

漂流・漂着ゴミに係る国内削減方策モデル調査

山形県 地域検討会報告書(案)

第 章 山形県酒田市地域（飛島西海岸）における

漂流・漂着ゴミに関する技術的知見

目 次

第 章 山形県酒田市地域（飛島西海岸）における漂流・漂着ゴミに関する技術的知見	
1. 山形県酒田市地域（飛島西海岸）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	5
1.1.4 年間漂着量の推定	5
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	9
2. 山形県酒田市地域（飛島西海岸）における効率的かつ効果的な漂着ゴミの回収・処理方法	10
2.1 効果的な回収時期	10
2.2 回収・処理方法の試案	10
2.2.1 回収方法	10
2.2.2 搬出方法	11
2.2.3 収集・運搬方法	13
2.2.4 処分方法	14
2.3 試案に基づく費用の試算	15
2.3.1 前提条件	15
2.3.2 回収費用	15
2.3.3 収集・運搬費用	16
2.3.4 処分費用	16
2.3.5 回収・処理費用のまとめ	17
3. 山形県酒田市地域（飛島西海岸）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	21
3.1 漂着ゴミの国別割合	21
3.2 ライターを用いた国内発生源の推定	27
3.3 発生源（陸起源・海起源）の推定	29
3.4 一年間に回収された漂着ゴミの質	35
3.5 漂着ゴミの回収までの期間の推定	38
3.6 発生源及び漂流・漂着メカニズムのシミュレーション結果を用いた検討	39
3.6.1 ライターによる検討	39
3.6.2 韓国沿岸域発生ゴミの漂流経路の推定	42
3.6.3 東シナ海発生ゴミの漂流経路の推定	47
3.6.4 山形県を起源とする漂着ゴミの漂着場所の推定	51
4. 調査方法に関する課題	53
5. 海岸清掃活動に関わる参考資料	54
5.1 漂着ゴミ量の推定資料	54

第 章 山形県酒田市地域（飛島西海岸）における漂流・漂着ゴミに関する技術的知見

1．山形県酒田市地域（飛島西海岸）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

海藻は当調査ではゴミとして取り扱ったが、通常、地元でも回収はされていないため海藻を除いた漂着ゴミ（人工物+流木・灌木）の重量で見ると、調査範囲（図 1.1-1）の中において、地点4（田下海岸）が最も多く、地点5（ミヤダ浜）が最も少なかった（図 1.1-2）。

地形から考えると、地点2（ツブ石海岸）、地点3（青石海岸）及び地点5（ミヤダ浜岸）は、各海岸が湾曲している湾奥部分に当たる。一方、地点1（袖の浜）は、海岸が直線になった部分に、地点4（田下海岸）は海岸が湾曲している岬部分に当たる。漂着ゴミの蓄積状況（2007年9月～2008年9月）から見て、海岸の湾奥部より岬部分の方が、ゴミが漂着しやすい傾向があることが示唆された。



図 1.1-1 調査地点及び調査枠（飛島西海岸）

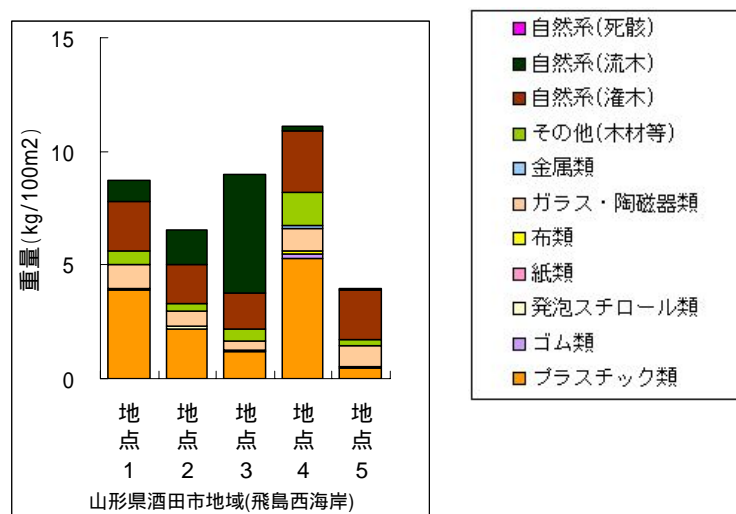


図 1.1-2 共通調査において回収したゴミ重量

（第2～6回調査（2007年10月～2008年9月）の累積：人工物+流木・灌木）

1.1.2 経時変化

海藻を除いた漂着ゴミ（人工物 + 流木・灌木）の重量で見ると、第2回調査（2008年10月）が最も多く、第5回調査（2008年7月）が最も少ない。つまり、ゴミの漂着量は、夏は少ないが、秋から春にかけて増加する傾向があると考えられる（図 1.1-3）。

一方、風速と1週間毎の定点観測の画像を比較したものを図 1.1-4 に示す。2007年10月29日～11月5日において風速約20m/sec以上の日（図中に黒枠で表示）があり、その際の最大波高は8mを超えていた。前後のゴミの状況を比較すると汀線際のゴミが内陸に向かって移動していた。また、2008年1月12～28日において、風速25m/sec以上の日（図中に黒枠で表示）があり、その際の最大波高は12mを超えていた。前後のゴミの状況を比較すると、汀線より内陸にあったゴミが、さらに内陸に向かっていく様子が把握できた。

このように飛島西海岸においては、風速約20m/sec以上の風と最大波高が8mを超える日がほぼ一致していた。この風と波により、汀線際のゴミが内陸に移動することが認められ、漂流中のゴミも海岸に漂着する可能性があると考えられる。

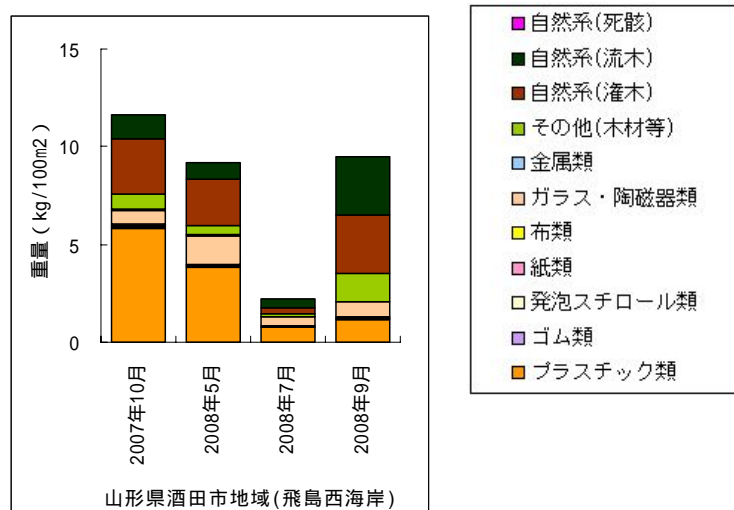


図 1.1-3 共通調査において回収したゴミ重量
(地点1～5の平均、人工物 + 流木・灌木)

