

大阪湾湾奥に造成された人工海浜の底生生物に及ぼす 貧酸素化・青潮の影響

Effectxs of Hypoxic Water and Bule Tide on Macrobenthos in Artificial Tidal Flat in Inner Part of Osaka Bay

上月康則¹・大谷壮介²・山中亮一³・平井 研⁴・齋藤 梓⁵
酒井 孟⁵・藤木洋二⁵・岩雲貴俊⁵

Yasunori KOZUKI, Sousuke OTANI, Ryoichi YAMANAKA, Ken HIRAI, Azusa SAITO
Hajime SAKAI, Youzi FUJIKI and Takatoshi IWAKUMO

The purpose of this study is to evaluate effect of hypoxic water and blue tide on macrobenthos in artificial tidal flat, Omaehama in inner part of Osaka bay. Hypoxic water influences on macrobenthos to survive under to 1m water depth. In addition, it was revealed that bule tide influences on the amount of filtered water by *Ruditapes philippinarum* in DL±0m water depth. Blue tide decreased individual of *R. philippinarum* and the amount of filtered water by them. It is found that the creating artificial tidal flat enhances the number of *R. philippinarum* and filtration, but occurrence of blue tide causes disappearance of purification function. These result indicated that it is necessary to consider the method for mitigation of blue tide impact when creating artificial tidal flat.

1. 緒論

御前浜, 甲子園浜は大阪湾湾奥で, 市民に守られ, 残った唯一の天然浜であり, この水質や生物相の状態から大阪湾湾奥での環境再生のポテンシャルを推察することのできる場所でもある. また, 地域住民のボランティアによる清掃活動や環境教育などが盛んに行われ, 親水性の高い海浜としても有名である. しかし, 一方で, 初夏から晩秋にかけて毎年貧酸素化し, 海浜の底質悪化などが問題となっている. また, 夏期に北風が吹くと無酸素化した水塊が海浜を湧昇し, 青潮が発生することもある. 貧酸素水塊や青潮による生態系の破壊や水産資源の被害に関する報告は, 例えば, 東京湾 (松川, 2008), 伊勢湾・三河湾 (佐々木, 2007) などがあるが, 大阪湾では, 御前浜周辺での貧酸素水塊の挙動についての調査事例 (入江, 2004) がある程度で, 青潮の生物への影響について検討されたものはない.

そこで, 本研究では2005年11月から御前浜の環境改善を図ることを目的に行われてきた. 水環境再生 (実証) 実験でのモニタリング調査結果を用いて, 海浜の底生生物に及ぼす貧酸素化や青潮の影響を評価, 考察を行った.

物に及ぼす貧酸素化や青潮の影響を評価, 考察を行った.

2. 調査概要

(1) 御前浜と水環境再生 (実証) 実験

図-1に御前浜の位置を示す. 御前浜は, 尼崎西宮芦屋港の奥部に位置しており, かつては遊園地, 海水浴場や漁場があり, 地域では香櫨園浜と呼ばれることが多い. その後, 高度経済成長期には西宮浜埋め立て地および南芦屋浜埋め立て地の造成によって, 海浜の前面には三角形の閉鎖的な水域が形成された. 2005年11月から, この

