

真 珠 技 術 研 究 会

會 報

真珠研究所開所10周年記念号 50号



第 4 卷 第 1 号

(May, 1965)

## 目 次

### 真 珠 研 究 所 開 所

- 10周年記念号発刊に当つて……………全 真 連… 1
- 研究所開所10周年を迎えて……………脇 専一… 2
- 真珠研究の背景と研究の方向について……………太田 繁… 3
- (1) 真珠養殖における漁場環境
- 特に密殖と老化について……………沢田 保夫… 7
- (2) アコヤガイの病害に関する諸問題……………水本 三朗…21  
阪口 清次
- (3) アコヤガイの水槽内飼育に関する
- 研究の経過と今後の問題点について…桑谷 幸正…48
- (4) 真珠形成機構研究の動き……………町井 昭…67
- (5) 仕立作業の要点……………植本 東彦…72
- (6) 石灰化機構の研究領域からみた
- 真珠品質論の養殖業への展開……………和田 浩爾…86
- (7) 漁場の老化と
- 夏季の底質異常について……………上野 福三…93

### 編 集 後 記

## 真珠研究所開所10周年記念号発刊に当って

「光陰は矢の如し」といいますが、国立真珠研究所が開所されたのは、ついこの間のように思われますのに早や10年が経つてしまいました。この間真珠研究所が業界発展のために果して下さった役割はまことに大きいものがあります。私達はこの地味な研究に昼夜没頭されている研究所員各位に対し衷心より感謝いたしますと共に、10周年を記念し、研究会報特別号を発刊することになりました。

顧みますと真珠研究所は、昭和28年3月25日公布された、真珠養殖事業法に基づいて研究指導部門を担当する機関として、昭和30年5月17日に開設されたものですが、これが実現を見るまでには、当時の三重県知事青木理氏、業界人としては何れも故人になられた大月菊男氏、堀口初三郎氏、三輪豊照氏、片山一男氏などの御尽力を忘れることはできません。当時業界では日本養殖真珠株式会社が戦後閉鎖機関に指定せられ10億円にも及ぶ解散配分金が数回に亘つて株主に分配されましたが、この一部を真珠業界将来のため何か有益な施設に充当したらとの議が起り、最終配分金39,411千円(7,270株分)の%に相当する26,276千円を真珠研究所建設費として国庫に寄附することになり、これによつて研究所の設置がようやく決定される運びになつたのです。この寄附金のとりまとめについては当時の三重県経済部長渡部捨男氏、水産庁小関信章氏、全国真珠高橋正一郎氏などのかくれた御努力も忘れることはできません。

真珠研究所開所10周年記念特別号の発刊に当り、開設に御尽力下さった方々に対し謝意を表しますと共に、真珠研究所が今後益々拡充、発展されることを切望する次第です。

全 真 連

# 研究所開所10周年を迎へて

組 合 長 脇 専 一

(三重県真珠貝養殖漁業協同組合)

新緑の五月、茲に国立真珠研究所の設立拾周年を迎えましたことは、洵に慶賀に堪えない次第であります。

願れば昭和30年5月17日に研究所が開所されました当時は、恥しい次第ではありますが、吾々としては充分此の研究所の使命について理解出来ず、又余り其の必要性を感じなかつた状況でありました。然し乍ら其後の本県下業界の無計画な養殖の遂行と共に、直接に研究所に御厄介を煩せなければならない事柄が年と共に増加、それが又過ぎし研究所10ケ年の歩みの年輪とも云える状態になりました。曰く密殖問題、曰く漁場老化問題、曰く寄生虫問題等々枚挙に遑のない状況であります。

是等の諸問題に対して常に研究所は所長様以下全員の方々が生産現地研究所の本務として真剣に取組れ幾多の貴き研究と御指導を本業界に賜つて居る次第で、中にも寄生虫についての御研究は實に特筆大書すべきもので、私は称賛と感謝の辞を惜まざるものであります。

本県真珠養殖事業の中心地英虞湾の一角、賢島の地に研究所が設立されたことに依り、本県業界が浴した恩恵は實に数限り無しと云う状況であると共に何日の日か吾々は此の恩恵に報ゆることの出来る日を期待致して居る次第であります。が如何せん、切角恵れた環境にありながら、あるいはそれ故に斜陽の運命に陥し入れざるを得ない業界の現況を何とか、今一度研究所の御研究と御指導に、おすがりして頽勢の挽回を計り度いと願う者は独り私丈でせうか。

謹んで10周年を慶祝すると共に、更に今後旧に倍しての御指導を御願ひする次第であります。

# 真珠研究の背景と研究の方向について

(真珠研究所の開所10周年を迎えて)

太 田 繁

(真 珠 研 究 所 長)

## はじめに

真珠研究所が水産の研究機関としては例のなかつた業種別の研究所として、昭和30年5月17日、21日に三重県の賢島と大村市でそれぞれ開所してから満10年を迎えることになりました。

私らは当所の生立ちから、常に研究の背景を意識して研究を続けてきましたが、10年といえは1昔といわれるだけに、この間に業界の情勢も大きく変わりましたので、これを機に研究の背景をあらためて認識し、今後の研究の方向づけをしたいと考えています。そこで、ここに私らの考えを述べて皆様の御批判を願うことにいたしました。

## I 真珠研究所の設立当時における研究の背景

当所が研究業務を開始した昭和30年当時の真珠業界には、幾つかの小さな振巾はありましたが、戦後の特殊事情のもとで急速に発展をしていました。しかし、このような発展はいままでに経験のなかつたことで、業界ならびに関係機関の一部の間には、この発展ぶりについてかえつて不安の念が持たれていました。それは、たとえ真珠が日本の特産物であつても、もともと奢侈品的な性格の強いものであるから、需要が海外の景気の動向に強く影響を受けるのは当然で、果して現在の好況が何時まで続くかという危惧の念があつたからであります。

業界の先行きに対し以上のような見方があつた反面に、一方においては全く別に、他の水産業との比較において真珠養殖事業がより有利であるとして、あるいは技術修得者の自立などによつて、新たに着業される方が依然として増加していました。そして、このような傾向は真珠養殖漁場として利用されていなかった海域が開発されるに伴なつて、ますます顕著になつていました。

## II 現在における研究の背景

昭和30年ごろの業界は前述のように、かつてない発展の途上にあり、輸出額百億円の達成を目標としていましたが、それからわずか10年後の今日では表に見られるように目標を大きく上廻つて、目標の倍額にも達するような驚異的な発展を遂げてしまいました。

年 度	昭 1 4 年 (戦前最高)	昭 3 0 年	昭 3 9 年
輸 出	3,000 <small>〆</small>	4,810 <small>〆</small> (36.1億円)	20,256 <small>〆</small> (108.5億円)
営 業 体 数	289 (昭13)	1,643	4,079

このような飛躍的な発展をもたらした原因としては、真珠養殖がわが国の特殊産業であるということは当然として海外市況の好況、さらに業者自からの努力に加えて、業界

の組織的な働きと、これに対する国の事業振興に対する適切な諸施策に負うところが大きかつたと考えられます。

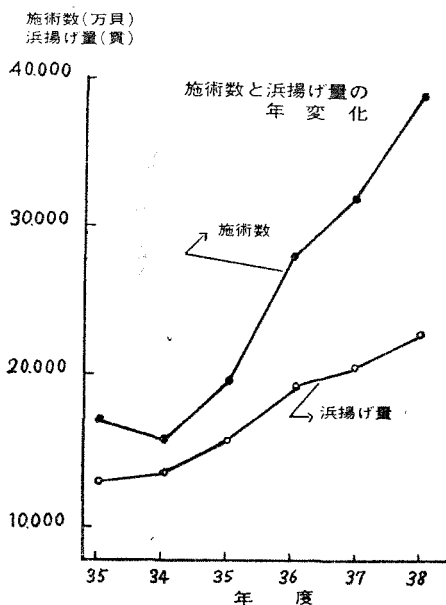
業界は以上のような諸要因に支えられて、目標をはるかに上回る発展を遂げましたが、これによつて経済的生産量に対する危惧の念が全く払拭されてしまつたという訳ではなく、むしろ以前にもまして事態は深刻になつてきました。

その理由としては、一見はなばなしい発展の中に、次ぎのような幾つかの困難な問題の芽ばえがあつたからであります。

第一に生産性の低下であります。

真珠養殖事業が普遍化し、また生産方法が集約化するに伴つて生産量そのものは増加しましたが、生産性は逆に低下してゆく現象がようやく顕在化してきました。

図は施術数と浜揚げ量の年変化の状態を示したものでありますが、図に見られますように施術数と浜揚げ量を示す



曲線は共に上昇を示してはいますが両者の開きは年々大きくなる傾向があり、浜揚げの歩留りが悪くなっていることがよくわかります。

第二には生産原価の急騰による利潤の縮少であります。

真珠はもともとその商品性からして、価格に大きな変動のないことが望ましく、また国際的商品であるため国内の生産事情をもつて直ちに外国の価格に反映させることが困難なものであるのに、原価のみが上昇して、利潤の巾が縮少して経営が著しく困難になつてきたことであります。

第三に以上のような問題をかかえながらも水産業の他の低生産部門からの転換がなお年々増加していることであります。

### Ⅲ 研究目標の方向

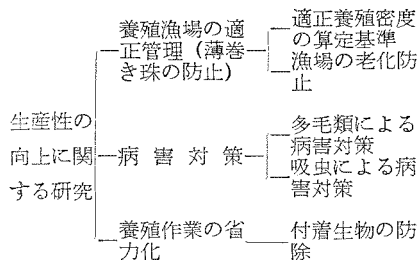
当所の発足当時の研究の目標は、前述の背景に立つて、海外の経済的変動にも耐え得るような宝石的価値のある良質真珠の生産技術の開発を最大の目標として、その目標達成のために真珠の構造や形成機構に関する基礎研究を生物、生化学、生鉱物学の面から着手するとともに、一方において技術研究として、真珠の品質と漁場、母貝の品質、仕立て、養殖貝の管理方法などとの関係に重点をおいて研究を実施してきました。即ち、前者は全く未開拓であつた真珠の本質に科学的なメスを入れ、これを基礎として良質真珠の生産技術を確立せんとするものであつて、後者は当面の問題として、戦前の技術がもつぱら挿核技術に重点がおかれていたのに対して、真珠の品質に関しより広いつながりを持つ海事部門に重点をおいた技術研究をして、それを普及することでありました。

しかしながら、現在の業界の情勢に現在の背景の項において述べたように10年前とは大きく変化していま一つの転機に立っていると云つても過言でなく、行政指導の方向も転換しつつありますので、研究の方向もこのような背景の変化に伴う新しい情勢に対応し得るような方向づけをする必要を生じてきました。

### Ⅵ 研究の目標

真珠養殖に関する研究の中で、研究の背景に関係なく、「養殖真珠」という宿命からして、一本の太い柱として常に貫ぬかねばならない研究は、品質の向上に関連する諸研究であることは当然で、この考え方は現在も一貫していますが、斯る恒常的研究とは別に現時点において、真珠養殖事業として成り立つてゆくために差し当つて緊急に解決を迫られている問題として、およそ次ぎのよ

うな課題が考えられますので、研究の重点もここにおくことにしています。



ここで、特に養殖漁場の適正管理について付言させていただきます。

真珠養殖の場合は、一定の品質管理のもとに機械で生産する生産方式とは異なりますので、生産は数量よりも品質の点にこそ重要な意義があります。そのため、単なる数量の増加はマイ

ナスにこそなれプラスにはなりません、真珠の品質が低下する場合にはまず巻きの低下となつて現われます。このような現象は主として単位面積に対する過度の数量の養殖と、これに原因する漁場生産力の減退に起因していることは明らかであります。しかしながら実際問題としてこの事態に対して、貝1個当りの収益性の低下をカバーするために更に過密養殖が行われ、ますます悪循環を繰返して、健全な経営はもちろん、漁場の価値そのものまで喪失することが憂慮される状態にあります。上記の事態に対し、養殖漁場の適正な管理方法の行政指導が緊急であります、そのためには研究機関においてとりあえず密殖による弊害を防止するために漁場生産力に応じた養殖密度を算定する方式と漁場の老化防止の方法を研究し適切な資料を準備することが必要であります。しかしながら適正養殖密度の問題については、漁場の条件によつて非常に区々であるため出来るだけ多くの研究機関の参加を強く要望する次第であります。





# 真珠養殖における漁場環境

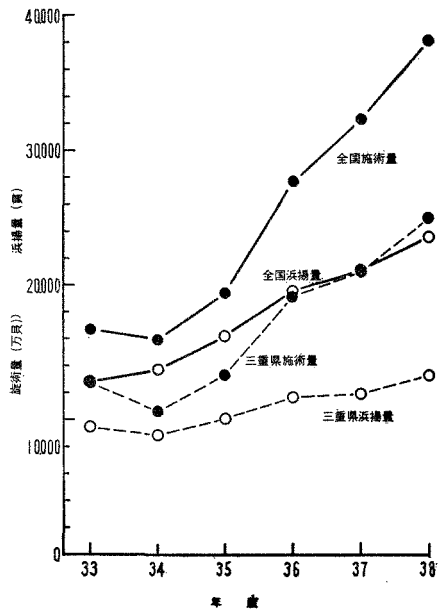
## 特に密殖と老化について

沢 田 保 夫

(国立真珠研究所)

### はじめに

日本において発明され、日本独自の産業として発展してきた真珠養殖事業は、昭和25年の漁業制度の改革に伴つて新漁場の開発が盛んになり、加うるに海外市況の好調に乗つて輸出が急激に伸展し、生産の増大が要求されるに至つた。この結果、真珠養殖漁場は極度に拡大され現在では西日本一帯27県が真珠養殖を行つている。このような真珠養殖事業の伸展にともなつて養殖技術面の研究は、この事業がカキなどの他の貝類の養殖にくらべると、その最終生産物が真珠という特殊事情にある関係上、主として挿核技術を中心とした分野の研究が重視され、いろいろと研究されたので母貝育成、仕立、挿核あるいは養殖管理といった生産技術の面において著しい進歩がみられるが、漁場環境の面については手薄な感がないでもない。すなわち、第1図に示したように、全国の施術貝数は年々増加し昭和38年には昭和33年の約2.3倍に達しているのに、全国浜揚数は生産技術の向上にも拘らず僅かに1.8倍という低率であり、施術数量と浜揚量の開きは年々大きくなる傾向にあることが認められる。この歩留り



第1図 施術数量と浜揚量の年変化

の低下には数多くの原因が挙げられるであろうが、その主なものは寄生虫による病害と、養殖密度の過大による密殖の弊害および、漁場の酷使の結果漁場が老化したことが考えられる。この最も顕著な例として、本邦における真珠の発祥地であり現在でも全国浜揚量の約56%を生産して真珠養殖の中心的地位にある三重県では、養殖筏数は全国の32%に過ぎず、しかも漁場面積に至つては僅かに12%である。筏1台当り282m<sup>2</sup>（全国平均720m<sup>2</sup>/台）という狭い漁場で全国の生産量の半数を浜揚するために、いかに多くの貝を垂下して生産のために漁場を酷使しているかが想像できるであろう。これらの理由によつて、漁場の密殖や老化の問題を含めた漁場環境の研究は、生産技術の研究や、寄生虫の問題と共に、真珠養殖が直面している重要な課題であることは異論のないことである。以下漁場環境の問題における現在までの研究結果と今後の問題について検討を行なつてみたいと思う。

### 漁場環境の考えかた

真珠養殖は現在中層における垂下式養殖方法がとられている関係上、養殖筏の耐久強度の点から比較的波浪の少ない内湾に集約的に養殖されている。したがつて、真珠養殖における漁場環境の問題を取扱うばあい、その環境を支配する要因を天然現象に支配されるものと、集約的養殖の結果として起こる人為的手段による環境構成にわけて考えなければならない。

#### 天然現象に支配される環境要因

天然現象に支配される環境要因としては、水温、比重、栄養塩類の補給、餌料あるいは潮流等が考えられる。もちろん、最初の漁場としての選定にあつては、経験的なあるいは科学的な考慮がはらわれて設置されたであろうが、年間に起こり得る僅かな天然現象の変化が問題となるのは、主に水温と比重の変化であろう。これらのことについては、すでに経験的なものや科学的研究の結果が生かされて万全の策とはいえないにしろ対策が講じられている。すなわち、低水温に対しては現在では避寒という移住の方法が一般化しているし、また夏季の高水温や豪雨による低比重の出現に対する対策としては、垂下層の調節によつて一応その被害は避けることができ、またこれらの観測方法も普及している現状にあるので、ここではその詳細については省略する。

#### 人為的手段による環境悪化

近年の真珠養殖における生産量の増大は、養殖筏数の増加を要求し、これに伴つて新漁場の極度な開拓を招いたが、生産量の増大を目指す施術貝数の増加は、逆に真珠の歩留りの低下という形で現われ、特に最大の生産県である三重

県においては、真珠の品質の低下が顕著に現われるようになった。この原因として考えられる主なものには、たとえば、寄生虫による母貝の被害等が考えられるが、限られた漁場内における養殖筏の過大設置すなわち密殖による弊害や漁場酷使による老化が大きな原因となつてきていることはいうまでもない。ところで、真珠の生産性の低下を人為的な漁場環境の悪化と関連づける前に、もう少し環境要因について考えてみると次の3種に分類して考えられることができる。

第1に考えられるのは密殖による生産性の低下である。これは、ある生産性を持つ漁場内に養殖筏が多数設置されたために、その生産性が均等に分けられ、その結果として1台当りの生産量が低下した状態を示している。だから、このばあいは設置している筏数を減少すれば、やがてその漁場の持つ生産性の限度内での回復が期待されるものである。

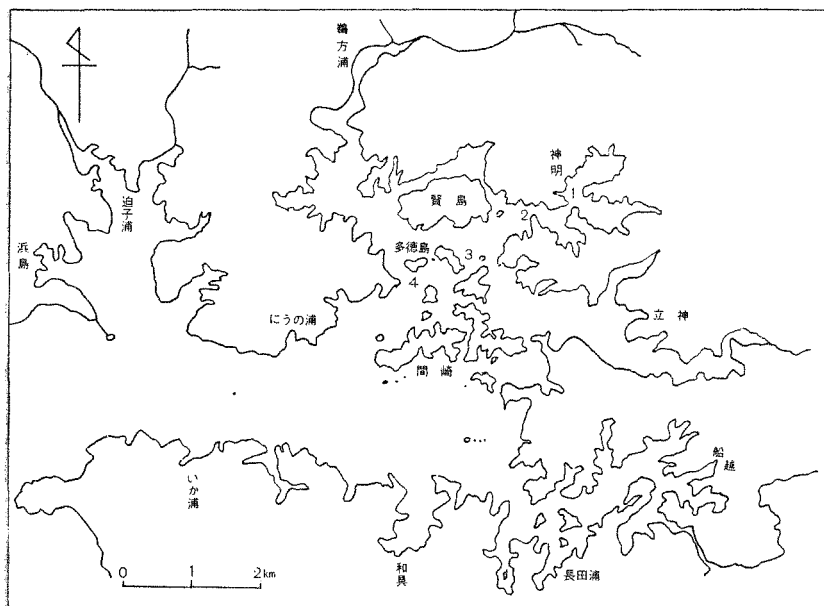
第2は漁場老化による生産性の低下である。このばあいは、漁場そのものが底質や水深あるいは潮流等の環境条件が悪く漁場として適当でないところを使用した時に、それほど密殖でないにしても急激な生産性の低下をひきおこした状態をいう。したがって、老化した漁場では単に筏数を減少させて生産性の回復を図つても困難であると考えられる。

普通真珠漁場は養殖筏の構造の上から、比較的水深の浅い内湾に設定されるばあいが多い。このような条件の漁場では、水深も浅く潮流もそれほど早くないので、漁場が密殖化すると前述の密殖と老化が共に進み生産性が低下する。この状態になると、原因が密殖という単純なものではないから、筏数を減少させても生産性の回復には相当永い期間が必要となつてくる。三重県の英虞湾のばあいには、この状態が奥部の枝湾の漁場によく観察される。これは密殖に伴う漁場老化の現象である。

### 人為的な環境悪化は真珠の品質にどのように影響するか

真珠の品質は、色調、大きさ、形状、光沢、巻きを総合的に判断して決定されるものである。今これらの諸要素の成因と考えられる主なものについて個々に検討してみると、色調（黄色真珠の出現率が高いか低いかをいう）は、その成因がアコヤガイの生理機構と密接な関係を持つていると考えられるので、色の出現率は母貝やピース貝の生理状態や養殖深度にも支配されるが、特に漁場の地域的なものに支配されるところが大きい。真珠の大きさは使用した核によつてほぼ決定されるものであり、形状や汚点の有無は母貝の腔部と核の大きさとの適合の度合や、挿核時における技術の優劣および、その後の養殖管理の方

法など密接な関係を持つものである。また、真珠の光沢は、主に浜揚時期の季節的な影響が大きいことが知られている。ただ真珠の巻きは、上記の諸要素が生産技術的な面に主として支配されているのに比べて漁場の環境条件に支配されるものが大きいと考えられる。こゝにいう漁場の環境条件とは、自然的にあるいは人為的にその漁場の持つ性質が変えられるばあいを指しており、前者は水温、比重等の要素を占める自然現象の異変であり、後者は漁場の密殖化や老化と考えられる。以上のことから、密殖や漁場老化が真珠の品質におよぼす影響は、真珠の巻きの低下に集約されるものと考えてよからう。このことを証明する一つの例として次に示す実験がある。



第2図 英虞湾の漁場図

すなわち、密殖と真珠の巻きを把握するために、英虞湾の一枝湾として神明浦をえらび、最奥部の最も条件の悪いと考えられる漁場から、非密殖漁場と考えられる多徳島にかけての4地域で、全く同じ操作を加えた施術貝を垂下養殖し(垂下層はいずれの地域においても2m層である)、生産された真珠の巻きの平均値を比較したのが第1表である。この結果をみると、非密殖漁場と想定し

第1表 密殖による真珠の巻きの低下

垂下位置	養殖地点			
	4	3	2	1
筏の先端	5.20	5.15	5.03	5.13
筏の中央	5.20	5.13	5.01	5.11
筏の連結部	5.21	5.12	4.98	5.13
平均	5.20	5.13	5.01	5.12

養殖地点の数字は第2図に記載した数字と同じである。

えつて中間の地域において最も巻きが低下しているのが注目される。これは、各地域の漁場の構成、たとえば、筏の配列のぐあいや隣接する筏の垂下深度などの影響をうけた結果とみられる。このことから、密殖漁場の生産性の低減は、真珠の巻きに集約して現われることが明白であり、しかも真珠の巻きの低下が、比較的近接した漁場においてもその漁場の構成のぐあいでまちまちであることを知ることができる。

### 密殖と非密殖地域における海況の比較

アコヤガイが生育している環境にどのような影響を受けているかを考えてみると、環境条件として考えられるものゝ主なものは、水温、比重、溶存酸素量、栄養塩類を含む海水に溶解している諸化学成分、餌料、潮流、日射量等がある。水温や比重は主として貝の代謝活動に関係する要素であり、溶存酸素量は貝の呼吸に関係すると共に、栄養塩類や日射量と共に貝の餌料の生産と密接な関係を持つている。さらに、生産された餌料は潮流(海水の流れは、特に内湾においては複雑であるので、こゝでは単に海水の動きという表現とする)によつて運搬される。これらの環境要因のうちで漁場の密殖化のために変化すると考えられるものを検討してみると、水温や比重および日射量は近接した漁場においては、それほど大差が認められないということはいうまでもない。したがつて密殖のために変りうる環境要因としては、貝の呼吸に必要な海水中の溶存酸素の減少、餌料の不足あるいは流速の変化が考えられる。しかし、これらの要因のうち貝の呼吸に必要な溶存酸素量の最低限界は非常に低いところにあることが知られており、後述の老化漁場でない限りにおいては、貝の生育に必要な量の最低限界近くあるいはそれより低い値の酸素量を示すことは一般の漁場では起こりにくいものである。したがつて密殖によつて変えられる環境条件といえ、過大養殖の結果としておこる餌料の不足や排泄物の蓄積および餌料の

た多徳島のものの巻きが他のいずれよりも優れているのは常識どおりであるが、各地域の間では必ずしも枝湾の奥部ほど真珠の巻きが悪く、非密殖地域から枝湾の奥部にかけて生産性が順次に低下しているのではなく、か

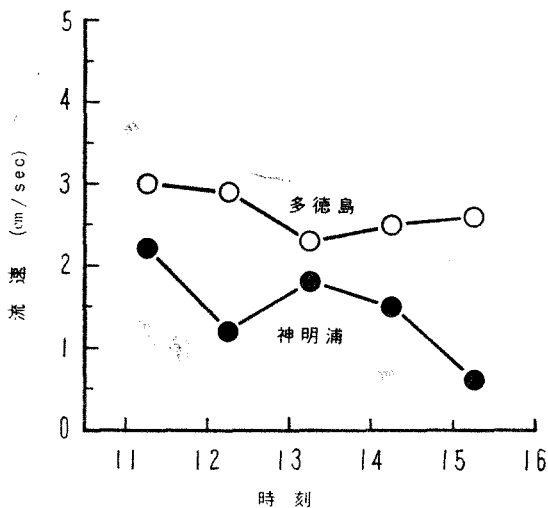
運搬や排泄物の拡散を行なっている流速の低下であろう。実際に非密殖地域と密殖地域では、これらの環境要因がどのように変化しているかをみるために行なわれた試験の結果が第2表に示してある。

第2表 懸濁物質、アンモニア量および可溶性有機物量

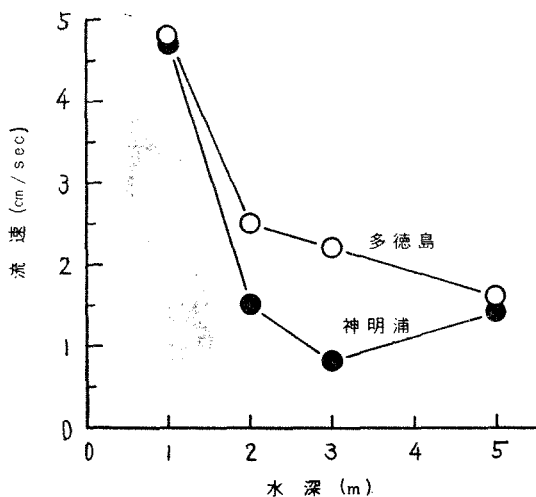
項目	St		St 3 (神明)			St 7 (多徳)		
	観測期日	後内の位置	A	B	C	A	B	C
懸濁物質濁量 mg/ℓ	月 日							
	9 16-22		1.66(1.12)	0.85(0.48)	1.33(0.84)	4.15(0.53)	4.67(0.51)	7.95(0.55)
	10 19-20		1.66(1.46)	0.88(0.66)	0.90(1.83)	1.83(0.83)	0.73(1.10)	0.78(1.24)
	11 17-18					1.95(0.99)	1.07(2.41)	1.07(1.06)
アンモニア量 μg/ℓ	月 日							
	9 16-19		38.7	62.7	54.7	56.0	65.3	56.0
	10 19-20		26.6	24.4	25.2	23.8	23.8	23.8
	11 17				—	18.8	15.9	
可溶性有機物量 0 mg/ℓ	月 日							
	10 18					1.2	1.6	2.8
	10 20		2.3	0.7	0.7			
	10 25					0.8	2.7	1.0
	11 27					1.7	2.2	

(註) 懸濁物質の採集は長時間採水によつたが ( ) 内には短時間採水の値を示した。

これは前述の養殖試験(第1表)と同時期に行なわれたもので、非密殖漁場とは多徳島漁場であり、密殖漁場の神明は第1表の養殖地域2に相当する。枝湾におけるこの2地点ぐらいの地域差では、水温、比重等には2地点間でほとんど差異が認められなかつたので、特に真珠の巻きに関係深いものと考えられる貝の餌料である懸濁物質(大きさは90ミクロンより0.5ミクロンまでのもの)や排泄物に関係の深い海水中のアンモニア量および海水の汚れの度合をみる尺度である可溶性有機物量を表に掲載した。この表から明らかなことは、非密殖地域と密殖地域との間には、懸濁物質量やアンモニア量および可溶性有機物量に大きな変化が認められないことである。ただ、1台の筏の内外では、これらの量の間に僅かながら差が認められたのみで、密殖地域が過大養殖の結果、さして餌料の不足を起こしていなければ、また、海水も汚れていないことを示している。すなわち、これらが密殖の弊害の主原因とは考えがたいことが認められる。たゞ、第3図および第4図に示したように、新しく開発された無指向性微弱流速計を用いて測定した漁場内の貝の垂下層の流速は、両地域の間にはかな



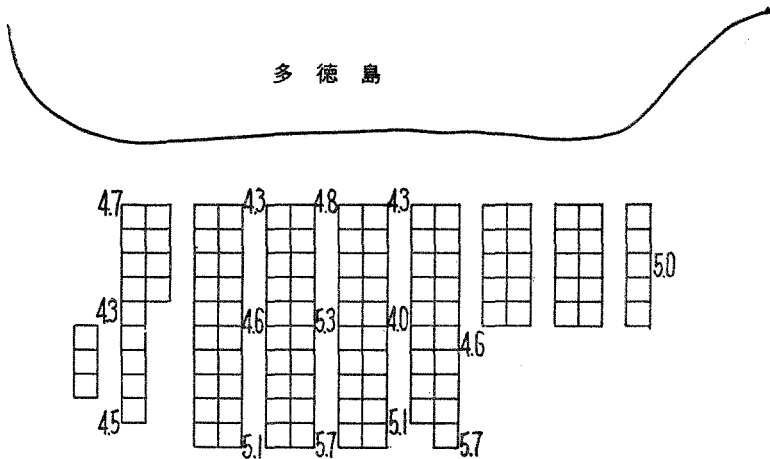
第3図 多徳島と神明浦における流速  
(昭36年10月30日 2m層)



