

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 30 年 6 月 21 日現在

機関番号：13701

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2014～2017

課題番号：26450260

研究課題名(和文) 希少種カワシンジュガイの保全に向けた水産業の活用 - 水産業の持つ多面的機能の評価 -

研究課題名(英文) Practical use of a fish farm to conserve the freshwater pearl mussel
Margaritifera laevis (Unionoida, Margaritiferidae)

研究代表者

伊藤 健吾 (ITO, KENGO)

岐阜大学・応用生物科学部・准教授

研究者番号：10303512

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)：希少種カワシンジュガイの保全のため、宿主魚を多く養殖している養魚場の活用を試みた。その結果、養魚場のような高密度で宿主魚が生息している環境であれば、ごく少数の母貝から吐出されるグロキディウム幼生であっても十分な個体群を維持できることが明らかになった。また、幼生の寄生による宿主魚への影響を調べたところ、本調査地におけるカワシンジュガイの個体群維持に必要なレベルの寄生数(宿主魚一尾当たり数百)では成長率及び生残率には影響がないことが示された。

以上の結果、イシガイ目二枚貝の保全には、水産業のような宿主魚を高密度で養殖している場所を積極的に活用することが非常に効果的であることが明らかになった。

研究成果の概要(英文)：We tried to utilize a fish farm which cultivates a lot of host fish for preservation of *Margaritifera laevis*. As a result, it was revealed that even in the environment where host fish are inhabiting high density such as fish farm, it is possible to maintain sufficient population even for glochidium larvae discharged from few mother shell. The influence of larvae infestation on host fish was investigated. As a result, the number of parasitisms (several hundred per fish per host fish) required for maintaining the population of Kawashinjigai in this investigation site was higher than the growth rate and survival rate. There was no effect. As a result, it became clear that it is very effective to positively utilize places cultivating host fish at high density such as fishery industry to preserve bivalve bivalves.

研究分野：水生生物保全

キーワード：カワシンジュガイ 水産業 宿主 寄生 保全

1. 研究開始当初の背景

本研究の対象種であるカワシンジュガイは、イシガイ目に属する淡水二枚貝であり、その多くが絶滅危惧種として指定されている。それらの減少要因はいくつか挙げられているが、受精、寄生、着底、採餌成長の生活史のいずれかの段階で不全が生じているためだと考えられる。なかでも幼生の寄生という特徴的な生態は、特定の宿主魚との生物間相互作用の上に成立するものであり、宿主魚の減少は直接二枚貝の減少につながる危険性が高い。カワシンジュガイは宿主特異性が特に強く、サツキマス類にしか寄生しない。一方、サツキマスをはじめ渓流魚の多くは環境改変によって自然河川での繁殖が困難となり、さらには釣りの対象魚として放流されているものの高い捕獲圧にさらされている。そのため、カワシンジュガイ幼生の寄生期間約2か月を宿主として全うする個体は数少なく、それが本種の減少要因として大きいと考えられる。

サツキマス類は内水面における重要な水産魚であり、多くの地域で養殖されている。今回、ある養殖池で大量のカワシンジュガイの稚貝を確認した。しかし、養殖池における本種の繁殖は前例がない。そのため、本調査地において本種増殖のメカニズムを明らかにし、本種の保全を行っている他地区への適用の可能性について検討する必要がある。

2. 研究の目的

本研究では、養殖池における本種増殖のメカニズムを明らかにすることにより、イシガイ目二枚貝の保全へ水産業を活用することと目的とする。そこで、以下の3項目について調査研究を行った。

- (1) 本種の増殖に必要な条件を明らかにする
- (2) 寄宿魚となる養殖魚への影響を把握する
- (3) 養魚池での増殖を地域個体群の保全につなげる

3. 研究の方法

- (1) 本種の増殖に必要な条件を明らかにする
カワシンジュガイの生活史の各段階で必要な条件を明らかにするため、以下の調査を行った。

幼生供給源となる母貝集団の把握

幼生を養殖池へ供給している母貝の位置と個数を把握するため、養殖池上流の導水路および取水堰上流の本支川において踏査を行った。また、各地点で宿主魚であるアマゴをゲージ内で畜養し、幼生の寄生状況を確認した。

