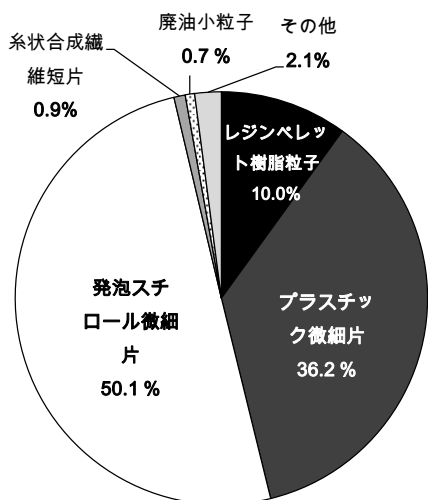


図VI.6b 首都圏沿岸域でのレジンペレット樹脂粒子の検出量マップ(2016~2018年調査)

ひとたび海に流出すると、回収することが難しいレジンペレット樹脂粒子は我が国の多くの海岸・沿岸域のみならず、世界的にも深刻化していたことから、レジンペレット樹脂粒子の運搬・搬送や製造・加工に携わるプラスチック業界では、1993年に『樹脂ペレット漏出防止マニュアル(日本プラスチック工業連盟)』を作成し、漏出防止対策の強化に取り組んできたはずである。だがしかし、流出・漏出への徹底した防止対策は図られてこなかったのか、今度は「マイクロプラスチック」と言う新たな呼び名(当時はそのような名称はなかった)の下で、それを構成する主要素材の一つとして、レジンペレット樹脂粒子は再びクローズアップされている。

ところで、2016年に沖縄の11島57か所の砂浜海岸で実施したマイクロプラスチック調査では、1m四方(面積1㎡)あたりに漂着混在していた大きさ5mmより小さなマイクロプラスチックの総数量は116364個に達した。そのうちレジンペレット樹脂粒子は11619で、マイクロプラスチック総数量の10%を占めていた(図VI.6c)。1m四方あたり500個を超える海岸が9か所確認され、最大数量は1182個であった(図VI.6d)。海岸によって確認数量はかなり異なるが、大量の外来廃プラスチックの漂着が繰り返される八重山・宮古諸島の先島海岸で検出量の高い傾向が窺われた。沖縄島嶼ではプラスチック製造・加工工場やプラスチックリサイクル工場の無い島も多い。島内のプラスチック事業所や港湾域から流出する可能性は低い。むしろ外来廃プラスチックの漂着と同様、近隣アジア諸国から流出したレジンペレット樹脂粒子が黒潮海流に運ばれて漂着している可能性が高い。

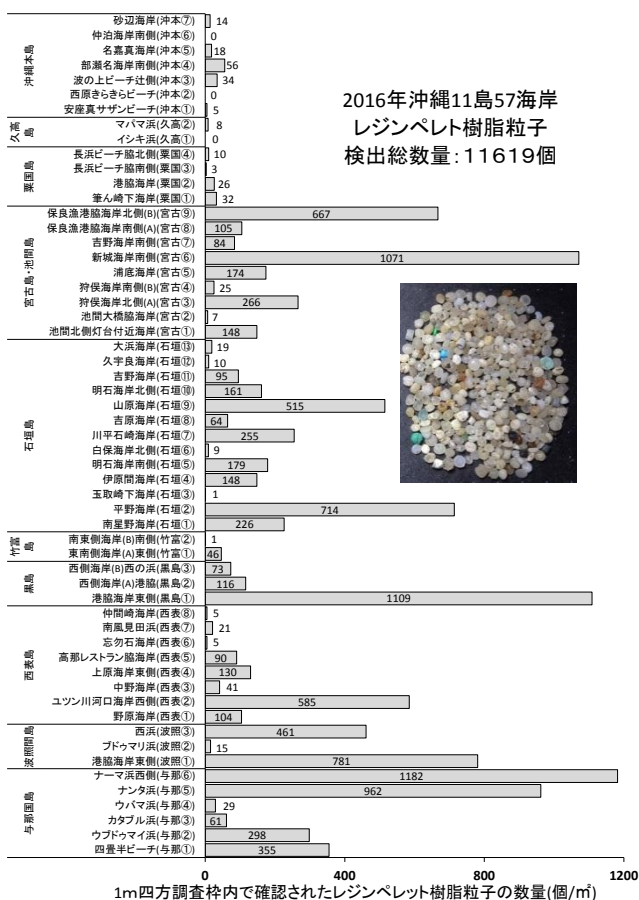


沖縄調査海岸総計分析(11島57海岸)  
マイクロプラスチック総数量：116,364個

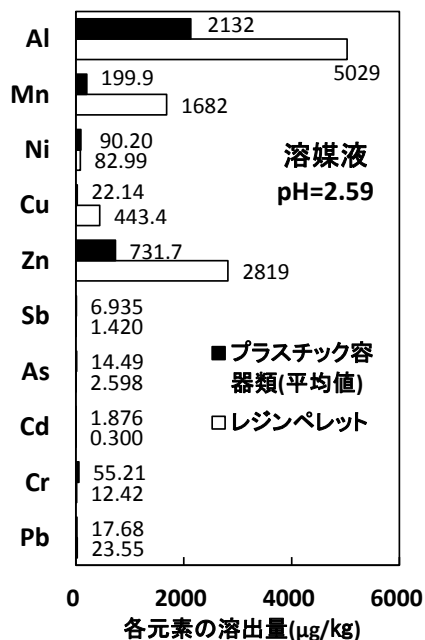
図VI.6c 沖縄マイクロプラスチック総計分析

重金属類等の有害元素の溶出分析では、東京湾沿岸水域一帯で採取したレジンペレット樹脂粒子を混合し(写真VI.5参照)、樹脂粒子自体からの溶出性を評価している。これまでの廃プラスチックと同様に、表面の汚れや吸着物を入念に洗浄した後、生物体内への取り込みを考慮して、浸潤した溶媒液の酸性度はpH2.59(体液等を想定)としている。図VI.7には、10種類の重金属類等の溶出性を示している。なお同図には、レジンペレット樹脂粒子はプラスチック容器類の加工材料であるが、個々の樹脂粒子の国籍判別はできないことから、比較参考までに、先の分析で提示した国籍の異なる廃プラスチック容器類の全サンプル(53サンプル)での平均溶出量を併記している。

個々の有害元素に着目すると、レジンペレット樹脂粒子ではPb・Zn・Cu・Mn・Alの5元素で、廃プラスチック容器類よりも高い溶出性を示している。特にAlは2.4倍、Znは3.9倍、Mnは8.4倍、Cuは20.0倍の溶出量となっている。それ以外の元素では、両者での溶出量はかなり低いですが、Pbを除いて、廃プラスチック容器類での溶出性が多少高い傾向にある。



図VI.6d 沖縄島嶼海岸でのレジンペレット樹脂粒子の検出



図VI.7 レジンペレット樹脂粒子からの重金属類等の有害元素の溶出状況

以上の分析結果から、プラスチック容器類の中間加工材料であるレジンペレット樹脂粒子自体からも、種々の有害元素の溶出リスクが危惧されることが分かる。中でも茶褐色などの有色粒子は有害リスクの高い素材と言われている。ここでは樹脂粒子表面に付着・吸着している汚れを洗浄して、粒子自体の含有成分から溶出する有害元素の評価を試みた。だが海洋でのポリ塩化ビフェニル(PCB)などの汚染物質の表面吸着性も高いと指摘されている。また微小なレジンペレット樹脂粒子は海洋生物による経口摂取し易い形状・外観を有していることから、今後、漂流・浮遊中に吸着・付着する様々な有害化学物質の定量的な評価も重要な課題となる。

### ■ 発泡スチロール

発泡スチロールの海洋ゴミは漁業用ブイや漁箱が大半で、Ⅲの5項で既述したように、琉球列島や日本海沿岸・離島をはじめ全国的に非常に厄介で苦慮している海洋ゴミである。海岸線を埋め尽くすように堆積するため、沿岸水域の動植物生態系にとっても甚大なダメージリスクとなっている。ここでは、軽量で破砕性に富み、多孔質な組織構造を有する発泡スチロールやその破片群は、汚染物質や有害化学物質を吸着して広域に運搬・拡散させる「運び屋」としての特異性を担っていることを化学的に検証する。

分析サンプルは、長期間海洋を漂流・浮遊し波に揉まれ磨耗して、角張りの削れた丸形



波で揉まれて角張りの削れた丸形状の小片を海岸長に亘ってできるだけ万遍に採取し、大きさ 40cm 程度のポリ袋に入る程度の量を 1 サンプルとする



空気乾燥した漂着小片

手で細かく砕く

混合均一化した分析サンプル

写真VI.6 サンプルごとに小片を空気乾燥後、細かく粉砕して混合均一化し、原子吸光分析での溶出試験の分析サンプルとする

状の漂着小片を採取し、細かく粉碎混合したものをを用いた(写真VI.6)。なおサンプリングでは、大きさ5～10cm程度の乾燥した小片を十数個集めて1サンプルとし、海岸長を考慮して1海岸で3～10サンプル採取している。同時に溶出分析での比較検証のため、各海岸では常時波で洗浄されている波打ち際(汀線付近)のクリーンな海浜砂を複数地点で採取している。

これまでの分析では、廃プラスチック自体に含有されている有害元素の溶出性の評価であったが、発泡スチロールの場合には、空隙に富んだ多孔質な材質であることから、洗浄は行わずに海岸で採取したものを、砂粒や異物を払落してそのまま用いている。溶出分析では、両者を区別することは難しいが、当然、製造加工時に混入された添加剤等に加え、漂流過程での吸着物質からの有害元素が同時に検出されることになる。

漂流中の吸着物質は海岸漂着するまでの漂流期間・漂流海域・海域水質などの複雑な漂流経跡に依存する。そこで2008～2011年の調査(表VI.2)では、東シナ海上の琉球列島に加え、米国ハワイ島を含め太平洋沖合の小笠原諸島硫黄島をはじめ、首都圏の東京湾・相模湾沿岸、日本海近海の佐渡島など、海域の異なる全国161海岸で、漂着した発泡スチロールを307サンプル採取している。

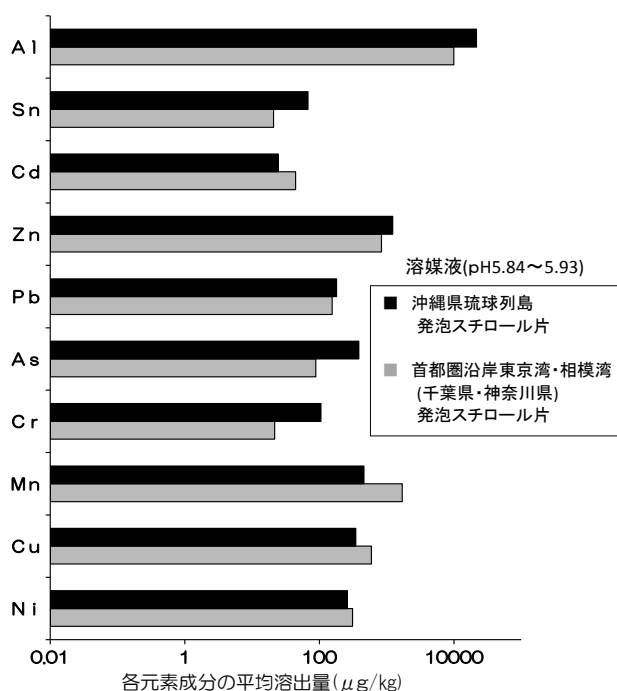
表VI.2 漂着発泡スチロールと海浜砂の採取・分析サンプル状況(2008～2011年調査)

県名等	調査島・沿岸域	調査海岸数	分析サンプル数	
			発泡スチロール	海浜砂
沖縄県	琉球列島 (八重山・宮古島・本島周辺10島)	70	141	44
長崎県	対馬	16	64	10
福岡県	志摩・津屋崎町沿岸	5	7	4
広島県	宮島	3	3	3
新潟県	柿崎・出雲崎町沿岸・佐渡島	17	21	14
秋田県	男鹿市沿岸	2	5	4
千葉県	房総半島東京湾沿岸	3	10	6
神奈川県	三浦半島相模湾・東京湾沿岸	35	43	36
宮城県	仙台市沿岸	1	3	2
東京都	小笠原諸島硫黄島	6	7	6
米国領	ハワイ諸島ハワイ島	3	3	3
合計		161	307	132

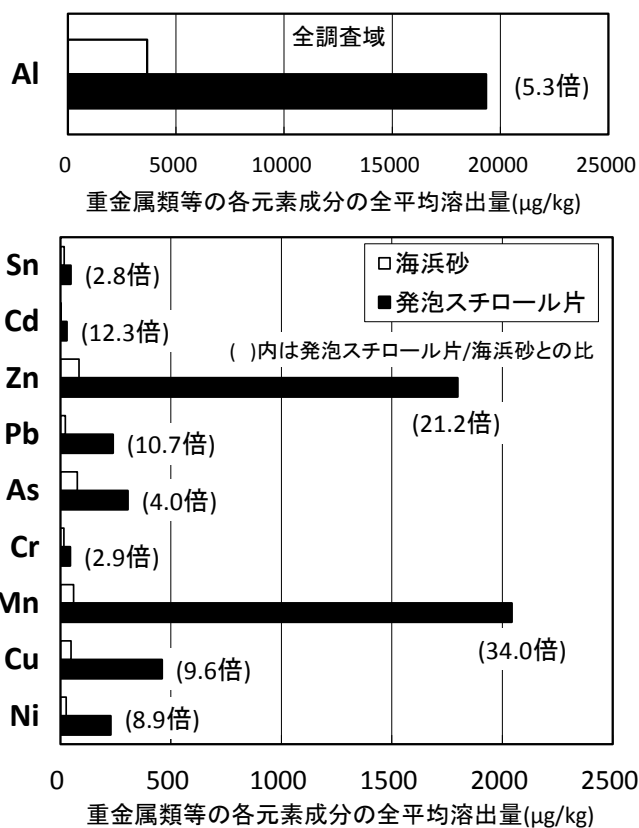
まず図VI.8には、琉球列島と首都圏東京湾・相模湾沿岸で採取した発泡スチロールでの平均溶出量を例示している。両海岸域での有害元素の溶出量にはかなりの差異が認められる。琉球列島のサンプルではAl, Sn, Zn, Pb, Asが、首都圏東京湾・相模湾沿岸ではCd, Mn, Cu, Niの溶出性が高い。Al, Mn, Znは両海岸域で共に高い溶出量であるが、Pbは互いに近似しており、Asは琉球列島で約4.5倍の高い溶出量となっている。代表例を提示したが、このように発泡スチロールからの有害元素の溶出性は、海岸漂着するまでの漂流経跡に大きく依存し、島嶼や海域などに左右されていて、対象とした11調査域(表VI.2参照)では互いにかなり異なった溶出性が認められた(図等省略)。

特に注目すべきことは、発泡スチロールの海洋ゴミは同時に採取した海浜砂との比較から、溶出性が極めて高い素材であることが分かる。両者の溶出結果を11調査域での全平

均値で比較した図VI.9を見ると、発泡スチロールでは海浜砂に比較し、溶出性の高いAlで5.3倍、Mnで34.0倍、Znで21.2倍の溶出量となっている。またCu、Pb、Ni、Cdでは8.9～12.3倍、As、Cr、Snでは2.8～4.0倍の溶出量である。分析した海浜砂は汀線(浪打際)付近のクリーンな砂で、その溶出量は海岸域での自然界の指標とみなせることから、漂着発泡スチロールにはいずれの分析元素においても人為的な有害物質の影響が反映されていると言える。その大きな要因は他の廃プラスチック素材と異なり、空隙に富んだ多孔質なポリスチレン素材に因っている。廃プラスチック素材の中でも漂流過程での有害物質の吸着性が極めて高く、しかも脆弱で破碎性に富んでいることから、吸着した汚染物質を広域・遠距離に拡散移動させる「運び屋」としての役割を担う元凶的な存在になっている。



VI.8 両調査海岸域で採取した発泡スチロール片からの有害元素の平均溶出量の状況



図VI.9 漂着発泡スチロール片と海浜砂からの溶出性の比較(全調査域の場合)

