

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 6 月 13 日現在

機関番号：82617
 研究種目：基盤研究(C) (一般)
 研究期間：2013～2016
 課題番号：25340105
 研究課題名(和文) 環境汚染物質の生物濃縮リスク評価を目指して：ストランディング鯨類を活用した場合

 研究課題名(英文) To Evaluate positive correlation between bio-accumulation of POPs and pathological significant changes using stranded cetaceans in Japan.

 研究代表者
 田島 木綿子 (TAJIMA, YUKO)

 独立行政法人国立科学博物館・動物研究部・研究員

 研究者番号：00450635
 交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,800,000円

研究成果の概要(和文)：2011年と2015年それぞれ茨城県で発生したカズハゴンドウ大量座礁の32頭と33頭の環境汚染物質解析と病理解析成果を論文化中である。12年分のオウギハクジラ病理調査報告を公表し、本種の環境汚染物質生物濃縮のリスク評価を進める。日和見感染症の皮膚真菌症：ロボマイコーシス症例を公表したが、環境汚染物質との相関性はなかった。絶滅危惧種のガンジスカワイルカをインドと共同研究する素地調査に参加した。

研究成果の概要(英文)：Analysis on POPs and pathological investigation were done on 33 melon-headed whales mass-stranded along the pacific coast in Japan on April, 2015. We compared these results with those of 32 melon-headed whales mass-stranded on March, 2011 in Japan and are planning to publish them. Summary of pathological research on 44 Stejneger's beaked whales stranded along the coast of the Sea of Japan during 12 years have been published. Therefore, we can try to detect the positive correlation between bio-accumulation of POPs and pathological findings in Stejneger's beaked whales too. A case report of Lobomycosis in an Indo-Pacific bottlenosed dolphin were published, however we did not detect the positive correlation between bio-accumulation of POPs and pathological findings. We joined in conservation research project on Ganges river dolphins (IUCN status; endangered) and then dissected dolphins and discuss on future plan at Patna university, India.

研究分野：獣医病理学

キーワード：病理 ストランディング 環境汚染物質 POPs 日和見感染症 生物濃縮 リスク評価 ヘルスアセスメント

1. 研究開始当初の背景

小・中学校の歴史の教科書に必ず書いてある、富山県の「イタイタイ病」(カドミウム中毒、鉱山廃水が原因であることが、発生から約 20 年後に解明)や、熊本県の「水俣病」(有機水銀による中毒症、チッソ工場の廃水が原因であることが発生から約 15 年後に認定)のように、日本の歴史の中でヒト社会の発展に使用された重金属や化学物質が、生物に蓄積されると甚大な被害をもたらす、重大な疾病を引き起こすことが問題となった。しかし、両公害病でも示されるように原因物質と疾病の関係性を解明し、リスク評価することは途方もない時間を有し、その因果関係を立証することは非常に難しい。しかし、現実には生物は環境汚染物質に暴露されており、我々の見えないところではその影響は現れているであろう。こうした過去もふまえて環境汚染物質に関する研究は国内・外で数多く報告され(S Tanabe, et al. 2008, Dauwe T. et al. 2008)、その毒性ならびに影響は一般に広く伝わり、人々の意識改革に繋がった。こうした研究は野生動物でも様々に進められてきた。特に、ヒトと同じ哺乳類でありながら海に棲息する哺乳類(クジラ、イルカ、アザラシ、アシカなど)は、海洋生態系の頂点に君臨するため、生物濃縮するダイオキシン、PCBs などの環境汚染物質が彼らの厚い脂肪層に高濃度に蓄積する(Yordy JE, et.al., Pulster EL, et. al., 2009.)。その結果、彼らの**内分泌機能は不調**を来し(Montie EW, et. al., 2008.) **免疫機能は低下**するため(Jensen BA, et.al., 2010, Marsili L, et.al., 2008.) 健常個体より**様々な疾病に感染しやすい状態(易感染性状態)**に陥り、死に至る事例が諸外国では報告されてきている(Hall AJ, et.al., 2006, Bull JC, et.al., 2006)。日本では、年間 400 件近いストランディングが報告されるが、日本にはストランディングに対応できる国家規模の機関は存在しない。地方自治体が粗大ゴミとして埋却

