平成 29 年度日本水産工学会学術講演会
学術講演論文集, pp. 66-pp. 69, 2017

漁港内水域等に設置した貝殻構造物による増殖効果

伊禮　宙未、木代　寛士、穴口　裕司（海洋建設(株)）
青田　徹（(株)不動テトラ)、伊藤　靖（(一財）漁港漁場漁村総合研究所）

1.　はじめに

漁港内水域は、漁船やその後背地を波浪等から守る役割を担っており、その性質上静穏な水域となっている。このような静穏な水域は、遊泳力の弱い幼稚仔やマナマコおよびイセエビ幼生などの生息場にもなっており、優れたナーサリー機能を備えている。また、防波堤などの外郭施設が魚礁としての役割も発揮している。一方で、平成 29 年度からの新たな漁港漁場長期計画（策定中）では重点項目の一つに漁港ストックの最大限の活用方法として、静穏水域を活用した水産資源の増養殖の展開が求められている。

これまでに研究開発を進めてきた貝殻構造物は、マガキ等の貝殻を効率良く活用することで多種多様な小型水生動物が生息することから、幼稚仔に対する餌料供給機能に優れ[1]、また貝殻の使用方法によってはキジハタなど岩礁性魚類幼稚仔の隠れ場としても高い機能を有することが明らかとなっている[2,3,4,5]。貝殻構造物は既に全国の多くの漁港港湾水域内にも設置されており、漁港ストックの活用にも合致したツールの一つとして考えられる。本報は、著者らがこれまでに漁港内水域等で実施した貝殻構造物の効果検証調査について取りまとめ、漁港整備のための工法等について検討したものであり、今後の取り組みの一助となれば幸いである。

2.　漁港等水域内に設置された貝殻構造物

漁港水域およびそれに類似した港湾施設への貝殻構造物の設置事例を表 1 に示す。貝殻構造物は高さ 9m に及ぶ大型のものから、空中重量が 60kg ほどの小型のものまで様々な大きさ・形状のものが設置されている。

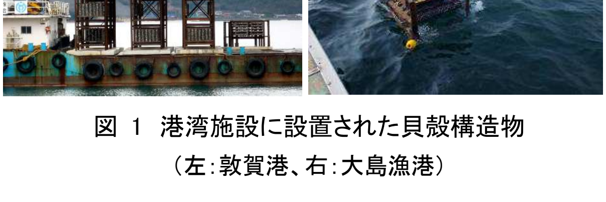

図 1　港湾施設に設置された貝殻構造物
（左：敦賀港、右：大島漁港）

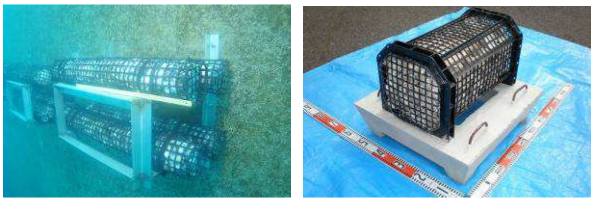

図 2　港湾施設に設置された貝殻構造物
（左：宿毛港湾、右：小型貝殻ブロック）

3.　効果検証調査の方法

各漁港等における効果検証調査の内容は場所により異なるが、主としてスキューバ潜水による目視観察、テストピース等を使用した餌料培養効果についての検証調査を実施した。

1）目視観察（魚介類の蝟集量）

目視観察では、貝殻構造物に蝟集する魚介類の種、全長、個体数を記録し、既知の全長-魚体重換算式[6]により重量を求めた。また、敦賀港など 9 箇所では防波堤の基礎マウンド部やケーソン壁面、泊地海底等に対照区を設け、投影面積あたりの蝟集量の比較を行った。

2）餌料培養効果の検証

餌料培養効果についての検証調査は、直径 15cm、長さ 30cm の高密度ポリエチレン製のメッシュパイプにマガキ殻を満充填したテストピースを貝殻構造物に取り付けて実施した。テストピースは、任意の期間が経過した後に動物が逸脱しないように水中で木綿袋等に入れて回収した後に、スクレーパーやブラシ等でテストピースに付着する動物を全て剥ぎ取り、1mm 目合の篩にかけて残った動物について種、個体数、湿重量の測定を行った。また、比較対照として、ケーソン壁面や被覆石の 20cm×20cm の範囲に付着する動物を水中でスクレーパーで剥ぎ取り木綿袋等へ収容し、テストピースと同様の測定を行った。テストピース及び対照区については、それぞれの投影面積あたりの動物量での比較を行った。餌料培養効果の検証調査は宿毛湾港、細島港で実施したほか、小畑ら[7]が実施した白石島新港での結果を参照した。

