

# アサリのすむ人工干潟をめざして ～大島人工干潟の維持管理手法の検討～

田中 順<sup>1</sup>・安部 賢<sup>2</sup>・菅 高德<sup>3</sup>・小林 健二<sup>4</sup>

<sup>1</sup>中国地方整備局 宇部港湾事務所 工務課（〒755-0001宇部市大字沖宇部字沖の山5254-16）

<sup>2</sup>中国地方整備局 宇部港湾事務所（〒755-0001 宇部市大字沖宇部字沖の山5254-16）

<sup>3</sup>中国地方整備局 宇部港湾事務所 企画調整課（〒755-0001 宇部市大字沖宇部字沖の山5254-16）

<sup>4</sup>中国地方整備局 宇部港湾事務所 工務課（〒755-0001 宇部市大字沖宇部字沖の山5254-16）

徳山下松港の大島人工干潟は、浚渫土の処分先として整備が進められているが、漁業関係者や住民等は、周防灘沿岸域の人工干潟では初となるアサリ場として期待を寄せており、その成否は今後の浚渫事業の推進にも影響すると考えられる。本検討は、大島人工干潟に適したアサリ場を創造し、かつ地元関係者による自助的な維持管理方策を得ることを目標に、アサリの育成・維持管理方策の検討を行うものであり、ここでは、アサリの食害対策及び浮遊幼生の着底促進策について、既往の文献等をふまえた検討結果や、その効果を検証するための現地試験状況について中間報告するものである。

キーワード 人工干潟, アサリ生育場, ナルトビエイ, クダイ, 食害対策, 浮遊幼生, 着底促進策

## 1. はじめに

これまで、国土交通省や水産庁は環境修復を目指す取り組みとして人工干潟等の浅場造成を行ってきており、中国地方整備局においては平成17年2月に水産庁漁港漁場整備部と協同で「瀬戸内海環境修復計画」を策定し、平成17年以後20年間において、概ね昭和50年代以降に失われた干潟・アマモ場の約6割の面積（約600ha）を修復することを目標としている。また、山口県では平成18年3月に「山口県瀬戸内海アサリ資源回復計画（以下、山口県アサリ回復計画）」を策定し、様々な漁獲制限やアサリの種苗放流等により、平成23年のアサリ漁獲量を100tにすることを目標としている。

宇部港湾事務所では、上記の背景をふまえつつ、徳山下松港の航路・泊地整備事業で発生した浚渫土を処分するため、平成17年度より山口県周南市大島地区において人工干潟の整備を開始し、平成19年度から浚渫土の投入を行っている。人工干潟の整備に際しては、地元からアサリの生育場として機能するものであることが強く求められていることから、工事着手にあたっては、学識経験者や地域の行政関係者、漁業者等で構成した委員会により設計から施工、維持管理の考え方等について検討した「徳山下松港大島地区干潟整備マニュアル」を策定し、本マニュアルに従って整備を進めてきたところである。

しかしながら、近年、周防灘沿岸でアサリ漁獲量が激減し、その要因として浮遊幼生の少なさやナルトビエイ等の食害等が指摘されている中で、地元関係者は、大島人工干潟を引き受けるにあたり、同干潟をアサリの生育

場として、どのように機能させ、利用・維持管理していけばよいのか具体的に提案するよう要望している。

このため、平成20年度より、学識経験者や地元漁業関係者等により構成した「大島干潟維持管理手法検討委員会」を立ち上げ、大島人工干潟に適したアサリ場の創造・維持管理方策について検討を開始したところである。

本報告では、最適な方法を得るための事前検討として、既往知見や当該環境条件の整理、これをふまえた対応案の選定結果と効果を検証するためのモニタリング手法及び状況について中間報告を行うものである。

## 2. 周防灘沿岸域における課題

### (1) 近年のアサリ漁獲状況

農林水産統計年報より、山口県瀬戸内沿岸のアサリ漁獲量の推移を図-1に示す。漁獲の推移は、昭和50年代には4,000～7,000 t（昭和58年に8,558 tのピーク）であったが、平成に入って急激に減少し、平成8～11年に若干回復したものの、その後減少して、平成16年には2tと壊滅状態になった。なお、沖合域のアサリは昭和56～63年には2,000～4,000 t、平成8～12年に1,000～2,000 tが漁獲されたが、平成15年以降は操業を自粛している。

