

漂流・漂着ゴミに係る国内削減方策モデル調査

石川県 地域検討会報告書(案)

第 章 石川県羽咋市地域における

漂流・漂着ゴミに関する技術的知見

目 次

第 章 石川県羽咋市地域における漂流・漂着ゴミに関する技術的知見	
1. 石川県羽咋市地域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	3
1.1.3 経年変化	4
1.1.4 年間漂着量の推定	5
1.2 漂着ゴミの質	9
1.2.1 地点間の比較	9
1.2.2 経時変化	10
1.2.3 経年変化	10
2. 石川県羽咋市における効率的かつ効果的な漂着ゴミの回収・処理方法	14
2.1 効果的な回収時期	14
2.2 回収方法・処理方法の試案	15
2.2.1 回収方法	15
2.2.2 搬出方法	22
2.2.3 収集・運搬方法	25
2.2.4 処分方法	27
2.3 試案に基づく費用の試算	28
2.3.1 前提条件	28
2.3.2 回収費用	29
2.3.3 収集・運搬費用	30
2.3.4 処分費用	30
2.3.5 回収・処理費用のまとめ	32
3. 石川県羽咋市地域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	35
3.1 漂着ごみの国別割合	35
3.2 ライターを用いた国内発生源の推定	41
3.3 発生源（陸起源・海起源）の推定	42
3.4 一年間に回収されたゴミの質	48
3.5 漂着ゴミの回収までの期間の推定	53
3.6 近傍河川水位との関連性の検討	53
3.7 発生源及び漂流・漂着メカニズムのシミュレーションを用いた検討	54
3.7.1 ライターによる検討	54
3.7.2 韓国沿岸域発生ゴミの漂流経路の推定	57
3.7.3 漁業用フロートによる検討	61
3.7.4 石川県を起源とする漂着ゴミの漂着場所の推定	65
4. 海岸清掃活動に関わる参考資料	67
4.1 漂着ゴミ量の推定資料	67

第 章 石川県羽咋市地域における漂流・漂着ゴミに関する技術的知見

1. 石川県羽咋市地域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

調査範囲（図 1.1-1）では、海藻は、海藻は、地元では漂着ゴミの対象として取り扱っておらず、回収されていないために、海藻を除いた漂着ゴミの重量を地点別に比較した（図 1.1-2）。

地点別にみると、地点1が最も多く、次いで地点5、地点4、地点3の順であった。最も少なかった地点は、地点2であった。

地点1では流木が大きな割合を示したが、これは第3回調査（2008年3月）の 枠内に大きな流木が偶発的にあったためである。ゴミの重量の多かった地点は、地点1、3～5で、これらの海岸線は南西～西北西であり、これに対して地点2の海岸線は北西となっているので、北西の風や北流する海流などの影響が考えられた。しかし、ゴミの重量が最も多かった地点1の海岸線の向きが西北西で、ゴミの重量が最も少なかった地点2の海岸線の向きは北西となり、海岸線の向きがほとんど変わらなかった。そのため、地点1～5を通してみると、風や海流の影響はあまり明瞭ではないと考えられる。

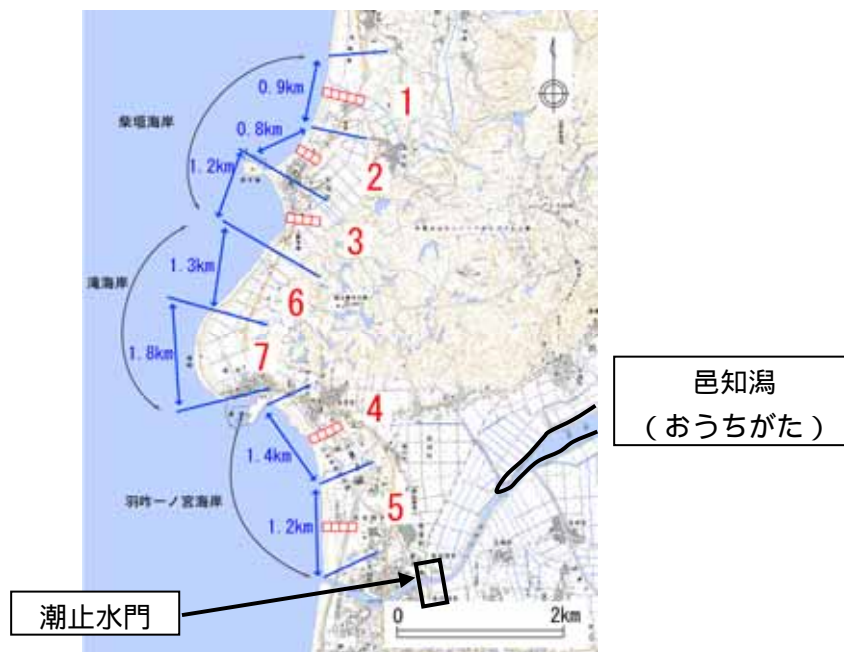


図 1.1-1 調査地点の位置

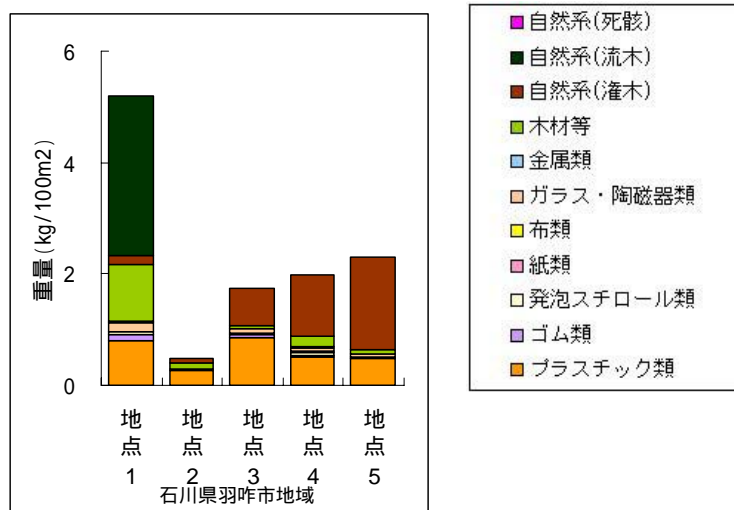


図 1.1-2 共通調査において回収したゴミ重量
 (第2回調査～第6回調査の累積、人工物+流木・灌木)

1.1.2 経時変化

ゴミ漂着量を調査回別（図 1.1-3 参照）にみると、リセットの第 1 回調査（2007 年 10 月）を除いて、冬明けの第 3 回調査（2008 年 3 月）が最も多かった。次いで、第 6 回調査（2008 年 9 月）、第 2 回調査（2007 年 12 月）、第 5 回調査（2008 年 7 月）の順である。第 4 回調査（2008 年 4 月）が最も少なかった。

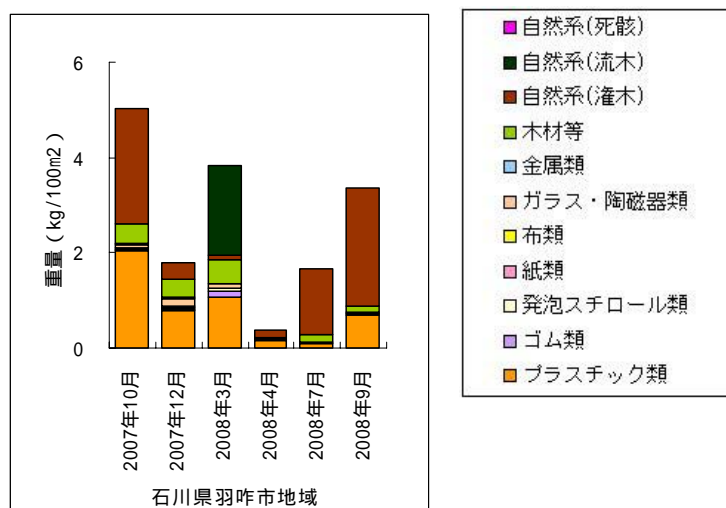


図 1.1-3 共通調査において回収したゴミ重量
(地点 1～5 の平均、人工物 + 流木・灌木)

第 5 回調査（2008 年 7 月）の実施前の 7 月 4 日の夜間に降水量 73mm もの記録的な集中豪雨があり、羽咋川水系から流出したと思われるペットボトルや飲料缶を含むヨシを主体としたゴミが大量に漂着していた。これらは、羽咋川の河口周辺である地点 4、5 だけでなく、滝海岸を越えて地点 2、3 にも大量に漂着していた。

また、同年 7 月 25 日に降水量 72mm、同年 8 月下旬にもまとまった降雨がみられた。このため、これらの後に実施した第 6 回調査（2008 年 9 月）でも、ヨシを主体としたゴミが大量に漂着していた。この漂着は地点 4、5 だけにみられ、地点 2、3 にはなかった。

関係部署へのヒアリングによると、例年、羽咋川水系の河川敷で河川愛護のために草刈したヨシはその場に放置され、梅雨時や豪雨によって流出し、海岸に漂着するとのことであった。2008 年 7 月の集中豪雨では、これらのヨシが海岸に大量に漂着し、第 5 回調査（2008 年 7 月）でこれらを調査し回収した。また、海岸への大量漂着を発見次第、邑知潟（おうちがた、図 1.1-1 参照）にある潮止水門を閉じて、河川から海岸へのヨシの流出を止めて、重機を用いてヨシを邑知潟から取り出した経緯がある。

その後、第 6 回調査（2008 年 9 月）でも、ヨシを主体としたゴミが大量に漂着していたため、8 月の降雨でも再びヨシの流出があったと考えられる。このときのヨシの流出量は、漂着が地点 4、5 だけだったので、前回よりも少なかったと考えられる。

したがって、草刈と降雨の状況・時期が、漂着状況を把握するうえで重要であると考えられる。

また、定点観測結果からは、秋季から春季まで、風速や波高が大きい時期が比較的多くみられ、これに伴いゴミの漂着も見られた。春季から秋季にかけては、風速や波高は比較的小さくなったが、春季から夏季にかけてはゴミの漂着もみられた。この傾向は、地点 2 の定点観測では比較的明瞭であったが、地点 5 の定点観測では、漂着するゴミの量が少なく、あまり明瞭ではなかった。

風速と 1 週間毎の定点観測の写真と比較したものを、図 1.1-4 に示す。2007 年 12 月 29 日～2008 年 1 月 9 日において風速約 4～14m/sec 程度の日が続き、その前後のゴミの漂着状況を比較すると、特に地点 2 では多量のゴミが海岸に漂着していた。

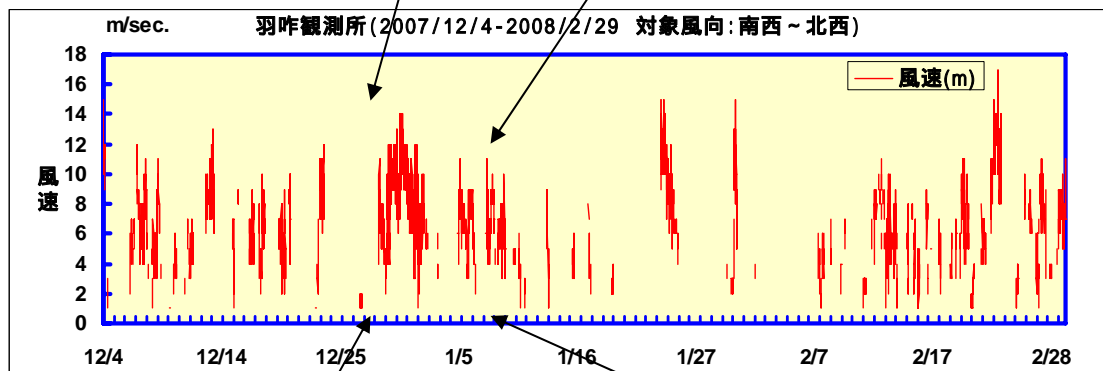
柴垣海岸（地点 2）の定点観測写真



2007 年 12 月 26 日撮影



2008 年 1 月 9 日撮影



羽咋一ノ宮海岸（地点 5）の定点観測写真



2007 年 12 月 26 日撮影



2008 年 1 月 9 日撮影

図 1.1-4 西～北の風速の時系列と定点観測写真の比較

1.1.3 経年変化

経年変化を検討するために収集した過去のデータは、質的データを含んでいるために、「1.2.3 経年変化」で後述した。

1.1.4 年間漂着量の推定

(1) 通常時（共通調査からの推定）

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（調査枠を設定した海岸のみ、滝海岸を除く）に年間に漂着するゴミの量を推定した（表 1.1-1）。この結果、年間で約 16 t のゴミ（人工物 + 流木・灌木）が、柴垣海岸と羽咋一ノ宮海岸に漂着すると考えられる。共通調査で得られた地点別の海岸線長 10m 当たりの漂着ゴミの重量を基に、地点別の年間に漂着するゴミの量を推定した結果を表 1.1-2 に示す。

