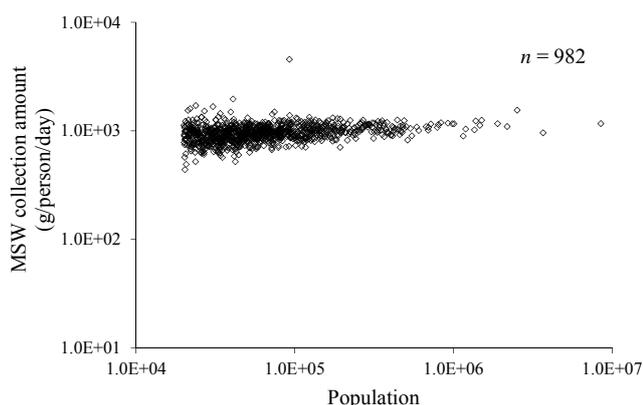


図 3.2.2 日本の市町村における廃棄物排出原単位 (2008 年度)

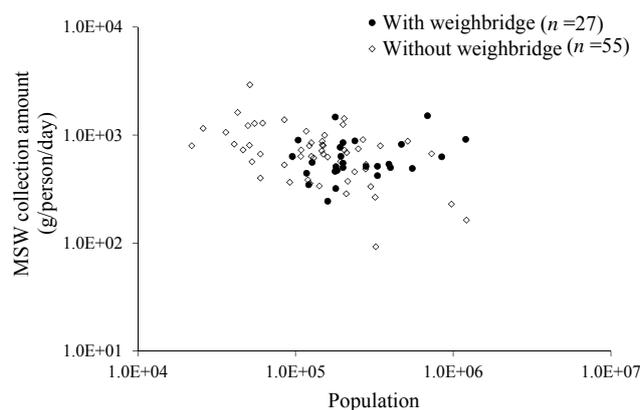


図 3.2.3 ベトナム国における廃棄物収集原単位 (2008 年)

表 3.2.3 日本とベトナム国の廃棄物収集量 (排出量) の比較

Country	Weighbridge	Number	Average population (person)	MSW collection amount			CV ²
				Average (t/year)	Average (g/person/day)	SD ¹ (g/person/day)	
Japan		982	122,674	46,738	965	202	0.21
Vietnam	With	27	308,758	80,847	644	301	0.47
	Without	55	195,725	42,049	764	448	0.59

¹ Standard deviation.

² Coefficient of variation.

3.2.6 結論

ベトナム国の主要地方自治体の URENCO が収集する廃棄物の 96.0%が埋立処分され、4.0%がコンポスト処理されていることがわかった。廃棄物管理データの信頼性が極めて高い日本と比較すると、ベトナム国のそれはまだ低いものの、トラックスケールを利用することによって廃棄物管理データの信頼性が高まることが明らかとなった。廃棄物管理データの整備には以下の課題がある。

廃棄物の収集量に関しては、まずはトラックスケールの設置によって信頼性が高まるのは間違いない。しかし、財政状況により設置が難しい場合には、収集量の推計方法を改善する必要がある。例えば、収集量を体積ベースで回答した URENCO もある一方で、それ以外の URENCO でトラックスケールを利用していないにも関わらず重量ベースで回答したのは、なんらかの推計方法を用いていると思われる。現在、各 URENCO で採用している収集量の推計方法を整理し、ある程度地域特性を考慮した推計方法のデフォルトを提案することが望まれる。また、廃棄物の定義に認識の違いがある可能性がある。本研究のアンケート調査では廃棄物を「URENCO が収集する固形廃棄物で、家庭由来及び事業等由来の廃棄物とし、産業廃棄物及び有害廃棄物（医療廃棄物を含む）は含まないこと」としたが、必ずしも定義通りに回答していない可能性もある。例えばコンクリート殻等の建設廃棄物が収集量に含まれている可能性も否定できない。同様の調査を継続的に実施する場合には、少なくとも調査対象とする廃棄物の定義の認識を徹底する必要がある。

廃棄物の収集人口に関しては、収集人口の把握に限界がある可能性がある。収集カバー率が把握できないために、100%でないにも関わらず、収集対象とした地域の全人口を回答した可能性もある。また、そもそも人口統計の信頼性にも疑問の余地がある。まずは収集地域を明確にし、収集カバー率の推計方法を確立する必要がある。

本研究では VUREIA を通じて廃棄物の管理主体である URENCO を対象にアンケート調査を実施した。今後ベトナム国の都市部における網羅的な調査を実施する場合は、建設省（MOC: Ministry of Construction）あるいは天然資源環境省（Ministry of Natural Resources and Environment）を通じて各地方自治体の DOC（Department of Construction）あるいは DONRE（Department of Natural Resources and Environment）に協力を依頼することが考えられる。さらに、ベトナム国の温室効果ガス（GHG: Greenhouse Gas）排出インベントリ整備の際にも廃棄物の発生・処理フローを必要とするので、今後は関係部局とも協力して信頼性の高い廃棄物管理データの整備を目指すべきである。

3.3 ベトナム国ハノイ市における廃棄物・有価物ストリーム

3.3.1 廃棄物・有価物ストリームの概要

ハノイ市（図 3.3.1）をケーススタディとした廃棄物及び有価物ストリームを図 3.3.2 に示す。2010 年にハノイ市人民委員会が承認した，“Regulation on general solid waste management in Hanoi city”によると、「廃棄物は毎日収集されること」、「指定された時間と場所に排出すること」、「事務所や家庭の前の路上に放置しないこと」などと規定されている。Regulation に従い、ハノイ市では廃棄物は通常、夕方から夜にかけて毎日収集されている。大通りに面した、あるいは大通りに近い場所では、大通り沿いに数十 m ごとに設置されたコンテナが廃棄物の収集拠点になる。しかし、大通りから離れた密集地では、住民が大通りまで廃棄物を持参することが困難

なため、URENCO の収集作業員が入り組んだ路地をハンドカートを押して歩き、収集を知らせる鐘を鳴らしながら担当地域を隈なく巡回して廃棄物を収集する。収集された廃棄物は運搬トラックに積み替えられ、一部は Cau Dien コンポスト施設へ、その他の大部分はハノイ市の中心から約 55 km 先に位置する Nam Son 埋立処分場へ搬入されている。

一方、新聞紙、段ボール、PET ボトル、ビール瓶、アルミ缶等の有価物は、市民により排出源で経済的動機に従って廃棄物とは分別され、インフォーマルセクターによって回収・再資源化されている。なお、ここでのインフォーマルセクターとは、公共が関与していない業者・業界を指す。インフォーマルセ

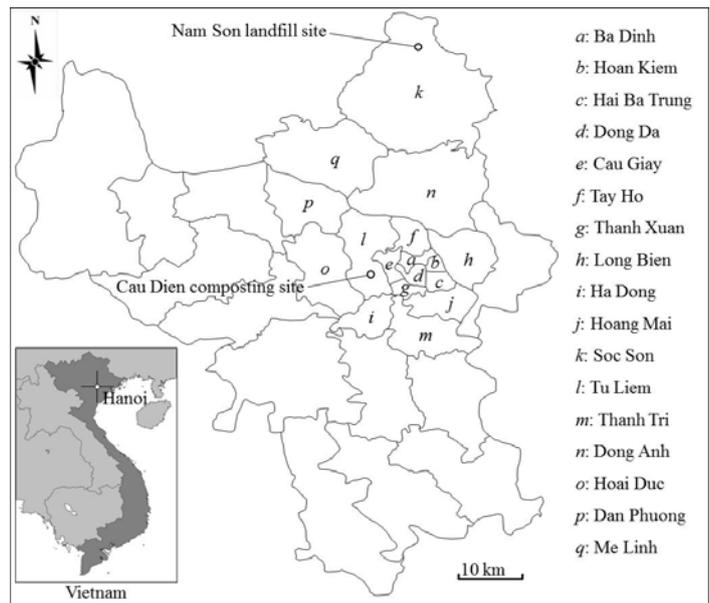


図 3.3.1 ハノイ市の地図

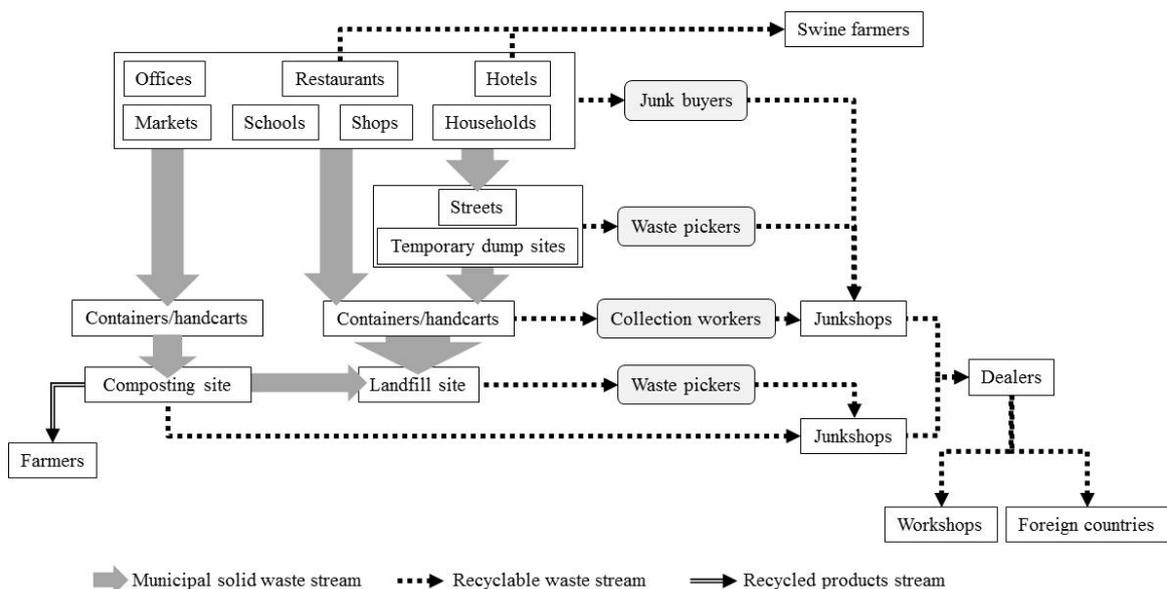


図 3.3.2 廃棄物・有価物ストリーム

クターによる有価物回収活動は廃棄物の処分量削減に大きく貢献しており、その他の途上国においてもその重要な役割が報告されている。街中で有価物を回収するアクターは **Junk buyer**, **Waste picker**, 廃棄物収集作業員で、埋立処分場では **Waste picker** がアクターとなる。**Junk buyer** とは、家庭などから有価物を買って回収する人を指す。一方、道路などから有価物を拾って回収する人を **Waste picker** と呼ぶ。(かつては **Scavenger** と呼ばれることもあったが、差別的表現ということで最近では使われなくなっている)。ハノイ市の街中で有価物を回収する人のほとんどは **Waste picker** ではなく、**Junk buyer** が占める。**Junk buyer** になるための許可や免許は一切不要で、誰でも、いつでも **Junk buyer** として活動を始めることが可能である。ハノイ市で活動する **Junk buyer** の多くは女性で、ハノイから南東約 100 km に位置するナムディン省の出身者が多いのが特徴である。ナムディン省は典型的な農業地域で、農閑期になると田舎に家族を置いて、単身ハノイ市へ出稼ぎに来る。

レストランやホテルで発生する厨芥類は、ハノイ市郊外の養豚農家が飼料利用を目的として回収する。

3.3.2 廃棄物の処理処分量

ハノイ市の中心地区（表 3.3.1, 図 3.3.2）で発生する廃棄物は通常 Nam Son 埋立処分場に搬入されている。ハノイ市内には、Gia Lam 及び Son Tay で収集される廃棄物に関しては、Nam Son 埋立処分場には搬入されずに Gia Lam 及び Son Tay にある埋立処分場へ搬入される。

2010 年の Nam Son 埋立処分場における廃棄物処分量は 123 万トン/年 (3,372 ton/日) で、Cau Dien コンポスト施設における廃棄物処理量は 1.8 万トン/年 (48 トン/日) であった。近年、Nam Son 埋立処分場への廃棄物搬入量が増加傾向である（図 3.3.3）。その理由としては、郊外地区における人口が急増しており、さらに収集サービス地域も拡大傾向であることが考えられる。一方で、中心 4 地区 (Ba Dinh, Hoan Kiem, Hai Ba Trung, Dong Da) では人口増加は見られず、廃棄物収集量も比較的安定していると言える（図 3.3.4）。

表 3.3.1 Nam Son 埋立処分場へ運搬される都市ごみの収集源情報

Districts	Population (thousand)	Area (m ²)		
Urban	Ba Dinh	227.5	9.25	
	Hoan Kiem	148.5	5.29	
	Hai Ba Trung	303.3	10.09	
	Dong Da	376.5	9.96	
	Cau Giay	236.6	12.03	
	Tay Ho	136.3	24.01	
	Thanh Xuan	232.6	9.08	
	Long Bien	233.5	59.93	
	Ha Dong	238.8	48.34	
	Hoang Mai	344.1	40.32	
	Rural	Soc Son	290.6	306.51
		Tu Liem	419.5	75.63
Thanh Tri		202.1	62.93	
Dong Anh		343.6	182.14	
Hoai Duc		196.7	82.47	
Dan Phuong		143.8	77.35	
Me Linh		196.5	14.51	

Hanoi Statistical Office: *Hanoi statistical yearbook 2010*, Hanoi, Vietnam, May 2011.

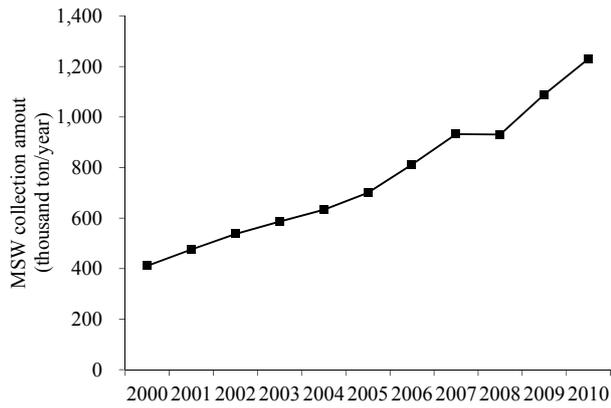


図 3.3.3 Nam Son 埋立処分場における廃棄物処分量の推移

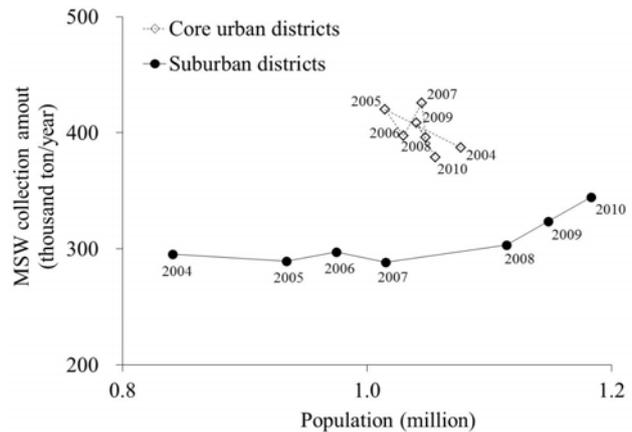


図 3.3.4 ハノイ市 Nam Son 埋立処分場における年間廃棄物搬入量の推移

Core urban districts: Ba Dinh, Hoan Kiem, Hai Ba Trung and Dong Da
Suburban districts: Cau Giay, Tay Ho, Thanh Xuan, Long Bien and Hoang Mai

2011年2月の搬入量データによると、約300台の運搬トラックが廃棄物を積替地点から Nam Son 埋立処分場まで約400トリップ/日稼働している。廃棄物が Nam Son 埋立処分場に搬入される時間帯のピークは19～22時で、これは都市部で夕方以降に廃棄物が収集され、その後即座に Nam Son 埋立処分場へ運搬されることを示している（図 3.3.5）。この3時間の間に毎時約40台がトラックスケールを通過していることから、平均すると1分強の間隔で途切れることなく運搬トラックが廃棄物を搬入していることがわかる。ただし、2時～8時までは廃棄物を搬入する運搬トラックはほとんどない。Nam Son 埋立処分場ではこの時間帯は埋立作業を中断している。また、この時間帯に限って Waste picker の埋立処分場への入場を許可しており、3時～6時30分ごろまで Waste picker が埋立処分場内で有価物の回収活動を行っている。

2011年の旧暦の元旦は2月3日であった。旧正月を迎えるにあたって、その直前に廃棄物の収集量が増加することがわかった（図 3.3.6）。特に旧正月の前々日及び前日はそれぞれ平均収集量（2,720 ton/日）の1.3倍に増加した。2月3日にも廃棄物の搬入記録があるが、これは2月2日に収集した廃棄物によるもので、2月3日は廃棄物の収集は実施されていないと思われる。旧正月の元旦以降、徐々に収集量は増加し、1週間後には通常の収集量に戻った。旧正月以外の時期は、収集量の大きな変動はみられなかった。

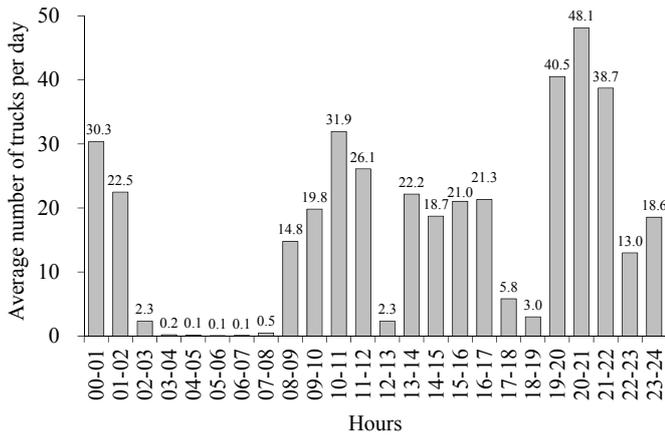


図 3.3.5 ハノイ市 Nam Son 埋立処分場における収集トラックの搬入頻度 (2011 年 2 月の搬入量データをもとにした日平均)

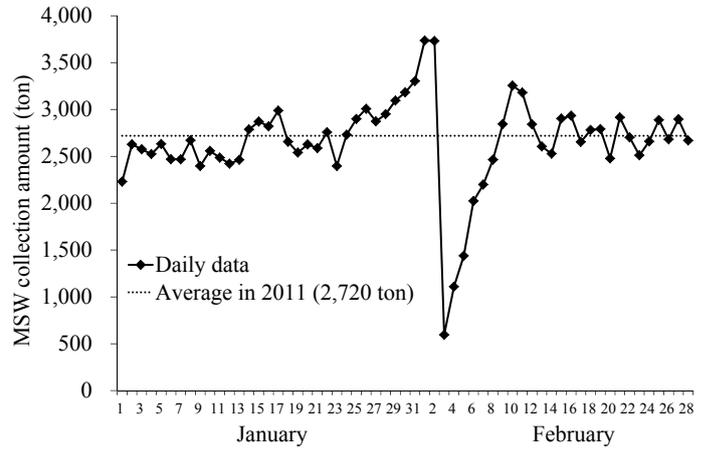


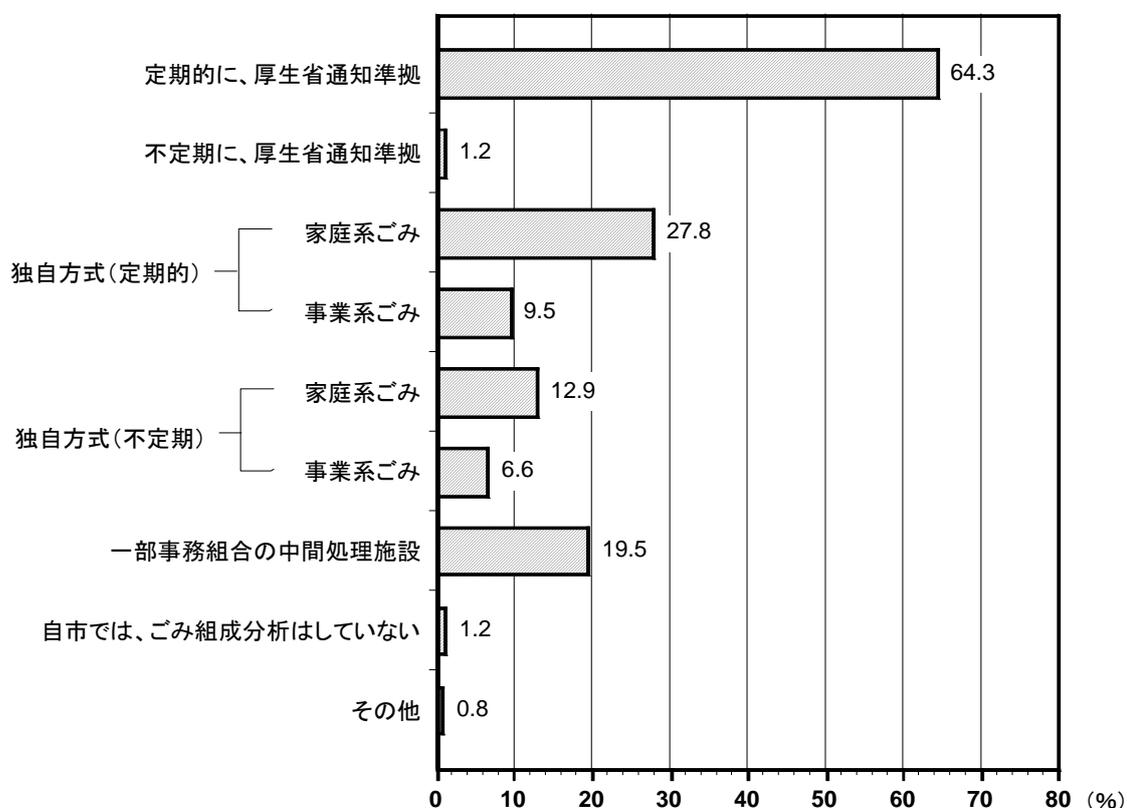
図 3.3.6 ハノイ市 10 地区における 2011 年 1 月、2 月の廃棄物収集量推移と 2011 年の平均収集量 (2011 年 2 月 3 日はベトナムでは旧暦の元旦にあたる)

第4章 廃棄物の物理組成及び排出原単位

4.1 日本における廃棄物の物理組成調査手法の類型化

現在、日本で一般的に実施されているごみ組成調査方法は、1977（昭和52）年の厚生省からの通知「一般廃棄物処理事業に対する指導に伴う留意事項について（環整第95号 昭和52年11月4日）」で規定されたものである。環整95号通知の方法は、収集車又はピットから200 kg以上のごみを採取後、四分法による縮分により5～10 kgを分析対象として6項目に分類するものであり、焼却処理施設の運転管理のための基礎的データとして測定されている。一方、ごみとなる前の用途や形状によって詳細に分析する調査を市町村独自の方法で実施している場合も少なくない。2007年度に福岡らが人口10万人以上の全国の都市を対象に実施した質問紙調査では、回答した241都市のうち、図4.1.1に示すように、厚生省通知準拠の調査を定期的に行っている都市が全体の約64%、何らかの独自方式による組成分析を実施している都市は全体の42%である101都市である¹⁾。回答都市全体の約28%が家庭系ごみについて定期的な独自調査を実施しており、家庭系ごみの不定期の独自調査も全体の13%の都市が実施している。事業系ごみについての独自調査は家庭系ごみに比べてやや少ないものの、1割弱の都市が定期的に行っている。

しかし、各都市が実施している独自方式のごみ組成調査は、統一的、標準的な方法が決められていない。ただし、一部では、後発で実施する自治体が、先行的に実施している京都市などの方法を参考に実施するために類似した方法になっている場合がある。それぞれの市町村の調査結果は、各組成項目の重



※母数は、全調査回答都市241都市

図4.1.1 日本の都市におけるごみ組成調査実施状況

量・容積割合という同じ形式になるため、一見すると同じ意味と価値を持つ数値にも見えるが、実際には、数値の信頼性や妥当性、測定対象や測定範囲が異なった不均衡なものとなっている。

調査手法が異なれば、データ間の比較やデータの活用ができない。そこで、標準的な調査手法を示し、その手法からどれだけ異なった調査を設計・実施したかを明らかにすることが必要と考える。

ごみ組成調査は、自動化された機器で行う化学分析などと異なり、多数の作業者による分類・計量の工程を含んでおり、ヒューマンエラーを生じる可能性があるなど、信頼性を確保することが難しい。また、排出されるごみは、毎日全国で大量に排出されながら、時代とともに製品や容器包装の形状・素材・機能が移り変わるものであることから、調査対象、検出したい結果を十分に吟味しなければ、妥当性が確保できない。そこで、調査設計や調査準備の留意点も含んだ標準的なごみ組成調査手法を提案する必要がある。

日本国内で実施されているごみ組成調査手法は、図 4.1.2 のように、家庭から排出されたごみを直接分類・測定してごみ組成を把握する方法と、各家庭で発生時点でごみの重量等を測定して記録するモニター手法に大別される。直接的な分析は、さらに、試料をサンプリングする地点の違いにより分類できる。モニター手法の中には、多数の家庭に調査票を配布して比較的短期間の記録を求める質問紙調査による方法や、少数の家庭で長期間にわたる測定・記録を行う方法もある。モニター手法は、モニター家庭の協力が不可欠であり、直接測定に比べると分類できる項目数が限られるが、調査に住民が参加することで行政施策の啓発等に役立つ利点がある。

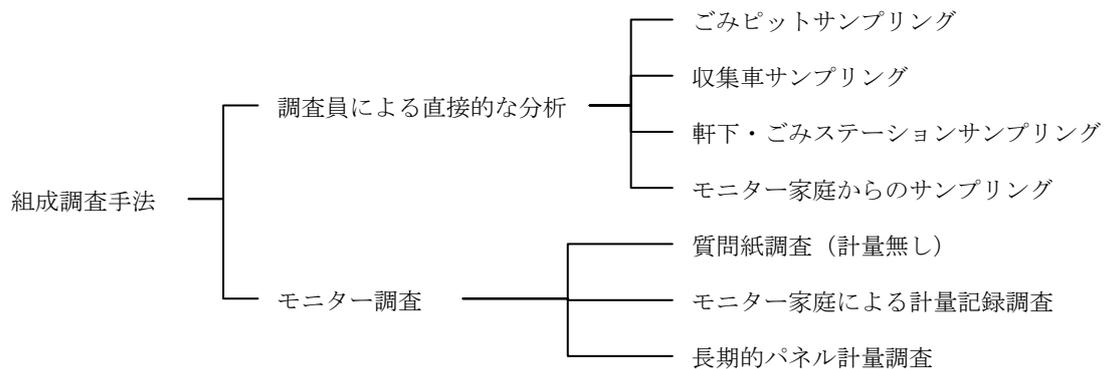


図 4.1.2 ごみ組成調査手法の体系

参考文献

- 1) 福岡雅子, 杉山涼子, 山川肇, 渡辺浩平 (2008) 自治体ごみ処理計画におけるごみ質調査データの活用事例に関する実態調査, 「大阪湾圏域における廃棄物・海域水環境保全に係る調査研究助成事業」調査研究報告書

4.2 JICA プロジェクトで用いられた廃棄物組成調査手法の整理

4.2.1 目的

独立行政法人国際協力機構（JICA: Japan International Cooperation Agency）とは、独立行政法人国際協力機構法（平成 14 年法律第 136 号）に基づき設立された独立行政法人で、開発途上地域等の経済及び社会の開発若しくは復興又は経済の安定に寄与することを通じて、国際協力の促進並びに我が国及び国際経済社会の健全な発展に資することを目的とする組織である¹⁾。これまで JICA では途上国で多数の廃棄物管理計画調査を実施し、当該国での廃棄物管理の改善に貢献してきた。当該国の廃棄物事情を把握する上で、最も基本的な情報のひとつとして、廃棄物の物理組成が挙げられる。これまでの廃棄物管理に係る JICA 調査では、廃棄物の物理組成調査も頻繁に実施されてきた経緯がある。本研究では、JICA が実施してきた廃棄物組成調査の手法を整理し、途上国で廃棄物物理組成調査を実施する上で留意する点や課題を抽出することを目的とする。

4.2.2 研究方法

JICA の廃棄物管理計画調査は一部の例外を除き、通常は日本国内の民間コンサルタント会社が請け負う。本研究では、該当する民間コンサルタント会社に所属し、JICA 専門家として途上国での JICA 調査に長年従事してきた 5 名に対して物理組成調査手法（サンプリング方法、縮分の有無、分類方法等）に関するヒアリング調査を実施する。

4.2.3 結果及び考察

4.2.3.1 廃棄物管理に係る JICA 調査案件の概要

表 4.2.1 に廃棄物管理に係る JICA 調査案件²⁾の実施概要を示す。ただし、廃棄物管理に限らず環境全般を範囲とする計画（マスタープラン）調査（例えばハノイ市環境保全計画調査³⁾）は除く。廃棄物管理に係る JICA 調査の調査対象地域は東南アジア、中南米、アフリカ、中東など、幅広い。

表 4.2.1 に示した JICA 調査案件で実施された物理組成調査の概要を表 4.2.2 に示す。雨季と乾季あるいは夏季と冬季の 2 回実施する調査が見られた。実施回数は JICA 調査期間中に概ね 1～2 回、計量は基本的に湿ベースだが、一部で乾ベースもあった。全体的に JICA 報告書には手法に関する詳細な記述が掲載されていることが少なかった。

表 4.2.1 廃棄物管理に係る JICA 調査案件

調査名	実施時期	地域	国	都市
マレーシア国 ペナン廃棄物処理計画調査	1987年	東南アジア	マレーシア国	ペナン州
タイ国バンコク廃棄物処理計画調査	1986～1990年	東南アジア	タイ国	バンコク市
グアテマラ国 グアテマラ首都圏生活廃棄物処理計画調査	1990～1991年	中南米	グアテマラ国	グアテマラ首都圏
スラバヤ市廃棄物処理計画調査	1992～1993年	東南アジア	インドネシア国	スラバヤ市
ポズナニ市 廃棄物処理計画調査	1992	欧州	ポーランド国	ポズナニ市
ブタペスト市都市廃棄物処理調査	1986～1991年	欧州	ハンガリー国	ブタペスト市
ブルガリア国ソフィア市廃棄物処理計画調査	1993	欧州	ブルガリア国	ソフィア市
アスンシオン首都圏廃棄物処理総合計画調査	1993	中南米	パラグアイ国	アスンシオン首都圏
エジプト・アラブ共和国 アレキサンドリア市都市廃棄物処理改善計画基本設計調査	1994	アフリカ	エジプト国	アレキサンドリア市
マナグア市廃棄物処理計画調査	1994～1995年	中南米	ニカラグア国	マナグア市
ルーマニア国 ブカレスト市廃棄物処理計画調査	1994	欧州	ルーマニア国	ブカレスト市
インドネシア国ウジュンパンダン環境衛生整備下水・廃棄物処理計画調査	1994～1996年	東南アジア	インドネシア国	ウジュンパンダン市
ヨルダン国地方廃棄物処理改善計画基本設計調査	1995	中東	ヨルダン国	マフラク, マダバ, マアン
ラオス人民民主共和国首都圏廃棄物処理改善計画基本設計調査	1991～1993年	東南アジア	ラオス国	
モロッコ国 全国廃棄物管理計画調査	1996～1997年	アフリカ	モロッコ国	サフィー市
タンザニア国 ダルエスサラーム市廃棄物管理計画調査	1996～1997年	アフリカ	タンザニア国	ダルエスサラーム市
ニカラグア国 地方主要都市衛生環境整備計画調査	1996～1997年	中南米	ニカラグア国	レオン, チナンデガ, グラナダ
パラグアイ共和国アスンシオン首都圏廃棄物処理計画基本設計調査	N/A	中南米	パラグアイ国	
ケニア国 ナイロビ市廃棄物管理計画調査	1997～1998年	アフリカ	ケニア国	ナイロビ市
フィリピン国 マニラ首都圏固形廃棄物処理計画調査	1997～1998年	東南アジア	フィリピン国	マニラ首都圏 (17市町)
ホンジュラス国 テグシガルパ首都圏固形廃棄物管理計画調査	1997～1999年	中南米	ホンジュラス国	テグシガルパ首都圏
メキシコ国 メキシコシティ廃棄物対策計画調査	1998～1999年	中南米	メキシコ国	メキシコシティ
ヴェトナム国 ハロン湾環境管理計画調査	N/A	東南アジア	ベトナム国	
トルコ国 アダナ・メルシン地域廃棄物管理計画調査	1998～2000年	中東	トルコ国	アダナ・メルシン地域
カザフスタン国 アルマティ市廃棄物管理計画調査	1999～2000年	その他アジア	カザフスタン国	アルマティ市
エル・サルヴァドル国 首都圏広域廃棄物管理計画調査	1999～2000年	中南米	エルサルバドル国	首都圏市長会議に属する14市
アゼルバイジャン国 バクー市環境管理計画調査	2000～2001年	その他アジア	アゼルバイジャン国	バクー市
ヴェトナム国 ハイフォン市都市環境整備計画調査	2000～2001年	東南アジア	ベトナム国	ハイフォン市
ニジェール国 ニアメ市衛生改善計画調査	2000～2001年	アフリカ	ニジェール国	ニアメ市
シリア国 地方都市廃棄物管理計画調査	2001年	中東	シリア国	ラタキア市, ジャブラ市, カルダッハ市, アルファッフェ市
ヴェトナム社会主義共和国 ハノイ市廃棄物管理改善計画基本設計調査	2002年	東南アジア	ベトナム国	ハノイ市
中国 西安市廃棄物管理改善計画基本設計調査	2002年	その他アジア	中国	西安市
パナマ国 パナマ行政区廃棄物管理計画調査	2001～2003年	中南米	パナマ国	パナマ行政区

調査名	実施時期	地域	国	都市
スリランカ国 地方都市環境衛生改善計画調査	2002～2003年	その他アジア	スリランカ国	ネゴンボ, チラウ, ガンバハ, キャンディ, マータレ, ヌワラエリア, バドゥッラ
マレーシア国 廃棄物埋立処分場の安全閉鎖及び改善に係る調査	2002～2003年	東南アジア	マレーシア国	全国
カンボジア国 プノンペン市廃棄物管理計画調査	2007～2009年	東南アジア	カンボジア国	プノンペン市
シリア・アラブ共和国 地方都市廃棄物処理機材整備計画基本設計調査	2004年	中東	シリア国	ホムス市, ラタキア市, ラタキア周辺3市 (ジャブレ市, アルハフェ市, クルダハ市)
バングラデシュ国 ダッカ市廃棄物管理計画調査	2005～2007年	その他アジア	バングラデシュ国	ダッカ市
ネパール国 カトマンズ盆地都市廃棄物管理計画調査	2004～2005年	その他アジア	ネパール国	カトマンズ盆地 (カトマンズ市, ラリトプル市, バクタプル市, ティミ市, キルティプル市)
マレーシア国 固形廃棄物減量化計画調査	2004～2006年	東南アジア	マレーシア国	
ドミニカ共和国 サント・ドミンゴ特別区廃棄物総合管理計画調査	2005～2006年	中南米	ドミニカ共和国	サント・ドミンゴ特別区
モンゴル国 ウランバートル市廃棄物管理計画調査	2004～2005年	その他アジア	モンゴル国	ウランバートル市
ネパール国 カトマンズ盆地都市廃棄物管理計画調査(モニタリング・フォローアップ)	2005～2008年	その他アジア	ネパール国	カトマンズ盆地 (カトマンズ市, ラリトプル市, バクタプル市, ティミ市, キルティプル市)
キューバ共和国 ハバナ市廃棄物総合管理計画調査	2004～2006年	中南米	キューバ国	ハバナ市
ボラカイ島地域固形廃棄物管理マスタープラン調査	2007～2008年	東南アジア	フィリピン国	ア克蘭州マライ町

N/A: JICA 報告書に情報の記載なし

表 4.2.2 JICA 調査における廃棄物物理組成調査の手法

調査名	サンプリング時期	場所	実施回数	サンプリング量	乾/湿ベース
マレーシア国 ペナン廃棄物処理計画調査	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
タイ国バンコク廃棄物処理計画調査	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
グアテマラ国 グアテマラ首都圏生活廃棄物処理計画調査	1990年7月～10月（雨季） 1991年1月～3月（乾季）	N/A	2回	計892サンプル	N/A
スラバヤ市廃棄物処理計画調査	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
ボズナニ市 廃棄物処理計画調査	1992年6月（夏季） 1992年12月（冬季）	スヘラ処理場	2回	N/A	N/A
ブタペスト市都市廃棄物処理調査	1986年～1991年（夏季と冬季）	N/A	N/A	N/A	N/A
ブルガリア国ソフィア市廃棄物処理計画調査	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
アスンシオン首都圏廃棄物処理総合計画調査	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
エジプト・アラブ共和国 アレキサンドリア市都市廃棄物処理改善計画基本設計調査	1984年，1994年	市内8地点 アビスコンポストプラント	N/A	N/A	N/A
マナグア市廃棄物処理計画調査	1994年4～5月（夏季） 1994年11～12月（冬季）	マナグア市行政区域，都市部	2回	N/A	湿
ルーマニア国 ブカレスト市廃棄物処理計画調査	1995年（夏季）	N/A	N/A	N/A	N/A
インドネシア国ウジュンパンダン環境衛生整備下水・廃棄物処理計画調査	N/A	N/A	2回	N/A	乾・湿
ジョルダン国地方廃棄物処理改善計画基本設計調査	N/A	北部地区（イルビット，マフラク，アジュルン，北ゴール）中部地区（バルカ，マダバ）南部地区（カラク，タフイラ，マアン，アカバ市）	N/A	約10 kg	N/A
ラオス人民民主共和国首都圏廃棄物処理改善計画基本設計調査	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
モロッコ国 全国廃棄物管理計画調査	N/A	N/A	1回	N/A	湿
タンザニア国 ダルエスサラーム市廃棄物管理計画調査	1996年6月（乾季）	Vingunguti最終処分場	1回	79サンプル	N/A
ニカラグア国 地方主要都市衛生環境整備計画調査	1996年8～9月（雨季） 1997年1月（乾季）	レオン，グラナダ，チナンデガ3市	2回（雨季，乾季）	93サンプル	湿
ニカラグア国 地方主要都市衛生環境整備計画調査	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
パラグアイ共和国アスンシオン首都圏廃棄物処理計画基本設計調査	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A

調査名	サンプリング時期	場所	実施回数	サンプリング量	乾/湿ベース
ケニア国 ナイロビ市廃棄物管理計画調査	1997年5月2-9日 (雨季) 1997年11月5-11日	ナイロビ市内所得階層ごとにいくつ かの地域を選別	2回	N/A	N/A
フィリピン国 マニラ首都圏固形廃棄物処理計画調査	1997年4月 1997年6月	Quezon City, Makati, Paranaqueの3地区	2回	3,402サンプル	N/A
ホンデュラス国 テグシガルパ首都圏固形廃棄物管理計画調査	1998年2月9日～16日	Central District	1回 (7日間)	家庭60サンプル マーケット2サンプル	N/A
メキシコ国 メキシコシティ廃棄物対策計画調査	1998年8月～9月	N/A	2回	126サンプル	湿
ヴェトナム国 ハロン湾環境管理計画調査	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
トルコ国 アダナ・メルシン地域廃棄物管理計画調査	1998年9月と1999年3月	アダナ, メルシン地区	2回 (夏と冬)	79サンプル	N/A
カザフスタン国 アルマティ市廃棄物管理計画調査	1999年 (夏季と冬季)	アルマティ市内	2回	N/A	湿
エル・サルヴァドル国 首都圏広域廃棄物管理計画調査	2000年2月	N/A	1回	56サンプル	湿
アゼルバイジャン国 バクー市環境管理計画調査	2000年10月	バクー市74地点	1回	74 kg/日×7 日間	湿
ヴェトナム国 ハイフォン市都市環境整備計画調査	2000年5月	N/A	1回	100～150 kg	湿・乾
ニジェール国 ニアメ市衛生改善計画調査	N/A	市内7地区	1回	家庭300サンプル	N/A
シリア国 地方都市廃棄物管理計画調査	2001年 (夏季と冬季)	LattakiaとJableh	2回	29サンプル	乾・湿
ヴェトナム社会主義共和国 ハノイ市廃棄物管理改善計画基本設計調査	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
中国 西安市廃棄物管理改善計画基本設計調査	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
パナマ国 パナマ行政区廃棄物管理計画調査	2002年1月～2月 (乾季) 2002年7月 (雨季)	所得階層ごと12地区	2回	560サンプル	湿
スリランカ国 地方都市環境衛生改善計画調査	2002年6月	KandyとMatale	1回	40～50 kg	湿・乾
マレーシア国 廃棄物埋立処分場の安全閉鎖及び改善に係る調査	2001年	Kuala Lumpur	2回	N/A	湿
カンボジア国 プノンペン市廃棄物管理計画調査	N/A	プノンペン市下の7つのKahn(districts)	N/A	N/A	湿

調査名	サンプリング時期	場所	実施回数	サンプリング量	乾/湿ベース
シリア・アラブ共和国 地方都市廃棄物処理機材整備計画 基本設計調査	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
バングラデシュ国 ダッカ市廃棄物管理計画調査	2004年2月	10地区	2回	30サンプル	湿
ネパール国 カトマンズ盆地都市廃棄物管理計画調査	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
マレーシア国 固形廃棄物減量化計画調査	N/A	N/A	1回	N/A	湿
ドミニカ共和国 サント・ドミンゴ特別区廃棄物総合管理 計画調査	2005年	所得階層ごと13地区	1回	24サンプル	湿
モンゴル国 ウランバートル市廃棄物管理計画調査	2004年12月 (冬季) 2005年6月 (夏季)	ウランバートル市内	2回	112サンプル	N/A
ネパール国 カトマンズ盆地都市廃棄物管理計画調査(モ ニタリング・フォローアップ)	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
キューバ共和国 ハバナ市廃棄物総合管理計画調査	2004年4月 (乾季) 2005年9月～10月 (雨季)	N/A	N/A	N/A	N/A
ボラカイ島地域固形廃棄物管理マスタープラン調査	2007年5月～7月	Barangays Yapak, Balabag and Manoc-Manoc on Boracay Island and Barangay Caticlan	N/A	N/A	N/A

N/A: JICA 報告書に情報の記載なし

4.2.3.2 物理組成調査手法に関する JICA 専門家へのヒアリング調査結果

以下に物理組成調査手法に関する JICA 専門家へのヒアリング調査結果を示す。複数の JICA 専門家の意見を整理したものなので、相反する意見が連続する場合もある。

(1) サンプリングの方法

- ・発生量を拡大推計するための原単位（例：kg/日/人）を設定するために必要なデータを採ることを目的に、家庭系と事業系の一般廃棄物を発生源でサンプリングするケースが多い。
- ・家庭系廃棄物に関しては、所得階層別にサンプルを採る。低所得・中所得・高所得で分ける場合が多い。所得階層の区分けはカウンターパートとの協議の上で決定している。それぞれの所得階層の居住区域を選定し、そこからサンプルを採る。
- ・事業系廃棄物に関して、オフィスやレストラン、ホテル、病院、学校、商店、マーケット等から排出されるごみをサンプリングしている。
- ・市場から排出される廃棄物はコンテナに集められたものをそのまま調査する。
- ・サンプリングの段階で各家庭や事業所に異なる色のごみ袋を配布する、あるいはごみ袋にマーカーで番号を記入したり（例：中所得なら M-1 等）、荷札を付けることで、廃棄物の発生源が特定できるようにしている。
- ・処分場に搬入する廃棄物をサンプリングする際は、その収集車が通ってきたルートから、発生源を特定している。所得階層についても特定が可能である。

(2) サンプリングの期間

- ・通常、雨季と乾季で 2 回調査を実施する。雨季には果物などの含水率の高いごみが増えるため、組成も大きく変わるためである。
- ・サンプリング期間は、1 週間（7 日）+1 日の計 8 日間としている。初日に関しては、一度家庭や事業所の中の廃棄物を全て廃棄してもらうことが目的である。実質上、調査の対象となるのは 2 日目以降のごみである。
- ・7 日間の間に出されたデータは基本的には単純平均で値を決定する。

(3) サンプル数

- ・JICA 調査の場合は、サンプリング重量（例：100 kg 等）をあらかじめ設定するのではなく、サンプル数（例：低中高所得の家庭からそれぞれ 20 サンプルずつ）を設定している。したがって、各発生源（家庭やオフィス等）からどのくらいの廃棄物が収集されるかは事前に予測がつかない。収集したサンプルの全てが調査の対象となる。
- ・統計的に有意なサンプル数の確保が当然必要となるが、具体的なサンプル数の決定は他にも調査金額や調査日程との兼ね合い、エリア規模（1 日にサンプルの収集が可能な規模）等によるところが大きい。
- ・JICA 調査では、発生源のタイプ別に 20 サンプルずつ採るのが平均的と考えられる。

(4) 秤量方法（分類前）

- ・発生源でのサンプルごみの重量を測る場合は、バネばかりを使用することが多い。また、マーケットごみ等の容量の大きいものについては台ばかりで重量を測定する。地面が水平なところばかりではないため、「吊り下げ式台ばかり」を利用するケースもある。
- ・ばね秤については現地で購入しているケースと、精度に疑問があるため日本から持参するケースがある。
- ・台ばかりについては現地の肉屋等から調達することで対応したことがある。

- ・処分場に搬入される廃棄物についてはトラックスケールで測定する。トラックスケールがない場合は、食品工場等で重量を測定してから搬入することで対応したこともある。

(5) 縮分作業

- ・縮分は日本の環整 95 号に従い、組成調査のほぼ全てで（円錐）四分法が用いられている。日本の手法は世界のどの地域でも通用する優れた手法である。
- ・四分法、大きな形状のもの（毛布等）は切断して四等分し、再び混入して四分法にかける。
- ・縮分の回数については、100kg 程度まで縮分するケースからポリバケツ 1 杯分（20～30 L）まで縮分する等、調査を実施するコンサルタントにより異なる。

(6) 分類作業

- ・早朝からサンプルを収集し、午後に分類作業を開始し、15～16 時、遅くとも 17 時には終了するのが一般的であり、翌日に持ち込むケースはほとんどない。サンプルを保管するケースはない（サンプル収集日に組成調査まで行う理由は、水分が飛んでしまうのを避けることや、臭気の問題等が挙げられる）。
- ・分類作業の実施場所は、風雨を避ける意味では屋内が望ましいものの、臭気が問題となるために屋外で実施するのが一般的である。具体的には、カウンターパートが指定した広場、校庭、処分場。
- ・分類作業に要する人員は、作業者の能力によるところが大きい。Waste picker などごみ質に精通している人間が行えば 4 人程度ですむが、学生などの廃棄物の扱いに不慣れな作業員を中心とした場合は、10 人以上で行うこともある。
- ・分類作業に必要な資材であるバケツやビニールシート等は現地で購入している。特に日本からの調達が必要な資材はなく、現地での調達で充分可能である。
- ・自治体が収集する医療系廃棄物については、重量は測るが、感染の恐れがあるために分類作業まではしないケースもある。

(7) 分類項目の設定方法

- ・日本の環整 95 号に従い、10 分類程度で調査するケースが多い。その他、当該国において過去に実施された ODA プロジェクトの報告書に記載されている分類項目を参照する場合もある。
- ・環整 95 号を基本とした上で、当該国のリサイクルへの要望等があれば、それを加味し分類に加える場合もある。例えばカウンターパートが PET のリサイクルを将来的に考えている場合は、プラスチック類の下位項目に PET を設け、細分化した組成調査を実施したというケースがあった。

(8) 秤量方法（分類後）

- ・分類された各項目を、主にバネばかりで測定している。
- ・重量は基本は湿ベースで測定する。東南アジア等では特に果物等が多いために、廃棄物の含水率が高く、湿ベースでなければ、全体量が把握できない。
- ・焼却炉の建設等、水分量の把握が必要な特定の目的がある場合は乾ベースでも調査する場合がある。

(9) 物理組成以外のごみ質調査

- ・プロジェクトにおいて焼却炉の建設等を視野に入れている場合は、三成分（可燃分、水分、灰分）についても分析することがある。また、コンポストが処理のオプションとしてある場合は、C/N 比について計測する場合もある。三成分調査を実施するか否かは、プロジェクトの目的やカウンターパートの要望、また調査金額によるところが大きい。

- ・三成分調査は、分析機器を持っている現地の大学や研究機関（必ずしも廃棄物を専門に研究している機関ではなく、化学分析を行っているラボ等）に委託して分析をするケースが多い。

(10) 物理組成調査のガイドライン

- ・活字ベースよりも、四分法等については実際にやって見せることが重要という意見が多かった。
- ・特にガイドラインを作成しているという回答はなかったが、国際航業株式会社では、英語やスペイン語で四分法による縮分・分類作業を説明するビデオ等を作成している。また、JICA 報告書では縮分の方法を説明するイメージ図が掲載されている（図 4.2.1）。

- Step 1. Mixing:** Waste from each source is mixed for every category. If the waste contains large particles (e.g., cardboard, textiles, etc.) those items are cut into smaller pieces and mixed again. Cutting the waste into smaller pieces is carried out to obtain an even mixture.
- Step 2. Dividing:** Once the waste is mixed well, it is divided into four segments of approximately the same size.
- Step 3. Reduction:** The two segments of waste diagonally opposite each other are removed and the remaining waste is mixed again.
- Step 4.** The above steps are repeated until the volume of the remaining waste is reduced in size to approximately 40 liters.
- Step 5.** The waste sample is then put into a calibrated plastic bucket and dropped 3 times from a height of 30 centimeters. Then, the volume and weight are recorded.

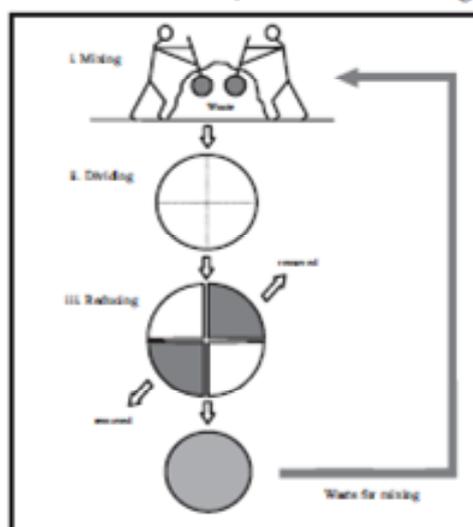


図 4.2.1 四分法による縮分の説明図⁵⁾

(11) 家庭系廃棄物のサンプリングに係る課題

- ・低所得地域と高所得地域の選定は容易だが、中所得者地域の特定が難しい。そのため、調査の初期段階で、現地カウンターパートとともに街を回り、感覚を掴むことが必要になる。
- ・家庭によっては毎日廃棄物を排出する習慣がなく、隔日で排出するケースもある。そのような異常値 (outlier) が見られる場合は、要因を分析し、データの修正を行うことが求められる。
- ・家庭が廃棄物を排出しない（廃棄物の毎日の排出量がゼロ）場合もある。その場合は、サンプルから除外することで対応されている。

(12) 事業系廃棄物のサンプリングに係る課題

- ・家庭と比較すると、対象数が多くない。
- ・業種が散らばるように各業種の典型的な商店（20 店舗程度）を抽出するが、その特定が都市によ

っては、ばらつきがありすぎて困難な場合がある。

- ・家庭ごみより調査協力を得ることが難しい。協力を拒否されるケースもある。ごみ有料化政策の事前調査だと警戒される場合もあるので、調査趣旨と成果に関して明確な説明が求められる。

(13) 原単位の設定と拡大推計に係る課題

サンプルデータを基に設定された原単位と統計情報から発生量を拡大推計する場合の問題点としては以下が挙げられる。

①原単位の設定に係る課題

- ・人口で拡大推計する家庭系廃棄物の原単位 (kg/人) と比較すると、事業系は原単位の設定が難しい (例: kg/従業員数 (オフィス), kg/ベッド (病院), kg/テーブル (レストラン) 等)。事業系に関しては統計情報を得ることも容易ではないため、推計された発生量の正確性を担保することが困難である。
- ・原単位は固定し、人口増加率等から発生量の将来予測を立てるケースが多いが、より正確な将来予測には、原単位そのものの変化の予測が必要になる。しかし、原単位の変化に関しては、標準的なモデルがないのが課題である (例として、JICA 3R ハノイプロジェクト (5.1 参照) では、3R 推進による減量効果もあるため、原単位は伸びないという前提のもとに、人口増加率のみから将来予測を行っている)。

②拡大推計に係る課題

- ・発生量と排出量が必ずしも同じではない場合がある。自家処理 (コンポスト化や家畜飼料としての処理) された厨芥類や、発生源で Junk buyer により回収された有価物 (古紙、廃プラ、金属スクラップ等) はサンプリングされたデータに反映されていない。このため、アンケート調査票でサンプルに含まれていない厨芥類の自家処理量やインフォーマルセクターに流れている有価物の量に関する情報提供を求め、発生量にフィードバックすることで対応がなされている。
- ・廃棄物発生量の拡大推計の結果が、最終処分場への搬入量に満たない場合もある。これは調査対象地域外の近隣エリアから廃棄物が調査対象地域に流れていることなどが要因と考えられるが、要因の分析と補正係数の設定が難しい。
- ・廃棄物全体のフローを把握することはできるが、組成ごとのフローを把握することは難しい。施設に搬入される廃棄物の組成調査や、リサイクル市場の調査等の方法があるが、どれだけ精密に実施できるかは疑問がある。

(14) 物理組成調査に係る課題

①縮分・分類作業に係る課題

- ・四分法で縮分をする際に厨芥類等の水分を多く含む廃棄物と一緒に混ぜ合わせることによって紙類等に水分が移行してしまい、本来の重量から変動してしまう。
- ・砂利等のサイズの小さいものは混合すると判別が難しくなる。また、厨芥類等はバラバラになりやすく、縮分後は正確に判別できなくなる。判別がつかない理由から、結果として分類上の「その他」が多くなってしまう。
- ・分類ごとの重量を測定する時の現地の秤の精度に疑問がある。信頼性を担保するために、日本から持参するケースもある。また、現地で購入する場合においても、同分量の水を複数の秤で測定し、誤差がないかクロスチェックする等の対応が必要になる。

②作業の管理に係る課題

- ・調査の初期段階では作業員は真面目に働くが、慣れてくると作業を怠る場合がある。特に問題

になるのは、分類項目の中の「その他」の比率が大きくなってしまふこと、また、縮分の時にサイズの大きいものや重いものの切断を作為的に回避する傾向があることであり、結果に差異が生じるため、監視が必要になる。

- ・一方で、正確なデータを得ようとするあまり、あまり細かく指示しすぎると、持続的にできない場合がある。簡潔な指示で実際に一緒にやってみせることが大事である。
- ・分類作業にはマスクや手袋をつけるように指示しても、現場を見学するとつけていない場合がある。

③その他のごみ質調査に係る課題

- ・乾ベースで組成を分析する場合に、特に都市部以外の地域で調査を実施する場合は、乾燥機を調達することが非常に困難である。また、乾燥するまでは悪臭のためラボの環境が悪くなるといった問題が生じる。
- ・三成分の調査等に関して、大学や研究機関のラボを見学すると、設備は十分に整備されているが、実際にこちらが意図する分析を実施する能力がない場合がある。日本の分析マニュアルを持参し、分析方法や、場合によっては細かい計算式まで指示して委託する必要がある。

4.2.4 結論

以下にヒアリング調査結果の概要をまとめる。JICA でマニュアル化された調査手法は存在せず、コンサルタントごとに経験に基づく調査手法を採用している。家庭系と事業系廃棄物は、発生源でサンプリングするケースが多く、家庭系廃棄物に関しては所得階層別にサンプルを採っている。雨季には果物などの含水率の高い廃棄物が増えるため、通常は雨季と乾季で2回調査を実施している。サンプリング期間は1週間(7日間)+1日の計8日間としている。初日に関しては一度家庭や事業所の中の廃棄物を全て廃棄してもらうことが目的である。7日間で得られたデータは基本的に単純平均している。発生源のタイプ別に20サンプルずつ採るのが平均的と考えられる。基本的には早朝からサンプルを収集し、午後に分類作業を実施している。分類作業は雨風を避ける意味では屋内が望ましいものの、臭気が問題となるため、屋外で実施するのが一般的である。四分法を用いて縮分する場合と縮分しない場合があり、縮分の回数は100kg程度まで縮分する場合から、ポリバケツ1杯分(約20~30L)まで縮分する場合まであり、従事するコンサルタントによって異なる。ただし、縮分することによって厨芥類中の水分が紙類等に移行する可能性がある。また、厨芥類は縮分によって細かくなり、縮分後に判別が難しくなり、結果として「その他」項目へ分類されてしまう。分類項目は日本の環整95号に従い、10項目程度に分類する場合が多い。計量は湿ベースが基本である。現地ではね秤を調達する場合と、その精度に疑問がある場合は日本から持ち込む場合がある。事業系廃棄物のサンプリングは対象業種とその規模を選定することが難しく、原単位化が難しい。都市全体で廃棄物フローを明示する際、発生源で厨芥類が自家処理(コンポスト化や家畜飼料としての処理)されたり、有価物がインフォーマルセクターへ流れたりするため、発生量と排出量が異なるといった問題がある。

JICA 調査においても物理組成調査手法を統一することにより、結果の信頼性を担保することが可能となる。その際には、JICA 専門家の経験に基づく調査手法で有用と思われるものを採用し、さらに本研究で整理された課題を克服することを念頭に調査手法の標準化を目指す必要がある。

参考文献

- 1) 独立行政法人国際協力機構（2010）JICA について <<http://www.jica.go.jp/about/jica/overview.html>>
- 2) 独立行政法人国際協力機構（2010）JICA Library <<http://lvzopac.jica.go.jp/library/index.html>>
- 3) 日本工営株式会社, 株式会社エックス都市研究所（2000）ヴェトナム国ハノイ市環境保全計画調査最終報告書
- 4) 国際航業株式会社（2007）モンゴル国ウランバートル市廃棄物管理計画調査最終報告書日本語要約

4.3 ベトナム国ハノイ市における家庭系廃棄物の物理組成及び排出原単位

4.3.1 目的

ベトナム国を含め、途上国では有価物の一部はインフォーマルセクターで回収され、廃棄物として排出されない。ハノイ市では廃棄物は Hanoi URNCO が収集運搬、処理処分を担っているが、一部の有機系廃棄物以外はすべて埋立地に直接処分されている。今後は廃棄物の減量及び処理処分方法の改善を目指した廃棄物管理システムの在り方を検討すべきである。本研究では、ベトナム国ハノイ市（図 4.3.1）において、有価物を含めた家庭系廃棄物（以下、「家庭ごみ」という。）の物理組成及び排出原単位を明らかにするとともに、今後、ハノイ市で廃棄物の分別収集の導入を検討する際の判断材料を提示することを目的とする。

4.3.2 研究方法

ベトナム国ハノイ市の一般家庭を対象に家庭ごみの排出原単位及び物理組成に関する調査を実施した。ハノイ市は10月から4月までが乾季、5月から9月までが雨季にあたり、乾季の気温は低く、雨季の気温は高い（図 4.3.2）。調査は乾季にあたる2010年3月と、雨季にあたる2011年7月に実施した。乾季における調査（第1回調査）では、標準的な所得水準の世帯が集まるとされる Dong Da 地区の Cat Linh 地域に居住する20世帯、Hang Bot 地域に居住する40世帯、高所得の世帯が集まるとされる Cau Giay 地区の Dich Vong 地域に居住する61世帯を選定した。また、雨季における調査（第2回調査）では、乾季における調査と同一世帯を選定するように努めたが、引越しや不在等の理由で完全な同一世帯を選定することはできなかった。第2回調査では Cat Linh 地域に居住する20世帯、Hang Bot 地域に居住する40世帯、Dich Vong 地域に居住する54世帯を選定した（図 4.3.3～図 4.3.6）。

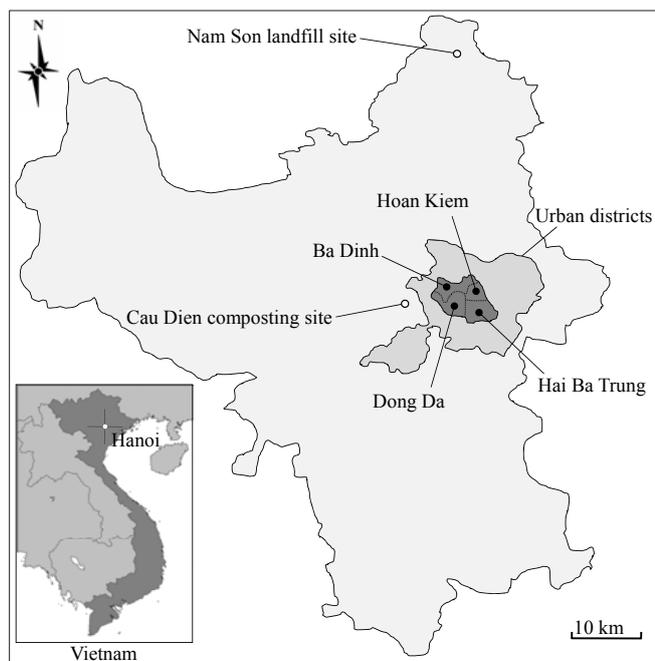


図 4.3.1 ハノイ市の地図

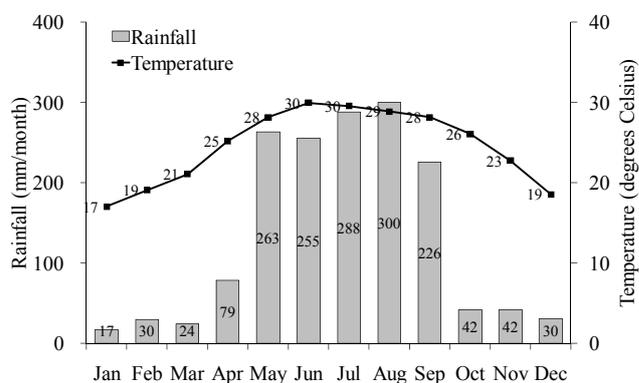


図 4.3.2 ハノイ市の平均気温及び平均降水量
(2002年～2005年のデータをもとに作成)



図 4.3.3 Cat Linh 地域の集合住宅



図 4.3.4 Hang Bot 地域の集合住宅



図 4.3.5 Dich Vong 地域の戸別住宅



図 4.3.6 Dich Vong 地域の集合住宅



図 4.3.7 サンプルのトラックへの積み込み



図 4.3.8 分類作業前の計量



図 4.3.9 分類作業（世帯ごと）



図 4.3.10 分類作業後の計量

第1回調査は2010年3月11日から3月18日まで（乾季）の8日間実施し、第2回調査は2010年7月26日から8月2日まで（雨季）の8日間実施した。例年1月下旬あるいは2月上旬の旧正月の前後には、質及び量の点で平常時とは異なる有価物及び廃棄物の排出状況がみられるのだが、対象とした調査実施時期の有価物及び廃棄物の排出状況は平常時のものと考えられ、時期の観点からその調査結果は代表性があると仮定した。家庭ごみを8日間連続でサンプリングした。通常は Junk buyer へ引き渡している有価物も本調査のサンプルに含めるように各世帯に協力を口頭及び文書で依頼した。サンプリングの前日までに2種類のサンプリング袋を各世帯に配布した。一方は厨芥類のみをサンプリングするための袋で、もう一方はそれ以外の家庭ごみをサンプリングするための袋とした。これは、厨芥類の水分がその他の家庭ごみに移行するのを極力防ぐ目的に加え、分類作業を効率化する目的があった。サンプルがどの世帯から排出されたのかを特定するために、サンプリング袋にはIDを記入した。作業員が午前7時から8時ごろにすべての対象世帯から家庭ごみをサンプリングし、トラックに積み込んでハノイ市中心地区から10 km 西に位置する Ca Dien コンポスト施設内に運搬した（図 4.3.7）。分類作業前に各サンプルの重量を計量した（図 4.3.8）。世帯ごとにサンプルを12項目（紙類・プラスチック類・ガラス類・金属類・厨芥類・庭ごみ・木類・繊維類・ゴム・皮革類・陶磁器類・練炭灰・その他）に分類した（図 4.3.9）。練炭灰を分類項目として設定した理由としては、多くの家庭で練炭が調理用燃料として利用されてきたことが事前調査で明らかであったためである。最後に、分類した素材ごとにサンプルを計量した（図 4.3.10）。分類及び計量作業では毎日同じ作業員の手配に努めたが、途中で一部作業員の交代があり、その場合は作業レベルを維持するため、交代作業員は熟練作業員とともに作業を実施した。

8日間のうち、初日のサンプルには意図しないごみ（退蔵ごみ等）も混入することがあってデータの信頼性が落ちるため、初日のデータは分析に含まなかった。2日目から8日目の7日間のうち毎日サンプルの提供があった世帯のデータを分析対象として有効とした。サンプルの提供はあったが、指定したサンプリング袋以外の袋を用いていたために世帯を特定できないサンプルは除外した。各世帯の構成人数で除したものを排出原単位（g/人/日）とした。

2日目から8日目の7日間のうち7日分のサンプルを提供したのは第1回調査では94世帯、第2回調査では94世帯であった。調査でサンプリングした家庭ごみの総量は第1回調査で1862 kg、第2回調査で1739 kg、またデータ分析に有効な家庭ごみの総量は第1回調査で1307 kg (70.2%)、第2回調査で1271 kg (73.1%) であった（表 4.3.1）。第1回及び第2回調査ともに、のべ658世帯分（94世帯 X 7日間）のデータを分析対象とした。

なお、第2回調査は第1回調査の約4カ月後に実施したが、この間に各世帯の大幅な消費行動、家庭ごみ排出状況に変化はなかったと仮定し、第1回調査結果と第2回調査結果の比較は有効と考えた。

表 4.3.1 サンプルングした家庭ごみ及びデータ分析に有効な家庭ごみの重量 (kg)

Date	Dry season		Rainy season	
	Sampled	Valid	Sampled	Valid
1st	220	-	239	-
2nd	221	181	231	196
3rd	230	177	208	173
4th	238	187	202	171
5th	266	212	214	182
6th	218	182	211	174
7th	240	182	222	181
8th	230	185	211	194
Total	1862	1307	1739	1271

4.3.3 結果及び考察

乾季の家庭ごみは1人1日当たり平均412.3 g、雨季の家庭ごみは1人1日当たり平均509.8 g 排出されていた (表 4.3.2)。そのうち厨芥類が最も多かった (乾季: 299.2 g/人/日, 雨季 354.9 g/人/日)。ハノイ市では練炭を調理用燃料として利用してきた経緯があり、本調査でも乾季は43.0 g/人/日、雨季は41.7 g/人/日の排出量であったことが明らかとなった。排出量が多い項目ほど変動係数が小さくなる傾向がみられ、排出量の多い厨芥類、プラスチック類、紙類の排出量は日によって大きく変動しないことを示している。また、独立したサンプルのt検定の結果、厨芥類及びプラスチック類は乾季よりも雨季の方が排出量が多かった ($p < 0.01$)。雨季になると降水量だけでなく気温も上昇し、果実の流通が増える。第2回調査を実施したのは7月で、1年のうちで果実を最も多く消費する期間にあたる。水分を多く含んだ果実の非可食部 (種子や表皮等を指し、例えばマンゴーの種、スイカやバナナの皮等) の排出量がこの結果に影響を与えている可能性がある。また、第2回調査は気温が最も高い季節にあたり、飲料容器の消費の増加がプラスチック類の排出量増加に影響した可能性がある。

表 4.3.2 1人1日当たりの家庭ごみ排出量

Category	Dry season (n = 658)				Rainy season (n = 658)			
	Average (g)	Proportion (%)	SD (g)	VC	Average (g)	Proportion (%)	SD (g)	VC
Food **	299.2	63.2	136.4	0.5	354.9	68.7	275.6	0.8
Plastic **	33.9	7.2	17.2	0.5	46.2	8.9	33.3	0.7
Coal ash	43.0	9.1	105.4	2.4	41.7	8.1	98.1	2.4
Paper	25.1	5.3	15.5	0.6	26.6	5.1	20.9	0.8
Flower, garden	15.3	3.2	22.0	1.4	13.3	2.6	23.5	1.8
Glass	7.6	1.6	12.4	1.6	7.2	1.4	11.2	1.6
Textiles	4.1	0.9	7.6	1.9	5.3	1.0	14.5	2.7
Metal	4.4	0.9	8.9	2.0	3.3	0.6	5.8	1.8
Ceramics	2.0	0.4	5.2	2.6	2.2	0.4	11.7	5.4
Wood	2.7	0.6	9.1	3.4	2.1	0.4	4.7	2.3
Rubber, leather	0.9	0.2	3.2	3.5	1.5	0.3	7.3	4.7
Others **	34.7	7.3	58.3	1.7	12.8	2.5	19.8	1.5
Total	412.3	100.0	195.6	0.5	509.8	100.0	327.2	0.6

SD: Standard deviation

VC: Variation coefficient

** $p < 0.01$

図 4.3.11 は第 2 回調査結果をもとに、世帯人数と家庭ごみ排出量（合計及び主要排出項目として厨芥類、プラスチック類、紙類）との関係を示したものである。なお、Y 軸は対数軸を用いている。ベトナム国フエ市、マレーシア国カジャン市での調査結果と同様に、世帯人数と家庭ごみの排出原単位には負の相関がみられた。特に世帯人数が 1 人及び 2 人の世帯では家庭ごみの排出原単位が突出して高いことが明らかとなった。また、5 人世帯の排出原単位が 4 人世帯の排出原単位よりも高かった理由は不明であるが、排出原単位に影響する要因として世帯人数以外ものがあるものと思われる。

図 4.3.12 は第 2 回調査結果をもとに、94 世帯が家庭ごみを 7 日間のうち何日排出したのかを項目ごとに表したものである。排出傾向別にグループ化すると、厨芥類、プラスチック類、紙類は排出頻度が多いグループ、練炭灰、庭ごみ、繊維類、木類は排出頻度が様々なグループ、ガラス類、金属類、ゴム・皮革類は排出頻度が少ないグループに分けられた。42 世帯（45%）が 7 日間（全日）厨芥類を排出し、すべての世帯が 4 日以上厨芥類を排出していた。7 日間のうち練炭灰を 1 度以上排出したのは 37 世帯（39%）で、残りの 57 世帯（61%）は全く排出しなかった。これは近年ハノイ市で普及しつつあるプロパンガスを調理用燃料に利用する世帯では練炭灰を全く利用しないことが影響している。今後、ハノイ市で分別収集システムを導入する場合には、排出頻度に着目した収集回数を設定する必要がある。ただし、練炭灰が排出される世帯と全く排出されない世帯があるため、プロパンガスの普及地域では練炭灰を分別項目とした場合の収集頻度は少なく、未普及地域では多くするといった地域特性に応じた施策が必要となる。

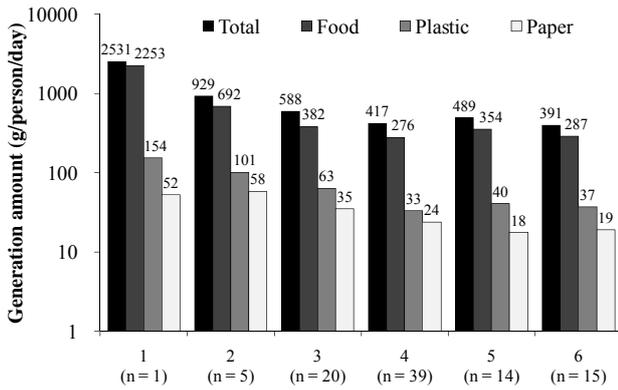


図 4.3.11 世帯人数と家庭ごみ排出量との関係

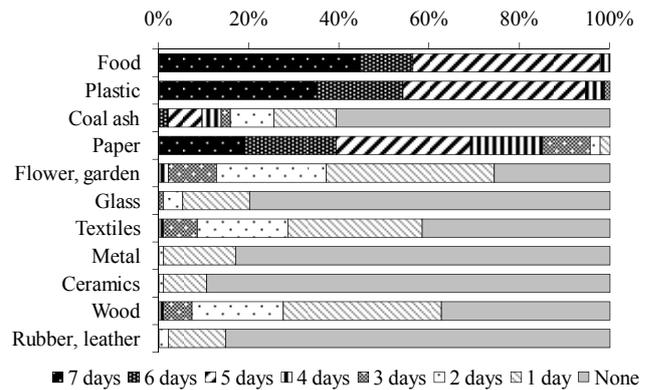


図 4.3.12 家庭ごみを排出する頻度 (項目ごと)

