

〈特集〉

海洋のプラスチック汚染調査の現状と課題

内 田 圭 一

東京海洋大学 学術研究院 海洋資源エネルギー学部門

(〒108-8477 東京都港区港南4-5-7 E-mail: kuchida@kaiyodai.ac.jp)

概 要

近年、海洋におけるプラスチックごみに関する問題が世界的に注目されている。日本周辺海域では、2014年から本格的な調査がはじまり、マイクロプラスチックについては、その密度が世界の海の平均的な量の27倍にもなることなどが明らかになっている。また東アジアや東南アジアが、世界の海洋プラスチックごみの主要な排出国という研究結果が発表される中、それらの国々でも海洋プラスチックの実態調査や問題への対策が進められている。一方で、調査手法が国や研究機関によって異なることがあり、得られた結果を同じ尺度で比較する必要性が求められている。

キーワード：マイクロプラスチック、海洋ごみ、モニタリング手法の調和

原稿受付 2020.1.8

EICA: 24(4) 45-48

1. はじめに

近年、海洋ごみの中でも、プラスチックごみに関する問題が世界的に注目されている。海洋におけるプラスチックごみは、海岸に漂着する「漂着ごみ」、海底に堆積する「海底ごみ」、海面を漂流する「漂流ごみに」大きく分けられる。また、これらはサイズによって大きく二つに分類され、目に見えるサイズのものであればマクロプラスチック、5 mm 以下のものではマイクロプラスチックとしてカウントされる。そして、調査もそれぞれに対応した方法が採られるとともに、その方法は国や研究機関によって違いがみられる。日本では、1990年代からNPOやNGOなどの団体が海岸や河川の漂着ごみ対策に取り組んできた¹⁾。日本政府が本格的に海洋ごみ問題に対応し始めたのは、「美しく豊かな自然を保護するための海岸における良好な景観及び環境の保全に係る海岸漂着物等の処理等の推進に関する法律」が公布・施行された2009年7月以降になる。この法律の施行以降、様々な海岸で実態調査やごみの回収事業が行われてきたが、これらのごみは回収してもしばらくたつと同じような状況に戻ってしまうというたちごっこであった。

2. 沖合調査の開始

漂着ごみの回収や実態調査が繰り返される中、そのもの自体がどこから来るのかということをおもに明らかにしない限りは、根本的な対策を打ち出すことはできないということで、2014年から日本周辺の沖合域での実

態調査が始まった。この調査は、東京海洋大学の練習船（海鷹丸・神鷹丸）による日本一周の実習航海の一部を活用して実施された。この調査では、海面を漂う漂流ごみを目視により観測する目視観測調査、呼称目合い350 μmのニューストーンネットを使用した海面を漂うマイクロプラスチック調査、水産資源調査に使用される底びき網による海底ごみ調査が行われた。なお、マイクロプラスチックの調査については九州大学と連携しておこなっている。

これらの調査を通じて、日本周辺の沖合域には、発泡スチロールやレジ袋、プラスチックボトルなど多くのプラスチック製品が分布していることが明らかになってきている。特に、発泡スチロールやペットボトルは西日本に高密度な場所が多くみられ、発泡スチロールを例に挙げると、その密度は多いところで389.0個/1 km²（2014年から2016年の調査結果）となった²⁾。また、マイクロプラスチックについては、日本周辺海域の密度は、世界の海の平均的な密度の約27倍（1,720,000粒/km²）にもなることなどが明らかになっている（2014年調査結果）³⁾。東京海洋大学の練習船海鷹丸が南極海で実施したニューストーンネットによる調査では、最南端の調査地点であった南緯63度付近で、286,000粒/km²という瀬戸内海の平均（76,000粒/km²）を上回る調査結果が得られている⁴⁾。さらに、海底ごみについては、東シナ海では漁具系のごみが多かったり、中国由来のごみが見られたりした一方で、常磐沖の調査では日本の陸域由来とみられる衣類やシャツ、食品包装材などの生活用品が多く見られ、海域が接続する陸域によってその特徴が異なる傾

