

## 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（一部または全部）の清掃（クリーンアップ）を行うことで、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

独自調査は、図 3-1 のように原則として2ヶ月毎に実施した。各モデル地域における共通調査の調査実績を表 3.2-1 に示す。

表 3.2-1 独自調査実績

	第1回 (2007年)	第2回 (2007年)	第3回 (2008年)
山形県酒田市地域 (飛島西海岸)	9月25～28日	10月23～24日 10月28日～11月1日	荒天のため実施せず
山形県酒田市地域 (赤川河口部)	10月6～9日	10月31日～ 11月7日	荒天のため実施せず
石川県羽咋市地域	10月24～27日	12月7～10日	3月3～6日
福井県坂井市地域	9月22日 10月3、6、11日	12月2、5、9日	荒天のため実施せず
三重県鳥羽市地域	10月16～18日	12月4～7日	2月20～21日
長崎県対馬市地域 (越高海岸)	10月6～15日	12月4～6日	2月6～7日
長崎県対馬市地域 (志多留海岸)	10月11～15日	12月5日	2月6～7日
熊本県上天草市地域 (樋島海岸)	10月24～26日	12月12～13日	2月8日
熊本県苓北町地域 (富岡海岸)	10月17～19日	12月5～7日	2月13日
沖縄県石垣市地域 (石垣島)	10月20～22日	12月8～10日	2月16～18日
沖縄県竹富町地域 (西表島)	10月26～29日	12月14～17日	2月22～26日

	第4回 (2008年)	第5回 (2008年)	第6回 (2008年)
山形県酒田市地域 (飛島西海岸)	5月30～31日	7月6～10日	9月4日
山形県酒田市地域 (赤川河口部)	4月20～26日	6月29日～7月1日	実施せず
石川県羽咋市地域	4月18～21日 5月29日～6月2日	7月19～22日	9月23～25日
福井県坂井市地域	4月9～13日	5月30～6月1日	9月20～21日
三重県鳥羽市地域	4月22～23日	7月14～16日	9月8～9日
長崎県対馬市地域 (越高海岸)	4月14～16日	7月2日	実施せず
長崎県対馬市地域 (志多留海岸)	4月15・16日	7月1～3日	実施せず
熊本県上天草市地域 (樋島海岸)	5月18～20日	実施せず	実施せず
熊本県苓北町地域 (富岡海岸)	5月12～15日	8月22日	実施せず
沖縄県石垣市地域 (石垣島)	4月4～5日	実施せず	10月3～5日
沖縄県竹富町地域 (西表島)	4月11～13日	6月19・21～22日	10月8～10・13～14日

### 3.2.3 調査方法

#### (1) 独自調査の対象範囲

独自調査は、汀線方向には調査範囲の全てを対象とし、内陸方向には共通調査の対象範囲と同じ範囲とした。

#### (2) 回収の優先順位

原則として、独自調査の対象範囲にある全てのゴミを回収の対象とし、本モデル調査の期間内に十分に回収する。ただし、ゴミの量が多く一回のクリーンアップ調査で全てのゴミを回収できないことが想定される場合には、回収の範囲やゴミの種類に優先順位を付けて回収した。優先順位は、回収し切れなかったゴミが共通調査の結果に影響を及ぼさないよう考慮して、調査枠が1個ないし2個しか設置できない場合は、枠の中心線から両側に20m（枠1個の2倍程度）とし、枠が3～5個設置できる場合は、枠の中心線から両側に100m（枠5個の2倍程度）として設定した。図 3.2-1 に山形県飛島における優先順位のイメージ図を、図 3.2-2 に山形県赤川河口部における優先順位のイメージ図を示す。

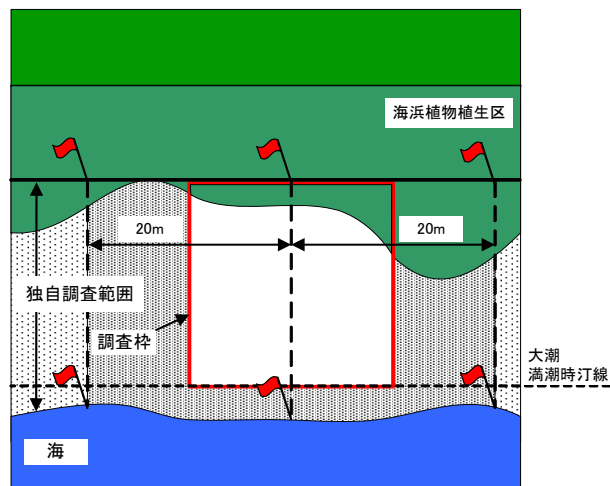


図 3.2-1 山形県飛島における優先順位のイメージ（優先範囲）

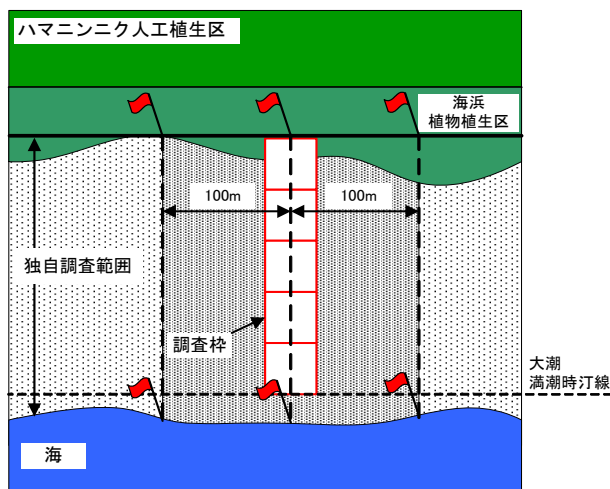


図 3.2-2 山形県赤川河口部における優先順位のイメージ（優先範囲）

### (3) 漂着ゴミの回収・処理方法

各モデル地域とも、回収方法はできるだけ機械を用いて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、回収方法、搬出方法、収集・運搬方法、処分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図 3.2-3 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。

処分は、一般廃棄物はモデル地域の市町の焼却施設にて、処理困難物は廃棄物処理業者に委託して処分する等、地域の実情に合わせて適正に実施した。また、流木はチップ化し、バイオマス燃料として売却する等、有効利用を試みた。

以上のように、各モデル地域のゴミの状況に合わせて検討した（表 3.2-2）。

表 3.2-2 独自調査での検討事項

項目	検討事項
回収	<ul style="list-style-type: none"><li>・ 漁網の回収方法(山形・飛鳥)</li><li>・ 植生内の漂着ゴミの回収(山形・飛鳥及び赤川)</li><li>・ 重機を用いた回収・搬出(山形・赤川、長崎・越高及び志多留、熊本・樋島及び富岡)</li><li>・ ビーチクリーナを用いた回収(石川)</li><li>・ アクセス困難な岩場(東尋坊)での回収(福井)</li><li>・ 微細化した発泡スチロール片の回収(福井)</li></ul>
処分	<ul style="list-style-type: none"><li>・ 流木の処分(山形、熊本)</li><li>・ 流木の塩分(山形)</li><li>・ 発泡スチロールの減容化(沖縄・西表)</li><li>・ 鉄屑等の有効利用(福井)</li></ul>

表 3.2-3 回収・処理における実施可能な方法

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
	廃棄物処理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、発泡スチロール減容化等

注：表中の「○」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	
	重機			
不整地車両		小型船舶	クレーン	

図 3.2-3 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（搬出を含む）

##### a. 回収方法と実績

各独自調査における回収・搬出方法と実績を表 3.2-4 に示す。各調査において回収・搬出方法が異なるが、人力以外では、重機としてはバックホウなどを使用して回収し、不整地車両などを使用して搬出を行った。

表 3.2-4(1) 各モデル地域における回収方法と実績（第1回調査）

県名	地域名	調査回数	調査方法 <sup>1)</sup>					回収した面積(m <sup>2</sup> ) (概算)	回収したゴミの量(t)	回収したゴミの量(m <sup>3</sup> )	回収効率(kg/h/人)
			重機(台日) <sup>2)</sup>			船舶(隻日)	作業時間(時間)				
			バックホウ	不整地車面	その他						
①山形県	酒田市地域 飛島西海岸	第1回	—	—	—	—	729	2,400	5	17 <sup>4)</sup>	7
	酒田市地域 赤川河口部	第1回	22	23	—	—	1399	86,000	74	308 <sup>4)</sup>	53
②石川県	羽咋市地域	第1回	1	1	4	—	1153	390,000	13	64 <sup>4)</sup>	12
③福井県	坂井市地域	第1回	—	—	0.5	6	1257	25,110	12	68 <sup>4)</sup>	9
④三重県	鳥羽市地域	第1回	—	—	—	—	200	4,000	1 <sup>3)</sup>	7	4
⑤長崎県	対馬市地域 越高海岸	第1回	5	3.5	—	—	273	2,460	28 <sup>3)</sup>	148	103
	対馬市地域 志多留海岸	第1回	4	4	1.5	—	308	1,572	30 <sup>3)</sup>	176	97
⑥熊本県	上天草市地域 樋島海岸	第1回	2	2	—	—	1449	3,000	45	283 <sup>4)</sup>	31
	苓北町地域 富岡海岸	第1回	3	3	—	—	2002	15,000	13	98 <sup>4)</sup>	6
⑦沖縄県	石垣市地域 石垣島	第1回	—	—	—	—	847	57,509	15 <sup>3)</sup>	92	18
	竹富町地域 西表島	第1回	—	—	—	—	742	23,082	18 <sup>3)</sup>	130	24

注1) 調査方法の欄の数字はのべ台数、のべ作業時間を、「—」は使用していないことを示す。

2) 重機の「その他」とは積み込みの際のユニックは除く。

3) 回収したゴミの容量に比重(人工物+流木・灌木)を掛けて算出した。

三重：0.13、越高：0.19、志多留：0.17、石垣：0.17、西表：0.14

4) 回収したゴミの重量に比重(人工物+流木・灌木)で除して算出した。

飛島：0.29、赤川：0.24、石川：0.21、福井：0.17、樋島：0.16、富岡：0.13

表 3.2-4(2) 各モデル地域における回収方法と実績（第2回調査）

県名	地域名	調査回数	調査方法					回収した面積(m <sup>2</sup> ) (概算)	回収したゴミの量(t)	回収したゴミの量(m <sup>3</sup> )	回収効率(kg/h/人)
			重機(台日)			船舶(隻日)	作業時間(時間)				
			バックホウ	不整地車面	その他						
①山形県	酒田市地域 飛島西海岸	第2回	—	—	—	—	770	2,500	5	16 <sup>4)</sup>	6
	酒田市地域 赤川河口部	第2回	21	16	—	—	630	180,000	157	653 <sup>4)</sup>	249
②石川県	羽咋市地域	第2回	—	—	3	—	522	200,000	8	37 <sup>4)</sup>	15
③福井県	坂井市地域	第2回	—	—	1	—	640	21,275	8	48 <sup>4)</sup>	13
④三重県	鳥羽市地域	第2回	—	—	—	—	140	4,000	2	18 <sup>4)</sup>	16
⑤長崎県	対馬市地域 越高海岸	第2回	0.5	—	—	—	112	2,460	4 <sup>3)</sup>	20	33
	対馬市地域 志多留海岸	第2回	—	—	0.5	—	56	1,572	1 <sup>3)</sup>	5	14
⑥熊本県	上天草市地域 樋島海岸	第2回	2	1	—	—	1008	3,000	23	144 <sup>4)</sup>	23
	苓北町地域 富岡海岸	第2回	2	2	—	4	2177	15,000	18	137 <sup>4)</sup>	8
⑦沖縄県	石垣市地域 石垣島	第2回	—	—	—	—	1260	62,779	31 <sup>3)</sup>	185	25
	竹富町地域 西表島	第2回	—	—	—	—	840	33,564	24 <sup>3)</sup>	171	29

注1) 調査方法の欄の数字はのべ台数、のべ作業時間を、「—」は使用していないことを示す。

2) 重機の「その他」とは積み込みの際のユニックは除く。

3) 回収したゴミの容量に比重(人工物+流木・灌木)を掛けて算出した。

越高：0.19、志多留：0.17、石垣：0.17、西表：0.14

4) 回収したゴミの重量に比重(人工物+流木・灌木)で除して算出した。

飛島：0.29、赤川：0.24、石川：0.21、福井：0.17、三重：0.13、樋島：0.16、富岡：0.13



表 3.2-4(3) 各モデル地域における回収方法と実績 (第3回調査)

県名	地域名	調査回数	調査方法 <sup>1)</sup>					回収した面積(m <sup>2</sup> ) (概算)	回収したゴミの量(t)	回収したゴミの量(m <sup>3</sup> )	回収効率(kg/h/人)
			重機(台日) <sup>2)</sup>			船舶(隻日)	作業時間(時間)				
			バックホウ	不整地車両	その他						
①山形県	酒田市地域 飛鳥西海岸	第3回	—	—	—	—	—	—	—	—	
	酒田市地域 赤川河口部	第3回	—	—	—	—	—	—	—	—	
②石川県	羽咋市地域	第3回	—	—	—	—	33	45,000	1	5 <sup>4)</sup>	31
③福井県	坂井市地域	第3回	—	—	—	—	—	—	—	—	—
④三重県	鳥羽市地域	第3回	—	—	—	—	375	4,000	2	18 <sup>4)</sup>	6
⑤長崎県	対馬市地域 越高海岸	第3回	—	—	—	—	53	2,460	0 <sup>3)</sup>	2	7
	対馬市地域 志多留海岸	第3回	—	—	0.5	—	53	1,572	1 <sup>3)</sup>	4	13
⑥熊本県	上天草市地域 樋島海岸	第3回	—	1	—	—	390	3,000	7	41 <sup>4)</sup>	17
	苓北町地域 富岡海岸	第3回	—	1	—	—	842	7,000	4	30 <sup>4)</sup>	5
⑦沖縄県	石垣市地域 石垣島	第3回	—	—	—	—	1393	74,208	22 <sup>3)</sup>	129	16
	竹富町地域 西表島	第3回	—	—	—	—	833	33,564	14 <sup>3)</sup>	101	17

注1) 調査方法の欄の数字はのべ台数、のべ作業時間を、「—」は使用していないことを示す。

2) 重機の「その他」とは積み込みの際のユニックは除く。

3) 回収したゴミの容量に比重(人工物+流木・灌木)を掛けて算出した。

越高: 0.19、志多留: 0.17、石垣: 0.17、西表: 0.14

4) 回収したゴミの重量に比重(人工物+流木・灌木)で除して算出した。

飛鳥: 0.29、赤川: 0.24、石川: 0.21、福井: 0.17、三重: 0.13、樋島: 0.16、富岡: 0.13

表 3.2-4(4) 各モデル地域における回収方法と実績 (第4回調査)

県名	地域名	調査回数	調査方法 <sup>1)</sup>					回収した面積(m <sup>2</sup> ) (概算)	回収したゴミの量(t)	回収したゴミの量(m <sup>3</sup> )	回収効率(kg/h/人)
			重機(台日) <sup>2)</sup>			船舶(隻日)	作業時間(時間)				
			バックホウ	不整地車両	その他						
①山形県	酒田市地域 飛鳥西海岸	第4回	—	—	—	—	115	3,050	1	2 <sup>4)</sup>	6
	酒田市地域 赤川河口部	第4回	24	18	3	—	1108	211,500	100	418 <sup>4)</sup>	91
②石川県	羽咋市地域	第4回	—	—	1	—	1194	292,000	19	90 <sup>4)</sup>	16
③福井県	坂井市地域	第4回	—	—	1	—	190	7,738	6	33 <sup>4)</sup>	29
④三重県	鳥羽市地域	第4回	—	—	—	1	255	4,300	1	6 <sup>4)</sup>	4
⑤長崎県	対馬市地域 越高海岸	第4回	—	—	—	—	77	2,460	0 <sup>3)</sup>	3	6
	対馬市地域 志多留海岸	第4回	—	—	0.5	—	74	1,572	0 <sup>3)</sup>	3	6
⑥熊本県	上天草市地域 樋島海岸	第4回	—	1	—	4	883	5,000	14	88 <sup>4)</sup>	16
	苓北町地域 富岡海岸	第4回	—	2	—	—	1664	15,000	8	60 <sup>4)</sup>	5
⑦沖縄県	石垣市地域 石垣島	第4回	—	—	—	—	266	44,268	2 <sup>3)</sup>	10	6
	竹富町地域 西表島	第4回	—	—	—	—	392	21,442	2 <sup>3)</sup>	14	5

注1) 調査方法の欄の数字はのべ台数、のべ作業時間を、「—」は使用していないことを示す。

2) 重機の「その他」とは積み込みの際のユニックは除く。

3) 回収したゴミの容量に比重(人工物+流木・灌木)を掛けて算出した。

三重: 0.13、越高: 0.19、志多留: 0.17、石垣: 0.17、西表: 0.14

4) 回収したゴミの重量に比重(人工物+流木・灌木)で除して算出した。

飛鳥: 0.29、赤川: 0.24、石川: 0.21、福井: 0.17、樋島: 0.16、富岡: 0.13

表 3.2-4(5) 各モデル地域における回収方法と実績 (第5回調査)

県名	地域名	調査回数	調査方法 <sup>1)</sup>					回収した面積(m <sup>2</sup> ) (概算)	回収したゴミの量(t)	回収したゴミの量(m <sup>3</sup> )	回収効率(kg/h/人)
			重機(台日) <sup>2)</sup>			船舶(隻日)	作業時間(時間)				
			バックホウ	不整地車両	その他						
①山形県	酒田市地域 飛鳥西海岸	第5回	—	—	—	18	683	34,000	20	69 <sup>4)</sup>	29
	酒田市地域 赤川河口部	第5回	3	3	—	—	306	45,000	5	20 <sup>4)</sup>	16
②石川県	羽咋市地域	第5回	—	—	—	—	429	126,000	6	29 <sup>4)</sup>	14
③福井県	坂井市地域	第5回	—	—	—	—	296	22,011	3	18 <sup>4)</sup>	11
④三重県	鳥羽市地域	第5回	—	—	—	2	208	4,300	1	9 <sup>4)</sup>	7
⑤長崎県	対馬市地域 越高海岸	第5回	—	—	—	—	62	2,460	1 <sup>3)</sup>	3	10
	対馬市地域 志多留海岸	第5回	—	—	—	—	88	1,572	1 <sup>3)</sup>	5	10
⑥熊本県	上天草市地域 樋島海岸	第5回	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	苓北町地域 富岡海岸	第5回	—	—	—	—	76	1,500	1	9 <sup>4)</sup>	15
⑦沖縄県	石垣市地域 石垣島	第5回	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	竹富町地域 西表島	第5回	—	—	—	—	196	21,442	1 <sup>3)</sup>	4	3

注1) 調査方法の欄の数字はのべ台数、のべ作業時間を、「—」は使用していないことを示す。

2) 重機の「その他」とは積み込みの際のユニックは除く。

3) 回収したゴミの容量に比重(人工物+流木・灌木)を掛けて算出した。

三重：0.13、越高：0.19、志多留：0.17、石垣：0.17、西表：0.14

4) 回収したゴミの重量に比重(人工物+流木・灌木)で除して算出した。

飛鳥：0.29、赤川：0.24、石川：0.21、福井：0.17、樋島：0.16、富岡：0.13

表 3.2-4(6) 各モデル地域における回収方法と実績 (第6回調査)

県名	地域名	調査回数	調査方法 <sup>1)</sup>					回収した面積(m <sup>2</sup> ) (概算)	回収したゴミの量(t)	回収したゴミの量(m <sup>3</sup> )	回収効率(kg/h/人)
			重機(台日) <sup>2)</sup>			船舶(隻日)	作業時間(時間)				
			バックホウ	不整地車両	その他						
①山形県	酒田市地域 飛鳥西海岸	第6回	—	—	—	—	40	347	0.2	1 <sup>4)</sup>	5
	酒田市地域 赤川河口部	第6回	—	—	—	—	—	—	—	—	—
②石川県	羽咋市地域	第6回	—	—	1	—	162	24,000	3	15 <sup>4)</sup>	20
③福井県	坂井市地域	第6回	—	—	—	—	424	20,230	2	13 <sup>4)</sup>	5
④三重県	鳥羽市地域	第6回	—	—	—	—	24	3,000	0.2 <sup>3)</sup>	1	7
⑤長崎県	対馬市地域 越高海岸	第6回	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	対馬市地域 志多留海岸	第6回	—	—	—	—	—	—	—	—	—
⑥熊本県	上天草市地域 樋島海岸	第6回	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	苓北町地域 富岡海岸	第6回	—	—	—	—	—	—	—	—	—
⑦沖縄県	石垣市地域 石垣島	第6回	—	—	—	—	119	44,268	1 <sup>3)</sup>	3	4
	竹富町地域 西表島	第6回	—	—	—	—	91	21,442	1 <sup>3)</sup>	4	6

