

# 港湾空港技術研究所 資料

TECHNICAL NOTE  
OF  
THE PORT AND AIRPORT RESEARCH INSTITUTE

No.1010 September 2001

自然・人工干潟の地形および地盤に関する現地調査  
—前浜干潟の耐波安定性に関する検討—

姜	関 求
高 橋	重 雄
奥 平	敦 彦
黒 田	豊 和

独立行政法人 港湾空港技術研究所

Independent Administrative Institution,  
Port and Airport Research Institute, Japan



## 目 次

要 旨	3
1. まえがき	4
2. 現地調査	5
2.1 調査対象地	5
2.2 調査内容	5
2.3 各調査対象地と基準測線の位置	5
3. 調査結果	15
3.1 干潟および海浜の状況と断面地形	15
(1) 自然干潟	15
(2) 自然砂浜	16
(3) 人工干潟と人工海浜（単層構造）	22
(4) 人工干潟（覆砂した二層構造）	26
3.2 地盤の固さと粒径	34
(1) 地盤固さの鉛直分布	34
(2) 地盤の固さと粒径の岸沖分布（盤洲干潟）	34
(3) シルト・粘土成分の含有率	34
4. 干潟の耐波安定性の検討	37
4.1 岸沖方向の勾配と幅	37
(1) 前浜勾配	37
(2) テラス幅（バー・トラフと平坦部の幅）	37
4.2 粒径とテラスの幅および地盤高の関係	37
4.3 前浜干潟のタイプ分け	39
4.4 覆砂した場合の二層構造の変化と地盤の透水性の評価	40
(1) 地盤の固さと二層構造の変化	40
(2) 覆砂した場合における地盤の透水性の評価	40
5. まとめ	42
6. あとがき	43
謝辞	43
参考文献	44
主要記号表	45
付録目次	46
付録A 潮位データの取得機関と場所	47
付録B 適用波浪と粒径の諸元	47
付録C テラスの定義およびテラスと満潮斜面部の境界部付近の海岸状況	48
付録D コーン貫入試験および柱状採泥の位置およびその結果	49

**Field Survey on Natural and Artificial Tidal Flats:  
— Stability of Foreshore Tidal Flats against Wave Action —**

**Yoon-Koo KANG\***  
**Shigeo TAKAHASHI\*\***  
**Atsuhiko OKUDAIRA\*\*\***  
**Toyokazu KURODA\*\*\*\***

**Synopsis**

The indispensable environmental functions of tidal flats have led to constructing artificial tidal flats as part of environmental mitigation projects in Japan. Most tidal flat studies, however, have focused on biological, ecosystem, and water quality issues, with only limited research being directed at establishing design technology ensuring the protection of artificial tidal flats against wave actions, which are known to produce significant settlement damage.

A series of field surveys investigating the stability of natural/artificial tidal flats were conducted from August 2000 to April 2001, i.e., the profile of the seabed and the stiffness and grain-size distribution of sediment were measured. Five natural and seven artificial tidal flats were investigated including one natural and three artificial sand beaches. Major conclusions are as follows.

- 1) The terrace of the foreshore region in most natural tidal flats consists of a main flat part and a multiple bar-trough part (multi-bar). The former serves as an important habitat, while the latter is needed to ensure stability of the main flat part against wave actions which occupy the area from the ebb tide shoreline to 200–350 m shoreside. It is considered that a multiple bar-trough part of more than 200 m is needed to ensure a stable artificial tidal flat.
- 2) When designing an artificial tidal flat, the underground water level of the main flat part at ebb tide should be kept sufficiently high to maintain good habitat conditions there. Accordingly, we investigated the relationship between the width and elevation of the terrace and grain size necessary for supporting the habitat on the main flat part.
- 3) For the case of an artificial tidal flat with sand cover layer, we found that detailed investigations on the movement of the sand layer and the strength of the lower layer are indispensable.

**Key Words:** field survey, foreshore tidal flat, foreshore terrace, multi-bar, dredged soil, sand cover

---

\* Research Engineer, Maritime Structures Division, Marine Environment and Engineering Department

\*\* Director of Marine Environment and Engineering Department

\*\*\* Former, Trainee of Maritime Structures Division, Marine Environment and Engineering Department  
(Present, Research and Engineering Division, Shibata Industrial Co., Ltd.)

\*\*\*\* Researcher, Maritime Structures Division, Marine Environment and Engineering Department  
3-1-1 Nagase, Yokosuka, 239-0826 Japan,

Phone : +81-468-44-5043 Fax : +81-468-42-7846 e-mail: kang@cc.phri.go.jp

# 自然・人工干潟の地形および地盤に関する現地調査 — 前浜干潟の耐波安定性に関する検討 —

姜 閔求\*  
高橋 重雄\*\*  
奥平 敦彦\*\*\*  
黒田 豊和\*\*\*\*

## 要 旨

近年、干潟の優れた環境機能が認識されるにつれて、人工干潟の造成は今後ますます増えると予想される。ただし、これまでの干潟に関する研究は生物・水質関連のものが主であり、その地盤の安定性に関する研究は数少なく、人工干潟の設計法はまだ十分確立されるには至っていないのが現状である。したがって、自然干潟のみならず、これまで造られた人工干潟の現状を把握することは重要である。本報告は、2000年8月から2001年4月までに実施した自然および人工干潟における地形や地盤の安定性に関する現地調査結果を報告するものである。調査対象地は、自然干潟5ヶ所と人工干潟7ヶ所であり、また干潟との比較のため自然砂浜1ヶ所と人工海浜3ヶ所も含んでいる。調査では、目視観察、深淺測量、コーン貫入試験および柱状採泥等を行った。調査結果に基づいて、干潟地形や地盤の状況、干潟地盤の安定性について考察を行っており、また人工干潟の設計に関する新たな視点を示している。得られた主要な結論は以下の通りである。

- 1) 自然干潟の前浜は、満潮位斜面部とその間の非常になだらかなテラス部分からなっており、通常の砂浜のようにそれを一体として取り扱うことは困難である。通常自然干潟では前浜のテラスは、干潮位汀線から200～350mまでの多段バー・トラフ部とその岸側の平坦部からなっている。多段のバー・トラフ部は平坦部の沖で来襲波を砕波させ平坦部を守っており、耐波安定性の観点から非常に重要である。人工干潟の場合も、多段のバー・トラフ部がまず形成されている。生物の分布状況が自然干潟に近い状況の人工干潟を造成するためには、200m以上のテラス幅が必要になる。
- 2) 設計では、地盤内の地下水の低下を考慮する必要がある。自然干潟に近い状況にするためには、干潮時の地下水位をある程度の高さに保持する必要がある。すなわち、地盤の粒径（透水係数）が大きいほど①テラス幅を大きくするか、あるいは②テラスの地盤を低くする必要がある。
- 3) 粘土性の浚渫土を覆砂した人工干潟では、粘土層が覆砂層の変化に連動して変化すること、また粘土層が露出することがある。したがって、覆砂形式の干潟では、覆砂層における砂の動き、そして下層の強度について十分な検討が必要である。

キーワード：現地調査、前浜干潟、テラス、多段バー、浚渫土、覆砂、

---

\* 海洋・水工部 耐波研究室 研究官

\*\* 海洋・水工部長

\*\*\* 前、海洋・水工部 耐波研究室 受託研修生（現、シバタ工業（株）技術開発本部）

\*\*\*\* 海洋・水工部 耐波研究室

〒239-0826 横須賀市長瀬3-1-1 独立行政法人港湾空港技術研究所

Tel : 0468-44-5043 Fax : 0468-42-7846 e-mail: kang@cc.phri.go.jp

## 1. まえがき

干潟は、「干潮時に露出する砂泥質の平坦な地形」として一般的に定義されており、浅海域に発達し多くの生物を育む場として重要な役割を担っている。また、干潟は海域浄化の場など多様な機能を有する貴重な場でもある（エコポート（海域）技術WG, 1998）。しかしながら、近年の沿岸開発に伴う埋立てによって多くの干潟が失われている。また、ほとんどの湾において水産漁獲量が大きく減っており、その原因の一つが干潟や浅瀬の埋立てであると考えられるようになってきている（青山ら, 2000）。そのため、干潟の保全や創出に対する社会的要請が非常に高まっており、特に港湾の分野では、浚渫土の有効利用の一つとして、人工干潟の創出は今後ますます増えることが予想されている。

近年、干潟に関する研究が急速に進んでおり、干潟のメカニズムなどが次第に明らかになっている。例えば最近10年間では、東京湾、三河湾、広島湾および有明海を中心に、自然および人工干潟に関する研究が活発になされている。東京湾では東京都環境科学研究所の木村グループ（木村ら, 1999）等、三河湾では愛知県水産試験所の鈴木グループ（青山ら, 1996）等、広島湾では広島大学の岡田グループ（清木ら, 1998）等、有明海では熊本大学の滝川グループ（滝川ら, 1999）等がある。また、実験水槽を用いた干潟の研究も精力的に進められている（細川ら, 1996b；桑江ら, 1997；Kuwaie and Hosokawa, 2000, 等）。こうした研究により、人工的に作り出した干潟でも生物の回復可能性は非常に高いと考えられるようになってきている。しかしながら、これらの研究は生物・水質関連のものが主であり、干潟地盤の状況、地形変化や地盤の安定性に関する研究はそれほど多くない（内山, 2000；古川ら, 2000；奥宮ら, 2001）。

こうした研究成果に基づいて人工干潟の設計法は、すでにある程度示されている（エコポート（海域）技術WG, 1998）。しかしながら、まだ十分確立されるには至っていません。特に波に対する安定性に関してはさらに検討が必要である。例えば、現状の設計では、Sunamura（1984）等による前浜の安定勾配の算定式を用いる場合がある。しかし、干潟は一般的に非常に平坦なところが広大であり、通常の砂浜の考え方（安定勾配という考え方）を適用することには問題がある。

また、港内や湾内の浚渫土を用いた場合、浚渫土にはシルトや粘土等の細粒成分が多いため、浚渫土を覆砂して安定性を高める手法も採用されている。しかし、著者ら（姜ら, 2000）は、こうした場合に対して水理模型実

験を行い、波の作用によって浚渫土層が液状化する危険性があることや、地形変化が通常の砂地盤とは異なることを指摘している。

なお、現在まで幾つかの人工干潟が造られており、多くは成功しているが、人工干潟地盤の沈下や地形の変化等の事例も報告されている。たとえば、広島五日市地区の人工干潟は、消滅する自然干潟の代案として、1990年に造成された代表的な人工干潟であり、人工干潟の造成4、5年後までは生物や鳥等が増えて、成功した人工干潟の事例として注目された。しかし、地盤が大きく沈下するとともに、生物の個体数も減っていると報告されている（エコポート（海域）技術推進会議, 1999）。さらに、ある程度全体的に安定であっても、波によって地形が少しずつ変化し、これが生物にとって致命的となっている例も報告されている。

著者らは、干潟地盤の波に対する安定性を検討しており、将来的には人工干潟の耐波設計法を示すことを考えている。したがって、まず自然干潟の地形や地盤の特徴を把握することが重要であり、そうした観点に基づいた現地調査を実施した。調査は、2000年8月から2001年4月まで、前浜干潟を主にして5ヶ所の自然干潟のみならず、7ヶ所の人工干潟に対して調査を行った。また、干潟との比較のため1ヶ所の自然砂浜と3ヶ所の人工海浜に対しても調査を行っている。本研究はその調査結果を報告するものである。

調査では、目視観察、深淺測量、コーン貫入試験および柱状サンプリングを行っている。目視観察により、干潟地形や地盤の状況について考察を行っている。なお、深淺測量結果に基づき、自然および人工干潟と人工海浜におけるそれぞれの地形の特徴について考察を行っている。コーン貫入試験および柱状サンプリング結果より、地盤の固さおよび粒径分布について考察している。さらに、地盤内の地下水位の低下量を考慮した人工干潟の設計法の考え方を示すなど、自然干潟により近い人工干潟の条件について検討を加えている。もちろん、それぞれの調査は期間が限られたものであり、十分ではないが、今後の検討の参考とするため、現段階までの調査結果を取りまとめたものである。

なお、ここでいう「人工海浜」は基本的には砂浜を意味するが、それが外海に造られた場合は砂浜になるが、内湾に造られた場合は、干潟的な特性を持つ場合がある。そのため、人工海浜として造られたものが、干潟の研究では人工干潟として分類される場合がある。このように、人工海浜は、研究の対象目的によって名称が海浜あるいは干潟となる。そこで本報告では、初期の造成目的が砂

浜の場合は「人工海浜」に、干潟の場合は「人工干潟」に分けている。

## 2. 現地調査

### 2.1 調査対象地

現地調査は、2000年8月から2001年4月まで主に大潮時に行った。図-2.1と表-2.1は、調査対象地の位置とその概要を示したものである。調査対象の干潟は、関東地方から九州まで広域にわたり、自然干潟5ヶ所と人工干潟7ヶ所を対象にしている。また、干潟との比較のため自然砂浜1ヶ所と人工海浜3ヶ所も含んでいる。調査対象の人工干潟・海浜は全てが内湾に造成されている前浜干潟である。なお、調査対象地については2.3節で詳述する。

表-2.1には、基本的な区分、名称、所在地の他に生物の分布状況を示している。調査結果の整理にあたっては、人工干潟および人工海浜が自然干潟にどの程度近い状況になっているのかを区分する必要がある。本報告では、生物の分布状況より、明確ではないが一応、次の3つに分類している。

人工A：自然干潟に比較的近い場合

人工B：自然干潟と自然砂浜の中間の場合

人工C：自然砂浜に近い場合

なお、生物の状況については、目視観察によって判断している。ただし、各地域を対象に行われた既往の研究結果をも参考にしており、これらの参考文献は2.3節で紹介している。西浦と三田尻人工干潟は、造成後1年程度しか経過していないため、地形変化や生物の分布がまだ安定しておらず、今後地形や生物の分布状況等が大きく変化する可能性がある。

表中の「潜堤や離岸堤」等は、干潟および海浜の沖に設けられている構造物の形状を表しており、特に潜堤はすべてが砂留め用である。埋立の欄における「二層」とは、粘土性の浚渫土層を覆砂した場合を表わす。

### 2.2 調査内容

調査では、目視観察、深淺測量、コーン貫入試験、柱状採泥および地下水位の計測を行った。目視観察では、干潟地形・地盤の状況および生物の分布状況について観察している。深淺測量では、各調査地域で代表的な測線1ヶ所以上を選んで、干潮位汀線の沖から満潮位汀線付近まで測っている。コーン貫入試験では深淺測量の測線上の4～9地点において、最大地盤深さ5mまでコーン貫入抵抗（地盤固さ）を測っており、さらに柱状採泥では、

コーン貫入と同地点で深さ70cmまで採泥を行っている。なお、地下水位の計測では、地盤内に透水性のパイプを貫入させ、パイプ内の水位を計測している。

#### 深淺測量

レーザー測距儀とプリズムを設けたポールを用いて測量を行った。ただし、これは足が着く水深1.5m程度の範囲までであり、それより沖はボードにのって、水深をレッドで計測した。地盤の高さは、基本的には潮位を基準（C.D.L.）にしている。潮位のデータは海上保安庁、気象庁および各地域の機関が観測した潮位データを用いている（付録A参照）。実際の調査対象地と潮位観測地が離れている場合が多いため、調査地における潮位は多少の差はあると思われる。深淺測量結果に基づいて、前浜の勾配と幅等を求めている。前浜は、干潮位（L.W.L.）汀線から満潮位（H.W.L.）汀線までとして取り扱っている。自然干潟の場合、干拓事業等によって満潮位汀線が沖側に前進している場合が多いが、前浜勾配や幅等の算定は現在の状況から求めている。

#### コーン貫入試験

断面積 $3.23\text{cm}^2$ 、円錐角度 $30^\circ$ のコーンを取り付けたコーンペネトロメータを2名の人力で地盤に貫入させており、最大深さ5mまで10cm間隔でコーンの抵抗値を求めている。コーン貫入抵抗値より、地盤固さの鉛直構造（分布）と岸沖分布を調べている。

#### 柱状採泥

径5cmの透明アクリルパイプを用いて深さ70cmまでの柱状採泥を行い、表層（0～10cm）、中層（25～35cm）および下層（60～70cm）について底質の粒径を調べている。ただし、調査の際、時間や潮位（水深）の制約によって、全てのコーン貫入試験地点で採泥が実施できてははなく、また鉛直方向にも採泥を限った場合もある。こうした資料の粒度試験結果より、中央粒径 $d_{50}$ のみならずシルト・粘土の細粒分の含有率について、鉛直および岸沖分布を調べている。なお、コーン貫入試験および柱状採泥の位置とその詳細結果は付録Dに示している。

### 2.3 各調査対象地と基準測線の位置

ここでは、各調査地域の概要について東の鴨川前原海岸から西の和白干潟の順に記述する。同時に、各干潟および海浜に対して行われている幾つかの研究事例をも紹介する。

#### (1) 前原海岸（自然砂浜）

図-2.2と写真-2.1は前原海岸とその周辺を示したものである。前原海岸は千葉県鴨川市の太平洋側に面してい

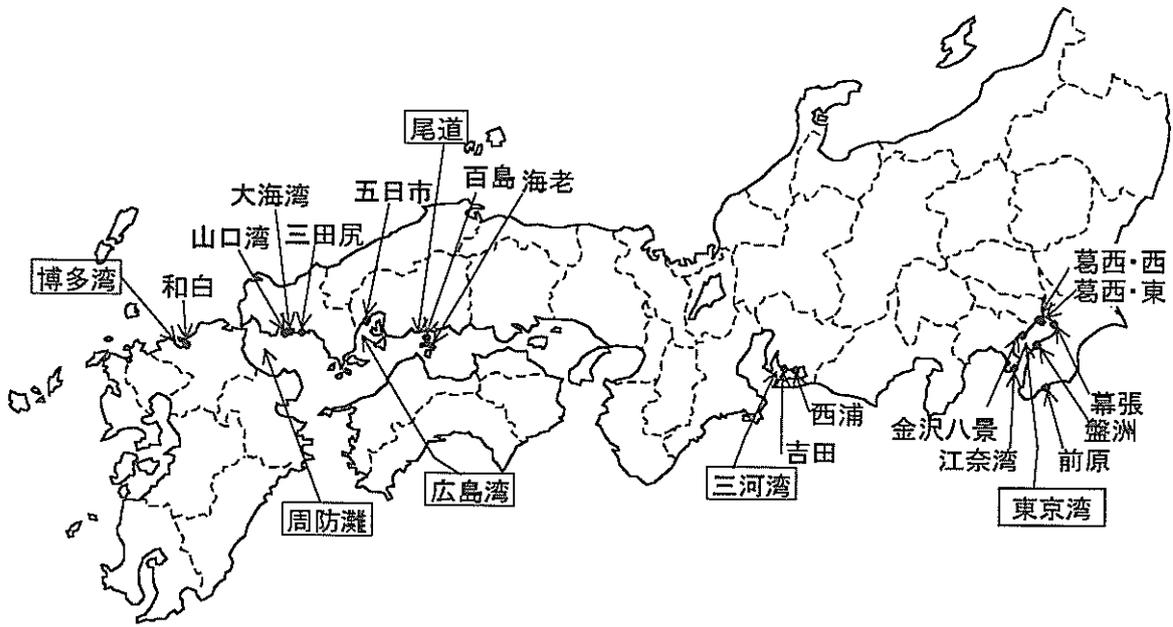


図-2.1 調査対象地の位置

表-2.1 各調査地の概要と調査内容

区分	名称	所在地	生物の分布状態	分類	構造物	埋立形式	造成年度	調査日	調査項目					地盤高算定基準
									踏査	測量	コーン試験	柱状採泥	地下水	
自然干潟	盤洲	千葉県木更津市 盤洲干潟	自然干潟	自然干潟	護岸	-	-	2000. 6. 15	○	×	○	○	×	潮位
								2000. 8. 29	○	○	○	○	○	
	江奈湾	神奈川県三浦市江奈湾	自然干潟		なし	-	-	2000. 9. 13	○	○	○	○	×	潮位
	吉田	愛知県西尾市吉良町 吉田海岸	自然干潟		護岸	-	-	2000. 10. 18	○	○	○	○	×	潮位
								2001. 3. 28	○	○	○	○	×	潮位
	和自	福岡市博多区 和自干潟	自然干潟		沖で人工島	-	-	2000. 8. 10	○	○	×	○	×	潮位
	山口湾 <sup>1)</sup>	山口市 山口湾の 長浜先の干潟	自然干潟	護岸	-	-	2000. 8. 9	○	×	×	×	×	-	
自然砂浜	前原	千葉県鴨川市 前原海岸	自然砂浜	自然砂浜	離岸堤 護岸	-	-	2000. 8. 31	○	○	○	○	×	潮位
人工干潟	葛西・東	東京都江戸川区 葛西海浜公園の東なぎさ	自然干潟に近い	人工A	導流堤	単層	1983	2001. 4. 26	○	○	○	○	○	潮位
	西浦	愛知県蒲郡市幡豆町 西浦人工干潟	中間	人工B	護岸	単層	1999	2000. 6. 5	○	×	○	○	×	B. M.
								2000. 10. 17	○	○	○	○	×	
	百島	広島県尾道市百島 百島地区	自然干潟に近い	人工A	潜堤 護岸	二層	1987	2000. 11. 9	○	○	○	○	×	潮位
	海老	広島県尾道市浦崎 海老地区	自然干潟に近い	人工A	潜堤 護岸	二層	1989	2000. 11. 10	○	○	○	○	×	潮位
	五日市	広島市佐伯区 五日市地区	砂浜に近い	人工C	潜堤 護岸	二層	1990	2000. 8. 8	○	○	○	○	×	潮位
	三田尻	防府市三田尻港 三田尻人工干潟	中間	人工B	なし	単層	1999	2000. 8. 9	○	○	○	○	×	潮位
大海湾	山口県防府市西浦干拓地 先の人工干潟	自然干潟に近い	人工A	離岸堤 護岸	単層	1982	2000. 8. 9	○	○	○	○	×	潮位	
人工海浜	葛西・西	東京都江戸川区 葛西海浜公園の西なぎさ	中間	人工B	導流堤	単層	1989	2000. 8. 28	○	○	×	×	×	潮位
								2000. 9. 27	○	○	○	○	○	
	幕張	千葉県美浜区 幕張の浜	砂浜に近い	人工C	突堤 潜堤	単層	1978	2000. 9. 26	○	○	○	○	×	潮位
	金沢八景	横浜市金沢区 金沢八景海の公園	中間	人工B	なし	単層	1979	2000. 9. 1	○	○	○	○	×	潮位

<sup>1)</sup>山口湾は、(エコポート(海城)技術ワーキンググループ, 1998)を参考にしている。

る自然海浜（砂浜）であり、海水浴場となっている。周辺では、海浜の南側から加茂川が流入し、北側からは待崎川が流入している。また、護岸から200m沖に離岸堤3基が整備されているが、外海に面しているため、調査対象地の中で波が最も大きい所である。調査は、中央の離岸堤の南端を結ぶ測線上で行っている。

#### (2) 盤洲干潟（自然干潟）

図-2.3と写真-2.2は、盤洲干潟とその周辺を示したものである。盤洲干潟は千葉県木更津市久津間地先に発達している前浜干潟である。希少な生物群が生息しているとともに、渡り鳥の休息地・中継地として、東京湾で現存する数少ない自然干潟の一つであり、多くの研究者による研究の対象となっている（赤澤ら, 1991; 木村:1994; 大島ら, 1994; 松原ら, 1996; 細川, 1996; 細川ら, 1996a; 桑江ら, 2000a; 磯野, 1998; 桑江ら, 2000b; 古川ら, 2000; 内山ら, 2000; 奥宮ら, 2001, 等）。

調査の対象は、小櫃川から続く湊筋と江川漁港から沖合に伸びたクリークに挟まれた東西約1.5km, 南北約1.0kmの領域である。なお、干潟の岸側は埋立てによって満潮時の汀線が沖に前進している。図に示している基準測線上で深淺測量、コーン貫入試験および柱状採泥を行っている。ただし、この測線は、古川ら（2000）によって行われた深淺測量の測線の一つであるが、本調査では古川らよりさらに沖までを対象にしている。

#### (3) 幕張の浜（人工海浜）

幕張の浜（図-2.4と写真-2.3）は、千葉市中心部より北西約7.5kmの幕張地区の埋立地前面に造成された人工海浜であり、失われた内湾の自然・海岸を回復し、増大するレクリエーション需要に対処しようとした「千葉県新総合5カ年計画」によって造られている（エコポート（海域）技術推進会議, 1999）。人工海浜は、水深4m～5mの海域に、海浜の北・南側にそれぞれ長さ250mと180mの鉄管矢板式突堤を、また沖には砂止め用の潜堤を設けて、ポンプ浚渫船により海底から採取した良質砂で盛砂している。海浜の面積41.5ha, 幅180～250mである。調査は図に示した基準測線上で行われた。海浜の北側から浜田川が流入しているが、現在は必要に応じて砂を補充している。

なお、幕張人工海浜を対象にした研究には、木村（1994）等がある。

#### (4) 葛西海浜公園の東なぎさおよび西なぎさ（人工干潟と人工海浜）

葛西海浜公園（図-2.5と写真-2.4）は、東京港の開港から、唯一残っている自然干潟である「三枚洲」を保存し、あわせて都民に海浜のレクリエーションの場を提供するために、1980年から1989年までに整備されたものである（エコポート（海域）技術推進会議, 1999）。海浜公園は、西なぎさと東なぎさからなっており、両者はそれぞれ東西約1km南北0.5kmで突堤に囲まれたポケットビーチ状の人工海浜と人工干潟である。前者は、潮干狩りや水遊びなどのレクリエーションや野鳥を始めとする自然の観察を行う海浜ゾーンであり、後者は立ち入り禁止の野鳥の楽園となっている干潟ゾーンである。両なぎさは、それぞれ延長830m, 面積38haと延長770m, 面積30haである。調査は図に示したそれぞれの基準測線上で行った。

なお、葛西海浜公園の人工干潟と人工海浜を対象にした研究には、赤澤ら（1991）、木村（1994）、細川（1996）、木村ら（1999）、木村ら（2000）、高橋ら（2001）等がある。

#### (5) 金沢八景の海の公園（人工海浜）

金沢八景の海の公園（図-2.6と写真-2.5）は、横浜市金沢区に位置する人工海浜である（エコポート（海域）技術推進会議, 1999）。横浜市が実施した金沢地先埋立事業の一部として、市民への水際開放と憩いの場の提供を目的として、1989年に造成されている。海浜は砂浜部の延長1km, 面積約46haである。海浜の南側には野島運河が通っており、西側には八景島が埋立てで造成されているため、来襲波は比較的小さい。調査は図に示した基準測線上で行っている。

なお、金沢八景海の公園の人工海浜を対象にした研究には、木村（1994）、新保ら（1999）、新保ら（2000）等がある。

#### (6) 江奈干潟（自然干潟）

江奈干潟（図-2.7と写真-2.6）は、神奈川県三浦半島先端部、三浦市の南東に位置している江奈湾の西側の入江に形成されている自然干潟である。干潟の背後の山と畑から土砂の流入がある。また、幅約1mの小川が干潟の中央より少し北側を流れ、湊筋を形成している。干潟前面のほぼ半分が岩礁によって遮蔽されているため、波の作用は小さく、今回の調査対象地の中で唯一の砂泥質の干潟である。この干潟には、カニ類、巻貝類などの多くの底生生物が生息し、干潟の岸側にはヨシ原がある。大潮の底潮時には干出面積約0.6ha程度の干潟が形成される。調査は図に示した基準測線上で行った。

なお、江奈干潟を対象にした研究には、細川ら（1991）、

林・棚瀬 (1996), 林ら (2001) 等がある。

#### (7) 西浦 (人工干潟)

西浦人工干潟 (図-2.8と写真-2.7) は, 三河湾北部の愛知県蒲郡市西浦地区に位置し, 三河湾中山水路の浚渫土を用いて1999年6月に造成されている。干潟は, 東西約300m, 南北約200mである。干潟の岸側は, 親水性の護岸になっており, 北東岸から下地川が流入している。この干潟は造成後2年ほど経過しており, 造成初期段階から種々の調査 (古川ら, 2000; 奥宮ら, 2001) が実施されている。著者らは, 2000年10月と2001年3月の2回にわたって調査を実施しており, 調査は, 図示した基準測線上で行った。

#### (8) 吉田干潟 (自然干潟)

吉田干潟 (図-2.9と写真-2.8) は, 愛知県西尾市吉良町吉田地区にある吉田海岸であり, 三河湾北部に位置する自然干潟である。この一帯は大規模干拓事業によって, 干潟の満潮位汀線が沖にかなり前進しているにもかかわらず, この干潟は沖側にも非常に広い。また, この付近全体が干潟地帯であり, 西側は一色干潟となっている。この海岸の西側に矢作古川, 東側に矢崎川が流入している。また, 護岸から約400m沖では大規模な海苔の養殖がなされている。調査は, 図示した基準測線上で行っている。

#### (9) 海老地区 (覆砂構造の人工干潟)

海老地区人工干潟 (図-2.10と写真-2.9) は, 広島県沼隈郡沼隈町の沼隈半島から向島に向かって伸びる小半島の南岸に位置する。干潟は, 海岸線から約200m沖に砂留め用の潜堤を設け, 松永湾の航路浚渫土 (粘土) を入れて, 厚さ50cmほど覆砂したものであり, 1989年に造成されている。なお, 干潟の面積は約16haであり, アサリの養殖場として利用されている。

#### (10) 百島地区 (覆砂構造の人工干潟)

百島地区人工干潟 (図-2.11と写真-2.10) は, 広島県福山市松永町の南方沖約5km, 百島の東岸に位置する。干潟は, 近くの海老地区人工干潟と同じ手法で1987年造成されている。干潟は, 面積約36ha程度であり, アサリの養殖場として利用されている。

なお, 百島地区人工干潟を対象にした研究には, 木村 (1994) 等がある。

#### (11) 五日市地区 (覆砂構造の人工干潟)

五日市地区 (図-2.12) は, 広島港湾区域西部にあり,

人工干潟は広島市佐伯区吉見園地先に位置する。広島県では, 広島港五日市地区に都市基盤施設の整備及び廃棄物処分場の整備を目的とした埋立てを計画した。埋立地に隣接する八幡川河口部は, 広島県でも有数の水鳥の飛来地として知られている自然干潟であった。写真-2.11は, 八幡川河口部に広がっている埋立て前の自然干潟の状況であり, 潮干狩りをする人々が見える。この自然干潟が, 廃棄物処分場の整備による埋立てによって分断・消滅されることから, 計画にあたって, 水鳥類の望ましい環境条件を回復することを目的として, 埋立て前の干潟と同程度の面積が造られた (福田ら, 1992)。造成は, 粘性土の床掘浚渫土に中央粒径0.4mmの海砂を厚さ1m覆砂している。干潟の規模は, 幅約250m, 面積約24haであり, 北部から河川 (八幡川) が流入している。調査は, 図示の基準測線で行っているが, 調査当時は小潮で潮位が高かったため, 護岸から約35m沖までしかできていない。

なお, 今村ら (1993) は, この人工干潟の造成後の追跡調査を行っており, 木村 (1994), 羽田 (1996) 等は, この干潟による水質浄化効果について調査を行っている。

#### (12) 三田尻 (人工干潟)

三田尻の人工干潟 (図-2.13と写真-2.12) は, 山口県防府市東部の三田尻湾内向島郷ヶ崎地先に位置する。もともとこの場所は, 三田尻湾奥に流入している手水川と入間川によって運ばれた砂泥が堆積して形成された自然干潟であった。しかし, 川から砂泥の供給量が減り, この干潟が消滅状態になったが, 元の自然干潟の回復を目的に, 1999年, この区域の潮間帯に土砂を投入して人工の干潟が造成されている。干潟の造成面積は約1.1haであり, 調査は図示した基準測線上で行っている。

#### (13) 大海湾 (人工干潟)

大海湾の人工干潟 (図-2.14と写真-2.13) は, 山口県防府市西部の西浦新開作地先に位置しており, アサリの養殖を目的に, 沖に離岸堤を設けて造成した人工干潟である。干潟の面積は約81haである。この干潟は大海湾奥に流入している佐波川東岸に形成された前浜干潟となっており, 佐波川の西岸には自然干潟が発達している (Imai, 1987)。

#### (14) 和白干潟 (自然干潟)

和白干潟 (図-2.15と写真-2.14) は, 福岡県福岡市博多湾東部の最奥部に位置し, 南側から流れ込んだ唐原川の前方に発達した前浜干潟である。地元の住民の話によ

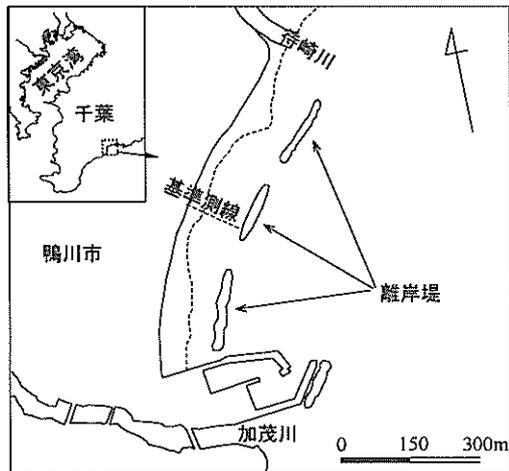


図-2.2 前原海岸の周辺と調査測線の位置 (自然砂浜)



写真-2.1 前原海岸の周辺と調査測線の位置 (自然砂浜)

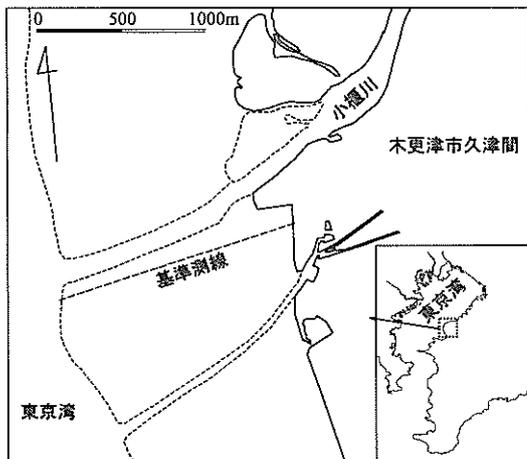


図-2.3 盤洲干潟の周辺と調査測線の位置 (自然干潟)



写真-2.2 盤洲干潟の周辺と調査測線の位置 (自然干潟)

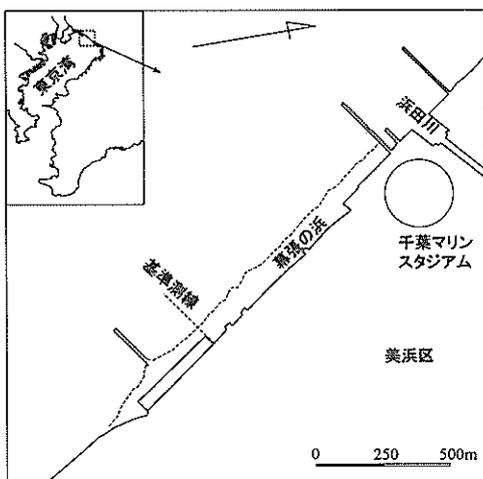


図-2.4 幕張の浜の周辺と調査測線の位置 (人工海浜)



写真-2.3 幕張の浜の周辺と調査測線の位置 (人工海浜)

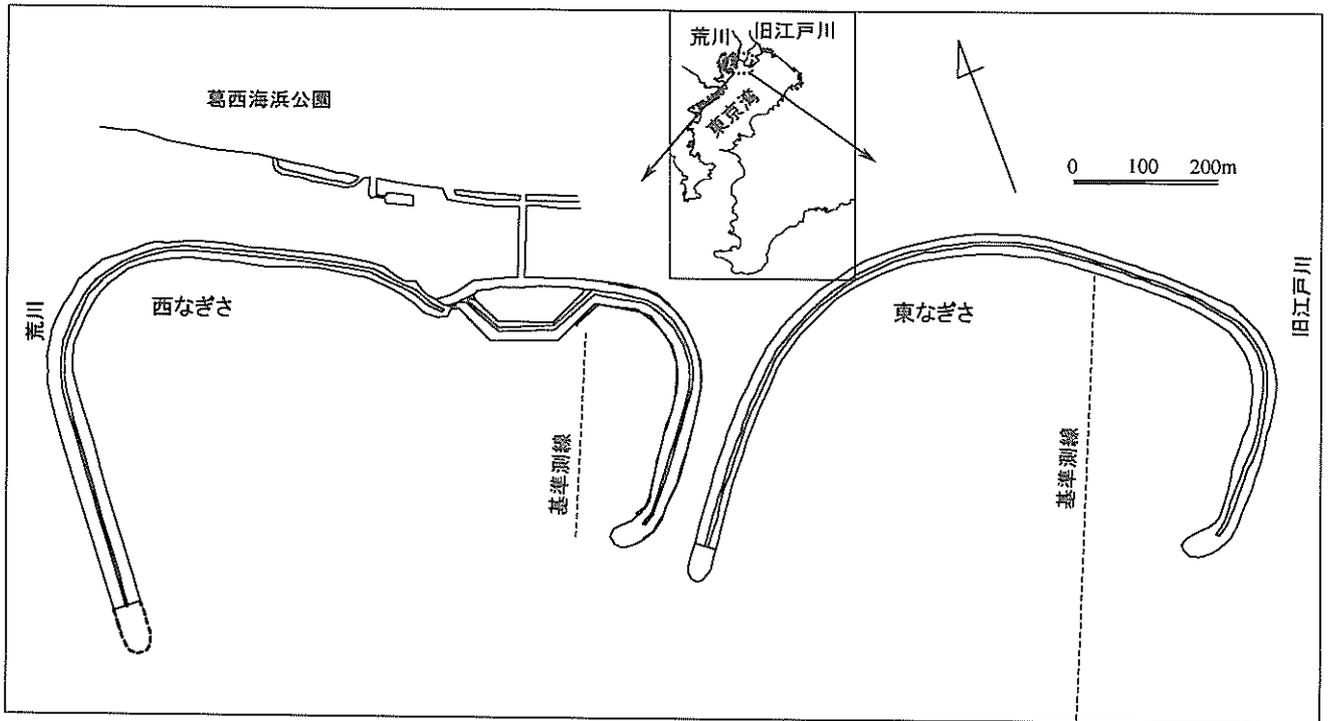


図-2.5 葛西海浜公園の周辺と調査測線の位置（西なぎさと東なぎさ）

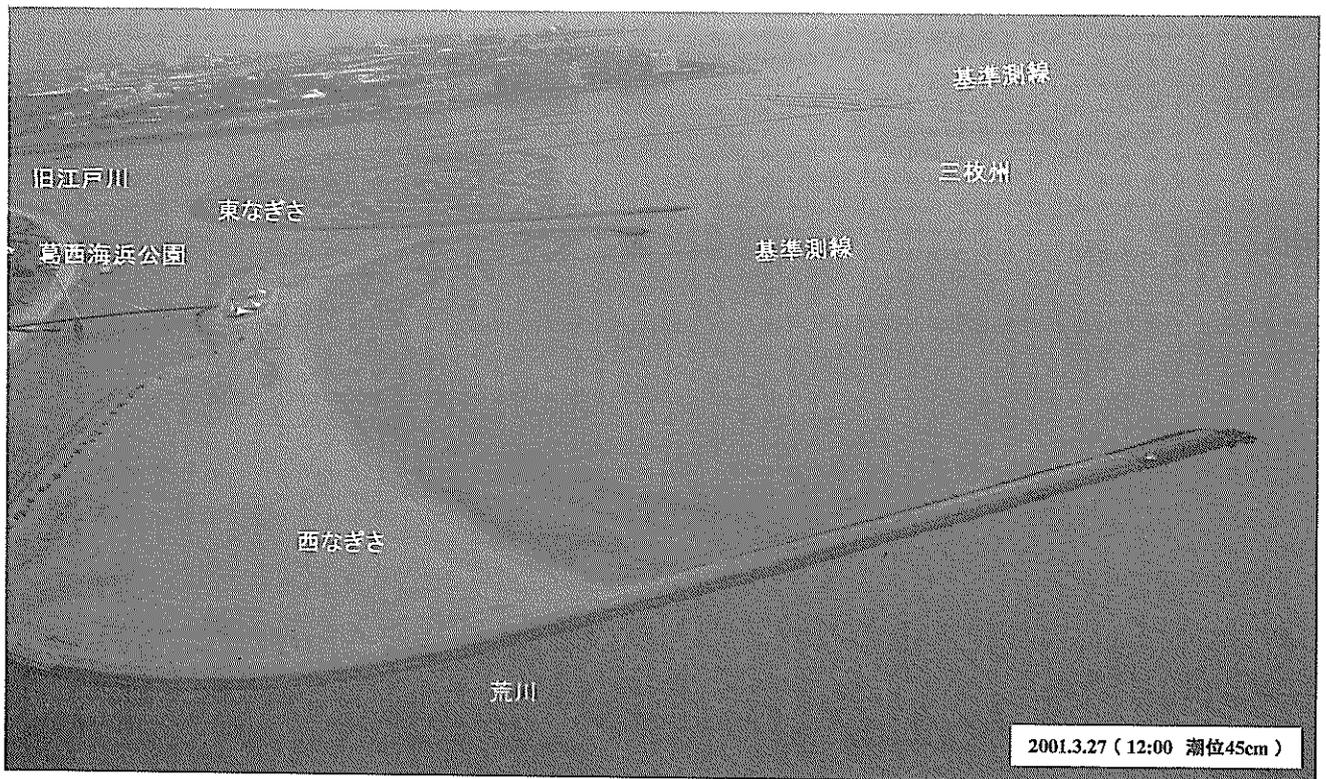


写真-2.4 葛西海浜公園の周辺と調査測線の位置（西なぎさと東なぎさ）

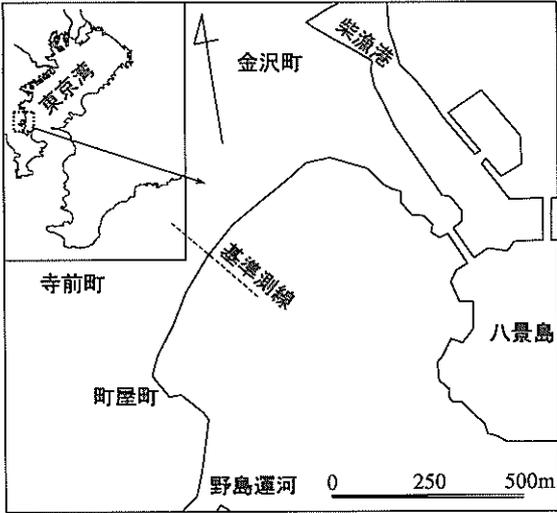


図-2.6 金沢八景海の公園の周辺と調査測線の位置 (人工海浜)

