

国立真珠研究所報告

5

昭和 34 年 (1959) 12 月

Bulletin of the National Pearl Research Laboratory

5

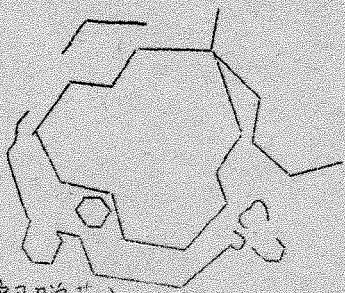
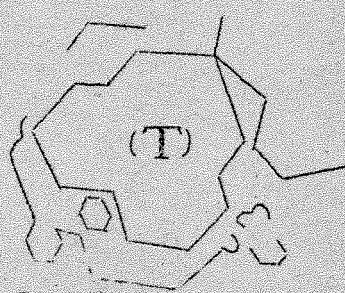
December 1959

CONTENTS

Wada, K.	Microscopic observations of cultured pearls at their early formation III	357
Wada, K.	Microscopic observations of cultured pearls at their early formation IV	373
Wada, K.	The influence of the life-activity upon pearl formation in the pearl culture of <i>Pinctada martensii</i> (Dunker) I. On the pearls produced under abnormal conditions of their health	381
Sawada, Y.	Studies on the change of color of the pearl and the pearl oyster shell by the radiation of γ -ray	395
Machii, A.	Studies on the histology of the pearl-sac. IV. On the pearl-sac tissue of so-called "Kokuhan" pearls (black spotted pearls)	407
Machii, A.	Studies on the histology of the pearl-sac. V. Results of transplantation of the pearl-sac	411
Uemoto, H.	studies on the color tone in the gill of the pearl oyster, <i>Pinctada martensii</i> ..	418
Uemoto, H. and Taniguchi, M.	Studies on the gonad of the pearl oyster, <i>Pinctada martensii</i> . III. On the variation in the growth of gonad and the body weight observed in the winter ground	424
Ōta, S.	Studies on feeding habits of <i>Pinctada martensii</i> . II. Seasonal changes in amount of feces	429
Ōta, S.	Studies on feeding habits of <i>Pinctada martensii</i> . III. Difference of the amount of feces due to nuclear insertion in pearl culture	434
Ōta, S.	Studies on feeding habits of <i>Pinctada martensii</i> . IV. Difference of the amount of feces due to different conditions of culture raft and culture ground (a preliminary report)	439
Ōta, S.	Studies on feeding habits of <i>Pinctada martensii</i> . V. Number and size of swimming bivalve larvae fed by pearl oysters in summer	443
Ōkawa, T.	On the feeding habit of pearl oyster, <i>Pinctada martensii</i> (Dunker) I. Feeding relating to period of light and darkness	450
Sawada, Y. and Tange, M.	The oceanographical studies on the pearl culture ground. II. On the comparison with the qualities of the pearl which cultured at the four stations in Ago Bay, and the oceanographical observations for them	459
Taniguchi, M. Nishii, T. and Shimizu, S.	Experiments on the clearing of pearl-shells and the alternation of culture-cages in relation to the fluctuation in volume of sessile organisms	481
Katada, S.	The influence of low salinity sea water on death and growth of the pearl oyster <i>Pinctada martensii</i> (Dunker), and quality of the cultured pearls	489
Hasuo, M.	The influence on quality of cultured pearls caused by the extent of friction on the mantle piece of pearl oyster <i>Pinctada martensii</i> (Dunker) on pearl formation ..	494
Yamaguchi, K.	Studies on the technique so called 'Atozuke' (one of the methods of nuclear insertion rarely used in pearl culture) I. Comparison between the 'Atozuke' and the common method in regard to the quality of produced cultured pearls	499
Aoki, S.	Some experiments on the nuclear insertion in the pearl culture of the pearl oyster <i>Pinctada martensii</i> (Dunker). III. Formation of the pearl-sac and the pearl when the pieces from three different parts of the mantle were inserted	503
Aoki, S.	Some experiments on the nuclear insertion in the pearl culture of the pearl oyster <i>Pinctada martensii</i> (Dunker). IV. On the quality and shape of the cultured pearl in relation to the site of the pearl formation	516

