

撤去処分の厄介な危険・有害・粗大漂着廃棄物 によるダイレクトな汚染リスク ～20年間の沖縄調査を踏まえて～

山口 晴幸^{1*}

¹元防衛大学校建設環境工学科（〒236-0053 神奈川県横浜市金沢区能見台通45-13-103）

* E-mail: hareyuki@oregano.ocn.ne.jp

沖縄島嶼の海岸域では近隣アジア諸国からの膨大な量の海洋越境廃棄物に混じって、生態系等の環境保全にとって深刻な影響が懸念される、しかも、流出原因や漂流・漂着経路などが想定し難く、故意の海洋不法投棄によるものと言わざるを得ない危険で有害な廃棄物類の直接的な漂着も多岐に亘る。1998年から本格的に開始したこれまでの20年間の沖縄調査では、危険で有害な漂着廃棄物をはじめ撤去処分の厄介な粗大廃棄物を特定して、個別に実態把握を継続してきた。本稿では、選定した9種類の危険・有害・粗大廃棄物類の定量的評価を通し、海浜環境へのダイレクトな汚染リスクの甚大性について解説している。

Key Words : ,marine litter, hazardous substance, Okinawa islands, coastal pollution, ecosystem

1. 調査の経緯とねらい

160 余の島嶼からなる沖縄県での漂着廃棄物の大半は、中国製廃棄物を主体とした近隣アジア諸国からの海洋越境廃棄物という地域的な特徴がある。そのため、自治体や島嶼自体で有効な軽減・防止対策を推進することは難しく、長年、大量漂着を繰り返す海洋越境廃棄物の問題が深刻な社会問題となってきた。

筆者が漂着廃棄物の全国的な海岸調査を開始したのは 1997 年であった。1998 年春季からは琉球列島の調査に本格的に着手し、軽減防止対策の一助とするための実態調査などに、微力ながら毎年取り組んできた。ここで論述する 2017 年までのこの 20 年間に亘る調査では、北部の伊平屋島から最西端の与那国島に至る 18 島を調査対象としてきた(図 1)。甚大な汚染リスクを齎している中国製廃棄物を主体とした海洋越境廃棄物の漂着が激しい八重山・宮古諸島の先島島嶼を重点的に調査してきた。訪島回数は延べ 168 回、調査海岸数は延べ 837 回に達し、調査海岸距離

の累計は 433.46 km に及んだ。

流木や海藻類の分解可能な自然系漂流物を除くと、沖縄島嶼での漂着廃棄物は生活廃棄物と漁業廃棄物が大半を占めている。だが、大量の漂着廃棄物に混じって、防潮風林などの植生帯や海浜生態系などの自然環境への直接的な影響リスクの極めて高い、しかも流出原因や漂流・漂着経路などが特定し難く、故意の海洋不法投棄

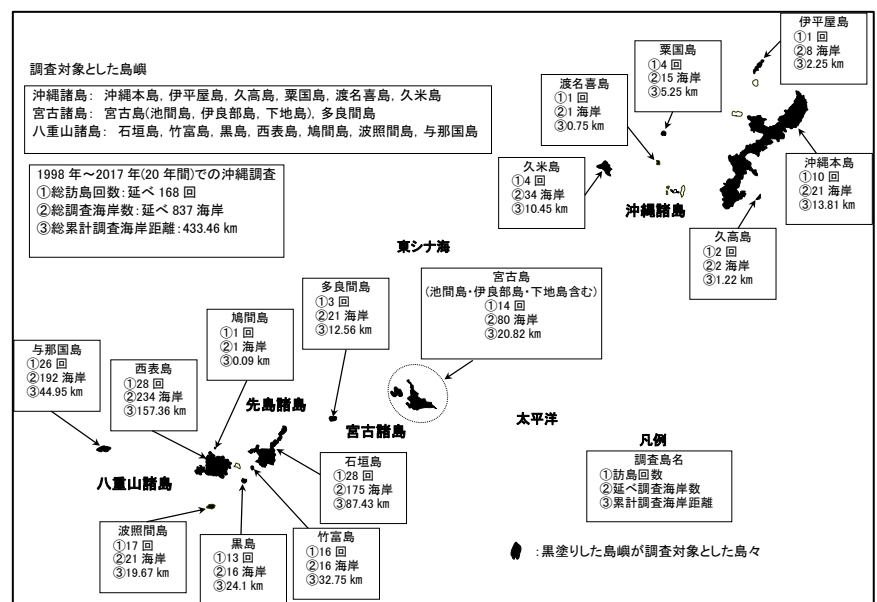


図 1 琉球列島で 20 年間(1998 年～2017 年)に亘って漂着廃棄物の調査状況

によるものと言わざるを得ない危険で有害な廃棄物や、撤去処分の厄介な粗大廃棄物の漂着も多岐に亘る。

これまでの漂着廃棄物の国籍・種類別などの分類別カウント調査の中で、危険で有害な漂着廃棄物をはじめ、撤去処分の厄介な粗大廃棄物等を 9 種類選定し、個別にその実態把握を長年試みてきた(表 1)。

