

平成 24 年度

静脈産業の海外展開促進のための実現可能性調査等支援事業

トルコ・マルマラ海沿岸都市における廃棄物中間処理事業

平成 24 年度業務報告書

平成 25 年 3 月

株式会社神鋼環境ソリューション

株式会社オリエンタルコンサルタンツ

リサイクル適性の表示 : 印刷用の紙にリサイクルできます

この印刷物は、グリーン購入法に基づく基本方針における「印刷」に係る判断の基準にしたがい、印刷用の紙へのリサイクルに適した材料[A ランク]のみを用いて作製しています。

平成 24 年度 静脈産業の海外展開促進のための実現可能性調査等支援事業

トルコ・マルマラ海沿岸都市における廃棄物中間処理事業

目次

第 1 章 プロジェクトの概要並びにトルコの基本情報、廃棄物処理状況と課題	
1.1. プロジェクトの概要	1-1
1.2. トルコの基本情報、廃棄物処理状況と課題	1-3
1.2.1. トルコの基本情報	1-3
1.2.2. トルコの廃棄物政策	1-10
1.2.3. トルコの廃棄物処理状況と課題	1-12
1.3. マルマラ海沿岸都市圏の基本情報、廃棄物処理状況と課題	1-15
1.3.1. マルマラ海沿岸都市圏の基本情報	1-15
1.3.2. マルマラ海沿岸都市圏の廃棄物処理状況と課題	1-15
第 2 章 マルマラ海沿岸都市における現状調査	
2.1. 調査目的と課題	2-1
2.2. 調査実施内容	2-2
2.3. 対象地域の選定並びに廃棄物処理状況	2-4
2.3.1. 適地選定	2-4
2.3.2. 廃棄物処理の現状把握	2-7
2.4. 廃棄物の組成・性状等調査	2-19
2.4.1. 調査項目	2-19
2.4.2. サンプルング方法及びサンプルング	2-21
2.4.3. 調査結果	2-26
第 3 章 導入技術・システムの選定	
3.1. 選定方法	3-1
3.1.1. 前提条件	3-1
3.1.2. 選定方法	3-4
3.2. 導入技術・システムの評価結果	3-6
3.2.1. MBT システムの検討結果	3-6
3.2.2. 焼却処理システムの検討結果	3-11

第4章 事業採算性の評価	
4.1. 事業計画	4-1
4.1.1. 事業概要	4-1
4.1.2. 優遇制度	4-5
4.2. 評価結果	4-7
4.2.1. 事業収支計画	4-7
4.2.2. 採算性による実現可能性評価	4-9
第5章 環境負荷低減効果の評価	
5.1. 3R 推進効果	5-1
5.2. 最終処分量削減効果	5-2
5.3. 温室効果ガスの排出削減効果	5-3
5.4. その他の環境負荷低減効果	5-5
第6章 社会的受容性の評価	
6.1. 本事業の実施による社会影響	6-1
6.2. 社会的状況からの受容性の見込み	6-3
第7章 現地政府・企業との連携等の実施体制の構築	
7.1. 実施体制	7-1
7.1.1. 想定する実施体制	7-1
7.1.2. 構築した実施体制	7-1
7.2. 現地ワークショップの開催	7-4
7.3. 現地関係者の招聘並びに研修	7-9
第8章 実現可能性の評価、および今後の課題と事業展開	
8.1. 実現可能性の評価と今後の課題	8-1
8.2. 課題に対する改善案	8-3
8.2.1. ごみ質（低位発熱量等）の向上	8-3
8.2.2. 施設建設費の低減	8-4
8.3. 今後の事業展開	8-5

外国語略語・用語集

略語・用語	正式名称、和訳等
3R	Reduce, Reuse, Recycle
AD	Anaerobic Digestion (嫌気性消化)
AKP	Justice and Development Party (トルコ語: Adalet ve Kalkınma Partisi の略称、和訳: 公正発展党)
BD	Biological Drying (生物乾燥)
BOT	Build-Operation-Transfer (施設を所有して建設・運営を行った後、自治体に施設所有権を移転する PFI の事業形態)
bp	ベーシスポイント (1bp=0.01%)
CO ₂	Carbon Dioxide (二酸化炭素)
EPC	Engineering, Procurement and Construction (設計、調達、建設工事)
EU	Europe Union (ヨーロッパ連合)
FS	Feasibility Study (実現可能性調査)
GDP	Gross Domestic Product (国内総生産)
GNI	Gross National Income (国民総所得)
HP	ホームページ
IEA	International Energy Agency (国際エネルギー機関)
IMF	International Monetary Fund (国際通貨基金)
IRR	Internal Rate of Return (内部収益率)
ISTAC	The Istanbul Environmental Protection and Waste Processing Corporation (トルコ語: Istanbul Cevre Yonetimi San ve Tic A.S. の略称)
IZAYDAS	Izmit Waste and Residue Treatment, Incineration and Recycling Incorporated (トルコ語: Izmit Atik Ve Artiklari Aritma Yakma Ve Degerlendirme A.S. の略称)
JETRO	Japan External Trade Organization (日本貿易振興機構)
JICA	Japan International Cooperation Agency (国際協力機構)
JIS	Japanese Industrial Standards (日本工業規格)
kcal	キロカロリー
kJ	キロジュール (1kcal=4.184kJ)
kW, kWh	キロワット、キロワット時
Libor	London Inter-Bank Offered Rate (ロンドン銀行間取引金利)
MBP	Mechanical Biological Pre-treatment (≒MBT)
MBT	Mechanical Biological Treatment (機械選別+生物処理)
MW, MWh	メガワット、メガワット時 (1MW=1,000kW)

略語・用語	正式名称、和訳等
NIMBY	Not In My Back Yard (「施設の必要性は認めるが、自らの居住地域には建てないで欲しい」といった施設建設への反対の態度)
OECD	Organization for Economic Co-operation and Development (経済協力開発機構)
O&M	Operation and Maintenance (操業維持管理)
PKK	クルド語：Partiya Karkerên Kurdistan、和訳：クルド労働者党
PPP	Public-Private Partnership (官民パートナーシップ)
RDF	Refuse Derived Fuel (ごみ固形燃料)
REC	Regional Environmental Center for Central and Eastern Europe (中東欧地域環境センター)
SPC	Special Purpose Company (特別目的会社)
t	トン、1t=1,000kg
TRY	トルコリラ (2013年2月末時点 1TRY=約52円)
TW, TWh	テラワット、テラワット時 (1TW=1,000,000MW)
US	United States (of America) (アメリカ合衆国)
VAT	Value Added Tax (付加価値税)

第1章 プロジェクトの概要並びにトルコの基本情報、廃棄物処理状況と課題

1.1. プロジェクトの概要

本調査では、トルコ共和国（以下、「トルコ」と表記）・マルマラ海沿岸都市における都市ごみ（家庭ごみ及び事業系ごみ）の中間処理事業の実現可能性調査について、技術・環境・経済・社会的な側面から評価を行った。

(1) 対象地域

トルコ・マルマラ海沿岸都市より、コジャエリ県（Kocaeli Province）を選定した。

(2) 処理対象廃棄物種類

家庭ごみ及び事業系ごみ（以下「都市ごみ」と表記）：約 1,800t/日

(3) 事業概要

実現可能性を検討するにあたり、以下のプロジェクト実施体制を想定し、事業内容の立案、事業費試算と実現可能性評価を行った。

本調査の実施主体である神鋼環境ソリューションやトルコ民間企業等が出資・設立する特別目的会社 SPC を事業実施主体とし、自治体（コジャエリ県）や自治体傘下の廃棄物処理会社（IZAYDAS（イザイダシュ））から廃棄物処理費（Tipping Fee）を収入として得る廃棄物処理事業とする。

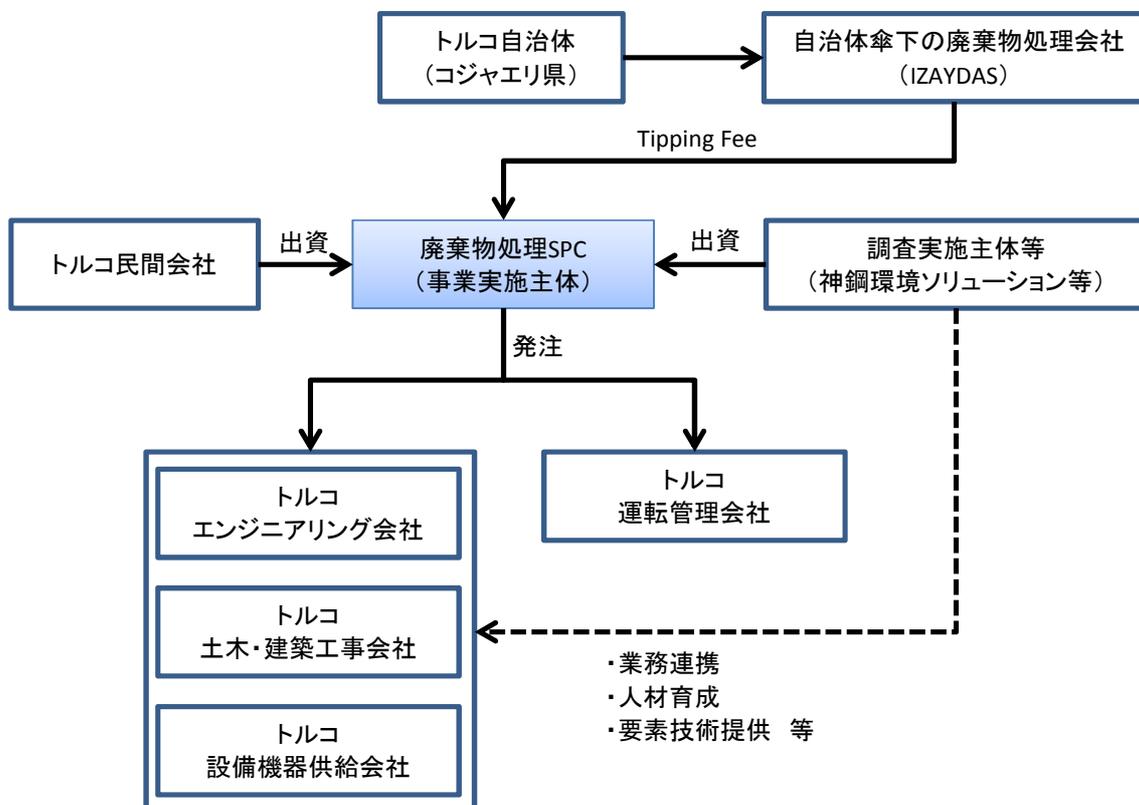


図 1-1-1 事業実施体制図（案）

(4) 都市ごみ処理フロー

現在、全量埋立処分に回っている、コジヤエリ県内より発生する都市ごみ 1,800t/日を、MBT（機械選別＋バイオ乾燥）＋熱回収施設で処理することにより、埋立処分量の削減と、発電によるリサイクル率向上と収入の確保を図る。

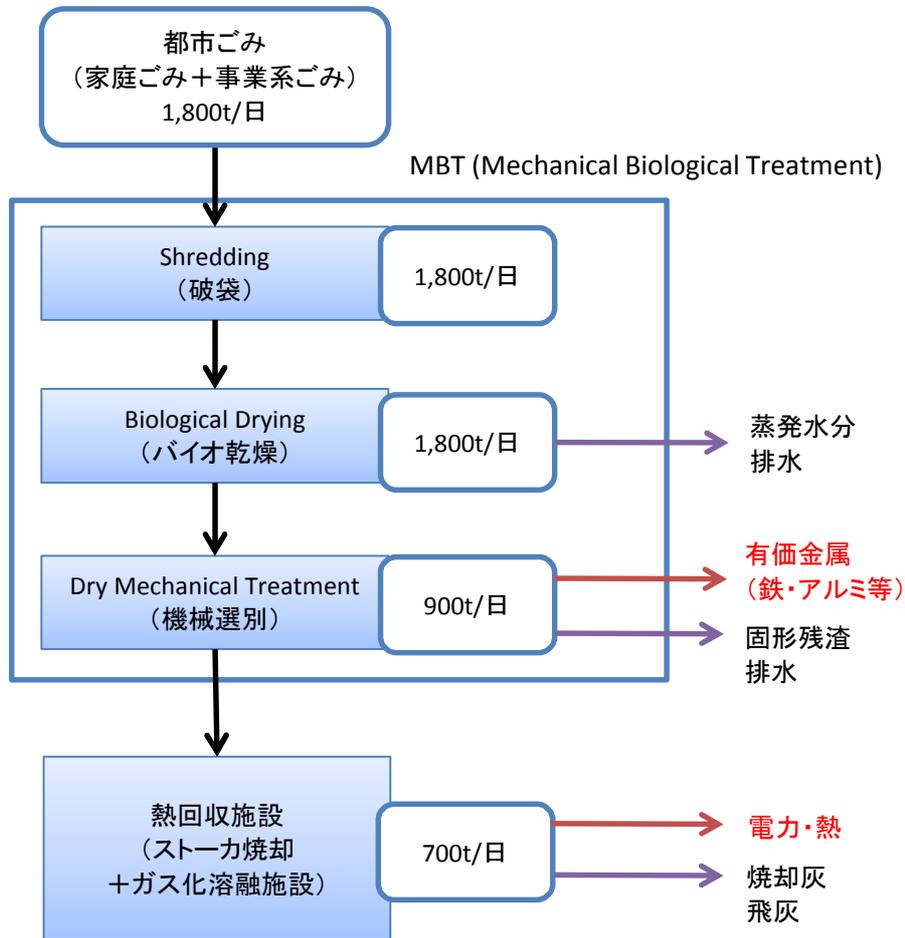


図 1-1-2 本事業の都市ごみ処理フロー

1.2. トルコの基本情報、廃棄物処理状況と課題

1.2.1. トルコの基本情報

(1) 地理的環境・自然条件

トルコはアジアとヨーロッパの接点に位置し、南～西および北の三方は、地中海、エーゲ海、黒海に囲まれている。国土は、東西約 1,500km、南北約 550km、面積は約 780 千 km²（日本の約 2 倍）である。

気候は、温暖な黒海沿岸、大陸性気候の内陸部、地中海性気候のエーゲ海と地中海沿岸部などに分けられる。黒海沿岸や地中海性気候の地域は、東京とあまり気温が変わらず、夏でもあまり雨が降らず湿度が低くて過ごしやすく、日本人観光客にも人気の高い地域である。

