

南極におけるアデリーペンギンへの有機フッ素化合物類汚染実態調査

京都大学地球環境学堂 田中周平、雪岡聖
愛媛大学沿岸環境科学研究センター 野見山桂

研究の背景および目的

水を弾く機能は有用であり、コーティング剤や衣料品などにも多く使用されてきた。有機フッ素化合物類のひとつであるペルフルオロ化合物類 (PFCs) は、北極圏のシロクマなどからも検出されるほど、世界中に拡散している。その前駆物質であるフッ素テロマーアルコールが大气中の移動を通じて、地球上の生物から検出されている。ファーストリテイリング社は2016年7月までに100%、Adidas社は2017年末までに99%の製品中での使用撤廃を宣言するなど、世界的な取り組みが進みつつある。本研究では、1981年と1991年に南極で採取されたアデリーペンギンを対象に、ペルフルオロ化合物類15種 (PFBA, PFPeA, PFHxA, PFHpA, PFOA, PFNA, PFDA, PFUnDA, PFDoDA, PFTrDA, PFTeDA, PFHxDA, PFBS, PFHxS, PFOS)、その前駆体16種 (5:2sFTOH, 6:2FTOH, 7:2sFTOH, 8:2FTOH, 10:2FTOH, 6:2FTCA, 8:2FTCA, 10:2FTCA, 5:3FTCA, 7:3FTCA, 6:2FTUCA, 8:2FTUCA, 10:2FTUCA, 6:2diPAP, 6:2/8:2diPAP, 8:2diPAP)、全有機フッ素化合物量、ペルフルオロ化合物類生成ポテンシャル量の分析を行うことで、1981年、1991年における南極大陸のアデリーペンギンへのペルフルオロ化合物類汚染の現況を明らかにすることを主目的とする。

研究内容および成果

2018年10月30日に代表者の田中周平と分担者の雪岡聖が愛媛大学の野見山桂 (分担者) を訪問し、研究計画に関する打ち合わせを行った。分析対象としたアデリーペンギンおよびコウテイペンギン試料の概要を表1に示す。試料は1980年代もしくは、1990年代に南極で採取されたアデリーペンギン ($n=15$) およびコウテイペンギン ($n=2$) とした。アデリーペンギンは成鳥 ($n=15$) および雛 ($n=15$) とし、エンペラーペンギンは成鳥 ($n=2$) とした。アデリーペンギンに関して、成鳥のオスが5個体、メスが5個体、オスの雛が5個体とした。エンペラーペンギンはオス、メス1個体ずつとした。

表1 対象とした南極のアデリーペンギン・コウテイペンギン試料の概要

No.	生物種	サンプルID	採取日	性別	年齢	段階	体長cm	体重g
1	アデリーペンギン	3F	1981/11/6-7	メス	-	成鳥	51.8	5,420
2	アデリーペンギン	3M	1981/11/6-7	オス	-	成鳥	52.8	5,860
3	アデリーペンギン	P-2F	1981/11/6-7	オス	-	成鳥	-	-
4	アデリーペンギン	5F	1981/11/22	オス	-	成鳥	-	-
5	アデリーペンギン	5M	1981/11/22	メス	-	成鳥	-	-
6	アデリーペンギン	AJ303	1990/12/29	オス	0.01 year	雛	18.7	230
7	アデリーペンギン	AJ302	1991/1/1	オス	0.01 year	雛	12.0	47
8	アデリーペンギン	AJ023	1991/1/7	オス	0.06 year	雛	31.3	1,038
9	アデリーペンギン	AJ024	1991/1/7	オス	0.03 year	雛	23.1	497
10	アデリーペンギン	AJ025	1991/1/7	オス	0.05 year	雛	27.1	601
11	アデリーペンギン	AP010	1991/1/15	オス	-	成鳥	68.8	4,510
12	アデリーペンギン	AP122	1991/1/18	オス	-	成鳥	70.8	4,590
13	アデリーペンギン	AP189	1991/1/18	メス	-	成鳥	65.7	4,400
14	アデリーペンギン	AP206	1991/1/18	メス	-	成鳥	68.3	4,191
15	アデリーペンギン	AP214	1991/1/18	メス	-	成鳥	68.4	4,642
16	エンペラーペンギン	EP001	1990/9/14	オス	-	成鳥	105.4	24,000
17	エンペラーペンギン	EP004	1990/9/14	メス	-	成鳥	108.6	26,500

