

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和元年6月12日現在

機関番号：11301

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2015～2018

課題番号：15K07540

研究課題名(和文) 人間活動に伴う生物移動の実態の解明 貝類の増養殖事業のグローバル化が及ぼす影響

研究課題名(英文) Influence of global mollusk aquaculture to marine ecosystem

研究代表者

大越 和加 (Sato-Okoshi, Waka)

東北大学・農学研究科・教授

研究者番号：20233083

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)：今世紀に入り、人為的攪乱は人類が抱える世界共通、かつ、最大の課題のひとつとして認識されるに至った。海洋においても、水産資源として、または増殖・養殖事業に伴い、生物が自然な分布拡大の速度をはるかに上回る速度で大量移動することにより、沿岸域の生物生産構造が変化し、水産資源の安定した供給が危ぶまれている。本研究では、増殖・養殖事業のグローバル化がもたらす生物の人為的な移動が沿岸域に及ぼす影響について世界規模で展開した結果、養殖業において大きな被害を与える種群について、複数種の種の混同が明らかになり、整理された。この事実は、問題となる種群が大規模に移動しすでに分布を拡大していることを示している。

研究成果の学術的意義や社会的意義

今日では、人為的攪乱は人類が抱える世界共通、かつ、最大の課題のひとつとして認識されるに至った。海洋においても、水産資源として、または増殖・養殖事業に伴い、生物が自然な分布拡大の速度をはるかに上回る速度で大量移動することにより、沿岸域の生物生産構造が変化し、水産資源の安定した供給が危ぶまれている。本研究は、貝類とその貝類の貝殻に穿孔する多毛類を用いることにより、増殖・養殖事業のグローバル化がもたらす生物の人為的な移動が沿岸域に及ぼす影響について正しく理解し、科学的根拠に基づく対策へと繋げることを可能とするものである。

研究成果の概要(英文)：Artificial transportation is one of the biggest issue that we have to investigate to clarify not only the influence of those alien species to the ecosystem but also from the point of how to prevent their import and export. We found some dangerous key species in some coastal areas which were misidentified to the different species and clarified their distribution. This results show that pest species have been transported globally all around the world and dispersed their distribution.

研究分野：水産環境学

キーワード：海洋生態系 多毛類 貝類養殖 外来種 攪乱 サステナビリティ

## 様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19、CK - 19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

今世紀に入り、人間活動が地球環境に与える影響が現実問題として世界中で散見されるようになった。今日では、人為的攪乱は人類が抱える世界共通、かつ、最大の課題のひとつとして認識されるに至った。海洋においても、水産資源として、または増殖・養殖事業に伴い、生物が自然な分布拡大の速度をはるかに上回る速度で大量移動することにより、沿岸域の生物生産構造が変化し、水産資源の安定した供給が危ぶまれている。

### 2. 研究の目的

日本は世界有数の水産国であり、貝類の増養殖が盛んに行われている。この50年の間、国内にとどまらず、世界中の海域を対象に積極的に貝類を輸出入している。それらは、種苗、稚貝や母貝の生きた形で移動し、沿岸域に一時的にストック、または長期に生息することが知られている。このことは同時に、貝類と同所的に分布・生息する他の生物や、ホストとしての役割を持つ貝類の貝殻の表面や内部に生息している微小な生物も、非意図的に大量に混在・混入してくることを意味している。それらの生物の中には、持ち込まれた海域で繁殖に成功し、自然個体群を形成し、それまで生息していなかった海域で新規の優占種となるなど、徐々に、あるいは急速に周辺の環境を物理的、生物的に変化させている事例が報告されている。しかし、それら沿岸域の変化に関しては、未だに一部の目立った事例の報告のみに留まり、何ら包括的な科学的調査、または根本的対策も行われていない。海洋への生物の新たな移入や移動に関しては、法的規制もほとんどないのが現状である。

本研究は、貝類とその貝類の貝殻に穿孔する多毛類を用いて、増殖・養殖事業のグローバル化をもたらす生物の人為的な移動が沿岸域に及ぼす影響について正しく理解し、科学的根拠に基づく対策へと繋げることを目指す。貝類の増殖・養殖事業を盛んに行っている海域を対象とし、世界規模で展開するものである。

