

4.	海岸生態系に配慮した漂着物回収方法の検討	4-1
4.1	調査実施の背景	4-1
4.1.1	海岸漂着物処理推進法及び国の基本方針	4-1
4.1.2	沖縄県海岸漂着物対策地域計画	4-1
4.2	目的	4-4
4.3	本事業の概要	4-4
4.4	実施内容	4-4
4.4.1	【参考】重金属類と有機汚染物質の生態影響及びオカヤドカリ属の概要	4-4
4.4.2	海岸漂着物等に含まれる有害物質に係る情報収集整理	4-6
4.4.3	海岸漂着物等に含まれる有害物質の海岸生態系への影響検討	4-6
4.4.4	海岸生態系に配慮した適切な海岸漂着物の回収方法その他の対策の検討	4-12



## 4. 海岸生態系に配慮した漂着物回収方法の検討

近年、様々な研究事例により海岸漂着物に含まれる有害物質の懸念が顕在化してきている。したがって、平成 26 年度沖縄県漂着物地域対策推進事業では、海岸漂着物が県内の海岸生態系へ及ぼす影響に係る情報を整理した上で、海岸生態系に配慮した海岸漂着物の回収方法を検討する。

### 4.1 調査実施の背景

#### 4.1.1 海岸漂着物処理推進法及び国の基本方針

海岸漂着物処理推進法では、第 1 章総則において、総合的な海岸の環境の保全及び再生として第 3 条に「海岸漂着物対策は、白砂青松の浜辺に代表される良好な景観の保全や岩礁、干潟等における生物の多様性の確保に配慮しつつ、総合的な海岸の環境の保全及び再生に寄与することを旨として、行われなければならない。」とし、海洋環境の保全として第 6 条では「海岸漂着物対策は、海に囲まれた我が国にとって良好な海洋環境の保全が豊かで潤いのある国民生活に不可欠であることに留意して行われなければならない。」としている。

なお、国の基本方針においては、表 4.1-1 に示すとおり、「第 1 海岸漂着物対策の推進に関する基本的事項 1. 我が国における海岸漂着物対策の経緯」に、近年は大量の漂着物により生態系を含む海岸の環境の悪化、白砂青松に代表される美しい浜辺の喪失、海岸機能の低下、漁業への影響等の被害を生じているとしており、また「2. 海岸漂着物対策の基本的方向性」では、海岸漂着物対策の実施に際しては、良好な景観、岩礁や干潟等における生物の多様性、公衆の衛生等の海岸の総合的な環境について良好な状態を保全するとともに、海岸漂着物等によって損なわれる環境を再生することを求めている。

#### 4.1.2 沖縄県海岸漂着物対策地域計画

平成 23 年度に見直しを行った沖縄県海岸漂着物対策地域計画の本項に関連する部分を表 4.1-2 に示す。

地域計画では、「第 2 章 沖縄県における海岸漂着物対策を推進するための計画」の「4. その他配慮すべき事項（4）その他技術的知見等」として、① 適切な回収処理方法の選択、② 海岸の生態系への影響把握と対策、③ 県内における海岸漂着物の発生源の把握と対策の 3 つを挙げ、対象となる海岸あるいは地域に合った事項を選択し、その具体的な施策を検討した上で実施するものとしている。

表 4.1-1 国の基本方針における本項に関する記載

国の基本方針の記載
<p>第1 海岸漂着物対策の推進に関する基本的事項</p> <p>1. 我が国における海岸漂着物対策の経緯</p> <p>近年、我が国の海岸に、我が国の国内や周辺の国又は地域から大量の漂着物が押し寄せ、生態系を含む海岸の環境の悪化、白砂青松に代表される美しい浜辺の喪失、海岸機能の低下、漁業への影響等の被害が生じている。</p> <p>2. 海岸漂着物対策の基本的方向性</p> <p>海岸漂着物対策の実施に際しては、海岸が国民共有の財産として国民の健康で文化的な生活の確保に重要な役割を果たしていることにかんがみ、現在及び将来の国民が海岸のもたらす恵沢を享受することができるよう、良好な景観、岩礁や干潟等における生物の多様性、公衆の衛生等の海岸の総合的な環境について、その良好な状態を保全するとともに、海岸漂着物等によって損なわれる環境を再生することを旨として行われることが肝要である。</p>

