

令和 2 年 6 月 17 日現在

機関番号：12605

研究種目：基盤研究(A) (一般)

研究期間：2016～2019

課題番号：16H01768

研究課題名(和文) 尾腺ワックスを用いた鳥類のプラスチック汚染のグローバルサーベイランス

研究課題名(英文) Global survey of seabirds chemically-impacted by marine plastics through the analysis of preen gland oil

研究代表者

高田 秀重 (Takada, Hideshige)

東京農工大学・(連合)農学研究科(研究院)・教授

研究者番号：70187970

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 31,600,000円

研究成果の概要(和文)：添加剤を練り込んだプラスチックを海鳥の雛に摂食させる飼育実験において、プラスチック投与16日後に、尾腺ワックスから高濃度の臭素系難燃剤と紫外線吸収剤が検出され、摂食プラスチックから鳥組織への添加剤の移行が実証された。FID付きTLCを用いた微量脂質重量の測定法を確立した。世界18地域44種の海鳥の尾腺ワックス中の添加剤の分析を行った。ペンギンを除く、185個体中35個体から臭素系難燃剤が、95個体から臭素系難燃剤、フタル酸エステル類、紫外線吸収剤のいずれかが検出された。以上より、世界の海鳥の約20%から50%で、摂食プラスチックから体内組織への化学物質の曝露・蓄積が起きていることが示された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究は野生生物が摂食したプラスチックから添加剤が生物に吸収され蓄積することを、実環境の条件で実験的に明らかにした世界初めての研究成果である。さらにプラスチックからの添加剤の移行・蓄積が野外の鳥で広く起きていることを明らかにしたことの意味は大きい。残留性有機汚染物質の分析結果も踏まえて、ハイリスク種を特定し、今後生物影響を優先して調べるべき種や海域を特定したことも意義深い。また、FID付きTLCによる微量脂質の重量測定法の開発は、広い分野で応用可能な拡張性の高い開発である。

研究成果の概要(英文)：Feeding experiment was conducted. UV absorbers and brominated flame retardant (BDE209) were industrially compounded into polyethylene pellet and fed to chicks of streaked shearwater. After 16 days from the feeding, significant amounts of the additives were detected in liver, abdominal adipose, and preen gland oil in the chicks of exposure group, while no additives were detected in control group where no plastics were fed. This clearly demonstrated the transfer and accumulation of the benzotriazole UV-absorbers and BDE209. Novel approach to accurately measure ultra-trace weight of preen gland oil by using TLC with FID was developed. Additives were measured in preen gland oil from 44 species of seabirds globally collected. Among 208 seabirds examined, 95 contained any of the additives (BDE209, DBDPE, phthalates, UV absorbers). The results suggest that 20% - 50% of world seabirds are chemically impacted by marine plastics.

研究分野：環境汚染化学

キーワード：海洋プラスチック汚染 添加剤 生物影響 海鳥 尾腺ワックス 紫外線吸収剤 イアトロスキャン 飼育実験

様式 C-19、F-19-1、Z-19 (共通)

## 1. 研究開始当初の背景

海洋漂流プラスチック汚染に関する懸念は世界的に広がっている。海洋漂流プラスチックの最大の問題は海洋生物がプラスチックを摂食することである。特に海鳥はその採餌行動の特徴により、プラスチック摂食が多数報告されており、摂食割合も増加している。海鳥全体でも90%の個体がプラスチックを摂食しているという推定も報告されている(Wilcox *et al.*, 2015)。海洋漂流プラスチックに様々な有害化学物質が含まれており、海鳥が摂食したプラスチックからそれらの有害化学物質が海鳥の体内に移行・蓄積することが、ベーリング海(Tanaka *et al.*, 2013)とタスマニア海(Hardesty *et al.*, 2015)のハシボソミズナギドリについて明らかにされているが、他の海域や他の種の海鳥については検討が行われておらず、海鳥へのプラスチック汚染由来の化学汚染の広がりや影響はほとんど明らかにされていなかった。そこで、本研究では地球規模で多種の海鳥を対象にプラスチック由来の化学汚染の広がりや影響を明らかにすることを目的とした。