## Ⅶ. 海洋漂着ゴミの海岸・沿岸水域での被覆放置と浜焼き行為の有害リスク

### 1 大量漂着ゴミの被覆放置と浜焼き行為

海岸・沿岸水域を埋め尽くす海洋漂着ゴミの大半は生活・漁業系ゴミである。しかもこれらの8割以上は石油製品である廃プラスチック類から構成されている。海岸・沿岸水域に打ち上がる海洋ゴミの種類・材質は多岐に亘るが、添加剤・成形助剤に有害化学成分を含んだ廃プラスチックや漂流中に有害物質を吸着した廃プラスチックなどに加え、これまで既述したように、感染の恐れのある医療ゴミをはじめ、有毒液体の残存した廃ポリタンクや水銀製品である管球類ゴミなど、有害で危険な海洋ゴミの漂着も多数確認される。海洋漂着ゴミの放置や回収除去の停滞は劣化・腐食を招き、有害化学物質の自然界への流出・排出を高める。海洋ゴミの大量漂着で被覆された海岸・沿岸水域での砂浜・干潟・湿地では、水質・土壌への有害リスクが危惧され、棲息・繁茂する海浜動植物生態系に与える影響は甚大である。

表Ⅶ.1 20年間(1998年～2017年)の沖縄調査で確認した浜焼きの実態

確認島名	延べ海岸数	浜焼き痕跡数
与那国島	7	28
波照間島	1	1
西表島	5	5
竹富島	3	28
石垣島	13	22
宮古島	8	12
久米島	2	2
粟国島	5	13
沖縄本島	12	52
累計	56	163

また、法規上、漂着した海洋ゴミの浜焼き処分行為は原則禁止されている。だが、全国的には未だに海岸・沿岸水域の砂浜などでは、回収して集積した漂着廃プラスチックなどの海洋ゴミが浜で直接焼却処分され、焼却残灰の混入で黒色化した浜焼き痕跡が散見される。例えば、これまで20年間(1998～2017年)に亘る沖縄島嶼での調査では、9島延べ56海岸で浜焼き痕跡を確認しており、その痕跡数は163か所(1海岸で複数か所の場合もある)に及んでいる(表Ⅶ.1)。

ここでは、海洋漂着ゴミの停滞放置を許さない回収除去作業の迅速且つ持続化を図ることと同時に、適切な処理処分対策を徹底することの重要性に警鐘を鳴らす目的で、①大量漂着ゴミの被覆放置下にある海浜砂(ゴミ下砂)と、②回収漂着ゴミの浜焼き行為による焼却残灰を含んだ海浜砂(浜焼き砂)を取り上げ、海洋漂着ゴミから誘発される重金属類等の有害化学物質の海浜環境への排出リスクについて科学的に分析検証する。

### 2 ゴミ下砂と浜焼き砂の調査・分析

#### ■ 大量漂着ゴミの被覆放置～ゴミ下砂～

深刻化する海洋漂着ゴミ問題に関する国民的関心は高く、国及び県や市町村等の地方自治体はじめ、多くのNPO、NGO等が組織化され、また学校、町内会、個人などが参加

して、様々な規模で清掃活動が普及・展開されている昨今、清掃痕跡が認められる海岸・沿岸水域に遭遇する機会は多い。しかし、全国的には島嶼や過疎地の海岸・沿岸水域などでは、大量漂着を繰り返す海洋ゴミの持続的な回収除去が停滞し、巨大廃棄場と化している場合が未だに多い。これまでも既述してきたように、特に、黒潮海流沿いの沖縄県八重山・宮古諸島や対馬海流沿いの長崎県対馬や日本海沿岸・離島での近隣諸国からの外来洋越境ゴミの漂着実態には、全く歯止めは掛かっておらず、年々その深刻度を増しているのが実情である。ほぼ毎年春先に試みてきた沖縄県八重山・宮古諸島や長崎県対馬、新潟県北陸沿岸・佐渡島での調査では、外来海洋越境ゴミなどで埋め尽くされている海岸・沿岸水域に遭遇する機会が未だに多い。

そのような海岸・沿岸水域を対象として、取り分け

大量漂着した海洋ゴミに激しく覆われた海岸地点を選び、海洋漂着ゴミと接触している地表面から深さ5 cm程度までの表層部の浜砂を「ゴミ下砂」としてサンプリングしている(写真VII.1)。ここでは、沖縄県に加え、長崎県と新潟県の3県21海岸で採取した総計161サンプルのゴミ下砂を対象としている(表VII.2)。ゴミ下砂は1海岸で複数のサンプルを採取すると共に、比較検証のために海洋漂着ゴミによる被覆の影響を殆ど受けていない、浪打ち際付近のクリーンな海浜砂(浜砂)も採取して分析している。



写真VII.1 大量の海洋ゴミの漂着で被覆されたゴミ下砂のサンプリング状況の代表的海岸事例

表VII.2 分析対象としたゴミ下砂のサンプリング状況

県名	調査域	海岸名	採取時期	サンプル数(個)	
				ゴミ下砂	浜砂
沖縄県	与那国島	ナーマ浜	2005.3.28	3	1
		四畳半ビーチ	2005.3.28	3	1
			2007.3.28	3	1
			2005.3.26	8	2
		ウブドウマイ浜	2007.3.29	5	2
		ツア浜	2005.3.27	5	1
			2007.3.30	3	1
	アリン浜	2005.3.27	3	1	
		2007.3.30	3	1	
	波照間島	ブドマリ浜	2005.4.4	5	1
			2007.4.8	3	1
	西表島	中野海岸	2005.3.31	4	1
			2007.4.4	5	2
		上原海岸	2005.12.25	5	3
			2005.12.25	3	2
		上原港脇海岸	2005.3.31	5	1
			2005.12.24	6	3
		ユツン川河口海岸	2007.4.2	9	3
			2005.3.30	5	1
		高那海岸	2005.3.30	5	1
			2005.12.23	0	5
	石垣島	南星野海岸	2005.4.3	5	1
			2007.4.6	4	2
		平野海岸	2005.4.2	5	1
		2007.4.5	5	2	
長崎県	対馬	小茂田浜	2007.3.19	5	4
		三宇田浜	2007.3.20	5	3
新潟県	北陸沿岸	柿崎海岸	2001.3.6	0	1
			2007.3.26	5	2
		井鼻海岸	2001.3.6	0	1
		2005.3.11	15	3	
	佐渡島	岩谷口海岸	2005.3.12	10	1
			2005.3.13	5	1
		椿尾海岸	2007.3.27	3	1
素浜漁港浜			2007.3.27	3	1

### ■ 回収漂着ゴミの浜焼き行為～浜焼き砂～

法令では海洋漂着ゴミの海岸・沿岸水域での焼却処分(浜焼き)行為は、原則禁止されている。しかし全国的には必ずしも周知徹底されておらず、未だに「浜焼き」された痕跡が残る海岸に遭遇する機会が多い。集積した海洋漂着ゴミの大量焼却処分が直接海岸で行われており、直径数mに及ぶ焼却痕跡や、痕跡が十数か所に亘って散在している砂浜海岸なども確認される(写真VII.2)。焼却残灰には廃プラスチックの不燃部分などが混在していることから、大量の廃プラスチックが焼却処分されており、含有・吸着していた有害化学物質の焼却残灰への混入が懸念される。

焼却残灰が混入して黒色化した海浜砂を「浜焼き砂」としてサンプリングしている。ここでは沖縄県に加え、長崎県・愛知県・新潟県・千葉県等の5県17海岸で採取した総計63サンプルの浜焼き砂を分析対象としている(表VII.3)。先のゴミ下砂の場合と同様に、浜焼き砂の場合にも、やはり比較検証のために波打ち際付近のクリーンな海浜砂(浜砂)を同時に採取している。





写真VII.2 全国的に未だに行われている大量漂着ゴミの浜焼き行為

表VII.3 分析対象とした浜焼き砂のサンプリング状況

県名	調査域	海岸名	採取年月日	採取サンプル数 (個)	
				浜焼き砂	浜砂
沖縄県	与那国島	ナンタ浜	2010.3.30	2	0
		比川浜	2001.3.31	2	1
	波照間島	西の浜	2001.3.28	1	1
		南風見田浜	2001.3.27	1	6
	竹富島	南東側海岸	2005.4.4	3	1
			2007.4.9	4	1
	石垣島	明石海岸	2001.3.15	1	1
	宮古島	マイバービーチ	2010.3.24	3	2
	本島	宇佐浜	2001.3.23	7	2
2006.8.9			3	0	
2001.3.2			1	1	
長崎県	対馬	越高海岸	2007.3.21	2	1
愛知県	遠州灘沿岸 (田原市)	赤羽根海岸	2007.4.22	1	1
			2007.7.17	3	1
新潟県	北陸沿岸 上越市柿崎町 出雲崎町	柿崎海岸	2001.3.6	1	1
			2007.3.26	2	2
			2001.3.6	1	4
	佐渡島	岩谷口海岸	2006.3.11	7	1
			2007.3.27	2	3
千葉県	房総半島沿岸	富津海岸	2001.3.7	3	1
			2006.10.14	6	2
			2001.3.7	7	1

## ■ 重金属類等の有害元素の溶出分析

廃プラスチックを主体とした海洋漂着ゴミの有害リスクを考慮し、ゴミ下砂と浜焼き砂から溶出する有害物質の定量的な評価には、これまでの各種の廃プラスチック類の分析の場合と同様に、原子吸光分析法により重金属類等の有害元素を対象にした。地盤工学会の土質基準に準拠し、それぞれゴミ下砂と浜焼き砂の両試料土を風乾し、2mmふるい通過分を用いて分析サンプルとした。乾燥質量で約50gのサンプルに500mlの溶媒液(pH5.93)を添加(固液比1:10)し6時間振とうした後、遠心分離(約20分間)し、孔径0.45 $\mu$ mのマイクロフィルターで吸引濾過した濾液を溶出検液として抽出した。分析対象とした重金属類等の元素成分は、これまでと同様にAs, Pb, Cr, Cd, Cu, Zn, Al, Ni, Sn, Mnの10種類で、各元素の溶出量は試料土の単位乾燥質量(1kg)当たりの溶出量( $\mu$ g)として、単位は「 $\mu$ g/kg」で表示している。

なお、海洋漂着ゴミの被覆放置や浜焼きによる影響リスクを被っていない浪打ち際付近のクリーンな海浜砂(浜砂)からの溶出量をバックグラウンド値(自然界の値)として評価し、ゴミ下砂と浜焼き砂との比較検証に用いるために、各海岸で採取した浜砂についても同様の分析を試みている(表VII.2と表VII.3参照)。

### 3 被覆された「ゴミ下砂」からの重金属類等の溶出性

表VII.2に示したように沖縄県・長崎県・新潟県の7調査域21海岸で採取した161サンプルのゴミ下砂(■印)から溶出する10元素成分を、乾土1kg当たりからの溶出量( $\mu$ g/kg)として、バックグラウンド値の指標とした浜砂(□印)との対比で、図VII.1(a)と図VII.1(b)に代表的な分析結果(波照間島省略, 6調査域)を示している。同図にみられるように、各調査域では、ゴミ下砂からの各元素の溶出量には、サンプル間でかなり差異が認められる。その主要な原因としては、①ゴミ下砂を被覆している海洋漂着ゴミの量と種類、②被覆している海洋漂着ゴミの劣化・腐食状況、③②とも関連するがゴミ下砂を採取するまでの海洋漂着ゴミの被覆期間、が挙げられる。①項については、海岸域での海洋漂着ゴミの量・種類の分別カウント調査から概ね推察できるが、②と③項については、ゴミ下砂をサンプリングする際には、定量的に把握することは難しい。

同様に、バックグラウンド値としてのクリーンな浜砂でも、サンプル間でのばらつきが認められる。各海岸・各調査域でのバックグラウンド値を適切に評価する手法や妥当なサンプル数の検討が今後必要と思われる。だがここでは、海洋漂着ゴミの被覆効果を簡便的に評価するために、各元素成分で、クリーンな浜砂での溶出量の最大値と比較し、その値を超えるゴミ下砂の検出サンプル数を各調査域で算定することで(表VII.4)、過小評価となるが有害リスクを検証することにした。

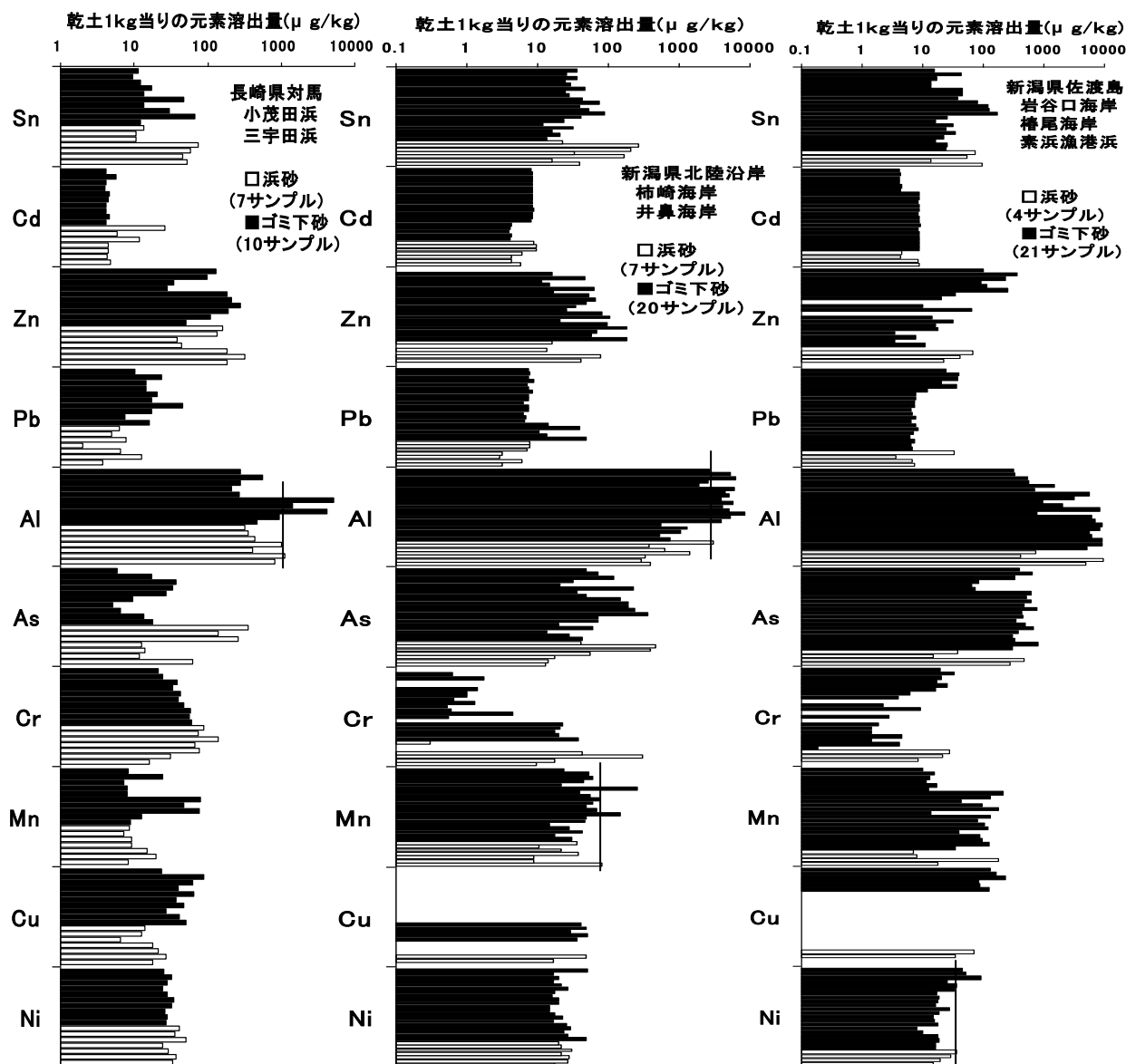
図VII.2は各調査域において、浜砂での溶出量の最大値(図中に一部細線で表示)を超えたゴミ下砂の検出数の総計を求め、検出比率を元素成分ごとに比較している。この結果から、10元素いずれの有害元素においても、影響度合いは異なるが、海洋漂着ゴミの被覆によ

