

2. 効率的かつ効果的な漂着ゴミの回収・処理方法（石垣島地域）

当報告書Ⅰ章で整理した調査結果及び地域検討会における論議内容から、当該地域で実施可能な漂着ゴミの回収・処理方法の概要を整理すると表 2-1 に示すとおりである。

表 2-1 当該地域における漂着ゴミの回収・処理工程の整理

工 程	方法
回収（回収・搬出）	人力で行うことが原則。搬出が困難な場合は人力以外の方法も検討する。
運搬（収集・運搬）	業者運搬あるいは自己運搬。
処分	一般廃棄物は石垣市の処分場、処理困難物等は業者処分。

本節 2.1～2.3 では、表 2-1 に示した回収・運搬・処分それぞれ、あるいは全体の工程を通して効率的かつ効果的な手法について検討した。

ここで効率的・効果的な方法は、表 2-2 に整理した考え方を基に検討することとした。

表 2-2 効率的・効果的な回収・処理方法の考え方（案）

工 程	効率的な方法	効果的な方法
回収（回収・搬出）	・ 作業員の確保 ・ 回収用具の選択 ・ 回収時の作業分担 ・ 回収効率と動員可能な作業員数を考慮した回収体制 ・ 海岸の地形に合わせた搬出方法の選択	・ 回収時期の選定 ・ 回収するゴミの種類の優先順位 ・ ゴミの種類毎の取扱い ・ 処分方法に合わせたゴミの分別
運搬（収集・運搬）	・ 運搬方法、車両等の選択 ・ 運搬業者との連絡調整	・ 運搬車へゴミを積込むための集積場所の選択
処分	・ ゴミの種類毎の処分方法の整理	・ 減容等の手法の導入とその費用効果の整理

【参考】「回収・処理」の語意について

回収：回収から仮置き場までの搬出を含む。

処理：運搬と処分が含まれる。運搬は仮置き場から収集して処理場までの運搬を、処分は処理場などでの埋立・焼却等の処分を意味する。

2.1 効果的な回収時期

石垣島地域（調査範囲及び調査範囲と方角が同じ向き（主に北向き）の海岸）における効果的な漂着ゴミ回収時期は、年1回の実施であれば4月であり、複数回の実施であれば10月～4月の間で計画し、最後の回収を4月とする。以下に理由を述べる。

この地域にゴミが漂着する時期は、主に冬場の北東からの季節風の時期（10～3月頃）であり、この季節風がゴミの漂着に大きく寄与していると考えられる。例年では4月になれば季節風はほとんど治まっており、ゴミの漂着量も大きく減少する。

石垣島地方は、例年5月初旬から6月中旬頃までが梅雨の時期となる。この期間は雨日が続き降雨量も多いため、回収作業は困難である。初夏を迎えると冬とは逆に南よりの風が主体となり、調査範囲となっている北向きの海岸ではゴミの漂着が極端に少なくなる。また、10月の季節風が吹き始める時期までは、台風通過の様な非定常的な気象条件が無ければ大量のゴミの漂着はない。また、夏季は気温が上昇するが特に砂浜の上では日中は高温となるため、快晴下の海岸での回収作業は過酷な労働になってしまう可能性が高い。更に、夏季には海岸植生帯にツマグロスズメバチが巣を作る事例が確認されている。また、他の季節に比べ夏季には海岸近くで見られるサキシマハブの数が多くなるといった指摘も受けており、回収作業中に危険生物に遭遇するリスクも高くなる。

したがって、海岸清掃を1年に1回実施するのであれば、実施時期を4月頃に計画することが最も回収の効率が良く、作業員の安全性も確保された回収作業になると考えられる。

一方、1年間に複数回の回収を実施するのであれば、10月～4月の間で複数回計画することが妥当である。複数回の回収では、1回あたりの回収量を少なく、必要な作業員数も少なく抑えることも可能である。ただし、最後の回収実施は4月とするべきである。

石垣島地方の効果的な漂着ゴミ回収時期について表 2.1-1 に整理した。

表 2.1-1 石垣島地方の効果的な漂着ゴミ回収時期

10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月
季節風によりゴミが大量に漂着する時期 → 複数回に分けて回収する場合はこの時期に行う						効果的な回収時期	梅雨 作業し辛い	猛暑と危険生物のリスク → ゴミの漂着は少ないが、台風等により漂着の可能性あり			

