

真珠技術研究会

會報

54号



第5卷 第1号

(May, 1966)

## 目 次

- (1) 漁場観測についての養殖事業者と  
研究機関との結び付きについて……………太田 繁… 1
- (2) アコヤガイ貝殻の病害……………水本 三朗… 3
- (3) 挿核技術の一方法  
“あとづけ”について……………山口 一登…19
- (4) 真珠養殖における  
異常環境と被害対策……………沢田 保夫…29
- (5) 仕立技術の基礎となることがら……………植本 東彦…42
- (6) アコヤガイの成長測定法……………桑谷 幸正  
西飯 保 ……52

編 集 後 記

# 漁場観測についての養殖業者と 研究機関との結び付きについて

太 田 繁  
(真珠研究所長)

漁場環境の悪化による真珠養殖の被害例は、古くは御木本翁の試験養殖時代(明・25年—1891—)における赤潮の被害に始まり、今日まで枚挙に暇ないほどである。

明治33年(1900)9月、英虞湾に赤潮が発生した際に御木本翁は赤潮の浮遊層を調査し、この層を避けることによつて被害を未然に防いだとの記録があるけれど、真珠養殖の創始期にあつては、赤潮が真珠養殖上の最大関心事の一つであつたことは疑う余地のないことである。しかし、大正末期から昭和初期に至つて養殖筏が一般に使用されるようになってから、赤潮による被害例は比較的になつた(赤潮の害が少くなつたのではなく、筏や籠の使用により赤潮に対する対策が容易になつたことによる)。

近年、真珠養殖事業(母貝養殖も含めて)が飛躍的な発展を遂げ、従来の観念では無理ではないかと考えられるような場所でさえ利用されるようになった。このため漁場環境の悪化に因る被害も多発するようになり、その様相もまた多様化してきている。ちなみに昭和40年に発生した被害の主なものを挙げれば表に見るようなものがある。

漁 場	時期(月)	摘 要
あご湾、和歌山	4	低水温(低水温時における挿核手術)
びわ湖	6	農 薬 ( P C P )
あご湾	6~7	硫化水素の発生
熊 本	7	低比重
大村湾	7~8	赤 潮
三重、福井、岡山 兵庫、愛媛、徳島	} 9	台風23、24号
香 川、岡 山	8~?	? (低比重、浚渫)
大 分	?	? (工場廃水、赤潮)

これらの中には、比較的局地的なものもあるが、それぞれの被害地においては勿論のこと、これらの総被害額は業界全体から見ても決して少ない額では

ない。

さて、一般に業者から当所に持込まれる相談は、挿核技術に関連したものがほとんどである。このことは、これらの技術の良否が真珠の品質を決定する最初の要因となることを考えればきわめて当然のことといえるであろう。このため、当所では極力この点に力を入れている。しかし、これらの技術に関する研究には専門的知識の他に真珠養殖全般に通ずる広範な知識と職人的な技能が必要で、当所の現在のような制度や人員では実施が困難なことが多い。専門の研究機関でさえこのような状態であるから、府県の研究機関ではなおさらのことであろう。このようなことが業者には飽き足らず、研究機関との結び付きを疎遠にする一つの原因となつているのかも知れない。たしかに、現在の研究機関の力は真珠養殖独特の専門化した数多い技術の指導に対応するためには決して十分なものではない。しかし、前述の被害例に見るような漁場環境の異常に関する類の調査は、必ずしも真珠養殖を研究の対象としている機関でなくとも実施が可能であり、またその体制もよく整備されているので、漁場環境の異常に気付いた際にいち早く調査を依頼するなり、概略の報告をして指示を受ければ、被害を軽減することの出来たものもあつたかも知れない。

一般に漁場環境の異常によつて被害が生ずる場合、その被害の程度は初期対策の適否によつて大きく左右される。しかも、その初期対策の指導は、細分化された作業目的と環境条件との関係などといった問題と異なり、たとえ真珠養殖を担当する専門の係りのない研究機関でも可能な場合が多い。真珠養殖だけを目的とした定期的な環境調査などを府県の研究機関に要求しても、さきに述べたようにそれに応ずることの困難なところも多いであろうが、異常災害が予想されるような特別の場合に限つての観測程度なら、さして困難なことでもないであろう。

業者と研究機関とが漁場環境の調査について、いま少し密接な関係を保ち、両者の谷間におかれた状態にある養殖管理の弱点を補強し、災害に対する被害を軽減されるよう、この研究会にお集りいただいたのを機会に願ひする。

# アコヤガイ貝殻の病害

— 特にポリドラ仔虫の着棲期と

貝殻への加害経過について —

水 本 三 朗

(国立真珠研究所)

## はじめに

多毛類 (*Polydora ciliata* J.) によるアコヤガイ貝殻の病害問題についてはこれまで研究会や報告等でいろいろ検討され、またこれに対処する方法として濃塩水処理による駆除方法が各地で実施されるようになって、逐次効果をあげつつある現状です。病虫が侵入した際これを初期の段階で駆除することができればそれ以上の蝕害をとどめることができ、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こととなります。しかしこのような処理を行なう場合もつとも効果的にするためには、病虫の繁殖期や侵入期とかあるいは貝の活力とかの季節的な関連における適切な時期を選ぶことがきわめて重要な問題となります。現在行なわれている濃塩水処理についても以上のことが指摘され、より効果のあがる方法が望まれているわけです。

このような意味から数年来ポリドラの生活史とくに貝殻における周年にわたる消長ならびに季節的な貝殻への加害経過等について研究を行なってきましたが、当面する駆除処理や防除の対策をはかる上に 2、3 の知見を得ることができましたのでその概略について報告し参考に供したいと思います。なお本研究は現在も継続中のものであり、まだ結論を出すほどまとまつたものではありませんが、病害多発期に向つて今後どのような点に留意すればよいかを考えるうえに多少でも役立てば幸いです。

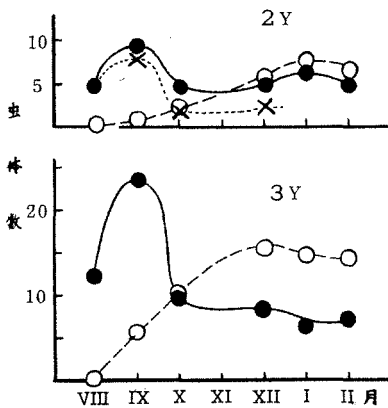
この研究を進めるにあつて資料の管理、運搬等につき三重県真珠貝養殖漁業協同組合協専一氏をはじめ組合員の諸氏に一方ならぬ御配慮と御協力をいただきました。こゝに記して深謝いたします。

## 研究の方法

試験漁場としては、病害の多発地である三重県鳥羽湾漁場と、これの対照漁場として病害発生のおきわめて少ない英虞湾漁場とを選定しました。この両漁場に8月初旬、母貝(2、3年貝)をそれぞれ養殖し、このうち一部については各月ごとに英虞湾より鳥羽湾へ移殖し、1か月間だけ養殖したのち再びもちかえりました。これらの資料について8月以降毎月、貝殻に着棲している *Polydora ciliata* の数、虫体の大きさ(体節数)、貝殻への加害の度合として貝殻外面の侵蝕溝の数、大きさ、深さ、貝殻内面の発病個所、その中に棲息する虫体の大きさなど、貝殻を場とする虫体の季節的な経過につき調査しました。

### 貝殻に着棲する虫体数の時期別変化

第1図は8月以降鳥羽湾漁場で継続養殖した2、3年貝の貝殻に着棲した *Polydora ciliata* の数の時期別変化です。図の数値は母貝10個の平均尾数で示してあります。



第1図 貝殻に着棲する虫体数の時期別変化

2Y…2年貝 3Y…3年貝

●…外面着棲虫体 ○…貝殻層内棲息虫体 ×…1か月ごとに移殖した貝の外面着棲虫体

まず貝殻外面の着棲数をみますと2、3年貝とも9月が他の月にくらべてきわだつて多いことがわかります。これは8～9月にかけて虫の大量の着棲が行なわれ、9月にはそれらが累積した形で出現しているためと考えます。10月以後は9月にくらべて急激に減少し、これに代つて貝殻層内の棲息虫体数が次第に増加しています。このことは着棲から侵蝕、そして貝殻層内への侵入がこの時期を中心として行なわれることを示しています。12月以後は殻層内への侵入数が最大となり、ここに棲息数は逆転して、棲息の場は貝殻層内に移ることになります。以後1、2月とこの状態越冬することになります。

しかし貝殻外面に残つた虫はその

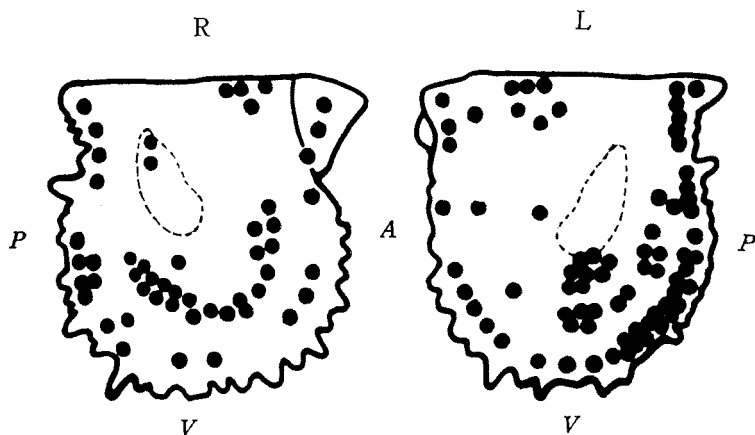
後わずかながらその数が減少する傾向がみとめられています。これは越冬によ

る自然的な減耗か、他の原因による脱出、移動のためか今のところ不明ですが、いずれにしても貝殻層内への侵入がこの虫にとって最終的な拠点となり、産卵期を迎えるのではないかと考えられます。

つぎにいま1つの資料すなわち、各月ごとに1か月間だけ鳥羽漁場に養殖したものの棲息虫体数の経過ですが、前者とまったく同一の傾向を示し9月が最大で10月以後はきわめて少なくなっています。

これらのことから8、9月において虫体の大量な出現、着棲が行なわれることはまちがいないようです。

なお貝殻外面に着棲した虫体の数をみますと、最多数を示した9月の資料では、母貝1個に2年貝で4～16尾、平均して10尾、3年貝では11～34尾、平均して24尾となっておりま。この数はもちろん漁場によつてかなり変ることと  
 思います。また2年貝と3年貝との付着数の差は、単に付着面積の広さの違いに起因するものと思います。



第2図 貝殻外面に着棲した虫体の分布図

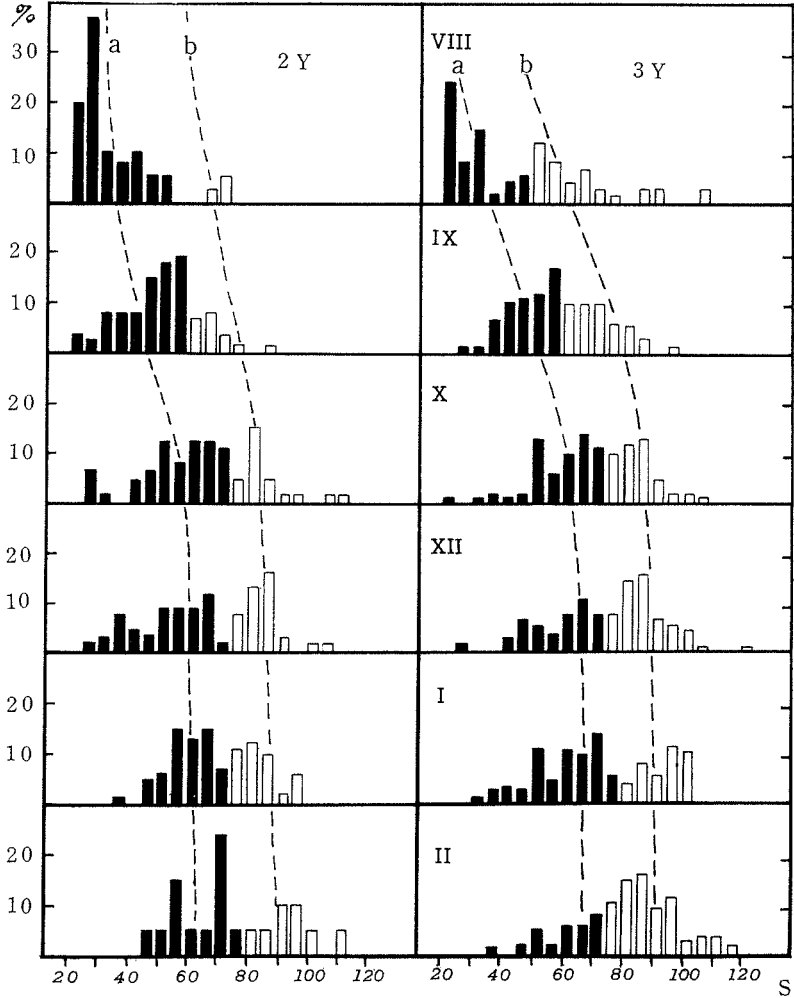
(2年貝20個を1個にまとめて図示した模式図)

R…右殻 L…左殻 A…前部 P…後部 V…腹側

ここで虫体の貝殻外面における着棲部位の分布状態についてみてみます。第2図は、2年貝20個体の着棲虫体を1個体(左右両殻片)にまとめて模式的に図示したものです。これによりますと左殻それも後部周縁域に多く着棲していることがわかりますし、また右殻の周辺域(通常貝をとりあげると右殻側にハサキが彎曲して溝ができる部分)にも比較的多数着棲していることがわかり

ます。秋期9～10月にかけて行なう貝掃除の場合には、以上のような虫の付着部位に留意して実施すればかなり駆除効果があると考えます。

### 仔虫の着棲時期と産卵期

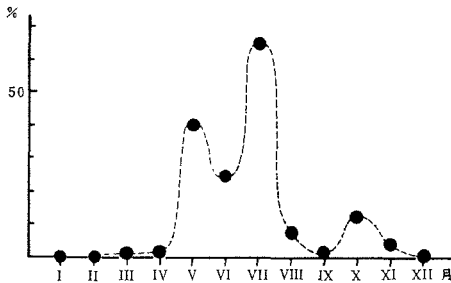


第3図 貝殻に棲息する虫体の体節組成の変化  
 2Y…2年貝 3Y…3年貝 図中のローマ数字は月を示す



前述の貝殻に着棲する虫体数の変化とともに、各月ごとの体形組成をみますと第3図のとおりとなります。ここで虫体の大きさを現わすのに体節の数で示しましたが、本種のような管棲類(Sedentaria)においては泥管内から虫体採取しますと、体を蛇曲し真直ぐにのびず、また伸縮がきわめて大きいので体長を測定するのは容易ではありません。本種は体節の増加によつて成長するものですから大きさの尺度としてここでは体節数をもつて表示したわけです。ちなみに体長と体節の間には一定の関係がみつめられており、大体の数値を示しますと20節で2.0mm前後、50節で4.7mm、70~80節で8.0~11.0mm、110節で24.0mm程度となります。まず仔虫の出現時期ですが第3図からもわかるとおり今回の8月以降の資料では、体節40節以下のものの出現率もつとも大きい月は8月で、つぎに9月となつており、この両月とくに8月に仔虫の着棲が大量にあることがわかります。その後12月にも僅かながら仔虫の出現がみつめられています。

さてここで体節組成の分布図を経月的にみますと大きく2つの山がみられます。1つは8月に着棲の山をもつ若い個体群(第3図a)、いま1つはそれ以前に着棲の山をもつ大型の個体群(第3図b)とに分けられるようです。これらと産卵期とを対比してみます。本種の産卵期は(英虞湾多徳島周辺における資料)5月上旬から10月下旬の長期にわたつてみられますが、いまこの産卵期を棲管内に産み出された卵袋の出現率で詳細にみますと第4図のとおり3つの山がみられます。大きな山は6月と7月、そして小さな山が10月にあります。卵袋から



第4図 泥管内に産みつけられた卵袋の出現率

から孵化した仔虫が泳出して着棲するまでの日数が約40日かかることを考え合わせれば、前述の若い個体群(第3図a)は7月の産卵群による仔虫に由来し、後者の大型の個体群は(第3図b)5月の産卵群によるものであろうと考えます(この点については今後の春~夏にかけての引き続き調査によつて解明したいと考えている)。また11~12月にいたる仔虫の僅かながらの出現

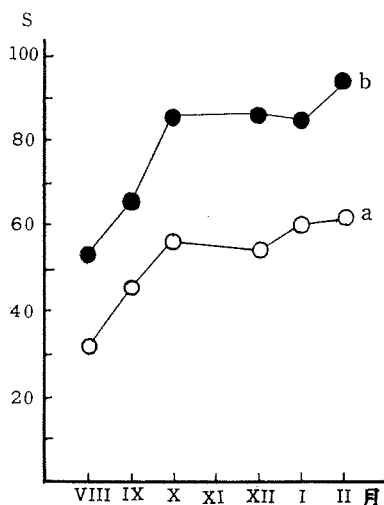
は10月の産卵群に相当します。

以上のことから産卵期と仔虫の着棲期とを推定すると、5月に産卵6月に貝殻に着棲、7月産卵8月に着棲、そして10月に産卵11~12月に着棲する3つの

山が考えられます。このうち2年貝に主として着棲するのは8月のものであり、3年貝では8、6、8月の累積したものとなります。なお秋季10月の産卵群のものは産卵虫体(親)が5~7月の産卵盛期のものと比べ非常に小さく(5~7月の産卵虫体は90~110体節に対し10月のものでは70節前後)、したがってその産卵量も少ない(卵袋数で5~7月の場合23~61袋、1袋の卵粒45~95に対し10月のものでは10~30袋、1袋の卵粒20~41)のでこの群の着棲による被害は小さいものと考えます。このような仔虫の出現組成はそれぞれの漁場(温暖な海域にある漁場や越冬不能漁場)によつて様相を異にすると考えられますが、これの駆除対策にあつては、着棲初期をねらつて効果的に行なうことが大切となりますので、今後は各種漁場について更に調査を行ないたいと考えております。

### 成長およびこれにともなう貝殻への加害経過

*Polydora ciliata* の成長は前掲の貝殻における虫体の体節組成の経月移動によつて、かなり明瞭にその過程を推定することができます。いまこれらの各群



第5図 *Polydora ciliata* の成長  
2年貝資料 S…体節 a,b (本文参照)

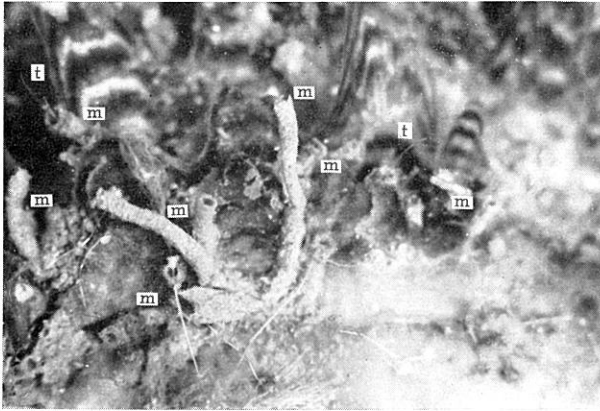
の成長過程を一応各群の平均値で示してみますと第5図のとおりとなります。これを体長に換算してその経過をみますと、8月においては同時期に着棲した群(第4、5図のa)は2.8mm(31.2節)、春季産卵による群(第4、5図のb)は5.1mm(53節)となります。

以後9月は4.1mm(45.9節)、7.0mm(65.3節)、10月は5.4mm(56.4節)、12.1mm(85.5節)と急激に成長し、その後12月5.1mm(54.5節)、12.1mm(85.2節)となつて成長は緩慢となり、2月には6.7mm(63.2節)、15.1mm(93.1節)に達します。

さて、貝殻に着棲した虫体は以上のような成長につれてどのように貝殻を侵蝕するのか、つぎにこの加害

経過を8月以降の2年貝資料について述べることにします。

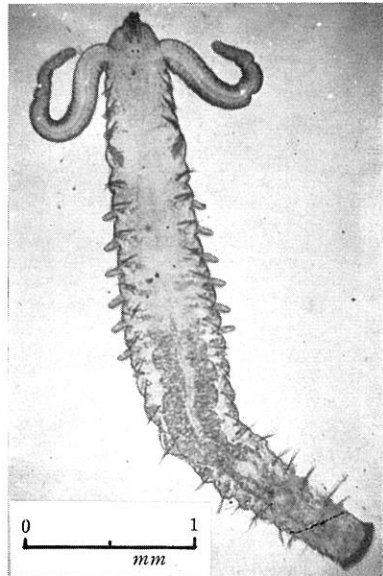
8月における虫体は20~30節(2~3mm程度)の大きさのものがほとんどです。この時期(着棲当初)の虫は主として貝殻殻表上の鱗片突起に泥管を作り、その先端を常に突起より長く突き出した状態で定着しています(第6,7図)。この貝殻への