また、第 5 回調査（2008 年 7 月）では、大量に漂着したヨシを主体としたゴミは、汀線付近にあって、調査枠にはあまり入っていなかった。第 6 回調査（2008 年 9 月）では、大量に漂着したヨシを主体としたゴミは、内陸側にあって調査枠に入っていた。このような状況のため、漂着ゴミ量の推定を行ううえで、ヨシの量については、次項以降で独自調査の結果からも検討する。

表 1.1-1 調査範囲における年間の漂着ゴミ量の推定

調査回数	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 回調査	26	6	5,500	14	3
第 3 回調査	48	6	5,500	26	3
第 4 回調査	4	1	5,500	2	1
第 5 回調査	5	5	5,500	3	3
第 6 回調査	11	11	5,500	6	6
合計				52	16
				容積	約76m ³

注 1: 第 3 回調査の総量の平均値等は、地点 1 の流木（大）を除いて算出

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 0.21 を使用し、算出した。

表 1.1-2 地点別の年間の漂着ゴミ量（人工物 + 流木・灌木）の推定

調査回数	地点1	地点2	地点3	地点4	地点5	合計(kg)
海岸延長(m)	900	800	1,200	1,400	1,200	5,500
第 2 回調査	1,010	220	640	840	200	2,910
第 3 回調査	4,400	340	690	410	380	6,210
第 4 回調査	110	50	70	210	240	670
第 5 回調査	-	40	40	340	1,710	2,140
第 6 回調査	-	70	1,320	1,690	1,280	4,360
合計	5,520	730	2,760	3,490	3,810	16,300 16 t

注: 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。

(2) 豪雨時（独自調査からの推定：第5回調査）

第5回調査（2008年7月）では、ヨシを主体としたゴミの大量漂着が地点2～5でみられ、独自調査の結果からゴミの量を推定した。また、調査地点の全域について清掃作業を行わなかったために、得られた独自調査結果から、調査地点全域の作業時間、ゴミの量（人工物＋流木・灌木）を推定する必要がある。

第章で示した第5回調査（2008年7月）の回収効率を表1.1-3に、これらを基に、調査地点全域を作業した場合の作業時間、ゴミの量を推定した結果を表1.1-4に示す。

地点2では、調査対象範囲の50%を人力でヨシ主体のゴミを回収したので、調査対象範囲の全域では100/50（＝2）倍の作業となると推定した。同様に、地点3はヨシが漂着していた砂浜部で清掃を行わなかった範囲は40%であるから、90/40（＝2.25）倍した。地点5はレーキドーザを用いて回収した砂混じりのゴミを人力で分別・袋詰めした。清掃範囲は40%で、未清掃範囲は50%であるから、100/40（＝2.5）倍した。

地点4は、シャベルドーザがヨシを集めて、陸側の段丘斜面へ押し付けるように堆積させていた。この後の砂浜に残されたゴミの分別・回収を行った。地点5と同様な漂着状況であったと仮定して、作業時間、ゴミの量を推定した。地点4には、消波ブロックが設置されており、この範囲（0.8km）ではヨシの漂着がみられなかったため、これを除いた範囲は0.6kmであり、地点5は1.2kmであるから、地点5の結果を0.6/1.2（＝0.5）倍した。

表 1.1-3 第5回調査（2008年7月）の回収効率

調査地点	作業時間（時間）	作業範囲（%）	回収したゴミの量（kg）	回収効率（kg/h/人）	備考
地点2	32	50	1,440	36	大量漂着ゴミ：ヨシ 軽トラックで搬出
地点3 砂浜部	64	50 （下と合計で60）	1,600	25	大量漂着ゴミ：ヨシ 軽トラックで搬出
地点3 南端部	132	10	1,185	10	サーファー等による回収、搬出を含む。 南端部には、ヨシの漂着はみられなかった。
地点5	170	40	1,836	11	レーキドーザの使用後 大量漂着ゴミ：ヨシ 軽トラックで搬出

表 1.1-4 第5回調査（2008年7月）の作業時間、ゴミ量の推定

調査地点	作業時間（時間）	作業範囲（%）	回収するゴミの量（kg）	回収効率（kg/h/人）	備考
地点2 全域 人力	64	100	2,880	36	回収効率を一定として、作業範囲を100%となるように推定 地点3の南端部には、ヨシの漂着はみられなかったため、含めなかった。
地点3 砂浜部 人力	115	100	2,880	25	
地点5 全域 重機+人力	425	100	4,590	11	
地点4 全域 重機+人力	213	100	2,295	11	地点4の消波ブロックが設置されている範囲（0.8km）には、ヨシの漂着はみられなかったため、それを除く範囲（0.6km）と、地点5（1.2km）の海岸長の比から推定

これらより、第5回調査（2008年7月）のゴミ量を推定した結果を、表 1.1-5 に示す。
 地点2～地点5で大量に漂着したヨシを主体としたゴミの量は、約13tと推定された。

表 1.1-5 第5回調査（2008年7月）のゴミの量の推定

地点	地点2 全域	地点3 砂浜部	地点4 消波ブロックを除く	地点5	合計
ゴミの量	2,880kg	2,880kg	2,295kg	4,590kg	12,645kg
備考	地点1と地点3の南端部には、ヨシの漂着はみられなかったため、含めなかった。				

(3) 豪雨時（独自調査からの推定：第6回調査）

前項と同様に、第6回調査（2008年9月）のヨシ主体のゴミの大量漂着が、地点4、5でみられた。前項と同様に、独自調査の結果からゴミの量を推定した。第 章で示した第6回調査（2008年9月）の回収の効率を表 1.1-6 に、これらを基に、調査地点全域を作業した場合の作業時間、ゴミの量を推定した結果を表 1.1-7 に示す。

地点5の河口域では、調査対象範囲の15%を人力でヨシ主体のゴミを回収し、陸側では調査対象範囲の5%を同様に回収し、能登千里浜休暇村前では調査対象範囲の40%をビーチクリーナで回収した。全域を人力で回収する場合を想定すると、休暇村前とさらに北側の清掃を行わなかった範囲を他範囲としてその作業範囲を80%と推定した。他範囲のゴミの量は、現地の状況から、能登千里浜休暇村前と同様なゴミの密度であると仮定し、ゴミの量は、休暇村前の作業範囲40%と他範囲の作業範囲80%から、 $80/40 (=2)$ 倍した。次に、回収効率の平均値14kg/hを使用して、作業時間を推定した。

地点4は、地点5の他範囲と同様な漂着状況であったと仮定して、作業時間、ゴミの量を推定した。地点4の海岸長は、消波ブロックを除くと0.6kmであり、地点5の他範囲は0.5kmであるから、 $0.6/0.5 (=1.2)$ 倍した。

これらより、第6回調査（2008年9月）に地点4、地点5で大量に漂着したヨシを主体としたゴミの量は、約6tと推定された。

表 1.1-6 第6回調査（2008年9月）の回収効率

調査地点	作業時間 (時間)	作業範囲 (%)	回収した ゴミの量 (kg)	回収効率 (kg/h/人)	備考
地点5 河口域	87	15	1,610	19	人力による回収 漂着ゴミ：ヨシ主体 軽トラックで搬出
地点5 陸側	25	5	780	31	人力による回収(ビーチクリーナによる作業は不可) 漂着ゴミ：ヨシ主体 軽トラックで搬出
地点5 休暇村前	50	40	820	16	ビーチクリーナの使用 漂着ゴミ：ヨシ主体 軽トラックで搬出

表 1.1-7 第 6 回調査 (2008 年 9 月) の作業時間、ゴミ量の推定

調査地点	作業時間 (時間)	作業範囲 (%)	回収するゴミの量 (kg)	回収効率 (kg/h/人)	備考
地点 5 河口域 人力	87	15	1,610	19	調査結果そのまま
地点 5 陸側 人力	25	5	780	31	
地点 5 他範囲 人力	117	80	1,640	14	休暇村前を同様なゴミの密度として、ゴミの量を推定、回収効率の平均値 14 を使用して作業時間を推定
地点 5 合計 全域 人力	229	100	4,030	18	
地点 4 全域 人力	131	100	1,968	15	地点 4(0.6km:消波ブロックを除く)と地点 5 の他範囲(0.5km)の汀線延長の比から推定
地点 4 と 5 の合計 全域 人力	360	100	5,998	17	

(4) 共通調査結果と独自調査結果から推定したゴミの量の比較

以上より、共通調査結果と独自調査結果から推定したゴミの量の比較を、表 1.1-8 に示す。第 5 回調査では、大量に漂着したヨシは汀線付近にあって、調査枠内に入っていない状況にあったので、独自調査結果からのゴミの量の推定値は妥当であると考えられた。

第 6 回調査でも、独自調査結果からのゴミの量の推定値は、共通調査結果からの推定値よりも多かった。この推定値は、第 5 回調査での状況や第 6 回調査の現地の状況と比較して考えても、妥当であると考えられた。

表 1.1-8 ゴミの量の推定値の比較

調査回数	地点	共通調査結果から推定したゴミの量 (kg)	独自調査結果から推定したゴミの量 (kg)
第 5 回調査	地点 2	40	2,880
	地点 3	40	2,880
	地点 4	340	2,295
	地点 5	1,710	4,590
	合計	2,140	12,645
第 6 回調査	地点 4	1,690	4,030
	地点 5	1,280	1,968
	合計	2,970	5,998
備考		表 1.1-2 より	表 1.1-5、表 1.1-7 より

(5) 通常時と豪雨時のゴミ量の推定

以上の検討結果をとりまとめて、表 1.1-9 に示す。

表 1.1-9 通常時と豪雨時のゴミ量の推定

ケース	推定ゴミ量 (t)	対応
通常時 (共通調査結果から推定)	16	建設作業員または ボランティアによる回収
豪雨時 (独自調査結果から推定 第 5 回調査)	13	重機及び建設作業員による回収
豪雨時 (独自調査結果から推定 第 6 回調査)	6	

1.2 漂着ゴミの質

1.2.1 地点間の比較

第 2 回調査 (2007 年 12 月) ~ 第 6 回調査 (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 は、自然系 (流木) が最も多かったが、地点 2、3 はプラスチック類が最も多く、地点 4、5 は灌木が最も多かった。地点 1 の流木は偶発的に調査枠内に入った大型のもので、地点 4、5 の灌木はヨシの大量漂着によるものである。

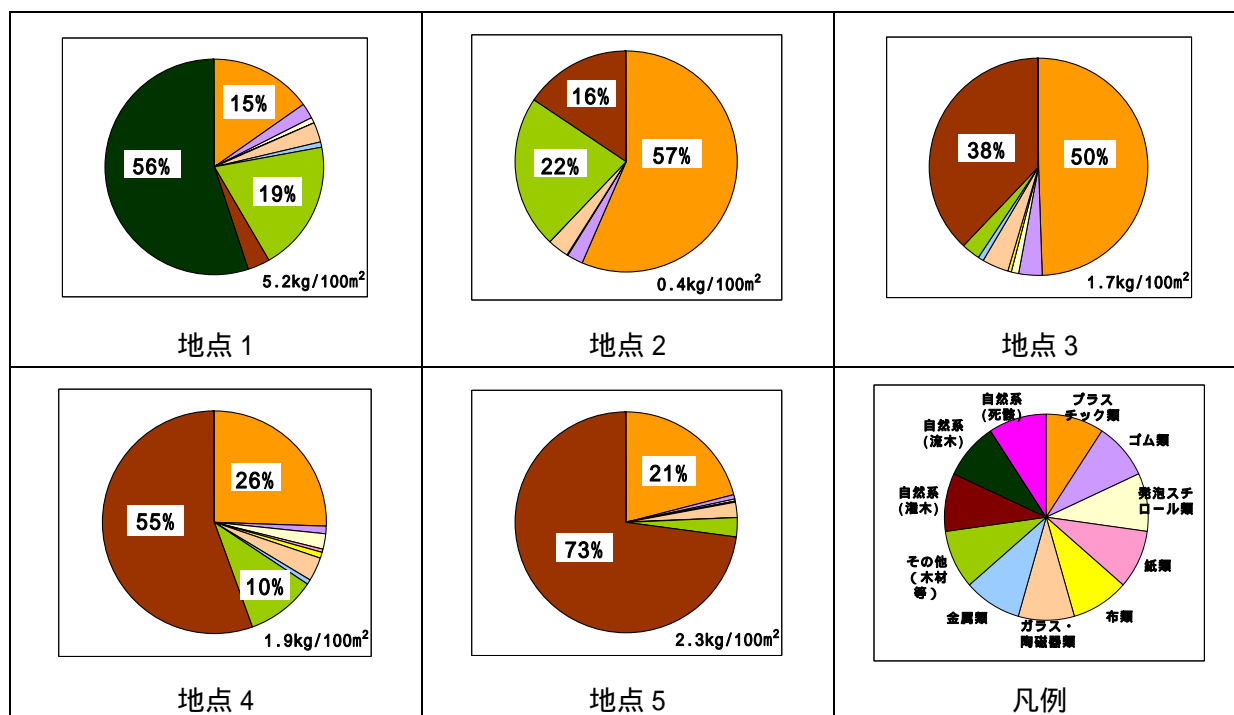


図 1.2-1 地点別重量比率 (第 2 ~ 6 回調査、人工物 + 流木・灌木)

