【 論 文 】

ディスポーザブルライターを指標とした 海岸漂着ごみのモニタリング

藤 枝 繁*・小 島 あずさ**・兼 広 春 之***

【要 旨】 全国のべ 120 海岸から収集された 6,609 本のディスポーザブルライターを指標として, 国内海岸に漂着する海洋ごみの流出地を推定した。流出地・流出国の判別は, ライターのタンク表面の印刷文字, タンク底面の刻印記号, タンク形状によった。中国ライターの割合は, 沖縄県と那国島から鹿児島県屋久島までの東シナ海沿岸で最も高く 5 割を越え, 日本海沿岸では山形県まで 1~2 割を占めた。韓国ライターの割合は, 沖縄県から九州西岸までの東シナ海沿岸では約 1 割で太平洋沿岸ではほとんど収集されなかったが, 日本海の島根県から福井県では 5 割を越えた。日本ライターは, 全国で収集され, 特に四国以北の本州太平洋沿岸, 北海道, 東京湾, 瀬戸内海で 9 割以上を占めた。漂着ライターの流出地は, 漂着地周辺の内陸部や沿岸部, 中国浙江省・広東省の沿岸部, 台湾・韓国の全域であり, ライターを指標とすることにより, 海洋ごみの漂着地と流出地の関係が明らかにされた。

キーワード: 漂着物, 流出起源, ライター, 海洋ごみ, モニタリング

1. 緒 言

プラスチック生産量がここ 30 年で急激に増加する中, 近年その廃棄物が海洋に流出し, 海岸に漂着散乱するようになってきた。特に沖縄県八重山諸島から奄美諸島の東シナ海沿岸や日本海沿岸には, 中国, 韓国, ロシアなどの日本周辺の大陸諸国から流出した様々なごみが大量に漂着している¹⁾。これら大陸から流れ着く海洋ごみは, 越境ごみと呼ばれ, 国境を越えた環境汚染問題として注目されるようになってきたが, その流出地や影響範囲といった情報については, いまだ明らかにされていない。一方では, 北太平洋を生息域とするコアホウドリが誤食したディスポーザブルライターの半数以上が日本起源であったことから²⁾, 太平洋という視点で考えれば, 日本も主要な海洋ごみ流出国となっている。よってプラス

チックを中心とした海洋ごみ問題は, 日本を含め大陸諸国におけるプラスチック大量消費時代の到来により, 地球規模の環境汚染問題の一つになったといっても過言ではない。複雑な原因体系を持ち, 継続的に発生し続ける海洋ごみ問題の対策には, 継続的な回収活動³⁾だけでなく, 同時に発生抑制策についても広域で考えていかねばならない。そのためにはまず, 東アジアを起源とする海洋ごみの現状と起源を把握し, さらには継続的なモニタリング手法を構築して海洋ごみに対する監視体制を整えることが必要である。

これまで指標漂着物を用いた研究は, 海岸漂着ごみの全量的変化を追う上で, 特定品目の量的経年変化を調査した研究や⁴⁾, 海岸漂着ごみの発生源を求めるために流出地情報を持つディスポーザブルライター^{2,5-7)}, プラスチックボトル^{5,7)}, 注射器^{6,7)}および名刺⁷⁾といった特定品目の収集研究が行われてきた。今回指標に使用したディスポーザブルライターによる海洋ごみの流出地を推定する研究は, 1993 年京都府の丹後半島で始まった⁵⁾。ここでは現在でも定期的な収集調査が行われており, 定点における越境ごみの経年変化を追跡している⁶⁾。一方, 藤枝は, 同じ手法を用いて 1998 年に鹿児島県薩摩半島西岸に大量漂着したごみの流出起源を調査し, 中国華南,

