

研究課題名

日本沿岸に漂着した鯨類の消化管から発見されるプラスチック性異物に吸着した POPs のプロファイル解析

研究代表者：大枝 亮（筑波大学大学院）

共同研究者：田島 木綿子（筑波大学大学院・国立科学博物館）

拠点構成員：国末 達也（愛媛大学 CMES）

【研究目的】

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されており、そのうちの 8 割（約 49 億 t）が環境中に流出したとされている（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」に加え、プラスチックに吸着した POPs 曝露による内分泌攪乱や免疫機能低下にともなう日和見感染症などの「化学的影響」も懸念されている。Yamashita et al. (2011)は、海鳥のハシボソミズナギドリ 12 個体において胃内プラスチック重量と腹腔脂肪中の低塩素化 PCBs 濃度の間に関係を示した。

鯨類消化管内におけるプラスチック発見は 1990 年代から報告されている（Tarpley and Marwitz, 1993. Secchi and Zarzur, 1999）。国立科学博物館（科博）においても 1991 年に漂着をしたオウギハクジラから見つかったプラスチック類を最古として 14 種 76 個体の胃内プラスチックが収蔵されている。

このように鯨類のプラスチック誤飲の報告はあるものの、そのほとんどがプラスチックの発見記載報告に留まっている。さらに、対象とした鯨種数や個体数が限定的なものが多く、消化管内プラスチックについて材質分析や POPs 分析を行ったという報告は僅少であり、鯨類に蓄積しているプラスチックの特徴の精査や個体への影響把握はなされていない。

そこで本研究では、鯨類の胃から見つかったプラスチックを用いて、吸着した POPs の定量分析を行い、吸着量や吸着プロファイルからその特性を明らかにす

ることを目的とした。

本研究ではアカボウクジラ科鯨類に注目をすることで、十分なサンプル数を確保しつつ、類似した生態による考察を行うこととした。

【研究方法】

・材料

国立科学博物館に収蔵されている5種17個体の漂着アカボウクジラ科鯨類胃内から見つかったプラスチック100検体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。

・方法

各プラスチック検体を先行研究(Kunisue et al., 2021)に従い化学分析し、ガスクロマトグラフ質量分析計(GC-MS)を用いてPOPsを定量した。対象としたPOPsは、先行研究の間藤ら(2002)や山下ら(2016)の成果と、予備研究より筆者が得た知見を基に、ポリ塩化ビフェニル(PCBs)および有機塩素系農薬(OCPs)とした。

【研究成果】

・結果

分析を行った5種17個体のプラスチック100検体の全てにおいて、ポリ塩化ビフェニル(PCBs)と有機塩素系農薬類(OCPs)の吸着を確認した。

○PCBs (図1)

本研究では55のPCBs異性体が検出された。なかでもCB-138(検出率:99%),CB-153(検出率:99%)はほぼ全ての検体から検出された。塩素数に着目して同族体組成割合を比較すると、鯨類胃内のプラスチックは、鯨類体内のPCBs組成と比べ低塩素化PCBsの占める吸着割合が高いことが確認された。

同一個体の胃から検出された複数のプラスチック間でPCBsの吸着組成を比較すると、一部で差異が認められた。これらのプラスチックは低塩素化PCBsの吸着割合がより高い傾向が見られ、吸着濃度も高いという関連性が確認された。

○OCPs (図2)

全100検体での検出率はCBz:88%、HCHs:74%、CHLs:95%、DDTs:100%となった。DDTsはすべての検体から検出されただけでなく、吸着量も高い値を示した。とくに *p,p'*-DDE (95%) と *p,p'*-DDD (97%) は高い検出率を示した。OCPsではPCBsと異なり、同一個体の胃から見つかったプラスチックの間に吸着組成の大きな差異は認められなかった。一方で、吸着量では突出して高い値を示す検体が存在した。