1.2.2 経時変化

第2回調査(2007年12月)～第6回調査(2008年9月)における重量比率を図1.2-2に示す。第2回調査(2007年12月)と第4回調査(2008年4月)は、プラスチック類が最も多かったが、第3回調査(2008年3月)は自然系(流木)が最も多く、第5回調査(2008年7月)と第6回調査(2008年9月)は灌木が最も多かった。

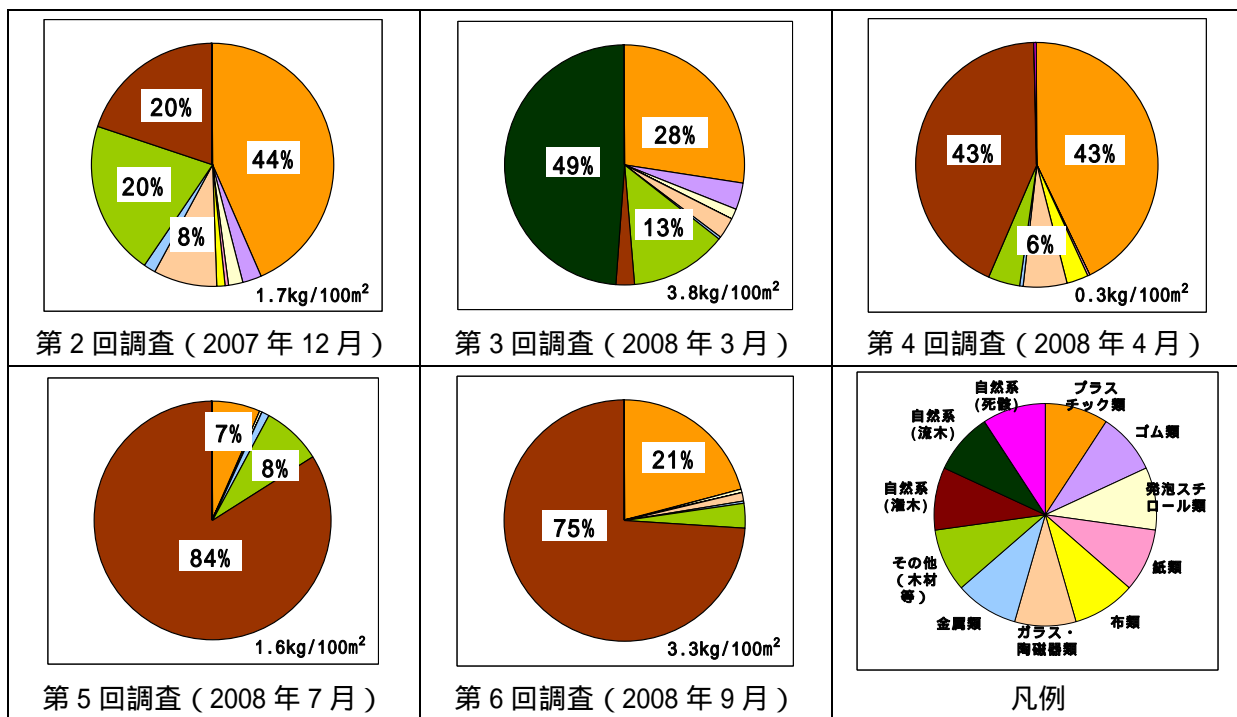


図 1.2-2 調査回別重量比率 (地点1～5の平均、人工物+流木・灌木)

1.2.3 経年変化

既存調査結果として、海辺の漂着物調査が1996年から、能登千里浜国民休暇村海水浴場で実施されている。これは、本調査での地点5に該当する。また、学术论文で2000年の調査結果がある。これは、石川県の10箇所の砂浜海岸で毎月1回調査したものである。これらを整理して、本調査結果と比較した。漂着ゴミの個数と重量の経年変化を表1.2-1に示す。なお、調査結果は直接比較できるように、個数は個/100m²、重量はg/100m²として単位を合わせた。

表 1.2-1 漂着ゴミの個数と重量の経年変化

・個数の集計：個数（個/100m²）、割合（％）

調査の区分	海辺の漂着物調査（能登千里浜国民休暇村海水浴場：本調査での地点5に該当）																					
	1996年		1997年		1998年		1999年		2000年		2001年		2002年		2003年		2004年		2005年		2006年	
	個数	割合	個数	割合	個数	割合	個数	割合	個数	割合	個数	割合	個数	割合	個数	割合	個数	割合	個数	割合	個数	割合
プラスチック類	47	42	49	69	85	84	341	93	392	92	252	85	289	86	321	89	670	93	291	91	234	89
ゴム類	1	1	2	2	4	4	1	0	1	0	1	0	2	1	1	0	1	0	1	0	1	0
発泡スチレン類	7	6	11	16	8	8	10	3	10	2	9	3	26	8	23	6	42	6	13	4	15	6
紙類	2	2	0	0	0	0	1	0	2	1	2	1	4	1	10	3	0	0	0	0	5	2
布類	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2	1	1	0
ガラス・陶磁器類	0	0	4	6	2	2	7	2	11	3	8	3	11	3	3	1	5	1	8	3	3	1
金属類	5	4	1	1	1	1	2	1	5	1	3	1	2	1	1	0	2	0	2	1	2	1
その他人工物	51	45	4	6	0	0	4	1	3	1	24	8	1	0	0	0	2	0	0	0	2	1
合計	113	100	71	100	100	100	367	100	425	100	298	100	334	100	359	100	722	100	318	100	263	100

学術論文		本調査結果	
2000年		2008年	
個数	割合	個数	割合
-	71	27	79
-	?	0	0
-	?	4	12
-	?	1	3
-	?	0	0
-	13	1	3
-	?	0	0
-	?	1	3
25	100	34	100

・重量の集計：重量（g/100m²）、割合（％）

調査の区分	海辺の漂着物調査（能登千里浜国民休暇村海水浴場：本調査での地点5に該当）																					
	1996年		1997年		1998年		1999年		2000年		2001年		2002年		2003年		2004年		2005年		2006年	
	重量	割合	重量	割合	重量	割合	重量	割合	重量	割合	重量	割合	重量	割合	重量	割合	重量	割合	重量	割合	重量	割合
プラスチック類	1,902	43	272	63	130	67	804	41	460	68	257	66	285	50	1,025	89	1,961	85	811	75	739	52
ゴム類	18	0	1	0	24	12	2	0	0	0	2	0	28	5	3	0	53	2	4	0	11	1
発泡スチレン類	39	1	6	1	2	1	25	1	15	2	2	1	38	7	36	3	99	4	73	7	41	3
紙類	4	0	3	1	0	0	38	2	31	5	8	2	10	2	37	3	1	0	3	0	10	1
布類	0	0	0	0	0	0	70	4	20	3	0	0	0	0	12	1	0	0	57	5	8	1
ガラス・陶磁器類	36	1	78	18	11	6	491	25	68	10	19	5	52	9	31	3	141	6	94	9	119	8
金属類	139	3	30	7	5	3	184	9	21	3	5	1	86	15	10	1	1	0	40	4	116	8
その他人工物	2,328	52	39	9	24	12	348	18	60	9	97	25	71	12	0	0	64	3	4	0	376	26
合計	4,466	100	430	100	196	100	1,962	100	676	100	389	100	568	100	1,155	100	2,320	100	1,086	100	1,420	100

学術論文		本調査結果	
2000年		2008年	
重量	割合	重量	割合
-	-	488	77
-	-	16	3
-	-	4	1
-	-	2	0
-	-	5	1
-	-	50	8
-	-	2	0
-	-	65	10
-	-	632	100

個数の経年変化を図 1.2-3 に示す。

海辺の漂着物調査での個数は、調査開始から 2004 年まで増加傾向にあったが、2004 年から減少した。また、学术论文での結果と本調査での結果は、これに比べて少なかった。

重量の経年変化を図 1.2-4 に示す。

海辺の漂着物調査での重量は、初回が最も大きく、その後減少したが、近年増加傾向にあった。また、本調査での結果は、これに比べて低いレベルと同程度であった。

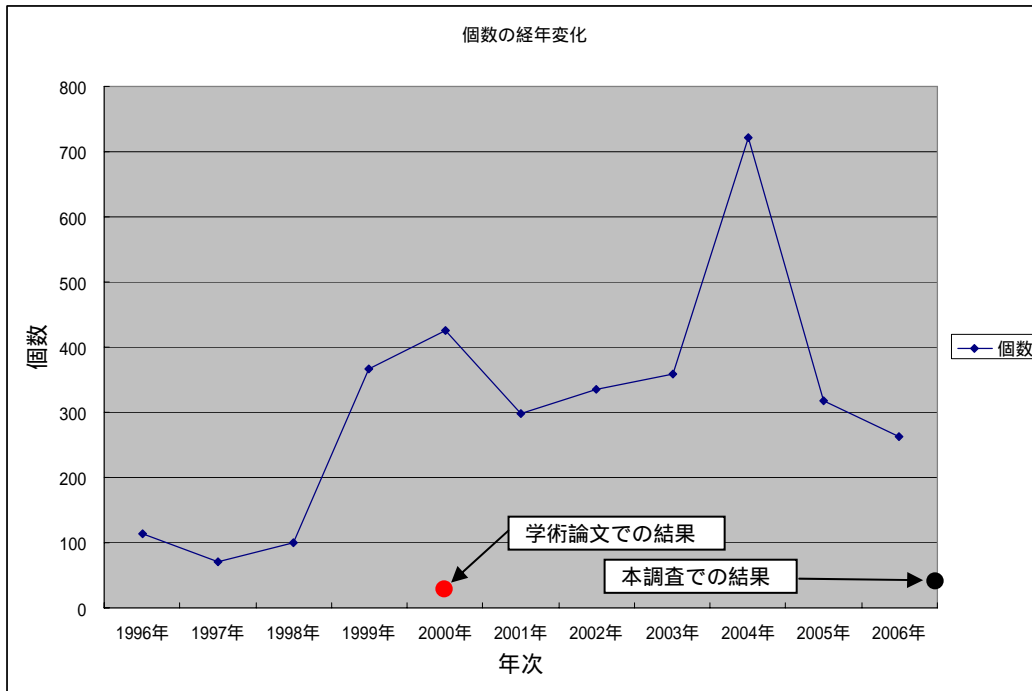


図 1.2-3 個数の経年変化

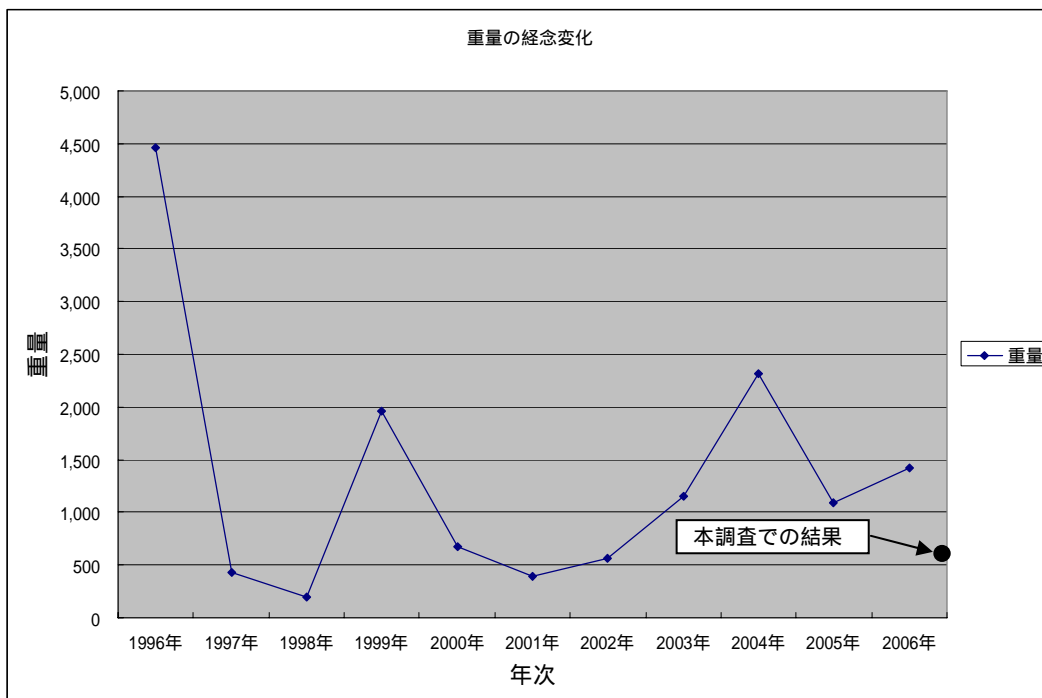


図 1.2-4 重量の経年変化

個数の組成の経年変化を示す。

海辺の漂着物調査での個数の組成は、調査開始年ではその他の人工物が多かったが、その後は、プラスチック類が最も多かった。また、学术论文での記述には、「71%がプラスチック類で、次いでピンが13%と高く」と記述されている。本調査での結果でも、プラスチック類が約80%を占めていた。

