

漂流・漂着ゴミに係る国内削減方策モデル調査

熊本県地域検討会報告書(案)

第 章 熊本県上天草市地域（樋島海岸）における

漂流・漂着ゴミに関する技術的知見

目 次

第 章 熊本県上天草市地域（樋島海岸）における漂流・漂着ゴミに関する技術的知見	
1. 熊本県上天草市地域（樋島海岸）における漂着ゴミの量及び質	1
1.1 漂着ゴミの量	1
1.1.1 地点間の比較	1
1.1.2 経時変化	2
1.1.3 経年変化	4
1.1.4 年間漂着量の推定	4
1.2 漂着ゴミの質	8
1.2.1 地点間の比較	8
1.2.2 経時変化	8
2. 熊本県上天草市地域（樋島海岸）における効率的かつ効果的な漂着ゴミの回収・処理方法	11
2.1 効果的な回収時期	11
2.2 回収・処理方法の試案	11
2.2.1 回収方法	11
2.2.2 搬出方法	13
2.2.3 運搬方法	14
2.2.4 処分方法	14
2.3 試案に基づく費用の試算	16
2.3.1 前提条件	16
2.3.2 回収費用	17
2.3.3 収集・運搬費用	22
2.3.4 処分費用	24
2.3.5 回収・処理費用のまとめ	25
3. 熊本県上天草市地域（樋島海岸）における漂着ゴミの発生源及び漂流・漂着メカニズムの推定	28
3.1 漂着ゴミの国別割合	28
3.2 ライターを用いた国内発生源の推定	34
3.3 発生源（陸起源・海起源）	35
3.4 一年間に回収されたゴミの質	41
3.4.1 発生源および発生原因	44
3.4.2 漂着経路	46
3.5 漂着ゴミの回収までの期間の推定	47
3.6 国際的削減方策調査結果からの検討	48
3.6.1 漂着ライターの調査結果による漂流メカニズムの検討	48
3.6.2 韓国沿岸域発生ゴミの漂流経路の推定	50
3.6.3 東シナ海発生ゴミの漂流経路の推定	55
4. 漂流・漂着ゴミ削減方策に資するための調査の課題	59
4.1 調査の役割	59
4.2 成果と課題	61
5. 海岸清掃活動に関わる参考資料	62
5.1 漂着ゴミ量の推定資料	62

第 章 熊本県上天草市地域（樋島海岸）における漂流・漂着ゴミに関する技術的知見

1．熊本県上天草市地域（樋島海岸）における漂着ゴミの量及び質

1.1 漂着ゴミの量

1.1.1 地点間の比較

調査地点を図 1.1-1 に示す。

第 2 回調査（2007 年 12 月）以後の共通調査で回収されたゴミについて、地点別の積算値を図 1.1-2 に示した。

重量・容量ともに地点 5 の漂着ゴミが多かった。地点 5 は、海岸のある湾の最も奥まった位置にあり、漂着したゴミが溜まりやすく、流出しにくいことが考えられる。

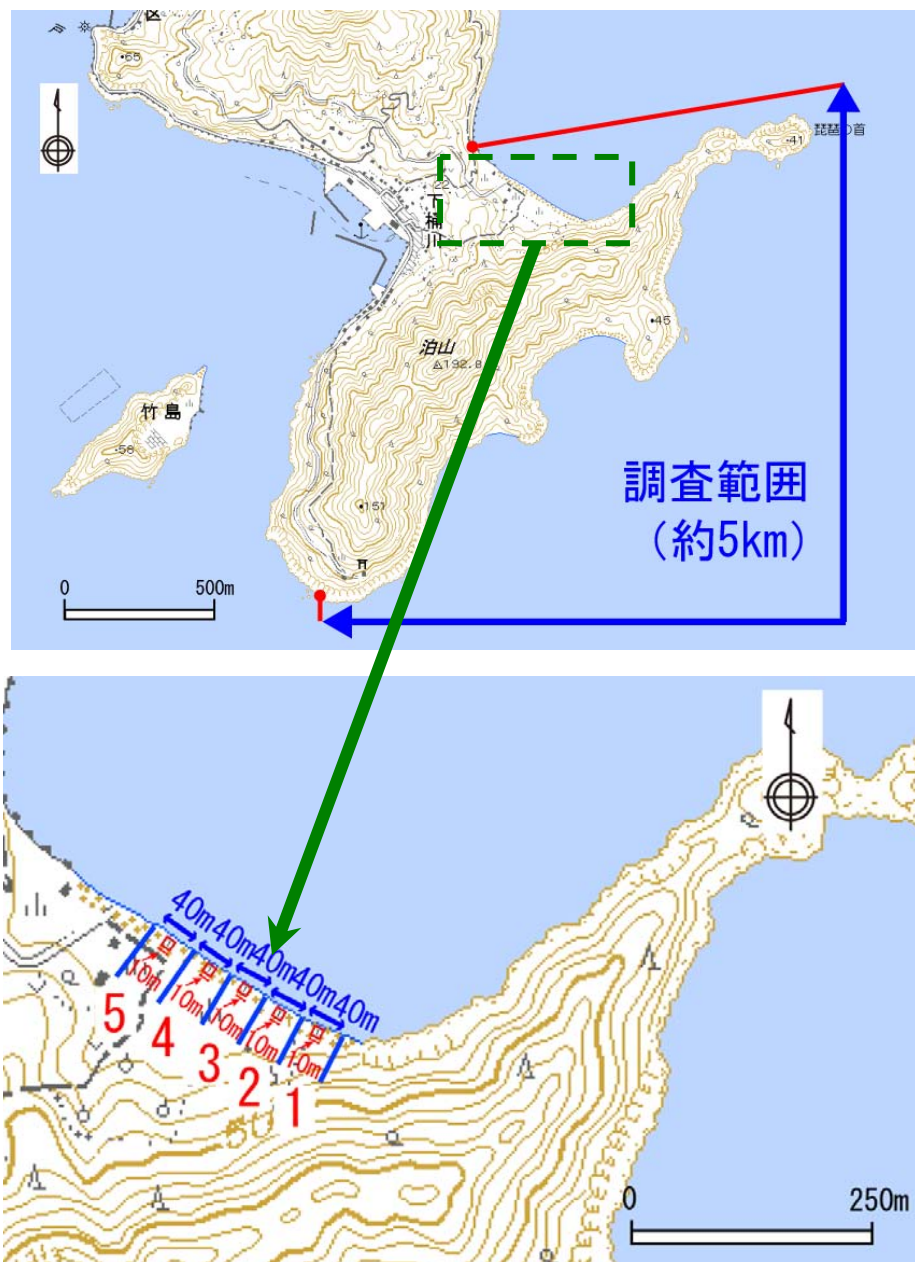


図 1.1-1 調査地点及び調査枠（熊本県上天草市龍ヶ岳町 樋島海岸）

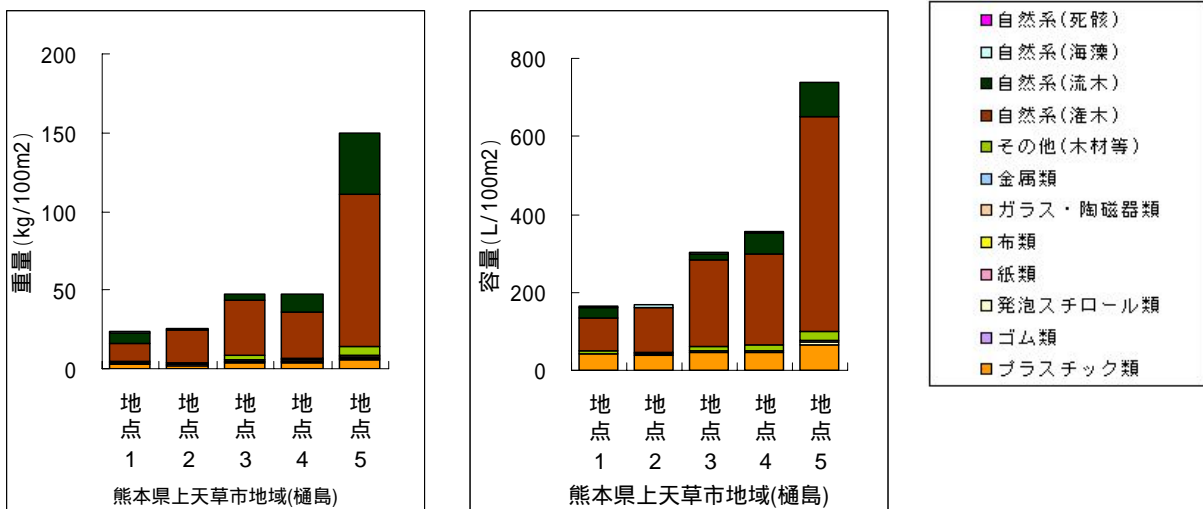


図 1.1-2 共通調査において回収したゴミ重量及び容量
(2007年12月～2008年8月の累積、人工物+流木・灌木+海藻)

1.1.2 経時変化

第2回調査(2007年12月)以後の共通調査で回収されたゴミ調査時期別の平均値を図1.1-3に示す。重要、容量ともに第2回調査(2007年12月)と第4回調査(2008年5月)が多く、第3回調査(2007年12月)が少なかった。