第4図 多徳島と神明浦の流速の比較  
(昭30年10月30日 14時)

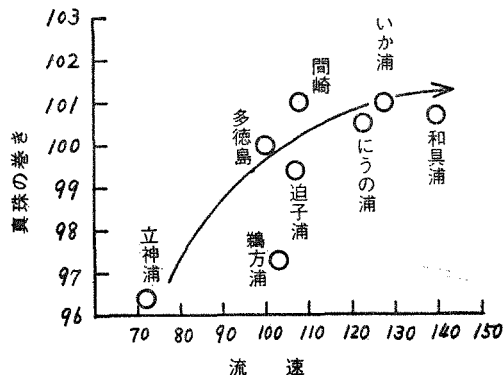
りの相異が認められ、多徳島の方が密殖地域である神明浦とくらべると1~2cm/sec.も流速の大きいことが認められる。しかも、この相異は貝の垂下層である2~3mの水深に顕著に現われている。このように、環境要因の組成の度合は、非密殖地域と密殖地域との間に認められるものとして流速の変化が唯一のものであるので、密殖機構と流速は非常に関連が深いものであると推定される。このことは1台の筏においても流速のよい水路側程、また潮の流れの上になる程貝の糞量が多いことや、さらに、非密殖地域(多徳島)の方が密殖地域(神明浦)よりも糞量が多いという一連の実験結果からもうなずけられるものである。また、この観測と同時期に行なわれた養殖試験(第1表)において、湾奥部が必ずしも真珠の巻きが低下していなかつたことも、隣接している筏の状態によって起こる流速の変化が関係したのではないかと推

定される。同一の漁場内においても、漁場が密殖化したばあいには、場所によつてかなりの流速の変化が起こるものである。第5図はその一例である。これは、冬期多徳島漁場に避寒のために集結した120~130台の筏群の流速の分布であるが、垂下深度や養殖籠の形式が一定していないので、流速はごく近接した場所においても、かなりの相異が認められる。



第5図 筏群中における流速分布 (昭37年2月22日)

以上のことから、密殖と漁場の流速は非常に関係深いことが知られたが、実際に流速の遅速が真珠の巻きとどのような関係にあるかをみるために、英虞湾内の各漁場の養殖試験の結果による真珠の巻きと、その海域の流速との関係を示したのが第6図である。図は漁場の流速と真珠の巻きを多徳島に対する指数で示してある。これをみても明らかのように、経験的に真珠の巻きが良好とみられた漁場では、いか浦やにうの浦のように流速が大きく5~5.5cm/sec. という

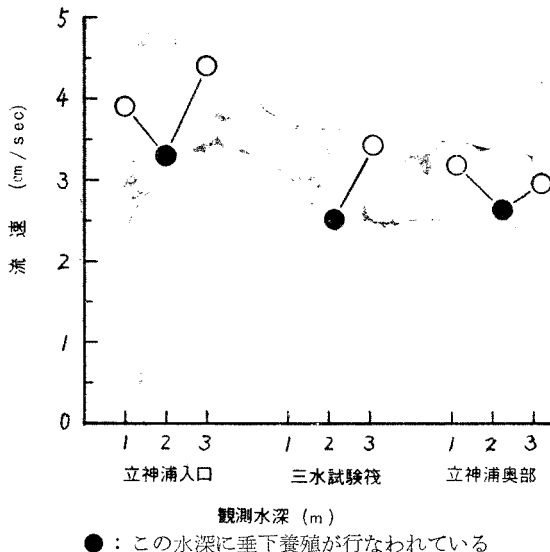


第6図 英虞湾における流速と真珠の巻き



値を示しているのにくらべて、立神浦や鷓方浦のような密殖地域では流速も真珠の巻きも悪く流速と巻きとの関係は第6図における矢印の方向に変化するのではないかと考えられる。しかしこのばあい、漁場の流速が大きくなればなるほど、真珠の巻きが必ずしも良いというものではなく、その限界は図でも示されているように、5～6 cm/sec.の流速が最良で、それ以上の流速ではむしろ貝の生育に悪い影響を与えるのではないかと推定される。

立神浦は英虞湾の最奥部であり、密殖地域の代表的なところであるが、たまたま、この地域で三重県水産試験場が、約150m四方にわたって筏を撤去し、その中央部に試験筏を1台設置して密殖緩和による生産性向上の試験養殖を行なった。この時期における流速の分布は第7図に示したが、立神浦の入口では3.3～4.4 cm/sec. という値を示しているが、試験筏を設置してある地域では2.5～3.4 cm/sec. さらに浦の最奥部では2.5～3.1 cm/sec. と低い値を示しており、養殖貝の垂下層を比較すると、試験筏附近では2.5 cm/sec. と最奥部と同じ値で、入口の3.3 cm/sec. にくらべると低い値である。また、養殖試験の結果では、真珠の巻きは開放漁場では筏1台当りの平均が165.9 mg/個で隣接の密殖地域における158.3 mg/個という値にくらべ僅かな差を示したに過ぎなかった。したがって、極部的な漁場の開放では、密殖による影響をなくすることは



第7図 立神浦における流速 (昭36年11月16日10～12時)

は不可能であり、少なくとも漁場全体あるいは枝湾全域の筏配置を考慮して、海水の流れをよくする根本対策を立てる必要がある。しかしながら、密殖の指標となると考えられる流速も、流速自体が10 cm/sec. という微弱なものであるから、その測定方法についても問題点が多く、測定器も最近に考案されたものでいろいろの不備な点もあるので、今後さらにこれらの改良や、研究実績が重なって密殖に対する科学的

な検討がなし得るものと期待される。

## 真珠養殖漁場の老化

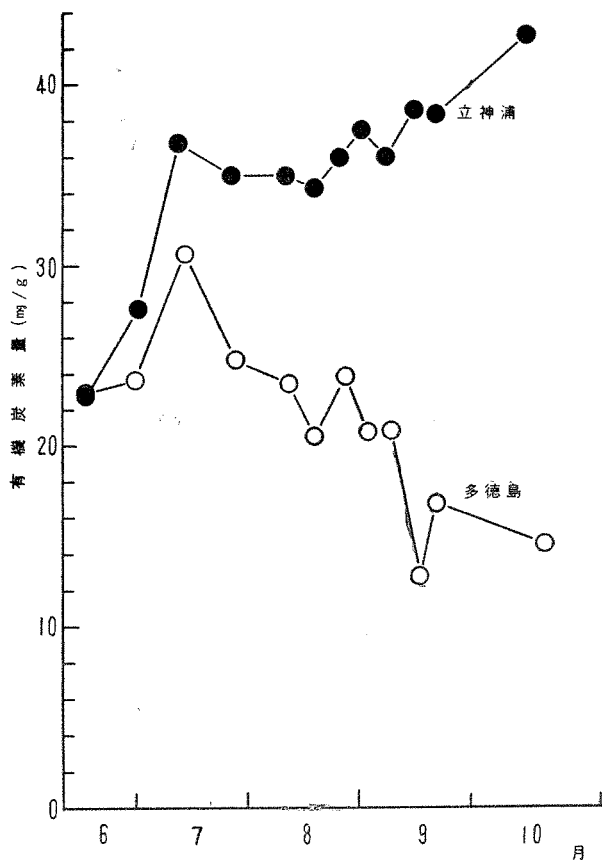
真珠養殖が盛んになり、漁場が飽和状態に使われだすと、必然的に漁場は拡大され、やがてその海域が密殖になつて行く。このような状態では、漁場内部の潮変りが悪くなり、その上過大に養殖されている貝からの排泄物や付着物の残骸が海底に沈積して、漁場環境はますます悪くなつていくものである。

アコヤガイの排泄する糞量は、3年貝が筏1台当り3,000貝垂下されて4月から11月まで約8ヶ月養殖されたとすると、年間1台当りの糞量は乾燥重量にして22kgにも達する。また、貝の付着物は年によつて多少の増減があるが、1年のうちには貝の重量と同じくらい付着するので海底に落下するこれらの量は莫大なものである。したがつて水深が比較的浅い漁場では、密殖による底質の悪化と潮変りの悪いことが重なつて漁場の老化をまねきやすいものである。また、湾の最奥部で海底が泥質のような条件の悪い地域では、それほど密殖にならなくても漁場老化を起こしやすい。漁場が老化すると、密殖のばあいと同じように漁場の生産性の低下を起こすが、さらに、アコヤガイの大量異常斃死という被害がしばしば起こる。一がいにアコヤガイの異常斃死といつても、その原因にはいろいろのものがあつて、たとえば、冬の冷潮や夏季の高水温といったような環境水温によるものや、あるいは、赤潮や淡水の流入による比重低下等がある。しかし老化漁場でみられる異常斃死は、これらの原因による斃死とはちがつて、水中の酸素の欠乏および有毒な硫化水素の発生によるもので、ごく短時日のうちに斃死が底の方から始まるという特徴がある。したがつて、ナイロン通しによる養殖のばあいには、ある深さ以下の貝がちょうど線を引いたように全滅するのがみられる。この斃死現象は、昭和33年7月に英虞湾の立神浦で大規模に発生し、その時期が従来より2ヶ月以上も早く、その上この地域にはナイロン通しの養殖が多く夏季の高水温を警戒し深吊が行なわれていたので、相当大きな被害を受けたことがあり、特にこの型の斃死を立神型異常斃死とよんでいる。この型の異常斃死は立神浦だけではなく、隣接する船越浦や長田浦などの英虞湾の奥部の枝湾で発生しており、今後漁場の密殖化と共に各地で発生するのではないかと心配される。

その発生機構については必ずしも明確ではないが、海底に沈積した貝の排泄物、付着物の残骸、プランクトンや海藻類の残骸等の有機物に富んだものが、バクテリアの作用で腐敗、分解される時に起こる海中の溶存酸素の消費と硫化

水素のような有毒な分解生成物の発生による被害である。第8図は、多徳島と立神浦との底質の有機炭素量の消長を示したものであるが、多徳島においては、有機炭素量

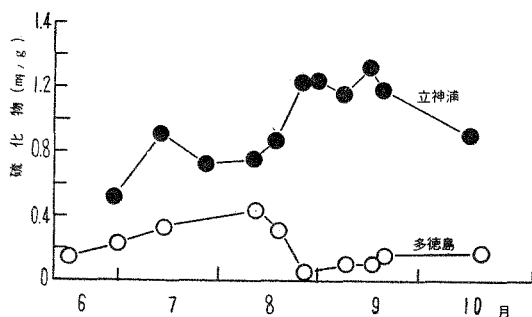
は夏季の水温上昇と共に細菌の活動が盛んになり、海底の有機物の分解が激しく行なわれている様子が認められるが、立神浦においては逆に有機物が沈積していくのが認められる。このように底質中の有機物が多くなり水温が上昇すると、ますます細菌による底質の分解が盛んになり、その分解のために海水中の溶存酸素が消費されていくが、この時期には英虞湾では普通2～3mに躍層が



第8図 老化漁場における底質の有機炭素量の消長

発達し、この層を境として上下の海水の交換が行なわれにくくなる。多徳島の漁場のような水深も15m近くあつて、しかも潮変りの良好なところでは、このように消費された酸素も順調に補給されていくが、立神浦のような浅くてしかも潮変りの悪い漁場では、躍層のために上下の海水の交流も悪く、また水平の水の動きも少ないので、底層附近の海水の溶存酸素は消費されて減少していく上さらに有機物の分解によつて生成する硫化水素のような有害物質が多く含ま

れてくる。つまり、有機物の細菌による分解に海水の溶存酸素が消費され、次に分解よつて生成する硫化水素のようなものがさらに溶存酸素を消費していくので、その附近の海水は、低酸素から極端なばあいには無酸素層に移つていくのである。その上、底層附近の海水が低酸素あるいは無酸素層になると、今まで有機物の分解に好気性菌が働いていたのに、今度は嫌気性菌が繁殖して、ますます有害物質を蓄積してくる。この状態では、生成した硫化水素は海水中で分解されずに存在するし、底質中の鉄分などと結合して硫化物となつて蓄積される。この状態を示したのが第9図である。

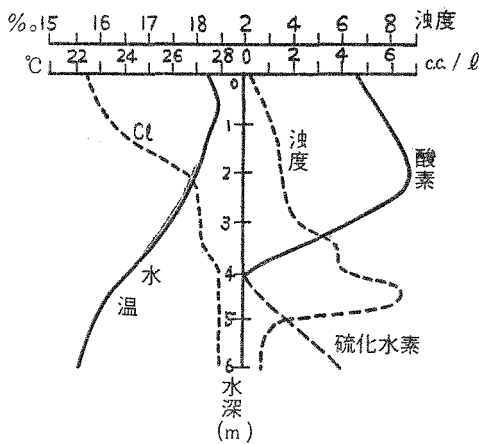


第9図 老化漁場における底質の硫化物の消長

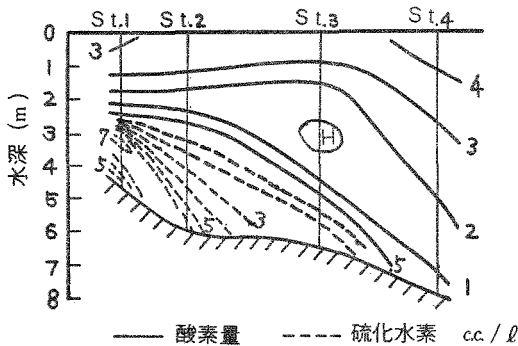
図で明らかなごとく、多徳島の底質中の硫化物はそれほど多くないが、立神浦では夏より初秋にかけて多量に蓄積され、特に8月下旬より9月にかけて立神型異常斃死の発生するような危険状態を示している。

しかし、英虞湾のように長年月の間真珠漁場として使用されてきた地域では、比較的開放的な漁場でも底層近くの海水中の溶存酸素量は、夏季より秋口にかけて少ないのが普通である。このばあい、立神型の斃死が起こらないのは、海水の交流があつて酸素が補給されていたり、あるいは、漁場が比較的深く、底層よりの悪影響が垂下層に及ばないためである。

第10図、および第11図は立神浦における異常斃死が起こつた昭和33年7月11日の海況を垂直分布と水平分布に分けて示したものである。斃死の起こる直前直後は、海水が異常に黒ずんでみえるが、図のような状態では斃死海域が一面茶褐色になつている。この濁りは第10図で明らかなように、底層近くの無酸素層附近に存在し、それ以浅では溶存酸素量も普通で、貝は普通に生育が続いている。しかし、4m以深では全く溶存酸素は認められず、多量の硫化水素が存在しており、10mg/l以上の硫化水素を検出することがある。また、この無酸素層は潮汐によつても、あるいは、発生後の日時の経過と共に移動し、時には躍層附近まで上昇することがある。すでに述べたように、斃死の起こりやすい季節は夏より秋口にかけてであるので、この時期には、高水温による被害を避け



第10図 立神浦斃死時の海況  
(昭33年7月11日, St. 2)



第11図 立神浦斃死時の溶存酸素および  
硫化水素の分布 (昭33年7月11日)

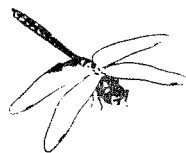
るために一般に深吊りを行なっているの、無酸素層に垂下された部分の貝は極く短時間に死滅してしまうものである。第10図では、4m以深は無酸素状態で、硫化水素が認められるので、この深度では最早貝の生存は望むことができない。第11図は同じ7月11日における立神浦の海況の水平分布である。図のSt.1は湾の最奥部に順次湾の中程まで約1 Kmの海況を示している。これより明らかにように、この現象の発生点はSt.1および2といった浅い地域であり、影響する範囲が潮汐によつてSt.3附近まで垂直および水平の方向に移動する。したがつて、危険な層あるいは危険な漁場範囲は時間によつて変化するのであることを充分考慮しなければならない。

以上述べてきたこと

によつてすでに明らかなように、この型の斃死に対する対策としては、海域に異常が認められたら直ちに危険な層を避けて浅吊りを行なうことである。安全な漁場があれば、さらにそれにこしたことはない。たゞし、この型の斃死は夏より秋口にかけて起こり易いので、浅吊りを行なつて避難するばあいには、高水温による被害や、降雨による低比重の被害を考慮し、吊り下げる層に充分注意することを忘れてはならない。

英虞湾だけでなく、漁場の密殖化が各地にみられ、老化によるこの型の斃死発生の可能性がますます増大している現在、研究機関のみならず個々の業者においても、密殖を含めた合理的な漁場の利用について、真剣に考えるべき問題であろう。さらに、この現象の発生する危険のある漁場においては、何らかの組織の力で、夏より秋にかけて漁場の底層附近の溶存酸素量の測定を行ない、被害を最少限にくいとめる対策が必要ではなからうか。

その他、対策としては、海底の耕耘や浚渫、水路の開さく、あるいは酸化物の投入等による漁場の改良が考えられているが、それらの実行にあたっては、効果や規模、および経済的な効果等を含めた十分な研究が行なわれなければならないもので、今後に期待されるものである。



# アコヤガイの病害に関する諸問題

水本三朗・阪口清次

(国立真珠研究所)

## はじめに

アコヤガイの養殖中における病害は、真珠養殖創始当時よりみられたが、その害はごく軽微なものであり、ほとんど問題とされるにいたっていない程であった。しかし近年におけるように、漁場が密殖になるにつれて、漁場環境が病害虫の繁殖に好条件となつたことや貝の生理状態の低下も手伝い、さらには漁場転換技術の発達によつて貝の移動が全国的な規模で行なわれるようになったこと等の理由で、病害は急激に増え関東、北陸から九州の南の果てまで広く分布した真珠漁場のほとんど全域にわたつて蔓延し、その被害はますます増加する傾向にある。これらの被害は、優良母貝の生産率の低下や養殖期間中の斃死率増加の大きな原因となつており、真珠生産の歩留り、さらには真珠品質の低下をきたし、本事業の経営を著しく困難な状態にしている。

さて真珠養殖における既往の病害事例について大別すればおおよそつぎのようになる。

1. 貝殻を侵すもの
  - 多毛類による病害
  - 穿孔海綿による病害
2. 軟体部を侵すもの
  - 吸虫類の寄生による病害
  - 細菌による病害

以下これらについて概説を加えてみると、

**多毛類の病害**：環形動物の *spio*科に属する *Polydora sp.* による貝殻の病害で近時真珠漁場全域にわたつて猖獗をきわめており大きな被害をあたえているものである。これによる貝殻の病害はひとりアコヤガイだけに限らずカキ、クロチヨウガイ等においても古くから知られていたが、最近アコヤガイに急激に蔓延し、顕著な病害の原因となつている。

**穿孔海綿**：海綿の中には貝殻に穿孔する種類があり、これを一般に穿孔海綿

と呼んでいる。アコヤガイにおいてもこの穿孔海綿による病害<sup>1)</sup>がみられる。アコヤガイに穿孔するものは主として貝殻の心窩部の外側から穿孔するが、これにより貝殻は多孔質となり破損し易く、挿核時等には貝の破損の原因となる。

これに侵された貝殻内面は美麗な色彩をていしている。真珠養殖の行なわれている漁場の海綿の種類は数多くあるが、穿孔海綿としての種類や生態についてはほとんど知られていない。この種病害によるアコヤガイの被害については、目下の処顕著な発生はみられていない。

**寄生虫：** 吸虫類の1種 *Bucephalus* 属の寄生による病害である。この吸虫の幼生であるセルカリア (*Cercaria*) がアコヤガイを第1中間宿主として軟体部に寄生し、この結果貝は衰弱して、挿核はもちろん環境のわずかな変化にも斃死する。この病害の多発漁場は今のところ地域的に限定されている傾向にあるが、最近のように貝の移動がひんぱんになると新たな発生漁場を生ずることが懸念されるので、その予防や対策には充分注意を払うことが必要である。

**細菌：** カキの病害の原因としての細菌の研究は多く報告されているが、アコヤガイについての細菌による病害<sup>2)3)</sup> はきわめて少ない。既往の事例についてみると、昭和27年4月徳島県海部郡穴喰町那佐湾における異常斃死貝から小竹<sup>2)3)</sup> によつて発見されたもので、この罹病貝は手術後の貝に多くみられ体内表面がどろどろにとけ、日時の経過とともに組織全体が乳白色または灰白色となつて液化してゆく特異な異常斃死現象である。小竹<sup>2)3)</sup> はこれら斃死貝から運動性の認められないグラム陰性短桿菌とグラム陰性双球菌を分離しており、接種試験の結果、母貝に切傷をあたえたものに塗布するか注射した場合のみ罹病し、無傷のものに塗布した場合は発病しなかつた。このことから自然の感染は手術員操作の際、海底泥の懸濁中に生活する細菌が傷口から侵入したものと考えられる。

以上述べたような病害に関しては、近年まで発生がみられなかつたもの、あるいは発生していてもあまり問題にならなかつたために充分究明されていないもの、さらには発生地が比較的地域的に限定されていたものなどがあつて、これらに関する研究や対策のほとんどが最近その緒についたばかりで今後の研究にまつところが多い状態である。とくに当面する病害としては、多毛類による貝殻穿孔および吸虫寄生による2種の病害がもつとも大きなものであり、この病害対策の確立は一日も早く望まれている訳である。研究所においてもこれら病害対策について研究中であるが、以下現在までの概略について述べ、参考に



供したいと思う。

## 1. 多毛類による病害

### 1. 貝殻病害の概要

アコヤガイの採苗から稚貝、母貝の養成、そして手術から養殖を経過して真珠の採取といった母貝養殖や真珠養殖の一連の過程のうちでは、季節とか漁場によつてしばしば大量の異常斃死が発生するものである。この異常斃死の現象は真珠養殖にかぎらず沿岸の浅海漁場で集約的な養殖を行なつているものには必ずといつてよいほどつきまとうものである。このような異常斃死の原因については、これまで単に不明のまま異常斃死とされていたものが多かつたが、近年この異常斃死貝のなかに貝殻内面が黒変したものや、異常な腫物のある貝殻の病害によるものが多数見いだされ、しかもこの病害は年とともに急激に増加してゆく傾向がみとめられた訳である。昭和33年当初局地的にみられた被害も、現在ではアコヤガイ養殖場の殆んど全域にわたつてみとめられるようになり、このような貝殻の病害は環境の変化に対して抵抗力が弱いため斃死率がきわめて高く、また採取される真珠も異常真珠の出現率が高いといわれ、真珠養殖業にとつて非常に憂慮される状態となつている。

海産二枚貝の貝殻内面に異常な腫生状隆起を生じたり、内面が黒変して貝殻に害を与えることについては、わが国ではアカガイ<sup>4)</sup>、クロチヨウガイ<sup>5)</sup>、ホタテガイ<sup>6)</sup>、また欧米ではカキ<sup>7)8)</sup> について知られている。いずれにしてもこのように貝殻に穿孔して被害を与える多毛類は *spio*科の1種 *polydora*属によるものであるとされている。

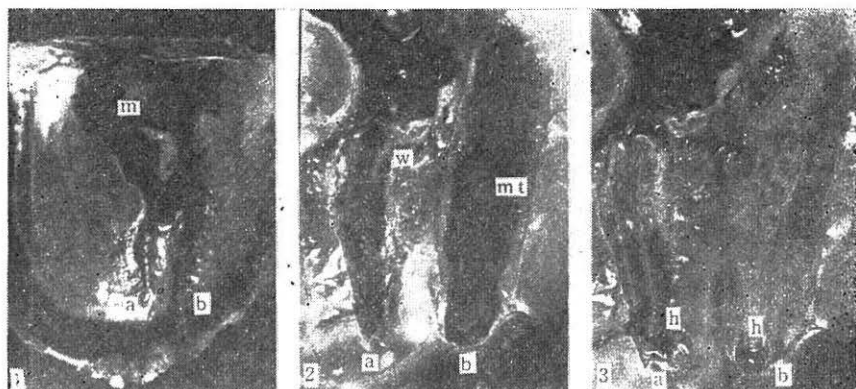
### 一般的症状

アコヤガイの貝殻内面における病害の一般的な症状としては、楕円形または瘤状をした腫物状の隆起としてみとめられるが、症状のさらに進んだものでは貝からの異常分泌による黒褐色をした有機物によつて、貝殻内面が被われている状態となる。この腫物状隆起の内面には泥管を造巢した多毛類が生息し、さらにこの泥管を除去した貝殻面には、明瞭な侵蝕跡がきざまれている(第1図)。

このように貝殻内面の病状は多毛類の侵入生息による貝体の異常反応によつて二次的に引き起される病害といえる。

### 病害を起す主要加害種

貝殻内面の腫物状隆起を破断し、虫体を採取してその種類を調査した結果は第1表に示すとおりで、現在までのところ7科11種をかぞえている(東海区水産研究所北森良之介技官の査定)。



第1図 貝殻内面における病状

1. 貝殻の罹病状況    2. 真珠層をはがし泥管を露出  
 3. 泥管を除いて貝殻の侵蝕状況を示す  
 a, b : 腫物状隆起    m : 異常分泌による有機質  
 w : 虫体    mt : 泥管    h : 孔

第1表 アコヤガイ貝殻に生息する *Polychaeta* の種類

*Syllinidae*

1. *Syllis harti* (Johnston)
2. *S. armillaris* (Mulle)
3. *S. hayatima* Grube

*Nereidae*

4. *Nereis pelagica* Linne

*Eunicidae*

5. *Staurocephalus moniloceras* (Moore)

*Spionidae*

6. *Polydora ciliata* (Johnston)
7. *P. flava* Claparede

*Cirratulidae*

8. *Cirratulus cirratus* (O. F. Muller)

*Terebellidae*

9. *Terebella ehrenbergi* Grube
10. *Neolepra spiralis* (Johnston)

*Sabellidae*

11. *Pseudopotamilla reniformis* (Leuckhart)

これらのうち *Polydora* 属、とくに *Polydora ciliata* については世界各地の海域から広く報告され、欧米においては本種は石灰質の貝殻に穿孔することで知られており、貝養殖業にとって有害種とされている。わが国ではこの種の貝殻の病害についてはホタテガイ<sup>6)</sup>の貝殻の損傷と、これにともなう貝肉柱への影響、アカガイ<sup>4)</sup>の *P. ciliata* の近似種による貝殻穿孔の被害がみとめられている。その他の種類については貝殻に穿孔して被害を与えるような作用はない。

つぎにアコヤガイにおける罹病患部からの種類別の出現率をみると第2表のとおりである。

第2表 罹病患部における種類別出現率

種 類	左 殻	右 殻	計	
			尾	%
<i>Polydora ciliata</i>	114	71	185	58.0
<i>P. flava</i>	35	20	55	17.2
<i>Syllis armillaris</i>	15	18	33	10.3
<i>Teredella ehrenbergi</i>	8	13	21	6.6
<i>Cirratulus cirratus</i>	11	4	15	4.7
<i>Staurocephalus moniloceras</i>	3	2	5	1.6
<i>Neolepra spiralis</i>	3	2	4	1.6
計	189	130	319	100.0

各種類を通じてもつとも多く出現したのは *Polydora ciliaia* であり、総数の58%を占め、ついで *P. flava* の17%となり、両種を合わせると78%となつて過半数を占めている。その他のおもなものは *Syllis* 10%、*Terebella* 7%となり、他はきわめてまれにみとめられるにすぎない。以上のようにアコヤガイの貝殻内面に侵入する種類や数、貝殻の被害、穿孔の状況などから考えて、病害を起こす主要加害種は *P. ciliata* であり、その他の種類は本種の先導的な着棲穿孔によつてつくられた貝殻外面の孔、または割れ目を拠点として二次的に侵入したものといえる。

#### 罹病個所の分布

アコヤガイ貝殻の罹病個所の分布を調査すると、その穿孔部位にはある程度の選択的な傾向がみとめられる。これらはいずれも虫体の習性からくる着棲条件や、造巢成管時における環境に左右されるものと考えられる。罹病患部の分布を調査した結果では、主として左殻に多い傾向があり、その部位も腹側縁辺部すなわちはさぎに集中している。ホタテガイ<sup>6)</sup>クロチヨウガイ<sup>5)</sup>においても

*Polydora* による罹病個所はまったく同様な傾向を示し、左殻（深い方の貝殻）および縁辺部に多く、これらは幼生の附着、成長に好適な場所となり、虫にとつて容易な侵入場所となるためであろうとされている。アコヤガイにおけるこのような部位に被害が多い理由としては、この部位の外殻面が着棲初期の基盤として間隙の多い鱗片状突起が叢生し、摂餌および造巢に要する浮泥や懸濁物の多く集まる場所であり、虫体の生息環境として好適な場所となるためではないかと考えている。

### 貝殻穿孔の概況

Yonge<sup>8)</sup> (1960) は *P. ciliata* のカキ貝殻への侵入経路として、まず虫体は貝殻外面の鱗片状突起間に長い泥管を作り、これにより貝殻へと侵入する。穿孔の方法としては不明確であるが、おそらくは酸による炭酸カルシウムの化学的侵蝕と、固い剛毛による機械的削磨との組み合わせによつて行なわれるのではないかと述べている。いずれにしても虫体は貝殻外面に一たん着棲し、逐次穿孔侵入するのでこのための拠点が必要となつてくるが、貝殻外面の鱗片状突起や附着物が、このための大きな役割を果しているものと考えられる。このような虫体の侵入に対し、貝の外とう膜は有機質を分泌して反応し、この結果有機質の多量な分泌は貝の栄養代謝の均衡を破り、貝を衰弱せしめ環境条件に対する抵抗力が減退して、死の転起をとるものと考えられる。

