

令和元年6月17日現在

機関番号：32661

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2016～2018

課題番号：16K07855

研究課題名(和文)30年前に絶滅したマガキの地域個体群ナガガキの復活と利活用の検討

研究課題名(英文)Rediscovery of local populations of Nagagaki oysters, which became extinct 30 years ago and examination of utilization of Nagagaki oysters

研究代表者

大越 健嗣 (OKOSHI, Kenji)

東邦大学・理学部・教授

研究者番号：60201969

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,700,000円

研究成果の概要(和文)：本研究の目的は、1980年代初頭にほぼ絶滅したと考えられているナガガキの再発見である。ナガガキは別名エゾガキと呼ばれ、マガキ*Crassostrea gigas*の地域個体群と考えられている。2015年から2018年まで北海道から東北地方でナガガキ型のカキの生息を調査した。また、聞き取り、博物館等での標本の観察と計測、遺伝子解析用の試料を固定した。北海道と東北の複数の場所から殻高30cm弱のナガガキ型の個体を採集した。新産地も確認した。貝殻はmicro-CTにより内部構造を細かく調べ殻室構造の発達を確認した。今後、次世代シーケンサーによる網羅的解析を行い、形態と遺伝的特性の解析をする。

研究成果の学術的意義や社会的意義

海洋に生息している生物の一部は人為的影響によって絶滅に瀕している。マガキの地方集団と考えられている「ナガガキ」は1980年代に「カキ島」の客土により絶滅したと考えられていたが、本研究で約30年ぶりにナガガキ型の個体を複数産地で発見した。30年前にはできなかった最新のmicro-CTや次世代シーケンサーによる解析を行い、「ナガガキとは何か?」という問いの一端を明らかにすることができた。また、本研究の成果を受けて2019年からは市役所や地元漁協等が加わって利活用の研究が開始される。本研究では資源保護の観点から調査地点及び採集地点の詳細は現時点では公表しないことを付記する。

研究成果の概要(英文)：The purpose of this study is to rediscover the Nagagaki oyster which is considered to be almost extinct in the early 1980's. The oyster, also known as the Ezogaki, is considered to be a local population of the oyster *Crassostrea gigas*. From 2015 to 2018, we investigated the habitats of Nagagaki type oysters from Hokkaido to Tohoku. We also fixed the samples for genetic analysis, and observed and measured specimens from museums, etc. We collected Nagagaki type individuals with a shell height of less than 30 cm from several locations in Hokkaido and Tohoku. We also confirmed the new locality. As a result of observation of shell micro structure by micro-CT, the development of shell chamber was confirmed. In the future, comprehensive analysis will be performed by the next-generation sequencer to analyze genetic characteristics of Nagagaki oyster.

研究分野：海洋生物学 水産増殖学 バイオミネラリゼーション

キーワード：ナガガキ マガキ 絶滅 貝殻 形態 遺伝子 CT

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

1. 研究開始当初の背景

マガキ *Crassostrea gigas* は、わが国では北海道から九州、奄美大島まで分布し、水産資源として重要な二枚貝である。その種苗は世界各地に送られ、アメリカ、ヨーロッパ、アジア、アフリカなど世界各地でも養殖されている。また、一方では自然繁殖した個体がネイティブな近縁種を駆逐するなど外来種としても問題になっている。

