

河川汽水域における干潟再生に関する研究

Reconstruction of Intertidal Flat in an Estuary

竹沢幸英* 保持尚志** 上田薫利** 松田幸恵**
Yukiei Takezawa Takashi Yasumochi Kaori Ueda Sachie Matsuda

ABSTRACT :

Intertidal flat areas are recently reducing under influence of various artificial actions in Japan. In Shin-Yodo River's estuary, in Osaka Prefecture, there were about 180 ha intertidal flat areas in 1951, but they decreased to 50ha (about 28%) in 1999. We tried to make a reconstructible test plan taking 'natural reactions', such as heaps of soil and influences of water flow, into consideration, in addition to some useful factors in a typical intertidal flat area of Shin-Yodo River. In the typical intertidal flat area, a lot of benthic animals and water plants inhabited under each soil condition, such as level and silt-clay. In a new reconstructible area, which was built in 2003 and doesn't have enough time for new living things, there were only a few benthic animals, but it had similar solid conditions to the former. After some years, it will be able to expected to become 'a new typical intertidal flat area' in Shin-Yodo River. Our following consideration is to understand unsure 'natural reactions' by continued observations of this test plan.

KEYWORDS : Reconstruction, Intertidal Flat, Estuary, Benthic Animal, Water Plant

1. はじめに

河口の干潟には特徴的な動植物が生息・生育し、生態系の構成及び生物の多様性に寄与しているが、改修や埋立などにより多くが失われたといわれる¹⁾。一方で、国や地方自治体によって干潟の再生(Reconstruction)事業が実施されており、自然再生事業として注目されている。

海域(河川区域外)では、1970年代以降、約900haの人工干潟が再生・造成されている²⁾。物理的、生物学的なモニタリング調査や評価が行われており^{3)~5)}、人工干潟の計画、設計の考え方が示されている²⁾⁶⁾⁷⁾。しかし河川(河道内)の干潟については、再生・造成事例は少なく、評価も十分行われていない。河川は上下流方向への流れが発生することや比較的波浪の影響が小さいことなど、海域とは異なる状況が考えられる。本研究では新淀川における調査、実験に基づき河川汽水域における干潟の再生・造成についての考え方を考察した。

2. フィールドの設定について

本研究では干潟再生のフィールドとして新淀川(大阪市)を取り上げた。新淀川は1910年に開削された延長約10kmの放水路で、汽水域となっている。開削当初から河道内に干潟が存在したとは考えにくい⁸⁾が、1948年の航空写真⁸⁾では距離標1~8kmの左右岸に幅約200mの干潟が形成されている。国土交通省淀川河川事務所の調査⁹⁾によると、1951年には約180haあった干潟が、1999年には50haに減少した。原因として高水敷の造成、地盤沈下による消失などが考えられている。新淀川は人工開削された河道であるが、河岸沿いに自然の作用により干潟が形成され、その後人為的影響により消失したと考えられる。

*国土交通省近畿地方整備局 Kinki Regional Development Bureau Ministry of Land, Infrastructure and Transport

**総合科学株式会社 Sogokagaku Inc.

3. 現況干潟調査

3. 1 現地調査

新淀川の距離標 7.6~8.0 km 右岸にある面積約 20ha の十三干潟(図-1)において、断面形状、底質、底生動物、植生について 2002 年 8 月に調査した。

十三干潟は航空写真⁸⁾によると、昭和 20 年代には存在しており、昭和 40 年代に高水敷の造成によって一部が消失したが、その後は大きな形状変化は見られない。高水敷河岸の前面にある他の干潟と比較して古くから残存しており、新淀川における干潟の代表的な形状であると考えられる。

図-2 に示す測線を設け、断面形状の測量を行った。底質は測線に沿って目視観察により泥、砂泥、砂等に分類し、それぞれ各 1 点でサンプルを採取して、粒度分布と強熱減量を測定した。底生動物は測線に沿って底泥採取による定量採集と目視観察による任意採集を行い、室内分析により種を同定した。植生は測線沿いに目視観察によって生育種を記録し、植生の変化点の標高を計測した。