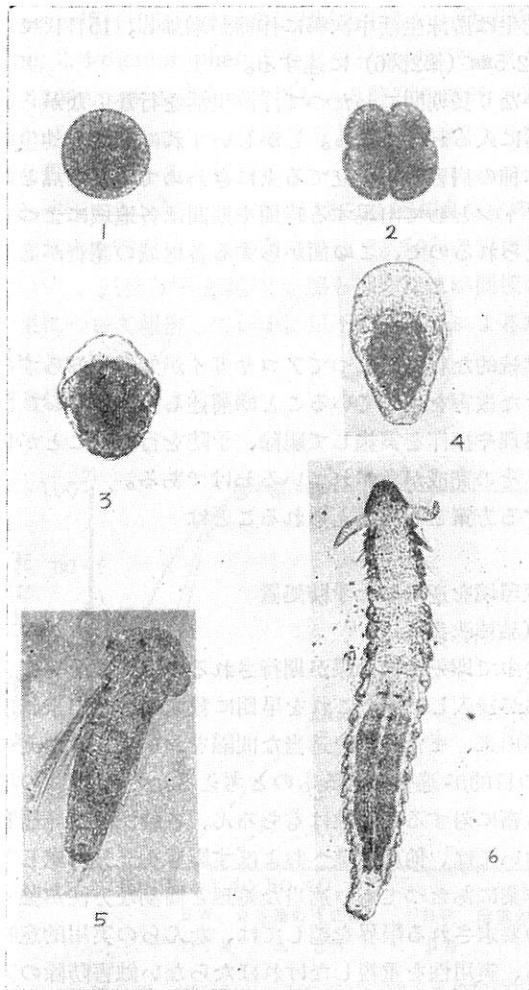
実際の事業に当たつて最も問題になるのは、海況が悪化した場合に抵抗力がきわめて弱いことである。このことは昭和35年における五ヶ所湾および36年における鳥羽湾の異常斃死の場合に、斃死貝にこの病害を受けた貝がとくに多かったことでも明らかである。またこのような状態であつたからたとえ斃死はまぬがれても、それらの貝から生産される真珠の品質が劣ることは、容易にうかがわれるところである。

### *Polydora ciliata* の生活史

*Polydora ciliata* (Johnston) についてはカキ貝殻の加害種として、欧米において古くから知られ Wilson<sup>9)</sup> (1928) 等の報告がある。わが国におけるこのような発生や生態的な研究についてはいまのところ見当たらないが、英虞湾における *Polydora ciliata* の生態について一部調査を実施したので、以下その概要について述べる。

本種は肛環節が盃状を呈する管棲類 (*Sedentaria*) スピオ科 (*Spionidae*) に属し、体長15~35mmの小型の虫である。通常は岩の割れ目やカキ貝殻の附着した下面などを生息場として、体から分泌された粘液によつて軟泥を膠着してつくつた柔らかい棲管中に生息している。英虞湾多徳島地先における *Polydora ciliata* の産卵期は、棲管中の egg sac の出現状況からみて4月下旬より8月

下旬に至る間に、盛期は5月中旬から7月中旬にみられるが、年により多少盛期の変動がみられるようである。また筆者の観察し得た範囲では、10月下旬(10月25日)に棲管内に egg sac が存在し、これから 幼生の泳出がみとめられたことから、個体によつては長期にわたつて軽度の産卵が行なわれるものと思われる。受精卵(第2図1)は球状で、卵径90~108 $\mu$ 、平均98 $\mu$ である。この卵は非常に薄い透明な粘液性の膜の sac に包まれている。sac は互いに連絡して細長く紐状の一連となり、両端における sac は他より小型となる。各 sac は2本の filament で泥管壁に附着している。発生は egg sac 内で行なわれる。棲管中より数多くの産着卵を採取し、この中より未分割卵をもとめ、卵より泳出幼生に至るまでの経過およびこれに要する時間を調査した。発生経過は受精卵採取後20分にして2細胞期、2.5時間で4細胞期(第2図2)となる。採取後約3日目には Trochophore 期(第2図3)、4日目には体節の原基の分化がみられ、体の動きがみとめられるようになる(第2図4)。



第2図 *Polydora ciliata* の発生

1~4 egg sac 内での発生

5~6 游泳期幼生

1. 受精卵 2. 4細胞期 3. Trochophore

4. 幼生 5. 泳出後15日 6. 着棲期に近い幼生

泳出幼生は体長約250 $\mu$ で3つの体節をもち、それぞれ長い游泳剛毛を備えた stage で sac から泳出し、Plankton stageに入る。卵より泳出幼生までの発生に要する日数は、平均水温21.5°Cで9日、26.3°Cでは7日間を要した。泳出当初の幼生は光に対し強い向光性を示し、水槽中に飼育した場合は光方向の水面上にい（蛸）集する。幼生は游泳生活中次第に体節が増加し、15日目で約500 $\mu$ （第2図5）、30日目で約2.5mm（第2図6）に達する。

このように本種の幼生はかなり長期間にわたって浮游生活を行ないながら成長し、以後変態して着棲生活に入るわけである。しかしいずれにしても幼生の着棲期を中心とした時期が本種の病害対策を立てる上にきわめて重要な点となり、またこの幼生がプランクトンとして出現する時期や期間は各地域によつて多少のずれがあるものと考えられるので、この面からする各地域の調査が必要となる。

## 2. 駆除対策

穿孔動物の陰徴なそして継続的な行動によつてアコヤガイが知らず知らずのうちに貝殻を侵蝕され、大きな被害を生じていることは前述したとおりである。この対策として諸種の処理や操作を実施して駆除、予防を行なうことが目下の急務であり、一日も早くその完成が急がれているわけである。

このような病害虫に対処する方策として考えられることは

1. 薬品等による殺虫
2. 生態的諸習性や発生環境を逆用した予防処置
3. 耐虫性の母貝育成（品種改良）

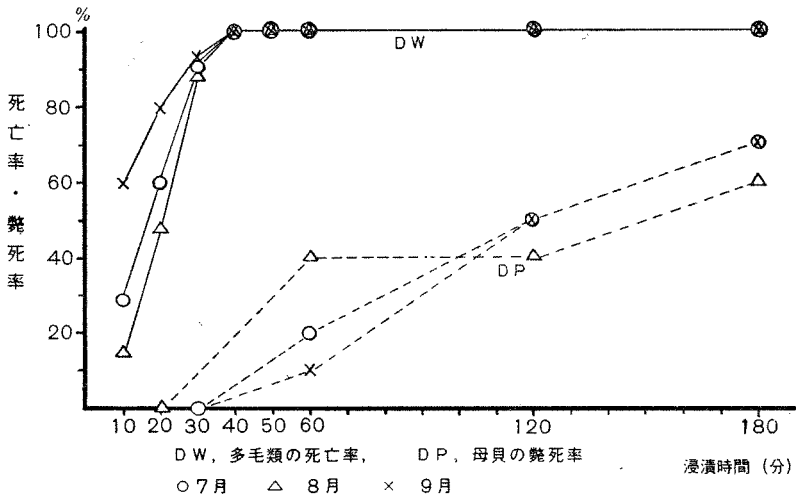
等が挙げられるが、これらの中で即効的に効果が期待されるのは、薬品等による殺虫処理であろう。多毛類が侵入した際、これを早期に殺すことが出来れば蝕害の進行をとどめることが出来、またこれを適当な間隔をおいてくりかえせば、結局長期にわたる防除の目的が達せられるものとする。しかしこの場合、選択し使用する薬品は人畜に対する無毒性はもちろん、各種漁業が雑居しているわが国の沿岸漁場においては、他種漁業へおよびす影響を充分考慮しなければならず、一方駆除作業にあつても、適当な処理と簡易な方法が強く要求されるわけであり、この要求される限界を越しては、なんらの実用意味も得られない。この意味から、実用性を重視しなければならない蝕害防除の方法として、簡易、安全な処理と考えられた飽和食塩水浸漬法を採りあげ、種々な試験と併行して実際面の処理について奨励しているわけである。

貝殻に侵入した多毛類に対する駆除試験については、従来より欧米において行なわれており、カキ貝殻の被害対策として薬品を用いたいろいろな方法が講

じられている。すなわち Korringa<sup>7)</sup> (1951) は1/2,000の di-nitro-ortho-cresol を含む海水中で3時間、または淡水中に16時間浸漬する方法でMackenzie, Cauthorn<sup>10)</sup> (1952) は500p.p.m. の Phenol 海水に浸漬する方法によつてカキ貝殻に侵入した多毛類をそれぞれ駆除したと報告している。また Mackenzie, Shearer<sup>10)</sup> (1961) は同様な実験を行ない、O-dichlorobenzene, trichloroethylene, 2,4-dichlorophenol などのベンゼンやエチレンの化合物を駆、殺虫剤として100p.p.m. の濃度で使用し、3時間の処理で50%以上の駆、殺虫効果を取めたが、飽和食塩水に浸漬する方法が安価であり簡単であつて、もつとも実用的な殺虫剤であると報告している。

わが国においては、太田<sup>11)</sup>はこの飽和食塩水の方法でアコヤガイについて駆虫試験を行ない、3時間の浸漬で約50%の駆虫効果を得たと報告し、さらに山口<sup>12)</sup>、三枝ら<sup>13)</sup>船越<sup>14)</sup>、脇ら<sup>15)16)</sup>などが同様の方法で実験しそれぞれ駆虫効果について報告している。以下濃食塩水による駆除方法について二、三述べることとする。

### 濃食塩水浸漬による駆除



第3図 飽和食塩水中の浸漬時間と多毛類の死亡率ならびに母貝の斃死率との関係

DW. 多毛類の死亡率 DP. 母貝の斃死率  
 ○ 7月 △ 8月 × 9月

飽和食塩水中に罹病貝を浸漬した場合、貝殻内に侵入した多毛類の殺虫効果や浸漬によるアコヤガイへの影響はどのようなものかという点、第3図に示したように、貝殻内の多毛類は20分で46~70%、30分で86~92%の死亡率となり、浸漬する時間とともに急激に高くなり、40分以上で100%の殺虫効果を示す。しかし母貝の斃死率も浸漬時間の経過とともに高くなり、30分を境として急激に出現する。このことから多毛類の死亡率と母貝の斃死率とを考慮して、浸漬時間は10分以上30分以内が適当といえる。

こゝで処理液としての食塩水であるが、通常飽和食塩水としては海水1ℓに対し335gを溶解しているが、その後種々な実験から飽和以下の濃度液でもかなりの殺虫効果があることが認められている。山口<sup>12)</sup>は飽和以下の濃度で実験し、浸漬20分で185g/ℓ(海水)で93.3%、206g/ℓで96%、237g/ℓで100%の殺虫効果を示し、これらは母貝の年令によつて異なり、若年貝ほど効果が高いと報告している。また三枝<sup>13)</sup>らによると、浸漬30分では100g/ℓで31%、200g/ℓで61%の殺虫効果があつたという。いずれにしても母貝に与える影響を考慮して適当な間隔をおいた年数回の処理を行なえば、飽和以下の濃度、30分以内の浸漬でもかなりの駆虫効果があるものと云える。

濃食塩水浸漬による駆虫効果は処理液浸漬後の処理操作によつてもさらに高めることができる。船越<sup>14)</sup>は食塩水浸漬時間の延長として浸漬後の陰干しを処理操作に加え、浸漬時間と処理後の陰干し時間とを組み合わせる実験した結果、浸漬後の陰干しは殺虫効果を高めるのにきわめて有効であり、その処理は2年貝で2分間浸漬、30分陰干し、3年貝では10分間浸漬30分陰干しが適当な方法であると述べている。

さてこのような食塩水浸漬方法においては母貝の斃死が伴う危険がある。このおもな原因は濃塩水の貝体内への侵入による脱水作用と考えられる。ここで処理塩水に浸漬した場合、この塩水がどのような状態で貝体内へ侵入するか、この点について調査するため飽和食塩水をRhodamine Bで着色し、貝を一定時間浸漬したのち開殻し、着色部位および着色の度合を調査した。その結果、足糸を中心とした前耳部足糸窩一帯の区域に強い着色がみとめられ、その他の縁辺部にはほとんどみとめられなかつた。

以上のような濃塩水侵入経過は浸漬前の貝の状況、季節などによりかなり変化するものと考えられるが、いずれにしてもこのような浸漬に際しては貝体内への侵入を阻止する予防措置として、浸漬処理前における母貝の開殻処理ということが必須の操作と考える。

浸漬前の開殻操作としては、空中露出、露出後の海水返戻や淡水浸漬等、貝



の環境を急激に変化せしめて刺戟を与え、これにより貝殻の密閉をはかる処置が行なわれている。現在実施されている方法を述べると空中露出、10～20分、→海水返戻5分→淡水浸漬10分となつている。しかしこのような処置も時期によりまた貝の生理とも関係して、かなり閉殻の効果が変化するので、より安全で効果のある方法を考案することが今後に残された問題であり、このことはひとり食塩水浸漬法にかぎらず今後登場してくることが予想される各種薬品の浸漬駆除方法に当たつても必要な操作ともなるのできわめて重要な課題といえる。

さて以上のような食塩水処理を行なう場合、これを実施する時期が問題となるが、これには多毛虫の生活史とか、母貝の活力との季節的な関連において考慮し、もつとも効果的な時期をえらぶことが必要であるが、現在までの結果から考えて、仔虫が貝に着棲する秋季（9～11月）と越冬後における侵入初期の春季を中心として実施するのが適当と考える。夏季および冬季は貝の生理の点からこのような処理を実施するには好ましい時期ではないのでさける方がよい。なお貝の大きさや年令により、虫が侵入する状態とか貝の抵抗が異なるので、三年以上の貝では飽和食塩水で処理するが、二年貝の場合は飽和以下の濃度（飽和を1とすると $\frac{1}{2}$ 程度の濃度）でも効果のあることは前に述べたとおりである。このほか貝の附着物の多寡によつても駆除効果が異なるから、できれば貝掃除後一週間程度経過した貝で処理を行なうとより一層効果的と考える。

このように短時間にもせよ異常な、しかもきわめて危険な環境下に貝を置くという処理過程が、その後の母貝の成長に阻害作用を与えるのではないかということは、駆除処理においてももつとも懸念される点である。脇ら<sup>15)16)</sup>はこの点について研究し、食塩水処理をしたものとしなないものについて、その成長を比較検討した結果は第3表に示したとおりである。

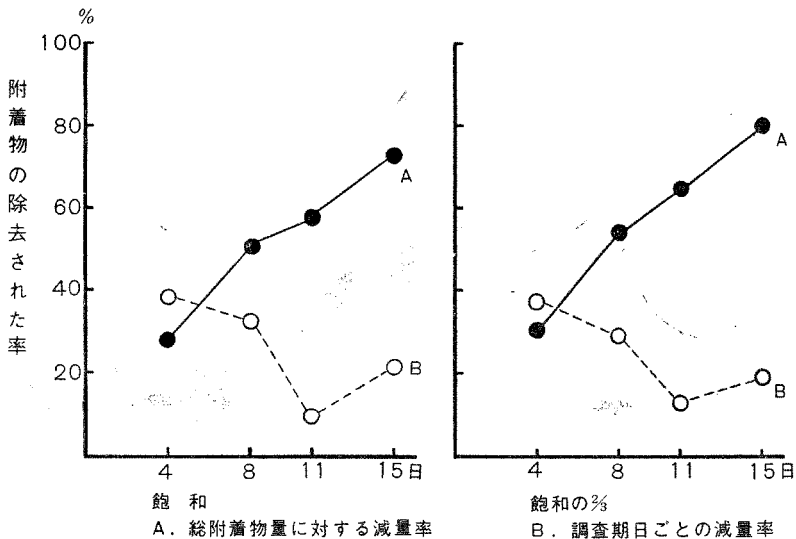
第3表 処理による大きさの比較（脇、山口）

処 理 別	測定貝数	平均殻高 cm	対照貝100に 対する比較	平均重量 g	対照貝100に 対する比較
(1) 5.6.7.9月処理（飽和）	50	5.51	103.3	20.28	120.8
(2) 7.9月 “（”）	52	5.44	105.0	19.19	120.3
(3) 6.9月 “（”）	49	5.34	103.1	17.48	104.1
(4) 7.9月処理（飽和の $\frac{1}{2}$ ）	50	5.51	106.4	18.71	110.8
(5) 対 照 貝	51	5.18	100	16.79	100

対照貝は5.6.7.9月の4回貝掃除と籠交換を行なつた。

食塩水浸漬処理が母貝に与える影響として、とくに懸念される成長阻害はまったく認められず、かえつて対照貝より大きさにおいて差がみとめられることから、成長が良いという結果となっている。また 船越<sup>14)</sup> は処理と無処理とについて“はさき”（鱗片状突起）の形成量を比較し、処理貝においては当初無処理のものに比較してやや悪い傾向があるが、1か月後にはかえつてはさきの形成は良好となると述べている。

以上のような食塩水浸漬方法はまた多毛類の駆除のみならず他の附着生物に対してもきわめて効果のあることが、最近になつてみとめられ、貝掃除、籠掃除としての一面の効果も見逃すわけにはいかななくなつてきた。前述のとおり多毛類が貝殻に着棲し、逐次侵入するにはこのための拠点が必要であるが、その大きな役割を果たしているものは附着物であり、したがつて附着物の除去はそのまゝ多毛類病害の防除にもつながる問題である。こゝでこの点について一、二述べる必要がある。



第4図 浸漬処理後の経過日数による附着物の減量状況

附着物除去効果について、いま筆者らが実験した一例を示すと、貝殻に附着生物が充分着生して塊状となつた貝を、飽和および飽和の% (224g/l) の食塩水中に20分間浸漬した場合、経過日数に伴う附着生物量の減量状況（附着

物は排水量であらわした)は第4図に示すとおりで、処理後15日目で80%前後の脱落量を示し、きわめて効果のあることがみとめられた。

さらにこの附着物の減量経過を処理後の経過日数にしたがってみると、飽和、%ともほぼ同一の傾向を示し、4日目で約30%、8日目で約半量(50%前後)の減量が見られる。以後減量の割合は次第は少なくなり11日目で60%前後、15日目で約80%前後となる。15日目の肉眼的観察では、貝殻表面上の附着物はフジツボおよびカサネカンザシを残すのみで他の附着物はほとんどなく、したがって処理後15日目の残量は大半のものがこれらフジツボの周殻板やカサネカンザシの石灰質棲管と考えられる。(濃食塩水浸漬によるフジツボへの効果はあまりみとめられなかつたが、カサネカンザシではほとんどのものが死滅する。)なお飽和、%の各濃度について、最終的な減量の割合から比較すると、両者ともほぼ同程度の値を示しているところから、%濃度でも十分な効果があると考える。

しかし一面において、この処理による貝掃除では附着物の死物が直接海中へ廃棄される形となつて、これら流失した物質の堆積による漁場環境の悪化、さらには生産力低下の一因ともなるので、これらの点を充分考慮して実施することが希まれる。このような附着物除去の効果は、近年人手不足にあえぐ貝掃除作業の省力化とも関連し、今後の大きな課題となると考えられるので、より適切な方法について病害対策とも関連しつつ、研究を行なう必要がある。

以上多毛類による駆除対策としての直接的な殺虫法、とくに濃食塩水浸漬による駆除法について種々な面から述べたが、これらの方法についてもいまだ完全なものとはいえず、閉殻操作の方法や附着物除去とも関連した適切な時期および回数、使用処理液の能力等、さらには食塩以外の他の薬品の選択究明、浸漬法にかぎらず薬品塗膜、被覆器具による防除法など、今後の実験や研究によつて解明されなければならない点が多々あると考える。また一方においては病害の恒久対策を立てるために生態的諸習性や発生環境等の究明を行なつて漁場環境を主体とした予防措置の方法を確立し、病害対策を完成したいと考えている。

## 文 献

- 1) 小林新二郎ら (1959) 真珠の研究 (東京) 97
- 2) 小竹子之助ら (1954) 日水誌 19 952
- 3) ————— (1955) 日水誌 20 979
- 4) 正垣 幸男 (1936) 科 学 6 275
- 5) Takahashi, K. (1937) Palao Tropical Biological Station  
Studies I 155
- 6) 木下虎一郎 (1949) ホタテガイの増殖に関する研究 56
- 7) Korringa, P. (1951) Arch. Neerl. Zool. 10 99
- 8) Yonge, C. M. (1960) Oyster. Collins London
- 9) Wilson, D. P. (1928) Jour. Mar. Biol. Assoc. 15 567
- 10) Mackenzie, Tr. et al. (1961) Proc. Natl. Shellfish. Assoc.  
50 105
- 11) 太田 繁 (1962) 真珠研究会会報 39 52
- 12) 山口 菊男 (1964) 真珠研究会会報 45 30
- 13) 三枝史郎ら (1964) 真珠研究会会報 46 1
- 14) 船越 将二 (1964) 真珠研究会会報 47 1
- 15) 脇 専一ら (1964) 真珠研究会会報 47 7
- 16) ————— (1964) 真珠研究会会報 48 15



## II. 吸虫（セルカリア）による病害

アコヤガイの軟体部を侵す寄生虫としては吸虫の幼生であるセルカリア (*Cercaria*) が知られている。この感染を受けたアコヤガイは一般に「黄貝」「網卵貝」とか「永久卵貝」と呼ばれる。吸虫類は発育中に宿主の交換を行ない、その過程において無性世代（単なる分裂で蓄殖）と有性世代（雌雄両生殖細胞の合一による蓄殖）を一定の順序で繰り返すものがある。いわゆる、世代交番を営むもので、セルカリアはこのような発育過程をとる吸虫の幼生の一つの型である（このようにセルカリアは吸虫類の幼生の一般的な呼称で、アコヤガイに寄生する吸虫の固有名詞ではないが、ここではアコヤガイに寄生する吸虫の各成長段階のものを含めて便宜上、セルカリアと呼ぶ）。

アコヤガイにセルカリアがみられることは妹尾<sup>1)</sup>によつてはじめて報告され、その後、尾崎・石橋<sup>2)</sup>はこれを *Bucephalus margaritae* Ozaki et Ishibashi と命名、報告している。しかし、当時はその発生率が低く、発生漁場が局部的であつたことなどで、とくに研究されることもなく現在に至つたが、ここ数年来、真珠養殖漁場が全国的な規模で拡大され、それにとまなうアコヤガイの移動が広く行なわれるようになったために、セルカリアの寄生をうけたアコヤガイ（以下寄生虫貝という）も全国的に増加しているのが現状である。寄生虫貝はその発育が著しく悪く、環境条件の変化にたいしては斃死を起し易く、また、挿核に際しても施術後の斃死率が異常に高いうえに、それらから産出される真珠のほとんどは不良品なので母貝養殖業者や真珠養殖業者にとつて、このセルカリアの寄生は憂慮される問題となつている。しかし、現在まで駆除や予防についての研究は全くない状態である。この問題を解決するにはまずこの吸虫の生活史や生態を明らかにすることが緊要であると考えられる。ここでは現在までに判つた研究の概要を述べて参考に供したいと思うが、このような研究は多くの総合的調査の結果によつて進歩していくものであり、この点でも多くの関係業者の方達の深い御協力を戴いたことが、この研究を進めるうえで大きな助けとなつた。なかでも生活史研究のうえでは和歌山県・白浜真珠株式会社小川勝氏、愛媛県・愛媛真珠株式会社高山活夫氏、向田真珠向田純一郎氏、御荘町漁業協同組合小野山喜広氏、高知県・宿毛市役所水産課岡崎隆俊氏、三重県・真珠貝養殖漁業協同組合協専一氏、覚田真珠株式会社松本慶重氏、世紀パール山本世樹氏ならびに御座漁業協同組合員の各位には一方ならぬ御配慮と御協力を戴いた。稿を草するにあたり心からのお礼を申し上げたい。

## 1. 寄生率

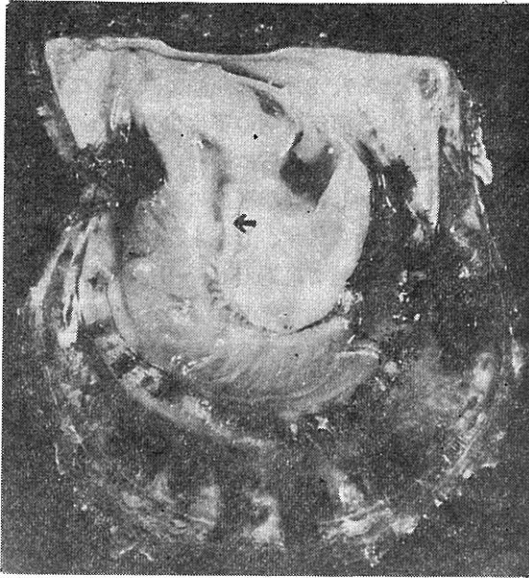
セルカリアの寄生しているアコヤガイは最近では真珠養殖の行なわれている海域ではほとんど例外なく発見されるが、これは稚・母貝、作業員の移動、運搬が盛かんに行なわれていることに基因するものであり、たとえ寄生虫貝が発見されたとしても一概にこれらの漁場で感染したとはいえない（貝から貝への直接的な感染は行なわれない）。調査の結果では特定の漁場の貝に感染率が高いことは否定できない事実であるから、これらの漁場にはこの吸虫の生活に適した特別の条件があると考えられる。その条件とはアコヤガイから泳出したセルカリアの以後の宿主としての動物が棲息していることであるが、多発漁場として経験的に考えられる漁場は暖海性海域に位置し、汽水帯や泥質底の潮通しの悪い内湾である。

寄生虫貝の出現率は上述のように漁場によつて著しい差がある。山口<sup>3)</sup>の調査したところでは和歌山県田辺湾の一漁場において夏季の採取貝の13%、著者の最近の調査では英虞湾の最高例で11.7%、紀州、四国の多発漁場での調査では30~60%におよんだものもある。

## 2. 寄生虫貝の識別ならびに生理状態

寄生虫貝を外観から区別することは困難であるが、貝体内におけるセルカリアの成熟期（秋季）には貝殻外面の鱗片状突起の伸びの悪い、いわゆる「ぼうずがい」の型になつているものが多い。この寄生虫は最初アコヤガイの生殖腺および消化盲嚢を侵し、次第に増殖して外套膜、入鰓静脈、鰓、唇弁に拡がり閉殻筋にまで及ぶ。各組織はスポロシストと呼ばれる管状あるいは枝状に分岐した子嚢に侵されるようになり、この中に若いセルカリアを生ずる。若いセルカリアは透明で色素をもっていないが、次第に發育するについて淡黄色となり、充分成熟すると各組織は黄色味を帯びてくる。とくに入鰓静脈の淡黄色化（正常貝は無色透明）、およびその肥大が特徴となつて容易に寄生虫貝を識別できるようになる（第1図）。寄生によつて貝の生殖腺は完全に破壊され、蜂窩状になり、貝は著しく衰弱し、外套膜は透明となり、閉殻筋は縮少し、いわゆる「みずがい」の様相を呈する。

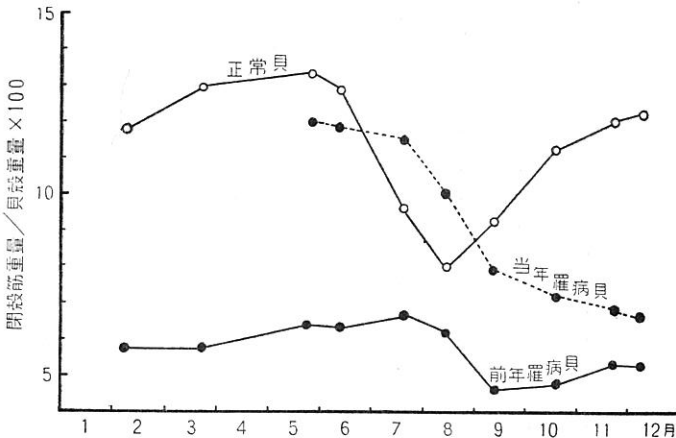
寄生によるアコヤガイの衰弱、斃死の現象がセルカリアの毒素分泌によるものか否かを確かめるに、セルカリアの体組織の懸濁液を作り正常貝への注射試験を試みたが、全く異常は認められなかつた。セルカリアの寄生によりアコヤガイが衰弱するのは総軟体部の15~25%におよぶ寄生部位を占めるスポロシス



第1図 セルカリアに侵されたアコヤガイ。  
セルカリアに侵されたアコヤガイ軟体部はス  
ポロシストが縮くずのようにからみあい、  
黄色を呈す。とくに人總静脈(←)肥大が特  
徴となる。

ト内で産出されるセルカ  
リアの分裂、成熟にとも  
なう栄養摂取に基因する  
ように思われる。

いま、寄生虫貝が衰弱  
状態にある12月の資料か  
ら血液のPH、桿晶体重  
量、閉殻筋重量などを正  
常貝のそれらと比較した  
1例を第1表に示した。  
これよりみると寄生虫貝  
の閉殻筋中のグリコーゲ  
ン量は正常貝に較べて著  
しく少なく、閉殻筋重量  
も減少している。ここ  
で、貝殻重量(貝の年令  
別および大小をあらわす  
指標とした)にたいする  
閉殻筋重量の割合をもつ  
て、その貝の生理状態を



第2図 寄生虫貝と正常貝の生理状態の周年変化(養殖3~4年貝使用)

あらわす一つの指標としてその周年度化をみると第2図のようになる。すなわち、正常貝は前年秋から当年6月までは閉殻筋重量は貝殻重量にたいして12~13%の割合を示しているが、産卵期にあたる7、8月には急激に減少して生理状態の低下をあらわしている。これにたいし、前年罹病の寄生虫貝はその値が5~7%に低下したままの状態を経過し、9月にはさらに一層の低下がみられ、それ以降も正常貝のように回復しない。しかし、当年罹病の寄生虫貝については5~6月には正常貝との間に有意な差は認められず、しかも正常貝の生理状態低下している7月にも寄生虫貝はそのままの値で経過し、8~9月になつて初めて急激に低下している。これらのことは正常貝では7月になると産卵による影響が生理状態の低下としてあらわれるのにたいし、寄生虫貝では精卵巣が完全に侵されていてその発育がみられないので産卵による影響としてはあらわれないものと考えられる。寄生虫貝の衰弱の時期である8~9月は、貝体内におけるセルカリアの分裂成熟の時期にあたる。

