

熊本港の人工干潟におけるアサリの 生息条件把握に向けた基礎的研究

BASIC STUDY ON THE HABITAT CONDITIONS OF SHORT-NECKED CLAM AT THE ARTIFICIAL TIDAL FLAT IN KUMAMOTO PORT

増田龍哉¹・五十嵐学²・滝川清³・森田将任⁴・甲斐秀就⁵・森本剣太郎⁶

Tatsuya MASUDA, Manabu IGARASHI, Kiyoshi TAKIKAWA,
Masato MORITA, Hidenari KAI and Kentaro MORIMOTO

¹正会員 博(工) 熊本大学特任助教 大学院先導機構 (〒860-8555 熊本市黒髪2-39-1)

²正会員 工修 熊本大学研究員 沿岸域環境科学教育研究センター (〒860-8555 熊本市黒髪2-39-1)

³フェロー 工博 熊本大学教授 沿岸域環境科学教育研究センター (〒860-8555 熊本市黒髪2-39-1)

⁴学生会員 熊本大学大学院 自然科学研究科 (〒860-8555 熊本市黒髪2-39-1)

⁵熊本市役所 (〒860-8601 熊本市手取本町1-1)

⁶正会員 博(工) 国土交通省国土技術政策総合研究所 沿岸海洋研究部沿岸域システム研究室
(〒239-0826 神奈川県横須賀市長瀬3-1-1)

Ariake Bay, a typical closed bay on the west of the Kyushu Island, is a sea area where a vast tidal flat develops. Recently, various environmental degradations are reported occur in Ariake Bay, as red tidal and anoxic water. Especially, a rapid decrease in the short-necked clam's fish catch is a problem since the latter half of the 1980's.

In this study, we tried the grasp of a basic knowledge of short-necked clam's habitat condition by topography survey and sediment survey at the artificial tidal flat in kumamoto port. As the result, the short-necked clam's floating larva falls evenly on the tidal flat. It was guessed that the shell length grew up from 5 to 19 by 2mm a month. Ground levels, the difference between the rise and fall of tide, influence juvenile shellfish's habitat condition most.

Key Words : Ariake Bay, short-necked clam, habitat, tidal flat

1. はじめに

九州北西部に位置する有明海は、約 5m にも達する大潮位差の下、日本の干潟総面積の約 40%に及ぶ広大な干潟(約 190km²)が発達した大型閉鎖性内湾である。近年、この有明海では赤潮の頻発化や大規模化、貧酸素水塊の発生といった海域環境の悪化に伴う諸現象が顕在化し、大きな社会問題となっている。特に、干潟の典型種で水産有用種でもあるアサリは、干潟において濾食による水質浄化機能や潮干狩り対象生物としての親水機能を担っているが、1980年代後半以降から急激な漁獲量の減少が問題となっており、回復する兆しが見えない(図-1)。

その原因として、河川流域からの土砂供給量の減少、底質環境の悪化、地球温暖化による生息環境の変化等、様々な要因が考えられているがその因果関係は明らかとなっていない。

そういった状況の下、水産庁や沿岸各県などによって覆砂等の対策事業が行なわれている。しかし、覆砂に利用する砂の性状によってはアサリが育たな

い等、物理・化学的条件とアサリの着底・生残・成育状況との関係については、未だに知見に乏しい現状にある。

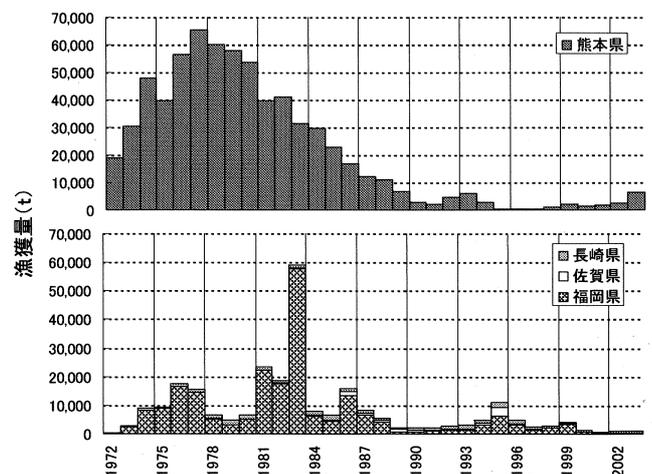


図-1 有明海におけるアサリ漁獲量の推移¹⁾

有明海においてアサリの生息条件等を把握するためには、産卵・着底・成長までを広域にわたって調査する必要がある。しかし、有明海全域で定期的に多数の地点で調査することは困難であり、自然干潟では漁獲の影響があり正確なアサリの生息状況を把握することはできない。