重量の組成の経年変化を示す。

海辺の漂着物調査での重量の組成は、調査開始年ではその他の人工物が多かったが、その後は、プラスチック類が最も多く、また、比重の大きいガラス・陶磁器類も割合がやや高かった。本調査での結果でも、プラスチック類が約80%を占めていた。

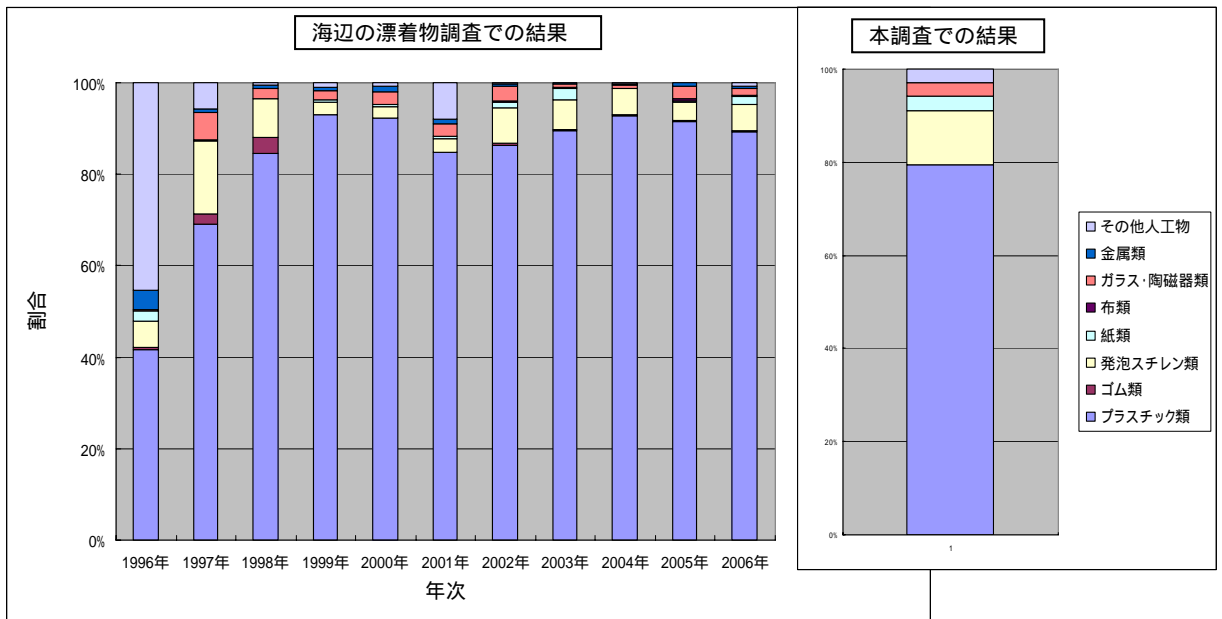


図 1.2-5 個数の組成の経年変化

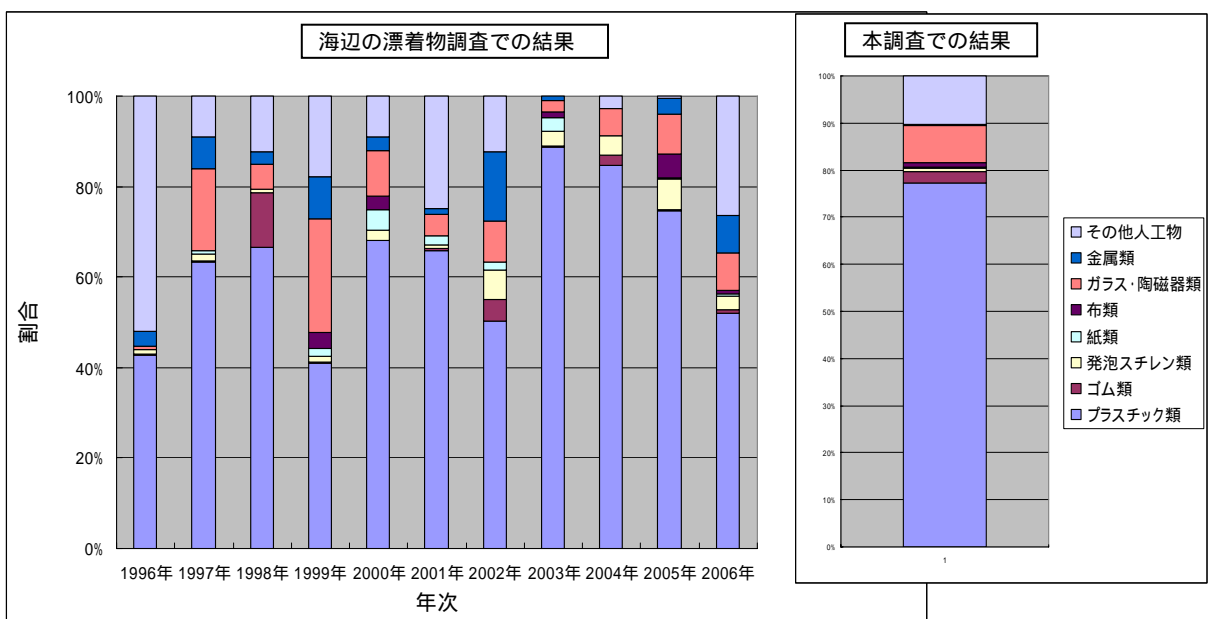


図 1.2-6 重量の組成の経年変化

2. 石川県羽咋市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

まず、調査対象範囲である石川県羽咋市の海岸に漂着するゴミの漂着状況には、次の3タイプがあると設定できる。

通常時：下記 の異常気象以外の通常時の海流や風、波浪、潮汐などによって漂着するタイプで、本調査での第1回調査（2007年10月）～第4回調査（2008年4月）での状況。

豪雨時：羽咋川の流域での梅雨、台風や集中豪雨などで、羽咋川の流量が増加して、河川敷で草刈したヨシを主体に、羽咋川を經由して海岸に大量に漂着する。本調査での第5回調査（2008年7月）と第6回調査（2008年9月）での状況。地元関係者によると、年1、2回このような状況になるとのことであった。

災害時：羽咋川以外の他の流域での台風等による集中豪雨により、内陸部から流出した木材等が大量に漂着する。本調査ではみられなかったが、過去に平成14年と16年にみられ、国の補助金により災害復旧事業を実施した。

次に、共通調査結果や独自調査での状況から、漂着ゴミ量の多かった時期は、冬明けの時期と、大量のヨシが漂着する梅雨時であった。

通常時については、これらと各調査地点での海岸清掃活動の状況を踏まえて、効果的な回収時期を検討すると、次のとおりである。

地点1は、現在、羽咋市教育委員会文化財課、貴重な昆虫を守る会、ロータリークラブ、サーファーが、年1回7月頃に観察会を兼ねた定期的な清掃活動の開始を企画している。ここは、海水浴場としての利用がないために、年1回行えば十分であると考えられる。軽トラックが必要なほどゴミがある場合には、7月は貴重な昆虫の成虫の活動期であるため、漂着ゴミ量の多い冬明け（4月頃）の実施となる。

地点2は、サーファーによる月1回の定期的な清掃活動が実施されている。ここは、海水浴場としての利用がなされているために、漂着ゴミ量の多い冬明け（4月頃）と海水浴場としての利用前（7月頃）の時期の年2回は、重点的に行う必要があると考えられる。

地点3～5は、既に、住民による定期的な清掃活動が、継続的に年2回（4月と7月）大規模に実施されている。これは海岸にゴミが多く漂着する冬季明けと、海水浴場としての利用前に設定されており、適切な時期であると考えられた。さらに、地点3と、地点4の北側では、住民による定期的な清掃活動に加えて、サーファーによる月1回の定期的な清掃活動が実施されている。

豪雨時については、梅雨、台風や集中豪雨などが原因である。海水浴場としての利用されている場所に、これらによって海岸に大量のヨシが漂着した場合で、海水浴場シーズン前であれば、速やかに回収する必要があると考えられる。

災害時については、漂着する時期や量が全く予測できない。効果的な回収時期は、そのような事態では、事故等が発生する前に、速やかに回収する必要があると考えられる。

2.2 回収方法・処理方法の試案

当該海岸に漂着するゴミの漂着状況には、3タイプ（通常時、豪雨時、災害時）があり、そのうちの通常時と豪雨時の2タイプについて検討するデータが得られている。なお、災害時はレアケースであり、ゴミの漂着状況は毎回異なるものと考えられるので、モデル化しての検討はできないと判断された。

以下、表 2.2-1 に示す3つのケースを想定して検討を行なった。

表 2.2-1 検討するケースの概要

ケース	状況等	概要
A	通常時 (建設作業員による回収)	年間で約16tのゴミ(人工物+流木・灌木) 柴垣海岸と羽咋一ノ宮海岸に漂着すると想定 建設作業員による回収
B	通常時 (ボランティアによる回収)	年間で約16tのゴミ(人工物+流木・灌木) 柴垣海岸と羽咋一ノ宮海岸に漂着すると想定 住民による定期的な清掃活動により、年2回(4月と7月)回収
C	豪雨時	第5回調査の約13tのゴミ(人工物+流木・灌木) 第6回調査の約6tのゴミ(人工物+流木・灌木) 柴垣海岸と羽咋一ノ宮海岸に漂着すると想定 (漂着のみられなかった一部の海岸を除く) 重機及び建設作業員による回収

2.2.1 回収方法

(1) ケースA：通常時（建設作業員）

回収は人力による。

共通調査から算出した年間漂着量は16(t)であった。また、回収効率は14(kg/h/人)で、1日8時間労働とすると、回収に必要な作業時間と建設作業員の人数は、以下のとおりである。

$$16(t) \div 14(kg/h/人) = 1,143(h) = 143(人日)$$

(2) ケースB：通常時（ボランティア）

回収は人力による。

住民による定期的な清掃活動が、地点3~5で、年2回(4月と7月)に、継続的に清掃活動を実施されている。また、「2.1 効果的な回収時期」の後半部分で述べたように、上記以外でも種々の清掃活動が行われているため、各調査地点のこれらの状況を加味する必要がある。

調査地点別の年間の漂着ゴミ量は、表 1.1-2 で示した。これを基に回収に必要な作業時間と作業員の人数を算定すると、表 2.2-2 のとおりである。

ボランティアによる回収効率は、第4回調査：2008年4月と第5回調査：2008年7月にクリーン・ビーチ活動を視察した結果、現地での回収状況を考慮して、本調査での回収効率の平均値の約1/3として5kg/h/人とし、1日2時間労働とした。

表 2.2-2 地点別の回収に必要な作業時間と作業員の人数

項目	地点1	地点2	地点3	地点4	地点5	合計
推定ゴミ量 (kg)	5,520	730	2,760	3,490	3,810	16,300
作業時間 (h)	1,104	146	552	698	762	3,260
作業員の人数 (人日)	552	73	276	349	381	1,630

注: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。

これより、地点3～5で必要な作業員の人数は、約1,006人日と算定された。一方、当該地域での地元住民を主体とした清掃活動の参加者は、表2.2-3に示す。この5年間での参加者数は、約900～1,700名となっており、最近の参加者数が増加傾向にあることもあわせて、必要な作業員の人数は確保できていると考えられる。

