

事例集

ソノマ・ベイランズ 湿地実証事業
ポプラー島 環境再生事業
山口県樫野川河口域 干潟自然再生事業
山口県徳山下松港 干潟造成事業

ソノマ・ベイランズ湿地実証事業 (Sonoma Baylands Wetland Demonstration Project)

事業名	ソノマ・ベイランズ湿地実証事業 (Sonoma Baylands Wetland Demonstration Project)
事業場所	米国 サンフランシスコ湾 (サンパブロ湾)
事業の背景と目的	<p>サンフランシスコ湾北部のサンパブロ湾沿岸では、約100年前に湿地を干拓して農地に転用する事業が行われたが、その後の地盤沈下によって農地として機能しなくなった場所を湿地に再生させようという運動がNPOに広がっていた。</p> <p>また、港湾整備を担当している陸軍工兵隊は、浚渫土砂の湾内投棄が禁止されたことを受けて、浚渫土砂の長期管理戦略を立て、浚渫土砂の有効利用を目標とした土砂管理とこれを生物生息地の再生に当てる計画を検討していた。このような状況下で、オークランド港を水深15mへ増深することによって発生する大量の浚渫土砂1400万m³を湿地再生に活用することが検討され、そのうちの一部を活用して先駆的に本事業が行われることとなった。本事業は「20年以内に塩性湿地生態系の再生」と「希少生物2種の生息地の復元」を目的としている。</p> <p>ここでの希少生物2種は、サンフランシスコ湾の湿地を代表する鳥類のオニクイナ (California clapper rail) とカヤネズミ (Salt marsh harvest mouse) である。</p> <p>事業の計画立案はカリフォルニア州沿岸管理委員会 (California Coastal Conservancy) が行い、事業実施は、陸軍工兵隊とカリフォルニア州が行っている。事業の費用負担は、前者が65%、後者が35%である。</p>
事業概要	<p>本事業は139haの土地を対象とし、湿地の再生は、パイロットユニット (11.6ha) とメインユニット (104ha) に区分して行われた (図-1)。パイロットユニットには周辺のペタルマ川での浚渫土砂が用いられ、メインユニットにはオークランド港の浚渫土砂158万m³が活用された。</p> <p>主な工事としては、周辺の堤防の改良、湿地内での半島状の堤防の造成、浚渫土砂の投入、潮汐を導入するための干拓堤防の一部撤去が行われた。ここで、湿地内での半島状の堤防とは、波の発達を抑制して静穏化を図り、地形の安定化を意図したものである。</p> <p>浚渫土砂の投入は、パイロットユニットが1994年11月、メインユニットが1996年早々に完了し、パイロットユニットでは1996年1月に、メインユニットでは1996年10月に潮汐を導入し、現在に至る。</p>
目標達成基準の設定	<p>本事業では、目的を達成するために12項目の目標達成基準 (表-1) を設定してモニタリングを行い、モニタリング結果が目標達成基準を満たしていない場合は管理手法の修正を行うという「順応的管理手法」を導入して進められており、当時としても先進的な取り組みであった。</p> <p>目標達成基準は物理的基準と生物的基準からなり、物理的基準は、湿地を再生する上で物理的な改善措置が必要かどうかを評価するために策定されたもので、生物的基準は、事業の目的が達成されたかどうかを評価するために策定されたものである。</p>

管理の実際	<p>目標達成基準に基づいたモニタリング計画を策定し、モニタリングを実施している。モニタリングの内容を表-2、モニタリング位置図を図-2に示す。</p>
事業の達成状況	<p>本事業は、2005年現在、工事完了後9年経過しており、地形はほぼ安定した状態にあるが、湿地内の植生の植被率は5%以下とまだ低い（写真-1）。</p> <p>モニタリングは、年間15万ドルを費やして当初策定された計画にほぼ沿って実行されている。</p> <p>これまでの目標達成基準の達成状況及び順応的管理の措置は、下記のとおりである。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・物理的基準の「再生湿地内の堤防よりの水路での平均潮差」は、5年以内にサンパブロ湾の平均潮差の90%に達しなかったが、パイロットユニットは7～8年後に大きく改善され、メインユニットも2005年で達成の見込みである。 ・それ以外の目標達成基準については、2005年時点で評価時期を迎えた基準はいずれも達成している。 ・2006年が評価時期にあたる物理的基準の「湿地内の半島状の堤防の標高」については、目標達成基準を達成する見込みがないため、人為的に高さを調節する可能性がある。 ・目標達成基準の想定外のことはあるが、水路と湿地のつなぎの部分で段差ができています。現時点では自然再生には問題はないと考えられているが、それを取り除く措置を講ずる可能性がある。 ・その他、植物（外来種の侵入）と捕食者（オニクイナを捕食するアカギツネの侵入）の問題が発生すれば、必要に応じて何らかの措置を行う可能性がある。
出典	<p>San Francisco District U.S. Army Corps of Engineers・California Coastal Conservancy (1996) : Sonoma Baylands Wetland Demonstration Project Monitoring Plan.</p> <p>Philip Williams & Associates, Ltd. (2005) : Sonoma Baylands Wetland Demonstration Project, 2003 Annual Monitoring Report #8.</p>

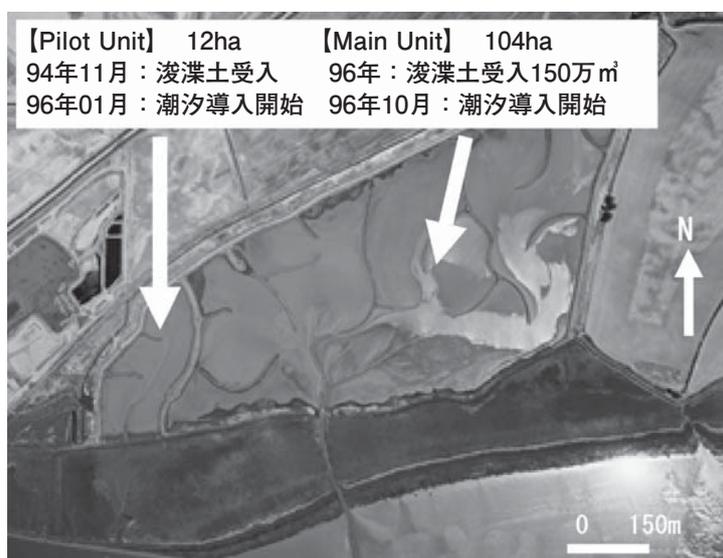


図-1 ソノマ・ベイランズ事業の概要

表-1 目標達成基準

【物理的な目標達成基準】

①各ユニットにおける浚渫材を盛土した場所の標高は、潮汐流による湿地修復の約1ヶ月後において2.9フィート（0.9m）NGVDを超えてはいけない。（注：NGVD…1929年米国家水準原点）
②メインユニットにおける潮汐作用の復元に先立ち、浚渫材表層の化学物質濃度が、投入直後において地域水質規制委員会（RQQCB）のガイドラインに設定された値、あるいはソノマ・ベイランズ事業のために同委員会でも新たに設定された基準値を超えないこと。
③サンパブロ湾と湿地を隔てている土手の間の主要な水路（潮汐の影響を受ける）の地形が、堤防の撤去後1年以内には、自然の流れに従って安定した地形に落ち着くこと。
④5年以内に、堤防寄りの各ユニットの主要水路における平均潮差が北部サンパブロ湾の平均潮差の90%に達すること。
⑤潮汐作用の復元後10年以内に、半島の全長の少なくとも90%において、頂上の標高が4フィート（1.2m）NGVD以下となり、周辺の堤防から25フィート（7.5m）以上離れた半島群の頂上の標高が4.5フィート（1.4m）NGVD以下となること。
⑥潮汐の調整後20年以内に、事業区域内の水路の密度が、事業実施前の湾寄りの自然湿地のものと同等あるいはより高くなること。

【生物的な目標達成基準】

①潮汐作用の復元後5年以内に、各ユニットにおいて塩性湿地植生が定着し始めること。
②潮汐作用の復元後20年以内に、潮汐の影響を受ける区域の少なくとも65%が湿地植生で覆われること。
③20年以内に、修復地を利用するシギ・チドリ類、カモ類及びその他の水鳥（3つのグループに分類して調査）の合計個体数密度が、参照地の湿地、干潟と比べて著しく劣っていない状態となること。
④20年以内に、河口域を生息場とする魚類が、近隣の参照地と比べて著しく劣らない密度で修復地の水路を利用ようになること。
⑤20年以内に、少なくとも3組のカリフォルニア産オニクイナ（California Clapper Rail）のつがい修復地内で生活していること。
⑥20年以内に、塩湿地カヤネズミ（Salt Marsh Harvest Mouse）の生息適地を最低28エーカー（11ha）提供すること。

表-2 モニタリング内容

【物理的特性】

No	モニタリングの対象項目	調査方法	頻 度
1	浚渫材の盛土標高	固定測棒の計測	・0年目：毎月（両ユニット） ・1年目：毎月（メインユニット） （注：複数箇所有）
		断面調査	・0年目：パイロットユニット
		写真測量	・1年目：メインユニット （堤防撤去の約1ヶ月後）
2	化学成分	室内分析	・0年目：メインユニット
3	外海からの流れ	水路の断面調査	・0年目：堤防撤去前と堤防撤去の6ヶ月後、パイロットユニット ・1～5年目：3月と9月、半年に1度両ユニット調査 ・6年日以降：春季1回調査を変動がなくなるまで続け、変動がなくなった時点で5年に1回に切り替える
4	潮汐	潮位	・0年目：堤防撤去の6ヶ月後 ・1～5年目：3月と9月、半年に1度両ユニット調査 ・6年日以降：春季1回
5	半島頂上の標高	ライン測量	・5年目：予備（簡易）測量 ・10年目：詳細測量
6	自然の流れを利用した土砂堆積	固定測棒の計測	・1年目：毎月 ・2～5年目：四季調査 ・6年日以降：年1回、夏季（著しい変化がない場合）
		断面調査	・1～10年目：夏季1回 ・11年日以降：2年に1回、夏季（著しい変化がない場合）
7	内水路の展開	航空写真によるマッピング	・1～10年目：夏季1回 ・11年日以降：2年に1回、夏季（著しい変化がない場合）
		断面調査	・1～10年目：夏季1回 ・11年日以降：2年に1回、夏季（著しい変化がない場合）
8	水質	塩分、水温、溶存酸素の現場測定	・0年目：2週に1回（パイロットユニット） ・1年目：2週に1回（メインユニット）

【生物的特性】

No	モニタリングの対象項目	調査方法	頻 度
1	沼地植生の形成	現地調査	・0年日以降：半年～1年に1回（パイロットユニット） ・1年日以降：半年～1年に1回、航空測量で判別できる程度に発達するまで
2	沼地植生によるグラウンドカバー	航空写真によるマッピング	・1～10年目：夏季1回 ・11年日以降：2年に1回、夏季
		植生断面調査	
3	鳥類	・周辺の堤防上から植生の少ない部分の観測を実施 ・堤防及び半島群に沿って植生のある箇所断面を設定、観測実施 ・参照地における観測実施	・0～4年目：両ユニットにおいて年14回 ・3年以降：成功判定基準を満足するまで2年に1回。調査回数は植生が確立するまで年14回、その後は年18回。
4	魚類	曳網による捕獲と種のカウント（潮汐による環境修復が進んでから）	・0年目：1～4月の毎月（パイロットユニット） ・1年目：1～4月の毎月（メインユニット）
		対象地及び参照地における水路内の捕獲（網による）と種のカウント	・3年日以降：3月と9月、成功達成基準を満足するまで2年に1回。
5	貴重種	適切な生息場のマッピング	・5年日以降：5年に1回調査
		・カリフォルニア産イリエイクイナに適した生息場調査 ・塩沼地カヤネズミを対象としたライブトラップ調査	
6	底生動物の群集形成	パイロットユニットにおける堆積物調査（堆積物をふるいにかけて後種のカウント）	・0～4年目：半年に1回、3月と9月

