

沿岸構造物における 水産生物の保護育成機能強化

国立研究開発法人 土木研究所 寒地土木研究所 水産土木チーム ○佐藤 仁
梶原瑠美子
三上 信雄

沿岸域は水産生物種の生活史において重要な空間であり資源量の維持・増大に寄与している。その中でも、港湾・漁港等の沿岸構造物は、生物の隠れ場・休憩場機能、餌場機能、産卵場機能を有するなど魚介類にとって貴重な保護育成場となっている。本報告は、沿岸構造物と水産生物種との関わり合いとして機能するメカニズムを把握するための手法を整理するとともに、その機能評価技術、機能強化に資する整備手法の方向性について述べるものである。

キーワード：環境共生機能、保護育成、水産環境整備

1. はじめに

水産物は、健全な食生活その他健康で充実した生活の基礎として重要なものであり、我が国周辺水域の漁業資源の持続的な利用と我が国漁業の持続的な発展が重要課題である¹⁾。(水産基本計画：水産庁 H24.3)。そのためには水産資源の低迷や藻場・干潟の減少を踏まえ水産資源の回復・増大と豊かな生態系の維持・回復を目指し、生態系全体の生産力の底上げを図る必要がある。このような中、水産庁では、水産生物の生活史に対応した生息環境空間を創出する「水産環境整備」を推進しているところである^{2) 3)}。(漁港漁場整備長期計画：水産庁 H24.3)。
沿岸域は水産生物種の生活史において重要な空間であり、資源量の維持・増大に寄与しており、その中でも港湾・漁港等の沿岸構造物は生物の隠れ場・休憩場機能、餌場機能、産卵場機能を有するなど魚介類にとって貴重な保護育成場になっている³⁾。さ

らに、港湾・漁港等の周辺海域は豊かな漁場が形成されており、河口周辺の砂浜域は二枚貝などの生息場であり、河川と海域を回遊する回遊魚の成育場としても機能している。よって、これらの機能の保全・創出が水産環境整備の中で重要とされている。しかしながら、これらの諸機能は定性的に理解されているものの、その具体的効果や客観的性能は定義づけされていないのが現状であり、その定量的な評価と効果的かつ効果的な改善・修復・創出するための包括的な整備手法の確立が求められている。

本報告は北海道周辺海域（寒冷海域）における生態系全体の生産力の底上げを図り水産生物種の持続的な利用を維持することを目指すため、港湾・漁港等の沿岸構造物が水産生物種の産卵場・生息場として機能するメカニズムを解明する手法及びこれら機能を創出する整備手法について考察するものである。

2. 沿岸構造物が有する環境共生機能

沿岸域における「自然環境との共生」とは港湾・漁港施設が存在する周辺海域の自然環境が持つポテンシャルを踏まえ、水生生物の生息・生育に望ましい環境を保全・再生・創出する取り組みを言う。また、「環境共生機能付沿岸構造物」は港湾・漁港の外郭施設、係留施設、水域施設など周辺海域の自然環境の保全・再生・創出に密接な関わりを持つと想定される沿岸構造物及びそれによって形成される空間で、土木技術によって水生生物の生息場として適した環境に改善又は環境を創出する機能を付加あるいは強化したものを指す。

