

### 2012 年度 漂着ごみの油化に関する広域社会実験事業 報告書

2013年3月

公益社団法人 日本海難防止協会

#### まえがき

海岸に漂着する大量のごみは、美観を損ねるばかりか、生態系まで破壊することなどから、長年にわたり問題視されてきました。特に、季節風や海流の関係で、漂流ごみの通り道となっている離島の状況は極めて深刻です。当協会は 2009 年度から 2012 度までの 4 ヶ年にわたり、離島海岸の美化及び島内省エネの促進、さらには離島振興にもつながる社会貢献の達成を目的とした広域社会実験事業を行ってきました。

「宝の島プロジェクト」と名付けたこの取り組みの結果、油化装置を用いた海岸漂着ごみの新たな処理システムが、離島における海岸の美化や島内の省エネに貢献できることが検証されました。また、油化装置によって生成される、ごみ由来のエネルギーを利用した離島内での起業を通じ、過疎化・高齢化など離島が抱える社会問題の解決にも寄与するなど、多岐にわたる効果をもたらすことも検証されました。海岸漂着ごみが、文字どおり、離島を"宝の島"に変えるという画期的な取り組みとして、国内外のマスコミや地方公共団体等から大いに注目され続けました。

本年度、「宝の島プロジェクト」は、これまでの成果を踏まえつつ、実用化のための 最終段階として、実証レベルによる社会実験を展開し、特段の問題なく完結させまし た。また、ごみ由来のエネルギーを利用した離島活性化の具体策を示すため、鳩間 島においてケーススタディを行い、島民有志による水産加工業を実稼働させるに至り ました。さらに、海岸漂着ごみ問題を共通課題とする各離島を対象に、その解決に向 けた情報交換や検討の場を提供する等、「宝の島プロジェクト」を通じた離島の広域 連携を図ることができました。

このように、本事業は離島海岸の美化及び島内省エネの促進、さらには離島振興にもつながる社会貢献の達成という目的を成し遂げることができました。本事業は本年度をもって終了となりますが、「宝の島プロジェクト」が関係地方公共団体等によって引き続がれ、海岸漂着ごみ問題やエネルギー問題、過疎化や高齢化などに悩む全国の離島にさらに広まり、いずれも採算性を伴う実稼動や離島振興につながることを切に期待する次第です。

本事業の実施にあたり、ご協力を頂いた関係官公庁及び関係団体の皆様に、紙面 をお借りして厚く御礼申し上げます。

#### 漂着ごみの油化に関する広域社会実験事業 報告書

#### 目 次

1.	事業コンセプト	1
2.	事業内容	3
:	2.1 実証レベルによる広域社会実験	4
	2.1.1 検証型社会実験	5
	2.1.1.1 西表島及び鳩間島	6
	2.1.1.2 石垣島	22
	2.1.1.3 奄美大島	32
	2.1.2 イベント型社会実験	45
	2.1.2.1 石垣島	46
	2.1.2.2 久米島	49
	2.1.2.3 奄美大島(宇検村)	53
	2.1.2.4 与論島	57
:	2.2 海岸漂着ごみ問題に関する広域連携	59
:	2.3 離島振興のための具体策に関するケーススタディ	64
:	2. 4 周知宣伝	70
:	2.5 他の漂着ごみの油化に関する調査	75
3.	事業の年間スケジュール	77
4.	P 40-7-7-7	
5.	マスコミ取材	81
6.	まとめ	

#### 参考資料

参考資料1 他の漂着ごみの油化に関する調査(2.5 関連) (ポリプロピレン製漂着ごみの処理に向けた展開)

参考資料2 宝の島プロジェクト マニュアル(6. 関連) (検討手順等の一例)

参考資料3 宝の島プロジェクト パンフレット(2.4 関連)

#### 1. 事業コンセプト

海岸に漂着する大量のごみは、美観を損ねるばかりか、海岸に生息する動植物等の生態系まで破壊することなどから、長年にわたり問題視されてきた。特に、季節風や海流の関係で、漂流ごみの通り道となっている離島の状況は極めて深刻である。離島を有する地方公共団体は、海外など他の地域から流れてきたごみを常に回収し、海岸を保全するという対応に追われ続け、財政負担を強いられてきた。

2009 年、海岸漂着物処理推進法が成立し、地元公共団体は海岸漂着ごみの回収・処理やご み減少のための啓発活動等に際し、国から一定枠の財政支援が得られるようになった。しかし、 日本の海岸に漂着するごみの量は、少なく見積もっても年間約100万立米以上、最大400万立方 メートルに達すると推計されている。財政支援が得られるにしても、回収するための労務負担や焼 却処理に伴う環境負荷は甚大である。

ところで、奄美群島、沖縄諸島、先島諸島等の南西諸島の各離島では、海岸に漂着するごみのうち、発泡スチロールの割合が他のエリアに比べて多く、容積率で全体の約30~40%となっている。海岸に漂着する発泡スチロールは、一般家庭から排出される食品トレー等とは異なり、ダイオキシン発生の原因となる塩分のほか、貝殻・砂等の不純物が多く含まれている。また、海外から漂着した発泡スチロールの場合、不燃剤として臭素が含まれていることが多い。臭素は強酸性のため、中和処理を講じない限り、リサイクルプラントや焼却炉等を腐食させるおそれがある。こうしたことから、海岸漂着発泡スチロールは、リサイクルはおろか、焼却することすら困難な"厄介者"とされてきた。

実は、どのような状態の発泡スチロールであっても、油化装置と呼ばれるプラントを使って適正に処理すれば、スチレンを主成分とする石油エネルギーに変換することができる。油化装置は焼却ではなく、熱分解の原理を応用しているため、ダイオキシンや不純物等の問題もクリアできる。スチレンはガソリン等と同じ引火性の液体で、焼却炉やボイラー、ディーゼル発電機等の代替燃料となり得る。海岸漂着ごみをエネルギーに変えるというアイデアは今までにもあったが、実効性を伴う具体的な取り組みはなされていなかった。

本事業は、離島に漂着する大量のごみのうち、発泡スチロールについて、専門家及び大規模な施設等を要することなく、地域住民が簡便な方法で石油エネルギーに変換し、これを当該地域社会において有効活用することを基本形とした、新たな社会システム構築のためのモデル事業である。具体的には、移動式の小型軽量油化装置を車両に搭載し、主に南西諸島の各離島を広域的に巡回、そして、海岸清掃活動等によって回収された漂着ごみのうち、発泡スチロールを同装置によって石油エネルギーに変換、これを発電用燃料とし、当該発電による新たな事業を島内に創出する等の取り組みを行うものである。

このように、本事業は離島海岸の美化及び島内省エネの促進、さらには、ごみ由来のエネルギーを活用した離島内での新たな事業の創出等、離島振興にもつながる社会貢献の達成を目標とした。

#### 2. 事業内容

本事業は通称「宝の島プロジェクト」と称し、2009 年度、沖縄県・竹富町・鳩間島を実験地として 選定、新たな社会システムを構築するためのモデル事業としてスタートした。「宝の島プロジェクト」 は、島民有志が自らの力で島内に設置した固定式油化装置を動かし、海岸で回収した漂着発泡 スチロールをスチレンに変換、これをボイラー等の燃料として島内活用する、一般市民主導・参加 型の海岸漂着ごみ対策をその内容とした。鳩間島での社会実験は 2010 年度まで続けられ、新た な社会システムとして実用化の可能性が極めて高いことが検証された。

さらに、2011 年度には、鳩間島で培った実績を他の離島にも伝承すべく、小型軽量化に成功した油化装置をトラックに搭載し、南西諸島等を広域的に巡回する、いわゆる"離島キャラバン隊"活動を開始した。その結果、スチレンの活用方法等に関し、各離島のニーズを踏まえることの重要性等が確認される一方、本社会システムが他の離島においても極めて有効に機能する可能性が高いことが確認された。

本年度、「宝の島プロジェクト」は、これまでの成果を踏まえつつ、実用化のための最終段階と位置づけた上で、実証レベルによる広域社会実験のため、南西諸島の各離島を対象に、引き続き"離島キャラバン隊"活動を展開した。また、ごみ由来のエネルギーを利用した離島活性化の具体例を示すため、鳩間島においてケーススタディを行い、島民有志による水産加工業を実稼働させるに至った。さらに、海岸漂着ごみ問題を共通課題とする各離島を対象に、その解決に向けた情報交換や検討の場を提供する等、「宝の島プロジェクト」を介した各離島間の広域連携の構築に努めた。

#### 2.1 実証レベルによる広域社会実験

当協会は 2009 年度、沖縄県・竹富町・鳩間島を実験地として選定、新たな社会システムを構築するためのモデル事業として、一般市民主導・参加型の社会実験を開始した。具体的には、鳩間島民有志が自らの力で、島内に設置した固定式油化装置を動かし、海岸で回収した漂着発泡スチロールをスチレンと呼ばれる石油エネルギーに変換、これをボイラー等の燃料として島内活用する、一般市民主導・参加型の海岸漂着ごみ対策をその内容とした。

2010 年度には、鳩間島での社会実験を初期レベルから実証レベルに引き上げ、同島でのシステムの定着を目指した。さらに、油化装置の利便性及び機動性を向上させるため、自ら移動が可能な小型軽量の車両移動式油化装置の開発に成功した。これにより、集落が分散している大型離島や複数の離島からなる自治体においても、効率よく漂着ごみを処理できる体制の整備が可能となった。また、鳩間島以外の各離島を巡回することで、各離島のニーズや特性に即した様々な種類の社会実験が可能となった。

2011 年度には、鳩間島で培った実績を他の離島にも伝承すべく、油化装置をトラックに搭載し、 南西諸島等を広域的に巡回する、いわゆる"離島キャラバン隊"活動を開始した。その結果、スチレンの活用方法等に関し、各離島のニーズを踏まえることの重要性等が確認される一方、本社会システムが他の離島においても極めて有効に機能する可能性が高いことが確認された。

本年度は、これまでの成果を踏まえつつ、実用化のための最終段階と位置づけた上で、南西諸島の各離島を対象とした広域社会実験を、実証レベルに深度化させた上で引き続き進めた。具体的には、南西諸島の各離島における本システムの今後の導入を見据え、地方公共団体等と連携の上、予想される実稼働の状況を本社会実験によって忠実に再現し、その有効性の最終検証を行った。

また、あらかじめ地方公共団体等から要請のあった諸データを計測・収集した。さらに、実験材料としての発泡スチロールは、供給が不安定な海岸漂着以外に、各離島の廃棄物行政やリサイクルの実態を踏まえ、あらかじめモデル地区等を指定した上で、当該地区等の一般家庭で発生した発泡スチロール等も活用した。

なお、広域社会実験は二つに分類される。一つ目が、移動式油化装置を長期間(1ヶ月~2ヶ月)派遣し、あらかじめ設定した検証テーマについて検証する"検証型社会実験"である。二つ目が、移動式油化装置を短期間(数日~数週間)派遣し、地域のイベントの開催等に合わせ、油化のデモンストレーション等を行う"イベント型社会実験"である。

本年度、南西諸島の 3 箇所において検証型社会実験を、また、4 箇所においてイベント型社会 実験を実施した。

#### 2.1.1 検証型社会実験

検証型社会実験とは、移動式油化装置を長期間(1ヶ月~2ヶ月)現地に派遣し、あらかじめ設定した検証テーマについて検証することを目的とした社会実験である。

本年度、沖縄県・西表島及び鳩間島、沖縄県・石垣島及び鹿児島県・奄美大島の3箇所において検証型社会実験を実施した。なお、実験材料の発泡スチロールは、供給が不安定な海岸漂着ごみだけではなく、実験地の廃棄物処理やリサイクルの実態を踏まえ、あらかじめモデル地区を指定した上で、当該地区の一般家庭等で発生した発泡スチロールも活用した。

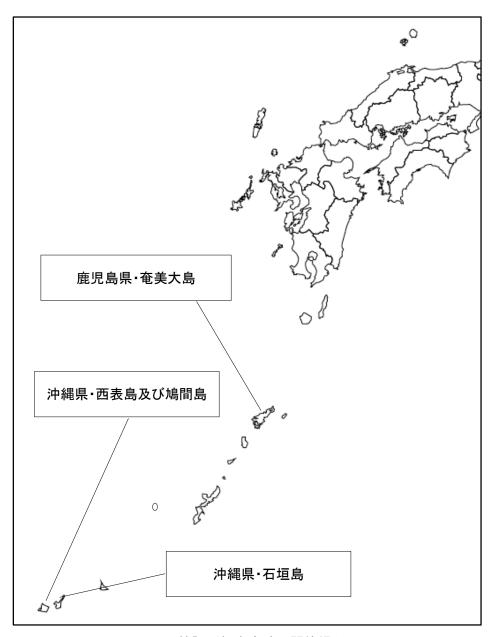


図1 検証型社会実験の開催場所

#### 2.1.1 西表島及び鳩間島

2012 年度、沖縄県・竹富町は、海岸漂着ごみ問題の解決に向けた取り組みの一環として、同町が策定した海洋基本計画に則り、鳩間島に設置された固定式油化装置を活用した新たな社会システムを構築することとし、「島産エネルギーを活用した雇用促進事業」を立案した。その後、同事業が総務省の「過疎地域等自立活性化推進交付金事業」に選定され、予算措置等も確保されたことなどにより、本事業が同町によって今後も継承され、新たな社会システムとして同町に定着する道筋が立った。

こうした中、2012年5月、沖縄県・竹富町の西表島・西部地区及び鳩間島において、検証型社会実験を実施した。本社会実験は、鳩間島に設置された油化装置を活用した新たな社会システムの構築が、竹富町主導によって開始されることに先駆け、本事業における最終段階の社会実験と位置づけた上で、予想される同町による実用化の内容に即した形で進められた。

たとえば、実験材料の発泡スチロールは、供給が不安定な海岸漂着ごみだけではなく、竹富町の廃棄物処理やリサイクルの実態を踏まえ、あらかじめモデル地区を指定した上で、当該地区の一般家庭等で発生した発泡スチロールも活用を試みた。なお、モデル地区からの実験材料の回収にあたっては、単位時間あたりの発泡スチロールの回収量等、同町が今後必要とするデータを計測・集計した。

また、前年度は港内での単なるセレモニーにとどめた小型船による発泡スチロールの洋上曳航については、鳩間海峡の横断という最終目標に関し、安全上特段の問題なく実現させた。なお、竹富町による実用化の段階では、同町の各離島で発生した発泡スチロールは、固定式油化装置が設置された鳩間島にすべて集められることとなる。その場合、漁具やブイ等の大型の発泡スチロールについては、輸送コストの削減につながる効率的な海上輸送手段の確保という観点から、ネット等を用いた洋上曳航に期待が寄せられていた。鳩間海峡の横断曳航作業は、実用化に向けて検証が必要な最終項目の一つであった。

さらに、廃棄物エネルギーを活用した離島活性化の具体例を示すため、本社会実験により生成した燃料を使用し、鳩間島において廃棄物エネルギー発電を行い、当該電力を利用した水産加工業 (鮮魚燻製)を実稼働させるというケーススタディを行った。

#### 1) 事前打合せ

- ① 実施期間/2012年4月15日~19日
- ② 実施内容/社会実験に先立ち、関係者と打合せを行い、実験方案を確定させた。

#### 2) 実験概要

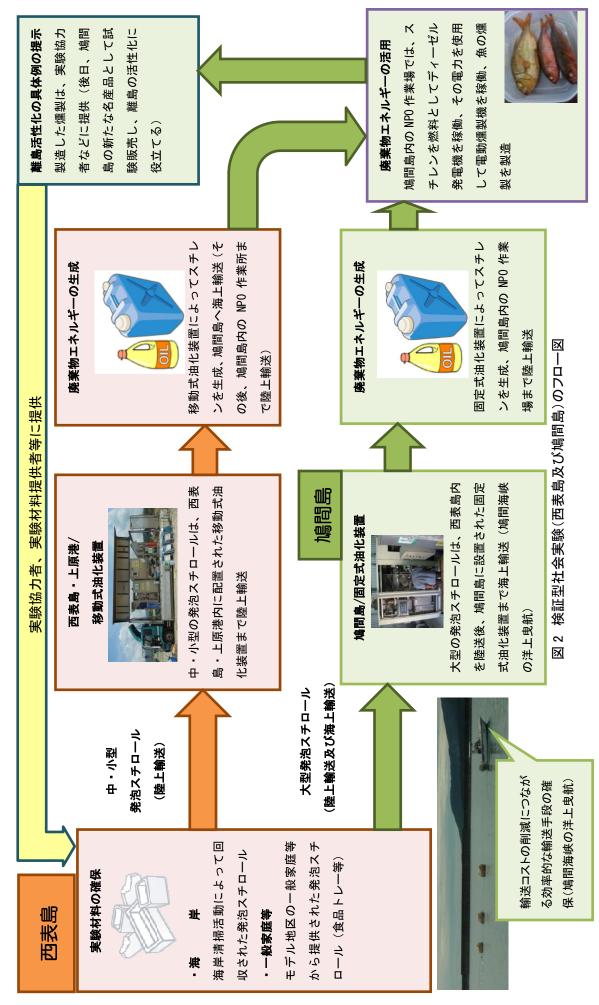
- ① 実施期間/2012年5月12日~18日
- ② 実施場所/沖縄県・竹富町・西表島上原港内及び鳩間島
- ③ 検証内容/竹富町による実用化に即した検証(海岸漂着ごみに加え一般家庭等で発生した発 泡スチロールの活用、大型発泡スチロールの洋上曳航/鳩間海峡の横断、廃棄物エネルギ ーを活用した離島活性化の具体例の提示等)

④ 協力団体/竹富町、特定非営利活動法人 南の島々守り隊(沖縄県・竹富町)、特定非営利活動法人 ユーアイ自立支援の会(鹿児島県・奄美市)、西表島エコプロジェクト(沖縄県・竹富町)

#### 3) 実験手順

本社会実験は以下の手順で行った。「図 2 検証型社会実験(西表島及び鳩間島)のフロー図」も参照のこと。

- ① 移動式油化装置を西表島・上原港内に配置した。
- ② 協力団体である西表島エコプロジェクト(沖縄県・竹富町)が、西表島の海岸清掃によって回収した発泡スチロールを移動式油化装置まで陸上輸送した。
- ③ 竹富町の協力のもと、西表島西部の3箇所(上原・住吉・船浦)をモデル地区として選定、一般家庭等で発生した食品トレー等の発泡スチロールを実験材料として回収し、移動式油化装置まで陸上輸送した(連続72時間)。
- ④ 主として中・小型の発泡スチロールについては、特定非営利活動法人 南の島々守り隊(沖縄県・竹富町)及び特定非営利活動法人 ユーアイ自立支援の会(鹿児島県・奄美市)の協力のもと、移動式油化装置(西表島・上原港内に配置)によって熱分解処理し、スチレンを生成した。
- ⑤ 主として大サイズの発泡スチロールについては、特定非営利活動法人 南の島々守り隊(沖縄県・竹富町)の協力のもと、プレジャーボートによって、鳩間島まで洋上曳航輸送した。
- ⑥ 主として大型の発泡スチロールについては、特定非営利活動法人 南の島々守り隊の協力の もと、固定式油化装置(鳩間島内に設置)によって熱分解処理し、スチレンを生成した。
- ⑦ 移動式油化装置によって生成したスチレンを特定非営利活動法人 南の島々守り隊の協力の もと、プレジャーボートによって、鳩間島まで洋上輸送した。
- ⑧ 移動式油化装置及び固定式油化装置によって生成したスチレンを、特定非営利活動法人 南の島々守り隊が運営する作業場(鳩間島内に設置)まで輸送、発電機稼働用の廃棄物エネルギーとして利用し電力を得た。
- ⑨ 当該電力によって電動燻製機を稼働、鮮魚の燻製を試験的に製造した。
- ⑩ 製造した燻製は実験協力者等に提供した(後日、鳩間島の新たな名産品として試験販売し、離島の活性化に役立てる)。



#### 4) 実験結果

前述のとおり、今回の社会実験は、鳩間島に設置された油化装置を活用した新たな社会システムの構築が、竹富町主導によって開始されることに先駆け、予想される同町による実用化の内容に即した形で進められた。実験材料の発泡スチロールは、供給が不安定な海岸漂着ごみだけではなく、実験地の廃棄物処理やリサイクルの実態を踏まえ、あらかじめモデル地区を指定した上で、当該地区の一般家庭等で発生した発泡スチロールも活用した。

#### ① 一般家庭等からの発泡スチロールの回収

今回の社会実験は、西表島の西部に位置する上原、住吉及び船浦の 3 箇所をモデル地区とし、 連続 72 時間行われた。

「表 1 モデル地区の一般家庭等からの発泡スチロールの回収量」に示すとおり、その間、モデル地区の一般家庭等から提供された発泡スチロールの重量は計 69.3kg であった。なお、69.3kg の発泡スチロールを容積に換算した場合、約 11.55 立方メートルとなった。

② 一般家庭等から提供された発泡スチロール及び海岸漂着発泡スチロールの処理

また、今回の社会実験の期間中、これと並行して、西表島エコプロジェクト(沖縄県・竹富町)から海岸漂着発泡スチロール計 34.7kg が提供された。

そして、「表 2 モデル地区の一般家庭等から提供された発泡スチロール及び海岸漂着発泡スチロールの処理量」に示すとおり、3 モデル地区の一般家庭等からの回収分と併せ、合計 104.0kg(約17.55 立方メートル)の発泡スチロールが、移動式油化装置(西表島・上原港内に配置)又は固定式油化装置(鳩間島に設置)によって熱分解処理されスチレンとなった。

なお、一般家庭等から提供された食品トレーや保冷箱など、主として中・小型の発泡スチロール については、移動式油化装置によって処理した。一方、海岸に漂着した漁具やブイ等、比較的大型 のものについては、鳩間島まで洋上曳航輸送し、固定式油化装置によって処理した。

#### ③ スチレンの生成

今回の社会実験により、計 104.0kg(約 17.55 立方メートル)の発泡スチロールから生成されたスチレンは合計 74L に達した。

ちなみに、竹富町の場合、104.0kg(約 17.55 立方メートル)の発泡スチロールを処理するとしたら、その費用は約 24 万円又は約 18 万円を要する。なお、約 24 万円という数字は、すべて石垣島まで海上輸送し、埋め立て又は焼却処分とした場合である。また、約 18 万円という数字は、すべて石垣島まで海上輸送し、海岸漂着発泡スチロールは埋め立て又は焼却処分、一般家庭等から回収したものはリサイクル原料として引き渡した場合の数字である。いずれにせよ、これらの費用はすべて同町の負担となる。

一方、74L のスチレンは有価物である。軽油に換算した場合、約 9,500 円(2013 年 1 月 7 日現在の沖縄県内・給油所小売価格、127.8 円/L から計算)の価値がある。スチレンにした場合、マイナスの負担がプラスの有価物に転じることとなる。

#### ④ 一般家庭等からの発泡スチロールの発生量予測

今回の実験にご協力頂いた 3 モデル地区の世帯数の合計は 364 世帯、人口は 651 人であった (2012 年 1 月末現在)。前述のとおり、これらモデル地区の一般家庭等から 72 時間に提供された発

泡スチロールは、計 69.3Kg(約 11.55 立方メートル)だった。

したがって、「表 3 モデル地区の一般家庭等からの 1 世帯又は 1 人あたりの発泡スチロールの年間発生量予測」に示すとおり、3モデル地区の発泡スチロールの発生量は、24時間では 1 世帯あたり 0.0635Kg、1 人あたり 0.0355Kg となる。また、年間では 1 世帯あたり 23.2Kg、1 人あたり 13.0Kg となる。

以上の数字を基に、竹富町の地区別の発泡スチロールの発生量を予測した。「表 4 竹富町の一般家庭等からの発泡スチロールの地区別年間発生量予測」に示すとおり、同町全体の一般家庭等から年間に排出される発泡スチロールの量は 52,247Kg(約 52 トン)トンと予想される。西表島及び鳩間島の合計だけでも、30,138kg(約 30トン)となる。

ところで、鳩間島に設置されている固定式油化装置を一日 8 時間、年間 250 日間にわたりフル稼働させた場合、処理可能な発泡スチロールの量は約 25 トンである。数字的には西表全島及び鳩間島における発泡スチロールの年間発生予測量と同油化装置による処理可能量がほぼ合致することが判明した。なお、約 25 トンの発泡スチロールから、同油化装置が年間に生成可能なスチレンの量は約 17 トンである。

#### ⑤ 発生量予測の妥当性

上記のとおり、今回の3モデル地区における計測結果に基づき、竹富町での年間1人あたりの発 泡スチロールの発生量を 13.0Kg と予測した。これが全国的に見て、多いのか少ないのか、予測結 果の妥当性について考察してみる。

発泡スチロールには大きく分けて、EPS(Expanded Polystyrene/発泡ポリスチレン)及び PSP(Polystyrene Paper/ポリスチレンペーパー)の2種類がある。EPSは原料を発泡させ、様々な形に成形加工したもので、魚箱や野菜・果物箱等の厚みのある保冷箱、電気製品等の緩衝包装材、建材や土木用等に使われている。一方、PSP は原料をシート状に薄く発泡させたもので、食品トレーや納豆・カップ麺・弁当の容器等、主に食品用に使われている。

EPS のメーカー団体である発泡スチロール協会が発行した出版物、「ジェブサ・インフォーメーション 2012-2013」によれば、2011 年の EPS の全国での出荷量は 14 万 9,500トンで、うち 56%の 8 万 3,300トンが魚箱等の容器、30%の 4 万 4,900トンが電気製品等の緩衝材、残り 14%が建材・土木用となっている。一方、PSP のメーカー団体である発泡スチレーンシート工業会は、自身のホームページを通じ、PSP の我が国での年間生産量を約 13 万トンと発表している。

ところで、産地や出荷元から魚箱・果物箱等の ESP に収納され、輸送されてきた食品等は、小売の段階で食品トレー等に小分けされ、陳列・販売されるのが普通である。したがって、魚箱等の ESP が、スーパーマーケットやコンビニエンスストアー等の小売店を通じ、一般家庭に持ち込まれるケースはほとんどない。ただし、冷凍又は冷蔵食品の宅配サービスや通信販売等を利用した際には、魚箱や野菜・果物箱等の ESP が家庭にまで持ち込まれることはある。しかし、日常的とは言い難い。したがって、通常、一般家庭の場合、発泡スチロールの排出のほとんどは、PSP が占めているものと考えられる。

ところで、総務省の人口動態調査によると、2012 年 3 月末現在の日本人の総人口は1億 2,665 万 9,683 人であった。一方、PSP の年間生産量約 13 万トンを総人口で割ると 1.0kg となる。 すなわち、日本人 1 人あたりの PSP の年間生産量は 1.0kg である。 この数字はあくまでも 1 人あたりの年間生

産量ではあるが、一般家庭における 1 人あたりの発生量と捉えても差し支えないものと思われる。 前述のとおり、竹富町 3 モデル地区での計測結果から予測される一人あたりの発泡スチロールの 年間発生量は 13.0kg であった。1.0Kg の 13 倍にも及ぶ大きな数字となっている。この大きな差は、 どうやら以下の理由によるものと思料される。

西表島を含め、竹富町を構成する各離島には、大規模な小売店がまったく存在しない。個人経営の小規模な小売店ばかりである。しかも、種類・量ともに、島民が日常生活を行う上で必要最低限の品揃えとなっていて、好みの商品を選択する余地はほとんどない。石垣島からの商品の輸送には高速定期船が使われていて、コストが割高となるため、潤沢な品揃えができないのである。こうしたことから、竹富町の町民の多くは月に数回、休日等を利用し、定期高速船に利用し、複数の大規模小売店が所在する石垣島まで出かけ、好みの食料品や日用品をまとめ買いしているのが現状である。あるいは、電話等の手段で石垣市内の小売店に食料品や日用品を注文し、自分たちが住む各離島の港まで、定期高速船による代行配達を行ってもらうことも多い。

