

熊本県水産研究センター研究報告

第3号

目次

原料特性に関する研究（コノシロゲル強度の季節変化）	平山 泉	1
DNAフィンガープリント法を用いた養殖用および 雌性発生マダイの遺伝的差異について	北野 健・木村武志	4
アサリの資源量および生残率推定法の検討	平田 満	8
緑川河口域で見られたツメタガイによるアサリの食害について	平山 泉・石田宏一・鳥羽瀬憲久・平田 満	12
九州西岸で発見されたアカノリ（仮称）とその培養	右田清治	18
褐藻ワカメに寄生する壺状菌	右田清治	23
八代・芦北・水俣地域におけるヒラメの放流効果	梅本敬人・平田郁夫・宮本雅晴	29
1994年に楠浦湾に発生した <i>Heterocapsa circularisquama</i> 赤潮の 消長と日周変化について	吉田雄一・宮本政秀	31
ムラサキウニの輸送方法に関する研究	山下幸寿・松岡良三	36
学会誌等への発表論文		39
学会等における口頭発表		40

平成8年3月

熊本県水産研究センター

原料特性に関する研究 (コノシロゲル強度の季節変化)

平山 泉*

Studies on Trait of Raw
(Seasonal Change of Gel Strength on Gizzard Shad, *Clupanodon punctatus*)

Izumi Hirayama

キーワード：コノシロ、ねり製品、ゲル強度

コノシロは、有明海、八代海の浅海域に生息する代表的な浮き魚で、その漁獲は主に定置網、刺網等で周年行われている。

しかし、その単価は、漁獲量によって異なり、1kg当たり20円から280円までと、大きく変動する。これは、コノシロの需要が低い生産レベルで飽和状態になることを示しており、魚価の安定を図るためにも新たな需要の開発が望まれてきた。

今回、著者はコノシロの年間を通じた需要を開発するため、ねり製品の原料として利用することを考え、ゲル形成能の季節変化を測定し、その原料特性の一部を明らかにしたので、その結果を報告する。

材料および方法

ゲルの調整 1991年4月から1992年3月まで毎月1回、本渡市漁業協同組合に水揚げされたコノシロ鮮魚のゲル強度を測定した。

鮮度の測定は行わなかったが、原魚は全て完全硬直の状態であった。

原魚は氷で冷却し、水産研究センターまで輸送した。その後、三枚におろし、ロール式採肉機(採肉径3mmφ)で採肉後、1.9mmφのミンサーを通し、そのうち一部はそのまま無晒し肉とした。残りは5倍量の冷却蒸留水に入れ、1N NaOHを滴下し、pHを7.0に調整した後20分間晒し、3,500Gで遠心脱水して水晒し肉を調整した。

らいかいは水分が82%になるように冷却蒸留水を加え、肉量の3%の食塩を加え、らいか機で、空すり5分、塩すり20分間行い肉糊を調整した。

ただし、無晒し肉についてはpHが7.0となるよう加える蒸留水の一部を1N NaOHで置き換えた。

すり上がった肉糊は内径30mm、高さ30mmのステンレスパイプに気泡が入らないように注意深く詰め、ラップで被った後、所定の温度(30、40、50、60、70、80、90℃)に保った湯浴中で、20分および120分間加熱してゲル化した。

ゲル強度の測定 ゲル化試料はレオメータ(不動工業NRM-2010J-CW)を使用し、引っ張り試験を行った。

ゲル強度の計算には、レオプロッター(不動工業FR-801)を使用した。

魚肉のpHは落とし身肉量の9倍量の蒸留水を入れ十分攪拌した後pHメーターで測定した。

無晒し肉、水晒し肉の加水量を決定するための水分量は早急に求める必要があったため、マイクロ波を利用した迅速定量法¹⁾によった。

一般成分としての水分量は105℃常圧乾燥法を使用した。

粗脂肪量はソックスレー抽出装置を使用し、エーテル可溶性物質質量として求めた。

粗タンパク質量はケルダール法によった。

結果および考察

pHの変化は図1に示すとおり、5.91~6.35の範囲で変化し、8月が最も低かった。

原料特性としては赤身魚と同様、死後のpH低下が大きい魚種であり、このまま使用した場合、ゲル形成能の低いすり身となるためアルカリ晒し等によりpHを中性付近に戻す必要があると考えられた。

*熊本県水草水産業指導所
(Kumamoto Prefectural Amakusa Institute of Fisheries)

図2に5月の温度-ゲル化曲線を示した。

コノシロのゲル化特性は、坐り指数(40℃120分/60℃20分)が54、戻り指数(1-(60℃120分/60℃20分))が62であり坐り易く、戻り易い特性であった。

同様な特性の代表的魚種にマイワシがあるが、それと比較して²⁾、戻りの度合いは小さく、ねり製品の素材としてはマイワシより利用し易いと考えられた。

また、無晒し肉に比べ、水晒し肉のかまぼこ様ゲル(90℃20分ゲル)のゲル強度は約6倍になり、水晒しによる足増強効果も見られた。

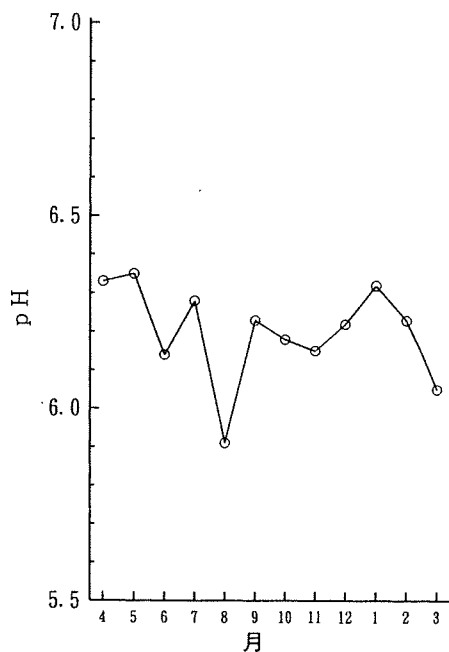


図1 コノシロ落とし身のpHの月別変化

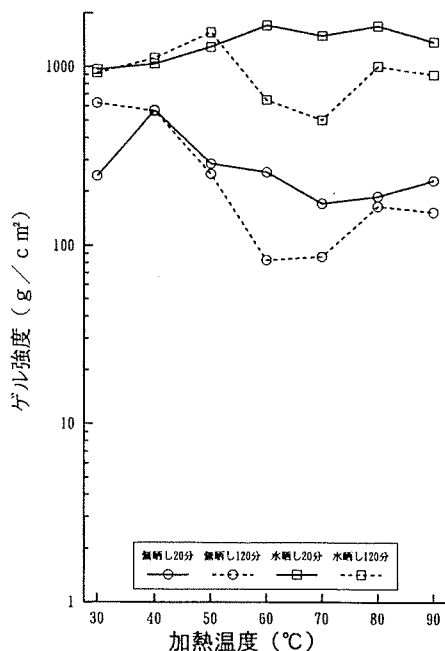


図2 コノシロの温度-ゲル化曲線(5月)

図3に無晒し肉と水晒しゲル強度(90℃20分ゲル)と粗脂肪量の変化を、図4にコノシロ肉の一般成分の変化を示した。

ゲル強度は、月によって大きく変化していたが、その変化は、粗脂肪量の変化と対照的であり、ゲル強度の高い月は粗脂肪量が低く、ゲル強度の低い月は粗脂肪量が高い傾向がみられた。

また、粗脂肪量が10%を越える高い時期には1回の水晒しによって、脂肪量を半減させることが可能であった。さらに、官能的には魚臭の除去にも有効であった。

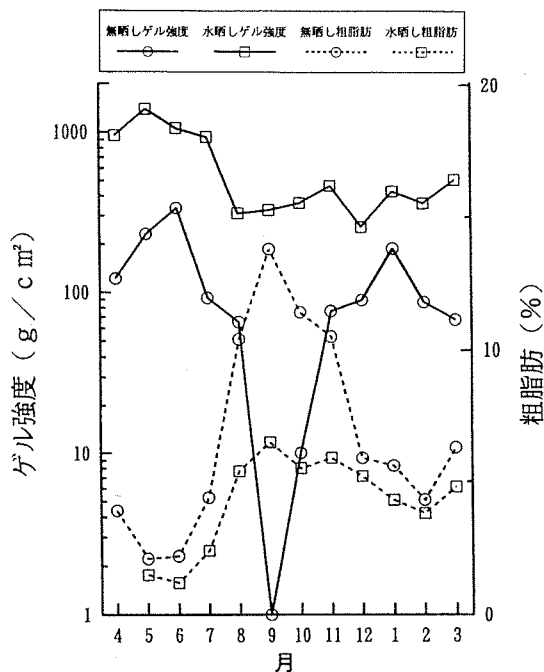


図3 ゲル強度(90℃20分)と粗脂肪量の月別変化

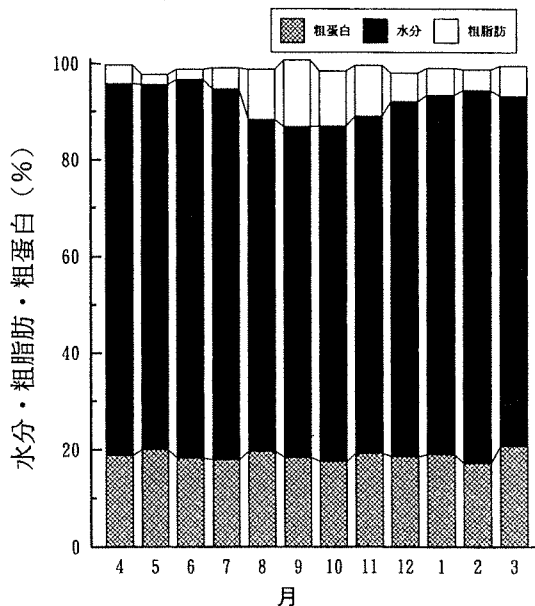


図4 コノシロ一般成分の月別変化

一般成分では、粗タンパク質量は年間を通じて20%前後で推移するなど、あまり変化しないが、粗脂肪量は大きく変化し、5、6月には2%程度しか含まれていないが、その後9月まで上昇を続け、13.8%に達し、以後2月まで減少した。

水分は、相対的に脂肪量の低い時期には高く、脂肪量の増加にともなって低くなった。

以上の結果は、ゲル形成に脂肪が阻害要因として作用したように見える。

しかし、脂肪量とゲル強度の関係について、中谷等は脂肪量はすり身の20%以下であればゲルの強さに影響を与えないとしている。³⁾

今回のゲル強度の測定は、噛み切り試験を実施する際に差がはっきりするようにらいかい時の水分を82%と一定にしたため、粗脂肪量が高く、相対的に水分の低い時期の原料には加水量が増え、結果としてゲルを作る筋原繊維タンパク質の濃度が低くなりゲル強度が低下したと考えられた。

図5は、各月の水分調整後の無晒し肉と水晒し肉の筋原繊維タンパク質濃度（無晒し肉は全蛋白の62.8%、水晒し肉は81.5%：平山・未発表）とゲル強度の関係を示したものであり、筋原繊維タンパク質濃度が高いほどゲル強度が高い傾向がみられた。

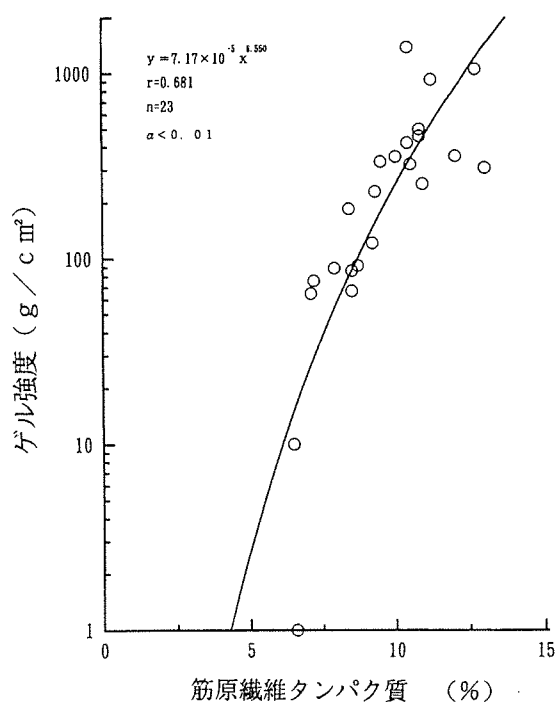


図5 ゲル強度と筋原繊維タンパク濃度

つまり、季節的な変化をするように見えたコノシロすり身のゲル形成能は、すり身中の筋原繊維タンパク質の濃度の変化によって生じたものであり、コノシロすり身のゲル形成能自体が変化しているわけではないと考えられた。

このことは、筋原繊維タンパク質濃度を一定にすればどの時期の原魚を使用しても均一なすり身が製造できる可能性を示している。

要 約

- 1 毎月1回コノシロのゲル強度を測定し、ゲル強度の季節変化を調べた。
- 2 完全硬直時のコノシロのpHは5.91~6.35と低く、すり身を製造するときの晒しにはアルカリ晒しが効果的であると考えられた。
- 3 コノシロのゲル化特性は、坐り易く、戻り易い特性であった。
- 4 水晒しの効果は顕著に現れ、90℃20分ゲルではゲル強度は約6倍となった。
- 5 水晒しは、脂肪、魚臭の除去に有効であった。
- 6 タンパク質量は年間を通じ20%前後で推移し、変化が小さかった。
- 7 粗脂肪量は2.1~13.8%と大きく変化し、5、6月が低く9月が高かった。
- 8 ゲル強度の変化はらいかい時の筋原繊維タンパク質濃度に比例していた。
- 9 筋原繊維タンパク質濃度を一定にすれば、コノシロから年間を通じ均質なすり身の供給が可能と考えられた。

文 献

- 1) 野中健：魚肉すり身のゲル形成能試験における一水分調整法、水産ねり製品技術研究会誌、16(4)、151-157 (1990)。
- 2) 岡田稔・衣巻豊輔・横関源延編：新版、魚肉ねり製品、恒星社厚生閣、東京、1987、pp.42-66
- 3) 中谷肇・石川哲・伊藤良博・柳谷智・山日達道：組織化（ゲル化）中の魚肉における脂質と魚肉タンパクの相互作用、第2回水産利用加工研究推進全国会議資料（平成3年度）、118-121 (1991)。

DNAフィンガープリント法を用いた養殖用 および雌性発生マダイの遺伝的差異について

北野 健・木村武志

Study of genetic variation for cultured and Gynogenetic Red Sea Bream
Pagrus major by DNA finger-printing

Takeshi Kitano・Takeshi Kimura

キーワード：DNAフィンガープリント法、雌性発生、遺伝的類似度（BSI）

筆者らは成長の早い優良な養殖マダイを作出するため、選抜育種と染色体操作を用いてクローン魚等を作成する方法¹⁾により研究を進めている。これらの手法は、いずれも優良形質の固定化をめざしており、遺伝的な変異のモニタリングが不可欠である。本研究では、ゲノムDNAのミニサテライト領域の多型を検出する方法であり、近年、個体識別、親子鑑別²⁾、クローン解析³⁾、系統解析⁴⁾等に広く利用されているDNAフィンガープリント法⁵⁾を用いて選抜育種魚および雌性発生魚の遺伝的特性を調べた。

材料及び方法

共試魚は平成5年に作出した民間育種マダイ、ホンコンマダイ、民間育種×ホンコンの3系統と天然マダイ、また平成5年に天然マダイより第1卵割阻止法（受精45分後にフレンチプレスで650kgf/cm²の圧力を5分間かける）および第2極体放出阻止法（受精3分後に1～2℃の低温海水に15分間浸漬）により作出した雌性発生魚⁶⁾および通常発生魚である。これらの魚をそれぞれ3～4尾分析に供した。

◎DNAフィンガープリント

1. ゲノムDNAの抽出⁷⁾

魚体から血液約0.5mlを採取し、遠心分離後TNEs-Urea溶液(10mM Tris-HCl pH7.5, 125mM NaCl, 10mM EDTA, 0.5%SDS, 4M Urea)に溶かし、プロテナーゼKを加えて37℃で一晩反応させた。次に、フェノールにより抽出した後、エタノールで沈殿させた。さらに、RNA除去のためにRNaseを加えて1時間反応させ、フェノール及びクロロホルムで処理した後、エタ

ノールで沈殿させてDNAを抽出した。

2. DNAの制限酵素消化

抽出したDNAを制限酵素HaeIIIで切断した(37℃で3時間)。1/10量の酢酸ナトリウムと2倍量の冷エタノールによりDNAを沈殿させ、上清を除いて風乾後、TE溶液(10mM Tris-HCl pH7.5, 0.1mM EDTA)に溶解した。

3. DNAの電気泳動

TBE溶液(90mM Tris, 90mM ホウ酸, 4mM EDTA pH8.0)により0.8%アガロースゲルを作成し、電気泳動は、約4V/cmの定電圧で24時間行った。

4. ゲル処理

泳動後のゲル処理として、まず250mM HCl溶液に浸し脱プリンを行い、次にDNAの2本鎖を1本鎖にするために変性液(0.5M NaOH, 1.5M NaCl)に浸し、最後に中和液(0.5M Tris-HCl pH7.5, 1.5M NaCl)で中和した。

5. プロットイングとDNAの固定

トランスファー液には10×SSC(0.15M NaCl, 0.015M クエン酸ナトリウム)を用い、DNAをニトロセルロースメンブレンに移すために一晩サザンプロットイングした後、メンブレンを80℃で2時間放置してDNAをメンブレンに固定させた。

以下は、ECL検出システム(AJ社)を用いた非RI法⁸⁾により行った。

6. プローブの標識

プローブにはM13ファージDNAを用い、95℃で5

分間熱変性させた後、ラベリング試薬及びグルタルアルデヒドを加えて37°Cで10分間反応させることにより、プローブにペルオキシターゼを結合させた。

7. ハイブリダイゼーション

NaCl濃度が0.5Mになるようにハイブリダイゼーション液を調整し、さらにブロッキング試薬を5%添加し42°Cで溶解させた。この溶液にメンブランを浸して30分間反応させ(プレハイブリダイゼーション)、さらに標識したプローブを加えて42°Cで一晩反応させた(ハイブリダイゼーション)。

8. 洗浄

結合していない標識プローブを洗浄するため、洗浄液(6M尿酸、0.4%SDS、0.5×SSC)にメンブランを42°Cで5分間浸した。さらに、室温で2×SSC中に浸し10分間×2回行った。

9. 検出

検出試薬(ルミノール、過酸化水素)中にメンブランを浸し、1分間反応させた。最後に、X線フィルムカセット中でメンブランを高感度フィルムに約1時間感光させることにより、DNAフィンガープリントを得た。

◎DNAフィンガープリントの評価

DNAフィンガープリントのバンドパターンより個体間の遺伝的類似度(BSI)⁹⁾を次式に従って求め、系統内および系統間の平均BSIにより特性評価を行った。

$$BSI = 2 N_{AB} / (N_A + N_B)$$

ただし、 N_A と N_B は個体AとBのバンド数、 N_{AB} は両個体の共通バンド数である。

また、バンド数は2~23kbpの範囲で計数して評価に用いた。

結果及び考察

◎各系統の特性評価

各系統のDNAフィンガープリント像を図1に示した。バンド数は8~21本の間で検出された。各系統の平均バンド数を比較すると、天然マダイでは14.75本であったのに対して、民間育種マダイで13.5本、ホンコンマダイでは9.25本とバンド数の減少がみられた。これは、天然集団に比べてホモ型化が進んだためであると考えられ、今後これらの養殖集団の継代には十分注意する必要があると思われる。また、民間育種マダイ×ホンコンマダイでは14.25本であり、天然マダイと大差なかった。これは、ホモ型化の進んだ系統間交雑により、天然集団と同程度までヘテロ型遺伝子が増加したことを意味していると考え

えられ、育種の理論と合致する結果となった。

個体間のBSIを表1に示した。各系統内における平均BSIを比較すると、天然マダイでは 0.508 ± 0.042 (平均±標準偏差)であったのに対して、民間育種マダイで 0.674 ± 0.094 と極めて高く、またホンコンマダイでも 0.534 ± 0.149 と高い値を示し、遺伝的変異の縮小がみられた。一方、民間育種マダイ×ホンコンマダイでは 0.519 ± 0.157 と天然マダイに近い値を示し、民間育種マダイ、ホンコンマダイに比べて変異の拡大がみられた。

各系統間における平均BSIでは、民間育種マダイと民間育種×ホンコンでは 0.569 ± 0.085 、天然マダイとホンコンマダイでは 0.509 ± 0.094 であり、それぞれの系統内平均BSIに比べて有意な差はみられなかった。しかし、他の系統間における平均BSIでは、系統内平均BSIに比べて低い値を示し、系統間の差がみられた。

◎雌性発生魚の特性評価

次に雌性発生魚のDNAフィンガープリント像を図2に示した。それぞれの雌性発生魚のバンドは、母親のいずれかのバンドに依存していることから、雌性発生が確実に行われたものと考えられる。また、親魚のバンド数は、28本であるのに対して、第2極体放出阻止型雌性発生マダイ(GAマダイ)の平均バンド数は24.75本、第1卵割阻止型雌性発生マダイ(GBマダイ)の平均バンド数は12.67本であり、親魚に比べてGAマダイは約12%、GBマダイは約55%減少した。これは、GAマダイではホモ型化が進み、GBマダイでは完全ホモ型になっているためであると考えられる。

個体間のBSIを表2に示した。群内の平均BSIを比較すると、GAマダイの平均BSIは 0.923 ± 0.034 (平均±標準偏差)とかなり高い値を示し、通常発生マダイの平均BSI 0.621 ± 0.121 よりも遺伝的変異が縮小していることが伺われた。しかし、GAマダイにおいて、初代で均質に近い値が得られる事は、理論的には考えにくい事であるため、今後他の制限酵素およびプローブを用いて再確認する必要があると思われる。また、GBマダイの平均BSIは 0.515 ± 0.210 であり、通常発生マダイに比べて低い値を示すとともに、標準偏差も高い値を示し、遺伝的変異が拡大していることが確認された。