2.2 回収・処理方法の試案

2.2.1 回収方法

(1) 回収方法の基本的な考え方

石垣島における漂着ゴミの回収方法について、基本的な考え方は以下のとおりである。

表 2.2-1 石垣島地域における漂着ゴミ回収方法の基本的な考え方

回収方法	石垣島は、その海岸線の殆どが西表石垣国立公園に指定されており、貴重な自然を有していることから、重機類は極力使用せず、人力による回収を行う。
回収ボランティア ・作業員の確保	石垣島の人口は八重山諸島全体の約 80%、約 47,000 人と多く、また、近年はボランティアによる海岸清掃が盛んである。参加者 100 人以上の規模のボランティア清掃の実施が十分可能である。 回収ボランティア・作業員の募集は、新聞、八重山環境ネットワークのHP、行政・地区公民館単位の広報活動等で行う。
回収するゴミの種類	海岸のゴミの量と回収を行う作業員やボランティアの数を考慮し、全てのゴミを回収できないと判断される場合には、その海岸の状況に応じて回収するゴミの種類に優先順位を付ける考え方もある（例えば人工系のゴミを優先的に回収する等）。 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、廃油ボールは多数の作業員が海岸を踏み潰すと回収し辛くなるので先立って回収を行う等）。

(2) 回収用具等について

人力による回収作業には、通常よく使われる容量 45ℓのビニール袋だけでなく、建築現場や農作業などに使われる自立式の万能袋やフレコンバッグ（トン袋）等も組み合わせて使用すると回収効率が上がる。実際に石垣島におけるクリーンアップ調査では、回収作業にビニール袋、土のう袋、自立式万能袋、フレコンバッグ等を用いて回収作業を実施した（表 2.2-2）。

表 2.2-2 石垣島の調査においてゴミ回収に使用した主な袋類と使用状況等

袋の種類	石垣島調査での使用状況等
45ℓビニール袋 	片手で回収できるサイズのゴミを回収するのに使用した。90ℓのタイプを使用した方が効率が上がる場合もある。袋の色で回収するゴミの種類を分ける方法もある。
土のう袋 	ガラス、電球等の回収に使用した。
密閉式ビニール袋、レジ袋 	廃油ボールやライター等、海岸で分別しておきたい小型のゴミの回収に使用した。
自立式の万能袋 	プラスチック製の漁業用ブイや流木など、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に使用した。また、無作為にゴミを回収し、後で分別する場合でもビニール袋を使用するよりも効率良く回収できる。 サイズは色々あるが、海岸で人が担いで歩けるサイズ（150～250 L 程度）が使いやすい。
フレコンバッグ（トン袋） 	本来は集積したゴミを最後にまとめるために使用するが、海岸に発泡スチロールやペットボトル等の重量の軽いゴミが多く漂着している場合には、海岸で使用すると効率が良い。
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程度のものが使いやすい。

※作業効率向上のためには、自立式の万能袋の導入が特に効果的である。

(3) 回収作業の役割分担

回収作業にはゴミを拾うだけでなく、搬出や分別等様々な役割があるため、回収作業を行う人数に応じた役割分担を行っておくと効率を上げることができる。表 2.2-3 及び図 2.2-1 に一例を示す。

表 2.2-3 回収作業員が 50 名程度で 150m の海岸でゴミ回収を行う場合の役割分担の例

役割	人数	作業内容
作業リーダー	3	予め計画したゴミの種類毎の優先順位や回収順位に従って効率的に回収作業が進む様に作業を統率する。常に海岸全体の作業状況を把握できる様にする。相互の連絡は携帯電話よりもトランシーバーが使いやすい。
回収	35	通常のゴミ回収作業を行う。ビニール袋、土のう袋、自立式の万能袋、トン袋等を効率的に利用する。
分別	5	回収作業が後半に入ったら、回収を行う作業員のうち数名が分別作業に移る様にする。
廃油ボール担当	2～3	廃油ボールの回収は、ゴミバサミや割箸等を使用するため、専門の回収担当者が必要になる。廃油ボールが多く漂着している場合には、ゴミ回収作業の初めに全員で廃油ボールを回収し、後に通常の回収作業を行った方がよい場合もある。
危険物担当	2	注射器、バイアル等の医療系廃棄物や薬品瓶等の危険物の回収には専用の回収箱が必要なため、担当者が必要になる。作業リーダーが兼任できる。
運搬・搬出	10	海岸での運搬、道路や集積場所への運搬作業を行う。必要に応じてリヤカーや軽トラックを活用する。



図 2.2-1 石垣島独自調査の状況（左）と廃油ボールの回収（右）

(4) 漂着ゴミの種類による特徴と問題点について

a. ゴミの種類による回収処理方法と問題点

本調査において回収された漂着ゴミの種類と容量は、石垣島・西表島共に同様の傾向を示している。独自調査による回収結果では、容量でみれば発泡スチロール・ペットボトル・漁業用ブイ・その他プラスチック類といったプラスチック系のゴミが概ね全体の70%以上を占める結果となっていた。これらの中では特に発泡スチロールが多く回収され、容量で全体の約25～50%を占める結果となっていた。