そこで本研究では、漁獲圧の無い人工干潟において、定期的にアサリの分布と地形・底質等の物理・化学・生物学的環境を調査し、有明海におけるアサリの生息条件等の基礎的な知見の把握を試みた。

2. 調査概要

(1) 調査対象地の概要

調査対象地の位置図を図-2に示す。調査対象地とした人工干潟（以下、北なぎさ線）は、有明海の干潟海域環境を回復・保全するために、生物や塩生植物等の生息場である「なぎさ線」を人工的に造成し、干潟生態系が有している自己再生機能（浄化機能）を回復させる「なぎさ線の回復」という対策工法の現地実証試験が行なわれている場所である²⁾。

北なぎさ線は、有明海中央部東側に位置する熊本港の北護岸に2006年9月に造成された人工前浜干潟で、造成直後に自然に着底したアサリが優占種として生息している。北なぎさ線が造成された熊本港北護岸前面は、中央粒径が約0.04mm、含泥率が約70%の泥質干潟で、100mほど北側に離岸堤が設置されている。ここに、H.W.L. (T.P.+2.05m)から現地盤のT.P.-2.00mまで、土砂流失を防ぐための長さ50mの突堤が40m間隔で2本配置されている。そこに、中央粒径が約0.02mm、含泥率が約85%の熊本港近郊の航路浚渫土砂を下層（現地盤からT.P.-1.50mまで）、浚渫土と中央粒径約0.18mm、含泥率が約20%の海砂を50%ずつ混合した土砂を中層、海砂のみを表層（厚さ0.5m）に使用した3層構造になっている。造成直後の勾配は約1/12で、軟弱な浚渫土砂の流出を防ぐため、護岸から約40m沖に中仕切堤が設置されている。

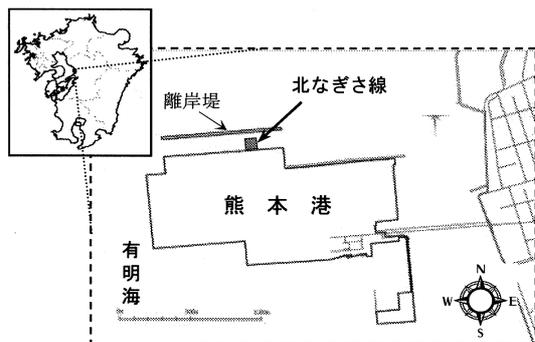


図-2 調査対象地の位置図

(2) 調査内容

調査項目の一覧を表-1に示す。底質調査は図-3に示す調査地点で表層5cmの底泥を採取し、粒度分析を毎月、硫化物、CODsed、含水率を2008年6月と9月に実施した。

地形調査は2008年5月と10月の大潮干潮時に、トータルステーションを用いて東西方向に80m、南北方向に90mの範囲を5mメッシュで実施した。

本研究では、殻長16mm以上を成貝、1~16mmを稚貝、0.2~1mmを初期稚貝と位置付け、それぞれ図-3の地点で、表-2に示す採取面積・深さで採泥したものを篩にかけてアサリを採取した。

アサリの成貝と稚貝は現地で篩分けを行い、篩上に残ったアサリを殻長2mm毎に個体数を計測し、アサリ以外の生物も個体数を計測した。

初期稚貝は採泥した泥をローズベンガル生体染色液で染色した1%ホルマリンで固定し、試験室で篩分けを行った後、実体顕微鏡にて個体数を計測した。また、初期稚貝の着底状況を把握するために、12月のみ初期稚貝の調査地点を図-3に示す9点増やした。