漁獲減少の要因は「山口県アサリ回復計画」によると、『アサリの餌料と考えられる植物プランクトンの増殖を支える栄養塩類が、過去30年間で半分以下に減少したこと、海水温上昇に伴うナルトビエイ等の南方系の食害生物の増加等、環境の変化も大きいと考えられる。』とされている。全国のアサリの漁獲量も同様な傾向にあり、

減少の原因は多様であるものの、減少のトレンドが平成に入ってから底になっている。時系列的には乱獲等による減少が先に発生し、近年出現したナルトビエイ等の食害が追い討ちをかけたと考えられる。

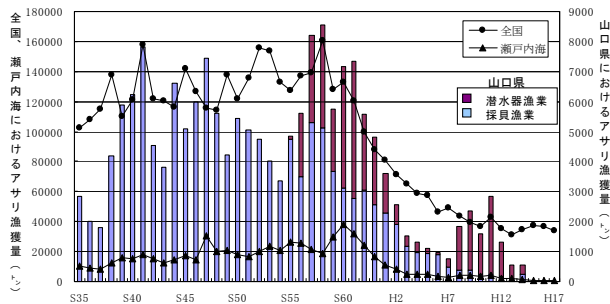


図-1 アサリ漁獲量の推移  
(全国・瀬戸内海・山口県)

### (2) アサリ漁獲減少の主な要因

アサリの減少した主な要因は、平成16年に発表された「国産アサリの復活に向けての提言（アサリ資源全国協議会提言検討委員会）」によれば、①埋立等を原因とした生息地の減少・漁場環境の悪化、②不十分な資源管理、③再生産機構の崩壊の3つが挙げられているが、大島人工干潟においては①における生息地の減少・漁場環境の悪化を意識し、人工干潟の整備による環境修復を推進しつつ、③再生産機構の崩壊について着目した維持管理手法の検討を行っていくものとし、今後、維持管理手法検討の熟度に併せて②の資源管理に係る検討を実施していくこととしている。

### (3) 主なアサリ食害種、競合種について

一般的なアサリの食害生物は、ナルトビエイ、ツメタガイ、キセワタガイ、ヒトデ、カニ類、鳥類等が挙げられ、競合種としてはホトトギス貝等の二枚貝等がある。

大島地区においては、地元漁業者や水産行政関係者等により、近年、食害種としてナルトビエイの目撃例やクロダイの食害が報告されている他、大島人工干潟の整備と併せて実施している環境調査により、ヌノメイトマキヒトデ、イソガニ等が確認されており、競合種としては、ホトトギスガイ等の二枚貝のほか多毛類が確認されており、これは一般的なアサリ食害・競合生物の傾向と一致している。

### (4) 山口県で行われている対策

山口県では資源回復を図るため、禁漁期間・禁漁区域の新たな設定による産卵母貝の保護、小型貝の保護のための殻長制限の拡大等による漁獲努力量削減措置を実施するとともに、稚貝・種苗放流による資源の積極的な培養や被覆網や竹格子の設置による漁場環境の保全措置、試験的な耕耘による生育環境維持の検討等を行っている。

ナルトビエイ（図-2）については「山口県アサリ回復計画」においても主な食害生物と位置付けているため、

山陽小野田市では平成15年より毎年、県や地元漁業者が中心となり船舶を使用した刺し網漁具等によるナルトビエイの駆除（図-3）を実施しており、1,500匹/年程度の駆除実績があるが、ナルトビエイの回遊経路や出現総数の程度等はまだ解明されていない。最大級のものは体長・体幅が1mを超え、体重は40kgに達し、1日に体重の10%程度の食餌をするといわれている。



図-2 ナルトビエイ



図-3 ナルトビエイ駆除に関する新聞記事  
(山口新聞 平成21年5月22日掲載)

## 3. アサリの生態

### (1) アサリのライフサイクル

アサリのライフサイクルは図-4に示すように、大きく3つのステージに分かれ、各々に応じた維持管理手法の検討が重要であると考えられる。一般的に、アサリの産卵期は春、秋の2回だが、ここでは最終的に漁獲に繋がり易いとされる秋産卵をモデルとしている。

