

(1) アサリ保護放流実験に基づく 干潟再生事業の効果の検討

尾添 紗由美¹*・関根 雅彦¹・藤井 暁彦¹・萩原 淳子¹
今井 剛¹・樋口 隆哉¹

¹山口大学大学院 (〒755-8611山口県宇部市常盤台2丁目16番1号)

* E-mail: ms@yamaguchi-u.ac.jp

アサリの保護放流実験を行うことで、耕耘、竹柵、覆砂などの干潟再生事業の効果を検討することを目的とする。また、周防灘を500mメッシュに区切った各メッシュの中央海底に配置した粒子を、アサリ浮遊幼生に見立て、その1週間の移動をM2潮無風条件の潮流シミュレーションにより追跡する。保護放流実験から、耕耘や竹柵にはアサリの生息環境を良くし、生残率を向上させる効果があることが判明した。また、覆砂にも若干の効果が確認された。周防灘の潮流シミュレーションの結果から、山口湾のアサリ浮遊幼生が周防灘から供給されるのではなく、山口湾が周防灘への浮遊幼生の供給源となっていることが示唆された。

Key Words : short-neck clam, survival ratio, Tidal flat restoration, current simulation

1. 研究背景および目的

樫野川河口域から阿知須、岩屋にかけての山口湾は、西瀬戸内地域有数の広大な干潟が広がり、日本の重要湿地500に選定されるなど、全国的にも非常に重要な干潟環境である。しかし、アサリ漁獲量は激減している。また、それに反比例するようなカキ殻の堆積をはじめとした生態系の改変が発生しており、自然再生協議会などによる干潟再生事業が展開されようとしている。

筆者らは昨年度、アサリ成貝の保護放流実験により、山口湾におけるアサリの生息阻害要因を検討し、山口湾ではナルトビエイの食害が大きい地点が存在すること、食害がない場合、アサリの成育に最も適しているのは中潟の細泥化が進んでいない区域である等の結果を得た。また潮流シミュレーションにより山口湾内でのアサリ浮遊幼生の移動を計算し、中潟には樫野川から山口湾東部にかけての広い範囲の粒子が集中しやすいこと、新地潟のアサリに寄与する産卵地は中潟中西部、南潟に寄与するのは南潟そのものと推定された¹⁾。

本研究では、干潟再生事業の耕耘、竹柵の効果と覆砂による底質改善効果を検討することを目的に、アサリの保護放流実験を実施した。また、周防灘の潮流シミュレーションにより、山口湾外での母貝団地造成適地の選定

を目的に、湾外からのアサリ浮遊幼生の供給状態の推定を試みた。

2. アサリ保護放流実験

(1) 実験目的

本実験では、ナルトビエイやツメタガイ、アカニシなどの食害生物から保護された区画と保護されていない区画を近接して現地に設置し、それぞれのアサリの生残率を比較することで、食害の有無とその程度を確認する。また同様の調査を異なる地点で実施し、保護された区画のアサリの生残率や肥満度を比較することで、水質や栄養状態がアサリに影響を与えているかどうかを考察する。

(2) 保護放流実施地点

保護放流実験は図-1に示す山口湾南潟の①上、②耕耘、③竹柵、④中、⑤下、⑥覆砂の6地点で実験を行った。南潟はかつてアサリが生息しており、母貝団地の形成場所の候補になっている。①上・②中・③下は地盤高の検討、②耕耘・③竹柵は干潟再生事業の効果の検討、⑥覆砂は覆砂による底質改善効果の検討のために選定し

