

図 3.1-9 共通調査において回収したゴミ重量

(左：地点1～5の平均、右：2007年12月～2008年8月の累積、人工物+流木・灌木+海藻)

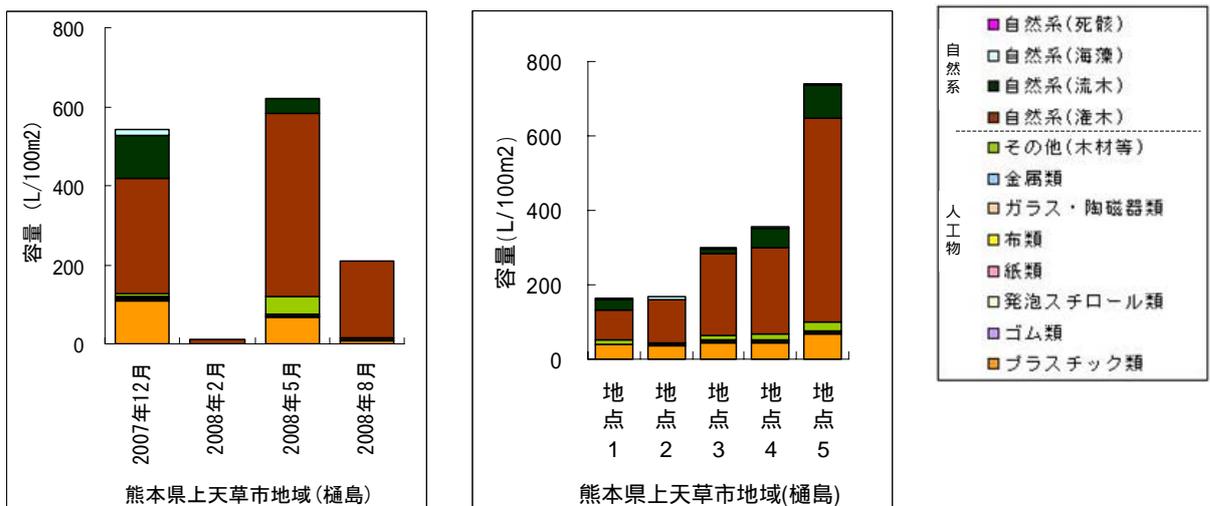


図 3.1-10 共通調査において回収したゴミ容量

(左：地点1～5の平均、右：2007年12月～2008年8月の累積、人工物+流木・灌木+海藻)

次に、第1回調査（2007年10月）～第5回調査（2008年8月）において回収した漂着ゴミのうち自然系である流木・灌木、海藻を除いたものの重量(kg/100m²)及び容量(L/100m²)を図3.1-11に示す。

重量、容量ともに時期別では第1回調査が最も多かった。人工物の中では、重量、容量ともにプラスチック類の割合が最も多かった。

前述のように、第1回調査結果は今までに蓄積した漂着ゴミの累計であるため除外し、第2回調査以後のクリーンアップ調査で回収した漂着ゴミで流木・灌木、海藻を除いたものの重量(kg/100m²)を図3.1-12に、容量(L/100m²)を図3.1-13に示す。

時期別に見ると重量、容量ともに第3回調査（2008年2月）が最も少なく、重量では第4回調査（2008年5月）が、容量では第2回調査（2007年12月）及び第4回調査（2008年5月）が多かった。地点別では重量、容量ともに地点5が最も多く、地点1と2が少なかった。人工物の中では、重量、容量ともにプラスチック類、その他（木材等）の割合が多かった。

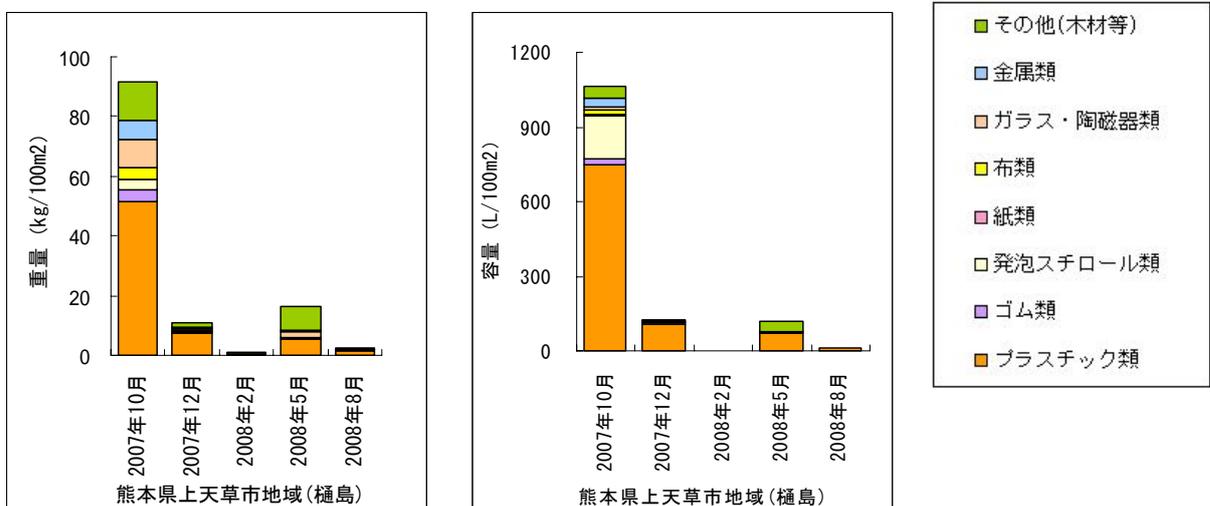


図 3.1-11 共通調査において回収したゴミ重量
(左：地点1～5の平均、人工物)

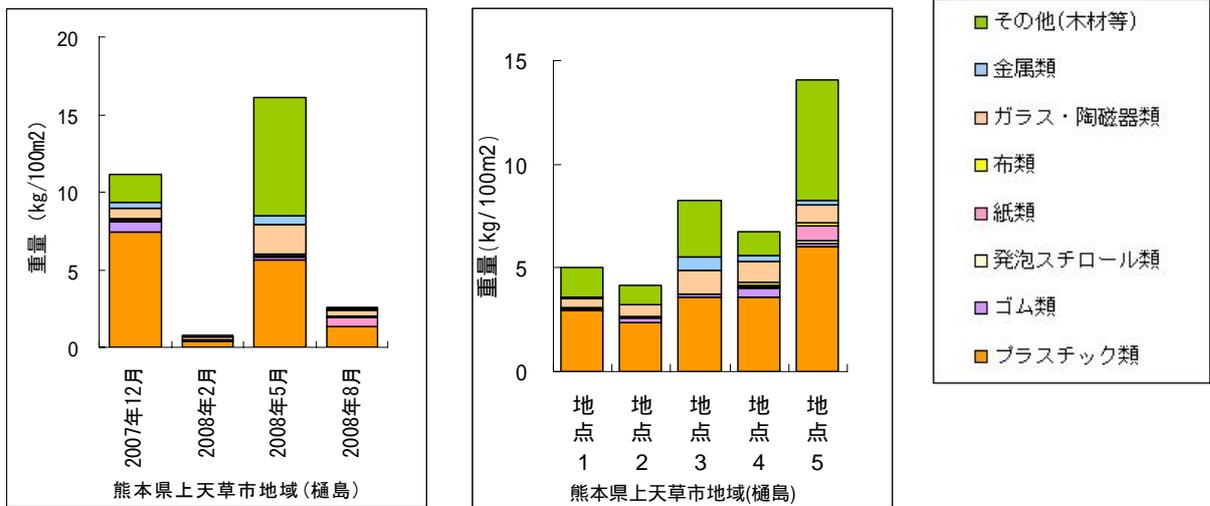


図 3.1-12 共通調査において回収したゴミ重量

(左：地点1～5の平均、右：2007年12月～2008年8月の累積、人工物)

