

河川基金助成事業

「ダム堆砂を用いた河口干潟における覆砂の効果 持続性に関する調査」

助成番号：2024-5211-071

福岡工業大学 社会環境学部
教授 田井 明

2024 年度

1. はじめに

河口干潟ではダムや堰などの構造物の影響により細粒分が多く流入し泥質化が進むことで、有用二枚貝などの生物生息場が失われてきた。その改善手法の一つとして覆砂が挙げられるが、その効果等に関する科学的知見は不足しているのが現状である。本研究で対象とする緑川河口干潟のある熊本県では海域に堆積する泥土（ヘドロ）による底質悪化が海域環境悪化の一因と捉え、漁場においては、海底耕うんや覆砂など底質改善対策を実施してきた。そこで、本研究グループでは、緑川河口干潟において、ダム浚渫土砂など河川上流部より輸送した底質材料を用いて覆砂を行い、その手法および環境改善効果について検証を行っている。本研究で用いる底質材料は、緑川ダム湖内の堆積土砂である。

覆砂の実施は当該海域および河川域に関連する漁協で川口漁協および緑川漁協と協議を重ね、養殖ノリのシーズンなどを考慮し令和6年3月23日に実施した（写真1.1）。覆砂は台船を用いて3月23日の午前中の満潮時に実施した。

本研究では、実施された覆砂の効果およびその持続性について調査をもとに検証を行う。



写真 1.1 覆砂領域の全景と設置した固定版の様子（2024 年 3 月 25 日）

2. 緑川河口干潟における覆砂後の地盤高変化

まず、覆砂実施から約半年後の固定板周辺の様子を写真2.1に示す。全地点で覆砂面が沈下していることが分かる。次に、覆砂域周辺の地盤高の変化をRTK-GNSSによって実施した。結果を地点毎に図2.1に示す。各地点に設置した覆砂の概ね中央部に設置した固定版と覆砂領域外の目印の間の定線上で行い覆砂当日の3月23日、2日後の3月25日、約3週間後の4月12日に実施し、その後



領域 F



領域 E



領域 D



領域 C



領域 A

写真 2.1 覆砂実施から約半年後の固定板の様子（2024 年 9 月 19 日）

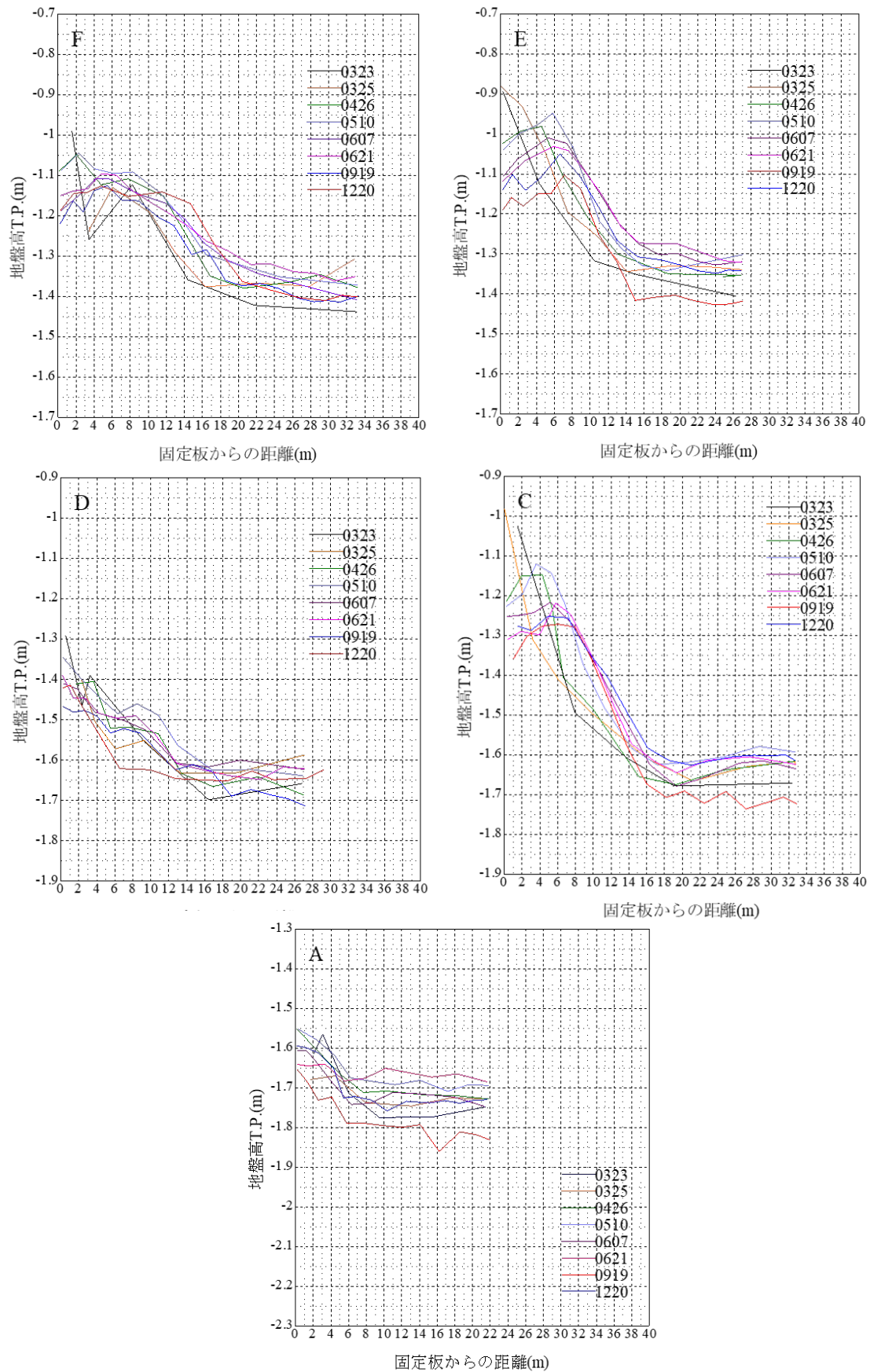


図 2.1 各覆砂領域の地盤高の変化

は5月10日、6月7日、6月21日、9月19日、12月20日に実施した。まず、全地点で覆砂中央部付近で3月25日から4月12日にかけて5 cmから15cm程度の地盤沈下が確認できる。これは、潮流や波浪により特に地盤高が大きくなっていた覆砂中央部が著しく侵食されたためと考えられる。また、覆砂領域外では全地点で3月23日に比べて地盤高が上昇していることが分かる。これは、覆砂中央部で侵食された土砂が輸送され堆積したことが考えられる。その後は短期間に大きな変動は生じず9月19日に地盤高が最も低くなる傾向となっている。これは、台風による影響が考えられる。その後、12月20日の地盤高は概ね9月より高くなっており、こちらは季節風による土砂輸送への影響が示唆される。

