

淡水供給が雨水のみの海岸におけるヨシ移植実験 —阪南 2 区干潟創造実験—

林 文慶¹・田中昌宏²・新保裕美³
高山百合子⁴・片倉徳男⁵・上野成三⁶
勝井 秀博⁷・古川恵太⁸・岡田知也⁹

本研究では、沿岸におけるヨシ原造成技術を確認するため、潮風を直接受け淡水供給が雨水のみの人工干潟後浜部という厳しい条件下で、ヨシの移植実験を実施した。実験区は、貯水機能を検討するために、遮水シート区、矢板区、保水材区及び対照区を設け、さらに底質の違いを比べるために対照区の 1/4 に鹿沼土を客土した。移植は陸生及び沿岸生の地下茎を採取し、陸上で苗に育てた後に移植した。移植 1 年目には高潮による海水の冠水を受けたが、地下茎は生存していた。移植 2 年目の観測結果より地上出現葉茎数は遮水シート区>矢板区>保水材区>対照区の順となり、雨水貯留対策の必要性が確認できた。また客土の有効性も確認できた。陸生の苗が沿岸生の苗より、若干、地上出現葉茎数が多い結果となった。

1. はじめに

著者らは、本格的な沿岸自然再生を実現するために、ヨシ原、干潟、藻場が一体となった沿岸再生技術の開発を進めている。これまでに設計の基本として、それぞれの場の代表生物について生息環境を定量的に評価するモデル (HSI モデル) を作成した (新保ら, 2000, 2001; 林ら, 2002; 高山ら, 2003)。

本研究では、次の段階として沿岸の自然再生を可能とする造成技術の確認を目指し、沿岸生物の生息場として重要な場の一つであるヨシ原について、その造成の基本となるヨシの移植実験を行った。実験フィールドは大阪府が造成した阪南 2 区人工干潟 (図-1) の後浜部で、潮風を絶えず受けており、ヨシにとって必須の淡水供給が雨水のみという極めて生育条件の厳しいフィールドである。こうした実験フィールドを対象とした理由は、大阪湾、東京湾といった沿岸再生が期待される海域には様々な制約が予想され、厳しい条件下でも適用できる技術の確認が要求されるからである。

なお、本研究は国総研が中心となって進めている「都市臨海部に干潟を取り戻すプロジェクト (阪南 2 区干潟創造実験)」の一環である (古川ら, 2005)。

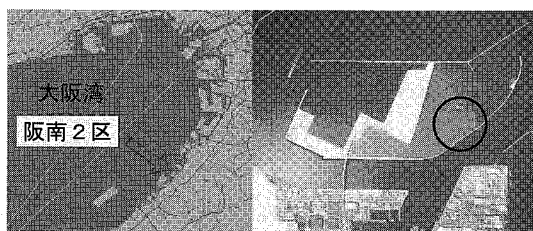


図-1 阪南 2 区造成干潟の位置 (右図: 岸和田市 HP より)

2. 阪南 2 区干潟創造実験の概要

本プロジェクトで使用する干潟は、大阪府港湾局が岸和田市沖に実施中の阪南 2 区整備事業の一環として造成したもので、自然との共生を実現する港湾整備を目的としている。この造成干潟をフィールドとして、市民が親しめる干潟を都市臨海部に再生し得ることを実証するために、干潟、海草・海藻場、ヨシ原が持つ海水浄化機能や生物生息・生産機能等を再生・強化する自然再生技術の確認を目指したプロジェクトが進められている。実施体制は、国総研が中心となり、国土交通省近畿地方整備局、(独法) 港湾空港技術研究所、大阪市立大学、大阪府 (港湾局、環境農林水産部)、大阪府立水産試験場、堺 LNG 株式会社、民間共同研究グループ (鹿島建設、大成建設、五洋建設、東洋建設) が参画する産官学の共同研究プロジェクトである。鹿島・大成はヨシ原造成実験及び干潟の地形安定化実験 (片倉ら, 2006) を行っている。