原稿受付 2005. 3. 14 原稿受理 2005. 11. 4

* 鹿児島大学水産学部

** JEAN・クリーンアップ全国事務局

*** 東京海洋大学海洋科学部海洋環境学科

連絡先: 〒 890-0056 鹿児島市下荒田 4-50-20

鹿児島大学水産学部環境情報科学講座 藤枝 繁

E-mail: fujieda@fish.kagoshima-u.ac.jp

華東地方、台湾および日本が、今回の大量漂着ごみの主な流出地であることを明らかにした⁷⁾。さらに藤枝は、1999年以降、調査範囲を広げ、奄美大島から対馬までの九州西岸海岸における漂着ライターの流出国の構成特性と流出地について調査し、特に越境ごみについては、奄美大島では中国（台湾を含む）の影響を受けるが、対馬では中国に加え韓国の影響を強く受けることを明らかにした²⁾。

そこで本研究では、全国の海岸に漂着する海洋ごみの流出国・流出地およびその影響範囲を明らかにすることを目的に、ディスポーザブルライターを指標漂着物とした全国規模のモニタリング手法について検討した。本報では、2003年8月から2004年5月までの第一期調査の結果、特に流出地と漂着地に関する結果について報告する。

2. 調査方法

2.1 ディスポーザブルライターの指標としての特性

今回指標として用いたディスポーザブルライター（以下ライターと称する）は、タバコの火付け道具として愛煙家を中心に広く普及した商品であり、強固な中空構造

から海岸にも比較的多く漂着している。また小型で派手なタンク色を持つことから、海岸で発見されやすく、収集作業や運搬が容易であるという特徴を持つ。さらにタンク底面に刻印された記号から消費製造国（流出国）を判別することができるだけでなく、図1に示すようにタンク表面に印刷されている広告等の文字情報から消費地まで判別できる特徴を持つ²⁾。本研究では、漂着ライターが運搬されずに消費地で廃棄されたものと仮定し、

図1 指標漂着物として使用したディスポーザブルライター

表1 調査結果概要 (2003. 8～2004. 5)

海域区分	海岸地区名	のべ 海岸数	海岸数	調査時間 (分)	調査員数 (人)	調査距離 (m)	採取本数					総計
							日本 ライター	韓国 ライター	中国・台湾 ライター	その他	不明	
東シナ海	与那国島	11	2	1,410	19	10,250	178	45	290	16	224	753
	石垣島	8	8	605	18	9,300	104	32	206	9	127	478
	沖縄島	5	5	135	20	2,325	32	13	47	2	31	125
	屋久島	1	1	90	1	2,300	4	1	5	1	4	15
	鹿児島西岸	12	3	755	84	17,300	234	27	69	7	67	404
日本海	長崎	4	4	140	10	470	40	5	12	3	15	75
	福岡	6	5	760	10	11,850	339	118	101	11	139	708
	島根	5	4	480	5	4,000	38	75	24	1	26	164
	京都	6	4	380	7	6,420	94	134	62	3	50	343
	福井	2	2	110	2	2,800	44	90	17	0	22	173
	新潟	3	3	180	4	400	165	31	22	9	29	256
	山形	2	2	160	4	1,300	364	150	92	11	141	758
	石狩 (北海道)	1	1	60	1	300	54	0	1	4	8	67
太平洋	鹿児島東岸	5	2	170	7	1,100	65	1	38	0	36	140
	高知	8	8	780	8	6,950	314	5	37	9	59	424
	和歌山	1	1	50	1	300	45	0	3	1	2	51
	東海 (愛知・静岡)	6	5	435	12	8,700	184	2	20	7	30	243
	茨城	1	1	110	1	2,500	182	7	23	6	14	232
	宮城	2	2	57	11	800	43	0	2	1	1	47
	十勝 (北海道)	8	8	1,890	21	80,650	234	2	9	8	25	278
	小笠原諸島	4	3	480	23	1,000	72	10	47	2	35	166
内湾域・ オホーツク海	有明海	1	1	120	233	500	69	0	0	0	7	76
	瀬戸内海	6	6	180	10	1,800	219	0	7	4	25	255
	伊勢湾	1	1	60	10	300	34	0	4	1	5	44
	東京湾	9	8	650	12	9,350	260	0	12	10	27	309
	網走 (北海道)	2	2	60	4	1,600	19	0	0	0	6	25
計		120	92	10,307	538	184,565	3,430	748	1,150	126	1,155	6,609