- 【浮遊期】：浮遊幼生が海域を浮遊している2～3週間  
(秋季, 9～11月頃, 殻長200 $\mu$ m程度)
- 【着底期】：浮遊幼生が干潟に着底し初期成長する期間  
(冬季, 11～2月頃, 殻長1mm未満程度)
- 【成育期】：着底稚貝が成貝(母貝)に成長する期間  
(春・夏季, 2～9月以降, 殻長1～45mm程度, 着底以後約4～5年で殻長45mm程度に成長)

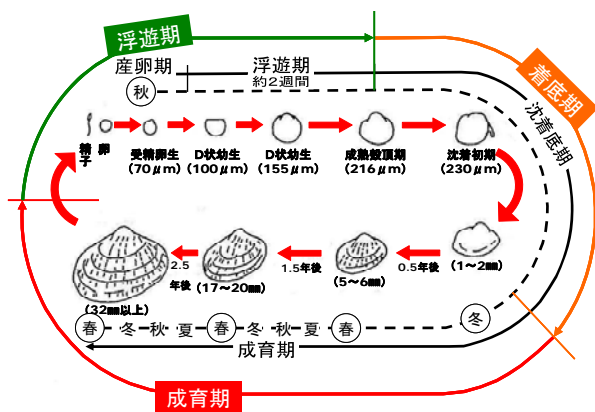


図-4 アサリのライフサイクル

## (2) 大島地区におけるアサリの生育環境

本検討に先立ち、大島地区において実施してきたアサリの生息環境に係る調査結果を整理した。調査測線及び調査地点を図-5に示す。なお当干潟では、例年11月に、周南市によりアサリの種苗放流が行われている。放流殻長は約20mm、放流量は1.5t(平成20年度実績)である。

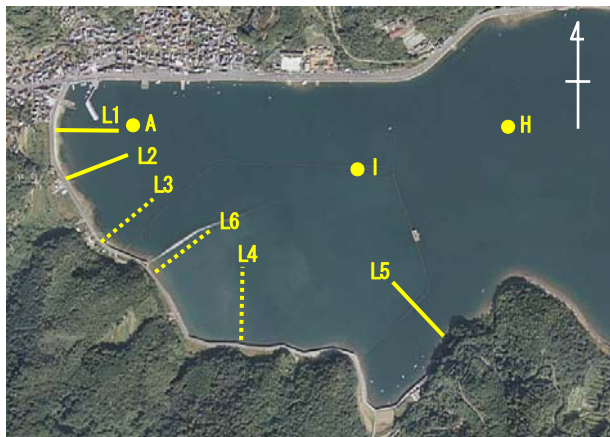


図-5 アサリ生息環境に係る調査測線・地点

図-6に平成16年8月～平成17年5月に実施した成育期アサリ(殻長1~45mm)の生息深度分布の四季平均値を示す。大島湾内の沿岸域にL1~L6の6測線を設け、各測線の地盤高D.L.+1.5m~4.0mの水深帯においてアサリの生息密度(50×50cmあたりの個体数)を調査したもので、主な生息範囲は、D.L.+1.5m~-0.5mの水深帯に集中しており、このことは他海域の事例における生息範囲とも一致している。

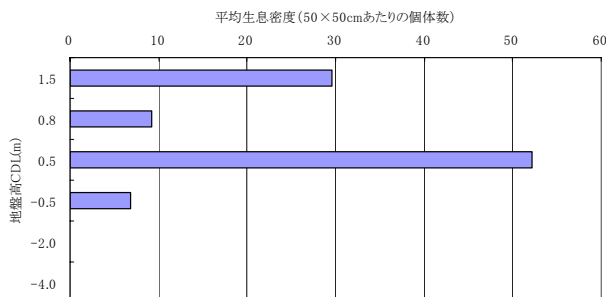


図-6 成育期アサリの生息深度分布  
(平成16年8月～平成17年5月)

