

阪南2区における造成干潟実験 —都市臨海部に干潟を取り戻すプロジェクト—

CONSTRUCTED TIDAL FLAT EXPERIMENT AT HAN-NAN 2ND SECTION
- WETLAND RESTORATION PROJECT FOR URBAN AREA -

古川恵太¹・岡田知也¹・東島義郎²・橋本浩一³

Keita FURUKAWA, Tomonari OKADA, Michio HIGASHIJIMA and Hirokazu HASHIMOTO

¹正会員 工博 国土技術政策総合研究所 沿岸海洋研究部 (〒239-0826 神奈川県横須賀市長瀬3-1-1)

²正会員 近畿地方整備局 神戸港湾空港技術調査事務所 (〒651-0082 神戸市中央区小野浜町7-30)

³大阪府環境農林水産部 (〒5540-8570 大阪市中央区大手前2, 元大阪府港湾局)

Coastal environment restoration is a date issue for an urban system restoration. Tokyo bay and Osaka bay are facilitated with a bay restoration action plan in 2003 and 2004 respectively, which is one of dense populated bay in eastern and western part of Japan. These plan are a part of an urban restoration action led by cabinet of Japan.

Osaka bay restoration plan has three major targets in a set goal i.e. 1) maintain a network through forests – river – sea, 2) achieving rich bio-diversity, and 3) public participation for the processes. To achieving these targets, an adaptive management technique is needs to be applied.

A constructed tidal flat at Han-nan 2nd section, Osaka, Japan is used as a practical experiment case study site to facilitate the adaptive management for wetland restoration in an urban area.

Key Words : Costal Wetland Restoration, Field Experiment, Eco-system, Habitat Creation, Adaptive Management

1. はじめに

東京湾・大阪湾の環境再生を目指して、「東京湾再生のための行動計画(2003)¹⁾」「大阪湾再生行動計画(2004)²⁾」が策定された。いずれの行動計画においても、干潟等を含む沿岸生態系の再生は大きな比重を持って記載されている。しかし、こうした都市域における干潟の保全・創造・再生は自然環境に囲まれた自然干潟のそれと異なり、積極的な環境創造・管理のためのシステム(順応的管理手法)と適用技術(メニュー)が必要であると考えられる。国土技術政策総合研究所(国総研)では、そうした都市臨海部特有のシステムと技術の確立を目指して、「都市臨海部に干潟を取り戻すプロジェクト」を実施している。

当該プロジェクトの実践的研究として、阪南2区整備事業により造成された干潟において干潟の安定性に関する実験や、生物の定着に関する実験に関する共同研究を実施した。

本報告では、その共同研究の成果の速報および、順応的管理を意識した実験運営手法を報告し、その有効性、留意点などを検討することを目的とする。

2. 阪南2区干潟造成

(1) 阪南2区整備事業³⁾

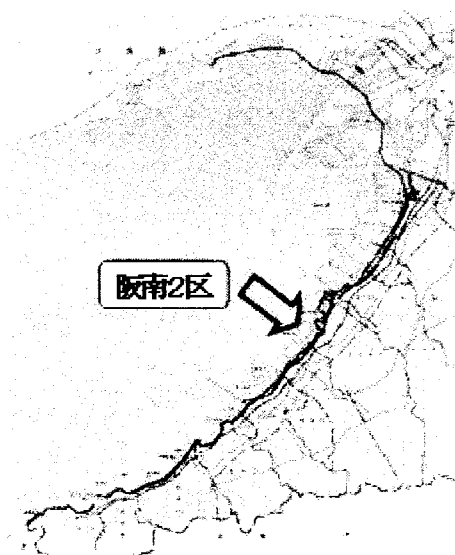
阪南2区整備事業は、港湾物流機能の強化・拡充、背後市街地の環境改善及び緑地等水辺環境の整備を図り、併せて地域の振興に寄与することを目的として、岸和田市沖合で大阪府港湾局が実施している約142haの埋立事業である(図-1, 2)。

昭和43年7月に阪南港港湾計画に位置づけられ、平成7年12月に阪南港港湾計画改定時に現在の計画に変更となり、平成11年1月に公有水面埋立免許取得後、平成11年2月に工事着工した。

