

## N-9 ホタテ貝殻礁を用いた港内環境改善のための基礎的研究

(独) 北海道開発土木研究所 水産土木研究室 ○佐藤朱美  
 (独) 北海道開発土木研究所 水産土木研究室 足立久美子  
 株式会社 エコニクス 清田 健  
 株式会社 エコニクス 田保知佳

### 1. はじめに

港内泊地等では水産物の蓄養・養殖が実施され、養殖物の糞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、年間 20 万も排出されるホタテ貝殻の利用促進が緊急課題である。

そこで本研究は港内閉鎖域の海底にホタテ貝殻礁を敷設して堆積物食性の生物の生息環境を創出し、港内泊地の底質悪化防止をめざした。本報告では、そのための基礎知見として貝殻礁への生物蛸集効果と蛸集生物による懸濁物除去能の試算した結果について報告する。

### 2. 調査・試験方法

#### 2.1 現地調査

室蘭港の入江地区、絵鞆地区を試験区とした。水深約 6m 地点に試験礁(図 1、プラスチック製のネットの中にホタテ貝殻を充填した基質(φ150

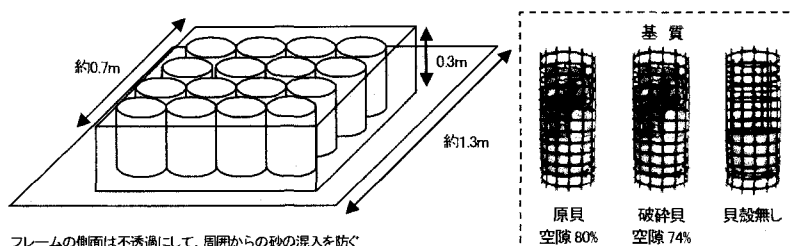


図1 試験礁および基質イメージ

×300 mm、約 2 kg) 16 本をマス状の架台に載せたものを 2004.5.24~2005.2.1 の期間設置した。基質は、貝殻間隙への生物蛸集効果を比較するため、原貝、破砕貝、貝なしとした。設置後 37、93、170、253 日後に各々の基質を回収し、蛸集した生物の種同定・計数、堆積物の分析(COD、T-S、IL、粒度組成、土粒子密度、TOC、TON)を行った。同試験区でセジメントトラップを用いて試験期間中 30 日間隔で沈降粒子を採取した。試験区周辺の環境を把握するため、期間中に計 3 回、海底面直上水の水質分析を行うとともに、周辺部の底泥を採取し、底質分析およびマクロベントスの種同定、計数を行った。

#### 2.2 有機物除去能力試験

蛸集した堆積物食生物のうち優占種となったヨコエビ類を用いて、有機物除去能力を室内試験により算出した。現地調査で採取した生物試料、堆積物を分析用試料と有機物除去能力算定のための試験用試料に分画した。分析用の生物試料については、ホルマリン固定し、全体の湿重量を測定するとともに、生物分析を行い、全体の乾重量を測定した。分析用試料の堆積物については、湿重量、乾重量、有機炭素・窒素量を測定した。室内試験試料のヨコエビ群を、排泄物が確認されなくなるまで数日間馴致した。このとき、死亡個体や弱っている個体を取り除いた。試験は 1L ビーカーに堆積物と馴致したヨコエビ群を入れた試験区、堆積物のみを添加した試験区を設定し、15℃に保ったインキュベーター内に収容し試験を行った。試験期間は 25 日間とした。1 条件につき、5 ビーカーを用意した。堆積物量は乾重量で約 7g とし、ヨコエビ群は個体差があるため湿重量が合計で 0.1g となるように添加した。ろ過海水は 5 日ごとに約 1/3 量の交換を行い、曝気については、堆積物の分解を促進する恐れがあるので行わなかった。試験後、生物試料は湿重量、乾重量を、堆積物は湿重量、乾重量、有機炭素、有機窒素を測定した。

