

大阪湾阪南 2 区人工干潟現地実験場の生物生息機能と 水質浄化に関する研究

——浚渫土砂を活用した人工干潟における地形変化と底生生物の出現特性——

岡本 庄市* ・ 矢持 進**・大西 徹***
田口 敬祐****・小田 一紀*****

大阪湾阪南 2 区人工干潟現地実験場は、自然の土砂供給が極めて少なく、塩分が比較的高い沖合に人工干潟を造成するに際して、親水機能、生物保育能、水質浄化能を今後の合理的な維持管理も含め、土木工学的に検討する為に整備された。干潟実験場は、浚渫土砂のみと海砂を覆した 2 区域を設け、養浜材料別の干潟環境特性を比較できるように設計されている。本論では造成後初期の環境把握を目的として、地形変化の追跡・底質ならびに小型底生生物の継続調査を実施し、造成地周囲の圧密沈下が主と想定される地形変化と特定の水深帯における小型底生生物の出現特性を検討した。その結果、養浜材料としては浚渫土においても今後の利用可能性が示唆された。

1. はじめに

大阪湾では過去 40 年間に おおよそ 9000 ha の海面が消失した。大阪府の海岸線総延長のうち自然海岸はわずか 1 % 強にすぎない状況である (大阪府立水産試験場, 1993)。このような中、沿岸域の環境保全と総合管理に対する社会的ニーズの高まりに伴い、「沿岸生態系の保全・修復」のための施策や技術開発が必要不可欠となってきた。大阪府阪南 2 区整備事業においては、港湾物流や都市整備といった機能面のみならず、事業計画地の一部に親水緑地を設けるとともにその前面に干潟や浅場を整備するなど、工夫を凝らした環境創造を行うことを計画している (大阪府港湾局, 1998)。ただ、当該干潟は自然の土砂供給が極めて少なく、塩分が比較的高い沖合の埋め立て地に創出されることから、維持管理や環境機能に関する知見が乏しい状況である。本研究では、人工干潟造成に先立つ 2000 年 5 月に浚渫土砂を活用して当該海域に造成された現地実験場において、地形変化、底質ならびに小型底生生物 (マクロベントス) に関する継続的な調査を行い、養浜材料別・地盤高別の沈下または土砂流出状況、底質やマクロベントス群集の変遷などを追跡することによって豊かなマクロベントス相を保持するための干潟・浅場条件について検討を加えた。

2. 調査概要

2.1 阪南 2 区人工干潟現地実験場の概要

阪南 2 区人工干潟現地実験場は、大阪湾中南部に位置する阪南港沖合の、幅 80 m × 岸沖方向の長さ 100 m の範囲を捨て石等による土留め堤と側壁で囲み、内部に近隣

海域で発生した浚渫土砂を投入することによって造成された (図-1)。この実験場は養浜材の違いによる生物の生息状況等の違いについて検討するため、干潟幅の 1/4 の領域 (20 m × 100 m) については浚渫土砂の上に海砂が

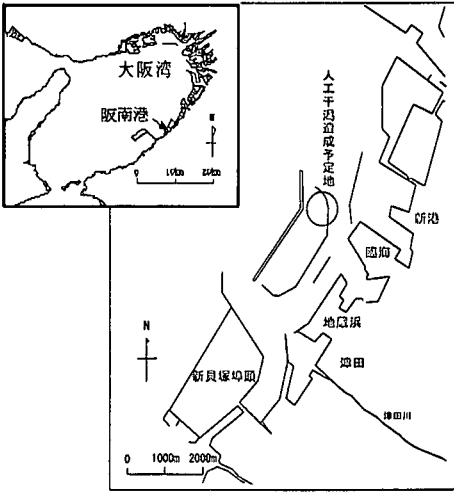


図-1 阪南 2 区人工干潟現地実験場

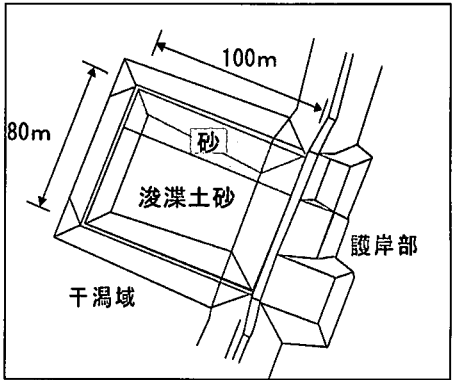


図-2 阪南 2 区人工干潟現地実験場の平面概念図

* 正会員 大阪市立大学 大学院工学研究科後期博士課程土木工学専攻 (国際航業 (株))
** 正会員 農博 大阪市立大学助教授 大学院工学研究科土木工学専攻
*** 大阪市立大学 工学部土木学科
**** 東亜建設工業株式会社
***** 正会員 工博 大阪市立大学教授 大学院工学研究科土木工学専攻