静穏域の確保等を目的として整備された港湾・漁港施設等の沿岸構造物は図-1⁴⁾に示すとおり、その擬似岩礁効果により創出された藻場が生物生息機能



写真-1 港内を利用する魚類

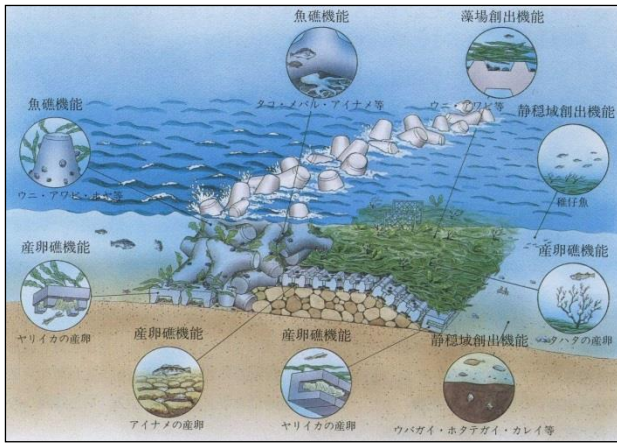


図-1 沿岸構造物の環境共生機能

の拡大に寄与しており、さらには構造物自体が産卵礁および魚礁としての機能を有していることが確認されている。これは、構造物には海藻が繁茂することにより魚介類の産卵場となり、同じく沿岸構造物によって形成される静穏域には貝類が蛸集し稚魚が回遊するなど、水生生物にとっても良好な環境が創出されているためである。そこで、限られた沿岸域の水産資源を有効に利用するため沿岸構造物が本来有する機能に加えて、これら環境共生機能を積極的に付加することが求められている。

(1) 藻場造成機能

北海道において沿岸構造物の環境共生機能に関する本格的な研究が始まったのは1990年代初頭からであり藻場機能の解明から始まった。武内ら⁵⁾⁶⁾は北海道日本海南部の瀬棚港及び松前港の外郭施設において水産生物の生息分布調査を実施し防波堤壁面にコンブ等の海藻が多く着生している状況を把握した。谷野ら⁷⁾は同じく瀬棚港において構造物に着生する水産生物の群集特性を解明した。以上のように沿岸構造物が天然岩礁と同等の海藻着生機能を持ついわゆる擬似岩礁効果を有することが判明したことにより、各地で藻場造成機能付加型の沿岸構造物の整備が推進されてきた。明田ら⁸⁾は北海道日高地方太平洋沿岸に位置する様似漁港において当地域で初めて整備された環境共生型構造物の藻場造成機能につい



写真-2 防波堤背後小段における藻場の回復

て検討し整備直後においてコンブ等大型海藻を主体とする良好な藻場が造成されたことを示した。引き続き明田ら⁹⁾は同箇所における藻場造成機能の経年変化についても検討し海藻群落の遷移過程や天然岩礁との違いについて考察している。同じ太平洋沿岸の沿岸構造物の事例では、2001年から開始された北海道東方太平洋沿岸の釧路港西港区の島防波堤に計画された環境共生型防波堤の構造設計に関する検討がある¹⁰⁾¹¹⁾¹²⁾。その後、佐藤ら¹³⁾¹⁴⁾¹⁵⁾による北海道日本海沿岸の磯焼け地帯における藻場回復手法の検討を経て今日に至っている(写真-2)。

(2) 産卵礁機能

ヤリイカ、ハタハタ、ニシンなど多くの水生生物は沿岸域で産卵¹⁶⁾することが知られている。これら沿岸域に回遊して産卵する水生生物は、岩礁の窪地や隙間、それらに繁茂している海藻類に産卵することが多い。港湾・漁港施設の整備にあたっては、外郭施設に消波ブロックや被覆ブロックを用いるが、これらの構造物は天然の岩礁と類似の隙間空間を持ち、また、表面に海藻類の繁茂が見られることから産卵場となっている事例が数多く報告¹⁷⁾されている。

産卵場創出機能は、こうした事例や調査報告を踏まえ、産卵行動と関係の深い隙間形状や海藻類の付着基質など土木技術的に対処可能な創意工夫によって、港湾・漁港施設の構造物に産卵に適した環境を付加あるいは強化しようとするものである(写真-3、写真-4)。一般に沿岸域に回遊して産卵する水生生物の行動経路はパターン化しており、ヤリイカとハタハタについては北海道周辺海域における分布がおおよそ明らか¹⁸⁾¹⁹⁾となっている。産卵場創出機能を



