

# ゴミの防除に関する研究

塩分処理によるゴミ駆除技術の開発

松井繁明・佐藤博之・山本千裕

(研究部)

## Research on prevention of the breeding and extermination of *Cucumaria echinata* (Extermination using the osmotic pressure)

Shigeaki MATSUI, Hiroyuki SATOU and Chihiro YAMAMOTO  
(Fukuoka Research Department)

1989年に小呂島周辺海域で発生したゴミは、分布海域を変化させながらも現在に至るまで大量発生が継続している<sup>1)2)</sup>。特に'99年以降は沿岸域での発生が急増し、2そうごちやエビこぎ、建網、かご等多種の漁業操業に多大な影響を及ぼしている。ゴミは水温、塩分の適応範囲が広く、加えて無給餌で長期間の飼育が可能である等飢餓耐性も高く、環境への適応能力が優れている。また、ナマコ等に比較して産卵数はすくないものの幼生の斃死率がきわめて低く、捕食者もほとんど認められていない<sup>2)3)</sup>。このため、漁場での再生産能力が極めて高く、今後も大量発生と分布範囲の拡大が懸念される。前年までの研究ではゴミの生態、分布等基礎的な知見の蓄積がなされているが、漁業者からの駆除の要望が急増しているにもかかわらず、具体的な対策、駆除技術についてはほとんど検討されていない。そこで、本研究では、ゴミ現存量の減少と操業被害の軽減を目的に簡易なゴミ駆除技術の開発を行った。駆除技術は漁業者への普及と環境への影響を考え、技術的に簡易であること、環境に与える影響が少ないこと、コストがかからないこと、効果が見えることを条件とした。本研究では浸透圧を利用したゴミの再生産阻害(塩分処理によるゴミの駆除)について検討した。

### 方 法

#### 1. 生息量調査

平成15年2月～6月、平成16年4月～5月にかけて、桁網を用いてゴミの分布する筑前海域で操業調査を実施した。調査点は緯度、経度の2マイルメッシュの交点に設

け、速度約2ノットで3～5分間曳網し、船上で漁獲したゴミの重量を測定した。曳網時間と速度、漁獲効率(0.23)<sup>4)</sup>から面積あたりの生息量を計算した。採取したゴミは研究所に持ち帰り体長、体重を測定した。

#### 2. 浸透圧を利用した再生産阻害試験(塩分処理)

塩分処理は次の二つの方法で行った。

a 食塩を直接ゴミに散布し、全体に行き渡るように攪拌した後一定時間干出させる(図1)。b 高濃度の塩水に約5分間浸漬する(図2)。いずれの方法も処理後は海水で洗浄後通常の塩分濃度の水槽に戻し止水でエアレーションを行い時間ごとの状況を観察した。

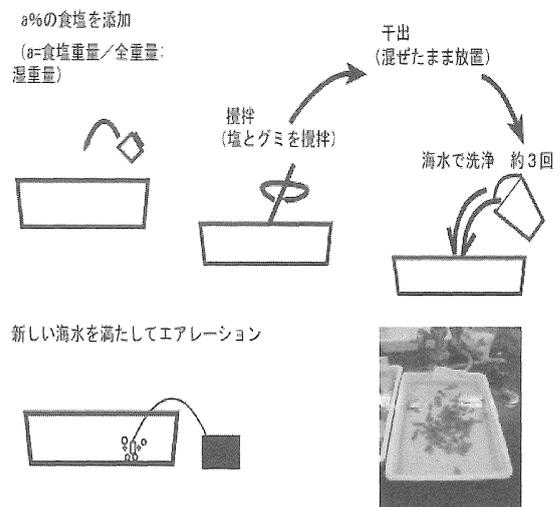


図1 塩分処理方法(方法a)

