

平成 30 年 5 月 31 日現在

機関番号：17401

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2015～2017

課題番号：15K18731

研究課題名(和文) 有明海におけるアゲマキガイの資源回復に向けた嚙矢(こうし)的研究

研究課題名(英文) The pioneering study towards resource recovery of *Sinonovacula constricta* (Lamarck, 1818) in the Ariake Sea, Kyushu, Japan

研究代表者

山田 勝雅 (Yamada, Katsumasa)

熊本大学・くまもと水循環・減災研究教育センター・特別研究員

研究者番号：80569195

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,200,000円

研究成果の概要(和文)：有明海に生息するアゲマキと、本種の捕食者と考えられるカニやゴカイ類等の消化管内容物とC、Nおよびアミノ酸(PheとGul)の安定同位体比を測定した結果、(1)アゲマキは泥中の珪藻等を主たる餌料とするが、泥中に含まれる腐食物もわずかに同化していること、(2)アゲマキは体長2cm以下の稚貝時に、主にカニ類に捕食されることが示唆された。また、資源量増大を目指し、本種の好適生息環境を把握するため、(1)(2)の結果、と有明海の底質、水環境等の空間分布動態を解析した結果、有明海でのアゲマキの好適環境と考えられる地域(面積)に対し、実際に本種が生息している地域(面積)が著しく小さいことが示唆された。

研究成果の概要(英文)：Individuals of *Sinonovacula constricta* (Lamarck, 1818) and of these potential predator species (e.g., crab and polychaeta) were captured in Ariake sea, Kyushu, Japan. The results of stomach and gut contents (under microscope), and stable isotope (SI) of C, N and nitrogen SI of amino acids (Phe and Gul) of these individuals suggested that (1) *S. constricta* mainly preferred the diatom within bottom mud as its diet, but detritus and carrion within mud were also assimilated slightly, and (2) juvenile (< 2cm) of *S. constricta* were ingested by mainly crab species. In order to assess suitable habitat for *S. constricta* in Ariake sea, the results of (1) and (2) and physiochemical environments of bottom and its surface water were comprehensively evaluated. The results of this spatial elucidate suggested that areas of the actual habitat of *S. constricta* in Ariake sea were quite narrow compared with areas of the potential suitable habitat for this species.

研究分野：海洋生態学, 個体群生態学, 群集生態学

キーワード：アミノ酸安定同位体比 アゲマキ 好適環境 生存戦略 摂餌生態 個体群減耗要因

## 1. 研究開始当初の背景

かつて有明海は、「豊穡の海」、「宝の海」と呼ばれるわが国でも有数の生産力に富む海だった。とくにアサリ、タイラギ、アゲマキガイ(以下、アゲマキと略)など二枚貝の漁獲量は多く、漁船に積み切れない程の大漁はこの地域の名物ともいえる風景であった。ところが1980年代後半、突如として原因不明の二枚貝異常斃死が始まった。この異変は、「有明海異変」または「有明海レジームシフト」と呼ばれ、それまで日本一を維持し続けていた有明海の二枚貝の漁獲量はその後年々減少した。1990年代後半にはピーク時の1/10以下を記録。近年では、タイラギやアゲマキの漁獲がゼロの年もみられている。

このような背景により、現在有明海では、「二枚貝資源回復のための具体的対策」の構築が急務であり、なおかつ「現状の環境と漁業の共存」を図りつつ漁業従事者(及び関連産業従事者)人口を維持することも極めて重要である。研究対象となる水産重要種の生態学的現況を調べることと並行して、その資源増加のための合理的な努力投入技術を開発することが強く望まれる。

アゲマキは、有明海異変に際し、最初に顕著な減少を示した二枚貝である。本種は、メディア等でも「幻の貝」として頻りに報じられ、現在も根強い人気を維持し続けている。しかしながら、1994年以降、有明海におけるアゲマキの漁獲量は統計上ゼロの状態が続いている。これらのことから、本種の資源回復は、豊かな有明海復活の狼煙(象徴)として社会的にも重要な意味合いを持つ。

しかし、この問題に正面から取り組むためにはまず最初に、アゲマキの基礎生態に関する学術知見を徹底的に蓄積する必要がある。有明海においてアゲマキは、かつて極めて豊富な資源生物であったがために、「有明海のどこにでも普通にいる」という認識をもたれており、意外なほどにその基礎生態(食性、好適ハビタット、捕食圧)を巡る知見が蓄積されていない。このため、いざ仕切り直して増養殖を行おうとしても、「どこがアゲマキの基本的な生息場なのか?」「何を好んで捕食しているのか?」「どういった捕食種に注意を払う必要があるか?」など極めて基礎的な問題すら解明されていないのが現状である。本研究の実施によりアゲマキの基礎生態に関する研究知見を整理・充実させることは、まさに有明海の二枚貝資源復活のための学術的・水産学的な「反撃の嚆矢(こうし)」になることが強く期待される。