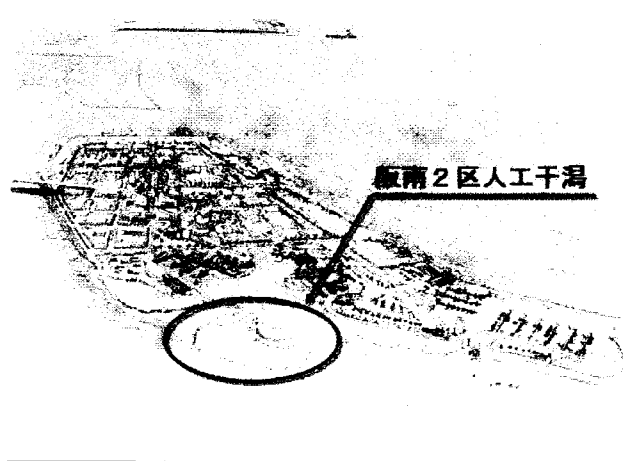
土地利用としては、ふ頭用地(18.2ha)、保管施設用地(34.1ha)、製造業用地(26.0ha)、供給処理施設用地(13.0ha)、マリーナ用地(5.9ha)、緑地(38.2ha)、路用地(6.3ha)を計画し、平成24年度の完成を目指して造成が進められている。

(2) 阪南2区における干潟造成⁴⁾

平成7年の港湾計画改訂時に干潟の整備計画が位置付けられ、平成16年2月に総面積5.4haの表-1に



図－１ 阪南２区造成干潟の位置



図－２ 阪南２区整備事業の完成イメージ

表－１ 阪南２区造成干潟の概要

整備面積	5.4ha
覆砂面積	2.1ha
干満帯面積	約1.5ha
使用浚渫土砂量	約33万m ³
覆砂厚	30cm～120cm

示すような干潟が造成された。

この干潟に用いられた浚渫土砂は、堺市に建設中の堺LNGセンターにLNG（液化天然ガス）を船で運び込むために必要となる栈橋の建設工事（関西電力㈱が実施）で発生したものである。関西電力㈱と大阪府港湾局は、この浚渫土砂を干潟造成に有効活用するための協定を結び、干潟整備もあわせて関西電力㈱で行うこととなった。

これにより、大阪府は事業費の負担なしで人工干潟を早期に整備することができ、また、関西電力㈱は近隣で浚渫土砂の搬出先を確保でき、処分経費を縮減すること

ができたのである。

また、こうした干潟造成は、水質浄化や生物の生息場の提供といった機能を持つことが期待されている。阪南2区は大阪湾再生行動計画における重点エリアのアピールポイントのひとつとして、「人々が自然と快適に憩え豊かな生態系を育む干潟の再生と生物環境学習の場」としても位置付けられている。

(3) 阪南２区における干潟創造実験⁵⁾

この阪南2区造成干潟において、平成15年度より国土技術政策総合研究所（国総研）が中心となり、産官学の共同研究プロジェクト「都市臨海部に干潟を取り戻すプロジェクト（阪南2区干潟創造実験）」が進められている。このプロジェクトは、市民が親しめる干潟を都市臨海部に再生しえることを実証するために、干潟、海草・海藻場、ヨシ原が持つ海水浄化機能や生物生息機能等を再生・強化する自然再生技術の確立を目指したものである。

プロジェクトを推進するために、運営検討会と技術検討会を組織し、運営検討会は、

- ・実験場の整備計画と実験計画の調整
- ・実験実施状況の報告
- ・大阪湾シンポジウム（仮称）の開催
- ・成果の公表に係る事項

等を検討・情報共有する場として位置付け、技術検討会は、

- ・実験計画の立案
- ・実験参加者間の調整
- ・調査経過の情報交換
- ・成果のとりまとめ、公表に関する事項

等を検討・情報共有する場とした。それぞれの構成メンバーは表－２に示すとおりである。

平成15年度第1回の運営検討会において、

- ① 調査計画の全体については、別途技術検討会の議論を経て成案とする。
- ② 現地の地形条件は、大阪府に引き渡された状態から大きく改変しないで実験を実施する。
- ③ 各実験主体は調査ゾーンを設け、連携をとりながら、それぞれの現場で独自の調査を行う。
- ④ 相互の実験に影響を及ぼすことが想定される場合には、事前に協議する。特に、生物定着の経過を観察するグループも多いことから、人為的な生物導入に関しては慎重に扱う。
- ⑤ 国総研は、底質、海象・水質、短期的物質輸送等に関する基本的なデータ取得を行う。