写真-3 ヤリイカ産卵



写真-4 ハタハタ産卵用人工海藻

持たせる環境共生型沿岸構造物の検討にあたっては、対象海域がこのような分布域に該当してヤリイカやハタハタの回遊あるいは産卵の可能性があると前提となる。

(3) 保護育成機能

上述のとおり、防波堤等の沿岸構造物に形成された藻場の特性、そこに生息する底棲生物（ウニ・アワビ等）との関係性、ヤリイカやハタハタの産卵機能については多くの研究が進められてきた。しかしながら、沿岸域を回遊してくるニシンやハタハタ、河川を行き来するサケ等の移動性の大きい水産生物種の生活史の中における沿岸構造物の利用状況は不明な点が多い。

一般的に、魚類の産卵行動や卵から孵化した稚魚・幼魚が一次滞留する事象や根付きの魚類（ソイ、メバルなど）は沿岸構造物を生息場、策餌場などとして利用する事象などが考えられる。佐藤ら²⁰⁾²¹⁾は釧路西港島防波堤背後盛土の起伏ブロックにおいて、藻場の形成に伴い葉上葉間生物が多く出現し、それを餌料とする魚類等が図-2及び写真-5に示すように蟄集していることを確認している。しかし、具体的に魚類等の保護育成に寄与する沿岸構造物が有する生息場、餌場機能等のメカニズムについては未解明のままである。

前述の水産環境整備を推進し沿岸域の生産性を向上させていくためには、漁港・港湾・周辺海域の利用状況や保護育成メカニズム（保護育成機能）を、魚種の違いや季節特性、地域特性といった時空間的に評価する手法の構築が必要である。特に、北海道周辺海域が水産生産上重要な位置づけがあるものの、寒冷海域の魚種を対象に沿岸構造物との関連性について検討を行った事例は少なく、水産生物の生息環



写真-5 起伏ブロックで確認された魚介類²¹⁾

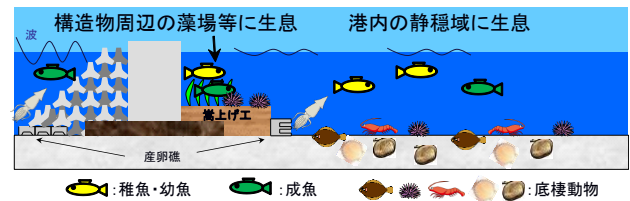


図-3 沿岸構造物における保護育成機能

境空間の包括的な改善・修復・創出するための検討手法の確立が大きな課題である。加えて底生生態系を含む基礎生産構造を把握し、食物連鎖の高次の生物を踏まえた生態環境保全技術の開発に資する機能評価手法の構築が必要である。これらの検討により、図-3に示すように港湾漁港等の沿岸構造物自体あるいは沿岸構造物により形成される静穏域において水産生物の保護育成機能の付加が可能となる。

3. 保護育成機能の評価手法

今後、沿岸構造物における水産生物の保護育成機能を強化するための整備技術の開発が求められる。そのためには、まず水産生物の生活史から見た行動特性を把握し、複数の環境因子の生息環境としての適正を判断する必要がある。例えば齋藤ら²²⁾はナマコとハタハタに関する沿岸構造物との関わり合いについて生活史の観点から考察している。さらに、対象種を増やして資源水準底上げに最も効果的な生活段階における環境因子を創出するための沿岸構造物の構造・配置等の検討が必要である。現在、想定しているこれら一連の検討の流れを図-4に示す。

環境因子を選定する際、選定する環境因子と生活段階の時間軸は一致させなければならない。例えば有効な発育段階として稚魚期を選定し、それが春季ならば環境因子も春季の値を抽出する。同じ魚種でも生活段階で支配的な環境因子が異なるならば、注目する生活段階に応じた環境因子を選定する必要がある。また、対象魚種の生残・成長に関する生息環境の支配要因等を十分把握することが重要であり、魚類の生息は餌料の有無に大きく依存することも重