これまでの海鳥のプラスチック由来の化学物質汚染の調査手法は、解剖して取り出した腹腔内脂肪や肝臓の分析によるものであり、自然死や混獲に依存しており、計画的に調査を行うことができなかった。そこで本研究では尾腺ワックスを分析対象とする。尾腺ワックスは、鳥の尾腺から体外に分泌されるワックスで羽にぬり撥水機能を維持する物質である。尾腺ワックスの採取は数十 mg のワックスを鳥の尾線からろ紙等で拭き取るだけであり、鳥を傷つけずに生きたまま、すなわち、非殺傷的に、採取できる点が特徴である。そのため、生態学的調査と組み合わせ、世界中を対象に多くの種の調査を計画的に行うことが可能である。我々は世界に先駆け尾腺ワックスを使った POPs モニタリング手法を開発・応用してきた(Yamashita *et al.*, 2007; Yamashita *et al.*, 2018)。

## 2. 研究の目的

- 1) 尾腺ワックス中のプラスチック添加剤の測定により、非殺傷的に海鳥への摂食プラスチック由来の化学汚染を検知する手法を確立する。
- 2) 世界 11 地域 43 種の海鳥を対象としたグローバルサーベイランスを行い、摂食プラスチック由来の化学汚染の広がりとその特徴、特に化学汚染の程度の高いハイリスク種を特定する。
- 3) 摂食プラスチック由来の化学汚染のハイリスク種について、血液や皮下脂肪中の多種の有害化学物質の測定とバイオマーカーの測定をおこない、摂食プラスチックの生物影響を検討する。

## 3. 研究の方法

まずは、海鳥がプラスチックを摂食すると添加剤が体内に吸収され尾腺ワックスから検出されるのかどうかを、飼育実験を行い検討した。飼育実験に先立ち、5 種の添加剤を工業的な過程でプラスチックレジンペレットに練り込んだものを作成した。5 種の添加剤は、臭素系難燃剤の(BDE-209)、ベンゾトリアゾール系紫外線吸収剤(UV-326, UV-327, UV-328)およびベンゾフェノン系紫外線吸収剤(BP-12)である。事前に海岸漂着プラスチック(Tanaka *et al.*, 2020a)や海鳥の吐き戻しと胃内プラスチック(Tanaka *et al.*, 2019)を測定し、これらの添加剤がプラスチックから検出されることとその検出濃度を把握した。また、プラスチックへ練り込まれた添加剤の濃度はこれらの海鳥胃内プラスチック中の濃度と同じレベルに設定した。さらに飼育実験で投与したプラスチックの量も実際に野外の海鳥が摂食している量に設定し、自然界で起きていることを再現した。実験は、新潟県粟島の営巣地で、巣穴中のオオミズナギドリの雛(37 日齢)に上記添加剤を練り込んだプラスチックレジンペレットを 1 羽について 5 粒(計 0.4g)、実験開始時に 1 回投与した。投与区と共に添加剤入りプラスチックを投与しないコントロール区も設定した。投与区とコントロール区はそれぞれ 11 羽、10 羽の雛から構成され、親鳥が自然の餌を給餌していた。プラスチック投与後 16 日後と 32 日後に 5 羽ずつ尾腺ワックスを尾腺より採取した。尾腺ワックス中の添加剤は有機溶媒で抽出、カラムクロマトグラフィーで精製後、ガスクロマトグラフ質量分析計(GC-MS)で添加剤を定量した。本飼育実験については事前に北海道大学獣医学研究科動物倫理委員会に申請し、安楽死も含め本手順での実施の許可を得て実施した(許可番号 17-0095)

尾腺ワックスの重量の測定は、尾腺ワックス中に検出される添加剤濃度を計算する上で鍵になるが、尾腺ワックスが微量であったり、無機物と共存するために、微量の脂質重量を正確に測定する方法の開発が必要となった。そこで、本研究では尾腺ワックス中の有機炭素量を水素炎イオン化検出器(FID)で測定することにより、尾腺ワックスの重量を測定する方法を検討した。FID は高感度に有機炭素を測定可能な検出器である。FID 付き薄層クロマト装置を本予算で購入し、尾腺ワックスの重量測定のための条件検討を行った。検討事項は検量線の直線性、感度、海鳥の種間でのレスポンスの違い、標準物質の選択である。

