

江良漁港におけるホタテ貝殻礁の 実用化に向けた取り組み

(独) 土木研究所 寒地土木研究所 水産土木チーム ○福田 光男
函館開発建設部 函館港湾事務所
(前(独) 土木研究所 寒地土木研究所道南支所) 小川 渉
北海道開発局農業水産部水産課 佐々木洋介

江良漁港では、水産物の安定的な供給を図るため蓄養施設が計画されている。蓄養水面は、水質や底質の悪化が懸念されることから、中・長期的な水質・底質保全策が求められている。一方、落石漁港での試験用のホタテ貝殻礁を用いた調査により、ヨコエビ等の蛸集生物の摂餌による水質・底質改善効果が確認された。著者らは、既製石カゴに工夫を施すことにより機械での製作据付けが可能となる実用的なホタテ貝殻礁を開発し、それを江良漁港に設置して蓄養水面の水質・底質保全策としての効果の検証を行っている。その結果、設置から3ヶ月ではあるが順調に生物が蛸集し底質浄化能力も認められた。

キーワード：自然環境、ホタテ貝殻礁、底質改善

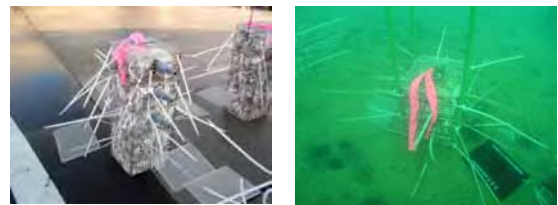
1. はじめに

近年、港湾・漁港の泊地等を利用した水産物の蓄養が行われており、蓄養物の排泄物や残餌などの有機物が海底に堆積し、底質悪化が問題となっている。一方、北海道では、毎年20万tのホタテ貝殻が水産廃棄物として発生しており、その対処法に苦慮している。そこで、著者らは、ホタテ貝殻を有効利用した港内の水質・底質浄化策として「ホタテ貝殻礁」(以下、貝殻礁)を提案している。貝殻礁は、金網カゴにホタテ貝殻を充填したもので、海底に設置し底質浄化を図るものである。その機構は、海底に設置した貝殻礁が周辺の生物が高密度に生息する新たな生息場を形成し、蛸集した生物の摂餌により蓄養で発生した排泄物や底質に含まれる有機物を同化し、底質浄化をするものである。さらに貝殻礁には、底質浄化機能を有する水産有用種であるマナモコの蛸集が期待され、中間育成用の基質としての効果も期待できる。

本研究は、底質浄化効果が確認された試験規模での貝殻礁の実用化に向け、製作・据付作業を考慮した貝殻礁(以下、実用型貝殻礁)の開発と、蓄養施設が計画されている道南の江良漁港での実証実験から蛸集生物等の調査結果(速報値)を報告する。

2. 試験礁でのホタテ貝殻礁の浄化効果の検証

落石漁港で小型の貝殻礁(0.2m×0.2m×0.5m(写真-1)、以下、小型貝殻礁)を用いた現地実験を行った。その結果、小型貝殻礁にはスピオ科の1種などの堆積物食者である環形動物やヨコエビなどの節足動物の蛸集が多く確認された。



左側：貝殻礁全景 右側：設置状況
写真-1 落石漁港で用いた小型貝殻礁

次に、蛸集生物の底質浄化効果の検討に当たり必要な有機物除去能力を室内試験より特定した。その結果、環形動物の優占種であるスピオ科の1種の1g当り(湿重量)の有機物浄化能力は、炭素4.07mg/day、窒素1.13mg/dayと特定した¹⁾。節足動物の優占種であるヨコエビ1g当り(乾燥重量)の浄化能力である炭素20.0mg/day、窒素0.33mg/dayと特定した²⁾。

また、落石漁港における有機物負荷量は、炭素0.351mg/day/cm²、窒素0.0666mg/day/cm²をセジメントトラップ調査より確認した。

これらより、小型貝殻礁における蛸集生物の有機物除去量（浄化能力×生物重量）と有機負荷量の比を浄化能力として整理した結果を図-1に示す。図より炭素の浄化率は、設置後7ヶ月経過時（2007年6月）に約170%に達し、その後変動はあるが概ね100%を推移し、炭素負荷量を概ね浄化できる値が確認された。また、窒素の浄化率も炭素と同様の傾向が確認された。これより、蛸集生物による摂餌行動による底質浄化効果の持続的が確認された³⁾。