注1) 調査方法の欄の数字はのべ台数、のべ作業時間を、「—」は使用していないことを示す。

2) 重機の「その他」とは積み込みの際のユニックは除く。

3) 回収したゴミの容量に比重(人工物+流木・灌木)を掛けて算出した。

三重：0.13、越高：0.19、志多留：0.17、石垣：0.17、西表：0.14

4) 回収したゴミの重量に比重(人工物+流木・灌木)で除して算出した。

飛鳥：0.29、赤川：0.24、石川：0.21、福井：0.17、樋島：0.16、富岡：0.13

b. 回収効率

独自調査において回収・搬出した漂着ゴミの重量、作業のべ時間を用いて、回収効率 (kg/h/人) を算出した。回収・搬出の手法としては、回収・搬出とも人力的な場合や、回収は人力的であるが搬出は不整地車両や船舶を利用した場合など、様々な手法を試行した。回収効率はゴミの密度により大きく左右されるが、ここでは、回収・搬出方法別に代表的なケースにおける回収効率を表 3.2-5 に示す。

表 3.2-5 回収・搬出方法別の代表的な回収効率

回収・搬出方法	回収効率 (kg/h/人)	備考
回収：人力 搬出：人力	6~7	飛島1~4回目。高低差約60mの斜面をのべ約300名でバケツリレーによりゴミを搬出した場合。
回収：人力 搬出：車両・船舶等	8~29	飛島5回目、樋島4回、富岡2回
回収：人力 搬出：車両	5~31	石川1~6回目、福井1~5回目、樋島1~3回、富岡1~3~6回
回収：機械 搬出：車両等	3~6 (t/h/台)	赤川1~4回目の流木回収時の値。回収に使用したバックホウの台数より算出。搬出はバックホウと同数の不整地車両を使用した。

### c. 漁網の回収方法

第2回調査において、飛島の漂着ゴミの中で大きな問題となっている漁網の撤去を実施した。対象は、調査範囲の中で最も大きかった田下海岸（地点4）に漂着していた漁網とした。

ロープ・漁網はチェンブロックで吊り上げ、張った状態にしておき、ロープカッターで切断・袋詰めした。作業は人力により行い、切断・回収した漁網は、本土への運搬時まで島内の一時保管場所にて保管した。なお、海岸から道路までの搬出は、人力により実施した。この作業で回収した漁網は3.92t（図3.2-4）、作業は回収・搬出を合わせて、のべ190人日であり、その際の回収効率は6kg/h/人であった。



漁網の回収（2007年10月、田下海岸）



漁網の回収（2007年10月、田下海岸）



漁網の回収前（2007年10月、田下海岸）



漁網の回収後（2007年10月、田下海岸）

図 3.2-4 田下海岸における漁網回収状況

#### d. 裁断試験

漁網を切断する際、ロープカッター以外になた(鉞)、枝切り鋏(楽切りタイプ)、ディスクグラインダー、電熱カッター等、様々な器具(図 3.2-5)を用いて、その切断効率を検討した。その結果、最適な漁網・ロープの裁断器具は「電熱カッター」と「なた」であるという結論を得た。



図 3.2-5 漁網切断に用いた器具

#### e. 材質試験

現地調査で採取した漁網・ロープの材質について、いくつかの試料を採取して、研究室に持ち帰り材質分析を行った。

分析方法は以下の2法で総合判定した。

I. 熱分析(DSC; 示差走査熱量分析)による融点測定

II. ラマン分光分析法による材質の確認

これらの結果から、白色系の直径1 cm以上のロープのほとんどの材質は、ポリエチレン繊維とポリプロピレン繊維の混合物からできており、その他の色つきの漁網とロープはポリエチレン製の繊維からできていることが分かった。

これら漁網・ロープの溶融する温度が130 数度~ 160 数度であり、電熱カッターで、それほど高くない温度で容易に切断できることが判明した。また、漁網メーカーの資料などからもロープ類、漁網類製品のほとんどがポリプロピレン繊維とポリエチレン繊維から造られていることも明らかとなった。

#### f. 漂着漁網・ロープを原料にしたプラスチックの製造と機械的性質の測定

漂着漁網・ロープは水洗浄で砂や大きな付着物を除去し、乾燥後約1~2cm程度に切断した。その後、小型一軸スクリュウ混練押出機（井元製作所 PPKR IMC-1895）により185℃で混練し、棒状の押し出し物にした。それを切断しペレット状とした。

機械的性質の評価は測定用の試験片（幅5~10mm、厚さ0.5~1mm、長さ80~40mm）を作製した後、小型卓上試験機（島津製作所 EZ-Test EZ-S）を使用し、引っ張り試験（速度1mm/min）等を行った。

引っ張り試験の結果を図3.2-6に示す。著しく値が下がった試料No.2とNo.3はNo.1と同種の白色のPP繊維ロープであったが、No.1に比べるとロープの太さが細いため劣化が進行しているためではないかと考えられた。No.1はロープが太いため内部までの劣化が遅いことから、このような差が生じたものと考えられる。さらに、PP製とPE製の漁網・ロープの比率を変えて混合して強度試験を行ったが、どの結果においても強度の向上は見られず単独の場合よりもやや低下している結果が得られた。これはPPとPEは相溶性が悪く、うまく混合しないため、はがれやすくなり、強度の向上が見られなかったと考えられた。さらに曲げ試験のひずみの結果からは、試料全体にもろさがみられ、劣化が進んでいるのではないかと考えられた。特に試料No.2とNo.3がもろかったという結果が得られた。評価試験に用いた漁網・ロープの写真を図3.2-7に示す。また、その他の試験についても図3.2-8~図3.2-10に示す。

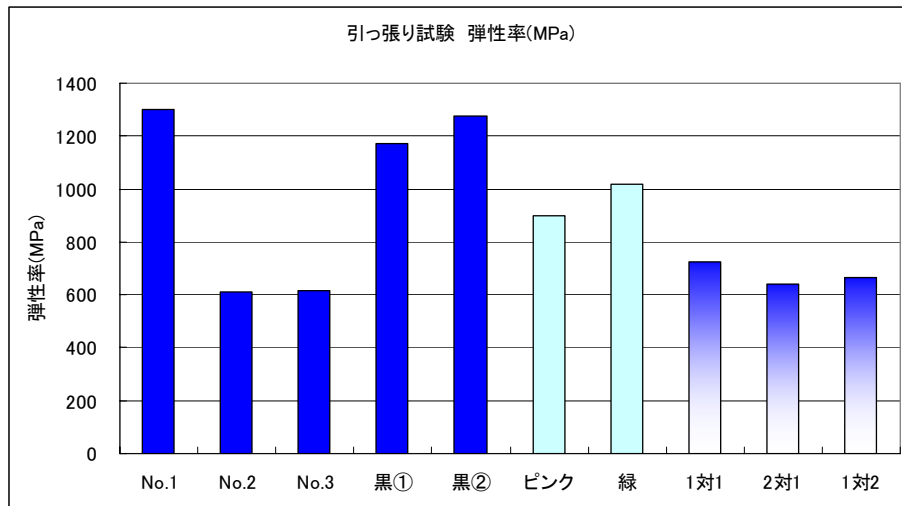


図 3.2-6 引っ張り試験 弾性率の結果

ポリプロピレン繊維 (一部ポリエチレン混入)



ポリエチレン繊維



図 3.2-7 評価試験に用いた漁網・ロープ

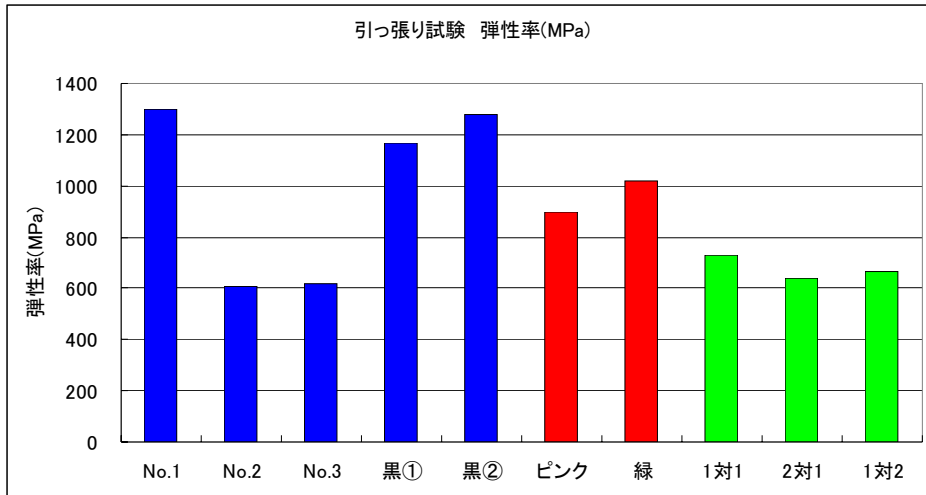


図 3.2-8 引っ張り試験結果 : 弾性率

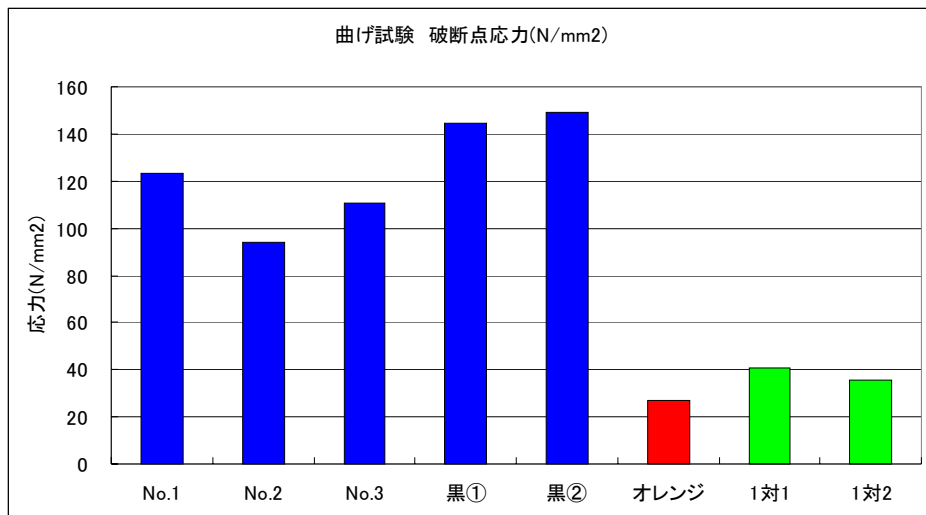


図 3.2-9 曲げ試験結果 : 破断点応力

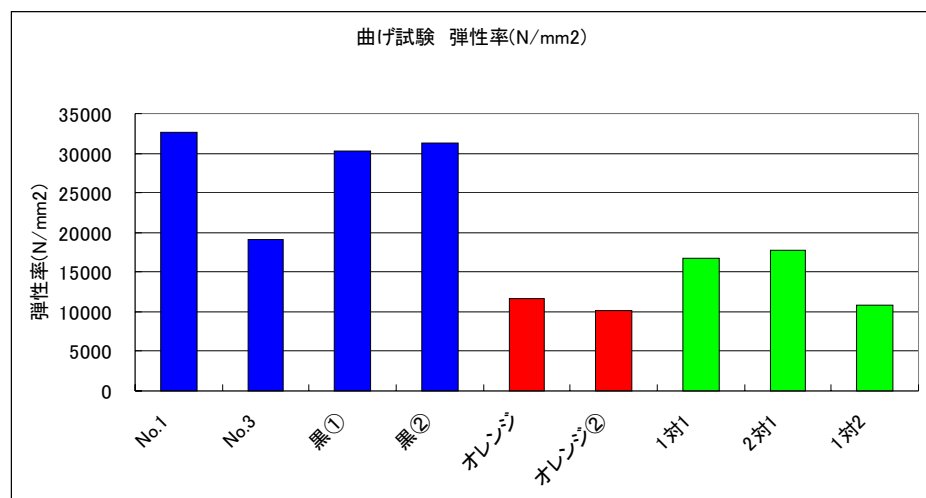


図 3.2-10 曲げ試験結果 : 弾性率



さらに、図 3.2-11 に示したようにこれら漁網・ロープの破断強度を市販の汎用プラスチックと比べてみたが、いずれの試験結果からも、波にもまれ、雨ざらしとなった漁網・ロープは劣化がみられ、やや強度が低下していることが分かった。

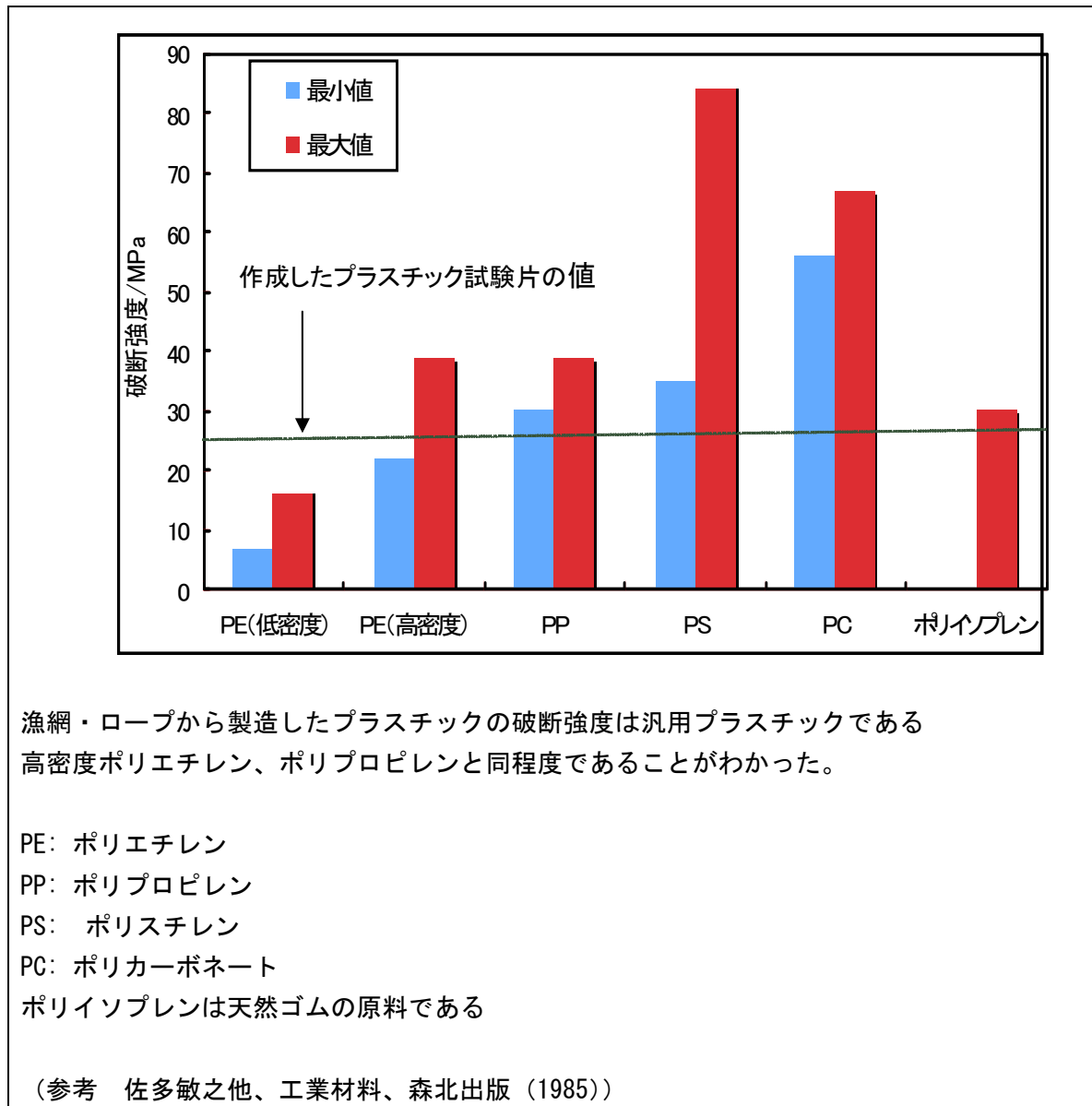


図 3.2-11 汎用プラスチックとの比較

g. 漂着漁網・ロープを燃料として使用することを想定した、燃焼熱の簡易測定

漂着漁網・ロープを燃料として使用したときの熱効率を測定した（図 3.2-12）。燃焼したときの熱量を簡易な方法で測定したところ、約 4000kcal であった。これは、文献調査によるとポリエチレンの燃焼熱が 11000kcal/kg、ポリプロピレンが 10050kcal/kg であることから、簡単な装置を使用しても約 40%の効率で熱エネルギーを利用できることを示している。

- (1) デュワー瓶に水 2k g 入れ水温を測る温度計を差した。
- (2) 水中に耐熱性試験管を挿入した。
- (3) 金属棒先端に試料樹脂約 0.3 g を溶着した（溶着した樹脂に燃焼芯として木綿糸を挿入してある）。
- (4) 燃焼芯に着火後すぐに試験管底部に固定した。
- (5) 小型エアープンプで試験管内部に空気を流入した（燃焼に必要な酸素の供給のため）。
- (6) 燃焼後も温度を測定し、温度変化が認められない時点で終了とした。



簡易燃焼試験の装置

樹脂 0.25 g、温度変化 0.5°C の場合、  
水の比熱を 1cal/°C g として計算すると、水の温度を上げるのに利用された熱量は  
 $2000(\text{g}) \times 0.5(^\circ\text{C}) \times 1(\text{cal}/^\circ\text{C g}) / 0.25(\text{g}) = 4000\text{cal/g}$   
よって、4000kcal/kg

図 3.2-12 燃焼熱の測定

#### h. 再生利用製品としてコースターの試作

最後に、漁網・ロープの再利用として、図 3.2-13 のような熱プレス機を用いて円盤状のコースターを作成した(図 3.2-14)。細かく裁断した漁網・ロープを約 7g、ステンレス製の容器に入れ、熱プレス機で、PP ロープは 180 度、PE ロープは 160 度で各 30 分加熱しながら加圧した。

コースター製作にかかる費用は、コースターを 1 枚作製するのに約 3~5 円(熱プレス機の電気量と使用時間から算出)である。1m あたりに出来るコースターの枚数については、ポリプロピレンロープでは約 5 枚のコースターが、ポリエチレンでは約 3~4 枚のコースターを作製出来ることが分かった(漁網・ロープの長さで重さより算出)。



図 3.2-13 円盤状コースターを作成した熱プレス機



図 3.2-14 作成した円盤状コースター

i. 飛島西海岸における植生内の漂着ゴミの回収（地点4：田下海岸）

(a) 調査目的

地域検討会などで、風や波により海岸の後背地に植生内までゴミが移動していることが指摘されていた。そのため、飛島西海岸の地点4（田下海岸）の後背地において、その実態を把握することを目的として植生内調査を実施した。

(b) 調査場所

調査場所を図3.2-15に、地点の断面を図3.2-16に示す。調査区域を海側斜面（A区域）と陸側斜面（B区域）の2区域を設置した。ともに海岸線長は40m、内陸方向にA区域（崖肩～尾根）は10.5m、B区域（尾根～谷）は9mとした。B区域より内陸方向は、ほぼ水平な地形であった。