樋島海岸は八代海に面しており、八代海に流入する河川から流出した漂流・漂着ゴミの影響が大きいことが検討会などで指摘されている。そこで代表河川として球磨川の水位データとの比較をしたところ、水位は、第2回目(2007年12月)から第4回目(2007年5月)まで1m未満で安定しており、第3回(2008年2月)とその他の調査時期の間に違いは認められなかった。水位は6月の梅雨の時期に急激に上昇し、定点観察写真では6月中旬以後ゴミの漂着量が比較的多くなっていた(図1.1-4)。

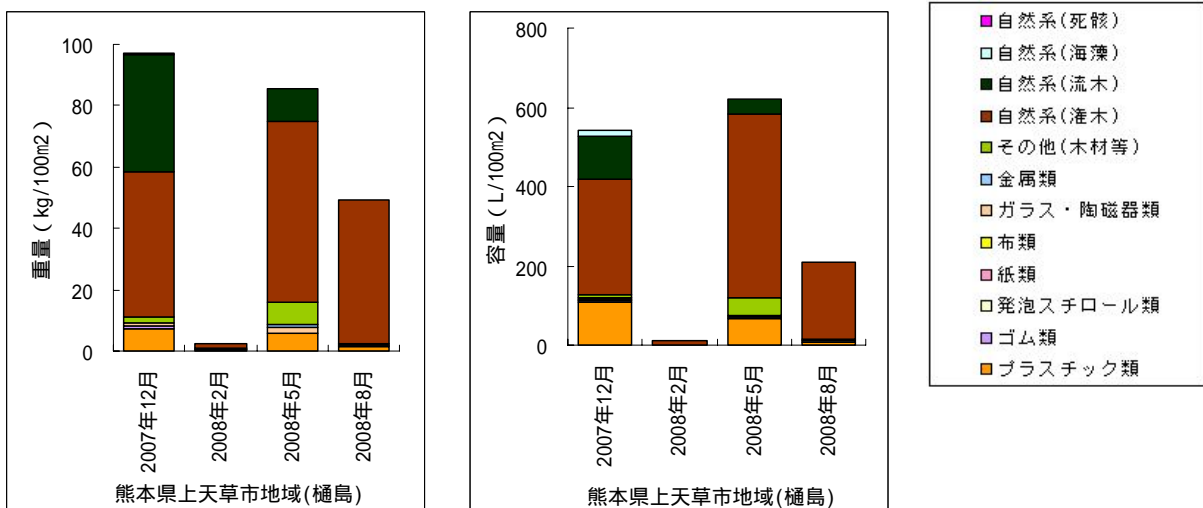
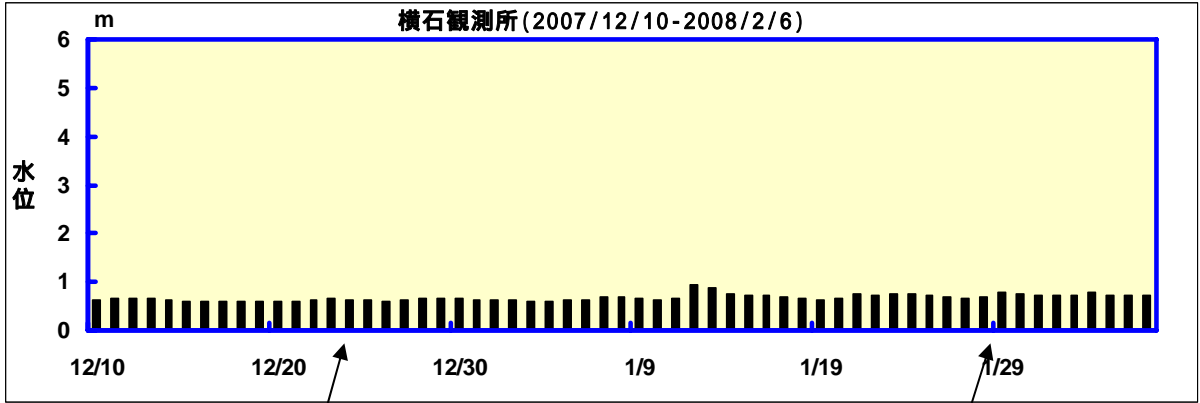
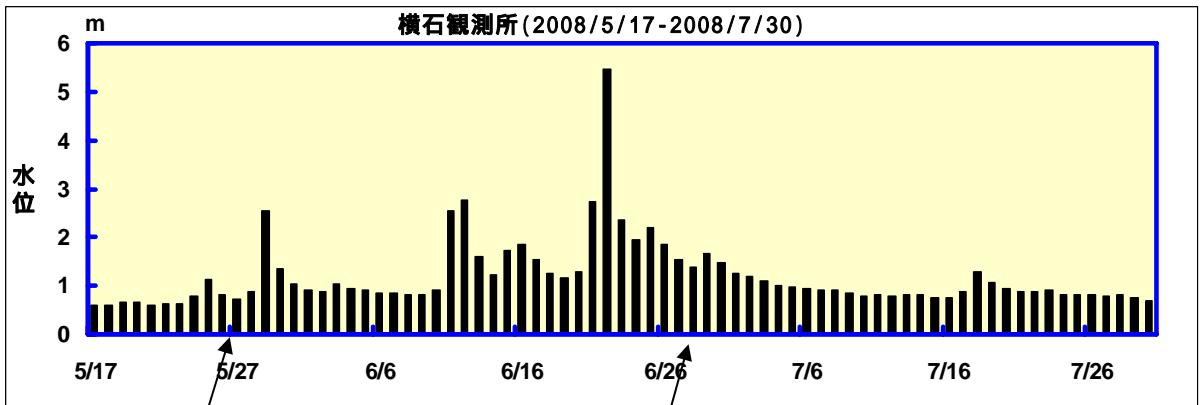


図 1.1-3 共通調査において回収したゴミ重量及び容量
(地点1～5の平均、人工物+流木・灌木+海藻)



2007年12月25日撮影（12月13日清掃）

2008年1月29日撮影（2007年12月13日清掃）



2008年5月27日撮影（5月20日清掃）

2008年6月28日撮影（5月20日清掃）

図 1.1-4 球磨川水位の時系列と定点観測画像の比較

1.1.3 経年変化

熊本県が実施している漂着ゴミ現状調査結果を表 1.1-1 に示す。

流木を含む漂着ゴミの量は、近年 3 年間で見た場合、平成 18 年度が 5,020m³で最も多く、平成 19 年度から 20 年度にかけては、739~1,053m³で推移しており、本調査期間(平成 19 年度 10 月~平成 20 年 7 月)に特にゴミの漂着量が多かったということではないと推察された。

表 1.1-1 漂着ゴミ現状調査結果

	漂 着 量				
	流木	その他	合計(単位:m ³)	医療系	ポリ容器
H18年度	5,020	----	5,020	薬瓶、注射器等84点	
H19年度	748	305	1,053	報告なし	123個()
H20年度	454	285	739	報告なし	

ハングル文字表記 19、中国語表記 3、英語表記 1、日本語表記 2、不明 98

<参考>

国が有明海・八代海海域に配置している環境整備船「海輝」による回収実績

区 分	稼働日数	ゴミ回収量
平成17年度(合計)	111日	581m ³
平成18年度(合計)	113日	925m ³
平成19年度(合計)	104日	209m ³
平成20年度(7月末)	54日	250m ³

1.1.4 年間漂着量の推定

共通調査で得られた海岸線長 10m 当たりの漂着ゴミの重量の平均値を用いて、調査範囲全体(ゴミが漂着する海岸のみ)に年間に漂着するゴミの量を推定した。

その結果、海藻を除いた年間漂着量(2007年10月~2008年8月)は約7tと推定された(表 1.1-2)。

表 1.1-2 調査範囲における年間の漂着ゴミ量の推定

調査回	調査範囲の海岸線長(m)	枠内回収量の平均値(kg/10m)		漂着ゴミ量の推計値(t)	
		人工物+流木・灌木+海藻	人工物+流木・灌木	人工物+流木・灌木+海藻	人工物+流木・灌木
第2回(2007/12)	750	39	39	3	3
第3回(2008/2)	750	1	1	0	0
第4回(2008/5)	750	34	34	3	3
第5回(2008/8)	750	20	20	1	1
計(年間)				7	7
(約44m ³)					

かさ比重(0.16kg/L)をもちいて重量から換算

一方、独自調査では、共通調査枠を設置している上桶川の海岸(海岸延長約350m)のほぼ全域の漂着ゴミを第1回(2007年10月)から第4回(2008年5月)まで毎回全て回収

している。第1回はそれまでに蓄積されたゴミを含むため第2回目以後の各調査時期に回収された漂着ゴミの重量を下表に示す。

なお、第4回(2008年5月)は、「琵琶の首」という陸からアクセスできない海岸のこれまで手付かずの流木等の回収分(約10t)を含んだ値である。また、第5回(8月期)については、独自調査を実施していないが、ゴミが集積している場所の密度と面積によりおよそのゴミの量を算出した参考値である。このように独自調査では、延長約350mの砂浜で4.5~23t(合計約40t)のゴミが回収されている。

調査回	回収したゴミの量(t)
第2回(2007/12)	23.0
第3回(2008/2)	6.5
第4回(2008/5)	14(4.5)
第5回(2008/8)	6.2

()内は琵琶の首で回収したゴミを除いた値

共通調査結果から推定した漂着ゴミの推計値は、独自調査で回収されたゴミの量と比較して明らかに小さい。

共通調査の枠は、年間の最大満潮位から上の毎回決まった場所に設置し、枠内に漂着したゴミを採集して分析している。これは、最大満潮位から上に漂着したゴミが再漂流する可能性の低い漂着ゴミと判断したことによる。一方、独自調査では、干出した浜にある全てのゴミを回収している。