3. 覆砂のアサリ現存量（漁獲量）と底生生物の群集構造（生物多様性）への効果

3. 1 アサリの生態の概要

アサリは濾過摂食者であり、稚貝・成貝は珪藻類・デトリタス等を餌としている。成貝の濾水量は1個体1日あたり10L程度もあることから、沿岸干潟生態系において、アサリが増殖することで水質浄化作用が増強し、沿岸域浅場域の水質、砂泥の環境改善をもたらされる可能性がある。しかし、熊本県の干潟では、1980年代以降、アサリの現存量（漁獲量）は減少の一途を辿っており¹⁾、アサリの資源を回復させるために様々な手法が考案されている。

その手法の中のひとつに「覆砂」が挙げられる。「覆砂」は現状の干潟に新たに砂を敷くという一見乱暴な手法に感じるが、実際に砂を撒くと数カ月でアサリをはじめとする様々な種の出現（蛸集）と、各種の増殖が起こり、約1年後には高い生物多様性の局所生態系が形成される³⁾。有明海・八代海の干潟生態系は、二枚貝漁場（アサリ・ハマグリ・タイラギなど）であると同時に、特産種（ムツゴロウ・ワラスボ・エツ・シオマネキなど）が出現する生物多様性の高い、保全すべき生態系でもある。「覆砂」は、この両者を成り立たせる可能性があることを暗示している。

一方で、なぜ「覆砂」を行うことで様々な種の出現（蛸集）と、各種の増殖が起こるのか、そのメカニズムについては非常に不明な点が多い。また、干潟に「砂を敷く」ということは、それまで形成されていた生態系（ベントス種）を土中に埋めることを意味し、特産種の局所的絶滅を招くことも危惧される。また、これまでの試行的な覆砂の研究事業報告では、覆砂後の様々な種の出現（蛸集）に規則性（パターン）はなく、覆砂した時期や場所により異なる。さらに覆砂後の、例えばアサリの増殖は必ずしもすべての覆砂において起こったわけではなく、ホトトギスガイなど、別種の二枚貝が増殖した例もある（山田 私信）。覆砂後のベントス群集がどのように変化をするのか、研究事例を増やし、アサリ漁獲量の増加と生物多様性の保全の双方を成り立たせるプロセスの解明が望まれる。

本研究は、熊本県、緑川干潟の中洲を対象として、様々な面積で覆砂を行い、覆砂後のアサリと生物多様性の変遷をモニタリングすることで、覆砂が生態系に与える影響を評価することを目的とした。覆砂に用いた砂は緑川ダム上流の置き土となっている礫混じりの砂を用いた。もしも、ダム上流の置き土が覆砂として有効であれば、今後積極的にダム上流の置き土を干潟に覆砂することで、大雨時の土石流災害の予防（減災）にも繋がることが期待される。

2024 年 3 月末の覆砂後に毎月の群集構造をモニタリングすることで、覆砂後の群集構造とアサリ現存量の時間変動(temporal variation)を明らかにし、その関係性について考察した。

3. 2 アサリの生態の概要

緑川干潟の中洲において、覆砂は 2024 年 3 月 26 日、ランダムに設定された 5 箇所（定点 A, C, D, E, F）で行われた（図 3.1）。覆砂の面積は半径 5~20m としてランダムに設定した（図 3.1）。

生物群集の定量は、2024 年 4 月から毎月、各 5 定点において、覆砂場内（図では In と記載）と周辺の覆砂場外（図では Out と記載）において、25×25 cm のコドラートを用いて、深さ 25 cm の採集を 3 回行うことで評価した。得られた試料は実験室に持ち帰り、同定、計数を行った。アサリ等の二枚貝が採集された場合は、殻長も測定した。定量調査は現在（2025 年 2 月）も毎月継続中であるが、本報告書においては、3 月～8 月の結果を記載する（8 月以降は現在も計測中）また、夏季にエイの捕食圧が高くなることから²⁾、夏季にはエイ穴面積の把握のため、ドローンを用いて、上空、20m、50m、100m から調査地をランダムに撮影した。

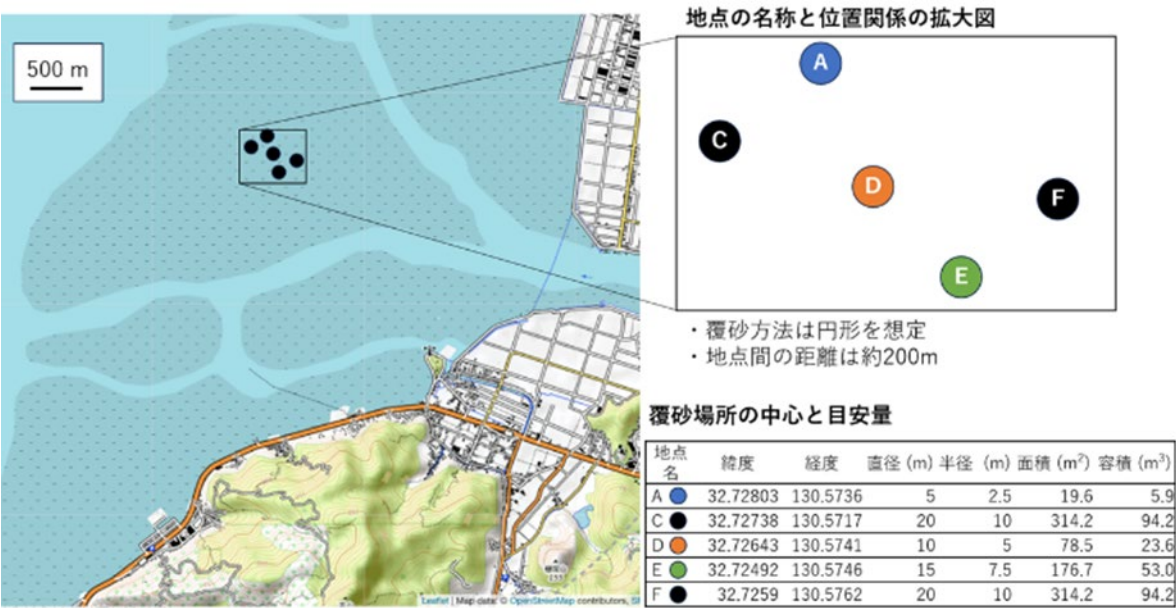


図 3.1 各覆砂領域の位置と規模

3. 3 結果と考察

3. 3. 1 覆砂による生物多様性への効果

各定点における種数は、4月から8月にかけて、おおむね周辺の覆砂外の方が覆砂内よりも高くなる傾向が認められた（図3.2）。このことは、8月までの結果からは、覆砂を行うことが生物多様性を高めるとは言い難いことを示している。また、覆砂面積に対応して、面積が高いほど生物多様性（種数）の増加が期待されたが、傾向性は得られなかった（図3.2）。

