

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～

元防衛大学校 正会員 山口 晴幸

1. 危険な廃ポリタンクの漂着経緯の概説

漂着廃ポリタンク(主に容量 20 リットル)は、十数年前から指摘されてきた。危険な化学薬品名(硝酸, 過酸化水素, 硫酸, 塩酸等)が表記され, 韓国製のものが大半を占める。特に, 長崎県対馬や新潟県佐渡島などの九州～北海道に至る近海上離島や広範な日本海沿岸域に亘って, 毎年, 特に, 冬季～春季に掛けて万個単位で襲来し, 社会的にも甚大な懸念事項となってきた。

廃ポリタンクの漂着数が初めて正式に公表されたのは 2000 年のことで, 海上保安庁海上環境課の調べでは, 九州～東北地方の日本海沿岸の全域に掛けて約 38,000 個確認されている。その後も大量漂着には全く歯止めはみられず, 同庁の調べでは 2001 年には約 11,000 個, 2002 年には約 13,000 個, 2003 年には約 30,000 個と, 万個単位の漂着を繰り返してきたことが公表されている。

2003 年には海上保安庁が韓国海洋警察庁に原因究明の照会を行った経緯はあるが, 韓国側からの回答は

「排出先を特定できる情報の入手は困難であるのが実情である」とのことであった。廃ポリタンクは化学薬品の使用済みポリタンクを再利用して, ノリ養殖で使用する網等の消毒・殺菌用等に使用されたものと言われている。そのため使用済みの不要な廃ポリタンクが大量にしかも

故意に海上投棄され, それが我が国への大量漂着の主因となってきた。しかし, 韓国での流出原因の積極的な究明や抑制対策への真剣な取り組みは窺えられず, 我が国への大量漂着の実態には一向に改善される兆しはみられなかった。

その後の九州～北海道日本海沿岸域における環境省の全国調査では, 2008 年には約 43,000 個, 2009 年には約 13,000 個と, やはり毎年, 万個単位の危険な廃ポリタンクの大量漂着が続いてきた。早急な改善対策を求める日本海沿岸自治体からの我が国政府に対する強い働き掛から, 2009 年 2 月に開催された日韓外相会談の中で, ようやく日本海沿岸域に漂着する廃ポリタンクの問題が取り上げられ, 今後, 専門的分析を踏まえ, 原因究明と実効的な対策を協議し, 両国間で解決に向けて協力していくことが確約され, 今日に至っている。

2. 漂着廃ポリタンク調査への取り組み

筆者が全国的に海岸漂着ゴミ調査に着手したのは 1997 年で, その後毎年, 近隣アジア諸国からの海洋越境ゴミの漂着の激しい東シナ海上の沖縄県琉球列島を始め, 日本海側の長崎県対馬や新潟県佐渡島等の近海上離島や日本海沿岸域を中心に調査を継続しており, 本年度で 19 年目となる。

廃ポリタンクの大量漂着に初めて遭遇したのは, 今から 16 年程前の 2000 年 5 月の長崎県対馬・壱岐での漂着ゴミ調査(写真 1)で, 対馬 10 海岸で 569 個, 壱岐 8 海岸で 126 個, 総計 695 個を確認している(表 1)。危険な廃ポリタンクの大量漂着が社会的にクローズアップされ始めた頃であった。

だが, 対馬での近年の 2013 年と 2014 年春季調査でも(表 1), それぞれ 10 海岸で 679 個, 8 海岸で 481 個を確認



写真 1 長崎県対馬の海岸で集積された廃ポリタンクの山に遭遇(2000 年春季調査)

表 1 長崎県対馬・壱岐でのポリタンク確認数

調査年季	調査島	海岸数	調査総距離(km)	ポリタンク数(個)	韓国製
2014 年春季	対馬	8 海岸	2.07	481	465
2013 年春季	対馬	10 海岸	1.97	679	
2012 年春季	—	—	—	—	—
2011 年春季	対馬	10 海岸		202	168
2010 年春季	対馬	6 海岸		273	
2000 年春季	対馬・壱岐	18 海岸		695	

している。同様に同年季の新潟県沿岸・佐渡島でも9海岸でそれぞれ267個(2013年春季)と217個(2014年春季)の廃ポリタンクを確認した状況(表2)からみても、依然として未だに大量漂着は続いており、実践的な改善策の図られた形跡は全く窺われないことが分かる。

筆者の調査ではこれらの廃ポリタンクの7~8割は韓国製のものと同判別された。主要な発生源は朝鮮半島近海上にある。特にこれまでは、北上する対馬海流と冬~春場の偏西風によって大量漂着を繰り返えず日本海沿岸域が注目されてきた。しかし同類の廃ポリタンクの漂着は冬~春場に卓越する北西・北風の影響によって、東シナ海上の琉球列島の島嶼にも広域的に漂着している実態をこれまでの沖縄漂着ゴミ調査で何度も確認してきた。