表 4.1-2 沖縄県の地域計画における本項に関する記載

地域計画の記載
<p>第2章 沖縄県における海岸漂着物対策を推進するための計画</p> <p>4. その他配慮すべき事項</p> <p>(4) その他技術的知見等</p> <p>沖縄県における海岸漂着物対策に必要となる技術的な知見等としては、適切な回収処理方法の選択、海岸の生態系への影響把握と対策、県内における海岸漂着物等の発生源の把握と対策等があり、対象となる海岸あるいは地域に合った事項を選択し、その具体的な施策を検討した上で実施するものとする。</p> <p>① 適切な回収処理方法の選択</p> <p>海岸漂着物等の回収方法を検討する上では、環境配慮、環境保全の視点から人力を優先する。人力では対応が困難な場合には、重機や運搬及び搬出用の船舶、車輛等の必要性を検討するものとする。</p> <p>また、回収した漂着物の処理方法については、地域の実情を考慮し、コスト優先、効率優先、再資源化優先、リサイクル優先等の視点から、関係者間の協議の上で選択する。ただし、資源の有効利用を念頭に分別回収した上で、可能な限り再資源化あるいはリサイクル優先とする。</p> <p>② 海岸の生態系への影響把握と対策</p> <p>沖縄県内の海岸では、貴重な動植物による生態系がみられる場合が少なくない。しかしながら、海岸におけるごみの漂着量の多い海岸においては、生態系への影響が指摘される場合がある。</p> <p>沖縄県は、海岸の生態系に対する海岸漂着物等の影響について、専門家や地域関係者から情報を収集しつつ必要な対策を講ずるよう努めるものとする。生態系への影響の対策を検討する上で必要となる事項等は、以下に列記する点である。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・生態系への影響を把握する上では、専門家、対象となる海岸の生態系に精通した地域関係者や関係する行政機関等の協力、助言を得るものとする。</li> <li>・生態系への影響やその規模等を把握するだけでなく、影響を与える海岸漂着物の種類と発生原因等についても把握するよう努める。</li> <li>・例えば、海岸に防潮林（マングローブ林等）が隣接している地帯では、海岸と防潮林それぞれを異なる機関が所管している場合がある。生態系への影響がある海岸漂着物等の回収を計画する場合には、対象となる海岸と生態系を所管する行政機関等が中心となり、適切な回収体制の構築を検討するものとする。特に、回収作業を実施することによって生態系へ影響を与えてしまう場合もあることに特段の留意が必要である。</li> </ul> <p>③ 県内における海岸漂着物の発生源の把握と対策</p> <p>沖縄県内の海岸には、主に海外から大量のごみが漂着し続けているが、国や県の調査や地域関係者からの指摘等により、県内や近隣地域が発生源と判断されるごみも少なくないことが明らかになってきている。</p> <p>沖縄県は、海岸漂着物のモニタリング調査や地域関係者からの情報収集等を通じて、県内における海岸漂着物の発生源の把握に継続的に努めるものとする。</p> <p>また、沖縄県は海岸漂着物の県内における発生源が把握された場合には、必要に応じて関係する行政機関や地域関係者と協議を行った上でその対策を検討し、必要な措置を講ずるものとする。</p>

## 4.2 目的

有害物質を含む海岸漂着物については、様々な研究者・研究機関等により、近年その問題が顕在化してきており、特に沖縄県においては、沖縄県及び他の研究機関等による調査研究結果から、有害物質を含む海岸漂着物が多く漂着していると判断され、その影響が懸念される。したがって、平成 25 年度沖縄県漂着物地域対策推進事業では、有害物質を含む海岸漂着物の調査研究事例を収集した上で、海岸漂着物と有害物質の関係について基礎的な整理を行った。

平成 25 年度に引続き本事業では、有害物質を含む海岸漂着物の有効な対策に資することを目的とし、関連情報の収集と適切な回収方法の検討等を実施した。

## 4.3 本事業の概要

既存資料や専門家等から、海岸漂着物に含まれる有害物質の状況とその影響に係わる情報収集を行った上で、主に海岸生態系への影響について整理・検討する。更には、その内容を踏まえて海岸生態系に配慮した適切な海岸漂着物の回収方法その他の対策方法を検討した。

## 4.4 実施内容

本事業の実施項目・行程は以下①～③のとおりとする。

- ①海岸漂着物等に含まれる有害物質に係る情報収集整理
- ②海岸漂着物等に含まれる有害物質の海岸生態系への影響検討
- ③海岸生態系に配慮した適切な海岸漂着物の回収方法その他の対策の検討

### 4.4.1 【参考】重金属類と有機汚染物質の生態影響及びオカヤドカリ属の概要

本事業では、前項の①については重金属類、①②については重金属類、残留性有機汚染物質を有害物質の検討対象とした。また、②については海岸に生息する生物としてオカヤドカリ属を影響検討のための主な対象種とした。

本項では参考情報として、重金属類及び残留性有機汚染物質による生態影響の概論、加えてオカヤドカリ属の生態等の概要を以下に整理した。

#### (1) 重金属類

重金属類は、比重が 4～5 以上の金属元素の総称であり、カドミウム、鉛、亜鉛、銅、マンガ、鉄、コバルト等が含まれる。

一部の重金属は、生体にとって必要な必須元素であり、生体内にも極微量ながら存在している。しかしながら、過剰な摂取により毒性を示すことが知られている。重金属の毒性は元素種によって異なり、その曝露の状態や化学形態にも大きく作用される。

例えば、イタイイタイ病の原因物質としても知られているカドミウムは、腎臓に高濃度で蓄積し、骨への影響のほか、腎臓障害、生殖障害、内分泌かく乱作用、循環器障害、発がん性を有する。また、鉛は、腹部の疝痛や、運動神経の麻痺、貧血、腎臓障害、そして

中枢神経障害が知られており、狩猟で使用される鉛弾の野生生物への影響（特に野鳥の誤飲による鉛中毒死）が問題となっている。

## (2) 残留性有機汚染物質

残留性有機汚染物質（POPs: Persistent Organic Pollutants）は、難分解性、生物蓄積性、長距離移動性、有害性を持つ有機汚染物質であり、残留性有機汚染物質に関するストックホルム条約（POPs 条約）において、製造及び使用の廃絶・制限、排出の削減、これらの物質を含む廃棄物等の適正処理等が規定されている。