る海浜砂への影響リスクが認められる。特に、PbとCuの検出比率が20%台と高く、他の有害元素は10%台以下の検出比率となっている。

即ち、このような分析結果から判断しても、廃プラスチックが大量混在した海洋漂着ゴミの被覆効果によって、海浜砂への重金属類等の有害元素の影響リスクが高まることが分かる。この大きな理由は、被覆放置中に有害化学物質を含有・吸着した廃プラスチックが劣化破砕あるいは漂着したサイズ2mm以下の微小なマイクロプラスチックが、ゴミ下砂(粒径2mm以下の土粒子集合体)に混入するリスクが高まるためと推察される(写真VII.3)。微小なマイクロプラスチックの混入状況は被覆期間の長短に大きく左右されることから、停滞・放置を許さない迅速な回収撤去作業を持続的に遂行することの重要性が科学的にも検証される。



図VII.1(a) 沖縄島嶼海岸域で採取したゴミ下砂からの重金属類等の溶出状況

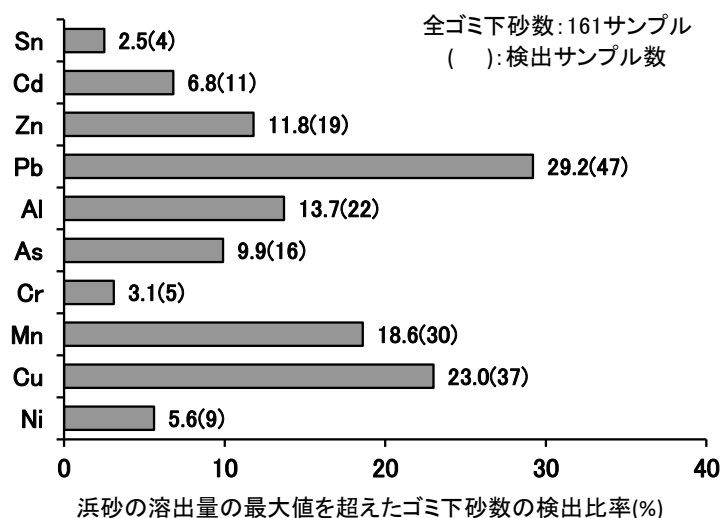


図VII.1(b) 長崎対馬と新潟沿岸・佐渡島の海岸域で採取したゴミ下砂からの重金属類等の溶出状況

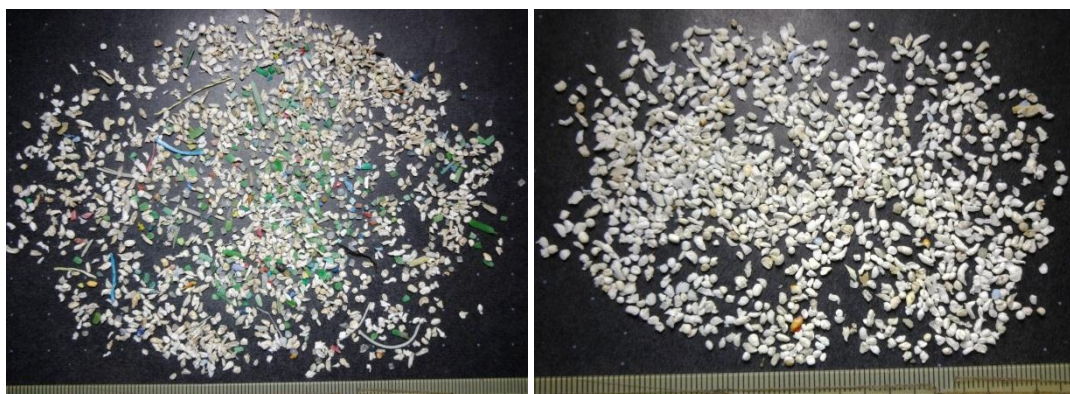
表VII.4 有害リスクが確認されたゴミ下砂の検出サンプル数

調査海岸域	各元素での浜砂からの溶出量の最大値を超えたゴミ下砂の検出数(個)									
	Ni	Cu	Mn	Cr	As	Al	Pb	Zn	Cd	Sn
沖縄与那国島 [36]	1	5	3	1	1	1	10	1	2	0
沖縄波照間島 [8]	2	3	1	0	4	5	6	1	5	0
沖縄西表島 [47]	0	10	6	3	3	3	12	3	1	0
沖縄石垣島 [19]	0	2	0	0	4	1	0	3	0	0
長崎対馬 [10]	0	9	4	0	0	0	8	0	0	0
新潟北陸沿岸 [20]	2	2	14	0	0	12	8	5	0	0
新潟佐渡島 [21]	4	6	2	1	8	0	3	6	3	4

注：[ ]の数は各調査海岸域でのゴミ下砂の分析サンプル数



図VII.2 海洋漂着ゴミの被覆効果による有害リスクの状況



大きさ約 0.8～1.5mm のマイクロプラスチック

写真VII.3 海洋廃プラスチックで被覆下にある海浜砂には粒径 2 mm より小さな微小プラスチックが混在している

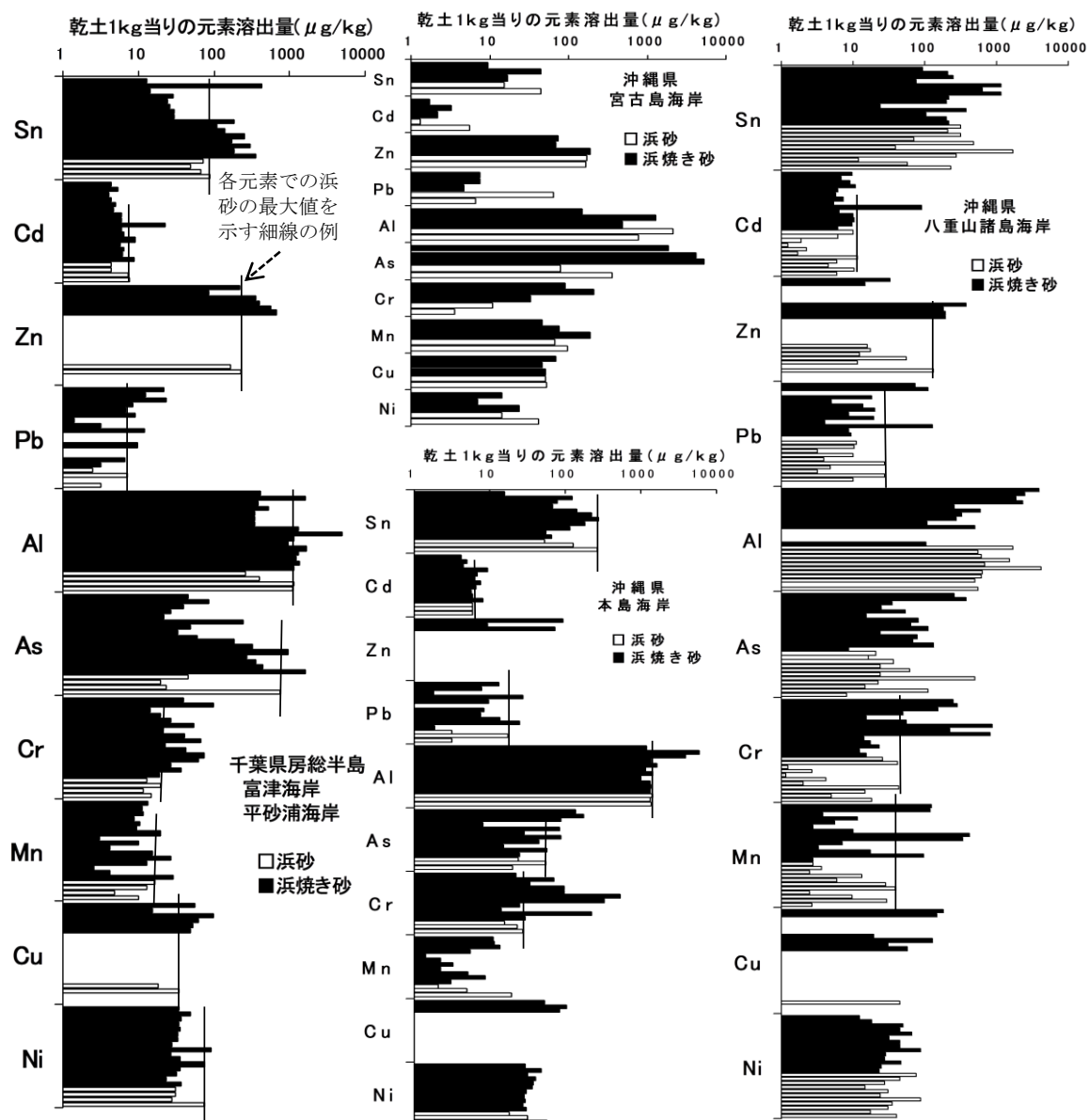
#### 4 焼却残灰を含んだ「浜焼き砂」からの重金属類等の溶出性

表VII.3で示した沖縄県・長崎県・愛知県・新潟県・千葉県の上12調査域17海岸で採取した63サンプルの浜焼き砂(■印)からの10元素成分の溶出量を、やはり浜砂(□印)と比較して図VII.3(a)と図VII.3(b)に示している。ここでは代表的な事例として、沖縄県八重山諸島(与那国島, 波照間島, 西表島, 竹富島, 石垣島)・宮古島・沖縄本島, 長崎県対馬, 新潟県佐渡島, 千葉県房総半島, 愛知県遠州灘沿岸の結果を例示している。

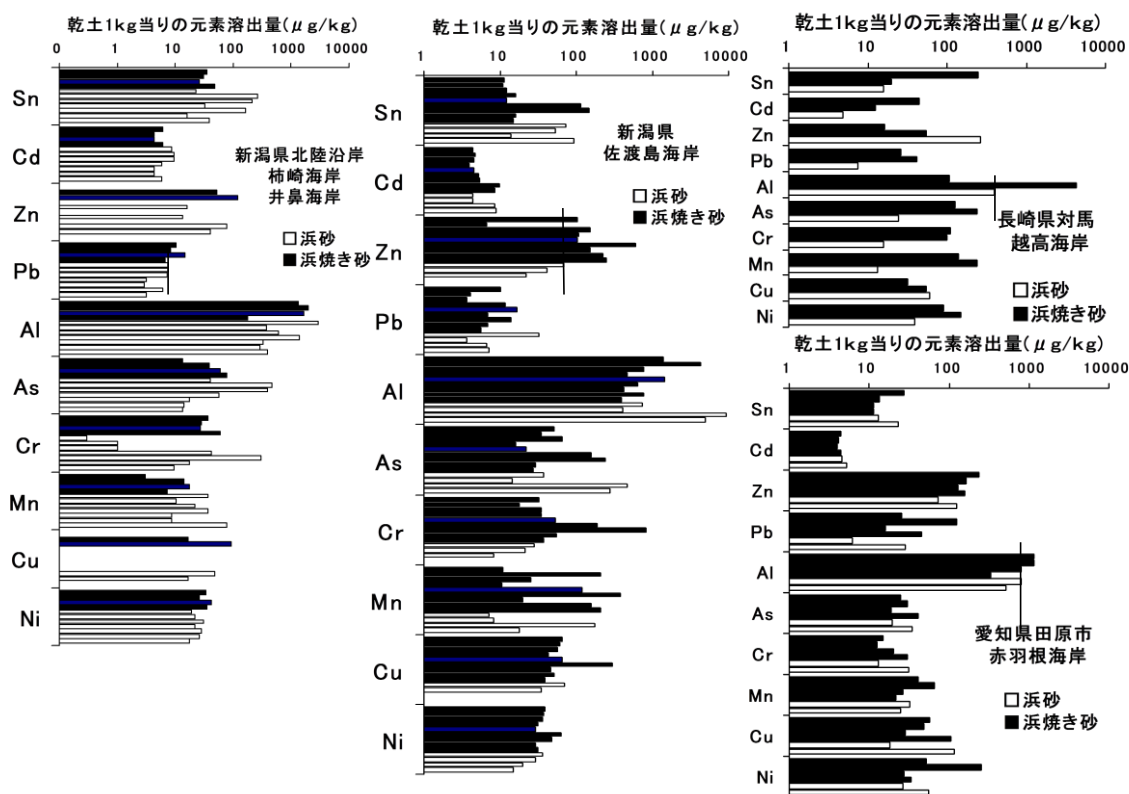
まず、浜焼き砂からの各有害元素の溶出状況に着目する。図VII.3(a)と図VII.3(b)に示すように、いずれの調査域においても、各元素成分における溶出量は、サンプル間でかなり差異が認められる。この主要な理由は、①浜焼き行為の際の焼却された海洋漂着ゴミの量と構成(種類・タイプ)、②採取時の浜焼き砂に含まれている焼却残灰等の残渣物の混入量状況、③浜焼き行為後から浜焼き砂を採取するまでの期間の相違によっていると推察

される。しかし調査の際、現地踏査で偶然に遭遇する浜焼き痕跡からは、いずれの事項の情報についても知ることは難しい。やはりまた各有害元素のバックグラウンド値として評価するための浜砂においても、サンプル間でのばらつきが認められる。そこで、先のゴミ下砂の評価の場合と同様に、海洋漂着ゴミの浜焼き行為による海浜砂への影響リスクを簡便的に評価するために、各元素成分において、クリーンな浜砂で検出された溶出量の最大値(図中に一部細線で表示)と比較し、やはり過小評価となるが、その値を超えた浜焼き砂の検出サンプル数を調査域ごとに算定している(表VII.5)。

図VII.4には、有害元素ごとに、各調査域でのその総計とその検出比率を示している。各



図VII.3(a) 沖縄島嶼・千葉房総半島の海岸域で採取した浜焼き砂からの重金属類等の溶出状況



図VII.3(b) 新潟北陸・佐渡島，長崎対馬，愛知田原の海岸域で採取した浜焼き砂からの重金属類等の溶出状況

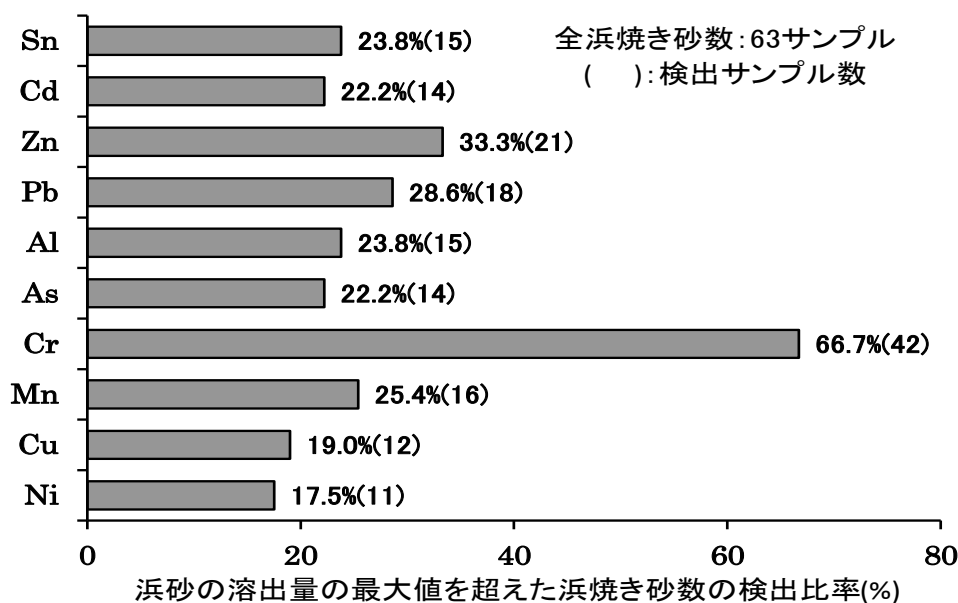
元素において浜砂の溶出量の最大値を超える浜焼き砂のサンプル数は各調査・海岸域で異なっているが，やはり10元素いずれの有害元素においても，焼却残灰等の残渣物による影響リスクの検証される場合が多いことが分かる。