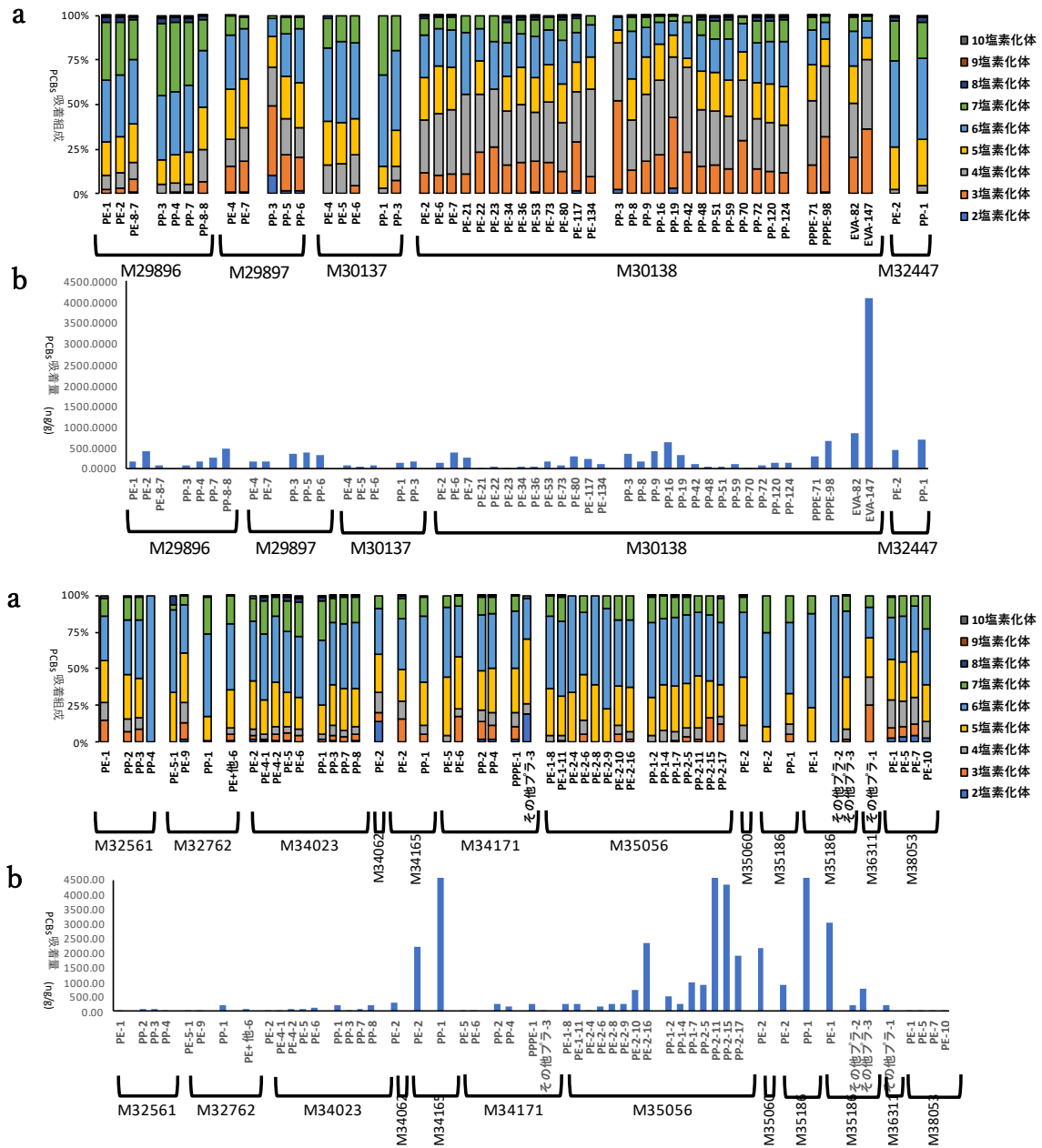


図1. アカボウクジラ科鯨類の胃内プラスチックに吸着していた PCBs の濃度と組成 (a が同族体ごとの吸着割合, b が PCBs の吸着濃度)