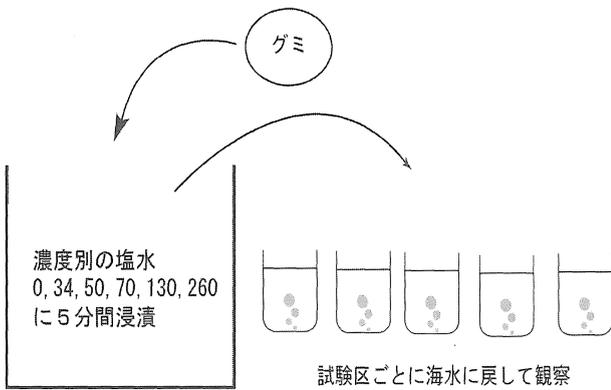


図2 塩分処理方法（方法b）

2003年5月～6月にかけて、ゴミの分布量が最も多い玄界島沖から採取したゴミ(平均体長 $19.7 \pm 4.1$ mm)を用いてaの方法で濃度別塩分処理を行い効果を調べた。塩分濃度はゴミの全重量(湿重量)に対する食塩の割合で計算し、2, 3, 4, 5, 10%とした。また、2, 5, 10%濃度で干出時間(食塩を撒布し混ぜ合わせた状態)別に5, 30分で処理試験を行い比較を行った。

2004年6月に玄界島沖から採取したゴミ(平均体長 $20.8 \pm 4.3$ )を用いてbの方法で、浸漬する塩水の濃度別に0, 50, 70, 130, 260の試験区を設け塩分濃度別の処理試験をおこなった。

### 3. 環境影響調査

塩分処理したゴミが放流後分解過程で環境に与える影響を把握するために海域への放流試験を行った。

糸島郡加布里地先(図3)水深約6mに試験区(2×2m)を設置し、船上で塩分処理したゴミ約70kgを $18 \text{ kg/m}^2$ の密度で潜水により放流した。ゴミは姫島沖で04年6月30日に採取したもので平均体長は $17.3 \pm 3.1$ mmであった。船上での塩分処理は高濃度の塩水(130)に約5分間浸漬する

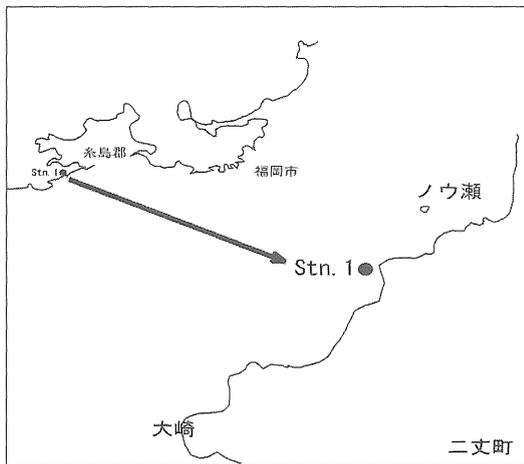


図3 試験区設置点

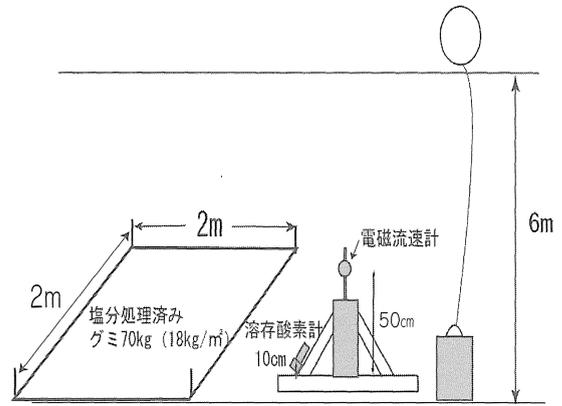


図4 試験区設置状況

方法で行った。放流後は目視による状況観察と、水中ビデオ等による撮影、水質、底質の調査を行い、試験区から約10m離れた場所を対象区とし、同様にサンプリングして水質、底質を比較した。

潜水による観測は2004年6月30日～約2ヶ月後の8月22日までの間に4回行った。特に放流直後の6月30日から7月1日の間は2～3時間ごとに潜水による観察を行い放流直後のゴミの状況を調べた。

水質は、試験区、対象区ともに海底の直上(約10cm)の水を潜水作業により採取し、TRAAKS社製オートアナライザーTRAAKS800により栄養塩( $\text{NH}_4$ ,  $\text{NO}_2$ ,  $\text{NO}_3$ ,  $\text{PO}_4$ )を測定した。加えて試験区横に流速及び溶存酸素の連続測定器(フレック電子製AC16M, AD08M)を設置し、最もゴミの分解が進行する放流直後から1週間、海底直上(約10cm)の溶存酸素と水温、流況、塩分を1時間ごとに連続測定した。底質は、試験区内でゴミが分解しているところを選び、硫化水素、強熱減量を測定した。(図4)