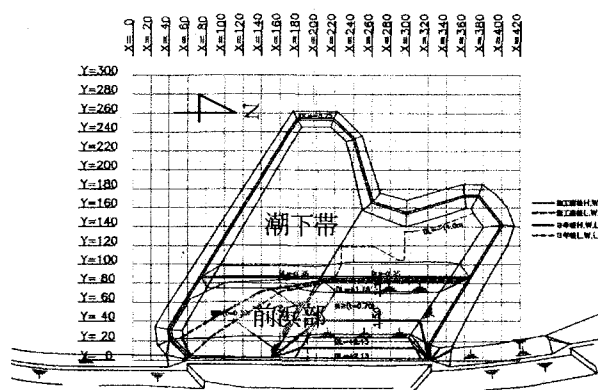
といった基本方針が確認された。その後、技術検討会において、それぞれ調査ゾーンの決定、調査項目の調整等を議論し、平成16年2月の造成干潟竣工を待って、研究をスタートさせた（調査ゾーンの決定については、後述する）。

これまでに、運営検討会4回（平成15年9月5日、11月21日、平成16年3月12日、平成17年1月28日）、技術検討

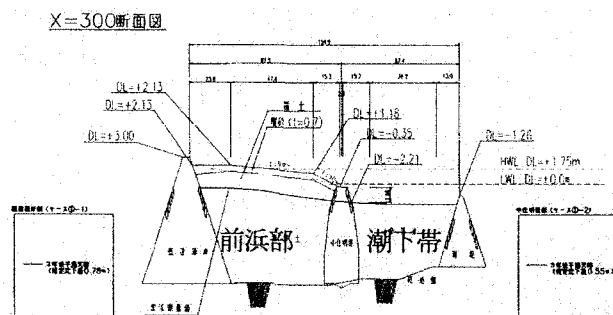
会3回（平成16年1月21日，9月3日，平成17年1月28日）を行うとともに，WebやE-mailによる情報・意見交換を行ってきた。

表－2 研究実施の体制

(運営検討会)	
国土技術政策総合研究所	
国土交通省近畿地方整備局	
独立行政法人港湾空港技術研究所	
大阪市立大学	
大阪府港湾局・環境農林水産部	
大阪府立水産試験場	
堺LNG株式会社	
大成建設株式会社	
鹿島建設株式会社	
五洋建設株式会社	
東洋建設株式会社	
(技術検討会)	
国土技術政策総合研究所（とりまとめ，環境調査）	
独立行政法人港湾空港技術研究所	
大阪市立大学（物質循環，干潟地形変化）	
大阪府立水産試験場（幼稚魚，甲殻類調査）	
大成建設株式会社（ヨシ移植，干潟地形安定化実験）	
鹿島建設株式会社（ヨシ移植，干潟地形安定化実験）	
五洋建設株式会社（泥質干潟実験）	
東洋建設株式会社（各種材料による干潟地形変動実験，アマモ造成実験）	



図－3 造成干潟平面図（施工直後：HML以上0.4ha LWL以上1.6ha，全体5.4ha：面積は概数）



図－4 造成干潟断面図（施工直後：潮下帯浅海部，DL-2.21m；前浜部，DL+1.18-2.13m）

3. 共同実験の実施

(1) 阪南2区における干潟造成経緯

干潟の造成にあたり，大阪府と関西電力により干潟の平面・断面形状の検討が行われた。この計画においても，干潟創造実験の実施を見込んで，

- ① 生物の移動などを妨げないよう，中仕切り堤の一部を低天端とするなど，場の連続性に配慮する。
- ② 生物実験を1-2ヵ年継続して行うために，適正地盤高が維持されるように，地盤沈下量を見越して，余盛りをしておく。
- ③ 地形変化を測定しやすいように，外力条件（波あたり）などに配慮する。