本調査で回収された主なゴミの種類毎に、回収・処理方法や再利用等の情報を以下のとおり整理した。

表 2.2-4 主な漂着ゴミの回収処理方法と問題点（表中の容量割合は、独自調査の値）

ゴミの種類	容量割合	回収	処理	再利用	主な問題点
発泡スチロール	25～47%	人力	産廃	不可	劣化・分解すると回収が困難になる。また小動物の餌になっている事例も確認されており、生態系への影響が懸念される。
漁業用ブイ	6～25%	人力／水が内部に混入している場合には、できる限り抜く。	〃	漁業関係者による再利用の可能性があるが、殆どの場合には劣化が著しく、再利用は不可。	プラスチック系のゴミの中では比較的重量があり、浜に多く溜まると回収が困難になる。
ペットボトル	5～16%	〃	〃	不可	軽いので移動しやすい。
他プラスチック類	11～37%	人力／細かいプラ片は回収に時間を要する。	〃	不可／石垣市では資源化が検討されている。	細かいプラ片等は漂着後時間が経過すると砂に潜りこんだりして回収が困難になる。
流木・木材	0～36%	再流出防止を最優先とすることが適当。	〃	石垣島で冬場に使用するマキとして再利用された実績がある／赤土や海岸線の砂の流出防止に利用、また炭にすれば土壌改良材になるとの意見あり。	再流出する等により船舶の安全航行へ支障を及ぼすことが懸念される。
廃油ボール	僅か	人力／回収方法に工夫が必要／踏み潰すと回収し辛くなるので他のゴミ回収前に集中的に実施すると効果的。	〃	不可	周辺環境に大きな影響を与える可能性が高いと考えられる。
医療系・薬品・スプレー缶等危険物	僅か	人力／回収には安全対策が必要。	〃	不可	放置すると安全上問題が大きい。

b. 流木の取扱い

沖縄県地域検討会においては、流木の取扱いについて、船舶航行の安全確保のための再流出防止を最優先にするという観点から様々な論議が行われ、その内容に沿う形で独自調査を実施した。本調査における流木の取扱いについて、検討結果を以下に整理した。

- ①本モデル調査では、石垣島、西表島において、環境への配慮から海岸への重機の導入は行わないという方針により、回収は全て人力により行っている。ただし、人力でのゴミ回収には限界があり、大型の流木については、運搬に使用する道路からのアクセスが悪い（海岸への進入路の足場が悪い、遠い等）海岸では回収が困難な場合がある。
- ②流木はできる限り回収することが望ましいが、回収が困難な場合は、船舶航行の安全確保のための再流出防止策を取ることを最優先とする考え方もある。この場合、海岸植生帯が発達し、流木の自然利用（小動物の利用、自然分解）が期待できる海岸（図 2.2-2）では、できるだけ陸側へ移動させ、再流出を防ぐ方法がある。地域検討会においては、漂着した流木の自然利用が行われる海岸では、回収の必要がないとの指摘もあった。
- ③本モデル調査では、海岸周辺の植生帯が乏しい一部の海岸（図 2.2-3）において、次ページ図 2.2-4 の様にできるだけ陸側に移動させ固定する事で再流出を防ぐ方法を試みた。ただし、この方法は、海岸の幅を狭めてしまう事に留意する必要があり、継続的に実施できる方法かは疑問があり、あくまで緊急避難的な対策オプションの一つとして位置付けられるものであると考えられる。
- ④八重山漁協によるヒアリング結果から、漂着した流木のうち、実際に再流出した場合に船舶への影響が懸念される大きさは直径 10cm 以上である。また、流木が実際に船に当たった場合には、軽ければ浮いているのではじかれ問題はないが、沈むものについては船体やプロペラを痛める危険性があると指摘されている。
- ⑤災害と位置づけられる甚大量の漂着があった場合の対処方法の一つとして、重機導入による回収についても検討しておく必要がある。重機の導入に関しては、海岸とその生態系に配慮する必要がある。例えば、重機による回収は、不整地運搬車の様なキャタピラで走行する車両を導入するべきであるとの意見が出されている。キャタピラは、浜に対しその面全体で重量の負荷をかけるため、タイヤよりも負担が少ない。また、石垣市では、浜に負担をかけないために、海岸の流木の回収にトラクターを導入した実績がある。



図 2.2-2 海岸植生帯が発達し、流木の自然利用が期待できる海岸の例
左：石垣島調査地点 1 周辺 右：西表島調査地点 6 周辺



図 2.2-3 海岸植生帯が乏しく、流木の自然利用が期待できない海岸の例
左：石垣島調査地点 2 周辺 右：西表島調査地点 1 周辺



<12 月実施時>

↓↓↓



<4 月調査時>

図 2.2-4 西表島で実施した流木の流出防止措置（杭による固定）

c. 流木等の野焼きについて

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、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。

