

# アサリのすむ人工干潟をめざして ～大島干潟整備におけるアサリの成育に配慮した 施工と環境改善効果～

鍵本 慎太郎・潮見 幸司

中国地方整備局 宇部港湾・空港整備事務所 工務課 (〒759-0204 山口県宇部市大字妻崎開作32-1) .

徳山下松港大島地区において、浚渫土を有効活用するとともにアサリ成育場として継続的な活用を目標とした人工干潟（以下、大島干潟）を整備することとした。同整備完了後にアサリ成育場として活用するためには、アサリ成育場の形成・維持するために備えなければならない条件に対応する必要がある。このため干潟造成においては、材料の選定や地形の安定のための覆砂投入時の浚渫土の撒き上がり等に留意して施工を行なった。施工後のモニタリング調査で、アサリ等生物の生息機能の創出が確認された。本報告は、アサリ成育に配慮した干潟造成のための施工状況と干潟整備による実海域での海域環境の改善効果について検証したものである。

キーワード 人工干潟, アサリ成育場, 覆砂, 地盤の安定性, 環境改善効果

## 1. はじめに

瀬戸内海の干潟やアマモ場は、高度経済成長を背景に造成事業等により、概ね昭和50年代以降約1,000haが消失した。このため、中国地方整備局においては、環境修復を目指す取り組みとして、平成17年2月に「瀬戸内海環境修復計画」（中国地方整備局・水産庁漁港漁場整備部2005）<sup>1)</sup>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定めている。

一方、宇部港湾・空港整備事務所でも、徳山下松港新南陽地区の航路・泊地整備事業で大量に発生した浚渫土の活用策について、地元からのアサリ成育場として継続的な活用に対して強い要望があった大島地区において、人工干潟（以下、「大島干潟」という）の整備を行っていた。この大島干潟は、設計から施工、維持管理の考え方等について、有識者や関係者で構成する委員会等による検討を重ね、「徳山下松港大島地区干潟整備マニュアル」（徳山下松港干潟整備検討委員会、2005）<sup>2)</sup>（以下、整備マニュアル）を策定したところであり、同マニュアルに基づき現地施工を行う必要があった。

本報告は、干潟造成に必要な条件を考慮し材料の選定や施工上の工夫や干潟整備による環境改善効果について検証を行ったものである。

なお、浚渫土を活用した大規模な干潟造成を行った全国事例として、干潟整備後に偶発的にアサリが生息した事例や従来アサリが成育した干潟の修復事例はあるが、アサリがほとんど生息していない実海域において環境改善を行った大島干潟のような事例は全国初である。

## 2. 大島干潟整備の概要

### (1) 干潟整備事業の位置

徳山下松港新南陽地区の浚渫事業で発生する土砂については有効活用の観点から、図-1に示す周南市大島地区

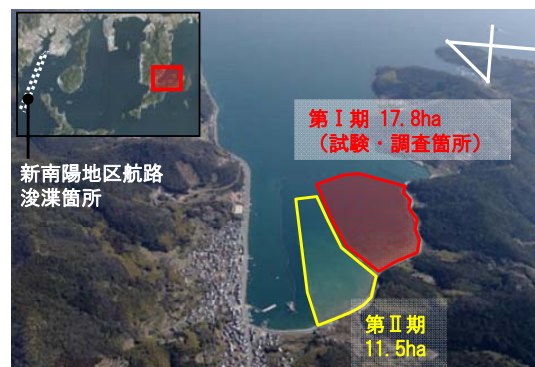


図-1 大島干潟の位置および整備海域

の給・大島（大島）漁港区域内にアサリの成育場として干潟整備に用いることで検討を行っていた。

なお、当海域は笠戸湾の南西側に位置し、湾外からの影響をほとんど受けない静穏な海域であり、アサリの成育場の観点からは、大昔に、給・大島（大島）漁港内の南側の小浜にアサリの生息していたことはあったが、近年はほとんど生息していない状況であった。

## (2) アサリの成育場に適する干潟の整備計画

### a) アサリ干潟の基本条件について

図-2はアサリ成育場として形成・維持するために備えなければならない条件を示している<sup>3)</sup>。この図より、①アサリ生息基盤の形成（アサリが生息できる水深帯や粒径などの物理的な条件（住み場所）を用意すること）、②アサリ成育環境の形成（水質や水温、餌の供給等の成育環境、産卵や稚貝着底等の発生環境、競合や共生、食害の観点での生態系との関連）の2つが重要な柱である。