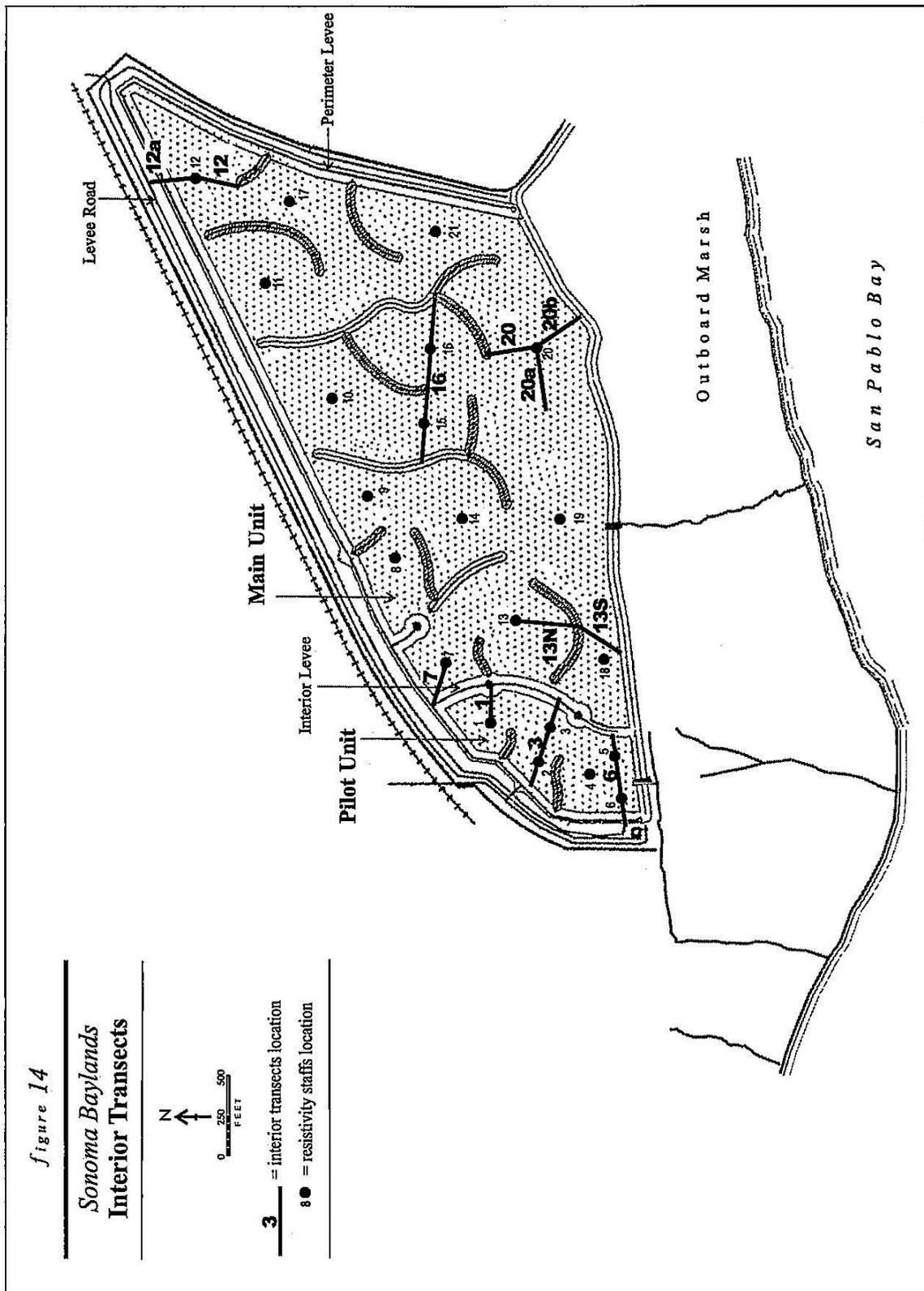


図-2 モニタリング位置図例 (湿地内の地盤高)

表-3 目標達成基準の達成状況

【物理的基準】

項目	項目の基準	達成状況	備考
①浚渫材を盛土した場所の標高	潮汐作用復元後、 1か月 後に2.9フィート（0.9m）NGVD（米国水準原点）を越えない	○達成	
②浚渫材表層の化学物質	土砂投入し、 海水導入前 の濃度が基準値を超えない	○達成	
③再生湿地と湾の間の主要水路の地形	堤防開削後、 1年以内 に安定した地形に落ち着く	○達成	
④湿地内の堤防寄りの水路での平均潮差	5年以内 に、サンパブロ湾の平均潮差の90%に達する	×未達成	Pilot Unit：7～8年後に大きく改善された。 Main Unit：今年、達成見込
⑤湿地内の半島状堤防の標高	潮汐作用復元後、 10年以内 に4フィート（1.2m）NGVDとなる	今後評価	未達成の見込み掘削工事を予定
⑥湿地内に形成される水路の密度	潮汐作用復元後、 20年以内 に自然湿地と同等以上である	今後評価	

【生物的基準】

項目	基準項目	達成状況	備考
①塩性湿地植生の定着開始	潮汐作用復元後、 5年以内 に定着を開始	○達成	
②湿地植生による植被率	潮汐作用復元後、 20年以内 に、潮汐を受けるエリアの65%	今後評価	現在、5%と低い
③鳥類の個体数	20年以内 に再生湿地を利用するシギ・チドリ類、カモ類、その他の水鳥類の合計が参照地と比較して著しく低くない	今後評価	
④魚類の生息密度	20年以内 に、河口域を生息場とする魚類が参照地と比較して著しく低くなく、湿地内の水路を利用する	今後評価	
⑤オニクイナの生息	20年以内 に、3組のつがいが湿内で生活する	今後評価	
⑥カヤネズミの生息適地	20年以内 に生息適地を11ha以上提供する	今後評価	

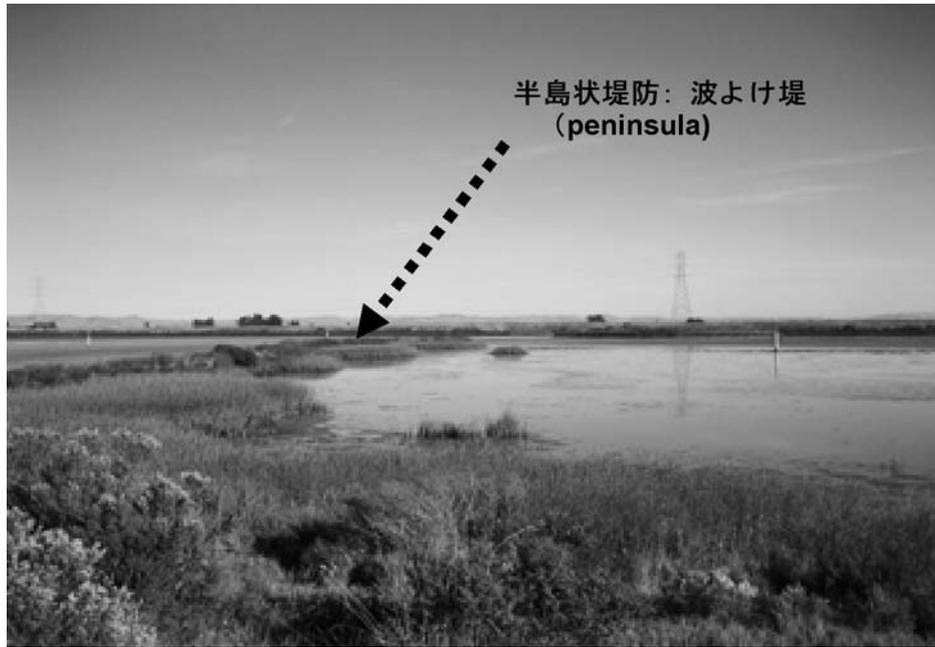


写真-1 半島状堤防と植生分布（2005年11月撮影）

ポプラー島環境再生事業 (Poplar Island Environmental Restoration)

事業名	ポプラー島環境再生事業 (Poplar Island Environmental Restoration)
事業場所	米国 チェサピーク湾
事業の背景と目的	<p>ポプラー島は、ボルチモアから63km南のチェサピーク湾中央に位置する(図-1)。1846年には400ha以上の面積を有して、1900年当初には100人の住民が住み、学校、教会、郵便局等があった。しかし、その後、島は激しい波浪により侵食を受け、1931年には54ha、1990年代には4haにまで減少し、島の復元が強く望まれていた。</p> <p>一方、メリーランド州では、2001年からチェサピーク湾内とその支流の公共水域に浚渫土を捨てることを禁止する法律を制定した。このため、陸軍工兵隊とメリーランド州ボルチモア港湾局は、ボルチモア港と航路の整備から発生する浚渫土砂(年間320万m³)の処分の検討に迫られていた。そこで、ボルチモア港等から発生する浚渫土砂を有効活用してポプラー島の環境再生事業が行われることとなった。</p> <p>本事業は「ポプラー島を記録の残る最古の地形である1847年の大きさに戻し、島に重要な湿地等の生態学的機能を回復」させることを目的としている。事業の費用負担は、陸軍工兵隊が75%、メリーランド州が25%である。</p>
事業概要	<p>本事業は1996年9月に計画が承認され、1998年2月から第1期造成が始まり、2001年4月から土砂の投入が進められている。事業期間は1998年～2020年であり、浚渫土砂約3000万m³を用いて、最も古い記録にある地形を基本にして波浪の影響を受けやすい西側に230haの陸地を、東側に230haの湿地を作ることとした。</p> <p>この事業では、以下に示す6種類の生息場を造成することとしており、このうち②と③の湿地についてはポプラー島近傍に現存する湿地を参考にして、高湿地(high marsh)を20%、低湿地(low marsh)を80%の面積割合とした。</p> <p>①陸域、②高湿地、③低湿地、④営巣地(小島)、⑤岩礁・岩場、⑥浅い海域</p>
目標達成基準の設定	<p>本事業の最終目的は「ポプラー島を記録の残る最古の地形である1847年の大きさに戻し、島に重要な湿地等の生態学的機能を回復」させることである。</p> <p>ここでは、その最終目標を達成するために、表-1に示すように「副次目的」が設定され、さらにその下には複数の行動計画、目標達成基準、モニタリング計画が設定されており、順応的管理計画はこれら多数の組み合わせからなっている。</p> <p>本計画では、7個の副次目的が設定されているが、表-2には「塩性湿地の低湿地生息地の創出」を副次目的とした行動計画に対する目標達成基準の設定例を示す。</p>

<p>管理の実際</p>	<p>本事業で作成された順応的管理計画の中では、順応的管理計画が具備すべき要件として以下の7つが挙げられている。特に、②では評価する際の基準値を生態系の変動の大きさに配慮して、1つの値でなく範囲（許容範囲）で設定している。また⑤、⑥、⑦では管理する上での修正行動を考え、実行し、管理の見直しへ組み入れるところまでシステム化している。</p> <p>本計画では、7個の副次目的が設定されているが、表-2には「塩性湿地の低湿地生息地の創出」を副次目的とした行動計画に対する目標達成基準の設定例を示す。</p> <ul style="list-style-type: none"> ①事業の最終目的（Goals）と行動計画（Objectives） ②進捗を評価するための計測可能な対象項目とその対象項目の許容範囲 ③対象項目の計測手法 ④進捗状況を計測して評価するスケジュール ⑤進捗が許容範囲外の時に適切な修正行動を考えるシステム ⑥この修正行動を実行できるシステム ⑦これらの評価から学んだ教訓を、最終的な目的、対象項目を再検討することを含む管理計画の見直しへ組み入れるシステム <p>本事業は、陸軍工兵隊とメリーランド州港湾局から構成される共同事業体により事業が進められているが、上記の要素をシステム化するために図-2に示す体制を整備している。核となるのは事業全体の運営管理を行う生態系回復事業実施チームであり、その下に陸軍工兵隊、メリーランド州港湾局、メリーランド州環境局、施工業者の代表で構成される順応的管理チームがある。また、事業遂行を支援するアドバイザーとして、約100名からなるワーキンググループが組織され、科学者などの専門家、市民団体、連邦政府、州、地方自治体の代表、他の利害関係者から構成される。このグループとはメールを通じて頻繁に情報交換し、助言を得ている。この中の順応的管理チームが関連チームの報告やワーキンググループの意見をもとに順応的管理計画を1～2年毎に作成し、生態系回復事業実施チームの承認を受けて修復事業を遂行している。</p>
<p>事業の達成状況</p>	<p>本事業では、事業計画時に全体の計画や工程などの事業方針が設定されている。具体的な事業を実施する際には、初めに小規模実験での計画・実施・モニタリングを行い、この初期の結果を評価・見直して次の実施段階に進む。次いで、小規模スケールでの事業の一部分について同じように実施・モニタリング・評価・見直しを行う。</p> <p>この行為を繰り返しながら、事業を円滑に遂行させ、最終目標である事業の完成を図る。たとえば、高湿地と低湿地の造成に当たっては、図-3に示すように、まず、1つのセル（セル3Dと呼ばれる小区画）で地形の造成と植生の定着のための実験規模の事業から着手している。埋立地は6個のセルに分けられ、さらに一つのセルは3～4個のサブセルに分けて事業が進められている。</p> <p>2005年現在では、湿地域での実験規模（セル3D）の事業が終了し、第二段階と見られる小規模のスケールでの事業が実施されている。セル3Dの塩性植物の植栽には、NPOなど市民の協力を得て実施したが、投入した土砂に多くの栄養分が含まれていることから、想定したよりも生長が早かった。</p>
<p>出典</p>	<p>U.S.Army Corps of Engineers Baltimore District・Maryland Port Administration Harbor Development: Final General Reevaluation Report (GRR) and Supplemental Environmental Impact Statement (SEIS) for Poplar Island Environmental Restoration Project, Chesapeake Bay, Talbot County, Maryland, 2005.</p>

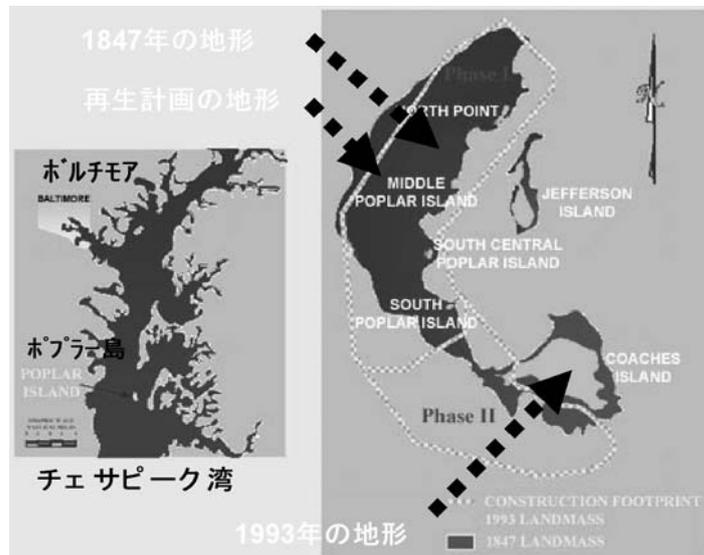


図-1 チェサピーク湾でのポプラ島の位置（左図）と地形の変遷（右図）

表-1 順応的管理計画に記述する階層毎の要素

最終目的(Goal)	最終的な到達目的
副次目的(Subgoal)	最終目的(Goal)を達成するための副次的な目的
目標(Objective)	実行するための具体的な行動計画
対象項目(Attribute)	目標(Objective)の達成度を評価するための対象項目 (Ex.サイズ、濃度など)
判定基準(Criterion) 基準値(Target) 許容される基準値の範囲	各対象項目の達成度を評価する基準 ・最適な成果(Outcome) ・生態系修復事業の環境の多様性と不確実性を認め、許容できる成果の範囲
モニタリング計画 方法 スケジュール	目標(Objective)達成の経過を計測する計画 ・対象項目(Attribute)を計測するための具体的手法 ・計測頻度