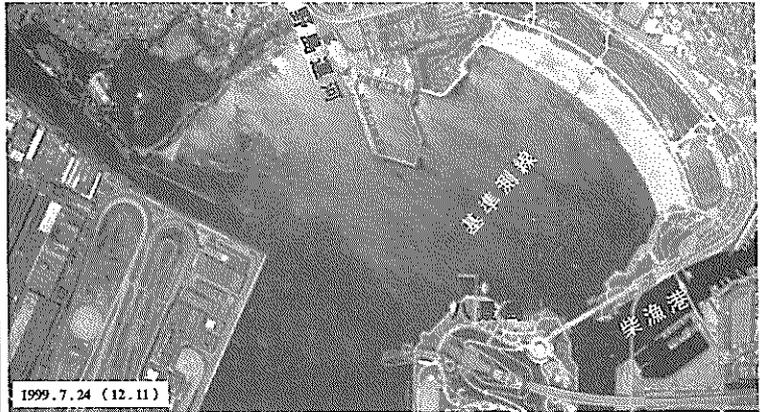


写真-2.5 金沢八景海の公園の周辺と調査測線の位置 (人工海浜)

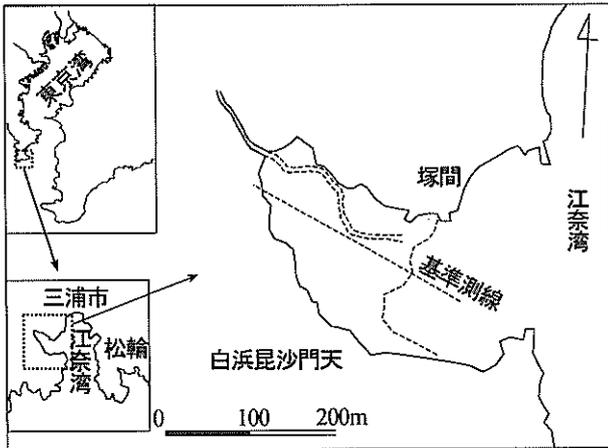


図-2.7 江奈干潟の周辺と調査測線の位置 (自然干潟)

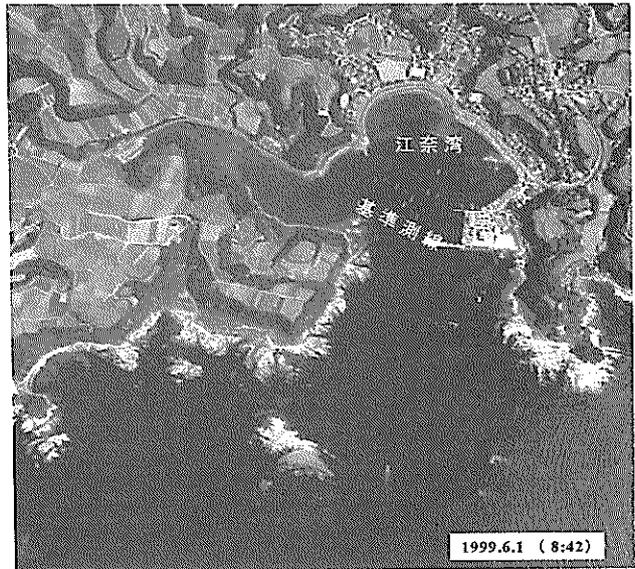


写真-2.6 江奈干潟の周辺と調査測線の位置 (自然干潟)

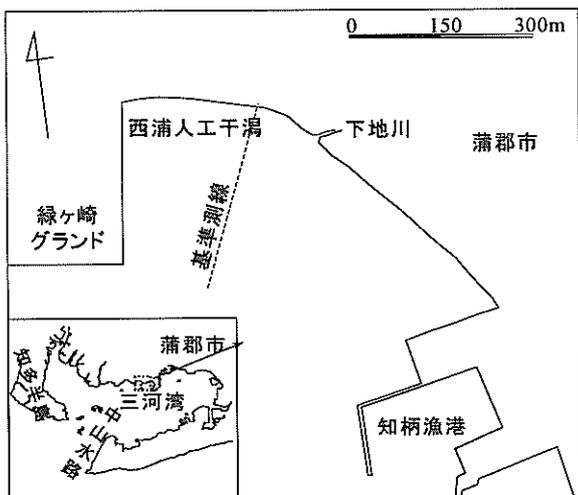


図-2.8 西浦人工干潟の周辺と調査測線の位置



写真-2.7 西浦人工干潟の周辺と調査測線の位置

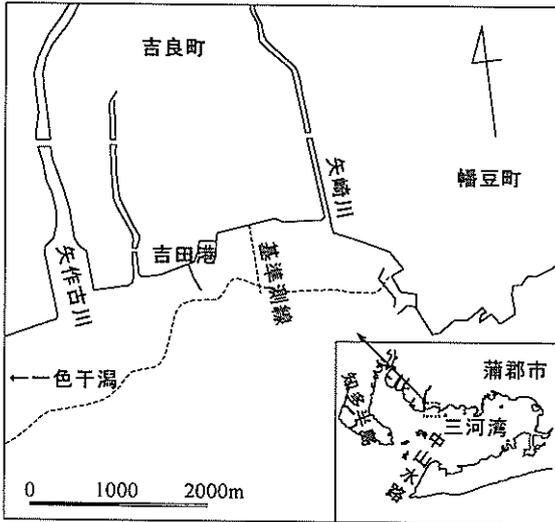


図-2.9 吉田干潟の周辺と調査測線の位置 (自然海浜)



写真-2.8 吉田干潟の周辺と調査測線の位置 (自然海浜)

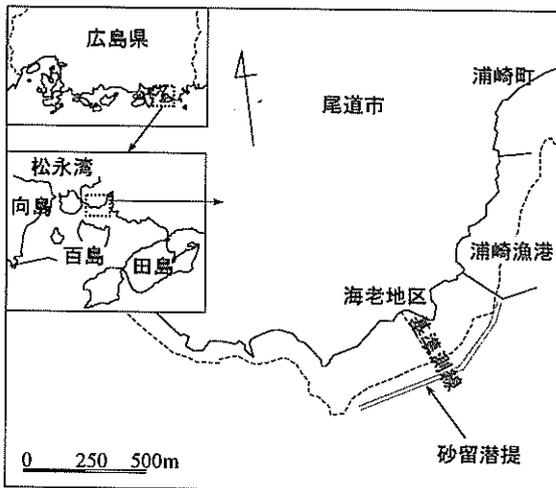


図-2.10 海老地区人工干潟の周辺と調査測線の位置

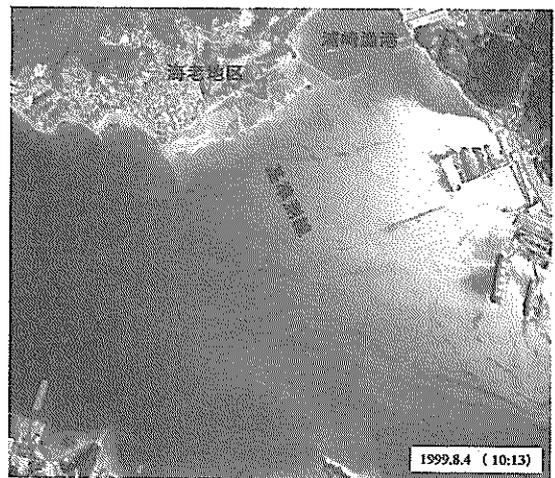


写真-2.9 海老地区人工干潟の周辺と調査測線の位置

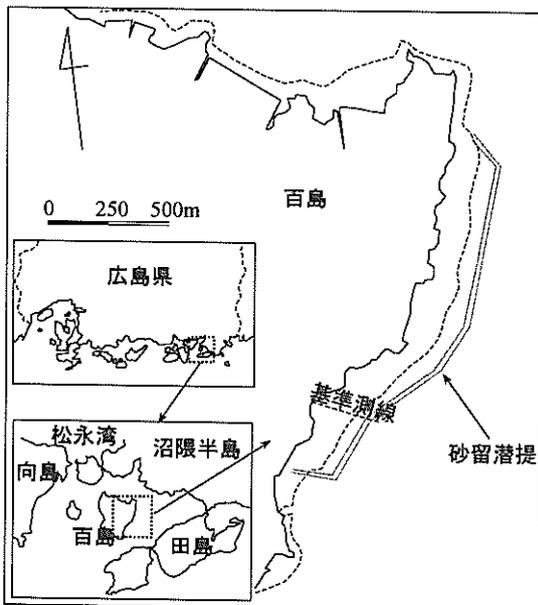


図-2.11 百島地区人工干潟の周辺と調査測線の位置



写真-2.10 百島地区人工干潟の周辺と調査測線の位置

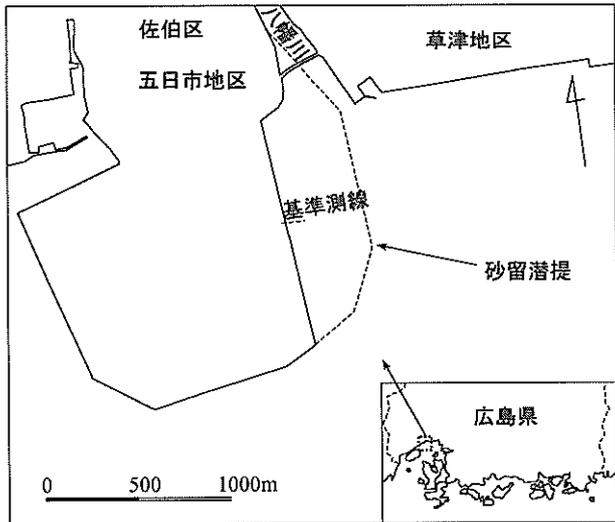


図-2.12 五日市地区の人工干潟の周辺と調査測線の位置

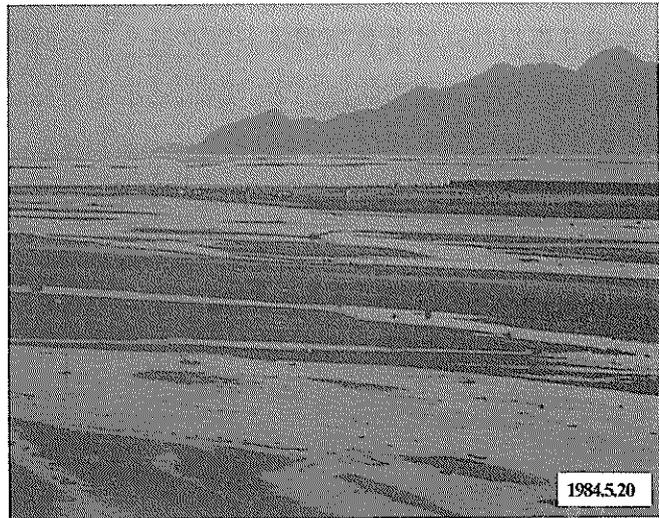


写真-2.11 五日市地区の埋立前の自然干潟の状況  
(広島県・復建調査設計, 1996)

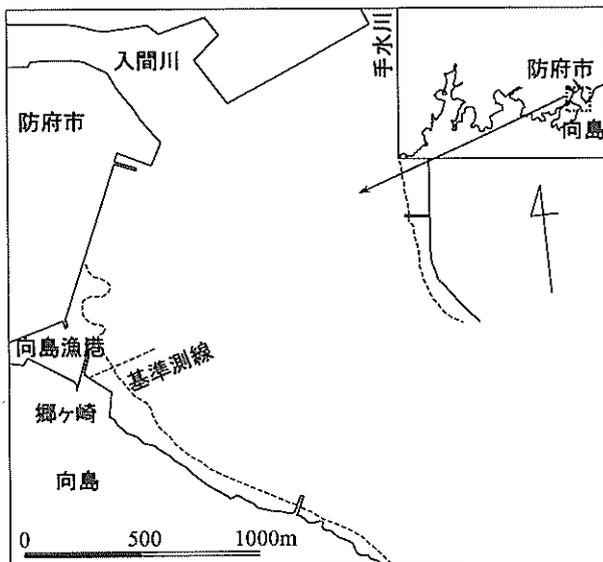


図-2.13 三田尻人工干潟の周辺と調査測線の位置

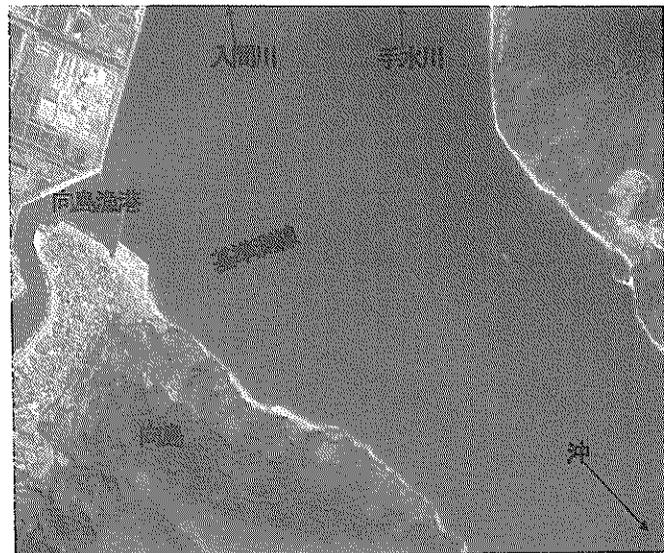


写真-2.12 三田尻人工干潟の周辺と調査測線の位置

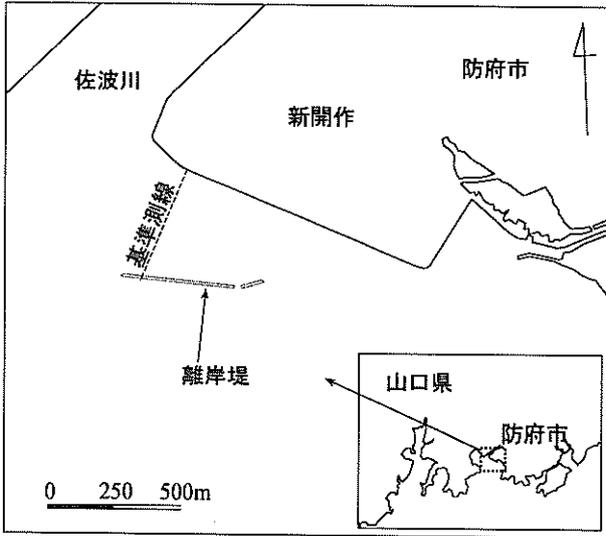


図-2.14 大海湾人工干潟の周辺と調査測線の位置



写真-2.13 大海湾人工干潟の周辺と調査測線の位置

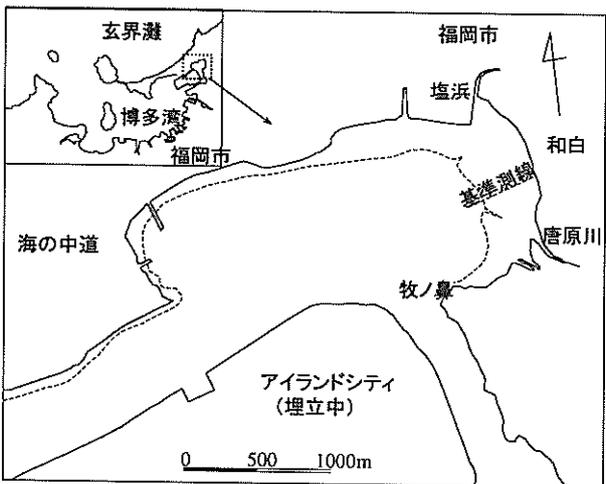


図-2.15 和白干潟の周辺と調査測線の位置 (自然干潟)



写真-2.14 和白干潟の周辺と調査測線の位置

ると、この干潟は、30年前は海水浴場として利用されたが、背後地の都市化とともに干潟に変わっているところである。周辺では、干潟北部に塩浜の農地があり、塩性湿地のみならず淡水性湿地も混在している。干潟南部には牧の鼻の岩礁地帯があり、干潟と一体となって豊かな生態系を育んでいる。また日本海側に面し朝鮮半島に近いという地理的特性から渡り鳥の格好の越冬地・中継地となっている。なお、干潟の沖では人工島が建設中である。干潟は北西から南東方向に約1.5kmにわたって広がり、最大干出幅は約600m、面積は80haである。調査は、図に示した基準測線で行っている。

なお、和白干潟を対象にした研究には、藤田ら(1998)、松永ら(1998)、児玉・松永(1999)、児玉ら(2000)等がある。

### 3. 調査結果

#### 3.1 干潟および海浜の状況と断面地形

##### (1) 自然干潟

##### a) 盤洲干潟

##### 平坦部と多段・バー・トラフ部からなるテラス部

写真-3.1.1は、自然干潟の典型的な例であり、前掲写真-2.2で示した盤洲干潟の干潮時の空中写真である。写真で示す測線上で、干潮位汀線側(白波が立っている岸側)から背後の干潟部の距離はおよそ1300m程度であり、非常になだらかな地形となっている。写真には見えないが、その岸側には直立護岸がある。本報告では、こうした非常になだらかな部分を「テラス」と称する。このテラスは、基本的には「沖側の干潮位汀線(L.W.L.)から、岸側の満潮位斜面部前まで」とする。ただし、テラスは、場合によっては明確に区別できないこともあり、具体的な例は付録Cで詳述する。

こうしたテラスは、写真-3.1.1からも分かるように、沖側の凸凹状の「多段のバー・トラフ部」とその岸側の「平坦部」からなっている。

写真-3.1.2は、写真-3.1.1の地点P1から沖を向かって見た平坦部の状況であり、非常になだらかになっていることが分かる。写真-3.1.3は、平坦部とバー・トラフ部のほぼ境界となるNo.7(写真-3.1.1)における地盤状況であり、数多くの巣穴が見られる。干潟の平坦部ではこうした生物の活動による巣穴が数多くあるため、地盤の空隙率が大きく、地盤も柔らかくなっている。

写真-3.1.4(a)は、測線上の沖側から3番目のバーまでの写真である。写真は潮位60cm時であり、最先端バーの沖で砕波しており、バーの背後のトラフでは水溜り場と

なっている。写真-3.1.4(b)は、同写真(a)の地点Aの詳細写真であり、この付近でも平坦部ほどではないが、二枚貝が生息しており、バーよりトラフのほうに多く認められる。

##### 断面地形

図-3.1.1は、盤洲干潟における岸沖断面(地盤高:C.D.L.基準)を示したものである。干潟の前浜は、満潮位斜面部(この干潟では直立護岸部)と非常になだらかなテラス部からなっている。テラス部は、幅1450m、勾配1/1200程度であり、沖側の多段のバー・トラフ部とその岸側の平坦部に分かれているのが特徴的である。多段のバー・トラフ部は、干潮位汀線から320mほど岸まで平均勾配1/500で、長さ50~70m、高低差50~70cmでバーとトラフが繰り返す構造になっている。なお、平坦部は、岸沖幅が1,100mで勾配が1/1500程度の非常になだらかな地形になっている。平坦部のNo.9では地盤高が1.6m(H.W.L.:2.03m)と比較的高く、干出時間は1潮汐周期の70~80%になるが、地盤内の地下水の低下が小さく数多くの生物がみられた。こうした形状の地形や地下水の状況は典型的な自然干潟で見られる特徴の一つであり、後述する他の3つの自然干潟においても認められている。

一般に、干潟の中でもテラスの平坦部は、生物の重要な生息場になり、これまでの干潟に関する研究では平坦部が主な調査対象となる場合が多い。例えば、古川ら(2000)も図中のNo.7~No.9(古川らの観測地点St.3~St.1に該当)の区間が主な調査対象としている。一方、多段のバー・トラフ部は、平坦部の沖に位置し、来襲波を受け止め(砕波させ)、干潟の平坦部を守る先端部となるため、干潟地盤の耐波安定性の観点から重要な場であることに留意する必要がある。

##### サンプル採取時の締め固まり

写真-3.1.5は、写真-3.1.3と同地点で柱状採泥時の様子を示している。サンプル採集時のパイプの貫入によって、この場合では、パイプを82cm貫入させたとき、地盤表面はそれの約21%程度の17cm下がっている。これは、パイプ内のサンプルの締め固まり(圧密)による影響が大きいと考えられる。例えば、締め固まったサンプルの空隙率を通常の海岸砂浜の空隙率0.4と同じとした場合、締め固まる前の空隙率は0.5程度となり、通常の海岸の砂に比べれば非常に大きい空隙率である。

こうしたパイプ貫入によるサンプルの締め固まりの現象は、すべての自然干潟でも見られる特徴的な現象である。なお、人工干潟でも自然干潟に近い場合(人工A)と自然干潟と砂浜の間の場合(人工B)は、このような大きな締め固まりが認められている。

なお、干潟地盤の調査、特に空隙率や透水係数などの調査で、サンプルを採集して室内試験を行う場合は、こうしたサンプルの締め固まりに注意する必要がある。こうした干潟の状況に適した現地試験法の開発も必要である。

#### b) 吉田干潟

##### 干潟の状況

写真-3.1.6は、吉田干潟の全景であり、満潮位斜面部からテラス部までの状況（潮位30cm）を示している。この干潟は大規模干拓事業によって満潮位汀線が沖に大きく前進した自然干潟である。護岸前面には砂が堆積して、満潮位斜面部となっている。テラス部では、干潮時でも広範囲に水溜まりがあり、様々な生物が数多く見られた。ここではアサリの養殖も行われており、調査当日はアサリの潮干狩りの人々が大勢見られた。また干潮位汀線の沖（写真中の地点Cの沖側）では、海苔の養殖がなされている。

写真-3.1.7は、写真-3.1.6の各地点の地盤状況を示している。満潮位斜面部となる地点Aは、粒径の荒っぽい砂浜が急勾配となっている。平坦部（地点B）ではシルト・粘土成分が溜まっており、生物の巣穴も数多く見られる。バー・トラフ部（地点C）では、シルト粘土成分が少なく、地盤も多少固い点が地点Bとは異なる。粒径と地盤固さの詳細は、付録Dの粒度試験とコーン貫入試験結果を参考されたい。これらの状況からも、平坦部は静穏域となること、またバー・トラフ部は波作用が平坦部より厳しいことが推察される。

##### 断面地形

図-3.1.2は、吉田干潟の岸沖断面地形を示したものである。この干潟には、単なる自然干潟ではなく種々の人工的な面がある。例えば、干潮位汀線より沖側（水平距離600m）で漁業用の水路が造られており、先に述べたように、大規模干拓事業によって満潮位側の汀線が沖側に前進している。そのためであるかは明確ではないが、護岸前面のテラス部の地盤高が50cm程度で比較的低くなっている。また、多段バー・トラフの地形は明瞭ではない。これは、この干潟の中央粒径は0.5mm程度（付録D）と比較的粗いほうであることと、またL.W.L.より沖（図中の水平距離400mより沖側）では比較的浅い場所が広がってのり養殖場となっており、ここでの波の減衰が大きいためとも考えられる。ただし、全体の断面地形から、テラス幅は400m程度、バー・トラフ部の幅は250m程度と見積もられる。

今後（2001年秋ごろ）この干潟では、三河湾の中山水路の浚渫土砂（中央粒径0.2mm以下で、西浦人工干潟に入

れているのと同じ砂）を20～30cmほど覆砂する予定がある。

#### c) 和白干潟

##### 干潟の状況

写真-3.1.8(a)は、和白干潟の岸から沖方向を見た干潟の全景であり、(b)は地点Aの地盤と生物の状況を示したものである。和白干潟は博多湾奥に位置し、また干潟の沖では人工島が建設中であるため、来襲波の波高が小さい。干潟の沖側（地点A）では二枚貝や巻貝類などの生物が数多く見られた。

地元の住民の話によると、この干潟は、30年前は海水浴ができる砂浜であったが、背後域が都市化するとともに、工業・家庭排水の流入が増えて、干潟に変わったとの話もある。なお、干潟沖側の人工島の建設によって、今後干潟地形はさらに変化する可能性がある。

##### 断面地形

図-3.1.3は、和白干潟の岸沖断面地形を示したものである。テラスは、幅420m程度、勾配1/420程度で、その地盤高は平均潮位程度になっている。この干潟も多段バー・トラフ状の地形が干潮位汀線から330mほど岸まで平均勾配1/330で発達している。バーとトラフの間隔は30～50m、高低差30～40cmの形状であり、盤洲干潟に比べれば規模が小さいが、多段バー・トラフ部の幅は盤洲干潟とほぼ同程度になっている。

#### d) 江奈干潟

##### 干潟の状況

写真-3.1.9は、江奈干潟の沖側から岸方向を見た干潟の全景と地盤状況を示している。江奈干潟は、江奈湾の横側の入江に位置しているため、湾内の波高は、調査対象地の中で最も小さいほうである。地盤は一部を除いて泥質になっており、非常に柔らかい。生物は二枚貝、巻貝類およびカニ類が数多く見られた。

##### 断面地形

図-3.1.4は、江奈干潟の岸沖断面の地形を示したものである。満潮位汀線側は勾配1/15のヨシ原の斜面になっており、その沖側のなだらかなテラス部は、幅300m、勾配は1/300である。多段のバー・トラフ部は、幅100m、平均勾配1/170で、バーとトラフの間隔15～25mおよび高低差20～30cmの形状になっており、その規模は盤洲干潟に比べて小さい。これは、干潟への来襲波の波高が小さいためとも考えられる。平坦部の最高地盤高は1.3m(H.W.L. : 2.0m)であり、盤洲干潟と同様に干潮時の地下水の低下は小さかった。

#### (2) 自然砂浜（前原海岸）

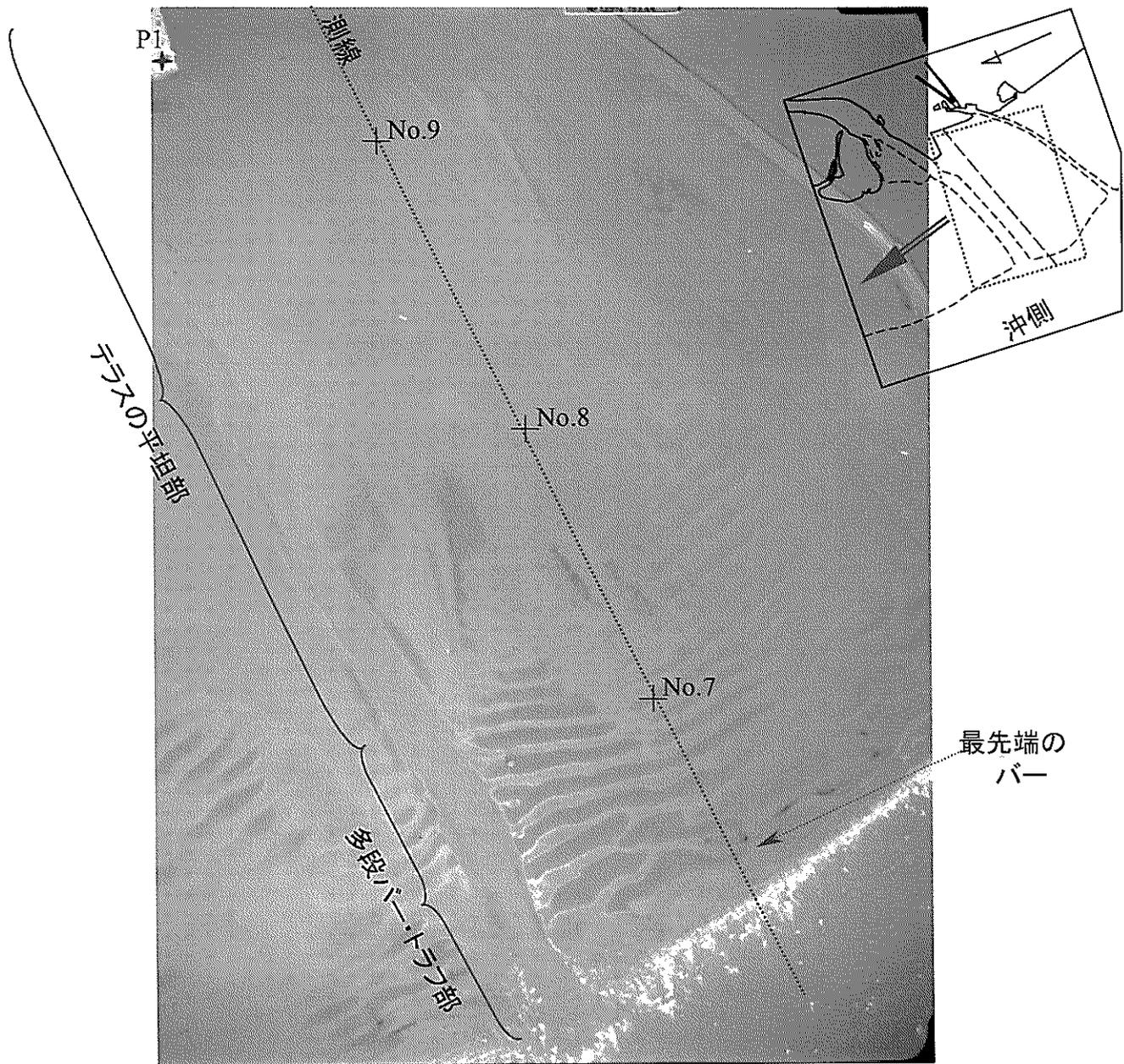


写真-3.1.1 空中から見た干潮時の盤洲干潟の状況 (2001年5月26日13時, 潮位10cm, (株) 国際航業の提供)



写真-3.1.2 写真-3.1.1のP1から沖を向かって見た平坦部の状況 (2000年8月29日)

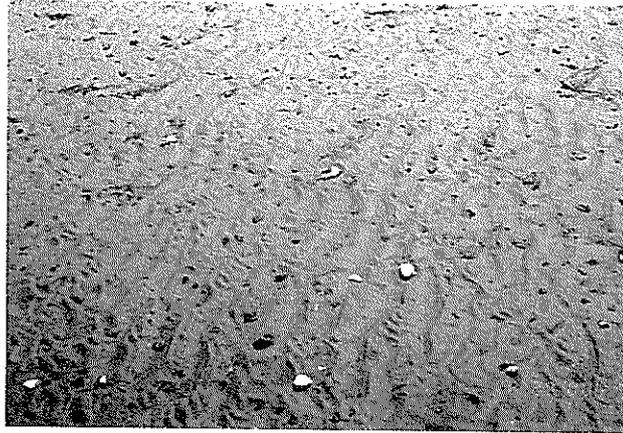
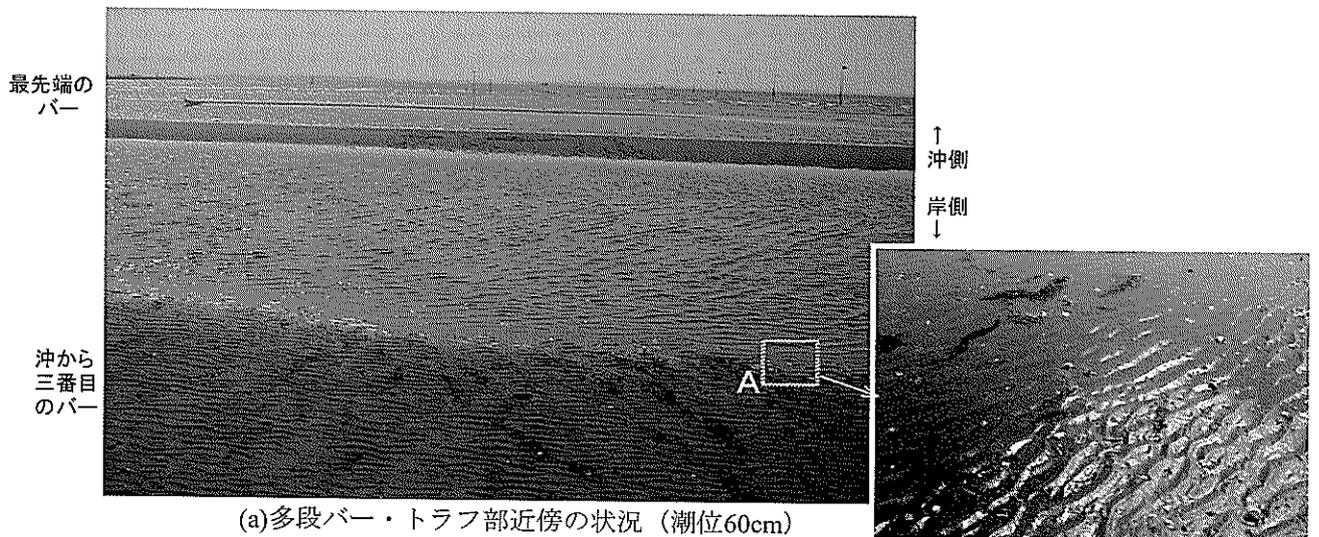


写真-3.1.3 生物の活動によってできた巣穴 (写真-3.1.1のNo.7)



(a)多段バー・トラフ部近傍の状況 (潮位60cm)

(b)地点Aの詳細状況

写真-3.1.4 (a)多段バー・トラフ部近傍の状況 (潮位60cm) と(b)地点Aの詳細状況 (2000年8月29日)

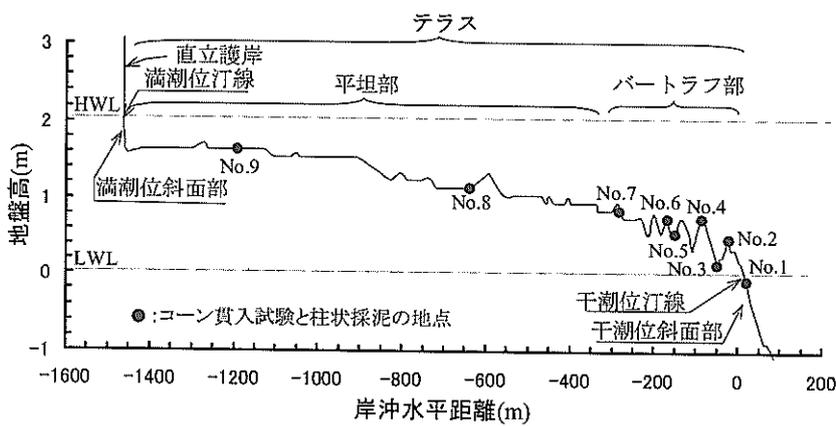


図-3.1.1 自然干潟の岸沖断面地形 (盤洲干潟)



写真-3.1.5 柱状採泥とパイプ内サンプルの締め固まりの確認 (写真-3.1.1のNo.7)