こうした際、食料品等の保冷が必要な品物の収納容器として、もっぱら魚箱・果物箱等の EPS が使われている。そのため、竹富町 3 モデル地区を含めた竹富町の各家庭には、都市部の一般家庭とは異なり、大量の EPS が滞留している。こうした特殊な実態が、3 モデル地区の住民へのヒヤリング調査によって判明した。竹富町3モデル地区での計測結果から予測される一人あたりの発泡スチロールの年間発生量が、都市部の一般家庭の推計値の 13 倍にも及ぶのは、そのためだと思料される。

#### ⑥ 大型発泡スチロールの洋上曳航

前年度は港内での単なるセレモニーにとどめた小型船による発泡スチロールの洋上曳航については、鳩間海峡の横断という最終目標に関し、安全上特段の問題なく実現することができた。曳航作業回数は1度限りではあったが、計22.30Kg(約4.5立方メートル)の大型発泡スチロールをひとまとめにし、1枚の大型ネットで梱包、これを約5ノットの速度をもって、西表島・上原港から鳩間島まで洋上曳航した。所要時間は約40分を要した。

なお、実施に際しては、石垣海上保安部に作業届を提出し、その助言に従い現場責任者の選任、 連絡手段の確保、救命胴衣着用の徹底、荒天中止基準の設定等を行うなど、航行安全及び事故 防止には万全を期した。

#### ⑦ 廃棄物エネルギーを活用した離島活性化の具体例の提示

今回の実験によって、発泡スチロールから生成されたスチレン計 74L は、特定非営利活動法人 南の島々守り隊が運営する鳩間島内の水産作業場に輸送され、同作業所に設置された発電機用 のエネルギーとして活用され電力を得た。すぐさま、当該電力によって電動燻製機が稼働され、鳩 間島産の鮮魚の燻製が試験的に製造された。

島産のエネルギーによって島産の鮮魚を加工するなど、今までにない手法によって製造されたこの燻製は、後日、「はとま・ひばんむい」という商標登録がなされた。今後、鳩間島の歴史上初めての名産品として試験販売が開始されることとなり、わずかながらも雇用の創出が期待される等、離島活性化の一助となる見通しが立った。

なお、「火番盛(ひばんむい)」とは、鎖国が行われていた江戸時代、異国船の監視や航海の安全確認のため、先島諸島 18 箇所に所在した遠見番所のことをいう。異常などが発見された場合、

各番所が"のろし(スモーク)"によって、順番に情報を伝達し、最後は沖縄本島の琉球王府に知らせていた。このうち、鳩間島・中森に置かれていた「火番盛(ひばんむい)」は、竹富町指定天然記念物となっている。

72時間の回収量		69.3	
72時間	25.4	14.7	29.2
5月16日~12:00	7.7	2.8	14.3
5月15日	8.9	10.1	4.2
5月14日	6.9	1.2	7.0
5月13日12:00~	1.9	9.0	3.7
地区名	下原	住吉	船浦

表1 モデル地区の一般家庭等からの発泡スチロールの回収量 単位:kg

	一般家庭	捍小	海岸漂着	小計	<b>↓</b> □	計
移動式油化装置による処理(上原港内)	56.40	00 09	12.40	07.70	00 101	68.80
固定式油化装置による処理(鳩間島)	12.90	08.90	22.30	04.70	04:00	35.20

表2 モデル地区の一般家庭等から提供された発泡スチロール及び海岸漂着発泡スチロールの処理量 単位 kg

地区名	上原	住吉	船浦	24時間・1世帯又は1人   世帯数又は人口の合計   あたりの発生量の予測   (kg)	24時間・1世帯又は1人 あたりの発生量の予測 (kg)	年間・1世帯又は1人あ たりの発生量の予測 (kg)
72時間の提供量の 合計(kg)		69.3				
世帯数(世帯)	109	120	135	364	0.0635	23.2
(Y)口Y	216	225	210	651	0.0355	13.0

表3 モデル地区の一般家庭等からの1世帯又は1人あたりの発泡スチロールの年間発生量予測

地区別の年間発生量の予測(kg)	4,183	2,836	7,344	168	11,644	17,808	989	7,123	51,794	453	52,247
口	323	219	267	13	668	1,375	53	550	3,999	35	4,034
中帯数	173	122	328	12	464	740	36	268	2,143	27	2,170
地区名	竹配	置	小浜	新城	西表島東部	西表島西部	鳩間	波照間	合計	外国人登録	総合計

表 4 竹富町の一般家庭等からの発泡スチロールの地区別年間発生量予測

#### 5) 検証結果

今回の社会実験は、想定される今後の竹富町の社会システムに即した形で、最後まで一貫したストーリー性を有したまま完結に至った。海岸漂着ごみに加え一般家庭等で発生した発泡スチロールの活用、大型発泡スチロールの洋上曳航(鳩間海峡の横断)、廃棄物エネルギーを活用した離島活性化の具体例の提示等、竹富町による実用化に即し、あらかじめ設定した項目すべてについて、実験を通じた検証が行われた。

その内容は実験結果に示したとおり、おおむね良好であり、本システムの有効性の検証が改めてなされた。

#### 6) 成果

現在、竹富町は「島産エネルギー活用促進協議会」を立ち上げ、鳩間島に設置された固定式油 化装置を活用し、環境保全の促進、行政コストの軽減、新たな産業及び雇用創出等を図ることを目 的とした新たな循環型社会システムを構築するための作業を進めている。

同協議会で検討が行われている社会システムの基本設計は、当協会が行った今回の社会実験内容がベースとなっている。また、システム稼働に伴う費用計算等にあたっては、竹富町の一般家庭等からの発泡スチロールの地区別年間発生量等、今回の社会実験によって明らかとなったデータが活用されている。

今回の社会実験は、廃棄物エネルギーによる水産加工品の製造に成功するなど、島産エネルギーを活用した循環型社会の構築という竹富町が進める取り組みのフィージビリティスタディとして機能することにより、竹富町における新たな社会システムの早期実現に貢献した。また、今後、本事業を単なる実験として終わらせず、実用事例の形で継続させることにも成功した。

#### ▶ 写 真



モデル地区に設置された一般家庭等からの実験材料の提供箱(西表島・船浦公民館)



一般家庭等から提供された実験材料の計測・回収(西表島・上原公民館)



一般家庭等から提供された実験材料の計測・回収(西表島・船浦公民館)



海岸に漂着した発泡スチロール(西表島)



海岸に漂着した大型発泡スチロールの回収・陸送(西表島・上原港内)



移動式油化装置による中・小型発泡スチロールの油化作業(西表島・上原港内)



移動式油化装置による中・小型発泡スチロールの油化作業(西表島・上原港内)



大型発泡スチロールの洋上曳航準備作業(西表島・上原港内)



大型発泡スチロールの洋上曳航作業(鳩間海峡/西表島~鳩間島間)



大型発泡スチロールの洋上曳航作業(鳩間海峡/西表島~鳩間島間)



大型発泡スチロールの洋上曳航作業(鳩間港内)



大型発泡スチロールの陸上輸送準備(鳩間港内)



固定式油化装置による大型発泡スチロールの油化作業(鳩間島内)



廃棄物エネルギー(生成スチレン・廃食油の混合燃料)による発電機の稼働(鳩間島内・NPO 水産作業所)



廃棄物エネルギーによる鮮魚燻製の準備(鳩間島内・NPO 水産作業所)





電動燻製機の稼働準備(鳩間島内・NPO 水産作業所)



燻製の完成(鳩間島内・NPO 水産作業所)

#### 2.1.2 石垣島

石垣島での社会実験は、本事業が竹富町に定着するだけにとどまらず、近い将来、石垣市を 含めた八重山全体の社会システムに発展することを見据えて実施したもので、内容的には西表 島及び鳩間島で行った実験に準じたものであった。

すなわち、実験材料の発泡スチロールは、供給が不安定な海岸漂着ごみだけではなく、石垣市の廃棄物処理やリサイクルの実態を踏まえ、あらかじめモデル地区を指定した上で、当該地区の一般家庭等で発生したものを活用したほか、家電量販店や石垣市・港湾課からも提供を受けた。なお、モデル地区からの実験材料の回収にあたっては、単位時間あたりの発泡スチロールの回収量等、同市が今後必要とするデータを計測・集計した。

また、廃棄物エネルギーを活用した離島活性化の具体例を示すため、本社会実験により生成した燃料を使用し、鳩間島と同様、石垣港内において廃棄物エネルギー発電を行い、当該電力を利用した水産加工業(鮮魚燻製)を実稼働させるケーススタディを行った。

#### 1) 事前打合せ

- ① 実施期間/2012年5月12日~18日
- ② 実施内容/社会実験に先立ち、関係者と打合せを行い、実験方案を確定させた。

#### 2) 実験概要

- ① 実施期間/2012年5月28日~6月1日
- ② 実施場所/沖縄県・石垣市・石垣港内
- ③ 検証内容/近い将来、石垣市を含めた八重山全体の社会システムに発展することを見据え検証(海岸漂着ごみに加え一般家庭等で発生した発泡スチロールの活用、廃棄物エネルギーを活用した離島活性化の具体例の提示等)
- ④ 協力団体/石垣市、特定非営利活動法人 南の島々守り隊(沖縄県・竹富町)、特定非営利活動法人 ユーアイ自立支援の会(鹿児島県・奄美市)

#### 3) 実験手順

本社会実験は以下の手順で行った。「図 3 検証型社会実験(石垣市)のフロー図」も参照のこと。

- ① 移動式油化装置を石垣島・石垣港内に配置した。
- ② 石垣市の協力のもと、石垣島の海岸清掃によって回収した発泡スチロールを確保し、移動式油化装置まで陸上輸送した。
- ③ 石垣市内の家電量販店 1 箇所及び石垣市・港湾課の倉庫からも発泡スチロールが提供され、 移動式油化装置まで陸上輸送した。
- ④ 石垣市の協力のもと、石垣島北部の 1 箇所(伊原間)をモデル地区として選定、一般家庭等で発生した食品トレー等の発泡スチロールを実験材料として回収し、移動式油化装置まで陸上

輸送した(連続48時間)。

- ⑤ これらすべての発泡スチロールは、特定非営利活動法人 南の島々守り隊(沖縄県・竹富町) 及び特定非営利活動法人 ユーアイ自立支援の会(鹿児島県・奄美市)の協力のもと、移動式油化装置(石垣島・石垣港内に配置)によって熱分解処理し、スチレンを生成した。
- ⑥ 特定非営利活動法人 南の島々守り隊が運営する水産作業場(実物は鳩間島内に設置)を石 垣港内に再現した。
- ⑦ 移動式油化装置によって生成したスチレンは、上記の水産作業場(石垣港内に仮設)において、 発電機稼働用の廃棄物エネルギーとして利用し電力を得た。
- ⑧ 当該電力によって電動燻製機を稼働、鳩間島での鮮魚の燻製製造を、石垣港内の仮設水産 作業所において再現した。
- ⑨ 製造した燻製は実験協力者等に提供した(後日、鳩間島の新たな名産品として試験販売し、離島の活性化に役立てる)。

## 石垣島

実験材料の確保

## 典

発泡スチロール (陸上輸送)

> 海岸清掃活動によって回 収された発泡スチロール

## · 一般家庭等

モデル地区の一般家庭等から提供された発泡スチロール(食品トレー等)

# ・キのも

家電量販店や石垣市・港湾 課から提供された発泡ス チロール

# 石垣島·石垣港/



すべての発泡スチロールは、石垣 島・石垣港内に配置された移動式油

化装置まで陸上輸送

# 廃棄物エネルギーの活用

廃棄物エネルギーの生成

石垣港内の NPO 仮設水産作業場では、スチレンを燃料としてディーゼル発電機を稼働、その電力を使用して電動燻製機を稼

働、魚の燻製を製造

移動式油化装置によってスチレンを生成、石垣港内に設置された NPO 仮設水産作業場へ移送



# 離島活性化の具体例の提示

製造した燻製は、実験協力者な どに提供(後日、鳩間島の新たな名産品として試験販売し、離

島の活性化に役立てる)

# 実験協力者、実験材料提供者等に提供

図3 検証型社会実験(石垣市)のフロー図

#### 4) 実験結果

前述のとおり、今回の社会実験は、本事業が竹富町に定着するだけにとどまらず、近い将来、石垣市を含めた八重山全体の社会システムに発展することを見据えて実施したもので、内容的には西表島及び鳩間島で行った実験に準じた。実験材料の発泡スチロールは、供給が不安定な海岸漂着ごみだけではなく、実験地の廃棄物処理やリサイクルの実態を踏まえ、あらかじめモデル地区を指定した上で、当該地区の一般家庭等で発生した発泡スチロールも活用した。

#### ① 一般家庭等からの発泡スチロールの回収

今回の社会実験は、石垣島の北部に位置する伊原間地区 1 箇所をモデル地区とし、連続 48 時間行われた。

「表 5 モデル地区の一般家庭等からの発泡スチロールの回収量」に示すとおり、その間、モデル 地区の一般家庭等から提供された発泡スチロールの重量は計 48.9kg であった。なお、48.9kg の発 泡スチロールを容積に換算した場合、約 8.15 立方メートルとなった。

② 一般家庭等から提供された発泡スチロール、海岸漂着その他の発泡スチロールの処理

また、今回の社会実験の期間中、これと並行して、石垣市・環境課から海岸漂着発泡スチロール計 40.0kg が提供された。さらに、家電量販店 1 箇所及び石垣市・港湾課の倉庫からも、それぞれ計 30.0kg 及び計 17.9kg の発泡スチロールが提供された。

そして、「表 6 モデル地区の一般家庭等から提供された発泡スチロール及び海岸漂着その他の発泡スチロールの処理量」に示すとおり、伊原間地区の一般家庭等からの回収分と併せ、合計136.8kg(約 22.80 立方メートル)の発泡スチロールが、移動式油化装置(石垣島・石垣港内に配置)によって熱分解処理されスチレンとなった。

#### ③ スチレンの生成

今回の社会実験により、計 136.8kg(約 22.80 立方メートル)の発泡スチロールから生成されたスチレンは合計 90L に達した。

なお、90L のスチレンは軽油に換算した場合、約 11,500 円(2013 年 1 月 7 日現在の沖縄県内・ 給油所小売価格、127.8 円/L から計算)の価値となる。

#### ④ 一般家庭等からの発泡スチロールの発生量予測

今回の実験にご協力頂いた伊原間地区の世帯数は 84 世帯、人口は 184 人であった(伊原間公民館長からの聞き取り調査、2012年5月末現在)。前述のとおり、伊原間地区の一般家庭等から 48 時間に提供された発泡スチロールは、計 48.9Kg(約 8.15 立方メートル)だった。

したがって、「表 7 モデル地区の一般家庭等からの 1 世帯又は 1 人あたりの発泡スチロールの年間発生量予測」に示すとおり、伊原間地区の発泡スチロールの発生量は、24 時間では 1 世帯あたり 0.2911Kg、1 人あたり 0.1329Kg となる。また、年間では 1 世帯あたり 106.2Kg、1 人あたり 48.5Kg と予測される。

#### ⑤ 発生量予測の妥当性

上記のとおり、伊原間地区における計測結果に基づき、年間 1 人あたりの発泡スチロールの発生量を 48.5Kg と予測した。これが全国的に見て、多いのか少ないのか、予測結果の妥当性について考察してみる。

「2.1.1 西表島及び鳩間島 4)実験結果 ⑤発生量予測の妥当性」で述べたとおり、PSP (Polystyrene Paper/ポリスチレンペーパー)の年間生産量から推計した、一般家庭における日本人 1 人あたりの発泡スチロールの年間発生量は 1.0Kg である。48.5Kg という数字はその 48 倍に相当 する大きな数字である。また、竹富町 3 モデル地区での計測結果から予測される 13.0kg と比べても、3.7 倍に及ぶ。

今回モデル地区となった伊原間は、石垣市の市街地から自動車で約 1 時間、サトウキビや果実 栽培、畜産等を主な産業とする過疎地域である。竹富町を構成する各離島と同様、付近に大規模 な小売店は存在しない。駅の売店程度の規模の個人商店が数軒、また、共同売店が 1 軒所在する のみである。共同売店とは、地域住民が資金を出し合い、輪番制で運営している特殊な形態の日 用品店で、沖縄県の過疎地域だけに存在する。

こうしたことから、伊原間では、自動車を利用した石垣市街地での食料品や日用品のまとめ買いが日常的に行われ、保冷が必要な品物の収納容器として、竹富町のケースと同じく、もっぱら魚箱・果物箱等の EPS が使われているという。予測される一人あたりの発泡スチロールの年間発生量が極端に多いのは、これも理由の一つであったようだ。

しかし、それだけではなかった。伊原間地区の実験材料(発泡スチロール)の提供箱は、県道沿いの交通の便の良い場所に設置されていた。そのため、県道を自動車で通行する伊原間地域以外の多くの住民が、本社会実験の趣旨に賛同し、発泡スチロールを提供していったとのことであった。その中には、石垣島南部から1時間以上もかけて軽トラックで訪れ、大量の魚箱や果物箱等を提供した水産加工業者や農家等が含まれていたようであった。

積極的な協力は実に有難い。しかし、残念ながら、石垣市全体の一般家庭等から年間排出される発泡スチロール量を推計する等、データとしての利用は困難と判断せざるを得なかった。

#### ⑥ 廃棄物エネルギーを活用した離島活性化の具体例の提示

今回の実験によって、発泡スチロールから生成されたスチレン計 90L は、特定非営利活動法人 南の島々守り隊が運営する石垣港内の仮設水産作業場において、発電機用のエネルギーとして活 用され電力を得た。すぐさま、当該電力によって電動燻製機が稼働され、鳩間島産の鮮魚の燻製 の製造状況が再現された。

島産のエネルギーによって島産の鮮魚を加工するなど、今までにない手法によって製造されたこの製品は、鳩間島にとって初めてとなる名産品として、中山正隆・石垣市長ほか、多くの石垣市民に周知宣伝され、試食に供された。

5月31日   48時間の提供量	13.7 48.9
5月30日	22.4
5月29日12:00~	12.8
地区名	伊原間

表5 モデル地区の一般家庭等からの発泡スチロールの回収量 単位:kg

	一般家庭	港湾課(※)	家電量販店(※)	海岸漂着(※)	슈計
置による処理(石垣港内)	48.90	17.90	30.00	40.00	136.80

表 6 モデル地区の一般家庭等から提供された発泡スチロール及び海岸漂着その他の発泡スチロールの処理量 単位:Kg

地区名	伊原間	24時間・1世帯又は1人 あたりの発生量の予 測(kg)	24時間・1世帯又は1人 あたりの発生量の予 別(kg)
48時間の提供量の 合計(kg)	48.9		
世帯数(世帯)	84	0.2911	106.2
(Y) <b>口</b> Y	184	0.1329	48.5

表 7 モデル地区の一般家庭等からの1世帯又は1人あたりの発泡スチロールの年間発生量予測

#### 5) 検証結果

今回の石垣島での社会実験は、想定される今後の八重山全体の社会システムに即した形で、最後まで一貫したストーリー性を有したまま完結に至った。海岸漂着ごみ加え一般家庭等で発生した発泡スチロールの活用、廃棄物エネルギーを活用した離島活性化の具体例の提示等、近い将来、石垣市を含めた八重山全体の新たな社会システムに発展することを見据え、あらかじめ設定した項目すべてについて、実験を通じた検証が行われた。

その内容は実験結果に示したとおり、モデル地域外の善意の第三者から、大量の実験材料の提供を受けたため、予定していた計測・集計が達成できなかったというハプニングが生じたものの、その他の結果はおおむね良好であり、本システムの有効性の検証が改めてなされたものと思料される。

#### 6) 成果

前述のとおり、西表島及び鳩間島における社会実験は、竹富町が進める取り組みのフィージビリティスタディとして機能し、竹富町における新たな循環型社会システムの早期実現に寄与する等の成果を得た。ところで、竹富町が構築中の社会システムは、竹富町のみならず、石垣市を含めた八重山全体の新たな社会システムに発展することを見据えているという。

今回の社会実験は、廃棄物エネルギーによる水産加工品の製造に成功したことなどから、今後、石垣市が竹富町に準じ、油化装置を活用した循環型社会システムを構築するに際し、フィージビリティスタディとして活用されることとなる。また、システム稼働に伴う費用計算等にあたっては、今回の社会実験によって明らかとなったデータも活用されることとなろう。その結果、八重山全体の社会システムの早期実現に貢献する等の成果をもたらすこととなろう。

#### ▶ 写 真



モデル地区に設置された一般家庭等からの実験材料の提供箱(石垣島・伊原間公民館)



モデル地区以外の事業者等から提供された大量の実験材料(石垣島・伊原間公民館)



海岸に漂着した発泡スチロールの陸送(石垣島・石垣港内)



モデル地区から回収した実験材料の陸送(西表島)



移動式油化装置による発泡スチロールの油化作業(石垣島・石垣港内)



移動式油化装置による発泡スチロールの油化作業(石垣島・石垣港内)



移動式油化装置による発泡スチロールの油化作業(石垣島・石垣港内)



移動式油化装置によって生成されたスチレンの抽出(石垣島・石垣港内)

### 2.1.3 奄美大島

奄美大島での社会実験は、本事業が近い将来、奄美大島の新たな社会システムに発展することを見据えて実施したもので、内容的には西表島及び鳩間島で行った実験に準じたものであった。

すなわち、実験材料の発泡スチロールは、供給が不安定な海岸漂着ごみだけではなく、奄美大島の廃棄物処理やリサイクルの実態を踏まえ、あらかじめモデル地区等を指定した上で、当該地区の一般家庭で発生したものを活用したほか、小中学校、自立支援施設の利用者及びその家族、大型スーパーマーケット等からも提供を受けた。なお、モデル地区等からの実験材料の回収にあたっては、単位時間あたりの発泡スチロールの回収量等、今後、地方公共団体等が必要とするデータを計測・集計した。

また、廃棄物エネルギーを活用した離島活性化の具体例を示すため、本社会実験により生成した燃料を使用し、実験会場となった自立支援施設内等において廃棄物エネルギー発電を行い、当該電力を活用し、アクセサリー加工や木工等の諸作業に利用されている電動機器を稼働させる等のケーススタディを行った。

なお、今回の社会実験への参加者は、実験材料の提供に協力した一般市民だけでも 599 世帯、 1,329 人にのぼり、本事業では最大規模となった。

### 1) 事前打合せ

- ③ 実施期間/第一次:4月24日~27日、第二次:2012年9月5日~7日
- ④ 実施内容/社会実験に先立ち、関係者と打合せを行い、実験方案を確定させた。

### 2) 実験概要

- ⑤ 実施期間/予備実験:2012年9月17日~26日、本実験:2012年10月29日~11月12日
- ⑥ 実施場所/鹿児島県・奄美大島(奄美市、龍郷町及び大和村)
- ⑤ 検証内容/検証内容/近い将来、奄美大島の新たな社会システムに発展することを見据えた 検証(海岸漂着ごみ加え一般家庭等で発生した発泡スチロールの活用、廃棄物エネルギーを 活用した自立支援の具体例の提示等)
- ⑥ 協力団体/特定非営利活動法人 ユーアイ自立支援の会(鹿児島県・奄美市。障がい者らの 自立支援施設)

### 3) 実験手順

本社会実験は以下の手順で行った。「図 4 検証型社会実験(奄美大島)のフロー図」も参照のこと。

- ① 移動式油化装置を特定非営利活動法人 ユーアイ自立支援(鹿児島県・奄美市・名瀬。以下、ユーアイ会という)の駐車場内に配置した。
- ② 大島地区衛生組合(名瀬クリーンセンター)の協力のもと、奄美大島での海岸清掃によって回

- 収されたものなど、実験材料となる発泡スチロールを確保し、ユーアイ会によって移動式油化 装置まで陸上輸送した。
- ③ 奄美大島内の家電量販店 2 店舗及び大型スーパーマーケット 4 店舗から、実験材料として発泡スチロールが提供され、ユーアイ会が移動式油化装置まで陸上輸送した(各店のべ 96~216 時間)。
- ④ 関係市町村及び地元自治会の協力のもと、奄美市内の 1 箇所(名瀬・長浜町・立神自治会)、 大和村の 1 箇所(大棚地区)及び龍郷町の 1 箇所(安木場地区)の 3 箇所をモデル地区として 選定、一般家庭等で発生した食品トレー等の発泡スチロールを実験材料として回収し、ユーア イ会が移動式油化装置まで陸上輸送した(のべ 240 時間)。
- ⑤ ユーアイ会の利用者及びその家族の協力のもと、家庭内で食品トレー等の発泡スチロールを 実験材料として回収し、ユーアイ会が移動式油化装置まで陸上輸送した(のべ 240 時間)。
- ⑥ これらすべての発泡スチロールは、ユーアイ会の協力のもと、移動式油化装置(石垣島・石垣 港内に配置)によって熱分解処理し、スチレンを生成した。
- ⑦ 移動式油化装置によって生成したスチレンは、ユーアイ会によって、アクセサリー加工や木工等の諸作業が行われている作業場(駐車場に隣接)に運ばれ、発電機稼働用の廃棄物エネルギーとして利用されて電力を得た。
- ⑧ 当該電力によって、ユーアイ会のアクセサリー加工や木工等の諸作業に利用されている電動機器を稼働させ、同会利用者が自身の自立と島の省エネのために廃棄物エネルギーを有効活用する等のケーススタディを行った。

# 広域奄美大島(奄美市・龍郷町・大和村)

## 実験材料の確保



### 新 新 新

発泡スチロール (陸上輸送)

> 海岸清掃活動によって回 収された発泡スチロール

### · 一般家庭等

モデル地区の一般家庭や 自立支援施設利用者等か ら提供された発泡スチロ ール(食品トレー等)、自 立支援施設の利用者の過 程から

### .4 B €

家電量販店や大型スーパ ーから提供された発泡ス チロール

## ユーアイ会



すべての発泡スチロールは、ユーア

イ会内に配置された移動式油化装置

まで陸上輸送

# 廃棄物エネルギーの生成



レンを燃料としてディーゼル発 電機を稼働、その電力を使用し

て電動作業機器を稼働

ユーアイ会の作業場では、スチ

廃棄物エネルギーの活用

移動式油化装置によってスチレンを生成、ユーアイ会の作業場

(アクセサリー製造、木工等)

へ移送

# 離島活性化の具体例の提示

施設利用者が自身の自立と島の省エネのために廃棄物エネルギーを有効活用

# 図 4 検証型社会実験(奄美大島)のフロー図

実験材料提供者等への PR

実験協力者、

### 34

### 4) 実験結果

前述のとおり、今回の社会実験は、本事業が近い将来、奄美大島の新たな社会システムに発展することを見据えて実施したもので、内容的には西表島及び鳩間島で行った実験に準じたものであった。実験材料の発泡スチロールは、供給が不安定な海岸漂着ごみだけではなく、奄美大島の廃棄物処理やリサイクルの実態を踏まえ、あらかじめモデル地区等を指定した上で、当該地区の一般家庭で発生したものを活用したほか、小中学校、自立支援施設の利用者及びその家族、大型スーパーマーケット等からも提供を受けた。

### ① 一般家庭からの発泡スチロールの回収

今回の社会実験では、奄美市内の 1 箇所(名瀬・長浜町・立神自治会)、大和村の 1 箇所(大棚地区)及び龍郷町の1箇所(安木場地区)の3モデル地区、並びにユーアイ会の利用者の各家庭から、各々のべ240時間にわたり、実験材料として提供された発泡スチロールを回収した。

「表 8 一般家庭(奄美大島 3 地区・1 団体)からの発泡スチロールの回収量」に示すとおり、その間、モデル地区等の一般家庭から提供された発泡スチロールの重量は計 52.5kg であった。なお、52.5kg の発泡スチロールを容積に換算した場合、約 8.76 立方メートルであった。

② 一般家庭から提供された発泡スチロール、海岸漂着その他の発泡スチロールの処理

また、今回の社会実験の期間中、これと並行して、奄美大島内の家電量販店 2 店舗及び大型スーパーマーケット 4 店舗から、各店のべ 96~216 時間にわたり、実験材料として発泡スチロールが提供され、その量は計 168.29Kg に及んだ。さらに、大島地区衛生組合(名瀬クリーンセンター)の協力のもと、奄美大島での海岸清掃によって回収されたものなど、実験材料として発泡スチロールが計 29.7Kg 提供された。