表-2 本事業における目標達成基準の設定(例)

副次目標	行動計画・事業実施方針	対象項目	判定基準	
			目標値	許容範囲
塩性湿地 生息地の 創出	低湿地生息 地の創出	サイズ (堤防の中央線で測定)	182ha	172-192ha (±5%)
		植生（種組成） ・ <i>Spartina alterniflora</i> ・ 他の参考種 ・ 有害生物	≥80% ≤20% 0%	20-100% 0-80% 0-10%
		植生（湿地植生による植 被率）（*）泥質干潟、水 路、島、池を除く	≥90%	≥85%

注) *Spartina alterniflora* : イネ科の植物

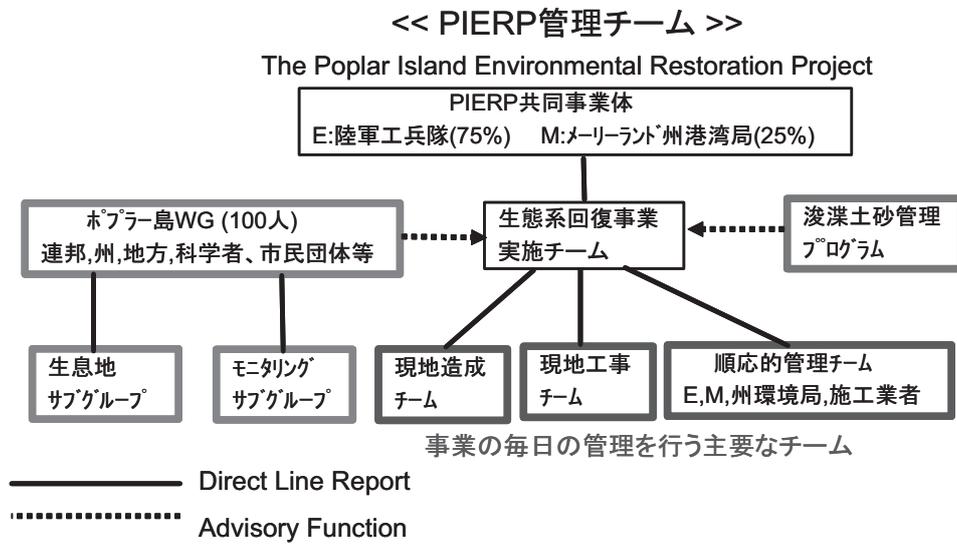


図-2 ポプラー島環境再生事業の管理体制

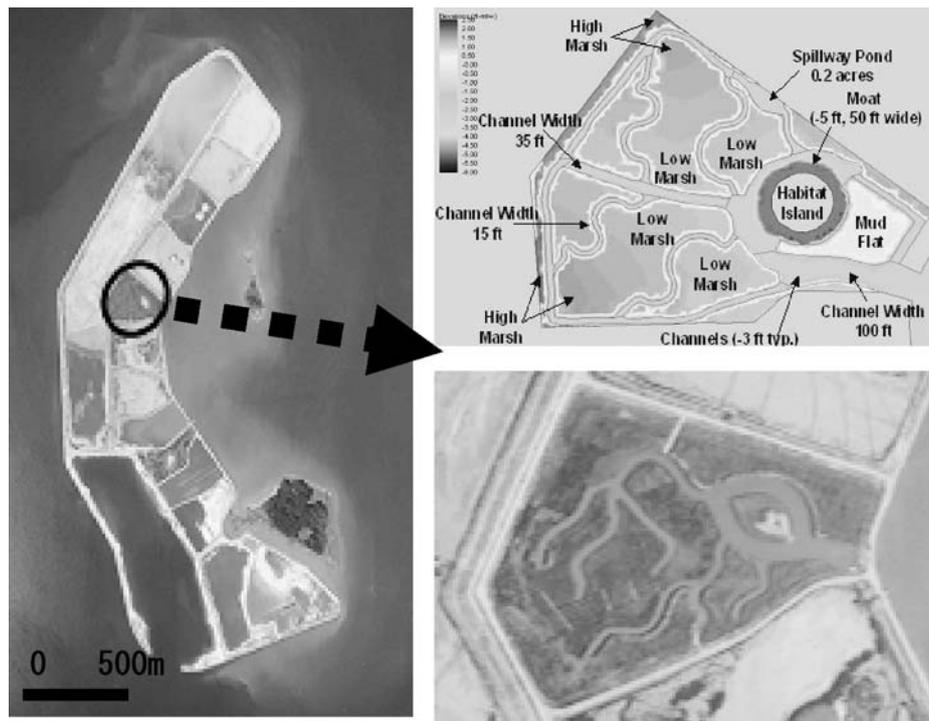


図-3 ポプラー島の航空写真（左図）とセル3Dの植生分布（右図上が計画、右図下が施工後の写真）

ふしのがわ
山口県・榎野川河口域・干潟自然再生事業

事業名	山口県・榎野川河口域・干潟自然再生事業
事業場所	山口県 榎野川河口域
事例紹介の意図	干潟生態系（泥・砂質干潟の生息環境、アマモ場、カブトガニ、野鳥など）の保全や利用に関する自然再生事業の具体的な取組み事例である。特に、目標設定、取組み方、科学的な視点での試験調査、あるいは多様な主体の参加と役割について参考となる。
事業概要背景と経緯	<p>榎野川は山口市北部にその源を発し、山口盆地や山口市の市街地を流れ、周防灘の山口湾に流入している。榎野川河口域から山口湾においては、西瀬戸内地域有数の広大な干潟が広がり、シベリアやカムチャツカから日本列島を縦断して東南アジアに向かう渡り鳥たちと、モンゴルや中国から朝鮮半島を經由し四国・九州へ横断する野鳥たちのクロスロードとなっており、日本の重要湿地500にも選ばれている。さらに、絶滅危惧種であるカブトガニの生息地にもなっており、全国的にも非常に重要な地域である。また、かつて山口湾は漁業において宝の海であった。</p> <p>しかしながら、榎野川干潟では、上中流域からの浮泥流入、生活排水対策の遅れ、人口増加による様々な影響等により、カキの増殖やカキ殻の堆積、泥浜干潟の拡大、さらに、魚、カニ、野鳥など生息している生物の量、種類の減少といった干潟生態系の改変・改質が生じてきている。</p> <p>このため、干潟生態系に影響を及ぼしている流域全体の現況調査を行った上で、上流から下流までの環境関連施策を盛り込み、産学官民の連携・協働による『やまぐちの豊かな流域づくり構想（榎野川モデル）：図-1参照』を平成15年3月に、策定した。この構想に基づき、河口の干潟や山口湾では、干潟の再生やアマモ場の造成に係る実証試験、野鳥などの調査、海浜清掃等を関係主体が連携して、様々な取組を進めている。</p> <p>豊かな流域づくりの一環として、榎野川河口干潟等の再生の取組を今後さらに効果的に進めるには、自然再生推進法による枠組みを活用することが有効と考えられる。このため、地域住民、NPO等、学識者、地方公共団体、関係行政機関などで構成する「榎野川河口域・干潟自然再生協議会」を平成16年8月に設立し、地域の多様な主体の参画による合意形成と、産学官民の連携・協働による事業実施をこれまで以上に進めたいと考えており、本全体構想を定めた。</p> <p>なお、本全体構想については、自然再生の状況に応じて、今後、必要な見直しをする。</p>
基本的な考え方	<p>本全体構想では、「やまぐちの豊かな流域づくり構想（榎野川モデル）」及び「自然再生基本方針」を踏まえて、①榎野川河口域、干潟及び山口湾（以下「榎野川河口干潟等」と称する）の生物多様性の確保、②流域の多様な主体の参画と産学官民の協働・連携、③科学的知見に基づく順応的取組の3つの視点を基本として、自然再生を推進する。</p> <p>榎野川河口干潟等は、日本の重要湿地500にも選ばれ、様々な鳥類もおり、絶滅危惧種であるカブトガニの産卵・生息場でもあり、非常に重要な地域である。また、アクセスも良く人が親しみやすいという位置にある。</p>

	<p>しかしながら、浮泥が堆積するなどして、アサリを始め魚介類が激減し、カキが増殖してカキ殻の堆積が拡大するとともに、人々とのかわりが減るなどして、かつてのような豊かな干潟や宝の海ではなくなっている。</p> <p>この『里海』の再生の方法については、現状の榎野川河口干潟等の環境が悪化し、そのままでは回復困難な状態と考えられることから、「やれることからやっていく」という考え方と併せて、悪化した原因やメカニズムを科学的に探求しながら、順応的に再生を進めていく。なお、榎野川河口干潟等の再生については、場所ごとに自然・社会的背景等が異なるため状況に合わせて適切な施策を講じていく。</p>
方向性	<p>再生のキーワードを踏まえ、榎野川河口干潟等の現況、榎野川流域での変遷や変化を把握し、現況の分析・評価を行った上で、河口干潟等の再生の目標を「里海の再生」と位置づけて、取り組みを進めることとし、その関係を図-2に示す。</p>
自然再生の対象となる区域	<p>榎野川流域全体図は図-3に示すとおりである。榎野川は山口県内の二級河川では4番目に広い流域面積（322.4km²）を有する河川で、山口市北部の龍門岳（標高688.4m）等にその源を発し、山口盆地や山口市・小郡町の市街地を流れ、途中で仁保川、一の坂川、吉敷川、四十八瀬川など大小24の支流と合流し、周防灘の山口湾に流入している。</p> <p>榎野川河口域から阿知須、岩屋にかけての山口湾に広がる西瀬戸内地域有数の広大な干潟（約344ha）は、渡り鳥や野鳥たちのクロスロードやカプトガニの生息地であり、日本の重要湿地500にも選ばれている全国的にも非常に重要な地域である。</p> <p>榎野川河口域・干潟自然再生協議会で検討する自然再生の対象区域は、榎野川河口干潟等である。（図-4）</p>
現況評価と課題	<p>榎野川流域の陸域及び榎野川河口干潟等での現況及び変遷を整理した結果、榎野川河口干潟等は、底質環境や浄化能そして底生生物の豊かさという尺度で類型化を行うと、『榎野川河口上流域』、『周防大橋上流部』、『南潟、新地潟、本川河口直前』、『長浜、阿知須地先』に分類され、次のようにまとめることができる。</p> <ul style="list-style-type: none"> ○河口上流域は河川本来の粗砂質性状を示しており、生物多様性は劣っている。 ○周防大橋上流域は泥分80%前後の泥浜干潟であるが、透水性の高いカキ殻層の存在により好気状態となっており、カキ殻が他の生物の付着基盤としての機能を発揮していることから生物多様性は優れており、生物量は多い。 ○南潟、新地潟は底質の調査の結果を、泥分（粒度）、強熱減量、COD、硫化物等の物理、化学指標に照らしてみると、生物生息には好条件であるものの、餌となる含有有機物量が少ないことから、生物現存量、生物多様性は低い。なお、両干潟を比較すると南潟の方が、含有有機物量は多く、生物多様性は高い。 ○長浜、阿知須地先は底質の泥分が少なく細砂、中砂分が多いといった物理的性状は、生物の生息には好条件である。また、底質に含まれる有機物量の少なさから見て、この干潟が持つ高い有機物分解能力がうかがえる。しかしながら、生息している生物は周防大橋上流域に比べて種類数及び個体数とも少ない状況である。