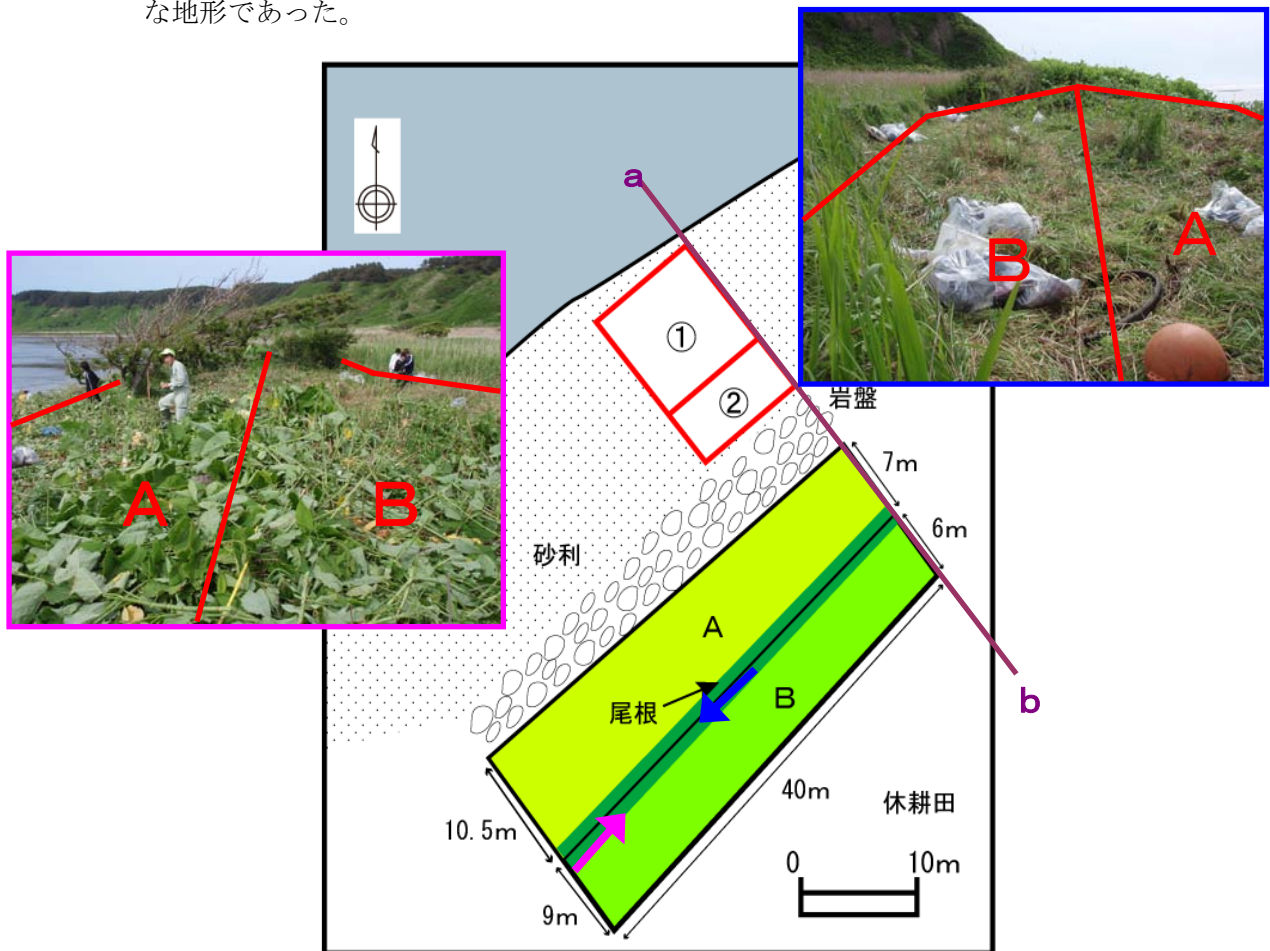


図 3.2-15 植生内調査における平面模式図（地点4：田下海岸周辺）

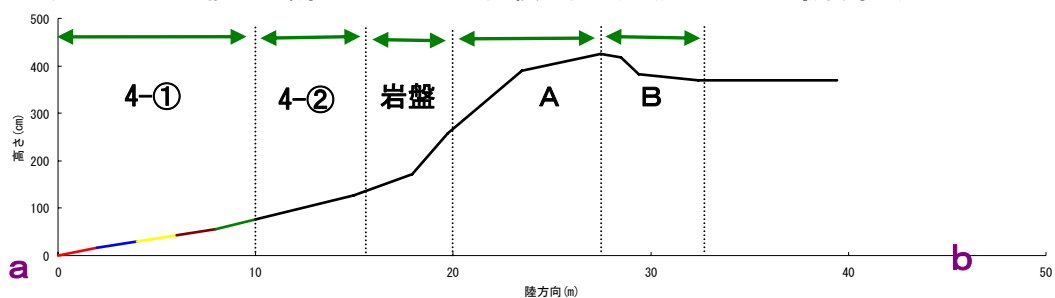


図 3.2-16 植生内調査における断面模式図（地点4：田下海岸周辺）



(c) 調査方法

回収範囲は、重機の搬入が困難なため、人力により回収を行った。植生内はイタドリ類、ヨシ類が繁茂し、草丈が背丈より高い場所も多かった。また、当該地区はマムシも多い場所であるため、植生内の草を足で踏み固めながらゴミを回収した（図 3.2-17）。

なお、海岸から道路までの搬出は、人力により実施した。



回収前の植生内（背丈より高い）



人力による回収（A 区域）



人力による回収（A 区域）



人力による回収（B 区域）

図 3.2-17 田下海岸周辺における植生内調査

(d) 調査結果

回収した漂着ゴミの容量・重量を表 3.2-6 に、回収した漂着ゴミを図 3.2-18 に示す。

表 3.2-6 独自調査における漂着ゴミ回収結果（飛島西海岸 地点4・植生内）

	A (350㎡)		B (300㎡)		合計 (650㎡)	
	重量(kg)	容量(L)	重量(kg)	容量(L)	重量(kg)	容量(L)
ゴム類	5	21	8	30	13	51
ガラス類	5	20	6	20	12	40
金属類	3	10	1	14	4	24
発泡スチロール類	11	245	16	525	27	770
プラスチック類	141	1,482	105	1,080	246	2,562
合計	164	1,778	136	1,669	300	3,447

※A：のべ3.5人日(21時間)、B：のべ8.5人日(51時間)



回収したゴミ（プラスチック類 A区域）



回収したゴミ（発泡スチロール類 A区域）



回収したゴミ（プラスチック類 B区域）



回収したゴミ（発泡スチロール類 B区域）

図 3.2-18 田下海岸周辺の植生内において回収したゴミ

j. 飛島西海岸における植生内の漂着ゴミの回収（地点 2：ツブ石海岸）

(a) 調査目的

地域検討会で、飛島西海岸の地点 4（田下海岸）以外の後背地においても漂着ゴミが多いことが指摘されたため、その実態を把握することを目的として、地点 2（ツブ石海岸）にて植生内調査を実施した。

(b) 調査場所

調査場所を図 3.2-19 に、地点の断面を図 3.2-20 に示す。調査区域を海側斜面（A 区域）と陸側斜面（B 区域）の 2 区域を設置した。ともに海岸線長は 34.5m、内陸方向に A 区域（崖肩～尾根）は 3.9～4.1m、B 区域（尾根～谷）は 6.1m とした。B 区域より内陸方向は、ほぼ水平な地形であった。

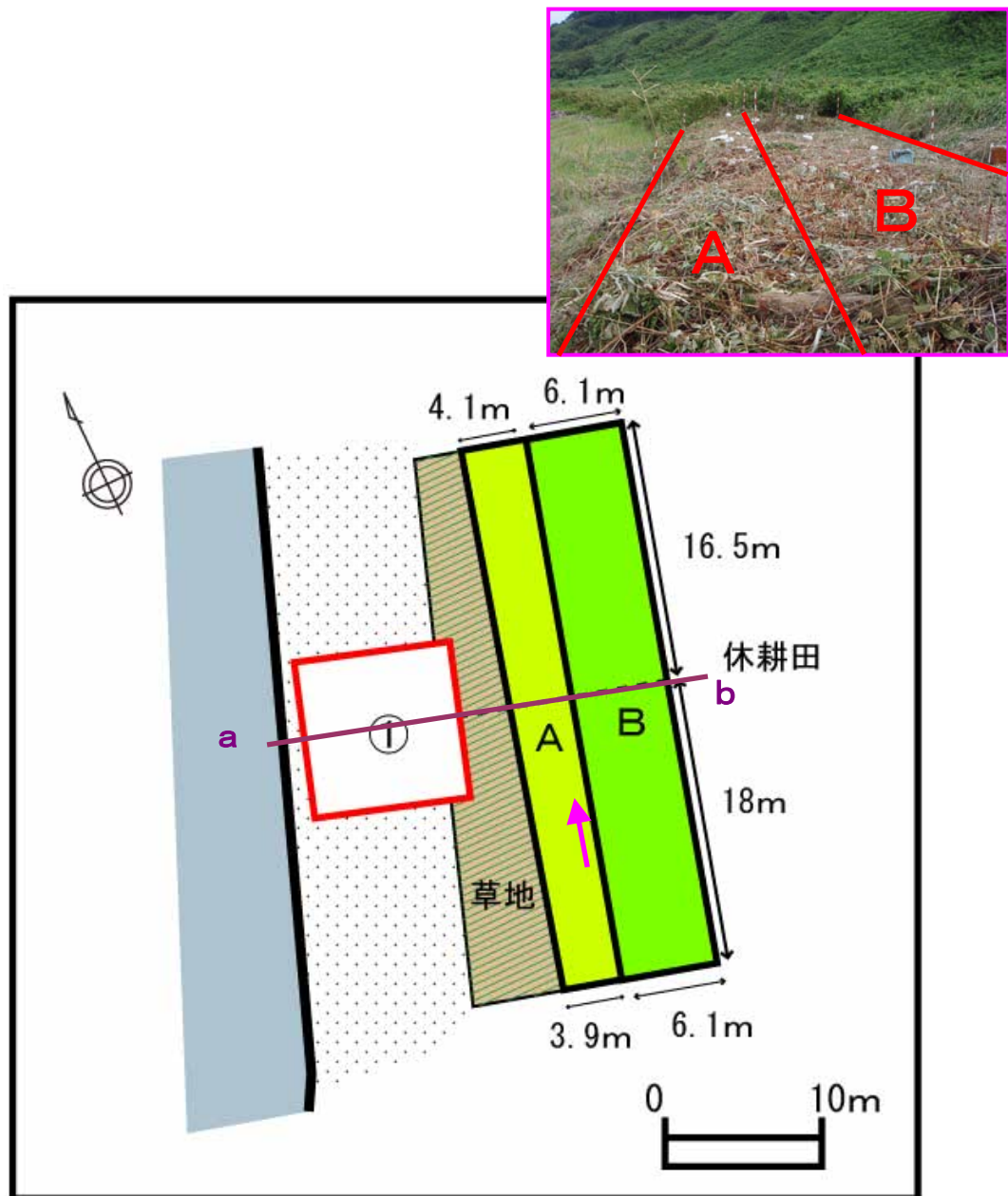


図 3.2-19 植生内調査における平面模式図（地点 2：ツブ石海岸周辺）



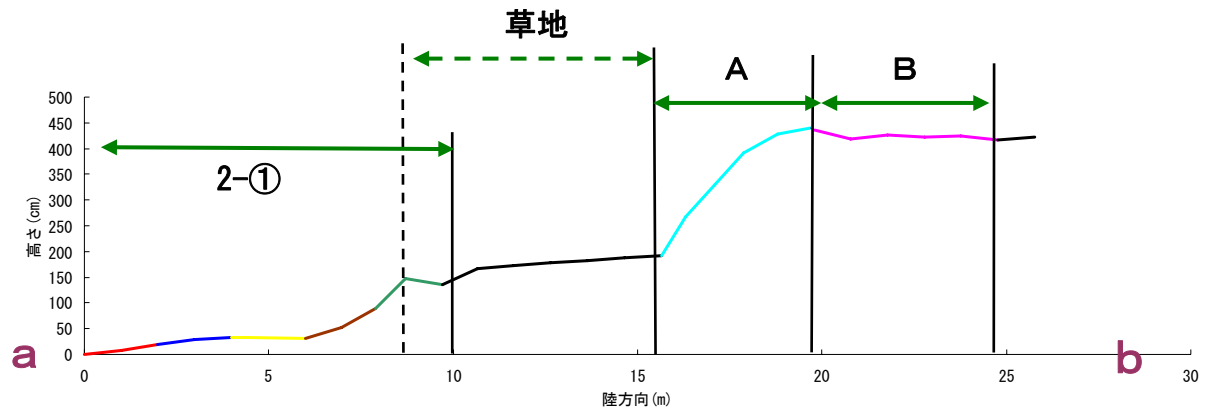


図 3.2-20 植生内調査における断面模式図（地点2：ツブ石海岸周辺）

(c) 調査方法

回収範囲は、重機の搬入が困難なため、人力により回収を行った。植生内はイタドリ類、ヨシ類が繁茂し、草丈が背丈より高い場所も多かった。また、当該地区はマムシも多い場所であるため、植生内の草を足で踏み固めながらゴミを回収した（図 3.2-21）。

なお、海岸から道路までの搬出は、人力により実施した。



人力による回収（A 区域）



人力による回収（B 区域）



回収後の地点2

図 3.2-21 ツブ石海岸周辺における植生内調査の写真



(d) 調査結果

回収した漂着ゴミの容量・重量を表 3.2-7 に、回収した漂着ゴミを図 3.2-22 に示す。

表 3.2-7 独自調査における漂着ゴミ回収結果（飛島西海岸 地点2・植生内）

	A (136㎡)		B (210㎡)		合計 (346㎡)	
	重量 (kg)	容量 (L)	重量 (kg)	容量 (L)	重量 (kg)	容量 (L)
紙類	0.001	0.01	—	—	0.001	0.01
ゴム類	5	30	14	85	19	115
ガラス類	2	4	5	15	7	19
金属類	0.2	2	0.5	5	1	7
発泡スチロール類	6	315	42	1,410	48	1,725
プラスチック類	30	300	93	1,062	123	1,362
その他の人工物	—	—	1	5	1	5
合計	44	651	156	2,582	200	3,233

※A：のべ7.5時間、B：のべ20時間



回収したゴミ（全量 A 区域）



回収したゴミ（プラスチック類 A 区域）



回収したゴミ（全量 B 区域）



回収したゴミ（プラスチック類 B 区域）

図 3.2-22 ツブ石海岸周辺の植生内において回収したゴミ

k. 赤川河口部における植生内の漂着ゴミの回収（地点 1、地点 4）

(a) 調査目的

地域検討会などで、風や波により海岸の後背地に植生内までゴミが移動していることが指摘されていた。そのため、赤川河口部の地点 1 および地点 4 の後背地において、その実態を把握することを目的として植生内調査を実施した。

(b) 調査場所

地点 1 においては、海側斜面（1-A 区域）と陸側斜面（1-B 区域）の 2 区域を設置した。A、B の海岸線長は 100m、内陸方向に A 区域（斜面下～尾根）は約 40m、B 区域（尾根～谷）も約 40m とした。平面模式図を図 3.2-23 に、断面模式図を図 3.2-24 に示す。

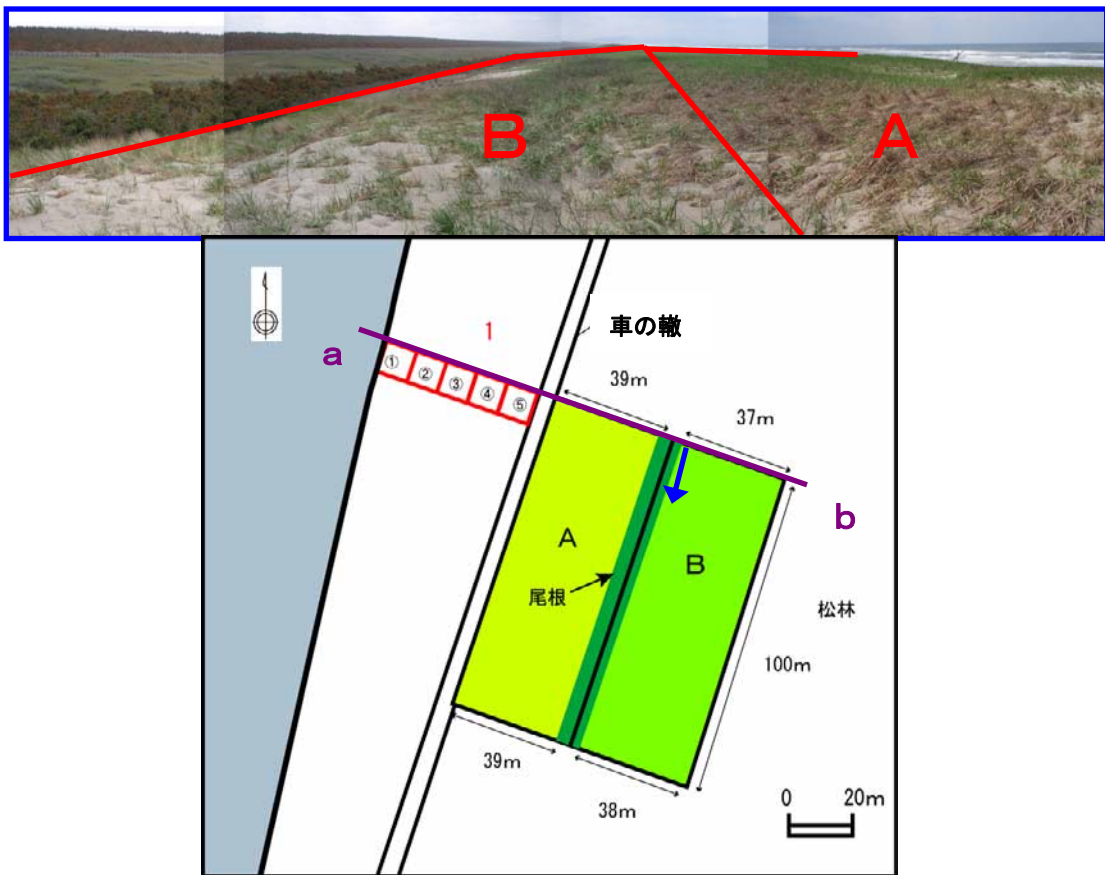


図 3.2-23 植生内調査における平面模式図（赤川河口部：地点周辺）

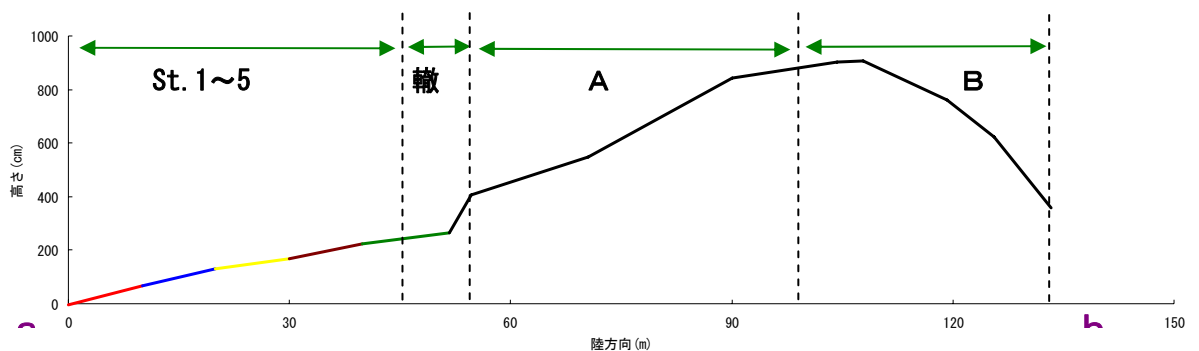


図 3.2-24 植生内調査における断面模式図（赤川河口部：St.1 周辺）

地点4については区域を海側斜面(4-A区域)、陸側斜面(4-B区域)、内陸海側斜面(4-C地区)の3区域を設置した。A、B、Cの海岸線長は100m、内陸方向にA区域は約20m(斜面下~尾根)、B区域(尾根~谷)は約50m、C区域(谷~管理用道路)は約30mとした。平面模式図を図3.2-25に、断面模式図を図3.2-26に示す。

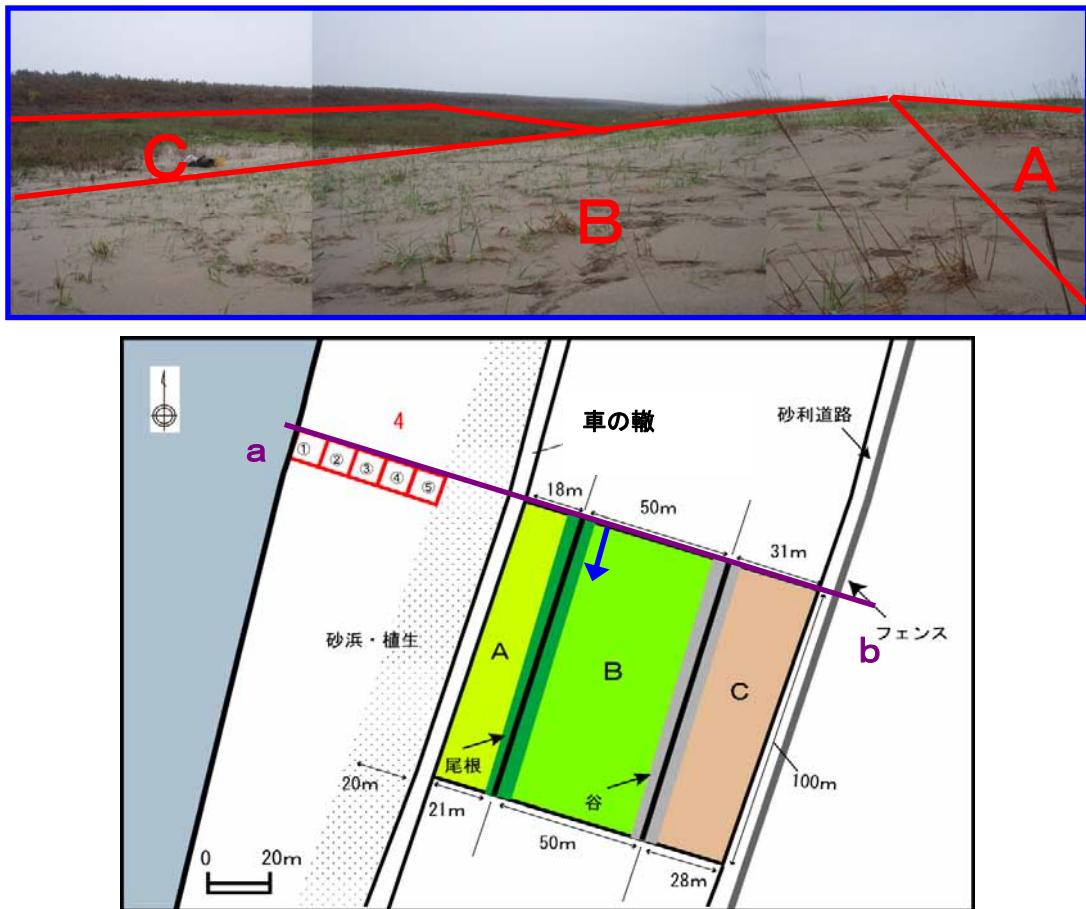


図 3.2-25 植生内調査における平面模式図(赤川河口部: 地点4周辺)