同時に、2011年3月11日、東北地方太平洋沖地震と津波が発生し、太平洋沿岸域は未曾有の攪乱が生じた。沿岸域は未だに不安定な状態が続いている。一方、震災後、一時中断していた沿岸域の増養殖が再開し、他の海域からの種苗、稚貝、母貝の大量持ち込みの危険にさらされている。地震と津波による天災の攪乱による不安定な環境が続く中、外からの人為的な持ち込みによる負荷がさらに加わることにより、沿岸域の生物生産の混乱はますます懸念されるようになった。新たなモニタリングの必要性が生じた。

### 3. 研究の方法

(1) スピオ科多毛類による侵蝕の報告がある有用貝類を中心に、国内外の陸上養殖施設、海中増養殖施設の現場で被害状況を確認し、環境調査を行い、貝類と多毛類を採集し生物学的解析を行う。具体的に下記の項目の調査を行う。

増殖・養殖事業現場での聞き取り調査及び現場海域の環境調査を行う。

貝類の侵蝕状況(穿孔数/貝、被侵蝕面積%)を調査する。同海域の天然の貝類への侵蝕状況も調べ、増殖・養殖貝と比較する。

貝類の貝殻に生息しているスピオ科多毛類を摘出し、生体及び10%中性ホルマリンで固定した状態で実体顕微鏡、生物顕微鏡を用いて形態を観察し、種を同定する。

体サイズ計測、生殖母細胞や卵嚢の有無・サイズ計測、卵嚢の飼育と卵嚢内の発生の観察、幼若個体の観察を行い、多毛類の種の貝殻への定着期、成長、産卵期、消滅期、寿命などの生活史、及び発生様式や個体群動態を追跡する。

海域での多毛類のバイオマスを推定する。

(2) スピオ科多毛類については、種の分類に使える形態形質が少なく、世界中で種の分類の混乱が見られる。種同定が不確実であると、実態の解明を誤ることになり、モニタリングの意味もなくなる。そこで、種判別を確実なものにするため、形態分類のみならず、遺伝学的手法を合わせ用いた結果より種の判別を行う。世界中の海域より採集された多くの種についてこれらの遺伝子解析を行い、種判別に応用できる情報を集積する。また、他の遺伝子領域についても解析を試み、より確実な種判別のための基本情報を集積する。同時に、種ごとに遺伝子レベルでの個体群の履歴の解析を試みる。

### 4. 研究成果

現在、盛んに貝類増殖・養殖事業を行っている海域で被害が確認されている種群と、東南アジアを中心とする未報告海域の種群を用いて、従来の生物・生態学的解析に加えて遺伝学的解析を行いながら、水産学的な観点から鍵種となる多毛類をしらべた。

(1) 形態学的特性、遺伝学的特性より種判別を行った。養殖の盛んな海域における養殖貝類に生息するスピオ科多毛類 Polydorids を調べた結果、異なる種とされていた複数の種が同一種であること、同一種だと思われていた種が複数種であること(混同されていた)複数の未記載種が存在すること、または生活史について新発見が得られたことがわかった。

同時に、多毛類は未だに種判別が難しく、種の形態分類が世界中で混乱していることによる研究の遅れを広く認識する結果となった。形態分類のみならず遺伝学的情報を加えることにより、正確な種の判別が有効であることを確認し、かつ、現状を把握することで今後の研究の計画を立てることが可能になった。これまでの結果にさらに未報告海域の調査を行うことにより、

水産上、最も注意が必要な種群についての種判別を続行することが望まれる。

(2) 種と生物学的特性を一致させて被害発祥のメカニズムを明らかにした。特に養殖貝類に大きな被害を与える可能性の高い種群については、種と生物学的特性を一致させて被害発祥のメカニズムの一部を明らかにした。

(3) どのように海域間を移動し、生息分布域を拡大・変化させたのか考察を行った。

(4) ホストの貝類や生息環境、ひいては沿岸域の生物生産、生態系にどのような影響を及ぼしているかについて生物学的、生態学的、水産学的な側面より包括的な議論を試みた。

最新の現場の解析を基に、水産業、増養殖事業に伴う人為的生物移動の実態とその影響を世界規模で正確に捉え、今後に向けて課題を探り、実質的な対策についての考察と提案を行った。本研究は、貝類の貝殻を宿主として生息する多毛類の種群を用いて、増養殖事業のグローバル化がもたらす非意図的生物の人為的な移動が沿岸域や生物多様性に及ぼす影響について正しく理解し、科学的根拠に基づく防除や外来生物の対策へとつなげるものである。水産業が盛んであり、多くの貝類を輸出入している日本こそがイニシアチブを取り、解明を目指し推進していくことが望まれる。