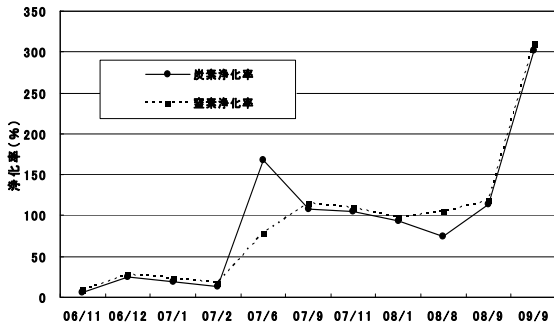


図-1 貝殻礁の蛸集生物による炭素・窒素浄化率

また、実用化に向けて港湾工事で使用される石カゴを想定した大型貝殻礁の浄化効果調査を行った。大型貝殻礁は、小型貝殻礁に比べ体積に対する表面積の比率が小さく、海水と接する面が上面のみとなる内側では生物の蛸集効果の低下が予想される。そこで、大型化した場合の蛸集効果を確認するため、回収が可能な中型の貝殻礁（0.5×0.5×0.5m、以下、中型貝殻礁）を底面積2.5m×3.5mに密着させることで大型貝殻礁を再現した調査を行った。調査は、設置位置が内側（側面が海水と接しない）と外側（隅角部で側面2面が海水と接する）の中型貝殻礁を回収し蛸集生物を確認した（写真-2）。表-1より、蛸集量は内側が外側に比べ環形動物で1/3、節足動物で1/2と少なく、海水と接する表面積の少ない内側は生物にとって「死水域」と考えられる。これより、大型貝殻礁を開発するに当たり、死水域の対策として海水と接する表面積を大きくすることの重要性がわかった。

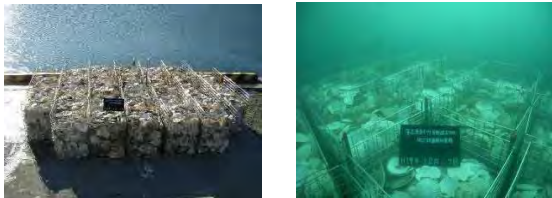


写真-2 実用化に向けた中型貝殻礁と設置状況

表-1 貝殻礁の内側・外側における平均蛸集数

	貝殻礁（内側） （平均蛸集数）	貝殻礁（外側） （平均蛸集数）	比率
節足動物	554 個体/礁	1,105 個体/礁	1 : 200
環形動物	501 個体/礁	1,497 個体/礁	1 : 299

3. 江良漁港での実用化に向けた実証実験

江良漁港では、計画されている蓄養施設において懸念される水質・底質悪化の中・長期的な保全策として、著者らは実用的な貝殻礁を開発し、それを現地に設置して保全策としての効果の検証を行っている。写真-3に示すように実証実験は、完成時の蓄養施設の特徴として静穏で浮泥が堆積しやすい物理環境を再現でき、さらに漁業活動に支障とならないことを考慮して旧西防波堤と突堤の基部とした。なお、計画されている蓄養施設箇所は、露出岩域であり波あたりが比較的強く海水交換が十分されることから調査を除外した。



写真-3 江良漁港のホタテ貝殻礁調査位置

実用型貝殻礁は、既製の石カゴ（2.0m×3.0m×0.5m）を用い、網目からの貝殻の流出を防止するために、内側に目合い5cmのネットを取り付けた。さらに落石漁港の現地調査より、貝殻礁は、海水と接する表面積を大きくすることの重要性が指摘されており、その工夫として写真-4のように貝殻を詰めない通水孔（直径0.3mの筒）を配置した。通水孔の配置は、中型貝殻礁を単体で設置した場合の効果期待し、0.5m間隔に2m幅に3列（4分割）、3m幅に5列（6分割）の15孔を配置した（写真-5）。また、通水孔の効果を検証するため、2m幅に通水孔を連続した「通水路型」と、通水孔2孔の貝殻礁も製作した（写真-6）。

実用型貝殻礁の製作据付は、①工場で目合い5cmネットを取り付けた本体金網にネット付通水孔をコイル鉄線で固定、②ホタテ貝殻の投入、③本体金網の上蓋をコイル鉄線で取り付け、上蓋と通水孔をコイル鉄線で連結し、貝殻礁の製作が完成する。その後、④作業船による貝殻礁の海底据付、の作業手順となる（写真-7）。これらの工夫により、本体金網の組み立て及び通水孔の取り付けが容易で、また機械でのホタテ貝殻の投入により、実用型貝殻礁6個製作が1日の作業で終了できた。据付は石カゴの据付と同様に作業船を使用し、つり棒を用いることで容易にできた。