以上のことからDNAフィンガープリント法は、マダイにおける各系統および雌性発生魚の遺伝的特性を把握するために有効であることが示唆され、今後他の水産生物においても遺伝的な特性評価を行うための有効なモニタリングマーカーとなりうると考えられる。

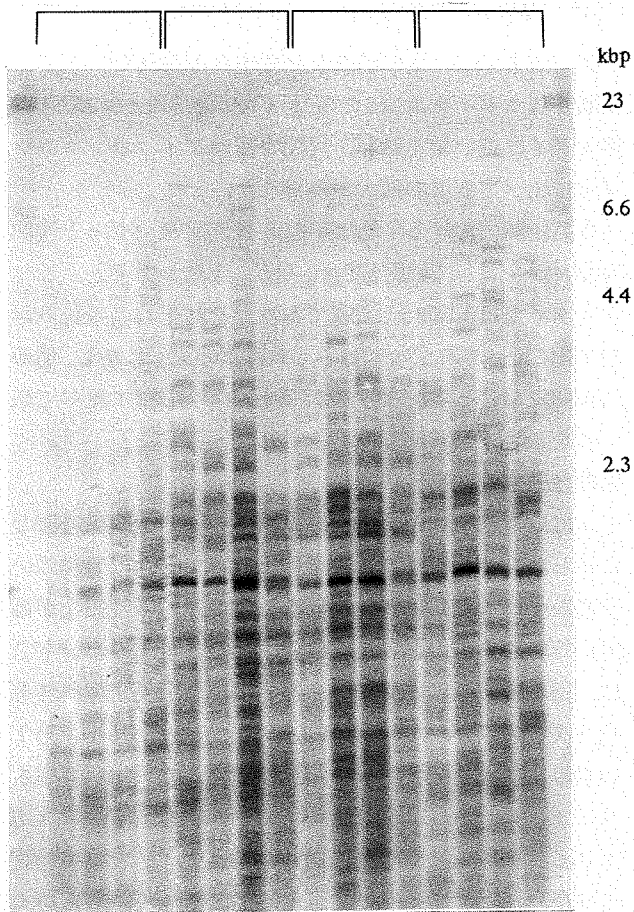


図1 各系統マダイのDNAフィンガープリント

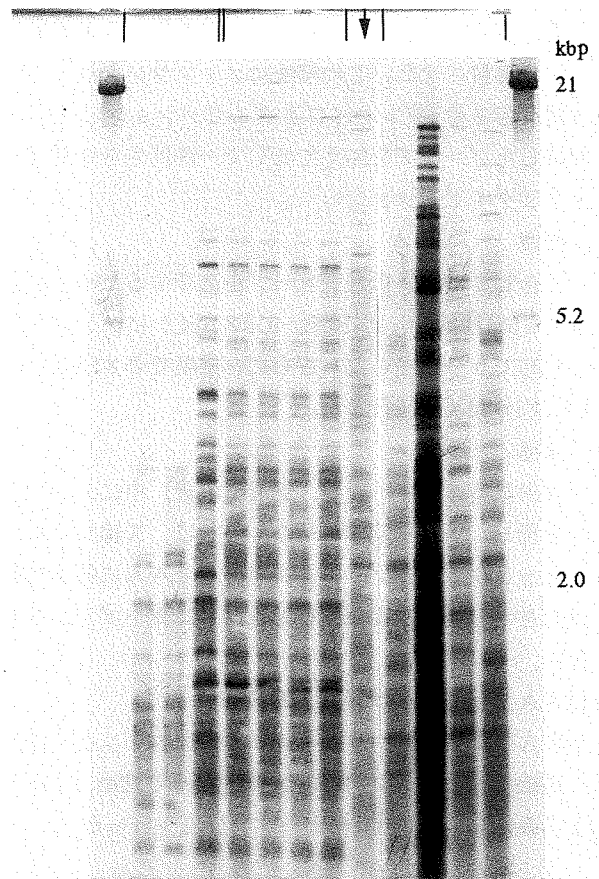


図2 雌性発生マダイのDNAフィンガープリント

要 約

1. マダイのDNAフィンガープリントにおいて、非RI法による制限酵素HaeIIIおよびM13ファージDNAプローブの組み合わせは特性評価に有効であることが分かった。
2. DNAフィンガープリント法により各系統内における平均BSIを比較すると、天然マダイでは 0.508 ± 0.042 (平均 \pm 標準偏差)であったのに対して、民間育種マダイで 0.674 ± 0.094 と極めて高く、またホンコンマダイでも 0.534 ± 0.149 と高い値を示し、遺伝的変異の縮小がみられた。
3. DNAフィンガープリント法により雌性発生魚のバンド数を親魚のバンド数と比較したところ、GAマダイ

は約12%、GBマダイは約55%減少していた。これは、GAマダイではホモ型化が進み、GBマダイでは完全ホモ型になっているためであると考えられる。また、雌性発生魚の群内の平均BSIを比較すると、GAマダイの平均BSIは 0.923 ± 0.034 とかなり高い値を示し、通常発生マダイよりも遺伝的変異が縮小していることが伺われたが、GBマダイの平均BSIは 0.515 ± 0.210 であり、通常発生マダイに比べて低い値を示すとともに、標準偏差も高い値を示し、遺伝的変異が拡大していることが確認された。

謝 辞

本研究を行うにあたりご指導を戴いた養殖研究所細胞工学研究室中山一郎博士に厚くお礼を申し上げます。

表1 各系統マダイの遺伝的類似度(B S I)

個体 No.	バンド数	天然マダイ				民間育種マダイ				民間育種×ホンコン				ホンコンマダイ					
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16		
1	16					0.431±0.103				0.463±0.096				0.509±0.094					
2	16	0.500		0.508±0.042															
3	15	0.581	0.452							0.569±0.085				0.462±0.071					
4	12	0.500	0.500	0.519															
5	9	0.400	0.240	0.500	0.381					0.519±0.157				0.441±0.075					
6	19	0.343	0.400	0.471	0.581	0.571	0.674±0.094												
7	16	0.375	0.313	0.452	0.571	0.640	0.686						0.435 0.424 0.435 0.385						
8	10	0.462	0.308	0.560	0.545	0.842	0.690	0.615											
9	11	0.444	0.370	0.615	0.435	0.600	0.600	0.519	0.476					0.600 0.455 0.600					
10	21	0.595	0.541	0.500	0.606	0.533	0.650	0.703	0.452	0.375	0.519±0.157								
11	11	0.444	0.444	0.538	0.348	0.700	0.467	0.593	0.476	0.364	0.625					0.534±0.149			
12	14	0.333	0.333	0.483	0.385	0.609	0.485	0.667	0.583	0.400	0.629 0.720								
13	12	0.571	0.571	0.519	0.750	0.476	0.516	0.571	0.545	0.435	0.424	0.435	0.385				0.600 0.588		
14	8	0.500	0.500	0.522	0.500	0.471	0.444	0.417	0.333	0.526	0.483	0.526	0.455	0.600					
15	9	0.480	0.560	0.500	0.476	0.333	0.500	0.400	0.421	0.500	0.333	0.500	0.261	0.762	0.588			0.353	
16	8	0.333	0.333	0.522	0.500	0.471	0.444	0.500	0.556	0.421	0.414	0.421	0.545	0.400	0.500				

表2 雌性発生マダイの遺伝的類似度(B S I)

個体 No.	バンド数	親	GAマダイ					GBマダイ			通常発生マダイ							
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12				
1	28		0.938±0.010					0.589±0.256			0.678±0.050							
2	25	0.943								0.572±0.211			0.033±0.041					
3	24	0.923	0.980	0.923±0.034														
4	25	0.943	0.920	0.939						0.515±0.210			0.121±0.138					
5	25	0.943	0.880	0.898	0.920													
6	22	0.880	0.809	0.783	0.809	0.809				0.488			0.621±0.133					
7	7	0.400	0.375	0.387	0.438	0.438	0.345											
8	9	0.486	0.471	0.485	0.529	0.529	0.452	0.750							0.800 0.457 0.612			
9	23	0.706	0.667	0.638	0.667	0.708	0.622	0.333	0.500									
10	18	0.652	0.605	0.619	0.651	0.605	0.600	0.320	0.444	0.488					0.640			
11	32	0.733	0.667	0.643	0.702	0.702	0.630	0.256	0.390	0.727	0.640							
12	17	0.622	0.571	0.585	0.667	0.667	0.564	0.333	0.615	0.800	0.457	0.612				0.612		

文 献

1) 谷口順彦：ゲノム操作による魚類の品種改良法、第12回基礎育種学シンポジウム報告、42-60

2) 田畑和男・足立伸次：DNAフィンガープリントを利用した第1卵割阻止型雌性発生ヒラメの特性検討、水産育種19,37-43 (1993)。

3) Han, H., H.Mannen, A.Tsujimura, and N.Taniguchi : Application of DNA fingerprinting to confirmation of cione in ayu. Nippon Suisan Gakkaishi 58,20 27-2031

4) 高木基裕・谷口順彦：アユにおけるDNAフィンガープリントの検出条件とBSIによる系統間差、平成6年度日本水産学会春季大会講演要旨集(1994)。

5) A. J. Jeffreys, V. Willson, and S. C. Thein : Hypervariable minisatellite regions in human DNA. Nature, 314, 67-73 (1985)。

6) 熊本県水産研究センター：染色体操作技術と育種による養殖用マダイ・ヒラメの優良品種種苗生産実用化研究、平成5年度地域バイオテクノロジー実用化技術研究開発促進事業報告書 (1994)。

7) Keisuke Yamano, Kazuo Araki, Kenji Sekikawa, and Yasuo Inui : Cloning of Thyroid Hormone Receptor Genes Expressed in Metamorphosing Flounder. Developmental Genetics 15, 378-382 (1994)。

8) 原素之・出羽厚二・内藤笑美子・山内春男：非放射性プローブを用いたヒラメのDNAフィンガープリント、日水研報、43, 117-123 (1993)。

9) Wetton, J.H., R.E. Caeter, D.T. Parkin and D. Walters : Demographic study of a wild house sparrow population by DNA fingerprinting. Nature, 327, 147-149 (1987)。

アサリの資源量および生残率推定法の検討

平田 満

A statistical study on estimation methods of population density and survivorship of *Ruditapes philippinarum*

Mituru Hirata

キーワード：アサリ、資源量、生残率推定

熊本県におけるアサリの漁獲量は昭和52年の62,000トンを超えて年々減少し、平成3年には約3,000トンである。その後、数千トン台を上下しているが、こうした中で、アサリ増殖のためのいろいろな施策が行われている。

なかでも資源量に見合った適正な漁獲を行うことは、これからのアサリ漁業の安定化を図るうえで重要な課題である。そのためにはできるだけ正確な資源量を把握し、またその成長・生残を知ることが必要である。

アサリの資源量推定はコドロード法^{1)~4)}によって行われるが、この方法は移動性の少ない動物では正確な密度の値を与える点ですぐれており⁵⁾、アサリ資源の推定には適している。しかしこの方法はアサリの分布様式によってランダム抽出や層別抽出など統計的抽出が必要である。

筆者は、かつて漁場の任意な地点でアサリを採取し、その資源量を推定したが、その量は、後に漁業者によって採捕された採捕量の数倍であった。このような推定値の誤差は推定に必要な調査点数の不足か、また調査点の片寄りなど、調査手法に起因したと考えられる。

アサリの資源管理という経済的行為を行う場合、広大な漁場で如何に少ない地点で精度の高い推定をするかが

課題である。アサリの効率的採取法については広島水試⁴⁾の報告があるが、推定した値と母集団を比較し、その採集法について検討された例はない。そこで筆者はコドロード法で採捕して推定した値と、全数採捕による母集団を比較した。

その際、信頼区間が正規性を前提とした単純ランダム抽出法と、分布型を考慮したIδ指数で推定した。またこれらの方法で推定した値の時間的変化から生残率を求めた。

方 法

本研究は熊本県水産研究センターの実験プールで行った(図1)。ここは同所の敷地内にある面積3,000m²、深さ4.5mの角型のプールで、底にはクルマエビ等が飼育できるように粗砂が敷かれ、また水の回転で沈澱物が中央に集まるように中心部と壁面部が高く、中央部が低くなっている。潮の出入りは2ヶ所に設けられた樋門を通して行われ、今回の調査期間中には、常時海水が溜まった状態で維持され、調査の時だけ海水を排出して干出させた。

調査の対象としたアサリは、樋門を通して天然の幼生がプールに入り底着して成長した個体と思われ、プール全体に分布していたが、調査を行ったのはその中の一部で約300m²(上底20m、下底40m、幅10mの台形)の区域である。そこをさらに14の区画(st.1~14)に分け、st.1~8を調査域Aとし、st.9~14を調査域Bとした。

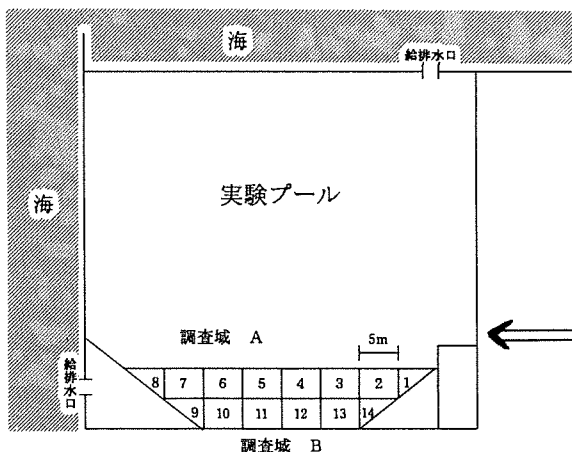
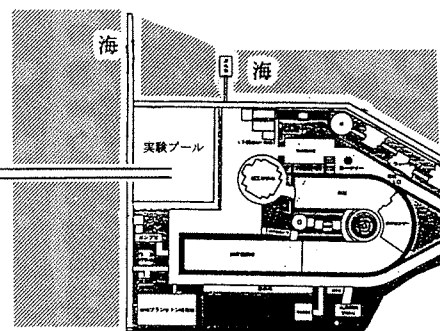


図1 実験プールと調査区域



資源量推定のためのアサリのサンプリングはst.9~14のそれぞれに25×25cmの方形枠を5~14ヶ所に置き、その中のアサリを手堀によって採捕し、計数した。その2~3日後、母集団の値を計数するため、各stごとにアサリを全域から採捕し、計数した。その際、アサリの採捕率を推定するため採捕前日に標識を付けたアサリを3区画に30~100個蒔き、その採捕率から母集団推定値を補正した。調査は1993年1月8~13日の間に行った。

また、アサリの分布、生残率の推定のための調査はA・B両区の各st.の任意に定めた2~5ヶ所に25×25cmの方形枠を置き、手堀によって採捕し、計数した。採捕したアサリは原則として計数後と同じ調査区に戻したが、一部は測定用として取り上げた。調査は1992年9月11日、10月12日、11月11日、12月15日、12月25日の6回行い、その推定範囲が狭いB区域の資料から生残率を求めた。

結果および考察

・アサリの分布

調査日および調査区域ごとのアサリの分布状況を図2に示した。区域ごとのアサリの分布は調査区域Aで少なく、調査区域Bで多い。またその個体数を比較すると、A区域は0.06m²(25×25cm)当たり2.18±0.75~3.73±0.99個、B区域は10.54±2.54~13.56±6.27個であり、明かに差がみられる(表1)。

これは、この実験池がそれまでクルマエビを飼育し、その過程で飼育水を回転させたため、遠心力によってアサリ稚貝が壁側に蓄積し、そのまま成長したか、またはB区域が地盤が高く生息に適していたものと思われる。またその大きさは3.0±0.3cmで同一年齢群ではないかと考えられた。

アサリの分布様式を表すIδは調査区域Aが1.79~2.58、B区域は1.06~1.75で調査日によって集中分布をしている場合と比較的にランダム分布をしている場合があるが、おおむね集中分布が多い。

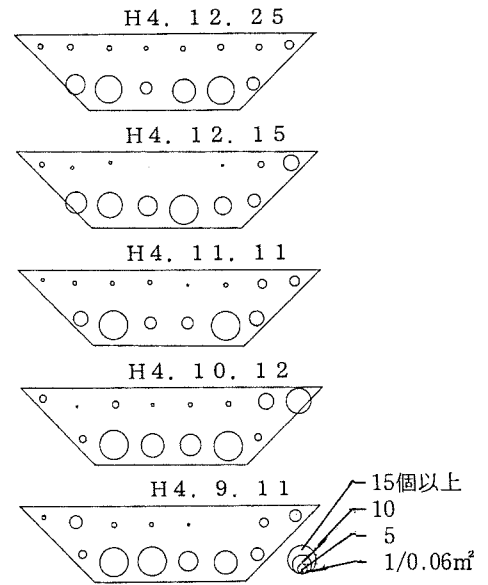


図2 調査区域ごとのアサリの採取個体数

・アサリの資源量推定

表2は1992年12月15日と12月25日に調べたB区域(st.9~14)のアサリ個体数と1993年1月8~13日に行ったst.9~14の採集個体数を森下のIδ指数および単純ランダム抽出法によって計算した結果と全域採集による母集団推定値である。

母集団推定値はIδ指数によって推定した場合は全ての区域で、単純ランダム抽出ではst.9を除く区域で推定値の範囲内にあり、その推定範囲もほぼ同じである。

表.1 ランダム抽出とIδ指数によって計算したA区域とB区域の個体数

調査区	推定法	項目	調査日	1992.9.11	10.12	11.11	12.15	12.25
A区域	ランダム抽出法	調査点数		25	15	16	16	40
		採集個数		79	56	39	35	115
		平均採集個体数 (X±s)		3.16 ±3.30	3.73 ±3.86	2.44 ±2.16	2.19 ±3.17	
		平均値と信頼限界 (X±t0.05sx)		3.16 ±1.36	3.73 ±0.99	2.44 ±0.51	2.18 ±0.75	
	Iδ指数法	Iδ指数		1.82	1.88	1.33	2.58	1.01
		相対誤差(ε)		0.422	0.540	0.439	0.714	0.189
		Iδから求めた平均値と相対誤差		3.16 ±1.33	3.73 ±2.01	2.24 ±0.98	2.18 ±1.56	2.88 ±0.54
		調査点数		16	12	12	12	25
		採集全数(個体)		217	155	147	137	287
		平均採集個体数		13.56 ±11.78	12.92 ±11.74	12.25 ±11.57	11.42 ±4.50	
Iδ指数法	平均値と信頼限界 (x±t0.05sx)		13.56 ±6.27	12.92 ±3.39	12.25 ±3.66	11.42 ±1.41		
	Iδ指数		1.64	1.69	1.75	1.06	1.20	
	相対誤差(ε)		0.422	0.506	0.527	0.222	0.214	
	Iδから求めた平均値と相対誤差		13.56 ±5.72	12.92 ±6.53	12.25 ±6.46	11.42 ±2.54	11.60 ±2.48	

* A区域 (st.1~8, 175m²)、B区域 (st.9~14, 125m²)

表2 B調査区域における推定個体数と母集団推定値の比較

st.	面積	統計による推定		実測値	
		調査点数	推定個体数(平均値)	採集個体数	補正値(母集団)
9	12.5	5	2,417~1,743(2,080) 2,646~1,514	1,433	1,666
10	25.0	10	5,227~2,773(4,000) 5,240~2,760	2,662	3,095
11	25.0	64	2,729~2,145(2,437)	1,800	2,093
12	25.0	13	4,497~2,543(3,520) 4,523~2,517	2,349	2,731
13	25.0	14	5,135~3,265(4,200) 5,067~3,333	2,925	3,401
14	12.5	5	1,638~922(1,280) 1,562~908	953	1,101
合計	125				14,087
12月15日	125	12	27,908~17,768		14,805**
12月25日	125	25	28,172~18,240		14,570**

*：推定個体数の上段はランダム抽出法、下段はIδによる推定
**：1月の母集団推定値をもとにその間の生残率から逆算した

このことは、どちらの推定法も妥当であるといえる。しかし、単純ランダム抽出法は、正規分布を前提に当てはめが可能であり、Iδ指数はそれぞれの分布型にも対応できる方法である。アサリの分布が集中分布であることを考慮すれば、Iδ法が妥当ではないかと考えられる。

しかし、今回の調査では、いずれのステーションでも推定した個体数は母集団推定値より多い値であり、12月15日や25日の場合、その個体数は母集団推定値よりはるかに高い。これは採取地点の選定が無意識のうちにアサリの呼水口の多い場所に決められ、そこで採集されたためではないかと考えられ、人為的な調査のミスによるへの偏りではないかと思われる。

一方、今回の調査では、わずか25㎡や125㎡の面積の中で5回から25回の調査を行って推定したが、アサリ漁場は数万㎡の面積があり、しかもその中のアサリの分布は様々の様式を示すと考えられる。表3は有明海のアサリ漁場で過去に調査された結果をもとにIδ指数を計算し、任意の相対誤差における調査点数を予測したものである。アサリの分布状況から0.3の相対誤差で推定する場合、7点から120点と大きく異なる。このことは広大なアサリ漁場に於いても、その分布様式によっては少ない調査点数で精度の高い結果が得られることを示している。

また、表4は調査区域(A・B)におけるアサリ資源量をランダム抽出法、層別抽出法、Iδ指数法によって計算した結果である。それぞれの方法によって推定値が大き

表3 アサリ漁場(川口、滑石)におけるアサリ個体数の推定と任意の相対誤差(ε)における調査点数

場所	調査時期	調査点	Iδ	ε	推定個体数(個/㎡)	任意のεにおける調査点数			備考
						0.1	0.2	0.3	
川口	H4.6	15	1.35	36.1	49.1±17.7	110	68	45	
	H4.8	15	2.36	60.4	138.5±83.7	590	148	66	
滑石	S54	15	3.62	78.2	226.4±177.4	1,076	270	120	文献7)
	"	11	1.15	26.3	3,799.2±999.2	62	16	7	