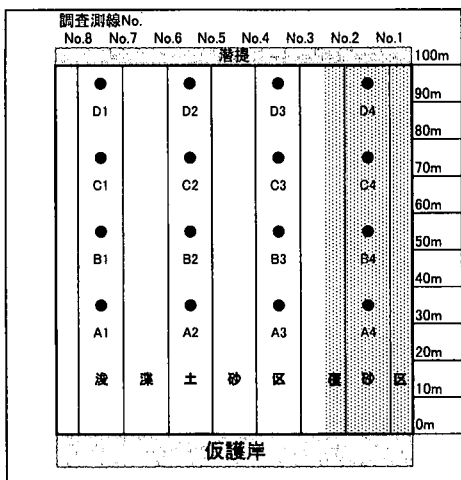


図-3 調査地点図

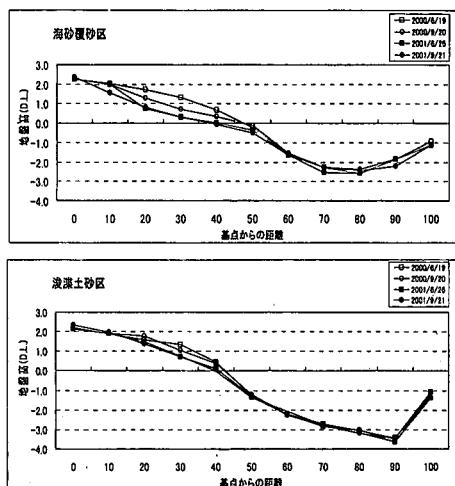


図-4 干潟断面地形の推移

層厚1mで覆土されている。干潟の勾配は3/100～5/100である(図-2)。

2.2 調査方法

2000年6月27日, 9月25日, 12月20日, 2001年4月5日, 6月26日, 9月20日, 2002年1月7日に16地点(縦4測点, 横4測点)において底質(粒度組成・全硫化物濃度・酸化還元電位・強熱減量)とマクロベントスの出現状況を調査した。また, 地形変化を把握するために80地点(8測線; 1測線当たり10地点(10m間隔))で地形測量を行った(図-3)。

a) 地形変化の把握

干出部分は水準測量, 水域部はレッド法による深淺測量を実施して地形変化を把握した。基準面は阪南港岸和田水門における潮位観測値をもとにD.L.基準とした。

b) 底質

16地点において港研式採泥器を用いて採泥を行い, 採取試料は粒度組成, 全硫化物濃度, 酸化還元電位, 強熱減量の各分析に供した。なお, 分析に用いた試料は表層約2cm層までのものである。粒度組成は礫分(2.0mm以上), 砂分(2.0mm～63 μ m), 泥分(63 μ m未満)の3分類として算出し, 強熱減量は貝殻等を除く前処理を施して水質汚濁調査指針(日本水産資源保護協会, 1980)に従い分析した。また, 酸化還元電位は酸化還元電位差計(東亜電波工業製RM-12P型)を用い, 全硫化物濃度は検知管法によりそれぞれ分析した。

c) マクロベントス

底質調査と同時に採取した採泥試料の採取1回分量を目あい1mmのふるいに通し, ふるい上の残査を試料として分析室に持ち帰った後, 種の査定, 種類別個体数, 湿重量の測定を行った。現存量は1m²換算とした。

3. 調査結果と考察

3.1 地形変化

a) 地形断面の推移

2000年6月から2001年9月まで実施した地形測量の結果を用い, 海砂覆砂区と浚渫土砂区それぞれについて, 基点からの距離毎の平均地盤高の推移を整理し, このうち2000年6月, 2000年9月, 2001年6月並びに2001年9月における干潟断面地形を図-4に示した。

2000年6月を干潟造成時の基準地形とすると, その直後から地盤高の低下がみられ, 3ヶ月後の9月調査時には海砂覆砂区と浚渫土砂区の双方で, 造成直後の造成地層間の圧密沈下と想定されるものが, 最大低下高でそれぞれ-0.6mと-0.3mみられた。