堤ら⁴⁾は、春季の覆砂後の数か月後の夏季には種数や生物量が回復していたことを報告している。この時、堤ら⁴⁾では均質な粒径の砂質を覆砂していた一方で、本研究では礫混じりのダム砂を覆砂している。また、本報告書には記載できていないが、9月以降の覆砂内では、徐々に種数が増加し、冬季には覆砂内外ではほぼ同様の種数を示している（山田、私信）。これらのことから、覆砂した砂質によって回復の速度が遅延することが推察される。今後、群集構造の詳細を解析することで、回復へのプロセスを類型化し、なぜ遅延するかなどの解明が望まれる。

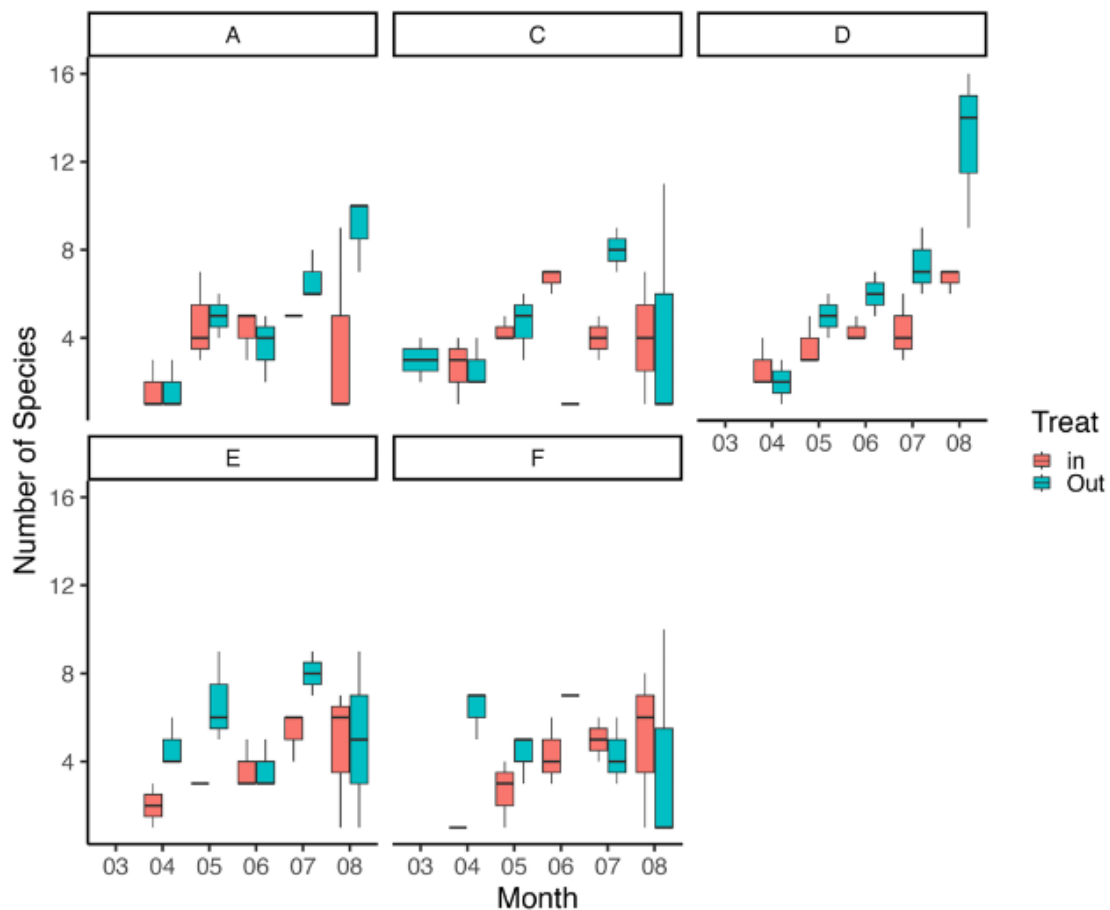


図 3.2 各実験区における覆砂の内側と外側における底生動物の種数の時間変化

3. 3. 2 覆砂によるアサリ個体群への効果

各定点におけるアサリ個体群サイズは、6月までは明確な傾向を示さなかったが、7月～8月にかけて、覆砂内で個体数が増える傾向が認められた（図 3.3）。

アサリ個体数については8月までに明確な傾向は認められなかったが、殻長の伸長（成長）は、覆砂内は明確に、覆砂外に比べ、伸長が著しかった（図 3.4）。この覆砂場でのアサリの著しい成長は、世界的に見ても、初の操作実験的記録である。覆砂内外の殻長の伸長差は6月から明確に見られ、8月まで維持されている。例えば、定点 D では、覆砂内では、8月に 20mm 以上まで伸長しているのに対し、覆砂外では、12mm 程度であった。これらのことから、礫混じりのダム砂の覆砂によって、アサリの成長は著しく促進されることが示された。しかし、そのメカニズムに関しては、今後解析を行って推定する必要がある。一方で、個体数の増加に関しては、通常の覆砂（砂質の覆砂）に比べ、遅延して効果が表れることが示唆される。今後、アサリ個体群動態の詳細を解析することで、成長促進プロセスを類型化し、なぜ遅延するかなどの解明が望まれる。