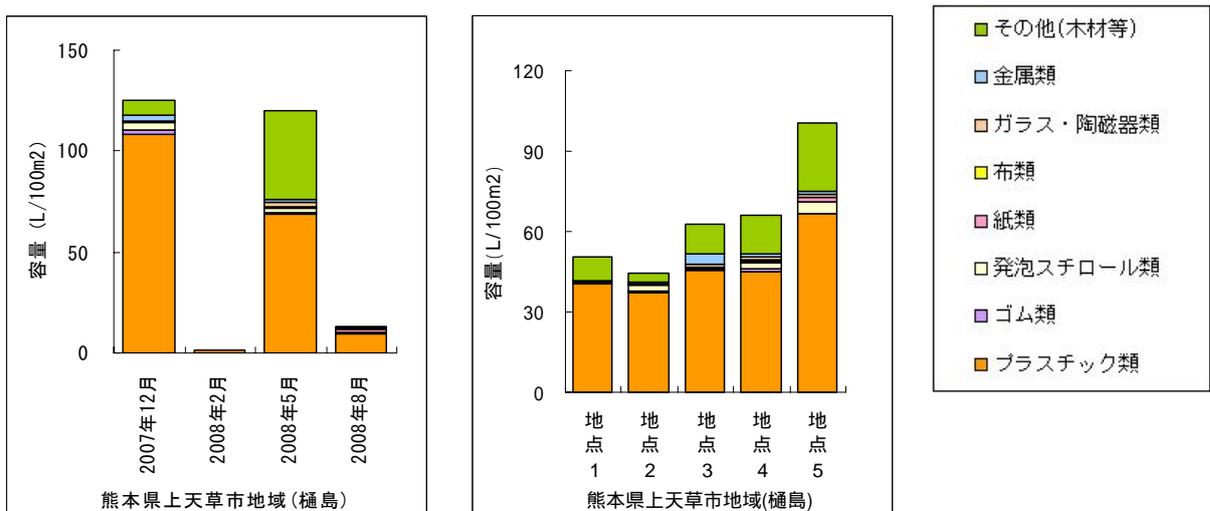


図 3.1-13 共通調査において回収したゴミ容量

(左：地点1～5の平均、右：2007年12月～2008年8月の累積、人工物)

さらに第1回調査(2007年10月)から第5回調査(2008年8月)の漂着ゴミの個数(個/100m²)を図3.1-14に、第2回目以後の値を図3.1-15に示す。海藻、灌木は個数を計数できないため人工物のみ個数で示している。

時期別では第1回調査(2007年10月)の個数が最も多く、第2回以後では、第4回調査(2008年5月)が多かった。地点別では地点5が最も多かった。種類別では、プラスチック類が最も多かったが、重量及び容量では割合が低かった発泡スチロール類の割合が高くなっている。特に、2007年10月で全体の6割近くを占めており、それまでに蓄積されたゴミに多く含まれることから、漂着後時間経過とともに劣化・細分化し、それが海岸に溜まっていったものと推察された。



図 3.1-14 共通調査において回収したゴミ個数

(左：地点1～5の平均、右：2007年12月～2008年8月の累積、人工物)

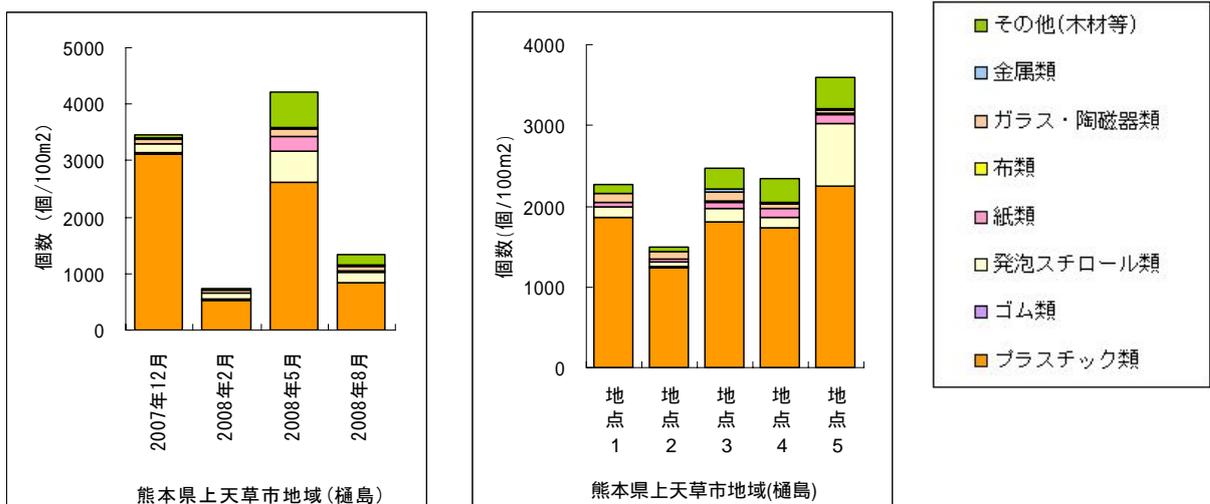


図 3.1-15 共通調査において回収したゴミ個数

(左：地点1～5の平均、右：2007年12月～2008年8月の累積、人工物)

(2) 漂着ゴミ組成の経時変化及び地点間の比較

第2～5回調査(2007年12月～2008年8月)の共通調査において回収された漂着ゴミを季節ごとに、かつ大分類ごとに集計した。集計の際には、地点別と同様に人工物+流木・灌木+海藻、人工物+流木・灌木、人工物の3通りの集計を行った。それぞれについて枠内重量比率および容量比率を図3.1-16、図3.1-17に示す。なお樋島海岸の場合、海藻の有無による自然系ゴミの割合の傾向の違いがほとんど認められないため以後は、人工物+流木・灌木+海藻、と自然系(流木・灌木・海藻)を除いた人工物について述べる。

人工物+流木・灌木+海藻についてみると、各調査時期の漂着ゴミの重量及び容量は、5地点平均で2.5kg/100m²(2008年2月)～97.2kg/100m²(2007年12月)、11.4L/100m²(2008年2月)～540.5L/100m²(2007年12月)の範囲であった。