マガキの研究の歴史は古い。1920年代の雨宮の研究に始まり、大学、国や県の研究機関で多くの研究がなされている。種苗生産から養成、出荷までの養殖技術は1980年代までに確立した。マガキには形態的・生理的 (Imai and Sakai 1961) 及び遺伝的 (Ozaki & Fujio 1985) に異なる4つの地方品種が存在することが報告されており、それぞれ北海道型、宮城型、広島型、熊本型と呼ばれている。これらの形態は大きく異なっており、北海道のものは貝殻の大きさが40cm以上にもなることからナガガキあるいはエゾガキと呼ばれていた。また、冬に表面結氷するオホーツクから根室海峡周辺までの海域では岩などに固着した場合は(凍って)死滅するために、カキは干潟域の泥の中に多数の個体が塊になって刺さるように生息する「カキ礁」を形成していた (Okoshi et al. Aquaculture, 1987、大越「カキ・ホタテガイ・アワビ」1995、大越「貝殻・貝の歯・ゴカイの歯」2001)。北海道型は水温、身入りなど諸条件が好適な状態で重なった数年に一度しか放卵・放精が起こらないことから種苗生産ができず、養殖種苗(種ガキ)はもっぱら宮城県から移植しており、この状態での養殖が現在も継続している。一方、天然に存在していたナガガキはサロマ湖では1929年の湖口の開口により外洋水が流入し、汽水域が減少したことにより壊滅し (Wikipedia) また、その後大規模には唯一残っていた厚岸湖の個体群(カキ島と呼ばれる大きな礁がいくつもあった)はアサリ養殖のための客土によって1980年代までにほぼ全滅した(大越 2001)。一方、熊本型はアメリカで種苗生産され、2000年代以降のオイスターバーのブームによって逆輸入され Kumamoto oyster として販売されている。また、熊本型あるいはその一部の九州産の個体は別種のシカマガキ (Banks et al. 1994) とされレッドリストに掲載されたり、国内でも種苗生産が開始されている。このようにマガキとされていた種の中で北海道の地方個体群は絶滅、熊本型は別種とされ、形態的に違いがあった宮城と広島の個体群はそれぞれ種ガキとして日本各地に送られ養殖が続けられ現在に至っている。また、中国では1990年代からカキ(マガキを含む複数種と考えられる)の養殖が急速に拡大し、現在では日本の15倍の年間300万トンを超える生産量に達している。

研究代表者は学位論文でマガキの貝殻形成について研究を行う過程で1980年代に北海道のサロマ湖や厚岸湖を調査で訪れ、試料の採集や聞き取りを行った。サロマ湖ではナガガキの発見には至らなかったが、厚岸湖では客土前のカキ島が残っていて、小型ではあるが20cmを超える個体を採集して持ち帰った。一方、宮城県石巻市(当時は河北町)の長面浦で25cm以上のナガガキ型の個体を発見(大越ら、ちりぼたん、1989)し、東北大学女川水産実験所(現:東北大学大学院農学研究科 附属複合生態フィールド教育研究センター)に保存されていた、戦後に今井丈夫教授が収集したナガガキの標本の調査も行った。それ以降、約30年の間にも、情報収集をはかるとともに北海道を訪れた際にも上記以外の汽水湖などにも出かけナガガキの発見に努めたが見つからなかった。さらに2011年の東北地方太平洋沖地震で上記の女川フィールドセンターは壊滅し、標本も失われた。また、多数の児童が亡くなった大川小学校に近い長面浦には巨大津波が押し寄せ、カキが生息していた場所は地形や水質環境が大きく変わってしまった。

そのような中で、さかなクンと京大の中坊教授の「クニマスの再発見」のニュースを知り、カキも移植が頻繁に行われているので、原産地以外でナガガキが生き残っているのではないかとこの着想に至った。そこで、さっそく北海道を中心に再びナガガキの情報を集めるとともに現地調査を行って(1)北海道内でもカキの移植は行われていたこと、(2)調査地のひとつでナガガキらしい個体の死殻を発見したこと、(3)ナガガキらしい個体の生息情報が複数入手できたこと、(4)さらには2015年に入ってナガガキらしい個体の生貝を入手できたことにより、絶滅していたと考えられていたナガガキが移植先やこれまで生息が知られていなかったところで生きている可能性が高いことが明らかになった。また、ロシアの研究者や北方領土への抑留者の関係者の情報から、研究報告はないが少なくともロシアにはマガキの個体群があり、その中の一部に大型のものがある(あった)という情報を得た。それをもとに各方面に協力を求めたところ、外国の研究者、北海道の研究者、地元の漁協、行政からも研究に対して全面的に協力したいとの意向を受けて本研究を本格的に進めることを決めた。