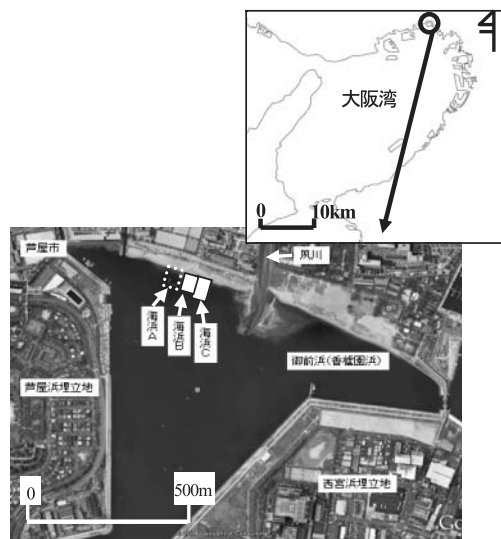


図-1 御前浜 (香櫨園浜) の位置

- | | | |
|--------|-------|---------------------------------|
| 1 正会員 | 博 (工) | 徳島大学大学院ソシオテクノサイエンス
研究部教授 |
| 2 正会員 | 博 (工) | 京都大学大学院工学研究科附属流域総
合環境センター研究員 |
| 3 正会員 | 博 (工) | 徳島大学大学院ソシオテクノサイエンス
研究部講師 |
| 4 正会員 | 修 (工) | 総合科学株式会社 |
| 5 学生会員 | | 徳島大学大学院先端技術科学教育学部環
境創生工学専攻 |

表-1 浅場の概要

海浜	中央粒径	勾配	およその規模 (m)
現存海浜 A	約1mm	約1/10	—
新設海浜 B 全水深	2mm	約1/15	W: 25, L: 50
C 水深0mまで	1mm	約1/15	W: 25, L: 90
水深0m以深	2mm	約1/25	

海域で環境改善を目的に、汚濁した元の海浜を覆砂するように勾配や粒径の異なる2つの海浜が造成された(大谷ら, 2006). 元の海浜とあわせて、表-1に諸元を示す. なお、大潮時における海浜の露出割合は、造成した浜の全長より海浜Bで4割、海浜Cで3割程度である.

(2) 調査方法

2006年2月から2008年11月までの約3年間、四季調査を中心とした浅場環境のモニタリングを行った. 調査は対象とする現存する海浜Aと新設した海浜B, Cで行い、その主な内容は、各海浜の水深DL±0.0m, -1.0m, -2.0mでの底質のTOC, TN, AVS, 粒度, ORPや溶存酸素(以下, DO), 塩分などの水質調査である. また、底生生物については四季の定量調査の他に優占種であるアサリに着目し、その加入、成長、個体数変化の状況についても調査を行った.

3. 調査結果および考察

(1) 底生生物相とその季節変化

各水深のDOの変化を示した図-2より、当海域では、DL-1.0mといった浅場でも5月頃から貧酸素化が始まり、その状態は秋頃まで継続することがわかる. 図-3より、底生生物の季節変化は、現存する海浜Aでは、毎年5月に種数、個体数ともにピークがあり、夏期に急激に減少した後、再び秋期から翌年の春期にかけて増加する傾向が見られる. 夏期の減少は、貧酸素化などの水質や底質の悪化に伴うものであり、冬期以降、貧酸素化解消と共に新たな個体の加入も生じるといった一定の変化が毎年起こっている. 新設した海浜B, Cでは造成後3ヶ月からの2006年2月には生物の定着が認められ、その個体数は元の浜の海浜Aとほとんど変わらないが、それよりも多くなっていた. 表-2にDL±0.0mでの底生生物の上位3種の変化(個体/625cm²)を示すが、全ての海浜の底生生物は年間を通じて、嫌気化した底質の指標種(佐藤, 2000)であるゴカイ類、ウスラシオツガイ、ドロクロダムシなどの生活史が短く、小型であるという特徴を持つ動物であり、当環境中では大型の生物の定着は難しいことがわかる. なお、春期に、ドロクロダムシが優占する傾向は、阪南2区に設置されている人工干潟(岡本ら, 2002)で見られることで、このような変動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