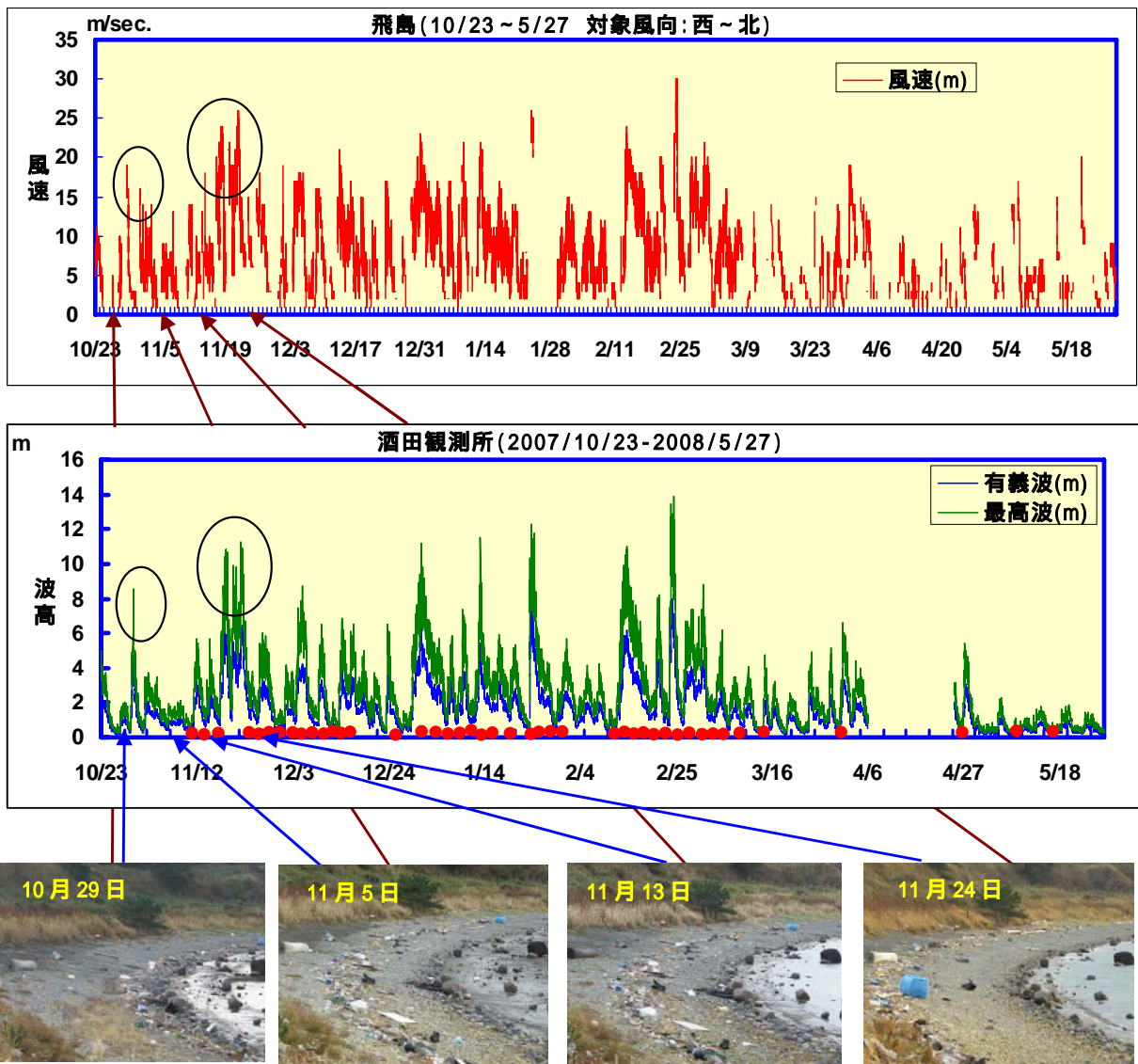


図 1.1-4(1) 西～北の風速の時系列と定点観測画像の比較
 (波高の図の日付の上にある赤丸は、定期船であるニュー飛島の欠航日を示す)

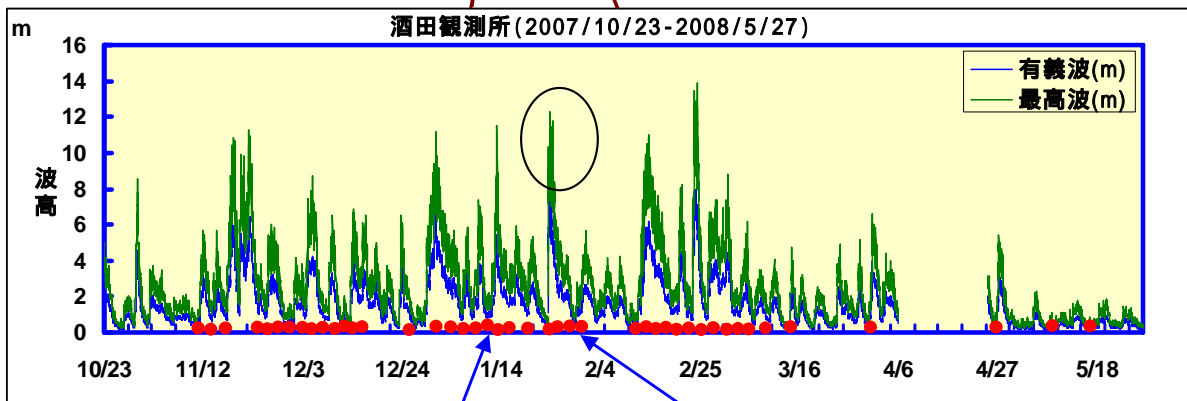
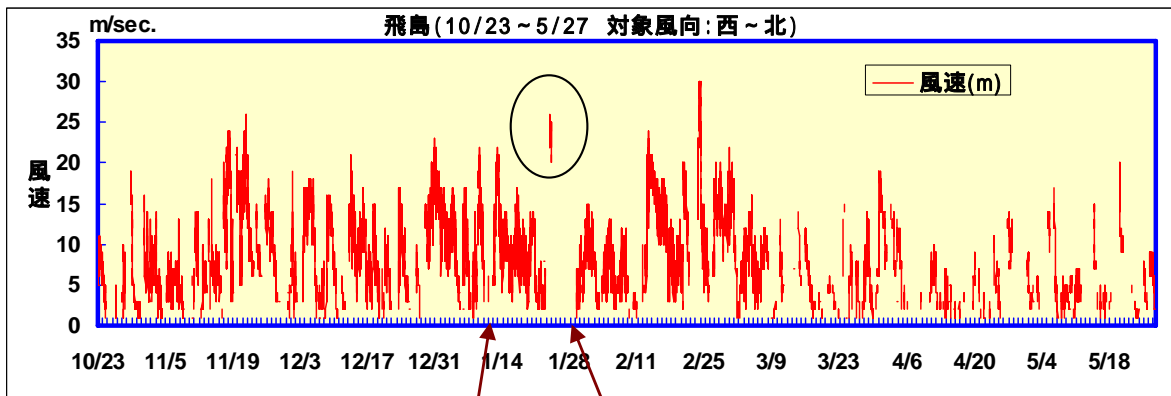


図 1.1-4(2) 西～北の風速の時系列と定点観測画像の比較
 (波高の図の日付の上にある赤丸は、定期船であるニュー飛島の欠航日を示す)