本稿では、2017 年の調査が、丁度、着手以来 20 年目に当たる調査だったことから、特に、撤去処分の厄介な危険で有害な廃棄物の漂着実態にスポットを当てて、初めて調査データを総括的に取りまとめている。

医療廃棄物類と車両タイヤ類は調査を始めた 1998 年から 20 年間に亘って継続しており、これまでの調査海岸はそれぞれ 15 島で延べ 837 海岸に達する。韓国製ポリタンク類、管球類廃棄物類(電球・水銀ランプ・蛍光灯管)、ドラム缶類、ガスボンベ類、粗大電化品類(主に冷蔵庫・テレビ)については、それぞれ 10 年ほど継続しており、調査は延べ 300～400 海岸に及ぶ。

なお、韓国製ポリタンク類には有毒液体が残存しているものも確認されることから、残存液体に溶存している有害化学物質等を、また、水銀製品である破損性の高い管球類廃棄物の場合には、水銀リスクの検討に加え、電極等の金属端部から溶出する鉛(Pb)、亜鉛(Zn)、ニッケル(Ni)などの重金属類等に関する有害化学物質の検証を試みてきた^{1),4),5)}。

さらに、大量廃油ボールの広域漂着も、沿岸域に深刻な打撃を与えてきた。予断・猶予を許さない緊急な回収除去の難儀性に加え、気温の高い沖縄島嶼では、回収除去の滞りにより漂着廃油ボールが液状に溶解し、サンゴ白砂浜や干潟・湿地に甚大な影響リスクを齎すことになる。元来、廃油ボールは油の塊なので、当然、地層起源に由来する鉛(Pb)、亜鉛(Zn)、ニッケル(Ni)などの有害な化学物質をも含んでいる。漂流・浮遊する廃油を浴びた海生生物や、微小な廃油粒を誤飲した海鳥・魚類などの報告事例は数多くある。廃油ボールについては、八重山・宮古諸島の広範囲で漂着が確認された 2006 年、2007 年、2008 年に、それぞれ実態調査を試みている。廃油ボールの成分分析や有害化学物質の検証結果を通し、