養魚池内における寄生状況調査

養魚池で養殖されているサクラマス類への幼生の寄生状況を把握するため、寄生率(未寄生魚/寄生魚)と一尾当たりの寄生数を計測した。

稚貝の分布と成長量の把握

養魚池下流で着底した稚貝について、分

布位置と底質粒径の関係を調べた。また、3か月ごとに稚貝の拡張を計測し、成長速度を算出した。

高水温環境での成長と繁殖状況の把握

本調査地は、一般的にカワシンジュガイの生息上限とされる水温 20 をはるかに超え、夏場は 25 に至る。このような場所においても本種が生息・繁殖可能なのかを明らかにするため、マーキングによる成長調査と、繁殖期における妊卵調査を実施した。

- (2) 寄宿魚となる養殖魚への影響を把握する
被寄生魚への影響評価

水産業を活用するためには、二枚貝幼生の寄生による養殖魚への影響を把握することが必須である。そこで幼生濃度の異なる3つの水槽内において宿主魚に幼生を寄生、その後3か月間畜養し、幼生寄生数と宿主魚の成長量および生残率の関係について評価した。また、母貝一個体あたりの寄生への寄与度を評価した。

- (3) 養魚池での増殖を地域個体群の保全につなげる

養魚池個体群の生産状況調査

養殖は人工的なものであり、一時的にそれに依って二枚貝は増殖可能であるが、本来はそれ抜きで二枚貝個体群が維持されなければならない。そこで養魚池下流に着底した個体群の再生産状況を評価するため、養魚池下流河川において魚類を採捕し、幼生の寄生確認を行った。

母貝集団の保全

養魚池へ幼生を供給している母貝を保全するため、必要に応じて養魚池での寄生魚の放流等を行ってその保全を試みる。

4. 研究成果

- (1) 本種の増殖に必要な条件について

母貝からの幼生供給状況を把握するために踏査を行った結果、養魚池上流の導水路部分で百数十個体を確認した。一方、取水堰堤の本川側に畜養したアマゴにも幼生が寄生していたことから、堰堤よりさらに上流の本川あるいは支川にも母貝が生息していることが明らかになった(図1)。しかし、踏査ではそれらの生息位置を確認することはできなかった。現在、環境DNAを用いた生息地確認を行っている。

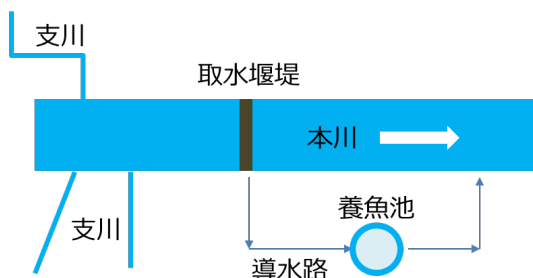


図1 調査地概略図

本調査地では多くの稚貝が生息しているが、それらを生産している宿主魚にどの程度の寄生があるのかについて、アマゴ 20 尾を解剖して確認した。その結果、寄生率は 100%、一尾当たりの寄生数は 72.1 個であった。この程度の寄生数で多くの稚貝が生産されているのは、屋外と比較してはるかに高密度で多くの宿主魚が養殖(約 7000 尾)されているためと考えられる。

寄生・変態が終了した稚貝は、養魚池下流の水路や河川に着底している。二枚貝が減少している多くの地区では稚貝が確認できないことから、稚貝の生息環境を確保することが重要視されている。そこで本調査地においても稚貝の生息状況について調査を行った。本調査地では、宿主魚の養殖池直下から稚貝の生息が確認されたが、そのような場所では成貝の生息数は少なかった。また、流下距離が長くなるにしたがって稚貝は減少し、成貝が多くみられるようになった。これより、二枚貝個体群は、成長に伴って流下していくことが考えられる。また、稚貝が着底している底質の粒度分析を行なったところ、20mm 以下の稚貝はより粒径の細かいシルト質の底質中に埋没していることが明らかになった。また、二枚貝の成長に伴い、その生息環境はより粒度の粗い礫底に移動していた(図 2)。