添加剤の分析供した尾腺ワックス試料は 18 地域(グリーンランドのシオラパルク、ベーリング海のセントローレンス島とプリビロフ島、日本の粟島と聳島、大西洋のアゾレス諸島、太平洋のハワイ諸島とガラパゴス諸島、西オーストラリア、東オーストラリアのフレーザー島、タスマニアのビッグドッグ島、ニュージーランドのオークランドとラグラン、インド洋亜南極のマリオン島とケルゲレン島、大西洋亜南極のゴフ島、南極海キングジョージ島と昭和基地)で採取された 44 種 208 個体(ペンギン科を除くと 39 種 185 個体)である。尾腺ワックスはガラスフィルターで尾腺を拭き取って採取された。ステンレス缶に尾腺ワックスを付着させたガラスフィルターを入れ、有機溶媒で超音波抽出した。抽出液をゲル浸透クロマトグラフィーにて精製した後、10%水不活性および活性化シリカゲルクロマトグラフィーで精製・分画した。PCBs, 有機塩素系農薬(DDTs, HCHs), 臭素系難燃剤(PBDEs, DBDPE, TBB, BTBPE, HBCD)を GC-ECD にて、ベンゾトリアゾール系紫外線吸収剤(BTs), フタル酸エステル類を GC-MS にて、ベンゾフ

エノン系紫外線吸収剤 (BPs), 臭素系難燃剤 (TBBPA) を GC-ITMS にて同定・定量した。

#### 4. 研究成果

飼育実験の試料の化学分析の結果、投与区の個体の、投与後 16 日目、32 日目に採取した雛の尾腺ワックス中から、BDE209, UV-326, UV-328, UV-327 がコントロール区の個体に比べ高い濃度で検出された (図 1)。これら 4 種の添加剤は、同じプラスチック投与個体の腹腔脂肪および肝臓でもコントロール区に比べて高い濃度で検出された。これらの結果はプラスチックに添加剤由来で含まれる化学物質が、摂食プラスチックから海鳥に曝露され、組織に移行、蓄積すること、およびプラスチック添加剤の体内組織への移行・蓄積を尾腺ワックス中の添加剤の分析により検知可能であることを示している。一方、BP-12 は、プラスチック投与区でも濃度が低く、コントロール区に対して有意な濃度の増加は示さなかった。このことは BP-12 が代謝されやすいためと考えられた。ベンゾフェノン系の紫外線吸収剤は本研究における野外の鳥の尾腺ワックス中の添加剤の測定対象から外すことにした。本研究の結果は、野生生物が摂食したプラスチックから添加剤が生物に吸収され蓄積することを、実環境の条件で実験的に明らかにした世界初めての研究成果であり、ハイインパクト誌に掲載され反響も大きい (Tanaka *et al.*, 2020b)。また、尾腺ワックス中の添加剤分析により海鳥へのプラスチック由来の化学物質の曝露を非殺傷的に調べるという本科学研究の手法の妥当性が確認されたものとなった。

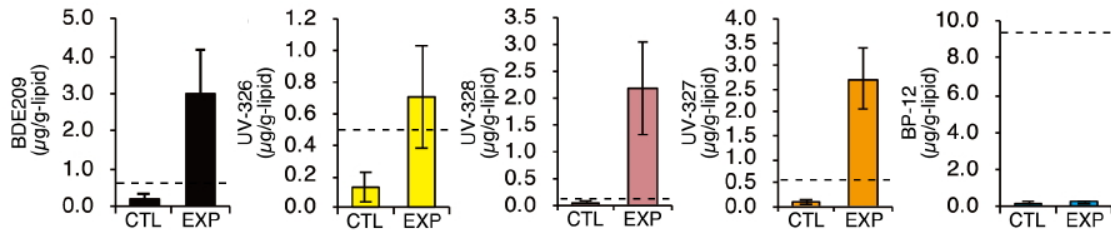


図 1. 飼育実験 16 日目におけるプラスチック投与区(EXP)とコントロール区(CTL)の個体の尾腺ワックス中の添加剤濃度

微量脂質重量のイアトロスキヤンを用いた測定法を検討した。イアトロスキヤン分析では、一般に、分析対象有機成分を有機溶媒に溶かし石英線にコーティングされたシリカゲルにスポットし、展開させ・乾燥した後に FID がシリカゲル上を走査しながら、有機成分を測定する。本研究では、脂質全量を測定するため、有機溶媒に溶かした尾腺ワックスをスポットした後に展開させず乾燥して FID で有機炭素の測定を行う方法を検討した。検討の結果、ジクロロメタンを溶解溶媒として 1 µL の添加が最適ということがわかった。検量線は脂質絶対量 0.25 µg~6.25 µg の範囲でそれぞれ 3 連での変動が 10%以内で直線性が確認された。溶解溶媒(DCM)の揮発性も考えると溶解量は最低 100µL、通常の実験では 2mL であることから、尾腺ワックス試料の重量の定量限界は 0.025mg~0.5mg と計算された。検出限界はさらにこの 1/10 であった。通常の化学天秤の 10 倍以上の感度を持つ方法を開発した。標準物質としてパルミチン酸セチルを用い、5 種の海鳥尾腺ワックスについて重量実測とイアトロスキヤン法のキャリブレーションを行い、換算係数を算出した。換算係数は 1.11 ~ 1.22、平均 1.17、で種間の変動は 5%以内であった。試料の分析にあたっては、換算係数を使って、イアトロスキヤンでの測定値を重量に換算した。イアトロスキヤン法の微量脂質重量の測定への応用例はこれまで無く、尾腺ワックス以外にも応用可能な方法であり、拡張性のある研究成果となった。