各調査時期で重量・容量ともに、自然系の灌木と流木が最も多く、次いでプラスチック類が多かった。第1回調査と第2回調査以後を比較すると特に流木については、第1回調査の方が重量・容量ともに高くなっており、漂着した流木が蓄積されていったものと推察された。

重量比率では、自然系(灌木)は48%(2007年12月)～95%(2008年8月)、自然系(流木)は0%(2008年2月)～39%(2007年12月)、プラスチック類は3%(2008年8月)～15%(2008年2月)の範囲であり、容量比率では、自然系(灌木)は55%(2007年12月)～94%(2008年8月)、自然系(流木)は0%(2008年2月)～20%(2007年12月)、プラスチック類は4%(2008年8月)～20%(2007年12月)の範囲であった。

次に人工物の枠内重量比率および容量比率では、第4回(2008年5月)の重量比率でその他(木材等)が47%で最も多くなっている以外は、各調査時期ともに、プラスチック類の占める割合が最も多く、重量比率では35%(2008年5月)～67%(2007年12月)、容量比率で57%(2008年5月)～88%(2007年12月)であった。次いで多いのは、その他(木材等)で、重量比率で3%(2008年2月)～47%(2008年5月)、容量比率で3%(2008年2月)～36%(2008年5月)であった。それ以外では、重量比率ではガラス・陶磁器類が、容量比率では発泡スチロール類の比率が高かった。

第2～5回調査(2007年12月～2008年8月)の共通調査において回収された漂着ゴミを地点ごとに、かつ大分類ごとに集計した。集計の際には、人工物+流木・灌木+海藻、人工物+流木・灌木、大量に漂着する災害時以外には回収の対象とはならない自然系(流木・灌木・海藻)を除いた人工物の3通りの集計を行った。それぞれについて枠内重量比率および容量比率を図3.1-18、図3.1-19に示す。前述した理由により人工物+流木・灌木+海藻、と自然系(流木・灌木・海藻)を除いた人工物について述べる。

人工物+流木・灌木+海藻についてみると、各地点の漂着ゴミの重量及び容量は、年間平均で18.6kg/100m²(地点1)～120.1kg/100m²(地点5)、132.1L/100m²(地点1)～592.2L/100m²(地点5)の範囲であった。漂着ゴミの種類については、地点間でほぼ同様の傾向を示した。すなわち、各地点で重量・容量ともに、自然系の灌木と流木が最も多く、次いでプラスチック類が多かった。重量比率では、自然系(灌木)は49%(地点1)～82%(地点2)、自然系(流木)は0%(地点2)～29%(地点1)、プラスチック類は4%(地点5)～13%(地点1)の範囲であり、容量比率では、自然系(灌木)は51%(地点1)～75%(地点3と5)、自然系(流木)は0%(地点2)～17%(地点1)、プラスチック類は9%(地点5)～25%(地点1)の範囲であった。

次に人工物の枠内重量比率および容量比率では、各地点ともに、プラスチック類の占め

る割合が最も多く、重量比率では44%（地点3）～58%（地点1）、容量比率で66%（地点5）～83%（地点2）であった。次いで多いのは、その他（木材等）で、重量比率で17%（地点4）～41%（地点5）、容量比率で8%（地点2）～26%（地点5）であった。上記以外では、重量比率ではガラス・陶磁器類が、容量比率では発泡スチロール類の比率が比較的高かった。

| | 第2回調査 (2007年12月) | 第3回調査 (2008年2月) | 第4回調査 (2008年5月) | 第5回調査 (2008年8月) | 第6回調査 | 合計(第2~5回) | 第1回調査(参考) (2007年10月) |
|----------------------------|---------------------|--------------------|--------------------|--------------------|-------|-----------|-------------------------|
| 集計重量 (人工物+流木・ 灌木+海藻) | | | | | 調査せず | | |
| 集計重量 (人工物+流木・ 灌木) | | | | | 調査せず | | |
| 集計重量 (人工物) | | | | | 調査せず | | |

凡例

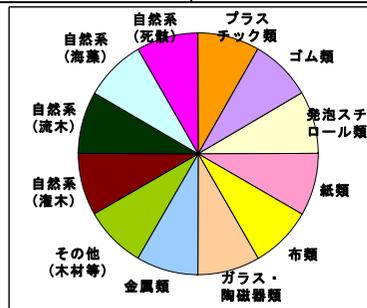
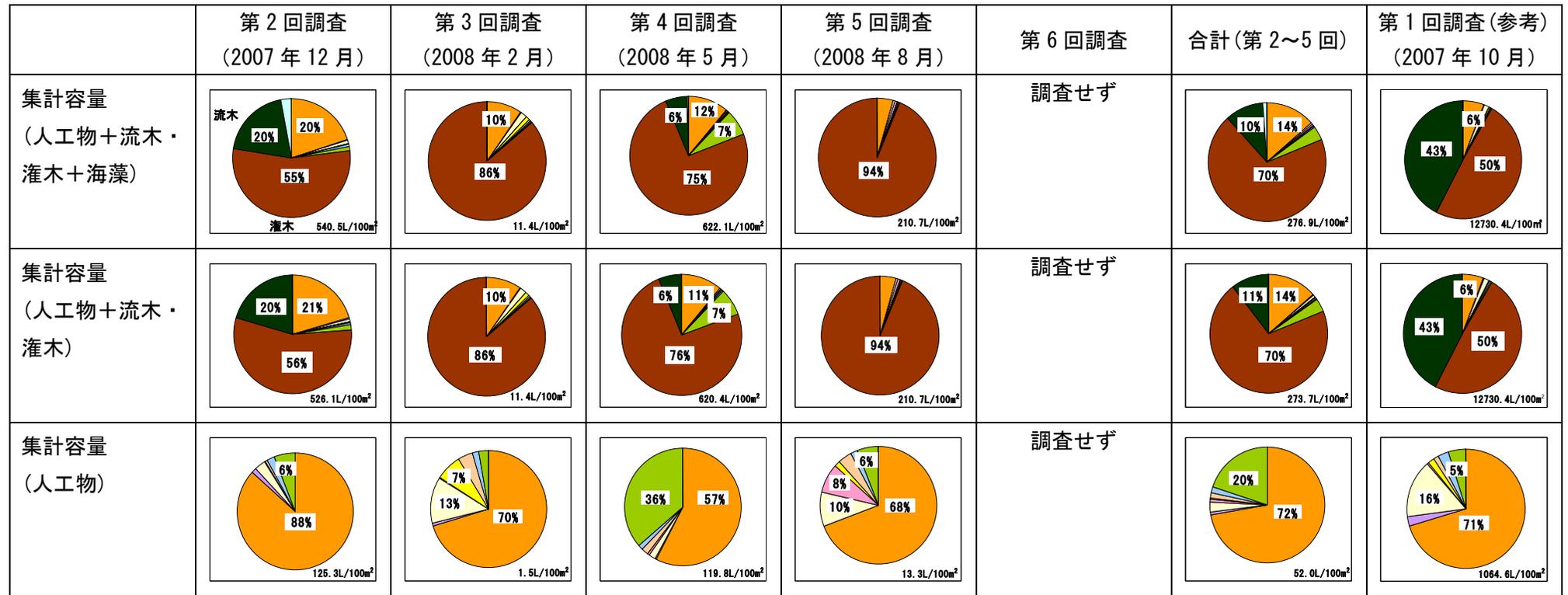