National Pearl Research Laboratory

Kashikojima, Ago-cho, Shima-gun,
Mie Prefecture, Japan

頁	ヶ所	誤	正
360	Text-fig. 5	 <p>(一部脱落)</p>	 <p>(T)を記入</p>
398	頭注	国立真珠研報	国立真珠研報
484	挿図	(一部脱落)	右下図に
496	頭注	国立真珠研報	「同さうじの図」を記入
498	"	"	"

真珠形成初期の顕微鏡的観察 III^{*1)}

和田 浩 爾

国立真珠研究所

は し が き

真珠形成のごく初期における結晶成長の場は、介殻の成長や再生におけるそれとは趣を多少異にしている。すなわち、貝の生殖腺内に移植された外套膜片の上皮細胞が変化しながら核をおよぼし、真珠袋を形成するが、真珠袋が形成された直後までの過程において、附着物や分泌物の沈着に質的及び量的な著しい差異が認められる。このような場から晶出した aragonite 結晶は c 軸を真珠表面に垂直に向け、その b 軸を互いに並行にしてある一定の方向に成長し、やがてステップ状に累積して真珠層を形成し、その時期にみられる介殻真珠層での結晶成長や条線模様を示すようになる。著者は真珠形成機構に関する問題を明らかにするため、真珠形成初期の結晶成長や真珠層の発達を観察し、また真珠では結晶の b 軸の配列が如何なる因子に支配されているかについて調べた。ここに得られた結果に若干の考察を加えて報告する。

この研究にあたり、終始懇切な御指導を賜わった高山活夫所長、並びに東京教育大学理学部地質鉱物学教室須藤俊男教授に厚く感謝の意を表す。また本稿の一部の校閲と有益なる御助言をいただいた三重県立大学水産学部渡部哲光先生、東京工業大学物理学教室平野賢一先生、並びに当所員中原皓氏に深謝する。

材料及び方法

観察には第1報で使用した材料を用いた。すなわち、三重県英虞湾で養成した3年及び4年生のアコヤガイ *Pinctada martensii* (Dunker) の生殖腺内に直径6mmの石灰核を常法に従って1個あてそう入した。核入れの時期は1955年9月1日、1956年7月9日、同8月1日及び同9月4日の4回である。手術後水面下約2mの深さに金網平かごに入れてつるし、1カ月の間毎日5個体ずつ採集した。採取した材料の表面を軽く水洗いして附着物を除き、自然乾燥して後に垂直投光管を使用して直接観察した。また電子顕微鏡用標本を methylmethacryl-aluminium の2段レプリカ法によつて作製した。一方、移植直後における外套膜片上皮細胞**の伸長方向と沈着してきた結晶の配列との関係を明らかにするため、外套膜片を約2~3mm大に切つた2枚の cover glass の間にはさんで他のアコヤガイの閉殻筋中にそう入した。手術後2日、4日、6日及び10日目にピ

* Kôji Wada. Microscopic observations of cultured pearls at their early formation III. With English summary, p.365. Bull. Natl. Pearl Res. Lab. 5: 357-372. 1959.

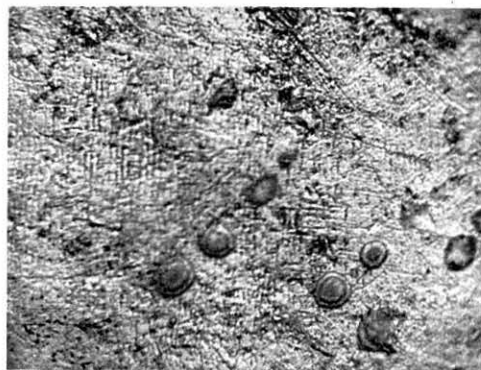
1) 国立真珠研究所業績No.47。(国立真珠研究所報告5: 357-372. 昭和34年12月)