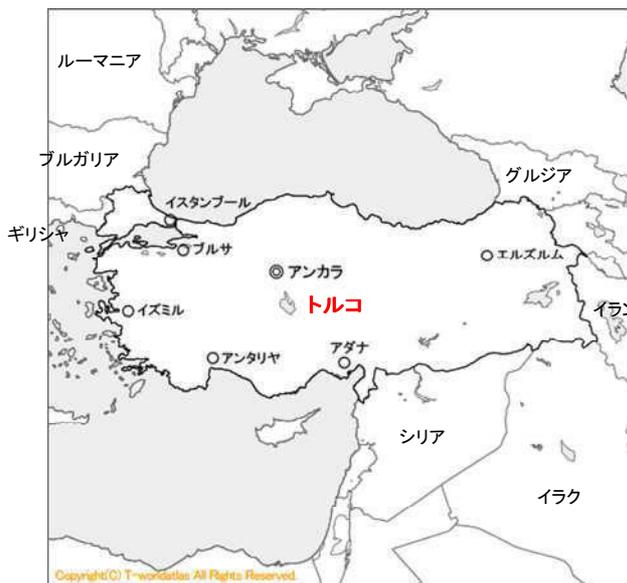


図 1-2-1 トルコの位置図

(2) 社会状況

トルコの人口は約 75 百万人である。人口密度は日本の 30%程度とあまり高くないが、現在の人口は 1980 年比 1.8 倍と急激に増えており、2000 年からの約 10 年間でも 1.2 倍と継続的に人口が増えており、今後も人口増加が見込まれる。

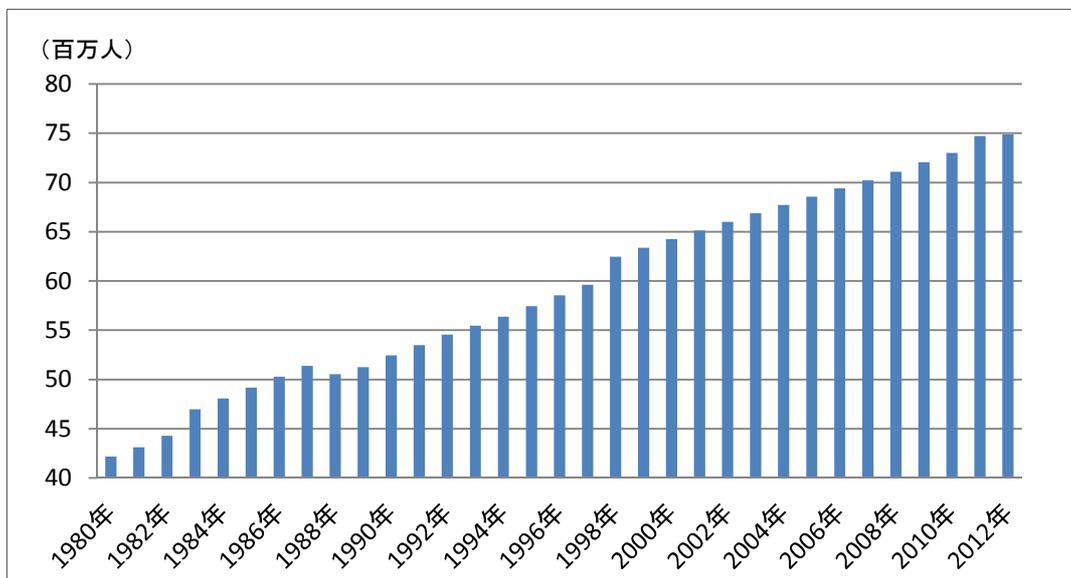


図 1-2-2 トルコの人口の推移 (1980 年～2012 年)

(出典 : IMF World Economic Database)

トルコには81の県があり、イスタンブール県（約1,360万人）、アンカラ県（約500万人）、イズミール県（約340万人）が人口の多い上位3県になっている。人口の約71%が都市部に、約29%が村落部に居住しており、前述の3県を含む都市部の居住比率は年々上昇している。特にイスタンブールは、1980年からの30年間で人口が4.8倍になっており、都市圏では今後も高い人口増加率を継続するものと見込まれている。

トルコの人種は、トルコ人が大多数を占めており、言語はトルコ語が用いられている。

宗教については、イスラム教徒（多数派はスンニ派、少数派としてアレヴィー派）が人口の99%を占める。その他、ギリシャ正教徒、アルメニア正教徒、ユダヤ教徒等が存在する。なお、1982年に定められた現行の憲法では、世俗主義（政教分離原則）が維持されている。

(3) 政治、行政の状況

トルコの政体は共和制である。三権は分立しており、立法府として一院制のトルコ国民議会（議員は550議席、任期4年）が強い権限を有する。国家元首は国民投票によって選出される大統領（任期5年）が務めるが、行政は議会の承認に基づき大統領が指名する首相の権限が強い議院内閣制に基づいている。現在の首相は、与党で中道右派・イスラーム派が集結した公正発展党（AKP）の党首であるレジェップ・タイイップ・エルドアンが務め、大統領は過去に首相、外相を歴任した同党のアブドゥラー・ギェルが務めている。

政治においては、1949年以来多党政治を基本としている。2002年から政権を担当するAKPは、2011年6月に実施された総選挙において50%近い得票率を得て勝利し、第3次エルドアン政権が発足した。

AKP政権は、EU加盟に向けた積極的な国内改革、安定した経済運営を行っている。第3次エルドアン政権の下では、新憲法の制定が焦点となっており、より民主的な新憲法制定に向けて、与野党内で議論が継続している。

一方、南東部・東部を中心にクルド労働者党（PKK）が武装テロ活動を続けており、クルド問題が内政上の課題である。AKP政権はテロに屈しない姿勢を維持しつつも、クルド系住民の権利拡大に努めるなど、クルド問題に硬軟織り交ぜたアプローチを取っている。

トルコの地方行政制度は、オスマン帝国の州県制をベースとしてフランスに範を取り、81の県の下、市・郡が設けられている。

表 1-2-1 トルコの主な県（人口は2011年国勢調査結果より）

県名	面積 (km ²)	県人口 (人)	
Adana	アダナ	14,256	2,085,225
Ankara	アンカラ	25,615	4,771,716
Antalya	アンタルヤ	20,599	1,978,333
Bursa	ブルサ	11,087	2,605,495
Mersin	メルスイン	15,737	1,647,899
Istanbul	イスタンブール	5,170	13,255,685
Izmir	イズミル	11,811	3,948,848
Kocaeli	コジャエリ	3,635	1,560,138
Konya	コンヤ	40,824	2,013,845
Trabzon	トラブゾン	4,495	763,714

(4) 経済状況

トルコの1人当たりの国民総所得（GNI）は10,410米ドル（2011年）に達しており、世界銀行の分類では中進国（上位中所得国）に位置づけられる。

2001年の経済危機後、IMF等の国際金融機関の支援を得つつ、金融機関の整理統合、経理基準の国際化基準への移行、金融監督の強化、国営企業の民営化、財政赤字・政府債務の削減、インフレ抑制といった構造改革を実施した。

また、2002年以来、AKPが政権を維持し、政治情勢が安定していることも寄与し、2002年以降、実質GDP成長率は5～9%程度で推移している。リーマンショックに伴う世界経済の影響による2009年の経済低迷、主要輸出相手国である欧州危機に伴う2012年の成長率鈍化は見られるものの、2013年以降も4%以上のGDP成長率を見込んでおり、中進国としては非常に高いレベルで経済が成長している。

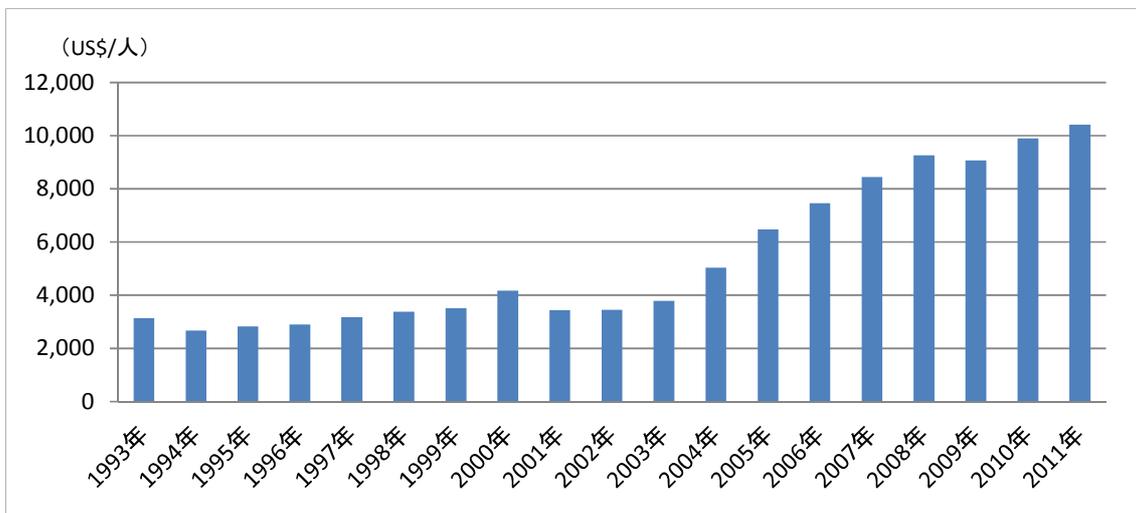


図 1-2-3 トルコの1人当たり国民総所得（GNI）の推移

(出典：世界銀行公表資料)

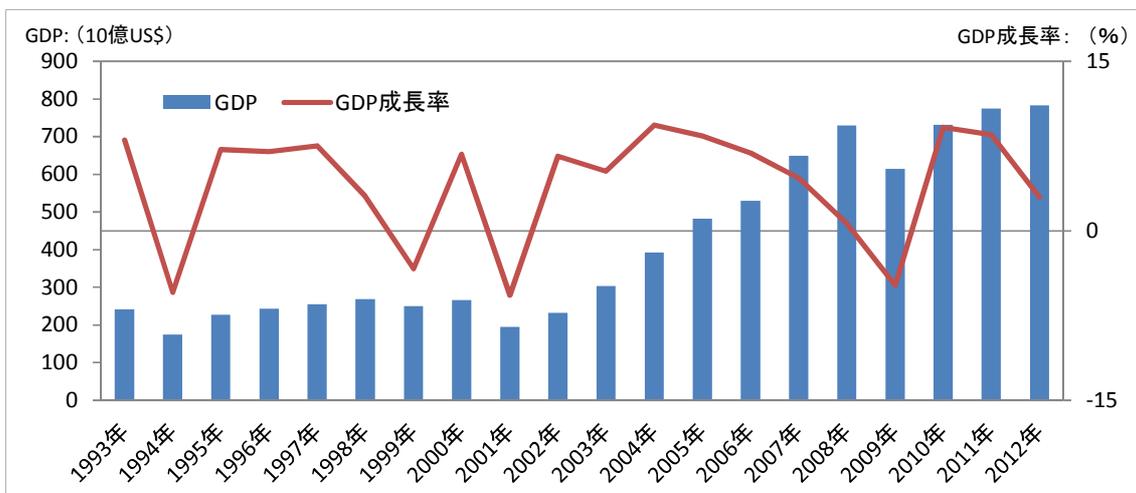


図 1-2-4 トルコの実質GDPとGDP成長率の推移

(出典：IMF World Economic Database)

トルコは、北アフリカ・中東地域に位置する国としては珍しく製造業が発達している。産業部門別の構成比では、最も高い製造業が24.2%となっており、日本の約20%と比べても高くなっている、主要産業は自動車と電機であり、特に自動車は欧米日各国の自動車メーカーが現地で生産を行い、欧州各国等に輸出している。

トルコの経済の最大の強みはその人口構成にある。トルコの平均年齢は29.7歳となっており、日本の43.8歳や西欧の42.2歳とは大きく差があり、中国の34.5歳と比べても非常に若く、同じく著しい経済成長を遂げているインドネシアと同等程度である。トルコ経済はGDPの約7割が民間消費で構成される消費主導の経済であるが、この人口構成による力強い生産力・消費力と共に今後も安定した成長が見込まれる。

一方、トルコ経済は課題も抱えており、それは、貿易赤字を原因とする経常収支の赤字と失業率の高さである。

非産油国であるトルコの最大輸入品目は鉱物性燃料（原油・天然ガス）であり、貿易収支はエネルギー価格の変動によって大きく左右される。また、自動車・電機といった主要産業は原材料・部品・機械設備といった中間財を輸入に頼っているため、輸出が増加するに従って輸入も増加する傾向がある。更に消費旺盛な国民性であることから、景気が過熱すると輸入が増え、貿易収支赤字の原因となる。こうした構造的な貿易赤字の構造が経常収支の赤字を生んでいる。

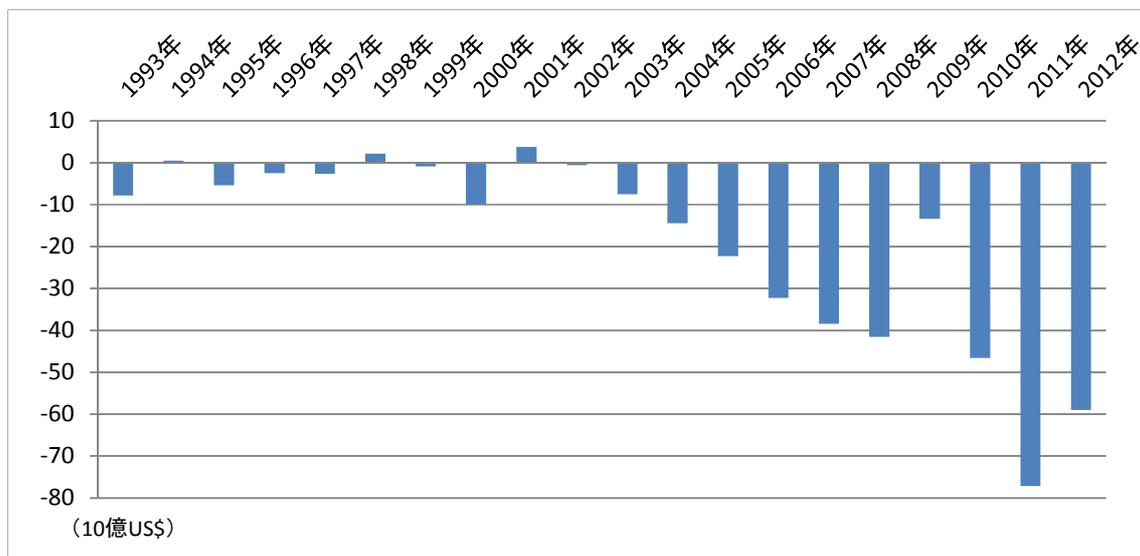


図 1-2-5 トルコの経常収支の推移
(出典：IMF World Economic Database)

