

水産協調型人工リーフの形状の提案

Proposal for a configuration of artificial reef as harmonized with fishery

高木伸雄* 中山哲蔵、加藤広之*

Nobuo Tkaki, Akiyosi Nakayam, Hiroyukikatou

In Japan, the improvement works of revetment and offshore breakwater have been promoted for coastal conservation. However, recently in the coastarea, there are occurring lots of problems such as increasing of oceanicnition and draining of natural resources. To cope with such problems, it is inevitably required that the coastal structures are to be improved on a multi-purpose basis and on the other hand, the related facilities are to be improved in view of environment like fishery resources.

In order to meet such social requirements, this Paper introduces a recommendable cross-section of the multi-purpose artificial reef which is observed most promising as a new model facilty for coastal conservation as well as fishery function.

1. はじめに

わが国では、海岸の保全を図るために、護岸や離岸堤等の整備を進められている。

しかし、近年、海岸域においては、海洋性レクリエーション等の増加、水産資源の枯渇など多くの問題が発生している。このため、海岸施設の多目的な整備を進めるとともに、一方では、水産資源などの環境を考慮した施設整備が求められている。

このような社会的要求に対応するために、人工リーフについて、水産効果調査および水理機能調査を行い、海岸の保全を目的とするだけでなく、水産機能を付加した、新たな施設として期待されている多目的な人工リーフの断面形状について提案行うものである。

2. 人工リーフの水産効果調査

すでに施工されている人工リーフについて、水産効果を確認するために既往文献調査、潜水調査と発注者・漁業関係者へのアンケート調査を実施した。

1) 既往資料の収集整理および分析

既往文献のより、潜堤（離岸堤や増殖場などを含む）と着生成物の関係を整理する。

① 潜堤構造諸元と増殖水産生物

潜堤構造諸元と増殖水産生物の関係を表-1に示す。

表-1 消波構造諸元と増殖水産生物の関係（平均値）

水産生物	ウ	ニ	ア	ワ	ビ	コ	ン	ブ	イ	セ	エ	ビ
項目												
潮位差（HWL-LWL）		0.59m		1.29m		0.68m			1.93m			
設置水深（LWL-h）		4.08m		6.30m		4.64m			8.80m			
天端水深（LWL-R）		1.13m		1.46m		1.37m			6.36m			
天端幅		4.19m		7.45m		2.95m			8.83m			

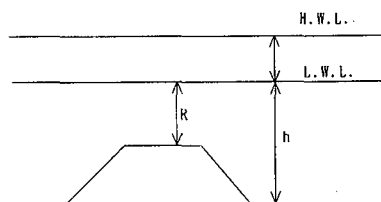


図-1 潜堤諸元

表-1より、対象とする生物により、天端幅や天端水深に大きな差がでていることがわかる。

* 正会員 財団法人漁港漁村建設技術研究所（港区赤坂6-13-16）

②人工リーフに期待される水産生物

人工リーフは砂浜地帯では新たに岩礁域を造成することになり、磯根生物の増殖効果が期待される。さらに、岩盤地域においても、複雑な空隙と安定した岩礁を造成することになり、天然の漁場を拡大するポテンシャルを有すると考えられる。

したがって、水産協調型人工リーフに期待される水産生物は磯根生物全般にわたるが、特に、増殖効果を期待すべき主な代表的な水産生物は表－２となる。

表－２ 期待される主な水産生物

軟体動物	サザエ、エゾアワビ、クロアワビ、マダカアワビ、メガイアワビ、トコブシ、ハマグリ類、ウバガイ、アサリ類、クボガイ、バテイラ、コシダカガンガラ、キサゴ類、イガイ類、カキ類、ヤリイカ、アオリイカ、タコ類
甲殻類	イセエビ
棘皮類	エゾバフンウニ、キタムラサキウニ、バフンウニ、アカウニ、ムラサキウニ、マナマコ
原索動物	マボヤ
魚類	マダイ、クロダイ、ヒラメ、イシダイ、ソイ、メバル類、カサゴ類、メジナ類、ハタ類
海藻類	コンブ類、ワカメ類、テングサ類、オゴノリ類、イギス、モズク類、ホンダワラ類

なお、表－２における海藻類は商品価値のあるものを示したが、砂浜の二枚貝をのぞく多くの魚介類は、藻場を育成場としているので、藻場を形成する海藻類（ホンダワラ類、アラメ、カジメ等）は水産効果の上で、重要である。