あるいは焼却処分することが義務づけられている。いわゆる厄介もの扱いである。しかし、その件数は年々増加の一途を辿っている。彼らに何が起きているのか?このなぞを解明する機会を逃さないためにも、代表者が勤務する国立科学博物館ではストランディング個体を可能な限り調査・研究している。全国各地のネットワークと連携し、全国規模で対応可能な体制にある。しかし、経費ならびに人力の関係で、全てのストランディング事例に対応できないのが現状である。何故彼らはストランディングするのか?その要因のひとつに日本で過去に起きた公害病のように、日本周囲の海でも環境汚染物質の影響による深刻な疾病の集団発生が起きているのか?代表者はすでにその一端を垣間見ている。日本の沿岸に棲息するスナメリという小型ハクジラは、年間約 150 件のストランディング報告がある。スナメリは日本には 5 系群(東京～仙台湾、伊勢・三河湾、瀬戸内海、大村湾、有明・橘湾の 5 系群)存在する。我々は瀬戸内海系群のスナメリの肝臓に寄生する吸虫感染(*Campulla.sp*)とダイオキシン蓄積に正の相関性があることを見いだした(Isobe, et.al, 2011)。さらに、同じ瀬戸内海系群スナメリの肺に寄生する線虫症(*Halocelucus.sp*)の程度と脂皮内における臭素系難燃剤であるブチルスズの蓄積にも正の相関性があることを報告した(Nakayama, et.al, 2009)。つまり、環境汚染物質の高濃度蓄積により免疫低下が引き起こされ、寄生虫感染症が重篤化し、死に至ることが明らかとなった。特に幼体での遭遇率が高いことは事の深刻さを物語っている。そもそも寄生虫とは、宿主と共生関係にあるため、宿主を殺さない程度に寄生するものである。しかし、そこに環境汚染物質の影響が付加されるとその均衡が破られ、宿主側が死に至ってしまうというストーリーが出来上がる。これらは国内初の報告となった。しかし、他系群のスナ

メリについては未だ解析できていない。さらには、他の種についても手つかずの状態である。

2. 研究の目的

日本沿岸にストランディングするクジラ、イルカの死因に関連するリスクファクター評価を目指す。本研究では環境汚染物質(PCBs、DDTs、ダイオキシンなど)の生物濃縮によるリスク評価に焦点をあてる。例えば、スナメリという小型ハクジラでは、日和見感染症である「寄生虫感染症」との相関性を検証する。環境汚染物質の生物濃縮は実質的なリスク評価が非常に難しいとされるが、本研究によりその一端が解明されるであろう。これは、海洋環境、海産生物の汚染評価にも繋がる。今まで不明瞭であった「環境汚染物質が生物に高濃度濃縮すると、一体どのようなことが起こるのか」について、ストランディング鯨類を活用し具体的に示す。

3. 研究の方法

- ・瀬戸内海のスナメリでの結果をふまえ、環境汚染物質が生物に蓄積すると、生体内でどのような影響が見られるのかを鯨類(クジラ、イルカ)を中心に解明する。
- ・スナメリ：瀬戸内海以外の4系群(東京～仙台湾、伊勢・三河湾、大村湾、橘・有明湾)についても「寄生虫感染症」を中心に「環境汚染物質の濃縮動向」との相関性を解析する。
- ・他の鯨種：ある程度個体数の集まる、オウギハクジラ、ハナゴンドウ、カズハゴンドウ、カマイルカについてスナメリの解析方法を当てはめる。寄生虫感染症だけでなく、得られた病理学的所見を網羅的に環境汚染物質との相関性を解析することも重要となる。
- ・種差、地域差、性差を検討する。これにより日本のどの地域の汚染が深刻なのかを解明できる。

4. 研究成果

平成 25 年度

長崎県を中心とした九州地区でストランディングしたスナメリ 25 頭について、日和見感染症である「寄生虫感染症」との相関性を検証した。4月に鹿児島県南さつま市で発生したスジイルカ 53 頭の大量座礁に対応し、

