

漂着ディスプレイザブルライターの流出地と 漂着地の関係から求めた日本沿岸における漂流物の流れ

藤枝 繁¹・大倉よし子²・小島あずさ²

Flow of marine litter around Japan visualized by the relationship
of outflow locations and collected sites of the drifted disposable lighter

Shigeru FUJIEDA¹, Yoshiko OHKURA² and Azusa KOJIMA²

Abstract

Flow and sources of marine litter washed up on the coast of Japan were estimated using the disposable lighter because it has the outflow information of country or location. The outflow country can be classified by a body shape and punched codes on the tank bottom, and the outflow location can be distinguished by a shop address or telephone number printed on the tank surface. From Aug. 2003 to Mar. 2014, total 63,140 lighters were collected on the total 1,434 beaches (1,384 in Japan, 36 in Taiwan, 9 in Korea, 4 in Russia and 1 in China). Flow of lighters elicited by the relationship the outflow location with the collected site was as follows: The lighters flowed out of the Chinese coast from Hong Kong to Shanghai and the west coast of Taiwan mainly wash up on the remote islands area from Yonaguni Island (Okinawa prefecture) to Amami Islands (Kagoshima prefecture) while drifting northward in the East China Sea, and they inflow to Japan Sea through the Tsushima Strait. A little number of lighters flowed out of western Korea drift southward, however Korean lighters mostly inflow to Japan Sea. The lighters flowing into Japan Sea directly and through the strait drift northward and then outflow to the Pacific Ocean through the Tsugaru Strait. They drift southward along the Tohoku Pacific coast and reach to the area off Ibaraki prefecture. The lighters drifted northward along the west coast of Hokkaido reach to the area off Shiretoko Peninsula in Okhotsk Sea through the Soya Strait. On the pacific coasts from the southern Kyushu to Tokai area, the lighters flowed out of the around inland area mainly wash up. These flows illustrated by the movement of lighters are basically consistent with the ocean currents around Japan reported in previous oceanographic studies.

Key words: current, flow, indicator item, lighter, marine litter

はじめに

これまで日本近海における漂流物の流れの調査は、古くは海底火山の爆発による軽石（関 1927, 中野・川辺 1992）や海流瓶（藤本・平野 1972, 滝沢・青田 1978, 大塚・石野 1988, 春川・榎本 1997）・海流カード（沢西・友定 1968, 小関 1977, 滝沢・青田 1978, 木村ら 1992）などを使って行われてきた。近年では、漂流ブイ（松野ら 2006, 張ら 2008, Kako et al. 2010）や数値シミュレーション（Kubota et al. 2005, 目黒ら 2006, 橋本ら 2008, Yoon et al. 2009, Kako et al. 2010）といった手法を用いて海洋上での漂流物の挙動が把握できるようになってきた。

しかし、もし海岸に漂着した漂流物自体に流出地に関する情報があれば、その流出域が把握できるだけでなく、流出の原因や時期にまで遡ることができる。これまで日本では、ディスプレイザブルライター（東山高等学校地学部 1996, 藤枝 1999, 藤枝 2003, 藤枝 2005, 藤枝・小島 2006, 藤枝ら 2006, 藤枝 2009a, 藤枝 2009b, 岡野ら 2011b, Fujieda et al. 2012, 藤枝 2013）、プリンタインクカートリッジ（由比ら 2008）、ゴルフボール（藤枝 2009a）、注射器（藤枝 1999）、名刺（藤枝 1999）、プラスチックボトル（山口 1998, 藤枝 1999, 兼広 2005, 岡野ら 2011a）およびプラスチック漁具（兼広 2005, 藤枝 2005, 藤枝 2011, 岡野・加藤 2013）などを

¹ 鹿児島大学水産学部 〒890-0056 鹿児島市下荒田4-50-20

¹ Faculty of fisheries, Kagoshima University, 4-50-20 Shimoarata, Kagoshima 890-0056, Japan

² 一般社団法人JEAN 〒185-0021 東京都国分寺市南町3-4-12 マンションソフィア202

² JEAN, 202, 3-4-12 Minamimachi, Kokubunji, Tokyo 185-0021, Japan

指標漂着物として流出国や流出地を特定する試みが行われてきた。しかし、海難事故が原因で流出したインクカートリッジを除いて、ゴルフボールは使用地域が限定的であり、採取量が注射器や名刺と同じで少ないこと、またプラスチック漁具は大量に漂着するものの、流出域が一部の国や地域に限定されること、さらにプラスチックボトルは、広く世界で使用されている商品であるが、使用国（製造国）までの判別に留まることから、漂流物の流出地やその原因にまで遡ることはできない。

しかしディスプレイライター（以下、ライターと称する）は、タンク表面に店舗の住所や電話番号といった配布地の情報を持つことから、これらの指標漂着物中唯一流出地まで判別することができる特徴をもつ。1993年、京都府の丹後半島で漂着物調査を行っていた高校生が、このライターを指標漂着物として海洋ごみのモニタリングを開始した（東山高等学校地学部 1996）。1998年、藤枝（1999）は、同手法を用いて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（広東省～上海）、台湾および日本がその主な流出地であることを明らかにした。その後、藤枝（2003）は、鹿児島県奄美大島から長崎県対馬までの九州西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明らかにし、2003年からは、モニタリングエリアを全国に広げ、面として漂着ごみの流出地とその流れを明らかにする試みとして「ライタープロジェクト」を開始した（藤枝ら 2006）。第一期（2003–2005年）調査では、日本全国の海岸でライターを回収し、国内に漂着するごみの起源を明らかにするとともに、流出地から見たごみの漂着地というこれまでの逆の視点でごみの流れを紹介した（藤枝ら 2006）。また第二期（2006–2008年）調査では、瀬戸内海（藤枝 2009a）および伊勢湾（藤枝 2009b）などの内湾域における国内起源ごみの流れと負荷、およびその起源について明らかにした。さらに第三期（2009–2013年）調査では、調査範囲を北部オーストラリア（Fujieda et al. 2012）、タイ、シンガポール、台湾、ハワイ諸島、北西ハワイ諸島、さらには北米西海岸へと広げ、第四期（2013年–現在）調査では、ライターの河川から海への流出を確認するため、河口での調査を開始した（藤枝 2013）。このように流出地情報を持つライターを指標として広域でまたは定期的にサンプリングし、流出地、流出国構成、漂着密度を平面的にまたは時系列で把握することにより、海洋ごみの流れや影響範囲の把握、原因の推定、動

態の把握、さらには大量流出の監視についての分析が可能となる。

そこで本報では、2003年8月から2014年3月までのライタープロジェクトで日本、台湾、韓国、ロシアおよび中国ののべ1,434海岸で採取された63,140本の漂着ライターから得られた流出地と漂着地の関係から、日本沿岸における漂流物の流れについて明らかにしたので報告する。

調査方法

ディスプレイライターの指標としての特性 ディスプレイライターは、1970年代にタバコの火付け道具として発売されて以来（日本喫煙具協会 2005）、愛煙家を中心に広く世界的に普及している商品であり、2013年、国内には年間4億本以上が輸入されている（財務省貿易統計品名コード961310より）。強固な中空構造をもつことから、海岸にも多数漂着しており、例えば、2004年度の国際クリーンアップキャンペーンでは、世界88ヶ国で39,698本（42アイテム中26位）（The Ocean Conservancy 2005）、2013年度日本国内では2,049本（45アイテム中24位）（一般社団法人JEAN 2014）が採取されている。また小型で派手なタンク色を持つことから、海岸で見つけられやすく、収集作業や運搬が容易であるという特徴をもつ。さらにタンク底面に刻印された記号から、製造または消費された国（流出国）が判別できるだけでなく、タンク表面に印刷された広告等の文字情報から、配布された都市（流出都市）まで判別することもできる（藤枝 2003）。

採取方法および調査期間 漂着ライターの収集は、広範囲の海岸を網羅するため、一般社団法人JEANが主催する「国際海岸クリーンアップ（ICC; International coastal cleanup）」（一般社団法人JEAN 2014）に参加している全国のキャプテン（各会場のコーディネーター）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会報、ウェブサイトおよびメーリングリストを通じて依頼した。またICCの国際的なネットワークを通じ、台湾のICCナショナルコーディネーターにも採取を依頼した。採取量は、各海岸域で100個以上を目標としたが、鳥取、網走、千葉、宮城、岩手、南鳥島、日照（中国）、ウラジオストク（ロシア）、飛禽島（韓国）、鹿島（韓国）および台中（台湾）の11海岸域ではそれに達していない。

収集期間は、2003年8月から2014年3月までとし、

日本のべ1,384海岸、台湾36海岸、韓国9海岸、ロシア4海岸および中国1海岸の計1,434海岸から収集された計63,140本のライターを、都道府県、離島および内湾を基準とした国内63の海岸域および周辺4カ国では10の海岸域に分類して集計し、これを漂着海岸域と定義した。

漂着密度 各漂着海岸域の漂着状況の比較には漂着密度を用いた。なおライターは海岸形状によって帯状または広域に分散して漂着していることから、漂着密度は海岸で採取されたライターの本数とその採集範囲（海岸線長さ）から求めた海岸線長さ100mあたりの採集本数（本/100m）と定義した。また各漂着海岸域の漂着密度は、期間内に同海岸域内で採集されたライターから求めた漂着密度の中央値を用いて代表した。