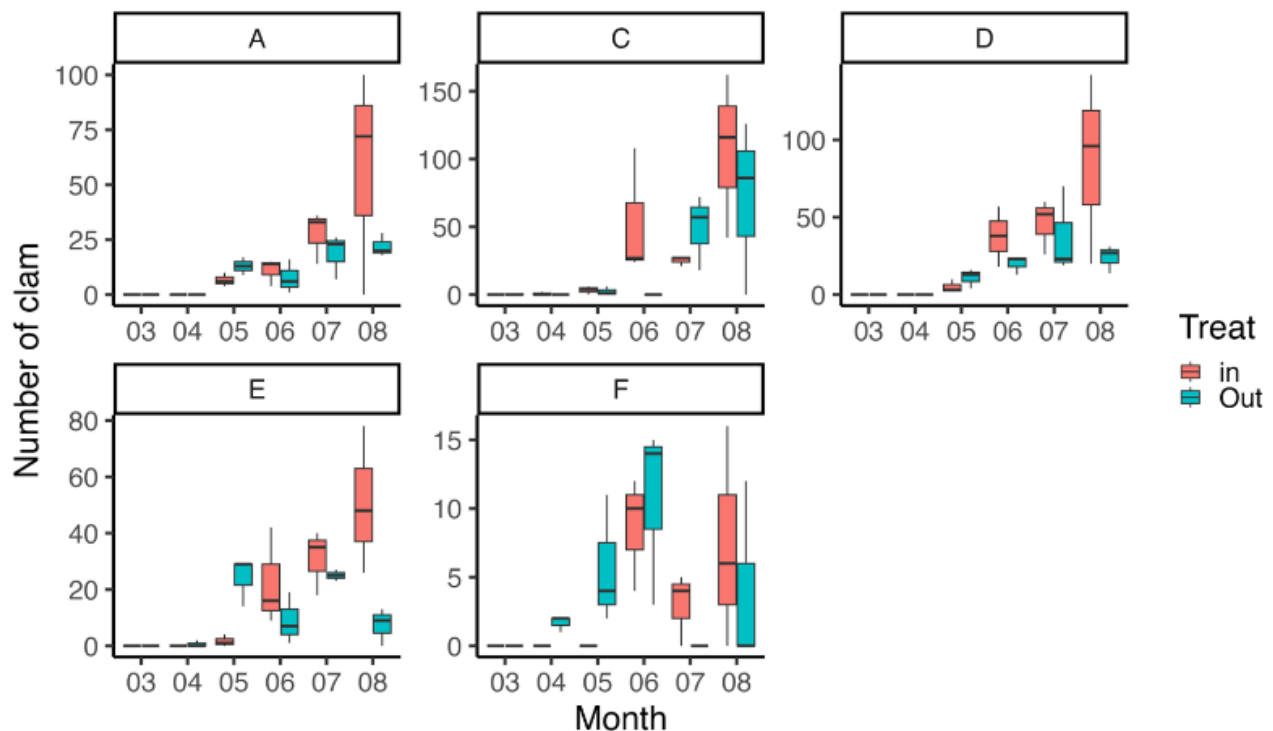


図 3.3 各実験区における覆砂の内側と外側におけるアサリ個体数の時間変化

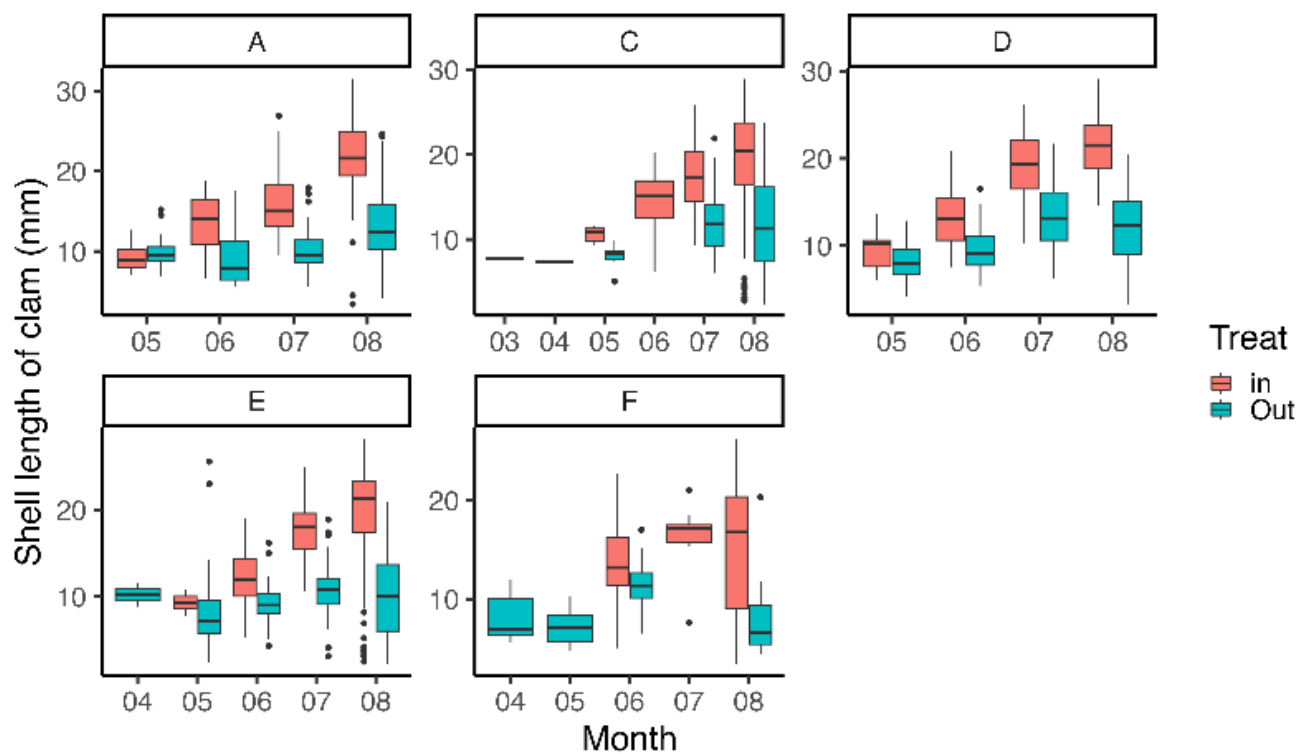


図 3.4 各実験区におけるアサリの殻長の時間変化

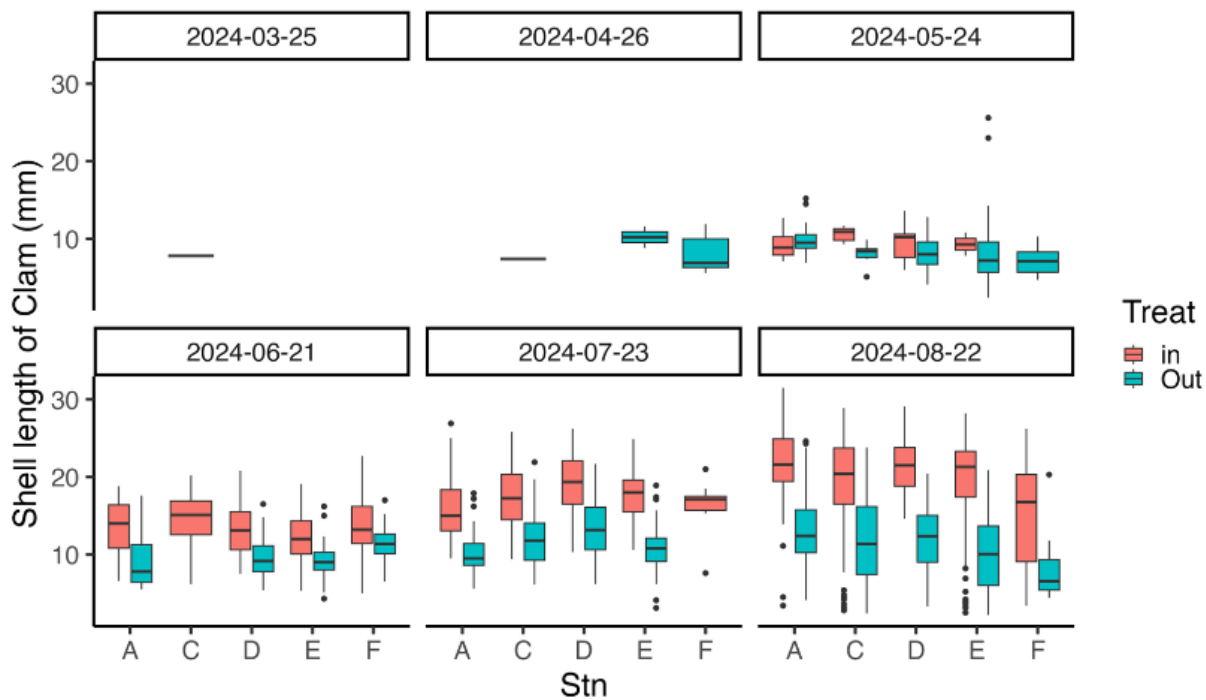


図 3.5 各調査日におけるアサリ殻長の実験区間の比較

覆砂面積に対応して、面積が高いほどアサリの成長促進やアサリ個体数の増加が期待されたが、明確な傾向性は得られなかった（図 3.5）。例えば、8月の殻長伸長の定点別変化の傾向性から（図 3.5）、定点 A から F にかけては、減少の傾向が認められる。これは覆砂面積に関わらず、何らかの地点間傾向があることを示している。このことは、覆砂面積はアサリ伸長（成長）にとって主要な要因ではなく、覆砂場の配置（どこに覆砂をするか？）が重要な要因となっていることが伺える。今後、地理的な要因や地盤高などの各定点の環境要因と、アサリ個体群動態の詳細を解析することで、成長促進プロセスを類型化し、地点間の環境要因差異と成長の差異の因果関係の解明を目指す。

ドローン撮影によるエイ穴捕食圧の定量化については、現在、解析中であり、明確な結果は示せていない。しかし、毎月の調査から、覆砂内にエイ穴がないことが毎回確認されている。礫混じりのダム砂を覆砂することは、エイによる捕食圧も緩和している可能性があり、このことがアサリ個体群の伸長を促進している原因の一つである可能性がある。

4. 結論

本研究によって、緑川ダム上流の置き土となっている礫混じりの砂が生物多様性を夏季までに回復はできないものの、アサリ個体群の成長を著しく促進することが示された。アサリ成長のメカニズムは現在のところよくわかってないが、今後、アサリの個体群動態と群集動態の解析によって、その要因が明らかになることが望まれる。モニタリングは引き続き4月以降も行われる予定である。今後の原因解明が望まれる。

引用文献

- 1)有明海・八代海等総合調査評価委員会(2017) 有明海・八代海等総合調査評価委員会報告. 583pp.
(<https://www.env.go.jp/council/20ari-yatsu/report20170331/index.html>)
- 2)本田陸斗, 山北剛久, 山田勝雅, 山下奈々, 小森田智大 (2023) 有明海に面する緑川河口干潟においてエイ類による捕食がアサリ個体群に及ぼす影響の定量的評価. 日本ベントス学会誌, 78, 22-27.
- 3)堤裕昭 (2005) 有明海に面する熊本県の干潟で起きたアサリ漁業の著しい衰退とその原因となる環境変化. 応用生態工学, 8, 83-102.
- 4)堤 裕昭, 竹口 知江, 丸山 渉, 中原 康智 (2000) アサリ生産量が激減した後の緑川河口干潟に生息する底生生物群集の季節変化. 日本ベントス学会誌 55, 1-8.

4. 緑川河口干潟におけるダム堆砂を活用した覆砂試験と適地選定手法の検討

4.1 はじめに