## 結果

### 1. 生息量調査

ゴミの生息状況は、分布の中心を沿岸よりに変化させながらも高い密度での生息が続いている。2004年度調査では、糸島半島と小呂島の間地点で最大生息量 $1394.5 \text{ g/m}^2$ を示した。沿岸部は2004年の調査では'03年に比較して糸島半島地先や姫島の西で分布の減少傾向がみられるが、パッチ状に高い密度の分布域があり、生息量が $500 \text{ g/m}^2$ を超える点も多くみられた。特に玄界島周辺では調査期間を通じて高い生息密度を示し2004年度の玄界島周辺の最高生息密度は $751.2 \text{ g/m}^2$ であった。(図5)

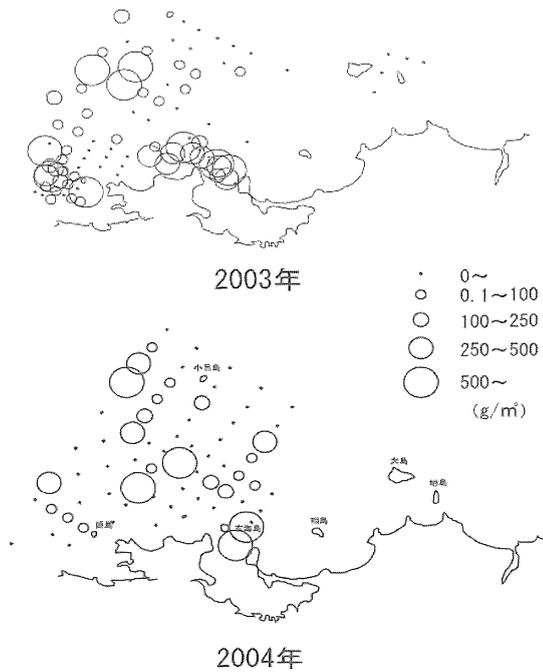


図5 グミの生息状況

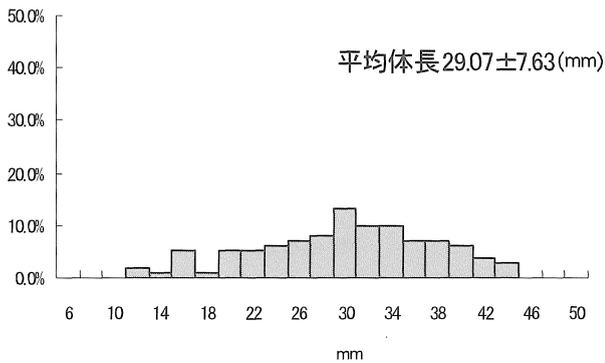


図6 グミの体長分布

2004年5月の玄界島のグミの体長分布を図6に示す。平均体長29.07mmを中心に最小11.5~最大43.1mmまで広い範囲で分布がみられた。

2. 浸透圧を利用した再生産阻害試験 (塩分処理)

今回行ったいずれの方法(a食塩を直接グミに散布し全体に行き渡るように攪拌した後、一定時間干出させる。b高濃度の塩水に約5分間浸漬する。)でもグミは体液を排出することで収縮、変形し、この過程で成熟が進んでいる個体は体皮を破って生殖腺が露出する様子が観察された。(図7)変形が進み体皮を破って生殖腺が露出した個体は数日後には分解が始まる。処理直後のグミの生死