ちなみに、2003年3月の沖縄調査では6島26海岸で総計77個の同種廃ポリタンクを確認している。表3にまとめているように、やはり近年の沖縄八重山諸島(石垣島、西表島、与那国島、波照間島等)の調査でも、2014年には4島28海岸で147個、2013年には5島32海岸で83個を確認している(写真2)。対馬や日本海沿岸域に留まらず、漂着数は少ないが、我が国の最西端の島に至るまで確実に、危険な廃ポリタンクは相変わらず漂着している実態を把握している。

さらに、筆者は地球規

模的な視点で漂着ゴミ問題を捉えており、これまでほぼ毎年、東京からそれぞれ約1,300kmと約1,800kmの太平洋上に浮かぶ小笠原諸島硫黄島と南鳥島での調査を試みてきた。やはり数量は少ないが、同種の廃ポリタンクを両島総計で2013年には49個、2012年には61個それぞれ確認しており(表4、写真3)、日本海沿岸域や琉球列島のみならず、黒潮海流で運ばれ太平洋上に広く拡散漂流している実態が窺われる。

3. 漂着廃ポリタンクに残存する液体の化学的評価

廃ポリタンクの大半にはハングル文字と硝酸(HNO_3)・塩酸(HCl)・過酸化水素(H_2O_2)・磷酸(H_3PO_4)等の分子記号が標記され、空の状態では漂着しているものが多い。しかし中には蓋が閉ったままの廃ポリタンクも漂着しており、強い刺激臭を放つ発泡性の液体が残存している場合もある(写真4)。残存液体は過酸化水素(H_2O_2)、塩酸(HCl)、有機酸などと言われているが、液体の正体や溶存している有害化学物質や化学成分については詳細な分析情報はなく、よく分かって

表2 新潟県沿岸・佐渡島でのポリタンク確認数

調査年季	海岸数	調査総距離(km)	ポリタンク数(個)	韓国製
2014年春季	9海岸	3.22	217	160
2013年春季	9海岸	5.51	267	
2012年春季	—	—	—	—
2011年春季	8海岸		85	32
2010年春季	9海岸		44	

表3 八重山諸島での最近のポリタンクの確認数

調査年季	調査島・海岸数	調査総距離(km)	ポリタンク数(個)
2014年春季	4島28海岸	17.06	147
2013年春季	5島32海岸	13.1	83
2012年春季	5島15海岸	2.77	27
2011年夏季	4島20海岸	8.83	41
2010年春季	7島37海岸	19.05	124

表4 小笠原諸島硫黄島・南鳥島でのポリタンクの確認数

調査年季	調査総距離(km)	硫黄島	南鳥島	総ポリタンク数(個)
2013年	11.5(5.5/6)	43	6	49
2012年	10.5(8.7/1.8)	56	5	61
2011年	14.2(11.2/3)	47	11	58
2010年	13.4(8.4/5)	80	9	89



写真3 太平洋上の孤島硫黄島・南鳥島に漂着した同種の廃ポリタンク



写真2 沖縄県与那国島に漂着した同種の廃ポリタンク



写真4 強刺激臭の発泡性液体

いない。

本研究では、長崎県対馬に加え、沖縄県八重山諸島の与那国島と西表島の海岸に打ち上がっていた廃ポリタンクから抽出した内容物の残存液体について、以前公表¹⁾した基本的な化学物性(pHと電気伝導率EC)を再度加味し、溶存する重金属類等の有害化学物質に着目した分析結果をまとめている。

4. 残存液体の有毒性の検証

4.1 pH計で測定不能な酸性度の極めて高い残存液体

表5には長崎県対馬での15個と沖縄県与那国島・西表島での8個の廃ポリタンクから抽出した残存液体の水素イオン指数(pH)や電気伝導率(EC)などの化学物性の特徴を列挙している。分析対象とした23個の廃ポリタンクにはいずれもハングル文字表記があり、韓国製のものと思われる。