等についての検討を行いながら，順応的に計画・施工された。施工者側から実験グループに対して随時情報が提供され，最終的に，投入する浚渫土砂の安定や地盤沈下などを考慮し，図-3，4に示すような，中仕切り堤の配置，干潟部の高さや配置などが決定された。

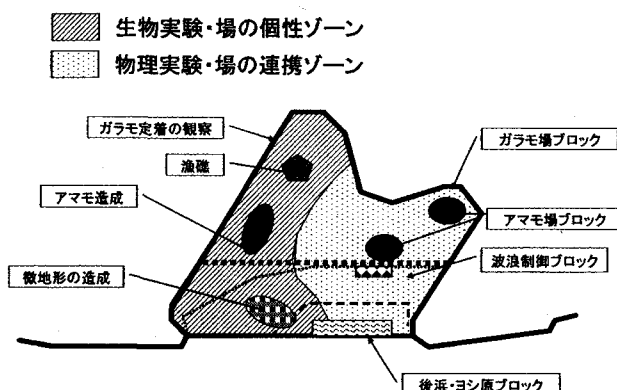
浚渫土砂は，外周護岸に囲まれた全域に投入され，干潟の東西を分けるように南北方向に石積みの中仕切り堤が設置された。西部（海域側）に潮下帯浅海部（DL-2m）と東部（護岸側）の潮上帯を含む前浜部が造成された。前浜部においては，先に投入された浚渫土砂（シルト・粘土分99-100%）と，その上に散布された覆砂（シルト・粘土分5%以下）を生分解性シートで隔離し，覆砂厚の確保，浚渫土砂の安定を図っている。

(2) 調査ゾーンの決定

造成された干潟の状況を勘案して，国総研側から調査ゾーンの原案を提示した（図-5）。

この原案においては，生物定着の実験ゾーンを南半分，地形安定などの物理実験ゾーンを北半分に配置し，各実験区がなるべく接近しないように留意した。

原案を元に，平成15年9月5日の運営検討会において調整が計られ，各社・各機関の実験計画を反映し，具体的に配置を議論した。その結果，前浜部の南側は，波あたりも強く地形が漸変する場であり，地形変化を測定するにも，生物定着を観察するにも適所と考えられ，各社・各機関の実験が隣接する状態となった（図-6）。



図－5 調査ゾーン原案（平成15年9月5日案）

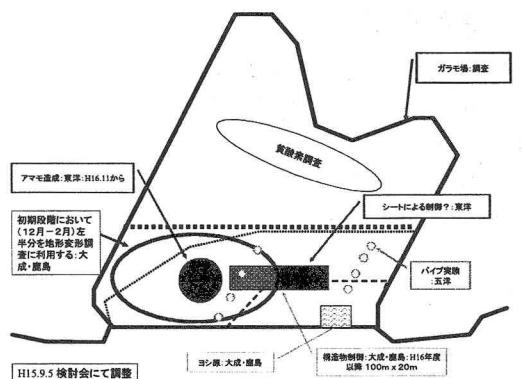


図-6 調査ゾーン第2案 (平成15年9月5日案)

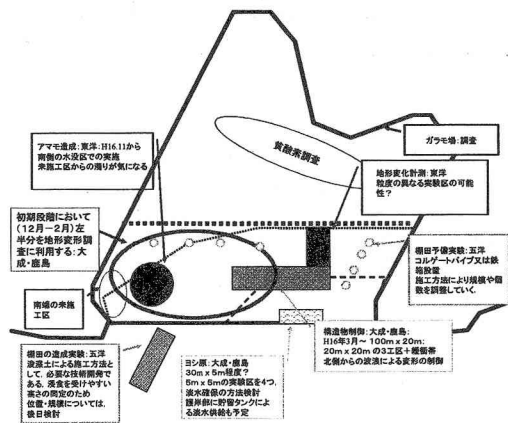


図-7 調査ゾーン第3案 (平成15年11月21日案)