表 1　漁港及び類似した施設における貝殻構造物の主な設置事例

都道府県	場所	内容(目的)	参考文献
北海道	室蘭港	港内泊地に貝殻礁を試験設置(生物生息場)	佐藤ら(2005)
青森県	平内町内の漁港	港内泊地に貝殻礁を試験設置(ナマコ増殖)	藤澤ら(2009)
秋田県	秋田港	貝殻基質を装着した被覆ブロックを設置(生物共生)	国交省(2014)
福島県	中之作港	港内泊地に貝殻礁を試験設置(藻場)	
新潟県	鷲崎漁港	港内泊地に貝殻を使用した保護育成礁を設置(魚介類増殖)	
	新潟港	生物共生床の一部に貝殻構造物を使用(生物共生)	国交省(2014)
富山県	四方漁港	潜堤付孔空き防波堤の遊水部に小型貝殻礁を設置(魚介類増殖)	
福井県	敦賀湾名子地区	離岸堤ケーソン際に小型貝殻ブロックを設置(ナマコ増殖)	
	敦賀港鞠山地区	基礎マウンド上に水質改善礁として貝殻構造物を設置(水質浄化)	加村ら(2011)他
京都府	舞鶴港	桟橋の鋼管杭に貝殻構造物を設置(ナマコ増殖)	
和歌山県	大引漁港	基礎マウンド上に貝殻構造物を設置(藻場)	
鳥取県	境港	被覆ブロック上に貝殻ケースを設置(ナマコ増殖)	
島根県	飯浦漁港	港内防波堤際に小型貝殻ブロックを設置(藻場)	
岡山県	白石島新漁港	港内マウンド上に放流保護礁を試験設置(キジハタ増殖)	伊藤ら(2005)他
	大畠漁港	基礎マウンド上に小型貝殻ブロックを試験設置(魚介類増殖)	穴口ら(2014)
	玉島港	沖防波堤の基礎マウンド部に貝殻試験礁を設置(生物共生)	加村ら(2010)
広島県	能地漁港	港内岸壁際及び防波堤沖側に小型貝殻ブロックを設置(藻場)	穴口ら(2014)
	沖浦漁港	港内岸壁際に小型貝殻ブロックを設置(魚介類増殖)	
山口県	尾無漁港	基礎マウンド上に放流保護礁を設置(キジハタ増殖)	
	奈古漁港	防波堤外側に放流保護礁を設置(キジハタ増殖)	
	大島漁港	港内防波堤と離岸堤間の海底に小型貝殻構造物を設置(藻場等)	
	柱島漁港	港内マウンド上に貝殻を使用した保護礁等を設置(キジハタ増殖)	
愛媛県	平礒漁港	被覆ブロック上に小型貝殻ブロックを設置(藻場)	
高知県	宿毛湾港	防波堤のケーソン壁面に貝殻構造物を設置(生物共生)	里海研(2013)
福岡県	脇田海釣り公園	海釣り公園内に貝殻礁等を設置(魚介類増殖)	
長崎県	奥浦地区	漁港防波堤沖側に小型貝殻構造物を設置(魚介類増殖)	
	高浜漁港	港内岸壁際に小型貝殻ブロックを設置(藻場)	
大分県	北浦漁港	港内泊地に放流保護礁を設置(キジハタ増殖)	
宮崎県	細島港	防波堤のケーソン壁面等に貝殻構造物を試験設置(生物共生)	足立ら(2012)他
	目井津漁港	港内泊地に貝殻構造物などを設置(魚介類増殖)	
鹿児島県	羽島漁港	防波堤外側に貝殻構造物を設置(魚介類増殖)	

4.　効果検証調査の結果

1) 魚介類の蝟集量

各水域における調査結果を表 2 に示す。

貝殻構造物に蝟集した魚介類の種数は 4～33 種で、夏季～秋季に実施した調査で多い傾向が見られた。同個体数は 1.4～173 尾/㎡と差が大きく、北浦漁港ではメバル幼魚の群れが確認されたことで密度高く分布する結果となった。同生物量についても 2.4～3,123g/㎡と差が大きく、平内町では小型のクロダイ、メバルが多く分布していたこと、北浦漁港では前述のメバル幼魚のほかキュウセンが多く見られたことで高い結果となった。一方、対照区では種数は 0～4 種、個体数は 0～1.4 尾/㎡、生物量は 0～77g/㎡と貝殻構造物と比較すると顕著に少なく、目井津港の泊地海底や細島港のケーソン壁面では、全く蝟集が確認されないこともあった。