ゴミの漂着状況は一定ではなく、海岸形状、潮汐、潮流、波浪等により、ゴミの溜まる場所とそうでない場所とができる。樋島海岸のように、遠浅で干満差が大きく(約4m)、比較的静穏な海岸においては、汀線付近のゴミが最大満潮位より上に打ちあがることなく、潮汐にあわせて移動を繰り返し、共通調査時に枠内にとらえられないゴミが存在する可能性が考えられる。

以上のことから共通調査結果から推定した漂着ゴミの推計値が独自調査で回収されたゴミの量より小さな値になったものと考えられる。

そこで、年間の処分費用の推定にあたり、過小評価を避けるため、干出した海岸にあるゴミも条件によっては最大満潮位より上に打ち上げられ漂着ゴミとなる可能性を持つと考え、独自調査の値を用いて樋島海岸に年間に漂着するゴミの量として用いることとした。2回目(2007年12月)から5回目(2008年5月)の値を集計したものを2007年10月以後2008年8月までの漂着ゴミの量とし、8月以後10月まで(3ヶ月)の漂着ゴミの量については、直近の第5回(8月期)の値6t(5月の調査以後約3ヶ月に漂着したゴミの量)を充当した。その結果、上桶川の海岸(海岸延長約350m)に漂着する年間のゴミの量は約46tになる。調査範囲の海岸延長は約750mであるので、この値を(750/350)倍したもの(99t)を樋島海岸における年間の漂着ゴミの量とした。

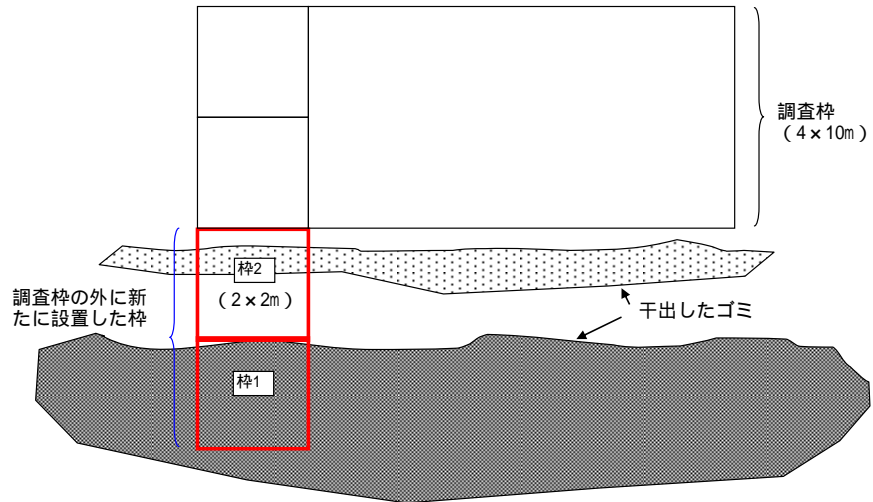
$$\text{年間の漂着ゴミ量} = (23.0 + 6.5 + 4.5 + 6.2 + 6.2) \times (750/350) = 99(t)$$

[参考:第5回目調査のゴミの量の推定について]

第5回目(2008年8月)の調査の目的は、梅雨の時期を経て大量のゴミが八代海に流出し、それが樋島海岸に漂着することが予想されたため、その状況を捉えることであった。しかし、共通調査においては、調査枠内に捉えられない漂流ゴミが大半を占めたため、共通調査だけからこの時期のゴミ量を推定することは過小評価することになる。そこで、干出した浜にあるゴミについても枠を設置して、密度を把握するとともに、おおよそのゴミの分布面積を測定し、ゴミの量を推定した。

調査の状況を以下に示す。

	
<p>ほぼ満潮時の状態(8月2日)</p>	<p>干出した漂流ゴミ(地点1~3の状態、同日)</p>
	
<p>地点2の枠外での調査枠の設置</p>	<p>枠外のゴミの採取後の状態</p>



調査枠外のゴミの調査の模式図

枠外のゴミの重量組成は以下のとおりである。

単位: kg / 4m²

	枠1	枠2
プラスチック類	0.131	0.097
発泡スチロール類	0.011	0.003
紙類		0.001
金属類	0.188	
ガラス・陶磁器類		0.016
その他の人工物		0.011
幹・枝(片手で持てる程度)・植物片	71.7	11.5
合計	72.03	11.628

ゴミの特に多い場所の面積は約 550 m²、やや多い場所の面積は約 150 m²あった。特に多い場所については、枠1と2の平均密度、やや多い場所については、枠2の密度を用いて全体のゴミの量を計算した(下式)

$$\text{ゴミの量} = (550 \times 10.5) + (150 \times 2.9) = 6187 \text{ (kg)}$$

第5回(2008年8月)のゴミの量は約6.2トンであった。

1.2 漂着ゴミの質

1.2.1 地点間の比較

調査期間中（第2～5回）の地点別の重量比率および容量比率を図1.2-1に示す。

各地点で漂着ゴミの質は共通している。すなわち、重量・容量ともに、自然系の流木と灌木が最も多く、両者を合わせると重量比率で78%（地点1）～91%（地点5）、容量比率で68%（地点1）～87%（地点5）の範囲であった。このうち流木については地点1、地点4、地点5で多かった。

次いで人工物のプラスチック類が多く、重量比率4%（地点5）～13%（地点1）、容量比率9%（地点5）～25%（地点1）の範囲であった。

上記以外では、各地点でプラスチック類に次いでその他の人工物が多かった。

1.2.2 経時変化

調査時期別の全地点を合計した重量比率および容量比率を図1.2-2に示す。

各調査時期で、自然系の流木と灌木が最も多く、両者を合わせると重量比率で70%（2008年2月）～95%（2008年8月）、容量比率で75%（2007年12月）～94%（2008年8月）の範囲であった。流木は2回目（2007年12月）および4回目（2008年5月）で多かった。梅雨期の後の5回目（2008年8月）は灌木（低木、葦を含む）が重量比率、容積比率ともに90%以上を占めていた。

人工物では、2回目（2007年12月）から4回目（2008年8月）にかけてプラスチック類が多く、重量比率で7%（2008年5月）～15%（2008年2月）、容量比率で10%（2008年2月）～20%（2007年12月）の範囲であった。

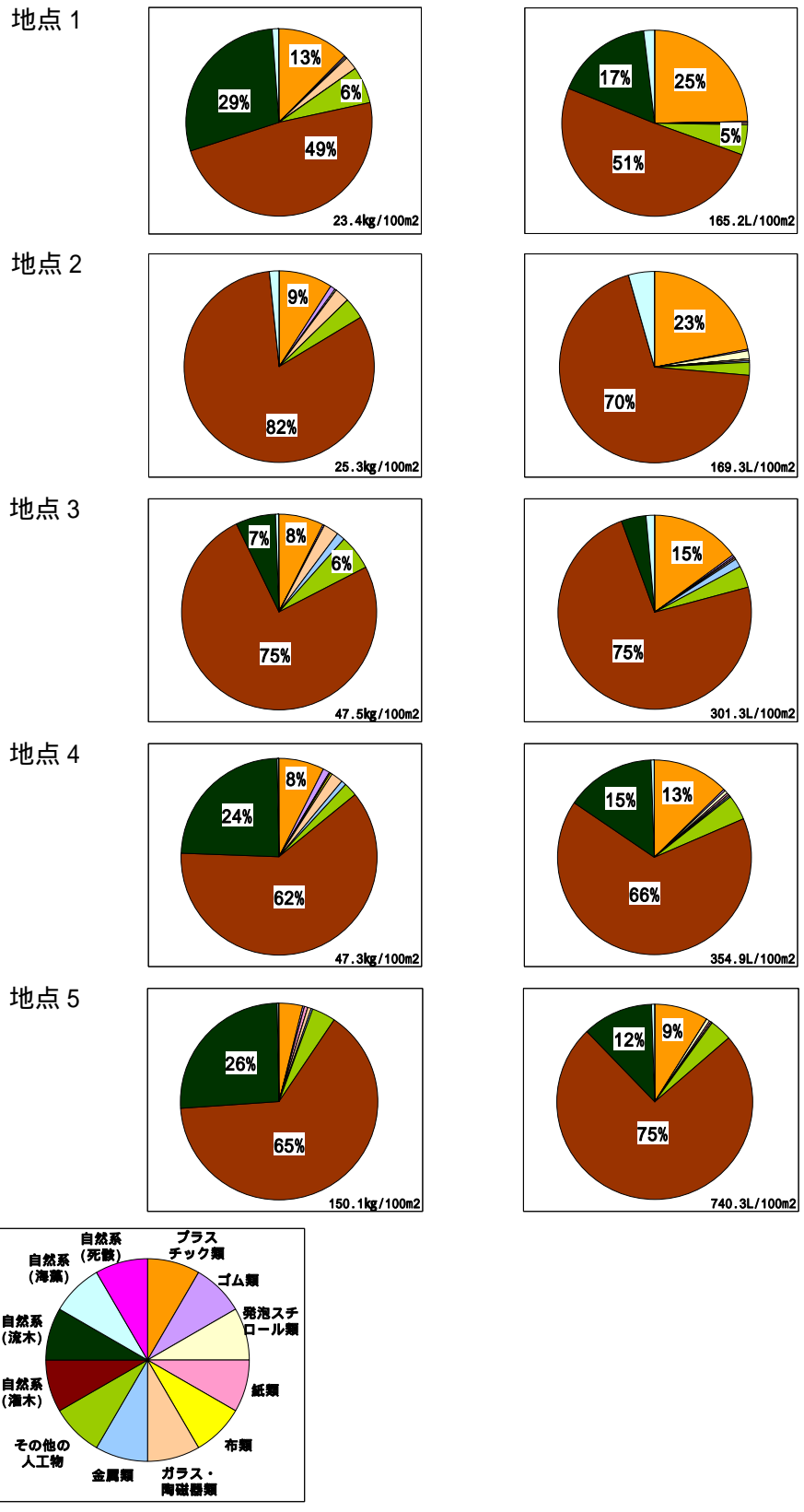


図 1.2-1 地点別の重量比率および容量比率 (第 2 ~ 6 回)