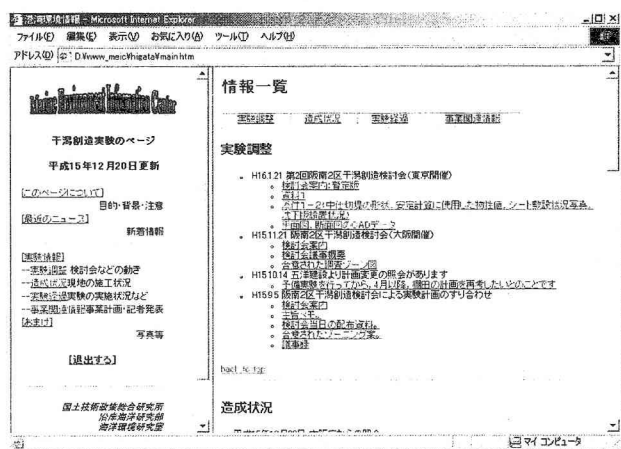


図-8 研究グループのコミュニケーションサイト

その後、各実験の詳細計画を立案し、具体的な専有面積や形状が詳細に確定していく段階で、随時情報交換を行い、配置を再度検討した(図-7)。情報交換には、会合や電話連絡、E-mailの他に、インターネットのWebサイトを利用した。図-8に示すようなコミュニケーション用のサイトを立ち上げ、合意事項の掲載、実験情報の交換、現場への立ち入り調整等を行った。

この結果、干潟全域を対象として貧酸素水塊の発生や波浪・流れ・水質などの干潟環境の基礎調査(国総研)、干潟を取り巻く物質循環の調査(大阪市立大)、侵食・堆積・地盤沈下などの干潟地形の変化過程の調査(堺LNG、大阪市立大、国総研)、干潟で出現する幼稚魚、エビ・カニなどの水生生物調査(大阪府立水試)、日本野鳥の会の協力による干潟に飛来する鳥類の調査(大阪府港湾局)を実施することとした。

また、民間共同研究グループでは、干潟地形の安定化、干潟土壌の最適化、生物の多様化など干潟造成技術の高度化に関する技術開発を行うため、河川水の供給がほとんどない干潟におけるヨシ移植実験(鹿島・大成)、竹、石などの自然素材による干潟地形安定工法の実験(鹿島・大成)、造成干潟の上に浚渫泥を充填したミニ泥干潟を設置し浚渫土砂を利用した泥干潟の性能を調べる実験(五洋)、礫、玉石、混合土などの各種材料で置換した干潟の地形変動や生物定着を調べる実験(東洋)、造成干潟の地先浅海部におけるアマモ造成実験(東洋)を図-9に示すように配置し、実施することとした。

