

人工リーフにおける付着生物群集の形成過程

Settlement and Recruitment of Marine Organisms on a series of Artificial reefs

星野敏夫*, 狼田和博**, 大谷靖郎***, 橋本新****

Toshio Hoshino, Kazuhiro Saruta, Yasurou Ohtani and Shin Hashimoto

A series of artificial reefs were constructed in the nearshore waters in Akita coast faced on the Japan sea. Each reef was constructed in consecutive years from 1992-1996. This provided the opportunity to investigate settlement and recruitment processes in this area. Using belt transects and quadrats, algal and faunal distributions were identified. By comparison of these distributions on each structure for 5 years, different distributions of marine organisms caused by the passed time were found.

Keywords : artificial reef, marine organisms

1. はじめに

近年、海岸域を取り巻く社会的状況の変化は大きく、良好な海岸環境および生態系の保全に対する要望が増大しており、国土保全を目的とする海岸保全事業においても周辺の自然環境との調和や協調が求められている。しかし、水深5m以浅の浅海域に設置されることが多い海岸保全施設では、生態系に対する効果および影響に関する調査研究は始まったばかりであり、新潟西海岸(荏司ら, 1992), 淡輪・箱作海岸(井上ら, 1995), 由良海岸(高木ら, 1995)などで調査が行われているが、その実態に関しては未解明な部分が残されている。特に、人工リーフにおける付着生物の経年的変化については、慶野松原海岸における調査研究(出口, 1993)などがあるが、現地海岸における事例は数少ない状況にある。

本研究は、秋田海岸に設置された人工リーフを対象に付着生物などの現地調査を実施し、付着生物群集の形成過程を中心として生態系の経年的変化について検討を行ったものである。

2. 調査内容

秋田海岸は、秋田市の南部に位置する日本海に面した直線的な砂浜海岸であり、高波浪時の越波および海岸侵食を防止するために、図-1に示すように人工リーフによる海岸保全対策が実施されている。秋田海岸の人工リーフは、図-2に示すように設置水深が約4m、天端幅が約18m、被覆ブロックが2tであり、1992年から施工が開始され1996年末の堤長は270mに達している。

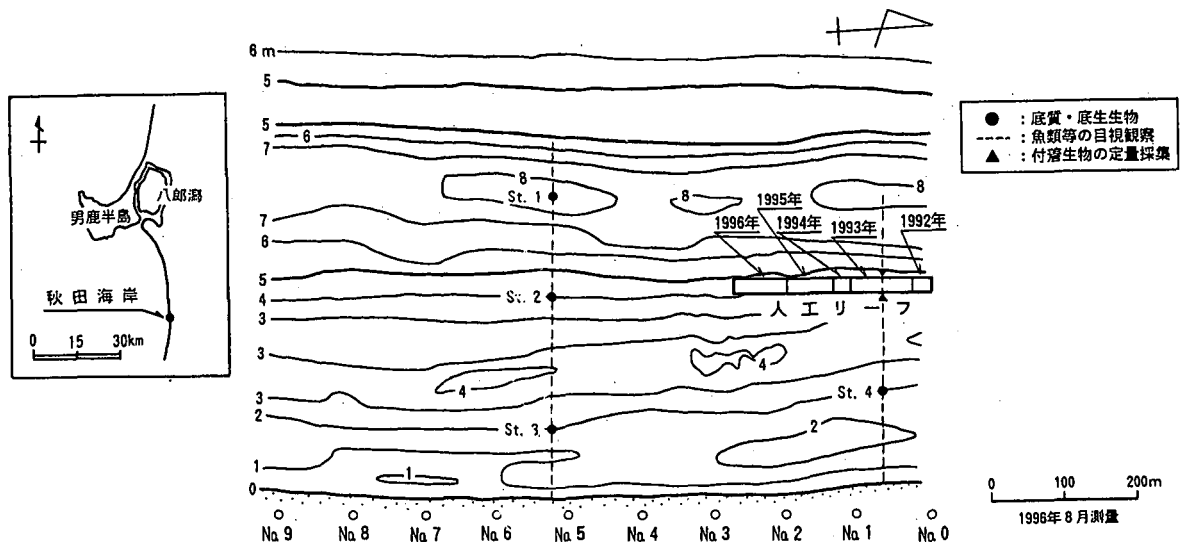


図-1 調査位置図

- * 秋田県 秋田土木事務所 河川砂防課長
- ** 秋田県 秋田土木事務所 河川砂防課主査
- *** 正会員 (株)アイ・エヌ・エー 海岸環境部 (〒112 東京都文京区関口 1-44-10)
- **** (株)アイ・エヌ・エー 海岸環境部