地形測量開始時から, 2001年9月までの地盤高の低下は海砂覆砂区で平均-0.3m, 浚渫土砂区で平均-0.15mであった。地盤高が低下する区域は概ね限定され, 海砂覆砂区の仮護岸天端から10～50m区間, 同じく浚渫土砂区の20～40m区間における低下が顕著で, 最大低下高がそれぞれ-1.28mと-0.97mであった。海砂覆砂区と浚渫土砂区の地盤高の低下度合いを比較すると海砂覆砂区の方が大きく, 養浜材料の違い, すなわち海砂の土圧分だけ沈下が大きくなったものと考えられる。

b) 干潟平面地形の推移

2000年6月から2001年9月までに実施した地形測量の結果から, 2000年6月と2000年9月及び2001年6月と2001年9月における等深淺図を図-5に示した。

造成直後から, 浚渫土砂区の70～90m区域には地形的な深部が存在していた。また, 浚渫土砂区の深部を除く造成直後の等深線はほぼ平行であったが, 徐々に海砂

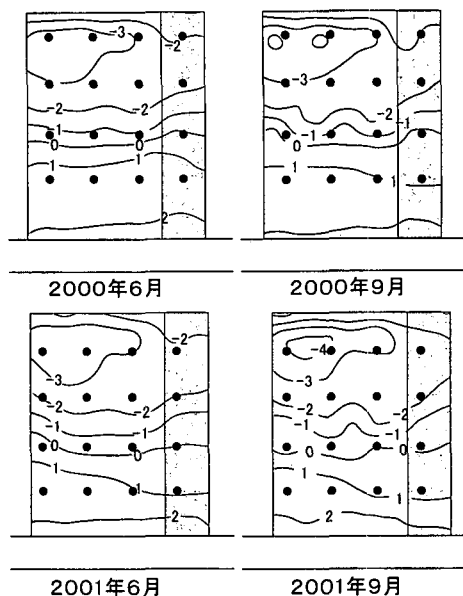


図-5 干潟平面地形の推移 (DL 基準 (m))

覆砂区の DL+1.0 m ラインが後退を始め、顕著な干出部の後退が進行している。海砂覆砂区と浚渫土砂区を比較すると、DL 基準における干出部の後退と水域部の前進は海砂覆砂区の方が大きかった。

3.2 底質分布の変化

海砂覆砂区と浚渫土砂区における各底質分析項目の推移を表-1、表-2 に示し、また、造成直後の 2000 年 6 月および底質の劣化が進行する 2000 年 9 月と 2001 年 9 月など夏季の平面分布図を図-6～図-9 に示した。

a) 泥分率

海砂覆砂区の泥分率は 2001 年 9 月にやや増加傾向を示すものの、それ以外では顕著な増減はみられなかった。それに対して、浚渫土砂区の泥分率は、2000 年 12 月に 27%まで増加し、2001 年 4 月には 18%まで減少するものの、再び 2001 年 9 月まで増加を示すなど、表層底質の変化が海砂覆砂区と比較すると大きかった。

造成直後と夏季における泥分率の平面分布について、海砂覆砂区では顕著な変化はみられないが、浚渫土砂区では、地形的深部に高泥分率がみられた。また、2000 年 6 月の 10～40%分布域が 2000 年 9 月では舌状なる 10%の低泥分率区域に置換しており、表層底質の深部への移動が推察される。人工干潟の地形変化については、液状化問題を残すものの、覆砂による地形安定効果は未覆砂よりも高いことが報告されている(姜ら, 2000)。本干潟実験場における表層底質の変動についても、深部への滑り移動に起因してか、浚渫土砂区の方が海砂覆砂区と比較すると大きかった。

b) 全硫化物濃度

海砂覆砂区的全硫化物濃度は 2000 年 9 月を除いて低濃度で推移した。また、浚渫土砂区は海砂覆砂区と比較すると高濃度であった。

造成直後と夏季における全硫化物濃度の平面分布について、海砂覆砂区では 2000 年 9 月に一部高濃度分布域がみられた以外は、顕著な分布変化はみられない。また、浚渫土砂区では、地形的深部に高濃度分布がみられており、泥分率の分布と同様に 2000 年 9 月に干潟実験場中部における低濃度区域が出現した。