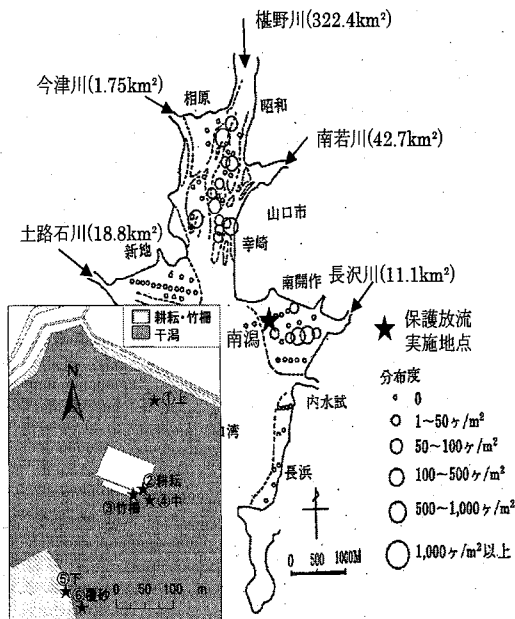


図-1 保護放流実施地点
(実線：海岸線，点線：干潟前縁面)

表-1 主要分潮

	振幅(cm)	遅角(°)	振動数
M2	105.00	255.70	12時間25分
S2	45.20	285.60	12時間
K1	29.40	208.90	23時間56分
O1	22.20	187.30	25時間49分

表-2 調査地点データ

	地盤高(D.L.)(cm)	冠水率	泥分率(%)	
			A	B
①上	200	0.5	6.6	6.6
②耕耘			4.3	4.6
③中	165	0.6	5.4	5.6
④竹柵			7.5	7.9
⑤下	90	0.9	21.5	24.0
⑥覆砂			19.6	22.1

A: 沿岸環境調査マニュアルより(泥分: 63μm以下)

B: 土木用語辞典より(泥分: 75μm以下)

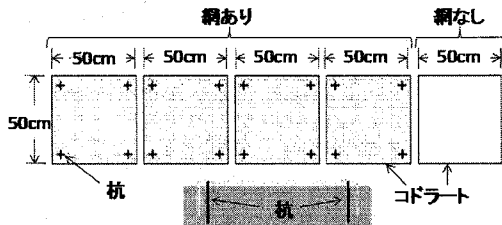


図-2 コドラートの設置方法

た。耕耘はうねを汀線に沿って平行に30m×50m耕耘し、竹柵は割り竹を0.5m間隔で25m×25m設置した所である。

覆砂範囲は縦1m・横3.5m・深さ0.1mの0.35m³とした。現地を水準測量し求めたDL、式(1)からもとめた冠水率(水中に没している時間の割合)、湿式ふるい分けにより求めた泥分率を表-2に示す。泥分率は幸崎、南潟が生息下限付近、冠水率は自然公園の値が他と比べて低くなっている。

$$\eta(t) = \sum_{i=1}^n \eta_i \cos(\sigma_i - K_i) \quad (1)$$

(η : 振幅, K : 遅角, σ : 振動数)

(3) 実験方法

実験は平成18年6月初旬から10月初旬に行った。6月12日に図-2に示すように1地点につき50cm四方のコドラートを5カ所設置し、それぞれ3cm程度のアサリ成貝を50個体、1cm程度のアサリ稚貝を50個体の合計100個体を散布した後、4カ所については9mm目合い50cm四方の網で保護・養成した。またアサリの生息深度である干潟表面から深さ約5cmに温度ロガー(HOBO社Tidbit)を埋設し、実験全期間に渡って10分毎の温度を記録した。1ヶ月おきに網を設置してあるコドラートのうちの1ヶ所からアサリを回収し、生残率を算出した後、生残した個体から無作為に10個体取り出し殻長・殻高・殻幅・体重・軟体部湿重量・成熟度を測定した。測定結果を用いて式(2)より肥満度を求めた。また、網を設置していないコドラートは生残個体数を計数後、元に戻した。個体数が減少していた場合には、網を設置したコドラートの回収個体を用いて補充した。

肥満度=軟体部湿重量/(殻長×殻幅×殻高)×10⁵…(2)

(軟体部湿重量: g, 殻長・殻幅・殻高: mm)