3. 材料および方法

(1) ヨシの基本特性

ヨシ (*Phragmites australis*) は多年生の植物であり、日本のような温帯地方では、春から夏に繁茂し、秋にな

1 正 会 員 學術博 鹿島建設技術研究所主任研究員
2 フェロー 工博 鹿島建設技術研究所上席研究員
3 正 会 員 鹿島建設技術研究所研究員
4 正 会 員 大成建設技術センター研究員
5 正 会 員 大成建設技術センター主任研究員
6 正 会 員 工修 大成建設技術センターチームリーダー
7 フェロー 工博 大成建設技術センター部長
8 正 会 員 工博 国土技術政策総合研究所室長
9 正 会 員 工博 国土技術政策総合研究所主任研究官

ると地上部が枯れて地下部が越冬し、翌春に新芽が出る。新芽は地下部に貯めた栄養物質を使って成長し、そして、繁茂した葉茎は光合成で生産した栄養物質を地下部に貯蔵する。

(2) 実験区

図-2に示すように、本実験では高潮位面より+0.38 mの地盤高(小段)で4つの実験区を設けた。実験区の東側には既設護岸、西側には干潟部があり、全区は汀線からの距離がほぼ等しい場所とした。実験区の貯水機構を図-3と表-1に示す。各区の広さは5m×5mである。なお、苗移植の底質は、中央粒径0.523 mm、砂分(0.075~2 mm) 88%, 強熱減量(有機物量指標) 約0.56%, 礫まじり砂である(客土底質を除く)。

(3) 移植苗の育成・移植

移植用の苗は、新芽が出る直前(2004年3月)に採取したヨシの地下茎を約5 cm(成長端を含む2節)に切断し、植栽用土を充填したポットに移して陸上のヤードで約2ヵ月間育成したものである。この際、塩分の影響を試験するため、淡水育成の他に塩分濃度を1%と2%に調整して3週間馴致した苗を育成して移植実験に用いた。地下茎は淡水域生息の陸生のヨシ(鳥取産)と大

表-1 ヨシ移植の実験区

実験区	備 考
遮水シート区	雨水を確実に貯留するため、遮水シートを深さ0.5 mに設置した。
矢板区	淡水レンズを創るため、四方に矢板(防水ベニヤ)を深さ1 mまで入れた。
保水材区	造園用の保水材を深さ0.3 mから0.1 mの厚さに入れて淡水貯留を図った。
対照区	海砂が厚さ1.2 m覆砂されており、そこにヨシ苗を直接移植した。底質の違いを試験するため、対照区の1/4造園用の鹿沼土を客土した。

阪南港野鳥園汽水・海水域生息の沿岸生のヨシを採取した。なお、これらに加えて淀川・鶴殿地区からも地下茎を採取したが、後にこれはヨシでなくオギであることが判明した。参考までにオギについても同様に移植実験を行った。

移植は2004年5月に、各実験区において100ポットの苗(平均草丈30 cm)を50 cm間隔の行列になるようにポットごと移植した。苗の種類と個数を表-2に示す。移植ヨシ苗のポットは生分解性材質のものをを用いた。移植苗を養生するために、図-3に示すような給水装置を設けて移植直後から30日間のみ毎日朝夕に100 L/日を各実験区に散水した(写真-1)。なお、対照区の客土底質には南港の苗を移植した。

表-2 各実験区における移植ヨシ苗

移植苗の種類	ポット数
南港野鳥園(南港)	40
南港野鳥園1%塩分濃度の水馴致	3
南港野鳥園2%塩分濃度の水馴致	3
鳥取陸生(鳥取)	25
鳥取陸生1%塩分濃度の水馴致	9
鳥取陸生2%塩分濃度の水馴致	10
淀川鶴殿(オギ)	10

