

科学研究費助成事業（学術研究助成基金助成金）研究成果報告書

平成25年 5月31日現在

機関番号：17201
 研究種目：挑戦的萌芽研究
 研究期間：2011～2012
 課題番号：23656301
 研究課題名（和文） 泥質干潟に生息する潜泥性二枚貝の地盤工学的アプローチによる生息場評価
 研究課題名（英文） Evaluating the habitat of *Sinonovacula constricta* mollusks in the tidal flat mud by geotechnical point of view
 研究代表者
 末次 大輔（SUETSUGU DAISUKE）
 佐賀大学・低平地沿岸海域研究センター・准教授
 研究者番号：30423619

研究成果の概要（和文）：有明海の環境悪化に伴って個体数が激減したアゲマキは有明海の環境保全ならびに有用な水産資源として重要な役割を果たしていた。現在、積極的に進められている稚貝の放流事業をより合理的に進めるためには、適切な放流場の造成が必要である。本研究ではアゲマキに適した生息環境を明らかにするために、物理的、力学的条件の異なる模擬干潟地盤でのアゲマキの活動を観察しそれらの影響について考察した。

研究成果の概要（英文）：*Sinonovacula constricta* is a bivalve mollusks in the tidal mud of the Ariake Sea. They had been abated dramatically due to deterioration of environmental condition of the Ariake Sea. They have been activating their important functions to preserve the environmental condition and function as a variable fishery resource. In recent years, these bivalves have been declined. The Ariake Sea has been stocked actively with juvenile shells. In order to stock them rationally, a suitable habitat should be re-created and preserved in the tidal mud environment. This research focuses on the evaluation of the suitable mud condition of bivalves by investigating their living habitat from geotechnical point of view.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
交付決定額	2,600,000	780,000	3,380,000

研究分野：地盤工学

科研費の分科・細目：土木工学・地盤工学

キーワード：干潟，生物生息環境，二枚貝

1. 研究開始当初の背景

近年、有明海では貧酸素水塊や赤潮が頻発しており、環境の悪化が指摘されている。中でも有明海の浄化作用を担う二枚貝の激減が深刻である。潮間帯に生息する潜泥性の二枚貝のアゲマキは水質浄化を担うことと同時に、嫌気化しやすい泥質干潟を底生生物が生息可能な状態に維持する役割も担っていたと考えられる。また、かつては有用な水産資源で有明海の水産業においても重要産業であったことから、極めて重要な二枚貝であったといえる。有明海の環境を回復させる

ことは喫緊の課題であり、アゲマキの回復は極めて重要な課題の一つである。

アゲマキの生息個体数を効率よく増やすためには、干潟でのアゲマキの生態を把握した上で、アゲマキの生息可能な底質を解明し、生息に適した環境を創り出す必要がある。アゲマキの生態については、国内ではその生息場が有明海や児島湾と限られていたことや、懸濁の著しい海域や泥質干潟の深部に生息していたこともあり、沿岸住民にとっては大変身近な生物であったがほとんど知られていない。現在ではアゲマキの種苗生産技術が

ほぼ確立され、数年前から試験的に稚貝放流が定期的に行われている。しかし、アゲマキの稚貝を放流しても個体数はほとんど増えていないのが現状である。個体数を増やすためには、アゲマキの生態に関する科学的な知見を蓄積すると同時に、放流場となる覆砂耕耘して人工的に造成した泥質干潟が、アゲマキの生息場としての適しているかどうかを定量的に評価することが必要である。