図-7に、平成16年4月～平成16年8月に実施した浮遊幼生(殻長100~230μm)密度の調査結果を示す。大島湾内の沿岸域に設けたL1~L6の6測線及び沖合のI、Hの2地点を設け、各測線・各地点の浮遊幼生密度を調査したもので、測線L3において最大96個/m<sup>3</sup>が確認されている。同じ周防灘の大分県沿岸域では、ピーク時に10<sup>2</sup>~10<sup>3</sup>個/m<sup>3</sup>、特に中津干潟周辺においては10<sup>3</sup>~10<sup>4</sup>個/m<sup>3</sup>が確認されており、東京湾では10<sup>3</sup>個/m<sup>3</sup>が確認されていることから、大島地区での浮遊幼生密度は、これらの海域と比較して1/10~1/100程度少なく、今後の検討にあたっては浮遊幼生密度を高め、干潟への着底量を増し、生残を高めることが着底稚貝の増大につながると考えられる。

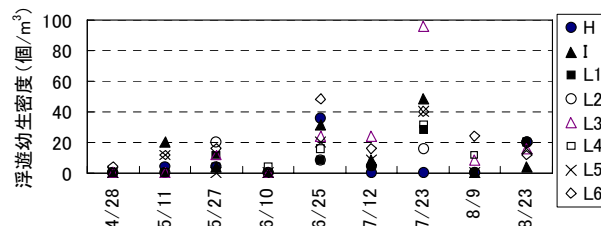


図-7 着底期アサリの浮遊幼生密度  
(平成16年4月～平成16年8月)

図-8に、平成19年4月～平成20年1月に実施した水中のクロロフィル濃度の調査結果を示す。大島湾内の沿岸域に設けたA地点(水深-8.0m)のクロロフィル濃度を調査したもので、一般的にアサリの生残・成長に影響を及ぼす下限値とされる3μg/lを概ね上回っており、平均で4.6μg/lであった。餌料環境に恵まれアサリ漁獲も多い三河湾、有明湾のクロロフィル濃度はそれぞれ、8.3μg/l、9.7μg/lであるため、大島地区の餌料環境は他の海域と比較して少ない傾向にあることが判った。

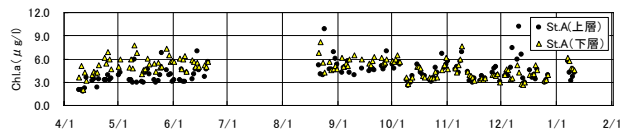


図-8 水中のクロロフィル濃度  
(平成19年4月～平成20年1月)

## 4. 大島人工干潟の現状と維持管理手法の検討対象範囲

大島人工干潟整備事業は、当該海域への環境影響に配慮する観点からI期及びII期工事に分けて計画されており、I期工事は平成20年度に浚渫土砂投入及び覆砂工事(D.L.-2.0mまで)を終了しており、今後、浚渫土及び覆砂材の追加投入する予定である。本検討の対象範囲は、第I期整備区の総面積約17.8haのうち、アサリの生息域と考えられるDL+1.5~-0.5mまでの7.6haとした。図-9に検討対象範囲を示す。

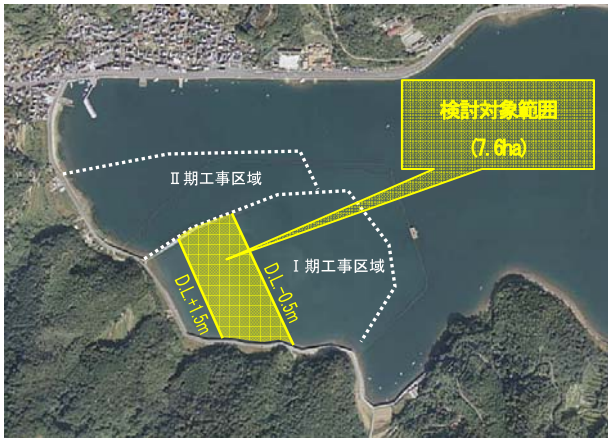


図-9 検討対象範囲

## 5. アサリ再生産の検討

### (1) 数値シミュレーションによる検討

アサリ再生産するための最低条件として、浮遊期の後半（着底前）に浮遊幼生が干潟の周辺に存在していることが必要である。一般的に、産卵後の浮遊幼生は約2週間の浮遊期間を経て着底することから、大島人工干潟で産卵された浮遊幼生が大島湾及び笠戸湾の流れに乗って、どのような挙動をするのか、数値シミュレーションモデルを用いて、大島人工干潟におけるアサリ再生産の可能性について検討を行った。