また、失業率が2002年以降10%近い水準で推移し、非常に高いこともトルコ経済の課題である。経済が順調に成長し、産業も発達しているのに、失業率が高い理由は、労働人口の増加である。毎年80~100万人の労働者が新規に参入してくるため、経済成長による雇用機会の創出が追い付かなくなっている。但し、トルコ社会は大家族で構成され、失業者を扶養できる家庭環境であることにより、社会不安の懸念は低いといえる。

(5) 開発計画

トルコでは、経済開発計画を策定する国家計画庁により、1963年以降、5カ年計画を策定して、計画に基づいて公共投資がなされてきた。さらに、長期の開発計画である長期戦略（2001年～2023年）を策定している。これら開発計画の骨子は経済成長を通じた貧困削減と、西部と東部の地域格差の是正であり、EU加盟へ向けた基本政策が開発戦略の根幹にある。

1996年に実施された第7次5カ年計画（1996年～2000年）は、経済、政治、文化におけるグローバリゼーションの状況を踏まえて策定され、特に人的資源開発における教育が最も重要な分野として位置付けられた。

2001年12月に実施された第8次5カ年計画（2001年～2005年）は、前述の長期戦略の第一期間と捉えられ、EU加盟のための課題克服を目標に策定された。しかし、2000年6月に国会において計画が承認された直後に、2度の金融危機を経験するに至り、経済情勢が激変したことで計画の取扱いも変化した。計画実施後の2002年11月の総選挙の結果、AKPによる政権交代が行われ、EU加盟に向けた国内改革、IMF主導による経済改革プログラムが、第8次5カ年計画よりも優先して用いられることとなった。

2006年6月に承認された現行の第9次開発計画（2007年～2013年）では、「トルコは、持続的発展、公平な資源の分配を図りながら、世界的な競争力を備え、かつEU基準に準拠した情報社会国家を目指す」というビジョンの下、次の5つの経済・社会開発戦略目標を設定している。

- ① 競争力の向上
- ② 雇用の増加
- ③ 人間開発と社会連帯の強化
- ④ 地域開発の確保
- ⑤ 公共サービスの質と効果の向上

なお、第9次開発計画は、1960年以来実施されてきた5カ年計画を、EUの中期予算に合わせ7カ年計画に移行し、EU基準との整合を優先課題として策定されている。

長期戦略（2001年～2023年）で掲げられている戦略目標は次の4つである。

- ① より競争力のある生産体制
- ② 収益の増加と公平な分配
- ③ 情報社会への移行の確定
- ④ 人権・法律の尊重、参加型民主主義、持続的な憲法及び宗教の自由化

(6) 電力、エネルギー事情

トルコでは1970年～2010年の40年間にGDPの年平均成長率が4.2%であったのに対し、電気需要量は年平均8.4%のペースで伸長してきた。2000年～2009年の10年間だけでも電気需要量は155.3%もの伸びを見せており、エネルギー天然資源省（Ministry of Energy and Natural Resources）によると、今後10年間で電気需要量がさらに2倍になると見込まれている。

また、需要量の増加に伴って発電所の建設も進められ、2010年にはトルコ国内合計で49,523MWの総発電能力を保有している。発電量も、2001年の約125TWhから2010年の約210TWhと、10年間で171%にまで増加してきた。

トルコ国内の一次エネルギー供給構成は、ガス、石炭、石油で90%近くを占めており、発電に限ると、設備容量において、ガス、石炭の火力発電で60%を占め、水力発電も30%以上を賄っているが、今後10年における総需要量の増加を見込むと、更なる発電所の建設が求められている。現在、トルコ北西部 Akkuyu (アックユ) において国内初の原子力発電所を建設中であり、国内2基目の原子力発電所を、カナダ、中国、韓国と争って、日仏企業連合が応札しているところである。

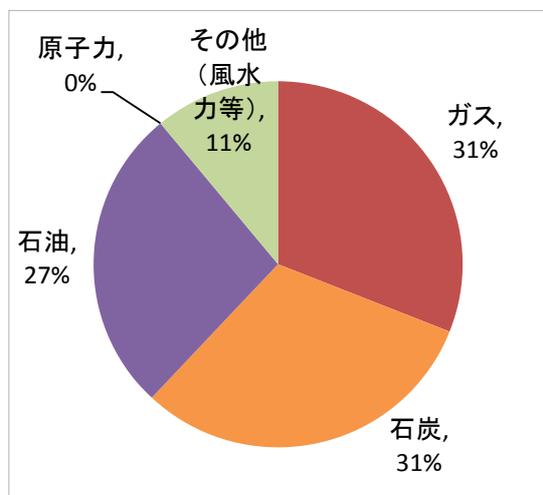


図 1-2-6 トルコの一次エネルギー供給構成 (2009年)
(出典: IEA Energy Balances of OECD Countries 2010)

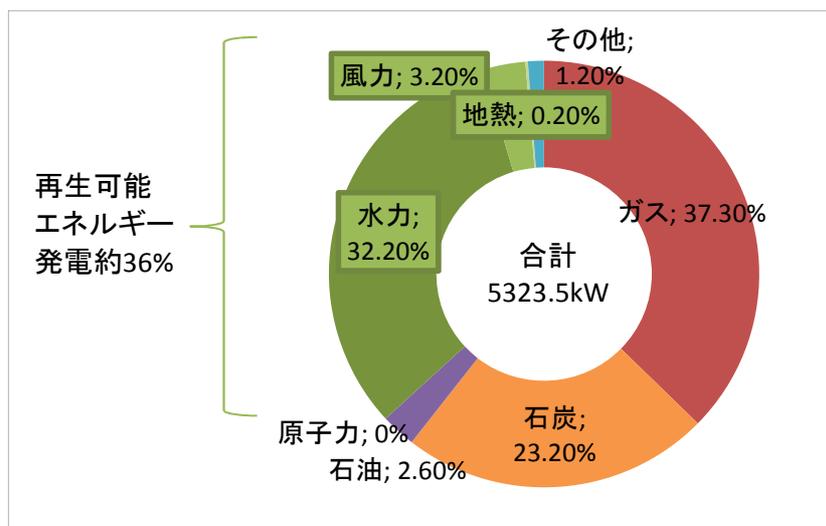


図 1-2-7 トルコ国内の発電設備容量 (2011年末時点)
(出典: トルコエネルギー市場規制局 (EMRA))

このように、トルコでは電気需要量が年々大幅に増加しているが、大部分を化石燃料に頼っており、次に示すようにその多くを輸入に依存している状況である。

- 石油 : 輸入比率約 92.5% (主な輸入元: イラン、イラク、ロシア)
- 天然ガス : 輸入比率約 98.1% (主な輸入元: ロシア、イラン)
- 石炭 : 輸入比率約 27.5% (主な輸入元: ロシア、オーストラリア、アメリカ)
 ※褐炭はトルコ国内での産出量が多く、政府は今後褐炭による火力発電比率を上げていく方針。

トルコ国内では、燃料価格の上昇や輸入比率が高いことにより、化石燃料由来の発電に対する批判が上がってきている。発電量の 30% 近くを占める水力がその代替エネルギーの役割を果たしているが、風力・太陽光ほどではないものの、気象条件に左右される要素があり、新たなベースロード電源の確保が求められている。新設されている原子力発電がこの役割を果たすものであるが、賛否両論があり、気象に左右されず、かつ再生可能エネルギーに位置づけられる廃棄物発電に対する注目が高まっている。

このような状況下、エネルギー天然資源省は、電力需要が現在の約 2 倍となる 2023 年においても再生可能エネルギーによる発電量を国内総発電量の 30% とする目標を掲げた。

再生可能エネルギー発電の目標達成のために、2011 年 1 月 8 日に改正再生可能エネルギー法 (官報 6094 号) (Amendment to Renewable Law (No:6094)) が発効した。これは従来の再生可能エネルギー法にて示されていた、2015 年 12 月 31 日までに操業を始めたプラントからの再生可能エネルギー由来電力の買取価格を、明確にエネルギー源毎に定めたものである。買取期間は 10 年間で、各エネルギー源の買取価格は次の通りである。

- 水力、風力 : 7.3 US-Cents/kWh
- 地熱 : 10.5 US-Cents/kWh
- 太陽光、バイオマス : 13.3 US-Cents/kWh (廃棄物発電もバイオマス発電を含む)

また、施設建設に地元調達を活用した場合には、各設備につき 0.4~2.0 US-Cents/kWh が買取額に上乘せされ、地元企業の育成に対するインセンティブも付与される仕組みとなっている。

表 1-2-2 バイオマス発電プラントに係る地元調達による発電買取の上乗せ額

	Domestic Manufacture	Additional US-Cents/kWh
1	Fluidized bed steam boiler	0.8
2	Liquid or gas-fired steam boiler	0.4
3	Gasification and gas cleaning boiler	0.6
4	Steam and gas turbine	2.0
5	Internal combustion engine or stirling engine	0.9
6	Generator and power electronics	0.5
7	Cogeneration system	0.4

しかし、トルコでは2009年時点において、産業向け電気料金が13.8 US-Cents/kWh、家庭向け電気料金が16.9 US-Cents/kWhであり、上記固定価格買取制度を活用しなくても、電力市場にて同等程度の金額による取引がなされているため、現状では、事業者が再生可能エネルギー法の導入によるメリットをあまり享受できていない。

(7) 温室効果ガス削減の取組み

トルコは2009年まで京都議定書を批准しておらず、二酸化炭素の排出削減目標もなかったため、人口増による二酸化炭素排出量のみならず、人口1人当たりの二酸化炭素排出量も増加傾向にある。

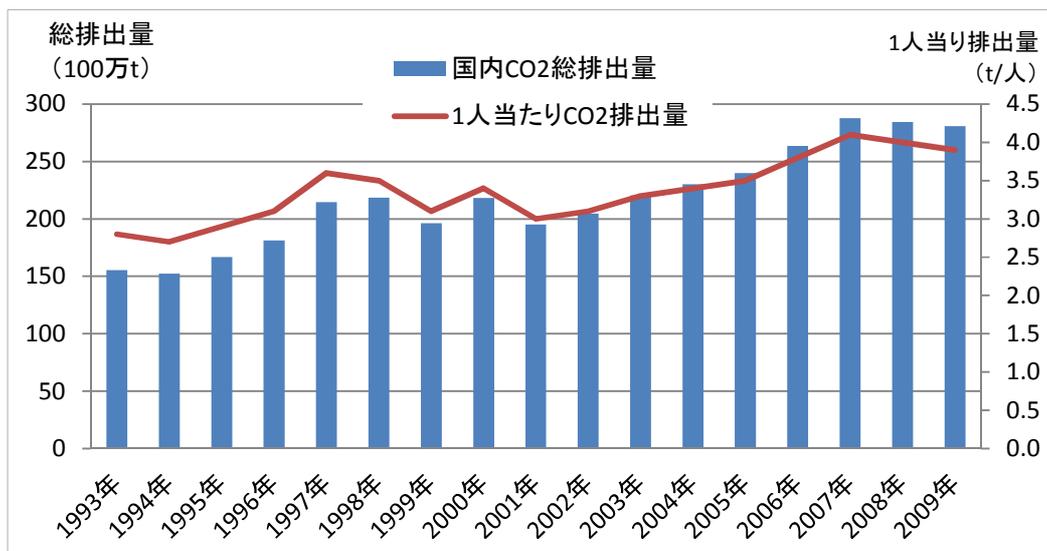


図 1-2-8 トルコ国内二酸化炭素排出量の推移
(出典：世界銀行 World Development Indicators)

二酸化炭素を含む温暖化ガスの具体的な削減目標は定められていないが、2012年4月に企業等の温室効果ガス排出元に対する測定と報告の規定を発効するなど、EU基準に合わせて、今後温室効果ガス削減に向けた動きも増加していくものと考えられる。

1.2.2. トルコの廃棄物政策

トルコ国内の廃棄物処理・リサイクル政策は、基本的にEUにおける規制に準じた形で国内法・条例が制定されている。

1983年に環境法 (Environmental Law No:2872) が制定された。環境法では、環境保護のルールと原理を定める理念のもと、規制監督省庁の規定、環境改善に向けた取組みと汚染者負担原則の規定が定められている。環境法は、より要求を厳しくする形で2006年に改正されている。環境法を上位法とする形を取って、個別の処理対象物や処理方法についての規則が定められ、環境保護活動に関する規制監督省庁の設置・再編や、業務と責任の分担がなされた。

1991年に、それまで環境政策の立案、関連組織の調整等を担当していたPrime Ministry Under Secretariatの機能を引き継ぐ形で、環境省 (Ministry of Environment) が設立さ

れた。環境省はその後合併・再編を行い、現在は、2011年7月に設立された環境都市計画省（Ministry of the Environment and Urban planning）とその下部組織である環境管理総局（General Directorate of Environmental Management）が環境関連の担当省庁として活動している。

1991年に固形廃棄物管理規則（Regulation Waste Control No:20814）が制定され、都市ごみは規制下で管理されるべきとされ、以下の主要原則が謳われた。

- 環境破壊の原因とならないような廃棄物埋立処分
- 廃棄物の再生
- 廃棄物の最小化

さらに、2000年代に入り、廃棄物毎に管理規則が制定され、個別の処理方法が規定された。対象物は、掘り起し土壌・建設・解体廃棄物（2004年）、海洋廃棄物（2004年）、廃バッテリー・電池（2004年）、廃油（2004年）、容器包装廃棄物（2004年）、廃棄野菜由来の廃油（2005年）、医療廃棄物（2005年）、有害廃棄物（2005年）、廃タイヤ（2006年）である。