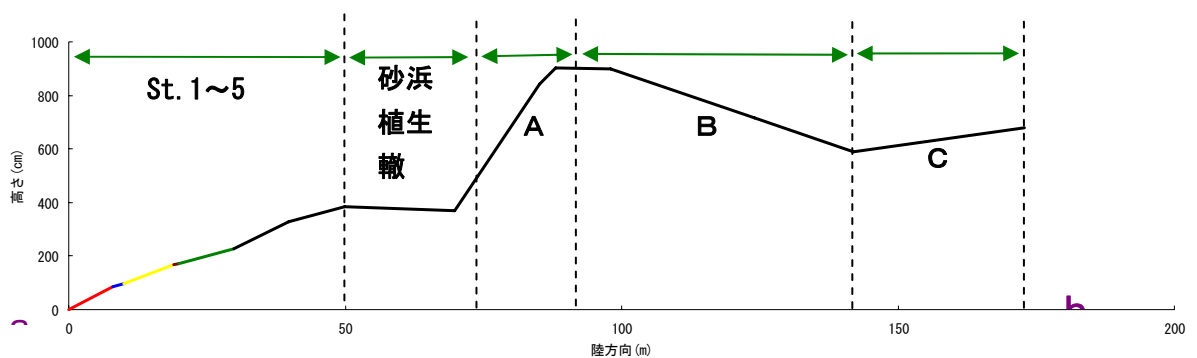
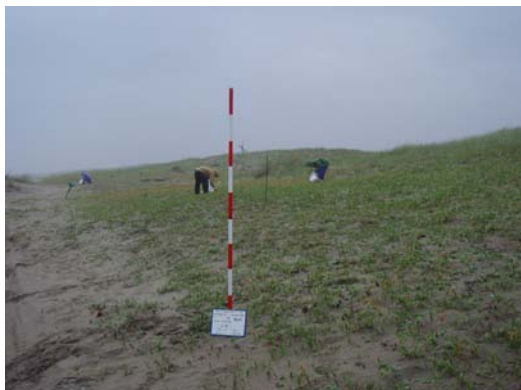


図 3.2-26 植生内調査における断面模式図(地点4)

(c) 調査方法

回収は、植生内のため重機による回収ではなく、人力により行った。草丈は膝丈程度で、地面が見えている場所が多かった（図 3.2-27）。



人力による回収（地点 1-A 区域）



人力による回収（地点 1-B 区域）



人力による回収（地点 1-B 区域）

図 3.2-27 山形県（赤川）における植生内調査の写真



(d) 調査結果

回収した漂着ゴミは、以下のように分別・処分した。独自調査において回収した漂着ゴミを図 3.2-28 に、その重量・容量を表 3.2-8 に示す。

表 3.2-8 独自調査における漂着ゴミ回収結果（赤川河口部・植生内）

St. 1	A (3900㎡)		B (3750㎡)		合計 (7650㎡)	
	重量 (kg)	容量 (L)	重量 (kg)	容量 (L)	重量 (kg)	容量 (L)
プラスチック類	46	335	55	480	101	815
発泡スチロール類	3	40	5	115	7	155
布類	—	—	1	3	1	3
金属類	3	3	0.5	3	3	6
その他の人工物	—	—	—	—	—	—
合計	52	378	61	601	112	979

※AB 回収するのに、のべ 10.5 時間

St. 4	A (1950㎡)		B (5000㎡)		C (2950㎡)		合計 (9900㎡)	
	重量 (kg)	容量 (L)	重量 (kg)	容量 (L)	重量 (kg)	容量 (L)	重量 (kg)	容量 (L)
プラスチック類	16	220	41	490	19	150	76	860
紙類	—	—	0.1	1	—	—	—	—
発泡スチロール類	2	45	—	—	13	370	14	415
金属類	0.4	2	0.1	1	0.2	1	0.7	3
その他の人工物	0.1	1	—	—	—	—	—	—
合計	18	268	41	491	32	521	91	1278

※ABC 回収するのに、のべ 4 時間



回収したゴミ（全量 St. 1-A 区域）



回収したゴミ（全量 St. 1-B 区域）



回収したゴミ（全量 St. 4-A 区域）



回収したゴミ（全量 St. 4-B 区域）



回収したゴミ（全量 St. 4-C 区域）

図 3.2-28 山形県（赤川）の植生内において回収したゴミ

(e) 回収前後の状況

回収範囲は、植生内のため重機による回収ではなく、人力により行った。草丈は膝丈程度で、地面が見えている場所が多かった（図 3.2-29）。



左：未回収、右：回収後（St. 1-A）



回収前（St. 1-Bと松林の境）



回収前（St. 4-BCの境）



回収前（St. 4-Cと砂利道路の境）

図 3.2-29 山形県（赤川）における植生内調査の調査前後の写真

## 1. 重機を用いた回収

人力で回収が困難な流木や漁網は、バックホウ等の重機を用いて回収する必要がある。ここでは山形県酒田市地域（赤川河口部）を例に、バックホウを用いた回収と、人力による回収を比較し、検討を行った（図 3.2-30）。

第1回目調査（2007年10月）～第4回目調査（2008年4月）において、一般廃棄物は人力、流木はバックホウにて回収を行った。その際の、人力による回収効率は平均で18.3kg/h/人、バックホウによる回収効率は平均で3.9t/台/日 $\approx$ 0.7t/台/hとなった（表 3.2-9）。

この結果、重機を使用した方が、人力よりも36倍以上、回収効率が高いことが確認された。しかし、重機では細かなゴミは回収できないため、地域の特性に合わせて、人力と重機を併用することが必要であると考えられる。

表 3.2-9 回収方法別回収効率（山形県酒田市地域（赤川河口部）、第1～4回調査）

回収方法	回収効率
バックホウ	0.7t/h/台
人力	18.3kg/h/人

注：回収効率は、両ケース共に不整地車両を用いた搬出の時間を含めて算出した。



バックホウによる回収（山形県・赤川）



バックホウによる回収（長崎県・越高）



不整地車両による運搬（山形県・赤川）



クレーンによる運搬（長崎県・志多留）

図 3.2-30 重機を用いた回収状況

### m. ビーチクリーナを用いた回収

石川県羽咋海岸(海岸線が長く奥行き深い砂浜海岸)において、ビーチクリーナを用いた回収について検討した。ビーチクリーナで回収されるゴミは砂混じりのゴミとなるため、適正に処分するためには砂とゴミを分別する必要がある。そこで本調査では砂とゴミの分別を人力で行い、①人力のみによる回収と②ビーチクリーナによって回収し、人力で分別した場合の回収効率や清掃にかかる人手を比較検討した。なお、ビーチクリーナを使用する場合、走行に支障となる大型のゴミを事前に取り除く必要があり、その作業も人力で行った。

ビーチクリーナと人力による回収は第4回調査時(2008年4月)及び第6回調査時(2008年9月)に実施した(図3.2-31)。第4回調査時は降雨のため砂浜が締まり、ビーチクリーナの走行速度が上げられなかったため、晴天の第6回調査時に再度、回収を実施した。また、第5回調査時(2008年7月)には、羽咋川の河口を中心にヨシを主体としたゴミが大量に漂着していた。これらのゴミを羽咋市がレーキドーザを用いて回収し、本調査において人力で砂とゴミとに分別した。これらの回収を試行した海岸に隣接する地点で、人力のみの回収を行い、データ比較の対象とした。表3.2-10にそれぞれの回収における回収効率、要した人員等を整理した。

雨天の第4回調査時(2008年4月)では、人力のみによる回収の場合、回収効率は18kg/h/人であった。一方、ビーチクリーナを使用して回収し、人手によって砂とゴミを分別した場合の回収効率は6kg/h/人であった。回収効率は存在するゴミの量に大きく左右される。人力のみによる場合とビーチクリーナを使用した場合では、それぞれの海岸における漂着ゴミ量が異なっていたため回収効率を直接比較することはできないが、現地でのそれぞれの回収作業の実態も踏まえると、同じゴミの量でも人力のみの方が回収効率が高いように推測された。その理由として、ビーチクリーナが回収した「ゴミ」、すなわち、ビーチクリーナのバケットから下ろされたものは、砂混じりのゴミであり、これから砂をふるい落として、ゴミを分別してゴミ袋に入れる作業に時間を要したことが挙げられる。また、雨天で砂が雨に濡れていたため、ビーチクリーナの速度は通常の半分程度(歩く速さ程度)であったことも作業効率が低くなった理由と考えられた。このような状況であったために、晴天時のビーチクリーナの回収効率を検討する必要がある。回収作業に要したのべ人時は人力のみによる回収の場合に5,444人時/km<sup>2</sup>/t、ビーチクリーナを使用して回収し、人力によって砂とゴミを分別した場合には4,490人時/km<sup>2</sup>/tであった。これらの結果から回収に要する人手はビーチクリーナを使用した方が少ないことが推察された。

晴天時の第6回調査(2008年9月)においては、人力のみによる回収での回収効率は19kg/h/人、ビーチクリーナを使用した場合の時間当たりの回収量は14kg/h/人であり、晴天時においても人力の方が優っていた。その理由として、やはり、ビーチクリーナが回収した砂混じりのゴミの山から、砂をふるい落として、ゴミを分別してゴミ袋に入れる作業に時間を要したことが挙げられる。この他、ゴミが集中していた一部の場所では、地盤の傾斜が大きく、ビーチクリーナが使用できない状況もあった。

第5回調査(2008年7月)では、羽咋市がレーキドーザを用いてゴミ等を山のように堆積させて、さらにレーキでふるいながら広げていった。この広げた砂とゴミの混合物から人力で熊手によりゴミを分離し、回収した。この場合の時間当たりの回収量は、人力のみで10kg/h/人、レーキドーザ使用でも10kg/h/人であった。レーキドーザはビーチクリーナと比べて作業速度が速く小回りがきくため、回収効率が人力と同程度であったと推察され



た。回収作業に要したのべ人時は人力のみによる回収の場合に 12,891 人時/km<sup>2</sup>/t、レーキドーザ使用時には **6,536** 人時/km<sup>2</sup>/t であり、回収に要する人手はレーキドーザの方が少なかった。

このように、ビーチクリーナ、レーキドーザとも人力によって、砂混じりのゴミから熊手でゴミを分離する作業は必要であるため、その作業を機械化することによって、重機による効率的なゴミの回収が可能となると考えられた。スクリーンという碎石をふるい分ける重機があり、試案としてこの重機を砂とゴミの分離に利用する場合の回収作業の模式図を図 3.2-32 に示す。また、回収に要する人手という点では、やはりビーチクリーナやレーキドーザ等の機械力を利用した場合の方が少なく、多くの作業員を確保する時間がない、もしくは確保できない場合には羽咋市のようにレーキドーザを利用することが現実的と考えられる。

表 3.2-10 回収方法別の回収効率と人時の比較（石川県羽咋市地域）

回収方法		雨天時 第4回調査 (2008年4月)	晴天時 第6回調査 (2008年9月)	<参考> 第5回調査 (2008年7月)
ビーチクリー ナによる回収 と人力での分 別	海岸線の奥行き	約40m	約40m	—
	海岸線長	約950m	約700m	—
	前処理 (大型ゴミの回収)	4人で約1時間	4人で約1時間	—
	ビーチクリーナによ る回収(幅3m) (作業員1名)	・1.75時間で250m を4往復 ・5.5時間で700mを 5往復 (約3,700m <sup>2</sup> /h)	3.3時間で700m を7往復 (約8,900m <sup>2</sup> /h)	—
	人力による分別	30人×3時間で 592kgを分別	25人×2時間で 820kgを分別	—
	人時	101	57	—
	回収効率(kg/h/人)	6	14	—
	人時/km <sup>2</sup> /t	4,490	2,483	—
人力のみによ る回収と分別	海岸線の奥行き	約40m	約60m	約40m
	海岸線長	約250m	約200m	約200m
	回収と分別	27人×1時間で 496kgを回収	29人×3時で 1,610kgを回収	11人×3時間で 320kgを回収
	人時	27	87	33
	回収効率(kg/h/人)	18	19	10
	人時/km <sup>2</sup> /t	5,444	4,503	12,891
レーキドーザ による回収と  人力での分別	海岸線の奥行き※ <sup>1</sup>	—	—	約5m、約40m
	海岸線長	—	—	奥行き約5m及び40m の浜がそれぞれ約 950m及び約250m
	レーキドーザによる 回収(実施は羽咋市)	—	—	約1日(9時~夕方)
	人力による分別	—	—	のべ65人、170人時 で1,836kgを分別
	人時※ <sup>2</sup>	—	—	177
	回収効率(kg/h/人)	—	—	10
	人時/km <sup>2</sup> /t	—	—	6,536

※1：清掃の対象となった奥行きを示す。羽咋川の河口では奥行き40mまでを清掃した。それ以外ではアシ等が蓄積していた汀線に近い約5mだけを対象とした。

※2：レーキドーザによる回収の人時は7人時と仮定した。また、レーキドーザ使用のために前処理は実施していない。



ビーチクリーナ(第4回調査(2008年4月))



ビーチクリーナ(第4回調査(2008年4月))



ビーチクリーナによって集められたゴミ  
人力による分別が必要(第4回調査(2008年4月))



レーキドーザ(第5回調査(2008年7月))



レーキドーザによって集められたゴミ  
人力による分別が必要(第5回調査(2008年7月))

図 3.2-31 ビーチクリーナ等を用いた回収の作業風景

### ①レーキドーザによる回収作業



漂着したヨシは、レーキドーザで回収し、砂混じりゴミの山となる。

### ②スクリーンによる分別作業



砂混じりゴミの山をバックホウでスクリーンに入れて分別する。砂の山とヨシの山となる。

### ③パッカー車への積載→処分場へ

ヨシは、パッカー車へ積載して、処分場へ運搬する。

図 3.2-32 ヨシの重機等による回収作業の模式図

#### n. アクセス困難な岩場(東尋坊)での回収

東尋坊は復輝石・安山岩からなる大規模な柱状節理が見られ、国指定の名勝天然記念物となっている。東尋坊観光協会では東尋坊を中心に少なくとも週一回の清掃活動を継続しているが、断崖が続きアクセスが困難な海岸については清掃を行うことが出来ていない。そこで、アクセス困難な海岸における漂着ゴミの回収方法の検討を行った。

検討の対象とした海岸は東尋坊の広場から荒磯遊歩道を南東側(米ヶ脇方面)に 500m 程進んだ、遊歩道の直下に位置する。対象海岸は東尋坊の他の海岸のように岩が直立しているが、その全面に岩盤が面状に発達しており、漂着ゴミは直立した岩の根元(面状の岩盤の端)に蓄積していた。

対象海岸へのアクセスは、航空写真や現地視察の結果から陸側から行うこととした(図 3.2-33)。また視察の結果、人工物が目に付くものの、大量のゴミが存在するようには見えなかったため、5名の作業員で回収を行うこととした。5名のうち1人については、今後の回収作業の参考としていただくために地元の方に参加して頂いた。対象海岸にはプラスチック類及び発泡スチロール片等の人工物の他に、大小の流木が漂着していたが、岩場を乗り越えて重量のある流木を搬出することは困難であったため、人工物のみを回収した。

ゴミの搬出は、現地は足場が悪い岩場であり、高低差も大きいため陸側からは難しいと判断し、小型船舶を利用して海側から行った。小型船舶の進入ルート及び接岸地点に関しては雄島漁業協同組合の協力を得て決定した。

回収作業は2008年6月2日に実施し、5名の作業員で2時間を要した。回収したゴミの量は45Lのゴミ袋で40袋であった。岩の隙間に微細化した発泡スチロール片が充填されているところが多く、その回収に時間がかかった。発泡スチロール片は軽いため回収は容易であるが、その中に注射針等の危険物が混在している可能性もあったため、手で直接ゴミを掻き出すことはせず、できるだけ道具(手頃な大きさの板など)を用いて掻き出した。今後の回収作業では、ザルや柄杓のようなものがあると微細化した発泡スチロール片の回収に便利であろう。ゴミの搬出はゴミ袋を手渡しして行い、小型船舶一隻に40袋を一度に積み込むことが出来た。ゴミの回収と搬出には特に大きな支障はなかったが、作業は常に足場を確保しながら行う必要があり、今後の回収作業はできるだけ足腰のしっかりした作業員で行うことが望ましい。

流木については、より多くの作業員を導入して手渡しで搬出できる可能性もある。しかし、背面を断崖で遮られ、避難場所がないことなど作業の安全性を考慮すると、現地での焼却処分が現実的ではないかと考える。





図 3.2-33 東尋坊の漂着ゴミ回収地点への進入ルート及び搬出ルート





回収前



回収前



回収前(橙色の円で囲んだ範囲の拡大)



回収後(左の写真と逆方向から撮影)



回収前(黄色の円は同じ岩の切れ目を指す)



回収後(黄色の円は同じ岩の切れ目を指す)



回収中(黄色の円は同じ岩の切れ目を指す)

図 3.2-34 (1) 東尋坊における回収前後の写真



回収前(水色の円で囲んだ岩は同じ岩を示す)



回収後(水色の円で囲んだ岩は同じ岩を示す)



回収中(水色の円で囲んだ岩は同じ岩を示す)  
(微細化した発泡スチロール片が約 50cm 堆積)



搬出風景

図 3.2-34 (2) 東尋坊における回収前後の写真

#### o. 微細化した発泡スチロール片の回収

調査範囲の海岸は礫浜が多く、礫の隙間や断崖を形成する岩の隙間、断崖の直下等に発泡スチロールが細かく粉碎されて集積している。これらのゴミは、細かいために人力で一個ずつ回収すると非常に時間がかかり現実的ではない。また、崖の直下は落石の危険もあり、長時間の回収作業は安全の面からも問題である。そこで、微細化した発泡スチロール片を掃除機で効率よく回収することが出来ないか検討した。

掃除機については、①野外でも利用可能な充電式であること、②集塵容量ができるだけ大きいことを条件として選定した。選定の結果、業務用の背負い式の掃除機を試行することとした(図 3.2-35)。この掃除機は充電電池で稼働し、一つの充電電池で約 20 分の清掃が可能である。吸引したゴミはゴミパック(約 2L)に收容されるようになっている。背負い式のため両手を使うことができ、足場が不安定な海岸での利用に向いていると考えた。

背負い式掃除機を用いた微細な発泡スチロール片の回収を安島漁港及び米ヶ脇地区のやかげ海岸で行った。安島漁港では壁際の植生に吹き寄せられた微細な発泡スチロール片を対象として主に吸引力の確認を行った(図 3.2-36)。その結果、発泡スチロール片以外にもプラスチックの破片や枯れ草や小石も吸引することができ、吸引力は家庭用の掃除機と同程度であることが確認できた。プラスチックの破片は対象海岸沿いに整備されている遊歩道にも多数見られ(特に二の浜海岸)、そのような場所に散在するプラスチック片の回収にも背負い式掃除機は有効であると考えられる。なお、掃除機本体に接続されているホースと延長管の直径は約 3cm であり、大きなゴミを吸い込んで詰まることが度々あった。吸入口を小さくすることで吸引力を大きくし、同時に延長管の直径と同程度の大きさのゴミを吸い込まないようにすることで、延長管での目詰まりを防ぐことは可能である。



また、崖の直下に集積した微細なゴミの回収を米ヶ脇地区のやかげ海岸で行った(図 3.2-37)。崖の直下には多く漂着ゴミが入り込んでおり、そのような隙間には人の手も届かない。そこで間口約 50cm、奥行き約 30cm の隙間を対象に掃除機の試行を行った。その結果、延長管を利用することで隙間のゴミも吸引可能であり、ゴミパック約 2.5 袋(約 5L、750g)の発泡スチロール片を回収した。崖の直下は海水やしみ出す地下水で湿っていたが、湿った発泡スチロール片でも吸入可能であった。約 2.5 袋分のゴミを回収したところで電池が切れたことから、充電電池一個分の実際の稼働時間は 12 分程度であった。また、ゴミパックは回収したゴミをゴミ袋に出して、3 回程度は再利用が可能であった。ゴミが湿っていたためゴミパックも湿ってしまい、何度も再利用するとゴミパックが破れることもあるだろう。

以上の結果から、本調査で試行した背負い式掃除機は遊歩道や礫浜において、微細化したプラスチック片及び発泡スチロール片の回収に有効であることがわかった。今回試行した浜の礫は手のひらほどの大きさで掃除機では吸引できない重さであったために、軽い発泡スチロール片を効率的に吸引できたと考えられる。掃除機でも吸引可能な小石や砂が多い海岸での利用は難しいであろう。