表VII.5 有害リスクが確認された浜焼き砂の検出サンプル数

調査海岸域	各元素での浜砂からの溶出量の最大値を超えた浜焼き砂の検出数(個)										
	Ni	Cu	Mn	Cr	As	Al	Pb	Zn	Cd	Sn	
沖縄八重山諸島*(14)	1	4	5	8	0	0	3	3	2	0	
沖縄宮古島(3)	0	1	1	3	3	0	0	1	0	0	
沖縄本島(11)	0	-	0	8	6	4	2	-	6	1	
長崎対馬(2)	2	0	2	2	2	1	2	0	2	2	
愛知遠州灘沿岸(4)	1	0	3	0	1	2	2	4	0	1	
新潟北陸沿岸(4)	2	1	0	0	0	0	3	1	0	0	
新潟佐渡島(9)	4	1	3	8	0	0	0	8	1	2	
千葉房総半島沿岸(16)	1	5	2	13	2	8	6	4	3	9	

注：( )の数は各調査海岸域での浜焼き砂の分析サンプル数

即ち，総計的には，Crの検出比率が最も高く66.7%を示しており，焼却残灰等の残渣物を含んだ海浜砂では6～7割の頻度で，クリーンな浜砂に比較してCrの溶出量が高まることが指摘される。他の9種類の有害元素では，概ね検出比率が20%前後となっている。



図VII.4 海洋漂着ゴミの浜焼き行為による有害リスクの状況

るが、海洋漂着ゴミの浜焼き行為は、全般的に、上記の被覆効果による有害リスクよりも高い傾向が窺われる。

なお、浜焼き行為は焼却温度の制御が不能なため、燃焼しきれない廃プラスチック部分が残存している場合が多い(写真VII.2参照)。特にプラスチック素材のうち、ポリ塩化ビニルやポリ塩化ビニリデンなどの塩素(C 1)系素材の廃プラスチックの場合には、不完全燃焼下では有害性の高いダイオキシン類の生成などが懸念させる。

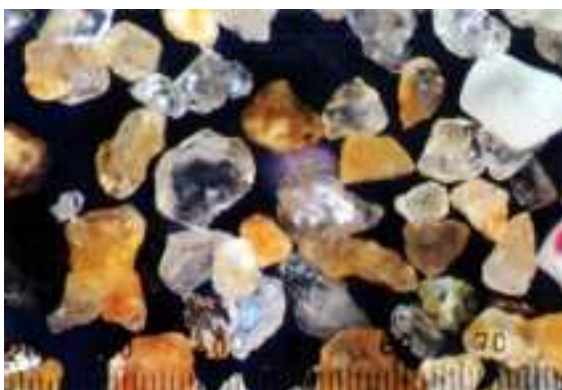
同時に砂浜に漂着した廃プラスチック(C, H, O高分子化合物)が大量に焼却されると、焼却灰と共に黒い炭化物が生成される。焼却残灰と炭化物は異物として混入するため、例えば学術的に貴重な鳴き砂の浜(玄界灘沿岸、山陰沿岸、陸中沿岸に多い)やサンゴ遺骸からなる星砂の浜(沖縄県竹富島や宮古島の海岸など)などでは(写真VII.4)、特異な砂浜の特性が喪失する可能性も高く、直接的なダメージとなる。特に沖縄島嶼などの亜熱帯地域のサンゴ白砂浜や石英鉱物粒子を主体とする白砂浜などでは景観的にも危惧され問題となっている。

だが、問題の解決を一層難しくしている行為は、カムフラージュ(隠蔽)のためなのか、浜焼き後に大量の砂を被せ隠蔽した痕跡などに遭遇する機会が多いことである。砂浜の自然浄化に伴う負荷低減の妨げ・遅延に拍車を掛ける行為となる。

当然、浜焼きされた海洋漂着ゴミの量と種類に大きく依存するが、大半は石油製品である。浜焼き処分は廃プラスチックに含有・吸着する有害化学物質を焼却残灰等の残渣物に濃縮して砂浜に混入させる役割を担い、しかも炭化物や異物で砂浜を黒色に変質させる行為に当たる。

即ち特に、重金属類等の不揮発性の有害化学物質を海浜砂等の自然界に濃縮混入する危険性を孕んだ行為に当たることを、上述した分析結果は科学的に実証していると言える。





福岡県津屋崎町：恋の浦



島根県仁摩町：琴ヶ浜



宮城県鳴瀬町：室浜



沖縄県西表島：星砂海岸(有孔虫)

写真VII.4 学術的に貴重な鳴き砂の浜、有孔虫・サンゴの遺骸からなる星砂の浜やサンゴ白砂浜などでは汚れに敏感であり、廃プラスチックの海洋漂着ゴミの浜焼き行為は深刻な砂浜汚染を齎す

今一度、海洋漂着ゴミの浜焼き行為の全面禁止を公共的に、しかも全国的に周知徹底していくことが強く叫ばれる。

## VIII. マイクロプラスチックの軽減抑制に向けた早急な対応・対策を急げ

近年、廃プラスチックによる海洋汚染の深刻化に伴い、劣化破碎したマイクロプラスチックなどの微小プラスチックの海洋・海浜生物による摂食が鮮明化しつつある。これまでの沖縄島嶼と関東沿岸での砂浜海岸に漂着混在しているマイクロプラスチック調査を通し、それを構成する廃プラスチックの中でも、用途的に殆ど限定されるプラスチック製品の中間材料であるレジンペレット樹脂粒子と漁業・水産用の発泡スチロール(ポリスチレン)が主要な供給源となっており、関連業界への早急な対応が求められる。

先に述べたように、2016年の沖縄調査(11島57海岸)で、1m四方の調査枠(面積1m<sup>2</sup>)から検出された57海岸(累積面積57m<sup>2</sup>)でのマイクロプラスチックの総数量は116364個に及んだ(図VI.6c参照, 図VIII.1)。うちレジンペレット樹脂粒子が11619個(10.0%)、プラスチック微細片が42088個(36.2%)、発泡スチロール微細片が58352個(50.1%)、糸状合成繊維短片が1031個(0.9%)、廃油小粒子が857個(0.7%)であった。前三者での割合は96.3%を占め、3素材がマイクロプラスチックを構成している主要な素材であることが分かった(図VIII.2)。1調査枠(面積1m<sup>2</sup>)当たりの平均的なマイクロプラスチックの数量に換算すると2041個であった。この2041個の値は、沖縄島嶼での1海岸・1m<sup>2</sup>当たりの平均的な漂着混在密度に相当する。

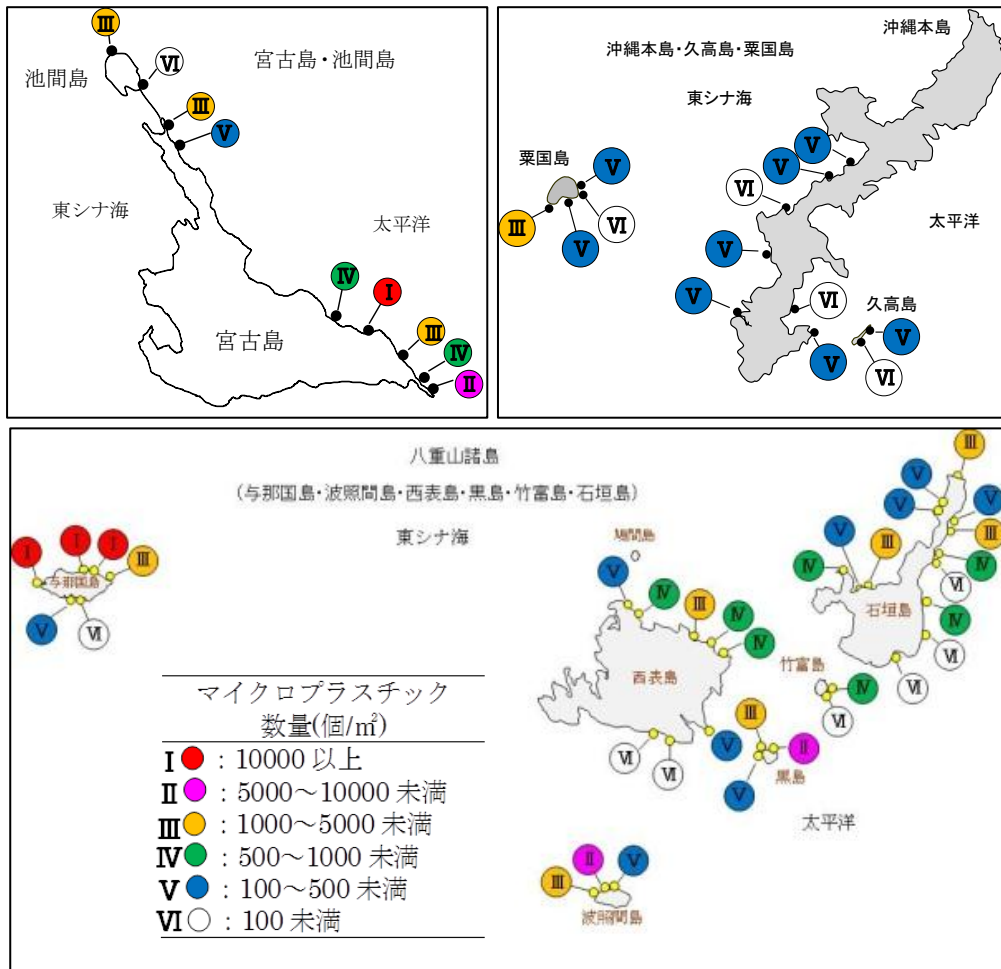
一方、関東沿岸では54か所の砂浜海岸で調査(2016~2018年)を実施した(図VIII.3)。図VIII.4に、各海岸での1調査枠(面積1m<sup>2</sup>)から検出したマイクロプラスチックの総計分析の結果を示している。54海岸で検出した総数量は29852個で、1海岸・1m<sup>2</sup>当たりの平均数量に換算すると553個となり、先の沖縄島嶼での平均数量2041個に比較すると約1/4であった。

海岸マイクロプラスチックの平均現存量は、両地域間でかなりの相違はあるが、主要素材であるレジンペレット樹脂粒子、プラスチック微細片、発泡スチロール微細片の3素材の検出総量はそれぞれ96.3%と95.4%を占めている(図VIII.2と図VIII.4参照)。

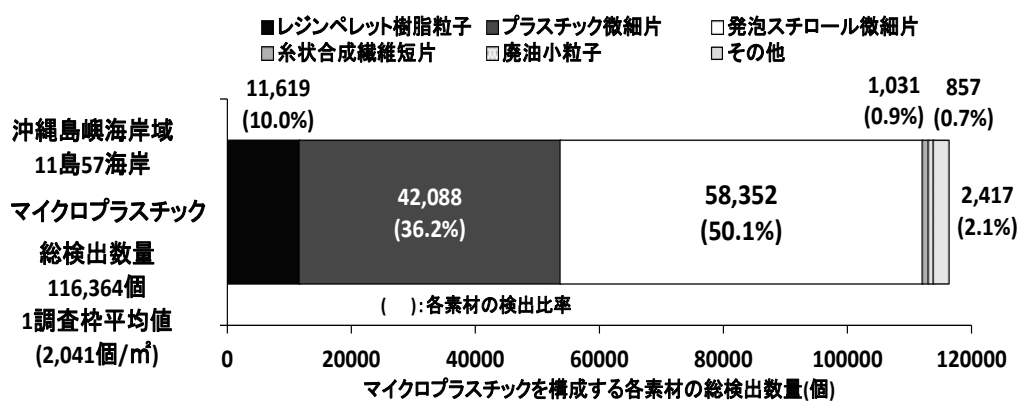
沖縄島嶼では検出総量に占めるレジンペレット樹脂粒子の割合は10.0%と低いが、57海岸のうち9海岸で500個/m<sup>2</sup>以上、うち3海岸では1000個/m<sup>2</sup>以上確認され、与那国島ナーマ浜西側では最大の1182個/m<sup>2</sup>を検出している。関東沿岸では沖縄島嶼に比較して海岸マイクロプラスチックの検出総量は1/4程度と少ないが、うちレジンペレット樹脂粒子が30.3%占めている。先のVIの3項で既述したように、東京湾と三浦半島相模湾沿岸域での検出量が高く、調査海岸54か所中9海岸で100個/m<sup>2</sup>を超え、東京湾浦賀水道入口付近の野島海岸南側(横浜市)では最大の5794個/m<sup>2</sup>を検出している(写真VIII.1)。レジンペレット樹脂粒子の用途先が殆ど限定されるプラスチック業界には、これまでの防止対策の再点検に加え、流出・漏出管理体制の抜本的な見直しが強く迫られる。

また、発泡スチロール素材が占める割合も非常に高く、沖縄島嶼ではマイクロプラスチックの検出総量の50.1%を占めている。発泡スチロール素材が1000個/m<sup>2</sup>を超える海

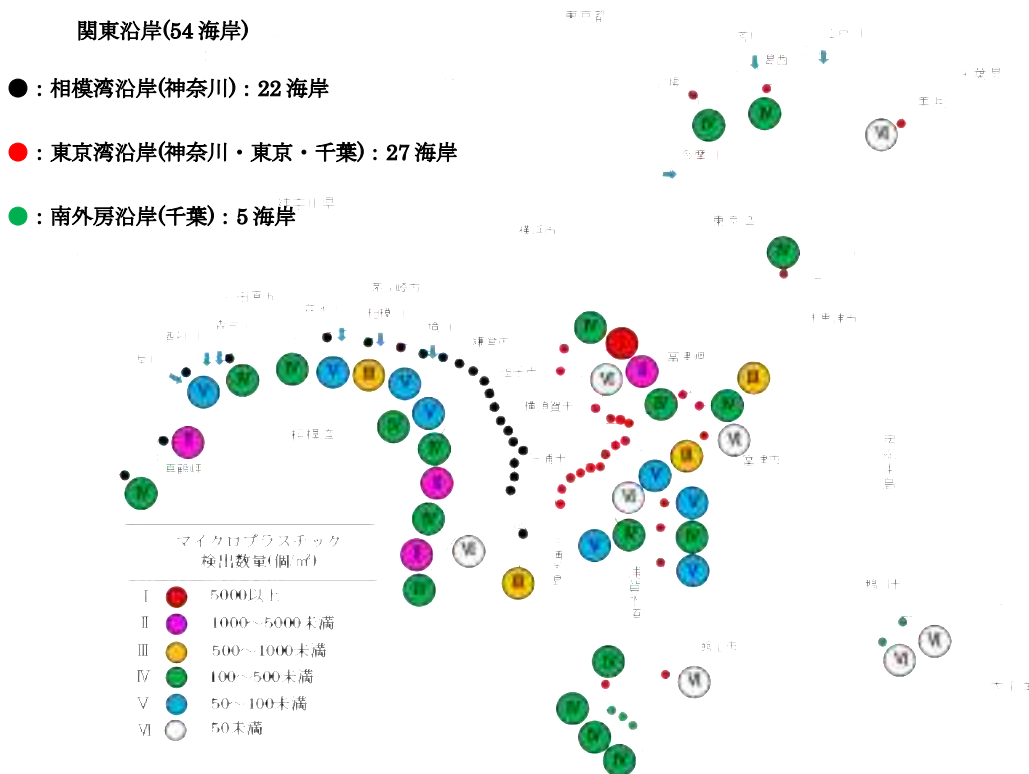
岸は57海岸中11海岸で確認された。与那国島四畳半ビーチでは最大の12627個/m<sup>2</sup> 検出され、海岸マイクロプラスチックの96.1%を占めていた(写真VIII.2)。沖縄島嶼では、海岸マイクロプラスチックが1000個/m<sup>2</sup>以上検出された海岸は18か所で確認された。しかもそのうち8海岸では発泡スチロール素材が60%以上を占め、マイクロプラス