本報告においては、特に、図-2に示すアサリ生息基盤の形成（ハードウェア）において、地形の安定（安定汀線、干潟勾配、地盤高）や底質（覆砂厚、粒度粒径、地盤硬度）ならびにアサリの生息水深を踏まえた施工が必須条件となる。

### b) 大島干潟の計画断面

アサリの成育場に適する干潟形状については、平成16年より行われた委員会や整備マニュアル<sup>2)</sup>をもとに、大島干潟をケーススタディとして検討を進めたところであり、詳しくは研究報告<sup>3)</sup>を参照されたい。

大島干潟は、アサリの生息水深、潮干狩りなど利用面を考え、干潟面積を可能な限り広く取ることが望まれる。図-3のとおり、計画断面はアサリの主生息範囲（DL-

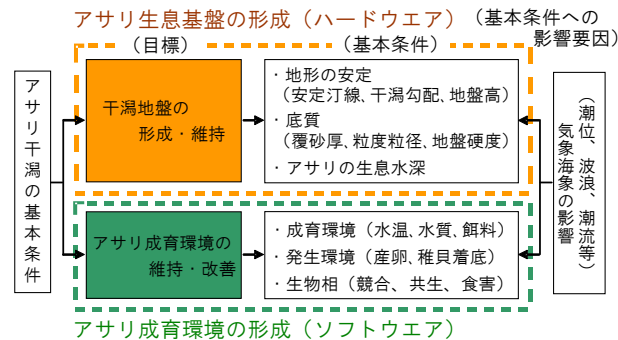


図-2 基本条件の分類<sup>3)</sup>

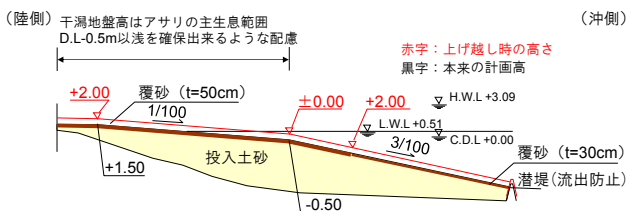


図-3 干潟の計画断面図

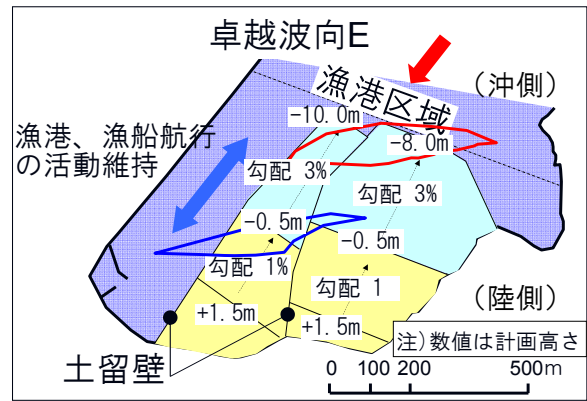


図-4 干潟の配置計画

0.5m以浅)を1/100の緩勾配とすることで、アサリ生息に適した水深帯や干出面積を広く確保できるような配慮をしている。また、造成斜面の安定性および施工性を考慮して干潟の下部斜面は3/100勾配とし、干潟斜面の下部には浚渫土投入時の流出防止用に潜堤を設置する。

しかしながら造成直後の干潟面地盤は、圧密沈下の進行に伴い徐々に沈下ことが想定されるため、層厚置換法に加えFEM解析により、想定沈下量を見込むとともに、精度の高い施工が必要となる（当初の計画地盤高に対しを0.5m上げ越し施工）。

### c) 覆砂材料の組成ならびに覆砂厚さ

アサリの成育に必要な粒度粒径の選定については、過去にアサリの生息場となっていた給・大島（大島）漁港内の南側の小浜に着目し、その周辺の粒径も参考に出来る。検討の結果、覆砂で使用する砂は、粒径0.1mm～1.0mmのものが適切と判断し、使用することとした。なお、干潟造成工事で使用する覆砂材料は、比較的入手が容易な玄界灘の海砂を選定した。

また、覆砂の厚さについては、アサリ生息深度、干潟利用の快適性等を考慮して0.5mとして計画した。なお、この厚さは、将来干潟管理をする上で、トラクターによる耕耘深さ（0.4m程度）とも考慮している。