分類方法 流出地の分類は、タンク表面に印刷された店舗等の住所または電話番号の市外局番を利用した（藤枝 2003）。また店舗名と電話番号（市外局番なし）のみの場合は、インターネットの電話帳サイトを利用して両者から住所を検索した。なおライターは、携帯性が高いという特徴から、配布地と廃棄地の間に隔たりをもつ可能性がある。しかしライターの消費者は、生活圏での活動時間が最も長くなることから、主に生活圏内で配付され、同地で廃棄する確率が最も高い（藤枝 2013）。よって文字情報から得られた配布都市を流出都市とし、これを流出地と定義した。

また流出国は、各国での市販品、カタログ、流出都市が判明した漂着ライターを使ってタンク底面・

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、日本、中国、台湾、韓国、ロシアおよびその他（フィリピン、タイなど）の6つの国と地域に分類した（藤枝 2003）。以下、これらを日本ライター、中国ライター、台湾ライター、韓国ライターおよびロシアライターと呼ぶ。

結 果

ライターの漂着密度 ライターの漂着密度は、のべ1,434海岸中、採集海岸線長さ未報告海岸を除く1,050海岸で求められた。その最大値は2008年5月の山形県飛島田下海岸で705本/100m、全海岸における中央値は7.3本/100mであった。また漂着海岸域ごとの漂着密度（中央値）は73海岸域中64海岸域で求められ、その分布を図1に示す。これより漂着密度（中央値）が10本/100mを超えた海岸域は、東シナ海沿岸（沖縄県与那国島E₁から長崎県対馬E₁₆まで）では15海岸域中9海岸域、日本海沿岸（福岡県J₁から津軽海峡J₁₆、北海道天塩J₁₈まで）では13海岸域中11海岸域と半数以上を占めた。特に日本海沿岸の新潟県粟島J₁₂と山形県飛島J₁₄では100本/100mを超えた。しかし太平洋沿岸で漂着密度が10本/100mを超えた海岸域は18海岸域中4海岸域（鹿児島県志布志湾P₁、高知県P₃、和歌山県P₅、茨城・福島県P₁₀）のみであり、太平洋の離島（東京都伊豆諸島P_i、小笠原諸島P_o）では最大でも7.8本/100m（伊豆大島P_{i1}）と、日本海の離島と比較して漂着密度は低かった。これよりライターは、太平洋に比べ、大陸に面した東シナ海沿岸および日本海沿岸で漂着密度が高いと言える。

漂着ライターの流出国 漂着ライターの流出国判明率を表1に示す。全漂着ライターに対する流出国の

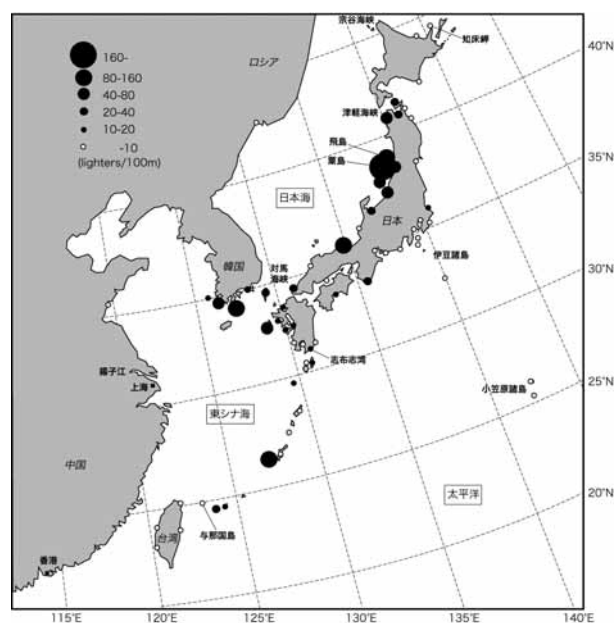


図1 ライターの漂着密度（中央値）の分布

表1 漂着ライター（63,140本*）の流出国および流出地判明率

流出国名	流出国		流出地	
	判明本数 (a)	判明率 (a/c)	判明本数 (b)	判明率 (b/a)
日本	26,544	42.8%	1,989	7.5%
中国	10,258	16.5%	1,038	10.1%
韓国	6,744	10.9%	1,121	16.6%
台湾	4,909	7.9%	1,595	32.6%
ロシア	39	0.1%	0	0%
小計	48,494	78.2%	5,743	11.8%
その他	1,018	1.6%	19	1.9%
不明	12,535	20.2%		
計(c)	62,047		5,762	9.3%

*ただし、流出地判別のみを用いた1,093本は除く。

判明率は79.8%であり、そのうち、日本、韓国、中国、台湾およびロシアの5カ国に判別できたライターは48,494本で、流出国判明率は78.2%であった。図2に漂着海岸域別の流出国割合を示す。

まず日本ライターは、日本のすべての海岸域で採取され、天草西岸E₁₅から福岡県J₁までの九州西・北岸（五島E₁₅、対馬E₁₆を除く）および石川県J₈以北の日本海沿岸（佐渡島J₁₁を除く）で50%を超えた。また鹿児島県志布志湾P₁以東の太平洋沿岸（八丈島Pi₃を除く）でも50%を超え、特に高知県P₃以東では80%以上に達した。内湾域における日本ライターの割合は、閉鎖性内湾である鹿児島湾B₂と陸奥湾B₆で80%以上、有明海B₁、瀬戸内海B₃、伊勢湾B₄、東京湾B₅で90%以上を占めた。さらに富山湾J₉や石狩湾J₁₇などの開放性内湾においても日本ライターが90%以上を占めた。一方、八丈島Pi₃を除く伊豆Pi・小笠原諸島Poでは、日本ライターの割合は本州太平洋沿岸よりも低く52~73%となった。

中国・台湾ライターは、沖縄県与那国島E₁から鹿児島県種子島・屋久島E₁₀までの東シナ海の島嶼域で最も割合が高く、合わせて50%を超えたが、太平洋沿岸では10%以下となった。ただし伊豆・小笠原諸島では28~50%と太平洋沿岸より割合が高い。中国ライターは、いずれの海域でも含まれ、オホーツク海の知床岬O₂でも10%を占めた。また鹿児島県奄美大島E₈、十島・三島E₉、種子島・屋久島E₁₀、対馬海峡付近の長崎県五島E₁₅、対馬E₁₆、津軽海峡J₁₆では40%を越え、沖縄県及び東京都小笠原諸島以外の海岸域では、台湾ライターより割合が高い傾向が見られた。一方、台湾ライターは、台湾に近い沖縄県八重山諸島E₁~E₄で割合が高く、日本海太平洋共に北上するにつれて割合が低下する傾向が見られた。

韓国ライターは、沖縄県与那国島E₁から鹿児島県馬毛島E₁₁までの東シナ海の島嶼域で約10%であったが、九州北岸の長崎県対馬E₁₆では30%、日本海の島根県J₃では50%近くに達した。特に島根県J₃から福井県J₇までの日本海中央部海岸では、韓国ライターの割合が最も高い海域となった。さらに日本海を北上すると、韓国ライターの割合は減少するが、青森県津軽半島西岸J₁₅でも依然20%を超え、中国・台湾ライター同様、北海道宗谷海峡を越えてオホーツク海の知床岬海岸O₂にまで到達していた。一方、津軽海峡J₁₆でも津軽半島西岸J₁₅に引き続き18%を占め、太平洋側の下北半島東岸P₁₃では17%、岩手県J₁₂でも13%と高い割合を維持した。ただし宮城県P₁₁

以南の太平洋沿岸では、韓国ライターの割合は極めて低く3%以下となった。

ロシアライターは、新潟県J₁₀から山形県飛島J₁₄の範囲で採取されたが、他国ライターに比べ採取数が極めて少なかった。

一方、日本以外の周辺国（台湾、中国、韓国、ロシア）海岸で採取されたライターの流出国割合は、各海岸域とも自国の割合が最も高く80%以上を占めた。また各国海岸にも越境ライターは存在し、台湾、韓国では中国ライターが10%以上を占めた。しかし日本ライターは、韓国（飛禽島K₁、巨済島・釜山K₄）、台湾（台南T₁、台北T₄）で採取されたものの、いずれも3%に充たなかった。

漂着海岸域の類型化 図2に示した73の漂着海岸域別の流出国割合をもとにWard法を用いてクラスター分析を行い、漂着海岸域を類型化した。その結果を図3に示す。

東アジア沿岸における漂着海岸域は、次の8つの漂着型に分けることができる。日本からの影響が主で内湾域・太平洋沿岸で構成される「日本型」、日本からの影響が主であるが海外（中国・台湾・韓国）からの影響も受ける太平洋離島（伊豆・小笠原諸島）、九州南岸、日本海北部などで構成される「太平洋型」、台湾からの影響が主で台湾沿岸で構成される「台湾型」、韓国からの影響が主で韓国沿岸で構成される「韓国型」、韓国からの影響を強く受け、山口県から山形県までの日本海沿岸で構成される「日本海型」、中国・台湾からの影響を強く受け、東シナ海沿岸で構成される「東シナ海型」、中国からの影響が主で中国沿岸で構成される「中国型」、ロシアからの影響が主でロシア沿岸で構成される「ロシア型」に分類される。これより本報では、東シナ海沿岸を沖縄県与那国島E₁から長崎県対馬E₁₆までの範囲とした。

漂着ライターの流出地 さらに漂着ライターからは、流出国だけではなく、タンクに記された印刷情報から流出地（流出都市）まで判別することができる。表1に漂着ライターの流出地判明率を示す。また東シナ海沿岸、対馬海峡沿岸、日本海沿岸および太平洋沿岸の代表的な海岸域で採取されたライターの流出地の分布を図4-1~図4-4に示す。なお表1に示したように、流出国によって流出地判明率が異なること、漂着海岸域により採取本数が異なることから、図4に示した各流出地の本数は、総流出量を示すものではない。

