

## 海棲哺乳類を頂点捕食者とした食物網における汚染物質の広がりに関する研究

北海道大学環境科学院 小川萌日香

Email: [monica\\_santa@eis.hokudai.ac.jp](mailto:monica_santa@eis.hokudai.ac.jp)

### ■ 研究の背景・目的

農業や工業で使用されてきた残留性有機汚染物質(POPs)は、環境に放出されると、大気への背さんや沈着、または河川などを介して海洋に流入する。POPsが生体内に取り込まれると、内分泌攪乱や免疫力の低下を引き起こすため、海洋生物への影響が懸念されている。

POPsは難分解性で、「グラスホッパー効果」により長距離を移動するため(Wania and Mackay 1999)、北極域の海がPOPsの最終的な到着地点(溜まり場)となっている。また、POPsは食物網を介して生物濃縮することがわかっており、特に高次捕食者の生体内に高い濃度で蓄積される(Hobson et al., 2002)。そのため、北極域では、高次捕食者であるアザラシやイッカク、またそれら海棲哺乳類を狩猟して生活している現地住民への健康リスクが懸念されている(Tosetto et al., 2017)(図1)。

これまでグリーンランドでは、人口の多い南部を中心に、AMAP(Arctic Monitoring and Assessment Program)プロジェクトにより、POPsのモニタリング調査が行われているが、人口約700人と少ない本研究の対象海域、カナック村周辺はこれまで調査海域に指定されておらず、POPsデータは存在しない。

先行研究より、POPsをはじめとする汚染物質の生体内への蓄積の程度に最も影響を及ぼす要因は、栄養段階や食性の違いであることが分かっている(Pedro et al., 2017)。たとえば、グリーンランド東部のイッカクを対象に行われた調査では、雌雄で汚染物質濃度が異なり、これは食性および栄養段階の違いが影響していることが示唆された(Louis et al., 2021)。また、同じ海域内であっても、食物連鎖タイプによって、食物網を通した汚染物質の濃縮程度が異なることも分かっている(McKinny et al., 2012)。よって、汚染物質の影響を評価、予測する上で、対象生物への汚染物質暴露源(=食性)を調査することは必要不可欠である。

以上より、本研究では、グリーンランドの夏季の重要対象種であるワモンアザラシ *Pusa hispida*, タテゴトアザラシ *Pagophilus groenlandicus*, アゴヒゲアザラシ *Erignathus barbatus*,

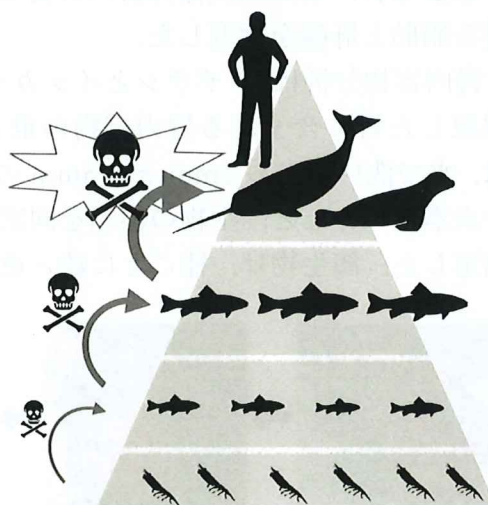


図1：食物網を通した POPs の影響

イッカク *Monodon monoceros* を対象に、その食性と POPs 濃度を調査した。

## ■ 材料・方法

本研究は、2022年7月～2023年9月にかけて、夏季にグリーンランド・カナック周辺海域で実施した(図2)。サンプルは、現地ハンターの協力のもと実施し、狩猟された個体から、サンプルを分けていただいた。ワモンアザラシ 32 個体、アゴヒゲアザラシ 23 個体、タテゴトアザラシ 10 個体、イッカク 16 個体からサンプルを採取し、それぞれ胃内容物分析に必要な胃、安定同位体分析に必要な筋肉、POPs 分析に必要な脂肪と肝臓を採取した。



図2：本研究の対象海域

胃内容物分析は、アザラシとイッカクの胃を用いて行った。採取した胃に含まれる胃内容物の重さを測定し、胃内容物は、水で洗いながら 1mm と 0.5mm の目合いで濾過し、耳石や未消化の体など、生物の種類を同定できる物を採取し、種同定した。餌生物は、種ごとに数と重量を記録した(図3)。



図3：胃内容物分析の方法

POPs 分析は、愛媛大学沿岸環境科学研究センターで実施した(図4)。分析は既法(Kunisue et al., 2021)に従い、試料を拘束溶媒抽出装置で抽出した後、ゲル浸透クロマトグラフィーおよび活性シリカゲルクロマトグラフィーで精製・分画した。分画して得られた最終溶液をガスクロマトグラフもしくは液体クロマトグラフ質量分析計を用いて定性・定量し、試料 1g あたりの POPs 濃度を算出した。



図4：POPs 分析の様子

## ■ 結果

胃内容物分析の結果、本研究で調査した海棲哺乳類から、少なくとも 41 種の餌生物が発見された。ワモンアザラシ、タテゴトアザラシ、アゴヒゲアザラシの主な餌生物はホッキョクダラ(*Boreogadus saida*, *Arctogadus glacialis*)であった(図5.①②)。しかし、ホッキョク



ダラ以外の餌生物の組成や摂餌量は種間で大きく異なった。また、アゴヒゲアザラシの主な餌生物はカジカ科(Cottidae sp.)やゲンゲ科(Zoarcidae sp.)であることが分かった(図5. ③)。これにより、当該海域における海棲哺乳類への POPs 暴露源が明らかとなり、同じ海域で生息していても、種間で暴露源が異なることが示唆された。