除去能力は、実験開始前および実験終了後の炭素（窒素）の量の差、実験期間および生物の乾重量から以下のように算定した（式(1)～(3)）。

生物による炭素除去能力（mg-C/g-生物(dry)/day）＝生物による炭素除去量÷生物量÷実験期間（1）

生物による炭素除去量＝実験前後の炭素量の差（生物あり）－実験前後の炭素量の差（生物なし）（2）

実験前後の炭素量の差＝〔開始前の炭素含有量－終了後炭素含有量〕×堆積物の乾重量（3）

実験で得られた除去能力算定結果に、試験礁調査で得られたヨコエビ類の蛸集量を乗じた単位面積あたりの浄化量をセジメントトラップ調査によって得られた沈降粒子のフラックス量で除算し、港内に設置した試験礁におけるヨコエビ類による堆積有機物除去効果を算出した（式4～5）。

除去率＝生物群による除去量÷沈降粒子のフラックス量（4）

生物群による除去量＝試験礁に蛸集した生物量×除去能力原単位（5）

### 3. 結果と考察

#### 3. 1 現地試験

セジメントトラップにより捕集された沈降粒子の分析結果を図2に示す。両試験区とも、水質汚濁はみられなかったが、底質は汚濁傾向がみられ、特に絵鞆ではその傾向が強かった。捕集された沈降粒子の有機炭素、窒素量（図2）を比較すると、9月までの期間絵鞆では、入江の約2倍の有機物負荷がみられ、これが底質悪化の主要因と考えられ、絵鞆地区でホタテ貝養殖等の漁業活動が行われていることに起因していると推察された。

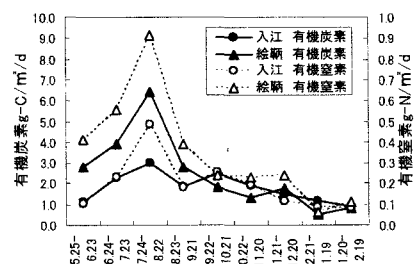


図2 沈降粒子量

底泥中のマクロベントス、試験礁に蛸集した生物の湿重量および個体数を、調査期、基質別に示す（図3）。両試験区とも、底泥、貝殻無しの基質に比べ、原貝、破碎貝の基質は湿重量の増加が確認された。入江地区は堆積物食性であるヨコエビ類などの節足動物が優占したほかアズマニシキガイが多く蛸集した。絵鞆地区は軟体動物の割合が高かったが、個体あたりの湿重量が大きいためである。両試験区とも11月に個体数が増加している。試験礁内に泥が溜まりはじめ、底生性の環形動物（スピオ科の一種（*Capitella* sp.）、イトゴカイ科の一種（*Capiterra* sp.））や節足動物（ニホンドロソコエビ（*Grandidierella japonica*））が増加したためである。両試験区の底泥における出現生物では、富栄養域代表種として紹介されるアサリ（*Ruditapes philippinarum*）や、汚濁指標種<sup>1)</sup>として紹介されるミズヒキゴカイ（*Cirriformia tentaculata*）が優占しており、出現生物からも底質が汚濁傾向にあるといえる。入江地区の試験礁

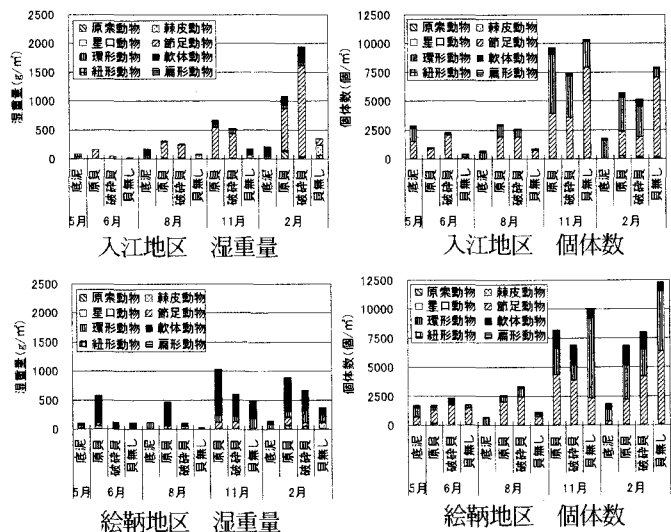


図3 生物分析結果

（貝殻基質）では出現種のほとんどがデトリタス食性の生物であった。なかでも、優占種であったスナエビ（*Pandalus prensor*）、ヤマトモエビ（*Eualus leptognathus*）、オホツクトゲモエビ（*Spirontocaris ochotensis*）などは葉上性のデトリタス食性生物<sup>2,3)</sup>である。本来は藻場を