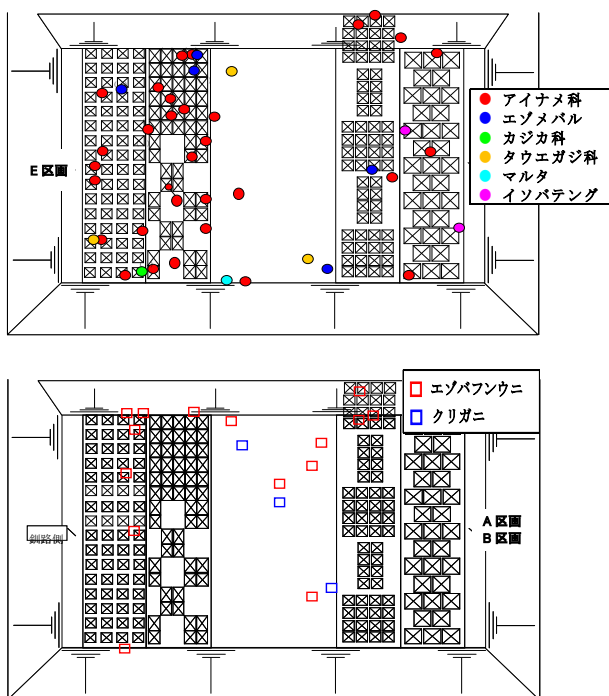


図-2 起伏ブロック生物生息分布 (2009. 7.)²¹⁾

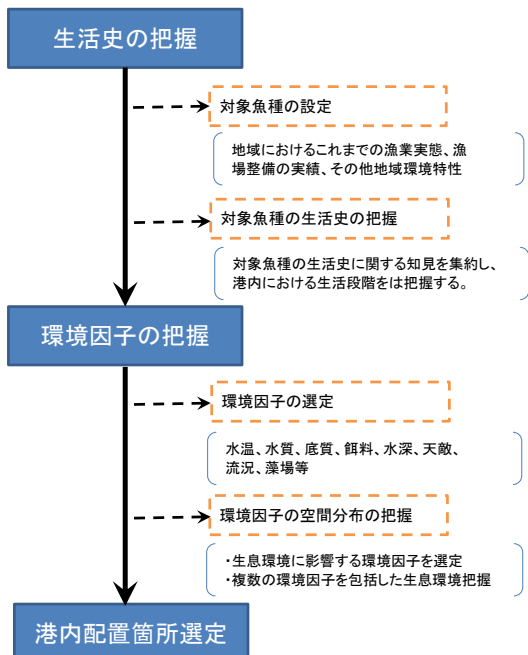


図-4 適切な機能発揮のための配置箇所選定フロー

要事項と捉えられる。

これら水産生物の行動特性を把握するためには生活史を中心として以下の5グループに分類できるものと考えられる。

- グループⅠ：港内で全生涯をすごすもの
- グループⅡ：港内が産卵・孵化の場となっているが、索餌・生息は大部分において他の海域で行うもの
- グループⅢ：産卵は他の海域で行われるが、例えば港内が主な索餌・生息の場となっているもの
- グループⅣ：港内が単なる越冬場であるもの
- グループⅤ：港内が単なる回遊の通過経路になっているもの

表-1は、ある港の港内における魚介類の生息状況を一定期間モニタリングし、上記の分類を行った結果である。生物種・生活史によって港の利用形態は様々であり、今後、これらの分類データを多く蓄積する必要がある。

次に、集められたデータを用いて港毎に整理し、空間的に把握・評価する手法の構築が必要である。例えば、図-5に示すように生息環境に影響する環境因子として、水深、底質、藻場等を選択し、GIS上に空間分布図を作成する。これらの分布図を重ね合わせて、複数の環境因子を包括した生息環境として