第6図 貝殻外面における着棲当初の泥管  
2年貝8月資料より m…泥管 t…虫体の触手

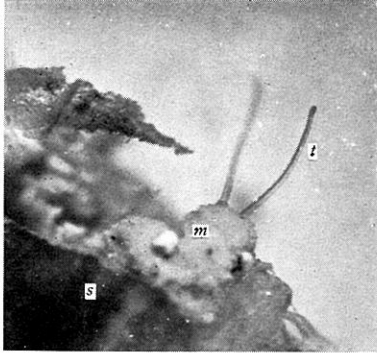
の着棲、そして泥管造成の状況を実験水槽内で観察したところでは、まず着棲期近くなると今まで海中を游泳していた仔虫は次第に動作がおとろえ、懸すい、浮游状態となることが多くなり、突ばつ的に運動する程度となります。

こうした状態の仔虫をアコヤガイ貝殻上に落としますと、ただちに体をだ動させて匍匐運動をはじめ鱗片突起間を這い廻ります。やがて鱗片間隙や他の付着物の陰、あるいは細長い遮蔽物(貝の割れ目や、蝶番帯の溝等がよい拠点となる)等に体をそわせて定着するようになりしばらくの間この定着位置を中心として小範囲の区域を這い動きますが、そのうち粘液で体の1部をその場所に固着し、頭部にある2本の触手で周囲の沈泥を集め泥管を作ります。このように着棲当初の定着場所は、体が露出しないように何らかの遮蔽物の陰を例外なく選びます(第8図)。水槽

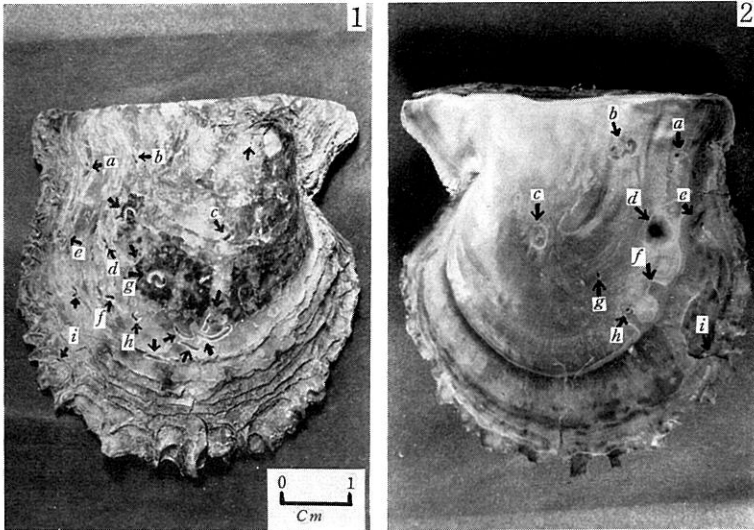


第7図 着棲後まもない仔虫

実験では仔虫が貝に着棲して完全な泥管を作るには1~2日を要しました。虫体はここに完全に貝殻に定着し、以後ここを基盤として生活を営むこととなります。その後虫体の成長とともに泥管も太く長くなり、また着棲当初は鱗片突起の先端域にあつた定着位置もしだいに鱗片基底に移り、泥管は鱗片の基底にそつて貝殻面に密着するようになります。このようになると虫体は逐次貝殻外面を侵蝕し細長い溝をうがちはじめます。したがつて虫体が殻面に密着して以後、貝殻表面には虫体によつて作られた侵蝕溝の各種の紋様がぎざまれるようになります(第9、10図)。今回の調査では9月資料のものから僅かながらみとめられましたが、10月以後には急激に増加しその形も明瞭となります

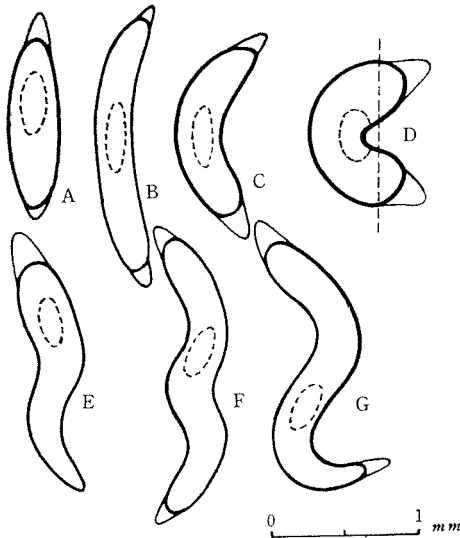


第8図 定着直後の状態  
 実験水槽内で人工着棲させた2日目の状態 m…泥管 t…虫体の触手  
 S…鱗片突起



第9図 貝殻の侵蝕痕 2年貝10月資料(右殻のみ)  
 1. 貝殻外面、矢印は侵蝕溝を示す 2. 同じ貝殻内面の病害患部(初期症状)  
 図中の文字は貫通した外面の溝と内面の患部とのそれぞれの位置を示す。

ので、このような侵蝕溝は仔虫の定着後1か月程度で現われるものと考えます。侵蝕溝は図にみられるように、細長く直線的のものや、S字形あるいは蛇



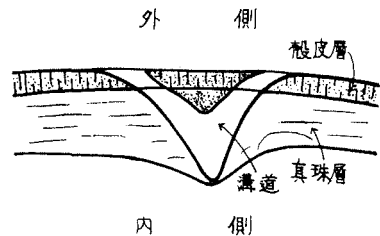
第10図 貝殻外面の侵蝕溝の形

曲したものと等いろいろありますが、貝殻の中央域のものにはDのものが多く、縁域のものにはA, Bのタイプのものが多いようです。いずれも溝の中央部付近が急に深くなっています。大きさは長さが最大のもので80mm、小さいもので0.5mm程度ですが殆んどのが1~2mmのもので

この侵蝕溝はその後だいに深さを増していきます。そしてこれと同時に虫体も順次棲息場所を溝道内に移し貝殻外面に露出する部分が少なくなり、やがて貝殻を完全に貫通して貝殻内面に達すると、虫体はほとんど貝殻層内に埋

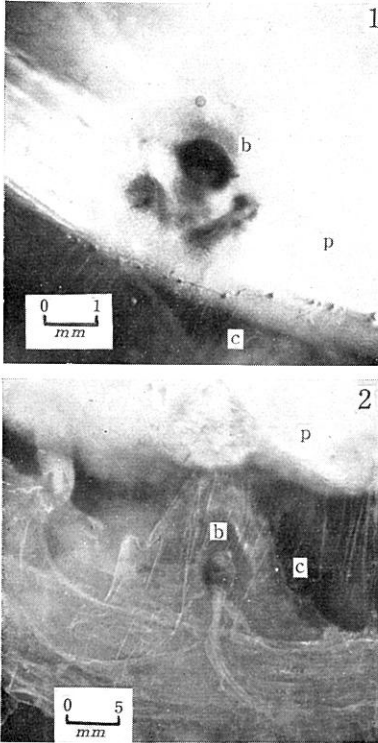
没してしまいます(第11図)。このように完全に貝殻が貫通されるとこゝに貝殻内面に病害がみとめられるようになります。貫通初期の貝殻内面症状は、貝殻中央域のものでは0.5~2.0mmの茶褐色を呈した円形の小斑点として認められます(第9図2のa, b, c等、第12図1)。

一方貝殻周縁部(いわゆるハサキ)の鱗片突起の叢生している場所に定着した虫体は中央域におけるものと比較して、貝殻への侵蝕溝は浅くかなりの大きさになるまで貝殻外面に棲息しているものが多いようです。しかし次第に殻皮、稜柱層を侵蝕して穿孔し貝殻内面へと侵入します。この場合の内面症状は稜柱域に1~2mmの小瘤状の腫物が形成されます



第11図 貫通した溝の断面模式図  
第10図D型の溝を破線の処で切つたもの

(第9図2のe. i、第12図2)。しかし虫体が大形のものでは穿孔後一気に殻内面上に侵入し大きな泥管を作ります。



第12図 病害初期の症状

1. 貝殻内面中央域の小斑点
  2. 全上周縁域(稜柱域)の小瘤
- P…真珠層域 C…稜柱域  
b…患部

通常罹病貝の症状として一般にいられている貝殻内面の大きな黒斑症状は前者の、また貝周縁部のミミズ状の腫物は後者の、それぞれの病状が進んだものといえましょう。

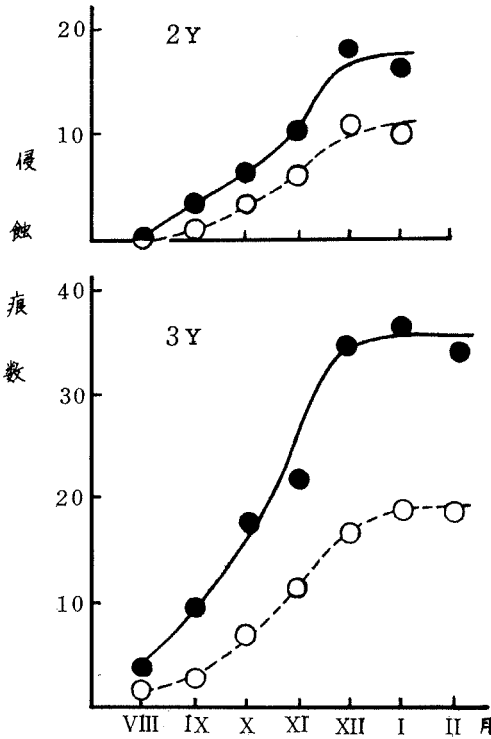
### 貝殻への侵蝕とその時期

前述のとおり貝殻外面に着棲した虫体は成長にともなつて貝殻を外側より侵蝕し、細長い曲りくねつた溝をほりますので、虫は貝殻外面に自分の居住した刻印を忠実にのこすこととなります。したがつてこの侵蝕溝の出現傾向や溝の状態を観察すれば、貝の外面からある程度貝に着棲していた虫の多寡やその漁場での虫の多少が推定できることとなります。また貝をみる時期や貝の状態によつては貝殻内面に何らの病害もあらわれていない場合がありますが、こうした貝でもこの外面の侵蝕溝をしらべることによつて現在の罹虫状況を、さらには今後における被害が想定できますし、またその後の養殖に当つての示さを得ることができましよう。

この侵蝕溝は当年稚貝にはほとんどなく、現在までの資料では2年貝の5月以降のものからみられ(この場合はごく僅かです)、とくに2年貝10月以後3年貝の秋までの資料では明瞭にみとめられます。しかし4年貝以上になりますと、貝殻外面の貝殻質の崩壊やその他の硬殻質の付着物のため形もくずれ見分けがつきにくくなります。

さてこの侵蝕溝の出現数や溝の状態を8月以降の資料について経月的にその

経過をたどつてみますと（第13図）、2年、3年貝ともに仔虫の付着期である8、9月にはきわめて少なく、いまだ貝殻面への侵蝕は大部分の虫では行なわれていないことがわかります。ところが10月になると侵蝕溝は急激に増加して12月～1月に最高に達し（この増加率は3年貝においていちじるしい）以後横ばいの状態となります。すなわち8月に着棲した虫体は主として10月を中心とした秋に侵蝕穿孔するということがいえます。



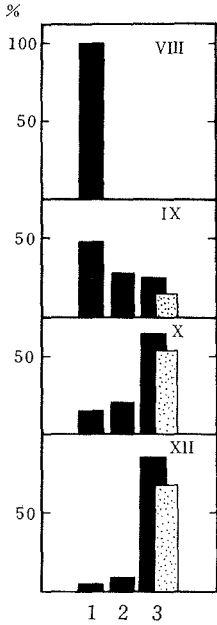
第13図 貝殻における侵蝕痕の変化  
 2Y……2年貝 3Y……3年貝  
 ●——貝殻外面の侵蝕溝  
 ○……貝殻内面の侵蝕痕

またこの侵蝕溝数の傾向とともに溝の状況とくに溝の深さの変化をたどつてみると第14図のとおりとなります。第14図は2年貝についての資料で、溝の深さとして侵蝕溝のある場所の貝殻の厚さに対する割合で示し、50%以下のものを1、50～80%を2、80%以上のものを3とし、さらに全体のうち貫通したものの率も同時に示しました。

すなわち8月ごく僅かにみられた溝はきわめて浅く全部が貝殻の厚さに対し半分以下の深さです。9月になると次第に深さを増し貫通したものも僅かにあらわれてき

ますが、いまだ大半のものは貝殻の厚さの半分程度にとどまっています。しかし10月になりますと大半の溝は貝殻の半分以上に深さを増し、全体の半数程度が貫通しています。12月にはこの傾向はさらに高まり全体の70%が貫通しています。一方これと貝殻内面の侵蝕痕（中央域の黒斑点やハサキの部分の腫物状隆

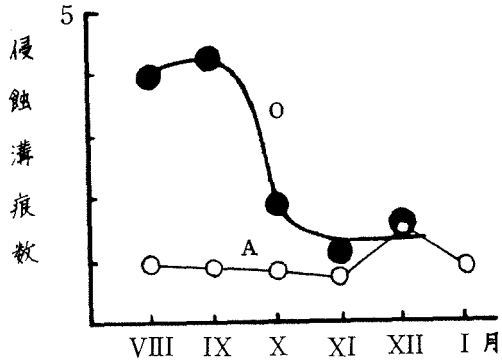
起)の出現傾向とを比較してみますと(第13図)、同一の傾向をたどっていることがわかります。



第14図 侵蝕溝の深さ別の出現率  
 1…貝殻の厚さに対する溝の深さが50%以下のもの  
 2…全上50~80%  
 3…全上80%以上  
 罫線…貫通したもの  
 図中ローマ数字は月を示す

ここでいま1つの資料からこの侵蝕溝の消長をたどってみます。この資料は8月以後各月ごとに病害の多い鳥羽湾漁場へ移殖し、1か月間だけ養殖したのち再びもちかえり、その後3か月经過したのち(8月に移殖したものは11月)貝殻外面の侵蝕溝を調査したものです。第15図に示したように8、9月のそれぞれに1か月間移殖したものでは他の月の資料とくらべていちじるしく多く、10月以後のもの侵蝕溝数は移殖しなかつたものとほとんど差がないことがわかります。一面においてはこのように罹虫の状況を適確に伝えているともいえます。

以上のことから虫体の着棲期には前述のとおり8、9



第15図 病害多発漁場に1か月ごとに移殖した貝の外面侵蝕溝の変北  
 ●—O 鳥羽漁場移殖資料  
 ○—A 対照漁場資料

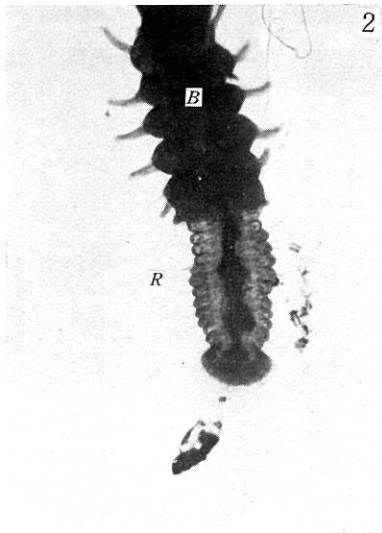
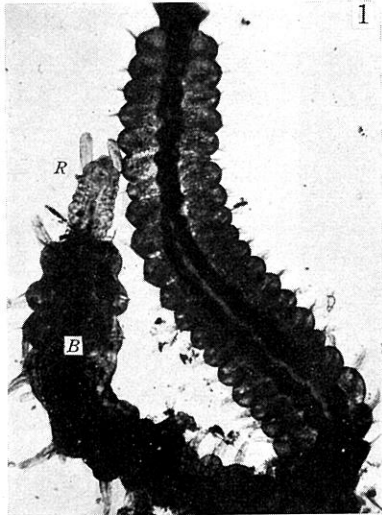
月に1つの山があり、この時期に着棲した虫は秋季10月に外面を侵蝕し、しだいに溝の深さを増して10月以後内面に出て、冬季を中心とした12~3月にかけての貝の活動停止期に病害として目にふれるようになると考えます。

## 再生

ここでポリドラの再生現象について一言つけくわえておきます。アコヤガイ



に着棲している *Polydora ciliata* を観察していると、ときたま頭部（頭部域



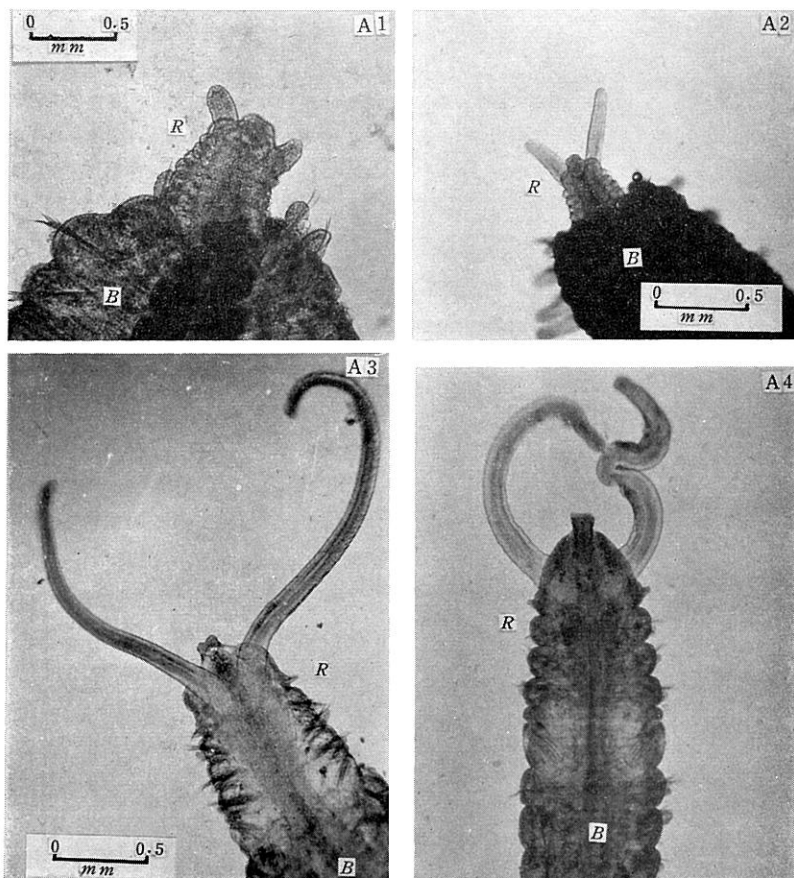
第16図 養殖中の貝殻に着棲していた *Polydora ciliata* の再生個体  
1. 頭部の再生体 2. 尾部の再生体  
R…再生部 B…もとの部分

約10節程度)あるいは尾部が他の部分とくらべていちじるしく小さかつたり、体色がことなっている個体が見られます(第16図)。これは頭部や尾部が再生した虫体です。一般に個体の1部が何らかの理由で失なわれた際にそれに該当する部分が出現する現象を再生といっておりますが、多毛類のなかにもこのような再生現象が比較的強くあらわれるようで、スゴカイとか他に *Syllis sp* 等が知られております。*Polydora ciliata* についてもこの再生現象がみられます。いま養殖中の貝殻に着棲している本種の再生例をしらべてみますと

(1965年8月～'66年3月までの資料680尾中15尾)約2%程度の再生個体が見られ、このうち大方のものが尾部の再生個体でした。このような再生現象はどのような経過でどの程度の速さで行なわれるものか、人為的に虫体を切断して実験を行なってみました。まず110体節(体長24mm)の虫体を1つは頭部10～15節をメスで切断、1つは尾部10節を切断、いま1つは1尾を約40節づつに3つに切断しました。実験時期は9月上旬で水温は21～25°Cの範囲でした。それぞれの再生経過は第17図A、B、Cに示したとおりで、僅か2～3日で再生体が見られ10日目位で再生部は完成し約20日で旧体にもどっております。

すなわち体の前、後端を切断したものは頭部、尾部が再生し、さらに

体を3つに切つた中央部のものには頭部と尾部とが同時に再生しています。結局1尾を3つに切つたものは再生によつて3尾となつたわけです。しかしこのような再生個体にあつては、もとの部分と再生した部分とで体色に相違がありますのでかなり長時間にわたつて識別できるものです。養殖中に着棲していたこの虫が何らかの原因（主として考えられるのは貝掃除時における切断）で体が切断された場合でも約20日位（水温21~25°C）で元に復元することになります。このようなことから考えると、この虫は体を2つ、3つにちぎつても死な