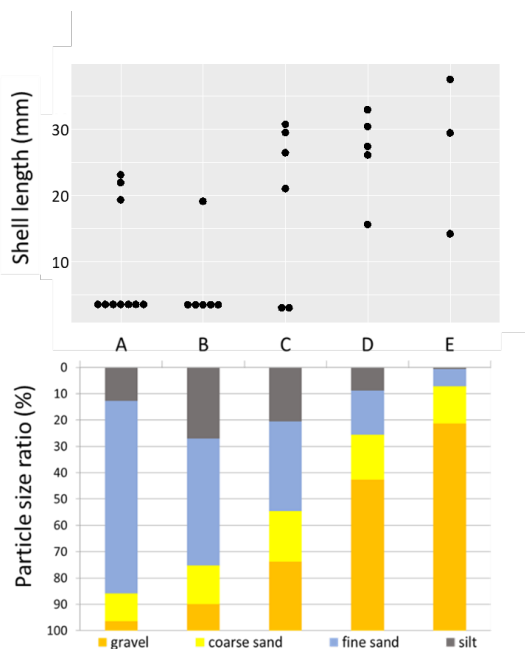


図 2 稚貝の拡張と底質の粒度組成

宿主魚からの脱落直後の微小稚貝は、シルト質が堆積しているような流速の極めて小さい場所に沈降し、受動的に分布しているものと考えられる。一方、成長して移動能力を確保するに至ると、礫底に能動的に移動すると推察された。また、殻長が 20mm を超えると礫底への移動が始まり、それ以前は横向きに埋没していたのが、水管を水中に出して縦

に底質に刺さった状態に変化した。このような選択が生息に有利な条件となることを明らかにするため、粒径の異なる 2 つの籠に稚貝を閉じ込め、3 か月後の成長量を比較した。その結果、15mm 程度の稚貝では粒径の細かい土壌を充填した籠で有意に成長がはやく、30mm 以上の稚貝では礫質において成長が良くなる結果を得た(図 3)。これより、稚貝の生育には多様な底質環境が必要であることが示唆された。

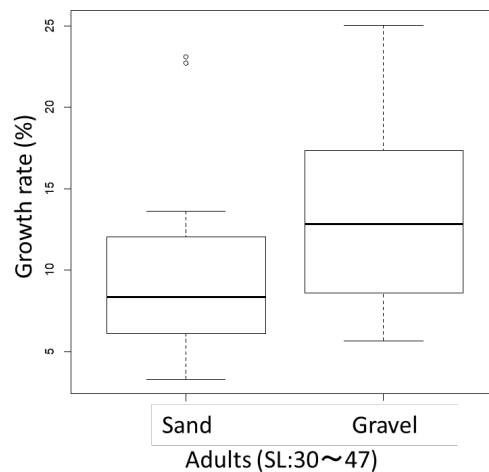
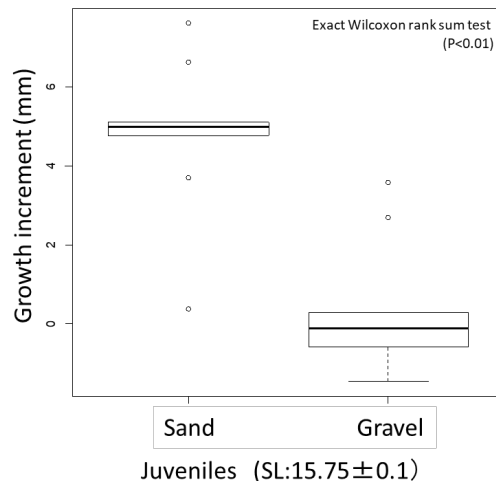


図 3 底質の粒径が稚貝の成長に及ぼす影響

高水温環境での生息状況を把握するために行った成長調査では、先行研究で示されている他地域での成長状況と比較して、稚貝(図 4)、成貝(図 5)ともに成長速度は大きくなった。一方、本来シルト質で成長のよい稚貝が、礫底で生育している場合には、その殻長は小さくなっていた。これより、生息するマイクロハビタットの違いにより、成長量には大きな差が生じることが明らかになった。そのため、成長速度には個体差が大きく、殻長から年齢推定する場合には誤差が大きくなることが考えられる。