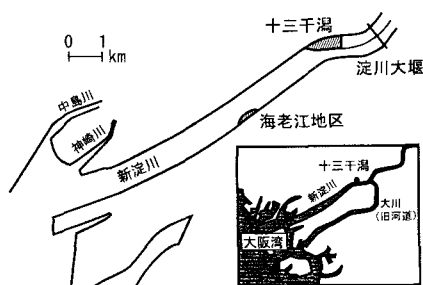


図-1 十三干潟概要

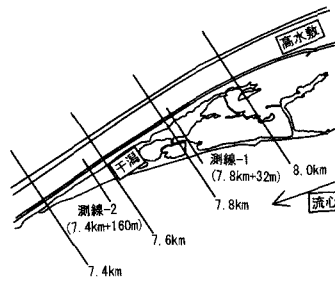


図-2 測線の設定

3. 2 結果

(1) 断面形状

図-3 に断面形状と底質の分類を示した。干潟は朔望平均干潮位(O.P. 0.55m)から平均潮位(O.P. 1.47m)の間に形成されていた。流心側にマウンド状にやや標高の高い部分(約 O.P. 1.2 m)があり、その底質は断面-1、2とも細砂であった。また断面-1では中央部に標高の高いヨシ原(約 O.P. 1.5 m)があり、ヨシ原と高水敷との間は標高が低く(約 O.P. 0.7m)、泥干潟となっていた。泥干潟の最も低い個所には滞筋が形成されていて、泥干潟内の水が干満時に移動する流路となっていた。断面-2でもマウンドと高水敷の間は低く(約 O.P. 1.0 m)、泥干潟となっており、滞筋が形成されていた。

図-4 に 7.6、7.8、8.0 km における 1971、1981、1989、1999 年の横断面図を示した¹⁰⁾。7.6 km の断面形状は年によって上下動はしているが、いずれも高水敷から流心に向かって一度標高が低くなり、つづいて標高が高くなる範囲があることがわかる。7.8 km ではほぼ一定の形状が維持されている。8.0 km では経年的に一部の標高がマウンド状に高くなってきており、この断面の平均高さは 28 年間に約 24 cm(0.85 cm/年)上昇している。航空写真によると 1999 年の 7.8 と 8.0 km 断面におけるマウンド上には植生が繁茂していると考えられる。

(2) 底質

図-3 に底質の採取地点、表-1 に分析結果を示した。粘土・シルトの割合(0.075mm の通過百分率)をみると、マウンド状に標高が高くなった個所(地点 1-5、2-3)ではそれぞれ 9.1、20.9%であった。このマウンドと高水敷との間の泥干潟(地点 1-2、2-2)では、それぞれ 66.2%、68.5%、潮下帯(地点 1-6、2-4)ではそれぞれ 37.5%、43.5%であった。目視観察ではマウンドの流心側は細砂分が多く、高水敷側は泥分が多いと判断された。また断面-1 の高水敷法面(地点 1-1)では粘土・シルトの割合は 25.5%と比較的低かった。

図-5 に粘土・シルトの割合と強熱減量との関係について示した。粘土・シルト割合は 9.0~77.6%に、強熱減量は 1.80~8.81%に分布していた。粘土・シルトの割合が高いほど、強熱減量の割合も高く、有意な正の相関関係(相関係数 $r^2=0.84$, $P<0.001$)があった。

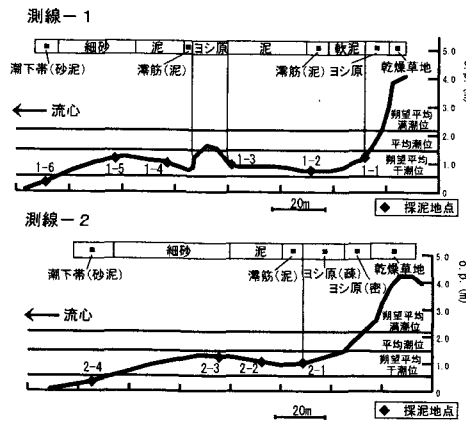


図-3 十三干潟の断面形状と底質分類

表-1 十三干潟底質分析結果

地点	粒度分布(通過百分率)							強熱減量(%)
	4.75mm	2mm	0.85mm	0.425mm	0.25mm	0.106mm	0.075mm	
1-1	93.9	90.6	82.8	69.3	46.6	28.4	25.5	2.85
1-2	98.0	97.2	95.9	93.9	87.3	73.3	66.2	7.48
1-3	96.9	95.8	93.9	91.6	88.8	80.1	76.5	8.81
1-4	99.4	99.1	98.8	98.2	95.5	68.4	49.8	4.74
1-5	98.7	98.5	97.7	94.7	79.1	16.5	9.1	1.80
1-6	97.2	95.9	94.5	91.7	84.1	49.5	37.5	4.63
2-1	96.7	95.5	94.0	92.5	89.8	79.9	70.1	7.03
2-2	99.3	98.9	98.5	98.0	96.8	82.0	68.5	4.76
2-3	98.7	98.2	97.8	97.4	94.9	39.8	20.9	2.57
2-4	99.7	99.3	96.9	94.3	90.2	55.1	43.5	3.90