残存液体の酸性度を表すpHを

番号	島名	採取日	化学物性的特徴					備考
			pH	EC(μ S/cm)	酸性度	刺激臭	色調	
対馬-1	対馬	2010.3.11	3.56	260	酸性	無臭	透明	
対馬-2		2010.3.11	7.01	34000	ほぼ中性	無臭	透明	
対馬-3		2010.3.11	0以下	19300	超酸性	強刺激臭	透明	発泡性
対馬-4		2010.3.11	1.17	53000	強酸性	強刺激臭	透明	発泡性
対馬-5		2010.3.11	7.09	37000	ほぼ中性	無臭	透明	
対馬-6		2010.3.11	3.76	33000	酸性	無臭	透明	
対馬-7		2010.3.11	7.20	37000	弱アルカリ	無臭	透明	
対馬-8		2010.3.8	0.13	156000	強酸性	強刺激臭	透明	発泡性
対馬-9		2010.3.8	5.21	35000	弱酸性	無臭	透明	
対馬-10		2010.3.8	6.00	36000	弱酸性	無臭	透明	
対馬-11		2010.3.8	6.90	35000	弱酸性	微刺激臭	微薄茶褐色	
対馬-12		2010.3.8	1.95	57000	強酸性	強刺激臭	透明	発泡性
対馬-13		2010.3.8	2.50	37000	強酸性	無臭	透明	
対馬-14		2010.3.8	7.18	33000	弱アルカリ	無臭	透明	
対馬-15		2010.3.8	5.70	6800	弱酸性	無臭	透明	
与那-1	与那国島	2010.3.29	7.87	29000	弱アルカリ	微刺激臭	微薄茶褐色	
与那-2		2010.3.29	0以下	352000	超酸性	強刺激臭	微薄茶褐色	発泡性
与那-3		2010.3.29	0以下	775000	超酸性	強刺激臭	薄茶褐色	発泡性
与那-4		2010.3.29	1.65	37000	強酸性	微刺激臭	透明	発泡性
与那-5		2010.3.27	0以下	1700000	超酸性	強刺激臭	薄青緑色	発泡性
与那-6		2010.3.27	6.77	25000	弱酸性	微刺激臭	透明	
与那-7		2010.3.27	0以下	410000	超酸性	強刺激臭	茶褐色	発泡性
西表-1	西表島	2010.4.4	0.30	121000	強酸性	強刺激臭	透明	発泡性

注:pH値が0以下(負値)の場合は、極めて強い酸性液のため通常のpH計では計測不能

みると、0以下となり測定不能な超酸性や0~3以下の強酸性の液体がほぼ半数の11サンプルで検出(検出率47.8%)された。これらの酸性度の極めて高い残存液体のほとんどは、鼻孔を突き刺すような強刺激臭を発生し、しかも発泡性で、微かに青緑色や茶褐色等の色調を有している。当然、素手等で触れることは厳禁である。

電気伝導率(EC)は液体に溶存している化学成分量の目安となる指標である。即ち、高い濃度で、あるいは多種類の化学物質が溶存している場合には、高いECが測定される(一般に水道水では100~300 μ S/cm)。表5において残存液体のECをみると、特に、上述の超酸性や強酸性の残存液体では極めて高いECが測定され、高濃度でしかも多種類の化学物質が溶存していることが窺われる。海水が混入している場合にもECはかなり高い値となるが、これらの残存液体はpHが海水付近の値(海水はアルカリ性で7~8付近)とは大きく異なっていることから、海水以外の化学物質が高濃度で溶存していることが窺われる。

4.2 高濃度の重金属類等の有害化学物質が溶存した残存液体

廃ポリタンクに残存している液体中には、以前よりZnやPbなどの有害な化学物質が溶存していると言われていたが、その種類や濃度については明らかにされていない。そこでさらに、危険な廃ポリタンクの漂着問題に対する対策促進と警告喚起の強化に繋げる意味で、残存液体中に溶存している重金属類等の濃度を分析し、改めて廃ポリタンクの有害・危険性の科学的な実証を試みた。

表5での長崎県対馬と沖縄県与那国島での廃ポリタンクから抽出した残存液体のうちで、特に、強刺激臭を発生し、しかも超・強酸性で電気伝導率の極めて高い5サンプルを選定し、人を含め生態系に好ましくない重金属類等(10元素:Pb, Cr, Cd, As, Sb, Zn, Cu, Ni, Mn, Al)の溶存濃度を原子吸光分光法で定量分析した。5サンプルの残存液体の分析結果を図1に示す。各有害元素の溶存濃度は1L(リットル)当りに溶解している量 μ g(マイクログラム),