	<p>このように、榎野川河口干潟等は、上記のような特質を有しており、河口域・干潟全体としては、以下のような課題がある。</p> <ul style="list-style-type: none"> ○周防大橋上流域の中潟はアサリを始めとした魚介類の良漁場であったが、カキの著しい増殖や浮泥の堆積等によって、他の有用魚介類が生息できなくなり漁場の生産機能が低下している。また、鋭利なカキ殻は危険であり、人の立入りを困難にしている。なお、カキ殻を生息基盤とする生物やカイガラアマノリなど希少種が生息している区域では保全が必要である。 ○場所ごとに状況は異なるものの、生物の生息環境としては好ましくない次のような変化が干潟に生じている。・泥干潟の拡大、・浮泥の堆積、・アサリの減少に伴う採貝耕耘の機会の減少に起因する底質の硬質化、・生物の餌資源である含有有機物量の減少等 ○アマモ場は様々な生物の産卵場所や生息場所の提供、干潟地盤の安定性の向上など多くの機能を有している。このアマモが、かつて山口湾のほぼ全域で約700ha分布していたが、現在では、約30haに激減している。 ○榎野川河口干潟周辺は、高潮対策のための高い垂直護岸が多く、また干潟に降りる階段も少なく狭いなど干潟に近づきにくい状況であり、親水性の低下を招いている。 ○山口湾の水質や底質環境の形成要因となる流れに着目すると、山口湾の海水の流れは比較的大きいにもかかわらず、海域・水域において、雨水流入等による濁りが解消されにくい状況である。 <p>こうした状態を放置していくと、更なるカキ分布域の拡大とカキ殻の堆積、浮泥の堆積、一方では干潟の硬質化、無機質化が進み、干潟生物やカブトガニ、鳥類などの生息・生育環境を維持することは難しくなると考えられ、科学的な調査研究を進めながら、何らかの手だてを講じていく必要があると考えられる。</p>
<p>順応的管理 の特色 実施体制</p>	<p>榎野川河口域・自然再生協議会を設置（平成16年8月）し、全体構想の策定（平成17年3月）をおこなった。</p> <p>協議会委員は57名（学識者9名+個人13名+団体17+地方公共団体14+関係行政機関4）で構成されている。なお、事務局は、山口県（環境政策課、漁政課、港湾課、河川課）と、山口市（林務水産課、環境保全課）が担っている。</p>
<p>目標設定と 取組み</p>	<p><u>1) 包括的目標</u></p> <p>自然再生の目指す姿は、「干潟等においては、そこに生息する多様な生物群集により、生態系内における良好な物質循環が円滑に進み、干潟等が有する生物生産機能、生物生息機能、水質浄化機能及び親水機能などの多面的機能が高いレベルで持続的に保たれる状態、すなわち、人が適度な働きかけを継続することで、自然からのあらゆる恵みを持続的に享受できる場、いわゆる『里海』の再生を目指すこと」とする。</p> <p><u>2) 具体的な目標</u></p> <p>榎野川河口干潟等は、場所によって様々な自然・社会状況を有していることから、図-5に目標を達成するための自然再生ゾーニングを示す。また、ゾーニング毎の目標を表-1（最終頁に記載）に示す。</p>

3) 目標を達成するための取組

自然再生の目標を達成するための各ゾーン及び全区域の取組の概要は、表-1に示すとおりである。また、目標を達成するために、短期的に取り組めるものは、当初から進め、中長期的に取り組むべきものは、科学的知見の集積を基礎としながら必要な方法を定め、事業着手後も干潟等の再生状況をモニタリングし、その結果を科学的に検証し、結果を反映させ、場合によっては修正するなどして、再生事業をさらに進めていく、順応的な方法により実施していく。

4) 取組の進め方

[調査・事業の進め方]

①目標の設定

・事業対象地の状況に応じて、実施計画ごとに具体的な目標を設定する。

②科学的調査・計画

・対象となる区域の自然環境の特性や生態系に関する知見を活用し、自然環境が損なわれた原因を科学的に調査し、明らかにするなど、その十分な集積を基礎としながら、自然再生のための計画を立案する。

③事業

・事業実施の際には、事業実施計画に基づき、必要に応じて希少種等に配慮しながら、事業を実施する。

・一度に大規模事業を行わず、小規模な実験的な事業から着手する。

④モニタリング・評価、順応的管理

・事業の進捗状況を踏まえ、自然再生のプロセスが当初の仮説どおりか否かをモニタリングする。仮説と異なる結果が出た場合には、手法を柔軟に見直す「順応的管理」を行う。

⑤干潟等の再生に向けた研究

・干潟等の再生に向けて、課題点の解明など更なる研究を進め、科学的知見に基づいて再生に必要な方法を検討し、更に、事業着手後も再生状況をモニタリングするなど、順応的に進めるために科学的な研究を進めていく。

[事業推進の仕組み]

①産学官民の連携・協働

・上記のプロセスの各段階で、地域住民、NPO等、学識者、地方公共団体、関係行政機関など各方面の人々との連携・協働で行う。

②情報の公開と共有

・調査、事業の合意形成の前提として、基本的に、モニタリング結果、事業効果の評価等全ての情報はホームページ等を使って公開し、住民、地元関係団体、専門家をはじめとする関係者が情報を共有できるようにする。

	<p>5) <u>自然再生協議会の役割分担及び構成</u></p> <p>本全体構想に掲げている目標を達成していくために、自然再生協議会委員は相互に連携・協力して、様々な立場の人々の意見等を踏まえながら、それぞれの役割分担に応じて取組を進めていく。また、地元自治会など地域住民や関係教育機関等に協力・参加を求めて、干潟や海だけでなく、流域にかかわりのある産学官民が連携・協働のもとに、進めていく。</p> <p>なお、事業実施計画毎に、取りまとめ役を決めて、必要に応じて、具体的な役割分担を定める。協議会への参加者及び教育機関など協力参加を願う機関の役割分担は表-1に示すとおりである。</p>
<p>実施状況</p>	<p>【南潟での取り組み】</p> <p>流域住民等の参加により平成17年5月（参加者約170名）及び10月（参加者約60名）に南潟のD.L.1.0～1.2m付近の硬質化した砂干潟で、耕耘実証試験を実施した。以下に耕耘試験場所、耕耘後の状況を図-6に示す。</p> <p>（モニタリング結果）</p> <p>5mm以上に成長した一昨年の秋産卵によるアサリ個体が、6月以降に目視で確認できた。8月以降にブランク（紫線）は減少傾向にあるのに対し、やま耕耘区（濃緑線）及び竹柵区（黒線）は9月以降減少しているものの、他の試験区と比べて個体数が多く、更に、この両区では11月以降に個体数が増加傾向である（図-7参照）。</p> <p>また、竹柵区では20～30mmの成貝が認められており、竹柵によるナルトビエイの食害防止効果があったと考えられた。一方、耕耘により形成された凹凸の違いによるアサリの個体数は、ほぼ全ての期間で凹区の方が多く、底質が改良される事により、適度な流れや渦流ができる事、地盤が軟化する事、干潮時でも水が干出する時間が短く夏場の泥温上昇が抑えられる事などが影響していると考えられます（図-8参照）。</p> <p>また、目視観察時に、ナルトビエイやツメタガイによるアサリの捕食やクルマエビが確認されている（写真-1参照）。</p> <p>【中潟での取り組み】</p> <p>平成17年度に実施した干潟再生工法については、平成16年度の干潟回復工法に係る実証試験の成果を反映し、次の2工法により合計約1.1haの拡大実証試験を行った（写真-2参照）。</p> <p>①カキ殻粉碎工法（SIB工法）：上層（20～60cm厚）に存在するカキ殻を粉碎して現有基質（下層土）と混合させた。更に、施工域の一部に良質材（5mmの碎石、阿知須漁港内の堆積砂）を覆砂し、これにより、カキ殻分布による水域利用障害の改善及び砂浜生物などの多様性の向上を図る。</p> <p>②耕耘混合砂工法（スラリーBOX覆砂工法）：上層に存在するカキ殻と現有基質（下層土）と混合させるとともに、施工域の一部では砂や碎石を20%の混合比で混合することにより、底質改善を行い、生物の多様性の向上を図る。現在、様々なモニタリングをしており、今後とも、地盤高や柔らかさ、底質、生物（底生微細藻類や底生生物など）の変化を調べ、科学的探求・知見に基づいて順応的に事業を進める。その他、モニタリングは、底質や干潟の硬度、底生生物等を観察しており、継続してデータを収集・解析し、科学的知見に基づき順応的に事業を進める。</p>

	<p>【アマモ場造成検討・実証事業の取組】 (栄養株移植試験について：平成15年1月実施)</p> <p>平成15年1月に約4株/m² (株密度は全て平均値, 以下同様) の密度で移植したアマモは、移植直後の平成15年3月にアオサ属の繁茂や初期減耗により株数が若干減少した。1年半後の平成16年6月には約30株/m²に達した。平成16年9月の台風18号の波浪影響により株数が減少したが、季節変化をしながら順調に増え続け、移植から3年後の平成18年1月に株数は移植時の約10倍の40株/m²となった(図-9参照)。</p> <p>(播種試験について：平成16年11月実施)</p> <p>発芽後のアマモの生育状況も場所・手法により異なる。協働播種区画でコロイダルシリカ法により播種したアマモの生育が順調で、播種から1年以上経過した平成18年1月にアマモ株数が平均70株/m²で維持されていた(図-10参照)。</p>
<p>出展</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1) 榎野川河口域・干潟自然再生協議会HP (http://eco.pref.yamaguchi.lg.jp/fushino/index.html) 2) 榎野川河口域・干潟自然再生全体構想、榎野川河口域・干潟自然再生協議会、平成17年3月 3) 再生協議会ニュースレター(第1号)、発行・編集：榎野川河口域・干潟自然再生協議会事務局、発行日：平成18年3月10日

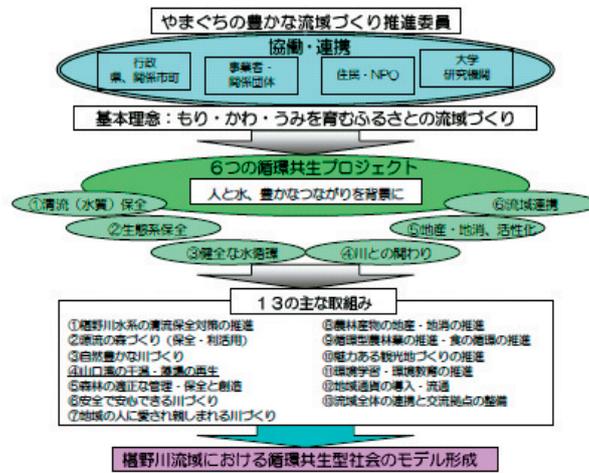


図-1 やまぐちの豊かな流域づくり構想（樫野川モデル）

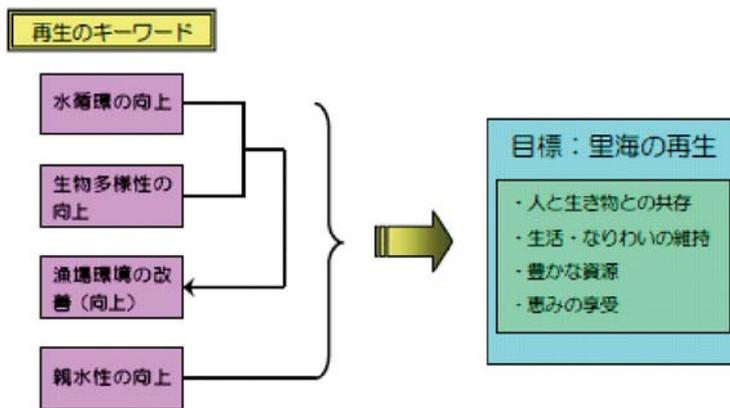


図-2 樫野川河口干潟等の再生の方向性

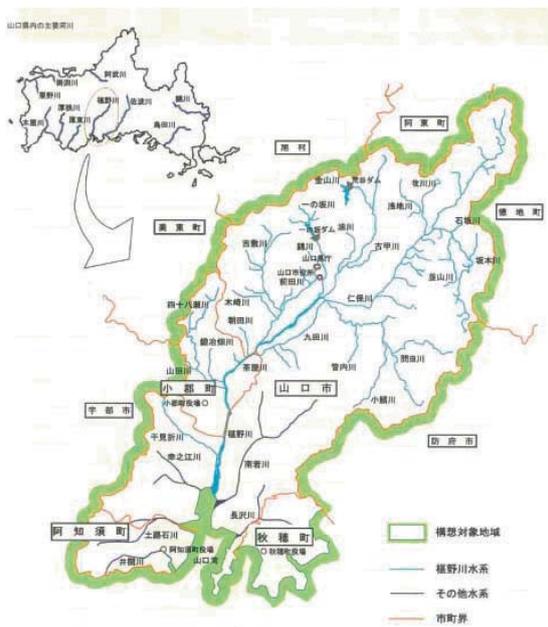
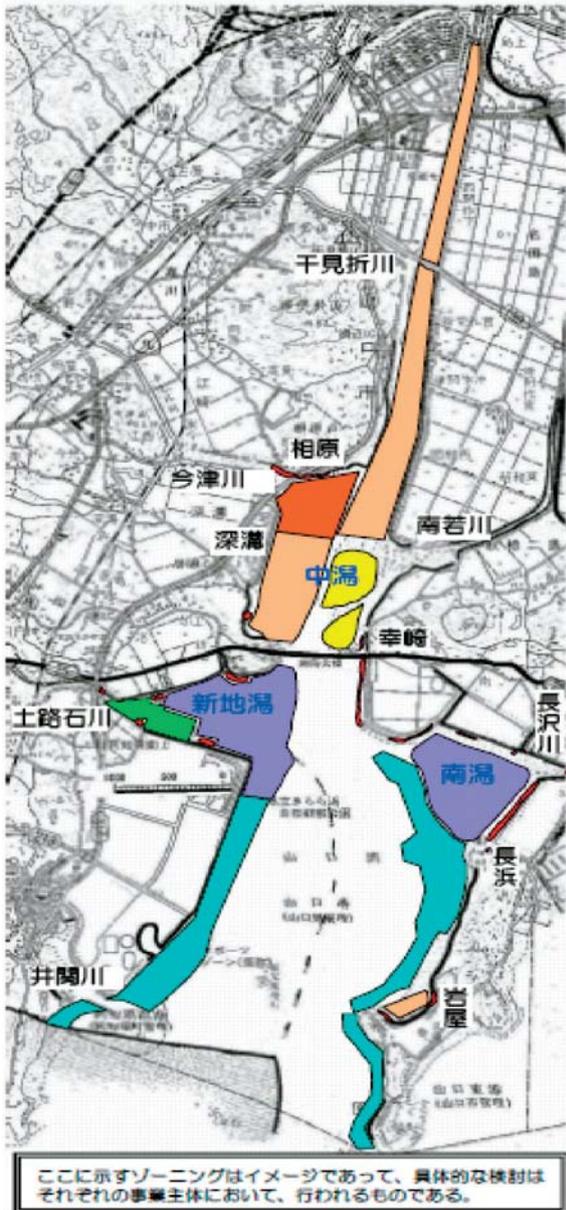