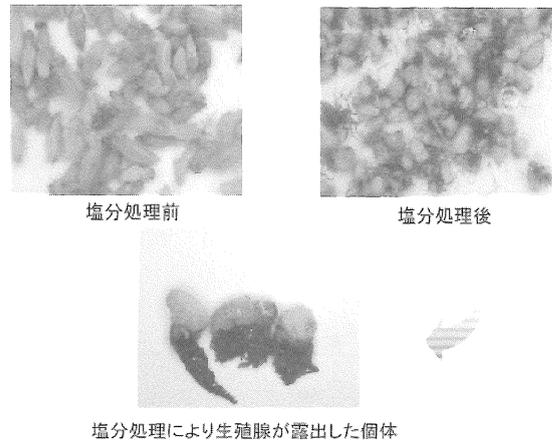


図7 塩分処理後の変化

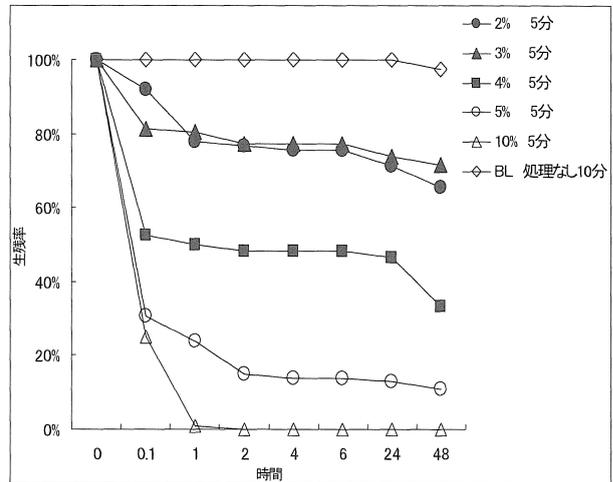


図8 濃度別塩分処理試験結果 (方法a)

の判定は難しく、このためここでは生殖腺の露出等変形のない個体を生残個体として生残率を求めた。

aの方法で行った濃度別塩分処理試験の結果を図8に示す。処理後1時間以内に塩分濃度(食塩/グミの湿重量)2,3%の試験区で20%,4%の試験区で50%,5%の試験区で80%,10%の試験区ではほぼ100%の個体に体液の排出による変形や生殖腺の体外への露出がみられた。その後48時間まで観察を続けたが生残率に大きな変化はみられなかった。干出時間別の試験では塩分濃度5,10%の試験区に大きな効果がみられたが、いずれの試験区も干出時間による生残率の差はみられなかった。(図9)

bの方法による濃度別の試験では、浸漬する塩水の塩分濃度0,50の試験区では1時間後の生残率がほぼ100%で、塩分処理の効果はみられなかった。塩分濃度70の試験区では約50%,130の試験区では90%,260の試験区では95%の個体に変化がみられた。70,130,260の3試験ではその後

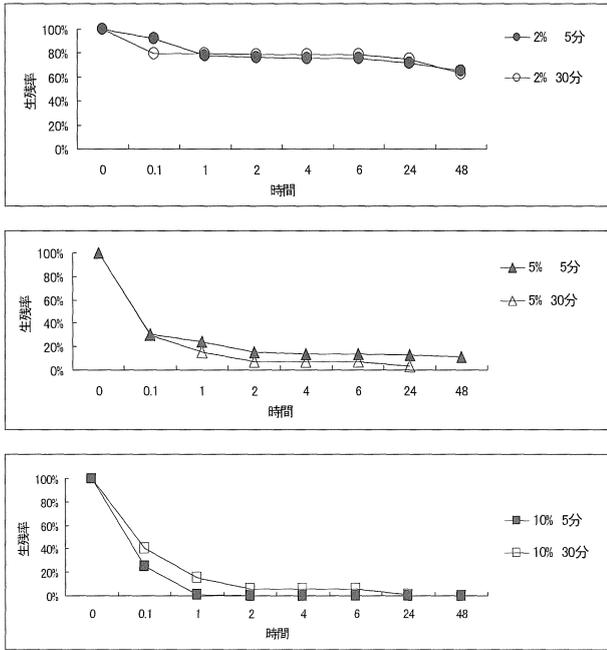


図9 干出時間別試験結果 (方法a)

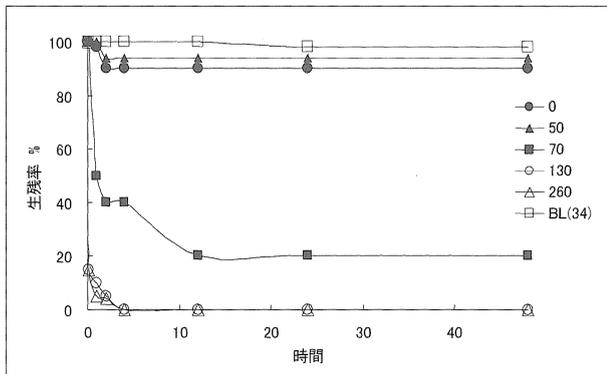


図10 塩分濃度別試験結果 (方法b)