### d) その他（配置計画の工夫）

干潟の配置計画は、図-4に示すように漁港・漁船航行上の活動が維持でき、漁港区域内に極力大きな干潟面積を確保するとともに、将来的にも干潟が地形的に安定するために、地形変化が極力少なくなるよう干潟勾配を波の主方向にむける工夫を行っている。また、海浜への波の影響を緩やかにするため、第I期（約17.8ha）、第II期（約11.5ha）に分けて整備を行っている。

## 3. 覆砂工事の施工

### (1) 整備工程

工事の整備工程を表-1に示す。干潟造成工事は、「築

表-1 整備工程表

年度	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28～
I 期		築堤	浚渫土投入		浚渫土投入	覆砂				・設備メンテナンス ・アサリ成育調査 ・地盤調査			本格的なアサリ漁業
II 期					築堤	浚渫土投入	覆砂			モニタリング調査			本格的なアサリ漁業

堤→浚渫土投入→覆砂」の順に進められ、平成17年度に第Ⅰ期工事に着手、平成24年度の第Ⅱ期工事完了にて、全ての干潟造成工事が完了した。

更に工事完了後、3年間程度モニタリング調査を行った。今後は、漁業者によるアサリ漁業を開始することを計画している。

## (2) 施工状況

覆砂工事の施工は、バージアンローダ船で土運船内の砂を排砂管を通して覆砂地点まで排送し、散布台船にて施工を行った(図-5参照)。散布台船の両側にはアンカーを設置し、台船自体を移動させ、所定の覆砂厚になるよう管理しながら砂を散布した。

## (3) 施工上の要求性能【施工精度向上、攪拌防止、投入管理】

### a) 浚渫土の撒き上がりおよび混合の抑制

覆砂厚50cmの施工においては、その施工の精度とプロセスが重要である。大きな視点としては、浚渫土砂との攪拌による影響である。アサリの成育環境の一つである底質環境については、細粒分含有率が10%程度とする必要があるため、砂を一度に投入した場合、浚渫土の撒き上がりによる施工精度の低下や浚渫土と砂の混合による成育環境の悪化が懸念される。

については、覆砂厚50cmの現地施工においては、図-6に示すように如何に薄層で、複数に分けて施工できるかが重要となる。第一期工事では、2層(第Ⅰ期工区)に分けて行い、更に第Ⅱ期工区では、Ⅰ期施工を踏まえ、浚渫土の撒き上がり等の抑制に工夫を加えたことで1層多い、3層に分けて施工が可能と判断し、砂の投入管理を



図-6 散布台船からの砂の撒き出し状況図(第Ⅱ期工区)

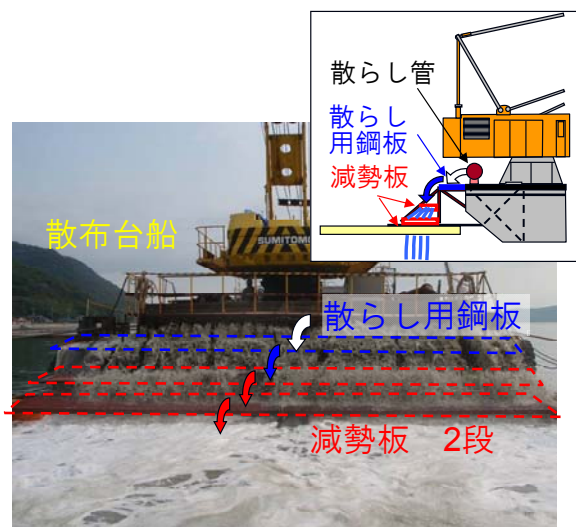


図-7 覆砂施工の模式図(第Ⅱ期工区)

行った。

具体的には、通常、バージアンローダ船から排送されてくる砂を撒き出すための散らし管を散布台船上に直接設置するところを、砂が排出する勢いを出来るだけ抑制することが、浚渫土の撒き上がり等の抑制に繋がると考え、図-7に示す散布方法で、3層施工が可能となった。

### b) $\gamma$ 密度計および流量計による砂量管理

実際に適切な砂層厚の施工が形成されているか確認をする手段として、投入砂の管理を行なった。具体的には覆砂の施工区域をブロックに分割し、ブロックごとに排砂管に設置した流量計および $\gamma$ 密度計にて砂量管理を行った。