4.3.4 結論

乾季の家庭ごみは1人1日当たり平均412.3g、雨季の家庭ごみは1人1日当たり平均509.8g排出されていた。そのうち厨芥類が最も多かった。排出量が多い項目ほど変動係数が小さくなる傾向がみられ、排出量の多い厨芥類、プラスチック類、紙類の排出量は日によって大きく変動しないことを示している。厨芥類及びプラスチック類は乾季よりも雨季の方が排出量が多かった。世帯人数と家庭ごみの排出原単位には負の相関がみられた。排出傾向別にグループ化すると、厨芥類、プラスチック類、紙類は排出頻度が多いグループ、練炭灰、庭ごみ、繊維類、木類は排出頻度が様々なグループ、ガラス類、金属類、ゴム・皮革類は排出頻度が少ないグループに分けられた。今後、ハノイ市で分別収集システムを導入する場合には、排出頻度の実態と組成別の違いの理由などを考察した上で、収集回数を検討する必要がある。ただし、発生抑制の観点からも安易に収集回数を増やすべきではない。腐敗性廃棄物に関しては、ベトナム国の高温多湿という気候を考慮して収集頻度を決定すべきである。

4.4 ベトナム国カントー市及びフエ市における家庭系廃棄物の物理組成及び排出原単位

4.4.1 目的

ベトナム国では、他の東南アジアの開発途上国と同様に、都市ごみは主にオープンダンピングによって処分されている¹⁾。世界銀行²⁾は、ベトナム国の都市ごみマネジメントの概要の調査結果を報告しているが、ごみの流れに関する情報は古く、信頼性に欠けている。また Byer ら³⁾はベトナム国中部に位置するダナン市の家庭系廃棄物を対象に調査を実施しているが、有機性廃棄物の堆肥化の可能性を評価したのみで、ごみ組成の詳細は明らかになっていない。同国において今後計画的に 3R を推進するにあたっては、家庭系廃棄物の詳細な組成・排出原単位・処理フロー等に関する基礎情報の集積が喫緊の課題となっている。

本研究は、ベトナム国における 3R の計画的推進に資する基礎情報を収集する目的で、ベトナム国南部に位置するカントー市及び中部に位置するフエ市において、有価物を含めた家庭系廃棄物の物理組成、用途・形状別の細組成及びその排出原単位・フローを明らかにするとともに、人口密度・家族人数・収入といった社会経済的要因との関連等を検討した。

4.4.2 方法

4.4.2.1 対象都市の概要

世界銀行等²⁾の調査では、ベトナム国において都市ごみの主な発生源は家庭系廃棄物であることが報告されており、本研究では家庭系廃棄物を対象とし、対象地域は南部に位置するカントー市及び中部に位置するフエ市の2都市とした。

カントー市は、12省1市で構成されるメコンデルタ地域の中心都市である。同市は4つの中心地区 (Central District) と4つの農村地区 (Rural District) から構成され、人口は2007年現在1,154,900人、面積は139 km²である⁴⁾。熱帯モンスーン気候であり、雨期(5月～11月)、乾期(12～4月)の2つの気節がある。カントー市の気象条件を表 4.4.1 に示した。廃棄物は都市環境公社(URENCO: Urban Environment Company)が4つの中心区のみを対象として収集しており、収集率は約50%、1日の収集量は250-300tである⁵⁾。本研究では、収集が行われている4つの中心地区、*Ninh Kieu, Binh Thuy, Cai Rang, O Mon* を対象に調査した⁶⁾。

フエ市は、中部ベトナムの *Thua Thien - Hue* 省の省都であり、24区 (Ward) と3自治区 (commune) で構成され、人口は2007年現在333,715人、面積は83.3km²である⁷⁾。廃棄物は、カントー市同様に都市環境公社(URENCO)が収集を実施しており、収集率は約90-95%、1日の収集量は150-200である⁸⁾。本研究では、フエ市全体を対象とした。

表 4.4.1 カントー市の気象条件

	平均値(最小—最大)		年間
	乾期	雨期	
気温(°C)	26.8 (25.8-27.6)	27.3 (26.8-28.8)	27.1
日照時間(hrs)	217 (178-240)	149 (128-177)	2,196
降雨量(mm)	31(0-67)	220 (102-347)	1,501
湿度(%)	80 (78-83)	88 (86-89)	83.8

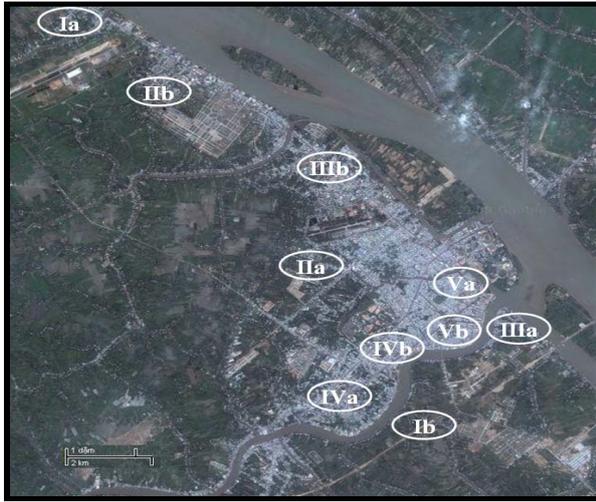


図 4.4.1 Can Tho 市の調査地点
(Google map より著者が編集)

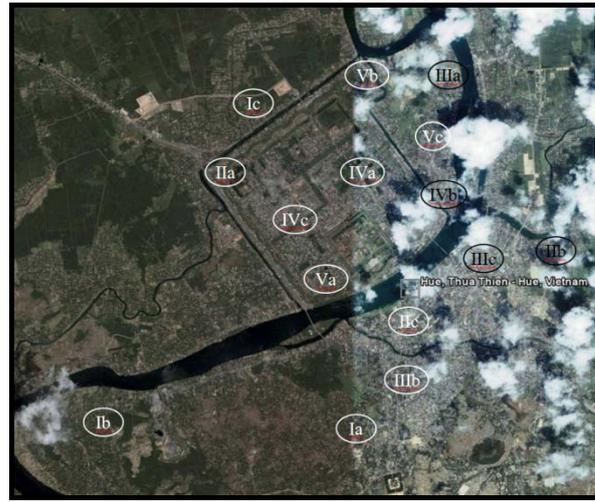


図 4.4.2 フェ市の調査地点

4.4.2.2 調査地点・世帯の選定

調査地点 (SP) は都市化水準と地理的分布を考慮して選定することとした。都市化の度合いを表す代理指標として人口密度水準を想定し、人口密度のパーセンタイル順位で 10%, 30%, 50%, 70%, 90% の 5 水準を設定、各水準近傍の地域を区 (Ward) あるいは自治区 (Commune) の単位でそれぞれ都市化水準 I, II, III, IV, V の地域として抽出した。調査地点 (SP) は、これら抽出した地域から 2 地点を抽出し、1 地点あたり 5 世帯を選定した。カントー市では、各水準 2 地域・4 地点の計 100 世帯、フェ市では各水準 3 地域・6 地点の計 150 世帯を対象世帯とした。カントー市の調査地点を図 4.4.1、フェ市の調査地点を図 4.4.2 に示した。なお、図中には都市化水準を併せて示しており、都市化水準 I, II は農村地域、都市化水準 III, IV, V は都市地域として知られている。また、調査世帯の選定に当たっては、対象都市の家族人数の構成比率を考慮することとし、カントー市、フェ市の家族人数の構成比率⁹⁾に基づいて表 4.4.2 に示す通り調査世帯の構成比率を設定した。

表 4.4.2 調査世帯の家族人数の構成比率

家族人数	調査世帯の構成比率 (%)	
	Hue	Can Tho
1	5	15
2	11	
3	11	45
4	23	
5	20	35
6	11	
7	11	
>8	8	5

4.4.2.3 調査の概要

カントー市では、乾期 (2009 年 2 月 24 日～3 月 25 日の 30 日間) 及び雨期 (2009 年 10 月 18 日～10 月 31 日の 14 日間) の 2 回にわたって調査を実施した。フェ市では、乾期 (平成 22 年 3 月 9 日～22 日の 2 週間)・雨期 (平成 22 年 10 月 22 日～28 日の 1 週間) に 2 回にわたって調査を実施した。

この調査では、乾季と雨季のごみ発生量・発生特性の差異を比較するため、2 回の調査とも同じ世帯に協力を依頼したが、カントー市では調査世帯 100 世帯のうち 40 世帯は 2 回目の調査に協力が得られなかったため、これら世帯については新たに調査対象を追加選定して雨期の調査を実施した。また、フェ市では調査世帯 150 世帯のうち 53% の世帯は 2 回目の調査に協力が得られなかったため、これら世帯については新たに調査対象を追加選定し、2 回目の調査では 148 世帯を対象として実施した。

調査世帯には、カントー市では透明な 2 種類の色のごみ袋を配布し、「生物分解性廃棄物」と「非生

物分解性廃棄物」の2種類に分けて排出するよう依頼した。フェ市では透明な3種類の色のごみ袋を配布し、「生物分解性廃棄物」、「非生物分解性廃棄物」、「資源化物」の3種類に分けて排出するよう依頼した。調査世帯には毎日訪問し、生物分解性廃棄物については対象世帯で毎日分類・計量した。一方、非生物分解性廃棄物・資源化物については、カントー市の第1回調査（乾期）、フェ市の調査では1週間ごと、カントー市の第2回調査（雨期）では毎日、調査世帯から研究室に持ち帰って分類・計量した。

ごみ組成の分析に当たっては、Tanikawa¹⁰⁾、Ojeda-Benitez et al.¹¹⁾、Burnley et al.¹²⁾、Kawai¹³⁾、Dahle'n and Lagerkvist¹⁴⁾、Gomez et al.¹⁵⁾といった先行研究を参照し、カントー市の調査では物理組成10区分、用途・形状別83区分のごみ細組成分類表（表4.4.3）を作成し、これに従って分類した。フェ市の調査ではインフォーマルセクターにおける資源化物の分類区分に従ってさらに組成を細分化し、第1回調査では90区分、第2回調査では135区分のごみ細組成分類表を作成し、これに従って分類した。計量に当たってはタニタ製のデジタルキッチンスケールを用い、世帯別・細組成別に1g単位（湿重量）で計量・記録した。また、対象世帯に対して個人属性、資源化物の排出先等についての面接調査を併せて実施した。

4.4.2.4 解析手法

各世帯の対象期間の総排出量を排出日数・家族人数で除して排出原単位（g/人/日）を算出し、物理組成別・細組成別の排出原単位の基本統計量を求めた。また、これらの排出原単位と個人属性等の要因との関連性について、一元配置分散分析・順位相関分析により検討し、主要物理組成の発生率について、これら関連要因を用いた線形回帰分析を行った。全ての統計解析は、SPSS ver. 15.0を用いて実施した。

表 4.4.3 本研究で用いたごみ細組成分類表

Materials	Types	Items	Materials	Types	Items	
Plastics	Containers & Packaging	[101] Plastic bottles for beverage	Kitchen waste	Compostable	[301] Kitchen wastes (Biodegradable)	
		[102] Plastic bottles for food		Non-compostable	[302] Kitchen waste (Non-Biodegradable)	
		[103] Plastic bottles for NON food/beverage		Unused food	[303] Discarded unused food	
		[104] PET bottles for beverage	Rubber & Leather		[401] Rubbers	
		[105] PET bottles for food			[402] Leathers	
		[106] PET bottles for NON food/beverage				
		[107] Foam tray	Grass & Wood	Garden waste	[501] Garden Waste	
		[108] Other tray		Products	[502] Durable Products (multi use products)	
		[109] Plastic containers for food		Container & Packaging	[503] Consumables (single use products)	
		[110] Plastic containers for NON food			[504] Wooden containers and packaging	
		[111] Plastic tubes for food			[505] Other woods	
		[112] Plastic tubes for Non food	Textile		[601] Clothes	
		[113] Plastic packaging for food			[602] Underwear	
		[114] Plastic packaging for NON food			[603] Other textile products	
		[115] Plastic packaging for NON purpose		Metal	Containers	[701] Aluminum Beverage Cans
		[116] Plastic shopping bags (market bag)				[702] Steel Beverage Cans
		[117] Plastic bags for waste discharge				[703] Metal Containers for Food
		[118] Buffer materials				[704] Metal Containers for NON Food
		[119] Plastic rope				[705] Spray Cans
	[120a] Other containers and packaging (hard)	[706] Others Containers & Packaging				
	[120b] Other containers and packaging (soft)	Products			[707] Steel Products	
	[121] Durable Products (multi use products)		[708] Aluminum Products			
	[122] Consumables (single use products)		[709] Other Non Ferrous Metal Products			
[123] Other plastics	[710] Home Electric Appliances					
	[711] Dry cell batteries					
	[712] Other products					
Papers	Containers & Packaging	[201] Carton box for milk	Glass	Containers	[801] One way Bottles for Beverage	
		[202] Carton box for beverage			[802] Returnable Bottles for Beverage	
		[203] Carton box for food			[803] One way Bottles for Food	
		[204] Paper containers for food			[804] One way Bottles for Non Food	
		[205] Paper containers for NON food			[805] Other Glass Containers	
		[206] Paper Packaging for food		Products	[806] Durable Products	
		[207] Paper Packaging for NON food			[807] Lamps and Bulbs	
		[208] Paper packaging for NON purpose			[808] Other glass	
		[209] Cardboard		Ceramic	Containers	[901] Ceramic Containers
		[210] Other Paper Containers & Packaging				products
		Others	[903] Other Ceramics			
	Products	Miscellaneous	[211] Newspapers		Combustibles	[1001] Other Combustibles
			[212] Advertising (supplied with newspaper)			[1002] Other Liquids
			[213] Books		Incombustibles	[1003] Other Incombustibles
			[214] Magazines		Cat sand	[1004] Cat sand
			[215] Notebooks		Ash, fossil coal	[1005] Ashes, Fossil coal
		[216] Photocopy paper/OA paper				
		[217] Disposal paper products				
		[218] Diapers				
		[219] Other coated papers				
[220] Other papers						

4.4.3 カントー市における調査結果

4.4.3.1 家庭系廃棄物の発生原単位・物理組成

カントー市(平均世帯人員 4.41 人)における家庭系廃棄物の発生原単位は乾季の平均 283.10 g/cap/day, 雨季の平均 287.46g/cap/day であり, 2 季平均で 285.28g/cap/day であった。図 4.4.3 に廃棄物発生率の度数分布を示した。対象世帯のおよそ半数が 0.15–0.30kg/cap/day の廃棄物を発生していた。また, 調査を行った 2 季の家庭系廃棄物の詳細組成として, 種類, 用途, 機能, 堆肥化物, 資源化物等の特徴別の発生量を調べた結果を図 4.4.4 に示した。家庭系廃棄物の詳細組成をいくつかの視点で樹形図の形式で示した。こうした情報は家庭系廃棄物マネジメントの 3R 推進を考える上で必要であり, 意思決定者, 研究者, 製造者, 消費者, リサイクル会社にとっても有用と考えられる。図 4.4.4 に示した物理組成についてみると, 厨芥類が最も大きな割合 (84.18–85.10%) を占めていることが分かり, 以下プラスチック (6.37–7.15%), 紙 (4.73–4.75%), 草木 (0.35–1.91%), ガラス (0.72–1.03%), 金属 (0.53–0.76%), 繊維 (0.20–0.29%), ゴム・皮革 (0.11–0.13%), 陶磁器 (0.10–0.12%), その他 (0.52–0.86%) の順であった。

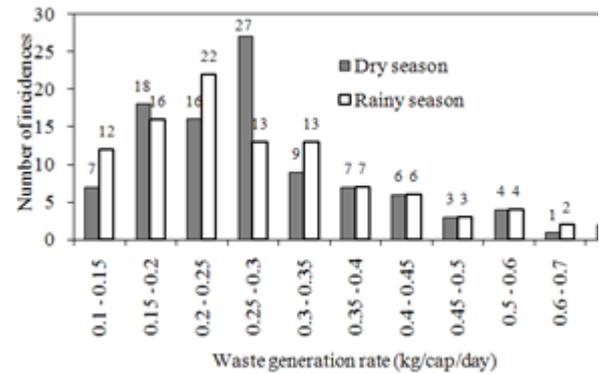


図 4.4.3 カントー市の廃棄物発生率の度数

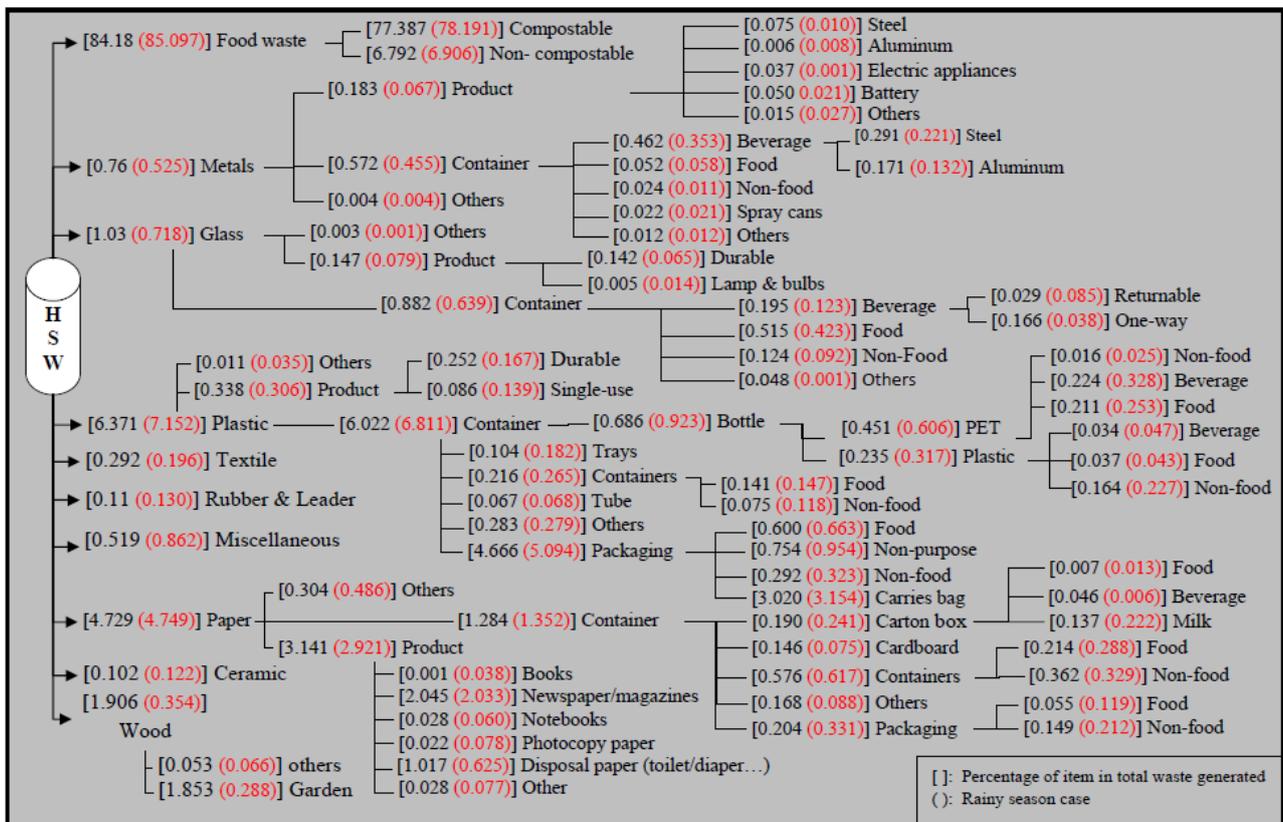


図 4.4.4 家庭系廃棄物の種類、用途、機能、堆肥化物、資源化物等の詳細区分別の組

カントー市の家庭系廃棄物の資源化可能性については、Junk buyer・資源化拠点に対するヒアリング、堆肥化施設の分類例に基づいて、それぞれの分類品目を堆肥化物、非堆肥化物、資源化物、非資源化物の4種類に区分した。資源化可能な品目の内訳を図4.4.5に示した。硬い骨・貝殻以外の台所ごみ、庭ごみを合わせた堆肥化物の割合が最も大きく、全体の約80%、228.22 g/cap/dayであった。また、カントー市の家庭系廃棄物には資源化物が多く(11.73%)含まれていることが明らかとなり、堆肥化物を除く残り部分の半分以上を占めた。また、この図には2つの季節間の資源化可能性の比較を示しており、堆肥化物は2つの季節で同様であったのに対して、非堆肥化物は雨季より乾季の発生量が多く、資源化物はその逆の傾向が見られた。

図4.4.6に資源化物の詳細組成を示した。内訳は、プラスチック(58.65%)が最も大きい割合を占め、次いで紙(28.67%)、ガラス(7.47%)、金属(5.2%)の順であった。プラスチックについては容器包装が全体の約半分(48.86%)を占め、特にレジ袋が26.33%を占めた。その他、プラスチックびん6.99%、プラスチック製品2.80%、新聞紙17.28%、ガラス容器6.58%、スチール缶2.21%であった。

4.4.3.2 家庭系廃棄物発生の影響要因

家庭系廃棄物の発生率、組成は様々な要因が影響することが指摘されている。Dennison et al.^{16),17)}, Buenrostro et al.¹⁸⁾, Gomez et al.¹⁹⁾, Bandara et al.²⁰⁾, Qu et al.²¹⁾の研究において、いくつかの社会経済的特性が廃棄物の発生率と組成に影響を及ぼすことが報告されている。また、その他にも、季節(Gómez et al.¹⁹⁾, Boldrin et al.²²⁾, Gidaracos et al.²³⁾, Rhyner²⁴⁾), 曜日(Qu et al.²¹⁾)等の影響が指摘されている。

本研究では、物理組成別・詳細組成別の廃棄物発生率と社会経済的特性(人口密度水準、世帯人数、収入)、乾季・雨季の季節差、曜日差について解析を行った結果を示す。

1) 家庭系廃棄物発生率の季節による差

100世帯を対象とした2期の調査結果について、表4.4.4に季節別の家庭系廃棄物平均発生率を物理組成別に示し、一元配置分散分析の結果を併せて示した。全体的な傾向として、家庭系廃棄物合計、厨芥、プラスチック、紙の発生率は、乾季よりも雨季の方が高く、その他の区分については乾季よりも雨季の方が低い傾向が見られた。分散分析の結果、乾季と雨季の平均値の間に有意差が認められたのは草木のみであった($p < 0.001$)。

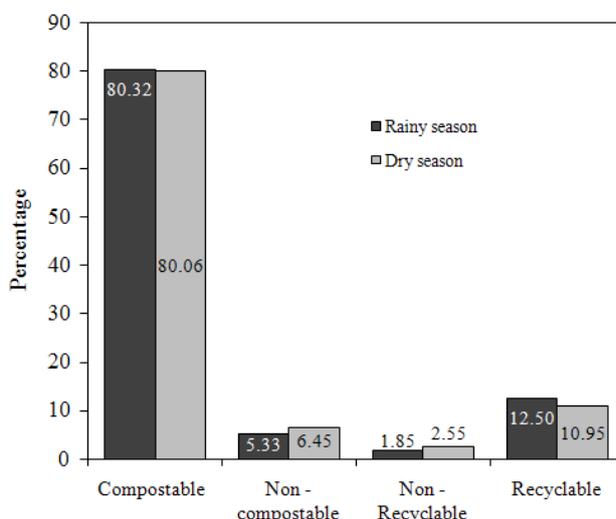


図 4.4.5 カントー市の資源化可能な品目の内訳

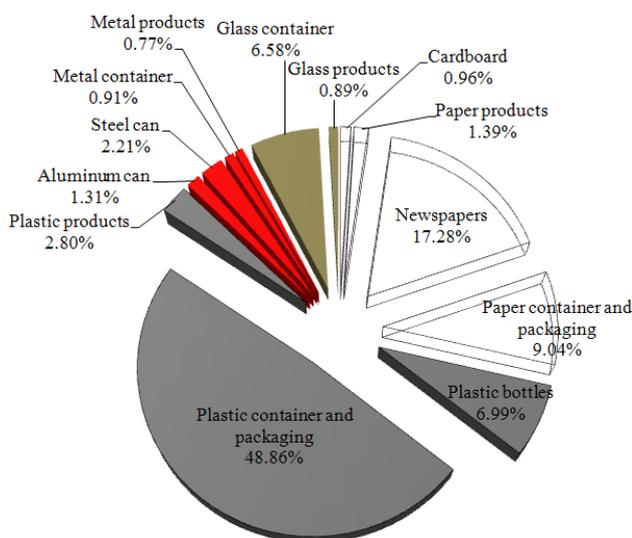


図 4.4.6 カントー市の資源化物の詳細組成 (乾季・雨季の平均値)

表 4.4.4 季節別・物理組成別の家庭系廃棄物平均発生率(100 世帯)

Categories	Dry season			Rainy season			ANOVA	
	g/cap/day	SD	%	g/cap/day	SD	%	F	Sig.
Plastic	18.04	11.35	6.37	20.70	11.95	7.20	2.58	0.109
Paper	13.39	17.18	4.73	13.65	13.73	4.75	0.01	0.905
Food waste	238.31	106.78	84.18	244.62	118.99	85.10	0.07	0.786
Rubber and Leather	0.31	1.05	0.11	0.37	1.76	0.13	0.09	0.766
Grass and Wood	5.40	10.65	1.91	1.02	4.96	0.36	13.643***	0.000
Textile	0.83	2.40	0.29	0.56	2.88	0.20	0.62	0.430
Metal	2.15	2.40	0.76	1.51	2.37	0.53	3.52	0.062
Glass	2.92	4.60	1.03	2.06	4.53	0.72	1.82	0.178
Ceramic	0.29	1.11	0.10	0.35	1.26	0.12	0.13	0.721
Miscellaneous	1.47	11.40	0.52	2.48	14.27	0.86	0.29	0.592
Total	283.10	136.70	100.00	287.46	136.70	100.00	0.01	0.902

***p<0.001

表 4.4.5 季節別・物理組成別の家庭系廃棄物平均発生率(60 世帯)

Items	Dry season			Rainy season			Pair t-test	
	g/cap/day	SD	%	g/cap/day	SD	%	t	Sig.
Plastic	16.57	9.00	6.21	21.58	12.52	7.71	2.70**	0.009
Paper	11.41	16.63	4.27	12.88	14.69	4.61	0.57	0.569
Food waste	228.18	90.53	85.47	239.34	130.27	85.58	0.55	0.583
Rubber and Leather	0.40	1.25	0.15	0.11	0.32	0.04	-1.84	0.071
Grass and Wood	4.31	9.05	1.61	0.85	5.56	0.31	-2.60*	0.012
Textile	0.50	1.50	0.19	0.32	0.64	0.11	-0.91	0.364
Metal	1.92	2.24	0.72	1.74	2.78	0.62	-0.37	0.714
Glass	3.02	4.81	1.13	2.21	4.48	0.79	-0.89	0.376
Ceramic	0.34	1.31	0.13	0.08	0.47	0.03	-1.49	0.141
Miscellaneous	0.35	0.92	0.13	0.59	2.78	0.21	0.55	0.587
Total	266.99	104.41	100	279.69	152.72	100	0.311	0.578

* p<0.05 **p<0.01

また、乾季・雨季の2回の調査両方に参加した60世帯について、表4.4.5に季節別の家庭系廃棄物平均発生率を物理組成別に示し、対応のあるt検定の結果を併せて示した。100世帯の結果と同様、家庭系廃棄物合計、厨芥、プラスチック、紙の発生率は、乾季よりも雨季の方が高く、その他の区分については乾季よりも雨季の方が低い傾向が見られた。分散分析の結果、乾季と雨季の平均値の間に有意差が認められたのは草木のみであった(p<0.001)。t検定の結果、乾季と雨季の平均値の間に有意差が認められたのは草木(p<0.05)、プラスチック(p<0.01)のみであった。

2) 家庭系廃棄物発生率の曜日による差

曜日別及び平日(月～金曜日)・週末(土曜日・日曜日)の物理組成別の家庭系廃棄物発生率を表4.4.6に示した。曜日別にみると、合計量と厨芥については日曜日の発生量がそれぞれ318.66g、277.20gで最も多く、一方プラスチックについては土曜日(23.99g)、紙については金曜日(19.58g)が最も多いのが分かる。ただし、分散分析の結果、有意差は認められなかった。

平日(月～金曜日)・週末(土曜日・日曜日)の違いを見ると、週末の合計、厨芥、プラスチックの発生量はそれぞれ307.38g、264.31g、22.62gと平日より多かった。分散分析の結果、有意差が認められたのは、合計、プラスチック、紙、ゴム・皮革であった(p<0.05)。

カントー市において週末、特に日曜日の発生量が多いことの原因としては、各世帯が週末に食料品・

表 4.4.6 曜日別及び平日・週末の物理組成別の家庭系廃棄物平均発生率（雨季調査のみ実施）

Parameters	Total		Plastic		Paper		Food waste		Rubber and Leather		Grass and Wood		Textile		Metal		Glass	
	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD
Monday	286.19	138.84	22.79	20.04	12.65	10.78	242.68	124.92	0.04	0.14	0.86	6.38	0.27	0.95	1.25	3.95	3.35	12.76
Tuesday	285.50	170.06	19.75	14.95	11.89	11.38	243.79	149.58	1.16	11.13	2.04	15.55	1.14	7.18	1.87	6.83	1.11	5.51
Wednesday	270.82	146.36	17.95	14.62	12.45	16.78	232.98	130.44	0.23	2.10	1.50	11.27	0.27	1.17	2.32	7.44	1.35	8.55
Thursday	269.81	146.94	20.56	17.05	12.59	18.15	228.02	132.45	0.22	1.32	0.79	4.18	0.91	7.00	1.46	3.60	2.24	10.69
Friday	282.58	161.63	18.31	11.89	19.58	44.98	236.65	141.82	0.48	3.58	0.71	5.71	0.41	1.61	0.70	2.11	2.35	16.34
Saturday	296.12	134.61	23.99	17.42	12.80	12.07	251.42	121.41	0.03	0.08	0.68	5.92	0.54	3.24	1.43	3.78	1.73	13.79
Sunday	318.66	229.03	21.24	15.77	13.47	16.58	277.20	213.18	0.45	2.92	0.57	3.43	0.19	1.04	1.52	3.69	2.46	9.44
Average	287.46	163.86	20.70	16.20	13.65	21.76	244.62	147.90	0.37	4.64	1.02	8.48	0.56	4.08	1.51	4.83	2.06	11.48
F	1.03		1.90		1.51		1.21		0.70		0.41		0.78		1.09		0.44	
Sig.	0.402		0.079		0.173		0.298		0.651		0.872		0.582		0.369		0.855	
Weekday	278.97	152.74	19.87	15.97	13.83	24.08	236.82	135.71	0.42	5.34	1.18	9.56	0.60	4.59	1.52	5.20	2.08	11.36
Weekend	307.38	187.72	22.62	16.63	13.14	14.47	264.31	173.52	0.24	2.07	0.62	4.83	0.37	2.40	1.47	3.73	2.10	11.79
F	4.3146		4.1225		0.15				4.96				0.22				0.61	
Sig.	0.038*		0.043*		0.704*				0.026*				0.637				0.434	

* $p < 0.05$

日用品の買い物に出かける習慣があり、翌週の食事・生活の準備をすることが考えられる。また、週末は家族の面々が家に滞在し、家で食事をする人数も多くなるため、関連する廃棄物の発生量が増えることも原因として挙げられる。Qu et al.²¹⁾は合計、厨芥については月曜日の発生量が最も多く、紙・プラスチックは日曜日の発生量が最も多いことを報告しており、本研究と異なる傾向が示されているが、中国とベトナム国ではライフスタイルが異なっていると考えられ、こうした地域差の原因についてはさらなる検討が必要である。

3) 社会経済的要因の影響

表 4.4.7 に物理組成別の廃棄物発生率と社会経済的要因との関連性について、一元配置分散分析、順位相関分析によって検討した結果を示した。

人口密度水準（5 水準）については、分散分析の結果、紙の発生率の平均値に有意差が認められた ($p < 0.05$)。また、順位相関分析の結果、プラスチック ($p < 0.01$)、紙 ($p < 0.001$)、厨芥 ($p < 0.05$)、繊維 ($p < 0.001$)、金属 ($p < 0.05$)、ガラス ($p < 0.05$)、その他 ($p < 0.01$)、合計 ($p < 0.01$) について、正の順位相関が認められ、都市化が進んだ地域ほど排出量が多い傾向が認められた。また、農村地域・都市地域の差を見ると、分散分析の結果、プラスチック ($p < 0.01$)、紙 ($p < 0.01$)、厨芥 ($p < 0.05$)、繊維 ($p < 0.01$)、金属 ($p < 0.01$)、合計 ($p < 0.01$) で平均値に有意差が認められ、順位相関分析ではプラスチック ($p < 0.01$)、紙 ($p < 0.001$)、繊維 ($p < 0.001$)、金属 ($p < 0.05$)、その他 ($p < 0.001$)、合計 ($p < 0.01$) について、正の相関が認められた。Philippe and Culot²⁵⁾の研究でも同様の傾向が報告されており、本研究もこうした知見と整合する結果が得られた。

家族人数については、1-2 人世帯、3-4 人世帯、5-7 人世帯、8 人以上世帯の 4 水準で、廃棄物発生率の平均値の差を検討した。分散分析の結果、プラスチック ($p < 0.001$)、厨芥 ($p < 0.001$)、金属 ($p < 0.05$)、ガラス ($p < 0.05$)、その他 ($p < 0.001$)、合計 ($p < 0.001$) において有意差が認められた。順位相関については、プラスチック ($p < 0.001$)、厨芥 ($p < 0.001$)、金属 ($p < 0.05$)、合計 ($p < 0.001$) について、発生率と家族人数との間に負の相関が認められ、家族人数が多いほど排出量が小さくなる傾向が認められた。こうした傾向は、Dennison et al.^{16),17)}、Bandara et al.²⁰⁾、Qu et al.²¹⁾の研究でも報告されており、本研究でもこれと整合する

表 4.4.7 カントー市の物理組成別の廃棄物発生率と社会経済的要因との関連性の検討結果（乾期）

Physical categories	Population density		Urbanization levels		Household size		Income level	
	ANOVA (F)	Rank correlation coefficient ¹	ANOVA (F)	Rank correlation coefficient ¹	ANOVA (F)	Rank correlation coefficient ¹	ANOVA (F)	Rank correlation coefficient ¹
Plastic	-	0.234**	7.820**	0.237**	11.653***	-0.485***	-	-
Paper	2.809*	0.355***	11.350**	0.414***	-	-	-	-
Food waste	-	0.161*	4.771*	-	12.573***	-0.456***	-	0.156*
Rubber and Leather	-	-	-	-	-	-	-	-
Grass and Wood	-	-	-	-	-	-	-	-
Textile	-	0.302***	7.225**	0.410***	-	-	-	-
Metal	-	0.163*	7.289**	0.198*	3.969*	-0.164*	-	-
Glass	-	0.150*	-	-	3.112*	-	-	-
Ceramic	-	-	-	-	-	-	-	-
Miscellaneous	-	0.210**	-	0.306***	7.396***	-	-	-
Total waste	-	0.218**	8.743**	0.221**	14.123***	-0.448***	-	-

¹) Correlation analysis using Kendall's tau-b

* $p < 0.05$ ** $p < 0.01$ *** $p < 0.001$

結果が得られた。

収入については、500,000 VND/cap/month 未満、500,000-1,000,000 VND/cap/month、1,000,000-1,500,000 VND/cap/month、1,500,000 VND/cap/month 以上の4水準で、廃棄物発生率の平均値の差を検討した。調査時点の為替レートは17,500 VND/USDであった。分散分析では有意差が認められず、順位相関分析の結果、厨芥の発生率のみ正の相関が認められた($p < 0.05$)。収入と家庭系廃棄物発生との関連性は弱いものと考えられた。

次に、詳細組成別の廃棄物発生率と人口密度水準、家族人数、収入との関連性について、一元配置分散分析、順位相関分析によって検討した結果を表 4.4.8 に示した。順位相関分析の結果、全83カテゴリーのうち44カテゴリーで人口密度水準、家族人数、収入との間に相関が認められ、特に人口密度水準との相関が最も多く確認され、次に家族人数との相関が多く認められた。収入とはほとんど相関が認められず、他の要因に比べて関連性は弱いものと考えられた。なお、廃棄物発生率と人口密度水準、収入との相関は全て正の相関であり、家族人数との相関は全て負であった。こうした傾向は上述した分析と同様であった。

人口密度水準との相関が高く、廃棄物発生量に対する寄与の大きい組成区分、特にびんを除くプラスチック及び紙については将来の都市化の進展に伴って増加することが推定される。また、家族人数との相関が高く、廃棄物発生量に対する寄与の大きい組成区分、特にトレイ・製品を除くプラスチック及び厨芥については将来の核家族化、出生率低下に伴って増加することが推定される。カントー市の廃棄物行政にとってこれら組成に対して十分な配慮が必要である。

本研究では、Dennison et al.¹⁶⁾、Bandara et al.²⁰⁾らの研究で指摘されているような収入と廃棄物発生率との正の相関は認められなかった。本研究では、標本設計時に収入を考慮していないため、今後こうした要因を考慮した調査を実施することが必要である。こうした研究を通じて、様々な影響要因を考慮した廃棄物発生量の予測モデルを構築できれば、より廃棄物行政に資することができると思われる。

表 4.4.8 詳細組成別の廃棄物発生率と社会経済的要因との関連性の検討結果（乾期）

		Finding compositions with statistical significance	Population density		Household size		Income level	
			ANOVA (F)	Rank correlation coefficient ¹⁾	ANOVA (F)	Rank correlation coefficient ¹⁾	ANOVA (F)	Rank correlation coefficient ¹⁾
Plastic	Bottles	[102] Plastic bottles for food			3.709*			
		[103] Plastic bottles for food/beverage			3.229*			
		[105] PET bottles for food			4.513**	Neg**		
		[106] PET bottles for non-food/beverage			5.274**			
	Tray	[107] Foam tray	5.365***	Pos***				Pos*
		[108] Other tray	2.724*	Pos**				
	Other container packaging	[109] Plastic containers for food		Pos**	3.933*			
[110] Plastic containers for non-food			Pos*					
[111] Plastic tubes for food					Neg*			
[113] Plastic packaging for food				6.271**	Neg*			
[114] Plastic packaging for non-food		7.707***	Pos**	6.875***	Neg*		Pos**	
[115] Plastic packaging for unspecified purpose				4.885**	Neg***			
Product	[116] Plastic shopping bags		Pos***	4.768**	Neg***			
	[120] Other containers and packaging	3.686**	Pos***	4.007*	Neg**			
	[121] Durable Products (multi use)	2.609*						
	[122] Consumables (single use)	4.767**	Pos**					
Paper	Other container packaging	[204] Paper containers for food	9.235***	Pos***				
		[205] Paper containers for non-food	4.668**	Pos**	3.808*	Neg**		
		[207] Paper Packaging for non-food	4.917***					Pos*
		[209] Cardboard						Pos*
		[210] Other containers and packaging	4.208**	Pos**				
	Product	[211] Newspapers		Pos***				
		[213] Books	3.001*	Pos*				
		[214] Magazines	2.616*					
		[216] Photocopy paper/OA paper	3.032*	Pos**				
		[217] Disposal paper products		Pos***				
	[218] Diapers		Pos**		Neg*			
	[219] Other coated papers		Pos*					
	[220] Other papers	2.477*	Pos***	2.729*	Neg*		Pos*	
Food	[301] Kitchen wastes		Pos**	16.571***	Neg***			
	[303] Expired food			3.617*	Neg*			
Wood	[503] Consumables (single use)		Pos*					
	[505] Other woods		Pos**					
Textile	[601] Clothes		Pos***					
	[603] Other textile products		Pos*			2.875*		
Metal	Container Packaging	[704] Metal containers for non-food	2.785*					
		[706] Others containers and packaging		Pos*				
	Product	[707] Steel products	6.989***	Pos*				
		[708] Aluminum products		Pos**				
		[709] Other non-ferrous metal products			5.745***			
	[711] Dry cell batteries	2.848*						
Glass	Container Packaging	[801] One-way glass bottles for beverage				Neg*		
	Product	[806] Durable products	2.755*	Pos*				
Miscellaneous	[1005] Ashes, fossil coal		Pos*	7.593***				

¹⁾ Correlation analysis using Kendall's tau-b. Neg, Negative correlation. Pos, Positive correlation
* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$

表 4.4.9 詳細組成別の廃棄物発生率と社会経済的要因との関連性の検討結果

Items	Household size		Income		Household size and Income	
	Model	R ²	Model	R ²	Model	R ²
Total waste	$Y_{total} = 453.32^{***} - X_{hh}38.60^{***}$ (26.79) (56.25)	0.325***	$Y_{total} = 248.60^{***} + X_{inc}3.37 \times 10^{-5}$ (23.22) (0)	0.03	$Y_{total} = 422.25^{***} + X_{inc}2.82 \times 10^{-5} - X_{hh}38.10^{***}$ (31.82) (0) (5.57)	0.346***
Food waste	$Y_{food} = 387.58^{***} - X_{hh}33.85^{***}$ (23.256) (4.882)	0.329***	$Y_{food} = 11.10^{***} + X_{inc}2.66 \times 10^{-5}$ (20.276) (0)	0.025	$Y_{food} = 363.63^{***} + X_{inc}2.17 \times 10^{-5} - X_{hh}33.47^{***}$ (27.71) (0) (4.85)	0.346***
Plastic waste	$Y_{plastic} = 31.35^{***} - X_{hh}3.02^{**}$ (2.644) (0.555)	0.232***	$Y_{plastic} = 13.85^{***} + X_{inc}4.10 \times 10^{-6}$ (2.124) (0)	0.052*	$Y_{plastic} = 27.31^{***} + X_{inc}3.67 \times 10^{-6} - X_{hh}2.95^{***}$ (3.10) (0) (0.54)	0.273***
Paper waste	$Y_{paper} = 18.67^{***} - X_{hh}1.20$ (4.5063) (0.9511)	0.016	$Y_{paper} = 9.44^{**} + X_{inc}3.86 \times 10^{-6}$ (3.269) (0)	0.02	$Y_{paper} = 14.60^{**} + X_{inc}3.69 \times 10^{-6} - X_{hh}1.13$ (5.415) (0) (0.95)	0.034

* $p < 0.05$ ** $p < 0.01$ *** $p < 0.001$

Y_n : Waste discharge rate of n category (g/cap/day), X_{inc} : household income (VND), X_{hh} : household size (person)

4.4.3.3 家庭系廃棄物の発生率推定モデル

Ojeda-Benítez²⁶⁾は、廃棄物発生に対する様々な要因の影響について、回帰モデルによって検討している。本研究においても、前述した検討において廃棄物発生率と関連性が認められた家族人数、収入といった社会経済的要因を用いて、物理組成別（特に合計、厨芥、プラスチック、紙）の廃棄物発生率に関する回帰モデルを構築することとした。モデル構築においては、最も高い決定係数が得られたモデルを採用することとした。合計、厨芥、プラスチック、紙の4種類の廃棄物発生率に関する回帰分析の結果を表4.4.9に示した。

単回帰モデルについては、家族人数によるモデルは合計、厨芥、プラスチックの3種類が統計的に有意($p < 0.001$)であったが、収入によるモデルはプラスチックのみが有意($p < 0.05$)なモデルとなり、その決定係数も0.052とかなり低かった。紙については、家族人数・収入ともに統計的に有意な推定モデルを構築することはできなかった。また、家族人数・収入の2変数を用いた重回帰モデルについては、単回帰モデルよりも高い決定係数となり、推定に当たっては重回帰モデルの方が信頼性の高い結果が得られると考えられる。ただし、収入の偏回帰係数はかなり小さかった点に注意が必要である($\beta < 3.10^{-5}$)。これら推定モデルを用いることによって、例えばある地域の平均家族人数、平均収入をモデルに代入することで当該地域の家庭系廃棄物の合計・厨芥・プラスチックの発生率の期待値を計算することが可能となる。

4.4.4 フェ市における調査結果

4.4.4.1 家庭系廃棄物の発生原単位・物理組成

フェ市の物理組成別発生原単位（乾季・雨季の平均値）とカントー市の調査結果を併せて表4.4.10に示した。フェ市の家庭系廃棄物の発生原単位は238.16g/cap/dayであり、生ごみが79.47%と最も多くを占めることが明らかとなった。また、カントー市の発生原単位は285.58g/cap/dayであったのに比較するとフェ市では238.16g/cap/dayと小さい傾向が見られた。両方の都市において生ごみの占める割合が最も大きかったが、カントー市で241.47g/cap/day、フェ市で189.00g/cap/dayと大きな差が認められ、この差が全体の発生原単位の差の原因となっていた。フェ市では、豚等の家畜を飼育する世帯があり、こうした家畜に生ごみを飼料として与えている世帯が見られたことも影響していると考えられる。物理組成別に見ると、割合が大きかった順にプラスチック、紙、草木、ガラス、その他、金属、繊維、ゴム・皮革、陶磁器となり、草木類についてフェ市の方が発生原単位が大きかったことを除けば、他の組成区分の発生原単位は両市で共通した傾向が見られた。

また、フェ市の家庭系廃棄物の資源化可能性について検討するため、堆肥化物、非堆肥化物、資源化

物、非資源化物の4種類に区分した結果を図4.4.7に示した。台所ごみ・庭ごみに含まれる硬い骨・貝殻（非堆肥化物）以外の堆肥化物の割合が最も大きく、全体の約80%を占めた。また、フエ市の家庭系廃棄物には資源化物が多く(10.65%)含まれていることが明らかとなり、堆肥化物を除く残り部分の半分以上を占めた。資源化物の詳細組成を検討した結果を図4.4.8に示した。内訳は、プラスチック(69.09%)が最も大きい割合を占め、うちプラスチックの袋が48.96%と全体の約半分を占めた。プラスチックは安価で便利のために使用量が増えてきている一方、使用後は汚れてしまうためリサイクルされずにごみとして排出されることも多く、リサイクル推進を図る上で重要な品目であると考えられる。紙は20.81%を占め、うち紙製容器が11.49%、紙製品が6.24%、新聞・雑誌が4.34%であった。以下、金属6.15%、ガラス3.95%の順となった。

表 4.4.10 カントー市・フエ市の物理組成別廃棄物発生原単位(乾季・雨季の平均値)

物理組成	Can Tho city			Hue city		
	g/cap/day	SD	%	g/cap/day	SD	%
<i>Plastic</i>	19.37	11.65	6.79	20.08	13.43	8.28
<i>Paper</i>	13.52	15.46	4.74	11.04	15.95	4.71
<i>Kitchen waste</i>	241.47	112.88	84.64	189.00	130.86	79.47
<i>Rubber & Leather</i>	0.34	1.40	0.12	0.75	3.83	0.33
<i>Grass & Wood</i>	3.21	7.81	1.13	10.48	36.51	4.54
<i>Textile</i>	0.69	2.64	0.24	1.23	5.83	0.47
<i>Metal</i>	1.83	2.38	0.64	1.28	2.47	0.55
<i>Glass</i>	2.49	4.57	0.87	2.37	12.11	0.8
<i>Ceramic</i>	0.32	1.18	0.11	0.60	2.31	0.26
<i>Miscellaneous</i>	1.97	12.83	0.69	1.33	6.70	0.59
<i>Total waste</i>	285.58	136.70	100	238.16	148.04	100

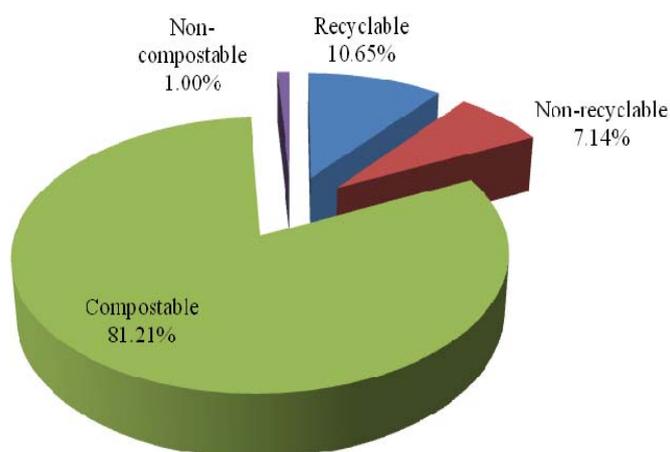


図 4.4.7 フエ市における家庭系廃棄物の資源化可能品目の内訳

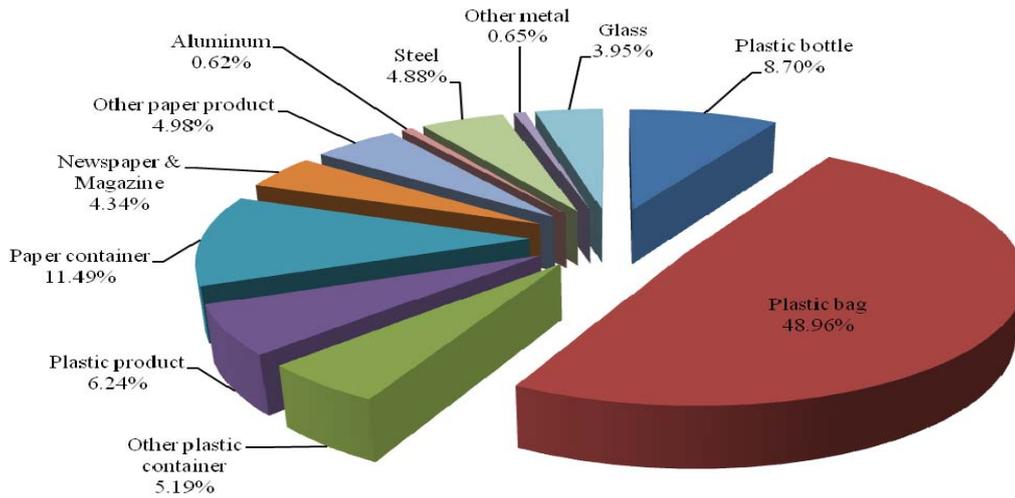


図 4.4.8 フェ市における家庭系廃棄物に含まれる資源化物の詳細組成

表 4.4.11 フェ市の家庭系廃棄物の見かけ比重・含水率

Categories	Density (kg/m ³)	Moisture content (%)
Plastic	33.93	35.49
Paper	54.89	34.18
Food	447.56	75.48
Total waste	272.15	72.95

4.4.4.2 家庭系廃棄物の見かけ比重・含水率

フェ市で調査した家庭系廃棄物について、厨芥、プラスチック、紙、合計の4区分の見かけ比重・含水率について調査した結果を表 11 に示した。見かけ比重はあらかじめ容積の分かっている容器を用いて廃棄物の体積・重量を計測し、次式によって計算した（表には3反復の平均値を記載）。

$$\text{Bulky density (kg/m}^3\text{)} = \frac{\text{weight of waste (kg)}}{\text{volume (m}^3\text{)}}$$

含水率の計測に当たっては、廃棄物を破碎・混合して計量し、105℃で24時間乾燥させた後、再度計量して次式によって計算した（表には3反復の平均値を記載）。

$$\text{Moisture content (\%)} = \frac{W_i - W_f}{W_i} \times 100$$

W_i : 乾燥前の重量, W_f : 乾燥後の重量

家庭系廃棄物全体の平均含水率は72.95%であり、水分の多くは厨芥に由来するものであった。

4.4.4.3 家庭系廃棄物発生の影響要因

1) 家庭系廃棄物発生原単位の季節による差

2期の調査結果について、表 4.4.12 に季節別の家庭系廃棄物平均発生原単位を物理組成別に示し、一元配置分散分析の結果を併せて示した。全体的な傾向として、家庭系廃棄物合計、厨芥の発生原単位は、雨季よりも乾季の方が高く、その他の区分については雨季と乾季で大きな差は認められず、乾季と雨季

の平均値の間に有意差が認められたのはゴム・皮革のみであった($p<0.05$)。また、乾季・雨季の2回の調査両方に参加した70世帯について、表4.4.13に季節別の家庭系廃棄物平均発生原単位を物理組成別に示し、対応のあるt検定の結果を併せて示した。全世帯の結果と同様、家庭系廃棄物合計、厨芥の発生原単位は、雨季よりも乾季の方が高く、その他の区分については雨季と乾季で大きな差は認められなかった。標準偏差から判断すると、世帯間の差が大きかったのは厨芥、草木であり、社会経済的特性との関連について注意深く検討する必要があると考えられる。

表 4.4.12 フェ市の季節別・物理組成別の家庭系廃棄物平均発生原単位(全対象世帯)

PHYSICAL COMPOSITION	1 st survey (dry season)			2 nd survey (rainy season)			ANOVA F value
	g/cap/day	SD	%	g/cap/day	SD	%	
Plastic	19.36	12.81	7.34	20.80	14.04	9.21	0.854
Paper	12.39	16.77	5.06	9.67	15.00	4.35	2.185
Kitchen waste	210.13	150.22	79.65	167.60	103.98	79.29	8.056**
Rubber & Leather	0.30	1.27	0.12	1.21	5.25	0.54	4.236*
Grass & Wood	11.61	41.56	5.26	9.33	30.65	3.82	0.288
Textile	0.96	2.79	0.39	1.50	7.78	0.54	0.656
Metal	1.13	2.22	0.4	1.43	2.70	0.69	1.126
Glass	2.53	12.16	0.85	2.21	12.09	0.74	0.052
Ceramic	0.73	2.39	0.25	0.47	2.22	0.26	0.948
Miscellaneous	1.44	6.23	0.67	1.22	7.17	0.57	0.078
Total waste	260.58	167.17	100	215.44	122.15	100	7.065**

表 4.4.13 フェ市の季節別・物理組成別の家庭系廃棄物平均発生原単位(2回の調査に参加した70世帯)

PHYSICAL COMPOSITION	1 st survey (dry season)			2 nd survey (rainy season)			Paired t-test
	g/cap/day	SD	%	g/cap/day	SD	%	
Plastic	17.37	8.53	7.21	19.74	15.18	9.03	-1.237
Paper	11.37	16.43	5.5	8.79	9.63	4.51	1.388
Kitchen waste	211.53	154.77	81.96	160.22	83.73	77.61	2.818**
Rubber & Leather	0.12	0.39	0.08	0.20	0.74	0.12	-0.797
Grass & Wood	5.92	22.95	2.64	12.24	40.46	5.57	-1.336
Textile	0.65	2.21	0.26	2.43	10.99	0.79	-1.350
Metal	0.92	1.65	0.38	1.54	2.84	0.79	-1.567
Glass	3.88	17.34	1.27	3.02	16.68	0.94	0.337
Ceramic	0.71	2.51	0.27	0.83	3.12	0.43	-0.241
Miscellaneous	0.82	4.06	0.43	0.49	1.86	0.21	0.616
Total waste	253.29	167.13	100	209.50	119.94	100	2.193*

* $p<0.05$ ** $p<0.01$

2) 社会経済的要因との関連性

フエ市の物理組成別の廃棄物発生原単位と社会経済的要因との関連性について、一元配置分散分析、順位相関分析によって検討した結果を表 4.4.14~4.4.16 に示した。

人口密度水準（5 水準）については、乾季・雨季ともに厨芥、合計の 2 区分で正の順位相関が認められ、これら 2 区分については都市化が進んだ地域ほど排出量が多い傾向が認められた。

家族人数については、1 人、2 人、3 人、4 人、5 人、6 人、7 人、8 人以上の 8 水準で、廃棄物発生之差を検討した。プラスチック、厨芥、合計の 3 区分については、乾季・雨季ともに発生原単位の平均値の有意差、また発生原単位と家族人数との間に負の順位相関が認められ、家族人数が多いほど発生原単位が小さくなる傾向が認められた。

収入については、300,000 VND/cap/month 未満、300,000-400,000 VND/cap/month、400,000-600,000 VND/cap/month、600,000-800,000 VND/cap/month、800,000 VND/cap/month 以上の 5 区分 (Group I, II, III, IV, V) に分類し、廃棄物発生原単位之差を検討した結果、乾季の金属の発生原単位についてのみ平均値の有意差、正の順位相関が認められたが ($p < 0.01$)、乾季・雨季で一貫した傾向は認められず、収入と家庭系廃棄物発生との関連性は弱いものと考えられた (図 4.4.9)。

3) 家計支出との関連性

フエ市の物理組成別・細組成別の廃棄物発生原単位と家計支出との関連性についての相関分析の結果を表 4.4.17 に示した。(1)食品・飲料・たばこに関する支出については、プラスチック ($p < 0.01$)、紙 ($p < 0.05$)、金属 ($p < 0.05$) の発生原単位と正の相関が認められ、細組成ではプラスチック包装 ($p < 0.01$) の発生原単位と正の相関が認められた。こうした品目の購入時には容器包装が付随し、結果としてこれらの廃棄物の発生を招いているものと考えられた。

(2)保健医療に関する支出については、物理組成別には紙、その他の発生原単位と正の相関が認められ、細組成ではプラスチック容器、紙その他、草木製品、その他と正の相関が認められた。(4)被服に関する支出は紙製容器 ($p < 0.01$) と正の相関が認められ、購入時に使用された紙製容器が短期間で廃棄されたものとも考えられるが、繊維の発生原単位とは関連が認められなかった。(6)家庭用品に関する支出はプラスチックボトル ($p < 0.01$) と正の相関が認められたが、これは洗剤等の家庭用品がプラスチックボトルの形状で販売され、使用後に廃棄されたことがこうした相関に表れているものと考えられた。

本調査は 1 ヶ月という短期間の調査であったため、購入してから廃棄するまでの時間差のあるもの、例えば長期的に使用する品目やその容器包装については調査期間内で購入金額、廃棄量の両方が把握できない場合がある点、また 13 世帯を対象とした小規模調査であったため統計的な解析には限界がある点に注意する必要がある。家計支出と廃棄物発生との関連を検討するに当たっては、調査期間・規模等の調査設計を十分に検討する必要があると思われる。

表 4.4.14 フェ市の物理組成別の廃棄物発生原単位と都市化水準との関連性の検討結果

1 st survey (dry season)												
Population density	n	Plastic	Paper	Kitchen Waste	Rubber & Leather	Grass & Wood	Textile	Metal	Glass	Ceramic	Miscellaneous	Total waste
Level I	30	15.47±8.11	10.19±12.82	132.51±68.14	0.25±0.56	0.32±1.22	2.46±5.16	0.83±1.65	6.77±26.16	0.95±3.55	0.45±1.01	170.19±84.65
Level II	30	19.95±13.56	12.05±15.41	198.75±131.65	0.08±0.24	3.13±9.35	0.19±0.38	1.19±2.61	0.97±2.66	0.13±0.72	0.81±3.62	237.25±143.35
Level III	30	23.93±13.59	19.91±25.67	238.90±149.62	0.99±2.65	9.42±29.41	1.33±2.81	1.73±3.31	2.10±4.66	0.64±1.47	4.6±12.82	299.65±165.37
Level IV	30	21.57±16.44	12.20±11.84	211.04±157.62	0.6±0.24	23.47±59.23	0.45±1.06	1.20±1.91	1.74±4.12	1.03±3.14	0.55±1.86	273.31±193.95
Level V	30	15.90±9.10	11.63±15.03	269.34±189.55	0.14±0.46	21.70±62.86	0.34±0.76	0.67±1.74	1.07±2.29	0.9±1.93	0.8±2.12	322.49±190.22
Anova F value	150	2.537*	0.473	3.745**	2.997*	1.991	3.732**	1.013	1.19	0.69	2.528*	4.143**
Correlation coefficient	150	0.008	0.04	0.186**	-0.08	0.095	-0.137*	0.027	-0.016	0.063	0.049	0.219**
2 nd survey (rainy season)												
Population density	n	Plastic	Paper	Kitchen Waste	Rubber & Leather	Grass & Wood	Textile	Metal	Glass	Ceramic	Miscellaneous	Total waste
Level I	30	20.20±14.80	9.01±10.62	144.99±83.18	0.09±0.32	2.87±6.59	1.18±4.37	0.92±1.80	6.83±25.21	0.64±1.69	0.33±0.95	166.86±92.30
Level II	29	17.22±10.34	6.40±5.94	140.14±91.93	0.35±1.43	14.4±51.75	0.24±0.79	1.13±2.61	2.01±7.35	0.15±0.80	0.09±0.2	164.90±111.81
Level III	29	19.75±9.05	11.77±15.83	190.84±137.38	2.84±7.61	15.33±31.06	0.79±2.23	1.37±1.51	0.27±0.62	0.77±3.98	1.76±3.72	225.76±146.16
Level IV	30	20.85±10.62	12.50±24.07	167.25±73.28	2.12±8.47	7.93±26.76	4.24±16.15	1.80±3.64	1.12±4.01	0.23±3.98	2.89±15.29	200.09±90.98
Level V	30	25.83±21.09	8.62±12.17	194.62±116.42	0.68±2.00	6.51±19.21	1.00±3.39	1.91±3.29	0.74±2.72	0.55±2.21	1.02±2.60	215.66±123.55
Anova F value	148	1.509	0.8	1.765	1.571	0.886	1.233	0.733	1.475	0.419	0.747	1.733
Correlation coefficient	148	0.128*	0.004	0.144*	0.082	0.045	0.056	0.103	-0.123	-0.045	0.130*	0.137*

表 4.4.15 フェ市の物理組成別の廃棄物発生原単位と家族人数との関連性の検討結果

1 st survey (dry season)												
Population density	n	Plastic	Paper	Kitchen Waste	Rubber & Leather	Grass & Wood	Textile	Metal	Glass	Ceramic	Miscellaneous	Total waste
1 resident	10	38.48±18.96	14.10±9.11	406.16±281.04	1.46±4.08	11.78±32.07	0.99±1.73	1.16±1.89	1.91±3.68	1.65±5.23	1.35±2.97	479.05±301.07
2 residents	20	27.12±9.51	15.75±12.97	311.07±197.07	0.09±0.03	17.43±67.14	0.76±1.49	2.34±3.97	3.37±8.41	1.57±4.60	0.93±2.04	380.43±205.23
3 residents	15	25.34±21.78	17.82±24.50	186.28±91.09	0.03±0.04	16.12±44.32	0.57±1.05	2.20±3.81	10.27±36.16	0.51±1.36	1.78±5.13	260.90±102.05
4 residents	34	17.18±7.51	12.78±16.19	213.42±136.08	0.23±0.81	9.08±28.61	1.94±4.84	0.91±1.13	1.96±3.61	0.80±1.55	0.63±1.91	258.94±146.37
5 residents	31	14.80±7.60	8.54±10.46	178.86±87.29	0.31±1.13	7.94±20.54	0.79±2.64	0.50±0.91	1.53±4.55	0.33±0.95	1.94±9.40	215.55±102.34
6 residents	15	15.09±7.20	11.85±12.10	167.76±62.11	0.17±0.44	6.74±15.62	0.42±1.33	1.47±1.92	1.21±2.40	0.27±0.72	2.70±10.06	207.68±77.22
7 residents	15	13.63±8.00	13.36±31.12	127.23±58.86	0.43±0.76	3.08±8.44	0.37±0.66	0.38±0.54	0.27±0.50	0.75±1.41	2.27±8.36	161.77±91.97
>8 residents	10	12.34±4.29	5.84±6.82	121.61±46.53	0.24±0.62	33.10±96.15	0.69±1.48	0.04±0.36	0.24±0.42	0.14±0.44	0.09±1.00	174.63±99.68
ANOVA F value	150	8.915***	0.81	3.709***	1.454	0.624	0.852	2.379*	1.079	0.868	0.317	7.191***
Correlation coefficient	150	-0.367**	-0.223**	-0.267**	-0.04	0.041	-0.053	-0.098	-0.043	0.015	-0.036	-0.304**
2 nd survey (rainy season)												
Population density	n	Plastic	Paper	Kitchen Waste	Rubber & Leather	Grass & Wood	Textile	Metal	Glass	Ceramic	Miscellaneous	Total waste
1 resident	8	44.13±35.26	26.84±43.71	237.54±119.10	0.06±0.09	17.89±35.16	0.07±0.20	0.94±2.58	5.19±13.42	0.08±0.21	0.40±0.71	333.14±126.37
2 residents	21	28.76±14.14	11.83±14.18	225.10±142.38	3.51±10.65	8.32±16.06	7.54±19.71	1.92±4.21	7.57±30.20	0.00±0.00	0.18±0.36	294.73±156.40
3 residents	13	23.39±12.55	12.81±20.49	160.74±53.56	0.04±0.04	15.57±28.29	0.51±0.82	1.45±2.56	1.61±4.71	0.88±3.17	8.29±23.03	225.28±64.49
4 residents	36	17.92±9.22	6.24±5.38	155.94±94.27	0.52±2.31	17.90±54.91	0.31±0.74	1.46±2.92	1.47±3.85	0.89±3.69	0.09±0.18	202.73±122.84
5 residents	30	19.36±8.76	8.91±11.16	176.40±96.42	1.98±6.61	3.45±6.99	0.34±1.25	1.48±1.96	0.76±2.08	0.37±1.45	0.60±1.53	213.66±102.11
6 residents	15	16.77±7.23	5.89±5.29	131.39±105.97	0.05±0.07	3.12±7.39	0.57±1.24	1.16±1.18	0.41±1.10	0.00±0.00	1.40±3.17	160.76±113.13
7 residents	14	15.91±5.52	10.44±10.82	139.64±82.32	1.58±2.99	2.59±4.82	0.93±2.83	1.64±3.32	1.18±3.86	0.52±1.24	1.56±4.13	176.00±86.55
>8 residents	11	10.66±4.68	6.82±8.081	114.15±67.61	0.30±0.59	2.78±3.57	1.24±1.80	0.68±0.80	0.65±1.36	0.65±1.61	0.19±0.31	138.12±73.69
ANOVA F value	148	7.421**	2.244*	2.529*	1.074	0.985	2.258*	0.282	0.826	0.519	2.201*	4.224**
Correlation coefficient	148	-0.293**	-0.106	-0.220**	0.084	-0.009	0.056	0.105	-0.025	0.086	0.124	-0.283**

Correlation coefficient using Kendall's tau-b * p<0.05, ** p<0.01, *** p<0.001

表 4.4.16 フェ市の物理組成別の廃棄物発生原単位と収入との関連性の検討結果

1 st survey (dry season)												
Income Level	n	Plastic	Paper	Kitchen Waste	Rubber & Leather	Grass & Wood	Textile	Metal	Glass	Ceramic	Miscellaneous	Total waste
Group I	26	17.59±8.66	15.14±27.14	184.34±113.63	0.63±2.56	6.36±14.41	0.54±1.19	0.44±0.73	0.36±0.65	0.39±1.00	3.29±9.80	229.11±126.71
Group II	26	18.03±10.33	11.98±18.72	158.09±74.44	0.44±1.27	15.04±59.10	1.05±2.97	0.81±1.84	7.95±27.66	0.31±1.10	2.26±10.27	215.96±115.12
Group III	30	20.15±15.03	12.06±11.36	237.86±172.77	0.24±0.89	9.79±29.52	0.38±0.73	1.01±1.45	1.87±3.92	0.59±1.59	0.29±1.90	284.26±185.38
Group IV	32	17.47±8.22	9.04±11.00	199.44±138.89	0.14±0.31	15.98±56.85	1.00±3.07	0.75±0.81	0.77±1.99	0.75±1.53	0.77±1.83	246.12±151.58
Group V	36	22.62±17.40	19.97±13.72	252.72±189.55	0.17±0.39	10.54±32.79	1.62±4.03	2.27±3.74	2.29±1.16	1.37±4.24	1.06±3.60	308.64±209.65
Anova F value	150	0.98	0.573	2.047	0.766	0.251	0.977	3.630**	1.723	1.003	1.071	1.677
Correlation coefficient	150	0.5	0.112	0.089	0.003	-0.007	0.081	0.171**	0.045	0.057	-0.015	0.092
2 nd survey (rainy season)												
Income Level	n	Plastic	Paper	Kitchen Waste	Rubber & Leather	Grass & Wood	Textile	Metal	Glass	Ceramic	Miscellaneous	Total waste
Group I	27	24.18±23.86	9.11±10.27	145.39±90.13	3.33±10.59	5.64±19.56	3.63±16.80	0.78±1.49	0.41±1.38	0.13±0.40	0.64±1.55	193.24±109.67
Group II	28	17.50±9.68	12.38±26.59	155.54±91.75	0.77±2.84	4.05±8.13	0.86±3.50	1.48±2.94	2.04±4.54	0.21±0.87	0.48±1.21	195.30±104.53
Group III	30	21.48±10.66	7.71±5.63	178.58±138.22	0.63±1.88	11.94±34.28	1.50±3.87	1.66±2.18	1.13±3.56	0.72±3.92	3.77±15.49	229.11±151.03
Group IV	30	20.62±11.95	9.83±15.06	172.50±75.92	0.78±0.63	13.93±48.16	0.57±1.33	2.02±4.10	0.80±1.83	0.24±1.00	0.61±1.55	221.89±103.43
Group V	33	20.37±10.57	9.46±10.36	181.55±112.01	0.77±3.79	10.29±26.79	1.16±4.27	1.17±2.05	6.10±24.84	0.96±2.55	0.57±2.34	232.41±133.79
Anova F value	148	0.8	0.361	0.645	1.369	0.53	0.669	0.886	1.171	0.834	1.194	0.681
Correlation coefficient	148	0.035	0.058	0.1	-0.041	0.092	-0.021	0.016	-0.018	0.053	-0.095	0.091

Correlation coefficient using Kendall's tau-b * p<0.05, ** p<0.01, *** p<0.001

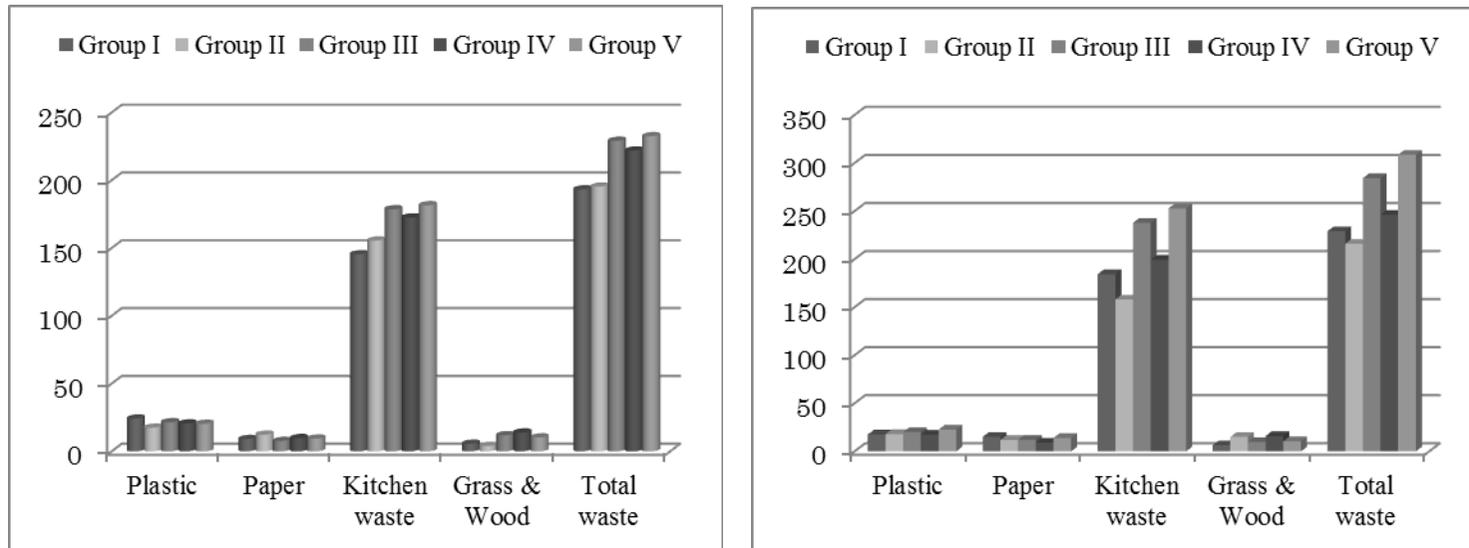


図 4.4.9 フェ市の主な物理組成別の廃棄物発生原単位と収入との関連性の検討結果 (左：乾季, 右：雨季)

表 4.4.17 フェ市の物理組成別・細組成別の廃棄物発生原単位と家計支出との関連性の検討結果

WASTE COMPOSITION	Food Beverage Cigarette	Health care	Entertainment & Education	Clothes	House payment	House appliance	Transportation	Other
Plastic	pos**	___	___	___	___	___	___	___
Paper	pos*	pos**	___	___	___	___	___	___
Kitchen waste	___	___	___	___	___	___	___	___
Rubber & Leather	___	___	___	___	___	___	___	___
Grass & Wood	___	___	___	___	___	___	___	___
Textile	___	___	___	___	___	___	___	___
Metal	pos*	___	___	___	___	___	___	___
Glass	___	___	___	___	___	___	___	___
Ceramic	___	___	___	___	___	___	___	___
Miscellaneous	___	pos**	___	___	___	___	___	___
Total waste	___	___	___	___	___	___	___	___
Plastic bottle	___	___	___	___	___	pos**	___	___
Plastic other container	___	pos**	___	___	___	___	___	___
Plastic packaging	pos**	___	___	___	___	___	___	___
Plastic other packaging	___	___	___	___	___	___	___	___
Plastic product	___	___	___	___	___	___	___	___
Plastic other	___	___	___	___	___	___	___	___
Paper container	___	___	___	pos**	___	___	___	pos**
Paper packaging	___	___	___	___	___	___	___	___
Paper product	___	___	___	___	___	___	___	___
Paper other	___	pos**	___	___	___	___	___	___
Grass & Wood product	___	pos*	pos*	___	___	___	___	___
Metal product	___	___	___	___	___	___	pos**	___
Miscellaneous	___	pos**	___	___	___	___	___	___

Correlation coefficient using Pearson coefficient

*p<0.05 **p<0.01

4.4.5 結論

カントー市及びフェ市の家庭系廃棄物の発生原単位はそれぞれ約 286 g/cap/day, 238 g/cap/day であり、生ごみがそれぞれ約 85%, 79%ともっとも多くを占めることが明らかとなった。また、生ごみ・庭ごみといった堆肥化物の割合が最も大きく、全体の 80%以上を占めた。また、資源化物が多く含まれており、そのうちプラスチックが最も大きい割合を占め、プラスチックの袋が全体の約半分を占めた。廃棄物の発生原単位の要因関連を検討した結果、季節変動、人口密度（都市化の度合いの代理指標）、収入、家族人数との関連性が認められた。発生原単位と家計消費の関連を検討した結果、「飲食料品・たばこ」に関する支出とプラスチック・紙の発生原単位との間に関連性が認められた。

参考文献

- 1) Idris A., Inanc B., Hassan M.N., 2004. Overview of waste disposal and landfills/dumps in Asian countries. *Journal of Mater. Cycles Waste Manag.* 6, 104–110.
- 2) World Bank, Vietnam Ministry of Environment and Natural Resources, Canadian International Development Agency, 2004. *Vietnam Environment Monitor: Solid Waste*.
- 3) Byer P.H., Hoang C.P., Nguyen T.T.T., Chopra S., Maclaren V., Haight M., 2006. Household, hotel and market waste audits for composting in Vietnam and Laos. *Waste Management and Research* 24(5), 465–472.
- 4) GSO, 2007a. *Statistical Yearbook*. General Statistical Office – Statistical Publishing House. Ha Noi, Vietnam.
- 5) URENCO, 2008. *Summary report on solid Waste management of Can Tho city*. Urban Environment Company (URENCO) (Vietnamese).
- 6) GSO, 2007b. *Statistical Yearbook of Can Tho city: Districts and suburban districts*. General Statistical Office – Statistical Publishing House. Ha Noi, Vietnam.
- 7) People committee, 2007. *Population of Hue city*. People committee of Hue city.
<http://www.Huecity.gov.vn/Index.aspx>
- 8) URENCO, 2009. *Summary report on solid Waste management of Hue city*. Urban Environment Company (URENCO) (Vietnamese).
- 9) GSO, 2006. *Vietnam Household Living Standard Surveys*. Vietnam's General Statistical Office.
- 10) Tanikawa N., 2000. A proposal to the testing method for physical composition of waste. *Waste Management Research* 11(6), 405–410.
- 11) Ojeda-Benitez S., Armijo de Vega C., Ramí' rez-Barreto M.E., 2003. Characterization and quantification of household solid wastes in a Mexican city. *Resources, Conservation and Recycling* 39, 211–222.
- 12) Burnley S.J., Ellis J.C., Flowerdew R., Polld A.J., Prosser H., 2007. Assessing the composition of municipal solid waste in Wales. *Resources, Conservation and Recycling* 49, 264–283.
- 13) Kawai K., 2007. *A proposal for the promotion of municipal solid waste recycling in Hanoi, Vietnam*. PhD thesis. Kyoto University, Japan.
- 14) Dahle'n L., Lagerkvist A., 2008. Review: Methods for household waste composition studies. *Waste Management* 28, 1100–1112.
- 15) Gómez G., Meneses M., Ballinas L., Castells F., 2008. Characterization of urban solid waste in Chihuahua, Mexico. *Waste Management* 28, 2465–2471.
- 16) Dennison G.J., Dodd V.A., Whelan B., 1996a. A socioeconomic based survey of household waste characteristics in the city of Dublin, Ireland - I. Waste composition. *Resour. Conserv. Recy.* 17, 227–244.
- 17) Dennison G.J., Dodd V.A., Whelan B., 1996b. A socioeconomic based survey of household waste characteristics in the city of Dublin, Ireland - II. Waste quantities. *Resour. Conserv. Recy.* 17, 245–257.
- 18) Buenrostro O., Bocco G., Bernache G., 2001. Urban solid waste generation and disposal in Mexico: a case study. *Waste Management and Research* 19, 169–176.
- 19) Gómez G., Meneses M., Ballinas L., Castells F., 2009. Seasonal characterization of municipal solid waste (MSW) in the city of Chihuahua, Mexico. *Waste Management* 29, pp 2018–2024.
- 20) Bandara N. J. G. J., Hettiaratchi J. P. A., Wirasinghe S. C., Pilapiiya S., 2007. Relation of waste generation

- and composition to socioeconomic factors: a case study. *Environ. Monit. Assess.* 135, 31–39.
- 21) Qu X., Li Z., Xie X., Sui Y., Yang L., Chen Y., 2009. Survey of composition and generation rate of household wastes in Beijing, China. *Waste Management* doi:10.1016/j.wasman.2009.05.014.
 - 22) Boldrin A., Christensen T.H., 2009. Seasonal generation and composition of garden waste in Aarhus (Denmark). *Waste Management*, doi:10.1016/j.wasman.2009.11.031.
 - 23) Gidarakos E., Havas G., Ntzamilis P., 2006. Country report: Municipal solid waste composition determination supporting the integrated solid waste management system in the island of Crete. *Waste Management* 26, 668–679.
 - 24) Rhyner C. R., 1992. Monthly Variations in Solid Waste Generation. *Waste Management & Research* 10, 67-71.
 - 25) Philippe F., Culot M., 2009. Household solid waste generation and characteristics in Cape Haitian city, Republic of Haiti. *Resources, Conservation and Recycling* 54:73–78.
 - 26) Ojeda-Benítez S., Lozano-Olvera G., Morelos R. A., Armijo de Vega C., 2008. Mathematical modeling to predict residential solid waste generation. *Waste Management* 28, S7–S13.

