

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 5 月 19 日現在

機関番号：15401

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2014～2016

課題番号：26450246

研究課題名(和文) 干潟域における再生可能な二枚貝水管のカレイ類生産への貢献度評価

研究課題名(英文) Assessment of the contribution of regenerable clam siphons on the production of flatfish juveniles in estuaries

研究代表者

富山 毅 (Tomiyama, Takeshi)

広島大学・生物圏科学研究科・准教授

研究者番号：20576897

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,900,000円

研究成果の概要(和文)：二枚貝の水管はカレイ類の稚魚にとって再生可能な食物として利用されることから、カレイ類による水管の利用実態および二枚貝水管の再生力を評価した。広島湾周辺の干潟域においては二枚貝の分布密度が低く、水管はわずかに利用されるだけであったが、仙台湾周辺の干潟域では高い割合で利用されていた。また、水管の短いアサリも量的に水管を再生させることが初めて証明されたが、その再生力は水管の長い二枚貝に比べて低いことが明らかとなった。

研究成果の概要(英文)：Clam siphons are regenerable food sources for juvenile flatfish species. To evaluate the productivity and contribution of clam siphons for flatfishes, field surveys and experiments were conducted. Clam siphons were consumed by flatfish juveniles with a small proportion in Hiroshima Bay, while those were important food items for the juveniles in Sendai Bay. It was first revealed that clams with short siphons such as Asari can regenerate lost siphon tissues quantitatively, although its siphon regeneration rate is lower than that of long-siphoned clams.

研究分野：海洋生物学

キーワード：組織再生 アサリ イシガレイ 個体群モデル

1. 研究開始当初の背景

カレイ類が二枚貝の水管の先端部を食いちぎって食物とすることは、1960年代以降、世界各地で報告されてきた。水管を摂食された二枚貝は死ぬことなく、水管を再生させることが知られている。一方で、二枚貝は水管被食によって成長や栄養状態が低下するなど、負の影響を受けることも報告されている。こうした水管摂食を通じた捕食者(カレイ類)と被食者(二枚貝)の関係は、被食者が死なない点や、1個体の食物生物が何度も捕食者に食物として利用される点で通常の捕食被食関係と異なっており、被食者が捕食にどれだけ耐えられるか、どれだけ再生できるかなど、生態学的に興味深い問題を多く含有している。

一方、全国的にアサリを初めとする干潟の二枚貝資源の減少は著しく、間接的にカレイ類の生産に深刻な影響を及ぼしている可能性が懸念される。干潟の生態系保全の重要性を示すためにも、二枚貝のカレイ類資源に対する貢献度を評価することが重要である。また、これまで水管の再生力を評価した事例は、水管を殻長の3~5倍ほど長く伸張させる分類群に限られており、アサリのような水管の短い種に関する知見はみられていない。アサリは干潟における普遍種であり、こうした二枚貝の貢献度を評価するためには、水管の再生力の評価が不可欠である。

2. 研究の目的

本研究ではカレイ類の生産性と二枚貝の水管の被食に伴う生産性の応答をそれぞれ明らかにすること、そして捕食被食関係を定量的に把握するためのモデル構築を行うことを目的とする。具体的には以下の3点に取り組む。

(1) カレイ類の生産性の評価と二枚貝水管の重要度評価

イシガレイとマコガレイをモデル魚種とする。異なる水域(仙台湾・広島湾)での干潟域の二枚貝分布状況やカレイ類の食物分析を通じ、魚種間・場所間で食物としての水管の重要度やカレイ類の生産(成長)への貢献度を比較する。

(2) 二枚貝水管の生産力評価

これまで水管被食や再生に関して知見のないアサリをモデルとして、水管被食の影響や水管の再生速度を明らかにする。そして、既往知見との比較を通じて水管の短い種の特性を解明する。

