

平成 21 年 5 月 20 日現在

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2006～2008

課題番号：18510208

研究課題名（和文） 外来海産軟体動物2種が在来生物群集に及ぼす影響の実験的解明

研究課題名（英文） Experimental studies on the impacts of non-indigenous marine mollusks on the native brackish biological communities

研究代表者

岩崎 敬二 (IWASAKI KEIJI)

奈良大学・教養部・教授

研究者番号：60278877

研究成果の概要：外来海産軟体動物であるコウロエンカワヒバリガイ（二枚貝）とシマメノウフネガイ（巻貝）が、在来生物に及ぼす影響を実験的に解明した。前者については、和歌山県紀ノ川河口の潮間帯で除去実験を行い、在来種のドロフジツボを被覆して殺し、潮間帯下部の生物群集の様相を一変させていることを明らかにした。外来海産二枚貝が在来生態系に大きな影響を及ぼしている例として、世界で二例目の発見である。後者については室内実験を行い、宿主である在来巻貝の移動を抑制する傾向を検出できたが、在来巻貝の成長を阻害するという当初の仮説を支持する結果は得られなかった。

交付額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2006年度	1,800,000	0	1,800,000
2007年度	400,000	120,000	520,000
2008年度	500,000	150,000	650,000
年度			
年度			
総計	2,700,000	270,000	2,970,000

研究分野：複合新領域

科研費の分科・細目：資源保全学

キーワード：①海洋保全、②海洋生態、③動物、④外来海産生物、⑤生態学

1. 研究開始当初の背景

近年、世界中で外来海洋生物による在来種や在来生態系への被害、様々な産業への損害が発生、深刻化しており、その対策の進展が望まれている。しかし、日本では、2005年に施行された「特定外来生物法」でも海洋生物は対象外となっており、外来海洋生物の輸入や移動の規制や、被害の軽減をはかるための公的な対策は何も行われていない。この背景には、外来海洋生物が在来生態系に及ぼす影響に関する実験的な検

証が、日本では全く行われてこなかったことがある。野外での長期的な観察によって外来の二枚貝（ムラサキガイ）が在来のマガキ（牡蠣）を被覆して部分的に消滅させたという調査結果はあっても、野外や室内での外来海洋生物の除去・付加実験によって、在来種への影響を検証・解明した事例は、皆無であったわけである。日本での外来海洋生物問題への対策を進めるには、こういった実験的な研究によって、在来生態系への影響を検証・解明することが不可欠な現状にあった。

2. 研究の目的

そこで、この研究課題では、オーストラリア・ニュージーランド原産の外来海産二枚貝コウロエンカワヒバリガイ *Xenostrobus securis* と、アメリカ合衆国太平洋岸原産の外来巻貝シマメノウフネガイ *Crepidula onyx* を対象として、日本の侵入地で在来生物群集に及ぼしている影響を、野外実験と室内実験によって解明することをめざした。この2種を研究対象としたのは、前者は主に競争的排除と生息場所の改変作用を通して、後者は外部寄生によって、在来生物に影響を及ぼしていると考えられており、この2つの作用は、外来海洋生物と在来生物との種間関係として報告されてきた、競争・寄生・生息場所の改変・捕食～被食・疾病の伝搬・交雑という主要な作用の中で、これまで世界的に見て実証例が大変に少ないものだからである。

3. 研究の方法

(1) 外来二枚貝コウロエンカワヒバリガイによる競争的排除と生息場所改変を通じた在来種への影響の実験的解明

本種は、汽水域の潮間帯に棲息する固着性の二枚貝で、1972年に岡山県児島湾で初めて発見された後、平均約25kmの分散速度で本州から九州各地の内湾域に着実に分布を拡大しつつあり(岩崎ほか、2004a, b)、大きな河川の河口域にある岩礫では大きな二枚貝床を形成して優占種となっている。1990年代には、ヨーロッパのアドリア海およびその周辺海域にも侵入したことが明らかになっている。同所的に棲息する在来生物に対して、被覆による競争的排除と群集構造の改変による幼生の着底阻害や摂食活動の阻害という作用を通して負の影響を与えている可能性が示唆されているが、それを実証した研究は世界的にも全く存在していなかった。