なお、調査は2008年5月から12月まで成貝は2ヶ月毎、稚貝、初期稚貝は毎月調査を行った。

表-1 調査項目一覧

底質調査	粒度分布, 含水率, CODsed, 全硫化物,
地形調査	地盤高 (5m メッシュ)
アサリ調査	アサリの個体数, マクロベントスの種数・個体数

表-2 アサリの調査方法

個体サイズ (殻長)	採取面積・深さ	篩目合い	調査間隔
16mm以上 (成貝)	25×25×10cm	4mm	2ヶ月
1~16mm (稚貝)	10×10×2cm	1mm	1ヶ月
0.2~1mm (初期稚貝)	Φ3.1×1cm	250μm	1ヶ月

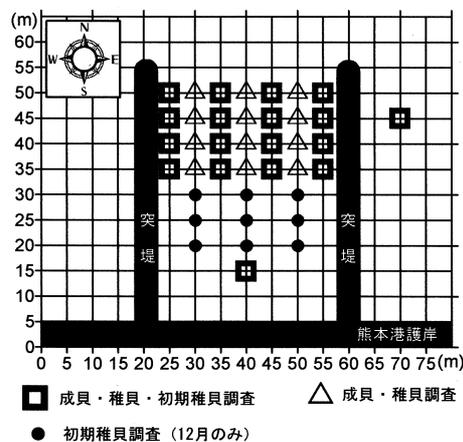


図-3 調査地点の配置図

3. 調査結果

(1) 地形調査結果

北なぎさ線のセンターラインにおける横断変化を図-4、造成直後（2006年9月）から造成2年後（2008年10月）までの浸食・堆積状況図を図-5、造成2年後（2008年10月）の地形コンター図を図-6に示す。

北なぎさ線は造成1ヶ月後までに常時の潮流や波浪によって、T.P. ±0.00m よりも高い場所で大きく浸食された。この浸食された場所は、離岸堤よりも地盤が高い場所で、そこよりも地盤が低い場所では目立った浸食がみられていないことから、離岸堤が北なぎさ線の地形変化に影響していると考えられる。

北なぎさ線は、熊本港周辺では比較的波当たりの強い場所に造成されていることもあり、造成初期に常時の波浪による波や風等を受けて標高が高い場所を中心に地形が変化したものの、造成半年後からは大きな地形変化は無く、アサリ調査を行った期間においても大きな地形変化は無かった。また、アサリの成貝・稚貝の生息域となっているT.P. -1.0m以下の場所では、造成直後から造成2年後まで地形変化はほとんど起こっていない。

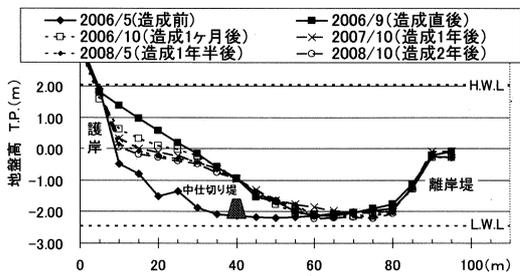


図-4 センターラインの横断変化

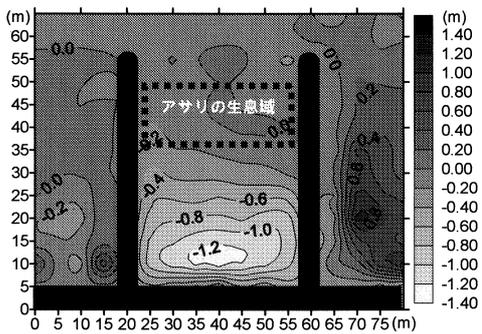


図-5 造成直後から造成2年後までの浸食・堆積状況

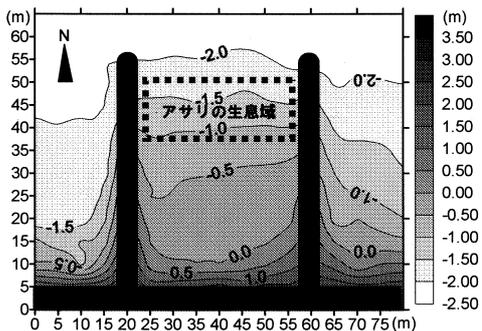


図-6 造成2年後の地形コンター図

(2) 底質調査結果

造成2年後の底質分布状況を図-7に示す。造成直後の底質は含泥率が30%以下、含水率が概ね30%以下、CODsedが3.0mg/gdry以下、T-Sが0.05mg/gdry以下であった。