向がみられた（2014年から2016年の調査結果）²⁾。これら調査が実施される中、特にマイクロプラスチックについては、我々が実施した調査でこれまでの高密度な結果が得られたことから、調査手法の違いが結果に影響を及ぼす可能性も示唆された。

3. 日本が主導で

海洋プラスチックごみの調査が世界中で実施され始める中、世界的な実態を把握するためには、それぞれの結果を適切に評価して比較する必要がでてきた。その中でもマイクロプラスチックのモニタリング手法においては、2016年5月に行われたG7富山環境大臣会合で、日本政府がその標準化及び調和については主導して行うと宣言している。そしてその取り組みは、環境省が中心となって2017年から進められている。さらに、日本周辺沖合域の調査が実施された結果、海岸漂着ごみは自国の問題だけではなく、海洋でつながる隣国との連携が重要であることが明確になってきた。そして、2009年7月に公布・施行された「美しく豊かな自然を保護するための海岸における良好な景観及び環境の保全に係る海岸漂着物等の処理等の推進に関する法律」（略称：海岸漂着物処理推進法）は、2018年6月「美しく豊かな自然を保護するための海岸における良好な景観及び環境並びに海洋環境の保全に係る海岸漂着物等の処理等の推進に関する法律」に改正され、第28条の2として「国は、海岸漂着物対策を国際的協調の下で推進することの重要性に鑑み、海岸漂着物対策の推進に関する国際的な連携の確保及び海岸漂着物等の処理等に関する技術協力その他の国際協力の推進に必要な措置を講ずるものとする」という法律が新設され、国として国際的な連携の確保及び国際協力を推進する方向性が示された。

4. マイクロプラスチックのモニタリング手法の標準化及び調和

ここ数年、国内の様々な機関によって、河川や湖、海岸、砂浜などで様々なサンプリング手法によりマイクロプラスチックの調査・分析がおこなわれている^{5,6)}。我々が調査対象としている沖合域では、浮遊卵や仔稚魚を採集するために開発されたニューストンネット：網口75 cm×75 cmの正方形（呼称目合い350 μm）を使用した調査が主流となっている。一方で海外に目を向けると、沖合域でのサンプリングは、使用する網の目合いはほぼ同じであるが、網口の形状や浮体の大きさや形状がことなるマンタネットと呼ばれるものが広く使用されている。先にも述べたが、これらのネットの違いや曳網方法の違いが調査結果に影響

を与えているのではないかということで、日本（環境省）が中心となって2017年からマイクロプラスチックのモニタリング手法の標準化及び調和を目指した取り組みが始まった。このプロジェクトでは、日本が沖合の調査で主として使用しているニューストンネットと欧米など海外の研究機関が主として使用しているマンタネットを同時に使用することで、その採集効率の違いを比較検証している。その結果は、海洋表層中のマイクロプラスチックのモニタリング手法に関するガイドライン“Guidelines for Harmonizing Ocean Surface Microplastic Monitoring Methods”として⁷⁾、広く世界に公表されるとともに、2019年度も補足実験が行われ改訂版の作成が進められている。なお、プロジェクトの結果からは、両者のネットにおける採集効率には大きな差が無いことが確認されている。

5. 東アジア・東南アジアとの連携

2018年の海岸漂着物処理推進法改正により、国際的な連携の確保及び国際協力の推進が明確にされた。その先駆けとなった海外との連携は2016年から始まっており、初年度は、日中露の3か国の研究者が東京海洋大学の練習船海鷹丸に乗船し、日本が実施する調査に参加してもらう中で、それぞれの国の調査手法に関する情報交換などを実施した。この取り組みを通して、2017年には、タイ・インドネシア・中国、2018年にはタイ・インドネシアから研究者を招聘し同様の調査がおこなわれ、日本と東アジア・東南アジアとの連携が深まっていった。そして、海岸漂着物処理推進法改正の翌年2019年には、インドネシア・タイ・ベトナム・カンボジアの4か国から計9名研究者を招聘するとともに、日本からは、インドネシア・ベトナム・タイ・中国で行われる調査に執筆者が同行し、それぞれの調査手法の確認と現地での情報交換を行っている。これらの連携から、国ごとに調査で使用できる設備や船が異なり、それに伴って実施できる調査方法も異なってくることなどが明らかになってきた。これらの取り組みから見てきた各国の事情は以下の通りである。