和歌山県の紀ノ川河口部では、本種が在来のドロフジツボ(固着性のフジツボ)やマガキ(固着性の二枚貝)、イシマキガイ(匍匐性の巻貝)やカノコガイ(匍匐性の巻貝)と同所的に分布しているが、これまでの予備的な観察では、本種の密度と在来種の密度とが負の相関関係にあることがわかっている。そこで、野外で本種と在来固着生物の除去実験を行い、室内で在来巻貝の生息場所選択実験を行うことによつて、

仮説1: 固着性の二枚貝である本種が、ニッチを同じくする在来種ドロフジツボを競争的に排除している。

仮説2: 本種が群集の構造を改変することによって、匍匐性の巻貝の摂食活動を阻害している。
とする仮説を検証した。

(2) 外来巻貝シマメノウフネガイによる在来種への外部寄生の影響

本種は、内湾域の潮下帯に棲息する大型の巻貝の貝殻の表面だけを生活空間とする外部寄生性の巻貝で、1969年に神奈川県三浦半島で初めて発見された後、約22kmの分散速度で東西に分布を拡大させており、2000年代に入って、ついに北海道でも確認されるに至っている(岩崎ほか、2004a&b)。場所によっては爆発的に増加して全ての在来巻貝に1-4個体が付着していることがある。近縁種のネコゼフネガイも、ヨーロッパから北米各地へ侵入して大発生したことが知られており、大型の巻貝の貝殻の表面に付着してその摂食活動を阻害し、宿主の成長を遅滞させている可能性が示唆されている。しかし、外来海洋生物の外部寄生による負の影響は世界的にも未だ実証例がなく、宿主と外部寄生者との行動的やり取りも未解明のままであった。

愛知県の三河湾に浮かぶ三河大島には、本種シマメノウフネガイの密度が極めて高い場所があり、在来巻貝であるアカニシとコシダカガンガラ的大型個体の70-80%に、1-4個体も付着している。そこで、宿主であるコシダカガンガラとシマメノウフネガイとを、別個に(シマメノウフネガイを石の上で飼育)、または一緒に(シマメノウフネガイを生きたコシダカガンガラの殻の上で飼育)、室内で飼育して、両者の成長速度や活動量を測定し、

仮説1: シマメノウフネガイが宿主の貝殻に付着することで宿主に大きな荷重を与え、摂食活動や移動行動を阻害し、宿主の成長を遅滞させる。

仮説2: 宿主の生存と移動がシマメノウフネガイの食物摂取量を増加させて成長を促進するため、シマメノウフネガイは生きた大型巻貝に選択的に付着し成長する。

という2つの仮説を実験的に検証した。

4. 研究成果

(1) 外来二枚貝コウロエンカワヒバリガイによる競争的排除と生息場所改変を通じた在来種への影響の実験的解明

1) 本種の生活環

2006年4月から2008年3月にかけて、野外調査を行って採集個体のサイズ・個体数・

生殖腺の発達状況を調べたところ、以下の事が明らかとなった。

- 1: 本種は、2006 年には、7~9 月に性成熟を迎え、産卵と放精を行い、繁殖した。
- 2: ブランクトン幼生は、8 月から 10 月に、礫やコンクリートなどの硬い基盤、在来フジツボの殻の間などに着底した。
- 3: 変態後の稚貝は、9 月から 11 月にかけて最も多数採集され、その後毎月 1.5mm 程度で成長を続けた。
- 4: 繁殖中またはその後の親貝と思われる大型個体は、7-9 月に死亡率が高かった。寿命または夏期の高温・乾燥による死亡と推察された。
- 5: 本種の寿命は、多くが 2 年だが、稀に 3 年間生存する個体もいることが、成長曲線等から推察された。

2) 在来種ドロフジツボへの影響

2006 年 4 月から 2008 年 4 月まで、眼に見える生物を全て剥離して除去した後、毎月付着生物を剥離除去し続けた「毎月除去区」、2006 年 4 月に 1 度だけ全ての付着生物を剥離しただけの「1 回除去区」、コウロエンカワヒバリガイが付着し続けた状態で放置した「対照区」の 3 つを、それぞれ 4 つづつ(各 20cm × 20cm) 設置し、その後の付着生物の被度の変化を毎月計測した。その結果・・・