含泥率は造成2年後までに徐々に増加傾向が見られた。これは、北なぎさ線を造成した場所が、造成前は泥質干潟であったため、地盤高の低い場所では徐々に泥分が堆積したものと考えられる。また、地盤の高い場所では地形の浸食によって、浚渫土と海砂の混合層が露出しているためと考えられる。

含水率、CODsed、T-Sは含泥率の高くなっていく場所で高い値を示した。含水率は泥分の増加により高くなり、泥分は有機物を多く含むためCODsedも高くなったと考えられる。T-Sは有機物が嫌気的な条件下において分解を受けた際の副産物であることから、CODsedの高い場所で高くなっているものと考えられる。

(3) アサリ調査結果

初期稚貝・ホトトギスガイの平均個体数時系列変化を図-8、2008年12月における初期稚貝の平面分布を図-9に示す。個体数の多寡はあるものの、調査期間を通じて初期稚貝の着底が確認され、7~8月と12月に個体数が多かった。特に、2008年7月3日は東西方向45m、南北方向40mの地点にて20万個/m²生息するなど全体としてピークに達しており、後述する稚

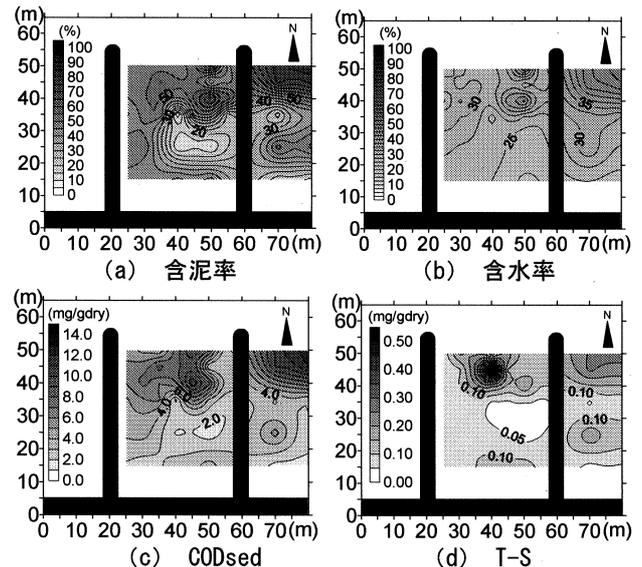


図-7 造成2年後の底質分布

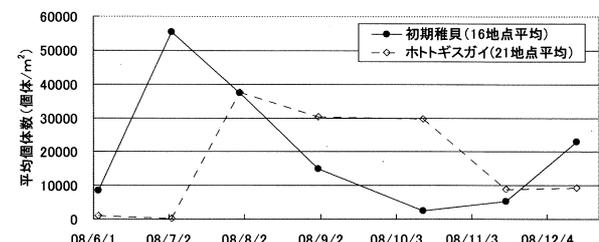


図-8 初期稚貝・ホトトギスガイの平均個体数時系列変化

貝や成貝が生息していない高地盤の場所や北なぎさ線の外側に位置する泥質干潟でも確認された。これにより、海水中の浮遊幼生は着床する場所を選択しているわけではなく、満遍なく着床していることが明らかとなった。有明海におけるアサリの産卵期は4～5月頃の春季と、10～11月頃の秋季の年2回ピークがあり、受精卵は浮遊幼生に成長してから約1ヶ月で着底するといわれている³⁾。今回の調査結果からもその事実が裏付けられた。しかし、アサリの資源管理を行なっている熊本市北西部に位置する松尾漁協の黒田組合長への聞き取り調査から、ここ数年アサリの着底時期が昔と比べると遅れてきているとの報告がある。今後もモニタリングを継続し、アサリの産卵・着底時期の変化とその要因を検討する必要がある。

2008年10月における稚貝・成貝・ホトトギスガイの平面分布を図-10、殻長別平均個体数の時系列変化を図-11に示す。なお、殻長別平均個体数は東西方向25～50m、南北方向40～50mの計21地点分の平均である。また、成貝は6月から2ヶ月毎の調査しか行っていないため、7月3日、9月1日、11月17日は稚貝だけのデータとなっている。