残留性有機汚染物質は環境中で分解しにくく、また水に溶けにくく油に溶けやすい性質を持つ。このため、生物に取り込まれると、体内でも分解しにくいため、脂肪に蓄積していく。また、食物連鎖を通じた生物濃縮によって、特に捕食者の頂点にいるような生物から高濃度で検出される。

代表的な物質としては、トランス、コンデンサ等の絶縁油、熱媒体等で広く使われてきたポリ塩化ビフェニル（以下、「PCBs」という。）、農薬やマラリア予防の殺虫剤に使用される DDT、燃焼の副生成物等として非意図的に発生するダイオキシン類等がある。

PCBs や DDT は、内分泌かく乱作用による生殖器官や繁殖能力の異常、免疫不全等の影響を及ぼすことが疑われている。米国のハゲワシの減少、雄アリゲーターのペニス異常、カモメの生殖異常、バルト海およびワッデン海のアザラシの生殖や免疫機能の低下等の事例との関連が指摘されている。

## (3) オカヤドカリ属について

オカヤドカリ属は、国の天然記念物に指定されている甲殻類である。世界の熱帯・亜熱帯域に十数種類が生息しており、日本国内では、和歌山県以南に7種、沖縄県には6種（オカヤドカリ、ナキオカヤドカリ、ムラサキオカヤドカリ、オオナキオカヤドカリ、コムラサキオカヤドカリ、サキシマオカヤドカリ）が分布している。

オカヤドカリ属は、主に海岸や海岸林の近くに生息している。産卵（放幼）のため一時的に海に下りるが、幼生期を海で過ごし陸に上がった後、陸上で生活する。

オカヤドカリ属は雑食性であり、基本的に有機物は何でも食べる。このため海岸の「掃除屋」としての役割を果たしている。



図 4.4-1 オカヤドカリ

#### 4.4.2 海岸漂着物等に含まれる有害物質に係る情報収集整理

防衛大学校・山口晴幸名誉教授がとりまとめた「漂着ゴミからの有害化学物質による海岸汚染リスクの検証・評価に関する調査研究（2015年2月）」（本報告書の最後に資料編として記載）では、表4.4-1に示すとおり重金属類の分析対象として、漂着ごみのプラスチック類ゴミ、浜焼き砂、被覆海浜砂（ゴミ下砂）、海浜砂（非ゴミ下砂）を選定しており、分析結果については、人を含め生態系に好ましくないとされるAs、Pb、Cr、Cd、Cu、Zn、Al、Ni、Sn、Mn、Sb、Ti、Baの13元素を中心に整理している。

表 4.4-1 分析対象とした各種漂着ゴミ等に関する概要と分析ポイント

対象分析サンプル		分析サンプルの種類	分析のポイント
プラスチック類ゴミ	漁具類	大型丸ブイ類、小型フロート類、ヌタウナギ漁具	種類別・国籍別に有害化学物質の含有・溶出性の評価、pH効果
	容器類	飲料・洗剤用等の容器	国籍別に有害化学物質の含有・溶出性の評価、pH効果
	発泡スチロール片	漂着発泡スチロール(ブイ等用)、非漂着ゴミ-発泡スチロール(緩衝材用)	有害化学物質を含む含有元素成分組成の評価
	レジンペレット	プラスチック容器類の中間材料(樹脂粒子)	有害化学物質の溶出性の評価
浜焼き砂		浜で焼却処分された漂着ゴミの灰が混在した海浜砂	溶出有害化学物質の優位性の評価
被覆海浜砂(ゴミ下砂)		大量漂着ゴミに覆われた状況にある海浜砂	溶出有害化学物質の優位性の評価
海浜砂(非ゴミ下砂)		漂着ゴミの影響の少ない海浜砂(波打ち際付近)	浜焼き砂・被覆砂との溶出有害化学物質の比較評価

#### 4.4.3 海岸漂着物等に含まれる有害物質の海岸生態系への影響検討

##### (1) 海岸漂着物が海岸生態系及び生物へ与える影響に係る情報収集整理

文献調査等を実施することにより、海岸漂着物に含まれる有害物質等が海岸生態系及び生物へ与える影響に係る情報を整理した。

NPO法人海の自然史研究所の藤田代表理事がとりまとめた「海岸漂着物の生態系に及ぼす影響評価報告書」（本報告書の最後に資料編として掲載）によれば、漂流漂着物が生態系に及ぼす影響については、過去に数多くの研究知見があり、最も有名な事例としては、海洋漂流ゴミが海産のほ乳類、鳥類、ウミガメ類、魚類などに摂食されることや、漁具やロープなどの「からみつき」による死亡などがあげられる。また、漂流漂着物による外来生物の侵入、含まれてる内分泌攪乱作用や毒性を有する化学物質が生物に与える影響についても懸念されている。また、近年では微小プラスチック片（microplastic debris）に関する研究（生物の胃内容物分析や体内に蓄積した化学物質の分析など）が盛んであり、重大な懸念事項となっている。