- 1: 毎月除去区では、在来種ドロフジツボが、6 月から多数着底して毎月除去区のほぼ全面を覆い、その後、10 月まで、着底が続いた。一方、コウロエンカワヒバリガイの稚貝は、8 月以降 10 月までドロフジツボの殻の間に着底したが、ドロフジツボが着底しなくなった 11 月以降には、ほとんど着底が見られなかった。
- 2: 1 回除去区では、在来種ドロフジツボが、6 月から多数着底して除去区全面を覆い、成長を続けて、フジツボ群集が形成された。しかし、8 月以降、そのフジツボの殻の間にコウロエンカワヒバリガイの稚貝が多数着底・成長しほぼ除去区全面を覆い尽くし、12 月までには、ドロフジツボを被覆して、死滅させた。
- 3: 何らの操作も加えなかった対照区では、コウロエンカワヒバリガイの被度が 6 月から 9 月の夏の間減少し(おそらく、高温・乾燥・繁殖後の死亡・寿命のため)、空い

た空間にはドロフジツボが着底・成長した。しかし、8 月以降、そのドロフジツボの殻の間に、コウロエンカワヒバリガイの稚貝が多数着底・成長し、ドロフジツボを被覆して被度を増加させた。12 月~5 月の間のコウロエンカワヒバリガイの被度は、平均で 85% 程度であった。また、1 年間を通じて、その被度は 70% 以上を占めて安定していた。

4: 上記の 1: ~3: の結果は、2006 年 4 月~2008 年 4 月の 2 年間、ほぼ同じ状態で繰り返された。

5: 以上の結果から、コウロエンカワヒバリガイは、毎年 8 月以降、在来種であるドロフジツボの殻の間に着底して成長し、ドロフジツボを被覆して殺し、在来種フジツボ群集を死滅させていることが明らかとなった。また、コウロエンカワヒバリガイの着底は、ドロフジツボの存在によって促進されていることが強く示唆された。つまり、「仮説 1: 固着性の外来二枚貝であるコウロエンカワヒバリガイは、ニッチを同じくする在来種ドロフジツボを競争的に排除している」とする仮説を実証することができた。ただし、ドロフジツボは、調査場所から一掃されることはなく、コウロエンカワヒバリガイが付着しない潮間帯の上部で付着・成長し、フジツボ群集を維持し続けることも明らかとなった。

こういった、外来の海産二枚貝が在来種を被覆して競争的に排除してしまうという現象は、ムラサキガイ *Mytilus galloprovincialis* について海外で既に知られていたが、それに続いて、世界で 2 例目の発見である。

3) 在来巻貝イシマキガイへの影響

野外にビデオカメラを設置して調査地域に生息する在来巻貝イシマキガイの行動を記録・分析した。その結果、イシマキガイはもっぱらコウロエンカワヒバリガイの付着していない礫やコンクリートの上で摂食や移動を行い、コウロエンカワヒバリガイの二枚貝床の上では殆ど行動しないことが明らかとなった。コウロエンカワヒバリガイの存在は、在来種イシマキガイの行動範囲を狭めていることが推察された。

次に、実験室内の水槽に「付着動物被度 0% の石」・「コウロエンカワヒバリガイ被度 100% の石」・「ドロフジツボ被度 100% の石」を設置して、そこにイシマキガイを放してその行動をビデオ録画し、分析したところ、イシマキガイが移動・摂食行動を示した時間は、「付着動物被度 0% の石」で最も多く

調査時間の平均 31.7%であったが、「ドロフジツボ被度 100%の石」では調査時間の 9.2%、「コウロエン被度 100%の石」では 0.6%であった。付着動物の存在はイシマキガイの移動・摂食行動を強く阻害するが、阻害の程度は在来のドロフジツボよりもコウロエンの方が有意に強いことが強く示唆された。

以上の結果から、「仮説 2: コウロエンカワヒバリガイは群集の構造を改変することによって、匍匐性の巻貝の摂食活動を阻害している」も、実証された。

4) (1) のまとめ

以上の結果から、外来二枚貝コウロエンカワヒバリガイは、生息場所をめぐる競争によって在来種ドロフジツボを排除し、二枚貝床を作るという生息場所改変を通じては、在来巻貝イシマキガイの移動・摂食活動を阻害していることが、明らかとなった。