表-1 行動特性の分類例（現地観察期間 H27.3～H27.8）

港の利用形態	I型	II型	III型	IV型	V型
	生息場 (全生涯)	産卵・孵化場	索餌・生息場	避難場 (時化・越冬)	通過経路 (回遊)
上層(0から-2m)			エゾメバル	イカナゴ	カタクチイワシ、ボラ、ウグイ
下層(-5m前後)	ハゼ、アサリ、ホタテ、ウニ	ニシン、ハタハタ	カレイ、カジャ、アイナメ、ミスズゴ	スケトウダラ	

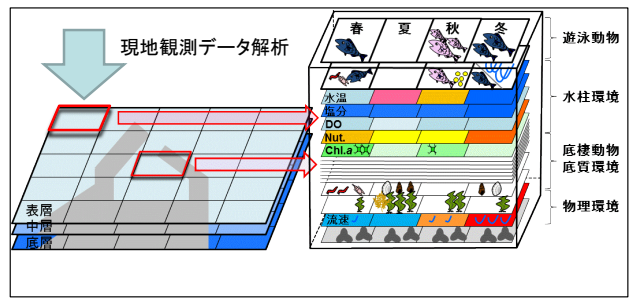


図-5 水産生物の生息環境マッピング解析のイメージ

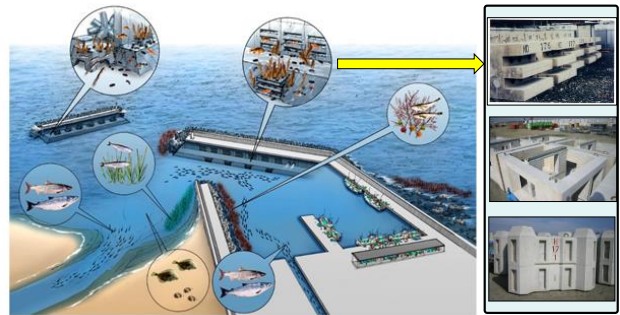


図-6 保護育成機能付沿岸構造物のイメージ

の適性を生息環境マッピング解析として構築する。こうして沿岸構造物が有する水産生物の生息環境としての適正を十分に把握した上で、さらに適切な機能を発揮するための構造・配置を選定する必要がある。

以上により、港湾・漁港等の沿岸構造物が寒冷海域の水産生物種の産卵場・生息場として機能するメカニズムを解明するとともに、機能評価技術の開発、機能強化に資する整備手法の技術開発を行う必要がある。最終的には、図-6に示すような水産生産力向上のための水産環境整備等が図られることが期待される。

4. おわりに

北海道周辺海域は世界的にも有数の好漁場として知られており、過去から水産資源を維持するため増養殖事業を始め様々な取り組みがなされてきている。我が国の食糧供給基地を目指す北海道にとって水産資源の安定的な確保は重要な課題であり、港湾・漁港空間もその一翼を担う観点から重要な場所と位置づけられる。

これまで経験的に知られてきた沿岸構造物と水生生物との関わりは多数存在する。今後は、これらを科学的・学術的裏付けによって体系化し適切に評価する技術の確立が必要である。これまで、沿岸構造物と藻場造成に関しては機能評価の提案²³⁾が成されている。これに魚介類等の水生動物も対象とした評価技術の確立が必要となる。最後に、これらの知見が前出の「寒冷地における自然環境調和型沿岸構造物の設計マニュアル」⁴⁾に反映されることを切に願うものである。