日本全国におけるアサリ *Ruditapes philippinarum* の漁獲量は1983年の16万トンを最後に減少し、2000年以降4万トンを下回っている (<https://www.e-stat.go.jp/>, 2022年1月25日). 日本の主要なアサリ産地であった有明海におけるアサリ資源減少の要因としては、乱獲による漁場消失、冬季の強波浪による洗堀、ナルトビエイによる食害、パーキンサス感染症、底質中のマンガンイオン、赤潮などが挙げられている¹⁾. 有明海に面する干潟では、強い潮流や波浪に曝されることでアサリが生息地から散逸することが指摘されている²⁴⁾. そのため、干潟の基質の粗大化によるアサリの流出防止が効果的であると指摘されている¹⁵⁾.

アサリ稚貝の着底基質を人工的に供給する方法として、主に覆砂と網袋がある. 覆砂について、福岡ら²⁾は、対照区と比較して覆砂を施した地点において、有用二枚貝の個体数が圧倒的に多く、覆砂による効果が約3年間持続することが確認された. さらに、覆砂は波浪によるアサリの流出防止¹⁵⁾や、捕食生物による食害防止¹⁶⁾の効果があることが指摘されている. 竹山ら¹⁶⁾は、干潟において異なる条件の試験区を設け、表層に礫または砂を敷いた区画を比較したところ、礫区では食害防止効果が顕著であり、特に網を併用した区画では、生貝回収率が砂区の約4倍に達した. 被覆網なしの区画では砂区での生貝回収数が極端に少なかった一方、礫区では砂区の約2倍の生貝が回収された. これらの結果は、覆砂や覆礫によって捕食圧を低減できることを示唆している¹⁶⁾.

網袋は、アサリ稚貝の着底と成育に適した環境を提供し²⁰⁾、網袋内に着底したアサリ稚貝の密度が原地盤の2.4倍に達し、設置後8か月で25mm以上に成長した個体が1,060個体/m²に達することも報告されている³⁾. これらの結果は、網袋がアサリ稚貝を保護し、成育を促進する有効な手段であることを示している. さらに、エイ類による食害や冬季の波浪による減耗を防ぐ効果について調査した結果、網袋を設置した区画では対照区の26.8~38.6倍の個体数が確認され、アサリの重量は10.4~22.8倍に達した⁷⁾. このように、覆砂と網袋のいずれの手法も、アサリ稚貝の着底基質の提供、捕食圧の低減、および波浪による流失防止等に効果を発揮することが分かる.

表4.1には全国各地で実施されている覆砂に関する報告を示す. 覆砂によるアサリ稚貝の加入促進¹²⁾や覆砂外と比較した大幅なアサリ個体数の増加が報告されている⁵⁾. 一方、緑川河口干潟で行われた実験では碎石散布によるアサリの増殖効果は、冬季に碎石が大量に移動・拡散したため、碎石散布初期を除きほとんど確認されなかった⁶⁾. また覆砂の結果、底生生物全体の数は増加していたもののアサリの個体数は減少することも報告されている⁸⁾. アサリの着底は、周囲のアサリ生息密度⁴⁾、河川水の影響⁴⁾、堆積物への埋没¹⁹⁾、潮流や波浪により生じる底面せん断応力(鳥羽ら 2016)など様々な要因の影響を受ける. これらの要因が複合的に影響することから、アサリの着底に適した場所を見つけることは困難である. 覆砂実験は一般に規模が大きく、実験の試行回数を増やすことが困難なため、その効果を予測することは重要である.