5.1 インドネシア

ASEAN諸国の中で最も多くの海洋プラスチックごみ問題に対する調査が実施されている⁷⁾。一方で、マイクロプラスチックの調査には、網口30 cm×15 cm、網長110 cm 目合い80 μmのマンタネットが使用されていた。この目合いは、短時間で目詰まりを起こしてしまう可能性がある上に、網内を通過した水量を計測するための濾水計が網口の外側に装着されるなど、マイクロプラスチックの密度を推定する上で過小評価

につながる可能性が高いなど、いくつかの問題点が見られた。同行調査では、インドネシアが用意したネットと日本から用意したネットでの同時サンプリングを実施しているため、今後、解析が進めばその違いが明らかになると期待される。この違いを定量的に明らかにすることができれば、日本の調査結果とインドネシアの調査結果を同じ尺度で比較することが可能になる。

5.2 タイ

沖合域についてはSEAFDEC（東南アジア漁業開発センター）が中心となり、2018年から本格的な海洋ごみに関する調査（漂流ごみ、海底ごみ、マイクロプラスチック）を開始している。しかし、初年度の調査ではニューストーンネットの曳網方法に問題があるなど、マイクロプラスチックの調査については改善が必要な点が多く見られた。これに対して2019年の調査では、新たに作成したマンタネットとニューストーンネットを用意した上で、曳網方法の問題点も改善するなど、海洋プラスチック問題に対する意識は高まっている。さらに、タイにおいては九州大学とチュラロンコン大学が中心となり、「地球規模課題対応国際科学技術協力プログラム（SATREPS）」による「東南アジア海域における海洋プラスチック汚染研究の拠点形成」が2019年から始まっていることから、今後の研究がより一層進むものと期待される。

5.3 ベトナム

Jambeckら（2015）によると海洋へのプラスチックごみの排出量が世界第4位とされている⁹⁾。こうした事態を受けて、2019年から本格的な調査が始まった。調査に使用できる船舶に制約はあるものの、現地の研究者の調査に対する潜在能力の高さは感じられた。一方で、調査機材やマイクロプラスチックの分析に必要な設備が必ずしも十分とは言えないことから、1 mm以上のマイクロプラスチックをターゲットにした調査方法から全体量を推定していくなど、現地の設備に合わせた分析方法を提案していく必要もあると考えられた。

5.4 中国

同国でマイクロプラスチックの調査をリードする華東師範大学には、マイクロプラスチックの分析に必要な世界最先端の機器が揃っており、世界の研究者がその設備で分析をしに来るほど充実していた。また、国の研究機関である中国環境観測センターも調査船を使った調査を定期的に行うだけでなく、2017年には「海洋ごみ及びマイクロプラスチック研究センター」を立ち上げたり、マイクロプラスチックのサンプリングにニューストーンネットやマンタネットに代わるカタ

マランネットを開発したりするなど、国を挙げて海洋プラスチックごみ問題を重視する姿勢が強く感じられた。一方で、目視観測による漂流ごみの調査方法や、マイクロプラスチックの密度換算の方法などに日中で若干の違いがみられ、両国の結果と比較する際には、若干の補正が必要であることも確認された。

海洋へのプラスチックごみの排出量上位国の多くが東アジア・東南アジアであるとされるなか、欧米と比較して海洋での調査は始まったばかりである。東アジア・東南アジアにおける海洋プラスチックごみの実態を明らかにしていくためには、それぞれの国にあった調査方法を行いつつも、これらの国々が密に連携しながら、それぞれのデータを同じ尺度で比較できるようにするための最低限の基準を設定していく必要があると考えられる。