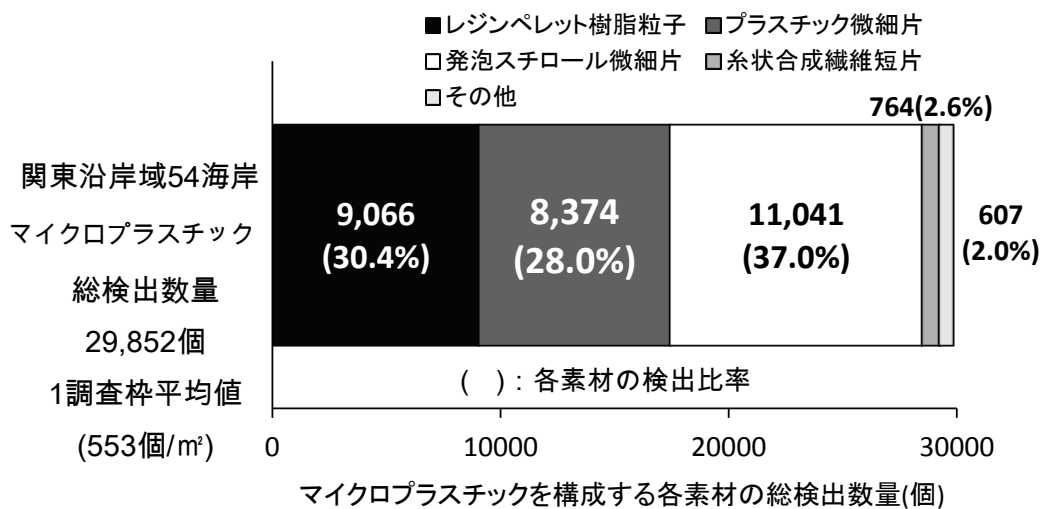
図VIII.1 沖縄島嶼での現存量マップ(2016年調査)



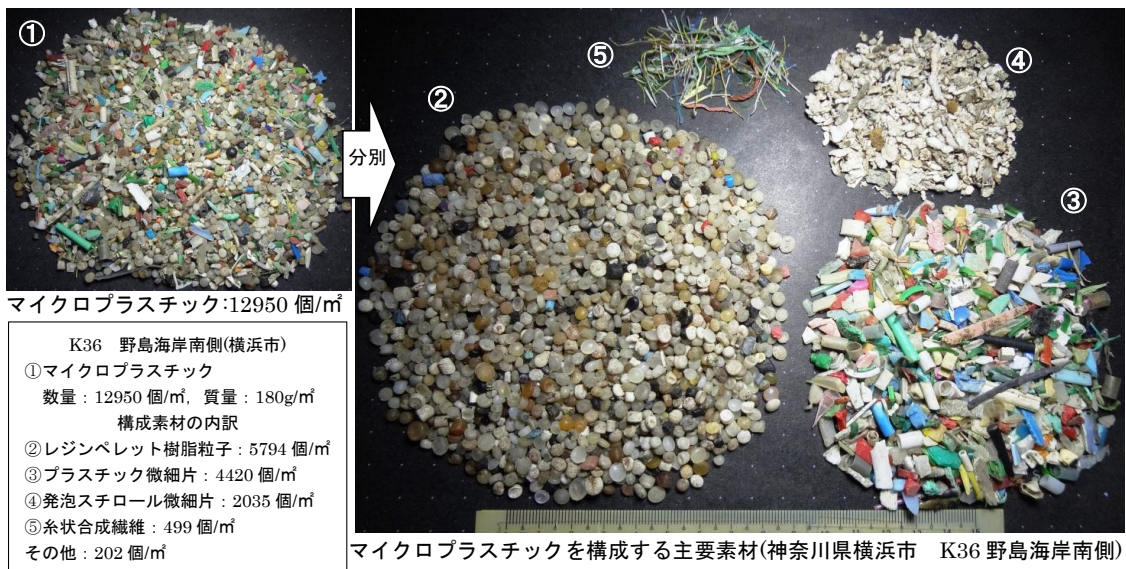
図VIII.2 沖縄島嶼でのマイクロプラスチックの総計分析



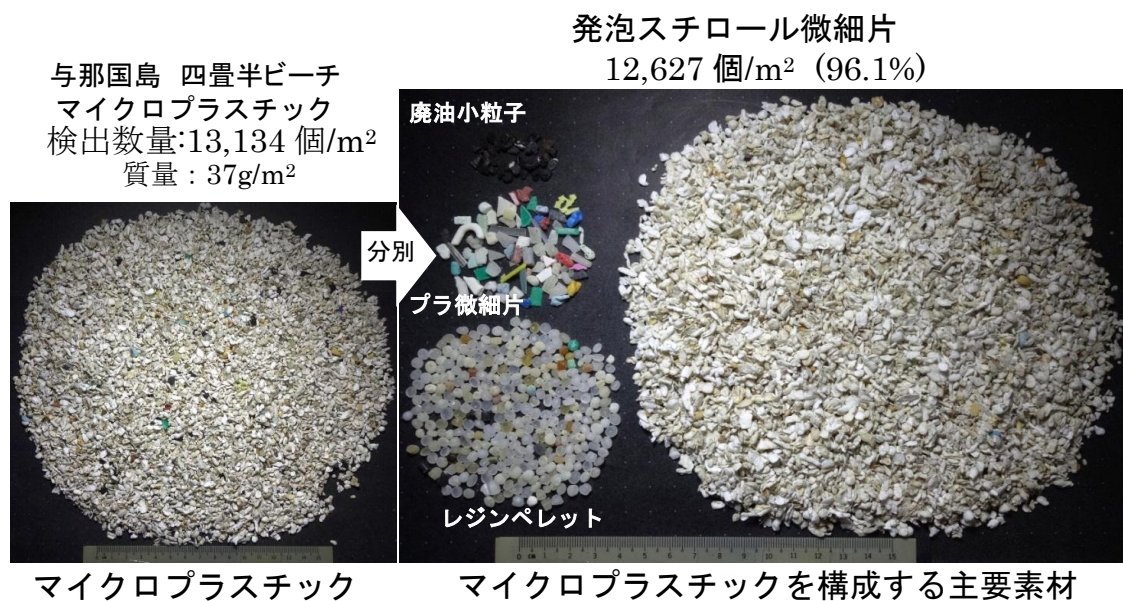
図VIII.3 関東沿岸域の海岸マイクロプラスチックの現存量マップ



図VIII.4 関東沿岸でのマイクロプラスチックの総計分析



写真Ⅷ. 1 関東沿岸域の横浜市野島海岸南側で検出されたマイクロプラスチック (12950 個) にはレジンペレット樹脂粒子が 5794 個含まれていた



写真Ⅷ. 2 沖縄島嶼の与那国島四畳半ビーチで検出されたマイクロプラスチック (13134 個) には発泡スチロール素材が 12627 個含まれていた

チックの主要な素材となっていることが分かった。

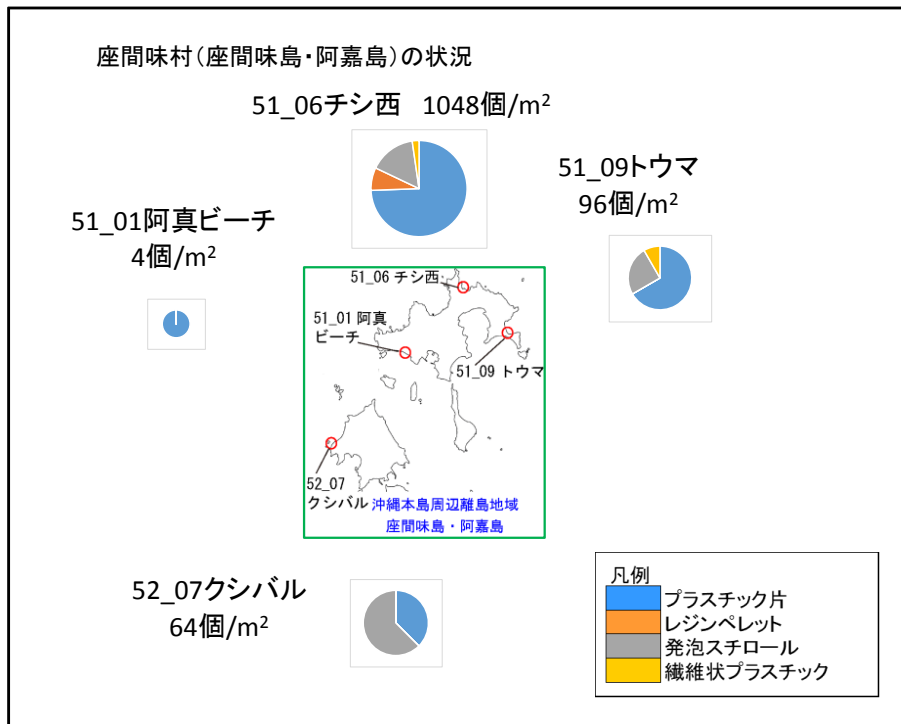
沖縄県が 2019 年 12 月と 2020 年 2 月に実施した 5 島 17 海岸の調査(表Ⅷ. 1) においても(専門家会議参考資料 2, 2020. 3. 30), マイクロプラスチックを構成する発泡スチロール微細片が、特に八重・宮古諸島の与那国島, 西表島, 石垣島, 宮古島や本島周辺座間味島などの多くの調査海岸で、大半を占めていることが報告されている(図Ⅷ.

5)。この結果は面積25cm四方で実測カウントしたマイクロプラスチックの数量を1m四方に換算した数量として表示している。

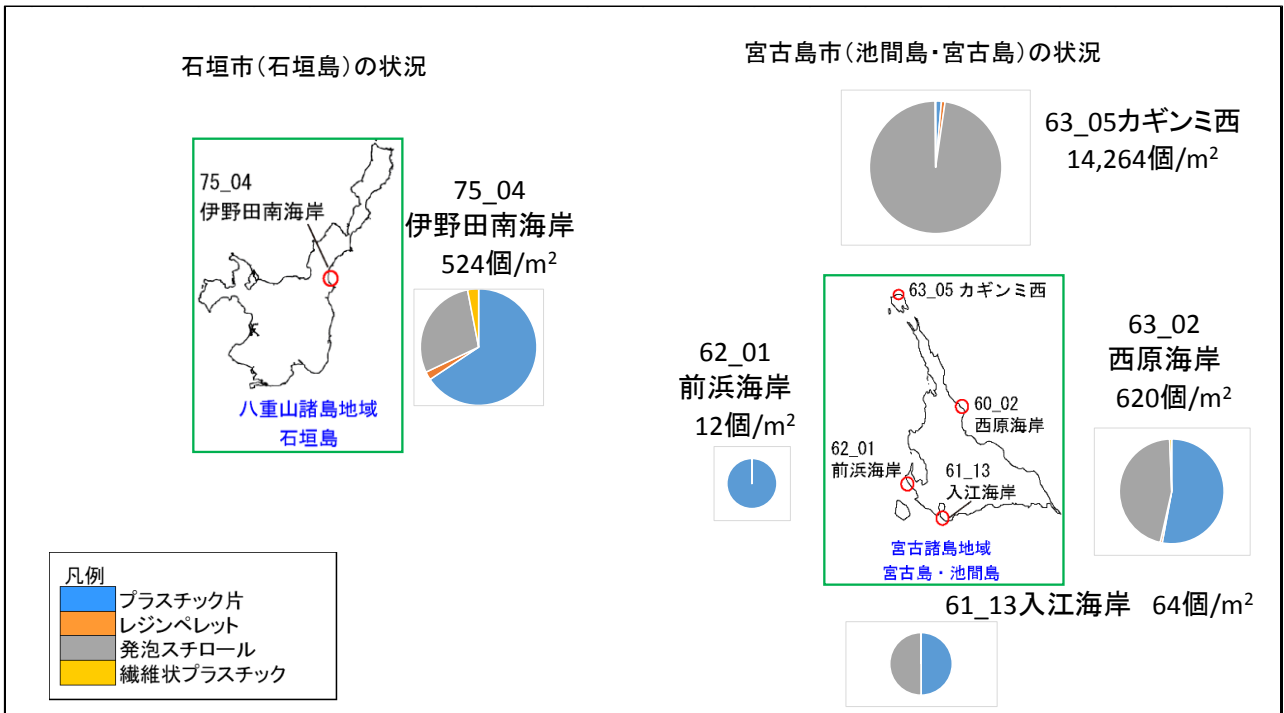
なお、沖縄県の調査では、1海岸で汀線付近から陸奥側に向かって4地点で測定を行っていることから、5島17海岸での全ての地点(各調査年で68地点)で実測カウント(面積25cm四方)したマイクロプラスチックの数量を総計し、両調査年における素材の構成状況をみたのが図VIII.6と図VIII.7である。両調査年でマイクロプラスチックの総数量はそれぞれ57866個と13830個と大きく異なっており、2019年12月の調査では約4.2倍の数量となっている。だが各素材の数量比率をみると、両調査年で殆ど類似した傾向が認められ、やはり発泡スチロールの素材がそれぞれ93.0%と86.2%と、先の図VIII.2で示した筆者の結果50.1%より遥かに高い比率で、マイクロプラスチックを構成する素材の大半を占めていることが分かる。

表VIII.1 沖縄島嶼海岸でのマイクロプラスチック調査  
2019年12月と2020年2月調査

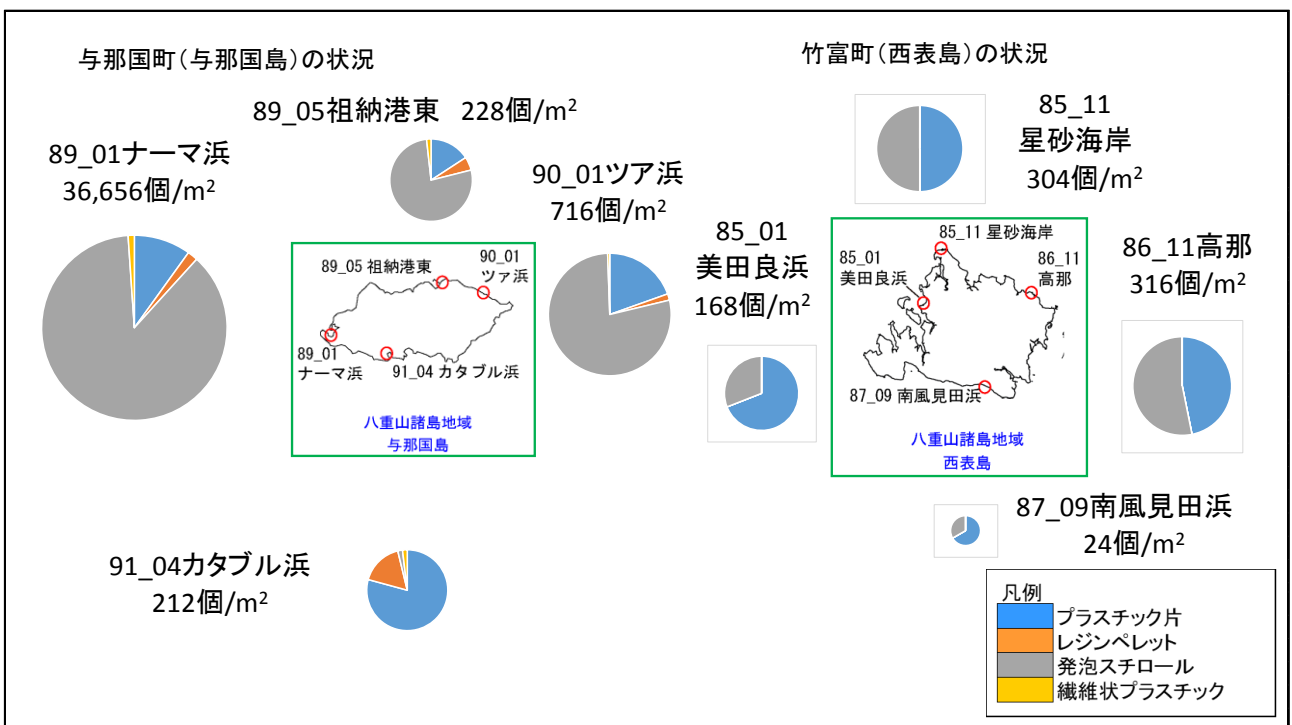
島嶼名	海岸名
座間味島	チシ西海岸
	トウマ海岸
	阿真ビーチ
	クシバル海岸
宮古島	カギンミ西海岸
	西原海岸
	入江海岸
	前浜海岸
石垣島	伊野田南海岸
西表島	星砂海岸
	高那海岸
	南風見田浜
	美田良浜
与那国島	祖納港東海岸
	ツア浜
	カタブル浜
	ナーマ浜