写真-3.1.6 満潮位斜面部側からテラスの平坦部の状況（吉田干潟，2001年3月28日，潮位30cm）

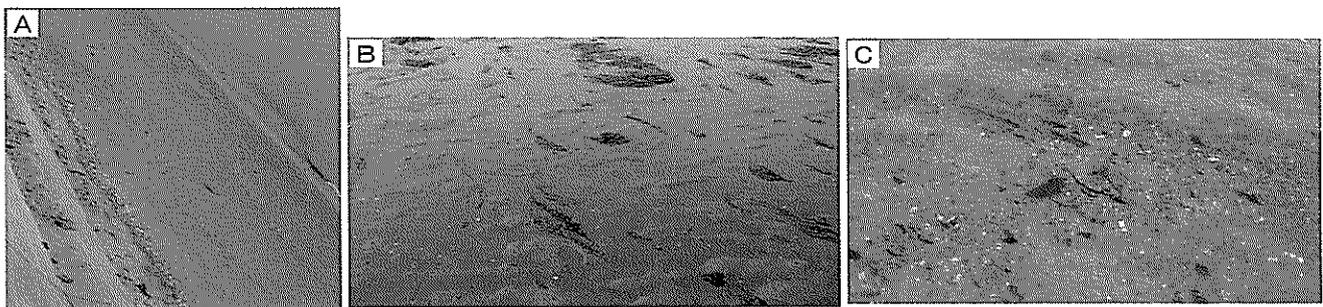


写真-3.1.7 写真-3.1.6の各地点の地盤状況

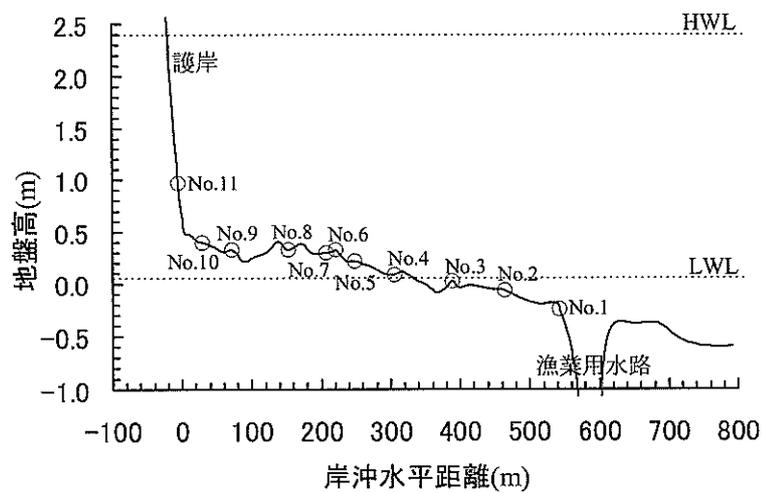
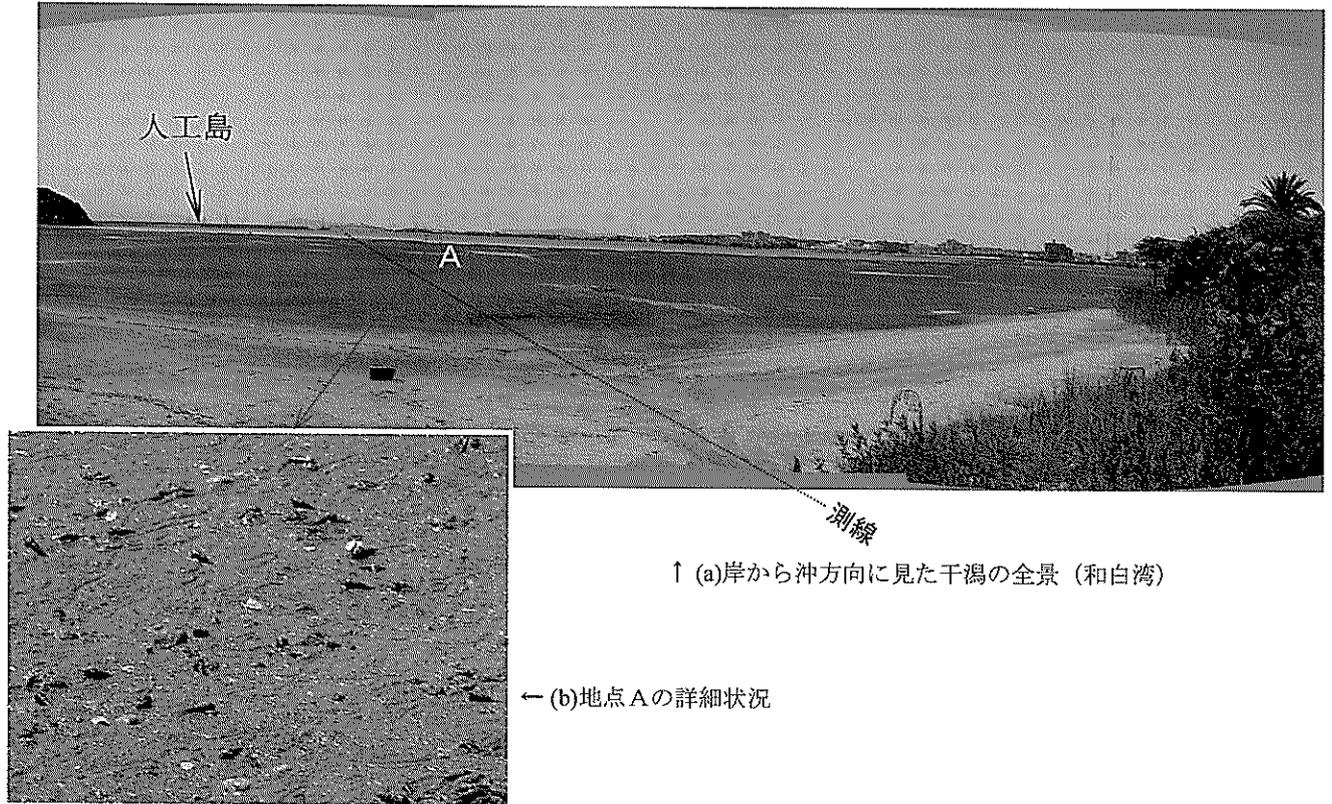


図-3.1.2 岸沖断面地形（吉田干潟）



↑ (a)岸から沖方向に見た干潟の全景 (和白湾)

← (b)地点Aの詳細状況

写真-3.1.8 和白干潟の(a)岸から沖方向を見た干潟の全景と(b)地点Aの詳細状況 (2000年8月10日)

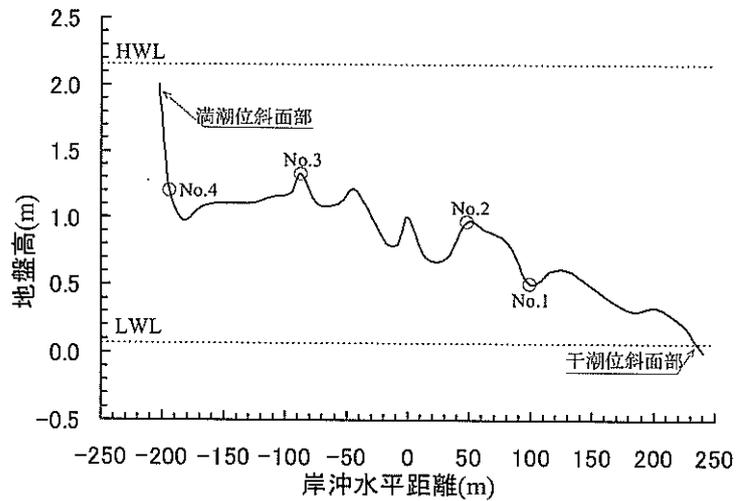


図-3.1.3 岸沖断面地形 (和白干潟)



写真-3.1.9 沖側から岸方向を見た干潟の全景（江奈湾，2000年9月13日）

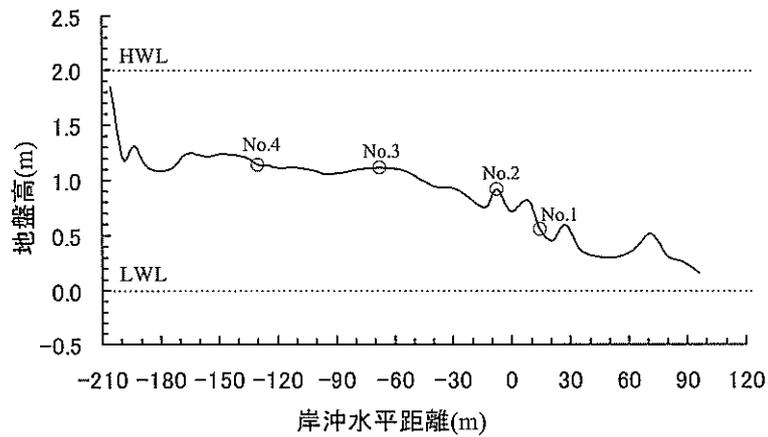


図-3.1.4 岸沖断面地形（江奈干潟）

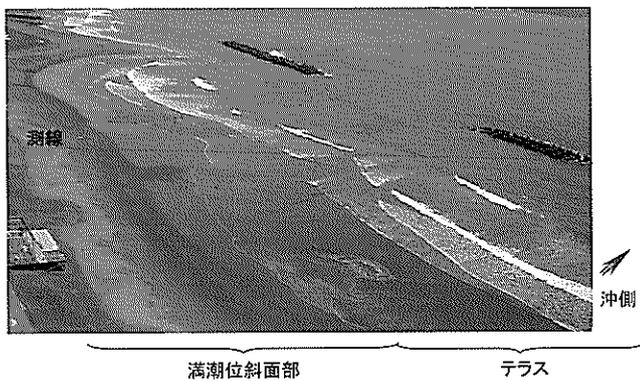


写真-3.1.10 前原海岸の全景（2000年8月31日，潮位80cm）

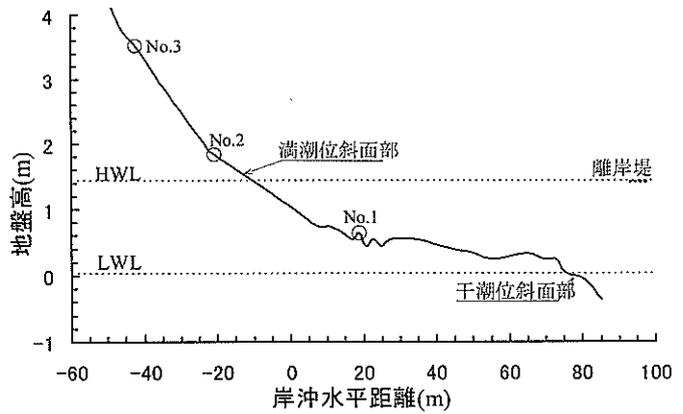


図-3.1.5 岸沖断面地形（前原海岸）

### 砂浜の状況

写真-3.1.10は、前原海岸の全景を示しており、潮位が80cm程度（ほぼ平均潮位）の時である。この海岸では、沖に海岸浸食防止用の離岸堤3基が設けられているため、テラス部が数十m程度と砂浜としては比較的幅広く維持されている。波はテラス上で砕波し、満潮位斜面に遡上している。そのため、テラス上においても砂の移動は激しく、地盤が固くなるなど、当然ではあるが干潟とは異なる環境となる。

### 断面地形

図-3.1.5は、前原海岸の岸沖断面地形を示したものである。沖の離岸堤の影響により、テラス部の地盤高が50cmほどと、通常の砂浜海岸より比較的高くなっており、その幅も70mほどと比較的広いほうである。しかし、砂浜のテラス部は、干潟に比べて非常に短い。また、波が満潮位斜面に直接作用するため、ほとんどの砂浜の研究では満潮位斜面部から干潮位汀線までの前浜を一つの領域として取り扱っている場合が多い。例えば、前浜全体の勾配が粒径と波高の関係で議論されている。

### (3) 人工干潟と人工海浜（単層構造）

#### a) 葛西・東と葛西・西（人工Aと人工B）

### 干潟の状況

写真-3.1.11は、潮位45cm時における葛西海浜公園の東なぎさと西なぎさの全景である。前者は、自然干潟に近くなっている人工干潟（人工A）であり、後者は自然干潟と自然砂浜の中間程度になっている人工海浜（人工B）である。両方とも突堤を設けて、その中に浚渫土を埋立て、ポケットビーチ状にしている。

まず、東なぎさは、沖側に浅瀬（多段バー・トラフ）があり、その岸は地盤がやや低くなっている。突堤先端より岸側では、地盤に大きな起伏があり、巻貝やカニ類などの生物が数多く見られた。

一方、西なぎさでは、突堤先端より岸側では多段バー・トラフ部が形成されている。この写真の西なぎさは、東なぎさに比べて全体的に水没している部分が多く、地盤が低いことがわかる。また、この干潟では生物が散見される程度であるが、調査当時は、潮干狩りの人々が見受けられた。

### 断面地形

写真-3.1.12と図-3.1.6は、(a)西なぎさと(b)東なぎさの空中写真と断面地形である。西なぎさは図中の水平距離120m付近が突堤の先端となっており、東なぎさは-650m付近である。

まず、(a)西なぎさの場合、干潮位汀線から満潮位汀線

までの幅250mが多段のバー・トラフ状になっており、その形状も盤洲干潟のバー・トラフ部と似ている。ただし、テラス部の岸沖長さが短く、岸側に平坦部が形成されていない。西なぎさの全体の地形は高橋ら（2001）に詳しい。

一方、(b)東なぎさは、沖に浅瀬があり、それを含めた場合、テラス幅は1250m程度と盤洲干潟に匹敵するほど広がっている。沖の瀬は、多段のバー・トラフであり干潮位汀線から350m岸まで形成されている。東なぎさは西なぎさに比べてより干潟的になっており、これは東なぎさには沖に多段のバー・トラフがあるからと思われる。すなわちバー・トラフ部より岸側は通常の干潟であれば平坦部に相当する場所であり、自然の干潟であった頃は、平坦な地形がかなり岸側に続いていたと考えられる。ただし、埋立てによってテラス部が短くなり、また突堤に囲まれることによってより高い地盤となっている。突堤によって高い地盤を保持しているため、突堤内でも単純な平坦なテラスとなることができず、水平距離-850m付近の高いバーができておりと考えられる。ただし、すでに一度沖の瀬で波が減衰しており、波高が小さくなっているため大きな1段のバー・トラフである特徴的な地形となっていると思われる。

### 波作用の状況と地盤状況

写真-3.1.13は、葛西海浜公園の(a)東なぎさと(b)西なぎさにおける波の進行状況を示したものである。まず、東なぎさでは、突堤の両先端を結ぶライン（白波が立っているライン）が砕波帯となっており、その沖では波が厳しいが、岸では非常に静穏域となっていることが分かる。これは、沖側の浅瀬（写真-3.1.11）で低減された波が、砕波帯付近の高いバーで再び砕波することによって、波が大きく減衰したためである。

一方、西なぎさでは汀線付近まで波が直接作用していることが分かる。

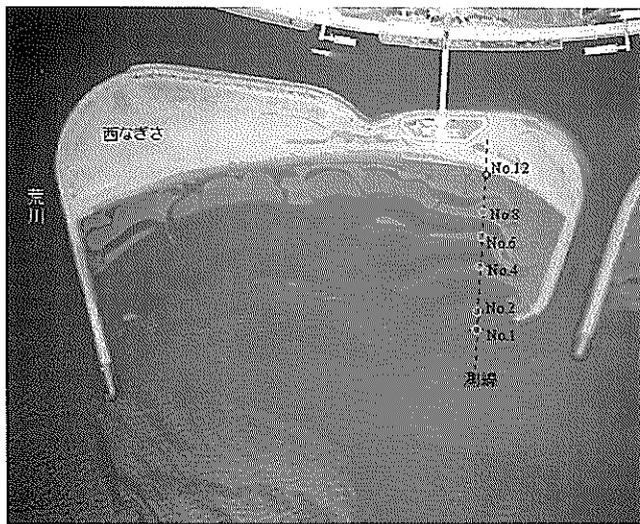
写真-3.1.14は、東なぎさにおける島堤の岸側（No.6の周辺）の地盤状況を示したものである。この領域は、写真-3.1.13で分かったように非常に静穏域となるため、泥質成分が堆積しており、地盤も足跡がはっきり残るほど柔らかい。この地点の粒径は、この地点より沖側に比べてシルト以下の成分が多く含んでいる（付録D.4でNo.6の粒径を参照）。

### 地下水位の低下

図-3.1.7は、図-3.1.6で示した東なぎさのNo.5とNo.6で計測した地下水位の変動を示したものであり、同時に潮位変動も表している。なお、No.5は、地盤高が120cmのバーの付近であり、砂質となっている。No.6は、地盤高



写真-3.1.11 葛西海浜公園の東なぎさと西なぎさ (2001年3月27日, 12:00, 潮位48cm)



↑ (a)西なぎさ



(b)東なぎさ→

写真-3.1.12 葛西海浜公園の(a)西なぎさと(b)東なぎさの状況と測線上の調査地点の位置 (2001年3月27日, 12:30, 潮位45cm)

○ No.2(No.1岸側のトラフ)  
○ No.1(最先端のバー)

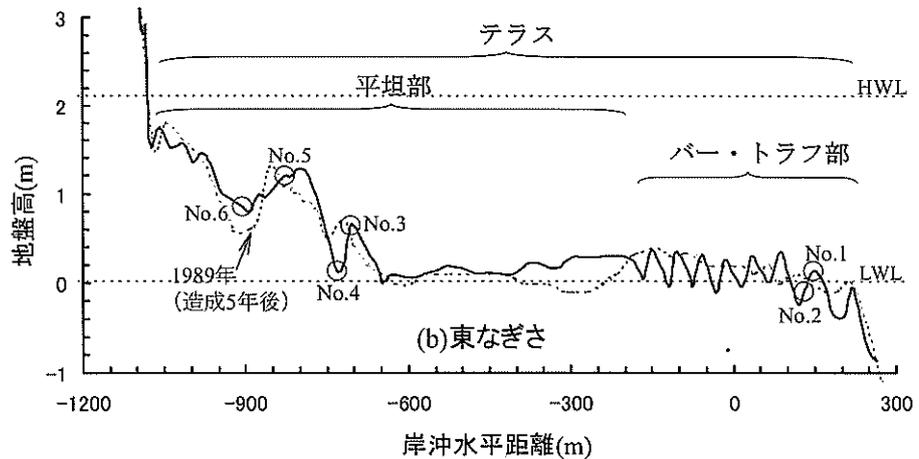
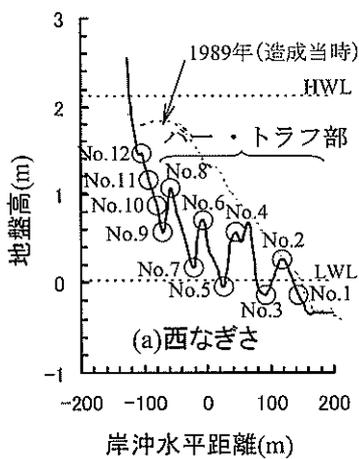
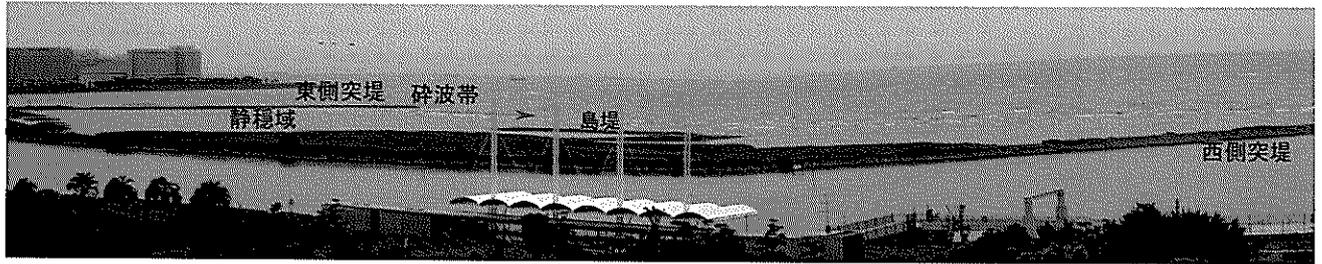


図-3.1.6 岸沖断面地形 (a)西なぎさ, (b)東なぎさ)

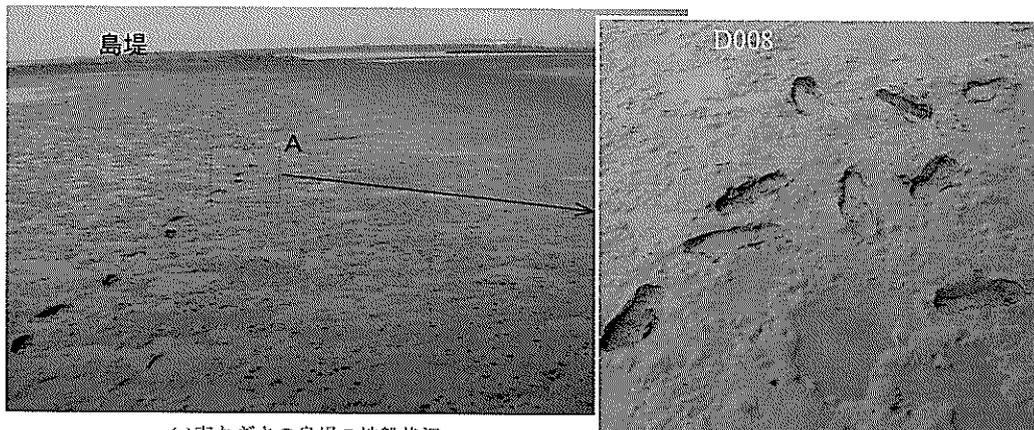


(a) 東なぎさ, 2001年6月20日14:50, 潮位165cm



(b) 西なぎさ, 2001年6月20日15:00, 潮位168cm

写真-3.1.13 干潟における波作用様子 (葛西海浜公園)



(a) 東なぎさの島堤の地盤状況

(b) 地点Aの詳細状況

写真-3.1.14 (a)東なぎさの島堤の地盤状況と(b)地点Aの詳細状況

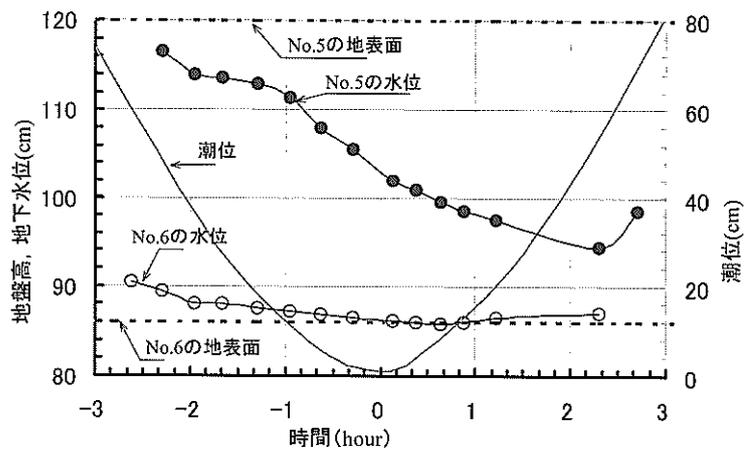


図-3.1.7 葛西・東のNo.5とNo.6における 地下水位の変動 (2001年4月26日)

が86cmの平坦部であり、表層では砂泥質となっている。計測中に、潮位は3cmまで下がっているが、地盤内の水位は、それぞれ94cmと85.5cmまで下がっている。これを地盤表面からの低下量として換算すると、No5.で26cm、No.6で0.5cmとなり、No.6ではほとんど低下していない。なお、両方とも潮位変動との時間ずれは、それぞれ2.5時間と1時間程度である。

地下水位の低下が大きいバー（No.5）では、生物があまり認められなかったが、地下水位の低下が小さかった平坦部（No.6）の周辺では生物が多く見られた。ほとんどの干潟で柱状採泥の際、このような傾向が見られた。

このように、同じ干潟の中でも場所によって地下水位の低下が異なり、これが生物の生息環境に大きな影響を及ぼすと考えられる。李ら（1997）は、自然干潟と人工干潟で地下水位の変動を測っている。地下水位の低下は、自然干潟で2cmほどと小さいが、人工干潟では10cmほどと自然干潟より大きいと報告している。

干潟の生物によっては、干潮時に地下水位が地盤表面からどの程度まで低下してもよいのか、その許容値についてはまだ明確になっていない。しかし、今回の調査結果と李らの結果より、生物の豊かな人工干潟を造成するためには、特に生物の生息地となる平坦部で地下水位の低下を抑制することが必要であると思われる。

#### b) 大海湾の人工干潟（人工A）

##### 人工干潟の状況

写真-3.1.15は、大海湾の人工干潟の全景を示したものである。この干潟は、直立護岸の前に造られたものであり、地形の安定のため沖側に離岸堤が設けられており、造成して20年ほど経過している。なお、佐波川の河口部に位置しているため、河川からの砂の供給が常にあり、写真の河川側では砂が堆積したところも見える。また、生物は二枚貝が多く、調査当日は、渡り鳥が数多く見られた。

##### 断面地形

図-3.1.8は、大海湾の人工干潟の岸沖断面地形を示している。この干潟の地形は、これまでの自然干潟で見られたようなバー・トラフ部と平坦部が明確になっていない、全体的に起伏が多い。これは、測線が河川側に近いいため、河川からの流入砂が所々に堆積し、砂州になったためと思われる。なお、この干潟では、沖の離岸堤の影響によって、来襲波の波高が小さい。

#### c) 金沢八景（人工B）

##### 人工海浜の状況

写真-3.1.16は、金沢八景人工海浜（潮位27cm）を示したものである。この海浜は、造成して20年以上経過し

たものである。なお、沖の八景島によって波がある程度制御されるため、来襲波は比較的小さい所である。干潟のテラス部は、砂浜の前面に広がっているのが見える。

##### 断面地形

図-3.1.9は、金沢八景の人工干潟の岸沖断面地形を設計時の断面とともに示している。勾配1/10程度の満潮位斜面が形成されており、テラスは幅100m程度と小さい。バーとトラフが3回ほど繰り返しているが、その規模は小さい。平坦部は、幅が50mほどと狭く、地盤高は0.4m（H.W.L.：2.0m）と低くなっている。なお、破線は設計時の断面であり、施工時の断面ではないため、施工後の地形変化は明確ではないが、設計断面と比較してみる。満潮位斜面部が20～30m程度前進しており、沖側で若干堆積しているが、全体の地形は安定していると思われる。すなわち、金沢八景のように、来襲波が小さく、またテラスの地盤高が低くなっていれば、比較的安定な地形の維持ができると思われる。なお、この干潟のテラス部の幅は小さいが、横浜市がアサリの種を蒔き、潮干狩り場として一般市民に開放している。

#### d) 幕張人工海浜（人工C）

##### 人工海浜の状況

写真-3.1.17は、幕張人工海浜の全景（潮位60cm）を示したものである。この海浜は、沖に砂留め用の潜堤を設けて、1978年に造成されている。前浜では、潮位が60cmほど低い時でも、テラス部はわずかしか見えない。調査当時テラス部では、少ないがアサリが生息していた。しかし、この海浜のテラスは、幅が小さく、開放型海浜となっているため波が比較的大きく、生物の生息面では、厳しい環境であると思われる。

##### 断面地形

図-3.1.10は、幕張人工海浜の岸沖断面地形を示しており、設計時の断面も表わしている。前浜は、満潮位斜面部が勾配1/10程度となっており、干潮位汀線側は勾配1/30の斜面になっている。干潮位汀線から満潮位斜面までがそれほど平坦ではなく、またバー・トラフ状の地形は形成されていない。なお、平坦部と考えられる幅はわずか20m程度であり、干潟と言うには非常に小さく、その地盤高は約100cm程度と比較的高くなっている。幕張の人工海浜は、金沢八景人工海浜と同様にテラスの幅が小さいが、テラスの地盤高が高いため、干潟とは大きく異なっている。

#### e) 三田尻人工干潟（人工B）

##### 人工干潟の状況

写真-3.1.18は、2000年8月の三田尻人工干潟の全景を示したものである。この人工干潟は、後述の西浦人工

干潟と同様に、造成して1年程度経過したものである。この場所は自然干潟であったが、河川からの土砂流入が減少し、干潟が消滅したところである。元の自然干潟のように戻すため、干潟の沖には砂留め用の潜堤を使わず、浚渫砂を敷いて造成している。

調査当時は潮位が155cmと高かったため、満潮位斜面部しか見えなく、また赤潮の発生により、テラス部における生物の分布状況等を確認することは難しかった。

#### 断面地形

図-3.1.11は、三田尻人工干潟の岸沖断面地形を示したものである。前浜の地形は、勾配1/10程度の満潮位斜面部と勾配1/150のなだらかなテラスになっている。テラスの幅は80m程度であり、1本のバーが形成されていることは、後述の西浦人工干潟と同様の傾向である。しかし、バーの規模が小さく、テラスの地盤高も低い点は、金沢八景の人工海浜とほぼ同様である。なお、テラスの地盤高さが低いことと、この海域では波が小さいことを考えあわせると、この干潟の地形はそれほど変化しないと思われる。

#### f) 西浦人工干潟 (人工B)

##### 人工干潟の状況

写真-3.1.19(a)は、2001年3月(造成後1年半)の時の西浦人工干潟の全景を、同(b)は、区域Aの詳細断面状況を示したものである。この人工干潟は、沖に砂留め用の潜堤はなく、中山水路の浚渫土を投入して造成している。護岸は親水性護岸(階段護岸)になっている。

護岸前面に満潮位(H.W.L.)より高い大きな砂州(バー)が形成されているのが特徴であり、結果として干潟が2つに分断されており、護岸側の平坦部は満潮時に水没する。砂州の沖側には、新たに満潮位斜面部が形成されており、その沖が幅の小さいテラスになっている。地元住民のヒアリングによると、造成1年目にはアサリの稚貝を放流したため、アサリが多く生息していたが、砂の移動が激しくなり、大きな砂州ができたことによって、砂に埋もれてアサリが多量に死んでしまった。調査当時は、二枚貝が少し認められており、写真の満潮位斜面部には貝殻が認められる。

#### 断面地形

図-3.1.12は、西浦人工干潟の岸沖断面地形を示したものであり、図中には1999年の施工当時の断面地形と、2回の調査結果を同時に表わしている。施工当時は、高さ1m程度の水平床を岸沖幅230m程度設けていた。施工後、水平距離80m付近で地盤高が高い砂州(バー)が形成されている。これは、沖側の砂が岸側に移動する過程で形成されたものと考えられる。なお、2000年10月から半年

間にわたっては、砂州とその沖側の小規模のバーが10~20cmほど低くなっている。現在の地形では、満潮位斜面部の沖側に、小規模のバーが一つ形成されており、その岸側が小さな平坦部になっている。この平坦部の地盤高は平均潮位程度である。この平坦部から低潮位斜面部までのテラスの幅は100m程度である。たとえば、高い砂州を除去した場合には、テラス幅は200m程度となり、比較的自然干潟に近づいていく可能性も考えられる。

西浦と三田尻の人工干潟は、造成後1、2年程度経過した段階であり、地形がまだ安定な状態に達していない、生物の生息もまだ安定になっていないと思われる。今後継続的な調査によって、興味深い結果が得られると思われる。

#### (4) 人工干潟(覆砂した二層構造)

##### a) 海老地区人工干潟(人工A)

##### 人工干潟の状況

写真-3.1.20は、2000年11月10日の海老地区人工干潟である。この干潟は、沖側に砂留め用の潜堤を設けて松永湾の粘土性の浚渫土を投入し、厚さ50cmほどの覆砂を行った構造になっており、1989年に完成している。沖側にやや高い砂州(バー)が形成されており、この砂州の岸側の平坦部が水溜まり場となっている。なお、調査当時この平坦部では、様々な生物が生息していることが認められた。

写真-3.1.21は、この干潟の地盤状況を示したものである。平坦部の水溜まり場では、粘土質が粒径の粗い砂と混ざっている(同写真(a))。この粘土は、下層の粘土層が、何らかの理由で出てきたものと思われる。こうした粘土成分は、干潮時でも平坦部の地下水の低下を抑制し、生物の生息環境を提供する役割を果たしているようである。

なお、この干潟は、アサリの養殖がなされており、沖側の砂州の上はアサリの貝殻が散乱している(同写真(b))。また、地盤が低いところではアサリが数多く見られる(同写真(c))。しかしながら、地元漁民の話によると、現在のアサリの漁獲量は、5、6年前よりかなり減ったということである。この傾向は、特に砂が大きく堆積しているところで顕著である。そのため、地元漁民はこうした砂の移動をかなり問題視しており、これを少なくするため、いろいろな工夫を行っている。写真-3.1.22は、こうした工夫の一例であり、漁民が砂の移動を防ぐ目的で入れた砂袋である。

#### 断面地形

図-3.1.13は、海老地区人工干潟の岸沖断面地形を示し

たものであり、設計断面も表わしている。横軸の水平距離0m付近で、砂州（バー）が形成されており、このバーは、前述の写真で示した沖側のバーに該当する。このバーの岸側は、バーより60～70cmほど低くなって、満潮位斜面部まで幅100m程度が平坦部となる。バーの沖側では、60m区間が設計断面より低くなっており、一部の砂がバーのところに移動したと思われる。実際、この部分では、下層の粘土層が露出していることが確認された。この干潟は自然干潟に近い人工干潟（人工A）として分類されているが、これまでの自然干潟とそれに近い人工干潟で見られたような多段のバー・トラフ状にはなっていない。これは、この海域では島が多く、比較的遮蔽された地形となっているため、波高が小さく、また覆砂の粒径が粗いため、現在のバーの岸側で新たなバーが形成されなかったと考えられる。

#### b) 百島地区人工干潟（人工A）

##### 人工干潟の状況

写真-3.1.23は、2000年11月9日の百島地区人工干潟を示すものである。この干潟は、海老地区人工干潟と同様な構造で1987年完成しており、地形も海老地区の人工干潟とほぼ同様になっている。沖側に比較的高い砂州（バー）が形成されており、この砂州の岸側が平坦部で、水溜まり場となっている。調査当時は、この平坦部で様々な種類の生物が生息していた。なお、平坦部では生物の巣穴が多く、その巣穴を通して粘土成分が吸い出されていることが確認された。

なお、この干潟においても、アサリの養殖がなされており、砂質の平坦部やバーの沖側斜面でアサリが多く見られた。しかし、砂の堆積が大きい所では、アサリが死んでおり、貝殻が散らばっていることが写真からもわかる。砂が堆積している領域は、百島地区人工干潟のほうが海老地区より広いように思われる。この干潟においても海老地区干潟と同様に、地元の漁民は、砂の移動防止にかなり苦勞している。

##### 地盤状況

写真-3.1.24は、柱状採泥の様子とパイプ内のサンプルの締め固まり状況を示したものである。写真の地点は、沖側のバーの上であり、後述する地盤の固さの試験結果では、テラスの中で最も固い所である。この場合は、パイプを地盤表面から110cmまで貫入しているが、サンプルの表面は33%ほど下がっている。このようなサンプルの締め固まりは、写真-3.1.5で既に述べたように干潟の特徴である。

写真-3.1.25は、柱状採泥したサンプルから、覆砂層と粘土層を確認している様子である。この場合、パイプの

貫入深さ110cmの中で、下層10cmが粘土層となっている。覆砂形式にした干潟では、こうした柱状採泥やコーン貫入試験によって二層構造が確認できる。本報告では、深くまで貫入できるコーン貫入試験結果を用いて、二層構造を確認している。この結果については4.4節で示す。

##### 断面地形

図-3.1.14は、百島地区人工干潟の岸沖断面地形を示したものであり、設計断面も表わしている。この干潟では、地形が大きく変化した部分は、海老地区人工干潟より少なく、粘土層が露出した部分は見つからなかった。

なお、海老地区干潟と同様に、水平距離0m付近で砂州（バー）が1本できており、その岸側の100mほどが平坦部となっている。

#### c) 五日市地区人工干潟（人工C）

##### 人工干潟の状況

写真-3.1.26は、五日市地区人工干潟の、(a)造成2,3年後と(b)2000年8月8日の干潟全景を示したものである。この干潟は、海老地区人工干潟と同様に、沖側に砂留め用の潜堤を設けて浚渫土を入れ、その上に厚さ100cmで覆砂して、1990年に完成されている。

この干潟では、写真(a)でわかるように、造成後数年間は鳥の渡来が年々増え、干潟としての機能を十分に果たすことができた(エコポート(海域)技術推進会議,1999)。しかし、調査当時は、写真(b)からわかるように、数人が海水浴に来ており、鳥や生物はあまり見られなかった。この原因は、原地盤と浚渫土層の沈下が大きく進行し、細粒成分が多量に流失したことにあるとされている。その結果、テラス幅が小さくなり、通常の砂浜と同様の形状になっている。

##### 断面地形

図-3.1.15は、五日市地区人工干潟の岸沖断面地形を示したものであり、設計断面も表わしている。調査当時は潮位が高く、調査都合により、ほぼ干潮位(L.W.L)までしか調査ができなかった。地盤が全体的に大きく沈下(洗掘含む)しており、No.1では設計値より1.8m程度沈下している。ほぼ干潮位汀線までの断面では、テラス状の地形は見られなく、満潮位斜面になっている。なお、施工時No.1で覆砂厚は1.5mにしているが、コーン貫入試験結果(付録D.12)によると、砂層厚が2mになっている。すなわち、この地点では砂が堆積し、かつ地盤が沈下している。

この干潟では、海老地区人工干潟で見られたような粘土層の露出域は確認できなかったが、このように地盤沈下が大きくなった原因については、覆砂層の変化、粘土層の沈下や吸い出しなども含めて検討する必要があると

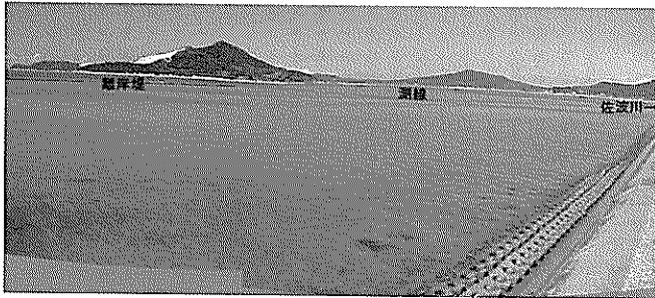


写真-3.1.15 大海湾の人工干潟の全景  
(2000年8月9日, 潮位125cm)

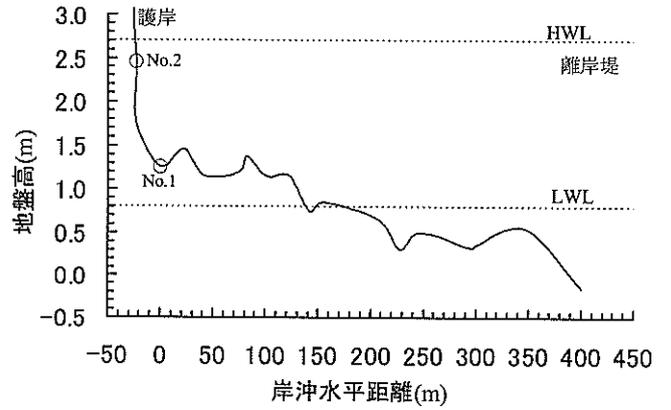


図-3.1.8 岸沖断面地形 (大海湾の人工干潟)

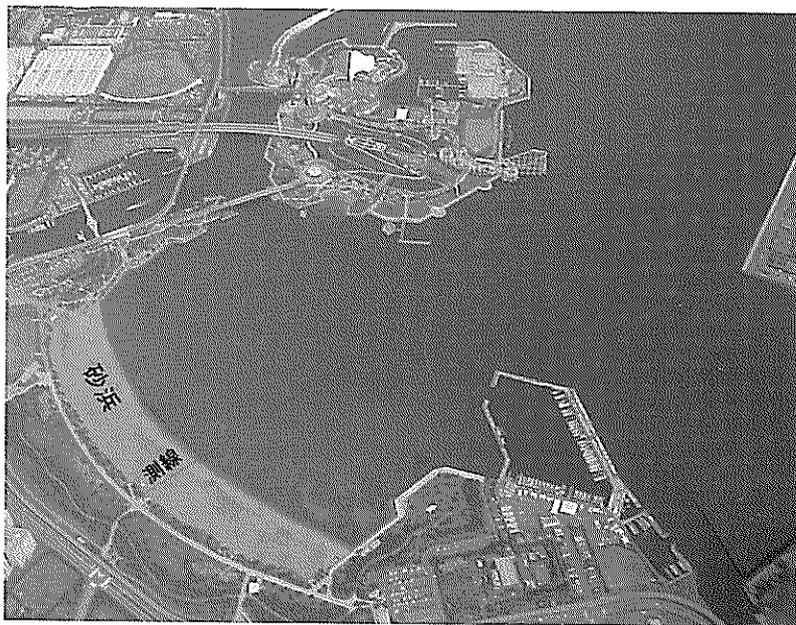


写真-3.1.16 金沢八景人工干潟の全景2001年3月27日, 12:50, 潮位27cm)