1.1.3 経年変化

飛島で実施されている「飛島クリーンアップ作戦」の実績を表 1.1-1 に示す。ゴミの回収量、回収効率等は、ゴミの密度や搬出方法（小型船舶の利用）等によって大きく変わるため単純な比較は出来ないが、平成 14 年から平成 19 年の田下海岸（地点 4）における実績（250～356 人の参加者）を見ると、回収効率が 6.0～9.9 kg/人/h と、あまり変化がない。これは、毎年、昨年回収したゴミの量と同等、もしくはそれ以上のゴミが漂着していることを示していると考えられる。

表 1.1-1 「飛島クリーンアップ作戦」実績

	第1回	第2回	第3回	第4回	第5回	第6回	第7回	第8回
日時	平成13年 9月1日 (土)	平成14年 7月7日 (日)	平成15年 8月30日 (土)	平成16年 5月29日 (土)	平成17年 5月28日 (土)	平成18年 5月27日 (土)	平成19年 5月26日 (土)	平成20年 5月31日 (土)
総参加者	250	344	356	338	282	338	348	57
回収 ゴミ量 (t)	2.2	6.18	約300袋	4.06	4.87	6.67	2.60	1.0
回収効率 (kg/人/h)	4.4	9.0	-	6.0	8.6	9.9	3.7	8.8
回収場所	八幡崎	田下海岸	田下海岸	田下海岸	田下海岸	田下海岸	田下海岸	荒崎海岸
備考			大半が台風 により流出		搬出に船 を利用	搬出に船 を利用		船が欠航

調査範囲は、第 2～7 回が田下海岸の約 250m である。

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、「飛島クリーンアップ作戦」での実績値を用いて、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。

この際に注意すべき点として共通調査で設置した調査枠は、一年間の大潮満潮位線を基準としている。つまり、大波がない限り一年間で一度も水没しない設定となっている。しかし、独自調査では、調査枠の下側から汀線に漂着しているゴミ、調査枠の上側の植生内や崖のくぼみなどのゴミも回収するため、共通調査の調査結果を用いた推測値は、独自調査の値より低くなっている可能性が高いと考えられる。

また、推定値は、2007 年 9 月～2008 年 9 月の共通調査に基づくものであるため、台風や気象状況などによって変動することが想定される。

(1) Aケース

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を平均し、全海岸線に掛けて漂着量を推定したものを表 1.1-2 に示す。

この結果、年間で 15t (人工物 + 流木・灌木 + 海藻)、海藻を除く人工物 + 流木・灌木で 7t のゴミが、飛島西海岸の約 1.7 km (調査範囲内) に漂着すると考えられる。

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	人工物 + 流木・灌木 + 海藻の平均値 (kg/10m)	人工物 + 流木・灌木の平均値 (kg/10m)	調査範囲の海岸線長 (m)	人工物 + 流木・灌木 + 海藻の推計値 (t)	人工物 + 流木・灌木の推計値 (t)
第2回(2007/9)	18	14	1,700	3	2
第4回(2008/5)	24	11	1,700	4	2
第5回(2008/7)	16	3	1,700	3	0
第6回(2008/9)	28	11	1,700	5	2
計				15	7
					約24m ³

- 注 1:表中の推計値の「0」は0.5t 未満を示す。
 2:有効数字の四捨五入の関係上、合計値が合わない場合がある。
 3:容量は、かさ比重 0.27 を使用し、算出した。

(2) Bケース

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を各海岸 (各地点) の海岸線に掛けて、海岸ごとに漂着量を推定した (表 1.1-3)。

この結果、年間で海藻を除くと約 6.6t のゴミが、飛島西海岸の約 1.7 km (調査範囲内) に漂着すると考えられる。これは A ケースとほぼ同様の値であった。

表 1.1-3 調査範囲における年間の漂着ゴミ量の推定

地点	海岸線の長さ (m)	人工物 + 流木・灌木 (kg/10m)					合計 (t/10m)
		第2回	第3回	第4回	第5回	第6回	
1 (袖の浜)	400	1,408	荒天により実施できず	503	79	102	2
2 (ツブ石海岸)	400	402		454	72	114	1
3 (青石海岸)	300	71		91	194	680	1
4 (田下海岸)	300	563		753	66	560	2
5 (ミヤダ浜)	300	98		96	13	269	0
計		2,542		1,898	425	1,726	7
							約 24 m ³

- 注 1:表中の推計値の「0」は0.5t 未満を示す。
 2:有効数字の四捨五入の関係上、合計値が合わない場合がある。
 3:容量は、かさ比重 0.27 を使用し、算出した。

(3) C ケース

田下海岸は、今までに全てのゴミを回収したことがなく、平成 13 年から毎年実施されている「飛島クリーンアップ作戦」において回収されているゴミは、今までの累積と新しく漂着したゴミの合計値の一部であると考えられる。しかし、前述したように回収効率があまり変化しないことから、毎年、昨年回収したゴミの量と同等、もしくはそれ以上のゴミが漂着していると推測できる。よって、より正確に漂着量を推定するために、田下海岸の漂着量の推定は、「飛島クリーンアップ作戦」の実績値を使用した。

計算には、「飛島クリーンアップ作戦」の実績値のうち、正確に回収量の把握できている第 3 回を除く第 2～7 回の平均値である 4.88t/250m を使用した。一方、図 3.4-1 から、飛島における漂着ゴミの 55% が海藻、20% が流木・灌木、25% が人工物であるが、「飛島クリーンアップ作戦」において回収したゴミは人工物のみである。そのため、4.88t/250m(人工物)と、共通調査の重量比率から算出した 2.21t/250m(流木・灌木)を合わせた 7.09t/250m を用い田下海岸長の 300m で換算すると 8.51t/300m となる。田下海岸については、この 8.51t (有効数字を考慮し 9t とする) を使い、その他の海岸については、表 1.1-3 の値を使用して漂着量を推定した(表 1.1-5)。この結果、年間で海藻を除くゴミ(人工物+流木・灌木)として約 13t が、飛島西海岸(調査範囲内)に漂着すると考えられる。

表 1.1-4 地点 4 (田下海岸) における漂着ゴミ量の推定

	共通調査結果 (重量比率) (%)	飛島クリーンア ップ作戦の実績 (t/250m)	田下海岸にお ける推定値 (t/250m)	合計
人工物	55%	4.88		4.88
流木・灌木	25%		2.21	2.21
海藻	20%			
合計(t/250m)	100%	4.88	2.21	7.09
計算値(t/300m)				8.51

: 第 2、4～7 回の平均値

表 1.1-5 調査範囲における年間の漂着ゴミ量の推定

地点	海岸線の 長さ(m)	人工物+流木・灌木(kg/10m)					合計 (t/10m)
		第2回	第3回	第4回	第5回	第6回	
1(袖の浜)	400	1,408	荒天 によ り実 施で きず	503	79	102	2
2(ツブ石海岸)	400	402		454	72	114	1
3(青石海岸)	300	71		91	194	680	1
4(田下海岸)	300						9
5(ミヤダ浜)	300	98		96	13	269	0
計						13	
							約 48 m ³