全体を通じて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

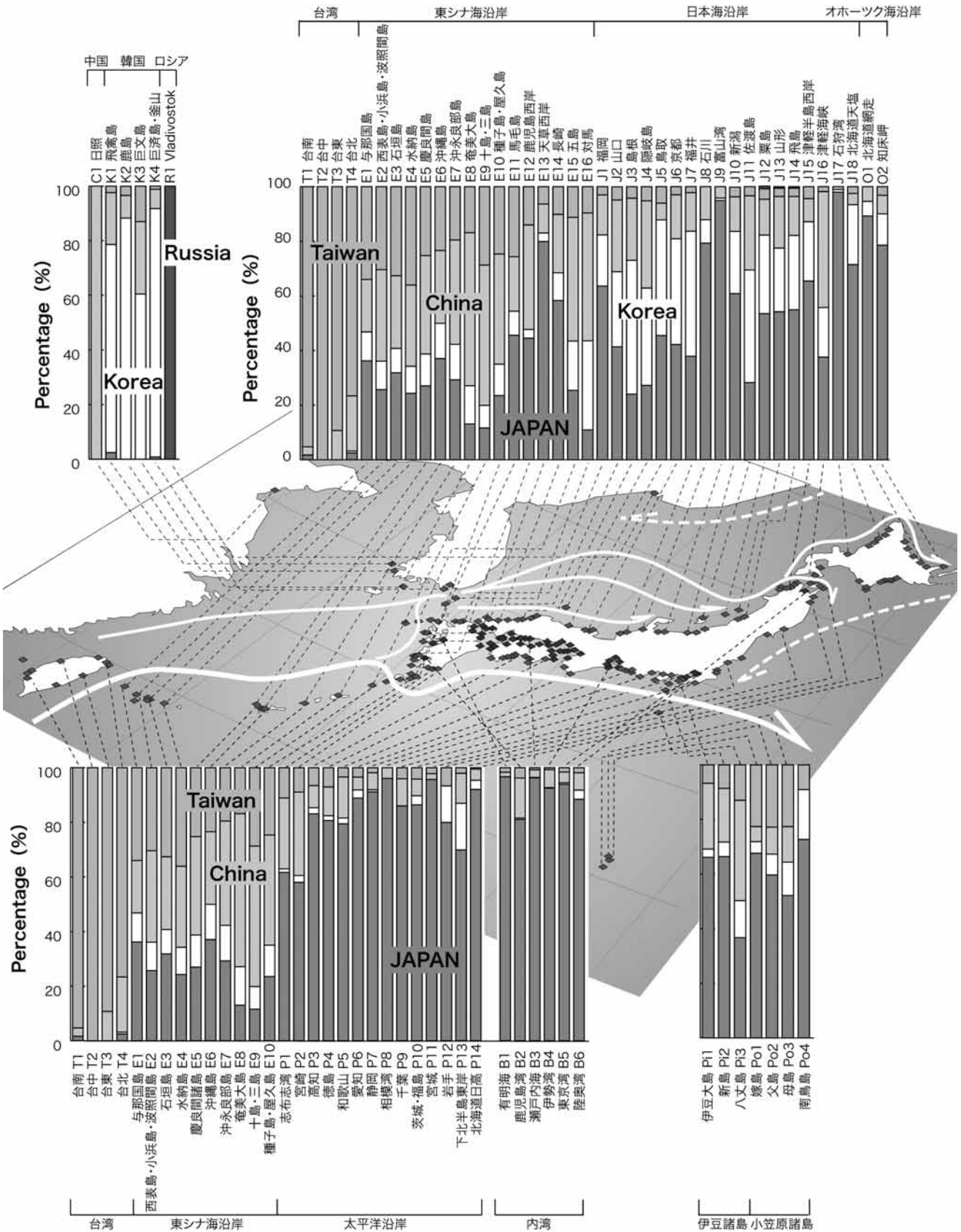


図2 漂着海岸域別に見たライターの流出国（日本，韓国，中国，台湾，ロシア）割合（英数字は漂着海岸域番号）

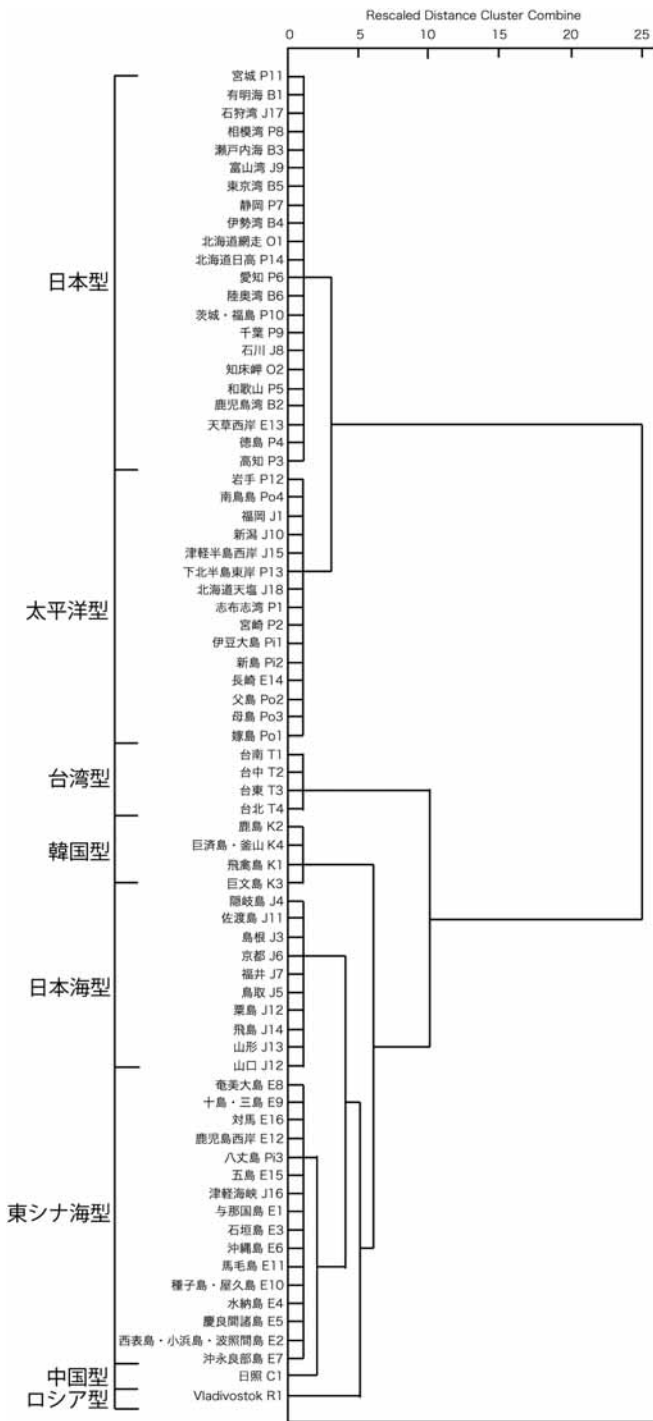


図3 流出国割合をもとにした漂着海岸域のクラスター分析 (Ward法) 結果

たっていた。例えば、新潟県佐渡島 J_{11} 、山形県飛島 J_{14} 、津軽半島西岸 J_{15} 、茨城・福島県 P_{10} の各海岸域では、それぞれその地を流れる信濃川、最上川、岩木川、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。このような傾向は、中国、台湾、韓国においても確認された。

一方で各海岸域では、海の流れの上流域から下流域への漂着も見られた。まず台湾台南 T_1 から鹿児島西岸 E_{12} までの東シナ海沿岸で採取されたライターの流出地を見ると (図4-1)、台湾台南 T_1 、台東 T_3 、台北 T_4 では、採取地を中心とした台湾国内が主で、広東省～浙江省間の中国沿岸からの漂着も見られたが、日本からの漂着はなかった。台湾に接する沖縄県与那国島 E_1 では、日本国内からの漂着は少なく、台湾西部を中心に広東省～上海間の中国沿岸、韓国西部および南部からの漂着が目立った。沖縄県石垣島 E_3 、鹿児島県沖永良部島 E_7 、奄美大島 E_8 、十島・三島 E_9 、種子島・屋久島 E_{10} の離島域においても同様の傾向が見られ、種子島・屋久島 E_{10} および鹿児島西岸 E_{12} では、それに九州南部および西部からの漂着が加わった。これより東シナ海沿岸では、採取地周辺に加え、台湾、中国広東省～上海間および韓国西南部からの漂着が主であることがわかった。

次に対馬海峡周辺の韓国南西岸 (飛禽島 K_1 、鹿島 K_2)、南岸 (巨文島 K_3 、巨濟島・釜山 K_4)、長崎県五島 E_{15} 、対馬 E_{16} 、福岡県 J_1 の各海岸で採取されたライターの流出地を見ると (図4-2)、韓国南西岸の飛禽島 K_1 、鹿島 K_2 および南岸の巨文島 K_3 では、韓国西部からの漂着が主であったが、南岸の巨濟島・釜山 K_4 では韓国南部からの漂着が主となった。また対馬海峡中央部に位置する長崎県対馬 E_{16} では、韓国南部からの漂着が多く見られたが、五島 E_{15} を含む東シナ海島嶼域と同じように台湾や広東省～上海間の中国沿岸を起源地とするライターの漂着も目立った。一方、福岡県 J_1 では、同様な傾向に加え、九州北部を起源地とするライターが多く漂着していた。これより対馬海峡付近では、東シナ海沿岸から流出し漂流してきたものの影響を受けるだけでなく、同海峡周辺の韓国南部や九州北部から流出したものの影響も受け、それらが対馬海峡を通じて日本海に流入していることが示された。