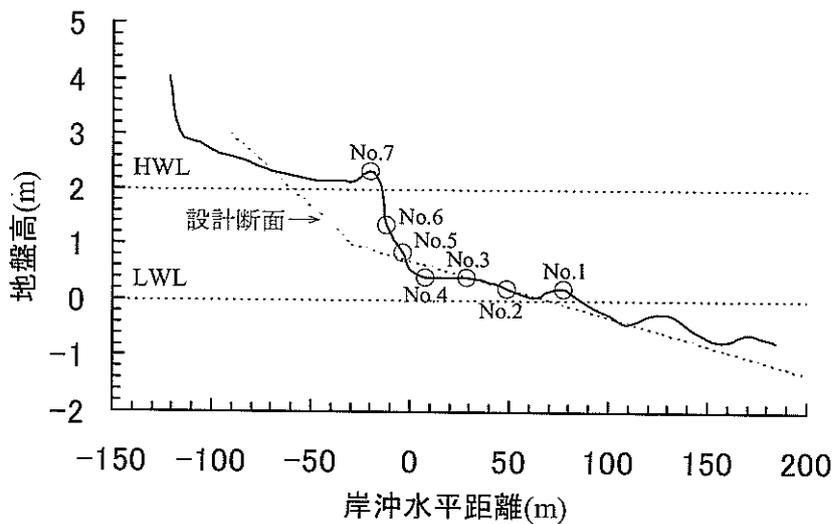


図-3.1.9 岸沖断面地形 (金沢八景, 設計断面のデータ: エコポート (海域) 技術推進会議 (1999) )

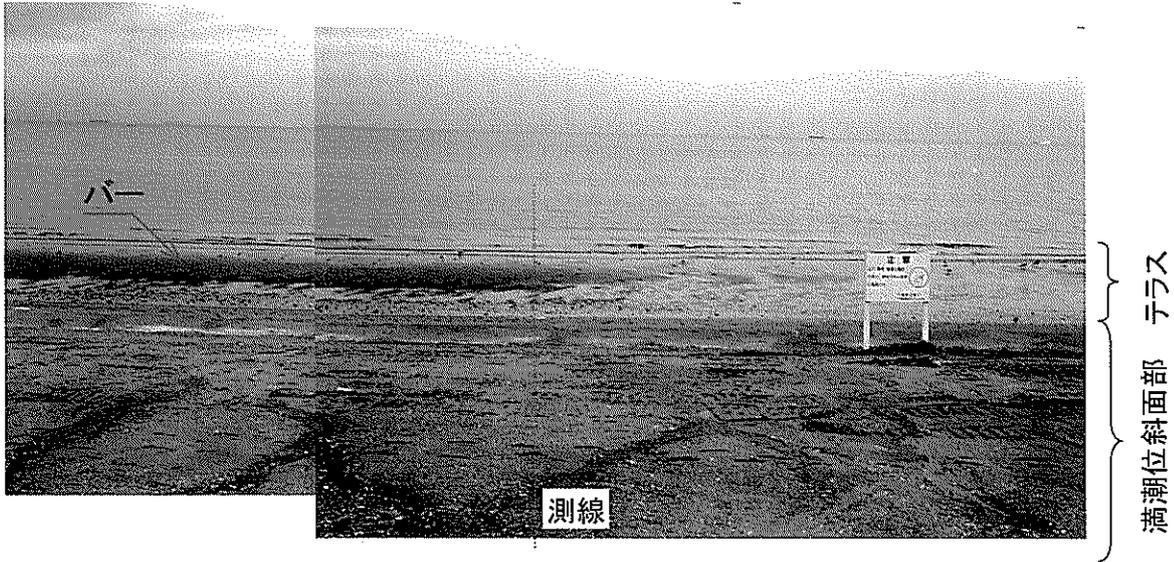


写真-3.1.17 幕張の人工海浜の全景 (2000年9月26日, 潮位60cm)



写真-3.1.18 三田尻の人工干潟の全景 (2000年8月9日, 潮位155cm)

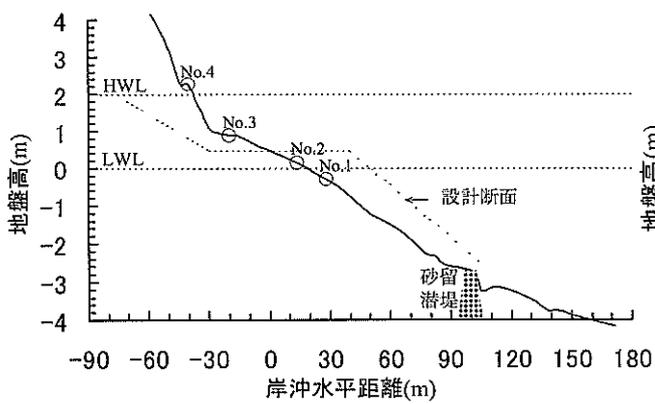


図-3.1.10 岸沖断面地形 (幕張の浜, 設計断面のデータ: エコポート (海域) 技術推進会議 (1999) )

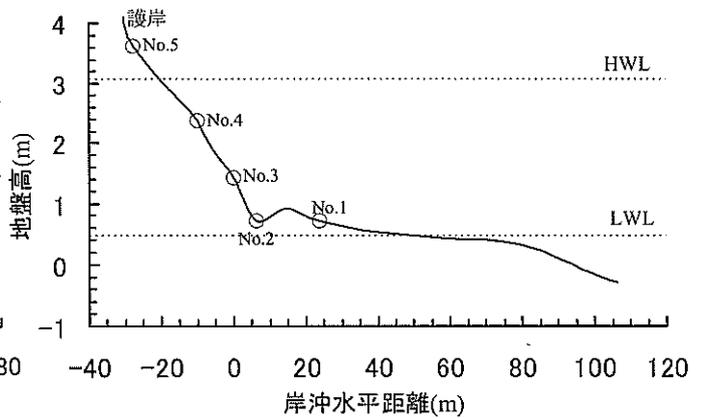


図-3.1.11 岸沖断面地形 (三田尻人工干潟)

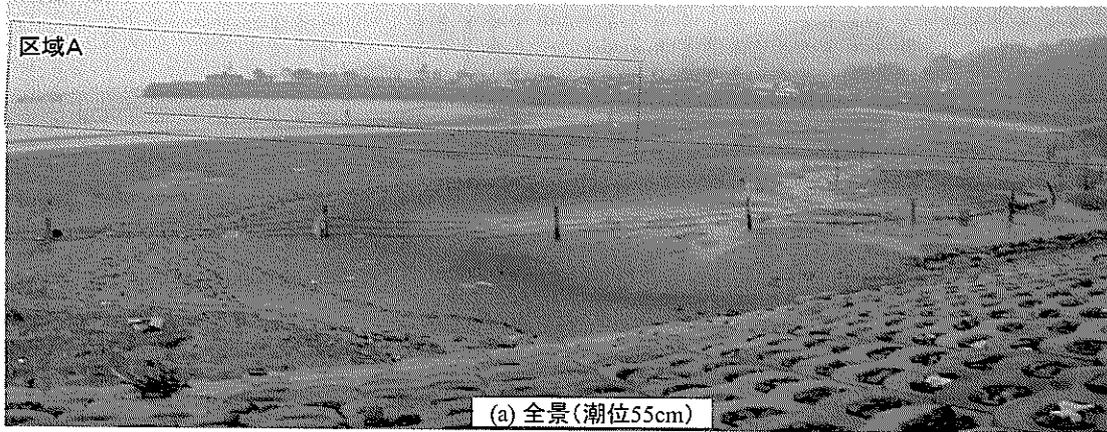


写真-3.1.19 西浦の人工干潟の全景 (2001年3月29日)

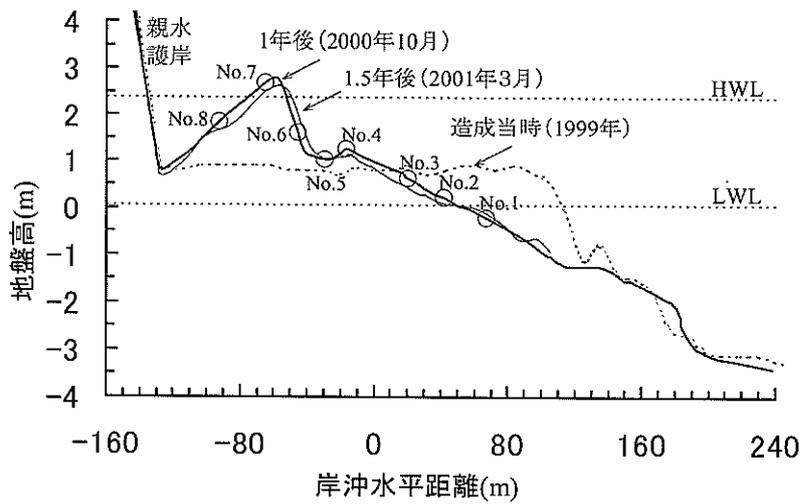


図-3.1.12 岸沖断面地形 (西浦人工干潟, 造成当時の断面データ: 衣浦港湾工事事務所の提供)

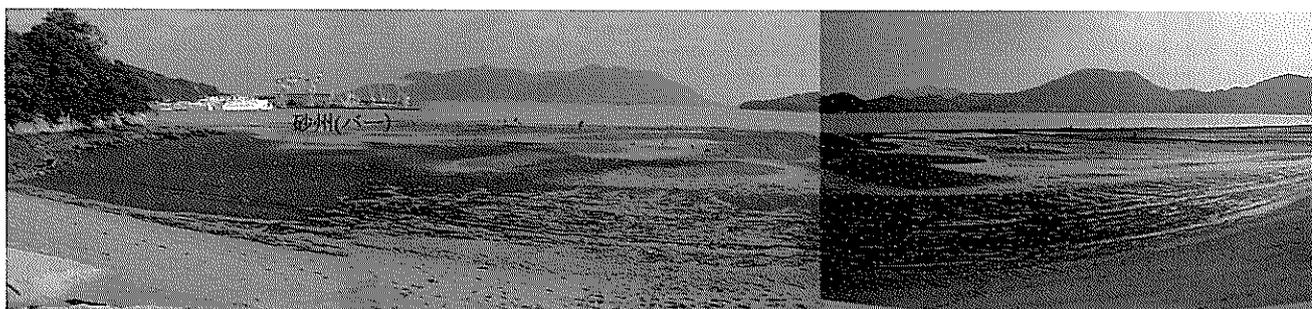
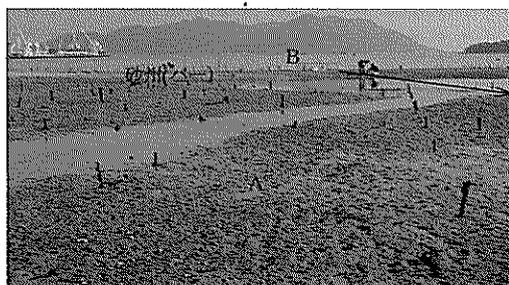
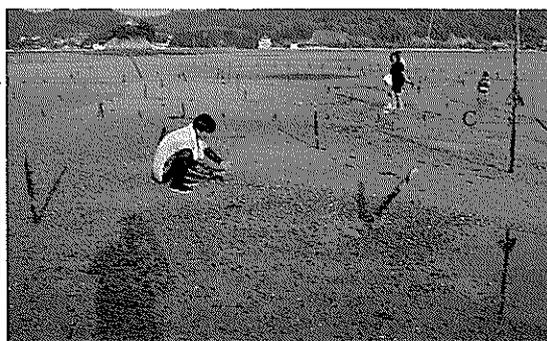


写真-3.1.20 海老地区人工干潟の全景 (2000年11月10日, 潮位86cm)



(a)砂州岸側の平坦部の地盤状況



(b)地点Bの詳細状況



(c)地点Cの詳細状況

写真-3.1.21 (a)砂州岸側の平坦部の地盤状況, (b)地点Bの詳細状況および(c)地点Cの詳細状況  
(海老地区人工干潟, 2000年11月10日)

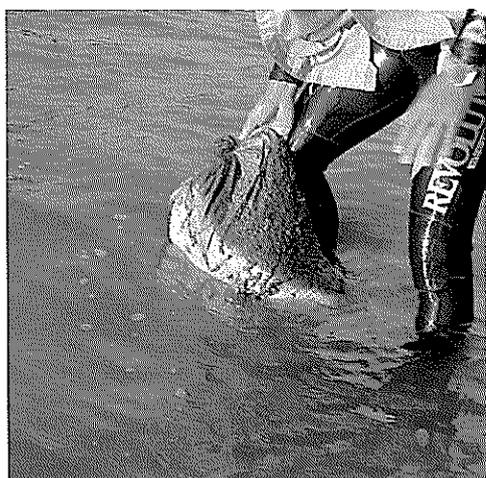


写真-3.1.22 砂留めを目的に利用した砂の袋積み  
(海老地区人工干潟)

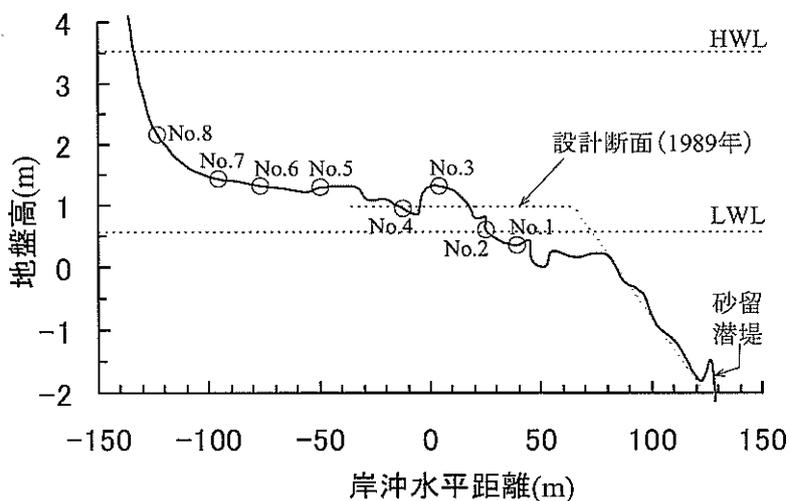


図-3.1.13 岸沖断面地形 (海老地区人工干潟,  
設計断面のデータ: 広島港湾空港工事事務所提供)



↑ (a)百島地区人工干潟の全景 (2000年11月9日, 潮位100cm)

(b)地点Aの地盤状況→



写真-3.1.23 (a)百島地区人工干潟の全景と(b)地点Aの地盤状況 (2000年11月9日, 潮位100cm)

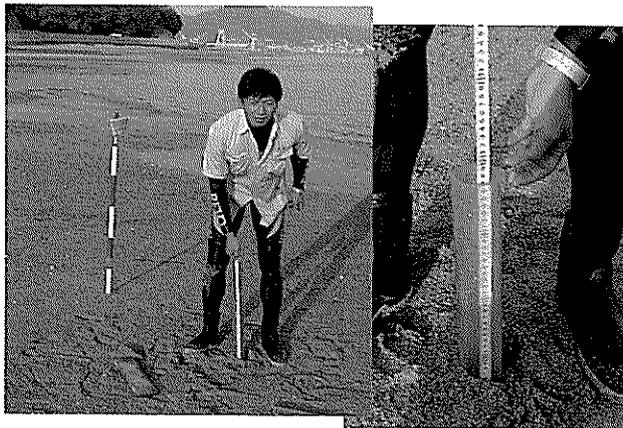


写真-3.1.24 柱状採泥の様子と地盤の締め固まり (パー上で)



写真-3.1.25 柱状採泥による覆砂層と粘土層の確認

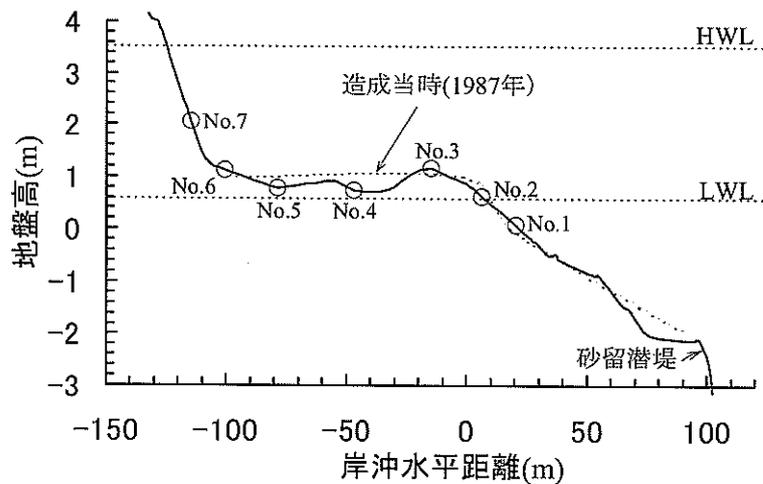
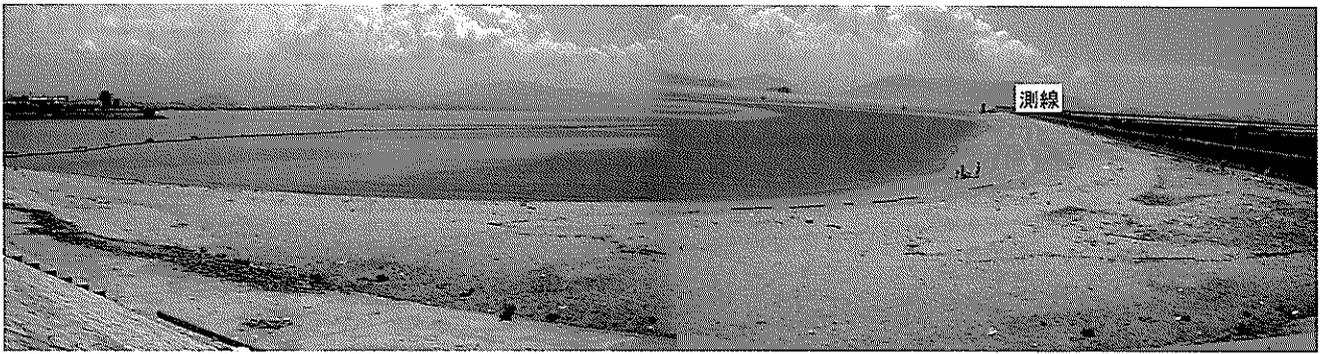


図-3.1.14 岸沖断面地形 (百島地区人工干潟, 設計断面のデータ: 広島港湾空港工事事務所提供)



(a) 造成2, 3年後(広島県・株)復建調査設計,1996)



(b) 造成10年後(2000年8月8日, 潮位150cm)

写真-3.1.26 五日市地区人工干潟の全景

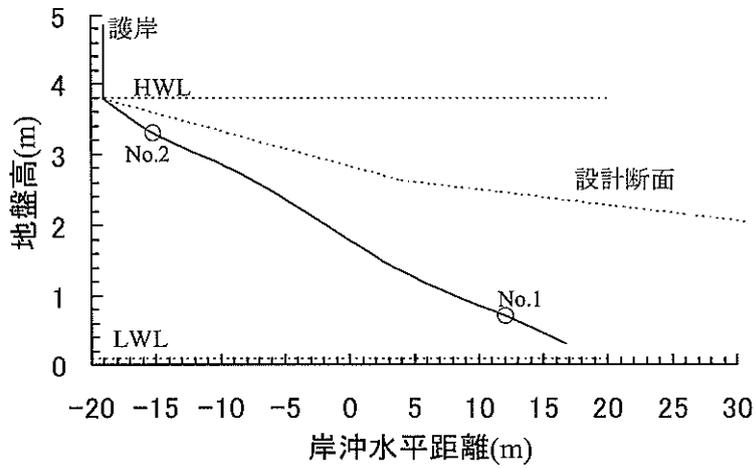


図-3.1.15 岸沖断面地形 (五日市地区人工干潟, 設計断面のデータ: 福田ら, 1992)

思われる。

### 3.2 地盤の固さと粒径

#### (1) 地盤固さの鉛直分布

図-3.2.1は、コーン貫入試験より得られた貫入抵抗値の鉛直分布を示しており、(a)盤洲干潟、(b)前原、(c)葛西・西および(d)西浦の場合である。図中のNo.はコーン貫入試験位置であり、付録Dに示している。なお、コーンの貫入は、大人二人の人力で行っているが、最大 $4 \times 10^6$ Paまでしか貫入できず、図中でこの値以上の値は、貫入限界以上の固さを表わす。

(a)盤洲干潟では、No.2、No.6とNo.8のように、深さ100cmで $1 \times 10^6$ Pa以下となっている。深さ120~200cmの層で $4 \times 10^6$ Paまで急激に大きくなる傾向がよくみられており、これより深くは貫入できなかった。No.9でも深さ130cm程度でやや固い層があったが、一度柔らかくなり、深さ250cm程度で再び急に固くなっている。

一方、自然砂浜である(b)前原海岸では、二人の大人の方では50~70cmまでしか貫入できず、平均潮位となった地点(No.2)の深さ50cmにおける固さは、盤洲干潟の10倍にも達している。

(c)葛西・西は、造成後15年ほど経過した人工海浜である。地盤固さは、深さ100cmまでは盤洲干潟(自然干潟)とほぼ同程度であるが、盤洲干潟のような固い層はみられない。ただし、貫入抵抗値がNo.4とNo.6で3から4.5m付近で急に大きくなっているのは、おそらく埋立て前の原地盤があるためと考えられる。

(d)西浦は、造成後1年程度経過した人工干潟である。地盤固さは、深さ150cmまで $2 \sim 4 \times 10^6$ Pa程度までに徐々に固くなって、それから $1 \sim 2 \times 10^6$ Pa程度の柔らかい層になっている。途中の $4 \times 10^6$ Pa以上の固い層は、貝殻等の影響と思われる。なお、深さ100cmでの地盤の固さは盤洲干潟の2倍ほどであり、奥宮ら(2001)も同様な結果を得ている。奥宮らは生物の活動が盤洲干潟より少ないことを原因にあげているが、明確ではない。

#### (2) 地盤の固さと粒径の岸沖分布(盤洲干潟)

図-3.2.2は、図-3.1.1で示した盤洲干潟のNo.1~No.8における(a)地盤固さと(b)中央粒径の岸沖分布を示している。この地盤固さは、深さ30、50および100cmまでのコーン貫入抵抗値の平均値である。同図(a)の地盤固さは、地表面下100cmまでの平均値がNo.1を除いて $0.6 \times 10^6$ Pa以下であり、深いほど固くなっている。特に、生物の生息活動と密接な関係のある深さといわれる50cmまでの平均値をみると、最先端のバーであるNo.2(-30m地点)で $0.5$

$\times 10^6$ Pa程度と最も固くなっており、それから岸ほど柔らかくなって、平坦部のNo.8(-650m地点)ではNo.2の40%の $0.2 \times 10^6$ Pa程度になっている。ただし、トラフよりもバーで固くなっている傾向がある。

同図(b)の底質粒径は、全体的な傾向として最先端のバーで最も大きく、No.1で最も小さくなっている。たとえば表層の0~10cm間では、最先端のバーNo.2で0.23mmと最も大きく、それから岸で若干小さくなっている。バー上の粒径がトラフより大きい傾向はあるが、その差は顕著ではない。

図-3.2.3は、金沢八景(人工B)における平均地盤固さの岸沖分布を示したものである。図の(a)は岸沖の全体分布であり、(b)は(a)の区間A(No.3~No.5)の水平距離-5~+5m間を1.5m間隔に測定した結果である。

図の(a)では、テラス部(水平距離0~80m区間)では、深さ100cmまではほぼ同程度の値 $0.2 \times 10^6$ Paとなっているが、200cmで急に大きくなり、岸ほど小さくなっている。平均潮位(約1m、水平距離0m地点のやや岸側)より高い岸側では、砂浜の前原海岸で見られたように、深さ30cmまでの平均が $1 \times 10^6$ Pa以上まで達している。図(b)でさらに詳しくみると、テラスと満潮位斜面部の境界となる地点(水平距離0m)を中心に岸側で地盤が急に固くなるのが分かる。

なお、コーン貫入試験と粒度試験結果について、この節では代表的な結果のみを示しており、残りの結果は付録Dに掲載する。

#### (3) シルト・粘土成分の含有率

DeFlaum & Meyer-Reil(1983)、李ら(1999)等は、干潟の土壌中の細菌現存量と粒径の比較より、粒径が小さくなるにつれて細菌現存量や有機物量が高くなるとし、干潟におけるシルト・粘土成分の重要性について強調している。表-3.2.1は、調査干潟および海浜における各地点の表層(0~10cm層)のシルト・粘土成分の含有率を示したものである。なお、括弧内で示した地点は、満潮位斜面部であり、詳細は付録Dに示している。

表層のシルト・粘土成分は、砂浜である前原海岸では1%以下と非常に少ない。自然干潟の場合、盤洲干潟では1~3%程度、和臼では1~2%程度とその分布のばらつきが小さい。一方、吉田干潟では、2~20%程度とその分布幅が大きい。特に、平坦部でシルト・粘土成分が多い。江奈干潟では、60~80%とシルト・粘土成分を非常に多く含んでいる。このように、自然干潟でも、地域や場所によって含有率やその分布はさまざまである。

人工干潟でまず自然干潟に近い(人工A)の場合、葛

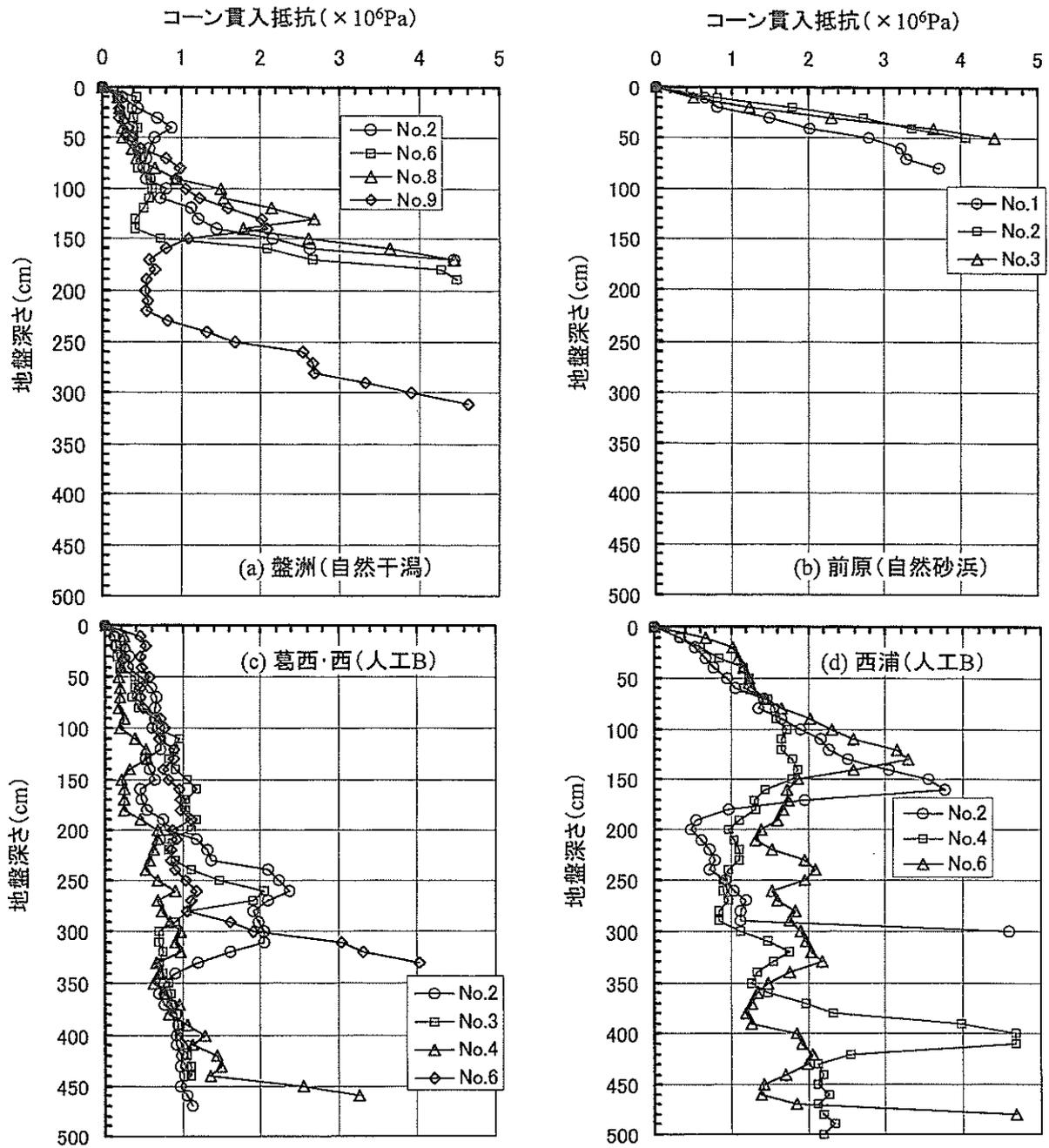


図-3.2.1 コーン貫入抵抗値の鉛直分布

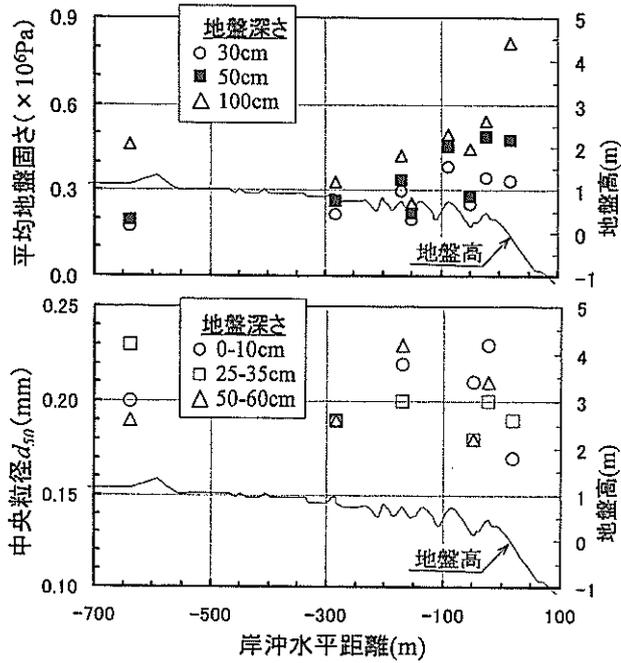


図-3.2.2 コーン貫入抵抗値と中央粒径の岸沖分布 (盤洲干潟)

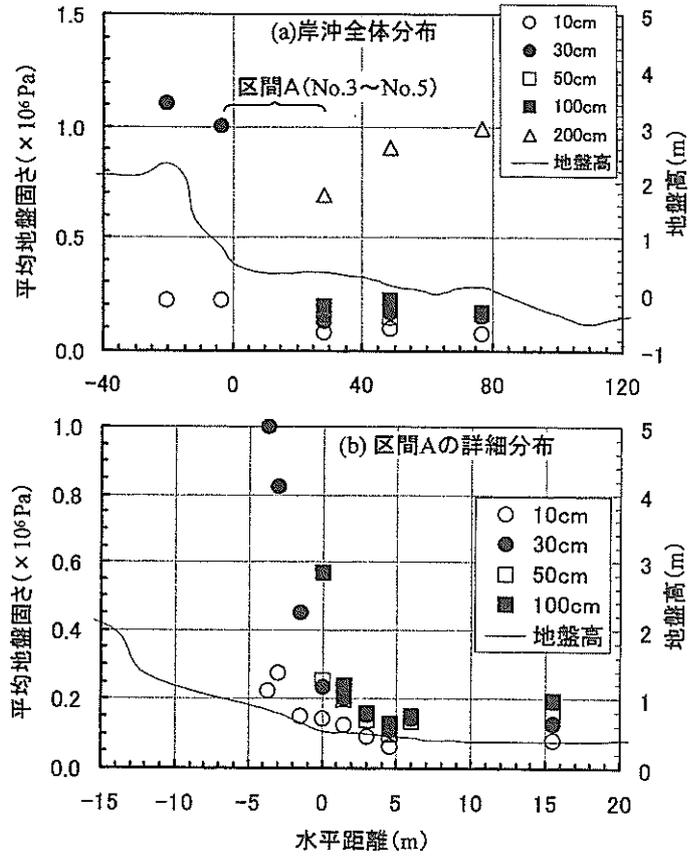


図-3.2.3 コーン貫入抵抗値の岸沖分布 (金沢八景人工海浜)

表-3.2.1 各地点の表層 (0-10cm) におけるシルト・粘土成分の含有率 (%)

区分	名称	No.1	No.2	No.3	No.4	No.5	No.6	No.7	No.8	No.9	No.10	No.11
自然干潟	盤洲	1.0 <sup>o)</sup>	1.0 <sup>b)</sup>	1.0 <sup>tf)</sup>			1.0 <sup>b)</sup>	3.0 <sup>o)</sup>	3.0 <sup>tf)</sup>	2.0 <sup>tf)</sup>		
	江奈湾	59.0 <sup>o)</sup>	60.0 <sup>b)</sup>	78.0 <sup>tf)</sup>	57.0 <sup>tf)</sup>							
	吉田	4.0 <sup>o)</sup>	2.0 <sup>o)</sup>	2.0 <sup>o)</sup>	2.0 <sup>o)</sup>	4.0 <sup>o)</sup>	5.0 <sup>o)</sup>	6.0 <sup>o)</sup>	4.0 <sup>o)</sup>	9.0 <sup>tf)</sup>	19.0 <sup>tf)</sup>	0.1 <sup>s)</sup>
	和白	1.0 <sup>tf)</sup>	1.0 <sup>b)</sup>	1.0 <sup>b)</sup>	2.0 <sup>s)</sup>							
自然砂浜	前原	0.1 <sup>o)</sup>	0.3 <sup>s)</sup>									
人工A	葛西・東	2.0 <sup>b)</sup>	2.0 <sup>tf)</sup>	2.0 <sup>b)</sup>	8.0 <sup>tf)</sup>	2.0 <sup>b)</sup>	60.0 <sup>tf)</sup>					
	百島	5.0 <sup>o)</sup>	11.0 <sup>o)</sup>	0.2 <sup>b)</sup>	14.0 <sup>tf)</sup>	13.0 <sup>tf)</sup>	19.0 <sup>tf)</sup>	0.9 <sup>s)</sup>				
	海老	69.0 <sup>o)</sup>	8.0 <sup>o)</sup>	1.1 <sup>b)</sup>	18.0 <sup>tf)</sup>	13.0 <sup>tf)</sup>	16.0 <sup>tf)</sup>	13.0 <sup>tf)</sup>	5.0 <sup>s)</sup>			
	大海湾		0.8 <sup>s)</sup>									
人工B	西浦	1.0 <sup>o)</sup>	1.0 <sup>o)</sup>	3.0 <sup>o)</sup>	2.0 <sup>b)</sup>	1.0 <sup>tf)</sup>	1.0 <sup>s)</sup>	1.0 <sup>s)</sup>	1.0 <sup>s)</sup>			
	三田尻		10.5 <sup>tf)</sup>		0.4 <sup>s)</sup>	0.1 <sup>s)</sup>						
	葛西・西	2.0 <sup>o)</sup>	2.0 <sup>b)</sup>	6.0 <sup>tf)</sup>					3.0 <sup>b)</sup>			
	金沢八景			2.0 <sup>tf)</sup>	2.0 <sup>tf)</sup>		5.0 <sup>s)</sup>	6.0 <sup>s)</sup>				
人工C	五日市	0.0 <sup>o)</sup>	0.1 <sup>s)</sup>									
	幕張	0.2 <sup>o)</sup>	0.1 <sup>o)</sup>	0.1 <sup>o)</sup>	0.0 <sup>s)</sup>							

<sup>b)</sup> バーの上, <sup>tf)</sup> トラフあるいは平坦部の上, <sup>s)</sup> 満潮位斜面部, <sup>o)</sup> その他

西・東では、2～60%程度、海老と百島で1～20%程度となっている。やはり自然干潟と同様に地域や場所によってそのばらつきが大きい。特に、トラフや平坦部でシルト・粘土成分が多くなっている場合が多い。例えば、葛西・東の場合、岸側の平坦部であるNo. 6で60%程度と非常に多い。海老の場合は、平坦部であるNo. 4～No. 7で、10%以上である。No. 1（バーの沖側）で69%となっているのは、この地点では粘土層が露出しているためである（4.4節参照）。百島の場合は、No. 4～No. 6で10%以上となっている。海老と百島の平坦部でシルト・粘土成分が多くなっているのは、下層の粘土成分が巣穴等を通して吸い出されたことに起因すると思われる。

一方、砂浜に近い（人工C）である幕張と五日市では、1%以下とやはり砂浜と同程度である。自然干潟と砂浜の中間程度である場合（人工B）、1～6%程度と盤州干潟や和白干潟程度である。自然干潟で見られた数十%程度のケースは見られていない。これは、断面地形から分かったように、人工Bや人工Cでは岸沖幅が自然干潟に比べて小さく、満潮位斜面部まで波が直接に作用するため、シルト・粘土成分が波によって流されてしまうためである。

#### 4. 干潟の耐波安定性の検討

##### 4.1 岸沖方向の勾配と幅

###### (1) 前浜勾配

図-4.1.1は、横軸に無次元量 $D_h (=H_b/g^{0.5}d_{50}^{0.5}T)$ を取り、全ての調査対象地の前浜勾配を表したものである。ここで、 $H_b$ は50年確率有義波の沖波の砕波波高、 $T$ は周期、 $d_{50}$ は中央粒径である。本来、無次元量 $D_h$ はSunamura (1984)が、砂浜の前浜勾配を整理する際に用いたものであり、Sunamuraによる波は沖合の日平均波にしている。しかし、今回の調査対象の干潟における沖合の日平均波のデータがなかったため、無次元量の周期と波高は、国土交通省港湾技術研究所(2001)による50年確率の有義波を参考にして求めている。したがって、日平均波を使った場合に比べて横軸のオーダが変わると思われるが、この図は全体の傾向を表していると思われる。なお、ここに適用した中央粒径 $d_{50}$ は、採集したサンプル中でテラス上の地点の表層(0～10cm)の中央粒径の平均値を用いた。

図中にSunamuraによって定式化された砂浜の前浜勾配の平均値と下限値を同時に表わしている。適用した $H$ と $d_{50}$ は付録Bに示している。まず、自然砂浜とそれに近い人工干潟・海浜（人工C）の前浜勾配はSunamuraの平均値にほぼ近くなっている。しかし、自然干潟の前浜勾配は

0.006以下と、自然砂浜に比べて非常に小さく、Sunamuraの下限値に近いほうに分布している。自然干潟に近い人工干潟・海浜（人工A）の前浜勾配は、波高が小さく、覆砂構造にした百島と海老の場合を除けば、自然干潟とほぼ近くなる。

一方、自然干潟と自然砂浜の間になっている人工干潟・海浜（人工B）の場合は前浜勾配が0.005～0.025程度と、自然干潟に比べて4倍ほど大きくなっており、Sunamuraの平均値と下限値の間に分布している。Sunamuraによる式はもともと砂浜に適用されるものであり、干潟への適用には当然ながら問題が多い。

###### (2) テラス幅（バー・トラフと平坦部の幅）

図-4.1.2は、横軸に50年確率有義波の沖波の波高 $H$ をとり、テラス幅と多段のバー・トラフ部の幅を示したものである。なお、図中でテラス幅とバー・トラフ部の幅を結ぶ線の長さが生物の生息地として重要な平坦部の幅である。ここで、バー・トラフ部の幅は、地域によっては明瞭ではない場合があるが、基本的には干潮位汀線付近から比較的平坦な部分までの距離にした。ここで、干潟の地形は、1年あるいは数年程度の確率波によって変化するものと考えられるが、上述したように利用可能なデータがなかったため、50年確率の有義波を用いている。