本研究で分析した 44 種 208 個体中 95 個体から臭素系難燃剤(BDE-209, DBDPE, HBCDD), フタル酸エステル類 (フタル酸ジエチル, フタル酸ジイソブチル, フタル酸ジノルマルブチル, フタル酸ジエチルヘキシル), ベンゾトリアゾール系紫外線吸収剤 (UVP, UV326, UV327, UV328, UV-329, UV234) のいずれかの添加剤が検出された (図 2)。全個体の 46%の個体からプラスチック添加剤が検出されたことになる。44 種のうち、ペンギンが 5 種 23 個体含まれ、ペンギンは臀部を地面につけるので土壌が尾腺ワックスに接触し、土壌に含まれる添加剤が尾腺ワックスから検出された可能性もあるので、ペンギン科 23 個体除き、185 個体を総個体数として計算すると 89 個体 48%の個体からプラスチック添加剤が検出されたことになる。ただし、餌経由での添加剤の曝露の可能性もあるので、48%は過大評価側の値と考えられる。臭素系難燃剤の BDE-209 と DBDPE については食物連鎖を通じた増幅の報告がないことからこの 2 種の添加剤はプラスチック摂食由来と考えられる。185 個体中、35 個体で BDE-209 あるいは DBDPE が検出され、19%が過小評価側の値と考えられ、プラスチックから添加剤が体内へ移行・蓄積した個体は約 20%~約 50%の間だと考えられる。フタル酸エステル類は操作ブランクが高く有意な検出が 8 個体であった。ベンゾトリアゾール系紫外線吸収剤を測定した 122 個体中 52 個体と 43%の個体から検出された (図 3)。

対象とした 44 種についてプラスチック摂食の報告や食性・生態と添加剤検出の関係を解析した。プラスチック摂食が多くなると、検出される添加剤の種類が多くなることを仮定して、両者の関係を検討したが、全体としては明確な関係は認められなかった。その原因は、プラスチック摂食の多い種について測定した添加剤の種類が限られていたことにあると考えられる。例外は、プラスチック摂食の多い西オーストラリアのアカアシミズナギドリと東オーストラリアのハシボソミズナギドリであり、それらの種からの添加剤の検出種類は多かった。今後、プラスチック



摂食の多い種について、網羅的な添加剤の測定が必要である。

プラスチック添加剤の検出の有無と PCBs 濃度 (図 4) を組み合わせて、リスク評価を行った。すなわち、(1) PCBs 濃度が高く (500ng/g-lipid 以上) プラスチック添加剤の蓄積があるハイリスク種、(2) PCBs 濃度が低く (500ng/g-lipid 以下)、プラスチック添加剤の蓄積がある種、(3) PCBs 濃度が低く (500ng/g-lipid 以下)、プラスチック添加剤の蓄積がなかった種に分類した。ハイリスク種は、ハワイの Black footed albatross, Laysan albatross, 亜南極のマリオン島の Wandering albatross, Northern giant petrel, アゾレス諸島の Cory's shearwater, 東オーストラリアの Short tailed shearwater, プリビロフ島の Red legged kittiwake, ゴフ島の Sub antarctic skua だった。これらはプラスチック由来の化学汚染を受けやすく、餌生物またはプラスチックからの PCBs の負荷が大きいと考えられ、遺伝子レベルも含む生体的リスク等について、重点的に研究されるべき種であることが示唆された。一方、(2)の PCBs 濃度は低くても添加剤の検出種類数の多い種についてはプラスチックからの寄与が際立ちやすいという点で注意する必要がある。例えば、西オーストラリアの Fresh-footed shearwater (アカアシミズナギドリ) は(2)の分類に入り、PCBs 濃度は低い、プラスチック摂食頻度が高く、添加剤の検出種類数が多い個体が観測された。Lavers *et al.* (2019) は東オーストラリアの Fresh-footed shearwater についてプラスチック摂食の多い個体ほど血液中のカルシウム濃度が低いことやコレステロール濃度が高いことを報告している。添加剤の検出種類数が多い種について、血液の化学成分の測定等の生体影響調査を実施することが望まれる。