造成1年9ヶ月後の8月以降、ホトトギスガイのマット化が見られるようになった。詳細な理由は不明であるが、西側から徐々にマット化が広がったように見受けられた。ホトトギスガイはアサリの競合生物といわれており、底表面をマット状に覆ってしまうため、大量に繁殖した場合はアサリの生息に影響を及ぼしてしまう。実際、アサリの稚貝・成貝の個体数はこの時期以降は減少しており、今後、可動式ネットの設置や人工巣穴⁴⁾の設置等の対策を行なう予定である。

稚貝は、8～9月に殻長2～4mmでピークがあり、それぞれ8月に477個/m²、9月に396個/m²確認された。その後は10月には殻長4～6mm、11月には殻長6～8mmでピークがあり、成長するにつれて殻長が大きくなっているが、コホート（同時期に出生した集団）の個体数が少しずつ減少する傾向が見られた。これは9月中旬の降水による塩分濃度の低下や11月以降の水温低下等の要因が考えられる。これらの影響で

個体数が減りつつも、2mm/月の成長速度が確認された。平面的には、西側の地盤高が低い場所で個体数が多い傾向が見られた。

成貝は、8月に殻長26～28mmでピークがあり、8月に77個/m²確認され、10月には殻長28～30mmにピークがあり、48個/m²確認されたが、12月にはコホートのピークが確認できるほどの個体数ではなかった。これは稚貝と同様、降水と水温低下の理由が考えられ、成貝は1mm/月の成長速度が確認された。平面的には稚貝と同様、西側の地盤高が低い場所で多い傾向が見られた。

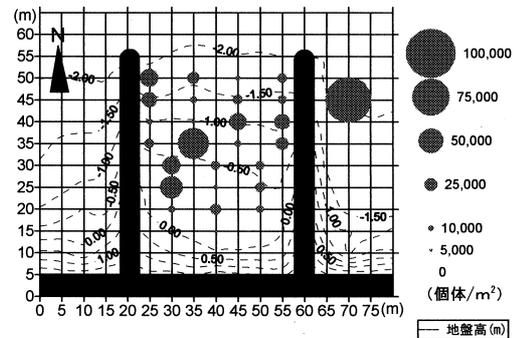


図-9 初期稚貝の平面分布 (2008年12月)