生息域とする生物が貝殻礁によって増集していることが推察された。絵柄地区の試験礁では貝の有無に関わらず軟体動物の割合が高く、湿重量の変動は軟体動物の増減が大きい。節足動物については試験礁（貝殻区）で微増ではあるが増加傾向がみられた。

周辺の底泥に比べて、貝殻礁を設置したことにより、多くの生物にとって生息しやすい環境が創出されたと考えられ、デトリタス食性の生物が増集し有機物の分解が促進されると推察された。

### 3.2 ヨコエビ群による有機物除去能力試験結果

ヨコエビ群による有機物除去量、ヨコエビ群 1g あたりの有機物除去量を表 1、2 に示す。試験期間中（25 日）、試験に供した生物の斃死はなかった。生物群 1g あたりの有機物除去能力は、有機炭素については 20.0 mg-C/g/day、有機窒素については 0.327 mg-N/g/day と算出された。この値は、有機炭素については、矢持ら（1997）<sup>4)</sup> が行った底生生物の浄化能力に関する報告と近い値を示したが、有機窒素については 1 桁程度小さい値を示した。これは、実験に用いた堆積物量が少なかったため重量測定および成分分析の精度が結果に影響したこと、生物量が堆積物量に比べて少なかったことが考えられる。

本試験結果を用いて、港内に設置した試験礁に増集したヨコエビ群による有機物除去効果を試算した結果を表 3 に示す。入江地区で炭素除去率が最大で 56.8%（11 月原貝）、窒素除去率が 18.2%（11 月原貝）、絵柄地区で炭素除去率が最大で 19.0%（11 月破砕貝）、窒素除去率が 3.5%（11 月破砕貝）であった。いずれの試験区も試験礁設置後の時間経過とともにヨコエビ類の増集量が増加したため、除去率が大きくなる結果となった。原貝、破砕貝の試験区で貝なしの試験区を上回り、貝殻礁の施設による環境改善効果が期待できると推察された。上記結果は実験に用いたヨコエビ群の個体数が少なかったことによる誤差を含むと考えられ、今後試験方法を見直し、有機物除去能算定の精度向上をめざす。

### 4. 参考文献

- 1) 北森良之助(1975): 環境指標としての底生動物(2) - 指標生物を中心に -, 環境と生物指標 2, 水界編, 共立出版, pp. 265-273.
- 2) 澤村正幸(2000): スガモ場における魚類・ベントス間の食物網構造, 海洋と生物, vol122, No. 6, 542-549.
- 3) 向井 宏(1994): 藻場 (海中植物群落) の生物群集(5) - 藻場構成植物と葉上性動物の相互作用 -, 海洋と生物, vol116, No. 4, 276-281.
- 4) 矢持 進・岡本庄市・小田一紀(1997): 砂浜や泥浜を占める底生生物の底質浄化能力, 海岸工学論文集, 第 44 巻, pp. 1176-1180.

表 1 有機物除去量の算定結果

|       |   | 試験前                      |                          | 試験後      |                          |                          |
|-------|---|--------------------------|--------------------------|----------|--------------------------|--------------------------|
|       |   | 有機炭素<br>mg-C/<br>g-dry-w | 有機窒素<br>mg-N/<br>g-dry-w | 乾重量<br>g | 有機炭素<br>mg-C/<br>g-dry-w | 有機窒素<br>mg-N/<br>g-dry-w |
|       |   | bc                       | bn                       | d        | ac                       | an                       |
|       |   |                          |                          |          |                          |                          |
| 対照区   | 1 | 30.02                    | 2.43                     | 7.27     | 26.90                    | 2.20                     |
|       | 2 | 30.10                    | 2.46                     | 7.01     | 27.24                    | 2.13                     |
|       | 3 | 30.75                    | 2.43                     | 7.00     | 27.65                    | 2.22                     |
|       | 4 | 29.06                    | 2.39                     | 7.03     | 26.62                    | 2.10                     |
|       | 5 | 29.99                    | 2.34                     | 6.95     | 26.89                    | 2.12                     |
| 生物添加区 | 1 | 29.71                    | 2.42                     | 6.79     | 27.40                    | 2.20                     |
|       | 2 | 29.62                    | 2.30                     | 6.99     | 25.98                    | 2.09                     |
|       | 3 | 30.02                    | 2.35                     | 6.95     | 26.18                    | 2.08                     |
|       | 4 | 29.44                    | 2.34                     | 6.87     | 26.76                    | 2.15                     |
|       | 5 | 30.57                    | 2.41                     | 6.98     | 24.41                    | 1.95                     |