##### (2) 海岸漂着物の海岸生態系及び生物へ与える影響に係る基礎調査

県内の海岸漂着物被害の認められる代表的な海岸において、海岸環境（砂浜、岩礁帯、干潟・マングローブ域など）を踏査すると共に、海岸性生物の胃内容物の分析等を行うことにより、県内における海岸漂着物の海岸生態系及び生物へ与える影響について、基礎的な状況把握を行った。

NPO法人海の自然史研究所の藤田代表理事がとりまとめた「海岸漂着物の生態系に及ぼす影響評価報告書」（本報告書の最後に資料編として掲載）によれば、沖縄県のサンゴ礁海岸



環境では、生息環境としては砂浜、飛沫転石帯に大きく分けられるが、海岸漂着物により砂浜ではウミガメの産卵行動の阻害や甲殻類による誤食が確認されており、飛沫転石帯では環境的に海岸漂着物が溜りやすいが、ここに依存する甲殻類等の小動物種は多く、生活環境が奪われたり、誤食等の影響が懸念される。また、ビーチロックでは有害物質を取り込み、再放出することが懸念される。次にマングローブ環境では、マングローブ植物への絡みつき等の物理的な影響や生育環境を奪う等の懸念の他、マングローブ環境に生息する動物類にとっての生息環境の変化や海岸漂着物から溶出した有害化学物質の取込み等の影響が懸念されるとしている。

### (3) 県内の海岸に生息するオカヤドカリ属への有害物質の影響に係る基礎調査

#### ① 背景・目的

沖縄県の海岸には、国内外から多くの海岸漂着物が漂着している。特に沖縄県においては、沖縄県及び他の研究機関等による調査研究結果から、有害物質を含む海岸漂着物が多く漂着していると判断され、海岸生態系への影響が懸念されている。

オカヤドカリは、沖縄県の海岸に普遍的に生息している甲殻類であるが、近年では海岸に漂着したプラスチック片を誤食している場面が海岸清掃ボランティアや専門家によりたびたび目撃されており、その影響が懸念される。

以上を踏まえ、今年度は沖縄県の海岸に生息するオカヤドカリに含まれる有害物質について、予備的な調査を実施した。

#### ② 予備的な調査の概要

##### (a) 予備的な分析の対象生物、対象地域

12月上旬に宮古諸島地域の2地点（海岸漂着物の多い地点及び少ない地点）からオカヤドカリ属2種を採取した。これまでの海岸漂着物の漂着状況把握調査から、海岸漂着物の比較的多い海岸を多良間島から、海岸漂着物の比較的小さい海岸を伊良部島から選定し、多良間島からは、ナキオカヤドカリ22個体とオオナキオカヤドカリ5個体、伊良部島からはナキオカヤドカリ28個体を採取した。試料の採取にはNPO法人海の自然史研究所の藤田代表理事にご協力いただいた。

##### (b) 予備的な分析の対象物質

海岸に漂着したプラスチック類に含有しているあるいは吸着していると想定される汚染物質として、ポリ臭素化ジフェニルエーテル（以下、「PBDEs」という。）、PCBs及び微量元素（重金属類）を対象物質にした。

PBDEsは、難燃剤としてプラスチックに添加されている成分であり、難分解性、生物への蓄積性、毒性等を有する。

PCBsは、絶縁性、不燃性などの特性を有しているため、トランスやコンデンサ等の電気機器など、様々な用途で使用されていたが、難分解性、生物への蓄積性、毒性等を有することから現在は、製造・使用が禁止されている。

PCBsは、食物連鎖を通じた濃度の増幅（より高次の生物に汚染が蓄積される現象）が起

こる一方、PBDEsは食物連鎖を通じた濃度の増幅は起こりにくいことが知られている。

重金属類は、プラスチックの着色顔料として、鉛 (Pb)、亜鉛 (Zn)、カドミウム (Cd)、クロム (Cr)、セレン (Se)、アンチモン (Sb) 等が使われている。また、アンチモン (Sb)、アルミニウム (Al)、マグネシウム (Mg) 等は難燃剤として添加されている。

また、ヒ素 (As)、鉛 (Pb)、クロム (Cr)、カドミウム (Cd)、銅 (Cu)、亜鉛 (Zn)、アルミニウム (Al)、ニッケル (Ni)、スズ (Sn)、マンガン (Mn)、アンチモン (Sb)、チタン (Ti)、バリウム (Ba) の 13 元素については、防衛大学の山口名誉教授による海岸漂着プラスチックに含まれる重金属類の研究でも対象としており、沖縄の海岸に漂着したプラスチック類からも検出されている。今回の分析では、前述の 13 元素の内チタン (Ti) を除く 12 元素を含めた 30 元素について分析を行った。

### (c) 予備的な分析

化学分析は、東京農工大学の高田教授、渡邊准教授、水川助教にご協力いただいた。

採取したオカヤドカリ属 2 種は、筋肉と内臓（消化管を除く）に分けた。オカヤドカリ一頭からとれる筋肉量・内臓量は微量であり、有機系汚染物質 (PBDEs、PCBs) については、個体別の分析は困難と判断された。このため、今回は複数個体の試料を均一になるよう混ぜ合わせ 1 試料とし、分析に供した。