## 5 . 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計 13 件)

(1) And then there was one: *Polydora uncinata* and *Polydora hoplura* (Annelida: Spionidae), the problematic polydorid pest species represent a single species. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 97(8), (2017), 1675-1684. [Sato-Okoshi W.](#), Abe H. Nishitani G., Simon A.C. 査読有

(2) Disaster-induced changes in coastal wetlands and soft-bottom habitats: an overview of the impacts of the 2011 tsunami and Great East Japan Earthquake. *Biology International*, 36, (2017), 62-80. Gen Kanaya, Takao Suzuki, Kyoko Kinoshita, Masatoshi Matsumasa, Katsumasa Yamada, Koji Seike, Kenji Okoshi, Osamu Miura, Shizuko Nakai, [Waka Sato-Okoshi](#), Eisuke Kikuchi 査読有

(3) Reproduction and larval development of two sympatric *Pseudopolydora* species (Annelida: Spionidae) in Japan. *Invertebrate Reproduction and Development*, 61, (2017), 172-181. Kondoh T., Abe H., [Sato-Okoshi W.](#) 査読有

(4) Pollution of radiocesium and radiosilver in wharf roach (*Ligia* sp.) by the Fukushima Dai-ichi Nuclear Power Plant accident. *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry*, 311, (2017), 121-126. Qiu, X.U., Suzanne, L., Honda, M., Sekiguchi, T., Suzuki, N., Shimasaki, Y., Ando, H., [Sato-Okoshi, W.](#), Wada, T., Sunobe, T., Takeda, S., Munehara, H., Yokoyama, H., Momoshima, N., Oshima, Y. 査読有

(5) Obituary: Dr. Minoru Imajima (1930-2016). *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 97, 1203, (2017), [Sato-Okoshi W.](#) 査読有

(6) First report of the morphology and rDNA sequences of two *Pseudopolydora* species (Annelida: Spionidae) from Japan. *Zoological Science*, 33(6), (2016), 650-658. Abe H., Kondoh T., [Sato-Okoshi W.](#) 査読有

(7) Cosmopolitan or cryptic species? A case study of *Capitella teleta* (Annelida: Capitellidae). *Zoological Science*, 33(5), (2016), 545-554. Tomioka S., Kondoh T., [Sato-Okoshi W.](#), Ito K., Kakui K., Kajihara H. 査読有

(8) Pollution of radiocesium and radiosilver in wharf roach (*Ligia* sp.) by the Fukushima Dai-ichi Nuclear Power Plant accident. *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry*, (2016). Xuchun Qiu, Suzanne Lydia Undap, Masato Honda, Toshio Sekiguchi, Nobuo Suzuki, Yohei Shimasaki, Hironori Ando, [Waka Sato-Okoshi](#), Toshihiro Wada, Tomoki Sunobe, Satoshi Takeda, Hiroyuki Munehara, Hisashi Yokoyama, Noriyuki Momoshima, Yuji Oshima 査読有

(9) A New Species of *Protodrilus* (Annelida, Protodrilidae), Covering Bone Surfaces Bright Red, in Whale-Fall Ecosystems in the Northwest Pacific *BIOLOGICAL BULLETIN*, 229(2), (2015), 209-219. [Sato-Okoshi Waka](#), Okoshi Kenji, Fujiwara Yoshihiro 査読有

(10) Polydorid polychaetes on farmed molluscs: distribution, spread and factors contributing to their success. *Aquaculture Environment Interactions*, 7, (2015), 147-166.