図 3.1-16 調査時期別重量比率 (地点1~5)



凡例

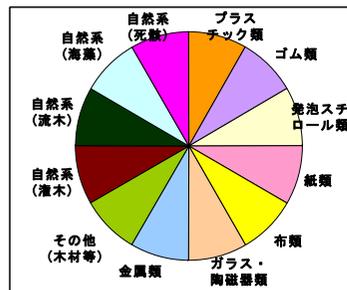
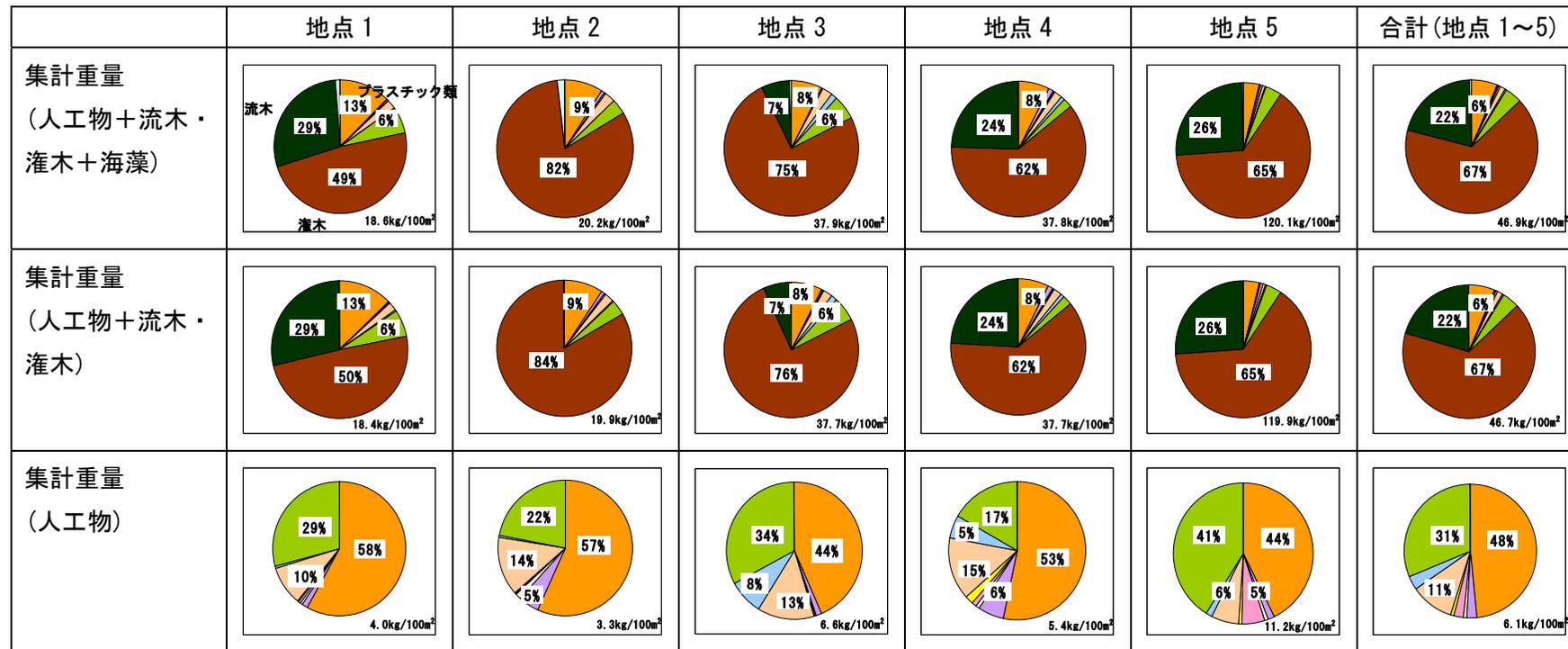


図 3.1-17 調査時期別容量比率 (地点1~5)



凡例

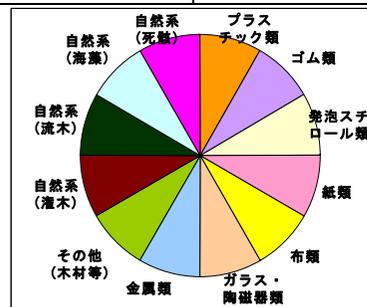
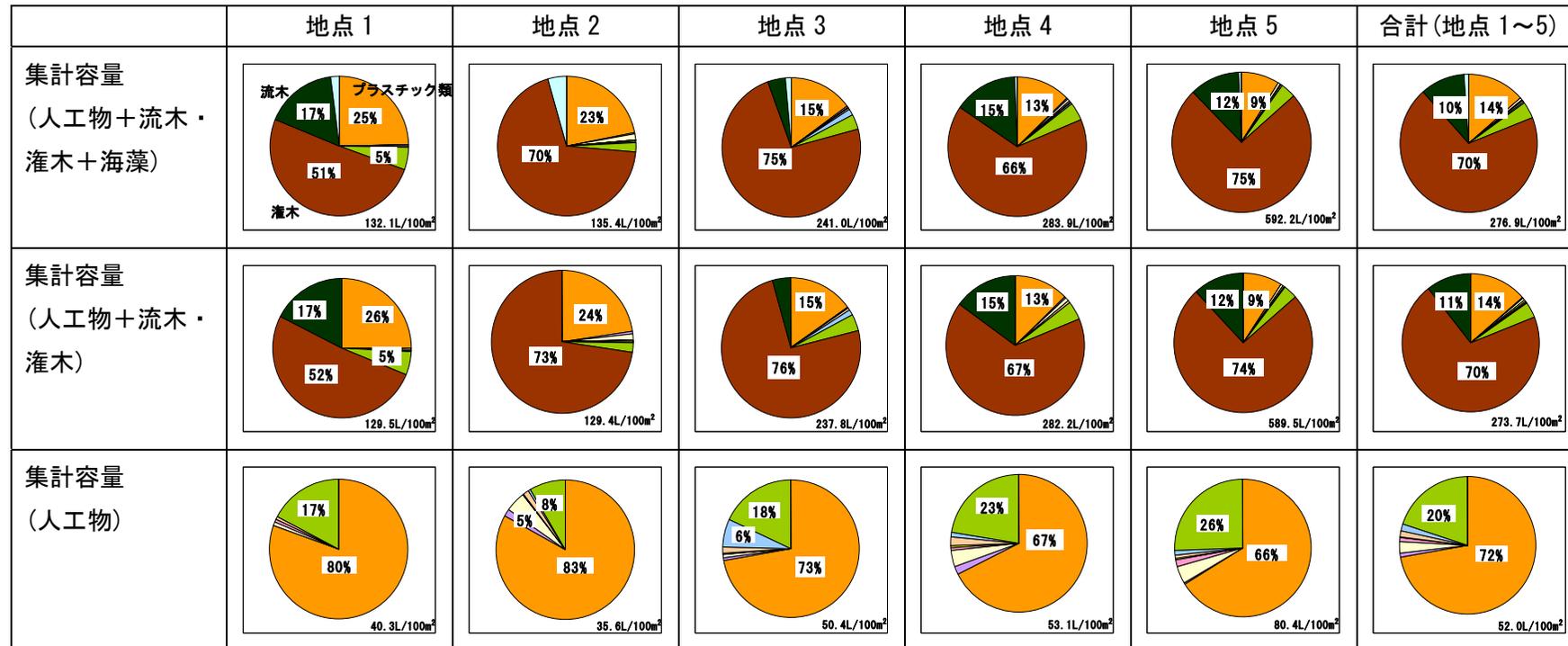