表4 ランダム抽出法など3方法で計算した調査区域(A、B)のアサリ資源量

推定法	調査日	9/11	10/12	11/11	12/15
ランダム抽出法		34,651 ±13,481	37,488 ±16,928	31,886 ±16,009	29,486 ±10,556
	層別抽出法	32,534 ±12,177	37,747 ±10,297	31,953 ±4,504	29,548 ±4,709
Iδによる推定		34,656 ±22,872	37,488 ±16,928	31,872 ±24,860	29,472 ±17,978

*層別抽出法はA、B区域を層とした

く異なるが、この3手法の中では層別抽出法が最も推定範囲が狭く、精度の高い結果が得られ、Iδ指数法が最も精度が低い。これはアサリがB区域に集中的に分布しIδが2以上の値を用いたためである。このことは現場のアサリの分布状況を事前に予備的な調査をし、その分布状況から採取地点やその点数を決めるなど統計的調査法にもとづく調査が必要であることを示している。

・生残率の推定

図3はB区域における推定個体数の変化である。9月11日から徐々に減少し、アサリの生残率が一定で $1x=1_0$ が満たされる。

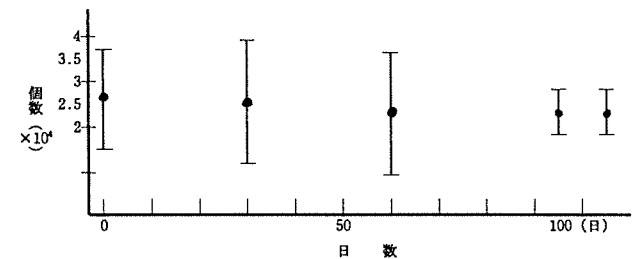


図3 B区域(st.9~14)におけるアサリの個体数変化

これをもとにB区域での生残率を求めた。

図4は調査日ごとの個体数の自然対数(P:資源尾数指数⁸⁾)の変化である。

それによると調査日(X)と(P)との関係は

$$\ln(p) = 10.2034 - 0.0016X$$

の関係式で表される。

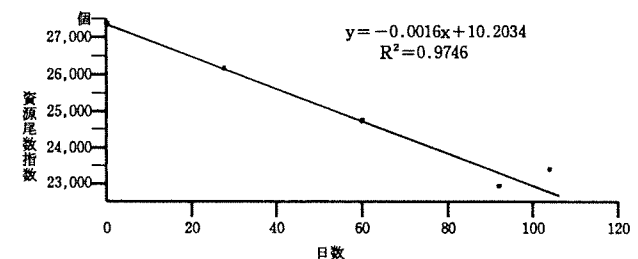


図4 アサリ資源尾数指数の変化

これから1日当たりの生残率(S)は

$$S=e^{-0.0016} (=0.9984)$$

となり、実験期間の9月から12月までの105日間の生残率は約84%、年間生残率は56%となる。

これは中原等(未発表)が緑川や菊池川河口域のアサリ漁場で求めた実験管内での生残率と近い。しかし今回の調査では推定値の相対誤差が50%など推定範囲の幅が広い範囲で推定したことなど、使用したデータの幅が大きかったことによると考えられる。このことから生残率の推定に当たってはより精度の高い推定値をもとに生残率を計算する必要がある。

要 約

- 1) 熊本県水産研究センターの実験プールに生息していたアサリの資源量をコドロード法により推定し、その減少傾向から生残率を求めた。また、推定した値の確かさを求めるため全数を取り上げて比較した。
- 2) アサリの分布は池の中央部より壁側に多く分布し、その分布量には有意な差が見られた。
- 3) 9月から12月までのアサリの生残率は84%、年間生残率は56%と推定された。
- 4) 25㎡の調査区域内から10箇所程度のサンプリングをし、単純ランダム抽出法とIδ指数をもとに推定した値はほとんど変わらず、母集団推定値はその範囲内にあった。しかし、125㎡の調査区域から12と25点で推定した場合、相対誤差は30%以下で推定されたが、全数計数の値は推定個体数の範囲より多かった。
- 5) 今回の推定個体数はほとんどの場合、全数計数の値より多く推定された。それはコドロードをアサリの呼水管の多い場所に置いた結果ではないかと想定される。

謝 辞

この研究を行うに当たり、計算および取りまとめについてご指導願った九州大学理学部臨海実験所の田中雅生先生に心から感謝する。

文 献

- 1) 伏見 徹：アサリ漁業の管理を目指して－I 禁漁区における成長と生き残り. はまな, 241, 1～4, (1981).
- 2) 池末 弥・小林 崇・小湊重行：アサリ・ハマグリ の緩流式採苗法の効果について, 熊水試事報昭24年, 98～107
- 3) 山口県：大規模増殖場開発事業調査総合報告書(大海湾), 水産庁, (1980).
- 4) 伊藤嘉昭・村井 実：動物生態学研究法(上巻), 古今書院
- 5) 広島県水産試験場：1952干潟域における蛸棲息調査の方式について：水試だより, (24)：1～6, (1952)(謄写)
- 6) 久野英二：動物の個体群動態研究法-I-個体数推定法-共立出版社
- 7) 河邊 博・石田宏一：玉名地区大規模増殖場開発事業効果調査-5. 昭和58年熊本県のり研事報, 197-199.
- 8) 松宮義晴・木曾克裕：平戸島志々伎湾における人工マダイ放流魚の動向と順応過程. 西水研研報, (58), 89-98. (1982).

緑川河口域で見られたツメタガイによるアサリの食害

平山 泉・石田宏一・鳥羽瀬憲久・平田 満

Predation of a shortneck clam by gastropod in the river
mouth of Midori River

Izumi Hirayama・Kouiti Isida・Norihisa Tobase・Mituru Hirata

キーワード：アサリ、ツメタガイ、食害

1992年10月に有明海に注ぐ緑川河口域のアサリ漁場で、アサリ貝殻の殻頂付近に内径1~2mmの穿孔痕のある貝殻が多数採取された。この漁場には1992年8月の調査で殻長15mm程度のアサリが10~400個/m²生息していたことが確認されており、それらのアサリが被害を受けたものと考えられた。

アサリなど二枚貝に穿孔痕のある貝殻が見られることは古くから知られ、その原因として肉食性巻貝のツメタガイ、タマガイ（タマガイ科）、レイシ、イボニシ（アキガイ科）等によることが知られている^{1,2)}。これらの巻貝のうちツメタガイによる穿孔痕は、そのほとんどが殻頂付近（窩心部）にあり、その大きさは外径で平均4.3mm、内径で1.9mmである¹⁾。今回、緑川河口域のへい死アサリにみられた穿孔痕も、その位置や大きさ、および干潟という生息場所から推定してツメタガイによる食害であろうと考えられた。

ツメタガイによるアサリの食害例は、三河湾でへい死貝の60%に穿孔痕が見られ¹⁾、大海湾でも同じくツメタガイによる食害が知られているが³⁾、その被害量については明かではない。有明海、八代海沿岸干潟でみられる巻貝によるアサリの食害例はタマガイ科のゴマフダマによる例（被害は数%）があるが^{4,5)}、ツメタガイによるアサリの食害例は報告されていない。

しかし、最近、熊本市川口地先（1992年10月）、熊本市畠口地先（1993年2月）でツメタガイによると思われる穿孔アサリが大量に見られ、周囲のアサリがほとんどへい死したことから採貝漁業への影響が危惧された。また当海域では毎年殻長10mm以下のアサリ稚貝の定着は確認されるが、10mm程度になると消滅する傾向がみられている⁶⁾ことから、これらの現象もツメタガイなど肉食性巻貝による食害ではないかと考え、緑川河口域で行われている定

期的な定点調査の解析と漁業者からの聞き取り、および室内における摂食実験を行った。

材料及び方法

アサリ漁場の概要 穿孔貝殻が多数みられたアサリ漁場は有明海の中央部に位置し、熊本市と宇土市の境を流れる緑川河口域の面積約2,300haの干潟域である。この漁場は沖合い4~5kmまで地盤高（三角港朔望平均干潮位）が0m~1.5mの干潟が続き、採貝漁業やのり養殖が盛んに行われている。底質は硫化物の少ない粒径0.5~0.06mmの細砂が80%を占め⁶⁾、生物は多毛類やエビ・カニ類、貝類など53種の動物が観察されている⁷⁾。この干潟域には熊本市畠口漁協ほか4漁協が漁業権を持ち、アサリやハマグリなどの採貝業が行われている。その盛期であった昭和55年には約1,400人の漁業者が採貝業に従事し、年間約2万トンのアサリが漁獲される有明海でも代表的なアサリ漁場であった⁸⁾。しかし、近年はアサリの資源量が減少するなかで、アサリ稚貝の移植による採貝漁業やアサリ養殖が行われている。

調査 1993年6月に住吉地先の5×5mの調査区(A・B・C)に約11,000個ずつ蒔いたアサリと調査点st.1~7のアサリ個体数を15日~30日ごとに調査した。その際、調査区(A・B・C)は25×25cmの方形枠を任意に決めた10ヶ所に、またst.1~7は2ヶ所に置き、その中の砂を深さ20cmまで採取し、1mm目の篩いでふるった。採集された試料は水産研究センターに持ち帰り、種類と個体数を計測した。また、1993年9月17日に川口地先の調査区(D・E)と調査点st.1~4で同様な手法により採集された試料について、へい死貝殻の殻長と穿孔痕の内径を測定するとともに、その位置を調べた。なお、調査区および調査地点を図1に示す。

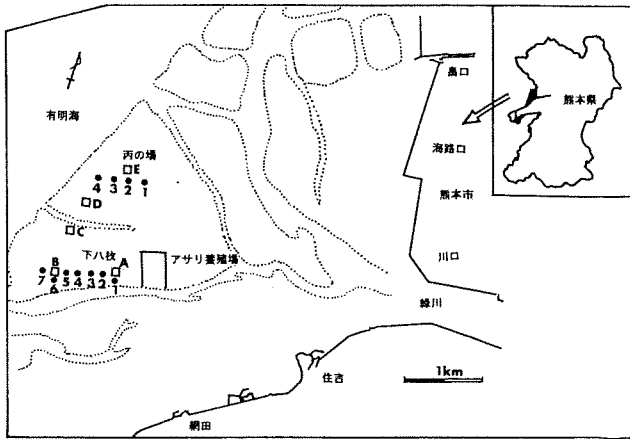


図1 調査地域

実験 アサリの穿孔実験に用いたツメタガイは緑川河口域で1993年8月から10月のアサリ調査時に採集されたものである。これらのツメタガイを2日～2週間、無給餌のまま流水で飼育した後、足部を良く伸ばした健康そうなものを選び実験に供した。飼育水槽はアクリル製小型水槽（長さ22cm、幅17cm、高さ20cm）で、それに16cmの厚さにまで砂を敷き、水槽の上からろ過海水を注水しながら飼育した。

実験に用いたツメタガイは殻径10mm、27mm、54mm、57mmのもので、それぞれ1個体づつを3～6個の水槽にいれた。それに殻長3～40mmのアサリを10～30個入れ、ツメタガイが摂食する餌サイズを選択性および摂食量を観察した。摂食実験に供したアサリのうち7～8mm以上のものは天然産のアサリで、それ以下のものは1992年10月頃にふ化させた人工種苗である。実験は1993年9月から10月に3回行い、1回の飼育期間は15～30日間で、原則として7～10日おきに穿孔痕の有無とその内径を調べた。

結果

アサリ漁場における穿孔殻の出現状況 今回、筆者等が確認した穿孔痕のあるアサリ貝殻は川口地先（1992年10月）、畠口地先（1993年2月）、住吉地先（1993年6月からの定点調査）、それに1994年1月の川口地先のアサリ養殖漁場である。この他にも大量へい死がみられた例として1994年7月の川口漁協の例がある。これは24t蒔いたアサリが、途中へい死が多かったため1ヶ月後に採捕すると、採捕量は8.5t（採捕割合35%）であったという。その際、ツメタガイが採捕されているが、その量はアサリが40Kg採捕されたうち、ツメタガイが約5kgであった。

図2は1993年6月に住吉地先の5×5mの調査区A・B・Cに蒔いたアサリとステンレスの籠に50個ずつ入れたアサリの減耗状況である。

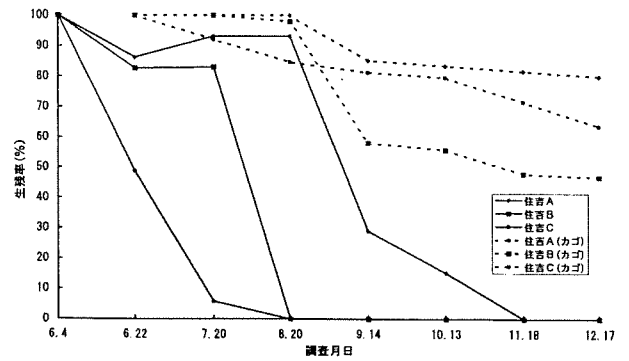


図2 調査区域におけるアサリの減耗状況 (1993)

調査区画内のアサリの減耗は漁場の沖側にあるC区から始まり、そこでは移殖後18日目には生残率50%、60日目にはほとんどのアサリがいなくなっている。

B区は7月20日の調査では高い生残を示しているが、8月20日には0%になっている。一方最も岸側にあるA区では、C・B両区のアサリがみられなくなった8月20日も80%近い生残率を示していたが、その後急速に減少し、9月14日には30%、11月18日には全くみられなくなった。それらのへい死殻のほとんどにツメタガイによる穿孔痕がみられた。一方、籠内のアサリの生残率は11月でも50% (B区)～80% (A・B区)であり、籠外でのツメタガイによる食害の強さが伺われた。図3は1993年9月に川口地先の調査点（8～11・E・D）で採集されたアサリ殻の穿孔痕のサイズ別出現割合である。採取された貝殻は殻長16mm以上と、それ以下の二つのサイズ群に分けられるが、20mm以上のものは実験的に蒔かれたものであり、そのほとんどが穿孔痕を有し、なかでも24mm以上の貝殻では95%以上に穿孔痕がみられた。また12mm以下のアサリは天然発生群であるが、ここでも8～12mmの殻には50%程度の穿孔痕がみられている。穿孔痕の位置は20mm以上のものでは全てが殻頂部にあり、小型個体になるほど貝殻の中心部など、殻頂部以外の部分にあるものが多くなる（表1）。これら

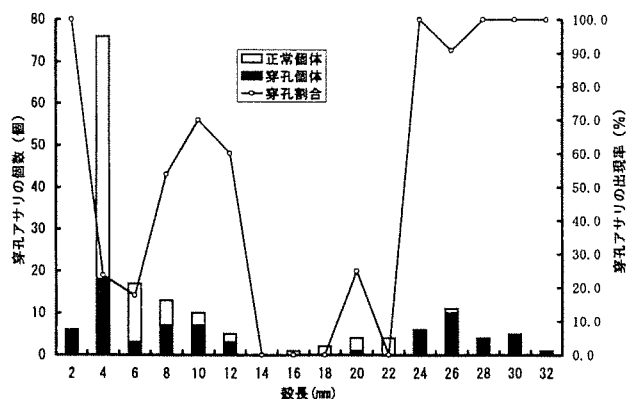


図3 川口地先におけるへい死アサリの殻長別穿孔比率

表1 川口地先でみられたアサリの殻長と穿孔痕の位置

アサリ殻長 mm	部位		計
	殻帳部	その他	
1~4.9	8 (0.35)	15 (0.65)	23 (1.00)
5~9.9	6 (0.43)	8 (0.57)	14 (1.00)
10~14.9	4 (0.80)	1 (0.20)	5 (1.00)
15~19.9	— (1.00)	—	— (1.00)
20~24.9	7 (1.00)	0	7 (1.00)
25~29.9	15 (1.00)	0	15 (1.00)
30~	5 (1.00)	0	5 (1.00)

() は出現割合

の穿孔痕の内径を殻長別にみると、穿孔痕の内径は殻長7mm以下、7~10mm、10mm以上と3つのタイプに分けられる。すなわち7mm以下のアサリでは1mm以下の穿孔痕、8~10mmは0.5~2.5mm、20mm以上では1.5~3mm程度であった(図4)。また、ツメタガイによる穿孔痕は貝殻の右か左に1個あるものがほとんどで、採集場所によってその割合が異なるが、左殻の方が多い傾向にある(表2)。

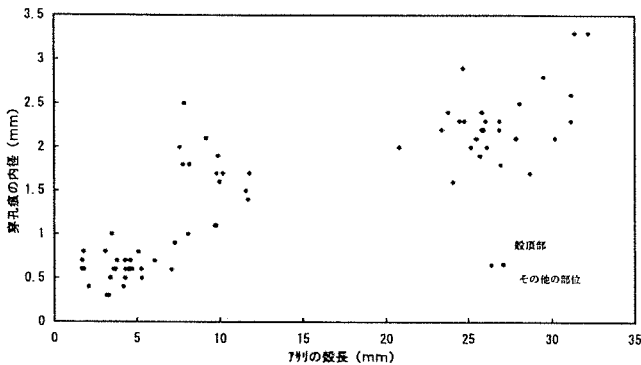


図4 川口地先で採捕された穿孔アサリの殻長と穿孔痕の内径

表2 アサリの左右殻にみられるツメタガイ穿孔痕の割合

	右	左	計
st. A	66 (0.42)	93 (0.58)	159
B	36 (0.49)	38 (0.51)	74
C	27 (0.30)	64 (0.70)	91
飼育試験	39 (0.40)	59 (0.60)	98
計	168 (0.40)	254 (0.60)	422

() 割合

また、アサリ以外の二枚貝で穿孔痕のある二枚貝はハマグリ、シオフキ、マテガイ等であった。

一方、緑川河口域で採集されたタマガイ科の貝類はツメタガイ、ハナツメタガイ、サキグロツメタガイ、タマ

ツメタガイ、ゴマフダマの5種であるが、1993年6月~12月までの定点調査で、25×25cmの方形枠で採集されたツメタガイは25個、ゴマフダマは6個でその他のタマガイ科の巻貝は採集されていない。また定点調査と漁業者が住吉地先で桁網によって採集したツメタガイの殻長は30~60mmであり(図5)、その殻径と体重の間には $y=1.053e^{0.079x}$ ($R^2=0.9263$, $N=39$) の関係がみられた(図6)。

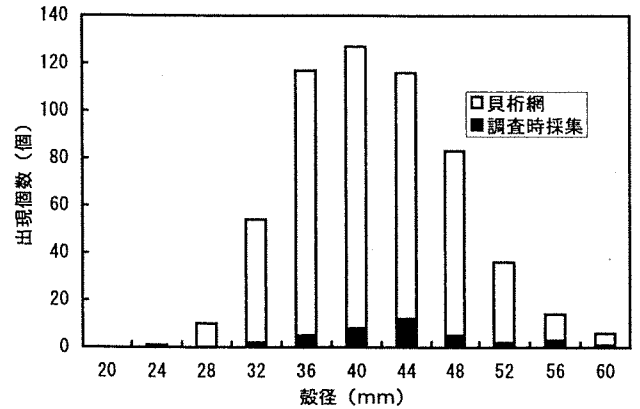


図5 緑川河口域で採集されたツメタガイの殻長と出現個数

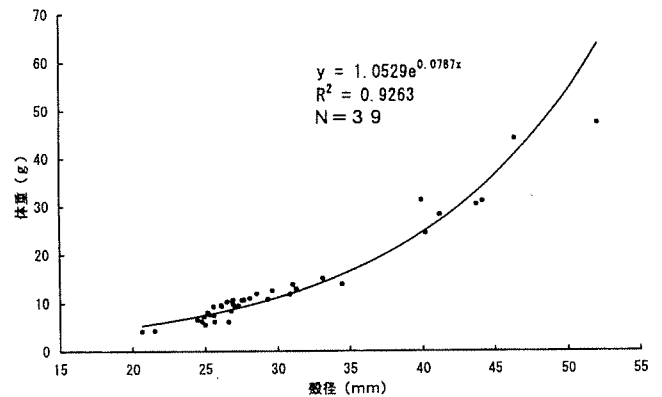


図6 ツメタガイの殻径と体重との関係

一方、ツメタガイの生息密度はアサリを蒔いたC区で、1993年6月に17.6個/m²いたものが7月20日には6.4個/m²、8月20日には0個とアサリの減少とともにツメタガイも少なくなっている。しかしB区とA区では調査時にツメタガイは採集されていないが、アサリの減少と穿孔痕からツメタガイが集まって摂食したものと考えられる。また1993年6月から1993年12月まで毎月行われたst1~7でのツメタガイ生息密度は1.1~3.4個体/m²であり、6、7、8月に沖のst6、7にいたツメタガイが9、10、11月にst1・2・3に移り、1・2・3月にはst.4でみられた。また7月には定点以外にst.4付近でツメタガイがみられており調査区C・BからAに移動し、また沖合いに移動していたことが窺える(表3)。

表3 調査地点におけるツメタガイ分布密度 (個/m²) の月別変化

月日	6.19	8.20	8.20	9.13	10.14	11.18	12.17	1.28	2.28	3.28
st.1				8						
2				8	16	16				
3						8				
4	8							8	8	8
5										
6	8	8	8							
7	8									
平均	3.4	1.1	1.1	2.3	2.3	3.4		1.1	1.1	1.1