図-3 樫野川流域全体



図-4 自然再生の対象区域



<自然再生ゾーニング>

- : 豊かな泥干潟の区域
- : 豊かな砂干潟の区域
- : カブトガニ産卵場保全区域
- : 豊かなアマモ場・浅場
- : 豊かな泥浜・レク干潟
- : 豊かな後浜（背後地）の区域
- : 現状干潟の観察・維持区域

図-5 自然再生ゾーニング

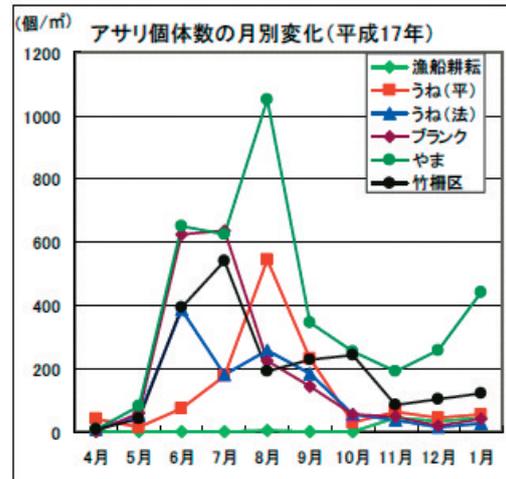


図-7 アサリ個体数の変化(月別)

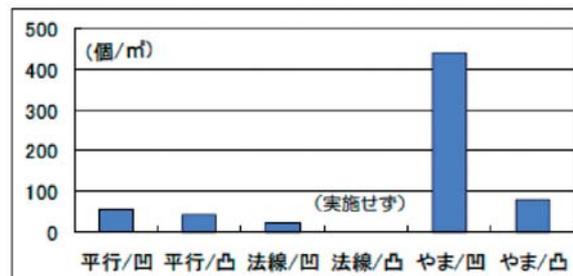


図-8 アサリ個体数の変化(耕耘形状)

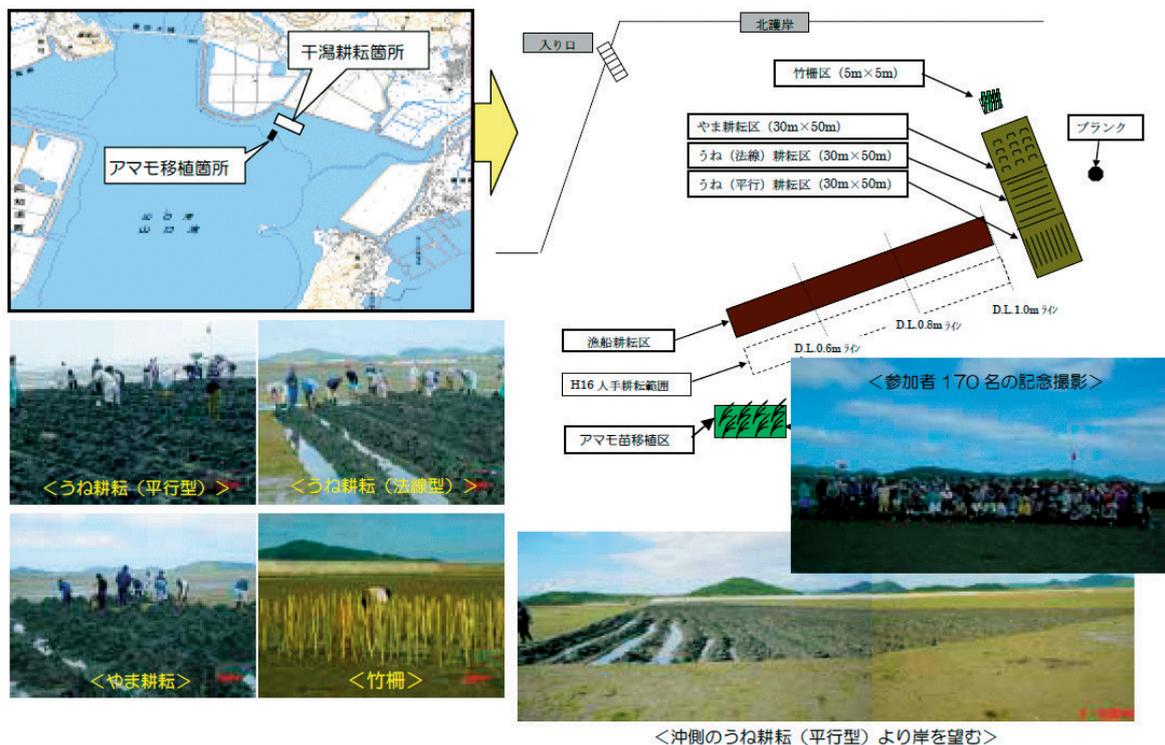


図-6 耕耘試験の状況



写真-1 目視観察状況



写真-2 干潟回復工法に係る実証試験

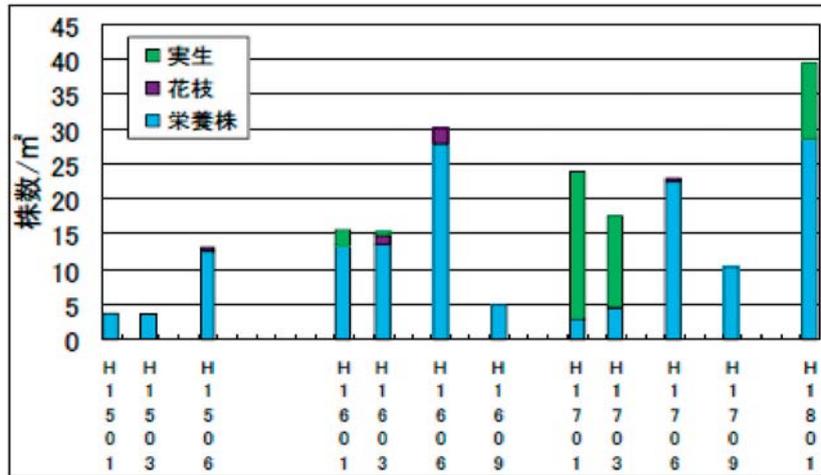


図-9 アマモ（栄養株移植試験）結果

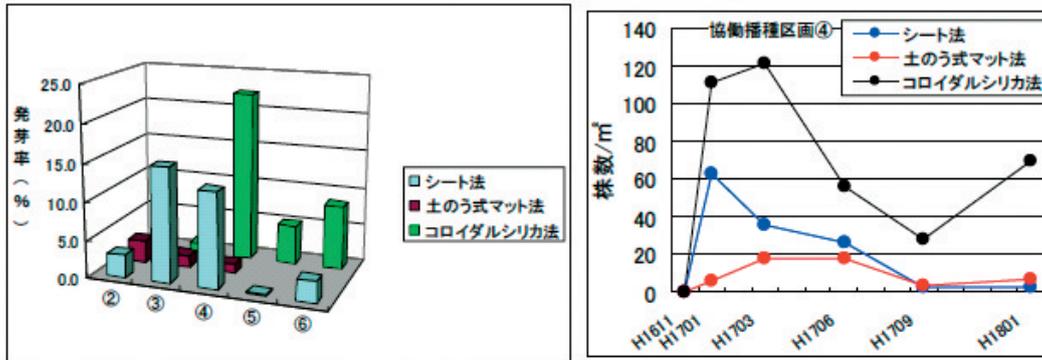


図-10 アマモ（播種試験）結果



写真-3 アマモ試験の状況

表-1（その1） 各ゾーン及び全区域の目標

目指す区域 (ゾーン)	目標 (目指す状態)
豊かな泥干潟 区域	①中潟の北側においては、カキの増殖が抑えられ、泥分が適度に低下し、アサリ、エビ、カニ類等の多様な生物が多数生息できる干潟環境になっている。 ②中潟の南側においては、カキ・カキ殻と共生しているカイガラアマノリ等の希少種の生息環境が保全されている。
豊かな砂干潟 区域	①南潟や新地潟においては、硬質化、無機質化した干潟が改善され、アサリ、エビ、カニ類等の多様な生物が多数生息できる干潟環境になっている。 ②カブトガニの幼生が生息できる環境（泥分の比較的多い砂干潟）も可能な限り維持されている。 ③野鳥の餌場となっている干潟が保全されている。
カブトガニ産卵場 保全区域	①現在のカブトガニの産卵場所が保全されている。
豊かなアマモ場・ 浅場区域	①多様な生物が、多数生息できる干潟や浅場及びアマモ場となっている。 ②アマモ場が拡大し、稚貝の沈着場、その他海生生物の生育場になっている。 ③地域住民が容易に立ち入って利用できる等、親水性が確保されている。
豊かな泥浜・レク 干潟区域	①野鳥の餌場となっている泥浜が保全されている。 ②生物の生息環境が悪化している泥浜が適度に砂質化し、環境が改善されている。 ③泥浜を活用した遊び場やレクリエーションの場が確保されている。
豊かな後浜（背後 地）区域	①土路石川河口部のヨシ原や鳥類餌場などが保全されている。 ②地域住民、学校等が利用できる背後地が確保されている。
現状干潟の観察・ 維持区域	①現状干潟域に手を付けずに、変化状況の観察を継続している。
全区域にわたる共 通事項	全体として、里海、宝の海となっている。 ①海域・水域は、適度な栄養塩類があり、濁りが少なくなるなど人や生き物にとって、良好な環境となっている。 ②多くの住民等が干潟等に親しんでいる。

表-1 (その2) 各ゾーン及び全区域の取組

目指す区域 (ゾーン)	取組
	<p>表中の丸付番号は、目標（目指す状態）に対応する。 また、取組の記号は、 ●：短期的に（当初から）取り組むもの ◎：中長期的に取り組むものを示す。</p>
豊かな泥干潟区域	<p>①；●カキ殻層が持つ透水性を活用して、アサリ、エビ、カニ類等の多様な生物の生息に適した干潟（底質）へ改善するために、干潟（底質）の上層と下層の土砂の置換、または粉碎したカキ殻や堆積砂との混合等を通して、底質の粒度や海拔（地盤高）を調整する。 ②；●カイガラアマノリの保全のために、カキ及びカキ殻層が表面を覆っている底質に手を付けない。</p>
豊かな砂干潟区域	<p>①&②；●カプトガニの生育に配慮し、生息場所を保全しながら、硬質化、無機質化した干潟を南潟での実証試験結果や他県での成果等を参考にし、耕耘などの手法により再生・維持管理する。 ③；●野鳥の餌場として良好な環境を保っている干潟の区域にはできるだけ手をつけず保全に努める。</p>
カプトガニ産卵場保全区域	<p>①；●干潟に点在しているカプトガニの産卵場所は良好な環境を保っているため、この区域には手をつけず保全に努める。</p>
豊かなアマモ場・浅場区域	<p>①&②；●アマモの移植、播種等により、アマモ場の再生、維持管理を行う。 ◎貝類などの生息環境を改善するため、干潟や浅場を造成するとともに、波浪の影響の低減や光条件の向上などを図ることにより、アマモ場の造成を行う。 ③；●護岸から海へのアプローチを整備する。 ◎親水関連施設（後浜整備、潮干狩り、レクリエーション施設、自然体験学習施設等）を整備する。</p>
豊かな泥浜・レク干潟区域	<p>①；●野鳥の餌場として良好な環境を保っている干潟の区域には手をつけず保全する。 ②；●一部区域では砂質土による客土を行い、干潟を再生する。 ③；◎泥遊びなど泥と直接触れ合える遊び場である泥浜やレクリエーション場を後浜と連携した形で区画設定する。</p>
豊かな後浜（背後地）区域	<p>①；●土路石川河口部の汽水域に現存するヨシ原や鳥類摂餌場などは、手をつけずに保全する。 ②；◎後浜と干潟を利用した自然体験活動、環境学習場所、潮干狩りや散策などの場を設定する。</p>
現状干潟の観察・維持区域	<p>①；●深溝地先の生物多様性が高いカキやカキ殻の存在する場、岩屋地先のカプトガニが生育する場等についての変化状況を観察しながら手をつけずに維持する。</p>
全区域にわたる共通事項	<p>◎榎野川河口干潟等の課題の解明や再生方法の検討などのための研究を行う。 ◎海域・水域の水環境の改善に関係者の連携・協働により取り組む。 ●浅海・干潟観察会や気軽に参加できるイベントなどを開催し、自然に親しむ体験や学習の場を提供する。 ●普及啓発として、榎野川流域フォーラムの開催、保全や再生に住民が参加できる仕組みづくりや産学官民のネットワークづくりを行う。 ●事業の実施後は、効果等を確認するため環境モニタリングを実施する。 ●ホームページなどを利用し干潟での取組や出現する干潟生物などの様々な情報の管理・提供等に取り組む。 ●干潟等との共生による地域のイメージづくり、その発信等に取り組む。</p>