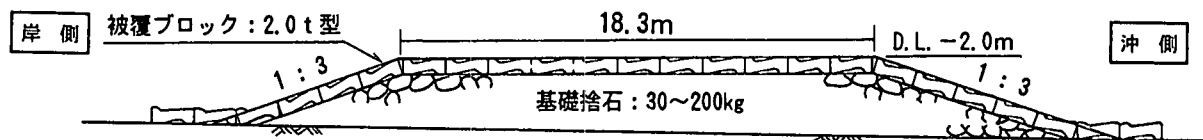


図-2 人工リーフの標準断面図

海象条件は、秋田港の観測結果によると、海岸線に対してほぼ直角に入射するW方向の波が卓越し、波高1m以下が53%を占めている。また、水温は、最高が8月の約25℃、最低が2月の約6℃となっている。

人工リーフ周辺における生物調査は、1996年10月に実施した。調査項目および調査地点は、図-1中に示したように底質・底生生物が4地点、魚類等の目視観察が人工リーフの施工箇所と自然海岸の2測線(延長: 約500m)である。付着生物の調査は、1993年に施工された人工リーフを対象とするコドラート調査(定量採集)およびベルトトランセクト調査(1m幅の目視観察)に加えて、1992年~1996年(5年間)の各施工年次の人工リーフを対象とする沖側のり面、岸側のり面および天端面における目視観察で構成されている。

付着生物のコドラート調査は、人工リーフの沖側および岸側の2箇所において、のり面と天端面で50cm×50cm方形枠内の付着生物を採集し、動物および植物の種の同定、種別湿重量、個体数の計数等を行った。ベルトトランセクト調査では、人工リーフの縦断方向(岸沖方向)の1m幅に付着している生物を連続的に目視観察および撮影し、主要な動物と植物の出現種および被度(%)を記録した。

3. 調査結果

3.1 底質・底生生物・魚類の調査結果

人工リーフ周辺の4地点で実施した底質調査結果によると、底質はいずれの地点も細砂であり、中央粒径 d_{50} は、St. 1(水深7m)およびSt. 2(水深4m)では $d_{50}=0.2$ mm程度、自然海岸のSt. 3(水深2m)および人工リーフ背後のSt. 4(水深3m)では $d_{50}=0.3$ mm程度となっている。

また、いずれの地点においても、泥色は暗オリーブで臭気はなく、CODおよび硫化物は、各々0.5mg/g乾泥、定量限界(0.5mg/g乾泥)以下となっている。

表-1に底生生物の分析結果を示す。出現種類数は、合計で7種類であり、地点別では2~3種類と顕著な違い認められない。出現種としては、環形動物ではゴカイ等の多毛綱が3種類、軟体動物では二枚貝が1種類(フジノハナガイ)、節足動物では甲殻綱が2種類(スナホリムシ、ツノヒゲソコエビ)、棘皮動物では海胆綱が1種類(ハスノハカシパン)となっている。採取面積(25×25cm)当りの個体数および湿重量の合計は、各々16個体、1.93gであり、地点別では、2~7個体および0.16~0.93gであり、個体数ではSt. 3、湿重量ではSt. 2が他の地点に比べてやや多くなっている。

表-1 底生生物の分析結果

門	綱	和名	St. 1	St. 2	St. 3	St. 4	合計
環形動物	多毛	(シロガネゴカイ科)				1	1
						0.11	0.11
		エゾオフェリオ	1				1
			0.01				0.01
		オフェリアゴカイ				1	1
						0.05	0.05
軟体動物	二枚貝	フジノハナガイ			6		6
					0.09		0.09
節足動物	甲殻	(スナホリムシ科)	1				1
			<0.00				<0.00
		(ツノヒゲソコエビ科)		1			1
				<0.00			<0.00
棘皮動物	海胆	ハスノハカシパン	1	3	1		5
			0.42	0.93	0.32		1.67
合計		種類数	3	2	2	2	7
		個体数	3	4	7	2	16
		湿重量	0.43	0.93	0.41	0.16	1.93