作業上の問題点としては充電電池の稼働時間が 12 分程度と短いこと及びゴミの量に対して集塵容量が小さいことである。充電電池に関しては充電電池を複数用意することである程度は対応可能である。集塵容量は約 2L と充電式掃除機の中では大きな容量を有していたが、漂着ゴミの量に比べると十分ではない。複数台の掃除機を利用することも考えられるが、その場合には経済的な負担も大きくなる。集塵容量が大きいエンジン式集塵機も試行したが、吸引力が小さく、湿った発泡スチロール片は回収できなかった。これらの問題点を考慮すると、本調査で試行した掃除機の用途としては、手間をかけても微細なゴミまで徹底的に回収しなければならないような場合、例えば貴重な植物等に対して漂着ゴミの影響が懸念されるような海岸での清掃などが想定される。



図 3.2-35 背負い式掃除機とその備品



約 2.5m を 3 分で清掃。ゴミパッカー袋分(約 650g)の発泡スチロール片・草切れを回収した。

図 3.2-36 背負い式掃除機の吸引力の確認風景





湿った発泡スチロール片でも吸引可能。



ゴミパックはゴミを出して再利用した。ただしゴミが湿っていたため3回程度が限界。



約5分で2Lのゴミパックが一杯になった。ゴミパック2.5袋を回収し電池が切れた。



ゴミパック2袋分で750gのゴミを回収。



回収前(間口約50cm、奥行き約30cm)



回収後(約5Lの発泡スチロール片が充填されていた。回収時間は約12分。)

図 3.2-37 背負い式掃除機による微細な発泡スチロール片の回収風景

p. 回収時の安全管理

漂着ゴミの回収・搬出作業を安全に実施するため、資料編に示した「危険物取扱いマニュアル」及び「医療系廃棄物取扱いマニュアル」を整備した。これらのマニュアルに従って、

回収前には作業員に危険物の種類とその対応について説明する時間を設けた。また、医療系廃棄物については回収担当者を指名し、担当者以外は回収行為を行わないこととした。なお、国土交通省では、海岸における漂着ゴミには、使用済みの注射器や危険性の高い薬品ビンなどの医療系廃棄物を始め、ガスボンベ、信号筒など爆発や破裂の恐れのあるものなど危険物が含まれている事例が各地で見られていることから、海岸を常に安全に利用できるような適切に管理するための対応方針の策定を進めている。

上記の危険物や医療系廃棄物以外に、作業当日の体調確認、熱中症対策のために1時間程度毎に休息・給水すること、ハチ・ヘビ等の危険生物対策のため、それら生物の活動時期には無闇に植生内に立ち入らない等の安全管理を実施した。また、後述する環境学習においては、事前に医療系廃棄物やガラス片などを回収し、漂着ゴミに不慣れな方が思わぬケガをしないように配慮した。

## (2) 運搬方法

回収したゴミは、集積場所から一般廃棄物または廃棄物処理の許可業者のトラックもしくは船舶により処分場まで運搬した（図 3.2-38）。



主要道路での積み込み（飛島西海岸）



仮置き状況（富岡海岸）



仮置き状況（飛島西海岸）



台船による運搬（飛島西海岸）

図 3.2-38 収集・運搬の状況



## (3) 処分方法

各モデル地域における処分方法を表 3.2-11 に示す

表 3.2-11 各モデル地域における処分方法

地域名	区分	処分方法
山形県 酒田市地域 飛島西海岸 赤川河口部	一般廃棄物	可燃物（紙類、プラスチック類、直径 10 cm以下および長さ 1m以内の灌木）、不燃物（金属類、ガラス類）など酒田市指定のゴミ袋に入るものは、酒田市クリーン組合（広域行政組合）で処分。
	処理困難物	酒田市指定のゴミ袋に入らない 1m以上のロープ類や漁網類、大型のプラスチック類、リサイクルが困難な冷蔵庫やテレビなどの家電製品（山形県の御指導による）は、廃棄物処理業者にて処分。
石川県 羽咋市地域	一般廃棄物	可燃物、不燃物以外にも少量の木材、1m以下に切断し袋詰めした漁網、長さ 50cm 以下に切断した木材は、羽咋郡市広域圏事務組合リサイクルセンター（クリンクルはくい）で処分。
	処理困難物	羽咋市環境安全課を通して、廃棄物処理業者で処分。 その他：大量の漁網は、石川県漁業協同組合を通して、廃漁網を廃棄物処理業者で処分を行っている廃棄物処理業者で処分。
福井県 坂井市地域	一般廃棄物	可燃物（プラスチック類、発泡スチロール類、木くず、ゴミ袋に入る大きさのロープ類（ワイヤーを内包していないもの）、不燃物（空き缶等）、粗大ゴミ（空き瓶、ガラス片等）は清掃センターで処分。
	処理困難物	タイヤ、ドラム缶、ガスボンベ、ロープ（ワイヤーを内包しているもの）等は、廃棄物処理業者にて処分。大きな流木はチップ化して再生利用が可能。
三重県 鳥羽市地域	一般廃棄物	①長さ 70cm 未満、直径 10cm 未満、②ボルトなどの異物混入がない、③極端に湿っていない条件を満たす流木・灌木、製材等は答志島清掃センターで処分。
	処理困難物	プラスチック類、飲料用のビン、飲料缶等は、廃棄物処理業者で処分。
長崎県 対馬市地域 越高海岸 志多留海岸	一般廃棄物	可燃物、不燃物、島内のクリーンセンターで処分。
	処理困難物	ロープ類や漁網、硬質プラスチック製ブイ、厚さのあるプラスチック製カゴ、タイヤ等は、廃棄物処理業者で処分。
熊本県上天草市 地域 樋島海岸	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。
	処理困難物	地元の廃棄物処理業者で処分。
熊本県苓北町地 域 福岡海岸	一般廃棄物	可燃物、不燃物は、本渡地区清掃センターで処分。
	処理困難物	地元の廃棄物処理業者で処分。
沖縄県石垣市地 域 石垣島	一般廃棄物	可燃物は石垣市クリーンセンター、不燃物は石垣市一般廃棄物最終処分場で処分。
	処理困難物	島内の廃棄物処理業者で処分。
沖縄県竹富町地 域 西表島	一般廃棄物	竹富町リサイクルセンターで処分。
	処理困難物	石垣島へ運搬し、石垣市内の廃棄物処理業者で処分。



a. 流木の有効利用（山形県：バイオマス燃料化など）

流木は、赤川河口部で最も量が多く、人力でも回収が困難な漂着ゴミである。その流木を一般廃棄物の中間処理を行いチップ化し、有効利用を検討した。検討した方法は、①バイオマス燃料化、②チップマルチング、③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、④現地破碎売却、⑤焼却処理についても検討を行った。

(a) 処理方法

検討した方法のうち①～③は、中間処理（チップ化）を行う。持込からチップ化を行うまでの工程を図 3.2-39 に示す。

チップ化が終了し、選別した後の工程は次頁以降に示す（図 3.2-40）。



図 3.2-39 流木の間処理風景

### ①バイオマス燃料化

チップ化した流木をバイオマス燃料として売却する方法である。



選別後のチップ



バイオマス燃料に使用

### ②チップマルチング

チップ化した流木を炭化し、マルチング材として売却する方法である。



選別後のチップ



炭化済チップ

### ③畜産用発酵チップ消臭剤

チップ化した流木を堆肥と混ぜ合わせて発酵させ、消臭剤として売却する方法である。



選別後のチップ



堆肥化施設状況

図 3.2-40 中間処理後の流木と有効利用状況

(b) 処分費

検討した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 3.2-12 に示す。現時点では、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分かった。

なお、参考までに廃プラスチックの処分費は 35,00 円/t（沖縄県）となっている。

表 3.2-12 流木処分費用一覧

単位：円/t

	方法	合計	備考1	地域
①	バイオマス燃料化	25,300	破碎は1回	山形県
②	チップマルチング	25,900	破碎は2回	山形県
③	畜産用発酵チップ消臭剤	25,700	破碎は2回	山形県
④	現地破碎売却	19,900		山形県
⑤	焼却処理	30,140		山形県
⑥	埋め立て	40,000		沖縄県

b. 炭化処理（熊本県）

流木のその他の有効利用方法として、海岸で集めた流木を炭化処理する方法もある。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以下に画像を用いて詳しく説明する（図 3.2-41）。





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、樋島外平海岸にても流木を収集した。



② 運搬

軽トラックにて同町大道まで運搬(片道約 15 分)。



③ 木づくり

斧やチェーンソー、鋸を用いて、流木を燃料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 20 cm × 長さ 70 cm の流木も問題なく炭にすることが可能である。



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 13 kg、炭材は約 36 kg であった。図ではコンテナに入ったものが燃料、それ以外が炭材。

図 3.2-41(1) 流木の炭化処理の作業の流れ



図 3.2-41 (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 13kg、炭材は約 36kg、それから得られる炭の重量は約 10kg 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したところ、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。



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 年度足利工業大学附属高等学校研究紀要）。

今回の炭焼き方法で製造した流木炭化処理物（以下「流木炭」と表記）を用いた用途別の製品を図 3.2-42 に示す。

床下調湿材としての利用は、地元建設業者からの協力があり、木造建築の増改築時に床下湿気の低減のために流木炭を敷設した。

燃料利用を考えた場合、一般的には、近隣のホームセンターなどで輸入炭などが安価に販売されている。それらの木炭と比べた場合、流木炭は脆く火持ちが悪い。それは、逆に着火性がよく、火力が調整しやすいことを表すが、一般消費者にとって脆く密度の小さい炭は「粗悪」とあるとの認識が根強い。そのため「着火性」の良さをセールスポイントとすればより消費の拡大が見込めると考えられる。実際に、レジャー時のバーベキュー用燃料としての利用では、通常販売されている木炭は、密度が高く着火しにくく食材が焼ける

火力に達するのに時間がかかるため使いづらいという意見があり、消費者からは流木炭の着火性が良いことへの好評価を得た。また、一部の安価な炭のなかには、燃焼時に刺激臭と煙を発するものがある。これらの炭と差別化をはかるため、流木炭の製造にあたっては、適正な温度管理を行い刺激臭など発生しないようにした。

炭は、農地土壌改良資材として政令認定され、土壌微生物(バクテリア)の生息・繁殖の場となるとともに、土壌の通気・透水・保水性の改善を促すものとして最近注目されており、試験的に畑地に撒布した。

室内装飾等については、脱臭効果や有害化学物質の吸着効果があるため、室内装飾品としての販売を実施した。また、燃材には流木を活用し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」についても販売した。

薪については、流木炭と同様に燃料としてキャンプ場で販売した。


<p><b>用途：床下調湿材</b></p> <p>木炭が多孔質で吸放湿性を持つことを活用。土のう袋に入れた流木炭を住宅床下に敷設して利用する。</p> <p>200 円/Kg</p>			
<p><b>用途：燃料</b></p> <p>着火性が良いことを生かしたバーベキュー用燃料</p> <p>2kg 入りで販売</p> <p>200 円/Kg</p>			
<p><b>用途：土壌改良材</b></p> <p>木炭は微生物などの好適な住処となり土壌改良材となる。あらかじめ粉碎したもの。</p> <p>200 g 入りで販売</p> <p>150 円/100g</p>			
<p><b>用途：室内装飾等</b></p> <p>木炭には脱臭効果やホルムアルデヒドなどの化学物質を吸着する働きが認められている。流木竹炭と流木を組み合わせた室内飾りなどを作製。</p> <p>竹炭のみ 150g 入り 200 円 飾り 300~500 円</p>			
<p><b>用途：薪</b></p> <p>キャンプ場の炊事棟の「かまど」で使用しやすいように流木を 45cm 程に切りそろえて束ねたもの。キャンプ場での利用を狙った製品。</p> <p>4kg 束を 300 円で販売</p>			

図 3.2-42 流木炭を利活用した製品

販路拡大の可能性を考える場合、流木炭の活動の趣旨の周知をはかることが重要である。漂着ゴミ有効活用の取り組みは、昨今の環境意識の高まりのなか、樋島海岸での本調査の趣旨と相まって注目を集めた。熊本日日新聞社や読売新聞、上天草市広報誌、熊本県内のテレビ局3社（TKU・KKT・RKK）でこの取り組みは取り上げられ、漂着ゴミの有効活用という活動の趣旨が上天草市内外に広く伝わった。また、市民フォーラムのような集まりで、取り組みの事例紹介をする機会もあった。これらのことで、活動の意義を製品の付加価値としてとらえてもらい、消費が伸びたこともあった。また、製品にも活動の趣旨を伝えるラベルを付けている。これらの結果、現在では地域の小売商店からの協力も増え、樋島の旅館では宿泊客への粗品としても利用が検討されはじめている。地域特有の課題に取り組む姿勢をアピールしての、地域ぐるみのイメージアップを狙った活動の輪がひろがりつつある。

以上のことから流木炭化処理物の販路拡大をはかるには、流木炭の特性（良着火性）と活動趣旨の周知が欠かせないものと考えられる。

#### (c) 事業の収支・採算性の検討

前項で示した製品と販路による売上量は、平成19年12月から平成21年1月までで、流木炭約740kg・流木竹炭約130kgになった。総売上額342,608円であり、経費（人件費含まず初期設備投資費と消耗品代含む）が223,398円であった。差額は119,210円となった。また、燃料として消費した薪と炭材（炭となる材量）合わせて約3.7トンの流木を使用した。

経費には、炭焼窯施設建設資材代や作業機械代等（チェーンソー・竹割り器など）ガソリン代・商品パッケージ袋代などが含まれている。今実験的事业で示した経費に人件費は含まれていないが、作業量と時間の目安を表3.2-13に示した。

表 3.2-13 単価処理の作業量

独自調査後、切り揃えられ海岸部に集積された流木の回収と運搬(片道約15分)に要する時間。軽トラックで約250kg回収	約1時間半/2人
一窯分の燃材・炭材合計49kgを木づくり(薪割りやチェーンソーで作業)するのに要する時間	約1時間半/1人
炭焼き時間	1回約7時間/1人
一窯分の炭の取り出し	1回約15分/1人

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する。



### c. 流木の塩分

流木は海岸に漂着するまで海水の中を漂っており、また漂着しても潮風にさらされていることから、高濃度の塩分を含んでいると考えられている。また、塩分を多く含有している流木の焼却は、ダイオキシン等の有害物質を発生させる可能性があり処理が困難と考えられている。一方で、一度、雨に当たるとかなりの塩分は抜けて、流木には低濃度の塩分しか残らないとも言われている。

ここでは、山形県（赤川）の第5回調査（2008年7月）において、十里塚駐車場と赤川河口部の中間地点（地点2付近）から採取した流木（図 3.2-43）の含水率を「底質調査方法Ⅱ.3 乾燥減量」で、塩分を「第二改定詳解肥料分析法 5.5.1 硝酸銀法」によって化学分析を行った。その分析結果と家庭用ゴミの含水率および塩分を比較し、検討を行った。

回収した流木は陸側2検体（陸①、陸②）、海側2検体（海①、海②）の計4検体であった。分析結果として含水率（%）は、陸側の2検体（陸①、陸②）の方が、海側よりも低く、乾燥していた。また、塩分（mg/g）は海②以外は、同程度であった。

表 3.2-14 流木分析結果（山形県・赤川）

検体名	含水率(%)	塩分(mg/g)
陸①	19.7	1.2
陸②	12.8	1.0
海①	29.7	0.85
海②	46.8	5.2



海①の流木（汀線より 7m）



陸①の流木（汀線より 50m）



海②の流木（汀線より 5m）



陸②の流木（汀線より 45m）

図 3.2-43 採取した流木と漂着位置

「廃棄物循環型社会基盤施設整備事業計画」（平成 15 年、秦野市伊勢原市環境衛生組合）によると基準ゴミ（ごみ処理に当たり最も多いゴミ）の含水率は 48.5%、塩分は 9.5mg/g であった。この値と流木の分析結果を比較すると、含水率、塩分とも基準ゴミを下回った。陸側の流木における含水率は、基準ゴミの 26～46%、塩分は基準ゴミの 11～13% であった。一方、海側の流木における含水率は、基準ゴミの 61～96%、塩分は 9～55% であった（表 3.2-15、図 3.2-44）。

表 3.2-15 流木分析結果と基準ゴミの比較（山形県・赤川）

検体		含水率 (%)	検体/基準	塩分 (mg/g)	検体/基準
流木	陸①	19.7	( 41%)	1.2	( 13%)
	陸②	12.8	( 26%)	1.0	( 11%)
	海①	29.7	( 61%)	0.85	( 9%)
	海②	46.8	( 96%)	5.2	( 55%)
基準ゴミ		48.5	—	9.5	—

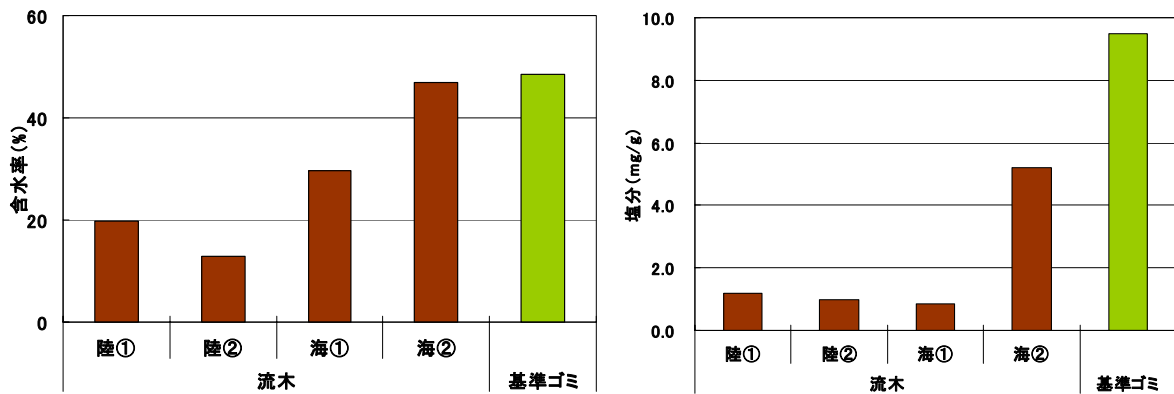
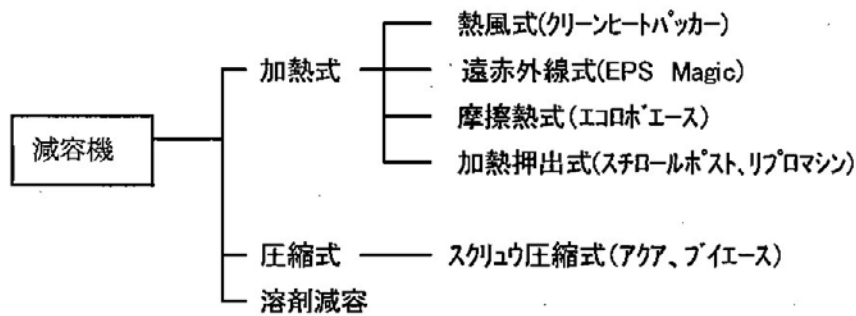


図 3.2-44 流木分析結果と基準ゴミの比較（左：含水率、右：塩分）

以上の結果から、海岸に漂着している流木は、汀線の近くで漂着して時間のたっていないと考えられる流木以外の含水率や塩分は、一般家庭から出る標準的なゴミ（基準ゴミ）と比較して低くなり、焼却炉等で処分する際は、焼却炉等への負担も少ないものと推測できる。

#### d. 発泡スチロールの減容化

各メーカーが販売している発泡スチロールの減容処理機は、多くの種類がある。それらの処理機は、「発泡スチロール処理機資料集〔第6回改訂版〕」（発泡スチロール再資源化協会 技術開発部、2008年3月）にとりまとめられている。この資料によると、ほとんどは加熱によって発泡スチロールを収縮減容させるものであり、その種類は、加熱方法の違い、減容されたものの形状の違いなど、いくつかのタイプに分けられ、加熱の他、圧縮とか溶剤で減容するものもあるとされている（図 3.2-45）。



出典：「発泡スチロール処理機資料集〔第6回改訂版〕」（発泡スチロール再資源化協会 技術開発部、2008年3月）

図 3.2-45 減容方法別による減容機の種類と代表的な機種名

(a) 加熱式減容機

発泡スチロールを 180℃以上に加熱し収縮させる形式のもので種類も多い。熱源は電気、灯油、プロパンガスが使われている。発泡スチロールの成形品をそのまま加熱するものと、粉砕機で粉砕してから加熱するものがある。減容された発泡スチロールは気泡が抜け受け皿に落下し、元のポリスチレン樹脂に戻る。これを受け皿のまま取り出し冷却固化させる。通常これをインゴット、ブロック或いはランプなどと呼んでいる。