|       |   | 試験前                               |                                   | 試験後                     |                         | 平均         |            |
|-------|---|-----------------------------------|-----------------------------------|-------------------------|-------------------------|------------|------------|
|       |   | 有機炭素<br>mg-C/<br>g-dry-w<br>bc-ac | 有機窒素<br>mg-N/<br>g-dry-w<br>bn-an | 有機炭素<br>mg<br>(bc-ac)*d | 有機窒素<br>mg<br>(bn-an)*d | 有機炭素<br>mg | 有機窒素<br>mg |
| 対照区   | 1 | 3.12                              | 0.23                              | 21.40                   | 1.58                    | 20.05      | 1.76       |
|       | 2 | 2.86                              | 0.33                              | 19.61                   | 2.26                    |            |            |
|       | 3 | 3.10                              | 0.21                              | 21.26                   | 1.44                    |            |            |
|       | 4 | 2.44                              | 0.29                              | 16.73                   | 1.99                    |            |            |
|       | 5 | 3.10                              | 0.22                              | 21.26                   | 1.51                    |            |            |
| 生物添加区 | 1 | 2.31                              | 0.22                              | 15.84                   | 1.51                    | 25.55      | 1.85       |
|       | 2 | 3.64                              | 0.21                              | 24.96                   | 1.44                    |            |            |
|       | 3 | 3.84                              | 0.27                              | 26.34                   | 1.85                    |            |            |
|       | 4 | 2.68                              | 0.19                              | 18.38                   | 1.30                    |            |            |
|       | 5 | 6.16                              | 0.46                              | 42.25                   | 3.15                    |            |            |

表 2 生物 1g あたりの有機物除去量

| 総有機物減量(平均) |            |            |            |            |            |
|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| 対照区        |            | 生物添加実験区    |            | 生物による除去量   |            |
| 有機炭素<br>mg | 有機窒素<br>mg | 有機炭素<br>mg | 有機窒素<br>mg | 有機炭素<br>mg | 有機窒素<br>mg |
| 20.05      | 1.76       | 25.55      | 1.85       | 5.50       | 0.09       |

| 生物重量     |          | 生物 1g 当たりの除去能力 |            | 生物 1g 当たりの除去能力(日) |            |
|----------|----------|----------------|------------|-------------------|------------|
| 湿重量<br>g | 乾重量<br>g | 有機炭素<br>mg     | 有機窒素<br>mg | 有機炭素<br>mg        | 有機窒素<br>mg |
| 1        | 0.080    | 0.011          | 0.011      | 500.00            | 8.182      |
| 2        | 0.089    | 0.012          |            |                   |            |
| 3        | 0.107    | 0.010          |            |                   |            |
| 4        | 0.078    | 0.010          |            |                   |            |
| 5        | 0.110    | 0.012          |            |                   |            |

表 3 有機物除去率

|     |     | 入江    |       | 絵柄    |       |
|-----|-----|-------|-------|-------|-------|
|     |     | 炭素(%) | 窒素(%) | 炭素(%) | 窒素(%) |
| 6月  | 原貝  | 13.5  | 4.3   | 2.1   | 0.5   |
|     | 破砕貝 | 3.2   | 1.0   | 1.6   | 0.4   |
|     | 貝なし | 0.1   | 0.0   | 0.3   | 0.1   |
| 8月  | 原貝  | 29.6  | 9.9   | 3.8   | 0.9   |
|     | 破砕貝 | 24.5  | 8.2   | 2.8   | 0.6   |
|     | 貝なし | 2.5   | 0.2   | 0.4   | 0.1   |
| 11月 | 原貝  | 56.8  | 18.2  | 16.4  | 3.0   |
|     | 破砕貝 | 45.6  | 14.6  | 19.0  | 3.5   |
|     | 貝なし | 2.5   | 0.8   | 2.5   | 0.5   |