文字情報から得られた消費地名を流出地と定義した。

2.2 漂着ライターの収集方法および調査期間

漂着ライターの収集は、全国の海岸を網羅するため、JEAN・クリーンアップ全国事務局が主催する「国際海岸クリーンアップキャンペーン」³⁾に参加している全国のキャプテンと呼ばれる会場企画責任者および漂着物学会に所属する全国の海岸漂着物収集家に、各会報、インターネットホームページ、メーリングリストを通じて依頼した。海岸で拾ったライターは、収集日時、海岸名、調査距離、調査時間および海岸の状況を記入したデータシートとともに郵送してもらい、藤枝が分類を行った。今回分類したライターは、2003年8月から2004年5月までに収集されたものであり、都道府県を基準とした26地区で集計した。各地区別の収集本数、海岸数等の調査結果概要を表1に示す。

2.3 漂着ライターの分類方法

流出地の分類は、図1に示すタンク表面に印刷された店舗等の住所または電話番号を利用し、店舗名と電話番号（市外局番なし）のみの場合は、インターネットの電話帳を利用して住所を検索した。また流出国の分類は、図2に示すようにタンク表面に印刷された文字情報、タンク底面・金属風防に刻印された記号、シール位置およびタンク形状から判別し、中国、台湾、韓国、日本の4つの国と地域に分類した。以下、これらを中国ライター、台湾ライター、韓国ライター、日本ライターと呼ぶ。

図2 ライターの分類方法の一例

3. 結果

今回の調査では、のべ120海岸、重複を除けば92海岸から、6,609本のライターが収集された。調査協力者数は26名であり、最多収集者は、沖縄県と那国島在住の女性で694本、続いて福岡県在住の男性で683本であった。また収集海岸は23都道府県におよび、最も収集量が多かった都道府県は、沖縄県で1,356本、続いて山形県758本、福岡県708本、鹿児島県559本、高知県424本となった。流出国（日本、韓国、中国）の判明率は総収集本数の79.8%であり、また流出地の判明率は総収集本数の10.0%であった。

3.1 漂着地域別流出国

各地における日本、韓国、中国（台湾を含む）ライターの割合を図3に示す。なお流出国の分類の段階では、中国と台湾を判別できないものもあり、ここでは中国に台湾を含めて示す。まず東シナ海から日本海に沿った海岸について見ると、中国ライターの割合は、沖縄県と那国島から鹿児島県屋久島までの東シナ海沿岸で最も高く5割を越え、九州西岸で2割台に減少した。九州北部以北の日本海沿岸では、1～2割を占め、山形県海岸でも1割を越えた。一方韓国ライターの割合は、沖縄県から九州西岸まで約1割であったが、福岡県では2割を越え、島根県から福井県までの日本海中央部沿岸では、日本ライターの割合と逆転し5割を越えた。中国および韓国ライターとも山形県海岸まで達していたが、北海道石狩地方ではほとんど見られなかった。日本ライターの割合は、沖縄から九州西岸にかけて北上するに従い増加したが、日本海中央部沿岸では韓国ライターの割合の増加により3割まで減少した。新潟県以北では、中国および韓国ライターの割合の減少により再び増加し、北海道石狩地方ではそのほとんどを占めた。

次に東シナ海から太平洋に沿って見てみると、中国ライターの割合は、九州から四国間で急激に減少し、高知県以北では1割を切った。また韓国ライターも九州南岸以東ではほとんど含まれなかったことから、四国以北の本州太平洋沿岸では、日本ライターの割合が9割以上を占めた。なお小笠原諸島では、日本、韓国、台湾、中国ライターが収集されたが、日本ライターが半数以上を占め、八重山・沖縄地方とはまた異なる構成割合となった。その他、有明海、瀬戸内海、伊勢湾、東京湾などの内湾および北海道網走地方（オホーツク海）では日本ライターが主であった。