上段: 個体数/25×25cm
下段: 湿重量(g)/25×25cm

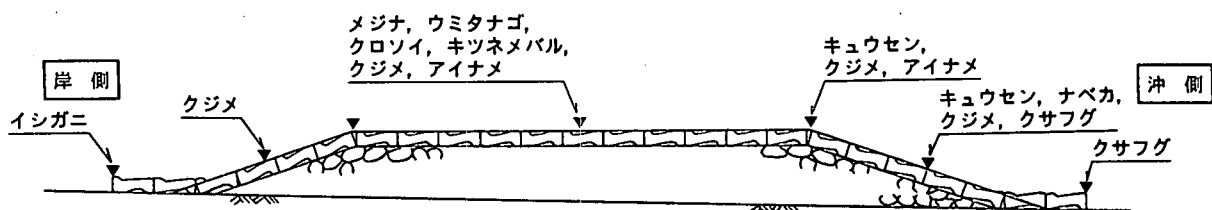


図-3 魚類の目視観察結果

図-3に1993年に施工された人工リーフを横断する測線上の魚類の目視観察結果を示す。人工リーフの堤体周辺では、キュウセン、クジメ、アイナメ、クサフグなどの多くの種類が観察され、確認種としては、魚類が9種、節足動物が1種(イシガニ)となっている。また、人工リーフ背後ではクサフグが確認され、自然海浜の測線では、汀線付近で魚類が1種(クサフグ)、水深6m付近で棘皮動物が1種(ハスノハカシパン)が確認された。なお、人工リーフ周囲の観察結果によると、これらの魚類に加えて水産有用種であるマアジ、クロダイ、イシダイ、ヒラメの4種の魚類と軟体動物のマダコが確認された。

3. 2 付着生物の縦断方向分布

図-4は、定量採集した付着生物の分析結果から、人工リーフにおける付着生物の出現種類数、湿重量、個体数の縦断方向分布を示したものである。また、図-5は、定量採集を実施した測線上の目視観察結果から、付着生物の種類別の被度を縦断方向に示したものである。なお、調査対象とした人工リーフは、1993年に施工されてから約3年が経過している。

(1) 植物

定量採集結果によると、確認された付着植物は、緑藻網が2種(アナアオサ、シオグサ属)、褐藻網が1種(クロガシラ属、紅藻網が10種(ツノマタ、ムカデノリ、イバラノリなど)の合計13種である。地点別の種類数は6~10種であり、天端面の沖側でやや多くなっている。

地点別の湿重量は、20.1~96.8g/50×50cmであり、岸側のり面で最も多く、岸から沖に向かって湿重量が減少する傾向が認められる。優占種としては、人工リーフの岸側のり面では緑藻網のアナアオサが大部分を占め、沖側のり面、沖側天端面、岸側天端面ではアナアオサと紅藻網のツノマタが多く出現した。

また、目視観察結果によると、緑藻網のアオサ属(被度：10%~70%)が全域にわたって優占種となっており、紅藻網のサビ亜科(被度：5%未満~10%)が全域にわたって分布している。その他の種では、小型の紅藻網および褐藻網のホンダワラ属(被度：5%未満)等が観察された。

(2) 動物

定量採集結果によると、確認された付着動物は、環形動物門の多毛綱が28種(エゾカサネカンザシ、クマドリゴカイ、フサゴカイ、ミロクウロコムシなど)、軟体動物門の二枚貝綱等が17種(イワガキ、ムラサキイガイ、キヌマトイガイ、レイシガイなど)、節足動物門の甲殻綱が23種(スナナリヨコエビ、イソヨコエビ、ニッポンスガメ、メリタヨコエビなど)、その他が7種の合計75種である。地点別に見ると、種類数は43~50種であり、地点による明確な差異は見られない。