まず、自然干潟と自然干潟に近い人工Aのテラス幅は300mから1450mまで分布している。テラス幅は、波高 $H$ が大きいほど大きくなるが、幅が300m以上になると波高にあまり関係がなくなるようである。バー・トラフ部の幅は波高が大きいほど大きくなっており、波高が2m以上ではその幅が300～350mとほぼ一定になっている。したがって、平坦部の幅は100～1100m程度とテラス幅が大きいほど大きくなっている。

自然砂浜に近い人工Cの場合、テラス幅は50m以下と非常に小さくなっており、生物の生息地となる平坦部はほとんど形成されていない。一方、自然干潟と砂浜の中間である人工Bの場合、テラス幅が250m程度である葛西・西を除けば、テラス幅は150m以下と自然干潟に比べて小さい。

以上の結果より、生物の分布状況等が自然干潟に近い人工干潟を造成するためには、テラス幅を広くすることが重要であり、通常の内湾の海域では少なくとも200m以上のテラス幅が必要になるとと思われる。

##### 4.2 粒径とテラスの幅および地盤高の関係

自然干潟とそれに近い人工干潟の場合は、干潮時に地盤内における地下水位の低下が小さい。すなわち、自然

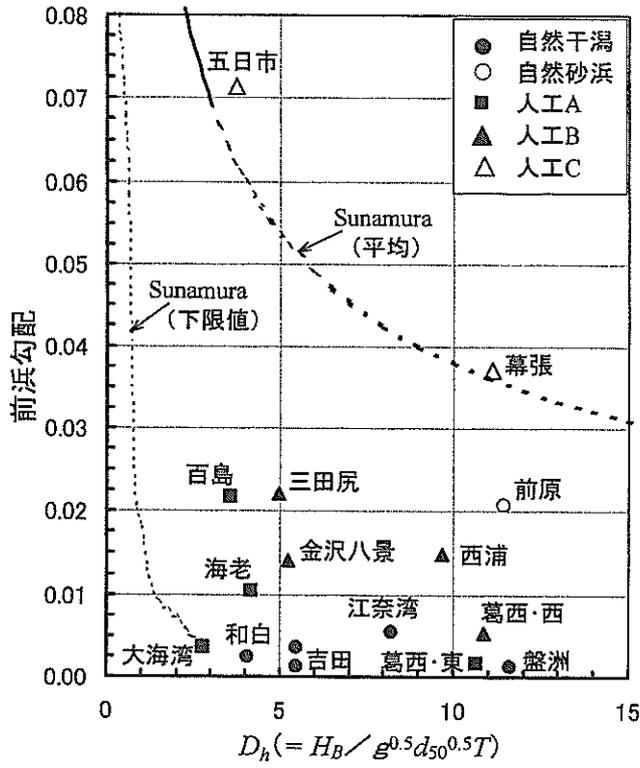


図-4.1.1 前浜勾配

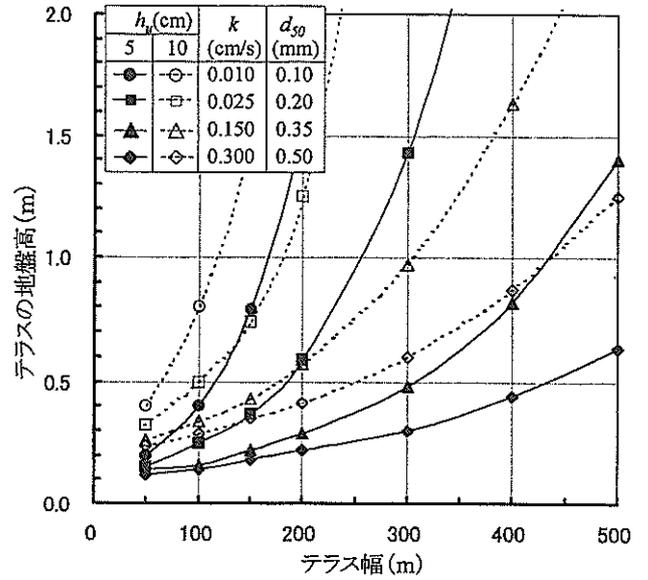


図-4.2.1 透水係数kと必要となるテラスの幅と地盤高

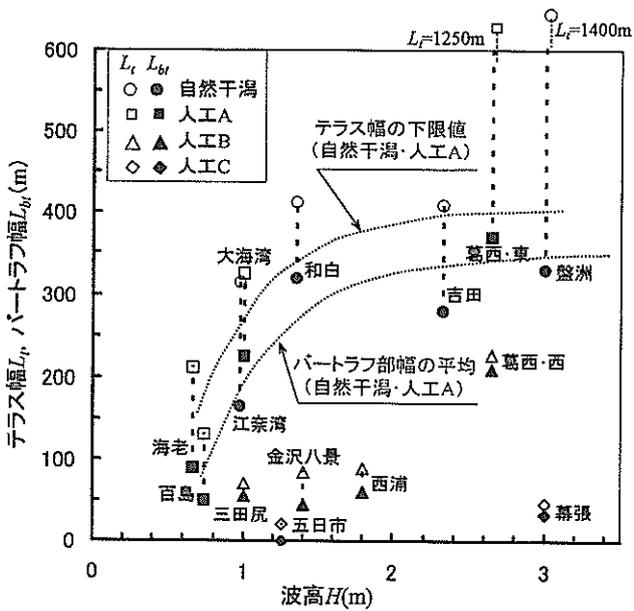


図-4.1.2 テラス幅とバー・トラフ部の幅

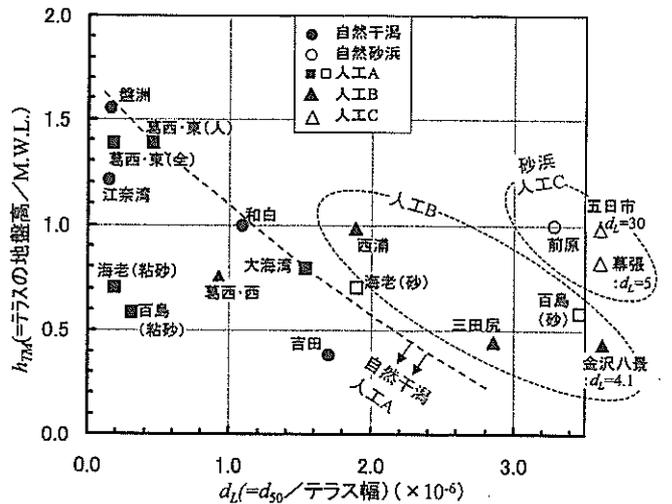


図-4.2.2 中央粒径 $d_{50}$ とテラスの幅および地盤高の関係

干潟に近い人工干潟を造成するためには、干潮時の地下水の低下を抑制する必要があると思われる。この地下水の低下量は、地盤の粒径が小さいほど、テラスの岸沖幅が大きいほど、そして地盤の高さが低いほど小さいと思われる。

図-4.2.1は、横軸にテラス幅をとり限界となる地盤高さを、地盤表層からの地下水位の許容低下量 $h_0$ と、地盤の透水係数 $k$ をパラメータに示したものである。ここでは、ダルシー法則に基づいた理論解（河野，1990）を用いた簡易な計算を行っている。図中で粒径 $d_{50}$ は透水係数に想定する粒径を示しており、計算では潮位変動（潮差）を2mにしている。

計算結果では、例えば粒径が0.2mmで地下水位の許容低下量を5cmとした場合には、テラス幅が300mであるとテラスの高さの限界値は1.4m程度である。テラス幅が200mとなると0.6m以下にする必要がある。

干潟の生物の種類や目的によって干潟地盤内の地下水の低下をどの程度まで許容すればよいのかについてはまだ明らかになっていないが、自然干潟ではこうした条件が満たされており、人工干潟の設計でも地下水の低下を考慮したテラスの幅と地盤高の決め方が重要と思われる。

図-4.2.2は、こうした考え方に基づいて、横軸に粒径／テラス幅をとり、縦軸にテラスの地盤高／平均潮位（M.W.L.）をとってそれぞれの干潟や海浜を示したものである。図中の葛西・東の括弧中の「全」と「人」はそれぞれ、図-3.1.6で示した干潟全体と人工部のみを表わす。なお、百島と海老の括弧中の「砂」と「粘砂」は、地盤の透水係数と係わる粒径の適用について、それぞれ覆砂層のみの場合と、覆砂層と浚渫土層を混ぜたとした場合を表わす。

図中の直線の破線は、自然干潟およびそれに近い人工干潟・海浜（人工A）に対して求められたテラスの地盤高の上限値（概略値）になっている。一方、砂浜や人工Cの場合には、こうした上限値からはずれている。したがって、例えば人工Bの干潟である西浦、三田尻および金沢八景を自然干潟に近づけるためには、テラス幅を大きくするか、あるいは地盤を低くする必要がある。ただし、生物の生息機能を考えれば、テラス幅を大きくすることが干潟としてはより効果的と思われる。

なお、干潮時の地盤内における地下水位の低下は、細粒成分、特にシルト・粘土成分の含有率に大きく支配される（石原，1996）。そのため、地下水位を制御するためには、シルトと粘土成分の含有率が重要なパラメータとなる。干潟では、シルトと粘土成分が多く含まれていることが知られているが、今回の調査結果によると、必ずしも

そうではないことが分かった（表-3.2.1）。例えば、和自干潟（自然干潟）ではシルト・粘土成分の含有率が1%程度と少ない。こうした場合にはテラスの幅が大きいことが必要条件となっている。

#### 4.3 前浜干潟のタイプ分け

今回の調査結果にもとづいて、内湾域の前浜干潟のタイプを、図-4.3.1に示すよう、大きく3つに分けて考えることとした。すなわち、通常の内湾で波高が比較的大きく砂質になっている場合（Type-I）と、波高の小さい砂質（Type-II）と波高の小さい泥質（Type-III）に分けている。

##### a) Type-I

このタイプは、通常の内湾で波高が比較的大きく、砂質になっている人工干潟を、テラスの幅によって盤洲干潟（自然干潟）のように十分大きいタイプ（Type-I-1）から前原海岸（自然砂浜）のように小さいタイプ（Type-I-5）まで分けている。テラスの幅は全体としてのそこにある土砂量を示し、その量によってタイプ分けができる。

##### Type-I-1

このタイプは、盤洲干潟のように、十分大きいテラス幅があれば、沖側で多段のバー・トラフが形成され、ここで来襲波を受け止めるため、岸側に静穏な平坦部が確保できる。

##### Type-I-2

このタイプは、自然干潟が埋立てなどによって、満潮位汀線が沖側に前進している場合であり、吉田干潟などがこれに相当する。すなわち、Type-I-1とほぼ同じであるが、テラス部が短くなっているものである。人工の干潟でもテラス幅が200mより十分大きければこのタイプとなる可能性がある。

##### Type-I-3

このタイプは、さらにテラス幅が短くなっている場合であり、葛西の西なぎさが相当する。テラス幅が150～300m程度であると、テラス全体が多段のバー・トラフ部となり、平坦部はほとんど確保できなく、干潟としての機能が保持できないと思われる。

##### Type-I-4

このタイプは、テラスの幅が150m以下の場合であり、幕張の浜が相当する。Type-I-3と同様にテラス全体がバー・トラフ部となり、平坦部はほとんど確保できなく、生物の生息場は少ない。

##### Type-I-5

このタイプは、さらにテラス幅が短い場合である。

## b) Type-II

このタイプは、Type-Iに比べて波高が小さく、砂質になっている場合であり、テラス幅がType-I-3と同規模の150~300m程度である場合を対象に、テラスの地盤高が低いか高いかによって分けている。

### Type-II-1

このタイプは、テラスの地盤高が低くなっている場合であり、金沢八景人工海浜が相当する。バー・トラフの規模はType-I-3より小さく、ある程度の平坦部が確保できる。ただし、平坦部の幅が小さいため、本格的な自然干潟とは言えない。

### Type-II-2

このタイプは、テラスの地盤高が高い場合で、沖側で規模の大きい1本の砂州(バー)が形成され、その岸側が静穏な平坦部になる。ただし、この場合は、干潮時に平坦部の地下水の低下が大きくなることに留意しなければいけない。ただし、覆砂構造のように、下層が粘土層になっていれば、ある程度地下水の低下は抑制できる。なお、バーの形成位置によって生物の生息地となる平坦部が確保できるかどうかが決まるため、干潟のような平坦な地形におけるバーの形成について十分な検討が必要である。

## c) Type-III

### Type-III-1

このタイプは、底質が泥質になっている場合で、基本的に波高が小さい所のみ可能であり、江奈干潟が相当する。このタイプでは、多段のバー・トラフ部の幾何スケールが小さい。なお、地盤の透水係数が小さく、地下水の低下が小さいため、テラスの地盤高はある程度高い。

今回の調査対象地だけでは、当然十分とはいえないが、自然干潟のみならず人工干潟・海浜の地形をタイプ別に分けて考えると、理解しやすいと思われる。今後はこうしたタイプ分けの適否やさらにそれぞれのタイプの特性などについて検討する必要がある。

## 4.4 覆砂した場合の二層構造の変化と地盤の透水性の評価

### (1) 地盤の固さと二層構造の変化

粘土性の浚渫土を覆砂した二層構造の人工干潟では、コーン貫入試験より、その二層構造が明確に判定できる。図-4.4.1と図-4.4.2は、人工干潟における(a)コーン貫入抵抗値の鉛直分布と(b)二層の断面地形を示したものである。両人工干潟とも造成当時の覆砂層の厚さは50cmであった。

図-4.4.1は、海老地区干潟の計測結果であり、図(a)中

のNo.1, No.3およびNo.4は、図(b)に示してあるコーン貫入地点である。図(a)のNo.3とNo.4では、コーン貫入抵抗値が通常の干潟地盤の場合と同様に徐々に大きくなっていくが、深さ60~100cm付近から極端に小さくなって、再び大きくなっていく二層構造になっている。しかし、No.1ではこうした二層構造は見えず、一層構造になっている。これは、No.1では粘土層が露出しているためである。なお、No.4の深さ350cmでコーン抵抗値が急に大きくなるのは原地盤に至ったためである。

図(b)は、こうした結果に基づいて判別した二層の断面地形である。覆砂層が最も堆積しているNo.3で粘土層が最も大きく沈下しているようになっている。このような地形・地盤変化は、著者ら(2000)による実験結果とほぼ同様な傾向となっている。なお、No.1とNo.2の間から沖側は粘土層が露出しており、調査当時、この周辺は波作用によって濁っていた。ただし、No.5より岸側に対しては、原地盤が高いため、覆砂層の変化と結びつけて説明することは難しい。

一方、百島地区干潟(図-4.4.2)では、粘土層が露出しているところは認められなく、覆砂層と粘土層の運動による二層構造の変化は海老地区ほど明瞭ではなかった。ただし、No.1では砂層厚さが15cmほど小さくなっていることに注意が必要である。

覆砂層を1mにした五日市地区では、調査当日潮位が高く、水深が深かったため、海老地区や百島地区で行われたような調査はできなかった。ただし、No.1(付録D.12のコーン貫入試験位置)では、コーン貫入試験を通じて、砂層を2m打ち抜くと粘土層になっていることが確認できた。

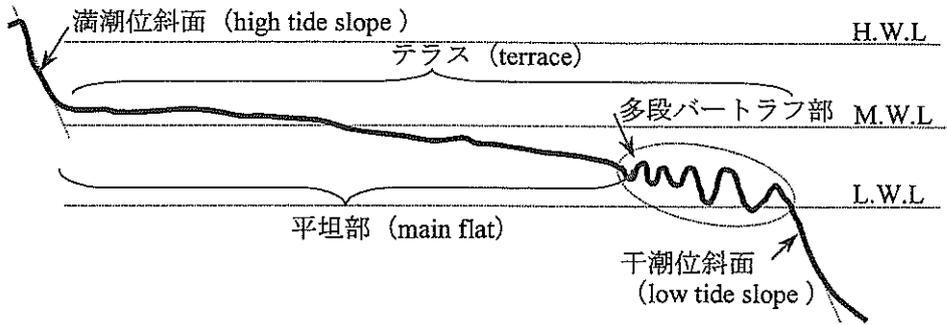
このように、覆砂構造にした人工干潟の場合、覆砂層の砂の動き、そして下層の強度について十分な検討が必要である。

### (2) 覆砂した場合における地盤の透水性の評価

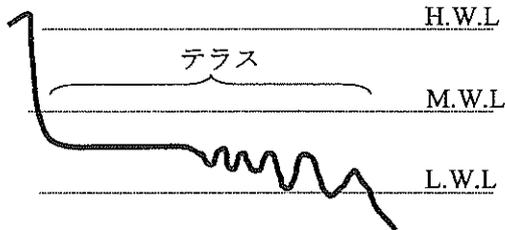
海老地区の場合、水平距離0mより岸側では、干潮時においても水溜まり場が広く、生物も数多くみられるほど自然干潟に近いようであった。百島地区の場合も海老地区とほぼ同様の傾向が見られた。これは、透水層となる覆砂層の厚が50cm程度と小さいため、水溜まり場からの水抜け効果が小さくなって、生物の生息に適した環境になったことも考えられる。図-4.2.2で百島と海老の場合において、覆砂層の粒径によって計算したもの(図中の□)よりも浚渫土の混入を考慮した粒径(図中の■)にした場合が人工Aの領域に近づいており、こうした浚渫土の混入によって透水性がさらに下がり、水抜けがさら

**Type-I (波高の比較的大きい通常の内湾の砂質干潟)**

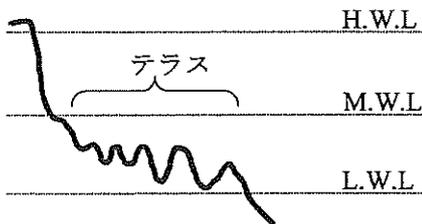
I-1: 基本的な自然干潟(盤洲)



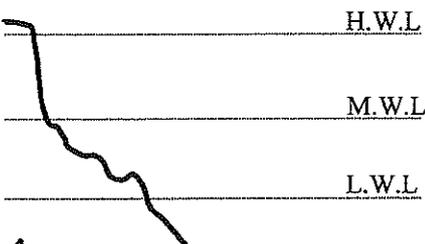
I-2 (テラス幅: 300m以上, 埋立等により満潮位汀線が前進している自然干潟: 吉田, 和白, 葛西・東)



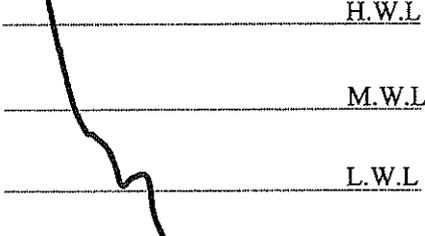
I-3 (テラス幅: 150~300m程度, 葛西・西)



I-4 (テラス幅: 150m以下, 幕張)

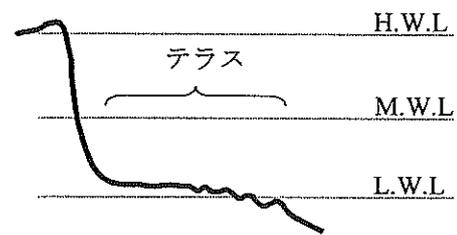


I-5: 通常の砂浜

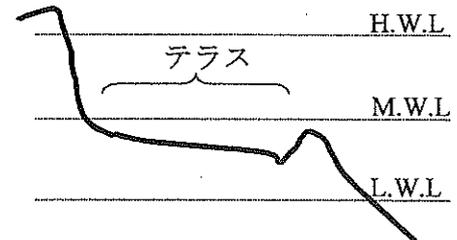


**Type-II (波高の比較的小さい砂質干潟, テラス幅: 150~300m程度)**

II-1 (テラス地盤高(低): 金沢八景)



II-2 (テラス地盤高(高): 海老, 百島)



**Type-III (波高の小さい泥質干潟, テラス幅: 150~300m程度)**

III-1 (テラス地盤高(高): 江奈干潟)

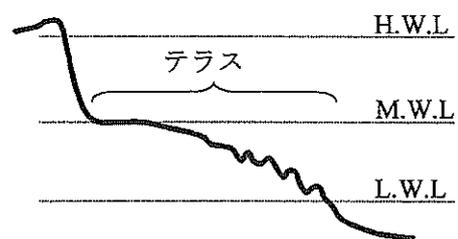


図-4.3.1 前浜干潟のタイプ

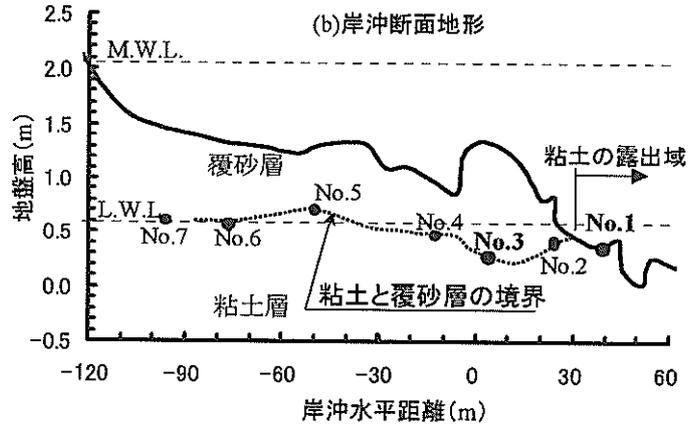
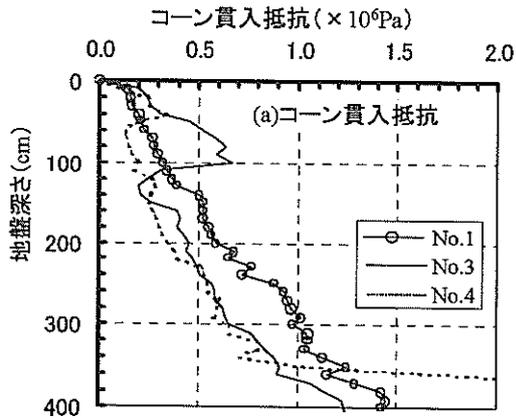


図-4.4.1 (a)コーン貫入抵抗値の鉛直分布と(b)二層の断面構造 (海老地区)

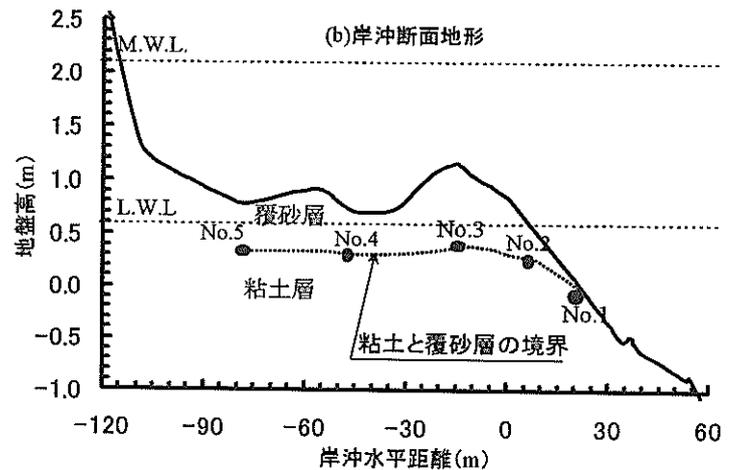
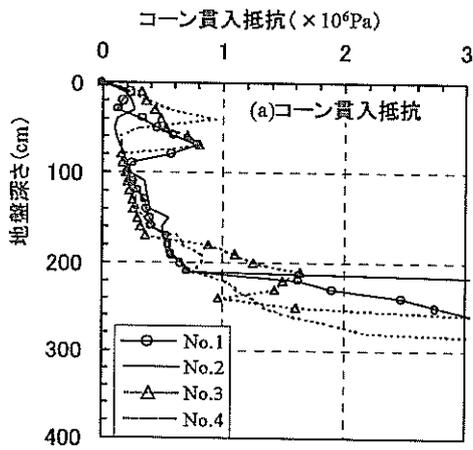


図-4.4.2 (a)コーン貫入抵抗値の鉛直分布と(b)二層の断面構造 (百島地区)

に低下しているとも考えられる。

## 5. まとめ

本研究で得られた主要な結果は以下のとおりである。

- 1) 前浜干潟の地形について、満潮位斜面部と干潮位斜面部、さらにその間の非常になだらかな部分(テラス)に分けており、本報告では主にテラス部の地形と地盤の特徴について考察を行っている。
- 2) 自然干潟のテラス部は、干潮位汀線から200~350mまでの多段バー・トラフ部とその岸側の平坦部からなっている。この平坦部は生物の重要な生息場であるため、干潟に対するこれまでの研究の主対象となっている領域である。一方、多段のバー・トラフ部は、波が直接作用する領域になり、波を砕波させ、平坦部を守る

ため耐波安定性の観点から非常に重要な領域となる。

- 3) 人工干潟の場合も、多段のバー・トラフ部がまず形成されており、人工干潟は、テラスの岸沖方向の幅が大きいほど自然干潟に近くなっている。また、自然干潟に近い人工干潟を造成するためには、少なくとも200m以上のテラス幅が必要となる。ただし、テラス幅が200m以下と十分大きな幅にできない場合は、波を制御する必要がある。
- 4) 干潟地盤内の地下水の低下を考慮した設計が必要であり、自然干潟とそれに近い人工干潟となる粒径とテラスの幅および地盤高の関係を示した。地盤の粒径(透水係数)が大きいほどテラス幅を大きくするか、あるいはテラスの地盤を低くする必要がある。
- 5) 波浪、底質およびテラスの岸沖幅と地盤高を考慮して、前浜干潟の地形のタイプ分けを行い、それぞれタ

イブの特徴について説明を加えている。人工干潟の設計では、どのタイプを目指すのかをまず考える必要がある。

- 6) 粘土性の浚渫土を覆砂した人工干潟では、粘土層が覆砂層の変化に連動して変化すること、また粘土層が露出している場合がある。そのため、覆砂形式にした場合、覆砂層の砂の動き、そして下層の強度について十分な検討が必要である。
- 7) 干潟のテラス地盤は、柱状採泥時のパイプ貫入だけでもパイプ内のサンプルの表面が20～30%程度下がるほど、地盤の空隙率が大きい。干潟地盤の透水係数や空隙率の調査では、こうしたサンプルの締め固まり（圧密）に注意する必要がある。こうした干潟の状況に適した現地試験法の開発も必要である。
- 8) 地盤表面から深さ50cmまでの地盤は、自然干潟およびそれに近い人工干潟・海浜の場合が、砂浜やそれに近い人工干潟・海浜より柔らかい。
- 9) シルト・粘土成分は、自然干潟の場合、1～2%の場合（和自干潟）から60～80%の場合（江奈干潟）まで、その含有率や分布のばらつきがさまざまである。なお、自然干潟に近い人工干潟の場合は、やはり自然干潟と同様の分布傾向があるが、砂浜とそれに近い人工干潟では1%以下と非常に少ない。干潟でもシルト粘土成分の含有率は、必ずしも大きいわけではなく、来襲波の状況、供給される底質およびテラスの岸沖幅等によって決まると思われる。

## 6. あとがき

今回の調査では、現地の多くの方々からヒアリングもやっている。人工干潟は造成後1,2年程度経過すると生物の生息が自然干潟に近くなるが、地形変化が大きくなる場合が多く、それによって生物が死んでしまうケースも少なくないようである。干潟は生き物の生息地であり、砂浜とは異なることに十分留意することが必要である。特に、全体として安定であること、あるいは長期的に安定であることだけではなく、局所的なあるいは短期的な地形変動であっても、生き物には厳しいこともあり、そうしたことを考慮した設計法が必要である。なお干潟は、対象とする生物によっても適する底質の粒径やテラスの地盤高が異なる点についても十分考慮する必要がある。

また今回の調査では、覆砂構造にした場合の地形および地盤の変化が著者ら（羨ら、2000）による実験結果とほぼ同様な傾向であることが確認できた。覆砂した場合

においても、粘土層の強度や覆砂層の移動変化について十分検討すれば、安定な人工干潟を作ることができ、今後の浚渫土の有効利用が十分図れると思われる。

なお今回の現地調査は、期間も調査箇所も限られている。人工干潟の耐波安定性についてさらなる知見を得るため、今後も干潟現地調査、実験等を予定している。

（2001年5月30日受付）

## 謝辞

本研究の遂行にあたり多くの調査地の諸機関にお世話になっている。なお、各調査地の住民の方々にはヒアリング調査にあたってご協力を頂いている。以下に各調査地でご協力いただいた主要な機関等を記して感謝の意を表します。

鴨川前浜海岸：日本ライフセービング協会（小林雅彦一元事務局長ほか他多数のライフセーバー）。

盤洲干潟：久津間漁業協同組合、江川漁業協同組合、木更津海上保安署、千葉県木更津港湾事務所、千葉県君津土木事務所、（株）国際航業（鈴木 覚氏ほか）。

葛西海浜公園：（財）東京港埠頭公社公園事業部（東部公園管理事務所柴田幸夫管理係長、川船安吉管理係ほか）、東京都港湾局東京港防災事務所緑地課（氏家幹雄課長補佐、山口 正主事、早川 久工事係長ほか）、東京都港湾局港湾整備部技術管理課（樋口友行調査係ほか）、日本ライフセービング協会。

金沢八景海の公園：（財）横浜市臨海環境保全事業団海の公園管理事務所。

西浦人工干潟・吉田干潟：国土交通省中部地方整備局三河港湾工事事務所（小谷野喜二元所長、臼井衛元庶務係長、神谷一弘工務係ほか）、衣浦港事務所（河合尚男航路保全係ほか）、西浦漁業協同組合、吉田漁業協同組合。

海老地区・百島地区・五日市地区人工干潟：中国地方整備局広島港湾空港工事事務所（三宅光一所長、小林通明次長、瀬崎義美元工務課長、出路康夫元海域整備課長、久本忠則専門官ほか）、尾道糸崎分室（山田久生元先任建設管理官、水谷享二元建設専門官）、広島港湾振興局（増田正男工務課長、田中幸明工務課長補佐ほか）、復建調査設計（株）環境技術部（篠崎 孝氏、大下 茂氏ほか）、浦島漁業協同組合（岡本国幸組合長ほか）、広島県三原土木建築事務所（坪山和聖元管理課専門員ほか）。

三田尻・大海湾人工干潟：中国地方整備局宇部港湾工事事務所（大釜達夫所長、小原和行工務課長、田中信吾元庶務課長ほか）、三田尻中関港事務所（入尾野幸雄元先任建設管理官、潮見幸司建設管理官ほか）。

和白干潟：九州地方整備局博多港湾空港工事事務所（古

市正彦元所長, 梅崎康浩企画調整係長(ほか), 福岡市港湾局(計画部 春日井康夫部長, 環境対策部 植木光治課長, 近藤政明主査, 田中義則係(ほか)).

なお, 大阪大学大学院宇宙地球科学専攻の砂村継夫教授には砂浜に関する貴重な資料と御助言を頂いている。また, 独立行政法人港湾空港技術研究所 加藤一正監事, 海洋・環境部 沿岸生態研究室 中村由行室長, 桑江朝比呂研究官, 三好英一主任研究官, 小沼 晋研究官, 奥宮英治元研修生, 漂砂研究室 栗山善昭室長, 内山雄介研究官, 耐波研究室 下迫健一郎室長, 国土交通省国土技術政策総合研究所沿岸海洋研究部 細川恭史部長, 海洋環境研究室 古川恵太室長には論文の作成にあつて貴重な御助言を頂いている。また, 海洋・環境部 鈴木高二朗主任研究官, 耐波研究室 増田慎太郎研究員には調査にあつて御協力を得ており, 耐波研究室 田中信行研修生にはデータ整理において多大な協力を頂いている。ここに記して感謝の意を表します。

#### 参考文献

- 青山裕晃 (2000): 三河湾における海岸線の変位と漁場環境, 愛知県水試研報, Vol. 7, pp. 7-12.
- 青山裕晃・今尾和正・鈴木輝明 (1996): 干潟域の水質浄化機能の定量的評価—色干潟を例にして—, 月刊海洋, Vol. 28, No. 2, pp. 178-188.
- 赤澤 豊・三好康彦・嶋津暉之・木村賢史・大島奈緒子 (1991): 人工海浜の浄化能力について(その4)—人工海浜と自然海浜における底生動物の現状とその浄化能力の検討—, 東京都環境科学研究所年報, pp. 124-134.
- 石原研而 (1996): 土質力学, 丸善株式会社, 297p.
- 磯野良介 (1998): 東京湾盤洲干潟のアサリによる窒素摂取量の推定とその季節変動に係わる要因, 水環境学会誌, Vol. 21, No. 11, pp. 751-756.
- 今村 均・羽原浩史・福田和国 (1993): ミチゲーション技術としての人工干潟の造成—生態系と生息環境の追跡調査—, 海岸工学論文集, Vol. 40, pp. 1111-1115.
- 内山雄介 (2000): 東京湾盤洲干潟の短期地形変動特性とそのメカニズムについて, 港湾技術研究所報告, Vol. 39, No. 3, pp. 3-18.
- エコポート(海域)技術推進会議 (1999): 自然と生物にやさしい海域創造事例集, 財)港湾空間高度化センター, pp. 1-9.
- エコポート(海域)技術WG (1998): 港湾における干潟との共生マニュアル, 財)港湾空間高度化センター, 138p.
- 大島 巖・畑 恭子・蔵本武明・堀口孝男・中田喜三郎 (1994): 干潟の環境特性調査と生態系数値モデル化への方法, 海岸工学論文集, Vol. 41, pp. 1131-1135.
- 岡田光正・西嶋 渉・李 正奎 (1998): 干潟生態系の回復技術の現状, Techno-Ocean, pp. 49-52.
- 奥宮英治・桑江朝比呂・萩元幸将・小沼 晋・三好英一・野村宗弘・中村由行 (2001): コーン貫入試験を用いた干潟底泥の強度特性調査, 港湾技研資料, No. 1002, 22p.
- 姜 閔求・高橋重雄・野々村 治・高野忠志・黒田豊和 (2000): 人工干潟地盤の耐波安定性に関する基礎実験, 海岸工学論文集, Vol. 47, pp. 526-530.
- 木村賢史 (1994): 人工干潟(海浜)の水質浄化機能, ヘドロ, No. 60, pp. 59-81.
- 木村賢史・鈴木伸治・溝口明子・秋山章男 (1999): 沿岸生態系の修復について—葛西人工海浜の事例—, 東京都環境科学研究所年報, pp. 218-223.
- 木村賢史・鈴木伸治・西村 修・稲森悠平・須藤隆一 (2000): 葛西人工海浜における生物生息環境の不安定化に係わる環境因子の検討, 土木学会論文集, No. 664/VII-17, pp. 55-63.
- 桑江朝比呂・細川恭史・古川恵太・三好英一・木部英治・江口菜穂子 (1997): 干潟実験施設における底生生物群集の動態, 港湾技術研究所報告, Vol. 36, No. 3, pp. 3-35.
- 桑江朝比呂・細川恭史・小笹博昭 (2000a): メソコスム実験による人工干潟の生物生息機能の評価, 海岸工学論文集, Vol. 47, pp. 1101-1105.
- 桑江朝比呂・細川恭史・木部英治 (2000b): メソコスム実験による人工干潟の水質浄化機能の評価, 海岸工学論文集, Vol. 47, pp. 1096-1100.
- 児玉真史・松永信博 (1999): 冬季干潟における熱環境特性と底生藻類の分布, 海岸工学論文集, Vol. 46, pp. 1126-1130.
- 児玉真史・松永信博・水田健太郎 (2000): 干潟底泥—海水間の栄養塩フラックスに関する現地観測, 海岸工学論文集, Vol. 47, pp. 1126-1130.
- 国土交通省港湾技術研究所 (2001): 我が国沿岸の波浪外力の分布—海象外力検討調査—, 153p.
- 清木徹・平岡喜代典・李正奎・西嶋渉・向井徹雄・滝本和人・岡田光正 (1998): 広島湾における干潟の水質浄化能に関する研究—有機物の分解特性について—, 水環境学会誌, Vol. 21, No. 7, pp. 421-428.
- 滝川 清・鈴木敦巳・古川憲治・大本照憲・山田文彦 (1999): 有明海の白川・緑川河口域における干潟環

- 境特性とその評価に関する研究, 海岸工学論文集, Vol. 46, pp. 1121-1125.
- 新保裕美・田中昌宏・越川義功・棚瀬信夫・池谷 毅 (1999): 現地調査によるアサリ生息量と環境要因との関係の検討—神奈川県金沢湾・平潟湾を対象として—, 海岸工学論文集, Vol. 46, pp. 1216-1220.
- 新保裕美・田中昌宏・池谷 毅・越川義功 (2000): アサリを対象とした生物生息地適性評価モデル, 海岸工学論文集, Vol. 47, pp. 1111-1115.
- 高橋重雄・姜 閔求・奥平敦彦・黒田豊和 (2001): 内湾域における水遊び中の事故に関する現地調査, 海洋開発論文集, Vol. 17, pp. 493-498.
- 羽原浩史・大下 茂・高濱繁盛・今村 均 (1996): ミチゲーションを目的に造成した人工干潟の機能評価, 海岸工学論文集, Vol. 43, pp. 1161-1165.
- 広島県・復建調査設計 (1996): 広島港五日市地区人工干潟工事誌, 広島県広島港湾振興局, 86p.
- 藤田健一・田中憲一・李 寅銭・星加・章・楠田哲也 (1998): 博多湾の浅海域・干潟域における水質浄化能の評価, 海洋開発論文集, Vol. 14, pp. 453-458.
- 福田和国・横山正樹・羽原浩史 (1992): ミチゲーションを目的とした人工干潟造成事業, 土木施工, Vol. 33, No. 53, pp. 53-60.
- 古川恵太・藤野智亮・三好英一・桑江朝比呂・野村宗弘・萩元幸将・細川恭史 (2000): 干潟の地形変化に関する現地観測—盤州干潟と西浦造成干潟—, 港湾技研資料, No. 965, 30p.
- 細川恭史 (1996): 沿岸干潟の修復と建設の技術, *Techno-Ocean*, pp. 63-67.
- 細川恭史・木部英治・三好英一・桑江朝比呂・古川恵太 (1996a): 盤洲干潟 (小櫃川河口付近) におけるアサリによる濾水能力分布調査, 港湾技研資料, No. 844, 21p.
- 細川恭史・桑江朝比呂・三好英一・室 善一朗・木部英治 (1996b): 干潟実験施設を用いた物質収支観測, 港湾技研資料, No. 832, 22p.
- 細川恭史・三好英一・古川恵太 (1991): ヨシ原による水質浄化の特性, 港湾技術研究所報告, Vol. 30, No. 1, pp. 205-237.
- 松永信博・児玉真史・福田和代・杉原裕司 (1998): 干潟における熱収支の観測, 海岸工学論文集, Vol. 45, pp. 1056-1060.
- 松原雄平・野田英明・市村 康・木村賢二 (1996): ニューラルネットワークによる干潟の環境評価に関する研究, *Techno-Ocean*, pp. 35-40.
- 李 正奎・西嶋 涉・向井徹雄・滝本和人・清木 徹・平岡喜代典・岡田光正 (1997): 自然及び人工干潟における構造と有機物分解能の比較—広島湾におけるケーススタディー—, 水環境学会誌, Vol. 20, No. 3, pp. 175-184.
- 李 正奎, 西嶋 涉, 岡田光正 (1999): 干潟造成における立地選定と土壌構造を決定する因子に関する研究, 水環境学会誌, Vol. 22, No. 7, pp. 595-599.
- 林 文慶・棚瀬信夫 (1996): 三浦半島江奈湾の干潟における熱環境の特性, 海岸工学論文集, Vol. 43, pp. 1206-1209.
- 林 文慶・稲垣 聡・田中昌宏 (2001): 小網代湾及び江奈湾の干潟熱環境の観測, 海洋開発論文集, Vol. 17, pp. 135-140.
- 河野伊一郎 (1990): 地下水工学, 鹿島出版会, 194 p.
- de Flaum, M.F. and Mayer-Reil, L.A. (1983): Relationships between bacteria and grain surfaces in intertidal sediments, *Limnol. Oceanogr.*, Vol. 28, pp. 873-881.
- Imai, I. (1987): Size distribution, number and biomass of bacteria in intertidal sediments and seawater of Ohumi bay, Japan, *Bulletin of Japanese Soc. Of Microbial Ecology*, Vol. 2, No. 1, pp. 1-11.
- Kuwae, T. and Hosokawa, Y. (2000): Mesocosm experiments for the restoration and creation of intertidal flat ecosystems, *Environmental Sciences*, Vol. 7, No. 3, pp. 129-137.
- Sunamura, T. (1984): Quantitative Predictions of beach-face slopes, *Geological Society of American Bulletin*, Vol. 95, pp. 242-245.