第17図 *Polydora ciliata* の再生実験

A1……頭部切断後3日目    A2……頭部    5日目

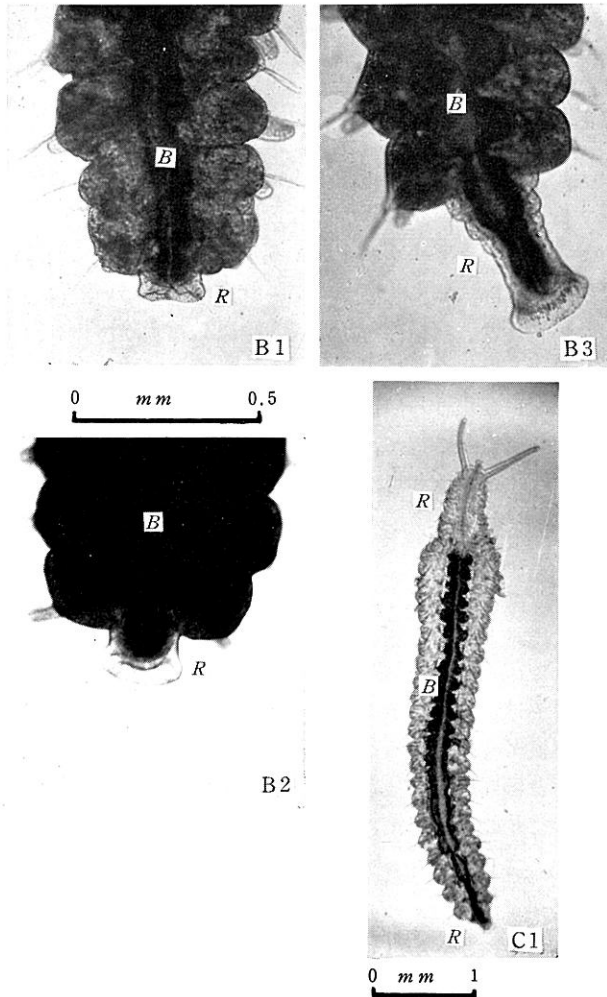
A3……頭部    10日目    A4……頭部    20日目

ず、かえつてそれぞれが再生したうえでさらに再寄生する可能性も充分考えられますので、この駆除については貝から完全に駆逐してしまうことが望ましいこととなります。

### おわりに

以上アコヤガイ貝殻を棲息の場とし、病害をおこすポリドラに着棲期や貝殻への加害経過を、現在までに判明した点について述べてきました。ここで今までの結果から今後ポリドラの駆除処理を行なうにあたって考えられる点について2、3述べてみることにします。

まず駆除処理を行なう時期ですが、前述したとおりポリドラに着棲期には夏8月に大きな1つの山、そしていま1つ春6月の山が考えられます。また貝殻の侵蝕状況から



第17図

- B1……頭部切断後3日目      B2……尾部      5日目  
 B3……尾部      10日目  
 C1……中央部(胴体部)8日目、頭部と尾部とが同時に再生している      R…再生部      B…もとの部分

みて、病害の初期症状がみられるのは秋10月以後であり、実害として顕著にみとめられるのは1月以後となります。したがって貝殻外面に仔虫が着棲したばかりで、泥管が外部に露出している着棲初期から貝殻面への侵蝕初期の間に駆除処理を行なうことは、幼虫を早期にとらへて殺虫し、蝕害の進行を阻止するうえから重要なポイントとなり最も効果的と考えます。このような意味から処理時期としては、母貝の生理状態を考慮しても6月と9月に行なうのが一番妥当な時期といえるのではないのでしょうか。

つぎに処理の方法についてです。前にも書きましたとおり、貝殻外面に着棲した当初の虫は鱗片状突起とかその他の付着物の上についていますので、普通行なわれている出刃による貝掃除でもかなりの駆除効果がありますが、鱗片基底に沿って長く着棲したものや、とくにハサキのような鱗片が叢生している部分では、この程度の貝掃除では除去しにくい傾向があり完全とはいいたいものです。ここで注意したいことは、貝掃除をした場合除去した掃除汚物を海中へ放棄しないことです。放棄した場合はこの虫の習性から考えて再寄生する可能性が充分ありますので完全に殺虫する処置が望まれます。

完全な方法としてはやはり濃塩水処理が良法といえます。この場合従来のような高濃度の塩水を使用しなくても飽和塩水の $\frac{1}{2}$ 程度で充分殺虫効果があるようです。

関東、北陸から九州の南のはてまで広く分布した真珠漁場には最近ではほとんどいつてよいくらいこのポリドラの病害が発生して、優良母貝の生産率や真珠歩留りの低下の大きな原因となつております。こうした障害を一刻も早くとり除くためにも、各地における調査研究が実施され、これにもとづく適切な処置によつて被害を最小限度にくだめることが望まれます。またこうした病害からの恒久対策を立てるためには、今後さらに引き続いた生態研究、発生源やその環境の究明を行なつて最終的な対策、すなわち漁場環境を主体とした予防措置の方法を確立したいと念じております。



# 挿核技術の一方法“あとづけ”について

山 口 一 登

(国立真珠研究所大村支所)

## ま え が き

真円真珠養殖法が発明されてから、すでに50数年を経ておりますが、その間の真珠養殖技術の進歩はめざましく、特に戦後における発展には著しいものがあります。そのなかで挿核の技術に関するものも現在においては、一応高度の水準に達し、また広く平均化してきた感じがあります。しかしながら、この技術についても完全なものとして、満足できるものとはいえないようであり、なお今後研究されていくべき問題が残されているものと思われま

す。養殖真珠を生産するためには、母貝（アコヤガイ）の生殖腺内に核入れ手術をすることは必須の条件であります。現在一般的に広く行なわれている常法ともいうべき方法は、“同時づけ”と呼ばれるものであつて、これは他の母貝からとつた外套膜片（ピース）をまづ母貝の生殖腺内に挿入して、その直後に核をおくりこんで、ピースの外面上皮と核面とを接着させて、核の周囲に真珠袋を形成させる方法であります。これに対して長崎県、特に大村湾を中心とした一部の地方で実施されているものに“あとづけ”と呼ばれる挿核手術の方法があります。これは先に母貝の生殖腺内に核だけを挿入しておいて、一たん海中に垂下しておき、後日再度手術を行なつて、ピースを核に接着させるように挿入する方法であります。

この“あとづけ”手術は特許 第38635号（大正10年5月4日、特許権者 西川新十郎・西川真吉）「適宜の貝の体内に設けたる穿孔に任意の核を挿入して、其の癒着するを待ち、更に新に穿孔して核に接近して真珠袋を構成すべき細胞又は、これを包含する組織を挿入して真珠を形成する方法に係り、其の目的とする所は核の脱出を防止し、其の生産能率を増大し優良なる真珠を正確迅速に形成せしむるにあり」の内容をなしているものであつて、この方法が技術的に完成されたのは昭和の初期といわれております。この“あとづけ”手術が行なわれるにいたつた背景は、その当時は、まだ真珠養殖の創始期から初期の時代であつて養殖技術にも未熟な点が多く、真珠の品質や歩留りの面などから見て現

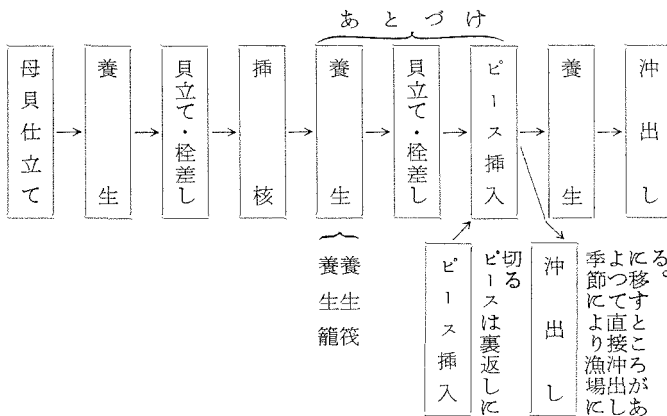
代とは格段の差があつたようであります。つまり当時においては現在行なわれているような、いわゆる卵抜き（母貝仕立て）の技術も確立されていなかったために、“同時づけ”手術によつては核とピースが密着しにくい場合も多く、それが原因となつてシラダマやキズダマが非常に多かつたようであります。それで母貝に核だけを先に挿入しておいて、数日たつてから核の近くに新しく切口を作り、そこからピースを挿入するいわゆる“あとづけ”手術を行なつたところ、浜揚珠に良質の真珠が多くなり、またシラダマも少なくなつて“同時づけ”手術に比較して非常に良い成果をおさめ得たと伝えられております。

その後、大村湾を中心とした地方にのみ残っている技術として現在にいたつておりますが、このように歴史的には相当古い技術であるにもかかわらず、現在までにいたる経過としては、むしろ経験のみにもとづいて実施されてきたという感が強く、これについての研究は殆んどなされていないようであります。そこで筆者は数年来この技術に対する一連の研究を行ない、いくらかの知見を得たので、本方法の実際的な作業面の紹介とあわせて概略を述べてみたいと思ひます。

### “あとづけ”手術の方法

現在行われている“あとづけ”手術の作業体系は“同時づけ”手術を行なう場合と殆んど違いはありません。ただ先に母貝の体内に核だけを挿入しておいて、日をあらためてピースを挿入するという点が相違しているだけであります。

第1図 あとづけ手術の作業体系



すなわち、“あとづけ”の名称は核だけを先に挿入してあとからピースを付けるという意味を表わしているものであります。このようなことから貝の取りあ

つかいなどは“同時づけ”手術を行なう場合と殆んど同じと考えてよいでしょう。

#### (1) 母貝の仕立て

従来“あとづけ”手術を行なう場合は完全な卵抜きを必要とせず、ある程度の生殖細胞が残つてもさしさわりはないとされておりました。しかし現状では殆んど“同時づけ”と同じ程度に実施されているようであります。これは母貝仕立ての意義が母貝の生理状態を挿核に適した状態に調整することにあるわけですから、十分に仕立てを行なうのが妥当であると思われます。

#### (2) 挿核

核に挿入する位置や、その方法は“同時づけ”手術の場合とまったく同じであつて、通常、挿核の位置は「フクロ」と「ウカシ」の2個所であります。特に“あとづけ”手術は大きいサイズの核を1個「フクロ」に入れるのに適しているといわれております。挿核用の器具は“同時づけ”手術に使用するものとまったく同じであります。

#### (3) 挿核からピース挿入まで

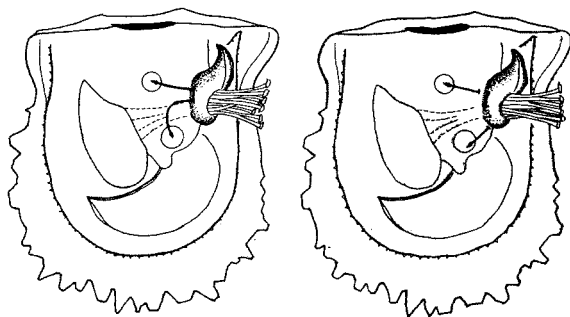
核入れた貝は竹製、または金網籠の底にモシアミを敷いた、いわゆる養生籠に入れて、或る一定期間養生筏に垂下して養生を行なつた後、再び貝立て、栓差しの行程を経てピースの挿入を行ないます。

#### (4) ピース切り

その要領は“同時づけ”の場合と殆んど同じであるが、ただ最後にピース台にのせるときに“同時づけ”の場合とは逆にピースの外表面（貝殻に接している面）を下にして、つまり裏返しにして切ることが相違している点であります。またピースは染色しておく方が挿入の際に作業がやりやすいようです。

#### (5) ピースの挿入

先に体内に挿入されている核の面にピースの外表面上皮の面を密着させる作業で



第2図 ピース挿入の道筋

左は核挿入時の切口から核挿入と同じ道筋を通つてピースを挿入する場合。右は核挿入時の切口とは別に新しく核の近くに孔をあげピースを挿入する場合。

ありますが、ピースを挿入する道筋に2通りの方法があります。すなわち、核を挿入した切り口より核が通つたのと同じ道筋を通つて核にたどる方法と、いま一つは、新しく核の近くに切り口を作りそこからピースを核面まで挿入する方法とであります。どちらの方法を用いるかは挿核手術者によつてまちまちであり、いずれがすぐれているかは今のところ結論は出ておりません。

ピースを挿入する要領は、まづ切り口から核面まで道をつくつておき、次にピースの一边の端を裏返しのまままでピース針でひっかけ引張るようにして核面までもつて行き、滑らすようにして核面に密着させます。この方法によれば、ピースが挿入の途中で折れ曲つたり、ひつくり返つたりすることが少なく、また核面にきれいに密着する可能性が高いようです。

手術のすんだ貝は再び養生籠に収容し、養生筏で養生を行なつて沖出しに移ります。

### “あとづけ”と“同時づけ”による真珠品質の比較

“あとづけ”手術の場合には挿核とピース挿入の二つの作業を切りはなして実施するので、二度の手間をかけるということになり“同時づけ”手術に比較して能率的には当然マイナスになりますが、この点は生産された真珠の品質の面で充分カバーできるともいわれております。

ここで、“あとづけ”と“同時づけ”手術の2方法によつて生産された真珠の品質を比較しましたが、結果は次のとおりになります。

#### (1) 真珠の色について

真珠の色を肉眼観察によつて、ピンク、ホワイト、クリーム、ゴールド、グリーン、およびブラックの6色に分類し、その個数、比率を示すと第1表のようになります。

第1表 手術方法別真珠の色の出現率

手術方法 \ 色	ピンク	ホワイト	クリーム	ゴールド	グリーン	ブラック
	%	%	%	%	%	%
あとづけ	35.31	14.08	28.17	7.07	9.86	5.63
同時づけ	22.62	19.05	35.71	9.52	7.14	5.95

上表より、各手術方法による真珠の色別の出現率について検定を行なえば、有意の差は認められません。すなわち、二つの手術方法により得られた真珠の



色別の比較は同程度のものであるということです。

(2) 真珠の巻きについて

手術方法別の真珠の巻きを重量であらわし、1個当りの平均重量で示すと第2表のようになります。

第2表 手術方法別真珠の  
1個当り平均重量

手術方法	挿核部位	フクロ	ウカシ
		g	g
あとづけ		0.321	0.345
同時づけ		0.314	0.343

これにより、平均重量の差について検定を行なえば、有意の差は認められません。すなわち、巻きについても差異は出てこないことになります。

(3) 真珠のキズおよびシミについて

真珠のキズ、シミの程度を次のように5種類に分類しました。

無キズダマ (表面滑らかで、シミ、キズが全然認められないもの)

小キズダマ (小さな1点のキズが認められるもの)

大キズダマ (大きな1点、および2点以上のキズが認められるもの)

シミダマ (表面は滑らかであるが、真珠層内に汚点が認められるもの)

シミ・キズダマ (シミ、およびキズの両方が認められるもの)

手術方法別にこれらの真珠の出現状態を示すと第3表のようになります。

第3表について検定を行なえば、“あとづけ”手術によつて得られた真珠には無キズダマや小キズダマが多く産出するという結果になります。

第3表 手術方法別キズ、シミダマの出現率

手術方法	品質	無キズ	小キズ	大キズ	シミ	シミキズ
			%	%	%	%
あとづけ		29.55	26.14	21.59	22.73	
同時づけ		15.09	32.08	21.70	31.13	

すなわち、“あとづけ”手術の場合は色や巻きの点では、“同時づけ”手術による真珠と相違はないが、キズダマについては“同時づけ”手術の場合よりも良質の真珠が多く産出されやすいということになります。異常形真珠の形成についてはいくつかの原因がすでに報告されていて、挿核手術の際の核とピースの位置関係などもその一つとされていますが、“あとづけ”手術の場合は、ピース挿入に際してピースの外面上皮を核に確実に密着させることは容易なことであり、これらの原因からなるキズ、シミダマは減少できるものと考えられます。また、キズ、シミダマの原因として核と真珠袋の間に遊走細胞をまきこんだ場合もあげられており

ますが、“あとづけ”手術をおこなえば挿核手術によつて傷口や核の面に集まつた遊走細胞は、ピース挿入までの期間内に大体固定し、組織内で核が安定した状態になつたときにピースを付けるので核面だけをとりかこんだ正常な真珠袋ができやすいから、異常形真珠の出現が少ないものと考えられます。

では、この遊走細胞は挿核後何日位で固定するか、すなわちピースの挿入は挿核後何日位が適当であるか、その期間について検討してみる必要があるようです。

## 挿核からピース挿入までの期間について

“あとづけ”手術では挿核からピースの挿入までに或る期間をおくのが特徴であるが、この期間については、当業者間ではおおむね7日前後を基準としており、また漁場、および季節によつて期間の伸縮を考えているところもあります。しかし、これらに関する確定的な根拠は示されておりません。そこでピース挿入の際の核周辺の組織の状態とその後の真珠袋の形成過程を観察し、またピース挿入までの期間と生産された真珠品質などの比較を行なつたので、その大要を述べてみることにします。

### (1) 観 察 結 果

挿核後の核周辺の組織像の変化は3日目ごろになると、核の面は宿主組織と直接に接しているところもあるが、核面と宿主組織との間に遊走細胞が塊状になつて、また一部では網目状になつて集まつているところが多く観察されます。この遊走細胞の形は不定形であつて、円形に近いものや、また細胞質の仮足を出したものなどがあり、細胞核はやや片寄つた位置にあつてヘマトキシリンに濃染し、仁は観察しがたく、細胞質はエオシンで淡桃色に染まります。

5～7日目になると核面には多数の遊走細胞が集まつているのが認められ、それらは遊離状態のものが多いが、一部では仮足によつて細胞がたがいに結びついた状態のものもあります。宿主組織との間の結びつきは殆んど認められません。

10日目ごろでは核面は遊走細胞でおおわれていて、それは薄いところでは1～2～数層、厚いところでは10数層に積み重さなり層状となつてたがいに結びついた状態で並んでいます。これら層状になつた遊走細胞のなかで宿主組織に近い部分では一部にアザン染色で青く染まる繊維が観察されます。

15日目ごろになると殆んどの個体の核面は層状に並んだ遊走細胞でおおわれ、そのなかのアザン染色によつて青く染まる部分が観察されます。また宿主組織と遊走細胞の間には青く染まる繊維が認められ、宿主結合組織によつて

結びついております。

20日目になれば核面の遊走細胞の数は少なくなり、核面に平行してアザン染色によつて青く染まる繊維が観察され、核は宿主組織のなかで安定した状態を示しています。

挿核から日数を経るに従い、このように核周辺の組織像は変化していくのが観察されるが、7月、8月、および10月の3回実験を行ない、この変化は7月、8月に較べて10月の場合は少しおくれでいくようであります。ここで、挿核後3、5、7、10、15および20日目にピースの挿入を行ない、核に接着させた場合の状態を観察すれば次のようであります。

挿核後3日目にピースを挿入した場合、ピース挿入後5日目ごろにはピース挿入部位の近くには厚みのある円柱上皮細胞が形成されているが、核面と上皮との間にはかなりの遊走細胞がみられる個体が多く、7～10日目になるとほぼ真珠袋が形成されてきます。約15日経過すると殻皮層が沈着し、さらに稜柱層が沈着しているものも認められますが、これらの沈着物と核面との間には細胞質が破壊された遊走細胞がみられるものがあります。

5～7日目にピースを挿入した場合、ピース挿入後7日目ごろになるとほぼ真珠袋が形成されるが、核面との間のところどころに真珠袋に包まれた形で遊走細胞がみられるものがあります。それは特にピースの挿入部位の近くに多く、10日目ごろになれば核面に沈着物がみられますが、これら沈着物と核面との間に遊走細胞がみられるものがあります。15日目ごろになれば、すでにこれらの遊走細胞の細胞質は破壊されており、細胞核の染まりはうすく細胞質は不明瞭となり淡茶色に染まっています。

10日目にピースを挿入した場合、5～7日目ごろになれば真珠袋上皮が核面のほとんどをおおうようになるが、一部に上皮と核面との間に遊走細胞がみられるものがあります。特に10月手術のものにそのような個体が多いようです。15日目ごろには真珠層の沈着がみられる個体があるが、核面と真珠袋上皮との間に遊走細胞をはさみこんだところは他の部分より殻皮層が厚く沈着しております。

15日目にピースを挿入した場合、ピースは核面に対してきれいに密着している状態が観察され、また外面上皮のひろがりも順調であり、5日目ごろになれば宿主組織に結びついた遊走細胞の上に真珠袋上皮が核面にそつて形成されつつある像が観察されます。10日目以後になると沈着物が核面にみられ、核面と沈着物の間に遊走細胞が存在する固体は比較的少ないようです。