そして、「表 9 モデル地区等の一般家庭から提供された発泡スチロール及び海岸漂着その他の発泡スチロールの処理量」に示すとおり、奄美大島内の3モデル地区及び1団体の一般家庭からの回収分と併せ、合計250.4kg(約41.73立方メートル)の発泡スチロールが、移動式油化装置(ユーアイ会内に配置)によって熱分解処理されスチレンとなった。

### ③ スチレンの生成

今回の社会実験により、計 250.48kg(約 41.73 立方メートル)の発泡スチロールから生成されたスチレンは合計 170L に達した。

なお、170L のスチレンは軽油に換算した場合、約 21,700 円(2013 年 1 月 7 日現在の沖縄県内・ 給油所小売価格、127.8 円/L から計算)の価値となる。

### ④ 一般家庭からの発泡スチロールの発生量予測

なお、今回の実験にご協力頂いた 4 地区・団体の世帯数の合計は 599 世帯、人口は 1,329 人であった。これらの一般家庭から、のべ 240 時間にわたり提供された発泡スチロールは 52.5kgであったので、24 時間では 1 世帯あたり 0.0088kg、1 人あたり 0.0040kgとなる。年間では 1 世帯あたり 3.2 kg、1 人あたり 1.4kgと予測される。

この数字をもとに、奄美大島市町村別の発泡スチロールの発生量を予測した。「表 11 奄美本島市町村別の一般家庭からの発泡スチロールの年間発生量の予測」に示すとおり、奄美本島全体の一般家庭から年間に排出される発泡スチロールの量は 94,614kg(約 94 トン)と予想される。宝の島

プロジェクトが利用している油化装置を一日 8 時間、年間 250 日間にわたりフル稼働させた場合、処理可能な発泡スチロールは約 25トンである。数字的には、すべて油化するには 4 台必要ということになる。なお、約 94トンの発泡スチロールから、油化装置が年間に生成するスチレン油は約 66トンである。

### ⑤ 発生量予測の妥当性

上記のとおり、今回の実験にご協力頂いた4地区・団体における計測結果に基づき、奄美大島における年間1人あたりの発泡スチロールの発生量を1.4Kgと予測した。西表島及び鳩間島での社会実験(1人あたり13.0Kg)と比較し、10分の1程度とかなり少ない。

前述のとおり、発泡スチロールには大きく分けて、EPS(Expanded Polystyrene/発泡ポリスチレン) 及びPSP(Polystyrene Paper/ポリスチレンペーパー)の2種類がある。EPS は原料を発泡させ、様々な形に成形加工したもので、魚箱や野菜・果物箱等の厚みのある保冷箱、電気製品等の緩衝包装材、建材や土木用等に使われている。一方、PSP は原料をシート状に薄く発泡させたもので、食品トレーや納豆・カップ麺・弁当の容器等、主に食品用に使われている。通常、一般家庭の場合、発泡スチロールの排出のほとんどは、PSP が占めているものと考えられる。

前述のとおり、PSP (Polystyrene Paper/ポリスチレンペーパー)の年間生産量から推計した、一般家庭における日本人 1 人あたりの発泡スチロールの年間発生量は 1.0Kg である。1.4Kg はこれにほぼ匹敵する数値である。

奄美大島は離島とはいえ、島全体で 7~8 件の大型スーパーマーケットのほか、島内各所に多くのコンビニエンスストアーや小売店が所在する。したがって、市街地から離れた過疎集落に住む自動車の運転ができない高齢者等の例外を除き、多くの島民はさほど不便を感じずに買物を行っている。大型スーパーマーケットを見る限り、品揃えは都市部の店舗とほとんど変わりない。無論、食品等は小売の段階で食品トレー等に小分けされ、陳列・販売されている。

こうしたことから、奄美大島では魚箱等の ESP が、スーパーマーケットやコンビニエンスストアー等の小売店を通じ、一般家庭に持ち込まれるケースはほとんどないのであろう。したがって、PSPの年間生産量から推計した数字に匹敵する、西表島及び鳩間島と比べ、極めて少ない発泡スチロールの発生量が算出されたものと思われる。

ところで、奄美市、龍郷町、大和村等が共同で運営している大型焼却炉の価格は約90億円であるという。奄美大島では、発泡スチロールのリサイクル又は埋立は、海上輸送コストや処分地の確保の観点から極めて困難とされ、やむを得ず全量が同焼却炉において全量が焼却処分されている。発泡スチロールの焼却は炉を著しく痛める。定常的に発泡スチロールを焼却している炉の耐用年数は、焼却しない炉と比較し約1.5割程度減少するという。また、毎年のメンテナンス費用も約1~2割増加するという。奄美大島の場合、焼却炉の年間メンテナンス費用は0.8~1.8億円と推計される。こうしたことから、通常、どこの地方公共団体においても、発泡スチロールの焼却は積極的に行われていないのが現状である。

奄美大島に油化装置 1 台を導入することにより、今まで焼却されていた発泡スチロールの約 4 分の 1 が焼却せずに済む。耐用年数の増加に大いに貢献できると思料される。また、奄美市等が共同運営する大型焼却炉の燃料(灯油)は年間約 30 トンに達している。1 台の油化装置が年間に生成するスチレン油は約 17 トンである。前述のとおり、スチレンは灯油の代替燃料として使用できる。

油化装置を導入することにより、焼却炉の延命効果のみならず、生成油によって燃料費の低減にも貢献できる。

### ⑥ 廃棄物エネルギーを活用した離島活性化の具体例の提示

移動式油化装置によって生成したスチレン計 170L は、ユーアイ会が運営する、アクセサリー加工 や木工等の諸作業が行われている作業場(駐車場に隣接)に運ばれ、発電機稼働用の廃棄物エネ ルギーとして活用されて電力を得た。

当該電力によって、ユーアイ会の諸作業に利用されている電動機器が稼働され、同会利用者が 自身の自立と島の省エネのため、廃棄物エネルギーを有効活用することを目的としたケーススタディが行われた。

### ⑦ 環境出前授業の実施

2012 年 11 月 9 日、今回の実験にご協力頂いた 4 地区の一つ、龍郷町・安木場地区の円小学校において、二時限目の正規授業として、以下のとおり、「宝の島プロジェクト 離島キャラバン隊」主催による「環境出前授業」が行われた。同授業は安木場地区住民による本社会実験への協力に対する謝意の一環として行ったもので、円小学校の全校児童・教職員約 20 名のほか、地区住民ら総勢約 60 名が参加した。

- 講演「きれいな海は島の宝」 15 分
- ・ 実演「車両移動式油化装置の稼動デモンストレーション」 15 分
- ・ 体験会「廃棄物エネルギーの有効活用」 15分

の提供量	52.5						
240時間の	4.7	32.6	6.5	8.7			
11月9日	1.1	1.3	0.4	0.5			
11月8日	0.4	1.0	1.2	9:0			
11月7日	0.4	8:0	8:0	0.4			
11月6日	9.0	1.0	7.0	2.7			
11月4日 / 11月5日	6:0	26.4	1.4	1.0			
11月4日/							
11月3日/							
11月2日	9:0	0.3	0.5	0.5			
11月1日	7:0	1.8	0.2	7:0			
10月29日 10月30日 10月31日	未回収	未回収	0.5	9.0			
10月30日	未回収	未回収	0.3	7.0			
10月29日	未回収	未回収	0.5	0.1			
地区名	立神自治会 (奄美市·名瀬·長 浜町)	大棚 (大和村)	安木場(龍郷町)	ユーアイ 自立支援の会 (奄美市・名瀬)			

表8 一般家庭(奄美大島3地区・1団体)からの発泡スチロールの回収量 単位 Kg

_	1
合計	250.40
クリーンセンター	29.70
家電量販店・スーパー	168.20
一般家庭	52.50
	移動式油化装置による処理 (ユーアイ自立支援の会)

表 9 モデル地区等の一般家庭から提供された発泡スチロール及び海岸漂着その他の発泡スチロールの処理量 単位 Kg

地区名	立神自治会 (奄美市·名瀬·長浜町)	大棚 (大和村)	安木場(龍郷町)	ユーアイ自立支援の会 (奄美市・名瀬・小俣町)	世帯数又は人口の合計	24時間・1世帯 又は1人あたり の発生量の予 測(kg)	年間・1世帯又 は1人あたりの 発生量の予測 (kg)
240時間の提供量の合計 (kg)		52.5	.5				
世帯数(世帯)	290	159	78	72	599	0.0088	3.2
(イ)ロイ	007	299	165	165	1,329	0.0040	1.4

表 10 モデル地区等の一般家庭からの1世帯又は1人あたりの発泡スチロールの年間発生量予測

市町村別の年間発生量の予測(kg)	66,728	8,973	2,412	2,704	13,797	94,614
一个	46,279	6,223	1,673	1,875	9,569	65,619
格区名	奄美市	育售细阳	大和村	宇検村	瀬戸内町	合計

表 11 奄美本島市町村別の一般家庭からの発泡スチロールの年間発生量の予測 (表 10 のデータを使用した場合:年間 1.4kg/人)

### 5) 検証結果

今回の奄美大島での社会実験は、想定される今後の奄美大島での社会システムに即した形で、 最後まで一貫したストーリー性を有したまま完結に至った。海岸漂着ごみに加え一般家庭等で発生 した発泡スチロールの活用、廃棄物エネルギーを活用した自立支援の具体例の提示等、近い将来、 奄美大島での新たな社会システムに発展することを見据え、あらかじめ設定した項目すべてについ て、実験を通じた検証が行われた。

その内容は実験結果に示したとおり、おおむね良好であり、本システムの有効性の検証が改めてなされたものと思料される。

### 6) 成果

今回の社会実験で使用した移動式油化装置は、当協会からメーカーに返却されるが、2012 年 4 月 1 日以降は、奄美大島の民間団体が借り受けることとなった。今後、民間団体は地元自治体等と協力・連携しながら、環境保全の促進、行政コストの軽減、自立支援、新たな産業及び雇用創出等を目的とした新たな循環型社会システムを構築するため、油化装置を活用した検証作業を継続することとなった。

今回の社会実験は、廃棄物エネルギーを活用した自立支援の具体例の提示等に成功したことなどから、今後、奄美大島での検証が継続し、油化装置を活用した循環型社会システムが構築されるに際し、フィージビリティスタディとして活用されることとなる。また、システム稼働に伴う費用計算等にあたっては、今回の社会実験によって明らかとなったデータも活用されることとなろう。その結果、奄美大島の社会システムの早期実現に貢献する等の成果をもたらすこととなろう。



モデル地区に設置された一般家庭からの実験材料の提供箱(奄美市・名瀬・長浜町・立神集会所)



モデル地区に設置された一般家庭からの実験材料の提供箱(龍郷町・安木屋場集落)



モデル地区内の小学校に設置された一般家庭からの実験材料の提供箱(大和村立大棚小学校)



移動式油化装置による発泡スチロールの油化作業(奄美市・ユーアイ会)



移動式油化装置による発泡スチロールの油化作業(奄美市・ユーアイ会)



移動式油化装置による発泡スチロールの油化作業(奄美市・ユーアイ会)



移動式油化装置による発泡スチロールの油化作業(奄美市・ユーアイ会)



環境出前授業/児童代表による油化装置の起動(龍郷町・安木場地区 町立円小学校)



環境出前授業/児童による発泡スチロールの投入体験(龍郷町・安木場地区 町立円小学校)



環境出前授業/発電機用燃料油のブレンド(龍郷町・安木場地区 町立円小学校)



環境出前授業/廃棄部エネルギーの活用体験会(龍郷町・安木場地区 町立円小学校)

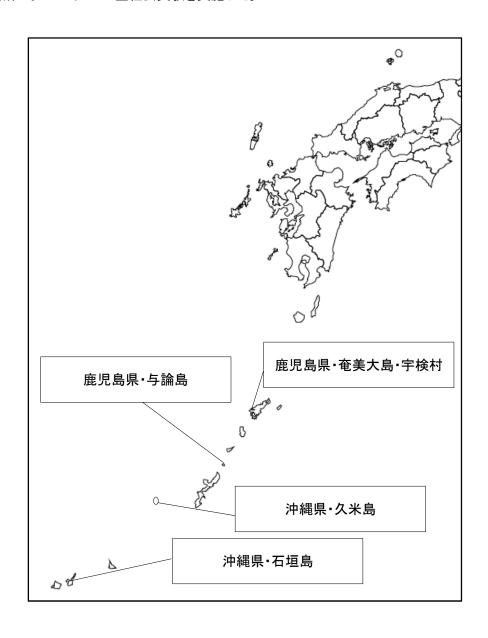


環境出前授業/校長先生の訓話(龍郷町・安木場地区 町立円小学校)

### 2.1.2 イベント型社会実験

イベント型社会実験とは、移動式油化装置を短期間(数日~数週間)現地に派遣し、地域のイベントの開催等に合わせ、油化装置の稼働デモンストレーション等を行う社会実験で、一般市民等を対象とした周知宣伝を主な目的とし、公開実験形式で行われる。

本年度、沖縄県・石垣島、沖縄県・久米島、鹿児島県・奄美大島・宇検村及び鹿児島県・与論島 の4箇所においてイベント型社会実験を実施した。



### 2.1.2.1 石垣島

2012 年 6 月 2 日、沖縄県・石垣市において、同年 5 月に八重山エリアで実施した一連の社会実験の総仕上げとして、「宝の島プロジェクト 離島キャラバン隊 公開実験 in 石垣島」が開催された。

本公開実験は屋内外二つの会場で行われ、屋内会場となった大濱信泉記念館では、八重山エリアにおける社会実験の成果を伝える報告会のほか、「離島の資源リサイクルと廃棄物エネルギー」、「離島固有の課題解決に向けた広域連携の必要性」等をテーマとしたワークショップが開催され、一般市民等を交えての活発な議論が行われた。また、野外会場となった八島ふ頭駐車場では、八重山エリアでの社会実験の趣旨や実施内容等が、デモンストレーションを交えてわかりやすく再現されたほか、地元の小中学生らも参加して、廃棄物エネルギーの活用体験会が開催された。

なお、本公開実験には石垣市及び竹富町在住の一般市民のほか、中山正隆・石垣市長、髙嶺 善伸・沖縄県議会議長、関係市・町議会議員、地方公共団体職員ら約 60 名が参加した。地元新聞 3紙やラジオ局でも取り上げられ、一般市民等を対象とした周知宣伝という目的は達成された。

### ▶ 主催等

- 主 催:公益社団法人 日本海難防止協会(日本財団助成事業)
- 後 援:石垣市、竹富町
- 協 力:特定非営利活動法人 南の島々守り隊(沖縄県・竹富町)、特定非営利活動法人 ユ ーアイ自立支援の会(鹿児島県・奄美市)
- ▶ 場所
  - 第一部会場 大濱信泉記念館 第二部会場 石垣港八島ふ頭
- ▶ プログラム
- -第一部 大濱信泉記念館-

10:00~11:00

- 社会実験の成果報告(八重山で行った社会実験の成果について解説)
- ・ ワークショップ("離島の資源リサイクルと廃棄物エネルギー"、"離島固有の課題解決に向けた広域連携の必要性"等をテーマとした討論会)
- 第二部 八島ふ頭駐車場-

11:15~12:00

- 車両移動式油化装置の稼動デモンストレーション(漂着ごみ等からスチレン油を生成するまでの実演。その他、八重山における社会実験の趣旨や実施内容等の解説。発泡スチロールの投入体験会等。)
- ・ 廃棄物エネルギーの活用体験会(ごみ由来の廃棄物エネルギーで発電を行い、燻製機やかき氷機等を稼動。廃棄物エネルギーを活用して製造した鳩間名産品「はとま・ひばんむい/ 魚の燻製」の試食会等。)



八重山エリアでの社会実験の成果報告(石垣市・大濱信泉記念館)



八重山エリアでの社会実験の成果報告(石垣市・大濱信泉記念館)



車両移動式油化装置の稼動デモンストレーション(石垣港八島ふ頭)



ごみ由来の廃棄物エネルギーで発電し燻製機を稼働(石垣港八島ふ頭)



廃棄物エネルギーを活用して製造した魚の燻製(鳩間名産品)の試食会(石垣港八島ふ頭)



廃棄物エネルギーの活用体験会に参加した中山正隆・石垣市長(石垣港八島ふ頭)

### 2.1.2.2 久米島

2012年8月11日、沖縄県・久米島町において、「宝の島プロジェクト 離島キャラバン隊 公開実験 in 久米島」が開催された。本公開実験は、同町からの開催要請に応えたもので、本事業の一般市民等に対する周知宣伝を主な目的とした。

本実験会場として、B&G海洋センターが久米島町から提供された。第一部は同センター会議室を会場とし、八重山エリアにおける一連の社会実験の成果を伝える報告会のほか、「離島の資源リサイクルと廃棄物エネルギー」、「離島固有の課題解決に向けた広域連携の必要性」等をテーマとしたワークショップが開催され、一般市民を交えての活発な議論が行われた。また、第二部は同センター駐車場を会場とし、八重山エリアでの社会実験の趣旨や実施内容等が、デモンストレーションを交えてわかりやすく再現されたほか、大勢の小中学生も参加して、廃棄物エネルギーの活用体験会が開催された。

なお、本公開実験には久米島町の一般市民のほか、町議会議員、町役場職員、小中学校教諭らが、第一部の屋内会合には約40名、また、第二部の野外デモンストレーションには約60名参加した。地元新聞1紙やラジオ局でも取り上げられ、一般市民等を対象とした周知宣伝という目的は達成された。

### ▶ 主催等

- 主 催:公益社団法人 日本海難防止協会(日本財団助成事業)
- 後 援: 久米島町
- 協 力:特定非営利活動法人 南の島々守り隊(沖縄県・竹富町)、特定非営利活動法人 ユ ーアイ自立支援の会(鹿児島県・奄美市)
- ▶ 場所
  - 第一部会場 久米島町・B&G 海洋センター会議室 第二部会場 久米島町・B&G 海洋センター駐車場
- プログラム
- ー第一部 久米島町・B&G海洋センター会議室ー

10:00~11:15

- 社会実験の成果報告(八重山で行った社会実験の成果について解説)
- ワークショップ("離島の資源リサイクルと廃棄物エネルギー"、"離島固有の課題解決に向けた広域連携の必要性"等をテーマとした討論会)
- -第二部 久米島町・B&G海洋センター駐車場ー

11:30~12:15

・ 車両移動式油化装置の稼動デモンストレーション(漂着ごみ等からスチレン油を生成するまでの実演。その他、八重山における社会実験の趣旨や実施内容等の解説。発泡スチロールの投入体験会等。)

・ 廃棄物エネルギーの活用体験会(漂着ごみなど廃棄物由来のエネルギーで発電を行い、ミニ縁日を開催、綿菓子・かき氷等を無料提供。その他、廃棄物エネルギーを活用した他の離島の取り組み紹介など。)



八重山エリアでの社会実験の成果報告(久米島町・B&G海洋センター会議室)



車両移動式油化装置の稼動デモンストレーション(久米島町・B&G海洋センター駐車場)



発泡スチロールの投入体験を楽しむ子供たち(久米島町・B&G海洋センター駐車場)



八重山での社会実験の紹介パネルを閲覧する一般市民(久米島町・B&G海洋センター駐車場)



廃棄物エネルギーの活用体験会に参加する子供たち(久米島町·B&G海洋センター 駐車場)



油化装置のメカニズム等について説明を受ける一般市民(久米島町・B&G海洋センター駐車場)

### 2.1.2.3 奄美大島(宇検村)

2012 年 10 月 6 日、鹿児島県・奄美大島の宇検村において、「宝の島プロジェクト 離島キャラバン隊 公開実験 in 宇検村」が開催された。本公開実験は、奄美大島で開催予定であった検証型社会実験(2012 年 10 月 29 日~11 月 12 日)に先駆け、本事業を奄美大島南部地域の一般市民等に対し、広く周知宣伝することを目的に開催したものである。

奄美大島では、2011年9月、同島中部に位置する奄美市において、第一回目の社会実験及び公開実験を行った。また、2012年1月には、同じく中部の大和村等において、一般市民を対象としたデモンストレーションや学童を対象とした環境教室などを開催している。こうしたことから、本公開実験の開催地となった宇検村は、離島キャラバン隊がまだ訪問していない同島南部の地方公共団体の中から選ばれたものである。

本実験会場として、村営の生涯学習センターが宇検村から提供された。第一部は同センター講座室を会場とし、八重山エリアにおける一連の社会実験の成果を伝える報告会のほか、「離島の資源リサイクルと廃棄物エネルギー」、「離島固有の課題解決に向けた広域連携の必要性」等をテーマとしたワークショップが開催され、一般市民を交えての活発な議論が行われた。また、第二部は同センター正面玄関前の屋外スペースを会場とし、奄美大島で開催予定の社会実験に関し、実験の趣旨や予定している内容等について、デモンストレーションを交えてわかりやすく再現されたほか、大勢の小中学生も参加して、廃棄物エネルギーの活用体験会が開催された。

なお、本公開実験には宇検村の一般市民のほか、村会議員、村役場職員らが、第一部の屋内 会合には約40名、また、第二部の野外デモンストレーションには約80名参加した。地元新聞1紙 やラジオ局でも取り上げられ、一般市民等を対象とした周知宣伝という目的は達成された。

### ▶ 主催等

- 主 催:公益社団法人 日本海難防止協会(日本財団助成事業)
- 共 催:特定非営利活動法人 ユーアイ自立支援の会(鹿児島県・奄美市)
- 協 力:特定非営利活動法人 南の島々守り隊(沖縄県・竹富町)
- ▶ 場所
  - 第一部会場 宇検村生涯学習センター"元気の出る館"講座室
  - 第二部会場 宇検村生涯学習センター"元気の出る館"正面玄関前・屋外スペース
- プログラム
- 第一部 宇検村生涯学習センター"元気の出る館"講座室-

10:00~11:15

- ・ 社会実験の成果報告(八重山で行った社会実験の成果について解説)
- ワークショップ("離島の資源リサイクルと廃棄物エネルギー"、"離島固有の課題解決に向けた広域連携の必要性"等をテーマとした討論会)
- 第二部 宇検村生涯学習センター"元気の出る館"正面玄関前・屋外スペースー

11:30~12:30

・ 車両移動式油化装置の稼動デモンストレーション(漂着ごみ等からスチレン油を生成するま

での実演。その他、奄美大島にて開催予定の社会実験の趣旨や実施内容等の解説。発泡スチロールの投入体験会等。)

・ 廃棄物エネルギーの活用体験会(漂着ごみなど廃棄物由来のエネルギーで発電を行い、ミニ縁日を開催、綿菓子・かき氷等を無料提供。その他、廃棄物エネルギーを活用した他の離島の取り組み紹介など。)



八重山エリアでの社会実験の成果報告(宇検村生涯学習センター・講座室)



車両移動式油化装置の稼動デモンストレーション(宇検村生涯学習センター・正面玄関前)



発泡スチロールの投入体験を楽しむ子供たち(宇検村生涯学習センター・正面玄関前)



油化装置のメカニズム等について説明を受ける一般市民(宇検村生涯学習センター・正面玄関前)



廃棄物エネルギーの活用体験会「ミニ縁日」に参加する子供たち(宇検村生涯学習センター・正面玄関前)



廃棄物エネルギーの活用体験会「電動工作」に参加する子供たち(宇検村生涯学習センター・正面玄関前)

### 2.1.2.4 与論島

2012 年 12 月 7 日、鹿児島県・与論島において、「宝の島プロジェクト 離島キャラバン隊 公開 実験 in 与論島」が開催された。本公開実験は、与論町からの要請に基づき開催した。同町は奄美 大島で行われた本社会実験に関する報道によって本事業に関心を寄せ、新たな社会システムとして同町への導入に向けた検討の是非を決定するにあたり、同島での公開実験の開催を望んでいた。

本実験会場として、旧町立診療所前広場が与論町から提供された。公開実験では、一般市民 や町職員らを対象に、奄美大島で行われた社会実験の趣旨や内容等について、デモンストレーションを交えてわかりやすく再現された。その後、近隣の保育園の児童らも参加して、廃棄物エネル ギーの活用体験会が開催された。

なお、本公開実験には与論島の一般市民のほか、町職員や漁業関係者ら約 80 名が参加、一般市民等を対象とした周知宣伝という目的は達成された。また、与論町ではその後、本事業を原型として新たな社会システムの構築に向けた検討に着手したという。本公開実験が刺激になったもので大きな成果と思料される。

### ▶ 主催等

主 催:公益社団法人 日本海難防止協会(日本財団助成事業)

協 力:与論町、特定非営利活動法人 ユーアイ自立支援の会(鹿児島県・奄美市)

### ▶ 場所

旧町立診療所前広場

### ▶ プログラム

09:30~10:45

- ・ 車両移動式油化装置の稼動デモンストレーション(漂着ごみ等からスチレン油を生成するまでの実演。その他、奄美大島で開催された社会実験の趣旨や実施内容等の解説。発泡スチロールの投入体験会等。)
- ・ 廃棄物エネルギーの活用体験会(漂着ごみなど廃棄物由来のエネルギーで発電を行い、ミニ ニ縁日を開催、綿菓子・かき氷等を無料提供。その他、廃棄物エネルギーを活用した他の離島の取り組み紹介など。)



公開実験の開会式(与論町・旧町立診療所前広場)



発泡スチロールの投入体験を楽しむ子供たち(与論町・旧町立診療所前広場)



廃棄物エネルギーの活用体験会「ミニ縁日」に参加する子供たち(与論町・旧町立診療所前広場)

### 2.2 海岸漂着ごみ問題に関する広域連携

海岸漂着ごみ問題、資源リサイクル問題、雇用問題、省エネ問題等、相互に共通する様々な課題を抱える各離島を対象に、課題の解決に向けた情報交換や検討を一致協力して行うこと等を目的とした広域連携の必要性を呼び掛けた。

具体的には今年度、「宝の島プロジェクト 離島キャラバン隊」が巡回した各離島において、社会実験と併せて、ワークショップを順次開催、離島共通の課題の解決に向けた情報交換や検討の場を提供するとともに、広域連携の必要性を積極的に呼びかけた。

また、共通課題の解決に向けた離島間の広域連携等を目的とした、「地方自治体の海洋政策に関するシンポジウム(沖縄県・竹富町主催)」に参加した。当協会は離島における海岸漂着ごみ対策や省エネ対策の先駆的なプロジェクトの立場で参加し、離島自治体に対し、広域連携の必要性を竹富町と共に積極的に呼び掛けた。一般市民、関係市・町議会議員、地方公共団体職員ら約 140 名が参加した。

### 1) ワークショップ in 石垣島

2012 年 6 月 2 日、沖縄県・石垣市において開催した「宝の島プロジェクト 離島キャラバン隊 公開実験 in 石垣島」の一環として、以下のとおり、ワークショップを開催した。

本ワークショップは、離島共通の課題の解決に向けた情報交換や検討の場を提供するとともに、 広域連携の必要性を積極的に呼びかけることを目的としたもので、「離島の資源リサイクルと廃棄物エネルギー」、「離島固有の課題解決に向けた広域連携の必要性」等をテーマとし、一般市民等を交えての活発な議論が行われた。石垣市及び竹富町在住の一般市民のほか、中山正隆・石垣市長、髙嶺善伸・沖縄県議会議長、関係市・町議会議員、地方公共団体職員ら約 60 名が参加した。

離島共通の課題の解決に向けた情報交換や検討の場を提供するとともに、広域連携の必要性を積極的に呼びかけるという目的は達成された。なお、本ワークショップは、後日、沖縄県・石垣市において開催された「地方自治体の海洋政策に関するシンポジウム(沖縄県・竹富町主催)」のきっかけとなった。

### ▶ 日時

2012年6月2日10:20~11:00

### ▶ 主催等

- 主 催:公益社団法人 日本海難防止協会(日本財団助成事業)
- 後 援:石垣市、竹富町
- 協 力:特定非営利活動法人 南の島々守り隊(沖縄県・竹富町)、特定非営利活動法人 ユ ーアイ自立支援の会(鹿児島県・奄美市)

