

山口湾南潟におけるアサリ資源回復を目的 とした研究成果の報告

藤井 暁彦*

1 はじめに

山口湾では、かつては数百トンを超えるアサリ等貝類の漁獲量があったが、1990年代になってほとんど漁獲できないまでに貝類資源が減少した。その原因として、泥干潟の拡大、浮泥の堆積、採貝耕耘の機会減少に起因する底質の硬質化が挙げられているが、その特定には至っていない。さらに、2002年から周防灘で二枚貝類への食害が深刻な問題になり始めたナルトビエイが、山口湾でも遅くとも2005年にはアサリを食害するようになっており、本種による食害も資源回復の阻害要因と考えられてきた。

私は、山口大学の理工学研究科の博士課程に籍を置き、2005年から山口湾のアサリ資源の回復を目的とした調査・研究を行ってきた。ここでは、その成果のいくつかを紹介することとして、1) アサリ資源の変動要因や保全策の効果を確かめた保護放流実験、2) アサリ資源管理モデルによるアサリ資源回復の方策の2つについて研究成果を報告する。

2 保護放流実験によるアサリ資源の変動要因の推定と保全策の効果の検証

(1) 保護放流実験の方法

山口湾の南潟では、自然再生事業の一環として干潟耕耘、竹柵設置が実施されており、保護放流実験は、①上、②耕耘、③竹柵、④中、⑤下、⑥覆砂の6地点で実施した。①上・④中・⑤下は地盤高の検討、②耕耘、③竹柵は自然再生事業の効果の検討、⑥覆砂は覆砂による底質改善効果の検討のために選定した(図1)。

各地点に50cm四方の方形区を5カ所に設置し、4カ所については目合い9mmの50cm四方の網で保護した。1区画あたり殻長30mm程度の成貝、10mm程度の稚貝をそれぞれ50個ずつ収容した。実験開始から約1カ月ごとに追跡調査を行った。網を設置している区画では、調査回ごとに1区画のアサリを回収し、生残率を計算した。また、網を張っていない区画では生残個体数を計数し、生残個体数が減少していた場合には個体を補充して元に戻した。