図 3.1-18 地点別重量比率 (第 2~5 回調査)



凡例

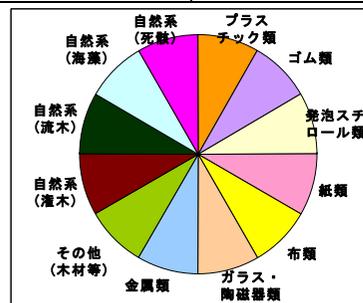


図 3.1-19 地点別容量比率 (第 2~5 回調査)

(3) 漂着ゴミのかさ比重

回収した漂着ゴミの処分の際に、焼却炉や運搬業者の計量で、ゴミの重量もしくは容量しか正確に把握できない。モデルを構築し、経費などを試算する際には、重量、容量の両方の値を用いるため、重量から容量または容量から重量を算出する必要がある。その算出にはゴミの比重を用いるため、第1～5回クリーンアップ調査の共通調査において回収された漂着ゴミを総合計し、熊本県上天草地域（樋島海岸）における比重を算出し、表 3.1-3 に示す。

< 比重の算出方法 >

共通調査における分析では、ペットボトルやライター、流木などは1個1個の「実容量」を、一方、灌木や海藻、プラスチック破片などは、バケツなどに入れた「かさ容量」で測定を行っている。そのため表 3.1-3 の比重は、「実比重」と「かさ比重」が混在した比重となっている。

表 3.1-3 熊本県上天草地域（樋島海岸）における比重

| | 重量 (kg) | 容量 (L) | 比重 (kg/L) |
|--------------|---------|--------|-----------|
| 人工物+流木・灌木+海藻 | 4,384 | 28,231 | 0.16 |
| 人工物+流木・灌木 | 4,381 | 28,198 | 0.16 |
| 人工物 | 244 | 2,649 | 0.09 |

注：各比重は、第1～6回クリーンアップ調査の共通調査結果から算出した。

3.2 独自調査

3.2.1 目的

本調査は、各モデル地域に設定した調査範囲の清掃（クリーンアップ）を定期的に行うことで、清掃に必要となる人員、重機、前処理機械等について、各地域の実情に即した効果的かつ経済的な選定、手配、利用が可能となることを目的とした。

3.2.2 調査工程

クリーンアップ調査のうち独自調査は、図 3-1 のように原則として 2 ヶ月毎に共通調査に引き続いて実施した。樋島海岸では、第 4 回調査までで調査範囲の漂着ゴミを一通り回収・処分し終えたため、第 4 回調査で独自調査を終了し、第 5 回は共通調査のみ実施した。樋島海岸で実施した調査工程を表 3.2-1 に示す。

表 3.2-1 独自調査の調査工程

| 第 1 回調査 | 第 2 回調査 | 第 3 回調査 | 第 4 回調査 | 第 5 回調査 |
|--------------|--------------|---------|-------------|----------------------|
| 2007 年 | | 2008 年 | | |
| 10 月 24～26 日 | 12 月 12、13 日 | 2 月 8 日 | 5 月 18～20 日 | 共通調査のみ実施のため独自調査は実施せず |

3.2.3 調査方法

(1) 独自調査の対象範囲

独自調査の対象範囲は、調査範囲全体のうち地点 1 から地点 5 を含む海岸（上桶川海岸、全長約 300m）である（図 3.2-1 参照）。ただし、第 4 回調査（2008 年 5 月）においては、上桶川海岸に加えて琵琶の首を含む陸からアクセスできない海岸についても漂着ゴミを回収した。