2) 餌料培養効果

各水域における調査結果を表 3 に示す。

貝殻構造物に付着した小型動物の種数は 64～125 種で、水域による差はあるが軟体動物門（主に巻貝類、二枚貝類）、環形動物門（主に多毛類）、節足動物門（主に軟甲類）が多くを占めていた。同個体数は 27,556～126,606 個体/㎡で、節足動物門（主に軟甲類）が優占していることが多かった。同湿重量は 0.3～32kg/㎡で、軟体動物門や節足動物門のフジツボ類が優占することが多かった。一方、対照区では種数が 10～52 種、個体数が 950～37,650 個体/㎡、湿重量が 0～3.3kg/㎡であり、貝殻構造物と比較すると顕著に低い結果となった。

5.　貝殻構造物の効果についての考察

前項の検証調査結果より、貝殻構造物と対照区における魚介類および付着動物の生息量には顕著な差が見られており、貝殻構造物における魚介類の蝟集効果、付着動物の増加による増殖効果は明らかである。また、

表 2　貝殻構造物及び対照区に蝟集する魚介類の種数、個体数、生物量

場所	調査年月	貝殻構造物			対照区			
		種数	個体数（尾/㎡）	生物量（g/㎡）	種数	個体数（尾/㎡）	生物量（g/㎡）	備考
青森県平内町	H19.11	9～12	7～57	149～1,413	－	－	－	－
新潟県鷲崎漁港	H24.5	9	3.2	108	－	－	－	－
福井県敦賀港※	H23.9	13～16	10～23	205～560	1	0.3	7.6	マウンド上
岡山県大畠漁港	H25.12	4～5	28～33	113～209	1	0.2	0.1	マウンド上
広島県能地漁港	H26.10	10	7.3	141	4	1.2	13	マウンド上
山口県尾無漁港	H27.11	12	8.9	153	3	1.4	77	マウンド上
山口県奈古漁港	H27.11	10	24	375	4	1.1	44	離岸堤（石積）
高知県宿毛湾港※	H24.8	10	3.1	136	2	0.4	21	ケーソン壁面
福岡県脇田海釣り公園	H19.6	33	19	388	－	－	－	－
大分県北浦漁港	H24.7	17	173	3,123	－	－	－	－
宮崎県目井津漁港	H26.11	33	34	513	0	0	0	泊地海底
宮崎県細島港※	H24.9	5～6	1.4～3.4	2.4～109	0	0	0	ケーソン壁面
					0	0	0	根固ブロック
鹿児島県羽島漁港	H26.10	15～18	7.9～14	115～174	－	－	－	－

※　NPO法人里海づくり研究会議（2013）　による

表 3　貝殻構造物及び対照区で採取された小型動物の種数、個体数、湿重量

漁港	調査年月	貝殻構造物			対照区			
		種数	個体数（個体/㎡）	湿重量（kg/㎡）	種数	個体数（個体/㎡）	湿重量（kg/㎡）	備考
福井県敦賀港※2	H24.11	125	76,889	13	－	－	－	－
京都府舞鶴港	H23.11	(18)※1	67,830	16	－	－	－	－
岡山県白石島新港※3	H16.7	－	－	15	－	－	3.3	防波堤
					－	－	0.5	被覆石
岡山県玉島港	H20.11	(31)※1	126,606	32	(13)※1	2,600	1	コンクリート部材
高知県宿毛湾港※2	H24.8	64	119,844	24	31	37,650	3.3	ケーソン壁面
宮崎県目井津漁港	H28.8	(20)※1	42,659	11	－	－	－	－
宮崎県細島港※2	H24.9	97	59,333	2.4	52	7,250	0.1	ケーソン壁面
		73	27,556	0.3	10	950	0.0	根固めブロック

※1　()内の数値は、おおよその分類群の数で、正確な種数を示していない

※2　NPO法人里海づくり研究会議（2013）　による

※3　小畑他（2005）　による

前項の結果には明示していないが、魚介類が好んで選択的に摂餌するとされる選好性餌料動物（環形動物多毛類、節足動物軟甲類）の生息量については、貝殻構造物と対照区との差がより大きく、このことからも餌料培養効果に富んでいるものと言える。ただし、上記のような効果の発現については、水域環境や調査時期によって大きな差異が見られており、より定量的な評価を行うためには、水域ごと、季節ごとのモニタリングが必要であると考えられた。

6.　漁港における構造物の設置方法について

貝殻構造物の設置方法については、これまでに以下に示す方法で行われている。

1）沈設型

多くの水域で採られている手法で、主に港内の基礎マウンド部や泊地にクレーンにより海底に沈設することによって施工する。表 1 に示した事例のうち、敦賀港や目井津港などでは、構造物の重量が数トン～10 数トンあるため、大型のクレーン台船による沈設工事となった。平内町や大島漁港などでは、構造物の重量が数百キロであるため、漁船のクレーンを使用しての沈設が可能であった。大畠漁港や能地漁港、尾無漁港などでは構造物の重量が 100 キロ未満と小型軽量であるため、岸壁や小型漁船からの人力による設置が行われた。沈設型のメリットは設置工事が容易なこと、平坦な海底に起伏を創ることで高い蝟集効果等が見込めることなどが挙げられる。注意事項としては、場所によ