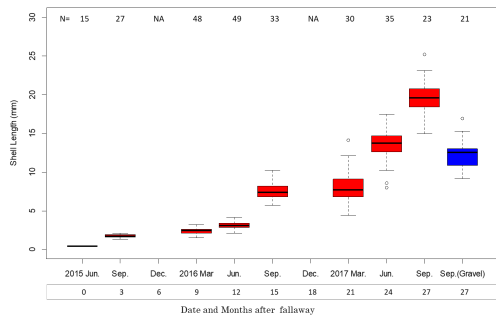


図4 稚貝の成長状況

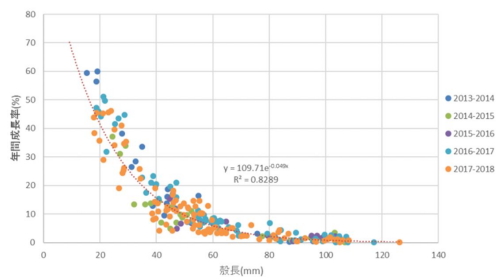


図5 成貝の成長状況

(2) 寄宿魚となる養殖魚への影響について

二枚貝幼生の宿主魚への寄生は、水産業ではグロキディウム症という魚病として扱われている。そのため、二枚貝の保全に水産業を活用するにあたり、魚体に影響のない範囲で寄生させることが必要である。そこで異なる3濃度の幼生液に暴露させた宿主魚の成長率と生残率を調べた。

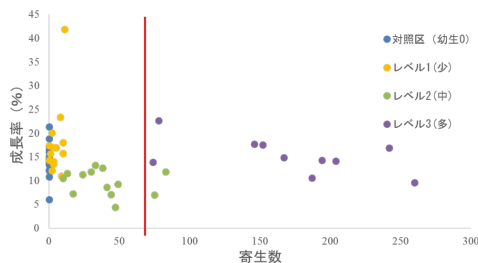


図6 幼生寄生数と宿主魚の成長率

幼生の寄生数が最大となるレベル3実験区においても、無寄生のコントロール区との間に宿主魚の成長率に有意差は認められなかった。また、生残率についても有意差はなかった。これより、本実験で行った寄生の範囲（一尾当たり250個）では、宿主魚に影響はないといえる。また、図中の赤線で示した寄生数72個は、養魚池での平均寄生数である。これより、宿主魚の養殖数が本養魚池のように多い場合（7000尾）には、宿主魚に影響のない寄生数においても十分な稚貝の生産が可能であることが分かった。

母貝一個体あたりの寄生寄与数を評価するため、養魚池直上の配水池に生息していた41個体の成貝（うち母貝は21個体）を移動させて、養魚池内の寄生数を計測した。その

結果、宿主魚1尾当たりの寄生数は72個から15個に減少した。配水池を通して養魚池へ流入する水量は全体の約1パーセントである。よって成貝1ペアの寄生寄与数は約200個/尾となった。すなわち、ごく少量の母貝が養魚池上流に生息することで十分な違いが生産可能であるといえる。しかし、母貝の受精や遺伝子の多様性を考慮した場合、本調査地のようにある程度の母貝から吐出された幼生の一部が養魚池に流入する状況が望ましいと考えられる。

(3) 養魚池での増殖を地域個体群の保全について

人工的な施設である養殖池は、永続的に存在する保証がなく、これに頼らずとも個体群が維持できなければならない。そこで養魚池で生産された個体群の再生産状況を把握するため、本種の繁殖期間において、養魚場下流域に生息する魚類を採捕し、寄生状況を調べた。また、その際採捕された魚種について、水槽実験により宿主適合性について検討した(表1)。

表1 河川及び実験下での寄生状況

種名	河川での生息	河川での寄生	実験下での寄生
アマゴ	×	—	○
イワナ	×	—	×
ニジマス	×	—	×
カワムツ	○	×	×
オイカワ	○	×	×
ウグイ	○	△	×
カマツカ	○	×	×
アカザ	○	×	×
カワヨシノボリ	○	×	×
ドジョウ	○	×	×
ニシシマドジョウ	○	×	×
アジメドジョウ	○	×	×
スナヤツメ	○	×	×

△ ウグイには約2週間寄生したがその後消失

これより、養殖池およびその下流に生息する13種の魚類のうち、従来より宿主とされていたサツキマス類（アマゴ）にのみ寄生することが明らかになった。しかし、アマゴは養殖池下流域には生息しておらず、本調査地の個体群から吐出された幼生はすべて無効放出となっている可能性が高い。よって、本個体群の再生産は行われていないと考えられる。その原因として、水温があげられる。アマゴを含むサツキマス類は、サケ科に属し、冷涼な渓流域をその生息地としている。本調査地は夏場には25℃を超えるため、サケ科魚類の生息には不適である。カワシンジュガイの生息域は一般に20℃以下とされているが、それは二枚貝本体ではなく、宿主魚の生息条件であると思われる。