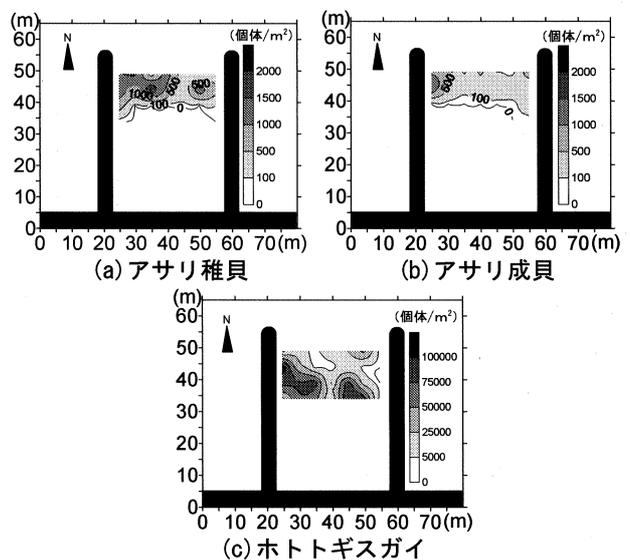


図-10 造成2年後のアサリ・ホトトギスガイの分布

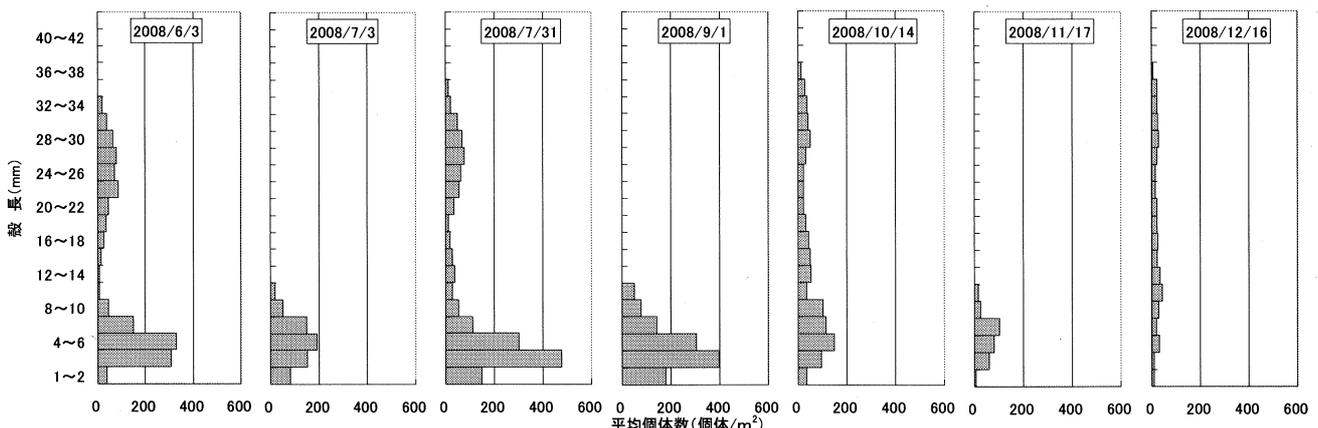


図-11 殻長別平均個体数の時系列変化

有明海では、アサリの平均的な殻長は1年で24mm、2年で35mm、3年で44mmとされることから³⁾、7月を基準にコホートの時系列変化より有明海におけるアサリの成長速度を予測した。すると、1mmの初期稚貝から5mmの稚貝になる8月まで4mm/月の速度で成長し、19mmの成貝になるのに3月まで2mm/月の速度で成長する。それ以降は1mm/月の速度で成長していくという推測ができた。

4. アサリの生息条件

北なぎさ線におけるアサリの生息条件を把握するために、倉原ら(2007)⁵⁾が行なっている環境影響評価手法の一つであるHEP(Habit Evaluation Procedure)のHSI(Habit Suitability Index)モデルを応用した手法を用いてアサリの生息を制限している環境要因の把握を試みた。

(1) 稚貝と成貝の生息条件の違い⁶⁾

貝類では一般に稚貝の着底の多い場所と、成貝の生育に適した場所とは環境条件が異なっていることが多い。特に、呼吸と摂餌は成貝と稚貝とでは、生息条件が大きく異なっている。

二枚貝は巻貝と違って呼吸と摂餌は同時であるが、稚貝期では餌料必要量がごくわずかなため、一般の干潟域では稚貝の分布を支配する主要因としては、特に呼吸条件が重視されなければならない。また、稚貝期の呼吸は活発であり、成貝の2~3倍の場合が多く、浮泥の堆積しやすい場所ではすぐに埋没し、呼吸困難をきたす。また稚貝期は殻も薄く保水性も少ないので、短時間でも干出すると呼吸や高温等の影響を受けやすく、環境条件の変化に対する耐性が相当狭い。特に37℃で2時間以内、淡水中では1時間以内に死滅するといわれている。また、干出時間に関して、成貝は5時間干出線までは生息し、淡水中でも2~3日は生きられ、37.5℃でも10時間以上も耐えられるといわれている。

それに対し、成貝の場合は、呼吸よりもむしろ摂餌に重点がおかれ、これに有利な場所(浮泥が堆積しやすい緩流域で、有機物の多いところ)で多く生息が確認されている。このような場所としては幾分浮泥が堆積しやすい緩流域であり、有機物の多いところでもあるので、底質が嫌気的な条件になりやすく、稚貝よりも種々の環境の悪条件に対する耐性が強くなっている。

呼吸と摂餌だけでなく、粒度組成や干出時間等の他の成育条件に関しても異なっている点が多い。粒度組成に関して、稚貝は成貝よりも泥分の堆積を嫌い、稚貝自身が流されない程度の流動性のある場所を好むといわれている。

このほか、他生物との関係をもみても、稚貝の多いところではホトトギスガイの稚貝やウミボタル等の

やや外海性を示すベントス群が多く見られるのに対し、成貝の多いところでは二枚貝のヒメシラトリ、巻貝のアラムシロのほか多毛類のスゴカイイソメも多少出現し、かなり強い内湾性を示すベントス群が多い。以上のように、稚貝と成貝では生息条件が異なるため別々に検討することとした。