表 1 撤去処分の厄介な危険・有害・粗大廃棄物の調査概要一覧

危険・有害廃棄物とタイプ	調査時期と調査期間		調査状況			備考	
	調査時期	期間(年)	調査島(訪島回数)	船延べ調査訪島回数	船延べ調査海岸距離 (箇所)		船延べ調査海岸距離 (km)
(1) 医療廃棄物類①～②	1998年春夏季～2017年春季	20	与那国島(28)、波照間島(17)、西表島(28)、鳩間島(1)、黒島(13)、竹富島(16)、石垣島(28)、多良間島(3)、宮古島(14)、久米島(4)、渡名喜島(1)、奥島島(4)、久米島(2)、沖縄本島(10)、伊平屋島(1)	15島延べ168回	837	433.46	注射器類には大小様々な大きさ・太さのものが確認され、中には針付のものもある。また医薬品・類には血液・血清のような赤褐色の液体が残存しているものも多数確認される。
①注射器類							
②医薬品類							
(2) 韓国製ポリタンク類(約20L)	2003年春季、2006年夏季、2010年春季～2017年春季	10	与那国島(9)、波照間島(8)、西表島(10)、黒島(5)、竹富島(4)、石垣島(10)、多良間島(1)、宮古島(8)、久米島(1)、奥島島(2)、久米島(1)、沖縄本島(2)、伊平屋島(1)	13島延べ59回	349	158.55	与那国島・西表島での韓国製漂着ポリタンク類から抽出した残存液体は8サンプルの有害化学物質の分析によって、強酸性・強刺激性の液体が確認され、有害な重金属等が高濃度で検出している液体も確認された。
(3) 管球類廃棄物①～②	2006年夏季～2017年春季	12	与那国島(11)、波照間島(9)、西表島(12)、黒島(8)、竹富島(7)、石垣島(12)、多良間島(1)、宮古島(8)、渡名喜島(1)、奥島島(2)、久米島(2)、沖縄本島(1)、伊平屋島(1)	13島延べ75回	400	196.195	漂着する管球類廃棄物には水銀が封入された大小の水銀ランプ類や蛍光灯管が大量に含まれており、「水俣条約」の発効(2017年8月18日)により、今後、海岸線の脱水銀化対策を強化していくことの重要性が一層求められることになる。
①電球類・水銀ランプ類							
②蛍光灯管類							
(4) ドラム缶類	2006年夏季、2007年春季、2009年春季～2017年春季	11	与那国島(10)、波照間島(8)、西表島(11)、黒島(7)、竹富島(7)、石垣島(11)、多良間島(1)、宮古島(8)、奥島島(2)、久米島(1)、沖縄本島(1)、伊平屋島(1)	12島延べ67回	373	179.12	ドラム缶類の漂着は残存オイルの海洋投棄の証とも言え、海洋の油汚染や廃油ボール漂着による白砂浜汚染の原因ともなる。ハングル文字や漢字等の表記が確認されるものが多い。
(5) ガスボンベ類	2006年夏季、2010年春季～2017年春季	9	与那国島(8)、波照間島(8)、西表島(9)、黒島(5)、竹富島(4)、石垣島(9)、多良間島(1)、宮古島(7)、奥島島(2)、久米島(1)、沖縄本島(1)、伊平屋島(1)	12島延べ54回	318	149.115	漂着確認されるガスボンベ類には大型(長形)と小型(樽形)のものに大別される。前者は国籍別が不明な不明産物となっているが、後者の大半は中国製の海洋越境産物である。いずれも空状態や漏れしているものと思われるが、ガス等の内容物質の検証は試みていない。
(6) 粗大電化品類(冷蔵庫・テレビ)	2006年夏季、2008年春季、2010年春季～2017年春季	10	与那国島(9)、波照間島(7)、西表島(10)、黒島(8)、竹富島(5)、石垣島(10)、多良間島(1)、宮古島(7)、渡名喜島(1)、奥島島(2)、久米島(2)、沖縄本島(1)、伊平屋島(1)	13島延べ62回	345	166.19	漂着確認される粗大電化品類の大半は冷蔵庫で、長さ2～3mの大型のものも多数確認される。また、ハングル文字や漢字表記が確認される海洋越境産物のものが多い。処理処分が厄介なのか、マングローブ林内や海岸緑地林に埋められるように朽ちて、何年か放置されているものも見られる。
(7) 車両タイヤ類	1998年春夏季～2017年春季	20	与那国島(28)、波照間島(17)、西表島(28)、鳩間島(1)、黒島(13)、竹富島(16)、石垣島(28)、多良間島(3)、宮古島(14)、久米島(4)、渡名喜島(1)、奥島島(4)、久米島(2)、沖縄本島(10)、伊平屋島(1)	15島延べ168回	837	433.46	普通乗用車のタイヤ類が主に漂着確認されるが、中には直径数mの重機車両のタイヤ類もある。船艀の破棄材として使用されたものと認められ、内部の金属・イールの抜かれたものが多い。回収除去されず放置されているものも多く、海岸の安全性や景観を損ねている。
(8) 廃油ボール	2006年春季、2007年春季、2008年春季(毎年の漂着調査)	3	与那国島(3)、波照間島(3)、西表島(3)、鳩間島(1)、黒島(3)、竹富島(3)、石垣島(3)、渡名喜島(1)、久米島(1)	9島延べ21回	73	43.39	いずれの調査年においても、北城瀬音が確認されている。与那国島、波照間島、西表島、鳩間島、黒島、竹富島、石垣島の1島延べ46海岸で漂着廃油ボール59サンプルを採取し、成分及び有害化学物質の分析結果、クロム、鉛と有害な化学物質が検出されていることから、回収した漂着廃油ボール汚染への対応の在り方や課題について検討している。
(9) 漂着廃棄物焼却残渣(浜焼き跡)	1998年春夏季～2017年春季	20	与那国島(28)、波照間島(17)、西表島(28)、鳩間島(1)、黒島(13)、竹富島(16)、石垣島(28)、多良間島(3)、宮古島(14)、久米島(4)、渡名喜島(1)、奥島島(4)、久米島(2)、沖縄本島(10)、伊平屋島(1)	15島延べ168回	837	433.46	これまで、9島/与那国島、波照間島、西表島、竹富島、石垣島、宮古島、久米島、奥島島、沖縄本島の延べ59海岸において、163箇所(箇所)で漂着廃棄物の「浜焼き」(焼却)を確認している。焼却残渣の溜った海岸砂サンプルを採取し、クロム、鉛と有害な化学物質が確認されることから、回収した漂着廃棄物の「浜焼き禁止」を周知徹底することの重要性を訴えている。

対策・課題などについて指摘してきた^{1),2)}。

ところで、法令上禁止されているののだが、沖縄島嶼の海岸では、未だに漂着廃棄物類を集積し、大量に焼却した「浜焼き」の痕跡が確認される(写真1)。これまで9島延べ56海岸で浜焼き跡を確認しており、その痕跡数は163箇所(1海岸で複数箇所の場合もある)に達した。特に、漂着廃棄物の80%以上を占める廃プラスチック類には、有害化学物質が添加剤として製造過程に混入されているものや、漂流中に汚染物質を吸着したものが含まれている。そのため焼却残灰の混じった海浜砂からは鉛(Pb)やクロム(Cr)などの重金属類が検出され³⁾、海岸域への汚染リスクが危惧されるため、漂着廃棄物の「浜焼き」禁止への周知徹底に強く警鐘を鳴らしてきた。



写真 1 漂着廃棄物の浜焼き痕跡(与那国島)

2. 危険で有害な漂着廃棄物の漂着概説

図 2 には、上述した沖縄島嶼でのこれまでの調査で漂着確認した、一連の危険で有害な漂着廃棄物の数量をまとめている。この結果を中心に、下記にそれらの漂着実態の経緯・特徴や対応策・課題などについて略述する。