なお、覆砂出来形および干潟地盤の安定性に関する試験結果は、次項で述べる。

## 4. 施工成果の検証

### (1) 施工直後の覆砂厚の出来形

表-2に覆砂厚(第Ⅰ、Ⅱ期工区)の測定結果を示す。覆砂厚の許容範囲の基準は、設計値50cmに対して+50cm、-0cmである。特に第Ⅱ期工区においては、最大値70cm、平均値で55.4cmであり、基準+50cmの規定に対し、ばらつきは許容範囲の50%以内に収まっている。精度の高い施工となっていることがわかる。つまり、複数層に分けての投入管理および覆砂撒き出しに関する施工上の工夫を行うことで、ばらつきを抑制することができたと言える。



図-5 覆砂工事の施工状況(第Ⅱ期工区)

表-2 覆砂厚の測定結果

	第Ⅰ期工区	第Ⅱ期工区	
厚さ (mm)	測定点数	測定点数	
500~540	22	114	← 設計値
550~590	18	54	
600~640	21	24	
650~690	17	14	
700~740	13	1	
745~790	11	0	← 設計値 +許容範囲50%
800~840	3	0	
850~890	0	0	
900~940	4	0	
950~1000	3	0	← 設計値 +許容範囲100%
合計	112	207	
設計値 (mm)	500	500	
最大値 (mm)	980	700	
最小値 (mm)	510	500	
平均値 (mm)	652	554	

(2) 地盤の安定性

a) 圧密沈下の挙動

圧密沈下の挙動を確認することにより、干潟地盤の安定性を検証した。第Ⅰ期工区の浚渫土および覆砂の施工途中段階において、干潟地盤の深浅測量を実施した位置を図-8、その結果を図-9にそれぞれ示す。

DL+0.75m以浅では、造成直後の沈下量が大きく、初年の1年間で約0.5m沈下し、干潟の中央部は初年の1年間はなかったが、その後の1年間で約0.2m沈下した。これは、予測値50cm程度であり、前述の覆砂厚がほぼ予定通り施工されたことも好結果が得られたと推察される。

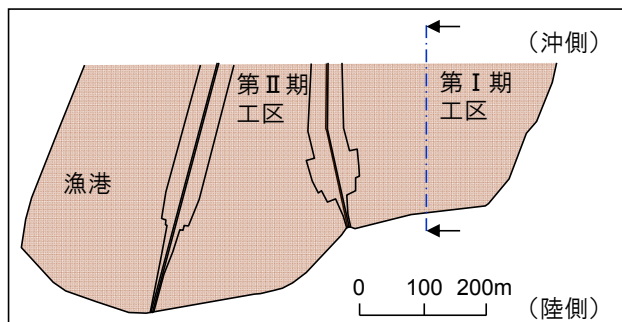


図-8 地盤高さ測量位置図 (第Ⅰ期工区 矢印箇所)

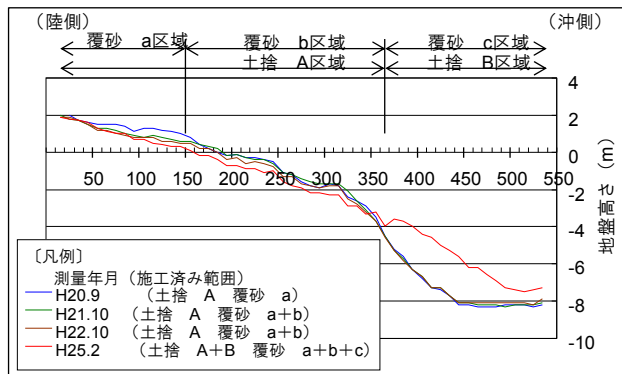


図-9 地盤高さの変化 (第Ⅰ期工区 矢印箇所)

なお、現在は当該範囲において干潟地盤の沈下は収束している。

また、アサリの主生息域は、計画段階ではDL-0.5m以浅としていたが、クロダイ等の食害対策およびアサリ稚貝の集積効果として被覆網が必要であることが判明したため、干潟管理方策の検討(被覆網のメンテナンス性)結果によりDL+1.5~+0.75mとすることとした。

b) 干潟地盤の硬度

第Ⅰ、Ⅱ期工区のアサリ主生息域(DL+1.5~+0.75m)を安定的に確保するためには、施工直後においてもある程度の覆砂の安定が必要となる。については、各9箇所(図-10)において、軟弱地盤の有無と浚渫土の流出の懸念がないことを確認する指標として、干潟地盤の硬度および覆砂厚の測定を行った。