(4) 結果と考察

網を設置したコドラートの生残率を図-3に示す。この時の生残率は生残数/放流数で求めた。成貝については、泥分の多い⑤下とそれに近接する⑥覆砂が月を追うごとに単調に減少し、その他と比べて低い生残率となった。②耕耘、③竹柵は、対照である④中と同程度の生残率で推移し、最終的には②耕耘、③竹柵が④中よりわずかに高い生残率を示した。稚貝においてはこの傾向はさらに顕著になり、④中の生残率が10月にはほぼゼロになったのに対し、③竹柵、②耕耘はそれぞれ0.6前後の生残率となった。また、⑤下と⑥覆砂は成貝同様早期にゼロに近い生残率となったが、7月に限って見れば、⑥覆砂の生残率が0.7程度であるのに対し、⑤下はほぼゼロとなり、大きな差が生じた。以上の結果から、耕耘、竹柵、覆砂は特に稚貝の生残率を向上させる効果があるが、今回のような小規模の覆砂では、覆砂の効果は1カ月程

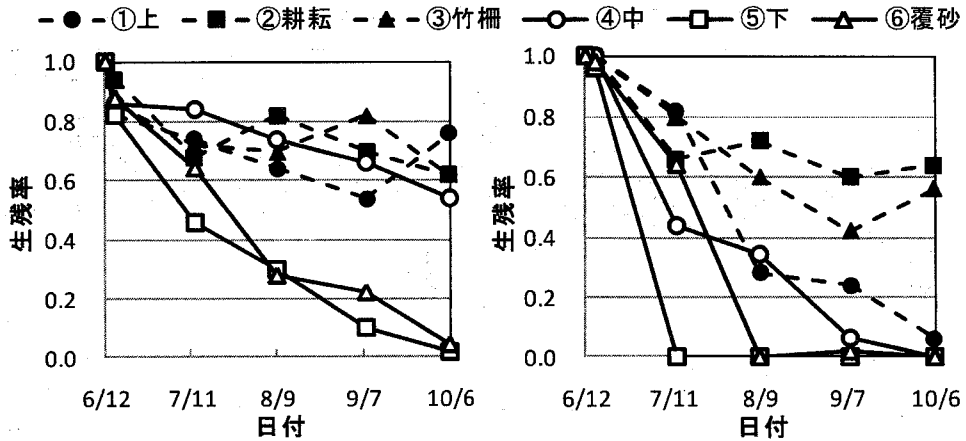


図-3 ネットを設置したコドラート(左:成貝, 右:稚貝)

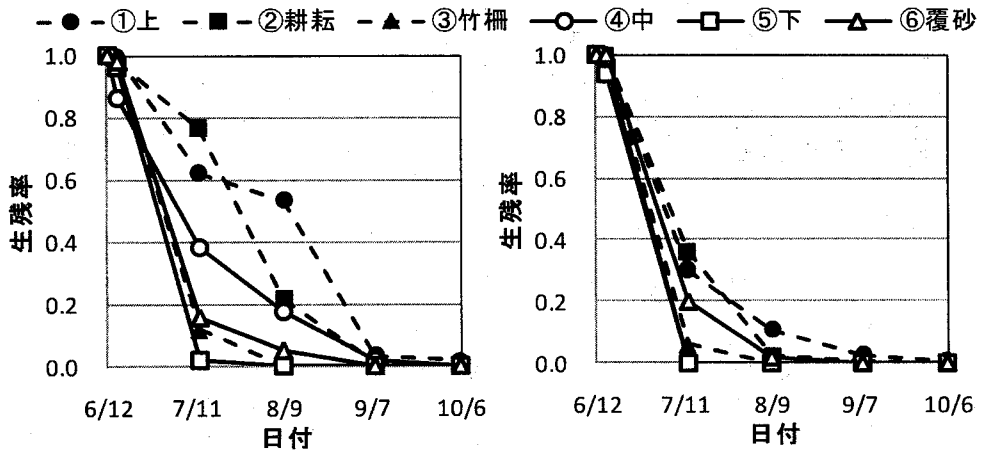


図-4 ネットを設置しなかったコドラート(左:成貝, 右:稚貝)