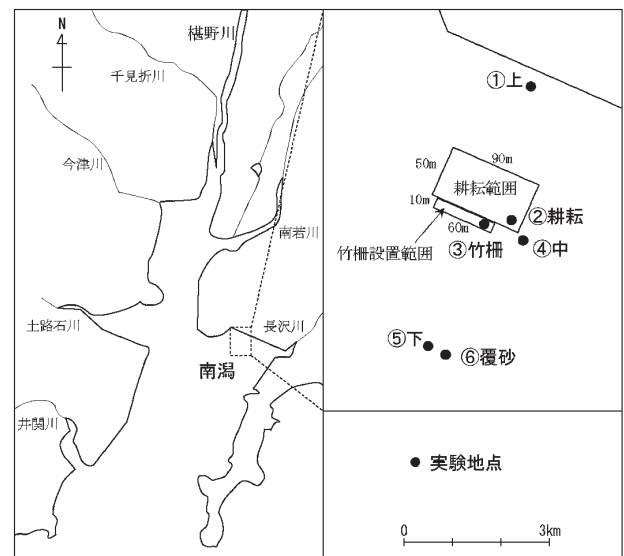


図1 山口湾南潟における保護放流地点

(2) アサリ資源の変動要因と保全策の効果

アサリの生残率について、保護網区・非保護網区の結果を図2(1)、(2)に示す。

食害の影響を受けない保護網区では、成貝について、泥分の多い⑤下とそれに近接する⑥覆砂で月を追うごとに生残率が単調に減少し、その他の地点と

* 一般財団法人 九州環境管理協会 環境部

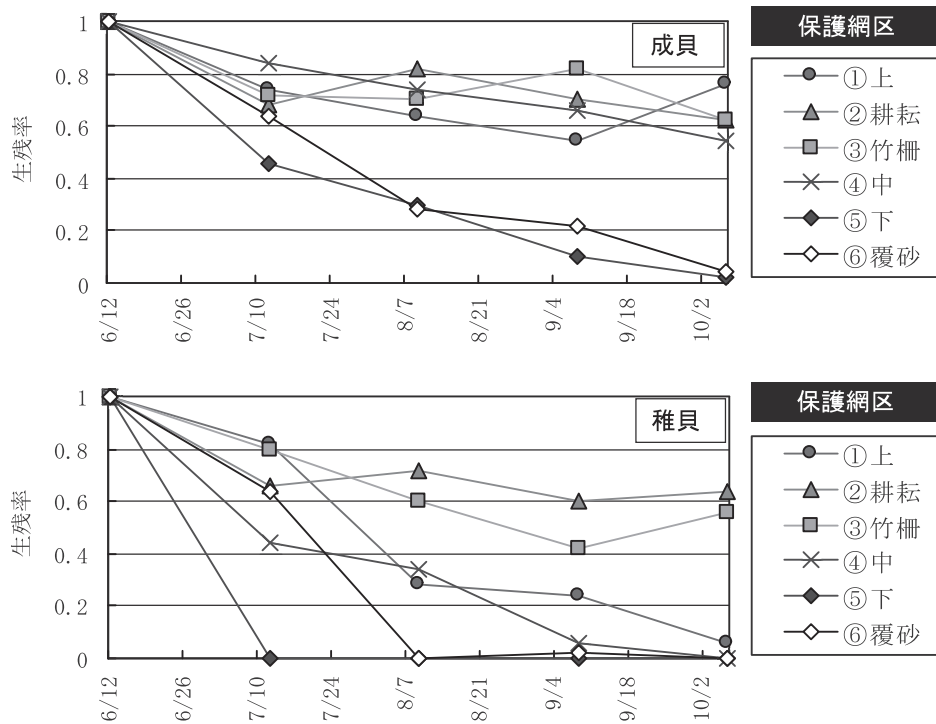


図2 (1) 保護網区におけるアサリ成貝・稚貝の生残率 (2006年)

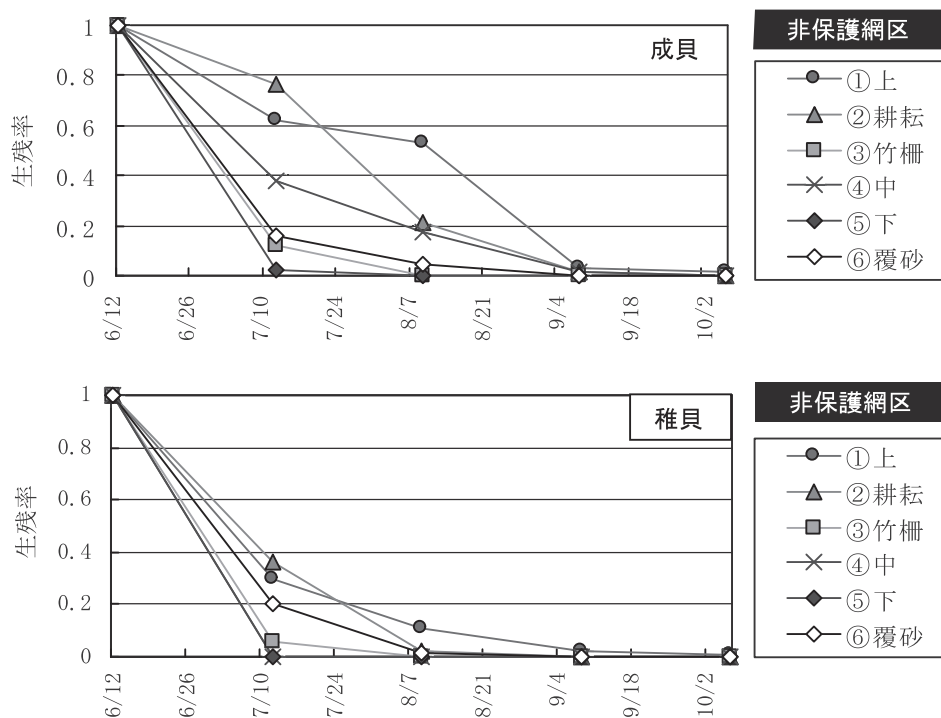


図2 (2) 非保護網区におけるアサリ成貝・稚貝の生残率 (2006年)