試料は、前処理を施した後、有機系汚染物質については GC-MS/MS あるいは GC-ECD、微量元素 (重金属類) は ICP-MS でそれぞれ分析した。

## ③ 分析結果と初期的な考察

本調査はあくまでも予備的な調査であり、多良間島や伊良部島の海岸に生息するナキオカヤドカリ及びオオナキオカヤドカリに含有される汚染物質濃度の代表値ではない。

今回分析した試料からは、両地点のオカヤドカリ属 2 種から PBDEs、PCBs、重金属類が検出された。

PBDEs、PCBs については筋肉よりも内臓において検出される傾向が見られた。両地点を比較すると、PBDEs は多良間島の海岸漂着物の多い海岸で、PCBs は伊良部島の海岸漂着物の少ない海岸で、より多く検出される傾向が見られた (図 4.4-2)。前述のとおり、PCBs は、食物連鎖を通じた濃度の増幅 (より高次の生物に汚染が蓄積される現象) が起こる一方、PBDEs は食物連鎖を通じた濃度の増幅は起こりにくいことが知られている。このことから、多良間島の PBDEs は PCBs とは異なる経路で蓄積している可能性が考えられた。PBDEs は、プラスチックの添加剤として使われており、外洋の漂流プラスチックからも検出されている (図 4.4-3) ことから、プラスチックが汚染源となっている可能性が考えられた。

重金属類については、前述の山口名誉教授の研究でも対象としている 12 元素の内、鉛 (Pb)、バリウム (Ba) が多良間島の海岸漂着物の多い海岸でより多く検出される傾向が見られた。アンチモン (Sb) については、多良間島のオオナキオカヤドカリからのみ検出された。鉛やアンチモンは、プラスチックへの添加剤としても利用されていることから、海岸に漂着したプラスチックが曝露源となっている可能性が示唆された。

今回の分析では、同じ多良間島内でもナキオカヤドカリとオオナキオカヤドカリで検出

傾向が異なる物質もあった。この差は、生物学的な違いや食性も関連する可能性があり、より詳細な調査が必要である。

#### ④ 結論

今回の予備的な調査により、多良間島、伊良部島のオオナキオカヤドカリ、ナキオカヤドカリの内臓、筋肉から海岸漂着プラスチックにも含有される有害汚染物質が検出された。このことから、沖縄のオカヤドカリ属が海岸漂着物を通じて有害な汚染物質に曝露されている可能性が示唆された。しかし、今回の調査は予備的な調査であり、2地点のみの分析結果である。海岸漂着物の影響を検討するには、海岸漂着物以外からの曝露経路や種差等を考慮した調査を検討する必要がある。

#### ⑤ 引用文献

沖縄県立博物館・美術館ホームページ：学芸員コラム オカヤドカリ—沖縄の自然海岸を象徴する生き物—  
<http://www.museums.pref.okinawa.jp/museum/column/column032/index.html>

宮古島市教育委員会公認歴史文化観光ロードアプリサイト：【国指定：天然記念物・動物】オカヤドカリ類  
<http://miyakojimabunkazai.jp/bunkazaiinfo512/>