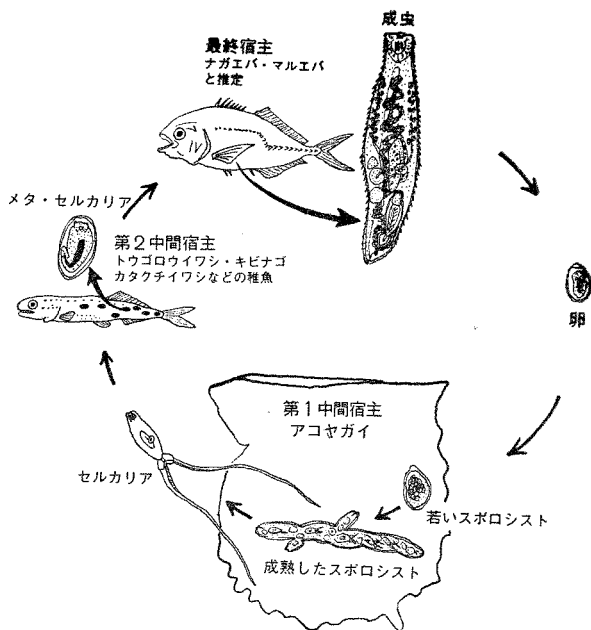
第1表 寄生虫貝と正常貝の生理状態の比較 (12月)

	殻長 mm	血液 PH	桿晶 体重 量mg	貝殻 重量 g	肉質 重量 g	閉殻 筋重 量g	閉殻筋中グリコー ゲン含有量mg (グ リコーゲンmg/g)	閉殻筋重量×100 貝殻重量
正 常 貝	46.0	7.90	25.5	15.9	9.5	1.95	41.50(21,282)	12.26
	49.9	7.80	28.6	14.0	9.2	1.80	43.10(23,947)	12.86
	49.0	7.70	25.1	14.7	10.5	1.90	50.19(26,417)	12.93
	45.3	7.53	20.2	11.1	8.7	1.40	51.43(36,737)	12.61
	45.6	7.52	23.9	13.2	9.5	2.05	94.44(46,068)	15.53
	51.0	7.55	33.6	16.8	12.9	2.70	91.33(33,826)	16.17
	46.9	7.70	17.4	12.6	8.0	1.55	63.40(40,903)	12.30
	47.4	7.67	21.8	13.7	10.5	2.35	122.37(52,072)	17.15
	52.7	7.50	28.9	22.0	13.3	2.87	—	13.05
	51.0	7.60	31.6	17.4	13.1	2.50	—	14.37
寄 生 虫 貝	42.8	7.30	15.3	11.7	6.7	0.70	9.13(13,047)	5.98
	45.0	7.40	12.9	16.2	6.4	0.50	3.24( 6,470)	3.09
	45.5	7.45	25.9	16.2	9.6	1.50	30.55(20,369)	9.26
	45.4	7.60	17.6	13.2	7.4	1.00	12.34(12,340)	7.58
	48.0	7.05	15.8	17.1	6.4	1.20	—	7.02
	46.0	7.55	18.1	16.0	6.3	0.80	—	5.00
	49.8	7.65	18.4	15.0	6.3	0.80	—	5.33
	54.2	7.50	17.2	15.0	7.6	0.70	—	4.67
	48.8	6.95	13.1	16.0	7.9	1.20	—	7.50
	44.8	7.55	14.5	17.9	5.0	0.60	—	4.14



### 3. 生活史

アコヤガイに寄生する吸虫の全生活史については、まだ確実には明らかにされた段階ではないが、現在までの研究により第3図のような生活圏にとるものと推定されるに至った。この中、第1中間宿主にあたるのがアコヤガイということになる。以下、各宿主内における寄生虫の生態についてその概略を記することにする。



第3図 アコヤガイに寄生する吸虫の生活史

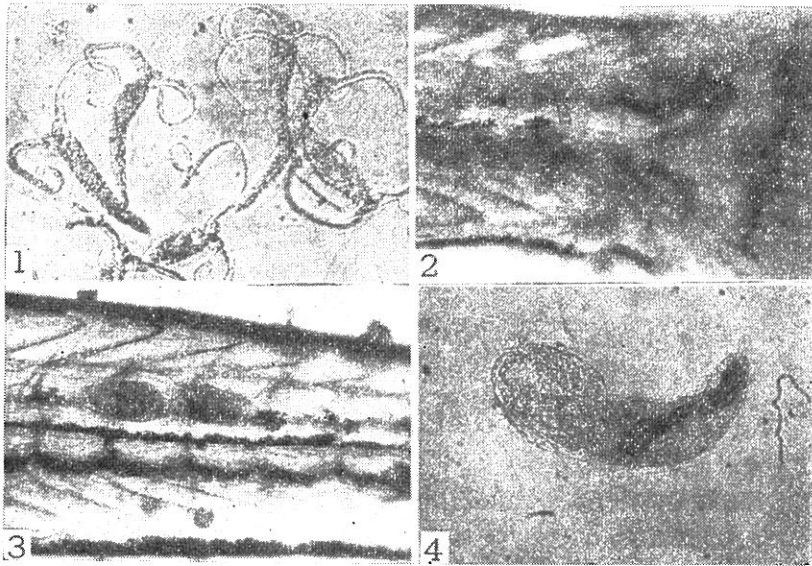
#### 1) オ 1 中間宿主内における生態<sup>4)</sup>

アコヤガイ体内におけるセルカリアの成熟状態をみると 生殖腺 → 入鰓静脈 → 鰓の順序にその発育が進んでいる。また、鰓からは泳出した多数のセルカリアが認められることから貝体内からセルカリアが泳出する過程は次のように考えられる。すなわち、最初に生殖腺や消化盲嚢に侵入した第1幼生はスポロシストの段階まで発育して、その中に無数のセルカリアを生じ、その成熟とともに入鰓静脈、鰓葉間接続膜血管、主鰓系を経て貝体へ泳出する。スポロシスト内に生じたセルカリアが成熟し泳出するためには水温が大きき要因となっており、28~30°Cにおいてその成熟は早められる。英虞湾における自然状態では夏季に増殖、成熟し、秋季が泳出期になつていることが観察される（秋季にはスポロシスト内からセルカリアは完全に泳出し、一旦治癒したように認められるが、生殖腺内にはスポロシストはそのまま残り越冬し、翌年再び水温の上昇とともにまた二代目のセルカリアが産出される）。

#### 2) オ 2 中間宿主内における生態<sup>5), 6)</sup>

アコヤガイから泳出したセルカリアは 尾部の著しい伸縮力をもつて游泳し

(第4図—1)、とくに水流にたいして強い反応を示す。第2中間宿主は人工感染試験ではすべての魚類がその可能性がある。セルカリアは宿主の鰭条間の膜状部に尾部の先端をもつて付着し、その後、尾部を粘状化して付着の基盤をつくる。尾部はまもなく消失し、セルカリアは頭部から鰭の条内、膜状部および鰭条基部の筋肉中へ移行する。鰭の充分発達していない稚魚にたいしては直接体表面から侵入し筋肉中へ入り(第4図—2)、被囊体(メタ・セルカリア)として発育するものが多い(第4図—3,4)。



第4図 セルカリアの被囊形成

1. アコヤガイから泳出したセルカリア。×80
2. トウゴロウイワシ稚魚の体表面から直接侵入しているセルカリア。×25
3. トウゴロウイワシの筋肉中で被囊を形成したメタ・セルカリア。×55
4. 被囊からとりだされたメタ・セルカリア。×80

天然棲息魚におけるメタ・セルカリアの感染状況をみると、秋季に真珠養殖筏の付近に群棲するトウゴロウイワシ *Atherina bleekerii*, キピナゴ *Spratelloides japonicus*, カタクチイワシ *Engraulis japonicus* などの稚魚に多く見出され、これらの魚種が各多発漁場共通の第2中間宿主となつていることが判明した。また、その感染率を時期的にみると、天然におけるセルカリアの泳

出時期と深い関係をもっており秋季に増加する傾向が明らかに認められた（第2表）。

第2表 時期によるトウゴロウイワシの  
メタ・セルカリアによる自然感染率

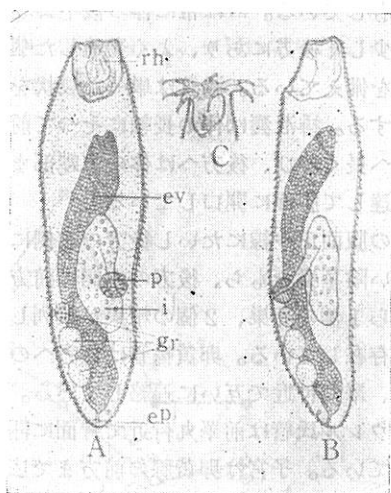
調査月日	調査魚数	自然感染魚数	感染率	備考
1962. VIII/9	71	7	9.9%	多徳島周辺から採取
VIII/17	32	9	28.1	〃
VIII/20	11	4	36.4	〃
VIII/29	20	10	50.0	〃
IX/12	13	7	53.8	〃
X/15	25	25	100	御座沖定置から採取*

\* 秋季には沖合へと移動するので、英虞湾口部の定置網にて採取したものを調査

人工感染によつて第2中間宿主から得られた被嚢体は楕円形を呈し、大きさは195~295×124~160 $\mu$ を算する。被嚢からとりだした虫体は盛かんに伸縮運動をしている。体表面には短かい剛毛を有し、口は体の後方腹面にみられる。腸管は単一袋状である。排泄嚢は体の前端近くまで伸びて後方へは体の末端部まで達して腹面に開口している。体の腹面正中線にたいし左側後方に3個の生殖原基が縦列してみられる。体の前端の吸着器官には7個の触手を有している。触手は通常引込めているが生体標本をカバーガラスで圧するとそれを容易に伸出する（第5図）。

### 3) 最終宿主の探索<sup>7)</sup>

最終宿主を確立させるために人工感染によつて得られたメタ・セルカリアを各種の鳥類・魚類に捕食させてその感染の有無を試験した。また、別の立場から寄生虫貝の多発漁場付近に棲息する魚類について、上記メタ・セルカリアの特徴をもつ吸虫 (*Bucephalus*



第5図 人工感染試験により得たメタ・セルカリアの形態。×160  
A: 腹面, B: 側面, C: 上げられた触手, ep: 排泄口, ev: 排泄嚢, gr: 生殖腺原基, i: 腸管, p: 咽頭, rh: 吸着器官,

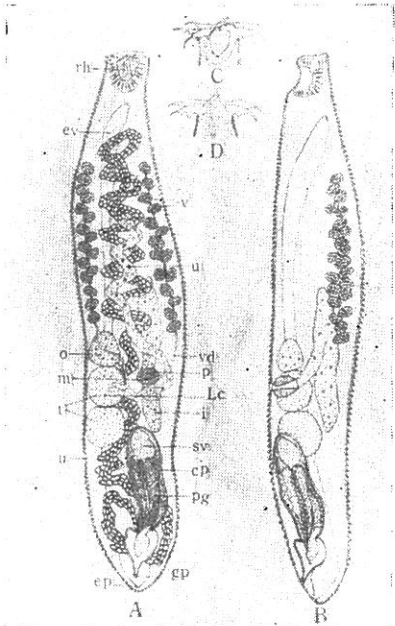
属)を探索した。その結果、ナガエバ*Caranx sexfasciatus*, マルエバ *Caranx ignobilis* の消化器管中に目的の吸虫が寄生していることを認めた(調査魚種58種)。

本虫はアコヤガイに寄生するセルカリアの人工感染試験によつて得たメタ・セルカリアの形態と一致した。また、本虫のナガエバにおける寄生率は寄生虫貝の多発漁場で高く、寄生虫貝のほとんどみられない海域では低く、真珠養殖が行なわれていない海域のナガエバにはその寄生は全くみられなかつた。なお、セルカリアの泳出初期(夏季)に採集したナガエバには本虫の寄生数は少なく、泳出盛期にともなう第2中間宿主のメタ・セルカリアによる感染率の増加とともにその寄生虫数は増加していた。

以上のことから、本虫がアコヤガイに寄生するセルカリアの成虫であろうと推察するに至つた。

本吸虫は寄生体内においては著しく伸縮性に富み、体表面には短かい剛毛を有している。口は常に体の後半よりも少しく後方にあり、よく発達した咽頭を備えている。腸管は単一の袋状を呈する。排泄嚢は体の長軸にそつて前方へ長く伸び、後方へは体の末端部まで達して腹面に開口している。

体の腹面正中線にたいし後方の右側に長い陰茎嚢をもち、後方の左側に前方から1個の卵巢、2個の精巣が縦列して存在している。卵黄輸管は後方へのび、睪丸付近で互いに連絡している。ラウレル氏管は前睪丸付近で背面に開いている。子宮は卵黄腺の前方まで広がっており、迂曲しながら後方へむかい、末端の生殖窩に開く。卵の大きさは18~24×10~17 $\mu$ で黄橙色をしている。前方の吸着器官には7個の触手を備えている(第6図)。



第6図 ナガエバから見出された *Buccelhalus varicus* の形態。×40

A: 腹面, B: 側面, C: 触手(腹面), D: 触手(背面)  
 cp: 陰茎嚢, ep: 排泄口, ev: 排泄嚢  
 gp: 生殖口, i: 腸管, Lc: ラウレル氏管, m: 口, O: 卵巢, P: 咽頭, Pg: 擬腺, rh: 吸着器官, sv: 貯精嚢, t: 睪丸, u: 子宮, v: 卵黄腺, vd: 卵黄輸管

以上の特徴から本虫は *Bucephalus varicus* Manter, 1940<sup>8)</sup> と同定し得ると思われる。

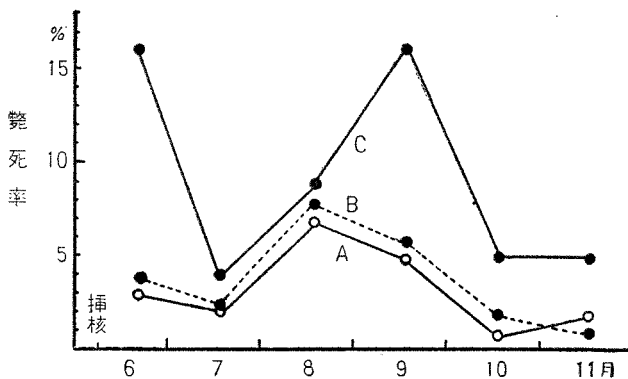
本虫がアコヤガイに寄生するセルカリアの成体であることを実証するために、現在人工感染試験を実施している。

#### 4. 寄生虫貝から産出された真珠の品質<sup>4)</sup>

寄生虫貝をピース貝として使用する場合には、移殖される外套膜切片にスポロシストが侵入していることもあるので、まず、このスポロシストがピースを移殖した他貝の中で生存し、そこでセルカリアを増殖し得るものか否かを確かめる必要がある。試験の結果、寄生虫に侵されている貝をピース貝として使用しても正常貝への感染はないことが判明した。

寄生虫貝（前年罹病貝）への挿核試験は A（正常母貝へ正常貝のピースを使用…対照）、B（正常母貝へ寄生虫貝のピースを使用）、C（寄生虫貝の母貝へ正常貝のピースを使用）の3群をつくり、挿核後の斃死率、真珠の品質について比較しその利用価値の有無について検討した。

施術後、養生期間中および養成期間中の各月の斃死率は第7図に示すとおりで、寄生虫貝を母貝としたもの（C）は施術直後の斃死率と9月の斃死率において他の2群（A、B）との間に有意義の差が認められる。9月は寄生虫貝の体内におけるセルカリアの成熟、泳出の時期にあたる。



第7図 挿核施術後の各群の月別斃死率

- A : 正常母貝へ正常貝のピースを使用……(対照)
- B : 正常母貝へ寄生虫貝のピースを使用
- C : 寄生虫貝の母貝へ正常貝のピースを使用

第3表 寄生虫貝より産出された真珠の品質（ふくろ）（きずの状態）

挿核 昭和38年6月4日、浜揚げ 11月22日

	無きず珠	小きず珠	大ききず珠	くず珠	しら珠	生存数にたいする歩留
A	20(31.7%)	18(28.6)	18(28.6)	2(3.2)	5(7.9)	77.8%
B	17(27.9)	15(24.6)	18(29.5)	4(6.6)	7(11.5)	79.2%
C	3(12.5)	4(16.7)	6(25.0)	9(37.5)	2(8.3)	53.3%

A…正常の母貝に正常貝のピースを使用したもの（対照）

B…正常の母貝に寄生虫貝のピースを使用したもの

C…寄生虫貝の母貝に正常貝のピースを使用したもの

第4表 寄生虫貝より産出された真珠の品質（きずの程度による商品価値のうえから）

	上珠 (小きず珠以上)	不良品珠 (大ききず珠以下)
A	38(65.5%)	20(34.5)
B	32(59.3)	22(40.7)
C	7(31.8)	15(68.2)

(A, B, C. の区分は第3表に同じ  
以下同様)

第5表 寄生虫貝より産出された真珠の品質（巻きの状態）  
(原核・5.30±0.05mm)

	厚巻き珠 (5.70mm以上)	薄巻き珠 (5.70mm以下)
A	28(73.7%)	10(26.3)
B	8(25.0)	24(75.0)
C	2(28.6)	5(71.4)

(小きず珠以上のものについて)

つぎにそれらから産出された真珠を「きず」の点からみて正常貝のそれと比較した結果は第3表のとおりである。これをさらに商品価値のうえから「きず」の程度によつて「小きず」以上の上珠と「大ききず」以下の不良珠（しら珠は除く）とに分けて（第4表）、それぞれについて検定すると正常母貝に寄生虫貝のピースを使用したもの（B）は対照（A）との間に有意な差は認められないが、寄生虫貝を母貝として正常貝のピースを使用したもの（C）は前2群との間に有意な差がみられ、不良珠が多く出現することが判る。

なお、「巻き」について比較する意味で「小きず」以上の上珠について「厚巻き珠」と「薄巻き珠」に分けてそれぞれ出現率を示すと第5表のとおりである。寄生虫貝を母貝（C）あるいはピース貝（B）として使用したものは、いずれも対照群（A）との間に有意な差がみとめられ、それらの巻きは薄いことが判る。

なお、当年罹病の寄生虫貝を材料として同様な試験を行なつたが、寄生虫貝の生理状態に低下がみられない夏季までの期間ならば、いずれの場合もあまり差がないように思われた。

以上の結果を要約すると前年罹病の寄生虫貝を母貝として使用すると、施術後の斃死率が極めて高く、産出される真珠も「きず珠」「薄巻き珠」の出現率が高い。ピース貝として使用した場合にも「薄巻き珠」の出現率が高いので企業的には放棄した方が得策と考えられよう。当年罹病の寄生虫貝についてはその生理状態に低下がみられない夏季までの期間ならば、ピース貝として使用の可能性はあるように思われる。

## 5. 寄生虫被害の防除対策

寄生虫の駆除・防除対策については現在研究中であるが、それらの方法としては次のようなことが考えられる。

- 1) この吸虫の生活史を確定させ、生活史上での弱点をつかみ、生活圏の循環を断ち切る。
- 2) 第一幼生のアコヤガイへの侵入時期およびその游泳層などを調査して、この時期がほぼ一定のものであれば漁場利用の面から効果的養殖を行なう。
- 3) 寄生虫に侵されたアコヤガイを薬品などで治癒させる。

これらのうち 1) については寄生虫貝の多発漁場はかなり限られていることから、これらの漁場には最終宿主としての魚類の棲息に適した条件があると考えられる。アコヤガイから泳出したセルカリアは前述のごとく主として夏季～秋季に養殖筏附近に群棲するトウゴロウイワシ、キビナゴ、カタクチイワシなどの稚魚の筋肉中へ侵入することから、一応これらが自然の生活圏における第 2 中間宿主の主体を占めると推定される。これらの魚類の筋肉中におけるメタ・セルカリアの生存期間は数ヶ月以内であるとの観察を得ているので、秋季～冬季にこれら第 2 中間宿主としての魚類が棲息しており、しかも最終宿主としての魚類が同時に冬季にも棲息しているような海域が、まず、寄生虫貝発生漁場としての条件となると考えられる。ここで最終宿主の魚類を確定させれば、その魚類の習性などを調査して、それに適応させた対策を立てて防除することも可能となると考えられる。

2) については寄生虫の第一幼生のアコヤガイへの侵入時期が春～初夏（三重県）において多いことが試験の結果ほぼ判明した。なお、寄生虫貝の発生率は同じ湾内の各浦内でも非常に異なり、同一浦内では湾奥部程多く、湾口部の潮通しの良い海域程少ないことから、寄生虫貝の防除策としては、多発漁場で

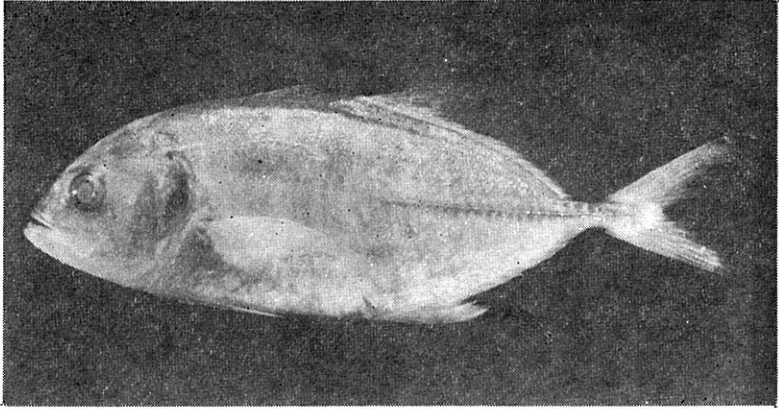
は湾奥部で越冬させることは好ましくなく、できる限り湾口部の寄生率の少ない漁場で越冬させ、初夏を過ぎた後に湾奥部へもちかえることが望ましいといえる。

3) についてはこの種の吸虫に卓効のあるとされている10数種の薬品を用いて罹病員の治療試験を行なつたが、充分な結果は得られなかつた。本薬品ならびにその用法についてはさらに検討の余地があり、今後とも研究を重ねていきたいと考えている。

## 6. 参 考 文 献

- 1) 妹尾秀実 (1932) : 日水誌、1、62
- 2) Ozaki, Y. and Ishibasahi, C. (1934) : Proc. Imp. Acad. Sci., 10 (7), 439—441.
- 3) 山口正男 (1947) : 医学と生物学, 11(6), 395—397.
- 4) 阪口清次 (1964) : 国立真珠研報, 9, 1161—1169.
- 5) ————— (1965) : 国立真珠研報, 8, 1060—1063.
- 6) ————— (1965) : 日本水産学会年会にて講演
- 7) ————— (1965) : //
- 8) Manter, H. W. (1940) : Allan. Hancock. pacif. Exped., 2 (14) 335—337.





アコヤガイに寄生する吸虫（セルカリア）の最終宿主の1種と推定されるナガエバ  
*Caranx sexfasciatus* ×2/5

ナガエバはアジ科、カイワリ属、ギンガメアジ亜属に属し、メツキ（和歌山県）、エバ（愛媛、高知県）などよばれる。本州の中部以南、印度洋などに広く分布する暖海性の魚種で、成長すると体長55cmに達するといわれる。若魚の体側には6条の明瞭な黒褐色横帯があるが、成長すると不明瞭となる。

晩春、5~8cmの幼魚が各湾に接岸し、溯河するものも各地においてみられる（四万十川では上流65kmの地点において捕獲された記録がある）。秋季、水温の低下とともに降河し離岸するが、暖海性海域では湾内で越冬するものもみられる。このようなナガエバが越冬する海域が、セルカリア寄生虫貝の発生漁場としての条件をもっているものと推定される。



# アコヤガイの水槽内飼育に関する 研究の経過と今後の問題点について

桑 谷 幸 正  
(国立真珠研究所)

## はじめに

これまでの真珠養殖事業の管理作業はすべて自然の年周期に応じて企画され、行なわれてきました。それらの行程を検討してみますと、小さな技術的問題点を除けば、ほとんど完璧に近い形となつているのが認められます。これらのことは、自然の力、つまり対象生物と自然環境のつながりの中で、最大の生産を確保すべく、多くの努力と、おそらく数知れない失敗とを積み重ねて、その上に築かれた先覚者諸志の輝かしい成果であることを物語るものと云えます。

しかしながら今日、他種産業をかえりみると、それらの進歩は目ざましいものでありまして、水産業同様に原始産業と称されていた農業においてさえも、土地改良のために大規模な機械力が導入され、病虫・害草除去のために多くの薬剤が開発され、さらにまた、従来、時期的な作物であつたものが温室栽培によつて周年、生産されるようになり、遂に完全な人為管理生産であるところの礫耕栽培に到つています。これと現在の真珠養殖とを比較してみますと、前に述べた自然の年周期と云う巨大な壁のために、いかに多くの時間的、労力的、経済的損失がもたらされているかを改めて考えさせられます。農業における機械力耕耘は真珠における漁場改良に、薬剤による病虫・害草の除去は附着生物および寄生虫の駆除にそれぞれ対応し、それらは真珠養殖においても以前から研究が進められていましたが、一方、農業の温室・礫耕に対応するところの池中養殖については、まだ全く未開発の分野であると云うことができます。

現在の研究段階で云々することには多くの問題がありますが、企業的にみた将来の目標としては、現在の海面での養殖を全面的に池に移すと云うことではなく、例えば、採苗、避寒、仕立、養生、化粧巻きなど、技術的に最も主要なあるいは critical なポイントを池中で管理し、海面養殖の一環に加えてゆくべきであろうと考えています。

以上、将来の養殖事業の方向と飼育の研究とのつながりについて述べました

が、この研究の今一つの目的は、現在行なわれている各種の研究をより一步前進させるための一つの研究手段として利用すること、であると考えられます。つまり、現在までの研究の多くは野外で目的とする条件を与えて養殖し、あるいは現に養殖されている真珠および真珠貝を調査することによつて、それぞれの条件と真珠の品質あるいは貝の成長および生理とを対応させる努力を重ねてきました。勿論、それらは養殖に関する多くの問題と、それに対する解答とを吾々に与えてきましたし、また将来においても、この種の実験を放置し去ることは現場の研究者である吾々に許されることではありません。

しかしながら、野外における研究に共通して云えることは、条件をできるだけ単純化しようとしても、あまりにも多くの要因が介在するために、結果的にみて大量の材料と長い年月、さらに多くの労力が必要となり、しかもその得られた結果については、別の観点からの追補試験が必要となる場合が極めて多いと思われまゝ。池中あるいは水槽内飼育において海中と同程度あるいはより以上の成長が恒常的に得られたとするならば、槽内の条件を規制することによつて、単純要因についての各種の試験は極めて容易に行なわれると考えられます。

以上、2つの理由から当研究所としては、アコヤガイの飼育に関する研究に着手した次第です。

## 研 究 史

二枚貝類の飼育に関する研究も、他のすべての生物の場合と同様に、2つの方向に分けられると思います。その1つは飼育環境の研究であります。これには光線、水温、水の流動などの物理的要因のほか、飼育水の有機的、無機的要因が含まれ、それらの単要因あるいは複合要因と飼育生物の成長あるいは生理とのつながりの検討が必要と思われまゝ。また、最近とみに研究が活潑となつてまいりました濾過循環装置の微生物学的研究もこの部類に属すると思われまゝ。

他の1つは投与餌料に関する研究であります。この研究は主として生物の種類に対する餌料の種類および投与量に関するもので、前述の飼育環境と重畳させることによつてはじめて理解される問題も少なくありません。

これまでの海産二枚貝類の栄養摂取に関する研究は、(1)胃内容物調査、(2)摂餌機構および消化生理、(3)飼育実験の3つに大別されます。

胃内容物調査： これまでのわが国における二枚貝の食餌に関する研究の大部分は、それらの胃に摂取された生物あるいはその残骸から餌料生物の種類を同定し、その量を計測したものであります。

それらのうち主なものをつぎに示しました。

- |          |   |
|----------|---|
| 愛媛水試     | 1915, アコヤガイ <i>Pinctada martensii</i>   |
| 平坂       | 1916, ナガガキ <i>Ostrea gigas</i> , イタボガキ <i>O. denselamellosa</i> , アサリ <i>Paphia philippinarum</i> , ハマグリ <i>Meretrix meretrix</i> , バカガイ <i>Mactra sulcataria</i> , オオノガイ <i>Mya arenaria japonica</i> , ミルクイ <i>Schizothaerus muttalli</i> . |
| 妹尾・堀     | 1927, ナガガキ <i>Ostrea gigas</i> .  |
| 井狩       | 1929, ナガガキ <i>Ostrea gigas</i> .  |
| 田村       | 1932, <i>Ostrea circumpecta</i> , <i>O. spinosa</i> .   |
| 木下・平野    | 1935, ホタテガイ <i>Pecten yessoensis</i> .  |
| 小串       | 1938, アコヤガイ <i>Pinctada martensii</i> .   |
| 千葉・鶴田・井上 | 1955, トリガイ <i>Fulvia mutica</i> .   |

これらのわが国における胃内容物調査の結論は、SAVAGE (1925)、妹尾・堀 (1927) および木下・平野 (1935) が述べているように、二枚貝類には食餌に対する選択能力はなく、食餌として摂取されるか否かは主として浮遊生物の大きさ、形態、運動能力の有無などにより決定され、これらの点を適当に具備したものは何でも餌料として摂取されるものと認めています。

なお、外国で胃内容物調査から判断された餌料の種類に関する興味深い論議を KORRINGA (1919) の総述によつて紹介いたしましょう。

まず、餌料生物の種類について、MAC CRADY (1874)、LOTSY (1895)、REDEKE (HOEK, 1902)、HEYMANN (1914)、SAVAGE (1925)、NELSON (1921, 1941) などは硅藻類がカキの最も主要な餌料であると云う意見を支持していますが、一方、MARTIN (1923, 1927)、NELSON (1925)、COE and FOX (1942) などは小形の渦鞭毛虫類、植物の動胞子あるいはより小さい有機物が餌料の主体を占めていると主張しています。さらに MANSOUR - BEK (1946) などほんの一部の人達は動物性餌料が二枚貝によつて大量に摂取されていると信じています。