### (2) 浮遊幼生の流動

図-10に示すように、大島湾は、大島半島と笠戸島に囲まれた閉鎖性内湾である笠戸湾のほぼ最西端に位置しており、既往調査により、笠戸湾では潮汐残差流による反時計回りの環流が生じていることが判っている。一方、図-11に示すように大島湾口部においては、笠戸湾の反時計回りの環流に起因した時計回りの環流が生じている。この流れにより、大島人工干潟で発生した浮遊幼生の殆どが、浮遊期間と想定した15日間では、笠戸湾に流出することなく大島湾内に留まることが明らかとなった。このことから、大島人工干潟において、産卵可能なアサリ成貝が十分に生息できれば、再生産の可能性に期待できるものと考えられる。

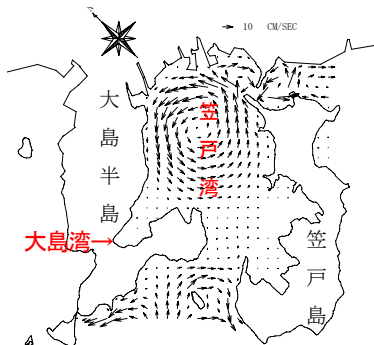


図-10 笠戸湾の1周期平均流速ベクトル (大潮期)

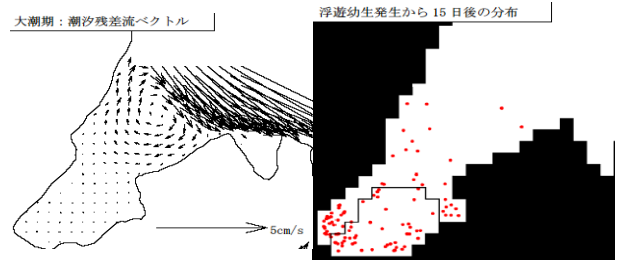


図-11 大島湾の潮汐残差流ベクトル及び発生15日後の浮遊幼生（赤点）の分布

## 6. アサリの食害対策

### (1) 食害対策の選定

アサリは様々な生物に捕食されるが、食害生物の種類と出現状況は年々変化し、場所、季節によっても異なるため、近隣の被害状況や対策効果について情報を取り入れながら柔軟な対応が必要である。表-1に食害・競合生物の防止策の事例を示す。

食害生物	手法	概要及び特徴	問題点	実施海域
タマガイ (ツメタガイ)	駆除 (卵塊の一斉駆除)	小潮の干潮時に干出する部分より強い水場に生息。卵塊駆除は、ツメタガイは6～8月未まで、サキプロタマガイは9～11月間までの大潮の干潮時に一斉駆除を行えば非常に効率的な駆除が可能である。	・多くの人手が必要	・熊本県白川干潟
ナルトビエイ	被覆網 (食害防止ネット) 侵入防止ネット 乱立した棒の設置 竹柵 電気刺激	二枚貝を捕食するエイは、アカエイとナルトビエイである。アカエイの食性は多様であるが、ナルトビエイはもっぱら二枚貝に特化している。	・捕獲したエイの処理 ・駆除の器材のコストが高い	・熊本県白川干潟 ・山口県小野田
キセワタガイ	駆除 (卵塊の一斉駆除、柵網) 防除網	キセワタガイは、アサリ稚貝を大量に捕食する代表種である。卵塊は多い。柵網の砂越しチェーンの太さと駆除効率には関係があり、実験では直径11mmのチェーンが良いと結果を示した。	・多くの人手が必要	
鳥類	防除ネット	二枚貝を捕食する鳥類は、潜水力も弱く、被害は潮の溜りとの関係が強く、地域と季節によって大きく異なっている。	-	-
カニ類 ヒトデ クロダイ 多毛類	食害防止の事例はない	-	-	-