2. 研究の目的

泥質干潟に 1m もの深さの巣穴を掘削して生息するアゲマキにとって、快適な干潟底質とはどのような状態であるのかはほとんど明らかになっていない。底生生物の生息場の造成、修復あるいは適性評価を行う場合には、水理・水質、摂餌条件と同様に、底質の物理・力学的条件も重要な検討事項である。そして、与えられた条件で対象とする生物の示す反応を適切に把握することが必要である。本研究では地盤工学的な切り口で生息場の干潟底質について検討する。まず、底質内でのアゲマキの潜泥運動や生息孔内での昇降運動の様子を観察し、次に、室内で作製した模擬干潟地盤にアゲマキを放流して、アゲマキが穿孔・潜泥する際の様子を観察するとともに、潜泥ならびに生息孔内での昇降運動のし易さについて、底質の砂分含有量、含水比等の物理的特性、ならびにせん断強さに着目して考察する。

3. 研究の方法

(1) アゲマキの潜泥運動の観察

干潟土中におけるアゲマキの潜泥運動を観察するために、ガラス製の 1L メスシリンダーの中に、市販の白色透明の寒天を用いて模擬干潟を作製した。模擬干潟地表面（寒天表面）に放流されたアゲマキが足斧をゼリー内部に貫入できるように、ゼリーを事前に細かく砕いて使用した。また、間隙水にはろ過海水を使用した。実験に使用したアゲマキは韓国産である。実験開始直前のアゲマキの様



写真1 使用アゲマキの入手直後の様子

寝かした状態で試験開始時まで保存状況（写真右）。ポリバケツ内の底泥での保存状況（写真左）。直立状態（通常の生息状態）とすると長期間の保存が可能となった。

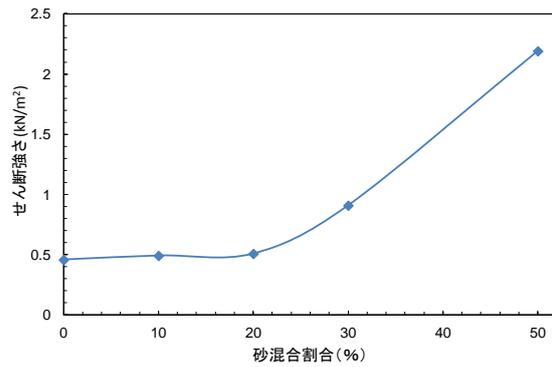


図1 干潟底質のせん断強さと砂混合割合の関係

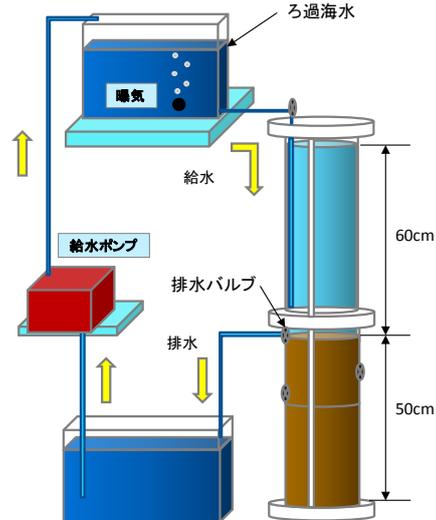


図2 使用した実験装置

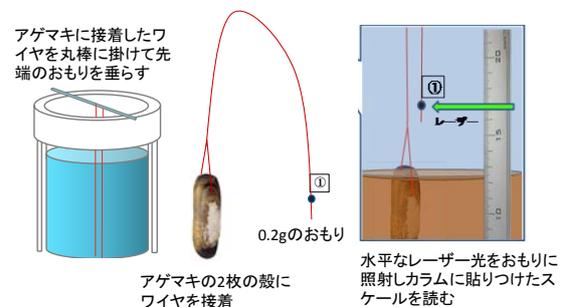


図3 アゲマキ移動量の計測方法

子を写真1に示す。模擬干潟上アゲマキを放流した後、デジタルカメラを用いてアゲマキが模擬干潟内部で運動する様子を撮影して観察した。

(2) 模擬干潟におけるアゲマキの生息実験

本実験では佐賀市東与賀町地先で採取した干潟底質 ($\rho_d=2.65\text{g/cm}^3$, $w_n=230.2\%$, $w_p=50.5\%$, $w_L=147.5\%$) と市販の山砂を使用した。干潟底泥は細粒分で構成されシルト質粘土に分類される。