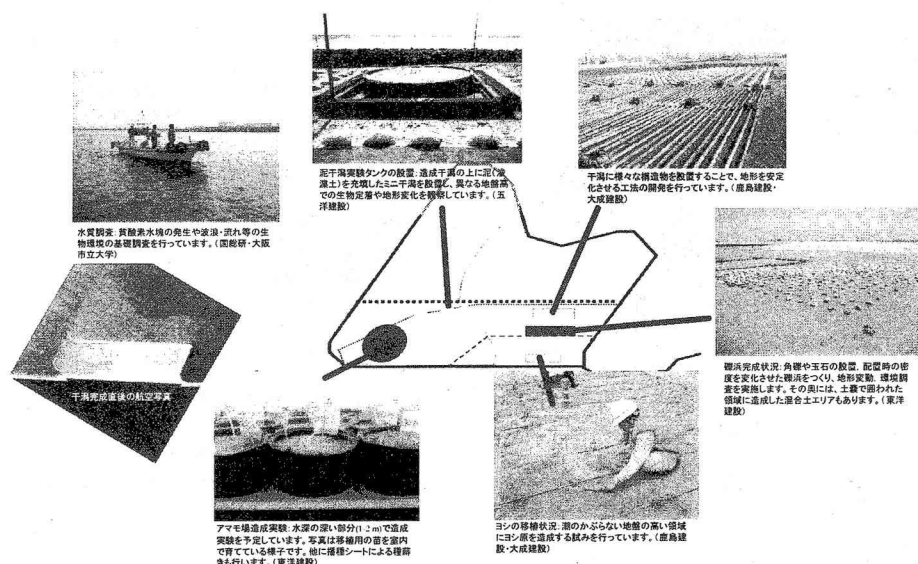
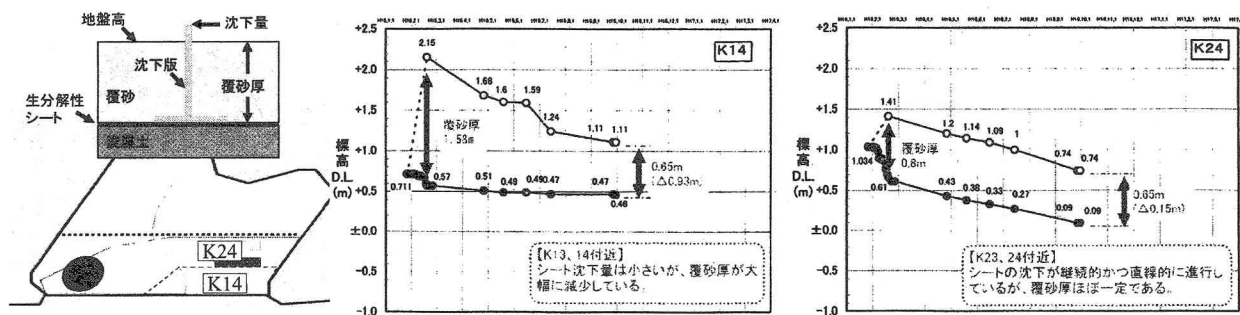


図-9 調査ゾーン確定案 (平成16年3月実験開始時)



図一10 沈下版による地盤高，覆砂厚，沈下量の測定場所および方法（左），前浜部潮上帯（中）と前浜部中潮帯（右）における地盤高，覆砂厚，沈下量の測定結果（平成16年1月～11月）

(3) 調査結果

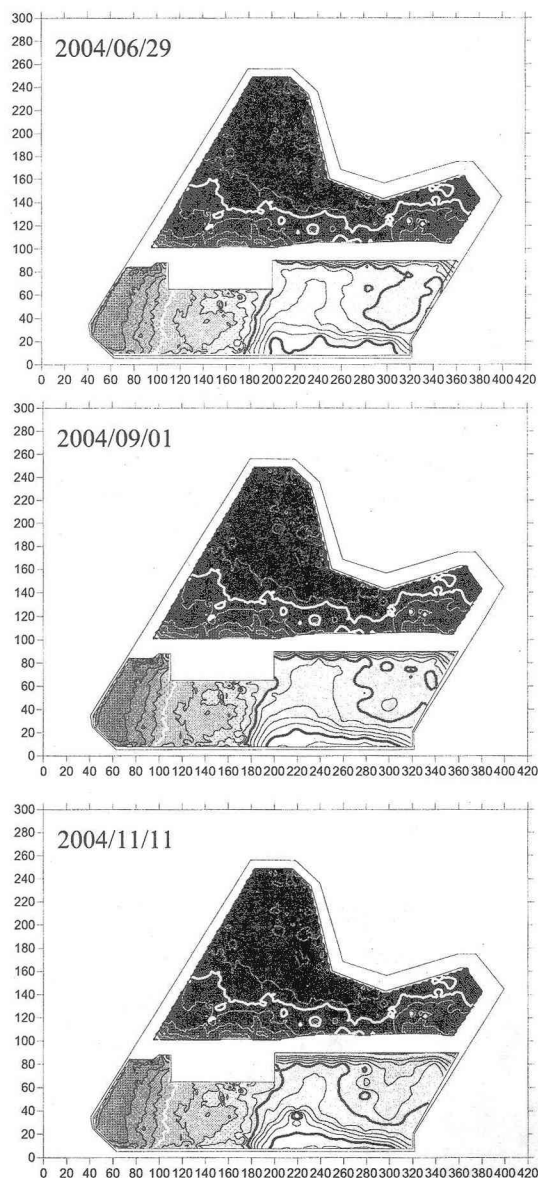
造成後の圧密沈下は，予め生分解性シート上に設置した沈下版を用いてモニタリングされた（図一10）．ほぼ予測どおり干潟部全域で圧密沈下が進行している．