この他にも加熱減容式のものでは、摩擦熱を利用するものがあり、これは回転するディスクで発泡スチロールを擦り、80℃～100℃の摩擦熱で顆粒状に減容するものである。又、遠赤外線を照射して加熱するタイプの減容機もある。この他、押し出し機形式の加熱シリンダーとスクリュウの組み合わせで減容する減容機も使われている。

(b) 圧縮式減容機

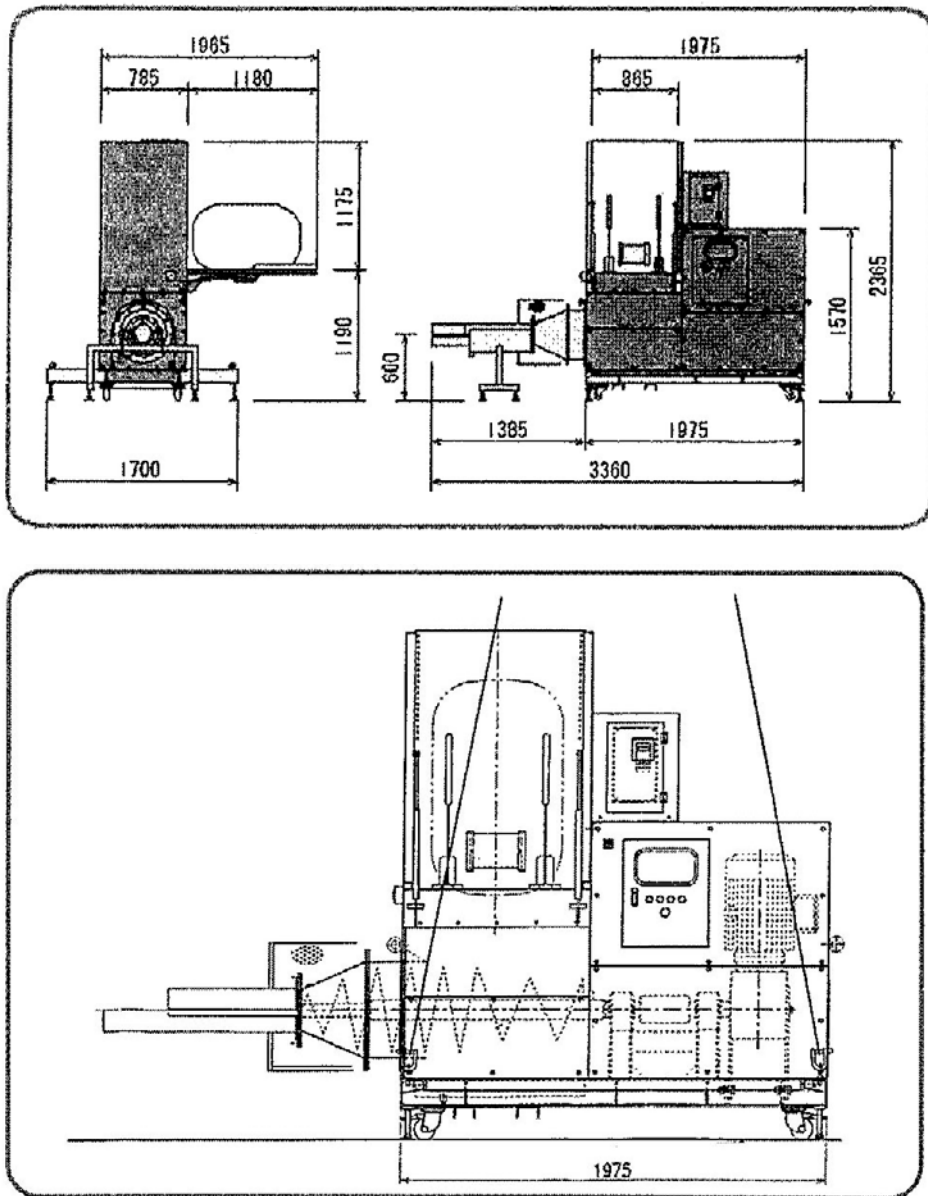
加熱をせず油圧やスクリュウの圧縮力だけで減容するもので加熱減容に比べて減容の割合は小さいが臭気の発生が少ない。

(c) 溶剤減容機

発泡スチロールを粉砕機で粉砕してから有機溶剤で溶解してゾル状にする減容機。使用される有機溶剤はリモネン、石油系、エステル系で各社特殊性を出している。比較的、高沸点(150～190℃)で引火点は 45℃～75℃を有しており、消防法 題4類 第2、第3石油類が適用される。溶解したポリスチレンゾルは分解プラントにて溶剤とポリスチレンに分離され、更に、押し出し機にかけられPSペレットに再生される。

e. 発泡スチロールの減容化（圧縮式）

発泡スチロールの減容に関しては、溶剤ではなく機械による減容も検討・開発されており、「The 1<sup>st</sup> NOWPAP Workshop on Marine Litter」(8-9 June 2006、NOWPAP MERRAC)において横浜康継もその一例を紹介している。この機械により破碎・圧縮後は、5～7%の減容が可能であり、フロート 30 個で約 150 kg を処理できたとしている(図 3.2-46: 発泡スチロールの減容機の外観・構造)。



出典：「The 1<sup>st</sup> NOWPAP Workshop on Marine Litter」(8-9 June 2006、NOWPAP MERRAC)

図 3.2-46 発泡スチロールの減容機の外観（上）及び構造（下）



#### f. 発泡スチロールの減容化（溶剤減容）

西表島において、減容剤の一つである SD 溶剤を用いて発泡スチロールの減容化試験を実施した。調査実施日及び実施場所は以下のとおりである

調査実施日：2007年10月11日、14日

実施場所：上原港（西表島）

##### (a) 試験方法

沖縄本島の溶剤取扱い業者より SD 溶剤 100 L 入りドラム缶を 2 本導入し、クリーンアップ調査により回収された発泡スチロールの減容を試みた(図 3.2-47)。

溶剤入りドラム缶 2 本のうち 1 本目は回収された発泡スチロールを選別せず無作為に投入し、減容を試みた。2 本目は、1 本目の減容において比較的溶けやすいと判断された発泡スチロールを選別し減容を実施した。なお、試験は 1m<sup>3</sup> の発泡スチロールの減容に要する時間を測定しながら行った。試験は、溶剤の粘度が上がり減容時間が長くなったところで終了とした(図 3.2-48)。

また、SD 溶剤の提供元によれば、溶解物と SD 溶剤が分離すればさらに発泡スチロールを溶かすことができる。そこで、減容試験を実施した 3 日後に、減容能力の変化を確かめるため、再度減容試験を実施した。



図 3.2-47 溶剤入りドラム缶と手動式ドラム缶用減容機



図 3.2-48 減容化試験の状況

(b) 試験結果

i) 減容量と時間

試験により減容した発泡スチロール量と、減容に要した時間は以下のとおりである。ドラム缶 2 本目では、1 本目の試験に比べて溶けやすい発泡スチロールを選択して減容したため、減容時間が短くなった。(表 3.2-16)

表 3.2-16 減容試験の結果

試験条件	減容した量	減容時間 ※減容は 1m <sup>3</sup> ずつ実施
ドラム缶 1 本目 無作為に減容	約 2m <sup>3</sup>	1 回目：約 25 分 2 回目：約 50 分
ドラム缶 2 本目 溶けやすい発泡スチ ロールを選別して減容	約 3.3m <sup>3</sup>	1 回目：約 20 分 2 回目：約 30~40 分 3 回目：約 60 分

注：試験は 2 名で実施し、1 名が発泡スチロールの裁断(ドラム缶に入る程度の大きさに裁断)、もう 1 名が溶解を担当した。

ii) 発泡スチロールの性状について

減容試験を行った結果、目の粗い発泡スチロールほど減容時間が短い傾向が認められた。



図 3.2-49 減容時間が短い発泡スチロールの例

iii) 減容試験を実施後の減容能力の変化

減容試験を実施した 3 日後に、再度発泡スチロールの減容を実施したが、1 回目の試験の終了時と減容能力に変化は認められなかった。

(c) SD 溶剤の評価

i) 減容処理能力

今回の試験では、溶剤 100 L あたりの減容量が 3m<sup>3</sup>程度であったことから、通常の手扱の単位である 150 L 入りドラム缶で減容できる発泡スチロール量は 5m<sup>3</sup>程度であると考えられる。

試みに、西表島の調査対象海岸に 1 年間に漂着する発泡スチロール(約 102m<sup>3</sup>、第 II 章参照)を全て減容するため溶剤量を試算すると、150L 入りドラム缶で 21 本となる。また、減容に要する人員と時間は、3.3m<sup>3</sup>を減容するために 2 名で約 2 時間を要すると仮定すると、約 62 時間×2 名(1 日 7 時間の作業で約 9 日)となる。以上の試算から、溶剤減容する場合には、溶剤の購入費及び回収した発泡スチロールの保管場所以外に、減容するための時間及び人件費を考慮する必要があるといえる。

#### ii) 減容後のリサイクル

今回の試験終了後に、試験に使用した SD 溶剤をリサイクル業者へ搬出した結果、ドラム缶 1 本目、2 本目共にプラスチックへのリサイクルが可能であった。

#### iii) 溶剤の取扱い

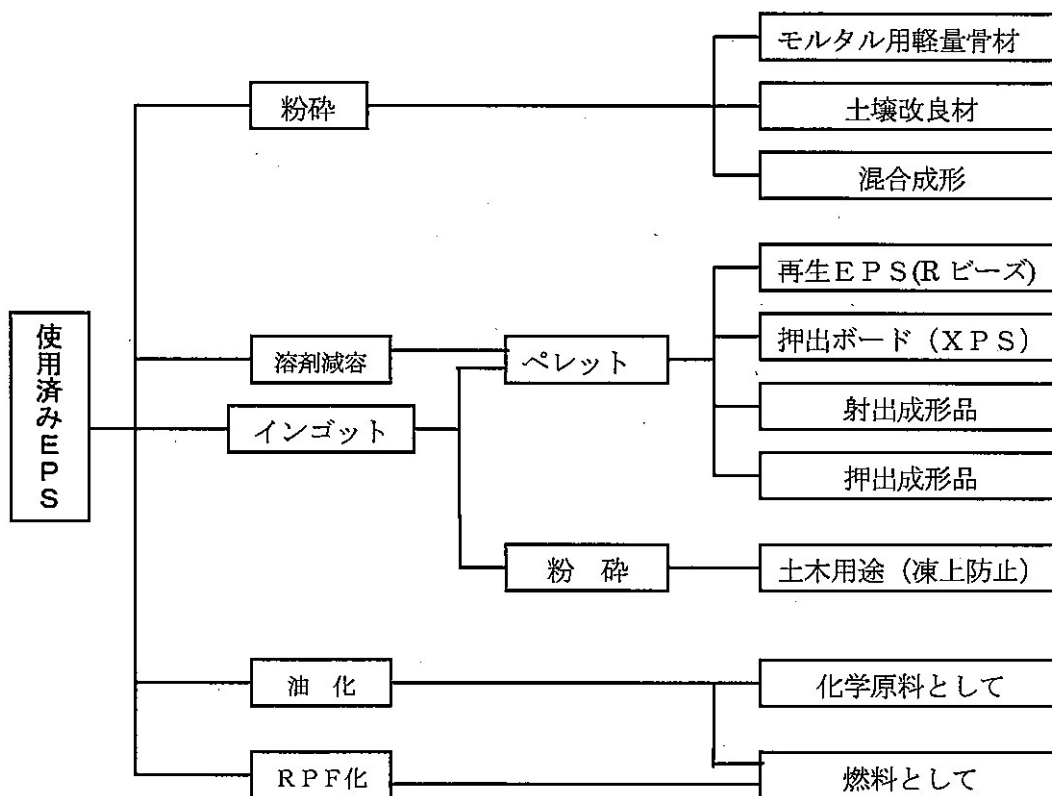
SD 溶剤は消防法では第 4 類第 2 石油類に分類され、貯蔵量がドラム缶 5 本を経過又は取扱量がドラム缶 2 本以上の場合には、第 4 類乙種又は第 4 類丙種危険物取扱者の資格が必要となる。また、引火性の強い液体で、空気と爆発性混合ガスを形成するため、作業時は火気厳禁として、静電気、火気、アークを発生するものまたは高温点火源を付近で使用しない等、化学物質等安全データシート (Material Safety Data Sheet、MSDS) 等の情報に基づいて作業環境を整備する必要がある。

#### iv) 発泡スチロール減容によるコスト比較

SD 溶剤を使用した発泡スチロールの減容化を含む回収・処理コストの試算を第 II 章に示した。

g. 使用済み発泡スチロールのリサイクル

「発泡スチロール処理機資料集〔第6回改訂版〕」（発泡スチロール再資源化協会 技術開発部、2008年3月）によると、発泡スチロールの減容後の処理品の多くは、再度押し出し機にかけられ再生ペレットにされる。再生ペレットは、若干の熱劣化やゴミの混入、着色などで、その用途は限られる。一般には、バージンのポリスチレンと混ぜて射出成形や押出成形などにより雑貨、ビデオカセット、建築用部材などに利用される。現在、減容処理されたインゴット品の多くは、国内よりも、海外に輸出され利用されていると記載されている（図 3.2-50）。



出典：「発泡スチロール処理機資料集〔第6回改訂版〕」（発泡スチロール再資源化協会 技術開発部、2008年3月）

図 3.2-50 使用済み発泡スチロールのリサイクルフロー



#### h. 鉄屑等の有効利用

回収した漂着ゴミのうち、アルミ缶、スチール缶、鉄屑が有価物として売却可能かどうか検討した。表 3.2-17 に福井県坂井市地域における第 1 回独自調査(2007 年 9 月～10 月)において回収されたアルミ缶、スチール缶、鉄屑の売却結果を示す。単価は 2007 年 10 月の福井県内における取引単価に基づく値である。売却金額は合計で 7,390 円となり、これは同時に回収されたタイヤの処分費(約 8,000 円)と同程度であった。ただし、売却先への運搬に約 2 万円を要しており、売却金額が運搬費を上回ることにはなかった。また、アルミ缶等を売却するためには分別が前提となり、回収時には少なくとも可燃物と不燃物を分けて回収すること、また回収後にはさらにアルミ缶・スチール缶・鉄屑の分別が必要である。回収後の分別には、可燃物・不燃物の仕分けも含めて、およそ 5 人で 1 時間程度の作業が必要であった。これら運搬費や分別にかかる時間を考慮すると、アルミ缶・スチール缶については不燃物として清掃センターで処分した方が経済的である。

なお、2007 年 9 月～10 月の第 1 回独自調査時に回収された鉄屑はその後の一年間の独自調査において回収された鉄屑の約 2 倍の量があり、今後の清掃活動で一度に 290kg もの鉄屑が回収されることは多くはない可能性がある。また、鉄屑等の売却単価は市況に大きく左右されるため、売却金額は大きく変動することもある。

表 3.2-17 第 1 回独自調査(2007 年 9 月～10 月)におけるアルミ缶等の売却結果

ゴミの種類	回収量(kg)	単価(円/kg)	売却金額(円)
アルミ缶	13	90	1,170
スチール缶	42	10	420
鉄屑	290	20	5,800
計	—	—	7,390

注：単価は 2007 年 10 月の福井県内における取引単価に基づく。

#### (4) 回収・処理方法のまとめ

漂着ゴミの回収・処理方法は、地域や海岸の基質等によって異なるが、各モデル地域の回収・処理方法を本土側と離島に大まかに整理した結果を表 3.2-18 に、各モデル地域における回収・処理方法の流れを図 3.2-51 に示す。

回収・処理方法は、立地条件の上で、離島か本土に分けられるが、その中でも海岸までの車路の有無により大きく変わる。車路のある海岸は、搬出に車両や不整地車両などの重機が使用できるが、車路のない海岸は、人力か小型船舶を使用する必要がある。

また、収集・運搬については、離島は島内処理が出来ない場合、本土への運搬に台船を使用する必要がある。この台船費用が高額になることが、離島でのゴミ回収の大きな足かせとなっている。

本調査では、どのモデル地域においても回収にはその地域の実情に合わせ人力や重機、小型船舶を利用した。収集・運搬については、自己運搬もしくは廃棄物処理業者へ委託した。処分は、一般廃棄物、処理困難物、流木、感染性廃棄物に別けて、市町の焼却炉や廃棄物処理業者への委託により適正に行った。

表 3.2-18 回収・処理方法のまとめ

	車路の有無	回収	搬出	収集・運搬	処分
離島	○	人力・重機	人力・重機・車両	台船	一般廃棄物：市町村の焼却施設にて処分 処理困難物：廃棄物処理業者に委託 流木：廃棄物処理業者に委託
	×	人力	人力・小型船舶		
本土	○	人力・重機	人力・重機・車両	トラック	
	×	人力	人力・小型船舶		

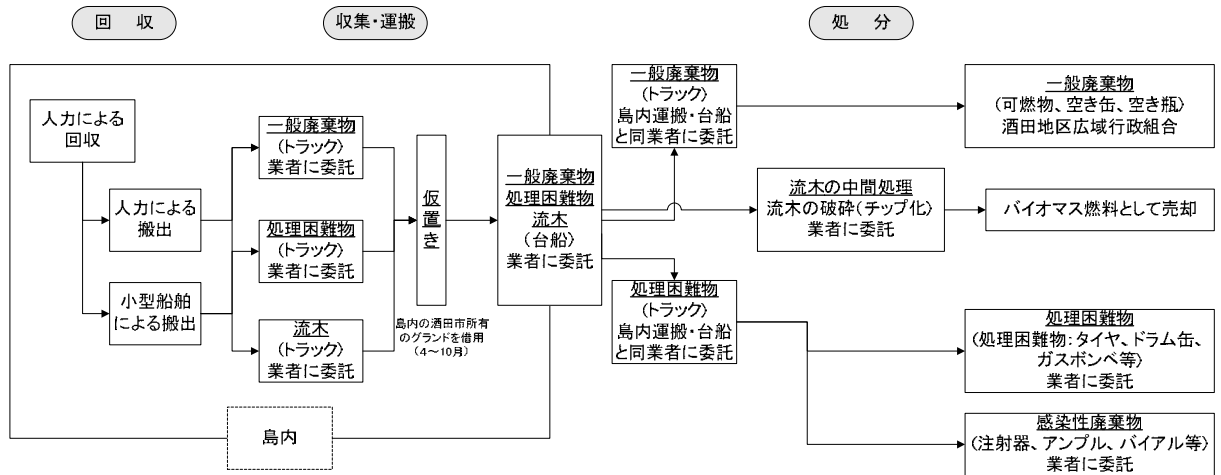


図 3.2-51 (1) 回収・処理の流れ (山形県酒田市地域 (飛島西海岸))

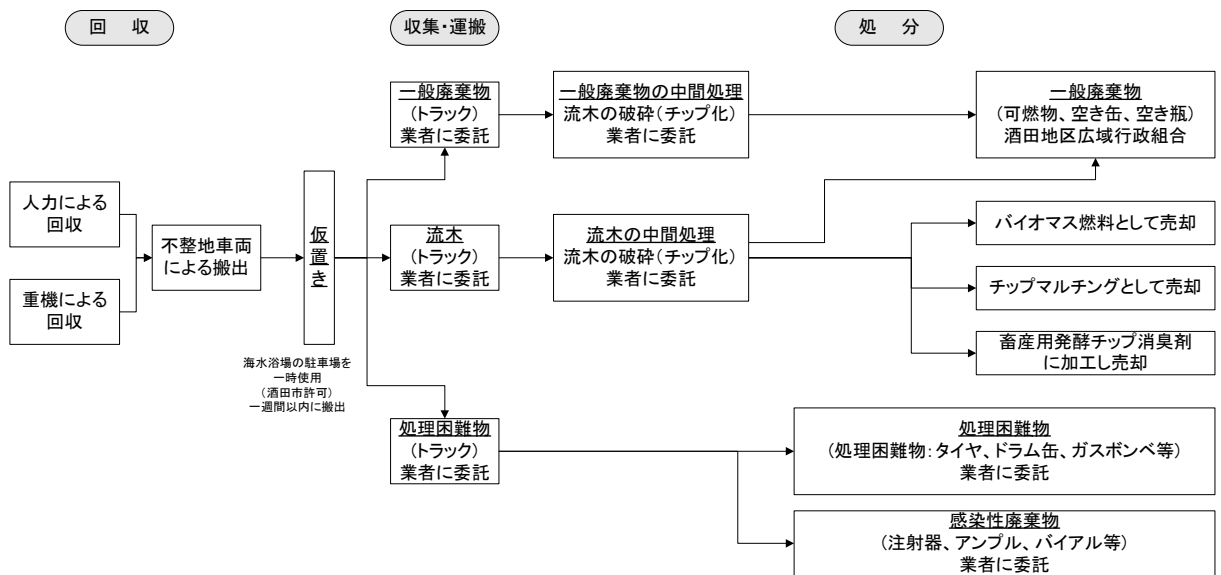


図 3.2-51 (2) 回収・処理の流れ (山形県酒田市地域 (赤川河口部))