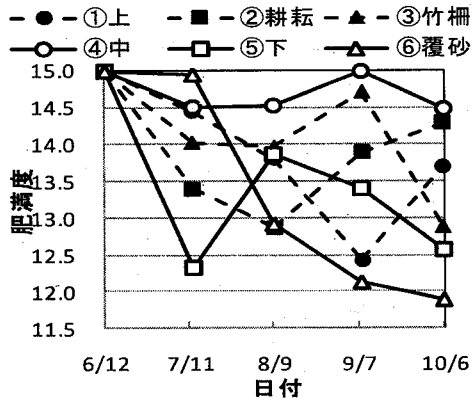


図-5 アサリの肥満度

度しか持続しないと推察される。また、冠水時間が長く摂餌に有利であると考えられる⑥覆砂でも、より冠水時間の短い個所における②耕耘や③竹柵と比べて7月の生残率からはさほど有利とは言えないことが判明した。

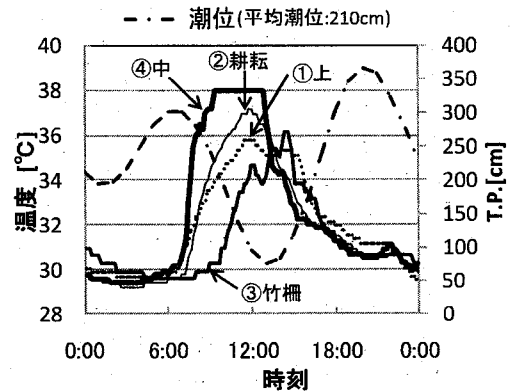


図-6 干潟の温度(8/7)

ネットを設置しなかったコドラートの生残率を図-4に示す。生残率は図-4と同様に生残数/放流数で求めた。成貝・稚貝ともに、9月以降どの地点も生残率はほぼ0%になった。竹柵事業はナルトビエイの侵入予防対策である