### ▶ 場所

大濱信泉記念館

▶ 内容

「離島の資源リサイクルと廃棄物エネルギー」、「離島固有の課題解決に向けた広域連携の必要性」等

### > 話題提供者又は参加者(順不同·敬称略)

中山正隆(石垣市長)、髙嶺善伸(沖縄県議会議長)、徳松信男(放送大学・客員教授)、富本傳(竹富町・副町長)、大田綾子(竹富町・教育委員)、富山佳郎(特定非営利活動法人・ユーアイ自立支援の会・理事長)、大城正明(特定非営利活動法人・南の島々守り隊・理事)、植竹貞夫(海上保安協会・八重山支部)、大貫伸(公益社団法人・日本海難防止協会)ほか、一般市民、関係市・町議会議員、地方公共団体職員ら約60名

### 2) ワークショップ in 久米島

2012 年 8 月 11 日、沖縄県・久米島町において開催した「宝の島プロジェクト 離島キャラバン隊 公開実験 in 久米島」の一環として、以下のとおり、ワークショップを開催した。

本ワークショップは、離島共通の課題の解決に向けた情報交換や検討の場を提供するとともに、 広域連携の必要性を積極的に呼びかけることを目的としたもので、「離島の資源リサイクルと廃棄 物エネルギー」、「離島固有の課題解決に向けた広域連携の必要性」等をテーマとし、一般市民等 を交えての活発な議論が行われた。一般市民、教職員、町議会議員、町役場職員ら約 40 名が参加した。

離島共通の課題の解決に向けた情報交換や検討の場を提供するとともに、広域連携の必要性 を積極的に呼びかけるという目的は達成された。なお、本ワークショップは、後日、沖縄県・石垣市 において開催された「地方自治体の海洋政策に関するシンポジウム(沖縄県・竹富町主催)」のきっ かけとなった。

### ▶ 日時

2012年8月11日10:20~11:00

### ▶ 主催等

- 主 催:公益社団法人 日本海難防止協会(日本財団助成事業)
- 後 援:久米島町
- 協 力:特定非営利活動法人 南の島々守り隊(沖縄県・竹富町)、特定非営利活動法人 ユ ーアイ自立支援の会(鹿児島県・奄美市)

### ▶ 場所

久米島町・B&G 海洋センター会議室

### 内容

「離島の資源リサイクルと廃棄物エネルギー」、「離島固有の課題解決に向けた広域連携の必要性」等

### 話題提供者又は参加者(順不同・敬称略)

喜久里猛(久米島町議会議長)、富山佳郎(特定非営利活動法人・ユーアイ自立支援の会・理事長)、大城正明(特定非営利活動法人・南の島々守り隊・理事)、大貫伸(公益社団法人・日本海難防止協会)ほか、一般市民、教職員、町議会議員、町役場職員ら約40名

### 3) ワークショップ in 宇検村

2012 年 10 月 6 日、鹿児島県・大島郡・宇検村において開催した「宝の島プロジェクト 離島キャラ バン隊 公開実験 in 宇検村」の一環として、以下のとおり、ワークショップを開催した。

本ワークショップは、離島共通の課題の解決に向けた情報交換や検討の場を提供するとともに、 広域連携の必要性を積極的に呼びかけることを目的としたもので、「離島の資源リサイクルと廃棄 物エネルギー」、「離島固有の課題解決に向けた広域連携の必要性」等をテーマとし、一般市民等 を交えての活発な議論が行われた。一般市民のほか、村会議員、村役場職員ら約 40 名が参加し た。

離島共通の課題の解決に向けた情報交換や検討の場を提供するとともに、広域連携の必要性を積極的に呼びかけるという目的は達成された。なお、本ワークショップは、後日、沖縄県・石垣市において開催された「地方自治体の海洋政策に関するシンポジウム(沖縄県・竹富町主催)」のきっかけとなった。

### ▶ 日時

2012年10月6日10:20~11:00

### ▶ 主催等

- 主 催:公益社団法人 日本海難防止協会(日本財団助成事業)
- 共 催:特定非営利活動法人 ユーアイ自立支援の会(鹿児島県・奄美市)
- 協 力:特定非営利活動法人 南の島々守り隊(沖縄県・竹富町)

### ▶ 場所

宇検村生涯学習センター"元気の出る館"講座室

### ▶ 内容

「離島の資源リサイクルと廃棄物エネルギー」、「離島固有の課題解決に向けた広域連携の必要性」等

話題提供者又は参加者(順不同・敬称略)

松井富彦(宇検村・副村長)、富山佳郎(特定非営利活動法人・ユーアイ自立支援の会・理事長)、大城正明(特定非営利活動法人・南の島々守り隊・理事)、大貫伸(公益社団法人・日本海難防止協会)ほか、一般市民、教職員、村議会議員、村役場職員ら約40名

### 4) 広域連携シンポジウム

2013 年 2 月 1 日、沖縄県・石垣市において開催された「地方自治体の海洋政策に関するシンポジウム(沖縄県・竹富町主催)」を後援するとともに、離島における海岸漂着ごみ問題や省エネ対策等に関する技術面での助言等の協力を行った。同シンポジウムは、共通課題の解決に向けた離島の広域連携等を目的としたもので、上記の 3 箇所でのワークショップでの意見交換が開催に至った理由の一つとなった。我々「宝の島プロジェクト 離島キャラバン隊」は、離島における海岸漂着ごみ問題等に取り組む先駆的なプロジェクトとして参加、集まった各離島自治体に対し、広域連携を竹富町と共に積極的に呼び掛けた。一般市民、関係市・町・村長、関係県・市・町・村議会議員、研

究者、地方公共団体職員ら約140名が参加した。

離島共通の課題の解決に向けた情報交換や検討の場を提供するとともに、広域連携の必要性 を積極的に呼びかけるという目的は達成された。

### ▶ 日時

2013年2月1日13:30~17:30

### ▶ 主催等

主 催:竹富町

後 援:公益社団法人・日本海難防止協会、一般財団法人・海洋政策研究財団、境界地域研究ネットワーク JAPAN

### ▶ 場所

南の美ら花ホテルミヤヒラ

### ▶ 内容

「離島自治体における海域管理とその財政問題」等

▶ 講師又はパネリスト及び参加者(順不同・敬称略)

川満栄長(沖縄県・竹富町長)、財部能成(長崎県・対馬市長)、中山正隆(沖縄県・石垣市長)、 外間守吉(沖縄県・与那国町長)、寺島紘士(一般財団法人・海洋政策研究財団・常務理事)、 來生新(放送大学・副学長)、小西砂千夫(関西学院大学教授)、川畑宏友(鹿児島県・龍郷町 長)、肥後正司(鹿児島県・十島村長)ほか、一般市民、九州・沖縄地方の関係県・市・町・村議 会議員、地方公共団体職員ら約140名

海岸漂着ごみ問題、資源リサイクル問題、雇用問題、省エネ問題等、離島には相互に共通する様々な課題が存在する。当協会は本事業を通じ、課題の解決に向けた情報交換や検討を、離島同士が一致協力して行うことの重要性等を多くの地方自治体に呼び掛けてきた。本シンポジウムによって、離島が直面している諸問題の解決に向け、離島同士の広域連携が必要であることが、多くの一般市民、地方自治体、研究者、海事関係者等の共通認識として根付いたことは、本事業にとっても大きな成果である。今後も、本事業が一つのきっかけとなって構築された離島の広域連携が、「宝の島プロジェクト」という本事業の通称と共に、いつまでも残り続けることとを期待したい。



ワークショップ in 石垣島(石垣市・大濱信泉記念館)



ワークショップ in 宇検村(宇検村生涯学習センター・講座室)



「地方自治体の海洋政策に関するシンポジウム」パネルディスカッション(石垣市・南の美ら花ホテルミヤヒラ)

### 2.3 離島振興のための具体策に関するケーススタディ

前述のとおり、本プロジェクトは離島の海岸の美化や省エネ対策に貢献するばかりか、ごみ由来のエネルギーを利用した起業にも通じ、過疎化や高齢化などの問題の解決の糸口ともなり、離島振興にもつながる可能性を秘めている。

ところで、本プロジェクトの発祥地である鳩間島では、平成23年度より、島民有志の力により、 固定式油化装置の本格運用が始まった。しかしながら、当該油化装置によって生成されたスチレンの活用方法は、島民有志の各家庭における給湯ボイラーでの自家使用にとどまっていた。すなわち、スチレンの島内活用により、離島海岸の美化や島の省エネには寄与してはいるが、新たな産業が立ち上がったわけでも、また、新たな雇用が生まれたわけでもなく、離島振興と呼べるレベルには至っていなかった。

鳩間島は他の多くの離島と同様、過疎・高齢化の問題を抱えている。わずか数 10 名足らずの 島民有志の力だけで、ごみ由来のエネルギーの有効活用に関する新しいアイデアを創出し、さら に、それを離島振興といえるレベルまでに発展させることは極めて困難と思料された。

そこで、本年度、アイデアの創出や実動等の業務は鳩間島民有志に任せつつも、アイデアを実現するための技術支援等に関する業務を外部から主導し、実用に資する起業にまで短期間で発展させ、最終的には採算ベースに乗せて雇用を創出させる等、ごみ由来のエネルギーを有効活用した具体的な離島振興の実現を目標とし、以下のケーススタディを鳩間島において行った。

### 1) 事前打合せ

- ① 実施期間/第一次:2012 年 4 月 15 日~19 日、第二次:2012 年 7 月 31 日~8 月 2 日、第三次:2012 年 11 月 1 日~2 日
- ② 実施内容/ケーススタディの進捗状況に合わせ、関係者と打合せを行い、実施方案等を確定させた。

### 2) 実施概要

- ① 実施期間/2012年5月1日~2014年2月28日(期間中にのべ約50日間実施)
- ② 実施場所/沖縄県・竹富町・鳩間島
- ③ 実施内容/ごみ由来のエネルギーを有効活用した具体的な離島振興の実現を目標としたケーススタディ
- ④ 実動機関/特定非営利活動法人 南の島々守り隊(沖縄県・竹富町)
- ⑤ 主導機関/当協会(ほか「宝の島プロジェクト 離島キャラバン隊」のメンバー)
- ⑥ 協力機関/竹富町、西表島エコプロジェクト(沖縄県・竹富町)ほか

### 3) 実験手順

本社会実験は以下の手順で行った。「図 4 離島振興のための具体策に関するケーススタディのフロー図」も参照のこと。

- ① 特定非営利活動法人 南の島々守り隊は鳩間島内に水産作業場を設置し、ディーゼル発電機、電動燻製機、電動送風機、電動包装機等の関係機器を配備した。
- ② 南の島々守り隊又は西表島エコプロジェクトは、鳩間島もしくは西表島において、海岸清掃活動を適宜行った。
- ③ 南の島々守り隊は海岸清掃等によって回収した上記発泡スチロールを固定式油化装置(鳩間島内に設置)まで、適宜、陸上輸送又は海上輸送した。
- ④ 南の島々守り隊は、鳩間島内の一般家庭から廃食油を適宜回収し、水産作業場まで陸上輸送した。
- ⑤ 南の島々守り隊は回収した発泡スチロールを鳩間島内の固定式油化装置によって熱分解処理し、スチレンを生成した。
- ⑥ 南の島々守り隊は生成したスチレを鳩間島内の水産作業場まで陸上輸送した。
- ⑦ 南の島々守り隊は生成したスチレ及び廃食油を1:1の分量で混合し、鳩間島内の水産作業場に配備された発電機稼働用の廃棄物エネルギーを製造した。
- ⑧ 南の島々守り隊は上記廃棄物エネルギーによって、鳩間島内の水産作業場に配備された発電機を適宜稼働させ電力を得た。
- ⑨ 南の島々守り隊は当該電力によって電動燻製機、電動送風機、電動包装機等を適宜稼働させ、鮮魚の燻製を製造した。
- ⑩ 製造した燻製はケーススタディ協力者等に提供した(後日、鳩間島の新たな名産品として試験販売し、離島の活性化に役立てる)。

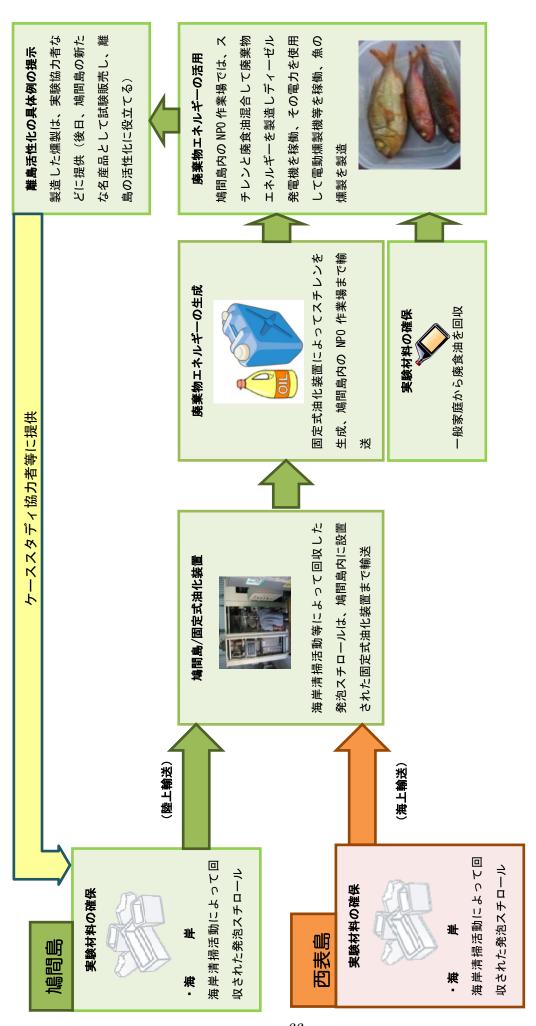


図4 離島振興のための具体策に関するケーススタディのフロー図

### 5) 実施結果と成果

前述のとおり、スチレンの島内での有効活用を通じ、離島海岸の美化や省エネのみならず、新たな産業を立ち上げ雇用を創出するなどして離島振興を図ることは、本事業の大きな目標の一つでもあった。

本年度、鳩間島において、生成したスチレンを水産作業場の発電機用の廃棄物エネルギーとして利用し、得られた電力によって鮮魚の燻製を製造することを内容としたケーススタディを実施した。 関係者の努力の結果、短時間のうちに実用に資するレベルまで発展させることができた。最終的には採算ベースに乗せて雇用を創出させる等、ごみ由来のエネルギーを有効活用した具体的な離島振興の実現が現実のものとなった。

本ケーススタディの結果、鳩間島産のエネルギーによって鳩間島産の鮮魚を加工するなど、今までにない手法によって製造された鮮魚の燻製が誕生し、既に「はとま・ひばんむい」という商標登録がなされた。間もなく、鳩間島の新たな名産品として試験販売が開始されることとなり、わずかながらも雇用の創出が期待される等、離島活性化の一助となる見通しが立った。ごみ由来のエネルギーの有効活用に関する新しいアイデアを創出し、さらに、それを離島振興といえるレベルまでに発展させるという目的は達成された。

なお、「火番盛(ひばんむい)」とは、鎖国が行われていた江戸時代、異国船の監視や航海の安全確認のため、先島諸島 18 箇所に所在した遠見番所のことをいう。異常などが発見された場合、各番所が"のろし(スモーク)"によって、順番に情報を伝達し、最後は沖縄本島の琉球王府に知らせていた。このうち、鳩間島・中森に置かれていた「火番盛(ひばんむい)」は、竹富町指定天然記念物となっている。

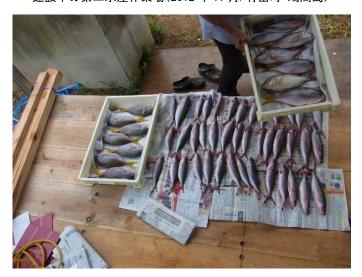
## ▶ 写 真



建設中の第一水産作業場(2012年5月/竹富町・鳩間島)



建設中の第二水産作業場(2012年11月/竹富町・鳩間島)



鮮魚の燻製の製造準備作業(竹富町・鳩間島)



電動燻製機の稼働準備作業(竹富町・鳩間島)



完成した鮮魚の燻製(竹富町・鳩間島)

## 2.4 周知宣伝

本事業では検証型社会実験又はイベント型社会実験の開催に合わせ、地元自治体等と連携の上、現地マスコミ等を対象に、本事業の成果等について周知宣伝を行ったほか、以下のような手段を講じた。

#### 1) パンフレットによる周知宣伝

本事業の趣旨、経緯、取り組みの内容等について解説し、本事業の成果等を取りまとめた以下のパンフレットを作成、検証型社会実験又はイベント型社会実験(公開実験)の開催地を中心に、一般市民、関係行政機関、マスコミ等に配付し、本事業を周知宣伝した。パンフレットの全文は、「参考資料3 宝の島プロジェクト パンフレット」として添付した。

- ▶ 名 称:「宝の島プロジェクト 海岸漂着ごみをエネルギー源に再利用
- ▶ 規格: A4 判、8 ページ、カラー印刷
- ▶ 配付日:2012年5月1日~2014年2月28日(期間中に適宜配付)
- ▶ 部数:約1.200部

#### 2) リーフレット又はポスターによる周知宣伝

イベント型社会実験(公開実験)等の開催にあたり、以下のとおり、広報のためのチラシ(リーフレット)を作成し、地元自治体及び教育委員会の協力のもと、自治会単位の回覧文書、小中学校からの周知文書として市町村各世帯に配布した。

また、これらのチラシを A1 判に引き伸ばしたポスターを適宜作成、地元自治体、教育委員会、 観光協会、商工会等の協力のもと、公共施設(市役所、町村役場、小中学校、図書館、公民館 等)、スーパーマーケット、家電量販店、コンビニエンスストアー、銀行、個人商店等に掲示した。

- ▶ 名 称:「宝の島プロジェクト 離島キャラバン隊 公開実験のお知らせ」
- ▶ 規 格: A4 判、1 ページ、カラー印刷
- 配付日:イベント型社会実験(公開実験)等の開催に合わせ適宜配付
- ▶ 部数:のべ約1,400部

#### 3) テレビ番組等による周知官伝

検証型社会実験又はイベント型社会実験(公開実験)の開催にあたり、以下のとおり地元ラジオ局又はテレビ局の情報番組等に出演し、本事業の趣旨、経緯、進捗状況等について説明するとともに、離島の美化や省エネ効果等、本事業の成果等について周知宣伝を行った。

#### 【イベント型社会実験/石垣島】

- ▶ 局 名:FM いしがきサンサンラジオ
- ▶ 番 組:サンサンモーニング

▶ 日 時:2012年5月29日09:00~09:45

#### 【検証型社会実験/奄美大島】

▶ 局 名:奄美テレビ放送

▶ 番 組:ほっとけトーク

▶ 日 時:2012年11月29日19:00~20:00

また、イベント型社会実験(公開実験)の開催にあたり、地元ラジオ局に要請し、一般市民に対する情報提供と参加呼びかけを繰り返し行ってもらった。

#### 【イベント型社会実験/石垣島】

▶ 局 名:FM いしがきサンサンラジオ

▶ 日 時:2012年5月30日~6月2日

▶ 回 数:のべ約20回

#### 【イベント型社会実験/久米島】

▶ 局 名:FM 久米島

▶ 日 時:2012年8月9日~11日

▶ 回 数:のべ約20回

#### 【イベント型社会実験/奄美大島・宇検村】

▶ 局 名:エフエムうけん

▶ 日 時:2012年10月5日~6日

▶ 回 数:のべ約10回

#### 4) ホームページによる周知宣伝

当協会のホームページ内に「宝の島プロジェクト」のコーナーを設け、本事業の趣旨、経緯、進 捗状況等について説明するとともに、離島の美化や省エネ効果等、本事業の成果等について周 知宣伝を行った。

#### 5) 他の離島に対する周知宣伝及び海岸調査

以下のとおり、今年度の広域社会実験の対象エリア外に所在する代表的な離島(1箇所)に直接出向き、地元自治体に対し、本事業の趣旨、経緯、進捗状況等について説明するとともに、離島の美化や省エネ効果等、本事業の成果等について周知宣伝を行った。また、海岸漂着ごみ問題に関する意見交換を行った。さらに、同島の海岸におけるごみの漂着状況について調査した。

⇒ 訪問地:奥尻島(北海道·奥尻町)

▶ 日 時:2012年6月28日~29日

海岸線に関しては、あらかじめチェックポイント12~13カ所を設定し、奥尻島のほぼ全周にわたる調査を実施した。なお、東側海岸には流木・海藻等の自然系のものを除き、ごみはほとんど漂

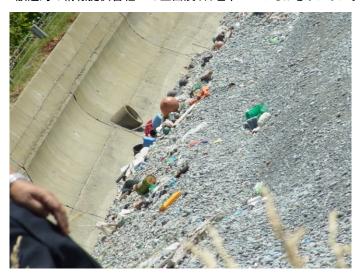
着していなかった。また、西側海岸については、砂浜・岩浜・消波ブロック海岸に若干の漂着ごみが見られた。量的には南西諸島や対馬の海岸の数十分の一程度以下であった。漂着している人工ごみとしては、ペットボトル、硬化プラスチック製のブイ、発泡スチロール製のブイ、カン類等が目立った。

漂着ごみの少ない理由として、韓国・中国からのごみは奥尻島への到達前に他の海岸に漂着してしまうこと、奥尻海峡を挟んだ対岸の北海道西岸の人口がさほど多くはなく、経済活動が盛んではないこと。日本海を挟んだ対岸のロシア沿海州の人口が極端に少なく、経済活動がほとんどないこと。沖合の航行船舶の数が比較的少ないこと。沖合の漁業はイカ釣り等、我が国漁船団が中心でマナーが比較的良いこと。島の周囲に断崖絶壁が比較的多く、また、海岸の幅が狭いため、ごみの漂着に必要な一定の面積が確保されていないことなどが挙げられる。

# ▶ 写 真



地元FM放送局の情報提供番組への生出演(石垣市・FM いしがきサンサンラジオ)



海岸漂着ごみの状況(奥尻島・西海岸)



海岸漂着ごみの状況(奥尻島・西海岸)



ごみの漂着がほとんど見られない海岸(奥尻島・東海岸)



ごみの漂着がほとんど見られない海岸(奥尻島・東海岸)



ごみの漂着がほとんど見られない海岸(奥尻島・東海岸)

# 2.5 他の漂着ごみの油化に関する調査

本事業で使用してきた発泡スチロール用の油化装置は、熱分解の原理を採用している。したがって、加熱温度等の一定の条件が整えば、発泡スチロール以外のプラスチック製の漂着ごみ(浮き球や漁網等に使われているポリプロピレン: polypropylene/PP 等)も油化できる可能性がある。

#### 1) ポリプロピレン製漂着ごみの処理に向けた展開

本事業では、離島における一連の社会実験等と並行して、これらポリプロピレン製の海岸漂着 ごみを対象に、既存の発泡スチロール用の油化装置によって油化を行うために必要な調査を進 めた。4 ヶ年に及ぶ調査の結果、いくつかの課題の存在が確認されたが、その解決方法について 考察が行われ明らかとなった。

たとえば、小型の発泡スチロール油化装置を用いて、オリジナルの原料である発泡スチロール以外に少量(5%)のポリプロピレンを混入させ、生成物の性状変化等について調査した結果、発泡スチロールが熱分解される本油化装置オリジナルの温度条件(約 350°C)では、ポリプロピレンの分解速度は遅くなり、生成油中の沈降成分や残渣となり、完全に熱分解処理できないことが確認された。原因はいうまでもなく、ポリプロピレンの分解温度が発泡スチロールよりも高いためである。解決方法としては熱分解の温度を上げることであり、窯内の火災防止等の安全対策に配慮しながら、熱分解の温度を 400°Cまで上昇・維持した状態で実験を行った結果、ポリプロピレンが分解されることが確認された。

#### 2) その成果

従来、ポリプロピレン製の漂着ごみは、塩分や臭素系の難燃剤が一定以上の割合で含まれていることから、成形品として再利用することは不可能とされ、埋立又は焼却処分が当然として行われてきた。本調査の結果、ポリプロピレン製の漂着ごみを発泡スチロール用に開発された油化装置によって油化し、それを廃棄物エネルギーとして活用するという新たな手法の道筋が開けた。本調査結果は、プラスチックや応用化学の研究者や専門家による今後の研究開発に少なからぬ影響を与えると考えられる。

その他、4 ヶ年に及ぶ一連の調査の結果について、「参考資料 1 他の漂着ごみの油化に関する調査」として取りまとめた。

# 3. 事業の年度スケジュール

本事業の主な年度スケジュールは以下のとおりであった。

#### 2012年4月

▶ 15 日~19 日

事前打合せ(検証型社会実験/西表島及び鳩間島)、事前打合せ(離島振興のための具体策に関するケーススタディ)

▶ 24 日~27 日

事前打合せ(検証型社会実験/奄美大島)

#### 2012年5月

▶ 12 日~18 日

検証型社会実験/西表島及び鳩間島、事前打合せ(検証型社会実験/石垣島、イベント型 社会実験/石垣島)

▶ 28 日~31 日

検証型社会実験/石垣島

#### 2012年6月

▶ 1 目

検証型社会実験/石垣島

> 2日

イベント型社会実験(石垣島)、ワークショップ(石垣島)

▶ 28 日~29 日

他の離島に対する周知宣伝及び海岸調査(奥尻島)

#### 2012年7月

▶ 15 日~19 日

事前打合せ(イベント型社会実験/久米島)

▶ 31 日

事前打合せ(離島振興のための具体策に関するケーススタディ)

#### 2012年8月

▶ 1日

事前打合せ(離島振興のための具体策に関するケーススタディ)

▶ 8日~9日

事前打合せ(イベント型社会実験/久米島)

▶ 11日

イベント型社会実験(久米島)、ワークショップ(久米島)

#### 2012年9月

▶ 5日~7日

事前打合せ(検証型社会実験/奄美大島)

▶ 17日~26日 検証型社会実験/奄美大島(予備実験)

#### 2012年10月

▶ 3日~5日

事前打合せ(イベント型社会実験/奄美大島・宇検村)

▶ 6日

イベント型社会実験(奄美大島・宇検村)、ワークショップ(奄美大島・宇検村)

▶ 29 日~31 日

検証型社会実験/奄美大島(本実験)

#### 2012年11月

▶ 1日~2日

事前打合せ(離島振興のための具体策に関するケーススタディ)

▶ 1日~12日

検証型社会実験/奄美大島(本実験)

#### 2012年12月

▶ 6日

事前打合せ(イベント型社会実験/与論島)

▶ 7日

イベント型社会実験(与論島)

#### 2013年2月

▶ 1日

広域連携シンポジウム(石垣島)

その他、離島振興のための具体策に関するケーススタディを実施した(2012 年 4 月 15 日~2013 年 2 月 28 日の期間中にのべ約 50 日間実施)。また、年度を通じ周知宣伝活動を実施した。

# 4. 実施方法

前述のとおり、広域社会実験(検証型社会実験及びイベント型社会実験)等を行いながら、本事業を推進した。なお、関係行政機関、海事関係団体、学識経験者、当協会会員会社等と意見交換を行い協力を得るとともに、専門かつ高度な知見等を必要とする内容については、業務の一部を専門研究機関に委託した。

# 5. マスコミ取材

テレビ、ラジオ、新聞、雑誌等の撮影・取材要請は、国内外を問わず積極的に対応し、本事業の成果等について、マスコミを介して広く世の中に周知宣伝した。本事業を報じた主なマスコミは以下のとおりである(事務局が把握しているものに限る)。

#### 2009 年度

- 新聞/産経新聞(7月15日)、八重山日報(9月10日)、八重山毎日(9月10日)、八重山日報(11月8日)、八重山毎日(11月8日)、琉球新報(11月8日)、沖縄タイムス(11月8日)
- ラジオンJ・WAVE TOKYO MORNING RADIO(7月20日)、東京 FM ラジオ・クロノス・"WONDA モーニングショット ワンショットコラム"(7月24日)、NHK ラジオ(10月8日)
- ▶ 雑誌/フォーブス日本版(11 月号)