アゲマキの養殖ならびに稚貝の放流事業では、干潟上に砂を撒きだし耕耘して生息場を造成することが行われる。本実験でも実際の漁場の造成方法を想定して、砂を混合して模擬干潟を作製した。砂を混合した干潟底泥のせん断強さは砂の混合量に左右される。そこで、まず、干潟底質に混合する山砂の量を決定するために、せん断強さと砂混合割合の関係をバーンせん断試験により調べた。試験結果を図1に示す。山砂を混合した干潟底質のせん断強さは、砂含有量20%まではほぼ変化せず、20%より大きくなると砂含有量の増加に伴い大きくなる。この結果に基づき、本実験では干潟底質に混合する砂の割合を10%、30%、50%と決定した。

模擬干潟は次のように作製した。まず、直径20cm、高さ30cmの亚克力製の円筒に、自然含水比状態の干潟底質に所定量の砂を混合した試料を充填した。その後、自重圧密が十分に落ち着くまで静置して、最後に模擬干潟の高さを50cmに整形した。

実験に使用した装置を図2に示す。実験装置はアゲマキを放流するカラム、給水タンク、排水タンクで構成される。模擬干潟で干出と水没を再現するために、模擬干潟地盤の円筒の上部に、高さ60cmの円筒を取り付けて実験を行った。アゲマキの潜泥行動を促すために実験中は潮位変動を与えた。カラム上部の給水タンクより曝気海水を注入して潮位を上昇させた。また、模擬干潟の高さに取り付けた排水バルブより海水を排出させて潮位を低下させた。潮位変動は1周期12時間の正弦波で与え、干出時間を6時間として干潟水域における潮位変動をモデル化した。

放流するアゲマキはカラム1つ当たり5個体である。アゲマキの生息孔内での昇降量を測るため、図3に示すように、アゲマキの殻に先端に0.2gのおもりを取り付けたワイヤーを接着剤で取り付けている。昇降量はおもりの移動量により求めた。実験は給餌を行わない条件で7日間実施した。放流直前ならびに実験終了後には殻長、湿重量を測定した。

4. 研究成果

(1)アゲマキの潜泥運動

表面に放流されたアゲマキは、自身の足斧を土中に向けて伸ばし貫入させ、体を起こしながら潜っていく。体が完全に土中にある状態ではほぼ垂直な姿勢となる。デジタル画像から得られた土中におけるアゲマキの潜泥時の動きを図4に示す。まず、足斧の先端を泥する。この動作を繰り返し行って土中深くに潜っていくことが明らかになった。さらに、間隙水を徐々に吸い取って、簡易的に地下水位を低下させてみた。地下水面がアゲマキの潜泥深さに到達すると、アゲマキは潜りはじ察された。このような行動は、干潟域にお

め、水位の低下に伴って潜っていくことが観る干出時の地下水位の変動に伴って、土中の尖らせて進行方向に伸ばす。次に、先端部分を拡張し反力を確保した後、足斧を縮めて潜生息孔で昇降運動を行っていることを示唆