20日目にピースを挿入した場合、3～5日目の観察ではピース挿入部位附近の核面に遊走細胞がみられる個体があるが、大部分のものの核面はアザン染色で青く染まる繊維を含んだ結合組織によつてとりかまわれています。7日目ごろになるとほぼ真珠袋は形成されてくるが、遊走細胞が核面にみられる個体ではその部分は真珠袋の形成がおくれています。15日目ごろには真珠層の沈着が認められるようになるが、10～15日目にピースを挿入したものに比較して、核面と沈着物の間に遊走細胞がはさまつた個体が多いようであり、それは特にピース挿入部位附近に多いようです。

### (2) 真珠の歩留りおよび品質

挿核からピース挿入までの期間が7日、10日、および15日のものでは約71～72%の歩留りであり、大体同じ程度であります。20日間のものでは約59%と歩留りが悪いよ

第4表 挿核後ピース挿入までの期間別  
真珠の歩留りおよび品質

挿核後ピース挿入までの期間	歩留り	真 珠 の 品 質				
		無キズ 小キズ	大キズ	シ ミ	有機質珠	稜柱珠
7 日	71.59%	53.19%	10.64	21.28	6.38	8.51
10 日	72.53	56.10	14.63	29.27	0.00	0.00
15 日	71.05	68.57	0.00	22.86	2.86	5.71
20 日	58.79	58.06	12.90	19.36	3.23	6.45

うです。次に、真珠の品質についてみれば、15日のものに無キズおよび小キズの真珠が多く、大キズの真珠が少ない傾向があります。また、有機質珠、および稜柱質珠については10日、15日のものに少ないようであります。

### (3) 考 察

アコヤガイの生殖腺内に核を挿入する際には“同時づけ”“あとづけ”のいずれも同じように足の基部から生殖腺内に傷口をつくるのであるが、このとき生殖腺内の傷の面や宿主組織と核との間隙を遊走細胞が集まつてくることはすでに観察されております。ところがこの遊走細胞が真珠袋の形式過程において、核面と真珠袋の間にはさまつた場合には、キズダマ、シミダマになる一つの原因としてあげられています。しかしながら、この遊走細胞は日数がたつにしたがつて核面をとりかこんで安定した状態になつてくるものであります。

“あとづけ”手術を行なつた場合の観察結果から、挿核後10日以上経過すれば核をとりかこんだ組織は固まり核はそのなかで安定した状態を示すようになり、このような状態の時（挿核後10～15日目）にピースを挿入すれば、真珠袋

は核だけをとりかこんで形成されやすくなり、キズ、シミダマの原因を生ずる可能性が低くなるようであります。また、挿核直後から10日目ごろまでの間にピースの挿入を行なえば、真珠袋形成途中で遊離状態のままである遊走細胞を包みこみ、キズ、シミダマの成因となる可能性が高くなるようです。一方、挿核後かなり長い期間をおいてピースの挿入を行なつた場合は、挿核初期に集まつた遊走細胞が殆んど固まり、組織化して非常に安定した状態になつているため、ピース挿入による傷や、外力により組織と核との間に間隙を生ずる可能性があり、ここに新らしく遊走細胞が集まつて、短期間をおいて行なつた“あとづけ”と同じような現象を示すものと思われます。

すなわち、“あとづけ”手術の際、挿核からピース挿入までの期間が短い場合にはその効果を充分あげることができないようであり、また、あまり長い期間をおいてもかえつて逆効果になるといえるようであります。現状では大体7日前後を目安として作業が進められているといえるようですが、このような意味から7、8月（水温25～29℃）には挿核後10～15日目に、また10月（水温20～25℃）にはそれよりやや長い期間をおいてピースを挿入するのが適当と思われます。実際に行なわれている7日前後にピースを挿入することは、まだ核周辺の組織が不安定な時期であり“あとづけ”の効果を充分あげることができないのではないのでしょうか。

## あ と が き

以上、“あとづけ”手術について実際に行なわれている作業を説明し、この方法の特徴となつている点についての研究結果を述べてみたのでありますが、要するに“あとづけ”手術というものは作業能率上には難点がありますが、良質の真珠がより多く産出されやすいようであります。現在、真珠の生産面において強調されている「量より質」という観点にたつても、この方法は好適なものといえるのではないのでしょうか。

この方法は歴史的には相当古くから行なわれていることは前にも述べましたが、その間、経験のみによつてきた感があり、技術的にはまだ未熟な面が多いようで、いくつかの問題点も残つているようであります。例へば「母貝仕立て」の問題にしても、従来は“あとづけ”手術を実施する場合には「卵抜き」に関してはあまり強調されおらず、むしろ“同時づけ”に較べて軽度の「卵抜き」で挿核が実施できるということを一つの特徴として数えておりました。しかしながら、これを「母貝仕立て」という問題におきかえた場合、挿核に適した生理状態に調整するという意味からすれば、“同時づけ”“あとづけ”

を問わず必要な作業となつてくるはずです。また、挿核からピースの挿入までの期間については、今までの7日前後ということ是不適ではないかという結果が出されましたが、この期間中に貝の生理状態をどの程度に保つか、また、ピース挿入後の貝の養生についての問題などには、まだ疑問が残こされておりますが、これらのことについては現在研究を手がけております。



# 真珠養殖における異常環境と被害対策

沢 田 保 夫

(国立真珠研究所)

## はじめに

はじめて養殖の真円真珠が完成されたのが1905年であるから今年で真珠養殖の歴史は60年を経過したことになる。60年間の真珠事業の伸展をみると、技術面では市場に出された最初(1919年)の真珠が直径3mm程の大きさであつたのにくらべ今日では2~3mmのものから12~13mmの大きさの真珠が生産できるように進歩したし、生産量でも現在では年間23,000貫以上の真珠が海外に輸出されるようになった。このような真珠養殖事業の伸展は、経済不況や戦争による極度の圧迫にも耐えて養殖業者が絶え間ない努力を続けてきたことと幾多の先輩達の研究成果によるものであるが、このような当事業の急激な伸展や技術の進歩にともなつてまた多くの弊害が発生あるいは発見されるようになった。

たとえば、養殖事業にとつて重要な問題の一つとなつている多毛類の貝殻侵入による被害は1958年(昭33)頃から現われはじめたもので、現在ではその被害が真珠漁場全域にわたる現象となつて、このために生産性の低下やアコヤガイの斃死の発生がみられるようになっていゝ。多毛類に関してはすでに水本<sup>1,2)</sup>が詳しく研究し、その駆虫法として食塩水処理法が完成され実際に広く利用されているが、今後の問題としては多毛類の貝殻への侵入防止の研究が期待される。また、三重県の英虞湾では漁場の使用が60年も経過した現在、漁場の密殖化や老化現象があらわれ、このために生産性の低下や異常大量斃死が発生し、漁場回復にいろいろの努力がはらわれている。この他長崎県の大村湾における1965年(昭40)のアコヤガイの斃死現象等真珠養殖の技術面だけをみても多くの問題をかかえている。

以上のことから考えると真珠養殖が当面している問題点の一つは、養殖管理過程におけるアコヤガイの斃死につながる問題であろう。

## アコヤガイの斃死を起こす異常な漁場環境

生物は環境諸要素の変化に対してはその生物特有の限界以内では耐えうるも

のであるが、そのうちの一つでも限界を越えたりまたは長時間限界に近づいた場合には生物の生存は不可能になる。真珠養殖においては筏式養殖法が行なわれている関係で、漁場選定の条件として筏の設置に都合のよい場所（たとえば波浪の少ないことや水深の比較的浅いことなど）をえらばねばならないので、内湾あるいはこれに近い海域が使用されている。したがって真珠漁場は比較的密閉された海域が利用されがちであるので環境要素の変化は起こりやすく、特に内湾の奥部では環境要素がアコヤガイの生存限界を越えやすい場合がある。

第1表はアコヤガイの斃死に直接つながると考えられる養殖漁場の環境要素と養殖技術に関係のあるものおよび外敵について示した。表に示した(B)の人為的な影響による場合は主に養殖技術に関係するものであり、寄生虫による(C)の他の生物による被害は共にすでに多くの報

第1表 アコヤガイの斃死を起こす原因

<p>A. 漁場環境の変動による場合</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 水 温 (高水温、低水温の出現)</li> <li>2. 塩分濃度 (陸水の流入による塩分低下)</li> <li>3. 赤 潮</li> <li>4. 底質悪化による無酸素層の形成</li> <li>5. すみ潮</li> <li>6. 水質汚濁</li> </ol> <p>B. 人為的な影響による場合</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 養殖技術上の問題 (仕立て、挿核技術、養殖管理)</li> </ol> <p>C. 他の生物による被害</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 寄 生 虫 (多毛類、セルカリヤ)</li> <li>2. そ の 他</li> </ol>
---

告があるので、こゝでは(A)の漁場環境の変動による場合について述べることにする。また、すみ潮と水質汚濁については発生事例が局地的であるので省略することにする。

## 漁場環境の変動による被害

### 1. 水 温

環境水の水温および次項の塩分濃度は漁場の条件を知るための不可欠な要素として、真珠養殖に携わる者が常に観測しているものであるが、これらは気候の変化や降雨等の天然現象に直接支配されるもので人為的に変化させることは不可能である。アコヤガイの水温に対する適応範囲や最適水温の検討には多くの研究がみられるが、小林博<sup>3,4)</sup>や小林新二郎<sup>5)</sup>の研究結果から13~25°Cがア



コヤガイの生育適温と考えられ、最適水温は高温側の限界付近にあるようである。しかし、この限界を越えた場合には貝の生育に直ちに支障が起こるというものではなく、水温による貝の斃死という点からみれば更に水温範囲は上下に広げられる。三重県水産試験場の報告<sup>6)</sup>によれば、8°Cの水温が114時間持続した場合でも斃死が全然認められなかつたほど低水温に対して割合にアコヤガイは強いもので、同報告からみれば6~8°Cの水温が600~800時間持続した場合に斃死し始めるようである。これは単に貝の生命維持という点だけを問題にした場合であるので、真珠という最終生産物を対照とした手術貝に対しては更に検討を加える必要がある。現在では冬期の低水温に対しては避寒という作業が発達し、経験的に比較的水温の高い外洋水の影響のある地域に移動するのが普通であるので、よほど条件の悪い海域に無理に避寒するかあるいは水温の異常低下が起こらない限り低水温による斃死は考えられないであろう。

一方高水温の場合については夏期の異常斃死が問題となつている。三重県の英虞湾や五ヶ所湾・的矢湾などで7月下旬から8月中旬の高水温の出現時にアコヤガイの集団的な斃死が1955年(昭30)頃から現われはじめ、その状況は老貝や手術貝に多く、手術貝でも小珠より大珠に多く見られる。この場合の斃死は必ずしも高水温が主因とはいえず多分に第1表に示した養殖技術上の問題等が加味された斃死現象であろうが、高水温の継続と斃死が相関するので高山<sup>7)</sup>は27~28°Cの水温を夏期斃死に対する警戒水温としている。高水温時の斃死対策としては、英虞湾などでは夏期は躍層が発達し水深2~3mを境にして上下水の水温差が2~3°Cあるので、垂下深度の調節によつて下層の適水温あるいはこれに近い水深で貝を養成することにより被害を避けている。

## 2. 塩 分 濃 度 (比重)

真珠養殖は内湾あるいは極めて陸地に近い海域で行なわれているので、漁場の塩分濃度は30~35% S (16.6~19.4% Cl) が普通である。漁場ではこれ以上の高比重海水が一応出現することは考えられないが、低塩分に対しては漁場構成の上から豪雨などによる陸水の多量の流入で極端な低比重海水に遭遇することがある。したがつて、真珠養殖においては高比重海水よりもむしろ低比重海水による被害が問題となるので、海水の比重とアコヤガイの生理に関する研究は低比重海水を中心に行なわれている。低比重海水に対するアコヤガイの生育限界は、同じ濃度の海水でも貝の年令・手術の有無によつて異なるものであり、抵抗力は稚貝が最も強く母貝・手術貝の順に弱くなつている。直接に低比重海水によつて斃死が起こらなくても真珠養殖に支障をもたらすとみられる低比重限界は母貝・稚貝で比重13(約18% S、約10% Cl)、手術貝では比重15

(20.7% S、11.4% Cl)とされている。実際に低比重海水に遭遇してアコヤガイが斃死するのは、片田<sup>8)</sup>によると稚貝では比重8.35の海水に72時間、母貝では比重10.20～10.57の海水に72時間浸漬し、その後正常海水に移したばあい7日後の累積斃死率が50%以上になるが、手術貝は抵抗力がやや弱く比重10.11の海水に48時間浸漬した場合すでに7日後には累積斃死率が44%にも達することを認めている。更にここで注意せねばならないことはアコヤガイの環境に対する「なれ」ということである。同じ低比重海水に遭遇しても、環境が徐々に低比重になつた場合と、高比重の海水から直ちに低比重の海水に移されたものとは、後者の方がはるかに抵抗力が少ないものである。同じことが水温の変化の場合でもいえることである。たとえば、長期間外洋性の漁場で養成された貝が化粧巻きのためや避寒がえりて内湾の漁場に移された直後に低比重海水に遭遇した場合に、極度の衰弱や斃死の起こる例がみられるので、環境の急激な変化はたとえそれが生育限界を越えない場合でも充分注意する必要がある。

以上は水温・塩分濃度の異常とアコヤガイの被害を別々に検討したが、実際の漁場では、この両要素は互に密接な関係をもつて漁場環境を構成しているものである。たとえば、梅雨時期の低比重海水で衰弱していた貝が夏期の高水温によつて過大に被害を受ける場合や、逆に夏期の高水温で衰弱した貝が秋期の長雨による低比重海水に遭遇して斃死する場合、あるいはこれらの要素に人為的な養殖技術上の問題等が織り重なつて思わざる被害を受けることがあるので、漁場環境の基本条件である水温・塩分濃度の変化は絶えず監視せねばならないことである。

### 3. 赤 潮

赤潮とは一種類または数種類のプランクトンが急激な増殖を行ない海水を着色させる現象で、その色は赤色とは限らず発生しているプランクトンの種類や濃度によつて褐色や暗緑色等のいろいろの色を呈する。赤潮の発生した海域では底棲動物の斃死や浮上あるいは回游魚の逃避等が起こり、一般海洋生物にかなり大きな被害の生じることが数多く報告されているが、その発生機構についてはほとんど解明されていない現状である。

真珠養殖における赤潮の被害については、昔からいろいろの発生事例に関して詳細に報告されている。そもそも真珠養殖が資源上の問題や作業の便利さから英虞湾や大村湾のような内湾の奥まつたところで始められたので、このような海域では降雨が続いた場合陸水が多量に流入して海水中の栄養塩が増加しがちであり、さらに比較のおだやかな海域であるので海水の攪拌が少ないこと等の赤潮発生条件（推定条件）に適したところであるので赤潮の発生が多く、実

際真珠養殖の初期には相当の被害を受けたことは確かである。このために英虞湾や五ヶ所湾のような古くから真珠養殖に使用されてきた地域では、赤潮発生の記録が多くみられる。第2表は、「伝記御木本幸吉」<sup>9)</sup>の年表および三重県水産試験場の記録<sup>10)</sup>にもとづいて作成した英虞湾・五ヶ所湾における赤潮発生とアコヤガイの被害の一覧表である。

1893年(明26)に御木本幸吉が半径真珠の養殖を完成したが、これ以前の1888年(明21)に同氏が英虞湾で真珠母貝の養成をはじめているので、この時から真珠養殖が始まったとみると、1920年(大9)に筏式養殖法が開始されて現在の方式に近い中層養殖になるまでのいわゆる「地まき式」養殖法のとられていた23年間に、記録に残っている赤潮発生が14回あるが、このうち9回の赤潮がアコヤガイに被害を与えており、いかに「地まき式」養殖がとられていた時代には赤潮発生が真珠養殖にとって恐いことであつたかがわかる。特に1905年(明38)の赤潮による被害は相当にひどく、「伝記御木本幸吉」には「それは1月10日頃から英虞湾内諸処に同時に現われたのであつて、さる33年度のもの(注：1899年の赤潮発生のことと思う)に比べて、やや稀薄であつたが湾内に留まつてしまつて散らざること一ヶ月余にも及んだためか、先年の騒ぎ以来用心して、貝を相当深い底に沈めておいたにも拘らず(注：1899年の赤潮発生の時には3~4ヒロに養殖してあつた貝が斃死したが、これを10ヒロぐらいの深さのところ沈めて被害を避けた。)2月初旬から養殖貝がゾクゾクと斃死し始め、3月の初頃には神明・鶴方両浦の貝がほとんど全滅の惨状を呈するに至つたのである。」と書いているように、養殖貝の80%がこのために斃死し当時の金額で20万円の損害を受けている。この後1907年(明40)に英虞湾の多徳島において赤潮発生の記録がありアコヤガイに被害があつたが、それ以後は赤潮による被害は「伝記御木本幸吉」には見られないし、また第2表でも明らかなように赤潮の被害が起こつていないかあるいは起こつても僅かである。更に1920年(大9)からは、それまでの「地まき式」養殖法にかわつて筏式の中層養殖時代に入るが、1959年(昭34)までに記録された13回の赤潮で被害の見られる6回はいずれの場合も海底の天然貝の被害であつて、筏式養殖のアコヤガイの被害は見当らない。また英虞湾は比較的赤潮が発生しやすい海域で、第2表に示されたような大規模な赤潮発生以外に降雨の続いた後などには毎年湾内の各所に赤潮の発生が認められるが、これによる養殖貝の被害は全然起こっていない。これらの事実から、第2表に示された赤潮の主要プランクトンである *Gymnodinium*, *Gonyaulax*, *Ceratium*, *Prorocentrum* 等の帯鞭類(Dinoflagellate) および *Chaetoceros* 等の硅藻類(Diatom) が非常に濃厚な状態で

浮游・流動している海域でも、養殖貝に与える被害は皆無であるといつても過言ではなかろう。実際、1955年(昭30)の大規模なGonyaulaxによる赤潮では養殖貝の斃死は認められなかつたし、また、毎年局部的に発生する夜光虫による赤潮でも、濃厚に着色した海水中に垂下された養殖貝でも被害の例はきかない。

第2表 記録に残っている英虞湾・五ヶ所湾の赤潮

発 生 年 月	発 生 場 所	発 生 主 要 種	アコヤガイの被害
1888(明21) 9月11日	御木本幸吉が英虞湾神明浦でアコヤガイの地まき養殖を開始する。		
1892(明25)11月	英虞湾神明浦	—————	地まき養殖のアコヤガイ全滅 <small>{この時の養殖は単に母貝養殖だけでなくアコヤガイに貝殻細片・万古焼細片・南京玉が入っていたが真珠を形成するにいたらなかつた。}</small>
1893(明26) 7月11日	御木本幸吉が半径真珠の養殖に成功。		
1900(明33) 9月23日	英 虞 湾	Gonyaulax	地まき養殖のアコヤガイ被害 <small>{この時貝は3~4ヒロの海底に地まきしてあつたが、これを10ヒロぐらいの深さに移して被害を避けた。}</small>
1903(明36) 9月25日 ~10月 1日	英虞湾浜島	Gymnodinium Chaetoceros	3ヒロぐちいのところは被害が少なかつたが、深所の貝は7日後に大被害をうけた。
1904(明37)12月、2月	五ヶ所湾	Gymnodinium Gonyaulax	被害は不明
1905(明38)1~3月	英 虞 湾	Gymnodinium Chaetoceros	深浅に拘らずアコヤガイが80%被害 <small>{1903年の赤潮にくらべると稀薄であつたが(1月10日)、2月3日からアコヤガイの被害が現われ、3月初旬には色が濃厚となり、80%の貝が斃死した。}</small>
		この年真円真珠の養殖が成功す。	
1905(明38) 2月15日	五ヶ所湾	Ceratium furca Prorocentrum	30%被害
1907(明40) 9月	英虞湾多徳島	—————	被害あり、程度は不明 これ以後は「伝記御木本幸吉」には赤潮の記録は見当らない。
1910(明43) 9月16日 ~20日	英 虞 湾	Gonyaulax Ceratium	被害なし
1911(明44) 7月下旬 ~8月上旬	英 虞 湾	Gymnodinium Ceratium	被害なし
1911(明44)1~3月	五ヶ所湾	Gymnodinium Ceratium	被害あり・程度は不明