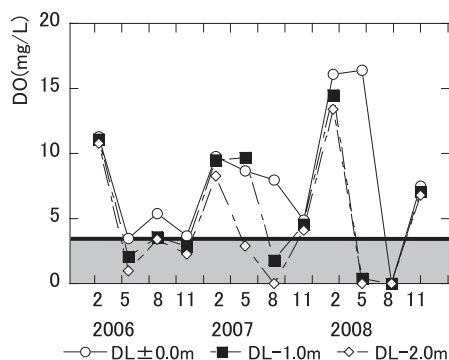


図-2 底層水における溶存酸素の経年変化

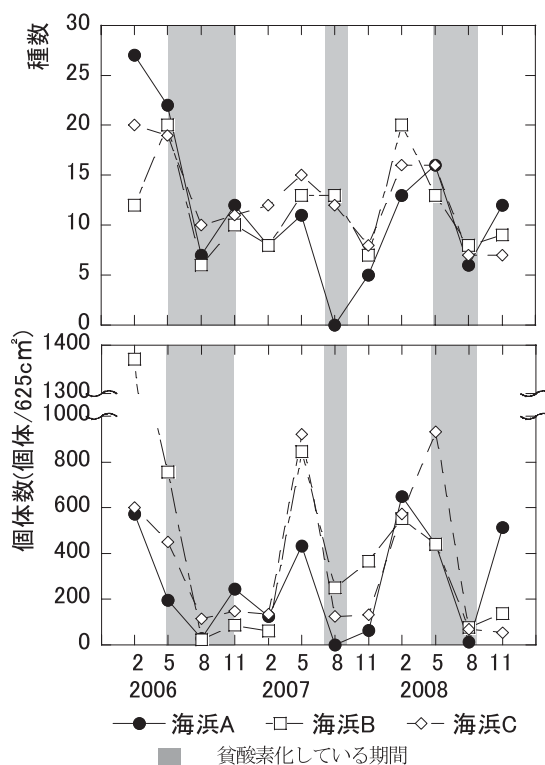


図-3 種数および個体数の季節変化 (DL - 1m)

徴であることが報告されている(大阪府水産試験場, 1997). また、阪南2区や尼崎港の人工干潟で問題となっている、ホトトギスガイのマット化(岡本ら, 2002)はここではみられなかった.

(2) アサリに及ぼす青潮の影響

a) 個体数密度

調査期間中の青潮の発生状況を表-3にまとめた. なお、ここで青潮とは当海浜で北風が吹き海水が青白く変色、イオウ臭がしたものを指す. 青潮は、2006年、2008年には1回ずつ数日間生じたが2007年には青潮の発生は無かった. 次に、各水深でのアサリの個体数の変化を図-4に

表-2 各浜DL-1.0mでの優占種上位3種の変化(個体/625cm²)

地点	種名	個体数	種名	個体数	種名	個体数
2006年5月						
A-1	○ <i>Capitella sp.</i>	* 36	▲ アサリ	12	○ イトエラスピオ	65
	■ トンガリドロクダムシ	25	○ アシナガゴカイ **	5	▲ ウスカラシオツガイ	60
	■ ウエノドロクダムシ	25	○ <i>Eusyllis sp.</i>	4	○ アシナガゴカイ **	58
B-1	■ トンガリドロクダムシ	170	○ <i>Polydora sp.</i>	* 9	○ アシナガゴカイ **	30
	○ <i>Polydora sp.</i>	164	○ アシナガゴカイ **	5	○ ヨツバネスピオA型 *	22
	○ <i>Capitella sp.</i>	* 152	▲ ホトギスガイ	4	▲ ホトギスガイ	14
C-1	■ ウエノドロクダムシ	190	○ <i>Polydora sp.</i>	* 32	▲ ウスカラシオツガイ	49
	■ トンガリドロクダムシ	82	○ アシナガゴカイ **	31	○ アシナガゴカイ **	43
	○ <i>Capitella sp.</i>	* 54	▲ アサリ	25	▲ ホトギスガイ	20
2007年5月						
A-1	○ アシナガゴカイ **	102	生物は確認されなかった		○ アシナガゴカイ	21
	▲ アサリ	78			○ ヨツバネスピオA型 *	21
	▲ ウスカラシオツガイ	75			○ イトエラスピオ	15
B-1	■ トンガリドロクダムシ	256	○ <i>Polydora sp.</i>	* 63	○ イトエラスピオ	245
	▲ アサリ	204	■ トンガリドロクダムシ	57	▲ ウスカラシオツガイ	54
	▲ ホトギスガイ	122	▲ ホトギスガイ	33	○ チグサミズヒキ	35
C-1	■ トンガリドロクダムシ	321	○ イトエラスピオ	34	○ イトエラスピオ	63
	▲ アサリ	174	■ トンガリドロクダムシ	26	▲ ウスカラシオツガイ	36
	▲ ホトギスガイ	153	○ ヨツバネスピオA型 *	15	○ チグサミズヒキ	10
2008年5月						
A-1	○ イトエラスピオ *	155	○ <i>Notomastus sp.</i>	5	▲ ウスカラシオツガイ	413
	▲ ウスカラシオツガイ	80	○ イトエラスピオ	3	○ アシナガゴカイ **	33
	○ ミズヒキゴカイ **	60	○ <i>Glyptis sp.</i>	* 2	▲ ホトギスガイ	21
B-1	○ ミズヒキゴカイ **	148	○ アシナガゴカイ **	18	▲ ウスカラシオツガイ	75
	○ アシナガゴカイ **	68	○ イトエラスピオ	18	○ イトエラスピオ	15
	○ <i>Capitella sp.</i>	* 65	☆ イソギンチャク目	12	▲ ホトギスガイ	10
C-1	○ ミズヒキゴカイ **	352	○ アシナガゴカイ **	36	○ <i>Polydora sp.</i>	* 10
	○ <i>Capitella sp.</i>	** 203	○ <i>Glyptis sp.</i>	* 9	☆ イソギンチャク目	10
	○ アシナガゴカイ **	124	○ イトエラスピオ	9	▲ ホトギスガイ	9
2008年11月						
2007年8月						
2007年11月						
2008年8月						
2008年11月						