死亡個体 29 頭中 28 頭についても国内研究チームを編成し体系的な国内初の調査を実施。加えてオウギハクジラ、カマイルカ、ハナゴンドウ、カズハゴンドウなどにも対応し、検体数を増やした。汚染解析サンプルは愛媛大学 es-BANK に保管し、個体情報は国立科学博物館の HP で公開した。スジイルカ全ての病理データをまとめ、汚染レベルとの比較・検討を実施したが、両者に優位な相関性は認められなかったが、臭素系難燃剤のレベルは優位な濃度上昇が認められ、使用料に伴う生態系汚染の進行を伺わせる結果が得られた。

平成 26 年度

九州地区のストランディングスナメリ 30 頭について引き続き日和見感染症と汚染レベルの相関性を検証したが、瀬戸内海個体群のような優位な相関性は見だせていない。5月にオーストラリアゴールドコーストで開催された国際水生動物学会(IAAAM)年次大会にてロボマイコーシス(皮膚真菌症の1つ)症例を発表し、論文作成中である。皮膚真菌症も日和見感染症の1つであり、汚染レベルとの相関性を評価していく。6月の日本セトロロジー健救会では年次報告を、9月の日本野生動物医学会では海棲哺乳類研究の先進的立場にある米国・カナダの研究者を招聘し、特別講演・実習を企画し、国内の知識・技術の向上に貢献した。1999年から2011年までに病理調査できたオウギハクジラ 44 個体のまとめを論文化した。汚染解析サンプルは愛媛大学 es-BANK に保管し、個体情報は国立科学博物館の HP で公開した。

平成 27 年度

春に発生したカズハゴンドウ大量座礁 156 頭中 33 頭を回収し、全頭調査を実施。病理学・汚染実態解析は次年度実施予定。同個体の脳についても両解析を実施する。生物濃縮を語る上で欠かせない食性解析も共同研究者が得られたため、新知見が得られることが期待される。本研究の対象種の1つであるスナメ

りにしても約 40 頭調査することができ、各解析に供す。12 月開催の国際海棲哺乳類学会 (SMM) では、オウギハクジラ 12 年分の病理調査の成果を発表した。世界的にも本研究テーマは注目されていることが再認識できた。11 月のアジア保全医学会で Marine mammals Session を企画し、アジアの研究者と交流を図った。ネズミイルカ科のスナメリとイシイルカの PBDEs 生物濃縮解析結果を論文化した。スナメリの地域性を見いだすため、分子生物学的解析成果を共同研究者が投稿中である。

平成 28 年度

昨年度発生したカズハゴンドウ大量座礁の病理解析ならびに汚染レベル成果を 2011 年 3 月に同じく茨城県で発生したカズハゴンドウ大量座礁 32 頭の成果と比較・検討し、経年変化および個体群での差異を見いだす。特に甲状腺の変化に注目し、論文化の準備中である。ロボマイコーシス症例の POPs 体内汚染レベルと病変部位との相関性は見いだすことができなかった。6 月の日本セトロロジー研究会で年次報告をした。10 月のアジア保全医学会では、Marine Mamma Session を企画し、アジアの情報交流を実施した。1 月にはインド・パトナ大学のシンハ教授とガンジスカワイルカの 5 頭の病理調査をパトナ大学で実施した。高度腐敗個体が多く、詳細な病理解剖は実施できなかったが、絶滅危惧種のガンジスカワイルカの保全に繋がる連携を確立することができた。試料は CITES の関係上国外に持ち出しが非常に難しいが、環境汚染物質解析がインド国内で実施可能であり、今後の共同研究の可能性が示唆された。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計 14 件)

1. Ochiai, M., Nomiyama, K., Isobe, T., Yamada, T. K., Tajima, Y., Matsuda, A.,

Shiozaki, A., Matsuishi, T., Amano, M., Iwata, M. Tanabe, S. 2016. Polybrominated diphenyl ethers (PBDEs) and their hydroxylated and methoxylated analogues in the blood of harbor, Dall's and finless porpoises from the Japanese coastal waters. Marine Envi. Res.: 1-9. (査読有)

2. 南部久男、関東雄、田島木綿子、山田格. 2016. 富山湾における鯨類の記録 2015. 富山市科学博物館研報. 40: 99-101.(査読無)

3. Tajima, Y., Sasaki, K., Kashiwagi, N. and Yamada, T. K. 2015. A case of Indo-Pacific bottlenose dolphin (*Tursiops aduncus*) with Lobomycosis-like lesions in Kagoshima, Japan. J. Vet. Med. Sci. 77(8): 989-992. (査読有)