(a) 座間味島・阿嘉島でのマイクロプラスチックの実態

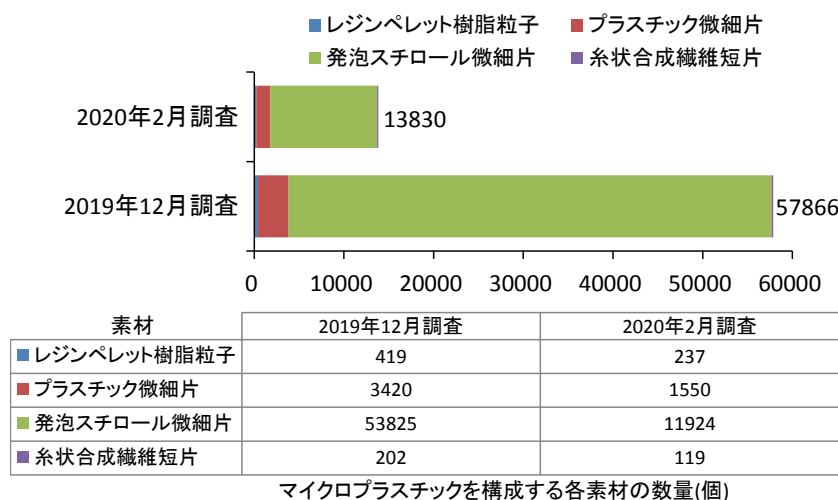


(b) 石垣島・宮古島でのマイクロプラスチックの実態

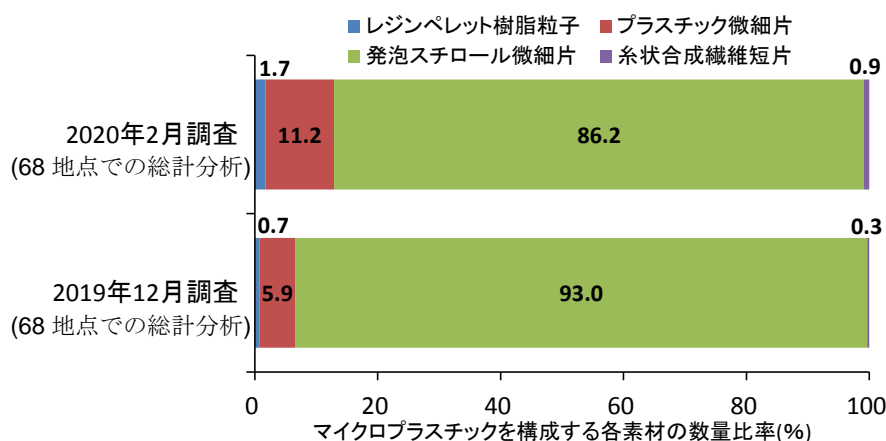


(d) 与那国島・西表島でのマイクロプラスチックの実態

図Ⅷ.5 2020年2月沖縄県による沖縄島嶼でのマイクロプラスチック調査  
(専門家会議資料2引用, 2020.3.30)



図VIII.6 両調査年でのマイクロプラスチックと構成素材の数量総計



図VIII.7 両調査年でのマイクロプラスチックに占める各素材の数量比率

一方、関東沿岸(54海岸)では、発泡スチロール素材は海岸マイクロプラスチックの検出総数量の37.0%を占めているが、東京湾と相模湾沿いの海岸では検出数量の高い傾向にあった。500個/m<sup>2</sup>を超える海岸は8か所確認され、野島海岸南側(横浜市)では最大の2035個/m<sup>2</sup>を検出している(写真VIII.1参照)。

海洋・海岸で検出されるマイクロプラスチック化した微小な発泡スチロールの殆どは、漁業・水産活動で使用された発泡スチロールブイと漁箱類が主源となっている。レジンペレット樹脂粒子と同様、用途先は殆ど限定的であることから、やはり発泡スチロールに関する漁業・水産業界での見直し・規制等が強く求められる。

以上、沖縄島嶼と関東沿岸域では、マイクロプラスチックの現存量とそれを構成する各素材の数量比率は異なるが、筆者の調査では、両地域でのレジンペレット樹脂粒子と発泡スチロールの両素材の数量比率の和はそれぞれ60.1%と67.4%で、マイクロプラス



チック現存量の6割以上を占める素材となっている。なお、両調査地域に加え、全国調査の一環としてこれまで行ってきた北海道石狩湾沿岸、青森県陸奥湾沿岸、富山県富山湾沿岸、香川県瀬戸内海沿岸、長崎県長崎半島沿岸などの砂浜海岸でのマイクロプラスチック調査でも同様な実態を確認している(図表示等は省略)。

マイクロプラスチックを構成している主要素材である発泡スチロールとレジンペレット樹脂粒子は全国的な問題となっている。何度も繰り返すが、使途先が殆ど限定されるプラスチック業界と漁業・水産業界には、このような実情を十分に認識してもらい、早急な流出防止に向けた対策の強化を図ることが問われる。

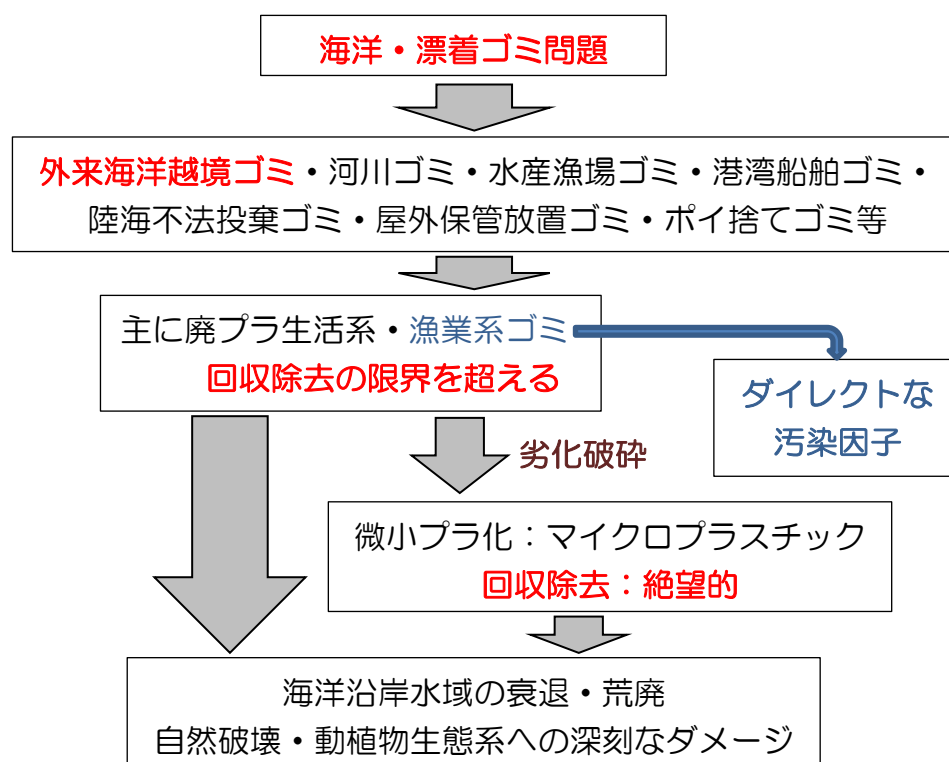
## IX. 軽減抑制対策強化に向けた調査成果の積極的な発信・共有の重要性～総括的提言～

全国の海岸・沿岸水域で深刻化する海洋漂着ゴミ問題に対処するため、政府は2006年4月に「漂流・漂着ゴミ対策に関する関係省庁会議」を設置している。先にも既述したように(図I.1参照), その会合結果を受け環境省は、2007年4月に「第1期漂流・漂着ゴミに係る国内削減方策モデル調査」を実施することを公表し、①外国からの漂着が多いまたは確認されている地域、②漂着ゴミの処理または運搬に支障がある離島、③二次災害が懸念される医療系ゴミの漂着が多い地域を基本的な要件として、モデル地域(全国7県11海岸)を選定している。

さらに、環境省は第1期モデル地域での深刻な実態を示す調査成果を鑑み、2009年3月には「漂流・漂着ゴミ対策重点海岸クリーンアップ事業対策地域」として全国13県25海岸を選定し、徹底的に漂流・漂着ゴミを回収処分する対策事業を実施している。

並行して2009年4月には、環境省は第1期モデル調査に引き続き、全国的に削減対策を強化するために2009～2010年度に試みる「第2期漂流・漂着ゴミに係る国内削減方策モデル調査」での全国10県11地域を選定している。

だが、このように各種の対策事業を実践してきたが、深刻な海洋漂着ゴミ問題を抱える地方自治体や島嶼などは多く、切迫した要望に応えるため、政府は海洋漂流・漂着ゴミ対策は国益を守る重要な国策事業と位置付け、『海岸における良好な景観及び環境を保全するための、海岸漂着物の円滑な処理及び発生の抑制を図る』ことを目的とした『海岸漂着物



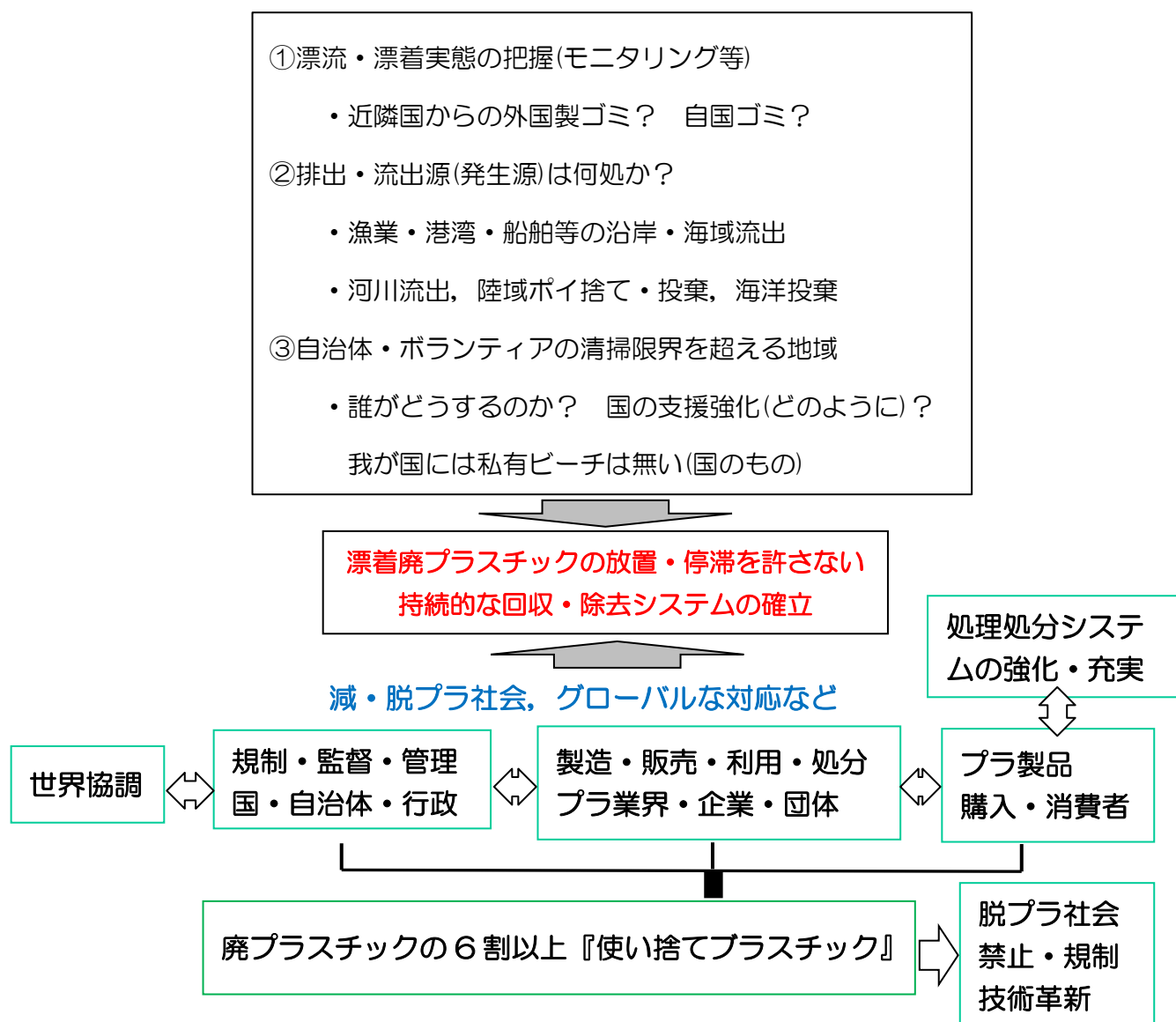
図IX.1 海洋ゴミの軽減抑制のための特効薬的施策はあるのか？

処理推進法』を2009年7月15日に議員立法として公布・施行している。海洋漂流・漂着ゴミの削減対策に向けて、財政支援も含め積極的に取り組む姿勢をアピールしてきた経緯がある。

2015年5月には環境省により、2013年度の我が国の1年間の海洋漂着ゴミ量は31～58万トンに達することが初めて公表されている。

また、近年のマイクロプラスチックを含めた廃プラスチック海洋汚染問題に取り組む世界的な動向に呼応し、我が国では2018年6月18日、先の『海岸漂着物処理推進法』の一部を改正し、マイクロプラスチック対策を追加している。

だがしかし、これまでの政府の軽減抑制対策や回収処分事業などの取り組みにも拘らず、我が国では、特に、東シナ海や日本海側の多くの島嶼や海岸・沿岸水域では、想像を超える途轍もない量の中国を主体とした韓国や台湾などの近隣アジア諸国からの外来海洋越境



図IX. 2 何をすべきか? やるべきか?

ゴミの漂着が繰り返され、未だに海岸破壊状況に至っている場合が多い。年々深刻度を増す傾向が窺われ、縣市町村や地域住民等の清掃活動の限界を遥かに超える実状にある。マイクロプラスチックなどの微小プラスチックの海洋生物への影響リスクも鮮明化しつつあり、海洋廃プラスチックは海洋・沿岸水域の動植物生態系にとって甚大なダメージを与える脅威となっている(図IX. 1)。

そこで、このような現状を鑑み、これまでの長年に亘る各種の調査で得た教訓を基に、一層の軽減抑制対策の強化に向けた在り方や取り組むべき主要な課題などについて(図IX. 2)、総括的に取りまとめ、以下に提言を記す。

### ◎ 撤去・処分体制の一層の強化

中国や韓国などの近隣アジア諸国からの外来海洋越境ゴミが大量に打ち上がる東シナ海や日本海側の島嶼や海岸・沿岸水域では、縣市町村や島嶼レベルで効果的な流出・発生源対策を施すことには限界がある。また近隣諸国との協議・会合を直接試みることも難しい。現状では持続的な清掃対策が最も実践的で唯一の効果的な手段となっている。だが住民の少ない島嶼・地域も多く、無償清掃ボランティアの支援には限界がある。特に厄介な問題は、海洋漂着ゴミの処理処分のできない(処分施設が小規模、塩分を含んだ海洋漂着ゴミの焼却処分が不能など)島嶼や地域が多いことである。そのため海洋漂着ゴミの撤去・運搬・処分経費が高額となることで、財政負担に限度のある島嶼・地域では、回収・除去作業の滞っている場合が殆どである(図IX. 3)。

我が国では、基本的には海岸線は国の保有で、地方自治体が管轄・管理していることか

#### 実践的な国策の強化・支援

縣市町村・島嶼やボランティアの限界を超える海岸・沿岸水域  
迅速且つ持続的な保全システムの確立

- ① 環境災害・海岸破壊状況への対応・処置  
特定監視海岸域の選定・指定
- ② 撤去・処分体制の強化  
専属組織の立ち上げ・支援
- ③ 近隣国との実践的な粘り強い協議  
特に中国、韓国
- ④ 東アジア地域・海洋行動計画の新設
- ⑤ 脱プラに向けたグローバルな対応・連携

図IX. 3 撤去処分体制の国策的強化に向けて

ら、まずもって現状の深刻な実態を十分に認識し、撤去・処分の国策的対策の一層の支援・強化が求められる。外来海洋越境ゴミの大量漂着で深刻な島嶼や海岸・沿岸水域においても、常に停滞・放置を許さない持続的な保全システムの確立に向けた方策を打ち出すことが重要となる。