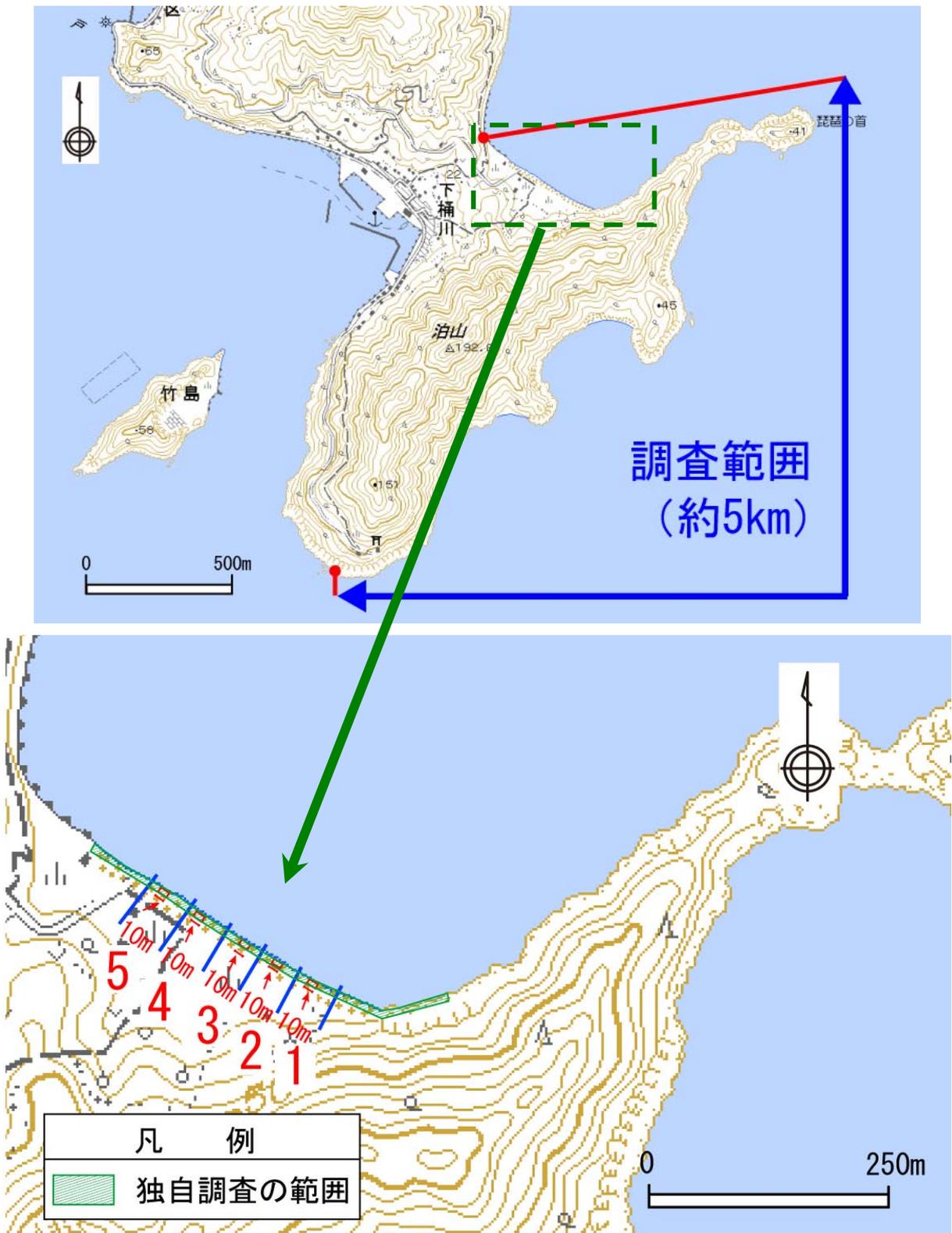


図 3.2-1 独自調査の範囲（樋島海岸）

(2) 漂着ゴミの分類方法

当該調査においては、天草広域連合松島地区清掃センターの分別に従って、回収したゴミを表 3.2-2 に示すような5区分に分類した。そのうち飲料用容器は蓋をとって中身を確実に捨て、中身がないことを見て分かるような状態でゴミ袋に入れた。なお、ボンベ類とライターは区別してゴミ袋に入れた。

分別は回収時に行うことが効率的である。分別する種類に応じて、大きさや色の違う回収袋を用意し、回収する人間が分別後に間違わずに別々の袋に収められるようにすることが肝要である。また、人力で仮置き場へ集積する場合には、袋詰めする際に、持ち運びできる重量を考えて、袋の容量いっぱいにはゴミを詰めないこと、袋の口をしっかりとしばることを指示した。

回収したゴミは、ほとんどが一般廃棄物となるが、直径 10cm 以上または長さ 1m 以上の流木や冷蔵庫などの処理困難物については、別途処理する必要があるので、一般廃棄物とは区別して回収し、集積場所も一般廃棄物とは区別した。

表 3.2-2 熊本県上天草地域における漂着ゴミの分別

| ゴミの種類 | 品目例 |
|----------------|--|
| 一般廃棄物(可燃物) | 紙類、衣類、木片(直径 10cm 以内、長さ 1m 以内) 等 |
| 一般廃棄物(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 等 |
| 処理困難物 | 大型プラスチック、古タイヤ、大型漁具(ブイ)、家電製品 |
| 処理困難物(特別管理廃棄物) | 注射器、アンプル 等 |
| 流木 | 直径 10cm 以上または長さ 1m 以上の流木 |

(3) 漂着ゴミの回収・処理方法

回収方法は、できるだけ効率的に実施できる方法であること、また今後の清掃活動においても活用可能な、経済的な方法であることを前提に検討した。

海岸の形状を当調査におけるモデル海岸の地形等を考慮し、「砂浜海岸」、「礫海岸（車道あり）」、「礫海岸（車道なし）」、「岩場」に分類した。そのうち、「礫海岸（車道あり）」とは、海岸までアクセスする際に、軽トラック等の車両が進入できる道がある場合を示し、「礫海岸（車道なし）」とは、海岸までの道が遊歩道程度の場合を示す。以上のように分類した海岸において、回収・搬出における実施可能な方法を表 3.2-3 に、その具体的な写真を写真は樋島にかぎらず全モデル地域のものから抽出して用いている。

図 3.2-2 に示す。

回収方法として砂浜海岸では、人力として掃除機、チェーンソー、エンジンカッターが考えられたが、掃除機は、ゴミと一緒に砂を吸い取り使用が困難と考えられるため「×」とした。また、重機（バックホウ、レーキドーザ、ビーチクリーナ）は、砂浜海岸では使用が可能であるが、海岸まで車両が進入できる道路のない「礫海岸（車道なし）」や「岩場」は「×」とした。

一方、搬出方法として砂浜海岸では、人力としてリヤカー、一輪車、台車が考えられたが、礫海岸、岩場においては、このような車輪の付いた器具は使用できないため「×」とした。また、重機として不整地車両及び自動車について、海岸まで車両が進入できる道路のない「礫海岸（車道なし）」や「岩場」は「×」とした。

樋島海岸（上桶川海岸）は、表 3.2-3 において「砂浜海岸」に該当するため、回収方法は、人力、チェーンソー、エンジンカッターが考えられるが、エンジンカッターを使用するようなロープやブイはなかったため、人力とチェーンソーを用いて回収を行った。また、重機については、流木の撤去にバックホウを使用した。レーキドーザやビーチクリーナは、調査海岸の海岸幅が満潮時には 4m ほどしかないため使用に適さなかった。

漂着ゴミの適正処理には分別が不可欠であることから人力による回収・分別が最も効率的かつ経済的であったため、漂着ゴミの大部分を人力によって回収した。

搬出方法は、人力、リヤカー、一輪車、台車、不整地車両、自動車、小型船舶、クレーン、モノレール、荷揚げ機が考えられるが、海岸は柔らかい砂地であることから自動車の使用は不可能であり、一輪車、台車も適さない。モノレール、荷揚げ機は、仮設のため、使用ごとの設置金額とメンテナンスにおいて、継続的に実施することが困難であるため実施しなかった。調査海岸と仮置き場が近接しているため、人力と不整地車両による搬出を実施した。

一方、陸からのアクセスが困難な海岸（琵琶の首等）からの搬出については小型船舶の使用が不可欠であり、上桶川漁港に県の許可を得て仮置き場を設置し、船舶から仮置き場へはクレーン（ユニック車）を用いて回収袋を搬出した。

収集・運搬方法は、仮置き場に集積した後、許可業者に委託して、トラック及びパッカー車により清掃センターまで収集・運搬する方法とした。

処分は、一般廃棄物は天草広域連合松島地区清掃センターにて、処理困難物は専門業者に委託して処理する等、地域の実情に合わせて適正に実施した。また、流木は一部炭化処理による有効利用研究を実施した。