令和4年度に実施した実験では、干潟に網袋を設置し、熊本県によるアサリの資源量調査で得られた調査地点の順位を説明変数とし、網袋内へのアサリの捕集数を目的変数とした予測モデル

を作成した。この網袋モデルにより、前年の資源量調査から、翌年の網袋の適地を選定できる可能性が示された。上述の通り、網袋と覆砂はどちらも干潟に基質を供給し、その効果も類似しているため、先行研究で構築した予測モデルを用いて覆砂の適地を選定できるという仮説を立てた。覆砂は大規模な事業であり、実験の試行回数を増やすことが困難である一方、比較的安価かつ多数の試行が可能な網袋実験を活用することで、覆砂の適地を効率的に見つけ出すことができれば、覆砂の効果を最大限に引き出すことが可能となるだろう。

本研究では、緑川河口干潟を対象に 2024 年 3 月に覆砂実験を実施し、アサリの個体数を調査した。実施場所の選定には、網袋実験で好適/不適とされた場所、すなわち 2023 年 6 月に実施されたアサリの資源量調査で個体数が高い地点、低い地点およびその周辺で実施した。本研究では仮説に従い、前年度にアサリ個体数が相対的に多かった地点では、覆砂後のアサリ密度も高くなるという予測を立てた。本研究では、この仮説の検証を通じて、緑川河口干潟における覆砂の適地選定方法の開発を目的とする。

表4. 1 全国各地における覆砂事例。「効果」は，“+”は覆砂の実施後におけるアサリなどの増加を示し，“--”はアサリ等の減少を示す。

場所	アサリ密度			効果	覆砂資材	引用文献
	対照区	覆砂区				
福岡県行橋市衰島地先	底生生物：約290 個体/m ²	底生生物：約 5900 個体/m ² アサリ：130 →40(個体/m ²)	1 年	—		神 菌 ら (1994)
福岡県柳川		50,000 個体/m ² から 3,000 個体/m ² 程度まで減少	8 ヶ月	—		内藤・筑紫 (2006)
宮城県万石浦アサリ共同漁場	408 個/m ²	517 個/m ² , 383 個/m ² , 458 個/m ²	1 年 1 ヶ月	+	砕石 + カキ殻	田 遺・須藤 (2009)
福岡県柳川・大川干潟	平均 1,530 個体/m ²	最大 30,080 個体/m ² 平均 8,315 個体/m ²		++	長崎県島原沖の海砂	上田・山下 (1997)
北海道サロマ湖	約 50 個体/0.04m ²	約 180 個体/0.04m ²	9 ヶ月	++	ホタテガイ貝殻片	楼 井 ら (2012)
大阪湾南部の造成干潟	約 25 種	約 45 種	2 年	+	ダム湖浚渫土砂	玉 上 ら (2011)
三河湾北西部一色干潟	183 個体/m ²	445 個体/m ²		+	砕石	日 比 野 ら (2021)
斐伊川河口部中海	約 10–20 個体/m ²	最大約 1,400 個体/m ²	3 年	++	石炭灰造粒物	福 間 ら (2009)
熊本県宇土市緑川河口干潟		最大 10,000 個体/m ² 以上	1 年 6 ヶ月	++	天草の海砂	工 藤 ら (2008)
長崎県雲仙市多比良干潟	約 100 個体/m ²	約 350 個体/m ²	2 年	+	有明海の海岸の砂	中 川 ら (2012)
福岡県柳川，大牟田	0 個体/m ²	最大 80 個体/m ² 平均 10 個体/m ²	1 年	++		内藤・筑紫 (2004)
愛知県三河湾豊川河口	0 個体/m ²	10×10 ² 個体/m ²		++	中山水道浚渫砂	西 村 ら (2002)
広島県尾道市松永湾	約 120 種個体/m ²	187 種/約 10 万m ²	5 ヶ月	+	浚渫土砂	弓 岡 ら (2022)

4. 2 材料と方法

4. 2. 1 調査地点

本研究の調査対象である熊本県熊本市を流れる緑川は流域面積 1,100 km²，流路延長 76 km の一級河川であり，河口は有明海の東岸に面している

(https://www.mlit.go.jp/river/toukei_chousa/kasen/jiten/nihon_kawa/0912_midori/0912_midori_00.html, 2025 年 1 月 6 日). 緑川河口に最も近い潮位観測所における潮汐の干満差は 60–480 cm であった (<http://www.data.jma.go.jp/kaiyou/db/tide/suisan/suisan.php>, 2025 年 1 月 25 日). 緑川河口干潟は沖出し最大幅が約 4.5 km，面積が約 2,200 ha に及ぶ.

4. 2. 2 調査地の選定と野外実験の実施

本研究では調査地を選定するために，熊本県水産研究センターによるアサリの資源量調査のデータを用いた. まず，2023 年 6 月の全 147 地点におけるアサリ個体数に対して各地点のアサリ個体数を多い順に順位を付けた. そして，地点間の距離が約 500 m 程度の近接した 5 地点を選定した.

表 4.2 覆砂実験の実施場所の概要

地点名	前年度 順位	緯度	経度
A	28	32.72803	130.5736
C	1	32.72738	130.5717
D	34	32.72643	130.5741
E	14	32.72492	130.5746
F	117	32.7259	130.5762

覆砂の実施後，各月において底生動物の採取（2.2 節参照）と地盤高の測量を実施した. また，6 月 21 日には粒度組成定量用定量サンプルとして 5 cm の方形枠を用いて堆積物を採取した. 粒度組成については，ウェットシービング法により堆積物粒子を分画した.

4. 2. 3 データ解析

本研究では，前年にアサリの生息個体数が多い場所では覆砂においてもアサリの個体数が多いという仮説を検証するため，2023 年 6 月に行われた資源量調査時におけるアサリ個体数の順位と 2024 年度に実施した覆砂場内のアサリ個体数間において一般化線形モデルを用いた回帰分析を行い網袋への捕集数の予測モデルを構築した. 解析には統計解析ソフトウェア R (Core Team, R 4.2.3, 2023) の glm 関数を用いた. なお，アサリの個体数は非負の整数であることから，分布族はポアソン分布を，リンク関数は対数を用いた.