本調査では、図-2に示すように実用型貝殻礁6個（通水孔15孔が4個、2孔が1個、通水路型が1個）

とサンプルリングのために中型貝殻礁9個（写真-8参照）を2009年8月10日に設置した。



写真-4 通水孔（一例）



写真-5 ホタテ貝殻礁（通水孔15孔）



左側：通水孔2孔



右側：通水路型

写真-6 通水孔の効果を考慮した貝殻礁



①本体金網の組立



②ホタテ貝殻の投入



③貝殻礁の完成



④貝殻礁の据付状況

写真-7 貝殻礁（通水孔15孔）の製作・据付状況

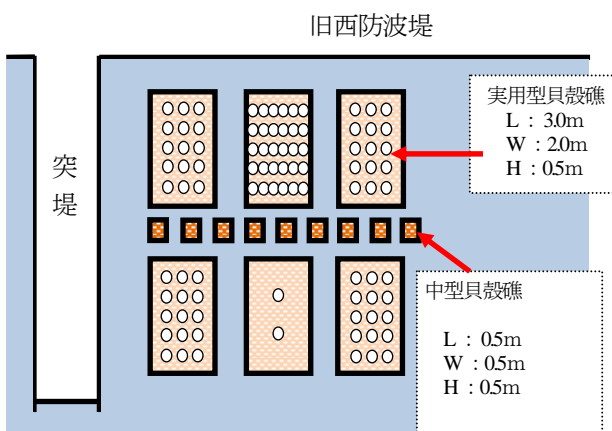


図-2 江良漁港での貝殻礁配置図

4. 江良漁港での貝殻礁の調査結果（速報値）

江良漁港での調査は、設置から約2ヶ月経過した2009年9月30日と3ヶ月経過した11月6日に中型貝殻礁を回収し、蛸集生物を確認した（写真-8、写真-9）。また、9月から11月の期間に貝殻礁設置箇所においてセジメントトラップによる有機物負荷の調査を行った。



写真-8 回収したサンプル用貝殻礁



写真-9 貝殻礁に蛸集したヨコエビ

図-3、図-4に貝殻礁に蛸集した環形動物と節足動物の蛸集量を示す。また、比較のため落石漁港での小型貝殻礁の調査結果を併記した。蛸集量は、貝殻礁の投影面積（江良 2,500cm²（50cm×50cm）、落石 400cm²（20cm×20cm））で除した1cm²当たりである。図より、江良漁港での蛸集生物量は、環形動物（湿重量）では設置後2ヶ月が1.71mg/cm²、設置後3ヶ月が19.1mg/cm²と約11倍に増加した。優占種は、ウロコムシやミズヒキゴカイであった。節足動物（乾燥重量）では、設置後2ヶ月で1.64mg/cm²、設置後3ヶ月が2.43mg/cm²と約1.4倍に増加した。優占種は、ヤマトモエビやコソボソコエビであった。設置から3ヶ月経過した江良漁港の蛸集生物量は、落石漁港の同期間（07年2月）と比べ環形動物では10.7mg/cm²の1.8倍、節足動物では0.2mg/cm²の約12倍と大きい値となった。これは、調査時期が秋季（11月）の江良漁港に対し落石漁港は生物量の少ない冬季（2月）であったことが大きな要因と考えられる。なお、落石漁港の経年変化を見ると、半年から1年以降を見ると変動はあるもの3ヶ月以前に比べ大きく増加している。これより、江良漁港においても蛸集量の増加が予想されるが、その値は今後の調査で確認する必要がある。

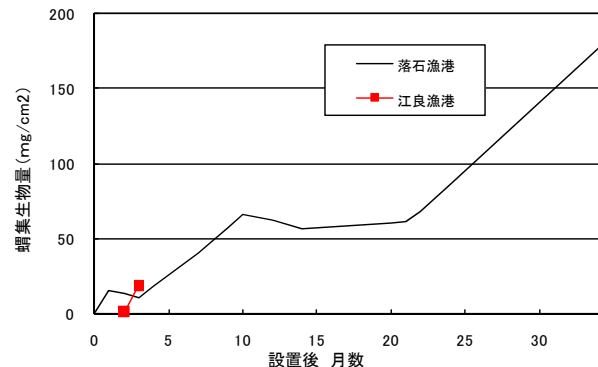


図-3 江良漁港での環形動物の蛸集生物量

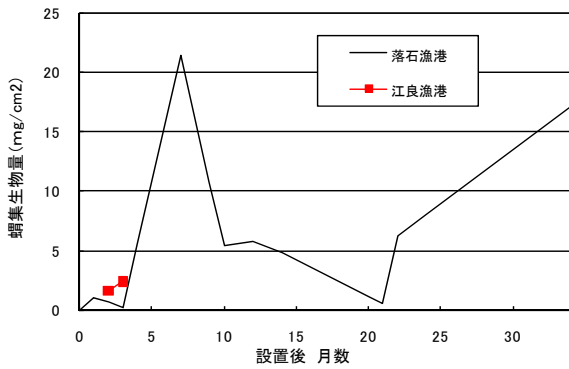


図-4 江良漁港での節足動物の蛸集生物量

セジメントトラップの測定によると有機物負荷量は、炭素 0.354mg/day/cm²、窒素 0.0419mg/day/cm²であることを確認した。この値は、落石漁港の炭素 0.351mg/day/cm²と同程度であり、窒素 0.0666mg/day/cm²の約 60%である。