発 生 年 月	発 生 場 所	発 生 主 要 種	アコヤガイの被害
1913(大2)1~3月	五ヶ所湾	Gymnodinium Spiroloium	被害は不明
1915(大4)	五ヶ所湾	Gonyaulax	稚貝30%被害
1917(大6) 8月10日 ~9月30日	英 虞 湾	Gymnodinium	被害あり、程度は不明
1918(大7) 7月下旬 ~8月9日	英 虞 湾	Gymnodinium	被害なし
1920(大9)10月25日	大村湾真珠株式会社が筏養殖の特許を出願す。 この年から筏式養殖時代に移る。		
1922(大11) 1月5日 ~3月	五ヶ所湾	Gonyaulax Gymnodinium	被害なし
1922(大11) 9月7日 ~10月4日	英 虞 湾	Gymnodinium Peridinium	被害なし
1927(昭2) 8月8日 ~9月下旬	英 虞 湾	Chaetoceros	潮流の停滞する深所の貝が 全滅
1929(昭4) 8月17日 ~9月上旬	英 虞 湾	Gymnodinium Cochlodinium	深所のアコヤガイ全滅
1934(昭9) 1月2日 ~3月下旬	五ヶ所湾	Gymnodinium	深所の貝は全滅 1m以浅でも被害あり
1935(昭10) 7月19日 ~8月3日	英 虞 湾	Dinoflagellate	被害なし
1939(昭14) 6月9日	英 虞 湾		被害なし
1941(昭16) 8月26日	英 虞 湾	Ceratium furca	被害なし
1948(昭23) 8月上旬 ~10月中旬	英 虞 湾	Gymnodinium Chaetoceros	深所の天然貝が被害
1954(昭29) 7月30日	英 虞 湾	Chaetoceros socialis	被害なし
1955(昭30) 8月下旬 ~10月上旬	英虞湾一带	Gonyaulax digitata	被害なし
1957(昭32)11月	五ヶ所湾	Dinoflagellate	被害なし
1959(昭34)10月19日 ~23日	英 虞 湾	Skeletonema costatum	被害なし

第3表は大村湾において発生した主要赤潮の記録である。大村湾は英虞湾に次いで真珠養殖の歴史の古いところであるが、過去における真珠養殖と赤潮の記録は意外に少ない。表中の1917年(大6)の赤潮によるアコヤガイの被害は、当時は「地まき式」養殖時代であつたので当然のことと考えられるが、1965年(昭40)の赤潮発生時期には相当多量の養殖貝の被害が認められ、その

対策に騒がれたものである。この斃死現象を当所の大村支所の調査結果をもとにして検討してみると、当時のアコヤガイの斃死は、(1)卵抜籠や施術後の養生貝・貝掃除直後の稚貝を底層近くに垂下したものに多かつたこと、(2)水深が浅く潮通しの悪い海域の筏に垂下中の養生貝に衰弱の徴候がみえはじめたが、沖出しすることによつて恢復したこと、(3)底層吊りの卵抜籠を浅吊りすることによつて被害をまぬがれたところもあること、(4)赤潮発生時に絶えず赤潮が流動する浅い層に垂下することによつて被害が軽減できたことがあげられている。

第3表 大村湾に発生した主要赤潮<sup>1)</sup>

発 生 年 月	発 生 主 要 種	被 害
1917(大6)1~2月	Dinophysis, Diaom, Copepoda,	アコヤガイ被害
1947(昭22)8月10~28日	Dictyocha fibala	底棲魚類被害
1949(昭24)1月15~30日	Rhizosofenia styliiformis	不 明
1962(昭37)9月上旬~11月上旬	Gonyaulax sp	アカガイ、トリガイ、 イタボガキ
1965(昭40)7月中旬~10月上旬	Gymnodinium ochroceum	アカガイ、底棲魚 アコヤガイ(仕立母貝、 施術貝)

また、大村湾研究会の報告では避難勧告を受けて沖合に養殖貝を移したが、筏の設置がまにあわず「じかまき」を行なつたために全滅し、かえつて残留した貝が生存していた例がある。これらの調査報告を検討してみると、この斃死の原因として考えられるのは次の2つの場合である。第1の原因として考えられることは、第2表に示したような三重県における「地まき式」養殖時代の斃死に似た現象で、その発生機構は、多量の赤潮生物の残骸が海底に沈積し、その分解のために底層附近の溶存酸素が消費されて貧酸素層を形成するために発生する斃死と考えられる。したがつて斃死は赤潮の発生した時から或る期間経過しないと現われないであろう。実際に克明にこの現象を観察した例が1905年(明38)の英虞湾の赤潮の被害で(詳細は前述した)、1月10日に赤潮が発生し、斃死の現われはじめたのが2月3日となつている。この赤潮は冬期に発生したので、斃死までに20日以上の間があつたが、水温の高い時期であれば分解速度が速いからこの期間は更に短縮されよう。第2の原因として考えられることは、次項の底質悪化による無酸素層形成による斃死である。大村湾は地形的にみて閉鎖的の海域であり、特に湾南部は外海との交流が悪いので英虞湾奥部

における場合と同じく真珠養殖が続けられた結果海底に多量の有機物に富んだ物質が蓄積するので、その分解のために水温の上昇時（英虞湾の場合には底層の水温が20～25°Cの時に被害が起こりやすい）には底層附近の海水は貧酸素状態におちりがちである。英虞湾奥部では毎年この現象による被害になやまされているので、浅吊りを行なつて斃死を避けているが、大村湾の場合には、このような底層附近が貧酸素状態になる時期にたまたま赤潮の大発生が起こつたので、赤潮の発生している層を避けて深吊りしかえつて底層附近の貧酸素あるいは無酸素層（この場合には硫化水素が溶け込んでいることが多い）に貝を置いたので大量斃死が発生したのではなからうかと思われる。

#### 4. 底質悪化による無酸素層の形成

この現象が発生した海域は底層附近が無酸素化するだけでなく多量の硫化水素が現われてくる。またその規模が大きくなれば海面一帯が茶褐色に着色することから赤潮と混同されることがある。特に中海では、この現象の発生歴史は古く「中海の赤潮」として梶川<sup>12)</sup>がくわしく研究している。真珠養殖の被害が英虞湾で発生したのは比較的新しく1956年（昭31）で、これ以来毎年各湾でこの現象が観察されている。特に1958年（昭33）には英虞湾立神浦にこの現象が発生し、先の被害経験によつて極力被害防止につとめたにも拘らず、発生時期が今までより早く意表をついて現われたことや、ちょうどこの時期が夏期の高水温の時期でアコヤガイの垂下養成が表層近くの高水温の層を避けて深吊りが行なわれていたということと、さらにこの地区では開放式養成（ナイロン吊り）が比較的多く行なわれていたために、わずか数日のうちに、深吊の養殖貝が約22万個斃死した。その後は、これらの経験によつて7月前後と9月には一般に浅吊りを行なつて被害を避けているので、その避難措置の適否（垂下深度の差や浅吊りの時期の問題）で被害の程度が大きくちがひ、最近では斃死だけではこの現象の規模は推定できないようになった。

第4表は英虞湾におけるこの現象の発生事例である。表からも明らかなように、この現象が毎年各枝湾で発生しているにも拘らず、被害の少ないのは、初期の被害経験によつてこの現象の発生する可能性の大きい7月前後と9月に浅吊を行なつているかあるいは海況の異変（被害が発生する以前に海域が黒ずんでくる）を観察した時に直ちに垂下深度を調節することなどの適当な避難措置がとられている結果である。さらに、表でも明らかなように英虞湾では密殖や漁場老化のために、発生範囲が年毎に拡大されていく傾向がみられ、現在では英虞湾の枝湾のすべてがこの現象発生の可能性をもっている。特に顕著な例は1965年（昭40）に大被害を受けた鵜方浦である。この浦は英虞湾内では比較的

陸水の流入の多いところで、今までこの現象が全然みとめられず被害経験がなかつたところに、大規模に発生したので大きな被害を受けたのである。

第4表 英ご湾における底の無層酸素化とアユヤガイ被害事例<sup>13)</sup>

発 生 年 月	発 生 地 域	被 害
1956 (昭31) 9月下旬	船越 風ヶ崎浦 片田 長田浦	大 被 害 大 被 害
1956 (昭31) 10月中旬	波切 半七浦	
1957 (昭32) 7月下旬	船越 風ヶ崎浦 浜島 鵜の浦	衰 弱
1957 (昭32) 9月下旬	船越 風ヶ崎浦 船越 野沖浦	
1958 (昭33) 7月上旬	立神浦全域	大 斃 死
1958 (昭33) 9月	船越 風ヶ崎浦	
1959 (昭34) 8月上旬	浜島 田抗浦	衰 弱
1960 (昭35) 5月24日	チリー地震による津波来襲	
1961 (昭36) 7月上旬	立神 立石浦 立神 半七浦 神明浦奥部	
1962 (昭37) 7月上旬	片田 大野浦 其他湾南部入江全般	
1963 (昭38) 7月下旬	船越 野沖浦	
1964 (昭39) 5月下旬	船越 さば浦	
1964 (昭39) 6月下旬	船越 風ヶ崎浦	
1964 (昭39) 7月上旬	片田 長田浦 船越 水浦	
1965 (昭40) 7月上旬	鵜 方浦 立神浦奥部 神明浦奥部 浜島 鵜の浦、迫子浦、塩屋浦	大 斃 死

この現象の発生機構については、現在のところ必ずしも明確に解明されたとはいえないが、その観測や研究結果については既に多くの報告<sup>12.14.15.16)</sup>がある。その発生海域の環境条件として現在考えられているところを要約してみると次のようになる。まず第一に被害の発生するのは海水の置換率の悪いしかも水深が比較的浅い内湾であり、その上人為的な条件として養殖筏の密殖化（一般的な密殖ではなくその海域として過密養殖になった場合をいう）によつて更に海水の交流をさまたげ、同時にそこに垂下養殖されている貝の排泄物や附着物の残骸が多量に海底に蓄積されると、この中の有機成分が夏期の水温上昇（底層の温度が20～25°Cが最適らしい）と共に活動の盛んになった細菌によつ



て腐敗・分解される。この時期の英虞湾などでは水深2～3 mに躍層が発達し、躍層を境に上下水の交流が行なわれにくいので腐敗・分解による下層水の溶存酸素は多量に消費されて貧酸素状態となると同時に、分解産物である硫化水素が更に溶存酸素を消費して無酸素状態を形成せしめ、遂には硫化水素が溶存しはじめて生物に被害を与えるという現象である。また、この現象が大規模に発生した時に海域全体が赤潮のように茶褐色に着色することについては、その強い濁りの層は無酸素のほぼ上限近くに存在し、この層からは多量の鉄(1965年の鵜方浦の斃死時では濁りの層から1 ℓの海水中に1 mg以上の鉄を検出した)を検出している。以上のことから、前項の赤潮による底層のアコヤガイの被害も、結果的には主要プランクトンの残骸の沈積が腐敗・分解して海水の無酸素化を起こすものであるから、これによる被害も広義にはこの項目に入るものであろう。

次に被害対策についてであるが、密殖や漁場老化によつて悪化した底質の改良という意味から、大規模な浚渫作業や海水交流を良くするための水路の掘削事業が考えられているが、この問題に対する検討は別の機会にゆずり、ここでは現象発生時における注意すべき事項について述べることにする。まず、無酸素層の出現(これは小潮時から大潮時に移る時に発生の可能性が大きい)が発見された場合、海水の交流のよい安全な他の漁場に養殖貝を移動させることが可能な場合は問題はないが、それが不可能な場合には直ちに危険な水層を避けて垂下深度を上層の安全なところに吊り上げねばならない。しかし、この現象が7月頃に発生した時は表層近くの水温が警戒水温に近づいているし、9月頃では台風などの影響で降雨が多く海水の比重低下が考えられるので、浅吊りを

第5表 英虞湾立神浦における透明度、顕著な

濁りの見られる層の深度および悪水塊の深度の関係<sup>14)</sup>

観測期日	透明度	顕著な濁りの見られる層の深度、( )内は濁りのピーク	O <sub>2</sub> 2cc/ℓの層の深	O <sub>2</sub> 1cc/ℓの層の深	H <sub>2</sub> Sのある層の深
1958-7-4	2.2m	3 ~5 (4.5)m	3.5m	3.8m	5 m
7-5	2.4	3 ~4.5 (4.0)	2.5	2.8	4
7-8	2.0	3 ~4.5 (4.0)	2.6	4.1	5
7-11	1.9	1.5~4 (2.0)	1.8	2.4	3
7-12	1.6	2.5~4.5 (3.0)	2.1	2.3	3
7-16	1.9	3 ~4.5 (3.5)	2.8	3.2	5
7-18	2.2	3 ~5 (3.5)	2.9	3.6	4
7-22	1.8	3 ~5 (4.0)	2.5	2.8	4
7-29	3.0	2.5~3.5 (3.0)	2.6	2.9	4

行なう場合には絶えず高水温あるいは低比重による被害に注意せねばならない。最近の英虞湾の各枝湾では、地区ごとに絶えず真珠業者が水温・比重・溶存酸素の測定を行なうようになったので、今後はこの現象による大被害は少くなると信じている。

更に、被害が現われはじめた場合の無酸素層の水深の監視である。この層は潮汐によつて絶えず上下し、また水平方向に移動するものであるから、その水深の上下および水平移動には充分の注意が必要である。第5表は1958年(昭33)の立神浦の斃死時における透明度・強い濁りの見られる層および貧酸素層の水深との関係である。この表からも明らかなように、透明度・濁りの層および貧酸素層にはかなりよく似た傾向を示しているので、少くとも透明度板が見える範囲の水深では養殖貝が悪水塊に遭遇して斃死する危険は考えられない。したがつて、簡単な手製の透明度板で漁場を観測することによつて、ある程度危険水層の上下を判断することが可能であると考えられる。

## む す び

真珠養殖における斃死を起こすと考えられる諸原因のうち環境の変動による場合について述べたが、水温や塩分濃度の変動や無酸素層形成による被害は、垂下深度を調節することである程度被害を避けることができる。しかし、被害を受けた場合その発生主要原因が何であるかを見極めて適切な処置をとらない時は、かえつて人為的に被害を増大させるものである。英虞湾や近くの湾では、指導機関だけでなく、直接事業を行なつている者の科学的な観測法利用が普及してきているので、人為的に避けうる被害は次第になくなつていくであろう。しかし、底質悪化による無酸素層の発生による被害は、現在のように局部的には密殖化され酷使されていく状態では、次第に各地で多発するものと考えられるので、過去における貴重な被害経験や研究結果を真珠養殖に充分に生かして前者の轍を踏まないように願うものである。

## 文 献

- |           |        |              |     |          |
|-----------|--------|--------------|-----|----------|
| 1) 水本三朗   | (1964) | 国立真珠研究所報告    | 9   | 1143     |
| 2) —————  | (1965) | 真珠技術研究会会報    | 50号 | 21       |
| 3) 小林博    | (1953) | 農林省水産講習所研究報告 | 3   | 123      |
| 4) —————  | (1955) | 同            | 上   | 4 95     |
| 5) 小林新二郎ら | (1949) | 日本水産学会誌      | 14  | 196, 200 |

- 6) 三重県水産試験場 (1950) 三重水試旬報 6
- 7) 高山 活夫 (1957) 真珠研究会会報 1 4
- 8) 片田 清次 (1959) 国立真珠研究所報告 4 308
- 9) 乙竹 岩造 (1950) 伝記御木本幸吉 大日本雄弁会講談社(東京)
- 10) 三重県水産試験場 (一) 赤 潮
- 11) 長崎大学水産学部・長崎県水産試験場 (1956) 赤潮研究協議会資料
- 12) 梶川 豊明 (1955) 鳥取県水産試験場報告 35
- 13) 昭和40年度浅海漁場開発事業調査報告書 (1) 三重県 (1966)
- 14) 沢田 保夫ら (1958) 国立真珠研究所報告 4 347
- 15) ----- (1965) 国立真珠研究所報告 10 1213
- 16) 上野 福三 (1965) 三重県立大学水産学部紀要 第VI卷 145



# 仕立技術の基礎になることから

植 本 東 彦

(国立真珠研究所)

## はじめに

一般に仕立て作業の上で貝に対して用いられている言葉を拾ってみましょう。「貝を苦しめる」「いじめる」「弱らせる」「疲れさせる」「卵抜きで衰弱し挿核でさらに衰弱するから…」「卵抜き操作による貝の疲弊は…」などの言葉に代表されるように、仕立て作業とは「貝をいじめ苦しめて弱らせ疲れさせて衰弱の一手手前までもつてゆく過程そのもの、あるいはそういう現象が附随するもの」であるという観念が一般に極めて強く、当事者のみでなく学者・研究者の中でも、そうした考え方に立つて物を云う人が多いのです。確かに仕立て作業を行なうと貝は生理状態の低下を起こしますが、この「生理状態の低下」という漠然とした言葉の中味は一体どういうものか考えてみる必要があるのです。なぜなら、このことが明確にならないと仕立て技術の基本的方向が定まらないし、技術の行使とその結果について訳のわからぬ見解しか得られなくなるからなのです。もし、前述の考え方のように仕立て作業というものが、貝を疲弊から衰弱へ向わせる過程の一部にすぎないならば、仕立て作業にかける前の母貝は決して健康である必要はなく、健康の程度の悪いものを使用すれば、それだけ短期間でこの作業を終了することが可能である筈ですし、斃死・脱核あるいは真珠の歩留りや品質も、健康な貝を普通に仕立てた場合のそれと変わらない成績が得られる筈です。しかし実際には成績が全く異なります。なぜでしょうか。仕立て作業によつて貝がどうなるかを調べる必要のあることが、わかっていただけだと思います。

## 1. 病理的状态と抑制状態の違い

生物は外界からエネルギーを吸収し、それを消費して生きてゆきますが、エネルギーの供給が豊富で、エネルギーの消費量よりも多ければ、その生物は太り成長しますが、エネルギーの消費の方が大きければ成長は止まりやせてきますし、両者の差がゼロであれば成長しないこととなります。ここでエネルギーを体内にとり入れる作用を同化作用といい、体内にとり入れられたエネ

ルギーを消費する作用を異化作用といいます。生物はこの両作用が一定の均衡を保つてこそ生き且つ生育を続けることができるのです。生物に対して、もし感染・中毒・外傷・疲労などという非常に強い刺激（侵襲）あるいは持続した刺激が加えられると、これらの刺激によつて複雑なしかし一様性の強い諸反応が生体の中に起こり、最終的には異化作用の増大となつてあらわれ、同化作用だけでは追いつかず貯蔵物質の消耗が行なわれ、ついに同化作用がこの増強された異化作用をまかないきれなくなり、異化作用が完全に優位にたつた時に両作用間の均衡が破れて病理的状态に陥入ります。そして、もしその原因になつた刺激が取り除かれても、一度このような病理的状态になつたものは、既に貯蔵物質の消耗、ひどい場合は体構成蛋白質の破壊（エネルギー源としての糖へ再合成するため）まで起こつていて、崩れた同化・異化の均衡を回復させることが容易でなく、長い日時を要するか死に至ります。これが疲弊とか衰弱とかいわれているものの一般的な状態です。病理的状态といわれているものです。

それでは抑制状態とはどういうものかといいますと、見かけは前述同様に生理状態の低下という形をとりますが、生活機能全体が抑制され、異化及び同化両作用の均衡が保たれたまま、両作用の強さが緩徐になつて、エネルギーの吸収と消費が正常よりも少なくなる状態をいいます。ここでは病理的状态のように異化作用の増強という現象が全くみられないばかりか、正常な生理状態の時の異化作用の強度よりも、もつと低いレベルにあります。そしてこの抑制刺激の原因が取り除かれれば、即時的に機能の回復が起こり、両作用はその初期に一時的な乱れを生じることがあつても、間もなく均衡状態が正常に戻ります。

私達が扱っている貝の場合の色々な状況を考えてみましょう。貝の体は周囲のエネルギー産生条件（水温・比重・照度・餌料・酸素量など）にほとんど完全に服従して生活しており、恒温動物のように環境条件がどうであろうと自己の体内における代謝活動の強さを一定のレベルに保つような体の仕組みをもつていません。従つて、例えば水温の高低によつて基礎代謝をはじめ生活機能全般の働きが強く支配されます。高水温ではその働きが著しく強められ、激しい異化及び同化作用が行なわれ、もし増強された同化作用を十分に満足させるだけのエネルギー源の供給が外から行なわれなかつたとしたら、相対的に異化の強度が大きくなり、両者の均衡は破れる結果になります。また、徐々に低水温になつてくれば、生活機能は水温が低くなるほど緩徐になつてきますから、異化・同化の両作用が共にその強さを減じ、双方が均衡を保つたまま冬眠状態に入つてゆきます。生命を維持する基礎代謝に必要なエネルギーは体内貯蔵物質

によつてまかなわれますが、基礎代謝そのものが極めて緩徐であるために、それを使い果すことなく次の水温上昇期を迎えるのです。つまり、高水温は貝に対して病理的状态を与えるように働き、限界はありますが低水温は抑制状態を与える方向に働きます。

寄生虫によつて繰返される外套膜への刺激や、砂泥による混濁などは直接的に外分泌物質（殻皮物質・外套膜及び鰓粘液など）の分泌の強要従つて異化作用の強制を促して均衡の破綻をもたらせると考えられます。

## 2. 仕立て作業は貝を病理的状态にするのか抑制状態にするのか

エネルギー代謝の均衡という点からみると、病理的状态と挿抑状態とは明らかに違うことがおわかりになつたと思います。それでは仕立て作業によつて貝はそのどちらに移行するのか調べてみましょう。