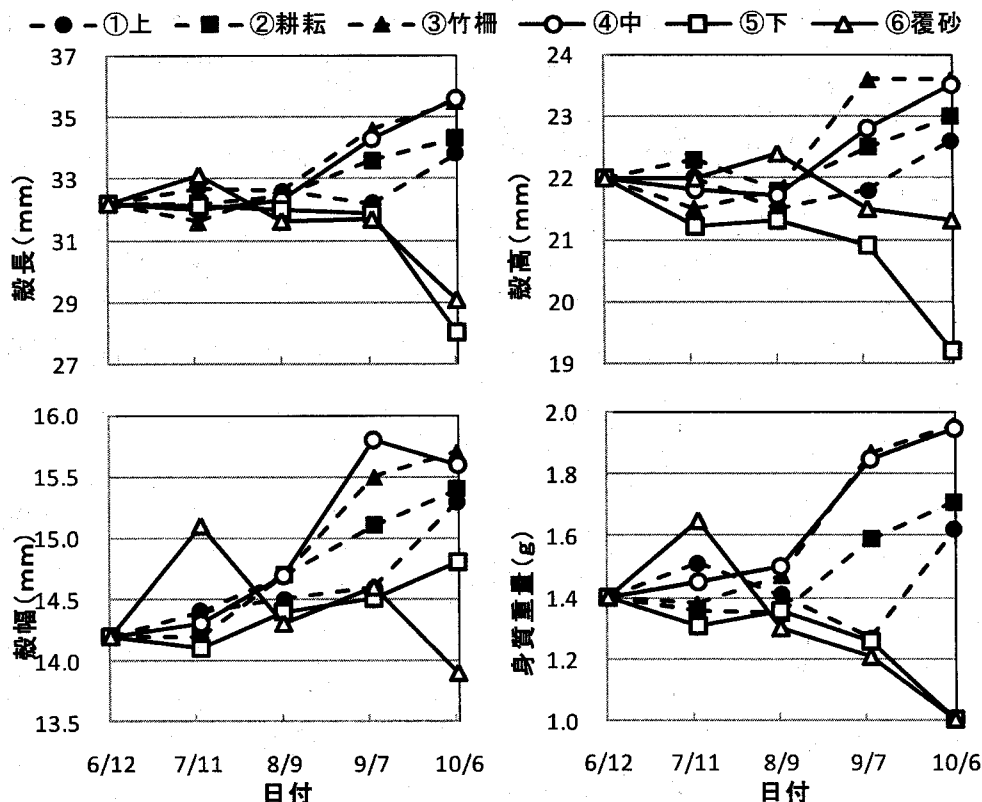


図 - 7 アサリの各種サイズ

が、今回の実験では③竹柵ではナルトビエイの食害の可能性を示す蝶つがいが付いたままの割れた貝殻がほとんど見つからないだけではなく、死亡した貝殻自体をあまり発見できなかった。このことから、ナルトビエイ以外の生物による食害のほか、底質の攪乱による流失なども存在していることが推察され、今回の調査地点ではアサリの生残のためには網を掛ける必要があることが判明した。

また、網を設置した場合でも、生残率が良好な地点で0.6程度、悪い地点はほぼゼロという事から、水質・水温不適合や餌量不足など、食害以外のアサリ生息阻害要因の存在が示唆される。

冠水率の高い⑤下・⑥覆砂が他の地点よりも多く栄養を摂取できるため成長が良いと予想されたが、図-7に示すアサリの殻長、殻高、殻幅、身重量の計測結果より、予想と異なり①上・②耕耘・③竹柵・④中で成長が見られた。⑤下・⑥覆砂は泥分率が高く生息に不利であることのほか、周辺でアナジャコの巣穴が400個/m²程度見られたことから、餌料の競合によりアサリの摂取できる栄養塩の量が減少した可能性もある。アナジャコの影響についてはさらに検討が必要である。

肥満度についても地点間で差が生じ、生残率が高い地点の方が肥満度も高くなっていた。生残率の高い地点は

成長にも有利であることがわかる。また、アサリの生産の多い他地域の夏期の肥満度は、大分県で8~14⁹⁾、盤洲干潟で9~19¹⁰⁾、釧路で12~19²⁾などであり、肥満度から見る限り、山口湾が他地域と比較して栄養分の条件が大きく劣っているという証拠は見られない。

干潟の温度が測定期間中最高温度が記録された8月7日の温度変化を冠水率の低い①上・②耕耘・③竹柵・④中について図-6に示す。今回の調査地点では35℃以上となったのは①上:5時間、②耕耘:4.5時間、③竹柵1.5時間、④中:5.5時間であった。殻長0.9~2.3mmの稚貝は35~36℃では15~20時間で全滅するが33~34℃では72時間後でもへい死するものはいない⁶⁾と言われている。このことから、稚貝は成貝と比べて干潟表面に近いところに生息しているので温度上昇の影響を受けやすいと考えられ、①上・④中では温度上昇によるへい死があったと考えられる。また、②耕耘・③竹柵では④中ほどの温度上昇は見られず、図-3に示す生残率も低下しなかった。このことから、耕耘・竹柵には干潟表面の温度上昇を抑制する効果があると考えられる。なお、図-6に見られる各地点の温度変化の時間のずれの理由はわかっていない。より詳細な調査を通じて検討を加える予定である。

3. 周防灘の潮流シミュレーションによるアサリ幼生供給源の推定

(1) 解析目的

山口湾の各干潟にどこから浮遊幼生が供給されるかわかれば、その地点に食害を防ぎつつ母貝を生息させることでアサリ再生を図ることができる可能性がある。アサリは放卵された後、浮遊幼生としてプランクトン生活し、約2週間後、干潟上に着底する。従って、山口湾上にある水塊が2週間前にどこにあったかを知ることが本解析の目的となる。

(2) 解析方法

既報¹¹⁾の山口湾のアマモ生息環境の解析で用いたODEM(Osaka Daigaku Estuary Model)による山口湾潮流モデルを基に、周防灘(58000m×55500m)を500mメッシュで116×110メッシュ・鉛直方向は10層に区切り、粒子追跡法で各メッシュ・各層の中央に配置した粒子群の位置を、M2潮平水時無風条件で1週間にわたって追跡し、1週間後に各干潟上に存在した粒子の初期位置を探索した。下関側開境界の潮位振幅は1.08m、遅角は259.2度、安芸灘側開境界の潮位振幅は0.91m、遅角は255.8度とした。なお、計算時のハードウェアの制約から計算期間が1週間となっている。また、初期条件として干潟以外の水面にも粒子を配置したのは、干潟面以外にも浮遊幼生のソースがあり得るとの判断からである。