流木の焼却に関する法令は、次のように規定されている。

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

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

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

**【廃棄物の処理及び清掃内観する法律施行令】（昭和 46 年 9 月 23 日政令第 300 号）
（焼却禁止の例外となる廃棄物の焼却）**

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

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

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

各都道府県・各政令市廃棄物行政主管部（局）長あて

厚生省生活衛生局水道環境部環境整備課長通知

（平成 12 年 9 月 28 日衛環 78 号）

第一二 廃棄物の焼却禁止

一～三 （略）

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

五～八 （略）

ただし、やむを得ずに流木を野外において焼却する場合には、周辺の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、灰の取扱い等周辺の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。

(5) 回収処理方法の試案

石垣島では、漂着ゴミの回収方法は主に人力である。ここでは、石垣島の調査範囲を対象として、年に1回、ゴミの年間漂着量全てを回収することを前提として、その体制について試案を行った。

a. 回収・運搬・処分の推定に係る前提条件

- ・ 年1回、漂着ゴミの全量を回収、運搬処分する。実施時期は4月頃を想定する。
- ・ 回収範囲は独自調査と同様に米原地区～吉原地区（回収可能な海岸距離 3,380 m）
- ・ 回収作業には、重機は使用せず全て人力で行うこととする。
- ・ 回収に係る作業員は地域住民、シルバー人材センター等から募集する。
- ・ 回収対象とする漂着ゴミ量は独自調査による年間漂着量 315 m³とする。
- ・ 必要な作業員数を定めるにあたっては、独自調査における1日の実作業時間を参考に1日の作業が6時間の場合と、石垣島地域における一般的なボランティア活動時間を参考として1日の作業が1.5時間の2通りから想定し、両者の数を比較して石垣島地域で実現しやすい方を選択する。
- ・ 1人が1日(6時間)あたりに回収するゴミの量は1.02 m³、1時間あたり 0.17 m³とする（独自調査において、最も回収効率の良かった12月調査時の実績とした）。
- ・ 回収したゴミは、適切に分別した後、地区毎に所定の集積場所へ運び、運搬業者に引き渡す。
- ・ 回収作業は米原、吉原の地区単位で実施する。作業員の集合場所はそれぞれ米原公民館、吉原公民館とする。

b. ゴミの回収量と必要な作業員数

独自調査結果による年間漂着量を米原、吉原地区分それぞれに整理し、必要な作業員数を求めた。作業員数は、1日6時間回収する場合と、通常のボランティア活動と同じ1.5時間回収する場合の2通りについて求めた。1日6時間回収する場合では309人、1.5時間回収する場合は1235人の作業員が必要となった。石垣島の人口や地域の事情を考慮すると、1235人の作業員を集めることは困難と思われるため、ここでは1日6時間の回収を309人で実施する体制を選択することとした。それぞれの地区の作業員数の内訳は、米原地区63人、吉原地区246人となった（表 2.2-5）。

表 2.2-5 米原・吉原地区それぞれのゴミ回収対象量と必要な作業員数

地 区	回収効率 (m ³ /時間/人)	ゴミ回収対象量 (年間漂着量) (m ³)	1人1日6時間回収 する場合に必要な人 数	1人1日1.5時間回収す る場合に必要な人数
米 原	0.17	64	63	251
吉 原	0.17	251	246	984
合 計		315	309	1235

c. 1日に募集可能な作業員数の想定及び作業工程の策定

必要な作業員数から、米原・吉原地区それぞれの作業日数と1日あたり必要な作業員数、1日の回収量の目安等を求めた。米原地区・吉原地区の1日あたりの作業員数は、独自調査の実績から、両地区で募集可能な人数を判断した。作業日数は、1日あたりの作業員数と作業効率、回収するゴミ量から算定し、米原地区を3日間、吉原地区を4日間とした。

また、事項に1日の回収量の目安を基にして、作業日毎の回収範囲を計画した。

なお、作業実施の曜日設定は、石垣島地区では観光業に従事している住民が多いことを考慮すると、休日と平日を組み合わせる必要があると思われる（表 2.2-6）。

表 2.2-6 地区毎の作業日数と1日あたり作業員数、回収量の目安等

地 区	作業日数	作業員/日 (6時間/日の作業とする)	1日あたり 回収量目安 (m^3)	作業員 延べ人数	作業実施日の構成 (例)
米 原	3	25	25.5	75	休日1日 平日1日
吉 原	4	65	66.3	260	休日2日 平日2日

d. 必要な回収用具等

必要な作業員数や海岸の特性等から、回収作業に使用する用具等の必要数を整理した。
(表 2.2-7、表 2.2-8) なお、必要な回収用具とその用途等の詳細は、表 2.2-2 を参照。

表 2.2-7 回収作業に必要な袋類等

袋等の種類	45Lビニール袋 5枚/人/日	土のう袋 (20L) ⁽¹⁾	密閉式ビニール袋 及びビニール袋 0.1枚/人/日	自立式万能袋 (200L) ⁽²⁾ 0.5枚/人/日	トン袋 ⁽¹⁾	小型クーラー ボックス ⁽²⁾
回収の対象	比較的小さなゴミ全般	ビン、ガラス片 電球・電池等	廃油ボール	漁業用フイ・流木等大型のゴミ	全般	注射器、薬品瓶等の危険物
米原地区必要数	400	20	10	15	100	2
吉原地区必要数	1300	100	30	35	300	2