## 2. 研究の目的

本研究は、アゲマキを研究対象生物とし、同種稚貝の実環境中における挙動・基礎生態を解明することを目的とする。現時点でわずかに生残する有明海アゲマキ個体群の挙動・様態に注目するとともに、人工稚貝を活用した実現場試験を合理的に推進すること

で、その基礎生態(食性、好適ハビタット、捕食圧)を科学的に解明・整理し、人工稚貝を用いた母貝場適地選定ならびに合理的なアゲマキ資源増養殖技術の開発に資する。

## 3. 研究の方法

目的達成のため、以下の(A)~(D)を実施した。

(A)アゲマキの食性解明:現場で採集されたアゲマキ、および現場で蓄養された人工稚貝の消化管内容物を評価した。さらに、炭素・窒素安定同位体比(例えば、Kanaya et al. 2013)、およびアミノ酸(PheとGul)の安定同位体比(例えば、Chikaraishi et al. 2009)を測定し、好適餌料を推定した。

(B)アゲマキの捕食者の特定と捕食圧の時空間変異の解明:アゲマキ稚貝と同所的に生息する生物(カニ類、エイ類、巻貝類、魚類等)の消化管内容物を評価した。さらに炭素・窒素安定同位体比(例えば、Kanaya et al. 2013)、およびアミノ酸(PheとGul)の安定同位体比(例えば、Chikaraishi et al. 2009)を測定し、アゲマキ稚貝の捕食者の推定を行った。また、室内水槽で簡易的に飼育を行い、実際に捕食が行われているかを観察した。

(C)GISを用いた有明海の環境動態の把握:有明海における底質、水環境、餌生物・捕食者の分布動態のレイヤー化:既存のメタデータを整理することで(例えば、脇田ら2014)、それらの変化を時空間網羅的に把握し、(D)に用いた。

(D)アゲマキの好適ハビタットの解明:有明海におけるアゲマキの好適環境を(C)の結果の空間統計解析により抽出した。また、得られた結果から、放流された人工稚貝、および現存している成貝の好適移植場について考察した。

## 4. 研究成果

実施した(A)~(D)で得られた成果を、それぞれ以下に示す。

(A)アゲマキの食性解明:アゲマキの好適食性解明を行うために、天然と人工種苗のアゲマキの消化管内容物の観察とともに、炭素・窒素安定同位体比、およびアミノ酸(PheとGul)の安定同位体比について測定を行い、得られた結果の差異から、有明海に生息するアゲマキの好適食性を推定した。天然と人工種苗のアゲマキの各値の比較の結果、アゲマキは生息場である泥中に含まれる珪藻等を主たる餌料とするが、泥中に含まれる腐食物もわずかに同化していることが明らかになった(図1)。本結果を元に、好適生息環境の解明においては、腐食成分を含む泥質を好適採餌場として解析を行った。

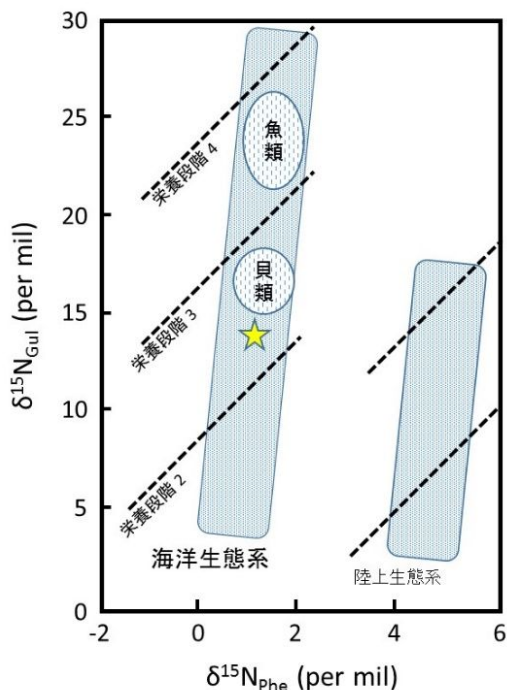


図 1. アゲマキガイのアミノ酸安定同位体比の測定結果。黄色の★がその位置を示す。図は大河内ら (2012) を一部改変して用いた。栄養段階 1-4 は順に、一次生産者(植食者)、一次消費者、二次消費者、および三次消費者をそれぞれ意味する。