まず含水炭素（糖質）代謝の指標として貝の血液中の乳酸量と杆晶体の重量を採り上げ、蛋白質代謝の指標として血液中の蛋白質量と非蛋白性窒素量を採り上げました。乳酸は含水炭素の異化によつて生ずる物質で、含水炭素利用の反映とみることができます。血液中のこの量をもつて含水炭素の異化の強度をみることにしました。逆に杆晶体は多量の糖原分解酵素を含むものですから、このものの消長は含水炭素の同化の強度を示すものとして採り上げました（この糖原分解酵素は外から摂取された食物の含水炭素を分解して体の中に取り入れるためのものなのです）。また血液中の蛋白質は蛋白質同化の強度を示すものとして、非蛋白性窒素は蛋白質の異化の強度を示すものとして用いました（非蛋白性窒素とは蛋白質の分解によつて生じたアミノ酸とか尿素・尿酸・アンモニアその他種々の物質を総称するものです）。

1964年7月8日から仕立て作業を開始し、同月27日に同作業を終え、貝を普通のネット籠に移した後、仕立て作業をしないでネット籠にはじめから入れておいた群（対照群）と同じ条件で8月27日まで養殖し（これを実験群とします）、両群についてこの期間に9回の材料採取を行ないました。1群1回あたり40個体の貝をとり、採血した血液は遠心器にかけて血球を除き $-20^{\circ}\text{C}$ で冷凍して保存しました。また、杆晶体の重量も計測しました。それぞれの成分についての測定法の詳細は省略しますが、乳酸は石川の方法、蛋白質はビユーレット法、非蛋白性窒素はラポポートの方法によりました。いづれも予備実験を繰り返して、貝の血液検査に合うように方法の一部を修正しました。結果は図1の通りです。

対照群のそれぞれの成分についてみますと、その時々でかなりの値の動きが

みられます。これは水温その他の環境条件に支配されて変化しているのだと思われまます。今、水温との関係だけで考えてみますと、高水温時を除いて、蛋白質量は水温が高いほど多くなる関係をもっていると思われ（危険率5%）、非蛋白質性窒素

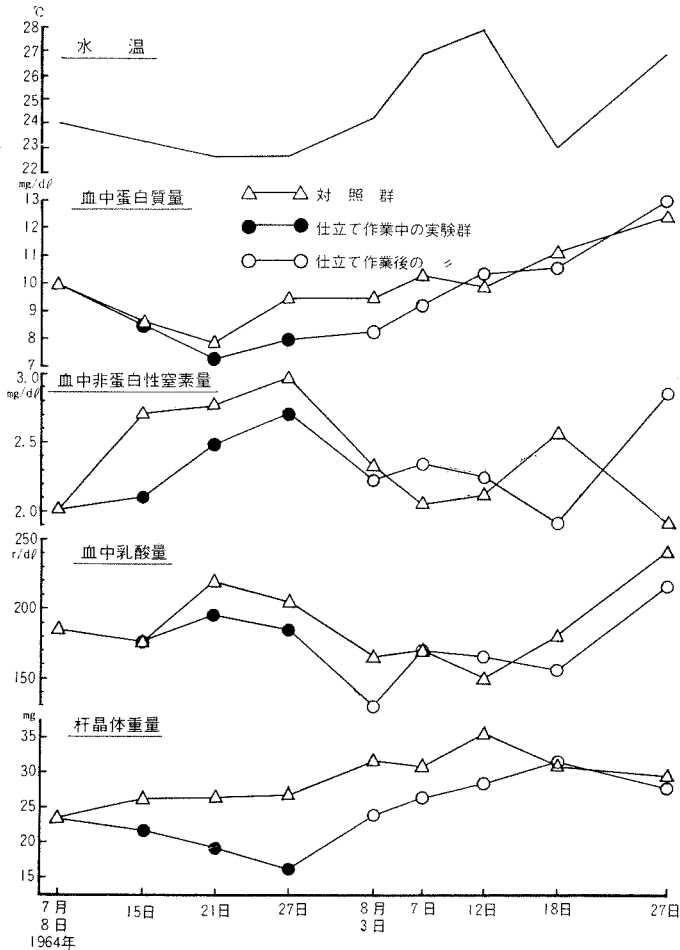


図 1. 仕立て作業およびその後における血液成分並びに杆晶体重量の変化

晶体の変動と関係があり（危険率5%）、杆晶体の重量が増えると乳酸の量が減るとい反比例の関係をもっています。

白性窒素量では逆に水温が高いほど少なくなる関係をもっています（危険率1%）。蛋白質量と非蛋白質性窒素量はほぼ反比例の関係にあり蛋白質が増えると非蛋白質性窒素が減ります。以上のような関係は高水温（約27°C以上）時には崩れます。

乳酸の変動は杆

さて、それでは仕立て作業を行なった場合にはどうなるかをみてみましょう。図1でもわかりますが、図2のように対照群のそれぞれの値を100として、仕立て作業を行なった実験群の値をとつてみますと、まず蛋白質量は仕立て作業の進行につれて徐々に減少してくること、非蛋白性窒素量は仕立て作業の初期に大きく減少するが、その後ほぼ一定の値に固定されるようになること、乳酸量は仕立て作業の初期にはあまり変化がないが、その進行に従つて減少し一定の値を保つようになること、杆晶体の重量は仕立て作業の進行に従つて明瞭な減少がみられることなどがわかります。

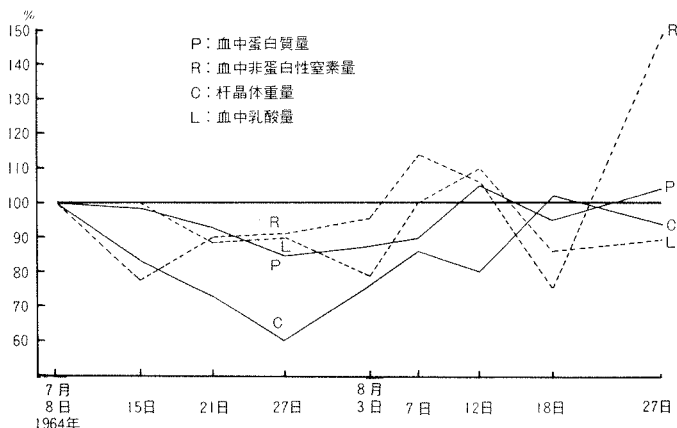


図 2. 対照を100とした時の諸元の変動率  
(仕立て作業7月8日から27日まで)

しかし、そのいずれもが対照群の値よりも低く、決して増大することがないという点に注目しなければならぬでしょう。すなわち、蛋白質量の減少は蛋白質の同化作用の強さが減弱したことを、非蛋白性窒素量の減少は蛋白質の異化作用の強さが減退したことを示しますから、蛋白質代謝全体が低下していると推定されます。含水炭素の代謝についても、乳酸量の減少から異化作用の強度が弱まっていることを、杆晶体の重量の減少から同化の働きが弱くなっていることを推定できますから、蛋白質代謝と同様に含水炭素の代謝活動も低下しているといえましょう。

体のエネルギー代謝の重要な要素である含水炭素代謝及び蛋白質代謝が共に、その同化作用あるいは異化作用のどちらにも偏ることなく低下しているということは、先に述べたように病理的状态の場合には異化現象の増強がみられ



るということ（例えば挿核手術後のショック期には乳酸量及び非蛋白性窒素の増大がみられます）とは異なっていて、生活機能が抑制された状態にあることを明確に示すものです。

仕立て作業が終つてから、普通の養殖方法に移した場合の回復の状況をみてみましょう。つまり抑制刺激を取り去つた後の動向ですが、比較的すみやかに対照群の値に近づき、対照群の値のまわりを振動する形をとりながら復帰する状態がみられます。異化作用の一方向的な増加とか対照群より常に高い値をとりつづけるといつた現象はみられていません。このことから、仕立て作業によつて貝が病理的状态に移行するという考え方は否定され、抑制状態に置かれていたことが推定されるのです。

以上の実験結果から、仕立て作業とは、ただ単に環境条件を人為的に悪くすることによつて貝を疲弊させるとか弱らせるというような内容を持つた仕事ではなく、「貝の生理活動・生活機能を人為的に抑制する」仕事であると考えられます。

### 3. 仕立て作業における抑制刺激は何か

仕立て作業によつて貝はその生活機能を抑制されることが明らかになりましたが、それでは貝をそのようにする刺激（抑制刺激）は一体何んであるのか、つまりどのような力が貝に加えられたのか、その正体をつかまねばなりません。前に述べたエネルギー産生条件のうちで、水温・比重などは籠の内外によ

表 1 仕立て作業に伴う竹籠内酸素量の変化

月 日	経過時間	採水位置	溶 存 酸素量	水 温	比重 $\delta_{15}$	酸 素 飽和量	酸 素 飽和度	籠内外に おける飽 和度の比
	時間		cc/l	°C		cc/l	%	
10月5日	6	外籠	5.10	22.1	23.4	5.28	97.3	85.6
		内籠	4.40				83.3	
	22	外籠	5.03	22.3	25.3	5.18	98.1	76.8
内籠	3.90	75.3						
10月8日	6	外籠	4.79	22.4	23.9	5.24	91.4	91.0
		内籠	4.36				83.2	
	22	外籠	5.23	21.6	24.2	5.30	98.7	88.4
		内籠	4.63				87.3	
10月10日	6	外籠	4.85	21.9	24.8	5.24	92.6	84.4
		内籠	4.10				78.2	
	22	外籠	5.04	21.4	24.8	5.27	95.6	90.5
		内籠	4.56				86.5	

る違いがほとんどないと考えられます。ですからこれらは刺激になりがたいでしょう。餌料・酸素などは籠の中の方が少なくなると思われるので刺激になる可能性があります。この両者のうち、どちらが抑制刺激になりうるか、抑制状態を作り出す力になるかを考えてみましたが、餌料については「餌料量の減少→飢餓→同化の減少・相対的に異化の増大→エネルギー需給の不均衡→病理的状态への移行」という筋道が考えられるだけで、飢餓がその初期に生活機能全体を抑制する力として働くという理屈が組立てられませんでした。そこで酸素の問題について調べることにしました。

1964年10月5日に満2年貝を250個あて竹籠へ収容し、仕立て作業を開始しました。5日、8日及び10日に籠の中の水を採る管を籠につけて、その6時間後及び22時間後に水を採り、溶存酸素量を測定し籠の外側の水との違いを調べました。表1の結果のように、各測定日の22時間目における籠の内外の酸素飽和度の比率からみると、日がたつにつれて籠の内外の差が少なくなつてきているようです。つまり、貝が酸素を消費する量は、日がたつにつれて少なくなるのではないかと考えられました。一方、25°Cの水槽中に貝を入れ、入れてから4時間目までに貝が消費した酸素量を測定して表2を作りました（詳しくは当研究所報告9号を御参照下さい）。

表2 仕立作業に伴う貝の酸素消費量の変化（水温25°C、閉鎖式）

月 日	群 別	水槽内溶存酸素の4時間の減少量	生肉1g4時間当りの酸素消費量	対照群を100とした実験群の酸素消費率(1g4時間)
		cc	cc	%
10月6日	対 照 群	15.21	0.214	106
	実 験 群	16.66	0.227	
10月8日	対 照 群	14.66	0.195	89
	実 験 群	12.15	0.174	
10月10日	対 照 群	15.00	0.203	80
	実 験 群	10.78	0.163	

10月6日、8日、10日にそれぞれ測定した結果では、対照群を基準にして6日では酸素を多く消費しましたが、8日、10日では89%、80%と次第に消費量が少なくなりました。わずか5日間で酸素の消費率は正常貝の80%まで下ることがわかつたわけです。

上記の実験はガラス容器に入れた一定量の水を使用して、その水の溶存酸素量の減少を測定する方法を用いたのですが、一定の水温で一定の酸素量を含む水を一定量づつ流しながら貝を飼つた場合でも、同じように酸素の消費量の違

いがでてくるかどうか調べてみました。

水温25°C、溶存酸素量4.5~4.8cc/ℓ、毎分の流量300cc、1群1回の測定貝数30個、測定時間は開始後11時間目まで毎時間というような条件で、仕立て作業開始後6、17、31日目の貝について測定しました。結果を表3に示します。

表 3 仕立て作業に伴なう酸素消費量の変化（水温25°C、流水式）

測定日	群 別	入水口と出水口における溶存酸素量の差の平均 cc/l	1時間の酸素消費量（流水消費量毎時18ℓ） cc	生肉重量 g	生肉1g当り1時間当りの酸素消費量 cc	対照群に対する実験群の比率 %
11月13日	対照群	2.10	37.80	477	0.0792	74
	実験群	1.59	28.62	488	0.0586	
11月24日	対照群	1.94	34.92	501	0.0697	79
	実験群	1.45	26.10	473	0.0552	
12月7日	対照群	1.86	33.48	515	0.0650	79
	実験群	1.34	24.12	468	0.0515	

実験時期が11月7日から12月7日まで、丁度水温の下降期になつてしまいましたので、測定日が遅くなるに従つて対照群そのものの酸素消費量が減少してきていますが、仕立てを行なつた貝はさらに少なく、対照群の74%~79%になつています。大体、前記の水槽における実験と同様の結果を示し、春又は夏ではどの程度の値を示すかわかりませんが、秋では仕立て作業開始後1週間くらいのうちに酸素の消費量が正常値の70~80%まで下ることがわかりました。

以上のいくつかの実験結果から仕立て作業における貝の変化を考察しますと、次のような過程を推定することができます。まず、仕立て作業を始めると籠の中の溶存酸素は貝によつて消費され、その量が少なくなつてきます。水の交流が少ないために常に籠の中の酸素量は籠の外側よりも少ない状態に保たれ、そのために貝の生理活動が妨げられるようになります。しかし、こういう条件下でも生命を維持してゆくために体の調整作用がおこり、生活機能が徐々に抑制され、これが体内的には代謝活動の減弱としてあらわれ、外に向つては酸素要求量の減少という形であらわれるものとみなされます。すなわち、貝に抑制状態をもたらせる「キツカゲ」を作っているものは低圧酸素であると推測されます。そのこと以前の問題として海水の流速の減少による呼水能力の減退を考えることができますが、その実験はまだ行なつておりません。

#### 4. 仕立て技術の基本

仕立て技術を行使する目的は、生理的に抑制された貝を作ることにあるわけですが、その抑制を行なうためには酸素の与え方を少なくすればよいという結論が得られました。その考え方を押し進めると次のようになります。酸素の与え方を少なくするには水の交換（籠の中の）を悪くすればよいということから、潮の流れと籠について考えればよいこととなります。そこで今まで機会あるごとにお話してきた「潮流の制御」が仕立て作業の基本技術であるということになるのです。この「潮流の制御」は、1）仕立て漁場の選択、2）仕立て用容器の選択と収容数の決定、3）容器の垂下深度の選定と調節という3項目から構成され、すべて潮流をいかにすれば制御できるかという方向で、それぞれめられます（詳しくは真珠技術研究会々報50号77頁を参照して下さい）。もし、この項目について考慮しなかつた場合は、その仕立て作業は必ず不成功に終わります。また、この技術を満足に行使するために、自己の漁場の潮流の状況を、おおよそでも知っておく必要があります。ある人が行なつて成功した方法が他の人に通用しない理由の大部分は、この潮流の動きの違いにあるのですから。

最近のように潮流の速い漁場や外洋性の荒い海で真珠養殖を行なう例が多くなつてきますと、内湾で成功した方法をもつていつでも全く不成功に終ることが多いのです。なぜうまくゆかないかは、潮流の制御が十分にできない（今までの方法では）からだといえおわかりでしょう。水平方向の潮流の速い所では、筏の周囲でまず制御して（例えば網・むしろなどの垂下）、次に容器で制御することが考えられますが、外洋漁場では水平方向+上下方向の水の動きが総合されるので前者のようなわけにいきません。泥・砂のまきあがるような所では地活けもできにくいのですから、ほとんど上面及び側面を密閉し底面をわずかに開けた容器を考えなければなりませんし、あるいはプラスチックのシエルトーの大きめのもの（少しかぶりすぎになるくらいの大きさ）を貝につけたまま、竹籠又は上記の容器に収容するというように、二重の壁で潮流の制御をする必要も生じてくるでしょう（このような容器又は方法は一つのアイデアであつて実験ずみのことではありません）。

貝を竹籠に入れた方がハサキも伸び貝が大きくなるというような漁場では、こういつた新しいテクニクが要求されるでしょう。外洋性の荒い漁場では、普通の養殖を行なう場合、内湾における養殖法と同じ考え方をもつて行なおうとする限り、貝の生理状態の低下（抑制ではなく疲弊）が必ず起こると私は考

えていますが、そういう所での母貝養成、仕立て作業、養生、沖出し方法、珠養成などの上で様々の障害が近い将来問題にされるようになりましょう。

## おわりに

今回は仕立て作業が貝を疲弊させたり衰弱させたりする内容を持つた仕事であるのかどうか、少し掘り下げて考えてみました。そして仕立て技術の基幹が潮流の制禦にあることの意味づけを行なってみました。新しい未経験の漁場で仕事をしようとする場合に、その考え方の方向を示すことができたと思います。そこから出発して、それぞれの持ち場で十分な創意工夫が発揮されることを希望いたします。



# アコヤガイの成長測定法

## 各種測定法の検討および水中

### 重量の測定法とその応用について

桑 谷 幸 正 ・ 西 飯 保

(国立真珠研究所)

## はじめに

これまで二枚貝の成長に関する試験研究において、その成長量を知るため、貝の全湿重量、貝殻の外形の大きさ、貝殻および肉質部の湿重量が主として測定されてきた。しかしながら、これらの計測値は、標本の取り扱いかい方、計測方法によつて著しく変動し、とくに正確な値を必要とする場合、例えば少数標本についての、または短期間における成長の変化を知るためには必ずしも適当ではない。

Havinga (1928) はカキの成長度を測定するために水中での貝の重量を測定する方法を用いたが、この方法によれば、これまで空中で測定したために生じた多くの困難な問題点を解消できると判断されたので、この度、アコヤガイを対象として、この測定法に関する種々の角度よりの検討を試みた。また、同時に、これまでの各種測定法についても検討を行なつたので、あわせてその概要を報告する。

なお、これまで水中重量を用いて行なつた2～3の研究例を紹介し、今後、研究を推進される上の参考に供したいと考える。

## 各種測定方法の検討

まず、これまでに用いられた各種の測定方法について検討を加えてみよう。

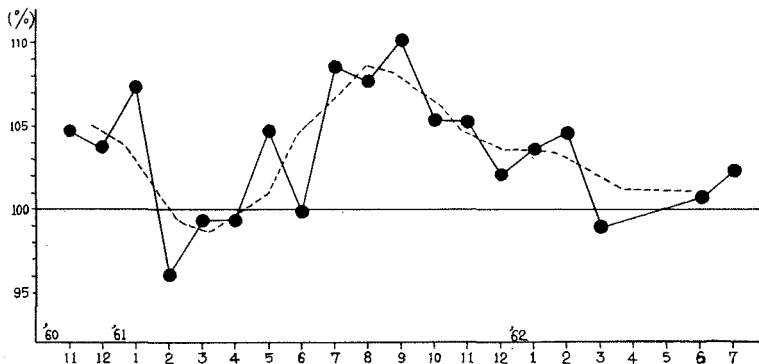
### 全湿重量 (全重量)

一般に、貝の大きさの目安としている掛数は3.75kg (1貫匁) の中に含まれる貝の個数であつて、これから算出される貝1個の重さが全湿重量である。試験研究の場合にはできるだけ誤差を少なくするために、貝殻の外部に付着して

いる水分を拭き取るか、あるいはよりていねいに処理する場合には、さらに貝殻を開口させてその内部に含まれる水分を流出させ、または振り出して後に秤量している。

全湿重量測定法の特質を挙げるとつぎのとおりである。(1) 同一個体を生かしたまま継続して測定することができる。(2) 湿重量であるため貝殻の外部に付着し、またはその内部に含まれる水分の量によつて値が著しく変動する。(3) 貝殻と肉質部、それぞれの値および変化を知ることができない。以下、(1)と(2)について、やや詳しく述べる。

(1) 同一個体を生かしたまま継続して測定することができる：研究の目的によつて止むを得ない場合は別として、成長を測定するには同一個体、同一群の測定を継続して行なうことが必要である。1例として、当所において1960年11月から'62年7月までに測定した各月の成長量（前月を100とした場合の比率、全湿重量）の年変化を第1図に示した。これは肉質の成分分析を行なうた