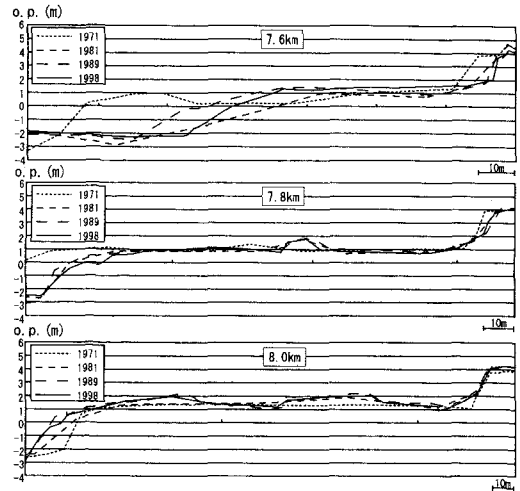


図-4 断面形状の経年変化

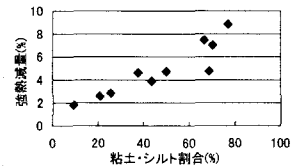


図-5 粘土・シルト割合と強熱減量

(3) 底生動物

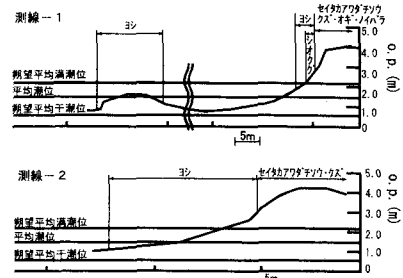
2断面で37種の底生動物が確認された。表-2に主な確認種と確認状況について示した。軟体動物のカワグチツボやミズゴマツボは干潟の軟泥～泥の範囲で、ヤマトシジミはヨシ原以外の比較的広い範囲で確認された。環形動物のゴカイやアシナガゴカイ、イトゴカイは主に流心側の細砂～泥の範囲で確認され、ヨシ原や軟泥の干潟ではあまり見られなかった。節足動物ではフジツボ類がヨシ原の水際部や転石帯に付着していた。イワガニ類のハマガニ、クロベンケイガニ、アシハラガニはヨシ原でのみ確認され、細砂や泥からなる干潟では確認されなかった。一方、スナガニ類のヤマトオサガニは泥干潟でのみ確認された。

表-2 底生動物調査結果

確 認 種			測線-1										測線-2									
門	種	学名	潮下	細砂	泥	湾筋	砂原	泥	湾筋	軟泥	砂原	草地	潮下	細砂	泥	湾筋	転石	砂原	草地			
刺胞動物	カワグチツボ	<i>Haliphanella lineata</i>																				
	イナガカイ	<i>Clithon retropictus</i>																				
	ミナモトツボ	<i>Assiminea lutea japonica</i>																				
	ミナモトツボ	<i>Iravidia elegantula</i>																				
	ミナモトツボ	<i>Stenothyra edogawensis</i>																				
	ミナモトツボ	<i>Stenothyra japonica</i>																				
	ヨコエビ	<i>Xenostrobus securis</i>																				
	ミナモトツボ	<i>Crassostrea gigas</i>																				
環形動物	ミナモトツボ	<i>Corbicula japonica</i>																				
	ミナモトツボ	<i>Neanthes japonica</i>																				
	ミナモトツボ	<i>Neanthes succinea</i>																				
	ミナモトツボ	<i>Notomastus</i> sp.																				
節足動物	ミナモトツボ	<i>Ficopomatus enigmaticus</i>																				
	ミナモトツボ	<i>Balanus amphitrite</i>																				
	ミナモトツボ	<i>Balanus improvisus</i>																				
	ミナモトツボ	<i>Sphaeroma sieboldii</i>																				
	ミナモトツボ	<i>Platorchestia</i> sp.																				
	ミナモトツボ	<i>Metapenaeus ensis</i>																				
	ミナモトツボ	<i>Macrobathrium nipponense</i>																				
	ミナモトツボ	<i>Palaemon macrdocapylus</i>																				
	ミナモトツボ	<i>Chasmagnathus convexus</i>																				
	ミナモトツボ	<i>Chiromantes dehaani</i>																				
	ミナモトツボ	<i>Eriocheir japonicus</i>																				
	ミナモトツボ	<i>Helice japonica</i>																				
	ミナモトツボ	<i>Helice tridens</i>																				
	ミナモトツボ	<i>Hemigrapsus penicillatus</i>																				
	ミナモトツボ	<i>Macrophthalmus japonicus</i>																				
	ミナモトツボ	<i>Uca lactea</i>																				