(B) アゲマキの捕食者の特定と捕食圧の時間空間変異の解明: アゲマキの捕食者と考えられるカニ類, ゴカイ類等の消化管内容物の観察, および炭素・窒素安定同位体比, アミノ酸の安定同位体比を測定した。その結果, アゲマキは成貝時に捕食されることはなく, 主に体長 2cm 以下の稚貝時に, 主にカニ類に捕食されていた。本結果を元に, 好適生息環境の解明においては, 肉食性カニ類の密度を捕食圧とみなして解析を行った。

(C) GIS を用いた有明海の環境動態の把握, および (D) アゲマキの好適ハビタットの解明: 好適生息環境の把握のために, 有明海の底質, 水環境, 餌料, 捕食者の分布動態の既存データを整理した。その結果, 有明海でのアゲマキの好適な環境と考えられる地域(面積)に対し, 実際に生息している地域(面積)が著しく小さいことが示唆された。また, データ統合の際に得られた知見を活用して, 有明海のアゲマキガイと同所的に生息する二枚貝の好適生息環境に関する内容の論文を公表した。現在, 暫定作成したアゲマキのハビタット・マップの精度の再確認にも着手している。

#### 【発展的成果】

さらに本研究によって, アゲマキは有明海

南部(緑川河口干潟)や八代海北部にもわずかに生息していることが明らかになった。これらのアゲマキ個体群は我が国固有の天然個体である可能性がある。そこで現在, 新規に集団遺伝解析を行うことで, より人工種苗に適したアゲマキ個体を判別する研究にも着手している。

#### <引用文献>

Kanaya G, Nakamura Y, Koizumi T, Yamada K, Koshikawa H, Kohzu A, Maki H, Temporal changes in carbon and nitrogen stable isotope ratios of macrozoobenthos on an artificial tidal flat facing a hypertrophic canal, inner Tokyo Bay, Marine Pollution Bulletin, 71 巻, 2013, 179-189

脇田和美, 山北剛久, 山田勝雅, 八木信行, 黒倉 壽, 東京湾におけるノリ養殖最適海域の推定~効率的な海域利用の検討に向けたデータ活用方策と可視化の一試行~, 日本水産学会誌, 80 巻, 5 号, 2014, 689-701

Chikaraishi Y, Ogawa NO, Kashiyama Y, Takano Y, Suga H, Tomitani A, Miyashita H, Kitazato H, Ohkouchi N, Determination of aquatic food web structure based on compound specific nitrogen isotopic composition of amino acids, Limnology and Oceanography: Methods, 7 巻, 2009, 740-750

大河内直彦, 力石嘉人, 小川奈々子, アミノ酸の窒素安定同位体組成から生き物の栄養段階を読み解く, 化学と生物, 50 巻, 2012, 430-434

#### 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 7 件)

Yamada K, Miyamoto Y, Nakano T, Okamura K, Inter- and intraspecific variation in anoxic survival among three bivalve species in intertidal and subtidal areas along the coast of Japan, Plankton and Benthos Research, 査読有, 11 巻, 2016, 49-56, [https://www.jstage.jst.go.jp/article/pbr/11/2/11\\_B110201/pdf](https://www.jstage.jst.go.jp/article/pbr/11/2/11_B110201/pdf)

山田勝雅, 中野 善, アサリの推移行列: 個体群特性に何が起こったのか?, 日本ベントス学会誌, 査読無, 71 巻, 2 号, 2017, 111-112

Yamada K, Miyazaki K, Tomiyama T, Kanaya G, Miyama Y, Yoshinaga T, Wakui M, Tamaoki M, Toba M, Impact of sea spider parasitism on host clams: susceptibility and intensity-dependent mortality, Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom, 査読有, 印刷中, 2018