そのためにもまず、地方自治体には、国の支援をベースとした強化事業対策と協働・連携し、激増する外来海洋越境ゴミに対処するための独自の財源捻出を検討することも必要に迫られる。

例えば、世界自然遺産への登録の期待が高まっている西表島のある沖縄八重山諸島では、世界的にも希少な自然環境を海洋漂着ゴミから保全することを見据え、「自然保全税」などを制定して、財源を捻出することを論議すべきである。沖縄島嶼では、既に伊是名村(伊是名島)では「環境協力税」、座間味村(座間味島)では「美ら島税」、渡嘉敷村(渡嘉敷島)では「環境協力税」が導入されている。

また、海洋漂着ゴミの深刻な東シナ海や日本海に面する地方自治体や離島では、「漂着ゴミ課」のような海洋漂着ゴミを専属に扱う部署や課は皆無である。県市町村や企業等(観光関連)が連携して、重要な観光資源で島や地域の「生命線」でもある「海岸線」に、常時、目を凝らすことのできる海洋漂着ゴミを専属に扱う新たな広域組織の立ち上げを検討することも早急に求められる。

県市町村との情報共有・連携、年間の清掃活動計画、財源の確保・捻出・効果的運用、ボランティア組織との連絡・組織開拓、普及啓発活動・広報企画など、深刻化する海洋漂着ゴミを軽減・防止するための難題に多角的に対処するには、総合的にしかも実践的に行動できる広域的な専属組織の立ち上げが効果的である。

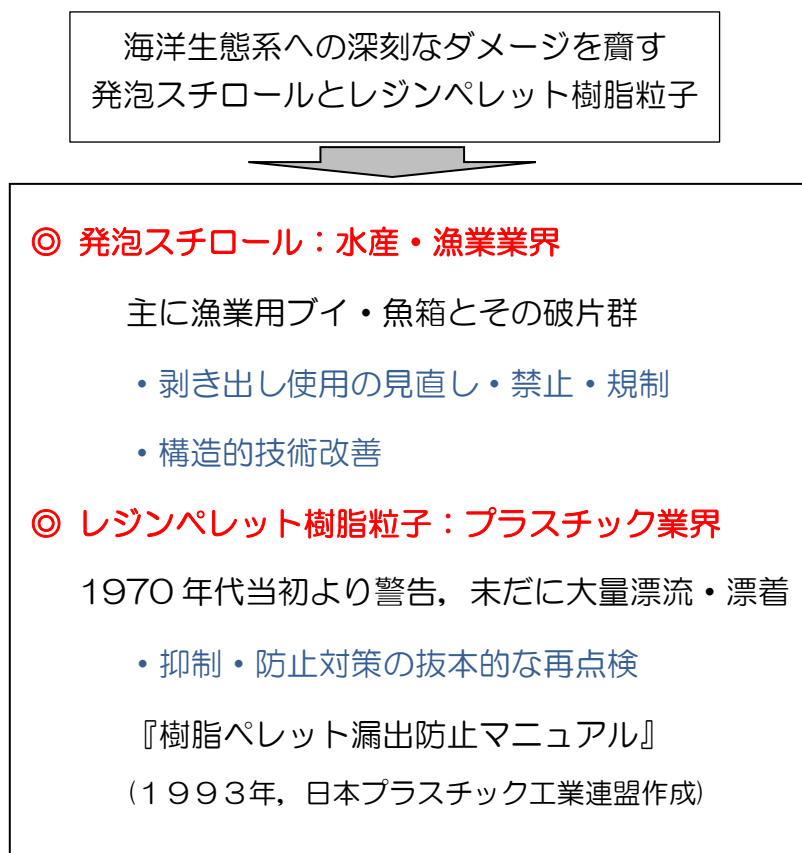
ちなみに、神奈川県には「(公)かながわ海岸美化財団」が設立されている。県沿岸域の環境保全対策を総合的に運営・管理し、常に海洋漂着ゴミの停滞・放置を許さない海岸・沿岸水域の持続的な保全に努めている。

さらに、我が国ではプライベートビーチは存在しないので、途轍もない海洋ゴミの漂着で動植物生態系に甚大なリスクが発生している海岸や回収・除去の追いつかない海岸など、所謂、自然環境が破壊状況に至る海岸・沿岸水域を、国は『特定監視海岸・沿岸水域』に指定し、人材・財源を直接的に投入して、国策として破壊状態の解消に努める必要がある。

特に、巡回監視を強化することで、危険・有害ゴミや粗大ゴミの迅速な撤去に繋がり有効となる。このような海岸・沿岸水域は東シナ海上の島嶼に加え、日本海沿岸やその離島に集中している。島嶼・離島の海の環境安全や海岸・沿岸水域の自然保全のために極めて有効で効果的と言える。

### ◎ 漁業用発泡スチロールとレジンペレット樹脂粒子への対応規制強化

海岸・沿岸水域に打ち上がる海洋漂着ゴミの8割以上は、難分解性の廃プラスチック類のゴミである。中でも漁業水産関連に使用された発泡スチロールブイ・漁箱やその破片群



図IX. 4 早急に求められる対応規制策の強化

の漂着は沖縄島嶼のみならず全国的に深刻で，処理処分の厄介な問題となっている。

特に，沖縄八重山島嶼では海岸・沿岸水域に繁茂する植生帯を埋め尽くし，天然防潮風林やマングローブ群落の奥まで食い込み，甚大な砂浜・湿地水域の破壊を齎している場合が多い。組織構造が弱いため容易に劣化破砕してマイクロプラスチック化する。しかも軽量で多孔質なため有害化学物質の吸着性が高く，汚染物質を広域に移動・拡散させるリスクは，様々な廃プラスチックの海洋漂着ゴミの中でも極めて高い。回収不能なマイクロプラスチックサイズの発泡スチロールの微細片が大量に漂着・混在している海岸・沿岸水域は，沖縄島嶼と同様に，東京湾沿岸はじめ日本海沿岸・離島など全国に及んでいる。

EU，英国，米国などの多くの国々では，ストロー，レジ袋，ペットボトル等のプラスチック製品の製造・販売・使用等に規制を設け，積極的に海洋汚染対策に取り組んでいる。世界的にも漁業水産活動の盛んな我が国では，関係機関・団体・組織は発泡スチロールブイや魚箱の規制はじめ，特に剥き出し発泡スチロールの漁業・漁具類への使用見直し・構造的改善・禁止などについて，早急に対処する必要がある(図IX. 4)。

同様に，用途の大半がプラスチック業界に限定されるレジンペレット樹脂粒子の漏出流出対策への再点検は緊急を要する課題である。港湾機能を有する閉鎖性海域や沿岸水域ではレジンペレット樹脂粒子がマイクロプラスチックを構成する主要な素材となっている。全国的にも大都市近郊の港湾海域や東シナ海・日本海の島嶼・沿岸域では，今なお大量漂

着している砂浜海岸は多い。ひとたび海域に流出したレジンペレット樹脂粒子の回収は殆ど不可能で、摂食による海洋生物への有害リスクが大きい。海洋汚染因子として半世紀以前より警告が発せられており、グローバルな視点からの抜本的な改善策の強化が急務である。

### ◎ 国家・国際間の粘り強い協議・会合の重要性

近隣アジア諸国からの海洋越境ゴミに対処するため、沖縄県では2016年度から毎年近隣国(台湾や中国)との海外交流事業を展開し、海洋越境ゴミの実態や当事国間での海洋漂着ゴミ問題に関する対応・対策などについて協議してきた。しかし具体的な軽減・防止対策に繋げる外交的協議には限界性がある。マイクロプラスチックを含めた海洋廃プラスチック汚染の脅威に対して世界的に警告が発せられている現状において、国家間での粘り強い協議・会合が必要不可欠である(図IX.3参照)。

まずは、大量の海洋越境ゴミの排出国が明確となっている中国・韓国・台湾との問題解決に向けた廃プラスチックによる海洋汚染対策や軽減・防止のための情報共有などに関する協議・会合を、何としても国は根気強く重ねていく必要がある。2019年6月には大阪市で主要20か国・地域首脳会議が開催され、海洋廃プラスチックによる新たな汚染を2050年までにゼロにすることを盛り込んだ「大阪首脳宣言」が採択されている。外来海洋越境ゴミなどによる海洋汚染問題のグローバルな解決に向け、実践的な行動がなされることを期待したい。

特に、地球海洋への流出・排出ゴミ量の大半を中国、インドネシア、フィリピン、ベトナムをはじめ我が国も含め韓国、台湾など、日本海、東シナ海、南シナ海、太平洋などに面する東アジア諸国が占めている(表I.1参照)。現在、日本・中国・ロシア・韓国の4か国が加盟する北西太平洋地域海行動計画(NOWPAP, 1994年発足)が黄海・日本海及びその沿岸域(北西太平洋海域)における海洋ゴミ問題に関する行動計画を主導している。

だが、外来廃プラスチック海洋汚染問題は年々深刻度を増している。現状の枠組みによるグローバルな解決には限界性があることから、加盟国や対象海域を広げ、大量流出源となっている東アジア諸国とその関連海域・沿岸域を取り込んだ新たな枠組みの変革に迫られる。国は、早急に、東アジア海域に拡大した実践的な行動計画への抜本的な組織改革を提言し、マイクロプラスチックなどの微小プラスチックを含めた海洋ゴミ汚染問題全般に亘って、一層グローバルな地球海洋的視点で行動計画が実践できる国際的組織の改設・新設に向け、先導的な役割を果たすことを切に希求する。

## X. 野趣豊かな動植物生態系を守る保全システム強化に向けて～次年度以降の取り組むべき主な事業・調査・課題

沖縄県では、2009年7月15日に議員立法として公布・施行された『海岸漂着物処理推進法』を受け、2010年1月に初めて「第1回沖縄県海岸漂着物対策推進協議会」を開催している。これまで、海洋漂着ゴミに関する回収撤去や普及啓発事業をはじめ、モニタリング調査、マイクロプラスチック調査、有害化学物質のリスク評価、底生生物の摂食リスクの検証など、数々の対策事業や分析調査を通して、海岸・沿岸水域の動植物生態系に配慮した環境保全システムの確立に向け、海洋漂着ゴミの軽減・抑制対策に取り組んできた。県はこの10年ほどに十数億円の経費を投じ、殆どの島嶼海岸で回収撤去事業などを行ってきた。だが中国・韓国などからの海洋越境ゴミが大半を占めていることで、外来漂着ゴミ量には、一向に低減傾向はみられず、むしろ年々増加傾向にあることを指摘している。

ここでは、これまでの対策事業や分析調査等で得られた成果・知見を反映させ、次年度以降取り組むべき軽減抑制対策事業や動植物生態系に配慮した保全システムの確立に向け



写真X.1 膨大な量の外来海洋ゴミの漂着が繰り返される八重山・宮古諸島の海岸域



た事業・調査などについて要約し、今後の課題などについて言及する。

### ① 選定・指定海岸の回収撤去事業・モニタリング調査の強化

2015年6月に公表された環境省の調べでは、石垣市の八重山諸島に漂着した5年間の海洋ゴミの82%は中国製の外来越境ゴミと公表されている。筆者の長年の調査では、この十数年間で中国製の海洋越境ゴミは27倍に激増しており(図Ⅱ.5参照)、海岸破壊の甚大な要因となっている。特に、大陸に近い八重山・宮古諸島や沖縄本島周辺の東シナ海に面した海岸域や離島では(写真X.1)、清掃活動が追い付かずその限界を超え、大量に打ち上がった外来海洋ゴミの停滞放置で自然破壊の状況に至る海岸・沿岸水域も多く見られる。これまでの調査データを活用し、このような海岸・沿岸水域を特定監視海岸に選定・指定し、回収撤去事業やモニタリング調査の頻度を一層高め、軽減抑制対策の強化を優先的に図ることが強く求められる。特にモニタリング調査では、軽減抑制対策の推進に向けて、適切な対応・対処するためにも海洋漂着ゴミの流出・排出源の把握に努め、海洋漂着ゴミの国籍分析などに重点を置き、発生源・漂着源対策への対応強化(国機関との連携・共有や国際会合・国際機関での公表・提言など)を図る必要がある。

### ② 琉球列島全域をカバーするためのマイクロプラスチック調査の継続

これまでの座間味島や西表島などの調査で、海岸域に棲息する様々な底生生物によるマイクロプラスチックの摂食リスクが検証されている。動植物生態系に配慮した海岸保全対策の確立に向け、マイクロプラスチックの現存量やその素材構成などに関する海岸域の特徴を把握するためにも、琉球列島全域をカバーしその全貌の解明に繋がるように、マイクロプラスチック調査を継続することが重要である。

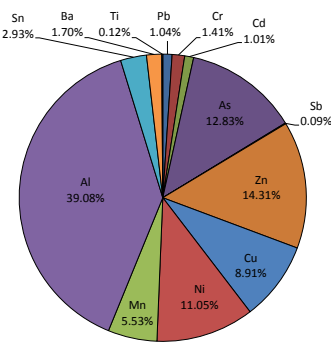
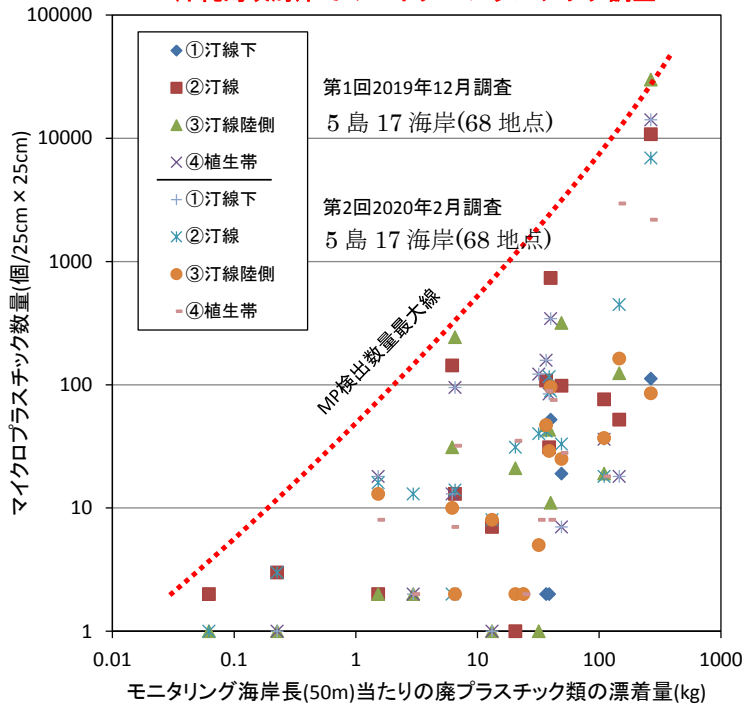
### ③ 底生生物によるマイクロプラスチックの摂食リスクに関する検証調査の継続

動植物生態系に配慮した軽減抑制対策に向けた保全システムの検討において、マイクロプラスチックを摂食した底生生物の個体数の検証が、廃プラスチックの有害リスクや海洋ゴミの回収撤去の判断に有効に役立てられる可能性が高い(以降の図X.1参照)ことから、マイクロプラスチック調査とリンクさせて、殊に野趣豊かな海岸での底生生物による摂食リスクの検証調査を継続し、データの蓄積・強化を図る必要がある。