第1図 各月異なつた標本群を用いて測定した全湿重量の月間成長率の年変化。縦軸は前月を100とした各月全湿重量、横軸は年月。点線は3点移動平均線を示す。

めに、月月、同一グループ内の異なつた標本群（50個）をとりあげて測定に供したもので、前述の止むを得ない場合に相当するものである。各月の成長量の年変化は実際には3点移動平均によつて得られるような、なだらかな曲線が画かれるものと想定されるにもかかわらず、このように著しい増減が示されている。このような変動は、単に全湿重量測定上の誤差のみでなく、もともとなるころの貝のグループ内にかなり大きさの異なつたものが混在しているためであると思われる。

1959年の実験（西飯・清水・谷口、1961）の折の使用貝の変動係数は15.3～22.9%であつて、このような変動係数をもつ貝群について、危険率5%以内で±1%（例えば30gの貝の場合に0.3g）の範囲内で平均値を得るためには、少なくとも

$$n = 4 \times 15.3^2 \sim 4 \times 22.9^2 = 936 \sim 2096 \text{ (個)}$$

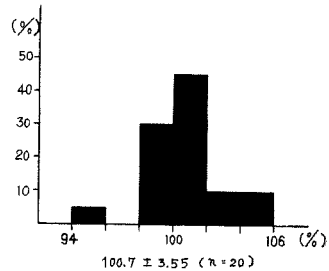
以上の標本が必要となる。同一標本を追跡調査する場合には、前月と後月との変動係数が近似しているとすれば

$$(\bar{x} + \bar{y}) (1 \pm d') / \bar{x} (1 \pm d) \approx \bar{x} + \bar{y} / \bar{x} \quad d' \approx d$$

$\bar{x}$ ……前月の大きさ     $\bar{y}$ ……成長の大きさ     $d$ および $d'$ ……変動係数

成長量はそれ自体の変動係数をもつた平均値として示されるがため、標本数の決定は期間内の成長の大きさと標本の測定上の誤差とから求められ、上記の数と比較して非常に少ない数でしかも正確な値が得られることになる。

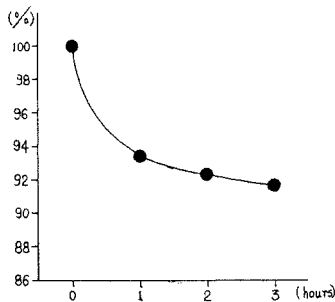
(2) 湿重量であるため貝殻の外部に付着し、またはその内部に含まれる水分の量によつて値が著しく変動する：西飯(1965)の資料によれば、同一の貝について、できるだけ同一条件の下に、くりかえし全湿重量を測定すると、その値は



第2図 全湿重量の測定誤差（西飯1965による）。縦軸は出現頻度、横軸は当初の測定値に対する比率。

第2図に示したように分散する。また、海水中から取り揚げてから測定までの

時間をおくと第3図に示すように最初の1時間にその値が急激に減少するのが認められる。このような測定値の変動は主として貝の外套腔内に含まれるところの海水の量的な違いによるものであつて、このほか、貝殻の外部に付着する海水量、肉質部に付着する海水および粘液量、空中露出により異常分泌した粘液、体液の流失量の違いが加えられると思われる。第2図の分散はこの方法で得られる最も精度の高い結果であると想定されるが、この図か



第3図 時間的経過にともなう全湿重量の減少率（西飯1965による）。縦軸は当初の全湿重量に対する比率、横軸は経過時間。



ら求めた平均値および標準偏差は $100.7 \pm 3.55$ である。前述と同様に危険率5%以内で $\pm 1\%$ の範囲内で平均値を得るためには

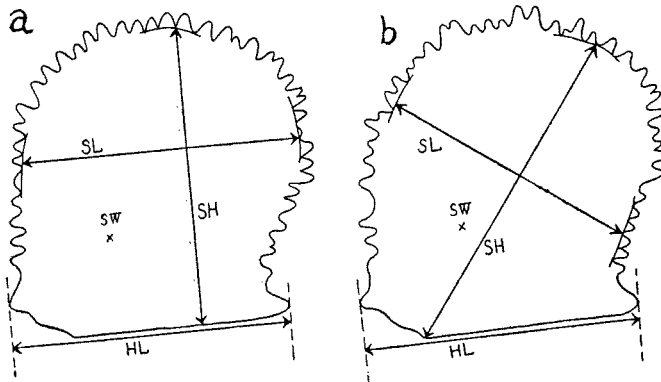
$$n = 4 \times 3.53^2 \approx 50 \text{ (個)}$$

以上の標本が必要となる。この個数は異なつた標本群をとり扱うときの個数に比べ、はるかに少ないが、標本が限定された場合、あるいは成長期間が短いとき、成長量が小さいときには、正確な変化を知ることは困難である（第1図の移動平均による各月成長量の変動率は全湿重量の0～4%である）。

### 貝殻の外形の大きさ

貝殻の外形の大きさとしては通常、殻高 (SH)・殻長 (SL)・殻幅 (SW、SB)・蝶番線長 (HL) などが用いられている。しかしながら現在のところ、これらに対する測定上の基準は研究者によつて必ずしも一定していない。測定線については2つの考え方があるが、多くはその基準とするところが明瞭であるため前者が採用されている。

- (1) 後部蝶番線を基準線とするもの（第4図a）
- (2) 殻頂から殻腹縁に到る最大長を成長線としてこれを基準とするもの（第4図b）



第4図 貝殻外形の大きさの測定法。a：後部蝶番線を基準とするもの、b：殻頂から殻腹縁に到る最大成長部位を基準とするもの。HL：蝶番線長、SL：殻長、SH：殻高、SW：殻幅の測定部位。

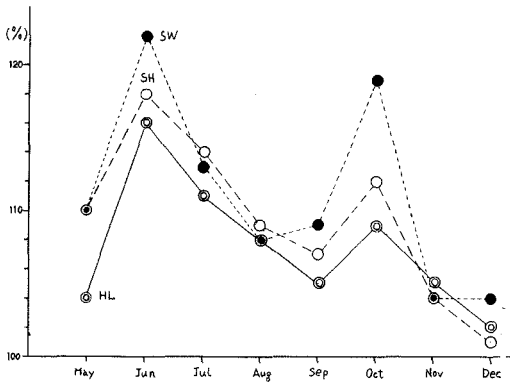
アコヤガイの貝殻の外縁部には鱗片状の突起があつて、多くの他の二枚貝のようにその郭輪が明瞭ではない。そこで、一般にそれら

の鱗片状突起の基部を結んだ線上に測定位置を定めているが、成長の良好な時期には数枚の突起が重なり合つているために、その決定が困難な場合も少なく

ない。

貝殻の外形の大きさを成長の指標とすることの長短をあげるとつぎのとおりである。(1) 生体のまま同一個体を継続して測定することができる。(2) 前述の鱗片状突起のため、または貝殻縁部の稜柱層域の柔軟性のために、それらの測定値にはかなりの変動中が認められる。(3) 貝殻の外形の大きさが貝の成長において占める位置あるいは役割りが不明瞭である。以下それぞれについて説明を加える。

(1) 同一個体を継続して測定することができる：全湿重量測定法の項を参照のこと。蓮尾(1958)が1956年4月から同年12月まで、三重県アゴ湾産当年貝100個を用いて、月月測定した結果にもとづき、前月を100とした比率でもつて示すと第5図のとおりになり、極めて明瞭な年変化が観察される。これは同



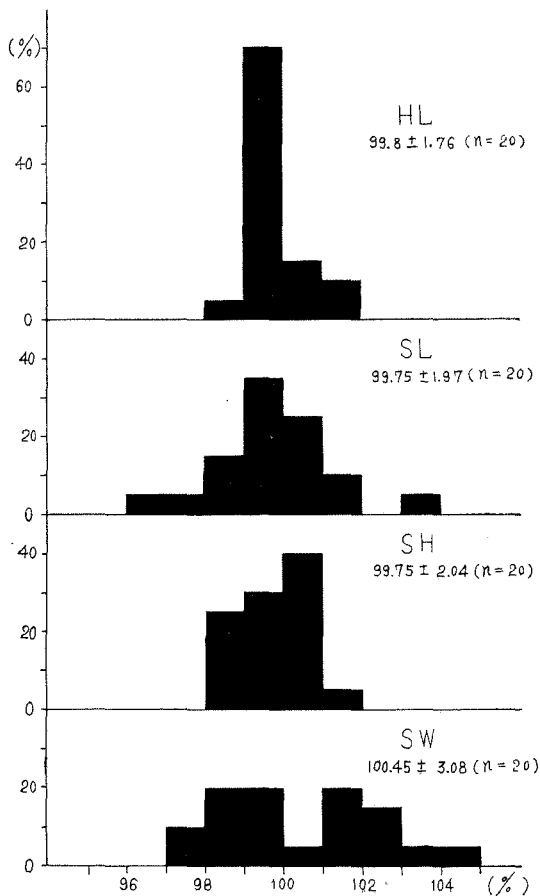
第5図 各月同一標本群を用いて測定した貝殻外形の大きさの月間成長率の年変化(蓮尾、1958による)。縦軸は前月を100とした各月の大きさ。HL：蝶番線長、SH：殻高、SW：殻幅。

一群を継続してしかも多数の個体を測定した好例である。

(2) 測定誤差：この方法による測定値を検討するために、10個の貝についてその頂長(5.25~6.44)、殻長(5.78~7.08)、殻高(6.31~7.22)、殻幅(2.09~2.64cm)をそれぞれ3回くりかえして測定し、それぞれ第1回目の値を100とし、あとの2回の比率を集計してその頻度分布を

求めると、その結果は第6図のとおりになる。全体的にみてその測定時が冬期であつたために、その分散は予期したよりもかなり小さい値となつた。第6図によれば、HL、SL、SH、SWのそれぞれの標準偏差は±1.76、1.97、2.04、3.08%でHLが最も小さく、SWが最も大きくなつている。前述のとおり、それぞれについて危険率5%以内で±1%の範囲内に平均値を得るためには少なくとも、12、16、17、38個の測定を必要とすると計算される。ただし、おそらく成長の良好な時期には測定位置の決定が困難となるため、より以上の標本数

が必要となると思われる。上述、蓮尾（1958）の使用貝数は100個であり、良好な結果を得るに十分な数であった。



第6図 貝殻外形の大きさの測定誤差。縦軸は出現頻度、横軸は当初の測定値に対する比率。  
HL：蝶番線長、SL：殻長、SH：殻高、  
SW：殻幅。

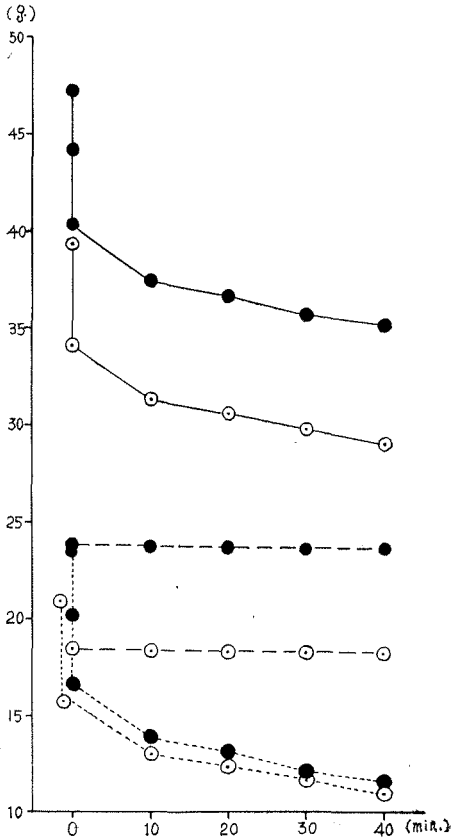
(3) しかしながら、貝殻の形態についての地方的、種的、また環的特性を求める場合を除いて、それが成長の何を意味するかは未だ判然としていない。例えば、貝殻の大きさを示すものとすれば、貝殻の厚さについての検討が必要であり、また肉質を包む殻としてその内容積の大きさを示すものとすれば、別の面からの検討が加えられねばならない。つまり現段階では、それぞれの測定値あるいはそれらの相乗積の値が貝体の成長のある側面を示しているに過ぎないと云うことを理解する必要があると考えられる。

### 貝殻と肉質部の湿重量

これまで、貝殻と肉質部の重量を求めるためには、開殻して肉質

部をとり出し、それぞれの重量を測定した。しかしながら湿重量の名の示すとおり、水分が付着し、またはそれを含む程度によつて生ずる誤差は決して少なくないものと予想される。また、とくに肉質部はとり出した後、短時間内にか

りの粘液、水分を放出することはよく知られている。そこで、これらの誤差がどのようにして、またどの程度生ずるかを知らぬためにつぎの実験を行なつた。まず、2個の貝の全重量を測定した。測定法は貝を海水からとり揚げた直後に開口してその内部に含まれる水を振り出し、殻外面に付着した水分を吸

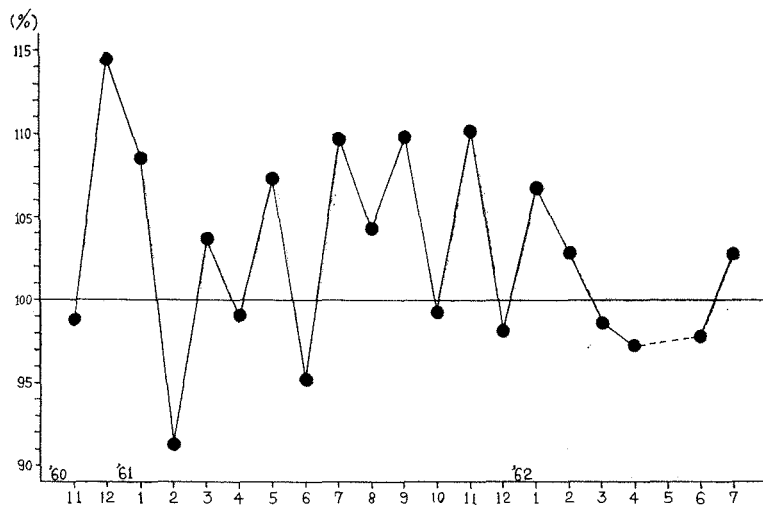


第7図 剥身処理および時間的経過ともなる貝殻ならびに肉質部湿重量の変化。縦軸は各湿重量、横軸は経過時間。黒丸は肉質部を半分に分けて切開したもの、白丸はそのままのもの。——：貝殻と肉質部の重量を加えた計算全湿重量、-----：貝殻湿重量、-----：肉質部湿重量。0分における肉質部重量の上点は計算によるもの、黒丸の中間点は丸のままの、下点は切開後の重量を示す。

取紙で拭きとり、直ちに秤量した。つぎに肉質部をとり出して、1個は丸のまま、1個はメスで半分に分けて直ちに秤量した。その後、それらを濾紙上において、10分経過するごとにそれらの秤量を行なつた。結果は第7図に示すとおりであつて、貝殻にはほとんど減量が認められないが、肉質部では殻から取り出した時、およびその後10分の間に著しく減量することが明らかになつた。それぞれ、殻を除いた直後において25.3、12.7%、10分後に38.3、41.6%、40分後に48.2、50.8%の減量が生じている。それらの減量率が非常に大きいこと、また丸のままのものも切開したものも全く同様な経過（減量傾向）を示すことから判断すると、それらは単に肉質部に付着した水分・粘液の流出のみによるものではなく、主として体液の流出によるものと考えられる。以上の実験結果からみても、肉質部においては、それをとり出す時の操作およびその後の処理、さらに経過時間の違いによつて、非常に大きい誤差を生ずることが予測

される。

1例として、全重量でもとり上げた1960年11月から62年7月までの間に行なつた各月測定資料から肉質部重量の結果を第8図に示した。全重量と同様に、前月を100とする比率により示したが、このように全く変則的な変動が生じたのはおそらく、群そのものの分散に加え、上記に基づくところの測定誤差が原因となつていていると考えられ、この図から、何らかの周年変化を推定しようとすることは、全く無意味である。



第8図 各月異なつた標本群を用いて測定した肉質部湿重量の月間成長率の年変化。縦軸は前月の重量に対する比率。横軸は測定年月。

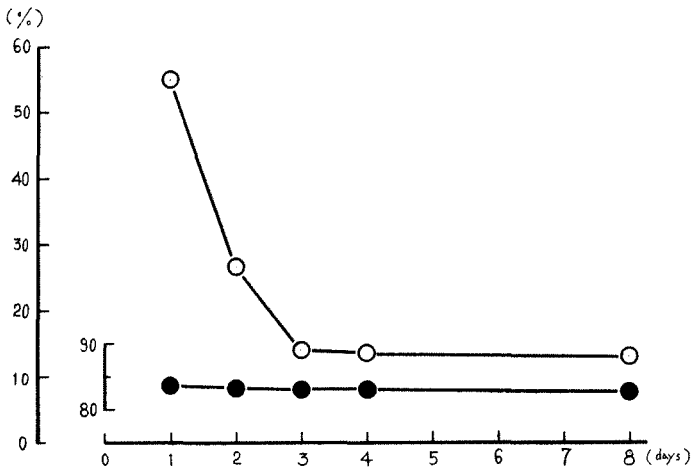
つまり、肉質部重量の正確な値を得るためには、肉質部を貝殻からとり出す以前の状態での重量を算出する以外にはない。それには肉質部を貝殻からとり出した折に、貝殻の内面に付着する粘液、流れ出てくる体液をも共に測定することである。あるいは、全湿重量から貝殻の湿重量を差引いた残を肉質部の重量とすべきである。粘液あるいは体液を含む測定に疑問があるとなれば、後に述べるところの乾燥重量を用いる以外に方途はない。前者の測定方法を用いれば、少なくとも全重量測定において生じた誤差の範囲内で肉質部の測定は可能であると考えられる（水中重量の項参照）。

### 貝殻と肉質部の乾燥重量

貝殻あるいは肉質部の絶対量を示すものとして、しばしばそれらの乾燥重量

が用いられている。しかしながら、貝殻と肉質部とはその意味するところがかなり異なっている。貝殻の場合には水分を乾燥除去したとしてもその本質的なものに何ら変りはないが、肉質部の場合には、水分と成分とで肉質を構成しているものであつて成分はそのまま肉質を意味しない。水分を除く成分量の変動を知る場合は別として、肉質に含まれる水分量の周年的变化、あるいは環境・生理条件との関係などが明らかになつていない現在、単に湿重量が不安定であるからとの理由で乾燥重量を用いることは妥当ではない。

乾燥方法としては普通、恒温（約60°C）乾燥器により行なうが、とくに肉質部は20%のホルマリンに1昼夜浸漬しさらに1昼夜風乾して後恒温乾燥器に入れる。このようにすれば容器に肉質が固着することなく、測定に便利である。なお、とくに分析などの目的により、各成分の変化をさけるためには、減圧硫酸乾燥器（デシケーター）などで常温で急速に乾燥する方法も用いられている。



第9図 恒温（60°C）乾燥器による貝殻および肉質部重量の減少率。縦軸は当初の湿重量に対する比率、横軸は経過日数。白丸は肉質部重量、黒丸は貝殻重量。

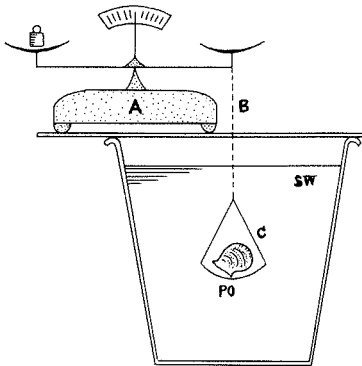
恒温（約60°C）乾燥器により乾燥した貝殻および肉質部重量の変化を第9図に示す。貝殻の重量はほとんど減少しないが、肉質部は当初の3日

間は急激に減少し（当初湿重量の14~15%になる）、それ以後は数%の減量しか生じない。測定は3~4日後の定めた日に行なえばその誤差は非常に少ない。足糸を当初に抜き取ることを忘れてはならない。

## 水中重量

### 水中重量の測定法

水中における貝の重量を測定する方法は第10図に示すように、天秤の片方から吊糸をたらし、それに網籠をつけて、貝をのせて秤量する。当所では2~5g目盛の自動上皿天秤に手を加えて使用している。



第10図 水中重量の測定装置。  
A：天秤、B：吊糸、C：網籠、  
SW：海水、PO：アコヤガイ。

水中重量の測定値の誤差のほとんどすべては、貝を空中に露出することにより生ずる。空中に露出された貝はしばしばその貝殻内部に気泡を含み、それらの貝をふたたび海水中に浸しても、呼吸のために殻を開くまではその気泡を容易に放出しない。このような貝の水中重量を測定すると含まれる気泡の浮力が水中重量を減少させ、測定誤差をもたらす。誤差の値はときに数gに及ぶことがある。そこで測定時には海水中から測定まで空中に露出しないよう厳に注意が必要とされる。当所では、養殖籠に入っている貝を海水中