4.5 フェ市における事業系廃棄物の物理組成及び排出原単位

4.5.1 目的

フェ市における事業系一般廃棄物に焦点を当て、その発生・排出に関する実態調査を実施することにより、同市の都市ごみのマネジメント・3R 推進に資する基礎資料を得ることを目的とする。

4.5.2 方法

4.5.2.1 調査地域

本研究では、ベトナム中部のフェ市を対象とした。同市は Thua Thien Hue 省の省都であり、面積は 83.3 km²、2009 年 12 月 31 日現在の人口は 337,506 人である¹⁾。フェ市の都市ごみ収集量は 200t/日、収集率は 90-95%であり²⁾、Hue Urban Environment and Public Works State Company (HEPCO)によって収集されている。

4.5.2.2 サンプルの選定

事業系一般廃棄物の対象を選定するに当たっては、ベトナムにおける公式の産業分類である“*The System of Economic Branches of Vietnam*” (Decision No. 10/2007/QD-TTG dated January 23, 2007)³⁾を参照し、経済部門毎に対象事業者を選定することとした。この経済部門体系は 5 階層で構成され、第 1 レベルではアルファベット順で A~U までの 21 部門、第 2 レベルでは 88 部門、第 3 レベルでは 242 部門、第 4 レベルでは 242 部門、第 5 レベルでは 642 部門で構成される。その構造と構成を表 4.5.1 に示した。また、同表には本研究で対象とした経済部門を併せて示した。

また、対象とした各経済部門の業態区分とフェ市におけるそれぞれの区分の総事業所数、本研究の調査対象としたサンプル数、サンプル抽出方法を表 4.5.2 に示した。計 29 区分・446 事業所を対象とした。

4.5.2.1 調査の概要

本研究では、2011 年 9 月～11 月の雨期の期間において、調査対象に対して、廃棄物の発生量調査、組成調査、アンケート調査の 3 種類の調査を同時に実施した。

- 1) 廃棄物の発生量調査：廃棄物の発生量に関するデータを収集する目的で合計 10 日間の実測調査を実施した。最初の 3 日間は準備期間とし、残りの 7 日間の実測値を解析に用いることとした。（ただし、レストランの区分においては最後の 1 日に洪水が発生したため実測できず、6 日間のデータを使用した）廃棄物は「General waste」、「Recyclables」、「Food residues」「Garden waste」の 4 種類に分けて保管するよう対象者に依頼し、毎日収集して湿重量を実測した。
- 2) 廃棄物組成調査：調査期間中に廃棄物組成調査を実施した。代表的なサンプルを選定して廃棄物を収集し、10 種類の物理組成、用途形状に基づいて 54 種類の細組成に区分し、1 g を最小目盛りとするデジタルはかりを用いて湿重量を実測した。
- 3) アンケート調査：面談調査によって、事業規模等のごみ発生量の影響要因、リサイクルの現状に関するデータを取得した。

表 4.5.1 ベトナムの産業分類の概要 ^[10]

Level					BRANCH	Target category
1 st	2 nd	3 rd	4 th	5 th		
A	1-3	242 branches, each branch coded by three numbers after those of the corresponding Level 2	437 branches, each branch coded by four numbers after those of the corresponding Level 3	642 branches, each branch coded by five numbers after those of the corresponding Level 4	<i>Agriculture, Forestry and Aquaculture</i>	
B	5-9				<i>Mining Minerals</i>	
C	10-33				<i>Manufacturing and Processing Industries</i>	HH with business
D	35				<i>Production and Distribution of Electricity, Natural Gas, Hot Water, Steam and Air-Conditioning</i>	
E	36-39				<i>Water Supply, Waste and Sewage Management</i>	
F	41-43				<i>Construction</i>	
G	45-47				<i>Sale and repair of automobiles, motors, motorbikes, etc.</i>	HH with business & Market & supermarket
					<i>Wholesale and retail</i>	
H	49-53				<i>Transport and Warehouse</i>	Office
I	55-56				<i>Accommodation and Restaurant Services</i>	Restaurant & Hotel
J	58-63				<i>Information and Communication</i>	HH with business & Office
K	64-66				<i>Finance, Banking and Insurance</i>	Office
L	68				<i>Real-Estate Business</i>	Office
M	69-75				<i>Professional Practice, Science and Technology</i>	Office
N	77-82				<i>Administrative Services and Assistant Services</i>	HH with business & Office
O	84				<i>The Communist Party, Civil society, State administration, National defense security, etc.</i>	Office
P	85				<i>Education and Training</i>	School & education services
Q	86-88				<i>Health and social support activities</i>	Hospital & healthcare services
R	90-93				<i>Artistic, recreational activities</i>	HH with business & Office
S	94-96	<i>Other Services</i>	HH with business & Office			
T	97-98	<i>Hired Labor services for Households, Producing Home Consumption Material Products</i>	HH with business			
U	99	<i>Operation of International Organizations and Agencies</i>	Office			
21	88	242	437	642		

表 4.5.2 事業系廃棄物の調査対象とした産業区分とサンプル選定方法

Category	Sub-category	Total size	Sample size	Sample selection methods	Remarks	
Institutional waste	Schools/ Education assistant services	(1) Kindergarten	49	9	Based on the total list, excluding sub-category (4). The total list of each sub-category was prepared and sorted by the number of students. The target samples were selected systematically from the list.	-
		(2) Primary education	37	5		
		(3) Secondary education	36	9		
		(4) Post-graduate education	8	2		
		(5) Other education services	181	6		
		(6) Education assistant services	0	0		
	Hospital/Healthcare services	(1) Hospitals	12	3	- Random selection	-
		(2) Healthcare stations	27	3	- The total list of each sub-category was prepared and sorted by the number of beds. The target samples were selected systematically from the list.	-
		(3) General and specialized medical establishments	256	6	- The total list of each sub-category was prepared and sorted by the number of staff. The target samples were selected systematically from the list.	- 50% samples is family scale - 50% samples is medium scale
		(4) Dental establishments	92	6	-	-
		(5) Standby [reserve] medical	5	1	- Random selection	-
		(6) Orthopedic/ rehabilitation centers	2	1	- Random selection	-
	Offices	(1) Government offices - Professional management services - People committee (PC)	18 27+2	3 3+2	- Random selection (Departments/Bureaus/Institutions/Agencies) - Random selection (27 Wards' PC, 2 City/Province's PC)	-
		(2) Other offices			- Random selection from the total list	-
	Commercial waste	Hotel	(1) Guest house	101	10	Based on the total list: The total list of each sub-category was prepared and sorted by the number of beds. The target samples were selected systematically from the list.
(2) 1-star hotel			29	10		
(3) 2-star hotel			18	7		
(4) 3-star hotel			10	6		
(5) 4-star hotel			7	5		
(6) 5-star hotel			4	3		
Restaurant		(1) Restaurant (large scale)	131	15	- 5 target zones were selected according to the urbanization level ^[11]	68 restaurants in 5 zones
		(2) Family-restaurant and pub/bar - 1 worker - 2 workers - 3 workers - 4 workers or more	1068	30	Based on the total list of each target zone: The total list of each sub-category was prepared and sorted by the number of workers. The target samples were selected systematically from the list. Sample size was decided according to the proportion by the number of workers in each zone.	Total number in 5 zones: - 1 worker: 565 - 2 workers: 425 - 3 workers: 114 - 4 workers or more: 92
			836	22		
			212	7		
			190	6		
		(3) Beverage shops - 1 worker - 2 workers - 3 workers or more	921	11		Total number in 5 zones: - 1 worker: 564 - 2 workers: 416 - 3 workers or more: 149
			793	7		
			211	2		
(4) Vendor	NA	5	- Random selection	1 sample for each zone		

Market and supermarket	(1) Market (kiosks in market)	460	64	<ul style="list-style-type: none"> - Kiosks are classified into 12 categories and 31 sub-categories based on the “<i>The system of economic branches of Vietnam</i>” (level 5) - The total list of each sub-category was prepared. The target samples were selected systematically from the list. 	1 st class market
	(2) Supermarket	8	1	- Random selection	
Household with business	(1) Manufacturing and Processing Industries (C)*	3247	45	<ul style="list-style-type: none"> - 5 target zones were selected according to the urbanization level ^[11] - Based on the total list of each target zone: <i>The total list of each sub-category was prepared and selected systematically from the list.</i> 	- 17 categories from 25 total categories in the 2 nd level of the “ <i>System of Economic Branches</i> ”
	(2) Sale, repair of automobiles, motors, motorbikes etc. Wholesale and retail (G)*	7375	82	- The sub-categories with less than 5 facilities were not surveyed (only 55 in total 85 sub-categories were considered and surveyed).	- 31 categories from 53 total categories in the combination both 4 th and 5 th levels of the “ <i>System of Economic Branches</i> ”
	(3) Other Services (Level 1 of the “ <i>System of Economic Branches</i> ”: J, N, R, S, T)*	2250	17		- 7 categories in the 2 nd level of the “ <i>System of Economic</i> ”

(* Industrial code according Level 1 of the “*System of Economic Branches*”, NA: Not available)

4.5.3 結果及び考察

4.5.3.1 事業系一般廃棄物の業種・業態別の発生原単位

フエ市の事業系廃棄物の業種・業態別の発生原単位(kg/unit/day)の平均及び標準偏差を表 4.5.3 に示した。発生原単位は「General waste」, 「Recyclables」, 「Food residues」 「Garden waste」 の 4 種類に分け、また従業員数、あるいはベッド数等の事業規模を表す様々な変数で除して計算した。

教育機関については、g/class/day, g/pupil (student)/day, g/classroom/day の 3 種類の原単位を計算し、食堂と教室の 2 つの発生源を区別して計量した。g/class/day, g/classroom/day の 2 種類の原単位では“Kindergarten”が最も大きく、g/pupil (student)/day の原単位では“other education (baby-keeping house)”の原単位が最も大きかった。

医療機関については、g/patient/day, g/worker/day, g/bed/day の 3 種類の原単位を計算した。g/patient/day の原単位では“hospital” が最も大きく、次いで“dental establishment”が大きかった。一方、g/worker/day の原単位では“dental establishment”が最も大きく、次いで“hospital”が大きく、順序が逆転した。種類別には general waste の量が最も多く、以下 food residues, garden waste, recyclable waste の順であった。(医療廃棄物については本研究で調査していない)

事務所については、g/room/day, g/worker/day, g/m²/day の 3 種類の原単位を計算した。廃棄物の発生原単位は g/unit/day でみると“professional management services”が他の事業区分よりも小さく、g/worker/day, g/m²/day でみると“other offices”の発生原単位が大きかった。種類別には recyclable waste が最も多く、以下 general waste, garden waste の順となり、養豚業者によって収集される Food residues は排出されていなかった。

ホテルについては、kg/room/day, kg/bed/day, kg/guest/day の 3 種類の原単位を計算した。ホテルのグレード別に見ると、kg/unit/day の原単位では“5-star hotel”が最も大きく、“guesthouse”が最も小さかった。種類別には、general waste の量が最も多く、以下 food residues, recyclable, garden waste の順となった。

レストランについては、kg/worker/day, g/chair/day, g/table/day の 3 種類の原単位を計算した。レスト

ランの業態別に見ると、kg/unit/day の原単位では、“vendor”が最も小さく、“Cafe shops”, “restaurants”の順に大きくなった。kg/worker/day の原単位（4 種類合計）では、“1-worker restaurant”が最も大きく、g/table/day, g/chair/day の原単位では“3-workers restaurant”が最も大きかった。種類別には food residues の量が最も多く、以下 general waste, recyclable, garden waste の順となった。

市場・スーパーマーケットについては、市場の Kiosk(売店)を 12 区分に分類し、kg/kiosk/day, kg/m²/day, g/m²/hour の 3 種類の原単位を計算した。スーパーマーケットでは、g/m²/day and kg/worker/day の 2 種類の原単位を計算した。

住居付き事業所については、製造業、自動車販売・修理業、卸売・小売業、その他サービスの 4 種類に分類し、日常生活から排出される廃棄物は店舗から排出される廃棄物と区分し、別途 g/capita/day とし計算した。また、garden waste は家庭・事業規模によって 2 種類を計算した。

各経済部門において、業態区分による平均発生原単位の差を一元配置分散分析によって検討したところ、ホテル、教育機関、市場の 3 部門において業態区分による平均発生原単位の有意差が認められた。

表 4.5.3 事業系都市廃棄物の発生原単位(g/unit/day)

WASTE	CATEGORY	General					Recyclable					Food residues					Garden					Total				
		g/class/day	g/pupil/day	g/classroom/day	g/patient/day	g/worker/day	g/room/day	g/bed/day	g/guest/day	g/chair/day	g/table/day	g/kiosk/day	g/m2/day	g/worker/day	g/capita/day	Garden source: calculated in two aspects										
INSTITUTION WASTE	School/Education service	(1) Kindergarten - Classes	1225.49 ± 991.96	5.04 ± 12.35	0	552.76 ± 805.99	1686.03 ± 928.76	32.59 ± 23.83	0.12 ± 0.28	0	15.73 ± 24.94	45.66 ± 23.44	1181.21 ± 1006.5	3.78 ± 9.26	0	537.21 ± 811.03	1624.93 ± 957.71									
		Kindergarten - Canteen	467.63 ± 227.53	28.32 ± 39.22	2989.65 ± 1743.24	0	3558.55 ± 1743.4	13.23 ± 3.65	0.8 ± 1.12	84.18 ± 48.38	0	100.28 ± 46.6	439.98 ± 177.53	26.05 ± 36.72	2848.14 ± 1643.61	0	3387.12 ± 1587.26									
		(2) Primary education - Classes	861.67 ± 184.57	0	0	119.14 ± 202.17	980.82 ± 124.45	25.61 ± 3.01	0	5.01 ± 8.97	0	30.62 ± 11.3	842.9 ± 162.36	0	0	136.63 ± 236.88	979.53 ± 237.65									
		Primary education - Canteen	112.18 ± 66.65	0	1537.02 ± 635.06	0	1649.2 ± 588.62	3.21 ± 1.22	0	51.81 ± 28.73	0	55.03 ± 27.54	114.69 ± 62.9	0	1634.23 ± 702.62	0	1748.91 ± 647.99									
		(3) Secondary education - Classes	475.57 ± 205.31	16.1 ± 47.42	0	685.45 ± 486.59	1137 ± 580.25	12.66 ± 5.86	0.39 ± 1.13	0	18.35 ± 15.7	30.46 ± 19.57	592.01 ± 269.84	19.4 ± 57.52	0	888.43 ± 701.51	1458.15 ± 864.51									
		Secondary education - Canteen	126.82 ± 48.33	18.46 ± 22.68	117.35 ± 133.07	0	329.42 ± 257.39	2.88 ± 1.04	0.42 ± 0.52	2.69 ± 3.04	0	7.55 ± 5.94	182.5 ± 121.58	21.56 ± 21.66	154.22 ± 180.06	0	428.93 ± 328.39									
		(4) Post-graduate education - Classes	368.82 ± 46.71	50.96 ± 25.73	0	474.33 ± 670.81	776.16 ± 483.02	6.17 ± 4.22	0.7 ± 0.06	0	4.5 ± 6.36	10.25 ± 0.49	496.64 ± 418.46	52.98 ± 16.46	0	283.57 ± 401.02	762.68 ± 133.62									
		Post-graduate education - Canteen	212.24 ± 52.33	31.24 ± 3.09	291.48 ± 21.15	0	625.74 ± 94.11	3.67 ± 2.84	0.52 ± 0.34	4.6 ± 2.4	-	9.65 ± 4.37	298.16 ± 273.51	41.65 ± 34.33	364.28 ± 256.1	0	758.36 ± 487.18									
		(5) Other education																								
		- Private teaching classes	21.06 ± 1.78	0	0	0	21.06 ± 1.78	2.58 ± 0.04	0	0	0	2.58 ± 0.04	138.75 ± 56.21	0	0	0	138.75 ± 56.21									
		- Baby-keeping house	1050.96 ± 486.58	0	1592.27 ± 1797.64	0	2643.23 ± 1318.2	79.31 ± 63.23	0	143.14 ± 129.74	0	222.46 ± 153.95	780.48 ± 661.44	0	796.13 ± 898.82	0	1576.62 ± 451.3									
		ANOVA (F) [Among Classes of sub-categories]	2.51	1.174	-	0.892	1.544	3.485*	0.491	-	0.729	1.901	1.395	0.982	-	1.371	0.947									
ANOVA (F) [Among Canteens of sub-categories]	6.689**	0.749	7.231**	-	9.016**	9.878**	0.724	7.304**	-	10.058**	4.526*	0.909	6.957**	-	8.660**											
INSTITUTION WASTE	Health-care services	g/patient/day					g/worker/day					g/bed/day														
		(1) Hospitals	448.16 ± 565.2	40.83 ± 55.98	211.72 ± 423.43	88.19 ± 102.73	788.89 ± 1036.53	188.29 ± 112.64	30.53 ± 55.77	38.52 ± 77.03	70.63 ± 122.65	327.96 ± 160.19	186.51 ± 109.27	31.41 ± 58.67	30.04 ± 60.09	79.17 ± 143.62	327.13 ± 155.99									
		(2) Healthcare stations	91.37 ± 143.24	0	0	20.73 ± 26.67	112.09 ± 126.91	99.78 ± 57.02	0	0	181.66 ± 255.37	281.43 ± 241.22	178.67 ± 207.28	0	0	22.29 ± 31.52	200.95 ± 175.76									
		(3) General/specialized medical establishments	96.22 ± 100.72	13.31 ± 26.62	44.09 ± 88.17	0	153.62 ± 211.07	183.47 ± 147.76	17.45 ± 34.89	57.79 ± 115.59	0	258.71 ± 263.54	374.05 ± 300.9	14.83 ± 29.66	49.13 ± 98.25	0	438.01 ± 296.23									
		(4) Dental establishments	570.9 ± 517.06	0	0	0	570.9 ± 517.06	621.66 ± 413.17	0	0	0	621.66 ± 413.17	1201.95 ± 309.17	0	0	0	1201.95 ± 309.17									
		(5) Standby (reserve) medical activities	65.93	0	0	24.25	90.18	87.68	0	0	32.25	119.94	-	-	-	-	-									
		(6) Orthopedic and rehabilitation centers	251.51	14	162.05	292.29	719.84	57.72	3.21	37.19	67.08	165.21	50.3	2.8	32.41	58.46	143.97									
		ANOVA (F)	0.838	0.737	0.447	5.137*	0.703	2.551	0.397	0.329	0.807	0.952	7.578**	0.327	0.248	0.507	6.084									
		INSTITUTION WASTE	Offices	g/room/day					g/worker/day					g/m2/day												
				(1) Government offices																						
				- Professional management services	168.29 ± 166.52	9.58 ± 16.59	0	154.45 ± 131.43	332.33 ± 233.37	35.34 ± 43.63	1.17 ± 2.02	0	28.98 ± 24.58	65.49 ± 61.51	1.51 ± 1.94	0.06 ± 0.1	0	1.14 ± 1.01	2.7 ± 2.74							
				- People committee (PC)	280.97 ± 58.2	370.99 ± 197.54	0	960.49 ± 678.44	1612.44 ± 471.41	39.32 ± 17.6	45.76 ± 32.01	0	87.21 ± 14.33	172.29 ± 45.84	1.86 ± 0.23	2.66 ± 0.24	0	3.74 ± 0.39	8.26 ± 0.2							
(2) Other offices (10 detailed sub-categories)	250.22 ± 194.77			509.35 ± 781.28	0	89.71 ± 158.12	849.28 ± 1035.31	51.07 ± 39.53	212.67 ± 316.34	0	9.6 ± 17.07	273.33 ± 355.38	8.14 ± 4.79	10.61 ± 17.33	0	0.62 ± 1.05	19.37 ± 23.77									
ANOVA (F) [Among 13 sub-categories]	1.259			1.622	-	3.487**	1.622	1.134	1.901	-	3.550**	1.727	0.888	0.818	-	1.208	0.594									
COMMERCIAL WASTE	Hotel			kg/room/day					kg/bed/day					kg/guest/day												
				(1) Guest house	0.19 ± 0.11	0.02 ± 0.01	0.09 ± 0.2	0.01 ± 0.03	0.3 ± 0.24	0.13 ± 0.08	0.01 ± 0.01	0.06 ± 0.13	0.01 ± 0.02	0.21 ± 0.16	0.39 ± 0.29	0.08 ± 0.11	0.07 ± 0.14	0.02 ± 0.06	0.55 ± 0.4							
				(2) 1-star hotel	0.31 ± 0.15	0.03 ± 0.02	0.07 ± 0.12	0.01 ± 0.04	0.42 ± 0.22	0.18 ± 0.09	0.02 ± 0.01	0.04 ± 0.07	0.01 ± 0.03	0.25 ± 0.13	0.59 ± 0.55	0.05 ± 0.08	0.08 ± 0.21	0	0.75 ± 0.66							
				(3) 2-star hotel	0.29 ± 0.31	0.02 ± 0.02	0.12 ± 0.16	0	0.42 ± 0.4	0.17 ± 0.17	0.01 ± 0.01	0.07 ± 0.09	0	0.24 ± 0.22	0.82 ± 0.85	0.05 ± 0.08	0.14 ± 0.2	0	1.01 ± 1							
				(4) 3-star hotel	0.55 ± 0.37	0.06 ± 0.05	0.29 ± 0.07	0	0.9 ± 0.4	0.29 ± 0.18	0.03 ± 0.03	0.16 ± 0.04	0	0.48 ± 0.19	1.43 ± 1.29	0.19 ± 0.28	1.01 ± 1.5	0	2.63 ± 2.63							
				(5) 4-star hotel	0.65 ± 0.45	0.06 ± 0.04	0.42 ± 0.26	0	1.12 ± 0.73	0.45 ± 0.19	0.04 ± 0.03	0.31 ± 0.12	0.01 ± 0.02	0.82 ± 0.31	1.18 ± 1.21	0.22 ± 0.58	0.85 ± 0.85	0.03 ± 0.12	2.28 ± 2							
		(6) 5-star hotel	0.79 ± 0.24	0.1 ± 0.07	0.51 ± 0.02	0.11 ± 0.17	1.5 ± 0.25	0.58 ± 0.25	0.07 ± 0.06	0.37 ± 0.03	0.08 ± 0.12	1.1 ± 0.31	1.73 ± 1.05	0.21 ± 0.18	1.13 ± 0.42	0.08 ± 0.19	3.15 ± 1.38									
		ANOVA (F)	3.993**	3.979**	6.971**	2.619*	7.8004**	7.225**	4.968**	0.136*	2.496*	15.011**	7.207**	2.611*	10.257**	3.372**	11.529**									
		COMMERCIAL WASTE	Restaurant	kg/worker/day					g/chair/day					g/table/day												
				(1) Restaurant (large scale)	1.41 ± 0.82	0.15 ± 0.18	1.86 ± 1.59	0	3.42 ± 2.32	134.5 ± 65.55	10.49 ± 9.29	174.26 ± 123.13	0.52 ± 1.54	319.76 ± 175.8	611.5 ± 311.02	61.49 ± 93.92	795.65 ± 598.81	2.85 ± 8.91	1502.38 ± 874.94							
				(2) Family-restaurant and pub/bar																						
				- 1 worker	2.75 ± 2.1	0.05 ± 0.12	4.44 ± 4.24	0	7.25 ± 6.68	160.38 ± 104.88	3.02 ± 8.02	232.59 ± 165.93	0	395.98 ± 231.15	586.3 ± 439.4	12.06 ± 32.09	883.67 ± 682.75	0	1482.04 ± 973.35							
- 2 workers	1.51 ± 0.77			0.08 ± 0.12	3.08 ± 2.46	0.05 ± 0.16	4.72 ± 2.57	132.31 ± 71.46	4.57 ± 6.42	222.71 ± 189.47	3.58 ± 10.52	363.16 ± 227.17	568.37 ± 337.3	18.08 ± 25.39	996.51 ± 860.55	14.68 ± 42.38	1597.64 ± 992.37									
- 3 workers	1.74 ± 1.04			0.05 ± 0.09	3.87 ± 4.88	0	5.66 ± 5.55	169.17 ± 123.9	3.28 ± 6.56	459.65 ± 657.56	0.52 ± 1.57	632.63 ± 770.47	675.99 ± 494.86	15.58 ± 32.58	1796.34 ± 2628.07	1.84 ± 5.51	2489.74 ± 3071.9									
- 4 or more than 4 workers	2.1 ± 2.22			0.22 ± 0.54	2.4 ± 2.22	0.01 ± 0.03	4.73 ± 4.18	210.42 ± 161.32	4.64 ± 7.06	317.99 ± 377.27	0	533.05 ± 371.61	829.28 ± 657.46	18.58 ± 28.24	1251.35 ± 1520.08	0	2099.21 ± 1520.67									
(3) Beverage shops																										
- 1 worker	2.08 ± 0.93			0.01 ± 0.01	0	0	2.09 ± 0.94	101.04 ± 52.27	0.32 ± 0.28	0	0	101.36 ± 52.34	330.9 ± 131.1	1.14 ± 1.05	0	0	332.04 ± 131.28									
- 2 workers	1.7 ± 1.4			0.07 ± 0.1	0	0.13 ± 0.32	1.9 ± 1.51	76.16 ± 38.86	2.47 ± 3.17	0	9.76 ± 26.46	88.39 ± 54.35	278.62 ± 133.64	8.84 ± 11.41	0	38.48 ± 106.04	325.94 ± 204.55									
- 3 or more than 3 workers	1.95 ± 1.88			0.79 ± 1.36	0	0.1 ± 0.13	2.85 ± 2.04	126.32 ± 44.77	8.91 ± 11.76	0	1.87 ± 3.23	137.09 ± 45.75	504.74 ± 204.17	28.21 ± 34.53	0	7.46 ± 12.93	540.42 ± 194.33									
(4) Vendor	1.52 ± 1.06			0.02 ± 0.03	0.33 ± 0.05	0	1.87 ± 1.04	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0									
ANOVA (F)	0.913	2.106*	2.910**	1.059	2.023	1.566	1.586	0.831	2.330*	1.599	1.694	2.278*	0.849	2.460*												
COMMERCIAL WASTE	Market and supermarket	kg/kiosk/day					kg/m2/day					g/m2/hour														
		(1) Market (kiosk in market)																								
		- Food (rice, cereal, etc.)	1.58 ± 1.72	0.43 ± 0.18	0	0	2.01 ± 1.53	0.84 ± 0.87	0.24 ± 0.12	0	0	1.08 ± 0.75	143.7 ± 155.98	22.07 ± 11.31	0	0	98.16 ± 68.17									
		- Meat and meat products	0.4 ± 0.09	0.05 ± 0.08	5.21	0	3.05 ± 3.64	0.57 ± 0.41	0.06 ± 0.12	1.74 ± 3.68	0	2.36 ± 4.12	39.42 ± 16.62	9.39 ± 13.29	289.31 ± 409.15	0	344.37 ± 431.06									
		- Fish and fish products	0.36 ± 0.3	0	1.57 ± 1.12	0	1.85 ± 0.96	0.33 ± 0.34	0	1.53 ± 1.3	0	1.86 ± 1.11	39.68 ± 48.74	0	165.21 ± 164.48	201.68 ± 153.12										
		- Vegetables	4.21 ± 1.16	0	0	0	4.21 ± 1.16	2.85	0	0	0	2.85	480.86 ± 117.47	0	0	265.78 ± 266.42										
		- Fruits	11.2 ± 4.65	3.53 ± 3.6	0	0	14.73 ± 8.25	4.35 ± 0.41	1.05 ± 1.59	0	0	5.41 ± 2.41	1135.52 ± 262.54	111.52 ± 70.97	0	551.92 ± 95.95										
		- Other foodstuffs	0.22 ± 0.1	0	0	0	0.22 ± 0.1	0.17 ± 0.02	0	0	0	0.17 ± 0.03	18.31 ± 7.71	0	0	10.4 ± 6.71										
		- Food stalls	1.29 ± 1.62	0.1 ± 0.23	5.84 ± 3.6	0	7.23 ± 4.84	0.77 ± 0.96	0.06 ± 0.14	3.47 ± 2.14	0	4.3 ± 2.88	150.61 ± 122.4	10.15 ± 22.7	523.57 ± 251.07	0	623.37 ± 250.65									
		- Beverages	0.35	0	0	0	0.35	0.09	0	0	0	0.09	63	0	0	15.75										
		- Cigarettes, rustic tobacco	0.19	0.03	0	0	0.22	0.14	0.03	0	0	0.17	16.21	2.18	0	14.46										
		- Textiles, apparel, footwear	0.68 ± 0.19	0.01	0	0	0.68 ± 0.19	0.32 ± 0.03	0	0	0	0.32 ± 0.03	52.64 ± 12.23													

4.5.3.2 事業系一般廃棄物の業種・業態別の物理組成

事業系一般廃棄物の業種・業態別の10区分の物理組成の平均を表4.5.4に示す。教育機関については、教室・食堂から排出される General waste を対象に5種類の業態別の物理組成を調査し、garden waste については別途表中に示した。全体のうち、Food waste が最も多く、以下 paper, plastic の順となった(ただし“post-graduate education”を除く)。“post-graduate education”では、plastic(27.42%)が最も多く、以下 miscellaneous (23.96%), food waste (21.29%), grass and wood (13.32%), paper (11.64%)の順であった。事務所については、General waste を対象に物理組成を調査した結果、Paper, food waste が最も多く、以下 plastic, miscellaneous, grass and wood, metals, textile, rubber and leather, ceramic, glass の順となった。food waste の多くは事務所で生活する警備員・運転手からのものであった。ホテルについては、General waste 及び recyclable waste が分別されずに排出される例も多かったため、これら2種類を合わせて物理組成を調査した。全体のうち、Food waste が最も多く、以下 plastic, paper の順であった(ただし“guest house”

表 4.5.4 事業系廃棄物の物理組成(%)

Category	Sub-category	Plastic	Paper	Food waste	Rubber & leather	Grass & wood	Textile	Metal	Glass	Ceramic	Miscellaneous	Total	Boundary		
Institutional waste	Schools/	(1) Kindergarten	14.87	20.04	51.01	1.47	4.05	1.55	0.65	0.14	0.88	5.33	100	General waste (class and canteen)	
		(2) Primary education	21.74	23.77	22.81	0.60	7.50	6.86	0.13	0.12	3.99	12.48	100		
		(3) Secondary education	22.74	28.76	32.06	0.17	8.21	0.38	0.32	1.14	0.46	5.76	100		
		(4) Post-graduate education	27.42	11.64	21.29	0.21	13.32	1.66	0.51	-	-	23.96	100		
		(5) Other education services	15.21	22.36	32.47	0.06	23.78	0.19	1.16	-	-	4.77	100		
		Garden of school	1.48	6.82	0.25	0.07	90.10	0.76	0.03	-	-	0.50	100		
	Offices	Hospital/Healthcare services	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
		(1) Government offices	15.66	38.57	31.39	0.58	4.69	0.78	1.90	0.18	0.14	6.13	100	General waste	
		- Professional management	11.56	43.67	30.80	0.23	9.73	0.55	0.52	-	-	2.94	100		
		- People committee (PC)	14.07	35.61	39.45	0.01	0.20	0.26	1.75	-	-	8.64	100		
(2) Other offices	21.34	36.42	23.90	1.49	4.12	1.53	3.42	0.54	0.42	6.80	100				
Commercial waste	Hotel	(1) Guest house	11.52	10.24	28.80	0.03	3.73	0.04	1.70	31.90	0.01	12.05	100	General waste and recyclable waste	
		(2) 1-star hotel	28.29	23.39	28.75	0.14	10.29	0.05	3.01	-	-	6.09	100		
		(3) 2-star hotel	25.15	8.99	52.15	0.05	2.92	0.85	0.42	-	-	9.46	100		
		(4) 3-star hotel	9.48	9.69	63.11	0.77	7.56	1.17	2.74	-	-	5.48	100		
		(5) 4-star hotel	13.86	18.93	47.37	0.38	3.64	1.77	1.67	3.52	0.01	8.86	100		
		(6) 5-star hotel	15.52	13.84	55.81	0.09	1.46	2.89	1.50	3.77	0.18	4.95	100		
	Restaurant	(1) Restaurant (large scale)	12.80	9.04	57.63	0.08	4.69	2.82	1.18	0.99	0.17	10.61	100	General waste	
		(2) Family-restaurant and	11.66	9.64	53.43	0.04	7.47	1.19	1.76	0.50	0.42	13.90	100		
		(3) Beverage shops	4.62	5.46	78.48	0.02	3.30	0.22	1.17	0.04	0.05	6.64	100		
		(4) Vendor	12.90	-	76.10	-	10.16	-	-	-	-	0.84	100		
	Market and supermarket	(1) Market (kiosk in market)	18.19	10.50	51.76	0.67	13.13	0.28	0.19	0.40	0.20	4.68	100	General waste	
		- Food (rice, cereal, etc.)	2.65	0.94	71.33	0.17	-	-	-	-	-	24.91	100		
		- Meat and meat products	26.11	15.62	55.88	0.09	-	-	-	2.29	-	-	100		
		- Fish and fish products	4.74	-	95.04	-	-	-	-	-	-	0.22	100		
		- Vegetables	4.80	0.69	91.15	-	3.07	-	-	-	-	0.29	100		
		- Fruits	8.51	14.48	62.02	0.03	0.19	-	-	-	-	14.76	100		
		- Other foodstuffs	55.14	27.09	14.94	0.15	2.19	0.25	-	-	-	0.25	100		
		- Food stalls	3.67	2.98	46.61	0.03	38.45	0.02	0.03	0.43	-	7.77	100		
		- Beverages	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
		- Cigarettes, rustic tobacco	19.87	4.10	66.56	0.95	7.26	-	1.26	-	-	-	100		
		- Textiles, apparel, footwear	51.46	15.79	22.53	4.92	2.75	2.19	0.24	-	-	0.11	100		
		- Fresh flowers, ornamental	6.90	4.32	5.34	0.10	83.22	-	0.09	-	-	0.03	100		
- Other commodities	16.27	29.49	37.94	0.93	7.28	0.62	0.41	1.69	2.23	3.14	100				
(2) Supermarket	23.58	22.15	42.42	0.08	1.77	3.48	1.06	-	-	5.48	100	General waste			
with business	(1) Manufacturing Industries	20.88	8.21	37.13	2.63	7.64	16.84	4.15	0.31	-	2.20	100	General waste of business facilities		
	(2) Sale, repair of automobiles	17.39	25.43	18.84	20.21	0.48	10.54	1.84	-	-	5.29	100			
	Wholesale and retail (G)	20.32	11.37	48.52	0.54	10.99	3.27	0.69	2.51	0.46	1.32	100			
	(3) Other Services	17.30	13.32	40.70	6.53	1.76	0.45	2.74	1.87	0.92	14.41	100			

を除く)。レストランについては、General waste を対象に物理組成を調査した結果、Food waste が 50% 以上と多くを占め、“Cafe”及び“vendor”では 75%以上を占めた。次いで Paper, plastic が大きかったが、“restaurants”では miscellaneous の割合が大きかった。この理由としては、“restaurants”では調理に練炭を使用することがあり、使用済みの灰が排出されたことが影響していることが考えられる。市場・スーパーマーケットについては、市場の Kiosk (売店) を 12 区分に分類して調査を実施した。平均では全体のうち、Food waste が最も多く、以下 paper, plastic, grass and wood の順となった。住居付き事業所については、製造業、自動車販売・修理業、卸売・小売業、その他サービスの 4 種類に分類して調査した。その結果、表 4.5.4 に示すとおり業種によって組成が大きく異なった。

4.5.3.3 事業系廃棄物の関連要因に関する検討

本研究で調査対象とした業種・業態別の廃棄物発生量(kg/day)と事業規模、世帯規模、売り上げ等の関連要因の相関を解析した。general waste, recyclable waste, food residues, garden waste の 4 種類の廃棄物、及びその合計について各種要因との相関を検討した結果を表 4.5.5 に示した。ほとんどの業種・業態において、廃棄物発生量と各種要因との間に有意な正の相関が認められた。ただし、Garden Waste については相関係数が低い業種・業態が見られた。また Restaurant の recyclable waste, food residues, garden waste, 住居付き事業所についても相関係数が低い傾向が見られた。今後、廃棄物の推定モデル構築、フェ市の廃棄物のマテリアルフローを検討するに当たって、より影響度の高い要因を探索・情報収集し、信頼性を向上させる必要があると思われる。

表 4.5.5 事業系廃棄物の発生原単位の関連要因に関する検討結果 (★)

Category	Sub-category	General	Recyclable	Food residues	Garden	Total	
Institutional waste	(1) School/class/office						
	Number of Students/pupils	0.738***	0.655**			0.746***	
	Number of Class	0.754***	0.612**		0.567**	0.746***	
	Number of Classrooms	0.706***	0.619**			0.758***	
	(2) Canteen (food stall)						
	Number of Students/pupils	0.603**	0.652**	-		-	
	Number of Class	0.699**	0.742***	-		-	
	Number of Classrooms	0.517*	0.669**	-		-	
	Healthcare	Number of beds	0.988***	-	-	-	0.969***
		Number of staff	0.986***	-	-	-	0.964***
		Number of patients	0.983***	-	-	-	0.957***
	Offices	Number of rooms	0.441**	-		-	-
		Number of staff	0.526***	-		0.496**	0.420**
		Land area (m ²)	0.395*	-		0.647***	0.487**
Floor area (m ²)		0.744***	-		0.977***	0.798***	
Garden area (m ²)		0.863***	-		0.955***	0.786**	
Commercial waste	Hotel	Number of workers	0.907***	0.752***	0.913***	0.485**	0.916***
		Floor area (m ²)	0.441*	0.622**	0.585**	0.264	0.522*
		Number of rooms	0.803***	0.670***	0.855***	0.418**	0.834***
		Number of beds	0.911***	0.678***	0.931***	0.441**	0.923***
		Number of guest	0.673***	0.384***	0.693***		0.713***
		Net-sales	0.772***	0.536***	0.682***	-	0.775***
	Restau-rant	Number of total staff	0.645***	0.283**	0.479***	-	0.668***
		Number of tables	0.817***	0.222*	0.266*	0.318**	0.612***
		Number of chairs	0.816***	0.242*	0.293**	0.299**	0.651***
	Market and supermarket	NA	NA	NA	NA	NA	
	HH with business	(1) Business facilities					
		Number of staff	0.386***	-	-	-	0.375***
		(2) Household					
Household size	0.308***	-	-	0.173*	0.204*		

★) Correlation analysis using Pearson correlation (2-tailed) * $p < 0.05$ ** $p < 0.01$ *** $p < 0.001$
 NA: Not available

表 4.5.6 発生源別・種類別の家庭系・事業系廃棄物発生量の推定結果

CATEGORY	SUB-CATEGORY	Business scale indicator	General waste		Recyclable waste		Food residues		Garden waste		Total	
			tons/day	%	tons/day	%	tons/day	%	tons/day	%	tons/day	%
COMMERCIAL	HOTEL	No. bed	3.32	2.55	0.34	3.78	1.70	6.93	0.13	6.82	5.49	3.32
	RESTAURANT	No. staff	16.62	12.78	1.39	15.42	17.07	69.53	0.39	19.80	35.47	21.42
	HH with business	No. facilities	33.07	25.43	6.80	75.67	2.72	11.07	-	-	42.59	25.72
INSTITUTIONAL	School	No. students**	2.43	1.87	0.08	0.84	2.72	11.08	1.02	51.65	6.24	3.77
	Hospital	No. facilities*	1.15	0.89	0.17	1.85	0.34	1.39	0.27	13.58	1.93	1.16
	Office	No. facilities	0.44	0.34	0.22	2.43	-	-	0.16	8.15	0.82	0.49
RESIDENTIAL	HH without business	Population	73.03	56.15							73.03	44.11
TOTAL			130.06	100	8.99	100	24.55	100	1.97	100	165.57	100.00
Percentage (%) among major components				78.55		5.43		14.83		1.19		100

* General Hospital was calculated by No. beds ** Other educations were calculated by No. facilities

HH: Household

4.5.3.4 家庭系・事業系廃棄物発生量の推定

フエ市の家庭系廃棄物の発生原単位（4.4 参照）及び事業系廃棄物の発生原単位に基づき、フエ市全体の一あたり家庭系・事業系廃棄物の総発生量を推定した。

事業系廃棄物は、事業種類別の廃棄物発生原単位（例えば、ホテルであれば kg/ベッド/日等）に原単位の分母となっている事業規模変数（ホテルであればベッド数）のフエ市内の総数を乗じることで、当該事業のフエ市全体での総発生量を推定した。なお、事業系廃棄物は一般ごみ General waste, 資源化物 Recyclable waste, 食品残さ Food residues, 庭ごみ Garden waste の 4 区分別に計算を行った。なお、市場・スーパーマーケットについては十分なデータが得られなかったため、今回の推定からは除外した。家庭系廃棄物は一日一人あたりの廃棄物発生原単位（kg/人/日）にフエ市の総人口を乗じることで、フエ市全体の家庭系廃棄物の総発生量を推定した。

発生源別・種類別の家庭系・事業系廃棄物発生量の推定結果を表 4.5.6 に示した。事業系の種類別内訳を見ると、一般ごみ General waste が 78.55% ともっとも多くを占め、以下食品残さ Food residues 14.83%, 資源化物 Recyclable waste 5.43%, 庭ごみ Garden waste 1.19% の順となった。HEPCO では 4 種類の廃棄物のうち一般ごみと庭ごみを収集しており、その総収集量の推定値は 132.03t/日となった。また、HEPCO が収集対象としていないものとしては、Junk Buyer 等が家庭・事業所から収集する資源化物 Recyclable waste, 養豚農家がホテル・レストラン等から収集する食品残さ Food residues があり、その発生量はそれぞれ 8.99t/日, 24.55t/日と推定された。フエ市の廃棄物発生量の合計は 165.57t で、うち HEPCO 以外の資源化量は 33.54t/日, その資源化率は 20.3% となる。

発生源別の廃棄物発生量を見ると、家庭系廃棄物が 44.11% ともっとも多くを占め、以下事業所つき世帯が 25.72%, レストラン 21.42%, 教育機関 3.77%, ホテル等宿泊施設 3.32%, 医療機関 1.16%, 事務所 0.49% の順となった。

なお、フエ市の一日の廃棄物総収集量は 210t であり、本研究の推定値 132.03t はその約 63% に相当する。これは、本研究で市場・スーパーマーケット等十分にデータが得られなかった業種があり、それら業種を除外して推定を行ったことが影響していると考えられる。今後、すべての業種に関する網羅的なデータ収集とそれに基づくフエ市全体の推定を行う必要がある。

4.5.4 結論

事業系一般廃棄物の発生・特性を評価することを目的に、フエ市にて 29 事業区分・446 事業所を対象とした廃棄物の発生量調査, 組成調査, アンケート調査の 3 種類の調査を同時に実施した。調査対象から発生する廃棄物は、「General waste」, 「Recyclables」, 「Food residues」, 「Garden waste」の 4 種類に分けて毎日湿重量を実測し、様々な事業規模変数を分母として発生原単位を計算するとともに、「General

waste」について 10 種類の物理組成, 用途形状に基づいて 54 種類の細組成を明らかにした。また, 各種廃棄物の発生原単位と事業規模を表す諸変数との相関を検討した結果, ほとんどの業種・業態において, 廃棄物発生量と各種要因との間に有意な正の相関が認められた。

また, 上記研究成果に基づき, フェ市を対象にして家庭系・事業系廃棄物の発生原単位を用いて発生源別・種類別の家庭系・事業系廃棄物の総発生量を推定した。

本研究は, 今後の廃棄物発生量推定手法開発のための第一段階であり, 調査対象の拡大, 幅広い要因・水準での検討が必要である。こうした検討が進めば, 廃棄物の推定モデルの構築も可能となり, 科学的情報に基づいた合理的な廃棄物処理計画の策定に資することができるものと考えられる。

参考文献

- 1) Bandara, N. J. G. J., Hettiaratchi, J. P. A., Wirasinghe, S. C., Pilapjiya, and S., Relation of waste generation and composition to socio-economic factors: a case study, *Environ Monit Assess*, 135, 31 – 39, 2007.
- 2) Forbes, R. M., Pete, R.R.W., Marian, F., and Peter, H., *Integrated solid waste management: a Life Cycle Inventory*, 2nd edition, Blackwell Science, Oxford, United Kingdom, 2001.
- 3) Beigl, P., Lebersorger, S. & Salhofer, S., Modelling municipal solid waste generation: A review, *Waste Management*, 28, 200-214, 2008.
- 4) Thanh, N.P., Matsui, Y., and Fujiwara, T., Household solid waste generation and characteristic in a Mekong Delta city, Vietnam, *Journal of Environmental Management*, 91, 2307-2321, 2010.
- 5) Trung, D.N. and Kumar, S., Resource use and waste management in Vietnam hotel industry, *Journal of Cleaner Production*, 13, 109–116, 2005.
- 6) Byer, P.H., Hoang, C.P., Nguyen, T.T.T., Chopra, S., Maclaren, V., and Haight, M., Household, hotel and market waste audits for composting in Vietnam and Laos, *Waste Management Research*, 24, 465 – 472, 2006.
- 7) Worldbank, Vietnam Ministry of Environment and Natural Resources, Canadian International Development Agency, Viet Nam Environment Monitor: Solid Waste, 2004.
- 8) GSO, Statistical Yearbook 2009, Hue city's Statistical Office, Hue, Vietnam, 2010.
- 9) HEPCO, Summary report on solid Waste management of Hue city. Hue Urban Environment and Public Works State Company (HEPCO), 2009 (in Vietnamese).
- 10) Vietnam's Prime Minister, Decision 10-2007-QD-TTg of the Prime Minister: The system of economic branches of Vietnam, dated 23 January 2007, Prime Minister of the Government of Vietnam, 2007. Obtained through the Internet:
<http://quangnamconsulting.wordpress.com/2010/09/29/decision-no-102007qd-ttg-issuing-the-system-of-economic-branches-of-vietnam/>.
- 11) Thanh, N.P., Matsui, Y., Yen, N.T.M., Lieu, P.K., Tuan, T.N., A study of the Household solid waste generation and characteristic in a North Central Vietnam City – Hue City. Conference proceeding of the 9th International conference on EcoBalance, 755 - 758. November 2010, Tokyo, Japan, 2010.

4.6 マレーシア国クアラルンプール都市圏における家庭系廃棄物の物理組成及び排出原単位

4.6.1 目的

廃棄物管理システムの設計・評価には、廃棄物の量や組成についての信頼性のあるデータが不可欠である。本研究の目的は、クアラルンプール都市圏において、地区特性によって複数の調査区域を設定し各々家庭から定期収集のために排出された廃棄物の組成や重量を直接計測することにより、地域特性や世帯特性による廃棄物の組成ごとの排出量を明らかにすることである。

組成分析では 3R に着目した詳細項目分類を行った。低開発国ではまず収集体制や最終処分施設(衛生埋立)を整備することが優先事項であるが、経済発展するに伴い、ごみ減量を第一とした 3R・ごみ対処の優先順位が重要性を帯びてくる。マレーシアでは物質消費が増加したいっぽうで、資源価格と比較して相対的に賃金水準が上がったため、労働集約的なリサイクル活動は顧みられなくなってきている。3Rを進めるには行政介入が有用な状況になっていきていると考えられる。効果的な 3R 策を行うには精緻な情報をもとにした計画が必要であり、この詳細組成調査はそれに資することができる。

4.6.2 方法

一般にごみ対処の優先順位が高いオプションほど、計画立案において細かい組成データが求められるといわれている(Parfitt and Flowerdew 1997)。リサイクルのためには材質だけでなく取扱い品目(例:古新聞, PET ボトルなど)でのデータが有用であるし、ごみ減量のためには各々のアイテムの用途(例:商品, 容器包装など)やまた容器包装であればその付加段階(製造, 小売りなど)が反映された分類が望ましい。

組成調査は他の都市との結果の比較が興味深いだが、組成区分や調査方法の違いなどにより比較が困難な場合が多い。筆者らは日本の関西地方の数都市の他、イギリス、ドイツ、デンマークで家庭ごみの詳細組成調査を行っており(Ueta and Koizumi 2001, Watanabe 2003)、それらで用いられた区分や方法を適用して今回の調査を行った。これらの調査では、分類を困難にする攪拌や不明確な排出源からのごみが混入する恐れのある収集車やピットからのサンプリングや、調査活動が排出者の行動に影響を及ぼす可能性が高い計量パネル家庭調査は避け、収集日に排出されたごみを通常の収集車が来る前に採取する容器(袋)サンプリング法をもちいている(ARPA-K 1998a, 1998b 参照)。今回も分類項目はヨーロッパの調査で用いられた約 120 項目の分類表をもとに、マレーシアの事情を加味して調整したものをを用いた(表 4.6.2 参照)。具体的には、出現頻度が非常に低い項目の統合、ドリアンやランブータンなど温帯では見られない「大きなフルーツの残さ」¹項目の新設などを行った。

排出原単位に関しては、組成調査のためのサンプリングから得られたデータだけでは、ある 1 日の排出量だけで、曜日による差などの全体像を把握しにくい。また、収集/処理事業者の取扱い実績データでは事業系/家庭系の区別が非常に曖昧で、また「自地域内処理原則」も徹底していないので、どの人口の範囲のものなのかも明確でない。よって別に独自に 2 週間連続で排出場所での計量調査を 3 期にわたって行った。

一人一日あたりの排出量を求めるには、各家屋に居住する人数(世帯人員数)を把握する必要がある。これは国勢調査の集計区別の平均世帯人数で間に合わせることもできるが、それでは世帯単位での原単位のばらつきなどを分析することはできないので、各戸訪問聞き取り調査をおこなった。あわせてその機会に世帯属性やリサイクル活動等についても情報を得た。

¹ この項目の位置づけとしては厨芥の一部であったが、庭ごみ(草木類)に近いものでもある。

4.6.2.1 調査手順

調査の目的は1人1日当たりのごみ(リサイクル向け排出も含む)の組成調査各項目の排出量をあきらかにすることである。袋サンプリング法による組成分類調査により、定期収集ごみの各項目の組成割合を求めた。各世帯の定期収集ごみの排出量は2週間の排出計量調査により求めた。各世帯のリサイクル向け物品の種類と量、定期収集以外のごみ処理方法の有無とその量、世帯人員数などは各戸訪問聞き取り調査により求めた。以上3種の調査結果から目的の数値を算出した。

4.6.2.2 調査地域

調査地域はスランゴール(Selangor)州カジャン(Kajang 加影)市バンギニュータウン(Bandar Baru Bangi)地区とした(図 4.6.1)。この地区にマレーシア国立大が立地しており、この地域を調査地域としたのはロジスティクス上の理由が大きい。クアラルンプール中心部から約30km南に位置し、1980年代にオイルパームプランテーションから市街地に転換された。住宅だけでなく、軽工業や大学、研究所、政府機関等が配置され、近年人口が急増している地域である(Ahmad and Jamaluddin 2000)。大学とその関連機関の他、ソニー、日立、デンソーといった企業の組立工場が主な就業先である。クアラルンプール都市圏への通勤者も少なくない。クアラルンプール都市圏に広がる典型的な郊外地域と言える。

住居形態で大多数を占めるテラスハウス地区を2ヶ所、戸建、集合住宅各1ヶ所を組成調査のサンプリング地区として選定した(図 4.6.2)。バンギにはタミル(インド)系住民が集中している地区もあるが、今回の調査地区は大方マレー系の住民によって占められている。2000年国勢調査の結果で見ると集合住宅は学歴が低く手作業・肉体労働に従事するものが多いことが分かる。特定した街路の区間に面する全ての家からサンプリングした。集合住宅では団地構内の棟を特定し、その棟のすべてのダストシュートを対象とした。

これらの地区では、収集はカジャン市から委託を受けた広域コンセッショナリー・アラムフロラ社、及びその下請会社が行っている。粗大物と庭ごみを除く混合ごみについて月水金あるいは火木土の週3回の各戸収集を行っている。集合住宅はダストシュート方式で毎日収集されるということになっている。排出計量調査中に明らかになったことであるが、週3回地区でも収集請負会社により、決められた収集日に定時に収集されるどころと、かなりランダムで時には収集が翌日に持ち越されたり収集が飛ばされたりするところがあった。集合住宅も調査期間中の観察では毎日ではなく週2回あるいは週3回収集であった。

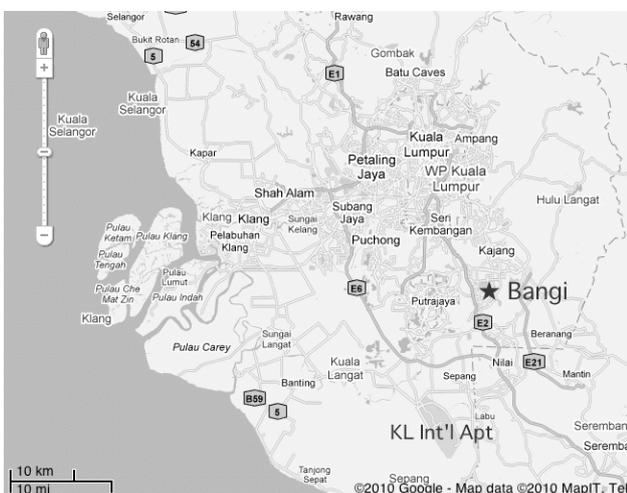


図 4.6.1 調査地域

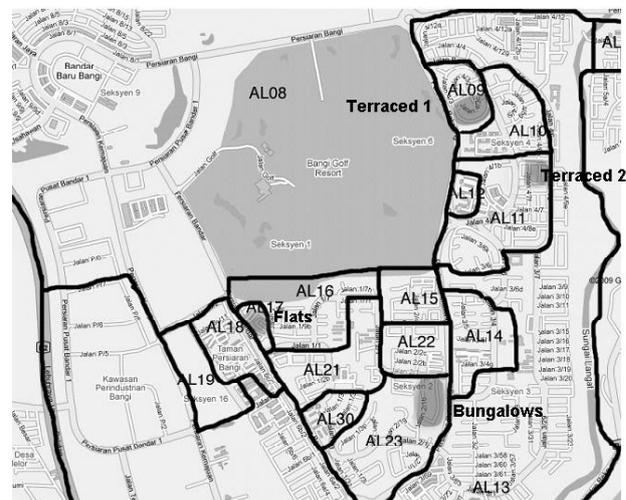


図 4.6.2 調査箇所

収集された混合ごみはスムニー(Semeniyh)にあるリサイクル・エナジー社が運営する資源化・焼却施設(RDF 施設と呼ばれているが、燃焼対象物が整形・貯蔵されず、その場で順次焼却されているので実質焼却施設である。最大処理能力 700t/日)で有価物/有害物を取除いた上、焼却/余熱発電されている(この施設での資源化量は以下では「リサイクル」に含まない)。定期収集以外の処分方法としては、資源物の回収方法として「ちり紙交換」のような巡回する買取人(主に紙類と金属類を回収)のほか、拠点持込(紙、プラ容器、金属等)、チャリティー団体への寄付(衣類、電気製品等)がある。また、戸建て地区を中心に「庭ごみをその場で野焼きする」というのが聞き取り調査で散見されたが、本調査の対象は粗大物と庭ごみを除く上記定期収集ごみとリサイクル物とするので、組成調査のサンプリングとリサイクル実態の聞き取り調査で対象ごみのほぼ全てが把握できたと考えられる。

4.6.2.3 組成調査

アラムフロラ社の許諾と協力を得て、収集日の朝、各戸ごとに排出されたごみを用意したラベルされたプラ袋に入れ、平積トラックで分析場所に移送し、各戸ごとの排出重量・容積を計量した。分類表に従って約 120 項目に分類した後、各分類項目の重量と容積を計量した。ボトル類、レジ袋等は個数も記録した。容積は 5litre ごとに目盛りを入れたごみバケツで計量した。1 日に 1 地区の調査を行い、それを 5 回行った(2010 年 3 月中旬実施、ただしテラスハウス A 地区は 1 月と 3 月の 2 回)。サンプル量は各地区 34~46 戸(集合住宅は 3 棟)、177~282kg、サンプル総量はのべ 282 世帯 1005kg であった。

4.6.2.4 排出計量調査

排出計量調査は 2011 年に 3 回行った。各々 2 週間にわたり、毎収集日に収集車が来る予定時間の直前に各戸ごとに排出されたごみを手持ち吊るし秤で計量した。集合住宅は毎日ダストシュートごとに蓄積されたごみ量をシュート下に設置された容器ごと台秤で重量を測定し、翌測定日との差分を 1 日の排出量とした(2 測定の間収集が入ったりした場合の差分は使用しない)。

計量対象世帯は組成調査対象世帯に加え、集合住宅はダストシュート単位での測定で組成調査対象だけでは測定数が少ないため、対象棟数を増やした。また、組成調査の原単位としてだけでなく、もう少し広く地域/住民特性と排出原単位の関係を見るため、カジャン地区とプトラジャヤ市内の調査地区を設定した。カジャン地区は、20 世紀初頭からの中心商業地区を含む地域で、華人系住民が多い。プトラジャヤはクアラルンプール中心部から中央省庁を集中的に移転させることで成立した新都市で、住民の職業は公務員が多く、従ってほとんどがマレー系である。新都市・公務員ということで低所得者層住民がほとんどいないという特徴もある。計量対象は 873 世帯(うち集合住宅 488 世帯)であった。

4.6.2.5 訪問聞き取り調査

英語版とマレーシア語版の質問紙を作成し、調査員が各戸を訪問し、玄関で聞き取りながら用紙に記入するという方法で行った。この際指導員が必ず同行し調査が的確に行われていたかを監督し、また初回の訪問で不在の際は再度訪問をすることを徹底し高回答率を確保した。対象は基本的に計量調査を行った世帯である。ただしバンギ地区の類似する 2 つの集合住宅地区は、組成分析のためのサンプリングを行ったところのみとした。集合住宅はダストシュート単位での計量なので、計量数を確保しようとすると、対象世帯が非常に多くなり、それを全部訪問するのは不要と判断したためである。対象家屋数 633、回答世帯数 429、空き屋 80、回答率 78%となった。聞き取り調査で得た世帯人数で排出量を割り、一人一日あたりの排出原単位を算出した。質問項目は世帯人員数のほか、世帯全体のおよその収入、過去 1

ヶ月間にリサイクルした物とその量，定期収集以外のごみ処分方法，食料品日用品の主な購入先，外食の頻度，等である。

4.6.3 結果及び考察

4.6.3.1 排出原単位

組成分析を行ったバンギ S1/9 集合住宅では 5 棟 19 ダストシュートを計測対象とした。2 回の測定の差分を排出量としたが，測定の間収集が行われた場合や容器がオーバーフローして計測困難になった場合等を除いた有効な測定を足し合わせ，それに該当する住居ユニット数で割って 1 ユニットあたりの排出量を求めた。聞き取り調査により，平均世帯人員数 4.47 人という値が得られた。またユニットのうち何%に実際人が住んでいるか，という入居率が必要である。これは聞き取り調査で有効回答が得られなかった世帯数(対象 212 中 73)から，住人から直接断られたものや，洗濯物等の居住の形跡があったものを除いて，26 ユニットが空家と推定された(入居率 88%)。2 週間 x 3 期の平均値を取って，集合住宅での排出原単位は 260g/人/日と算出された。同様に，S4/2 集合住宅は 283g，カジャン地区の K-F 集合住宅地区は別の世帯人員数(3.72)と入居率(83%)を適用して 218g となった。

テラス地区，戸建地区では「たまにしかごみを出さない家」の存在が問題となった。常に居住していても外食が多く腐敗性のごみが少ないためたまにしかごみを出さない，週末は実家に帰省するため無人となりごみが出ない，基本的に非居住であるが，倉庫代わりになっていて家主がしばしば掃除やメンテのために訪れその際にごみを出す，等の個別事例があった。ただし，各戸の状況については聞き取り調査でも詳しい情報は得られなかった。留守状況については防犯上の理由から回答を忌避されるからである。

調査期間を通じてごみ排出がなかった家は空家とみなしたが，ごみ排出が 0 であった期間は無人であったと見なした場合と，期間中 3 回以上ごみ排出があった場合は常に居住と見なした場合では平均値にかなりの差がある(表 4.6.1)。アンケート調査の回答があった家のデータのみを採用した値も示す。

組成調査に伴い排出原単位予測をする場合は，調査日にごみを排出しなかった世帯(の人数)は分母から除かれることが多い。これでは原単位が大きめに計算されることになる。一方でごみがほとんど出ない半空家も 1 軒と数え，世帯あたりの排出原単位を求めると，その値は低いものとなる。一定軒数の住宅からなる地域からの排出量を予測するためにはこの値が適しているが，排出量と地域的な住民特性との関係を考察するにあたっては，住民特性とは言いがたい(半)空家率に影響されない値を得たいところである。ここでは聞き取り調査に回答し，また 3 期各 2 週間の調査期間中，通常 6 回の収集日のうち每期 3 回以上排出があった世帯のみを採用して分析した。

計算結果を(表 4.6.2，図 4.6.3)に示す。住居形態によって排出原単位にかなりの差が見られるが，JICA によるクアラルンプール市内の調査でも類似の傾向が示されている(JICA 2006)。戸建とテラスハウス地区の世帯ごとの値のヒストグラムを見ると(図 4.6.4)，最も原単位の大きい戸建地域でも 200-300g/人/日の階級が最も世帯数が多い一方で極端に排出量の多い少数の世帯が平均値を引き上げている様子がわかる。800g/人/日以上はすべて戸建地区のものである。データを精査すると，これらの世帯はだいたい常に排出量が多く，ある特定の収集日に突発的に多量の排出があったわけではないものが多いことが分かる。庭ごみは原則別収集なので，戸建の原単位が大きいのは，経済状況やライフスタイルの差に寄るものと考えられる。

表 4.6.1 集計方法による結果の差 (排出原単位 g/人/日)

集計方法	S4/3	S4/7	S2/1
ゼロ排出期間中も居住中と見なす	275	316	468
ゼロ排出の期間は非居住と見なし，分母から除外	336	377	569
アンケート回答世帯のみの集計	311	349	523

表 4.6.2 調査区域の諸元と排出原単位

地区	住居形態	調査区域内 家屋数	聞取調査 回答数	空き屋	回 答 率(%)	分析対象 世帯数*	排 出 原 単 位[g/人/日]	平均居住 者数^	居住者合 計収入~
S2/1	戸建	47	34	0	72.3	29	593	5.51	4.26
S4/3	テラス	69	55	8	90.2	47	337	5.25	3.77
S4/7	テラス(大)	67	48	7	80.0	37	369	4.71	3.81
K-T	テラス	60	30	8	57.7	19	292	5.53	3.67
P14aB	戸建	25	19	1	79.2	17	466	5.00	4.37
P14aS	テラス(大)	51	42	3	87.5	30	287	5.29	4.26
P16d	テラス	66	44	5	72.1	27	266	5.22	4.10
S1/9	集合	212(5棟)	139	26	74.7	#	260	4.47	2.72
S4/2	集合	240(7棟)	!	!	!	#	283	!	!
K-F	集合	36(1棟)	18	6(推定)	60.0	#	218	3.72	2.87

* 聞取り調査に回答し，2週間x3期の計量調査で各期3回以上計量ができた世帯

^ 下宿人や住み込みの使用者(メイド)等も含む

~ 月収<RM1千/RM1-2千/RM2-5千/RM5-10千/RM10千<の5階級に1-5の値を与えた平均値 (RM1=26円)

集合住宅では世帯単位での分析はダストシュート排出のため実施せず。

! S4/2は聞取調査非実施。S1/9と聞取り，建設時期，立地条件に差がないため，類似の住民特性と見なした

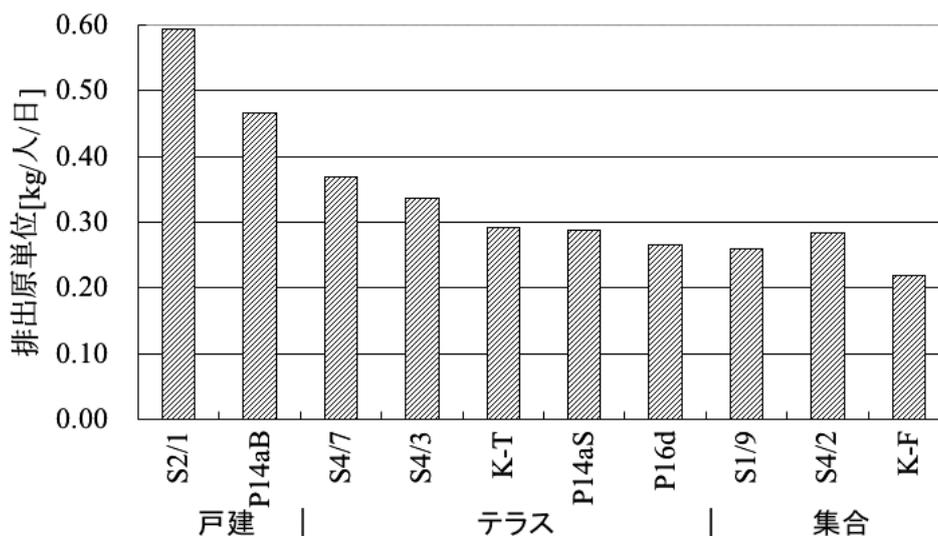


図 4.6.3 調査地区別排出原単位

世帯属性と排出原単位についてはまだ分析の余地があるが、世帯人員数とは負の相関があることが示された(図 4.6.5, 図 4.6.6)。これは世界の他の事例で報告されている傾向と一致している(e.g. Jenkins 1993, Yamakawa and Ueta 2002)。マレーシアでは世帯人員数がまだ日欧に比較して大きいですが、核家族化や単身世帯の増加が進行しており、それによってたとえ他の条件が一定でも排出原単位が増加することを示唆している。収入と原単位との関係では、地区として平均収入が高い戸建地区で大きく、収入が低い集合住宅で小さいという傾向はあるが、各々の地区の中では収入レベルの高い世帯で原単位が小さい傾向を示すものも多く、明確な関係性は示せなかった(図 4.6.7, 図 4.6.8)。