(4) 植生

図－6に確認された植物種とその位置(標高 O.P.m)について示した。抽水植物のヨシは O.P. 1.0m 以上、陸生植物のクズ、セイタカアワダチソウ、ヨモギ、オギ、ノイバラ等は O.P. 2.5m 以上に生育していることがわかった。前者は平均潮位のやや下、後者は朔望平均満潮位(O.P. 2.17m)のやや上に位置する高さであった。さらに塩生植物のシオクグは、O.P. 2.0～2.5m 以下で朔望平均満潮位付近からやや上の範囲に生育していた。



図－6 植生と生育範囲

3. 3 考察

(1) 干潟の形状・底質分布について

十三干潟の形状(微地形)についてみると、マウンドの一部にはヨシ等の植生が繁茂し、この範囲は流速が遅くなり土砂が堆積しやすく、流失しにくいと考えられる。また干潟から流心にかけて、勾配約 1:10～20 の斜面となっており、流心部は干潟に比べて 3m 以上河床が低い。このため干潟と流心で流速差が生じ、干潟の流心側に土砂が堆積すると考えられる。さらに藩筋からは干潟に堆積した土砂の一部が排出されることが考えられる。これらの作用によって、干潟の形状は形成、維持されている。

底質の分布についてみると、粘土・シルトの割合が低いのは、波浪を受けるマウンドの流心側や高水敷法面で、泥干潟と潮下帯では逆に高かった。波浪の影響が大きい範囲では細粒分が流失し、小さい範囲では残ると考えられる。断面形状と波浪によって、底質の異なる干潟が形成されている。

(2) 生物の生息状況について

底生動物は、底質および植生によって異なる種が生息し、それぞれの種が好む環境に棲み分けていると考えられる。干潟の底泥は粘土・シルト割合および強熱減量によって区分される。強熱減量は有機物量と考えられ、底生動物の生息環境は粒度分布、有機物量によって区分されると考えられる。また植生は標高によって生育種が異なるが、これは比高(水位との関係)によって生育範囲が制限され、それぞれの生育場が形成されているためと考えられる。

(3) 干潟再生における考え方について

十三干潟の調査結果から、汽水域の干潟では土砂の堆積や流失、波浪の影響によって断面形状や底質に局所的な差異が生じ、それが環境の差異となって、生息・生育する動植物が異なることがわかった。このような干潟を再生・造成する場合、微地形や粒度分布、有機物量など、干潟の環境要素を人為的に再現することは困難で、計画・施工における実現性が問題となる。

これより干潟の再生では、土砂堆積や波浪などの自然作用(natural reaction)を取り込んだ計画、設計を行う必要があると考えられる。

4. 再生実験

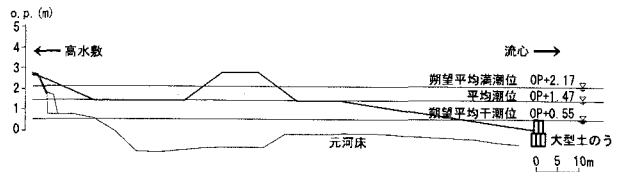
4. 1 実験の概要

新淀川の海老江地区(図－1)において 2003 年 3 月に人工干潟を造成し、自然作用による干潟造成について実験を行った。海老江地区は新淀川の距離 4.5 km 左岸に位置し、高水敷幅が上流に比較して狭く、干潟が流路断面に与える影響が小さいこと、比較的浅場で造成に好都合であることから対象地とした。

図－7に人工干潟の計画断面図について示した。潮間帯に盛土を行い、自然作用によって干潟が形成されることを計画した。河岸から約 50m 流心側の位置に天端高 O.P. 2.9m、天端幅 8m のマウンド状の盛土を上下流方向に約 200m 施工する計画とした。天端高は施工後の浸食や沈下作用を受けることを想定して、朔望平均満潮位より約