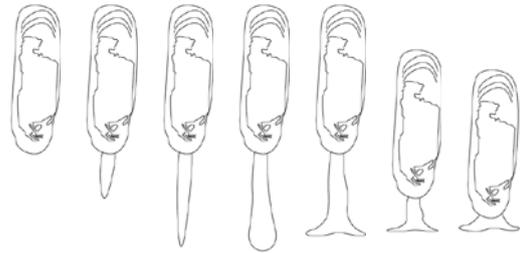


図4 アゲマキの潜泥運動

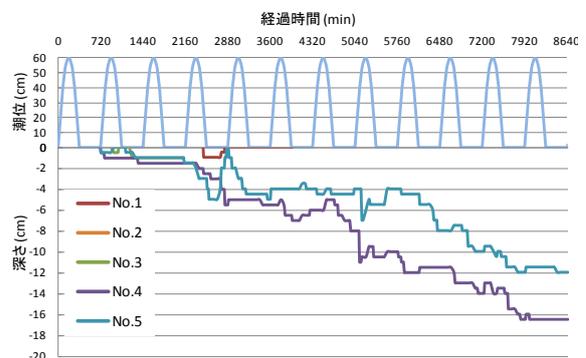


図5 砂混合割合10%の模擬干潟における放流アゲマキの昇降移動

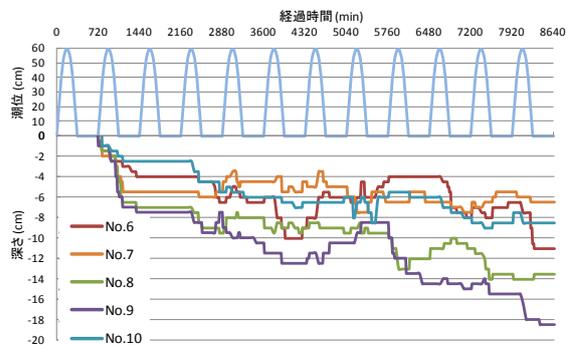


図5 砂混合割合30%の模擬干潟における放流アゲマキの昇降移動

するものである。

(2)干潟土の力学特性の違いによるアゲマキの生息状況

砂混合割合10%の結果を図5に示す。放流した5個体の内、2個体のみ7日間生息し、3個体は3日までに斃死した。生残した2個体は生息孔内で昇降を小刻みに繰り返しながら徐々に潜泥した。到達深度はそれぞれ12cm

(No.4), 16.5cm (No.5) であった。

砂混合割合 30%の模擬干潟の結果を図6に示す。実験期間中、斃死する個体は無かった。いずれの個体も放流直後から一斉に潜泥を開始し、深さおよそ2cm~8cmまで潜泥した。

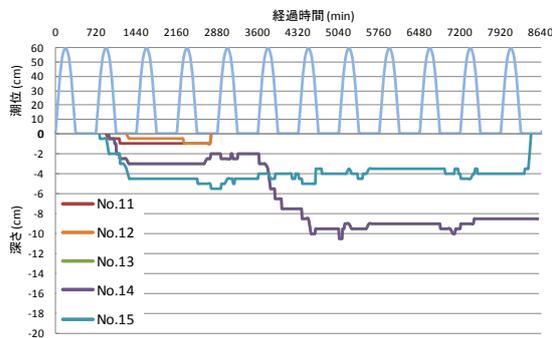


図7 砂混合割合 50%の模擬干潟における放流アゲマキの昇降移動

表1 全個体の総移動量

砂混合割合 (%)	個体No.	下降量 (cm)	上昇量 (cm)	総移動量 (cm)	斃死
10%	1	1.0	0.0	1.0	3日目
	2	1.0	0.0	1.0	1日目
	3	1.5	0.0	1.5	2日目
	4	14.5	6.0	20.5	-
	5	24.0	7.5	31.5	-
30%	6	24.0	13.0	37.0	-
	7	17.5	12.0	29.5	-
	8	23.5	10.0	33.5	-
	9	27.5	9.0	36.5	-
	10	15.5	7.0	22.5	-
50%	11	1.0	0.0	1.0	2日目
	12	1.0	0.0	1.0	2日目
	13	1.0	0.0	1.0	3日目
	14	14.5	6.0	20.5	-
	15	11.5	8.0	19.5	6日目

それからおよそ1日間その深さに留まった後、再び一斉に潜泥を開始し、昇降を繰り返しながら徐々に潜泥した。最終的な到達深度は個体で大きく異なるが、最深で18.5mmであった。