c) 酸化還元電位

海砂覆砂区の酸化還元電位は概ね酸化状態を維持しているが、浚渫土砂区は 2000 年 6 月、2001 年 9 月、2002 年 1 月にそれぞれ -26 mV、-22 mV、-57 mV と還元状態を示した。造成直後と夏季における酸化還元電位の平面分布について、海砂覆砂区は造成直後から概ね酸化状態を維持しているが、浚渫土砂区の深部は還元状態にあった。また、海砂覆砂区と浚渫土砂区ともに岸側で酸化還元電位が上昇した。さらに、浚渫土砂区では深部を中心とした還元状態の範囲が拡大傾向にある。

d) 強熱減量

海砂覆砂区と浚渫土砂区を比較すると、海砂覆砂区で低い値となった。また、2000 年 9 月の浚渫土砂区、2001 年 9 月の両区では、前後調査と比較して若干低い値を示した。

造成直後と夏季における強熱減量の平面分布について、海砂覆砂区では 2000 年 9 月に全硫化物濃度と同区域で高濃度分布域がみられた以外は、時期による顕著な変化はみられなかった。また、浚渫土砂区では、地形的深部に高濃度分布がみられており、泥分率と硫化物の分

表-1 泥分率と全硫化物濃度の推移

	泥分率 (%)		全硫化物濃度 (mg/g)	
	海砂覆砂区	浚渫土砂区	海砂覆砂区	浚渫土砂区
2000 年 6 月	9	21	0.00	0.86
2000 年 9 月	10	16	0.03	0.42
2000 年 12 月	9	27	0.09	1.19
2001 年 4 月	10	18	0.16	0.71
2001 年 6 月	8	20	0.06	0.73
2001 年 9 月	14	28	0.14	0.76
2001 年 1 月	8	27	0.18	0.82

※数値は海砂覆砂、浚渫土砂区ともに全地点の平均値である。

表-2 酸化還元電位と強熱減量の推移

	酸化還元電位 (mV)		強熱減量 (%)	
	海砂覆砂区	浚渫土砂区	海砂覆砂区	浚渫土砂区
2000 年 6 月	154	-26	1.7	3.8
2000 年 9 月	44	35	2.4	3.2
2000 年 12 月	133	37	2.6	4.6
2001 年 4 月	174	108	2.8	4.4
2001 年 6 月	143	62	2.6	4.6
2001 年 9 月	45	-22	2.0	3.4
2001 年 1 月	115	-57	3.0	3.9

※数値は海砂覆砂、浚渫土砂区ともに全地点の平均値である。

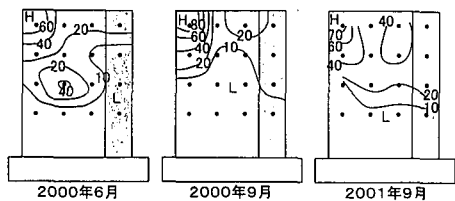


図-6 泥分率 (%) の平面分布

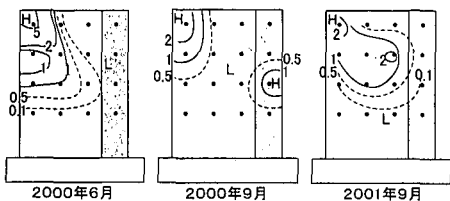


図-7 全硫化物濃度 (mg/g・dry) の平面分布

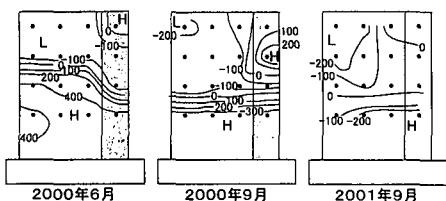


図-8 酸化還元電位 (mV) の平面分布

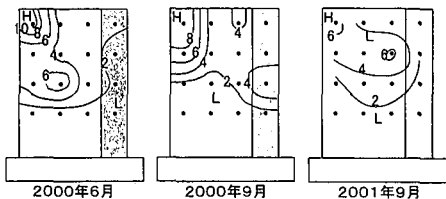


図-9 強熱減量 (%) の平面分布

布と同様に2000年9月に干潟実験場中部における低濃度区域の出現があった。

3.3 マクロベントスの出現状況

a) 干潟実験場全域からみた出現特性

1 m²あたりの総出現個体数は、図-10に示すように、時間の経過とともに増加している。また、2001年4月の出現個体数が1745個体/m²であったのに対し、2001年6月は11611個体/m²と、概ね10倍に増加した。このように2001年6月に顕著な出現個体数の増加がみられた。しかしながら、2001年9月調査時には再び減少した。