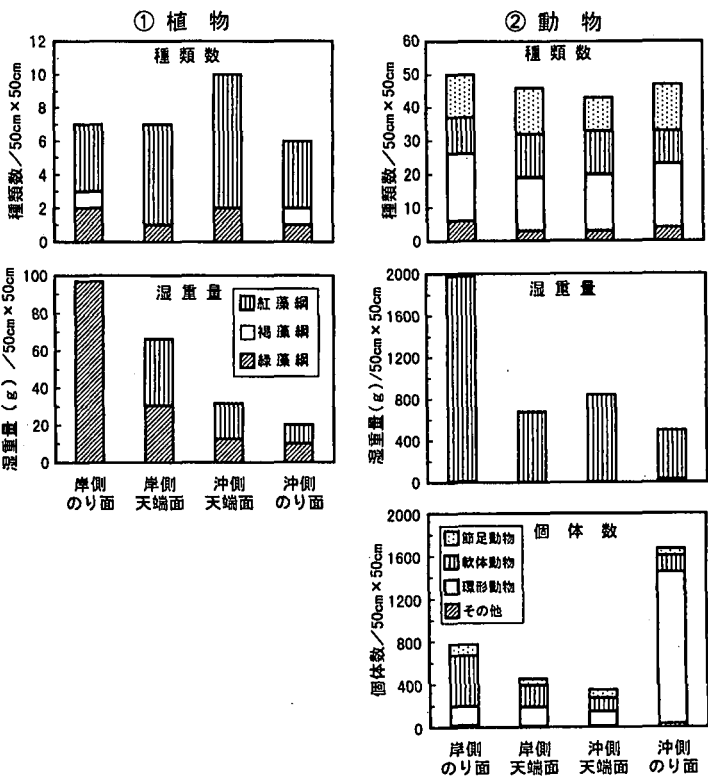


図-4 付着生物の種類数・湿重量・個体数

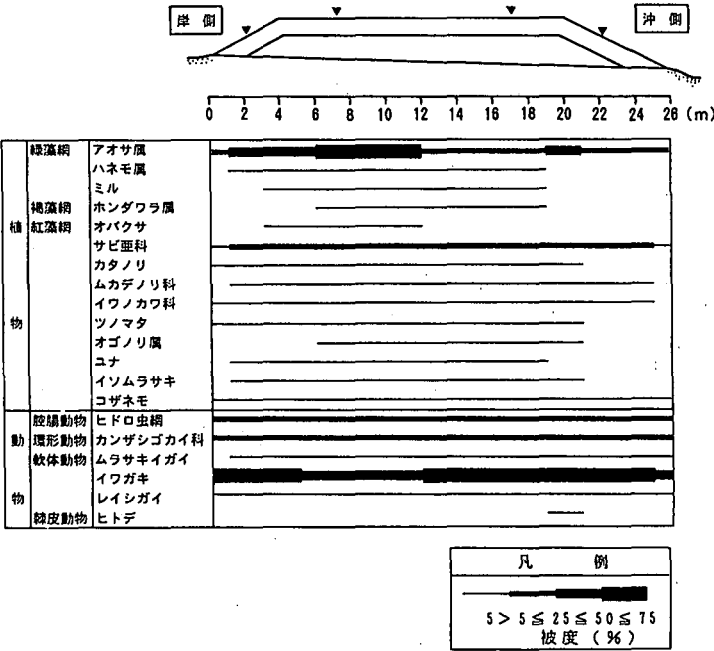


図-5 付着生物の縦断方向分布

湿重量は、498～1975 g/50×50cmであり、付着植物と同様に岸側のり面が最も多くなっている。出現個体数は、350～1669個体/50×50cmであり、湿重量と異なり沖側のり面で最も多くなっている。個体数の種類別組成を見ると、沖側のり面では、優占種であるエゾカサネカンザシを含む環形動物が85%を占めているが、沖側および岸側の天端面では、環形動物および軟体動物が各々40%前後を占め、岸側のり面では優占種であるイワガキを含む軟体動物が61%を占めている。なお、種類別の湿重量は、いずれの地点でもイワガキ、レイシガイ等の軟体動物が94%以上を占めている。

また、目視観察結果によると、全域で軟体動物のイワガキ(被度:30%～70%)の優占度が高く、環形動物のカンザシゴカイ科(被度:10%～20%)、腔腸動物のヒドロ虫綱(被度:10%)、軟体動物のムラサキイガイ(被度:5%未満)、レイシガイ(被度:5%未満)などが確認された。

3.3 付着生物の経年的変化

秋田海岸では、人工リーフの施工が1992年から開始され、毎年25m～88mの延長で工事が進められ、5年後の1996年には施工延長は270mとなっている。したがって、施工年次別の人工リーフを対象として付着生物の状況を調査することにより、人工リーフにおける付着生物群集の経年的変化および形成過程を検討することが可能であると考えられる。図-6は、目視観察結果による植物および動物の施工年次別の種類数であり、図-7および図-8は、主要な植物および動物の施工年次別の被度である。