(3) 捕食被食関係のモデル構築

捕食者・被食者側の動態を表現するモデルを構築し、二枚貝の増減に対する捕食者の生産性の応答を予測するための技術開発を行う。

3. 研究の方法

(1) カレイ類の生産性の評価と二枚貝水管の重要度評価

仙台湾と広島湾において、カレイ類の分布密度が高いことが経験的に知られている地点をそれぞれ選定して、ソリネットおよびタモ網によるカレイ類の採集、二枚貝の採集、カレイ類の胃内容物観察と重量計測を行った。また、仙台湾において24時間連続で採集したイシガレイ稚魚の標本分析を行い、日間摂食量および二枚貝水管の割合を推定した。

(2) 二枚貝水管の生産力評価

殻長30mm前後のアサリ100個体を野外において採集し、半分の個体について人為的に水管を切除した後、ナイロン製のケージに収容して2週間おきに回収した。また、残りの半分は非切除群として同様にケージに収容した。これを5回繰り返し、10週間におけるアサリの成長量および水管重量を調べた。初期値および非切除群との比較から、水管被食によるアサリの成長への影響や水管の再生速度を推定した。さらに、既往知見で得られている他の二枚貝種の水管再生速度との比較を行った。

(3) 捕食被食関係のモデル構築

捕食者の成長と摂食量、被食者の生産量の応答を表現するモデルを構築するため、異体類の中で最も知見の充実しているヒラメおよびアミ類の関係をケーススタディとした。次に、飼育実験を行い、水温に対するイシガレイおよびマコガレイ稚魚の成長の応答を調べた。これにより、構築したモデルのパラメータを改変してカレイ類稚魚と二枚貝の捕食被食関係を表現した。

4. 研究成果

(1) カレイ類の生産性の評価と二枚貝水管の重要度評価

広島湾に面する広島県呉市の2つの河口干潟域(地点A、B)において、カレイ類稚魚の採集および胃内容物の解析を行った。地点Aではアサリやイソシジミなどが約50~150個体/m²の密度で生息しており、イシガレイやマコガレイの胃内からもこれらの水管が出現した。しかし、マコガレイの場合、食物の大部分は多毛類であり、食物に占める水管の割合は0~4.8%とわずかであった。一方、地点Bでは二枚貝がほとんど出現しておらず、採集されたイシガレイの胃内からも二枚貝の水管は出現しなかった。以上から、広島湾では既往知見のある仙台湾に比べて二枚貝水管のカレイ類生産に対する貢献度は低いと推察された。

仙台湾の干潟域において24時間連続採集に

より得られたイシガレイ稚魚の標本分析を行い、摂食活動の日周期性および日間摂食量を推定した。稚魚は主に日没の直前に最も活発に摂食していた(図1)。また、空胃個体を短時間収容して現場に設置するケージ実験により、夜間もわずかながら摂食を行うことが示唆された。食物全体の日間摂食量は体重の3~13%、二枚貝水管の摂食量は体重の0~12%と推定された。

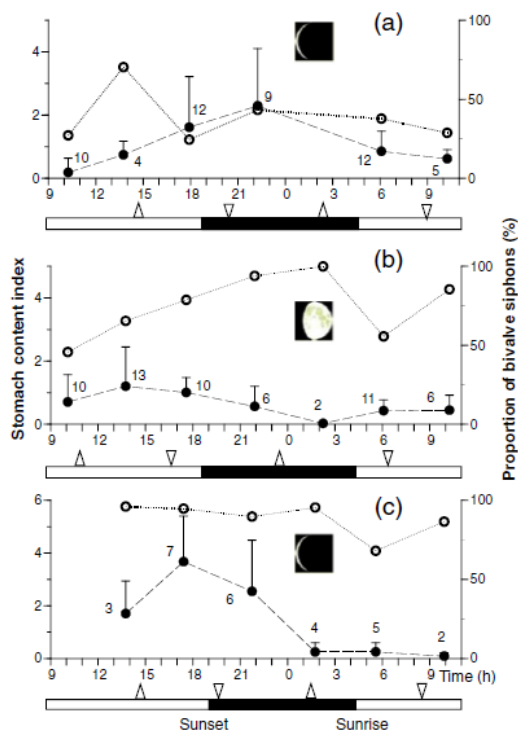


図1 イシガレイ稚魚の摂食活動の日周期性。白丸は胃内容物の重量指数(左軸)、黒丸は二枚貝水管の割合(右軸)、△は最高潮、△は最低潮、白抜きの横棒は日中、黒抜きの横棒は夜間、数字は個体数、誤差線は標準偏差を示す。(a) 5月中旬、(b) 5月下旬、(c) 6月中旬