図3 指標漂着物収集地点と漂着地域別流出国（日本，韓国，中国（台湾含む））割合

3.2 漂着ライターの流出地

漂着ライターからは流出国だけではなく，流出地まで判別することができる。代表的な7漂着地域（日本海側（山形県，新潟県，福岡県），太平洋側（北海道十勝地方，茨城県），内湾域（東京湾，瀬戸内海））における漂着ライターの流出地の分布を図4に示す。漂着ライターの流出地は，漂着地を中心とした国内内陸部および沿岸部の広い範囲にわたっていた。山形，新潟，茨城の各県では，それぞれ最上川，信濃川，那珂川といった一級河川の流域都市を起源とするものが多数見られた。

次に図4とは逆に，漂着ライターの流出地（韓国，中国，台湾）に対する漂着地の分布を図5に示す。中国から流出したライターの多くは，広東省，浙江省を起源とするものであり，渤海や黄海周辺起源のものはほとんど見られなかった。漂着本数は八重山，沖縄島海岸で少なく，日本海海岸に多かった。一方，台湾から流出したライターは，その半数以上が八重山，沖縄海岸に漂着した。小笠原諸島では中国ライターよりも台湾ライターの流出

地の判明数が多かった。また中国・台湾ライターは，太平洋海岸に比べ日本海海岸に多く，山形県海岸にまで達していたが，太平洋側では房総半島以北にはほとんど到達していなかった。韓国西部を起源とするライターは，半数が八重山海岸に，またその半数が日本海海岸に漂着した。一方韓国南西部および南東部を起源とするライターは，主に日本海海岸に漂着し，一部は八重山，沖縄海岸および太平洋海岸にも達していた。

4. 考 察

これまでライターを用いて海洋ごみの流出国，流出地を推定した調査は，京都⁵⁾，山口・島根・新潟・沖縄・北海道⁶⁾，福岡⁸⁾，薩摩半島⁷⁾および奄美大島・種子島・吹上浜・五島・対馬・ミッドウェー環礁²⁾などで行われてきた。しかしこれらは，特定地点もしくは狭いエリアを対象としていたため，図4のような漂着地から見た流出地という一方向の情報を得るだけに留まった。今回の

図4 漂着地から見た指標漂着物（ライター）の流出地

調査では、全国の漂着物収集家等に収集を依頼することにより、短期間に数量、範囲とも十分な試料を得ることができ、図5に示したような流出地から見た漂着地を得ることにより、その影響範囲を知ることができた。これはライターの小型で発見しやすいといった外形的な特徴と広く各地で使用されているという大衆性に加え、ローカル情報の保有といった特徴による。なお今回の調査における流出国の判別率は、全体で79.8%となり、九州西岸での過去の結果（67.8～82.7%）²⁾と比較しても同程度の結果が得られた。また流出地の判明率は全体で10.0%となり、中国のみを対象にした1998年の薩摩半島の結果の15.0%には劣るものの⁷⁾、3カ国1地域を対象としたものでは九州西岸での過去の結果（5.6～12.9%）²⁾と比較してここでも同程度の結果を得た。

今回の調査では、対象地域を全国としたことから、図5に示すような流出地から見た影響範囲を知ることができた。この結果を用いて日本周辺海岸に漂着する海洋ご

みの起源を推定すると、東シナ海南部の沖縄から鹿児島県南部を中心に大量に漂着している中国系ごみは、主に中国大陸を起源とした越境ごみであり、八重山諸島に漂着する中国系ごみは、台湾を起源とした越境ごみであるといえる。また両者を起源とするごみは、太平洋では小笠原諸島、日本海では山形県海岸まで漂着するともいえる。このような結果は、山口¹⁾が全国の海岸で行った複数品目による漂着ごみの流出国調査の結果とほぼ一致する。また日本海中央部海岸は、韓国を起源とした越境ごみの影響を強く受けることも同結果と一致した。一方、日本海における韓国ライターの構成割合の特徴は、東山高等学校地学部⁸⁾が1997年から1998年にかけて山口県下関市、島根県仁摩町、京都府網野町、新潟県新潟市で行ったライターによる流出国調査の結果とほぼ一致した。さらに本結果では、流出地に関する情報をより多く集めることができたことから、八重山・沖縄海岸に漂着する韓国を起源とするごみは、主に韓国西部を起源としたも