### 引用文献

- Hardesty, B.D. *et al.*, 2015. A biochemical approach for identifying plastics exposure in live wildlife. *Methods in Ecology and Evolution* 6, 92-98.
- Lavers, J.L. *et al.*, 2019. Clinical Pathology of Plastic Ingestion in Marine Birds and Relationships with Blood Chemistry. *Environ. Sci. Technol.* 53, 9224-9231.
- Tanaka, K., *et al.*, 2013. Accumulation of plastic-derived chemicals in tissues of seabirds ingesting marine plastics. *Mar. Pollut. Bull.* 69, 219-222.
- Tanaka, K., *et al.*, 2019. Piece-by-piece analysis of additives and manufacturing byproducts in plastics ingested by seabirds: Implication for risk of exposure to seabirds. *Mar. Pollut. Bull.* 145, 36-41.
- Tanaka, K., *et al.*, 2020a. Occurrence and concentrations of chemical additives in plastic fragments on a beach on the island of Kauai, Hawaii. *Mar. Pollut. Bull.* 150, 110732.
- Tanaka, K., *et al.*, 2020b. In Vivo Accumulation of Plastic-Derived Chemicals into Seabird Tissues. *Current Biology* 30, 723-728.e3.
- Wilcox, C. *et al.*, 2015. Threat of plastic pollution to seabirds is global, pervasive, and increasing. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 112, 11899-11904.
- Yamashita, R., Takada, H., Murakami, M., Fukuwaka, M., Watanuki, Y., 2007. Evaluation of Noninvasive Approach for Monitoring PCB Pollution of Seabirds Using Preen Gland Oil. *Environ. Sci. Technol.* 41, 4901-4906.
- Yamashita, R., *et al.*, 2018. Global Monitoring of Persistent Organic Pollutants (POPs) Using Seabird Preen Gland Oil. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology* 75, 545-556.