(2) 二枚貝水管の生産力評価

アサリの水管切除実験では、アサリが水管被食により成長が低下し、場所によっては肥満度も低下するものの、水管の量的再生が可能であることが初めて明らかとなった(図2)。また、アサリの水管の再生速度は1日あたり水管重量の0.2%程度で、既往知見のあるニッコウガイ類(水管の長い種)の1~3%と比べて小さいことが明らかとなった。

一方、イシガレイ稚魚に水管を主に摂食されていたイソシジミでは、水管の再生速度は1日あたり水管重量の1.3%と推定され、アサリに比べて大きいことが示唆された。

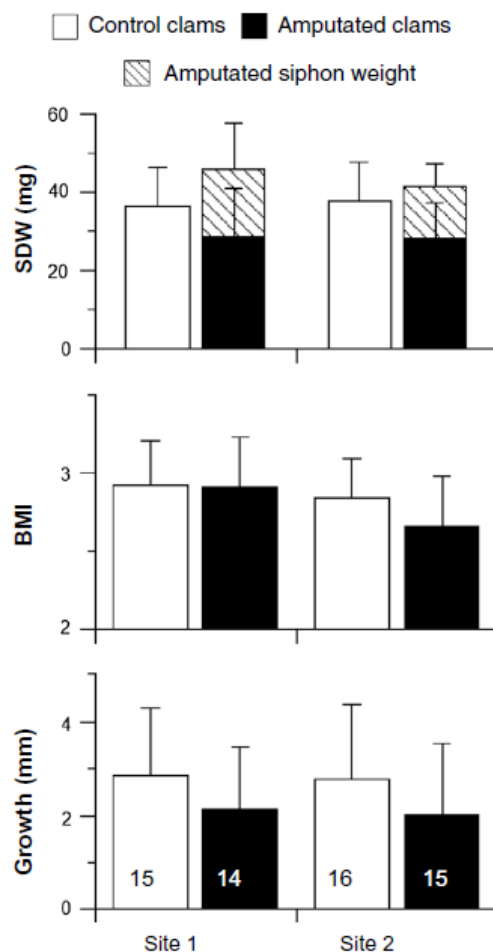


図2 アサリ水管切除実験。

白棒は非切除群、黒棒は切除群、斜線棒は切除した水管の重量、上から実験終了時の水管重量、肥満度、実験期間中の成長量。数字は個体数、誤差線は標準偏差を示す。

(3) 捕食被食関係のモデル構築

ヒラメとアミ類を対象としたモデルでは、捕食者の成長はアミ類の生産量に大きく影響を受け、実際の体サイズの変化をよく再現できた。また、食物生物と捕食者の現存量の初期値によって捕食者の成長が大きく変化することが示唆された。

飼育実験では、イシガレイとマコガレイともに水温20前後で最も成長が良好であり、水温に対する成長の応答についてのパラメータを得た。そこで、カレイ類と二枚貝の関係を表現するモデル構築にパラメータを適用した。その結果、イソシジミが高密度に生息する場所においては、イシガレイ稚魚の密度が現状の3倍程度に増えた場合でも十分に水管が食物としてイシガレイの成長を支えることができると推定された。一方、アサリが主要な二枚貝である場所においては、イシガレイやマコガレイは二枚貝の水管を補助的な食物として利用することで十分な成長

を遂げることができると推定された。

以上から、本研究課題により、捕食者の摂食特性と食物生物の生産力を評価し、貢献度を評価するだけでなく、食物生物の生産力をもとに稚魚の環境収容力を推定する枠組みを構築することができた。

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 4 件)

1. Tomiyama T, Kurita Y, Uehara S, Yamashita Y, Inter-annual variation in the surplus prey production for stocking of Japanese flounder *Paralichthys olivaceus*. Fisheries Research 186, 査読有, 2017, pp. 579-585.