0.7m 高くした。マウンドと高水敷との間は波浪を直接受けない範囲とし、O.P. 1.5m で水平に盛土することとした。粘土・シルトの堆積、滞筋の形成などによって泥干潟となることを意図した。流心側は波浪によって投入した土砂が崩され、波浪の強さと粒径に応じた勾配となり、最終的には 1:30 程度の勾配となることを意図した。波浪の大きさは強風時の踏査の結果などから 0.5m とし、極端に大きな浸食は発生しないと予測した。また新淀川では上流の淀川大堰などにより土砂の流下が制限されており、干潟に泥が堆積するには長期間を要すると予想した。

盛土材料は約 5 km 上流の建設用土置場で掘削した土砂を用いた。この土砂について任意に 11 試料を採取し粒度分布を計測したところ、粘土・シルト割合は 2.4～97.2% と広く分布し、一定の性質を有していなかった。盛土、掘削が繰り返され、多種の土砂が混在するため



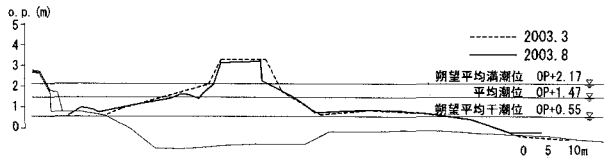
図－7 計画断面図

4. 2 結果

(1) 形状の変化

図－8 に断面形状(4.4km+75m)の変化について示した。施工はマウンド部の盛土から開始した。土砂を直接投入したのは主にマウンド部であった。投入直後より盛土をした河床が沈下し、円弧滑りを起こした河床の土塊が盛土の両側に隆起した。施工中から波浪によって法面や隆起した土塊が崩れ、流心側に広がり、緩傾斜面(約 1:6～水平)が形成された。マウンドと高水敷の間は、主に隆起した土塊によって形成された。

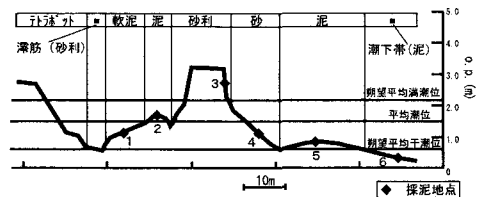
施工直後と比較して 8 月には盛土の天端高が約 14 cm 沈下し、法肩が浸食された。流心側の緩傾斜面は約 4 cm 標高が高くなっていた。



図－8 形状の変化

(2) 底質

図－9 に断面形状(4.4km+70m)と目視観察により分類した底質について示した。また表－3 に底質の分析結果を示した。マウンド部(地点 3)は投入した砂利で粘土・シルトの割合は 9.8% と低かった。砂部(地点 4)はマウンド部と比較して 2 mm 以下の砂分の割合が低かった(地点 3:78.5%, 地点 4:63.6%)。泥部(地点 5)の粘土・シルト割合は 82.0% であった。また泥干潟部(地点 1、2)は粘土・シルトの割合の高い軟泥と泥(それぞれ 77.4、93.8%)であった。強熱減量は地点 3 で最も小さく(0.8%), 地点 2 では大きかった(8.1%)。



図－9 断面形状と底質

表－3 底質分析結果

地点	粒度分布(通過百分率)							強熱減量 (%)
	4.75mm	2mm	0.85mm	0.425mm	0.25mm	0.106mm	0.075mm	
1	100.0	98.2	96.1	93.7	91.1	82.6	77.4	6.60
2	100.0	100.0	100.0	99.8	99.7	98.3	93.8	8.10
3	87.5	78.5	67.1	50.3	33.5	11.5	9.8	1.30
4	86.0	63.6	38.0	19.0	15.8	11.3	8.5	0.80
5	100.0	99.6	98.5	97.9	97.2	89.6	82.0	5.80
6	100.0	96.2	91.1	81.2	68.4	42.8	36.8	2.90

表－4 底生動物結果

(3) 底生動物

表－4 に確認された底生動物を示した。15 種類が確認された。施工前に同地区の高水敷河岸において底生動物を採集したところ 30 種が確認されており、人工干潟ではそれより少なかった。15 種の内、施工前に確認された種は 12 種で、カワグチツボ、アシハラガニとユスリカ亜科が新たに確認された。