表-1 (その3) 各ゾーン及び全区域の役割分担

目指す区域 (ゾーン)	役割分担 (○;実施、△;助言、◎;協力)※							
	作業内容	協議会参加主体					協力参加を願う主体	
		事業実施者	学識者	公募委員		関係自治体	地元自治会等	教育機関
個人	団体							
豊かな泥干潟区域	<ul style="list-style-type: none"> カキ殻分布域での上下層置換、カキ殻粉砕片や堆積砂との混合等による底質改善 カキ・カキ殻との共生 	○	△		◎	◎		
豊かな砂干潟区域	<ul style="list-style-type: none"> カブトガニの生育に配慮し、干潟を耕耘などにより再生・改善 	○	△	○	◎	◎	◎	◎
カブトガニ産卵場保全区域	<ul style="list-style-type: none"> 干潟に点在しているカブトガニの産卵場所を保全・維持 	○	△	○	○	○	◎	◎
豊かなアマモ場・浅場区域	<ul style="list-style-type: none"> アマモ場の再生・維持管理 干潟・浅場造成そして、アマモ場造成 親水関連施設（後浜整備、潮干狩り、レクリエーション施設、自然体験学習施設等）の整備 	○	△	◎	◎	◎		◎
豊かな泥浜・レク干潟区域	<ul style="list-style-type: none"> 野鳥の餌場として現状環境を保全 一部区域では客土等を行い、干潟を再生 泥遊びなどの泥浜やレクリエーション場の設定 	○	△	◎	◎	○		◎
豊かな後浜（背後地）区域	<ul style="list-style-type: none"> ヨシ原、鳥類摂餌場などを保全 後浜と干潟を利用した自然体験活動、環境学習場所、潮干狩りや散策などの場の設定 	○	△		◎	○	◎	◎
現状干潟の観察・維持区域	<ul style="list-style-type: none"> カキやカキ殻の存在する場、カブトガニが生育する場等についての変化状況を観察しながら維持 	○	△		○	○	◎	◎
全区域にわたる共通事項	<ul style="list-style-type: none"> 干潟等の課題解明、再生方法検討等の研究 海域・水域の水環境の改善への取組 自然体験などの環境学習・教育 住民が参加できる仕組みづくり 産学官民のネットワークづくり 事業の環境モニタリング 様々な情報の管理・提供等 	○	○	○	○	○	◎	◎

※ 助言は参加できなくても、技術的な教授や意見等を述べる。協力は支援をしたり、実際に参加する

山口県・徳山下松港干潟造成事業

事業名	山口県・徳山下松港干潟造成事業
事業場所	周南市大島地区本庄浦地先（漁港区域）（図-1）
事例紹介の意図	水産資源の育成環境の改善や水底質環境の改善を図るため、港湾・水産事業が連携しながら、港湾整備事業で発生する水底土砂を有効活用して、アサリの生育特性や順応的管理に配慮した干潟造成の計画・設計をおこなっている事例である。
事業の背景と経緯	<p>①過去の経緯 徳山湾において工場排水における公害問題（魚類及び底質の水銀汚染）が発生した時期（昭和48年～58年）がある。このため、電解ソーダ工場の排水を密閉化し、ソーダの製造方法を水銀を使わないイオン交換膜隔膜法に切り替え、さらに、除去基準を超える水銀に汚染された海底土砂については、湾内の水銀汚染底質処理工事が実施されている。</p> <p>②近年のアサリ収穫と地域の水産振興計画 近年アサリの収穫量が激減傾向であり、アサリ生育場としての干潟造成を周南市が漁場環境整備として計画している。</p> <p>③地域の活動と自然再生の要請 現状の干潟は、アサリ生育場としてだけではなく、潮干狩りや地元小学生の環境学習など、人と自然とのふれあい活動の場として活用されている。 人と海とが共存していくため、自然環境を保全するだけでなく、開発によって失われた自然を可能な限り再生・創出することが求められている。</p> <p>④港湾関連事業 徳山下松港新南陽地区浚渫事業（航路泊地（-12m）浚渫）により発生する浚渫土を干潟造成に有効利用（必要な土量、約120万m³）として調達する。（図-2） なお、干潟用材として活用する浚渫土砂については、過去の経緯を配慮して有害物質等の分析を行い、問題のないことを確認している。</p>
基本的な考え方	<p>①干潟整備の目的 徳山下松港新南陽地区の浚渫事業で発生する土砂を有効利用し、かつ周南市大島地区にアサリの生育場として継続的に活用できる干潟を整備（図-3、写真-1）する。</p> <p>②求める干潟の機能 アサリの生育場としての機能を継続的に維持することを目標とする。</p> <p>③事業主体と関係者 干潟は中国地方整備局宇部港湾事務所及び周南市が協力して整備する。また、以下の関係者が存在する。 ・整備主体：中国地方整備局、周南市 ・維持管理主体：周南市、櫛ヶ浜漁業協同組合 ・利用主体：櫛ヶ浜漁業協同組合、地域住民を始めとする住民</p>

	<p>④干潟の活用</p> <p>本干潟は第一義的にはアサリの生育場として整備し維持管理されるため、住民の利用については維持管理主体の判断によるが、資源や漁業事業に影響しない範囲で極力できるよう配慮する。</p> <p>干潟造成により水産資源を含む生物の多様性が向上し、水産業の振興ならびに水底質環境の改善が図られ、市民の自然との触れ合いや学童の環境学習の場としての活用が期待される。</p>
維持管理の目標	<p>維持管理目標は、アサリの生育場としての機能を継続的に維持することを目標とする。</p> <p>造成された干潟地盤は自然に形成されたものでないために、時間とともに、また周囲の気象・海象環境に呼応して、少しずつ変性していく。また、造成された干潟上で営まれる生物の活動自体も、季節や環境条件で変動するため、確定論的な手法には限界があると考えられる。したがって人工的に干潟を造成する場合、人為的に地形形成のきっかけを与えた後は、最終的に自然の自己デザインに任せ、その場にふさわしい干潟の地形・生態系の形成・干潟機能の継続的維持を目標とすることが基本となり、本干潟では適切な維持管理によりアサリ生育場としての機能を継続的に維持することを目標とする。</p>
維持管理の手法	<p>維持管理の長期目標は、「アサリ生育の場としての機能を継続的に維持する」ことであり、具体的目標を、環境管理面では地形の安定、資源管理面ではアサリの安定成育をあげる。これらの目標達成のために、干潟の状況を継続的にモニタリングし、「モニタリング→目標の達成→要因の分析→対策の立案実施」のサイクルを実施することが重要である。</p> <p>維持管理の実施フローは、図-4に示すとおりである。維持管理を行う上での長期目標とそれを達成するための具体的目標を設定し、モニタリングの計測データをもとに目標が達成されない場合要因を分析し、対策を立案実施、その効果をモニタリングで判定し、次の対策に活かしていく必要がある。</p> <p>障害の発生の有無やその程度の判定においては、モニタリングデータの経年比較が重要となるため、モニタリングデータが同じ精度で取得できるように、毎年、同一時期、同一地点での調査とするなど、データの一貫性を保つ必要がある。</p> <p>なお、目標の達成の評価及び要因の分析、対策の立案・実施については専門家の意見を聞くことが望ましい。</p>
モニタリング	<p>(1) 初期とその後のモニタリング</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 干潟地形や生物相において、ある程度の安定が得られるまでの「初期のモニタリング」と「その後の継続モニタリング」で調査内容を分ける(図-5)。 2) 初期のモニタリング期間は供用開始後5年を目安とし、5年経過時点で調査内容の見直しを行う。 3) 初期のモニタリングは国、周南市、並びに櫛ヶ浜漁業協同組合が協力して行い、その結果をもとに国は技術支援協力を行う。 <p>造成干潟の供用開始初期においては、「造成基盤がまだ安定していないこと」、「新たな生息基盤の出現であるため、生物相の入れ替わりが激しく不安定」などの問題を生ずることが懸念される。よって、モニタリングの実施内容は、これらがある程度安定するまでの「初期のモニタリング」と、「その後の継続モニタリング」に分けることが合理的である。</p>

	<p>安定期とそれに至るまでの区分に論理的な境界は存在しないため、ここでは造成干潟の供用開始後5年程度を目安に、初期及びその後の継続モニタリングに分けることとし、5年経過時点でモニタリングの調査内容の見直しを行うものとする。</p> <p>(2) モニタリングの調査項目</p> <p>①初期のモニタリング調査</p> <p>初期のモニタリングは、地形等変化の予想される項目及びアサリ生息調査を主な対象とする。また、造成直後は特に変化が激しいと考えられることから、調査回数は適時、増加させて調査することが望ましい。</p> <p>造成初期の干潟は圧密進行に伴う地盤高の変化、それに伴う汀線や粒度変化など、造成干潟を構成する物理的環境の変化が大きい。よって、これらの環境変化を捉え得る基本的な項目を重点的に計測する。特に、当初の2年間は変化が激しいと考えられることから、この間の調査は密に実施することとした。</p> <p>初期モニタリングの基本的な調査事項及び調査時期の概要を表-1、表-2に示す。なお、必要に応じて調査は追加変更する。</p> <p>②その後の継続モニタリング調査</p> <p>1) 初期モニタリングに継続する調査の内容は、アサリの資源量調査の継続を基本とし、初期モニタリングの結果を踏まえて、その後の継続モニタリング開始時にその内容及び項目を見直す。</p> <p>2) 継続モニタリング調査は、周南市と櫛ヶ浜漁業協同組合が主体となり行う。</p> <p>初期のモニタリングに継続して行う調査内容としては、計測が簡便で継続性の容易であることがふさわしい。より直接的な計測指標として、アサリの生息密度およびその分布状況及びその環境条件の把握が基本となる。</p> <p>ここでは、アサリに関する資源量調査の継続は基本とし、初期モニタリングの結果を踏まえ、継続モニタリング開始時にその内容及び項目を見直す。</p> <p>③緊急時のモニタリング調査</p> <p>1) 台風などの災害発生時等、緊急事態が発生した場合には、周南市及び櫛ヶ浜漁業協同組合の報告に基づき、必要に応じて追加のモニタリングを行う。</p> <p>2) 必要とされるモニタリングの内容は、国・県・周南市で協議の上、決定する。</p>
干潟の資源管理	<p>(1) アサリ資源量の把握</p> <p>造成後のアサリの収穫においては、資源量の把握管理を行い、性急な収穫採取や過剰採取を避ける必要がある。</p> <p>造成直後の干潟面は天敵や競合種が少ないこと、短期的なサイクルで繁殖する生物種が優位になり易いなどの理由により、単一種の大発生と盛衰を生じやすく、かつしばらくの期間は生物相の入れ替わりが激しいと考えられる。同様の理由により、初期段階においてはアサリの生育量の変動が激しく、かつ安定した生息量も不明でもあるため、アサリの生息が安定するまでの間（概ね2～3年）は収穫を極力抑制し、資源量の実態把握に努める必要がある。</p> <p>また、生物相が安定した後についても、毎年同時期、同一地点でのアサリ生息密度の調査及びアサリの収穫量を継続して調査していくことにより、当干潟における平均的なアサリの生産能力を把握し、過剰採取を避けるようにすることが重要である。（表-3）</p>

	<p>(2) アサリ生育場としての管理</p> <p>①アサリ生育場としての機能を継続させるため、生物サイクルに応じたアサリの生育環境の維持管理作業を行っていく必要がある。</p> <p>アサリ生育場として適切な環境を維持していくため、図-6の漁場管理スケジュールを参考にす。なお、この表は当干潟用に、広島湾西部のアサリ漁場の維持管理計画に加筆修正して作成したものである。</p> <p>これをもとに、内容や時期については、現地の状況に応じて適宜見直していく必要がある。</p> <p>②母貝涵養や、稚貝着底のための保全区域を設け、アサリ資源の保全を図ることが望ましい。</p> <p>安定したアサリの生息環境を継続させるために、アサリ母貝用の涵養区域や稚貝着底区域などの資源の保全区域を設け、人による採取や食害種から保護することが望ましい。</p> <p>アサリ稚貝の着底においては、粒径に対する選択性が強いことが報告されており、粒径1～2mmの着底率が高いとされている。</p> <p>調達する覆砂の中央粒径は0.1～1.0mmに想定される。1mm以上の粒径が少ないもので覆砂されている場合は、稚貝着底用として干潟表面の一部に砂礫（予測計算からは現地波浪に対し粒径2～4mm以上が安定）を撒いて様子見する等が有効な手段になり得ると考えられる。</p> <p>なお、これらの保全区域はアサリの生息状況に応じ適時、見直しを行う。また、保全区域外についても、状況に応じ輪採制の導入を考慮することが望ましい。</p> <p>(3) 食害対策</p> <p>アサリの食害種に対し、適切な対策を実施する必要がある。</p> <p>①食害実態</p> <p>現況におけるアサリの食害を把握するため食害調査を行った結果は、自然減耗により生存個体数が減少しているが、金網籠に入れた食害対策区と、蓋なしの無対策区では生存率に差が生じており、いずれにおいても食害の影響ありと判定された。</p> <p>②対策（防止柵、被覆網、転石）</p> <p>食害対象としてナルトビエイ等の遊泳性の生物に対しては、防護柵や防護網被覆などで物理的に隔離する。また、この他に、20～50mmの石やコンクリートブロック片を表層に撒くことでも食圧を抑える効果があるが、混在物の存在によりアサリ収穫時の効率は低下する。</p>
干潟の環境管理	<p>(1) アサリ生息環境の維持管理</p> <p>干潟を継続的にアサリの生息に適した状態に維持するため、適時、干潟面を管理していく必要がある。</p> <p>アサリ環境の維持管理項目とその対策例を表-4に示す。</p> <p>(2) 日常管理</p> <p>干潟面の状況を定期的に目視観察し、日常的な管理を行う。</p> <p>①堆積物・ごみ等の回収処理</p> <p>干潟面には漂流ごみやアオサ等の漂着によって、景観が悪くなるだけでなく、大量の有機物の腐敗によって生物環境が悪化する。したがって、良好なアサリ漁場を維持するためには、これらの漂着物を適時、回収処理する必要がある。</p>