3.2 組成

表 4.6.3 に組成調査の結果を示す。また、図 4.6.9 は組成調査の結果に排出原単位をかけあわせて得た、調査地域ごとの組成を示す。組成ではフルーツの皮と未使用食品を除いた一般厨芥の量は住居形態による差があまり大きくない一方で、集合住宅ではそれ以外の項目が他より少なく、また戸建では紙類、布、ガラス、金属などで排出量が多いことが伺える。

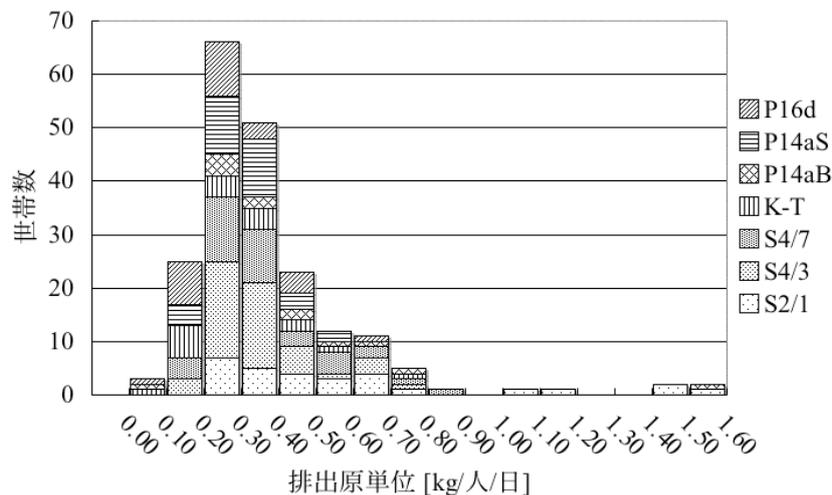


図 4.6.4 世帯別排出原単位のヒストグラム

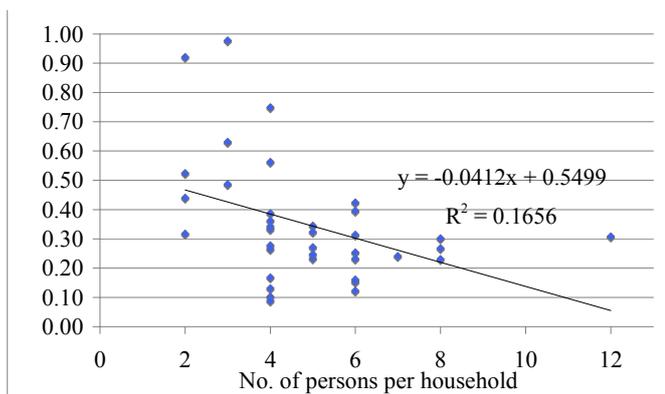


図 4.6.5 原単位と世帯人数(テラスハウス地区)

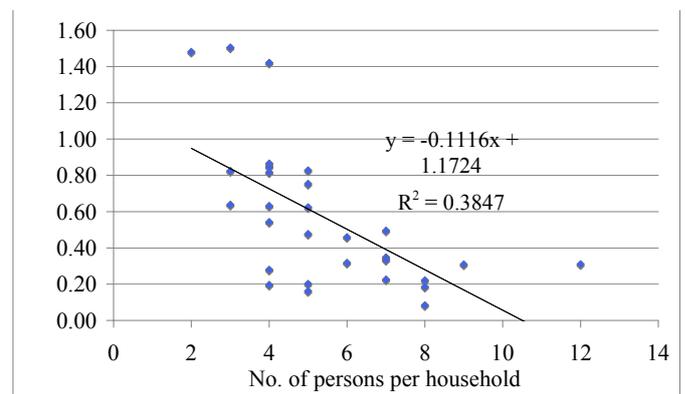


図 4.6.6 原単位と世帯人数(戸建地区)

表 4.6.4 は容器包装の割合を素材と付加段階別に集計したものである。以前の調査で日本はヨーロッパに比べて小売段階で付加されるプラスチックの容器包装が多いことが明らかになったが(Watanabe 2003), バンギではさらにその傾向が顕著であった。バンギでのプラスチック容器包装は袋(無地の小袋, レジ袋など)が主で, 日本やヨーロッパに比べてかさ高い硬質プラスチックは少なく, それは容器包装が占める容積割合が若干低いことにも反映されている。

レジ袋に台所ごみなどを入れて排出される場合が多く, 付着水分によってレジ袋の重量がより大きくなっていることが指摘できる。組成調査の総サンプル量 1005kg 中に 33.9kg のレジ袋が含まれ, その枚数は 2233 枚であった。レジ袋は小さい軽量のものが多く 1 枚 3g 程度であり, 2233 枚で 6.7kg になると推計される。すると含水率は 80%となる。

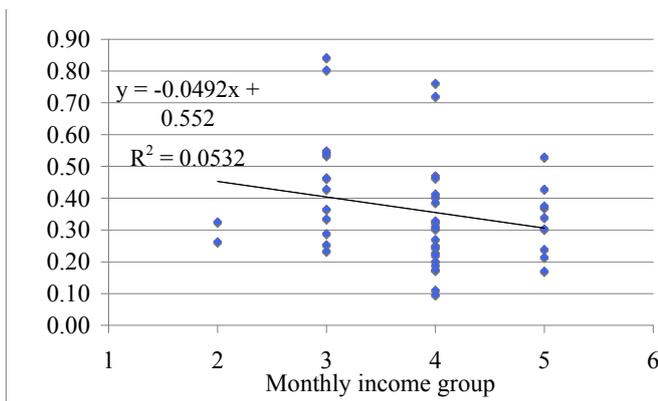


図 4.6.7 原単位と所得(テラスハウス地区)

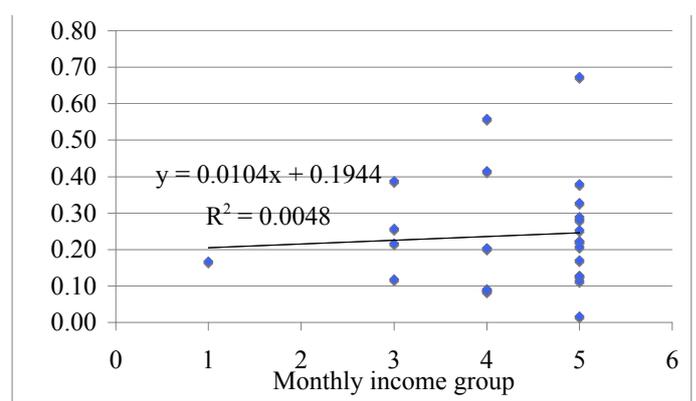


図 4.6.8 原単位と所得(戸建地区)

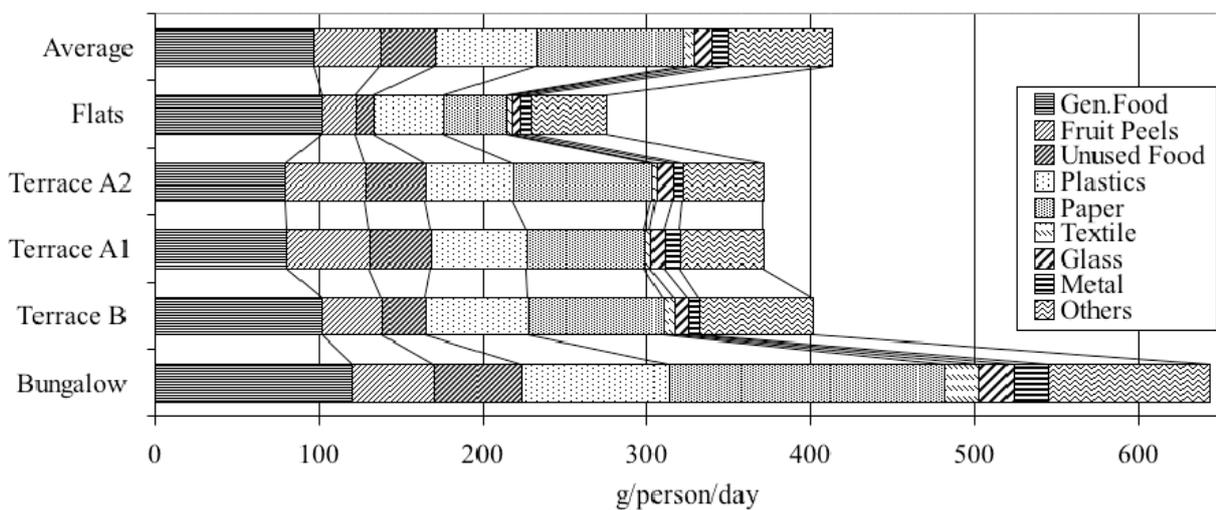


図 4.6.9 調査区域別組成

表 4.6.3-1 組成調査結果

Bangsi Household Waste Survey 2010				29-Jan	15-Mar	16-Mar	17-Mar	18-Mar	average				
Side 1				4/3	2/1	4/7	4/3	1/9	wt%	vol%	weight(g) volume(ml)		
code	1	2	3	4	wt%+rec	wt%+rec	wt%+rec	wt%+rec	wt%+rec				
1101	紙	製品	新聞紙ーリサイクル可能		0.17	0.11	0.20	0.58	0.29	0.27	0.63	1.22	14.99
1100			古紙回収された新聞紙		6.16	5.76	6.33	6.16	4.22	5.73	13.46	26.10	321.11
1102			新聞紙一包んで汚れたもの		3.60	4.75	2.47	3.36	3.41	3.52	3.07	16.03	73.19
1103			雑誌		0.00	0.00	0.00	0.13	0.00	0.03	0.02	0.12	0.49
1104			書籍		0.00	0.15	0.00	0.49	0.00	0.13	0.05	0.58	1.24
1106			私信など		0.00	0.01	0.61	0.00	0.00	0.12	0.10	0.57	2.50
1109			その他製品		0.00	0.21	0.23	0.03	0.00	0.09	0.04	0.43	0.85
		小計			9.93	10.99	9.84	10.73	7.92	9.88	17.37	45.04	414.37
1201	使捨て	ティッシュペーパーなど			1.05	2.38	2.79	1.86	0.51	1.72	1.03	7.83	24.62
1203		紙皿、コップ			0.00	0.17	0.07	0.00	0.04	0.05	0.18	0.25	4.19
1209		その他使い捨て製品			0.11	0.33	1.01	0.47	0.38	0.46	0.40	2.10	9.65
		小計			1.16	2.88	3.87	2.34	0.92	2.23	1.61	10.17	38.46
1301		宣伝に使われた紙			0.52	1.82	1.41	1.47	0.31	1.11	0.86	5.05	20.52
1401	容器包装	飲料紙パック#			0.53	0.58	0.80	0.58	0.09	0.52	1.68	2.35	40.15
1411		持ち帰りの箱			0.51	0.46	0.07	0.60	0.06	0.34	0.88	1.55	20.92
1413		食品製造時の紙箱			0.35	0.69	0.36	0.80	0.11	0.46	1.07	2.10	25.63
1414		食品の段ボール箱			0.83	0.14	0.00	0.00	0.57	0.31	0.75	1.40	17.88
1421		卵のペーパーモールド			0.19	0.08	0.00	0.45	0.46	0.24	0.54	1.07	12.97
1423		食品包装紙(口ウ引き紙など)			0.57	0.73	0.83	0.48	0.91	0.70	0.87	3.21	20.65
1424		食品小売店の袋			0.13	0.14	0.00	0.04	0.00	0.06	0.21	0.29	5.00
1425		食品製造時の袋			0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1461		日用品の紙箱			0.73	0.85	0.81	0.83	1.18	0.88	1.82	4.01	43.43
1462		日用品の段ボール箱			1.93	1.09	0.00	2.27	0.00	1.06	2.48	4.83	59.18
1479		その他日用品の容器包装			0.01	0.00	0.37	0.00	0.00	0.08	0.11	0.35	2.51
1481		包装紙			0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02	0.36
1482		紙製手揚げ袋#			0.00	0.11	0.44	0.26	0.06	0.18	0.43	0.80	10.23
1483		紙製緩衝材			0.00	0.16	0.00	0.20	0.00	0.07	0.15	0.33	3.59
1499		その他紙製容器包装			0.00	0.00	0.12	0.14	0.00	0.05	0.17	0.24	4.05
		小計			5.80	5.04	3.80	6.64	3.45	4.94	11.17	22.54	266.54
1501		請求書など			0.40	2.55	0.11	0.60	0.00	0.73	0.86	3.34	20.48
1502		仕事/学校関係			0.74	0.32	0.04	0.48	0.86	0.49	0.60	2.24	14.30
1601		その他の紙			0.87	2.53	1.42	0.42	0.66	1.18	0.67	5.38	16.08
	合計				19.42	26.12	20.49	22.69	14.13	20.57	33.15	93.75	790.73
2101	プラスチック	製品	食生活関連		0.06	0.00	0.00	0.03	0.25	0.07	0.06	0.31	1.40
2109			食生活関連以外の製品		1.26	0.43	0.78	1.46	0.36	0.86	0.99	3.92	23.60
		小計			1.32	0.43	0.78	1.49	0.62	0.93	1.05	4.23	25.00
2201	使い捨て製品	食生活関連			0.02	0.05	0.00	0.05	0.06	0.03	0.18	0.16	4.36
2209		その他使い捨て製品			0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05
		小計			0.02	0.05	0.00	0.06	0.06	0.04	0.18	0.16	4.41
2401	容器包装	飲料PETボトル#			1.73	1.35	1.13	1.33	0.80	1.27	6.44	5.77	153.60
2400		資源回収されたプラボトル(飲食)			0.20	0.13	0.11	0.19	0.28	0.18	0.92	0.83	21.99
2402		非PET飲料ボトル#			0.47	0.17	0.20	0.36	0.03	0.24	1.01	1.11	24.09
2403		調味料等のプラボトル#			0.00	0.00	0.00	0.49	0.15	0.13	0.71	0.59	17.02
2411		食品用ふた付き容器#			0.12	0.31	0.15	0.25	0.19	0.21	0.75	0.94	17.81
2412		その他食品用硬質プラスチック			0.15	0.21	0.19	0.06	0.03	0.13	0.63	0.59	15.03
2413		持帰りの箱(nonPS)#			0.15	0.00	0.09	0.27	0.11	0.12	0.44	0.57	10.41
2414		発泡プラ持帰りの箱#			0.39	0.36	0.42	0.28	0.51	0.39	4.84	1.80	115.51
2415		飲料用コップ			0.17	0.25	0.21	0.25	0.31	0.24	1.49	1.08	35.64
2421		発泡トレイ(生鮮用)			0.01	0.04	0.05	0.03	0.00	0.03	0.13	0.12	3.14
2422		その他食品用トレイ(卵?)			0.08	0.07	0.05	0.08	0.04	0.06	0.38	0.29	8.98
2423		食品プラ袋-製品の印刷あり			2.15	1.40	1.31	1.58	2.19	1.73	3.47	7.86	82.87
2424		食品プラ袋(小売店-無地)			2.21	2.01	2.11	1.61	1.83	1.96	2.70	8.91	64.35
2425		食品詰替用製品の袋			0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2426		ラップ			0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2427		チューブ(食品)			0.00	0.00	0.04	0.00	0.00	0.01	0.00	0.03	0.05
2451		日用品のプラボトル#			0.74	1.21	1.99	0.77	0.44	1.03	2.34	4.69	55.92
2450		資源回収されたプラボトル(日用品)			0.07	0.10	0.16	0.09	0.14	0.11	0.26	0.52	6.16
2461		日用品のふた付き容器			0.01	0.02	0.00	0.16	0.00	0.04	0.12	0.17	2.76
2472		日用品プラ袋-製造時			0.16	0.18	0.03	0.34	0.26	0.20	0.65	0.89	15.51
2473		日用品詰替用製品の袋			0.00	0.00	0.03	0.00	0.01	0.01	0.01	0.04	0.25
2474		チューブ(日用品)			0.05	0.08	0.17	0.08	0.13	0.10	0.25	0.47	5.95
2481	買物袋	デパートなど			0.00	0.11	0.18	0.04	0.01	0.07	0.25	0.32	5.99
2482		スーパーのレジ袋			1.08	0.98	1.16	1.14	0.75	1.02	1.96	4.65	46.82
2483		無地のレジ袋			3.53	2.38	3.16	2.45	4.73	3.25	4.09	14.81	97.60
		小計			4.61	3.47	4.50	3.63	5.49	4.34	6.31	19.77	150.41
2484	ごみ袋				0.57	1.19	0.56	0.64	0.97	0.79	1.74	3.58	41.40
2487	緩衝材	発泡スチロール			0.00	0.02	0.02	0.12	0.01	0.03	0.36	0.15	8.69
2488		その他			0.09	0.07	0.18	0.12	0.03	0.10	0.26	0.46	6.16
		小計			0.09	0.09	0.20	0.24	0.04	0.13	0.62	0.61	14.86
2499		その他容器包装			0.35	0.15	0.31	0.19	0.06	0.21	0.39	0.97	9.34
		小計			14.46	12.80	14.03	12.92	14.03	13.65	36.60	62.20	873.08
2501	仕事/学校関係				0.00	0.00	0.00	0.02	0.55	0.11	0.13	0.51	3.07
2601		その他プラ			0.14	0.71	0.77	0.00	0.12	0.35	0.46	1.58	11.01
	合計				15.94	13.98	15.58	14.48	15.36	15.07	38.42	68.68	916.57

表 4.6.3-2 組成調査結果

code	Side 2		29-Jan	15-Mar	16-Mar	17-Mar	18-Mar	average				
			4/3	2/1	4/7	4/3	1/9	wt%	vol%	weight(g)	volume(ml)	
			wt%+rec	wt%+rec	wt%+rec	wt%+rec	wt%+rec					
3101	布類	製品	0.11	0.75	1.08	0.18	0.68	0.56	0.52	2.55	12.33	
3100		回収された衣類	0.07	0.49	0.00	0.07	0.00	0.13	0.12	0.58	2.78	
3109		その他製品	0.60	2.03	0.33	0.40	0.18	0.71	1.10	3.22	26.16	
小計			0.78	3.26	1.41	0.65	0.86	1.39	1.73	6.35	41.27	
3401		容器包装		0.00	0.00	0.04	0.00	0.00	0.01	0.01	0.03	0.25
3501		仕事関係		0.00	0.00	0.24	0.08	0.00	0.06	0.09	0.30	2.23
3601	その他布類		0.15	0.00	0.00	0.00	0.14	0.06	0.05	0.26	1.29	
合計			0.93	3.26	1.68	0.73	1.00	1.52	1.89	6.93	45.04	
4101	ゴム	日用品	0.00	0.14	1.10	1.12	0.23	0.52	0.36	2.37	8.63	
4109		その他	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
合計			0.00	0.14	1.10	1.12	0.23	0.52	0.36	2.37	8.63	
5101	皮革	日用品	0.36	0.29	0.50	0.00	0.00	0.23	0.28	1.05	6.72	
5109		その他	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
合計			0.36	0.29	0.50	0.00	0.00	0.23	0.28	1.05	6.72	
6101	ガラス	製品	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.05	0.04	
6102		蛍光管#	0.04	0.00	0.17	0.03	0.00	0.05	0.04	0.21	0.87	
6109		その他製品	0.06	0.00	0.00	0.19	0.01	0.05	0.04	0.23	0.93	
小計			0.15	0.00	0.17	0.22	0.01	0.11	0.08	0.50	1.84	
6401		容器包装	飲料びん#	0.52	0.43	0.13	0.00	0.15	0.25	0.12	1.13	2.94
6402			食品のびん#	1.10	1.97	1.76	2.47	0.98	1.66	0.82	7.55	19.49
6403	日用品のびん#		0.01	0.36	0.15	0.21	0.40	0.23	0.06	1.03	1.34	
6409	ガラス容器の破片		0.43	0.54	0.00	0.00	0.41	0.28	0.10	1.26	2.28	
小計			2.06	3.31	2.04	2.67	1.95	2.41	1.09	10.97	26.05	
6601	その他ガラス		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
合計			2.22	3.31	2.21	2.89	1.96	2.52	1.17	11.47	27.88	
7101	金属	製品	0.02	0.06	0.05	0.04	0.00	0.03	0.03	0.14	0.63	
7103		家電製品#	0.00	1.27	0.02	0.05	0.71	0.41	0.16	1.87	3.91	
7109		その他製品	0.97	0.23	0.07	0.00	0.02	0.26	0.59	1.17	14.01	
小計			0.99	1.55	0.14	0.08	0.73	0.70	0.78	3.19	18.55	
7201		使捨て製品	乾電池#	0.00	0.12	0.05	0.03	0.03	0.05	0.01	0.21	0.18
7209			その他使い捨て製品	0.00	0.03	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.03	0.10
小計			0.00	0.14	0.05	0.04	0.03	0.05	0.01	0.24	0.28	
7401	容器包装	飲料缶	アルミ#	0.10	0.11	0.01	0.08	0.10	0.08	0.36	0.35	8.52
7402			スチール#	0.00	0.00	0.00	0.06	0.00	0.01	0.01	0.05	0.34
小計			0.10	0.11	0.01	0.14	0.10	0.09	0.37	0.41	8.86	
7403		食品缶#		0.61	0.49	0.55	0.72	1.20	0.71	1.49	3.25	35.42
7400		資源回収された缶		0.60	0.33	0.41	0.60	0.14	0.42	0.86	1.89	20.62
7404		ペットフードの缶#		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
7411		食品用の箱#		0.00	0.22	0.00	0.00	0.00	0.04	0.01	0.20	0.28
7419		その他食品容器		0.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.01	0.07	0.36
7451		日用品の箱#		0.00	0.06	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.06	0.08
7454		スプレー缶(日用品)#		0.19	0.18	0.39	0.00	0.16	0.18	0.16	0.83	3.85
7499		その他容器包装		0.00	0.04	0.02	0.00	0.00	0.01	0.00	0.05	0.07
小計			1.58	1.42	1.38	1.45	1.61	1.49	2.92	6.78	69.54	
7601	その他金属		0.00	0.19	0.00	0.00	0.00	0.04	0.01	0.17	0.28	
合計			2.57	3.30	1.57	1.57	2.37	2.28	3.72	10.38	88.65	
8901	草木類・庭ごみ		1.14	0.42	2.71	2.25	1.42	1.59	1.33	7.24	31.69	
8101	木	製品	0.02	0.02	0.04	0.01	0.00	0.02	0.03	0.08	0.65	
8201		使い捨て製品	0.03	0.04	0.04	0.09	0.02	0.04	0.06	0.19	1.43	
8401		容器包装	0.08	0.25	0.22	0.26	0.08	0.18	0.31	0.80	7.44	
8501		仕事関係	0.00	0.19	0.00	0.00	0.00	0.04	0.00	0.18	0.06	
8601		その他	0.01	0.00	0.00	0.00	0.13	0.03	0.03	0.13	0.73	
合計			0.14	0.50	0.29	0.35	0.23	0.30	0.43	1.38	10.30	
9101	陶磁器	製品	0.29	0.53	0.95	0.12	0.24	0.43	0.13	1.94	3.17	
9401		容器包装	0.43	0.00	0.00	0.00	0.00	0.09	0.04	0.39	1.07	
合計			0.71	0.53	0.95	0.12	0.24	0.51	0.18	2.33	4.24	
9601	厨芥	手つかず食品(>1/2以上容器入り)	10.02	8.35	6.42	9.83	3.93	7.71	3.33	35.14	79.33	
9602		一般厨芥	21.78	18.77	25.30	21.38	36.92	24.83	7.37	113.16	175.76	
9603		果物の皮(ドリアンなど)	13.56	7.67	9.33	13.31	7.74	10.32	4.37	47.04	104.27	
合計			45.35	34.78	41.06	44.52	48.59	42.86	15.07	195.34	359.37	
9901	その他	使い捨ておむつ#	3.87	6.72	6.61	3.12	11.31	6.33	2.98	28.83	70.99	
9902		猫砂	1.35	1.33	0.86	0.00	0.00	0.71	0.33	3.23	7.83	
9903		医薬品	0.06	0.10	0.26	0.69	0.11	0.24	0.16	1.10	3.85	
9904		雑可燃	0.32	0.35	0.44	0.70	1.27	0.62	0.40	2.81	9.64	
9905		雑不燃	0.87	0.27	0.00	0.16	0.13	0.29	0.14	1.30	3.23	
合計			6.47	8.77	8.17	4.67	12.81	8.18	4.01	37.27	95.53	
総計			95.25	95.41	96.32	95.40	98.35	96.15	100.00	396.52	2385.36	
流出水分			4.75	4.59	3.68	4.60	1.65	3.85		15.88		
総計(当初の重量/容積)			100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00		412.40		

表 4.6.4 容器包装の付加段階（他都市との比較）

Stages when packaging is added (B.B.Bangi, incl. recycled)

	Production	Distribution	Retail	Consumer	Food	Non-food	Total
Paper	9.96	6.05	5.78	0.00	12.24	9.54	21.78
Plastic	23.97	0.58	31.94	3.46	41.41	18.53	59.95
Glass	10.59	0.00	0.00	0.00	8.99	1.60	10.59
Metal	6.47	0.00	0.03	0.00	5.61	0.89	6.49
Others	0.59	0.00	0.59	0.00	0.59	0.59	1.18
Total	51.58	6.63	38.33	3.46	68.85	31.15	100.00

(Weight% of total packaging - volume is similar, as all packaging is bulky, plastic +10%)

[comparison] Stages when packaging is added (Neyagawa)

	Production	Distribution	Retail	Consumer	Food	Non-food	Total
Paper	12.01	15.51	5.00	0	18.33	14.19	32.52
Plastic	16.24	1.31	20.63	2.69	30.21	10.66	40.87
Glass	16.28	0	0	0	15.39	0.89	16.28
Metal	10.25	0	0	0	9.00	1.26	10.26
Others	0.07	0	0	0	0.04	0.04	0.08
Total	54.85	16.83	25.63	2.69	72.96	27.04	100.00

[comparison] Stages when packaging is added (Cambridge)

	Production	Distribution	Retail	Consumer	Food	Non-food	Total
Paper	9.82	9.42	4.30	0.29	12.16	11.67	23.83
Plastic	14.00	0.42	7.92	2.29	15.51	9.12	24.63
Glass	37.48	0	0	0	35.62	1.85	37.47
Metal	12.82	0.86	0.20	0	12.13	1.75	13.88
Others	0.05	0.14	0	0	0.09	0.09	0.19
Total	74.16	10.84	12.41	2.58	75.52	24.48	100.00

[comparison]: Stages when packaging is added (Aarhus)

	Production	Distribution	Retail	Consumer	Food	Non-food	Total
Paper	20.49%	7.60%	3.64%	0.03%	22.68%	9.09%	31.77
Plastic	16.51%	3.79%	3.32%	3.39%	16.60%	10.40%	27.00
Glass	32.92%	0%	0%	0%	31.47%	1.45%	32.92
Metal	7.00%	0.45%	0.52%	0%	6.75%	1.21%	7.96
Others	0.33%	0%	0%	0%	0.17%	0.17%	0.34
Total	77.25%	11.84%	7.49%	3.42%	77.68%	22.32%	100.00

(Weight% of total packaging, including the amount recycled)

表 4.6.5 リサイクル・リデュース可能性 (他都市との比較)

Minimisation and Recycling potential (by weight%) (B.B.Bangi)

Weight%	Total Waste	Currently Recycled	Additionally Recyclable	Reduce Industry	Reduce Consumer
Paper	20.57%	5.72%	6.44%	6.05%	2.23%
Plastic	15.07%	0.29%	4.05%	13.65%	0.04%
Glass	2.52%	0%	2.27%	2.41%	0%
Metal	2.28%	0.42%	1.66%	1.49%	0.05%
Others	59.56%	0.13%	2.12%	0.26%	^14.32%
Total	100.00%	6.56%	16.54%	23.86%	16.64%

^unused food 7.71%, diaper 6.33%

Minimisation and Recycling potential (by weight%) (Cambridge)

Weight%	Total Waste	Currently Recycled	Additionally Recyclable	Reduce Industry	Reduce Consumer
Paper	32.11%	5.46%	13.20%	~13.78%	1.68%
Plastic	7.36%	0%	0.01%	6.13%	0.06%
Glass	9.52%	3.26%	6.07%	9.34%	0%
Metal	6.18%	0.16%	2.78%	3.46%	0.20%
Others	44.35%	*9.20%	1.41%	0.05%	^10.34%
Total	100.00%	18.08%	23.47%	32.75%	12.27%

~includes advertisement 7.91% ^unused food 5.73%, diaper 4.61%

Minimisation and Recycling potential (by volume%) (B.B.Bangi)

Volume%	Total Waste	Currently Recycled	Additionally Recyclable	Reduce Industry	Reduce Consumer
Paper	33.11%	13.41%	11.78%	12.04%	1.61%
Plastic	38.44%	1.17%	13.93%	36.62%	0.19%
Glass	1.17%	0%	1.05%	1.09%	0%
Metal	3.72%	0.86%	2.54%	2.92%	0.01%
Others	23.56%	0.12%	1.79%	0.36%	^6.53%
Total	100.00%	15.56%	31.66%	53.03%	8.34%

^unused food 3.32%, diaper 2.98%

Minimisation and recycling potentials (by weight%) (Neyagawa)

Weight%	total waste	currently recycled	additionally recyclable	reduce industry	reduce consumer
Paper	35.08%	13.01%	13.08%	~15.72%	2.98%
Plastic	10.82%	0.15%	0.74%	9.51%	0.08%
Glass	4.41%	2.85%	0.99%	3.77%	0%
Metal	4.49%	0.75%	0.65%	2.38%	0.13%
Others	43.33%	0.68%	1.14%	0.03%	^6.23%
Total	100.00%	17.44%	16.60%	31.40%	9.41%

~includes advertisement 8.04% ^unused food 4.16%, diaper 1.96%

表 4.6.5 に現状のリサイクル率，追加的リサイクル可能割合，減量可能割合を示す。消費者が減量可能な主要なアイテムは使い捨て紙おむつと未利用食品であったが，ごみ中に占める割合はバンギのほうが日欧より高いほどであった。一方で事業者の努力で減量できるものは容器包装やダイレクトメールなどがあるが，それは日欧に比して若干少なめである。上述したように，バンギでは容器包装廃棄物減量に関しては小売段階でのプラスチック容器包装に焦点を当てた取組みが効果的であると考えられる。

リユーズに関しては本調査では把握し切れていない部分もあるが，衣料品のチャリティー団体への排出はアンケート調査でしばしば回答されており，その量はここではリサイクルに含めて計上されている。びん類の再使用システムがあればごみの総重量比で 5%程度の削減が可能であるが，リユーズ容器の利用は日欧でも減少しているところであり，マレーシアもその例に漏れず，傾向を逆転させるのは難しそうである。

現状の総合・重量ベースのリサイクル率は 6.5%と算出された。この値は JICA(2006)の値に比べると半分以下である。これが経時的な理由(6 年間の間に回収業が衰退した)によるものなのか，場所的な理由によるものなのか(クアラルンプール中心部のほうが郊外部より回収がよく行われる)は不明である。このリサイクル率は日欧に比べてかなり低く映るが，そもそも潜在的にリサイクルできるもの割合が低いことも考慮に入れなければならない。現状で容易に回収サービスにアクセスできるものをリサイクル可能物として，その割合はバンギ 23%に対して日が 35%，欧が 40-50%である。(例えばマレーシアではレジ袋等も一部では樹脂ペレットに再生されているが，巡回買取人や回収拠点の取扱い品目に含まれることは少ないので，リサイクル可能物からは除いた。)

それでもリサイクル可能なものの 3 分の 1 程度しかリサイクルされていないわけで，かなりのリサイクル促進の余地がある。主要な品目別のリサイクル回収率は以下のとおりである：資源化可能な古新聞 96% (古新聞は包装材としてもよく使用されており，それによって汚れた新聞紙は除く)，リサイクル可能な紙類全体 47%，金属類 28%，布類 19%，プラスチックボトル 10%，ガラス 0%。

古新聞の回収は市場経済において十分成り立っており，これについては行政関与は不要であると思われる。その他の紙と金属類のリサイクルは行われているものの，啓発などの支援が有効かもしれない。プラスチックに関しては，回収選別の人件費や家の中で分別保管する機会費用が資源としての価値を上回るようになってきたのではないかと思われる。しかしエンドユーザは廃プラを高値で購入しており，需要は健在である(Seah 2010)。収集選別での効率向上策(例えばデポジット制)や廃棄物処理回避による外部経済の内部化が図られることが望まれる。ガラスはリユーズ・リサイクル性能の高い素材であるが，マレーシアではガラス容器の使用量が少ないため，効率的な収集をおこなうのも，回収物の需要先を探すのも難しい状況である。

4.6.4 結論

高度産業諸国ではリデュースやリサイクルに始まって，最後に最終処分がくる「ごみ管理の優先順位」概念が確立されているが，発展途上国におけるごみ管理の初期の段階では最終処分の整備が優先事項だと思われる。リサイクル等は市場原理によって「自然に」成立している。筆者の観察ではインドネシア(GDP\$2330/人)やベトナム(GDP\$1070/人)では，ごみの成分で資源として価値のあるものはフォーマルあるいはインフォーマルセクターの活動によってしっかり回収されているようであった。発展途上国の大半はこのような状況であると思われる。しかしマレーシアの人口 1 人当たり GDP は\$6950(IMF 2009)，東南アジアでは最も高い国のひとつであり，状況は若干異なる。古紙やアルミ缶のリサイクル回収は成り立っているが，例えばプラスチックなど単価の低いものの回収はすたれてしまっている。リサイクル

によって回避される廃棄物処理コストを勘案すればまだ採算が合うものも多く、「優先順位」に従って行政によるリサイクル支援が有意義な状況である。ブラジルやアルゼンチン、東欧諸国など、マレーシア並かそれ以上の非 OECD 諸国も多く、総人口にして 18 億人と世界人口中の顕著な割合を占め、これは例外的な状況ではない。また他の東南アジア諸国も廃棄物経済的には早晚現在のマレーシアと似た状況になっていくことが予想される²。よって現在のマレーシアでの廃棄物発生状況の詳細な情報は有用だと考えられる。また家庭系廃棄物管理のシステムは高度産業諸国と比較可能なものになっており、ごみのプライバシーに関して比較的寛容な社会状況を活かした調査結果は日本や欧米での廃棄物発生実態の把握に示唆を与えることができるのではないかと思われる。

参考文献

- Ahmad Fariz Mohamed and Jamaluddin Md. Jahi (2000) Implication of Manufacturing Industries Within Langat Drainage Basin: Issues and Challenges, *Malaysian Journal of Environmental Management*, Vol. 1, pp 143-161.
- ARPA-K (1998a) 家庭ごみ詳細組成分類計量調査の方法
- ARPA-K (1998b) Detailed sorting and measuring of household waste
- 二松雅之, Nguyen Trung Thang, Leu Tho Bach (2011), ベトナムにおける廃品回収リサイクルの経済的解析手法の確立 第 22 回廃棄物資源循環学会研究発表会講演論文集 p.77-78
- IMF (2010) World Economic Outlook Database,
<http://www.imf.org/external/pubs/ft/weo/2010/02/weodata/>
- Jenkins, Robin (1993) *The Economics of Solid Waste Reduction: the Impact of User Fees*, Edward Edgar
- JICA (2006) *The study on national waste minimisation in Malaysia: Part7 surveys procedure and results*
- Parfitt, Julian P. and Flowerdew, Robin (1997) Methodological problems in the generation of household waste statistics - An analysis of the United Kingdom's national household waste analysis programme, *Applied Geography* vol.17(3) pp.231-244 Elsevier Science
- Seah, Kian (2010) personal interview with Mr Kian Seah, Director Heng Hiap Industries Sdn Bhd, (Kuala Lumpur, 10 July 2010).
- Ueta, Kazuhiro and Koizumi, Harumi (2001) International comparative analysis of household waste composition with special reference to packaging waste, *Environmental Economics and Policy Studies* vol.4 pp.253-267 Springer Verlag
- Watanabe, Kohei (2003) *The management and recycling of household waste in England and Japan: a comparative study*, dissertation submitted to the University of Cambridge for the degree of Ph.D.
- Yamakawa, Hajime and Ueta, Kazuhiro (2002) Waste Reduction through Variable Charging Programs: its Sustainability and Contributing Factors, *Journal of Material Cycles and Waste Management Research* Vol4(2) pp.77-86 Springer Verlag

² 二松ら(2011)はハノイの PET ボトルの回収は人件費が現状の 2 倍程度になった時点で行き詰まる可能性が高いと予測している。

第5章 住民による3R活動と分別を前提とした代替処理システム

5.1 ベトナム国ハノイ市における廃棄物収集サービスが市民に与える利点と弱点

5.1.1 目的

近年、ベトナム国の都市部では急激な経済発展と人口増加により廃棄物発生量の管理に苦慮している。ベトナム国ハノイ市の中心4地区(Ba Dinh, Hoan Kiem, Dong Da, Hai Ba Trung, 図5.1.1)では、Hanoi都市環境公社(URENCO)が廃棄物を収集している¹⁾。2010年にハノイ市人民委員会が承認した、“Regulation on general solid waste management in Hanoi city”によると、廃棄物は毎日収集されること、指定された時間と場所に排出すること、事務所や家庭の前の路上に放置しないことなどと規定されている。Regulationに従い、廃棄物は通常、夕方から夜にかけて毎日収集されている。大通りに面した、あるいは大通りに近い場所では、大通り沿いに数十mごとに設置されたコンテナが廃棄物の収集拠点になる。しかし、大通りから離れた密集地では、

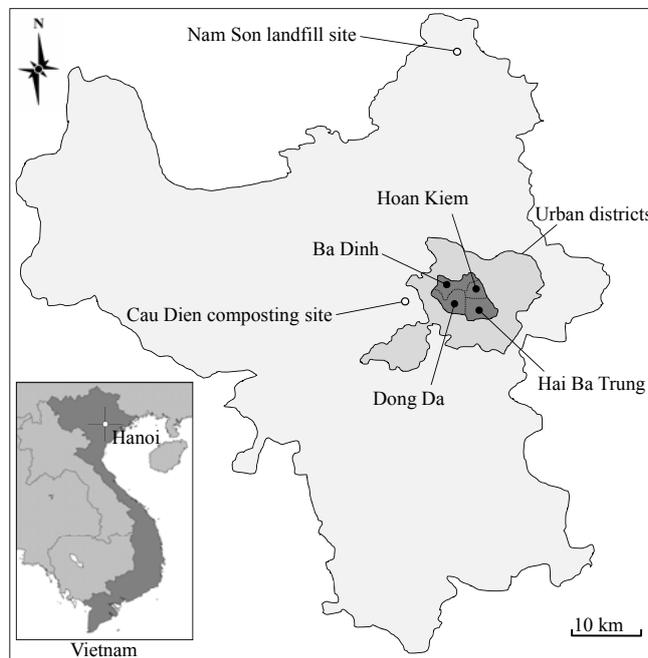


図 5.1.1 ハノイ市の地図

住民が大通りまで廃棄物を持参することが困難なため、URENCOの収集作業員が入り組んだ路地をハンドカートを押し歩き、収集を知らせる鐘を鳴らしながら担当地域を隈なく巡回して廃棄物を収集する。収集された廃棄物は運搬車に積み替えられ、一部はCau Dienコンポスト施設へ、その他の大部分はハノイ市の中心から約50 km先に位置するNam Son埋立処分場へ搬入されている。

一方、新聞紙、段ボール、PETボトル、ビール瓶、アルミ缶等の有価物は、市民により排出源で経済的動機に従って廃棄物とは分別され、Junk buyer(家庭などの排出源から有価物を購入して回収する人)へ売却され、インフォーマルセクターで再資源化されている^{2),3),4),5),6),7),8)}。なお、ここでのインフォーマルセクターとは、公共が関与していない業者・業界を指す^{9),10)}。インフォーマルセクターによる有価物回収活動は廃棄物の処分量削減に大きく貢献しており、その他の途上国においてもその重要な役割が報告されている^{11),12)}。

有価物取引は国際市場と深いつながりがあり¹³⁾、これまではベトナム国の生活水準と比較して有価物取引価格が高かったため、市民による有価物の分別及びインフォーマルセクターによる有価物回収活動が活発であった。しかし、今後のベトナム国の継続的な経済発展及び生活水準の上昇等により、市民による有価物の分別及びインフォーマルセクターによる有価物回収の経済的動機が薄れる可能性がある。そのような状況に陥った場合、有価物が売却されずに廃棄される事態も想定され、地方自治体が収集、処分する責務が生じる。

本研究では、ハノイ市中心4地区(Dong Da, Hoan Kiem, Ba Dinh, Hai Ba Trung)の家庭及び事業者へのヒアリング調査を通じて、現行の廃棄物の収集サービスが市民に与える利点と弱点を明らかにすることを目的とする。

表 5.1.1 家庭及び事業者に対するヒアリング項目

Questions	For households	For business entities
Number of household members	✓	
Monthly income of each member of households	✓	
Monthly amount of collection fee of municipal solid waste		✓
Satisfaction of collection fee, collection frequency, sanitation conditions	✓	✓
Way of daily discharging MSW	✓	✓
Way of daily managing recyclable waste	✓	

5.1.2 研究方法

まず、ハノイ市における廃棄物の収集手数料に関する情報を整理した。次に、ハノイ市中心 4 地区 (Dong Da, Hoan Kiem, Ba Dinh, Hai Ba Trung) の 200 世帯及び 200 事業者 (地区ごとに 50 世帯, 20 店舗, 10 飲食店, 10 宿泊施設, 10 事務所) を選択し、ヒアリング調査を実施した。店舗, 飲食店, 宿泊施設, 事務所を事業者の代表としてヒアリング調査対象としたのは、ハノイ市中心 4 地区で URENCO と廃棄物収集の契約を個別に結んでいる件数が多いからである。コミュニティ・リーダーの助言のもと、家庭は低所得層, 中所得層, 高所得層を地区ごとに 15 世帯ずつ選択し, かつ小規模の事業を伴う家庭を地区ごとに 5 世帯ずつ選択した。また, 事業者は廃棄物排出量が 1 m³/月を超える多量排出事業者を選定した。表 5.1.1 に家庭及び事業者に対するヒアリング項目を示す。選択問題では, ひとつのみ選択することとし, 合わせて選択の理由も聞いた。ヒアリング調査結果は “IBM SPSS Statistics 20” を用いて統計分析を実施した。

5.1.3 結果及び考察

5.1.3.1 廃棄物の収集手数料

国や都市によって廃棄物管理を賄うための収入は様々である⁸⁾。ハノイ市の廃棄物関連収入の内訳をみると, 収集手数料は収入の一部を賄うのみで, 人民委員会からの収入が 66%, 家庭からの収集手数料が 10%, 事業者からの収集手数料が 6%である¹⁴⁾。

多くの国では収集手数料が固定されているが¹⁵⁾, それらと同様にハノイ市でも一般家庭及び行政・教育機関に対する収集手数料は固定されている。ハノイ市における収集手数料を表 5.1.2 に示す。ベトナム語では公衆衛生手数料と表記されており, 厳密には道路清掃も手数料に含まれていることを意味するが, 本研究ではそれを含めて収集手数料を言う。2011 年 1 月時点で 1 USD は約 20,000 VND だった。収集手数料は URENCO の収集作業員が市民から徴収することになっている。

ベトナム国内のハノイ市以外の都市では収集手数料の料金体系が若干異なるが, 一般家庭に対してはいずれも固定されており, 概ね相場は一致している。“Decision on collecting sanitation fee and environmental protection fee of general solid waste in Hochiminh city, 2008”によると, ホーチミン市では, 一人当たりではなく世帯当たりの料金設定で, さらに住居の立地状況によって収集手数料が異なり, 大通りに面している場合 20,000 VND/世帯/月, 路地の場合 15,000 VND/世帯/月である。“Decision on amendment of urban sanitation fee rate in Haiphong city, 2009”によると, ハイフォン市では, ホーチミン市と同様に世帯当たりの料金設定で, 大通りに面している場合 20,000 VND/世帯/月, 路地や 2 階以上の場合 16,000 VND/世帯/月, 戸建の場合 10,000 VND/世帯/月である。

表 5.1.2 ハノイ市における廃棄物の排出源別の収集手数料

Source	Collection fee
Households	At wards: 3000 VND/person/month At communes and towns: 1500 VND/person/month
Households with small-scale businesses	Less than 1m ³ /month At wards: 100,000 VND /month At communes, towns: 70,000 VND /month More than 1m ³ /month 160,000 VND/m ³ or 380,000 VND/ton
Other households	40,000 VND/month
Schools, kindergartens, business offices and administrative offices	100,000 VND/month
Other organizations and businesses	160,000 VND/m ³ or 380,000 VND/ton

Hanoi city People's Committee : *Decision on collection of sanitation fee in area of Hanoi city*, 2009.

The exchange rate in January 2011 was about 20,000 VND (Vietnamese Dong) to 1 USD (United States dollars).

表 5.1.3 家庭の月収と収集手数料の関係 (平均値, $n=121$)

Monthly income (VND/month)	Collection fee (VND/month)	Ratio of collection fee against monthly income (%)
13,559,504	11,775	0.11

表 5.1.4 事業者の収集手数料 (平均値)

Business type	n	Collection fee (VND/month)
Shops	80	419,275
Restaurants	40	1,301,200
Hotels	40	1,562,800
Offices	40	448,900

ヒアリング調査の結果、家庭の収集手数料は月収の 0.11% (平均値) であった (表 5.1.3)。また、飲食店及び宿泊施設が支払う廃棄物の収集手数料の平均値は店舗や事務所の約 3 倍に及んだが (表 5.1.4)、飲食店及び宿泊施設がその他の事業者と比べて収集手数料に不満を抱いている訳ではなかった (図 5.1.2)。つまり、ハノイ市は市民に比較的安価で収集サービスを提供し、市民も設定金額にほとんど不満を抱いていないことがわかった。これはホーチミン市やハイフォン市のようなハノイ市以外の都市でも同様の傾向であることが示唆される。

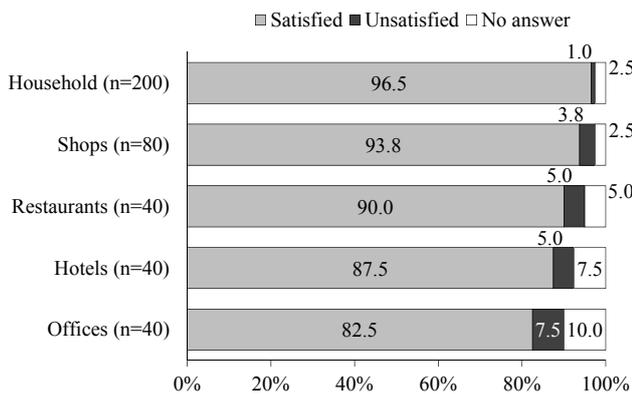


図 5.1.2 家庭及び事業者が抱く収集手数料に関する満足度

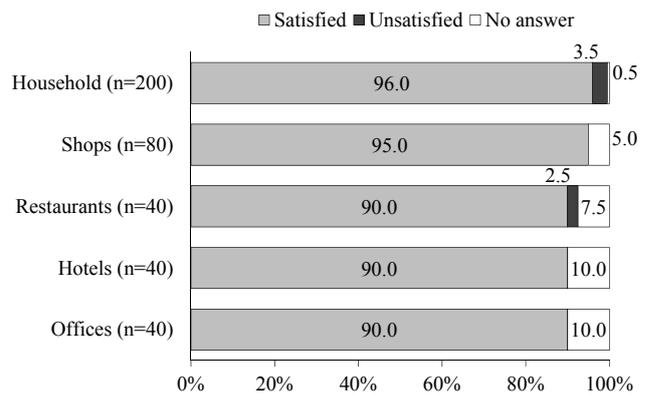


図 5.1.3 家庭及び事業者が抱く収集頻度に関する満足度

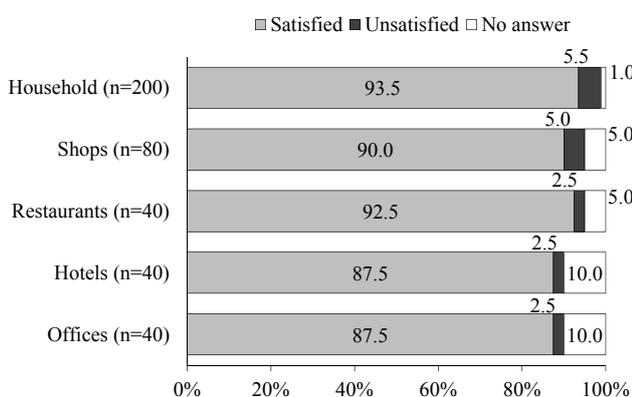


図 5.1.4 家庭及び事業者が抱く収集時間に関する満足度

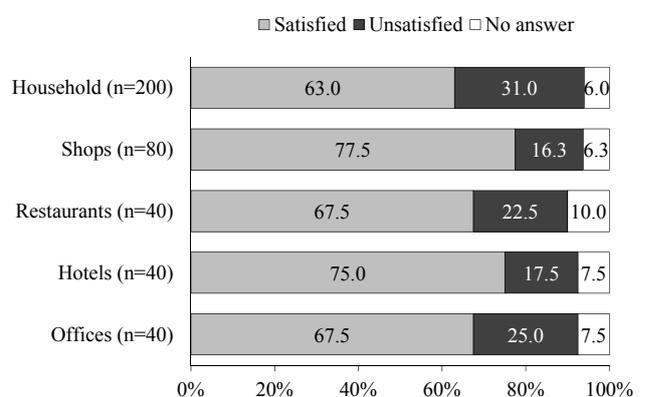


図 5.1.5 家庭及び事業者が抱く衛生環境に関する満足度

5.1.3.2 収集頻度及び時間

ハノイ市では廃棄物は毎日収集されることになっているが、十分な頻度で収集サービスを提供していることが、市民が抱く収集頻度に関する満足度で明らかになった（図 5.1.3）。ベトナム国ではその他の東南アジア諸国と同様に高温多湿で、厨芥類等の腐敗が急速に進むため、市内の公衆衛生を保つためには頻りに廃棄物を収集し、迅速に市内から除去する必要がある。腐敗が進行しないうちに廃棄物を毎日排出できることに市民が満足していると思われる。事業者から排出される廃棄物は Hanoi URENCO との契約に基づいて毎日個別に収集されるため、収集頻度に関しては特に不満が生じることはないと言える。

ハノイ市では廃棄物は夕方から夜にかけて収集されることになっているが、適切な時間に収集サービスを提供していることが、家庭及び事業者が抱く収集時間に関する満足度で明らかになった（図 5.1.4）。ハノイ市の一般的な家庭では朝食は外食し、夕食は家で調理して食べることが多い。夕食を調理した直後に廃棄物を排出できるのは便利で衛生的だという意見もあった。事業者から排出される廃棄物は Hanoi URENCO との契約に基づいて毎日個別に収集されるため、特に不満が生じる要素はないと言える。

5.1.3.3 衛生状況

周辺の衛生状況に関しては不満に感じている家庭及び事業者が多かった（図 5.1.5）。URENCO の収集作業員による道路清掃に対しては満足しているという意見が多かったが、道路の衛生状況、特に道路に散乱したごみによる悪臭に不満を抱いている家庭及び事業者も少なからず存在した。廃棄物は毎日収集されるとはいえ、大通りから離れた密集地では、ハンドカードが巡回する回数は 1 日に 1~2 回であることが多く、廃棄物を排出する機会は Regulation に従うのであれば、つまり廃棄物を路上に放置せず、指定された時間と場所に排出

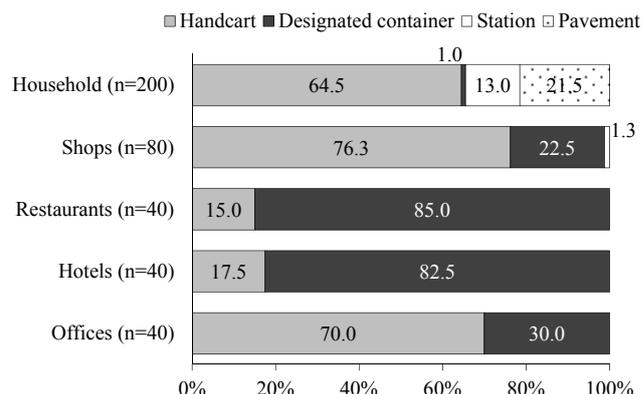


図 5.1.6 家庭及び事業者による廃棄物の排出先

するのであれば、ハンドカードが巡回してきた時でなければならない。ハンドカードが巡回してくる時間に不在で、廃棄物の排出の機会を逃した場合は Regulation に背いて路上に廃棄物を放置することになる。65.5%の家庭がハンドカードあるいは指定された容器に廃棄物を適切に排出していた（図 5.1.6）。しかし、残りの 34.5%の家庭は Regulation に従わず不適切に路上やステーション（仮置き場）に放置していて、その理由として「(用事で)ハンドカードの巡回時間(夕方以降)に廃棄物を排出することができないため、事前に路上等に放置する」、「いつでも排出できるように便利」、「以前からの習慣」といった意見がみられた。一方、1 事業者を除き、すべての事業者は廃棄物をハンドカードや指定された容器へ投入して適切に排出していた。多量排出事業者は Hanoi URENCO と個別に契約を結び、廃棄物の収集時間が予め指定され、収集作業員が事業者のところまで廃棄物を収集しに来るために不適切に排出する必要がないと考えられる。言い換えると、周辺の衛生状況を悪化させているのは、家庭から不適切に路上に放置された廃棄物であると言える。Regulation では廃棄物を路上等に放置することは禁止されているが、一方で路上清掃を Hanoi URENCO が実施することと規定されている。つまり廃棄物の路上放置を罰することなく黙認していることが廃棄物の路上放置がなくなる理由と考えられた。

5.1.3.4 有価物の取り扱い方法

家庭が有価物を売却する主な理由として、収入を得ることができることのほかに、少しでも廃棄物を減らしたい（廃棄物は自分でハンドカードまで持ち運ばなければならないが、有価物は Junk buyer が家まで回収しに来るので便利）、Junk buyer の生活を助きたいなどの意見がヒアリング調査から明らかとなり、これら複数の要因が重なり合って分別行動に至ると思われる。また逆に家庭で有価物を売却しない理由として、「有価物を売却して得られる収入はわずかなので、売却する動機が働かない」、「分別して売却する時間が持てない」などの意見がヒアリング調査から明らかとなった。

世帯人員すべての収入を回答した 121 世帯のデータを用いて、家庭の世帯収入と有価物の売却行動に関係性があることを突き止めた。すなわち、図 5.1.7 に示す通り、世帯収入が高い家庭の方が有価物を廃棄する傾向のあることが統計的に明らかとなった (t 検定, $P < 0.01$)。事業者に比べて家庭では有価物の発生量が少ないために有価物が一定量に貯蓄されるまでには時間を要する。その間、有価物を家庭内で保管しておかなければならず、保管場所を十分に確保できない家庭や迅速に不要物を廃棄することを望む家庭では、有価物を売却せずに廃棄する傾向があることがヒアリング調査でも確かめられた。この結果は、世帯収入が高い家庭では有価物を売却する動機が薄れてきていることを示唆している。

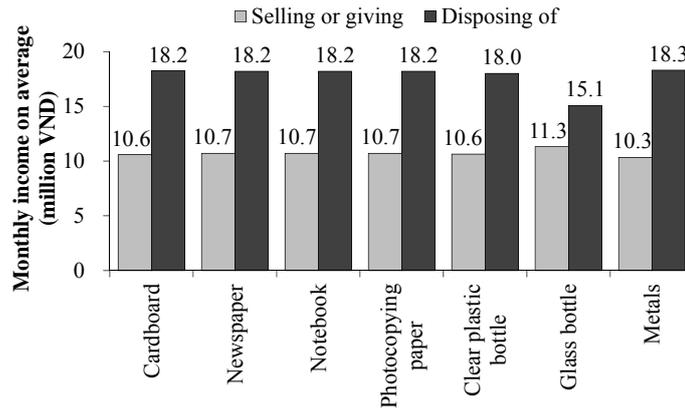


図 5.1.7 有価物を分別する家庭と廃棄する家庭の平均世帯月収

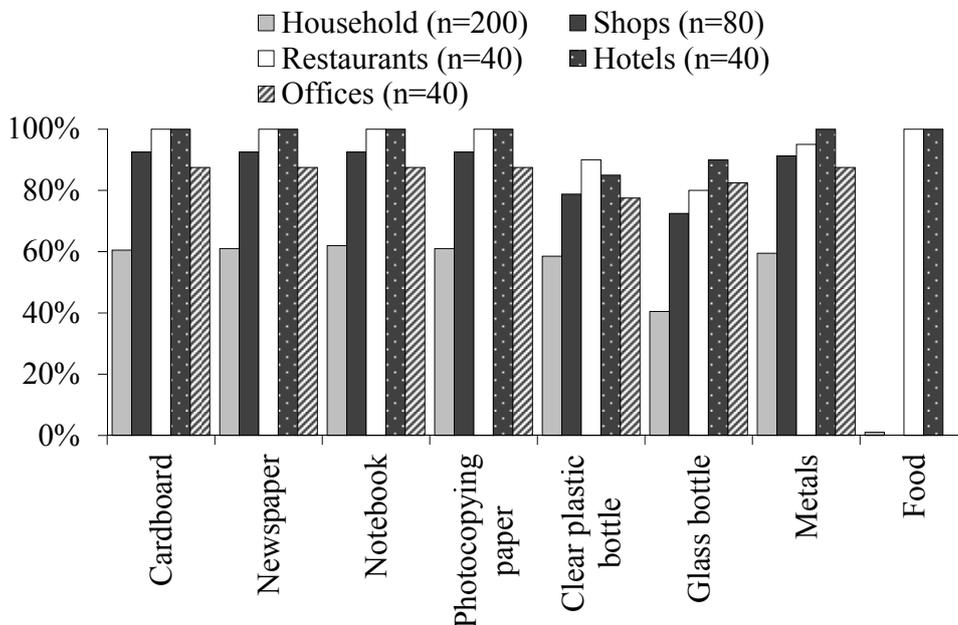


図 5.1.8 有価物を分別する家庭及び事業者の割合 (%)

家庭よりも事業者の方が有価物を積極的に売却している傾向がみられた（図 5.1.8）。飲食店及び宿泊施設で発生する有価物は店舗及び事務所に比べて売却される割合が高かった。これは、飲食店及び宿泊施設では有価物が比較的大量に発生するためと考えられる。また、すべての飲食店及び宿泊施設が厨芥類を売却していた。ハノイ市郊外の養豚農家が飲食店及び宿泊施設で発生する厨芥類を飼料利用目的で定期的に回収する風習がある。

5.1.3.5 廃棄物を削減する動機と有価物を売却する動機

事業者が有価物を売却する主な理由として、有価物を売却することによって収入を得ることができ、かつ廃棄物の排出量を削減することにつながり、その結果、収集手数料を下げることができることである。家庭は世帯人数に応じて廃棄物の収集手数料が固定されているが、事業者は排出量に応じて収集手

手数料が変動する。つまり、事業者は、有価物の売却による収入に加えて廃棄物の減量化による収集手数料の削減が動機となり、有価物の売却をより積極的に行う動機が働いている。しかし家庭では、特に世帯収入が高い家庭では有価物を売却する動機が薄れてつつある。しかも収集手数料が固定されているために廃棄物を削減する動機が働かない。廃棄物を削減する動機がない上に有価物を売却する動機が弱まるとすれば、今後は廃棄物発生量の増大が懸念される。

5.1.4 結論

ハノイ市は市民に比較的安価で十分な頻度で適切な時間に収集サービスを提供し、市民が抱く収集サービスに関する満足度は高かったが、周辺の衛生状況に関しては不満に感じている市民が多いことがわかった。つまり廃棄物の路上放置を罰することなく黙認していることが廃棄物の路上放置がなくなるという理由と考えられた。事業者は、有価物の売却による収入に加えて廃棄物の減量化による収集手数料の削減が動機となり、有価物の売却をより積極的に行う動機が働いている。しかし家庭では、収集手数料が固定されているために廃棄物を削減する動機が働かない。廃棄物を削減する動機がない上に生活水準の向上により有価物を売却する動機が弱まるとすれば、今後は廃棄物発生量の増大が懸念される。

廃棄物手数料は排出量に従って料金を設定すべきという議論もある¹⁶⁾。廃棄物の減量化及び有価物の売却・有効利用が促進されることを目指して、ハノイ市は慎重に住民との対話を重ねた上で適正な収集手数料を設定すべきである。

参考文献

- 1) Kawai, K. : Estimation of recyclable waste flows in Hanoi, Vietnam, *Environ. Sanit. Eng. Res.*, Vol. 25, pp.21-29, 2011. (in Japanese)
- 2) DiGregorio, M. : *Urban Harvest: Recycling as a Peasant Industry in Northern Vietnam*, East-West Center, Hawaii, 1994.
- 3) Medina, M. : Scavenger cooperatives in Asia and Latin America, *Resour. Conserv. Recycl.*, Vol. 31, pp.51-59, 2000.
- 4) Li, S. : Junk-buyers as the linkage between waste sources and redemption depots in urban China: the case of Wuhan, *Resour. Conserv. Recycl.*, Vol. 36, pp.319-335, 2002.
- 5) Ojeda-Benitez, S., Armijo-de-Vega, C. and Ramirez-Barreto, E. : Formal and informal recovery of recyclables in Mexicali, Mexico: handling alternatives, *Resour. Conserv. Recycl.*, Vol. 34, pp.273-288, 2002.
- 6) Mitchell, C.L. : Altered landscapes, altered livelihoods: the shifting experience of informal waste collecting during Hanoi's urban transition, *Geoforum*, Vol. 39, pp.2019-2029, 2008.
- 7) Wilson, D.C., Araba, A.O., Chinwah, K. and Cheeseman, C.R. : Building recycling rates through the informal sector, *Waste Manage.*, Vol. 29, pp.629-635, 2009.
- 8) Wilson, D.C., Rodic, L., Scheinberg, A., Velis, C.A. and Alabaster, G. : Comparative analysis of solid waste management in 20 cities, *Waste Manage. Res.*, Vol. 30, pp.237-254, 2012.
- 9) Rodic, L., Scheinberg, A. and Wilson, D.C. : Comparing solid waste management in the world's cities, Key-note paper at ISWA World Congress 2010, Urban Development and Sustainability – a Major Challenge for Waste Management in the 21st Century, Hamburg, Germany, 15–18 November 2010.
http://www.iswa.org/uploads/tx_iswaknowledgebase/Rodic.pdf (accessed 20 April 2012)
- 10) Scheinberg, A., Spies, S., Simpson, M.H. and Mol, A.P.J. : Assessing urban recycling in low- and

middle-income countries: Building on modernised mixtures, *Habitat Int.*, Vol. 35, pp.188-198, 2011.

- 11) Wilson, D.C., Velis, C. and Cheeseman, C. : Role of informal sector recycling in waste management in developing countries, *Habitat Int.*, Vol. 30, pp.797-808, 2006.
- 12) Narayana, T. : Municipal solid waste management in India: From waste disposal to recovery of resources?, *Waste Manage.*, Vol. 29, pp.1163-1166, 2009.
- 13) Mitchell, C.L. : Trading trash in the transition: economic restructuring, urban spatial transformation, and the boom and bust of Hanoi's informal waste trade, *Environ. Plann. A*, Vol. 41, pp.2633-2650, 2009.
- 14) Japan International Cooperation Agency (JICA) : Preliminary survey report of implementation support for 3R initiative of Hanoi City for cyclical society, JICA, Tokyo, 2006. (in Japanese)
- 15) Piclin, J. : Unit pricing of household garbage in Melbourne: improving welfare, reducing garbage, or neither?, *Waste Manage. Res.*, Vol. 26, pp.508-514, 2008.
- 16) Sujauddin, M. : Household solid waste characteristics and management in Chittagong, Bangladesh, *Waste Manage.*, Vol. 28, pp.1688-1695, 2008.