4. Tajima, Y., Maeda, K. and Yamada, T. K. 2015. Pathological findings and probable causes of the death of Stejneger's beaked whales (*Mesoplodon stejnegeri*) stranded in Japan from 1999 to 2011. J. Vet. Med. Sci. 77(1): 45-51. (査読有)

5. Masaki, K., Suzuki, G., Tue, N.M., Takahashi, M., Someya H., Takigami, Y., Tajima, Y., Yamada, T. K., Amano, M., Isobe, T. and Tanabe, S. 2015. Toxic identification and evaluation of androgen receptor antagonistic activities in acid-treated liver extracts of high-trophic level wild animals from Japan. Environ. Sci. Tech. 49(19): 11840-11848. (査読有)

6. Ochiai, M., Nomiyama, K., Isobe, T., Yamada, T. K., Tajima, Y., Matsuishi, T., Amano, M., Iwata, H. and Tanabe, S. Marine Environmental Research. 54(1): 334-347. (査読有)

7. 田島木綿子、山田格、小池裕子、粕谷俊雄. 「野生動物の年齢を知る-方法と意義-」. 2015. 哺乳類科学. 55: 89-91. (査読無)

8. Murase, M., Tajima, Y., Okamoto, M.,

Matuishi, T., Yamada, T. K. and Asakawa, M. 2014. An ectoparasite and epizote from a western gray whale (*Eschrichtus robustus*) stranded on Tomakomai, Hokkaido, Japan. *J. Rakuno Gakuen Univ.* 38: 149-152. (査読有)

9. 一澤圭、林耕介、小笠原淳子、田島木綿子、上野真太郎、石原孝、川上靖、山田格. 2014. 鳥取県沿岸と周辺海域で記録された海洋動物. 2012年-2013年. –鯨類、鱈脚類、ウミガメ類およびアカマンボウ目魚類について. 鳥取県立博物館研究報告 (51): 59-65. (査読無)

10. 田島木綿子、山田格、関谷伸一、小泉政啓. 2014. 比較解剖学の過去、現在、未来. 哺乳類科学. 54(1): 1-4. (査読無)

11. Ochiai, M., Nomiyama, K., Isobe, T., Mizukawa, H., Yamada, T. K., Tajima, Y., Matsuishi, T., Amano, M., and Tanabe, S. 2013. Accumulation of hydroxylated polychlorinated biphenyls (OH- PCBs) and implications for PCBs metabolic capacities in three porpoise species. *Chemosphere.* 92(7): 803-810. (査読有)

12. Kitamura, S., Matuishi, T., Yamada, T. K., Tajima, Y., Ishikawa, H., Tanabe, S., Nakagawa, H., and Abe, S. 2013. Two genetically distinct stocks in Baird's beaked whale (Cetacea: Ziphiidae). *Marine Mammal Science.* 29(4): 755-766. (査読有)

13. Isobe, T., Sugimoto, R., Amano, M., Tajima, Y., Yamada, T. K., Tanabe, S. 2013. Levels and temporal trends of brominated flame retardants and organochlorine POPs in melon-headed whales from Japan. (査読有) *Organohalogen Compounds.* 75: 192-195.

14. Shimizu, Y., Ohishi, K., Suzuki, R., Tajima, Y., Yamada, T. K., Kakizoe, Y., Bando, T., Fujise, Y., Taru, H., Maruyama, T. and Maruyama, T. 2013. Amino acid sequence variations of signaling lymphocyte activation

molecule and mortality caused by morbillivirus infection in cetaceans. *Micro. Immuno.* 57: 624-632. (査読有)

[学会発表](計 12 件: 全て招待講演)

• Tajima, Y. and Yamada, T. K. A review of stranding survey in Japan. In: Annual meeting of International Association for Aquatic Animal Medicine. Sausalito, CA, USA. 22nd May -24th May, 2013.

• Tajima, Y., Sasaki, K., Kashiwagi, N. and Yamada, T. K. Preliminary report of a stranded Indo-Pacific bottlenose dolphin (*Tursiops aduncus*) with Lobomycosis-like skin lesion in Kinko-wan, Kagoshima, Kyushu, Japan. In: Scientific Committee of the International Whaling Commission. Jeju Island, Republic of Korea. 4th June – 8th June, 2013.