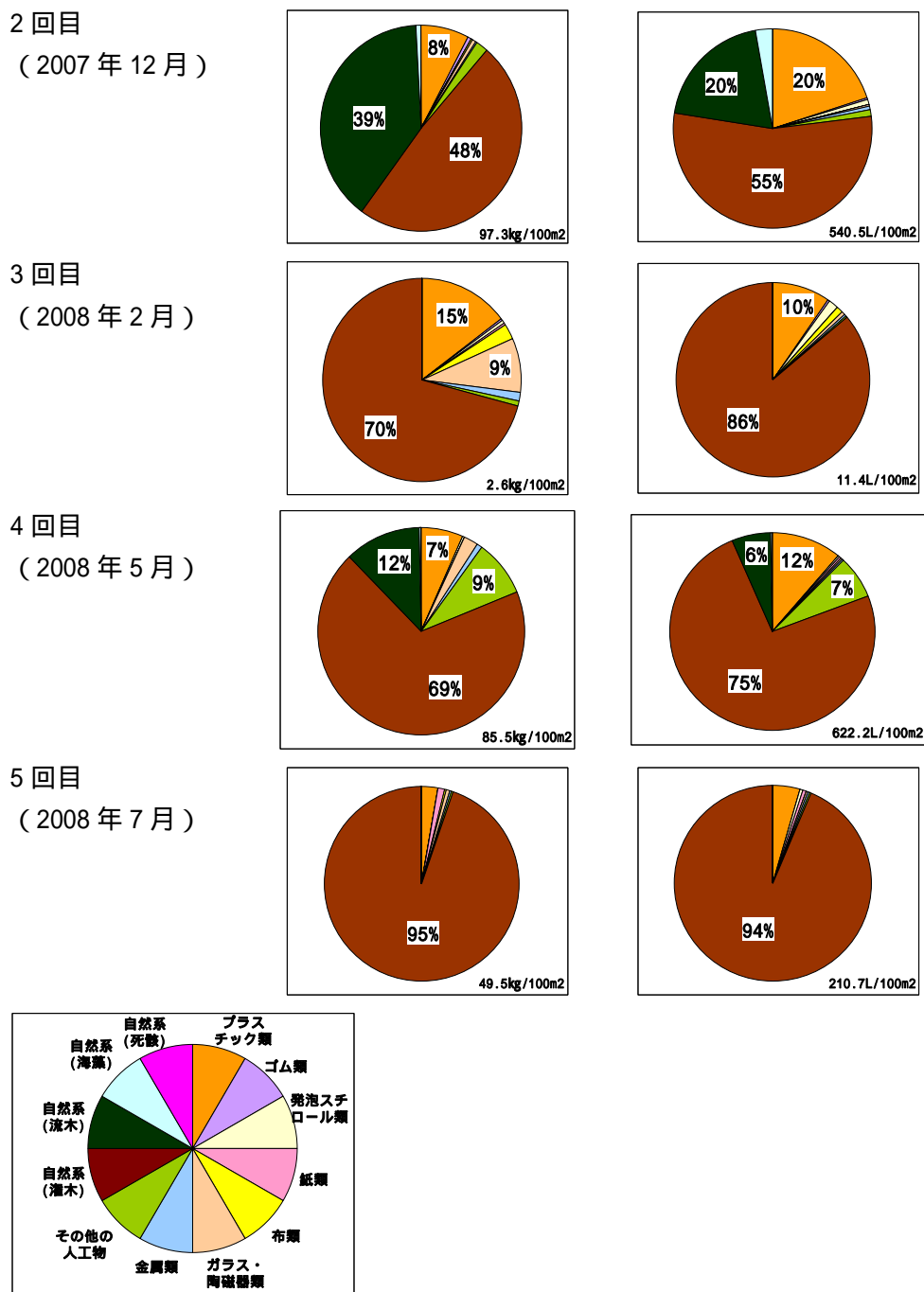


図 1.2-2 調査回毎の重量比率および容量比率 (地点1~5の集計)

2. 熊本県上天草市地域（樋島海岸）における効率的かつ効果的な漂着ゴミの回収・処理方法

地域での清掃活動を継続的に実施するためには、省力化をはかる中で経済的・効率的な方法を採用するとともに、清掃の効果がなるべく長く維持されるような実施時期についても考慮する必要がある。その視点に立ち、効率的かつ効果的な漂着ゴミの回収・処理方法について検討した。

2.1 効果的な回収時期

調査範囲には、一年を通じて北北東の風の頻度が高く、ゴミが漂着しやすい条件を備えている。重要なのは、八代海に漂流するゴミの量である。降雨により周辺の陸地から河川等を通じて八代海に流出したゴミや有明海など他の海域から八代海に漂流してきたゴミが潮流と風で樋島海岸に漂着するものと考えられる。したがって梅雨時期の豪雨によるゴミの流出の影響が強く、5月以後7月末までの間に大量のゴミが漂着するため、7月末から8月上旬にかけて回収することが適当であると考えられる。夏の海水浴シーズンの前に回収することは、海岸利用の面からも効果的と考える。

2.2 回収・処理方法の試案

本節では、独自調査での実施結果を踏まえ、樋島海岸における定期的な清掃活動における回収・処理方法の試案を作成した。

2.2.1 回収方法

(1) 独自調査での実施内容

人力と重機による回収を実施した。重機は大きな流木などの回収時に使用し、基本的には人力で回収した。

回収時に松島地区清掃センターの区分に従い、不燃ゴミと可燃ゴミを分別し、別々の袋に収納し、仮置き場に集積した（表 2.2-1）。

大きな流木については、チェーンソーで切断して搬出した。なお、太さ10cm未満、長さ1m未満のものは一般廃棄物（可燃物）として清掃センターで処分が可能であるので、長さ60～70cmに切りそろえてひもで束ねて運べるようにした（図 2.2-1）。



図 2.2-1 ひもで束ねた灌木類

表 2.2-1 樋島海岸の調査においてゴミ回収に使用した主な袋類と使用状況等

袋の種類	調査での使用状況等
35 ビニール袋 	片手で回収できるサイズのゴミを回収するのに使用した。 主として可燃物(灌木、布類、紙類)の回収に使用した。
45 ビニール袋 	不燃物の回収に使用した。 清掃センターの区分に従い、可燃物と不燃物を回収時に分けて袋詰めする際、袋の大きさや色で回収するゴミの種類を分けるのがよい。
密閉式ビニール袋 	ライター、ボンベ類、医療系廃棄物等、海岸で分別しておきたい小型のゴミの回収に使用した。
フレコンバッグ(トン袋) 	流木や廃プラ等ビニール袋に入りきれないゴミを収納するために使用した。 陸上からアクセスできない海岸などで発泡スチロールやペットボトル等の重量の軽いゴミを回収する際に使用すると効率的。
小型クーラーボックス 	注射器やバイアル等の感染性廃棄物、薬品瓶等の危険物の回収に使用した。危険物は密閉式ビニール袋に入れた上でクーラーボックスに回収する。容量は 15~20 程度のもので使いやすい。

(2) 効率的な回収・搬出方法

7月下旬に年1回、2~3時間程度の回収作業を行う。回収の人員としては、漂着ゴミの回収に慣れた地元 NPO、自治会を中心に募集することが、効率及び安全の面で最適である。なお、ケガや事故に備えてボランティア保険等に加入する必要がある。

ゴミの分別は、松島地区清掃センターの区分に従い、回収時に実施することによりその後の運搬を効率的に行うことが出来る。分類は、可燃物(小さな流木、紙類、衣類)、不燃物(プラスチック類・ペットボトル類、ビニール類、ゴム類、革類、ガラス・ビン類、金属・缶類、発泡スチロール)、処理困難物(タイヤ、ガスボンベ等)、大きな流木とする。

回収方法は、人力による回収を基本とすることが、小さなゴミが多い漂着ゴミの回収およびその分別の点から最適である。その他留意点を以下に示した。

- ・ 大きな流木(太さ 10cm 以上で人間の手で運べないもの)は、回収前にチェーンソーで回収袋(フレコンバッグ)に入る大きさに切断する。
- ・ 太さ 10cm 未満のものは、長さ 60~70cm(1m 未満)に切りそろえてひもで束ねて運べるようにしておくか、袋に入る大きさに切断してできるだけ袋詰めする。
- ・ 人力で運べないような大きな流木についてはバックホウで撤去する。

- ・ 注射器やアンプルなど感染性廃棄物については、クーラーボックスなど頑丈な容器に収納する

2.2.2 搬出方法

(1) 独自調査での実施内容

搬出は、人力、不整地車両及び船舶で行った。不整地車両が入らない海岸では、人力で搬出し、不整地車両が使用できる浜では、不整地車両を使用して搬出した。陸路からのアクセスができない場所については、船舶を使用して搬出した。