また、処理方法に係る規則として、埋立処分に係る規則及び焼却処理に係る規則が各々2010年に制定された。以下に、廃棄物及び環境に係る主な法体系を示す。

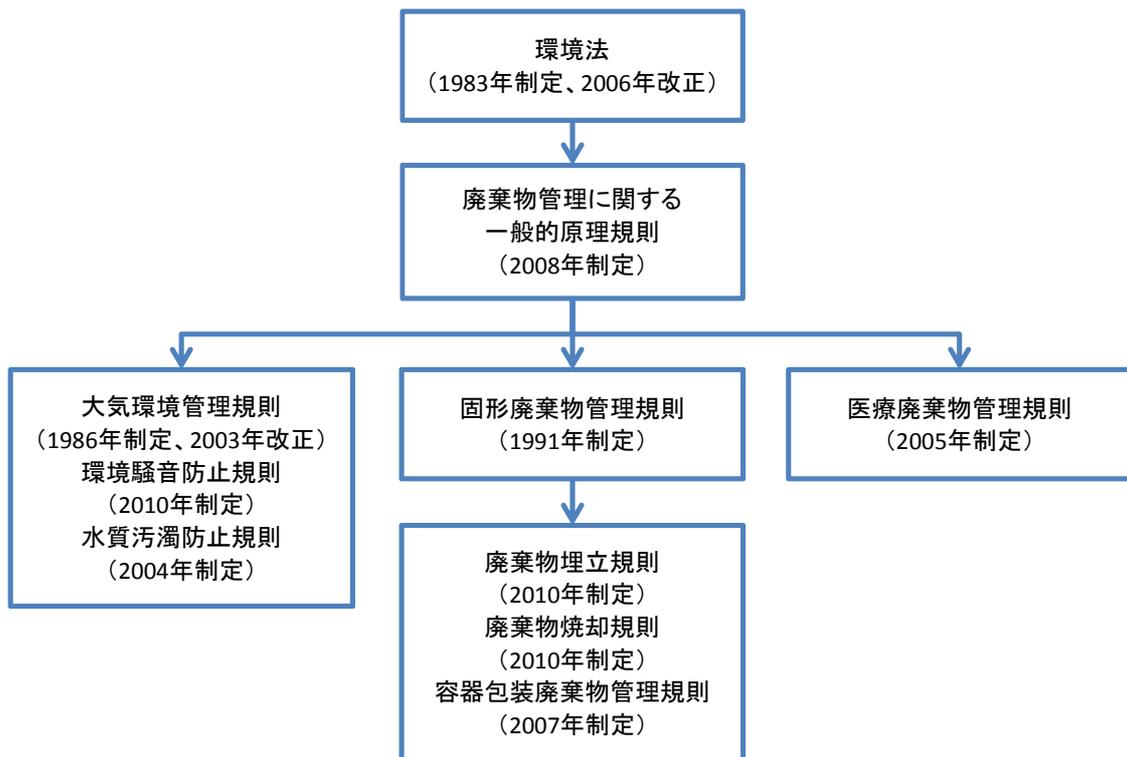


図 1-2-9 トルコ環境関連法体系

(出典：WASTE MANAGEMENT and ENVIRONMENTAL PROTECTION ACTIVITIES IN ISTANBUL

Dr. Cevat YAMAN, Head of Env. Protection and Development Department

Istanbul Metropolitan Municipality, 2011年2月)

大気汚染については、1986年11月に施行された大気環境管理規則（Air Quality (or Pollution) Control Regulation）が2003年4月に改正され、長期的基準（LTS）及び短期的基準（STS）が定められており、それぞれの汚染物質毎に年間平均値、1日平均値をもとに基準値が設けられている。

表 1-2-3 トルコの大気環境基準

（出典：平成18年度 経済産業省委託事業

環境問題に関するOECD加盟国などの貿易保険制度調査報告書）

汚染物質	長期的基準 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	短期的基準 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
二酸化硫黄（三酸化硫黄を含む）		
a) 一般	150	400 (900)
b) 工業地域	250	400 (900)
一酸化炭素	10,000	30,000
二酸化窒素	100	300
窒素酸化物	200	600
塩素	100	300
塩化水素及び無機態塩化水素ガス	100	300
フッ化水素及び無機態フッ化水素	—	10 (30)
光化学オキシダント（オゾン）	—	(240)
炭化水素	—	140 (280)
硫化水素	—	40 (100)
PM10		
a) 一般	150	300
b) 工業地域	200	400 (900)
PM中の鉛及びその化合物	2	—
PM中のカドミウム及びその化合物	0.04	—
粉じん		
a) 一般	350	650
b) 工業地域	450	800
粉じん中の鉛及びその化合物	500	—
粉じん中のカドミウム及びその化合物	8	—
粉じん中のタリウム及びその化合物	10	—

1.2.3. トルコの廃棄物処理状況と課題

トルコ国内では2010年時点において25,277千t/年の都市ごみが回収されている。一方、産業系ごみ（Waste in organized industrial zones）は313千t/年が回収されている。本事業では都市ごみを対象としているため、以降都市ごみについて述べるものとする。

トルコ国内で回収された都市ごみは1994年～2010年の間に、17,757千t/年から25,277千t/年と142%増加している。この間人口の増加率が117%であり、人口増加以上に都市ごみ回収量が増加している。これは、人口増加率を上回るペースでの経済成長に伴うものと考えられる。人口1人当たりの回収されたごみ量は1994年の1.10kg/人・日から、1998年には1.51kg/人・日まで増加したが、環境関連法の整備等にもなう環境意識の高まりにより、2010年には再び、1.14kg/人・日まで低下してきている。一方、トルコ国民のうち、自治体によるごみ収集サービスを楽しんでいる人口の比率は、1994年の71%から、2010年には83%にまで増加（117%）しており、都市ごみ回収量の増加には、人口増と行政サービスの充実が要因として挙げられる。

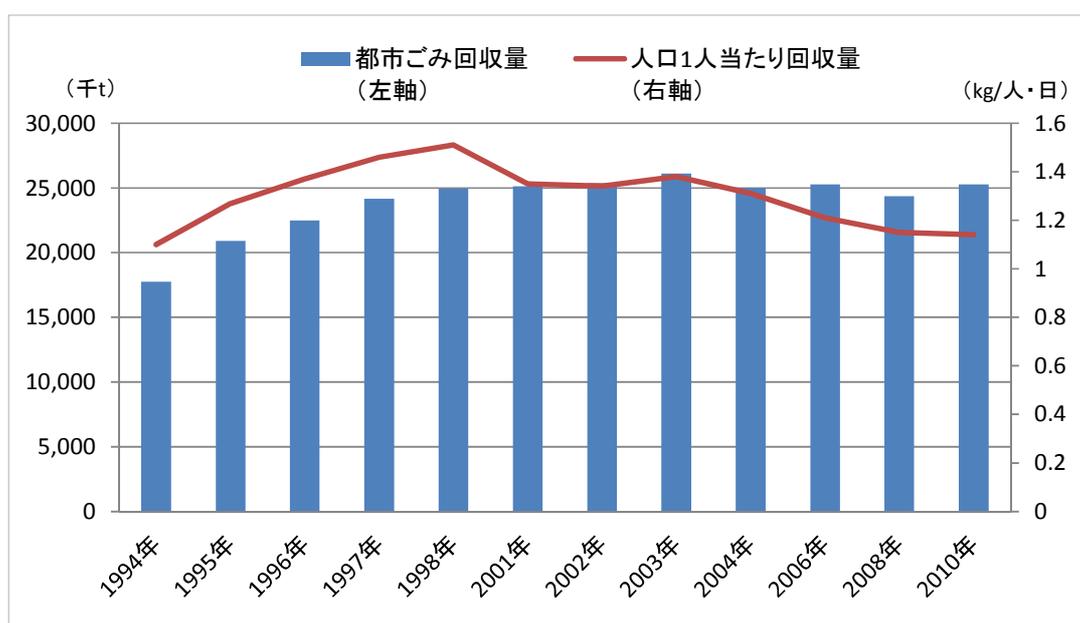


図 1-2-10 トルコ国内回収都市ごみ量と1人当たり回収量の推移

(出典：Turkstat Municipal Waste Indicators)

※1999年、2000年、2005年、2007年、2009年はデータ存在せず)

都市ごみの管理方法の主流は、国内に52ヶ所ある管理型埋立処分場への直接埋立（54.4%）及び開放投棄（オープンダンピング：41.9%）である。1993年には開放投棄が80%以上を占めていたが、浸出水の問題等により管理型処分場が増加してきており、現在では、管理型埋立処分場への直接埋立の比率が最も高くなっている。

焼却施設は国内に2ヶ所あるが、医療廃棄物及び有害廃棄物等の産業廃棄物用であり、都市ごみ向けの焼却施設は現存しない。現在イスタンブールにて国内初の都市ごみ向け焼却炉（規模3,000t/日）の入札が行われている。

コンポスト処理場は国内に5ヶ所（合計処理能力556千t/年）あるが、コンポスト製造コストが高いことや、品質面での問題などにより、コンポストが市場に流通しておらず、コンポスト処理場の導入が広がっていない。

膨大な埋立処分比率により、埋立処分場の残余年数は都市部を中心に逼迫してきており、

問題視されている。近年では、埋立処分量低減の観点から、都市ごみ焼却等の中間処理への期待も高まっており、今後15年で30施設の計画があるとの声も聞かれる。

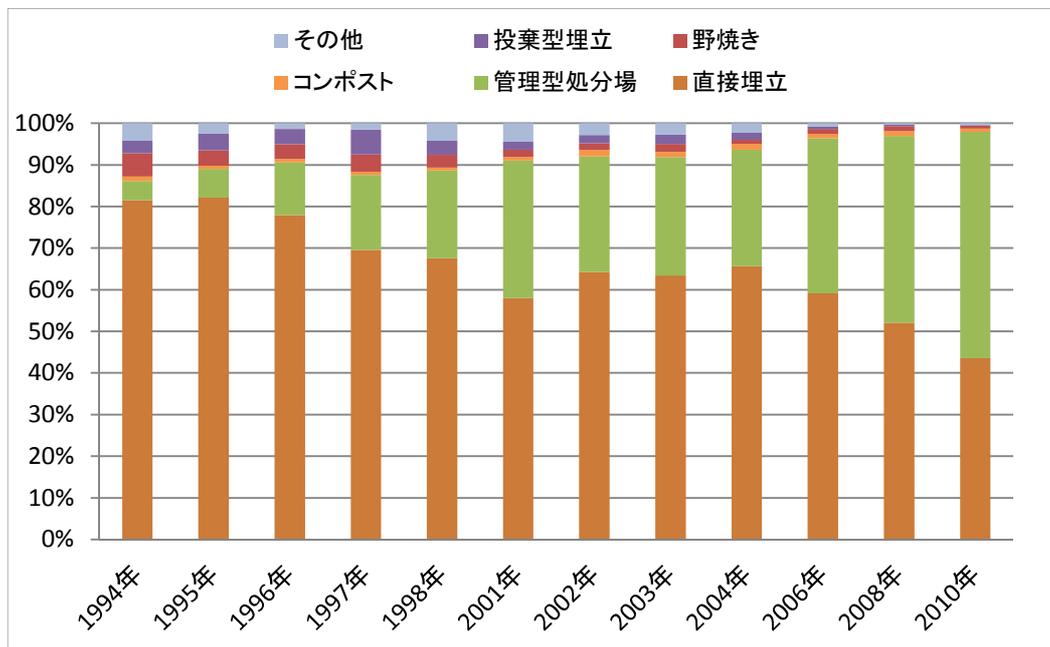


図 1-2-11 トルコにおける都市ごみ管理方法の比率

(出典：Turkstat Municipal Waste Indicators)

※1999年、2000年、2005年、2007年、2009年はデータ存在せず)

1.3. マルマラ海沿岸都市圏の基本情報、廃棄物処理状況と課題

1.3.1. マルマラ海沿岸都市圏の基本情報

マルマラ地方はトルコ北西部の地域で、面積は約 67,000km² とトルコ国内 7 地方の中で最も面積の小さい地方であるが、イスタンブール、ブルサ、コジャエリという商工業の栄えている県を含んでおり、人口は 7 地方中最大である。



図 1-3-1 マルマラ地方位置図（赤く塗られた地域）

マルマラ地方には 11 の県があり、各県の概要は次の通り。

表 1-3-1 マルマラ地方の県（人口は 2011 年国勢調査結果より）

名称	県内人口	県都	県都人口
Balikesir	1,152,323	Balikesir	338,936
Bilecik	225,381	Bilecik	66,887
Bursa	2,605,495	Bursa	1,704,441
Canakkale	490,397	Canakkale	143,041
Edirne	390,428	Edirne	162,161
Istanbul	13,255,685	Istanbul	13,255,685
Kirklareli	332,791	Kirklareli	88,956
Kocaeli	1,560,138	Izmit	327,435
Sakarya	872,872	Adapazari	239,284
Tekirdag	798,109	Tekirdag	176,848
Yalova	203,741	Yalova	121,479

1.3.2. マルマラ海沿岸都市圏の廃棄物処理状況と課題

マルマラ海沿岸都市圏においては、県毎に自県で発生した廃棄物の管理責任を負っている。マルマラ地方の 11 県のうち 5 県が都 (Metropolitan) に指定されているように、商工業の栄えている県が多く、人口と経済の急成長に伴い増加する廃棄物処理の問題を抱える県が増加してきている。

以下にマルマラ地方最大都市であるイスタンブールを例にして、廃棄物管理状況の概略を述べる。

イスタンブールでは、1995年から2010年までの15年間に、廃棄物発生量が3,000t/日から15,700t/日程度（年間5,731,000t）と、5倍以上に膨れ上がっている。この間の人口増加率が約137%であり、驚異的な速度で廃棄物発生量が増加しているといえる。

1995年以前にもイスタンブールでは都市の急速な成長とともに、移民などの人口流入と廃棄物の増加による問題を抱えていたものの、法制度が不十分であり、サービスやインフラも最小限のものしかなく、廃棄物処分は海や埋立地に投棄される形となっていた。

そこで、都市法（官報1580号）と大都市法（官報5216号及び3030号）を定め、法に基づいて廃棄物が管理されることになった。

さらに、1994年にイスタンブール市の固形廃棄物管理協会である、イスタンブール環境保護・廃棄物処理企業（ISTAC（イスタッチ））が創設され、廃棄物管理の監督・責任者が明確になったことで、市内で発生する廃棄物を体系立てて管理していくことが可能になった。

イスタンブールでは、市内各区が廃棄物回収と分別収集（1.2.2.項に示した分類における分別収集）を行い、ISTACが管理する輸送ステーションまでの搬送を行う。輸送ステーションから廃棄物毎に定められた管理・処分を行うのがISTACの業務となる。

イスタンブールにおける廃棄物の組成は、50%以上が厨芥ごみなどの有機廃棄物が占め、残る30%近くを紙類や布類が占めている。焼却等のエネルギー回収施設がトルコ国内に存在していないため、低位発熱量や三成分といった組成分析はなされていないが、発熱量は日本の廃棄物と比べると非常に低くなるものと考えられる。