また、水産協調型人工リーフに期待される水産生物は、表－２にとどまらず多岐にわたり、人工リーフそのものに固着する種や背後の静穏域で育成する種もあり、魚種のように、その生活史の一時期を人工リーフで過ごすものもある。さらに、人工リーフを造成する海域により、対象種となる生物の生態は微妙に異なる。

以上のことから、水産効果を期待する対象種選定に当たっては、水産生物の生物環境調査を十分に行う必要がある。

③水産協調型人工リーフに必要とされる機能

表－２のような水産生物を増殖させるために、必要とされる機能は、築磯としての機能であり、既往文献等の調査より、人工リーフ背後の静穏域での水産利用や砂浜海域の生物（二枚貝等）を別にすると、その機能を集約すると以下の通りである。

人工リーフに望まれる機能

- ・藻場としての機能
- ・餌料としての寄り藻を滞留させる機能
- ・浮遊稚仔の着底を促進する機能
- ・複雑で多様な空間を形成する機能

2)生物調査

人工リーフの水産効果を確認するために、人工リーフが施工された地区の生物調査及びアンケート調査を実施した。

①生物調査

a. 調査対象地区

山形県鶴岡市由良地区は山形県中央部に位置し、県内有数の海水浴場であり、景観を阻害しない消波構造物として人工リーフが設置されている。

同地区の位置図を図－１に人工リーフの標準断面図を図－２に示す。

b. 対象地区選定理由

対象地区は以下の理由により、選定した。

- ・人工リーフ周辺には岩盤が無く、砂浜地帯における人工リーフの水産効果が把握できる。
- ・海象条件が厳しい条件での水産効果が確認できる。

b. 調査日時

１９９３年７月２５日、１９９４年４月２０日

・海草類

'93, '94 とも同種の 3 6 種類の海藻が確認された。主なものはアナアオサ、コザネモ、アオアサであり、岸側になるほど被度が高く、波による影響と考えられる。ホンダワラ類がしだいに、入植し始めているため、アナアオサは少なくなると予想される。

・貝類

'93, '94 ともイガイ、イワガキが多く見られ、特に'94 年にはサザエの稚貝が蛸集していた。また、イガイはアオアサとは異なり、沖側ほど被度が高い。一方、イワガキは岸側にいくほど、被度が高くなっていた。これは、波当たりの大きさに起因するものと考えられる。

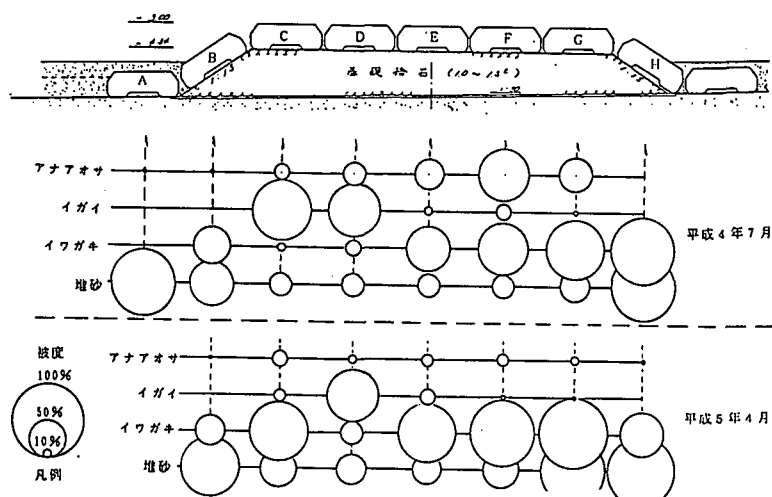


図-3 主な附着生物の被度

・魚類

'93 にはマダイ（稚魚）、インダイ、アイナメ等が多く観察できたが'94 にはカレイのみであったが、これは'94の調査時の海象条件が悪かったことによると推測される。

e. 考察

砂浜に施工された人工リーフにおいても、藻場としての効果と魚礁としての効果が期待できることが判明した。

②人工リーフに関するヒヤリング調査

人工リーフ施工箇所において、人工リーフによる水産効果について漁業者（主に漁業協同組合）にヒヤリング調査を実施した。

調査対象地区は海象条件、人工リーフ被覆材の違う下記の 2 海岸とした。

・兵庫県三原郡西淡町慶野松原海岸

“ 津名郡五色町 ”