また島根県隠岐島 J_4 から北海道知床岬 O_2 までの日本海沿岸およびオホーツク海沿岸で採取されたライターの流出地 (図4-3) は、東シナ海同様、広東省～上海間の中国沿岸および台湾西部からの漂着

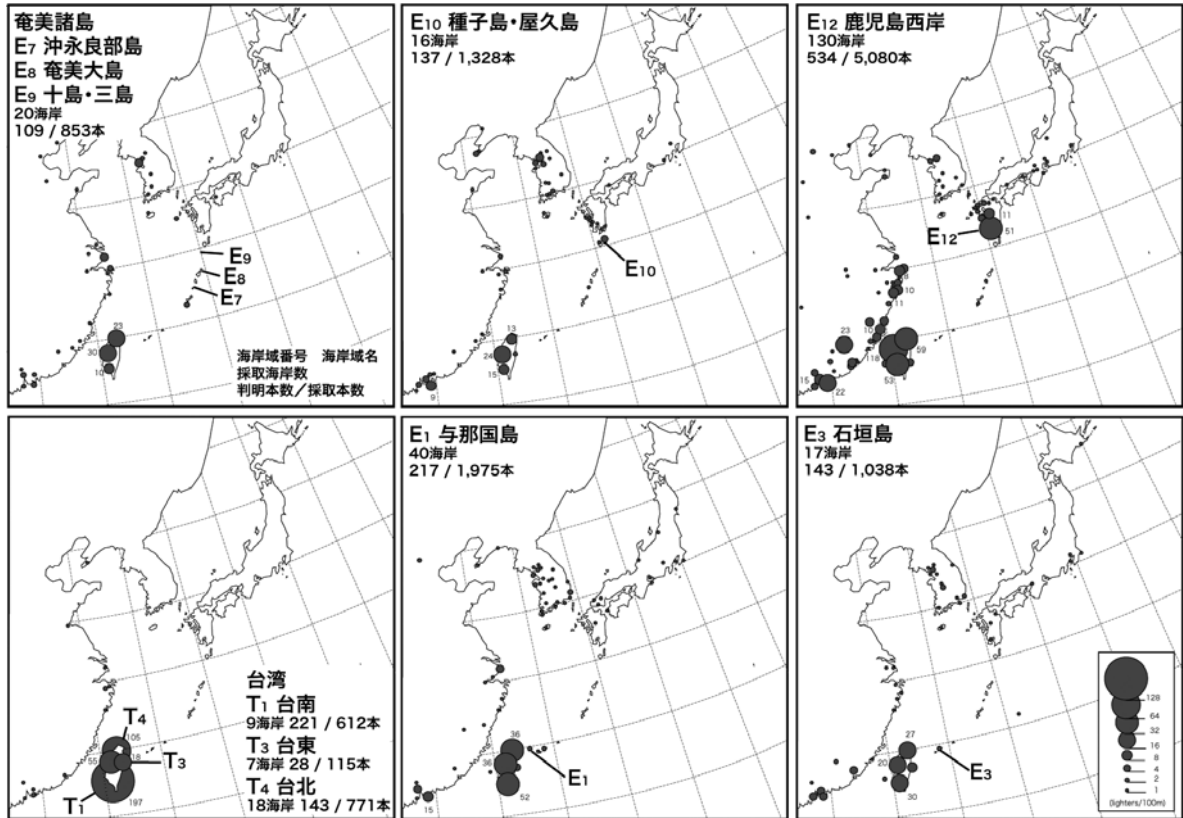


図 4 - 1 東シナ海沿岸（台湾T₁, T₃, T₄, 沖縄県与那国島E₁, 石垣島E₃, 鹿児島県奄美諸島E₇, E₈, E₉, 種子島・屋久島E₁₀, 鹿児島西岸E₁₂）に漂着したライターの流出地分布

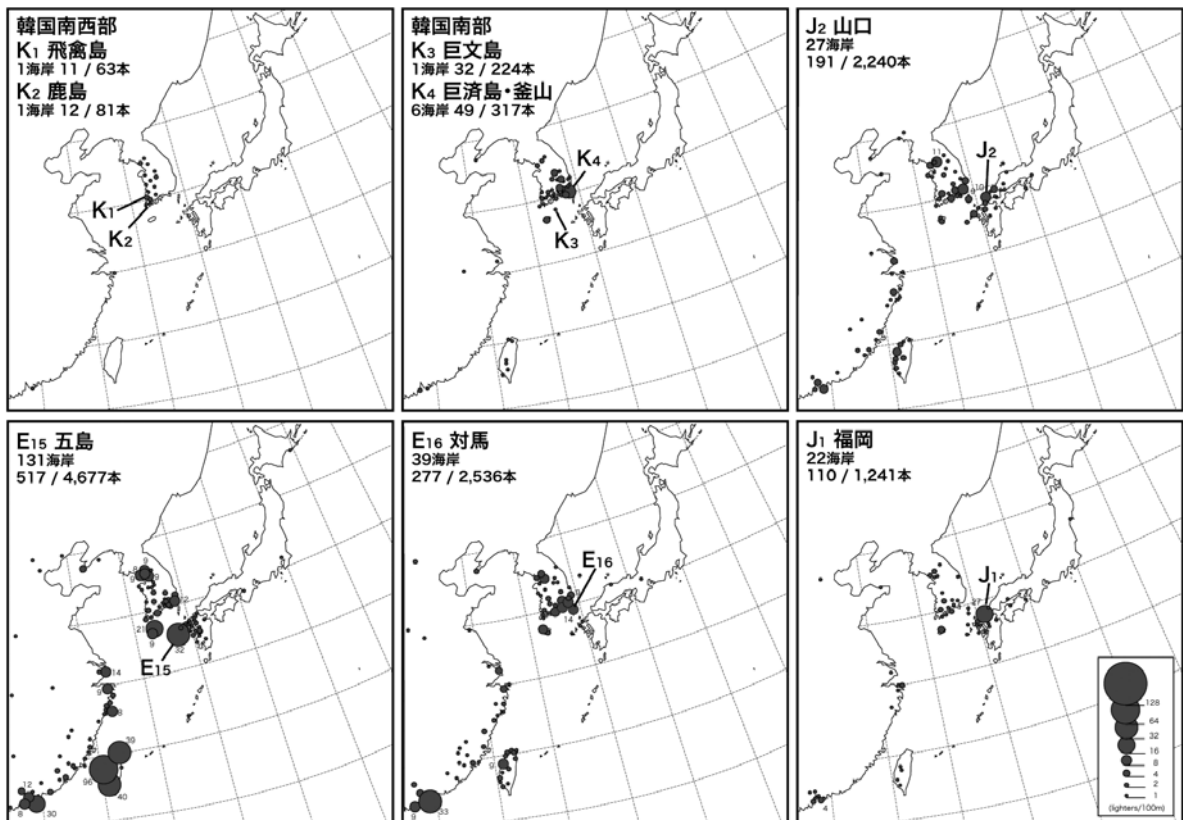


図 4 - 2 対馬海峡周辺（長崎県五島E₁₅, 対馬E₁₆, 福岡県J₁, 韩国西南部K₁, K₂, 韩国南部K₃, K₄, 山口県J₂）海岸に漂着したライターの流出地分布