○ 環形動物 ■ 節足動物
▲ 軟体動物 ☆ その他

*:汚濁指標種 (日本海岸動物図鑑(2001))
**:汚濁域でも生息可 (日本海岸動物図鑑(2001))

表-3 青潮発生と当時の御前浜の状況

発生期間 年 月 日	気象			状況
	天気	風速(m)	風向	
2006 9	13 曇り	8.9	北	浜辺周辺が青く変色し、沖側 は赤潮の茶色い水が流れボラ が跳ねていた
	14 曇り	8	北北西	
	15 雨	6.2	北北東	
2008 8	25 曇り	8.7	東北東	魚類等の打ちあがり、河口 東西とも多くは目立たなかつ たが、貝類は波打ち際で死亡
	26 曇	11.9	北東	

示す。海浜Aでは5月に新規加入する個体が多いものの、水深DL-2.0mでは2007年5月を除いてほとんど個体は見あたらない。海浜B、CのDL-2.0mでも同様で、当海域のDL-2.0m以深は底生生物の生息場としての機能は著しく劣っていることがわかる。また、海浜B、CのDL±0.0m、-1.0mでは元の海浜Aよりも個体数が多く、これは図-5のAVS値からわかるようにまだ底質が悪化していないためと考えられる。例えば、水産用基準で「正常泥」とされるAVS濃度の0.2mg/gを超える期間が最も多いのは元の海浜Aで、次いで海浜Cで、海浜Bでは基準値を超えることはなかった。海浜Bと海浜CとでAVS値の変化傾向が異なったのは、海浜Cの方が、粒径が小さく、より嫌気化しやすい環境であったためと考えられる。

b) 個体数と湿重量の関係

各海浜のDL±0.0mで採集されたアサリの個体数と全湿重量の変化を図-6に示す。海浜Aでは2006年、2007年5月に個体数が増加するが、8月のプロットは原点に近く、DL±0.0mと極浅い場所でも多くの個体が死亡することがわかる。一方、海浜B、Cでは新規加入した5月以降、プロットは左上に移動しており、これは個体数の減少があるものの、残った個体は概ね成長していることを示している。特に、青潮の発生しなかった2007年5月から2008年8月までの期間、夏期のプロットが左上に位置し、大型の個体が生残していたことがわかる。このようにこの図中で、原点に移動せずに反時計回りに大きくプロットが動くよう図化される環境が好ましいと思われるが、底質環境の悪化もしくは青潮が発生すると左上のプロットは消滅する。