ツメタガイによるアサリの被害実験 図7は実験に用いたツメタガイの大きさと摂食されたアサリの大きさの関係を示したものである。

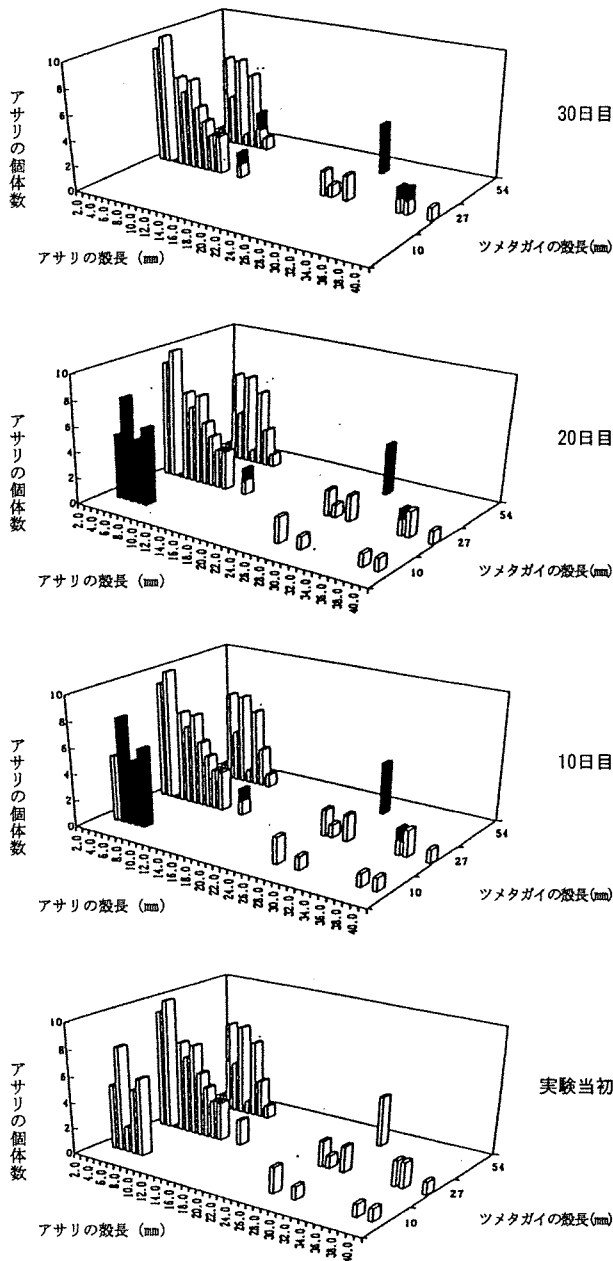


図7 殻径の異なるツメタガイが摂食したアサリの大きさ (■は摂食個体)

ツメタガイはその大きさによって摂食するアサリの大きさを異にしており、殻径10mmのツメタガイは20日間の飼育でも26mm以上のアサリは全く摂食せず、7mm以下のアサリのみを摂食していた。その中でも、より大きいアサリから食べるように思われた。逆に57mmのツメタガイは30日の飼育で10mm以下の小型のアサリは全く摂食していない。表4はツメタガイが摂食した1日当たりアサリ個体数である。ツメタガイの1日当たり摂食量は27mm以上のツメタガイは0.2~0.6個であるが、10mmのツメタガイは1.4~2.2個/日であった。

表4 ツメタガイによるアサリの被食量

飼育日数	14	10	7	6	被食アサリのサイズ
殻径 (mm)					
57			4(0.6)	3(0.5)	28~38mm
54		5(0.5)	4(0.6)	3(0.5)	26~41mm
27		2(0.2)	3(0.4)	2(0.3)	26~34mm
10	20(1.4)	25(2.2)		9(1.5)	4~10mm

() 1日当たり被食個数

また、ツメタガイの殻径とアサリに出来た穿孔痕の内径の関係を図8に示す。穿孔痕の大きさは10mmのツメタガイで0.5~1.1mm、30mmのツメタガイで1.8~2.0mm、55mmのツメタガイで1.8~2.8mmであり、両者の回帰直線として $Y=0.041X+0.420$ ($N=28, r=0.9306$) が得られた。

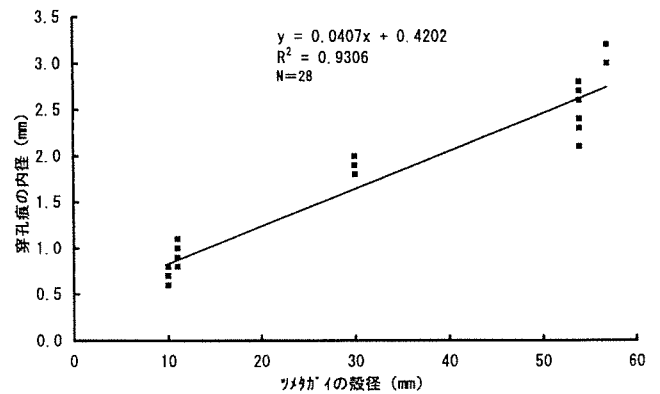


図8 ツメタガイの殻径と穿孔痕の内径の関係

なお、飼育実験中の水温は22~25℃であった。

考 察

アサリなど食害による漁業被害は食害生物と有用水産生物の量的関係によって左右される。

1993年6月に行われた緑川河口漁場でのアサリ一斉調査では2~4mmのアサリ稚貝を中心に最高5,500個体/m²のアサリが生息していたが、8月に6~8mmの稚貝が最高1,100個体/m²と大きく減少し、その後天然発生群のアサリの生息は確認されていない。これはこの年の降雨によって

減耗したものと考えられた。この間、ツメタガイの生息密度は、アサリを蒔いた調査区(C)で17.6個/m²、アサリ養殖場で10~34/m²が採取されているが、天然アサリの生息量が少ない調査定点(st1~7)では1.1個~3.4/m²と低い(表2)。緑川河口域では約30の定点で昭和52年から毎年エクマンバージ採泥器による底生生物の調査が行われている。その資料によると、ツメタガイの採捕は昭和52年に1個が記録されているのみであり、ツメタガイによる食害が見られた1992・1993年の調査でも採取されていない⁹⁾。このことはこの海域におけるツメタガイの生息密度は極めて低いことを示している。しかしアサリが蒔かれた調査定点や養殖漁場などではツメタガイの密度は非常に高く、また調査定点でのツメタガイの分布がst7からst1・2へ移っていることなどから(表2)、ツメタガイは周囲にアサリなど餌が少ない場合、密度の高いアサリ養殖場などに集まることが推察される。

Rodrigues等¹¹⁾はツメタガイの移動速度を5~40cm/分と推定している。これをもとに住吉地先の調査定点C区のツメタガイが6月22日頃から移動し、8月20頃にA区に到着し、A区のアサリを捕食したとしてC区からA区への移動について検討した。C・A両区の距離は約1,000mである。野外水槽における観察ではツメタガイは夜行性であろうと考えられることから1日のうち日没~日の出までの10時間移動したと仮定すると、1日の移動速度は5~40cm×60分×10時間=30~240m/日となる。ツメタガイが10時間連続して移動するか、また直線的に目的地に向かうか等いくつかの疑問はあるとしても、この期間にC区からA区までの1,000mを60日で移動することは可能と考えられ、表2の結果からもこの移動の過程が推測できる。

またアサリ養殖漁場の管理人によると、最近10年間、今回のようなツメタガイの蝸集例はなく、今回の蝸集はツメタガイの餌となるアサリ、シオフキ、ハマグリなどの貝類が周囲にほとんどいなくなったあと、養殖場の周囲に集まったとしている。このアサリ漁場では1993年12月~1994年3月までの4ヶ月間に約1tのツメタガイが採捕駆除されていることから、ツメタガイが餌場であるアサリ漁場の周囲に集まったことが推察される。

一方、ツメタガイは餌のサイズを選択する習性があることが知られている^{10,11)}。今回の実験でも同様な傾向がみられ、30~50mmのツメタガイは10mm以上の殻長のアサリを選択し、10mm以下のアサリは摂食しなかった。逆に10mmのツメタガイは10mm以下のアサリを選択し、30~40mmのアサリは摂食していない(図7)。これはツメタガイの捕獲行動が被食生物を足部で包み、突起状の口器で孔を穿

して摂食するという習性から、小型のツメタガイは大型のアサリを包みきれず、また大きなツメタガイは小さいアサリを包みにくいなどの制約があるものと考えられる。

また、捕食量は50mmのツメタガイは0.5個/日、30mmのツメタガイは0.3個/日、10mmのツメタガイは2.0個/日である。向井¹⁰⁾はハナツメタガイのヒメカノコアサリの摂食について、小さいヒメカノコアサリほど多く食べることを報告している。またRodrigues等¹¹⁾はツメタガイのアサリ摂食速度は殻の厚さによって異なり、厚いほどより多くの時間がかかるとしている。今回の実験では各サイズのツメタガイに与えたアサリのサイズが異なるため直接の比較はできないが、向井¹⁰⁾、Rodrigues等¹¹⁾の結果から考えると小型のアサリほど被食量が多くなるものと推察される。このことは緒言に述べたように、漁場に定着した稚貝が、数ヶ月後に急激に減少する死亡要因もツメタガイによる摂食の可能性を強める。しかし、ツメタガイの餌サイズ選択実験により、10mm以下のアサリを摂食可能なツメタガイの殻径は10mm前後である(図7)。また、当漁場で採集されたツメタガイの殻径はほとんどが30mm以上であり、10mm程度のツメタガイの密度は低い。さらに、アサリのへい死貝殻にみられる穿孔痕は内径が1~3mmのものが多く、20~60mmのツメタガイによる摂食であろうと推察されるこのことなどから、10mm程度のアサリの死亡要因はツメタガイ以外の肉食性巻貝やその他の生物のおよび物理的要因による可能性が考えられる。このことは天然発生群のアサリがみられた1992年、1994年とも8月には殻長15mm程度のアサリが数百個/m²みられながら、20mm程度になる10月に穿孔痕のあるアサリが増加し、アサリ資源が減少することからも窺われる。

謝 辞

この研究を進めるにあたり、ツメタガイ類の同定やご助言をいただいた水産大学校名誉教授網尾勝先生、取りまとめについてご助言いただいた熊本大学助教授野島哲先生、アサリの採捕にご協力頂いた川口漁協、住吉漁協の関係者、穿孔貝殻の選別及び計測をお願いした臨時職員の方々に深謝いたします。

要 約

- 1) 1992年10月から1994年にかけて有明海に注ぐ緑川河口域(畠口漁協、川口漁協、住吉漁協地先)のアサリ漁場でツメタガイによるとと思われる穿孔痕のあるアサリ殻が大量にみられた。

- 2) 穿孔痕の位置は殻頂部付近のものが殆どで、その内径は1~3mm程度であった。
- 3) ツメタガイの生息量は1.1~3.4個/m²であるがアサリの養殖場や実験区域では17~34個/m²生息した。
- 4) ツメタガイのアサリ摂食量はツメタガイの大きさによって異なるが、30~60mmのツメタガイは0.3~0.6個/日、10mmのツメタガイは1.6~2.1個/日であった。
- 5) ツメタガイはその大きさによって食べるアサリの大きさが異なり、10mmのツメタガイは20~30mmのアサリは摂食せず、54mmのツメタガイは10mm以下のアサリは摂食しなかった。

文 献

- 1) 堀田秀之・田村正：孔を穿たれたアサリの穿孔位置について，北大水産学部彙報，4（3）：216-218.
- 2) 木下虎一郎・中川一三：オウヨウラクの穿孔についての一観察，北水試月報，261号（1935）.
- 3) 山口県：大規模増殖場開発事業調査総合報告書（昭和54年度版）大海湾，26，（1980）.
- 4) 昭和11年度熊本水試事報：蜆蛤養殖試験，51-52，（1936）.
- 5) 黒田竹弥：昭和13年熊本水試時報，63-65，（1938）.
- 6) 熊本県水産振興課：アサリ増殖場に関する既往資料解析調査報告書，（1993）.
- 7) 熊本開発研究センター：熊本港周辺海域干潟生物調査（平成5年度），（1994）.
- 8) 熊本県水産振興課：アサリ採貝漁業実態調査報告書（昭和55年）
- 9) 熊本開発研究センター：熊本港周辺海域干潟生物調査（昭和52年~平成5年度），
- 10) 向井 宏：瀬戸内海泥底における底性二枚貝の捕食者について（I），VENUS，Vol. 31，4（1973）.
- 11) C. L. Rodrigues · S. Nojima · T. Kikuchi：Mechanics of preference in the gastropod *Neverita didyma* preying on the bivalve *Ruditapes philippinarum*，Mar. Ecol. Prog. Ser. 40，87-93（1987）.

九州西岸で発見されたアカノリ（仮称）とその培養

右田清治

Morphology and Culture Studies of “Akanori” (*Porphyra* sp.)
newly founded from Western Kyusyu

Seiji Migita

キーワード：アマノリ属、新産種、室内培養

長崎県野母崎町の野母港内の筏で、紅藻の発芽体らしい赤い葉体を1987年春に採集した。研究室に持ち帰り検鏡したところ、アマノリ属の1種であった。その果胞子からカキ殻穿孔糸状体とフリー糸状体を得て、前者から放出された殻胞子を室内培養した。また、フリー糸状体を細断して穿孔糸状体をつくり、これまで2、3回培養実験を繰返した。本種の葉体は、円形・楕円形で小さく、縁辺には鋸歯がなく全縁で、厚みが薄いことなど、日本では未記載の種ではないかと考えられる。その後、野母付近の海で本種を探したが見出せなかった。1個体から得られた結果で報告をためらってきたが、今後九州沿岸で再発見される可能性もあり、またフリー糸状体も保存培養されているので、ここで“アカノリ”と仮称し、形態や生活史について述べる。

材料及び方法

材料のアカノリ葉体は、1987年1月に野母港内の長崎大学水産学部の養殖筏の固定ロープ（水面下約20cm）に着生していたものである。成熟体であったので、それより放出された果胞子を、マイクロピペットを用いて分離し、単藻培養のフリー糸状体を得て保存培養とし、また穿孔糸状体もつくった。

1987、1988年に穿孔糸状体を経て生活史は完結させたが、観察不十分な点もあったので、1992、1993年にフリー糸状体の枝を細断しカキ殻穿孔糸状体を育て、成長・成熟などを再度観察した。

葉体の培養は、放出された殻胞子を枝付フラスコにクレモナ単糸（長さ2cm）数本と共に入れ、通気して附着させ、100~200mlのフラスコで培養した。葉体が5mm前後までは単糸に付いたまま100mlのフラスコで育て、その後は単糸より離して、成長につれ個体数を減らし、1cm以上では10個体程度を200mlで培養した。

培養液にはSchreiber液にProvasoli PI 処方の微量成分を加え滅菌して用いた。糸状体の培養は、温度22~24℃、白色蛍光灯の2,000lux、10:14hの光周期のもとで行ない、培養液は2週間毎に換水した。また、殻胞子放出は18℃に低温処理しよく換水して促進した。葉体の培養は、温度12~15℃、白色蛍光灯3,000luxの12:12hの光周期のもとで行ない、1週間毎に換水した。

また、室内でクレモナ単糸に付け、1mm前後に成長した幼芽を、水産研究センターの棧橋から海に垂下してその後の生育を調べた。

結 果

糸状体期 海から採集した葉体より放出された果胞子は、大きさ11~15μm、平均12.4μmの球形で、カキ殻に附着すると2、3日後には穿孔して、初期糸状体に生育した（図.1.A.B）。穿孔糸状体は5日後には長さ30~50μmに、7日後には50~70μmに達し、（図.1.C）、14日後には200~250μmに伸長した（図.1.D）。これらの穿孔糸状体は対生または輪生した枝をだし、枝の太さは4~7μmで、周辺の直線的に伸びた枝はやや細い。これらの糸状体の形態や成長の速度はスサビノリなどの他の多くのアマノリと同様であった。シャーレに移した果胞子は、不規則に分枝したフリー糸状体に成長した。本種のカキ殻穿孔糸状体やフリー糸状体の色は紫紅色であった。

穿孔糸状体の殻胞子囊枝は、果胞子付け2ヵ月後にはその形成が始まり、3ヵ月後には分枝した胞子囊枝がみられた（図.1.E）。殻胞子囊細胞は太さ11~14μm、長さ10~18μmであった。10月下旬にカキ殻糸状体を22℃より18℃の低温に移し毎日換水したところ、5~7日後に多数の殻胞子が放出された（図.1.F）。また、放出は明期になった午前中の前半に行われた。殻胞子は太さ10~15μm、平均11.7μmで、淡紅色を呈していた。

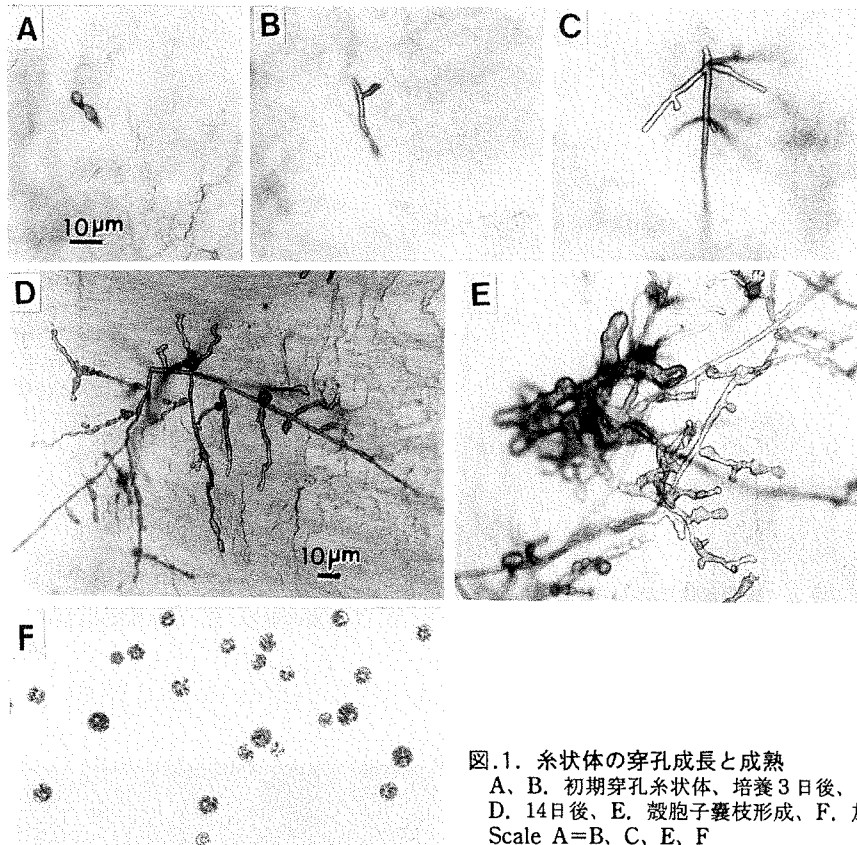


図.1. 糸状体の穿孔成長と成熟

A, B. 初期穿孔糸状体、培養3日後、C. 7日後、
D. 14日後、E. 殻胞子嚢枝形成、F. 放出殻胞子、
Scale A=B, C, E, F

葉体期 放出された殻胞子は容器を攪拌して孢子液にして、クレモナ単糸と共に枝付フラスコに入れ、通気して糸に着生させ培養した。10月21日付のものでは、5日後には8~10細胞に(図.2.A)、14日後には径300~400 μ mの円形に成長し(図.2.B)、28日後には2~3mmに達した(図.2.C, 図.3.A)。その後、5mm以上に成長した葉体(図.3.B)をクレモナ単糸より離して、初め約20個体を100mlの枝付フラスコで、成長につれて個体数を減らし、後では数個体を200mlのフラスコで培養した。その結果では、40日後には1~1.4cmに(図.3.C)、50日後には2~2.5cmに達し(図.3.D)、それ以上培養しても成熟、老化して葉体は大きくならなかった(図.3.E)。一方、クレモナ燃糸に付け約1mmに成長した幼芽を、11月25日に水産研究センターの棧橋から垂下したが、常時海水中に浸った状態でよく成長し、12月中旬には2~3cmの成体に成長した。

その間、0.5~1mm以上に成長した葉体では、縁辺より単胞子を多数放出した。単胞子は径14~16 μ m、平均15.2 μ mであった。葉体の外形は、円形ないし腎臓形で、クレモナ単糸上で密植したものは卵形・長卵形のものもみられた。色は紅色で、九州産アマノリ属の種類では最も赤味が強く、カイガラアマノリに似た色彩であった。