高田ら：プラスチックが媒介する有害化学物質の海洋生物への曝露と移行，海洋と生物，第36巻，第6号。

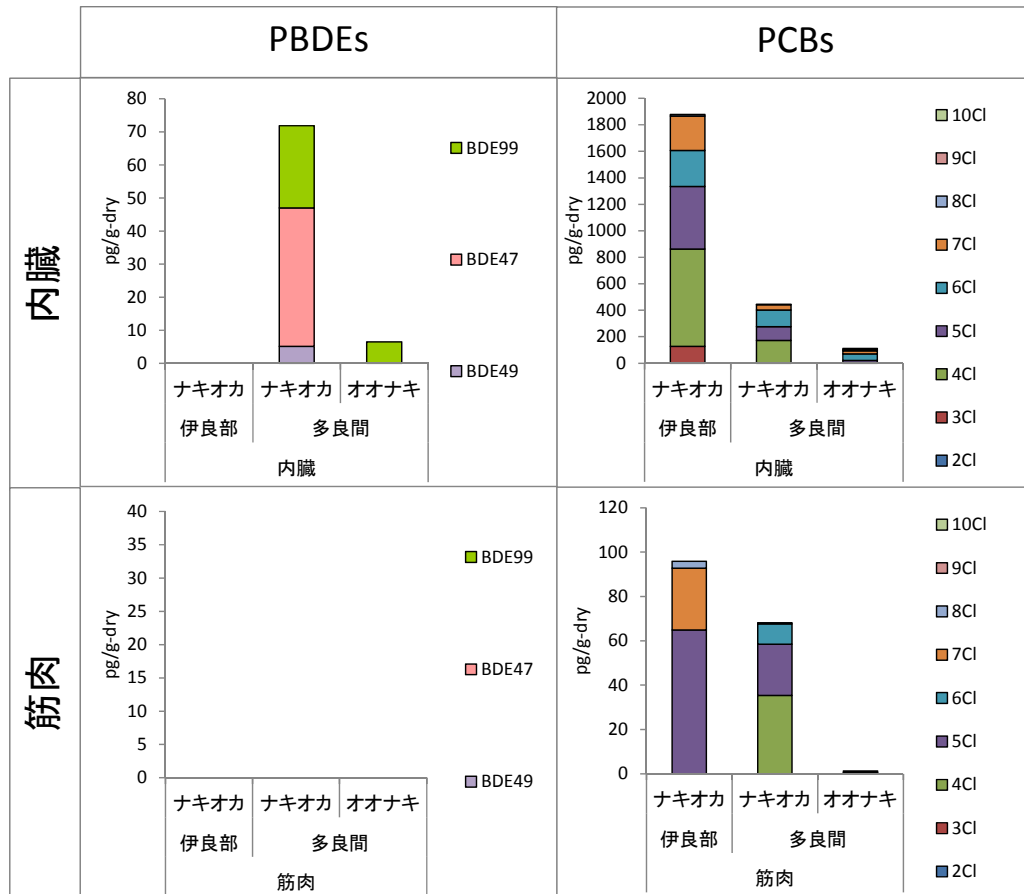


図 4.4-2 ナキオカヤドカリ、オオナキオカヤドカリの内臓、筋肉からのPBDEs、PCBsの検出状況

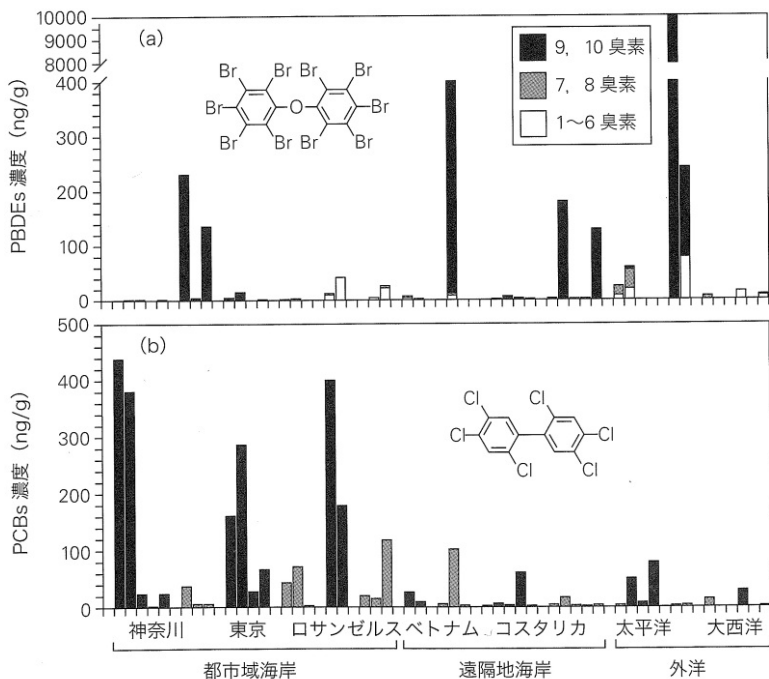


図2 ◆ 海岸漂着および海洋漂流プラスチック中の(a)ポリ臭素化ジフェニルエーテル(PBDEs)濃度、(b)ポリ塩化ビフェニル(PCBs)濃度データはHirai *et al.*<sup>4)</sup>より引用。  
PBDEsについて、棒の色は凡例どおり置換臭素数を示す。PCBsについては、棒の色は黒がポリエチレン、灰色がポリプロピレンを示す。各海岸、海域について複数の試料を分析し、各試料中の濃度を棒として表す。

図 4.4-3 海岸漂着および海洋漂流プラスチック中のPBDEs、PCBs濃度(高田ら(2014)より抜粋)