図5 流出国・地域から見た指標漂着物（ライター）の漂着地

のであることが示された。また日本海海岸には、日本海に面した韓国南西部や南東部だけでなく、韓国西部を起源としたものも漂着することが示された。このように流出国・流出地情報を持つライターは、海岸漂着物の流出起源を探る有効な指標であるといえよう。

一方、この手法では、越境ごみだけでなく、国内起源の海洋ごみの流れについても明らかになった。まず東京湾、瀬戸内海、有明海などの内湾域に限らず、九州西岸、四国以北の太平洋および北海道といった外洋に面した海岸においても、日本ライターが9割以上を占めた。また沖縄県与那国島や小笠原諸島のような大量消費地から遠い離島海岸でも日本ライターが3割以上を占めた。さらにその流出地を詳細に見ると、漂着地の周辺市町村だけではなく、県を越えた地域からの漂着も多く見られた。これより日本起源のごみも大量に日本周辺の海洋に流出していることが推察される。またコアホウドリが北太平洋上で誤食したライターの流出国構成割合²⁾は、四国以北の太平洋沿岸や、沖縄方面で収集されたライターの構成割合と全く異なり、小笠原諸島の構成割合に近い。よって日本を起源としたごみは、日本沿岸だけでなく広く太平洋上にも漂流していることが危惧される。今後、ごみによる海洋汚染問題を議論するためには、国内を含めた東アジア圏といった広域での発生源対策が早急に必要であるといえる。

さらに、1998年の鹿児島県薩摩半島西岸のごみ大量漂着時⁷⁾以降、1999～2003年にかけて行った九州西岸での調査²⁾や今回の結果からは、当時と同じような流出地（中国華南・華東、台湾）からの大量漂着は観測されていない。このように指標アイテムを用いた継続調査では、単なる数量だけではなく、流出地情報を含めた経年変化を把握することもできる。またライターといった単一アイテムを全国の海岸から同時に収集することにより、廃油ボールの付着率から全国の海岸における廃油ボールの漂着分布や、生物付着率や損傷度から長期間浮遊物の漂着の有無についても検討することができ、海洋ごみによる海岸の汚染状況を把握することもできる。さらに今回の結果は、中国および韓国を起源とする越境ごみの監視には島根県から福井県の日本海中央部の海岸、台湾を起源とする越境ごみの監視には沖縄県八重山地方、さらには太平洋に与える日本を含めた東アジア圏を起源とする越境ごみの監視には、小笠原諸島が重要な役割を担うことを示している。今後、東アジア圏での海洋ごみのモニタリングを開始するにあたっては、このような地域で重点的に監視することが望まれる。

以上より、流出地情報を持つ単一漂着物を指標とした海洋ごみのモニタリング手法は、流出起源や漂着ルート

の解明および漂着物による海岸の汚染度を知る有益な手法の一つであるといえる。以下にライターを指標としたモニタリング手法の特徴をまとめる。

- (1) 小型で目立つことから、全国の漂着物収集家等に依頼することにより、短期間に数量、範囲とも十分な試料を得ることができる。
- (2) 全国調査とすることにより、流出地から見た漂着地の特性を得ることができ、海洋ごみの流れを知ることができる。
- (3) 多品目調査と同じ、もしくはそれ以上の詳細な結果を得ることができる
- (4) 調査を継続することにより、海洋ごみの流れに関する経年変化を把握することができる。
- (5) 付着物より、収集海岸の漂着物による汚染状況を把握することができる。
- (6) 構成割合から海洋ごみのモニタリング地点の選定に関する情報を得ることができる。