つぎに餌料となる種類について、これらの研究者の一部は、生きたプランクトンはカキの胃内容物のほんの一部 (SAVAGE, 1925 によれば全体の約2~7%) を占めているに過ぎないと考えていますが、他の多くの研究者はこれに反

対して、それらは少なくとも細かく破碎された生物の碎屑であると論じています。KORRINGA は“このことはたまたま有機物の碎屑 *detritus* が主要な餌料であるとする PETERSEN (1911)、MOORE (1913)、BLEGVA (1914)、COE and FOX (1914) などの意見を認めることになり、さらに生きた植物性プランクトンはカキにとって必ずしも重要な餌料ではないと云うことを認めたことにもなる”と批判しています。おそらく、摂取された硅藻類の外殻が体内に摂取された後に破碎されることは想定されないから、と云う理由であると思われる。さらに KORRINGA は二枚貝の餌料の選別基準として、餌料の大きさと刺の多少とを挙げています（これはおそらく硅藻類について云つたと思われませんが）が、わが国の研究者の意見と対比して興味あることです。同氏はまた胃腔内に摂取されたものが必ずしも消化されることを意味していない、と云う警告を述べています。

**攝餌機構および消化生理**：この研究分野での開祖である CHATIN (1896) はカキの嚙細胞に異なつた型があることを記載し、また HEYMANN (1911, 1914) ははじめて消化器官内の消化酵素を鑑定いたしました。YONGE (1926, 1926a, 1943, 1946) は各種の試験研究の後、大部分の二枚貝は植物性食動物に分類されるべきであると論じました。また、同氏は、それらの胃の中での消化は専ら桿晶体から出される炭水化物分解酵素の作用によつて行なわれ、それ以外の消化作用はすべて嚙細胞内で、とくに蛋白、脂肪の消化は嚙細胞内で行なわれることを明らかにしました。桿晶体酵素については沢野 (1929) によつてさらに確かめられました。COE and FOX (1942, 1944) および COE (1945, 1947) は YONGE の考えを支持し、セルローズの消化は行なわれないと云うことを記載し、また二枚貝の糞中に非常に多くの未消化の植物性細胞（セルローズの外殻をもつた渦鞭毛虫類）が存在することを何回も観察したと述べています。LOOSANOFF (1947) も同様に、浮遊生物はしばしば二枚貝の消化器官を通過しても全く損傷なく生存していると述べています。COE は小形の硅藻類を純粋培養してこれを投与した後、その糞を調査した結果、糞中には少数の生きた細胞と非常に多くの色素板とが存在することを観察し、小形の硅藻類は非常によく消化されると述べ、また、細胞内消化にとつてあまりにも大きい生きたプランクトンまたは有機物は不消化物として取り扱うべきだとしています。同氏はまた、微細に破碎された有機物の碎屑は、鰓で摂餌を行なつているすべての生物の栄養補給の主体を占めていると述べています。

一方、NELSON (1933) は YONGE がカキの細胞外消化における桿晶体酵

素の力とそして重要性を低く評価しすぎると主張し、*Coscinodiscus*, *Melosira*, *Skeletonema* などのように大形の珪藻がしばしば *Ostrea virginica* の胃の中で、分解の状態にあるのを見出すが、これは細胞外消化によつてもたらされたものであると考えました。また、MANSOUR (1946, 1946a) と MANSOUR-BEK (1949, 1946a) は動物性プランクトンは弁鰓類の餌料として一般に考えられているよりも非常に多く摂取されており、このことは、これらの動物性餌料が速かに消化されるためにしばしば研究者達が見逃したものと信じています。彼らはシヤコガイ類 *Tridacna* とシンジュガイ類 *Pinctada* の胃の中に蛋白および脂肪分解酵素とが存在することを主張しました。しかしながら試験管内では、彼らが信じているように動物性プランクトンをこのように速かに消化するほど強力な細胞外蛋白消化酵素の作用を確かめることはできませんでした。これについて YONGE (1946) は細胞内消化にとつてはあまりに大きい対象物は消化管の内面に多数存在する遊走細胞によつて消化され得ると述べています。そしてまた、この遊走細胞の存在は胃液の中のある量の蛋白質および脂肪分解酵素が見出される原因となつていてと考えました。COE (1947) も、この点については YONGE と同意見でした。KORRINGA (1949) は“たしかに、細胞内消化は非常に重要な事柄であるが、しかしながら少なくともセルローズをかぶつていない有機物については細胞外消化が可能であるように思われる。吾々はそれがどの程度行なわれるものであるのか、餌料の大きさに限界があるのか、何かそのほかに条件が必要であるのか、弁鰓類の異なつた種類でもこれらの点では同じであるのか、いずれも全くわからない”と述べています。

**飼育実験：** 人工的な餌料による二枚貝の飼育の実験例は、内外を問わず、これまで数えるほどしかありません。通常、二枚貝は実験室内では早晚、飢餓におち入り、そして斃死し、正常な成長と肥満とを得ることは非常に困難であると考えられていました。MARTIN (1927, 1928) は純粋培養したプランクトンでカキを飼育しましたが、カキはほんのわずかの成長を示したに過ぎませんでした。しかしながらこの結果から、裸の単細胞浮遊生物は食餌として適切であると考えました。GAVARD (1927) は植物性あるいは動物性の物質から作つた人工的有機残滓を餌料として、1 season (?) に約15<sup>mg</sup>の成長をさせることに成功しました。この実験は実験室内でおおむね正常な成長を示したただ1つの例と云えます。また、このことはカキが餌料として生きて有機体なしで飼育することができると云うことを実証しました。LOOSANOFF and ENGLE (1944, 1947) はプランクトンの濃厚な培養液を作り、その中でカキの飼育を

試みました。しかしながら、彼らはカキがそのような豊富な餌料の中で飢餓の徴候を示したことに全く気づきませんでした。この事象について彼らは、もし用いられた餌料生物の代謝生産物があまりにも大きい場合には、それは飼育中のカキにとって有害となり、このような理由から実験的条件の中ではカキを正常に飼育することは困難であると述べています。わが国では山本（1955）が約7トンのタンク内に殻長約5 mmのホタテガイ10,000個を収容し、餌料として、無濾過海水のかけ流し（1日当り沈澱物量約1,600cc）、濾過海水に海水中よりネットで採集したプランクトンおよび実験室で培養した硅藻を加えたもの（1日当り沈澱量450~500cc）、さらに1日当り500 gのシロクロワの圧搾汁を加えたものの3種を用い、それらによる成長の比較を試み、いずれも4か月後に20~25mmにまで成長させることができました。この結果により、二枚貝が生きたプランクトンでも有機物の碎屑でもともに成長するということが立証されました。

## 研究の方向

以上の研究史の中から今後に残された、明らかにされなければならない多くの問題点を見出すことができます。以下それらを列記してみました。

### 摂餌・消化機構

- (1) アコヤガイの摂餌および消化器官の詳細な構造とそれぞれの機能
- (2) アコヤガイの体内外における餌料の選別基準

### 餌育実験

- (1) 餌料の種類：培養プランクトンおよび人工餌料による飼育
- (2) 餌料の投与量：貝の大きさ別の投与量および投与回数、餌料の懸濁濃度
- (3) 飼育環境：光線、流れ、水温・塩素量、溶存有機化合物量・無機化合物量など

### 栄養生理

- (1) 投与餌料の摂取率
- (2) 摂取された餌料の消化吸収率
- (3) 各種栄養分の最低および成長必要量：レベル餌料投与、飢餓代謝量・エネルギー代謝量の測定

### 野外実験

- (1) 天然における栄養摂取量
- (2) 天然における餌料の分布量：時期別漁場別一赤潮および密植機構の解明

## 研究の概要

当研究所においてこれまでに行なわれた研究の概要とそれらによつて明らかにされた今後の問題点はつぎのとおりです。

### アコヤガイの胃および消化盲嚢の構造と機能について

これまで二枚貝の胃および消化盲嚢の構造と機能については YONGE(1926, 1926a)、OWEN (1953, 1955)、PURCHON (1956, 1957, 1958, 1959)、NAKAZIMA (1956, 1957, 1958a, 1958b, 1959)、GRAHAM (1948—49) などにより多くの研究がなされていますがアコヤガイについては一貫した研究もなく、未知の点が少なくなかつたので本研究に着手いたしました。

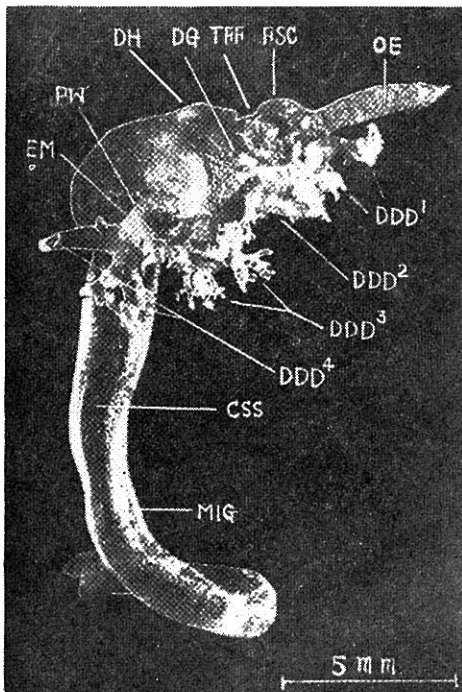
調査方法としては、それらの macro な構造を知るために、アクリル系樹脂

による鑄型の作製、生体およびホルマリン漬材料の解剖を行ないました。ついで micro な構造を知るためにパラフィン法および凍結法による組織切片を作製し、各種の染色を行なつて観察に供しました。さらに胃および消化盲嚢内の機能をj知るためにカーミン、インデアンインキ、細砂を流して、それぞれの部位の繊毛流を追跡調査いたしました。

調査結果の詳細は日本水産学会誌31(3)、174(1965)に掲載されていますが、要約いたしますとつぎのとおりです。

(なお、部分名称についてはわかりやすいように和名を用いしましたが公式のものではありませんので念のため。)

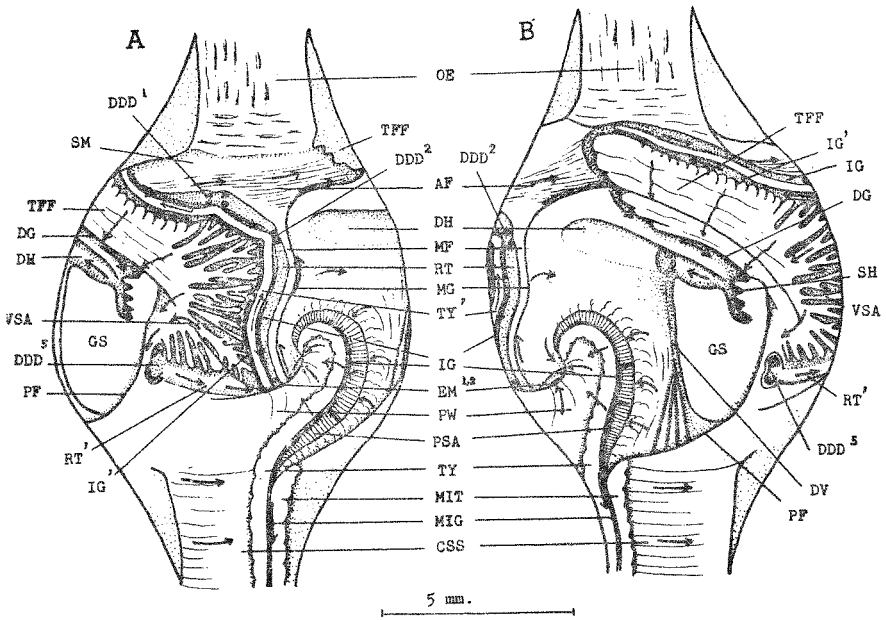
環境水中から鰓および唇瓣によつて選別されて食道内に



第1図 アクリル系樹脂による胃の鑄型。各部分名称は本文参照のこと (以下第3図まで同じ)



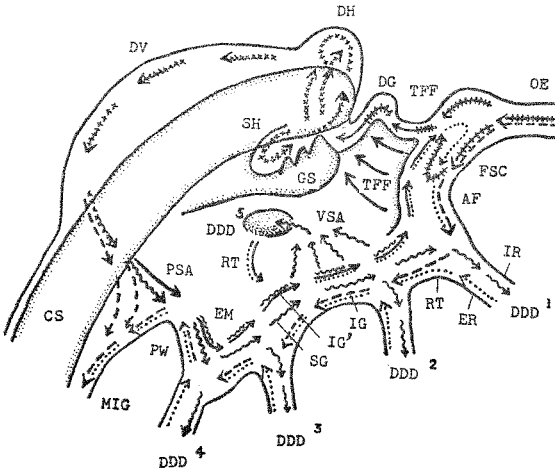
入り、さらに食道内繊毛によつて胃腔内に運ばれてきた餌料は、まず、食道開口部で選別され、砂などの混入不消化物は右排泄溝 (IG) へと送られ、その他のものは背溝 (DG) を通つて、胃楯 (GS) の有歯部と膜状部との間の割れ目に形造られたくぼみ (SH) へと送られ、このくぼみで桿晶体 (CS) が胃楯の歯で削られてできた粘液と混合され、背部 (DH, DV) に送られます。粘液と混合された餌料は胃の背部で一時的にたくわえられるようで、この間に桿晶体酵素の作用によつて消化が進行すると思われます。



第2図 胃の展開図。A：背側よりみたもの、B：腹側よりみたもの。

胃の背部から逐次、後方に押し出された餌料は胃腔右壁と膜状隔壁 (PW) との間の排泄溝 (IG) の右側に沿つて拡がる後部餌料選別域 (PSA) で選別され、その内、大形のもの、消化されないものは排泄溝に、その他のものは隔壁 (PW) によつて作られた第2湾凹 (EM<sup>2</sup>) へと送られます。腸内の主縦隆起 (TY) は隔壁 (PW) の外縁部を形成して第2湾凹 (EM<sup>2</sup>) に入り、ここでなめらかな細長い先端縦隆起 (TY') となります。先端縦隆起は第1湾凹 (EM<sup>1</sup>) に入り、そこから出て胃の右腹側を通り胃の前半部に到つて左に折れ曲り、主褶の前側に沿つて背部にまわり、食道開口部に達しています。第2湾

凹 (EM<sup>2</sup>) に入った餌料は、先端縦隆起の左側の強い繊毛流に送られて第1湾凹 (EM<sup>1</sup>) に入ります。第1および第2湾凹には消化盲嚢導管 (DDD<sup>3</sup>、DDD<sup>4</sup>) が開口しており消化物および細粒のものは導管を経て同細管 (TDD) へと送られます。第1湾凹を出た餌料は先端縦隆起の左側に沿って前方に送られ、そのうち微細なものは先端縦隆起の頂上を縦に走る頂溝 (SG) に集められます。



第3図 胃腔内の餌料の循環の模式図。矢印は餌料の流向。←+++生鮮餌料、←×××桿晶体と混合、←-----不消化物および大形粒子、←-----消化物、←-----消化物および小形粒子、←-----消化盲嚢からの排泄物。

頂溝を流れる餌料は、右前導管開口部 (DD D<sup>2</sup>) および前導管開口部 (DDD<sup>1</sup>) における先端縦隆起の屈曲点からそれらのくぼみに送り込まれます。先端縦隆起の左側に沿って前進する他のものは、腹面に拡がっている腹部餌料選別域 (VSA) で大小によりわけられ、そのうち微細なものは、左導管開口部 (L P, DDD<sup>5</sup>) に送り込まれます。それらの選別により残ったものは主褶 (TFF) と前褶 (AF) との間に形成され、

胃の前左壁に陥入する餌料選別嚢 (FSC) に入り、そのうち微細なものは主褶を横切つて、再び背溝 (DG) に入り胃楯 (GS) へと送られます。このようにして消化されたものおよび微細なものは、つぎつぎと消化盲嚢導管内に吸収されますが、未消化のものは消化されるまで胃腔内を回転し、不消化物は各部で選別除去され、排泄溝を通つて腸に向つて送られます。

第1・第2湾凹 (EM<sup>1</sup>, EM<sup>2</sup>) および前・右前・左導管開口部 (DDD<sup>1,2,5</sup>) のくぼみに入った餌料は、これらの部分でさらに選別されて、微細なものは導管内に吸収され、残りのものは胃腔右壁の下縁に形成された縁溝 (MG) を通つて背溝へと送られます。消化盲嚢導管内腔は2つの部分からなつており、一

方は排泄物を送り出すための強い繊毛を有しており、餌料は排泄流によつて生ずる反対流によつて吸収されるとみられています (OWEN 1955, NAKAZIMA 1956)。吸収された餌料は導管内でも逐次選別されながら、その末端に無数に分岐する細管 (TDD) 内に送り込まれ、細管壁細胞によつて捕喰されます。捕喰された餌料は細管壁細胞内で消化され、そのうち不消化物は排泄球 excretory sphere によつてつまれて再び導管を通り胃腔内の排泄溝に送り出されます。

以上のように、胃腔内では、餌料は循環しつつ消化と選別とがくりがえされ、消化されたもの、微細なものが導管を通つて消化盲嚢細管壁細胞内に捕喰されることが理解されました。

以上の調査でとくに明らかにされた点は、胃腔内背部 (DV) の構造からみて、その部分に餌料が一時的に貯藏され、この部分で主として消化が行なわれると想定されたこと、他の種類ではこれまでに記載されていない後部餌料選別域 (PSA) が認められたことなどが挙げられます。また、今後明らかにされねばならない問題としては、消化盲嚢導管および細管への餌料の流入機構で、その構造および繊毛流からみて OWEN, NAKAZIMA の述べたように排泄流の反対流によるものか、または消化盲嚢をとりまく筋繊維の伸縮運動によるものか明らかではありません。この点は今後の人工飼育において、貝の摂餌量と貯藏の問題、ひいては餌料の投与時間と投与回数などと関連する重大な問題であると考えられます。

#### アコヤガイの体の内外における餌料の選別基準について

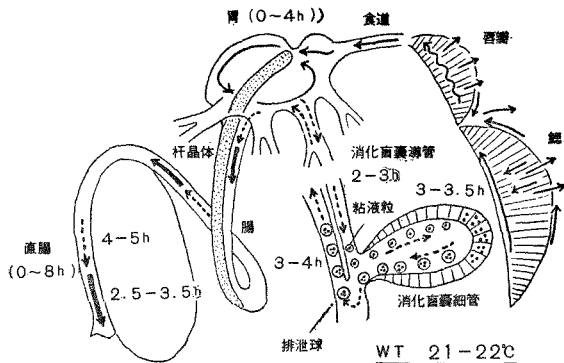
つぎにアコヤガイの体の外部と内部で餌料がどのような基準 (餌料の大きさ) をもつて選別されているかを調査しました。

供試貝は殻高4.5~5.5cmの満1年生アコヤガイで30個を使用しました。あらかじめ水槽に收容して餌を与えて馴致させた貝に粉末炭素を投与し、30分経過した後、別の水槽にうつしかえ、その直後およびその後30分ごとに標本を2個ずつ採取しました。その間、さらに大豆および精白米の混合餌料を少量ずつ投与いたしました。採取した標本は約1昼夜20%ホルマリン溶液に浸し、その後、常法に従つてパラフィン切片とし、eosin をもつて淡く染色いたしました。

水温21~22°Cで飼育した場合の炭素粒子の移動状態を要約するとつぎのとおりです。

体外の鰓および唇瓣で選別され、食道を通つて胃の中に運ばれた餌料は桿晶

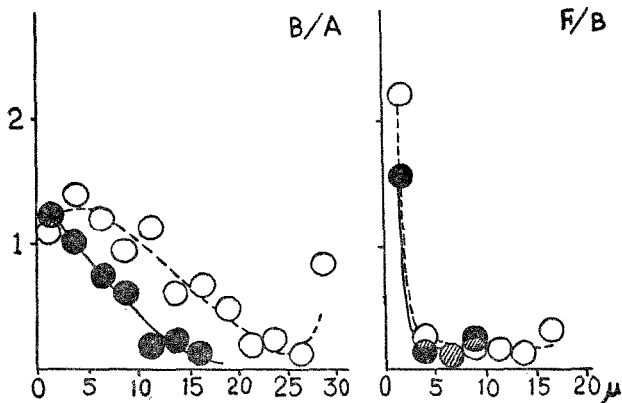
体の半溶解物と混合せられて、胃の中を循環します。この間に大形の粒子は選別されて腸へ送られ、小形の粒子は桿晶体の半溶解物に包まれて繊毛の作用により粒状となります。



第4図 水温21~22°Cにおける消化器管内の餌料の移動状況。示された時間は各部位に炭素粒子が主として分布する摂餌後経過時間。← 摂餌、← 大形粒子、← 小形粒子。

炭素摂取後約2時間経過すると大部分の小形の粒子は粘液粒(5~10 $\mu$ )となり消化盲囊の導管に吸引されます。細管内にこれらの粘液粒がみられる最盛期は摂取後約3~3.5時間後で、同時に細管壁細胞内に粒子が捕喰されていますのがみられます。炭素粒子が排泄球(10~15 $\mu$ )に含まれて消化盲囊導管

管内にみられる盛期は摂取後約3~4.5時間で、この排泄球は胃の中の排泄溝 intestinal groove を経て腸に送られます。炭素粒子は摂取開始30分後つまり貝を移動した直後の標本において既に直腸に達しており、そ



第5図 水中から食道内へ (B/A)、食道から消化盲囊細管内へ (F/B) の炭素粒子の大きさ (横軸) による摂取率 (縦軸)。白丸は粒子の長さ、黒丸は粒子の幅について計算したもの。

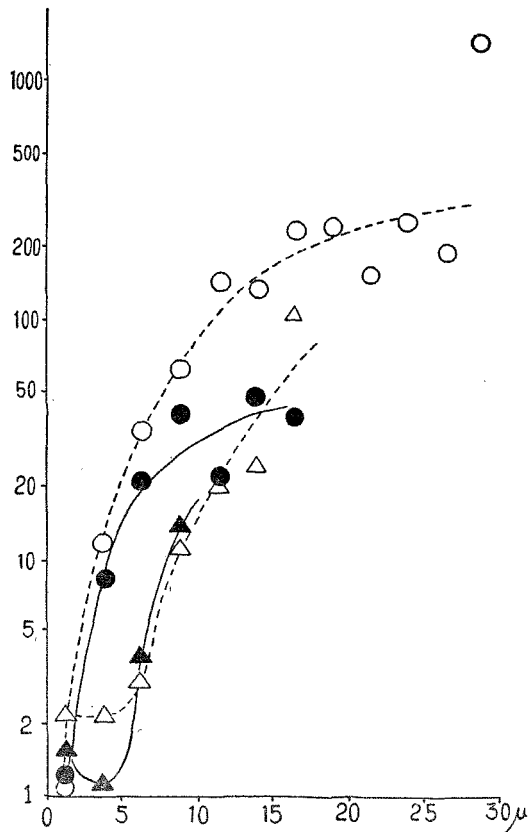
の後、炭素粒子の量は次第に増加して約2.5~3.5時間後に最大に達します。この時間までは直腸内にみられる粒子は主として大形ですが、その後、急に小形のもの比が多くなります。これはおそらく消化盲囊細管に送られた粒子が、その時間以後、直腸に達するためと思われます。

つぎに各部位に分布する炭素粒子の大きさ、長さと幅、を計測しました。粒子の大きさに対する体外の選別基準を求めるために、原材料の粒子と食道内粒子の大きさ別頻度 (%)

を対比しました。これには炭素摂取直後の標本を用いました。体内の選別基準を求めるために、炭素摂取後3~3.5時間の標本の胃・腸・導管・細管に分布する粒子の大きさ別頻度 (%) を相互に比較しました。

第5図は原材料に対する食道内粒子の大きさ別摂取率であり、第6図は食道内に入った粒子が細管内に送り込まれる率を粒子の大きさ別に示したものであります。投与された原材料の粒子の最大のもは長さで52.5 $\mu$ 、幅で20 $\mu$ でありましたが食道内に摂取された粒子の最大のもは長さで30 $\mu$ 、幅で17.5 $\mu$ で、全体として粒子の小さいものほど摂取率が高いことを示しています。

細管内にとり入れられた最大のもは長さで



第6図 水中から食道内へ、食道から消化盲囊細管内への炭素粒子の大きさ(横軸による摂取量(縦軸))。白丸は食道内へ摂取された粒子の長さ、黒丸は同粒子の幅を、白三角は細管内へ送られた粒子の長さ、黒三角は同粒子の幅について計算したもの。

17.5 $\mu$ 、幅で10 $\mu$ で、とくに長さ、幅ともに2.5 $\mu$ 以下のものが全体の66~75%を占めています。

体外から食道内および食道から細管内への餌料の大きさ別摂取量を求めるために、食道内および細管内に分布する粒子の長さおよび幅を直径とする球体積を求め、これと前の図に示した摂取率とを乗じました。餌料の大きさと摂取量との関係は第6図に示すとおりであります。この図によれば、体外・体内のいずれも、それぞれの選別の許容範囲内であれば、摂取率とは逆に粒子の大きいものほど、その摂取量が多いことがわかります。しかしながら、細管壁細胞内に摂取される粒子の大きさはおよそ5 $\mu$ 以下であつて、細管内に分布するそれ以下の粒子の間では、上に述べたような傾向は認められません。このことは、2.5 $\mu$ 以下のものの比が非常に高いことに由来すると思われます。

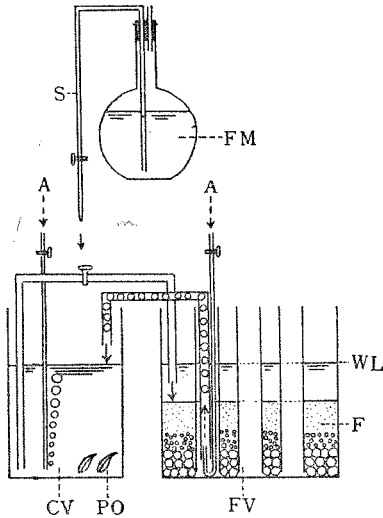
以上の結果を総合して、餌料の大きさとその摂餌効果について考察いたしますと、天然の場合あるいは餌料が無制限に供与できる場合には、体外の選別許容限度、本実験では30 $\mu$ の大きさですが、その範囲内であれば、粒子の大きいものほど摂餌効果が大きいと云うことができます。しかし、人工飼育の場合のように、餌料に限度がある場合には、粒子はできるだけ小さくして投与した方がその効果は大きいと思われます。また、蛋白質および脂肪からなる餌料は杆晶体酵素によつて消化されないと考えられますから、細管壁細胞によつて捕喰される大きさ12.5 $\mu$ 以下とすることが妥当と思われます。

なお、体外における選別基準、つまり鰓および唇の選別機能は、貝の生理的条件、餌料の濃度、粒子の大きさなどにより可変するものではないかと考えられ、この点については今後の検討にゆだねたいと思ひます。

### Skeletoma costatum を餌料とするアコヤガイの飼育について

これまではアコヤガイの摂餌機構に関する研究について概要を述べましたが、以下、人工餌料による飼育実験の経過を報告いたします。当研究所でははじめ、その培養が極めて容易であるところの *Chlamydomonas* sp. を用いてアコヤガイの飼育を試みたのでありますが、結果的にみてそれらの実験はすべて失敗に終わりました。現在のところ、失敗の理由を明らかにする具体的な資料はありませんが、同種で飼育したアコヤガイの糞を檢鏡するとしばしば非常に多くの生存個体が発見されました。これは COE and FOX (1942, 1944) および COE (1945, 1947) がセルローズの外皮をもつた渦鞭毛虫がしばしば何らの損傷なしに排泄されると述べたことと一致し、餌料として適当でなかつた

と考えることができます。 *Chlamydomonas* sp. の実験について、同様に培養が容易であるところの硅藻類 *Skeletonema costatum* をもつて飼育を試みました。



第7図 飼育装置図。A：送気、  
CV：飼育槽、PO：供試貝、  
FV：濾過槽、WL：水面、F：砂  
礫、FM：餌料液、S：サイフォン。

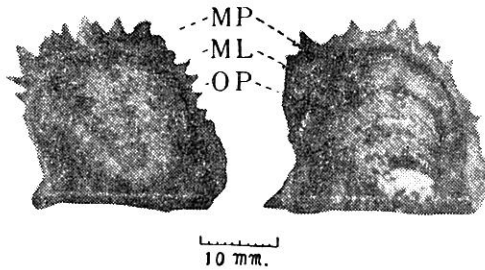
に投与しました。貝の成長を知るため、水中重量、殻高、殻長、殻幅、貝殻縁辺伸長部重量、肉質乾燥重量を測定いたしました。

結果の詳細は日本水産学会誌、30 (2)、104 (1964) に発表いたしました、その概要はつぎのとおりです。

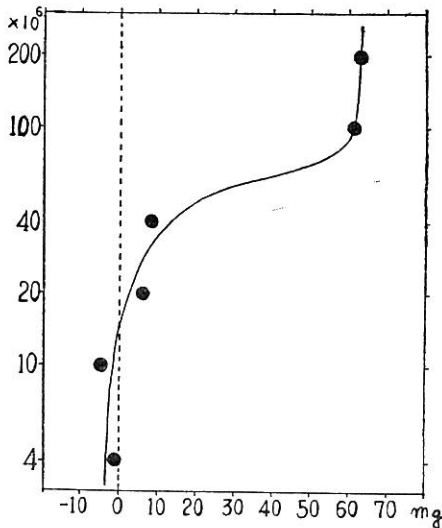
飼育期間における1日の投餌量と水中重量の増加量、貝殻体積の増加率、貝殻の縁辺伸長部重量および当初の貝殻体積に対する旧殻部重量比とはいずれも投餌量の対数に対してS字型曲線をもつて示されます。また実験終了時の貝殻体積に対する肉質乾燥重量比との関係は投餌量の対数に対して直線式をもつて表わされます。これらの結果からつぎのことが考えられます。