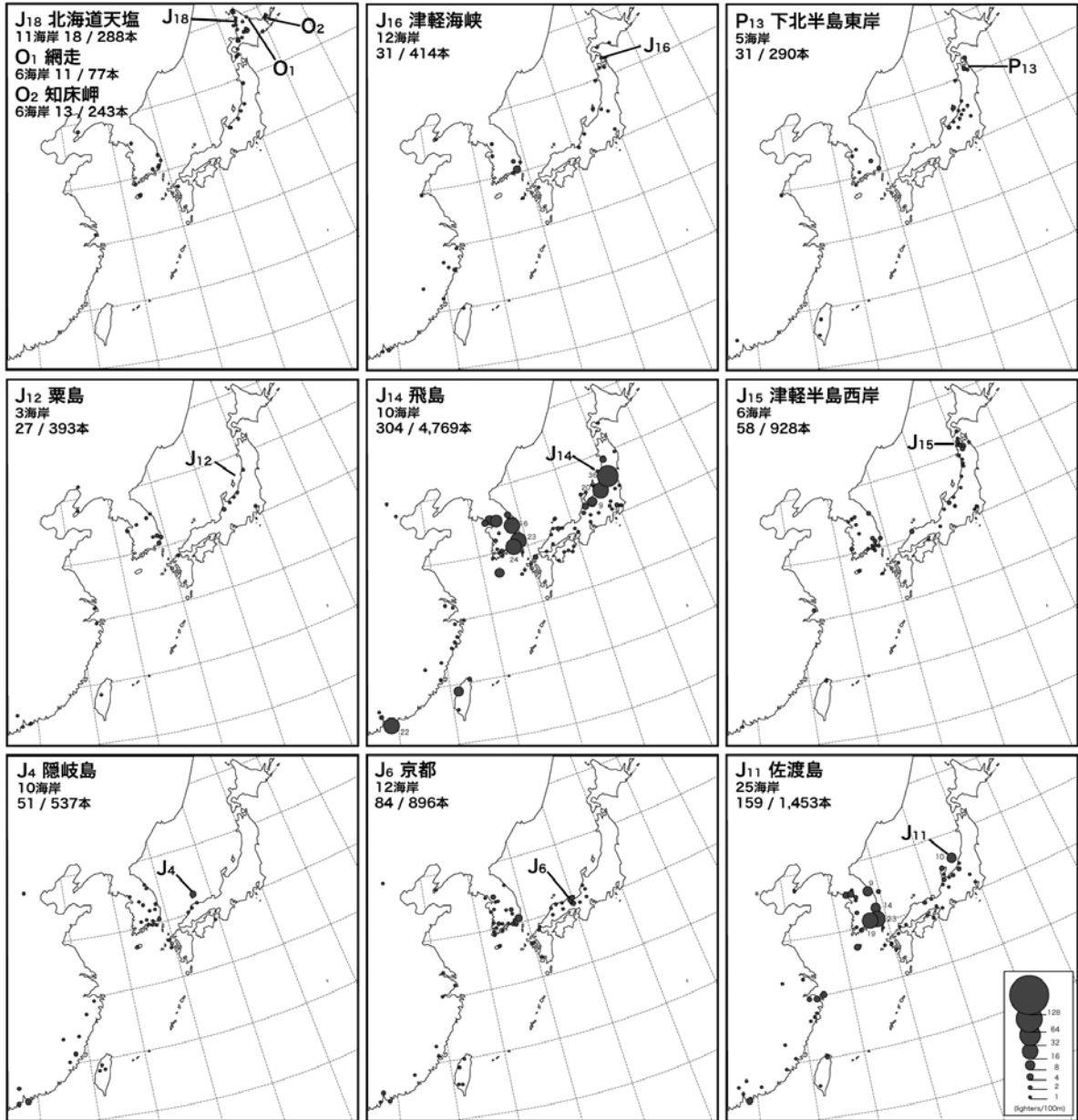


図4-3 日本海沿岸（島根県隠岐島J₄，京都府J₆，新潟県佐渡島J₁₁，粟島J₁₂，山形県飛島J₁₄，青森県津軽半島西岸J₁₅，北海道天塩J₁₈，網走O₁，知床岬O₂，津軽海峡J₁₆，青森県下北半島東岸P₁₃）に漂着したライターの流出地分布

に加え、韓国東部と日本の日本海沿岸部から流出したものであり、それはいずれも漂着地より南側（下流側）のものであった。またそのような傾向は、日本海北部の青森県津軽半島西岸J₁₅や北海道天塩J₁₈だけでなく、津軽海峡J₁₆や太平洋側の青森県下北半島東岸P₁₃、さらにはオホーツク海沿岸の北海道網走O₁、知床岬O₂の各海岸においても見られた。これより日本海では、東シナ海から対馬海峡を通過して流入したものに韓国や日本の日本海沿岸から直接流入したものが加わって北上し、津軽海峡を通過して太平洋に流出する、もしくは北海道宗谷海峡を越えてオホーツク海に流入し、知床岬にまで至ることが示

された。

一方、太平洋沿岸（高知P₃，和歌山P₅，静岡P₇，茨城・福島P₁₀，伊豆諸島Pi，小笠原諸島Po）で採取されたライターの流出地（図4-4）は、漂着地周辺を起源とするものが主であり、それに東シナ海沿岸同様の中国、台湾、韓国からの漂流物が加わったものである。なお漂着海岸域が東に行くにつれて海外からのライターの漂着数は減少する傾向が見られた。さらに黒潮流域にある東京都伊豆諸島Pi，小笠原諸島Poでは、瀬戸内海、伊勢湾、東京湾などの内湾を含む太平洋沿岸部からの漂着が主であった。一方、茨城・福島県P₁₀では、東北太平洋沿岸

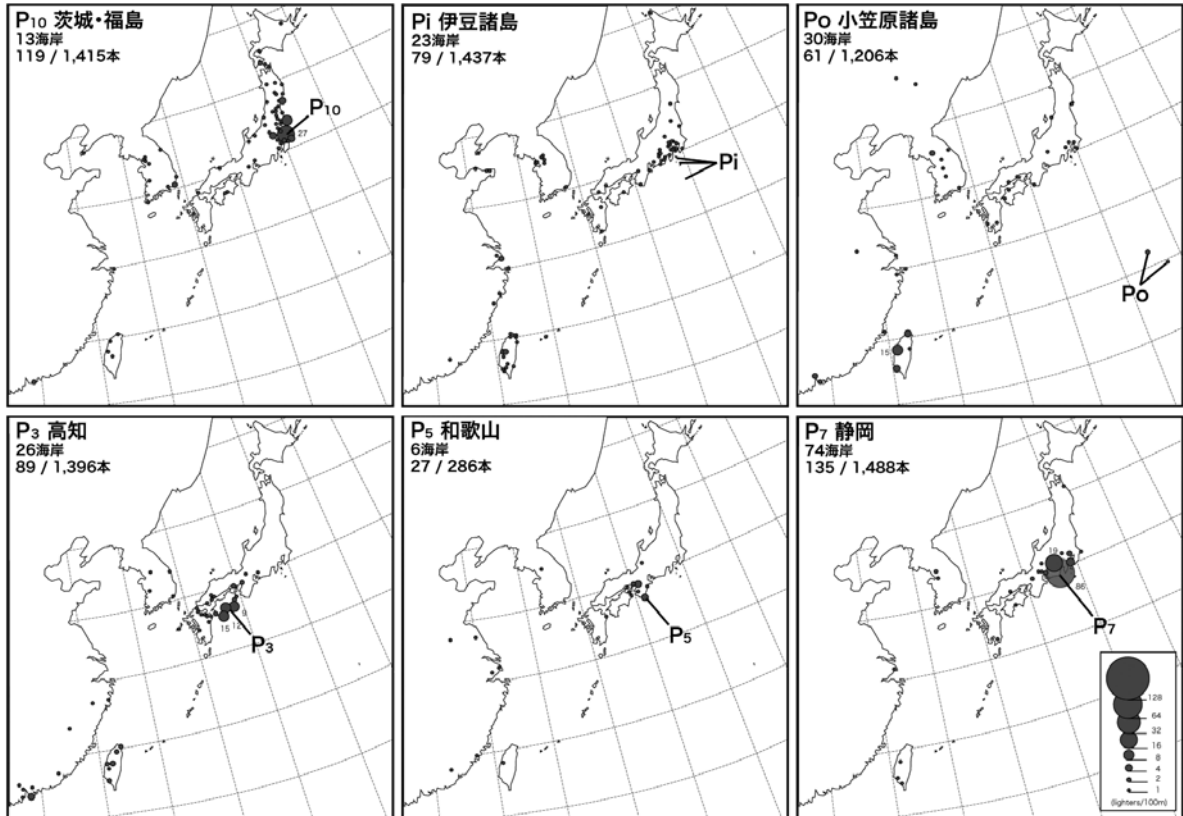


図4-4 太平洋沿岸（高知県P₃，和歌山県P₅，静岡県P₇，茨城・福島県P₁₀，東京都伊豆諸島Pi，小笠原諸島Po）に漂着したライターの流出地分布

から南下してきたものが主であり，一部は韓国南部・東部や日本の日本海沿岸部を起源地とするものも見られた．これより日本海から津軽海峡を経て太平洋に流出したものは，茨城県沖合にまで達し，さらには太平洋に流出していることが示された．また瀬戸内海等の内湾からも太平洋に流出していることが示された．

漂着ライターのから見た東アジア海域における海洋ごみの流れ 図4では，漂着ライターの流出地の分布を示したが，表1に示したように流出国によって流出地情報の記載率（流出地判明率）が異なるため，そのままでは流出地からの流出量を比較することができない．そこで漂着密度を考慮したライターの流れを得るため，図1に示した各漂着海岸域における漂着密度の中央値に，図2で示した各漂着海岸域における流出国割合を掛けて流出国別漂着密度を求め，これに図4に示した各漂着海岸域における流出地から求めた流出地域割合を掛けることにより，各漂着海岸域における流出地域別の漂着密度を求めた．なおここでは同一流出国内における流出地域情報の記入割合に差はないものとした．図5は，a) 中国（広東省・香港），b) 台湾，c) 日本九州北部（長崎県，佐賀県，福岡県），d) 韓国西部，e) 韓国南部

およびf) 韓国東部を流出域とするライターの漂着海岸域における漂着密度を考慮した流れを示したものである．

これよりa) 中国（広東省・香港）およびb) 台湾を流出域とするライターは，東シナ海沿岸に漂着するものの，多くは対馬海峡を通り日本海に流入し，漂流割合減少させながら津軽海峡に向かって北上していることがわかる．一方，d) 韓国西部を流出地とするライターは，韓国西岸，南岸に漂着しながら対馬海峡から日本海に流入して北上するだけでなく，一部は東シナ海を南下して沖縄県や鹿児島県奄美諸島に漂着していることがわかる．またe) 韓国南部を流出地とするライターは，西部を起源とするライターに比べて東シナ海を南下するものは少なく，ほとんどが対馬海峡から日本海に流入している．一方，f) 韓国東部を流出地とするライターは，対馬海峡を南下することはほとんどなく，日本海北部に直接向かい，新潟県以北に集中して漂着する．さらに日本のc) 九州北部を流出地とするライターもほとんどが日本海を北上していることがわかる．これら日本海を北上するライターの一部は，宗谷海峡を通過してオホーツク海の知床岬まで，また津軽海峡を抜けて太平洋を南下して茨城県沖合にまで達する．な