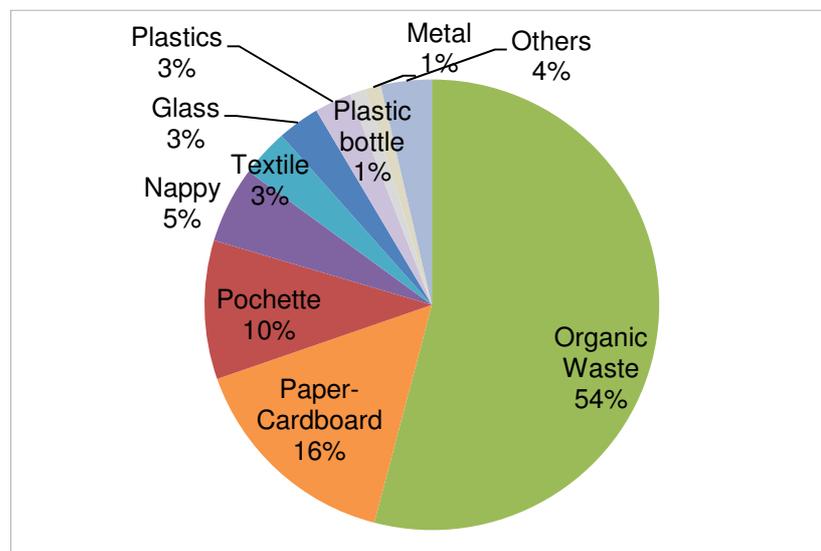


図 1-3-2 イスタンブール市の廃棄物組成

（出典：WASTE MANAGEMENT and ENVIRONMENTAL PROTECTION ACTIVITIES IN ISTANBUL

Dr. Cevat YAMAN, Head of Env. Protection and Development Department

Istanbul Metropolitan Municipality, 2011年2月)

中継施設はイスタンブール市のヨーロッパ側に4ヶ所、アジア側に3ヶ所の合計7ヶ所ある。ヨーロッパ側には、リサイクル、コンポスト、RDF製造施設があり、合計約1,000t/日の処理能力があるが、残る14,000t/日以上 of 廃棄物は、ヨーロッパ側、アジア側それぞれ1施設ずつある管理型埋立処分場に直接搬送され処分されている。

アジア側の埋立処分場は、近々満杯になる見込みであり、次期埋立処分場の建設の必要性があるものの、急速な都市化により具体的な候補地が決定できていない模様である。このことにより、廃棄物の最小化、再生・リサイクル、熱エネルギー利用、埋立処分という廃棄物ヒエラルキーを重要視した計画・活動が浮上してきている。現在、イスタンブール市で3,000t/日規模の熱回収施設の入札が行われているのも、この活動の一環である。

第2章 マルマラ海沿岸都市における現状調査

2.1. 調査目的と課題

第1章で述べたように、トルコ国内では、急速な経済発展に反して廃棄物の適正処理が追いつかず、環境汚染や埋立処分場の逼迫等が懸念される状況にある。

一方、我が国は、これまで廃棄物処理、リサイクルに係る時代の要請に応じて静脈産業、技術を向上させてきており、その結果として我が国の静脈産業は環境保全及び循環資源において先進的な技術を有している。

こうした先進的な我が国静脈産業を、特に廃棄物の急増が予測される地域を中心に展開し、トルコ国内から世界規模で環境負荷の低減を図り、新たな雇用の創出等も含めた包括的な地域貢献を実現するとともに、我が国経済の活性化につなげる必要がある。

本事業では、トルコ・マルマラ海沿岸都市において、今後の人口増加及び廃棄物処理制度の不足による、現在から将来にかけての廃棄物処理の課題を解決すべく、現地にて廃棄物処理事業を行い、地域の3Rに貢献することを目的とする。

現地での廃棄物処理事業の実現可能性を検討・向上すべく、平成24年度から25年度の2ヶ年事業として実現可能性調査及び関係者合同ワークショップ等を行うものとする。

本調査の遂行にあたり、平成24年度は、基礎的な調査・交渉などを行い、平成25年度の調査報告書取りまとめと、以降の事業実施に向けた土台作りを行うものとして、各年度毎に遂行する業務を次の通り計画した。

表 2-1-1 平成24・25年度業務実施計画（平成24年4月計画時）

平成24年度業務	平成25年度業務
① 適地選定・立地に関する課題の対策検討	① 事業フォーメーションの形成可能性検討、 コンソーシアム組成
② 廃棄物処理の現状把握 ・現状のごみ排出・処理状況調査 （排出量、搬出先、処理方法等） ・廃棄物の組成・性状調査 （種類別組成、三成分、発熱量、 単位体積重量、可燃物の元素組成）	② 導入技術評価 ③ 事業性（採算性）評価 ④ 環境負荷低減効果調査 ⑤ 社会的受容性の評価、課題の抽出、 具体的対策の設定
③ トルコ国内エンジニアリング会社（パートナー） 候補の調査・交渉	⑥ 関係者合同ワークショップ ⑦ 平成24年度からの調査結果を取りまとめた 最終報告書の作成
④ 事業化に最適な技術の調査・検討	
⑤ 廃棄物処理事業の概略検討、金額概算等	
⑥ 関係者合同ワークショップ	
⑦ 上記結果を取りまとめた報告書の作成	

2.2. 調査実施内容

平成 24 年度調査として、日本国内にて、政府・自治体・地元企業等のホームページや文献等の調査、有識者への面談ヒアリング、在日トルコ関係機関や政府系金融機関などへの相談を通して、調査と事業可能性の検討を行ってきた。

平成 24 年度以前にも現地企業等とコンタクトを取って事前調査を行ってきたが、更に、平成 24 年度は以下のスケジュールにて、トルコ国内自治体や企業等との面談・調査により、調査内容の精度と実現可能性の向上を図る活動を行った。

表 2-2-1 調査内容実績

	実施期間	実施内容
1	5月14日(月)～17日(木)	①現地自治体(IZAYDAS)訪問面談 ・IZAYDASの業務内容ヒアリング ・FS調査協力依頼 ②トルコ国内エンジニアリング企業調査 ・トルコ国内マーケット状況に関するヒアリング ・本事業への協力意思の確認、企業能力調査 等
2	6月5日(火)～8(金)	①IZAYDAS訪問面談 ・本事業の概要説明によるFS調査協力再依頼 ②トルコ国内エンジニアリング企業等の調査・面談 ・新規企業との面談による、協力ターゲット企業の模索 ・既面談企業との再面談による追加調査と協力意思の再確認 ③REW Istanbul (環境関連展示会) での現地エンジニアリング企業等調査 ・トルコ国内マーケット状況に関するヒアリング ・新規企業との面談による、協力ターゲット企業の模索
3	7月4日(水)～12日(木)	①IZAYDAS訪問面談 ・FS調査協力の業務内容打合せ、協力同意取り付け ②トルコ国内エンジニアリング企業等の調査・面談 ・新規企業との面談による、協力ターゲット企業の模索 ・既面談企業との再面談による追加調査と協力意思の再確認 ③イラクにおける日・トルコビジネスパートナーシップ会合(7月4日～6日)での現地エンジニアリング企業等調査 ・トルコ国内マーケット状況に関するヒアリング ・新規企業との面談による、協力ターゲット企業の模索 ④環境都市計画省関係者との面談 ・国内法制度等のヒアリング ・当社技術の導入可能性についての見解ヒアリング
4	7月30日(月)～8月2日(金)	①IZAYDAS訪問面談・現地調査実施 ・廃棄物発生量、排出収集方法、処理処分方法に関するヒアリング ・廃棄物の組成・性状調査のためのサンプリング(夏季分) ・IZAYDASにて運営管理を行う、廃棄物処理施設の視察
5	10月3日(水)～13日(土)	①IZAYDAS訪問面談 ・廃棄物組成・性状調査結果報告 ・実現可能性調査に必要なデータ等に関するヒアリング ・ワークショップ開催についての協力依頼 ・有害廃棄物処理施設の視察 ②トルコ国内エンジニアリング企業等の調査・面談 ・新規企業との面談による、協力ターゲット企業の模索 ・既面談企業との再面談による追加調査と協力意思の再確認

	実施期間	実施内容
6	12月2日(日)～8日(土)	①現地ワークショップ ・コジャエリ県担当者、IZAYDAS担当者、JICA Turkey、国内有識者等を招き、IZAYDAS事務所にてワークショップを開催 ②トルコ国内エンジニアリング企業等の調査・面談 ・見積要領の確認と協力意思の確認 ③イスタンブール市関係者との面談 ・イスタンブールの廃棄物管理状況等に関するヒアリング
7	1月15日(火)～17日(木)	①IZAYDAS訪問面談 ・ワークショップ結果を受けての所感等のヒアリング ・日本に招聘しての研修に関する説明と参加意向確認 ②トルコ国内エンジニアリング企業等の調査・面談 ・見積要領の確認と協力意思の確認
8	1月24日(木)～25日(金)	①REC面談 ・トルコ国内廃棄物処理状況の情報交換 等
9	2月4日(月)～8日(金)	①日本のごみ処理制度研修、処理施設視察 ・IZAYDAS職員2名を日本に招聘し、日本の廃棄物処理制度、技術に関する研修、日本の都市ごみ処理施設の視察を実施 (日本環境衛生センター協力)
10	2月11日(月)～16日(土)	①IZAYDAS訪問面談・現地調査実施 ・廃棄物の組成・性状調査のためのサンプリング(冬季分) ②トルコ国内エンジニアリング企業等の調査・面談 ・見積要領の確認

2.3. 対象地域の選定並びに廃棄物処理状況

2.3.1. 適地選定

(1) 調査対象地域の選定

マルマラ地方の11県のうち、調査対象地域として1県を抽出するにあたり、自治体の基本情報からの本事業への適性判断、自治体の廃棄物政策・廃棄物管理状況からの本事業への適性判断の2段階の評価を行った。

① 自治体の基本情報からの適性判断

自治体の基本情報において、次の2点より候補自治体の選別を行った。

- a) 都 (Metropolitan) である。
⇒トルコを代表する自治体であり、トルコとしては先進的な廃棄物管理方法である、都市ごみの熱回収処理に対する協力を得やすい。
- b) 人口密度が高い。
⇒商工業が栄えており、廃棄物の増加と埋立処分場の逼迫（次期用地確保の困難）の問題を抱えている可能性がある。

その結果、マルマラ地方に5つある Metropolitan である、ブルサ、イスタンブール、コジャエリ、サカリヤ、テキルダールのうち、人口密度の高さにおいて上位3県のイスタンブール (2551.1 人/km²)、コジャエリ (430.3 人/km²)、ブルサ (235.9 人/km²) を候補県として選定した。

② 自治体の廃棄物政策・廃棄物管理状況からの適性判断

イスタンブール、コジャエリ、ブルサの3県における廃棄物政策・管理状況を調査し、以下の観点から評価を行った。

- a) 自治体傘下の廃棄物管理専門団体の存在有無
⇒専門団体があれば、調査協力等への意思決定の迅速性が高い。
- b) 埋立処分場1ヶ所当たりの域内面積
⇒域内面積が広い程、減容化による収集運搬コスト低減効果がある。
- c) 埋立処分場の残余年数
⇒残余年数が少ない程、減容化の必要性が高い。
- d) 産廃処理用等の焼却処理施設の有無
⇒都市ごみの熱回収処理への受容性が高い。
- e) 具体的な都市ごみ中間処理計画の有無
⇒既に自治体にて具体的な計画がある場合、変更には大きな労力がかかる。

その他評価項目として、企業（外資等）誘致政策の有無、人件費レベルといった経済状況や、宗教上の背景などの社会的状況が挙げられる。

トルコでは地域毎に企業誘致の際に税負担を軽くするなどのインセンティブ制度がある

が、本事業に関する項目においては、3地域ともインセンティブのレベルは変わらない。また、人件費はイスタンブールがやや高いという情報もあるが、本事業に関わるエンジニアの給与レベルはほぼ同等レベルと考えられる。その他社会的状況は各地域とも差異がない。そのため、上記5項目の評価にて最終候補となる1県を選定した。

評価結果は以下の通り。

表 2-3-1 調査候補地評価結果

	イスタンブール	コジャエリ	ブルサ
a) 自治体傘下の廃棄物管理団体	○ イスタンブールMetropolitanの傘下に、イスタンブール環境保護・廃棄物処理企業(ISTAC)がある。	○ コジャエリMetropolitanの傘下に、IZMIT廃棄物・残渣処理・焼却・リサイクル企業(IZAYDAS)がある。	× ブルサMetropolitanの一部局である、環境保護管理部(DEPC)が県内廃棄物管理担当をしている。
b) 埋立処分場1ヶ所当たり域内面積	△ 約2,600km ² /1ヶ所 (県内面積:約5,200km ² 埋立処分場:2ヶ所)	△ 約1,800km ² /1ヶ所 (県内面積:約3,600km ² 埋立処分場:2ヶ所)	○ 約11,000km ² /1ヶ所 (県内面積:約11,000km ² 埋立処分場:1ヶ所)
c) 埋立処分場残余年数	△ ヨーロッパ側の1施設(Odayeri地区)は既に満杯寸前。アジア側の1施設(Komurcuoda地区)は2030年頃まで埋立可能予定。	○ 2施設(Solaklar地区、Dilovasi地区)とも、既に地表面より上に積み上げている状況。Solaklar地区は、あと10年分程度は残余あり。Dilovasi地区はほぼ満杯。	× 2025年頃まで埋立可能見込み。
d) 焼却処理施設有無	× リサイクル・コンポスト・RDF製造施設があるのみで、焼却施設は保有していない。	○ IZADASにて35,000t/年の有害・医療廃棄物焼却炉を運転している。(発電設備あり)	× 医療廃棄物の無害化施設があるのみで焼却施設は保有していない。
e) 具体的な都市ごみ中間処理計画	× 15,000t/日発生する都市ごみのうち、3,000t/日を焼却処理する計画があり、既に入札手続き中である。	△ 600,000t/年(約1,800t/年)の都市ごみの中間処理施設をBOTで建設する計画が出されているものの、具体的な進捗は見られない。	○ 具体的な都市ごみ中間処理計画は存在しない。(但し、焼却そのものが計画にないと拒絶される可能性もある。)
総合評価	△ 都市ごみ焼却処理施設の需要が高いが、既に自治体にて策定した計画が動き出している。	○ 都市ごみ焼却処理施設の需要が高く、組織や計画策定状況から、当社提案を検討する素養が十分にある。	× 組織や、現在の廃棄物管理状況から考えると、都市ごみ焼却施設は現状から飛躍している可能性がある。