比べて低い生残率となった。②耕耘・③竹柵は、その対照である④中と同程度の生残率で推移し、10月には②耕耘・③竹柵が④中よりわずかに高い生残率を示した。稚貝においてはこの傾向がさらに顕著となり、④中の生残率が10月にはほぼ0になったのに対し、②耕耘・③竹柵はそれぞれ0.6程度の高い

生残率となった。また、⑤下と⑥覆砂は、成貝と同様に早期に0に近い生残率となったが、1カ月後の7月に限ってみれば、⑥覆砂の生残率が0.7程度であるのに対し、⑤下はほぼ0となり、大きな差が生じた。これらの結果から、耕耘や竹柵、覆砂は、特に稚貝の生残率を向上させる効果があるが、今回の覆砂は

1m × 3.5m の範囲に 10cm 厚で砂を敷いた実験的な規模であり、小規模な覆砂ではその効果が 1 カ月程度しか持続しないと考えられた。

網を設置していない非保護網区の生残率は、成貝・稚貝ともに、9 月以降の地点もほぼ 0 になった。竹柵はナルトビエイの侵入防止策であったが、今回の③竹柵ではナルトビエイの食害の可能性を示す割れた貝殻を発見できず、アサリは短期間に消失した。このことから、ナルトビエイ以外の食害種がかなりいるものと推察され、保護網区との生残率の差から、南潟におけるアサリの生残のためには網を掛ける必要があることが判明した。

一方、保護網区においても、生残率は良好な地点で 0.6 程度と十分に高いとは言えず、悪い地点ではほぼ 0 となっていることから、温度や水質・底質など、食害以外の要因もアサリ資源の変動要因になっていると考えられた。

3 アサリ資源管理モデルによる資源回復の方策の検討

(1) モデルの概要

本モデルでは、アサリに齡構造を持たせて世代構成を表し、齡ごとの減耗と成長、捕食者による被食、漁獲による取り出しを表現した。本モデルの基礎式や係数設定の詳細については、HP で公開されている論文²⁾を参照いただきたい。

以下、本モデルのアサリの成長に関する特徴について、ここでは紹介する。

アサリの成長は、殻長と温度の関数とした。アサリの世代別に殻長成長を現地観測した結果、7 月から 10 月にかけて殻長 4mm の世代が 11mm に成長し、4 月から 10 月には殻長 9mm の世代が 27mm に成長していた。これより、前者の小型個体では月あたりの成長率が約 0.4、後者の大型個体の成長率は約 0.2 と求まり、大型になると成長率が低下していた。他事例