も生残率は緩やかに低下し、4時間後に130と260の試験区では生残率は0%となった。塩分濃度70の試験区で12時間後に生残率が20%に低下したが、その後48時間まで生残個体のある試験区で生残率に大きな変化はみられなかった。(図10)

### 3. 環境影響調査

#### (1) 潜水による観察

放流直後(2004年6月30日~7月1日)の観察では、ほとんどの個体が生殖腺を対外に露出した状態であった。放流から2~3時間後にクサブグ等魚類の蜻集がみられ体外に露出した生殖腺を捕食する様子が観察された。約1週間後('04年7月8日)の観察では生残する個体はみられず、斃死、分解したゴミにより底質が白く変化していたが、

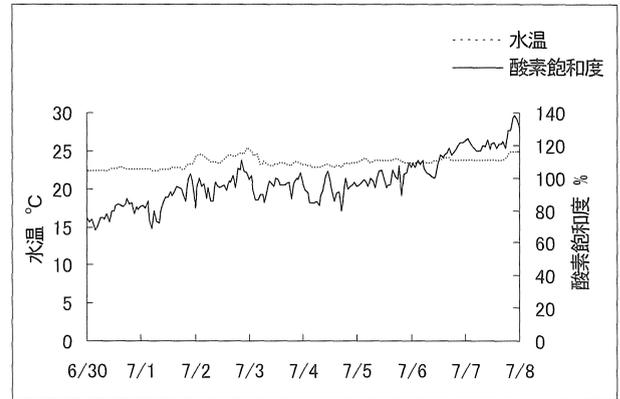


図11 水温、酸素飽和度の連続測定結果

ゴミの巣穴等がみられ、目視による観察では試験区内の底生生物に大きな変化はみられなかった。約20日後('04年7月22日)には底質の一部に黒変した箇所がみられたが、前回同様ゴミ等の巣穴が多くみられた。約2ヶ月後('04年8月22日)の調査ではゴミを放流した試験区と外側の底質にほとんど変化が見られなくなった。

#### (2) 水質

##### 1) 溶存酸素

ゴミ放流区の横に設置した溶存酸素連続観測計の結果、測定期間中の酸素飽和度は、ほぼ70%以上を示しゴミの分解による影響は特に観察されなかった。測定を行った場所は平均流速3.2cm/sと流れが少なく、調査期間中に大きな時化もなく流況は穏やかであった。(図11)

##### 2) 栄養塩

栄養塩はNH<sub>4</sub>は放流区で0.45~0.76 μmol/l, 対象区で0.22~1.53 μmol/l, NO<sub>2</sub>は放流区で0.03~0.05 μmol/l, 対象区で0.02~0.06 μmol/l, NO<sub>3</sub>は放流区で0.09~0.21 μmol/l, 対象区で0.02~0.11 μmol/l, PO<sub>4</sub>は放流区で0.10~0.24 μmol/l, 対象区0.11~0.29 μmol/lと、窒素、リンともに低めで推移しており、調査期間を通じて放流区と対象区で特に大きな差は見られなかった。(図12)

##### 3) 底質

###### (a) 硫化水素

放流区の硫化水素は約1週間後の7月8日に0.26mg/gdryまで上昇したが、7月22日には0.17mg/gdryまで減少し、2ヶ月後の8月22日には0.01mg/gdryと対象区と変わらない値にまで低下した。(図13)

