

## 研究課題

課題番号 30-32 スナメリの体内に見られる寄生蠕虫類の感染状況と環境汚染物質の体内濃度の関係解析

研究代表者：塩崎 彬（長崎大学大学院）

研究分担者：天野 雅男（長崎大学）

拠点構成員：国末 達也（愛媛大学 CMES）

## <背景と目的>

鯨類は海洋生態系の頂点捕食者であり、さまざまな残留性有機汚染物質を体内の脂肪組織や臓器に蓄積している。ただしその汚染物質が野生鯨類に具体的にどのような影響を及ぼしているかは評価が困難である。実験動物を対象にした曝露実験では汚染物質が生体に与える影響やその閾値が判明しているが、汚染物質の毒性は種特異的な場合が多く、とくに鯨類は汚染物質の代謝機構が弱いと考えられており\*1、実験動物で得られた閾値をもってその影響評価を行うことは不適當である。しかし生きている鯨体への曝露実験は物理的・倫理的に現実的ではないため、汚染物質の影響評価は専ら疫学的な調査に基づいて行われてきた。例えば鯨体の病理学的状態と体内汚染物質濃度との相関関係から、汚染物質の高蓄積が異常をもたらしたことを間接的に立証する試みがいくつか行われている\*2,\*3。ただしこうした研究には新鮮な死体材料が必要であり、現在の鯨類研究の多くが死体試料の入手を海岸などに座礁・漂着（ストランディング）したり漁具に混獲された死体に依存している現状、新鮮な死体を集めて解析を行う機会は限られている。そのため別の影響評価の指標として、宿主の腐敗がある程度進んでも検査が可能な寄生虫を用いた解析も行われている\*4,\*5。これは汚染物質の蓄積が進めば免疫抑制作用が発現し、その結果寄生虫感染が起こる、または重症化しやすくなる、あるいは健康状態の悪化を介して間接的に寄生虫感染の増大が起こるといった仮定に基づいている。寄生虫を生物指標に用いるには、個々の寄生虫の種の病原性や感染経路、対象地域内での寄生頻度など寄生虫学的特性を考慮しなければならない。しかし鯨類でこのような寄生虫学的知見が得られている種は少なく、これまで行われた影響評価の研究でも種同定が保留され寄生虫の特性を配慮しないまま解析されたものが多い。

本研究では日本沿岸に生息するスナメリ (*Neophocaena asiaeorientalis*) を対象に、

汚染物質と寄生虫感染の相関について解析した。スナメリは沿岸性が強く、国内の年間ストランディング・混獲例数が最も多い鯨種であり、寄生虫学的知見も充実している。本研究の目的は国内でストランディング・混獲されたスナメリを対象に、寄生虫の数と汚染物質濃度に何らかの相関関係がみられるか検証することである。

### <試料と方法>

長崎大学水産学部海棲哺乳類研究室では、過去 10 年に渡り九州西部海域でストランディングや混獲により死亡したスナメリを収集し、種々の生物学的調査や寄生虫学的調査を行ってきた。同時に、脂皮など汚染物質分析用の試料も採取して愛媛大学生物環境試料バンク(es-BANK)に提供してきた。今回は長崎大学と愛媛大学がそれぞれ行ってきた寄生虫学検査と汚染物質の化学分析について、双方の結果が得られている個体を抽出し統計解析に使用した。

合計で大村湾から得られた 9 頭で両分野のデータが揃っていた。大村湾は極めて閉鎖的な水系であり、そこに生息するスナメリは他の海域とは独立した個体群を構成している。今回は大村湾個体群のスナメリで主要な寄生蠕虫とされる 5 種: 頭蓋洞線虫(*Pharurus sunameri*, *P. asiaeorientalis*)、頭蓋洞吸虫(*Nasitrema sunameri*, *Na. spathulatum*)、肺線虫(*Halocercus sunameri*) を対象とした。これらの寄生虫は同個体群内で非常に高い頻度で寄生することがわかっている。寄生虫の採取と同定方法は既報\*6 に従い、各種の宿主あたり寄生数を寄生虫学的データとして解析に使用した。