(1) *Skeletonema costatum* はアコヤガイの餌料として有効なものであると云うことができます。

1963年4月13日から6月13日までの2か月間、主として *Skeletonema costatum* を餌料として殻高24~26mmの当オアコヤガイの飼育を試みました。飼育装置は恒温汙過循環式とし、6個の水槽(各水量5ℓ)にそれぞれ10個の貝を収容しました。餌料の投与時刻は原則的に16時とし、まず飼育槽の汙過循環を休止し、照明を消し、つぎに飼育水槽内への送気と餌料の滴下とを開始しました。翌朝9時にはこれと逆に、まず飼育水槽内の送気を休止し、照明をつけ、飼育水槽の水を一部交換し後に汙過循環装置を始動いたしました。 *Skeletonema* は松平氏の処法を一部変更した培養液によつて培養し、原則としてその中に含まれる同種の細胞数が $200 \times 10^4$  個/ $m\ell$  に達したものを1日1回、1000, 500, 200, 100, 50, そして20 $m\ell$  ずつそれぞれの水槽



第8図 30日間飼育後のアコヤガイ。  
MP：縁辺伸長部、ML：旧殻緑辺線、  
OP：旧殻部。



第9図 *Skeletonema costatum* の投与量  
(縦軸、細胞数) と供試員の1月1個当りの  
水中重量の増加量(横軸) との関係。

貝殻の成長も正の関係を示したが、餌料プランクトン中のカルシウムは極めて少なく、貝殻の成長に必要なカルシウムの大部分は餌料からではなく水中から摂取するものと考えられます。これらのことからプランクトンに含まれる栄養物質の摂取が貝体の代謝機能を旺盛にし、水中からのカルシウムの摂取量および貝殻への沈着量が増大するものと考えられます。

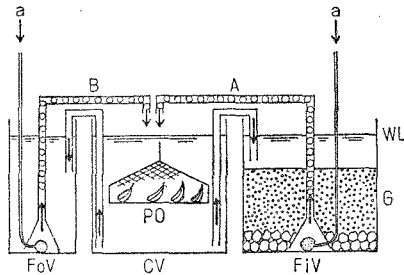
- (2) 投餌量に対する貝殻の成長からみて、アコヤガイの貝体の現状を維持するための同種プランクトンの最少必要量は1日1個当り  $20 \times 10^6$  (39/62 ~ 48/62) と推定されます。
- (3) 飼育水中の餌料プランクトンの濃度が  $2 \times 10^5$  個/ $m\ell$  (ただし、この量を1~2時間で滴下) の場合、その摂餌効果は最も大きく、それ以上の濃度にプランクトンを与えてもほとんど効果はないと判断されます。
- (4) 海中で養殖したアコヤガイの水中重量の増加は、この飼育実験で得られた最もよい値の2~3倍を示していますが、これはこの実験における投餌時間が短かつたこと、または水槽容量が小さくそのため餌料濃度が高かつたこと、などによる総摂餌量の相違に基づくものと推察されます。
- (5) プランクトンの投与量に対するアコヤガイの肉質重量は正の関係を示し、また貝



## 人工餌料によるアコヤガイの飼育について

これまでの二枚貝の胃および消化盲嚢に関する多くの研究において、血球、米澱粉、脂肪、鉄塩、カーミン、煤煙、二酸化チタンなどが用いられ、それらはいずれもその粒子の大きさが適当であれば、消化盲嚢の細管内に運ばれ、細管壁細胞内に捕喰されることが知られています。これらのことは二枚貝類が人工餌料によつて飼育できる可能性を示しているものと考えられます。

そこで人工餌料として精白米、大豆、フィシユミールの3種を用いて磨砕懸濁液を作り、これらの餌料によりアコヤガイの飼育を試みました。



第10図 飼育装置図。a: 送気、A・B: 循環用サイフォン、PoV: 餌料槽、CV: 飼育槽、Fiv: 濾過槽、G: 砂礫、WL: 水面、PO: 供試貝。

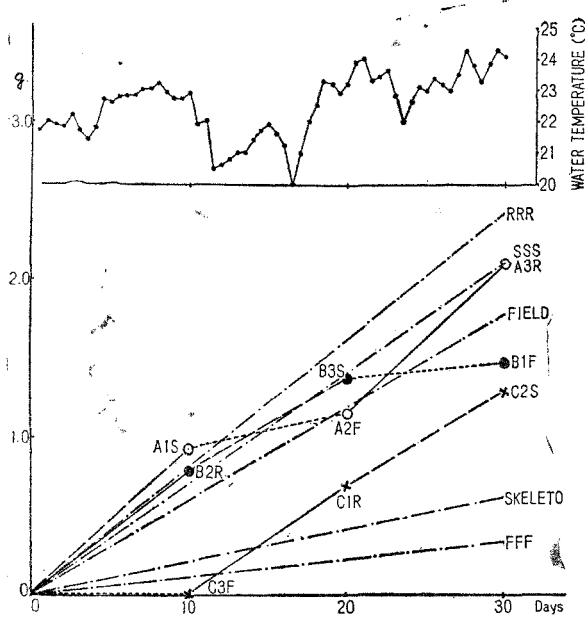
供試貝は満1年生アコヤガイで殻高2.9~3.6cmのものを10個ずつ3群、計30個を使用しました。飼育装置は、水量15ℓの飼育槽、水量9ℓおよび砂礫を含む濾過槽、水量7ℓの餌料槽からなり、濾過槽と飼育槽を結ぶA循環回路と、餌料槽と飼育槽を結ぶB循環回路が付設されています。B回路は連続的に循環していますがA回路は1日2回4時間ずつ休止し、この時間のはじめに餌料槽は人工餌料が懸濁している新しい海水と交換されます。餌料は炭水化物

を主体とする精白米、蛋白質と炭水化物とがほぼ均等に含まれている大豆、蛋白質を主体とするフィシユミールの3種を用いました。これらの材料を約1昼夜淡水に浸し、その後ミキサーおよびガラス管ホモジナイザーをもつてその最大粒径が $10\mu$ 以下となるように調整いたしました。餌料の投与は1日2回とし、各回の貝1個当りの投与量は各材料乾燥重量 $10mg$ 、1飼育槽 $100mg$ （懸濁液として10cc）といたしました。

餌料の種類による成長量を比較するためには飼育装置、実験貝群、実験時期による成長の較差を補正する必要があり、10日ごとにそれらの要因の組み合わせをかえて各貝群の10日間における成長量を測定しました。貝の成長量は水中重量の増加量をもつて代表せしめました。

実験の結果の詳細は国立真珠研究所報告9, 1135 (1964) に掲載されていますので、ここではその概要を述べます。

供試貝の成長量はいずれの群においても精白米および大豆を投与した期間に



第11図 餌料の種類による成長量。縦軸は水中重量の増加量、横軸は経過日数。A・B・C：供試貝群、1・2・3：飼育装置、S・R・F：餌料の種類それぞれ大豆・精白米・フィシユミールを示す。SSS・RRR・FFF：それぞれの人工餌料による、FIELD：野外養殖における、SKELETO：Skele-tonema を餌料とした実験による、30日間における供試貝10個当りの水中重量の増加量を示す。

は大きく、フィシユミールを投与した期間には著しく劣っているのが認められます。測定値そのままの水中増重量を各餌料別に合計しますと、貝10個当り30日間の成長量は大豆を餌料とした場合に2.105g、精白米の場合2.410g、フィシユミールの場合0.325gとなり、前2者は1963年5～6月の1か月間非常に好条件の下に海中で飼育した貝の水中増重量1.780gをかなり上回る結果となりました。また、それらのものは同年水量5ℓの飼育槽で1日1貝当り約5mg (10<sup>8</sup> cells) のSkele-tonemaを

餌料として得られた水中増重量610mgの約4倍を示しています。

これらの餌料の種類別成長量の比較を行なうためには、前に述べたように、実験時期、実験貝群、飼育装置による成長の較差を補正する必要がありますが、その補正の結果、計算最大水中増重量は精白米の場合3.568g、大豆の場合3.062g、フィシユミールの場合0.424gとなり、また精白米を100とした場合、大豆約86、フィシユミール約12の成長量となります。

実験結果は以上のとおりですが、前に述べましたように、各餌料の粒径はいずれも10μ以下となるよう調製したのですが、大豆は完全な乳状となるのに対しまして、精白米は大部分が6～8μにそろい、フィシユミールは繊維質

が残り大きさが不揃いになり、これらの状態の相違が貝の摂餌量にどの様に及びくかが問題点となります。

また、前回の *Skeletonema* による飼育結果がかなり劣っていますが、これは同種が餌料として劣っているのではなく、前回の実験は飼育槽の水量が5ℓ餌料懸濁液1ℓ、計6ℓであつて、餌料の有効懸濁濃度を超えて餌料を投与しても効果がなく、餌料の総投与量が今回の $\frac{1}{4}$ であつたと云うことが原因となつていると考えられます。

## おわりに

以上、二枚貝の摂餌・消化機構および飼育に関する研究史とアコヤガイのそれらに関する研究経過とを述べましたが、今後に残された問題点について検討してみたいと思います。

研究史の項で述べましたが、これまで二枚貝の飼育はほとんど不可能のように考えられていましたが、アコヤガイを用いての実験の結果、生きたプランクトンとして *Skeletonema* を餌料とし、また穀類、米・大豆の磨碎懸濁液を投与して、いずれもかなり良好な成長が得られました。このことは従来いろいろと論議されていた餌料の種類について、生きたプランクトンでも、破碎された有機物でも摂取され消化されることを示しており、今後はより高い次元での類別が必要であると思われれます。例えば、*Chlamydomonas* sp. によるアコヤガイの飼育において、その糞中に多くの生きたままの個体が見出されることがあり、COE (1945, 1947) の述べるようにセルローズの外皮をもつたものは餌料として不適當であると考えられますが、同時に多くの破碎されたと思われる残渣もみられます。では、どの部分で、どのようにして破碎されるのでしょうか。これらのことは動物性プランクトンを含む餌料生物の殻皮の構造が、それらの消化率に大きな影響を与えると云うことが考えられます。また、有機物碎屑あるいは残渣 (detritus) について高槻 (1936) は、胃腔内に摂取されている有機物の碎屑は主としてペントザン (pentosan) (BOYSON, TENSON, 1914) であつて、これを消化する酵素およびこれを分解すると思われる微生物は全くみられない、と述べており、PETERSEN (1911), MOORE (1913), BLEGVA (1914), COE and FOX (1914) などの意見と対立しています。海中に懸濁する有機物の碎屑が、単なる繊維質のみからなるものか、あるいは酵母菌などの作用によりさらに分解されているものか、検討する必要のあることと思います。また、ZOBELL and LANDON (1937) はカキが水中に含まれたバクテリアの99.9%を捕えることを証明していますし、さらにまた BAYLOR and

SUTCLIFFE(1963) はブラインシュリンプ *Artemia salina* が、水中の気泡によつて団粒状にされた水中溶存有機物を摂取することを報告しており、餌料の種類とそれぞれの栄養的価値、天然の海中におけるそれらの組成など、飼育のみならず、水界の生産機構の解明の上からも今後に残された重大な問題と云うことができます。

これまでの二枚貝の飼育実験の失敗はおそらく、餌料の投与方法与飼育環境条件の不備もあつたのではないかと考えられます。アコヤガイの飼育実験において、餌料の投与と飼育水の汜過循環とを交互に行なうこと、これが成功をもたらした要因となつていゝと思われまゝす。しかしながら、飼育に関する諸条件、明るさとその日周性、水温、塩素量、その他溶存化学成分の含有量と貝の摂餌量および成長量との関係などについての具体的な資料は全くないと云つても過言ではありません。これらの環境条件の基礎的な研究は、同時にまた海中での養殖における漁場および海況的諸条件を解明する有力な手掛りを得ることができると考えられ、餌料の栄養的検討と同時に今後の研究の主体となるものと考えています。



# 真珠形成機構研究の動き

町 井 昭

(国立真珠研究所)

養殖真珠を生産する方法は現行のピース式以外に全冠式といつて外套膜で核を包んで糸でくりこれを他の個体へ移植する方法と誘導式といわれる外套膜上皮細胞の若干を体内に輸導する方法があるが、現行の方法も含めて、いずれの方法においても外套膜上皮が必ず利用されている。外套膜は軟体部全体を包み、呼吸、摂餌等の生理状態を左右するところの海水が体腔内へ入る量を調節すると同時に貝殻を形成するという大事な機能を果している。真珠の養殖では、外套膜を構成している細胞が軟体部内に入った場合真珠袋を形成し、貝殻成分すなわち真珠成分を分泌生成するという性質を利用したものである。

このように外套膜は軟体部に移植されると真珠成分を分泌する性質をもっているが、貝殻を形成する能力は外套膜全部にあるのではなく、貝殻に面するいわゆるおもて（外面上皮）の上皮に限られる。ピース移植の際に問題となるのは、その新鮮度、大きさ、切断面の状態等であり、ピース上皮を構成している細胞、結合組織細胞、血球、筋肉細胞等の性質、行動に注目しなければならない。

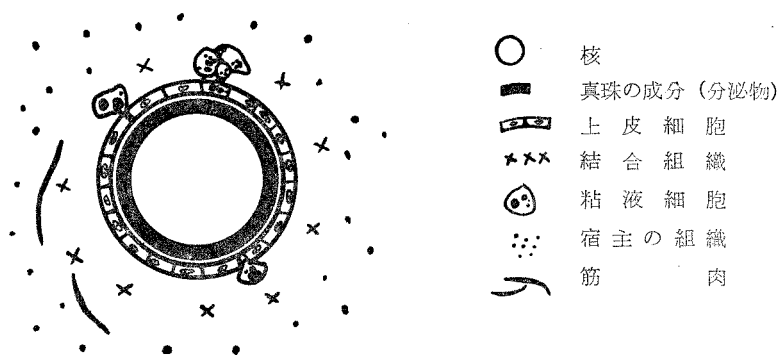


図 1 真珠袋の構造の模式図

軟体部に移植されたピースは図2のように核の一部についているが、ピース外面上皮を構成している個々の上皮細胞はやがて核の表面を包んでしまう。外套膜の外面上皮が軟体部内で作る上皮性の組織が真珠袋である。外套膜が貝殻成分を分泌する能力をもっていることは前に触れたが、その外套膜から形成される真珠袋もやはり貝殻成分すなわち真珠成分を分泌する能力を受けついでいる。貝殻成分には真珠層、稜柱層、殻皮層の3種類がある。殻皮層はコンキオリンと称する硬蛋白質より成っており石灰化していない。そして真珠の場合、殻皮層より成るものを有機質真珠、どくず等と呼んでいる。真珠層と稜柱層はともに炭酸カルシウムの結晶とコンキオリンからできている。稜柱層はぶんどうだまの成分であり、真珠層は商品価値のある真珠の成分である。

### 真珠袋の構造

真珠の入っている軟体部をうすく切断して適当な色素で染めてみると図1のような構造がみえる。すなわち、真珠のまわりにあるのは母体の肉（生殖腺組織）であるが、よくみると真珠の表面を直接包んでいるのは一層の細胞の集まりであることがわかる。

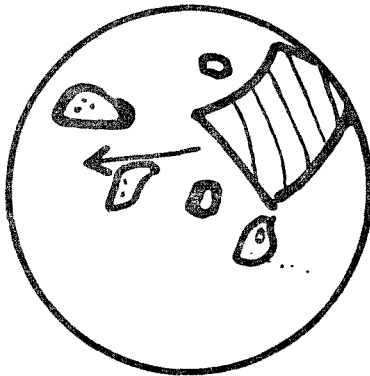


図2 真珠袋形成  
ピースの上皮細胞が遊走しているところ

この細胞の集まりが真珠袋上皮である。そして上皮の中をさらに詳しく観察すると、主体をなす上皮細胞が排列している間のところどころに空胞のようになってきた細胞や内容物のいつぱいつまつた細胞が分布しているのがみえる。この細胞の内容物は種々の染色反応に対する反応態度から判断して、糖質、蛋白質を含んだ粘液物質であることがわかった。われわれはこのような物質を分泌する細胞を粘液細胞と呼んでいる。細液細胞は真珠袋を構成する細胞の一員として真珠成分となるべき粘液物質を分泌する作用を営むもので、細胞外に出た粘液物質がもとにな

つて石灰化すなわち真珠形成がおこるといことが推論されている。前記の空胞のような細胞は細胞の内容物である粘液が分泌されてしまった粘液細胞である。真珠袋上皮の外側すなわち宿主の生殖腺の組織と真珠袋上皮の間には結合

組織という上皮と異なつた性質の組織が存在する。この組織は真珠袋上皮細胞をくつつけあるいは真珠袋上皮と宿主組織とを結びつけるもので、上述の粘液細胞の未熟なものはここに存在する。そして真珠成分になるべき諸物質の一時貯蔵と分泌に関係するのではないかと考えられている。以上にのべたように、真珠のまわりには真珠袋という特殊な細胞がとりまいていて、それより真珠となるべき物質が分泌されて真珠が形成されるのである。稜柱層、有機質が生成される場合の真珠袋の構造は原則としては前述の真珠層を形成する場合とかわりないが、その上皮細胞の形態ならびに生理状態等はそれぞれ異なつてゐるのではないかと思われる。すなわち形態においては、稜柱層を形成する場合は真珠層を形成する場合よりやや厚みのあるのが普通で、粘液細胞が著しく多くまた細胞自体も大きい。有機質を生成する真珠袋には多くの変異の幅が認められるが、原則としては非常に厚みのある上皮細胞より成り立つてゐることと、細胞の中に多くの内容物を含んでいることが特徴である。正常の真珠層をつくる場合の上皮の厚みを5~10 $\mu$ とすれば、稜柱層の場合は10 $\mu$ 前後、有機質の場合は10~50 $\mu$ くらいの厚みがある。これまでに述べたように、真珠層、稜柱層、有機質はそれぞれ違つた形態をもつた細胞から生成されるのであるが、真珠袋が形成されてあまり時日を経っていないものでは、上皮に厚みのある部分とへん平に近い部分とがあり、前者からは有機質が分泌される。しかし有機質の分泌は分泌開始後短時日にとどまることが多く、稜柱層の分泌もそうながく続かない場合が多い。そして通常はこれら異物を部分的に分泌する段階を経て真珠層が分泌されるに至る。そして以後ずつと真珠層が分泌されることが多いが、最初有機質の沈着した部分は表面からみると青いしみになつてみえる。ほとんど有機質の分泌をみない場合や沈着した有機質が充分おおいかくされるほど真珠層が厚く巻けばむきずの真珠となる。真珠袋からは三つの異なる成分が生成されるが、前述のように上皮細胞の形態と分泌生成される物質の間にはほぼ一定した規則性があるので、真珠袋上皮は

真珠層を生成するもの → 有機質を生成するもの → 稜柱層を生成するもの  
→ 真珠層を生成するもの ↑

という方向にかわりうるものとされている。それはつぎの実験によつても確かめられている。

### 外套膜の才二次移植（真珠袋の移植）

正常の真珠（真珠層真珠）を生成している真珠袋の一片を作り、これをピースとして挿核手術をして真珠袋のできる経過と生成される成分の種類を観察す

ると、外套膜から切りとつたピースを移植した場合とまったく同様の経過をへてふたたび真珠袋が形成される。そして生成される真珠成分には真珠層をはじめ稜柱層、有機質の存在が確認され、そして真珠袋形成後、最初に分泌されるものは有機質であることも外套膜を移植した場合となら相違が認められない。

真珠袋形成後におこる真珠成分の分泌生成は前記のように細胞の形態の移行を伴なつておこるが、真珠形成の実態の研究はさらに別の見地から進められなければならない。粘液細胞から分泌された多糖類、蛋白質、カルシウム等の含まれた粘液物質はやがて真珠層中のコンキオリンの成分となるものと推定されているが、粘液という液状のものから固形化—石灰化がおこるためには、結晶となるべきカルシウム分の過剰の存在と石灰化の最初の核となるべき物質、真珠の基質としての硬蛋白質となるべき物質の存在およびこれら物質をもとにして起こる石灰化を円滑にする酵素群の存在が予測され、また炭酸脱水酵素、アルカリホスファターゼ、チトクローム系等の酵素の存在が証明されて来た（詳細は省略）。真珠の成分となる物質を分泌するのは粘液細胞であるとされているが、一方真珠袋の上皮細胞にも糖質、アミノ酸、蛋白質、脂質、酵素等の存在が確かめられ、また形態学的には、上皮細胞内にカーミン粒子が摂取されるという事実より、上皮細胞は粘液細胞から分泌された粘液成分の不要分を吸収し、その作用によつて真珠層形成をおこさせるのではないかということが推論されている。

### 真珠形成機構研究の生物学的方向

真珠は外套膜に由来する真珠袋によつて形成される。したがつて真珠の形成を生物学的に研究する場合、真珠袋ならびに外套膜を構成している細胞の本質を充分知ることが最もよい方法の一つであると思われる。外套膜片（ピース）を移植するとピースの上皮細胞は図2のように核面を包むが、その速さは水温に大きく支配される。それは細胞の活性の度合が温度によつて著しく左右されることを示すもので、真珠形成の速度も温度の影響を大きく受けることがうなづける。真珠袋上皮細胞は真珠層を生成する場合のようにへん平なものから有機質を生成する円柱状のものに至るまで種々の形態をとりうることをさきに触れたが、真珠袋形成時にピース上皮細胞は仮足をもつたアメーバ状の形態をとる時期が存在する。この事実は外套膜ならびに真珠袋上皮細胞のもつている最も特徴のある性質の一つであるということがわかつてきた。外套膜、ピース、真珠袋を扱う際はこのことがらは常に考慮されなければならないと思う。しか



しどんな条件が細胞を正常に保ちうるか、また何が細胞に前述のような分泌ならびに形態の変異をおこさせるのか、細胞の活性と分泌物の種類、分泌量の関係など真珠袋細胞が真珠形成において果たす役割を根本的に理解するために必要な基本となる大事な事項は依然として解決されていない。しかし重なる経験と種々の実験結果によつて、滲透圧差の大きい溶液や摩擦刺激、薬品による刺激などは真珠袋を有機質を生成させる状態に導くことがわかつてきた。これら未解決の事項は今後各方面からの追究が待たれている。真珠においては、研究される対象物が鉱物であると同時に、それを生成するものは細胞という生体であるため、その形成機構の解明には鉱物、生物両面からの追究が充分進められることが不可欠であり、さらに石灰化が起こる際には蛋白あるいは糖質といった有機物の共存を必要とする真珠という鉱物の研究には、やはり石灰化におけるそれら物質の働きが生物学的、生鉱物学的に追究されなければならない。



# 仕立作業の要点

植 本 東 彦

(国立真珠研究所)

今まで仕立ての話は何度も書いたり喋つたりしてきました。既に長い経験と研究から、そういうことは百も承知しておられる方もおいででしょう。ここに書いた事柄は、誰でもが知っていることである一方、これから真珠養殖をしようという方たちに知つてほしい事柄でもあります。ある方々は復習、別の方々には予習にあたりますが、実際に現場の仕事の上で、これが少しでもお役に立てば幸いです。

貴方は浜揚げされた珠を見て、何故そういう珠ができてきたのか、その原因がおわかりでしょうか。およそでもおわかりになれば結構です。その浜揚げ珠が優秀であつたのなら、来年もまたそういう素晴らしい珠を作り出していただきましょう。もし悪い珠だつたらこの次は何処を直せばよいか、見当をつけていただきましょう。勿論、珠の出来不出来には、不可抗力な原因に帰せられるものもあれば、まだ判つてない原因による場合もあります。ですから必ずしも100%その原因が判るというものではありませんし、わかつていてもどうすることもできない場合だつてあるわけです。でも、浜揚げされた珠が悪かつた場合に、生産者としてはただ悪かつただけでは済まされないものです。もしその原因が何処にあるのかを突きとめられなければ、来年もまた同じことを繰返すかもしれませんし、良い年悪い年の差が極端にひどくなることもあるでしょう。

珠の品質には、その珠の生い立ちの履歴がすべて刻みこまれているのですから、その珠は人為的にコントロールされる技術上の成功・失敗の結果をも含んでいます。問題はそれを受けとめる側にあるわけで、そこに顕われた様相から、解答のカギを抽出できればよいわけです。

## 品質と養殖作業の関係

十年前、この研究所が設立された頃、「何故こんな珠ができたのか?」という質問を受けて、我々は頭をかかえこんだことが屢々でした。今でさえ解答が出されてない問題を沢山かかえこんでいます。その中にはうやむぎに立ち消え

となつた黒斑・白斑病なども含まれています。

真珠の品質を支配する要素は、環境・生理・生態の問題として、非常に数多く存在します。ですから、珠を眺めてその品質はわかっても養殖過程の何処に問題があつたのか見当がつかめないことになり勝ちなのです。そこで問題を整理して、とりあえず大きな系統だけでもはつきりさせておく必要があります。真珠の品質と養殖過程との関係は、およそ図1のようになります。

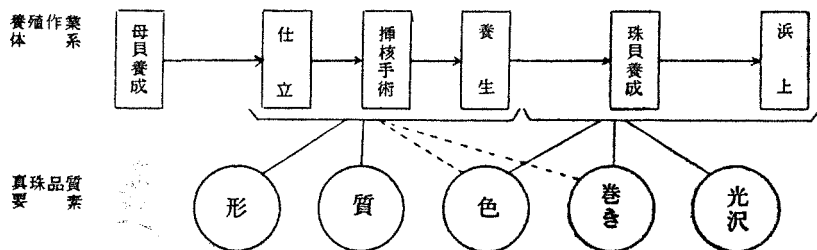


図1 養殖作業体系と真珠品質との関係

## 光 沢

養成期間中の漁場の水温に主として支配され、水温の下降期に光沢が増加します。けれども、他の環境条件が不適當であつたり、巻きとの関連を含めて、それまでの真珠層の作られ方が量的・質的に悪ければ光沢にマイナスに働きます。貝の面から云えば、主として水温下降期の生理条件が光沢をよくするが、他の要因によつて生理状態が悪くなつたり乱れたりした場合は、水温の下降期にあつても光沢はよくなるらないということです。

## 巻 き

これも漁場の条件に支配されます。そのうち水温が最も強く巻きを支配しますが、同じ水温をとれば他の条件、たとえば潮の流速に左右されたりなどします。同じ環境条件のもとであれば、貝の管理方法に支配されるわけで、水面の広さあるいは深さと筏数、筏の籠の密度、籠内の貝数などが、主として流れとの関係で問題になります。流れという表現の中には、物理的・化学的あるいは生物学的の色々な要素が含まれているのですが、詳しいことは余り系統だつた充分な研究がされてないのでわかっていません。貝の面から云えば、生理的に十分に元気な状態であれば、通常巻きもよいと云えましょう。しかし、ある時点で生理的に何かの障害を生じた時、あるいはまだ未知の原因によつて、見かけは元気な貝でありながら巻きが悪いということも屢々あります。仕立て作業

をやりすぎた場合に、珠の巻きが悪いというのも、仕立ての過剰で生理的に何処かに欠陥が生じたものが、最後まで尾を引くのだろうと考えられます。

## 色

珠が黄色いか白いかは、珠に含まれる黄色い物質が多いか少ないかによります。その物質の多少は主として潮の鹹さと関係があつて、外洋に近い漁場では多く、河川水の影響がある所は少ないのです。しかし、何故かは全く解つていません。それ以外にも、同じ漁場でも貝の生理状態やピースの性状などで色が変わってきますし、水温によつてかわつたりもします。貝の年令とか仕立て・養生の程度でも違つてきます。いづれも何故なのか明らかでなく、今後解明されるべき大きい問題です。他の色彩も沢山ありますが、これらは前述の黄色い物質の多少、真珠層一枚一枚の厚さ、真珠層下の異質な層の出方などの組合せの違いによつて生じるものです。しかし、それぞれの要素を生み出す条件は余りはつきりしていません。黒い色は有機質といわれているものの色が原因ですが、手術後とか珠養成中に貝が弱つた時に作られます。

## 形 と 質

真珠表面または核面へ有機質の沈着がおこると、その形をこわし、さらに色と質を損なうことになります。結果的には黒珠とかドクズになるのですが、この有機質は前述のように貝が弱つた結果作られるものです。挿核手術後に貝が弱つた場合は、作られた真珠袋がとにかく体が回復するまで有機質を作つてゆきます。なかなか真珠層を形成する状態になりません。手術後に貝が弱つてしまうのは、仕立てをしてない貝か、仕立てが不十分な貝か、仕立てをしすぎた貝です。珠養成の過程でも何かの原因でひどく貝を弱らせた場合は、それまでの真珠層の形成をやめて、体が正常に回復するまで有機質を作る場合があります。

また、これは挿核技術の良否にも関係があり、中腸腺（肝臓）、足糸腺、取足筋、腸管などの器官に損傷を与えると黒珠・ドクズそのほかの欠点の原因になるといいます。

形と質の要素の中には、しみ・突起なども入りますが、仕立てとの関係では仕立てが不十分な場合は、それが多くなる傾向をもっています。つまり、手術後の生理状態とピースの着床及び創傷面の治癒との関係でそれができると考えられますが、この面の詳しい研究があまりなされていません。しみ・突起は挿核技術の良否にも関係があります。