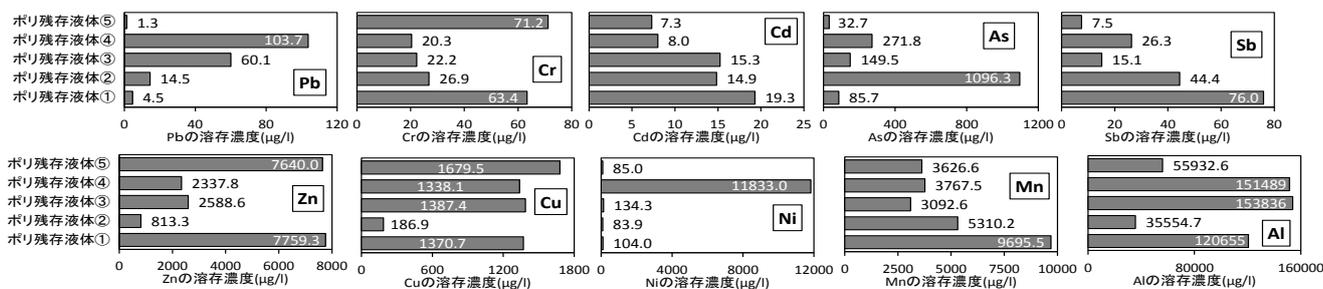


図1 残存液体には重金属類等の有害元素成分が高い濃度で溶存している場合が多い

即ち $\mu\text{g/l}$ ($1000\mu\text{g/l}$ は 1mg/l) で表示している。

各有害元素の濃度にはサンプル間でかなり差異は認められるが、いずれの残存液体からも、総じて極めて高い溶存濃度が検出された。特に、Al は $35000\sim 154000\mu\text{g/l}$ 範囲で、5 サンプルの平均値は $100000\mu\text{g/l}$ (100mg/l) を超える濃度となっている。Mn, Zn, Cu の濃度も非常に高く、大半のサンプルで $1000\sim 10000\mu\text{g/l}$ 範囲の濃度となっている。Ni は $100\mu\text{g/l}$ 付近の濃度であるが、1 サンプルの濃度が $10000\mu\text{g/l}$ を超えていた。他の分析元素では As は $32.7\sim 1096.3\mu\text{g/l}$ 範囲、Pb は $1.3\sim 103.7\mu\text{g/l}$ 範囲で、Cr, Cd, Sb はいずれも $100\mu\text{g/l}$ 未満の濃度である。環境省による「人の健康の保護に関する環境基準」では Pb は $10\mu\text{g/l}$ (0.01mg/l) 以下、Cd は $3\mu\text{g/l}$ (0.003mg/l) 以下、As は $10\mu\text{g/l}$ (0.01mg/l) 以下とそれぞれ規定されている。この基準値と比較すると、最大で Pb は 10.4 倍、Cd は 6.4 倍、As は 109.6 倍の濃度が検出され、大半の残存液体ではいずれの有害元素においても基準値を大幅に超える濃度であることが分かる。なお Cr の場合には、基準値として六価クロムの濃度が $50\mu\text{g/l}$ (0.05mg/l) 以下として規定されている。残存液体での分析値は全クロムの濃度であるが、 $20.3\sim 71.2\mu\text{g/l}$ 範囲となっている。

このように廃ポリタンクにおいて、多種類の重金属類等の有害元素が高濃度で溶解している残存液体が検出される要因としては、当初より残存液体に溶存していたことに加え、廃ポリタンクの素材であるプラスチック自体から溶解した可能性も高い²⁾。プラスチックは炭素(C)と水素(H)の炭化水素を基本成分としているが、通常、用途・機能に応じ、着色剤、難燃剤、酸化防止剤、光安定剤、可塑剤などの成形助剤や添加剤等が混入されており、それらに有害元素が含まれている場合が多い。しかもこれらの有害元素は、通常、酸性度の高い(pH の小さい)液体下では、溶解度が非常に高くなる性質がある。そのため超・強酸性の残存液体には、総じてポリタンク自体から溶解した有害元素が溶存している可能性が高い。

以上の分析結果から、廃ポリタンクに残存している液体には、極めて危険な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のあることが科学的に検証された。

5. まとめ

廃ポリタンクの漂着は日本海沿岸域のみならず、沖縄県の東シナ海を始め、太平洋上の小笠原諸島硫黄島や南鳥島でも確認されることから、恐ろしい有害化学物質が地球規模的に拡散する危険性を孕んでいる。本研究成果は下記のように要約できる。

- ① 廃ポリタンクには強酸性・強刺激臭の発泡性液体が残存している場合が多い。
- ② 残存液体には多種類のしかも高濃度の重金属類等が溶存している場合が多い。
- ③ 廃ポリタンクには素手で触れず、回収除去の際には細心の注意を払う。
- ④ 廃ポリタンクは日本海・東シナ海のみならず、広く太平洋上に拡散漂流しており、地球規模的な海洋・海岸汚染源を齎すリスクが高い。

昨年開催(2015年4月)された日中韓3か国の環境相会合では、漂着する海洋ごみ対策も行動計画に含まれることが採択された。海洋越境ゴミ問題を含め排出国との発生源対策や軽減・防止対策に向けた具体的な協議・行動が急務であることを改めて痛感する。本年開催される伊勢志摩サミットでも議題として取り上げられることを願う。

参考文献

- 1) 山口晴幸(2010): 漂着ゴミと有害化学物質～沖縄県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技術研究発表会, 土木学会関東支部, VII-31.
- 2) 山口晴幸(2015): 廃プラスチック漂着ゴミによる海浜砂への汚染リスク, 第50回地盤工学研究発表会, No.1192.