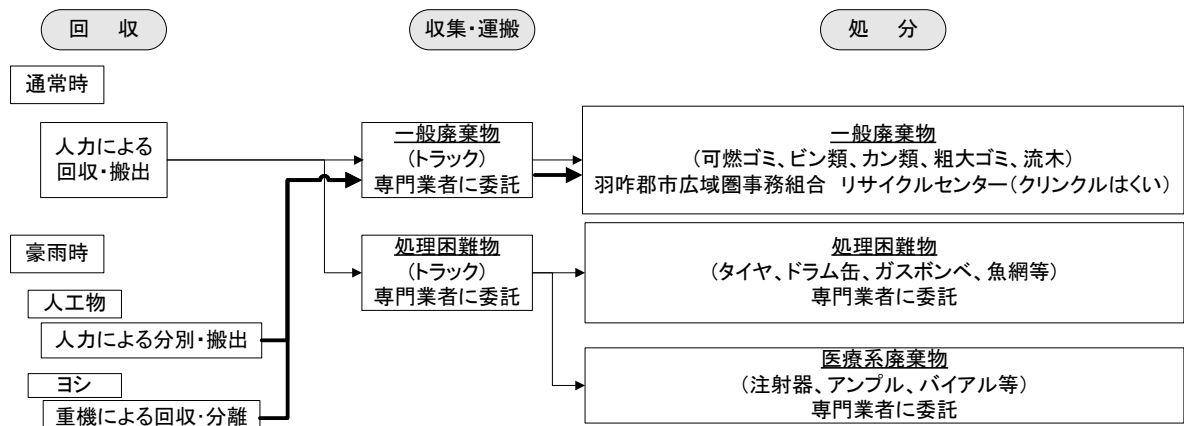


図 3.2-51(3) 回収・処理の流れ（石川県羽咋市地域）

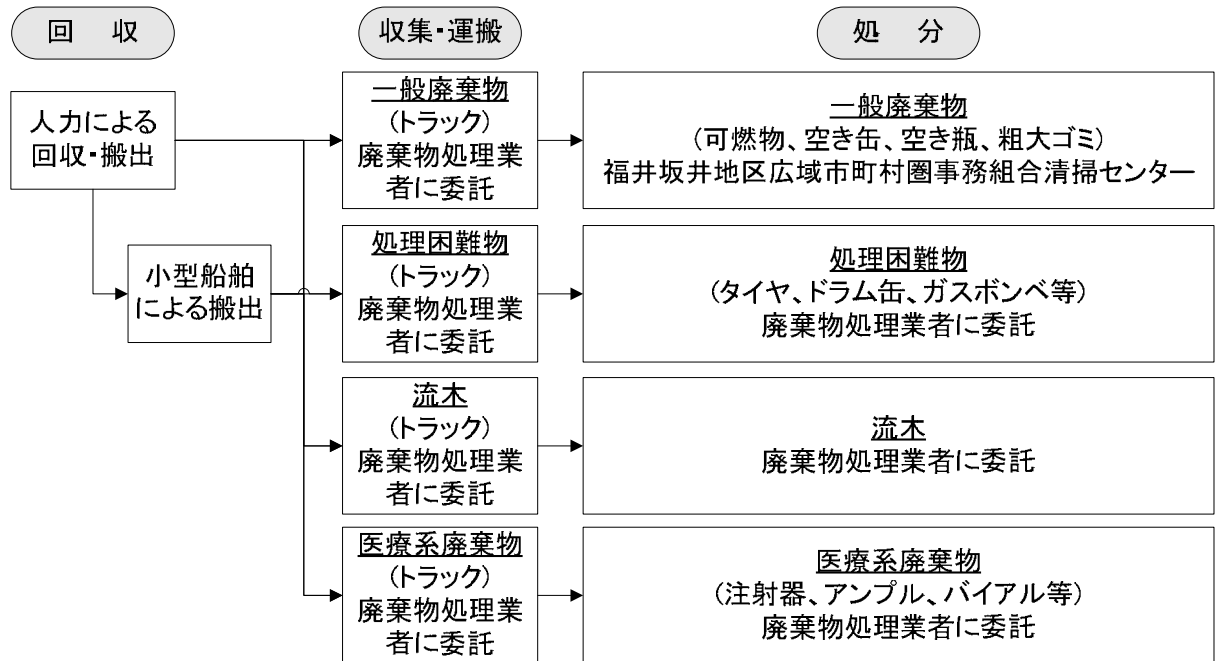


図 3.2-51(4) 回収・処理の流れ（福井県坂井市地域）



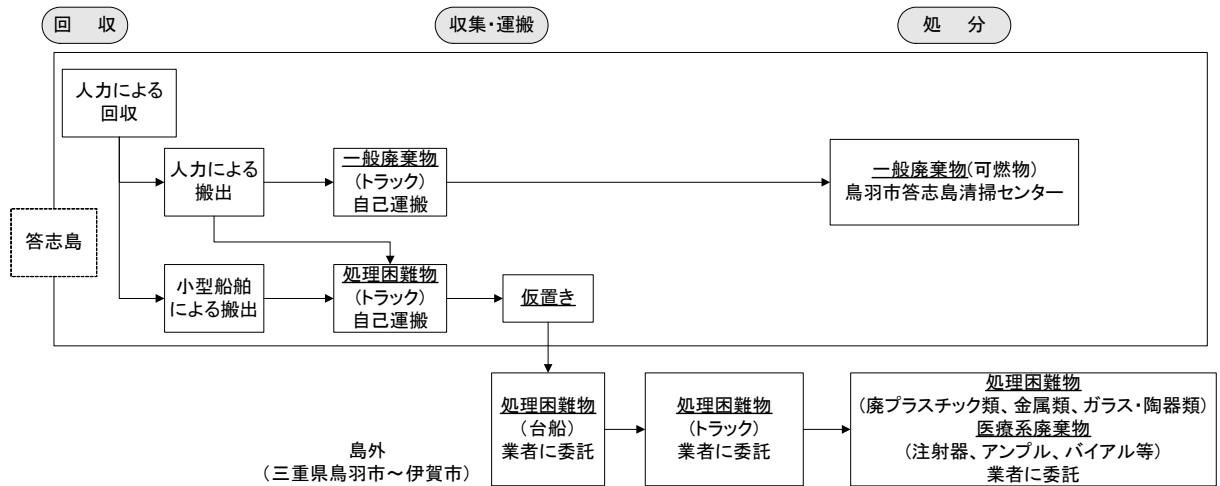


図 3.2-51(5) 回収・処理の流れ (三重県鳥羽市地域)

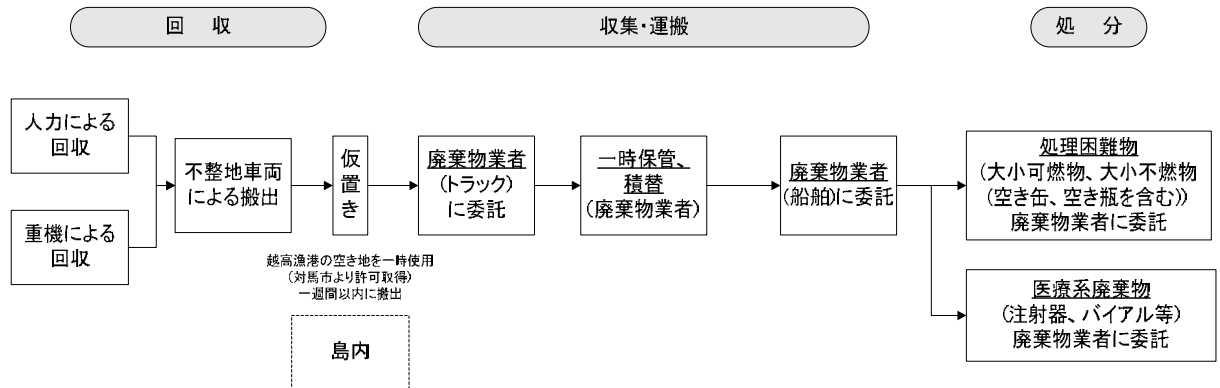


図 3.2-51(6-1) 回収・処理の流れ(長崎県対馬市地域(越高)、第1~3回調査時)

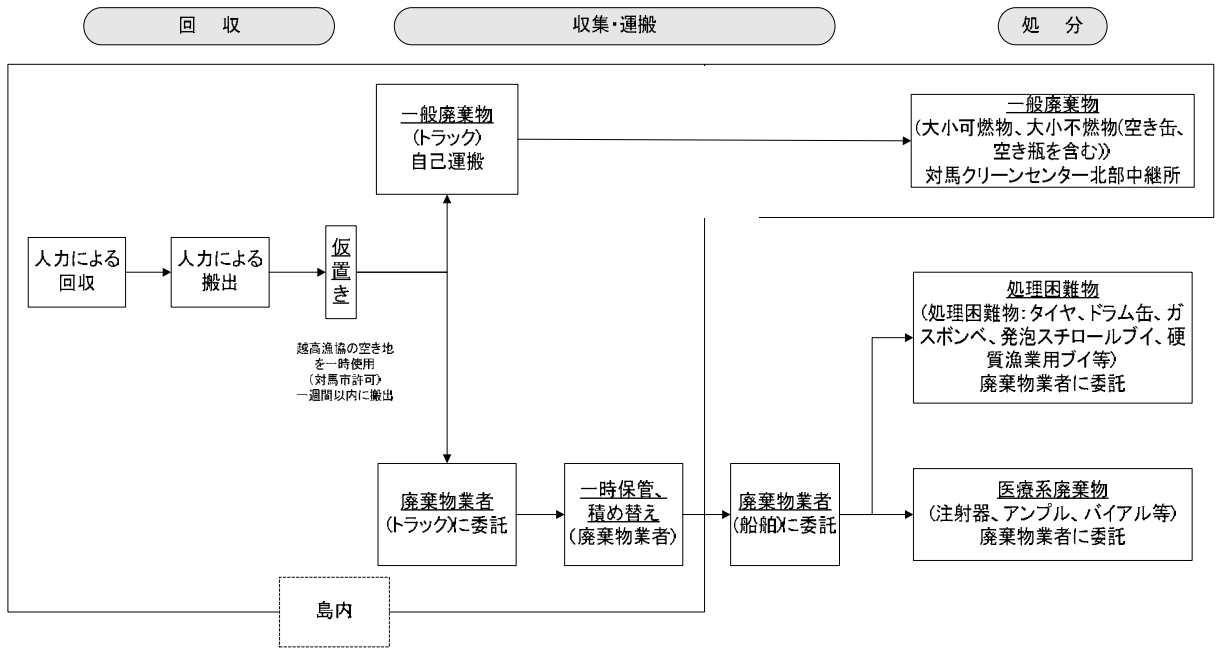


図 3.2-51(6-2) 回収・処理の流れ (長崎県対馬市地域 (越高)、第4・5回調査以降))

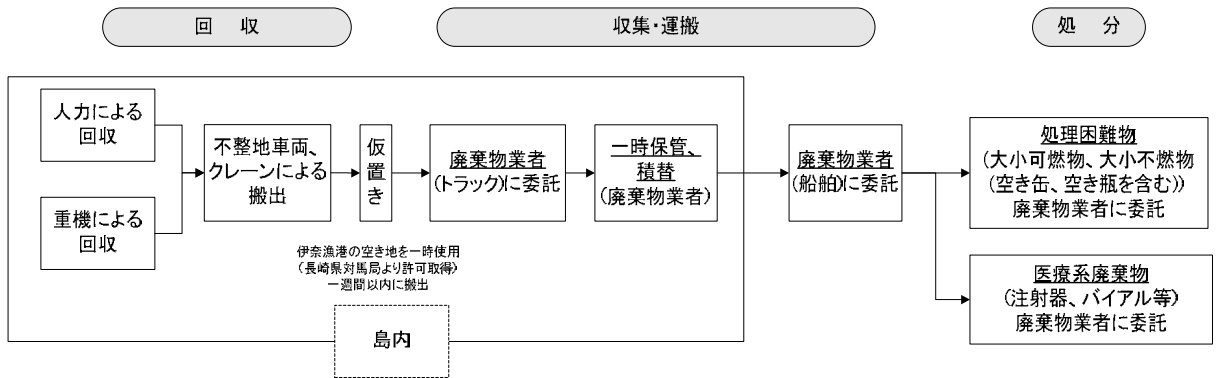


図 3.2-51(7-1) 回収・処理の流れ (長崎県対馬市地域 (志多留)、第1回調査時))

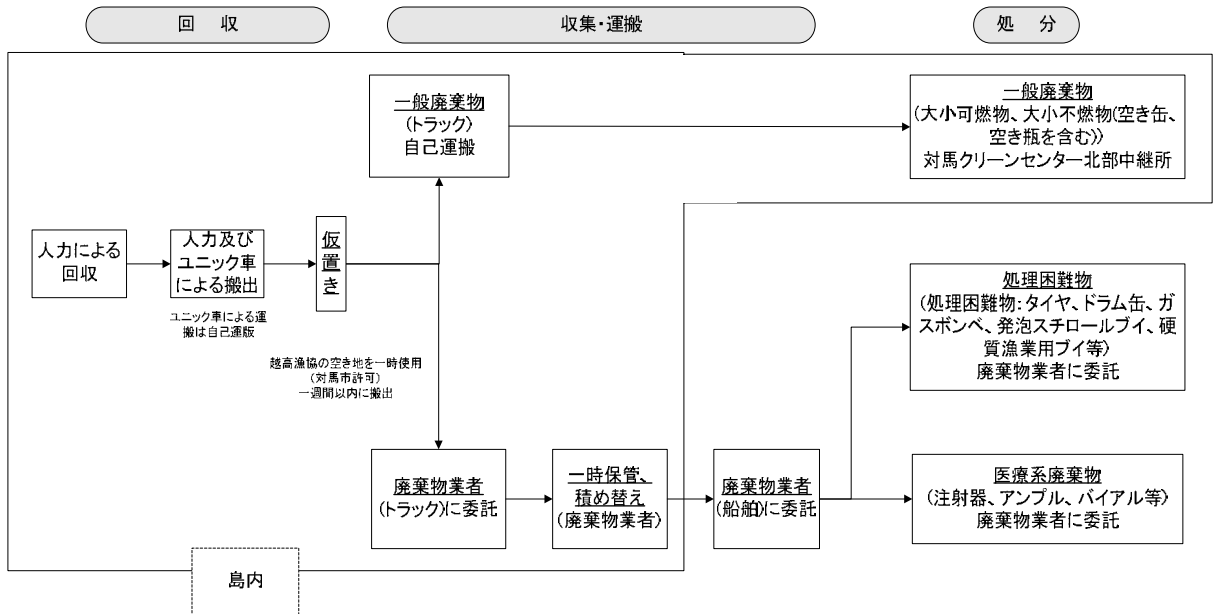


図 3.2-51(7-2) 回収・処理の流れ (長崎県対馬市地域 (志多留)、第2回調査以降))

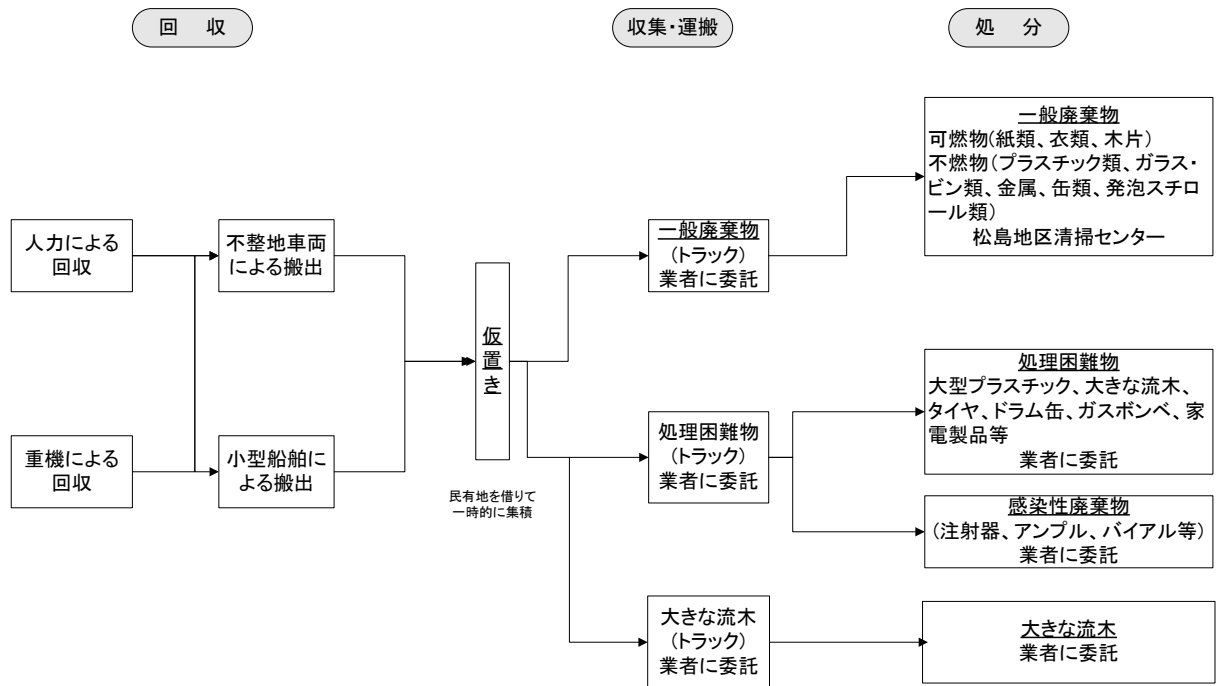


図 3.2-51(8) 回収・処理の流れ (熊本県上天草地域 (極島海岸))

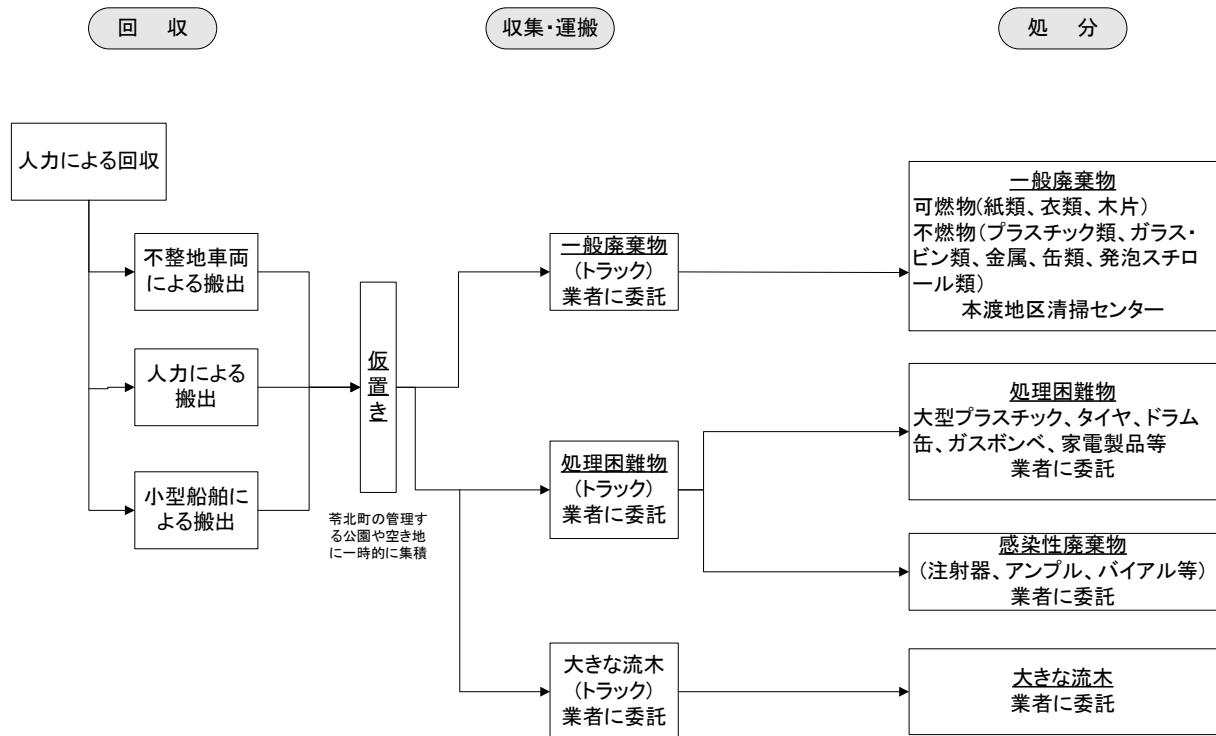


図 3.2-51(9) 回収・処理の流れ (熊本県苓北町地域 (富岡海岸))

