

【資料】

知床半島で斃死したシャチ (*Orcinus orca*) における 獣医学関連の分析概要～国際捕鯨委員会資料から～

木村 優樹 浅川 満彦

酪農学園大学獣医学群獣医学類 感染・病理学分野 医動物学ユニット／野生動物医学センター (WAMC)

本資料の目的

2005年2月、北海道羅臼町の漁港内で複数のシャチ (*Orcinus orca*) が海水に閉じ込められた状態で斃死した。奇しくもこの年7月、知床半島が国際連合教育科学文化機関(ユネスコ)の世界遺産に登録される予定であったこともあり、当時大きく報道された。国立科学博物館動物研究部脊椎動物研究グループ長 山田 格博士を始めとして、道内外で鯨類を研究テーマにしていた研究者が集結して、これら個体のサンプル分析を行った。

そして、2007年5月、米国アンカレッジにて開催された国際捕鯨委員会に調査内容を取りまとめた報告書(山田レポート)が、論文番号SC/59/SM12として提出された^[1]。山田レポートは山田グループ長が筆頭著者で、共著者計39名で構成され、浅川も鯨類を研究テーマにしていた学生と内部寄生虫の検査に関わった^[2]。なお、酪農学園大学環境システム学部(当時)大泰司紀之教授が調整した結果、斃死したうちの1個体分のサンプルが同大に搬入された。その全身骨格標本の作製の際に、同大野生動物医学センター(WAMC)が作業拠点となった点でも、我々にとっては、今なお鮮明に記憶に残る事案であった。

しかし、現在では山田レポート^[1]全文をインターネット上からは検索できない。北海道生まれで、水族館獣医師を目指す木村は、羅臼の事案を知っていたが、北海道の海獣類関連文献を渉猟したにもかかわらず、山田レポートの存在自体を知らなかった。おそらく、多くの本会会員諸兄も同様であろう。世界遺産として指定された本道で発生した希少野生動物の大量死事案を、地元獣医師が知らないことは残念の極みである。

そこで、木村が山田レポート^[1]全文を翻訳したうえで、個体識別や気象などの部分を割愛し、獣医学に密接に関わる部分の概要をまとめたので、会員各位と情報共有の契機としたい。(文責 浅川)

IWC報告書の概要について

発生状況: 2005年2月7日早朝、羅臼町相泊港沖の海水の間に、シャチ11あるいは12個体が閉じ込められているのを地元住民が発見した。救出を試みたが、8日朝、9個体の斃死が確認された。この海水は6日の日中には認められなかったため、急速に同港周辺域に到達したものと想像された。

羅臼町相泊港沖漂着個体群(羅臼個体群)は、雄2(成体1、幼体1)、雌7(成体5、幼体2)、体長274~765 cm、体重364~6,600 kgであった。歯を用いた年齢査定により、成体6個体の年齢は13~34歳で構成されていた。一方、幼体3個体は特徴的な舌の縁、萌出直後の歯、胎子皸から新生子とされた。

生殖器: 羅臼個体群の精巣、精巣上体、卵巣および乳腺の組織学的検査を行ったが、腐敗・凍結による変性傾向が著しく、観察は非常に困難であった。雄成体1個体(34歳)の精巣上体の塗抹標本と組織切片では、精子は未確認であった。しかし、当該個体の精巣は組織学的には性成熟に達した所見を得たこと、カナダ・ブリティッシュコロンビア州沿岸に定着するシャチ雄は約15歳で性成熟に達することから、当該個体も性成熟に達していたと考えられた。雌成体5個体(13~59歳)では、全ての卵巣に白体が、さらに、うち1個体では黄体も認められた。しかし、雌成体の剖検ではいずれも胎子あるいは胚が認められず、子宮内膜の組織切片でも妊娠の証拠は得られなかった。ブリティッシュコロンビア州のシャチ雌は約14歳で性成熟に達し、約4年おきに出産するとされる。しかし、羅臼個体群の雌個体では卵巣組織が変性していたため、排卵停止または閉経などの詳細な情報は得られなかった。

分子生物: 羅臼個体群のシトクロムbとDループ領域のミトコンドリアDNA約2,000塩基対を、北太平洋東部シャチ個体群と比較・検討した結果、共通配列を有して

いたことが判明した。特に、950塩基対のミトコンドリアDNAハプロタイプは、北太平洋東部個体群のうち、沿岸定着個体群よりも、沖合回遊個体群と一致した。

羅臼個体群の7つの核DNAマイクロサテライト遺伝子座分析では、2～8の対立遺伝子が、また、ミスマッチ遺伝子座は0～5が見出された。この結果から、羅臼個体群の幼体3個体の父親は、この個体群には存在しないこと、2組の母子ペアが存在したこと、雌成体2個体では姉妹関係が示唆されたことなどが判った。