DIO: 10.1007/S0025315417000200  
Miyamoto Y, Yamada K, Hatakeyama K, Hamaguchi M, Temperature-dependent adverse effects of drifting macroalgae on the survival of Manila clams in a eutrophic coastal lagoon, Plankton and Benthos Research. 査読有、12 巻、2017、238-247、[https://www.jstage.jst.go.jp/article/pbr/12/4/12\\_B120403/\\_pdf/-char/ja](https://www.jstage.jst.go.jp/article/pbr/12/4/12_B120403/_pdf/-char/ja)  
Nakano T, Yamada K, Okamura K, Duration rather than frequency of hypoxia causes mass mortality in ark shells (*Anadara kagoshimensis*), Marine Pollution Bulletin, 査読有、125 巻、2017、86-91  
DIO:10.1016/j.marpolbul.2017.07.073  
小森田智大、山田勝雅、内川純一、安定した干潟生態系の構築を目指して：緑川河口干潟の地域貢献に基づく学術研究の展開、日本ベントス学会誌、71 巻、2 号、2017、118-120  
Kurihara T, Nakao S, Matsuyama Y, Hashimoto K, Yamada K, Itho A, Kanematsu M, Does suspended matters drained from Isahaya freshwater reservoir cause organic enrichment of northern Ariake Bay?, International Aquatic Research, 査読有、10 巻、2018、1-11  
DIO: 10.1007/s40071-017-0183-0

[学会発表](計 26 件)

山田勝雅、宮本 康、中野 善、岡村和磨、二枚貝 3 種の種間・種内で異なる貧酸素耐性：室内実験による検証、2015 年日本ベントス・プランクトン学会合同大会、2015 年 9 月、札幌、p. 56 (B03AM06)  
山田勝雅、宮本 康、中野 善、畠山恵介、沿岸域の底生生物を死滅させる二枚貝マットと大型海藻の堆積：局所空間形成パターンの抽出。第 63 回日本生態学会、2016 年 3 月、仙台、P2-159  
山田勝雅、中野 善、有明海に生息するアサリの個体群特性の長期変化、第 14 回環境研究シンポジウム、2016 年 11 月、東京、p. 46  
山田勝雅、中野 善、アサリの推移行列：個体群特性に何が起こったのか？ 2016 年度日本ベントス学会・日本プランクトン学会合同大会、2016 年 9 月、熊本、p. 157  
山田勝雅、機能的に組織化される群集：海藻場場に生息する小型無脊椎動物群集の決定機構、2016 年度日本ベントス学会・日本プランクトン学会合同大会、2016 年 9 月、熊本、p.81  
山田勝雅、長田 穰、中野 善、岡村和磨、状態空間モデルによる個体群動態の推定：有明海の二枚貝資源量はなぜ減少したのか、第 64 回日本生態学会、2017 年 3 月、東京、P2-C-127  
山田勝雅、汽水域の漁獲ベントスの時空間動態からメタ個体群動態を推定する。

第 130 回汽水域懇談会(島根大学 エスチュアリー研究センター) 2017 年 12 月、島根(松江)

Yamada K、Komorita T、Takenaka R、Morokuma T、Kuroki Y、Uchikawa J、Community structure of benthic infauna in relation to spatial scale resolutions at Midorikawa-River tidal flats of Ariake Bay, Kyusyu, Japan: focusing on nested community structure、The 3rd Asian Marine Biology Symposium, Nov. 2017、Kumamoto, Japan, p. 21 (A4-1-1)

山田勝雅、宮本 康、畠山恵介、ホトトギスガイと大型海藻のマット形成パターンと決定機構、2017 年度日本プランクトン学会・日本ベントス学会合同大会、2017 年 9 月、滋賀、p. 165 (BP27)

山田勝雅、小森田智大、竹中理佐、相澤章仁、諸熊孝典、黒木善之、内川純一、干潟漁場生態系の底生生物群集の集合規則：入れ子構造と種の入替わり、第 65 回日本生態学会、2018 年 3 月、札幌、P2-180

吉本未来、山田勝雅、岡村和磨、小森田智大、櫻井健郎、小林 淳、閉鎖性水域におけるアミノ酸窒素安定同位体比を用いたポリ塩化ビフェニルの食物連鎖蓄積の評価、第 24 回環境化学討論会、2015 年 6 月、札幌

中野 善、山田勝雅、岡村和磨、貧酸素水塊の継続時間がサルボウの斃死に与える影響 -数理モデルによる検証-、2015 年日本ベントス・プランクトン学会合同大会、2015 年 9 月、札幌、p. 117 (P18)

むつ市立川内小学校、金谷 弦、山田勝雅、五十嵐健志、青森県むつ市川内町人工海浜におけるウミニナの空間分布と個体群構造、2015 年日本ベントス・プランクトン学会合同大会、2015 年 9 月、札幌、p.115 (P16)

吉本未来、山田勝雅、岡村和磨、小林 淳、アミノ酸窒素安定同位体比を用いた沿岸域におけるポリ塩化ビフェニルの食物連鎖蓄積の解析、第 5 回同位体環境学シンポジウム、2015 年 12 月、京都、p. 55