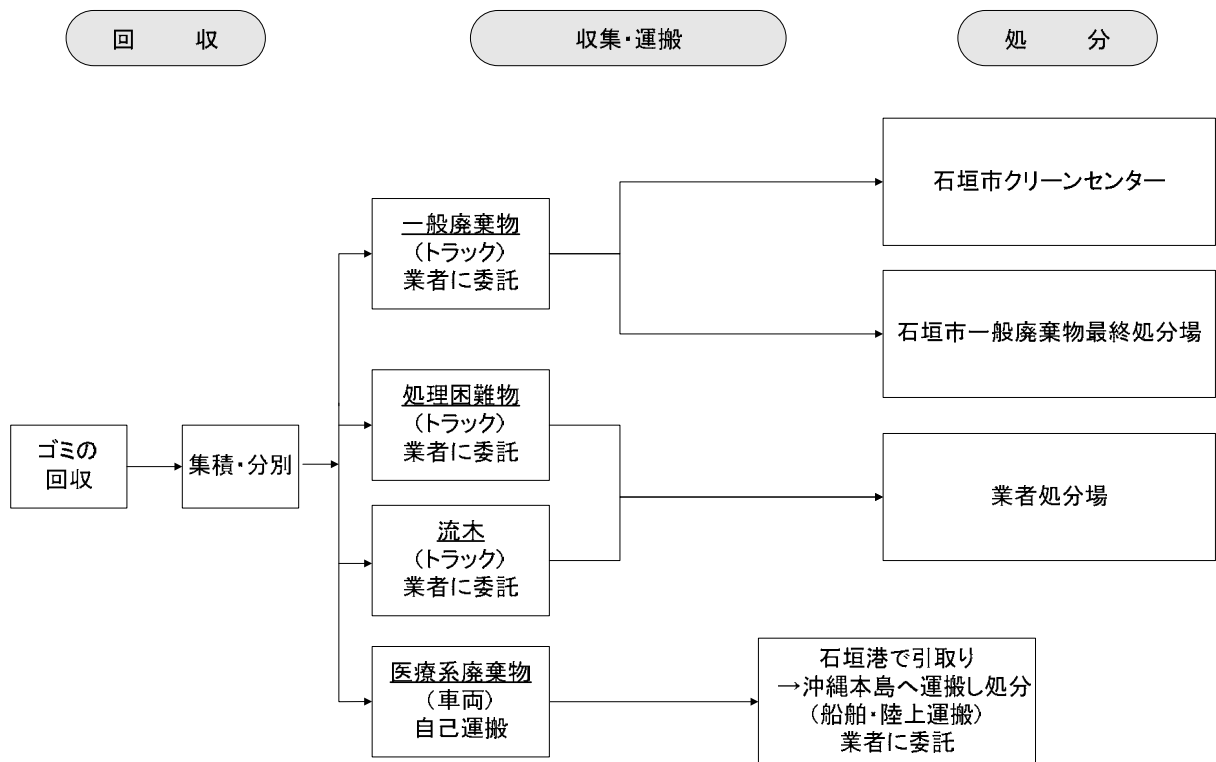


図 3.2-51 (10) 回収・処理の流れ (沖縄県石垣市地域 (石垣島))

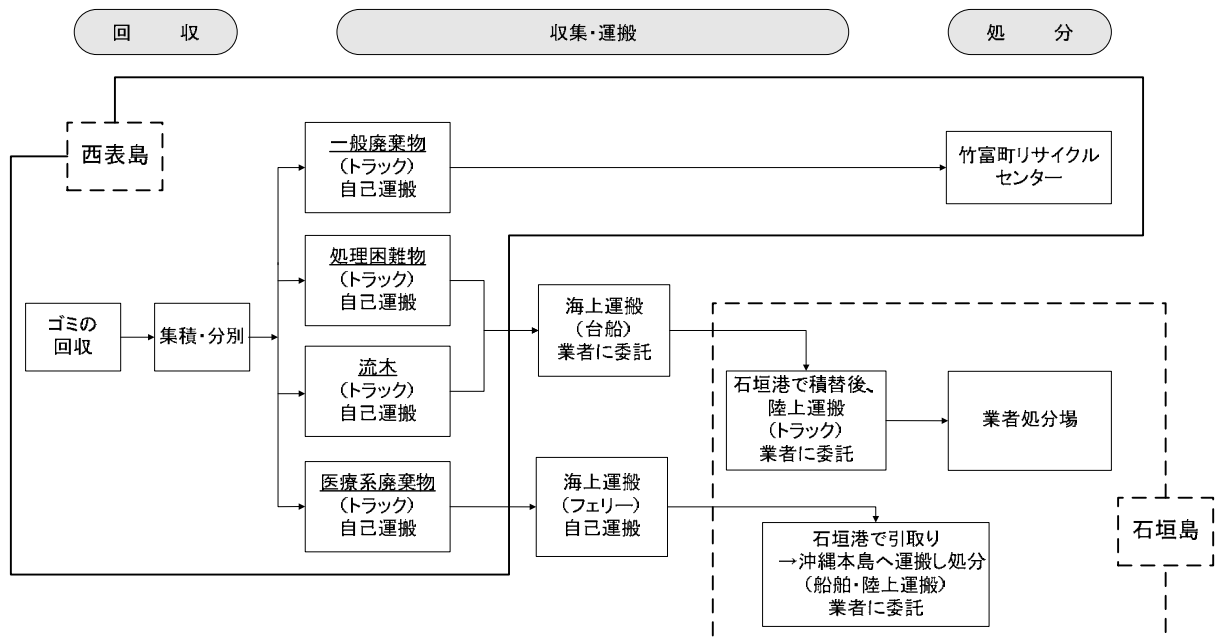


図 3.2-51 (11) 回収・処理の流れ (沖縄県竹富町地域 (西表島))



### 3.2.5 回収作業員の意識調査

#### (1) 回収作業員の意識調査

独自調査終了時に、山形県（飛島・赤川）、石川県、福井県、三重県、沖縄県（石垣島・西表島）において、参加した作業員 303 名を対象として、「調査に参加した動機」、「参加した感想」、「参加することでの効果」、「次回参加の是非」、「多くの人が清掃活動に参加するための手段」等、参加者の意識を把握することを目的にアンケートを行った。アンケート実施月、参加人数を表 3.2-19 に、使用したアンケート票を表 3.2-20 に、意識調査結果を図 3.2-52～図 3.2-55 に示す。また、「参加した感想」及び「漂着ゴミ問題についてご意見・ご要望等」は代表的な意見を記載した。

意識調査の結果、「調査に参加した動機」としては、「海岸や街の美化への関心があるから」（162 名）が最も多く、次に「昔の海を取り戻したいから」（120 名）が多かった。

「海岸清掃に参加した感想」としては、195 名から回答があり、「汚れをなくしきれいにする達成感があった」、「海岸にあるすべてのゴミを取りのぞくことは、多くの人手と費用が必要」、「クリーンアップはゴミを減らせると実感」、「日本のゴミも沢山あったのが意外」、「漂着物が多種にわたっており、川上からの漂流物、漁具等海上への投棄が多い。もっと海上を美しくするという意識を持って欲しい」、「より多くの人々が積極的に参加出来るよう、様々な取り組みを行政が行うことを望みます」等の意見があった。

「参加することでの効果」として、「海岸や街の美化への関心が高まる」（215 名）が最も多く、次いで「ポイ捨ての啓発に役立つ」（126 名）が多かった。

「次回参加の是非」では、回答者 274 名のうち 251 名が次回も参加すると回答した。

「多くの人が清掃活動に参加するための手段」として、「漂着ゴミ問題の普及・啓発、小中学校での環境教育等を充実させ、漂着ゴミ問題への関心を高める。」（165 名）が最も多く、次いで「活動の呼びかけを広範囲に行うなど、広報活動を充実させる」（159 名）が多かった。

「漂着ゴミ問題についてご意見・ご要望等」では、「信じられないようなゴミなども落ちていたりしたので、少しショックを受けた」、「ゴミが流れついている所の現況をうったえ、ゴミを出す側へ意識改革が重要だと思った」、「ペットボトル等については、回収する経費をはじめから単価に上乗せする。これを明記することで理解を高める」、「外国から流れ着いたゴミが多いので諸外国との話し合いが必要」、「川に不法投棄したものは必ず海に流され出て海岸に漂着する。川上の方にも意識を持っていただきたい」、「国内だけでなく対岸のゴミもあるので世界的に喚起を広めなくてはいけないと思う」等の意見があった。

この意識調査の結果、調査に参加した作業員は、参加することで美化意識が高まり、昔の海を取り戻したいと思い、次回も参加する気持ちがあることが分かった。また、多くの人数を集めるためには、普及・啓発や環境教育の充実、広報活動の充実も必要であると感じていることが分かった。

表 3.2-19 意識調査実施日及び対象人数

	実施月	対象人数
山形県酒田市地域 飛島西海岸	2007年7月	8人
山形県酒田市地域 赤川河口部	2008年9月	13人
石川県羽咋市地域	2008年9月	25人
福井県坂井市地域	2008年9月	145人
三重県鳥羽市地域	2008年9月	75人
沖縄県石垣市地域 石垣島	2008年10月	20人
沖縄県竹富町地域 西表島	2008年10月	17人
合計	303人	

表 3.2-20 意識調査におけるアンケート票

**平成20年度漂流・漂着ゴミに係る国内削減方策モデル調査  
クリーンアップ調査に関するアンケート（飛島西海岸）**

環境省では、2007年度より日本国内の7県11海岸において海岸に漂着したゴミを調査し、その管理や対策の方法を検討しています。このアンケートは、環境省による調査の一環として、日本エヌ・ユー・エス（株）が委託を受け実施しているものです。  
このアンケートでご回答いただいた内容は、この調査の目的以外には使用いたしません。

1. 調査に参加された動機は何ですか？(複数選択可)

- (ア) 海岸や街の美化への関心があるから
- (イ) 昔の海を取り戻したいから
- (ウ) 知人に誘われたから
- (エ) 広告（新聞、ラジオ）を見て知ったから
- (オ) 有償だったから
- (カ) その他( )

2. 海岸清掃に参加された感想をお聞かせ下さい。

[ ]

3. 海岸清掃に参加することでどのような効果がある(あった)と思いますか。

(複数選択可)

- (ア) 海岸や街の美化への関心が高まる
- (イ) 自分が捨てなくなった
- (ウ) ボイ捨て防止の啓発に役立つ
- (エ) 地域への愛着が深まった
- (オ) 地域の連帯感が高まった
- (カ) 地域のイメージアップに貢献
- (キ) 団体もしくは個人の交流が深まった
- (ク) その他( )

4. 次に清掃活動があれば参加しますか？

- (ア) はい
- (イ) いいえ (理由: )

5. より多くの人に清掃活動に参加してもらうにはどうすればいいと思いますか？(複数回答可)

- (ア) 活動の呼びかけを広範囲に行うなど、広報活動を充実させる
- (イ) ゴミ袋の提供、回収したゴミの運搬・処分などの支援を充実させる
- (ウ) 住民ボランティア等民間団体の育成や支援
- (エ) 漂着ゴミ問題の普及・啓発、小中学校での環境教育等を充実させ、漂着ゴミ問題への関心を高める。
- (オ) 有償とする
- (カ) その他( )

6. その他、漂着ゴミ問題についてご意見・ご要望等があればお聞かせ下さい。

[ ]

御協力ありがとうございました。

質問 1：調査に参加された動機は何ですか？（複数選択可）

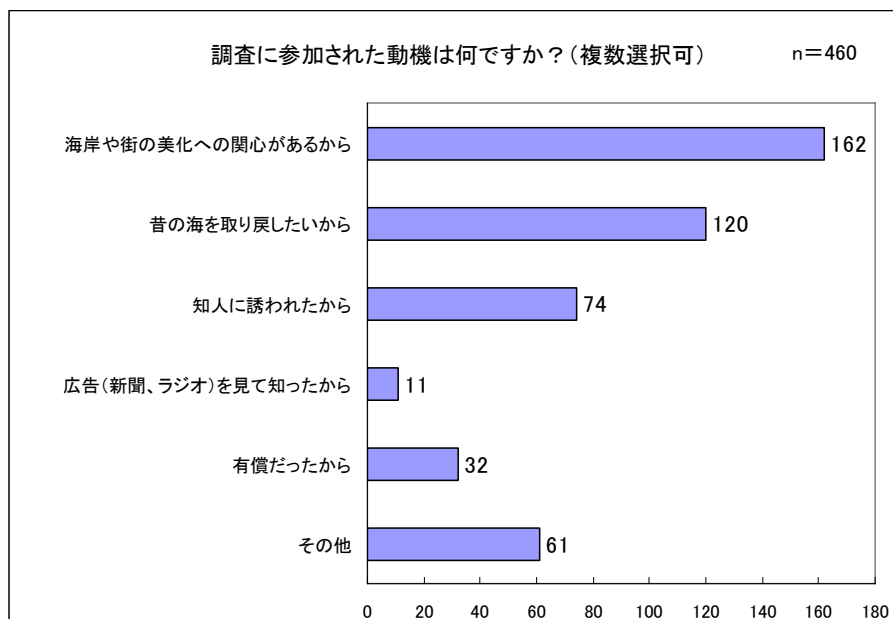


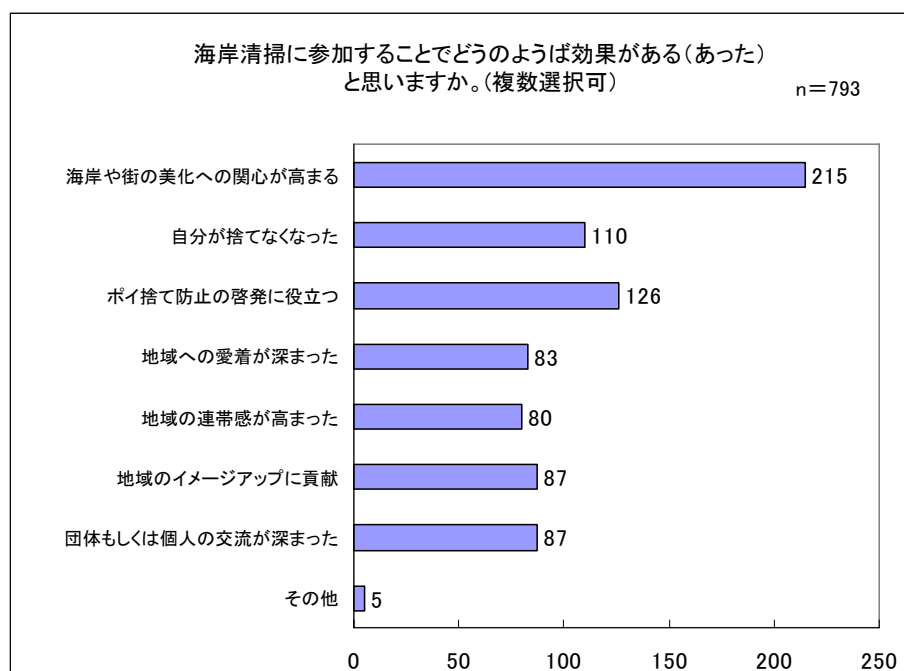
図 3.2-52 意識調査におけるアンケート結果（参加動機）

質問 2：海岸清掃に参加された感想をお聞かせ下さい。

- ・汚れをなくしきれいにする達成感があった。
- ・海岸にあるすべてのゴミを取りのぞくことは、より多くの人手が必要になると感じたが、それでは費用もかかってしまうのでは、と感じた。
- ・昨年よりもゴミは減っていて、クリーンアップはゴミを減らせると実感した。
- ・日本のゴミも沢山あったのが意外に思った。
- ・漂着物が多種にわたっており、川上からの漂流物、漁具等海上への投棄が多い。もっと海上を美しくするという意識を持って欲しい。
- ・より多くの人々が積極的に参加出来るよう、様々な取り組みを行政が行うことを望みます。

※195名回答のうち、代表的なものを抜粋。

質問 3 : 海岸清掃に参加することでどのような効果がある(あった)と思いますか。  
(複数選択可)



※その他として「色々な知識が増えた」という意見があった。

図 3.2-53 意識調査におけるアンケート結果 (参加することでの効果)

質問 4 : 次に清掃活動があれば参加しますか？

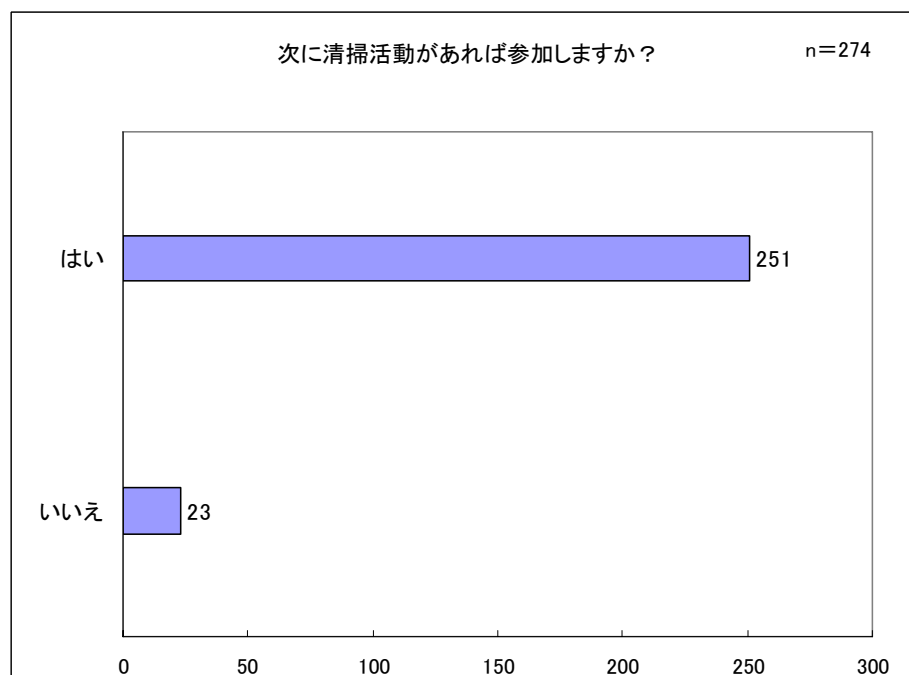


図 3.2-54 意識調査におけるアンケート結果 (次回参加の是非)



質問5：より多くの人に清掃活動に参加してもらうにはどうすればいいと思いますか？  
 (複数選択可)

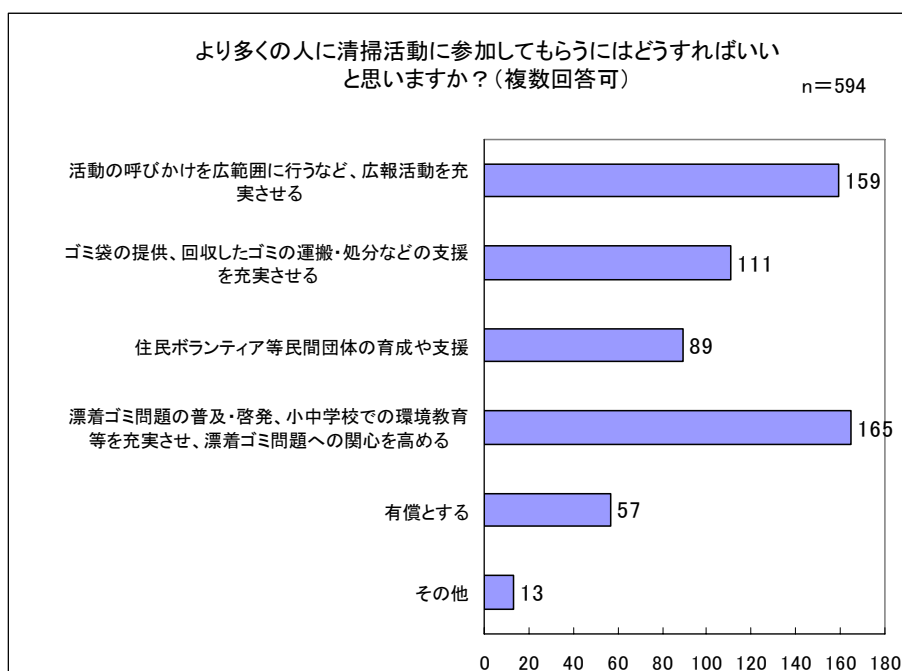


図 3.2-55 意識調査におけるアンケート結果（多くの人が清掃活動に参加するための手段）

質問6：その他、漂着ゴミ問題についてご意見・ご要望等があればお聞かせ下さい。

- ・ 学生が夏休みの日などで実施すれば人数が増えると思う。
- ・ 信じられないようなゴミなども落ちていたりしたので、少しショックを受けた。
- ・ ゴミが流れついている所の現況をうったえ、ゴミを出す側へ意識改革が重要だと思った（いくら清掃をしても、漂着ゴミの解決にはならない）
- ・ ペットボトル等については、回収する経費をはじめから単価に上乗せする。これを明記することで理解を高める。
- ・ 外国から流れ着いたゴミが多いので諸外国との話し合いが必要。
- ・ 川に不法投棄したものは必ず海に流され出て海岸に漂着する。川上の方にも意識を持っていただきたい。
- ・ 個人が自覚することが大切
- ・ 各自のモラルの低下の防止、ゴミ捨てなどは常識外だと思います。
- ・ 国内だけでなく対岸のゴミもあるので世界的に喚起を広めなくてはいけないと思う。

※76名回答のうち、代表的なものを抜粋。