②干潟面の整地・均し・覆砂追加投入

造成干潟面では、干潟基盤の圧密進行や波浪作用によって干潟地形の変化を生ずる。この干潟地形の変化は、特に、造成初期に顕著であると予想されるが、その度合いはその後にも継続して生じ得る。

これらの地形の変化は水深の変化だけでなく、移動しやすい細粒な土粒子の流失を伴うため、例えば汀線近傍の細粒分の減少しやすい場所は粗粒化が進み、その沖合いなどの堆積しやすい個所には細粒分が多くなるなど、底質粒径の変化を伴うことが多い。これに伴って、そこに生息する生物相も変化する。

このような地形の変化（微地形の形成）は、同時に生物の多様化を生み出すため良好な生息環境形成にはむしろ有用であるが、干潟の機能が阻害されるほどの過度の地形変化に対しては、人為的に干潟面の整地・均し・覆砂の追加投入などを行い適切な状態に回復することが必要となる。

また、局所的に洗掘され覆砂厚が不足しそうな個所については、事前に砂泥の堆積個所から不足個所に運搬し、整地・均しを行う必要がある。

（3）整地・均し・覆砂追加投入時の留意点

①整地・均し・覆砂の追加投入などの砂泥移動を行う場合は、干潟を幾つかの作業区画に細分し、かつ時期を分けて実施する。

干潟の整地・均し・覆砂の追加投入は、実施位置の底質の物理的な環境を急激に変えるため、アサリを含めそこに生息する生物にダメージを与える恐れがある。したがって、生息生物への影響を極力小さくするため、干潟全体を一度に整地・均しせず、作業区画を定め、生物相の回復を待って順じ行うことが重要である。

一度に行う作業規模は、干潟生物への影響を考慮して干潟の3分の1を最大とするのが望ましい。また、作業実施後は、アサリの発生サイクルを考えると2年は放置することが望ましい。作業の実施時期は、アサリの着底期及び幼貝期を避けることが望ましい。なお、ブルドーザー等の重機の使用は、生息生物の圧死、巣穴等の圧壊を伴うため、十分な配慮が必要である。

②整地・均し・覆砂の追加投入において、一度に砂泥を干潟面に盛る厚さは10cm以下を目安とする。

アサリの生息活動にあまり影響を与えない埋設深さは10cm程度であり、砂層厚15cmに対してはへい死率50%、20cmでは70~100%²⁵⁾といわれている。これらのことより、アサリの生息域に土盛りする場合の厚さは10cm程度を目安とすることが望ましい。

（4）生物環境の変更を伴う管理

耕耘による底質改善、作滯による海水交換の促進等のアサリ生息場改善策があるが、これらは生物環境の物理的及び化学的環境の変更を伴うため、実施の際には専門家の意見を聞くことが望ましい。ただし、局所的な対処の場合はこの限りではない。（生物環境変更を伴う管理手法）

①耕耘

干潟面は波浪作用や生物活動（バイオターベーション）によって常時攪乱を受けている。しかし、このような自然攪乱が少ない場合、地盤の硬度が増し過ぎたり、地盤内に酸素供給のない還元層が過度に形成され底質環境の悪化を生ずることがある。このような地盤に対しては、干潟面の耕耘で底質環境を改善できる。

	<p>耕耘を行った場合、そこに生息する生物及びその住処を物理的に破壊する、還元層が破壊されて以前と異なる生物に適するように変更されるなど、生物環境の変更が著しいため、その方法や範囲について専門家の意見を聞いて実施することが望ましい。</p> <p>なお、ホトトギスガイ等の競合種除去において耕耘が有効となる場合があるが、有用種に対する悪影響も生ずるので、その実施、時期、方法については専門家の意見を聞くことが望ましい。</p> <p>②作濡・置き柵・石積み等</p> <p>干潟面に流れやすいように濡を掘って干潟面の排水効果を上げ海水交換をよくする、置き柵や石積みの小堤を設置することで砂泥の堆積を促したり、稚貝の集積や着底を促進するなど、干潟の流況を変えて干潟環境を改善する方法がある。なお、作濡の実施の場合は、掘削により覆砂下部の浚渫土露出を生じさせない対策が必要である。</p> <p>これらは、その目的や干潟の状況を判断し適切な方法を選定する必要があり、また専門的な知識を必要とするため、その実施においては専門家の意見を聞くことが望ましい。</p>
<p>干潟活用のための課題</p>	<p>本干潟は第一義的にはアサリの生育場として整備し維持管理するため、住民の利用については、資源や漁業事業に影響しない範囲で極力配慮しながらの以下の活用方策案が検討されている。</p> <p>(1) 干潟活用の方策</p> <p>造成されたアサリの生息する干潟の活用策を以下に示す。</p> <p>①一般市民参加型の活動展開</p> <p>干潟の環境学習の場、耕耘・微地形創り等の体験学習、市民参加型のゴミゼロ運動</p> <p>②研究の場としての活動展開</p> <p>アサリ生息環境の形成手法の研究、干潟の評価手法の研究</p> <p>(2) 活動展開を支援する環境創り</p> <p>①活動展開を支援する施設として、簡単な休憩所・トイレ、ベンチや足洗い場、駐車場などが考えられる(利用者アンケートによる)。</p> <p>②ハード面の整備と同時に地域活動と協働した活動展開を図ることが重要である。</p>
<p>出展</p>	<p>1) 徳山下松港干潟整備検討委員会編(2005)：徳山下松港・大島地区干潟整備マニュアル、平成17年3月</p> <p>2) 浅井正・西田芳浩・島崎正寛(2006)：徳山下松港の干潟整備における目標設定、海洋開発論文集、第22巻、2006年7月、33-38</p> <p>3) 浅井正・米原吉彦・吉川茂樹・相原昌志・大島巖・岡田光正(2006)：アサリ干潟の成立要件とその順応的管理手法の構築について—大島地区干潟を例に一、海洋開発論文集、第22巻、2006年7月、217-222</p>



写真-1 完成干潟のイメージと干潟の活用イメージ



図-1 実施場所と干潟完成イメージ

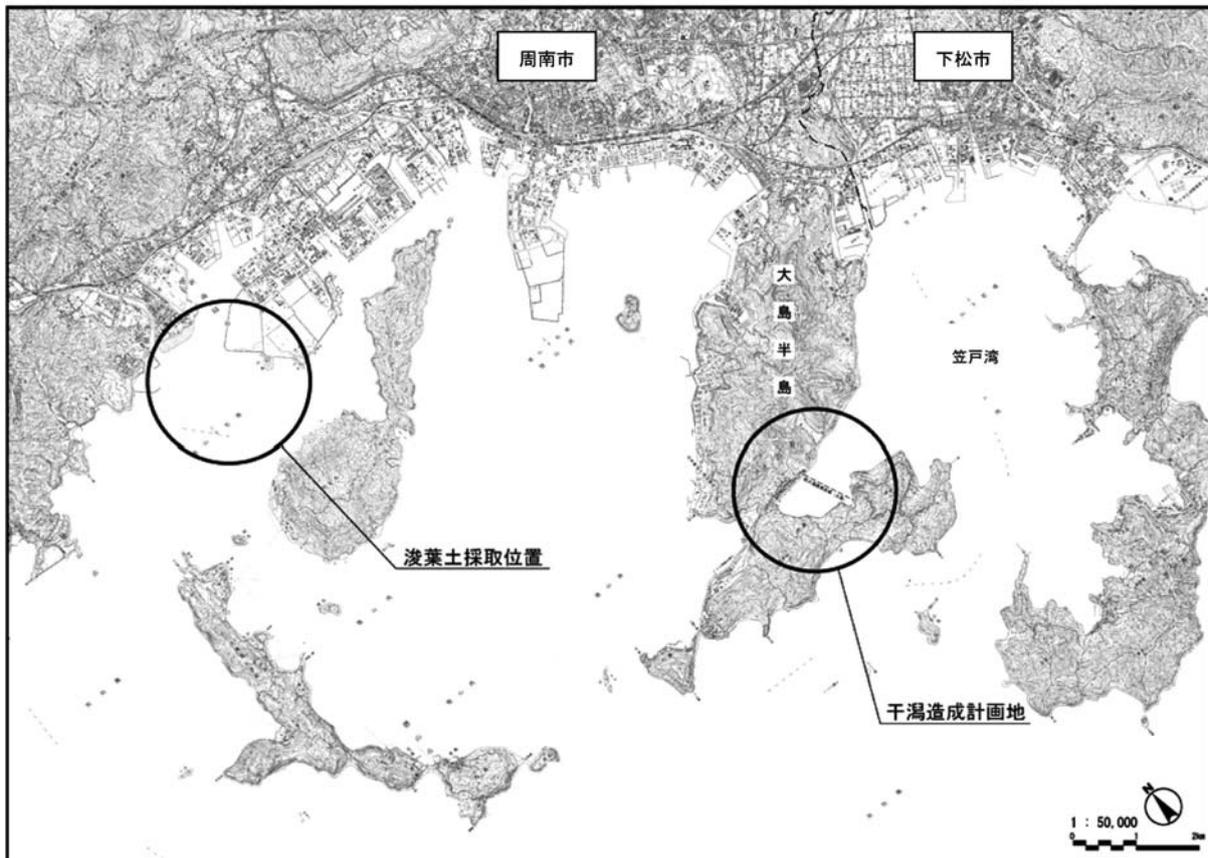


図-2 全体位置

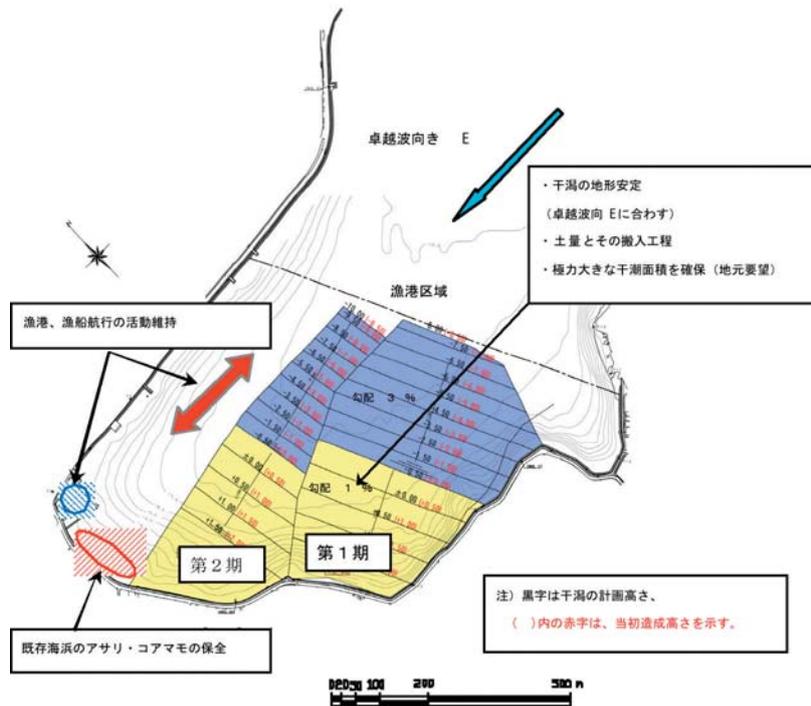


図-3 干潟の計画平面図

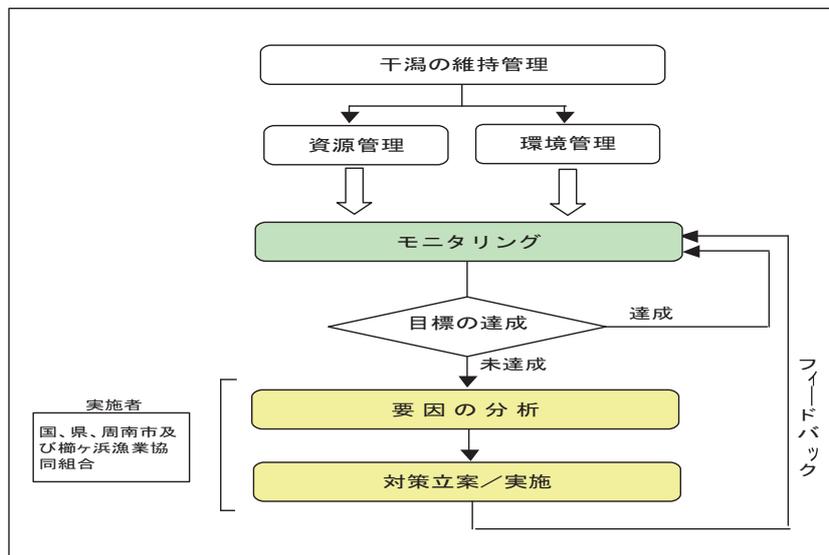


図-4 干潟の維持管理フロー

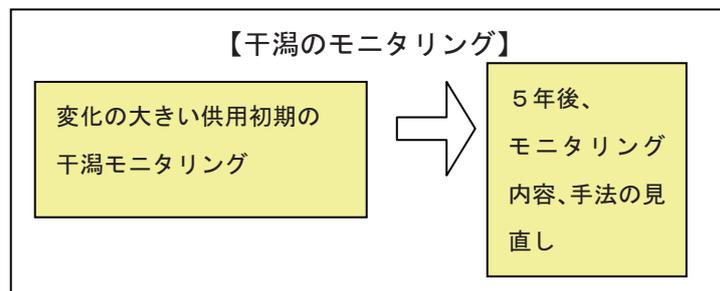


図-5 干潟のモニタリング

表-1 初期のモニタリング調査の実施方法

	分類	調査事項	調査方法	評価方法	モニタリングの実施者
資源管理	①資源量	・アサリの殻長別生息密度、生貝死貝率調査	・水深別測線計測	・経年データの比較検討(母貝涵養区、稚貝保全区)	・周南市 ・櫛ヶ浜漁業協同組合
		・アサリ播種量、収穫量調査	・播種期、収穫期の検量、ヒアリング	・経年データの比較検討	
	②餌量調査	・底土、海水中のクロロフィル-a/フェオ色素含有量調査	・水深別測線計測	・経年データの比較検討	
環境管理	③地 形	・地形変化 ・覆砂厚調査	・水深別測線計測 ・水深別測線計測(コーン貫入試験等)	・経年データの比較検討	国
	④底 質	・粒度組成調査(表面、GL-0.10mまで)	・水深別測線計測	・経年データの比較検討	
	⑤生物相	・潮間帯のマクロベントス、競合・食害種調査	・水深別測線計測(潮間帯,潮下帯)	・経年データの比較検討	
その他	⑥有害物質調査	・水銀含有量調査	・任意点計測	・含有量を測定し基準値に照らして安全度を評価する。	・周南市 ・櫛ヶ浜漁業協同組合