6. 沖合域における海洋プラスチックごみ問題の今後の課題

日本周辺における海洋ごみの調査は、2017年からは東京海洋大学の練習船だけでなく、北海道大学、長崎大学、鹿児島大学も加わり、4大学の練習船で調査範囲の拡大が行われている。そして、調査範囲の拡大だけでなく、調査対象も海面から海面下におけるマイクロプラスチックの空間的分布を明らかにする取り組みや、これまでネットで採集していたものを海水ごとサンプリングすることでより微細化したマイクロプラスチックの実態を明らかにする取り組みなども進められている（環境研究総合推進費：海洋プラスチックごみに係る動態・環境影響の体系的解明と計測手法の高度化に係る研究）。調査対象がより微細化することで、これらの分析方法も従来のように人が目で見て拾い出す方法に代わる方法の開発が必要となってきている。ここまで、主に海洋での調査に携わっている者として、沖合域における調査の現状について記述してきたが、海洋プラスチックごみ問題については、回収方法の検討¹⁰⁾やプラスチックに代わる材質の開発、プラスチックの利用方法の再検討¹¹⁾など、様々な分野の関係者が対策を検討し実行し始めている。洋上で調査を行う者としては、このような取り組みの成果が洋上でも確認されるまで、モニタリングを続けていく必要があると考える。

参考文献

- 1) 小島あずさ、眞淳平：海のごみー拡大する地球環境汚染，中公新書，pp.1-232, (2007)
- 2) 環境省：平成28年度沖合海域における漂流・海底ごみ実態把握調査業務報告書, (2017)

- 3) A. Isobe, K. Uchida, T. Tokai, S. Iwasakia : East Asian seas : A hot spot of pelagic microplastics, *Marine Pollution Bulletin*, 101, pp. 618-623. (2015)
- 4) A. Isobe, K. U. Matsumoto, K. Uchida, T. Tokai, *Microplastics in the Southern Ocean*, *Marine Pollution Bulletin*, 114, pp. 623-626, (2017)
- 5) 牛島大志, 田中周平, 鈴木裕識, 雪岡聖, 王夢澤, 銅谷佳希, 藤井滋穂, 高田秀重 : 日本内湾および琵琶湖における摂食方法別にみた魚類消化管中のマイクロプラスチックの存在実態, *水環境学会誌*, 41, 4, pp. 107-113, (2018)
- 6) 池貝隆宏, 三島聡子, 菊池宏海, 難波あゆみ, 小林幸文 : 相模湾沿岸域のマイクロプラスチック漂着特性, *神奈川県環境科学センター研究報告*, 41, pp. 1-10, (2018)
- 7) 環境省 : *Guidelines for Harmonizing Ocean Surface Microplastic Monitoring Methods Version 1.0.*, (2019)
- 8) Y. Lyons, T. L. Su and M. L. Neo : A review of research on marine plastics in Southeast Asia, *Research on marine plastics in SEA, NUS*, pp. 91, (2019)
- 9) J. R. Jambeck, R. Geyer, C. Wilcox, T. R. Siegler, M. Perryman, A. Andrady, R. Narayan, K. L. Law : Plastic waste inputs from land into the ocean, *Science*, 347, pp. 768-771, (2015)
- 10) B. S. Rose, L. Lebreton, J. L. Rego, F. Kleissen and J. Reisser : Multi-Scale Numerical Analysis of the Field Efficiency of an Ocean Plastic Cleanup Array, *ASME 2016 35th International Conference on Ocean, Offshore and Arctic Engineering*, pp. 1-8, (2016)
- 11) 消費者庁, 外務省, 財務省, 文部科学省, 厚生労働省, 農林水産省, 経済産業省, 国土交通省, 環境省 : *プラスチック資源循環戦略*, (2019)