4. 2. 4 結果と考察

本野外実験において、覆砂から半年間経過した状況においても地盤高が高いことから覆砂の残存が確認されていた。覆砂に使用した基質および覆砂場内外における粒度組成によると(図 4. 1), 覆砂実施前後で覆砂場内の粒度組成に大きな変化が見られなかったことから、粒度組成の観点からも覆砂した基質が覆砂場内に残存していたことが確認された。また、覆砂場外では細粒の割合が多く、粒径 0.25 mm 以下の砂が約 90%を占めていた一方、覆砂場内においては 16 mm を超える粗大な粒子が約 20%を占めた。さらにアサリの密度および成長はどの区画においても覆砂から 3 ヶ月から 4 ヶ月経過後には、覆砂場内の方が良好であることが示された(2.2 節参照)。さらに、前年度のアサリの資源量調査における順位と覆砂場内におけるアサリの密度の関係において、実験開始から 2 ヶ月以降、有意な正の相関関係が得られた(図 4. 2)。特に、覆砂から 3 ヶ月以降において順位が高い場所で顕著にアサリの密度が高くなる傾向を示した。このことから、本研究で検討した前年度の資源量調査の順位に基づく覆砂場所の選定手法の有効性が示された。

緑川河口干潟の流速は大時の潮流時に最大 0.65 m s^{-1} に達することが報告されている(山本ほか, 1994)。振動流水槽を用いた室内実験によると、粒径の大きな碎石(粒径 5–13 mm)を基質として用いた場合でさえも、流速が 0.6 m s^{-1} になるとアサリの定位が阻害されることが報告されている¹⁵⁾。緑川河口干潟では堆積物の粒度組成において粒径が 4 mm を超えることがほとんどなく、礫の割合も 10%に満たないことを踏まえると²²⁾、アサリは大潮時や荒天時には潮汐や波浪によって動かされる可能性があると考えられる。一方、本研究で用いた基質には 16 mm を超える粗大な礫が多く含まれていることから、アサリの定着を促進し、良好な生育環境を構築したと考えられる。

緑川河口干潟においては、春と秋の産卵が主であり、10 月から翌年 1 月頃に生まれた浮遊幼生が着底し¹⁰⁾、4 月から 6 月頃には 1 mm を超えるサイズへと成長する²¹⁾。本研究では、実験開始時におけるアサリの殻長が約 5.0 mm であったことから(2.2 節参照)、前年の秋に生まれた個体が着底したと考えられる。今後、調査を継続することで浮遊幼生の着底効果についても検証する必要がある。

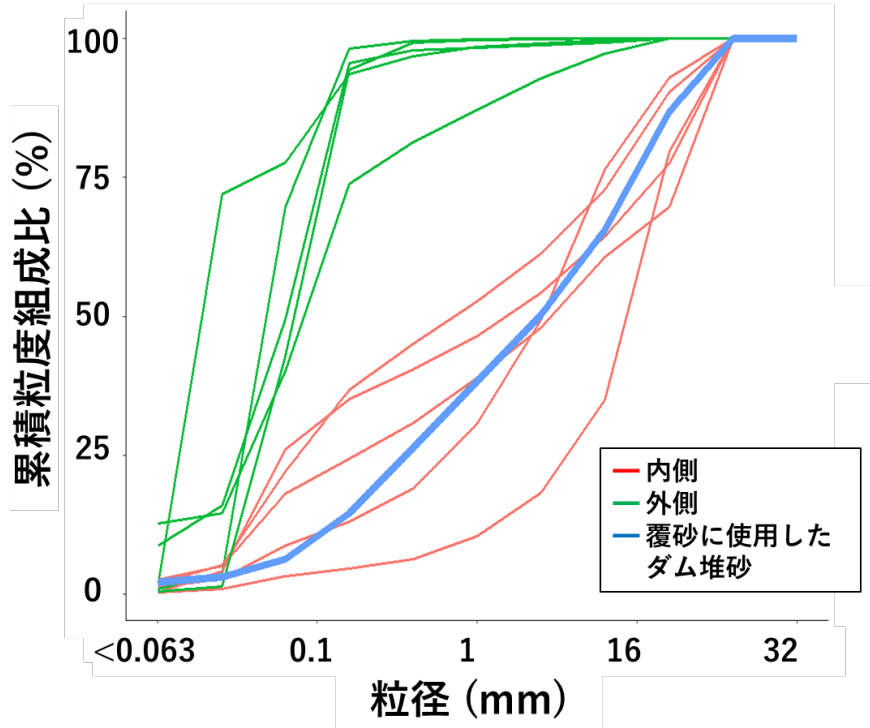


図 4.1 2024 年 6 月 21 日における覆砂内外の粒度組成の累積組成比. なお, 覆砂に使用したダム堆砂は散布前 (2024 年 3 月) に採取したものを分画した.

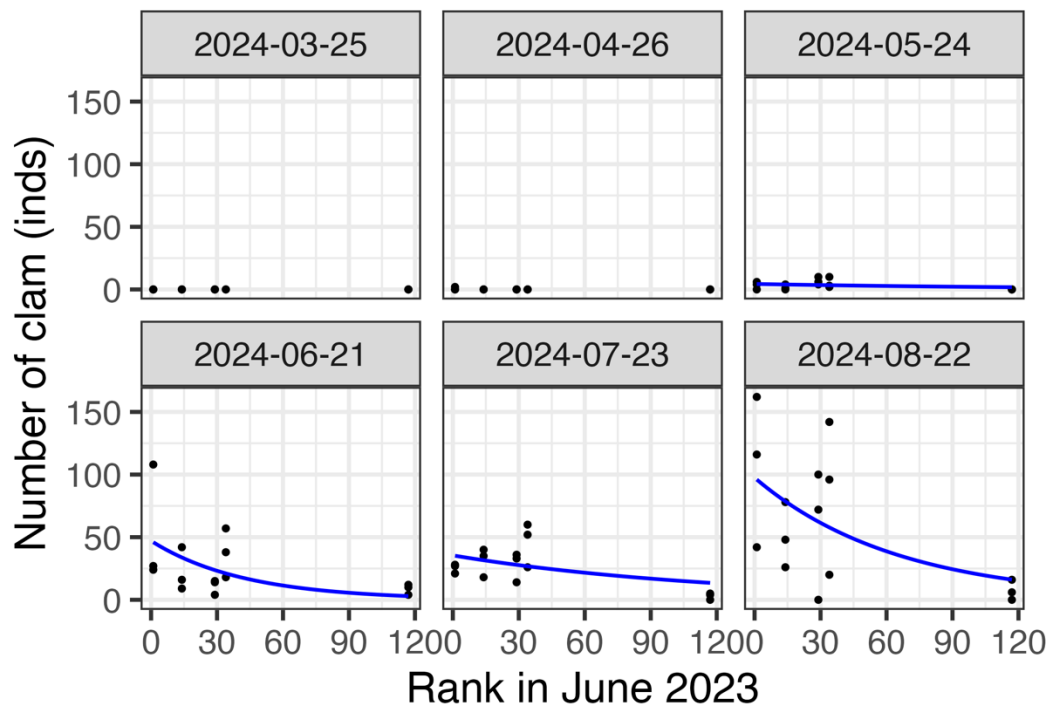


図 4.2 各月の覆砂内におけるアサリ個体数と 2023 年 6 月におけるアサリの順位. 青色の曲線は一般化線形モデルにおいて有意な関係 ($p < 0.0001$) を示す.