※赤字は本検討で採用

表-1 食害・競合生物の防止策の事例

食害防止策は食害生物毎に様々な手法が存在するが、山口県山口湾榎野川干潟の南潟において、榎野川河口域・干潟自然再生協議会が平成19年度に実施したモニタリングの成果 (同協議会ニュースレターNo.4) では、食害対策として被覆網 (#9mm) を設置した試験区では、被覆網の無い試験区と比較して大幅にアサリの個体数が多く、食害防止等の効果が顕著に確認されている。(図-12参照) また「山口県アサリ回復計画」で被覆網の効果が示されており、学識経験者からの指導や漁業者の証言、施工性や経済性を勘案しつつ、本検討における食害対策はナルトビエイ等にも有効とされる、被覆網 (#9mm) の設置を採用することとした。

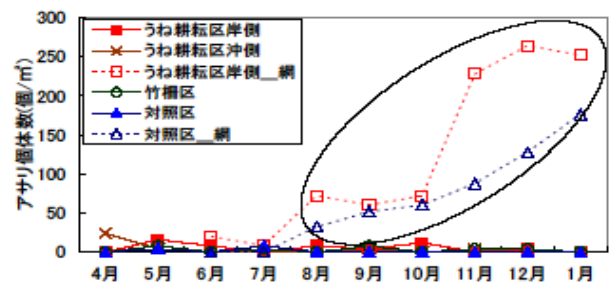


図-12 殻長20mm以上のアサリの月別個体数の変化

(2) 被覆網について

被覆網については、実際に維持管理を実施する漁業者等の利用や流通性を考慮し、市販の防鳥網を意識しており、今回の現地試験においては10×10mサイズを採用した。目合については山口県で実績のあった9mmとし、材質は藻類等が付着し難いナイロン製とした。設置は、鉄筋棒を加工したアンカーを、網の端部に約2m間隔で刺し込んで固定している。設置状況を図-13に示す。

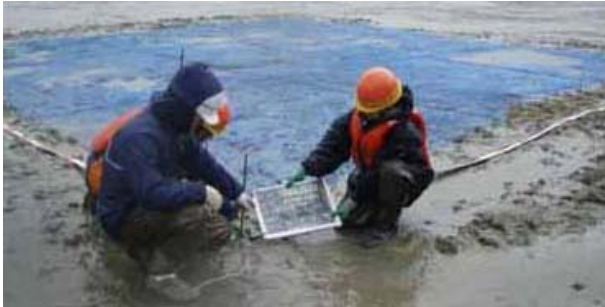


図-13 被覆網の設置状況

7. 浮遊幼生の着底促進策

(1) 着底促進策の選定

表-2 に示すとおり、アサリの着底促進策についても様々な手法が存在するが、本検討においては、施工性、経済性を勘案しつつ、他の海域での既往知見(図-14)により、礫分(砕石)にアサリ稚貝が集積し易い傾向に着目し、砕石等の散布を採用することとした。既往知見では単一粒径よりも礫等が混ざっている組成のほうがアサリ生息密度が高いことが知られており、これは、波浪等で洗掘され難いことで流出の可能性が低くなることや、図-15に示すように、浮遊幼生は足糸により礫等に自らを固定する習性によるものと考えられる。この手法は、内湾性で比較的静穏な大島地区の海象条件にも適しており、また、ナルトビエイ等の回遊する食害生物から視認・捕食され難くなる効果も期待される。

手法	概要及び特徴	懸念点	実施海域	実施主体
ボール 竹筒、ポリ網	竹筒や網等の設置 ・設置が比較的容易	・効果は一定しない ・竹筒や網は耐久性が乏しい	千葉県銚子干潟	千葉県水産総合研究センター
被覆網	干潟面に網を敷設 ・稚貝集積と食害防止効果 ・設置が比較的容易	・付着物によりカニ、巻貝が嫌悪 ・砂利運など場所が制約 ・維持管理が重要	千葉県銚子干潟 山口県 大分県中津干潟	千葉県水産総合研究センター 山口県 大分県水産試験場
土嚢	土嚢に埋埋用の物を埋め設置 ・大型食害生物の隠れ場所となる	・浸食劣化による砂流出	長崎県小浜町	水産庁
砕石(密) 着底促進基材	アサリ稚貝の着床場として有効 ・着底促進基材は比重調整を行い、沈み込みを抑制している。	・砕石(礫)、着底促進基材は散布 密度等を検討して、沈み込みまたは流出を防ぐ必要がある ・比較的静穏な海域に適する	大分県中津港 佐賀県大島港 熊本県白川干潟 千葉県銚子干潟 徳島県鳴門公園	下関港湾空港技術調査事務所 熊本県水産研究センター 徳島県庁
環・流れ制御	環出流抑制用オイルフェンスを干潟上に設置 ・平板を干潟上に設置 ・竹筒に比べて着底効果が高い ・耐久性や耐水性が高い	・取り扱いが容易でない ・波浪を抑える対策であることか ら、静穏な大島干潟では不適 ・平板底下では大きく洗掘する ・波浪を抑える対策であることか ら、静穏な大島干潟では不適	千葉県銚子干潟	徳島県庁