#### 主要記号表

$D_h$ : 無次元量 ( $=H_b/g^{0.5}d_{50}^{0.5}T$ )

$d_{50}$ : 底質の中央粒径

$g$ : 重力加速度

$H$ : 50年確率有義波の波高

$H_b$ : 50年確率有義波の砕波波高

H.W.L.: 朔望平均高潮位

$h_u$ : 地下水位の許容低下量

L.W.L.: 朔望平均低潮位

M.W.L.: 平均潮位

$T$ : 周期

## 付録目次

付録A. 潮位データの取得機関と場所

付録B. 適用波浪と粒径の諸元

付録C. テラスの定義およびテラスと満潮位斜面部の境界部付近の海岸状況

付録D. コーン貫入試験および柱状採泥の位置および結果

- D.1 前原海岸
- D.2 盤洲干潟
- D.3 幕張の浜の人工海浜
- D.4 葛西海浜公園・東なぎさの人工干潟
- D.5 葛西海浜公園・西なぎさの人工海浜
- D.6 金沢八景・海の公園の人工海浜
- D.7 江奈干潟
- D.8 西浦人工干潟
- D.9 吉田干潟
- D.10 海老地区人工干潟
- D.11 百島地区人工干潟
- D.12 五日市地区人工干潟
- D.13 三田尻人工干潟
- D.14 大海湾人工干潟
- D.15 和白干潟

付録A 潮位データの取得機関と場所

表-A 潮位データの取得機関と場所

名称	観測場所	観測機関	基準時間
盤洲	千葉港	海上保安庁水路部	最干時
江奈湾	横須賀港	海上保安庁水路部	最干時
吉田	三河港	三河港工事事務所	最干時
和白	博多港	海上保安庁水路部	最干時
山口湾 <sup>1)</sup>			
前原	銚子と布良	気象庁	最干時
葛西・東	東京芝浦	海上保安庁水路部	最干時
西浦	三河港	三河港工事事務所	最干時
百島	糸崎港	三原土木建築事務所	最干時
海老	糸崎港	三原土木建築事務所	最干時
五日市	広島	海上保安庁水路部	最干時
三田尻	三田尻中関港	宇部港湾工事事務所	最干時
大海湾	三田尻中関港	宇部港湾工事事務所	最干時
葛西・西	東京芝浦	海上保安庁水路部	最干時
幕張	千葉港	海上保安庁水路部	最干時
金沢八景	横浜と横須賀	海上保安庁水路部	最干時

付録B 適用波浪と粒径の諸元

表-B 適用波浪と粒径の諸元

名称	波高(m) <sup>1)</sup>	周期(sec) <sup>1)</sup>	中央粒径(mm)
前原	6.7	15.6	0.23
盤洲	3.0	5.4	0.22
幕張	3.0	5.8	0.22
葛西・東	2.7	5.3	0.22(0.19) <sup>2)</sup>
葛西・西	2.7	5.3	0.21
金沢八景	1.4	5.0	0.35
江奈湾	1.0	8.0	0.045
西浦	1.8	4.6	0.17
吉田	2.3	5.2	0.70
百島	0.7	3.3	0.45(0.04) <sup>3)</sup>
海老	0.7	2.4	0.40(0.04) <sup>3)</sup>
五日市	1.3	4.9	0.60
三田尻	1.0	5.6	0.20
大海湾	1.0	7.0	0.50
山口湾	1.0	6.0	0.15
和白	1.4	6.0	0.45

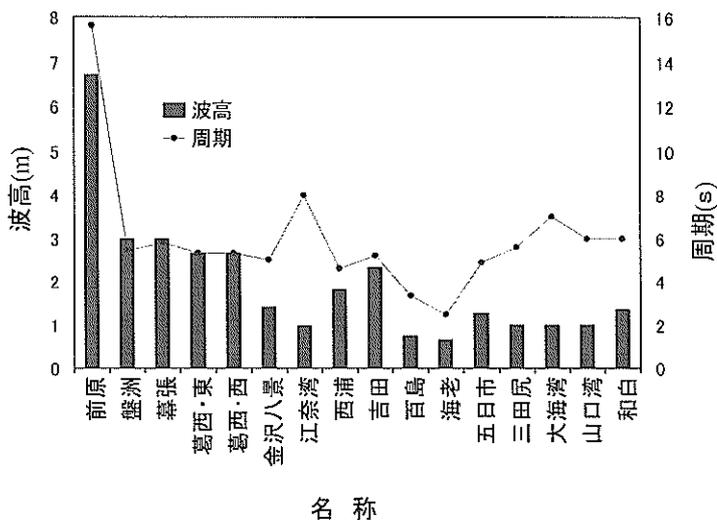


図-B 各地域に対して適用した波浪の波高と周期

<sup>1)</sup> 波は50年確率有義波であり、国土交通省港湾技術研究所(2001)を参考にして、各干潟において沖波として求めている。

<sup>2)</sup> 括弧無しの数値は、干潟全体より求めた粒径であり、括弧内は葛西・東で突堤先端の岸側に対する粒径を表わす。

<sup>3)</sup> 括弧無しの数値は、覆砂層より求めた粒径であり、括弧内は覆砂層と粘土層が混合しているとした場合の粒径を表わす。

付録C テラスの定義およびテラスと満潮位斜面部の境界部付近の海岸状況

第3章で、「テラス」とは、干潮位斜面部と満潮位斜面部の間にある非常になだらかな領域を称している。このテラス部は、地域によっては明確に区別できない場合もあるため、現地や断面地形より判断する際の例をあげておく。

まず沖側は、一般的には干潮位汀線（L.W.L.）にすればよい。三田尻人工干潟（図-3.1.12）のようになだらかな部分がL.W.L.より沖までである場合は、なだらかな部分の先端地点をとっている。ただし、この場合は、無限に沖側まで広がっている場合があるため、本報告では、L.W.L.-0.5mまでとしている。

岸側は、なだらかな部分と急斜面となる満潮位斜面部の境界とする。この境界の部分の特徴は、前述の海岸全景の写真からも分かるが、干潮時でも斜面部からの地下水の流れがあり、水に濡れている場合が多い。これに対する例を写真C-1～写真C-4に示している。ただし、盤洲干潟のように埋立によって直立護岸がある場合は、元の満潮位斜面は現地点よりさらに岸側になるが、現在の状況から護岸の地点にする。テラスと満潮位斜面部の境界付近では、次の特徴が見られる。

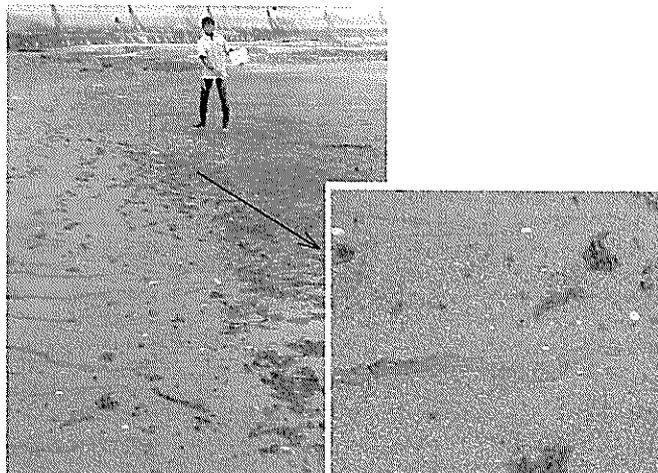
- ①この境界を中心に砂の粒径が、斜面部で粗く、テラス細くなる。
- ②斜面部は乾燥しているが、テラスでは斜面部から地下水の流れがある。
- ③斜面部では地盤が非常に固くなるが、テラス側では柔らかい。
- ④斜面部では生物はほとんど見られないが、テラスでは数は少ないが生物が見られる場合が多い。例えば、写真C-2 の幕張の浜でもテラス側でアサリ等が見えた。



満潮位斜面部

テラス

写真C-1 金沢八景人工海浜



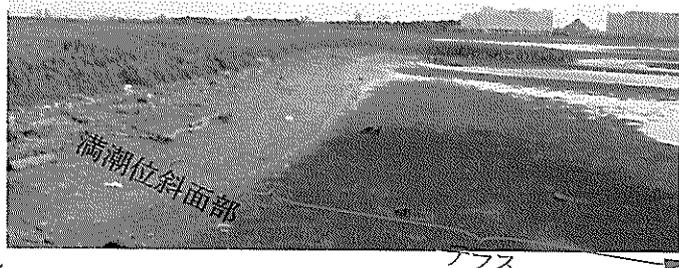
写真C-3 尾道地区人工干潟



テラス

満潮位斜面部

写真C-2 幕張人工海浜（潮位60cm）



写真C-4 葛西・東人工干潟

付録D コーン貫入試験および柱状採泥

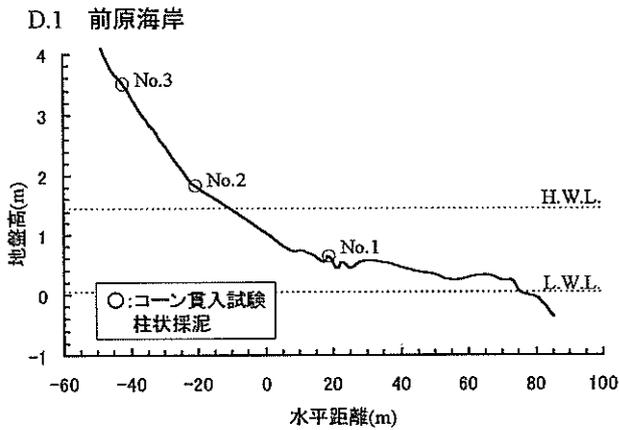


表-D.1.1 コーン貫入試験および柱状採泥の有無  
(○:有り, ×:無し)

番号	コーン	採泥		
		① 0-10cm	② 25-35cm	③ 50-60cm
No.1	○	○	×	○
No.2	○	○	○	○
No.3	○	×	×	×

図-D.1.1 コーン貫入試験および柱状採泥位置

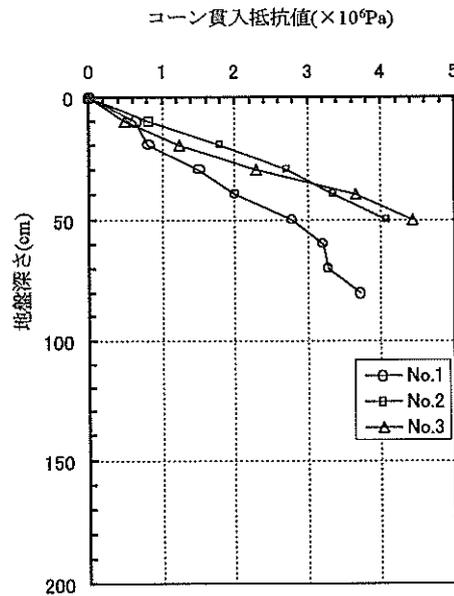


図-D.1.2 コーン貫入抵抗値の鉛直分布

表-D.1.2 各地点における粒度試験結果 (通過百分率)

粒径 (mm)	通過質量百分率				
	No. 1		No. 2		
	①	③	①	②	③
4.000	100.0	99.8	100.0	99.9	100.0
0.850	97.0	91.6	96.5	98.4	96.5
0.425	89.1	78.1	89.4	91.9	94.1
0.250	64.7	48.5	80.1	70.8	87.3
0.180	31.9	22.2	52.1	37.5	58.8
0.150	10.1	8.0	17.9	13.1	21.0
0.106	0.2	1.0	0.7	0.8	1.3
0.075	0.1	0.4	0.3	0.4	0.5

D.1 前原海岸（つづき）

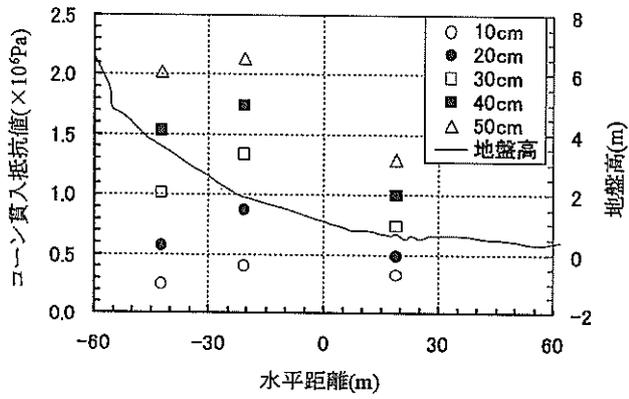


図-D1.3 各深さまでの平均貫入抵抗値の岸沖分布

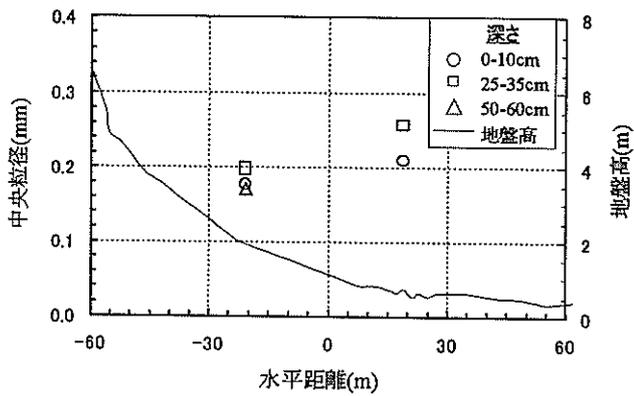


図-D.1.4 中央粒径の岸沖分布

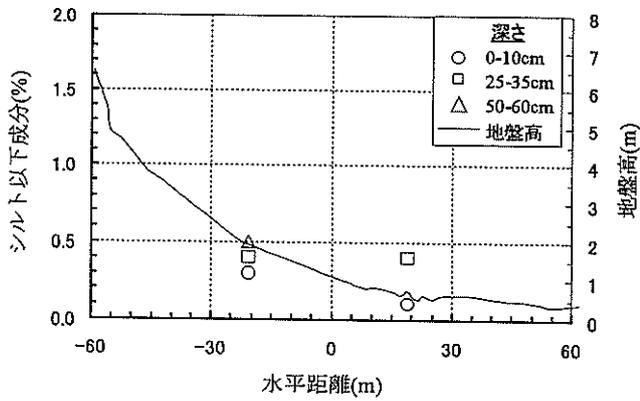


図-D.1.5 シルト成分以下の含有率

D.2 盤洲干潟

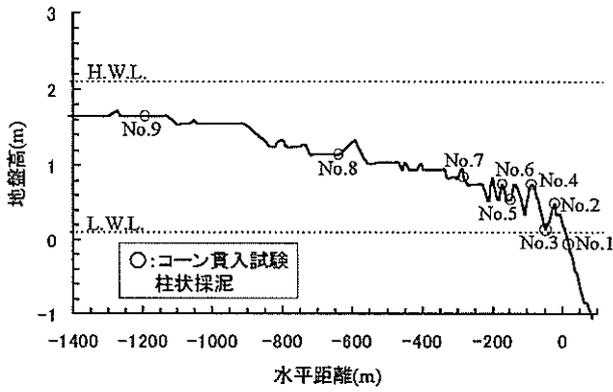


図-D.2.1 コーン貫入試験および柱状採泥位置

表-D.2.1 コーン貫入試験および柱状採泥の有無 (○:有り, ×:無し)

番号	コーン	採泥		
		① 0-10cm	② 25-35cm	③ 60-70cm
No.1	○	○	○	×
No.2	○	○	○	○
No.3	○	○	○	×
No.4	○	×	×	×
No.5	○	×	×	×
No.6	○	○	○	○
No.7	○	○	○	○
No.8	○	○	○	○
No.9	○	○	○	○

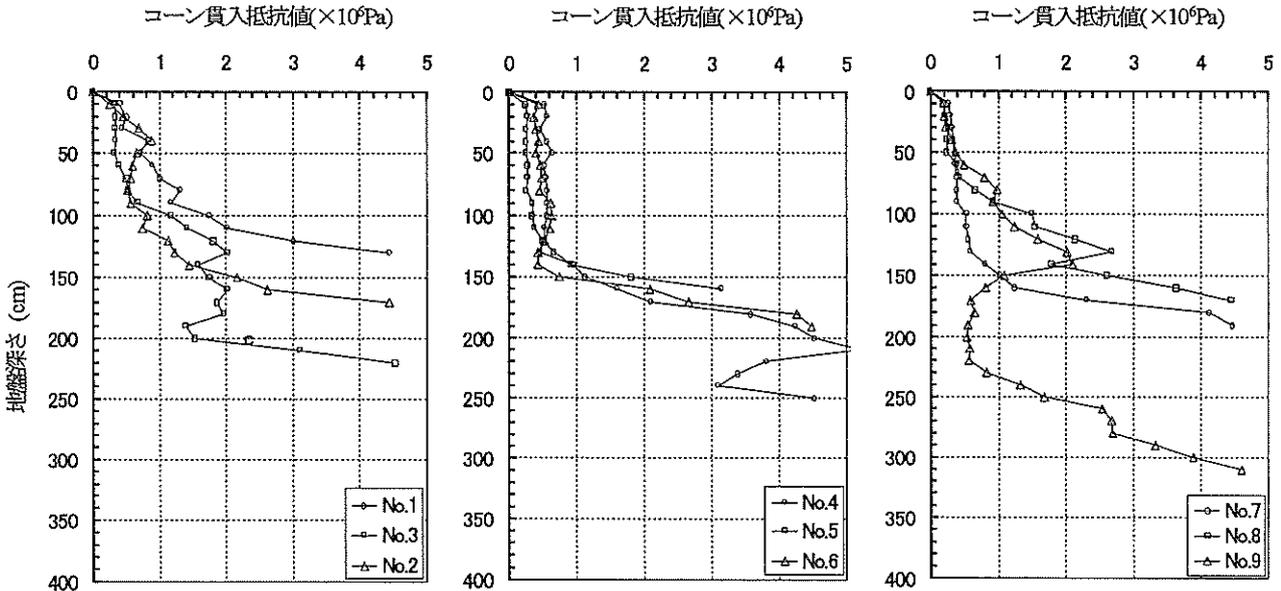


図-D.2.2 コーン貫入抵抗値の鉛直分布

表-D.2.2 各地点における粒度試験結果 (通過百分率)

粒径 (mm)	通過質量百分率																												
	No. 1		No. 2			No. 3			No. 6			No. 7			No. 8			No. 9											
	①	②	①	②	③	①	②	③	①	②	③	①	②	③	①	②	③	①	②	③									
4.000	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	
0.850	99.7	99.1	100.0	99.4	99.1	99.7	98.8	97.8	99.7	99.4	98.8	99.6	99.0	99.4	99.8	99.0	95.8	99.8	99.7	98.9									
0.425	99.2	97.8	98.7	98.8	95.8	97.9	97.6	95.6	98.6	97.1	96.1	96.2	94.0	98.0	98.4	95.8	91.8	97.4	96.5	96.1									
0.250	88.3	77.1	58.7	68.6	63.0	64.4	80.0	73.3	63.5	72.1	56.7	72.7	69.2	75.7	70.3	57.6	68.7	60.6	55.6	58.2									
0.180	52.0	43.0	29.0	37.0	35.0	35.0	50.0	47.0	33.0	41.0	31.0	45.0	45.0	47.0	38.0	29.0	46.0	32.0	29.0	32.0									
0.150	31.0	25.0	15.0	21.0	22.0	21.0	33.0	33.0	29.0	25.0	29.0	29.0	32.0	31.0	23.0	18.0	34.0	20.0	17.0	20.0									
0.106	3.4	3.7	1.6	2.4	3.9	2.4	6.9	15.6	3.0	2.5	6.0	7.2	13.3	7.6	2.9	4.6	18.0	4.5	4.0	6.9									
0.075	1.4	1.5	1.0	1.2	1.8	0.9	3.3	11.5	1.4	0.6	3.5	2.5	8.5	3.2	2.5	2.7	14.1	1.9	2.1	4.2									

D.2 盤洲干潟 (つづき)

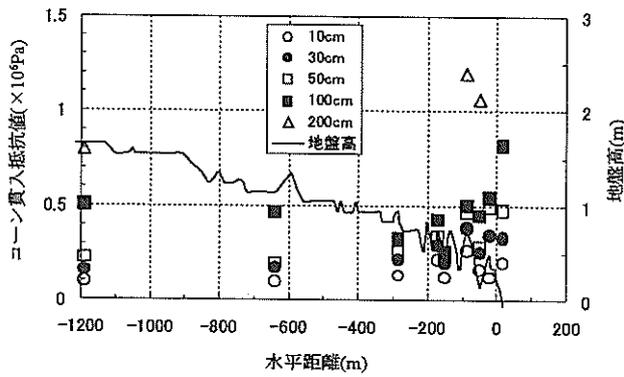


図-D.2.3 各深さまでの平均貫入抵抗値の岸沖分布

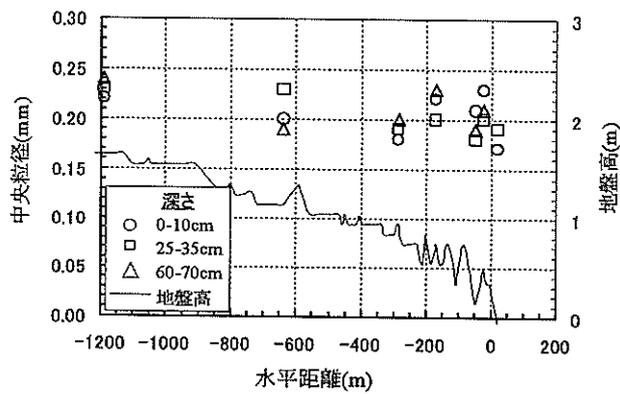


図-D.2.4 中央粒径の岸沖分布

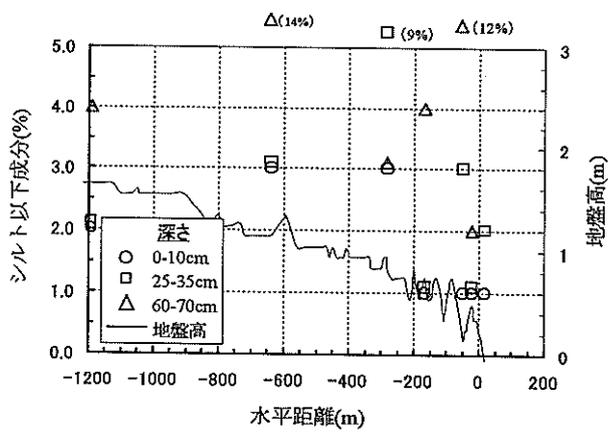


図-D.2.5 シルト成分以下の含有率

D.3 幕張の浜の人工海浜

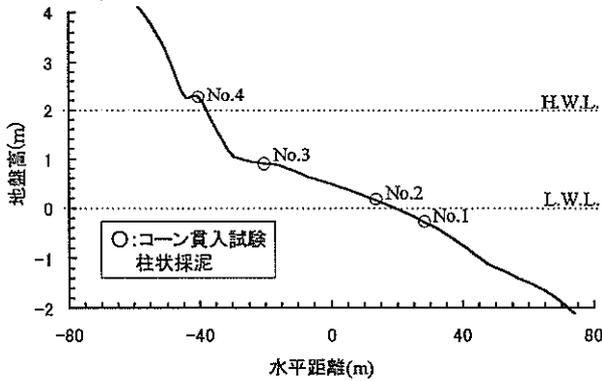


表-D.3.1 コーン貫入試験および柱状採泥の有無 (○:有り, ×:無し)

番号	コーン	採泥			
		① 0-10cm	② 20-30cm	③ 40-50cm	④ 60-70cm
No.1	○	○	○	○	×
No.2	○	○	○	○	×
No.3	○	○	○	×	×
No.4	○	○	○	○	○

図-D.3.1 コーン貫入試験および柱状採泥位置

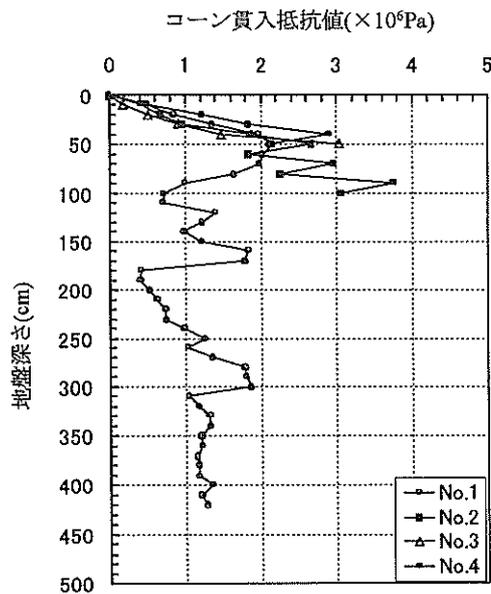


図-D.3.2 コーン貫入抵抗値の鉛直分布

表-D.3.2 各地点における粒度試験結果 (通過百分率)

粒径 (mm)	通貨質量百分率											
	No. 1			No. 2			No. 3		No. 4			
	①	②	③	①	②	③	①	②	①	②	③	④
4.000	100.0	100.0	100.0	98.8	98.0	99.9	98.9	100.0	98.6	98.4	85.5	94.4
0.850	99.6	99.4	99.3	97.7	91.3	98.2	97.9	98.5	97.0	86.8	78.8	79.0
0.425	98.5	96.3	97.9	96.2	84.7	95.7	95.9	95.7	86.4	46.2	58.2	60.4
0.250	78.0	46.9	84.1	67.1	57.6	78.0	62.4	60.5	37.7	11.7	20.3	26.0
0.180	27.8	12.6	47.2	20.6	26.2	38.1	19.1	18.8	8.6	3.5	5.7	7.6
0.150	9.4	4.4	22.2	7.4	11.1	15.9	6.9	7.0	2.6	2.1	2.2	3.4
0.106	0.8	0.3	2.6	0.5	1.6	2.6	0.5	1.0	0.1	1.2	0.4	0.7
0.075	0.2	0.1	0.6	0.1	0.5	1.0	0.1	0.4	0.0	0.9	0.2	0.3

D.3 幕張の浜の人工海浜（つづき）

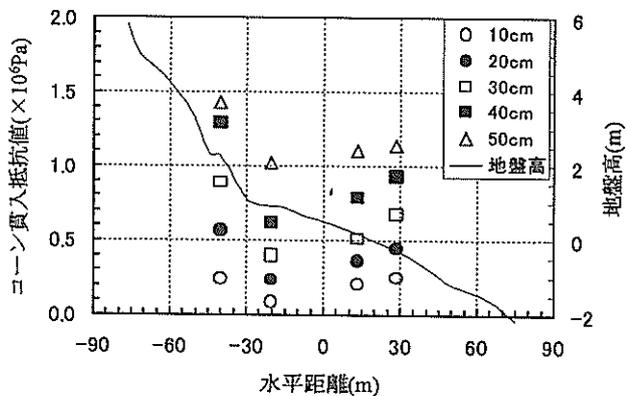


図-D.3.3 各深さまでの平均貫入抵抗値の岸沖分布

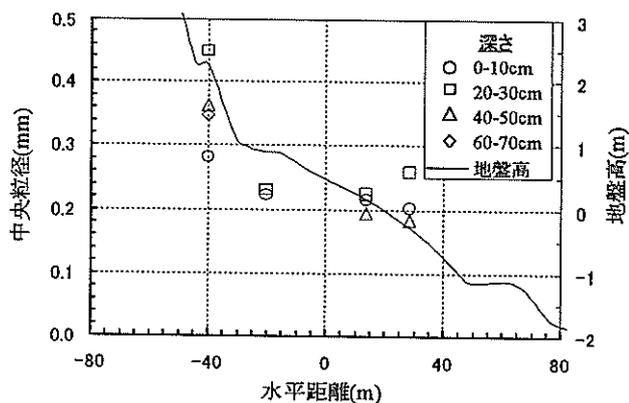


図-D.3.4 中央粒径の岸沖分布

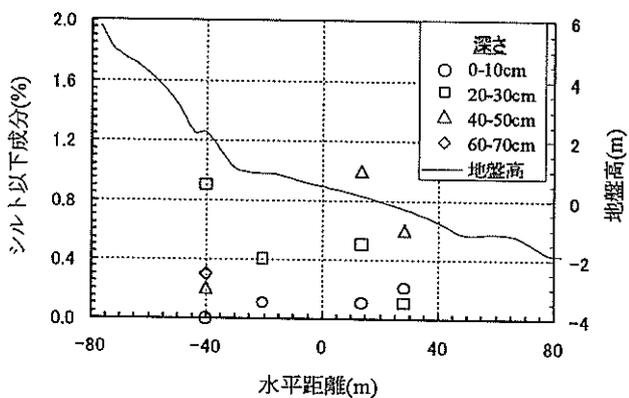


図-D.3.5 シルト成分以下の含有率

D.4 葛西海浜公園・東なぎさの人工干潟

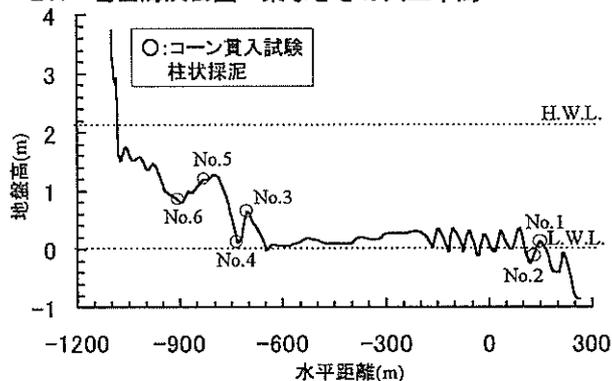


図-D.4.1 コーン貫入試験および柱状採泥位置

表-D.4.1 コーン貫入試験および柱状採泥の有無 (○:有り, ×:無し)

番号	コーン	採泥		
		① 0-10cm	② 25-35cm	③ 50-60cm
No.1	○	○	○	×
No.2	○	○	○	×
No.3	○	○	○	×
No.4	○	○	○	×
No.5	○	○	○	○
No.6	○	○	○	×

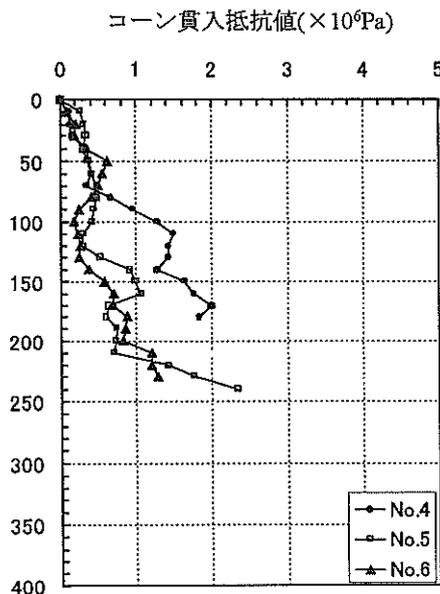
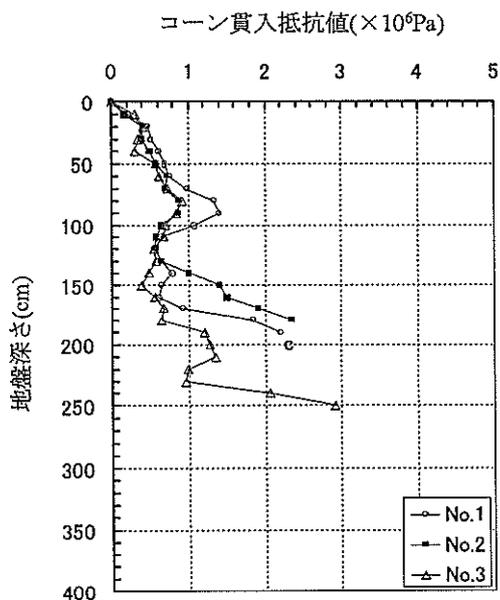


図-D.4.2 コーン貫入抵抗値の鉛直分布

表-D.4.2 各地点における粒度試験結果 (通過百分率)

粒径 (mm)	通貨質量百分率												
	No. 1		No. 2		No. 3		No. 4		No. 5			No. 6	
	①	②	①	②	①	②	①	②	①	②	③	①	②
4.000	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
0.850	99.6	98.7	97.2	92.7	100.0	100.0	98.4	97.6	99.8	100.0	99.2	100.0	99.8
0.425	95.8	93.1	89.0	89.9	99.1	98.6	91.3	94.3	94.8	98.1	92.4	100.0	98.1
0.250	40.2	40.7	53.5	68.7	74.8	72.5	60.6	66.8	64.0	81.4	66.2	98.3	83.1
0.180	17.0	15.0	27.0	42.0	44.0	44.0	39.0	43.0	37.0	49.0	38.0	93.0	67.0
0.150	9.0	8.0	16.0	26.0	27.0	27.0	28.0	31.0	23.0	31.0	22.0	89.0	57.0
0.106	2.2	2.9	3.2	6.8	4.3	5.5	13.5	13.2	5.4	6.0	5.5	75.7	39.5
0.075	1.6	2.2	2.0	3.4	1.6	2.7	8.2	6.2	1.7	3.0	3.0	60.3	29.5
0.0540													47.9
0.0390													39.6
0.0250													31.3
0.0140													23.5
0.0100													19.8
0.0073													17.0
0.0037													12.4
0.0015													8.7

D.4 葛西海浜公園・東なぎさの人工干潟（つづき）

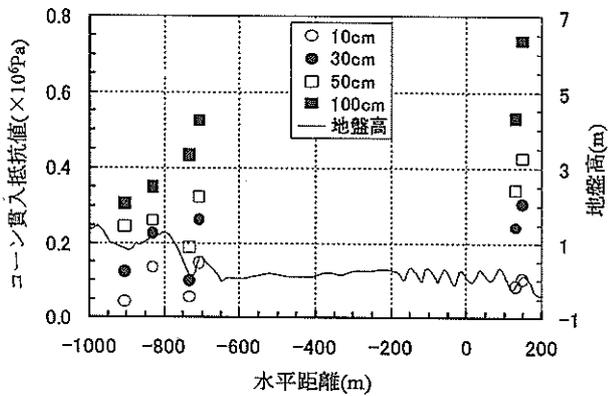


図-D.4.3 各深さまでの平均貫入抵抗値の岸沖分布

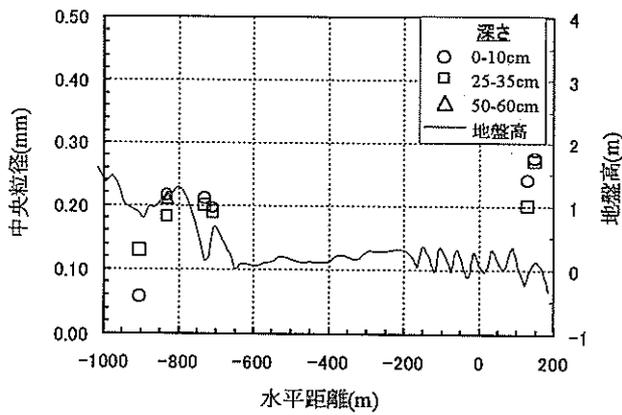


図-D.4.4 中央粒径の岸沖分布

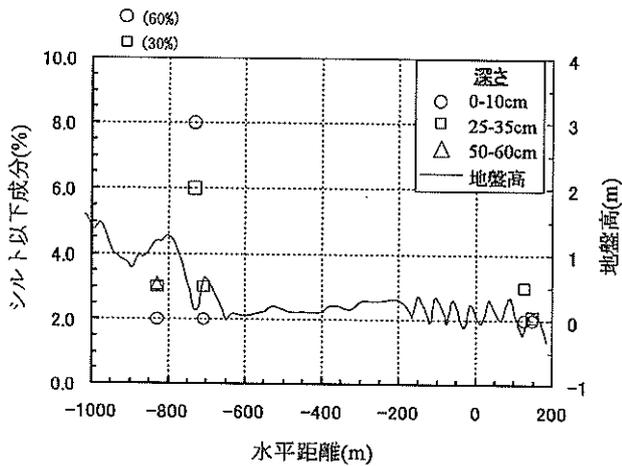


図-D.4.5 シルト成分以下の含有率

D.5 葛西海浜公園・西なぎさの人工海浜

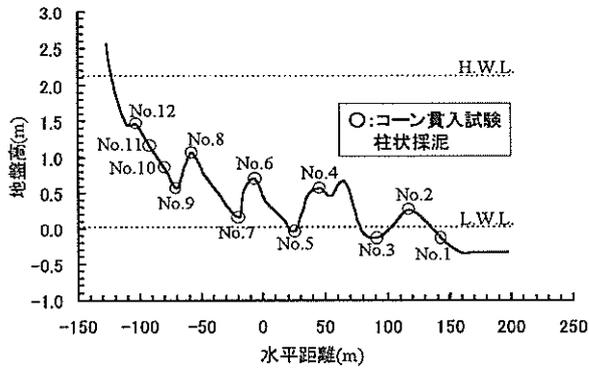


図-D.5.1 コーン貫入試験および柱状採泥位置

表-D.5.1 コーン貫入試験および柱状採泥の有無 (○:有り, ×:無し)

番号	コーン	採泥			
		(0)	① 0-10cm	② 25-35cm	③ 50-60cm
No.1	○	×	○	○	×
No.2	○	×	○	○	○
No.3	○	0-1cm	○	○	×
No.4	○	×	×	×	×
No.5	○	×	×	×	×
No.6	○	×	×	×	×
No.7	○	×	×	×	×
No.8	○	×	○	○	○
No.9	○	×	×	×	×
No.10	×	0-5cm	×	×	×
No.11	×	0-5cm	×	×	×
No.12	×	0-5cm	×	×	×