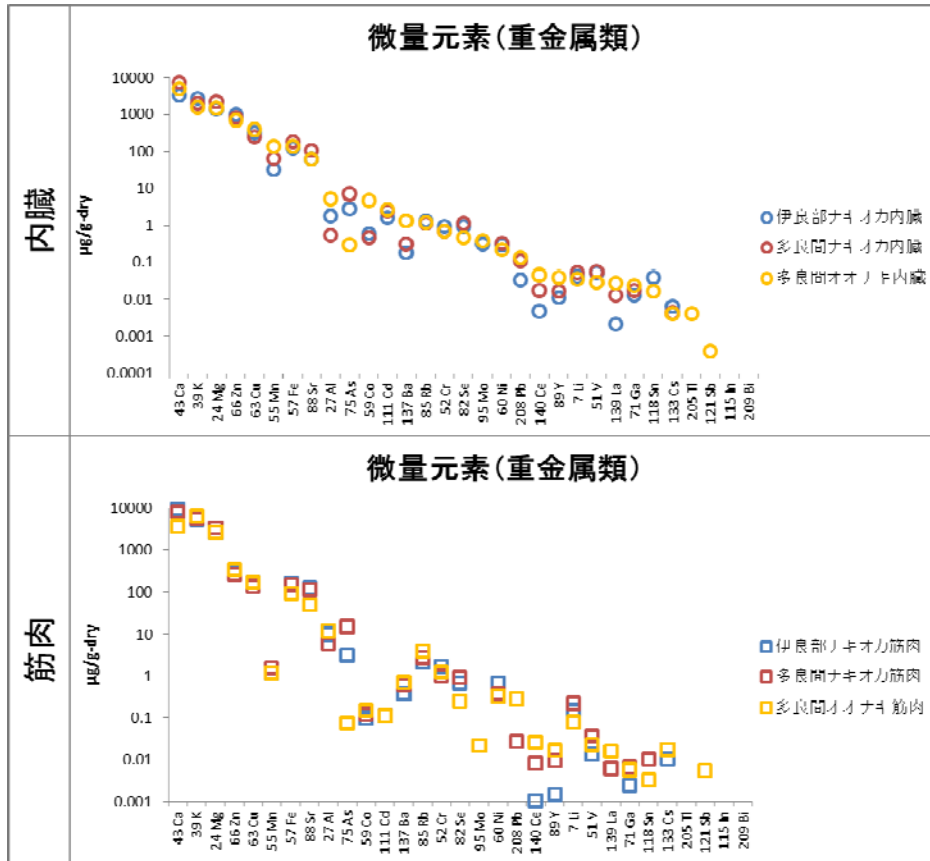


図 4.4-4 ナキオカヤドカリ、オオナキオカヤドカリの内臓、筋肉からの重金属類の検出状況

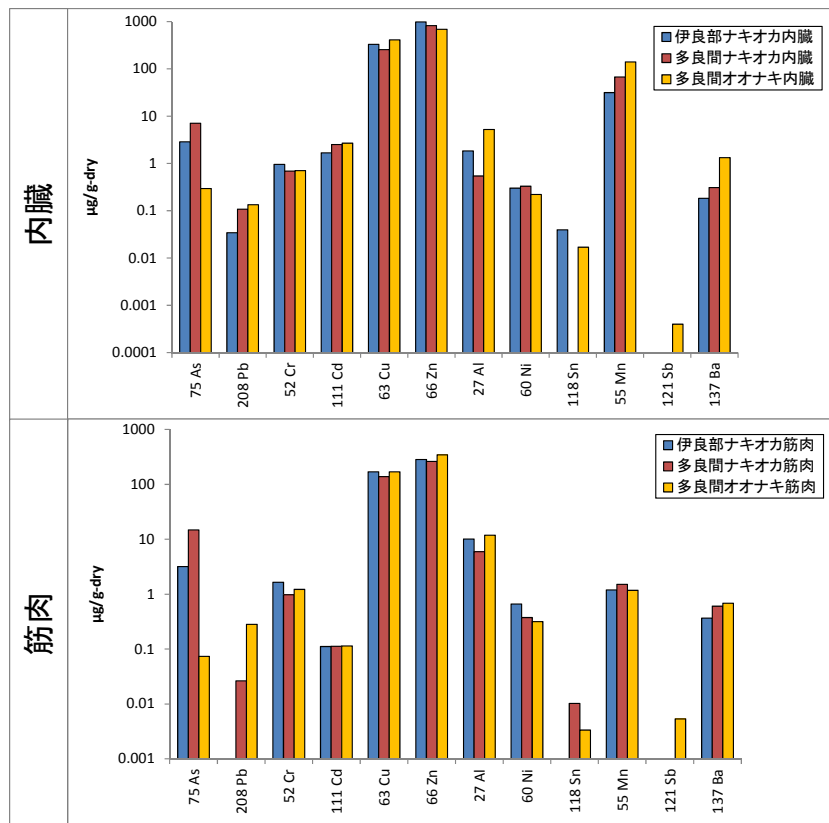


図 4.4-5 海岸漂着プラスチックから検出された重金属類のナキオカヤドカリ、オオナキオカヤドカリにおける検出状況

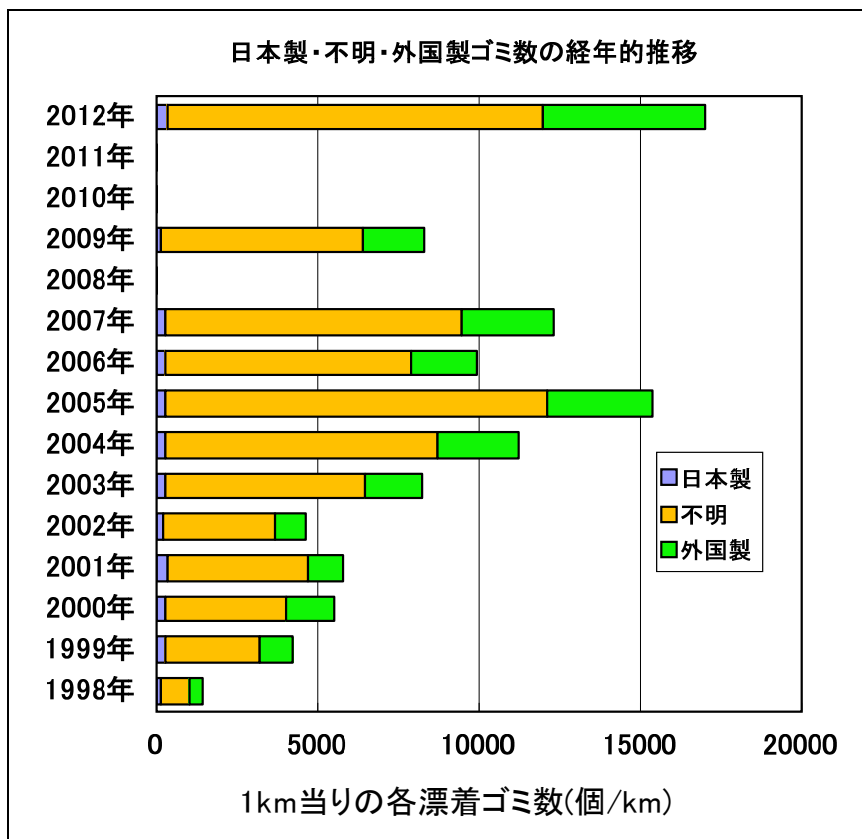
#### 4.4.4 海岸生態系に配慮した適切な海岸漂着物の回収方法その他の対策の検討