###### (b) 強熱減量

強熱減量は放流直後の'04年7月1日では放流区2.25%, 対象区0.89%と放流区が対象区を大きく上回ったが、7月

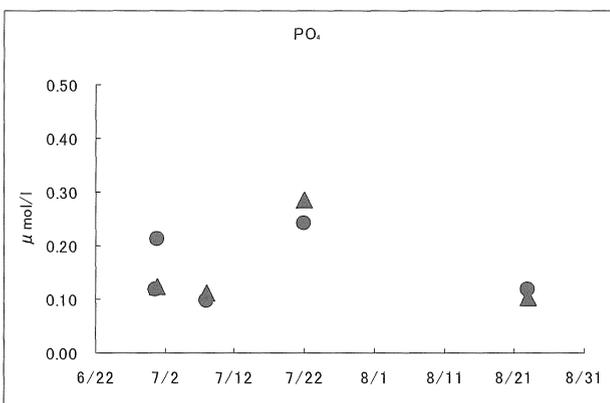
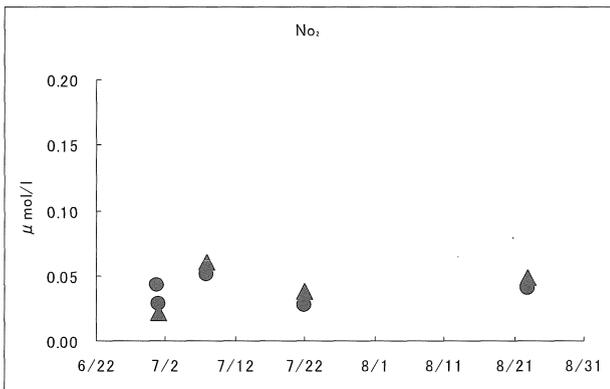
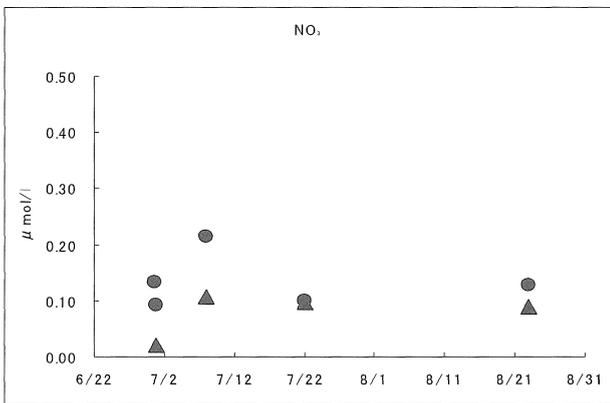
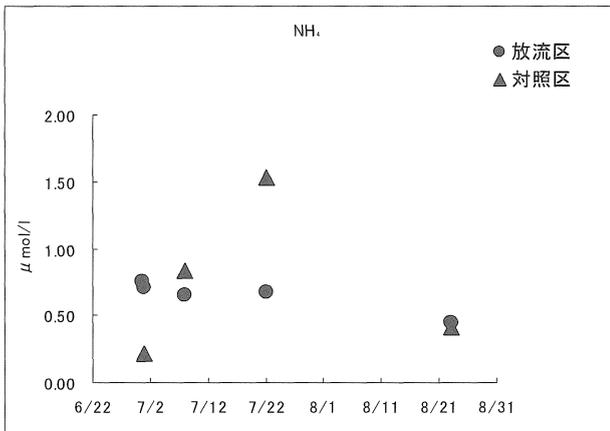