注 1: 表中の推計値の「0」は 0.5t 未満を示す。

注 2: 有効数字の四捨五入の関係上、合計値が合わない場合がある。

注 3: 容量は、かさ比重 0.27 を使用し、算出した。

(4) 漂着ゴミの内訳

当モデル地域である飛島西海岸に漂着するゴミの推定量は、7～13t となった。これらの漂着が推測されるゴミの内訳を、第4～6回調査（2008年5～9月）における共通調査及び独自調査の回収実績を基に算出した。その結果、年間漂着量が7tの場合、一般廃棄物が2.2t、処理困難物が3.5t、流木が1.3tとなり、年間漂着量が13tの場合、一般廃棄物が4.2t、処理困難物が6.5t、流木が2.3tとなった（表1.1-6）。

表 1.1-6 ゴミの内訳（2008年5～9月の実績）

ゴミの種類		第4回 (2008/5) (t)	第5回 (2008/7) (t)	第6回 (2008/9) (t)	合計 (t)	割合 (%)	7tの 場合	13tの 場合
一般廃棄物	共通調査	0.1	0.1	0.1	6.7	32%	2.2t	4.2t
	独自調査	0.3	5.9	0.2				
処理困難物 (廃プラ・漁網等)	共通調査	0	0	0	10.5	50%	3.5t	6.5t
	独自調査	0	10.5	0				
流木	共通調査	0	0	0	3.7	18%	1.3t	2.3t
	独自調査	0	3.7	0				
合計		0.4	20.2	0.3	20.9	100%	7t	13t

1.2 漂着ゴミの質

1.2.1 地点間の比較

第2～6回調査（2007年10月～2008年9月）における地点別の人工物＋流木・灌木の重量比率を図1.2-1に示す。地点1、4は約半分が人工物のプラスチックであったが、地点2、5は約半分が流木・灌木を合わせた自然系漂着物であった。特に地点3においては、流木・灌木を合わせた自然系漂着物が多く、漂着量の72%を占めた。

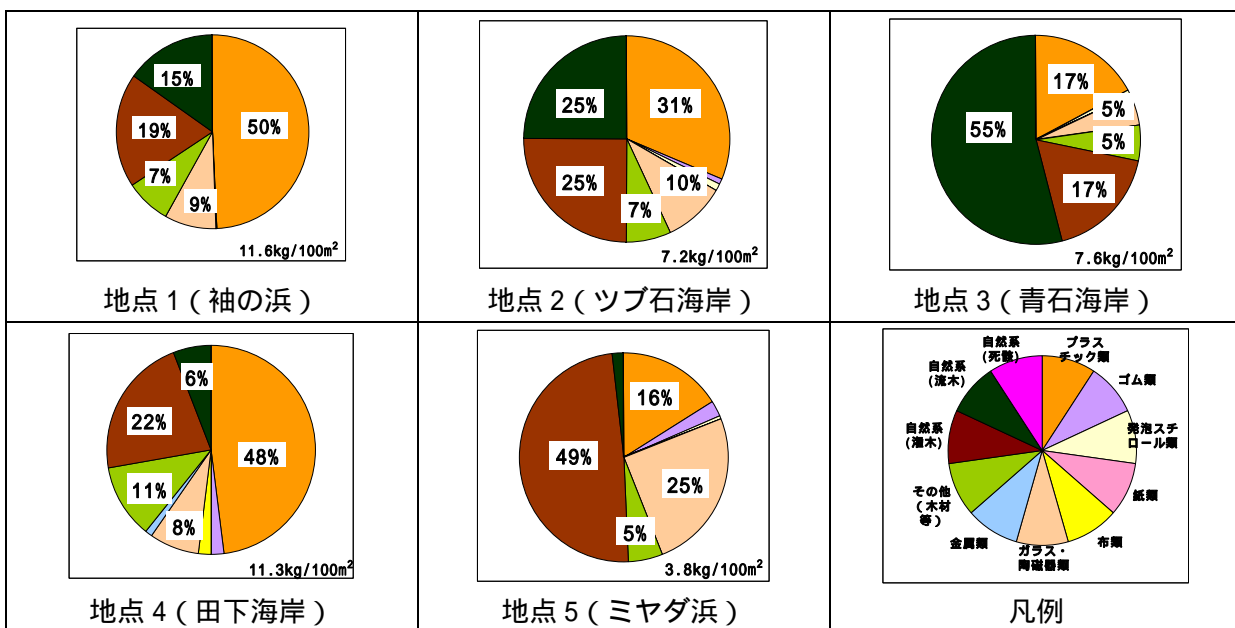


図 1.2-1 地点別重量比率（第2～6回調査、人工物＋流木・灌木）

1.2.2 経時変化

第2～6回調査（2007年10月～2008年9月）における重量比率を図1.2-2に示す。季節によるゴミの質には大差がなかった。

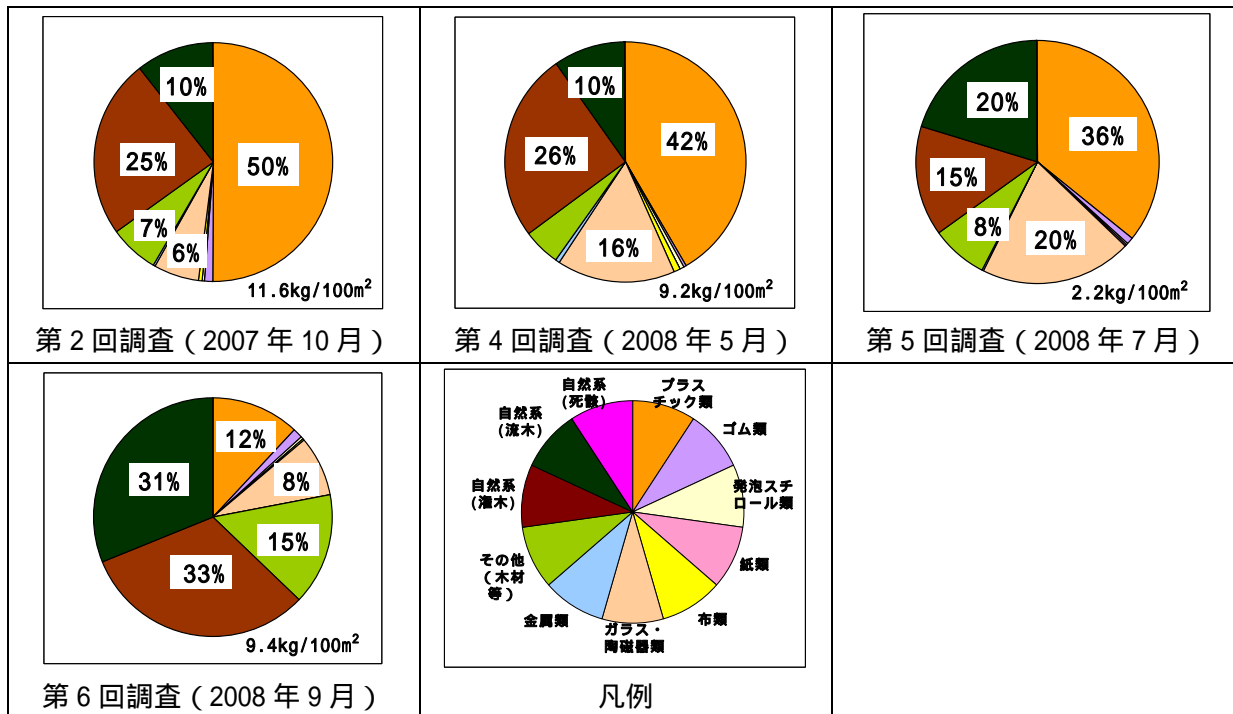


図 1.2-2 調査回別重量比率（地点1～5の平均、人工物+流木・灌木）

2. 山形県酒田市地域（飛島西海岸）における効率的かつ効果的な漂着ゴミの回収・処理方法

2.1 効果的な回収時期

前述したように、秋季（9月）から春季（5月）にかけてゴミの漂着が多いことから（図 2.1-1 参照）漂着したゴミを回収するのは春季（5～6月）が妥当であると考えられる。また、搬出に小型船舶を利用する場合は、海況が安定する5～7月中旬が最適である。そのため、効果的に回収する時期は、5～7月中旬であると考えられる。