(1) 植物

施工年別の付着植物の種類数は、施工直後の1996年では3～5種であるが、施工1年後の1995年では6～7種、2年後の1994年では9～11種、3年後の1993年では9～14種と増加しているが、施工4年後の1992年では8～9種に減少している。また、人工リーフの天端面で出現種類数が多い傾向が認められ、のり法面ではアオサ属等の小型種や殻状藻等が確認された。

主要な付着植物の施工年次別の被度を見ると、施工直後の1996年ではアオサ属を含めて植物は少なく、アオノリ属は他の施工年では出現していない。1995年ではアオサ属およびサビ亜科の被度が増大し、これにフダラクが加わり、1994年は1995年とほぼ同様である。1993年では、アオサ属の被度は1994年および1995年とほぼ同程度であるが、サビ亜科の被度は低下し、フダラクも消滅している。1992年では、アオサ属の被度も低下しているが、サビ亜科の被度は増大している。

(2) 動物

施工年次別の付着動物の種類数には、植物と同様の遷移が見られ、施工直後の1996年および1年後の1995年では5～6種であり、2年後の1994年には8種に増加しているが、3年後の1993年では5～6種、4年後の1992年では4種と減少している。なお、動物では、リーフ天端面とのり面の出現種類数に違いは見られない。

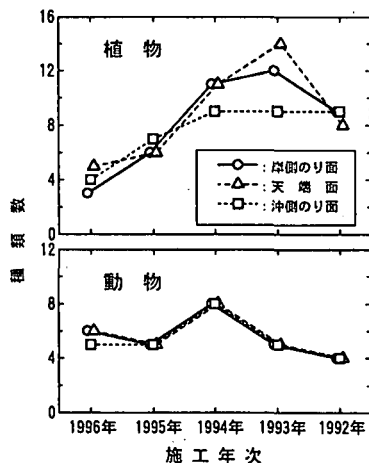


図-6 付着生物の種類数

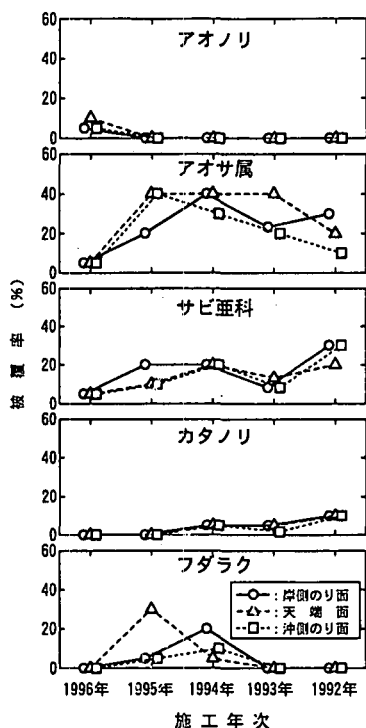


図-7 主要な付着植物の被度

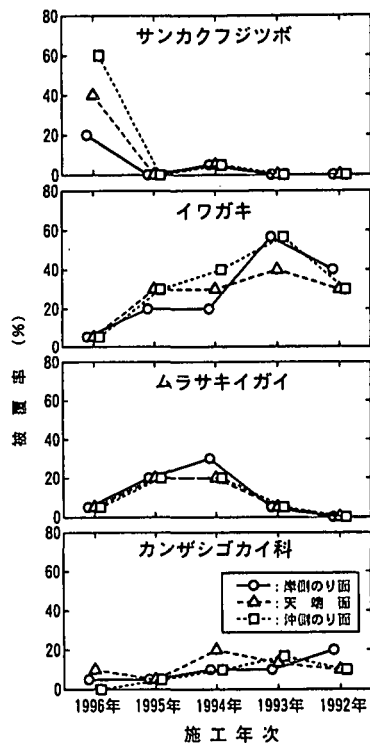


図-8 主要な付着動物の被度

主要な付着動物の施工年次別の被度を見ると、施工直後の1996年では、サンカクフジツボが優占種となっているが、1年後の1995年には激減しており、1995年では、イワガキおよびムラサキイガイの被度が20%~30%に増大している。1994年では、イワガキおよびムラサキイガイともに増大傾向が見られるが、1993年では、ムラサキイガイの被度は5%未満に低下するが、逆にイワガキは40%~55%に増大し、優占種となっている。しかし、施工4年後の1992年になると、イワガキの被度も30%~40%に低下している。なお、カンザシゴカイの被度は、施工2年後の1994年以降では10%~20%と安定している。