これより、江良漁港の蛸集生物による炭素・窒素浄化率を図-5、図-6に示す。なお、環形動物及び節足動物の有機物浄化能力は、前述の室内試験の値を用いた。

図より、浄化率は、炭素では設置後2ヶ月が11%、設置後3ヶ月が36%、窒素では設置後2ヶ月が5%、設置後3ヶ月が53%となり、経過期間が2ヶ月から3ヶ月にかけて大きく増加した。設置から3ヶ月経過した江良漁港の浄化率は、落石漁港の同期間(07年3月)と比べ炭素では13%の4倍、窒素では18%の3倍と大きい値となった。これは、江良漁港が落石漁港に比べ、蛸集生物量が多かったこと、また窒素については負荷量が少ないことによるものである。なお、落石漁港の経年変化を見ると、半年から1年以降を見ると変動はあるものの3ヶ月以前に比べ大きく増加している(図-1参照)。これより、江良漁港では、貝殻礁への蛸集状況の継続調査を基に貝殻礁の浄化効果の検証を行う。

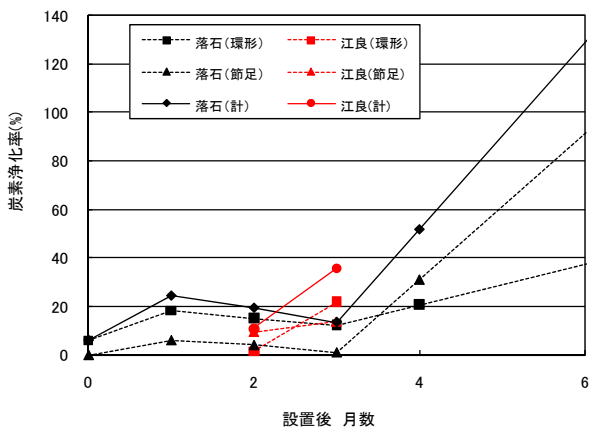


図-5 江良漁港の蛸集生物による炭素浄化率

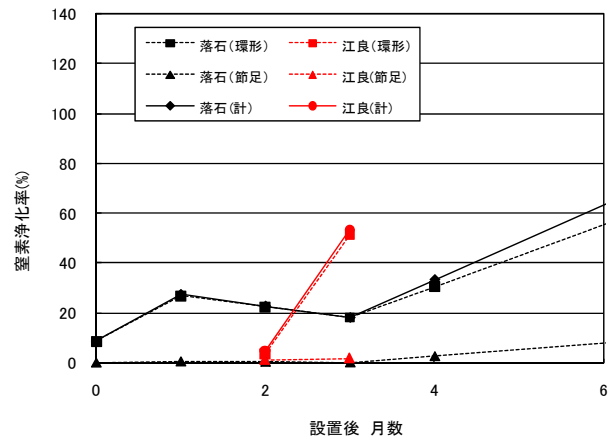


図-6 江良漁港の蛸集生物による窒素浄化率

5. おわりに

今回は、試験規模での貝殻礁を用いた調査より水質・底質浄化効果か確認されたホタテ貝殻礁の実用化に向け、蓄養施設が計画されている江良漁港での貝殻礁の製作据え付け作業と調査結果(速報値)より以下のことが確認された。

- ① 既設石カゴを用いると共に海水と接する面積を大きくする通水孔の工夫により、機械による製作据え付けが容易にできた。
- ② 江良漁港で据付した貝殻礁は、経過期間が短いデータではあるが生物が蛸集し底質浄化機能が確認された。

今後は、中型貝殻礁を回収しての蛸集生物の継続調査と、実用型貝殻礁ではナマコを含む蛸集生物の目視調査を行い、ナマコの浄化能力も考慮した水質・底質浄化効果を確認すると共に、計画されている蓄養施設において懸念される水質・底質悪化の中・長期的な保全策としての実用型貝殻礁の可能性について検証を行う。

参考文献

- 1) 岡本健太郎・山本潤・牧野昌史：ホタテ貝殻礁に蛸集した生物の遷移と浄化効果について，海洋開発論文集第25巻，pp. 419-424，2009。
- 2) 佐藤朱美・足立久美子：貝殻礁に蛸集したヨコエビ群による有機物除去能力の試算，平成17年度日本水産工学会，pp. 107-108，2005。
- 3) 岡本健太郎・山本潤・三森繁昭：ホタテ貝殻礁に蛸集した生物による有機物除去能力の検討，平成20年度土木学会全国大会，2008。