現在の飛島クリーンアップ作戦は5月下旬に実施されており、時期の設定は妥当であると考えられる。

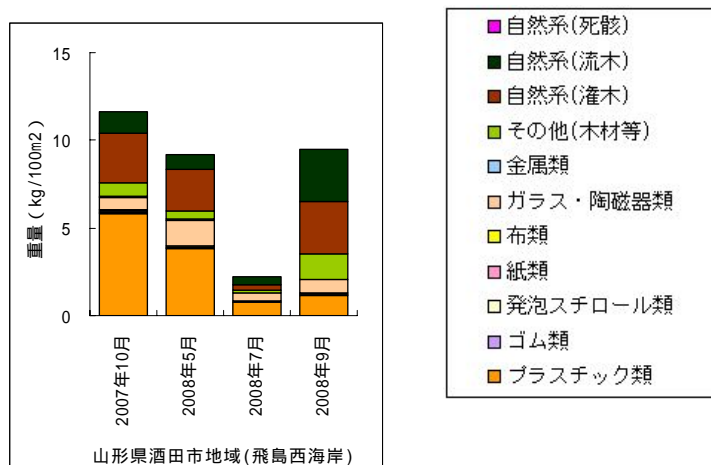


図 2.1-1 共通調査において回収したゴミ重量（地点1～5の平均、人工物+流木・灌木）

2.2 回収・処理方法の試案

2.2.1 回収方法

(1) 人力による回収

飛島西海岸は、重機が入れないため、回収は人力による方法以外はない。その人力も島民が高齢化であるため、回収を実施する作業員は、本土の作業員が中心となる（図 2.2-1）。

回収には、酒田市と協議した上、酒田市指定のゴミ袋（一般廃棄物）の可燃物（黒色）と不燃物（赤色）を使用して漂着ゴミを分別することが望ましい。酒田市の場合、漂着ゴミは塩分や汚れなどからリサイクルできないという方針のため、リサイクル袋（青色）は使用する必要はない。



図 2.2-1 人力による回収

(2) 漁網の回収

漁網については、チェーンブロックで引っ張り上げた上でロープカッターを使用するか、直接ロープカッターにて切断し、回収を行う必要がある(図 2.2-2)。

また、「漁網切断の実験」の結果より、電熱カッター及びなたを併用することも有効であると考えられる(図 2.2-3)。



チェーンブロックを使用



漁網を直接ロープカッターにて切断

図 2.2-2 漁網の回収



電熱カッター



なた(鉞)

図 2.2-3 漁網切断に用いる器具

2.2.2 搬出方法

(1) 人力による搬出

人力による搬出には、従来のボランティアで実施しているバケツリレー方式(図 2.2-4)と少人数による個人での「持ち運び方式」が考えられる。人力による搬出は、第1回調査(2007年9月)が5.0t、第2回調査(2007年10月)が4.7t、第4回調査(2008年5月)が0.7t、第6回調査(2008年9月)が0.2tとなり、搬出効率は平均で6 kg/h/人であった(表 2.2-1)。



図 2.2-4 人力による搬出（バケツリレー方式）

表 2.2-1 人力による搬出効率（人力）

	作業時間 (のべ)	ゴミの 回収量 (t)	人力による ゴミ回収量 (kg/h/人)	搬出方式
第 1 回(2007 年 9 月)	729	5.0	7	バケツリレー
第 2 回(2007 年 10 月)	770	4.7	6	持ち運び
第 4 回(2008 年 5 月)	115	0.7	6	持ち運び
第 6 回(2008 年 9 月)	40	0.2	5	持ち運び
合計	1,654	10.6	6	

(2) 小型船舶による搬出

人力による搬出では、回収と同程度の時間がかかるため効率が悪かった。そのため、第 5 回調査(2008 年 7 月)において、搬出に小型船舶を利用した(図 2.2-5)。その結果、20.1t のゴミを搬出でき、非常に効率的であった。その際の搬出効率は、29 kg/h/人であった(表 2.2-2)。

小型船舶 1 隻には、フレキシブルコンテナ 3 個が積載可能であり、当該海岸と法木港の間を 1 日(9 時 ~ 15 時の実働 6 時間)に 6 往復程度することが可能であった。そのため 1 隻で 1 度に約 0.81 t (比重 0.27 を使用)、1 日で約 5 t のゴミの搬出が可能であった。

なお、ゴミのかさ比重(現在は 0.27)が変われば、小型船舶の隻数は増減することに注意が必要である。



図 2.2-5 小型船舶による搬出

表 2.2-2 調査回別のゴミ回収効率（小型船舶）

	作業時間 (のべ)	ゴミの 回収量 (t)	人力による ゴミ回収量 (kg/h/人)	備考
第5回調査 の実績	683人	20.1	29	人力+船

(3) 回収・搬出効率の検証

参考として「飛島クリーンアップ作戦」と比較を表 2.2-3 に示す。人力のよる回収では、本調査の方が「飛島クリーンアップ作戦」より効率がいいが、これは「飛島クリーンアップ作戦」は作業時間が2時間であるのに対し、本調査は7時間と長時間実施しているために作業員の効率がよくなると考えられる。また人力+船による回収においては、本調査では、冷蔵庫などの大型漂着ゴミを回収・搬出しているために「飛島クリーンアップ作戦」より効率がよくなっていると考えられる。

表 2.2-3 調査回別のゴミ回収効率の比較

	人力による ゴミ回収量 (kg/h/人)	人力+船による ゴミ回収量 (kg/h/人)
本調査	6	29
飛島クリーンアップ作戦	5.9	9.3

注：「飛島クリーンアップ作戦」の「人力」は第1、2、4、7回を「人力+船」は第5、6回の実績を使用した。

(4) 使用する回収・搬出効率

最も回収・搬出効率がいいのは、搬出に小型船舶を用いる方法である。当調査における実績では、小型船舶を使用した際の回収・搬出効率は、29 kg/h/人であった（表 2.2-2 参照）。

一方、人力で回収・搬出を行う場合、回収と搬出には同程度の時間がかかる。小型船舶を使用する場合、搬出に費やす時間を回収に使えるため、回収効率は、実績値の平均である 6 kg/h/（表 2.2-1 参照）の2倍の 12 kg/h/人となる。

当調査の実績のうち、小型船舶を使用する場合は、今までに蓄積した大型の漂着ゴミや流木を搬出した結果であり、これから新しく漂着するゴミを対象に考える場合、その回収・搬出効率は、今後の指標にはなりにくい。そのため、使用する回収効率は、実績値の平均である 6 kg/h/の2倍の 12 kg/h/人とする。