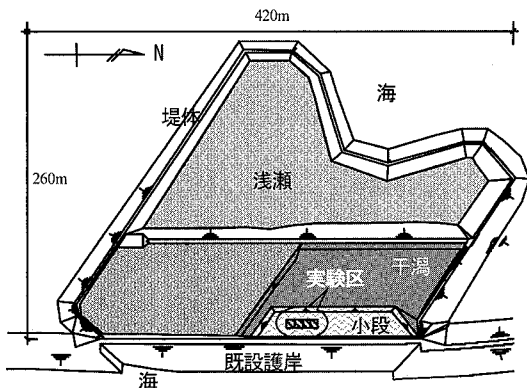


図-2 ヨシ原造成実験の位置

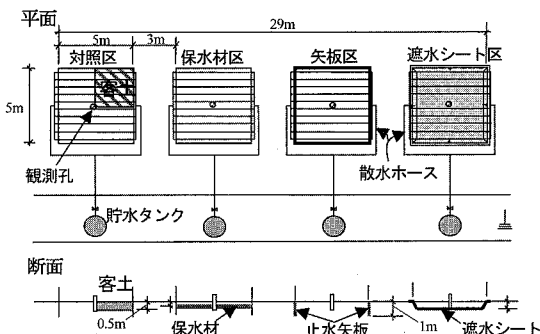


図-3 ヨシ原造成実験区の平面・断面図

(4) 観 測

実験の観測は、2004年5月から2006年3月まで2~4ヶ月おきに実施した。観測項目としては、植栽状況の写真撮影、地盤高の測量、植物体の葉色彩観察、地上出現葉茎数及び草丈の計測、植物体の葉茎及び地下茎の塩分含有量測定、底質の強熱減量及び塩分含有濃度の測定、各実験区中央部地下水の塩分測定である。

4. 結果及び考察

(1) 移植苗の新芽出現及び地上出現葉茎の観測

移植後約2ヶ月間(5月~7月)、各実験区において地上出現葉茎の枯れた個体はなかったが(写真-1)、葉の一部が焼けた色に変化したものがあり、潮風と白い底質の強い照り返しによるものだと思われる。また、この時期から、各実験区に新芽が出現し始めた。新芽の出現数

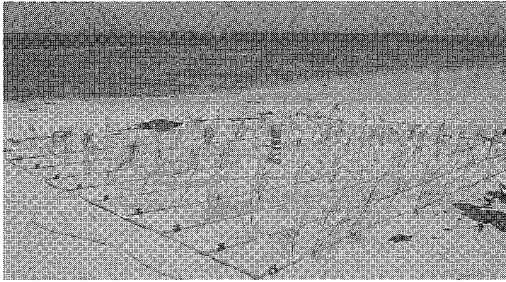


写真-1 移植後2ヶ月の遮水シート区の植栽状況

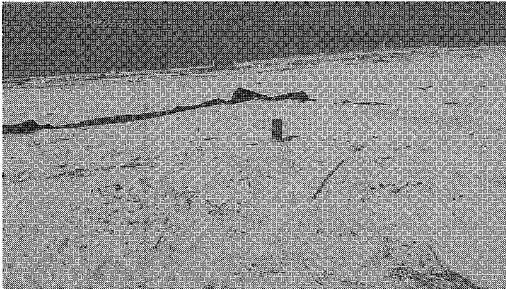
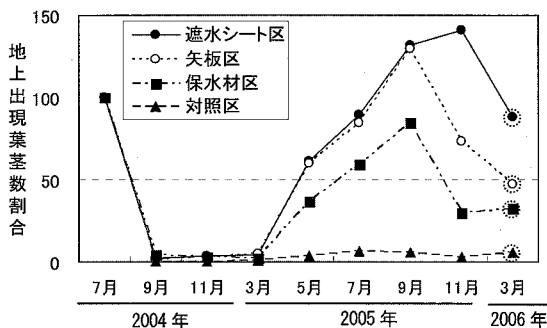


写真-2 移植後6ヶ月の遮水シート区の植栽状況

図-4 各実験区の地上出現葉茎数割合
(2004年7月の葉茎数を100%とした) ○: 枯れ葉茎

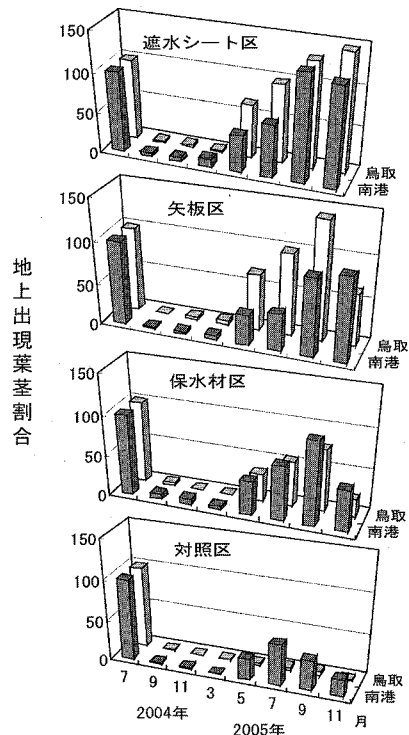
は、遮水シート区の鳥取苗移植区域で最も多く観察された。そして、9月に各実験区のいくつかの移植苗の地下茎を掘り出して観察したところ、地下径が移植ポットから伸び出ていることが確認された。なお、オギ新芽の出現は観察されなかった。