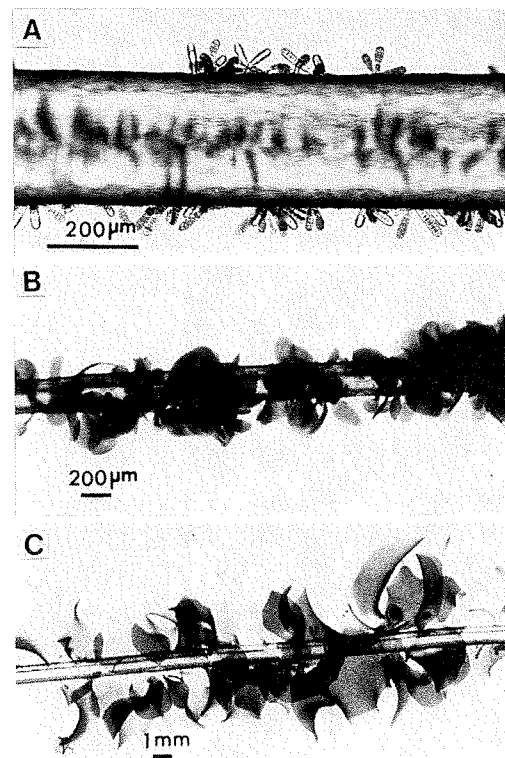


図.2. 培養初期の幼芽

A. 5日後クレモナ単糸上の発芽体、
B. 14日幼体、C. 28日後の葉体。

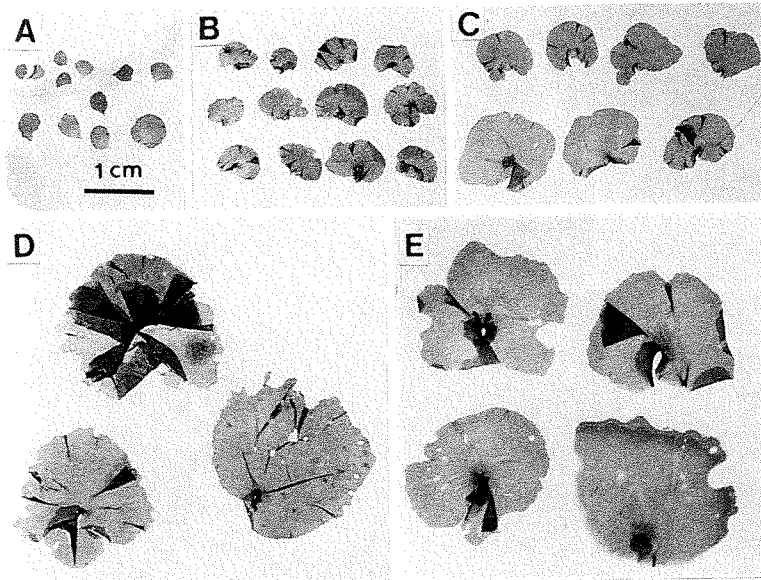


図.3. 培養葉体の各成長過程
 A. 28日後の葉体、B. 35日後、C. 40日後、D. 50日後の葉体、E. 2ヵ月後の成熟体
 Scale A=B~E

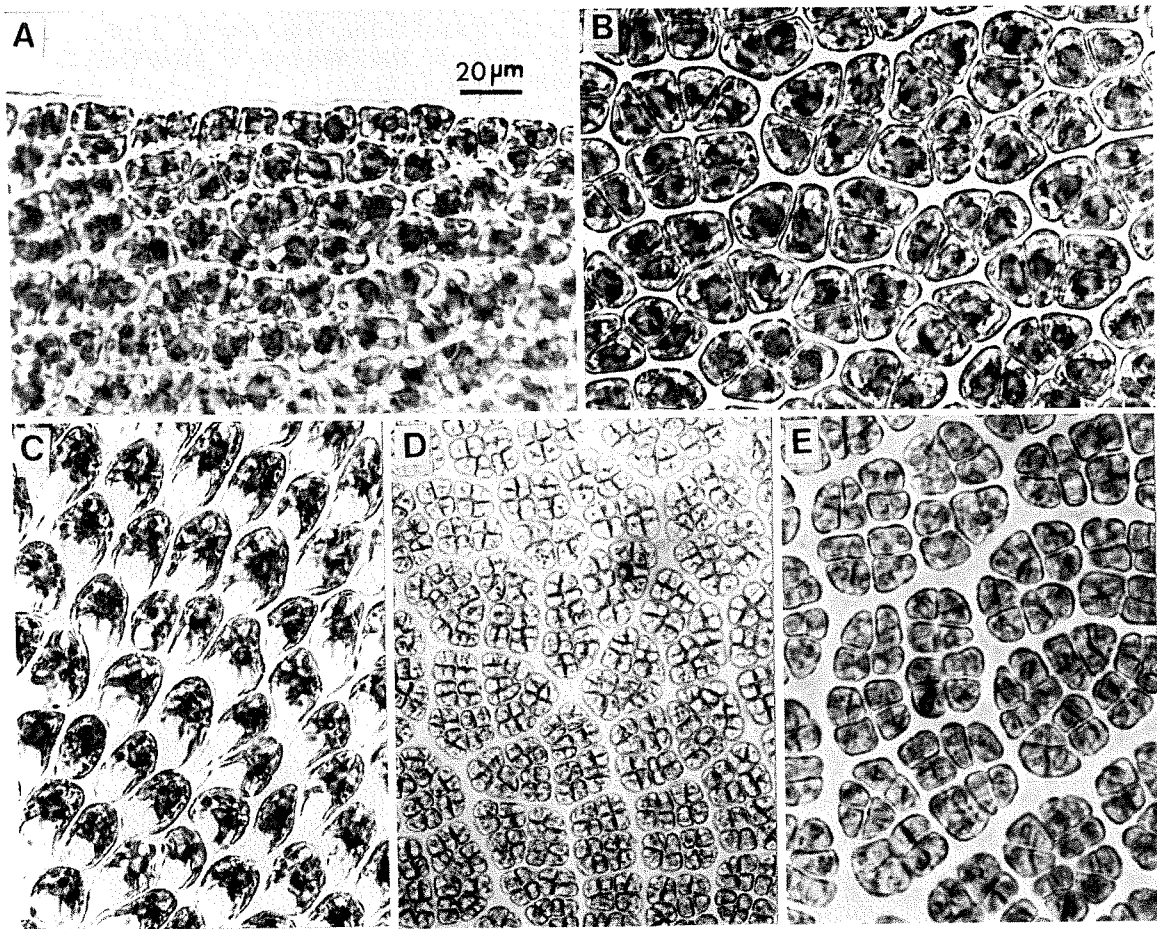


図.4. 葉体各部の表面観
 A. 縁辺部、B. 栄養細胞、C. 仮根細胞、D. 造精器、E. 嚢果、Scale A=B~E

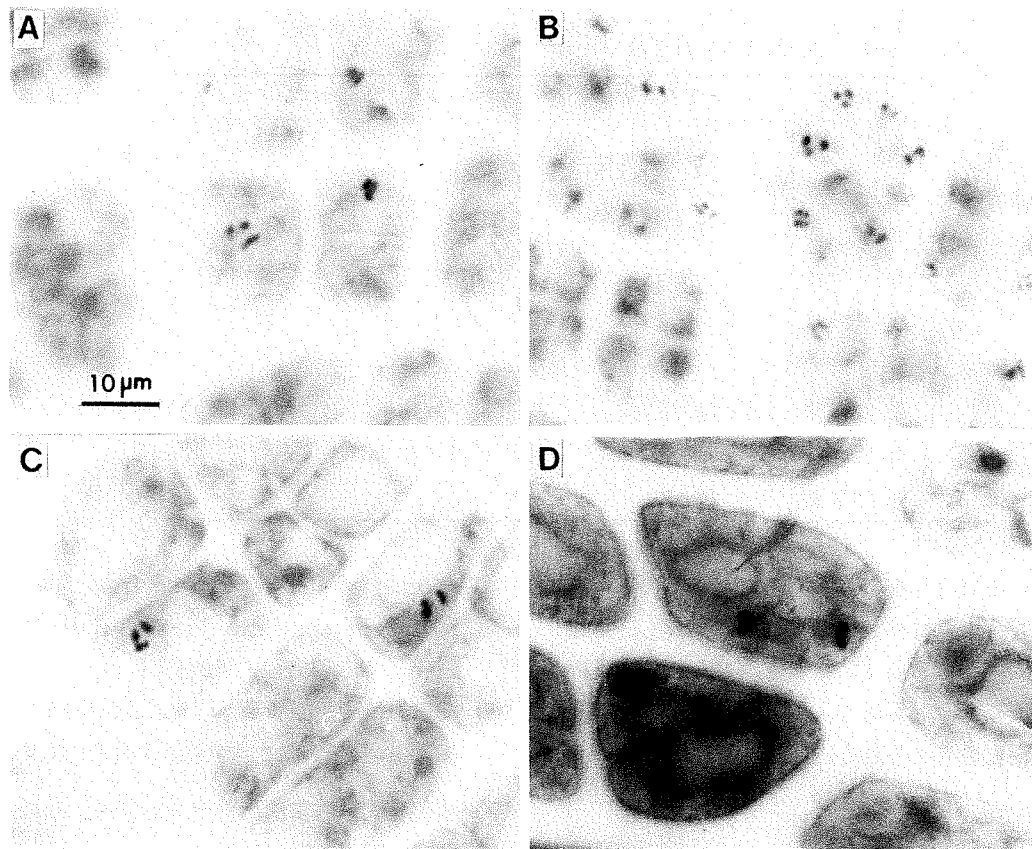


図.5. 葉体の染色体 ($n=3$)

A, B. 造精器の核分裂, C, D. 栄養細胞の核分裂, C. 分裂中期, D. 後期, Scale A=B~E

葉体を検鏡すると、縁辺は鋸歯がなく全縁で(図.4.A)、栄養細胞はやや丸く(図.4.B)、葉体の厚みは20~25 μm で、仮根細胞は鈍頭であった(図.4.C)。培養50日ごろになると、葉縁に生殖細胞の造精器ができ(図.4.D)、その後雌性細胞が受精して嚢果をつくった(図.4.E)。雌雄生殖細胞の分裂様式は、造精器で64 ($a/4, b/4, c/4$)、嚢果で16 ($a/2, b/4, c/2$)であった。

染色体数は、Wittmann²⁾の核染色法で染色して、造精器の精子形成過程の核分裂で $n=3$ の染色体がみられ(図.5.A.B)、また栄養細胞の分裂時にも $n=3$ であった(図.5.C.D)。

考 察

本研究で取扱ったアマノリの1種は、野母崎町の長崎大学水産学部の筏で1個体だけ発見されたもので、それより糸状体をつくり培養実験を行なった。本種はその近隣の海域で、その後も採集されていないので、発表するのをためらったが、特徴のある日本新産のアマノリと考えられるので、培養で得られた形態や生活史について報告した。本種は、“アカノリ”と仮称したように、赤味が強く、著者がこれまで観察した西日本産のアマノリ葉体のなかで最も紅色に近い色を呈していた。

葉体の外形は円形・腎臓形で、アマノリ属のうちきわめて小型で、大きいものでも2~3cmであった。葉形が丸葉型の類似した九州産の種に、マルバアマノリ・ヤブレアマノリがあるが、それらの形質を比較すると表1にみられるように、いずれかの点で相違しており、それらとは明確に区別される種とみなされる。

培養による糸状体の形態は、他のアマノリの種類での研究結果、例えばDrew²⁾、黒木³⁾、黒木・秋山⁴⁾、Shinmura⁵⁾、右田・伊藤⁶⁾、右田・飯間⁷⁾、能登谷ほか⁸⁾の報告と本質的な差異はみられなかった。また、糸状体の成長速度も他のアマノリ属の種と大差なかった。アマノリ属では、葉体期の大きさや成長は、種によって大きい相違があるが、糸状体期の成長は小型種のアカノリでも養殖種と比べて相違ないようにみなされた。

生殖細胞の分裂様式は、本種では造精器で64 ($a/4, b/4, c/4$)、嚢果で16 ($a/2, b/4, c/2$)であったが、これも丸葉型のマルバアマノリ・ヤブレアマノリ・マルバアサクサノリの分裂様式と相違する^{9,10)}。また、本種の染色体数は $n=3$ であったが、これはマルバアマノリの $n=4$ (右田未発表)、ヤブレアマノリの $n=2$ ⁷⁾と違い、これらの種類の識別に役立つと思われる。

なお、1回の試験ではあるが、糸に付けた幼芽を水産

表1. 類似種との形質比較

形質	アカノリ	マルバアマノリ	ヤブレアマノリ
外形	円形	円形	円形
大きさ	2~3cm	3~6	3~5
色彩	紅色	紅紫色	青紫色
鋸歯	無	有	無
裂葉	無	無	有
分裂様式			
嚢果	16 ^(a/2 b/4 c/2)	32 ^(a/2 b/4 c/4)	4 ^(a/1 b/2 c/2)
造精子	64 ^(a/4 b/4 c/4)	64 ^(a/4 b/4 c/4)	64 ^(a/4 b/4 c/4)
染色体数	n=3	4	2

研究センターの棧橋より垂下し、常時海中においてよく生育したこと、また材料として採集した葉体も、野母港内の筏で海に浸って育っていたことなどから、本種は他のアマノリより付着層が低く、潮間帯下部か漸深帯上部に生育する種とも考えられる。

要 約

1. 長崎県野母港内の筏より採集された小型のアマノリを“アカノリ”と仮称し、培養実験を通じてその形態や生活史を調べた。
2. 本種の葉体は円形で、成体でも2~3cmの小型であり、縁辺は全縁、色は紅色を呈する。
3. 分類の特徴とされる雌雄細胞の分裂様式は、造精子で64^(a/4, b/4, c/4)、嚢果では16^(a/2, b/4, c/2)であった。
4. 染色体数は葉体の栄養細胞や造精子の核分裂でn=3と観察された。

文 献

- 1) W. Wittmann: Aceto-iron-hematoxylin-chloral hydrate for chromosome staining, *Stain Tech.*, **40**, 161-164 (1965).
- 2) K.M. Drew: Studies in Bangioideae III. The life history of *Porphyra umbilicalis* (L.) Kütz. var. *laciniata* (L.) J. Ag. Ann. Bot., N.S. **18**, 183-211 (1954).
- 3) 黒木宗尚: アマノリ類の生活史の研究. 第1報 果胞子の発芽と成長, 東北水研研究報告. **2**, 67-103 (1953).
- 4) 黒木宗・秋山和夫: 数種のアマノリの糸状体の生長・成熟と水温. 同誌, **26**, 77-89 (1966).
- 5) I. Shinmura: *Porphyra tanegashimensis*, a new

species of Rhodophyceae from Tanegashima Island in southern Japan. *Bull. Jap. Soc. Fish.*, **40**, 735-749 (1974).

- 6) 右田清治・伊藤龍星: 培養によるタネガシマアマノリ你的生活史. 長崎大学水産学部研究報告. **61**, 7-14 (1987).
- 7) 飯間雅文・右田清治: ヤブレアマノリの室内培養. 同誌, **68**, 13-20 (1990).
- 8) 能登谷正浩・菊地則雄・有賀祐勝・三浦昭雄: 紅藻ウタスツノリの培養. 藻類, **40**, 273-278 (1992).
- 9) 時田 郁: 日本近海産 *Porphyra* 属の種の検索表. 藻類, **14**, 146-149 (1966).
- 10) A. Miura: Two new species and a new record of *Porphyra* from Enoshima, Sagami Bay. *J. Tokyo Univ. Fish.*, **53**, 65-71 (1967).

褐藻ワカメに寄生する壺状菌

右田清治

Olpidiopsis sp. (Eumycota, Lagenidiales) parasiting in *Undaria pinnatifida*
(Phaeophyta, Laminariales)

Seiji Migita

キーワード：ワカメ配偶体、壺状菌、内部寄生

ワカメ *Undaria pinnatifida* の胞子体 (葉体) に鞭毛菌の *Olpidiopsis* の 1 種が寄生し、秋山はそれをワカメ壺状菌病と称し、東北地方の養殖ワカメの幼芽を枯死させることを報告している¹⁾。この壺状菌は九州各地の養殖ワカメや、潮流の停滞する所の天然ワカメ葉体にも、その寄生がみられる。また、コンブ目の他の数種にもわずかながら寄生することが、野母港内で試験養殖中に観察された。壺状菌の寄生したワカメ葉片を、配偶体を培養中のシャーレに入れると、容易に配偶体細胞にも感染することがわかった。そこで、配偶体に寄生した壺状菌の形態や遊走子形成などを観察した。また、水温・塩分など培養条件を変えて、配偶体への感染実験を行ない、壺状菌の生態を調べた。それらの結果を報告する。

材料と方法

ワカメ胞子体に寄生する壺状菌は、おもに島原市三会の養殖ワカメや長崎市茂木港内の天然ワカメについて、1989、1990年に形態の観察と寄生菌数の季節的消長を調査した。また、長崎県野母港内で、ワカメと同時に試験養殖したコンブ目の他の数種 (マコンブ *Laminaria japonica*, アラメ *Eisenea bicyclis*, ツルアラメ *Ecklonea stolonifera*, アントクメ *Eckloniopsis radicata*) への壺状菌の寄生も調べた。

胞子体の寄生数は比較的に少ないので、寄生の多い部位である葉先の表皮細胞で調査した。壺状菌は細胞単位で寄生するので、顕微鏡400倍の1視野の寄生細胞数を葉体1個体当たり5視野の平均値をだし、さらに5~10個体の総平均値で示した。

配偶体への壺状菌の寄生は、あらかじめ単藻培養された配偶体を径9cmのシャーレに移し、海より採集した寄生葉体をよく洗浄して、その先端の葉片を入れて感染させた。その後菌が寄生した配偶体の枝を細断して、別の

シャーレに入れ寄生した枝をマイクロピペットを用いて分離し、新しい配偶体に接種する操作を繰り返して、雑藻や原生動物の混生しない壺状菌寄生の配偶体を得て、実験の感染源に使う保存培養とした。

寄生生態の実験では、菌接種後7日間経過し多数寄生した配偶体の径2mmのコロニーを、スライドガラス上でカミソリの刃で切断し、5mlの滅菌海水で小管瓶に流し込み、その0.25mlを未感染の新しい配偶体 (径2mmのコロニー5個) を入れたシャーレ (径9cm) に滴下し、温度・塩分など条件を変えて14日間培養後の寄生を比較した。配偶体での寄生は、葉体と違って寄生数が多いので、細胞単位の寄生を調べ、観察した全細胞に対する寄生細胞の百分率で示した。なお、メチレンブルー、マラカイトグリーン色素や抗生物質などを培養液に添加して、感染抑制の効果の有無などについても実験した。

培養液には、ろ過海水に窒素・リンを加えたSchreiber液にProvasoli P1処方²⁾の微量要素を添加し、90°Cで殺菌した液を用いた。また、培養は温度20°C、白色蛍光灯の照度2,000lux、12:12hの光周期のもので行なった。

なお、胞子体寄生菌の核染色にはWittmann²⁾法を、遊走子の鞭毛染色にはラクトフェノール法³⁾を用いた。

結 果

胞子体への寄生 ワカメ胞子体に寄生する壺状菌の形態は、はじめ表皮細胞にやや不鮮明な球状の褐白色の菌体として現れる。それがワカメ細胞全体に肥大し、その大きさはワカメ細胞とほぼ同じ径10~15μmで、内部に多数の小顆粒がみられる (図. 1. A)。その後、細胞内容が分裂を繰り返す (図. 1. B)、遊走子を形成する。葉体の菌体が遊走子を放出するののみられたが、海から採集した葉体のため、原生動物や細菌が多く、壺状菌の遊走子との識別が困難であった。壺状菌は表皮細胞に1個ずつ寄

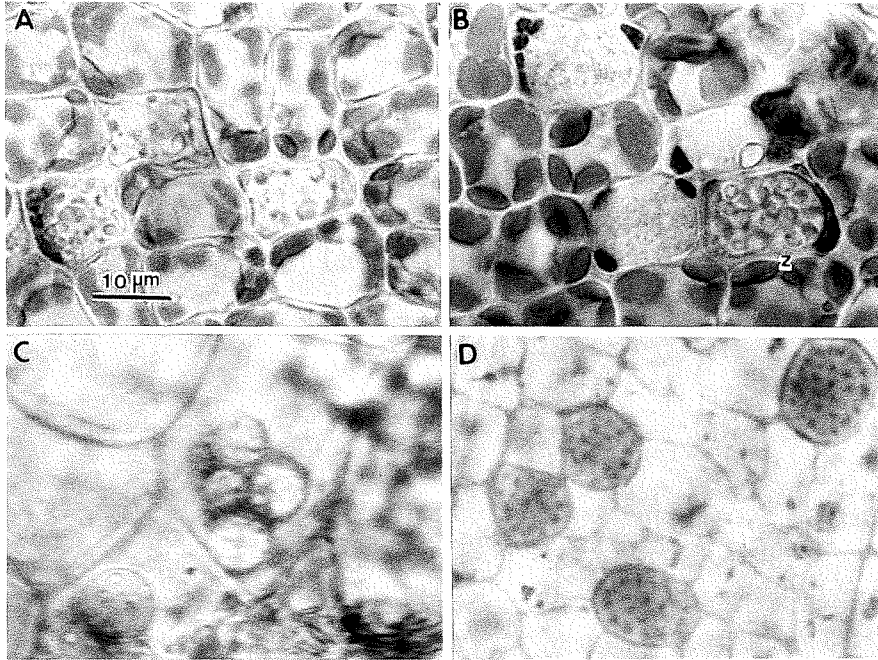


図.1. ワカメ胞子体に寄生した壺状菌

A. 表皮細胞寄生の菌体、B. 遊走子形成初期 (z)、C. 内層細胞の菌体、D. 核染色した菌体、Scale A=B~D

生するが、表皮下の大きい細胞には2~数个寄生することがある(図.1.C)。菌体を核染色すると、黒く染まった多くの核がみられ多核であることがわかる(図.1.D)。ワカメ胞子体の壺状菌は、ワカメの葉先におもに寄生し、寄生数も比較的少なく、多くても顕微鏡400倍の1視野(ワカメ表皮細胞約2,500個がみえる)に40~50個程度であった。

壺状菌の寄生は養殖ワカメでは多く、長崎県の島原沿岸や熊本県大矢野町などワカメ漁場では例外なく寄生がみられた。一方、天然ワカメでは菌の寄生は稀で、長崎県の野母・西彼杵半島沿岸のワカメでごく少数の個体でみられる程度で、潮流の速い大村湾口の針尾瀬戸のワカメには数年間観察したにもかかわらず寄生はみられなかった。しかし、天然ワカメでも潮流の停滞する長崎市茂木港内では、養殖ワカメと同程度の多くの寄生が毎年みられた。

海での壺状菌寄生の季節的消長を知るため、1989年12月から翌年にかけて島原市三会の養殖ワカメと茂木港内の天然ワカメを定期的に採集して、寄生菌体数を調査した。その結果は図.2に示すように、12月までは寄生はみられず、1月下旬から寄生し始め、2~4月に最も多くなり、5月以降の老化した葉では再び少なくなっている。なお、養殖ワカメで11、12月の幼芽、幼葉でも観察したが、壺状菌寄生はみられなかった。

野母港内で1990年にコンブ目数種の養殖試験を行なった

が、翌年4月中旬に壺状菌が多く寄生していたので、4月25日に同時に他の種類への寄生の有無を調査した。その結果は表1のように、ワカメと比べ寄生数はきわめて少ないがツルアラメ・アラメ・アントクメで寄生がみられ、マコンブには寄生しなかった。

配偶体への寄生 海より採集した壺状菌寄生ワカメ葉片を、保存培養の配偶体と同一容器に入れると、容易に感染し配偶体細胞内に菌体が見られるようになる。その壺状菌の形態をみると、付着した遊走子は配偶体の細胞壁を通して発芽管を伸ばし、2日後には細胞内に淡褐色の球形の菌体が形成される(図.3.A, 図.4.B)。菌体はすぐに肥大して、3、4日後には筒形または長楕円形で内部には多数の小顆粒がみられるようになる(図.3.B,