## 歩留り（脱核と斃死）

これは品質とは関係ないように思われますが、実際は相当密接なつながりが

あるのです。挿核手術後の脱核や斃死が少なければ、一般にまずその浜揚げ珠の品質は良好であるとみて差しつかえありません（真珠養成の間に事故がなければ）。

挿核手術後4～5日くらいまでに起こる脱核や斃死は、多くの場合挿核技術の拙さに原因するものですが、それ以後およそ1カ月くらいまでの間の脱核・斃死は、主として仕立ての拙さによつて起こる現象といえます。挿核手術後に貝が弱つた場合、その弱り方がひどければ死ぬのですし、弱り方がそれよりも少なければ脱核だけでおさまります。もう一寸弱り方が少なければ、脱核もしないで、ただ回復に時間がかかるだけで済みます。このように手術後の脱核と斃死は別個のものではなく、一連の過程内での現象であるといえます。挿核手術後に貝が弱つてしまうのは、仕立てが不足であつたか過剰であつたかのいずれかであるといいましたが、仕立てが不足の時は貝が元気で、そのために挿核手術によつてシヨツクを起こして弱つてしまうのですし、仕立てが過剰の時は貝が弱りすぎているために挿核手術でさらにひどく弱つてしまうのです。貝が両者の中間にあつた時は、シヨツクも起こらず、それ以上弱りもしないで、すぐに回復にむかいます。仕立ての良否はこのような形であられるものです。

挿核手術後の脱核・斃死が多かつた時には、まず挿核手術をしてから後の水温の推移がどうだつたかを見て下さい。もし27°C以下だつたら、仕立てが悪かつたとみてよいでしょう。27°C以上だつたら水温の影響を考慮に入れて考えねばなりません。

水温が低くなつてくると一般に脱核・斃死は少なくなりますので、それのみで仕立ての良否を判断できなくなつてきます。

実例を少し書いてみましょう。ある日、養殖経歴十数年の人が訪ねてきました。話は「浜揚げをしたら黒珠が多かつた。その黒珠は形は悪いがツヤのある比較的よく巻いた珠で、ドクズみたいなものはそれほど多くなかつた。黒でない普通の珠も割合にピンとした珠だつた」ということです。何故そんな珠になつたか、というわけですが、この話を珠の品質要素について外側から内側にむかつて、つまり時をさかのぼりながら検討してみましょう。まず、光沢から。ツヤがあつた、ピンとしていたということから、この珠の養成過程の最後の段階、化粧巻きの時期には何も変つたことはなかつた、ということになります。ツヤをなくすような要因、たとえば衰弱・低水温など生理的・環境的な面でマイナスの要因は働いていないということです。次に巻きを検討しましょう。よく巻いていた、ピンとした珠だつたということから、養成期間中は正常に巻い

ていたことがわかります。巻きの要素を支配する水温、潮の流通、貝の状態など環境・管理・生理などの条件の上で問題になる点はなかつたということになります。次に色と形と質については黒色変形だつたということですから、有機質の分泌が盛んだつたことを示しています。このことは珠養成に入る以前の問題だつたということになります。つまり仕立て、挿核、養生のどれか、というわけです。挿核・養生技術上の質問を二、三してみました、これらに別条はないようでした。そこで、「仕立て作業の途中で、貝がハサキをのぼしたりしませんでしたか」と尋ねました。「いつもよりも期間を長くかつたのですが、ハサキがのびたり、すぐに卵をもつてきた」というのです。それではつきりと解答がでてきました。「仕立て不足」なのです。仕立てが不足の時は、このような浜揚げ珠になりやすいものです。つまり海況と仕立ての方法とがこの年にはうまく噛み合わなかつた、云いかえれば海況の変動に仕立て技術が対応していなかつたということなのです。仕立て技術が、伝承として単にその形だけ残されると、必ずこうした間違いが起こります。

ある人がきました。この人は長い間経営者として活動してきた人で、あまり技術のことに詳しくなかつたのですが、最近会社の珠の成績が悪いので相談に来られたものです。珠をみせてもらいました。試験むきの珠ですがそれにしても巻きが悪くツヤがなく、しみ珠・黒珠・ドクズもあります。比較的その量が多く、浜揚げ珠の成績はかなり悪いと予想されました。色々質問してみて珠養成の過程では問題がないようでしたので、仕立ての方法をきいてみました。この珠が仕立て過剰によつて作られたものではないかと思つたからです。答は、貝をみながら仕立てをやつてない、仕立て期間を、計画をたてる上から何日ときめてやつただけだ、というわけです。さらにもつと日数をかけたものは珠がもつと悪いということでした。明らかに仕立て過剰です。貝をみて、それに合わせて方法を調節しながら、予定された期間内に仕立て上げるのでなければ、良い仕立てはできません。

「脱核がひどくて困つています。技術員によつて多少の違いはありますが、平均3~4割、一番ひどいので6割くらいです。メスの形をこの時から換えたので、そのためだろうと思います」とその人が云いました。若い人ですが一生懸命なのです。遠方からきた人です。「その漁場は初めてですか」「そうです」「貝はどうでしたか」「今までと同じ方法で仕立てたのですが……あまりよく見ていません」これで大体読めたわけです。他の県の初めての漁場で、それまでと同じ方法で貝を仕立てたという点に問題があつたわけです。これも海況に応じた仕立て方法がとられなかつたこと、貝をよく見ないで仕立てていたこと

が原因で仕立ての不足を生じたわけです。「帰られたら試験むきをして下さい。多分黒い珠が多い筈ですから」と云つたのですが、その後の手紙では「云われた通り」だつたそうです。

こんなこともあります。「ほとんど黒ばつかりで、白い珠を拾う有様でした。良い漁場に何度も持つていつたのに」ということでした。「黒珠を割つてみましたか」と質問しましたら「実はその黒珠を買つていつた奴が、ひと儲けしおつたんで…」結局、その黒珠の中には、全部にはないでしょうが、きれいに巻いた珠が入つていたのです。解答がでたわけです。養成過程に問題があり、その間に環境条件で問題になるような事故がなかつたとしたら、何度か漁場をかえたという点で輸送に問題があつたということになります。何か心当りがあるようでした。

## 仕立ての技術

真珠品質の上で、仕立てというものは主として形及び質という要素に強く影響を与えるものですし、それ以外にも巻き・色・光沢などに関係を持ち、さらに脱核・斃死にも結びついていますから、仕立てをする時には充分な注意が必要です。「50日も仕立てをしたのですが駄目でした」というような話をよくききますが、期間だけとか方法だけなどで仕立てを考えては、よい仕立てをすることができないものです。

仕立てとは貝の生理状態を挿核手術に適するように調整するのが第一の目的ですから、それを念頭において、あらゆる操作を考えてゆかねばなりません。生理状態を調整するとは、要するに体の色々な働きを抑制することで、方法としては貝を適度に弱らせる方法をとればよいわけです。そのための基本的な考え方は「貝にあたる潮の流れを少なくする」ということで、仕立て作業の基本操作はこれを基礎に考えてゆきます。

## 漁場の選擇

潮の流れの最も少ない場所をえらびます。河と同じで水が地面に接する部分の流れが一番少ないのですから、岸に近いところの海の底ということになります。漁場によつては、そういう場所でも流れの強い所がありますので、それぞれの漁場において確かめる必要があります。また水温が非常に高くなる場所は、その折には使用できないこともあります。海底へ籠がついた時に埋没するほど泥深い場所は使えませんが、下駄をはかせるなどして使用することも一方法です。

## 容 器

潮の流入をさえぎる働きの多い籠を使います。竹籠（卵抜きに使用する普通のもの及びあわび籠など）、プラスチック成型籠などがあります。竹籠は目を粗く編んだもの、目のつんだもの、コールタールで目がふさがつたものなど、使用する条件によつて使いわけます。蓋も同様に使いわけますが、木板の蓋も用いることがあります。あるいは流れのよすぎる所では底面のみ網にして、あとは板張りにしたものなども試作されています。プラスチックの籠はよいものが作られていますが、一般に潮の流れをさえぎる働きは竹籠にくらべて劣ります。孔の方向、形、大きさ、数、それに容積が問題になります。もう少し研究の余地がありますが、使用する側としては、これを竹籠の場合と同じに考えて使用すると失敗します。この籠は竹籠とは違うのだと考えて、使用法を研究する必要があります。

籠の目が同じ粗さでも、容積が大きく貝の数量が多ければ、それだけ貝を抑制する効果が増えます。つまり、1個の貝にあたる潮の量が少ないほど、貝の弱り方は早いのです。普通は籠の容積の7分目くらい入れます。春では7分目の量では抑制がききにくく、盛夏の水温の高い頃では7分目は多すぎる場合があります、その季節により加減します。勿論それ以外に貝の状態、流れの速さなども考慮してきめます。

### 籠の吊り方

籠は海の底を基準にして吊ります。底の潮は流れが最も遅いのですから、1日中籠が海底に坐つていれば、最も早く貝を弱らせることができます。（図2-A）。1日中籠が海底につくことなく中層へ吊られていた場合は、最も貝が弱りにくいこととなります（同B）。この両極端の間で適度の状態を得ようと思えば縄の長さを適当に調節すればよいのです。図2-Cのように、たとえば昼の12時に干潮がある場合、午前9時に縄の長さを加減して籠が海底へつくようにしげります。そうすると籠は大体午後3時まで約6時間海底に接していることとなります。夜の干潮も入れれば1日のうち12時間です。あるいは午前11時に籠が海底へつくようにしておけば1回の干潮に2時間、1日で4時間です（同D）。その時間が長いほど貝の弱りが早いわけですから、前者の方が後者よりも貝の弱り方が早い、つまり仕立作業としては強い仕立て方になります。潮の高さはその時々で違うものですから、上述のような計算通りにはゆきませんが、大潮・小潮・長潮等その時々潮の干満の状況によつて縄の長さを数日に1度調節すれば、貝の弱らせ方を自由に加減することが可能です。



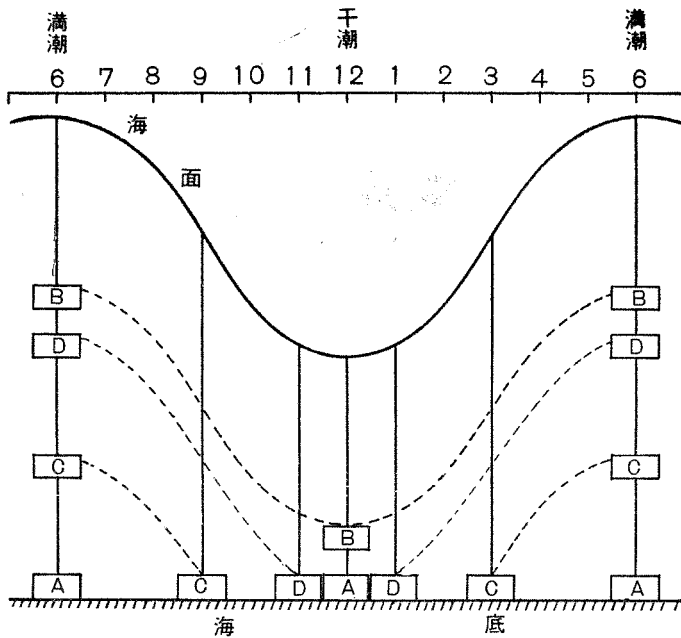


図 2 仕立て作業の籠の吊り方 (A~D : 本文参照)

海底は場所によつて深浅があるのが当たり前ですから、海底を基準にして考えれば吊線の長さは一連の筏の部分によつて異なつてきます。もし、繩の長さを統一したら、海底から籠までの距離はそれぞれ違つてきて、当然場所によつて貝の弱り方に違いを生じてきます。その点を留意されるようにして下さい。

以上の3項目が、仕立て作業の基本的な軸に相当するものです。この軸を中心として、これに抑制を強化する操作とか、貝の生理状態のムラをなくす操作、あるいは生殖腺の卵を抜く操作など、その時々で組合わせてゆく操作が枝としてついてくるのです。これらの操作にあたるものが、いわゆる「手入れ」です。以下その大要を書きます。

### 手 入 れ

(1) 足糸の切断 竹籠を海中から引揚げて人手を加えるわけですが、まず籠から貝を出して、はじめにやるのが足糸の切断です。足糸を毎日切られると貝は衰弱します。その意味で足糸を切るとは、より早く貝を弱らせる手段であるといえます。これを行なうか否かは、その時の貝の様子をみて判断します。

まだ貝がハサキを伸していたり、沢山の足糸で互にくつついているようだとつたら切ります。もし細い1～2本でやつとくつついているようならば、それ以上切らない時もあり、切つてもまた出てくる余力があると思われれば切ります。

(2) 混合 貝は籠内で、その置かれた位置によつて弱り方にムラがでてきます。たとえば籠を海底につけたまま放つておきますと、底面の中心部に位置するものは死んだり衰弱したりしますが、一方籠の蓋の裏とか上部・側部の直接外部の水に接する位置にあるものは、ハサキが伸びたりして元気です。弱り方はちようど籠の底面の外周をスツとし、籠の中心部を頂点とする山形の内側にある貝が弱く、それより外側のものは強いという形をとります。このようなムラをなくすためには、仕立て作業過程で何度か貝を充分に混合して、ムラの中を縮めなければなりません。貝の生理状態にムラがあれば、当然珠の成績にもムラが生じます。混合するためには足糸を切らねばなりません、足糸をそれ以上切れない場合は、単に籠を裏がえすだけで、ある程度目的を果せます。

(3) 空中露出 干潮時に干あがる岸边、浅瀬へ籠を置くことによつて、貝は一定時間水から空中に露出されますが、これによつて貝は弱ります。露出された時に直射日光を受ければ籠内の温度が上昇し、産卵のキツカケを作ることになります。また、岸边・浅瀬ではなく、直接地面とかコンクリートの上に置くこともあります。いづれにしても長時間置くと温度が上りすぎ、大量に貝を殺す事故を起こすことになりますので、貝の様子を確かめた上で行なうようにします。籠にムシロ、天幕などをかけて30分程度置くような方法は、それほど強い影響を与えずに卵を抜く手段として用いられています。

干潮時に干あがらないような場所へ籠を置くこともあります。海底へ籠をつけるのと同じ理屈です。

干潮時に干あがる場所に置くことも、単に水深の浅い所に置くことも「地活け(ぢいけ)」と呼びますが、前者の方法は後者にくらべれば貝を弱らせる度合いがずつと強いものです。

(4) 浅吊り 足糸を切り、混合し、籠につめた貝を、すぐに水面下50cm前後に吊ることで、海底と表層との間の水温、比重の差あるいは流れの速さの違いが産卵を行なわれせるキツカケになります。この浅吊り自体は貝を弱める効果を持っていません(高水温の場合は別ですが)。夏の高水温時は昼に浅吊りすると貝の弱り方がひどくなり、かえつて産卵しないこともあるので、夕刻に浅吊りし朝まで放置してから再び深く吊る方法をとっています。産卵をさせるには漲潮時が適切です。

産卵が終れば、その直後あるいは翌日まで待つて、海底付近まで下げます。

(5) 手入れの回数 ひとつの仕立て作業の過程で手入れを何回やるかは、使用する貝の状態、季節、海況、天候、漁場の性状、仕立て作業の予定期間等で当然異なってくるものです。また、必ずしも毎年同じ時期だからといって同じ方法で同じ回数行なえば済むというものでもありません。春から秋までの卵抜き作業では大体5日ないし10日間隔です。冬は全く行ないません。手入れをひんぱんに行なえば、それだけ早く貝を弱らせることができますが、ややもすれば弱らせすぎる場合が多いので注意を要します。また寒い時期や暑い時期の手入れは、なるべく手早く行なつて水に戻す注意が必要です。

(6) 最後の手入れから挿核まで 最後の手入れが終つた時には、貝の状態が既に挿核に適する状態になつていますが、その直後に挿核を行なつたりすれば斃死・脱核が多くなり失敗します。普通は4日から1週間程度、長くて2週間ないし20日間です。しかし、もし、それまでと同じ状態で長い期間置いておけば、貝が弱りすぎてしまうこともあります。そこで、そのような場合は少しだけ抑制条件をゆるくしてやります。たとえば今まで1日のうち数時間海底につくように籠を吊つてあつたものであれば、干潮の時にも海底につかないように、繩の長さを少し短かくするとか、あるいは籠の貝数を減らすなどします。このようにして数日置きますと、貝肉にふくらみがでてきますし、核のサイズも多少大きいものを使えるようになります。最大の利益は斃死・脱核が少なくなることです。卵抜き作業で最後の手入れの時に、貝の生殖腺がすぎ透つた感じになつていた場合、このような方法で1週間～10日ほど置くと乳白色半透明の生殖腺になつてきます。秋の産卵終了時の貝もそうなります。ただし、この間にハサキが伸びてきたり、卵をもつてきたりした場合は、抑制条件をゆるめすぎたとみてよいわけで、もう1度前の条件に戻してから、やりなおしをしなければなりません。

春では、挿核予定日の10日～14日くらい前に手入れをして、手入れ後に水温が上昇しても生理状態が変化しないように逆に抑制を強くかける必要がでてくる場合が多いものです。貝の数量を増し、海底につく時間を長くするなどの方法がとられます。地活けする方法もあります。盛夏には水温が高いので、仕立て期間全体が短かくなり、手入れから挿核までの日数も短かくなりますが、それでも4日くらいは必要です。

仕立て作業、とくに卵抜き作業の例をあげておきます (図3)。

### 仕立て上りの貝の状態

作業の過程において、いつでも貝の状態に注意し、目標とする状態になるように処理を加え、さらに臨機応変の措置をも加えてゆき、予定された期間内に作業を完了して挿核手術を行なわせるという、非常にむづかしい仕事が仕立て作業というものです。他の管理作業とか挿核作業にくらべれば、問題にならぬほど計画能力、判断力、実行力が要求される仕事であつて、しかも珠の成績に対して大部分の責任をもちねばならない仕事でもあります。それだけに、仕立てを担当する人々は、その基本になる貝の状態の把握に力を入れていたきたいと思います。

有能な医師が患者をひと目みて、どういう種類の病気かおよその判断を下すのと同じように、我々貝を扱う者も貝の状態を目でみて適確な判断を下せるようにしたいものです。とくに生殖腺の状態だけを判断の基準にしていたのでは、重大な

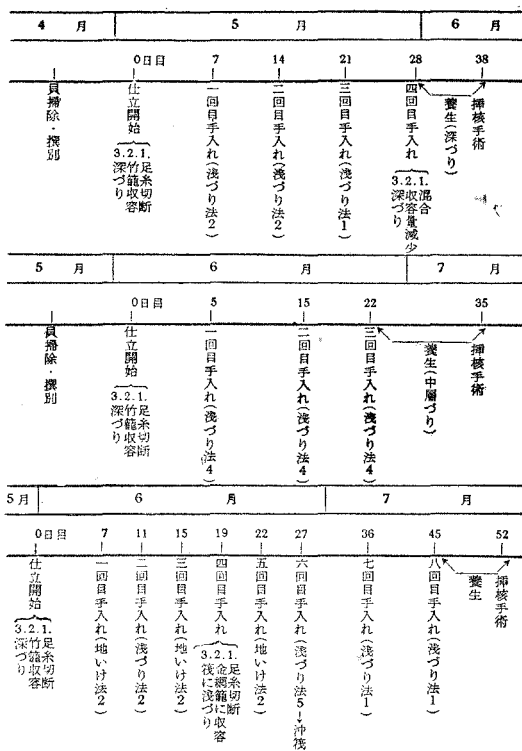


図3 卵抜き作業の例 浅づり法1 — 好天の上げ潮時に、深づりしてあつた竹籠を水面下20~60cmに浅づりして、2~5時間あるいは翌日まで放置し、後でふたたび深づりする。ときどき籠を反転してつる。浅づり法2 — 深づりしてあつた竹籠を海中より引き上げ、貝の足糸を切断しながら取り出し、籠の周縁にあつた貝と中心部にあつた貝とを入れ換えるようによく混合し、脱落した足糸および泥、糞塊をよく洗い落とした籠にふたたび入れ、前記同様の浅づりの後深づりする。貝の状態によつては足糸の切断をしない。浅づり法3 — 2と同様に処理した貝を、浅づりする前に、籠に入れたまま船あるいは陸上の直射日光下に置き、その上に乾いたむしろ、天幕などをかけ20分~1時間置く。その後浅づりして産卵させてからふたたび深づりする。浅づり法4 — 3と同様であるが、むしろなどはかけず、直射日光下に1~4時間さらして後、浅づりする。浅づり法5 — 干潮時に2~3時間露出するなごさに3~20日くらい置く。

誤りを犯すことがありますから、目でみえるあらゆる部分をたんねんに観察して、そこから総合的に判定を下すようにしたいものです。

(1) 籠を開けた時 水中から籠を引揚げて蓋をとつた直後、貝は貝殻を開閉させることが多いものです。開閉の速度が早く、かつ閉ざしてからは固くて開きにくく、長い時間閉めたままにいるようなものが多い時は、おおむね仕立てが不十分です。多くの貝がいつせいに、比較的ゆつくりと開いてくるような状態の場合は、およそ仕立てができています。

(2) 開口器で殻を開ける 貝柱が切れないか、貝殻が割れないかと心配しながら開けねばならぬほど、開口器に力に入れねばならぬ場合、仕立ては不十分です。開くの力が余り要らず、さかさまにして貝が開口器をくわえていられないようでは衰弱です。じわつと粘りのある感じで意識して力を入れなくても開いてくるようであれば、仕立てはほぼできているとみてよいでしょう。ただ、どの貝もはつきり三つに区分できるわけではないので、迷うことが屢々あります。10個、20個とあたつてみて判断して下さい。その同じ時の普通に養殖してある貝と比較をすると、より一層明確にわかります。水温の低い時は一般に固いものですから、いつの時期でも同じ感じではありません。

(3) 貝殻のハサキ 仕立てをした貝は、みずぼらしい感じになることが多いものです。ハサキの伸びがなく、たび重なる手入れで貝殻の縁がぼそぼそになつてきているからです。しかし、それでいいのです。ハサキの伸びがとまつている状態である必要があります。短期間の仕立て作業では、貝殻は仕立て前とあまり違つて見えませんが、少なくとも、貝殻の内側から薄く平らなハサキが新しく作られているような状態ではいけません。

(4) 足糸 どの時期の仕立て作業でも足糸の数が1~3本くらいで、やつとくつついているような状態までもつてゆきます。足糸が沢山でてきていれば仕立て不足、全くでてないものが多ければ仕立て過剰です。しかし、水温が13~14°Cくらいの時は新しく足糸を作るのに時間がかかりますから、全くでてないからと云つて、いちがいに衰弱とはいえません。

(5) 生殖腺 卵抜き作業にかかる時の貝は、春から夏にかけてであれば、充分に生殖腺が熟している状態、濃黄~黄橙色の生殖腺がはちきれるように弾力のあるふくらみをもつた状態であることが必要です。まだ色が濃くなく固い感じのものは未成熟とみねばなりません。未成熟なものをこの作業にかけると、卵が抜けるのに日数がかかりすぎたり、卵をもつたまゝ衰弱したりすることがあります。

挿核に適した状態は、乳白色半透明で、弾力のあるふくらみをもつていま

す。この状態は春でも夏あるいは秋でも目標になります。卵抜き作業では、その進行に従って生殖腺が濁った黄～黄橙色から、次第に全体がすき透つた感じで、部分的にまだ黄味がかつた濁りのある状態、いわゆる「うすらん」になってきますが、その次には黄色味もうすれ透明な感じになつてきます。時期によつて、あるいは個体によつて、その一部が淡紅色に色づくことがあります。それが過ぎると全体が乳白色半透明になつて、ふくらみが増してきます。このような状態では、メスを入れても生殖腺がひどく縮むことがなくなつてきます。このような状態が挿核に適しています。春から夏に行なわれる卵抜き作業で仕立てられた貝では、生理状態が十分に抑制されたものであれば、生殖腺に卵が残つていても珠の成績をひどく低下させたりすることはないものです。むしろ水貝様に透明な感じになつたものを使用するよりも、良質の珠が作られるものです。しかし、春の場合、前年秋から仕立ててきたものが、水温の上昇と共に卵をもつてきたような貝は、挿核手術に不適当です。卵をもつてきたということは、それだけ生理状態が高くなつたことをも意味しますから、挿核には具合が悪くなります。それ以外の理由としては、生理状態の変動、ピースが真珠袋を形成するに要する時間、創傷面の治癒に要する時間、生殖腺の発達速度などの時間的なズレが問題になると考えていますが、これについての詳細な研究がなされていません。

(6) その他の部分 軟体部の色々な部分の様子が仕立て作業によつて変わってきます。とくに長期にわたる作業では、はつきりわかります。粘液のねばりが少なくなること、貝殻・外套膜・鰓・貝柱の黒い色が淡くなること、外套膜などを一寸突いたり、挿核手術でメスを入れた時などに余り縮まなくなることなどです。これらはまだ尺度が明確になつていないので、これだけを使つて仕立ての終了時期をきめられません。しかし、他の状況から判断して仕立てを終了した時の、これらの状態を観察しておくことは必要です。

(7) 杆晶体 もしも、仕立て技術について突つこんだ研究をしてみようと思われる方は、杆晶体の長さとか重さを測つて下さい。これは貝を殺さなければできませんが、その時の貝の状態をかなり明瞭に握むことができます。まず、開殻して、ふくらんだ方の貝殻を取ります。蝶番に当たる部分の少し下のわずかにへこんだ部分を、横に外套膜の上から鉗を入れて開くと胃袋がみえます。右端の腸につながる部分に細いピンセットを入れて探ると杆晶体の頭にさわります。そのあたりまで切り開いてみると、ゼラチン状の棒の丸い頭がみられます。時には食物塊がついて汚れていることもあります。これを軽くつまんで静かに引抜くのです。長さを測る時は、少し濡らしたガラス板の上に、ひきずる

ようにして置き、ノギスとかコンパスと物指で測ります。重さを測る時は、1度吸取紙の上に置いて水けと食物塊を取去り、20本以上をひとまとめにして、珠秤りで測るか、トーションバランスという1gまでを正確にはかる秤りで1本ずつ測ります。トーションバランスは秤りを取扱う店にたのめば2~3万円くらいで買えます。

仕立てを終わった時の状況は、その時の同じグループの貝であつて普通に養殖したものを基準にして、長さでは1/5ないし1/6くらい短くなつています。重さでは50~70%程度に軽くなります。重さでいうと50%以下では衰弱、70%以上では仕立て不足、大体60%くらいのところが目安になります。測る貝の数は長さ・重さのいずれを測る時でも、およそ20個以上を使い、その平均の値をもつて比較検討します。

以上のように、色々な部分を観察して貝の状態を判断するのですが、適確な判断を下すには目のなれが必要になつてきます。最終的には珠の品質との関連で考えねばならないことなので、その貝から生産された浜揚げ珠をも観察して下さい。しかし、仕立て・挿核の時から浜揚げまでの期間は大変長く、細かいことは忘れてしまいます。そこで、仕立て前、仕立し中、挿核時など、できるだけ貝を見た時のその状態を詳しく記録しておくことをおすすめします。面倒なことですが、それが適確な判断を下せるようになる最も近道の方法でしょう。何月何日何時に貝をどうしたかだけでなく、その時に貝がどんな状態だったか、たとえば、籠の中での様子は？ ハサキは？ 足糸は？ 貝柱の力は？ 生殖腺は？ 他の部分は？ というような点を記録し、そこで貝の状態を総合的に判定した結果から、どのような措置を講じたかを書き加えます。さらに仕立ての終了時の状態、挿核手術の難易、はね貝の数量・状態・処理、挿核後半月ないし1カ月くらいまでの脱核・斃死状況、それまでの水温その他の変動、珠養成期間中の事故の有無・状況、浜揚げにおける歩留り・珠の品質など、できるだけ詳しく不必要と思われる事柄でも書きとめて、その貝について始めから終わりまでの記録ができあがります。この記録は浜揚げ珠の成績が何故そうなたかを明らかにしてくれるででしょう。仕立て技術について、あるいは他の作業・技術について、何処をどうすればよいかという疑問に解答を与えてくれると思います。

# 石灰化機構の研究領域からみた真珠 品質論の養殖業への展開

和田 浩 爾

(国立真珠研究所)

## 1. は し が き

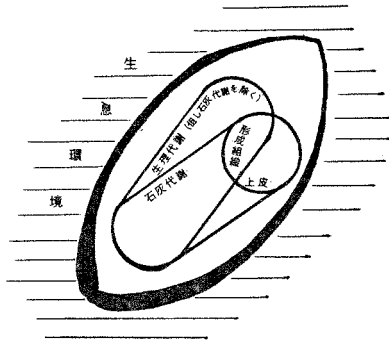
真珠養殖業は水産養殖中でその科学的あるいは技術的知識が生産者に最も普及され、高度に反映されていると言つても現在過言ではない。それにもかかわらず、これらの知識が他の水産養殖では当然おこらないような空廻りを生じているのではなからうか。その原因は何か。それは養殖目的物が、一方で増肉を問題としているのに対し、他方では増肉が問題なのではなく真珠の品質を問題にするからである。言いかえるならば、前者は主として栄養代謝のみに依存しているのに対し、後者は総ての物質代謝と複雑に絡み合つた石灰代謝に直接依存しているからである。こうした点で他の水産養殖実験にはみられないほど、従来の真珠品質に関する養殖実験結果の相互比較をおこなう時、我々は混乱に直面するであろう。それは真珠養殖業が軟体動物の石灰代謝特性の上に成立する事がわかっているにもかかわらず、その本質を探究するには時間がかかりすぎると同時に、蛋白質から鈹物質にいたる生合成という困難な問題が内臓しており、一個人としてこの広範な学問領域に精通する事は不可能に近いからである。しかし日本の真珠は造る漁業として長い歴史をもつており、そろそろ造る漁業から脱脚して、考えて造る漁業として養殖過程における真珠品質の計画的な管理を可能ならしめるための努力をおしみなくおこなうべきであろう。そのためにも石灰代謝機構の本質を探求し、生理とのかみあいを明らかにし、環境との関連を求める必要があり、この関連が明らかにし得た暁においてのみ真珠養殖業の抜本的な技術改良が可能であり、計画生産が可能となり、近代産業の仲間入りが可能となる事を強調したい。

こうした意味で、筆者は国立真珠研究所創立10周年にあつて、石灰代謝の基礎研究から真珠養殖業を眺め、真珠養殖過程における品質管理について気ままな推察を述べさせてもらいたい。