瀬戸内海に位置し、潮位差が大きく、捨石が被覆材である。

・新潟県西頸城郡青海町市振海岸

日本海に位置し、潮位差が小さく、コンクリートブロックが被覆材である。

b. 調査方法

水産関係者への直接ヒヤリングを実施した。

c. 調査項目

'94 年：人工リーフの問題点と期待、要望他

d. ヒヤリング結果

ヒヤリング調査の結果は両地域とも同じような点が指摘された。

- ・人工リーフには小魚が蛸集しており、また、藻場が造成されている。しかし、大型の魚はいないので、直接、水揚げには影響しない。
- ・天端水深が浅く、船が上を通れないので、漁業利用には問題がある。また、人工リーフの位置がわかる標識が必要である。
- ・資源保護の役割を期待している。大型魚が住めるような魚礁と同時に設置してほしい。

e. 考察

ヒヤリング調査の結果では生物潜水調査と同じ様に、藻場造成効果や稚魚の蛸集効果があることが判明した。したがって、人工リーフは地域によらず、水産効果が期待でき、資源保護の役割を行うことができると考えられる。

3. 人工リーフ（水産協調型）水理機能性調査

水産協調型人工リーフの水理機能を調査するため、模型実験を実施した。

1) 水理実験

人工リーフの波高伝達率、水位上昇量、被覆材の重量算定法等の水理機能を把握するために被覆材を捨石及コンクリートブロックにした場合の2次元水理模型実験を実施した。さらに、小段付きの人工リーフについても波高伝達率の調査を行った。

実験諸元を表-3に示す。

a. 波高伝達率

人工リーフの波高伝達率の実験結果を図-4に示す。被覆材の種類による波高伝達率差異はみられない。

b. 水位上昇量

図-5に示すように、水位はリーフ上で急激に水位上昇が生じている。被覆材料ではブロックの法が水位上昇量が少し大きい、全体的な傾向は同じである。

c. 被覆材の安定

被覆材の安定は目視により観察した結果、法先から天端前部で被覆材が動く場合が多く、これは、天端前部で碎波するためと推測される。

被覆材の安定重量人工リーフの法先勾配が小さいこと及び天端上の移動が比較的多いことから、プレブナー・ドネリの算定式により求める。

d. 人工リーフ（水産協調型）水理機能性調査

人工リーフの断面に関する水理特性が把握された。また、従来のタイプと小段を有した人工リーフの水理特性はほぼ同じであった。

表-3 実験諸元

斜面勾配 1/30

	実物大	模型
法先水深 h	6.0m, 4.0m	20.0cm, 13.3cm
天端水深 d	2.0m, 1.0m, 0.0m	6.7cm, 3.3cm, 0.0
天端幅 B	30m, 50m, 100m *法先水深 4mのときなし	1.0m, 1.67m, 3.3m *法先水深 13.3cmのときなし
法勾配	1/3	1/3
被覆材重量 W	1.35ton, 2.7ton, 5.4ton	50g, 100g, 200g

斜面勾配 1/15

	実物大	模型
法先水深 h	6.0m	20.0cm
天端水深 d	2.0m, 1.0m, 0.0m	6.7cm, 3.3cm, 0.0
天端幅 B	30m, 50m	1.0m, 1.67m
法勾配	1/3	1/3
被覆石重量 W	1.35ton, 2.7ton, 5.4ton	50g, 100g, 200g