以上の考察により、本調査地のカワシンジュガイ個体群は、再生産できていないことが示唆された。そのため、養殖池に依らない自然繁殖による個体群維持のためには、取水堰堤のアマゴトラップでその存在を示唆した本流もしくは支流に生息している母貝集団の保全は必要である。しかしその生息位置は

踏査によって明らかにできなかった。現在行っている環境 DNA 調査結果と併せて、再度踏査を行う予定である。そこで明らかにされた母貝集団が十分な規模を有していればその生息環境の維持に努めていくが、個体数が少ない場合には、養魚場個体群との遺伝系統の一致を確認したうえで、養殖池の被寄生魚の放流を行い、母貝集団の増殖を図っていく予定である。なお、この計画については科研最終年に実施する予定であったが、母貝集団未確定のため、今後の課題とする。

以上の結果、イシガイ目二枚貝の保全に水産業を積極的に活用していく道筋を示すことができた。このような手法を適用できる場所をすでに3か所確認しており、現在計画を実施している。その効果が表れるまでには数年を要するが、それらの結果を本研究結果と併せて評価し、さらに活用の拡大を図っていく予定である。

また、本調査地では過去にカワシンジュガイ生息地として町の天然記念物指定を受けていたが、生息確認できなくなってから長期間立ったためにその指定が解除されていた。今回、その生息が確認されたことから、現在再指定に向けて動いており、平成30年度末には再び天然記念物(カワシンジュガイ生息地)として指定される予定である。

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 2 件)

Yoshihiro B. Akiyama¹, Daisuke Kishi, Kengo Ito and Takaki Kondo, Microalgal Community in Fecal Pellets of the Freshwater Pearl Mussel *Margaritifera laevis* (Bivalvia: Margaritiferidae) in a Drainage Ditch Connected to the Hida River, Gifu Prefecture, Central Honshu, Japan, VENUS 76 (1-4): 65-78, 2018 査読あり

伊藤健吾, 農業農村整備のための生態系配慮の基礎知識(5) - 水田・農業水利施設の貝類層とその保全 -, 農業農村工学会誌 86(5): 439-443, 2018 査読あり

〔学会発表〕(計 3 件)

伊藤健吾, 岸大弼, 秋山吉寛, 近藤高貴, カワシンジュガイ稚貝の成長と分布, 淡水貝類研究会, 2017

平松麗奈, 伊藤健吾, 安定同位体を用いたカワシンジュガイにおける部位別ターンオーバー周期の評価, 日本貝類学会, 2017

Akiyama YB, Kishi D, Itoh K, Kondo T., Microalgal community detected in fecal

pellets of the endangered freshwater pearl mussel *Margaritifera laevis* (Bivalvia, Margaritiferidae) in a ditch of Japan: an approach to clarify mussels' diets in the field., BES, GFO, NECOV And EEF Joint Annual Meeting: Ecology Across Borders. C1.11, Belgium (Poster and Lighting Talks) (国際学会), 2017

〔図書〕(計 0 件)

〔産業財産権〕

出願状況(計 0 件)

名称:
発明者:
権利者:
種類:
番号:
出願年月日:
国内外の別:

取得状況(計 0 件)

名称:
発明者:
権利者:
種類:
番号:
取得年月日:
国内外の別:

〔その他〕

ホームページ等
特になし

6. 研究組織

(1) 研究代表者

伊藤 健吾 (ITO, Kengo)
岐阜大学・応用生物科学部・准教授
研究者番号: 10303512

(2) 研究分担者

秋山 吉寛 (AKIYAMA, Yoshihiro)
国土交通省国土技術政策総合研究所・沿岸海洋・防災研究部海洋環境研究室
研究官
研究者番号: 20532401

近藤 高貴 (KONDO, Takaki)
大阪教育大学・自然研究講座・名誉教授
研究者番号: 50116159

(3) 連携研究者

岸 大弼 (KISHI, Daisuke)
岐阜県水産研究所・試験研究部・主任研究員

研究者番号：80455526

(4)研究協力者

無し