(1) 土のう袋及びトン袋の必要数は、独自調査結果より、地区別に回収対象となるゴミの年間漂着量から求めた。

(2) 自立式万能袋と小型ボックスは再利用できる。

表 2.2-8 海岸におけるゴミの運搬・搬出に必要な軽車両等

必要な軽車両等	リヤカー	軽トラック
米原地区必要数	2	1
吉原地区必要数	2	2

e. 回収日程と範囲

米原、吉原地区毎の回収日程とその範囲等を以下に整理した。1日あたりの回収範囲については、回収範囲を独自調査と同様に区域分けし、それぞれの区域のゴミ量（年間漂着量）と1日あたりの回収量目安から求めた（表 2.2-9、図 2.2-5）。

表 2.2-9 回収区域と地区毎の回収日程等

回収区域	吉①②③⑪ ⑫⑬	吉④⑤⑥⑦	吉⑧⑨⑩	米③④	米②	米①⑤⑥	合計
海岸距離(m)	680	480	590	199	580	851	3380
回収量（年間漂着量）(m³)	135	49	68	23	12	29	315
米原地区日程				3日目	2日目半日	1日目及び 2日目半日	
吉原地区日程	3・4日目	2日目	1日目				

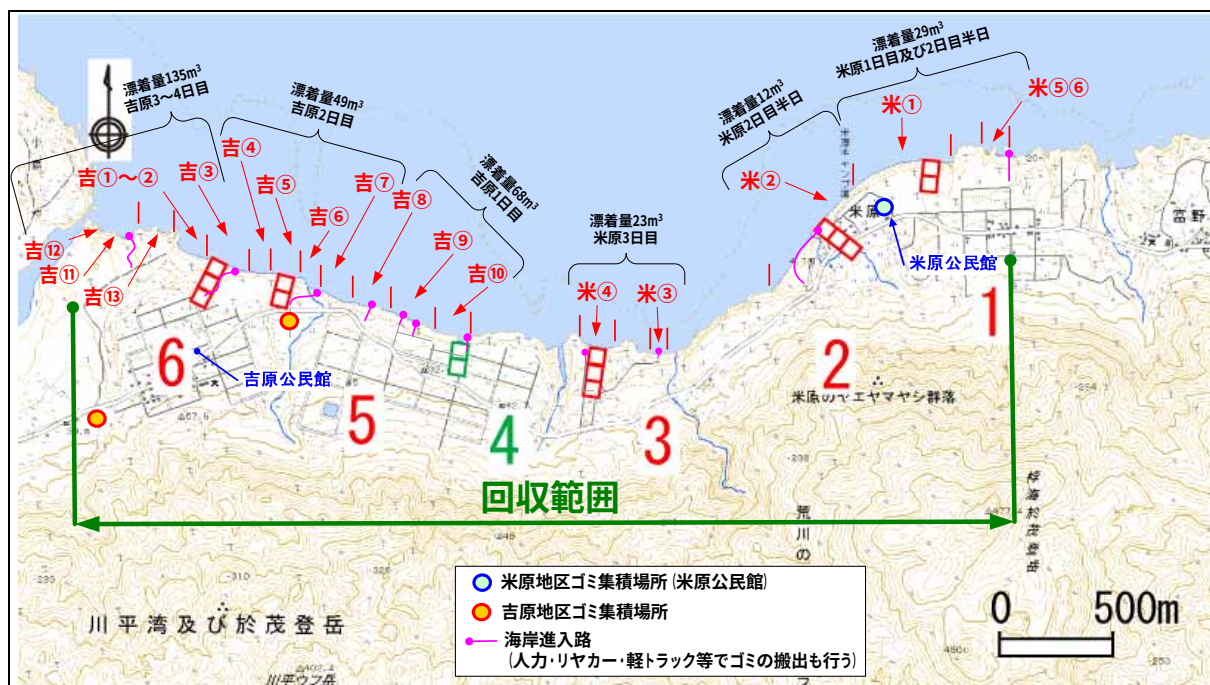


図 2.2-5 回収範囲と日程及びゴミ集積場所、海岸進入路等

f. 回収・処理方法

海岸で回収したゴミは、一般廃棄物、処理困難物等に分別し、上記図中の集積場所へ集め、運搬業者に引き渡す。

2.2.2 搬出方法

海岸からのゴミの搬出は、作業員の体力的な負担と効率の両面を考慮し、適切な方法を選択する必要がある。以下にその考え方を示す。

表 2.2-10 石垣島における漂着ゴミの搬出方法について

海岸におけるゴミの運搬	海岸におけるゴミの運搬には、人力だけでなく、リヤカーを利用すると効率を上げることができる。  リヤカーによるゴミの運搬
海岸進入路におけるゴミの搬出	石垣島では、道路に面していない海岸が多く存在するため、このような海岸では回収しても直ぐにゴミを運搬車に載せることができない。海岸への進入路はあぜ道であったりリヤカーや軽トラックなら通れる道であったり様々であるので、その場所に応じた搬出方法を選択する。軽トラック（四輪駆動が望ましい）の利用が最も搬出効率が良い。軽トラック等小型車両を利用しないと大型のゴミを搬出できない場合もある。  軽トラックによる海岸からのゴミの搬出
小型船舶による海岸からの搬出	海岸におけるゴミの運搬が長距離に及ぶ、また道路への搬出が困難な海岸では、小型船舶等により海岸から直接ゴミを搬出する方法も検討する。  本調査で実施した小型船舶による海岸からのゴミ搬出の検証状況

2.2.3 収集・運搬方法

運搬に使用する車両は、様々なタイプが想定されるが、集積場所やゴミの量によって適切な車両を選択するべきである。また、運搬の効率を上げるためには運搬業者との連携にも工夫が必要である。石垣島における漂着ゴミの搬出方法について以下に整理した。

表 2.2-11 石垣島における漂着ゴミの搬出方法について