門	種	学名
軟体動物	クリロガシツボ	Angustassiminea castanea
	カガシツボ	Assiminea lutea japonica
	カガシツボ	Iradia elegantula
環形動物	ヤマトシミ	Corbicula japonica
	コガ	Neanthes japonica
	アシカゴ	Neanthes succinea
節足動物	ヤマトシミ	Prionospio japonicus
	ヤマトシミ	Notomastus sp.
	ヨロハシツボ	Balanus improvisus
	イソコガ	Gnathopoda sp.
	ニッパ	Grandidierella japonica
	ヒメ	Melita setiflagella
ユスリカ亜科	アシハラガニ	Helice tridens
	カワグチツボ	Hemigrapsus penicillatus
ユスリカ亜科	ユスリカ	Chironomus
	ユスリカ	Chironomus

4. 3 考察

造成された人工干潟についてみると、マウンドと高水敷との間には、隆起した河床底泥が流出せずに堆積している。今後、出水時等に泥が堆積することで、より平坦な泥干潟の形成が期待される。流心側の緩傾斜面についてみると、砂で構成された範囲は波浪に浸食された土砂が再堆積して形成されたと考えられる。当初計画した勾配 1:30 と比較すると約 1:6 で安定しており、急傾斜となっているが、この勾配が 2003 年 8 月までの自然作用の結果と考えられる。また泥の範囲は隆起した河床の泥が残存しており、一部は勾配が緩く波浪を受けにくい形状となっていることから今後も残る可能性がある。マウンド部の天端高さは十三干潟と比べて高いが、今後波浪による浸食や沈下によって低下していくことで自然の干潟に近づくことができると考えられる。

底生動物についてみると、人工干潟では施工前に周辺河床の隆起に伴って出現した個体や、旧河岸から移動してきた個体が確認されたと考えられ、人工干潟は干潟としての機能がある程度有していると判断される。ただし確認された種類数は施工前の旧河岸と比較して少なく、生息環境の良否については長期的なモニタリングに基づいて評価する必要がある。

本実験では、河床が大きく隆起し干潟の一部を構成した。今後の軟弱地盤上における干潟造成では、土塊の隆起を事前に想定し、干潟造成に利用していくことが考えられる。

5. まとめ

新淀川における既存干潟の調査から、河道における干潟では、波浪の影響や堆積状況の違いから微地形が形成され、狭い範囲で底質が変化することや、それらに応じた生物の生息・生育が確認された。干潟の再生事業では、この多様な干潟環境を再生する必要があるが、人為的な造成のみで、完成形を目指した計画・設計では実現性に問題がある。

干潟造成実験から、河岸から離れた位置に離岸堤状のマウンドを造成し、マウンドが波浪による浸食を受けることによって砂干潟を形成させ、逆に波浪の影響を受けにくい範囲に泥を堆積させて泥干潟を形成させることができると考えられる。すなわち波浪の影響を受ける場所と受けない場所を作り、自然作用を利用して砂干潟、泥干潟を形成させる方法が有効であると考えられる。

本研究の結果、干潟の再生・造成にあたっては、対象とする場所において発生する自然作用を予測し、どこまでを人為的に造成して、どこからを自然作用によって造成させるのかを、計画・設計に取り込んでおくことが必要と考えられる。

謝辞

本研究は、国土交通省淀川河川事務所が実施した淀川下流汽水域水辺再生事業の一環として実施した。また本研究の実施にあたっては淀川環境委員会の各委員および大阪市立博物館の山西良平氏に助言、指導を賜った。ここに謝意を表します。

参考文献

- 1) 菊池泰二:干潟は今、総論,海洋と生物,vol.22,No.4,pp300-307,2000.
- 2) エコポート技術 WG 編: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 港湾・海域環境研究所, p.138,1998.
- 3) 細川恭史:干潟の造成と干潟生態系の修復,港湾技術研究所講演会講演集,vol.1999,pp.21-46,1999.
- 4) 岡田正光,西嶋渉:広島湾内の人工干潟と自然干潟の構造と機能の比較,港湾,vol.77,No.7,pp.30-33,2000.
- 5) 姜 関求ら:自然および人工干潟における地盤の安定性に関する現地調査,海岸工学論文集,vol.48,土木学会,pp.1311-1315,2001.
- 6) 細川恭史:干潟造成と沿岸生態系の修復技術,HEDORO,vol.64,pp.23-28,1995.
- 7) 細川恭史:人工干潟・海浜の造成の可能性,沿岸海洋研究,vol.39,No.2,pp.107-115,2002.
- 8) 国土交通省淀川河川事務所:淀川航空写真,昭和 23 年・35 年・47 年・平成 14 年撮影.
- 9) 国土交通省淀川河川事務所:事務所資料,2002.
- 10) 国土交通省淀川河川事務所:定期横断測量結果,昭和 46 年・56 年・平成元年・10 年.