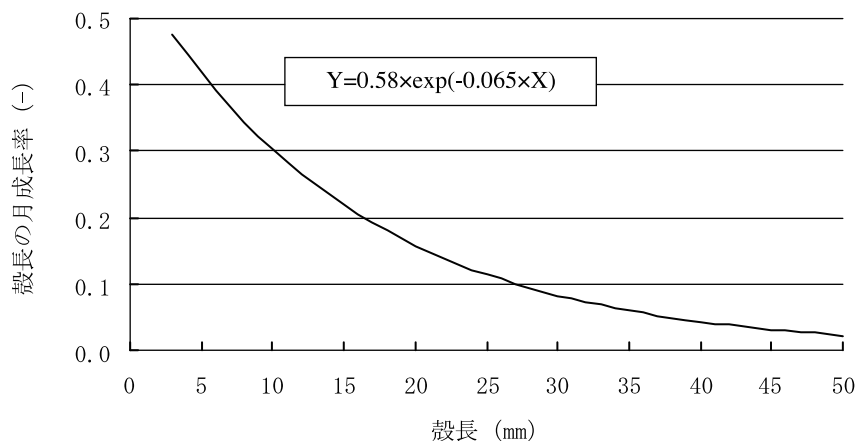


図 3 殻長と殻長成長率の関係

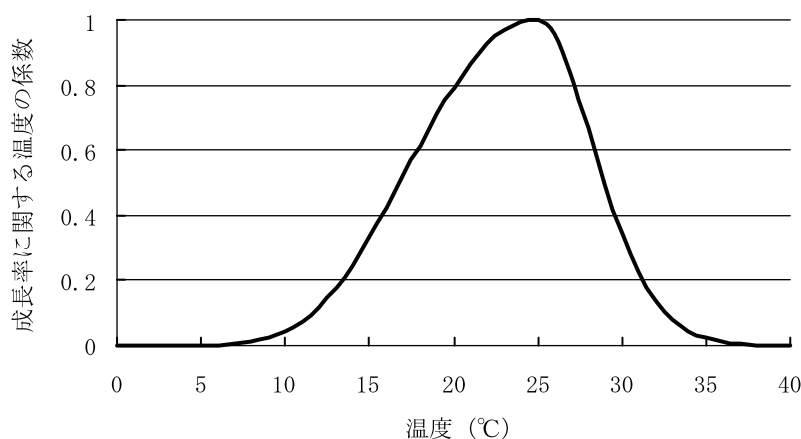


図 4 殻長成長率と温度の関係

においても殻長20～25mm程度までは成長が早く，大型になると成長が緩やかになるとされ，これらから殻長と成長率の関係を図3のとおり設定した。アサリの成長の最適温度は25℃で，10～30℃が成長する温度，35℃になると24時間で死亡し，冬季には成長が停滞するとされる。これらを再現した図4に示す値を成長率に関わる温度の係数とした。

(2) 捕食によるアサリ資源の減耗の程度

現状の捕食（捕食率 $p = 0.18$ ），捕食が現状の5割（捕食率 $p = 0.09$ ），現状の1割（捕食率 $p = 0.018$ ），捕食なし（ $p = 0$ ）とした場合の現在の耕耘面積である0.5haに産するアサリ資源量の計算結果を図5に示す。