この結果、コジャエリ県を最終候補地域として選定し、事業実現可能性調査を行った。

(2) コジャエリ県の概要と廃棄物管理政策

コジャエリ県はイスタンブールの東側に位置し、人口約156万人、県は12の地区に区分されており、県都はIzmitである。マルマラ海に沿って港が多く、また、アジア側とヨーロッパ側を結ぶ幹線道路と、トルコ国内南側の都市へと向かう幹線道路の交差する地域であり、多くの工業団地が発達している。県内には7,000以上の民間企業があり、1,000を超える各業種の製造プラントが存在し、トルコ国内で製造される製品の70%がコジャエリ県内にて製造されている。



図 2-3-1 コジャエリ県位置図



図 2-3-2 コジャエリ県各地域図

コジャエリ県では、各家庭における分別と収集については各地区が所管している。各地区によって収集搬送されてきた都市ごみの管理責任を負っているのが、コジャエリ県100%出資の廃棄物処理会社である、IZAYDAS（イザイダシュ：Izmit Waste and Residue Treatment Incineration and Recycling Co. Inc.）である。IZAYDASは1996年に設立され、以降、コジャエリ県内の、中継施設、有害・医療廃棄物焼却施設、埋立処分場の運営管理業務等を行ってきた。本調査はIZAYDASの全面協力のもと執り行ったものである。

2.3.2. 廃棄物処理の現状把握

(1) IZAYDAS の概要

IZAYDAS (イザイダシュ: Izmit Waste and Residue Treatment Incineration and Recycling Co. Inc.) は1996年5月にコジャエリ県 (Metropolitan Municipality) の100%出資の公企業として設立された。IZAYDASの主たる業務は、Izmitに所在し、トルコで初の廃棄物処理プラントを含む、Izmit Integrated Environment Projectや、県内にある中継施設や埋立処分場の操業管理である。以下にIZAYDASの概要を示す。

表 2-3-2 IZAYDAS 概要

会社名	IZAYDAS (トルコ語: İZAYDAS) Izmit Waste and Residue Treatment, Incineration and Recycling Co. Inc.
設立	1996年5月
代表者	Muhamet SARAÇ(サラチ)氏 (General Manager)
従業員数	265名 (2011年末時点)
売上高	60,322千トルコリラ (約3,016百万円: 2011年)
利益	9,288千トルコリラ (約464百万円: 2011年)
主な業務	Izmit Intergrated Environment Projectの運転管理を含む、 <ul style="list-style-type: none"> ・県内4ヶ所の中継施設の管理 ・県内2ヶ所の最終処分場の管理 ・県内1ヶ所の有害・医療廃棄物焼却処理施設の管理 ・最終処分場からのメタンガス回収・発電設備の管理 ・船舶・海洋廃棄物(廃油・汚泥等)の回収・処理

IZAYDASでは、都市ごみ、産業廃棄物、医療廃棄物、船舶(海洋)廃棄物と多種の廃棄物を受け入れ、処理・処分を行っているが、以下のごみは受け入れていない。

- 爆発物
- 放射性廃棄物
- 食肉解体処理場からの廃棄物
- し尿・遺体
- バッテリー・蓄電池

有害・医療廃棄物処理プラントは、施設規模 35,000t/年(約100t/日)であり、処理対象廃棄物は、以下を含む多様な産業廃棄物である。

- 可燃性プラスチックごみ
 - 廃油
 - 医療・化粧品廃棄物
 - 石油化学産業廃棄物
 - PVC (ポリ塩化ビニール)
 - 染物廃棄物
 - のり・ボンド等の粘着性廃棄物
 - 汚泥
- 等

焼却施設には発電施設（5.2MW）が備わっており、2011年に11,700MWhを売却している。



図 2-3-3 IZAYDAS 外観写真

(出典：IZAYDAS 2011 Annual Report http://www.izaydas.com.tr/icerik_en.asp?id=101)



図 2-3-4 風力発電設備



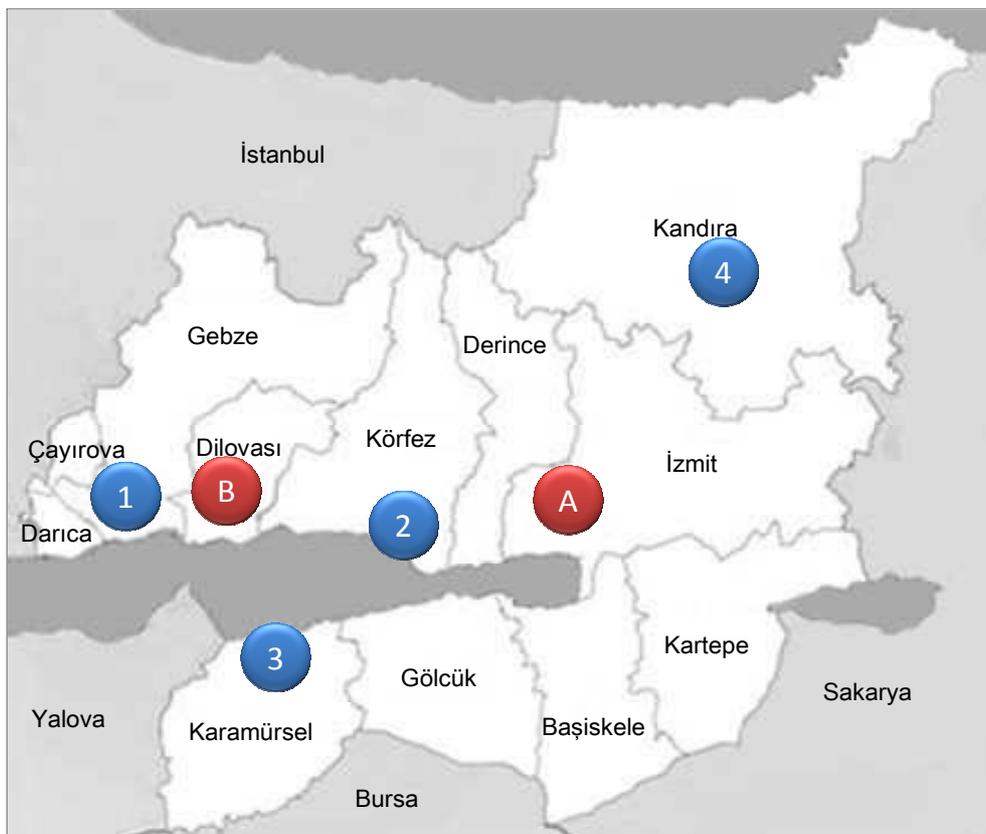
図 2-3-5 有害・医療廃棄物処理プラント

(2) 都市ごみ処理フロー

IZAYDAS は都市ごみの管理施設として、4ヶ所の中継施設と2ヶ所の埋立処分場を保有しており、地区毎に中継施設までの運搬または埋立処分場までの運搬が定められており、中継施設または埋立処分場までの収集・運搬はコジャエリ県内に12ある各地区の責任で行われている。収集は各家庭の戸別収集であり、収集頻度は地区によって異なる。

都市ごみの分別は殆ど行われていないが、容器包装廃棄物（紙、ボール紙、ガラス、金属、テトラパック）のみ個別に区別されて収集される。また、粗大ごみ、掘削廃棄物（掘削土壌等）、廃タイヤ、有害廃棄物は個別に収集され、IZAYDASにて個別の持込センター（受入センター）を設置している。

以下に、IZAYDASの中継施設と埋立処分場の位置、および容器包装廃棄物以外の都市ごみ（以下単に「都市ごみ」と記す）の収集・運搬ルートを示す。



A	Solaklar 埋立処分場 (IZAYDAS所在地)
B	Dilovası 埋立処分場
1	Gebze 中継施設
2	Körfez 中継施設
3	Karamürsel 中継施設
4	Kandıra 中継施設

図 2-3-6 IZAYDAS 所有の都市ごみ管理施設

県内 12 地区のうち、以下のように 7 地区はそれぞれ 4 ヶ所の中継施設を経由して、埋立処分場へ都市ごみを搬送している。Gebze 中継施設からは、多くが近隣の Dilovasi 埋立処分場に搬送されているが、一部のごみは Solaklar 埋立処分場に搬送されている。5 地区はそれぞれ埋立処分場に直接搬送している。

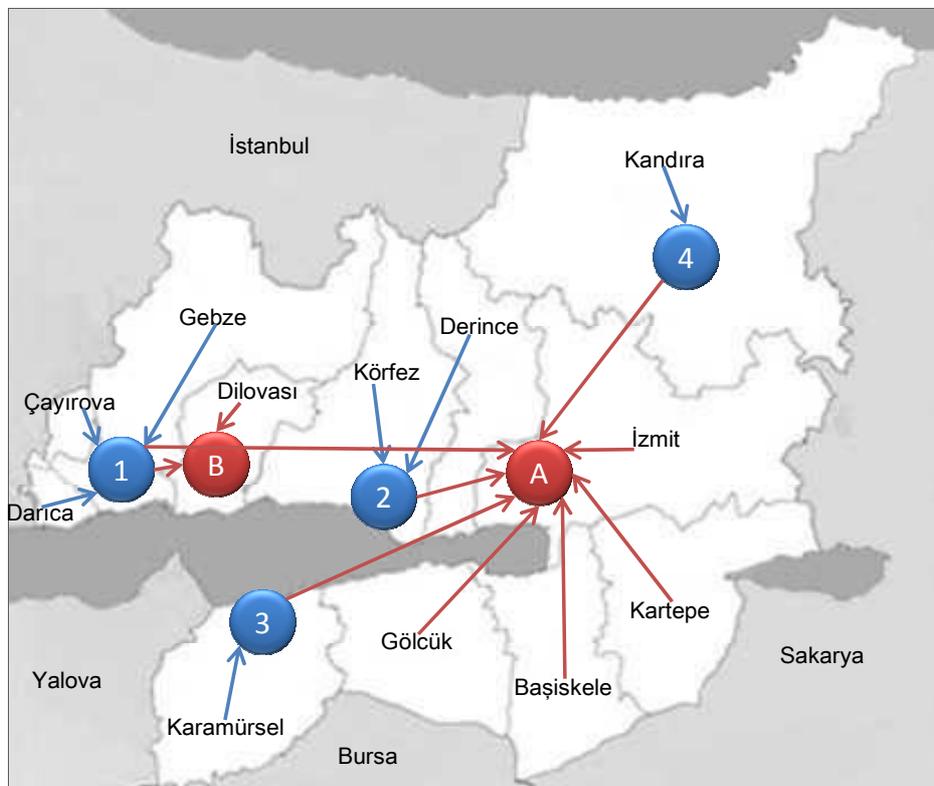
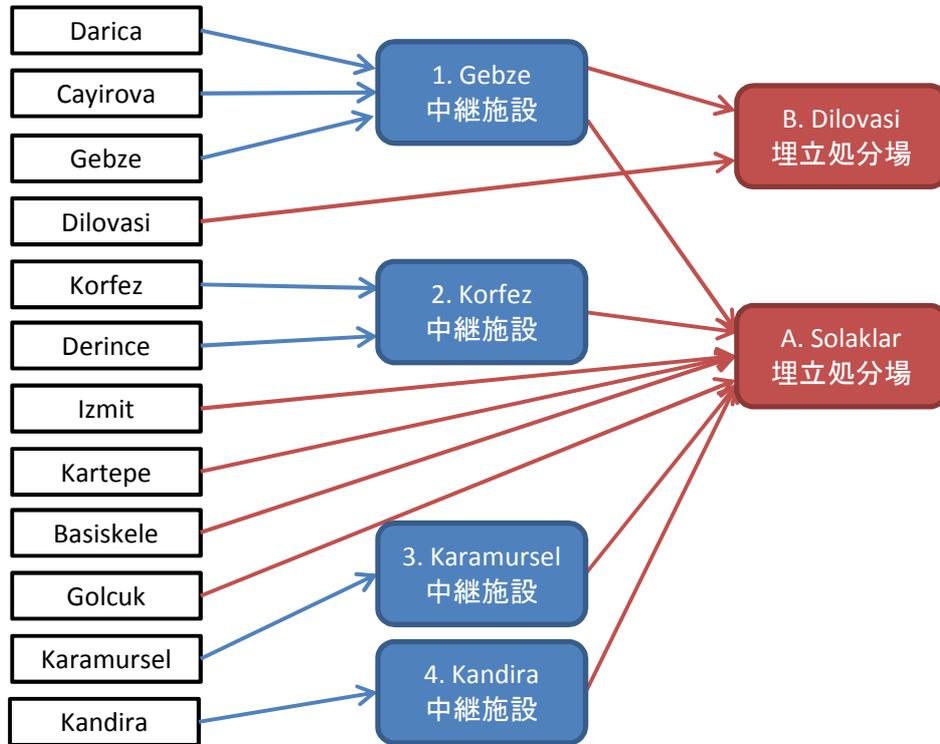


図 2-3-7 Kocaeli 各区の都市ごみ収集搬送経路

(3) 都市ごみ管理施設の概要

① Solaklar 埋立処分場

Izmit 地区の市街地から北東に 15km の場所に位置し、1997 年 9 月より埋立てが開始されている。Izmit、Kartepe、Basiskele、Golcuk 地区で回収された都市ごみは直接搬入され、Kolfez、Karamursel、Kandira の 3 中継施設経由にて、Kolfez、Derince、Karamursel、Kandira 地区で回収されたごみの全量も搬入されており、8 地区から発生した都市ごみの全量を受入れている。

環境都市計画省が所有する 800,000m² の土地のうち、363,007m² を埋立処分場として活用している。処分場は 7 つのロットで構成されており、うち 6 つのロット (合計 3,163,000m³) が都市ごみ向けで、1 つのロット (969,919m³) が有害廃棄物向けとなっている。建設当初は処分期間を 25 年～32 年と設定していたが、処分廃棄物が地表面を超えて高く積み上げられており、建設時点より大幅にごみ量が増えた現時点では、都市ごみ用の 1 ロットと有害廃棄物用の 1 ロットを残すのみとなっており、IZAYDAS の見込みでは、残余年数は約 5～10 年程度とされている。



図 2-3-8 Solaklar 埋立処分場 (建設時)

(出典 : IZAYDAS 2010 Presentation Booklet

http://www.izaydas.com.tr/icerik_en.asp?id=101)



図 2-3-9 Solaklar 埋立処分場

(現在、中心部が山になっている)



図 2-3-10 Solaklar 埋立処分場 (現在)



図 2-3-11 Solaklar 埋立処分場(都市ごみ用空ロット)