前項において整理したとおり、沖縄県内の海岸及び海岸生態系に対しては、海岸漂着物に含まれる重金属類や残留性有機汚染物質の影響の可能性が示された。

本事業において、沖縄県内の海岸に漂着するごみに含まれる重金属類とその溶出については海岸漂着物の種類別の分析結果が得られたが、残留性有機汚染物質については未だ情報が十分ではなく、また、海岸に生息する生物に対する影響については基礎的な知見が得られただけであり、具体的な影響について検討するための十分な情報は得られていない。

しかしながら、沖縄県内の海岸に漂着するごみには重金属類が含まれ、海岸に溶出している可能性が認められたこと、また試験的なレベルの分析であるが県内の海岸で採取したオカヤドカリ属の体内から重金属類や残留性有機汚染物質が検出されたことから、現時点ではこれらの関連性については明確にできるものではないが、関連する可能性はあると思われる。

なお、沖縄県内の海岸に海岸漂着物が多くみられる様になって15～20年程度と考えられる事から（図 4.4-6）、有害物質が長期的に影響を及ぼしているか、あるいは将来的にどう影響を及ぼしていくかについては現時点で明らかにするのは難しいと思われる。



[山口(2013)より]

図中のゴミ個数(/km)は、1998年から2007年にかけて県内13島で実施された調査(各年とも春季、夏季の2回実施)において計数されたもの。

図 4.4-6 沖縄県における海岸1km当たりの総ゴミ数の国内外区分別の経年変化 (防衛大学校建設環境工学科・山口晴幸教授[現名誉教授] 私信)

※山口(2013):防衛大学校・山口晴幸教授の私信(2013.3.17)による「沖縄県琉球列島での漂着ゴミ調査データ(1998～2012年)のまとめ」を示す。

本事業から得られた成果により、現時点で海岸生態系に配慮した適切な海岸漂着物の回収方法その他の対策として考えられるものは、以下のとおりである。

## (1) 海岸生態系に配慮した適切な海岸漂着物の回収方法(案)

### ① 海岸漂着物の回収対象海岸の選定基準の見直し

多くの地域において、今までは観光地や地域住民が多く利用する海岸を優先的に清掃の対象としてきている。しかしながら、本事業の実施により、海岸漂着物から有害物質が浜へ溶出する可能性が示された。したがって、人の利用度に加えて豊かな海岸生態系を有するかどうかを清掃対象の選定基準に加える必要があると考えられる。

### ② 海岸漂着物の堆積と動植物の分布を考慮した回収方法の推進

沖縄県内の海岸は様々であり、それぞれが持つ地形的特徴から海岸漂着物の堆積具合も異なる。例えば、砂浜と背後の植生帯が連なった海岸では、砂浜部は海岸漂着物の移動が顕著であるのに対し、背後の植生帯では堆積した海岸漂着物は余り移動しない。また、海に面したマングローブ植生帯では、平成26年度沖縄県海岸漂着物地域対策推進事業（海岸漂着物の発生抑制対策に係る普及啓発及び調査検討等業務）のマングローブ植生帯において整理されているが、海側と陸側の端で海岸漂着物の堆積量が多くその中間帯では少ない特徴がある。

これら海岸毎の海岸漂着物の堆積具合とその箇所の動植物の分布を踏まえ、海岸漂着物の生態系への影響低減を考慮しつつ回収箇所の選択を行う方法が考えられる。

### ③ 清掃頻度の見直しと浜焼き禁止の徹底

本事業の実施により、海岸漂着物から有害物質が浜へ溶出する、また浜焼きは溶出を促進する可能性が示されたため、海岸漂着物量の多い海岸については可能な限り清掃頻度を高めること、また県内離島地域において特に多く見受けられる浜焼きの禁止の徹底に取り組む必要があると考えられる。

## (2) その他の対策(案)

### ① 海岸に分布する生物への有害物質の影響把握

本事業では、県内2ヶ所で採取したオカヤドカリ属の体内に含まれる重金属類と残留性有機汚染物質の分析を予備的に実施し、それぞれ検出が認められた。しかしながらこの分析については、単に予備的に実施しただけであり検出量を評価できるものではない。したがって、県内の海岸に生息するオカヤドカリ属を対象として有害物質の影響評価が可能な方法により更に分析を進める必要があると判断される。

### ② 海岸漂着物に含まれる有害物質と生物の関連性の検討

本事業では、海岸漂着物に含まれる重金属類と同じ種類がオカヤドカリ属の体内から検出されたが、その関連性を検討するには至らなかった。したがってこれらの関連性を調査検討し、明確にする必要があると思われる。また、残留性有機汚染物質についてもオカヤドカリ属から検出されているため、沖縄県の海岸における残留性有機汚染物質の状況把握

とオカヤドカリ属との関連性についても調査検討する必要があると判断される。