現状の捕食では，1 齢世代が加入しても 2 齢世代

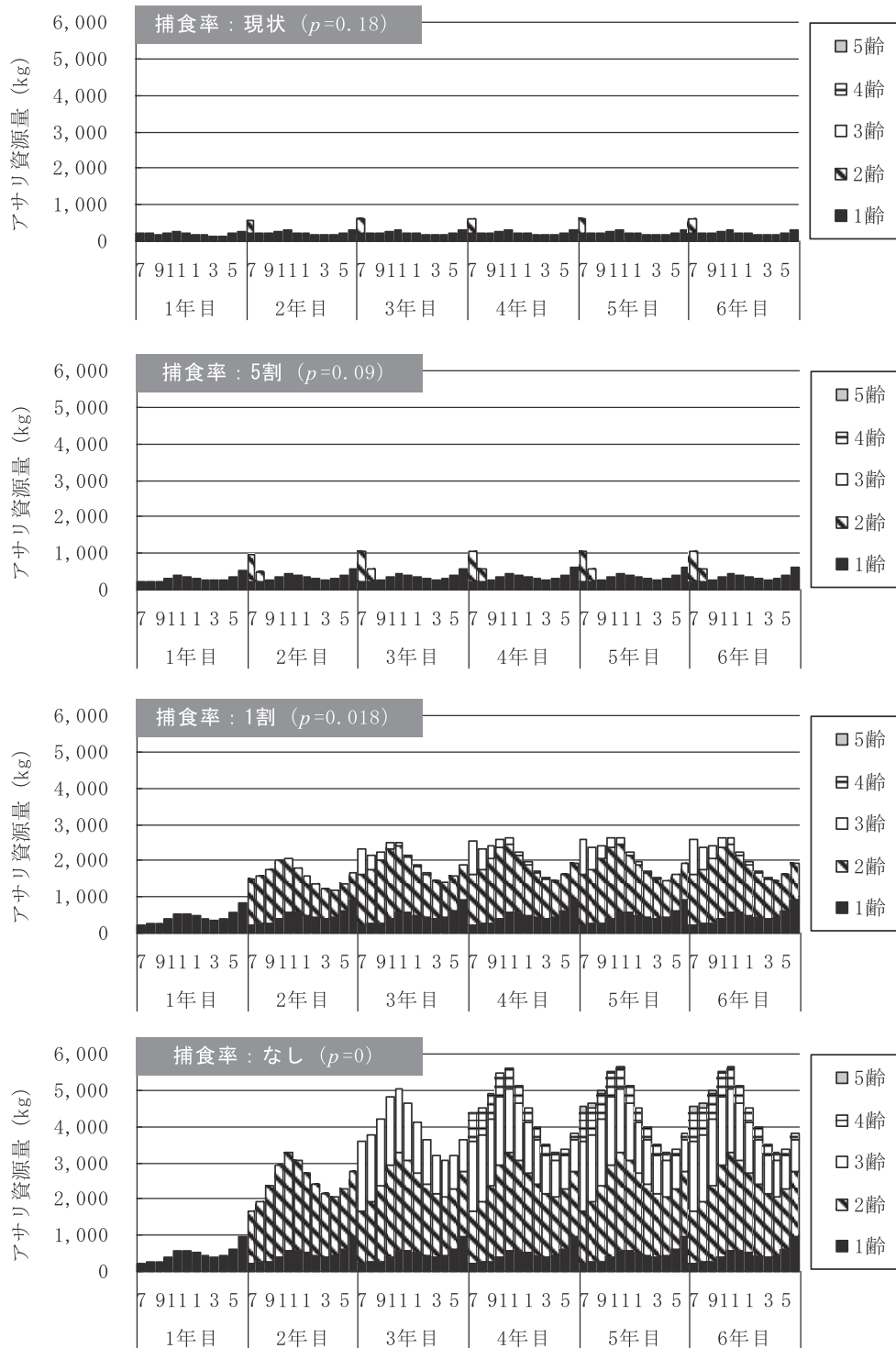


図5 捕食率の違いによるアサリ資源量の経月変化

が早期に全滅すると試算され、2 齢以上の成員はほとんど出現しない。また、捕食率を 5 割と半減させても、現状の資源状態とほとんど変わらず、成員資源の形成は期待されない。

一方、捕食率を 1 割まで低減させると、2 齢世代が経年的に安定して形成されるようになり、一時的ではあるが 3 齢世代も出現する。さらに、捕食なしの場合には、3 齢世代も経年的に維持され、4 齢世代も現れるようになる。

この試算結果から、カニ類や魚類等によるアサリの捕食率を半減させても成員資源の形成にはほとんどつながらず、捕食率を現状の 1 割程度と大幅に低減させることで初めて成員資源の安定した形成がみられるようになることが明らかとなった。さらに、食害影響を受けない、自然減耗のみの環境下では、大型の 3 齢や 4 齢の世代が出現するようになり、現状の 1 割の捕食条件と比べて、アサリ資源量はほぼ 2 倍になることが期待された。このように、現状の山口湾・南瀬のアサリ資源は、非常に高い食害の影響下にあり、食害種による捕食が、枯渇したアサリ資源の回復を妨げている主要因とも言える。