しかし、移植年の8月から10月にかけて台風が複数大阪湾を通過し、高潮と高波浪により実験区の一時的な冠水と土砂堆積が発生したため、地上部は壊滅状態となった(写真-2)。同年9月と11月の観測では、地上出現葉茎が殆ど観察されなかった(図-4)。地下茎を掘り出して観察したところ、従来のヨシ原で観察された地下茎と同様な状態であるため、ヨシは生存していると判断した。翌春(2005年5月)には、新芽が出現し、遮水シート区では同年の11月まで、他の3実験区では9月まで地上出現葉茎数が増えて花穂の出現も観察された。

2006年3月の冬には全ての地上出現茎が枯れた。以上の観測より、遮水シート区>矢板区>保水材区>対照区の順に良い結果となり、遮水シート区では移植時に比べて最大1.4倍も葉茎数が増えた(図-4)。なお、オギ地上部の出現は翌春には観察されなかった。

上述したようにヨシの地下茎が移植ポットから伸び出したため、2005年の苗種類別の地上出現葉茎数の観測結果を南港及び鳥取の苗移植区域について求めた(図-5)。遮水シート区及び矢板区の地上出現葉茎数は、鳥取苗移植区域に比較的多く、2005年7月には移植時の葉茎数まで回復し、その後9月には移植時の数より約1.4倍にまで増えた。一方、保水材区及び対照区(客土分を除く)の地上出現葉茎数は、南港苗移植区域に比較的多く、移植時と比べると、保水材区ではほぼ同等の数まで回復できたが、対照区では50%に留まった(主に塩分馴致南港苗移植地区)。従って、移植ヨシの定着における雨水貯留の重要性が明確となり、遮水シートが最も高い効果があった。

客土の効果は、図-6に示すように明らかに有客土区域には多くの葉茎が観察され、翌年(2005年)の9月には移植時の葉茎数の約2倍に増えた。移植ヨシを定着させるために、客土も重要な手法の一つであることが示唆される。

図-5 南港及び鳥取の苗移植区域の地上出現葉茎割合
(2004年7月の葉茎数を100%とした)

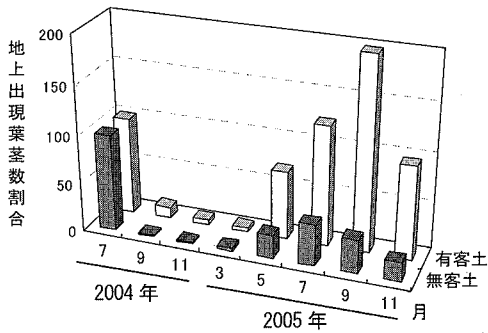


図-6 客土有無におけるヨシの地上出現葉茎数割合 (2004年7月の葉茎数を100%とした)

(2) 移植苗の草丈の観測

移植2ヶ月後の各実験区における移植苗種類別草丈の最大の伸びを図-7に示す。苗種類別では、南港の苗より鳥取の苗が大きく伸びた。また、塩水馴致による顕著な差は見られなかった。さらに、オギの苗はヨシの苗より大きく伸びた。実験区間の比較では、遮水シート区と対照区は同等な結果となり、保水材区と矢板区は若干劣っていた。2005年の苗種類別の最大草丈伸びの観測結果を南港及び鳥取の苗移植区域について求めた(図-8)。この年に生えてきた葉茎の2ヶ月間の草丈の伸びは、貯水機構を設けた3実験区では鳥取苗がより大きく伸びたが、逆に対照区では南港苗がより大きかった。また、遮水シート区と矢板区には、ヨシの水平展開ランナーと地下茎拡大によるパッチ形成が見られ、9月までに葉茎が平均30cm以上の伸びとなり、100cmを超えた葉茎が多く観察された。移植年より地上部のバイオマスが多くなったと言える。従って、葉茎で生産された栄養分は地下茎に蓄えられており、次年の繁茂と拡大が期待される。