また、今後住民による清掃活動が計画されている地点1では552人日、さらに地点2では73人日の作業員を確保する必要があると算定された。

表 2.2-3 当該地域での地元住民を主体とした清掃活動の参加者

年次	住民による定期的な清掃活動の参加者 (人)			不定期清掃活動の参加者 (人)	合計 (人)
	春	夏	備考		
2003年	200	650	夏は、千里浜の参加者も含む。	80	930
2004年	600	630		200	1,430
2005年	220	610		205	1,035
2006年	520	460		148	1,128
2007年	800	350	-	563	1,713

(3) ケースC：豪雨時

回収は、表 2.2-4 に示す重機による。

回収するゴミの量は、本調査での第 5 回調査（2008 年 7 月）と第 6 回調査（2008 年 9 月）の状況と同様とする。

地点 1 は、ヨシの大量漂着がみられなかったため、検討対象としない。

地点 2～5 では、まず、重機による作業の障害になる大きな流木やロープ類などの大型ゴミ、ビン・缶類、プラスチックやペットボトルなどの人工物を建設作業員による人力で回収し、その後、図 2.2-1 に示すとおり、ヨシだけをレーキドーザで回収する。レーキドーザで集めたものは、砂混じりのヨシであるため、ヨシと砂を分離するために、スクリーンを使用する。

このスクリーンは、地域近傍の関連レンタル会社で借用の手配ができる。上方から、砂混じりのヨシを入れると、ふるいがかけられて、ヨシと砂を分離し、別々の出口から排出される。

表 2.2-4 豪雨時の回収方法

海岸名	調査地点	回収方法
柴垣海岸	地点 2、3	人力によるヨシ以外の人工物の回収
羽咋一ノ宮海岸	地点 4、5	レーキドーザ、スクリーンによるヨシの回収

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。

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。

パッカー車への積載 処分場へ

ヨシは、パッカー車に積載して、処分場へ運搬する。

図 2.2-1 ヨシの重機等による回収作業の模式図

a. 算定の手順

表 1.1-5 と表 1.1-7 に、第 5 回調査（2008 年 7 月）と第 6 回調査（2008 年 9 月）のゴミの量は、既に算定してある。これらのゴミの量から、人力による事前回収を行う人工物の量と重機で回収するヨシの量を算定し、それに必要な作業時間と作業員の人数を算定した。

b. 人工物の量とヨシの量の算定

独自調査人工物の量とヨシの量の算定結果を、表 2.2-5 に示す。独自調査結果から推定したゴミの総量から、備考欄に示した調査枠でのゴミの組成データ（ゴミの漂着状況は図 2.2-2 参照）を利用して、人力で回収する人工物の量と、重機で回収するヨシの量を算定した。

第 5 回調査：人工物の量は 379kg、ヨシの量は 12,266kg

第 6 回調査：人工物の量は 1,040kg、ヨシの量は 4,958kg

合計：人工物の量は 1,419kg、ヨシの量は 17,224kg

表 2.2-5 独自調査から推定した人工物の量とヨシの量

調査回	独自調査からの 推定値 (kg) (人工物 + 流木・灌木 + 海藻)	人工物の 割合 (%)	人工物の量 (kg)	ヨシの量 (kg)	備考
第 5 回調査の地点 2	2,880	3	86	2,794	第 5 回調査の 地点 5 の調査枠
第 5 回調査の地点 3	2,880	3	86	2,794	
第 5 回調査の地点 4	2,295	3	69	2,226	
第 5 回調査の地点 5	4,590	3	138	4,452	
小計	12,645	-	379	12,266	
第 6 回調査の地点 4	1,968	16	315	1,653	第 6 回調査の 地点 4 の調査枠
第 6 回調査の地点 5	4,030	18	725	3,305	第 6 回調査の 地点 5 の調査枠
小計	5,998	-	1,040	4,958	
合計	18,643	-	1,419	17,224	

c. 人工物の回収に必要な作業時間と作業員の人数の算定

人工物の回収に必要な作業時間と作業員の人数は、回収効率 14 (kg/h/人)、1 日 8 時間労働とすると、以下のとおりである。

第 5 回調査：379 (kg) ÷ 14 (kg/h/人) = 27 (h) = 4 (人日)

第 6 回調査：1,040 (kg) ÷ 14 (kg/h/人) = 74 (h) = 10 (人日)

合計：4 台日

(4) 人力による回収での留意事項

人力によるゴミの回収では、回収袋の配布、ビン・缶の分別回収、木材などの重量物の回収など、多様な作業があるため、複数の人数を1グループとして個人個人が役割分担することが、効率化につながった。

また、個人の嗜好性があり、熊手作業が得意な人、袋詰めが好きな人などがあり、得て不得手をうまく利用することも必要であった。あわない作業とわかれば、交代できるような配慮も必要であり、グループがなるべく一団となって有機的に作業が進展するようにした。

現場のゴミの量や組成、あるいは作業員の疲労度などによって、1グループの役割分担の人数割りを変えることも必要であった。

通常時では、1グループに1名班長を置き、状況判断をしながら指揮をした。この班長は、休憩時間等の決定、回収袋の配布、医療系やビン・缶の回収などを受け持った。

木材等は、適宜、後述する軽トラックによる搬出がしやすいように集めた。

その他、回収しやすいように熊手でゴミについて砂を落とす役割と、袋詰めの担当に分けた。ゴミを詰めた袋も軽トラックで搬出しやすいようになるべく集めた。

一部の海岸に大量の海藻が漂着していたときがあったが、地域住民等はこのような作業に慣れており、臨機応変な対応が可能であった。

集中豪雨による大量のヨシを回収した場合には、上記と同様な作業を行ったが、ヨシの量があまりにも大量であったために、かなりの作業時間がかかった。

また、重機を用いて、ヨシを集めた場合であっても、砂とゴミの混合物からゴミを分別するための熊手作業や袋詰めに時間がかかった。

(5) 道具の利用

人力による回収作業には、道具の利用、使い分け、組合せで、回収効率が上がる。

ゴミはさみ：ゴミの量が多すぎるので、非効率的であった。ゴム手袋、軍手をはめて手で拾う作業が効率的である。

45L ビニール袋（ゴミ袋）：行政が指定しているゴミ袋はないが、45Lの大きさが標準的であり、取り扱いが手ごろであった。しかし、ヨシなど、長くて軽いゴミの場合には、90Lビニール袋の方が効率的であった。回収するゴミの種類によって、袋の色を分ける方法もある。

土のう袋：割れたガラスは、ビニール袋を破くことから、ビン類、ガラスなどの回収に使用した。

熊手：砂の中からゴミをかき出す際に利用した。ビン、缶、プラスチック類には鉄製の熊手を使用し、ヨシの場合には針金製を使用するなどの使い分けが必要であった。

密閉式ビニール袋（ファスナーつきビニール袋）：ライター等、分別が必要なサンプルとする小型のゴミの回収に使用した。

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、15～20L程度のもので使いやすい。

自立式の万能袋：農作業用の立方体の袋で、プラスチック製の漁業用フロートや流木など、ビニール袋での回収に不向きな比較的大きなゴミの回収・搬出に使用した。リヤカーや一輪車に載せて搬出する場合にもゴミがこぼれない。また、ゴミを分別せずに回収し、

後から分別する場合でも、ビニール袋を使用するよりも効率よく回収できる。この袋は、地点 6、7 の滝海岸で効果を発揮した。サイズは、色々あるが、海岸で人が担いで歩けるサイズ（200～300L）が使いやすい。

フレコンバッグ（トン袋）：河川の洪水時などで大きな土のうを設置するが、それに使用される袋である。発泡スチロール製やプラスチック製のフロートなど、容量が大きい重量が少ないゴミの回収・搬出に利用した。これも、滝海岸で活躍した。



90L ビニール袋



熊手



自立式の万能袋



フレコンバッグ（トン袋）

図 2.2-3 道具の利用

(6) その他の留意事項

秋季調査や春季調査での野外作業は、建設作業員 8 時間（午前 8 時～午後 5 時）、作業員（地元住民、学生）6 時間（午前 9 時～午後 4 時）とした。夏季調査での野外作業では、午後の日照がきつく、午後の作業は日射病や熱中症に対する注意が必要である。建設作業員については、午前、午後とも作業を早めに切上げ、作業員については、午前 8 時～12 時の 4 時間作業とした。また、冬季調査でも、寒さや気象条件が厳しいため、午前中の半日作業にするなどの配慮が必要である。

地点 6、7 の滝海岸は、磯海岸で足場が悪く、回収が困難である。作業は、建設作業員か、足腰のしっかりしている漁業関係者が望ましい。

海岸のゴミの量と回収を行う作業員の数から、全てのゴミが回収できないと判断される場合には、回収するゴミの種類に優先順位を付ける。優先順位を考える上では、景観保全や生態系保全、海岸利用者に対する安全確保等の様々な見地から判断する。また、ゴミの種類に回収順位を付けると回収効率が上がる場合もある。例えば、大型の発泡スチロールやペットボトルを先に回収することなどを考える。

2.2.2 搬出方法

(1) ケースA：通常時（建設作業員）

回収に必要な作業時間と作業員の人数は、143(人日)と算定された。これは、1日に143人(8時間労働)集められれば、1日の作業となる。また、回収するゴミの量は16(t)で、これをすべて軽トラックで搬出すると仮定し、独自調査での現地の状況から1回に搬出するゴミの量を100(kg)とすると、軽トラックの搬出回数は、以下のとおりである。

$$16(t) \div 100(kg/\text{回}) = 160(\text{回})$$

一方、現地の状況から作業員を一度に143人集めることは、天候障害を考慮するならば、50人3日や30人5日などに分散したほうが良いと考えられる。仮に5日間の作業と想定すると、作業員30人の使用実績はあり、さらに、軽トラックの搬出回数は、以下のとおりである。

$$160(\text{回}) \div 5(\text{日}) = 32(\text{回/日}) = 4(\text{回/h})$$

4(回/h)は、無理でない作業内容であると考えられる。したがって、搬出には、軽トラックを5(台日)使用すると算定した。

(2) ケースB：通常時（ボランティア）

搬出方法は、表2.2-6に示す。

地点3~5は、既に住民による定期的な清掃活動が行なわれており、直接砂浜にパッカー車(可燃ゴミ用)とトラック(不燃ゴミ等用)が乗り入れて、搬出(回収)している。

地点1では、車両の通行が禁止されているので、人力またはリヤカーを用いる。搬出するゴミの量が多い場合には、文化財関係の許可を得た上で、春季に軽トラックを使用する。この場合には、波打ち際の決められた個所を通行し、速度も10km/h以下とする。ここでは、関係者の清掃活動の企画内容から、軽トラックを使用しないで、人力またはリヤカーを用いることとし、搬出に係る作業は回収に含まれているので、算定しないこととした。

地点2は、既にサーファーが人力によって搬出している。

表 2.2-6 通常時の搬出方法

海岸名	調査地点	搬出方法
柴垣海岸	地点1	リヤカー(軽トラック)
	地点2	人力
	地点3	(パッカー車とトラック)
羽咋一ノ宮海岸	地点4、5	(パッカー車とトラック)

(3) ケースC：豪雨時

搬出方法は、表 2.2-7 に示す

車両の通行が可能な地点であるので、人工物等は軽トラックを使用する方法が、効率的である。集めたヨシは、パッカー車で直接搬出するため、必要な台数については、次項で検討する。

表 2.2-7 豪雨時の搬出方法

海岸名	調査地点	搬出方法
柴垣海岸	地点 2、3	人工物等は軽トラック
羽咋一ノ宮海岸	地点 4、5	ヨシはパッカー車で直接搬出

第 5 回調査時に回収するゴミの量は 379 (kg) で、第 6 回調査時に回収するゴミの量は 1,040 (kg) で、これをすべて軽トラックで搬出すると仮定し、独自調査での現地の状況から 1 回に搬出するゴミの量を 100 (kg) とすると、軽トラックの搬出回数は、以下のとおりである。