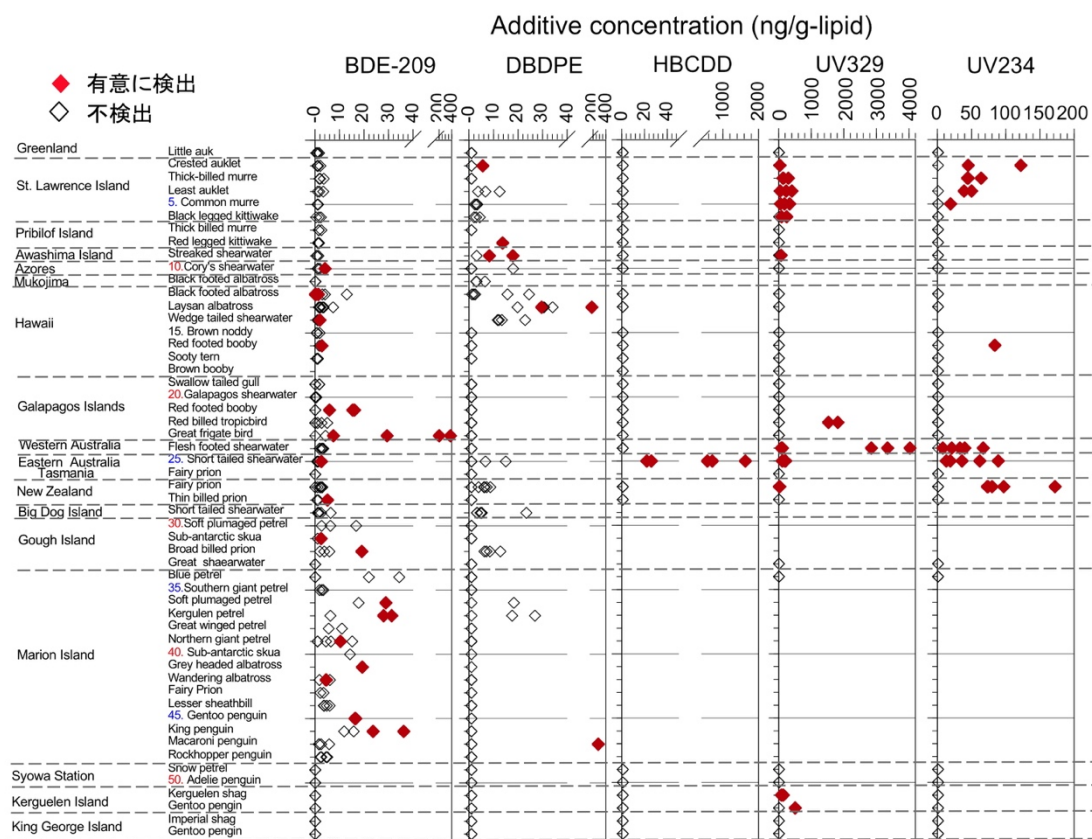


図 2.世界各地で採取された海鳥の尾腺ワックス中の臭素系難燃剤および紫外線吸収剤濃度(代表的な2種)