図 12 栄養塩の経時変化

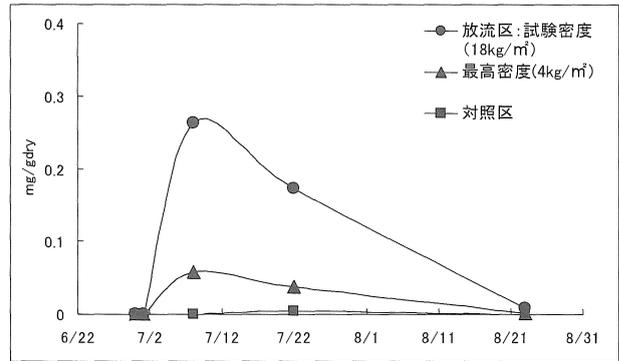


図 13 硫化水素の経時変化

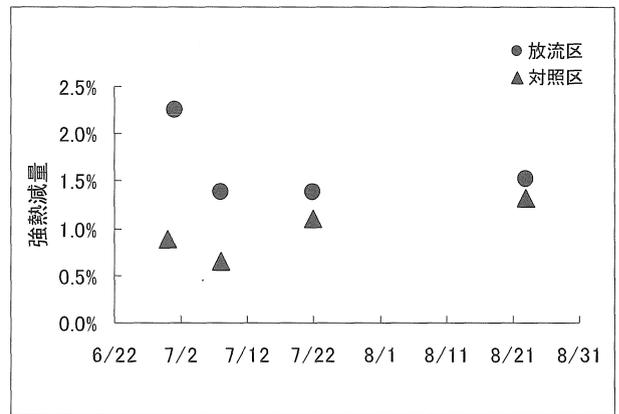


図 14 強熱減量の経時変化

8日の調査では放流区が1.38%まで減少し同日の対象区の値0.66%との差が縮まっている。その後は7月22日と8月23日の調査では値に大きな変化はないものの、放流区が対象区の値を若干上回る傾向がみられた。(図 14)

### 考 察

吉田ら<sup>5)</sup>はグミの発生と水温の上昇について冬季2月～4月の水温上昇がグミの異常発生に影響を与えていると述べている。グミの分布海域である玄界島沖水深10mの水温の推移(1971～2003年)をみると(図15),2003年は低下する傾向がみられたが全体的に増加傾向にあり、このことからグミの発生に適した水温条件は継続していると考えられる。また,大量発生が継続している玄界島の体長組成をみると各年級群がみられ資源状態は安定していることが伺える。加えて浅海域へと分布が変化していることから,今後操業に対する影響の増大が懸念される。今回の調査で糸島沖の一部に分布の減少がみられたが,分布調査が11節(23mm)の袋網を使用しているこ

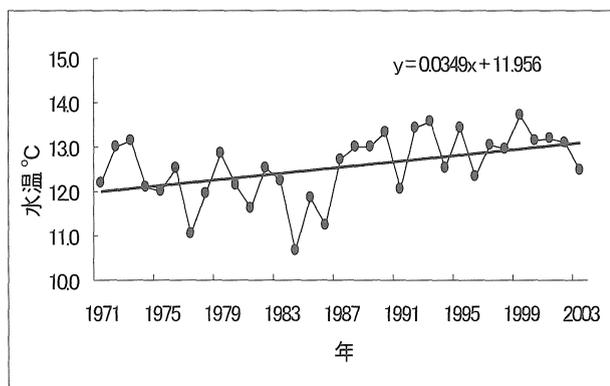


図 15 玄界島沖水温の推移

とや、過去に一端生息量が減少した地区に再び大量発生した事例があることから発生直後の小型のゴミが生息している可能性もあり継続した調査が必要である。

塩分処理による再生産の阻害試験では、aの方法では塩分濃度(食塩/ゴミの湿重量)5%以上、干出時間約5分でほとんどの個体に体液放出による変形と生殖腺の体外への露出等の効果があることがわかった。bの方法では塩水の塩分濃度は130に5分の浸漬でほぼ同様の効果が得られることが示唆された。顕微鏡の観察では露出した卵に直接的な変化は見られなかったものの、体皮を破り体外に露出した卵は十分な成熟をしておらず、また、一旦この状態になったゴミは元の状態に回復することはなく数時間から数日で斃死する。このため適切に処理することにより再生産の阻害が可能である。また、塩分処理の効果をもっとも高めるためには生殖腺がある程度発達していること、産卵生殖する前であること、漁場からの採取が容易であることがあげられる。夏眠期前がこの条件を満たし、杉野ら<sup>3)</sup>の研究から、4~6月が夏眠期前にあたることから、この時期に処理を行うことが肝要である。

放流後のゴミが環境に与える影響については、水質では試験期間中の流況が穏やかであったにもかかわらず、分解による栄養塩の増加や、分解時の酸素消費も特に観察されなかった。底質では硫化水素に放流後一時的に増加する傾向が見られたがその後速やかに低下し、約2ヶ月後には対象区と同じ値に戻った。今回の試験では放流後のゴミの遺失が懸念されたことから18.0kg/m<sup>2</sup>と極めて高い密度で放流した。しかし、実際に天然域で調査されたもっとも高い生息量は約4.0kg/m<sup>2</sup>である。硫化水素の発生量をこの密度で換算すると最高値は0.06mg/gdryとなり生物に影響を与えるとされる濃度0.2mg/gdryより低い値となる。また、ゴミの生息する水深は20m以深であることから実際に処理後のゴミを放流した場合、海底で