#### 2010 年度

- 新聞/八重山日報(4月7日)、読売新聞(7月24日九州沖縄版・夕刊)、沖縄タイムス(10月17日)、八重山毎日(10月17日)、八重山日報(10月17日)、西日本新聞(10月28日)、長崎新聞(10月28日)、京都新聞(10月28日)、大分合同新聞(10月28日)、山形新聞(10月28日)、福井新聞(10月28日)、佐賀新聞(10月28日)、岩手日報(10月28日)、静岡新聞(10月28日)、茨城新聞(10月28日)、北國・富山新聞(10月28日)、山陽新聞(10月28日)、海奈川新聞(10月28日)、千葉日報(10月28日)、四国新聞(10月28日)、高知新聞(10月28日)、日本海新聞(10月28日)、中国新聞(10月28日)、下野新聞(10月28日)、山陰中央新報(10月28日)、東京新聞(10月28日)、河北新報(10月28日)、山梨日日新聞社(10月28日)、秋田魁新報(10月28日)、福島民報(10月28日)、新潟日報(10月28日)、中日スポーツ(10月28日)、北日本新聞(10月28日)、宮崎日日新聞(10月28日)、岐阜新聞(10月28日)、徳島新聞(10月28日)、八重山日報(10月29日)、八重山毎日(11月4日)、八重山日報(11月4日)、八重山日報(11月4日)、八重山日報(11月5日)、八重山日報(12月19日)、八重山日報(12月19日)、八重山日報(12月25日)、八重山日報(3月19日)、
- テレビ/NHK 沖縄放送局・朝のニュース(10 月 17 日)、石垣ケーブルテレビ(10 月 17 日)、NHK 沖縄放送局・朝のニュース(11 月 4 日)、石垣ケーブルテレビ(11 月 4 日)
- ラジオ/南十字星 FM(11 月 4 日)
- 雑誌/女性自身(4月13日号)、ボートクラブ(9月号)、うみもり(11月号)
- 業界紙/日本海事新聞(10月29日)、みなと新聞(11月12日)、循環経済新聞(11月22日)

#### 2011 年度

- 新聞/八重山日報(6月5日)、八重山毎日(6月5日)、南海日日新聞(7月24日)、奄美新聞(7月24日)、南海日日新聞(9月2日)、奄美新聞(9月2日)、南海日日新聞(9月4日)、奄美新聞(9月4日)、熊本日日新聞(10月29日)、山陰中央新報(11月8日)、読売新聞(11月10日朝刊・島根版)、朝日新聞(12月22日朝刊・島根版)、八重山毎日新聞(3月6日)、沖縄タイムス(3月7日)
- ▶ <u>テレビ</u>/石垣ケーブルテレビ・ニュース(6月4日)、沖縄テレビ・ニュース(6月4日)、奄美テレビ放送・ほっとけトーク ー自然を守りながら燃料を作ろうー(7月21日)、奄美テレビ放送・ほっとけトーク ー離島が抱える共通課題とその解決策 海岸漂着ごみ問題を例にー(9月1日)、鹿児島テレビ放送・ニュース(9月4日)、奄美テレビ放送・ニュース(9月4日)、NHK長崎放送局・朝のニュース(10月16日)、五島テレビ・ニュース(10月16日)、NHK熊本放送局・夕方のニュース(10月23日)、テレビ熊本(10月23日)、天草ケーブルテレビ・ニュース(10月23日)、石垣ケーブルテレビ(3月5日)
- ▶ **ラジオ**/あまみエフエム"タ方フレンド"(8月13日)、FM 石垣サンサンラジオ(3月4日)
- 雑誌/ソトコト(8 月号)

#### 2012 年度

- 新聞/八重山日報(5月14日)、八重山毎日(5月27日)、八重山毎日新聞(5月31日)、八重山毎日新聞(6月1日)、八重山日報(6月2日)、八重山毎日新聞(6月3日)、八重山日報(6月3日)、琉球新報(6月13日)、沖縄タイムス(8月21日)、南海日日新聞(10月5日)、南海日日新聞(10月7日)、南海日日新聞(11月11日)、八重山日報(12月1日)、八重山毎日新聞(12月1日)、南海日日新聞(2月23日)
- ▶ テレビ/奄美テレビ放送・ほっとけトーク (11 月 29 日)
- ラジオ / FM 石垣サンサンラジオ(5月29日)、FM 石垣サンサンラジオ(6月1日)、FM くめじま(8月10日)、FM うけん(10月5日)

# 6. まとめ

本事業は本年度をもって終了となる。4ヶ年にわたる取り組みの結果、油化装置を用いた海岸漂着ごみの新たな処理システムが、離島における海岸の美化や島内の省エネに貢献できることが検証された。また、油化装置によって生成されるごみ由来のエネルギーを利用した離島内での起業を通じ、過疎化・高齢化など離島が抱える社会問題の解決にも寄与するなど、多岐にわたる効果をもたらすことも検証された。さらには、本事業を単なる社会実験で終わらせるのではなく、竹富町の事例が示すとおり、本事業を原型として新たな社会システム構築へと発展させ、システムの実用化にも貢献することができた。このように、油化装置を用いた海岸漂着ごみの新たな処理システムによって、離島海岸の美化等のみならず、ごみ由来のエネルギーを活用した離島内での新たな事業の創出等、離島振興にもつながる社会貢献の達成に資するという、初期の目的は達成されたものと思料される。

今後、「宝の島プロジェクト」が関係地方公共団体等によって引き続がれ、海岸漂着ごみ問題やエネルギー問題、過疎化や高齢化などに悩む全国の離島にさらに広まり、各離島に適した採算性を伴う実稼動や離島振興、その他の社会形成等に役立つことを期待したい。

ところで、本事業を原型として新たな社会システムを構築するにあたっては、地域の社会環境 及び自然環境、発泡スチロールの発生量、発泡スチロールの回収・運搬方法、事業としての採算 性、生成したスチレンの利活用方法等、様々な項目に関し、多岐にわたる検討を行わなければならない。

本事業に関心を持ち、社会システムとしての導入を目指す関係地方公共団体等に向け、検討手順等の一例を示した参考情報を「参考資料 2 宝の島プロジェクト マニュアル」として添付した。

なお、本事業を原型とした新たな社会システムの構築にあたっては、発泡スチロールの収集・ 運搬から油化装置の設置・運転、生成したスチレンの保管や利活用等々に至るまで、あらゆる場 面ごとに廃棄物の処理及び清掃に関する法律、消防法、大気汚染防止法、騒音規制法、電気事 業法、都道府県の公害防止条例等々、様々な法令が関係してくることに注意が必要である。

最後に以下のとおり、本年度事業の主な成果を項目別に列挙するとともに、今後の主な課題等を整理した。

#### 1) 本年度事業の項目別成果

本年度事業の主な成果を項目別に列挙すると以下のとおりである。

#### ① 実証レベルによる広域社会実験

#### 検証型社会実験

検証型社会実験は沖縄県・西表島及び鳩間島、沖縄県・石垣島、鹿児島県・奄美大島の 3 箇所で実施した。

沖縄県・西表島及び鳩間島で行った社会実験は、鳩間島に設置された固定式油化装置を活用した新たな循環型社会システムの構築のためのフィージビリティスタディとして機能し、竹富町における同システムの早期実現に貢献した。また、今後、本事業を単なる実験として終わらせることなく、竹富町による実用事例の形で継続させることにも成功した。

沖縄県・石垣島で行った社会実験は、今後、石垣市が竹富町に準じ、油化装置を活用した循環型社会システムを構築するに際し、フィージビリティスタディとして活用され、システムの早期実現に貢献する等の成果をもたらすこととなろう。

奄美大島で行った社会実験は、今後、奄美大島において、油化装置を活用した循環型社会システムが構築されるに際し、フィージビリティスタディとして活用され、システムの早期実現に貢献する等の成果をもたらすこととなろう。

#### ▶ イベント型社会実験

イベント型社会実験は沖縄県・石垣島、沖縄県・久米島、鹿児島県・奄美大島・宇検村及び鹿児島県・与論島の4箇所で実施した。

これら一連のイベント型社会実験には、一般市民のほか、関係市町村議会議員、地方公共団体 職員らのべ約 300 名が参加した。地元新聞等でもたびたび取り上げられ、一般市民等を対象とした 周知宣伝という本実験の目的は達成された。

#### ② 漂着ごみ問題に関する広域連携

沖縄県・石垣島、沖縄県・久米島及び鹿児島県・奄美大島・宇検村の3箇所でワークショップを開催した。また、これらのワークショップでの意見交換は、竹富町主催による「地方自治体の海洋政策に関するシンポジウム(2013年2月1日・石垣市)」開催のきっかけの一つとなった。

これら一連のワークショップには、一般市民のほか、関係市町村議会議員、地方公共団体職員らのべ約 140 名が参加した。また、シンポジウムには約 140 名が参加した。ワークショップ及びシンポジウムを通じ、離島が直面している諸問題の解決に向け、離島同士の広域連携が必要であることが、多くの一般市民、地方自治体、研究者、海事関係者等の共通認識として根付き、目的は達成された。

#### ③ 離島振興のための具体策に関するケーススタディ

本年度、鳩間島において、生成したスチレンを水産作業場の発電機用の廃棄物エネルギーとして利用し、得られた電力によって鮮魚の燻製を製造することを内容としたケーススタディを実施した。 短時間のうちに実用に資するレベルまで発展させることができ、最終的には採算ベースに乗せて雇用を創出させる等、ごみ由来のエネルギーを有効活用した具体的な離島振興の実現が現実のものとなり、目的は達成された。

#### 4 周知宣伝

パンフレットの作成・配布(約1,200部)、チラシの作成・配布(約1,400部)、ポスターの作成・掲示、テレビ番組等への出演(2回)、ラジオ局によるイベント情報提供(3箇所)、当協会ホームページへの掲載等を実施し、広く一般市民を対象とした本事業の周知宣伝を成し遂げた。

#### ⑤ 他の漂着ごみの油化に関する調査

従来、ポリプロピレン製の漂着ごみ(浮き球、漁網等)は、塩分や臭素系の難燃剤が一定以上の割合で含まれていることから、成形品として再利用することは不可能とされ、埋立又は焼却処分が当然として行われてきた。

本調査の結果、ポリプロピレン製の漂着ごみを発泡スチロール用に開発された油化装置によって油化し、それを廃棄物エネルギーとして活用するという新たな手法の道筋が開けた(「参考資料1 他の漂着ごみの油化に関する調査」参照)。

#### 2) 今後の課題等

本事業を原型とした新たな社会システムの構築にあたっての今後の主な課題等を項目別にまとめた結果は、以下のとおりである。

#### ① 油化装置

本事業で使用した発泡スチロールの油化装置は、小型・軽量で取り扱いが容易なこと、生成したスチレンを自身の燃料としているため他の燃料を必要としないこと、貝殻や小石等が付着していても油化が可能で海岸漂着ごみ処理に適していることなどから、神奈川県・秦野市のサンライフ社製のものを使用してきた。当該油化装置(固定式及び移動式の2台)を利用し、4ヶ年にわたる社会実験を特に大きな問題なく完了できたことなどから、当該油化装置を評価する一方、以下のような課題等が明らかとなった。

#### ▶ 異物等によるトラブル

海岸漂着発泡スチロール、特に海外から漂着したものの中には、通常、日本では使用されていない異物等が混入していることがあり、しばしば油化装置の故障の原因となった。たとえば、海岸には、臭素系の難燃剤を含有した外国製の発泡スチロールブイがしばしば漂着している。これらをそのまま処理した場合、強酸成分が油化装置の内部を短時間で腐食させてしまう。また、鉄骨等の異物が混入した発泡スチロール製のブイもたびたび漂着しており、破砕機のカッターを破壊する原因となる。

臭素に関しては、今回の実験では、すべての発泡スチロールに混入している前提で、あらかじめ使用前の点検・整備項目を一つ増やし、内部のPHを確認し、必要に応じて中和剤を入れることで対応し、また、鉄骨等の異物については、不自然な重量の発泡スチロールはのこぎりで切断し、内部を確認することなどで対応した。

海岸漂着発泡スチロールに関しては、今後も想定外の異物等の混入によるトラブルのおそれがあり、その都度新たな対応が必要となろう。

#### ▶ 人材の育成と稼働体制の確保

本事業で使用した油化装置は1日8時間、週5日の連続運転をした場合にあっても、年に一度の定期点検・整備までの間、大がかりなメンテナンスは要さないとされている。ただし、メーカーが用意した取扱説明書等に従い、使用前後の点検・整備等を確実に行うことが条件となっている。ところで、本事業における一連の社会実験では、スケジュールの都合上、油化装置の連続運転は

行わず、1~2ヵ月ごとに 1~7 日間運転するというパターンが続いていた。その際、前回使用時における点検・整備等の不足が原因と思われるトラブルがしばしば発生した。NPO 等の民間団体に油化装置の運転を任せた際、責任の所在があいまいで決められた点検・整備等が励行されていなかったこと、機械操作の習熟度が不足していたこと等が原因と思われる。

今後、油化装置を活用した循環型社会システムを構築するにあたり、特に油化装置の運転を NPO 等の民間団体に任せる場合、機械操作や点検・整備に習熟した人材をしっかり育成し、安 定・安心の稼働体制を確保する必要がある。

#### ▶ 故障等の解決方法

油化装置に何らかのトラブルが生じた場合、一次対応は現地スタッフが対応することとなろう。 しかし、機械操作や点検・整備に習熟した人材であっても、トラブルの状況次第では対応できない ケースも考えられる。ところが、離島の場合、現地スタッフが対応できないトラブルに対し、本土の メーカーのサービス要員がすぐさま出張し対応することは困難である。

今後、油化装置を活用した循環型社会システムを構築するにあたっては、トラブルの状況をウェブカメラとパソコンによってリアルタイムでメーカーに送信しアドバイスを求めるなど、離島のインフラ状況に応じた、故障等の解決方法を確保する必要がある。

#### ▶ 処理能力やサイズの変更

本事業で使用した油化装置は、発泡スチロールの水分含有量やごみの付着量、運転条件等にもよるが、概略 1Kg の発泡スチロールから約 0.6L の生成油(スチレン)が取り出せる。1 日 8 時間稼働させた場合、約 80Kg の発泡スチロールを処理し、約 50L の生成油が取り出せる。海岸漂着発泡スチロールの場合、約 15 立方に相当する。現在、この油化装置は当該処理能力を有する 1 種類しか存在しない。

今後、油化装置を活用した循環型社会システムを構築するにあたっては、地域のニーズに即した処理能力を有する油化装置を開発する必要がある。また、地域のニーズによっては、同じ処理能力を有しつつ、さらなる小型軽量化が求められるケースも考えられる。また、発泡スチロール以外の他のプラスチック系のごみを同時に処理する能力を求めるニーズも高まるであろう。

いずれにせよ、メーカー側のさらなる研究開発が必要となる。

#### ② 発泡スチロール

#### 安定供給体制の確保

油化装置を効率的に運転するためには、原料となる発泡スチロールの安定した供給体制を確保することが必要である。海岸漂着発泡スチロールの供給は、海岸清掃が前提となり、地域によっては年間を通じた安定供給が困難なケースが考えられる。

本年度の社会実験では、実験材料の発泡スチロールは、海岸漂着ごみだけではなく、実験地の廃棄物処理やリサイクルの実態を踏まえ、あらかじめモデル地区を指定した上で、当該地区の 一般家庭等で発生した発泡スチロールも活用した。

今後、油化装置を活用した循環型社会システムを構築するにあたっては、海岸漂着発泡スチロールの供給量予測を行うとともに、地域の廃棄物処理やリサイクルの実態を踏まえ、一般家庭等で発生した発泡スチロールの活用等、原料の安定供給体制を確保することが必要となる。

#### ③ スチレン

#### ▶ 短時間使用の原則

油化装置によって生成したスチレン(正確にはスチレンを主成分とする混合物)は、短時間のうちに使用する分には性状変化はなく問題は生じない。しかし、保存時間が長期間にわたる場合、もしくは、高温化で保存するなど保存状態が悪い場合、スチレン重合物と水分との結合によってスラッジが発生する。当該スラッジは燃焼室の前段にあるフィルターの目詰まりなど、種々のトラブルの原因となる。今後、油化装置を活用した循環型社会システムを構築するにあたっては、生成したスチレンを短時間(おおむね60日以内)のうちに利活用する体制を確保する必要がある。

しかし、事情により長期間(半年~1年)にわたる保存等が必要な場合にあっては、酸化防止剤の添加、酸素バリア一性の高いポリタンクでの保管、直射日光を避けた冷暗所での保管等、新たな対策が必要となることに留意しなければならない。

#### ▶ 法令を順守した利活用

前述のとおり、油化装置を活用した循環型社会システムを構築するにあたっては、様々な法令が関係していることに留意しなければならない。スチレンの保管や利活用等々に関しても然りで、 法令遵守が基本中の基本となる。

特にスチレンの利活用方法に関しては、たとえ地域のニーズに即したものであり、また、科学的に実施可能なものであっても、大気汚染防止や電気保安等に係る法規制の対象となっているケースがある。都道府県の担当課等に相談し、その助言・指示を受けることが肝要である。

#### > 効果的な利活用体制の確保

油化装置を活用した循環型社会システムを構築するにあたり、スチレンの利活用方法に関しては、法令遵守と併せ、地域のニーズに即した効果的な利活用手段を確保する必要がある。地域協議会等を設立し、住民の意見を広く聴取・集約する等の対応が重要である。

#### ▶ 利活用にあたっての追加工事等

既存機器でのスチレンの利活用にあたっては、何らかの追加工事等が必要となる。たとえば、 小型ボイラー等で使用するにあたっては、スチレン専用タンク・配管及び切り替えバルブの新設、 燃料配管のパッキン類の取り換え(耐薬品性に優れたシリコンゴム製とする)、点火・消火を繰り 返し使用されている場合にあってはスチレンの後漏れ対策等が必要となる。法令遵守等と併せて 留意しなければならない。

前述のとおり、油化装置を活用した循環型社会システムを構築するにあたっては、地域の社会環境及び自然環境、発泡スチロールの発生量、発泡スチロールの回収・運搬方法、事業としての採算性、生成したスチレンの利活用方法等、様々な項目に関し、多岐にわたる検討を行わなければならない。「参考資料 2 宝の島プロジェクト マニュアル」にその概要を記したので、参考として頂きたい。

# 参考資料1(2.5 関連)

# 他の漂着ごみの油化に関する調査

(ポリプロピレン製漂着ごみの処理に向けた展開)

#### はじめに

本調査は、漂着ごみが問題となっている離島において、体積比で漂着ごみの約 4 割を占めるといわれる発泡スチロール類、すなわち、ポリスチレン(PS)製のフロート等について、熱分解により燃料油化し、離島内で自家消費する資源循環型システムの構築をめざす実証研究の一環として、小型 PS 油化装置の他の漂着ごみ処理への適用可能性を調べることを目的とした。

漂着ごみには PS 製のフロート等の他に、漁具等として相当量のポリエチレン(PE) やポリプロピレン(PP)が含まれている。そこで PE に比べて熱分解温度が低い PP を対象に、PS との共処理の可能性を調べるため、PS 熱分解油化装置へ PP を混入させたときの分解生成物(ガス、液、固体残さ)への影響を調べ、物質収支について検討をおこなった。本報告では、昨年度までの成果も合わせ、漂着ごみ油化技術について総括した結果を述べる。

### 1 漂着フロートの油化

PS 製の漂着フロートは、魚箱やトレー及び緩衝剤に用いられている発泡スチロールと比べて次のような特徴がある。

- 水分が多く含まれている
- 塩分を含む
- 粒子の細かい土砂を含む
- ウレタンフォームなど異種プラスチックが混入しているケースがある
- 臭素系難燃剤が含まれているケースがある

このため、通常の発泡スチロールの油化と異なり水分、塩分、難燃剤の影響について特に留意しなければならない。

そこで離島で回収した PS 製の漂着フロートに含まれる水分量、塩分などの灰分量、 難燃剤の含有量を調べるとともに、フロートを油化した場合、もっとも障害になる難燃 剤が原因となる装置の腐食や分解油の酸性化に関し、防止するための中和処理法 の開発を行った。その結果、スチレン油の性状、成分は魚箱など通常の発泡スチロールからのものと同質の油が得られると同時に、装置の腐食も防止できることがわかった。

PS 製の漂着フロートを油化した場合、主成分であるスチレン油の他、残渣と分離水が副生する。残渣と分離水には添加した中和剤が濃縮されるため、それぞれの成分分析を行い、フロートに含まれる難燃剤量の推定と中和反応過程について考察した。

フロートに含まれる水分が濃縮された分離水中には分解油から移行する油分が含まれ、排水処理時の問題が懸念されるため、水中油分の除去法について検討を試みた。また、主に未分解 PS からなる残渣中には塩分等が濃縮されるため、塩分除去法や残渣利用のための検討を行った。

#### 1.1 漂着フロートの性状

PS 製の漂着フロートは排出源、漂流履歴によって形状、異物混入、含水、及び含塩量が千差万別であり、漂着地点が岩場か砂場かによって含まれる土砂等に大きな差が見られる。従って、個々のフロートごとに性状が異なるだけでなく、同一フロートでもサンプリングする場所によって異なっている。このため、個々の分析と共に、全体にわたる分析評価が求められる。個々の性状分析は水分量、密度、塩分を含む灰分量、難燃剤混入量について測定を行った。

一方、油化処理したフロートに含まれていた水分量、塩分量及び難燃剤は油化残 渣と油水分離水に濃縮されるので、残渣と分離水を分析することによって平均的な性 状分析を行った。

#### 1.1.1 水分

水分量の測定は乾燥前後の重量差と密度測定によった。PS 製の漂着フロートの発泡率は50~80で密度は0.015g/cm<sup>3</sup>程度である。比較的乾燥した場合は重量測定、水分量が大きい場合は密度測定によった。

表 1 は比較的乾燥したフロート、表 2 は水分を含み重量の大きなフロートの密度と 水分率である。

乾燥しているフロートの水分率は2~3%である。試料4の密度は非常に高い数値を示しているが水分率は少ない。理由はフロートが土砂で汚染されているためである。一方、水分率が高い場合は 100%を超えるものもあり、その場合でも表面、内部、内部中央部で差が見られる。表2は内部が高い例であるが、逆の例も多い。特に試料3の内部と中央部は13倍(\*)、4倍(\*\*)と非常に多くの水分を含んでいる。水分が多すぎると分解釜で突沸が起きたり、分解油が濁ったりするため前処理として乾燥が必要な場合もある。

しかし、水は難燃剤由来の臭化水素の中和に必要な物質でもある。

表 1 乾燥した PS 製の漂着フロートの密度と水分率

	試料 1	2	3	4	į	5
密度(g/cm³)	0.017	0.024	0.	017	0.216	0.02
水分率(%)	2.3	3.0	2.3	0.	9	3.4

表 2 水分が多い PS 製の漂着フロートの密度と水分率

	· 1 試	4 2	試料 3
表面の密度(水分率)	0.028(87)	0.027(73)	0.025(67)
内部の密度(水分率)	0.025(47)	0.020(18)	0.244(*)
中心の密度(水分率)	0.022(29)	0.015(0)	0.091 (**)

#### 1.1.2 灰分

PS 製の漂着フロートに含まれている無機成分の量を灰分量として熱分析で測定した。灰分の内訳は海水中の塩分と細かい土砂である。塩分の組成は塩化ナトリウム(77.9%)、塩化マグネシウム(9.6%)、硫酸マグネシウム(6.1%)などで、主要な元素は塩素、ナトリウム、マグネシウム、カルシウムであり臭素も微量(0.065g/kg)含まれている。

漂着地が砂場の場合、一部砂の中に埋もれたものも多く、土砂による汚染が多くなり灰分量も増加する。しかし、この汚染は内部に及ぶことは少ないため、内部の灰分は塩分によるものである。

表 3 はフロートの表面と内部の灰分を測定した 1 例である。ほかの測定も含め、 平均的な塩分の含有率は 1%前後と思われる。

表 3 PS 製の漂着フロートの表面と内部の灰分量(%)

	試料 1	2	3	4	平均
表面	3.17	3.60	4.48	1.06	3.08
内部	1.03	2.95	1.52	2.97	2.12

#### 1.1.3 ハロゲン

難燃剤の有無を定性的に分析するのは、蛍光 X 線分析によって比較的容易である。しかし、定量的な分析は厄介で、多くの試料を測定し、PS 製の漂着フロート全体の平均的な含有状況を調べることは事実上不可能である。

表4は出来るだけ圧縮した試料に含まれるハロゲン(塩素、臭素)の蛍光X線分析結果の一例である。臭素を含むものと含まないものがあるが、表4の様に表面には含まれているものの、内部ではほとんど検出されないものもある。

臭素系難燃剤を含むフロートを、現場で識別するのは困難なため、0.5%程度含む ものとして中和剤を添加している。

フロートは小さなビーズから作られているため、長期間の漂着等によりビーズ単

位で壊れ小さくなっていく傾向がある。難燃剤を含むビーズを魚が取りこんだ場合、 他のプラスチックのケースとは異なるリスクを生態系に与える可能性がある。なお、 塩素は塩ビではなく、海水の塩分に由来したものである。

表 4 PS 製の漂着フロートに含まれるハロゲン(塩素、臭素)

	塩素			E.		
表面	内部	中央部	表面	内部	中央部	
含有量(%) 0	05 1.50	2.10	0.30	0.01	0.01	

#### 1.2 漂着フロートの熱分解油化

#### 1.2.1 装置

本事業で使用された油化装置は 10kg/hの PS 処理能力を有するもので、破砕 PS の溶解槽、溶解液供給部、熱分解槽、液化濃縮部、残渣取出部から構成されている。溶解槽において漂着フロートを迅速に循環生成油で溶解させるため、8mm 以下のサイズまで破砕する前処理を行っている。

溶解液の供給は熱分解槽の内部液面高さで制御し、バーナー加熱温度、分解槽内の液温度、圧力等によって熱分解の進捗状況をモニターできる構成になっている。装置の詳細な仕様等は H21 年報告書に記載されているとおりである。

#### 1.2.2 油化生成物

PS 製の漂着フロートの熱分解油組成は、漁箱等の油化で得られる油化生成物と大きな差異が認められなかった。しかしながら、含水率の高いフロートを油化した場合、相当量の水が生成油貯留槽へ留出し、水が分散した懸濁油となった後、時間経過とともに油水分離が進行することがわかった。

相分離した油中の水分濃度は1000ppmに及ぶものの、油中塩素イオンおよび臭素イオン濃度は、それぞれ9.3ppmおよび1.7ppmと微量であった。ただし、佐渡島で回収されたフロートを油化した時の油水分離水のpHが0.5~2と強い酸性を示したのをはじめ、鳩間島のフロート、対馬のフロートでも同様の酸性を示した。

さらに、残渣取出しが困難になるなど、かつて、鋳物用難燃化 PS を油化した場合と同様の現象が見られた。海水中のナトリウムと釣り合わない塩素も検出されているなど、装置腐食等のトラブル発生が懸念されるため、中和剤を投入することで油水分離水 pH が 5~6 になるように調整し、安定した運転が可能となっている。

#### 1.2.3 中和処理

PS 製の漂着フロート中に含まれている難燃剤は臭素系難燃剤 HBCD(ヘキサブロモシクロドデカン)と考えられる。HBCD は現在、第一種監視化学物質に指定されており、難燃剤以外の目的での使用は禁じられている化合物である。

HBCD は分解槽内で分解(分解温度は 220°C以上)し、臭化水素を発生する。水溶液である臭化水素酸は塩酸と同程度の強い酸性物質であり、装置の腐食や油の変質の原因となる。分解槽内の液相で発生した臭化水素は、気相を通過し、コンデンサー(液相)に到達する。従って、中和は分解槽内の液相、気相及びコンデンサーの液相の3か所で行わなければならない。

そこで各箇所で中和作用を発揮できるように中和剤として水酸化ナトリウムとアンモニアを作用させることとした。前者は分解槽内の液相、後者は気相とコンデンサー(液相)における中和を担う。なお、アンモニアについては分解槽内における尿素の加水分解を利用している。この方法は、分離水の酸性化抑制にも効果的であり、各離島で回収した漂着フロートの安定した油化処理が可能な要因となっている。

