

研究テーマ：漂着鯨類消化器内の海洋プラスチックのトレーサビリティ解析

大枝 亮

筑波大学大学院 博士後期課程

【背景と目的】

海洋プラスチックの問題について、世界中で関心が強まっている。2015 年までに約 63 億 t のプラスチックが廃棄をされており、そのうちの 8 割（約 49 億 t）が環境中に流出をしたとされている（Geyer et al., 2017）。こうした海洋に流出されたプラスチックに海水中の残留性有機汚染物質（POPs）などの有害な化学物質が吸着していると報告されている（間藤ら、2002）。

様々な海洋生物の体内でプラスチックが発見されている（山下ら、2016. Rosas-Luis, 2016）。生物がプラスチックを誤飲することで引き起こされる影響として、消化器の物理的損傷や閉塞、疑似的満腹感による衰弱死といった「物理的影響」とプラスチックに吸着した POPs 曝露による免疫低下の結果、日和見感染症や内分泌攪乱する「化学毒性的影響」が懸念されている。

環境省が 2019 年に定めた「海洋プラスチックごみ対策アクションプラン」では、海洋プラスチックの削減のために、プラスチックの流出量を削減することと環境中に流出したプラスチックを可能な限り回収することが重要だとされている。しかし、現状で行われているプラスチック削減の施策は包括的な対策となっている。

より効果的な海洋プラスチックへの対策を打ち出すには、生物へ影響を与えているプラスチックを精査することが必要である。特にプラスチック誤飲による生物への影響を解消するには、生物体内のプラスチックの由来や経路の把握することで、製造や使用の制限や環境中からの回収を重点的に実施すべきプラスチックを理解することができる。

本研究は日本沿岸に漂着した鯨類の消化管内から見つかったプラスチックを用いて、その由来や性状、材質を同定し、鯨類に蓄積しやすいプラスチックとはどのようなものなのかを明らかにすることを目的に実施した。

【材料と方法】

材料には国立科学博物館収蔵の国立科学博物館収蔵の 15 種 77 個体の漂着鯨類消化管内のプラスチック 538 検体 1472.0g を材料として用いた。これらは、日本沿岸の海岸に死亡漂着あるいは漂着後に死亡したクジラに対して解剖調査を行い、摘出された胃から発見したものである。

プラスチックを水道水で洗浄した後、乾燥させた。一部の標本は 70%EtOH や 10%HCHO での液浸標本にて保存されていたため、それらは標本瓶から出し乾燥させた。

乾燥させたプラスチックは、重量計にて重量を計測したのちに、性状により「軟質性」「硬質性」「繊維性」の 3 つに分類した。さらに個包装用袋、網、ロープなどといった製品名で分類し由来同定を行った。

さらにアカボウクジラ科鯨類（7種 60 個体）から見つかったプラスチック（462 検体 1200.4g）については小片を分取し、フーリエ変換赤外分光法（FT-IR）によるプラスチック材質分析を実施した。

【結果と考察】

●鯨類の消化管内から見つかったプラスチックの由来

全 77 個体の漂着鯨類において、最も多くの個体から検出が確認されたプラスチックの由来は漁業などで使用される網・ロープ（42 個体）であった。一方で、個包装用袋やゼリーカップなどの生活ごみを由来とするプラスチックが見つかった個体は 50 個体となり、網・ロープを上回った（図 1）。

海岸で発見されるプラスチックのほとんどは陸域由来であり（JEAN,2018）、陸域での生活ごみ由来のごみが環境中やクジラを含む海洋生物に到達していることが明らかとなった。

77 個体の鯨類から見つかったプラスチック 538 検体 1472.0g において、重量と検体数ともに最も多くの割合を占めたのは網・ロープ（129 検体 628.7g）であった。生活ごみ由来のプラスチックについては、レジ袋（10 検体 137.2g）や個包装用袋（44 検体 100.1g）が多く確認され、生活ごみ由来プラスチックすべてでの合計は 110 検体 392.4g となった。漁業利用が想定される網・ロープと生活ごみ由来プラスチックを比較すると重量では 2 倍弱の差がつくが、検体数ではその差が小さくなっていた（図 2）。

環境省の海洋ごみ実態把握調査の令和 2 年度漂着ごみ品目調査においても、漁具由来のロープやひもが多くの重量を占めている一方、個数ではキャップ類やポリ袋、プラ性食器容器などの陸域由来の割合も高まっており、本成果との共通性が見られた。

由来が同定できなかったプラスチックは 301 検体 396.9g で、その内の 7 割強は軟質性プラスチック（211 検体、289.3g）であり、個包装用袋やレジ袋などの微細化しやすい軟質性プラスチックは由来同定にて過小評価される傾向にある。