※赤字は本検討で採用

表-2 アサリ着底促進策の事例

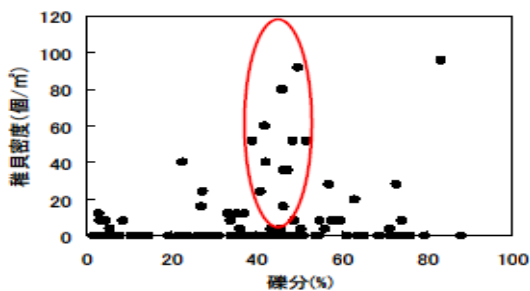


図-14 礫分とアサリ個体数の関係



図-15 アサリの足糸による固定  
(写真の白色ペレットは比重を調整した着底促進基材)

(2) 砕石について

表-3に採用した砕石のサイズと設定の根拠を示す。

砕石サイズ・粒径		設定根拠
大	砕石2号相当 (40~80mm)	自然干潟で見られる粗い礫を想定
小	砕石6号 (5~13mm)	熊本県で実施されたアサリ着底試験で最も効果が高いサイズより設定
混合	砕石6,7号混合 (2.5~13mm)	マノオラ21で実施された混合砕石によるアサリ着底試験の実績より設定

表-3 砕石のサイズと設定根拠

砕石の採用にあたっては、自然干潟の粗礫相当の粒径や、他海域での実験でアサリ浮遊幼生の集積傾向が強かった粒径を選定し、大島人工干潟において最適な粒径を探ることとした。現地での設置状況を図-16に示す。



図-16 砕石(2号・密)の設置状況

(3) 着底促進基材について

大島人工干潟は造成から日が浅く圧密沈下が進行中であると思われる、また、既往知見により砕石が沈下する例が報告されているため、今回使用した砕石の比重約2.6に対し、比重約1.6(砕石の約60%)に調整した着底促進基材を比較ケースとして採用した。この着底促進基材(図-15)はホタテの貝殻を破砕し鉍物性粘土を混合して焼成したペレット状のもので、焼成時に形成される気泡状の凹凸にアサリ稚貝の足糸が絡み易いと考えられることから、着底の促進に期待するものである。現地での設置状況を図-17に示す。



図-17 着底促進基材の設置状況

## 8. モニタリング試験区の設定及び試験の概要

試験区は図-18の模式図に示すように、調査目的に応じて大きく以下の3つの区画に分けて設置を行った。設置作業及びアサリ成貝の放流は、平成21年3月12～14日にかけて実施した。なお、実際の現地試験区は、事前に把握した地盤高や地形の変化を反映して設置しているため、等深線が直線となっていないが、試験の概要をイメージし易くするために、本項ではあえて模式図を示している。

### (1) アサリ放流区（アサリ食害対策の有効性把握）

成貝（殻長28mm程度）を放流し、既往知見により得られたアサリ生息に適した水深帯を4分割し、水深別に生残状況を把握し、また山口県の漁獲許可サイズである30mm以上までの生育状況の把握及び、被覆網の設置効果について確認することを目的とする。区画サイズは10×10mである。

### (2) 着底基材散布区（アサリ浮遊幼生の着底促進策）

粒度の大小、混合率、散布厚さ（疎密）を調整した碎石の設置及び、散布厚さ（疎密）を調整した着底促進基材の設置により、それぞれの水深帯毎の浮遊幼生の集積傾向について比較検討することを目的とする。また、被覆網については、その網が着底初期稚貝をトラップする効果に期待し、比較ケースとして採用している。区画サイズは2.5×2.5mである。