(3) 計算結果と考察

沿岸アサリ漁場である下関・山口湾・大海湾海底に配置された粒子の移動結果を図-9、過去に潜水漁業が行われていた下関沖・小野田沖・宇部沖海底に配置された粒子の移動結果を図-10に示す。図-9より、山口湾、大海湾海底の粒子は湾内にとどまるものもある一方、一部は広く拡散し、対岸の大分まで到達する。一方、下関の粒子はあまり拡散しない。図-10の沖合漁場については、3か所とも広く周防灘に拡散した。一方、図には示していないが、山口湾に流入する粒子は東側に隣接する大海湾のごく一部からのものに限られることが判明した。以上より、山口湾、大海湾のアサリはもっぱら湾内で発生する浮遊幼生により維持される一方、沖合のアサリ漁場とともに周防灘への浮遊幼生の供給源となっていること、下関の沿岸干潟はアサリに関して独立性が強いことなどが示唆された。山口湾のアサリ再生を図るには、山口湾内に母貝を維持する必要があると考えられる。

なお、本潮流シミュレーションでは、干潟を対象とした研究でありながら干潟面の干出は計算できていない。

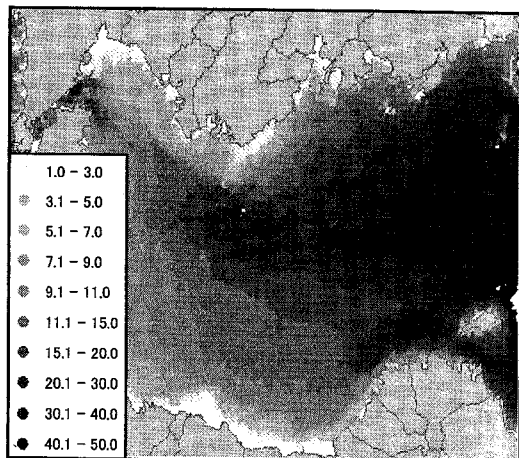


図-8 周防灘の水深(m)

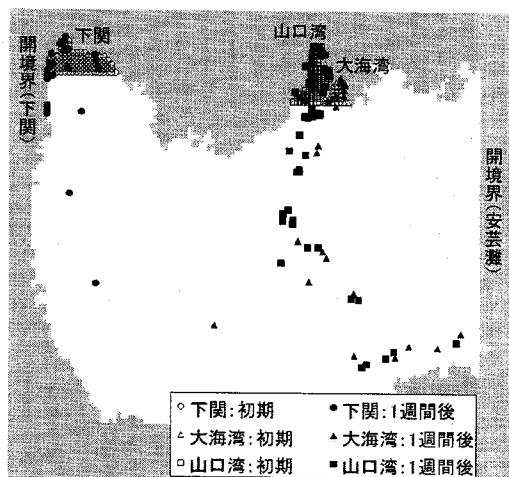


図-9 下関、山口湾、大海湾からの粒子移動

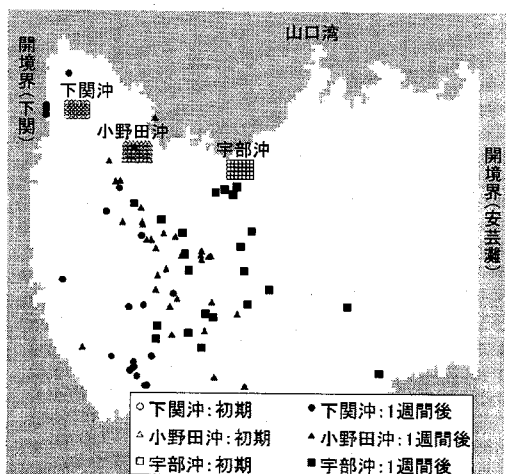


図-10 潜水漁場からの粒子移動

最干潮時にも0.5m程度の水深が保たれるように地形データが作成されている。また、M2潮しか扱っていない、風を考慮していない、1週間分しか計算していないなど、多くの簡略化がなされている。このため、現時点では周防灘への粒子の拡散状況の再現性を詳しく論じることにはあまり意味はない。しかし、山口湾が粒子のソースになりやすいかシンクになりやすいか、といった傾向を把握することは可能であると考え。