運搬車両の種類	運搬に使用する車両は、軽トラック、4t あるいは 10t クラスのトラックやクレーン搭載車両等が考えられる。使用する車両の種類は、実際に運搬するゴミの量や集積の形態（トン袋詰や流木を束ねた状態等）によって最も効率的なもの、あるいは効率的な組合せを選択する。
集積場所	運搬車へのゴミ積み込み作業の効率を上げるには、集積場所は可能な限り集約し、大型車を使用する場合には、大型車が作業可能な場所を選択する。 特にクレーン搭載車両を使用する場合には、電柱や電線とクレーンとの接触に留意する必要がある。  運搬車へのゴミ積載作業
運搬業者との調整	①大型の流木や冷蔵庫、タイヤ等、フレコンバッグに入れることのできないゴミについては、運搬業者が作業しやすい様に、事前に業者と集積方法について打合せておく。 ②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様に業者と調整する。
石垣市の所有車両の活用	石垣市では、ゴミの運搬用途に使用できる 2t トラックと軽トラックを 1 台ずつ所有しており、土曜日と日曜日は利用可能である。回収したゴミの量に応じて、これら石垣市が所有する運搬車を利用することも検討する。

2.2.4 処分方法

漂着ゴミの処分方法と独自調査におけるゴミの分別方法は表 2.2-12 及び表 2.2-13 に示すとおりである。また、石垣島地域における漂着ゴミの回収・運搬・処分の流れを図 2.2-6 に示す。

表 2.2-12 石垣島における漂着ゴミ処分方法等について

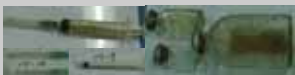
一般廃棄物	一般廃棄物のうち可燃物は石垣市クリーンセンター、不燃物は石垣市一般廃棄物最終処分場で処分可能である。
処理困難物	処理困難物は島内の業者処分場で処分可能である。
医療系廃棄物 	医療系廃棄物や、中に入っている薬品が判明できる薬品瓶等は、島内で運搬業者へ引き渡し、処分は沖縄本島で行う。 注) 医療系廃棄物は「特別管理産業廃棄物収集運搬業」の許可を取得した業者でないと運搬できない。薬品は、中身によっては特別管理でない廃棄物になり得る。
中身が不明であるが薬物の可能性のある容器等 	中身が不明の薬品ビン、農薬類、劇薬が入っている可能性のある容器等が回収された場合には、石垣市生活環境課が相談窓口となり、処分方法を検討・指示する。石垣市では中身が判明できない場合や処分方法が判らない場合には、石垣市から沖縄県八重山支庁 八重山福祉保健所など関係機関へ連絡し、取扱いについて相談する。
発炎筒など発火性・引火性のあるもの 	発炎筒など発火性・引火性のある漂着ゴミが発見された場合には、回収作業員が自ら回収せず、触らない様にし、警察や海上保安庁へ連絡し回収処理をお願いする。仮に作業員が回収してしまった場合には、石垣市へ引取りをお願いし、石垣市が適正な処分を実施する(原則として発見された場所の属する市町村が処分を行う)。

表 2.2-13 石垣島の独自調査におけるゴミの種類と分別

一般廃棄物	ビン、ガラス片
	ペットボトル
	缶類
	電球、電池、電子体温計
	木くず・紙くず
処理困難物	発泡スチロール
	漁業用ブイ
	他プラスチック
	鉄くず
	廃油ボール
	その他
流木	流木・木材等
医療系廃棄物	注射器・バイアル等