図 2.2-2 不整地車両による搬出



図 2.2-3 漁船（作業船）による搬出

(2) 効率的な搬出方法

効率的な搬出方法の留意点を以下に示した。

- ・ 回収したゴミは仮置き場に集積するが、その場所までは不整地車両を使用することが効率的である。
- ・ 琵琶の首など、陸からアクセスできない海岸については、小型船舶を使用して、作業員の移動や回収したゴミの搬出を行う。その場合は、漁業協同組合の協力を得なければならない。仮置き場としては下桶川漁港が最適であり、県への使用許可を取る必要がある。

2.2.3 運搬方法

(1) 独自調査での実施内容

運搬については、一般廃棄物、処理困難物ともに、地元業者に委託して運搬した。

独自調査とは別に実施された地域の清掃活動では、一般廃棄物については参加者自身が清掃センターに運搬するケースがあった。いずれの方法をとるにしても、ゴミの仮置き場は分散させず、数箇所に集積することが効率的である。

(2) 効率的な運搬方法

一般廃棄物については、地元業者に委託し、可燃物、不燃物それぞれ上天草市の家庭ゴミの処理ルートを用いて清掃センターまで運搬するのが効率的である。

廃プラ等処理困難物は専門業者に委託して運搬するのが効率的である。なお、感染性廃棄物については天草地域に処分業者がないため、廃棄物運搬業者に熊本県下の処分業者までの運搬を委託する。

2.2.4 処分方法

(1) 独自調査での実施内容

一般廃棄物については、松島地区清掃センターで処分した。

処理困難物については、地元の業者に委託して処分した。

なお、樋島海岸における漂着ゴミで重量、容量ともに最も多い流木・灌木のうち、一般廃棄物として受け入れられない大きさのものに関しては、処理困難物として業者に委託して焼却処分したが、それ以外に、以下のことが考えられる。

- 1) 一般廃棄物中間処理業者に委託し、チップ化した後、一般廃棄物として処分する。
- 2) 中間処理業者に委託し、チップ化等の中間処理をした後に有効利用する。
- 3) その他の有効利用（炭化等）

このうち 1) については、山形県酒田市地域で実際に行ったが、事業者から中間処理業者、中間処理業者から清掃センターに対する運搬費と処理費が発生するため、処理困難物として処分するよりも費用がかかったため、効率的にも費用的にも採用する必然性がない。

2) については、山形県酒田市地域（赤川河口部）で流木をチップ化し、有効利用することを検討している。有効利用の方法は、バイオマス燃料化、チップマルチング、畜産用発酵チップ消臭剤であるが、他にも中間処理せずに、現地破碎売却、焼却処理がある。それぞれの方法について、現地からの運搬費、中間処理費、売却費用などを表 2.2-2 に示す。山形県酒田市地域の場合、現段階では、チップ化したのちにバイオマス燃料として売却するのが最も安価ではあるが、現地に中間処理機を持ち込んで処理すると、更に安価になることが判明した。

表 2.2-2 流木処分費用一覧

単位：円/t

	方法	合計	備考1
	バイオマス燃料化	25,300	破碎は1回
	チップマルチング	25,900	破碎は2回
	畜産用発酵チップ消臭剤	25,700	破碎は2回
	現地破碎売却	19,900	
	焼却処理	30,140	

流木を廃棄物として処分するのではなく、有効利用することにより処理費用の負担も軽減できるならば、熊本県においても廃材をバイオマス燃料として有効利用した実績を有する処理業者があり、流木についても適用できるとの回答があったが、販路の確保と採算性の面からある程度定期的にまとまった量の流木が確保できることが条件となる。

3)については、樋島地区のNPO法人天草元気工房が流木の炭化処理・販売の事業化に向けての研究を行っており、その結果によれば、流木を簡易な施設で炭化することが可能であり、流木の減容（約1/4）と有価物としての利用が可能なが判明した。

(2) 効率的な処分方法

一般廃棄物(可燃物、不燃物)は松島地区清掃センターで処分する。処理困難物については専門業者に委託して適正に処分する。

感染性廃棄物については廃棄物処理業者に処分を委託する。

2.3 試算に基づく費用の試算

2.3.1 前提条件

費用を試算する際の前提条件を以下に示す。この前提条件は、本調査の実績に基づき推定したゴミの年間漂着量（99t）を用いている。また、考えられる回収・処理方法のうち、最も条件がよい場合を想定しており、気象・海象の条件や台風などの災害は考慮していない。

そのため、実際に実施する際は、この条件に当てはまらないことも想定されることに注意が必要である。

- 調査範囲全域を対象とする。
- 年に1回のクリーンアップで対象範囲の漂着ごみを全て回収する。
- ゴミの年間漂着量は、前章で推定した99tとした。
- ゴミの内訳は、独自調査の実績に基づき下表のとおりとした。

年間の漂着ゴミ量の内訳(年間の漂着量を99tと仮定した場合)

ゴミの種類	割合(%)	重量(t)	備考
一般廃棄物	56.9	56.3	可燃物
一般廃棄物	9.6	9.5	不燃物
流木	28.7	28.4	
処理困難物	4.8	4.8	タイヤ、建築資材、大型漁具、大型プラスチック類等

- 一般廃棄物、処理困難物とも回収するが、海藻はゴミとして回収しない。
- フレキシブルコンテナに入る程度の流木は回収する。
- ボランティアが同日に清掃活動を実施する。作業時間は2時間を想定。
- 回収は、人力で実施する。回収に係る作業員は地元11自治会に在住のボランティアを想定(浜までの交通費は不要)。
- 全て人力で回収する。大きな流木はチェーンソーでカットし、不整地車両で運搬する。ただし、不整地車両が使用できるのは、全体の1/4の海岸とする。
- 搬出は、小型船舶を2隻使用する。
- 流木全体の1/3(約3.9t)は、陸路での運搬が困難な場所にあり、船で運搬するものとする。港ではユニック(クレーン付車両)で搬出する。
- 回収・搬出効率は、30kg/h/1人とする。
- 一年間に漂着するゴミの量は、2007～2008年の実績値を基に算出しており、台風などの災害は考慮していない
- 上桶川海岸(約350m)以外は陸からのアクセスが困難な場所(図2.3-1参照)であるので、99トンのゴミのうち53トンについては、回収作業員は、船で移動し、ゴミを人力で回収し、船を使用して港まで運搬する。港では人力で船からゴミを搬出する。