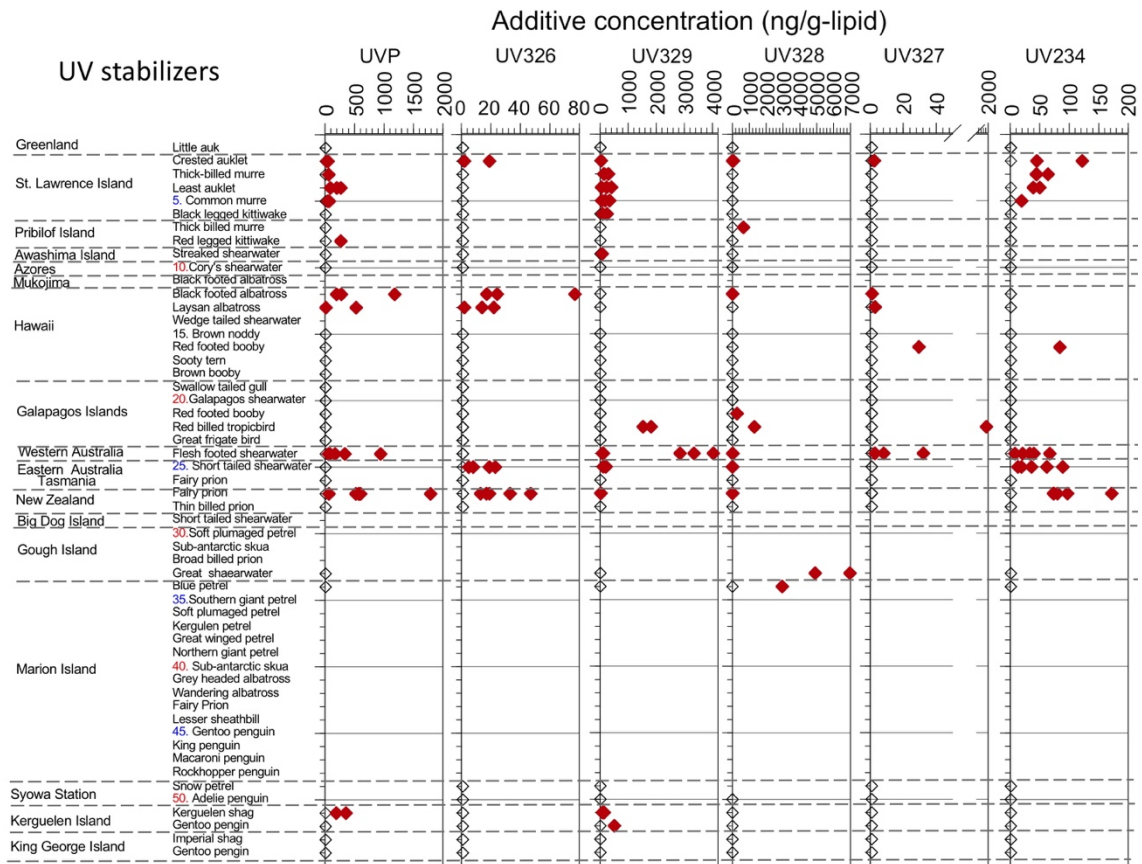


図 3.世界各地で採取された海鳥の尾腺ワックス中の紫外線吸収剤濃度

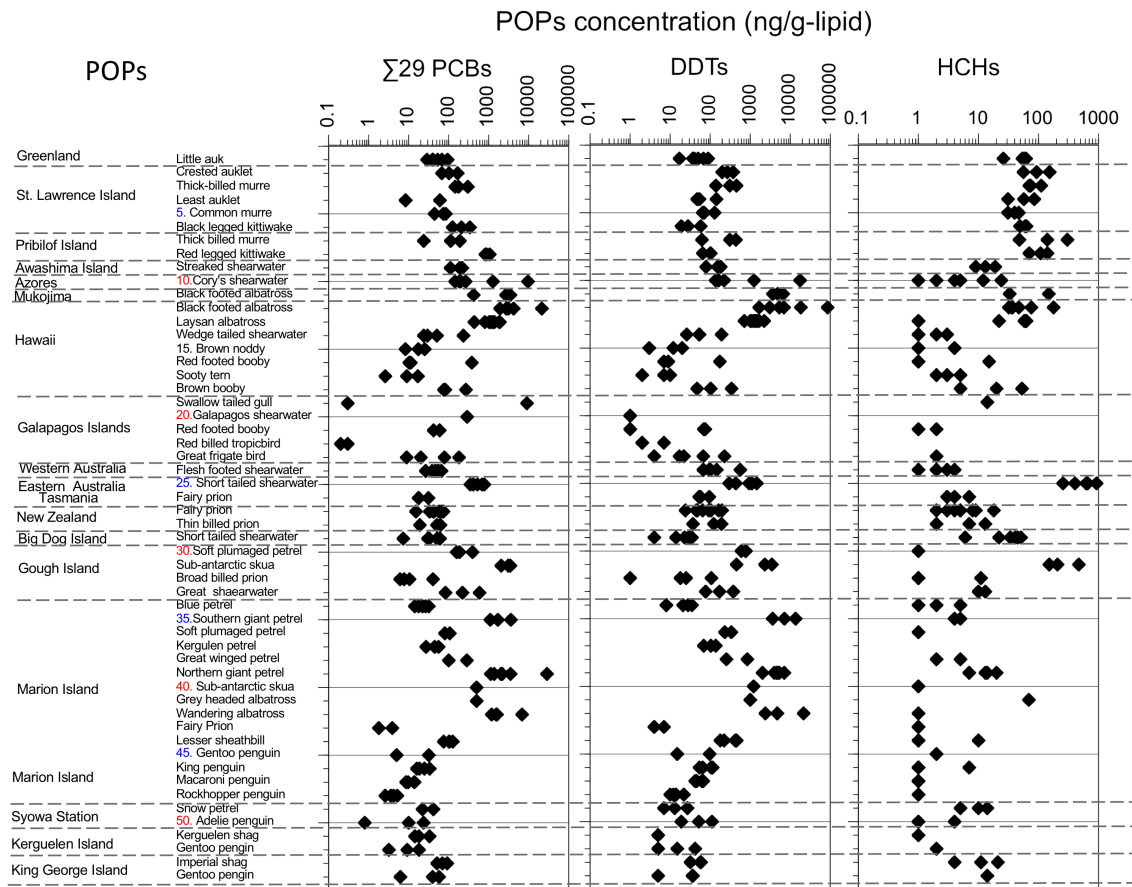


図 4.世界各地で採取された海鳥の尾腺ワックス中の残留性有機汚染物質(POPs)濃度

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計5件（うち査読付論文 5件/うち国際共著 3件/うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 Yamashita Rei, Takada Hideshige, Nakazawa Arisa, Takahashi Akinori, Ito Motohiro, Yamamoto Takashi, Watanabe Yuuki Y., Kokubun Nobuo, Sato Katsufumi, Wanless Sarah, Daunt Francis, Hyrenbach David, Hester Michelle, Deguchi Tomohiro, Nishizawa Bungo, Shoji Akiko, Watanuki Yutaka	4. 巻 75
2. 論文標題 Global Monitoring of Persistent Organic Pollutants (POPs) Using Seabird Preen Gland Oil	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Archives of Environmental Contamination and Toxicology	6. 最初と最後の頁 545 ~ 556
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) <a href="https://doi.org/10.1007/s00244-018-0557-3">https://doi.org/10.1007/s00244-018-0557-3</a>	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Tanaka Kosuke, van Franeker Jan A., Deguchi Tomohiro, Takada Hideshige	4. 巻 145
2. 論文標題 Piece-by-piece analysis of additives and manufacturing byproducts in plastics ingested by seabirds: Implication for risk of exposure to seabirds	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Marine Pollution Bulletin	6. 最初と最後の頁 36 ~ 41
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.marpolbul.2019.05.028	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 山下麗、田中厚資、高田秀重	4. 巻 66
2. 論文標題 海洋プラスチック汚染：海洋生態系におけるプラスチックの動態と生物への影響	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 生態学会誌	6. 最初と最後の頁 51-68
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Tanaka Kosuke, Takada Hideshige, Ikenaka Yoshinori, Nakayama Shouta M.M., Ishizuka Mayumi	4. 巻 150
2. 論文標題 Occurrence and concentrations of chemical additives in plastic fragments on a beach on the island of Kauai, Hawaii	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Marine Pollution Bulletin	6. 最初と最後の頁 110732 ~ 110732
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.marpolbul.2019.110732	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Tanaka Kosuke, Watanuki Yutaka, Takada Hideshige, Ishizuka Mayumi, Yamashita Rei, Kazama Mami, Hiki Nagako, Kashiwada Fumika, Mizukawa Kaoruko, Mizukawa Hazuki, Hyrenbach David, Hester Michelle, Ikenaka Yoshinori, Nakayama Shouta M.M.	4. 巻 30
2. 論文標題 In Vivo Accumulation of Plastic-Derived Chemicals into Seabird Tissues	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Current Biology	6. 最初と最後の頁 723 ~ 728.e3
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.cub.2019.12.037	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