MHC（主要組織適合遺伝子複合体）は脊椎動物の免疫系に関係しているMHC分子をコードし、その多様性は保全生態学上、有用な指標とされている。羅臼個体群の全ての骨格筋を試料に、DQB遺伝子座（172塩基対）のエクソン2領域が解析され、2つの対立遺伝子（*Oror-a*と*Oror-b*）が検出され、前述のマイクロサテライト遺伝子座分析による血縁関係が示唆された。また、羅臼個体群のヘテロ接合値は0.51で、他のハクジラ亜目（スナメリ、カズハゴンドウ、オウギハクジラ、マッコウクジラ）の値により低値を示し、羅臼個体群のMHC多様度が低いことが判った。

胃内容物：羅臼個体群の6個体の胃内容物は、アザラシ科動物に由来した骨、毛皮、爪、ヒゲなどと、イカ類に由来した顎板と水晶体であった。捕食されたアザラシ科動物は頭蓋骨あるいは下顎骨から、ゴマフアザラシおよびクラカケアザラシと特定されたが、胃内容物に占める割合は低かった。一方、イカ類は胃内容物の大半を占め、さらに、顎板からアカイカが約26%、他はテカギイカ科の種であることが判明した。しかし、アカイカは夏期に亜寒帯、また秋期から冬期には亜熱帯の太平洋域に生息するので、厳冬期の知床半島周辺で検出されたことは不思議であった。また、これらのイカ類が2次的な胃内容物である可能性もあり、今後も綿密な調査が必要とされた。

幼体3個体は、前述したように新生子であったことから、うち2個体の胃にはミルクが認められたが、残り1個体の胃内容物は認められなかった。

日本周辺のシャチの胃内容物は、多い順に魚類、頭足類、鯨類および鰭脚類である。一方、ブリティッシュコロニア州では、海棲哺乳類や鳥類を主な餌資源とする沖合回遊群と、魚類を餌資源とする沿岸定着群とに分かれている。しかし最近になり、太平洋北西部のシャチ個体群で、魚類を餌資源とする沖合回遊群も発見された。今回、羅臼個体群の胃から鯨類や魚類の食渣は未確認であり、イカ類を主要な餌資源としていたことが特徴的であ

った。

安定同位体比：炭素と窒素の安定同位体比は野生生物のタンパク源を推測する有益な指標で、 $\delta^{15}\text{N}$ 値は高次栄養段階に上昇するにつれ増加する。羅臼個体群の全ての個体の筋肉と皮膚から試料を得て分析した結果、 $\delta^{13}\text{C}$ および $\delta^{15}\text{N}$ の平均値は、それぞれ16.4‰および7.7‰であった。羅臼の $\delta^{15}\text{N}$ 値はマッコウクジラ、オウギハクジラ、スジイルカ、カズハゴンドウおよびスナメリよりも高値であったことから、栄養段階的にこれら鯨類よりも高位にあることが示唆された。また、北太平洋東部のシャチ個体群と比較すると、沖合回遊群と沿岸定着群の間の値を示した。

剖検所見：羅臼個体群の9個体中8個体で肺水腫を示していたことから、これらシャチが呼吸不全になっていたことが示された。しかし、成体6個体ではこれ以外、著変は認められなかった。幼体3個体のうち、1個体の下顎皮膚に直径約9.5 cmの円形潰瘍が認められ、組織学的検索により、細菌感染による有棘層肥厚が認められた。他2個体の幼体では頭頂部と生殖器周辺に皮下出血を示唆する病変が認められ、また、鼓膜周囲に出血を伴った下顎骨近位端骨折が認められた。これは海水かテトラポッドによる下顎への圧迫によって生じたものと考えられた。成体6個体の胃内で線虫数隻（*Anisakis simplex*；後述）が炎症反応を伴わずに認められた。7個体で翼状骨洞を観察したが、寄生虫は見出されなかった。

以上から、羅臼個体群は疾病ではなく、海水に閉じ込められ、その後、呼吸不全で死亡したと結論された。急速な海水移動と群れを構成する個体同士の強い結びつきが、今回の事案を惹起したと想像された。

原虫および細菌：羅臼個体群8個体から得られた脳、肝臓、横隔膜、心筋および腎臓を用い、PCRにより*Neospora caninum*、*Toxoplasma gondii*および*Burucella*菌のDNAの検出を行った。また、凝集試験とイムノプロット法により血中 γ -グロブリン検査も行った。その結果、PCR検査と凝集試験では全検体とも陰性であったが、イムノプロット法により1個体で*N. caninum*抗体が認められた。

内部寄生蠕虫：羅臼個体群の成体6個体からそれぞれ1～20隻の線虫が得られたが、幼体では未検出であった。材料となった線虫は合計27隻（雄4、虫卵を持たない雌23）で、すべてについて測定した（単位はmm）。雄：全長98～155（平均118.2）、幅0.9～2.0（平均1.50）、不均等な交接刺長はそれぞれ右1.7～2.5（平均2.17）、左2.3～3.8（平均3.20）であった。雌：全長106～153（平

均124.0)、幅0.1~0.2(平均1.70)。食道の盲嚢を欠くこと、口唇の形態、交接刺長から *Anisakis simplex* (Anisakidae) と同定された。山田レポート^[1]執筆時、ITS領域 (ITS 1、5.8サブユニット rRNA 遺伝子およびITS 2) とミトコンドリアDNAcox1のPSR-RELPによる分子生物学的解析は途中であった。