干潟地盤の硬度の測定は土壌硬度測定器(コーンペネトロメーター:型式SS-S-324)の先端コーンを1cm/sの速度で干潟表面から80cmまで差し込み、静的コーン貫入試験を行った。

調査地点9箇所の中央であるNo.5地点の測定結果を表-3に示す。地盤表面から硬度が上がっていき、覆砂下の浚渫土まで達すると急激に下がり、その変化点は第Ⅰ、Ⅱ期工区とも後述の覆砂厚測定結果と概ね一致している。両工区の硬度の最高値は、第Ⅰ期工区659.7kN/m<sup>2</sup>、第Ⅱ期工区1063.6kN/m<sup>2</sup>であり、覆砂後の経過年月が少ないにも関わらず第Ⅱ期工区が上回っている。

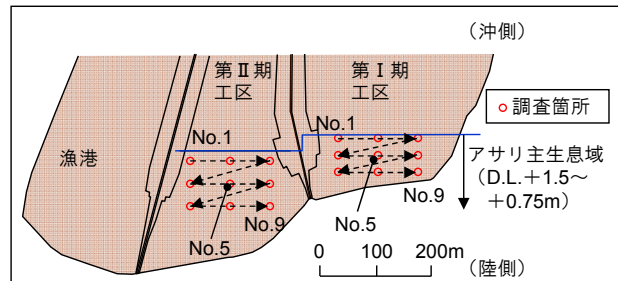


図-10 地盤高硬度および覆砂厚の調査位置図

表-3 地盤硬度の測定結果

測定年月:平成25年7月

調査地点 貫入深さ (mm)	第Ⅰ期工区 No.5 約5年経過 (H20.9覆砂完了)	第Ⅱ期工区 No.5 約8ヶ月経過 (H24.12覆砂完了)
	0.00	63.7
0.05	73.1	313.0
0.10	254.4	503.7
0.20	441.0	747.6
0.30	659.7	1050.3
0.40	503.7	1063.6
0.50	77.1	916.9
0.60	81.1	99.7
0.70	94.4	86.4
0.80	77.1	77.1

注1) 単位: kN/m<sup>2</sup>

注2) 計測は3回実施した平均値を示す。

注3) 平均値の算出にあたっては、100以上は100として算出した。

前節の3. (3)で述べた施工方法の工夫を行っている第Ⅱ期工区では、早期に高い硬度が発現したことで干潟地盤の安定性向上に対して同施工方法が有効であると推察される。

### c) 干潟の覆砂厚

図-11に示すように、サンドサンプラー（アクリルパイプ：長さ1m、φ3cm）を干潟地盤に50cm以上差し込み、引き抜くことで試料（砂層、浚渫土層）を採取した。サンドサンプラー内の砂層の厚さを測定することにより覆砂厚を求めた。この際、第Ⅰ、Ⅱ期工区とも砂と浚渫土の境界は明瞭であり、砂と浚渫土の混合は認められなかった。

覆砂厚（平均値）は、表-4に示すとおり両工区において設計値以上確保されており、当面は浚渫土の流出の懸念がないと考えられる。

### (3) アサリ生息基盤の変化

干潟造成後アサリの生息に適した底質が維持されているかどうかを確認するため、サンドサンプラーにより採取した試料（砂層のみ）の粒度試験を行った。

第Ⅰ期工区の覆砂完了時と約5年経過後の試験結果を比較すると、表-5に示すとおり50%粒径、粒度組成ともに大きな変化はなかったことから浚渫土の混入はなく、

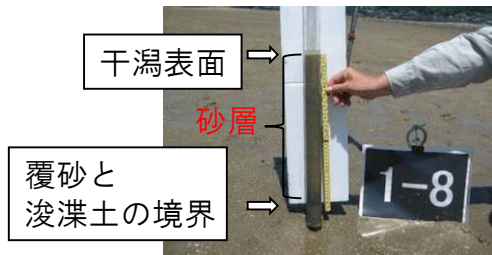


図-11 覆砂厚の測定（アクリルパイプを引き抜いた状態）

表-4 覆砂厚の測定結果

		測定年月：平成25年7月	
		第Ⅰ期工区 No.1～9の平均値	第Ⅱ期工区 No.1～9の平均値
		約5年経過 (H20.9覆砂完了)	約8ヶ月経過 (H24.12覆砂完了)
設計値(mm)		500	500
最大値(mm)		600	680
最小値(mm)		300	420
平均値(mm)		470	550