$i=1/30$ $d=6.7$ cm $h=20$ cm $B=167$ cm $T=2.5$

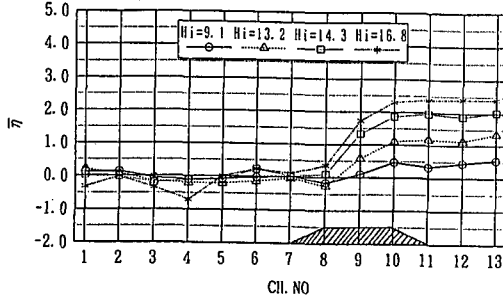


図-6 水位上昇量

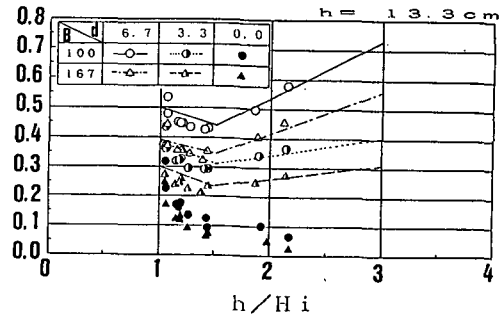


図-4 波高伝達率

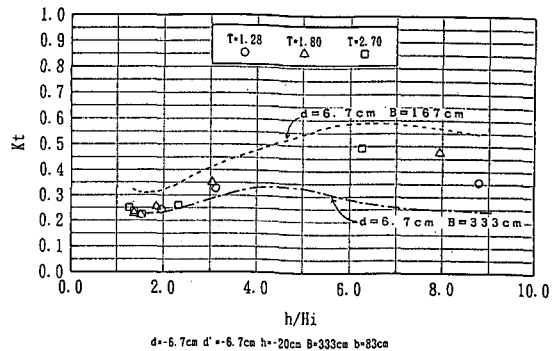
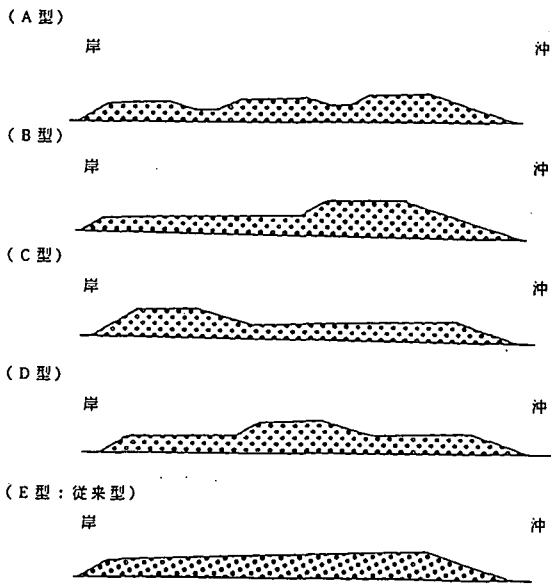


図-5 波高伝達率（小段付）

4. 水産協調型人工リーフの断面形状の提案

人工リーフに必要とされる海岸保全機能は、前述の水理実験などから、必要な天端幅、天端高を決定する従来の手法により求めることができる。

ここでは、人工リーフに加味すべき水産機能である「藻場としての機能」、「餌料としての寄り藻を滞留させる機能」、「浮遊稚仔の着底を促進する機能」、「複雑で多様な空間を形成する機能」を考慮した断面形状を4タイプ提案する。また、表－4に特に良好な効果を期待できそうな対象魚種と基本形状を示す。



図－7 水産協調型基本形状図

表－4 対象魚種

基本形状	サザエ類	アワビ類	トコバネ類	イカ類	小型巻貝類	カキ	イセエビ	ウニ	マナダコ	マダガイ	クロダイ	ヒラメ	メバチ	カサゴ	コブ	ワカメ	テングサ
A	◎	◎	○	○	◎	◎	◎	◎	○	○	◎	○	◎	◎	○	○	◎
B	◎	◎	○	○	◎	○	◎	◎	○	◎	◎	○	◎	○	○	○	○
C	◎	◎	○	◎	◎	○	◎	○	○	◎	○	◎	◎	◎	○	○	○
D	◎	◎	○	◎	◎	○	◎	◎	○	◎	◎	○	◎	◎	○	○	○
従来型	○	○	○	○	◎	○	○	○	○	○	○	○	◎	◎	◎	◎	○

◎：特に期待できる、○：期待できる
なお、当表はおおよその目安であり、地域や付近の海況や生息生物の条件によって増殖効果は異なる。

5. 水産協調型人工リーフの課題

人工リーフ（水産協調型）の課題を整理すると、以下になる。

- ・水産協調型の各断面に関する水理機能の詳細な検討。
水理機能については、すべての条件、範囲を網羅しているわけではなく、さらに詳細な検討が必要である。
- ・生物環境調査の継続

生物環境調査は2カ年にわたり実施したが、今後、長期間にわたり生物の変遷を調査し、人工リーフの水産効果を明確にする必要がある。また、条件の違う海域についても、水産効果の調査をすることが必要である。

6. おわりに

水産協調型人工リーフの断面形状について提案を行ったが、まだ、水理機能、水産効果については、不十分な部分があり、今後、継続調査により、検討していく予定である。