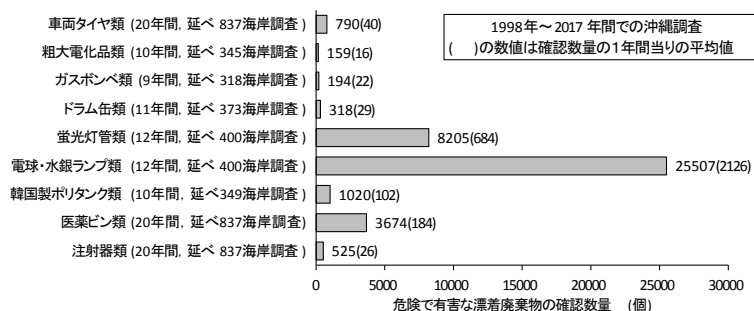


図2 撤去処分の厄介な危険・有害・粗大漂着廃棄物の状況

(1) 感染リスクが懸念される危険極まりない医療廃棄物

これまで 20 年間の調査(15 島延べ 837 海岸)で漂着確認した医療廃棄物類のうち注射器類は 525 個、医薬ビン類は 3,674 個で、両者で 4,199 個に及んだ(図 2 参照)。平均的には、調査海岸距離 1 km 当りに換算すると 9.7 個(注射器類は 1.2 個、医薬ビン類は 8.5 個)、1 海岸当り 5 個(同 0.6 個、同 4.4 個)、年間では 210 個(同 26.3 個、同 183.7 個)の割合で漂着していることになる。中には針が装着された注射器や、血液のような赤褐色の不明液体が残存した医薬ビンなどが確認された。2006 年頃以前には、毎年、200～300 個以上確認されたが、最近では 100～200 個未満と低減傾向にある(図 3)。だが、特に、注射器類はプラスチック素材であり、医薬ビンに比較して構造的に脆弱なので、漂流・漂着中に破損・破片化するものが大半を占め、原形を留めて漂着確認されたものは氷山の一角に過ぎないとみられる。

主要な食物連鎖の場となっている砂浜・干潟・湿地水域に棲息する海生生物にとって、細菌・耐性菌等による感染リスクなどが危惧されることから、針付注射器や不明液体残存の医薬ビンなどの医療廃棄物が、長年に亘って止まることなく海岸漂着を繰り返している現状には、計り知れない恐さを感じる。海岸環境への影響リスクを考えた場合には、決して容認できる漂着状況とは言えない。医療廃棄物の場合には、表面などにメモリが刻まれている程度で流出源の特定に役立つ国籍判別などはほとんど不能である。迅速に発見して回収除去する以外には有効な対策を講じることは難しい。

我が国では「感染の恐れ」といった危険性のある医療廃棄物は、法令上「特別管理産業廃棄物」に指定されている。当然、廃棄に当たっては特別な処分が義務づけられており、安全性に配慮して、管理下で焼却処分等がなされるのが通例となっている。医療施設の少ない沖縄島嶼の場合、本来、海岸域で確認されるはずのない危険な医療廃棄物の大半は、大量漂着を繰り返す近隣アジア諸国からの生活廃棄物等(容器類などの海洋越境廃棄物)に混ぜられて、不適切な廃棄・投棄・処分によって海洋流出し漂着したものと、筆者は推察している。

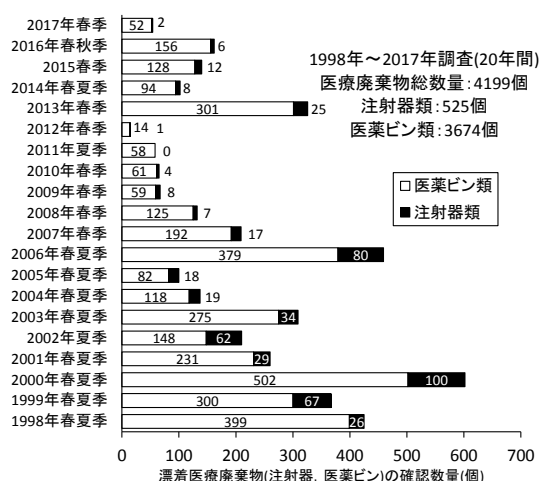


図3 危険極まりない医療廃棄物の漂着状況

(2) 有毒液体が残存する危険な韓国製廃ポリタンク

化学薬品名が表記され、強酸性の有毒液体などが残存しているものも確認されることで、廃ポリタンク類(容量約 200)は危険な漂着廃棄物として二十数年程以前から警告されてきた。九州～北海道地方の日本海沿岸域に亘って、毎年、特に冬季～春先にかけて万個単位で大量漂着を繰り返し、社会的にも大問題となってきた。中国製のものもあるが、韓国製のものが大半を占めている。