化学分析は有機塩素系汚染物質であるポリ塩化ビフェニル(PCB)、ジクロロジフェニルトリクロロエタン(DDT)、クロルデン(CHL)、ヘキサクロロシクロヘキサン(HCH)、ヘキサクロロベンゼン(HCB)と臭素系難燃剤であるポリ臭化ジフェニルエーテル(PBDE)、ヘキサブROMシクロドデカン(HBCD)、さらに天然起源臭素化合物であるメトキシ PBDE(MeO-PBDE)と Q1 の合計 9 物質を対象とし、脂皮中のこれらの濃度を愛媛大学沿岸環境科学研究センター環境化学研究室の常法に従い分析した。分析にはオスの成獣個体(体長 120cm 以上の離乳後個体)のみが用いられた。

解析は各寄生虫種の寄生数と各汚染物質の濃度について Spearman の順位相関検定を行った。また PCB、PBDE、MeO-PBDE の 3 物質については各寄生虫の寄生数を従属変数とした重回帰分析を行い、汚染物質の蓄積が寄生数に影響するか解析した。

## <結果と考察>

5種の寄生虫と9種の汚染物質について、各組み合わせで算出された相関係数と検定結果を下表に示した。最も相関係数の高い組み合わせは頭蓋洞吸虫 *Na. sunameri* と HCH で 0.50、最も低い組み合わせは頭蓋洞線虫 *P. asiaeorientalis* と PCB で -0.68 だったが、どの組み合わせも相関は有意ではなかった。重回帰分析では *Na. sunameri* または *H. sunameri* を従属変数にしたときにそれぞれ PCB と MeO-PBDE の偏回帰係数が正で有意になった(それぞれ P=0.008, P=0.037)。

表. 寄生虫種ごとの寄生数と汚染物質濃度の相関係数と検定結果. 各項目とも Spearman の順位相関係数/P 値として示した.

| 寄生虫/汚染物質                  | PCB          | DDT          | CHL          | HCH          | HCB          | PBDE         | HBCD         | MeOPBDE      | Q1           |
|---------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| <i>P. sunameri</i>        | -0.55 / 0.13 | -0.50 / 0.18 | -0.50 / 0.18 | -0.38 / 0.31 | -0.10 / 0.80 | -0.53 / 0.15 | -0.32 / 0.41 | -0.20 / 0.61 | -0.40 / 0.29 |
| <i>P. asiaeorientalis</i> | -0.68 / 0.05 | -0.67 / 0.06 | -0.67 / 0.06 | -0.45 / 0.22 | 0.03 / 0.93  | -0.67 / 0.06 | -0.28 / 0.46 | -0.07 / 0.88 | -0.57 / 0.12 |
| <i>Na. sunameri</i>       | 0.39 / 0.29  | 0.49 / 0.18  | 0.49 / 0.18  | 0.50 / 0.17  | 0.41 / 0.27  | 0.39 / 0.30  | 0.43 / 0.25  | 0.50 / 0.17  | 0.36 / 0.34  |
| <i>Na. spathulatum</i>    | -0.18 / 0.65 | -0.06 / 0.88 | -0.06 / 0.88 | -0.01 / 0.98 | 0.00 / 0.99  | -0.18 / 0.65 | -0.20 / 0.61 | 0.03 / 0.95  | -0.16 / 0.68 |
| <i>H. sunameri</i>        | -0.06 / 0.87 | -0.06 / 0.87 | -0.17 / 0.63 | 0.17 / 0.63  | 0.41 / 0.24  | -0.06 / 0.87 | 0.41 / 0.24  | 0.41 / 0.24  | 0.06 / 0.87  |
| <i>Pharurus</i> spp.      | -0.48 / 0.19 | -0.47 / 0.21 | -0.47 / 0.21 | -0.32 / 0.40 | -0.01 / 0.98 | -0.43 / 0.25 | -0.22 / 0.58 | -0.17 / 0.68 | -0.37 / 0.34 |
| <i>Nasitrema</i> spp.     | 0.22 / 0.57  | 0.34 / 0.37  | 0.34 / 0.37  | 0.36 / 0.34  | 0.26 / 0.49  | 0.22 / 0.57  | 0.19 / 0.63  | 0.34 / 0.37  | 0.24 / 0.54  |

ハナゴンドウやカズハゴンドウでは頭蓋洞の寄生虫が神経に侵襲し髄膜炎や聴神経障害を引き起こした例が報告されているが<sup>\*7,\*8</sup>、これらの寄生虫と汚染物質との相関を調べた研究はない。スナメリでも頭蓋洞には複数種、多数の寄生虫が見られ、今回の解析では特に *Na. sunameri* について PCB の蓄積が寄生数の増加に寄与する可能性が予察された。