2018年12月17日に分担者の雪岡聖が愛媛大学を訪問し、野見山桂(分担者)とともに調査対象試料の切り出しを行った。切り出したアデリーペンギンおよびコウテイペンギン試料の組織と採取量を表2に示す。組織は各試料の筋肉(胸筋)および脂肪とし、切り出し量は筋肉が1.0-18.6g、脂肪が1.2-21.5gとした。

試料の切り出しの様子を図1に示す。試料の切り出しは専用ナイフを用いて行った。

切り出したアデリーペンギンの脂肪試料を図2に示す。切り出した試料はPPチューブに入れ、保冷剤で冷やしながら持ち運び、京都大学の実験室に持ち帰った。

アデリーペンギンおよびコウテイペンギンの脂肪試料と筋肉試料を図3に示す。今後は、本試料を対象に前処理(凍結乾燥・イオンペア抽出)を行い、LC-MS/MSで15種のペルフルオロアルキル酸類(PFAAs)と29種のPFAAsの前駆体を分析する予定である。さらに燃焼イオンクロマトグラフィー装置を用いて全有機フッ素量も測定する予定である。

成果発表

2018年10月30日に愛媛大学沿岸環境科学研究センターにて、田中周平が「琵琶湖・大阪湾におけるマイクロプラスチック汚染の現況とペルフルオロ化合物類との関係」について講演を行った。講演の様子を図4に示す。いくつか貴重な質問をいただき、今後の研究についての参考となった。講演後も学生から具

体的な質問を受けるなど、研究交流を進めることができた。

今後の問題点

試料の前処理に時間がかかり分析に至ることができなかった。次年度早々にも分析を行い、分析結果に基づいて、2019年度も継続し、研究を行う予定である。

表2 切り出したアデリーペンギン・
コウテイペンギン試料の組織と採取量

No.	生物種	試料番号	組織	採取量(g)
1	アデリーペンギン	3F	筋肉(胸筋)	12.5
2	アデリーペンギン	3F	脂肪	21.5
3	アデリーペンギン	3M	筋肉(胸筋)	11.3
4	アデリーペンギン	3M	脂肪	13.8
5	アデリーペンギン	P-2F	筋肉(胸筋)	15.2
6	アデリーペンギン	P-2F	脂肪	11.9
7	アデリーペンギン	5F	筋肉(胸筋)	13.0
8	アデリーペンギン	5F	脂肪	11.7
9	アデリーペンギン	5M	筋肉(胸筋)	13.7
10	アデリーペンギン	5M	脂肪	8.2
11	アデリーペンギン	AJ303	筋肉(胸筋)	1.0
12	アデリーペンギン	AJ303	脂肪	1.2
13	アデリーペンギン	AJ302	筋肉(胸筋)	1.3
14	アデリーペンギン	AJ302	脂肪	-
15	アデリーペンギン	AJ023	筋肉(胸筋)	3.3
16	アデリーペンギン	AJ023	脂肪	4.5
17	アデリーペンギン	AJ024	筋肉(胸筋)	1.5
18	アデリーペンギン	AJ024	脂肪	3.2
19	アデリーペンギン	AJ025	筋肉(胸筋)	1.9
20	アデリーペンギン	AJ025	脂肪	3.4
21	アデリーペンギン	AP010	筋肉(胸筋)	11.4
22	アデリーペンギン	AP010	脂肪	18.2
23	アデリーペンギン	AP122	筋肉(胸筋)	16.3
24	アデリーペンギン	AP122	脂肪	6.7
25	アデリーペンギン	AP189	筋肉(胸筋)	18.6
26	アデリーペンギン	AP189	脂肪	4.5
27	アデリーペンギン	AP206	筋肉(胸筋)	10.0
28	アデリーペンギン	AP206	脂肪	10.1
29	アデリーペンギン	AP214	筋肉(胸筋)	10.0
30	アデリーペンギン	AP214	脂肪	9.6
31	コウテイペンギン	EP001	筋肉(胸筋)	13.2
32	コウテイペンギン	EP004	筋肉(胸筋)	13.5
33	コウテイペンギン	EP004	脂肪	17.5



図1 試料の切り出しの様子



図2 切り出したアデリーペンギンの脂肪試料



図3 アデリーペンギン・コウテイペンギンの脂肪試料(上)・筋肉試料(下)



図4 愛媛大学沿岸環境研究センターでの講演の様子