② Dilivasi 埋立処分場

Dilovasi 地区の市街地から北に 5km の場所に位置し、2007 年 8 月より埋立てが開始されている。Dilovasi、Gebze、Cayirova、Darica の 4 地区から発生した都市ごみを受入れており、32,000m² の敷地に 500,000m³ の処分容量を持つ処分場であるが、2011 年末時点で 600,000t を超す廃棄物が処分済みであり、ほぼ満杯である。



図 2-3-12 Dilovasi 埋立処分場（建設時）

(出典：IZAYDAS 2010 Presentation Booklet
http://www.izaydas.com.tr/icerik_en.asp?id=101)



図 2-3-13 Dilovasi 埋立処分場（計量機）



図 2-3-14 Dilovasi 埋立処分場（現在）



図 2-3-15 Dilovasi 埋立処分場（現在）

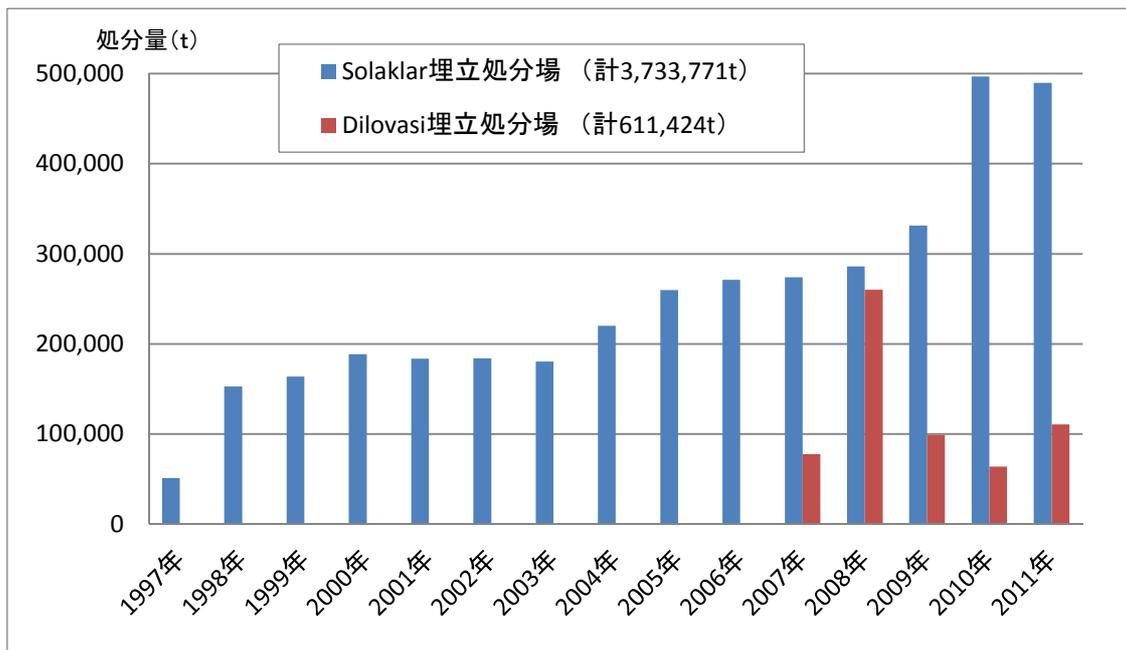


図 2-3-16 各処分場の年度毎の廃棄物処分量

Solaklar 埋立処分場、Dilovasi 埋立処分場の両方において、2012 年より 2027 年までの予定で処分済廃棄物からのメタンガス回収発電を行っている。Kocaeli 県には遊休地が殆どなく、次期処分場の確保が非常に困難な中、これにより処分場からの掘起し処理を行うこともできず、将来の埋立処分に問題を抱えている。

③ 都市ごみ中継施設

コジャエリ県内に 4ヶ所あり、各施設はコンパクターを備えている。各地区の戸別収集を行った小型の収集車から大型の収集車に積み替えられ、定められた埋立処分場に搬送することで、県内全体の搬送の効率化とコストダウンに寄与している。各施設の施設規模と埋立処分場までの距離は以下の通り。

Gebze、Korfez、Karamursel の 3 施設については見学を行った。

表 2-3-3 IZAYDAS の都市ごみ中継施設一覧

中継施設名	施設規模	埋立処分場までの距離
Gebze	500t/日	17km (Dilovasiまで)
Korfez	70t/日	35km (Solaklarまで)
Karamursel	7t/日	70km (Solaklarまで)
Kandira	60t/日	50km (Solaklarまで)



図 2-3-17 Gebze 中継施設



図 2-3-18 Gebze 中継施設 (計量機)



図 2-3-19 ごみ収集車
(ダンプング前にドレンを排出)



図 2-3-20 Gebze 中継施設



図 2-3-21 Gebze 中継施設 (選別設備)



図 2-3-22 Gebze 中継施設 (ペットボトルヤード)



図 2-3-23 Gebze 中継施設 (手選別コンベヤ)



図 2-3-24 Gebze 中継施設 (磁力選別機)



図 2-3-25 Gebze 中継施設 (コンパクター)



図 2-3-26 Gebze 中継施設 (選別物保管状況)



図 2-3-27 Korfez 中継施設



図 2-3-28 Korfez 中継施設 (計量機)



図 2-3-27 Korfez 中継施設 (ごみ投入ホッパ)

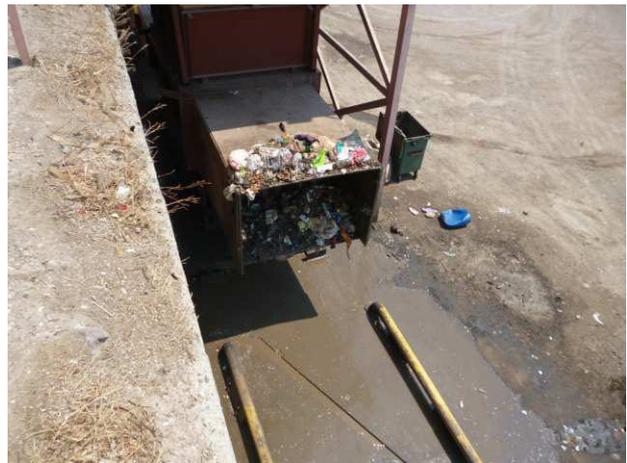


図 2-3-28 Korfez 中継施設 (コンパクター)



図 2-3-29 Karamursel 中継施設



図 2-3-30 Karamursel 中継施設 (管理部)



図 2-3-31 Karamursel 中継施設
(直接投入ホッパ)



図 2-3-32 Karamursel 中継施設
(直接投入ホッパ内部)



図 2-3-33 Karamursel 中継施設
(コンパクター)



図 2-3-34 Karamursel 中継施設
(コンパクター投入ホッパ内部)

(4) 都市ごみの発生量・処理量と将来予測

2011年にコジャエリ県内では517,019tの家庭ごみを収集・処理した(一部、コジャエリ県外に位置する村から発生した家庭ごみを含む)。Izmit地区、Gebze地区から回収される家庭ごみ量で全体の40%以上を占めている。

表 2-3-4 コジャエリ県内の家庭ごみ発生量(2011年)

地区名	都市ごみ 回収量 (t)	比率 (%)
Basiskele	22,261	4.3%
Derince	36,866	7.1%
Golcuk	44,049	8.5%
Izmit	112,586	21.8%
Kandira	10,458	2.0%
Karamursel	14,315	2.8%
Kartepe	29,580	5.7%
Korfez	35,870	6.9%
Cayirova	27,903	5.4%
Darica	46,229	8.9%
Dilovasi	12,530	2.4%
Gebze	104,140	20.1%
Kocaeli県外	20,233	3.9%
合計	517,019	100%

コジャエリ県では、将来の人口増加予測に基づいて、将来の都市ごみ発生量の予測を行っている。人口増加の予測は、国連(UNDP)、イスタンブール下水汚泥局(ISKI)、国家統計庁(DPT)等の組織が2000年頃に策定したマスタープランに記載された、2010年のコジャエリ県の人口見込みと、実際に2010年の国勢調査で把握された人口動態とを照らし合

わせ、最も 2000 年時点の予測が近かったデータに基づき、2010 年から 2030 年までの人口予測を採用している。2010 年時点において、最も正確な予測を立てていたのは、前述の統計の中で最も高い人口増加率の数値を提示していた、イスタンブール下水汚泥局（ISKI）であった。

表 2-3-5 ISKI によるコジャエリ県内の人口予測（2000 年策定）

年	人口		
	都市人口	農村人口	合計
2000年	717,129	488,956	1,206,085
2005年	831,779	511,093	1,342,872
2010年	946,266	524,855	1,471,121
2015年	1,052,632	527,974	1,580,606
2020年	1,148,951	522,086	1,671,037
2025年	1,233,611	508,777	1,742,388
2030年	1,306,665	490,080	1,796,745

ISKI の予測するコジャエリ県の将来人口の数値と、コジャエリ県内で発生し、IZAYDAS の 2 つの埋立処分場にて計量された、管轄する自治体からの回収廃棄物量とを複合的に計算し、以下の通り、2030 年までのごみ量の予測を立てている。この予測によると、現時点の約 600,000t/年の都市ごみ発生量が、2030 年にはほぼ 2 倍になるとされている。

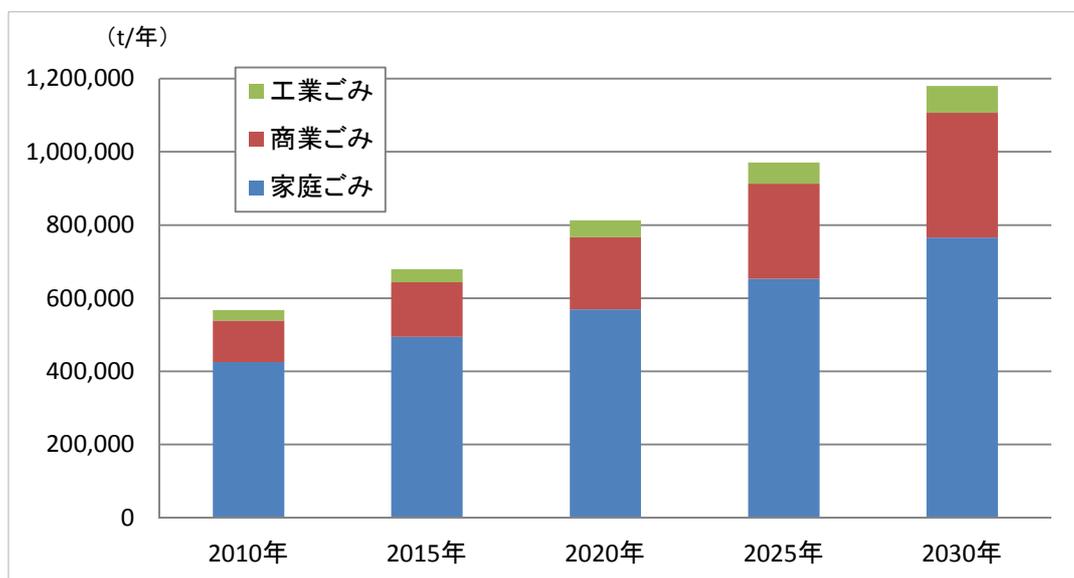


図 2-3-35 コジャエリ県内の都市ごみ発生量の予測

2.4. 廃棄物の組成・性状等調査

対象地域であるコジャエリ県における廃棄物の組成・性状等を把握し、中間処理施設の処理方式等の検討資料に資することを目的として、2012年8月及び2013年2月にIZAYDASの協力の元、コジャエリ県から排出される家庭ごみについて埋立処分場にてサンプリング作業を行い、ごみ質分析調査を実施した。

2.4.1. 調査項目等

(1) 種類別組成 (%)

可燃ごみについて、紙類、厨芥類、繊維類、木竹類、プラスチック類、ゴム・皮革類、その他の項目に分類を行った。

表 2-4-1 ごみの種類別組成

これにより、ごみの種類別排出状況が把握でき、中間処理方式の選定、最終処分場の検討をはじめ、資源化・再生利用計画等の資料として利用することができる。なお、ごみの種類別の組成比率表示には、湿りベースと乾きベースで表示する。

分類	可燃ごみ	不燃ごみ
ごみの種類別組成	紙類	ガラス類
	厨芥類	陶器類・石類
	繊維類	金属類
	木竹類	その他
	プラスチック類	
	ゴム・皮革類 その他	

(2) 三成分 (%)

可燃分、灰分、水分の調査は、「衛環 22 号」に準拠し実施した。

ごみを可燃分、灰分、水分の三成分で示すことは、ごみの性状や燃焼性を大まかに把握することができ、焼却施設の計画に欠かせない項目である。ごみ発熱量もこの三成分より求めることが可能である。下図にごみの三成分と元素組成の概念を示す。

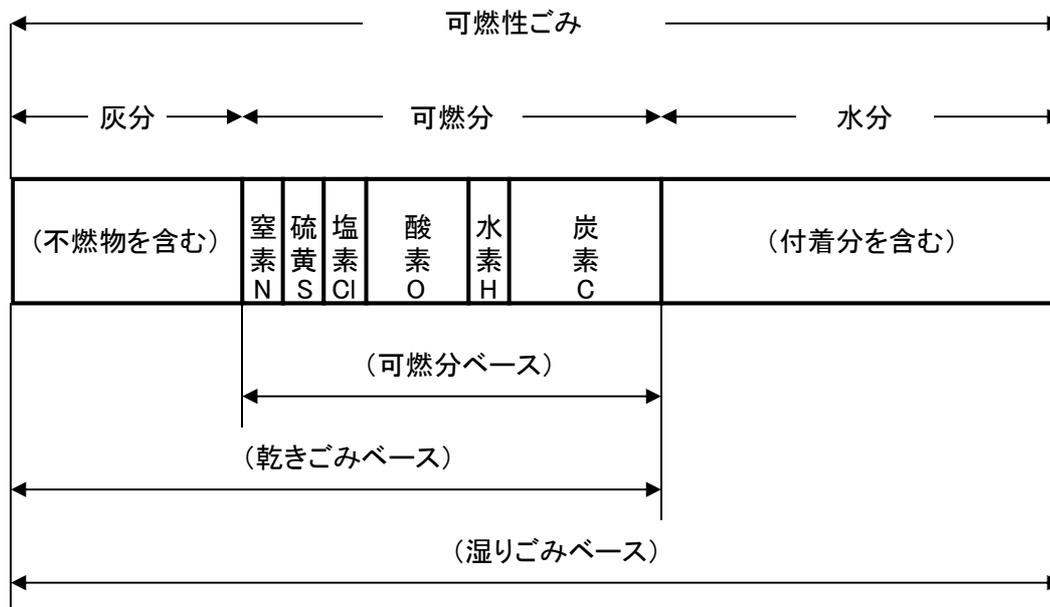


図 2-4-1 ごみの三成分と元素組成の関係

(3) 発熱量 (kcal/kg)