2.2.3 収集・運搬方法

回収されたゴミは、酒田本土に運んで処分する必要があるが、飛島から酒田までの台船に費用がかかるため、島内で仮置きをした後にまとめて本土に運搬するのが経済的であった。島内の仮置き場までは、廃棄物収集運搬業者のユニックやトラック等で運搬することが適切である。

なお、仮置き場に使用したグラウンドは、酒田市所有のグラウンドであるため、使用のため

には、酒田市の使用許可が必要となる。



図 2.2-6 仮置き中のゴミ



図 2.2-7 台船による運搬

2.2.4 処分方法

回収したゴミは、山形県や酒田市と協議をした上で分類することになるが、これまでのボランティア活動等を考慮すると、以下に示すような5区分に分類するのが望ましい(表 2.2-4)。このうち、ボンベ類は穴を開けて、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る必要がある。

また、流木は、中間処理業者に委託しチップ化(中間処理)をした後に、バイオマス燃料として売却する方法がある。一方、廃プラスチック類等の処理困難物は、粉碎処理(中間処理)をした後に、最終処分場に運搬し、適正に処分する必要がある。

表 2.2-4 山形県酒田市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)	酒田市指定のゴミ袋に入る大きさの紙類、布類、 灌木、プラスチック類 等
一般廃棄物(不燃物)	酒田市指定のゴミ袋に入る大きさのビン・ガラ ス類、缶類、金属類 等
処理困難物	ゴミ袋に入らない大きさの人工物、タイヤ類、 家電製品
医療系廃棄物	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

2.3 試算に基づく費用の試算

前節の「回収・処理方法の試算」に基づき、それにかかる経費を試算した。

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、本調査及び飛島クリーンアップ作戦の実績に基づき推定したゴミの年間漂着量(13t)を用いており、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いる。また、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、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13tとした。
- ゴミの内訳は、一般廃棄物が4.2t、処理困難物が6.5t、流木が2.3tとした。
- ゴミの中に漂着量が一定でない漁網は含まれていない。
- 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。
- 飛島への日帰りで実作業時間は2時間程度とする。
- 回収は、人力で実施する。
- 搬出は、小型船舶を3隻使用する。
- 回収・搬出効率は、12 kg/h/人を使用する(漁網を回収する場合は、回収効率を下げる必要がある)。

2.3.2 回収費用

調査結果より、回収は人力しかなく、工夫の余地がないが、搬出には小型船舶を利用するのが最も効率的であった。また、作業員が飛島に泊りがけで作業をする方法と日帰りで作業が考えられるが、ボランティアに2日掛かりでの作業は、非現実的なため、前節(前提条件)にも記載したように日帰り、かつ実働時間を2時間として考えた。

回収人数は、一年間に漂着するゴミの量は13t、回収効率は12 kg/h/人から算出すると
 $13t \div 12 \text{ kg/h/人} \div 2h = 542 \text{ 人}$ となる。

これに加え回収に参加するボランティアには、交通費(フェリー代)、保険代、昼食・飲み物代、手袋の費用がかかる。

なお、前提条件は、最も条件がよい場合を想定しているため、天候の悪化等により作業効率や実働時間が下がる場合も想定される。もし、実働時間が1時間となると回収人数は1,082人となる。このように、前提条件以外の場合は、作業人数が増減することに注意が必要である。

さらに、小型船舶は1隻で約5tのゴミの搬出が可能であったため、推定量の13tを搬出するためには3隻の小型船舶が必要となる。搬出に使用する小型船舶の費用は、季節により異なるが、7月上旬の場合、35,000～45,000円/隻日程度であった。そのため小型船舶の単価は40,000円/隻日(税抜き)が適当であると考えられる。

以上のことを勘案し、回収・搬出経費を表2.3-1に示す。回収・搬出において約270万

円の費用がかかる。

表 2.3-1 回収・搬出費用一覧

項目	回収				搬出	合計 (円)
	交通費 (フェリー)	保険代	昼食代 飲み物	手袋等	小型船舶	
単価(円)	3,680	50	800	300	40,000	
費用(円)	1,994,560	27,100	433,600	162,600	120,000	2,737,860

注1：参加人数は542人、小型船舶は3隻で算出した。

2：交通費以外は消費税抜きの金額である。

2.3.3 収集・運搬費用

飛島の仮置き場から勝浦港への運搬、勝浦港から酒田本土へのゴミの運搬（台船）及び酒田港から酒田地区広域行政組合への運搬は、ゴミの多少に関わらず、10万円及び83万円（税抜き、2007年の実績）が必要となる。

なお、酒田市が台船を用いて酒田港まで運搬し、酒田港から4tトラック1台で1日で酒田地区広域行政組合まで運搬した場合は、782,562円が必要となり、この830,000円は妥当であると考えられる。

表 2.3-2 収集・運搬費用一覧（税抜き）

	島内運搬（トラック） （仮置き場～勝浦港）	台船+トラック （勝浦港～酒田港～酒田地区 広域行政組合）
2007年の実績	100,000円	830,000円
（参考） 酒田市の実績		782,562円

2.3.4 処分費用

ゴミの処分費用は、一般廃棄物、処理困難物の割合で大きく変わる。表 1.1-6 で示したように、第4～6回調査（2008年5～9月）の実績は、一般廃棄物：処理困難物（廃プラ・漁網）：流木＝32%：50%：18%であるので、これをもとに推定量である7tを別け、それぞれの処分単価と処分費用を表 2.3-3 に示す。処分費用として、約68万円の費用がかかる。

表 2.3-3 処分費用一覧（税抜き）

	割合 (%)	7t の内訳 (t)	処分単価 (円)	処分費用 (円)
一般廃棄物	32%	4.2	10,000	42,000
処理困難物(廃プラ・漁網等)	50%	6.5	90,000	585,000
流木	18%	2.3	22,000	50,600
合計	100%	13		677,600

注：単価は 2008.9.1 現在の「H20 年度 山形県資材単価表」より引用、及び聞き取りによる。

2.3.5 回収・処理費用のまとめ

上記の回収・処理費用をまとめたものを表 2.3-4 に示す。回収・処理にかかる費用は、約 430 万円と算出された。また、この試算には、以下の留意点があることも忘れてはならない。

なお、前提条件として「ゴミの年間漂着量は 13t」及び「飛島への日帰りで実作業時間は 2 時間程度」として試算したが、当試算以外のケースについて、必要な経費（交通費、宿泊代等）を、その他のケースとして試算した。その結果を表 2.3-5 及び表 2.3-6 に示す。

表 2.3-4 回収・処理費用のまとめ

	費用(円)
回収	2,737,860
収集・運搬	930,000
処分	677,600
計	4,345,460

<留意点>

- 回収費については、海岸清掃の作業員がボランティアとなっており、地域住民等からの多大な協力がある。
- 処分費のうち、酒田地区広域行政組合で処理可能な一般廃棄物に該当する部分については、酒田市の負担が大きい。
- この他、回収・運搬・処分費には含まれていないものの、実際の海岸清掃活動を行うには、作業員の確保、行政との調整、各種手続き等を行うコーディネーターの負担がある。
- 飛島西海岸までの交通費は、フェリー代以外は含まれていない。