一般に人工干潟において造成後の時間の経過に伴い、マクロベントスの増加とともに、優占種が徐々に大型で長命な種へ遷移していくことが報告されている(川上ら, 2003)。また、大型生物ほど生活史が長くなるため、食性に関して干潟への依存性が高まること(桑江ら, 2005)、干潟生態系が安定するまでは少なくとも人工干潟造成後3年は必要であること(国分, 2009)などが報告されて

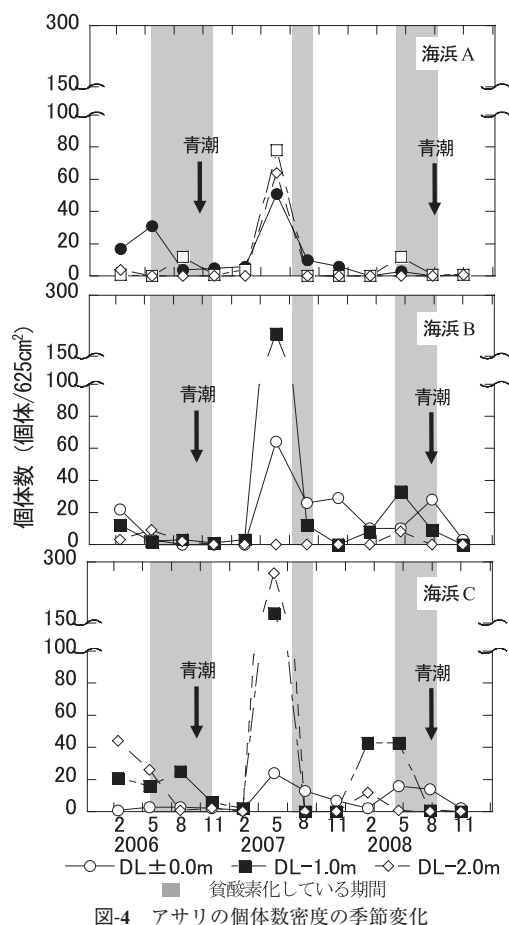


図-4 アサリの個体数密度の季節変化

いる。しかし、御前浜では毎年貧酸素化し、青潮が発生するために多くの生物が死亡し、生物相はリセットされるようになる。そのために設置して一年を経ずともその底生生物相は周囲のものと変わらないようなものになることがわかった。

c) 殻長組成の変化

海浜Aでのアサリの殻長組成の変化を図-7示す。本海浜でのアサリの新規加入の多くは、春期に見られ、夏期にかけて成長が活発となり、冬には停滞する。また、図中にある消滅・加入とは被線と実線で囲んだ個体が翌月に消失、または新しく加入したことを意味する。例えば、2006年4月には3cm以上の大型の個体が5月には消滅している。特に、青潮が発生した翌月には大型の個体を中心に消滅する傾向にあり、2008年8月にはその様子が顕著に伺える。また、青潮発生後の翌々月にも消滅するものもあり、これは青潮の影響は長期間にわたって及ぶことを示唆するものである。一方、青潮がなかった2007年は消滅する個体は顕著には見られず、汚濁した海浜Aでも、4月に加入したものが翌年の9月まで成長、生残して

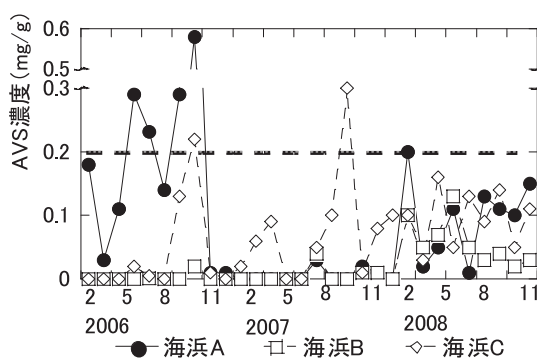


図-5 AVS 濃度の経年(DL ± 0.0m)