5.2 家庭系廃棄物の分別シナリオと代替処理技術の選択ツール

5.2.1 目的

ベトナムを始めとする東南アジアでは、廃棄物管理は埋立処分に依存している¹⁾。ベトナム国では、5 年ごとに「経済・社会発展に関する国家計画」が定められており、その中には環境問題、特に廃棄物に関する記述も目標水準と合わせて示されている。しかし、特別に配慮・対応が必要と考えられる問題に対しては、個別に政府あるいは首相等から公式文書が発効されることがある。事実、廃棄物に係る問題については2009年12月に、「2050年を視野に入れた2025年までの統合的な廃棄物管理に係る国家戦略」（以下、「国家戦略」という。）が首相決定文書として承認された。国家戦略では、長期的には2050年の目標像を示しながら、中途の年次である2015年、2020年、2025年における目標が詳細に定められている。2050年には、ベトナム国

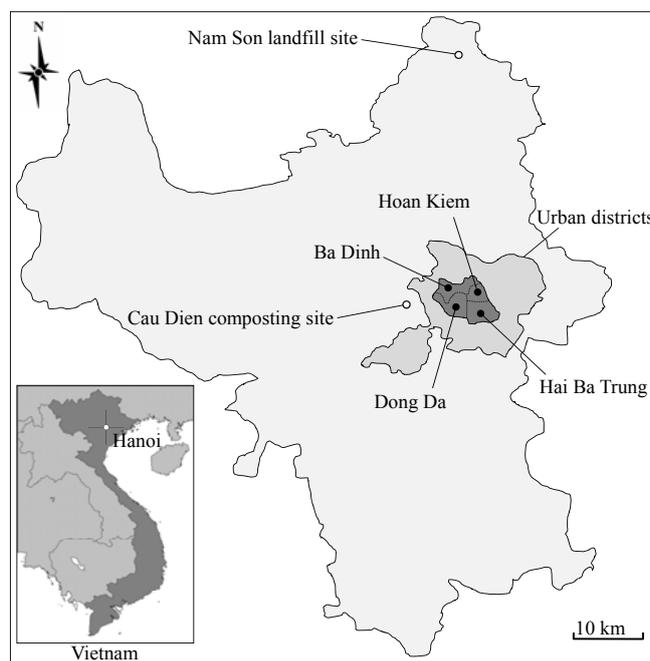


図 5.2.1 ハノイ市の地図

で発生した都市部の家庭系廃棄物の全てが収集され、各地域の現状に見合った、先進的で環境に配慮した技術によって再使用、リサイクルされ、処理され、結果として埋立処分量を最小化している。

ベトナム国の首都ハノイ市のハノイ市中心4地区（Ba Dinh, Hoan Kiem, Dong Da, Hai Ba Trung, 図 5.2.1）では、Hanoi 都市環境公社（URENCO）が廃棄物を収集している。一方、新聞紙、段ボール、PET ボトル、ビール瓶、アルミ缶等の有価物は、市民により排出源で経済的動機に従って廃棄物とは分別され、Junk buyer（家庭などの排出源から有価物を購入して回収する人）へ売却され、インフォーマルセクターで再資源化されている。すなわち、Hanoi URENCO によって収集される廃棄物とは、基本的には有価物が含まれていない状態であるが、近年の生活水準の向上により、有価物として売却可能なものも廃棄物に混入して廃棄される傾向がある。現在、ハノイ市では廃棄物を複数の項目に分別して収集するシステムはなく、すべての廃棄物が混在した状態で収集され、大部分はハノイ市の中心から約 50 km 先に位置する Nam Son 埋立処分場へ搬入されている。しかし今後、国家戦略に従って埋立処分に代わる新たな処理技術を導入する場合、処理技術の経済的、社会的、技術的制約により即座に代替処理技術を導入することが難しいことがある。特に東南アジアでは厨芥類等の生分解性廃棄物の割合が多い^{2),3),4),5)}ために水分を多く含む。特に水分を多く含むと、処理技術の技術的制約により処理工程で追加的な燃料や資材を投入するか⁶⁾、あるいは前処理を必要とする。処理技術の技術的制約に見合うべく、廃棄物の成分調整を目的とし、前処理の有力な方法のひとつとして、「分別」が挙げられる。

本研究は、ベトナム国ハノイ市の家庭系廃棄物を対象として物理組成及び三成分（水分、可燃分、灰分）を調査し、3つの分別シナリオを提示したのちに、分別シナリオに応じて廃棄物の三成分の推移を図示できる、技術的側面から代替処理技術を選択するための評価ツールを提示することを目的とする。なお本研究は、処理技術の導入及び運用、メンテナンスに係る経済的制約や、分別行動に係る社会的制約についての議論は含まない。

5.2.2 方法

5.2.2.1 物理組成及び三成分調査

ベトナム国ハノイ市中心4地区において家庭系廃棄物の物理組成及び三成分を調査した。調査に先立ち、4地区からそれぞれ2ヶ所の廃棄物収集地点を無作為に抽出し、収集地点付近のコミュニティ・リーダー及び収集作業責任者に本調査への理解及び協力を要請した。次に2011年11月25日～12月3日のうち雨天のために中止した12月1日を除く8日間、夕方の廃棄物収集時間が始まると同時に収集地点付近で調査員が待機し、廃棄物を収集地点まで持参してきた人に対して本調査への協力を要請し、協力が得られた場合に廃棄物をサンプリングした。337世帯分のサンプルを調査対象として有効なデータとした。サンプルはトラックに積み込んでハノイ市中心地区から10km西に位置するCau Dienコンポスト施設まで運搬した。

サンプリングの翌朝に物理組成調査を実施した。分類作業員として、Cau Dienコンポスト施設の作業員を確保した。彼らは廃棄物に日々触れていて、素手で廃棄物を分類することに嫌悪感を抱かない。まず、サンプルを世帯ごとに16項目（有価物として紙類・プラスチック類・ガラス類・金属類、廃棄物として紙類・プラスチック類・ガラス類・金属類・厨芥類・草木類・繊維類・ゴム・皮革類・陶磁器類・練炭灰・その他）に分類した。練炭灰を分類項目として設定した理由としては、多くの家庭で練炭を調理用燃料として利用しており、無視できない割合を占めることが確認されたためである⁷⁾。本調査では2011年11月時点でハノイ市で売却可能な質のものを有価物と定義し、極度に水分を含んでいるもの、汚物が付着しているもの、割れたガラス類、レジ袋等は廃棄物とした。確実に有価物として市場価値があると判断されるもののみを本研究では有価物としたため、有価物の割合はやや低めになる可能性がある。分類した項目ごとにサンプルを計量した。なお、分類後の計量値の記入ミスを修正するため、分類作業の前にサンプルごとの重量を計量し、分類前後で各サンプルの総重量に大きな隔たりがないか確認した。分類及び計量作業では毎日同じ作業員の手配に努めたが、途中で一部作業員の交代があり、その場合は作業レベルを維持するため、交代作業員は熟練作業員とともに作業を実施した。

項目ごとに保管しておいたサンプルを分類作業終了直後に四分法により約100g程度になるまで縮分し、即座にベトナム国立土木工科大学の研究室へ持ち込み、項目ごとに三成分（水分、可燃分、灰分）を測定した。まず、サンプルを85度で3日間乾燥させた。日本で三成分を測定する際に乾燥工程で提示されている温度は105度であるが⁸⁾、85度で乾燥させたのは、特にプラスチック類が溶けるのを防ぐためである。3日間サンプルを乾燥させ、重量が一定になったのを確認してからサンプルを適量に縮分したのちに800度で2時間燃焼させた。ただし、ガラス類、金属類、陶磁器類、その他のサンプルは不燃性と判断し、燃焼しなかった。三成分を調査するため、同様の工程を別の日にも実施し、2回の調査で得られた三成分を平均した。

5.2.2.2 分別シナリオ及び分別率

分別シナリオとして、3つのシナリオを想定した(表5.2.1)。シナリオIは前処理として可燃性廃棄物と不燃性廃棄物を分別するシナリオ、シナリオIIは前処理として生分解性廃棄物と難生分解性廃棄物を分別するシナリオ、シナリオIIIは前処理として可燃性廃棄物と不燃性廃棄物と生分解性廃棄物を分別するシナリオである。分別の達成状況

表 5.2.1 分別シナリオ

Scenario	Category to be separated
I	a) Combustible, b) Non combustible
II	a) Degradable, b) Non degradable
III	a) Combustible, b) Non combustible, c) Degradable

と三成分の変化を図示した。ここで、重量比で正しく分別される割合を分別率と定義する。ここでの分別率とは、A と B の 2 つの分別項目が設定された場合、A に該当するごみが適切に A として、同時に B に該当するごみが適切に B として分別される割合（重量比）を表す（図 5.2.2）。本研究では、分別率の範囲を 50～100% の 10% 刻みした。

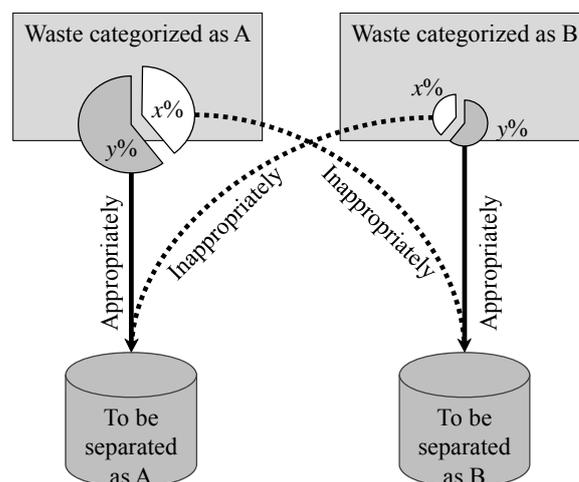


図 5.2.2 分別率の概念図

5.2.2.3 三成分を判断基準とした処理技術の境界

各種処理技術には様々な制約条件があるが、本研究では三成分に着目し、三成分を判断基準とした処理技術の境界条件を田中ら（2003）を参考にした⁹⁾。

1) 焼却処理

廃棄物の自然限界、すなわち助燃油を必要としない条件を低位発熱量が 800 kcal/kg 以上とする場合の水分と可燃分の関係を Eq. (1) に、さらに発電条件を低位発熱量が 1,500 kcal/kg 以上とする場合の水分と可燃分の関係を Eq. (2) に示す。

$$800 < H_L = 50 \times B - 6 \times W \quad (1)$$

$$1,500 < H_L = 50 \times B - 6 \times W \quad (2)$$

H_L は低位発熱量 (kcal/kg)、 B は可燃分 (%)、 W は水分 (%) を表す。

2) 堆肥化処理

酸素が十分に侵入し、微生物が活発に活動する条件の水分の範囲を Eq. (3) に、好気性反応熱で水分が蒸発する条件として水分と可燃分の関係を Eq. (4) に示す。

$$50 < W < 70 \quad (3)$$

かつ

$$6W < 40 \times B \times 0.5 \quad (4)$$

3) RDF 化処理

前処理として廃棄物を乾燥させる必要のない条件の水分の範囲を Eq. (5) に、高位発熱量が 3,000 kcal/kg 以上とする場合の水分と可燃分の関係を Eq. (6) に示す。

$$W < 20 \quad (5)$$

かつ

$$3,000 < 50 \times B \quad (6)$$

4) 埋立処分

埋立作業のできる水分の条件を Eq. (7) に示す。

$$W < 85 \quad (7)$$

5.2.3 結果及び考察

5.2.3.1 物理組成及び三成分

有価物の物理組成割合は3.6%（重量比）であった（表 5.2.2）。つまり、家庭から廃棄された物のうち、少なくとも3.6%（重量比）は有価物として市場価値があることを意味する。また、有価物として分類した紙類、プラスチック類の水分は10%を下回った。これは分類作業の時点で極度に水分を含んでいるもの、汚物が付着しているものは有価物とは見なさなかつたことが原因である。各項目を可燃性及び不燃性に分類する際に練炭灰には可燃分も残っているが、6.7%と低かつたので不燃性に分類した。分類家庭系廃棄物のなかでは厨芥類の割合が最も大きく、水分も最も高かつた。

5.2.3.2 分別シナリオと代替処理技術の選択

三成分と処理技術との関係を示したのが図 5.2.3 の a) である。各線は処理技術の適用可能な三成分の境界条件を表している。本調査で測定した三成分から低位発熱量を計算すると、858 kcal/kg で、辛うじて自然限界を上回っていた。

可燃性廃棄物と不燃性廃棄物に分別した場合（シナリオ I）、分別率が高まったとしても、可燃性廃棄物中の可燃分及び水分はあまり変化せず、発熱量は最大でも965 kcal/kg であった（図 5.2.3 の b)）。これは、可燃性廃棄物中の厨芥類の寄与が大きいことが要因としてあげられる。すなわち、焼却処理を前提とした分別を導入する場合、厨芥類を可燃性廃棄物とみなすのは得策ではないと言える。

表 5.2.2 ベトナム国ハノイ市における家庭系廃棄物の性質、物理組成、三成分

Type of waste	Category	Combustible	Biodegradable	Physical composition	Proximate composition		
					Moisture	Combustible	Ash
RW	Paper	+	-	0.8	8.3	78.7	13.0
	Plastic	+	-	1.4	7.3	90.8	1.9
	Glass	-	-	0.9	0.2	0.0	99.8
	Metals	-	-	0.5	3.6	0.0	96.4
MSW	Paper	+	-	6.4	55.2	38.8	5.9
	Plastic	+	-	8.2	53.4	42.1	4.5
	Glass	-	-	0.6	0.6	0.0	99.4
	Metals	-	-	0.1	8.2	0.0	91.8
	Food	+	+	57.3	76.1	18.5	5.4
	Garden	+	+	3.4	72.9	22.6	4.5
	Coal ash	-	-	11.3	12.3	6.7	81.1
	Rubber	+	-	0.2	3.2	81.5	15.2
	Ceramics	-	-	0.7	0.5	0.0	99.5
	Textiles	+	-	1.9	13.5	84.2	2.4
	Wood	+	-	1.0	27.2	65.3	7.5
Other	+	-	5.3	29.4	32.7	37.9	

RW: Recyclable waste, MSW: Municipal solid waste

+: Corresponding, -: Not corresponding

生分解性廃棄物と難分解性廃棄物に分別した場合（シナリオ II），分別率が高まるにつれ，生分解性廃棄物の水分が高まり，堆肥化処理を導入する場合はもみ殻などを添加するなどの水分調整が必要となる（図 5.2.3 の c）。一方で，分別率が高まるにつれて難分解性廃棄物中の水分が減少するので，発熱量は最大 1,445 kcal/kg まで高まった。しかし，この場合は不燃性廃棄物も多く含まれているので，焼却残渣の発生量が増大するのは間違いない。また，分別率が 100% にも関わらず不燃性廃棄物の可燃分が 0% にならないのは，練炭灰中の可燃分が原因である。

可燃性廃棄物と不燃性廃棄物と生分解性廃棄物に分別した場合（シナリオ III），可燃性廃棄物中の可燃分は上昇するが，低位発熱量を 1,500 kcal/kg 確保するためには 71% 以上の分別率が求められることがわかった（図 5.2.3 の d）。また，分別率が 100% であっても，可燃性廃棄物の RDF 化処理には前処理として乾燥工程が必要になる。

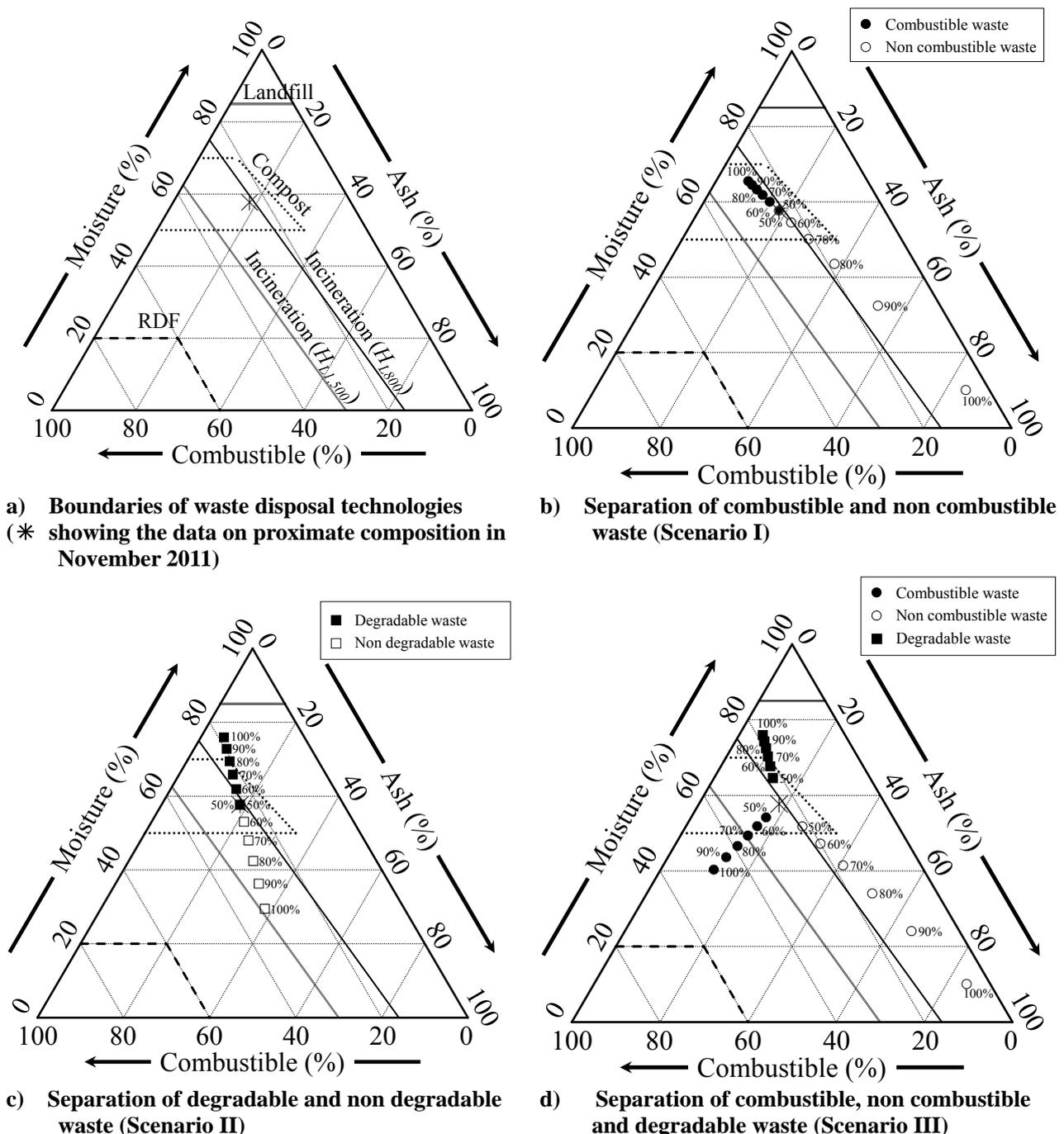


図 5.2.3 家庭系廃棄物の分別シナリオごとの三成分の変化

5.2.4 結論

本調査で測定した三成分から低位発熱量を計算すると、858 kcal/kg で、辛うじて自然限界を上回っていた。可燃性廃棄物と不燃性廃棄物に分別した場合、分別率が高まったとしても、可燃性廃棄物中の可燃分及び水分はあまり変化せず、発熱量は最大でも 965 kcal/kg であった。さらに、可燃性廃棄物と不燃性廃棄物と生分解性廃棄物に分別した場合、可燃性廃棄物中の可燃分は上昇するが、低位発熱量を 1,500 kcal/kg 確保するためには 71%以上の分別率が求められることがわかった。

参考文献

- 1) Memon, M.A.: Integrated solid waste management based on the 3R approach, J Mater Cycles Waste Manag, Vol.12, pp.30-40, 2010.
- 2) Troschinetz, A.M. and Mihelcic, J.R. : Sustainable recycling of municipal solid waste in developing countries, Waste Manag., Vol. 29, pp. 915-923, 2009.
- 3) Shekdar, A.V. : Sustainable solid waste management: An integrated approach for Asian countries, Waste Manag., Vol. 29, pp. 1438-1448, 2009.
- 4) Damanhuri. E., Wahyu, I.M, Ramang, R. and Padmi, T. : Evaluation of municipal solid waste flow in the Bandung metropolitan area, Indonesia, J Mater Cycles Waste Manag, Vol.11, pp.270-276, 2009.
- 5) Thanh, N.P., Matsui, Y. and Fujiwara, T. : Household solid waste generation and characteristic in a Mekong Delta city, Vietnam, J. Environ. Manag., Vol. 91, pp. 2307-2321, 2010.
- 6) Wilson, D.C., Rodic, L., Scheinberg, A., Velis, C.A. and Alabaster, G. : Comparative analysis of solid waste management in 20 cities, Waste Manage. Res., Vol. 30, pp. 237-254, 2012.
- 7) Kawai, K. : Estimation of recyclable waste flows in Hanoi, Vietnam, Environ. Sanit. Eng. Res., Vol. 25, pp. 21-29, 2011. (in Japanese)
- 8) 厚生省: 一般廃棄物処理事業に対する指導に伴う留意事項について, 環整 95 号, 1977.
- 9) 田中信壽, 松藤敏彦, 角田芳忠, 東條安匡: リサイクル・適正処分のための廃棄物工学の基礎知識, 2003.

5.3 ベトナム国ハノイ市における住民による有機系廃棄物の分別行動の規定因

5.3.1 目的

ベトナム国は他の途上国と同様に収集した廃棄物の大部分は埋立処分されており、埋立処分場で生じる地球規模及び地域規模の環境負荷が懸念されている。ベトナム国では、都市部で収集した廃棄物のうち、2015年に60%、2020年に85%、2025年に90%を再資源化するという目標値を国家戦略として掲げている。インフォーマルセクターでは、紙類、プラスチック類、ガラス類、金属類を中心とした乾質の有価物を再資源化する活動が活発であるが、有価物とみなされない廃棄物のうち、特に重量比で廃棄物の大部分を占める有機系廃棄物（ここでは厨芥類や庭ごみ等の生分解性廃棄物のことを指す）の直接埋立を回避することは喫緊の課題と言える。

ベトナム国ハノイ市において2006年から2009年までの3年間、ハノイ市都市環境公社（以下、「ハノイ URENCO」という。）及びハノイ市婦人会をカウンターパート機関として「循環型社会形成に向けてのハノイ市3Rイニシアティブ活性化支援プロジェクト」（以下、「3RハノイPJ」という。）が（独）国際協力機構（JICA）によって実施された。ハノイ市全域で分別収集を基調とした3Rの取組みがされることを目標として、有機系廃棄物の分別収集・コンポスト化のモデル事業に係る支援が行われた。

プロジェクト終了後もモデル地域では有機系廃棄物と無機系廃棄物（有機系廃棄物以外を指す）の分別収集が継続されているが、プロジェクトが終了して2年以上が経過した。有機系廃棄物の分別収集システムがモデル地域で定着したとは言えず、多くの住民が家庭系廃棄物を有機系廃棄物と無機系廃棄物に分別せずに排出している状況が見受けられた。本研究は、まずハノイ市における分別収集システムのモデル事例を紹介し、日本国内では分別行動の規定因を説明する際にしばしば用いられる「環境配慮行動の2段階モデル」（図5.3.1）によって、ハノイ市のモデル地域の住民による分別行動を説明できるかを確認する。次にモデル地域における住民を対象としたアンケート調査によって分別行動の規定因を明らかにする。最後に、分別排出されている有機系廃棄物の物理組成を調査することにより、今後の分別収集システムに関する提言を行う。

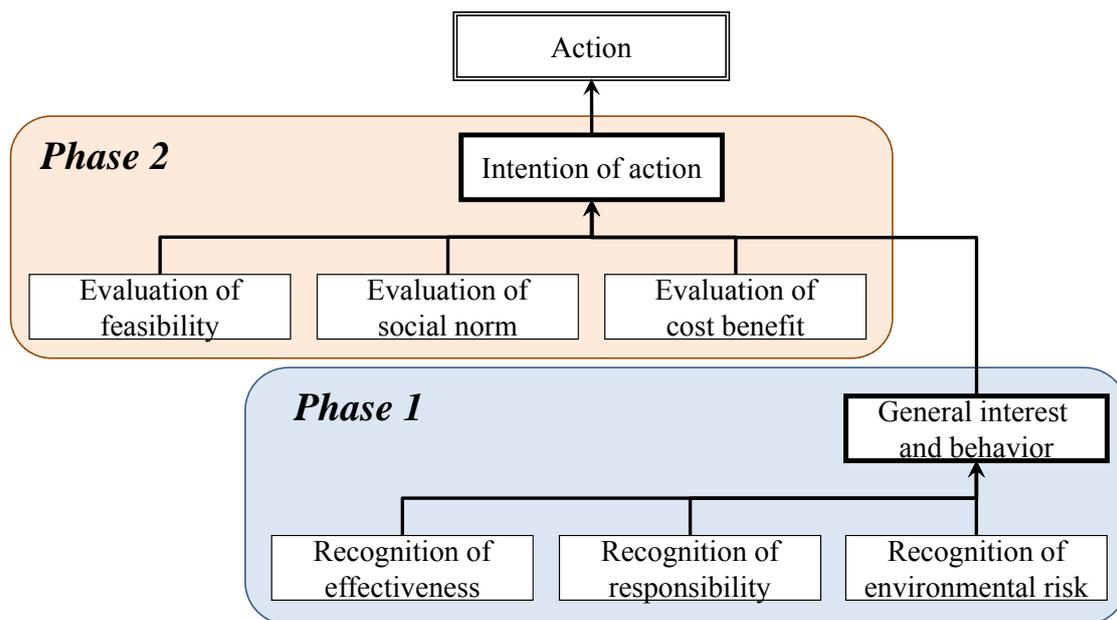


図 5.3.1 環境配慮行動の2段階モデル

5.3.2 分別収集システムの概要

ハノイ市の分別収集システムでは、分別収集された有機系廃棄物をハノイ市中心地区から約 10 km 西に位置する Ca Dien に運搬され、堆肥化処理される。また、分別収集された無機系廃棄物はハノイ市中心地区から約 50 km 北に位置する Nam Son 埋立処分場に運搬され、埋立処分される。ハノイ市の中心地区ではハノイ URENCO の子会社(以下、「Enterprise」という。)が廃棄物の収集運搬を担っていて、Ba Dinh 地区は Enterprise 1, Hoan Kiem 地区は Enterprise 2, Hai Ba Trung 地区は Enterprise 3, Dong Da 地区は Enterprise 4 が担当している(図 5.3.2)。分別収集のモデル地域は上記 4 地区にある 4 地域(Ward)である(表 5.3.1)。それぞれのモデル地域は大きく 2 つに分類できる。Phan Chu Trinh と Nguyen Du 地域は比較的人口が少なく、人口密度も低い。また、大通りが多く、歩道の幅も広い地域である(図 5.3.3)。一方で、Thanh Cong と Lang Ha 地域は比較的人口が多く、人口密度も高い。大通りが少なく、歩道が少なくかつ幅も狭い地域である。特に Thanh Cong 地域ではアパートメントに住む住民が多く(図 5.3.4)、世帯人数(平均値)も 4 地域で最も高い。人口及び世帯数が他の 2 地域よりも多いにも関わらず、Thanh Cong と Lang Ha 地域は廃棄物の収集地点の数が相対的に少ない。すなわち、この 2 地域では 1 収集地点により多くの住民が廃棄物を排出することになる。

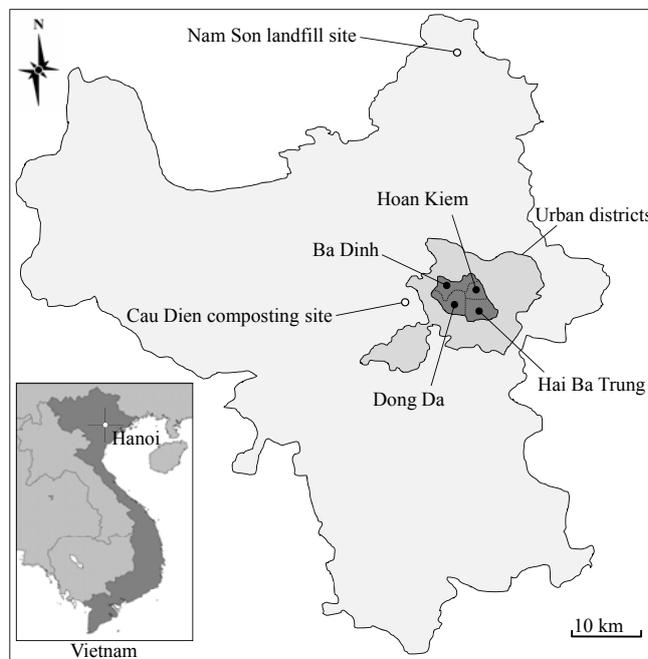


図 5.3.2 ハノイ市の地図

表 5.3.1 分別モデルエリアの概要

Ward	Phan Chu Trinh	Nguyen Du	Thanh Cong	Lang Ha
District	Hoan Kiem	Hai Ba Trung	Ba Dinh	Dong Da
Provider of waste collection service	Enterprise 2	Enterprise 3	Enterprise 1	Enterprise 4
Starting date of source separation	July 1st 2007	August 1st 2007	July 15th 2008	August 15th 2008
Population	5,772	6,601	23,049	28,680
Area (km ²)	0.44	0.38	0.96	0.65
Population density (person/km ²)	13,118	17,371	24,009	44,123
Number of residential groups	29	43	137	117
Number of households	1,714	1,768	6,365	7,338
Average number of household members	3.4	3.7	3.6	3.9
Number of collection points	34	44	58	66
Population per collection point	170	150	397	435
Households per collection point	50	40	110	112

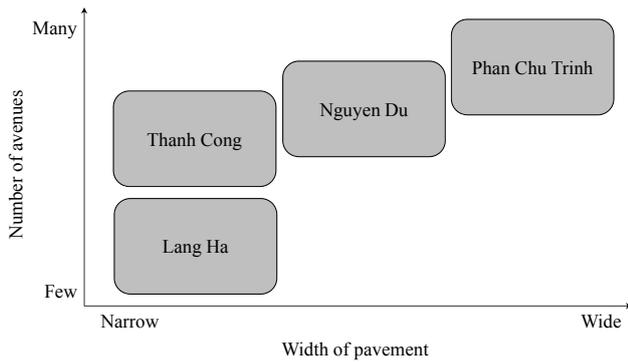


図 5.3.3 分別モデルエリアにおける大通りの数と歩道の幅のイメージ

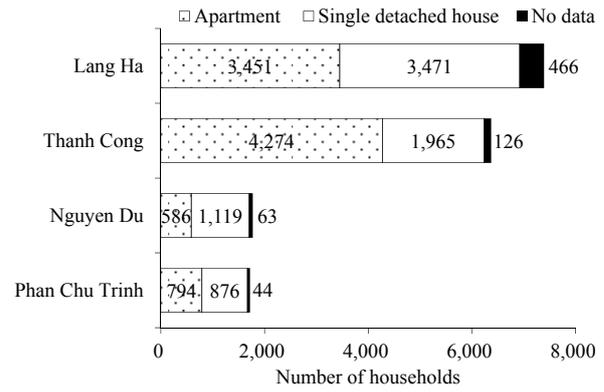


図 5.3.4 分別モデルエリアの住居形態

表 5.3.2 モデル地域における分別収集容器

	Organic waste	Inorganic waste
Color of collection bins	Green	Orange
Volume of collection bins	240 L	240 L
Collection time	18:00-20:30	18:00-20:30
Collection day	Everyday	Everyday

ハノイ市は分別収集システムを導入するにあたって、以下のルールを策定した。

- 1) ハノイ URENCO は廃棄物を排出するために収集容器を用意し、収集場所に設置する責務を負う（表 5.3.2, 図 5.3.5）。またハノイ URENCO の職員は収集容器を管理し、収集地点において分別排出の仕方を住民に対して指導する。
- 2) 住民は分別のための家庭用の分別容器を準備し、定められた時間（18 時～20 時 30 分）に廃棄物を分別のルールに従って定められた位置の収集容器に排出する。住民は道路や公共の場所に許可なく廃棄物を捨てることはできない。
- 3) 事業所、市場、高層ビルやアパート（マンション）の管理者は「年間廃棄物分別排出計画」を作成し、提出する責務を負う。この計画に基づいてハノイ URENCO と廃棄物収集料に関する契約を結ぶ。管理者は自身の責任において適切な容器を準備する。
- 4) 地方自治体（地域及び地区の人民委員会）は、マスコミ、掲示板、地域のスピーカーシステム、住民グループの会議などを通じて、住民や事業所に分別のルールを実践するように周知し、モニタリングする責務を負う。分別のルールに従わない住民や事業所には、地方自治体が指導し、場合によっては罰金を科す。
- 5) 婦人会などの地方社会組織は 3R や分別活動を促進するために各機関と協力する。特に婦人会は重要な役割を果たす。

分別収集システムの導入にあたり、様々な説明ツールが作成された（表 5.3.3）。これらのツールを活用しつつ、収集員を対象としたトレーニングや、住民グループリーダーへの説明会、住民グループ内の住民への説明会が開催された。

分別ルールによると、有機系廃棄物として分別すべき廃棄物は比較的容易に生物分解するものとし、厨芥類であっても生物分解が困難な骨や貝殻は無機系廃棄物とみなす（表 5.3.4）。また、剪定枝は生物分解に長期間を要するという理由で無機系廃棄物とみなす。

Collection point



Collection bin for organic waste



Collection bin for inorganic waste

図 5.3.5 収集地点と収集容器

表 5.3.3 分別収集システムの説明ツール

ツール	目的
住民向けガイドブック	住民がハノイ市の廃棄物に関する現状、分別・排出方法を理解する
収集員向けガイドブック	収集員が分別収集方法を理解する
ステッカー	住民が有機系廃棄物及び無機系廃棄物に相当する廃棄物例の写真（ステッカー）を見て分別方法を理解する
分別早見表（表 4）	住民が有機系廃棄物及び無機系廃棄物に相当する廃棄物例の早見表を見て分別方法を理解する
サインボード	住民が各収集場所で排出方法、排出時間を再確認する

表 5.3.4 分別早見表（一部を抜粋）

Types		Organic waste	Inorganic waste
Food, flowers, fruit	Flowers	✓	
	Vegetables	✓	
	Fruits	✓	
	Left-over food	✓	
	Sugar cane	✓	
Bones and shells	Animal bones		✓
	Shells		✓
Plants	Grass	✓	
	Leaves	✓	
	Branches		✓

5.3.3 方法

モデル地域における住民の分別排出状況を把握するため、2011年9月～12月にすべての収集地点を目視調査した。さらにモデル地域における住民の分別行動の規定因を明らかにするため、モデル地域の住民を対象としたアンケート調査を実施した。また、アンケート調査結果の信頼性を担保するため、アンケート調査対象住民から廃棄物をサンプリングし、物理組成調査を同時に行った。4つのモデル地域において、半数以上の住民が分別排出していると思われる収集地点を12ヶ所、半数以上の住民が分別排出していないと思われる収集地点を6ヶ所、無作為に抽出(ExcelのRAND関数を利用)した。さらに抽出した18ヶ所の収集地点に廃棄物を排出しているコミュニティの住民20世帯ずつ、合計360世帯に対して本研究への協力を打診し、最終的にアンケート調査及び廃棄物の物理組成調査への協力を得た318世帯分のデータを分析対象とした。

5.3.3.1 アンケート調査

調査票の設計に先立ち、分別行動の規定因を特定する仮説を立てるために、モデル地域の収集作業員に分別収集状況に関して、住民に分別排出の実施の有無及びその理由に関してヒアリング調査を実施した。調査票は日本語版、英語版、ベトナム語版を作成して相互に照らし合わせながら、著者の意図が適切に翻訳されているかを複数のベトナム人協力者と確認した(添付資料2に調査票を掲載)。設問は環境配慮行動の2段階モデルを想定して設定した(表5.3.5)。国内では、この環境配慮行動の2段階モデルは分別行動にも適用できることが報告されている。頻度や程度に関する設問では5件法を採用し、“strongly negative”, “slightly negative”, “neither/no idea”, “slightly positive”, “strongly positive”という選択肢を準備した。

有機系廃棄物の分別行動に係るアンケート調査票は住民が廃棄物を排出する直前の時間帯である16時～18時に調査員が配布した。調査員に対しては、調査開始前に本調査の目的及び調査方法を入念に説明した。また、住民の調査への協力を円滑に得るため、調査協力依頼及び調査票配布の際にはコミュニティ・リーダー(あるいは副リーダー)が同行した。2012年1月4日、5、6日の3日間でそれぞれ120世帯に本調査の協力を打診した。アンケート回答票は協力の打診から1週間後に回収した。

アンケート調査結果のデータをもとに、環境配慮行動の2段階モデルを想定してIBM SPSS Amosを用いてパス解析を行った。同一カテゴリーに相関の強い設問があった場合は、1項目に絞って解析を行った。また、すべての設問に関してKolmogorov-Smirnovの正規性の検定を行った。さらに分別行動の規定因を特定するために、2x2分割表の2変数の間に統計学的に有意な関連があるかどうかを検討するために、Fisherの直接確率検定を行った。上記の統計処理にはIBM SPSS Statistics 20を用いた。

5.3.3.2 廃棄物の物理組成調査

アンケート調査への協力を打診した世帯を対象にIDを添付したプラスチック袋を配布し、アンケート調査票を配布した日の分別収集時間帯(18時～20時30分)に、収集地点で家庭系廃棄物をサンプリングした。有機系廃棄物を分別排出する予定と回答した世帯には有機系廃棄物用と無機系廃棄物用の2種類のプラスチック袋を配布した。廃棄物のサンプリング後は、分類及び計量作業を実施するため、トラックに積み込んでCa Dienコンポスト施設内に確保した作業場へ運搬した。翌朝、分類作業前に各サンプルの重量を計量した。世帯ごとにサンプルを12項目(紙類・プラスチック類・ガラス類・金属類・厨芥類・草木類・繊維類・ゴム・皮革類・陶磁器類・練炭灰・その他)に分類した。最後に、分類した項目ごとにサンプルを計量した。分類及び計量作業はCau Dienコンポスト施設の作業員が行った。

表 5.3.5 モデル地域の住民を対象とした分別排出に関するアンケート調査項目

Category	Question
Action for source separation	How frequently do you separate organic waste in your house? Where do you usually throw out organic waste? Where do you usually throw out inorganic waste?
Action for waste reduction	How frequently are you careful not to generate left-over food at meals in your house? How frequently do you remove water from organic waste before throwing out in your house? How do you usually handle the following recyclable waste in your house?
Intention of action	Do you agree that you have the intention to separate organic waste in your house? Do you agree that you have the intention to throw out organic waste and inorganic waste separately into the designated collection containers?
Evaluation of feasibility	How many collection containers are approximately set at the place where you usually throw out wastes? Do you know that organic waste and inorganic waste are separately collected in your living area? Do you know the rule how to separate organic waste and inorganic waste? When are collection containers set? How frequently can you throw out wastes into the collection containers per week within the setting time? Based on the rule of source separation of organic waste and inorganic waste, which type of collection container should the following wastes be thrown out into?
Evaluation of social norm	Do you agree that the behavior of your neighbors not to throw out organic waste and inorganic waste separately into the designated collection containers is unfair? Do your neighbors throw out organic waste and inorganic waste separately into the designated collection containers? Do you follow an instruction of the Ward People's Committee, residential group leader and collection worker of Hanoi URENCO?
Evaluation of cost benefit	Do you agree that source separation of organic waste is interesting? Do you agree that source separation of organic waste in your house puts burden on you? Do you agree that throwing out organic waste and inorganic waste separately into the designated collection containers puts burden on you?
General interest and behavior	Do you want to act for solving waste problems?
Recognition of effectiveness	Do you agree that Hanoi city will be clean if you take care of your handling wastes? Do you agree that you can contribute to solving waste problems if you take care of your handling wastes? How do you think the collected organic and inorganic waste are collected, transported and treated?
Recognition of responsibility	Do you agree that you have a responsibility for waste problems? Do you agree that Hanoi People's Committee has a responsibility for waste problems? Do you agree that Hanoi Urban Environment Company (Hanoi URENCO) has a responsibility for waste problems? Do you agree that current generation should tackle waste problems for next generation?
Recognition of environmental risk	Are you interested in waste problems, which are caused by the wastes daily thrown out from you? Do you agree that waste problems in Hanoi are serious? Do you agree that littering in your neighborhood is a serious problem?

表 5.3.6 分別排出の状況と収集地点の数 (2011 年 12 月時点)

Ward	Phan Chu Trinh	Nguyen Du	Thanh Cong	Lang Ha
Collection points where more than a half of citizens in the residential group was likely to follow the source separation rule	24	36	3	4
Collection points where less than a half of citizens in the residential group was likely to follow the source separation rule	10	8	55	62

5.3.4 結果及び考察

5.3.4.1 分別排出の現状

モデル地域には 2011 年 12 月の時点で 202 ヶ所の収集地点が存在することがわかった。また、各収集地点を「半数以上の住民が分別排出していると思われる収集地点」と「半数以上の住民が分別排出していないと思われる収集地点」の 2 つに分けると、Phan Chu Trinh と Nguyen Du 地域では分別収集が良好な収集地点が比較的多かったが、Thanh Cong と Lang Ha 地域ではほとんどの収集地点で分別収集が行われていなかった(表 5.3.6)。Phan Chu Trinh と Nguyen Du 地域では、Enterprise や地域人民委員会など様々な主体が分別収集に積極的であることが、分別収集システムが機能している要因と考えられた。一方、Thanh Cong と Lang Ha 地域では、分別収集に必要な 2 種類の収集容器が適切に設置されていない収集地点が多く、住民の分別行動意図のあるなしに関わらず、分別排出が物理的に不可能な状態だった。Thanh Cong と Lang Ha 地域は人口及び世帯数が他の 2 地域よりも多いにも関わらず、廃棄物の収集地点の数が相対的に少なく、収集地点での分別収集を適切に誘導できなくなり、そのうちに収集主体が分別収集をあきらめてしまったというのが実態であった。

また、本調査の協力を得た 318 世帯のうち、Phan Chu Trinh と Nguyen Du 地域で実際に分別していたのは 105 世帯、分別してなかったのは 109 世帯であった。

5.3.4.2 環境配慮行動の 2 段階モデルの適合性

住民の分別行動の規定因を明らかにするために環境配慮の 2 段階モデルを想定してパス解析を進めたが、当初、推定値の計算が中断してしまう事態が多発した。原因としては、パス解析を行うにあたって、モデル内で設定する変数間にはそれぞれ無相関である必要があるが、環境リスク認知、責任帰属認知、対処有効性認知に関するいずれの設問に関しても、分別排出をしている住民、していない住民に関わらず、大部分の住民が高い関心・賛同を示したことが挙げられた(図 5.3.6)。本調査結果のデータを用いたパス解析による環境配慮行動の 2 段階モデルは適合しなかった。すべての設問に関する回答は正規分布ではなく偏りが大きいことが原因と考えられる。分別行動に関して、日本のデータを用いた場合には適合する環境配慮行動の 2 段階モデルであっても、日本以外で取得したデータを用いた場合には必ずしも適合しない可能性を示した。したがって、本研究では環境配慮行動の 2 段階モデルは想定せずに、調査結果のデータを個別に分析して分別行動の規定因を明らかにすることとする。また、これ以降は住民が分別排出することが物理的に不可能な Thanh Cong と Lang Ha 地域のデータは分析対象から除くこととする。

5.3.4.3 分別排出の意思と行動

アンケート調査で「家庭内でどのくらい有機系廃棄物を分別していますか?」という分別頻度に関する設問に対する回答結果と、廃棄物をサンプリングすることで実際に分別を実施しているかどうかを確認した結果の関係を図 5.3.7 に示す。アンケート調査では、回答の精度を高めるために、文言だけでな

く、頻度を表現したパーセントを付記した（分別しない：0%，まれに分別する：25%，時々分別する：50%，しばしば分別する：75%，常に分別する：100%）。結果を比較すると、アンケート調査では「分別している」と回答しているにも関わらず、サンプリングによると分別していないケース、また、アンケート調査では「以前分別していたが、今はしていない」と回答しているにも関わらず、サンプリングによると分別しているケースなど、分別の実施に関するアンケート調査結果とサンプリング結果の乖離が見られた。つまり、アンケート調査だけで分別行動の実施の有無を把握することには限界があり、本研究のように実際に分別しているか否かを廃棄物をサンプリングすることで明らかにすることは有効な手段であると考えられた。本研究では、各家庭が分別しているか否かの判断は家庭系廃棄物のサンプリング調査結果を根拠とする。

5.3.4.4 分別項目の理解度

「分別のルールに従うと、例として提示した 12 種類の廃棄物は緑色と橙色のどちらの収集容器に排出すべきですか？」との設問は、住民が正しく分別項目及び排出する収集容器の種類を理解しているかを問うものであった。貝殻を除き、すべての種類の廃棄物に関して、分別している世帯グループの方が正解率が高かった（図 5.3.8）。特に野菜（ $P=0.033$ ）、バナナの皮（ $P=0.016$ ）、練炭灰（ $P=0.000$ ）、吸い殻（ $P=0.012$ ）、ティッシュペーパー（ $P=0.000$ ）に関して有意な差があった。また、鶏骨に関しての正解率は分別している世帯グループでも低く、分別項目（表 5.3.4）が完全には理解されていなかった。ただし、鶏骨も厨芥類に含まれると考えた場合、有機系廃棄物として分別排出する意図は著者も感覚的に理解できるので、この住民の間違いはやむを得ないと判断する。

5.3.4.5 小規模ビジネスと分別行動

本調査に協力した世帯は一般家庭と小規模ビジネスを営む家庭の 2 種類に分類でき、それぞれ 165 世帯、49 世帯だった。一般家庭からの廃棄物排出量は平均 773 g/人/日、中央値 499 g/人/日であるのに対して、小規模ビジネスを営む家庭からの廃棄物排出量は 1,634 g/人/日、中央値 584 g/人/日であったが、平均値には有意差がなかった（ $P=0.095$ ）（図 5.3.9）。また、小規模ビジネスを営む家庭の方が一般家庭に比べて分別行動の実施率が低かった（図 5.3.10）。小規模ビジネスを営む家庭では、分別という家事に割く時間を確保するのが難しいのかも知れないが、この結果を説明できる理由は不明であった。

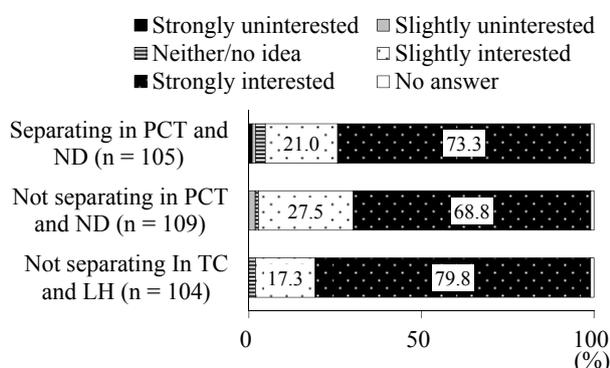


図 5.3.6 廃棄物問題への関心度

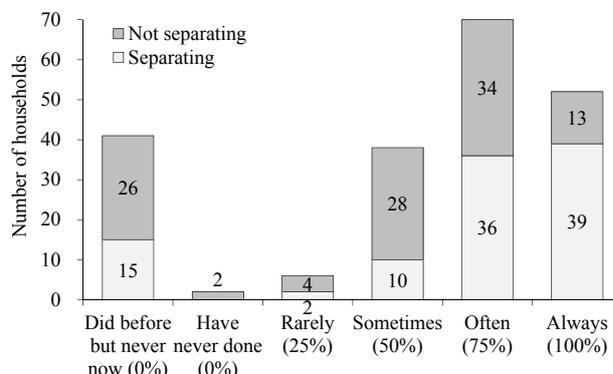


図 5.3.7 分別の実施に関するアンケート調査結果とサンプリング調査結果の乖離

5.3.4.6 コミュニティ・リーダーと分別行動

コミュニティ・リーダーが有機系廃棄物を分別しているコミュニティでは、分別している住民の方が多く、逆にコミュニティ・リーダーが分別していないコミュニティでは、分別していない住民の方が多かった ($P = 0.000$) (図 5.3.11)。すなわち、コミュニティ・リーダーの分別行動がコミュニティ内の分別行動に影響を与えていると思われ、コミュニティ・リーダーの指示によって住民が分別を実施するという構造が示唆される。また、有機系廃棄物として分別排出された廃棄物の組成を調査した結果、重量比で 96.7%が正しく分別排出されていた (図 5.3.12)。この結果から、ひとたび住民が有機系廃棄物を分別した場合、比較的分別ルールは遵守され、分別された有機系廃棄物の純度は高いと言える。

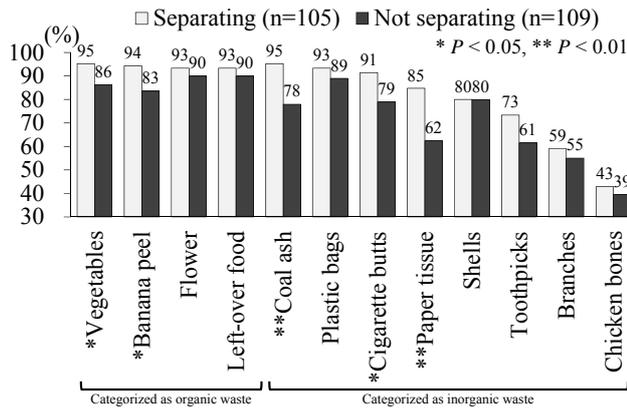


図 5.3.8 12種類の廃棄物例に関して正しい分別容器を回答した住民の割合

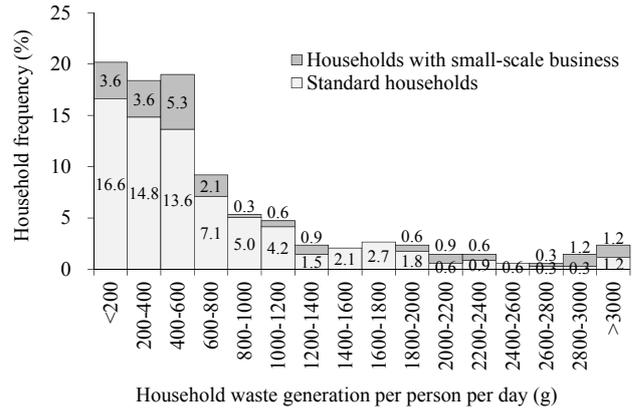


図 5.3.9 家庭系廃棄物の排出原単位に関するヒストグラム

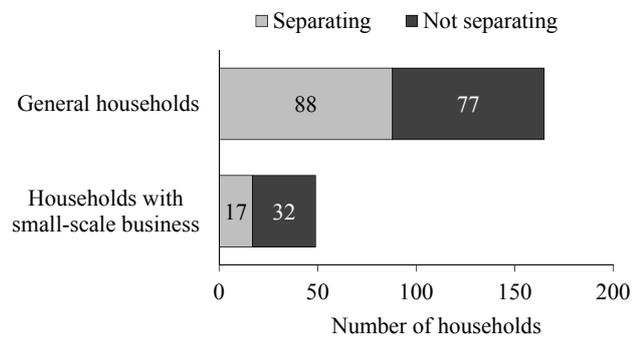


図 5.3.10 一般家庭と小規模ビジネスを営む家庭との分別行動の関係

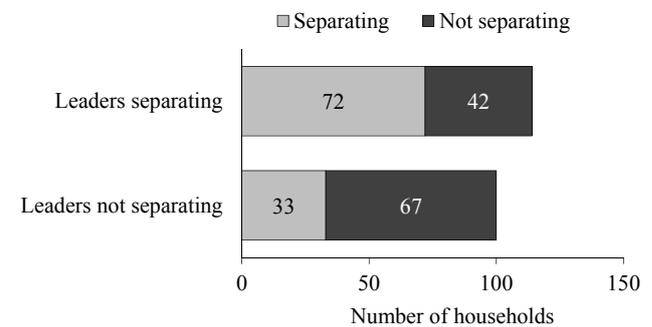


図 5.3.11 コミュニティ・リーダーの分別行動とコミュニティ内の住民との分別行動の関係

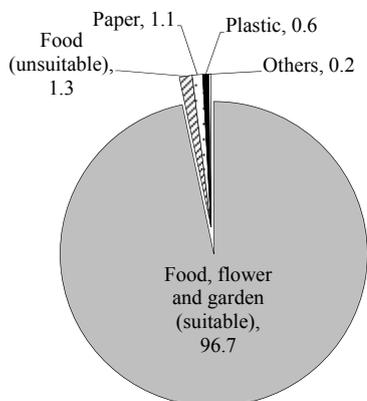


図 5.3.12 有機系廃棄物として分別排出された廃棄物の組成 (重量比, %)

5.3.5 結論

分別収集システムが機能していない地域では、人口及び世帯数が比較的多く、廃棄物の収集地点の数が相対的に少ない地域では、収集地点での分別収集を適切に誘導できなくなり、そのうちに収集主体が分別収集をあきらめてしまった、つまり分別排出に最低限必要な2種類の収集容器を設置しなくなったというのが実態であった。ハノイ市における住民の分別行動の規定因を明らかにするために、日本では分別行動を説明する際に用いられる環境配慮行動の2段階モデルの適合を試みたが、適合しなかった。一般家庭の方が小規模ビジネスを営む家庭よりも分別行動を実施していた。コミュニティ・リーダーの分別行動がコミュニティ内の分別行動に影響を与えていると思われ、コミュニティ・リーダーの強いリーダーシップが住民の分別行動を誘導すると考えられる。本研究ではアンケート調査をもとに分別行動の規定因を明らかにすることを試みたが、本研究で提示した結果は断片的なものであり、引き続きその他の重要な規定因を特定することが求められる。

分別収集する側の責務としては、分別行動という見返りのない協力を提供している住民に対して、その行為を無碍にしないことである。分別排出された有機系廃棄物をいかに純度を落とさずに収集するかというのが、今後の課題と言える。そのためには、有機系廃棄物用の収集容器に不純物を意図的、非意図的に関わらず混入させない対策が必要となる。もちろん、分別排出を実施する住民を増やすことも重要な課題であるが、分別排出することの意義を住民が理解しなければ、課題は解決しない。ハノイ市で実施されているような、途上国での大規模な有機系廃棄物の分別収集システムは、これまでほとんど実例がない。ハノイ市の分別収集システムを軌道に乗せるための方策を提示することこそが、関わった研究者としての使命であると認識する。

第6章 東南アジアに適用し得る処理処分技術

6.1 廃棄物処理分野における CDM 事業活動

6.1.1 目的

開発途上国における廃棄物問題は深刻さを増している。経済の発展やグローバル化は、廃棄物の量を著しく増大させ、質を多様に変化させている。街では収集が追いつかず、空き地等にごみが野積みされ、郊外の埋立地には民家が迫り、崩落、火災、浸出水の漏出、プラスチック等の飛散、悪臭や害虫の発生に苛まれている。これら廃棄物に起因する公衆衛生や公害問題の解決が危急の課題である。先進国は問題の解決のため、政府開発援助（ODA: Official Development Assistance）等を通じて開発途上国に投資を行ってきた。しかし、我が国において ODA 予算は財政難により 1997 年をピークに減少傾向にある。2007 年度の温暖化対策等を含めた環境問題への援助実績は有償資金協力で約 4,158 億円、無償資金協力で約 240 億円¹⁾であったものの、廃棄物問題へのシェアは限られている。3R イニシアティブを提唱し、アジアで国際移動する循環資源の発生源である我が国には、先進国としてあらゆる手段を講じて世界、特にアジアの廃棄物問題の解決に積極的に関与する責がある。

公的資金に限られる状況において、民間資金を活用できるクリーン開発メカニズム（CDM: Clean Development Mechanism）の枠組みは、新たな環境問題への投資の手段として重要である。CDM は先進国（附属書 I 国）が、削減義務がない開発途上国（非附属書 I 国）において、温室効果ガスの削減プロジェクトを実施し、結果として生じた認証排出削減量（CER: Certified Emission Reduction）の一部を獲得することができるという枠組みである²⁾。環境省の試算によると、アジア主要国（中国、インドネシア国、インド国、タイ国、ベトナム国）の廃棄物の潜在市場は 2020 年累計で約 600 億ドルである³⁾。廃棄物管理の改善は少なからず温室効果ガス排出削減に寄与するから、CDM 事業活動は開発途上国における廃棄物問題解決を同時に果たす投資であると考えられる。しかし、廃棄物処理分野における CDM 事業活動では当初予測していた CER を大幅に下回る事態が頻発している。ここでは特に廃棄物処理分野において主要な CDM 事業活動である埋立地ガス回収の CDM 事業活動に焦点を当て、CER の発行状況やベースライン排出量の算定モデル式を紹介し、CER 発行率の低迷の要因について考察する。

6.1.2 廃棄物処理分野における CDM 事業活動の現状

2010 年 4 月 20 日現在、CDM 理事会に登録されている CDM 事業活動^{4),5),6)}は 2,151 件（予測排出削減量：約 356 百万 CO₂ トン/年）であり、うち、廃棄物処理（Waste Handling and Disposal）分野の事業活動は全体の 21.7%を占める 467 件であった。さらにこのうち、埋立地からのメタン回収・燃焼に関する事業活動は 139 件であった。この埋立地ガス回収の CDM 事業活動を件数ベースで地域別にみると、中南米地域で 69 件（49.6%）、アジア地域で 49 件（35.3%）、アフリカ・中近東地域で 18 件（12.9%）、その他地域で 3 件（2.2%）となっており、特にアジア地域での事業活動が増加傾向であった（前年比約 7 割増）。東南アジアにおける埋立地ガス回収の CDM 事業活動は 17 件で、インドネシア国 6 件、マレーシア国 5 件、タイ国 2 件、フィリピン国 2 件、ベトナム国 2 件登録されていた（表 6.1.1）。このうち、すでに CER が発行された CDM 事業活動はフィリピン国での 1 件のみであった。

表 6.1.1 東南アジアにおける埋立地ガス回収の CDM 事業活動

CDM プロジェクト名	ホスト国	他の関係締約国	CDM 理事会 登録日	年平均削減量 (t-CO ₂ /年)	発行量合計
Piyungan Landfill Gas Capture Project in Yogyakarta	インドネシア国	日本	2010/1/1	51,204	0
Gikoko-Makassar - LFG Flaring Project	インドネシア国	オランダ国	2009/9/7	61,851	0
Gikoko-Bekasi-LFG Flaring Project	インドネシア国	オランダ国	2009/7/26	53,704	0
Gikoko Palembang – LFG Flaring Project	インドネシア国	スウェーデン国	2009/7/5	35,475	0
Pontianak - GHG emission reduction through improved MSW management – LFG Capture, Flaring and Electricity Generation	インドネシア国	オランダ国	2008/5/30	57,348	0
PT Navigat Organic Energy Indonesia Integrated Solid Waste Management (GALFAD) Project in Bali, Indonesia	インドネシア国	日本	2007/5/20	141,317	0
Taman Beringin Integrated Landfill Management Project, Kuala Lumpur, Malaysia	マレーシア国	カナダ国	2009/9/3	54,776	0
Landfill Gas Recovery and Utilization at Bukit Tagar Sanitary Landfill, Hulu Selangor in Malaysia	マレーシア国	日本	2009/8/28	219,482	0
Kuantan Jabor-Jerangau Integrated Landfill Management	マレーシア国	カナダ国	2008/8/11	15,617	0
Landfill Gas utilization at Seelong Sanitary Landfill, Malaysia	マレーシア国	デンマーク国	2007/5/19	137,098	0
Krubong Melaka LFG Collection & Energy Recovery CDM Project	マレーシア国	日本	2006/9/29	57,783	0
Bionersis Project Thailand 1	タイ国	フランス国	2009/9/24	111,134	0
Jaroensompong Corporation Rachathewa Landfill Gas to Energy Project	タイ国	日本	2008/3/14	47,159	0
Montalban Landfill Methane Recovery and Power Generation Project	フィリピン国	英国	2009/3/10	552,521	0
Quezon City Controlled Disposal Facility Biogas Emission Reduction Project	フィリピン国	イタリア国	2008/2/1	116,244	30,860
Phuoc Hiep I sanitary Landfill gas CDM project in Ho Chi Minh City	ベトナム国		2009/11/25	132,265	0
Dong Thanh Landfill gas CDM Project in Ho Chi Minh City	ベトナム国		2009/1/17	96,037	0

第46回 CDM 理事会（2009年3月）までに承認されている廃棄物処理分野（有機性廃水や家畜ふん尿の処理を除く）の CDM 方法論は表 6.1.2 の通りである⁷⁾。なお、この他にも小規模 CDM（通常の CDM よりも審査が簡略化されるが、エネルギー生産量、エネルギー削減量または温室効果ガス削減量に上限がある。）に関する方法論がある。新たに CDM 事業活動の登録を目指す事業参加者は表 6.1.2 に示す既存の方法論を用いるか、あるいは新しい方法論を自ら提案することになる^{8),9)}。

表 6.1.3 に廃棄物処理で排出される温室効果ガスを示す¹⁰⁾。基本的には、都市の廃棄物ストリームにおいて、プラスチックや有機性廃棄物の処理・処分に用いられているプロセスから、CO₂、CH₄ または N₂O を削減できれば、CDM 事業活動は成り立つ。しかし、開発途上国（または日本以外の多くの国々）の廃棄物ストリームの趨勢は、中間処理を持たない直接埋立（または野積みや野焼き）であるから、承認されているプロジェクトにおいて、有機性廃棄物の埋立回避と埋立地からの埋立地ガスの大気放出回避が主な削減の方法となっていると考えられる。

表 6.1.2 廃棄物分野における CDM の方法論

方法論番号	タイトル
AM0002 ^{*1}	ベースラインが営業認可契約によって定められる場合の廃棄物処分場ガス回収・フレアによる GHG 排出削減
AM0003 ^{*1}	埋立処分場ガス回収プロジェクトのための簡易財務分析
AM0010 ^{*1}	埋立処分場ガス回収の法的義務が無い場合の埋立処分場ガスの回収・発電プロジェクト
AM0025	代替的廃棄物処理工程による有機廃棄物からの排出回避 ^{*2}
AM0039	有機廃水及び生物有機固形廃棄物の混合コンポスト化によるメタン排出削減
ACM0001	埋立処分場ガスプロジェクト活動のための統合方法論

*1 ACM0001 に統合。

*2 廃棄物処理工程とはコンポスト化、ガス化、嫌気消化、RDF 製造、安定化バイオマス（SB）製造、焼却を言う。

表 6.1.3 廃棄物から発生する温室効果ガス

温室効果ガス	プロセス	廃棄物 ^{*1}	生成メカニズム
CO ₂	焼却	プラスチック、廃油	燃焼
CH ₄	焼却	プラスチック、廃油、木くず、紙くず・繊維くず、汚泥、食物くず ^{*2}	燃焼
	生物学的処理 ^{*3}	木くず、紙くず・繊維くず、食物くず ^{*2} 、有機性汚泥 ^{*3}	微生物代謝（メタン発酵）
	埋立処分	木くず、紙くず・繊維くず、食物くず ^{*2} 、有機性汚泥 ^{*4}	微生物代謝（メタン発酵）
N ₂ O	焼却	プラスチック、廃油、木くず、紙くず・繊維くず、汚泥、食物くず ^{*2}	燃焼
	生物学的処理 ^{*3}	木くず、紙くず・繊維くず、食物くず ^{*2} 、有機性汚泥 ^{*3}	微生物代謝（硝化・脱窒）
	埋立処分	木くず、紙くず・繊維くず、食物くず ^{*2} 、有機性汚泥	微生物代謝（硝化・脱窒）

*1 一般廃棄物には木くず（木竹わら類）、紙くず・繊維くず（紙布類）、食物くず（厨芥類）、プラスチックが相当する。

*2 または動植物性残さ。

*3 メタン発酵やコンポスト化。

*4 食品加工業、製紙業、化学工業、下水業等からの汚泥。

6.1.3 CER 発行率

2009年5月1日現在、登録済 CDM 事業活動中に占める CER 発行済 CDM 事業活動は 503 件 (30.5%) であった⁶⁾。また、そのうち、埋立地ガス回収に関する CDM 事業活動は 36 件であった。CDM 事業活動の進行を管理する指標のひとつとして次式の CER 発行率が用いられている。

$$CER\text{発行率} = \frac{\left(\frac{\sum CER\text{発行量合計}}{\sum \text{期間の合計日数}} \times 365 \right)}{\text{年間平均予測排出削減量}} \times 100 \quad (1)$$

埋立地ガス回収に関する CDM 事業活動 36 件と、それ以外の CDM 事業活動 467 件の CER 発行率の差について表 6.1.4 に示す。CER 発行率の中央値はそれぞれ 26.7%と 85.2%で、CDM 事業活動全体の中で埋立地ガス回収に関する CDM 事業活動での CER 発行率は有意 (U 検定: <0.01) に小さかった。埋立地ガス回収に関する CDM 事業活動において、なぜ CER 発行率が低迷しているのでしょうか。

表 6.1.4 CER 発行率状況 (2009 年 5 月 1 日現在)

CDM 事業活動	CER 発行済 CDM 事業活動数	標準偏差	発行率 (%)		
			最小値	中央値	最大値
埋立地ガス回収	36	36.0	2.9	26.7	166.1
上記以外	467	48.3	2.4	85.2	715.4

6.1.4 メタン排出量推計モデル式

埋立地ガス回収に関する CDM 事業活動においては、埋立処分場から排出されるメタンを回収し、燃焼あるいは発電利用する。CDM 事業活動を実施している期間のメタン回収量とエネルギー使用量を何らかの方法でモニタリングすることによって CER が発行される。CDM 事業活動を国連の承認を得るために登録する段階で、プロジェクト期間中に CDM 事業活動を行わなかった場合の温室効果ガス排出量（ベースライン排出量）と行った場合のエネルギー使用を含めた温室効果ガス排出量（プロジェクト排出量）を推計し、これらの差から排出削減量を予測する。ベースライン排出量の推計には、一般に、有機物分解が一次反応で生ずると仮定した一次分解 (FOD: First Order Decay) モデルを用いる。現在、CDM 事業において、埋立地ガスの排出量予測に用いられる FOD モデルには大きく以下の 3 つのモデル式がある。

1 つ目は 1996 年に気候変動に関する政府間パネル (IPCC: Intergovernmental Panel on Climate Change) が公表した “Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories” にあるモデル式である¹¹⁾ (式(2)~(4))。

$$CH_{4,y} = \sum \left\{ k * L_0 * M_x * e^{-k(y-x)} \right\} \quad (2)$$

$$L_0 = MCF * DOC * DOC_f * F * \frac{16}{12} \quad (3)$$

$$DOC = 0.4 * w_a + 0.17 * w_b + 0.15 * w_c + 0.30 * w_d \quad (4)$$

$CH_{4,y}$ はある年 y の埋立処分場で排出されるメタンの年間排出量 (トン- CH_4)、 L_0 はメタン発生ポテンシャル (ton- CH_4 /ton-廃棄物)、 M_x はある年 x に搬入される廃棄物量 (ton-廃棄物)、 k は一次分解定数 (/年)、 MCF は好気性分解補正係数、 DOC は廃棄物中の分解性有機炭素の割合 (ton-炭素/ton-廃棄物)、 DOC_f は DOC 中の分解可能な分解性有機炭素の割合、 F は埋立地ガス中のメタンの割合 (m^3 - CH_4/m^3 -埋立地ガス)、 w_a は廃棄物中の紙くず及び繊維くずの割合 (ton-紙くず及び繊維くず/ton-廃棄物)、 w_b は廃棄物中の庭ごみの割合 (ton-庭ごみ/ton-廃棄物)、 w_c は廃棄物中の厨芥ごみの割合 (ton-厨芥ごみ/ton-廃棄物)、 w_d は廃棄物中の木くずの割合 (ton-木くず/ton-廃棄物) である。

このモデル式では、各年末のメタン排出量はその年の排出量を代表する不連続な積分を行っている。

2 つ目の FOD モデル式として、米国 EPA が LandGEM Version 3.02 と称する FOD モデル式を 2005 年に提案している¹²⁾ (式(5))。

$$CH_{4,y} = \sum \sum \left\{ k * L_0 * \left(\frac{M_x}{10} \right) * e^{-k \left(y - x + \frac{j}{10} \right)} \right\} \quad (5)$$

このモデル式では、一年間を 10 分割してメタン排出量を算定するため、IPCC の 1996 年版 FOD モデル式におけるメタン排出量の誤差を幾分緩和している。

3 つ目の FOD モデル式は、2006 年に IPCC が公表した “2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories” で提案されている FOD モデル式である¹³⁾ (式(6))。

$$CH_{4,y} = \sum \{L_0 * M_x * e^{-k(y-x)} * (1 - e^{-k})\} \quad (6)$$

本式では、他の式の数学的なエラーが改善され、メタン排出量を連続的に積分して算定することができる。

2004年11月に埋立地ガス回収に関する CDM 事業活動¹⁴⁾が初めて CDM 理事会に登録された当時は、ベースライン排出量の推計には利用可能であった IPCC の 1996 年版 FOD モデル式が用いられてきたが、近年では LandGEM Version 3.02 や IPCC の 2006 年版 FOD モデル式が採用される事例も増えてきた。しかし、現在までに CER 発行に至っている CDM 事業活動は、比較的初期に CDM 理事会に登録されたものであるゆえに、ベースライン排出量の推計には IPCC の 1996 年版 FOD モデル式を用いていることが多い。

6.1.5 CER 発行率が低迷する要因

CER 発行率が低迷している要因としては主に「FOD モデル式の選択」と「パラメータの設定」、「技術のパフォーマンスの過大評価」が考えられる。

全く同じパラメータを設定し、 k を 0.04 から 0.2 まで変動させた場合、IPCC の 2006 年版 FOD モデル式を用いて算定したメタン排出量を基準とすると、IPCC の 1996 年版 FOD モデル式及び LandGEM Version 3.02 を用いて推計したメタン排出量はそれぞれ 2.0% から 10.3% まで、-0.2% から -1.0% までの差にとどまる。分解時期の設定によっては若干メタン排出量が増加するが、いずれにしても、FOD モデル式の選択による CER 発行率への影響は小さいと考えられる。

次に個別のパラメータについて議論する。一次分解定数 k は有機物から転換されうるメタン総量を各年の排出量に配分するパラメータである。埋立地からのメタン排出量は時間経過と共に増減するから、それぞれの埋立地に埋まる廃棄物や埋立地の構造、所在地の気候に応じた値を設定しなければ、プロジェクト期間内のベースライン排出量（ならびに埋立地ガス回収量）を適切に評価できない。しかし、ほとんどの CDM 事業活動において、事前調査等を行って k を設定した事例は少なく、IPCC が、各国全体の目録を作成するためにガイドラインで提供したデフォルト値を用いている。特に、 k が実際よりも小さく設定されていると、予測されるよりも早期に廃棄物が分解され、CDM 事業活動が開始される時点では、すでに大部分のメタンが大気に取り逃がしてしまっていることになる。例えば、IPCC の 2006 年版ガイドラインでは多湿熱帯地域、混合廃棄物での k のデフォルト値として 0.17（半減期：約 6 年）を提案しているが¹³⁾、石垣らはベトナム国ハノイ市で 0.51（半減期：約 2 年）を実測により評価しており¹⁵⁾、想定以上に早期に廃棄物が分解し、十分な埋立地ガス回収量（＝排出削減量）が得られていない可能性を示唆している。

$L_0 * M_x$ は、有機物から転換されうるメタン総量であり、 L_0 は式(3)によって埋め立てられた廃棄物量 M_x 、メタン補正係数 MCF 、廃棄物中の分解性有機炭素の割合 DOC 、 DOC 中の分解可能な分解性有機炭素の割合 DOC_f 、埋立地ガス中のメタンの割合 F から算定され、 DOC は廃棄物中の分解性廃棄物の物理組成 w_a 、 w_b 、 w_c 、 w_d から求められる。開発途上国においては、過去から現在に至る廃棄物搬入量の情報が十分ではなく、限られた廃棄物搬入量データを用いて、なんらかの方法で外挿することによって、過去また未来の廃棄物搬入量を推計することが多い。また、廃棄物組成については廃棄物搬入量よりもさらにデータが限られている。さらに限られたデータの代表性また正当性を十分に議論していない。

このようなメタン総量の推計において、信頼性の低いパラメータを、導入する技術のパフォーマンス

と共に楽観的に用いて、排出量を過大評価してしまうことが CER 発行率の低迷につながっていると考えられる。

例えば、2005年に承認されたブラジル国の埋立地メタン回収プロジェクト（CER 取得率は約 5%）¹⁶⁾では、「欧州では有機物含量が約 30%で $L_0 = 100 \text{ m}^3\text{-CH}_4/\text{ton-MSW}$ を用いており、ブラジルでは有機物含量が一般的に 60%であるから、 $L_0 = 180 \text{ m}^3\text{-CH}_4/\text{ton-MSW}$ 」としている。k 値の設定に関する記述は次の通りである。「k について、IPCC のグッドプラクティスガイドラインでは 0.03（半減期 23 年，乾燥条件）から 0.2（半減期 3 年，高温多湿条件）の幅があるとしている。ブラジル国は生物分解に極めて適した条件にあるが、プロジェクトでは埋立地の完全な被覆を行うので、埋め立てた廃棄物を乾燥する効果があるだろう。半減期 6 年を選択し、k 値を 0.12 とする」。また、設定値より小さい L_0 と k を用いて、排出削減量が小さくなる可能性を示しているが、「この事実はプロジェクトの保守的なアプローチ（conservative approach）には影響しない。ベースラインを（搬入実績値で修正した契約上の義務で）固定し、メタンの破壊量の実績値は燃焼によって直接計測するから、排出削減量が過剰に認証されるリスクは無い。これが我々の CDM プロジェクトにおける保守的なアプローチという定義の理解である」としている。さらに、IPCC の 2006 年版ガイドライン¹¹⁾では、埋立地ガス回収率に関する文献をレビューして、範囲を 10～85%、デフォルト 20%または設備の最大能力の 35%としている。このプロジェクトでは既存の設備での実績値 26%に対して、80%を設定している。

CDM が開始されたごく初期に、限られた知見をもって、暗中模索で作り上げた手法を批判するのは少々気がとがめるところがあるが、CER を最大化するような楽観的なパラメータ設定が低い CER 取得率をもたらしたことが窺える事例である。

6.1.6 結論

発展途上国では、あらゆる廃棄物や環境観測データが不足しており、CDM 事業活動における温室効果ガス排出量の算定においては、信頼性が不明な限定的なデータや IPCC 等のデフォルトパラメータに依拠せざるを得ないことが多い。現場の実情を反映した十分な検討を経ないで、また、安易な外挿を行って、これらのデータやパラメータを用いることは、現実とはかけ離れた排出量の算定につながる。IPCC ガイドライン等で、デフォルト値として提案されている様々なパラメータは、あくまでも国全体での排出量算定に用いる目的で設定されたものであり、個別の現場を取り扱う CDM 事業活動では、より地域に即したデータやパラメータの取得に努める必要がある。特に廃棄物量や物理組成といった活動量の把握は、CDM 事業活動だけでなく、地域の廃棄物管理において必須な情報であり、開発途上国における廃棄物データの整備は喫緊の課題である。

参考文献

- 1) 外務省（2008）2008 年版政府開発援助（ODA）白書
- 2) 環境省（2008）CDM/JI 事業調査：事業実施マニュアル 2007
- 3) 環境省（2004）アジア主要国の環境ビジネスの潜在市場規模推計に関する調査報告書
<http://www.env.go.jp/policy/env_business/>（2010 年 4 月 26 日現在）
- 4) UNFCCC (2010) Project Activities. <<http://cdm.unfccc.int/Projects/index.html>>（2010 年 4 月 26 日現在）
- 5) 京都メカニズム情報プラットフォーム（2010）国連 CDM 理事会登録済プロジェクト情報
<<http://www.kyomecha.org/cdm.html#registeredlist>>（2010 年 4 月 26 日現在）
- 6) （財）地球環境戦略研究機関（2010）CDM・JI プロジェクト関連データ

- <http://www.iges.or.jp/jp/cdm/report_cdm.html> (2010年4月26日現在)
- 7) (財)地球環境センター (2010) CDM 方法論等の解説
<http://gec.jp/main.nsf/jp/Activities-CDM_and_JI-CDMmethodologies> (2010年4月26日現在)
 - 8) UNFCCC (2010) Methodologies for CDM project activities.
<<http://cdm.unfccc.int/methodologies/PAMethodologies/index.html>> (2010年4月26日現在)
 - 9) (財)地球環境戦略研究機関 (2009) 図解京都メカニズム 10 版
 - 10) 山田正人 (2004) 廃棄物処理活動と温室効果ガス, 都市清掃, 258:114-119
 - 11) IPCC (1997) Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories.
 - 12) US EPA (2005) Landfill Gas Emissions Model (LandGEM) Version 3.02 User's Guide.
 - 13) IPCC (2006) 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories.
 - 14) UNFCCC (2004) Project 0008 : Brazil NovaGerar Landfill Gas to Energy Project
<<http://cdm.unfccc.int/Projects/DB/DNV-CUK1095236970.6/view>> (2010年4月26日現在)
 - 15) Ishigaki T, Chung CV, Sang NN, Ike M, Otsuka K, Yamada M (2008) Estimation and field measurement of methane emission from landfills in Hanoi, Vietnam, Journal of Material Cycles and Waste Management, 10:2:165-172
 - 16) UNFCCC (2005) Project Project 0052 : Salvador da Bahia Landfill Gas Management Project
<<http://cdm.unfccc.int/Projects/DB/DNV-CUK1117823353.4/view>> (2010年4月26日現在)

6.2 循環式準好気性埋立の技術評価

6.2.1 目的

「循環式準好気性埋立構造」は、廃棄物の安定化促進効果の高い従来の準好気性埋立構造に、浸出水の浄化効果を促進する効果が期待される構造である。この埋立構造が東南アジア地域の廃棄物性状、及び降水条件において周辺環境への汚濁負荷低減効果、及び埋立廃棄物の安定化促進効果の確認、及び定量的把握、さらに他の埋立構造と比較評価する事を目的とする。

6.2.2 研究方法

小型実験槽を用いて長期的な連続実験を行った。本実験では埋立構造別の効果を比較検討するため、「好気：Ae」、「嫌気：An」、「準好気：Se」、「循環式準好気：SeR」、「曝気循環式準好気：SeRA」の埋立構造を付加した、直径 30cm、高さ 100cm の小型実験槽に東南アジアの廃棄物組成を模擬した調整廃棄物を充填した。(図 6.2.1, 表 6.2.1)。廃棄物層の単位体積重量は 0.82t/m^3 に固定、実験槽は屋内に設置し室内温度を 20°C に調整した。アジア地域を想定した降水量 (2100ml/w) で、実験槽の上部から定期的に散水を行い、その浸出水の水質挙動を観察した。詳細な実験条件を表 6.2.2 に示す。

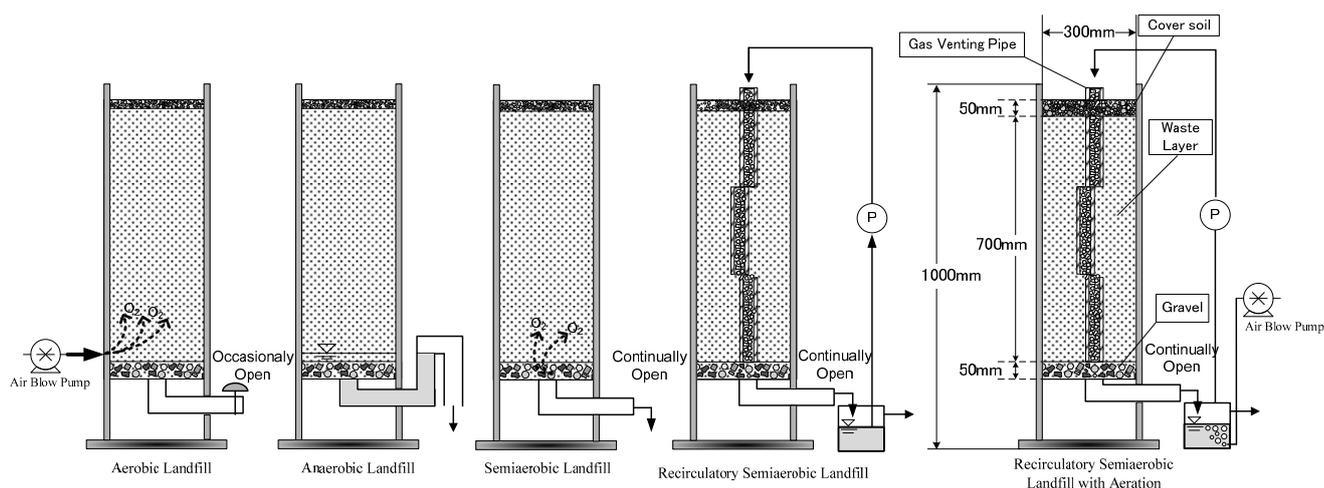


図 6.2.1 小型実験槽の模式図

(左から Ae:好気, An:嫌気, Se:準好気, SeR:循環式準好気, SeRA:曝気循環式準好気)