この効率的な中和法の特徴として、次の3点があげられる。

- ① フロートに含まれる水によって、アルカリは液相中に均一に分散し、液相で発生した臭化水素を効率よく中和する。
- ② 尿素は、豊富に存在する水の加水分解によってアンモニアとなり、気相と液相にある臭化水素を中和する。
- ③ 難燃剤の分解温度と尿素の分解温度は同じではないが、連続油化方式のため中和剤が連続的に供給される。

中和剤として、水酸化ナトリウムと尿素を添加したときの、生成油組成への影響を調べた結果、フラスコ実験、小型油化装置のいずれにおいてもスチレンモノマー濃度が減少する傾向がみられたが、その他成分の変化はみられなかった。臭素系難燃剤が共存した場合、生じる臭化水素との反応によりスチレンモノマーの減少と同時にエチルベンゼンが増加することが報告されているが、そうした水素移動反応を示す組成の変化は確認できなかった。このことからも、生じた臭化水素が迅速に中和されていると考えられる。

#### 1.2.4 残渣

油化終了時、分解槽に残っている溶剤(スチレン油)を蒸発除去した後、未分解のポリスチレンを外部に取り出しており、これを残渣と称している。従って、残渣は、未分解のポリスチレン、炭化物、フロートに含まれていた塩分や土砂などからなっている。

残渣中の塩分を測定するため、残渣を粉砕した後、水で抽出した溶液をイオンクロマトグラフで分析した一例を表 5 に示す。陽イオンについて、ナトリウムイオンは海水および中和剤として添加した水酸化ナトリウムに、マグネシウムとカルシウムイオンは海水に由来したものと考えられる。陰イオンについては、塩素イオンが海水に、臭素イオンは難燃剤に由来しているものと考えられる。

これら元素の重量比から、残渣中には塩化ナトリウム(NaCI)と臭化ナトリウム (NaBr)が存在していると推定できる。また、抽出した水の pH はほぼ中性であることから、添加した水酸化ナトリウムは全量中和反応で消費されていると考えられる。

残渣は脆く破砕しやすく、かつ溶剤に容易に溶けるため、残渣から塩化ナトリウムや臭化ナトリウムを除去する方法として、破砕物の水抽出や、スチレン油溶解と水抽出を組み合わせなどが考えらえる。

表 5 残渣 1 kgに含まれるイオンの種類と量

イオン	CI <sup>-</sup>	Br⁻	Na⁺	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Ca <sup>2+</sup>
含有量(g)	8.25	7.25	6.25	0	0.45	0.63

### 1.2.5 分離水

表 6 はイオンクロマトグラフで検出された分離水中の塩素イオン、臭素イオン及びアンモニウムイオンの濃度である。かなりの量の塩化アンモニウムと臭化アンモニウムが含まれていることが明らかである。臭化アンモニウムの存在は難燃剤由来の臭化水素が尿素の加水分解物であるアンモニアによって中和されていることを示している。

一方、塩化アンモニウムの由来はなんであろうか。ガラスの原料である炭酸ソーダはアンモニアソーダ法によって製造される。アンモニアソーダ法とはアンモニア、塩化ナトリウム及び炭酸ガスによって炭酸ソーダを合成する方法であるが、この時塩化アンモニウムが副生する。分解釜にはアンモニアソーダ法に係わるすべての物質があることを考えると、この可能性は高い。塩化アンモニウムと臭化アンモニウムは300~350℃以上で分解し、コンデンサーで再生後分離水に溶解すると考えられる。又、生成した炭酸ソーダも臭化水素を中和するので、フロートに含まれる塩分も中和に寄与していることになる。

分離水には有機物が TOC で 0.80~0.85%、無機炭素が 240~600ppm 含まれていた。TOC の大部分は油分などの脂溶性物質であり、有機粘土で吸着除去可能であった。有機粘土はベントナイトとアルキルアミンによって調整した。

表 6 分離水 10に含まれるイオンの種類と量

イオン	Cl⁻	Br⁻	Na⁺	NH	+ Mg <sup>2</sup>	+ Ca <sup>2+</sup>
含有量(g)	0.9	0.5	0.13	1.10	0.1 以下	0.1 以下

## 2 その他漂着プラスチックとの共処理について

#### 2.1 漂着プラスチックの材質

PS 以外に漂着するプラスチック材料として、漂着フロート中に入れ子のように混合利用されていた材料や漁網、漁具を回収し、フーリエ変換赤外分光(FT-IR)分析装置により樹脂種別の評価を行った。

表1に回収した漂着プラスチックの種別とFT-IR 分析結果から判定した樹脂材質について記した結果を示す。試料 No.5 の漁網については、芯材と巻糸で材質が異なったため、それぞれ分けて分析を行った。漂着プラスチック 12 種(13 材質)の材質の多い順に並べると PP7 種、PE4 種、PS1 種、ポリエチレンテレフタレート(PET)1 種となった。

表 7 島沿岸で回収された漂着プラスチックの種別と材質

No.	種別	色	採取地	材質(FT-IR 分析結果による)
1	フロート(中)	黒	対馬	ポリプロピレン(PP)
2	フロート(大)中心充填物	灰	対馬	ポリプロピレン (PP) ※ 表面付着物はポリスチレン(PS)
3	ウナギ等捕獲用漁具	黒	対馬	ポリエチレン(PE)
4	漁網	黄	対馬	ポリプロピレン(PP)
5	漁網(外側編込部)	赤	対馬	ポリエチレン(PE)
3	"(中心部)	白	下。 下	ホ <sup>°</sup> リエチレンテレフタレート(PET)
6	漁網	白	対馬	ポリプロピレン(PP)

7	フロート(中)	橙	沖の島	ポリプロピレン(PP)
8	フロート(小)	黄	対馬	ポリスチレン(PS)
9	漁網	緑	対馬	ポリプロピレン(PP)
10	漁網	緑	対馬	ポリエチレン(PE)
11	漁網	黒	対馬	ポリエチレン(PE)
12	ザル	黒	沖の島	ポリプロピレン(PP)

PP53.8%、PE30.8%、PS7.7%、PET7.7%

※熱重量分析(TGA)分解温度から評価

#### 2.2 PS 製の漂着フロートと共処理可能なプラスチックについて

漂着プラスチック中には相当量の PE や PP が存在する。 PE や PP も PS と同じポリオレフィンであるが、ともに PS に比べて熱分解温度が高いのが特徴である。 PS 油化装置へ熱分解温度の高い PE や PP が投入された場合、投入される固体原料に対する油化収率が低下することが予想される。

このように PS 中に PE や PP が混入した場合の熱分解挙動を把握するため、熱重量分析装置 (TGA)を用いた小スケールの実験を行った結果、PS の共存により、PP 分解が促進されることがわかった。PS 分解で生じるラジカル種が PP に作用するため、PP 分解が促進されるものと考えられる。一方、LDPE については、PP のような PS 共存による分解促進効果は確認されなかった。PP では、PS 熱分解で生じたラジカル種により PP 主鎖のうちメチル基のついた炭素から水素が引き抜かれ、比較的安定な 3 級ラジカル種ができるため、これが開始反応となり、引き続き起こる連鎖的なラジカル移動や  $\beta$  解裂を繰り返して分解が促進されると考えられる。一方、側鎖のない PE では 2 級ラジカル種しか生じえないため、こうした水素引き抜きによるラジカル種ができず、分解促進効果がみられないと思われる。

PS油化装置へPPを投入した場合、トータルの分解速度は低減するが、PP単独処理と比べた場合の PS/PP 共処理による有効性を確認することができた。なお、PPでは、モノマーを多く生成する PS 分解機構と異なり、ランダムに主鎖切断が起こるため、広い炭素数分布をもった油が得られ、その中には引火点の低い軽質炭化水素も多く含まれるため、より一層火気に対する注意が必要である。小型油化装置のように外気温の影響を受ける比較的簡易な濃縮設備を利用している場合、冷却効率の高い

冬場に得られる油は引火点も下がるため、乾燥による静電気対策とともに十分な安全対策が必要である。

#### 2.3 PP と PS の共処理について

#### 2.3.1 共処理による熱分解初期生成物組成への影響

熱分解ガスクロマトグラフ-質量分析(GCMS)により、PS 熱分解初期生成物(単量体、二量体、三量体)への共存物質による影響を調べた結果、臭素系難燃剤や塩化ナトリウムの共存で三量体相当成分が減少するのに対し、PP が共存してもその比率に大きな変化が無いことがわかった。

#### 2.3.2 共処理による流出ガス組成の変化

PS 単独処理と比べた場合, PP/PS 共処理では生成物への引火危険性が増大する。そのため小型 PS 油化装置実機(図 4)に PP を混入させた時に流出する軽質 炭化水素ガス濃度の経時変化を追跡した。

試験①として、空の熱分解槽に PP ペレット 1kg(ノバテック MA1B)を予め投入し、そこへ PS 溶解 PS 分解油(PS 約 30%)を所定量送液した後、送液ポンプを停止して加熱昇温した時に分解流出するガスを分析した結果を図 1 に示す。液温の上昇とともに流出ガス中のプロピレン濃度が増加することが確認された。

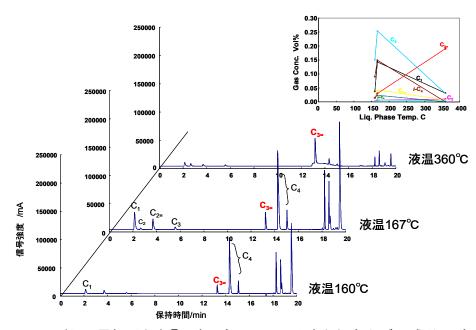


図 1 PP 投入運転(試験(1))時、液温上昇にともなう流出ガス成分の変化

試験②として、PS 溶解 PS 分解油(PS 約 30%)の充填された熱分解槽に PP ペレット 1kg を投入し、通常の PS 単独油化運転時と同様に PS 溶解 PS 分解油を送液

しながら加熱昇温し、試験①と同様に生成ガス組成の経時変化を追跡した結果を 図 2 に示す。

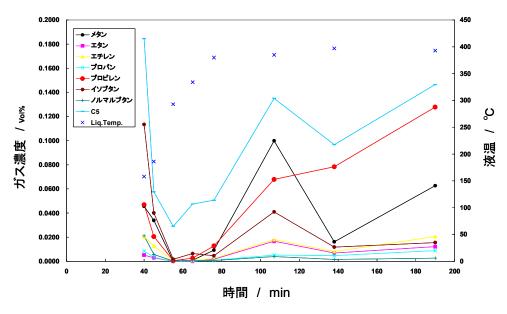


図 2 PP 投入運転(試験(2)) 時、流出ガス成分の経時変化

プロピレン濃度は、液温が350℃を超えた時点においても試験①と比べると低く、液温が400℃弱で安定推移した後、徐々に増加傾向にあるものの、試験①にくらべると低濃度であることがわかる。

試験②について、生成油組成の経時変化を図3に示す。

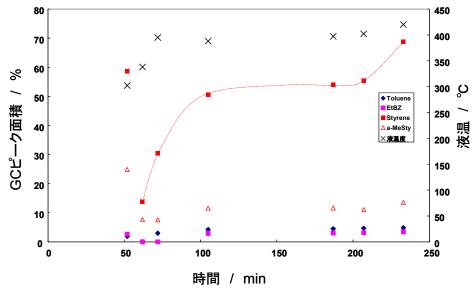


図3 PP 投入運転(試験②)時、生成液組成の経時変化

PPペレットを液中に投入して試験を開始した当初は、ペレットが比較的均一に熱

分解槽内で分散している様子がうかがえたが、加熱を開始し、攪拌操作をおこなうことで、ペレットの局在化が進行し、特に槽底部にある送液口を塞ぎ、PS溶解PS分解油を通常どおり送液できない状態が続いた。熱分解槽内部の液量の減少にともなう液温過熱を防ぐため、バーナーを一時的に停めて液温の安定を維持し、閉塞した送液口に替わり、熱分解槽上部の送液口から液供給がはじまるのを確認した後、最終的に液供給を止めて試験を終了した。

以上の結果から、液温 400℃弱で定常状態を保つ通常の PS 油化処理において、簡易的な投入法によりPP の共処理を試みたところ、PP 熱分解に起因するプロピレンガスの発生が確認され、その発生量は液温の上昇とともに増加することがわかった。通常の PS 油化処理では、運転終了時に PS 溶解液の供給を停止した後、バーナー加熱を止めるまでの間、熱分解槽から揮発成分を留去するための煮詰め操作により、一時的に液温が 400℃を超える場合もあり、このとき流出ガス中のプロピレン濃度の上昇が懸念される。しかし、運転停止時に行うこの煮詰め操作では、熱分解槽底部に溜まる残留物の炭化が進行し、残渣抜き出しが困難になるため、400℃以上の高温で長く維持することはほとんどなく、流出ガス中のプロピレン濃度が持続的に増加することはないと予想される。

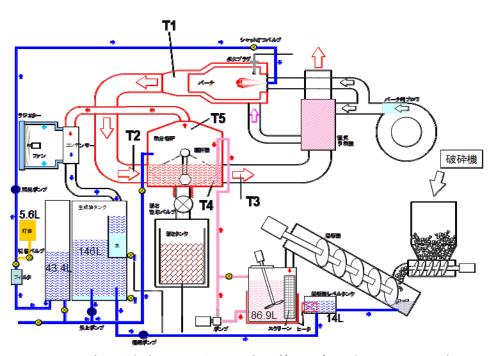


図 4 PP 投入試験に用いた PS 油化装置(奏野市 サンライフ社内)

#### 2.3.3 PP の連続供給方法

試験①②では、熱分解槽中に事前に PP を投入する方法で実験を行い、未分解 PP ペレットの槽内での局在化や送液路の閉塞など、PP 投入による新たな課題が 明らかになった。そこで、こうした課題を解決するため、PP を少量ずつ熱分解槽へ連続供給する方法について検討を行った。

実機を用いた供給試験に先立ち、PS 溶解槽へ PP ペレットを投入した時の分散性を把握するため、PS 溶解液と PP ペレットを用いたビーカー撹拌試験を行った。 27wt%PS/PS 熱分解油 400mL に PP ペレット 40g を投入、撹拌したときのペレット粒の様子を目視により観察した。 静置しておくと PP ペレットが液面近くに浮遊するものの、 撹拌中はビーカー液面から底部に比較的良好に分散している様子が観察された。

実機溶解槽中にある 60L の 27wt%PS/PS 熱分解油へ PP ペレット 3kg を投入撹拌し、溶解槽底部から吐出される PP ペレット数を数え、溶解槽から流出する PP 濃度を求めた。流出した 400g の油中に含まれる PP ペレットの濃度は約 0.8%となることがわかった。溶解槽への仕込み PP 濃度約 5%に対して大幅に低下するのは、投入した PP ペレットの多くが溶解槽液面に浮遊したり、器壁に付着してしまうためである。

仕込み比に対する供給効率を向上させるため、溶解槽へ PP ペレットを投入する方法に代えて、PSフィーダーへ断続的にPPを投入する方法について検討を行った。この方法により、溶解槽液面に浮遊する PP 量が低減され、溶解槽底部から流出する PP ペレット濃度の向上を期待したが、仕込み PP 濃度 10%に対して流出 PP 濃度が約 1.3%と、投入方法の違いによる効果は得られなかった。

#### 2.3.4 PP/PS 連続共処理時の生成物組成

PS フィーダーへ PP ペレットを断続的に投入(仕込み PP 濃度: 10%) する方法により、PP ペレットを熱分解槽へ連続供給し、PS との共処理油化実験を行った。溶解槽の液面高さの時間変化を記録し平均送液速度を求めたところ、26.5L/h (24.9kg/h(PS=6.7kg/h)) となった(表 8)。2.3.3 で述べた割合で PP が供給されたと仮定すると、PP の平均供給速度は、0.33kg/h である。送液ポンプを停止するまでに供給したプラスチック総量は、PS が 10.2kg、PP が 0.5kg と推算できる。

icm 操作 122.1 PS+PP投入 送液mL/min 時刻 液温(℃) 液面cm 11:26 149 121.5 154 225 11:30 溶解液平均密度 0.94 11:35 120.3 360 166 11:40 208 118.9 420 11:45 11:50 262 116.3 780 平均送液速度 114.9 300 420 11:55 326 113.3 mL/min 480 12:00 330 112.2 330 110.8 <u>仕込み比</u> 1.32%Feed 12:05 342 420 (PS)kg/h 354 L/h (PP)kg/h (PP)kg/h 12:10 109.4 420 kg/h 107.7 26.45 12:15 358 510 24.9 106 12:20 364 510 104.3 510 12:25 368 102.9 Gas Sampling 101.4 Liquid Sampling 12:30 369 420 12:35 450 371 373 450 12:40 99.9 12:45 375 98.2 510 仕込み比 1.32%Feed 12:50 376 96.8 420 総送液量 (PS)kg 377 300 12:55 95.8 (PP)kg (PP)ko 40.05 377 95.4 PumpStop 37.6 13:00 120 0.50 389 13:05 13:10 398 404 Gas Sampling②※ ※400°Cになったとき 13:15 412 13:20 Gas Sampling® 5.01 kg 残さ

表8【実験タイムテーブル】

図 5 に運転中の熱分解槽の液温度と流出ガス中の炭化水素ガス濃度の経時変化を示す。380°C付近で液温が定常状態にあるときの流出ガス中のプロピレン濃度は約 1.3vol%と 2.3.2 で述べた予備試験(熱分解槽に 1kg 投入した時のプロピレン濃度 0.14~0.25vol%)のときに比べ増加しており、連続供給することで PP 分解が促進されることを示す結果が得られた。

送液停止後の煮詰め操作において、液温がちょうど 400°Cになった時に採取したガス中のプロピレン濃度は、2.5vol%を超える値となっており、このプロピレン濃度は爆発範囲(2.4~10.3vol%)にあるため十分な注意が必要である。

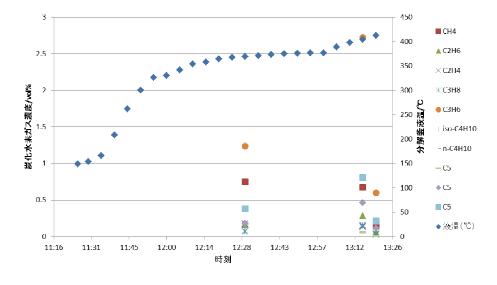


図 5 熱分解槽内液温(°C)と流出ガス中の炭化水素濃度(vol%)の変化

流出ガスと同様に定常状態における生成液の GCMS 分析による組成分析の結果を図 6 および表 9 に示す。PS 単独処理の場合と比べると、PP との共処理により生成油中のスチレンモノマーの組成比率が低下すると同時に、PS 単独処理では検出されない PP 由来の炭化水素類が検出された。2.3.2 で述べた予備試験では、生成液中に炭化水素類が検出されていないことから、流出ガス分析の結果と同様にPP を連続供給することで、PP 分解が促進される結果となった。

実験終了後に回収した残渣量は約5kgあり、熱分解槽へ投入したPSおよびPPの推定供給総量10.2kgおよび0.5kg、計10.7kgのうち約半分は残渣となっている。 残渣の比重は、ポリスチレンの比重(1.04)より小さい部分が多く、このことは比重の小さいPP(0.94)が残渣中に移行していることを示している。

研究開始当初に目標とした投入 PP の物質収支については、排出ガス流量を計測できなかったことなどが理由で不明であるが、連続供給により PS と共に PP は分解しながら、それぞれ生成ガス、生成液および残渣へと分配されることがわかった。

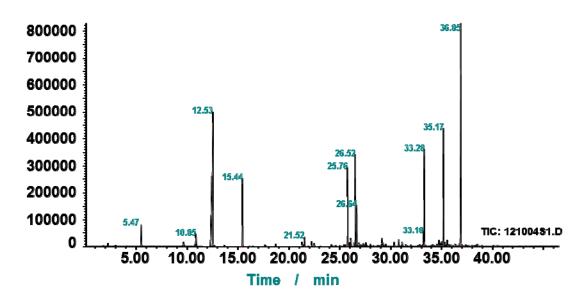


図 6 秦野実験(9/3)分解油の GC/MS トータルイオンクロマトグラム

表 9 図 6 の積算結果および各ピーク質量スペクトルデータベースの検索結果

ピーク#	リテンションタイム		タイプ	半値幅	面積	面積%	開始時間	終了時間	備考	一致率
1	5.468	ВВ		0.046	2363417	2.41	5.389	5.576	toluene	91
2	10.854	ВВ		0.063	1713901	1.75	10.738	10.991	ethylbenzene	94
3	12.527	в٧		0.092	35142295	35.85	12.276	12.627	styrene	96
4	15.437	ВВ		0.041	6293188	6.42	15.318	15.516	a-methylstyrene	96
5	21.516	вв		0.029	624870	0.64	21.469	21.571	heptylbenzene	50
6	25.759	ВВ		0.049	6812765	6.95	25.654	25.862	1,3-diphenylpropane	97
7	26.517	w		0.034	6065175	6.19	26.444	26.564	styrene dimer	37
8	26.637	W		0.044	4029156	4.11	26.564	26.741	1-methyl-2-(2-phenylethenyl)-benzene	76
9	33.183	PV		0.036	1055073	1.08	33.131	33.219	4,5-dihydro-2,4,5-triphenyl-1,3,4-oxadiazole	47
10	33.279	w		0.035	7136695	7.28	33.219	33.353		
11	35.172	PV		0.044	7504012	7.66	35.014	35.265	4'-phenyl-1,1':2',1"-terphenyl	99
12	36.854	в٧		0.037	19277035	19.67	36.747	36.962	5'-phenyl-1,1':3',1"-terphenyl	98
				合計	98017582	100				
	2.22					<1%			4-methyl-1-pentene	72
	9.65					<1%			2,4-dimethyl-1-heptene	72
	21.27					<1%			linear hydrocabon	
	21.39					<1%			linear hydrocabon	

図 7 および 8、表 10 および 11 に対馬および奄美大島のそれぞれにおいて漂着フロートを油化して得た生成液の GCMS 分析結果を示す。

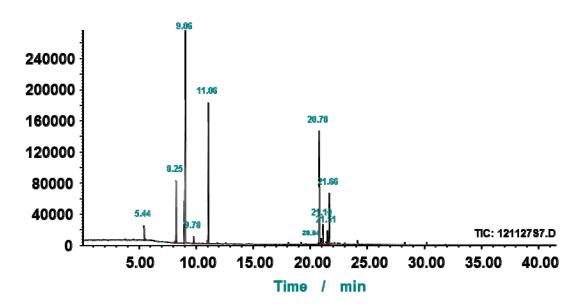


図 7 分解油(5/30 対馬)の GC/MS トータルイオンクロマトグラム

表 10 図 7 の積算結果および各ピーク質量スペクトルデータベースの検索結果

ピーク#	リテンションタイム		タイプ゜	半値幅	面積	面積%	開始時間	終了時間	備考	一致率
1	5.441	W		0.043	499909	2.17	5.364	5.505	toluene	
2	8.246	ΒV		0.039	1696723	7.36	8.086	8.296	ethylbenzene	
3	9.063	в۷		0.06	10982982	47.66	8.888	9.131	styrene	
4	9.776	ВВ		0.042	174475	0.76	9.591	9.92	cumene	
5	11.061	в۷		0.039	4337172	18.82	10.777	11.143	a-methylstyrene	
6	20.784	в٧		0.036	3166806	13.74	20.651	20.891	1,3-diphenylpropane	
7	20.939	W		0.036	160992	0.70	20.891	21.02	1,1-diphenylpropene	
8	21.099	w		0.033	519254	2.25	21.02	21.198	1,3-diphenylbutane	70
9	21.505	W		0.031	290775	1.26	21.459	21.564	styrene dimer	55
10	21.658	PB		0.042	1215581	5.27	21.564	21.804	1-methyl-2-(2-phenylethenyl)-benzene	90
		}		合計	23044669	100.00				

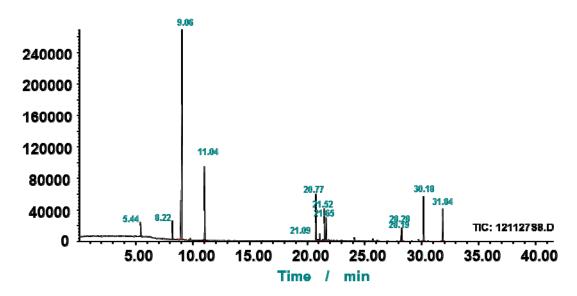


図8 分解油(奄美大島(11/20))の GC/MS トータルイオンクロマトグラム

表 11 図 8 の積算結果および各ピーク質量スペクトルデータベース検索結果

ピーク#	リテンションタイム		タイプ゜	半値幅	面積	面積%	開始時間	終了時間	備考	一致率
1	5.439	W		0.039	433669	2.50	5.317	5.498	toluene	
2	8.22	PB		0.035	443918	2.56	8.169	8.338	ethylbenzene	
3	9.06	вв		0.053	9893760	57.09	8.613	9.206	styrene	
4	11.038	вв		0.043	1700075	9.81	10.952	11.163	a-methylstyrene	94
5	20.767	в٧		0.035	1233398	7.12	20.661	20.839	1,3-diphenylpropane	91
6	21.089	W		0.032	175959	1.02	21.02	21.151	1,3-diphenylbutane	64
7	21.516	PV		0.04	668727	3.86	21.458	21.581		
8	21.648	VB		0.037	656997	3.79	21.581	21.782	1,1-diphenylpropane	60
9	28.195	PV		0.03	143759	0.83	28.147	28.235		:
10	28.283	VB		0.037	262304	1.51	28.235	28.347		
11	30.182	PV		0.047	951801	5.49	30.052	30.272	4'-phenyl-1,1':2',1"-terphenyl	99
12	31.841	вв		0.044	766363	4.42	31.7	31.941	5'-phenyl-1,1':3',1"-terphenyl	99
										:
					17330730	100.00				<u>:</u>

### 3 生成油(スチレン油)の利用

スチレン油はスチレンモノマー、エチルベンゼン、α —メチルスチレンなど沸点 150°C以下の単環芳香族と 300°C以上のスチレン二量体、三量体など二環以上の高沸点成分からなる混合油であり、前者が 70~75%、後者が 25~30%と大まかに分類できる。

化合物単位の主成分は反応性の強いスチレンモノマーであり、これが生成油の 40 ~60%を占めるため、油の安定性が懸念される。油化処理による生成油の製造直後、短時間の内に使用する場合にはトラブルが生じないが、保存時間が長かったり、保存状態が悪い場合、スチレン重合物と水が関連したスラッジが発生する。このスラッジは燃焼の前段にある口紙等の目詰まりなど、種々のトラブルの原因となる。

市販のスチレン試薬には、通常50~100ppmの酸化防止剤が添加されている。以前の調査でスチレン油を半年放置しても、粘度変化もなくほとんど安定であった経験があったので、あまり注意を払わなかった。しかし、前記のようなトラブルが散見されるようになったので、改めて安定化のための試験を行った。

現在、スチレン油は主に油化装置のバーナー用燃料として使用する他、スチレン油を分留した低沸点油と廃食用油の混合油をディーゼル発電機用燃料として使用している。しかし、高沸点留分を含むスチレン油と廃食用油の混合油の利用については未検討であり、混合時の基本特性を把握するため、混合油の粘度特性を調べた。

### 3.1 スチレン油の粘度変化

油の安定性を評価するため、スチレンの重合を反映する粘度測定を行った。粘度の 測定は振動式粘度計を使用した。スチレン油と分留した低沸点油を 30℃の恒温槽に ガラス瓶で保管し、粘度の経時変化を調べた。また、スチレン油には 50ppm、低沸点 油には 50 及び 200ppm の酸化防止剤を添加し、酸化防止剤による粘度変化への影響をしらべた。

表 12 はスチレン油と分留した低沸点油をガラス容器で 30°Cに保管した時の粘度の経時変化である。スチレン油では 80 日後の粘度は初期値とほぼ同じであったのに対し、低沸点油は 0.59 から 0.73 に増加することがわかった。粘度増加がみられた低沸点油に酸化防止剤を 50ppm 添加するとほぼ安定になり、200ppm では全く粘度変化は見られなかった。低沸点油のスチレン濃度は約 70%と高濃度であるため重合しやすく、長期安定性を確保するためには酸化防止剤の添加が有効といえるが、密閉されたガラス容器で保管した場合の粘度増加率は特別大きな値とはならなかった。