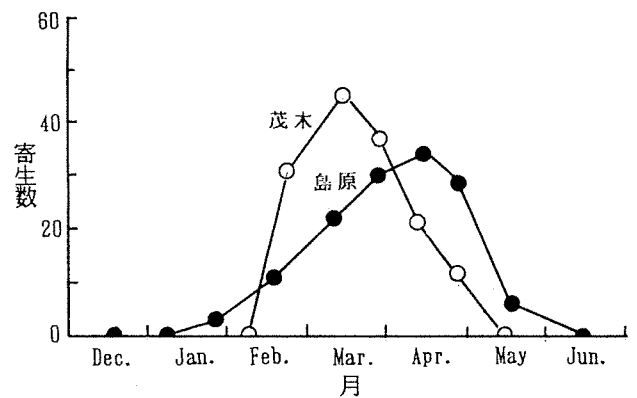


図.2. ワカメ胞子体寄生壺状菌の季節的消長(1989-1990年) 顕微鏡400倍1視野の平均寄生数

表1. 野母港内で養殖したコンブ目5種の壺状菌寄生

種 類	壺 状 菌 寄 生 数
マ コ ン ブ	0
ア ラ メ	0.4
ツ ル ア ラ メ	3.6
ア ン ト ク メ	1.4
ワ カ メ	43.5

1991年4月25日調査、顕微鏡400倍1視野の平均寄生数

C, 図.4.C)。菌体の色は灰白色を呈し、宿主細胞の内容物は細胞の両端に偏在する。その後、細胞分裂を繰り返して、内容が多数に分かれ(図.4.D)、遊走子を形成する(図.3.D)。遊走子形成とほぼ同時に、菌体は側方に突起を出し、それが遊走子の放出口となる(図.3.E, 図.4.E)。放出口には蓋はなく、先端が破れて遊走子が放出される。菌体の1細胞に形成される遊走子の数は、宿主細胞の大きさでかなり差異があり、約64個から128個と観察された。放出された遊走子は、長さ2.2~2.5 μm 、太さ1.5~2.0 μm の長卵形で、長さ約6 μm と3 μm の長短2鞭毛を腹生する(図.3.F)。

ワカメ配偶体は雌雄で枝の太さが違い、実験を続けているうちに両者でかなり寄生状態が相違することがわかっ

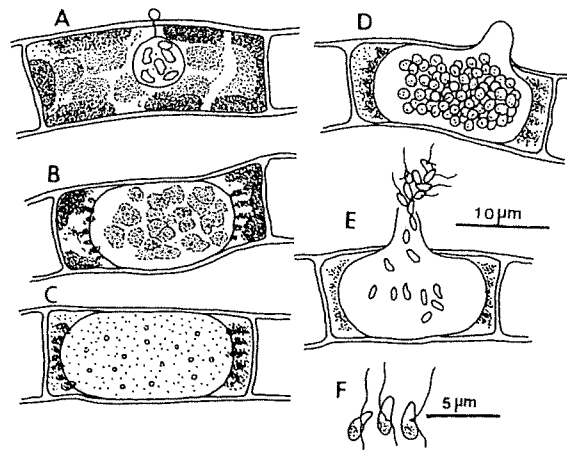


図.3. ワカメ雌性配偶体に寄生した壺状菌
A. 感染2日後の菌体、B, C. 肥大した菌体、3日後
D. 遊走子形成、E. 遊走子放出、F. 遊走子。

た。そこで、雌雄配偶体を同一容器に入れ感染実験を行なったが、その結果は図.5に示すように、明らかに雌性配偶体への寄生数が多かった。以下の寄生生態に関する実験は、材料に雌性配偶体を用いて実施した。

配偶体への壺状菌の寄生は、胞子体への寄生とは違って、寄生成長速度も速く寄生率もきわめて高かった。未感染の配偶体をシャーレに入れ、方法の項で述べたように、細断した菌寄生の枝を添加すると、2日後に菌体が見られ寄生率は5~10%で、4日後には20~40%にふえた。また、3日目には早いものでは遊走子の形成、放出もみられた、寄生率は、7日後にはさらに高くなり、2週間後には60~70%に達した(図.6.B)。

壺状菌寄生と温度との関係をみると、表2に示すよう

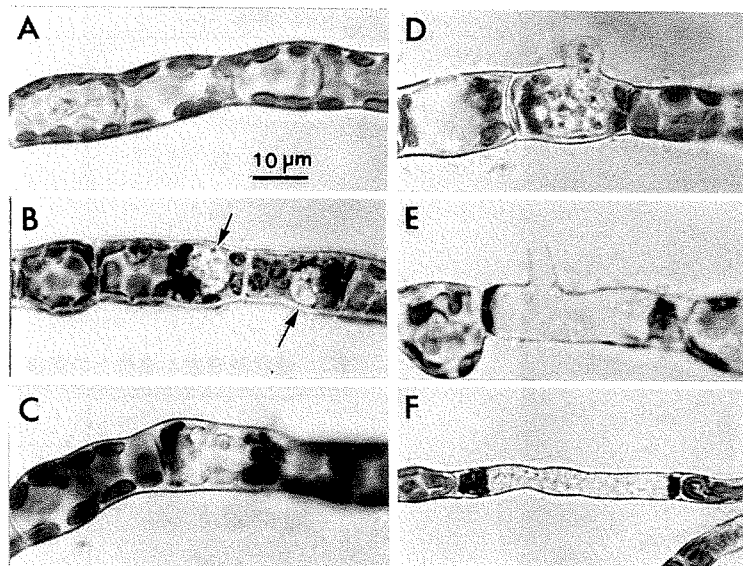


図.4. ワカメ配偶体寄生壺状菌
A. 未感染配偶体、B. 寄生初期の菌体(矢印)、C. 肥大した菌体、D. 遊走子形成、E. 遊走子放出後、A~E、雌性配偶体への寄生、F. 雄性配偶体への寄生、Scale A=B~F

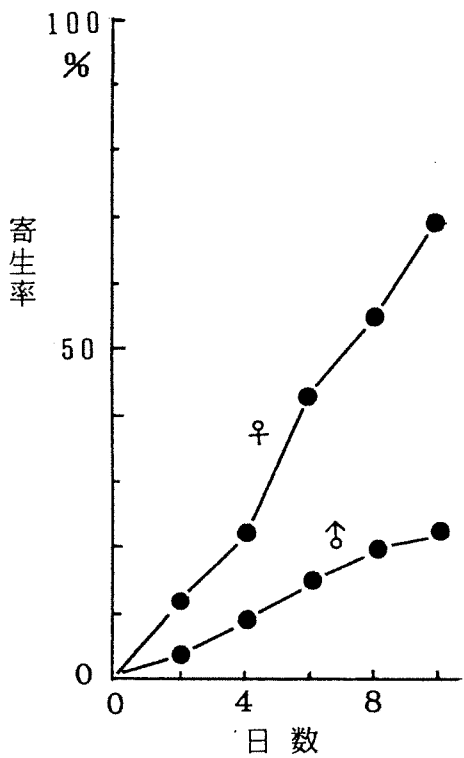


図.5. 雌雄配偶体への壺状菌寄生の経日変化

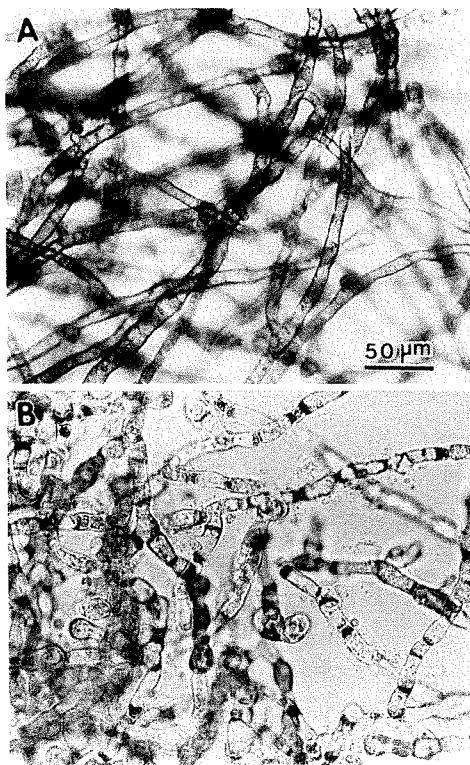


図.6. 壺状菌未寄生と寄生雌性配偶体
A. 未寄生, B. 感染14日後

に、接種14日後の寄生率は20℃で最も高く、15、10℃ではやや低く、25℃ではさらに低下して、27℃では感染しなかった。また、寄生と塩分との関係は、表3に示すように寄生率は27.5‰の正常海水で高く、21.0‰、14.5‰と低塩分になるほど低くなっている。

次に、抗菌剤のマラカイトグリーン・メチレンブルーの色素やペニシリンG・ストレプトマイシンの抗生物質及びGeO₂などの薬剤を培養液に添加し、前実験と同様な方法で感染試験を行なった。その結果は表4のように、薬品の添加はいずれも対照に比べて感染を抑制したが、とくにマラカイトグリーンとペニシリンGで抑制の程度が強かった。

ワカメ壺状菌が他の海藻に寄生するかどうかを知るため、海から採取した海藻や研究室で培養中の海藻などを、菌寄生のワカメ配偶体と同一容器で培養して、感染の有無を調べてみた。他の海藻への寄生がみられたのは、ワカメ以外のコンブ目9種の配偶体のみであった。その種類は：マコンブ、ナガコンブ、リシリコンブ、ホソメコンブ、カジメ、クロメ、ツルアラメ、アントクメ、アラメであった。これらの種類の配偶体へ寄生形態や寄生率は、ともにワカメの場合と全く相違はみられなかった。実験に供した海藻でワカメ壺状菌が寄生しなかった種類は：緑藻ではアナアオサ、リボンアオサ、ウスバアオノリ（葉体）、ミル（髄糸）；褐藻ではイシモズク、フトモズク、モズク、ハバノリ、セイヨウハバノリ、カヤモノ

表2. 壺状菌寄生と温度との関係

温度 (°C)	寄生率
10	24.1%
15	43.5
20	76.0
25	18.7
27	0

雌性配偶体で14日培養後

表3. 壺状菌寄生と塩分との関係

塩分 (%)	寄生率
14.5	12.9%
21.0	37.7
27.5	62.7
34.0	59.2

雌性配偶体で14日培養後

表4. 壺状菌寄生に及ぼす数種薬品の影響

薬品・濃度	寄生率
マラカイトグリーン 1 ppm	0.8%
メチレンブルー 1 ppm	7.0
ペニシリンG 250単位/ml	3.4
ストレプトマイシン 1 ppm	12.1
GeO ₂ 5 ppm	6.6
対 照	45.7

雌性配偶体で14日培養後

リ（配偶体）；紅藻ではスサビノリほかアマノリ数種、ウシケノリ（葉体）、ウミゾウメン、ミルノベニ（糸状組織）、ムカデノリ、ツルツル、オオムカデノリ、マツノリ（座組織）などであった。

考 察

ワカメ胞子体に寄生する壺状菌について、秋山¹⁾はその形態や芽落ち被害を報告している。また、養殖ノリの病気としてアマノリ属の葉体に寄生する壺状菌が知られており⁴⁻⁸⁾、それについては多くの研究がある。秋山は、ワカメの寄生菌を、遊走子の詳しい観察はしていないが、ノリの壺状菌と同属の *Olpidiopsis* の1種とみなした。本研究では、配偶体寄生の菌体から放出された遊走子で、2鞭毛を持つことが確認された。秋山や本研究の結果から、ワカメに寄生する壺状菌は、宿主細胞の内部寄生であること、菌糸をださず菌体そのまま遊走子囊になること、遊走子放出口に蓋がないこと、また長短2鞭毛を腹生することなどが判明した。これらの特徴から、ワカメ壺状菌は *Lagenidiales* の *Olpidiopsis*⁹⁾ に属すると考えられる。

このワカメ壺状菌は、九州西岸で養殖ワカメや天然のワカメに寄生していたが、とくに集約的に栽培される養殖ワカメでは普通にみられ、天然では内湾の潮流の停滞する所でみられた。ただ、九州西岸では東北地方でみられたような幼芽期の寄生はほとんどみられず、寄生が多くなるのは2～4月であった。しかし、胞子体への寄生は比較的になく、表皮細胞の2%以下であって、このためにワカメ養殖に被害を及ぼすとは考えられない。また、ワカメ葉体では葉先のみによく寄生するが、別種のノリの壺状菌でも同様の傾向が知られている。ワカメ壺状菌は、野母港内の養殖試験中のアラメ、ツルアラメ、アントクメの葉体にもごく少数寄生したが、マコンブに

は寄生しなかった。このことは、表皮の細胞壁の厚さや硬さに関係があるのかもしれない。天然でコンブ目の他の種類への寄生は、それらの産地で今後の調査が必要である。

一方、配偶体への寄生は激烈であり、多くの感染実験で接種2週間後には全細胞の50%以上が冒された。ワカメ配偶体は雌雄で枝の太さが異なり、太い雌性配偶体で壺状菌の寄生が多かったが、菌種の違うノリ壺状菌でも細胞の太い殻胞子囊枝によく寄生する同様の現象がみられる。このことは、遊走子が附着し宿主細胞に菌体を成長させるのに、宿主の細胞内容の多少と関係するののかも知れない。

感染実験の結果をみると、温度では15～20℃で寄生が多く、27℃では感染しなかった。また、塩分では21～34%で寄生が多かった。しかし、水温・塩分ともかなり広範囲で本菌は寄生するようである。また、培養液に数種の薬品を添加して感染実験をした結果、マラカイトグリーンとペニシリンGで寄生が抑制された。ワカメ壺状菌は、コンブ目の多くの配偶体にワカメと同程度の寄生率で感染したが、実験に供した他の多くの海藻への感染はみられなかった。本菌は、同属と考えられるアマノリの壺状菌とよく類似しているが^{5,6)}、ノリ葉体や糸状体には感染しないので、両者は別種とみなされる。

要 約

1. 九州西岸産のワカメ葉体には、東北地方で発見されたワカメ壺状菌が寄生する。その寄生は養殖ワカメや潮流の停滞する所の天然ワカメで多かった。
2. ワカメ壺状菌は、野母港内で養殖したアラメ、ツルアラメ、アントクメの胞子体にも寄生したが、ワカメに比べ寄生数は少なかった。
3. 本菌は培養配偶体に容易に感染し、その形態は宿主細胞と同じ筒形であった。遊走子は長卵形で長短2鞭毛を腹生する。
4. マコンブをはじめコンブ目の他の多くの種類の配偶体に、本菌はワカメと同程度の寄生率で感染した。しかし、養殖ノリの葉体や糸状体には感染せず、ワカメとノリの壺状菌は別種とみなされる。

文 献

- 1) 秋山和夫：ワカメの壺状菌病、特に芽落ちとの関連について、東北水研研究報告、37,43-48 (1997)。
- 2) W. Wittmann : Aceto-iron-haematoxylin-chloral hydrate for chromosome staining. *Stain. Teck.*, 40, 161-164 (1965)。

- 3) 微生物研究法懇談会：微生物学実験法、講談社、東京、p.444 (1975).
- 4) 新崎盛敏：アマノリ類に寄生する壺状菌について、日水誌、**26**,543-548 (1960).
- 5) 右田清治：養殖アマノリの壺状菌病について、長崎大学研究報告、**28**,131-145 (1969).
- 6) 右田清治：壺状菌病、「のりの病気」(日本水産学会編)、恒星社厚生閣、東京、p.p.12-20 (1973).
- 7) 切田正憲・安部 昇・本田清一郎：ノリ壺状菌病の生理・生態－Ⅱ、福岡有明水試研究業務報告(昭和52年度) 19-33 (1979).
- 8) 切田正憲：ノリ壺状菌病の生理・生態－Ⅲ、同誌(昭和54年度)、27-45 (1981).
- 9) F.K.Sparrow, Jr. : Aquatic Phycomycetes. 2nd. ed. Leiden. p. 982 (1960).

八代・芦北・水俣地域におけるヒラメの放流効果

梅本敬人, 平田郁夫, 宮本雅晴

The Stocking Efficiency for Japanese Flounder off the Coast of Yatusiro, Asikita and Minamata in Kumamoto Pref.

Takato Umemoto, Ikuo Hirata* and Masaharu Miyamoto

キーワード：ヒラメ、放流効果、混獲率

熊本県ではヒラメ *Paraichthys olivae* 人工種苗の放流は1976年から始まり、熊本県栽培漁業協会の発足もあり、1993年度には74万尾¹⁾を放流するに至った。

また、ヒラメ放流技術開発事業による成果を踏まえて、国庫の補助を受け、1990年度から八代・芦北・水俣地域を対象に栽培漁業事業化促進事業が開始された。当事業の実施期間は5カ年であり、事業実施終了後、この地域でのヒラメ栽培漁業の効果的発展、また他地域における栽培漁業定着の一助とするため、1990～1993年のデータを用いて、ヒラメ種苗の放流効果を試算したので報告する。

材料及び方法

市場調査 市場調査は不知火水産業指導所、熊本県栽培漁業協会及び地元漁業者の協力を得て、八代魚市場、日奈久漁協、田浦漁協、芦北漁協、津奈木漁協及び新水俣魚市場の6カ所で、月1回の全数調査を原則として行った。測定項目は既報¹⁾により全長、体重、体色異常及び鰭カット等の標識の有無とし、1990年1月～1993年12月の調査データを使用した。

各市場における測定尾数を表1に示した。

表1 市場調査測定尾数(尾)

市場	1990年	1991年	1992年	1993年
八代魚市場	910	419	498	342
日奈久漁協	57	144	1,097	192
田浦漁協	563	686	1,420	276
芦北漁協	1,670	410	371	123
津奈木漁協	228	168	99	47
新水俣魚市場	497	348	1,245	220

放流魚の識別 天然魚と放流魚の識別は、標識の有無及び体色異常を用いた。すなわち、標識、有眼側体色異常及び無眼側体幹部体色異常を有する個体、そして、図1

に示したパターンの++以上に該当する個体を放流魚とした。

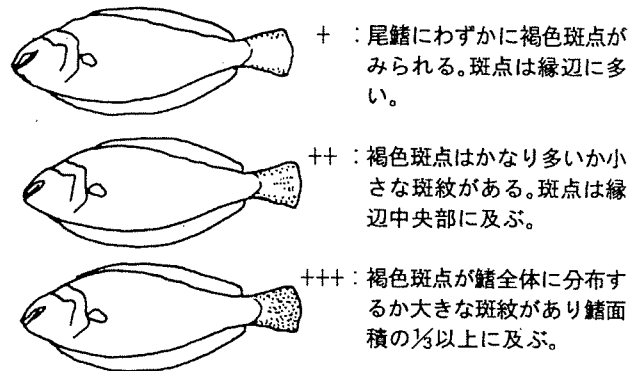


図1 尾鰭部色素異常パターン

混獲率 混獲率の推定は、広域資源培養管理対策推進事業²⁾で定めた種々のパラメータを用いて、天然魚と放流魚に分けて、図2に示した方法で年別市場別に行った。

なお、パラメータのヒラメ加入月は3月であるが、計算は年別に行った。

市場調査結果(全長組成)

↓ 全長別雌雄比

雌雄別全長別推定調査尾数

↓ AGE-LENGTH-KEY

年齢別雌雄別全長別推定調査尾数

↓ 雌雄別全長・体重関係式

年齢別雌雄別全長別推定調査重量

↓ 農林水産統計年報

年齢別雌雄別全長別漁獲量

↓ 雌雄別全長・体重関係式

年齢別雌雄別全長別漁獲尾数

図2 混獲率推定フロー

*現水産振興課

事業効率 事業効率の試算には、前記「混獲率」の項で導いた各地区の各年における年齢別放流魚の漁獲量と、表2に示した単価を乗じて回収金額を算出した。

0歳		1歳		2歳		3歳以降	
2,000	3,000	4,000	4,500	4,000	4,500	4,000	4,500

結果及び考察

混獲率 表3に各市場の推定漁獲尾数を合計して算出した混獲率を示した。4カ年の集計結果では、各年齢における混獲率は安定している傾向にあり、ヒラメ種苗は順調に資源添加されていると考えられる。

また、混獲率は加齢と共に高くなる傾向を示しているが、このことは、放流種苗の生残率が天然魚のそれと比較して遜色のないものであり、中間育成及び放流が適正に行われているためと推察される。

事業効率 表4に当該地域における放流魚の推定回収状況を示した。これによれば、1990年放流群は1993年までの4カ年で回収率が5.1%、回収金額は34,682千円である。また、1990年の放流経費は種苗代金9,488千円、施設整備費（海上生簀等、償却期間5年）2,853千円、そして中間育成経費（餌料費等）1,290千円で、計13,631千円であり（人件費は含まない）、種苗放流後およそ2カ年で放

流経費を回収していたものと思われる。さらに、年齢別単価を0歳—1,000円/Kg、1歳—1,500円/Kg、2歳以降—3,000円/Kgとすれば、およそ2カ年半で放流経費を回収していたことになる。

今後、事業効率の向上には、中間育成時には経費の削減と生残率向上、また漁獲時には体長制限等による回収金額の増加が必要と考えられる。

要 約

- (1) 八代・芦北・水俣地域におけるヒラメの放流効果を推定した。
- (2) 漁獲されたヒラメの各年齢における混獲率は安定している傾向にあり、ヒラメ種苗は順調に資源添加されていると考えられた。
- (3) 1990年放流群は4カ年で回収率が5.1%、回収金額は34,682千円と推定された。
- (4) 1990年放流群では、およそ2カ年で放流経費を回収していたものと思われた。

文 献

- 1) 熊本県：昭和59年度放流技術開発事業報告書（ヒラメ班），253-254(1985)。
- 2) 九州西ブロック熊本県：熊本県広域資源管理推進指針，19-30(1992)。