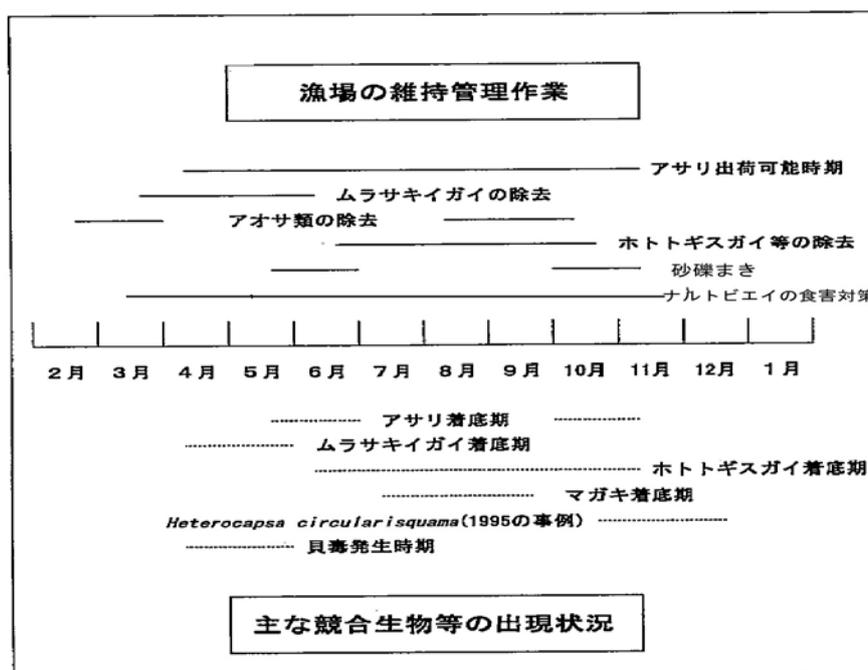


図-6 漁場管理スケジュール

表-2 初期のモニタリング調査の実施時期

分類		調査事項	年最小頻度	実施時期																																																												
資源管理	①資源量	・アサリの殻長別生息密度、生貝死貝率調査	年2回以上	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="4">1年目</th> <th colspan="4">2年目</th> <th colspan="4">3年目</th> <th colspan="4">4年目</th> <th colspan="4">5年目</th> </tr> <tr> <th>春</th><th>夏</th><th>秋</th><th>冬</th> <th>春</th><th>夏</th><th>秋</th><th>冬</th> <th>春</th><th>夏</th><th>秋</th><th>冬</th> <th>春</th><th>夏</th><th>秋</th><th>冬</th> <th>春</th><th>夏</th><th>秋</th><th>冬</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>●</td><td></td><td>●</td><td></td> <td>●</td><td></td><td>●</td><td></td> <td>●</td><td></td><td>●</td><td></td> <td>●</td><td></td><td>●</td><td></td> <td>●</td><td></td><td>●</td><td></td> </tr> </tbody> </table> <p>注) 春；収穫後、秋；播種前</p>	1年目				2年目				3年目				4年目				5年目				春	夏	秋	冬	春	夏	秋	冬	春	夏	秋	冬	春	夏	秋	冬	春	夏	秋	冬	●		●		●		●		●		●		●		●		●		●	
		1年目				2年目				3年目				4年目				5年目																																														
春	夏	秋	冬	春	夏	秋	冬	春	夏	秋	冬	春	夏	秋	冬	春	夏	秋	冬																																													
●		●		●		●		●		●		●		●		●		●																																														
・アサリ播種量、収穫量調査	年各1回	適時																																																														
環境管理	②餌量調査	・底質、海水のクロロフィル-a / フェオ色素含有量調査	年2回以上	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="4">1年目</th> <th colspan="4">2年目</th> <th colspan="4">3年目</th> <th colspan="4">4年目</th> <th colspan="4">5年目</th> </tr> <tr> <th>春</th><th>夏</th><th>秋</th><th>冬</th> <th>春</th><th>夏</th><th>秋</th><th>冬</th> <th>春</th><th>夏</th><th>秋</th><th>冬</th> <th>春</th><th>夏</th><th>秋</th><th>冬</th> <th>春</th><th>夏</th><th>秋</th><th>冬</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>●</td><td></td><td>●</td><td></td> <td>●</td><td></td><td>●</td><td></td> <td>●</td><td></td><td>●</td><td></td> <td>●</td><td></td><td>●</td><td></td> <td>●</td><td></td><td>●</td><td></td> </tr> </tbody> </table>	1年目				2年目				3年目				4年目				5年目				春	夏	秋	冬	春	夏	秋	冬	春	夏	秋	冬	春	夏	秋	冬	春	夏	秋	冬	●		●		●		●		●		●		●		●		●		●	
	1年目				2年目				3年目				4年目				5年目																																															
	春	夏	秋	冬	春	夏	秋	冬	春	夏	秋	冬	春	夏	秋	冬	春	夏	秋	冬																																												
●		●		●		●		●		●		●		●		●		●																																														
③地形	・地形変化・覆砂厚調査	年1回以上	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="4">1年目</th> <th colspan="4">2年目</th> <th colspan="4">3年目</th> <th colspan="4">4年目</th> <th colspan="4">5年目</th> </tr> <tr> <th>春</th><th>夏</th><th>秋</th><th>冬</th> <th>春</th><th>夏</th><th>秋</th><th>冬</th> <th>春</th><th>夏</th><th>秋</th><th>冬</th> <th>春</th><th>夏</th><th>秋</th><th>冬</th> <th>春</th><th>夏</th><th>秋</th><th>冬</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>●</td><td></td><td>●</td><td></td> <td>●</td><td></td><td>●</td><td></td> <td>●</td><td></td><td></td><td></td> <td>●</td><td></td><td></td><td></td> <td>●</td><td></td><td></td><td></td> </tr> </tbody> </table>	1年目				2年目				3年目				4年目				5年目				春	夏	秋	冬	春	夏	秋	冬	春	夏	秋	冬	春	夏	秋	冬	春	夏	秋	冬	●		●		●		●		●				●				●				
1年目				2年目				3年目				4年目				5年目																																																
春	夏	秋	冬	春	夏	秋	冬	春	夏	秋	冬	春	夏	秋	冬	春	夏	秋	冬																																													
●		●		●		●		●				●				●																																																
④底質	・粒度組成調査	年1回	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="4">1年目</th> <th colspan="4">2年目</th> <th colspan="4">3年目</th> <th colspan="4">4年目</th> <th colspan="4">5年目</th> </tr> <tr> <th>春</th><th>夏</th><th>秋</th><th>冬</th> <th>春</th><th>夏</th><th>秋</th><th>冬</th> <th>春</th><th>夏</th><th>秋</th><th>冬</th> <th>春</th><th>夏</th><th>秋</th><th>冬</th> <th>春</th><th>夏</th><th>秋</th><th>冬</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>●</td><td></td><td></td><td></td> <td>●</td><td></td><td></td><td></td> <td>●</td><td></td><td></td><td></td> <td>●</td><td></td><td></td><td></td> <td>●</td><td></td><td></td><td></td> </tr> </tbody> </table>	1年目				2年目				3年目				4年目				5年目				春	夏	秋	冬	春	夏	秋	冬	春	夏	秋	冬	春	夏	秋	冬	春	夏	秋	冬	●				●				●				●				●				
1年目				2年目				3年目				4年目				5年目																																																
春	夏	秋	冬	春	夏	秋	冬	春	夏	秋	冬	春	夏	秋	冬	春	夏	秋	冬																																													
●				●				●				●				●																																																
⑤生物相	・潮間帯のマクロベントス、競合・食害種調査	年2回以上	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="4">1年目</th> <th colspan="4">2年目</th> <th colspan="4">3年目</th> <th colspan="4">4年目</th> <th colspan="4">5年目</th> </tr> <tr> <th>春</th><th>夏</th><th>秋</th><th>冬</th> <th>春</th><th>夏</th><th>秋</th><th>冬</th> <th>春</th><th>夏</th><th>秋</th><th>冬</th> <th>春</th><th>夏</th><th>秋</th><th>冬</th> <th>春</th><th>夏</th><th>秋</th><th>冬</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>●</td><td>●</td><td>●</td><td>●</td> <td>●</td><td>●</td><td>●</td><td>●</td> <td>●</td><td></td><td>●</td><td></td> <td>●</td><td>●</td><td></td><td></td> <td>●</td><td></td><td>●</td><td>●</td> </tr> </tbody> </table>	1年目				2年目				3年目				4年目				5年目				春	夏	秋	冬	春	夏	秋	冬	春	夏	秋	冬	春	夏	秋	冬	春	夏	秋	冬	●	●	●	●	●	●	●	●	●		●		●	●			●		●	●	
1年目				2年目				3年目				4年目				5年目																																																
春	夏	秋	冬	春	夏	秋	冬	春	夏	秋	冬	春	夏	秋	冬	春	夏	秋	冬																																													
●	●	●	●	●	●	●	●	●		●		●	●			●		●	●																																													
その他	⑥有害物質調査	・水銀含有量調査	年1回	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="4">1年目</th> <th colspan="4">2年目</th> <th colspan="4">3年目</th> <th colspan="4">4年目</th> <th colspan="4">5年目</th> </tr> <tr> <th>春</th><th>夏</th><th>秋</th><th>冬</th> <th>春</th><th>夏</th><th>秋</th><th>冬</th> <th>春</th><th>夏</th><th>秋</th><th>冬</th> <th>春</th><th>夏</th><th>秋</th><th>冬</th> <th>春</th><th>夏</th><th>秋</th><th>冬</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>●</td><td></td><td></td><td></td> <td>●</td><td></td><td></td><td></td> <td>●</td><td></td><td></td><td></td> <td>●</td><td></td><td></td><td></td> <td>●</td><td></td><td></td><td></td> </tr> </tbody> </table>	1年目				2年目				3年目				4年目				5年目				春	夏	秋	冬	春	夏	秋	冬	春	夏	秋	冬	春	夏	秋	冬	春	夏	秋	冬	●				●				●				●				●			
1年目				2年目				3年目				4年目				5年目																																																
春	夏	秋	冬	春	夏	秋	冬	春	夏	秋	冬	春	夏	秋	冬	春	夏	秋	冬																																													
●				●				●				●				●																																																

表-3 アサリの資源管理と対策例

対象項目		対策例	対策実施者
資源量の維持	①アサリの減少	①過剰採取の禁止	・周南市 ・櫛ヶ浜漁業協同組合
	②アサリの生育への介助 ③アサリ資源の保全努力	②生物サイクルに応じた維持管理作業の実施 ③資源保全区の設置、稚貝放流や成貝移殖	
	④アサリの食害、競合種の大量発生	④食害防止対策、駆除対策の実施	
再生産	⑤アサリ再生産の促進	⑥砂礫撒き、置き柵等の設置	

表-4 アサリの環境管理と対策例

対象項目		対策例	対策実施者
日常管理	①アオサ・ごみ等の漂着物	①堆積物、ごみ等の回収処理	・周南市 ・櫛ヶ浜漁業協同組合
生物相	①生物相の単純化	①微地形形成による環境条件の多様化	
底質	①覆砂厚の減少、底質の粗粒化 ②底質の悪化 (地盤硬度、過度の還元化)	①覆砂の追加投入、整地、均し ②耕耘による底質改善、作滞による海水交換の促進	
	地形	①波による地形変化	
		②圧密沈下	②覆砂の追加投入、整地、均し
災害 ^{注1)}	①地震・台風等の災害による干潟機能の極端な低下	①干潟斜面の回復	国・県・周南市で協議

注1) 対象が「干潟機能の極端な低下」に属するか否かの判定は、関係者の協議により決定する。



写真-2 干潟の環境学習