(2) 外来巻貝シマメノウフネガイによる在来種への外部寄生の影響

1) 野外でのシマメノウフネガイの生息状況

2008年の7~8月に、愛知県の三河大島でシマメノウフネガイと在来貝類を採集し、実験室に持ち帰ってそれぞれの体長・湿重量・個体数等を計測した。シマメノウフネガイの在来巻貝への付着率(3回の野外調査の平均)は、アカニシ91.8%、コシダカガンガラ54.7%、イボニシ3.6%で、アカニシが最も多かった。また前2種では、サイズが大きくなるほど1個体あたりに付着していた本種の個体数が増加した。ただし付着率は、どの在来種でも7月上旬>8月上旬>9月上旬であり、時間を経るにしたがって減少した。

2) 室内実験による仮説1&仮説2の検証

2008年の7~10月に、室内の実験用水槽で、在来巻貝コシダカガンガラの単位時間あたりの移動量を、シマメノウフネガイが付着している個体と付着していない個体でビデオ撮影によって比較すると、後者の方が有意に多かった。しかし、同じ温度・光・底質・水質条件で飼育しても、コシダカガンガラの3ヶ月間の生長量については両者に有意な差はなかった。

次に、シマメノウフネガイの3ヶ月間

の生長量を、コシダカガンガラに付着した個体と石の表面だけで飼育させた個体とで比較すると、前者の方が有意に多かった。

3) (2) のまとめ

以上の結果から、

1: シマメノウフネガイは、在来巻貝コシダカガンガラの移動を抑制する傾向にあるが、その成長には影響を与えていないこと。

2: 在来巻貝コシダカガンガラへの付着は、シマメノウフネガイの成長にとってプラスとなること。

が推察された。しかし、そのメカニズムの解明までには、至らなかった。

つまり、「仮説1: シマメノウフネガイが宿主の貝殻に付着することで宿主に大きな荷重を与え、摂食活動や移動行動を阻害し、宿主の成長を遅滞させる」のうち、「シマメノウフネガイが宿主の貝殻に付着することで宿主に大きな荷重を与え、移動行動を阻害」する傾向にあることは推察されたが、「宿主の摂食活動を阻害する」ことと「宿主の成長を遅滞させる」ことについては、実証することができなかった。

また、「仮説2: 宿主の生存と移動がシマメノウフネガイの食物摂取量を増加させて成長を促進するため、シマメノウフネガイは生きた大型巻貝に選択的に付着し成長する」については、宿主に付着している個体の方が成長率は高かったものの、「食物摂取量が増加」したかどうかは明らかにできず、「大型巻貝に選択的に付着する」という点についても、明らかにすることができなかった。

シマメノウフネガイは、動き回る大型の在来巻貝の殻の上に付着して生活している、小型の巻貝である。そのため、シマメノウフネガイの摂食活動を、ビデオ撮影などによって記録することが物理的に難しく、その活動量を分析することもできなかったわけである。こういったシマメノウフネガイの摂食活動と食物摂取量を記録・分析するためのさらなる工夫が必要だったが、そのアイデアを見いだすことは、今回はできなかった。今後は、そういった記録と分析が可能な飼育条件や活動記録方法を見いだすために、別の調査方法を考えていくつもりである。

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 9 件)