Doi: 10.1016/j.fishres.2016.09.011

2. Kusakabe K, Hata M, Shoji J, Hori M, Tomiyama T, Effects of water temperature on feeding and growth of juvenile marbled flounder *Pseudopleuronectes yokohamae* under laboratory conditions: evaluation by group- and individual-based methods. Fisheries Science 83, 査読有, 2017, pp. 215-219.

3. Tomiyama T, Katayama S, Yamamoto M, Shoji J, Diel feeding patterns and daily food intake of juvenile stone flounder *Platichthys bicoloratus*. Journal of Sea Research 107, 査読有, 2016, pp.130-137. Doi: 10.1007/s00227-016-2854-6

4. Tomiyama T, Quantitative regeneration in bivalve siphons: difference between short- and long-siphoned species. Marine Biology 163, 査読有, 2016, 80, pp.1-8. Doi: 10.1007/s00227-016-2854-6

[学会発表](計 9 件)

1. 富士山毅, 栗田豊, 上原伸二, 山下洋, 福島県のヒラメ種苗放流場所における余剰生産量の年変動. 平成 29 年度日本水産学会春季大会 2017 年 3 月 27-29 日 東京海洋大学.

2. 高橋聡史, 日下部和志, 吉田侑生, 小路淳, 富士山毅, 飼育条件下におけるイシガレイ稚魚の成長におよぼす水温の影響. 平成 29 年度日本水産学会春季大会, 2017 年 3 月 27-29 日, 東京海洋大学.

3. 吉田侑生, 日下部和志, 高橋聡史, 小路淳, 富士山毅, 飼育条件下におけるマコガレイ稚魚の摂食・成長に及ぼす塩分濃度の影響. 平成 29 年度日本水産学会春季大会, 2017 年 3 月 27-29 日, 東京海洋大学.

4. Kusakabe K, Hata M, Shoji J, Tomiyama T, Optimal temperature for feeding and growth of juvenile marbled flounder (*Pseudopleuronectes yokohamae*) under laboratory conditions. Seventh World Fisheries Congress, 23-27 May 2016, Busan,

South Korea.

5. Tomiyama T, Uehara S, Kurita Y, Yamashita Y, Optimum stocking density of Japanese flounder in Fukushima, Japan. Fifth International Symposium on Stock Enhancement and Sea Ranching, 11-14 October 2015, Sydney, Australia.

6. 富士山毅, 片山知史, 山本昌幸, 小路淳, イシガレイ稚魚の摂食日周性: 夜も食べるのか? 平成 27 年度日本水産学会秋季大会 2015 年 9 月 23 日, 東北大学.

7. 富士山毅, アサリの水管被食による成長阻害と水管再生. 平成 27 年度日本水産学会春季大会, 2015 年 3 月 28 日, 東京海洋大学.

8. 大槻典子・秦正樹・小路淳・重田利拓・坂井陽一・富士山毅, 広島県呉市の河口域におけるマコガレイ稚魚の食性と成長. 平成 27 年度日本水産学会春季大会, 2015 年 3 月 28 日, 東京海洋大学.

9. Tomiyama T, Katayama S, Yamamoto M, Shoji J, Daily food intake of juvenile stone flounder (*Platichthys bicoloratus*) with special reference to their consumption of bivalve siphons. Ninth International Flatfish Symposium, 10-14 November 2014, Cle Elum, USA.

6. 研究組織

(1) 研究代表者

富士山毅 (TOMIYAMA TAKESHI)

広島大学・大学院生物圏科学研究科・准教授

研究者番号: 20576897

(3) 連携研究者

重田利拓 (SHIGETA TOSHIHIRO)

国立研究開発法人水産研究・教育機構瀬戸内海区水産研究所・研究員

研究者番号: 80371970