底生生物の分類群別の組成比率を図-11に示す。2000年6月と2001年6月は甲殻類が大半を占め、それ以外では多毛類が55~97%と高比率を示すことがわかる。甲殻類の組成比率の増加は *Corophium* sp. (ドロクダムシ科) の増加によるもので、2001年6月の劇的な個体数増加の

原因でもある。多毛類の高比率は *Neanthes succinea* (アシナガゴカイ), *Paraprionopsio* sp. Type A (ヨツバナスピオ), *Capitella* sp. (イトゴカイ科) の卓越に起因する。これらから春季~初夏には甲殻類が増加し、それ以外では多毛類が優占するという季節的な変動傾向がみてとれる。このうち *Corophium* sp. (ドロクダムシ科) の春季から初夏の個体数増加に関しては、大阪湾中南部沿岸海域における底生生物相の季節変動パターンの特徴であることが報告されている (大阪府水産試験場, 1977)。

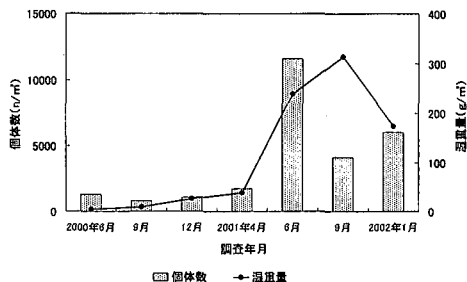


図-10 マクロベントスの個体数と湿重量の推移 (2000年9月と12月は、軟体動物を除いた値である)

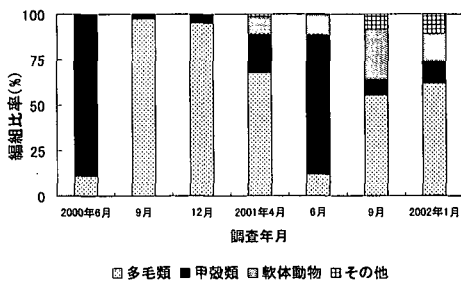
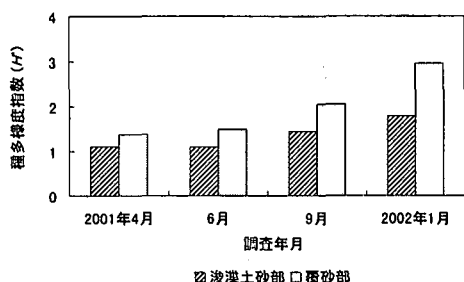


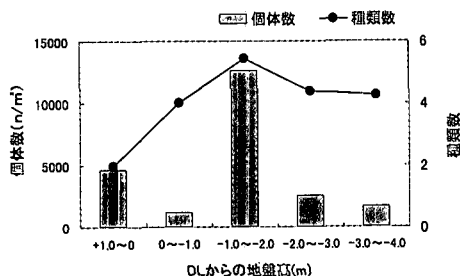
図-11 マクロベントスの出現個体数組成比率の推移 (2000年9月と12月は、軟体動物を除いた値である)

表-3 優占種の変遷

調査年月	2000年6月	9月	12月
平均出現個体数	0.9	1.9	2.9
出現上位3種 (n/m ²)			
ドロクダムシ科 (甲殻類)	1160	アシナガゴカイ (多毛類)	586
ヨツバナスピオ A 型 (多毛類)	112	ヨツバナスピオ A 型 (多毛類)	120
アシナガゴカイ (多毛類)	19	ミズヒキゴカイ (多毛類)	21
調査年月	2001年4月	6月	9月
平均出現個体数	5.6	5.8	7.3
出現上位3種 (n/m ²)			
アシナガゴカイ (多毛類)	561	ドロクダムシ科 (甲殻類)	8268
ヨツバナスピオ A 型 (多毛類)	385	ホトギスガイ (二枚貝類)	1226
ドロクダムシ科 (甲殻類)	264	ユンボウコメビ科 (甲殻類)	514
調査年月	2002年1月		
平均出現個体数	112		
出現上位3種 (n/m ²)			
イトゴカイ科 (多毛類)	1511		
ヨツバナスピオ A 型 (多毛類)	821		
ホトギスガイ (二枚貝類)	710		