朝鮮半島沿岸域が主要な発生海域とされ、これまで対馬海流沿いの日本海沿岸域やその近海離島が注目されてきたが、2003 年春季に初めて廃ポリタンクの調査を沖縄島嶼で実施し、6 島 39 海岸で 87 個の韓国製廃ポリタンクの漂着を確認している。以降、これまで 10 年の調査で確認した韓国製廃ポリタンクは 1,020 個に及んでおり、平均的には、調査海岸距離 1 km 当り 6.4 個、1 海岸当り 2.9 個、年間当り 102 個と算定される(図 2 参照)。島嶼間では西表島(405 個)、与那国島(274 個)、石垣島(167 個)、宮古島(78 個)で、確認数量が突出していた。ちなみに最近の 2017 年春季調査では、八重山・宮古諸島の 8 島 59 海岸で確認した廃ポリタンクの数量は 217 個で、うち韓国製が 113 個で半数以上を占めており、やはり上記 4 島ではそれぞれ 10 個以上確認された。2016 年春季調査(9 島 49 海岸)では韓国製廃ポリタンクを 181 個確認しており、近年では、沖縄島嶼でも 100 個を超える漂着数量となっている。

漂着した韓国製廃ポリタンクには、堅く蓋が閉まり液体の残存しているものが 2～3 割ほど確認される(写真 2)。発泡性や臭気性(強刺激臭)の高い液体をはじめ、分析結果から強酸性や強アルカリ性の液体などが残存している場合が多い。しかも鉛(Pb)、ヒ素(As)、



写真2 有毒な残存液体の一例

クロム(Cr)、亜鉛(Zn)、マンガン(Mn)などの多種類の重金属類等の有害元素が高濃度で溶存している場合もあることを元素分析によって検証している⁴⁵⁾。



写真3 漂着管球類廃棄物の一例

日本海沿岸域の数量に比較すると少ないが、沖縄島嶼海岸域にも広い範囲に亘って100個を超える危険な韓国製廃ポリタンクの漂着が、毎年、繰り返されていることが分かる。この韓国製廃ポリタンクは小笠原諸島硫黄島や南鳥島の調査でも確認しており、日本海沿岸域に留まらず、東シナ海上の沖縄島嶼をはじめ太平洋上に広く拡散漂流しており、既に、地球規模的な海洋汚染廃棄物となっている。

まずは第一に、発生源が明確となっている関係排出国に対して、早急に有毒液体を垂れ流す危険な廃ポリタンクの実状を知らしめ、防止対策の強化を図るように警告することが急務であると、改めて痛感する。

(3) 水銀リスクが懸念される危険な管球類廃棄物

沖縄島嶼での特徴的な漂着廃棄物の一つに、大量漂着を繰り返す大小様々な管球類廃棄物(電球類(白熱)、水銀ランプ類、蛍光灯管類)が挙げられる(写真3)。生活・漁船用に使用されたものと思われるが、何故これほどの管球類廃棄物が野趣豊かな美ら島の海岸に無造作に漂着し続けているのか、調査の度にその実態にはいつも驚愕させられてきた。余りにも夥しい漂着量で処理処分が厄介なのか、清掃回収されたにも拘らず、そのまま海岸に集積放置され、再び散乱している光景に出合う機会も度々あり、極めて悩ましい実状にある。

海岸域の安全性を損なう危険な漂着廃棄物であり、水銀製品も数多く含まれている。封入水銀量はワット数が高いほど多く、蛍光灯管類に比較して数倍以上の漁船用大型水銀ランプ類(100W以上)も多数確認される。

2006年からの12年間の調査で漂着確認した管球類廃棄物の総数量は33,712個で、そのうち電球(フィラメント発光方式)・水銀ランプ類(水銀封入式)が25,507個、蛍光灯管類(水銀封入式)が8,205個であった(図2参照)。年間当りでの平均的数量に換算すると2,809.3個(電球類・水銀ランプ類は2125.6個、蛍光灯管類は683.8個)となり、海岸域にとっては驚くべき漂着数量と言える。ちなみに、水銀製品である蛍光灯管類は24.3%を占めており、総数量のほぼ1/4に相当していた。また、調査海岸1km当りに換算すると、管球類廃棄物の数量は171.8個/kmとなり、そのうち電球・水銀ランプ類が130.0個/km、蛍光灯管類が41.8個/kmとなっている。即ちこの結

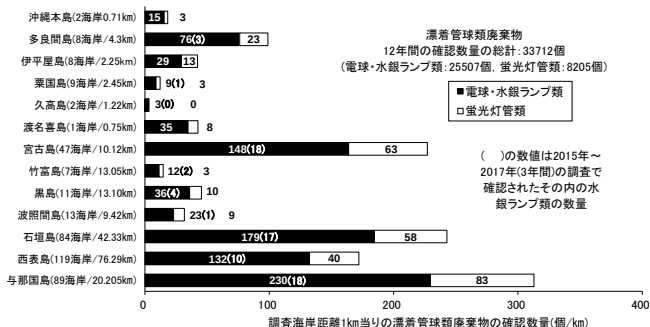


図4 調査海岸距離1km当りの管球類廃棄物の状況

果は、沖縄島嶼の調査海岸域では、毎年、少なくとも海岸長1km当りに約172個の管球類廃棄物の漂着が繰り返されており、その中に水銀製品の蛍光灯管類が42個(約24%)ほど混じっていることを意味している。