表 3.2-3 回収・搬出における実施可能な方法（熊本県上天草市地域（樋島海岸））

| 方法 | 項目 | 種類 | 砂浜海岸 | 礫海岸 | | 岩場 | 備考 |
|---------|------------------------|----------|------|------|------|----------------|---------------------------------|
| | | | | 車道あり | 車道なし | | |
| 回収方法 | 人力 | 人力 | ◎ | ○ | ○ | ○ | 基本的な方法。細かいゴミの回収。効果的に実施するには人数が必要 |
| | | 掃除機 | × | ○ | ○ | ○ | 岩の隙間の細かい発泡スチロール等の回収に有効。長時間の使用不可 |
| | | チェーンソー | ◎ | ○ | ○ | ○ | 流木等の切断。持ち運びに不便 |
| | | エンジンカッター | ○ | ○ | ○ | ○ | ロープやブイの切断。持ち運びに不便 |
| | 重機 | バックホウ | ◎ | ○ | × | × | 重量物の回収。人力の併用が必要 |
| | | レーキドーザ | ○ | × | × | × | 砂浜での回収。分別に人力が必要 |
| | | ビーチクリーナ | ○ | × | × | × | |
| 搬出方法 | 人力 | 人力 | ◎ | ○ | ○ | ○ | 重量物・大型ゴミ以外の搬出 |
| | | リヤカー | ○ | × | × | × | 平坦で砂の締まった砂浜海岸で利用可能 |
| | | 一輪車 | ○ | × | × | × | |
| | | 台車 | ○ | × | × | × | |
| | 重機 | 不整地車両 | ◎ | ○ | × | × | 起伏の少ない海岸で使用可能 |
| | | 自動車 | ○ | ○ | × | × | 平坦で砂・礫の締まった海岸で利用可能 |
| | | 小型船舶 | ◎ | ○ | ○ | ○ | 出航・接岸が天候・海況・地形に左右される |
| | | クレーン | ○ | ○ | ○ | ○ | クレーン車の稼働範囲に仮置場が必要 |
| | | モノレール | ○ | ○ | ○ | ○ | 設置・メンテナンス・撤去に経費が必要。周辺環境の一部改変が必要 |
| | | 荷揚げ機 | ○ | ○ | ○ | ○ | |
| 収集・運搬方法 | 現地（海岸）まで収集に来てもらう（運搬業者） | | | | ○ | パッカー車等 | |
| | 仮置き場に集積し、後に運搬（運搬業者） | | | | ◎ | トラック、台船等 | |
| | 直接、処理施設に持ち込み | | | | ○ | 自己運搬 | |
| 処分 | 市町の焼却炉にて処分 | | | | ◎ | 一般廃棄物 | |
| | 専門業者に委託して処分 | | | | ◎ | 処理困難物 | |
| | 有効利用 | | | | ◎ | バイオマス燃料、発泡減容化等 | |

注：表中の太字は該当する海岸の項目を、「◎」は現地で実施したことを、「○」は実施可能を、「×」は実施不可能を示す。

| 方法 | 項目 | 種類 | | |
|------|----|---|---|---|
| 回収方法 | 人力 |  チェーンソー |  人力 |  掃除機 |
| | |  エンジンカッター | | |
| | 重機 |  バックホウ |  レーキドーザ |  ビーチクリーナ |
| | | | | |
| 搬出方法 | 人力 |  人力 |  リヤカー | |
| | |  不整地車両 |  小型船舶 |  クレーン |
| | 重機 | | | |

写真は樋島にかぎらず全モデル地域のものから抽出して用いている。

図 3.2-2 回収・搬出における実施可能な方法の具体例

3.2.4 調査結果

(1) 回収

a. 回収手法

回収は、基本的に人力で行った。大きな流木はチェーンソーで切断して回収した。特に大きな流木については、バックホウを使用して回収した(図 3.2-3)。

回収したゴミは、可燃物、不燃物と分別してゴミ袋に収納し、その場でトンパックに詰めした後、不整地車両(キャリアダンプ)で搬出し仮置き場に集積するか、袋を直接不整地車両に積載して搬出した。処理困難物は撤去後、トンパックに詰めて不整地車両を用いて、集積場所に搬出した。

なお、第4回(2008年5月)においては、陸からのアクセスが困難な海岸においても調査を実施し、作業員は小型船舶で移動し、回収後のゴミ袋は小型船舶で搬出した。



人力による回収(上桶川海岸)



不整地車両への積み込み

図 3.2-3 漂着ゴミの回収状況

b. 回収効率

第1~4回における時間当たりの回収量は16~31 kg/h/人となり、一人当たり2時間程度の活動で、32~61 kg/人のゴミが回収できると推測できる。ただし、第1回から第3回の時間当たりの回収量は、不整地車両を使用した場合の値であり、人力のみで回収と搬出を行う場合と比較して効率がよいと考えられる。不整地車両を使用しない場合には、集積場所まで人力で運ぶ手間と時間がかかるため、回収効率はかなり落ちる。ちなみに第4回調査では、不整地車両を使用できない海岸での回収作業によるゴミが多かったが、そのときの回収効率は16 kg/h/人であり、最大であった第1回(31 kg/h/人)と比較して約半分であった(表 3.2-4 参照)。

表 3.2-4 独自調査における回収効率

| 調査回数 | 調査方法 ¹⁾ | | | | 回収した面積(m ²) (概算) | 回収したゴミの量 (t) | 回収したゴミの量 (m ³) | 時間 当たりの 回収量 (kg/h/人) | |
|------|----------------------|-----------|-----|------------|---------------------------------|-----------------|-------------------------------|-------------------------------|----|
| | 重機(台日) ²⁾ | | | 船舶 (隻日) | | | | | |
| | バックホ | 不整地 車両 | その他 | | | | | | |
| 第1回 | 2 | 2 | — | — | 1,449 | 3,000 | 45 | 283 ⁴⁾ | 31 |
| 第2回 | 2 | 1 | — | — | 1,008 | 3,000 | 23 | 144 ⁴⁾ | 23 |
| 第3回 | — | 1 | — | — | 390 | 3,000 | 7 | 41 ⁴⁾ | 17 |
| 第4回 | — | 1 | — | 4 | 883 | 5,000 | 14 | 88 ⁴⁾ | 16 |
| 第5回 | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 合計 | 4 | 5 | 0 | 4 | 3,730 | 14,000 | 89 | 555 ⁴⁾ | 24 |

注：1)「調査方法」のうち、重機はのべ使用台数を、作業時間は人力回収による作業のべ時間を示す。

2)重機の「その他」とは積み込みの際のユニックは除く。

3)表中の「—」は使用していないことを示す。

4)回収したゴミの重量に比重0.16を除して算出した。

c. 琵琶の首における回収

第4回調査(2008年5月)においては、それまでの上桶川海岸に加え、陸からのアクセスが困難な海岸(琵琶の首周辺)においても調査を実施した。調査では小型船舶を使用し、作業員の移動、回収後のゴミ袋の運搬を行った(図3.2-4)。



船への積み込み(琵琶の首)



港での荷揚げ(下桶川漁港)

図 3.2-4 琵琶の首における回収状況

(2) 収集・運搬

集積したゴミは業者に委託して処分場まで運搬した。

(3) 処分

a. 処分方法

一般廃棄物の可燃ゴミ（紙類、衣類、木片：直径 10cm 以内、長さ 1 m 以内）及び不燃ゴミ（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）は、松島地区清掃センターに運搬し、処分した。