• Aizu, M., Nishida, S., Kusumi, J., Tajima, Y., Yamada, T. K., Amano, M. and Araya, K. Genetic population structure of finless porpoises in Japanese coastal waters. In: Scientific Committee of the International Whaling Commission. Jeju Island, Republic of Korea. 4th June – 8th June, 2013.

• T. K., Yamada and Tajima, Y. Cetacean morphology. How far they are derived and how far they are generalized? In: Combined Conference 2013. – One health in Asia Pacific-. Singapore, Singapore. 23rd Oct. – 25th Oct., 2013.

• Tajima, Y., Sasaki, K., Kashiwagi, N. and Yamada, T. K. A case report of Lobomycosis-like diseases in a stranded indo-pacific bottlenose dolphin, *Tursiops aduncus* in Kinko-wan, Kagoshima, Japan. In: 45th Annual meeting of International Association for Aquatic Animal Medicine (IAAAM). Gold coast Sea World, Gold Coast, Australia. 17th May – 21st May, 2014.

- ・ Ochiai, M., Nomiyama, K., Isobe, T., Yamada, T. K., Tajima, Y., Makara, M., Amano, M., Matsuishi, T., Iwata, H. and Tanabe, S. PCBs, PBDEs and their hydroxylated metabolites in the brain of free-ranging toothed and baleen whales. In: 6th Bilateral Seminar Italy-Japan. 'Physical and chemical impacts on marine organisms': supporting blue growth in meaningful umutual symbiosis with the marine environment. Palermo city, Italy. 8th Nov. – 13th Nov., 2014.
- ・ 田島木綿子, 山田格. 野生哺乳類の年齢を知る. In: 日本哺乳類学会年次大会. 京都大学, 京都. 2014.09.15-2014.09.19.
- ・ Tajima, Y., Ishi, M., Ishikawa, H. and Yamada, T. K. Stranding information on Cetaceans in Japan. In: IWC workshop on investigations of large mortality events, mass stranding, and international stranding response. Greater Farallones National Marine Sanctuary Office, San Francisco, USA. 11th Dec. – 12th Dec., 2015.
- ・ Yamada, T. K. and Tajima, Y. Introductory talk and general biology: our understanding on the sperm whale (Physeter microcephalus). In: 8th International Conference on Conservation Medicine. Yangon Zoological Garden, Yangon, Myanmar. 16th Oct. -20th Oct., 2015.
- ・ Tajima, Y. Maeda, K. and Yamada, T. K. 2015. Pathological findings and probable causes of the death of Stejneger's beaked whales (Mesoplodon Stejnegeri) stranded in Japan from 1999 to 2011. In: 21st Biennial Conference on the Biology of Marine Mammals. Hilton San Francisco Union Square, San Francisco, USA. 13th Dec. – 19th Dec., 2015.
- ・ Tajima, Y. and Yamada, T. K. Infectious

Diseases of Marine Mammals in Asia. In: 16th Annual Conference of Asian Society of Conservation Medicine. Taipei, Taiwan. 21st Oct. -24th Oct., 2016.

・ 田島木綿子. 「海の哺乳類の骨盤について」. In: 日本哺乳類学会 2016 年度大会 自由集会 「骨盤」. 筑波大学学生会館、筑波大学、つくば市、茨城県. 2016. 9. 21-2016. 9. 24.

〔図書〕(計 1 件)

・ 田島木綿子 「野生動物を病理学的に調査すること」 p86-102. In 続・イルカ・クジラ学 (村山司、鈴木美和、吉岡基 編著). 2015. 198pp. 東海大出版.

〔その他〕

ホームページ等

海棲哺乳類データベース

<http://www.kahaku.go.jp/research/db/zoo/logy/marmam/index.php>

6 . 研究組織

(1) 研究代表者

田島 木綿子 (TAJIMA YUKO) (独立行政法人国立科学博物館・動物研究部・研究主幹)
研究者番号：00450635

(3) 連携研究者

山田 格 (YAMADA TADASU) (独立行政法人国立科学博物館・動物研究部・名誉研究員)
研究者番号：70125681

磯部 友彦 (ISOBE TOMOHIKO) (愛媛大学・沿岸環境科学研究センター・上級研究員)
研究者番号：50391066