** 一般にピースと呼んでいる。

ースが移動しないように注意して取り出し、上皮細胞の伸長方向を観察した。また、1カ月及び2カ月間養成した後、ガラス面に形成された真珠層を表面に平行な薄片に作り、偏光顕微鏡のコンスコープ装置のもとで結晶軸の配列を調べた。なお、手術は1959年6月、7月及び8月におこなった。

観 察

移植した外套膜片の上皮細胞が変化するにともなつて、そう入した核表面上に有機物質及び砒物質の成長が認められるが、手術後5日目前後までに分泌成長してくる沈着物は光学顕微鏡下で無構造な膜ないし不定形の附着物質として観察できる。この附着物はトルイジンブルーによつて赤紫色に染まるものと青色に染まるものがあり、硝酸銀によつて濃淡の茶褐色に染まる。また次亜塩素酸ソーダに浸漬するとほとんど溶解される事などから、多分上皮細胞から分泌された有機物質 (conchiolin) と思われる。勿論、この膜状沈着物は直交ニコルのもとでほとんど複屈折を示さないが、しばしば十字消光を示す大小の砒物質が膜の上や中に多数認められる部分が存在する。Fig 1 は核面上に成長してきた最初の膜状沈着物の電子顕微鏡写真である。この膜状沈着物は恐らく有機物質で、小さな顆粒状及び繊維状構造がみられ、また膜面は著しく凹凸している。この凹凸は小さな顆粒からなつている膜状ないし繊維状の沈着物が同一平面で波頭状に成長したり、あるいは階段状に重なつて成長し、次第に厚い膜に発達してくる過程に生じたものと思われる。また沈着物の成長は一樣ではなく、各所に大小の円形ないし不定形の凹所が認められ、そ



Text-fig. 1. Organic substances deposited on the surface of the inserted calcium nucleus. $\times 370$

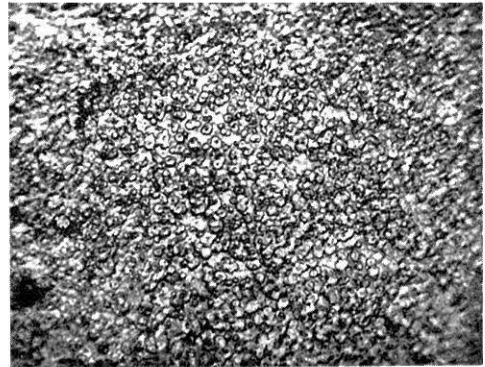
こに核表面や下層に成長している沈着物の露出がみられる。このような膜状に発達する以前のごく初期の成長段階にあつては、有機物質は核表面上に散在して沈着し、次第に大きさを増していく (Text-fig. 1)。この発達過程において有機質膜に同心円状の条紋が明瞭に認められる時期がある。この条紋は多分有機質膜が成長にともなつて周囲に拡散していくために、中心から周囲に向かつて厚さに差を生じて現われた像であろう。このように散在して沈着してきた球形の有機物質のあるものはメタクロマシア反応陽性で、その中心部は特に濃染される。また成長にともなつてこの中心附近に結晶性物質の成長が認められるようになる事などから、成長段階

の差ではなくむしろ膜状に成長する有機物質とは性質を異にするものとも思われる。

真珠形成が進むにつれて、砒物質が厚い conchiolin 膜上に、あるいは直接核表面に沈着成長してくる。砒物質には calcite として成長し稜柱層に発達するものと、aragonite に結晶して真珠層に発達するものがあるが、両者とも手術後10日前後でその形成が認められる。真珠層形成にあつてまず aragonite 結晶は小さな球状の結晶として散在し、大きさを増大すると同時に互いに密着して1枚の結晶板として発達してくる (Fig. 2, 3)。この成長過程において結晶は方向性をもつて沈着している。こうして結晶板が形成されて累積し、条線模様を示すようになる。結晶板形成のごく初期には結晶が一面に散在しているために条線は認めがたいが (Text-fig. 2)、結晶が樹枝状嵌