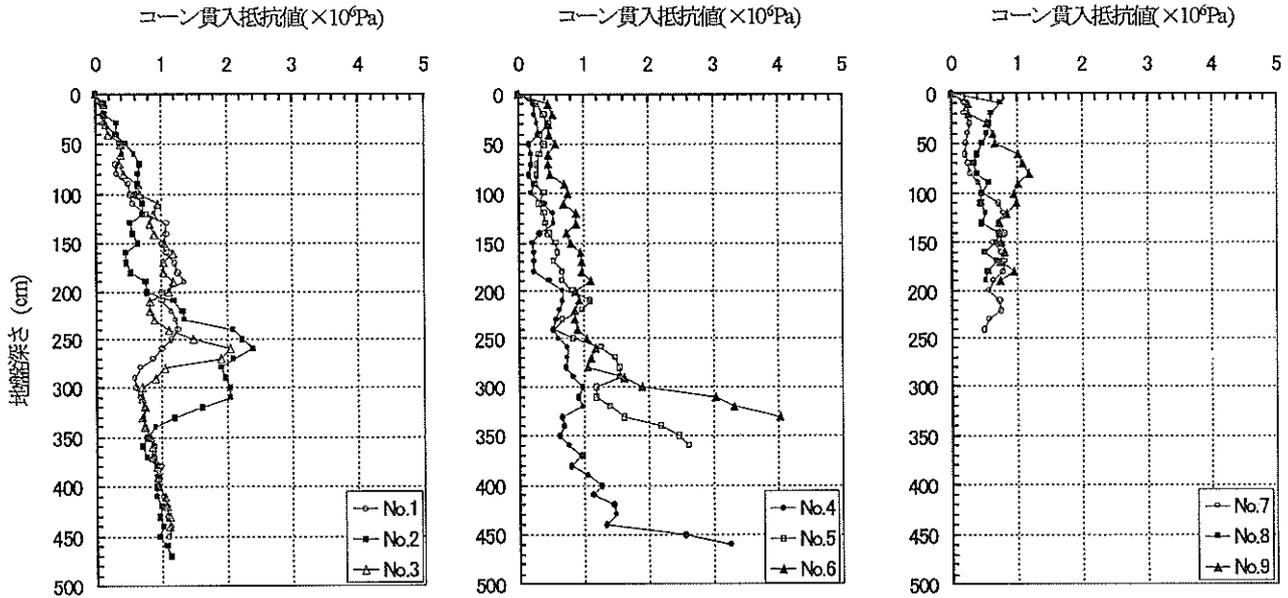


図-D.5.2 コーン貫入抵抗値の鉛直分布

表-D.5.2 各地点における粒度試験結果 (通過百分率)

粒径 (mm)	通貨質量百分率													
	No. 1		No. 2			No. 3			No. 8			No. 10	No. 11	No. 12
	①	②	①	②	③	(0)	①	②	①	②	③	(0)	(0)	(0)
4.000	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	99.0	77.5	98.2
0.850	99.6	96.6	99.8	99.1	99.3	97.8	96.1	98.2	99.8	99.7	98.9	94.4	33.1	88.5
0.425	97.1	71.8	97.3	95.4	94.8	92.2	86.6	92.1	99.5	98.3	97.2	89.6	9.8	62.9
0.250	68.9	36.6	48.8	46.9	45.5	71.6	62.2	69.0	82.1	68.4	67.0	78.3	5.8	28.5
0.180	39.0	19.0	21.0	21.0	20.0	44.0	38.0	45.0	51.0	40.0	45.0	60.9	4.2	10.1
0.150	25.0	12.0	11.0	11.0	11.0	29.0	27.0	32.0	33.0	25.0	35.0	44.5	3.1	4.8
0.106	3.5	3.9	2.3	3.5	3.6	9.5	9.9	13.4	5.7	6.7	21.3	20.6	1.4	1.4
0.075	2.2	2.2	1.7	2.8	2.2	5.9	6.2	10.0	2.7	4.1	17.5	8.7	0.5	0.5

D.5 葛西海浜公園・西なぎさの人工海浜（つづき）

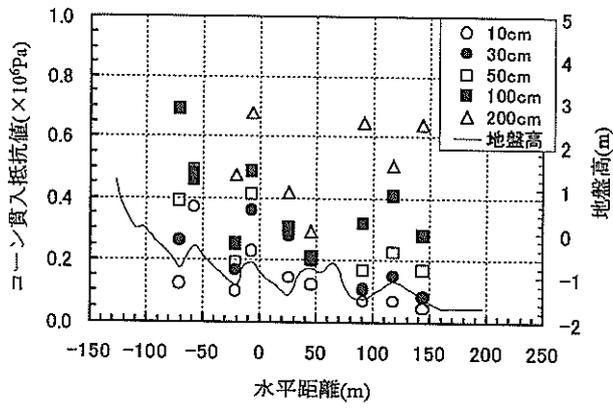


図-D.5.3 各深さまでの平均貫入抵抗値の岸沖分布

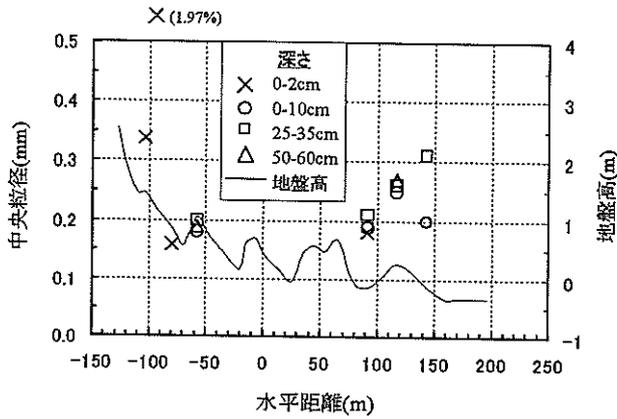


図-D.5.4 中央粒径の岸沖分布

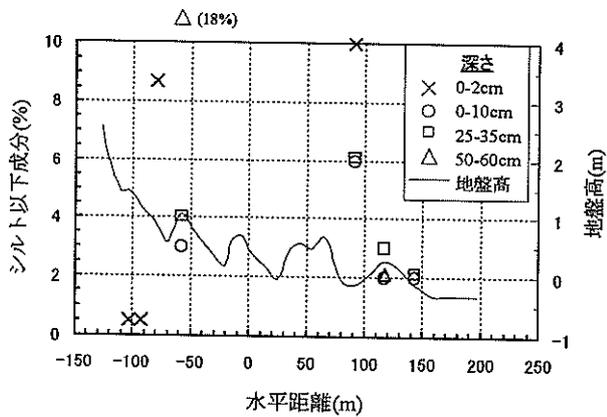


図-D.5.5 シルト成分以下の含有率

D.6 金沢八景・海の公園の人工海浜

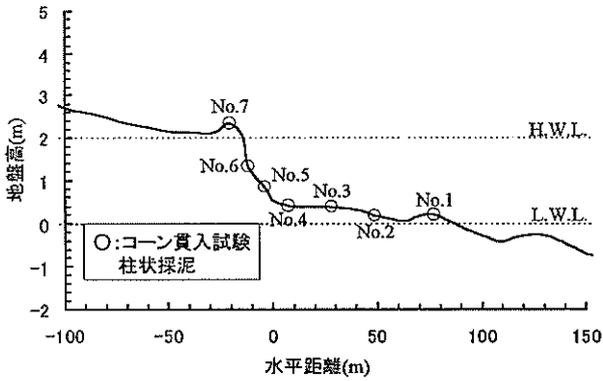


図-D.6.1 コーン貫入試験および柱状採泥位置

表-D.6.1 コーン貫入試験および柱状採泥の有無 (○:有り, ×:無し)

番号	コーン	採泥		
		① 0-10cm	② 20-30cm	③ 40-50cm
No.1	○	×	×	×
No.2	○	×	×	×
No.3	○	○	○	×
No.4 <sup>1)</sup>	×	○	○	×
No.5 <sup>1)</sup>	○	×	×	×
No.6	×	○	○	○
No.7	○	○	○	○

1) No.4からNo.5までの間は1m間隔でコーン貫入試験を行った

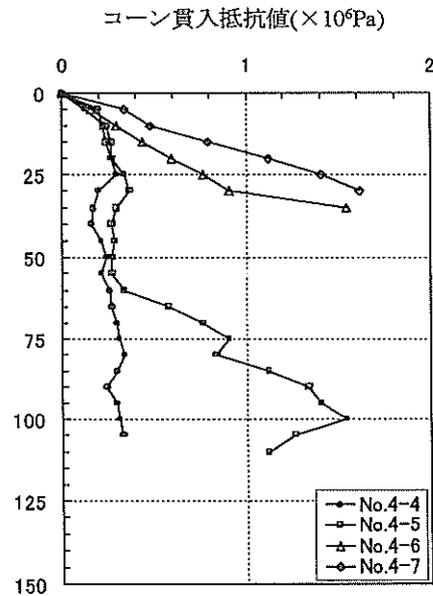
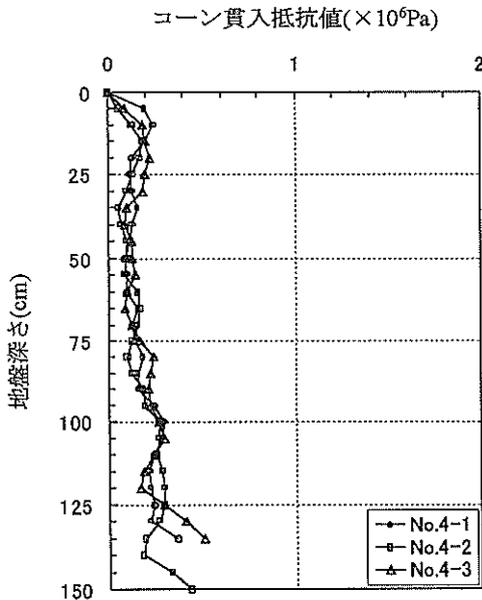
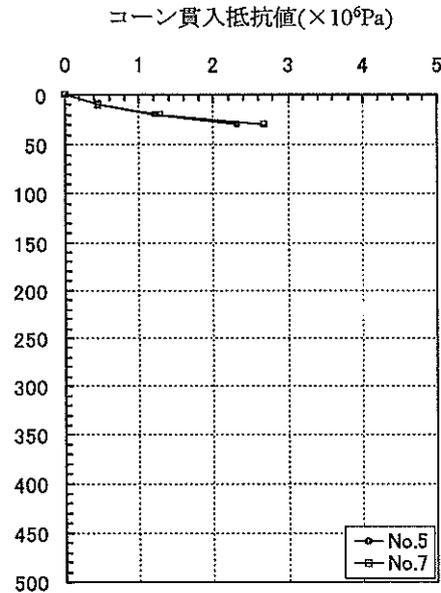
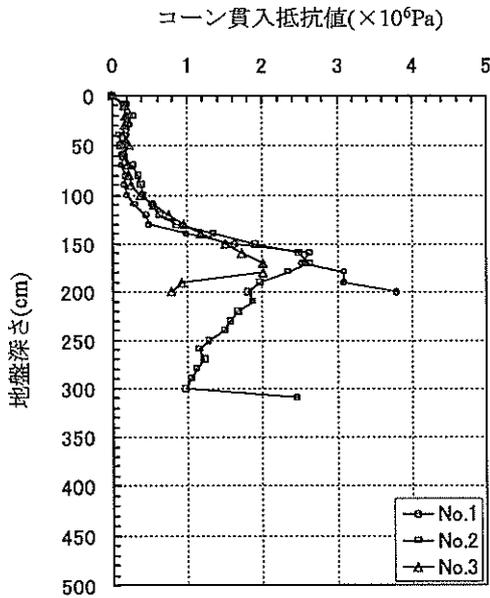


図-D.6.2 コーン貫入抵抗値の鉛直分布

D.6 金沢八景・海の公園の人工海浜（つづき）

表-D.6.2 各地点における粒度試験結果（通過百分率）

粒径 (mm)	通貨質量百分率									
	No. 3		No. 4		No. 6			No. 7		
	①	②	①	②	①	②	③	①	②	③
4.000	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
0.850	95.4	94.8	75.5	98.0	97.6	96.7	93.1	96.0	97.7	96.0
0.425	76.1	66.0	38.0	78.9	82.3	81.2	78.9	82.4	83.9	80.8
0.250	27.2	27.0	11.5	32.6	30.2	33.2	33.2	30.8	40.7	37.9
0.180	9.0	13.0	5.0	15.0	11.0	15.0	16.0	12.0	22.0	18.0
0.150	5.0	10.0	4.0	11.0	8.0	12.0	11.0	9.0	16.0	13.0
0.106	2.9	7.1	3.5	7.3	6.1	9.0	7.1	7.8	10.0	7.7
0.075	2.1	5.4	1.8	5.5	4.6	7.1	5.6	6.2	7.5	6.5

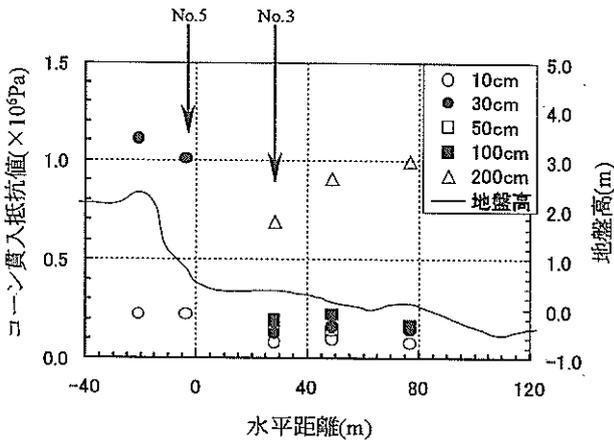


図-D.6.3 各深さまでの平均貫入抵抗値の岸沖分布

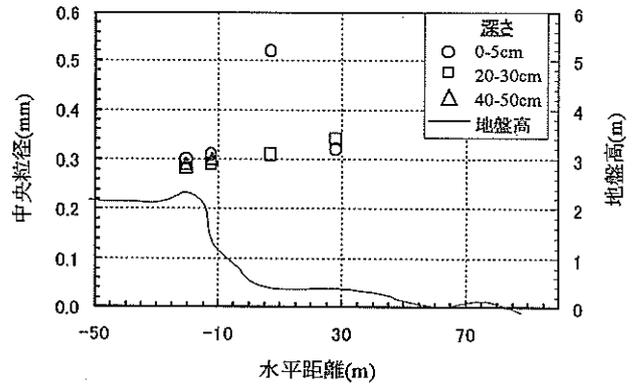


図-D.6.5 中央粒径の岸沖分布

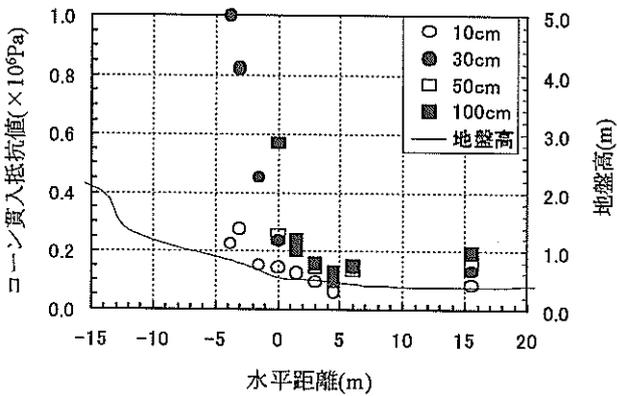


図-D.6.4 図-D.6.3のNo.3からNo.5の間の平均貫入抵抗値の岸沖分布

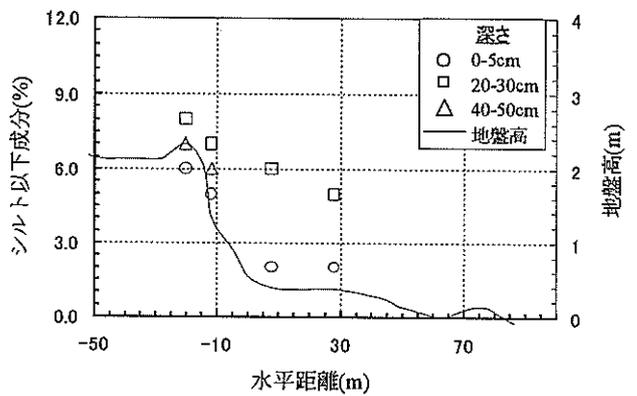


図-D.6.6 シルト成分以下の含有率

D.7 江奈干潟

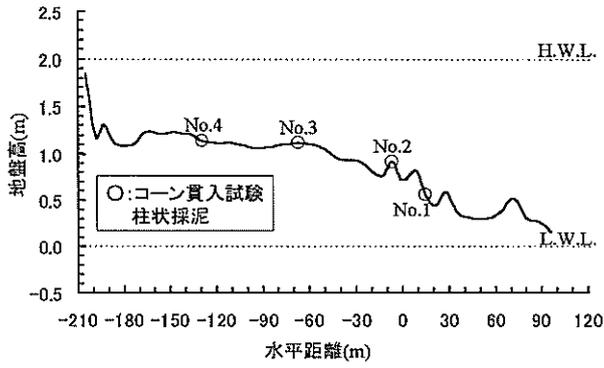


図-D.7.1 コーン貫入試験および柱状採泥位置

表-D.7.1 コーン貫入試験および柱状採泥の有無 (○:有り, ×:無し)

番号	コーン	採泥		
		① 0-10cm	② 20-30cm	③ 40-50cm
No.1	○	○	○	○
No.2	○	○	○	○
No.3	○	○	○	○
No.4	○	○	○	○

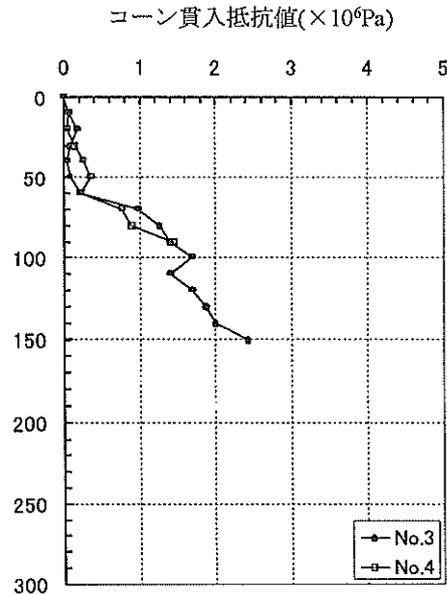
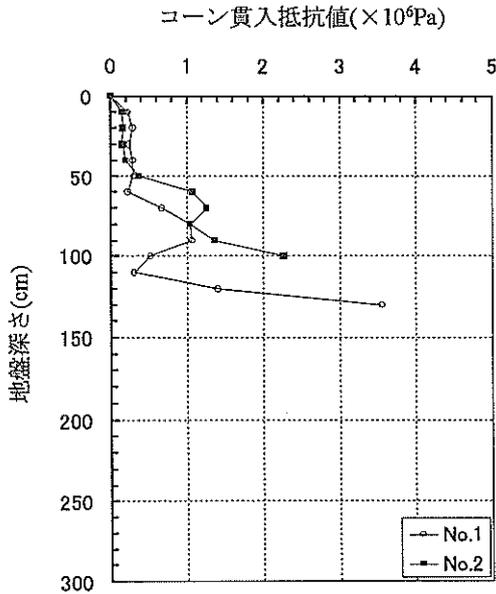


図-D.7.2 コーン貫入抵抗値の鉛直分布

表-D.7.2 各地点における粒度試験結果 (通過百分率)

粒径 (mm)	通貨質量百分率											
	No. 1			No. 2			No. 3			No. 4		
	①	②	③	①	②	③	①	②	③	①	②	③
4.000	98.5	100.0	100.0	99.4	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
0.850	93.7	99.3	98.3	95.5	97.9	98.4	97.5	98.1	98.2	98.5	99.4	95.0
0.425	85.7	96.4	93.7	88.5	92.4	92.4	94.3	95.6	94.5	91.2	98.4	87.4
0.250	78.4	92.4	87.8	79.1	84.6	81.6	90.2	92.1	90.3	79.9	96.5	78.9
0.180	73.0	89.0	84.0	73.0	78.0	74.0	88.0	90.0	87.0	73.0	94.0	74.0
0.150	70.0	88.0	81.0	70.0	75.0	69.0	86.0	88.0	85.0	69.0	93.0	70.0
0.106	64.5	84.1	77.4	64.5	69.0	62.0	82.5	85.1	82.1	62.6	89.0	64.9
0.075	58.5	79.4	73.5	60.0	63.5	56.5	78.4	81.6	79.0	56.9	84.2	60.4
0.0540	52.2	74.0	68.8	55.5	56.9	50.6	73.5	76.8	75.1	50.9	79.3	55.0
0.0390	46.8	68.3	64.5	50.8	51.3	46.6	67.5	71.3	70.7	46.0	74.2	50.9
0.0250	40.2	60.3	58.5	45.0	45.0	41.2	59.0	63.3	64.0	40.1	68.1	45.3
0.0140	33.0	51.8	50.3	37.8	37.9	34.7	48.0	55.3	54.8	34.9	58.3	39.4
0.0100	28.0	46.1	44.8	34.0	33.8	31.1	41.5	50.3	49.6	31.6	51.7	35.7
0.0073	24.2	41.5	40.4	30.6	30.1	28.2	36.5	45.4	45.2	29.0	46.6	32.3
0.0037	18.7	32.4	32.2	24.9	24.5	22.4	28.5	37.4	37.5	23.1	37.9	27.1
0.0015	13.2	24.5	24.0	19.2	19.0	16.6	20.5	29.4	28.4	18.6	28.7	21.9

D.7 江奈干潟 (つづき)

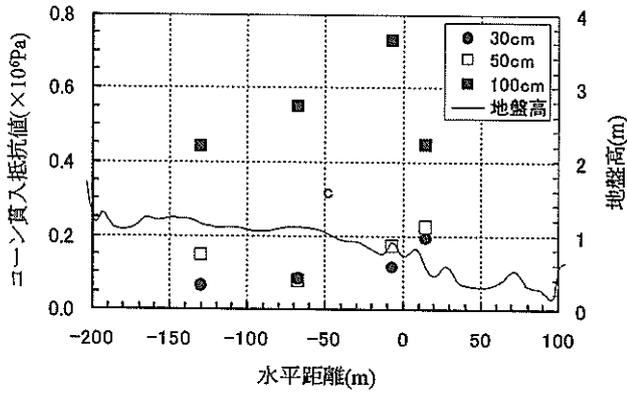


図-D.7.3 各深さまでの平均貫入抵抗値の岸沖分布

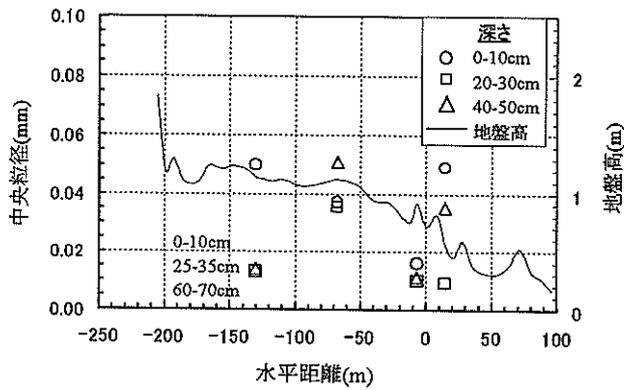


図-D.7.4 中央粒径の岸沖分布

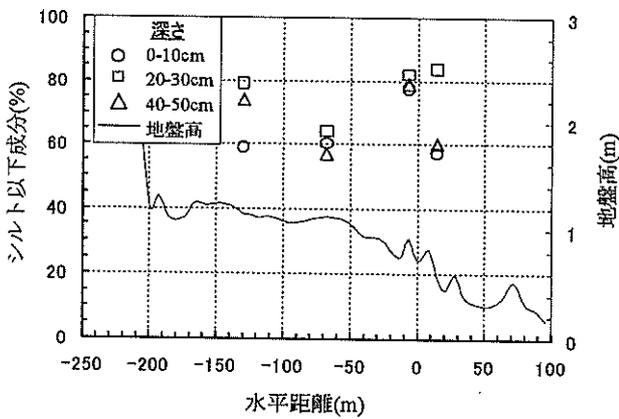


図-D.7.5 シルト成分以下の含有率

D.8 西浦人工干潟

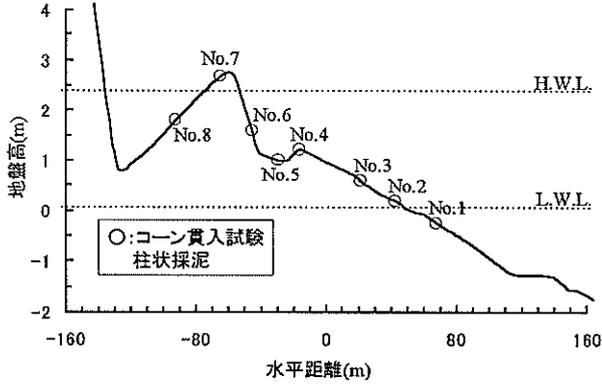


図-D.8.1 コーン貫入試験および柱状採泥位置

表-D.8.1 コーン貫入試験および柱状採泥の有無 (○:有り, ×:無し)

番号	コーン	採泥		
		① 0-10cm	② 30-40cm	③ 60-70cm
No.1	○	○	×	×
No.2	○	○	×	×
No.3	○	○	○	×
No.4	○	○	○	×
No.5	○	○	○	×
No.6	○	○	○	×
No.7	○	○	○	○
No.8	○	○	○	○

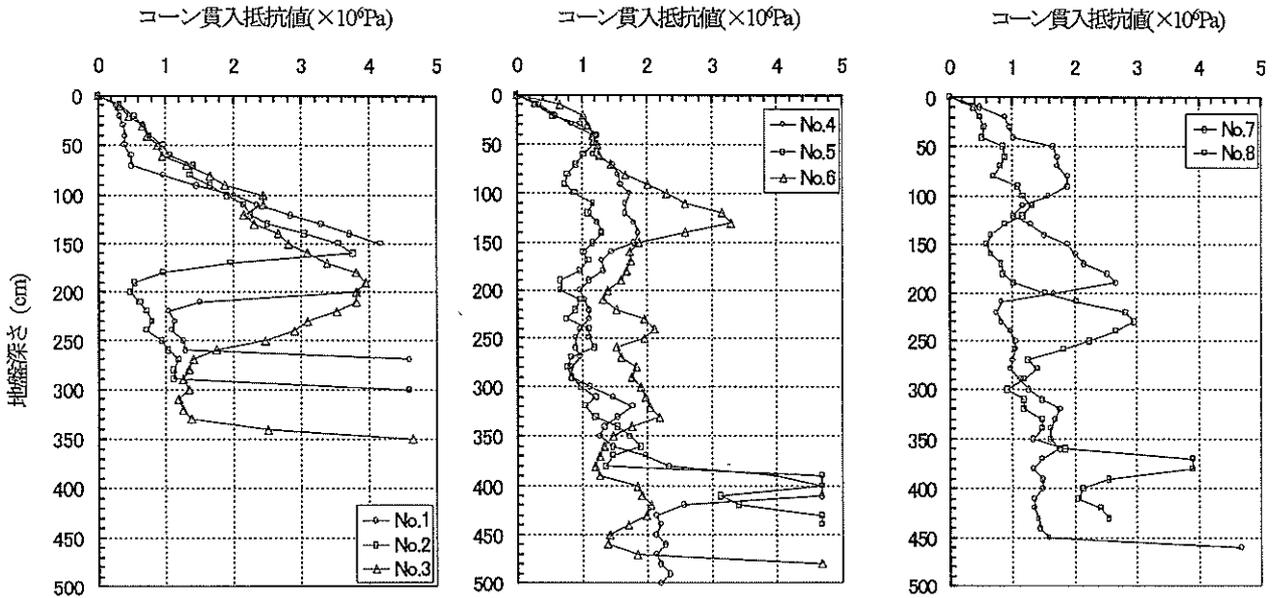


図-D.8.2 コーン貫入抵抗値の鉛直分布

表-D.8.2 各地点における粒度試験結果 (通過百分率)

粒径 (mm)	通貨質量百分率																	
	No. 1		No. 2		No. 3		No. 4		No. 5		No. 6		No. 7			No. 8		
	①	①	①	②	①	②	①	②	①	②	①	②	③	①	②	③		
4.000	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0		
0.850	100.0	99.5	100.0	100.0	100.0	100.0	99.2	100.0	99.7	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0		
0.425	99.7	99.2	99.7	100.0	99.7	99.7	98.9	100.0	99.4	99.7	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0		
0.250	96.0	97.3	98.8	99.2	98.2	95.7	94.3	98.2	98.2	98.4	99.2	98.9	98.5	97.9	98.2	98.8		
0.180	63.0	64.0	66.0	62.0	63.0	63.0	60.0	62.0	66.0	65.0	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0	62.0		
0.150	38.0	35.0	42.0	37.0	35.0	38.0	35.0	35.0	40.0	41.0	33.0	33.0	33.0	33.0	33.0	37.0		
0.106	1.8	2.7	6.0	3.1	2.4	3.5	1.6	3.9	1.5	3.5	1.2	1.6	1.5	1.2	1.1	4.1		
0.075	0.8	1.1	2.7	2.1	1.5	2.4	0.8	1.8	0.6	2.7	0.8	0.7	0.5	0.5	0.5	1.2		

D.8 西浦人工干潟（つづき）

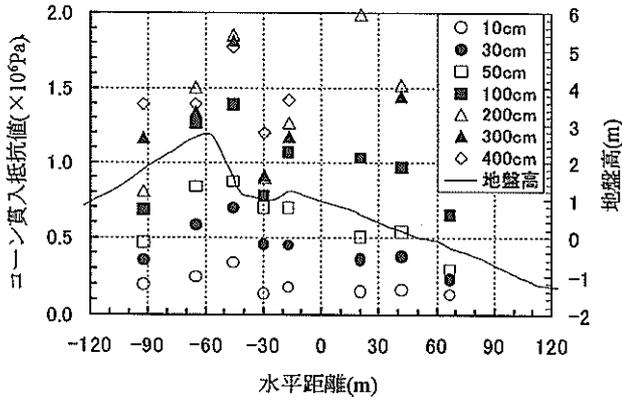


図-D.8.3 各深さまでの平均貫入抵抗値の岸沖分布

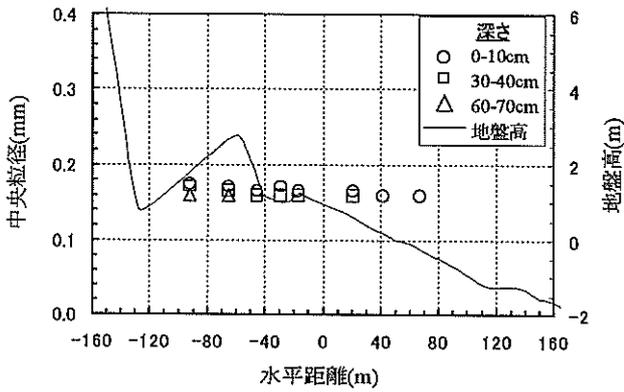


図-D.8.4 中央粒径の岸沖分布

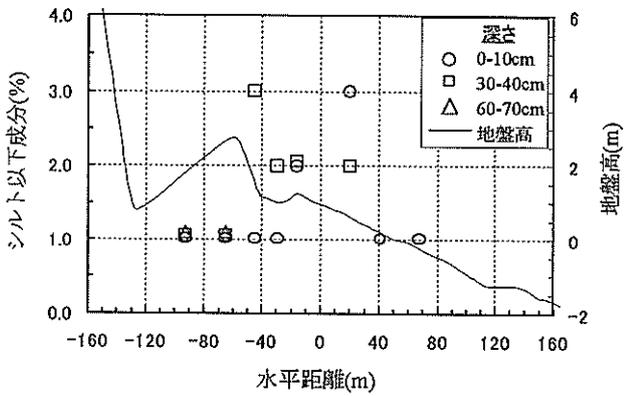


図-D.8.5 シルト成分以下の含有率

D.9 吉田干潟

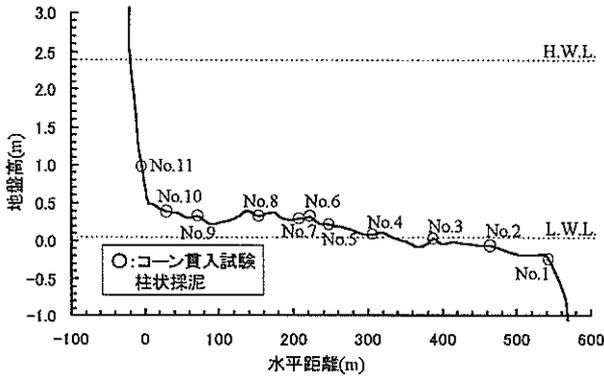


図-D.9.1 コーン貫入試験および柱状採泥位置

表-D.9.1 コーン貫入試験および柱状採泥の有無 (○:有り, ×:無し)

番号	コーン	採泥		
		① 0-10cm	② 30-40cm	③ 60-70cm
No.1	○	○	×	×
No.2	○	○	×	×
No.3	○	○	×	×
No.4	○	○	×	×
No.5	○	○	×	×
No.6	○	○	×	×
No.7	×	○	×	×
No.8	○	○	×	×
No.9	○	○	×	×
No.10	○	○	×	×
No.11	×	○	×	×

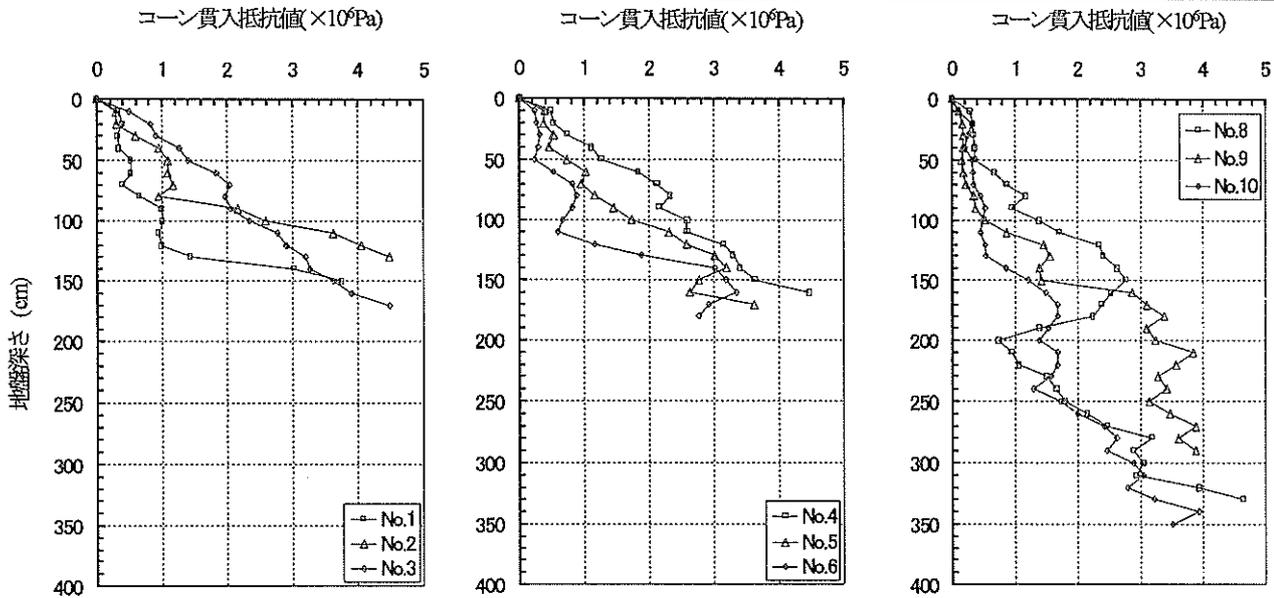


図-D.9.2 コーン貫入抵抗値の鉛直分布

表-D.9.2 各地点における粒度試験結果 (通過百分率)

粒径 (mm)	通貨質量百分率										
	No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5	No. 6	No. 7	No. 8	No. 9	No. 10	No. 11
4.000	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	98.8
0.850	87.9	75.8	66.9	52.0	58.0	68.2	50.9	44.3	59.7	91.9	39.7
0.425	59.9	41.1	27.1	19.7	32.3	38.6	25.7	24.3	38.7	65.1	6.7
0.250	23.0	17.0	13.5	8.6	18.1	17.9	13.6	14.5	25.6	43.4	3.2
0.180	10.0	8.0	8.0	5.0	11.0	10.0	9.0	10.0	19.0	34.0	1.9
0.150	7.0	5.0	5.0	4.0	8.0	8.0	8.0	8.0	15.0	29.0	1.1
0.106	4.8	2.8	2.3	2.0	4.9	5.5	6.3	5.2	10.9	22.9	0.4
0.075	4.1	2.3	1.8	1.6	4.0	4.7	5.5	4.3	8.6	19.0	0.1
0.0540										16.5	
0.0390										13.6	
0.0250										11.5	
0.0140										9.1	
0.0100										8.0	
0.0073										6.5	
0.0037										4.4	
0.0015										2.4	

D.9 吉田干潟 (つづき)

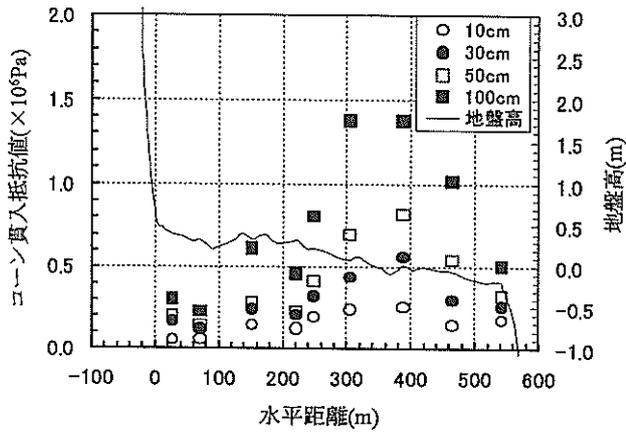


図-D.9.3 各深さまでの平均貫入抵抗値の岸沖分布

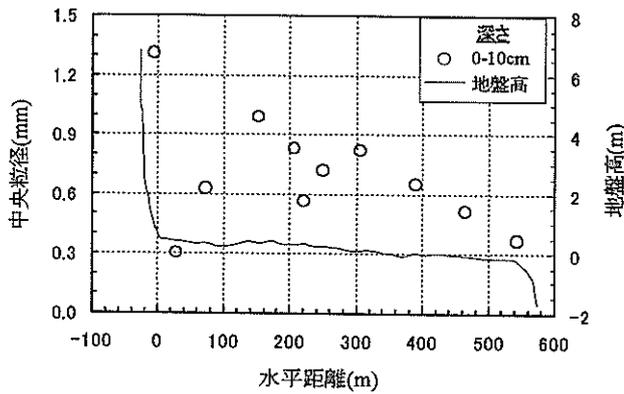


図-D.9.4 中央粒径の岸沖分布

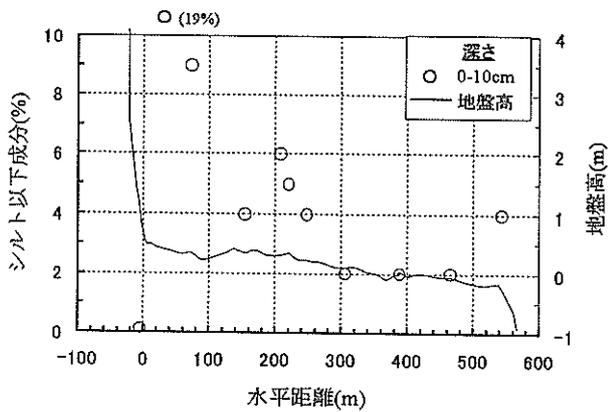


図-D.9.5 シルト成分以下の含有率

D.10 海老地区人工干潟

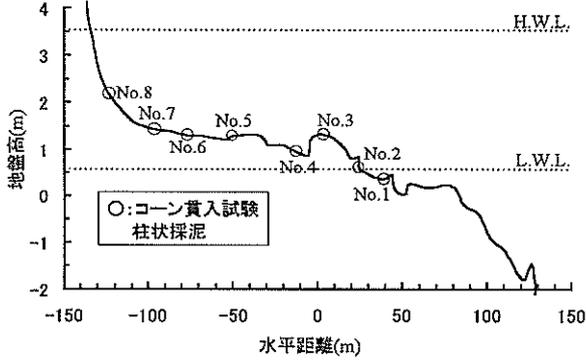


表-D.10.1 コーン貫入試験および柱状採泥の有無 (○:有り, ×:無し)