図 2.2-6 石垣島地域における漂着ゴミの回収・運搬・処分の流れ

2.3 試算に基づく費用の試算

2.3.1 前提条件

前提条件は、「2.2.1 回収方法 (5) 回収処理方法の試算」と同条件とした。

更に、運搬処分費用の推定については、通常の回収運搬処分の場合の他に、発泡スチロールの減容化を行った場合の2通りの費用を推定した。したがって、運搬処理費用の推定は以下の3通りについて実施した。

①通常の運搬処理(発泡スチロールの減容をしない場合)

②回収した発泡スチロールを運搬し海岸から離れた場所で溶剤により減容した場合

③減容剤を海岸へ運搬し、回収場所で溶剤により減容した場合

※②と③を分けたのは、発泡スチロールを海岸から運搬し減容する場合には、発泡スチロールの運搬費が発生する。つまり、両方で運搬処分費が違う結果になるためである。

2.3.2 回収費用

「2.2.1 回収方法 (5) 回収処理方法の試算 d. 必要な回収用具等」で整理したビニール袋やトン袋等の回収に必要となる回収用具の購入費を推定した(表 2.3-1)。

表 2.3-1 回収用具の購入費

(上：通常の運搬処理の場合 下：海岸で発泡スチロールを減容する場合)

袋等の種類	45L ¹ ニール袋	土のう袋 (20L) ⁽¹⁾	密閉式 ¹ ニール袋	自立式万能袋 (200L) ⁽²⁾	トン袋 ⁽¹⁾	小型クーラー ボックス ⁽²⁾	購入額 合計
購入数	1700	120	40	50	400	4	¥471,400
単価	¥10	¥15	¥15	¥880	¥1,000	¥2,000	
購入額	¥17,000	¥1,800	¥600	¥44,000	¥400,000	¥8,000	

袋等の種類	45L ¹ ニール袋	土のう袋 (20L) ⁽¹⁾	密閉式 ¹ ニール袋	自立式万能袋 (200L) ⁽²⁾	トン袋 ⁽¹⁾	小型クーラー ボックス ⁽²⁾	購入額 合計
購入数	1500	120	40	40	320	4	¥380,600
単価	¥10	¥15	¥15	¥880	¥1,000	¥2,000	
購入額	¥15,000	¥1,800	¥600	¥35,200	¥320,000	¥8,000	

(1) 土のう袋及びトン袋の必要数は、独自調査結果より、回収対象となるゴミの年間漂着量から求めた。

(2) 自立式万能袋と小型ボックスは再利用できる。

(消費税を含まず)

2.3.3 収集・運搬費用

次項「2.3.4 処分費用」において、まとめて整理した。

2.3.4 処分費用

本項では収集運搬費用についてもまとめて整理した。

(1) 運搬処分に係る単価

運搬処分に係る単価を以下のとおり整理した（表 2.3-2）。

表 2.3-2 回収した漂着ゴミの運搬処分に係る単価

ゴミの種類	運搬費単価	処分費単価	補足事項
一般廃棄物	¥2,000/m ³	¥2/kg	
処理困難物	¥2,000/m ³	¥4,000/m ³	
流木	¥2,000/m ³	¥6,000/m ³	
医療系廃棄物	¥6,000/時間	¥250/kg	運搬費は島内の運搬費 処分費には石垣島→沖縄本島の運搬費も含まれている。

（消費税を含まず）

(2) 発泡スチロールの減容化

発泡スチロールを溶解しリサイクルするための溶剤を使用し、減容する場合の前提条件を整理した。溶剤は石垣島の業者からドラム缶単位で購入し、使用後はリサイクル用の有価物として搬出する。調査範囲の発泡スチロール年間漂着量 70m³を減容する場合について、その費用を次項で推定した。以下に費用に係る前提条件と費用推定結果を示す(表 2.3-3)。ここで、溶剤処理能力については、第 6 回調査時に西表島で実施した発泡スチロールの減容化試験の結果を使用した。

表 2.3-3 発泡スチロール減容化処理の前提条件

発泡スチロール処理量	70.02m ³	年間漂着量
溶剤処理能力	5m ³ /本	溶剤150ℓ入 ドラム缶1本
必要な溶剤数	ドラム缶14本	
溶剤費 ※予定価格	¥28000/本	ドラム缶1本あたり

（消費税を含まず）

(3) 運搬処分費の推定

1年間の漂着ゴミ量の運搬処分費を以下のとおり推定した(表 2.3-4)。ここで、一般廃棄物については、共通調査結果から得られたかさ比重(0.166)を用いてゴミの容量を重量に換算して運搬処分費の推定を行った。また、医療系廃棄物の運搬に要する時間を1時間とした。発泡スチロールの運搬処分費については、運搬後に減容する場合が最も高く、回収現場で減容する場合が最も安い結果となった。