表 6.2.1 東南アジアを模擬した廃棄物組成及びその C, N 含有量

Material	Mixed rate (%-wet)	Composition Rate & Amount (1 unit)			
		C(%)	C(g)	N(%)	N(g)
Kitchen waste	35	45.8	975	4.6	98
Used paper & Pulp	40	68.6	4256	0.4	22
Wood chips	10	46.4	1475	1.8	57
Plastics	13	73.2	4218	1.1	63
Glass	1	-	-	-	-
Metals	1	-	-	-	-
Total	100	-	10924	-	241

表 6.2.2 本実験の条件概要

Diameter	300mm
Height	800mm
Reactor Volume	47.25L
Density of waste	0.82t/m ³
Room temperature	20°C
Artificial rain water	2100ml/w

6.2.3 結果及び考察

6.2.3.1 浸出水の汚濁負荷低減効果の検討

埋立地周辺環境へ影響を与える最も深刻な要因は浸出水である。そこで、埋立構造の違いによる浸出水の汚濁負荷低減効果を TOC と TN の実験期間中における累積汚濁負荷量から比較検討した(図 6.2.2)。その結果、TOC の累積汚濁負荷量は曝気循環式 (SeRA) 及び循環式 (SeR) が 400 日、準好気性 (Se) は 500 日付近より頭打ちになっており、この付近で易分解性有機物のほとんど分解されたものと考えられる。更に曝気循環式は好気性 (Ae) の挙動と類似していることから、実験槽内は増殖速度の速い好気性微生物の活性が高い環境であることが推測される。一方、嫌気性 (An) は 950 日まで汚濁負荷が右肩上がりになっており、実験槽内の分解性有機物は微生物による分解(ガス化)よりも人工降雨による洗い出し(溶出)が優先的に行われたと考えられる。

TN の累積汚濁負荷において、曝気循環式は他の構造に比べ TN の汚濁負荷が最も低く、続いて好気性、循環式、準好気性、嫌気性と槽内が好气的であると予想される順に負荷量が低い結果を示した。これは、浸出水がごみ層内を循環する際に、窒素除去に必要な好气的条件である集排水管周辺や、嫌气的条件である埋立槽内部を繰り返し通過する事により、循環式および曝気循環式は窒素除去効果が促進したと考えられる。以上の水質結果より、窒素除去を含めた埋立構造別の浸出水中汚濁負荷の低減効果は、嫌気性<準好気性<循環式<好気性≦曝気循環式という結果となった。

ここで、曝気循環式は曝気装置による水質の改善が予測されるため、この構造における汚濁負荷低減効果が廃棄物層内における効果ではない。そこで、曝気装置による水質浄化量を、曝気前後の浸出水の水質の変化から算出し循環式と比較することにより廃棄物槽内での水質浄化量を求めた。その結果を図 6.2.3 に示す。この結果より、炭素の汚濁負荷は曝気循環式が循環式より 125 g (45%) の負荷低減が確認できた。その浄化量の 35 g (28%) は曝気槽における効果で、90 g (72%) は廃棄物層における効果だと確認された。同様に窒素においても曝気循環式は循環式より 12 g (45%) の汚濁負荷低減を示しており、3g (25%) が曝気槽において浄化され、9 g (75%) が廃棄物層において負荷低減されていると考えられた。

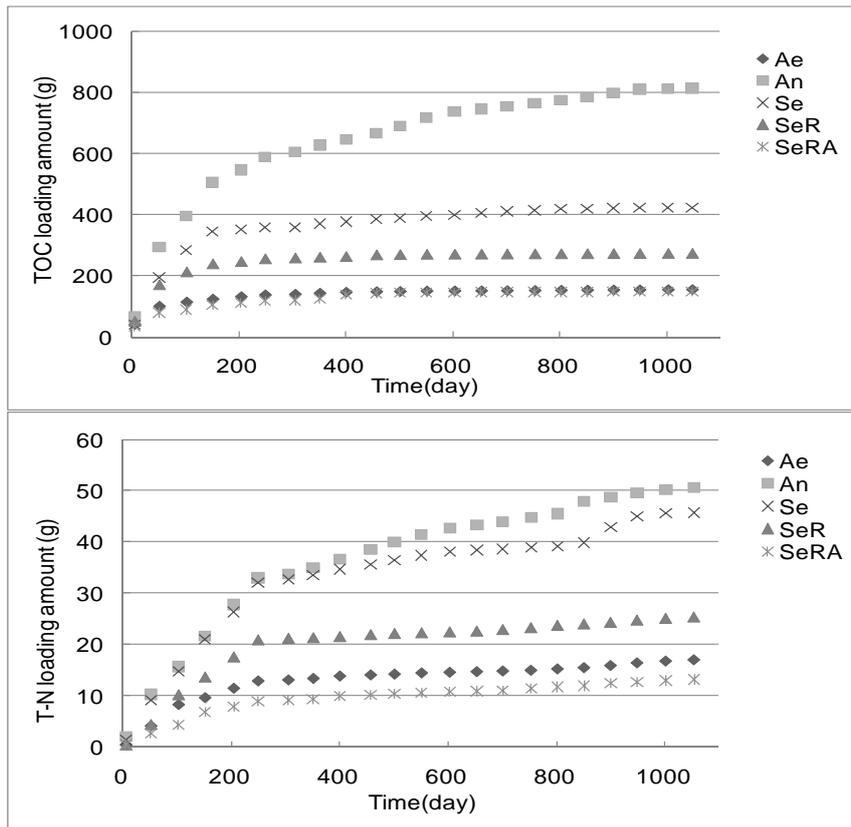


図 6.2.2 TOC 及び T-N の埋立構造別累積汚濁負荷量 (1100 日間)

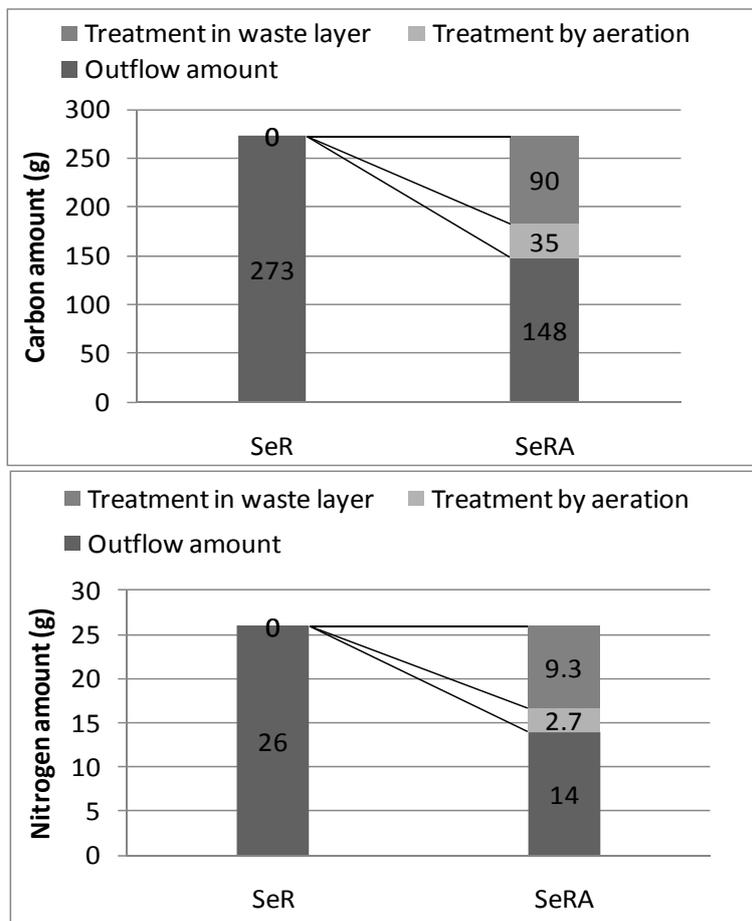


図 6.2.3 曝気循環式の汚濁負荷低減効果の内訳 (1100 日間)

6.2.3.2 埋立廃棄物の安定化促進効果の検証

実験開始から 1100 日経過した実験槽を解体し、それぞれの試料を採取して充填ごみの重量測定、溶出試験、炭素および窒素の含有量測定等を分析した。まず、厨芥、木材、パルプ類の分解性有機物及びこれらの分解物と考えられる「その他」の重量変化を求めた（図 6.2.4）。その結果、嫌気性を除くいずれの槽も分解性有機物の約半分が 1100 日間に消失していた（表 6.2.4）。循環式及び曝気循環式の減少率は準好気性に比べて 10%程高く、好気性と比べても 5%ほど高い結果となった。組成別の減少率を計算すると、厨芥は全ての槽において 90%以上の高い減少率を示し、パルプ類および木材チップに関しては好気性、循環式、曝気循環式の 3 槽において減少率が高い結果を示した。本実験において難分解性のリグニンやセルロース類の分解も好気、循環式及び曝気循環式において確認された。すなわち循環式は曝気循環式と同等の分解効果があると言える。

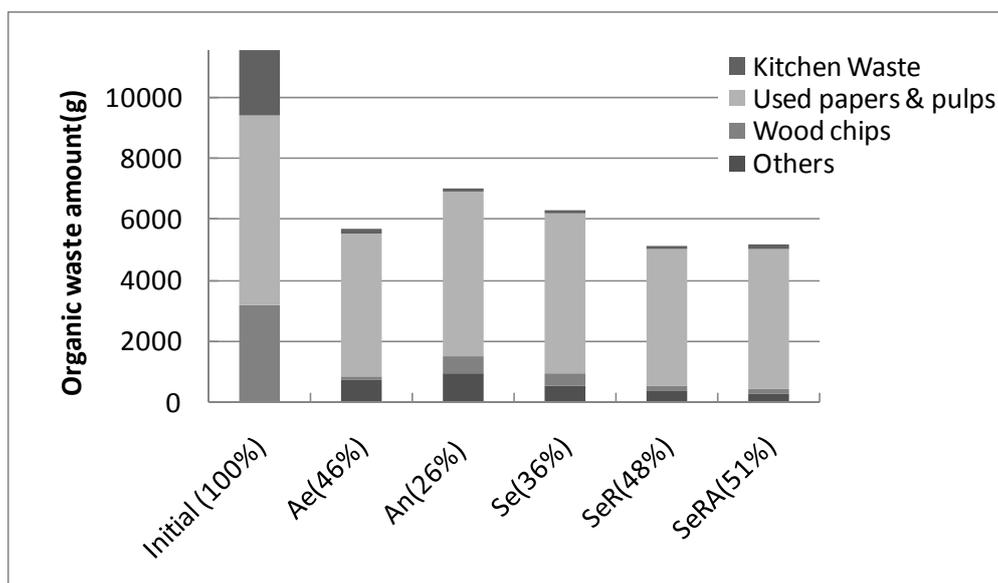


図 6.2.4 各埋立構造の実験開始時から 1100 日後における分解性有機物減少量

表 6.2.4 分解性有機物の減少率

Landfill Types	Reduction rate(%)			
	Kitchen Waste	Used papers & pulps	wood chips	Total
Ae	92	25	97	51
An	97	13	82	39
Se	96	16	87	45
SeR	96	28	96	56
SeRA	93	26	96	55

次に、CN コーダを用いて分解性有機物中の炭素および窒素の残留量を求め、浸出水の1100日までのTOCおよびTNの累積流出量から構造ごとに炭素・窒素の物質収支を求めた(図6.2.5)。ただし、曝気循環式の場合、廃棄物層におけるガス化量を比較するため、曝気装置による炭素および窒素の削減量は溶出量に加えてガス化量を算出した。炭素収支から、循環式および曝気循環式における残存率は55%となり、好気性の57%より少ない結果を示した。窒素収支も炭素収支の結果と同様、循環式と曝気循環式の2槽は他の構造より残存量が少なく、ガス化量は多い結果を示した。以上の結果から、浸出水の循環は廃棄物の分解、特に窒素の分解を促進することが確認できた。

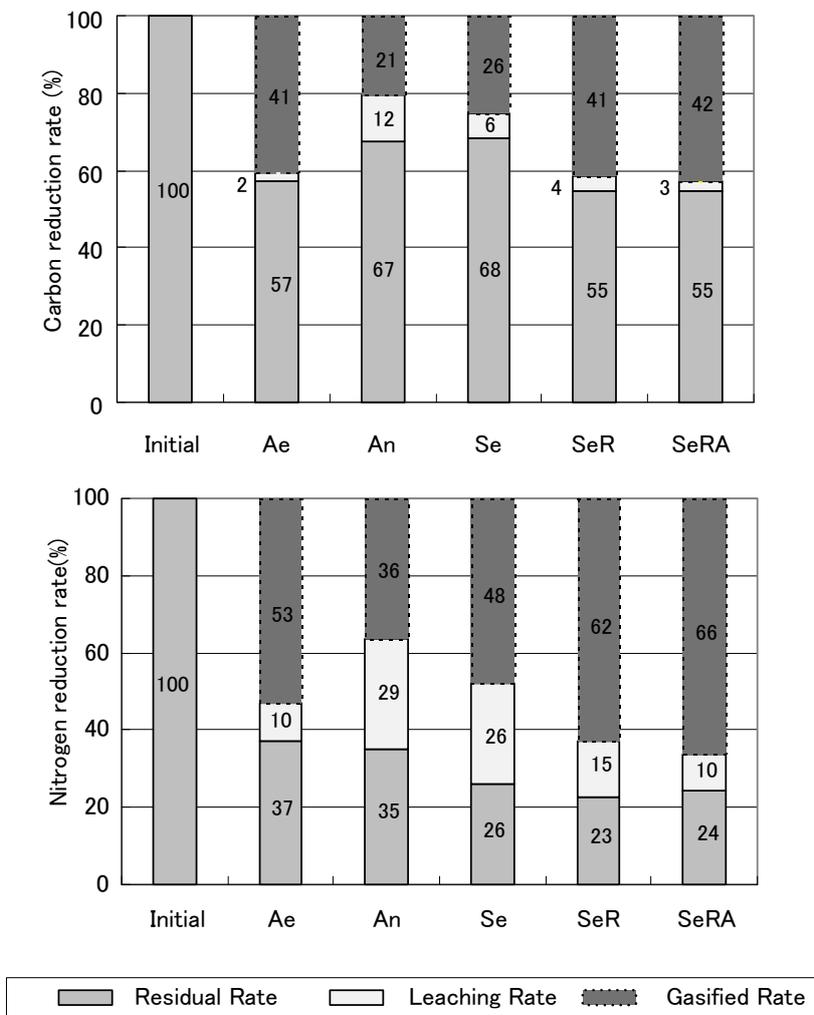


図 6.2.5 埋立構造別の炭素・窒素における物質収支

6.2.4 結論

廃棄物の分解促進効果については、循環式と曝気循環式の2槽は他の構造に比べ、高い廃棄物の分解促進効果を確認した。すなわち、浸出水の循環による効果で廃棄物分解が好気性埋立よりも促進されることが確認された。

6.3 ベトナム国ハイフォン市における循環式準好気性埋立構造の導入による環境影響評価

6.3.1 目的

これまでの研究で、「循環式準好気性埋立構造」が埋立地周辺環境へ与える環境負荷の影響は、通常の嫌気性埋立構造に比べ大幅に削減できることが明らかとなった。この結果を持って、(独)国際協力機構(JICA)の草の根プロジェクトと連動してベトナム国ハイフォン市にある Dinh Vu 埋立地において本埋立構造を採用したパイロットスケールの埋立地を 2011 年 8 月に建設した(表 6.3.1, 図 6.3.1)。本研究は、ベトナム国の気象条件、及びごみ組成を用いた実規模程度の埋立地で、本構造の周辺環境への負荷削減効果を検討することを目的とする。

表 6.3.1 Dinh Vu 埋立地概要

項目	概要
埋立開始年	2004 年
埋立面積	16 ha
廃棄物搬入量	500 m ³ /日
埋立地周辺環境	海沿い



図 6.3.1 DinhVu 埋立地内に建設した「循環式準好気性埋立地」のパイロットプラント
(上：パイロットプラント，左下：循環枡，右下：ガス抜き管)

6.3.2 研究方法

6.3.2.1 対象埋立地（循環式準好気性埋立地）の建設

Dinh Vu 埋立地の埋立終了跡地の上部に「循環式準好気性埋立構造」のパイロットプラントを建設した。図 6.3.2 に廃棄物を充填する前の埋立地の写真を示す。今回は本埋立構造の能力を発揮するための設備を、その国の経済レベルに合わせた材料や、現地で調達できる資材だけを用いた、低コスト型の埋立地を計画した。そのため、埋立地底部には遮水シートでなく粘土層を設置し、ガス抜き管も廃ドラム缶とグリ石を組み合わせて建設した。また、浸出水を循環する柵も木枠とグリ石のみで建設することで、ベトナムの他地域でも今後導入可能な方法を用いて現地スタッフと共同で建設した。

6.3.2.2 環境負荷分析項目

Dinh Vu 埋立地においてガスモニタリング用の観測井を設置し、発生する埋立地ガス成分及び浸出水水質の測定を行なった。この値とパイロットプラントにおける分析結果と比較して、この地域のごみ組成及び気象条件下における本構造の優位性を確認した。測定ガス成分のうちメタン、酸素、一酸化炭素、硫化水素は理研計器のマルチガスモニター（GX-2003）を用い、硫化水素、アンモニアはガステックの検知管を用いて分析した。また、現地における浸出水水質分析はパックテスト（COD, アンモニア）や検知管（塩化物イオン）、pH 試験紙、簡易 EC 計を用いて行った。また、その際に採水した浸出水を実験室へ持ち帰り、水質試験法に基づく水質分析（BOD, COD_{mn}, COD_{cr}, NH₄, TOC, T-N, EC, pH, ORP, 塩化物イオン, SS 等）を行った。表 6.3.2 に本検討で行ったガス質・水質分析の詳細を示す。



図 6.3.2 廃棄物充填前のパイロットプラントの写真（左：ガス抜き管及び集排水管，右：循環柵）

表 6.3.2 浸出水と発生ガスの分析項目

	既存埋立地	パイロットプラント
埋立構造	嫌気性埋立構造	循環式準好気性埋立構造
ガス分析箇所	観測井 (No1, 2, 3)	ガス抜き管 (No4, 5, 6)
ガス分析項目	メタン, 二酸化炭素, 酸素, 一酸化炭素, アンモニア, 硫化水素	メタン, 二酸化炭素, アンモニア, 硫化水素, ガス抜き管温度
水質分析箇所	埋立地集水溝 (A), 浸出水調整槽入口 (B), 調整槽出口 (C)	浸出水集排水管 (E), 循環槽入口 (F), 調整槽出口 (G) (乾季により採水不可能)
現地分析項目	COD, NH ₄ -N, Cl ⁻ , pH, EC	
実験室分析項目	pH, EC, Cl ⁻ , ORP, BOD ₅ , COD _{mn} , COD _{cr} , TC, IC, TOC, TN, NH ₄ -N	

6.3.3 結果及び考察

既存の埋立地における浸出水及び発生ガスの分析値を表 6.3.3 に示す。ベトナムには雨季 (5 月～10 月) と乾季 (11 月～4 月) があることと、既存の埋立地は継続して廃棄物を受け入れていることから、浸出水の汚濁負荷にはかなりの幅が確認された。しかし、有機物指標を示す、BOD、COD、TOC の値は数千から数万を示しており高負荷の浸出水が周辺環境へ排出し続けていることが確認された。

平成 23 年度は、8 月に完成したパイロットプラントから排出する浸出水の水質分析結果と、既存の水質結果と比較することで、本埋立構造の有用性を検討する予定であったが、パイロットプラントの完成後、ハイフォン市が乾季に入り、調査期間においてパイロットプラントからの浸出水流出が確認されなかった。そのため、浸出水による評価が困難となったため、ガス質による比較検討を行った。

既存の埋立地とパイロットプラントにおける発生ガス測定箇所を図 6.3.3 に示す。No.1～3 は既存埋立地を示し、No.4～6 はパイロットプラントの分析箇所を示す。No. 1 は継続して埋立を行っている現場の近くにあり、写真からも観測井の周辺に緑が少ない。しかし、No.2 及び No.3 に関しては埋立終了から数年が経った埋立地に設置してあり、周辺にも草木が生い茂っている。パイロットプラントにおいては No.4 が集排水管出口から近い場所となっており、No.5, No.6 と続く。次に各地点のガス測定結果を示す (表 6.3.4)。No.1～3 に関しては、昨年度からの分析結果を平均しており、No.4～6 に関しては実験開始から半年後 (2012 年 2 月) の測定結果を示す。既存埋立地においてはどの箇所においても酸素割合がほぼ 0%を示しており、埋立地内部が嫌氣的雰囲気になっていることが示唆される。さらに、No.2, 3 に関しては、二酸化炭素やメタンガスの濃度が低いことから内部の易分解性有機物は分解が終了しており、分解に時間が掛かる難分解性有機物が残存していることが予想される。また、このことから No.2, 3 においては観測井周辺に草木の生育が可能となっていると考える。最もガス発生が活発な No.1 地点では、平均メタン割合が 43%と高い値を示し、易分解性有機物の分解が嫌氣的条件下で行われていることが確認された。さらに、全箇所を通じ埋立地からの悪臭要因である硫化水素やアンモニアの発生も確認され、既存埋立地周辺環境に対する負荷が高いことも確認できた。

表 6.3.3 既存埋立地の浸出水の水質分析結果

Parameter		Average	Range
Laboratory analysis	pH(-)	7.70	7.18-8.46
	EC(mS/m)	1761	900-2100
	Cl-(meq/L)	2236	1400-3000
	ORP(mV)	-234	(-140)-(-330)
	BOD ₅ (mg/L)	10787	3500-20000
	COD _{mn} (mg/L)	2253	1100-3500
	COD _{cr} (mg/L)	9654	3700-20000
	TC(mg/L)	4672	2400-8700
	IC(mg/L)	1238	500-2000
	TOC(mg/L)	3434	1000-7500
	TN(mg/L)	1655	400-2000
	NH ₄ -N(mg/L)	910	50-1800
Field analysis	pH(-)	7.72	7.4-8.0
	EC(mS/m)	1207	540-2300
	COD(mg/L)	7220	600-24000
	NH ₄ -N(mg/L)	1067	200-1500
	Cl-(mg/L)	1542	750-2000



図 6.3.3 既存埋立地（左）とパイロットプラント（右）におけるガス測定箇所

表 6.3.4 埋立地からの発生ガス組成割合及び管内温度

Parameter	No.1	No.2	No.3	No.4	No.5	No.6
CO ₂ (%)	44.5	13.5	23.2	3.0	4.2	4.8
CH ₄ (%)	33.3	3.4	16.6	0.0	0.3	2.5
O ₂ (%)	0.0	0.3	0.4	-	-	-
H ₂ S (ppm)	9.4	5.7	8.8	0.0	0.0	0.0
CO (ppm)	39.3	87.5	116.8	-	-	-
Ammonia (ppm)	27.4	12.1	15.9	7.0	10.0	20.0
Temperature (Degree C)	-	-	-	28.7	33.0	38.3
Methane rate (%)	42.8	20.1	41.7	-	6.6	34.2

次に、パイロットプラントのガス抜き管における測定結果を考察すると、集排水管出口に近い箇所（No.4）ではメタンガス発生が見られず、二酸化炭素のみが確認された。No.5, 6 においては若干であるがメタン発生が確認されたが、易分解性有機物が大量に残存している埋立初期において、既存埋立地の No.1 と比較すると、そのメタン割合は低い値を示していた。また、嫌気性雰囲気で発生する硫化水素も検出されなかったことから、埋立地内部は好氣的雰囲気が主体となっていると推測できる。また、ガス抜き管内の温度も外気温が 16 度に対し、全地点において 13~22 度近く高い値を示していた。これは、微生物活性による温度上昇を示しており埋立地内部が、増殖速度の速い好気性微生物に適した環境であることが考えられる。さらに、集排水管出口から埋立地内部への空気流入をスモークテスターで確認した結果、**図 6.3.4** に示すように埋立地外部から内部への空気流入が確認でき、目視も予測では 1~2 m/s 程度の風速で流入していたことが解った。以上より、ベトナム国の廃棄物組成及び気象条件を用いた条件において、その国に適応できる設備を用いた「循環式準好気性埋立地」が、十分にその機能を発揮していることが確認できた。



図 6.3.4 浸出水集排水管出口における空気流入確認試験

6.3.4 結論

本研究では東南アジアのごみ組成及び、気象条件下において、「循環式準好気性埋立構造」がその機能を発揮できるかの検討を行った。乾季の影響で浸出水を用いた機能評価は困難であった。しかしながら、発生ガスの分析結果、ガス抜き管内温度、及び浸出水集排水管への空気流入から、本埋立構造の機能が発揮され埋立地内部が好氣的雰囲気になっていることが確認された。このことにより、廃棄物の分解促進効果、悪臭削減効果、GHGs 削減効果等が期待される。本研究によりベトナムの廃棄物組成、及び気象条件を用いた「循環式準好気性埋立構造」の優位性を確認することが出来た。

6.4 東南アジアに適用する最終処分技術の経済及び環境面からの相対評価

6.4.1 目的

世界中に点在する埋立地のほとんどは、埋立地内部に嫌気的環境をもつ埋立構造である。これらの埋立地は、様々な付加技術によりオープンダンピング型からバイオリクター型まで、複数のタイプに区別する事ができる。現在、埋立技術の世界的な研究動向は、埋立地の早期安定化の見地から埋立地内部をいかに好气的環境にするかに重点を置いており、この事から、欧米では「好気性埋立構造」や、「In Situ Aeration」、アジア地域では「準好気性埋立構造」が注目されている。しかしながら、東南アジアのような発展途上国においては、未だにその埋立地のほとんどにオープンダンピング型が用いられているのが現状である。この最終処分技術においては、地球温暖化問題に絡み埋立地から発生するメタンガスに注目が集まり、CDM プロジェクト等を用いた途上国への技術移転が試みられている。2011年に廃棄物分野で導入されたプロジェクトは排水処理、埋立地、バイオマス関連分野がその90%以上を占めている(図6.4.1)¹⁾。しかし、これら先進国の技術を移転する際に、近年多くの失敗例が報告されている。それは、被援助国の現状を十分に把握せず、その地域特性や気象条件、経済状況等を見放して導入された事が原因の一つとなっていると考える。失敗例の一つとして、オーストラリアとシンガポールの会社により2003年インドに導入されたメタン発酵施設は、計画の時点でヨーロッパにおける廃棄物組成を想定していたため、運転開始後一度も計画能力量に達することなく廃止となった。また、嫌気性衛生埋立地を途上国に移転したヨーロッパの援助国はオープンダンピング型を用いていた現状から、EUの環境基準に合わせた水処理施設の導入を行い、運転管理費用が欠乏する結果となった。²⁾ このように途上国への技術提供において、被援助国が求めている効果と、その技術が与える影響、さらに建設費だけでなく維持管理に関わる費用等も明確に表す事は、新規埋立地を計画する際に必要不可欠な情報であると考えられる。そこで、本報告では最終処分技術(埋立構造)に着目し、その違いが周辺環境に与える影響を、環境面及び経済面から相対的に比較検討する事を目的とした。ただし、評価指数の設定は定性的な判断をもとにしている。

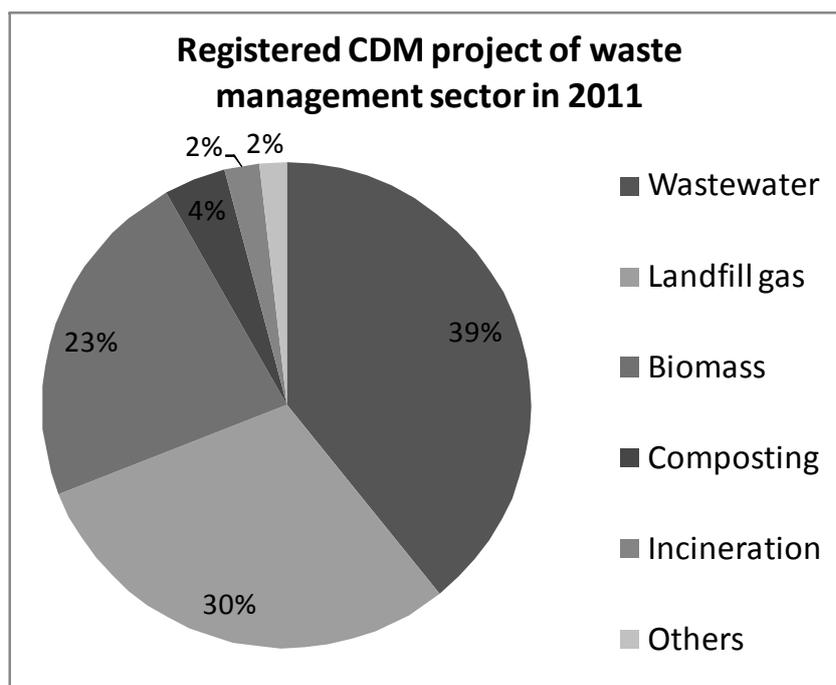


図 6.4.1 廃棄物分野で登録された CDM プロジェクト (2011 年)

6.4.2 方法

埋立地内部は様々な現象により嫌氣的環境と好氣的環境の二つの領域が混在している。埋立構造を大別すると、その領域の割合の違いで「嫌氣性埋立構造」、「準好氣性埋立構造」、「好氣性埋立構造」に区別する事ができる。「嫌氣性埋立構造」の特徴として、埋立地内を嫌氣的環境にする事で、有機物からのメタン発酵を促進させ、それらを十分回収することができればエネルギーとして再利用できる利点を持つ。しかし、これまでの研究でメタンガスを回収出来る期間は短く、その後の廃棄物の安定化、浸出水の浄化に膨大な時間が掛かる事も明らかとなっている³⁾。「好氣性埋立構造」は、埋立地内部の好氣的環境に存在する好氣性細菌により、有機性廃棄物の微生物分解が促進される事から、廃棄物の早期安定化、浸出水の浄化効果、さらにメタンガスの減少により温室効果ガス削減効果が期待される。しかしながら、埋立地内部を好氣的に保つためブローア等を用いて強制的に空気流入を行い、その運転維持に関する費用及び、エネルギーの大量消費が懸念される。ここで、「準好氣性埋立構造」は、上記二構造の中間に位置し、埋立地内部の好氣性領域を空気の自然流入により増加させる事で、追加のエネルギーを必要とせず埋立地内部の好氣的雰囲気を増加させる事で、好氣性埋立構造の持つ利点を発揮させる事が出来る。しかし、メタンと二酸化炭素のガス割合は好氣性で1:9に対し、準好氣性では3:7(嫌氣性6:4)と温室効果ガス削減効果は若干低くなる。

このように、埋立構造の違いにより期待される効果は様々である。そこで、これらの効果の違いを環境面と経済面の観点から、異なる埋立構造別に比較を行った。本研究において用いた埋立構造は、埋立地に通常付加する設備(表 6.4.1)と、浸出水の水位を考慮して組み合わせ、世界各地に現存する埋立構造として8通りを想定して評価を行った。これらの埋立構造を相対評価するために表 6.4.2 に示す経済評価と環境評価について比較検討を行った。

表 6.4.1 埋立構造を構築する付加設備

	Name	効果
FC	Final cover	上部に覆土をかぶせる事で悪臭削減、害虫等の発生を防ぐ。
GP	Gas venting pipe	埋立地内の発生ガスを速やかに排出、管周辺を好気化。
LP	Leachate collection pipe	浸出水を速やかに集積させるパイプ、準好氣性では空気流入により好氣性領域の拡大
LR	Leachate recirculation pump	ポンプを使って浸出水を循環させ、微生物の集積、有機物分解の促進、窒素除去、水量削減効果。
CF	Gas collection system(Flame)	メタンガス回収のためのポンプ、埋立地のキャッピング。回収ガスは燃焼、燃焼限界を下回ると大気放出
CM	Gas collection system(Energy)	メタンガス回収のためのポンプ、埋立地のキャッピング。回収ガスをコジェネレーターにより発電。
AP	Aeration system	空気を強制流入させ好氣性領域を拡大させ、廃棄物分解の促進。浸出水浄化の促進。

表 6.4.2 埋立構造が与える影響の評価要因

	評価要因	詳細
経済評価	建設費用削減効果	埋立地の付加設備を建設するための費用
	維持管理費用削減効果	埋立構造の機能を維持するための費用
	水系保全	埋立地から排出される浸出水により、周辺の水系（地下水、河川等）に与える影響
環境評価	跡地利用までの期間削減効果	埋立廃棄物が安定化（分解の収束）し、埋立地ガスの発生が抑制されるまでの期間
	悪臭削減効果	埋立地から発生する悪臭の削減効果
	GHG s 削減効果	埋立地から排出される GHG s の削減効果。メタンを回収する事により削減。付加エネルギーにより増加。

埋立構造別に経済面及び環境面からの相対評価軸を設定した（表 6.4.3）。評価指数は 1～10 のレベルで現し、費用に関しては数字の高いものが高価、数字の低いものが安価を示す。環境評価においては、数字が低いほどネガティブな効果を示し、高いとポジティブな評価した。また、本検討では最終処分技術のみの効果に着目してあるため、水処理施設に伴う経済負荷、及び環境への影響は検討しなかった。また、埋立廃棄物組成は、東南アジア地域に用いられている有機物の含有量が高く、含水率も高い廃棄物を対象とした。以下に各評価要因における検討内容を記述する。

- 建設費用削減効果：設備が付加される度に建設費用は高くなる。浸出水循環用の循環ポンプと、メタン回収、及び空気流入用のエアーポンプでは能力差が明確であるため、循環用ポンプを安価に設定した。メタン回収型では、フレア型よりも電力変換型の方が発電機等の導入により高価となる。
- 維持管理費用削減効果：ポンプやキャッピングシートを用いていない埋立構造では維持管理費が発生しないと仮定した。ポンプではエネルギー利用による費用、キャッピングシートでは修復の必要経費を考慮した。エネルギー回収後の売電による効果と、ポンプの能力による消費エネルギーの差は考慮した。エアーポンプ（流入、吸引）の利用期間は、廃棄物の分解速度の違いより好気性埋立構造は嫌気性埋立構造に比べ短い期間で使用する事とした。
- 水系保護：嫌気性埋立構造では好気性細菌に比べ微生物分解が長期化するため、浸出水による周辺水系へ与える環境負荷の可能性は高くなる。逆に内部の好气的環境が増える事で、浸出水の浄化効果は高まり環境負荷は低減する。また、準好気性埋立構造のように内部に好气的環境と嫌气的環境が混在する事による、浸出水中の窒素除去効果が高まる。さらに、浸出水を埋立地内部へ循環させる事で、微生物集積による窒素除去効果の促進も期待される⁴⁾。
- 跡地利用までの期間削減効果：埋立地を跡地利用するためには、廃棄物の安定化が必要不可欠である。廃棄物の安定化とはいわゆる、有機性廃棄物が分解され、ガス発生が減少し、浸出水の汚濁負荷が減少する事を表し、埋立地内部の好气的環境の割合がその決定要因となる。そのため、本検討では水系への影響と同じ評価と考える。また、今回はメタンガス回収後の早期安定化のために、欧米で用いられている、強制的通気いわゆる「In Situ Aeration」の影響は考慮していない。
- 悪臭削減：埋立地からの悪臭要因は、好気性においてはアンモニア、有機酸等、嫌気性においては有機酸、硫化水素等が原因物質として挙げられる。しかし、通常好気性分解では廃棄物分解が早期に終了するため、悪臭の発生期間も短くなる。メタン回収型では、既往の報告ではその回収率が様々であるため、本検討ではキャッピング効果が十分機能していると仮定した。

表 6.4.3 埋立構造別の経済及び環境面からの相対評価 (An:嫌気性埋立構造, Se:準好気性埋立構造, Ae:好気性埋立構造, FC:最終覆土, GP:ガス抜き管, LP:浸出水集排水管, LR:浸出水循環ポンプ, CF:メタンガス回収燃焼式, CM:メタンガス回収エネルギー変換式, AP:エアブローア)

Evaluation value		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Economical aspect	Construction cost benefit	An(FC+GP+LP+CM)	An(FC+GP+LP+CF)		Ae(FC+GP+LP+AP)		Se(FC+GP+LP+LR)	Se(FC+GP+LP) An(FC+GP+LP)	An(FC+GP)	An(FC)		Cheaper
	Operating cost benefit	An(FC+GP+LP+CM)	An(FC+GP+LP+CF)		Ae(FC+GP+LP+AP)				Se(FC+GP+LP+LR)		Se(FC+GP+LP) An(FC+GP+LP) An(FC+GP) An(FC)	
Environmental aspect	Aquatic conservation	An(FC)	An(FC+GP)	An(FC+GP+LP)	An(FC+GP+LP+CF) An(FC+GP+LP+CM)			Se(FC+GP+LP)		Se(FC+GP+LP+LR)	Ae(FC+GP+LP+AP)	Positive effect
	Time reduction for landfill reuse	An(FC)	An(FC+GP)	An(FC+GP+LP)	An(FC+GP+LP+CF) An(FC+GP+LP+CM)			Se(FC+GP+LP)		Se(FC+GP+LP+LR)	Ae(FC+GP+LP+AP)	
	Odor reduction effect			An(FC)	An(FC+GP)	An(FC+GP+LP)		Se(FC+GP+LP)	Se(FC+GP+LP+LR) Ae(FC+GP+LP+AP)	An(FC+GP+LP+CF) An(FC+GP+LP+CM)		
	GHGs reduction effect		An(FC) An(FC+GP)	An(FC+GP+LP)		Se(FC+GP+LP+LR)	Se(FC+GP+LP)	An(FC+GP+LP+CF)	Ae(FC+GP+LP+AP)	An(FC+GP+LP+CM)		

- GHG s 削減効果：理論的に埋立地内部の有機物が好気分解されると二酸化炭素と水になり、嫌気分解されるとメタンと二酸化炭素に分解される。今回は、埋立構造の違いが与えるメタンガスの削減効果を用いて検討した。また、付加エネルギー利用により発生する二酸化炭素も排出量として考慮した。IPCC では準好気性埋立地から発生する亜酸化窒素の発生量が懸念されていたが、その発生量は微量であるという報告⁵⁾から、本検討では考慮しなかった。

6.4.3 結果及び考察

埋立構造の違いが与える影響を、様々な要因から検討し相対的に比較する（図6.4.3）。この図を比較する事で、埋立技術を導入する際に、どの要因に重点を置き、そのための費用が他の技術と相対的に比較する事ができる。例えば、東南アジアでも先進国並みに発展し大都市近郊にある地域においては、新規埋立地の選定に費用面の問題はなく、悪臭削減効果や温室効果ガス削減効果等に重点を置いて検討されるのであれば、メタン回収型の埋立地を選択する事も可能である。しかし、ほとんどの途上国では温室効果ガス削減効果よりも、周辺環境の水系に与える影響や、埋立地の跡地利用のほうに重点を置いていると予想できる。さらに維持管理費用のいらぬ埋立構造である「準好気性埋立構造」や「循環式準好気性埋立構造」の導入がその地域に最も適している技術だと考えられる。埋立構造の与える影響とその技術に関わる費用を評価することは、今後東南アジアにおける技術移転を検討するに当って重要な情報源となると考える。

6.4.4 結論

CDM等のプロジェクトを計画する際に、プランナーにおける技術選択の情報として本研究成果が用いる事を期待されたい。本研究の評価指数の設定は、筆者の経験に基づく定性的な判断をもとにしているが、定量的な判断をもとに設定することが今後の課題として挙げられる。特に経済面のデータ収集は容易ではないが、途上国では経済面の評価が特に求められているので、今後はそれに応えることのできる研究を展開することを予定している。

参考文献

- 1) UNITED NATIONS FRAMEWORK CONVENTION ON CLIMATE CHANGE, HP, [HTTP://UNFCCC.INT/2860.PHP](http://unfccc.int/2860.php)
- 2) SOLID WASTE MANAGEMENT IN THE WORLD'S CITIES, WATER AND SANITATION IN THE WORLD'S CITIES 2010, UNHABITAT, PP.114
- 3) 松永仁史, 平田修, 立藤綾子, 松藤康司, 物質収支を用いた埋立構造の違いによる廃棄物のガス化量及び溶出量に関する検討, 第22回廃棄物資源循環学会研究発表会, 2011
- 4) O.HIRATA, Y.MATSUFUJI, A.TANAKA, R.YANASE, WASTE STABILIZATION MECHANISM BY A RECIRCULATORY SEMI-AEROBIC LANDFILL WITH THE AERATION SYSTEM, J MATER CYCLES WASTE MANAG, DOI 10.1007/S10163-011-0036-7, 2011
- 5) M.YAMADA, T.ISHIGAKI, K.ENDO, A.TANAKA, Y.MATSUFUJI, EVALUATION OF SEMI-AEROBIC LANDFILL SYSTEM AS A CO-BENEFIT GHG MITIGATION TECHNOLOGY, 13TH INTERNATIONAL WASTE MANAGEMENT AND LANDFILL SYMPOSIUM, 2011

Landfill type				
	An(FC)	An(FC+GP)	An(FC+GP+LP)	Se(FC+GP+LP)
Construction cost benefit	9	8	7	7
Operational cost benefit	10	10	10	10
Aquatic conservation	1	2	3	7
Time reduction for landfill reuse	1	2	3	7
Odor reduction effect	3	4	5	7
GHGs reduction effect	2	2	3	6
Hexa-diagram				
Landfill type				
	Se(FC+GP+LP+LR)	Ae(FC+GP+LP+AP)	An(FC+GP+LP+CF)	An(FC+GP+LP+CM)
Construction cost benefit	6	4	2	1
Operational cost benefit	8	4	2	1
Aquatic conservation	9	10	4	4
Time reduction for landfill reuse	9	10	4	4
Odor reduction effect	8	8	9	9
GHGs reduction effect	5	8	7	9
Hexa-diagram				

図 6.4.3 8つの異なる埋立構造が与える影響の相対評価 (An:嫌気性埋立構造, Se:準好気性埋立構造, Ae:好気性埋立構造, FC:最終覆土, GP:ガス抜き管, LP:浸出水集排水管, LR:浸出水循環ポンプ, CF:メタンガス回収燃焼式, CM:メタンガス回収エネルギー変換式, AP:エアブロー)

第7章 インフォーマルセクターによる再資源化

7.1 ベトナム国ハノイ市における有価物フロー推計

7.1.1 目的

近年、ベトナム国の都市部では急激な経済発展と人口増加により廃棄物発生量が急増している。2004年に発行された報告書によると、ベトナム国の廃棄物総排出量は1,280万 ton/年で、そのうち都市部では640万 ton/年、地方部では640万 ton/年と推計されている¹⁾。ベトナム国の一定規模以上の都市では廃棄物の収集システムが整備され、自治体あるいは自治体に委託された都市環境公社（URENCO: Urban Environment Company）等が収集を担っている。ベトナム国の首都ハノイ市（図7.1.1）では、ハノイ URENCO がハノイ市中心4地区（Ba Dinh, Hoan Kiem, Dong Da, Hai Ba Trung）の廃棄物を収集している。廃棄物は通常、毎日17時から19時までの間に収集される。URENCOの収集作業員がハンドカートを押し歩き、廃棄物の収集時間を知らせる鐘を鳴らしながら担当地域の道路を隈なく巡回する。ルール上は、住民は巡回中のハンドカートに廃棄物を直接投入することとされているが、廃棄物をプラスチック袋（レジ袋）等に入れて道路脇などに廃棄することもある²⁾。

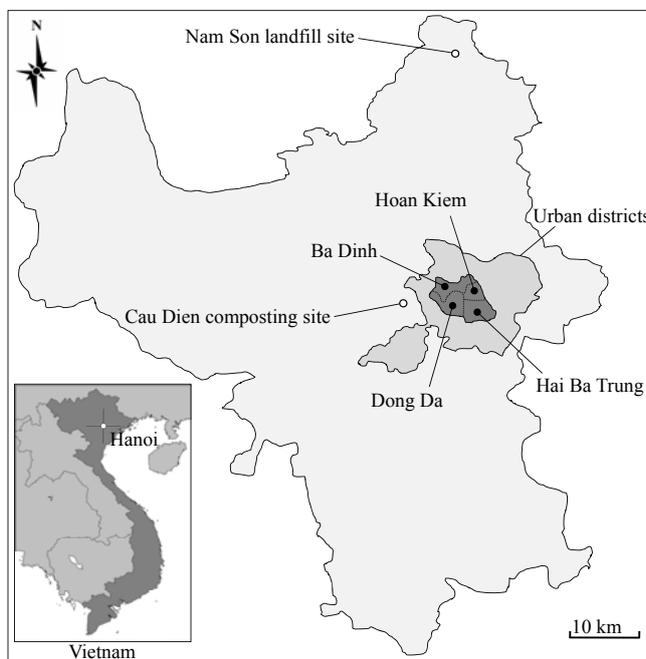


図7.1.1 ハノイ市の地図

一方、新聞紙、段ボール、PET ボトル、ビール瓶、アルミ缶等の有償で回収されるモノ（以下、「有価物」という。）は、家庭等の排出源で経済的インセンティブに従って廃棄物とは分別され、インフォーマルセクターによって回収・再資源化されている。なお、ここでのインフォーマルセクターとは、公共が関与していない業者・業界を指し、日本の事例に当てはめると、市町村からの委託契約がないにも関わらずアルミ缶や故紙等を回収する業者・業界が該当する。インフォーマルセクターは有価物を回収することによって廃棄物の処分量削減に大きく貢献していると思われ、その他の途上国においてもその役割が報告されている^{3),4)}。家庭などから有価物を有償で回収する人を Junk buyer と呼ぶ。一方、道路などから有価物を拾い上げて回収する人を Waste picker と呼ぶ。国際的には Junk buyer 及び Waste picker の呼称は統一されておらず、Junk buyer は Itinerant waste buyer や Waste buyer と呼ばれていることもあり^{5),6)}、Waste picker は Scavenger や Rag picker と呼ばれることもある^{7),8)}。近年、ハノイ市では Waste picker と比べて Junk buyer の数が圧倒的に多く、そのほとんどが女性であることがわかっている⁹⁾。ハノイ市における有価物の回収方法としては、(1) Junk buyer が家庭等の排出源を訪問し、有償で回収する方法、(2) Waste picker が道路脇に廃棄された廃棄物の中から拾い上げる方法、(3) URENCO の収集作業員が収集した廃棄物の中から拾い上げる方法、(4) Waste picker が Nam Son 埋立処分場で拾い上げる方法がある。

1990年代と比較して2000年代には、ハノイ市で活動する Junk buyer 及び Waste picker は自転車を利用することによって活動範囲や運搬効率を高め、有価物の回収量を増加させた（2006年の調査では Junk buyer 40.8 kg/日、Waste picker 24.2 kg/日^{10),11)}。このように、Junk buyer 及び Waste picker による1人1日当たりの有価物回収量については既存文献で明らかされているものの、有価物がどこから排出され、誰によって回収され、誰によって処理（再資源化）されたかという定量的な流れ（以下、「フロー」と言う。）については触れられていない。ベトナム国の経済発展は今後しばらく継続するものと予想され、それに伴う物価や生活水準の上昇等により、インフォーマルセクターの有価物回収活動が衰退する可能性も否定できない。そういった状況に陥ると、これまで有償取引されていた有価物の一部が廃棄され得る事態も想定され、その場合は自治体に収集、処分の責務が生じる。しかし、ベトナム国をはじめとする途上国では自治体が将来に備えた廃棄物処理の計画を策定している事例は少なく、将来的に処理しなければならない廃棄物の質・量に対応できないことも考えられる。ハノイ市のように有価物の回収活動が活発な都市では、まずは現状の有価物フローを推計することが不可欠であるが、特に店舗、ホテル、事務所等の家庭由来以外（以下、「事業等由来」と言う。）の有価物フローの推計は容易ではない。ハノイ市では、家庭由来及び事業等由来の区別なくすべての廃棄物（産業廃棄物を除く）が混合収集されているため、家庭由来あるいは事業等由来といった排出源別の廃棄物収集量を定量的に把握することは難しい。さらに、有価物は Junk buyer によって回収され、インフォーマルセクターで取引されるために、有価物排出量の統計的データは存在しない。

本研究ではまず、Junk buyer へのヒアリング調査によって Junk buyer が回収する有価物の種類、回収量といった回収実態を明らかにする。続いて、ハノイ市の家庭由来の有価物及び廃棄物の排出原単位（住民1人1日当たりの排出量）を調査する。最後に、Junk buyer が回収する家庭由来の有価物と事業等由来の有価物の比率（未知）、家庭由来の有価物及び廃棄物の排出原単位（未知）、人口統計データ（既知）、廃棄物収集量データ（既知）を用いてハノイ市中心4地区（Ba Dinh, Hoan Kiem, Dong Da, Hai Ba Trung）の家庭由来及び事業等由来の有価物及び廃棄物フローを推計する。ただし、本研究ではハノイ市中心4地区で排出される有価物の大部分が Junk buyer によって回収されているという事実を踏まえ、Junk buyer が回収する有価物を対象とし、URENCO の収集作業員、ハノイ市内の Waste picker、埋立処分場で Waste picker が回収する有価物や、Junk buyer を経ずに多量排出事業者から回収される有価物は対象外とする。また、飼料目的で飲食店やホテルから回収される液状の有価物（厨芥類）や廃家電製品は対象外とする。

7.1.2 研究方法

7.1.2.1 Junk buyer による有価物の回収実態に関するヒアリング調査

ベトナム国ハノイ市4地区（Ba Dinh, Hoan Kiem, Dong Da, Hai Ba Trung）で活動する Junk buyer 120人（各地区30人）に対し、年齢、性別、移動手段、出身地、労働年数、月労働日数、日労働時間、取り扱う有価物の分類、調査日前日の紙類、プラスチック類、ガラス類、鉄類、アルミ類、銅類の回収量と排出源への訪問回数に関してヒアリング調査を実施した。取り扱う有価物の分類に関しては、調査協力が得られた有価物の買い取り店にも追加的にヒアリング調査を実施した。調査は2009年9月7日から10月2日までの26日間実施した。調査担当者は調査協力の得られた買い取り店付近で Junk buyer に調査協力を要請した。調査担当者が質問事項を読み上げ、Junk buyer 自らが調査票に回答を記入することとした。Junk buyer には謝礼として20,000ベトナムドン（約103円、2009年9月7日現在）を手渡した。なお、現地の報道によると2009年時点での一般的な企業労働者の平均月収は2万円程度とされていた。

7.1.2.2 家庭由来の有価物及び廃棄物の排出原単位調査

ベトナム国ハノイ市の 110 世帯を対象に家庭由来の有価物及び廃棄物の排出原単位調査を実施した。標準的な所得水準の世帯が集まるとされる Dong Da 地区の中から、住居形態を考慮して 3 地域を選定し、地域人民委員会に依頼して調査対象世帯を無作為に抽出した。調査は 2009 年 11 月 26 日から 12 月 3 日までの 8 日間実施した。例年 1 月下旬あるいは 2 月上旬の旧正月の前後には、質及び量の点で平常時とは異なる有価物及び廃棄物の排出状況がみられるのだが、対象とした調査実施時期の有価物及び廃棄物の排出状況は平常時のものと考えられ、時期の観点からその調査結果は代表性があると仮定した。有価物及び廃棄物を 8 日間連続でサンプリングした。通常は Junk buyer へ引き渡している有価物も本調査のサンプルに含めるように各世帯に協力を口頭及び文書で依頼した。サンプリングの前日までに 2 種類のサンプリング袋を各世帯に配布した。一方は厨芥類のみをサンプリングするための袋で、もう一方はそれ以外の有価物及び廃棄物をサンプリングするための袋とした。これは、厨芥類の水分がその他の家庭ごみに移行するのを極力防ぐ目的に加え、分類作業を効率化する目的があった。作業員が午前 7 時から 8 時ごろにすべての対象世帯から家庭ごみをサンプリングし、トラックに積み込んでハノイ市中心地区から 10 km 西に位置する Ca Dien コンポスト施設内に運搬した。分類作業前に各サンプルの重量を計量した。世帯ごとにサンプルを 16 項目（有価物として紙類・プラスチック類・ガラス類・金属類、廃棄物として紙類・プラスチック類・ガラス類・金属類・厨芥類・草木類・繊維類・ゴム・皮革類・陶磁器類・練炭灰・その他）に分類した。練炭灰を分類項目として設定した理由としては、多くの家庭で練炭が調理用燃料として利用されてきたことが事前調査で明らかであったためである。本調査では 2009 年 11 月時点でハノイ市で売却可能な質のものを有価物と定義し、極度に水分を含んでいるもの、汚物が付着しているもの、割れたガラス類、レジ袋は廃棄物とした。最後に、分類した素材ごとにサンプルを計量した。分類及び計量作業では毎日同じ作業員の手配に努めたが、途中で一部作業員の交代があり、その場合は作業レベルを維持するため、交代作業員は熟練作業員とともに作業を実施した。

8 日間のうち、初日のサンプルには意図しないごみ（退蔵ごみ等）も混入することがあってデータの信頼性が落ちるため、初日のデータは分析に含まなかった。2 日目から 8 日目の 7 日間のうち、5 日分以上のサンプルの提供があった世帯のデータを分析対象として有効とした。5 日分以上のサンプルの提供があった各世帯のサンプル合計を 7（日間）で除したものを 7 日間の各世帯の平均世帯排出量とし、各世帯の構成人数で除したものを排出原単位（g/人/日）とした。

7.1.2.3 有価物及び廃棄物フローの推計方法

Junk buyer が回収する家庭由来の有価物と事業等由来の有価物の比率と、家庭由来の有価物の排出原単位を用いて、事業等由来の有価物の排出原単位（住民 1 人 1 日当たりの排出量：g/人/日）を推計できると仮定した。（式 (1) 参照）。

$$B_i = H_i * \frac{P_{bi}}{P_{hi}} \quad (1)$$

B_i は事業等由来の有価物 i の排出原単位（g/人/日）、 H_i は家庭由来の有価物 i の排出原単位（g/人/日）、 P_{bi} は有価物が Junk buyer によって事業等から回収される割合（%）、 P_{hi} は有価物が Junk buyer によって家庭から回収される割合（%）で、ただし i は紙類・プラスチック類・ガラス類・金属類のいずれかである。

表7.1.1 ハノイ市中心4地区の人口及び廃棄物収集量

	Ba Dinh	Hoan Kiem	Dong Da	Hai Ba Trung	合計
人口 ¹²⁾	225,910	147,334	370,117	295,726	1,039,087
収集量 (ton/日) ^{*1}	254.8	202.6	334.0	308.6	1100.0

*1 ハノイURENCOへのヒアリング調査結果

2009年4月時点でのハノイ市中心4地区の人口統計データ¹²⁾に家庭由来及び事業等由来の有価物排出原単位を乗じることにより、ハノイ市中心4地区における家庭由来及び事業等由来の有価物排出量を推計した。ハノイ市中心4地区の人口統計データ（収集カバー率は100%なので人口統計データを収集カバー人口とみなす）に家庭由来の廃棄物の排出原単位を乗じることにより、ハノイ市中心4地区における家庭由来の廃棄物の排出量を推計した。ハノイURENCOへのヒアリング調査の結果、表7.1.1に示す通り、ハノイ市中心4地区の各地区ごとの廃棄物の収集量（2009年の実績値）が得られた。その実績値から、家庭由来の廃棄物の排出量の推計値を差し引いたものを事業等由来の廃棄物の排出量とした。



図7.1.2 ハノイ市, Nam Dinh省, Thai Binh省の位置

7.1.3 結果及び考察

7.1.3.1 Junk buyer による有価物の回収実態

ヒアリング調査の対象としたJunk buyerの平均年齢は39歳、性別の構成は男性1人に対して女性269人、移動手段は自転車268人に対して徒歩2人であった。Nam Dinh省（ハノイ市の南南東約100 km）の出身が72人で最も多く、続いてThai Binh省（ハノイ市の南東約100 km, Nam Dinh省の北東に隣接）の出身が46人、Ha Tay省（現在はハノイ市に統合済み）の出身が31人であった（図7.1.2）。労働年数は平均7年、労働日数は平均26日/月、労働時間は平均8時間/日であった。Junk buyerは早朝から活動を開始し、昼は長めに休み、14時頃から活動を再開することが多かった。また、有価物を売却するために買い取り店を訪問するのは9～10時頃、15～16時頃が多かった。

有価物の分類については、実際には非常に細かく、かつ複雑であった。今回の調査では、有価物の代表的な種類を挙げて調査したが、Junk buyerによって有価物の解釈が異なる場合も見られ、同じ種類のものでも、価格が大きく異なっているものも見られた。以下に有価物の分類について述べる。

紙については、新聞紙、コピー用紙、ノート用紙、段ボール、紙箱の5種類に分けられた。ただし、段ボールは紙箱と同分類になるケースが多かった。牛乳パックは内部にアルミのラミネートがあるために買い取りをしていなかった。

プラスチック類は固形プラスチックが4種類程度、フィルム状プラスチックが5種類程度（買い取りされないものを含む）に分類された。また、買い取り店によって分類に差があり、それは時期によっても違うようであった。これは、買い取り店から先に売り渡される際、いくつかのルートがあり、それによって分類が異なるものと推測される。買い取り店では、同程度の価格のものはまとめて買い取り、店内で細分類してそれぞれのディーラーに売り渡していた。

ガラス類は、割れていない瓶のみを引き取る買い取り店がほとんどだった。また、ハノイ市で流通しているビール瓶やウォッカ瓶のみを引き取り、輸入された瓶は引き取らない場合もあった。重い、取引価格が安い、買い取り店に限られている等の理由でJunk buyerは瓶の回収を敬遠する傾向があった。

鉄類はステンレス、再使用可能な鉄（鉄筋、鉄骨、鉄板等で良質のもの）、一般鉄（不純物の少ない鉄線、再使用できない鋼材等）、不純鉄（塗装、被覆など不純物が混ざっているもの）、合金鉄（缶詰、スチール缶等）の5種類に分けられた。ステンレス部品が付いていれば、複合物（例えばプラスチックと一体的に加工されたもの）でも買い取りが可能で、買い取り店では手作業で解体してディーラーに売り渡していた。

アルミ類は1種類のみであった。

銅類は大別して赤銅と黄銅の2種類に分けられ、価格が大幅に異なった。銅線は、被覆銅線、純銅線（手作業で被覆を除去したもの）、焼き銅線（銅線を炙って被覆を除去したもの）の3種類に分けられた。銅とその他の混合物は、銅の比率が小さくても、買い取り価格は銅の比率を目視で判断していた。

120人のJunk buyerがハノイ市中心4地区で回収した有価物は合計4,339.7 kg/日で、Junk buyerが1日に回収した有価物量は平均36.2 kg/人/日であった（ただし、ガラス類は本数で調査しているため除く）。表7.1.2に示す通り、紙類の回収量が最も多く、平均17.2 kg/人/日であった。段ボールやプラスチックボトルといった特定の有価物に特化して回収しているJunk buyerも存在した。ガラス類（リターナブル瓶）は飲食店から直接業者が回収するシステムが構築されているため、Junk buyerによるガラス類の回収量は全体の一部分であると思われる。また、アルミ類や銅類の回収量は比較的少ないが、売値が高いためにアルミ類や銅類の回収インセンティブは高いと思われる。

表7.1.3はJunk buyerが有価物を回収するために排出源を訪問した際、1回の訪問につき回収した有価物量（平均値）を表している。具体的に説明すると、家庭を訪問した際には1回の訪問につき平均で紙類2.4 kg、プラスチック類1.0 kg、ガラス類1.9本、鉄類0.6 kg、アルミ類0.1 kg、銅類0.048 kgを回収したことを表している。紙類に関しては、一度に回収される回収量は学校が6.5 kgと最も多く、事務所の4.8 kg、家庭の2.4 kgが続いた。用紙を頻繁に使用する場所で、一度により多くの紙類が有価物として排出されることを示している。ガラス類に関しては、ガラス瓶入りの調味料や飲料を消費しているであろうホテルや店舗からの回収量が多かった。

表7.1.4は有価物がどこからどれだけ排出（回収）されたかを百分率で表している。ハンドカートとは、URENCOの収集作業員が廃棄物を収集する際に用いるハンドカートを表す。本来、Junk buyerは有価物を購入して回収する人のことであるが、ハンドカートや道路から有価物を拾い上げることも日常的に行っている。鉄類以外は家庭から回収される割合が最も高く、特に紙類、プラスチック類、銅類でその傾向が顕著に表れた。表7.1.3で示した通り、Junk buyerが家庭を訪問した際、1回の訪問につき回収した有価物量は他の排出源での回収量に比べても決して多くないが、訪問する家庭の数が他の排出源と比べて圧倒的に多く、結果として家庭から大量の有価物を回収していたと言える。一方で、鉄類に関しては、建設現場から回収される割合が最も高かったが、これは建設現場から一度に回収できる鉄類の量が家庭からの量に比べて約10倍であることが要因と考えられる。

表7.1.2 Junk buyerが1日に回収した有価物の量 (人/日)

項目	最大値	中央値	平均値	最小値	標準偏差
紙類 (kg)	60.0	15.0	17.2	2.0	24.1
プラスチック類 (kg)	30.0	7.5	8.3	0.0	7.1
ガラス類 (本)	200.0	10.0	18.2	0.0	24.8
鉄類 (kg)	50.0	5.0	8.7	0.0	8.7
アルミ類 (kg)	25.0	1.0	1.7	0.0	2.2
銅類(kg)	2.0	0.0	0.3	0.0	0.4

表7.1.3 Junk buyerが1回の訪問につき排出源から回収した有価物の量 (平均値, /ヶ所/日)

項目	家庭	店舗	ホテル	事務所	学校	建設現場	その他
紙類 (kg)	2.4	1.1	0.0	4.8	6.5	0.0	0.0
プラスチック類 (kg)	1.0	2.1	0.4	0.3	0.4	0.1	2.1
ガラス類 (本)	1.9	4.1	10.3	0.0	0.0	0.0	3.0
鉄類 (kg)	0.6	0.4	0.0	0.0	0.7	6.7	0.0
アルミ類 (kg)	0.1	0.1	0.0	0.6	0.0	0.8	0.1
銅類(kg)	0.048	0.010	0.000	0.000	0.000	0.018	0.000

表7.1.4 有価物が回収された排出源の分布 (%)

項目	家庭	店舗	ホテル	事務所	学校	建設現場	ハンドカート	道路	その他
紙類 ^{*1}	70.8	7.4	0.0	11.6	7.2	0.1	0.0	0.2	2.6
プラスチック類 ^{*1}	62.0	29.6	0.8	1.6	0.9	0.8	2.1	0.4	1.8
ガラス類 ^{*2}	52.0	26.7	9.5	0.0	0.0	0.0	1.4	3.5	6.9
鉄類 ^{*1}	31.6	5.4	0.0	0.0	1.4	59.8	0.0	0.3	1.3
アルミ類 ^{*1}	42.7	4.1	0.0	14.0	0.5	37.2	0.3	0.2	1.0
銅類 ^{*1}	86.4	4.2	0.0	0.0	0.0	5.0	0.0	0.0	4.5

*1 重量ベース

*2 本数ベース

7.1.3.2 家庭由来の有価物及び廃棄物の排出原単位

調査対象の110世帯のうち、サンプルの提供が4日分以下だった7世帯のデータを無効とし、103世帯のデータを分析対象として有効とした。有効世帯の平均世帯人数は3.9人で、2人世帯が4世帯(3.9%)、3人世帯が19世帯(18.4%)、4人世帯が65世帯(63.1%)、5人世帯が13世帯(12.6%)、6人世帯が2世帯(1.9%)であった。

表7.1.5は家庭由来の有価物及び廃棄物の排出原単位(最大値, 中央値, 平均値, 最小値, 標準偏差)(g/人/日), 割合(%)を表している。有価物の排出原単位は平均37.2g/人/日, 廃棄物の排出原単位は平均435.8g/人/日であった。そのうち厨芥類280.1g/人/日(59.1%)が最も多かった。また, 練炭灰の平均値は52.3g/人/日(11.0%)であったが, 中央値は0.0g/人/日であり, これは近年ハノイ市で普及しつつあるプロパンガスを調理用燃料に利用する世帯では練炭灰を全く利用しないことが影響している。紙類は有価物と廃棄物の割合が拮抗しており, プラスチック類及びガラス類は廃棄物の割合が高く, 逆に金属類は有価物の割合が高かった。プラスチック類中の廃棄物の割合が高かったのは, すべてのレジ袋を廃棄物として分類したからである。実際には売却可能なレジ袋も存在し, 着色があまり施されていない厚手のレジ袋は有価で取引されている。また, 金属類中の廃棄物としては主に乾電池が含まれていた。

表7.1.5 家庭由来の有価物及び廃棄物の排出原単位 (g/人/日)

区分	項目	最大値	中央値	平均値	最小値	標準偏差	構成比 (%) ^{*1}
有価物	紙類	129.1	10.0	15.0	0.0	19.6	3.2
	プラスチック類	79.6	9.8	13.5	0.0	14.4	2.8
	ガラス類	49.1	0.0	4.7	0.0	10.2	1.0
	金属類	59.9	0.8	4.0	0.0	8.3	0.8
廃棄物	紙類	85.1	9.4	12.7	0.0	13.5	2.7
	プラスチック類	122.4	21.2	27.6	6.8	0.3	5.8
	ガラス類	247.5	0.0	6.8	0.0	26.4	1.4
	金属類	5.9	0.0	0.3	0.0	0.9	0.1
	厨芥類	949.1	258.6	280.1	76.7	141.9	59.1
	草木類	125.6	4.6	12.3	0.0	20.1	2.6
	繊維類	85.0	1.3	5.7	0.0	11.3	1.2
	ゴム・皮革類	67.2	0.0	2.5	0.0	9.6	0.5
	陶磁器類	76.8	0.0	3.0	0.0	9.8	0.6
	練炭灰	634.1	0.0	52.3	0.0	110.9	11.0
	その他	320.4	8.7	33.2	0.0	56.7	7.0

*1 平均値をもとに算出

表7.1.6 事業等由来の有価物排出原単位(g/人/日)

項目	事業等由来
紙類	8.2
プラスチック類	6.8
ガラス類	6.7
金属類	4.5
合計	26.2

7.1.3.3 有価物及び廃棄物フロー推計

事業等由来の有価物の排出原単位を推計した結果を表 7.1.6 に示す。事業等由来の有価物は住民 1 人当たり 26.2 g/日排出されていると推計された。ガラス類及び金属類に関しては、家庭由来よりも事業等由来の有価物の排出量が上回った。店舗やホテルからのガラス類の回収及び建設現場からの鉄類の回収が影響していると思われる。また、事業等由来の廃棄物の排出原単位は 622.8 g/人/日と推計された。

ハノイ市中心 4 地区における有価物フロー及び廃棄物フローの推計結果を図 7.1.3 に示す。ハノイ市中心 4 地区で Junk buyer によって回収される有価物は 66 ton/日で、そのうち 58.6%に当たる 39 ton/日が家庭から、41.4%に当たる 27 ton/日が事業等から排出されていた。また、ハノイ市中心 4 地区で URENCO によって収集される廃棄物は 1100 ton/日で、そのうち 41.2%に当たる 453 ton/日が家庭から、58.8%に当たる 647 ton/日が事業等から排出されていた。廃棄物の排出量に対して、有価物の排出量は重量比 6.0%であった。しかし、これは厨芥類の構成比が大きいため小さく思えるが、前述の通り家庭由来の紙類、プラスチック類、ガラス類、金属類に着目すると、4 割以上は有価物として排出されている。容積比の高い容器包装廃棄物が有価物の主な構成要素であることを考えると、Junk buyer による有価物の回収は再資源化だけでなく埋立処分場の延命化にも貢献していると言える。

7.1.4 結論

Junk buyer が 1 日に回収した有価物は平均 36.2 kg/人/日（ただし、ガラス類は本数で調査しているため除く）で、紙類の回収量が最も多く、平均 17.2 kg/人/日であった。家庭由来の有価物及び廃棄物の排出原単位はそれぞれ平均 37.2 g/人/日、平均 435.8 g/人/日であった。事業等由来の有価物及び廃棄物の排出原単位はそれぞれ 26.2 g/人/日、622.8 g/人/日と推計された。ハノイ市中心 4 地区で Junk buyer によって回収される有価物は 66 ton/日で、そのうち 58.6%に当たる 39 ton/日が家庭から、41.4%に当たる 27 ton/日が事業等から排出されていた。廃棄物フローと比較すると有価物フローは小さく思えるが、容積の観点では、Junk buyer による有価物の回収は埋立処分場の延命化にも貢献していると言える。

本研究では、家庭由来の有価物及び廃棄物の排出原単位の調査結果をもとに、事業等由来の有価物及び廃棄物の排出量を推計したが、今後は推計方法の妥当性を検証することが必要となる。家庭由来の有価物及び廃棄物の排出原単位の調査についても以下に示す通り、いくつか課題が残る：(1) 実際に Junk buyer に回収されたものではなく、調査作業員によって有価物と判断したものを前提としている、(2) 有価物及び廃棄物の排出傾向は季節変動する可能性があり、異なる季節におけるサンプリングによって、異なる結果が得られる可能性もある、(3) 各世帯には有価物の提供を依頼したが、それが徹底されたかは検証できていない。さらに、本研究では対象外とした URENCO の収集作業員、ハノイ市内の Waste picker、埋立処分場の Waste picker が回収する有価物や、Junk buyer を経ずに多量排出事業者から回収される有価物も今後は定量化すべきである。

また、ハノイ市では飲食店やホテル等から飼料化目的で厨芥類が回収されている実態も報告されている¹³⁾。今後は本研究で対象外とした厨芥類フローを分析し、さらに厨芥類の埋立処分回避による温室効果ガス排出量の削減量等の環境負荷低減効果を評価する必要がある。

参考文献

- 1) World Bank, Ministry of Natural Resources and Environment and Waste-Econ, “Vietnam Environment Monitor 2004”, World Bank, Hanoi (2004)
- 2) 河井紘輔, 松井三郎, 大迫政浩, “ベトナム・ハノイにおける家庭系有価物及び廃棄物の物理組成”, 第19回廃棄物学会研究発表会講演論文集, 252-255 (2008)
- 3) T. Narayana, “Municipal solid waste management in India: From waste disposal to recovery of resources?”, Waste Management 29, 1163-1166 (2009)

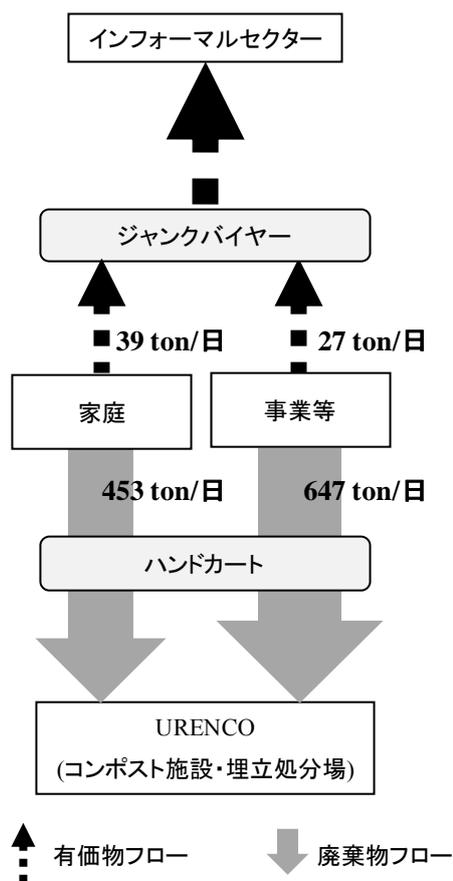


図 7.1.3 ハノイ市中心 4 地区における有価物フロー及び廃棄物フロー

- 4) D.C. Wilson, C. Velis and C. Cheeseman, “Role of informal sector recycling in waste management in developing countries”, *Habitat International* 30, 797-808 (2006)
- 5) S. Ojeda-Benitez, C. Armijo de Vega and M.E. Ramírez-Barreto, “Formal and informal recovery of recyclables in Mexicali, Mexico: handling alternatives”, *Resources, Conservation and Recycling* 34, 273-288 (2002)
- 6) D.C. Wilson, A.O. Araba, K. Chinwah and C.R. Cheeseman, “Building recycling rates through the informal sector”, *Waste Management* 29, 629-635 (2009)
- 7) S. Li, “Junk-buyers as the linkage between waste sources and redemption depots in urban China: the case of Wuhan”, *Resources, Conservation and Recycling* 36, 319-335 (2002)
- 8) M. Medina, “Scavenger cooperatives in Asia and Latin America”, *Resources, Conservation and Recycling* 31, 51-59 (2000)
- 9) 河井紘輔, 松井三郎, “ベトナム・ハノイにおける家庭系有価物の排出パターンの検証”, 第18回廃棄物学会研究発表会講演論文集, 276-278 (2007)
- 10) C.L. Mitchell, “Altered landscapes, altered livelihoods: The shifting experience of informal waste collecting during Hanoi’s urban transition”, *Geoforum* 39, 2019-2029 (2008)
- 11) M. DiGregorio, “Urban Harvest: Recycling as a Peasant Industry in Northern Vietnam”, East–West Center, Hawaii (1994)
- 12) Central Population and Housing Census Steering Committee in Vietnam, “The 2009 Vietnam population and housing census: Completed results”, Statistical Publishing House, Hanoi (2010)
- 13) (独) 国立環境研究所, “東南アジアにおける廃棄物データベースの構築及び廃棄物処理システムの評価 (K2118) ”, 平成 21 年度循環型社会形成推進科学研究費補助金研究報告書 (2010)