表 2.3-5 その他のケースの試算（年間漂着量が7tの場合）

回収	搬出	作業形態 (作業時間)	回収・搬出								運搬		処分 (7tの場合)			合計		
			回収								搬出		島内運搬	台船+ 本土の 運搬	一廃		処理 困難物	流木
			回収効率 (kg/h/人)	作業のべ 時間 (h/人)	作業のべ 人数 (人)	交通費 (フェリ-)	保険代	昼食代 飲み物	手袋等	宿泊費	船舶							
単価			-	-	-	3,680	50	800	300	8,000	40,000	100,000	830,000	10,000	90,000	22,000	-	
人力	船舶(2隻)	日帰り(2h)	12	583	292	1,074,560	14,600	233,600	87,600	-	80,000	100,000	830,000	22,000	315,000	28,600	2,785,960	
人力	船舶(1隻)	宿泊(7h)	12	583	84	309,120	4,200	67,200	25,200	672,000	80,000	100,000	830,000	22,000	315,000	28,600	2,453,320	
人力	人力	日帰り(2h)	6	1,167	584	2,149,120	29,200	467,200	175,200	-	-	100,000	830,000	22,000	315,000	28,600	4,116,320	
人力	人力	宿泊(7h)	6	1,167	167	614,560	8,350	133,600	50,100	1,336,000	-	100,000	830,000	22,000	315,000	28,600	3,438,210	

表 2.3-6 その他のケースの試算（年間漂着量が13tの場合）

回収	搬出	作業形態 (作業時間)	回収・搬出								運搬		処分 (13tの場合)			合計		
			回収								搬出		島内運搬	台船+ 本土の 運搬	一廃		処理 困難物	流木
			回収効率 (kg/h/人)	作業のべ 時間 (h/人)	作業のべ 人数 (人)	交通費 (フェリ-)	保険代	昼食代 飲み物	手袋等	宿泊費	船舶							
単価			-	-	-	3,680	50	800	300	8,000	40,000	100,000	830,000	10,000	90,000	22,000	-	
人力	船舶(3隻)	日帰り(2h)	12	1,083	542	1,994,560	27,100	433,600	162,600	-	120,000	100,000	830,000	42,000	585,000	50,600	4,345,460	
人力	船舶(2隻)	宿泊(7h)	12	1,083	155	570,400	7,750	124,000	46,500	1,240,000	160,000	100,000	830,000	42,000	585,000	50,600	3,756,250	
人力	人力	日帰り(2h)	6	2,167	1,084	3,989,120	54,200	867,200	325,200	-	-	100,000	830,000	42,000	585,000	50,600	6,843,320	
人力	人力	宿泊(7h)	6	2,167	310	1,140,800	15,500	248,000	93,000	2,480,000	-	100,000	830,000	42,000	585,000	50,600	5,584,900	

注1：黄色の列は、本文中に試算したケースを示す。

注2：回収費については、海岸清掃の作業員がボランティアとなっており、地域住民等からの多大な協力がある。

注3：処分費のうち、酒田地区広域行政組合で処理可能な一般廃棄物に該当する部分については、酒田市の負担が大きい。

注4：この他、費用には含まれていないものの、実際の海岸清掃活動を行うには、作業員の確保、行政との調整、各種手続き等を行うコーディネーターの負担がある。

注5：飛鳥西海岸までの交通費は、フェリー代以外は含まれていない。

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、表 2.3-7 に示す。その際の算定根拠は、山形県の最低賃金 629 円/h(平成 20 年 10 月 8 日現在)を使用した。

厚生労働省 HP :

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

表 2.3-7 回収作業に伴う人件費

回収	搬出	作業形態 (作業時間)	漂着量			
			7t の場合		13t の場合	
			作業のべ 時間(h/人)	人件費	作業のべ 時間(h/人)	人件費
単価	-	-	-	629 円/h	-	629 円/h
人力	船舶(3 隻)	日帰り(2h)	583	366,896	1,083	681,396
人力	船舶(2 隻)	宿泊(7h)				
人力	人力	日帰り(2h)	1,167	733,791	2,167	1,362,791
人力	人力	宿泊(7h)				

注：黄色枠が、当試算の場合を示す。

これらの検討に加え、海岸までの道が整備されておらず、人も近づきがたいような海岸において漂着ゴミの清掃活動を行う場合、流木等の重量が大きく搬出が困難な木材に限り、いわゆる「野焼き」という処分方法が考えられる。ただ、この野焼きについては、次項のように原則禁止であるが、やむを得ない場合に限り、海岸管理者が管理を行うために必要な廃棄物の焼却として実施できる場合がある。ただし、その場合もダイオキシンの発生等を考慮して、流木・灌木のみが対象となる。

流木等の野焼きについて

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に関する法律施行令】(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。

3. 山形県酒田市地域（飛島西海岸）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、第1回調査（2007年9月）と第2～6回調査（2007年10月～2008年9月）の合計とに分けて集計した。ペットボトルを図3.1-1に、ライターを図3.1-2に示す。

ペットボトルに関しては、第1回調査の調査結果を見ると、飛島では、日本の割合が46%を占めており、日本の割合が最も多くなっていた。第2～6回調査（2007年10月～2008年9月）の調査結果の合計値でも、日本の割合が49%を占めており、日本の割合が最も多くなっていた。なお、第1回調査の調査結果は、これまでの長年のゴミが蓄積している可能性もあり、第2回調査以降（2007年10月）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、第1回調査（2007年9月）の調査結果を見ると、飛島では、日本の割合は32%、海外の割合が31%で、日本と海外の割合がほぼ同じになっていた。一方、第2～6回調査の調査結果の合計値では、日本の割合は20%、海外の割合が48%となり、海外の割合が多くなっていた。

このように、ペットボトルでは日本の割合が多く、ライターでは海外の割合が多くなっており、両者で日本と海外の比率が逆転していた。

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」¹⁾（鹿児島大学 藤枝准教授）を利用させていただいた。

次に、ペットボトル、ライター共に海外のものがあるが、これらの発生源について検討した。日本近海の表層海流分布模式図（図3.1-3）を見ると、山形県沿岸には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、黄海や東シナ海から対馬海峡への流れが確認できる。飛島で回収された海外のものに関しては、これらの海流によって海外から運ばれてきたものが漂着した可能性が高いと考えられる。

日本近海における漂流・漂着メカニズムはこのように考えられるが、ペットボトルとライターで日本と海外の比率が異なることから、比重等、漂着物自体の特性の違いや、漂流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