覆砂厚のデータには，潮上帯において覆砂厚が大幅に減少している領域が見られる．これは，生分解性シートの沈下量は少ないものの台風等の影響で地形が大きく浸食された結果と考えられる．また，中潮帯においては，覆砂厚が保たれたまま，沈下が進行している様子が観察されている．

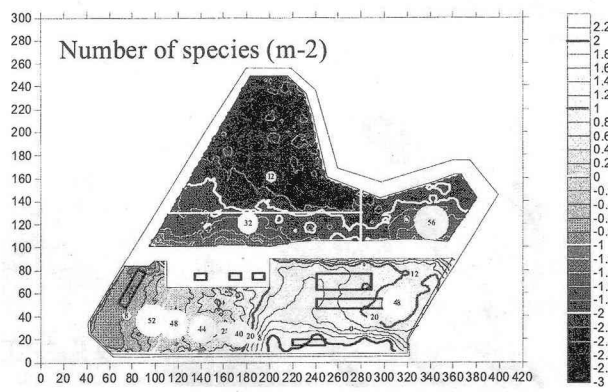
2004年には多くの台風の襲来により干潟上で有義波高38cmが記録された．地盤高のデータを見ると，HWL以上の潮上帯が浸食され，沈下などの影響によりLWL以下の潮下帯が増加している様子が示されている．結果として，潮間帯の面積は，ほぼ一定で変化していない状況である（図一11）．

底生生物については，造成当初ほとんど観察されていなかった．造成6ヵ月後の2004年9月には，図一12に示すように，潮下帯で50種程度の出現が観察され，潮間帯上部に向かって種数が減少しているという，水深毎の定着様相の変化が観察された．

また，前浜北部では，平坦な地盤で一部泥分の多い場所や干出時の潮溜りなどが観察されている．一方，前浜南部ではLWLからHWLへと続く連続的な地形となっている．北部は日和見種（*Musculista senhousia*, *Prionospio pulchra*, *Capitella* sp. 等）を中心とする多くの個体数（約 $2 \times 10^4/\text{m}^2$ ）と少ない種類数（約20）で特徴付けられる場であり，南部の少ない個体数（約 $4 \times 10^3/\text{m}^2$ ）と多くの種類数（約40）を示す対照的な場となっている．



図一11 干潟部の地形変化（潮下帯浅海部は6月29日のデータを使用）



図一12 底生生物の種類分布（2004年9月，ind/m²）

民間共同研究グループによる実験においても、それぞれ地形安定化、生物定着の視点からの評価に向けて順調にデータを集積しつつある。

例えば、鹿島建設・大成建設による地形安定化実験区においては、当初全体的な侵食傾向が想定されていたが、実際には、州の形成や移動も含め局所的な堆積傾向も観測されている。そうした状況に鑑み、実験観察期間の延長や、対象調査地点の増設等により傾向の把握に努めている。ヨシ原の造成については、淡水供給方法の違いによる育成速度を観察し、平成15年5月に移植したヨシが8月まで順調に成長したことを確認した。しかし、2004年8-9月の重なる台風と高潮により海水の浸水を受け、現在は地下茎を残して次の成長期の観察を待っているところである。

五洋建設により実験されているミニ泥干潟実験においては、泥分90%以上の浚渫土砂を干潟表面に利用しても生物が生息できる空間を造成できることが確かめられた。ただし、設置位置としては乾燥を防ぐことも考慮し、MWL以下の設置が望ましいこと、また、強度が増加しないことから人が直接立ち入らないサンクチュアリとしての利用が有効であることなどが定量的に示された。今後、保水性や泥分率の変化による影響を調査予定である。

東洋建設による混合土・礫エリアでの実験においては、精密な地盤計測により、圧密沈下、台風などのイベントによる底質移動、生分解性シート下の浚渫土の流動化などいくつかの要因が、時間的に変化しながら作用している様子が捉えられた。また、播種シートおよび移植によるアマモ場造成を2004年11月に実施し、その経過観察を行っている。