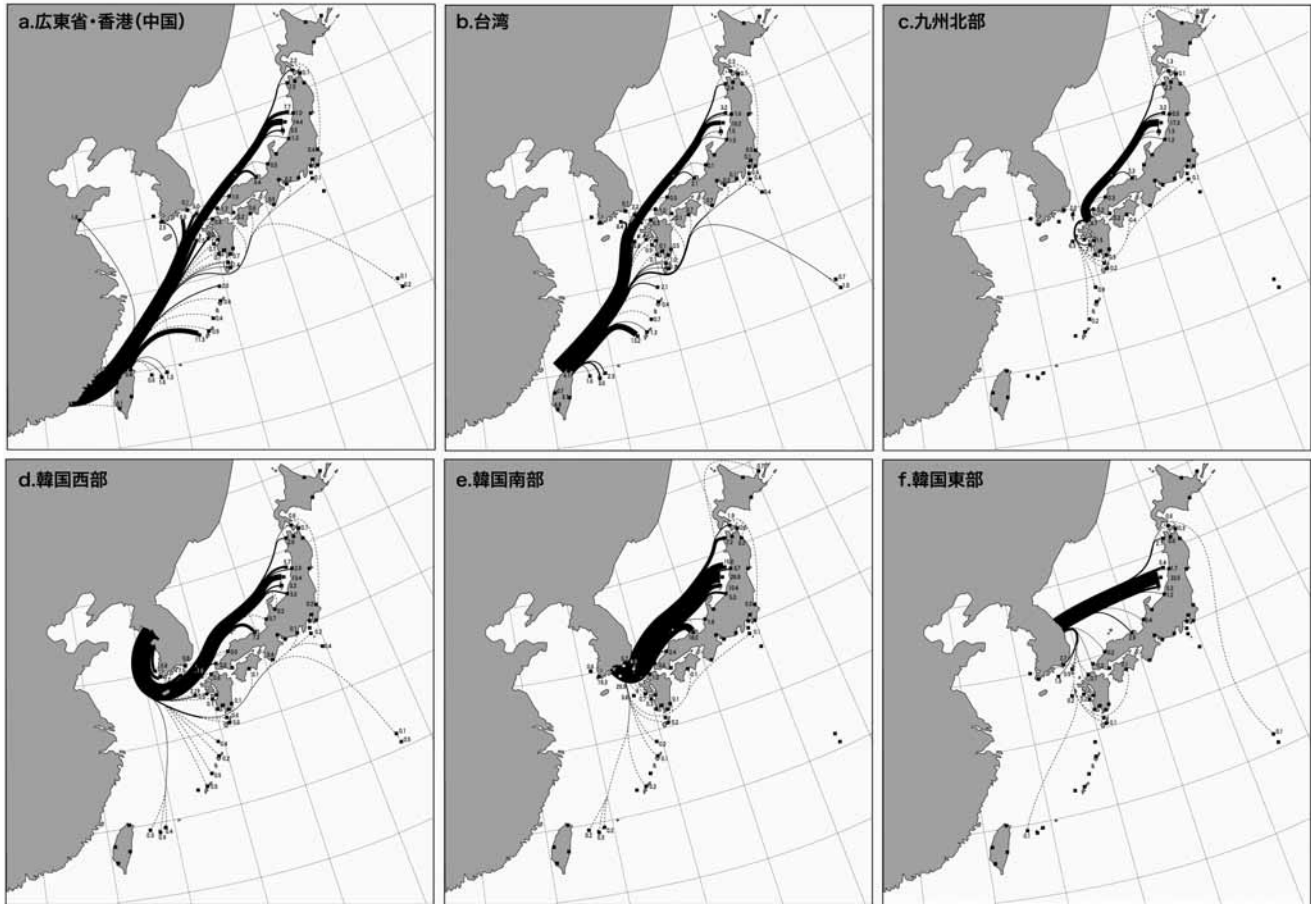


図5 中国（広東省・香港）、台湾、九州北部（長崎県、佐賀県、福岡県）、韓国西部、韓国南部、韓国東部から流出したライターの漂着密度を考慮した流れ（数値は漂着密度（本/100m））

お、中国・台湾ライターの茨城・福島県海岸への漂流ルートは、主に日本海を北上する韓国ライターが漂着していることから、津軽海峡経由とした。同様に小笠原諸島に漂着した韓国ライターも韓国東部を流出地とするものは津軽海峡経由とした。一方、韓国西部を流出地とするものは、高知県から東京都伊豆諸島までの太平洋沿岸でも漂着していたことから、九州南部の大隅海峡経由とした。

漂着ライターの流出量の比較 最後に、ライターの流出地別の流出量を検討するため、台湾4地域（台北、台中、台南、台東）、中国4地域（広東省・香港、福建省、浙江省、江蘇省・上海）、韓国3地域（西岸（京畿道、忠清南道、忠清北道、全羅北道）、南岸（全羅南道、慶尚南道、済州道）、東岸（慶尚北道、江原道））および日本（内陸域を除く）の計13流出地域に対する各漂着海岸域における漂着密度を、東シナ海（沖縄県与那国島E₁～長崎県対馬E₁₆）、日本海（福岡県J₁～津軽海峡J₁₆・北海道知床岬O₂）、太平洋（鹿児島県志布志湾P₁～伊豆諸島Pi・小笠原諸島Poを含む岩手県P₁₂まで）の三海域で積算し、表2に示した。なおこの積算値は、漂着ライターの

流出地域別流出量を相対的に比較するためのものであって、総流出量を示すものではない。

これより日本沿岸（内湾域を除く）では、日本海沿岸での漂着密度が最も高く、太平洋沿岸の6倍以上となった。海域別に見ると、東シナ海沿岸では、中国からの影響が36.7%と最も大きく、その最大の流出地は広東省・香港であった。また日本海沿岸では、日本からの影響が53.2%と最も大きく、続いて韓国南部からの影響を強く受けて、その負荷は同じ韓国西部や東部の約2倍であった。太平洋沿岸では、周辺三ヶ国からの漂着割合をあわせて22.7%と三海域中最も低く、日本の影響が強いことがわかる。一方、流出国別に見ると、台湾では台中、中国では広東省・香港、韓国では韓国南部を起源地とするライターの積算値が最も大きく、これらの地域が主要な発生域となっていることがわかった。

考 察

流出地、流出国を判別することができる漂着ライターを日本及びその周辺国の海岸で採取し、その漂

表2 漂着海域（内湾域除く）別に見たライターの流出地域に対する漂着密度（本/100m）の積算値の比較（各海域沿岸の範囲は図2参照）

流出国	流出地域	漂着海域					
		東シナ海沿岸		日本海沿岸		太平洋沿岸	
		（沖縄県与那国島E ₁ ～長崎県対馬E ₁₆ ）		（福岡県J ₁ ～北海道知床岬O ₂ ）		（鹿児島県志布志湾P ₁ ～北海道日高P ₁₄ 、東京都伊豆諸島Pi・小笠原諸島Po）	
台湾	台北	10.6		6.4		1.8	
	台中	19.3		14.8		3.5	
	台南	6.4		2.7		1.3	
	台東	1.0		0.0		0.2	
	小計	37.3	19.9%	23.9	3.5%	6.8	6.2%
中国	広東省・香港	38.4		41.1		3.2	
	福建省	4.0		9.4		2.2	
	浙江省	12.7		23.1		3.2	
	江蘇省・上海	4.4		14.1		3.6	
	その他	9.5		16.8		2.2	
小計	69.0	36.7%	104.5	15.2%	14.4	13.0%	
韓国	西岸	8.9		42.6		2.3	
	南岸	11.1		97.2		1.1	
	東岸	1.5		53.5		0.5	
	小計	20.5	10.9%	193.3	28.1%	3.9	3.5%
日本		61.0	32.5%	366.2	53.2%	85.3	77.3%
計		187.8		687.9		110.4	

着密度，流出国割合分布，流出地の分布を求めることにより，ライター同様の漂流特性を持つ海洋ごみの漂着密度分布，流出地，流れおよび流出地に対する影響範囲について知ることができる。ここでは過去の漂流漂着物の報告と合わせてライターを用いた上記結果について検証する。

2006年に農林水産省他（2007）が実施した海岸における一体的漂着ゴミ対策検討調査報告書によると，漂着ごみの分布は，地域的偏差が大きいものの，特に九州地方北部と東北地方北部に多く分布し，都道府県別に見ると日本海と東シナ海に面した都道府県と太平洋では茨城県で非常にごみが多いことがわかった。山口（1998）や兼広（2005）による流出国が明らかでない漂着物を用いた全国調査の結果，漂着ごみ量が多い東シナ海の先島諸島，対馬海峡に位置する対馬・壱岐，日本海の佐渡島・飛島などの離島域に外国からの漂着ごみ量が多いことが明らかにされた。また過去のライターを用いた調査結果（藤枝 1999, 2003, 藤枝・小島 2006, 藤枝ら 2006）でも，東シナ海沿岸では広東省～上海の中国沿岸および台湾を起源とするライターが，また日本海沿岸では日本および韓国を起源とするライターが，さらに太平洋沿岸では日本を起源とするライターが主であることが示されている。さらに採取地点を広域化し，データ