表-5 覆砂の粒度試験結果

調査地点	調査項目	設計値	第Ⅰ期工区 No.5		第Ⅱ期工区 No.5	
			覆砂完了時 (H20.9時点)	覆砂後 約5年経過 (H25.7時点)	覆砂完了時 (H24.12時点)	覆砂後 約8ヶ月経過 (H25.7時点)
	50%粒径(mm)	0.1～1.0	0.347	0.299	0.343	0.182
粒度組成 (%)	礫 (2mm以上)	—	1.0	0.4	5.0	0.1
	砂 (0.075～2mm)	—	98.3	96.0	94.0	94.0
	シルト、粘土 (0.075mm以下)	10以下	0.7	3.6	1.0	5.9

良好な状態が維持されていることが確認された。

## 5. 干潟生物生息場機能の創出と生物多様性の向上

### (1) アサリの成育状況

アサリは前述で説明したとおり被覆網の設置箇所でのみ成育する。平成22年4月に第Ⅰ期工区へ被覆網を設置した箇所を図-12に、アサリの成育状況を図-13に示す。

アサリは前年の秋産卵群が翌年春から急激に成長するため、1mm以下の個体が春先から増加し、夏場にピークになる。その後、秋に向けて産卵や水温低下等により個体数、肥満度が減少することが知られている。同干潟のアサリについても成育状況の季節変動はあるものの年間を通じて、山口県のアサリ漁獲サイズ（山口県漁協の自主規制値）32mm程度の漁獲量は、実績から漁獲目標を2kg/m<sup>2</sup>とした場合、この程度の漁獲量が継続的に見込めることが確認できた。

### (2) 底生生物の生息状況

大島干潟ではアサリ以外にも、マテガイ、タイラギ、トリガイ等の二枚貝類、ハクセンシオマネキ、コメツキガ二等のカニ類の他、魚介類の餌料となるゴカイ類やヨコエビ類等の生息が確認されている。