第 5 回調査： $379 \text{ (kg)} \div 100 \text{ (kg/回)} = 4 \text{ (回)}$

第 6 回調査： $1,040 \text{ (kg)} \div 100 \text{ (kg/回)} = 10 \text{ (回)}$

これらは、いずれも 1 日でできる作業内容であると考えられた。したがって、搬出には、軽トラックを 1 (台日) ずつ使用すると算定した。

(4) 人力による搬出での留意事項

搬出に 2 トントラックを用いて、一度に大量のゴミ袋の搬出を行おうとしたが、スタックするなど、あまり効率的ではなかった。

搬出には、軽トラックで何度か往復する程度が効率であった。

リヤカーも利用したが、移動距離が短ければ有効であった。長い搬出距離の場合や、軽トラックに積替えが必要な場合には、あまり効率的とはいえなかった。

(5) 地点 1 の搬出での留意事項

地点 1 では、貴重な昆虫の生息地での搬出方法を検討した。

基本的には、貴重な昆虫の生息地に与える影響を最小限とするために、人力による回収とリヤカーを用いた搬出を行った。

地点 1 と地点 2 の境界に、車両の通行を禁止するための柵が設けられており、そこを回収したゴミの集積場所とした。ここで、回収業者によるパッカー車やトラックへのゴミの積み込みが行われた。地点 1 の南側の範囲の搬出は距離が短く、ゴミの量が少なければ、それほど作業量でなく、リヤカーでの対応で十分であった。

しかしながら、大量の漂着物や漁網などの重量物、北側地域の搬出に距離がある場所からのゴミの搬出では、文化財に関する特別な許可を得て、軽トラックも使用して、搬出の効率化を図った。

地点 1 の調査対象範囲の中央部のやや北よりの場所に、小さな河川があり、セットアップ時のゴミの量が多い場合には仮設の橋を設けて、リヤカーを移動させた。頻繁に海浜清掃を行っていれば、あるいは、流量の少ない時期のゴミの回収では、徒歩・リヤカーでこ

の河川を越えての作業は、十分可能であると思われる。

(6) 地点 6、7 (滝海岸) の搬出での留意事項

地点 7 は、ゴミの回収場所からサイクリングロードまでの段差や距離が短くゴミの搬出が容易であったが、地点 6 は、ゴミの回収場所からサイクリングロードまでの段差があり、距離も長く、植物が茂っているなど、課題が多い場所であった。

地点 6 では、海岸とサイクリングロードの間に植物が繁茂していたために、草刈り機による通路の確保が必要であった。約 20 本程度の作業道を作った。

また、この作業道とサイクリングロードとの入り口付近の草も刈り取り、海岸から集めたゴミの仮置き場とした。

地点 6 は、漁網、漁業用の発泡スチロール製やプラスチック製のフロート、冷蔵庫などの大型ゴミなど、長年にわたって漂着したと思われるゴミが大量にあった。足場が悪く危険性が高いので、これらの回収とサイクリングロードまでの搬出は建設作業員とした。これらの漁網等の重量物については、かなりの重労働であった。

地点 7 は、ゴミの量も少なく、ゴミの回収作業とサイクリングロードまでの搬出は比較的楽であった。

サイクリングロードでの搬出作業は、移動距離が長く、1 回で運べる量も限られているので、リヤカーなどを利用して、時間や労力がかかった。まずは、なるべく多くのリヤカー、一輪車、台車などを集める必要があった。フロートなどの容量がかさばり、重量の軽いものは、スタンドバッグなどの利用なども効率化につながった。

長年にわたって漂着したと思われる重量物を主体としたゴミは、今回ある程度回収できたので、今度の清掃作業では、プラスチックやペットボトルなどを主体とした比較的取り扱いやすいゴミが対象となると考えられた。このため、上記したリヤカー、一輪車、台車やスタンドバッグなどの利用で、回収作業や搬出作業は十分に対応できるのではないかと考えられる。

2.2.3 収集・運搬方法

いずれのケースでも、一般廃棄物と処理困難物は、専門業者によって収集・運搬する。ここでは、収集・運搬に必要な車両の台数を算出する。

回収したゴミは、通常、可燃ゴミと不燃ゴミ（粗大ゴミ：ビン類、カン類、流木を含む）とに区分される。独自調査でのゴミの量と収集・運搬の車両台数の実績を、表 2.2-8、図 2.2-4 に示す。これらのうちの可燃ゴミと不燃ゴミの「合計」のデータによる相関関係を求めて、ゴミの量から収集・運搬に必要な車両台数を求める近似式を算定すると、次のようである。

$$\text{収集・運搬に必要な車両台数} = 0.00129 (\text{台/kg}) \times \text{ゴミの量 (kg)}$$

(小数点以下は切り上げ)

表 2.2-8 ゴミの量と収集・運搬の車両台数の実績

調査回数	可燃ゴミ		不燃ゴミ		合計	
	ゴミの量 (kg)	車両台数 (台)	ゴミの量 (kg)	車両台数 (台)	ゴミの量 (kg)	車両台数 (台)
第1回	9,730	10	3,750	5	13,480	15
第2回	5,330	4	2,120	3	7,450	7
第3回	920	1	170	1	1,090	2
第4回	3,240	6	3,420	7	6,660	13
第4回追加	1,640	2	800	4	2,440	6
第5回	6,070	5	290	1	6,360	6
第6回	3,120	3	90	1	3,210	4
合計	30,050	31	10,640	22	40,690	53

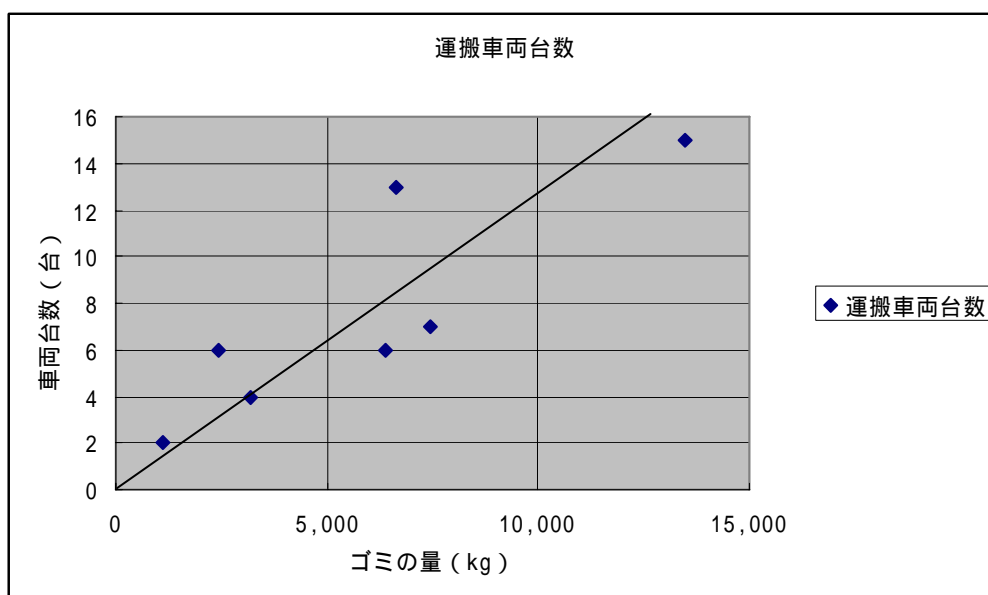


図 2.2-4 ゴミの量と収集・運搬に必要な車両台数の相関（表 2.2-8 の「合計」の欄を使用）

(1) ケースA：通常時（建設作業員）

年間漂着量は16(t)であるから、収集・運搬に必要な車両台数は、次のとおりである。
 $0.00129(\text{台/kg}) \times 16(\text{t}) = 21(\text{台})$

(2) ケースB：通常時（ボランティア）

年間漂着量はケースAと同じであるから、収集・運搬に必要な車両台数は、21(台)である。

(3) ケースC：豪雨時

第5回調査(2008年7月)の人工物の量は379(kg)、ヨシの量は12,266(kg)で、第6回調査(2008年9月)の人工物の量は1,040(kg)、ヨシの量は4,958(kg)であるから、収集・運搬に必要な車両台数は、次のとおりである。

第5回調査の人工物： $0.00129(\text{台/kg}) \times 379(\text{kg}) = 1(\text{台})$

第6回調査の人工物： $0.00129(\text{台/kg}) \times 1,040(\text{kg}) = 2(\text{台})$

第5回調査のヨシ： $0.00129(\text{台/kg}) \times 12,266(\text{kg}) = 16(\text{台})$

第6回調査のヨシ： $0.00129(\text{台/kg}) \times 4,958(\text{kg}) = 7(\text{台})$

合計：26(台)

また、ヨシをパッカー車に積載するのに必要とする作業員は、独自調査での状況等から推定して、次のとおりである。

第5回調査：2名1組：地点2と地点3で1ペア、1日

地点4と地点5で1ペアで各1日、計1ペア3日

第6回調査：2名1組：地点4と地点5で1ペア、1日

計1ペア1日

合計：8人日

(4) 収集・運搬での留意事項

運搬車へのゴミ積載作業の効率を上げるには、集積場所は可能な限り集約し、大型車が作業しやすい場所を選択した。砂浜では、地盤の固さに注意し、ゴミを積載した後に、運搬車がスタックする危険があった。車両が頻繁に通行している場所を選ぶ必要があった。

運搬業者が作業しやすいように、事前に業者と集積方法について打合せておく必要があった。

搬出するゴミの量が判明した時点で運搬業者へ連絡し、必要な運搬車台数や運搬に要する作業時間について、最も効率良く進められるように業者と調整した。ゴミの集積場所とゴミの量を記載したメモを渡すと積み残しなどの危険が少なくなった。

収集した後、速やかに運搬しないと、ゴミ集積場所がゴミ廃棄許可場所と地域住民に勘違いされて、ゴミが捨てられゴミの量が増えることがあるので注意を要した。

2.2.4 処分方法

いずれのケースでも、一般廃棄物と処理困難物は、専門業者によって処分する。

一般廃棄物のうち可燃物、不燃物は、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）で処分可能であった。少量の木材、漁網も処分でき、木材は、長さ 50cm 以下に切断する必要がある、漁網は 1m 以下に切断して、袋詰めした。

処理困難物（特別管理廃棄物を含む）は、羽咋市環境安全課を通して、専門業者で処分可能であった。

漁網が大量に回収された場合には、石川県漁業協同組合が既に廃漁網を専門業者で処分を行っていることから、その専門業者で処分可能であった。

中身が不明の薬品ビン、農薬類、劇薬が入っている可能性のある容器等が回収された場合には、羽咋市環境安全課へ連絡し、取扱いについて相談する必要があった。

木材は、羽咋郡市広域圏事務組合木材資源化センターでチップ化処理が可能であるが、長さ 50cm 以下に切断することにより、地元の教育施設である「国立能登青少年交流の家」の野外炊事用の薪としても有効利用できた。人員の関係で速やかな対応は出来ないが、運搬すればなお歓迎されるようであった。

2.3 試算に基づく費用の試算

2.3.1 前提条件

次の3ケース（ケースA：通常時（建設作業員）、ケースB：通常時（ボランティア）、ケースC：豪雨時）について、表 2.3-1 に示す前提条件を設けて、費用を試算した。

表 2.3-1 前提条件

<p>ケースA：通常時（建設作業員）</p> <p>調査対象範囲全域（5.5km）を対象とする。 年1回のクリーンアップで対象範囲の漂着ゴミを全て回収する。 ゴミの内訳は、一般廃棄物が16tとし、処理困難物、流木はない。 一般廃棄物は回収するが、海藻はゴミとして回収しない。 実作業時間は8時間程度とする。 回収は、建設作業員人力で実施する。 搬出は、軽トラックを1台（計5台日）使用する。 回収効率は、14kg/h/人を使用する。 一年間に漂着するゴミの量は、2007～2008年の実績を基に算出しており、台風などの災害は考慮していない。</p>
<p>ケースB：通常時（ボランティア）</p> <ul style="list-style-type: none"> ・基本的には、住民による定期的な清掃活動を想定した条件を設定する。 ・回収に係る作業員は地域住民とする。住民による定期的な清掃活動が行なわれない地点1と2では文化財関係者やサーファーが対応する。 ・ については、ケースAと同じ。 年2回（4月と7月）のクリーンアップで対象範囲の漂着ゴミを全て回収する。ただし、地点1の回収は4月の年1回とする。 実作業時間は2時間程度とする。 地点3～5の搬出は、直接砂浜にパッカー車（可燃ゴミ用）とトラック（不燃ゴミ等用）が乗り入れて行なう。地点1は人力、リヤカーとし、2は人力で実施する。 回収効率は、5kg/h/人を使用する。
<p>ケースC：豪雨時</p> <ul style="list-style-type: none"> ・回収は、年2回（本調査での第5回調査と第6回調査）漂着が発生した時に実施する。 ・重機の作業の障害になる大型ゴミとビン・缶類などの人工物を建設作業員による人力で回収し、その後、ヨシだけをレーキドーザで回収する。ヨシと砂を分離するために、スクリーンを使用する。 ・ については、ケースAと同じ。 調査対象範囲全域（3.7kmと1.8km）を対象とする。回収範囲は、1回が地点2～5、他の1回が地点4、5とする。 年2回のクリーンアップで対象範囲の漂着ゴミを全て回収する。 ゴミの内訳は、第5回調査の一般廃棄物が13t（人工物0.4t、ヨシ12t）、第6回調査の一般廃棄物が6t（人工物1t、ヨシ5t）とし、処理困難物、流木はない。 建設作業員の人工物の回収効率は、14kg/h/人を使用する。
<p><各ケース共通></p>
<p><各ケース共通></p> <ul style="list-style-type: none"> ・回収に当たっては、羽咋市の生活系の一般廃棄物（家庭ゴミ）の分類に従うこととし、処理困難物については各要素（分類群ごと）に分別する。 ・一般廃棄物は、羽咋郡市のリサイクルセンターまで運搬・処分する。処理困難物は、羽咋市環境安全課に連絡し、産業廃棄物業者が運搬・処分する。