(3) 資源回復に必要な捕食率低減の程度

アサリ資源を増やし、漁業を再生するためには、現状の捕食率を低減させることが必須の条件であることが判明した。そこで、捕食率の低減の程度とアサリ資源量の増加の程度との関係を求めた。ここで、過去にアサリ漁場であった時の山口湾の干潟には、約 1.3kg/ m²の資源量があったとされ、本モデルの計算値との比較のため軟体部湿重量に換算すると、約 330g/ m²となり、この資源量が回復目標のひとつの目安となる。

図6に漁獲対象となる2 齢以上の成員資源量と捕食率の関係を示す。捕食率を現状の半分 ($p = 0.09$) に低減しても漁獲対象の成員資源量は 30g/ m² 程度とわずかであり、現状の 30% ($p = 0.054$) 以下にすると資源量は急増し始め、10% ($p = 0.018$) 以下になると漁獲対象の資源量が 300g/ m² を超え、過去のアサリ漁場と同程度になる。

これらから、捕食者による食害影響を少なくとも現状の 30% 以下、可能な限り 10% 以下に低減させないと、現在の山口湾では漁獲できるほどにアサリ資源が回復しないと推算された。

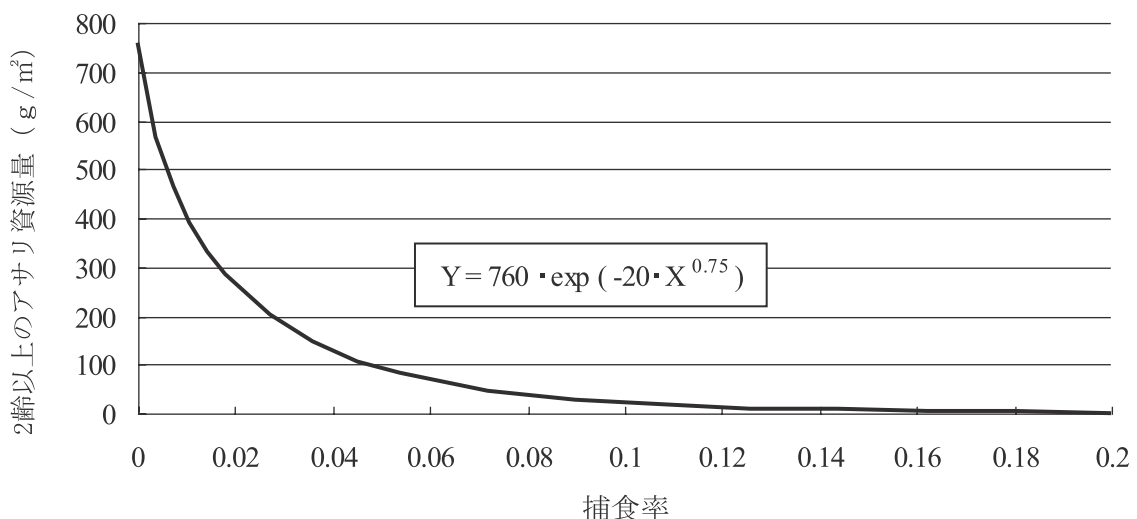


図6 捕食率と 2 齢以上のアサリ資源量との関係

(4) 資源回復の方策

a. 捕食率と漁場面積, 漁獲量の関係

かつての山口湾で数百トンの漁獲があった状況を目指し、捕食率を0 ($p = 0$), 現状の10%, 20% ($p = 0.018, 0.036$) とした場合の漁場面積と年許容漁獲量との関係を求めた(図7)。年許容漁獲量とは、本モデルにおいて2歳以上の資源量が6年間の計算期間中に枯渇しない漁獲量の年合計値とした。また、図7では、年許容漁獲量を一般の水揚げ量である殻付重量に換算して示した。