(注釈)なお、この分子解析結果は、酒井ら^[3]が *A. simplex* として予報した (図1)。

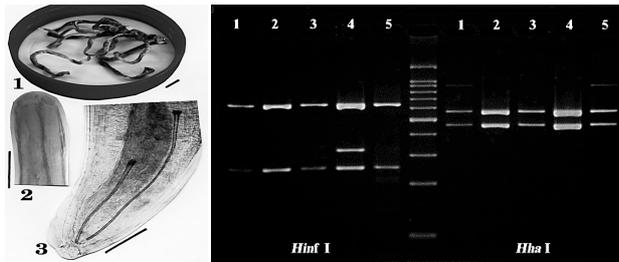


図1. 羅臼シャチより検出された *Anisakis simplex*
左1:全体像 (Bar=10 mm)、左2:頭端 (Bar=1 mm)、左3:雄尾 (Bar=1 mm) 右:分子解析で用いられた泳動図 (酒井ら^[3]より改変)

微量元素: 羅臼個体群全個体について、肝臓および筋肉試料における20種類の微量元素 (V、Cr、Mn、Co、Cu、Zn、Se、Rb、Sr、Mo、Ag、Cd、Sn、Sb、Cs、Ba、Hg、Tl、PbおよびBi) および有機水銀の濃度が測定された。また、この結果を和歌山県太地町の雄成体2個体および北海道浜中町の雌成体1個体の先行研究データと比較した。その結果、羅臼個体群の中では、成体から得られた肝臓のV、Se、Cd、Sn、SbおよびHgの濃度、同・筋肉中のV、CdおよびHgが、幼体よりも顕著に高値を示した。逆に、成体肝臓中のMn、Cu、Zn、Tlの濃度、筋肉中のMn、Cu、MoおよびTlの濃度は、幼体の方が高値を示した。TlがZn、CuあるいはMnのような必須元素同様、母親から幼体に非常に多く移行したことを示した。成体での比較では、Hg濃度は浜中町個体で著しく高く、羅臼個体群では比較的低値であった。総Hgに対する有機水銀は、太地町および浜中町個体を含め成体肝臓で15%未満となり、シャチ体内ではHgがSeとの相互作用によって無毒化されていることが示唆された。

有機ハロゲンおよび有機スズ化合物: 羅臼個体群の脂肪と肝臓を用いて、有機ハロゲン構成物および有機スズ化合物濃度を調べた。その結果、DDTsが28~220 $\mu\text{g/g}$ 、

2,3,7,8-テトラクロロジベンゾ-p-ダイオキシン毒性等量 (TEQs) は110~440 $\mu\text{g/g}$ であった。総TEQsの75~98%はモノ-オルソコプラナーPCBsであり、コプラナーPCBsが、この個体群におけるおもな汚染物質であることを示した。また、ブチルスズの肝臓残留レベル (13~770 ng/g 湿重量) はトリブチルスズの広範な使用を反映していたことが想像された。

謝 辞

国立科学博物館動物研究部脊椎動物研究グループ長 山田 格 博士および北海道大学大学院水産科学研究院 松石 隆 教授 (兼 ストランディングネットワーク北海道 代表) には、本稿をお読み下さり、懇切丁寧なコメントを賜った。ここに記し謝意を表したい。

引用文献

- [1] Yamada TK, Uni Y, Amano M, Brownell JRL, Sato H, Ishikawa S, Ezaki I, Sasamori K, Takahashi T, Masuda Y, Yoshida T, Tajima Y, Makara M, Arai K, Kakuda T, Hayano A, Sone E, Nishida S, Koike H, Yatabe A, Kubodera T, Omata Y, Umeshita Y, Watarai M, Tachibana M, Sasaki M, Murata K, Sakai Y, Asakawa M, Miyoshi K, Mihara S, Anan Y, Ikemoto T, Kajiwara N, Kunisue T, Kamikawa S, Ochi Y, Yano S, Tanabe S: Biological indices obtained from a pod of killer whales entrapped by sea ice, Scientific Committee SC/59/SM12, 15, International Whaling Commission, Anchorage, USA, May 2007 (2007).
- [2] Sakai Y, Hayashi R, Murata K, Yamada TK, Asakawa M: Records of barnacle, *Xenobalanus globicipitis* Steenstrup, 1851 and whale lice, *Cyamus* sp. from a wild killer whale captured in the Western North Pacific, off Kii Peninsula, Japan, *Jpn J Zoo Wildl Med* 14, 81-84 (2009)
- [3] 酒井幸子、田島木綿子、谷田部明子、曾根恵海、遠部香里、眞柄眞実、新井上巳、梅原梓里、内田明彦、小侯吉孝、村田浩一、山田 格、浅川満彦: 野生のシャチ (*Orcinus orca*) から検出された内部および外部寄生虫、第12回日本野生動物医学会大会、岐阜大学、184 (2006)