(2) 環境要因の選定とHSIモデルの構築

アサリの成長に影響を及ぼす環境因子は、新保ら(2000)⁷⁾など既往の文献⁸⁾を参考にして検討を行なった。アサリの生息には「地盤高(干出時間)や波浪・潮流等の物理環境」、「水温や塩分濃度等の水質環境」、「底泥粒度組成や硫化物等の底質環境」、「ツメタガイ等の捕食生物やホトトギスガイ等の競合生物の生物環境」が深くかかわっており、それぞれ様々な影響を及ぼしている。

今回、北なぎさ線では地盤高を除く物理環境と水質環境は、全調査地点同様に影響を及ぼすと考え、それ以外の項目で検討することとした。

選定した環境要因は餌条件としてCODsed、致死条件として硫化物、活動条件として含水率、含泥率、地盤高、さらに競合種としてホトトギスガイの個体数、アサリ同士の競合条件として成貝には稚貝、稚貝には成貝の個体数を用いた。

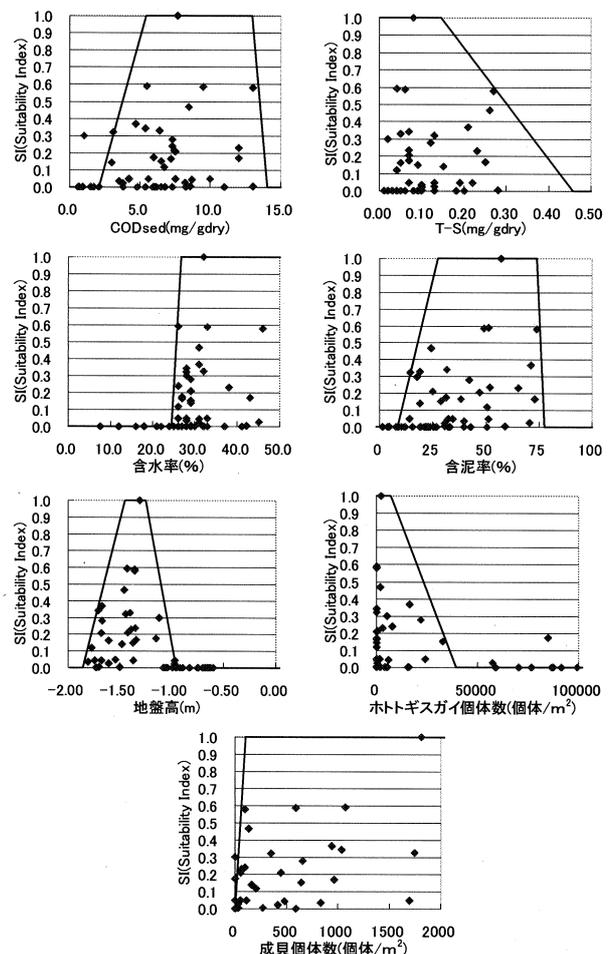


図-12 稚貝のSIモデル

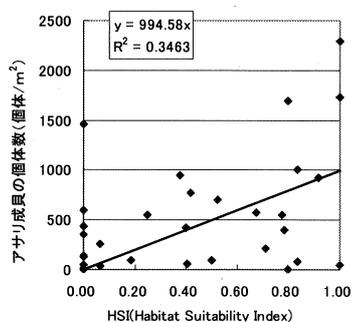


図-13 成員の HSI

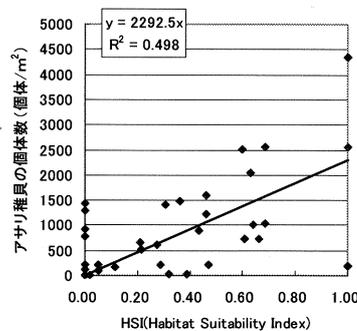


図-14 稚員の HSI

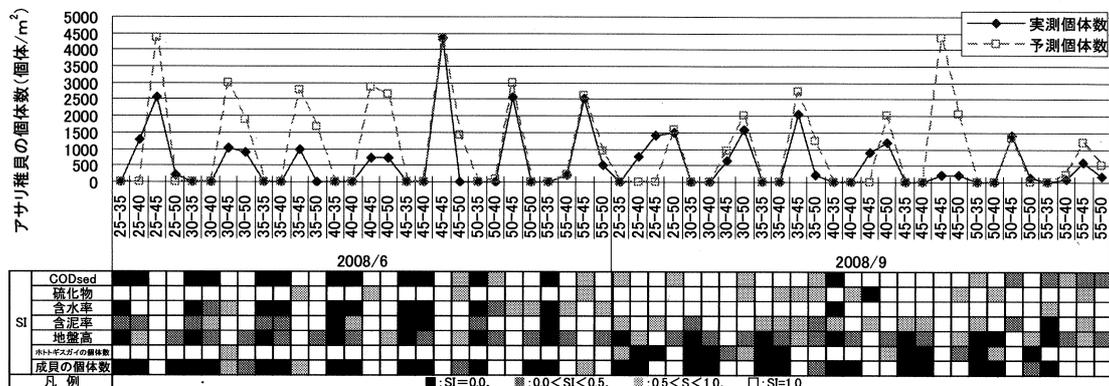


図-15 アサリ稚員の実測個体数と予測個体数の比較及びSI値

SIを統合しHSIとする算出方法は、生物生息には最も適正の低い環境要因が制限的に強く影響を及ぼしているという考えから限定要因法を選定し、結合式は「HSI=全項目の最小値」で、最小値として選択されたものをアサリの生息を制限する環境要因とみなした。

稚員の各環境項目におけるSIモデルを図-12、成員のHSIを図-13、稚員のHSIを図-14に示す。

アサリ稚員の各SIモデルはCODsedが2.0~14.0mg/gdry、硫化物が0.0~0.4mg/gdry、含水率が24%以上、含泥率が10~80%、地盤高が-1.85~-0.95m、ホトトギスガイが40万個/m²以下、成員が0個/m²以上の範囲で生息可能とみなして設定した。