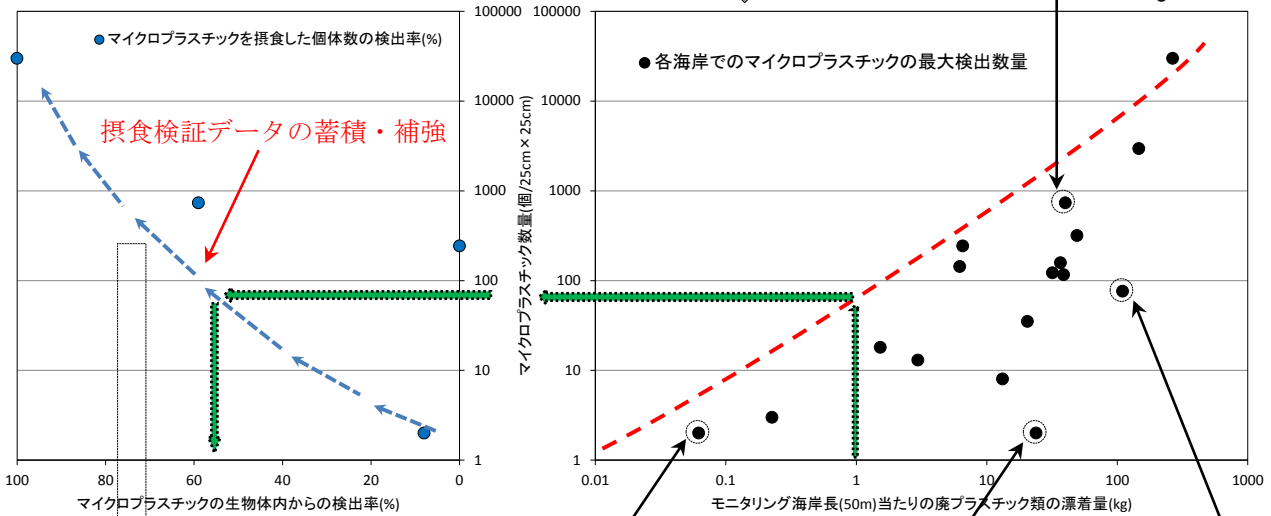
### ④ 琉球列島をカバーする有害化学物質の潜在的溶出ポテンシャルの広域評価

様々なタイプの海洋ゴミの漂着量から種々の有害化学物質の潜在的溶出量を算定し、海岸・沿岸水域の潜在的ポテンシャルを把握することで、動植物生態系への有害リスクの評価や停滞放置のない持続的な回収撤去作業の在り方などを検討するのに役立てられることから、琉球列島をカバーするモニタリング調査に基づき、多種多様な海洋漂着ゴミから溶出する有害化学物質の潜在的ポテンシャルの広域評価を試みることに有益である。

沖縄島嶼海岸でのマイクロプラスチック調査

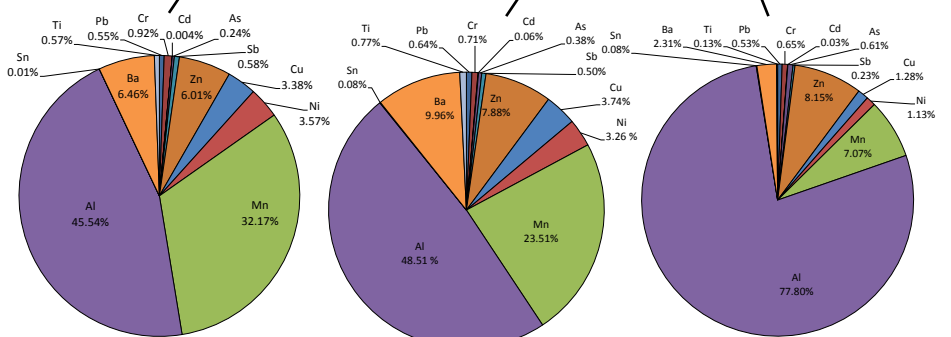


座間味島チン西海岸  
有害元素総量: 132.37mg



有害化学物質の摂食リスク

底生生物からの有害化学物質検証  
 重金属類: As, Cd, Ni, Cr, Pb, Zn など  
 有機汚染物質: PCB, PBDE



座間味島阿真ビーチ  
有害元素総量: 0.132mg

西表島南風見田浜  
有害元素総量: 27.15mg

西表島高那海岸  
有害元素総量: 633.7mg

海岸長 50m 範囲に漂着した海洋ゴミ量からの有害元素の潜在的溶出ポテンシャル  
**有害化学物質の溶出リスク**

図 X. 1 海岸・沿岸水域の生態系に配慮した環境保全システムの検討モデルの一例

### ⑤ 動植物生態系に配慮した海岸・沿岸水域保全システムの検討に向けて

これまでの海洋漂着ゴミのモニタリング調査，マイクロプラスチック調査，有害化学物質のリスク評価，底生生物による摂食リスクの検証に関する科学的な成果・知見を相互にリンクして活用することは，動植物生態系に配慮した海岸・沿岸水域の保全システムを検討する際に極めて有効である(図X.1，2020年3月30日の専門家会議で提示したものに加筆)。これまでの調査・分析・検証において，同一海岸で互いにリンクしている成果は座間味島と西表島の2～3か所の海岸によるものと少なく，十分な評価には至っていない。特に，マイクロプラスチック調査と摂食リスクの検証とが同一海岸でなされ，互いにリンクした調査データの蓄積・補強が求められる。

表X.1 海浜域に棲息する底生小生物のマイクロプラスチックの個体内検出状況

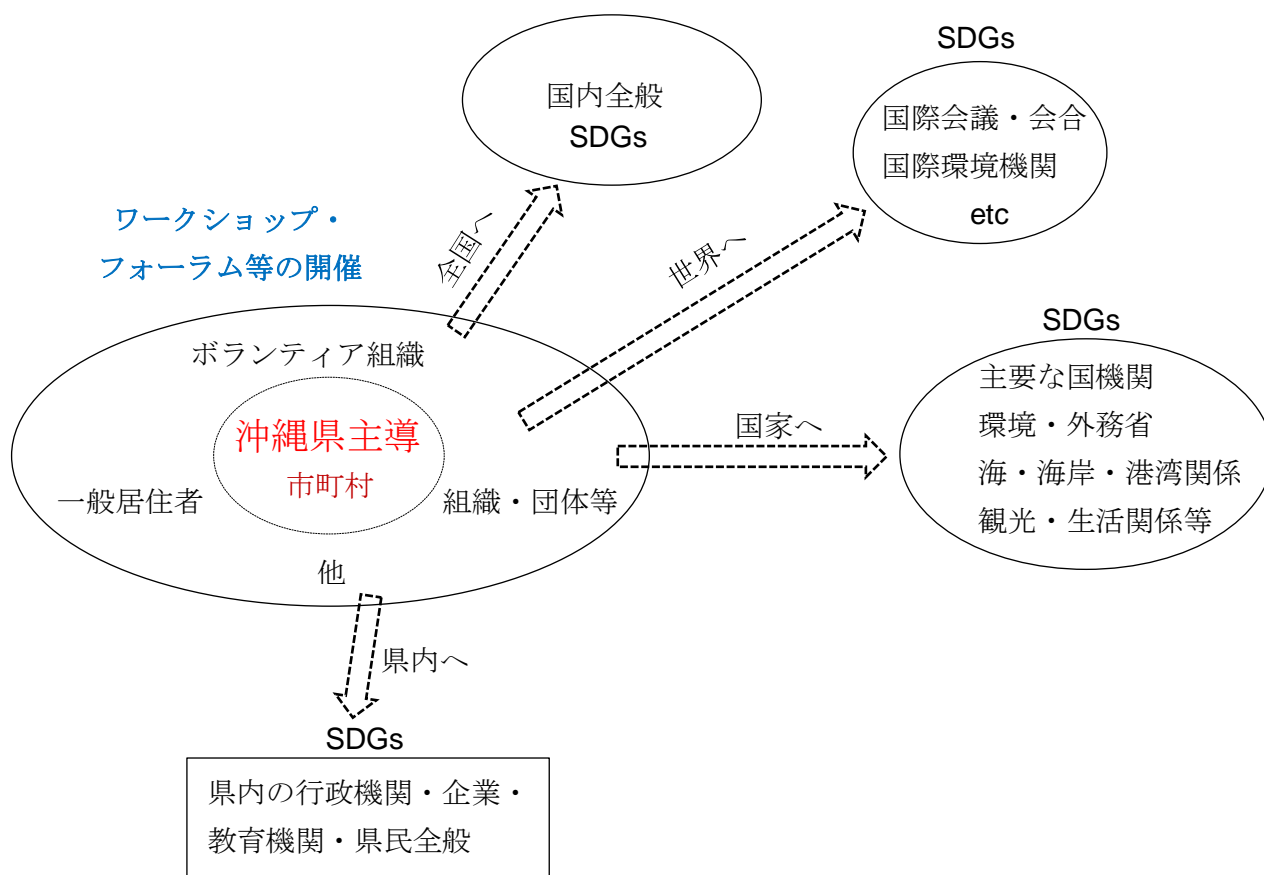
2018年度藤田先生による調査結果					
海岸名	生物種名	調査個体数 (個)	MP検出個体数 (個)	検出比率 (%)	MP検出数 (個)
座間味島北側海岸	ムラサキオカヤドカリ	10	5	50	1～5
	スナホリガニ	11	2	18.1	1
	ツノメガニ	5	0	0	
	ミナミスナガニ	3	2	66.7	1
座間味島二ヶ海岸(北側)	イソハマグリ	20	20	100	
座間味島南側海岸	ムラサキオカヤドカリ	10	1	10	2
	ツノメガニ	5	0	0	
座間味島ウハマ海岸(南側)	イソハマグリ	20	1	5	1
与那国島ナーマ浜(北側)	イソハマグリ	5	5	100	2～12
与那国島カタブル浜(南側)	イソハマグリ	5	0	0	
多良間島北側海岸	イソハマグリ	5	3	60	1

なお，これまでは，摂食リスクの検証においては数種類の底生生物が対象となり，その種類は海岸によって異なっている場合もある(表X.1，2020年3月30日の専門家会議で提示)。このようなことから，底生生物の種類や摂食リスクを検証する個体の数を統一する必要があるのか否かについても検討する必要があるように思われる。

### ⑥ 県民・国内・海外への積極的な情報発信・共有・連携

いったい何処から湧き出すのか，唾然とするほどの膨大な海洋ゴミの漂着が20年以上に亘って繰り返され，生命線でもある島岸線を埋め尽くす沖縄島嶼では，海洋ゴミの80%以上は中国・韓国を主体とした外来越境ゴミである(写真X.1参照)。外来越境ゴミに対して県・島で直接軽減・防止対策を立てることは難しく，迅速な回収撤去活動・事業が唯一の最も実践的で効果的な保全対策となっている。

このような状況・情報を広く県内・島内で積極的に公表し，深刻化する実状を共有して停滞放置のない迅速な海岸保全対策に結び付けていくことが求められる。そのためにも県が主導し市町村と共に，県民や島民(NGOやNPO等の活動団体等を中心に)を対象としたワークショップやフォーラムなどを開催し(図X.2)，活発な討論会を通して実態の認識と情報の発信・共有を図ることが有益と思われる。特に，地球海洋の環境安全の視点から甚大化する外来海洋越境ゴミの脅威について，我が国で最も深刻な状況に曝されている沖縄県



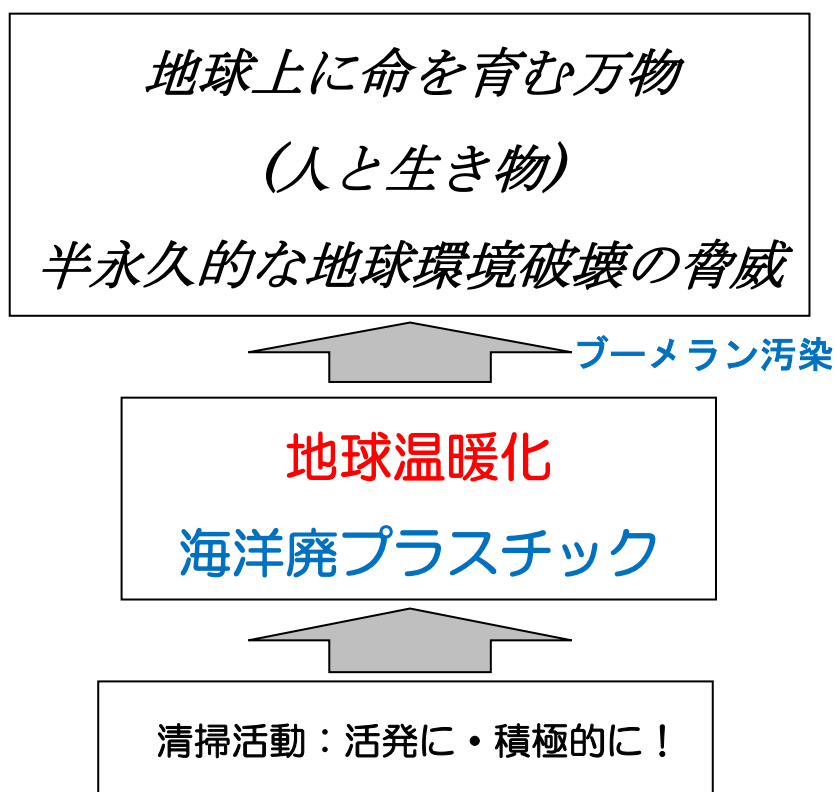
図X.2 沖縄県が主導し市町村が共同して、県民と討論会等を開催し、毎年の調査成果・知見を県・全国・世界に定期的に広く公表し、深刻化する外来海洋ゴミ汚染の実状や地球海洋の環境安全システムの在り方に向けて、情報の発信・共有・連携に積極的に取り組むことの重要性

みずからが、広く国内・海外に情報発信し、連携していくことが重要であり、効果的である。なおワークショップやフォーラム等の討論会の開催においては、地域の方々に海洋ゴミの漂着実態の現状を広く浸透させ、周知徹底を図ると同時に、普及啓発を喚起するためにも、沖縄諸島、宮古諸島、八重山諸島の3地域に区分し、順送りに毎年1回は少なくとも開催するように努めるとよい。

ちなみに、相変わらず島岸線を埋め尽くすように漂着を繰り返す状況を鑑みれば、この外来海洋越境ゴミ問題については、国機関(環境省、外務省等)による近隣国との外交的会合・協議等では効果的な対応は図られてこなかったものと判断される。近隣国からの有害リスクの極めて高い危険・有害・粗大ゴミのダイレクトな越境漂着も留まることのないことから、沖縄県は、毎年の調査成果に基づいて、国機関への情報提供・発信を粘り強く繰り返し、共に連携していくことが肝要である。

## おわりに

マイクロプラスチックを含めた廃プラスチックによる海洋汚染の脅威が世界的に叫ばれている。海洋・海岸へ流出・排出される廃プラスチックの軽減抑制に向けた国際会合や規制・憲章の締約をはじめ、マイクロビーズを含む生活用品(洗剤や歯磨き粉等)やプラスチックストローの禁止、レジ袋有料化の規制・義務付、プラスチックの代替製品や生分解性・バイオプラスチック開発の技術革新など、世界は減・脱プラスチックに向けて俄かに動き始めている。



図A 最強の水際対策は海岸清掃活動だ！

大気中に拡散した地球温暖化ガスやpM2.5などの大気汚染物質と同様、ひとたび自然界に流出・排出すると、海洋漂流や海底沈積したものは言うに及ばず、海岸・沿岸水域に漂着混在したマイクロプラスチックの回収除去すら、絶望的な作業となる。難分解性故に蓄積・拡散が進展し、海洋水質や海岸・沿岸水域土壌のプラスチック化に拍車が掛かる。同時に、砂浜・干潟・湿地水域に棲息する動植物生態系への甚大なリスクとなる(図A)。

これまでの長年に亘る一連の調査から得た最大の教訓は、海洋漂着ゴミを高い頻度で回収・除去することが最も有効で効果的な軽減・抑制対策に繋がるという、当たり前のことであった。

即ち、減・脱プラスチック環境を目指す社会や、それに向けた地域的・グローバル的な取り組み・活動は、悲鳴を発している海を前に、地球に生きている者として、当然為すべ

き使命として言うまでもないことである。同時に戦略的に取り組まなければならない水際対策としては、具体的な調査成果・知見を流出・発生源の解明と軽減・防止のための実践的な強化策に反映させ、海岸・沿岸水域を管轄・管理する国・自治体の行政機関が地域住民やボランティア等との連携を一層密にすることに努め、海洋漂着ゴミの放置・停滞を許さない、迅速で且つ持続的な保全システムを過疎地や離島などを問わず、全国津々浦々に亘って如何に確立するかということに尽きると言える(図IX.2, 図IX.3参照)。

廃プラスチック海洋汚染の待ったなしの実態調査から発せられる具体的な教訓と警告を踏まえ、世界と国、社会と企業、人と生活などで多角的な連携と協調が一層図られ、実践的な行動が多面的に波及し、地球規模的に浸透していくことを一心に願ってやまない。