(4) 順応的な取り組み

こうした実験実施にあたり、2004年8-9月の台風襲来により大きな地形変化、浚渫土砂の噴出が原因とされた泥分の露出、海域ゴミの集積など、実験条件を大きく変化させるイベントを経験してきた。

その都度、共同研究グループおよび大阪府、近畿地方整備局等は、状況把握につとめ相互に情報を交換するとともに、善後策を検討しながら実験を順応的に進めてきた。

結果として、計画を大きく変更することなく実験を

継続実施してきたわけであるが、その背景には、地形の変化を示す地盤測量成果が時間的にも空間的にも密に提供されたこと、大阪府立水産試験場により生物が順調に加入してきている状況が毎月調査により確認されていたこと（写真1）、各実験主体が頻繁に現場に入り、気の付いた事を情報交換してきたこと等、判定するための情報が豊富であったことがあげられる。こうした情報が、目的達成基準として（評価の基準として）機能した結果の選択であると考えている⁶⁾。

順応的管理としては、実験実施に限った事例ではあるもの、管理手法の評価のためには、海域環境の継続的な情報取得が、大きな役割を果たした例であると考えている。

5. おわりに

阪南2区造成干潟における「都市臨海部に干潟を取り戻すプロジェクト」により、地形安定化、生物定着のための技術開発が行われると共に、大阪湾再生行動計画の社会実験として順応的管理の有効性の検証が行われてきた。実験は今後も継続予定であり、さらなる成果の蓄積が期待される。本報告は、プロジェクトの第1フェーズとして、こうした造成干潟での技術開発の有効性や順応的管理のための環境情報の継続取得の重要性を示せたことが成果であると考えている。

参考文献

- 1) 国土交通省海上保安庁：東京湾再生推進会議，http://www1.kaiho.mlit.go.jp/KANKYO/SAISEI/council/council_index.htm, 2004
- 2) 国土交通省近畿地方整備局：大阪湾再生の推進，<http://www.kkr.mlit.go.jp/plan/suishin/index.html>, 2004
- 3) 大阪府港湾局：ちきりアイランド<阪南2区>，パンフレット，<http://www.city.kishiwada.osaka.jp/>, 2004.
- 4) 大阪府港湾局：阪南港阪南2区に人工干潟が完成，大阪府のみなど，77号，2004.
- 5) 上野成三：大阪湾再生への取り組み事例 一都市臨海部に干潟を取り戻すプロジェクト（阪南2区干潟創造実験）一，雑誌港湾，2005年4月号（印刷中），2005.
- 6) 古川恵太：港湾環境施策における順応的管理の適用性について，雑誌港湾，2005年4月号（印刷中），2005.

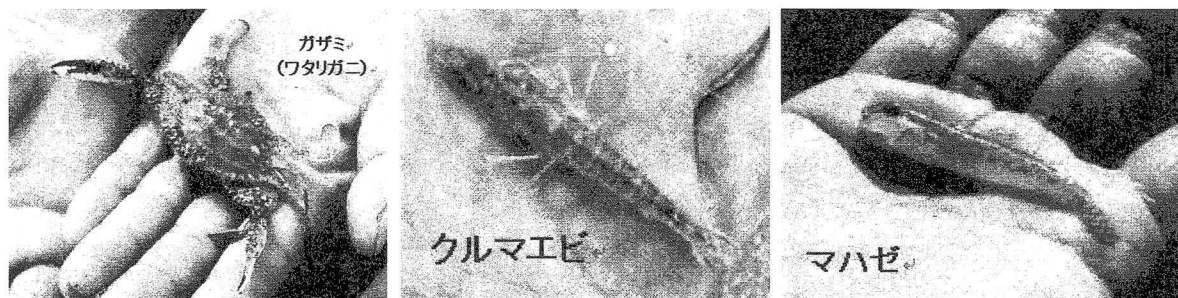


写真1 阪南2区造成干潟で確認された生き物（大阪府立水産試験場提供）