低位発熱量については、推算式を用いて、上記、種類別組成及び三成分より算出した。

発熱量とはごみ 1 kg を常温・常圧で燃焼させたときに発生する熱量のことで、低位発熱量とは、燃焼によって発生した水の潜熱を引いたものである。

低位発熱量 H_u (kcal/kg、kJ/kg) は、三成分及びプラスチック類を考慮した四成分の推算式等により求められる。下図に三成分及び四成分を用いた低位発熱量の推算式の内容を示す。

低位発熱量は、焼却施設を設計するときの重要な要素である。水分や生ごみが多く、発熱量があまりに低いと焼却施設に適さないこととなる。

① 成分による低位発熱量の推算式

ごみ中の可燃分 B (%)、水分 W (%) より低位発熱量 H_u (kcal/kg、kJ/kg) は次式の推算式を用いて計算することが可能である。

$$H_u = 45 \times B - 6 \times W \quad (\text{kcal/kg})$$

$$H_u = 190 \times B - 25 \times W \quad (\text{kJ/kg})$$

② プラスチック類を考慮した低位発熱量の推算式

プラスチック類 P の含有が多い場合は、次式の四成分を用いた推算式も使用されることがある。

$$H_u = 45 \times (B - P) + 80 \times P - 6 \times W \quad (\text{kcal/kg})$$

$$H_u = 190 \times (B - P) + 335 \times P - 25 \times W \quad (\text{kJ/kg})$$

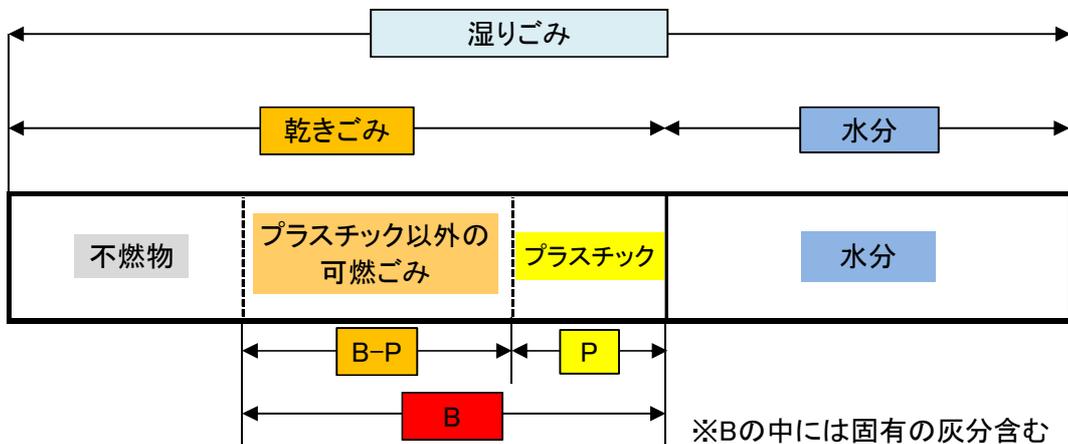


図 2-4-2 三成分及び四成分を用いた低位発熱量の推算式の内容図

(4) 元素組成 (%)

ごみ中の元素組成、炭素 (C)、水素 (H)、窒素 (N)、塩素 (Cl)、硫黄 (S)、酸素 (O) について水素、炭素、窒素は「JIS Z 7308-8」に、硫黄は「JIS Z 7308-7」に、塩素は「JIS Z 7308-6」に準拠し分析を実施した。なお、酸素は乾きごみ重量から炭素、水素、窒素、塩素、硫黄及び灰分それぞれの重量を差し引き、算出した。

元素組成は、焼却施設等の設計の際に、燃焼用空気量や排ガス量とその組成等を検討

する上で必要な項目である。

(5) 単位体積重量 (t/m³)

ごみ 1 m³ 当りのごみ重量は、「衛環 22 号」に準拠し実施した。

試料を一定容量の容器に入れ、300 mm 程度の高さから 3 回落とし、目減りした分だけ試料を加えた後に重量を測定した。

単位容積重量は、次式により算出する。

$$\text{単位容積重量 (t/m}^3\text{)} = \text{試料重量 (kg)} \div 1000 \div \text{容器の容量 (m}^3\text{)}$$

(6) 試料の分析項目

サンプリングした資料の調査項目を下表にまとめる。

表 2-4-2 試料の分析項目

分析項目 サンプル試料名	ごみ種類別組成	三成分	低位発熱量 (推算式)	元素組成
GEBZE A	○	○	○	○
GEBZE B	○	○	○	○
DERINCE KORFEZ	○	○	○	
IZMIT A	○	○	○	○
IZMIT B	○	○	○	○
BASISKELE	○	○	○	
KARTEPE	○	○	○	
KURAMURSEL	○	○	○	
KANDIRA	○	○	○	
GOLCUK	○	○	○	
DILOVASI	○	○	○	

2.4.2. サンプリング方法及びサンプリング

2012 年 8 月及び 2013 年 2 月に IZAYDAS の協力の元、コジャエリ県から排出される都市ごみについて埋立処分場にてサンプリング作業を行った。

(1) サンプリング方法

サンプリングは、コジャエリ県内の 12 地区から排出された都市ごみを収集したごみ収集車から、1 台あたり 100kg 程度を 1 検体として、4 分法により実施した。ただし、Cayirova、Darica、Gebze 及び Derince、Korfez については、中継施設を経由しており区別ができないため、まとめて 1 サンプルとすることとした。また、Izmit 及び Gebze については、発生量が多く、それぞれが県内全体のごみ量の 20% 程度を占めるため、それぞれ 2 サンプルを採取することとした。

サンプリングの手順について以降に示す。

① 荷降ろし

収集車から収集ごみを 100 kg 程度、
サンプリング場所に降ろす。



図 2-4-3 荷卸し状況

② 大塊物の取出し

縮分出来ない大型ごみ（家具等）は、
別途、個数等を測定し、サンプリング
用のごみからは除外する。



図 2-4-4 大型ごみ等

③ 簡易縮分

全体の重量が 100 kg 程度以上ある
場合は、全体を 1/2 程度とし、サン
プリング用のごみの量を調整する。



図 2-4-5 簡易縮分

④ 破袋・攪拌

大きな袋は破って攪拌しやすくした後、サンプルの成分が均質になるよう、スコップ等を用いて攪拌を行い、サンプルが円形になるように成形する。



図 2-4-6 成形状況

⑤ 四分法縮分

サンプリング用ごみの山を平らにならし、4等分してその対角を1組として、一方を残し、他方を捨てる。

これによりサンプリング用のごみを1/2とする。都度、破袋・攪拌を行いながら、この作業を繰り返し、サンプルを5kg程度とする。ナイロン袋、毛布等、分割しにくいごみは、取り出して縮分の回数分、分割し裁断し、最終サンプルに加える

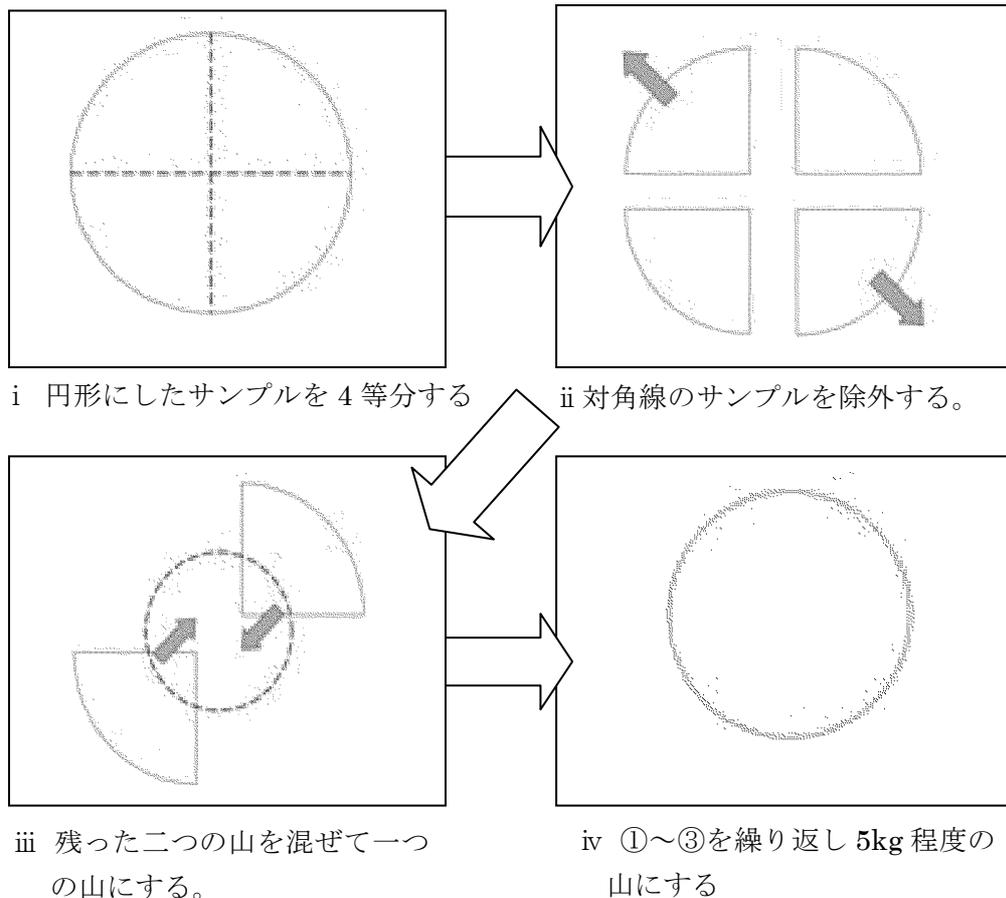


図 2-4-7 四分法縮分

⑥ 単位体積重量測定

サンプルを一定容量のバケツ等の容器に入れて、300 mm程度の高さから3回落とす。目減りした分試料を加えた後、重量測定を実施する。

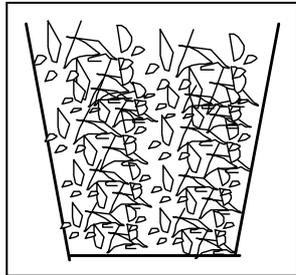
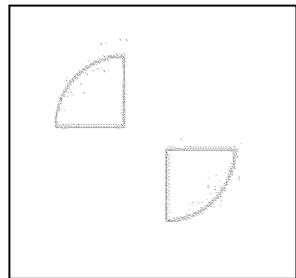


図 2-4-8 単位体積重量測定

⑦ サンプル採取

単位体積重量を計測後、サンプルが500g程度となるまでさらに縮分を繰り返す。



縮分を繰り返し、対角線のごみ 500g 程度をサンプルとする。



図 2-4-9 サンプル採取

⑧ 乾燥

サンプルをバッドに入れて湿ベース重量を測定する。乾燥機に入れ、105℃で2時間以上乾燥後、乾ベースの重量を測定する。



図 2-4-10 乾燥前状況



図 2-4-11 乾燥機

⑨ 採取完了

上記手順にて、サンプルの採取は完了。

種類別組成、三成分、元素組成分析は、分析業者に依頼し、分析を行う。

また、2013年2月には、現地の11家庭の協力を依頼し、7種に分別（厨芥類、紙、布、プラ、ガラス、金属、その他）されたごみの組成調査も併せて実施した。

分別ごみの回収に当たっては、それぞれ、種別毎のごみ袋を準備、各家庭に配布し、数日後、各家庭を回って戸別に収集を行った。

(2) サンプリング

2012年8月に実施した第1回のサンプリングでは11サンプル、2013年2月に実施した第2回のサンプリングでは9サンプルの採取（Kandira及びDilovasiの2地区については日程の関係で実施できず）を行った。

下表にそれぞれの作業日程、サンプル数等を示す。

表 2-4-3 コジャエリ県におけるごみ質調査のためのサンプル数（第1回：2012/7/31~8/2）

No.	地域	実施日	サンプリング場所	2011年ごみ発生量	状態	重量	サンプル数
1	Cayirova Darica Gebze	7/31(火)	Solaklar Landfill Site	27,903t	混載	約100kg	2
				46,229t			
				104,140t			
2	Derince Korfez	7/31(火)	Solaklar Landfill Site	36,866t	混載	約100kg	1
				35,870t			
3	Izmit	7/31(火)	Solaklar Landfill Site	112,586t	単体	約100kg	2
4	Kandira	8/1(水)	Solaklar Landfill Site	10,458t	単体	約100kg	1
5	Karamursel	8/1(水)	Solaklar Landfill Site	14,315t	単体	約100kg	1
6	Kartepe	8/1(水)	Solaklar Landfill Site	29,580t	単体	約100kg	1
7	Basiskele	8/1(水)	Solaklar Landfill Site	22,261t	単体	約100kg	1
8	Dilovasi	8/2(木)	Dilovasi Landfill Site	12,530t	単体	約100kg	1
9	Golcuk	8/2(木)	Solaklar Landfill Site	44,049t	単体	約100kg	1

表 2-4-4 コジャエリ県におけるごみ質調査のためのサンプル数（第2回：2013/2/13~14）

No.	地域	実施日	サンプリング場所	2011年ごみ発生量	状態	重量	サンプル数
1	Karamursel	2/13(水)	Solaklar Landfill Site	14,315t	単体	約100kg	1
2	Derince Korfez	2/13(水)	Solaklar Landfill Site	36,866t	混載	約100kg	1
				35,870t			
3	Golcuk	2/13(水)	Solaklar Landfill Site	44,049t	単体	約100kg	1
4	Cayirova Darica Gebze	2/13(水)	Solaklar Landfill Site	27,903t	混載	約100kg	2
				46,229t			
				104,140t			
5	Izmit	2/13(水)	Solaklar Landfill Site	112,586t	単体	約100kg	2
6	Basiskele	2/13(水)	Solaklar Landfill Site	22,261t	単体	約100kg	1
7	Kartepe	2/14(木)	Solaklar Landfill Site	29,580t	単体	約100kg	1
-	Kandira	-	Solaklar Landfill Site	10,458t	単体	約100kg	-
-	Dilovasi	-	Dilovasi Landfill Site	12,530t	単体	約100kg	-