Simon CA, Sato-Okoshi W. 査読有

(11) Impacts of the 2011 tsunami on the subtidal polychaete assemblage and the following recolonization in Onagawa Bay, northeastern Japan. *Marine Environmental Research*, 112, (2015), 86-95. Abe H., Kobayashi G., Sato-Okoshi W. 査読有

(12) Morphological, Developmental, and Ecological Characteristics of the Suctorian Ciliate *Ephelota gigantea* (Ciliophora, Phyllopharyngea, Ephelotidae) Found on Cultured Wakame Seaweed in Northeastern Japan. *Acta Protozoologica*, 54(4), (2015), 295-303. Sato Y., Muto T., Endo Y, Kobayashi T., Nakano N, Sato H., Nishitani G., Sato-Okoshi W. 査読有

(13) Comparative study on respiratory structure in *Prionospio* and *Paraprionospio* (Polychaeta: Spionidae) from Sriracha Bay, Thailand. *Plankton and Benthos Research*, 10, (2015), 67-74. To-orn N., Sato-Okoshi W., Paphavasit N. 査読有

〔学会発表〕(計 36 件)

(1) Community structure of macrobenthos and the spatio-temporal change in a shallow eutrophic lagoon after the 2011 tsunami impact. Kondoh, T., Nakayama, G., Sato-Okoshi, W. Coast Bordeaux 2017 & French-Japanese Oceanography Symposium 2017年11月7日

(2) Recent population connectivity of “*Clymenella*” *collaris* (Annelida: Maldanidae) among bays of Tohoku, northeastern Japan. Kobayashi, G., Itoh, H., Tsunamoto, Y., Mitsuyuki, C., Suyama, Y., Sato-Okoshi, W., Abe, H., Naiki, K., Kojima, S. 3rd Asian Marine Biology Symposium 2017年11月3日

(3) Population dynamics of *Capitella* aff. *teleta* after the 2016 tsunami disturbance Hashimoto, A.\*, Kondoh, T., Sato-Okoshi, W. 3rd Asian Marine Biology Symposium 2017年11月3日

(4) Population dynamics of *Monocorophium insidiosum* after the 2011 tsunami disturbance. Kondoh, T., Sato-Okoshi, W., Nishitani, G., Endo, Y. 3rd Asian Marine Biology Symposium 2017年11月3日

〔図書〕(計 9 件)

(1) 公益社団法人日本水産学会における東日本大震災への対応および復興支援の関連活動(続編). (2016) 日本水産学会東日本大震災災害復興支援検討委員会

(2) 知られざる地球動物大図鑑 (Ross Piper 著・西尾香苗訳). 東京書籍, (2016) 大越和加.

(3) 生態学が語る東日本大震災 - 自然界に何が起きたのか - . 日本生態学会東北地区会編 . 文一総合出版, (2016) 大越和加

(4) 水産業に伴って移動するスピオ科 Polydorids (環形動物) の分類学的検討. 環形動物 . 月刊海洋, 57, (2016), 64-68. 大越和加

(5) Marine Ecosystems after Great East Japan Earthquake in 2011. Tokai University Press, (2016). Kondoh T., Sato-Okoshi W.

(6) Ecological impacts of tsunamis on coastal ecosystems: Lessons from the Great East Japan Earthquake. In: Nakashizuka T. & Urabe J. (eds). Springer, (2016). Abe H., Kobayashi G., Sato-Okoshi W.

(7) Ecological impacts of tsunamis on coastal ecosystems. Lessons from the Great East Japan Earthquake. Springer, (2016). Gen Kanaya, Takao Suzuki, Keiichi Kanou, Tomohiko Kondoh, Waka Sato-Okoshi, Eisuke Kikuchi

(8) Marine Productivity: Perturbations and resilience of Socio-ecosystems. Springer, Switzerland, (2015). Waka Sato-Okoshi, Hirokazu Abe, Kenji Okoshi, Wataru Teramoto, Jeremy Shaw, Byoung-Seol Koh, Yong-Hyun Kim, Jae-Sang Hong, Jing-Yu Li.

(9) 新刊書紹介「宗谷航海記」. 日本水産学会誌, 79, (2015), 740. 大越和加

〔産業財産権〕

出願状況（計 0 件）

名称：  
発明者：  
権利者：  
種類：  
番号：  
出願年：  
国内外の別：

取得状況（計 0 件）

名称：  
発明者：  
権利者：  
種類：  
番号：  
取得年：  
国内外の別：

〔その他〕

ホームページ等

<https://www.agri.tohoku.ac.jp/jp/about/organization/graduate/aquaeco/index.html>

## 6 . 研究組織

### (1)研究分担者

研究分担者氏名：

ローマ字氏名：

所属研究機関名：

部局名：

職名：

研究者番号（8桁）：

### (2)研究協力者

研究協力者氏名：

ローマ字氏名：

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。