スナメリで確認されている寄生虫性疾患には胆管炎と肺炎がある。前者は成獣のみに見られる吸虫 *Campula oblonga* によるもので、大村湾以外の個体群では高頻度に寄生が見られる。後者には線虫 *Halocercus pingi* によるものと *H. sunameri* によるものがあり、*H. pingi* は幼獣にのみ、*H. sunameri* は成獣にのみ見られるという特徴がある。今回、*H. sunameri* は HCB、HBCD、MeO-PBDE で他の汚染物質よりも高い相関係数を示し、重回帰では MeO-PBDE の高蓄積が線虫寄生数の増加に寄与する可能性が推察された。Gui et al. (2018)<sup>\*9</sup> では中国珠江のスナメリについて複数の汚染物質と健康状態の関連を解析し、DDT が健康状態の悪化と関係する可能性があるとしている。汚染物質の影響は物質ごとの毒性の強さと濃度に依存しており、今回見られた物質間の相関の違いも物質ごとの影響力の差を反映しているかもしれない。

これまで日本では Nakayama et al. (2009)<sup>\*10</sup> と Isobe et al (2011)<sup>\*11</sup> が瀬戸内海のスナメリについて、それぞれ肺線虫の重度寄生個体では肝臓中有機スズ化合物の濃度が、肝吸虫が寄生した個体では肝臓中 PCB の濃度が高かったと報告した。いずれの研究においても寄生虫の種同定は未実施だが、前者では *H. pingi*、後者では *C. oblonga* と汚染物質の関係を評価できているものと考えられる。現在、スナメリの寄生虫については個体群ごとの寄生頻度や成長段階別の寄生虫の遷移など新たな知見が得られており、これらを踏まえると *H. pingi* の評価を行うには幼獣のみで比較する必要があり、*C. oblonga* の影響評価は大村湾では過小評価になりやすいと言えるだろう。瀬戸内海での影響評価の追跡調査と、他個体群での汚染状況のモニタリングおよび影響評価の並行が推奨される。

#### <引用文献>

- \*1 Tanabe S. (2002) Contamination and toxic effects of persistent endocrine disrupters in marine mammals and birds. *Marine Pollution Bulletin*, 45, 69-77.
- \*2 Jaber J. R. et al. (2005) Hepatosplenic large cell immunoblastic lymphoma in a bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*) with high levels of polychlorinated biphenyl congeners. *Journal of comparative pathology*, 132, 242-247.
- \*3 Das K. et al. (2006) Interfollicular fibrosis in the thyroid of the harbour porpoise: an endocrine disruption?. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*, 51, 720-729.
- \*4 Bull J. C. et al. (2006) The relationship between polychlorinated biphenyls in blubber and levels of nematode infestations in harbour porpoises, *Phocoena phocoena*. *Parasitology*, 132, 565-573.
- \*5 Hall A. J. et al. (2006) The risk of infection from polychlorinated biphenyl exposure in the harbor porpoise (*Phocoena phocoena*): a case-control approach. *Environmental Health Perspectives*, 114, 704.
- \*6 Shiozaki A. and Amano M. (2017) Population- and growth-related differences in helminthic fauna of finless porpoises (*Neophocaena asiaeorientalis*) in five Japanese populations. *Journal of Veterinary Medical Science*, 534-541.

- \*7 Morimitsu T. et al. (1992) Histopathology of eighth cranial nerve of mass stranded dolphins at Goto Islands, Japan. *Journal of wildlife diseases*, 28, 656-658.
- \*8 Phillips A. C. N. and Suepaul R. (2017) *Nasitrema* Species: A Frequent culprit in melon-headed whale (*Peponocephala electra*) strandings in Trinidad. *Aquatic Mammals*, 43, 547-557.
- \*9 Gui D. et al. (2018) Potential association between exposure to legacy persistent organic pollutants and parasitic body burdens in Indo-Pacific finless porpoises from the Pearl River Estuary, China. *Science of The Total Environment*, 643, 785-792.
- \*10 Nakayama K. et al. (2009). Temporal and spatial trends of organotin contamination in the livers of finless porpoises (*Neophocaena phocaenoides*) and their association with parasitic infection status. *Science of the total environment*, 407, 6173-6178.
- \*11 Isobe T. et al. (2011) Contamination status of POPs and BFRs and relationship with parasitic infection in finless porpoises (*Neophocaena phocaenoides*) from Seto Inland Sea and Omura Bay, Japan. *Marine pollution bulletin*, 63, 564-571.