っては漁船の航行や錨泊の妨げとなる可能性が挙げられる。

2）壁面装着型

防波堤ケーソンの壁面に、アンカーボルトにより構造物を固定する方法で、宿毛湾港や細島港で採用されている。また、舞鶴港では鋼管杭に溶接することによる取り付けが行われている。当手法のメリットとしては、生物の生息場の乏しい直立護岸や防波堤壁面に生息環境を創出できること、鉛直方向の位置を水域の環境に応じて設定することができるため、しばしば漁港内に堆積する砂などの影響を受けにくいことなどが挙げられる。注意事項としては、水中で後施工する場合にはダイバーによる特殊工事が必要なことやケーソンの配筋等に考慮して、防波堤の本来機能に影響が出ないように配慮する必要があることが挙げられる。

3）被覆ブロック等への装着

被覆ブロックや根固めブロックに貝殻ケースなどの部材を装着させることにより、これらブロックの生物生息場としての機能を向上させることができる。表 1 に示した事例では、秋田港で貝殻パイプを開口部に装着させた被覆ブロックが設置されたほか、境港では根固めブロックに後施工で貝殻ケースを装着させた事例がある。波浪の厳しい環境下では貝殻の強度が確保できないため適応はできない。

図 3 沈設型

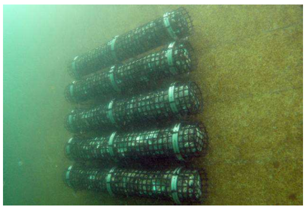

図 4 壁面装着型

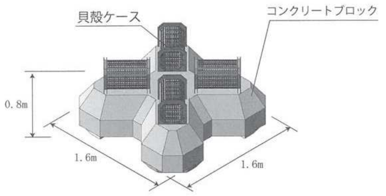

図 5 被覆ブロックへの装着（エックスブロック 2t 型）

7. 漁港内水域の有効利用等による資源増殖等に向けた提案

以上より、漁港内水域の有効利用等による水産資源の増殖には、貝殻構造物を活用することが一つのツールとなり得ることを示すことができた。実際の貝殻構造物の活用には、漁港ごとの現状や目的とする水産資源、予算などに合わせてその都度手法を検討する必要がある。また、貝殻構造物は底層貧酸素が発生するような閉鎖性水域における生物生息空間として機能し、キジハタ等の放流種苗の受け皿としても高い効果を発揮するため、漁港内を利用した蓄養施設や種苗放流と組み合わせることも非常に有効な活用方法であると考えられる。

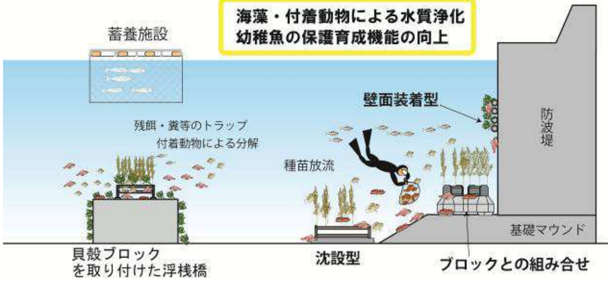

図 6 貝殻構造物を活用した漁港水域内の有効活用の提案（イメージ）

参考文献

1) 野田幹雄，田原実，片山貴之，片山敬一，柿元晧：内部空隙をもつ管状基質が無脊椎動物、特に魚類餌料動物の加入に与える効果，水産増殖 50（1），37-46，2002.

2) 奥村重信，津村誠一，丸山敬悟：水槽実験によるキジハタ幼魚保護礁の素材の評価，日水誌 68(2)，186-191，2002.

3) 奥村重信，津村誠一，丸山敬悟：野外放流実験による二種類のキジハタ幼魚保護実験礁の比較：日水誌 69(1)，57-64，2002.

4) 奥村重信，萱野泰久，草加耕司，津村誠一，丸山敬悟：ホタテガイ貝殻を利用した人工魚礁へのキジハタ幼魚の放流実験，日水誌 69(6)，917-925，2003.

5) 穴口裕司，瀧岡仁志，川畑智彦，伊藤靖：岩礁性魚類を対象とした幼稚魚保護育成施設の開発～カサゴ、キジハタによる種苗放流実験～，平成 18 年度日本水産工学会学術講演論文集，31-34，2006.

6) 福田富男：各種魚類の相対成長式 －体長，全長，体重の関係－ 岡山水試報 2 167-170，1987.

7) 小畑泰弘，古村振一：漁港内に設置した幼稚魚育成施設における人工放流魚の滞留効果と餌料培養効果，第 4 回全国漁港漁場整備技術研究発表会講演集，81-91，2005.