表3 年齢別混獲率

年 齢	1990年			1991年			1992年			1993年			計		
	放流(尾)	天然(尾)	混獲率	放流(尾)	天然(尾)	混獲率	放流(尾)	天然(尾)	混獲率	放流(尾)	天然(尾)	混獲率	放流(尾)	天然(尾)	混獲率
0	4,106	6,484	38.8%	2,369	5,717	29.3%	2,677	6,298	29.8%	4,719	9,970	32.1%	13,871	28,468	32.8%
1	6,594	11,332	36.8%	3,497	8,315	29.6%	5,262	10,441	33.5%	8,126	8,931	47.6%	23,480	39,019	37.6%
2	2,157	3,036	41.5%	1,173	2,507	31.9%	3,222	6,228	34.1%	1,571	2,018	43.8%	8,122	13,788	37.1%
3	618	724	46.0%	307	576	34.8%	927	1,734	34.8%	448	495	47.5%	2,299	3,529	39.5%
4	219	253	46.4%	107	203	34.5%	322	619	34.2%	161	174	48.0%	808	1,249	39.3%
5	72	68	51.6%	32	66	32.4%	110	200	35.6%	61	52	53.9%	276	386	41.7%
6	5	2	68.9%	1	6	8.8%	2	3	39.5%	8	2	77.1%	15	13	53.2%
計	13,770	21,899	38.6%	7,485	17,389	30.1%	12,522	25,522	32.9%	15,093	21,642	41.1%	48,871	86,453	36.1%

表4 放流魚の推定回収状況

	1990年	1991年	1992年	1993年	計	放流尾数
1990年放流群再捕尾数(尾)	4,106	3,497	3,222	448	11,273	219,003
1991年放流群再捕尾数(尾)		2,369	5,262	1,571	9,202	163,617
1992年放流群再捕尾数(尾)			2,677	8,126	10,802	159,300
1993年放流群再捕尾数(尾)				4,719	4,719	290,100
1990年放流群漁獲量(Kg)	972	2,760	5,116	888	9,735	
1991年放流群漁獲量(Kg)		560	4,308	2,302	7,170	
1992年放流群漁獲量(Kg)			634	6,192	6,826	
1993年放流群漁獲量(Kg)				1,126	1,126	
1990年放流群回収金額(千円)	1,943	8,279	20,462	3,998	34,682	
1991年放流群回収金額(千円)		1,120	12,924	9,208	23,252	
1992年放流群回収金額(千円)			1,268	18,576	19,844	
1993年放流群回収金額(千円)				2,252	2,252	

1994年に楠浦湾に発生した *Heterocapsa circularisquama* 赤潮の 消長と日周変化について

吉田雄一・宮本政秀

Growth of *Heterocapsa circularisquama* Population in Kusuura Bay and
variation of diurnal motion of Red Tide in 1994

Yuichi Yoshida · Masahide Miyamoto

キーワード：赤潮、ヘテロカプサ

1994年初秋に熊本県の天草に位置する楠浦湾全域で *Heterocapsa* 属の一種（以下 *Heterocapsa circularisquama* と称する）による赤潮が発生し、養殖中のアコヤガイ、アサリが大量にへい死した。

本種によると思われる赤潮は、これまでに高知県浦ノ内湾（1988年）や福岡県福岡湾（1989年）で記録され¹⁾、それぞれの湾でアサリを中心とした二枚貝のへい死が確認されている。また、三重県英虞湾（1992年）²⁾でも夏季から秋季の長期にかけて発生し、アコヤガイをへい死させ多大な漁業被害をもたらしている。松山らは英虞湾における *Heterocapsa circularisquama* 赤潮について、発生と気象・海況との関連やアコヤガイへい死の特徴について報告している。石村は

Heterocapsa circularisquama のアコヤガイに対する毒性試験を行っている³⁾。

熊本県における本種の発生はこれまで例はなく、アコヤガイなどに漁業被害をもたらしたことから、その発生状況を追跡するとともに、日周運動や水質の変化、漁業被害について調査した。

方 法

1. *Heterocapsa circularisquama* の水平分布と気象・海象

楠浦湾は天草上島と天草下島に囲まれ、面積11.4 km²、最大水深25mの内湾である。北側は本渡の瀬戸を通じて有明海に、南側は八代海に連絡している。南北両湾口部の幅は狭く、外海と湾内の海水交換が極めて悪い閉鎖的な湾である。この湾の東および南東側では真珠養殖業、中央および南側で魚類養殖が盛んである。干潟域では小規模であるがアサリの採貝漁業が営まれている。

Heterocapsa circularisquama の調査は、赤潮の発生があった9月6日はSt.Aの1点であるが、その後、9月13日から9月26日までは図1の17定点について計7回行った。採水は午前中に表層水をポリ容器に入れて持ち帰り、直ちに顕微鏡下で生細胞を計数した。計数は試水1 mlについて2回計数し、その平均値を細胞密度とした。細胞密度が高く計数が困難な試料については、適宜希釈して計数を行った。

水温は、湾中央部のSt.Aにおいて、6月24日から9月28日までほぼ1週間おきにバンドーン採水器により採水し、棒状水銀計で表層、底層について測定した。

赤潮発生期の気象観測データ（降水量、風向、風速）は楠浦湾にもっとも近い本渡市の地域気象観測所（アメダス）で観測されたデータを使用した。

なお、調査定点および気象観測所の位置は図1に示した。

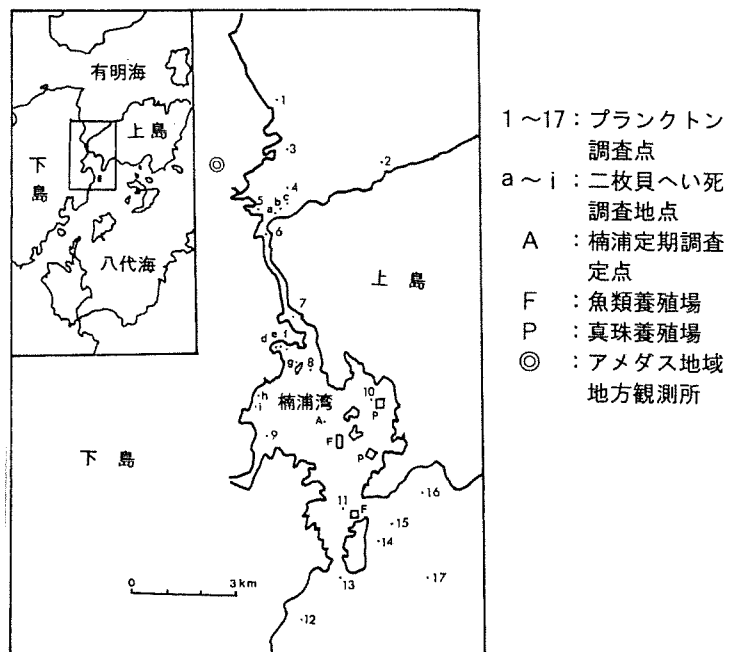


図1 調査点

2. *Heterocapsa circularisquama* 赤潮の24時間の鉛直分布および水質の変化

9月22日午前11時から翌日の午前10時にかけて湾中央部のSt.Aで行った。調査は、1時間毎に0m、3m、6m、9m、12m、15mおよび底層（海底から1m上層）の計7層において海水をバンドーン採水器を用いて採水し、500ml、100mlの2個のポリ容器に入れた。採水と同時に水温、透明度（夜間を除く）およびウィンクラ法により溶存酸素を測定した。採水後直ちに現場近くの養殖漁業者の研究室において100mlのポリ容器の海水中の*Heterocapsa circularisquama*の細胞密度を顕微鏡下で計数した。計数は試水1mlについて2回計数した。また、500mlポリ容器の海水はワットマンGF/Cろ紙により吸引ろ過し、100mlをビーカーにとりpHはpHメーター（HORIBA F-12）で直ちに測定し、残りは直ちに凍結処理して保存し、後日アンモニア態窒素量（インドフェノール法）、硝酸態窒素量（カドミウム-銅カラム法）、亜硝酸態窒素量（N-（1-ナフチル）-エチレンジアミン法）、リン酸態リン量（改良ドニゼ法）を分析した。また、pHを測定した100mlポリ容器の海水は、密封し後日、塩分を塩分計（鶴見精機DIGI-AUTO MODEL3-G）で測定した。

3. 漁業被害

アコヤガイのへい死状況については、業者から聞き取りまとめた。また、アサリ等のへい死状況については、9月19日の干潮時に図1に示した9地点において熊本県天草水産業指導所、本渡市漁業協同組合の職員が25cm×25cmの枠取り調査を行い、枠内のアサリのへい死率を求めた。その際に他の2枚類の生死についても調べた。

結果および考察

1. *Heterocapsa circularisquama* 赤潮の水平分布の推移

楠浦湾周辺海域における*Heterocapsa circularisquama*赤潮の水平分布の経時変化を図2に示した。

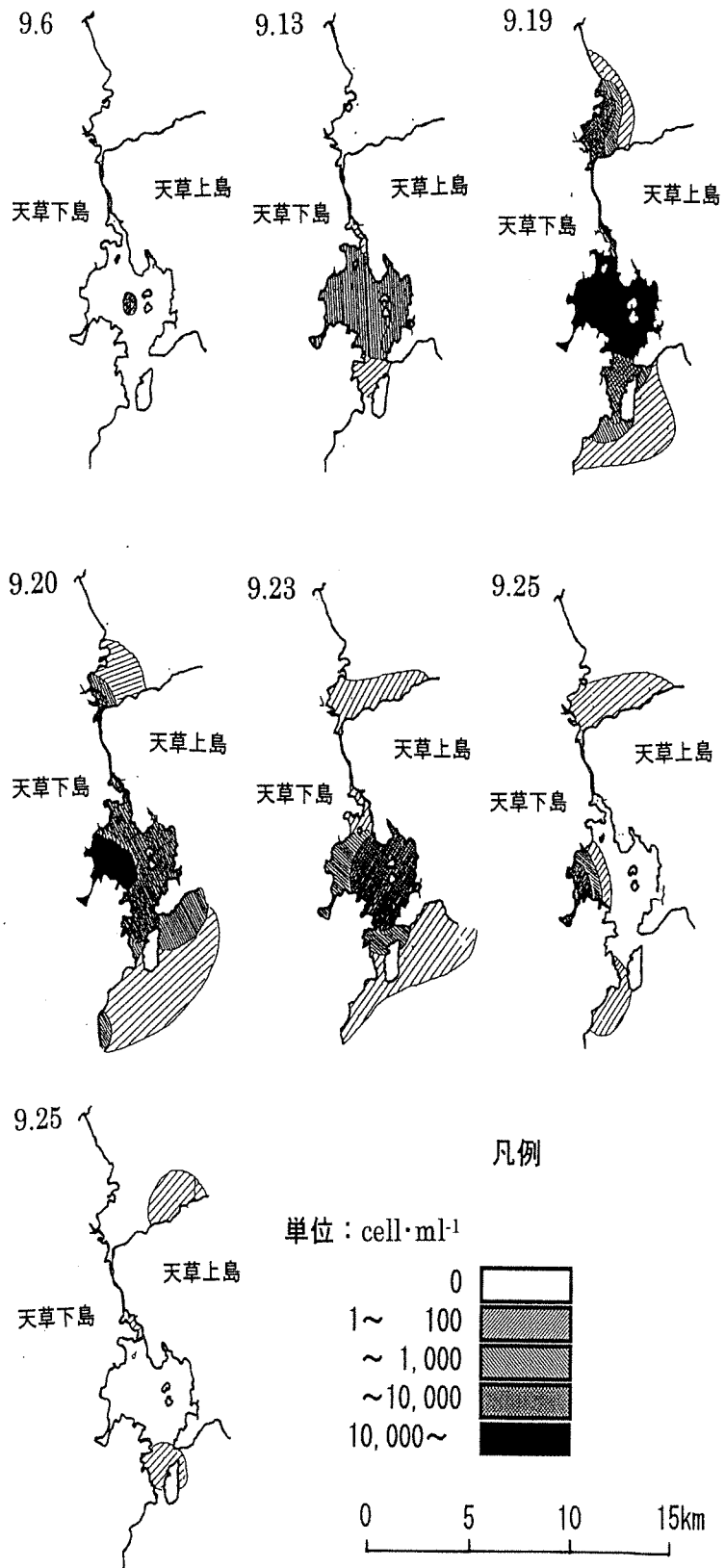


図2 *Heterocapsa circularisquama*. 赤潮の分布

本種は、9月6日に湾中央の一部で1,000細胞/mlの赤潮状態として観察され、9月13日は湾全体に拡大し、北東部に濃密域を形成した。9月19日は、南の八代海側や北の有明海側の周辺海域に拡大し、湾中央部のSt. Aでは期間中最大の細胞密度25万細胞/mlが確認された。このころが赤潮のピークであると思われた。9月20日には西側に濃密な海域があるものの前日に比べ細胞密度は低くなっており、9月23日には1万細胞を越える海域はみられなかった。9月26日には湾内の一部(St. 11)と南部(St. 15)、北部(St. 2)海域にml当たり数細胞確認される程度になり、*Heterocapsa circularisquama* 赤潮は終息した。

2. 気象・海象

St. Aの表層および底層における水温の変化を図3に示した。

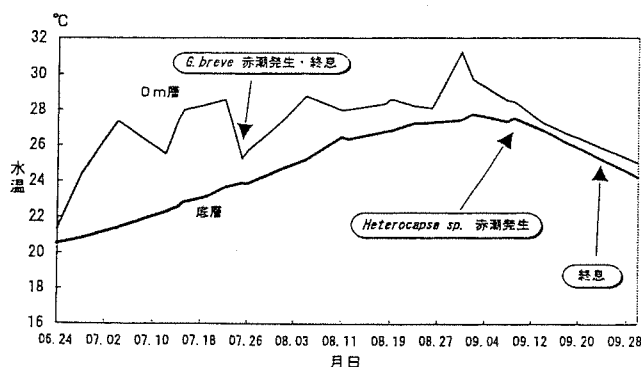


図3 楠浦湾中央部における水温の変化

6月24日から水温の躍層が形成されていたが、8月25日に1回目の水温躍層の崩壊がみられた。その後再び躍層が形成されたが、*Heterocapsa circularisquama* 赤潮が発生した9月6日頃に2回目の水温の躍層の崩壊がみられた。

この躍層の崩壊は、8月9日~16日にかけて平均風速3m/s以上の強い風によると思われ、その間の最多風向は南南西であった⁴⁾。

Heterocapsa circularisquama の赤潮発生と要因については、降雨および強風による海水の攪拌と降雨による栄養塩類の供給が示唆されているが⁵⁾、この風によって楠浦湾においては、湾の地理的条件から南北方向の風で海水の攪拌が起り、躍層が崩壊したものと思う。躍層の崩壊によって海底泥の巻き上げが起り栄養塩類等が供給され、*Heterocapsa circularisquama* 赤潮が形成されたと推察され、英虞湾での発生例と類似している。

3. *Heterocapsa circularisquama* 赤潮の24時間の

鉛直分布および水質の変化

24時間連続観測時における細胞密度の経時変化を図4に示した。表層の細胞密度は12時から15時までは25,000細胞/ml以上と多く、16時以降から翌朝11時では数千細胞/mlで推移した。

底層は11:00~17:00までは百個/ml以下であったが18:00~22:00は数千~5千細胞/mlと若干増加したが23時以降は低い値を示した。

日中の*Heterocapsa circularisquama* の浅深分布について、楠浦湾と英虞湾の例と比較してみると、英虞湾の例と比較してみると、英虞湾では夏季に水深1m、秋季に水深5mで細胞密度が高くなっているが、本調査においては、表層に多かった。

夜間の細胞密度の計数については、楠浦湾の例しかないが、表層、3m、6m、9m、12m、15m、底層について、顕著な差がなく、数千細胞/ml程度で推移した。夜間には表層から底層まで拡散する現象が見られた。

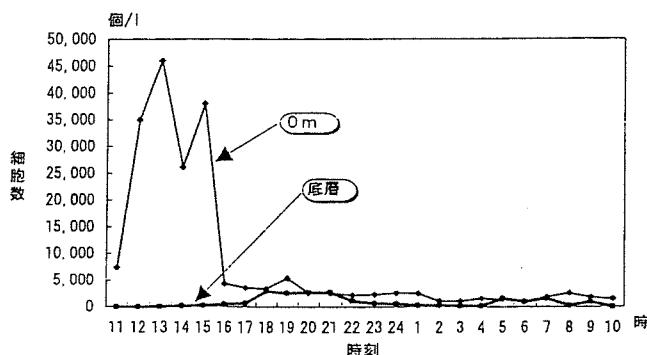


図4 *Heterocapsa circularisquama*. 細胞数の経時変化

pHの水深別24時間観測結果を図5に示した。

表層で細胞数が多い12時から15時までは表層で8.8以上と高い傾向を示した。その後18時から翌朝10時までは8.4~8.5の間で推移した。底層で、8.3~8.5の間で推移した。別途当センターが実施している同海域調査の平年値と比較すると約0.2高い値を示していた。

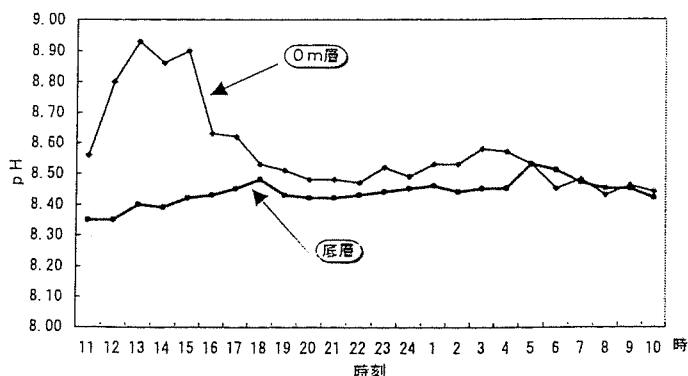


図5 pHの経時変化

溶存酸素量の水深別24時間観測結果を図6に示した。表層の12時~15時が最も高く11mg/ℓ以上の値を示し、13時に最高値14.7mg/ℓとなった。表層のそれ以降の時間帯および底層では6mg/ℓ前後であった。

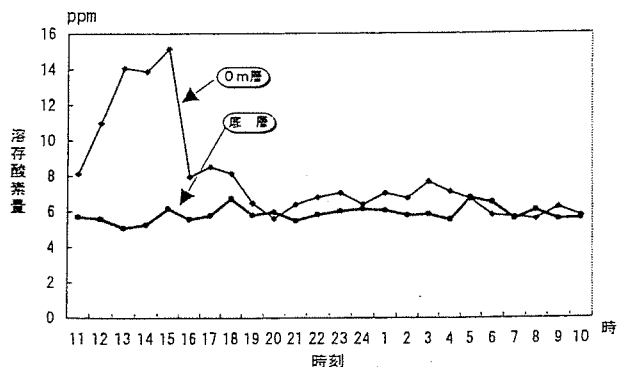


図6 溶存酸素量の経時変化

透明度の観測結果を図7に示した。細胞密度が高くなる12~15時に透明度は最も低く0.7~0.9mであった。その後16~18時に再び高くなり、翌日は2.0m前後になった。

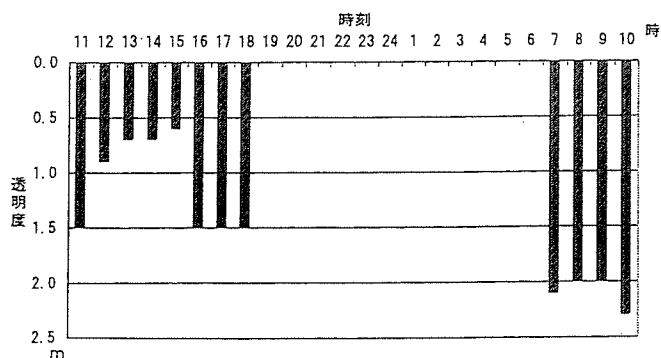


図7 透明度の経時変化

アンモニア態窒素量の水深別24時間観測結果を図8に示した。13~21時の6~12m層で高く、1時頃は全層で低くなり、7時頃にもう一つのピークがみられた。

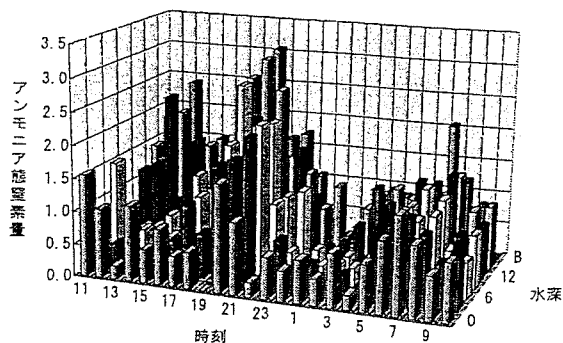


図8 アンモニア態窒素の水深別経時変化

硝酸態窒素量の水深別24時間観測結果を図9に示した。午前11時では9mより深い層では比較的高い値を示したが、0~6m層では、13~17時にかけてと夜間2時、3時に若干低い傾向を示した。

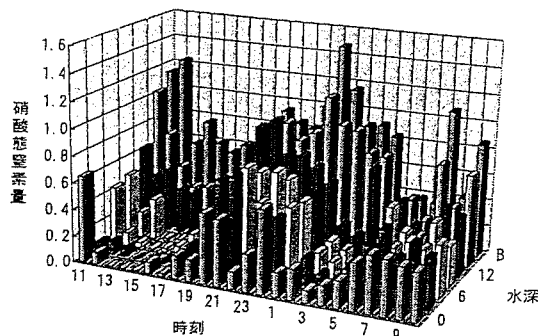


図9 硝酸態窒素の水深別経時変化

亜硝酸態窒素量の水深別24時間観測結果を図10に示した。

11時の9mより深い層で比較的高く、0~6m層では、13~17時にかけて低いなど、ほぼ同様の傾向を示した。

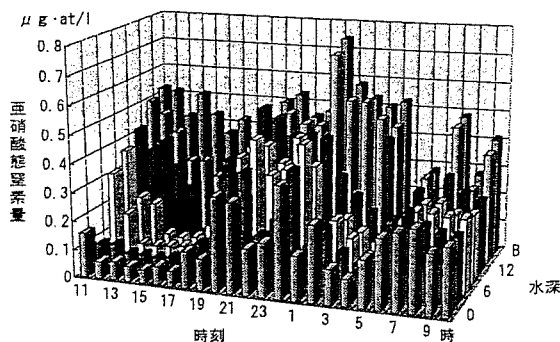


図10 亜硝酸態窒素の水深別経時変化

リン酸態リン量の水深別24時間観測結果を図11に示した。12時~15時の0~3m層が極端に高く、3~9m層で低い値を示した。夜間1時~6時にかけて、0~12m層で値を示した。