砂混合割合 50%の模擬干潟の結果を図7に示す。放流した5個体のうち、1個体のみ生残した。放流直後、すべての個体は一斉に潜泥運動を開始したが、足斧を出して地表面を穿孔しようとするものの困難な様子であった。No.11とNo.12は1cm潜行した後、その深度に留まり斃死した。No.15は深さ4cmまで潜行してほぼその深さに留まり、6日後に地表面に上り斃死した。この条件での潜行深度は最深で10.5cmであった。

各実験条件において、全個体の運動量の一覧を表1に示す。砂配合割合10%と30%の結果を比較すると、まず、下降量では砂混合割合10%では最大で24cm、30%で27.5cmであり、30%の方がやや深く潜る結果となった。上昇量では、30%では最大で13.0cm、最小でも7.0cmであるのに対し、10%の条件では最大で7.5cmであり、大きな差異が認められた。総

移動量と比較しても、総じて30%の場合に運動量が多かったことが認められる。砂混合割合50%の場合では、生残したNo.14で下降量14.5cm、上昇量6.0cm、およそ6日間生残したNo.15で下降量11.5cm、上昇量8.0cmであり、砂混合割合10%の場合でのNo.4とほぼ同程度であった。今回の干潟の条件では、砂混合割合30%の場合が最も生息しやすい条件であったと考えられる。

本研究では、干潟土中におけるアゲマキの潜泥運動の観察と、模擬干潟地盤の砂混合量ならびにそれに関連するせん断強さを変化させて生息実験を行った。非常軟らかい干潟土中に生息するアゲマキには自身が生息するのに適したせん断強さ(硬さ)が存在する。すなわち、潜泥するときに自身を土中に引き込むための反力(せん断力)が必要である。また、アゲマキの昇降運動の様子を踏まえると、生息孔が崩壊しないことも重要な事項であると考えられる。今回の研究では、潜泥するために必要な適切な干潟土のせん断強さは1kN/m²程度であったと判断できる。適切なせん断強さは成貝と稚貝のように体格によって異なり、そのために必要な砂混合量も変化することが容易に想像できる。これらについても今後明らかにする必要がある。

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)

(1)S. Amamoto, D. Suetsugu, H. Hara and K. Katae (2012), Long-term investigation of sulfide content of tidal mud of Ariake Sea, Proc.of International Symposium on Lowland Technology, pp.147-151. 査読有

(2)K. Katae, D. Suetsugu, H. Hara and S. Amamoto (2012), Effects of organic acid treatment on chemical and mechanical characteristics of tidal mud of Ariake Sea, Proc.of International Symposium on Lowland Technology, pp.1051-1054. 査読有

〔学会発表〕(計4件)

(1)天本翔平, 末次大輔, 片江享平, 野林智章:
有明海湾奥干潟における底泥中の硫化水素濃度の季節変動, 平成24年度土木学会西部支部研究発表会講演概要集, pp457-458, 2013.3.9(熊本市)

(2)片江享平, 末次大輔, 天本翔平, 野林智章:
有明海潟土の沈降・力学的特性に及ぼす酸処理剤の影響, 平成24年度土木学会西部支部

研究発表会講演概要集, pp459-460, 2013. 3. 9 (熊本市)

(3)野林智章, 末次大輔, 片江享平, 天本翔平: 有明海の浮泥の沈降特性に及ぼす酸処理剤と塩濃度の影響, 平成 24 年度土木学会西部支部研究発表会講演概要集, pp461-462, 2013. 3. 9 (熊本市)

(4)末次大輔, 原 弘行, 天本翔平: 有明海湾奥干潟における硫化水素の土中分布, 第 48 地盤工学研究発表会講演概要集, pp. 1899-1900, 2012. 7. 14-16 (八戸市)

6. 研究組織

(1)研究代表者

末次 大輔 (SUETSUGU DAISUKE)
佐賀大学・低平地沿岸海域研究センター・
准教授
研究者番号: 30423619

(2)研究分担者

原 弘行 (HARA HIROYUKI)
山口大学・大学院理工学研究科・助教
研究者番号: 00588709