一方、ガラス容器ではなく、PET ボトルに保管した場合、大きな粘度変化が観察された。表 13 に PET ボトルに保存したスチレン油と低沸点油の粘度の変化を示した。74 日経過後のスチレン油の粘度増加が 1.12 倍であるのに対し、低沸点油は 60 倍と大幅に増加していることがわかった。

PET ボトルはポリエチレンよりも酸素透過性が低いことから飲料水容器などに使われているが、エチレンビニルアルコール共重合体などの酸素バリアー材に比べて酸素透過性が高いため、生成油を長期保管する場合は酸化防止剤の添加が欠かせないことがわかった。

この他、紫外線照射による粘度変化を調べた。照射量に従い、粘度の増加が見られたが定量的な関係を明らかにすることは出来なかった。

以上の結果から、スチレン油を安定に保管する要件として

- ① 酸化防止剤を添加すること。添加量は 50ppm 程度でよいが、保存条件が悪い場合や低沸点油の場合は 200ppm 以上が望ましい。
- ② 保存容器は自動車のガソリンタンクに類似した、酸素バリア一性の高いポリタンクが望ましい。
- ③ 直射日光が当たらない場所、温度が高くならない場所に保管すること。 さらに、安全のため通気性の良いことも求められる。

表 12 スチレン油と低沸点油の粘度変化(粘度/cP)

	スチ	<u>-</u> レン油		低沸点	油		
	初期値	66 日後	80 日後	初期値	66 日	後 80 日後	
酸化防止剤な	1.79	1.81	1.88	0.59	0.64	0.73	
50ppm 添加	1.7	9 1.80	1.80	0.59	0.62	0.63	
200ppm 添加	] –	_	_	0.59	0.59	0.59	

表 13 PET ボトルに保管したスチレン油と低沸点油の粘度変化

	但	<b>5</b> 沸点油	ス-	チレン油			
	初期値 54 日後 74 日後			初其	月値 54	日後	74 日後
粘度	0.59	19.2	35.6	1.79	1.93	2.01	

### 3.2 混合油の粘度

スチレン油は石油燃料とほぼ同じカロリーがあり、粘度も灯油に近いことからバーナー燃料に使用できる。しかし、セタン価が低く黒煙の原因である成分が多く含まれているため、単独ではディーゼル燃料に使用できない。

このため、これまで軽油との混合利用が試みられてきた。詳細は平成 21 年度の報告書に記載されており、低沸点油 20%以内の混合で長期的な使用が可能なことが明らかとなっている。さらに、離島の実証実験において、廃食用油と 50%混合した数多くのディーゼル発電機のデモ運転を行い、同じ発電機を 5 年近く使用している実績により、低沸点油のディーゼル機関用燃料への適用可能性を実証してきた。

一方で、バーナー用燃料としての混合油の試験評価はほとんど実施しておらず、燃料油としての基礎特性に影響する混合時の粘度特性を明らかにする必要がある。図9は廃食用油とスチレン油及び低沸点油を混合した場合の混合比率と粘度の関係を示したものである。適切な粘度を1.5~7.0cPとすると、スチレン油の場合はスチレン油:廃食用油=100:0~50:50、低沸点油の場合は低沸点油:廃食用油=20:80~60:40 の範囲であることが分かる。

図 10 は比率が 50:50 の混合油粘度の温度との関係を示している。スチレン油単独の場合  $0^{\circ}$ C以上で、スチレン油:廃食用油=50:50 の混合油の場合  $15^{\circ}$ C以上でバーナーに使用可能なこと、低沸点油との混合油では  $0^{\circ}$ C以上でディーゼルエンジンに使用可能なことなどが推測される。

表 14 は混合比率が 80:20 である混合油の粘度と温度の関係である。通常、粘度は温度の上昇に伴い減少していくが、特に低沸点油との混合油では 25.5°Cに比べて 28.5、38°Cと温度が高いほど粘度が大きくなっている。

一方、スチレン比率が低い 20:80 の混合油ではこのような変化は見られていない。 理由として、廃食用油には過酸化物が含まれており、この過酸化物によりスチレンの 重合が促進された結果と考えられる。

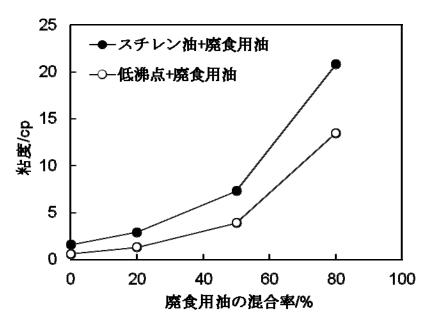


図9 スチレン油、沸点油と廃食用油混合油の混合比と粘度

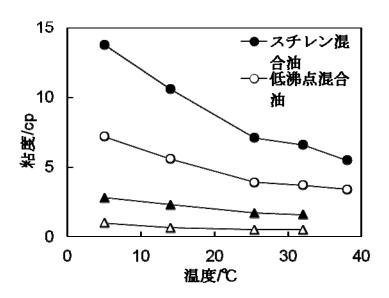


図10 分解油と混合油 (比率50:50) の粘度の温度変化

表 14 スチレン油、低沸点油:廃食用油=80:20 混合油粘度の温度変化

温度(°C)	6	14 24.5	28.5	38	
スチレン混合油粘度(cP)	5.1	4.2 3.1	2.9	2.3	
	7.5	14 25.5	28.5	38	
低沸点混合油粘度(cP)	1.9	1.25 1	.1 1.2	2 1.6	

### 4 安全性

「容器包装リサイクル法」の制定にともない、プラスチックの減容化装置や油化装置などの処理施設が建設されたが、1996年、1997年に発生した油化処理施設から漏洩したプラスチック溶解物の発火事故や2008年に発生した発泡スチロール減容化処理施設の爆発火災事故などいくつかの処理施設で火災事故が発生し、その危険性が指摘された。

そこで、漂着フロートを回収し、破砕、熱分解を行い油化する工程での火災や爆発 事故を防止するため、油化装置の安全性と対策を検討した。

これまでの火災事故事例から、油化処理工程における危険性を破砕工程、油化工程、処理回収物に分けて検討した。

### 4.1 破砕工程

漂着フロートの破砕工程における危険性としては、粉じん爆発とガス爆発の2つが 想定される。

粉じん爆発は数マイクロメートル程度の可燃性粉じんが静電気や電気火花により爆発する現象である。粉体の粒径が500マイクロメートル以下の場合に着火、爆発危険性が高まる。そのため、破砕工程では漂着フロートを必要以上に細かく破断せず、数ミリメートル程度に破砕し粉じんが舞い上がらないようにすることが粉じん爆発防止には有効である。

また,発泡ポリスチレンには発泡剤としてブタンなどの可燃性ガスが用いられているものがあり,破砕によって内部に残っていた可燃性ガスが破砕機内に残留する危険性がある。ブタンの爆発下限界濃度は 1.6%であるため,発泡ポリスチレンを破砕機に大量に押し込み,処理すると爆発範囲に入る危険性がある。そのためには爆発範囲に入らないように破砕機に大量の発泡ポリスチレンを投入しないことや,着火源をなくすために投入槽や破砕機の接地を行うこと,槽内を換気しやすい構造にするなどの対策が必要である。

### 4.2 油化工程

油化工程においては、分解生成物によるガス爆発や発火危険性が想定される。

分解槽で生成した分解物は気体となって放出され、出口側で液化されている。定常運転中は分解槽出口側からの分解ガスによって空気が押し出されているため、爆発上限界を超えている。生成した分解ガスはスチレンなど沸点の高い物質であり、冷却器で液化されるため、可燃性ガスが放出されることは少ない。しかし、分解条件に

よってはプロピレンのような低分子ガスが生成し、冷却器から放出される危険性や、何らかの原因で分解速度が増大し、液化速度が追いつけない場合にも可燃性ガスが放出する危険性が考えられる。そのため、出口側の可燃性ガス濃度を測定しておくことが必要である。

また、プラスチックの分解反応が終了し、分解槽からのガス放出量が低下してくる と分解槽に出口側から空気が流入する可能性がある。分解槽が高温の状態で空気 が流入すると分解槽底部にたまっている残渣物が酸化され、発熱、分解する危険性 があるため分解槽に大量の空気が流入しないような構造であることが必要である。

可燃性ガスの対策としてはガス濃度の測定の他に、破砕機付近や分解槽で出口 近など可燃性ガスが滞留しにくい構造として換気を行う、爆発下限界濃度以下であれ ば付近の空気をバーナー用空気として吸引するなどの対策を行うことが有用である。

残渣物を回収するときには、底部から抜き出す手法が一般的であり、抜き出し時の流動性を保つため軟化点や融点以上で取り出している。分解物は低分子化しており、不飽和結合もあるため比較的酸化しやすく発火、火災の危険性が高まる。高圧示差熱天秤によるポリスチレンの発火温度は約 230℃、ポリプロピレンでは 200℃程度であるため、高い温度のまま空気中へ取り出すと発火し、火災となる危険性がある。過去の事例でも排出した残渣が分解槽の下で発火し、分解槽を加熱したため大規模火災に発展しており、取り出した残渣を空気と接触させないように密閉容器などに入れる対策が必要である。

### 4.3 処理回収物について

分解槽から回収した油についてはスチレンを主体としているため, 重合反応を生じる危険性がある。特に大きな容器で保管する場合には反応熱が容器外に逃げにくくなるため注意が必要である。重合反応は熱だけでなく, 錆などの金属酸化物などが触媒となることもあるため, 長期に保管する場合には重合禁止剤を添加することが重要である。

残渣物については 4.2 で説明したように、酸化による発熱の危険性があるため、空気との接触を減らした状態で室温まで冷却する必要がある。

また、これらは直射日光が当たらない冷暗所に保管しておくことが必要である。

### 5 総括

1. 漂着フロートには平均して塩分が主成分である灰分が 1~2%,臭素系難燃剤が 0.1~0.2%含まれていることが分かった。このため,漂着フロートから新たに成形 品を製造することは望ましくなく、油化処理が最適な処理方法であることが確認された。

- 2. 漂着フロートの油化処理コストは約 300 円/kg以下であり、他の処理よりもコスト的にも有利である。なお、難燃剤が混入した場合の処理費は通常の数倍となっている。
- 3. 現在、スチレン油を油化装置の加熱燃料への利用と共に、分留した低沸点油と 廃食用油の混合燃料をディーゼル燃料に利用しているが、スチレン油との混合 油のバーナー燃料への利用を図る必要がある。
- 4. スチレン油は通常の燃料よりも安定性に劣るため、酸化防止剤の添加など安定性向上の工夫が求められる。
- 5. 漂着プラスチックには PP,PE が多く含まれており、これらが混合した場合の油化 の発展が望まれる。
- 6. 安全性向上に向けて、さらなる工夫が求められる。
- 7. 今回の事業によって得られた技術的成果は次の3点である。
  - i)臭素系難燃剤を含むプラスチックの油化が可能になったこと。
  - ii)中和における塩分の役割が認められたこと。
  - iii)種々、不利な条件下においても油化装置は正常に稼働したこと。

### 参考資料2(6. 関連) 宝の島プロジェクトマニュアル (検討手順等の一例)

### 1. 背景及び目的

当協会は 2009 年度から 2012 度までの 4ヶ年にわたり、漂着ごみの油化に関する広域社会実験事業を進めてきた。「宝の島プロジェクト」と名付けたこの取り組みの結果、油化装置を用いた海岸漂着ごみの新たな処理システムが、離島における海岸の美化や島内の省エネに十分貢献できることが検証された。

また、ごみ由来のエネルギーを利用した離島内での起業を通じ、過疎化・高齢化など離島が抱える社会問題の解決にも寄与するなど、多岐にわたる効果をもたらすことも検証された。海岸漂着ごみが、文字どおり、離島を"宝の島"に変えるという画期的な取り組みとして、国内外のマスコミや地方公共団体等から大いに注目され続けてきた。

本マニュアルは、本事業の成果を基に作成したものである。「宝の島プロジェクト」が関係地方公共団体等によって引き続がれ、海岸漂着ごみ問題やエネルギー問題、過疎化や高齢化などに悩む全国の離島にさらに広まり、各離島に適した採算性を伴う実稼動や離島振興、その他の社会形成等に役立つことを望む次第である。

### 2. 取り扱う内容

- (1) 地域検討協議会等の結成
- (2) 地域の社会環境及び自然環境の検討・把握
- (3) 漂着ごみ及び産業・一般ごみの発生量の検討・把握
- (4) 適切な発泡スチロール油化装置と社会システムの検討
- (5) 社会実験による社会システムの検証と調整
- (6) 公開実験による周知活動
- (7) 社会システムの実運用と見直し

### 3. 手順フロー

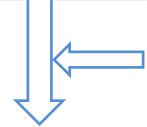
### (1)地域検討協議会等の結成

行政機関、地域の代表者、関連事業者・NPO 等による協議会の形成



### (2)地域の社会環境及び自然環境の検討・把握

①地域の産業構造・雇用実態等の把握、②漂着ごみ対策実施状況の把握、③ 地域のごみ処理・リサイクル実態等の把握、④エネルギー実態の把握、⑤公共 施設の燃料実態、⑥海象・気象特性の把握、⑦海域・海岸の自然環境特性の把 握、⑧その他漂着ごみによる被害・影響



### (3)漂着ごみ及び産業・一般ごみの発生量等の検討・把握

①発泡スチロール等漂着ごみ種別漂着量・地域分布、②産業廃棄物として発生する発泡スチロールの量、③家庭等から一般廃棄物として発生する発泡スチロールの量

### (4)適切な発泡スチロール油化装置と社会システムの検討

- ①油化装置の選定、②回収・運搬・処理の体制、③利活用方法と効果(雇用、エネルギ
- 一、行政負担、福祉、環境等)の推定



### (5)社会実験による社会システムの効果検証と調整

上記、(4)で検討した社会システムの社会実験による効果検証と結果による適正化



### (6)公開実験による周知活動

上記、(5)の社会実験を地域住民等に公開し、周知する公開実験の実施



### (7)社会システムの実運用と見直し

以上の手順で完成した社会システムの実運用と社会変化に適応した見直し・調整

### 本事業の手順フロー

### 4. 手順を構成する検討項目の内容

### (1)地域検討協議会等の結成

離島等において、新たな社会システムを構築するためには、地域の関係者が協働することが大切である。今回のテーマは、発泡スチロール油化装置を用いた離島における廃棄物エネルギーの利活用社会システムを構築することである。なお、この社会システムは、海岸の美化や島内の省エネに貢献するばかりか、ごみ由来のエネルギーを利用した離島内での起業等を通じ、過疎化・高齢化など離島が抱える社会問題の解決を目指すものである。

よって、これら課題に関係する行政機関、地域の代表者、関連事業者・NPO等の関係者で構成する協議会(例:〇〇島 発泡スチロール油化装置利活用推進協議会)を結成し、以降の各種項目について検討していくのが有効である。また、この協議会を効率的に進めるために、油化装置、廃棄物、自然環境、気象・海象、地方行政等の専門家をオブザーバーとして適宜招聘し、アドバイスを頂くことも有効である。

### (2)地域の社会環境及び自然環境の検討・把握

本検討項目は、協議会の最初の仕事となる。

発泡スチロール油化装置を用いた離島における廃棄物エネルギーの利活用社会システム を構築するためには、表1に示した、地域特有の社会環境及び自然環境の現状を把握する ことが必要である。これらは、新たな社会システムを構築する上での基礎情報となる。

協議会のメンバー及びオブザーバーが各々の専門情報を提供するほか、必要に応じて現 地調査を実施して行うこととなる。

表1 発泡スチロール油化装置を用いた離島における廃棄物エネルギー利活用社会システムを構築するために必要な基礎情報

ムを構築するために必要	な基礎情報
情報項目	情報内容
①地域の産業構造・雇用実	.1 業態別企業数・従業員数(年齢・性別)・売上等
態等	2 業態・年齢・性別の賃金傾向 ※経年変化を含む
②漂着ごみ対策実施状況	.1 回収活動の有無、実施主体、方法、費用
	.2 運搬及び処理の実施主体、方法、費用
③地域のごみ処理・リサイ	.1 焼却場等の処分場の施設内容とイニシャルコスト及びランニン
クル実態等	グコスト
	.2 最終処分場の施設内容とイニシャルコスト及びランニングコス
	<b>+</b>
④エネルギー実態	.1 現在の発電施設
	.2 将来の発電計画
	.3 上記施設のイニシャル及びランニングコスト
	.4 灯油・軽油等の料金
	.5 非常時電力施設
⑤公共施設の燃料実態	.1 ボイラー、焼却炉等の石油由来の燃料を使用する機器内容
	.2 上記機器の使用燃料と費用
⑥海象・気象特性の把握	.1 季節別海流
	.2 季節別風送流(風向・風速でも可)
	※漂着ごみの季節別漂流経路を推測
⑦海域・海岸の自然環境特	.1 沿岸域及び海岸地形・地質
性の把握	.2 保護すべき自然環境及び生物
	.3 漂着ごみによる地形・地質、自然環境及び生物への影響
⑧その他漂着ごみによる被	.1 発泡スチロールの漂着による被害・影響
害•影響	.2 その他漂着ごみによる被害・影響

### (3)漂着ごみ及び産業・一般ごみの発生量の検討・把握

離島によっては、市民のボランティア活動で漂着ごみを回収したとしても、その運搬及び処分に多大な行政支出を強いられている地域がある。そのため、せっかく漂着ごみを回収したとしても、運搬及び処分が進まず、回収場所等にそのまま放置されている場合もある。また、漂着ごみは、毎年漂着する。したがって、問題解決のためには、継続的な対策が必要であるが、当該対策の実施のためには、多大なる行政コストが必要なため、なかなか進まないのが実情である。

このような現状を打開する方法の一つとして、漂着ごみのうち容積率で30~40%を占めるとされる発泡スチロールに関しては、燃料として利活用が可能なスチレン油を生成するための油化装置が開発された。燃料のスチレン油は、灯油やA重油に近い性質を持っていることから、様々な利活用が考えられる。すなわち、有価物となる。漂着ごみである発泡スチロールが最終的に有価物となれば、離島等のおけるエネルギー事情を好転させる効果が生まれ、また、そこには雇用も創出される。(別添資料参照)よって、漂着ごみの量を把握することは、エネルギー資源量を調査することと同じであり、社会システムを構築する上で重要な基礎情報である。

また、産業・一般ごみとして排出される発泡スチロールも同様である。産業廃棄物として 処分される発泡スチロールの処分費用は、企業負担であるし、家庭から一般廃棄物として排 出される発泡スチロールの処分費用は、行政負担か、あるいはごみ袋の購入費用などで家 庭の負担となっている。これらが、エネルギー資源として反転有償で買い取られたり、無償で 引き取られることになれば、企業、行政及び家庭の負担軽減あるいは収入にさえなる可能性 もある。

よって、表2に示した内容に従い、発泡スチロールの発生量を調べることは、新たなエネルギー資源量の把握となり、社会システムを構築する上で、重要な基礎情報となる。

表2 漂着ごみ及び産業・一般ごみの発生量等必要情報

情報項目	情報内容
①発泡スチロール等漂	地区毎の種別(発泡スチロール、ペットボトル、漁網等)漂着ごみ量
着ごみ種別漂着量・地	※経済効果の情報として:回収・処理方法及び費用
域分布	※可能であれば月あるいは年間のデータ
②産業廃棄物として発	現在の事業系発泡スチロール発生量、回収・処理方法
生する発泡スチロール	※経済効果の情報として:回収・処理方法及び費用
の量	※可能であれば月別・地区毎
③家庭等から一般廃棄	現在の家庭から排出されるスチロール発生量、回収・処理方法
物として発生する発泡ス	※経済効果の情報として:回収・処理方法及び費用
チロールの量	※可能であれば月別・地区毎⇒世帯あるいは人単位の発生量を算出

### (4)適切な発泡スチロール油化装置と社会システムの検討

前記「(2)地域の社会環境及び自然環境の検討・把握」及び「(3)漂着ごみ及び産業・一般ごみの発生量の検討・把握」に係る各種情報が把握された時点で、協議会等は地域に適した発泡スチロール油化装置の選定と社会システムの検討を行うことになる。油化装置の選定のポイントは、発生する発泡スチロールが常時スチレン油に変換できることである。また、社会システムの設定ポイントは、精製されたスチレン油が、民間企業の活動を最も効率的に促進させ、かつ行政施設の燃料費及び運搬・処理を含めたコストを削減する方法となる。

この社会システムが適切に運用されれば、環境問題である海岸漂着ごみ問題の解決、エネルギー事情の改善、雇用の創出、福祉の活性化につながると考える。表3には、油化装置の選定及び社会システムの設定ポイントを示した。

なお、固定式油化装置の場合、生成するスチレン油は、次のように計算される。(<u>別添資</u>料参照)

- ①フレコンパック(1m³)袋:発泡スチロール 10~15kg(魚箱の場合、4~5kg)
- ②固定式油化装置が 8 時間稼働: 10kg/時間
- ③発泡スチロール 1kg:約1 リットルのスチレン油を生成
- ④油化装置を8時間運転:80リットルのスチレン油を生成
- ⑤ただし、油化装置は約30リットルを熱分解するバーナーの燃料として自己消費
- ⑥よって、約50リットル/日を生成

表3 油化装置の選定及び社会システムの設定ポイント

	の選定及び社会システムの設定ホイント
項目 	設定ポイント
①油化装置の選定	.1 運搬が容易な地域の範囲で発泡スチロールが、60kg/
	日以上が発生する地域:固定式油化装置 ※別添資料
	<u>参照</u>
	.2 各島々や運搬が容易な範囲では 60kg/日以上の発泡ス
	チロールが発生しないものの、複数の島々、島嶼全体、
	あるいは集落が遠隔地で点在する地域では、移動式油
	化装置 <u>※別添資料参照</u>
②回収•運搬方法	.1 漂着ごみの発泡スチロール
	・エコツーリズム等が盛んな観光地では、観光客にもボラ
	ンティアとして参加
	・集落周辺地では高齢者、障害者等を雇用
	.2 企業からの排出発泡スチロール(産業廃棄物)
	・排出企業が無償提供あるいは有償提供
	・運搬は排出企業が独自運搬、あるいは廃棄物事業者が
	運搬
	.3 家庭からの排出発泡スチロール
	・家庭が集積所まで運搬、あるいは定期的に周回する車
	両(行政による地域バス、福祉車両等)による運搬
③利活用方法と効果(雇用、エネ	.1 上記、②回収・運搬方法でのコスト・雇用費用を上回る
ルギー、行政負担、福祉、環境	下記.2 <sup>~</sup> .8 の便益が生まれるか
等)	.2 企業の廃棄物経費削減費
	.3 企業がスチレン油使用することによる燃料経費削減費
	.4 行政施設の燃料経費削減費
	.5 新規地産品の経済効果
	.6 上記等の便益で雇用が生まれるか
	.7 運搬作業及び生成作業を福祉施設が担うことで、福祉
	施設の運営に貢献するか
	.8 環境改善による観光産業の振興経済効果額

### (5)社会実験による社会システムの検証と調整

「(4)適切な発泡スチロール油化装置と社会システムの検討」で油化装置を選定し、地域に適した社会システムの設定後は、検証のための社会実験を行って、設定した効果が得られるかを確認する。

なお、「(2)地域の社会環境及び自然環境の検討・把握」及び「(3)漂着ごみ及び産業・一般

ごみの発生量の検討・把握」における情報が十分に得られていれば、短期間及び限定した 地域での社会実験であっても、実施時期と地域の位置づけ(特徴)が明確であるため、社会 システムを構築する全域の検証として使用することが可能になる。もちろん、実験結果によっ て、想定した効果が得られない場合には、適切な社会システムに微調整する。

なお、沖縄県八重山郡竹富町鳩間島及び西表島西部において行われた社会実験の風景を以下に示す。





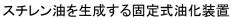
一般家庭が集積所に持ち込んだ発泡スチロール及び重量計測





発泡スチロールの陸上及び海上輸送







スチレン油を使用した新規地産品 (グルクンの燻製)の製作

### (6)公開実験による周知活動

地域の社会システムとしての運用、及び成熟させて行くためには、地域全体の取り組みとする必要がある。そのための、方策としては、行政による広報(ホームページ含む)、マスコミ報等の方法が一般的である。ただし、本社会システムに関しては、一般住民の方々には、残念ながら馴染みが薄いと考えられる。よって、これら広報活動を補佐する活動として、体験型(発泡スチロール回収からスチレン油を燃料として使用した製品の作製等)イベントを実施するのが有効である。

鹿児島県奄美市での公開実験の風景を以下に示す。







鹿児島県奄美市での移動式油化装置を用いた公開実験の風景

### (7)社会システムの実運用と見直し

以上の手順を経て、社会システムの実運用を開始する。なお、実運用開始後にも地域の諸事情の変化は起こり得る。それら社会事情に即した、油化装置の配置、回収・運搬、利活用方法の随時見直し・検討は必要である。

なお、一連の社会システムの検討及び実施に際しては、現在、我が国では廃棄物エネルギー及び循環型社会形成は、国が推進しているものであるため、外部資金で実施できる可能性がある。

以上

別添:油化装置について

### 1. 本事業における油化装置の役割

沖縄、九州、山陰の離島の海岸に漂着する大量のごみは容積で約3割から4割が発泡スチロールで占められている。特に海岸を管理する地域住民や自治体においては海岸の保全や美観を保つという観点から常にごみの回収や、処理するうえで大きな経済的負担となっている。国や地方自治体において将来にわたって、いかに安全で環境にやさしく安価に処理できるか検討しているのが実情である。

特に離島においては、処理・再利用するのに本土まで輸送し高額の輸送費を払っているのがほとんどである。一部の離島では焼却処分しているが、一部の漂着フロートに入っている難燃材の焼却による臭化水素(強酸性ガス)が発生し金属の酸化、腐食、塩分による金属の酸化、腐食、固形プラスチックによる高カロリーの部分加熱による焼却炉の損傷を速めているのではないかと思われる。また、減容方法によるリサイクルシステムがあるが、漂着発泡スチロールには約3%から5%の塩分と少量の砂が入っており、その塩分や砂等を除去されない限りリサイクルするのは無理ではないかと予測できる。一方、油化処理においては、難燃材については、油化装置の分解釜内にて添加したアルカリにより中和され、塩分、砂等は残渣として取出されるようになっている。このようなことを鑑み、漂着発泡スチロールを『油化装置』によって燃料油に変換し、離島内で有効利用するのがベストではないかと提案できる。また、このシステムの起用、実行することにより離島の新規事業の発足、海岸の美化及び、省エネ対策、更には離島振興につながり、大きな社会貢献も出来るものとして期待できる。

### (添付資料3.4参照)

発泡スチロールの量が1日60kg以上収集可能な地域では固定式油化装置、集荷場所が離れてはいるが、何箇所か集まれば60kg以上になるところであれば4tトラックで順番に回って処理できる移動式油化装置が良いと思われる。(添付資料5参照)

### 2. 固定式油化装置、移動式油化装置について

### 2-1 油化装置で処理できるもの

油化装置で処理できるものはポリスチレン製発泡スチロールに限る。たとえば、発泡スチロール製漂着フロート、発泡スチロール製魚箱、ポリスチレン製発泡スチロール家電製品緩衝材、発泡トレーなどで、多少の水分、色や汚れが付着していても溶解タンク内か、分解釜内にて不純物は取り除くことができ、処理できる仕組みとなっている。また、水分については、生成タンク内油水分離槽にて比重分離され、取出せる仕組みになっている。 なお、家電製緩衝材の中には、ポリスチレン製発泡スチロールによく似たポリエチレン製発泡スチロールがあるので注意を要する。確認方法として、生成液の中に入れて溶ければポリスチレン製である。溶けなければ除かなければならない。固定式油化装をトラックに搭載したものが移動式油化装置である。

### 2-2 発泡スチロールから生成液が出来るまで

### ① 投入

まず、発泡スチロールをまず破砕機に投入する。投入できるサイズは、約80cm×55cmの間口より小さいものに限る。これより大きい漂着フロート等については、あらかじめ切断するなど、下処理することとなる。魚箱、食品トレー、緩衝材等のほとんどそのまま投入できる。なお、破砕機は発泡スチロール専用なので、他の材質のものを投入すると、歯が破損するおそれがありトラブルの原因となる。