- 1 西川潮・米倉竜次・岩崎敬二・西田睦・河村功一・川井浩史・国立環境研究所環境リスク研究センター (印刷中) 分子遺伝マーカーを用いて外来生物の侵入生態を探る: 生態系管理への適用可能性. 日本生態学会誌, 58. 査読有り
- 2 岩崎敬二 (2009) 日本の外来海洋生物の分布拡大と被害: ムラサキガイを例として. 月刊地理, 54 巻 3 号: 42-46. 査読無し
- 3 岩崎敬二 (2008) 法律で無視された日本の海の外来生物問題. 季刊エポズ, 30 巻夏号: 2-5. 査読無し
- 4 岩崎敬二 (2007) 外来淡水産無脊椎動物に関する特定外来生物の選定過程と研究上の問題点について. 陸水学雑誌, 68: 497-500. 査読有り
- 5 岩崎敬二 (2007) 日本に移入された外来海洋生物と在来生態系や産業に対する被害について. 日本水産学会誌, 73 (6): 1121-1124. 査読有り
- 6 堀正和・浜口昌巳・岩崎敬二・大越和加 (2007) 生態系サービスの視点からみた移入種問題と今後の展開. 日本水産学会誌, 73 (6): 1155-1159. 査読有り
- 7 岩崎敬二 (2007) 日本における海産外来生物問題と公的機関の対応. 日本プランクトン学会報, 54 巻 1 号: 17-24. 査読有り
- 8 石田惣・岩崎敬二・桑原康裕 (2006) ムラサキガイ *Mytilus galloprovincialis* Lamarck の日本での初発見記録と侵入初期における分布について. Venus (日本貝類学会誌), 64 巻 3 号: 151-159. 査読有り
- 9 岩崎敬二 (2006) 外来付着動物と特定外来生物被害防止法. Sessile Organisms, 23 巻 1 号: 13-24. 査読無し

[学会発表] (計 7 件)

- 1 岩崎敬二 (2009) 外来二枚貝コウロエンカワヒバリガイが在来種に及ぼす影響について: 人工護岸壁の場合. 第 56 回日本生態学会, 2009 年 3 月 18 日, 於岩手県立大学.
- 2 岩崎敬二 (2009) 密航する海の生物たち: 外来海洋生物の日本での現

状と対策. 京都大学・神戸大学合同市民公開講座「人と海のかかわり」第 1 回「海上輸送と生物多様性」, 2009 年 1 月 31 日, 於メルパルク京都.

- 3 岩崎敬二 (2008) 農業をする貝と資源を搾取する貝の競争と共生: 岩礁性潮間帯群集の種間相互作用について. 奈良女子大学共生センター主催「生物にみる共生: 奈良からの発信」, 2008 年 12 月 7 日, 奈良女子大学講堂.
- 4 岩崎敬二 (2007) 海産・淡水産無脊椎動物の分布把握状況と関連学会の取組. 第 55 回日本生態学会大会自由集会, 2008 年 3 月 14 日, 福岡国際会議場.
- 5 小林哲・岩崎敬二 (2007) イシマキガイの小河川における集団溯上と移動分散様式. 日本貝類学会平成 19 年度大会, 2007 年 4 月 21 日, 豊橋市自然史博物館.
- 6 石田惣・岩崎敬二・桑原康裕 (2006) 博物館標本から検証するムラサキガイの初侵入年代と分布拡大過程. 2006 年日本プランクトン学会・日本ベントス学会合同大会, 2006 年 9 月 29 日, 広島県立産業技術交流センター.
- 7 岩崎敬二 (2006) 外来海産生物はなぜ特定外来生物に選定されないのか? 特定外来生物被害防止法における付着生物の位置付けについて. 第 13 回日本付着生物学学会研究集会招待講演, 2006 年 4 月 5 日, 東京海洋大学.

[図書] (計 4 件)

- 1 岩崎敬二 (印刷中) 第 23 章外来生物による生物多様性の攪乱と保全. 「海洋の生命史: 海洋生命系のダイナミクスシリーズ第 1 巻」(西田睦編集), 東海大学出版会, 東京.
- 2 岩崎敬二 (印刷中) 第 9 章サキグロタマツメタをめぐる法律と国際問題. 「海のブラックバス: サキグロタマツメタ」(大越健・大越和加編集), 恒星社厚生閣, 東京.
- 3 岩崎敬二 (印刷中) 日本の外来海洋生物とその現状. 「海の越境者たち: 外来海洋生物の過去・現在・未来」(日本プランクトン学会・日本ベントス学会編集), 東海大学出版会, 東京.
- 4 Iwasaki, Keiji (2006) Human-mediated introduction of marine organisms in Japan: a review. In: Assessment and Control of Biological Invasion Risks (eds. F. Koike et al.), IUCN, Gland and SHOUKADOH Book Sellers, Tokyo, pp. 104-112.

6. 研究組織

(1)研究代表者

岩崎 敬二 (IWASAKI KEIJI)

奈良大学・教養部・教授

研究者番号：60278877

(2)研究分担者

なし

(3)連携研究者

なし