で、海水中に沈めたバケツなどの容器に移した後、そのまま室内に運び入れ、その容器の上に乗台をのせ、天秤をのせて測定を行なっている。

なお、使用した海水の比重を測定し、補正にそなえる必要がある。

### 水中重量の特質

水中重量とは、物質を水中に沈めたときの重量であつて、空中での重量からその容積に等しい浮力を差し引いた残りの重量である。

貝殻の比重は市瀬(1946)、小林(1951)により2.7~2.9の範囲内にあると推定され、また肉質部の比重は植本(1961)により1.072~1.088の範囲にあると述べられている。西飯(1965)の資料によれば空中における貝殻と肉質部の重量%はそれぞれ53.4および35.9%と示され、それを上記の平均比重によつてそれぞれの容積を求めると、両者の比は1:1.713となる。海水の比重を仮に1.025として上記の比重から差し引き、それぞれの容積を乗ざると、その積は

1.775および0.094となる。つまり全水中重量の約95%を貝殻、約5%を肉質部が占める計算となる。

西飯（1965）は実際に満2年貝15個について全重量、貝殻および肉質部の各重量を水中ならびに空中（湿重量）で測定し、それぞれの部位の重量の平均値および比率を調査し、第1表の結果を得た。

第1表 アコヤガイの空中ならびに水中重量、貝殻および肉質部重量の関係（西飯、1965）  
（単位 g）

	全 体	貝 殻	肉 質 部
空中における重量	27.29 (100.0)	14.31 (52.4)	9.82 (35.9)
水中における重量	8.28 (100.0)	7.98 (96.3)	0.29 (3.5)

貝15個の平均値 ( ) 百分率

すなわち、全湿重量に対する貝殻および肉質部の湿重量の比はそれぞれ52.4%と35.9%で、前者は全体の約1/2、後者は約1/3を占めている。また貝水中重量に対

する貝殻ならびに肉質部の水中重量の比はそれぞれ93.6%と3.5%となり、全水中重量の大部分を貝殻の水中重量が占めていることが明らかになった。この点は各部位の比重から計算した比率と完全に一致している。つまり、貝水中重量とは、ある係数を乗じた貝殻の空中および水中の重量を示しているものであつて、肉質部重量のかなりの増減によつても、それらの関係をほとんど動かすことはできない。西飯（1965）によれば貝水中重量（W'）と貝殻水中重量（W''）の相関係数  $r = 0.997$ 、また、貝水中重量と貝殻空中（湿）重量（W）との相関係数  $r = 0.983$  で、いずれも危険率1%以下で有意の相関があり、それらの回帰式は

$$W = 1.7286W' + 0.246 \quad (\text{月別集計})$$

$$W = 1.7219W' + 0.039 \quad (\text{年令別集計})$$

$$W'' = 0.9773W' - 0.186 \quad ( // )$$

をもつて示されている。

全湿重量および貝殻・肉質の湿重量を測定する場合に、その貝殻の外部に付着し、あるいは内部に含まれる水分量の違いのために、かなり大きな誤差が生ずることをすでに述べた。しかしながら、水中重量ではこのような測定誤差を完全に除くことができる。実際に水中における貝の重量をくりかえし測定しても、その誤差はほとんど天秤誤差の範囲内に止まる（空中露出により気泡を含む場合は別問題である）。



## 生体のままで肉質部重量の算定

貝体を生かしたままで継続的に測定することは、統計的にみて非常に精度の高いものとなるだけでなく、各種の研究に役立つところが少なくない。全水中重量による成長度の測定の場合、前項で述べたように、得られた値の変化は貝殻重量のみの変化を示しているとみなすことができる。しかしながら、一般に貝の成長に関する調査においては貝殻のみでなく肉質部の変化をも知ることが望まれる。このような場合の便法として、貝の全湿重量と全水中重量とを実測することにより肉質部重量を計算することができる。ただし、この方法による肉質部湿重量はこれまでの概念と異なり、貝殻に付着した状態の肉質部、つまり肉質部をとり出すときに流出するすべての水分量を含んだ重量を示している。その方法をつぎに述べる。

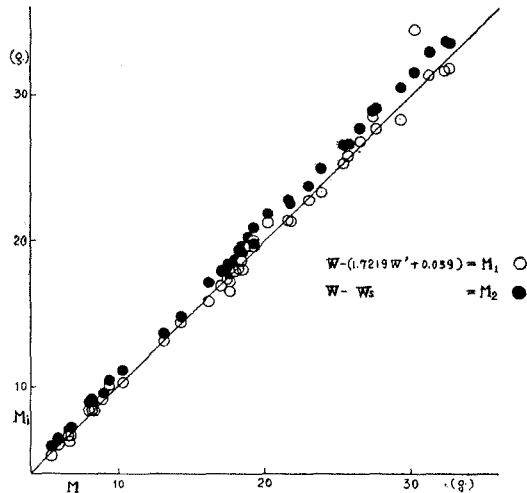
まず、常法に従って全水中重量を測定する。西飯（1965）によつて得られた満2年から6年生までの貝の貝殻湿重量（ $W_s$ ）の全水中重量（ $W'$ ）に対する回帰方程式は

$$W_s = 1.7219W' + 0.039$$

であつた。この式を用いて、測定された全水中重量から貝殻湿重量を算出する。つぎに、全湿重量の項で述べたように、できるだけ同一条件の下において全湿重量を測定する。計算された貝殻湿重量を得られた全湿重量から差し引けば、その残は貝殻の中に入つたままの状態の肉質部重量となる。

この方法により肉質部湿重量の正確な推定が可能であるかどうかを確かめるため、満2年から6年

までの貝40個を材料として、全水中重量、全湿重量、貝殻湿重量および肉質部



第11図 実測肉質部重量と計算肉質部重量の関係。縦軸は計算肉質部重量 ( $M_i$ )、横軸は実測肉質部重量 ( $M$ )。白丸は全水中重量より計算された貝殻重量を全湿重量から引いた値 ( $M_1$ )、黒丸は全湿重量から実貝殻重量を引いた値 ( $M_2$ )。

湿重量の測定を行なつた。この場合とくに、肉質部重量は、肉質部をとり出したときに流出する水分をすべて沓紙に吸い取らせて、とり出された肉質部と流出した水分の重量を加えたものとした。得られた各測定値からつぎの方法によつて肉質部湿重量 $M_1 \cdot M_2$ を算出し、実測した肉質部湿重量 $M$ と比較した。

$$W - (1.7219W' + 7.739) = M_1$$

$$W - W_s = M_2$$

ただし、 $W$ は全湿重量、 $W'$ は全水中重量、 $W_s$ は貝殻湿重量、 $M_1$ および $M_2$ はそれぞれの方法で算出された計算肉質部湿重量である。実測肉質部重量に対するそれぞれの計算肉質部湿重量の回帰と相関および共分散分析結果を第11図および第2表に示す。

第2表a. 計算肉質部湿重量 $M_{1,2}$ の実測肉質部湿重量 $M$ に対する回帰と相関および共分散分析

	f	$\Sigma M^2$	$\Sigma M \cdot \Sigma M_{1,2}$	$\Sigma M_{1,2}^2$	r	b	推定の誤差		
							f	平方和	平均平方和
Mと $M_1$	39	2570.7382	2607.1118	2681.1348	0.993	1.0137	38	36.2260	
Mと $M_2$	39	2570.7382	2663.8119	2796.0313	0.999	1.0336	38	3.3387	
群内							76	39.5647	0.5205
回帰係数							1	0.4894	0.4894
共通の	78	5138.8699	5260.6568	5425.3842	0.996	1.0236	77	40.0542	0.5201
修正平均							1	11.3401	11.3401
全体	79	5138.8699	5260.6568	5436.7244			78	51.3944	

$$M_1 = 1.0137M - 0.0954 \dots \dots A \quad - \text{危険率5\%でその差は有意でない}$$

$$M_2 = 1.0336M + 0.2948 \dots \dots B \quad ※※ \text{危険率1\%でその差は有意である}$$

$$M_{1,2} = 1.0336M + 0.0998 \dots \dots C$$

第2表b. それぞれの回帰方程式から求めた計算肉質部湿重量  
(単位 g)

$M_g$	5	10	15	20	25	30	35
A式 ( $M_1$ )	4.9732	10.0418	15.1104	20.1790	25.2476	30.3162	35.3848
B式 ( $M_2$ )	5.4632	10.6315	15.7999	20.9682	26.1366	31.3049	36.4733
C式 ( $M_{1,2}$ )	5.2183	10.3367	15.4552	20.5736	25.6921	30.8105	35.9290

第2表aの共分散分析の結果、実測肉質部重量に対する計算肉質部重量 $M_1$ および $M_2$ のそれぞれの回帰係数は互いに有意差が認められなかつたが、修正平均値には差が認められた。そこでこの原因を明らかにするため、全水中重量と貝殻湿重量 $Ws$ との相関係数および回帰方程式を求め

$$r = 0.991 \quad Ws = 1.6792W' + 0.0027$$

を得た。つまり $M_1 \cdot M_2$ 両者の差は全水中重量からの換算式の差に基づいていることが明らかになつた。このような回帰方程式の差異は西飯(1965)が示すように、年令別・月別に認められるがその誤差は従来測定法による誤差に比して極めて小さい。例えば $M$ に値を与え $M_1$ および $M_2$ を求めると第2表bのようになり、 $M_1$ および $M_2$ の差は $M$ が5gのときそれらの平均値の9.6%(0.49g)、 $M$ が35gのとき3%(1.9g)となる。それらのうち後者は第2図に示した全湿重量の標準偏差 $\pm 3.55\%$ の範囲に含まれている。なお、とくに計算値の精度を高めるためには、同一グループ内の他の材料によつて回帰方程式を求めておくか、あるいはそれらの年変化をあらかじめ測定しておくことが必要と思われる。

なお、貝殻および肉質の比重がほとんど変化しないものとの仮定すれば、

$$aVs + bVm = W$$

$$(a - ds) Vs + (b - ds) Vm = W'$$

$W$ : 全湿重量、 $W'$ : 全水中重量、 $Vs$ : 貝殻容積、 $Vm$ : 肉質部容積、

$a$ : 貝殻比重、 $b$ : 肉質比重、 $ds$ : 海水比重。

この両式から貝殻および肉質部の湿重量を算出できる筈である。

### 水中重量を用いた研究例

以上、水中重量の測定法とその特質について述べたが、参考までに水中重量を用いて行なつた二・三の研究例を示す。

- (1) Havinga, B., 1928. The daily rate of growth of oysters during summer. Jour. du Cons., 3 (1): 231-245.

Havingaは“夏季におけるカキの日間成長率について”と題する論文を発表しているが、その研究方法はそれまでの他の研究者と異なり水中重量を用い、日々の成長の測定を行なつている。二枚貝の成長を測定するため水中重量を用いた最初の人であると思う。彼はその論文の中に

“もし、カキの重量が空中ではなく、水中で測られたとしたら、これまでの測定上のすべての困難な問題を避けることができる。そして、それらのカキが両貝殻の内側に空気を含まないように取り扱われるならば、非常に正確な値を

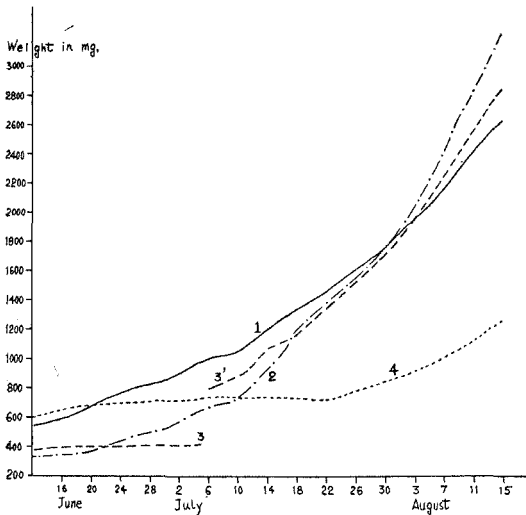
得ることができる。”

と述べている。また、彼が行なつたカキについての全重量、貝殻、肉質部の空中ならびに水中における測定結果を第3表に示す。

第3表 カキの空中ならびに水中における全重量、貝殻および肉質部重量の関係 (Havinga 1928) (単位 g)

	全 体	貝 殻	肉 質 部	肉質部 %
空中における重量	27.30	20.43	3.69	13.5
水中における重量	12.36	12.13	0.19	1.5

カキの場合でも全水中重量の98.5%は貝殻が占めている。1927年夏季における1年生カキ4個体の日間成長率を水中重量を用いて調査した結果を第12図に

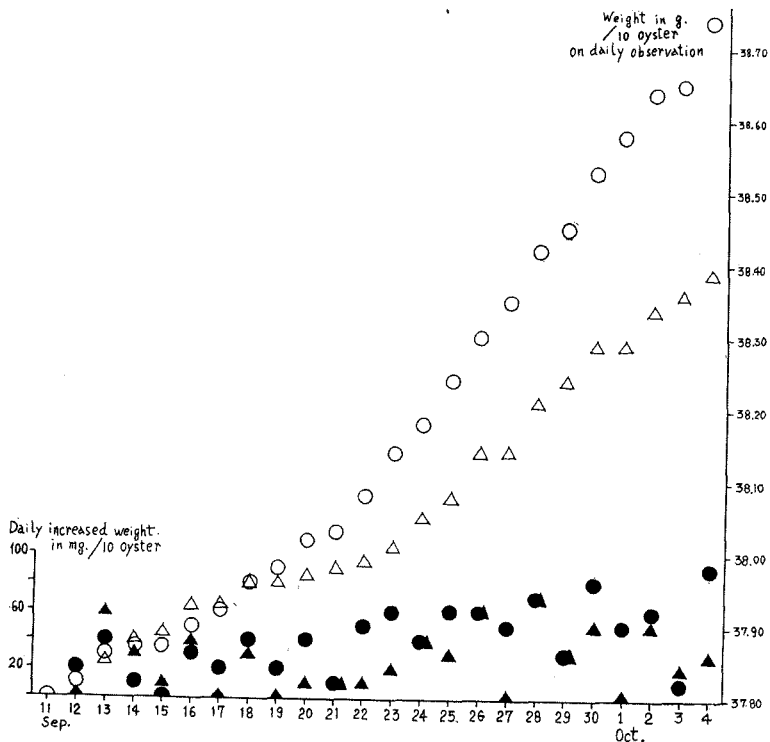


第12図 水中重量により毎日測定された1年生カキの成長 (Havinga 1928による)。縦軸は水中重量、横軸は1927年月日。

示した。そして、彼はそれらの4個体のうち、No. 3とNo. 4にともに付着板からはがしたときに損傷したと思われる、No. 3は7月5日に斃死し、No. 4は8月25日まで成長を休止したため、水温と成長率の相関はNo. 1・2およびNo. 3のかわりに入れたNo. 3'の成長量の平均によつて求めたと述べている。このように各個体の成長変動を、しかも日日の単位で注視することができるのは水中重量の特質であると言うことができよう。

(2) 桑谷・長谷川 (未発表) アコヤガイの水槽飼育、投餌量と成長量について

実験は1965年9月11日から10月4日まで満1年生のアコヤガイを用いて行なった。飼育方法は、それぞれ水容量15ℓの汙過槽・飼育槽・餌料槽の3槽を用い、濾過循環方式で水質の悪化を防ぎ、飼育槽には10個の貝を網籠に入れて垂



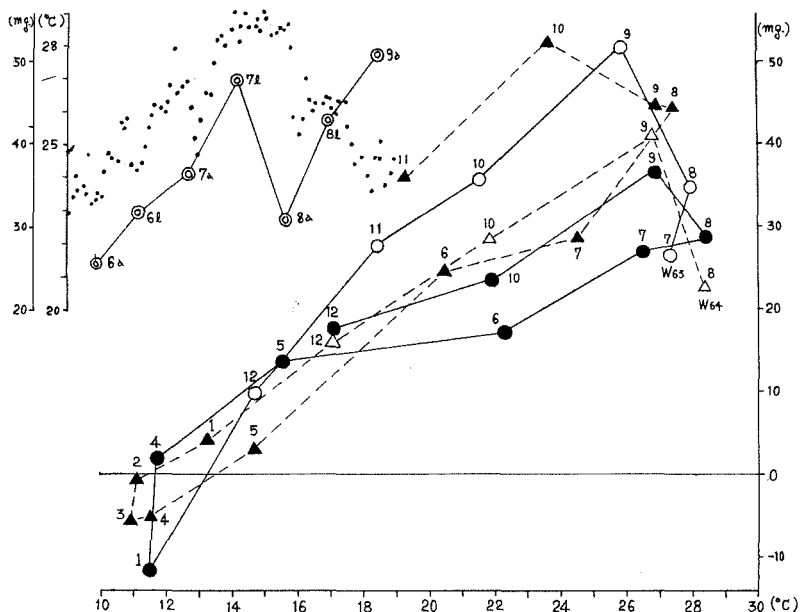
第13図 水中重量により毎日測定された水槽飼育1年生アコヤガイの成長(桑谷、長谷川未発表による)。左縦軸は日間成長量、右縦軸は積算成長量、横軸は月日。白印は算積成長量、黒印は日間成長量、丸印は毎日投餌したもの、三角印は隔日投餌したものの。

下し、1日2回、精白米100mgの磨碎懸濁液を投与した。餌料を毎日投与したものと隔日に投与したものの日間成長量およびその積算成長量を第13図に示す。この図から当初の約10日間は海での成長量の残留効果のためか、ほとんど両者同様な成長を示すがその後次第に成長差がでてくるのが認められる。この

ように水中重量を用いれば、極めて短期間の、しかもわずかな成長の変化を追跡することができる。

### (3) 西飯（未発表）アコヤガイ成長量の周年および経年変化

1963以降、当所多徳島臨海実験場で養殖中のアコヤガイについてその成長量および対応する環境変化について調査を継続している。第14図は1963年から65年11月までの水温と水中重量による成長量との相関を示したものである。この



第14図 月平均水温と水中重量による月平均日成長量との関係（右図）および1965年夏季の半月平均水温と日成長量との関係（左上図）。右縦軸は水中重量の日成長量、横軸は温度、図内の数字は月を示す。W<sub>63-64</sub>は実験員が'63年～'64年に設定されたことを示す。左上図の黒点は水温、白丸は水中重量の平均日成長量、6aは6月前半、6ℓは6月後半を示す。

図から水温（T）と成長量（S）の間には近似的に

$$S = (T - 12) K \quad K \approx 3 \pm 1$$

の関係が認められる。

また、1963年と'65年に比較して1964年の成長が著しく劣るのが認められる。そこで'64年と'65年の夏季水温を比較してみると、'64年には水温が28°Cを超

える日数が約34日間、そのうち29°Cを超える日数が約14日、30°Cを超える日数が約2日間あり、これに対して'65年には水温28°Cを超える日数は約23日間で、最高29°Cを示しているに過ぎない。これらのことから、夏季における水温の上昇（おそらくそれは水温の上昇にともなう他の要因の変化も原因していると思われる）がアコヤガイの成長に悪い影響を与えていると思われる。このように、養殖場におけるアコヤガイの環境変化に対応する成長量の変化を旬別または半月ごとに刻明に把握するためには、水中重量を用いるのが最適であると考えられる。

## お わ り に

以上アコヤガイの成長の変化を知る目的で用いられるところの、これまでの各種測定法と水中重量による測定法について、それぞれの得失を述べたが、これまでの研究において研究計画を樹てるときに、各測定法の特質を知り、しかもその研究目的に適合した測定方法を選定したかどうか、疑問の点が少くない。これまでの各種測定法に加え、水中重量による新たな方法が案出された現在、各研究目的に沿った選定をすることが望まれると共に、この方法を利用してのより広範な、より精密な研究が進められることを期待する。



## 編 集 後 記



- 皆様のお手元に第5巻、第1号をお送りいたします。
- 6月2日、3日長崎市に於て国立真珠研究所主催の第2回真珠技術研究会が開かれます。その参考文献として会報を編集しました。国立真珠研究所の最新の論文が多数掲載されています。ぜひ参考にしてください。
- 挿核作業に最適の水温になり、各作業場では活気に満ちていると思います。今までの会報に掲載された、研究報告をもう一度読み返し、科学的な挿核作業が出来るよう努力して下さい。
- 次号は9月中旬発行の予定です。  
今後とも会報について御意見がありましたら全真連指導部宛お寄せ下さるようお願い申し上げます。

昭和41年5月31日発行

第5巻 第1号会報  
(通巻54号)

三重県伊勢市岩淵町84番地ノ2  
真珠会館内

発 所 行 全国真珠養殖漁業協同組合連合会  
電話(伊勢局代表)㊟4147番

編集責任者 浜 本 忠 史

印 刷 所 三重県伊勢市岩淵町140  
袖 都 印 刷 株 式 会 社  
電話(伊勢)㊟2230番