さらに、島嶼間での漂着状況を調べると、西表島では13,125個(電球・水銀ランプ類10,102個、蛍光灯管類3,023個)、石垣島では10,282個(同7,816個、同2,466個)、与那国島では6,322個(同4,639個、同1,683個)、宮古島では2,299個(同1,658個、同641個)と、極めて高い数量となっていた。その中で水銀製品である蛍光灯管類の割合は、それぞれ西表島で23.0%、石垣島で24.0%、与那国島で26.6%、宮古島で27.9%となっており、いずれも20～30%を占めていた。

なお、各島嶼で調査海岸数が異なっているため、調査海岸距離で基準化し、1km当りの海岸長で比較すると(図4)、与那国島では313個/km(電球・水銀ランプ類230個/km、蛍光灯類83個/km)、石垣島では243個/km(同185個/km、同58個/km)、宮古島では227個/km(同148個/km、同63個/km)、西表島では172個/km(同132個/km、同40個/km)、多良間島では99個/km(同76個/km、同23個/km)と、やはり他の島嶼に比較して突出して高い値となっていて、沖縄島嶼の中でも、管球類廃棄物の漂着が極めて深刻な島嶼であることが理解できる。

周知のように、「水銀に関する水俣条約」(以下、「水俣条約」と称する)が国際条約として2017年8月16日に発効されている。水銀の人為的排出による健康被害や環境汚染を地球規模的に防止・根絶することが目的で、2020年までには、水銀輸出入の原則禁止・規制や水銀製品(含有量:5mg以上)の製造・輸出入は原則禁止・規制されることになる。当然、水銀鉱の採掘も条約発効から15年で厳禁となる。

当然、今後、脱水銀海岸に向けた対策や取り組みが一層強化され不可欠となることから、条約の批准・発効が迫った2015年以降の調査(2014年以前の調査では電球類と水銀ランプを区分せずにカウント)では、水銀リスクを検討するために、使用量の高い水銀ランプ類についても個別にカウントを試みてきた。この3年間(2015年春季～2017年春季)で漂着確認した水銀ランプ類は847

個で、電球類(7,116 個)の約 12%を占めていた。蛍光灯管類(2,614 個)と合わせると 3,461 個となり、水銀製品が管球類廃棄物(10,577 個)の 32.7%を占めていた。水銀ランプ類の影響を考慮すると、2015 年以前からも海岸域での高い水銀リスクが懸念される状況にあったことが分かる。

漂着した水銀ランプ類と蛍光灯管類には様々な大きさ・ワット数・形態のものが確認された。特に、水銀ランプ類(100W 以上)は水銀量が 30～60mg もの、蛍光灯管類(40W)は 7～10mg のものが多かった。そこで、平均的に、水銀ランプと蛍光灯管の 1 個当たりの封入水銀量をそれぞれ 30mg(長さ 300mm 程度のもの)と 7mg(40W 程度のもの)と仮定して、水銀量を試算してみると、沖縄島嶼でのこの 12 年間での調査(延べ 75 回訪島、延べ 400 海岸：水銀ランプ類 847 個(3 年間)、蛍光灯管類 8,205 個)では 82,845mg となる(表 2)。

なお、先述したように 2006 年～2014 年の調査では水銀ランプ類をカウントしていないが、2015 年～2017 年での電球・水銀ランプ類(7,963 個)に占める水銀ランプ類(847 個)の比率が約 10.64%となっていたので、この比率を適用して 2006 年～2014 年の調査での水銀ランプ類の数量を算定すると 1,866 個となる。これによる水銀量は 55,980mg(=1,866 個×30mg/個)で(表 2 参照)、上記の水銀量 82,845mg に加算すると 138,825mg となる。

即ち、この水銀量『138,825mg』の値は八重山・宮古諸島を主体とした沖縄島嶼でのこの 12 年間の調査(延べ 75 回訪島、延べ 400 海岸)で漂着確認した水銀ランプ類と蛍光灯管類での封入水銀量に概ね匹敵している。水銀を封入した漂着管球類の不適切な処置や放置がなされた際には、年間当たり 10,000mg 以上の水銀が無造作に自然界へ廃棄されるリスクを被る可能性がある。

水銀に関する各種の環境基準値では、海岸域での海水、河川水、地下水などでの溶存量は水 1ℓ 当たり 0.0005mg 以下、同様に海浜砂や干潟・湿地土などでは、土壌からの溶出量は 0.0005mg/ℓ 以下に規定されていることを鑑みれば、水銀ランプ類や蛍光灯管類が不適切に廃棄された場合には、自然界に排出される水銀量としては決して少ない量とは言えない。水銀は蓄積・残留性が非常に高く、食物連鎖による汚染リスクの拡散・移動が懸念される。まさに、大量漂着を繰り返す廃棄管球類の沖縄島嶼の実態は、水銀汚染の防止・根絶を地球規模的に図ろうとする水俣条約の主旨とは、まったく逆行した実情にあると言える。