### (3) 対象区

上記のアサリ放流区及び着底基材散布区の対象区として、放流及び被覆網、碎石等の設置を行わない区域である。自然干潟等周囲から回遊してくる浮遊幼生や、今回放流した成貝が産卵する浮遊幼生の着底に期待し、着底が確認できれば、以後の生残・生育状況について確認することを目的とする。

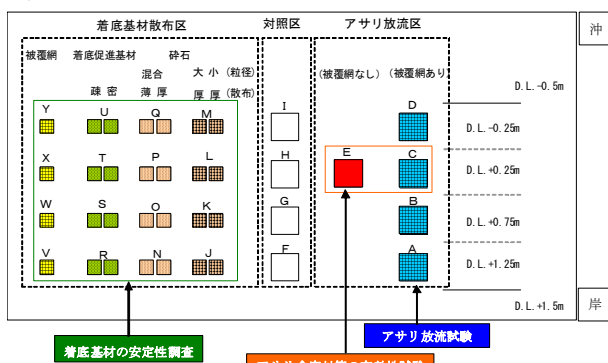


図-18 試験区設定の模式図

## 9. モニタリング中間報告

平成21年4月10日及び、5月8～9日に実施したのモニタリングの結果について、特にアサリの食害対策の有効性について速報を示す。

図-19に、アサリ放流区のC区画（被覆網あり）及びE

区画（被覆網なし）について、25×25 cmあたりの個体数を比較したグラフを示す。3月の放流時点での個体数は、放流個体数と区画面積から、C、E両区画とも30個（理論値）であるが、C区画において4月：71個、5月：39個と増大傾向にある。これは放流直後のアサリ生息密度分布及び採取のバラツキによるものと思われる。一方、被覆網のないE区画では、4月：1個、5月：0個とほぼ全滅の状況であるが、原因として、アサリ放流日（3月13日）の深夜から翌日にかけて、瞬間最大風速約15mの風が観測され、波浪等の海象条件も重なって区画外に流出した可能性がある。また、何らかの食害種による食害の可能性も考え得ることから、今後、周辺踏査及び食害生物調査、周囲に散乱している貝殻等から食害種を推定する等、詳細な原因について調査することとなるが、現時点で被覆網の設置については、アサリを保護し生残させる一定の効果が確認された。

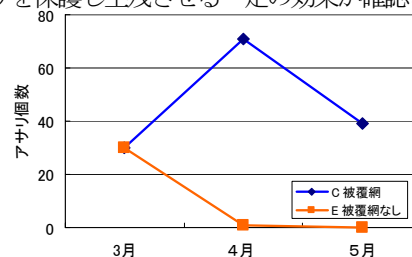


図-19 被覆網の有無によるアサリ個体数の比較

## 10. まとめ

本検討において、食害対策として設置した被覆網について、アサリを保護し生残させる一定の効果が確認された。今後、モニタリングの継続により食害対策や着底促進策の有効性について検証し、大島地区に適したアサリ生育場の規模・機能配置（ゾーニング）や資源管理の方策等の検討を行い、その成果を「維持管理マニュアル」としてとりまとめ、最終的に、地元関係者による自助的な維持管理のためのガイドラインとして活用していきたい。また、当海域で地元関係者に受け入れられるアサリ生育場を整備する事例を作ること、他の海域・現場でも航路・泊地整備事業に伴う土砂処分先の円滑な確保に繋がることに期待したい。

**謝辞：**本検討の遂行にあたり、徳山下松港干潟維持管理手法検討委員会（委員長：岡田 広島大学教授）からは、熱心なご指導を戴きました。ここに記して謝意を表します。

### 参考文献

- 1) 農林水産省、農林水産統計年報
- 2) 中国地方整備局・水産庁漁漁場整備部、瀬戸内海環境修復計画、平成17年2月
- 3) 山口県、山口県瀬戸内海アサリ資源回復計画、平成18年3月28日
- 4) 中国地方整備局宇部港湾事務所、徳山下松港干潟整備検討委員会編「徳山下松港大島干潟整備マニュアル」、平成17年3月 ほか