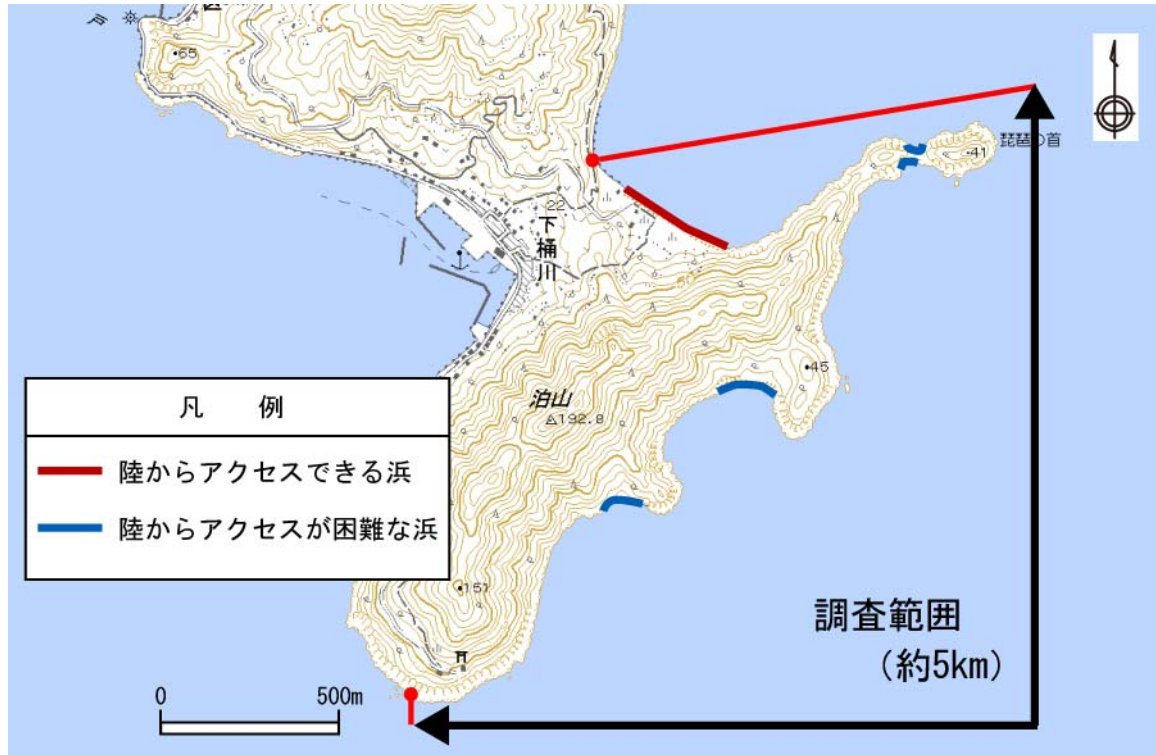


図 2.3-1 調査範囲でゴミが漂着している海岸

2.3.2 回収費用

(1) 漂着ゴミの全量（99 トン）を対象とする場合

樋島海岸に年間漂着するゴミの全量を回収・運搬・処分する場合の費用を算出する。

なお、陸からアクセスが可能な海岸（上桶川海岸）とアクセスができない海岸（調査範囲にある上桶川海岸以外の海岸）では、作業内容が異なるため費用算出も別々に行った。

a. 陸からアクセスが可能な海岸（上桶川海岸）について

上桶川海岸の回収効率は、30 kg/h/人である。

99 トンのうち、陸からアクセスが可能な浜のゴミの量は、46 トンであるので回収に要する延べ時間を算出すると

$$46\text{t} \div 30\text{ kg/h/人} = 1,534\text{h}$$

となる。

地域で実施されている海岸清掃のボランティア活動では、回収時間を 2 時間程度としているので今回ひとり 2 時間の作業を考えると、回収に要するボランティアの人数は

$$1,534\text{h} \div 2\text{h/人} = 767\text{人} \quad (\text{上桶川海岸})$$

となる。

人力での回収に要する作業員の推定

海岸	年間の漂着ゴミ量(t)	回収効率 (kg/h/1人)	作業時間 (時間/1人)	必要な作業員 (人)
陸からアクセス可能な海岸	46	30	2	767

(参考)独自調査における 1 日当たりの平均的な作業員人数：11 自治会で約 70 人

回収したゴミを仮置き場まで搬出するのに、陸からアクセスできる海岸では不整地車両

を使用する。不整地車両の搬出能力は約 10t/台日であったので、必要な台数は

$$46t \div 10t/\text{台日} = 5 \text{ 台日}$$

となる。

また、チェーンソーによる流木の切断や不整地車両の運転では、建設会社等から作業員を有料で雇う必要がある。それぞれ必要な人数を下表に示す。

回収・搬出に要する作業員（有料）の推定

作業の種類	人数	備考
チェーンソーによる流木(13.3トン)の切断	14	チェーンソー1台2人一組で1日の処理量約2トン。
不整地車両による搬出	10	1台につき運転者1人、作業員2人で作業。1日の運搬量約10トン。延べ5台日必要。
計	24	

上記の数量および単価(調査実績)から算出した回収・搬出に必要な費用を下表に示す。

回収等に係る費用の見積

(労務費)	人数	単価	金額
チェーンソーによる流木の切断	14	11,700	163,000
不整地車両による搬出	10	11,700	117,000
(機器損料)	数量(台)	単価	金額
不整地車両	5	41,580	207,900
不整地車両回送費	1	47,250	47,250
チェーンソー	7	1,700	11,900
諸経費			279,000
総計			826,050

(注)諸経費は0.51(実績)

(消費税を含まず)

b. 陸からアクセスできない海岸(上桶川海岸以外の海岸)について

不整地車両は使用できないものの、ゴミが高密度で集積しているため回収効率が高く、また、搬出も船を使用して効率的に実施するため、回収効率は、不整地車両を使用した場合と同等と考え、30 kg/h/人とする。

99トンのうち、陸からアクセスできない浜では53トンとして回収に要する延べ時間を算出すると

$$53t \div 30 \text{ kg/h/人} = 1,767\text{h}$$

となる。

船で移動するため2時間の作業時間は現実的でなく、実際にはほぼ1日作業に従事してもらう形となるため作業時間を5時間として、回収に要するボランティアの人数を求めると

$$1,767\text{h} \div 5\text{h/人} = 353 \text{ 人 (その他の海岸)}$$

となる。

人力での回収に要する作業員の推定

海岸	年間の漂着ゴミ量(t)	回収効率(kg/h/1人)	作業時間(時間/1人)	必要な作業員(人)
陸からのアクセスが困難な海岸	53	30	5	353

(参考)独自調査における1日当たりの平均的な作業員人数：11自治会で約70人

また、陸からアクセスできないため、作業員の移動や回収したゴミを仮置き場まで搬出するのに小型船舶をチャーターする必要がある。小型船舶の定員は7名。1隻あたり港と海岸を3回往復して人やゴミを運ぶと考える。したがって小型船舶の数量は、

$$353 \text{ 人} \div 7 \text{ 人/隻} \div 3 \text{ 回/隻} = 17 \text{ 隻}$$

となる

港での搬出にユニックを使用する。ユニックの搬出能力は約10t/台日であったので、必要な台数は

$$53 \text{ t} \div 10 \text{ t/台日} = 5 \text{ 台日}$$

となる。

また、チェーンソーによる流木の切断に必要な作業員は下表のとおりである。

回収・搬出に要する作業員(有料)の推定

作業の種類	人数	備考
ユニックによる搬出	10	1台につき運転者1人、作業員2人で作業。1日の運搬量約10トン。延べ5台日必要。
チェーンソーによる流木(15.1トン)の切断	16	チェーンソー1台2人一組で1日の処理量約2トン。
計	26	

上記の数量および単価(調査実績)から算出した回収・搬出に必要な費用を下表に示す。

回収等に係る費用の見積

(労務費)	人数	単価	金額
ユニックによる搬出	10	11,700	117,000
チェーンソーによる流木の切断	16	11,700	187,200
(機器損料)	数量(台)	単価	金額
ユニック	5	23,000	220,500
ユニック回送費	1	50,760	50,760
チェーンソー	8	1,700	13,600
諸経費			300,420
計			889,480
作業船レンタル料	数量(隻)	単価	金額
小型船舶	17	30,000	510,000
総計			1,399,480

(注)諸経費は0.51(実績)

(消費税を含まず)

(2) 自然系（流木、灌木）のゴミを回収しない場合

樋島海岸の漂流・漂着ゴミの中では、流木、灌木などの自然系のゴミが8割近くを占める。現地で行われている清掃活動においては、自然系のゴミは対象外である。そこで自然系のゴミを回収しない場合の回収・運搬・処分費用を計算した。

年間の漂着ゴミの量を99tと仮定した場合に、一般廃棄物の可燃物（ほとんどが低木などの木切れ）の56.3tと流木の28.4tを除いた残りが対象となる。

(1)と同様に、陸からアクセスが可能な海岸とアクセスができない海岸とに分けて費用算出を行った。

年間の漂着ゴミ量の内訳(年間の漂着量を99tと仮定した場合)

ゴミの種類	割合(%)	重量(t)	備考
一般廃棄物	9.6	9.5	不燃物
処理困難物 (廃プラ)	4.8	4.8	タイヤ、建築資材、大型漁具、 大型プラスチック類等

a. 陸からアクセスが可能な海岸（上桶川海岸）について

上桶川海岸の回収効率は、30 kg/h/人である。

99トンのうち、陸からアクセスが可能な浜のゴミの量は、6.7トンであるので回収に要する延べ時間を算出すると

$$6.7t \div 30 \text{ kg/h/人} = 222h$$

となる。

回収時間を2時間とすると、回収に要するボランティアの人数は

$$222h \div 2h/人 = 111人 \quad (\text{上桶川海岸})$$

となる。

人力での回収に要する作業員の推定

海岸	年間の漂着ゴミ量(t)	回収効率(kg/h/1人)	作業時間(時間/1人)	必要な作業員(人)
陸からアクセス可能な海岸	6.7	30	2	111

(参考)独自調査における1日当たりの平均的な作業員人数：11自治会で約70人

回収したゴミを仮置き場まで搬出するのに、陸からアクセスできる海岸では不整地車両を使用する。不整地車両の搬出能力は約10t/台日であったので、必要な台数は

$$6.7t \div 10t/台日 = 1台日$$

となる。

回収・搬出に要する作業員（有料）の推定

作業の種類	人数	備考
不整地車両による運搬	2	1台につき運転者1人、作業員2人で作業。 1日の運搬量約10トン。延べ1台日必要。

上記の数量および単価(調査実績)から算出した回収・搬出に必要な費用を下表に示す。

回収等に係る費用の見積

(労務費)	人数	単価	金額
不整地車両による搬出	2	11,700	23,400
(機器損料)	数量(台)	単価	金額
不整地車両	1	41,580	41,580
不整地車両回送費	1	47,250	47,250
諸経費			57,200
総計			169,430

(注)諸経費は0.51(実績)

(消費税を含まず)

b. 陸からアクセスできない海岸(上桶川海岸以外の海岸)について

回収効率は、30 kg/h/人である。

99 トンのうち、陸からアクセスできない海岸のゴミ7.6 トンを回収するのに要する延べ時間を算出すると

$$7.6t \div 30 \text{ kg/h/人} = 253h$$

となる。

回収時間を5時間として、回収に要するボランティアの人数を求めると

$$253h \div 5h/\text{人} = 51 \text{ 人 (その他の海岸)}$$

となる。

人力での回収に要する作業員の推定

海岸	年間の漂着ゴミ量(t)	回収効率(kg/h/1人)	作業時間(時間/1人)	必要な作業員(人)
陸からのアクセスが困難な海岸	7.6	30	5	51

(参考)独自調査における1日当たりの平均的な作業員人数：11自治会で約70人

小型船舶の数量は、

$$51 \text{ 人} \div 7 \text{ 人/隻} \div 3 \text{ 回/隻} = 3 \text{ 隻}$$

となる

港での搬出にユニックを使用する。ユニックの搬出能力は約10t/台日であったので、必要な台数は

$$6.7t \div 10t/\text{台日} = 1 \text{ 台日}$$

となる。

回収・搬出に要する作業員(有料)の推定

作業の種類	人数	備考
ユニックによる搬出	2	1台につき運転者1人、作業員2人で作業。 1日の運搬量約10トン。延べ1台日必要。

上記の数量および単価(調査実績)から算出した回収・搬出に必要な費用を下表に示す。

回収等に係る費用の見積

(労務費)	人数	単価	金額
ユニックによる搬出	2	11,700	23,400
(機器損料)	数量(台)	単価	金額
ユニック	1	44,100	44,100
ユニック回送費	1	50,760	50,760
諸経費			60,310
計			178,570
作業船レンタル料	数量(隻)	単価	金額
小型船舶	3	30,000	90,000
総計			268,570