漂着した管球類廃棄物には、漢字、ハングル文字、英字などの表記文字の読み取れるものが精々数%あるが、大半は消失して不明廃棄物となっている。そのため国籍

表 2 水銀ランプ類と蛍光灯管類の数量から推定した封入水銀量

調査時期	調査範囲	①電球・水銀ランプ類	②水銀ランプ類	③蛍光灯管類
2006年～2014年 (9年間)	訪島回数52回 延べ249海岸	数量:17,544個	区分せず (推定数量:1,866個)	数量:5,591個
			(推定水銀量:55,980mg)	水銀量:39,137mg
2015年～2017年 (3年間)	訪島回数23回 延べ151海岸	数量:7,963個	数量:847個 (①に対する比率:10.64%)	数量:2,614個
			水銀量:25,410mg	水銀量:18,298mg

注1:水銀ランプと蛍光灯管の1本当たりの封入水銀量をそれぞれ30mgと7mgとして算定

注2:「区分せず」の欄では、電球・水銀ランプ類に占める水銀ランプの比率を10.64%として数量を算定し水銀量を推定

判別や流出経路などの発生源を特定・推定することは殆ど難しい。医療廃棄物類と同様に、現状では迅速な回収除去に努める以外には、環境リスクに対する有効な軽減防止対策を図る方策は見当たらない。

ちなみに、我が国では照明器具(蛍光灯管等)、計測機器(体温計等)、電池、歯科用アマルガムなど、身近な製品に年間約 8.6 トンの水銀が使用されている。そのうち蛍光灯管類や水銀ランプ類などの照明光源に使用される水銀の量は約 40%を占め、最も多い。中でも蛍光灯管類の年間生産量は 5 億 4 千万本とされているが、リサイクル率の現状は 10%程度と低い。リサイクルされない約 4 億本の廃棄蛍光灯管類は、概ね、産業廃棄物として埋め立て処分されている可能性が高いと言われているが、その処理状況についてはよく分かっていないのが実情である。

まずは、リサイクル率の積極的な向上を図ると同時に、適正な廃棄処理の推進、低・脱水銀含有製品への転換や技術開発などが急がれる。また、海岸清掃で大量に回収された管球類廃棄物の山が、そのまま海岸に野晒になっている場合も多い。水俣条約の発効を契機に脱水銀海岸を目指し、適正な撤去・処理システムに関する運用・管理の徹底が強く求められる。

(4) 危険で撤去処分の厄介な粗大廃棄物(ドラム缶・ガスボンベ・粗大電化品・車両タイヤ)

大半は故意の海洋不法投棄と思われるドラム缶類、ガスボンベ類、電化品類(主に冷蔵庫・テレビ)、車両タイヤ類の危険な粗大廃棄物類の漂着も度々目にする。経費・作業上から撤去処分が厄介なばかりだけではなく、長期間放置されると腐食劣化し、危険な残存有害物質をはじめ、内蔵電子部材等から鉛(Pb)、クロム(Cr)、カドミウム(Cd)、亜鉛(Zn)などの重金属類の汚染化学物質が周辺環境に排出されることになる。

最近の 2017 年春季調査で八重山・宮古諸島(8 島 59 海岸、調査海岸距離 33.69 km)で確認した 3 種類の粗大漂着廃棄物(ドラム缶、ガスボンベ、粗大電化品)の事例では、廃プラスチック類や漁具類などの漂着廃棄物が大量に打ち上がる海岸の多い島嶼ほど、粗大廃棄物類の漂着も多い傾向にあった。特に、与那国島、西表島、石垣島、宮古島では、いずれも各粗大廃棄物の漂着はほぼ 10～20 個範囲と多く、総数量は 156 個に及んだ。その

うちドラム缶類は 66 個、ガスボンベ類は 65 個、粗大電化品類は 25 個であった。

先の図 2 には、これまでの粗大漂着廃棄物の確認数量をまとめている。

10 年前後の調査期間であるが、ドラム缶類は 318 個、ガスボンベ類は 194 個、粗大電化品類は 159 個の漂着を確認している。年間当りの漂着数量に換算すると、それぞれ 28.9 個、21.6 個、15.9 個、また調査海岸距離 1 km 当りに換算すると 1.7 個、1.3 個、0.9 個となる。車両タイヤ類は 20 年間で 790 個確認しており、年間当り 79 個に相当し、調査海岸距離 1 km 当りでは 1.6 個となる。

粗大廃棄物類の漂着確認時の主な特徴などについて、下記に列挙する。

① ドラム缶類：重油等の油の残存しているものも一部確認されるが、大半は空状態で漂着しており、船上から海洋投棄されたものと思われる。赤褐色に錆付き国籍判別できない不明ドラム缶もあるが、韓国(ハングル文字)や中国(簡体漢字)の表記文字のものが半数以上確認される。中には「ドクロ印」付の危険表示のものもある。