客土有無底質に移植した苗では、移植2ヶ月後の草丈の最大の伸びは、ポットに充填した植栽用土の養分(移

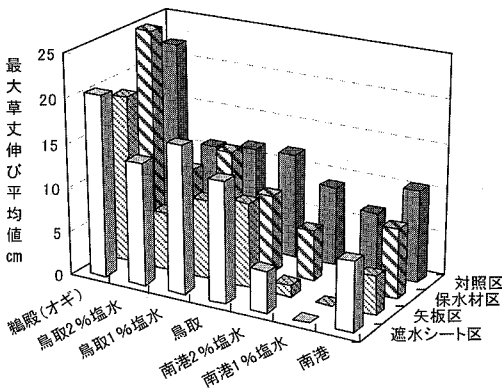


図-7 2004年5月～7月の各実験区における2ヶ月間移植苗種類別最大草丈伸び

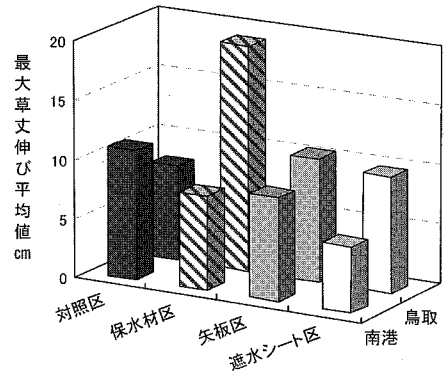


図-8 2005年5月～7月の各実験区における地上出現葉茎の2ヶ月間最大草丈伸び

植時強熱減量6.14%)で育成していたため、両者とも顕著な差がなかったが、翌春には客土有底質(移植時強熱減量1.59%)に生えてきた葉茎のほうが大きく伸びた(図-9)。

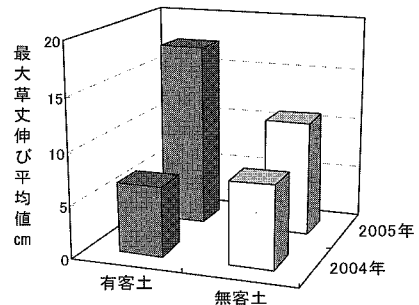


図-9 2004年と2005年5月～7月の客土有無底質に移植した苗の最大草丈伸び

(3) 植物体及び底質の含有塩分・底質強熱減量の測定

移植2ヶ月後(2004年7月)、遮水シート区及び対照区の中央部の観測孔(図-3)から採水した地下水の塩分濃度は約1.3%であり、ヨシ生育限界値2.4%(栗原, 1988)より低かった。その後、実験区には上述した台風の高潮と高波浪による土砂堆積(最大+30cm)が発生し、観測孔が埋まってしまったため継続計測が不可能となった。そこで、同年11月に各実験区の表層及び-30cmの底質を採取し、一定量の採取乾燥底質を蒸留水で浸してその塩分濃度を測定した。底質塩分含有量は、表層底質では0.02~0.15g/kg(0.002~0.015%)、-30cm底質では検出限界以下~0.06g/kg(0.006%)であり、実験区間には顕著な差がなく、塩分濃度は非常に低かった。また、各実験区の植物体及び比較検討のために大阪市南港野鳥公園と三浦市江奈干潟で採取したヨシ地下茎と葉茎についても、含有塩素及び全ナトリウムの定量を行った(表-3)。地下茎の塩素含有濃度は、自然の

表-3 ヨシ植物体の塩素及び全ナトリウムの含有濃度

実験区	分析項目	塩素 g/kg	全ナトリウム g/kg	塩分* g/kg
地下茎 (2004年11月)				
遮断シート区		15.5	6.8	17.3
矢板区		21.6	12.2	31.0
保水材区		33.1	14.4	36.6
対照区		24.4	14.2	36.0
南港野鳥公園**		16.7	10.3	26.2
江奈干潟**		5.0	9.0	22.8
葉茎 (2005年7月)				
遮断シート区		0.4	7.9	20.1
矢板区		0.6	6.1	15.5
保水材区		0.7	2.5	6.4
対照区		0.4	5.2	13.2
江奈干潟**		8.9	19.1	48.6

*: 全ナトリウム $\times 2.5421$ で換算

**: 比較検討のため

汽水・海水域に生えていた南港と江奈では異なったが、全ナトリウムはほぼ同等の値を示した。分析データから換算した塩分濃度は、遮断シート区を除いて他の実験区より低い値となった。一方、葉茎の塩素及び全ナトリウム含有濃度は、全実験区のヨシについて江奈のヨシに比べていずれも低く、塩分含有濃度も1/8~1/2程度となった。実験区の植物体の塩素含有濃度は、特に地下茎では比較検討サンプルより高く検出されたが、一般植物の塩素含有量の範囲内（浅見ら、1983）に収まっており、また、翌春に新芽の出現が観察されたので、ヨシの生育に悪影響を示す値ではないと判断される。