成員のHSIはR²=0.35と有意な相関は得られなかった。その理由として、成員の生息に関する環境要因の不足が考えられる。稚員のHSIはR²=0.50と概ね良い精度が得られ、アサリの生息を制限している環境要因の把握が可能であると判断した。アサリ稚員の実測個体数と各調査地点のHSI値に最大個体数を乗じて求めた予測個体数の比較及びSI値を図-15に示す。最もアサリ稚員の生息に影響を及ぼしていたのは地盤高で、次いでCODsedであった。

5. おわりに

本研究により、漁獲の無い人工干潟におけるアサリの生息条件等の基礎的な知見の把握ができた。今後は有明海の主要なアサリ漁場において調査・研究を行ない、有明海でのアサリの着床、生残、生息条件の的確な把握を進める予定である。

謝辞：本研究は、文部科学省科学技術振興調整費重要課題解決型研究等の推進「有明海生物生息環境の俯瞰型再生と実証試験（平成17~21年度）」の補助によるものであり記して謝意を表します。

参考文献

- 1) 環境省、有明海・八代海総合調査評価委員会：委員会報告、2006。
- 2) 増田龍哉、滝川清、森本剣太郎、前田恭子、柏原裕彦、島田康光：有明海熊本港周辺における「なぎさ線の回復」現地試験による生態系構築過程に関する研究、海洋開発論文集、第23巻、pp.525-530、2007。
- 3) 山本正昭、萩野静也、石田宏一：アサリ漁場造成計画のための物理環境調査、水工研研報16、pp.1-28、1995。
- 4) 増田龍哉、滝川清、森本剣太郎、丸山繁、木田建次、大久保貴仁：有明海干潟海域環境改善へ向けた人工巣穴による底質改善技術の現地実証試験、海岸工学論文集、第54巻、pp.1131-1135、2007。
- 5) 倉原義之介、森本剣太郎、増田龍哉、鐘ヶ江潤也、古川恵太、滝川清：干潟環境再生に向けた生物生息環境評価モデルの活用に関する検討、海岸工学論文集、第54巻、pp.1401-1405、2007。
- 6) 網尾勝：アサリの増殖について、水産資源保護協会月報No.217、1992。
- 7) 新保裕美、田中昌宏、池谷毅、越川義功：アサリを対象とした生物生息地適正評価モデル、海岸工学論文集、第47巻、pp.1111-1115、2000。
- 8) 藤田光一、伊藤弘之、藤井都弥子、小路剛志、安間智之：自然共生型流域圏・都市の再生 資料集(Ⅲ)水域生態系モデルを活用した水循環政策評価、国総研資料第300号、2006。