(注)諸経費は0.51(実績)

(消費税を含まず)

2.3.3 収集・運搬費用

(1) 漂着ゴミの全量(99トン)を対象とする場合

a. 陸からアクセスが可能な海岸(上桶川海岸)について

一般廃棄物、流木、廃プラの運搬は運搬業者に委託する。

数量、単価、算出結果を下表に示す。

回収した漂着ゴミの運搬に係る費用

ゴミの種類	台数	単価	金額
一般廃棄物(可燃物) 26.2トン	26	15,000	390,000
一般廃棄物(不燃物) 4.4トン	15	10,000	150,000
流木、処理困難物(廃プラ等) 15.4トン	5	25,000	125,000
計			665,000

(注)1台当たりの積載量は、一般廃棄物(可燃物)約1t、一般廃棄物(不燃物)約0.3t、流木、処理困難物(廃プラ等)約3.5tで計算した。

(消費税を含まず)

b. 陸からアクセスできない海岸（上桶川海岸以外の海岸）について

一般廃棄物、流木、廃プラの運搬は運搬業者に委託する。

数量、単価、算出結果を下表に示す。

回収した漂着ゴミの運搬に係る費用

ゴミの種類	台数	単価	金額
一般廃棄物（可燃物） 30.2トン	30	15,000	450,000
一般廃棄物（不燃物） 5.1トン	17	10,000	170,000
流木、処理困難物(廃プラ等) 17.8トン	5	25,000	125,000
計			745,000

(注)1台当たりの積載量は、一般廃棄物（可燃物）約1t、一般廃棄物（不燃物）約0.3t、流木、処理困難物(廃プラ等)約3.5tで計算した。

(消費税を含まず)

(2) 自然系（流木、灌木）のゴミを回収しない場合

a. 陸からアクセスが可能な海岸（上桶川海岸）について

一般廃棄物、廃プラの運搬は運搬業者に委託する。

数量、単価、算出結果を下表に示す。

回収した漂着ゴミの運搬に係る費用

ゴミの種類	台数	単価	金額
一般廃棄物(不燃物)4.4トン	15	10,000	150,000
処理困難物(廃プラ等)2.2トン	1	25,000	25,000
計			175,000

(注)1台当たりの積載量は、一般廃棄物（不燃物）約0.3t、流木、処理困難物(廃プラ等)約3.5tで計算した。

(消費税を含まず)

b. 陸からアクセスできない海岸（上桶川海岸以外の海岸）について

一般廃棄物、廃プラの運搬は運搬業者に委託する。

数量、単価、算出結果を下表に示す。

回収した漂着ゴミの運搬に係る費用

ゴミの種類	台数	単価	金額
一般廃棄物(不燃物) 5.1トン	17	10,000	170,000
処理困難物(廃プラ等) 2.6トン	1	25,000	25,000
計			195,000

(注)1台当たりの積載量は、一般廃棄物（不燃物）約0.3t、流木、処理困難物(廃プラ等)約3.5tで計算した。

(消費税を含まず)

2.3.4 処分費用

(1) 漂着ゴミの全量（99トン）を対象とする場合

a. 陸からアクセスが可能な海岸（上桶川海岸）について

一般廃棄物については、清掃センター使用に係る費用、流木については焼却処分費用、処理困難物（廃プラ）は埋立処分費用を下表に示す。

ゴミの種類	重量(kg)	単価(円/kg)	金額
一般廃棄物	30,600	5	153,000
流木	13,300	30	399,000
処理困難物	2,200	55	121,000
計			673,000

(注)廃プラの単価は、m3あたり5,000円である。比重0.092を用いてkgあたり単価を計算した。

(消費税を含まず)

b. 陸からアクセスできない海岸（上桶川海岸以外の海岸）について

一般廃棄物については、清掃センター使用に係る費用、流木については焼却処分費用、処理困難物（廃プラ）は埋立処分費用を下表に示す。

ゴミの種類	重量(kg)	単価(円/kg)	金額
一般廃棄物	35,200	5	176,000
流木	15,100	30	453,000
処理困難物	2,500	55	137,500
計			766,500

(注)廃プラの単価は、m3あたり5,000円である。比重0.092を用いてkgあたり単価を計算した。

(消費税を含まず)

(2) 自然系（流木、灌木）のゴミを回収しない場合

a. 陸からアクセスが可能な海岸（上桶川海岸）について

一般廃棄物については清掃センター使用に係る費用、処理困難物（廃プラ）は埋立処分費用を下表に示す。

ゴミの種類	重量(kg)	単価(円/kg)	金額
一般廃棄物	4,400	5	22,000
処理困難物	2,200	55	121,000
計			143,000

(注)廃プラの単価は、m3あたり5,000円である。比重0.092を用いてkgあたり単価を計算した。

(消費税を含まず)

b. 陸からアクセスできない海岸（上桶川海岸以外の海岸）について

一般廃棄物については清掃センター使用に係る費用、処理困難物（廃プラ）は埋立処分費用を下表に示す。

ゴミの種類	重量(kg)	単価(円/kg)	金額
一般廃棄物	5,100	5	25,500
処理困難物	2,600	55	143,000
計			168,500

(注)廃プラの単価は、m3あたり5,000円である。比重0.092を用いてkgあたり単価を計算した。

(消費税を含まず)

2.3.5 回収・処理費用のまとめ

(1) 漂着ゴミの全量（99 トン）を対象とする場合

陸からアクセスできる海岸の漂着ゴミの回収・処理に係る総費用は約 216 万円/年(消費税を含まず)、陸からアクセスできない海岸の漂着ゴミの回収・処理に係る総費用は約 291 万円/年(消費税を含まず)である。

したがって、樋島海岸の調査範囲全体の海ゴミ全て（99 トン）を対象にした場合には、回収・処理に係る総費用は約 507 万円/年(消費税を含まず)となる。

(2) 自然系（流木、灌木）のゴミを回収しない場合

陸からアクセスできる海岸の漂着ゴミの回収・処理に係る総費用は約 49 万円/年(消費税を含まず)、陸からアクセスできない海岸の漂着ゴミの回収・処理に係る総費用は約 63 万円/年(消費税を含まず)である。

したがって、樋島海岸の調査範囲全体の海ゴミのうち自然系のゴミを回収しない場合には、回収・処理に係る総費用は約 112 万円/年(消費税を含まず)となる。

上記の回収・処理に係る費用の推定結果を表 2.3-1 に示す。

表 2.3-1 樋島海岸の漂着ゴミの回収・運搬・処分に係る費用の推定結果

(単位：円)

		陸からアクセスできる 海岸（上桶川海岸）	陸からアクセスできな い海岸（その他海岸）
漂着ゴミの全量を 対象とする場合	回収・搬出	826,050	1,399,480
	運搬	665,000	745,000
	処分	673,000	766,500
	総計	2,164,050	2,910,980
自然系（流木、灌 木）のゴミを回収 しない場合	回収・搬出	169,430	268,570
	運搬	175,000	195,000
	処分	143,000	168,500
	総計	487,430	632,070

なお、現地までの交通費は含んでいない。

また、当試算は、作業員をボランティアと想定しているため、人件費を算出していない。しかし、実際には、作業員がボランティアでない場合も想定されるため、当試算における人件費を算出した。その際の算定根拠は、熊本県の最低賃金 628 円/h（平成 20 年 10 月 8 日現在）を使用した。

漂着ゴミの全量を対象とする場合（延べ作業時間 3,300 時間）の人件費：約 210 万円

自然系のゴミを回収しない場合（延べ作業時間 480 時間）の人件費：約 30 万円

厚生労働省 HP：

<http://www2.mhlw.go.jp/topics/seido/kijunkyoku/minimum/minimum-02.htm>

流木の焼却に関する法令は、次のように規定されている。

【廃棄物の処理及び清掃に関する法律】(昭和45年12月25日法律第137号)

(焼却禁止)

第16条の2 何人も、次に掲げる方法による場合を除き、廃棄物を焼却してはならない。

- 1 一般廃棄物処理基準、特別管理一般廃棄物処理基準、産業廃棄物処理基準又は特別管理産業廃棄物処理基準に従って行う廃棄物の焼却
- 2 他の法令又はこれに基づく処分により行う廃棄物の焼却
- 3 公益上若しくは社会の慣習上やむを得ない廃棄物の焼却又は周辺地域の生活環境に与える影響が軽微である廃棄物の焼却として政令で定めるもの

【廃棄物の処理及び清掃内観する法律施行令】(昭和46年9月23日政令第300号)

(焼却禁止の例外となる廃棄物の焼却)