### ② 破砕

発泡スチロールの破砕は1軸の回転破砕歯と固定歯によって行われる。発泡スチロールは破砕歯の下にもうけられている10mmのスクリーン(ステンレスの網)に押し付けられ、網から通りぬけたものが次の工程、ストックタンクにスクリュウコンベアーで送り込まれる。10mm位にしているのは、表面積を小さくして速く溶解液に溶けるようにするためである。

### ③ ストックタンク

ストックタンクは上限センサーと下限センサーが付いており、破砕機から送られてくる発泡スチロールがいっぱいになり、上限センサーが働くと破砕機とスクリュウコンベアーが止まり破砕できなくなるようになっている。下限センサーが働くと警報が鳴り、20分以上破砕された発泡スチロールが入って下限センサーが止まらない限りは異常警報に切り替わり油化装置が自動的に停止するようになっている。

ストックタンクは破砕工程が早いため一時的に破砕した発泡スチロールをストックし保留できるようになっている。ストックタンク下限から上限に溜るまで約30分位で破砕できる。ストックタンクから次工程溶解タンクに送り込まれるが、いっぱいの状態から下限センサー近くになるまで45分位かかる。

### 4 溶解タンク

発泡スチロールはストックタンクから溶解タンクに行くまでに溶解されるようになっている。途中に溶解スクリューがあり、この中で生成液(ポリスチレン)によって27%位の濃度に発泡スチロールが溶かされ、溶解タンクに送り込まれる。溶解タンク内は絶えず攪拌して均一の濃度になるようにしている。

また、溶解タンクから次工程である熱分解釜に通じる配管内が詰らないように、排出口近くはメッシュの網により出来るだけ固形物やごみが行かないようにせき止めている。せき止められたごみは作業終了時に清掃をし、ここで溶解できなかった不順物を取除く。溶解タンクの底にはフロートなどに付着している砂や金属が残存し、溶解液上部には木くずや、海草、溶けなかったプラスチックの破片等が浮いているので毎日清掃することにより配管内のトラブルを防ぐことができる。溶解タンクはラバーヒーターによって40°Cに温められるようになっている。熱分解釜に入って少しでも昇温しやすくするためである。ただ温度を上げすぎると溶剤であるポリスチレンが気化し始めるので40°C位で抑えている。

### ⑤ 熱分解釜

溶解タンクから熱分解釜へ発泡スチロールを溶かした粘度の高い塩分や、泥などの異物を含んだ溶解液が特殊ポンプによって常時、定量的に供給されるようになっている。特殊ポンプは多少の固形物でも搬送できるポンプである。

溶解タンクのメッシュの網を通過した少量の固形物、砂や金属等は熱分解釜に送り込まれるが処理上何ら問題はない。熱分解釜の下部に沈殿し作業終了時に残渣として排出されるようになっている。熱分解釜は生成液を燃料にバーナーを燃やし、その燃焼ガスで熱分解釜を加熱し溶解液を暖めている。熱風温度は580℃から593度で自動制御している。これ以上の温度に上昇させると分解釜内に炭化が進み、熱効率が悪くなるからである。ポリスチレンは 350 度から400℃位で分解しガス化する。ガス化したガスは温度の低いコンデンサに送り込まれ液化される。プラスチックの溶解液は熱伝達率が低く、絶えず分解釜内の溶解液を攪拌して温度を均一にし、次工程のコンデンサ(凝縮器)の方へ速く行くようにしている。熱分解釜は開放型ではあるが圧力計を設けて、圧力が上がった時には警報、自動停止するようになっている。

### ⑥ コンデンサ(凝縮器)

コンデンサは熱分解釜から発生したガスを約50℃から60℃に急速冷却し液体にするところである。コンデンサと熱分解釜は非常にコンパクトにできており、油化装置全体を小さくまとめることができたのも、ここに技術革新があるからである。

### ⑦ 生成油タンク

生成油タンクは3層に分かれてできている。コンデンサで液体となった生成油は生成油タンクの 1次層に入り、比重差で水分が下に沈殿し、水分より比重の軽い生成油はオーバーフローして2次、3次層に入り油水分離ができるようになっている。また、1日の処理量である80リットルは貯蔵できるようになっている。そして、一晩置くことにより、作業スタート前に水分を除去した後、生成油をバーナー用燃料タンクに移したり、外部に抽出するときには、いっそうの油水分離ができているようになっている。発泡スチロールを溶解する溶剤はこの生成液を使用しているので溶剤の補充の心配はない。

### ⑧ バーナー

バーナーは熱分解釜の温度を上げるための熱源として、その熱風を分解釜に送っている。バーナーの燃料は100%生成油を使用しているので灯油や重油は必要ない。生成タンクに液化しないで送られてきたガスはバーナーの燃焼室に送られ補助燃料となっている。また、熱分解釜で使用した排熱をバーナーの2次燃焼空気に利用し、燃焼効率を良くし、燃費も良くしている。

### 9 残渣

一日の油化作業の終了時、漂着発泡スチロールに付着した塩分や泥等の異物を残渣として熱分解釜より取り出す必要がある。発泡スチロールを破砕機に投入し、あるいは残差を取り出す作業は人の手によるが、残りはボタンを押してコントロールパネル上で監視するだけの自動制御システムが取り入れられている。

残渣量は処理量の約5~7%位である。材質は石炭をもろくしたようなもので、ハンマーでたたけば取り出せる。

### ⑩ 処理量

本油化装置は発泡スチロールの水分含有量や、ごみの付着量、運転条件にもよるが、概略1kgの発泡スチロールから0.6リットルの生成油が取り出せる。1日8時間稼働させたとして約80kgの発泡スチロールを処理することができる。ただし、ごみ、水分、異物等の関係で誤差が出る可能性がある。

(添付資料1.2.3.4参照)

なお、建設工事用のフレコンパック(1㎡)袋には、漂着フロートが約10kg~15kg位入る。魚箱の場合は同袋に壊さないで4kg~5kg位入る。

### 2-3 油化装置の処理能力と生成液の用途

固定式油化装置は8時間稼働した場合10kg/時間の処理能力で小型に作られている。発泡スチロール1kgは熱分解することにより、約1リットルの生成油(スチレンオイル)が得られる。油化装置で8時間発泡スチロールを処理した場合、80リットルの生成油を得ることができる。ただし、30リットル位は油化装置の熱分解するバーナーの燃料として自己消費しているので50リットル位しか抽出できない。油化装置は連続で15時間位は稼働できるが、分解釜内の残渣量が増えて処理能力が落ちる。

発泡スチロールは原料を40倍から50倍位に膨らましているため、一度に大量に運ぶことができない。効率性や経済的な観点からも、油化装置は発泡スチロールを集めやすい場所に設置すべきである。

処理した生成油はボイラーやバーナーの燃料として使用できる。カロリーもほとんど重油や灯油と同じ位である。また、廃食用油と1:1で混合し、ディーゼルエンジンの燃料としても使用することができる。ただし、燃料油として使用する場合は特に、水分除去と、ごみの除去が必要となる。

生成油の保存については常温で2カ月位が目安となる。長期保存しようとする場合は酸化防止剤を投入するか、冷蔵庫のような低い温度で暗い場所が必要となる。その場合、半年から1年位は保存できる。また、バーナーや内燃機にはニトリルゴム系統の部品を使用しているためシリコン又はフッ素系の部品に交換する必要がある。

生成油は、焼却炉や大型のボイラー等、バーナーが点火した後に燃焼し続ける機器での使用がベストである。また、燃焼室が常時400℃以上ある機器であれば問題なく使用できる。なお、点消火を繰り返す小型のボイラーなどでは、消火の際に燃料が少しノズルの先から垂れることがある。その場合、重油や灯油に比べ、燃焼時の空気量を若干多くする必要がある。バーナーが停止した時は空気が送り込まれないため、垂れた生成液がボイラーの燃焼室で燃える際に煤が多く発生する。そのまま、長期間使用するとボイラー内に煤が付着し、排気できなくなり、故障の原因となるからである。

### 添付資料(1)

### 発泡スチロール油化装置・仕様書

1. 油化処理の対象 海岸漂着発泡スチロール(魚箱、家電緩衝材、白色トレー等も可能)

2. 処理能力 (1)破砕機 40kg/h (30 - 50 Kg/h)\*

\*\*投入する発泡スチロールのサイズ、固さにより変動

(2)油化装置 10Kg/h (8-14 Kg/h)\*\*

\*\*運転条件、発泡スチロールの性状により変動

3. 熱分解生成油収量 60/h (5-9 0/h)

\*\*油化装置バーナーの使用量を除く

\*\*運転条件、発泡スチロールの性状により変動

4. 生成油の性状 スチレンポリマーの熱分解油 (性状は添付資料②による)

5. 操作 (1)破砕機 起動、停止;機側のボタンスイッチによる安全のため、

投入口に接触停止センサーが装着

(2)油化装置 起動・運転 タッチパネルの"自動運転"ボタンによる

停止 タッチパネルの"自動停止"ボタンによるタッチパネルで"手動運転"

に切り替えると 、各装置の手動運転が可能

また、タッチパネルには運転状況のモニタ表示、運転時間、異常

発生時の表示機能等が装備

(3)起動準備 前日(前日)処理時に残った残渣、分離水および溶

タンク異物の取出しが必要

残渣 分解後の重質成分、発泡スチロール付着の異物、塩分等を排出

1回当りの排出量は 4~7kg、自然冷却によりもろい固形物化

分離水 発泡スチロールに含まれる海水中の水分は、油化工程で生成油と分離

される

ただし、水分が多い場合には油化効率が下がるため、処理前に原料の

乾燥が必要

破砕片の乾燥 上記水分の乾燥を促進するため、油化装置の排気ガスを破砕片ストッ

クタンクに導入する配管が装着

6. 仕様環境 屋内設置のこと 雰囲気温度 −10~40℃

7. 電源 AC200V 3 φ 50Hz または 60Hz

電源容量 45A (破砕機用15A、油化装置用30A)

消費電力 平均 6kW(運転条件により変動)

8. 熱分解用バーナー燃料 熱分解スチレン油

消費量 2.7~3.0 l/h (運転条件により、変化致します)

9. 排気ガス 流量 3.8m3/min. (210kg/h @ 100°C)

運転条件、発泡スチロールの性状により変動

温度 120~180 ℃ 煤塵 0.01g/Nm3 以下

NOx 50 ppm 以下

装置外寸 (1)全体 5.5 m × 1.5 m × 2.3 m (添付資料2参照)

(2)油化部分 2.1 m × 1.1 m × 2.1m (添付資料3参照)

10.. 重量 約1,700Kg (油化装置、破砕機、発泡ストック用タンクを含む)

### 添付資料(2)

### スチレン油の性状

表1 測定スチレン油

	原料	分留の有無
スチレン油 A	主に魚箱(スーパー廃棄物)	無し
スチレン油 B	主に魚箱(スーパー廃棄物)	有り(低沸点分)
	海岸漂着発泡スチロール(佐渡 サンプル品)	有り(低沸点分)

### 表2 性状 (スチレン油の性状は、水産工学研究所による)

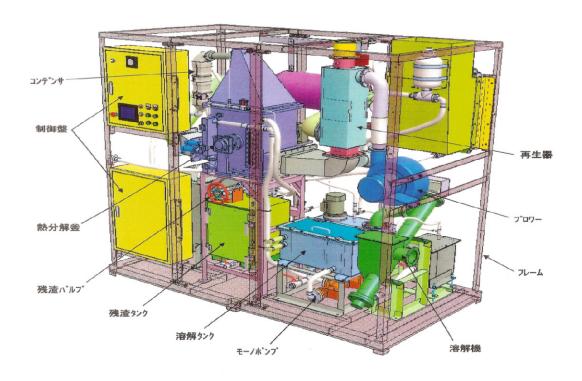
性状	単位	ス チ レ ン油 A	スチレン 油 B	ス チ レ ン油 C	軽油(1)	灯油(1)	A 重油 <sup>(1)</sup>
密度(15℃)	g/cm3	0.9461	0.9136	0.9071	0.8301	0.79	0.86
引火点	°C	30.5	27.5	<25	<b>★</b> >45	<b>★</b> >40	★ >50
動 粘 度 (30℃)	mm2/s	5.176	11.08	0.943	<b>★</b> >1.7	1~2	5.6
動 粘 度 (50℃)	mm2/s	3.629	8.442	0.76	2.254		★ <20
流動点	°C	<50.0	<-50.0	<-50	★<-7.5		★ <5
目詰まり点	°C	-26	-31	<-35	-13		
セタン指数		26.2	測 定 不 能	測 定 不 能	<b>★</b> >45		
残留炭素分	mass%	0.8 <sup>(2)</sup>	0.01 <sup>(2)</sup>	0.02 <sup>(2)</sup>	★ <0.1		★ <4.0
総発熱量	J/g	44,010	44,550	44,600	45,850		
灰分	mass%	0.005	<0.001	<0.001	<0.001		★ <0.05
水分	mass ppm	705	579	1900	72		★ <3000
硫黄分	mass ppm	4	<3	3	<b>★</b> <10	★<80	<b>★</b> <20000
中和価:酸価	mgKOH /g	1.1	0.87	0.65	0.02		

★印は JIS 規格値を示す (1) サンプルの測定値 (2) 10%残油の残留炭素

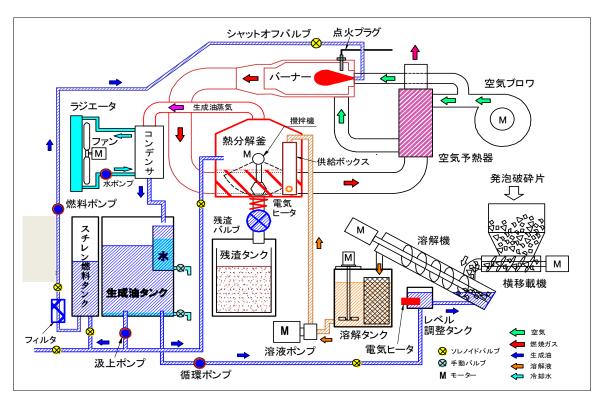
### 特徴

- (1)スチレン油は、灯油やA重油に近い性状
- (2)硫黄分や灰分が少なく、有害成分が出にくい
- (3)リッター当たりの発熱量は灯油、軽油より多少大きい
- (4)灯油、A 重油ボイラーで使う場合完全燃焼 (若干の空気量調整とゴム類の交換が必要)
- (5)消防法では、灯油、軽油と同じ区分(第4類、第2石油類)

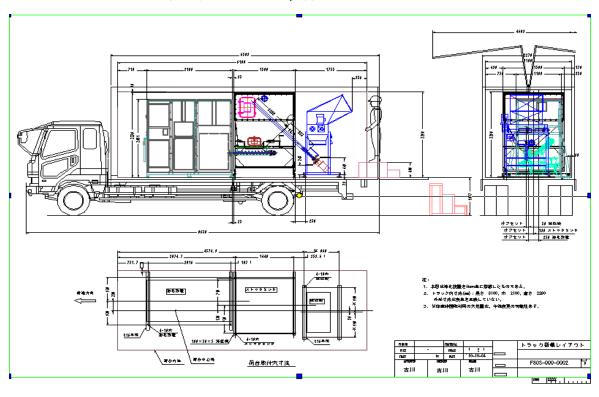
添付資料(3) 油化装置本体立体図



添付資料(4) 油化装置システム図



### 添付資料(5) 移動式油化装置図面



### 参考資料3(2.4 関連) 宝の島プロジェクト パンフレット



### 宝の島プロジェクト

「海岸漂着ごみ」をエネルギー源に再利用

漂着ごみが離島を元気にする。

海岸に漂着する発泡スチロールをエネルギーに変えて、 離島の地域振興に

ごみはエネルギー? Q&A 宝の島プロジェクト・ 離島キャラバン隊について

一海岸漂着ごみ問題の解決と離島振興を目的とした新たな取り組み一

(公社)日本海難防止協会



# が黒熊

海岸に漂着する発泡スチロールをエネルギーに変えて、離島の地域振興に



### 海岸漂着ごみ問題とは?

海岸に漂着する大量のごみは、美観を損ねるばかりか、生態系まで破壊 「島国の日本において離島は漂着ごみのフィルター役」と言われるように、 することなどから、長年に渡り問題視されてきました

季節風や海流の関係で、漂流ごみの通り道となっている離島の状況は極 めて深刻です。ごみを常に回収・処分し、海岸を保全するという対応に直

面しています。

今般、海岸漂着物処理推進法が成立し、地元自治体は海岸漂着ごみの処理費用やごみ減少のための啓発活動などに 際し、国の財政支援が一定枠ながら得られるようになりました。 しかし、日本の海岸に漂着するごみの量は年間約100万立方米に達すると言われています。東京ドームをほぼ埋め尽くす ほどの莫大な量です。そのため、一定枠の財政支援が得られるにしても、ごみ回収のための労務負担や焼却処理に伴う 環境負担は甚大で、けっして無視することができません

### **ごみからスチフン油を作り出す**

しかし海岸漂着ごみのうち、容積率で約 44%を占める 発泡スチロール類は、 油化装置によってスチレンを主成分 とするエネルギーに変換することが可能です。スチレンは ガソリンなどと同じ引火性の液体で、ディーゼル機関やボ (ラー、焼却炉の燃料として利用することができます。 海岸漂着ごみをエネルギーに変えるというアイデアは今ま でにもありましたが、実現に向けた取り組みはなされていま せんでした。

海岸漂着ごみで離島を宝の島に!

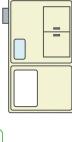


喜界島での公開実験

### 宝の島プロジェクトは離島を対象に、回収した海岸漂着ごみを油化装置によっ てスチレンに変換し、これを離島内でエネルギーとして有効活用させていこうと それによって離島に新たな事業を発足させるなど、海岸の美化及び省エネ対 いる活動です。

策、エネルギー問題、さらには過疎化や高齢化などに悩む全国の離島において、 離島振興"にもつながる社会貢献を目指しています。 文字通り、海岸漂着ごみが離島を「**宝の島**」に変えるという画期的な取り組

油化の仕組み (8時間稼働させた場合)

























**参60** 腐 スチレン油

油化装置

廃発泡スチロール・廃プラ等 15 m

# ごみはエネルギー?

仕組み

スチレン蒸気

## 宝の島プロジェクトとはなんですか?

### ひとことで言えば、一般市民主導型の社会実験です。 ▲ 沖縄県・竹富町の鳩間島を発祥とした取り組みで、

私たちはモデル地区として選定した鳩間島で、二か年にわたり社会実験を続け、その有効性について十分な検証

2010年度には、油化装置の性能を維持しながら、さらなる小型軽量化を進め、ついには4トントラックに搭載する ことに成功しました。2011年度からは、鳩間島で育んだ数々の知見を他の難島にも伝えるため、南西諸島の各離島な 文字どおり、海岸漂着ごみが離島を"宝の島"に変えるという画期的な取り組みは、国内外から大いに注目されました。 どを広域的に巡回する移動型の社会実験、いわゆる、離島キャラバン隊"活動に取り組んでいます。

### 発泡スチロールだけですか? 油化できるのは

現時点では 発泡スチロールのみ 油化しています。

ど発泡スチロール以外の漂着ごみにも対応できる チロール以外の漂着ごみも油化できるよう研究を 現在、社会実験と同時並行で浮き球など発泡ス 浮き球のような硬化プラスチック製の漁具や漁網な 進めています。下処理などの条件が十分に整えば、

ことが判明しました。

### 移動式タイプも開発しました! )油化装置ってどんなもの? ★ 操作は簡単!

鳩間島に設置した装置の外寸は5.5m×3.1m ×2.3m、重量は約3200kg。発泡スチロールをその 場で燃料油に転換します。 他の方法(熱減容など)で処理ができない汚れた の処理が可能です。極めてシンプルなボタン操作で、数回の実習後、どなたでも運転することができます。特別な資格要 発泡スチロールにも対応し、材料の破砕から熱分解、油化まで連続処理するため、小型ながら、大量の発泡スチロール

漂着物に付着した塩分などは油化処理後に排出され、ダイオキシン発生の心配もありません。

件は必要ありません。

ただし、大量の水分が含まれていた場合、装置投入前にある程度まで手作業で水抜きをする必要があります。過疎化 **排気ガスもクリーン、有害ガスは発生しません**。また、漂着ごみの水分はこの排気ガスで乾燥させることができます。 や高齢化が進む離島において、体力を必要としない水切り手法の策定など、さらなる利便性の向上を目指します。

そこで、私たちは油化装置のさらなる小型・軽量化を進めました。現在では、4トントラックに搭載し移動可能な、移動式 鳩間島に設置した油化装置は固定式と呼ばれるタイプのもので、建造物の中におかれ、移動することはできません。 と呼ばれるタイプも保有しています。(詳細は6p)

発泡スチロールに付着した塩分や異物は 釜の中で分解されず、残渣として排出

残渣タンク

ポンプ

件成油 タンク

## 操作画面



### 仕様書

油化処理の対象	海岸漂着発泡スチロール(魚箱、家電緩衝材、白色トレーなども可能)
処理能力	(1) 破砕機 40kg/h (30-50kg/h)
	※投入する発泡スチロールのサイズ、固さにより変化
	(2) 油化装置 10kg/h (8-14kg/h)
	※運転条件、発泡スチロールの性状により変化
熱分解生成油収量	6 l/h (5-9 l/h)
	※油化装置バーナの使用量を除く。運転条件、発泡スチロールの性状により変化
生成油の性状	スチレンポリマーの熱分解油
仕様環境	屋内設置 雰囲気温度-10~40℃
電源	AC200V 3φ 50Hz または 60Hz 電源容量 60A (破砕機用 30A、油化装置用 30A)
消費電力	平均 6kW ※運転条件により変化
熱分解用バーナ燃料	熱分解スチレン油 消費量:2.7~3.0ℓ/h
熱料配管パージ用燃料	<b>5.1</b>
排気ガス	流量:3.8m3/min. (210kg/h @ 100℃)
	※運転条件、発泡スチロールの性状により変化
	温度:80~120℃ 煤塵:0.01g/Nm3以下 NOx:50ppm以下

### スチレン油の用途は?

焼却炉や

ドイーカラエンジンなどの 燃料になります

分が少なく、有害成分が出にくい燃料であるス ボイラーや焼却炉の代替燃料として、そのまま 利用できます。また、軽油に最大20%程度まで 灯油やA重油に近い性状をもち、硫黄分や灰

さらに、スチレン油を燃料とした干物の製造 など、起業も視野に入れた活用が考えられます。

混合し、ディーゼルエンジンの燃料としても使用可

※灯油・A重油ボイラーでは完全燃焼します(若干の調整 ※家庭用の灯油ストーブでは、煤が出るためお使いいただけ とゴム類の交換が必要です)

※エンジンは、長期的な使用により燃料ポンプのプランジャ など燃料油と接する部材で酸化による錆の発生が懸念さ ません

※揮発性の高い低沸点成分が多く、臭いの問題が残るため、 今後、臭気対策を実施していく予定です

### 4トントラックに搭載し、たくさんの離島を 移動式油化装置はどんなものですか?

次々移動するタイプの油化装置です!

てきました。鳩間島は周囲4kmの小さな島です。周囲の海岸から集めた 固定式の油化装置を用いた、一般市民主導・参加型の社会実験を続け 票着ごみを固定装置で処理することに、何ら問題はありませんでした。 我々は過去2ヵ年にわたり、沖縄県・竹富町・鳩間島に設置した

しかし、大型離島や複数の離島を抱える自治体で1台だけの装置で

は足りない可能性があります。

必要に応じ、各所に複数の固定装置を設置するとなると、経済的負担は莫大です。経費をできる限り安く抑え、利 **便性や機動性を向上させるためには、自ら移動が可能な装置を用い、離島内の各集落や複数の離島を巡回する** 方法が望まれました。こうしたことから、私たちは、自ら移動が可能な装置を開発したのです。移動式の油化装置 は、鳩間島に導入した装置をさらに小型・軽量化したもので、4トントラックに搭載することができます。 装置の外寸は5m×2m×1.5m、重量は1700kg、性能は固定式油化装置と一緒です(4p仕様書参照)。 今後は、この移動式油化装置を用いて、「宝の島プロジェクト・離島キャラバン隊」

と称した広域社会実験を進めていきます。(詳細は裏表紙)



移動式油化装置

酮 夕 利 調 2010年(平成22年)7月24日(土曜日)

十

発泡ス

圖

(新聞記事掲載)

実証実験 ロールやの油

な鳥の大きな挑戦が注目を樂めている。

鳩間島では、海岸近くにいる。

の島プロジェクト」が、沖縄県竹富町・爆酔島で進んでいる。人口引入の小さ発泡スチロールの漂着ごみを燃料に変えて再利用する国内初の実証実験「宝

いの店屋での居民 のの場面なの課券機能 を一定の面をつていること を一定の面をした。 を一定の面をした。 の、多種都が同じない。 を加けいたりを見った。 を加けいたり、 を開けるという。 を開けるという。 を表している。 をまたいる。 をまたい。 をまたいる。 をまたいる。 をまたいる。 をまたいる。 をまたいる。 をまたいる。 をまたいる。 をま

图

後國の異能な単国へと特別を での大変な事から、四本等 を受けるない。 での大変な事から、四本等 を受けると、の一 に変なをなった。 に変なない。 に変なない。 に変なない。 に変なない。 に変なない。 に変なない。 に変なない。 に変なない。 にないななない。 でいるない。 でいるない。 でいるない。 でいるないななない。 でいるない。 でい



# いのくらいのスチフン油をしくれるの?



実験段階で抽出したスチレン油など

ごみ処理費用の削減にもなります 60 kg のスチレン油を抽出でき、 80kgの発泡スチロールから

1日8時間稼動させた場合、 $80 \sim 90 \log 0$ 発泡スチロール (2tトラック満載分) から、約 60 kgのスチレン油 (ポリタン ク2~3個分)を抽出できます。軽油の単価を元に想定する と、約6,600 円の価値になります。

油化装置設置の初期費用がかかる他、装置の運転にかか る費用は、1日8時間稼動させた場合の電気代が 800 ∼ ,000 円、そのほかは人件費のみ。ごみを減らせるばかりか 雇用促進にもつながるしくみです。 通常、ごみ処理費用は1立米で平均1万円です。15立 Kの発泡スチロールを処理する場合、15万円の処理費用の 氏減が見込めます。

### 式が広がれば」と期待して

人口51人の沖縄・鳩間島開

も深刻。国内などに関連されたがでなく、関係の。国内などは関係への影響なりなどは、環境での影響など、大画体・主席研究・製造の開発も計画となる。 教師の開発も計画しており、大画体・主席研究・関係は、対象には

### 宝の島プロジェクト・ 離島キャラバン隊について

日本海難防止協会は 2009 年度より沖縄県・竹富町・鳩間島を モデル地区とし、「宝の島プロジェクト」と称した一般市民主導・参加 型の社会実験を続けてきました。

2011年度は、新たに開発した移動式油化装置を用いて、「漂着ごみの油化に関する広域社会実験事業」、いわゆる"離島キャラバン隊"活動を行いました。

"離島キャラバン隊"は、南西諸島から島根県・隠岐に至るまでの主な離島を広域的に巡回しました。本システムが他の離島においても、極めて有効に機能する可能性が高いことや、各地の離島の実情をより踏まえたモデルの構築の必要性が確認されました。

2012年度は、より実現可能性の高い油化システムを確立することを目的とし、八重山諸島と奄美群島を中心に社会実験を行っています。



発泡スチロールの曳航実験



発泡スチロールの運搬



公民館を活用した発泡スチロールの収集実験



発泡スチロールの投入体験



スチレン油による発電を利用した燻製作り



ワークショッフ

### お問合せ

(公社)日本海難防止協会

TEL: 03-3502-3543

URL: http://www.nikkaibo.or.jp/



公益社団法人 日本海難防止協会

東京都港区虎/門一丁目1番3号 〒105-0001 磯村ビル6階

> TEL 03(3502)2231 FAX 03(3581)6136