〔学会発表〕 計10件 (うち招待講演 6件 / うち国際学会 4件)

1. 発表者名 Hideshige Takada
2. 発表標題 Prevention of marine littering : Learning from Japan
3. 学会等名 8th regional 3R forum in Asia and the Pacific (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Hideshige Takada
2. 発表標題 Occurrence of wide-range of additives in marine plastics and their exposure to marine organisms
3. 学会等名 The second International Symposium on Marine Microplastic Pollution and Control (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Hideshige Takada , Kosuke Tanaka , Rei Yamashita , Yutaka Watanuki
2. 発表標題 Transfer of additives from ingested plastics to seabirds and their accumulation in the tissue
3. 学会等名 257th ACS National Meeting
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 高田秀重
2. 発表標題 化学物質への予防的対応と環境化学
3. 学会等名 日本環境化学会第26回、静岡（招待講演）
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 吉田隆，高田秀重，水川薫子
2. 発表標題 International Pellet Watch (IPW) ; Plastic Resin Pelletを用いたポリ臭素化ジフェニルエーテル (PBDEs) の汚染状況の把握
3. 学会等名 日本環境化学会第26回、静岡
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 H. Takada
2. 発表標題 Occurrence of wide-range of additives in marine plastics and their exposure to marine organisms
3. 学会等名 6th International Marine Debris Conference, San Diego, USA (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 H. Takada
2. 発表標題 Occurrence of wide-range of additives in marine plastics and their exposure to marine organisms
3. 学会等名 The second International Symposium on Marine Microplastic Pollution and Control, Shanghai, China (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年



1. 発表者名 比企 永子, 高田 秀重, 山下 麗, 佐藤 博弥, 綿貫 豊, 田中 厚資
2. 発表標題 尾腺ワックスを用いた海鳥のプラスチック汚染および残留性有機汚染物質(POPs)のグローバルサーベイランス
3. 学会等名 日本環境化学会第27回、那覇、沖縄
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 高田秀重、山下麗、田中厚資、綿貫豊
2. 発表標題 鳥類への化学物質曝露源としての海洋プラスチック
3. 学会等名 獣医学会(招待講演)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 H. Takada
2. 発表標題 Microplastic and its impacts on marine organisms and human health
3. 学会等名 Joint Workshop between the Ministry of Environment and Water and Agriculture, and JICA, Riyadh, Saudi Arabia (招待講演)
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計2件

1. 著者名 高田秀重、クリハラ タカシ	4. 発行年 2020年
2. 出版社 クレヨンハウス	5. 総ページ数 96
3. 書名 プラスチックモンスターをやっつけよう!	

1. 著者名 ニール・レイトン、いわじょうよしひと、高田秀重	4. 発行年 2020年
2. 出版社 ひさかたチャイルド	5. 総ページ数 32
3. 書名 プラスチック星にはなりたくない!	

〔産業財産権〕

〔その他〕

インターナショナルペレットウォッチ日本語版 <a href="http://pelletwatch.jp/">http://pelletwatch.jp/</a>
--

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	綿貫 豊 (Watanuki Yutaka) (40192819)	北海道大学・水産科学研究院・教授  (10101)	
研究分担者	内田 圭一 (Uchida Keiichi) (50313391)	東京海洋大学・学術研究院・准教授  (12614)	
研究分担者	水川 薫子 (Mizukawa Kaoruko) (50636868)	東京農工大学・(連合)農学研究科(研究院)・助教  (12605)	