今後は、この手法が東アジア圏といった広域で利用され、海洋ごみ対策の検討に利用されることを期待したい。

〔謝 辞〕

今回の第一期調査には、石井 忠、石川慎也、伊藤 実、金子エミ、兼松方彦、川崎ミキオ、久野幸子、久保公子、久保田信、倉重加代、京馬伸子、小林真樹、佐藤正平、竹田正義、田中幸雄、中司光子、中西弘樹、橋川篤子、林 重雄、牧野伸一、松本敏

郎、吉井信秋氏の協力を頂いた。ここに厚くお礼申し上げます。なお本研究は、平成 15 年度廃棄物学会先導型研究費によって行われたものである。

参 考 文 献

- 1) 山口晴幸：外国から漂着するゴミによる海岸汚染，土木学会誌，第 83 巻，第 3 号，pp.60-62 (1998)
- 2) 藤枝 繁：ディスポーザブライターを指標とした海岸漂着散乱ゴミの流出地推定，漂着物学会誌，第 1 巻，pp.13-20 (2003)
- 3) JEAN・クリーンアップ全国事務局：クリーンアップキャンペーン 2003 報告書，JEAN・クリーンアップ全国事務局，pp.40-55 (2004)
- 4) 東山高等学校地学部：琴引浜に漂着するレジンベレット，ライター，タバコの吸い殻について，東山学園研究紀要，第 41 巻，pp.19-39 (1996)
- 5) C. A. Ribic: Use of Indicator Items to Monitor Marine Debris on a New Jersey Beach from 1991 to 1996, Marine Pollution Bulletin, Vol.36, pp.887-891 (1998)
- 6) 東山高等学校地学部，安松貞夫：日本海の環境汚染を海岸漂着物から考える，地学教育と科学運動，第 29 号，pp.27-34 (1998)
- 7) 藤枝 繁：1998 年 8 月鹿児島県薩摩半島沿岸に漂着した大量ゴミの実態，水産海洋研究，第 63 巻，第 2 号，pp.68-76 (1999)
- 8) 安松貞夫：漂着物による汚染の現状，二丈町姉子の浜の鳴き砂保全活用調査報告書，(財)日本ナショナルトラスト，pp.29-40 (2000)

Monitoring Marine Debris Using Disposable Lighters as an Indicator

Shigeru Fujieda*, Azusa Kojima** and Haruyuki Kanehiro***

* Kagoshima University, Fac. of Fisheries

** JEAN Cleanup Japan Office

*** Tokyo University of Marine Technology, Fac. of Marine Science

' Correspondence should be addressed to Shigeru Fujieda :

Kagoshima University, Fac. of Fisheries

(50 - 20 Shimoarata4, Kagoshima-city, Kagoshima, 890 - 0056 Japan)

Abstract

Sources of marine debris that had drifted ashore in Japan were investigated using a specific indicator item. Disposable lighters were chosen as an indicator because the discharge area and location can be distinguished from the print on the surface of the tank and the punch mark on the bottom. In one year, 6609 lighters were collected from 120 beaches by nation-wide beach combers. Chinese lighters accounted for over half of those collected in coastal areas from Yonaguni Island (Okinawa) to Yaku Island (Kagoshima), and they accounted for about 10 - 20% of the lighters found along the coast of the Japan Sea from Kyushu to Yamagata. Korean lighters accounted for 10% in the coastal areas from Okinawa to west of Kyushu, but accounted for over half of the lighters found on the coast of the Japan Sea from Shimane to Fukui. Japanese lighters almost filled in the coasts of Seto Inland Sea and Tokyo Bay, and at the Pacific coast of the north from Shikoku. Lighters from other countries were found in the coastal areas of Zhejiang and Guangdong (in China), and across Taiwan and Korea. By pinpointing one item various connections could be made between discharge and flow.

Key words : lighter, marine debris, plastics, monitoring, source