●アカボウクジラ科鯨類の消化管内プラスチックの材質

アカボウクジラ科鯨類のプラスチック総重量 1200.4g（60 個体 462 検体）の材質内訳（重量比）は、ポリエチレン（PE）696.0g（58.0%）ポリプロピレン（PP）329.9g（27.5%）その他プラスチック 174.5g（14.5%）であった（図 3）。その他のプラスチックとしては、ポリプロピレン・ポリエチレン共重合体（PPPE）、エチレン・酢酸ビニル共重合体（EVA）、ナイロンなどが確認された。

東京湾表層の海水（三木田と西口、2019）や表層性魚類（牛

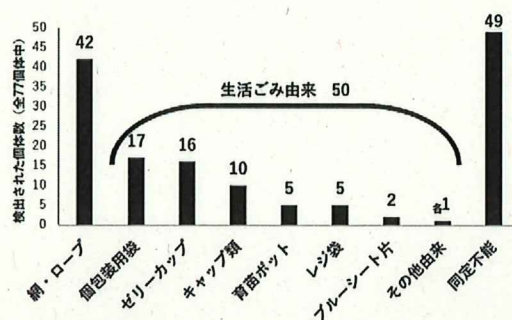


図 1 漂着鯨類 77 個体において各由来が確認された個体数

由来	検体数 (個)	由来	重量 (g)
網・ロープ	129	網・ロープ	628.7
生活ごみ由来	110	生活ごみ由来	392.4
同定不能	301	同定不能	396.9

図 2 漂着鯨類消化管内から見つかったプラスチックの検体数と重量の内訳

■ポリエチレン ■ポリプロピレン ■その他プラスチック

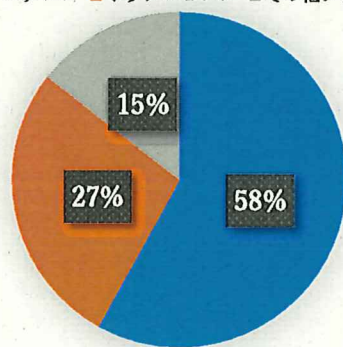


図 3 アカボウクジラ科鯨類 60 個体から検出された 465 検体のプラスチックの材質内訳 (重量比)

島ら、2018) から得られたプラスチック内訳は、PE、PP の順で多く、この 2 つが 8 割を占める点は本研究と共通するが、ポリスチレン (PS) や熱可塑性ポリエステル (PCT) といったものが 1 割程度発見されている。しかし、本研究では PS や PCT は全く検出されなかった。

この背景には、アカボウクジラ科鯨類の採餌域が、中深層から漸深層であることから PS や PCT が存在しない海域であること、さらには、ハクジラ類特有のエコーロケーションによる材質選別が行われていることが示唆された。

検体数での内訳では、PE:178 検体 (38.5%)、PP:244 検体 (52.8%)、その他プラスチック:40 検体 (8.7%) となり、PP が PE を上回った。さらに、性状による比較では、PE が繊維性 (74 検体 339.3g)、軟質性 (57 検体 243.7g) 硬質性 (47 検体 113.0g) の順で重量が大きかったのに対し、PP では軟質性 (175 検体 243.7g)、繊維性 (32 検体 121.9g)、硬質性 (37 検体 43.9g) の順となった。

こうした背景には PE と PP の耐候性の優劣の差が関係していると考えられる。PE は紫外線や塩素による劣化に強く、屋外での使用に好適である。柔軟性もあることから、漁網やレジ袋などによく用いられる。一方、PP は屋外では劣化しやすい性質を持ち、加工のしやすさや耐熱性の高さから食品用の保存容器や個包装用の袋などに用いられている。PP 製の軟質性の製品が何らかの要因で環境中に流出したことで、紫外線や水流などで小片化していき、クジラの胃の中からも検出されたと考えられる。

【今後の展開】

材質分析の解析がアカボウクジラ科鯨類を対象としてのみでしか実施できなかったため、アカボウクジラ科以外の鯨種へ同様の解析を実施する必要がある。多鯨種での解析を実施することでクジラの餌生物や採餌環境などの生体情報による比較が可能となり、プラスチックを誤飲しやすい鯨類に理解やクジラがプラスチックを誤飲する要因の推定につなげることができる。

【学会発表】

2023 年 6 月に長崎県佐世保市で開催された日本セトロロジー研究会第 32 回大会にて、本研究の成果について口頭発表(査読無し)を行った。

表題：漂着鯨類消化管内の海洋プラスチックの由来同定と種間比較

Title: Traceability analysis and interspecies comparison of gastrointestinal marine plastics of stranded cetaceans

大枝亮 (筑波大学), 松田純佳, 松石隆 (北海道大学/ストランディングネットワーク北海道),

西間庭恵子 (筑波大学), 田島木綿子 (国立科学博物館/筑波大学)

Toru Oeda (University of Tsukuba), Ayaka T. Matsuda, Takashi Matsuishi F. (Hokkaido

University/Stranding Network Hokkaido), Keiko Nishimaniwa (University of Tsukuba), and Yuko Tajima

(National Museum of Nature and Science/University of Tsukuba)