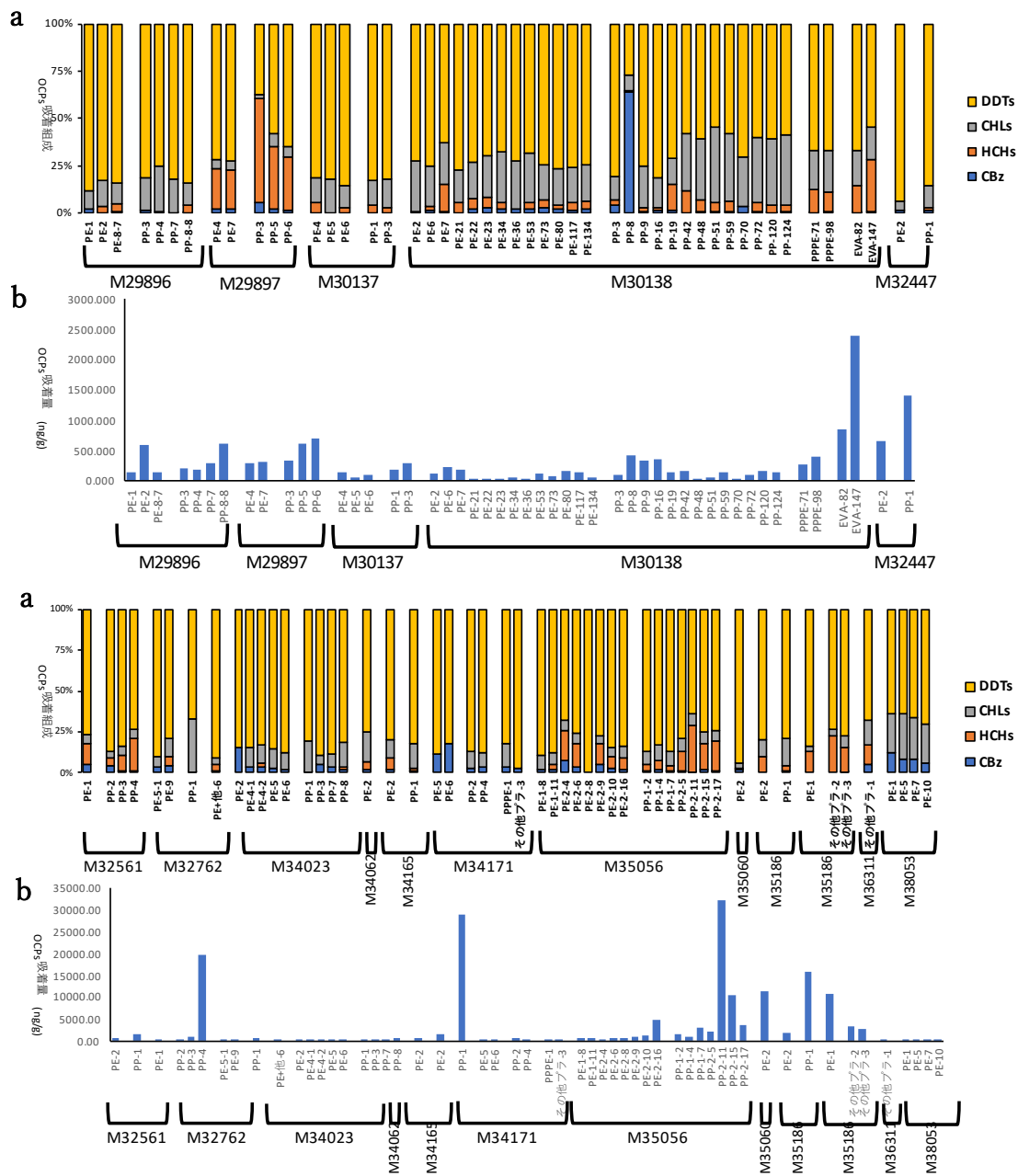


図2. アカボウクジラ科鯨類の胃内プラスチックに吸着していたOCPsの濃度と組成 (aがCBz, HCHs, CHLs, DDTsの吸着割合, bがOCPsの吸着濃度)

・考察

○POPs吸着濃度

本研究で分析した全てのプラスチック検体でPOPsの吸着を確認した。吸着濃度はPCBs: 6.0~35000ng/g、OCPs: 4.6~32000ng/gであった。選好研究

では、アカボウクジラ成体の脂皮には約 27000ng/g の PCBs が蓄積していたことが報告されており (Baini et al., 2020)、一部のプラスチックについては濃度ベースで、クジラの脂皮よりも高濃度の POPs を吸着していたという結果になった。

○プラスチックに吸着する PCBs 組成の特性とそのリスク

鯨類胃内のプラスチックは、2~5 塩素化 PCBs の吸着割合が最も高い結果となった。しかし、アカボウクジラの皮膚生検サンプルを用いた以前の研究では、蓄積していた PCBs の 8 割以上は 6 塩素化体と 7 塩素化体が占めていた (Baini et al., 2020)。津野ら (2007) は、海水中の PCBs 組成は 2~5 塩素化体が主要であったことを報告しており、本研究の鯨類胃内プラスチックの PCBs 組成は鯨類体内より海水に近いものであった。

上記の結果は、海水中の POPs がプラスチックに吸着し、鯨類が誤飲した可能性を暗示しており、プラスチックを介した POPs 曝露の影響が懸念された。

○低塩素化 PCBs のリスク

低塩素化 PCBs は高塩素化 PCBs と比較して、神経毒性が高く (Hansen, 1998)、胎盤や母乳を介した母仔間移行性が高いことが指摘されている (Tanabe et al., 1982. Williams et al., 2020)。

高次捕食者である鯨類は、餌生物を介して高塩素化 PCBs に曝露されているいるが、プラスチックを誤飲することで上記のリスクが懸念される低塩素化 PCBs を特異的に曝露している可能性がある。

【今後の課題】

同一個体の胃から検出された複数のプラスチック間で PCBs の吸着組成と吸着量を比較すると、その一部で差が認められた。その要因としては性状・材質・劣化度・年代・生産国などが考えられるが、現状では十分な解析、検討が行えていない。

本研究では鯨類の胃内プラスチックに POPs が吸着していることを確認した。しかし、これらの POPs が実際に消化液中に溶解し、個体に曝露されているかどうかについては検証されていない。実際に体内に吸収されているかどうかも確認するためにも、プラスチックを介した POPs 移行メカニズムの理解は必須である。