図一12 干潟実験場全域および養浜材別の種多様度指数



図一13 地盤高とマクロベントスの出現特性

なお、2001年6月以降は軟体動物のホトトギスガイが出現上位3種に加わるなど優占種の変化が認められた。このことは、干潟造成後の底生生物相に関してはまだ遷移過程にあることを示唆している。

b) 養浜材料別のマクロベントスの多様度指数

海砂覆砂区と浚渫土砂区に出現した底生生物について、シャノン・ウィーバー関数 (H') を用いて、種の多様度指数 (木元, 1976) を算出し図一12に示した。

多様度の季節変動に関しては、生物種固有の季節的な消長について考慮する必要があるが、指数は時間の経過に伴って増加した。また、海砂覆砂区と浚渫土砂区ともに指数は増加するが、海砂覆砂区の方が高い指数で増加した。しかしながら、浚渫土砂区でも海砂覆砂区の60~80%の多様度を示しており、造成後から概ね2年経過した現段階においても比較的多様な底生生物相がみられている。

養浜材料と生物相の豊富さとの関係について、木村 (1997) や福田 (2001) は、底生生物の生息環境は底質に依存しており、その底質環境に応じた生息種群に区別されることを報告しており、本現地干潟実験場における海砂覆砂区と浚渫土砂区についても、それぞれの底質環境に応じた底生生物相を形成していると考えられる。

c) 地盤高とマクロベントスの出現状況

地盤高の違いによるマクロベントスの出現状況について整理したところ (図一13)、個体数・種類数ともに DL -1.0~-2.0 m で最大値を示した。この水深帯の個体数

は12630個体/m²、種類数は5.4種/m²と他の水深帯のそれぞれ2.7~10.6倍、1.2~2.8倍であった。

4. まとめ

本研究では、浚渫土砂を用いた人工干潟現地実験場における造成後初期の地形変化と底生生物の推移について養浜材料別に着目して現地調査を実施した。主要な結論を以下に示す。

- ①地形変化の主要因は造成地層間の圧密沈下によるものと考えられるが、局所的には深部への滑り移動や干出部の後退にみられる侵食影響などとの複合要因が想定された。また、海砂覆砂区では養浜砂の土圧分の影響と考えられる分だけ、浚渫土砂区よりも沈下量が多い。
- ②干潟実験場の底生生物は個体数、種類数、湿重量において増加傾向にあり、シャノン・ウィーバー関数を用いた多様度指数 (H') は、時間経過とともに増加した。また、海砂覆砂区は浚渫土砂区に比べて指数が高く、豊かな底生生物相が形成されているものの、浚渫土砂区でも海砂覆砂区の60~80%の多様度を示した。
- ③干潟の勾配が3/100~5/100である本干潟実験場の場合、DLからの地盤高が-1.0~-2.0 mの水深帯が豊かな底生生物の生息空間となっていた。

謝辞：現地調査の実施にあたり、大阪市立大学大学院工学研究科の重松孝昌講師、小池敏也技術職員並びに柳川龍一、宮本宏隆両氏そして、近畿大学農学部江口充助教授には貴重な助言を賜った。また、岸和田漁業協同組合青年部の音揃政啓氏、大阪府港湾局には多大なご協力を得た。ここに記して感謝いたします。

参考文献

- 大阪府立水産試験場・近畿大学 (1993): 渚の環境構造とその役割に関する調査研究報告書, pp. 1-12.
- 大阪府港湾局 (1998): 阪南2区人工干潟検討結果報告書 (その1), 68 p.
- 日本水産資源保護協会 (1980): 水質汚濁調査指針, pp. 242.
- 姜 関求・高橋重雄・野々村 治・高野忠志・黒田豊和 (2000): 人工干潟の耐波安定性に関する基礎実験, 海岸工学論文集, 第47巻, pp. 526-530.
- 大阪府水産試験場 (1977): 泉南海域埋立による南大阪沿岸流域下水道南部処理場建設計画に関する環境アセスメント調査報告書, pp. 62-73.
- 木元新作 (1976): 動物群衆研究法 I - 多様性と種類組成 -, 共立出版株式会社, pp. 54-151.
- 木村賢史・山下浩二・秋山章男 (1997): 東京都内湾の浅場における生物の分布と水環境保全機能, 東京都環境科学研究所年報.
- 福田光男・坪田幸雄・竹田義則・袖野宏樹 (2001): 砂浜域における沿岸構造物周辺の底生生物群集について, 海岸工学論文集, 第48巻, pp. 1256-1260.