表 2.3-4 回収した漂着ゴミの運搬処分に係る費用

ゴミの種類		年間漂着容量(m3)	年間漂着重量(t)※	通常の運搬処分		発泡スチロールを運搬し減容する場合		発泡スチロールを回収現場で減容する場合	
				運搬費(¥)	処分費(¥)	運搬費(¥)	処分費(¥)	運搬費(¥)	処分費(¥)
一般	ビン、ガラス片	2	0	3,333	553	3,333	553	3,333	553
	ペットボトル	18	3	35,887	5,957	35,887	5,957	35,887	5,957
	缶類	1	0	1,402	233	1,402	233	1,402	233
	電球、電池、電子体温計	1	0	1,135	188	1,135	188	1,135	188
	木くず・紙くず	13	2	26,092	4,331	26,092	4,331	26,092	4,331
	一般廃棄物 計	34	6	67,849	11,263	67,849	11,263	67,849	11,263
処理困難物	発泡スチロール	70	12	140,047	280,095	140,047	350,000	0	350,000
	漁業用ブイ	24	4	48,873	97,745	48,873	97,745	48,873	97,745
	他プラスチック	48	8	95,780	191,559	95,780	191,559	95,780	191,559
	鉄くず	1	0	2,655	5,311	2,655	5,311	2,655	5,311
	廃油ボール	1	0	1,092	2,184	1,092	2,184	1,092	2,184
	その他	1	0	1,081	2,162	1,081	2,162	1,081	2,162
処理困難物 計		145	24	289,528	579,056	289,528	648,962	149,481	648,962
流木	流木・木材等	137	23	273,192	819,577	273,192	819,577	273,192	819,577
医療系	注射器・バイアル等	0.02	0.004	6,000	1,069	6,000	1,069	6,000	1,069
合計		315	52	636,569	1,410,964	636,569	1,480,870	496,522	1,480,870

注1:容量・重量の推計値の「0」は0.5未満を示す。また、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:年間漂着重量は、共通調査結果から得られた比重0.166を用いて算出(医療系を除く)

(消費税を含まず)

(4) チェーンソーによる流木の切断に係る費用

独自調査では、チェーンソーによる流木の切断と回収を実施した(図 2.3-1)。切断回収したのは、10月の調査開始時点で既に調査範囲に漂着していた大型の流木であり、10月以降の調査期間中にはチェーンソーを必要とする大型の流木は漂着していない。

第3回調査時には、チェーンソーを使用した流木の回収を3日間実施し、チェーンソー作業員のべ8名により13.0m³の流木を切断・回収し、要した費用は¥211,100であった。また、運搬処分費は¥104,000であった。



図 2.3-1 チェーンソーによる流木の切断作業(左)と切断した流木(右)

2.3.5 回収・処理費用のまとめ

回収・運搬・処分に係る総費用は表 2.3-5 のとおりである。発泡スチロールの減容化により費用に差があるものの、総費用でみれば大きな差にはなっていない。発泡スチロールを回収現場で減容する場合は、通常の運搬処分に比べ約 6 % の費用削減となっている。

表 2.3-5 回収・運搬・処分に係る総費用

発泡スチロールの運搬処分方法	運搬費の合計	処分費の合計	回収用具費	総費用
通常の運搬処分	¥636,569	¥1,410,964	¥471,400	¥2,518,934
発泡スチロールを運搬し減容	¥636,569	¥1,480,870	¥471,400	¥2,588,839
発泡スチロールを回収現場で減容	¥496,522	¥1,480,870	¥380,600	¥2,357,992

(消費税を含まず)

<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。
- ・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。

なお、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 2.3-6 に示す。なお、人件費算出の条件は以下のとおりである。

- ・「2.2.1(5)回収処理方法の試案」で想定、整理した 1 日当りの作業時間、調査範囲のゴミの年間漂着量相当を回収するために必要なべ作業員数を算定の対象とする。

- ・人件費単価は、沖縄県の最低賃金 627 円/h（平成 20 年 10 月 8 日現在）を使用する。

（厚生労働省 HP：<http://www2.mhlw.go.jp/topics/seido/kijunkyoku/minimum/minimum-02.htm>）

表 2.3-6 回収作業に伴う人件費

ゴミ回収対象量 (年間漂着量) (m ³)	回収効率 (m ³ /時間/人)	1人1日6時間回収 する場合に必要な人 数	1日1人当り 人件費 (¥627/h×6時間)	総人件費
315	0.17	309	¥3,762	¥1,162,458

注 1) 上記と別の労働単価として、国交省・農水省による公共工事設計労務単価があり、業務委託する場合の作業員の標準的な単価が業種別に整理されている。この中で海岸のゴミ回収は「軽作業員」にあたると思われ、その単価は 8,800 円/日（平成 20 年度・沖縄県）となっている。

（国土交通省 HP：http://www.mlit.go.jp/kisha/kisha08/01/010328_4/03.pdf）

注 2) 地域住民による有償の回収作業や、ボランティア回収等の際にはボランティア保険を利用することも想定される。ボランティア保険料は条件によって様々であるが、50 円/人日程度が目安である。