第14条 法第16条の2第3号の政令で定める廃棄物の焼却は、次のとおりとする。

- 1 国又は地方公共団体がその施設の管理を行うために必要な廃棄物の焼却
- 2 震災、風水害、火災、凍霜害その他の災害の予防、応急対策又は復旧のために必要な廃棄物の焼却
- 3 風俗慣習上又は宗教上の行事を行うために必要な廃棄物の焼却
- 4 農業、林業又は漁業を営むためにやむを得ないものとして行われる廃棄物の焼却
- 5 たき火その他日常生活を営む上で通常行われる廃棄物の焼却であつて軽微なもの

【廃棄物の処理及び清掃に関する法律及び産業廃棄物の処理に係る特定施設の整備の促進に関する法律の一部を改正する法律の施行について】

各都道府県・各政令市廃棄物行政主管部(局)長あて

厚生省生活衛生局水道環境部環境整備課長通知

(平成12年9月28日衛環78号)

第一二 廃棄物の焼却禁止

一～三 (略)

四 国又は地方公共団体がその施設の管理を行うために必要な廃棄物の焼却としては、河川管理者による河川管理を行うための伐採した草木等の焼却、海岸管理者による海岸の管理を行うための漂着物等の焼却などが考えられること。

五～八 (略)

ただし、やむを得ずに流木を野外において焼却する場合には、周辺的生活環境に影響がないように実施するとともに、消防法令などの関連する他法令についても遵守する必要があることは言うまでもない。

この他、流木等の野焼きを行う場合には、特に以下の点に留意して実施することが適当である。

- 1) 流木等の野焼きは、海岸管理者の責任と管理のもとに行われるものであること。

- 2) 海岸管理のために必要な焼却の対象となる海岸等としては、重機、船舶等による搬出が困難で、人力による漂着した流木の回収でしか対応が困難な海岸・海浜等であること。
- 3) 海岸管理のために必要な焼却の対象となる廃棄物としては、海岸等に漂着した流木及び流木と密接不可分のものに限ること。なお、生活環境の保全上著しい支障を生ずるおそれのある廃プラスチック等の焼却は行わないこと。
- 4) 海岸管理のために必要な焼却の実施にあたっては、流木をよく乾燥させる等、不完全燃焼を極力抑えるような措置を講じるとともに、灰の取扱い等周辺的生活環境への影響を生じさせないよう適切な措置を講ずること。
- 5) 海岸管理のために必要な焼却の実施に際し、煙等による影響を少なくするため風向き等についても考慮するとともに、火災が発生しないよう留意すること。
- 6) 海岸管理のために必要な焼却を業者等に委託する場合であっても、当該焼却の責任は、海岸管理者にあること。
- 7) 海岸管理のために必要な焼却に際して、当該焼却処分を行うものは、焼却日時、場所、量等を記録し、保存しておくこと。

ただし、例外規定の該当性の判断については、当該自治体（県・市・町）へ確認すること。

3. 熊本県上天草市地域（樋島海岸）における漂着ゴミの発生源及び漂流・漂着メカニズムの推定

3.1 漂着ゴミの国別割合

共通調査で回収した各海岸のペットボトル及びライターの国別割合について、1回目と2回目～4回目の合計値に分けて集計した。ペットボトルを図 3.1-1 に、ライターを

図 3.1-2 に示す。なお、この国別分類は、ペットボトルのラベルやライターに表記された言語、ライターの刻印等によるものであり、必ずしもゴミの発生した国と一致しないことに留意する必要がある。ライターの刻印等による国別分類には、「ライタープロジェクト ディスポーザブルライター分類マニュアル Ver.1.2」⁴⁾（鹿児島大学 藤枝准教授）を利用させて頂いた。

ペットボトルに関しては、1回目の調査結果を見ると、日本の割合が最も多く 17%を占めていた（不明は除く）、2回目～4回目の調査結果の合計値でも、日本の割合が 50%と多く、次いで中国が 25%であった。なお、1回目の調査結果は、これまでの長年のゴミが蓄積している可能性もあり、2回目以降の調査とはゴミの蓄積期間に開きがあると考えられる。

ライターに関しては、1回目の調査結果を見ると、日本の割合(33%)が最も多くなっていた。2回目～4回目の調査結果の合計値でも、日本の割合(29%)が最も多かった。これらの結果から、ペットボトル及びライターについては、長年のゴミの蓄積を反映した第1回目、また 2007 年 10 月以降の漂着物を反映した第2回以降ともに、日本から排出されたと考えられるものが最も多く見られた。

日本近海の表層海流分布模式図（図 3.1-3）を見ると、沖縄県や日本海側のモデル地域の近海は、黒潮や対馬暖流が流れている。また、東シナ海大陸棚上の海流模式図（図 3.1-4）では、黄海から東シナ海への流れが確認できる。海外のものの割合が多い地域は、当該地で海外のゴミが発生しているとは考えにくく、これら海流によって海外から運ばれてきたものが漂着している可能性が高い。一方、日本の割合が多い三重県や熊本県では、沖合い海域に黒潮及び黒潮から派生した流れがあるものの、離岸距離が長いと他県に比較してその影響が小さいものと推定される。

遠距離からのマクロスケールの漂流・漂着メカニズムはこのように考えられるが、同じ海岸であっても、ライターとペットボトルで国別割合の傾向が異なること、調査回数によっても傾向が異なることから、別の発生源や、漂流してきたものが漂着する過程での異なる空間スケールの漂着メカニズムが想定される。

< 出典 >

- 1) 藤枝 繁(2006)：ライタープロジェクト ディスポーザブルライター分類マニュアル Ver.1.2.
- 2) 日本海洋学会沿岸海洋研究部会(1990)：続・日本全国沿岸海洋誌（総説編・増補編），pp839.
- 3) 環境省(2008)：平成 19 年度漂流・漂着ゴミに係る国際的削減方策調査業務

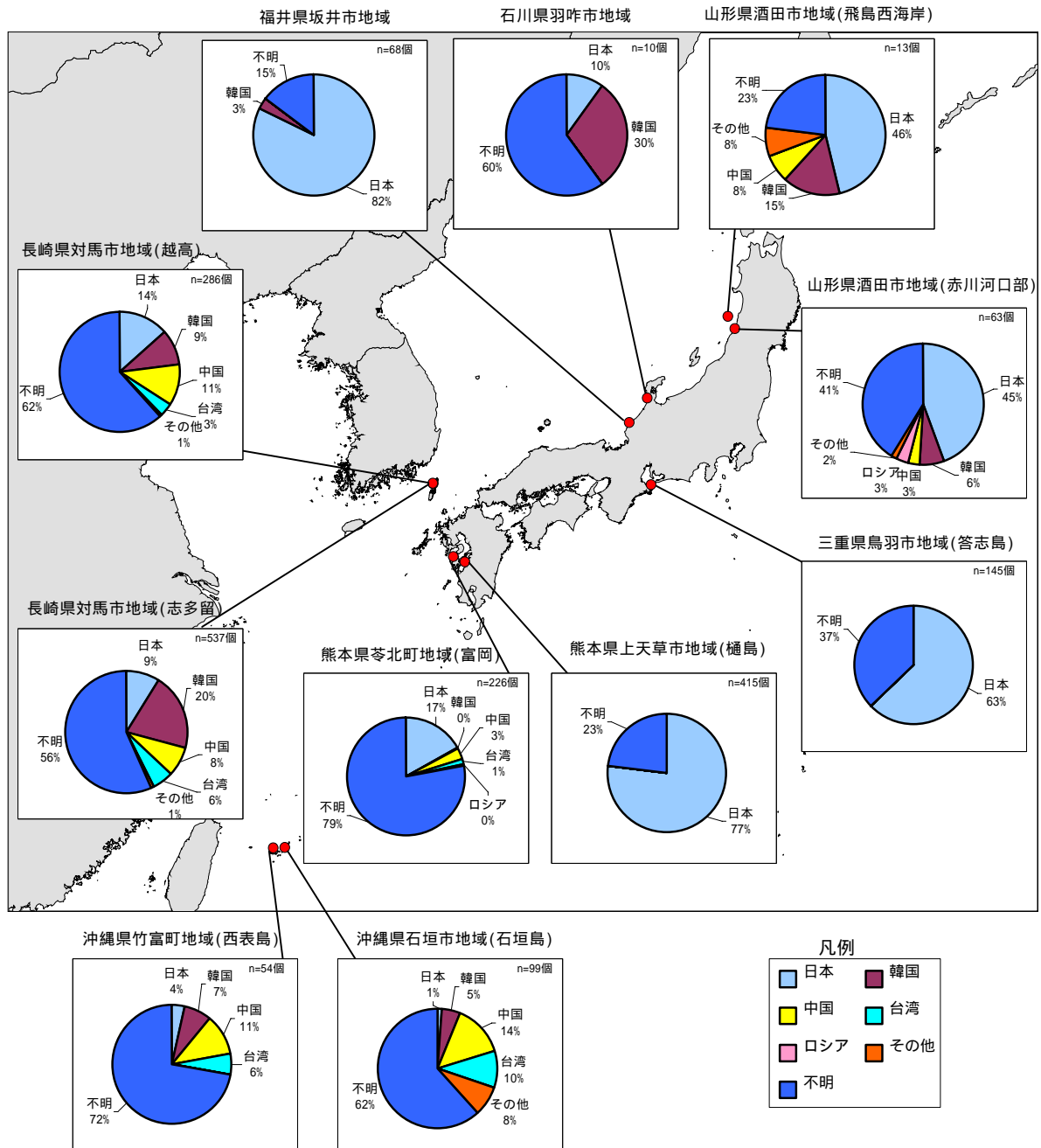


図 3.1-1(1) ペットボトルの国別集計結果 (第1回)