の密度はさらに低いものとなり、環境への影響は極めて軽微なものであると考える。潜水時の目視による観察でも経時的に底質の改善がみられており、放流後の影響は短い時間で改善されることが示唆された。

一方目視による観察で放流直後のゴミに魚類が蟻集し生殖腺を捕食する様子が観察されている。

ゴミを捕食するものはスナヤツデヒトデやヤツシロガイ等に限られ魚類による捕食は報告されていない。畠山<sup>6)</sup>らはゴミに *Cucumaria echinata* lectin-III (CELL-III)の活性が認められことを報告しており、この忌避物質が害敵による捕食を妨げると考えられている。塩分処理を行った個体は体液の多くを体外に放出していることから、ゴミが含有する忌避物質の量が低下し魚類による捕食が起こったのではないかと考えられる。ゴミが夏期に貝殻などに体を固定し収縮するいわゆる夏眠も、杉野らが指摘する成熟のために加えて、体液減少にともなう忌避物質の低下により害敵からの捕食を避ける目的があるのではないかと考えられる。塩分処理によりゴミの蓄える忌避物質が減少することで魚類等がゴミを捕食できる可能性もあり、忌避物質については今後さらに検討を続ける必要がある。

今回行った塩分処理の方法は、操業時に入網したゴミを船上でaは直接塩を撒布した後放流する、bは生簀等に高濃度の塩分水を貯めておき網ごと浸漬した後放流する、を想定している。塩分処理はコストも低く(1tのゴミを処理するのに必要な塩の量は、aの方法で約50kg、bの方法では1m<sup>3</sup>の水槽を使い海水の塩分濃度34で計算すると、130の濃度で約96kgの塩が必要であるが、複数回の利用が可能)効果が出るまでの時間も短いことから実行が容易である。また、生殖腺を体外に露出させることでダメージを与え再生産が阻害できることが明らかになった。こうしたことから、操業時に入網したゴミに塩分処理を行うことによりゴミの移動拡散が防げるとともに再生産阻害により生息量の減少も期待できる。今後、漁業者と協力し漁場での処理方法を改善することによりさらに効率的な方法が開発されると考える。

## 要 約

1. ゴミの分布状況は、沖合では分布の中心を変えながらも500g/m<sup>2</sup>を超える高い密度の生息が継続している。沿岸部では一部の地区で減少傾向がみられるものの、現在も高い生息密度の分布域がバッチ状にみられる。

2. 塩分処理については,今回行ったいずれの方法でも効果が見られ防除の有効性が明らかになった。
3. 処理した個体の多くが体皮を破って生殖腺が露出していることから,塩分処理は生殖腺に有効なダメージを与え再生産を阻害する可能性が期待された。
4. 塩分処理後漁場に戻したゴミは約1週間で斃死分解するが,環境に与える影響は極めて軽微であることが明らかになった。また,忌避物質の減少による魚類等による捕食の可能性も示唆された。

## 文 献

- 1)山本千裕ら：福岡県筑前海で見られたゴミ(*Cucumaria echinata*)の異常発生について,福岡水試研究報告, 37-42(1990).
- 2)金沢孝弘ら：筑前海におけるゴミの分布域(1982～'92年), 福岡水試研究報告第18号, 69-72(1992).
- 3)杉野浩二郎ら：ゴミ生態に関する研究  
夏眠行動と発生に関するいくつかの知見.福岡県水海技セ研報 第11号 (2001)
- 4)田中義興ら：福岡県筑前海におけるハスノハカシパンの異常発生について.福岡水試研究報告,199-201 (19-82)
- 5)吉田幹英ら：ゴミ分布域の変遷と環境について.福岡水技セ研報第13号 (2003)
- 6)T. Hatakeyama, H. Kohzaki, H. Nagatomo, and N. Yamasaki : Purification and characterization of four  $Ca^{2+}$ -dependent lectins from the marine invertebrate, *Cucumaria echinata*. *Journal of Biochemistry*(J.Biochem.)209-214(1994)