2. 研究の目的

ナガガキが絶滅したと言われてから30年が経過する。本研究は、絶滅したと考えられるナガガキを再び見つけだし、最新の形態と分子による解析を用いて、その生物学的特性を再評価することを目的とした。北方領土にはナガガキの個体群が残っている可能性のあることが聞き取り調査により明らかになったことは前述したが、今後のサハリンやピョートル大帝湾、北方領土でのロシアとの共同研究に発展する可能性もある。また、現在、養殖用種苗の多くは宮城県から毎年日本各地に送られているが、現在の各地に生息する個体群の遺伝学的な検討は行われていない。マガキそのものの遺伝的な現状、その中でナガガキの位置が本研究ではその一端が明らかになると考えられる。さらに中国や韓国、ロシア等の個体群との比較も可能な基礎的データを提供できると考えられる。ナガガキの発見は地元の自治体の町おこしにもさまざま

な形（食、ブランド、観光など）で関わる可能性があり、水産による町おこしのモデルとしても活用できるかもしれない。

3. 研究の方法

(1) ナガガキの採集と生息分布調査

2015年から2018年まで北海道から東北地方沿岸でナガガキタイプのカキの生息の有無を調査した。また、漁業者や研究者からの聞き取り、博物館等でのナガガキとされる標本の観察と計測、大越が1980年代に採集した標本などを観察し、生貝の場合は遺伝子解析用に軟体部の一部を固定した。

次世代シーケンサーによる網羅的解析を行い、形態学的・遺伝学的特性の解析をすすめている。移植情報、生息の可能性の情報をさらに収集し、北海道および東北地方の内湾や汽水性の湖で、ナガガキ型の個体の生息の有無を確認し、可能性のある個体を採集した。尚、資源保護や遺伝的多様性保護の観点から、採集地点の詳細は一定期間公開しない予定である。

(2) ナガガキの形態学的・遺伝学的解析

採集した個体を形態学的・遺伝学的に検討した。形態については既報および研究代表者が保有する1980年代に厚岸湖で採集した標本と比較した。貝殻は貴重なため、産地により1個体あるいは3個体以下しか採集できなかった場合は、ダイヤモンドカッターによる切断は行わずmicro-CT (phoenix nanotom) と三次元画像構築により内部構造を細かく観察した。一方、前記のOzaki & Fujio (1985)の研究はアイソザイムによる研究であり、その後生貝が得られなかったために近年の新しい分子系統解析はこれまで行われていない。また、標本も貝殻の乾燥標本がほとんどでホルマリン個体標本もこれまでのところ著者の保有するものしか情報がない。そこで、今後次世代シーケンサーによる網羅的解析をすすめている。研究終了時までは結果が出ていないため、本報告には結果は記載していない。30年前までに、北海道、宮城、広島、熊本とされていた地方品種の類縁関係を最新の分子系統解析で明らかにする予定である。

(3) ナガガキの保護と水産資源としての利活用の可能性の検討

現在、ナガガキは絶滅(消失：水産総合研究センターHP)した個体群と考えられる。資源保護や生物多様性保全の観点からも保護すべき個体群と考えられる。したがって、まず、生息場所での生息状況や成長、再生産などにかかわる生物学的な特性を把握し、保護の方策を検討した。それをもとに、国や県、地元の市町村、関連漁協と協議して、再絶滅を避ける方策を検討するとともに、新しい水産・観光資源としての利活用についても検討した。

4. 研究成果

2015年から2018年まで北海道から東北地方沿岸でナガガキタイプのカキの生息の有無を調査した。また、漁業者や研究者からの聞き取り、博物館等でのナガガキとされる標本の観察と計測、大越が1980年代に採集した標本などを観察し、生貝の場合は遺伝子解析用に軟体部の一部を固定した。さらに海外での長大なカキの生息の有無の情報収集を行った。