各実験区の底質強熱減量を図-10に示す。対照区を除き、移植後時間の経過につれて多少値が高くなる傾向が見られた。特に遮断シート区では、移植時の約2倍にまで高くなり（0.80%）、-30cm対照区客土底質（2006年3月の測定）と港野鳥公園のヨシ生息底質（2004年3月の測定）と同等の値であった。本実験区の底質は砂質

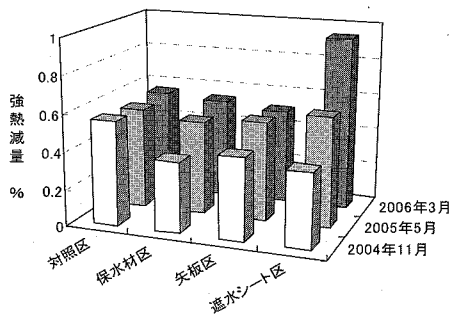


図-10 各実験区における-30cm底質の強熱減量

であるため、強熱減量は1%以下となったが、ヨシが砂の植栽場に生育できたとの報告があり（徐ら、1999）、また、移植2年目にヨシの地上部出現と草丈伸びが観測されたことから、今回移植したヨシの生残と拡大が期待される。

5. 結 論

本実験の主な結論を以下に示す。

- ①雨水貯留機能の効果の検討結果によれば、本実験で評価した中では遮断シートが最も有効であった。
- ②底質に客土を施せば、移植ヨシの定着が可能であることが確認された。
- ③貯水機構を設けた実験区では陸生由来苗（鳥取）のほうが良く成長した。一方、貯水対策を施さない対照区では、沿岸生由来・塩水馴致で育成した苗の方が多く生残し、成長が良かった。
- ④底質に養分（強熱減量）が少なくても、水分を確保することができれば、砂質の底質にも移植ヨシの定着が可能であることが実証された。

謝辞：ヨシ地下茎の採取・苗移植に当たり、国交省淀川河川事務所、大阪府港湾局南港野鳥園及び住友林業緑化株式会社のご協力を頂いた。記して謝意を表します。

参 考 文 献

- 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, 海岸工学論文集, 第47巻, pp. 1111-1115.
- 新保裕美・田中昌宏・池谷 毅・林 文慶(2001): 干潟における生物生息環境の定量的評価に関する研究—多毛類を対象として—, 海岸工学論文集, 第48巻, pp. 1321-1325.
- 林 文慶・高山百合子・田中昌宏・上野成三・新保裕美・織田幸伸・池 谷毅・勝井秀博(2002): 沿岸域における複数生物の生息地環境評価—生態系連続性の配慮に向けて—, 水工学論文集, 第46巻, pp. 1193-1198.
- 高山百合子・上野成三・勝井秀博・林 文慶・山本克則・田中昌宏(2003): 江奈湾の藻場分布データに基づいたアマモのHSIモデル, 海岸工学論文集, 第50巻, pp. 1136-1140.
- 古川恵太・岡田知也・東島義朗・橋本浩一(2005): 阪南2区における造成干潟実験—都市臨海部に干潟を取り戻すプロジェクト—, 海洋開発論文集, 第21巻, pp. 659-664.
- 片倉徳男・高山百合子・上野成三・勝井秀博・林 文慶・田中昌宏・新保裕美・古川恵太・岡田知也(2006): 人工干潟の地形安定化工法に関する現地実験—阪南2区干潟創造実験—, 海岸工学論文集, 第53巻, 投稿中.
- 栗原 康(1988): 河口・沿岸域の生態学とエコテクノロジー, 東海大学出版会, 335p.
- 浅見輝男・茅野充男(1983): 環境無機化学—元素の循環と生化学—, 博友社, 369p.
- 徐 開欽・加藤智博・稲森悠平・西村 修・細見正明・須藤隆一(1999): 浚渫ドロー上に創出した人工ヨシ湿地の水質浄化機能の評価, 用水と廃水, Vol.41, No.6, pp. 504-512.