干潟整備前（平成15年度）と第Ⅰ期工区干潟整備後（平成24年度）において、夏季・冬季の底生生物生息状況の比較を図-14に示す。干潟整備前後で種類数の増減

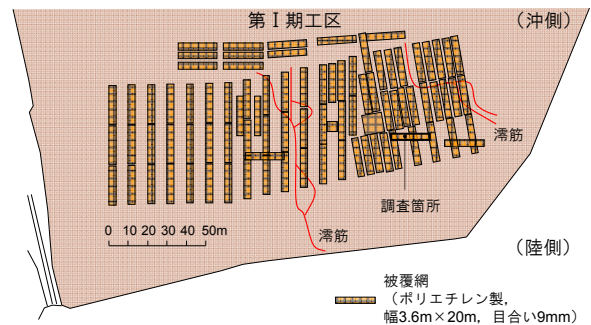


図-12 被覆網設置状況図

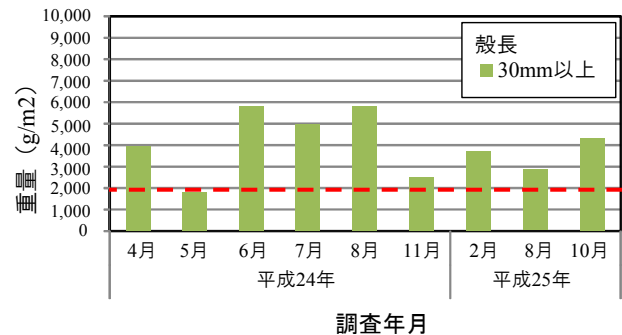


図-13 アサリの殻長別重量

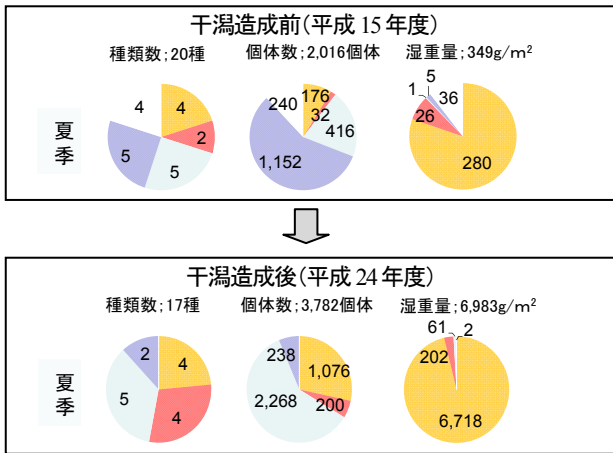


図-14 底生生物の生息状況

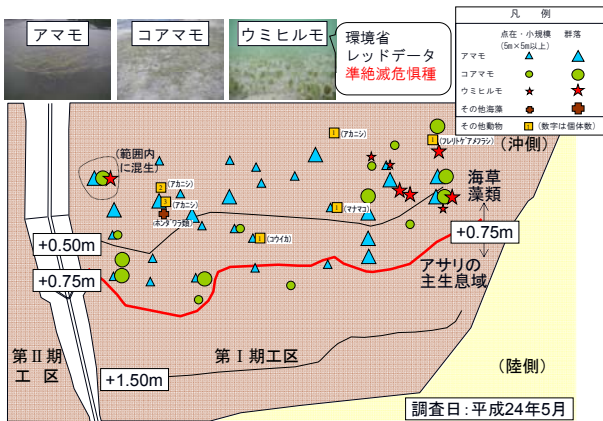


図-15 海草藻類の分布状況

はないが、夏季と比較すると個体数は約2倍、質重量は約20倍と大幅に増えている。これは、主にアサリ等の二枚貝やゴカイ等の環形動物の増加によるものと考えられる。

### (3) 海草藻類の分布状況

第Ⅰ期工区において平成24年に確認された海草藻類の分布状況を図-15に示す。大島干潟では、造成後2年目(平成22年)よりアマモ、コアマモが出現しており、アマモに産みつけられたコウイカ類の卵塊も多く確認されるようになり、平成24年度調査結果では、分布が拡大している。また、環境省のレッドデータブックでは、準絶滅危惧種に指定されているウミヒルモも確認され、豊かな藻場が形成されていることが判明した。

## 6. まとめ

以下に示すとおり、アサリの育成に配慮した施工を行わない、環境改善効果が確認できた。

### (1) 施工上の要求性能【施工精度向上、攪拌防止、投入管理】

覆砂投入において浚渫土の撒き上がり等に留意して以下に示す施工上の工夫を行うことは、安定した干潟地盤の形成に有効であることが確認された。

- ①複数層に分割した砂の投入
- ②散布台船から撒き出す砂の勢いの抑制
- ③投入する砂量の管理

### (2) 干潟整備による環境改善効果

環境モニタリング調査の結果から、以下に示す成果が得られた。

- ①アサリの育成環境に適した覆砂材料、水深帯の確保によりアサリの成長が確認されたこと
- ②底生生物、海草藻類等の生物生息、生産機能が創出され生物の多様性が向上したこと
- ③アマモ場の形成により海域の水質浄化機能の向上が図られること

### (3) 今後の取り組み

今後の取り組みとして、以下の点があげられる。

- ①干潟造成完了後、これまで地盤は安定しているものの、幸いにも、台風等の接近がないため異常波浪による干潟地盤への影響の有無を確認できていないことから、今後の経過観察も必要である。
- ②第Ⅱ期工区も干潟造成後1年半を経過し、干潟生物の新規加入が徐々に進んでいるが、第Ⅰ期工区同様、アサリを初めとする生物生息機能が創出されるか、今後も引き続きモニタリング調査による確認が必要と考える。

大島干潟では干潟地盤が安定し、生物生息機能の創出が確認された。今後は、同干潟が漁業者による本格的なアサリ漁業が運営されるとともに、地元関係者による干潟の利活用が促進されることを期待する。

謝辞：「3. (3) 施工方法の工夫」は、平成24年度第Ⅱ期工区覆砂工事の施工業者であるあおみ建設株式会社より提案された施工方法をご好意により掲載させていただいた。ここに記して謝意を表します。

### 参考文献

- 1) 中国地方整備局・水産庁漁港漁場整備部、瀬戸内海環境修復計画、2005年2月
- 2) 中国地方整備局宇部港湾・空港整備事務所、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」、2005年3月ほか
- 3) 浅井正ほか、アサリ干潟の成立要件とその順応的管理の構築について、海洋開発論文集 第22巻、2006年7月