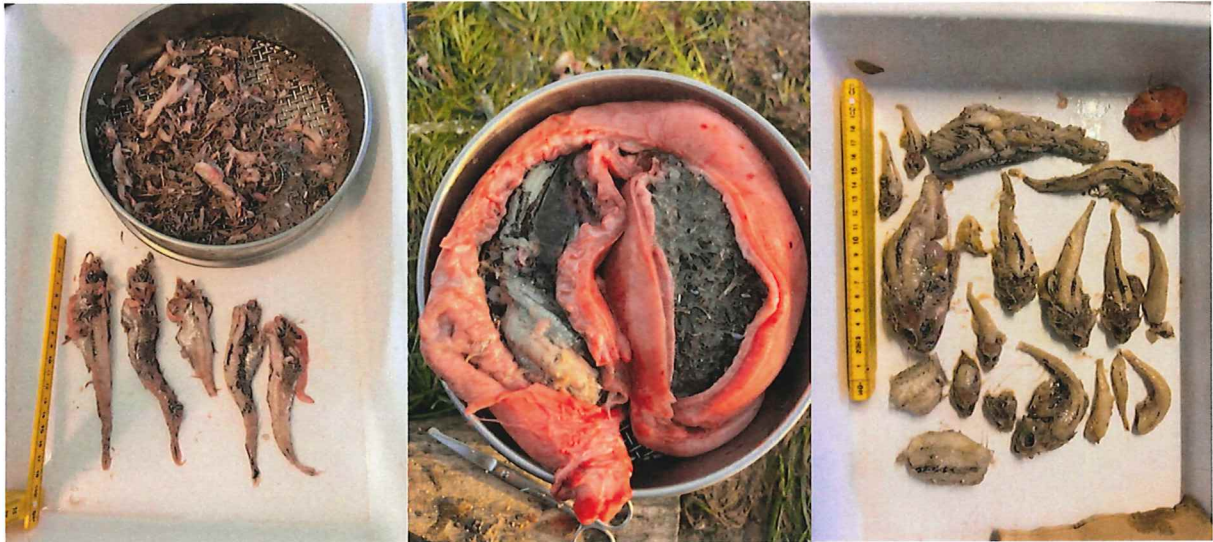


図5：アザラシの胃内容物 (①②ワモンアザラシ, ③アゴヒゲアザラシ)

POPs 濃度について、現在分析中であるが、犬歯を用いた年齢査定の結果と POPs 濃度を比較すると、年齢の上昇に伴って POPs 濃度も上昇する傾向が示唆された。今後も分析を続け、POPs 濃度と年齢・性別・種差の関係について解析を行う。

#### ■ 参考文献

- Hobson, K.A., Fisk, A., Karnovsky, N., Holst, M., Gagnon, J. M. and Fortier, M. A stable isotope ( $d^{13}C$ ,  $d^{15}N$ ) model for the North Water food web: Implications for evaluating trophodynamics and the flow of energy and contaminants. *Deep-Sea Res.* 2002 II 49: 5131–5150, doi:[10.1016/S0967-0645\(02\)00182-0](https://doi.org/10.1016/S0967-0645(02)00182-0)
- Kunisue T., Goto A., Sunouchi T., Egashira K., Ochiai M., Isobe T., Tajima Y., Yamada T.K. and Tanabe S. Anthropogenic and natural organohalogen compounds in melon-headed whales (*Peponocephala electra*) stranded along the Japanese coastal waters: Temporal trend analysis using archived samples in the environmental specimen bank (es-BANK). *Chemosphere.* 2021 Apr;269:129401. doi: [10.1016/j.chemosphere.2020.129401](https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2020.129401). Epub 2020 Dec 22. PMID: 33385672.
- Louis M., Skovrind M., Garde E., Heide-Jørgensen M.P., Szpak P. and Lorenzen E.D. Population-specific sex and size variation in long-term foraging ecology of belugas and narwhals. *R Soc Open Sci.* 2021 Feb 3;8(2):202226. doi: [10.1098/rsos.202226](https://doi.org/10.1098/rsos.202226). PMID: 33972883; PMCID: PMC8074634.
- McKinney M.A., McMeans B.C., Tomy G.T., Rosenberg B., Ferguson S.H., Morris A., Muir D.C. and Fisk A.T. Trophic transfer of contaminants in a changing arctic marine food web: Cumberland Sound, Nunavut, Canada. *Environ Sci Technol.* 2012 Sep 18;46(18):9914-22. doi: [10.1021/es302761p](https://doi.org/10.1021/es302761p). Epub 2012 Sep 7. PMID: 22957980.
- Pedro S., Boba C., Dietz R., Sonne C., Rosing-Asvid A., Hansen M., Provatas A. and McKinney M.A. Blubber-depth distribution and bioaccumulation of PCBs and organochlorine pesticides in Arctic-invading killer whales. *Sci Total Environ.* 2017 Dec 1;601-602:237-246. doi: [10.1016/j.scitotenv.2017.05.193](https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.05.193). Epub 2017 May 26. PMID: 28554115.

- Tosetto L., Williamson J.E. and Brown C., 2017. Trophic transfer of microplastics does not affect fish personality. *Anim Behav* 123:159–167.
- Wania, F. and Mackay, D., 1999. Global chemical fate of  $\alpha$ -hexachlorocyclohexane. 2. Use of a global distribution model for mass balancing, source apportionment, and trend prediction. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 18(7), 1400-1407.