参考文献

- 1) 水産庁：新たな水産基本計画，2012.
- 2) 水産庁：水産環境整備の推進に向けて，2010.
- 3) 水産庁：漁港漁場整備長期計画，2012.
- 4) (社)寒地港湾技術研究センター：寒冷地における自然環境調和型沿岸構造物の設計マニュアルー藻場・産卵機能編一，1998.
- 5) 武内智行，宮本義憲，増田 亨：防波堤周辺の水産生物生息分布状況調査ー瀬棚港を例として一，海岸工学論文集，第37巻，pp. 828-832，1990.
- 6) 武内智行，増田 亨：松前港における水産生物生息分布状況調査，海岸工学論文集，第38巻，pp. 921-925，1991.
- 7) 谷野賢二，明田定満，佐藤 仁，大森康弘，富士昭：防波堤の疑似岩礁効果について，海岸工学論文集，第40巻，pp. 1151-1155，1993.
- 8) 明田定満，谷野賢二，小野寺利治：水産協調型断面への海藻着生効果について，平成7年度日本水産工学会学術講演会講演概要集，pp. 211-214，1995.
- 9) 明田定満，谷野賢二，中内 勲，高橋義昭，小野寺利治：表面処理の相違によるコンクリート面への海藻着生状況について，海岸工学論文集，第43巻，pp. 1246-1250，1996.
- 10) 北海道開発局港湾建設課，水産課，釧路開発建設部，開発土木研究所：浚渫土砂を活用した背後盛土付き防波堤の研究開発（Ⅰ），第44回北海道開発局技術研究発表会，2001.
- 11) 北海道開発局港湾建設課，水産課，釧路開発建設部，開発土木研究所：浚渫土砂を活用した背後盛土付き防波堤の研究開発（Ⅱ），第45回北海道開発局技術研究発表会，2002.
- 12) 北海道開発局港湾建設課，水産課，釧路開発建設部，開発土木研究所：浚渫土砂を活用した背後盛土付き防波堤の研究開発（Ⅲ），第46回北海道開発局技術研究発表会，2003.
- 13) 佐藤 仁，山本 潤，黄金崎清人，鳴海日出人，清野克徳，山下俊彦：背後小段部を有する防波堤構造物における藻場回復手法の検討，土木学会論文集B2（海岸工学）Vol. 67，No. 2，pp1106-1110，2011.
- 14) 佐藤 仁，山本 潤，岡元節雄，工藤博文，今林弘，黄金崎清人，山下俊彦：コンブ藻場の維持回復を目的とした地域協働型の磯焼け対策の事業化：土木学会論文集B3（海洋開発）特集号Vol. 69，No. 2，2013.
- 15) 佐藤 仁，佐藤 旬，渡辺航希，増田 亨，松山恵二，山下俊彦：寿都漁港背後小段上の海藻現存量の変動特性と推定法，土木学会論文集B2（海岸工学）Vol. 70，No. 2，pp1181-1185，2014.
- 16) 漁業生物図鑑 新北のさかなたち，北海道新聞社，2003.
- 17) 武内智行：水産生物と沿岸開発，第5回開発土木研究所講演会特集号，北海道開発局開発土木研究所，pp. 29-34，1992.
- 18) 赤羽光秋他：ヤリイカの生態と大規模増殖場開発事業の展開方法，栽培技研，10，pp43-50，1981.
- 19) 草刈宗晴：ハタハタの生態と漁獲量の動向について，釧路水誌だより第70号，pp10-21，1994.
- 20) 佐藤 仁，福田光男，丸山修治，村井克詞：防波堤に形成された背後盛土における藻場機能について，海洋開発論文集Vol. 25，pp329-334，2009.
- 21) 佐藤 仁，山本 潤，山内弘明，今林 弘，山下俊彦：砂浜域の港湾構造物における藻場の持続的な形成要因，土木学会論文集 B3（海洋開発）特集号Vol. 68，No. 4，2012.
- 22) 齋藤 慎，本間 薫，伊藤徹也：漁港における水産環境整備方策の推進について，第55回北海道開発局技術研究発表会，環27，2012.
- 23) 佐藤 仁，三上信雄，大橋正臣，酒匂章哲，佐藤誠，綿貫 啓：沿岸構造物における環境共生機能の診断手法，平成27年度日本水産工学会学術講演会講演概要集，2015.