数を増やした今回の結果でも，同様な漂着密度の傾向は読み取れ，対馬海峡に位置する長崎県対馬および日本海を北上した対馬暖流が収束する日本海北部の新潟県佐渡島，粟島および山形県飛島で漂着ライターの密度が高くなった。またその起源は，それぞれ香港～上海間の中国沿岸，台湾西部，韓国および日本であることもわかった。ただし単一海岸において定期的に漂着物のモニタリングを実施した場合でも，すべての品目が常に同じような割合で漂着する訳ではない（藤枝 2005）。これは漂着物によって流出地による使用量や流出量の偏り，洪水（藤枝 2009c）や海難事故（由比ら 2008）等の局地的流出の有無，さらには漂流物による漂流形態の違い（Yoon et al. 2009）等があるためである。

一方，流出地情報を持つライターを広域で採取し，流出地と漂着地を結ぶことにより，漂流ごみの流れを知ることができる。数値シミュレーションから求められた東シナ海における揚子江からの流れは，明確な季節変動を示し，夏季，対馬海峡に向かって張り出すが，冬季には大陸に沿って南西に進む（Chang and Isobe 2003）。沖縄県海岸に漂着するライターは，隣接する台湾や中国広東省・香港を流出域とするものが主であり，韓国からの漂着は主に韓国西部を起源としたものであった。残念ながら今回

の漂着ライターからは、この季節変動を得ることはできなかったが、中国からの流出は、主に揚子江以南の沿岸部であり、それらが対馬海峡に向かうことは確認された。

また対馬海峡から流入した対馬暖流は、日本海南部では日本沿岸分枝を形成しながら北東方向へ流れ、亜寒帯前線で日本沿岸に収束し、流入量の半分強の流量が津軽海峡から北太平洋に流出し、残りはさらに宗谷海峡を北上してオホーツク海に流入する (Onishi and Ohtani 1997) としている。漂流物を用いた調査では、白水 (1974) によると、山口県関門海峡大潮西流時および山口県萩市沖に投入された海流はがきは、いずれも北上し、北海道渡島半島にまで達している。また笠原 (1957) によると、4月に石川県能登半島沖合で投入された漂流瓶は、南下や富山湾への流入は弱く、主に北東に向い、佐渡沖合を通過して、秋田県入道崎から津軽海峡西口付近で収斂して津軽海峡に流入し、能登半島沖約20マイル以上に投入された漂流瓶の一部は北海道にまで達した。さらに小関 (1977) によると、北陸 (福井県～富山県) の日本海に流入する主要6河川の河口より漂流封筒を投入した結果、投入地点から南下したものは、能登半島以南では全体の6.9%、能登半島以北の富山県では0%であった。一方、日本海を北上したものは津軽海峡を越え太平洋や北海道西岸からオホーツク海沿岸にまで達していた。また4、7月に投入されたものは津軽海峡にまで達しているが、晩秋から冬期では遠方に達しないと報告している。Yoon et al. (2009) によると、日本海における漂流物の数値シミュレーション結果、日本海沿岸の日本を起源地とする漂流物のほとんどは、日本の日本海沿岸に漂着し、朝鮮半島への漂着はわずかであった。一方、韓国を起源地とするものは、韓国及び日本の日本海沿岸に漂着し、特に春季に九州から山口県に漂着し、秋に秋田県から北海道に漂着するとしている。さらに北朝鮮起因の漂流物は山形県以北に主に漂着し、東シナ海起因の漂流物は、対馬海峡を離れるにつれて密度が低下するとしている。安田 (2004) によると、日本近海におけるエチゼンクラゲの大量発生の時系列変化より、東シナ海の上海沖で発生したエチゼンクラゲは、日本海から津軽海峡を経由して太平洋に流出し、親潮に乗って南下することがわかっている。今回の結果、これら過去の研究調査結果と同じく、新潟県佐渡島から山形県飛島に高密度で漂着していること、また韓国東岸を起源地とするライターが主に日本海北部に漂着していることから、日

本海を北上するライターは亜寒帯前線によって収束し、新潟県以北の日本海沿岸に漂着すると言える。また富山湾への海外起因ライターの漂着が少ないことから、対馬暖流に乗って北上するライターは能登半島沖合を通り、佐渡島方面に直接向かうこと、さらには韓国ライターが下北半島東岸や茨城県海岸に漂着していることから、日本海経由の漂流物は津軽海峡を経て太平洋に流出することもわかった。

オホーツク海では、滝沢・青田 (1978) が人工クラゲ、漂流カードおよび漂流瓶を使って海流調査を行った。その結果、北海道周辺の日本海北部およびオホーツク海南西部に投入された漂流カードは、一部サハリンへ北上したが、多くは宗谷海峡を回り、北海道北東部、オホーツク海沿岸および知床岬付近に漂着した。今回の結果、日本海に流出した韓国・中国・台湾・日本の各ライターは、津軽海峡から太平洋に向かうだけでなく、北海道西部を北上し、宗谷海峡を越えてオホーツク海の知床半島にまで到達していた。よって対馬海峡から日本海に流入した韓国、中国・台湾を起源とする海洋ごみと国内の日本海沿岸で発生した海洋ごみの多くも、対馬暖流に乗って北上し、その一部は津軽海峡を通過して陸奥湾や太平洋へ、またその一部は北海道西岸を北上し、宗谷海峡を越えてオホーツク海に流入していると言えよう。

太平洋では、藤本・平野 (1972) によると、九州南西～薩南海域に投入された海流瓶より、この海域には対馬暖流源流域、混合域、黒潮流域および反流域の4つの明瞭な流動パターンがあることが示された。特に黒潮流域に投入された海流瓶は、黒潮流に相当する速さで移動し、黒潮本流から北側の鹿島灘にまで達するとされている。また大塚・石野 (1988) は、 20°N - 34°N の 137.5°E 線および 142.0°E 線に3,800本の海流瓶を投下し、北西太平洋亜熱帯域の海流系を調査した。その結果、 29°N , 137.5°E に投入された海流瓶の内1本がミッドウェーに漂着し、また 24°N に投下されたものは南西諸島だけでなく、台湾、フィリピン、さらには南シナ海沿岸にも漂着した。またそれらは太平洋沿岸だけではなく、日本海の長崎県対馬や新潟でも漂着が確認されている。さらに春川・榎本 (1997) も、1984-1987年に高等学校のクラブ活動・授業等の一環として黒潮の流れの中心付近である三宅島近海に海流瓶を1,636本投入し、その結果、太平洋中央部のミッドウェー、ハワイ、北米のカナダ西岸、フィリピン東岸、日本南西諸島でその漂着を確認した。北太平洋では、多

くのコアハウドリの親鳥が海面を漂流するプラスチック類を誤食し、それを雛鳥に与えている。ミッドウェー環礁では、雛鳥の死骸からプラスチック類が多く見つけられるが、ライターもその一つである (Fry et al. 1987, Mayer 2003)。藤枝 (2003) によると、北太平洋中央部に位置するミッドウェー環礁で育ったコアハウドリの雛の死骸から採取された全ライターの約 6 割が日本、約 2 割が中国・台湾を流出国とするライターであったと指摘している。また藤枝ら (2010) は、瀬戸内海に流出したごみの半数は外洋に流出しているとしている。

以上より、東アジアにおける海流や季節風による海の流れの下流に位置する日本、台湾および韓国は、それぞれ流れの上流側に位置する国から発生した越境ごみの影響を受けるが、最下流に位置する日本からはこれら東アジア周辺国への影響はほとんどないこと、八丈島を除く伊豆・小笠原諸島では日本ライターの割合が最も高いこと、さらに日本海を北上するにつれて日本ライターの割合が上昇し、それらが津軽海峡を通じて太平洋に流出していることから、日本沿岸から流出した海洋ごみは、黒潮や黒潮逆流・黒潮続流に乗って広く北太平洋に拡散していると推察される。海洋ごみは、海の流れに従って下流側に漂流漂着するため、国家や地域間の一対一や一方的な対策では対応できない問題である。よって今後日本は、深刻化が予想される海洋ごみ問題について自国のみの視点から見た被害者・加害者といった捉え方ではなく、東アジア圏域が北太平洋における海洋ごみの主要発生地域であるという広い視野に立ち、共同で問題解決に取り組む体制を構築して行かねばならない。

最後に漂着ライターの流出地と漂着地の関係から求めた日本沿岸における漂流物 (海洋ごみ) の流れについてまとめると以下ようになる。

- 1) 中国広東省から上海の沿岸部および台湾西部を起源とする漂流物は、沖縄諸島から奄美諸島に漂着しながら東シナ海を北上し、対馬海峡を通過して日本海に流入する。
- 2) 韓国西岸を起源とする漂流物は、そのまま南下するものもあるが、朝鮮半島に沿って東進し、対馬海峡に向かうものもある。
- 3) 対馬海峡から日本海に流入した漂流物は、韓国南岸、東岸および日本の日本海沿岸から日本海に流出した漂流物と合わさって日本海を北上し、新潟県から青森県の沖合で収束して同海岸に漂着するだけでなく、津軽海峡に向かう。

- 4) 津軽海峡を経て太平洋に流出した漂流物および東北地方太平洋沿岸から流出した漂流物は、東北太平洋沿岸を南下して茨城県沖合にまで達する。
- 5) 日本海を宗谷岬まで北上した漂流物は、オホーツク海に流入し、知床岬沖合にまで達する。
- 6) 九州南岸から東海地方までの太平洋沿岸では、大都市を控える内湾域および漂着地周辺を起源とするものが主に漂着する。
- 7) このようなライターの流れは、日本周辺の黒潮、対馬暖流、親潮および季節風による海の流れとほぼ一致する。