2.3.2 回収費用

(1) ケースA：通常時（建設作業員）

回収に必要な作業員の人数は143（人日）であるから、回収費用は「平成20年度公共工事設計労務単価（基準額）：石川県 10,300 円/人日」を使用して、以下のとおりである。

$$143（人日） \times 10,300 \text{ 円/人日} = 1,472,900（円）$$

また、搬出には、軽トラックを5（台日）使用するので、現地の使用実績の単価（10,000 円/台日）から、次のとおり算定した。

$$5（台日） \times 10,000 \text{ 円/台日} = 50,000（円）$$

(2) ケースB：通常時（ボランティア）

本ケースは、住民による定期的な清掃活動で、無償のボランティアによってなされているため、費用は発生しない。

しかし、参考のために費用を試算した。回収に必要な作業時間は3,260（h）であるから、回収費用は「平成20年度 各県最低賃金（時給）：石川県 673 円/h」を使用して、以下のとおりである。

$$3,260（h） \times 673（円/h） = 2,193,980（円）$$

また、地点3～5での搬出は、直接砂浜にパッカー車とトラックが乗り入れて行っており、また、その他の地点でも搬出に車両を使用しないため、搬出の費用は発生しない。

(3) ケースC：豪雨時

回収に必要な作業員の人数と人件費単価（10,300 円/人日）を使用して、以下のとおりである。

$$\text{第5回調査：} 4（人日） \times 10,300 \text{ 円/人日} = 41,200（円）$$

$$\text{第6回調査：} 10（人日） \times 10,300 \text{ 円/人日} = 103,000（円）$$

$$\text{合計：} 144,200（円）$$

また、回収に必要な重機の費用については、以下のとおりである。

回収

$$\text{ホイールローダからレーキドーザへ変更する費用} \quad 600,000（円）$$

（前面に付いているシャベルをレーキに付け替える。）

$$\text{第5回調査：バックホウ：} 3（台日） \times 13,500（円/台日） = 40,500（円）$$

$$\text{回送料：} 3（往復） \times 20,000（円/往復） = 60,000（円）$$

$$\text{第6回調査：バックホウ：} 1（台日） \times 13,500（円/台日） = 13,500（円）$$

$$\text{回送料：} 1（往復） \times 20,000（円/往復） = 20,000（円）$$

$$\text{合計：} 734,000（円）$$

分別

$$\text{第5回調査：バックホウ：} 3（台日） \times 13,500（円/台日） = 40,500（円）$$

$$\text{回送料：} 3（往復） \times 20,000（円/往復） = 60,000（円）$$

$$\text{スクリーン：} 3（台日） \times 121,500（円/台日） = 364,500（円）$$

$$\text{回送料（他県より回送する。）：} 1 \text{ 回当たり：} 475,000（円）$$

$$\text{第6回調査：バックホウ：} 1（台日） \times 13,500（円/台日） = 13,500（円）$$

$$\text{回送料：} 1（往復） \times 20,000（円/往復） = 20,000（円）$$

スクリーン：1（台日）×121,500（円/台日）=121,500（円）
回送料（他県より回送する。）：1回当たり：475,000（円）
合計：1,570,000（円）

さらに、搬出に必要な費用として、軽トラックの使用料を算定した。

第5回調査：1（台日）×10,000円/台日=10,000（円）
第6回調査：1（台日）×10,000円/台日=10,000（円）
合計：20,000（円）

2.3.3 収集・運搬費用

(1) ケースA：通常時（建設作業員）

収集・運搬に必要な車両台数は22（台）であり、収集・運搬に係る単価は、可燃ゴミ、不燃ゴミともに21,000（円/台）であることから、収集・運搬費に必要な費用は、次のとおりである。

21（台）×21,000（円/台）=441,000（円）

(2) ケースB：通常時（ボランティア）

本ケースでの収集・運搬に必要な費用は、現在、羽咋市が負担している。今後、地点1での回収がなされ、収集・運搬が発生しても、羽咋市が負担することで了解を得ている。

(3) ケースC：豪雨時

収集・運搬費に必要な費用は、次のとおりである。

第5回調査の人工物：1（台）×21,000（円/台）=21,000（円）
第6回調査の人工物：2（台）×21,000（円/台）=42,000（円）
第5回調査のヨシ：16（台）×21,000（円/台）=336,000（円）
第6回調査のヨシ：7（台）×21,000（円/台）=147,000（円）
合計：546,000（円）

また、ヨシをパッカー車に積載する作業員（単価：10,300円/人日）の費用は、次のとおりである。

第5回調査：6（人日）×10,300円/人日=61,800（円）
第6回調査：2（人日）×10,300円/人日=20,600（円）
合計：82,400（円）

2.3.4 処分費用

処分に係る単価は、可燃ゴミ、不燃ゴミともに15,750（円/t）であるが、これは廃棄物運搬業者が処分場への持ち込みする際の料金である。実際に処分にかかる費用はこれより高いことから、財政的に補助しているのが現状である。

(1) ケースA：通常時（建設作業員）

年間漂着量は16（t）であるから、処分に必要な費用は、次のとおりである。
16（t）×15,750（円/t）=252,000（円）

(2) ケースB：通常時（ボランティア）

本ケースでの処分に必要な費用も、現在、羽咋市が負担している。今後、地点1での回収がなされ、処分が発生しても、羽咋市が負担することで了解を得ている。

(3) ケースC：豪雨時

処分に必要な費用は、次のとおりである。

第5回調査の人工物： $379 \text{ (kg)} \times 15,750 \text{ (円/t)} = 5,970 \text{ (円)}$

第6回調査の人工物： $1,040 \text{ (kg)} \times 15,750 \text{ (円/t)} = 16,380 \text{ (円)}$

第5回調査のヨシ： $12,266 \text{ (kg)} \times 15,750 \text{ (円/t)} = 193,190 \text{ (円)}$

第6回調査のヨシ： $4,958 \text{ (kg)} \times 15,750 \text{ (円/t)} = 78,090 \text{ (円)}$

合計：293,630 (円)

2.3.5 回収・処理費用のまとめ

以上の結果をとりまとめて、回収・処理費用の総括表を表 2.3-2 に示す。

表 2.3-2 回収・処理費用の総括表

項 目	ケースA	ケースB	ケースC
	通常時(建設作業員)	通常時(ボランティア)	豪雨時
回収方法	人力	人力	重機(レーキドーザ、バックホウ、スクリーン)
ゴミの量(t)	16	16	第5回調査で約13 第6回調査で約6 (人工物:1,419kg) (ヨシ:17,224kg)
時間当たりの回収量(kg/h/人)	14	5	人工物:14
回収に必要な作業時間(h)	1,143	3,260	人工物:101 (第5回調査で27) (第6回調査で74) ヨシ:4日間
回収に必要な作業員の人数(人日)	143	1,630	人工物:14 (第5回調査で4) (第6回調査で10) ヨシ:4日間
搬出方法	軽トラック 5(台日)	パッカー車とトラック が直接砂浜に乗入れな ど、不要	人工物は軽トラック 2(台日) ヨシはパッカー車で 直接搬出
収集・運搬に必要な車両の台数(台)	21	21	26
収集・運搬に必要な作業員(人日)	-	-	8
回収費用(円) 作業員	1,472,900	- (参考値としては 2,193,980)	144,200
回収費用(円) 重機	-	-	2,304,000
回収費用(円) 軽トラック	50,000	-	20,000
収集・運搬費用 収集・運搬業者	441,000	-	546,000
収集・運搬費用 作業員	-	-	82,400
処分費用	252,000	-	293,630
費用の合計	2,215,900	-	3,390,230

注:現地までの交通費は含まれていない。

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、地域の保健所に確認を取り、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. 石川県羽咋市地域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 漂着ごみの国別割合

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10月）と第2回調査（2007年12月）～第6回調査（2008年9月）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。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 ディスパ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）を利用した。

ペットボトルに関しては、第1回調査の結果を見ると、石川県では、不明の割合が60%を占めていた。第2回調査～第6回調査の結果の合計値では、日本の割合は41%と最も多く、次いで韓国18%、中国とロシア各6%であった。

ライターに関しては、第1回調査の結果を見ると、石川県では、不明の割合が62%を占めていた。第2回調査～第6回調査の結果の合計値では、石川県では不明の割合は58%と最も多く、次いで、韓国19%、日本15%、中国8%であった。これらの組合せと割合は、第1回調査のペットボトルとライターが比較的似ていた。

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、離岸距離が長いいため他の県に比較してその影響が小さいものと推定される。

日本近海の漂流・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 ディスパーザブルライター分類マニュアル Ver.1.2.

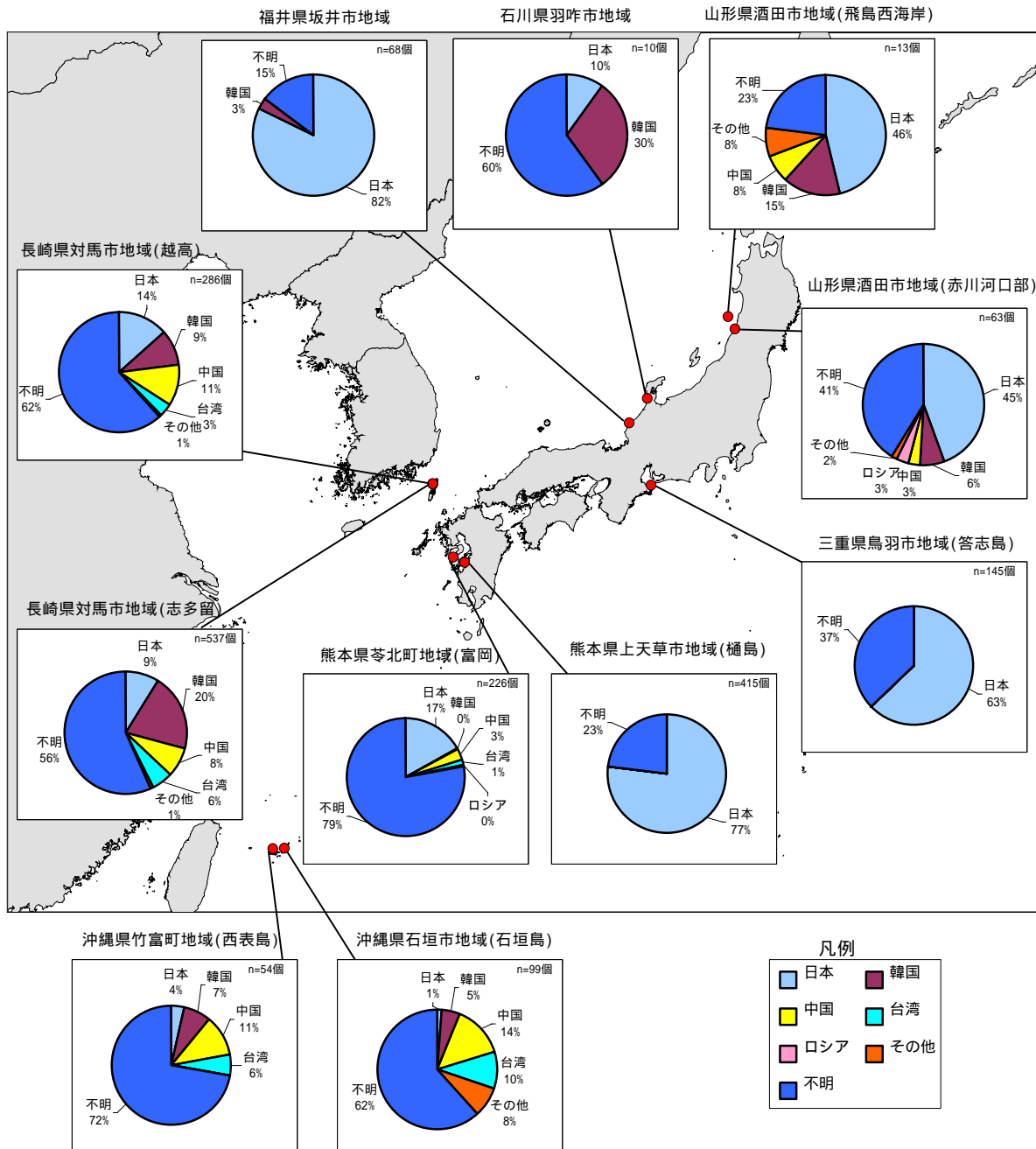


図 3.1-1 (1) ペットボトルの国別集計結果 (第 1 回)