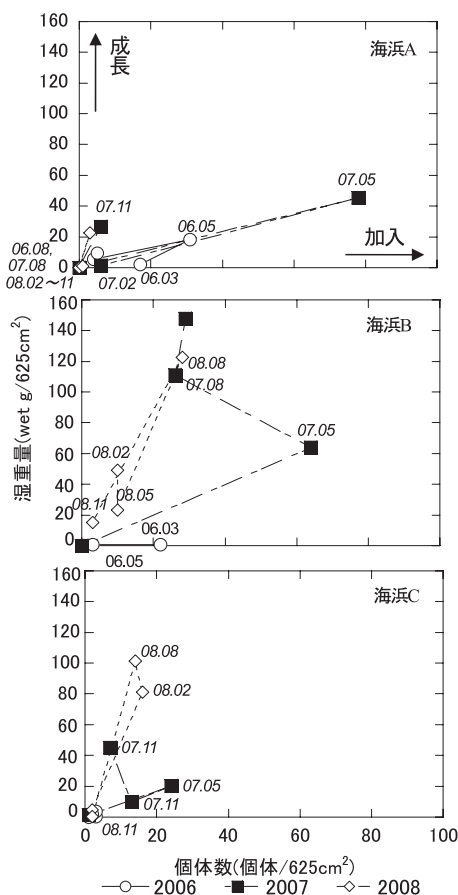


図-6 アサリの個体数と湿重量の関係 (DL ± 0.0m)

いたことがわかる。例えば、各年の8月のサイズ組成を見ると2008年のものが他のものと比較して幅広く、大型のものにまで分布していた。

(3) アサリのろ水量による浅場造成の評価

赤澤ら(2004)の式より、殻付湿重量を個体数から浜単位幅あたりのアサリによるろ水量を求めた。一年目加入した個体数は少なく、サイズは小さかったためにろ水量は小さいが、翌年には、多くの加入があり5月のろ水

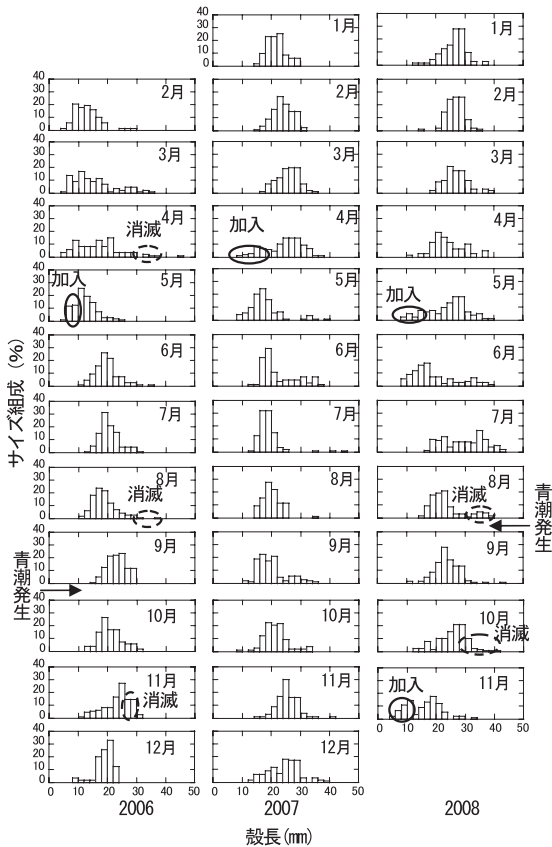


図-7 海浜Aでのアサリの殻長組成 (DL-1.0m)