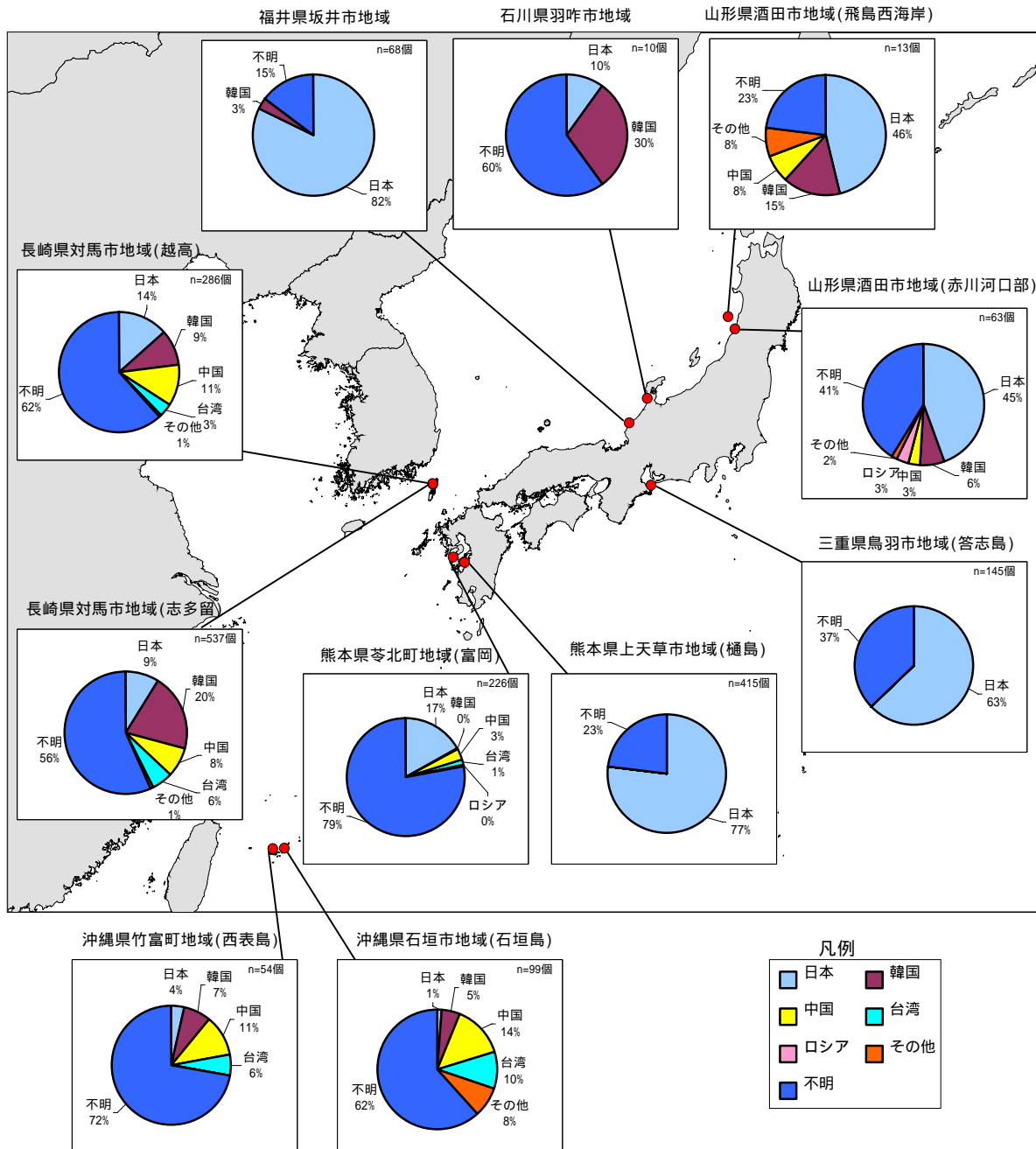


図 3.1-1(1) ペットボトルの国別集計結果 (第1回調査)

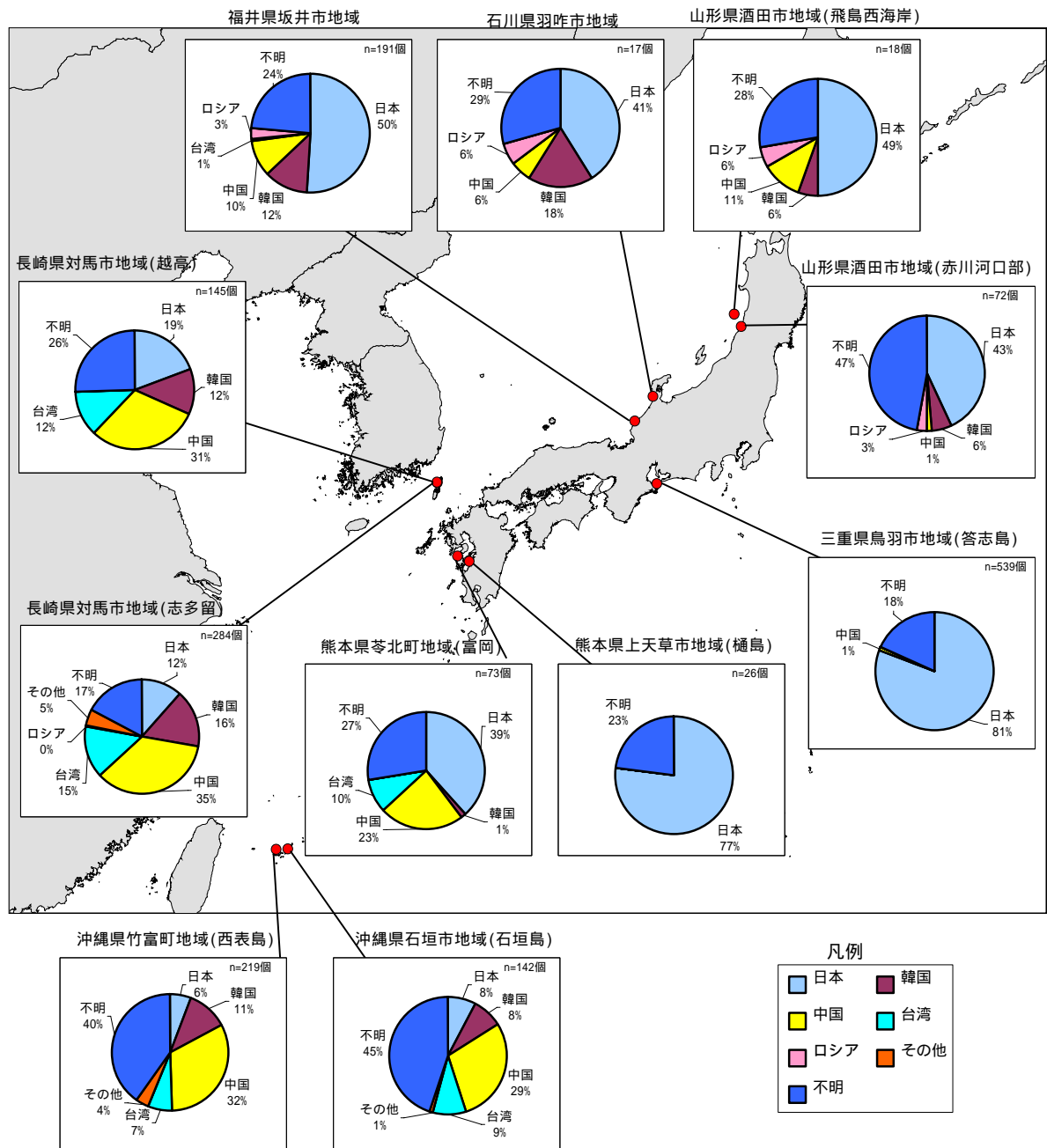


図 3.1-1(2) ペットボトルの国別集計結果 (第2~6回調査)