謝 辞：台湾でのライターの採集には、黒潮海洋文教基金会の張泰迪氏、韓国での採集には OSEAN の Jongmyoung Lee, Sunwook Hong 両氏に多大なるご協力をいただいた。また日本国内でのライターの採集には、漂着物学会会員の池淵正明、石井忠、石川慎也、石原元、石本昌平、茨木靖、大我かおり、金子エミ、兼松方彦、久保公子、久保田信、久保田雅久、倉重加代、黒原和男、京馬伸子、小林真樹、佐藤由美、神保清司、竹田正義、中司光子、中西弘樹、西弥生、林重雄、久野幸子、牧野伸一、松本敏郎、森川美佐子、安松貞夫、由比良雄の各氏、国際海岸クリーンアップのキャプテンである青木康太郎、安藤康志、伊藤実、金子博、川崎ミキオ、菊野憲一郎、小前正二、小前光子、五島宏、佐藤正平、佐渡市立内海府中学校、清水孝則、鈴木篤博、竹内好美、土井倫子、中野行男、橋川篤子、松浦雅峰、吉川寛、吉井信秋、吉田誠、渡辺竜雄の各氏、その他、稲垣伸介、市野雄一、小笠原村商工会、小澤卓、柿崎純三郎、木下明、芝崎利行、清野聡子、第三区海上保安本部、高久秀三、馬場典夫、日高正康、福田隆二、山口正一の各氏に多大なるご協力をいただいた。その他、採集作業にご協力いただいた多くの方を含めて、ここに厚く御礼申し上げます。

引用・参考文献

- Chang, P. H. and Isobe, A. 2003. A numerical study on the Changjiang diluted water in the Yellow and East China Seas. *J. of Geophysical Research*, 108(C9, 3299): 15-1-15-17.
- 張 弼勳・磯辺篤彦・松野 健・清水 学 2008. 東シナ海における漂流ブイの追跡モデルとその応用. *沿岸海洋研究* 45(2): 125-135.
- Fry, D. M., Fefer, S. I. and Sileo, L. 1987. Ingestion of plastic debris by Laysan Albatrosses and Wedge-tailed shearwaters in Hawaiian Islands. *Marine Pollution Bulletin* 18: 339-343.
- 藤枝 繁 1999. 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 **63**(2): 68-76.
- 藤枝 繁 2003. ディスポーザブル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 **1**: 13-20.
- 藤枝 繁 2005. 鹿児島県吹上浜における指標漂着物を用いた海岸漂着ごみの定期モニタリング. 漂着物学会誌 **3**: 19-24.
- 藤枝 繁 2009a. 指標漂着物を用いた瀬戸内海における海洋ごみの流れと起源の推定. 沿岸域学会誌 **22**(2): 27-35.
- 藤枝 繁 2009b. 伊勢湾海岸に漂着散乱するごみの分布と発生地域. 漂着物学会誌 **7**: 13-19.
- 藤枝 繁 2009c. 定期漂着物モニタリングによる海洋ごみ大量漂流漂着警報の試み. 漂着物学会誌 **7**: 27-32.
- 藤枝 繁 2011. 瀬戸内海に漂流漂着するカキ養殖用パイプ類の実態. 日本水産学会誌 **77**(1): 23-30.
- 藤枝 繁 2013. 河岸で採取されたディスポーザブルライターの配布地の範囲. 漂着物学会誌 **11**: 7-11.
- 藤枝 繁・星加 章・橋本英資・佐々倉諭・清水孝則・奥村誠崇 2010. 瀬戸内海における海洋ごみの収支. 沿岸域学会誌 **22**(4): 17-29.
- 藤枝 繁・小島あずさ 2006. 東アジア圏域における海岸漂着ごみの流出起源の推定. 沿岸域学会誌 **18**(4): 15-22.
- 藤枝 繁・小島あずさ・兼廣春之 2006. 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. 廃棄物学会論文誌 **17**(2): 117-124.
- Fujieda S., Ohkura, Y. and Morrison, S. 2012. Estimate of the outflow area of marine debris using disposable lighters as an indicator item on the beach of northern Australia. *Jour. Jap. Drif. Soc.* **10**: 19-22.
- 藤本 実・平野敏行 1972. 卵・稚仔輸送拡散機構としての黒潮の研究 - I, 海流瓶の漂着からみた黒潮の輸送機能. 東海水研報 **71**: 51-68.
- 春川光男・榎本雅彦 1997. 1984年から1987年にかけて実施した海流調査の結果について. 高校理科 **40**: 24-28.
- 橋本英資・谷本照己・星加 章・高杉由夫 2008. 瀬戸内海における漂流予測モデルによる海洋ごみ分布域の推定. 海岸工学論文集 **55**: 401-405.
- 東山高等学校地学部 1996. 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 **41**: 19-39.
- 一般社団法人 JEAN 編 2014. 2013年のクリーンアップキャンペーンの結果. 2013 JEAN年間活動&クリーンアップキャンペーンレポート, pp.22-34.
- Kako, S., Isobe, A. Yoshioka, S. Chang, P. H. Matsuno, T. Kim, S. H. and Lee, J. S. 2010. Technical issues in modeling surface-drifter behavior on the East China Sea Shelf. *Marine Pollution Bulletin* **66**: 161-174.
- 兼廣春之 2005. 海岸漂着ごみ対策の現状について. 潮流 **39**: 49-60.
- 笠原昭吾 1957. 1955年春季日本海北部海域における表層流について - とくにマイワシ卵・稚仔の移流との関係 -. 日水研年報 **3**: 139-154.
- 木村 匡・林原 毅・下地和幸 1992. 漂流ハガキ実験結果報告. みどりいし **3**: 18-21.
- Kubota, M., Takayama, K. and Namimoto, D. 2005. Pleading for the use of biodegradable polymers in favor of marine environments and to avoid an asbestos-like problem for the future. *Appl. Microbiol. Biotechnol* **67**: 469-476.
- 社団法人日本喫煙具協会 2005. 喫煙具カタログ2006年, p. 229.
- 松野 健・Lee, J. S.・Pang, I. C.・Kim, S. H. 2006. 漂流ブイを用いた東中国海の家況モニタリング. 沿岸海洋研究 **44**(1): 33-38.
- Mayer, B. 2003. *Marine Debris: Cigarette Lighters and the Plastic Problem on Midway Atoll.* (<http://kms.kapalama.ksbe.edu/projects/2003/albatross/>)
- 目黒邦夫・佐藤真司・鯉渕幸生 2006. 海岸に漂着する流木群の挙動解析. 海岸工学論文集 **53**: 1301-1305.
- 中野 俊・川辺禎久 1992. 1991年, 琉球列島西表島に漂着した軽石. 火山 **37**(2): 95-98.
- (社)日本喫煙具協会編 2005. 2006喫煙具総合カタログ, pp.229.
- 農林水産省農村振興局・農林水産省水産庁・国土交通省河川局・国土交通省港湾局 2007. 全国海岸の漂着ゴミの実態調査, 平成18年度社会資本整備事業調整費/海岸における一体的漂着ゴミ対策検討調査報告書, pp.1-27.
- Onishi, M. and Ohtani, K. 1997. Volume Transport of the Tsushima Warm Current, West of Tsugaru Strait Bifurcation Area. *J. of Oceanography* **53**: 27-34.
- 岡野多門・安東重樹・池田圭吾 2011a. 日本海に流入する海外からの飲料用ペットボトルの漂流経路, 廃棄物資源循環学会論文誌 **22**(5): 285-292.
- 岡野多門・安東重樹・安本 幹 2011b. 漂着ライターの地名情報からみた民生分野からの海域ごみの排出地. 環境科学会誌 **24**(6): 521-530.
- 岡野多門・加藤郁美 2013. 東アジアからの漁業用フロートの漂着実態. 廃棄物資源循環学会論文誌 **24**(5): 88-96.
- 大塚一志・石野 誠 1988. 海流瓶による北西太平洋亜熱帯域の海流系に関する研究. 東京水産大研報 **75**(2): 275-294.
- 小関恒雄 1977. 日本海流入河川から投入した海流カードの漂流状況追跡 1. 北陸地方諸河川について. 科学警察研究所報告 **30**(3): 181-187.
- 沢西康宏・友定 彰 1968. 海流封筒による黒潮の調査. 水路要報 **84**: 1-7.
- 関 和男 1927. 軽石の漂流に就いて. 海洋気象台彙報 **10**: 1-41.
- 白水英治 1974. 山口県海域に於ける漂着死体の場所的研究. 山口医学 **23**(1・2): 31-39.
- 滝沢隆俊・青田昌秋 1978. 漂流物による宗谷暖流およびオホーツク海の海流調査. 北海道大学低温科学. 物理編. 資料集 **36-37**: 71-76.
- The Ocean Conservancy 2005. Total Debris items collected worldwide '2004ICC', 2004 International Coastal Cleanup: 229.
- 山口晴幸 1998. 外国から漂着するゴミによる海岸汚染. 土木学会誌 **83**(3): 60-62.
- 安田 徹 2004. 日本近海における巨大エチゼンクラゲ *Nemopilema nomurai* の大発生について. 日本水産学会誌, **70**(3): 380-386.
- Yoon, J. H., Kawano, S. and Igawa, S. 2009. Modeling of marine litter drift and beaching in the Japan Sea. *Marine Pollution Bulletin* **60**(3): 448-463.
- 由比良雄・中西弘樹・林 重雄・小島あずさ 2008. インクカートリッジの海上拡散と漂着. 漂着物学会誌 **6**: 5-9.

(Received Sept. 2, 2014; accepted Oct. 20, 2014)