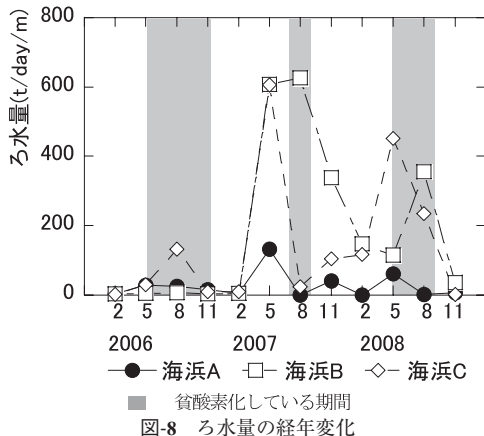


図-8 ろ水量の経年変化

量は浜単位幅当たり約600t/日となっており、現存する海浜Aの約4倍程度となった。この年は青潮の発生が無かったために海浜Bでは夏期にも多くの海水がろ過され、翌年の2008年にも大型の個体が生残し、5月、8月と活発に海水がろ過されていた。しかし、8月の調査日以降に青潮が発生するとアサリはほぼ全滅し、同時に海水のろ過もなされなくなったと推測される。

4. 結論

大阪湾湾奥の御前浜では貧酸素の影響によって、生物相は毎年リセットされ、青潮が起るとその影響はDL±0.0mに生息する生物にまでも及ぶことが明らかになった。しかし、青潮が発生しなければアサリでも殻長の大きな個体が生残し、ろ水量も増加する。ここに浅場を新設すると、図-8のようにアサリの個体数は増加し、ろ水といった浄化能は高められたが、青潮が発生するとその機能は現存する海浜よりも高いものの、大きな影響を受けて著しく低下することがわかった。

新設した底質でも徐々に嫌気化が進んできており、環境悪化の抑制方法や青潮の影響を緩和する方法についても検討していく必要がある。

謝辞：本研究を行うにあたって兵庫県阪神南県民局県民室環境課の方々には多大なご支援をいただいたことをここに記して感謝を表す。

参考文献

- 赤澤貴光, 井川 仁, 浜辺 聖, 岩崎修造, 白井玄爾 (2004) : 大村湾の浄化・生態系回復に関する研究, 長崎衛星公害研究所録, No.50
- 石田基雄 (2007) : 三河湾における貧酸素水塊と漁業被害, 瀬戸内海, No.50, pp. 28-32.
- 入江政安 (2004) : 大阪湾における貧酸素水塊の挙動に関する数値シミュレーション, 海岸工学論文集, 第51巻, pp. 926-930
- 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報告書, pp. 1-12.
- 大谷壮介, 上月康則, 中西 敬, 石垣 衛, 鈴木嘉一, 村上仁士 (2006) : 大阪湾湾奥の自然海浜“御前浜”に関する一考察, 海洋開発論文集, 第23巻, pp. 645-650.
- 岡本庄市, 矢持 進, 大西 徹, 田口敬祐, 小田一紀 (2002) : 大阪湾阪南2区人工干潟現地実験場の生物生態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－, 海岸工学論文集, 第49巻, pp. 1286-1290.
- 川上佐知, 羽原浩史, 篠原 孝, 鳥井英三, 古林純一, 菊池泰二 (2003) : 人工的に生成した干潟の成熟性評価に関する研究, 海岸工学論文集, 50巻, pp. 1231-1235.
- 桑江朝比呂 (2005) : 造成された干潟生態系の発達過程と自律安定性, 土木学会論文集, No. 790, 25-35.
- 国分秀樹 (2009) : 英虞湾干潟域の生物生態機能・物質循環機能の定量的評価と生態系再生に関する研究, 大阪市立大学博士論文, pp. 1-172.
- 佐々木克之 (2007) : 伊勢湾・三河湾をめぐるいくつかの環境問題, 海の研究, Vol. 16, No. 2, pp. 151-154.
- 佐藤正典 (2000) : 有明海の生きものたち, 多毛類, 海遊舎, pp. 201-205
- 西村三郎 (1992) : 原色検索日本海岸動物図鑑 [I], 保育社, pp. 311-379.
- 松川康夫, 張 成年, 片山知史, 神尾光一郎 (2008) : 我が国のアサリ漁獲量激減の要因について, 日本水産学会誌, 74 (2), pp. 137-143.