漁場面積を山口湾南潟の約1割に該当する10haとした場合、捕食率を現状の10%以下にできれば、年間100トン近くあるいはこれ以上の漁獲が期待できる。一方、捕食率が現状の20% ($p = 0.036$) の場合には、図6のとおり2歳以上の資源量は150g/㎡程度に留まるため、100トンの漁獲を得るためには40ha以上の広大な漁場が必要となる。

このように、捕食率の低下の程度が現状の10%と20%では、一定の漁獲を得るための漁場面積が大きく異なり、山口湾では、漁場再生のために干潟耕耘などによる環境改善も必要であることを併せて考えると、捕食者による食害をいかにして現状の10%程度にまで低減できるかがアサリ漁業再生の大きな課題と言える。

b. アサリの資源回復の方策と資源管理

具体的な食害対策として、現状の南潟あるいは有明海のアサリ漁場で実施されているような干潟面への保護網の設置や漁場を網で囲むなどして、ナルトビエイ、ガザミ類など大型の捕食者の侵入を防ぎ、食害影響から保護する対策が、簡易で、実効性のある方法と考えられる。しかし、漁獲量回復の目安である約10haの干潟全面を覆うことには規模的な制約があり、現在の南潟でも数カ月に1回の頻度で保

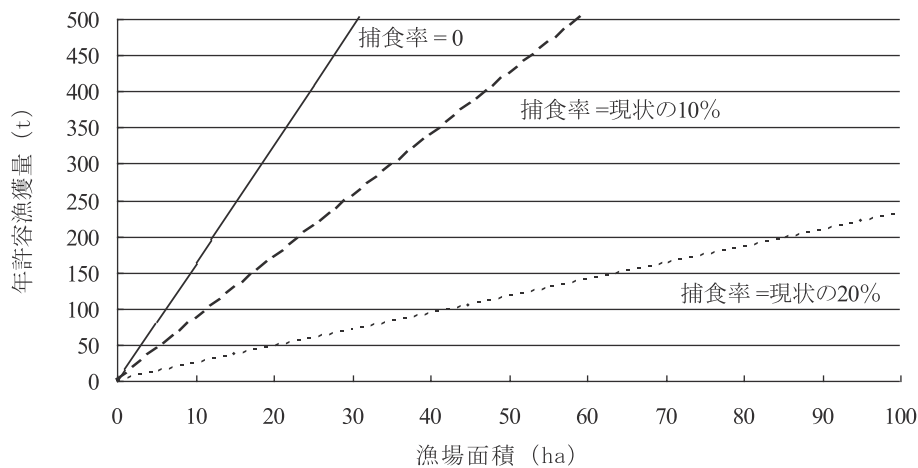


図7 漁場面積と年許容漁獲量との関係

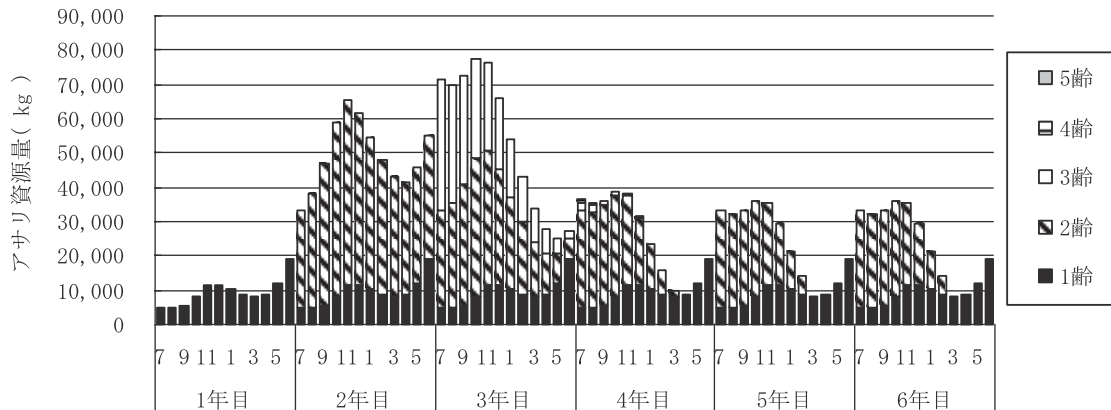


図8 食害を受けない10haの漁場において月20トンで漁獲した場合の資源量の変化

護網の管理・交換をしている実態から、保護網の設置を唯一の対策とすることは難しい。このため、保護網の設置と併せて、水産資源でもあるカニ類やタイ類などの魚類を積極的に漁獲して捕食者密度を下げ、食害影響そのものを低減させることも必要と考えられる。

漁業再生の方策として、漁獲量を制限する資源管理も重要である。図7のとおり、捕食者の食害を全く受けない場合、10haの漁場では年許容漁獲量が約150トンとなり、月あたり約12.5トンを漁獲できると試算されるが、月あたり漁獲量を2割増しの約15トンにすると漁獲を始めた年(3年目)の2年後(5年目)に、1.5倍の約20トンで搾取すると翌年(4年目)には漁獲できる2歳以上の成貝資源が枯渇すると計算される(図8)。このような状況下になると、他産地での指摘にあるように、繁殖時期前に母貝を採り尽くすことで次世代のアサリ資源が回復しない可能性もある。本モデルによると、捕食者の食害を受けない10haの漁場には、約240～450トン(殻付重量)のアサリ資源が3年目以降に出現するが、適正な月漁獲量の12.5トンは、その約3～5%であり、この割合の低さからも漁獲量の管理が重要であると言える。