(3) 付着生物の経年的変化

人工リーフの付着生物を施工年次別に比較した結果、付着植物の出現種類数およびアオサ属の被度では、施工直後(1996年)は小さく、2年~3年後にピークを示し、その後は減少する傾向が認められた。また、カタノリやイソムラサキのように、2年後に出現して増大傾向となる種も見られる。一般に人工リーフ等の構造物が海中に設置されると、植物の新たな付着基盤として機能することから、初期には細菌類や付着珪藻などが、次いで小型の短命な海藻が出現し、その後は、順次寿命が長く、藻体が大い種に交代する場合が多い。今回の調査では、海藻群落の遷移の極相段階で見られる多年生の大型海藻が観察されていないが、その原因としては、動物による食害、波浪、洗砂などの影響が考えられる。なお、大型褐藻類のホンダワラ属の幼体が確認されており、これらの幼体の今後の成長過程は、安定した藻場群落の形成の可能性を検討する材料となるものと考えられる。

付着動物では、サンカクフジツボは、施工直後(1996年)では優占種となっているが、1年後には激減し、年々イワガキの優占度が高くなる。一方、イワガキおよびムラサキイガイは、付着植物の出現種類数と同様の遷移が見られ、施工当初は少ないが年々増大し、イワガキは3年後、ムラサキイガイは2年後にピークを示し、それ以降では減少する傾向が認められる。また、付着動物の出現種類数も付着植物と同様の経年的変化が見られる。

以上のように、人工リーフの付着生物には、施工年次の経過とともに優占種および出現種類数に明瞭な変化が認められることから、これらの調査結果は、人工リーフにおける付着生物の経年的変化および形成過程を示しているものと判断できる。また、人工リーフでは、のり先から天端面に向かって海藻の出現種類数が増加する傾向が認められ、リーフののり先では、アオサ属等の小型の短命種や殻状藻等の遷移の初期に見られる種類が観察された。一般に、基質の大きさ(基質の安定度)や漂砂等の物理特性の環境傾度に沿った群落構造の変化は、その生育地における群落の遷移過程を反映していることから、人工リーフののり先と天端における環境条件の差が現れたものと考えられる。

なお、魚類については、出現種類数は施工年次による違いは認められないが、人工リーフの天端面において出現種が多い。

4. まとめ

秋田海岸において、施工年次の異なる人工リーフを対象として付着生物を中心とする生物調査を実施した結果、次のようなことが明らかとなった。

- ① 人工リーフ周辺では、堤体を生息基盤とする付着生物および堤体を蛸集目標としている魚類等が確認され、砂質海岸に建設された人工リーフによって岩礁性の生物環境が新たに形成されたことを示している。
- ② 人工リーフの法先と天端面では、海藻の出現種および種類数が異なり、環境条件による生息基盤の安定性および遷移過程の違いがあると考えられる。
- ③ 人工リーフの施工年別に調査結果を比較することにより、付着生物群集等の形成過程を検討することが可能である。
- ④ 人工リーフは、付着生物の新たな生息基盤として機能し、2~3年と比較的短期間で海藻群落および動物群集が発達するが、優占種の経年的な変化に見られるように群落および群集の遷移も同時に生じる。
- ⑤ 海藻群落の遷移の極相段階で見られる多年生の大型褐藻類の幼体が、人工リーフで確認されていることから、安定した藻場群落の形成に向かっているものと推定される。

参考文献

- 井上雅夫・島田広昭・鉄川精・中村克彦(1995): 生物との共生をめざした人工磯の生態工学的研究, 海岸工学論文集, 第42巻, pp. 1191-1195.
- 荘司喜博・田村政太郎・高橋豊喜・山本秀一・高橋由浩(1992): 新潟西海岸における潜堤設置に伴う周辺生物相の変遷, 海岸工学論文集, 第39巻, pp. 996-1006.
- 高木伸雄・中山哲蔵・加藤広之(1995): 水産協調型人工リーフの形状の提案, 海洋開発論文集, vol. 11, pp. 139-144.
- 出口一郎(1993): 人工海浜とその評価, 海岸, vol. 33, No. 1, pp. 6-13.