## 2. 真珠形成は如何なる代謝に支えられるか。

これは最終的な課題であり、ここでは単に真珠の形成機構を容易に理解してもらうため便宜上下図にみられるような3つの環を想定した。



真珠や貝殻が形成されるには形成組織たる外面上皮細胞が存在しなければならない。上皮細胞は母床組織ないしは基底組織と有機的に結びつき、生体内における他の物質代謝に支えられて石灰代謝機能をはたし得るであろう。したがって、真珠形成のためにはこれら3つの環が満足される条件でかみあう事が必要であり、そのような生息環境が用意されなければならない。

## 3. 真珠形成にあたつて形成組織はどのような役割をはたしているか。

真珠および貝殻形成の場合、上皮細胞の一番重要な機能的役割は基質の生成とカルシウムの濃縮である。そして外套膜外面上皮として分化した細胞は、移植されてもこの機能的役割をはたす事が真珠養殖で美事に理論的にも実験的にも指摘されている。

### (1) 外套膜の区域による分泌機能と活動の差異

外套膜の全縁部を囲んで稜柱層を生成する膜縁部をなす外面上皮細胞があり、腹縁中央部に広く腹縁前後部に狭くなる。その内方に真珠層（貝殻中層）を生成する縁膜部をなす外面上皮があり、稜柱層境界および内方に向つて真珠層生成能が劣る傾向がみられる。外套筋痕より背縁にわたつて真珠層（貝殻内層）を生成する腔部をなす粘液細胞に富む上皮があり、外套縁膜部より全体的にみた場合真珠層生成能が劣る傾向を示している。こうした外套膜内における分泌機能および活動の区域による特殊性は、真珠袋上皮となつて後にも維持され、また上皮細胞の細胞学および細胞生理学的観察は上皮細胞の形態および活性に差異のある事を示している。また左右外套膜における分泌活動にも差異が認められている。

## (2) 外套膜の吸収作用

分泌液は大部分水分であるが、この中から炭酸カルシウムが沈着するためには少なくとも脱水作用がおこる必要がある。この脱水作用に carbonic anhydrase が作用するとの考えもあるが、細胞外にこの酵素が認められない現在、microvilli の役割を注目するに値する。

## (3) 外套膜の力学的効果

外套膜内に考えられる力学的要素は分泌液中に定向流を生ぜしめ、沈着物の定向配位に直接および間接に影響するであろう。

# 4. 真珠の鉱物化と成長リズムは如何なる機構を介しておこるか。

外套膜および真珠袋から分泌された溶液から必ず鉱物化した真珠が出来るとは限らない。また真珠組織中に刻み込まれた成長模様は真珠の品質に関係するだけでなく、石灰代謝のリズムを知る事ができる。

## (1) 生物系における鉱物化は如何にしておこるか

分泌液の性質は上皮の分泌機能的差異によつて決定される。その結果として、全く鉱物化しない有機質真珠と鉱物化する真珠層および稜柱層真珠とが生成される。最近の研究によつて基質の性質が鉱物化開始を誘発する鍵を握っている事が判つてきている。

## (2) 生物系における鉱物型に関する支配因子

真珠や貝殻は主として炭酸カルシウムからなり、稜柱層は安定型の calcite、真珠層は準安定型の aragonite として結晶している。そして鉱物型の決定因子として (a) 母液中の 2 価陽イオンおよび有機成分、(b) 生息水温、(c) 酵素、等々が指摘されている。

## (3) 貝殻物質の構造分化はどのようにしておこるか

真珠層と稜柱層の基本的な建築構造は、前者が同種類の基質のみからなるのに対して、後者は異種類の基質が精密に入り組んだ規則的な組織をなしている。したがつて有機基質の分子間力の問題が最大の作用因子であろう。

## (4) 沈着速度と結晶の形や大きさ

沈着速度は貝殻前駆物質のバランスのとれた供給量の大小によつて決定されると考えられるが、沈着速度の速い時期には結晶の形は丸く、あまり大きくならないのに対し、遅い時期には結晶は自形の大きなものに成長する。従つて沈着速度は形成層の光学的性質を大きく決定するであろう。

#### (5) 真珠に刻まれた成長模様

貝の生理代謝は規則的リズムとして昼夜による変化、季節的变化および年変化がみられ、また月令による変化が考慮されているが、これらの規則的リズムは年令によつて相似曲転を示すが量的な差が多分に生じているに違いない。このほかに生息環境の物理化学的あるいは生物学的因子の突然の変化も当然代謝系に影響をおよぼすであろう。

こうした生理代謝の変化は敏感に硬組織中に刻みこまれ種々の成長模様を現わす。真珠組織中にみられるリズムは (a) 鈹物薄板と conchiolin 膜との互層、(b) 鈹物薄板の5~20枚の繰り返し構造、(c) 更に大きな単位の成長模様および (d) 年輪に相当する単位の成長線がみられる。この内 (a) を除いては生理代謝の各リズムに相当して生じたものと考えられるが、(a) は母液中のものと物理化学的要素にその成因を求めるべきであろう。したがつて1日1層説および2層説は勿論の事、多層説もその因子が分泌リズムに直接結びつくか問題である。

### 5. 石灰化速度に関与する生体内外因子にはどのようなものがあるか。

生息環境から受ける影響は陸上生物に比べて水中生物の方がはるかに大きく、多くの要素が関与してくるであろう。そして栄養塩類の摂取や呼吸生理を挙げてみても大きな特徴を示している。しかしここで主として貝殻物質の起源と移動経路についてのみふれる。

#### (1) 貝殻物質の起源

貝殻のカルシウムは主として体表を通じて海水から直接吸収されたもので、炭酸基は組織呼吸によつて生じたものが主体と考えられているが、それぞれの移動経路は明らかでない。カルシウムは勿論餌料中のものも利用されるが、海水中のカルシウムが直接沈着する事は正常な石灰化ではおこらない。一方、貝殻中の有機物質は餌料との関係に求められるが、外套膜外面上皮に存在する粘液細胞が直接その生合成にあたつており、その細胞の遊離縁の破裂によつて流出され、一部に変性がおこつて貝殻 conchiolin となると考えられる。

#### (2) カルシウムの生体内移動

外界から摂取されたカルシウムは血液によつて体各部に運搬されるが、運搬速度は貝の種類によつてかなりの差がみられる。また同一種類でも2枚貝の場合、カルシウムの摂取・移動・沈着の速度が生息水域中のカルシウム量に左右されている。しかし両者間には平行な関係は認められないから、石灰代謝量を

左右する主因子を生体内に求めねばならない。

### (3) 酵 素

貝の石灰代謝に関連して論じられている酵素に ALP-ase と CA-ase とがあるが、前者の活性を阻害しても石灰沈着に影響が現われないのに対し、CA-ase の活性を阻害すると石灰沈着量が抑制される。現在鈹物化組織における ALP-ase の役割は有機物質の合成に関与するとされている。

### (4) そ の 他

軟体動物の石灰代謝での研究は全くないが、哺乳動物においては神経系および内分泌系が石灰代謝に関与している事が明らかにされており、ともに挿核手術にあたって考慮されたい事項である。

## 6. 品質論の真珠養殖業への展開

真珠の品質は形、大きさ、色沢、質および巻きの6つの要素で総合的に評価されているが、この内形と大きさは養殖にあたって人為的に調節可能な要素であり、色沢も漁場の高度利用によつて或る程度調節し得ると同時に浜上げ後の加工処理によつてカバーする事が出来るので、今後はイエロー系真珠だけが主たる問題であろう。しかし質と巻き、特に巻き、は老化および密殖漁場で起る最大の品質低下要素であり、加工処理によつてカバーできないばかりでなく、むしろ満足な加工処理を加えることが出来ない。したがつて養殖過程における品質向上のための最大の問題は質と巻きを積極的に調節できる体勢を作ることであろう。

品質論の真珠養殖への展開はこれまでに屢々筆者によつてこころみられているから、詳細についてはそれらを参考にしていきたい。

## 7. 石灰代謝機構の基礎研究の養殖技術改良に暗示するもの。

石灰代謝の真珠品質への影響過程を整理する事によつて、真珠品質の改良に必要な養殖技術の問題点を指摘する事が可能である。ここに次の4要素について簡単に述べたい。

### (1) 不良真珠の防除の可能性

自然の生活環境で養殖されるかぎり、不良真珠（有機質真珠および稜柱層真珠）の生成は全く形成組織の分泌機能上の性質によつて決定される。すなわち、その性質によつて分泌液の組成に大きな差を生ずると考えられ、その組成の内の有機物質が鈹物化開始の鍵を握っていると考えられる。したがつて形成組織の分泌機能が外套膜の区域によつて特殊性を示す限り、核入れ作業にあ

たつて移植片を可能な限り選ぶべきである。勿論、真珠層形成部位の組織片を選んで、手術後の貝の生理状態によつて、また養殖過程で一時的に他層を形成し、かなり長時日の間機能的変化が持続することがあるが、この場合は鈹物化と有機基質との関連を明らかにする事によつて、上皮細胞が本来の分泌機能をすみやかに取り戻すような積極的な薬理的対策をこうじ得るであろう。

### (2) 巻きを如何にして促進して行くべきか

巻きに関連する要素として前図の3つの環と生息環境とがかみあつているから、養殖の全過程に問題が存在すると言えよう。

先ず移植片の取り方を吟味する必要があるのではなからうか。外套膜の区域によつて、また左右外套膜によつて分泌活動が異なる事に留意するならば、分泌活動の優れた区域から移植片をとる事が後の巻きに影響をおよぼす可能性はある。何故ならば本来の分泌活動の優劣が移植後においても維持されている可能性が十分に考えられるからである。次に留意すべき事は移植位置と手術上の技術の吟味である。何故なら、酵素系、内分泌系および神経系の石灰代謝への関与が考えられるからである。こうした点で、移植位置の優劣や手術作業による神経節および神経の損傷が石灰代謝に少なからぬ影響をおよぼすであろう。また酵素やホルモンと石灰代謝との関係があるならば、薬理学的な積極的手段によつて促進し得る可能性があるし、現在試みられている薬物投与の石灰代謝への関連を明らかにする事によつて更に貝殻物質の回転を促進するための系統立つた薬物の使用が可能となるであろう。第3は手術シヨツクの出来る限り短時日での回復をもたらすように母貝の仕立をおこなう事であり、この仕立の良否は手術後における貝の生理代謝の正常化への速度に関連した石灰代謝との関連以前の核入れ技術上の重要な問題と考えられる。第4に生息環境の物理化学的および生物学的要素の石灰代謝への直接的あるいは間接的影響である。生息水域にカルシウムが欠乏していれば当然石灰化は低下するし、共存無機イオンがカルシウムの摂取および分泌量に影響すると考えられる。この事は特に閉塞系水面において実際問題となるであろう。勿論、栄養代謝が支障を受ければ石灰代謝に直接影響するであろう。このほか水温の鹹度あるいは寄生病害虫等々の問題が生理代謝を介して石灰代謝に影響してくるであろう。

### (3) 養殖中における色沢の調節は可能か

黄色系真珠については、黄色色素代謝について別個に研究を進めねばならない。構造からくる色沢は互いに密接に関連しており、沈着速度と裏腹の関係にあるから、巻きを促進するための作業と色沢を良くするための作業は別個に考えねばならない。したがつて、この両作業が各真珠養殖計画に従つて計画的に

決定される必要がある。そして漁場の高度な使いわけは重要な問題である。ブルー系真珠はその形成初期に問題があるから、7—(1)の項に関係してくる。いずれの場合にせよ漁場の使いわけと薬理実験による石灰代謝の追究が解答をもたらすであろう。

## 8. む す び

品質論によつて真珠品質が如何なる構成要素によつて左右され、養殖過程における分化が何日頃おこるかを推定する事ができる。そして石灰代謝の基礎研究はこれらの構成要素に関与する因子を理論的に指摘し、対策を暗示できるであろう。ここに引き出された理論が実験的に証明された時に従来の消極的対策に積極的対策を加えた養殖全般にわたる技術改良が可能になると信ずる。



# 漁場の老化と夏季の底質異常について

— 主として漁場耕耘の効果に関連して —

上 野 福 三

(三重県立大学・水産学部)

## 1. 夏季漁場の老化と物質循環について

真珠養殖においてアコヤガイが海水中でおかれている立場、すなわち総合的な環境については36年に本誌37号(6巻1号)に「アコヤガイの餌料生産と海洋構造について」という題で物質循環ということから説明しました。もうその頃から密殖による異常はおこつておりましたので風車による海水混合のことを書いたり、漁場の目的別使用方法などを述べたのですが、「云うは易くして行ふは難き」ことばかりで4年の間に漁場は一段と悪くなり、本年に入つてからの雑誌「真珠」の各号の随所に見られる「超非常時」となつてしまつたようです。この様な漁場の老化から来る粗悪真珠防止については真珠審議会専門委員会でも施術貝目標とやみ筏追放問題など行政上の問題と、業界自体の自覚の両面から対策を考えておられ、このほか各方面でその対策に大変な努力をなされています。云うまでもなく、過去にはよい真珠が出来、赤潮以外には大きな問題がなかつたのですから、養殖量を悪くなる以前の姿に戻すことによつて漁場の賦活をはかることは当然考えられる対策ですが、これを側面から援助する意味で従来自然まかせであつた漁場の環境面に現われた変化と、これから考えられる漁場老化対策(実現には多くの問題が残ろうが)について述べて見ます。

アコヤガイの餌料は植物プランクトンです。しかもこの植物でプランクトンの中でも比較的小さい数ミクロン程度のものが主です。これを喰べてアコヤガイは生活すると同時に排泄物を海水中に放出します。これはバクテリアや酵素によつて分解されて無機の栄養塩となり、さらに植物プランクトンによつて消費吸収されてアコヤガイの餌料が増すということになります。これが物質循環です。真珠養殖の場合はアコヤガイに養殖者が投餌せず、自然にその漁場で発生した餌料にたよつていのですから、物質循環が順調に廻つておればよいが、これがうまく廻らなければどこかで物がたまつてしまい、その先では欠乏がおこるといふわけです。これが本誌37号で述べた物質循環の要点です。では

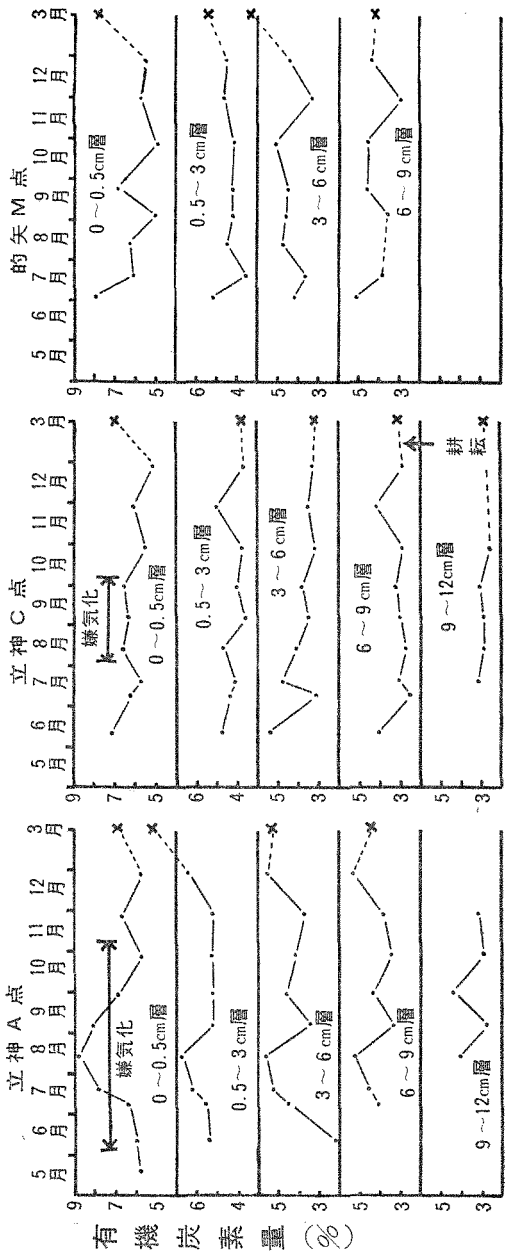
今問題となつている漁場の老化はこの物質循環のどこに異変がおきているかと申しますと、アコヤガイの排泄物の堆積、バクテリアによるこれの分解能力不足、分解生成栄養塩の浅層への運搬不足の3点に主として現われております。この3点のうち第3番目については既に本誌37号に述べましたのでここでは詳述を避けます。したがつて主として第1および第2の底層や底泥の問題について述べます。

## 2. 底泥に見られる夏季の異常について

先にも述べた様にアコヤガイは植物プランクトンを喰い、排泄物を水中に放出します。しかしこのアコヤガイの摂餌量は一年中一定ではなく、夏季の高水温の時には他の季節より増加します。したがつて排泄物量も夏に多くなる理です。自然はうまく出来ていて、これを分解してアコヤガイの餌である植物プランクトンの栄養物質とする役割を果たすバクテリアの活動もこの時期に活潑となります。ただこのバクテリアには色々の種類があり、排泄物の分解に役立つのは好気性のバクテリアです。しかし人間が余りアコヤガイの養殖をふやして底層付近の海水や底泥中の有機物すなわちアコヤガイの排泄物の量が多くなり過ぎると、この好気性バクテリアも多くなり過ぎて、彼等の呼吸による水中の酸素消費量が供給量を上廻つてしまい、水変りの悪いところでは水中の酸素を消費し尽してしまふ。こうなると別の嫌気性のバクテリアが増えだす。これは具合の悪いことに酸素はいらないが、余計な物を作ります。最も代表的な有毒物は硫化水素です。その上この嫌気性のバクテリアは有機物を分解する速度が極めて遅く、底層では排泄物の堆積をおこしてしまふ。

この状況を耕耘の効果検討をかねて昨年調査しました。調査した結果のうちから有機炭素含有量の変化を第1図に示しました。立神のA地点は立石浦内で底泥に対し何等の処理を施していない地点、C地点はこれより約400m離れた地点で、冬季約1ヶ月間連日底曳漁業用マンガの底袋をとつたものを機械船で曳き廻し、底泥の耕耘をはかつた地点です。的矢M点は的矢湾の水道部入口に位置し、潮流で水通しが大変よい地点です。同図の横軸は月を示し、その下の太い矢印は底泥が肉眼で見てその表面まで黒化し、明らかに嫌気状態、すなわち底層に酸素が欠乏した状態と見られる期間を示しました。縦軸は底泥の有機炭素量をパーセントで示しました。各段は底泥を柱状に採取して底泥の表面から5ミリまでが最上段、続いてその下3層、6層、9層、12層までとなつていきます。この図で最も特長のあることは①全般に0~0.5cmの浮泥層に他層より有機物量が圧倒的に多いこと、また地点間の差としては②立神A点で黒化のおこ





第1図 立神A点、C点(耕耘実施点)および的矢M点における底泥各層の有機炭素量の周年変化(1964年)

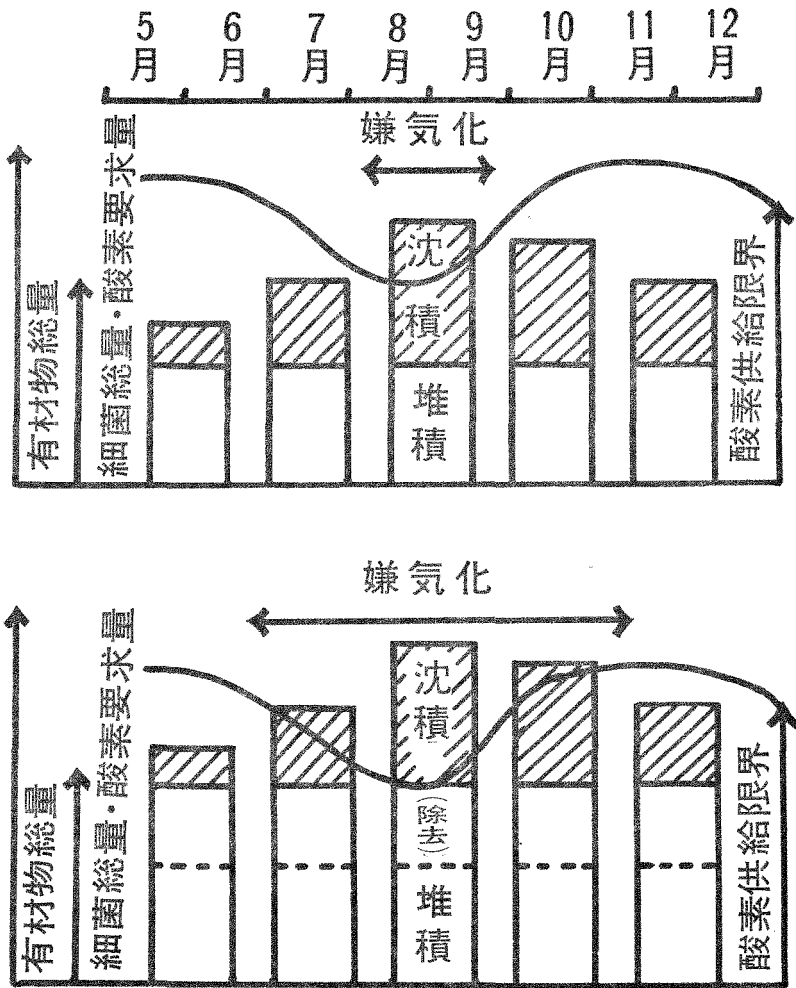
つた盛夏に有機炭素量が急増することです。この傾向はC点でも僅かではあるが同時期に見られるのに対し、的矢では全く見られません。

③このほか耕耘の施された立神C点の0.5~9cmの3層の有機炭素量が他の2点の同一層より目立って少いことが上げられます。A点のみ有機炭素の著しい増加が見られたのは、この地点の嫌気状態化が他の2点に比べ一番ひどいことを意味します。そしてこの嫌気状態化がひどくなるとバクテリアによるアコヤガイ排泄物の分解が進まなくなつて底土上に堆積することになつたと考えられます。ここで第3の特徴である立神C点が他の2点より有機物量が少いことを考えあわせると、的矢は水の動きがはげしいから底泥表層の有機物量

が多くなつても好気性のバクテリアが充分働けるだけの酸素を水が補給して嫌気状態化しないこと、また立神C点はA点と同様に水の動きの悪いところであるから水からの酸素の補給はよくありませんが、泥がもともと持っていた有機物の量、すなわち密殖になつて何年か間に蓄積された排泄物の量が冬の耕耘でA点より相当に減らされていたために、盛夏に悪くはなつたけれどその期間が短くて済んだことなどが考えられます。

これで耕耘が漁場改良に効果のあることが分かるがその理くつを図で説明すると第2図の様になります。同図の中側の図は無処理で、上側は耕耘を施した場合です。縦長の柱は各季節の有機炭素量を示します。斜線を施した所はその年にアコヤガイが排泄し、バクテリアによつて分解されきれずに底泥上に降つて積み重つた有機物量で、この量は密殖のひどい所程高くなる理です。その下側の白く抜けた部分はずもともと底泥に含まれていた有機物の量です。この高さは老化のひどい漁場程高いことになります。この2つをあわせた量はその泥の全有機物量になりますから、これは大体その泥に棲むバクテリアの量に関係します。したがつてこの柱の高さはバクテリアが呼吸に使う酸素の量にも概ね相当することになります。今ここで波状の横線によつてその地点の海水からの酸素の補給量を示すとすると、柱の高さがこの線を超えると底泥が嫌気状態化することになります。この線が波状になつて夏に下がっているのは、夏は上層が水温が高く下層が低いので、水が上層で軽く下層で重いため上下にまざりにくくなり、酸素の補給も少なくなるからです。すなわち、夏の方が春秋より嫌気状態になりやすいわけです。

ところで上下の図を比較して耕耘の効果の説明しますと、耕耘は冬季実施することにより泥を上下に混ぜると共に海水に相当の浮泥が流れ、有機物量は著るしく減少させます。この効果は第1図の各図の最右側に本年3月の耕耘実施後の有機物量を×印で示してあるのによつてもはつきりと分ります。しかし表面の量にはさして変化がなく、常に相当量のフワフワした有機物が載っているとわれ、春から夏にかけて貝が養殖されるとこの量が増し、堆積すると考えられます。この冬の耕耘で減少する有機量を下側の図の点線から上の部分に相当する量とし、それを差引くと上段の図になります。こうなるとこの柱が波状の線を越すのがきわめて短期間ということになるわけです。第2図には図示しませんが、的矢の様に流れの速いところでは潮汐による水の流れで水が混ざり、底層への酸素補給がよいので波状の横線が図に示した2例よりもつと高いところにあるから有機物量は多いのに嫌気状態化しないことになります。



第2図 底泥悪化と耕耘の効果的模式的表現

沈積： その年の沈積量およびその影響

堆積： 累年の堆積有機物量およびその影響量

除去： 耕耘により放出される累年の堆積有機物量およびその影響量

### 3. 排泄物の処理の問題

上の説明でもお分りと思いますが、耕耘を施しても短期間乍ら矢張り盛夏には底泥の嫌気化がおこっています。これは短期間とはいえ貝の活動の最も旺盛な時期だけに大問題で、この様な状態がおこらによう何らかの措置がなされねばなりません。これはどこの業者でも実施出来るような耕耘も一方法ですが、他にも一般の作業内容に折り込めるのではないかと思われる方法から、地方とか国とかが大きな見地から行政的に実施しないと出来ない方法まで色々考えられます。そしてそれらの対策が上げると予想される効果の程も実験してみないと分らぬことも多からうし、果して一つだけを取上げれば対策になるのかどうかも疑問であります。他にも多くの問題点や対策もあるうが著者が今思いつくものからその二三の問題点を取上げてみました。この中には現在の状態では研究不足で到底実施出来ないものも多からうが一応述べて御批判を得たいと思います。

先づ前述の底泥の嫌気化防止策について考えて見よう。耕耘の効果の模式的説明でも明らかな様に問題は3点にしばられると思います。すなわち、第1には上層からの酸素の補給をよくすること、第2に底泥に堆積する排泄物量を少なくすること、第3に排泄物の永年にわたる堆積を除去してやることです。第1の問題については前に述べた風車による攪拌からエアレーション、ひいては大規模な水道堀削により海水に人工的に流動を与える方法などがあります。この問題は前述の海水の鉛直混合、すかわち浅層にいるアコヤガイの餌料になるプランクトンの栄養塩の補給とも関係します。

第2の問題については第1の問題に次いで大きな問題ですというのは第1図にも見られる様に底泥表面にその年に落ちて来る有機物量が下層に見られる永年の蓄積量に比してその比重が大きいためです。すなわち底泥表面では6~9%もの高さを1年の間で上下するものに対し、下層では1年中ほとんど変化なく3~4%であるからです。この問題は①排泄物量そのものを少なくしてやる事を考えるのと、②排泄物を除去してやること、および③細菌による排泄物の分解を制御することの3方法に分けて考えねばなりません。先づ排泄物量そのものを減少させることはアコヤガイの量自体を減らせばよいという考え方で、筏台数の制限、施術貝量の制限などが考えられます。次に排泄物の除去ですが、簡単なサンドポンプなどで夏の最悪期に底泥表面の有機物を吸上げ、陸上なり外洋なりに捨てる方法が考えられます。最後の細菌による排泄物の分解の制御は真珠養殖以外のほんの一部で試験的に実施された程度で今後研究されねばならない

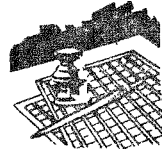
問題です。これはさらに抑止と促進の双方が考えられます。抑止は現在上水道用貯水池で一部試験的に実施されている方法で、夏の停滞期に硫酸銅を底泥上に撒布し、細菌の活動を抑止することによつて酸素の消費を節減し、秋から翌春までの循環期（海水が上下よく混ざる時期）に徐々に分解もしくは湾外への放出をはかろうという考え方である。これは秋に台風が来て風で海水を攪拌した時にこの硫酸銅がアコヤガイに無害でなければならないから実施には相当の予備実験が必要であろう。また促進の方は第1の方法である機械的な酸素補給で分解を促進してやるか、あるいは安価な酸化剤を底泥にまぜてやつて、底泥中の化学的酸化に必要な酸素をこれによつて補い、細菌の活動に消費される酸素は水中からの補給に頼る方法によるかである。しかし、これにも今後開発してゆかねばならない技術上の問題があると思われます。

さて第3の永年の堆積物の除去は前述の冬季の耕耘も一方法であり、また過去にも行われ将来も行われることが計画されている浚渫がある。前者の場合でも相当の効果があるとは考えられるが矢張り抜本的ではなく、広範囲の水域に互つて、しかも毎年実施しないことには顕著な効果は期待出来ないであろう。浚渫は耕耘よりアコヤガイの排泄物除去の効果の大きいことは当然想像されるが経費も莫大であろう。

以上により底質の異常は夏季におこり、その期間に長短はあつても周年悪くなつていゝとは考えられないのですから、現時点での対策としては上述の中で可能と思われるものから出来るだけ早く、出来るだけ多く、出来るだけ完全に実施するなり、研究するなりすべきであると考えます。



## 編 集 後 記



- ◎皆様のお手元に第4巻、第1号をお送りいたします。
- ◎会報にいろいろ御協力いただいている国立真珠研究所が、本年5月で開所10周年を迎えましたので、その記念号といたしました。
- ◎全国的な異常低水温により、各地で被害が出ている様ですが今後の作業に充分御注意して下さい。
- ◎会報も回を重ね、50号となりました。今後も皆様の御協力をお願いいたします。

昭和40年6月10日発行

第4巻 第1号会報  
(通巻第50号)

三重県伊勢市岩瀬町84番地ノ2  
真珠会館内

発行所 全国真珠養殖漁業協同組合連合会  
電話(伊勢局代表)②4147番

編集責任者 浜 本 忠 史

印刷所 三重県伊勢市岩瀬町140  
神都印刷株式会社  
電話(伊勢局)②2230番