4. 結論

保護放流実験より、山口湾南潟のアサリ稚貝の生残率向上に対して耕耘や竹簾、覆砂が有効であること、また今回の実験のような小規模の覆砂では効果が1か月程度しか持続せず、冠水時間の長さもアサリの成長にさほど有利に働かないことが判明した。また、山口湾南潟では食害や流失防止のために網による保護が必要であることも明らかとなった。

周防灘の潮流シミュレーションの結果より、山口湾のアサリ幼生が周防灘から供給されるのではなく、山口湾が周防灘への浮遊幼生の供給源となっている可能性が示唆された。このことから、山口湾の母貝アサリが増えれば周防灘のアサリが増えることに繋がると想像され、山口湾のアサリ資源の回復が重要であることが改めて示された。

謝辞：本論文をまとめるに際して、現地調査で多大なご協力をいただいた山口県環境生活部の山野元氏、山口県水産研究センターの多賀茂氏および松野進氏、また資料を提供いただいた（株）東京久栄の高月邦夫氏に心から

感謝申し上げます。

参考文献

- 1) 尾添紗由美：山口湾のアサリ生息阻害要因の検討、環境工学研究論文集, Vol.43,465-471,2006
- 2) 中山威尉：アサリの生息密度が成長に及ぼす影響、中央水産試験場 水産工学室 試験研究は今, No.558
- 3) 岡部勝一：山口湾におけるアマモ生息可能域の探索、山口大学卒業論文, 2004
- 4) 日本水産資源保護協会：水生生物生態資料, 1981
- 5) 井上泰：山口・大海湾におけるアサリの生態と環境について、水産土木, Vol.16(2),p.29-35,1980
- 6) 日本水産資源保護協会：水産生物の生活史と生態, 1985
- 7) 山口県環境生活部：平成15年度樺野川河口干潟再生推進計画調査 報告書, 2005
- 8) 浜口昌巳・薄浩則・石岡宏子：アサリ漁場内の各種生物の相互作用、水産工学, Vol.33,p.201-211
- 9) 岩男昂（大分県海洋水産研セ）：アサリ漁場の環境特性、大分県海洋水産研究センター調査研究報告, No.4,p.57-63,2003
- 10) 西沢正（ケー・シー・エス）、柿野純（千葉県水試）、中田喜三郎（資源環境技総研）、田口浩一（コンピューター・テクノロジー・インテグレイタ）：東京湾盤洲干潟におけるアサリの成長と減耗、水産工学, Vol.29,No.1,p.61-68,1992
- 11) 岡部勝一：山口湾におけるアマモ分布可能域の探索、環境工学研究論文集, p.359-365,2004

(2007.5.25受付)

Study on effect of tidal flat restoration works for short neck clam (*Ruditapes philippinarum*)

Sayumi OZOE¹, Masahiko SEKINE¹, Akihiko HUIJI¹, Jyunko HAGIHARA¹
Tuyosi IMAI¹ and Takaya HIGUCHI¹

¹Graduate school of Science and Engineering, Yamaguchi University

The purpose of this research is to estimate the effect of several tidal flat restoration works on improving survival ratio of short neck clam in Yamaguchi bay. By releasing short neck clam with/without protection by net, we test three types of restoration works: 1) turning over the soil, 2) planting bamboo poles, and 3) replacing mud with sand. As a result, survival ratio of juvenile clam is improved by turning over the soil and planting bamboo poles. Replacing mud with sand in the small scale of this experiment shows improvement only during one month. Current simulation reveals that Yamaguchi bay is a source of the clam larva to Suo-nada, rather than receiving larva from outside the bay.