7.2 ハノイ市における事業系厨芥類フロー

7.2.1 目的

ハノイでは廃棄物はハノイ都市環境公社 (URENCO: Urban Environment Company) が収集しているが、ホテルや飲食店等の事業者が排出する厨芥類は URENCO が収集せずに畜産農家が飼料化目的で収集している場合がある。しかし、その収集実態については不明な点が多いが、飼料化目的で収集されることによって、埋立回避に寄与しており、今後も畜産農家が厨芥類の利用を継続するか否かによって、URENCO の厨芥類収集量が将来的に増加する恐れもある。本研究ではベトナム国ハノイ市において厨芥類の飼料化目的での収集の現状を明らかにすることを目的とする。

7.2.2 研究方法

ハノイ URENCO は家庭、事業者から廃棄物の収集料金を徴収している (料金は月額)。事業者のうち、多量排出事業者は追加的に収集料金を支払う必要があり、多量排出事業者はハノイ市中心 4 地区で 1,100 登録されている (図 7.2.1)。このうち、飲食店、ホテル、市場のような厨芥類を排出する事業者は 518 である。本研究では、このうち 20 事業者を対象に厨芥類の排出実態に関するヒアリング調査を実施する。

7.2.3 結果及び考察

表 5.2.1 はハノイ市中心 4 地区の廃棄物多量排出事業者を District ごとに分類したものである。それによると、Dong Da District はハノイ市中心 4 地区の中で最も人口が多いが、飲食店、ホテル、市場の数は最も少なく、多量排出事業者当たりの面積及び人口は他の District と比較して大きい。一方、Hoan Kiem District は飲食店、ホテル、市場の数が最も多く、多量排出事業者当たりの面積及び人口は他の District と比較して小さい。これは Hoan Kiem District が観光客の活動拠点、地元民の飲食の場という位置づけだと言える。

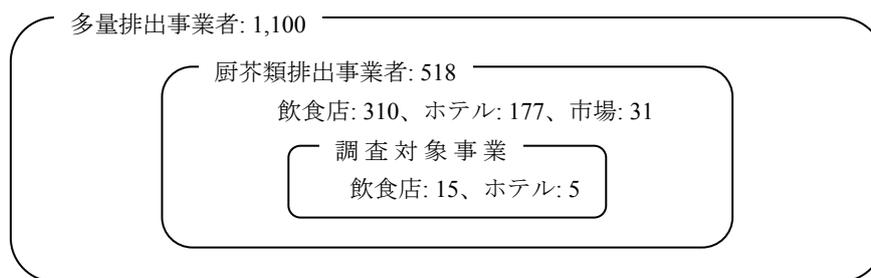


図 7.2.1 ハノイ市中心 4 地区の廃棄物多量排出事業者と調査対象事業者

表 7.2.1 ハノイ市中心 4 地区の厨芥類多量排出事業者

District	面積 (km ²)	人口	多量排出事業者数			面積/多量排出事業者数			人口/多量排出事業者数		
			飲食店	ホテル	市場	飲食店	ホテル	市場	飲食店	ホテル	市場
Ba Dinh	9.3	237,500	77	35	7	0.12	0.27	1.33	3,084	6,786	33,929
Hoan Kiem	5.3	179,700	124	92	9	0.04	0.06	0.59	1,449	1,953	19,967
Dong Da	10.0	380,600	51	22	6	0.20	0.45	1.67	7,463	17,300	63,433
Hai Ba Trung	9.6	319,300	58	28	9	0.17	0.34	1.07	5,505	11,404	35,478

ヒアリング調査の結果を踏まえて、表 7.2.2 に 20 事業者の厨芥類排出実態をまとめた。ホテルでは、宿泊客以外が併設されている飲食店に来店することに伴って発生する厨芥類がある。来客数は一事業者当たり平均 263 人で、客一人当たり平均 0.59 kg の厨芥類を排出していることが分かった。また、畜産農家自らが排出元まで厨芥類を収集しに来ることがヒアリング調査で明らかとなった。20 事業者のうち、17 事業者は厨芥類を畜産農家に引き渡しており、一方で 3 事業者は URENCO へ引き渡して処分していることがわかった。厨芥類を多量に排出する事業者は畜産農家に引き渡す傾向があった。排出量の多い飲食店は一日 2 回厨芥類を排出している例が多かった。また、すべてのホテルが厨芥類を一日 1 回排出していた。一方で、一日当たりの厨芥類排出量が 55 kg 以下の事業者は畜産農家に引き渡す場合と、URENCO に廃棄物として引き渡す場合とに分かれた。多量排出事業者は畜産農家に有償で引き渡すが、少量排出事業者は無償で引き渡す場合があった。

ヒアリング調査の結果を踏まえて、表 7.2.3 に 10 畜産農家の厨芥類収集実態をまとめた（図 7.2.2～図 7.2.7）。畜産農家は厨芥類を収集するためにハノイ市郊外地区から主にバイクにプラスチック製の樽を積載してハノイ市中心地区に向かっていった。畜産農家の厨芥類収集は比較的小規模であることが収集箇所と収集量から判断できた。引き取りの際の平均支払価格は 34,694 VND/ton で、中には無償で厨芥類を引き取る畜産農家もあり、支払う場合でも比較的安価で取引されている。畜産農家が厨芥類を家畜・家禽の飼料として利用する際には、長距離を運搬し、煮るなどの前処理が必要であり、さらに異物の混入といったリスクも伴う。しかし、市販飼料と比較すると安価であることが厨芥類を収集する決定的なインセンティブとして働いていると言える。畜産農家は排出事業者のオーナーとはなく、調理担当者と契約を結んでいた。このことが調理担当者が厨芥類を分別するインセンティブになっていると思われる。また、畜産農家が新規に排出事業者を確保するのは容易ではなく、一定量以上の厨芥類を排出する事業者は、すでに契約を結んでいる畜産農家が存在することがわかった。すなわち、一定量以上まとめて排出される厨芥類は処分されず、確実に有効利用されていると言え、結果として処分場への負荷を下げることには寄与している。

表 7.2.2 事業者の厨芥類排出実態

業種	来客数/日	排出回数/日	排出時間	排出量(kg)/回	排出量(kg)/日	収集者
飲食店 A	800	2	13 時, 19 時	265.0	530.0	畜産農家
飲食店 B	650	2	7 時, 14 時	210.0	420.0	畜産農家
ホテル A	250	1	15 時	350.0	350.0	畜産農家
飲食店 C	600	2	8 時, 20 時	165.0	330.0	畜産農家
飲食店 D	540	2	15 時, 21 時	150.0	300.0	畜産農家
飲食店 E	300	1	13 時	175.0	175.0	畜産農家
飲食店 F	250	2	14 時, 22 時	77.5	155.0	畜産農家
飲食店 G	500	2	13 時, 19 時	70.0	140.0	畜産農家
飲食店 H	120	2	13 時, 19 時	55.0	110.0	畜産農家
飲食店 I	100	1	14 時	90.0	90.0	畜産農家
飲食店 J	140	1	9 時	55.0	55.0	畜産農家
飲食店 K	170	1	16 時	55.0	55.0	URENCO
飲食店 L	140	1	9 時	52.5	52.5	畜産農家
飲食店 M	130	1	20 時	45.0	45.0	URENCO
ホテル B	100	1	15 時	45.0	45.0	畜産農家
ホテル C	50	1	15 時	45.0	45.0	畜産農家
ホテル D	80	1	14 時	45.0	45.0	畜産農家
ホテル E	40	1	18 時	35.0	35.0	URENCO
飲食店 N	200	1	17 時	25.0	25.0	畜産農家
飲食店 O	100	1	14 時	25.0	25.0	畜産農家

表 7.2.3 畜産農家の厨芥類収集実態

	運搬車両	車両台数	収集箇所	運搬距離(km-片道)	収集量 (kg)/日	支払価格 (VND)/月
畜産農家 A	トラック	1	3	25	400	300,000
畜産農家 B	バイク	1	2	17	175	200,000
畜産農家 C	バイク	1	3	22	70	100,000
畜産農家 D	バイク	1	4	20	65	100,000
畜産農家 E	バイク	1	1	15	55	100,000
畜産農家 F	バイク	1	1	15	55	100,000
畜産農家 G	バイク	1	3	15	45	50,000
畜産農家 H	バイク	1	2	22	45	無償
畜産農家 I	バイク	1	2	25	45	70,000
畜産農家 J	自転車	1	1	15	25	無償



図 7.2.2 自転車での厨芥類の収集



図 7.2.3 バイクでの厨芥類の収集



図 7.2.4 収集された厨芥類



図 7.2.5 飼料用前処理



図 7.2.6 養豚飼料化



図 7.2.7 養殖飼料化

ハノイ市中心4地区では廃棄物の多量排出事業者として飲食店が310、ホテルが177登録されている。本研究で対象とした20事業者が仮に母集団487事業者を代表すると仮定すると、一日当たり約75 tonの厨芥類が多量排出事業者から排出されていることになる。このうち95.5%にあたる約72 tonが畜産農家によって収集・有効利用され、埋立処分が回避されていると考えられる。これはハノイ市中心4地区で収集されている廃棄物(1,100 ton/日)の6.5%に相当する。

7.2.4 結論

20事業者の厨芥類排出実態をまとめた。ホテルでは、宿泊客以外が併設されている飲食店に来店することによって発生する厨芥類がある。来客数は一事業者当たり平均263人で、客一人当たり平均0.59 kgの厨芥類を排出していることが分かった。厨芥類を多量に排出する事業者は畜産農家に引き渡す傾向があった。ハノイ市中心4地区で発生する厨芥類のうち、約72 ton/日が畜産農家によって収集・有効利用され、埋立処分が回避されていると考えられる。これはハノイ市中心4地区で収集されている廃棄物の6.5%に相当する。

本研究での調査では20事業者に限られており、ハノイ市中心4地区の全事業者を反映したものではない。事業者の調査対象を広げ、事業者数及び排出原単位をもとめることによってハノイ市中心4地区における事業由来の厨芥類の排出量を推計する必要がある。また、厨芥類が飼料化目的で収集されることによる埋立回避が、現状では温室効果ガス排出量の削減にどれほど寄与しているのかも定量化を図るべきである。

7.3 ベトナム国ハノイ市及びホーチミン市における有価物回収

7.2.1 目的

新聞紙、段ボール、PET ボトル、ビール瓶、アルミ缶等の有償で回収されるモノ（以下、「有価物」という。）は、家庭等の排出源で経済的インセンティブに従って廃棄物とは分別され、インフォーマルセクターによって回収・再資源化されている。なお、ここでのインフォーマルセクターとは、公共が関与していない業者・業界を指し、日本の事例に当てはめると、市町村からの委託契約がないにも関わらずアルミ缶や故紙等を回収する業者・業界が該当する。インフォーマルセクターは有価物を回収することによって廃棄物の処分量削減に大きく貢献していると思われる、その他の途上国においてもその役割が報告されている。家庭などから有価物を有償で回収する人を **Junk buyer** と呼ぶ。一方、道路などから有価物を拾い上げて回収する人を **Waste picker** と呼ぶ。国際的には **Junk buyer** 及び **Waste picker** の呼称は統一されておらず、**Junk buyer** は **Itinerant waste buyer** や **Waste buyer** と呼ばれていることもあり、**Waste picker** は **Scavenger** や **Rag picker** と呼ばれることもある。本研究では、ベトナム国の北部を代表する都市ハノイ市と、南部を代表する都市ホーチミン市において **Junk buyer** による有価物回収の実態の特徴を明らかにすることを目的とする。

7.2.2 研究方法

ベトナム国ハノイ市及びホーチミン市で活動する **Junk buyer** 207 人（ハノイ市 104 人、ホーチミン市 103 人）に対してヒアリング調査を実施した（表 7.2.1）。調査はハノイ市では 2010 年 11 月 9 日及び 10 日に、ホーチミン市では 2010 年 12 月 2 日から 4 日まで実施した。調査項目としては、年齢、性別、移動手段、出身地、労働年数、月労働日数、日労働時間、取り扱う有価物の分類、調査日前日の紙類・プラスチック類・ガラス類・鉄類・アルミ類・銅類の回収量及び取引価格等とした。特に取引価格に関してはサンプルを持参し、必要に応じて実物を提示した（図 7.2.1～図 7.2.15）。調査担当者が質問事項を読み上げ、**Junk buyer** 自らが調査票に回答を記入することとした。**Junk buyer** には謝礼として 20,000 ベトナムドン（約 85 円、約 1 USD、2010 年 12 月 1 日現在）を手渡した。

表 7.2.1 調査に応じた **Junk buyer** の数（地区ごと）

City	District	Number of junk buyers
Ha Noi	Cau Giay	21
	Ba Dinh	63
	Hoan Kiem	20
Ho Chi Minh	Tan Binh	12
	Binh Tan	38
	Quan 3	38
	Quan 10	15



図 7.2.1 新聞紙

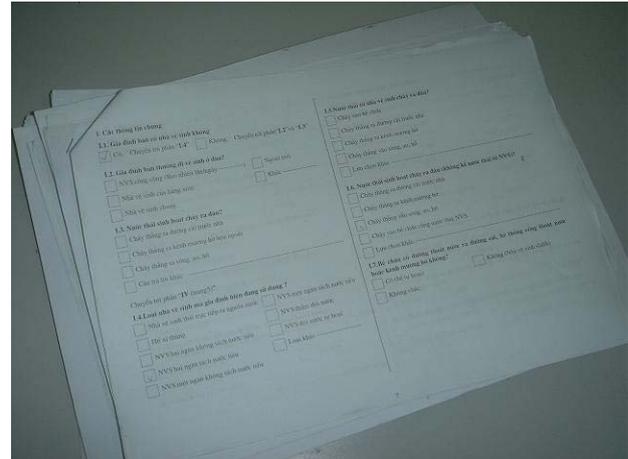


図 7.2.2 コピー用紙



図 7.2.3 ノート用紙



図 7.2.4 段ボール



図 7.2.5 ペットボトル (500 mL)



図 7.2.6 軟質プラスチック (白)



図 7.2.7 硬質プラスチック



図 7.2.8 ビニル袋 (柔質, 透明, 厚手)



図 7.2.9 ビニル袋 (柔質, 着色あり, 薄手)



図 7.2.10 ビニル袋 (菓子袋)



図 7.2.11 ウォッカ瓶



図 7.2.12 ビール瓶



図 7.2.13 鉄



図 7.2.14 アルミ缶



図 7.2.15 銅 (赤)

7.2.3 結果及び考察

ハノイ市の Junk buyer は移動手段として徒歩で天秤棒を担いでいるか、自転車で有価物を収集しているかのどちらかであり、中心部に近づくほど徒歩が増す傾向が見られた。一方、ホーチミン市では郊外区（Binh Tan 地区）はハノイ市同様の自転車だが、後部に金属製のカゴを付けていて、秤を積んでいる（ハノイ市ではカゴはなく、天秤ばかりを持参していた）。中心区では、徒歩で手押し三輪車が主流であった。自転車を利用する Junk buyer も少ないながら見受けられ、後部に大きな袋を付けていた。この袋付き自転車は Waste picker が多いとのことで、男性に多かった。これらとは別に、廃家電製品や建設廃棄物を専門に収集する Junk buyer も存在するが、絶対数は少なかった（1日に数人見かける程度）。重いものを集めるため、また廃家電製品の買い取りには買い取り価格を査定する能力を必要とするために男性が多いようであった。

労働年数はハノイ市で平均 6.5 年、ホーチミン市で平均 5.2 年であった。労働日数はハノイ市で平均 25.7 日/月、ホーチミン市で平均 28.1 日/月であった。労働時間はハノイ市で平均 7.7 時間/日、ホーチミン市で平均 7.8 時間/日であった。Junk buyer は早朝から活動を開始し、昼は長めに休み、14 時頃から活動を再開することが多かった。また、有価物を売却するために買い取り店を訪問するのは 9～10 時頃、15～16 時頃が多かった。

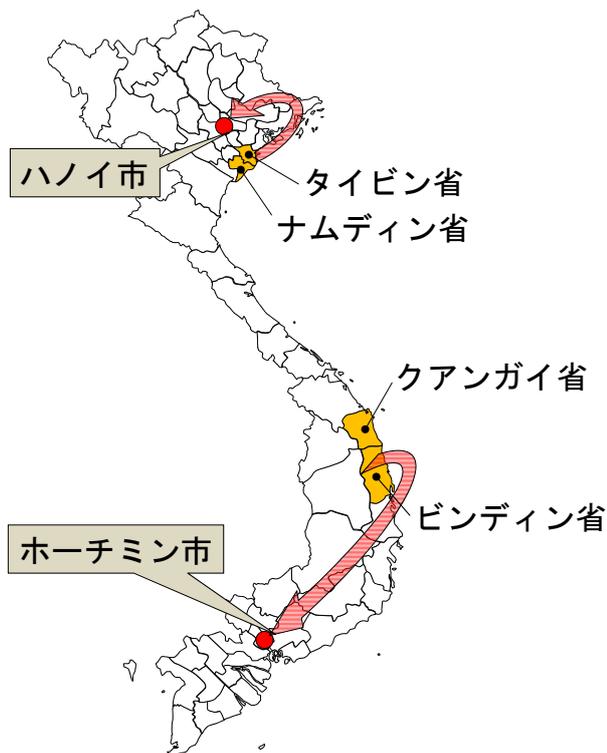


図 7.2.16 Junk buyer の出身地

ハノイ市では 75 人 (72%) の Junk buyer が北部の Nam Dinh 省出身で、15 人 (14%) の Junk buyer が北部の Thai Binh 省出身であった (図 7.2.16)。一方、ホーチミン市では地区によって出身地に特徴があり、Tan Binh 地区及び Binh Tan 地区では北部 (Bac Ninh, Bac Giang) の出身者が多く、10 区では中部の Quang Ngai 省出身者が、3 区では中部の Binh Dinh 省出身者が多かった。このことから、ホーチミン市では同郷の Junk buyer が知人や親せきを呼び寄せ、同様の地域で活動していると思われる。北部からホーチミン市へ新たな職を求めて移住する風習は以前より様々な業種で存在していると言われているが、有価物回収という業種に関しても同様の傾向が見られた。ただ、ホーチミン市への移住の詳細な理由については不明であった。今回はホーチミン市を網羅的に調査した訳ではないので、今後は調査対象地域を拡大して地域ごとの Junk buyer の出身地の把握に努めるべきである。

鉄類の回収量はハノイ市における Junk buyer の方が多かったが ($p < 0.01$) それ以外の有価物の回収量はハノイ市とホーチミン市で統計的に有意な差はなかった (表 4.1.2)。

ホーチミン市における新聞紙 ($p < 0.01$)、段ボール ($p < 0.01$)、軟質プラスチック ($p < 0.01$)、硬質プラスチック ($p < 0.01$)、鉄類 ($p < 0.05$)、銅類 (赤銅) ($p < 0.01$) の売却価格の方がハノイ市でのそれらに比べて統計的に高かった (表 7.2.3)。これより、特に紙類及びプラスチック類の需要はホーチミン市の方が高い可能性がある。

ハノイ市の一般的な月収が 100~200 USD と報道されており、それに比べても Junk buyer の収入は遜色ないレベルであることが明らかとなった (表 7.2.4)。有価物回収のみの月収に着目すると、ホーチミン市の方が高かった。ハノイ市で活動する Junk buyer と比べて労働時間、有価物回収量に差がないにも関わらず、月収に差がみられたのは、ホーチミン市における有価物の取引価格が相対的に高く、労働時間及び回収量に対する利益率が高いことが言える。ハノイ市で活動する Junk buyer 104 人のうち 88 人 (84.6%) が有価物回収以外からの収入があった。特に 66 人 (63.5%) は農業からの収入が平均 534,394 VND (約 27.16 USD) /月であった。一方、ホーチミン市で活動する Junk buyer 104 人のうち 11 人 (10.7%) が有価物回収以外からの収入があったが、農業からの収入があったのはわずか 1 人であった。ハノイ市で活動する Junk buyer は有価物回収以外からの収入を得ることによって、すべての収入を合計するとホーチミン市で活動する Junk buyer と同程度の収入を稼いでいた。ハノイ市で活動する Junk buyer はハノイ市を生活の拠点としているが、出身地には家族が暮らしていると思われ、自身の収入となる農地を保有している (厳密に言えば使用権を有している)。一方、ホーチミン市で活動する Junk buyer は生活拠点をホーチミン市に完全に移している可能性がある。そのため、ホーチミン市で活動する Junk buyer は有価物回収を専業とする場合が多い。

表 7.2.2 1 人の Junk buyer が 1 日に回収する有価物量 (平均値)

	ハノイ市 (n = 98)	ホーチミン市 (n = 102)
紙類 (kg)	23.3	21.3
プラスチック類 (kg)	11.3	9.9
ガラス類 (本)	18.7	13.7
鉄類 (kg)	19.2	8.5
アルミ類 (kg)	2.4	1.6
銅類 (kg)	0.7	0.5

表 7.2.3 Junk buyer による有価物の売却価格 (平均値, 標準偏差)

Category	Unit	Average		Standard deviation	
		Ha Noi	Ho Chi Minh	Ha Noi	Ho Chi Minh
Newspaper	VND/kg	2757	3232	463	563
Copy paper	VND/kg	3392	3557	645	634
Notebook	VND/kg	4052	4063	779	654
Cardboard	VND/kg	2611	3290	560	606
Soft Plastic	VND/kg	5515	6984	1061	1815
Hard Plastic	VND/kg	1551	2463	593	729
Vodka glass bottle	VND/ bottle	544	567	326	339
Beer glass bottle	VND/bottle	1209	1061	541	337
Iron	VND/kg	5823	6060	826	786
Aluminum	VND/kg	23,529	22,539	4445	3275
Copper (red)	VND/kg	102,990	113,960	19,449	21,591

表 7.2.4 ハノイ市及びホーチミン市における Junk buyer の月収 (平均値)

	ハノイ市 (n = 104)	ホーチミン市 (n = 103)
有価物回収のみの月収	2,445,192 VND (124.28 USD)	2,717,476 VND (138.12 USD)
その他収入を含んだ月収	2,897,372 VND (147.26 USD)	2,816,505 VND (143.15 USD)

USD への換算は 2010 年 12 月 1 日現在の為替レートを使用

7.2.4 結論

ハノイ市で活動する Junk buyer の多くは Nam Dinh 省, Thai Binh 省出身であった。ホーチミン市で活動する Junk buyer は地区によって北部出身であったり, 中部出身であったりしたが, 同地区に同省出身者が集まる傾向がみられた。ホーチミン市では同郷の Junk buyer が知人や親せきを呼び寄せ, 同様の地域で活動していると思われる。一般的な月収が 100~200 USD と報道されており, それに比べても Junk buyer の収入は遜色ないレベルであることが明らかとなった。有価物回収のみの月収に着目すると, ホーチミン市の方が高かった。ハノイ市で活動する Junk buyer と比べて労働時間, 有価物回収量に差がないにも関わらず, 月収に差がみられたのは, ホーチミン市における有価物の取引価格が相対的に高く, 労働時間及び回収量に対する利益率が高いことが言える。ハノイ市で活動する Junk buyer は有価物回収以外からの収入を得ることによって, すべての収入を合計するとホーチミン市で活動する Junk buyer と同程度の収入を稼いでいた。

Junk buyer の活動はこの先しばらくは継続すると思われる。有価物の需要を注意深く観察することにより, 今後の有価物フローの変化を予測することが必要と思われる。

7.4 ベトナム国カントー市及びフエ市におけるインフォーマルセクターの活動実態

7.4.1 目的

ベトナムにおいて、資源化物のリサイクルは主に Waste Picker, Junk Buyer, Junk Shop 等の私的なインフォーマルセクターによって実施されている。(本章において Waste Picker とは一般家庭や事業所から排出された都市ごみの中に含まれる古紙・容器包装等の資源化物を拾い集めるもの、Junk Buyer とは一般家庭・事業所等を巡回して不要品・資源化物を有償・無償で回収するもの(通常は計量のための秤を持っている)、Junk Shop とは Waste Picker・Junk Buyer から回収された資源化物を買い上げる古物商のような存在を想定した。)

廃棄物の発生、排出(保管)、収集・輸送、処分の各段階における資源化物のフローの概要を図 7.4.1 に示した。廃棄物の発生段階では Junk buyer が家庭等から不要品・資源化物を有償・無償で回収し、廃棄物が排出された後の保管段階では Waste picker が都市ごみの中に含まれる古紙・容器包装等の資源化物を拾い集め、収集・運搬段階では公的な収集作業員が資源化物を拾い出し、埋立地での処分段階では最終的に Scavenger が資源化物を拾い出す。こうして回収された資源化物は、Junk Shop, 卸業者, 加工業者において図 7.4.2 に示すように洗浄, 手選別による分類, 破碎・切断, 圧縮・梱包等の工程を経て製造業者に売却されている。

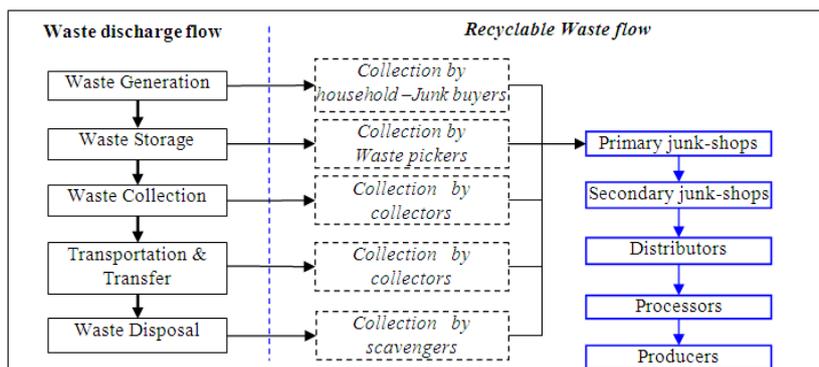


図 7.4.1 資源化物のフローの概要



図 7.4.2 資源化物の資源化工程のイメージ

本調査は、ベトナムの家庭系廃棄物の資源化可能性・経済的価値を明らかにすることを目的として、フエ市・カントー市の Waste Picker・Junk Buyer・Junk Shop 等のインフォーマルセクターを対象として、再使用・再生利用の可能性のある品目・種類及びその流通実態、仕事をする上での問題点・阻害要因、将来的な可能性・課題を明らかにすることを目的とした。

7.4.2 方法

カントー市・フエ市の Waste Picker, Junk Buyer, Junk Shop 等のインフォーマルセクターを対象として実施した活動実態に関するグループディスカッションの概要を表 7.4.1 に示した。グループディスカッションでは、表 7.4.2 に示すようなインフォーマルセクターの活動実態、収集・売買対象とする資源化物の種類・売買価格等に関する項目について議論した。また、カントー市において、インフォーマルセクターの活動実態に関するフィールド調査を併せて実施した。

表 7.4.1 インフォーマルセクターの活動実態に関するグループディスカッションの概要

対象地域	調査日時	調査対象者
フエ市	平成 22 年 6 月 6 日 14:00-15:00	Junk shop の経営者 3 名 (女性 3 名)
	平成 22 年 6 月 6 日 15:10-16:10	Junk Buyer 4 名 (女性 4 名)
	平成 22 年 6 月 6 日 16.15-17.15	Waste Picker 3 名 (女性 1 名, 中学 3 年生 1 名, 小学 6 年生 1 名)
カントー市	平成 22 年 6 月 13 日 13.00-14.00	Waste Picker 3 名 (女性 3 名, 男性 1 名)
	平成 22 年 6 月 13 日 14.15-15.15	Junk shop の経営者 3 名 (男性 2 名)
	平成 22 年 6 月 13 日 15:20-16:20	Junk Buyer 3 名 (女性 3 名)

表 7.4.2 インフォーマルセクターの活動実態に関するグループディスカッションの項目

	ディスカッション項目
全般	Waste picker, Junk Buyer : 対象者の名前, 住所, 労働時間, 仕事の分担を誰が決めるか? Junk-shop : 施設の面積, 保管場所, 保管場所での作業・売却前の作業, 仕事の分担を誰が決めるか? 使用する設備・道具, 投資, 作業人数, 労働時間, 保管期間
収集	Waste picker, Junk Buyer : 収集対象の主体・品目, 売却前の作業, 収集時の購入単価, 一日の移動距離
購入	Junk-shop : 購入先・購入対象人数, 購入対象品目, 購入量, 購入単価, 3 年間の価格動向
運搬	Waste picker, Junk Buyer, Junk-shop : 運搬に使用する機材, 投資金額
売却	売却先, 資源化物の分類, 売却量, 売却単価, 3 年間の価格動向, 利益
その他	仕事をする上での問題点, 阻害要因, 将来的な可能性, 課題, 期待される変化, 兼業の状況, 経験年数, 以前の仕事, 健康への影響, 等

7.4.3 結果及び考察

7.4.3.1 インフォーマルセクターの活動実態

インフォーマルセクターの活動実態に関する調査の結果を表 7.4.3 にまとめて示した。Waste picker, Junk buyer の調査対象者のほとんどが女性であり、フエ市・カントー市において資源化物の回収は女性

を中心に実施されていることが伺えた。なお、カントー市では町中で数多くの Waste picker が見受けられたが、フエ市では Waste picker の数が相対的に少なかった。また、フエ市においては、資源化物の回収に関わる小学生と思しき児童の姿が散見された。

労働実態については、Junk buyer, Junk shop は昼間の時間帯を中心に活動しており、一方 Waste picker は夜遅い時間帯まで労働していた。これは廃棄物が主に夜間に収集されているため、Waste picker も収集時間に合わせる必要があるためと考えられた。なお、Waste picker は徒歩、Junk buyer は自転車あるいは三輪車を使って回収を行っていた。一日の利益（売却金額から購入金額を差し引いた収入）は、Waste picker が 5,000-40,000VND, Junk buyer が 20,000-50,000VND, Junk shop が 80,000-100,000VND となり、Waste picker < Junk buyer < Junk shop の順であった。なお、特にフエ市の Waste picker の収入が 5,000-15,000VND/日と他と比較してかなり低く、その生活実態も調査時の対象者の服装から判断してかなり厳しいものであることが伺えた。

これらインフォーマルセクターの活動については、情報・分担を決めるグループを構成する場合もあるが、大規模な組織化はされておらず、回収に関わる各個人が独自に経験則で回収対象を決めていると考えられた。

問題点としては、(公的) 収集作業員が資源化物を回収してしまうなど、資源化物（で得られる収益）が誰のものか収集作業員、Waste pickers 同士、一般市民の間で問題になることがある点、市の行政が交通渋滞の観点から将来三輪車の利用規制を考えている点、Junk-shop を郊外地域に移転するよう求めている点、等が挙げられた。また、一般的に公的な廃棄物収集に携わる収集作業員は、怪我・事故等が発生した場合の治療費等をまかなうための保険に加入しているが、インフォーマルセクターの従事者は保険に加入しておらず全て自己負担となることから、期待される変化として、政府による保険の提供が挙げられた。

以上の知見より、既存のインフォーマルセクターの活動に依存する、組織化されていないボランティアな資源回収システムでは、従事者の労働条件・作業効率・都市交通への影響といった面での問題が今後さらに深刻化しかねないと考えられる。また、行政がインフォーマルセクターを無視して新たに独自の資源化物回収システムを構築すれば、資源化物回収で生計を建てている Waste picker, Junk buyer, Junk shop の生活基盤を奪うこととなる。3R の推進を図るためには、行政・インフォーマルセクターの連携によって適切に組織化された資源化物回収システムの構築が不可欠と考えられる。

一方、次世代を担う児童の健全な育成を図る上で、児童が資源化物回収に係る労働に長時間携わることは好ましくないとされる。ベトナムは 1990 年に「こどもの権利条約”Convention on the Rights of the Child”」を批准してこどもの権利保護を明確に打ち出しているところであり¹⁾、ベトナムの中央政府・地方政府として資源化物回収における児童の労働実態を早急に把握し、適切に対策を講じることが必要と考える。

表 7.4.3 インフォーマルセクターの活動実態に関する調査結果の概要

項目	Waste pickers	Junk buyers	Junk shops
労働実態	フエ市：7-20 時の範囲，2 名の児童は夏休み期間中は毎日，学校がある期間は週末に収集 カントー市：7-23 時の範囲，毎日収集 売却前に選別，洗浄（プラスチックの袋）	フエ市：7-18 時の範囲，毎日収集 カントー市：6-18 時の範囲，毎日収集 売却前に選別	フエ市：10-16 時，毎日 カントー市：7-17 時，毎日 上流の Junk shop，加工業者・製造業者に売却前に選別・保管 保管期間は，プラスチック 2 日，ダンボール 1 週間，金属 10-15 日
規模/ 面積 (m ²)			フエ市：50-60m ² ，作業人数 2-3 人（家族のみ） カントー市：100-120m ² ，作業人数 4-10 人（家族 2 名+作業者数名）
組織	組織化はされていない。情報・分担を決めるグループを構成する場合もある。 ここ 3 年で Junk buyer，Junk shop が増えてきている		
機材	徒歩	自転車，はかり 三輪車	フエ市：三輪車 カントー市：三輪車，トラック
投資	なし	フエ市：1,000,000-2,000,000VND カントー市：100,000-300,000VND	フエ市 20,000,000 – 30,000,000 VND カントー市 50,000,000 – 100,000,000 VND
利益	フエ市：5,000-15,000VND/日 カントー市：20,000-40,000VND/日	フエ市：30,000-50,000VND 昼食 10,000-15,000VND カントー市：20,000-50,000VND/日 最近は資源化物の価格が変動している	フエ市 80,000 – 100,000 VND カントー市：不明 最近は資源化物の価格が変動している
対象主体	フエ市：同じ地域，近隣地域を対象 カントー市：長年の経験で馴染みのルートを設定，近隣の住宅地，事業所を対象	フエ市：日によって異なるが長年の経験で同じルートを設定，住宅地，事業所を対象 カントー市：長年の経験で日によって異なるが馴染みの地域・ルートを設定	フエ市：Waste Picker，Junk Buyer カントー市：Waste Picker，Junk Buyer，小さな Junk Shop
売却先	馴染みの Junk shop （旧正月の時期に Junk shop がお土産をくれる場合もある） 移動経路上にある Junk shop（対象が多い・重い場合，天候が悪い	馴染みの Junk shop 移動経路上にある Junk shop（対象が多い・重い場合，天候が悪い場合等）	上流の Junk shop，加工業者・製造業者

	場合等) Junk buyer が買いに来る		
問題点	(公的) 収集作業員が資源化物を回収してしまうなど、資源化物が誰のものか収集作業員、Waste pickers 同士、一般市民の間で問題になることがある 自転車がない (運転できない) 路上での事故 天候 (大雨, 洪水, 酷暑) 悪臭	昼食・雨天時の休憩場所がないこと カントー市では、交通渋滞の観点から将来三輪車の通行が許可されない 自転車では多くの資源化物が運搬できない	市の行政は Junk-shop を郊外地域に移転するよう求めている 天候面で、雨期より乾期の方がリサイクルが活発である
期待される変化	行政による保険の提供	行政、政策、予算面での支援 三輪車の通行許可継続	行政、政策、予算面での支援 事業規模の拡大

1 USD ≒ 20,000 VND

7.4.3.2 インフォーマルセクターにおける資源化物の分類・売買価格

フエ市・カントー市におけるインフォーマルセクターが収集・売買対象とする資源化物の種類、売買価格を表 7.4.4 にまとめて示した。素材としては紙、プラスチック、ナイロン、鉄、アルミ、銅、ステンレス、鉛、真鍮、ガラス、E-waste に分類され、フエ市で 42 品目、カントー市で 37 品目の分類区分が挙げられた。なお、資源化物の分類は素材の品質及び上流の Junk shop、加工業者・製造業者の要求に基づいて設定され、また Junk Buyer、Junk shop が買い入れる際の分類は売却する際の分類と異なる場合があり、適宜 Junk Buyer、Junk shop 等が選別を行っているとのことであった。

資源化物の分類については両市でかなり類似していたものの、売買価格については品目によって両者の間で異なっていた。価格については需給バランスやリサイクル素材・製品の製造企業の立地状況等の様々な要因に影響されるものと考えられる。

こうしたデータは資源化物の経済的価値を評価したり、ごみの資源化可能性を評価する目的で実施するごみ細組成分析の分類区分を設定したりする際の参考情報となりうるが、インフォーマルセクターが取り扱う品目・売買金額は市によって異なっており、また時期によって変動することに注意する必要がある。資源化物の経済的評価を実施するにあたっては評価対象となる地域の最新の動向を把握する必要があると考えられる。

表 7.4.4 フェ市 (Hue City) ・カントー市(Can Tho City, CTC)においてインフォーマルセクターが収集・売買対象とする資源化物の種類・売買価格

素材	分類	分類の有無		Junk-shop				Junk-buyer				Waste picker	
		CTC	Hue	買入価格(VND/kg)		売却価格(VND/kg)		買入価格(VND/kg)		売却価格(VND/kg)		売却価格(VND/kg)	
				CTC	Hue	CTC	Hue	CTC	Hue	CTC	Hue	CTC	Hue
Paper	Cardboard/wastepaper	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	3300	2500	4000	2700	2000	2000	3000	2500	1500	2000
	Books/photocopy paper	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	3500	2800	4000	3000	3500	2000	4000	2700	2500	1500
	Notebooks	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	4500	3500	48000	3700	3000	2500	4000	3000	3500	1500
	Newspaper	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	3000	2800	3500	3000	3500	2500	4000	3000	1500	2000
Plastic	Table, chair, shoes, kid toys etc.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	3000	8000	3500	8500	2000	7500	2500	8000		3000
	Normal/Flexible (basket, others)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	7000	5500	7400	6000	5000	4500	6000	5000	6000	3000
	Brittle (Black color, low quality)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	4500	4000	5000	4500	3000	3500	4200	4000	1500/2000	
	PET bottle	<input type="checkbox"/>	X	7000		7500		5000		6000			
	PVC, ceiling	<input type="checkbox"/>	X	4000		4500		4000		5000		4000	
	Cement packaging (Long Tho)	X	<input type="checkbox"/>		250		300		150		200		
	Cement packaging (Kim Dinh, Bim Son)	X	<input type="checkbox"/>		400		500		300		400		
Nylon	Flexible - transparent	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	6000	7000	7000	10000	4000	7000	5000	8000	2500	3000
	Flexible - Color (black)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1000	0	1500	5000	2000		2500		500	1500
	Brittle	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1000	0	1500	1000	1000	1000	1200	1500	500	1000
Iron	Standard (Type 1)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	4500	5500	4800	5700	4000	5000	4500	5700	4200	4000
	Dig out from the underground (Type 2)	X	<input type="checkbox"/>		3500		3700						
	Sheet iron	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	4000	3800	4500	4000	3000	3000	3500	3500		
	Can	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	3000	2800	3300	3000	1500	2500	2000	3000	1500	1500
Aluminum	Flexible	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	21000	20000	22000	22000	15000	20000	18000	22000		
	Can	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	21000	300/c	22000	22000/kg	200/c	250	250/c	300	300/c	300
	Rim of bicycle/frame	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		23000		24000		20000		24000		10000
	Body of machine	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	21000	24000	22000	25000	15000	15000	18000	17000		
	Brake/pig-iron	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		16000		17000	12000	15000	15000	17000	15000	
	Water valve	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		17000		18000	10000	15000	12000	17000		
Copper	Yellow color	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	60000	80000	65000	82000		75000		80000		20000
	Red color	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	90000	100000	93000	105000	70000	85000	80000	90000		
	Electricity wire (Removed plastic cover)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		115000		120000		85000		90000	90000	50000

素材	分類	分類の有無		Junk-shop				Junk-buyer				Waste picker	
		CTC	Hue	買入価格(VND/kg)		売却価格(VND/kg)		買入価格(VND/kg)		売却価格(VND/kg)		売却価格(VND/kg)	
				CTC	Hue	CTC	Hue	CTC	Hue	CTC	Hue	CTC	Hue
Stainless steel	Type I (pure quality) 201	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	6000	30000	6500	32000	15000	20000	18000	22000	14000	
	Type II 304	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2500	10000	2600	32000	4000	8000	4500	9000		
Lead	Lead	X	<input type="checkbox"/>		30000		32000		17000		18000		
	Battery (of accumulator)	X	<input type="checkbox"/>		15000		16000		14000		15000		
Brass	Brass	<input type="checkbox"/>	X	60000		65000		40000		50000		55000	
Glass	Saigon beer	<input type="checkbox"/>	X	1000		1100		500/b		1000/b			
	Huda beer (20b <input type="checkbox"/> plastic container)	X	<input type="checkbox"/>		40000		41000		40000		45000		
	Festival beer (24b <input type="checkbox"/> plastic container)	X	<input type="checkbox"/>		48000		50000		45000		50000		
	Beer bottle (retail)	X	<input type="checkbox"/>		700		800		800		1000		
	Coca/Pepsi (24b <input type="checkbox"/> plastic container)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		19000		20000	12000	100/b	13000	150/b	100/b	
	Fish sauce bottle	<input type="checkbox"/>	X	400		450		500		800		L: 500 S: 100	
	Mineral water (20b <input type="checkbox"/> plastic container)	X	<input type="checkbox"/>		25000		27000						
	Thuy Duong wine (small)	X	<input type="checkbox"/>		250/b		300/b		100		200		
	Thuy Duong wine (large)	X	<input type="checkbox"/>		500/b		600/b		300		400		
	Soya cheese container	<input type="checkbox"/>	X	150		200		100		150		L: 400 S: 100	
E-Waste	Nep Moi Wine	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		400/b		500/b	500		800			
E-Waste	CD	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		14000		15000		4500		5000		
	Electricity fan (small)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		30000		32000						
	Electricity fan (Large)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		40000		42000						
	Electricity meter	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		18000/p		19000/p		13000		15000		
	Electricity meter (Swiss)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		75000/p		78000/p						

b = bottle, p = piece, c = can, L = large, S = small

7.4.3.3 インフォーマルセクターの活動実態に関するフィールド調査

カントー市において、インフォーマルセクターの活動実態に関するフィールド調査を実施した。Junk shop は、図 7.4.3 に示すように住宅地域に立地し、Junk buyer 等から買い入れた資源化物を保管するために大きな面積を占有していた。一方、リサイクル素材の再生事業者、リサイクル製品の製造事業者は郊外地域に立地していた。また、Junk buyer は資源化物の運搬のために徒歩、自転車、三輪車等の様々な機材を使用していた（図 7.4.4）。



図 7.4.3 カントー市における Junk shop の例



図 7.4.4 カントー市における Junk Buyer の資源化物の運搬風景



図 7.4.5 カントー市における中古品販売店・古書店の例



図 7.4.6 カントー市の Junk shop において売買されていた廃電球

また、フィールド調査において発見した中古品販売店では、秤や CD、テープ、ラジカセ、時計等の様々な廃電気製品、廃電球までもが売買されていることが明らかとなった（図 5、図 6）。また、グループディスカッションで挙げられていなかった資源化物の品目として、残飯(米)についても乾燥して 4,000 VND/kg の価格で売却しているとのことであった。

7.4.4 結論

ベトナムの家庭系廃棄物の資源化可能性・経済的価値を明らかにすることを目的として、フエ市・カントー市の Waste Picker・Junk Buyer・Junk Shop といったインフォーマルセクターを対象としたグループディスカッション、フィールド調査を実施した。フエ市・カントー市のインフォーマルセクターの労働実態、組織、収入、流通実態、仕事をする上での問題点、期待される変化等を明らかにした。フエ市（Hue City）・カントー市(Can Tho City, CTC)においてインフォーマルセクターが収集・売買対象とする資源化物の種類・売買価格を明らかにした。

7.5 ベトナム国フエ市におけるインフォーマルセクターの資源化物マテリアルフロー

7.5.1 目的

ベトナムの家庭系廃棄物の資源化可能性を検討するための基礎資料として、フエ市を対象にインフォーマルセクター等が関与する資源化物のマテリアルフローを明らかにすることを目的とする。

7.5.2 方法

7.5.2.1 Junk shop に対する実態調査

フエ市内における Junk shop を対象として、属性（作業人数、面積、作業状況等）、対象とする資源化物の分類、分類別の搬出先、分類別の取扱量・売買価格等に関するヒアリング調査・アンケート調査を実施し、基礎情報を収集した。

7.5.2.2 Waste picker 及び junk buyer に対する実態調査

対象者の属性（年齢、性別等）、1-2 週間にわたる対象とする資源化物の分類、取扱量・売買価格・搬出先等に関するヒアリング調査・アンケート調査を実施し、基礎情報を収集した。

7.5.2.3 HEPCO の収集員に対する実態調査

HEPCO（Hue Urban Environment and Public Work Co. Ltd., フエ都市衛生公社）はフエ市内の一般廃棄物の収集・処分を実施している事業者である。フエ市では、HEPCO の収集員がごみ収集の就業時間時に PET ボトル・缶・ダンボール等の資源化物の一部回収を行っている実態がある。本研究では、HEPCO より収集員の名簿を入手し、対象者の属性（年齢、性別等）、1-2 週間にわたる対象とする資源化物の分類、取扱量・売買価格・搬出先等に関するヒアリング調査・アンケート調査を実施し、基礎情報を収集した。

7.5.3 結果及び考察

7.5.3.1 属性

フエ市における Waste Picker の総数は 62 名、従事者の年齢は 14-48 歳の範囲で平均 45 歳、標準偏差 17 歳であり、女性対男性の比率は 4.2:1 であった。すべての従事者はフエに居住していた。

Junk Buyer の総数は 355 名、従事者の年齢は 25-78 歳の範囲で平均 45 歳、標準偏差 9.4 歳であり、女性対男性の比率は 49.7:1 であった。従事者はフエ市の居住者のみではなく、Huong Tra, Quang Dien 等のフエ周辺地域の居住者も見られた。いずれも女性比率が高いが、これは男性が体力・長時間労働を必要とする建設業・運転手等の高収入の職業につくことができるのに比べ、これら職種における女性の就労が困難であることによるものと考えられる。

Junk shop の総数は 75 事業者であり、うち 44 事業者はすべての種類の資源化物を売買できるのに対して、残りの事業者は 1 種類あるいは数種類の資源化物の取り扱いにとどまっていた。

HEPCO によれば、廃棄物の収集・運搬・処分に 241 名の作業員が関わっており、本研究では 119 名の収集員を調査対象とした。119 名のうち 95 名(79.8%)が作業中に資源化物の抜き取りを行っていた。年齢は 28-60 歳の範囲で平均 45 歳、標準偏差 7.0 歳であり、女性対男性の比率は 2.7:1 であった。

インフォーマルセクターにおける資源化物の区分

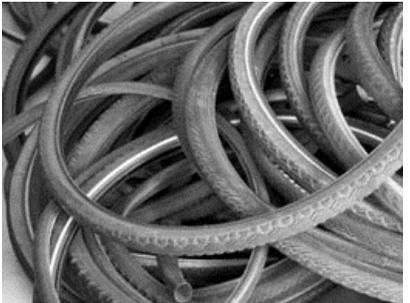
フエ市の Junk Shop において取り扱われる資源化物の区分数は 20 であった（表 7.5.1）。

表 7.5.1 フェ市のインフォーマルセクターにおける資源化物の区分

No	Category	Vietnamese name	Description	Picture
1	'Color' plastics	Nhựa màu	plastic bottles	
2	'Black' plastics	Nhựa đen	from TV, PC screen, etc.	
3	'Crispy' plastics	Nhựa giòn	breakable bucket, chair, etc.	
4	Plastic pipes	Nhựa CD		
5	CDs	Ống dẻo	CD, DVD	

6	Transparent plastic bags	Nilon trắng	
7	Color plastic bags	Nilon màu	
8	Newspapers	Giấy báo	
9	Cardboards	Giấy carton	
10	Printing papers	Giấy A4, giấy vờ	

11	Other papers	Giấy khác		
12	Iron and steel	Sắt thép		
13	Iron sheets and cans	Tôn		
14	Stainless steel	Inox		
15	Aluminum	Nhôm		

16	Yellow brass	Đồng vàng		
17	Red brass	Đồng đỏ		
18	Glass bottles	Thủy tinh		
19	Batteries	Bình acquy	plastic shell and lead electrodes	
20	Used rubber tyres	Xăng xe máy		

7.5.3.2 Junk shop の種類

Junk shop はその機能により、Primary Shop (GroupI, 52 事業者) と Secondary Shop (GroupII, 23 事業者) の 2 種類に分類される。Primary Shop は Waste Picker や Junk Buyer から直接資源化物を買い付け、一方 Secondary Shop は Primary Shop と Waste Picker, Junk Buyer から資源化物を買い付ける。Junk Shop をその売買形態別に分類したものを表 7.5.2 に示した。

7.5.3.3 Junk shop における資源化物の取引実態

Junk shop における資源化物の取引実態について、資源化物の種類別・Junk Shop の種類別の取扱量、平均売買価格をそれぞれ表 7.5.3, 表 7.5.4, 表 7.5.5 に示した。資源化物の重量としては、Iron and Steel, Iron Sheets and cans, Color Plastics, Cardboard の取扱量の割合が高かった。売買価格としては、CDs, Transparent plastic bags, Aluminum, Yellow/Red Brass, Batteries の価格が高く、これら品目は Waste Picker, Junk Buyer の収入にも大きく影響するものと考えられる。

表 7.5.2 Junk shop の売買形態別の分類

Class	Subclass	Description	Number of shops
Primary (I)	I-1	Selling 100% recyclables to customers outside Hue city	6
	I-2	Selling recyclables both to customers both inside and to outside Hue city	15
	I-3	Selling their recyclables to customers inside Hue only (i.e. secondary shops)	31
Secondary (II)	II-1	Buying recyclables from primary shops only	9
	II-2	Buying recyclables from both primary shops and pickers/buyers	14
<i>Total</i>			75

表 7.5.3 フェ市における資源化物の種類別・Junk Shop の種類別の総取扱量 (単位: kg/月)

Category	Primary junk shops				Secondary junk shops		
	I-1	I-2	I-3	Subtotal	II-1	II-2	Subtotal
'Color' plastics	5150	14460	42880	62,490	5250	59650	64,900
'Black' plastics	2570	1820	6255	10,645	120	9000	9,120
'Crispy' plastics	3880	2315	4765	10,960	130	9985	10,115
Plastic pipes	0	7	90	97	0	4000	4,000
CDs	1270	990	2756	5,016	50	3655	3,705
Transparent plastic bags	3790	0	3391.36	7,181	4408	10	4,418
Color plastic bags	2300	0	2028.64	4,329	5692	20	5,712
Newspapers	370	3700	4630	8,700	0	2150	2,150
Cardboards	2950	43150	58690	104,790	750	39400	40,150
Printing papers	1250	8100	7050	16,400	0	1905	1,905
Other papers	6408	969	1075	8,452	0	224	224
Iron and steel	16500	60560	84020	161,080	9400	91630	101,030
Iron sheets and cans	11800	17465	53015	82,280	35800	37620	73,420
Stainless steel	300	153	37	490	0	0	0
Aluminum	2075	6653	13320	22,048	600	8121	8,721
Yellow brass	170	273	1080	1,523	150	343	493
Red brass	330	262	1415	2,007	0	78	78
Glass bottle	1700	11270	11490	24,460	750	16010	16,760
Batteries	600	4052	1201	5,853	30	630	660
Used rubber tyres	150	150	525	825	0	300	300
<i>Sum</i>	<i>63,563</i>	<i>176,349</i>	<i>299,714</i>	<i>539,626</i>	<i>63,130</i>	<i>284,731</i>	<i>347,861</i>

表 7.5.4 フェ市における資源化物の種類別・Junk Shop の種類別の一事業者あたり取扱量（単位：kg/事業者/月）

Shop class Category	Primary junk shops				Secondary junk shops		
	I-1	I-2	I-3	Class I ave.	II-1	II-2	Class II ave.
'Color' plastics	858	964	1383	1202	583	4261	2822
'Black' plastics	428	121	202	205	13	643	397
'Crispy' plastics	647	154	154	211	14	713	440
Plastic pipes	0	0	3	2	0	286	174
CDs	212	66	89	96	6	261	161
Transparent plastic bags	632	0	109	138	490	1	192
Color plastic bags	383	0	65	83	632	1	248
Newspapers	62	247	149	167	0	154	93
Cardboards	492	2877	1893	2015	83	2814	1746
Printing papers	208	540	227	315	0	136	83
Other papers	1068	65	35	163	0	16	10
Iron and steel	2750	4037	2710	3098	1044	6545	4393
Iron sheets and cans	1967	1164	1710	1582	3978	2687	3192
Stainless steel	50	10	1	9	0	0	0
Aluminum	346	444	430	424	67	580	379
Yellow brass	28	18	35	29	17	25	21
Red brass	55	17	46	39	0	6	3
Glass bottle	283	751	371	470	83	1144	729
Batteries	100	270	39	113	3	45	29
Used rubber tyres	25	10	17	16	0	21	13
Sum	10594	11755	9668	10377	7013	20339	15125

表 7.5.5 フェ市における資源化物の種類別・Junk Shop の種類別の平均売買価格（単位：VND/kg）

Category	Primary shops			Secondary shops		
	Buying	Selling	Profit	Buying	Selling	Profit
'Color' plastics	8,310	8,732	423	8,630	9,340	710
'Black' plastics	2,908	3,260	352	2,963	3,400	438
'Crispy' plastics	5,196	5,400	204	5,600	6,360	760
Plastic pipes	3,486	3,564	500	3,375	4,733	1,358
CDs	27,750	28,875	1,125	N.A	N.A	N.A
Transparent plastic bags	10,286	10,800	514	8,667	9,567	900
Color plastic bags	2,000	2,260	260	2,500	2,800	300
Newspapers	3,350	3,556	206	3,367	3,500	133
Cardboards	2,911	3,157	246	3,063	3,288	225
Printing papers	4,224	4,600	376	3,640	4,100	460
Other papers	2,188	2,529	341	2,900	3,100	200
Iron and steel	7,780	8,095	315	7,900	8,078	178
Iron sheets and cans	4,789	5,211	422	4,980	5,340	360
Stainless steel	9,750	10,375	625	15,000	16,000	1,000
Aluminum	24,870	25,365	496	26,286	27,000	714
Yellow brass	95,895	99,263	3,368	95,000	98,600	3,600
Red brass	126,053	128,000	1,947	120,000	123,750	3,750
Glass bottle	700	767	500	500	1,200	700
Batteries	18,808	19,062	254	17,333	18,000	667
Used rubber tyres	4,720	4,980	260	8,000	8,500	500

7.5.3.4 Waste Picker, Junk Buyer の資源化物の収集実態

Waste Picker, Junk Buyer の資源化物種類別の一人一日あたり平均収集量を表 7.5.6, 表 7.5.7 に示した。
Waste Picker, Junk Buyer の一人一日あたり平均収集量はそれぞれ 16.3kg/人/日, 43.2kg/人/日であった。

表 7.5.6 Waste Picker の資源化物種類別の一人一日あたり平均収集量 (単位 : kg/person/day)

Category	Average	Max	Min	STDEV
'Color' plastics	1.321	1.679	1.075	0.246
'Black' plastics	0.692	1.693	0.272	0.483
'Crispy' plastics	0.645	1.259	0.332	0.331
Plastic pipes	0.153	0.305	0.039	0.114
CDs	0.000	0.000	0.000	0.000
Transparent plastic bags	1.397	1.891	0.000	0.664
Color plastic bags	2.987	4.055	1.977	0.666
Newspapers	0.586	0.852	0.377	0.234
Cardboards	3.661	4.285	3.042	0.386
Printing papers	0.306	0.768	0.173	0.212
Other papers	0.630	0.981	0.297	0.255
Iron and steel	2.373	2.870	1.847	0.402
Iron sheets and cans	0.095	0.243	0.005	0.082
Stainless steel	0.000	0.000	0.000	0.000
Aluminum	0.712	3.079	0.188	1.050
Yellow brass	0.035	0.096	0.000	0.040
Red brass	0.095	0.197	0.025	0.054
Glass bottle	0.379	0.630	0.182	0.173
Batteries	0.214	1.500	0.000	0.567
Used rubber tyres	0.060	0.137	0.000	0.051

Note: Sample size is 22 in all cases.

表 7.5.7 Junk Buyer の資源化物種類別の一人一日あたり平均収集量 (単位 : kg/person/day)

Category	Average	Max	Min	STDEV
'Color' plastics	4.667	8.240	3.100	1.781
'Black' plastics	3.622	6.340	1.107	1.621
'Crispy' plastics	0.889	1.097	0.420	0.246
Plastic pipes	0.518	1.137	0.047	0.377
CDs	0.053	0.293	0.000	0.107
Transparent plastic bags	0.062	0.223	0.000	0.094
Color plastic bags	0.000	0.000	0.000	0.000
Newspapers	2.012	5.903	0.107	1.946
Cardboards	14.922	22.690	10.790	3.985
Printing papers	2.651	3.343	1.380	0.624
Other papers	0.534	1.433	0.000	0.497
Iron and steel	6.855	10.533	4.744	2.394
Iron sheets and cans	1.168	2.800	0.180	0.886
Stainless steel	0.000	0.000	0.000	0.000
Aluminum	3.729	7.053	2.380	1.590
Yellow brass	0.081	0.210	0.017	0.071
Red brass	0.237	0.449	0.030	0.156
Glass bottle	1.065	3.587	0.183	1.154
Batteries	0.124	0.543	0.000	0.192
Used rubber tyres	0.000	0.000	0.000	0.000

Note: Sample size is 30 in all cases.

また、Waste Picker, Junk Buyer の資源化物種類別の平均売買価格を表 7.5.8, 表 7.5.9 に示した。Waste Picker にとっては売却価格がそのまま収益となるが、Junk Buyer は買取価格と売却価格の差額が収益となる。表 7.5.9 の結果より、Junk Buyer の収益の売却価格に対する割合は平均 26.3±標準偏差 13.7%であった。なお、一人一日あたりの平均収入は、Waste Picker が 10,000-225,000VND の範囲で平均 50,700VND、標準偏差 46,000VND であり、Junk Buyer が 10,000-100,000VND の範囲で平均 57,300VND、標準偏差 21,400VND であった。

表 7.5.8 Waste Picker の資源化物種類別の平均売買価格

Category	Selling price (VND/kg)				n
	Average	Max	Min	STDEV	
'Color' plastics	6,219	8,500	4,000	1,988	21
'Black' plastics	4,238	8,000	1,500	1,848	21
'Crispy' plastics	5,250	8,000	3,000	1,752	12
Plastic pipes	5,790	8,000	2,000	2,699	21
CDs	26,000	26,000	26,000	0	2
Transparent plastic bags	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A
Color plastic bags	2,875	3,500	2,500	479	4
Newspapers	3,077	4,000	3,000	277	13
Cardboards	3,395	7,000	2,500	1,086	21
Printing papers	4,867	5,000	4,000	297	15
Other papers	2,550	3,000	2,000	420	4
Iron and steel	7,176	8,000	3,500	1,499	17
Iron sheets and cans	5,000	5,000	5,000	0	13
Stainless steel	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A
Aluminum	22,941	27,000	20,000	1,983	17
Yellow brass	72,727	90,000	70,000	6,467	11
Red brass	96,588	130,000	80,000	20,010	17
Glass bottle	364	1,000	300	211	11
Batteries	40,000	40,000	40,000	0	9
Used rubber tyres	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A

表 7.5.9 Junk Buyer の資源化物種類別の平均売買価格

Category	Buying (VND/kg)			Selling (VND/kg)			Profit (VND/kg)
	Average	STDEV	n	Average	STDEV	n	
'Color' plastics	6,873	980	30	8,500	799	30	1,627
'Black' plastics	2,483	500	30	3,630	788	30	1,147
'Crispy' plastics	4,433	1,437	30	5,750	1,097	30	1,317
Plastic pipes	4,083	1,890	30	4,200	847	30	117
CDs	19,700	3,114	5	28,000	0	5	8,300
Transparent plastic bags	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A
Color plastic bags	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A
Newspapers	2,723	376	30	3,373	155	30	650
Cardboards	2,260	477	30	3,000	117	30	740
Printing papers	3,718	762	30	4,627	486	30	908
Other papers	1,000	0	2	1,500	0	2	500
Iron and steel	6,747	1,160	30	7,983	290	30	1,237
Iron sheets and cans	4,750	1,165	30	5,800	1,186	30	1,050
Stainless steel	7,143	1,464	7	8,857	1,952	7	1,714
Aluminum	22,552	2,798	29	25,414	2,848	29	2,862
Yellow brass	85,233	9,608	30	94,733	5,388	30	9,500
Red brass	112,200	9,492	30	125,667	3,880	30	13,467
Glass bottle	668	239	25	1,012	105	25	344
Batteries	15,821	2,163	14	18,929	1,774	14	3,107
Used rubber tyres	1,414	318	7	1,786	195	7	371

7.5.3.5 HEPCO の収集員の資源化物の収集（抜き取り）実態

HEPCO 収集員による資源化物種類別の一人一日あたり平均収集（抜き取り）量を表 7.5.10 に示した。資源化物の抜き取りによる収益は彼らにとって生計を立てるための収入ではなく、副収入である。彼らは 20 種類の資源化物のうち、限られた数品目を抜き取っており、一人一日あたりの平均抜き取り量は 1.49kg/人/日と Waste Picker の 10 分の 1 以下の量にとどまっている。

表 7.5.10 HEPCO 収集員の資源化物種類別の一人一日あたり平均収集（抜き取り）量（単位：kg/person/day）

Category	Average	Max	Min	STDEV
'Color' plastics	0.513	0.837	0.327	0.173
'Black' plastics	0.041	0.132	0.001	0.047
'Crispy' plastics	0.062	0.141	0.000	0.045
Plastic pipes	0.002	0.008	0.000	0.003
CDs	0.011	0.030	0.000	0.014
Transparent plastic bags	0.002	0.014	0.000	0.005
Color plastic bags	0.000	0.000	0.000	0.000
Newspapers	0.037	0.194	0.000	0.071
Cardboards	0.458	0.802	0.177	0.218
Printing papers	0.025	0.116	0.000	0.042
Other papers	0.000	0.000	0.000	0.000
Iron and steel	0.146	0.263	0.102	0.056
Iron sheets and cans	0.011	0.029	0.000	0.014
Stainless steel	0.000	0.003	0.000	0.001
Aluminum	0.099	0.188	0.021	0.070
Yellow brass	0.000	0.000	0.000	0.000
Red brass	0.001	0.004	0.000	0.002
Glass bottle	0.085	0.472	0.000	0.171
Batteries	0.000	0.000	0.000	0.000
Used rubber tyres	0.000	0.000	0.000	0.000

表 7.5.11 HEPCO 収集員の資源化物種類別の平均売買価格

Category	Selling price (VND/kg)				n
	Average	Max	Min	STDEV	
'Color' plastics	8,875	9,000	8,000	293	28
'Black' plastics	4,786	5,000	3,000	630	28
'Crispy' plastics	4,675	5,000	4,500	245	20
Plastic pipes	3,500	3,500	3,500		1
CDs	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A
Transparent plastic bags	3,280	4,000	3,000	432	20
Color plastic bags	3,343	7,000	3,000	813	28
Newspapers	3,280	4,000	3,000	432	20
Cardboards	4,964	8,500	3,000	1,478	28
Printing papers	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A
Other papers	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A
Iron and steel	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A
Iron sheets and cans	2,500	3,000	1,700	185	28
Stainless steel	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A
Aluminum	24,821	26,000	17,000	1,565	28
Yellow brass	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A
Red brass	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A
Glass bottle	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A
Batteries	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A
Used rubber tyres	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A

HEPCO 収集員の資源化物種類別の平均売買価格を表 7.5.11 に示した。収集員は回収した資源化物を Junk Buyer に売却しているのが実態であった。一人一日あたりの平均収入は、4,000-30,000VND の範囲で、平均 9,870VND、標準偏差 7,500VND であった。

7.5.3.6 インフォーマルセクターが関与する資源化物のマテリアルフロー

本調査で得られた基礎データに基づいて、フエ市におけるインフォーマルセクターの主体別の資源化物の 1 ヶ月あたり収集量とその行き先について、マテリアルフローの試算結果を表 7.5.12、インフォーマルセクターのマテリアルフローのイメージを図 7.5.1 に示した。資源化物の収集量は Waste Picker 26,342kg/月、Junk Buyer 367,974kg/月、HEPCO 収集員 7,445kg/月の計 394,316 kg/月であり、一方 Junk shop の一月あたり取扱量は計 481,964 kg である (図 7.5.2)。収集量と取扱量の差は本調査で対象とした Waste Picker, Junk Buyer, HEPCO 収集員の対象数と実際にフエ市内で活動するこれらインフォーマルセクターの実総数との差を反映していると考えられ、調査の対象数と実総数との比は $481,964/394,316=1.22$ と推定された。

表 7.5.12 フエ市におけるインフォーマルセクターの主体別の資源化物収集量とその行き先

Sector	Amount, kg/month	Destination
Waste pickers	26,342	To primary shops (87.5%) and secondary shops (12.5%)
Junk buyers	367,974	To primary shops (87.5%) and secondary shops (13.5%)
HEPCO collectors	7,445	To junk buyers (100%)
Junk shops – class I-1	63,563	To customers outside of Hue city (100%)
Junk shops – class I-2	176,349	To secondary shops (60%) and customers outside of Hue city (40%)
Junk shops – class I-3	299,714	To secondary shops (100%)
Junk shops – class II-1	63,130	To customers outside of Hue city (100%)
Junk shops – class II-2	284,731	Customers outside of Hue city (100%)

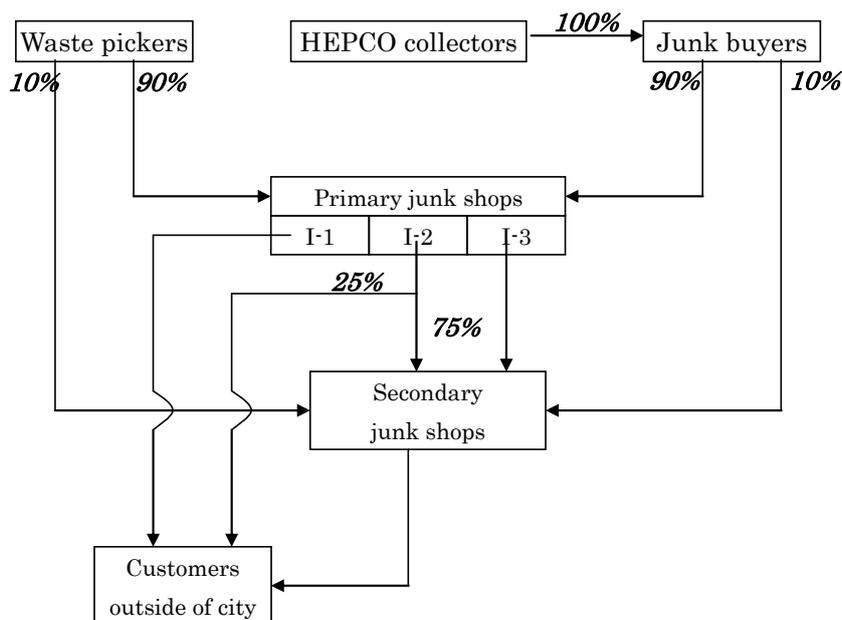


図 7.5.1 フエ市におけるインフォーマルセクターのマテリアルフローのイメージ

以上の推定結果を反映して、フェエ市におけるインフォーマルセクターの実総数、資源化物の実収集量を推定した結果を下式に示し、マテリアルフローの全体像を推定した結果を図 7.5.3 に示した。

Waste picker の実総数 = $62 \times 1.22 = 76$ 人

Junk buyer の実総数 = $355 \times 1.22 = 434$ 人

HEPCO 収集員の実総数 = $95 \times 1.22 = 116$ 人

Waste picker の一月当たり資源化物の収集量 = $26,342 \times 1.22 = 32,197\text{kg/month}$

Junk buyers の一月当たり資源化物の収集量 = $367,947 \times 1.22 = 449,766\text{kg/month}$

HEPCO 収集員の一月当たり資源化物の収集量 = $7,445 \times 1.22 = 9,100\text{kg/month}$

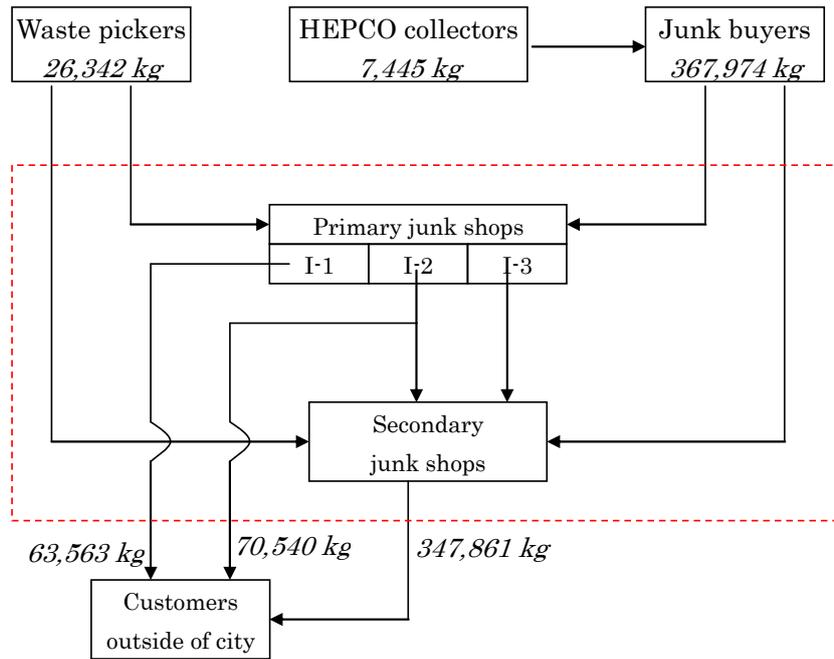


図 7.5.2 フェエ市におけるインフォーマルセクターが関与する資源化物のマテリアルフローの試算結果

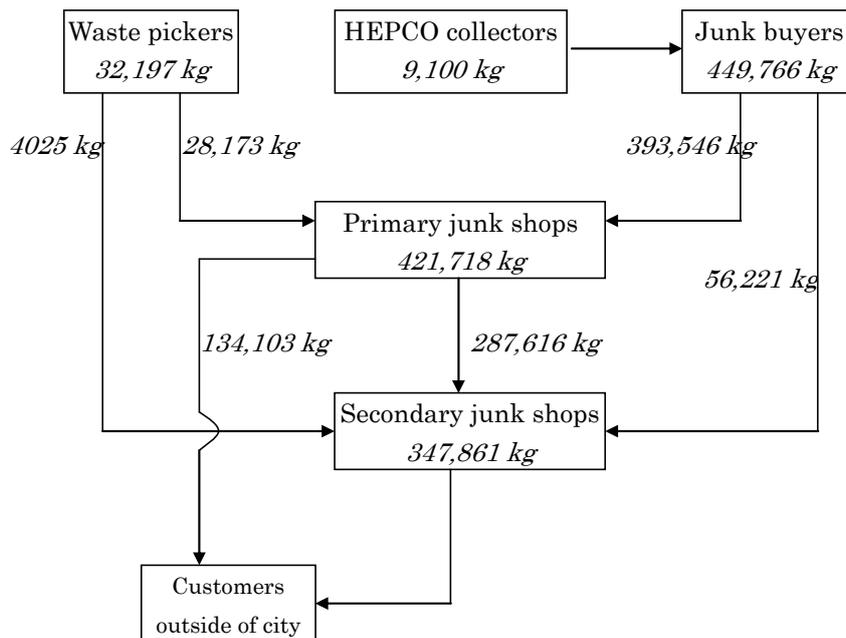


図 7.5.3 フェエ市におけるインフォーマルセクターが関与する資源化物のマテリアルフローの全体像

7.5.4 結論

本研究では、ベトナムの家庭系廃棄物の資源化可能性を検討するための基礎資料を得るため、フエ市を対象に Waste Picker, Junk Buyer, Junk Shop といったインフォーマルセクター, HEPCO 収集員が関与する資源化物の収集量・取扱量, マテリアルフローに関する実態調査を行った。フエ市では, 76 人の Waste picker, 434 人の Junk buyer, 116 人の HEPCO 収集員, 及び 75 の Junk shop (5 分類) が資源化物の収集・取扱に関わっているものと推定された。また, 収集・取扱される資源化物がおよそ 20 種類であり, それらの資源化物種類別の一人一日あたりの平均収集量, 平均売買価格等を明らかにした。さらに, インフォーマルセクターの主体別の資源化物収集・取扱量, 及びマテリアルフローの全体像を明らかにし, 一月当たりの資源化物収集量・取扱量は約 482t と推定された。フエ市の 1 月あたりの一般廃棄物収集量は約 6,300t であり, インフォーマルセクターにおける資源化物の収集量 482t はその約 7.7% に相当するものと考えられた。

参考文献

United Nations Treaty Collection Website: Convention on the Rights of the Child,

http://treaties.un.org/Pages/ViewDetails.aspx?src=TREATY&mtdsg_no=IV-11&chapter=4&lang=en, 2011 年 5 月 22 日閲覧

第8章 まとめと今後の課題

本研究では発展途上国において廃棄物管理データを集積することが容易ではなく、相当の時間と労力を要した。特にインフォーマルセクターに関するデータ収集が容易ではなかった。しかし、多くの関係者の支援により、ベトナム国を中心に東南アジアにおける信頼性の高い廃棄物管理データの集積に努め、それらを用いて廃棄物管理システムを評価した。東南アジアの地方自治体レベルで具体的かつ実効性の高い廃棄物管理計画を策定する際に有効な廃棄物管理データの分析・評価手法を提示することができた。また本研究では、ベトナム国の Institute for Urban Environment and Industry of Vietnam (INEV) 及び Institute of Science for Environmental Management (ISEM)との MOU 締結をもとに共同研究を遂行して現地研究者の廃棄物管理に係る研究能力を向上させ、共著論文を執筆することができた。今後は、本研究の成果が地方自治体レベルで廃棄物管理計画を策定する際に利用されることを期待したい。

今後の課題を以下に挙げる。

- ・廃棄物管理データの信頼性を高める方法論を確立し、定期的なデータの更新・集積を目指す
- ・廃棄物管理に関する現地でのニーズを的確に把握し、課題解決に向けた現状評価及び将来予測を行う
- ・社会的、経済的、技術的側面から廃棄物管理システムを改善するための意思決定支援ツールを発展途上国の地方自治体向けに開発する

研究発表リスト

研究論文 (査読あり)

- 1) Kawai K., Osako M., Matsui S., Dong N.T. (2012) Identification of junk buyers' contribution to recycling of household waste in Hanoi, Vietnam, through a physical composition analysis, *Waste Management & Research*. (Online, DOI: 10.1177/0734242X12444895)
- 2) Nguyen Thi LANH, Nguyen Hieu TRUNG, Nguyen Phuc THANH, Yasuhiro MATSUI, 2011. GIS/GPS application to support for monitoring and managing Municipal Solid Waste collection and transfer system: Case study in Can Tho city. *Scientific Journal of Can Tho University*. (in press). (Vietnamese, abstract in English).
- 3) Nguyen Phuc THANH, Yasuhiro MATSUI, 2011. Municipal Solid Waste Management in Vietnam: Status and Strategic Actions. *International Journal of Environmental Research (ISI)* 5(2): 285-296.
- 4) Osamu Hirata, Yasushi Matsufuji, Ayako Tanaka, Ryuji Yanase, Waste stabilization mechanism by a recirculatory semi-aerobic landfill with the aeration system, *J Mater Cycles Waste Manag*, DOI 10.1007/s10163-011-0036-7, 2011
- 5) Nguyen Phuc THANH, Yasuhiro MATSUI, Takeshi FUJIWARA, 2010. Household solid waste generation and characteristic in a Mekong Delta city, Vietnam. *Journal of Environmental Management (ISI)* 91(11): 2307-2321.
- 6) 原田英典, 足立匡, 藤井滋穂, Nguyen Pham Hong Lien, Huynh Trung Hai (2010) ハノイ市における汚水管理・農業・畜産に注目したリンフロー分析, 『環境工学論文集』, 47, 465-474.
- 7) 河井紘輔, 大迫政浩 (2011) “ベトナム国ハノイ市における有価物フロー推計”, 環境衛生工学研究 25 (2), pp21-29.
- 8) Nguyen Phuc THANH, 2010. An assessment of effect of inhibitor Aniline on the biological nitrification process. *Asian J. Exp. Biol. Sci.* Accepted (in press).
- 9) Nguyen Phuc THANH, Yasuhiro MATSUI, Takeshi FUJIWARA, and Nguyen Thanh HUNG, 2009. Greenhouse gas emission content by the alternative treatment methods of municipal solid waste management. *Journal of Science and Technology (ISSN: 0866 708X)* 47 (5A):102-110.
- 10) Nguyen Phuc THANH, Yasuhiro MATSUI, Nguyen Vo Chau Ngan, Nguyen Hieu Trung, Tran Quang Vinh, and Nguyen Thi Hai Yen, 2009. GIS application for estimating the current status and improvement on municipal solid waste collection and transport system: Case study at Can Tho city, Vietnam. *Asian Journal of Energy Environment* 10 (2): 108-121.
- 11) Nguyen Phuc THANH, Yasuhiro MATSUI, 2009. Evaluation of the alternative treatment methods for GHG emission mitigation from municipal solid waste management: Case study of Ho Chi Minh City, Vietnam. *Asian Journal of Energy Environment* 10 (1): 35-52.