以下の項目について検討を行った。

(1) 聞き取り調査

北海道から東北地方にかけてナガガキ型のカキの生息状況や種苗の移植の有無について聞き取り調査を行った。2015年度と2016年度にそれぞれ1か所でナガガキ型の個体の目撃情報があった。

(2) ナガガキ型のカキの生息調査及び採集

北海道の北部沿岸から道東、青森県から福島県に至る東北地方沿岸を広域に調査した。目撃情報のあった北海道のある場所（資源保護のために場所は記載しない）では、ナガガキ型の生貝を採集することはできなかった。しかし、殻高20cm以上の死殻を複数個体確認した。また、別の場所でも大型で全重量が500gを超える個体が低密度で生息する場所を発見した。さらに、これまでナガガキ型の個体の生息情報がなかった場所で殻高25cm以上の死殻を複数個体発見したが、生貝は得られなかった。また、東北地方でも複数か所で20cm以上の生貝を複数個体採集した。そのうち1か所では、殻高30cmに迫る個体を複数個体採集した。これらのことから、ナガガキ型の個体は北海道だけでなく、東北地方沿岸の複数の場所に現在でも少数生息していることが明らかになった。これらの生貝は遺伝子解析用に軟体部の一部を固定し、貝殻は計測後冷凍保存した。

(3) 形態観察と標本比較

個体の固着状況と貝殻の外部形態の観察を行った。大型個体はリレー型(鎮西1982)ではなく単独で採集されたものがほとんどで、それらの付着基盤にはカキ殻以外に巻貝なども見られた。リレー型の若齢個体及び単独性の老齢個体についての生息状況と形態情報が得られた

(4) 貝殻の微細構造観察

ナガガキは貝殻断面の構造に特徴がある。長大になるのはその名の通りの特徴だが、大型になると右殻も左殻も肥厚し、チョーク構造と殻室構造が発達し(大越2001など)貝殻の逆成長もしばしば観察される。それらを直接観察するには試料をダイヤモンドカッターで切断し、貝殻の背腹切片を作成して観察するのが一般的である。しかし、採集したナガガキ型の個体数は非常に少なく、貝殻は貴重なため、ダイヤモンドカッターによる切断は行わずmicro-CT (phoenix nanotom) と三次元画像構築により内部構造を細かく観察した。その結果、ナガガキ

の特徴である殻頂部のチョーク構造や殻室構造の発達を確認し、形態的にはナガガキが現在も少数生息していることが明らかになった。

(5) 遺伝子解析

生貝から閉殻筋の一部を取り出し、遺伝子解析の前処理を行った。その一部を次世代シーケンサーを使って網羅的解析を行い大量の分子データを取得した。ナガガキ型に特徴の配列及び地域固有の配列の検討をすすめたが、本研究終了時までには結果は得られなかった。

(6) ナガガキの利活用

地元の自治体や漁協では、本研究をきっかけに、またその成果をもとに新たなカキのブランド化を検討することになった。2019年秋には勉強会が企画されている。道外あるいは県外産の種苗(種ガキ)に100年以上依存してきた現場の体質をナガガキ型のカキの発見を機に変更して、シングルシードの開発など地元産カキの利活用を進めることになった。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計 0件)

〔学会発表〕(計 1件)

大越健嗣・千葉晋・浜口昌巳 ナガガキの再発見と micro-CT による貝殻構造解析、日本貝類学令和元年度大会、2019年5月18日、東京家政学院大学(東京都・千代田区)

〔図書〕(計 1件)

大越健嗣 カキから考える海洋生物にとっての地震・津波の意味 2016.

「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 pp.58-64.

〔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

6. 研究組織

(1)研究分担者 なし

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 なし

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。