竹中理佐、小森田智大、堤 裕昭、内川純一、諸熊孝典、中野 善、山田勝雅、緑川河口干潟の生態系の話～ホトトギスガイを例に～、不知火海・球磨川流域圏学会研究発表会、2016 年 6 月、熊本

松山恵理菜、吉本未来、山田勝雅、岡村和磨、櫻井健郎、小林 淳、アミノ酸窒素安定同位体比を用いた有機フッ素化合物の食物連鎖蓄積の解明、第 25 回環境化学討論会、2016 年 6 月、新潟、P-054

吉本未来、山田勝雅、岡村和磨、櫻井健郎、小林 淳、アミノ酸窒素安定同位体比を用いた残留性有機汚染物質の食物連鎖蓄積の解明、第 25 回環境化学討論会、2016 年 6 月、新潟、P-028

- 小森田智大、山田勝雅、内川純一、安定した干潟生態系の構築を目指して：緑川河口干潟の地域貢献に基づく学術研究の展開、2016年度日本ベントス学会・日本プランクトン学会合同大会、2016年9月、熊本、p.154
- 竹中理佐、小森田智大、堤 裕昭、内川純一、諸熊孝典、山田勝雅、ホトトギスガイが干潟にもたらず底質環境の変化の推定、2017年日本ベントス・プランクトン学会合同大会、2017年9月、滋賀、p.149 (BP11)
- むつ市立川内小学校5年生、五十嵐健志、山田勝雅、金谷 弦、青森県むつ市川内町人工海浜に生息するウミニナの成長様式、2017年度日本プランクトン学会・日本ベントス学会合同大会、2017年9月、滋賀、p.164 (BP26)
- 21 山北剛久、山田勝雅、金谷 弦、横岡博之、ベントス形質データベースの作成による機能解析の可能性：東北沿岸を例に、2017年度日本プランクトン学会・日本ベントス学会合同大会、2017年9月、滋賀、p.167 (BP29)
- 22 金谷 弦、鈴木孝男、木下今日子、松政正俊、山田勝雅、大越健嗣、巨大震災が干潟生態系へおよぼす影響をまとめる、予測する - 研究者へのアンケート調査に基づく広域的な評価 -、2017年度日本プランクトン学会・日本ベントス学会合同大会、2017年9月、滋賀、p.168 (BP30)
- 23 栗原健夫、岡村和磨、松山幸彦、中野昌次、橋本和正、山田勝雅、鈴木健吾、兼松正衛、伊藤 篤、有明海の懸濁物とサルボウ・タイラギ・アサリの生残成長率、2017年度日本プランクトン学会・日本ベントス学会合同大会、2017年9月、滋賀、p.98 (BO20)
- 24 松山恵里菜、吉本未来、山田勝雅、岡村和磨、櫻井健郎、内山幸子、小林 淳、閉鎖性水域におけるアミノ酸窒素安定同位体比を用いた有機フッ素化合物の食物連鎖蓄積の評価、日本地球化学会、2017年9月、東京、3P21
- 25 Yoshino K、Kimura K、Fujii N、Orita R、Katano Y、Itho Y、Yamada K、An indirect effect of hypoxia on the succession of subtidal benthic community: an evaluation in the inner part of Ariake Bay.、The 3rd Asian Marine Biology Symposium、Nov. 2017、Kumamoto、Japan、p.75 (A5-3-3)
- 26 豊田健介、長田敬五、木村 圭、山田勝雅、外丸裕司、*Nitzschia reversa* に感染する ssRNA ウイルス NitResRNAV の性状、日本珪藻学会第 39 回大会、2018 年 5 月、新潟

〔図書〕(計 0 件)

〔産業財産権〕  
○出願状況(計 0 件)  
○取得状況(計 0 件)

〔その他〕  
なし

## 6. 研究組織

- (1)研究代表者  
山田勝雅 (YAMADA, Katsumasa)  
熊本大学・くまもと水循環・減災研究教育センター・特任助教  
研究者番号：80569195
- (2)研究分担者  
なし
- (3)連携研究者  
なし
- (4)研究協力者  
山北剛久 (YAMAKITA, Takehisa)  
中野 善 (NAKANO, Tadashi)  
宮本 康 (MIYAMOTO, Yasushi)  
岡村和磨 (OKAMURA, Kazumaro)  
佐賀県有明水産振興センター (Saga Prefectural Ariake Fisheries Research Center)  
小森田智大 (KOMORITA, Tomohiro)  
小林 淳 (KOBAYASHI, Jun)  
熊本県水産研究センター (Kumamoto Prefectural Fisheries Research Center)