4 本研究のまとめ

保護放流実験の結果から、ナルトビエイやガザミ類等の食害が資源回復を妨げていると考えられる山口湾の南潟において、アサリ資源管理モデルを用いた試算の結果、アサリ漁獲量の回復には以下の方策が必要であると考えられた。

- ・現状の山口湾・南潟では、食害種による捕食がアサリ資源を枯渇させ、回復を妨げている主因と考えられ、現状の捕食率を10%以下に低減させると安定した成貝資源が形成されると期待できる。
- ・かつての漁獲量に見合う資源量を回復するためには、食害影響を少なくとも現状の30%以下、可能な限り10%以下に低減させる必要がある。
- ・漁獲できるまでのアサリ資源の回復を目指した方策として、保護網の設置による母貝の生息場の創

出、干潟耕耘等による環境改善、食害種の捕獲・駆除の捕食者対策を併用した方法が考えられる。

- ・資源回復した場合、適正な月漁獲量は資源量の3～5%であり、これを超えた漁獲は資源を枯渇させる可能性があるため、漁獲量の管理も重要である。

5 おわりに

本報告では、山口大学における研究成果を紹介させていただいた。より具体的な内容に関心のある方は、以下の論文を参照いただければ幸いである。現在の山口湾では、アサリ資源の再生をより確かなものとするため、干潟耕耘や保護網設置を継続的に行っており、今後も調査・研究を継続して効果を検証し、必要な見直しを図っていきたい。

本研究にあたって、大学の指導教官である関根雅彦教授には、長年に渡りご指導をいただいた。大学のドクターゼミでは、中西弘先生、浮田正夫先生をはじめとする多くの先生方に数々の貴重なご意見をいただき、当協会の自主研究会や日常の場では助言、励ましの言葉をいただいた。このように、本報告にある博士論文の作成には、関根先生をはじめ、本当に多くの方々の指導・助言、励まし、協力、支援があって成果を結ぶことができた。ここに改めて感謝の意を表し、私からの謝辞とさせていただきます。

<本研究をまとめた主な論文>

- 1) アサリ保護放流実験に基づく干潟再生事業の効果の検討：環境工学研究論文集，44，1～6，2007.
- 2) 山口湾の自然再生事業におけるアサリ保全策の効果検証と管理モデルによる資源回復策の検討：水環境学会誌，34(9)，143-152，2011.