番号	コーン	採泥				
		① 0-10cm	② 35-45cm	②-1 45-50cm	③ 60-70cm	④
No.1	○	○ 砂+粘	○ 砂+粘		×	
No.2	○	○ 砂	○ 砂+粘		×	
No.3	○	○ 砂	○ 粘		×	
No.4	○	○ 砂	○ 砂	○ 砂+粘	45-50cmで砂+粘の境	
No.5	×	○ 砂	○ 砂		○ 粘	
No.6	○	○ 砂	○ 砂		○ 砂	
No.7	○	○ 砂	○ 砂		×	
No.8	○	○	○ 砂		×	

図-D.10.1 コーン貫入試験および柱状採泥位置

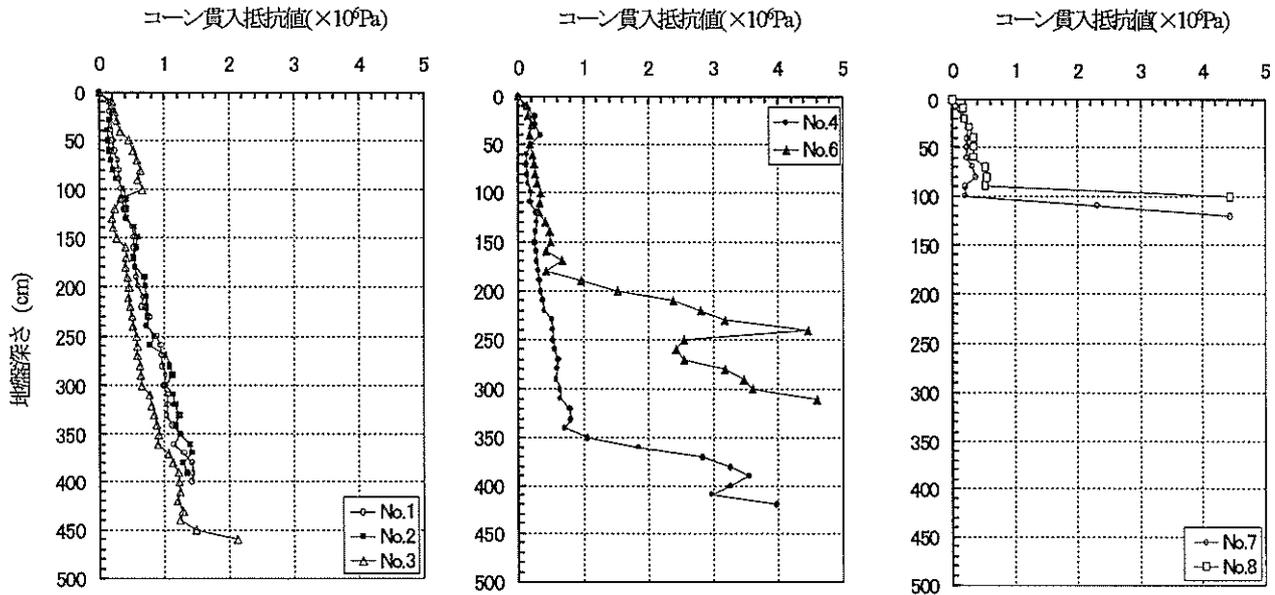


図-D.10.2 コーン貫入抵抗値の鉛直分布

表-D.10.2 各地点における粒度試験結果 (通過百分率)

粒径 (mm)	通貨質量百分率																		
	No. 1		No. 2		No. 3		No. 4			No. 5			No. 6			No. 7		No. 8	
	①	②	①	②	①	②	①	②	②-1	①	②	③	①	②	③	①	②	①	②
4.000	100.0	100.0	100.0	100.0	97.1	94.3	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
0.850	95.2	100.0	86.7	96.2	66.6	43.8	75.0	45.9	67.4	68.6	70.9	98.8	93.7	85.7	88.2	90.8	74.6	81.8	81.4
0.425	89.0	99.6	59.0	93.2	34.9	19.1	53.4	26.6	54.9	45.3	48.0	96.1	72.9	58.9	68.4	62.2	46.0	40.5	49.1
0.250	83.2	9.3	37.0	90.9	10.3	4.9	34.9	14.4	47.9	26.7	29.4	93.7	45.7	34.3	51.1	41.8	30.0	19.8	26.4
0.180	79.0	99.5	29.0	89.0	3.7	2.0	28.0	10.0	45.0	20.0	23.0	92.0	33.0	24.0	42.0	32.0	22.0	13.0	18.0
0.150	77.0	99.0	26.0	88.0	2.1	1.5	26.0	9.0	43.0	18.0	20.0	91.0	29.0	19.0	37.0	26.0	19.0	10.0	15.0
0.106	72.9	98.5	21.5	85.6	1.4	1.2	21.8	7.9	38.4	14.5	16.9	89.0	21.1	13.4	28.3	17.9	13.5	7.1	10.8
0.075	69.4	97.1	18.2	83.3	1.1	1.1	18.3	6.7	35.1	12.6	14.9	87.0	16.2	9.7	22.0	13.3	11.1	5.4	8.5
0.0540	66.2	94.8		80.4					32.9			83.9							
0.0390	62.4	91.3		76.8					29.3			79.5							
0.0250	57.5	85.5		71.3					25.3			74.5							
0.0140	51.4	76.7		63.5					20.4			67.5							
0.0100	47.6	70.8		58.0					18.2			61.2							
0.0073	44.3	65.0		53.2					16.0			56.8							
0.0037	37.8	53.3		44.1					12.0			46.7							
0.0015	30.1	40.4		33.9					8.4			35.3							

D.10 海老地区人工干潟 (つづき)

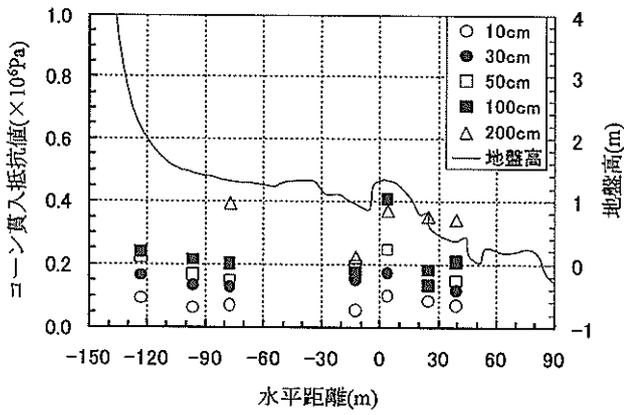


図-D.10.3 各深さまでの平均貫入抵抗値の岸沖分布

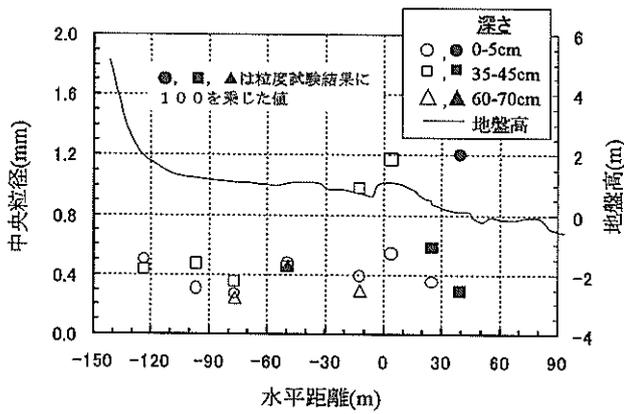


図-D.10.4 中央粒径の岸沖分布

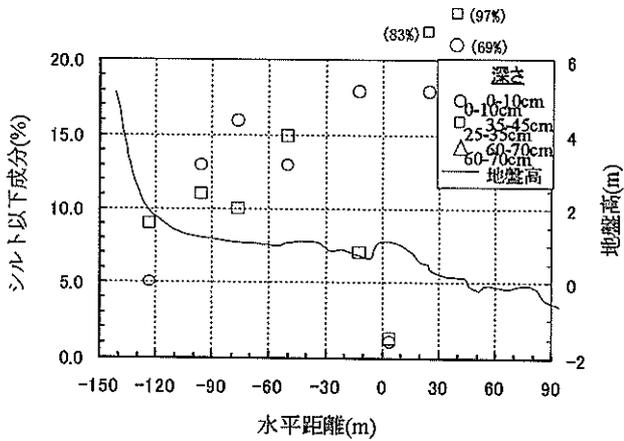


図-D.10.5 シルト成分以下の含有率

D.11 百島地区人工干潟

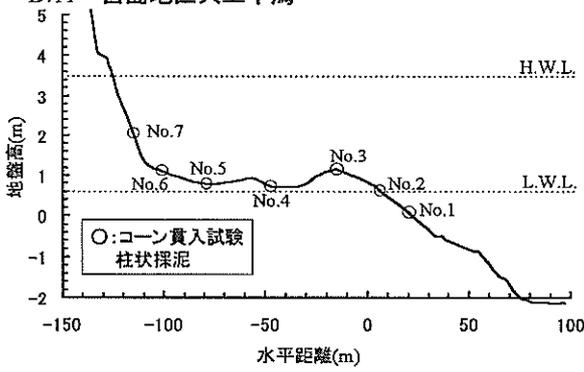


表-D.11.1 コーン貫入試験および柱状採泥の有無 (○:有り, ×:無し)

番号	コーン	採泥				
		① 0-10cm	①-1 10-20cm	② 35-45cm	③ 60-70cm	④
No.1	○	○ 砂	○ 砂	×	×	
No.2	○	○ 砂		○ 砂	○ 砂+粘	
No.3	○	○ 砂		○ 砂	○ 粘	
No.4	○	○ 砂		○ 砂	○ 粘	
No.5	○	○ 砂		○ 砂	○ 粘	
No.6	○	○ 砂		○ 砂	③はNo.5の③とは異なる	
No.7	○	○ 砂		○ 砂	○ 砂	

図-D.11.1 コーン貫入試験および柱状採泥位置

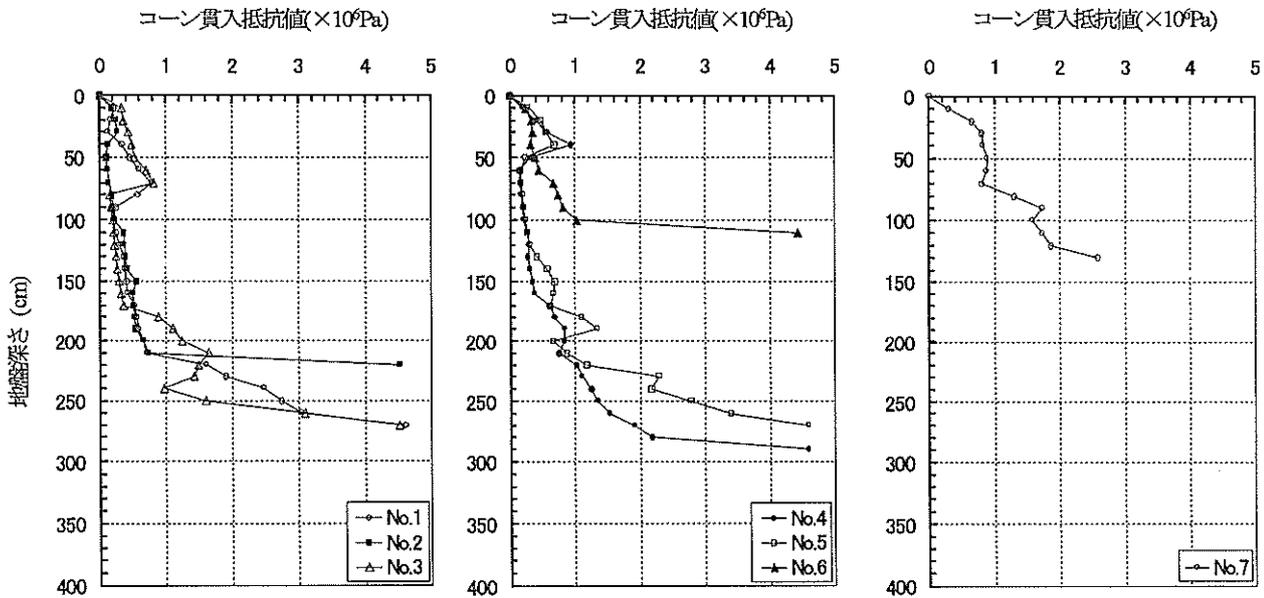


図-D.11.2 コーン貫入抵抗値の鉛直分布

表-D.11.2 各地点における粒度試験結果 (通過百分率)

粒径 (mm)	通貨質量百分率																		
	No. 1		No. 2			No. 3			No. 4			No. 5			No. 6		No. 7		
	①	②	①	②	③	①	②	③	①	②	③	①	②	③	①	②	①	②	③
4.000	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	96.2	93.8	100.0	100.0	98.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	95.1	94.7	90.6
0.850	64.7	52.2	75.1	76.9	96.2	47.0	37.3	100.0	89.7	82.4	99.6	92.9	86.3	97.9	95.4	64.5	25.2	38.4	38.1
0.425	29.9	27.0	43.7	54.3	93.2	18.5	18.3	98.8	58.7	45.4	97.8	61.7	52.6	93.7	76.0	40.6	11.7	21.7	20.1
0.250	10.9	16.0	23.6	40.5	90.2	2.7	4.6	97.6	28.2	9.5	96.5	26.2	22.8	89.1	48.2	23.6	7.5	13.4	8.4
0.180	8.0	13.0	17.0	34.0	88.0	0.8	2.0	97.5	19.0	3.4	95.5	18.0	16.0	86.0	38.0	18.0	5.1	7.5	4.9
0.150	7.0	11.0	15.0	32.0	87.0	0.6	1.3	97.0	17.0	2.1	95.0	16.0	14.0	84.0	33.0	16.0	3.4	4.1	3.4
0.106	6.1	9.3	12.5	26.6	84.1	0.4	0.8	96.5	16.4	0.9	93.4	14.5	12.0	80.6	24.4	12.3	1.5	1.1	1.8
0.075	5.4	7.9	10.5	22.9	81.8	0.2	0.7	95.3	14.3	0.6	91.2	12.7	10.1	76.4	18.8	10.0	0.9	0.6	1.1
0.0540					79.2			93.8			89.1			72.4					
0.0390					76.2			91.9			86.2			68.5					
0.0250					72.0			88.8			80.6			62.9					
0.0140					64.7			82.5			70.7			56.7					
0.0100					60.5			76.9			64.3			52.2					
0.0073					56.2			70.6			58.0			48.3					
0.0037					47.8			58.8			45.2			40.4					
0.0015					36.3			44.4			33.2			30.9					

D.11 百島地区人工干潟（つづき）

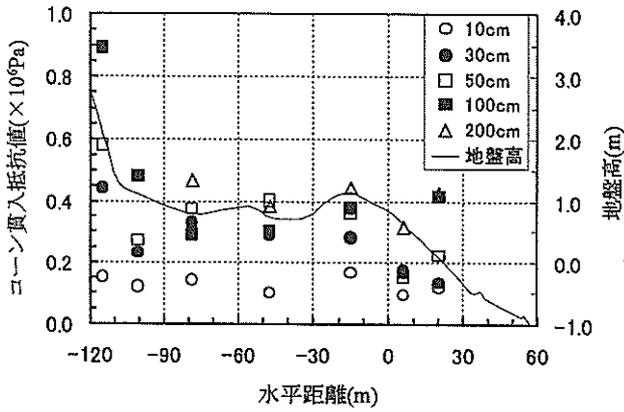


図-D.11.3 各深さまでの平均貫入抵抗値の岸沖分布

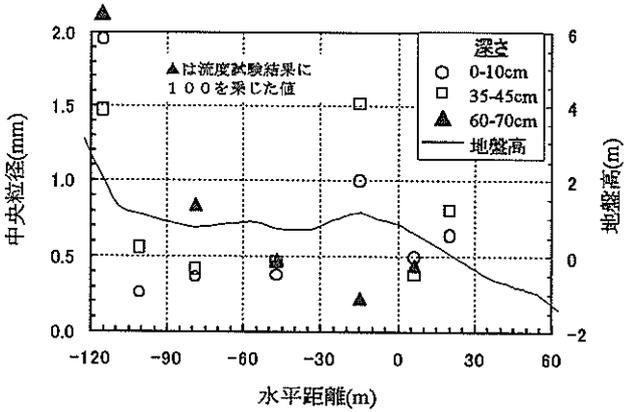


図-D.11.4 中央粒径の岸沖分布

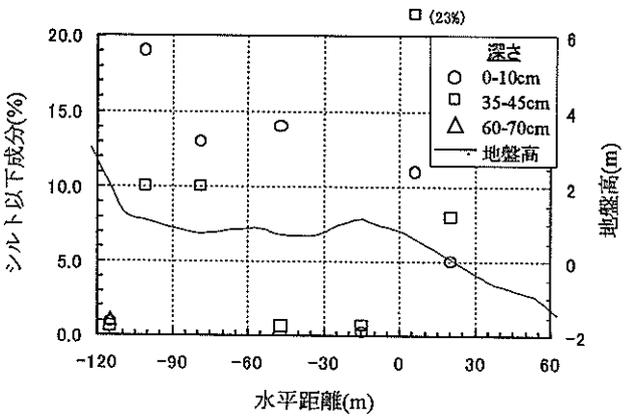


図-D.11.5 シルト成分以下の含有率

D.12 五日市地区人工干潟

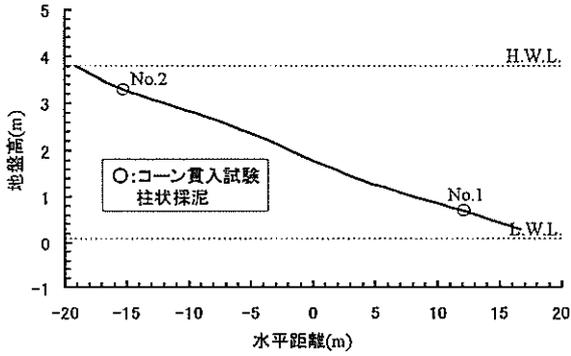


表-D.12.1 コーン貫入試験および柱状採泥の有無 (○:有り, ×:無し)

番号	コーン	採泥			
		① 0-5cm	② 15-20cm	③ 40-45cm	④ 60-70cm
No.1	○	○	○	○	○
No.2	×	○	×	○	×

図-D.12.1 コーン貫入試験および柱状採泥位置

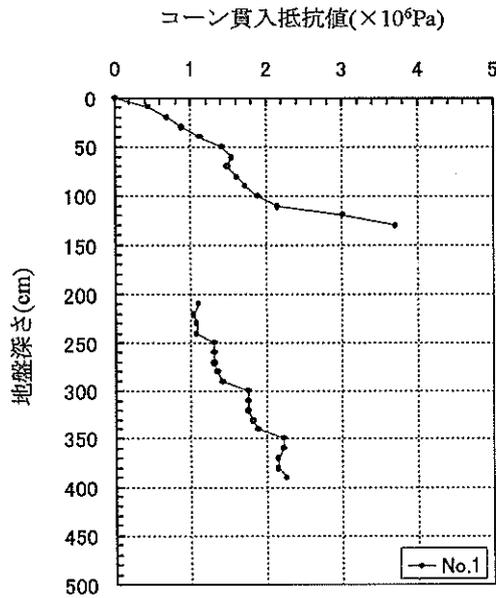


図-D.12.2 コーン貫入抵抗値の鉛直分布

表-D.12.2 各地点における粒度試験結果 (通過百分率)

粒径 (mm)	通貨質量百分率					
	No. 1				No. 2	
	①	②	③	④	①	③
4.000	65.5	75.3	86.7	77.0	89.5	95.4
0.850	24.3	34.3	39.8	37.6	46.8	73.1
0.425	8.4	16.6	18.6	19.7	19.7	45.4
0.250	1.7	7.4	8.7	9.9	5.7	19.3
0.180	0.5	3.9	3.9	5.2	2.1	8.7
0.150	0.2	1.9	2.8	1.6	0.4	4.9
0.106	0.0	0.5	0.9	0.2	0.3	1.9
0.075	0.0	0.2	0.2	0.0	0.1	0.6

D.12 五日市地区人工干潟（つづき）

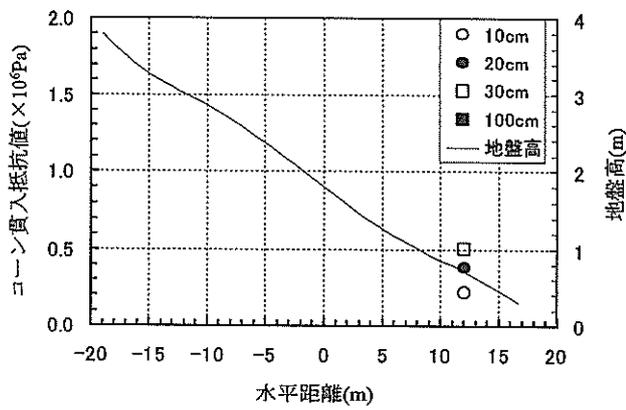


図-D.12.3 各深さまでの平均貫入抵抗値の岸沖分布

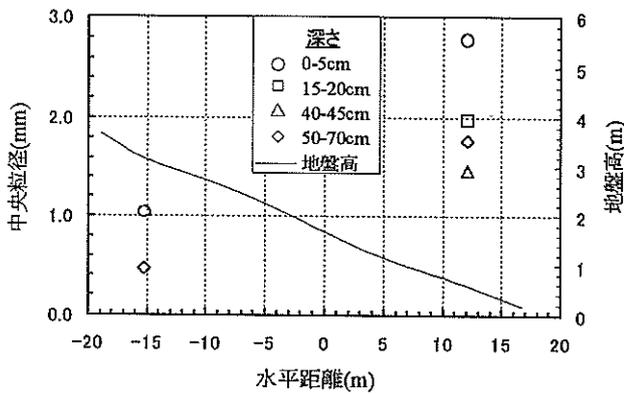


図-D.12.4 中央粒径の岸沖分布

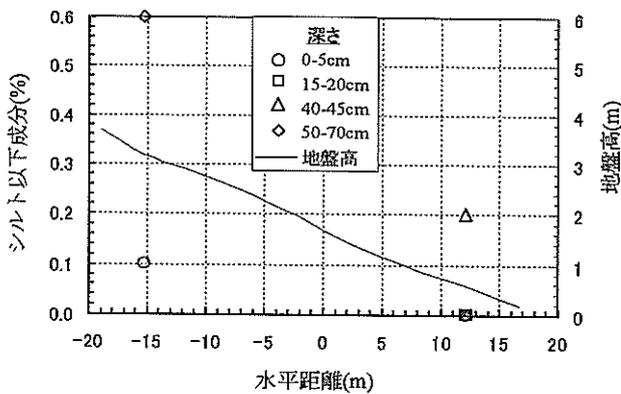


図-D.12.5 シルト成分以下の含有率

D.13 三田尻人工干潟

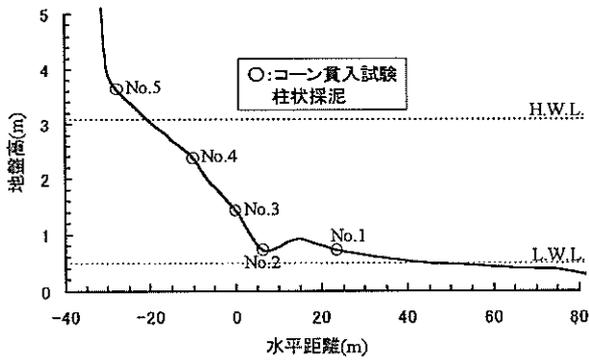


表-D.13.1 コーン貫入試験および柱状採泥の有無 (○:有り, ×:無し)

番号	コーン	採泥		
		① 0-10cm	② 25-35cm	③ 60-65cm
No.2	○	○	○	×
No.4	○	○	○	○
No.5	○	○	○	×

図-D.13.1 コーン貫入試験および柱状採泥位置

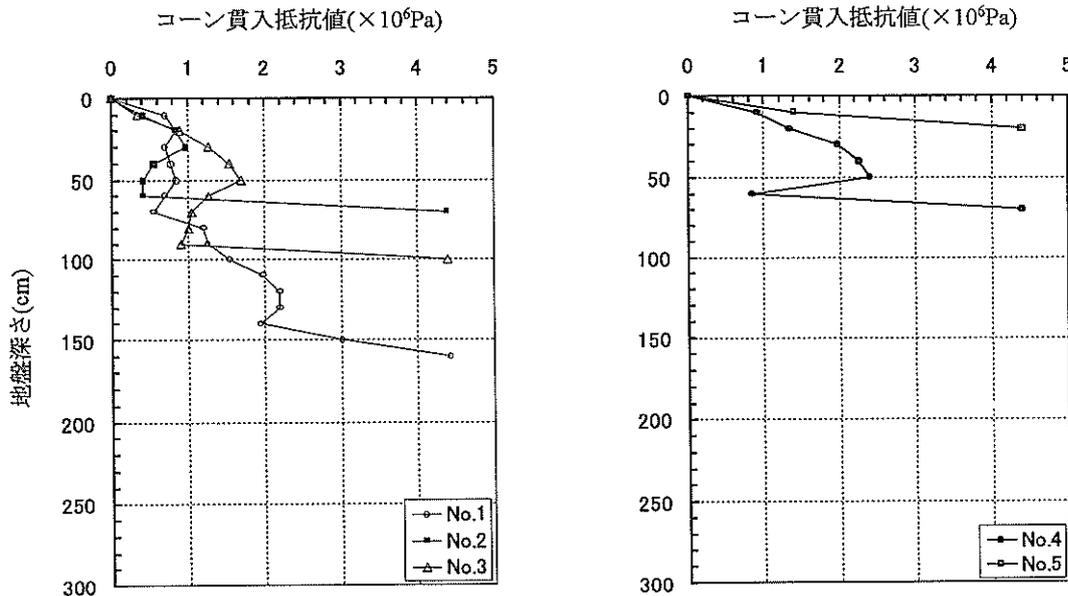


図-D.13.2 コーン貫入抵抗値の鉛直分布

表-D.13.2 各地点における粒度試験結果 (通過百分率)

粒径 (mm)	通貨質量百分率						
	No. 2		No. 4			No. 5	
	①	②	①	②	③	①	②
4.000	98.5	95.7	96.5	88.4	76.5	100.0	84.3
0.850	92.0	94.1	74.8	57.5	29.2	94.0	45.5
0.425	87.8	92.0	52.7	34.3	17.9	56.7	17.8
0.250	79.5	83.8	25.6	22.0	14.2	14.7	4.9
0.180	60.5	65.2	8.5	13.8	9.3	2.1	1.9
0.150	45.4	46.4	3.0	7.8	4.6	0.6	1.2
0.106	21.7	17.3	0.8	2.6	1.2	0.2	0.7
0.075	10.5	7.0	0.4	1.4	0.6	0.1	0.5

D.13 三田尻人工干潟 (つづき)

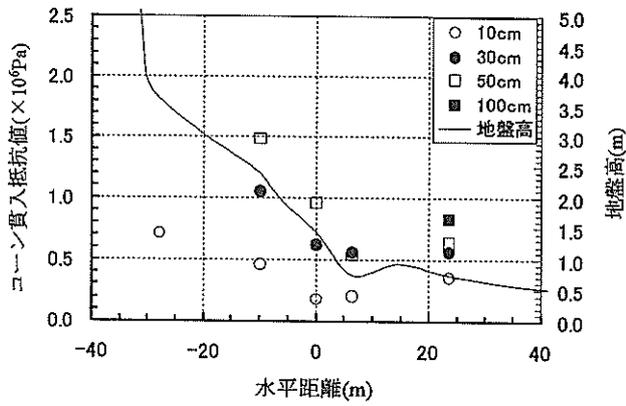


図-D.13.3 各深さまでの平均貫入抵抗値の岸沖分布

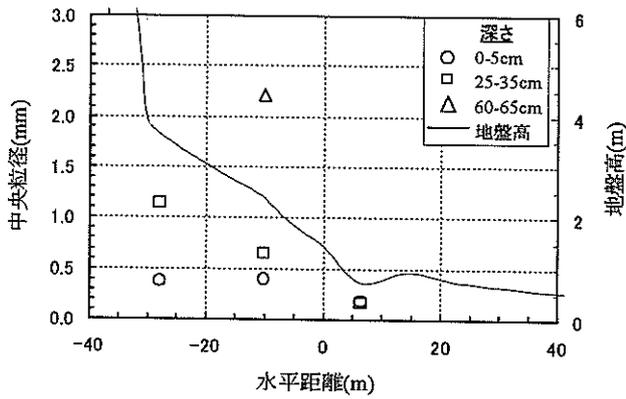


図-D.13.4 中央粒径の岸沖分布

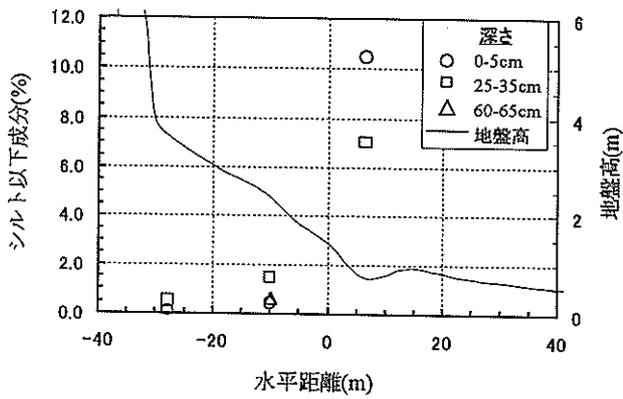


図-D.13.5 シルト成分以下の含有率

D.14 大海湾人工干潟

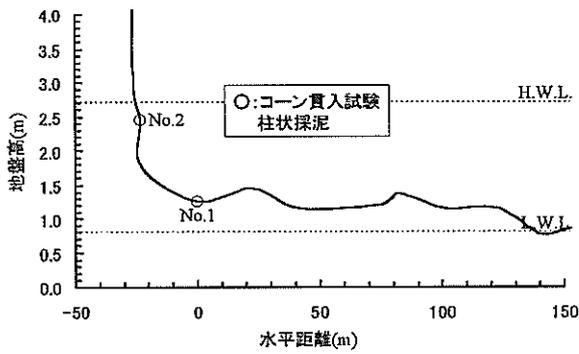


表-D.14.1 コーン貫入試験および柱状採泥の有無 (○:有り, ×:無し)

番号	コーン	採泥		
		① 0-10cm	② 40-50cm	③ 50-60cm
No.1	○	×	×	×
No.2	○	○	○	○
No.3	○	○	○	×

図-D.14.1 コーン貫入試験および柱状採泥位置

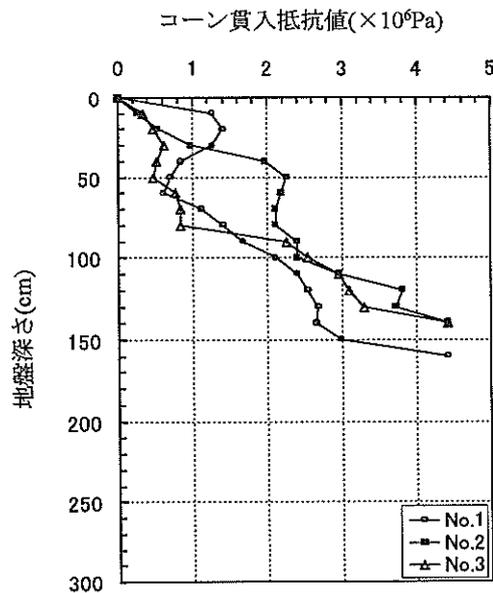


図-D.14.2 コーン貫入抵抗値の鉛直分布

表-D.14.2 各地点における粒度試験結果 (通過百分率)

粒径 (mm)	通貨質量百分率				
	No. 2			No. 3	
	①	②	③	①	②
4.000	96.1	99.9	98.1	99.8	99.1
0.850	82.9	87.9	68.7	67.1	52.8
0.425	45.2	47.1	30.7	11.4	9.6
0.250	11.4	14.7	9.7	0.4	2.2
0.180	4.8	6.8	5.3	0.1	1.5
0.150	3.1	4.4	3.6	0.1	0.9
0.106	1.9	2.8	2.3	0.0	0.3
0.075	0.8	1.8	1.6	0.0	0.0

D.14 大海湾人工干潟 (つづき)

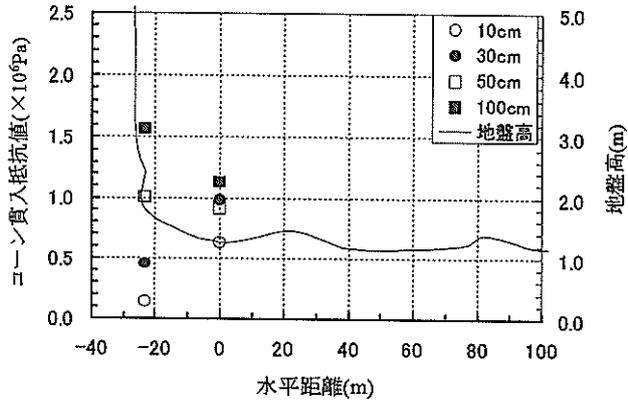


図-D.14.3 各深さまでの平均貫入抵抗値の岸沖分布

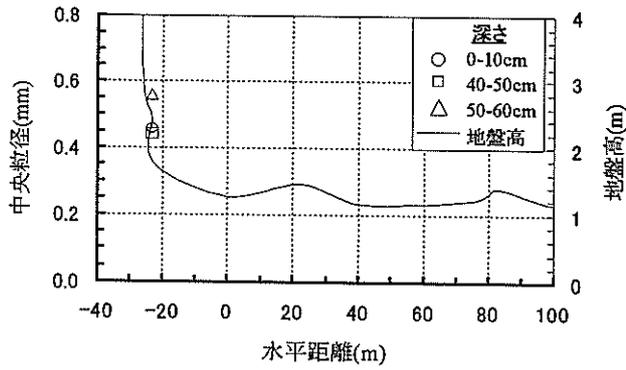


図-D.14.4 中央粒径の岸沖分布

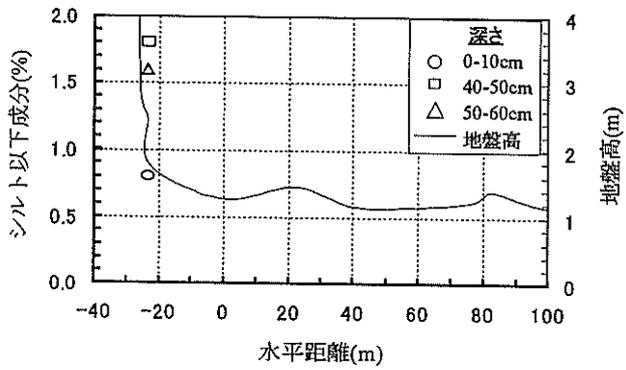


図-D.14.5 シルト成分以下の含有率

D.15 和白干潟

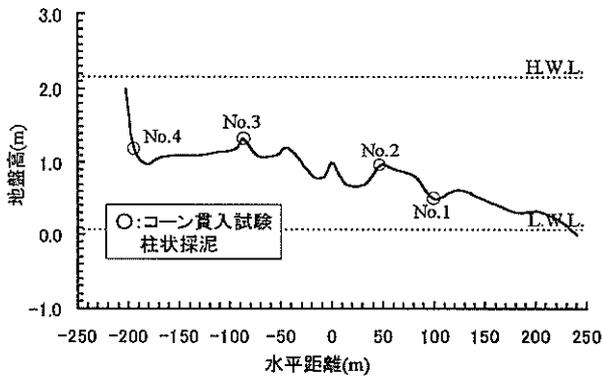


図-D.15.1 コーン貫入試験および柱状採泥位置

表-D.15.1 コーン貫入試験および柱状採泥の有無 (○:有り, ×:無し)

番号	コーン	採泥		
		① 0-10cm	② 30-40cm	③ 60-70cm
No.1	×	○	×	×
No.2	×	○	○	○
No.3	×	○	×	○
No.4	×	○	×	×

表-D.15.2 各地点における粒度試験結果 (通過百分率)

粒径 (mm)	通貨質量百分率							
	No. 1		No. 2			No. 3		No. 4
	①	①	②	③	①	②	①	
4.000	100.0	100.0	100.0	94.5	100.0	90.5	100.0	
0.850	95.0	99.1	96.8	88.8	98.0	86.7	89.6	
0.425	69.6	43.3	42.3	35.6	55.4	39.9	19.5	
0.250	19.3	4.7	5.9	6.1	10.5	5.7	5.1	
0.180	7.0	2.0	3.0	2.1	5.0	2.0	4.0	
0.150	4.0	1.0	2.0	1.0	3.0	1.1	3.0	
0.106	2.2	0.9	1.6	0.5	1.6	0.4	2.1	
0.075	1.1	0.5	1.3	0.3	1.0	0.0	1.6	

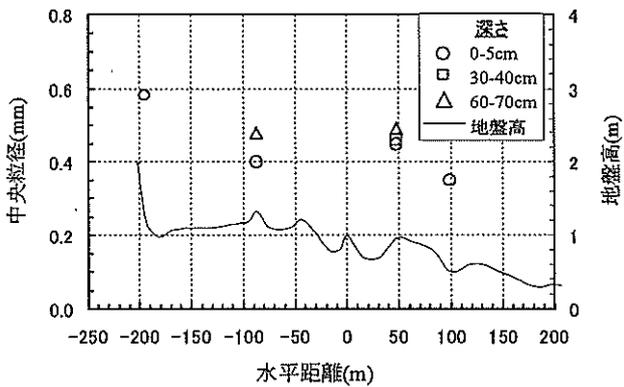


図-D.15.2 中央粒径の岸沖分布

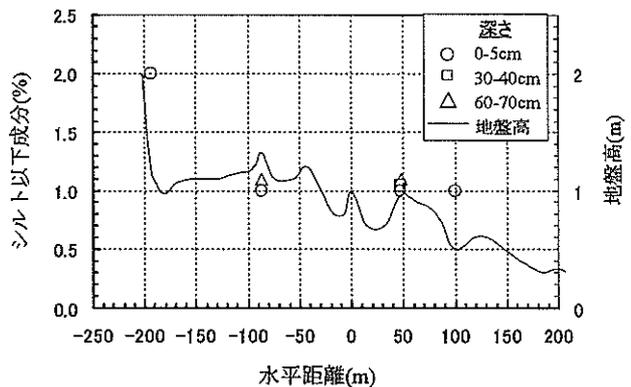


図-D.15.3 シルト成分以下の含有率

港湾空港技術研究所資料 No.1010

2001.9

編集兼発行人 独立行政法人港湾空港技術研究所

発行所 独立行政法人港湾空港技術研究所  
横須賀市長瀬3丁目1番1号  
TEL.0468(44)5040 URL.<http://www.pari.go.jp/>

印刷所 株式会社 あんざい

Copyright © (2001) by PARI

All rights reserved. No part this book must be reproduced by any means without the written permission of the President of PARI.

この資料は、港湾空港技術研究所理事長の承認を得て刊行したものである。したがって、本報告書の全部または一部の転載、複写は港湾空港技術研究所理事長の文書による承認を得ずしてこれを行ってはならない。