研究論文（査読なし）

- 1) Tomonori Ishigaki, Osamu Hirata, Takefumi Oda, Komsilp Wangyao, Sirintornthep Towprayoon, Chart Chiemchaisri, Dong-Hoon Lee and Masato Yamada, Integrated Waste Management / Book 2: Greenhouse Gas Emission from Solid Waste Disposal Site in Asia, Sunil Kumar (Ed.), Intech, 2011
- 2) 原田英典, 藤井滋穂 (2011) アジア 9 都市における水衛生環境管理制約条件の類型化と改善手順戦略の策定に向けた取り組み, 特集 分散型污水处理システムのアジア諸国等における展開, 月刊浄化槽, 8, 21-24.
- 3) Watanabe, K., Fukuoka; M.; Ahmad Fariz M.; Noor Ezlin, A. B. (2011) "Assessing The Potential Of Reduction And Recycling Of Household Waste In Malaysia" Proceedings, Waste - The Social Context
- 4) Watanabe, K (2012) The 3R Potential of Municipal Waste in Bangi, Malaysia, in The Nippon Foundation ed. "Understanding Confluences and Contestations, Continuities and Changes: Towards Transforming Society and Empowering People"
- 5) Hou, Deyi; Al-Tabbaa, Abir; Guthrie, Peter; Watanabe, Kohei (2012) Sustainable Waste and Materials Management: National Policy and Global Perspective, "Environmental Science and Technology" vol.46, pp.2494-2495
- 6) 河井紘輔, 山田正人: 廃棄物分野における CDM 事業活動—現状と課題—, 廃棄物資源循環学会誌, 2009 年, Vol.20, No.4, pp165-170
- 7) 立藤綾子, 平田修: 準好気性埋立構造 (福岡方式) 海外へ—国際的な可能性—, 廃棄物資源循環学会誌, 2009 年, Vol20, No.6, pp308-313

口頭発表

- 1) 河井紘輔, 大迫政浩, 山田正人, ベトナム国ハノイ市における有価物の分別排出の傾向と要因に関する調査, 第 22 回廃棄物資源循環学会研究発表会予稿集 pp21-22, 2011 年 11 月, 東京都.
- 2) Do Thi Thu Trang, Yasuhiro Matsui, Nguyen Phuc Thanh, Pham Khac Lieu, Tran Ngoc Tuan, 2012. Commercial and institutional solid waste generation and relevant factors: Case study in tourism city - Hue, Vietnam. Conference proceeding of the 10th Expert Meeting on Solid Waste Management in Asia and Pacific Islands (SWAPI). February 2012, Tottori, Japan.
- 3) 松井康弘, Do Thi Thu TRANG, 室山晃一, 相原一智: 事業系食品廃棄物・家庭系生ごみの分別収集のシナリオ評価, 第 33 回全国都市清掃研究・事例発表会講演論文集, pp. 46-48, 2012 年 1 月, 函館, 日本
- 4) Nguyen Phuc THANH, Yasuhiro MATSUI, and Nguyen Thi LANH, 2011. A preliminary survey on residential solid waste generation and door-to-door collection by using GIS/GPS: a case study in Can Tho city, Vietnam. Proceeding of The 22nd Annual conference of Japan Society of Material Cycles and Waste Management. Vol. 22, pp 562 - 563. November 2011, Tokyo, Japan.
- 5) Do Thi Thu TRANG, Yasuhiro MATSUI, Nguyen Phuc THANH, Ngo Thi My YEN, 2011. Household waste generation and relevant factors in Hue city, Vietnam. Proceeding of The 22nd Annual conference of Japan Society of Material Cycles and Waste Management. Vol. 22, pp 560 - 561. November 2011, Tokyo, Japan.
- 6) Yasuhiro MATSUI and Do Thi Thu TRANG, 2011. BEHAVIOR MODIFICATION MECHANISM OF DISCHARGE FEE SYSTEM ON HOUSEHOLD SOLID WASTE. Conference proceeding of SARDINIA 2011 SYMPOSIUM: the 13rd International Waste Management and Landfill Symposium. pp 341 - 342. October 2011, Sardinia, Italy. (ISBN: 978-88-6265-000-7)
- 7) Nguyen Phuc THANH, Yasuhiro MATSUI, Do Thi Thu TRANG, and Nguyen Thi Kim THAI, 2011. GPS/GIS application for monitoring and managing segregate waste collection in Hanoi - Vietnam. Conference proceeding of SARDINIA 2011 SYMPOSIUM: the 13rd International Waste Management and Landfill Symposium. pp 987 - 988. October 2011, Sardinia, Italy. (ISBN: 978-88-6265-000-7)
- 8) Osamu Hirata, Yasushi Matsufuji, Ayako Tachifuji, Ryuji Yanase, Hitoshi Matsunaga, Biodegradation process and mass balance of different landfill types using large scale simulator- Study on estimation of GHGs Emission by the Mass Balance with semi-aerobic and anaerobic landfill-, 13th International Waste Management and Landfill Symposium, 2011
- 9) Hitoshi Matsunaga, Yasushi Matsufuji, Ayako Tachifuji, Osamu Hirata, Calculation Method of Evaporation for Estimation of Gas Emission from Landfill, Proceeding of Korea-Japan Special Symposium, 15th Korea-Japan Joint International Session, 2011
- 10) Yu Ogata, Shinya Suzuki, Osamu Hirata, Ayako Tachifuji, Yasushi Matsufuji, Relation between Diameter of Leachate Collection Pipe and Air Flow Rate in Semi-Aerobic Landfill, Proceeding of Korea-Japan Special Symposium, 15th Korea-Japan Joint International Session, 2011
- 11) 松永仁史, 平田修, 立藤綾子, 松藤康司, 物質収支を用いた埋立構造の違いによる廃棄物のガス化量及び溶出量に関する検討, 第 22 回廃棄物資源循環学会研究発表会
- 12) 尾形裕, 鈴木慎也, 平田修, 立藤綾子, 松藤康司, 廃棄物埋立槽内の空気流入に及ぼす浸出水集排水管の影響, 第 22 回廃棄物資源循環学会研究発表会
- 13) 宇野慎一, 坂本大地, 澤村啓美, 平田修, 立藤綾子, 松藤康司, 循環式準好気性埋立構造における

循環浸出水の性状に関する研究, 第33回全国都市清掃研究・事例発表会

- 14) Harada, H., Fujii, S., Adachi, T., Lien, N. H. P. and Hai, H. T. (2011) Phosphorus Flow Analysis in Hanoi focusing on Waste, Agriculture, and Stockbreeding, *Journal of Science and Technology*, 45(4), 59-65.
- 15) H. Harada, S. Fujii, S. Matsui (2011) Economic analysis of decentralized sanitation systems: a case study in Japan, *IWA Small Sustainable Solutions for Water*, 18-22 April, Venice (CD-ROM, 2page).
- 16) Giang, P. H., Harada, H., Fujii, S., Lien, N. P. H., Hai, H. T. and Tanaka, S. (2011) Transition of Waste and Wastewater Management and Phosphorus Flow under Rapid Modernization: a Case Study in a Sub-urban Community, Hanoi, The 4th IWA-ASPIRE Conference and Exhibition, 2-6 Oct., Tokyo.
- 17) Riota Adachi, Hidenori Harada, Shigeo Fujii, Tran Vang Quang, Hoang Hai, Shuhei Tanaka (2011) Scenario Study on Influence of Urine Use on Fertilizer Consumption and Water Environment in Danang City, Vietnam, The 4th IWA-ASPIRE Conference and Exhibition, 2-6 Oct., Tokyo.
- 18) H. Harada, S. Fujii, A. Sakai, S. Tanaka, N.P.H. Lien, B.R. Shivakoti (2011) Constraints Identification and Evaluation for the Procedure Development of Alternative Sanitation System Selection in Asian Cities -Preliminary Results-, The 2nd IWA Development Congress & Exhibition, 21-24, November, Kuala Lumpur.
- 19) Adachi, R., Harada, H., Fujii, S., Hai, H. and Quang, T. V. (2011) Urine use in Agriculture in Danang City, *GSGES Asia Platform Annual Report 2010*, 120-123.
- 20) Giang, H. P., Harada, H., Fujii, S., Lien, N. P. H. and Hai, H. T. (2011) Waste Management and Phosphorus Flows in Sub-urban Community of Hanoi, Vietnam, *GSGES Asia Platform Annual Report 2010*, 158-164.
- 21) 駒井俊也, 原田英典, 藤井滋穂, Nguyen Pham Hong Lien (2011) ベトナム国 Nhue-Day 川流域における農業及び畜産に注目したリン収支の変容把握, 第11回環境技術学会研究発表会予稿集, 9月5日, 大阪.
- 22) 原田英典, 藤井滋穂, Nguyen Pham Hong Lien, 木本祐一, Pham Hong Giang, 駒井俊也, Binaya Pasakhara, Chinagarn Kunacheva, 田中周平 (2011) アジア都市衛生の体系的理解に向けたトイレ・オンサイト処理設備のポートフォリオ化, 第48回環境工学研究フォーラム講演集, 11月25日-27日, 名古屋, 27-29..
- 23) 藤井滋穂, 原田英典, Nguyen Pham Hong Lien, 木本祐一, Pham Huong Giang, 駒井俊也, Binaya Pasakhara, Chinagarn Kunacheva, 田中周平 (2011) 途上国における水環境衛生問題制約条件の抽出のためのアジア途上国9都市比較研究, 第48回環境工学研究フォーラム講演集, 11月25日-27日, 名古屋, 27-29.
- 24) Binaya Pasakhala, Binaya R. Shivakoti, Hidenori Harada, Shigeo Fujii, Shuhei Tanaka (2012) Constraints for Improving Water Supply and Sanitation in Asian Cities, 第46回日本水環境学会年会講演集, 493, 東京.
- 25) 矢尾和也, 白川浩, 阿部直也, 町田和俊. 環境管理分野における JICA とコンサルタント等とのキャパシティ・ディベロップメントに関するコミュニケーションの分析 -特記仕様書を対象として-, 国際開発学会 第12回春季大会, 国際開発学会 第12回春季大会 報告論文集, Jun. 2011.
- 26) 矢尾和也, 白川浩, 町田和俊, 阿部直也. 環境管理分野における開発コンサルタントのキャパシティ・アセスメントに対する認識, 国際開発学会 第22回 全国大会, 国際開発学会 第22回 全国大会 (名古屋) 報告論文集 (電子), Dec. 2011.
- 27) Watanabe, K (2011) "Waste Composition Analysis with a Focus on the 3Rs" Special Lecture at the Department of Engineering, National University of Malaysia, 16 Feb 2011
- 28) Watanabe, K (2011) "The promotion of recycling by local authorities in various stages of development"

- presented at the CGP-SSRC Policy Forum CGM III, 28 Feb 2011, Tokyo
- 29) Watanabe, K. (2011) "The state of 3R in Bangi, Malaysia" presented at the API country workshop, 5 Mar 2011, Kyoto
 - 30) Watanabe, K., Fukuoka, M.; Ahmad Fariz M.; Noor Ezlin, A. B. (2011) "Assessing The Potential Of Reduction And Recycling Of Household Waste In Malaysia", Presented at the "Waste - The Social Context" conference, Edmonton Canada, 10 May 2011
 - 31) Fariz Mohamed, A.; Watanabe, K.; and Samad Hadi, A. (2011) "Common Shared Values in Establishing Waste Recycling Industry Network: Learning From Japan Industry Experience", presented at the 4th International Seminar on Ecology, Human Habitat and Environmental Change, Organized by Institute of Malay Studies, UKM and Universitas Riau Indonesia, Nilai, May 2011
 - 32) Watanabe, K. (2011) "ごみ袋の中身の国際比較", 慶応義塾大学大学院理工学研究科 特別講義, 15 Apr 2011
 - 33) Watanabe, K. (2011) "Identifying the 3R potentials of household waste in B. B. Bangi" Special Lecture, National University of Malaysia (UKM) Department of Civil Engineering and Built Environment, 21 Oct 2011
 - 34) Watanabe, K. (2012) "Identification of Reduction and Recycling Potential by a Detailed Waste Composition Analysis" Keynote Lecture, ANMC21, Tokyo 3 Feb 2012
 - 35) Watanabe, K. (2012) Transferring experiences of local government involvement in recycling, CGP-SSRC Policy Forum, Tokyo 15 Feb 2012
 - 36) Watanabe, K. (2012) Waste Management: Comparative 3R in Asia, Public Symposium "The Environment and Climate Change: Best Practices for Energy Saving and CO2 Reduction within City-Level Framework", Tokyo 17 Feb 2012
 - 37) 河井紘輔, 大迫政浩 “ベトナム国ハノイ市における有価物フロー分析”, 第 32 回京都大学環境衛生工学研究会シンポジウム, 環境衛生工学研究 24(3) pp192-198, 2010 年 7 月, 京都市 (研究奨励賞受賞)
 - 38) 河井紘輔, 大迫政浩, 山田正人 “ベトナム国における近未来の廃棄物管理システムのシナリオ分析”, 第 21 回廃棄物資源循環学会研究発表会予稿集 pp129-130, 2009 年 11 月, 金沢市
 - 39) 河井紘輔, 大迫政浩 “ベトナム国ハノイ市における有価物フロー分析”, 平成 22 年度廃棄物資源循環学会研究討論会講演論文集 pp100, 2010 年 5 月, 川崎市
 - 40) KAWAI K. “Accuracy of municipal solid waste data in Vietnam”, 8th Workshop on GHG Inventories in Asia (WGIA8), July 2010, Vientiane, Laos.
 - 41) Yamada M., Kawai K., Takahata K., Osako M. “Transition of municipal solid waste management in the World”, 14th Korea-Jpn.Jt.Int.Sess. Proceedings pp81-83, 2010 年 5 月, Deajeon, South Korea
 - 42) Nguyen Phuc THANH, Yasuhiro MATSUI, Takeshi FUJIWARA, 2010. Assessment of plastic waste generation and its potential recycling of household solid waste in Can Tho City, Vietnam. Environmental Monitoring and Assessment (ISI). DOI:10.1007/s10661-010-1490-8.
 - 43) Nguyen Phuc THANH, Yasuhiro MATSUI, Ngo Thi My YEN, Pham Khac LIEU and Tran Ngoc TUAN, 2010. A study of the Household solid waste generation and characteristic n a North Central Vietnam City – Hue City. Conference proceeding of the 9th International conference on EcoBalance. pp 755 - 758. November 2010, Tokyo, Japan.

- 44) Nguyen Phuc THANH, Yasuhiro MATSUI, and Takeshi FUJIWARA, 2010. Seasonal and daily generation and characteristic of Household solid waste in a Mekong delta city, Vientam. Proceeding of The 21st Annual conference of Japan Society of Material Cycles and Waste Management. Vol. 21, pp 302 - 303. November, Kanazawa, Japan. Available at: http://www.jstage.jst.go.jp/browse/jsmcwm/21/0/_contents.
- 45) 町田 和俊, 阿部 直也, 白川浩. 開発途上国における環境管理分野のキャパシティ評価に関する実証的考察, 第 21 回国際開発学会全国大会 (東京), 報告論文集 pp.233-234, 2010 年 12 月 4~5 日
- 46) Watanabe, K. (2010a) "Sorting 1000kg of Household Rubbish into 120 Categories: An Exploration of the 3R Potential of Waste in Bandar Baru Bangi", presented at SIRI Seminar IKMAS, 17 June 2010 Institute of Malaysian and International Studies, National University of Malaysia, B.B.Bangi, Malaysia
- 47) Watanabe, K. (2010b) "Waste Analysis and Statistics: Understanding the impact of socio-economic factors on domestic waste", presented at LESTARI seminar, 8 July 2010, Institute for Environment and Development, National University of Malaysia, B.B.Bangi, Malaysia
- 48) 渡辺浩平, 福岡雅子, アッマド・ファリズ, ヌール・エズリン(2010)「マレーシアにおける家庭ごみ詳細組成調査」第 21 回廃棄物資源循環学会研究発表会にて発表 2010 年 11 月 5 日 金沢
- 49) Watanabe, K (2010c) "The 3R Potential of Municipal Waste in Bangi, Malaysia" presented at the 9th API regional workshop 21 Nov 2010 Penang, Malaysia
- 50) Kian-ghee Tiew; Kohei Watanabe; Noor Ezlin Ahmad Basri; Hassan Basri (2011) "Composition of Solid Waste in a University Campus and its Potential for Composting" Proceedings of the International Conference on Advanced Science, Engineering and Information Technology 2011 p.675-678
- 51) Kian-ghee Tiew, Kohei Watanabe, Noor Ezlin Ahmad Basri, Shahrom Md.Zain & Hassan Basri (2011) "Reducing Waste Disposal from Universiti Kebangsaan Malaysia Campus By 2-Bins Recycling System" UNIMAS Journal of Civil Engineering Vol.1 No.3
- 52) Watanabe, K (2011a) "Waste Composition Analysis with a Focus on the 3Rs" Special Lecture at the Department of Engineering, National University of Malaysia, 16 Feb 2011
- 53) Watanabe, K (2011b) "Comparative 3R initiatives in Asia" proceedings for the CGP-SSRC policy forum
- 54) Watanabe, K (2011c) "The promotion of recycling by local authorities in various stages of development" presented at the CGP-SSRC Policy Forum CGM III, 28 Feb 2011, Tokyo
- 55) Watanabe, K (2011d) "The state of 3R in Bangi, Malaysia" presented at the API country workshop, 5 Mar 2011, Kyoto
- 56) Watanabe, K., Fukuoka; M.; Ahmad Fariz M.; Noor Ezlin, A. B. (2011) "Assessing The Potential Of Reduction And Recycling Of Household Waste In Malaysia", Presented at the "Waste - The Social Context" conference, Edmonton Canada, 10 May 2011
- 57) 平田修, 松藤康司, 立藤綾子, 柳瀬龍二, 増田良太, “大型埋立実験槽を用いたガス化率予測モデル式の妥当性に関する研究”, 平成 22 年 11 月(2010), 講演集, 第 21 回廃棄物資源循環学会研究発表会
- 58) Hirata O., Matsufuji Y., Tachifuji A., Yanase R., “Waste stabilization mechanism by recirculatory semiaerobic landfill with the aeration system”, October 2010, Proceeding, APLAS 2010, Asia Pacific Landfill Symposium. (Korea, Japan)
- 59) 原田英典, 藤井滋穂, 松井三郎, Nguyen The Dong (2010) ベトナムハノイ市における腐敗槽処理水・汚泥調査, 第 21 回廃棄物資源循環学会研究発表会(CD-ROM, 2p.), 金沢, 2010/11/4-6.

- 60) Kawai K., Osako M., Fukuoka M.: Proposal on the methods for analyzing the generation and the compositions of municipal solid waste applicable to the situation in Southeast Asia. Proceedings. ISWA/APESB 2009 World Congr., 2009
- 61) Kawai K., Osako M., Yamada M.: Proposal for the evaluation indicators of municipal solid waste management in Southeast Asia. Proceedings. Sardinia 2009, 12th Int.Waste Manage.Landfill Symp., 2009
- 62) Kawai K., Osako M.: Effects of waste utilization on reduction of natural resource consumption, landfilling and greenhouse gas emission in the cement production process in Japan. Proceedings. 7th Int. Conf. Sustainable Manag. Waste Recycled Mater. Constr., 2009
- 63) Kawai K.: How to accumulate the waste data in each Asian country. 7th Workshop on GHG Inventories in Asia, 2009
- 64) 河井紘輔, 大迫政浩: ベトナム・ハノイにおける都市廃棄物, 有価物, 腐敗槽汚泥ストリームの解明, 第20回廃棄物学会研究発表会講演論文集, 2009年, pp37-38
- 65) Yamada M., Kawai K., Ishigaki T., Osako M.: Waste stream diagram and transition of waste management in the world. Proceedings. Sardinia 2009, 12th Int.Waste Manage.Landfill Symp., 2009
- 66) 山田正人, 河井紘輔, 高畑恒志, 大迫政浩, 石垣智基: 世界における都市ごみ処理の変遷, 第31回全国都市清掃研究・事例発表会講演論文集, 2010年, pp4-6
- 67) Nguyen Phuc THANH, Yasuhiro MATSUI, and Takeshi FUJIWARA, 2010. Compost potential from solid waste related to development sustainability in the Mekong Delta, Vietnam. Conference proceedings of International conference on the Environmental Change, Agricultural Sustainability, and Economic Development in the Mekong Delta of Vietnam. pp 101-114. March 2010 - Can Tho, Vietnam.
- 68) Nguyen Phuc THANH, Yasuhiro MATSUI, and Takeshi FUJIWARA, 2010. An examination of household solid waste generation in Mekong Delta City, Vietnam. Conference proceedings of the 25th International Conference on Solid Waste Technology and Management. pp 526 - 536 (ISSN 1091-8043). March 2010 - Philadelphia, PA, U.S.A.
- 69) Nguyen Phuc THANH, Yasuhiro MATSUI, and Takeshi FUJIWARA, 2010. Survey of household solid waste generation and characteristic in Can Tho city, Vietnam. Conference proceedings of the International Symposium on Environmental Science and Technology Science 2010. pp 95-100. February 2010 - Okayama, Japan.
- 70) Nguyen Phuc THANH, Yasuhiro MATSUI, Takeshi FUJIWARA, and Nguyen Thanh HUNG, 2009. Greenhouse gas emission content by the alternative treatment methods of municipal solid waste management. Conference proceedings of the 2nd Regional Conference on Chemical Engineering: Chemical Engineering Sustainable Development and Collaboration in the ASEAN Region. pp 30-31. October 2009 - Ho Chi Minh, Vietnam.
- 71) Nguyen Phuc THANH, Yasuhiro MATSUI, Takeshi FUJIWARA, 2009. Estimation of composition and generation rate of household solid waste and its GHG baseline emission in Mekong delta City, Vietnam. Conference proceedings of the 5th Vietnamese and Japanese students' Scientific Exchange Conference. pp 118-119. October 2009 - Tokyo, Japan.
- 72) Masuda R., Yoneda M., Matsufuji Y., Tachifuj A., Hirata O.: Relationship Between Aerobic Degradation Process and Size of Leachate Collection Pipe in Semiaerobic Landfill Type. Proceeding, the 13th Korea-Japan Special Symposium, 2009

- 73) 増田良太, 米田将基, 松藤康司, 田中綾子, 平田修: 準好気性埋立構造における集排水管の機能と役割に関する基礎研究, 平成 20 年度土木学会西部支部研究発表会論文集, 2009 年, pp927-928
- 74) Hirata O.: Effect of Semiaerobic Landfill on GHGs reduction. Presentation, The 3rd Workshop on Improvement of Solid Waste Management and Reduction of GHG Emissions in Asia, 2009
- 75) Hirata O., Mastufuji Y., Tachifuji A., Yanase R. Suzuki S.: Biodegradation Process and Mass Balance of Different Landfill Types Using Large Scale Lysimeter – The Substrate Utilization of Bacteria in Leachate by Semiaerobic Landfill. Proceeding, Sardinia 2009. 12th Int.Waste Manage.Landfill Symp., 2009
- 76) 平田修, 松藤康司, 田中綾子, 柳瀬龍二: 準好気性埋立構造の初期段階における微生物分解特性, 第 30 回全国都市清掃研究・事例発表会論文集, 2009 年, pp225-227

添付資料 1 東南アジアの大都市を対象とした廃棄物
管理に関する調査票

Local government

Name of local government			
Address			
Number of office workers on waste management			
Reporter of this survey	Name;	Position;	
Contact information	Tel;	Fax;	e-mail;

(1) Waste collection amount in governmental area (ton/year)

Year	MSW	Medical waste	Night soil	Construction waste	Industrial waste
2000					
2001					
2002					
2003					
2004					
2005					
2006					
2007					
2008					
2009					
Collected by	() () ()	() () ()			

(2) Total governmental area and its population

Total governmental area (km ²)	Total population

(3) Area and population with MSW collection

MSW collection area (km ²)	Total population in MSW collection area	Actual population with MSW collection service () %

(4) Revenue and expenditure on MSW management in 2009 (million USD/year). Please attach the breakdown list of revenue and expenditure.

Total revenue (million USD/year)	Total expenditure (million USD/year)

(5) Operators of MSW management

Collection and transportation	Transfer station	Composting site	Landfill site

(6) Future plan for improving MSW management

--

MSW collection and transportation

Operator of MSW collection and transportation			
Representative of operator			
Reporter of this survey	Name;	Position;	
Contact information	Tel;	Fax;	e-mail;

(1) Which type of waste do you collect and transport together as MSW ? (Please tick (x) the following options.)

Households	Shops	Restaurants	Hotels	Offices	Schools
Hospital (hazardous)	Hospital (non-hazardous)	Street sweeping	Construction	Night soil	Others
					()

(2) MSW collection amount

Year	Collection amount (ton/year)	Population with MSW collection service
2000		
2001		
2002		
2003		
2004		
2005		
2006		
2007		
2008		
2009		

(2) Frequency of MSW collection from;

(i) **Households:**time(s) per week (ii) **Business entities:**time(s) per week

(3) Ordinary MSW collection time from households and business entities

Hour	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
Households																				
Business entities																				

(4) Methods of MSW collection from sources in 2009

Total number of non-motorized vehicles (handcarts, etc.)	
Volume and number of containers for MSW collection	() L x (), () L x (), () L x ()

(5) List of in-service collection and transportation trucks in 2009

Type of loading (Compactor or open)	Capacity (ton, m ³)	Number of trucks	Cost of purchase (thousand USD/truck)	Travel distance on average (km/day/truck)	Fuel-efficiency on average (km/L)

(6) Total number of workers in charge of MSW collection and transportation in 2009

Office workers	Drivers of trucks	Collection workers with non-motorized vehicles	Others

(7) Energy consumption in 2009

Electricity (kWh/year)	Gasoline (kL/year)	Diesel oil (kL/year)	Heavy oil (kL/year)	Water supply (m ³ /year)

(8) Revenue and expenditure on MSW collection and transportation in 2009 (million USD/year). Please attach the breakdown list of revenue and expenditure.

Total revenue (million USD/year)	Total expenditure (million USD/year)

(9) If the data on physical composition, heat value, water content, and ash content of MSW is available, please provide us.

(10) Future plan for improving MSW management

--

MSW transfer station

Name of transfer station	
Address	
Investors	
Inaugural year of operation	
Operator of transfer station	
Representative of operator	
Reporter of this survey	Name; Position;
Contact information	Tel; Fax; e-mail;

(1) Designed capacity of MSW transferring amount and actual MSW transferring amount (ton/year)

Designed capacity of MSW transferring amount	
Actual MSW transferring amount	
2000	
2001	
2002	
2003	
2004	
2005	
2006	
2007	
2008	
2009	

(2) Total number of workers in MSW transfer station in 2009

Office workers	Operation workers	Others

(3) Energy consumption in 2009

Electricity (kWh/year)	Gasoline (kL/year)	Diesel oil (kL/year)	Heavy oil (kL/year)	Water supply (m ³ /year)

(13) Initial Expenditure (million USD)

Site construction	Site acquisition	Vehicle purchase	Others

(4) Revenue and expenditure on composting site in 2009 (million USD/year). Please attach the breakdown list of revenue and expenditure.

Total revenue (million USD/year)	Total expenditure (million USD/year)

(5) If the data on physical composition, heat value, water content, and ash content of MSW is available, please provide us.

(6) Future plan for improving MSW management

--

Composting site (MBT)

Name of composting site			
Address			
Investors			
Inaugural year of operation			
Operator of composting site			
Representative of operator			
Reporter of this survey			
Contact information	Tel;	Fax;	e-mail;

(1) Designed capacity of MSW treatment amount and actual MSW treatment amount (ton/year)

Designed capacity of MSW treatment amount	
Actual MSW treatment amount	
2000	
2001	
2002	
2003	
2004	
2005	
2006	
2007	
2008	
2009	

(2) Designed operation days and actual operation days in 2009 (days/year)

Designed operation days	Actual operation days in 2009

(3) Area of composting site (ha)

Total	Pretreatment	Primary fermentation	Secondary fermentation

(4) Inventory in composting site in 2009 (ton/year)

Input		Output			
MSW	Night soil	Compost production	Compost sale	Recyclables	Residues

(5) Sale destination of compost in 2009

	Vegetable field	Orchard	Rice field	Street plant	Others
Sales amount (ton/year)					
Distance from site on average (km)					
Sales price on average (USD/ton)					

(6) Seasonal fluctuation sales amount of compost in 2009 (ton/month)

Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec

(7) Promotion strategy for sale of compost (free description)

--

(8) One-way travel distance from the center of the collection area to composting site (Please tick (x) the following options.)

One-way travel distance on average (km)	() Inside the governmental area	() Outside the governmental area
---	----------------------------------	-----------------------------------

(9) Equipments and vehicles (Please tick (x) the following options, and describe the information.)

Weighbridge	Deodorization	Magnetic separation	Vibrating screen	Trommel
Number ()			(mm), (mm)	
Wind-power separation	Air blower for aerobic condition	Leachate treatment	Bulldozers	Backhoes
(mm)			Number ()	Number ()

(10) Temperature, duration, and mixing frequency of waste in the primary and secondary fermentation on average

	Primary fermentation	Secondary fermentation
Temperature (degrees C)		
Duration (Days)		
Mixing frequency (times)		

(11) Use of fermentation promoter such as EM

Component				Consumption (ton/year)
(i) ()	(ii) ()	(iii) ()	(iv) ()	
()%	()%	()%	()%	

(12) Total number of workers in composting site in 2009

Office workers	Operation workers	Others

(13) Energy consumption in 2009

Electricity (kWh/year)	Gasoline (kL/year)	Diesel oil (kL/year)	Heavy oil (kL/year)	Water supply (m ³ /year)

(14) Initial Expenditure (million USD)

Site construction	Site acquisition	Vehicle purchase	Others

(15) Revenue and expenditure on composting site in 2009 (million USD/year). Please attach the breakdown list of revenue and expenditure.

Total revenue (million USD/year)	Total expenditure (million USD/year)

(16) If the data on physical composition, heat value, water content, ash content, pH, T-N, P₂O₅, K₂O, and C/N ratio of MSW and compost is available, please provide us.

(17) Difficulties (free description)

Technical	
Financial	
Sale of compost	

(18) Future plan for improving MSW management

--

Landfill site

Name of landfill site	
Address	
Investors	
Inaugural year of landfilling	
Estimated completion year of landfilling	
Operator of landfill site	
Representative of operator	
Reporter of this survey	Name; Position;
Contact information	Tel; Fax; e-mail;

(1) Inventory in landfill site

Year	Input (ton/year)					Output (m ³ /year)
	MSW	Medical waste	Night soil	Construction waste	Industrial waste	Leachate
2000						
2001						
2002						
2003						
2004						
2005						
2006						
2007						
2008						
2009						

(2) Geographic location of landfill site (Please tick (x) the following options.)

Flatland	Mountain	River	Sea surface	Mine	Others

(3) One-way travel distance from the center of the collection area to landfill site (Please tick (x) the following options.)

One-way travel distance on average (km)	() Inside the governmental area	() Outside the governmental area
---	----------------------------------	-----------------------------------

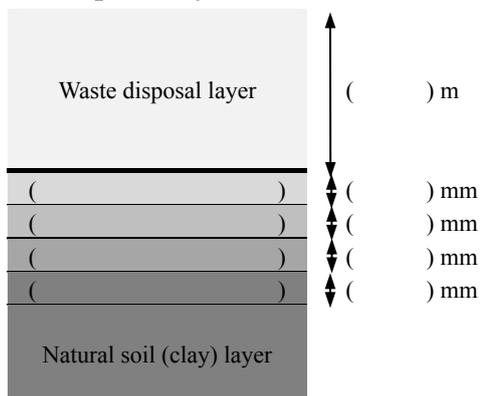
(4) Area and volume of landfill site (ha)

Total area (ha)	Disposal area (ha)	Total volume for disposal (m ³)	Completed disposal (%)

(5) Equipments in landfill (Please tick (x) the following options, and describe the information.)

Gate	Weighbridge	Access road in site	Fence for boundary	Bank for boundary
Electricity	Water supply	Rain water drain	Leachate collection pipe	Covering with soil
				Once per () day (s)
Gas Venting pipe	Gas collection system	Power generation system		

(6) Depth of layers at the bottom of landfill



(7) Leachate treatment

Capacity of leachate treatment (m ³ /day)	Actual leachate treatment in 2009 (m ³ /day)

(8) Equipments in leachate treatment plant (Please tick (x) the following options.)

Oxidation	Bio treatment	Chemical treatment	Sand filtration

(9) Company which constructed the landfill and leachate treatment plant

Landfill construction	Leachate treatment plant construction

(10) Number of vehicles in landfill site

Bulldozers	Backhoes	Compactors	Others

(11) Total number of workers in landfill site

Office workers	Operation workers	Others

(12) Energy consumption in 2009

Electricity (kWh/year)	Gasoline (kL/year)	Diesel oil (kL/year)	Heavy oil (kL/year)	Water supply (kL/year)

(13) Initial Expenditure (million USD)

Landfill construction	Leachate treatment plant construction	Site acquisition	Vehicle purchase	Others

(14) Revenue and expenditure on landfill site in 2009 (million USD/year). Please attach the breakdown list of revenue and expenditure.

Total revenue (million USD/year)	Total expenditure (million USD/year)

(16) If the data on physical composition, heat value, water content, ash content, and TOC of MSW is available, please provide us.

(17) If the data on the results of leachate monitoring is available, please provide us.

(18) Difficulties (free description)

Technical	
Financial	
Social	

(19) Future plan for improving MSW management

--

添付資料 2 分別行動に関するアンケート調査票



Note We would like a household member, who is usually in charge of handling household waste, to answer questions related to household waste by tomorrow. You may feel questions many, however please try to answer all questions because your answers should be valuable for improving waste management in Hanoi city. Please answer each question with ticking (x) the ONE of the options. Please put the answer sheet into an envelope in order to protect your personal information, and give it to the residential group leader. The residential group leader never checks your answers. We do not disclose your personal information. Do not hesitate to contact us if you have any questions.

1. Please let us know your interests and opinions on waste problems.



Q1.1 Are you interested in waste problems, which are caused by the wastes daily thrown out from you?

() 1. Strongly uninterested () 2. Slightly uninterested () 3. Neither/ no idea () 4. Slightly interested () 5. Strongly interested

Q1.2 Do you agree that waste problems in Hanoi are serious?

() 1. Strongly disagree () 2. Slightly disagree () 3. Neither/ no idea () 4. Slightly agree () 5. Strongly agree

Q1.3 Do you agree that littering in your neighborhood is a serious problem?

() 1. Strongly disagree () 2. Slightly disagree () 3. Neither/ no idea () 4. Slightly agree () 5. Strongly agree

Q1.4 Do you want to act for solving waste problems?

() 1. Strongly not want () 2. Slightly not want () 3. Neither/ no idea () 4. Slightly want () 5. Strongly want

Q1.5 Do you agree that you have a responsibility for waste problems?

() 1. Strongly disagree () 2. Slightly disagree () 3. Neither/ no idea () 4. Slightly agree () 5. Strongly agree

Q1.6 Do you agree that Hanoi People's Committee has a responsibility for waste problems?

<input type="checkbox"/> 1. Strongly disagree	<input type="checkbox"/> 2. Slightly disagree	<input type="checkbox"/> 3. Neither/ no idea	<input type="checkbox"/> 4. Slightly agree	<input type="checkbox"/> 5. Strongly agree
---	---	--	--	--

Q1.7 Do you agree that Hanoi Urban Environment Company (Hanoi URENCO) has a responsibility for waste problems?

<input type="checkbox"/> 1. Strongly disagree	<input type="checkbox"/> 2. Slightly disagree	<input type="checkbox"/> 3. Neither/ no idea	<input type="checkbox"/> 4. Slightly agree	<input type="checkbox"/> 5. Strongly agree
---	---	--	--	--

Q1.8 Do you agree that current generation should tackle waste problems for next generation?

<input type="checkbox"/> 1. Strongly disagree	<input type="checkbox"/> 2. Slightly disagree	<input type="checkbox"/> 3. Neither/ no idea	<input type="checkbox"/> 4. Slightly agree	<input type="checkbox"/> 5. Strongly agree
---	---	--	--	--

Q1.9 Do you agree that Hanoi city will be clean if you take care of your handling wastes?

<input type="checkbox"/> 1. Strongly disagree	<input type="checkbox"/> 2. Slightly disagree	<input type="checkbox"/> 3. Neither/ no idea	<input type="checkbox"/> 4. Slightly agree	<input type="checkbox"/> 5. Strongly agree
---	---	--	--	--

Q1.10 Do you agree that you can contribute to solving waste problems if you take care of your handling wastes?

<input type="checkbox"/> 1. Strongly disagree	<input type="checkbox"/> 2. Slightly disagree	<input type="checkbox"/> 3. Neither/ no idea	<input type="checkbox"/> 4. Slightly agree	<input type="checkbox"/> 5. Strongly agree
---	---	--	--	--

2. Please let us know the source separation of organic waste and inorganic waste in your house.

Q2.1 Do you know that organic waste and inorganic waste are separately collected in your living area?

1. No, 2. Yes



Q2.2 Do you know the rule how to separate organic waste and inorganic waste?

1. No, 2. Yes

Q2.3 How frequently do you separate organic waste in your house?

1. Did before but never now
 2. Have never done

3. Rarely 4. Sometimes 5. Often 6. Always

0% 25% 50% 75% 100%

Q2.4 Do you HAVE a container for source separation of organic waste in your house?

1. No, 2. Provided one, 3. Different one from provided one

Q2.5 Do you USE a container for source separation of organic waste in your house?

1. No, 2. Provided one, 3. Different one from provided one

Q2.6 Do you agree that source separation of organic waste is interesting?

1. Strongly disagree 2. Slightly disagree 3. Neither/ no idea 4. Slightly agree 5. Strongly agree

Q2.7 Do you agree that source separation of organic waste in your house puts burden on you?

1. Strongly disagree 2. Slightly disagree 3. Neither/ no idea 4. Slightly agree 5. Strongly agree

Q2.8 Do you agree that you have the intention to separate organic waste in your house?

1. Strongly disagree 2. Slightly disagree 3. Neither/ no idea 4. Slightly agree 5. Strongly agree

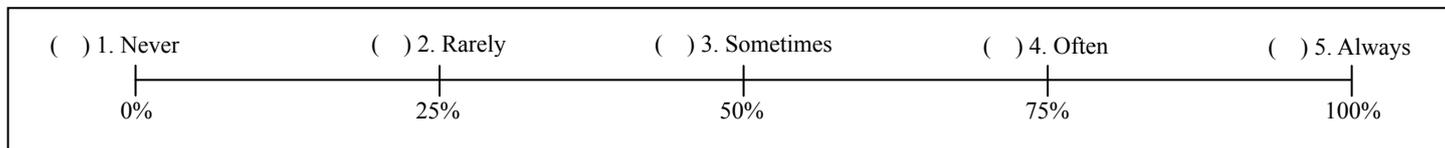
3. Please let us know the discharging of waste at collection containers.



Q3.1 When are collection containers set?

From () : () to () : (), () All day long, () No idea

Q3.2 How frequently can you throw out wastes into the collection containers per week within the setting time?



Q3.3 Based on the rule of source separation of organic waste and inorganic waste, which type of collection container should the following wastes be thrown out into?

	1. Green	2. Orange	3. Don't know		1. Green	2. Orange	3. Don't know
a. Flower	()	()	()	g. Left-over food	()	()	()
b. Tissue paper	()	()	()	h. Shells	()	()	()
c. Cigarette butts	()	()	()	i. Nylon	()	()	()
d. Vegetables	()	()	()	j. Branches	()	()	()
e. Chicken bones	()	()	()	k. Toothpicks	()	()	()
f. Banana peel	()	()	()	l. Coal ash	()	()	()

Q3.4 How many collection containers are approximately set at the place where you usually throw out wastes?



Green: () None, () 1 piece, () 2 pieces, () 3 pieces () No idea/ don't remember

Orange: () None, () 1 piece, () 2 pieces, () 3 pieces () No idea/don't remember

Q3.5 Where do you usually throw out ORGANIC waste?

() 1. Green container, () 2. Orange container, () 3. Both (don't care the type), () 4. Handcart, () 5. On the pavement/street

Q3.6 Where do you usually throw out INORGANIC waste?

() 1. Green container, () 2. Orange container, () 3. Both (don't care the type), () 4. Handcart, () 5. On the pavement/street

Q3.7 How do you think the collected ORGANIC waste is collected and transported?

() 1. Independently, () 2. Mixed with inorganic waste, () 3. No idea

Q3.8 How do you think the collected ORGANIC waste is treated?

() 1. landfilled, () 2. Composted, () 3. Dumped in the river or lake, () 4. Burned, () 5. No idea

() 6. Other ()

Q3.9 How do you think the collected INORGANIC waste is treated?

1. landfilled, 2. Composted, 3. Dumped in the river or lake, 4. Burned, 5. No idea
 6. Other ()

Q3.10 Do you agree that throwing out organic waste and inorganic waste separately into the designated collection containers puts burden on you?

<input type="checkbox"/> 1. Strongly disagree	<input type="checkbox"/> 2. Slightly disagree	<input type="checkbox"/> 3. Neither/ no idea	<input type="checkbox"/> 4. Slightly agree	<input type="checkbox"/> 5. Strongly agree
---	---	--	--	--

Q3.11 Do you agree that you have the intention to throw out organic waste and inorganic waste separately into the designated collection containers?

<input type="checkbox"/> 1. Strongly disagree	<input type="checkbox"/> 2. Slightly disagree	<input type="checkbox"/> 3. Neither/ no idea	<input type="checkbox"/> 4. Slightly agree	<input type="checkbox"/> 5. Strongly agree
---	---	--	--	--

Q3.12 Do you agree that the behavior of your neighbors NOT to throw out organic waste and inorganic waste separately into the designated collection containers is unfair?

<input type="checkbox"/> 1. Strongly disagree	<input type="checkbox"/> 2. Slightly disagree	<input type="checkbox"/> 3. Neither/ no idea	<input type="checkbox"/> 4. Slightly agree	<input type="checkbox"/> 5. Strongly agree
---	---	--	--	--

Q3.13 Do your neighbors throw out organic waste and inorganic waste separately into the designated collection containers?

<input type="checkbox"/> 1. None	<input type="checkbox"/> 2. A few	<input type="checkbox"/> 3. Half	<input type="checkbox"/> 4. Most	<input type="checkbox"/> 5. All
0%	25%	50%	75%	100%

4. Please let us know your behaviors on waste reduction and recycling.



Q4.1 How frequently are you careful NOT to generate left-over food at meals in your house?

() 1. Never	() 2. Rarely	() 3. Sometimes	() 4. Often	() 5. Always
0%	25%	50%	75%	100%

Q4.2 How frequently do you remove water from organic waste before throwing out in your house?

() 1. Never	() 2. Rarely	() 3. Sometimes	() 4. Often	() 5. Always
0%	25%	50%	75%	100%

Q4.3 How do you usually handle the following recyclable waste in your house?

Category	1. Sell	2. Give	3. Throw out
a. Paper (cardboard, notebook, printing paper...)	()	()	()
b. Plastic (Lavie, PE, PP...)	()	()	()
c. Glass (Lua Moi, Nep Moi...)	()	()	()
d. Metal (aluminum, steel...)	()	()	()



5. Please let us know your house and the relationship with neighbors

Q5.1 How frequently do you and your household members participate in the meeting of community/residential groups?

() 1. Never	() 2. Rarely	() 3. Sometimes	() 4. Often	() 5. Always
0%	25%	50%	75%	100%

Q5.2 How frequently the topics on environment (including waste) or sanitation are discussed in the meeting of community or residential groups?

() 1. No idea					
() 2. Never	() 3. Rarely	() 4. Sometimes	() 5. Often	() 6. Always	
0%	25%	50%	75%	100%	

Q5.3 Do you agree that Hanoi URENCO appropriately manage wastes?

() 1. Strongly disagree	() 2. Slightly disagree	() 3. Neither/ no idea	() 4. Slightly agree	() 5. Strongly agree

Q5.4 Do you follow an instruction of the Ward People’s Committee?

() 1. Strongly refuse	() 2. Slightly refuse	() 3. Neither/ no idea	() 4. Slightly follow	() 5. Strongly follow

Q5.5 Do you follow an instruction of the residential group leader?

() 1. Strongly refuse	() 2. Slightly refuse	() 3. Neither/ no idea	() 4. Slightly follow	() 5. Strongly follow

Q5.6 Do you follow an instruction of the collection worker of Hanoi URENCO?

() 1. Strongly refuse	() 2. Slightly refuse	() 3. Neither/ no idea	() 4. Slightly follow	() 5. Strongly follow

Q5.7 Let us know your house and people living together.

Residential area	() m ²					
Duration of living	() Years					
Residential type	() 1. Tenement house, () 2. Apartment, () 3 Detached house, () 4. Others					
Small business in the house	() 1. No, () 2. Yes ()					
Relationship with you	You					
Age						
Gender	() M, () F	() M, () F	() M, () F	() M, () F	() M, () F	() M, () F
Birth place						
Job						
Education background						
Belonging governmental organization (People’s Committee, soldiers’ union, women’s union, etc.)						
Monthly income (mil VND)						

Name of answerer						
Address	Street,	Ward,	District			
Contact information	Mobile phone;					

Thank very much for answering.

添付資料 3 研究成果報告セミナー資料

News Release

「東南アジアにおける廃棄物データベースの構築及び廃棄物処理システムの評価」
研究成果報告セミナーの開催報告（ベトナム国ハノイ市）

2012年3月7日

国立環境研究所

資源循環・廃棄物研究センター

（独）国立環境研究所 資源循環・廃棄物研究センターは、環境研究総合推進費 K2338「東南アジアにおける廃棄物データベースの構築及び廃棄物処理システムの評価」研究成果報告セミナーをベトナム国ハノイ市にて開催しました（2012年3月2日）。

廃棄物の量や質に関するデータは、収集運搬から適正な処理、リサイクルなどの廃棄物管理システムを改善する上で必要不可欠ですが、ベトナム国を始めとする途上国ではそれらデータが存在せず、また精度も極めて低いのが現状です。本研究では特にベトナム国を事例として、廃棄物の収集量、物理組成、化学組成、三成分等の基本的なデータを現地調査を通じて徹底的に収集し、提供しました。また、廃棄物からリサイクルを行っているインフォーマルセクターと呼ばれる人々の実態を把握し、資源循環に大きな役割を果たしていることも明らかにしました。これらの知見は、今後の廃棄物管理システムを改善していくうえで大いに役立つと考えられます。

そのほか成果報告セミナーでは、ベトナム国における廃棄物管理の将来ビジョンや、リサイクルのための分別に関するベトナム国の住民の意識や実際の行動についての調査結果、日本で開発された準好気性埋立システムをベトナム国に導入した場合の効果の検証等を成果として担当研究者から報告しました。

また担当研究者からの報告の後には、パネルディスカッション及びセミナー参加者との質疑応答を通じて、3年間の共同研究成果と今後に向けた課題について意見共有を行うことができました。

セミナーには、ベトナム国天然資源環境省・建設省・科学技術省、ハノイ市天然資源環境局・建設局、主要都市の都市環境公社、ハノイ科学大学、ハノイ土木工科大学、ハノイ理工科大学、JICA ベトナム事務所などから約70名が出席しました。

【報告テーマ及び報告者】

- ・「東南アジアにおける廃棄物データベースの構築及び廃棄物処理システムの評価」研究概要および成果報告 河井紘輔（国立環境研究所）
- ・ハノイ市における将来の廃棄物管理のための参加型意思決定アプローチ 阿部直也（東京工業大学）、Do Nam Thang (Institute of Science for Environmental Management)
- ・ベトナム国の都市部における廃棄物データの蓄積とその精度 Luong Thi Mai Huong (Institute for Urban Environment and Industry of Vietnam)
- ・事業系一般廃棄物発生量と関連要因－フエ市の事例 松井康弘（岡山大学）
- ・ベトナム国初の循環型準好気性埋立システム－ハイフォン市の事例 平田修（福岡大学）
- ・ハノイ市腐敗槽管理における定期的汚泥除去がもたらす効用 原田英典（京都大学）



図1 研究成果報告の様子



図2 パネルディスカッションの様子



図3 セミナー参加者の様子

本研究及びセミナーに関する問い合わせ先：

国立環境研究所 資源循環・廃棄物研究センター 特別研究員

河井 紘輔（かわい こうすけ）029-850-2727 kawai.kosuke@nies.go.jp

国立環境研究所 資源循環・廃棄物研究センター 高度技能専門員（国際・アジア連携）

久保田 利恵子（くぼた りえこ）029-850-2835 kubota.rieko@nies.go.jp

MINUTES OF THE SEMINAR ON “SHARING RESULTS FROM MUNICIPAL SOLID WASTE MANAGEMENT RESEARCH IN VIETNAM”

1. **Date and time:** 08:30 – 12h:00 on 2nd March, 2012
 2. **Venue:** Hanoi Hotel – Hanoi – Vietnam
 3. **Contents of the seminar:**
 - **Opening remarks** by presented by Dr. Kosuke Kawai on behalf of Dr. Masahiro Osako, Director of Center for Material Cycles and Waste Management, National Institute for Environmental Studies (NIES)
 - **Welcome speech** by Dr. Nguyen Huu Dung, Director of Institute for Urban Environment and Industry of Vietnam (INEV)
 - **Welcome speech** by Do Nam Thang on behalf of Dr. Pham Van Loi, Director of Institute of Science for Environmental Management (ISEM), Vietnam Environment Administration (VEA)
 - **Presentations by researchers**
 1. Overview and findings of the research on "Development of waste database and evaluation of waste management systems in Southeast Asia 2009-2012" by Dr. Kosuke Kawai (NIES)
 2. Participatory approach of decision making for future waste management in Hanoi; result of discussion of workshop held in November 2011 by Dr. Naoya Abe (Tokyo Institute of Technology)
 3. Accumulation and accuracy of data on municipal solid waste management in urban areas of Vietnam by Ms Luong Thi Mai Huong (INEV)
 4. Commercial and institutional solid waste generation and relevant factors: Case study in tourism city - Hue, Vietnam by Dr. Yasuhiro Matsui (Okayama University)
 5. First with recirculatory semi-aerobic landfill in Hai Phong city in Vietnam by Dr. Osamu Hirata (Fukuoka University)
 6. Septic tank management and the effect of regular desludging on pollution control in Hanoi by Dr. Hidenori Harada (Kyoto University)
 - **Panel discussion**
- Dr. Kawai:** We'll discuss our researches among the panelists in this session, this panel discussion aims to let participants to understand better our researches based on three-year project. We would like to accept some questions from all if the time left by the end of this session. So let me introduce again the panelists;
- Dr. Abe from Tokyo Institute of Technology of Japan,
Dr. Harada from Kyoto University of Japan,
Dr. Thang from ISEM of Vietnam,
Ms Mai Huong from INEV of Vietnam,
Dr. Matsui from Okayama University of Japan,
Dr. Hirata from Fukuoka University of Japan, and
I'm Dr. Kawai from NIES of Japan.

I'd like to ask some questions and comments to those panellists. Dr. Matsui, you made a presentation of the waste generation from commercial and institutional organizations. In addition, you have the joint research with Hue University, informal sector or recyclable waste streams. So I'd like you to introduce briefly contents and results of the researches in Hue University?

Dr. Matsui: We also collaborate with Hue University and survey on informal sectors Hanoi recyclers. So we intended to use the date to reflect the total MSW material from Hue We also focus on operational extension of informal and formal sectors; the informal sectors have informal roles to promote 3Rs activities. So I think waste authority need to consider how to involve informal sectors for 3Rs .So I intended to estimate the operational...as a basis for 3Rs promotion including informal sectors. That is my intention for 3R activities.

Dr. Kawai: I completely agree that the activities of informal sectors can contribute to reduce waste amount and this is my opinion that you should keep the system of recycling activities by informal sectors; of course in the future your economic growth will increase, for sure that some conditions of informal sectors must be changed. However, we have to propose some solutions to keep the system of informal sectors in the future. Dr Abe, General speaking here in Viet Nam, workshop or seminar like this is half day long. So could you tell us why you held one and a half day work shop?

Dr. Abe: I'd like to say that sharing ideas and exchanging the views and having extensive discussion basically it takes time. For workshop, some of the participants I assume that even they may know each other but some may not. They met at that occasional for first time, when we ask them to have discussion, actually it's not so easy to exchange the ideas. And that is also true in other countries, either in Japan, either in Vietnam, either in other countries. When you think about the waste management, again, everyone needs to work together. For that reason, basically thinking of a better system or a better approach of waste management, it takes time. That's why we emphasize that we need to have a longer time compare to the typical seminar in Vietnam. Personally I found that one and half day was actually not so enough. We couldn't complete the whole ideas that we wanted to implement. But at the same time I did understand the content is too much and some of them might get bored. It is another challenge if we implement a similar event in the near future.

Dr. Kawai: Even for me, it was so challenging to hold one and half day work shop in Vietnam. However I am sure that Dr. Abe and Dr. Thang succeeded in the workshop. Dr. Thang from Vietnamese people or Vietnamese researcher, how do you feel about the workshop and what kind of the effects did the workshops have?

Dr. Thang: Actually, we were very wondering when the Japanese experts told us that they wanted to hold a workshop lasting for more than one day. Normally, the workshops in Vietnam

are often held in a certain time that is enough for discussing the main contents. Otherwise, it is very difficult to keep the participants if the time is longer than one day. However, when we thoroughly understood the purposes of this workshop is to analyze and deeply discuss and exchange opinions on solid waste management, we agreed that it was necessary to hold a long time workshop so that we have enough time for discussion. However, we also proposed to Japanese experts that if we wanted to hold one day longer workshop, it should be taken place in a place out of Hanoi city so that it would not affect to participants' work and could keep them to stay to the end of the workshop. Thus, one of the criteria for holding the workshop is to hold it in Dam Long – a place that is far from center of Hanoi city and without bus stations. Actually, we found that it is very effective to hold a day and a half long workshop. At first we thought that we might not need to spend such a long time for discussion as there would not be so many things to discuss. However, with the detail discussion by an active method of group discussion of five participants, we raised out suggestion or questions for participants to discuss ebulliently. Then we found that one day and a half was even not enough for discussion. That is one of experience we would like to share. If we want to hold a long time workshop in the future, we should pay attention to the workshop's location, contents or the way to hold it to get the active participation of the participants.

Dr. Kawai: I asked many tasks for INEV, especially to collect data not only in Hanoi but also in other city. Thanks to some other URENCOs, we got many important data. On behalf of INEV, Ms. Mai Huong, what did you learn from this three-year research?

Ms. Huong: Through the cooperation with NIES, we had carried out some tasks as mentioned by Dr. Kawai. During those activities, we learned many things from those activities, for example how to collect and analyze the data. We also had chances to discuss with Japanese experts on methodologies to implement such activities. From that, our capacity had been considerably improved.

Dr. Kawai: Dr. Hirata, you just came back from Hai Phong city, you are supported by JICA and Hai Phong URENCO to implement your project on semi-aerobic landfill, what kind of components are necessary for a smooth and productive research?

Dr. Hirata: Actually, from JICA's project we started to design and construct the pilot scale landfill in Hai Phong 2 years ago. In the first year, we started to discuss with people from Hai Phong URENCO. As we are in long distance, so we had to contact by emails. It's very difficult to explain what we want to ask or why they have to do it. In the second year, Hai Phong URENCO prepared one person who knows very well about Fukuoka method because he came to Japan for JICA's training. He studied in six months or nine months for our Fukuoka method and some other technologies. After he started to work with us, it's very comfortable and smooth to teach or to ask them why we need this system and why we want to prepare these materials and so on. I think when we want to do a project in Vietnam, the person who knows very well about system is very important. If he does not know anything or he just knows a very little information about the project which we

want to do, it will be very difficult

Dr. Kawai: According to your explanation, JICA's training course now contributes in your project very well. In other words, capacity development of one project can contribute to other activities. I hope that our capacity development for ISEM and INEV will contribute to other activities, especially to improve the waste management in Vietnam in the near future. Dr. Harada, you belong to Kyoto University and Kyoto University established satellite office in Hanoi University of Science and Technology. What are main functions and advantages of this office?

Dr. Harada: Before talking about the functions, I would like to introduce briefly about our office. Our office established in 2008. We have 2 assistance professors and 2 supporting staff in the office. This is for the collaboration researches and education of environmental studies between Japan and Vietnam. The main function is to support education and research activities of these two countries. Based on this collaboration office we conducted several researches, for example anaerobic digestion studies, on-site sanitation studies and waste management studies. We are conducting several studies for environment sanitation in Hanoi and in Vietnam. Because we have office, so this is a very big advantage for us because we can continuously keep our activities. So to do any environment sanitation improvement, we still be lack of basic information. To accumulate the necessary information, this type of continuous activity is very important. Also we are similar to each other, Vietnamese researchers and Japanese researchers are similar to each other. Of course Japanese researchers cannot do anything without Vietnamese researcher's support in Vietnam. And also we'd like to contribute to Vietnamese environment sanitation through Vietnamese researchers. So it's not so concrete but this kind of collaboration is very advantage to make actually effective and useful research conducted in Vietnam.

Dr. Kawai: I also completely agree with your opinion that it's crucial to have network if we implement research, especially on waste management. In addition to ISEM or INEV we have great support from consultants such as Mr. Hoang. For example Dr. Matsui, you have exchanged students from Vietnam, I suppose Okayama University has a very good relationship with Hue University. What kinds of characteristics are required as a researcher when you look back at researches in Hue?

Dr. Matsui: According to my experience for supervising Vietnam students and Japanese students, I think five factors are important in research activities. It is not only in Vietnam but also in Japan. First, the motivation is important. Some students originally have the high motivation. Such students voluntary well without coach....in research activities. Second, interest for knowledge is also important. Some of my students are very hungry for new methodologies, and when I teach them the new analytical methodologies, they try to try it by themselves and work without caring time. For those students with low interest and motivation, it is not easy to grow up their own interest and motivation. I need to force and carefully wonder them to work seriously. Sometimes we need to work from 4 AM

to 10 PM for several days at the starting points. For waste composition analysis, you need to work for a long time. Through sharing....we can establish a confidential relationship with each other. So the first important factor is the honesty. In our survey we need to manage many workers and get cooperation from targets. To keep the data quality you need to prepare guideline for targets and also workers. I also need to monitor their activities. In case we form programs, we need to discuss a lot of things that established. Especially for social studies, communication skill is also necessary. To get the information basis for surveys, you need to negotiate with relevant authorities. To invite targets you need to explain the objectives and request in a short time and get agreement from them. To manage the workers, you need to monitor and control their activity and properly educate them to improve in case you form programs. So if you keep five factors: high motivation, high interest, high patience, high honesty and high communication skill, you can do an ideal research one. I told my students: you must be proud of your study, consider what you need to do and manage your own one. Luckily, I have two motivated Vietnamese students, and I believe we share the pride for our own ones.

Dr. Kawai: One of the most important key words for our research is reliable data. We try to collect reliable data. For example, Dr. Matsui has just mentioned on five factors for the research, and if we do not have five factors, we can not collect the reliable data. We always ask our Vietnamese counterpart to get the reliable data. Of course it is not easy to collect such data but it is necessary or fundamental to develop a master plan or action plan of MWS management which contributes to improve the current situation of MSW management. Finally, I would like to ask the panelists about your next step of your research or which topic you would like to implement in the near future.

Dr. Abe: For my next step and for my future study, I really want to implement same workshop in different cities, different regions, and different areas. For example we had workshop in Hanoi last year, and I am very interested in what I could learn if I can implement the same workshop in Ho Chi Minh city, or in smaller cities and rural areas. The difficulty and challenge is clearly the communication. I can not speak Vietnamese, and people in many rural areas, I assume that they do not speak English. So the communication would be the biggest challenge and I do need the collaboration with local experts. That's my next idea.

Dr. Harada: I have many things to do in the near future but the most important thing for the next steps is to make a good scenario to manage the septic tanks together with relevant issues, for example the sewerage development. As I mentioned, the management a scenario is very different in the area with or without the sewerage. Most of the public organizations do not have good enough visions how on-site sanitation facilities collaborate with sewerage development. This is very closely connected to how sludge management collaborates with SWM for efficient resources recovery and also efficient disposal. May be this is one of our big next challenges.

Dr. Thang: Actually, there are many issues to research, however, I think there may be two issues for our next steps as follows: The first one is to continue the waste statistics analysis as our state management authorities now lack of quantitative researches for policy decision making. Therefore, our on-going research is very useful and has a big value. Our current research scale is just small and focused on some pilot areas. Therefore, in next steps, I think we'd better make the research scale expansion on waste volume and composition direction with different method application. For example, last year we made the survey from URENCO, however, we can change in this year by investigating directly from households to check the accuracy of data and expand the survey scale. Secondly, we should make the analysis on actions/behavior. Actually, we now have regulations and policies, however, it is difficult to put it in to actual application. For example, how the households think about the waste collection? When and how many times we should collect the waste a day? That's the practical things and what we still lack in the researches to find out more suitable solutions.

Ms Mai Huong: For next steps, I myself hope to make research to set up a database on MSW in Vietnam as this is very necessary for urban areas to establish the master plan of MSW management in Vietnam in general and in urban areas in particular, and to make assessment on existing MSW treatment facilities to see how their current situation is and to give out suitable solutions to improve and develop them in a suitable manner to current socio-economic situation in Vietnam.

Dr. Matsui: For me, waste collection part is very important. If you like to promote 3R, you need to sub-change in collection system such as separate collection system or station collection system. So I plan to do some surveys for waste collection in Vietnam.

Dr. Hirata: My next topic for the research in Vietnam, in Hanoi, HP, Ho Chi Minh city – a very long category. This time we install the system in the North part of Vietnam, so the next time we may install in the South part of Vietnam because it is very different with the conditions. Now it has not been prepared yet, but in the future it is possible that I can do it. This time we demonstrate the effect in the North of Vietnam, you or other URENCOs can go to Hai Phong URENCO the system, and if you think that the system is useful or effective, you can construct or install in your areas and cities. I hope in the near future Fukuoka method will be widely applied in Vietnam.

Dr. Kawai: We still have about 10 minutes for the discussion. I would like to invite some comments or questions. Could you raise your hands if you have questions or comments? Any comment is welcomed for the presentations or parallel discussion.

Mr. Nguyen Van Hoa –General Director of Hanoi URENCO: Thank you very much for this workshop on “Sharing results from MSW research in Vietnam”. Through this, we also think that the approach to update and manage the database for a better environmental management is very necessary. With your research implementation, we would like to know if we can use your research data results and when we can use that for our work improvement.

Dr. Kawai: I am not sure if I can answer your question or not, but of course we disclose any kind of data that we collected during our research project. It is our policy that the data should be shared within stakeholders and they should be utilized to improve the waste management. So we will provide the data or results for central government or Hanoi city. And we will consider the scenarios or the methodologies to improve the current situation of MSW management. I am sure that we will continue our relationship and in the future we will continue our joint-research. So I request to keep the relationship in our team.

Ms Giang, Ministry of Science and Technology: First of all, thank you very much for your interesting presentations, from the methodologies for project's approach to the obtained data. Firstly, I would like to have some words commenting on the idea to hold workshops as follows: You said that to get better discussion and results, we'd better to hold the workshops far from center of Hanoi in one day and a half. For this, I would like to emphasize that if you hold the workshop out of Hanoi in one day and a half, the participants will be very different. If the workshops can be held within center of Hanoi in a half of day, the key persons, high-ranking people or scientists can participate with high and professional skill quality. However, if you invite those people to join such a long workshop and far from Hanoi, the participants just can be their assistants or staff. Secondly, in the third presentation, it is stated that there is no private waste collector in Japan. As far as I know, there are many forms for this in Japan, especially they have home tide-up companies. And the collected waste will be transported for treatment or trading. Thirdly, I have a question as follows: Also in the third presentation, you have the percentage rate between serviced people by URENCOs per urban population in the South, the rate may reach 150%. This rate may have different meanings: it may show that the service cover rate of URENCOs is very good; or it may show the imbalance service of URENCOs or they serve the outside targets instead of urban residents; or it may show that there is no big different in waste collection service between urban areas and other areas, for example you show a very high rate in the Northern areas. Thus, I would like to know to which distance you analyzed these data, and if you have any comments on the basis of these rate? Thank you very much.

Dr. Kawai: For your first comment, please let me make clear the Japanese case. In Japan, we do not have informal sector for recycling but we do have private sector for recycling. So the information may be confused and this is partly because of the translation and so on. In Vietnam, you have informal sector and I think this is a very unique and very good system.

Ms Mai Huong: For the second part of your question, you mean that the service rate in some cities is even higher than the population rate. For this, through discussion with URENCOs, we know that it is thanks to their high capacity, their good service.

Dr. Kawai: Due to the limitation of the time, I will invite one more question or comment.

Mr. Nguyen Duc Khien, former Director of INEV: The workshop today is highly appreciated.

After three-year research, we had got very good reports on methodologies and treatment methods, and good data provided to waste management and treatment in Vietnam. I am also very happy as I joined this at the beginning as well with Dr. Kawai. So now I have a question for Dr. Hirata of Fukuoka University. As you mention, in Europe they use anaerobic method, Japanese use semi-anaerobic one. In Vietnam, the aerobic is mostly used. I think that aerobic is not sure to be cheaper than anaerobic. It is just because of the habit and as it easy to do. Therefore, we should count, compare and consider the economic effects to see which one is better to give out the application recommendation. I have been to Fukuoka and being introduced on Fukuoka method with those advantages on leachate treatment, especially it can eliminate heavy metals. However, I still wonder how you treat the heavy metal. And for Dr. Matsui, please check again the waste volume of 131 tons. It should be calculated by average generated amount/capita x population of the urban area.

Dr. Hirata: You have just talked about the cost between anaerobic landfill and aerobic landfill. This time I compare the construction cost of anaerobic landfill and aerobic landfill, as I showed in my presentation. And of course it is difficult to compare because the fee in Vietnam and in Europe is already different. In my research, the difference is just how many types of equipment are installed in the landfill. Anyway, the construction fee is difficult to compare, and it is important to compare the equipment need to be used for each type. This time I did not show you the results of metal elimination in the leachate treatment. However, when we talk about the metal treatment, we have to think about the waste water treatment. If we want to remove the heavy metal, we have to install the waste water treatment system. If we do not have wastewater treatment system, everything will go out from the landfill site.

Dr. Matsui: For heavy metal, we have not analyzed this, so we need to collaborate with Vietnamese Universities to analyze the heavy metal in waste. For the total estimated amount, I also like discuss by interval by our unit discharge amount. We have distribution of the data. In past, you only discuss based on the average but I'd like to discuss based on the interval by the data valuation so, interval estimated amount is from 120 to 230. The range is not so different. The nearer one is in the estimated rate of our survey. We need to improve our data and do more works.

Dr. Kawai: It is time that we have to close this panel discussion. Thank you very much for the panelists.