処理困難物（大型プラスチック、古タイヤ、大型漁具（ブイ）家電製品、直径 10cm 以上または長さ 1m 以上の流木・木材）については、廃棄物処理業者に委託し、適正に処分した。流木については焼却処分、その他については最終処分場で埋立処分した。

b. ゴミの有効利用

本調査で回収した処理困難物のうち流木は、樋島海岸で最も量が多く、人力での回収が困難であり、中間処理しないかぎり、一般廃棄物として処分できない。一方、流木の中間処理を行いチップ化し、バイオマス燃料として利用する方法、炭化処理による減量化と炭としての利用等、有効利用する方法も考えられる。

樋島地区の NPO 法人天草元気工房では、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、流木の有効利用のひとつの方法として期待される。その内容について以下に述べる。

(a) 炭化処理の作業の流れ

NPO 法人天草元気工房で実施している流木の炭化処理の作業の流れを図 3.2-5 に画像を用いて詳しく説明する。



図 1 流木の収集

樋島海岸上桶川海岸よりクリーンアップ調査にて集められた流木を主に利用した。材量が不足したため、樋島外平海岸にも流木を収集した。



図 2 運搬

軽トラックにて同町大道まで運搬(片道約 15 分)。

図 3.2-5(1) 流木の炭化処理の作業の流れ



図3 木づくり

斧やチェーンソー、鋸を用いて、流木を燃材と炭材に適度な大きさにそろえる。炭窯に入る大きさであれば、形状や大きさを気にせず炭にできる。直径20cm×長さ70cmの流木も問題なく炭にすることが可能である。



図4 一度に使用する炭材と薪の量

種々雑多な樹種のある流木だが、目安として、気乾状態の木材で炭窯一基一回の炭焼きで使用する薪の重量は約13kg、炭材は約36kgであった。図ではコンテナに入ったものが燃材、それ以外が炭材。



図5 炭材の窯への詰め込み

炭材を窯いっぱい詰め込む。一回で約36kgの流木が入る。



図6 火入れ及び炭焼き

炭材の含水率、大きさ、または炭窯を覆う土の乾き具合で異なるが、着火から鎮火までの炭焼き時間は早くても3時間、長くても5時間ほどであった。



図7 鎮火

煙突から出る煙の色がほぼ無色になったら、煙突や焚口を閉じて鎮火する。高温のため自然冷却させて翌日出炭する。



図8 出炭

鎮火して窯を冷ました後、出炭。1窯で8～10kgの黒炭ができる。

図 3.2-5(2) 流木の炭化処理の作業の流れ

「海の流木」を岩崎式炭焼き窯にて問題なく炭化することができた。炭化時間も標準どおりであったため、炭材・燃材として「海の流木」は不向きな材料ではないことがわかった。また、流木はほとんどのもので樹皮がはがれており、含水率も低いものが多いと考えられ、かえって炭材として適しているとも考えられる。

炭化処理の作業に関しても、熟練は必要なく、容易な操作で炭焼きが可能であった。注意する点は、燃焼部で絶えず薪を燃やし続けるということであり、多量に薪をいれることで、しばらく窯から離れることも可能である。

今回の実験では、炭窯一基一回の炭焼きで、使用する薪の重量は約1.3kg、炭材は約3.6kg、それから得られる炭の重量は約1.0kgであった。種々雑多な樹種を含み、また含水率もまばらであるから、目安の量でしかないが、ほぼ乾いた材料を使ったので、気乾状態の重量と見なしていいであろう。流木の樹種に関しては、組織学的に目視で導管の有無にて判別するところ、スギ・ヒノキと思われる針葉樹材が多くを占めていた。

漂着ゴミである流木の処理という観点からすると炭窯一基で一回に約49kgの流木が処理できることになり、それにより約10kgの黒炭をつくることができる。炭は炭化前の炭材にくらべて大きく収縮する。(図9)



38kgの炭材を10kgの黒炭にすることで、漂着ゴミの重量と容積を減少させることができる上、ただの焼却処理ではなく、流木をバイオマスエネルギーとして利用しながら有価物に変えることができる。しかも、それが簡易な施設で可能である。

(b) 炭の利用・流通に関する検討

一般的な炭の利用方法としては、暖房や料理の燃料としての利用、アンモニア臭等の脱臭や新建材などから出る化学物質等の吸着など化学的吸着力を活かした利用、吸放湿性を活かした調湿材としての利用、土壌改良・中和剤としての利用がある（岩崎 眞理 2004、炭の基本について、平成 16 年度足利工業大学付属高等学校研究紀要）。これらの利用方法の中で、流木炭の特徴に見合った有効な利用・流通方法を探った。

今回の炭焼き方法では製造した「流木炭」は、炭化時間の短縮化と省力化の観点から黒炭とした。黒炭は白炭より安価で着火させやすいことから、屋外用バーベキューの燃料として最も一般的に利用されている。そこで、市場に出回っているバーベキュー用木炭（黒炭）と流木炭の燃料としての性能比較をしたところ、流木炭は非常に着火しやすいことがわかった。これは「流木炭」が短時間の炭化により、比重が低く軽い炭になるためである。そこで、流木を活用したバイオマスエネルギーの地産地消も目指して、下表に示す商品を主に地元物産館で試験販売している。商品としては、燃材炭材ともに流木を活用した「流木炭」、燃材には流木を活用するが炭材は山から切り出したモウソウチクを利用した「流木竹炭」があり、流木をそのまま薪として販売する「流木薪」も試験販売を行っている。

| | | |
|---|---|---|
|  |  |  |
| 流木炭（りゅうぼくたん） 1袋 約1.5kg 雑木（黒炭） | 流木竹炭 1袋 約150g 竹炭（黒炭） | 流木薪（まき） 1束 約4kg 流木の気乾材（雑木） |
| 火付きがよく、1回のバーベキュー使用にちょうど良い1.5kg入り。 | 材料となる竹は山から伐ってきたものを使用。炭焼きの燃料には流木を活用して製造。部屋に置けば脱臭・除湿効果など有る。 | キャンプ場の炊事棟の「かまど」で使用しやすいように約35cm程度にカット。 |
| 販売価格 500円 | 販売価格 200円 | 販売価格 300円 |

(c) 採算性の検討

試験販売の結果、上天草市物産館で平成 19 年 7 月～平成 20 年 3 月の売上は合計 45,890 円であった。NPO 法人天草元気工房の事業として試験販売しているため税法上の収益事業に該当し、当法人に法人税支払い（最低でも約 7 万円）の義務が発生することから、

現時点では人件費や袋などの経費捻出以前に赤字事業に留まっている。

流木炭化処理を事業として根付かせるためには、商品の改良開発、省力化、規模の拡大、拡販を図る必要がある。例えば、炭化処理施設を海岸部に設置することで、自然の力で海岸に集まった流木を現地で炭化処理することができ、運搬作業を省けるので、理にかなった省力化が期待できる。

このように事業化するためには多くの課題があるものの、流木の炭化処理は、海岸の漂着ゴミで最も量の多い流木の簡便な適正処理が最大の目的であり、今後活用する価値があるものと考ええる。