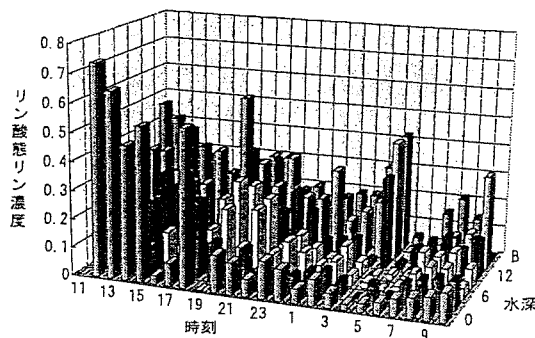


図11 リン酸態リンの水深別経時変化

4. 漁業被害等

アコヤガイのへい死率は表1に示すように母貝で48.4～69.2%、平均66.2%、挿核したクロ貝で60.0～100%、平均65.4%であった。

アコヤガイの母貝の*Heterocapsa circularisquama* 赤潮によるへい死状況については、英虞湾の夏季の発生では30～60%となっており、楠浦湾と類似している。

なお、熊本県では1967年の夏季～秋季に県下各地でアコヤガイの異常へい死が確認され、6億円もの被害を与えている。へい死原因については不明であるが、今回のような赤潮の形成は確認されていない⁶⁾。

表1 *Heterocapsa circularisquama* 赤潮によるアコヤガイのへい死状況

	区分	年令(才)	へい死率(%)
母貝	A例	2	48.4
	B例	2	69.2
	全体		66.2
クロ貝	C例	1～2	60.0
	D例	2	60.0
	E例	2	100.0
	全体		65.4

アサリのへい死率は表2に示すように54.0～94.4%、平均69.6%であった。

表2 *Heterocapsa circularisquama* 赤潮によるアサリ等のへい死状況

場所	1994/9/19調査			その他のへい死貝類
	アサリ	その他のへい死貝類		
	生貝	死貝	へい死率(%)	
a	2	34	94.4	マガキ、マテガイ、シオフキ、ツメタガイ、アコヤガイ
b	23	27	54.0	
c	5	16	76.2	
d	2	18	90.0	ホトトギス、ムラサキガイ、シオヤガイ
e	4	11	73.3	
f	1	14	93.3	
g	33	48	59.3	
h	8	17	68.0	マテガイ、カガミガイ、ツメタガイ、シオフキ
i	21	42	66.7	
計	99	227	69.6	

アサリの他にマガキ、マテガイ、シオフキ、ツメタガイ、ホトトギス、シオヤガイ、カガミガイなどの二枚貝類のへい死の他に、ツメタガイなど巻貝のへい死も確認された。一方、*Heterocapsa circularisquama* 赤潮が養殖魚類に対する影響は、溶存酸素を供給してブリやマダイなどの摂餌行動が活発となったという報告はあるが、へい死などの被害はみられなかった。

謝 辞

本報をとりまとめるにあたり、*Heterocapsa circularisquama* 同定にご尽力を賜った水産庁養殖研究所の本城凡夫博士、南西海区水産内田卓志博士に感謝いたします。またアサリ等の被害調査に協力頂いた本渡市漁業協同組合の職員および研究室を提供して頂いた株式会社ブリミーの濱忠臣氏に厚く御礼を申し上げます。

文 献

- 1) 山本千祐、田中義興：福岡湾で発生した2種類の有害赤潮プランクトンについて、福岡県水産試験場報告、16,43-44 (1990)。
- 2) 松山幸彦、永井清仁、水口忠久、藤原正嗣、石村美佐、山口峰生、内田卓志、本城凡夫：1992年に英虞湾において発生した*Heterocapsa* sp.赤潮発生期の環境特性とアコヤガイへい死の特徴について、日本水産学会誌、61,35-41 (1995)。
- 3) 石村美佐：アコヤガイの*Heterocapsa* sp.に関する予備試験、全真連技術研究会報第9号、29-31 (1993)。
- 4) 熊本气象台：熊本県気象月報、平成6年8月、9月、(1994)。
- 5) 本城凡夫：博多湾における赤潮発生機構に関する研究、4、赤潮発生期の内湾環境と発生要因、東海区水産研究所報告、79,77-121 (1974)。
- 6) 浜田盛治、尾脇満雄：昭和42年夏～秋期における真珠貝異常へい死について、昭和42年度熊本県水産試験場研事業告、158-186 (1968)。

ムラサキウニの輸送方法に関する研究

山下幸寿*・松岡良三**

Studies on Transportation Method of Sea
urchin *Anthocardis crassispina* (A. Agassiz)

Yukihisa Yamashita* and Ryouzou Matsuoka**

キーワード：鮮度保持、ムラサキウニ、輸送

本県では、クルマエビ、ガザミ等の高級魚介類が東京、大阪等へ航空便で生きたまま輸送されている。しかし、航空機の利用は経費がかさむことから、古庄らはクルマエビ¹⁾²⁾³⁾⁴⁾⁵⁾について、筆者らはガザミ⁶⁾について輸送方法の改善に関する研究に取り組んできた。

最近、ウニ類は生での需要が高まり、寿司のネタや殻付で料亭などで高級食材として利用されている。しかし、本県では天草を中心に約300トンが年間漁獲されているが、主に塩ウニなどの加工用に利用されており、その価格は必ずしも高くない。

そこで、ウニ類の価格向上を図るため、本県で代表的ウニであるムラサキウニを用いて、生きたままでの輸送方法に関する試験を実施したので報告する。

材料および方法

供試生物 試験に用いたムラサキウニは、天草郡五和町地先で潜水により漁獲されたもので、漁獲後、水産研究センターに移送し、円形ポリカーバネート2kℓ水槽に収容し、ワカメ等の海藻類を与えて予備飼育した。試験に用いたムラサキウニの殻の直径は4.5cm～5.0cmであった。飼育期間中の水温は11.5℃～20.6℃であった。

最適保蔵温度 恒温室で2℃、8℃、11℃および15℃の試験区を設定し、6ℓ容ポリプロピレン製容器にウニ全体が海水に浸るようにウニ重量の5倍量の海水を入れ、1区あたり10個体のムラサキウニを収容した。試験期間中は開放状態とし、無通気で1日に1回換水した。

ウニの生死の判定と活力の測定は、低温状態では判定

が困難であったので、室温の海水に戻し、活動の有無により判定した。

最適海水量 11℃の恒温室中で上述の6ℓ容器内にウニ5個体を収容し、ウニ重量の5倍、4倍、3倍、2倍同量の海水および無海水の6区を設定し、48時間後までの活力と生残状況を判定した。なお、試験期間中は開放状態とし、通気、換水を行わなかった。

密封条件と開放条件 収容海水量を減少し、輸送重量の低減のため、海水区と無海水区において密封状態と開放状態での比較を行った。各試験区には10個体のウニを用い、温度は11℃とした。密封区はビニール袋を用い、ウニ1kg当たり100ℓの酸素または空気を封入し、ウニ重量の2倍量の海水を入れた区と無海水区を設けた。また、開放区は6ℓ容器に2倍量海水区と無海水区を設けた。

空気封入量 ウニ1kg当たり6ℓ、11ℓ、21ℓおよび48ℓの空気を封入したビニール袋にウニ5個体を収容し、11℃で48時間後までの活力と生残状況を調べた。対象区として開放区を設けた。

また、6ℓ容器に5個体(重量:320g)のウニを収容し、無海水で密封状態とし、温度10℃と20℃で72時間後までの容器中の酸素および炭酸ガス濃度を検知管法により測定した。

試験輸送 室内実験の結果に基づき、実際に天草から東京までの試験輸送を実施した。試験区にはウニ1kg当た

*熊本県有明水産産業指導所 (Kumamoto Prefectural Ariake Institute of Fisheries)

**熊本県保健環境科学研究所 (Kumamoto Prefectural Institute of Public Health and Environmental Science)

り6ℓの空気を封入したビニール袋にウニ5個体を収容した。対象区は前途の6ℓ容器にウニ5個体を収容し開放状態とし、宅配便で東京まで輸送した。なお、宅配便では室内実験の最適温度である11℃に設定することができないので、気温が10℃前後である2月に試験を実施した。

結果および考察

最適保蔵温度 結果を表1に示した。2℃区では短時間で全個体へい死し、15℃区では64時間後に全個体へい死した。8℃区では48時間以降トゲが抜ける現象が観察され、活力が低下した。これに対し、11℃区では72時間後も活力を維持し、11℃付近に最適温度があると考えられた。

表1. 保蔵温度と活力、生存状況の関係

経過時間	2℃	8℃	11℃	15℃
16時間	×	○	○	○
24時間		○	○	○
40時間		○	○	○
48時間		△	○	○
64時間		△	○	×
72時間		△	○	

○：活力が高い
△：トゲ抜けなど活力が低い
×：へい死

最適海水量 結果を表2に示した。ウニ重量当たり3倍量以上の海水区では48時間後も活力を維持したが、無海水区および2倍量以下の海水区では40時間後にトゲが抜けるなど活力が低下し、48時間後には全個体がへい死した。この原因は乾燥、水質悪化等が考えられるが、4倍量以下の海水で殻の上部が水面上に露出しており、ウニの肛門も水面上にあるため、排泄物による水質の変化は考えにくい。

表2. 海水量と活力、生存状況の関係

経過時間	5倍	4倍	3倍	2倍	1倍	なし
16時間	○	○	○	○	○	○
24時間	○	○	○	○	○	○
40時間	○	○	○	△	△	△
48時間	○	○	○	×	×	×

○・△・×：表1と同じ。

密封条件と開放条件 結果を表3に示した。密封区では48時間まではへい死がなかった。開放区では表2の結果と同じく48時間後には全個体へい死した。

この結果から、酸素または空気を封入し、密封すれば海水が必要ないことが判明したが、その理由は密封状態にすることによりウニ自身が持つ水分で袋内の湿度が保たれ、ウニの乾燥が防がれていることによると考えられる。

表3. 密封・開放条件と活力、生残状況の関係

区	密封区			開放区	
	酸素		空気		
ガス種類	2倍量	無海水	無海水	2倍量	無海水
海水量					
16時間	○	○	○	○	○
24時間	○	○	○	○	○
40時間	○	○	○	△	△
48時間	○	○	○	×	×

○・△・×：表1と同じ

表4. 空気封入量と48時間経過後の生残状況

封入量	48ℓ/kg	21ℓ/kg	11ℓ/kg	6ℓ/kg	開放区
生残状況	○	○	○	○	×

○・×：表1と同じ。

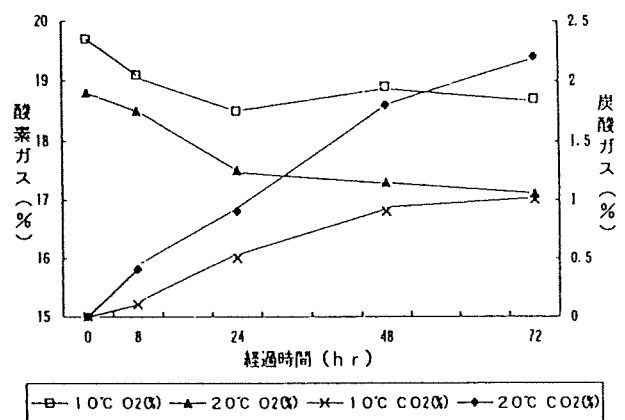


図1. ウニ保蔵中の酸素及び炭酸ガス濃度の変化

空気封入量 活力と生残状況を表4に示した。ウニ1kg当たり6ℓ～48ℓの空気封入量の範囲では48時間後にへい死はなく、活力に変化もなかった。

また、図1に保蔵中の酸素及び炭酸ガス濃度の変化を示した。容器中の酸素濃度は72時間後まで穏やかに減少し、10℃の方が20℃よりも減少はわずかであった。炭酸ガス濃度は72時間後には10℃では1.0%、20℃では2.3%に増加した。

実験期間中の酸素濃度の減少をすべて、ウニによる消費と仮定すると1時間当たりの酸素消費量は10℃では2.6cc/ウニ1kg/時間、20℃では5.2cc/ウニ1kg/時間となり、ウニの酸素消費量からみても試験区で最低の空気封入量の6ℓ/kgでも48時間であれば十分に酸素量は確保されている。

試験輸送 宅急便で東京まで要した時間は40時間であり、対象区のウニは全てへい死していたが、試験区のウニは室内実験結果と同様に全て生存しており、活力が高く、海水に戻すと直ちに管足を動かした。

この結果から、温度条件11℃、ウニ1kg当たり6ℓの空気を封入した密封状態であれば、48時間以内ではムラサキウニの活力を十分に維持できることを確認した。

前報までに筆者らはクルマエビでは11℃⁴⁾、ガザミでは13℃⁶⁾が輸送の適温であることを明らかにしており、ムラサキウニとクルマエビ、ガザミとを混載することが可能である。しかし、実用化に際しては、密封容器の形状、材質、ウニ中の生殖巣の質、重量変化等についてさらに検討する必要があると考えられる。

要 約

1. ムラサキウニを活きたまま輸送する条件に関して試験を実施した。
2. ウニの輸送適温は11℃前後であった。
3. 空気を6ℓ/ウニ1kg封入した密封状態であれば、海水を用いなくても、48時間以内であれば十分にウニの活力を維持できた。
4. 2および3の条件で、天草から東京までの輸送試験を実施し、活力を維持した状態でウニの輸送に成功した。

文 献

- 1) 梅崎祐二・古庄真喜・石田宏一・本田 彰：熊本水研報、1,17-22 (1991)。
- 2) 古庄真喜・梅崎祐二・石田宏一・本田 彰：同誌、1,23-26 (1991)。
- 3) 古庄真喜・梅崎祐二・石田宏一・本田 彰：同誌、1,27-32 (1991)。

- 4) 古庄真喜・梅崎祐二・石田宏一・本田 彰：同誌、1,33-38 (1991)。
- 5) 古庄真喜・梅崎祐二・川崎信司・石田宏一・本田 彰：同誌、1,39-44 (1991)。
- 6) 松岡良三・山下幸寿：同誌、2,33-38 (1992)。

学会誌等への発表論文

1993年に西日本で発生した養殖クルマエビの大量死：発生状況および感染実験

中野平二・河邊 博・梅沢 敏・桃山和夫
平岡三登里・井上 潔・大迫典久
魚病研究、29 (2)、135-139 (1994)。

1993年に発生した養殖クルマエビの大量死について疫学的調査と感染実験を行った。大量死の発生は西日本の6県に及び、中国産種苗の輸入と密接に関連していた。病原体検査の結果、寄生虫や真菌は検出されず、一部に細菌が検出される個体もあったが、これらは本大量死の主原因とは考えられなかった。病死エビの磨砕る液接種により病気が再現さ。これらの結果からろ過性病原体が本大量死の原因であることが示唆された。

1993年に西日本で発生した養殖クルマエビの大量死：病理組織観察

桃山和夫・平岡三登里・中野平二
河邊 博・井上 潔・大迫典久
魚病研究、29 (2)、141-148 (1994)。

自然発症（中国産および日本産種苗とも）と実験感染個体との間に症状の差は特に認められなかった。病理組織学的には皮下組織をはじめとする中・外胚葉起源の様々な組織における種々の細胞の核の肥大と無構造化を伴う細胞の変性によって特徴づけられた。本疾病はクルマエビ類の新しい疾病であると考えられ、その原因としては濾過性病原体が疑われた。中国から着荷した梱包から直接採材された個体にも同様の病変が観察された。

1993年に西日本で発生した養殖クルマエビの大量死：電顕観察による原因ウイルスの検出

井上 潔・三輪 理・大迫典久・中野平二
木村武志・桃山和夫・平岡三登里
魚病研究、29 (2) 149-158 (1994)。

大量死したクルマエビの自然発症および実験感染試料の電顕観察により、いずれの個体からも、エンベロープを持ち、ヌクレオカプシッドが約 84×226 nmの桿状核内ウイルスが検出され、本ウイルスが死亡原因と考えられた。当該ウイルスは封入体を形成せず、核内で増殖することなどからゲノム核酸はDNAと考えられ、ビリオンの形態や大きさからバキュロウイルス科あるいはポリドナウイルス科に属する新しい病原ウイルスと推測された。

クルマエビの“RV-PJ”の診断方法

桃山和夫・平岡三登里・井上 潔
木村武志・中野平二
魚病研究、30 (4)、263-269 (1995)。

“RV-PJ感染症”の暗視野電顕微鏡による簡易診断ならびに透過電顕による確定診断法を検討した。暗視野では、ウイルス粒子は血リンパ中に約 $0.5 \mu\text{m}$ の多数の微粒子として観察され、胃上皮層の感染核は $10 \sim 15 \mu\text{m}$ の円形ないし楕円形の輪郭明瞭で無構造の白色物体として、電顕では、血リンパまたは胃上皮を材料としたネガティブ染色法により、ウイルス粒子は約 400×150 nmのビリオンまたは約 390×85 nmのカプシッドとして観察された。

養殖クルマエビの“RV-PJ感染症”原因ウイルスの精製

木村武志・中野平二・桃山和夫
山野恵祐・井上 潔
魚病研究、30 (4)、287-288 (1995)。

養殖クルマエビの“RV-PJ感染症”原因ウイルスを精製するため、実験感染個体の血液を用い25~50%ショ糖連続密度勾配中に明瞭なバンドが形成され、このバンドの電子顕微鏡観察により、大きさ約 400×150 nmの桿状のウイルスビリオンがほぼ純粋に観察され、ヌクレオカプシッドおよび空のカプシッドもみられた。このことから、連続密度勾配遠心法により、病エビ血液から“RV-PJ”をほぼ純粋に精製できることが明らかになった。

クルマエビ類の急性ウイルス血症 (PAV) の原因ウイルスPRDV (Penaeid rod-shaped DNA virus)

井上 潔・山野恵祐・池田訓茂・木村武志
中野平二・桃山和夫・小林 淳・宮嶋成壽
魚病研究、31 (1)、39-45 (1996)。

“RV-PJ”の形態とウイルス核酸の特性を検討した。ビリオンは桿状のヌクレオカプシッドとエンベロープで構成され、ゲノム核酸は分節のない163kbpの二本鎖DNAであった。これらの性状から、従来であれば“RV-PJ”はNudibaculovirinae亜科に属する。しかし、ウイルス分類国際委員会の分類表第6版(1995)は、本亜科のメンバーを未分類種にしている。従って分類が確定するまで、本ウイルス名としてPRDVを再提案する。また本症をPAVと呼称したい。

学会等における口頭発表

平成6年度日本水産学会春季大会

- 魚類養殖場の環境評価に関する研究Ⅰ 水質および底質の化学環境について
山野耕一・門谷 茂・堤 裕昭・河邊 博・宮原才郎・平田 満
- 魚類養殖場の環境評価に関する研究Ⅱ 底生生物群集と環境要因との関係
堤 裕昭・門谷 茂・河邊 博・山野耕一・宮原才郎・平田 満
- 魚類養殖場の環境評価に関する研究Ⅲ 海底への有機物負荷量について
門谷 茂・堤 裕昭・河邊 博・山野耕一・宮原才郎・平田 満
- イトゴカイを用いた汚泥浄化の試み
河邊 博・堤 裕昭・門谷 茂・山野耕一・宮原才郎・平田 満

平成6年度日本水産学会秋季大会

- 大型水槽におけるイトゴカイを用いた汚泥浄化の試み
河邊 博(熊本水研セ)・堤 裕昭(熊本県大生活科学)・門谷 茂(香川大農)
山野耕一・宮原才郎・平田 満(熊本水研セ)

THE FIRST ASIAN - PACIFIC MARINE BIOTECHNOLOGY CONFERENCE (APMBC'95)

September 12-14, 1995 Shimizu, Shizuoka, Japan

Bioremediation of organically polluted sediment in enclosed coastal seas,
using dense patches of a polychaete, *Capitella* sp : 1

H.TSUTSUMI, S.MONTANI, and H.KOBE

REPORT OF KUMAMOTO PREFECTURAL FISHERIES RESEARCH CENTER

No.3 MARCH 1995

Izumi Hirayama Studies on Trait of Raw Seasonal Change of Gel Strength on Gizzard Syad, <i>Clupanodon punctatus</i>	1
Takeshi Kitano and Takeshi Kimura Study of genetic variation for cultured and Gynogenetic Red Sea Bream <i>pagrus major</i> by DNA finger-printing	4
Mituru Hirata A statistical study on estimation of population density and survivorship of <i>Ruditapes philippinarum</i>	8
Izumi Hirayama, Kouiti Isida, Norihisa Tobase, and Mituru Hirata Predation of a shortneck clam(<i>Ruditapes philippinarum</i>) by gastropod <i>Neverita</i> <i>didyma</i> in the river mouth of midori River	12
Seiji Migita Morphology and Culture Studies of "Akanori" (<i>Porphyra</i> sp.) newly founded from Western Kyusyu	18
Seiji Migita <i>Olpidiopsis</i> sp. (Eumycota, Lagenidiales) parasiting in <i>Undaria pinnatifida</i> (Phaeophyta, Laminariales)	23
Takato Umemoto, Ikuo Hirata, and Masaharu Miyamoto The Stocking Efficiency for Japanese Flounder off the Coast of Yatusiro, Asikita and Minamata in Kumamoto Pref.	29
Yuichi Yoshida and Masahide Miyamoto Growth of <i>Heterocapsa circularisqama</i> Populasion in Kusuura Bay and variation of diurnal motion of Red Tide in 1994	31
Yukihisa Yamashita, and Ryouzou Matsuoka Studies on Transportation Method of Sea urchin <i>Anthocardaris crassispina</i> (A. Agassiz)	36