引用文献

- 1) 朝野直哉・藤田孝康・濱田智徳・木村和也・落合亮仁・日向野純也 (2022) 長崎県島原半島未利用漁場における砂利入り網袋を活用したアサリ成貝確保の検討. 土木学会論文集 B3 (海洋開発), 78, I_661-I_666.
- 2) 福間晴美, 日比野忠史, 山本民次, & 斉藤直. (2009). 石炭灰造粒物覆砂による環境修復効果-汽水域をフィールドとして. 土木学会論文集 B2 (海岸工学), 65(1), 1026-1030.
- 3) 濱田智徳, 朝野直哉, 木村和也, 藤田孝康, 松田正彦, 鬼木浩, & 鬼木滉. (2020). 長崎県におけるアサリ漁場での砂利入り網袋を用いた生残試験. 土木学会論文集 B3 (海洋開発), 76(2), I_762-I_767.
- 4) 長谷川夏樹, 藤岡義三, 石樋由香, 渡部諭史, 日向野純也, 水野知己, ... & 山川倫徳. (2017). 網袋を使った養殖用アサリの天然採苗の試み: 三重県五ヶ所湾の事例.
- 5) 日比野学, 松村貴晴, 服部宏勇, 長谷川拓也, 阿知波英明, 石樋由香, & 三輪正毅. (2021). 三河湾におけるアサリの漁場造成手段としての砕石覆砂の効果と環境要因との関連.
- 6) 生嶋登, 齊藤肇, & 那須博史. (2012). アサリ稚貝の着底と生残を促進するための砕石散布と支柱設置の水力学的効果に関する干潟での野外実験.
- 7) 神崎博幸, 佃政則, & 津城啓子. (2017). 多良川及び糸岐川河口干潟におけるアサリの網袋収容及び移植の効果.
- 8) 神薗真人, 江藤拓也, & 上妻智行. (1994). 覆砂による豊前海の底質改善効果. 福岡水技研報, 2-129.
- 9) 工藤倫彰, 石村忠昭, 中川元也, 佐貫宏, 金巻精一, & 的野博行. (2008). 帯状覆砂によるアサリ漁場造成技術の開発. In 日本水産工学会 学術講演会 学術講演論文集 2008 年度 日本水産工学会 学術講演会 講演論文集 (pp. 107-110). 日本水産工学会.
- 10) 熊本県 (2006) 熊本県アサリ資源管理マニュアルⅡ-アサリを安定的に漁獲するために-. https://www.pref.kumamoto.jp/uploaded/life/80846_99164_misc.pdf.
- 11) 内藤剛, & 筑紫康博. (2004). 有明海浅海域における覆砂効果.
- 12) 中川元也, 平野忠彦, 島谷学, 石村忠昭, & 柳瀬知之. (2012). 有明海の覆砂漁場における低天端型の堤による砂の流失抑制とアサリの生残.
- 13) 西村大司, 岡島正彦, 加藤英紀, & 風間崇宏. (2002). 浚渫砂を用いた干潟造成による環境改善効果について. 海洋開発論文集, 18, 25-30.
- 14) 櫻井泉, 福田裕毅, 前川公彦, 山田俊郎, & 齊藤肇. (2012). ホタテガイ貝殻を活用したアサリ増殖場造成試験.
- 15) 佐藤誠浩, 南部亮元, 桑原久実, & 中林孝之. (2020). 振動流下における砕石敷設によるアサリ定位効果の検証. 土木学会論文集 B2 (海岸工学), 76(2), I_583-I_588.
- 16) 竹山佳奈, 佐々真志, 梁順普, 渡辺啓太, & 齋藤輝彦. (2016). 地盤環境を考慮したアサリ成育場の新たな維持・管理手法の開発と現地試験による実証. 土木学会論文集 B3 (海洋開発), 72(2), I_1093-I_1098.
- 17) 玉上和範, 五十嵐学, 早川淳, 津田宗男, & 古川恵太. (2011). 海域における生物生息基盤としてのダム湖浚渫土砂の適応性に関する研究. 土木学会論文集 B3 (海洋開発), 67(2),

I_25-I_30.

- 18) 田邊徹, & 須藤篤史. (2009). アサリの増殖を目的とした改良型カキ殻漁場の検討.
- 19) 鳥羽光晴, 小林豊, 石井亮, 林俊裕, & 岡本隆. (2016). 東京湾盤洲干潟において網袋と人工芝による 3 種の二枚貝稚貝の捕集速度に影響を与える要因. *日本水産学会誌*, 82(6), 899-910.
- 20) 鳥羽光晴. (2017). アサリ資源の減少に関する議論への再訪. *日本水産学会誌*, 83(6), 914-941.
- 21) 堤裕昭・石澤紅子・富重美穂・森山みどり・坂元香織・門谷 茂 (2002) 熊本有明地区の緑川河口干潟における盛砂後のアサリ (*Ruditapes philippinarum*) の個体群動態. *日本ベントス学会誌*, 57, 177-187.
- 22) 堤裕昭・野村竜之介・田上貴文・小森田智大・岩崎敏治・藤森隆美 (2013) 砂質干潟におけるホトトギスガイの泥状マット形成と基質攪拌によるマット破壊が底生生物群集の季節変動に及ぼす影響. *日本ベントス学会誌*, 67, 47-55.
- 23) 上田拓, & 山下輝昌. (1997). アサリ漁場の造成事例. *水産工学*, 33(3), 213-218.
- 24) 山本正昭・川俣茂・石田宏一・平山泉 (1994) 干潟の流動環境と砂面変動. 平成 6 年度 日本水産工学会学術講演会講演論文集, 51-54.
- 25) 弓岡亮太, 西丸剛史, 水野博史, 徳丸直輝, 井山繁, & 日比野忠史. (2022). 浚渫泥を活用して複数年施工された造成干潟・浅場の地形変化と生物生息場. *土木学会論文集 B3 (海洋開発)*, 78(2), I_667-I_672.

助成事業者紹介

研究代表者

氏名 田井 明

現職 福岡工業大学社会環境学部 准教授

主な業績

Analysis of Resuspension Phenomenon Using Coupled Wave, Current and Sediment
Transport Model in the

Ariake Sea , Akira TAI, Simon Neill, Matthew Lewis, Hideo Oshikawa, Proceedings of the
39th IAHR World

Congress 39 5479-5484 2022 年 7 月

共同研究者

氏名 小森田智大

現職 熊本県立大学環境共生学部 講師

主な業績

Temporal changes in the microplankton community due to Kuroshio branch current

inflow, Tomohiro Komorita, Toru Kobari, Gen Kume, Shin'ichiro Kako, Akimasa Habano,

Yoichi Arita, Fumihito Makino, Mutsuo Ichinomiya, Regional Studies in Marine Science

103576-103576 2024 年 5 月