② ガスボンベ類：長さ 1.5m ほどの大型(長形)と小型(樽形)の 2 種類に概ね大別される。調査時には充填ガスの有無は検証していないが、前者の大型ガスボンベは赤錆びているものが大半で国籍の判別は難しい。後者の小型ガスボンベにはいずれも英字に加え中国の表記文字(簡体漢字)が確認される。

③ 粗大電化品類：殆どは冷蔵庫とテレビで、前者が粗大電化品の 8 割以上を占めている。その内、国籍の判別が可能なものが 7 割ほどで、中国・韓国製のものが大半を占めている。

④ 車両タイヤ類：国籍判別は不能で、普通乗用車用のタイヤが多いが、中には重機車両用の直径数 m の大型のものも確認される。ちなみに、タイヤの主元素は炭素(C)、酸素(O)、水素(H)、ケイ素(Si)などであるが、弾力性の機能を保持するために加硫剤、加硫促進剤として製造過程に亜鉛(Zn)や黄(S)成分が添加されており、溶解した場合には環境には好ましくない⁶⁾。

これらの大型廃棄物に加え、他にも朽ち果て錆付いた大鉄球や長大鋼管・パイプ、用途不明な浮遊物体や破船、漁網塊などの巨大廃棄物の漂着が度々確認される。撤去・運搬・処理・処分等には特別な処置や対応が求められ、人員や経費が嵩むことから、海岸清掃時に際しても回収撤去されずに何年も滞留している場合が多い。自然景観を著しく損ね、天然防潮林等の海浜植生帯を踏み潰し荒廃させていることで、環境保全上且つ安全性の観点から、危険で厄介な障害物となっている。

3. 美ら島に願う

沖縄島嶼の海岸域にはサンゴの白砂浜やマングローブが群落する干潟・湿地水域など、原自然を彷彿させる野趣豊かな自然景観や独特の海浜環境が形成されている。世界的にも貴重な亜熱帯海洋性の動植物生態系が育まれており、ヤンバルクイナやイリオモテヤマネコなどの希少な天然記念物が棲息する沖縄島北部(やんばる)と八重山諸島の西表島は、鹿児島県の奄美大島や徳之島と共に、世界自然遺産登録候補地となっている島嶼である。

2017 年 2 月 1 日にはユネスコ世界遺産センターに推薦書が提出され、同年 10 月には登録の可否を勧告する国際自然保護連合(IUCN)の調査官による現地視察が行われた。世界自然遺産登録に向けて長年の期待が高まっていたが、残念なことに、政府は 2018 年 5 月 29 日、推薦書の提出を取り下げる方針を固め、2020 年夏の登録を目指して、再提出することを表明している。

自然の宝庫と称され、原自然豊かな島嶼の多い、殊に、八重山・宮古諸島の先島島嶼では、撤去処分の厄介な危険・有害・粗大漂着廃棄物を含め、中国製廃棄物を主体とした近隣アジア諸国からの海洋越境廃棄物が島岸線を埋め尽くす、驚くべき大量漂着の実態が長年繰り返されてきている。砂浜・干潟・湿地水域の水質・土壌をはじめ、海浜域に棲息・繁茂する動植物生態系に対する甚大なリスクとなっている。世界自然遺産への再登録を目指す沖縄にとっては、深刻化する漂着廃棄物問題は回避できない喫緊の課題である。特に、海洋越境廃棄物に対する積極的な国家的関与と軽減・防止対策に関する一層の強化が問われる。

参考文献

- 1) 山口晴幸(2009)：沖縄の漂着ゴミ汚染と有害化学物質～廃油ボールと球管類ゴミ～、土木学会第 17 回地球環境シンポジウム講演集(B 論文集)、pp.59～70。
- 2) 山口晴幸(2009)：海浜地盤汚染(2)～漂着廃油ボールと有害化学物質～、第 44 回地盤工学研究発表会研究発表講演集(CD-ROM)、pp.1801～1802。
- 3) 岡田伸吾・山口晴幸(2011)：漂着ゴミと有害化学物質～持続的な処理処分の加速化～、土木学会第 19 回地球環境シンポジウム講演集(B 論文集)、pp.85～94。
- 4) 山口晴幸・岡田伸吾(2011)：漂着ゴミと有害化学物質～沖縄八重山諸島での廃ポリタンク調査～、第 38 回土木学会関東支部研究発表会講演集、第 VII 部門、VII-46。
- 5) 山口晴幸(2016)：地球規模的に漂流・拡散する廃ポリタンクの危険性～有害化学物質の分析評価～、第 43 回土木学会関東支部研究発表会講演集、第 VII 部門、VII-5。
- 6) 伊藤洋輔・灰田琢磨・山口晴幸(2012)：東京都心の主要道における路面堆積土砂の元素成分に関する評価、第 39 回土木学会関東支部技術研究発表会講演集、第 VII 部門、VII-13。