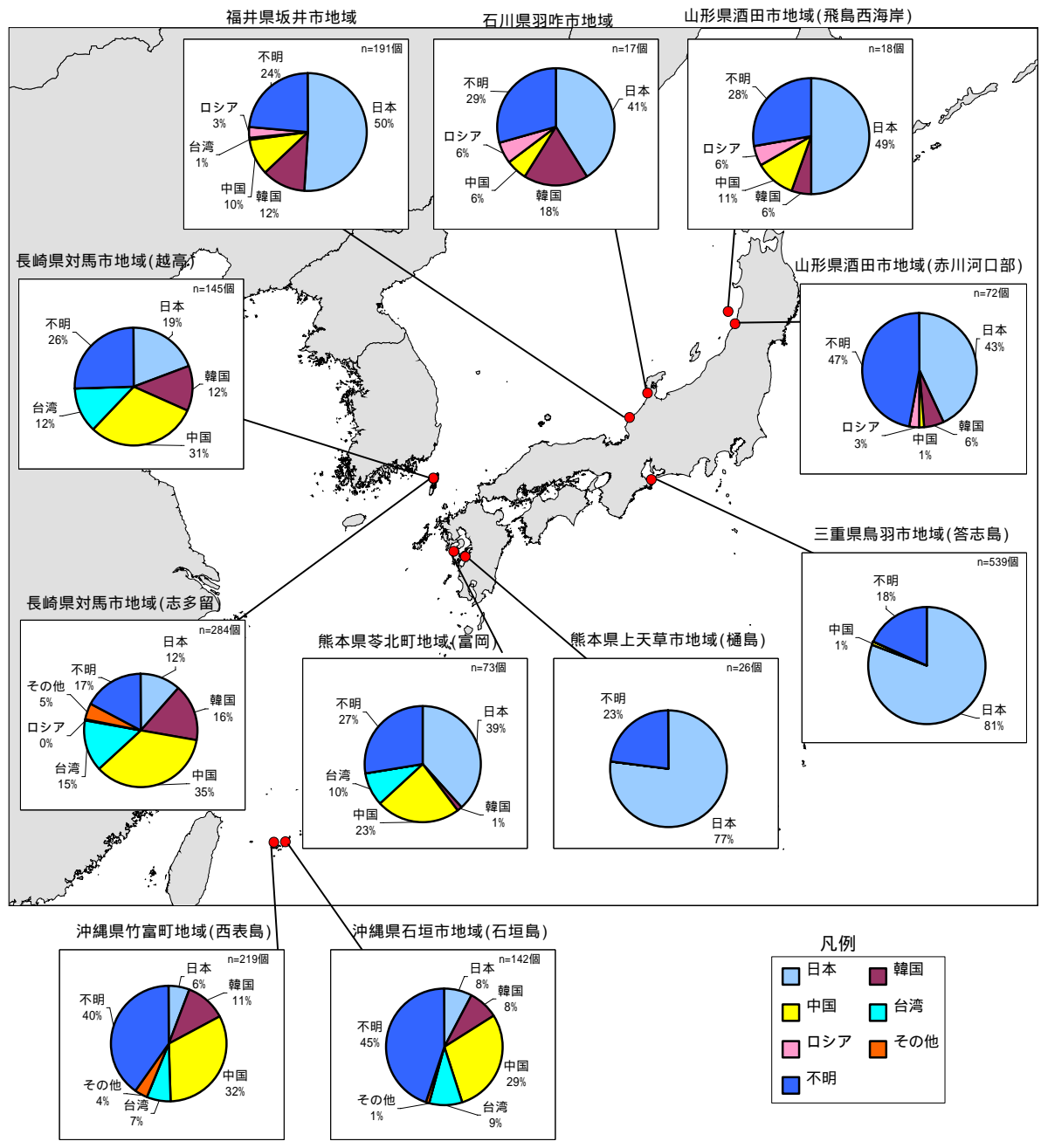


図 3.1-1 (2) ペットボトルの国別集計結果 (第2回 ~ 第6回)

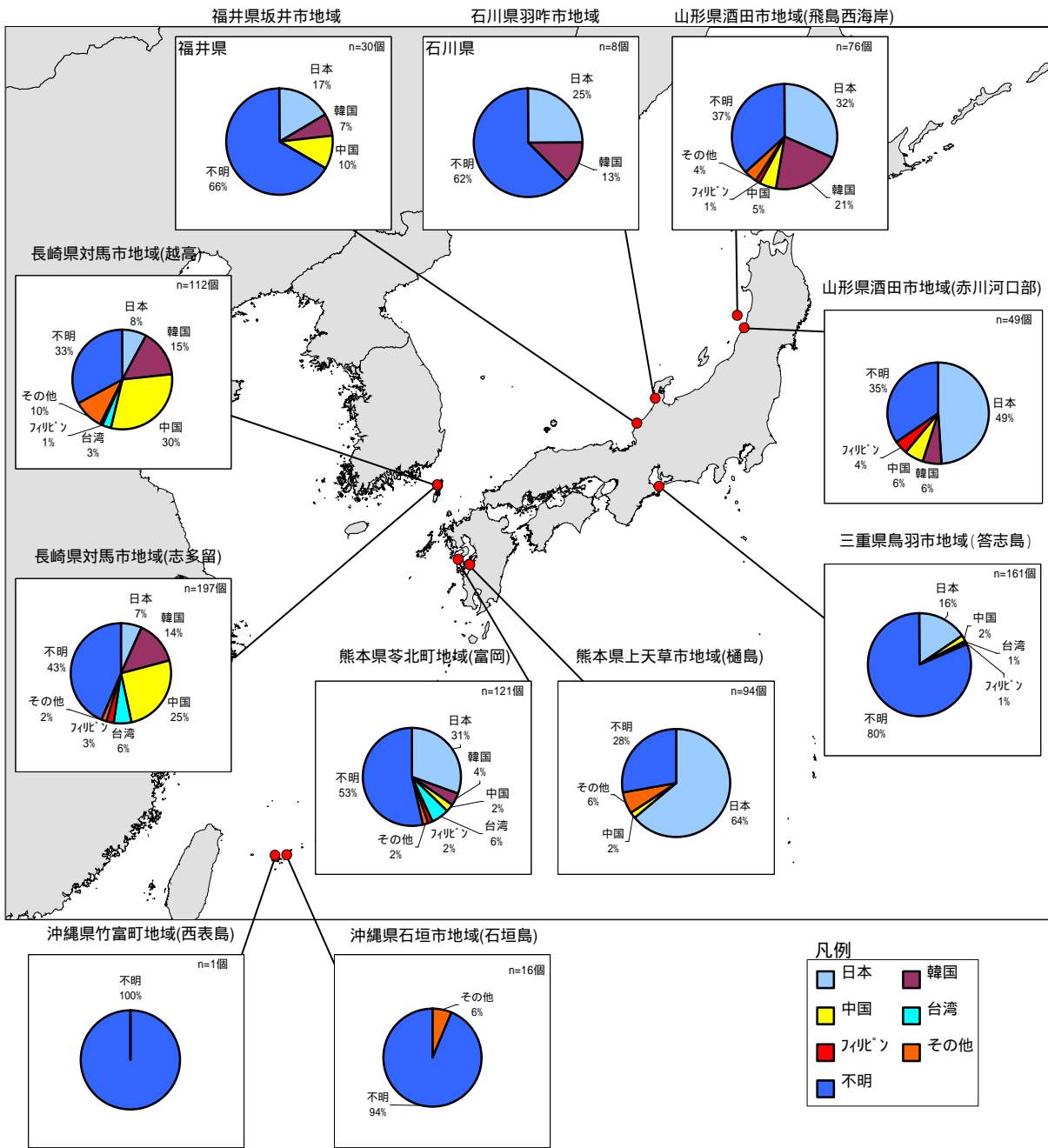


図 3.1-2 (1) ライターの国別集計結果 (第 1 回)

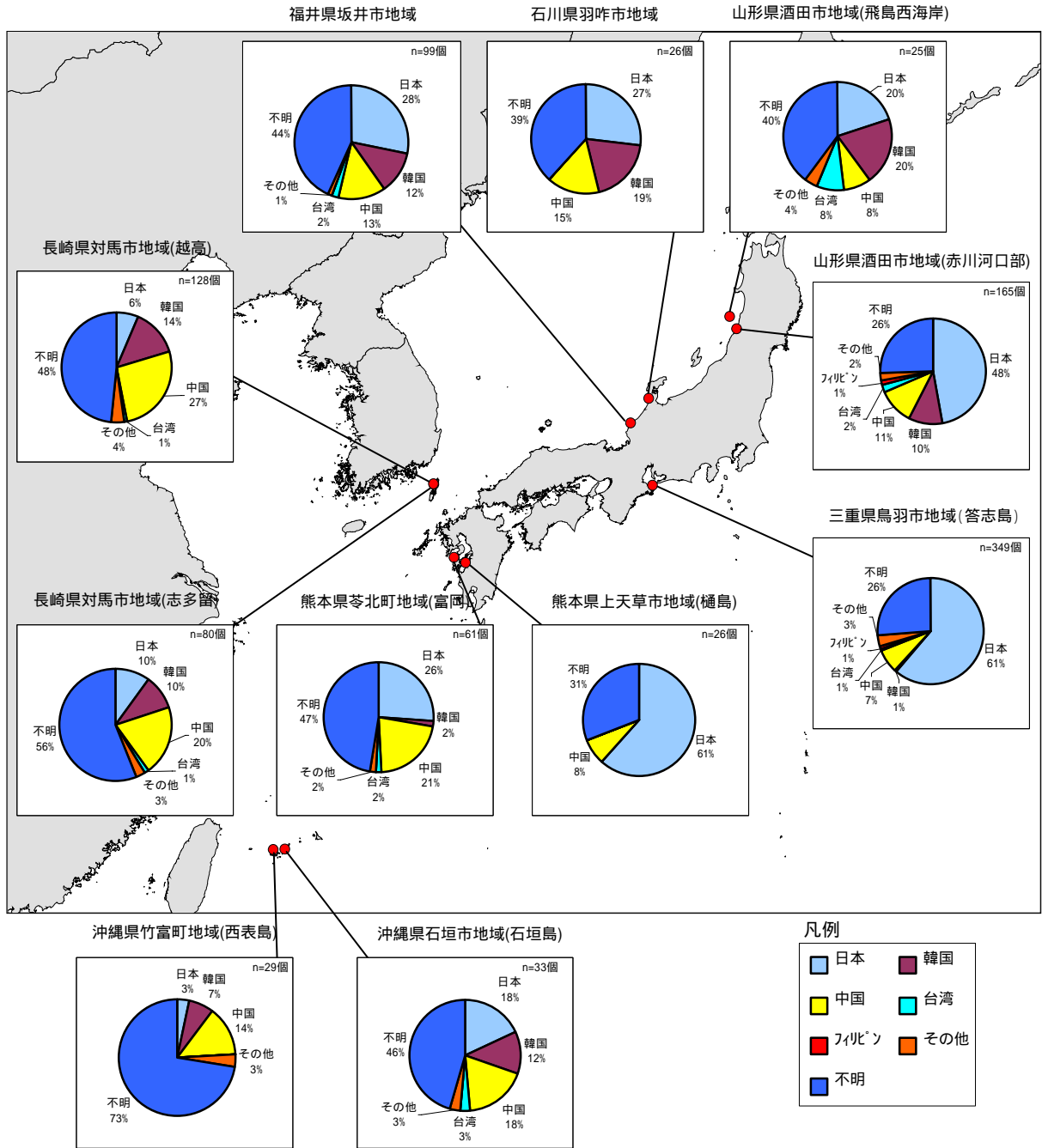


図 3.1-2 (2) ライターの国別集計結果 (第2回~第6回)