型に集合しステップ型の集合に発達してくる頃には、Text-fig. 3 や 4 にみられるような間隔の広い平行模様ないし不規則模様を示すようになる。これより後、砒物化が盛んになるにしたがいステップの間隔が比較的狭い平行、渦巻及び同心円状の模様として成長してくる。

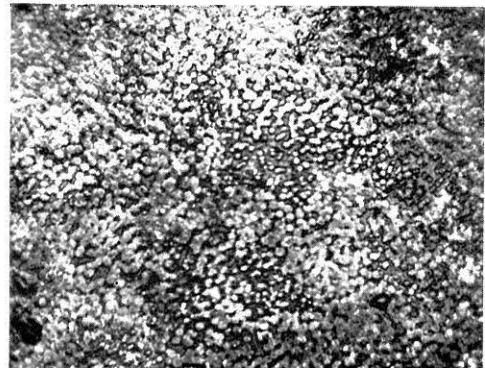
砒物化がおこる以前に、核表面に厚い conchiolin 膜が形成されたり、また他の有機物質の附着するのが屢々みられる。このように真珠形成初期においては有機物質の量的あるいは質的な変化が著しく、上皮細胞の分泌以外の異質の有機物質が附着する事によつて、多量の conchiolin 膜が成長し、後に稜柱層の発達が屢々みられるこうした状態のもとで真珠層が発達してくる際に、aragonite の結晶は種々の成長を示し、その形や大きさも異なつてくる。すなわち、Figure にみられるような円形、楕円形、六角形、菱形及び



Text-fig. 2. Aragonite crystals grown on the surface of the crystal lamellae and organic membrane. $\times 370$



Text-fig. 3. The parallel step-pattern developed at the early stage of the formation of a nacre. $\times 130$

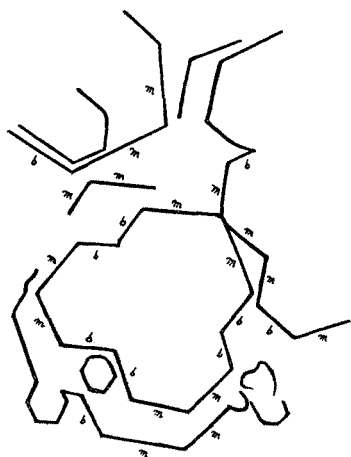


Text-fig. 4. The growth steps of crystal lamellae seen at the advanced stage of pearl formation. $\times 370$

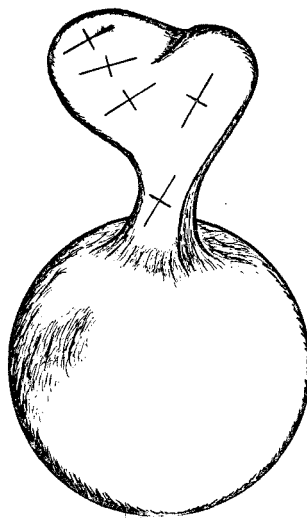
不定形の板状結晶として成長してきて、その大きさも約 $1 \sim 6 \mu$ の範囲を示す。一般に真珠層形成が始まつて間もない頃の aragonite の結晶は Fig. 2, 3 にみられるような成長を示すが、真珠形成のごく初期には Fig. 4 及び 5 にみられるような多量に沈着してくる conchiolin 中で結晶化がおこなわれる事がある。このような状態の中での結晶の成長は完全な結晶板として発達する以前に個々の結晶が conchiolin 膜によつておゝわれて散在した沈着を示す事が多い。図中表面に散在して成長している結晶にはラセン転位が認められ、また腐蝕溶解されて (001) 面に蝕凹が存在しているものもある。一方、こゝに成長している有機物質膜の各所には細い繊維状の構造が認められ、比較的同一方向に走っている。また有機質膜によつて既におゝわれた結晶の縁が表面に凹所となつて現われ、このために有機質膜には凹凸が著しく認められる。Fig. 6 はステップ型に移行しつゝある小さな aragonite 結晶である。この図において、数カ所に形の不明瞭な結晶が互いに不規則に集合して成長しているが、夏から秋にかけて普通の生活機能を営んでいる貝の介殻真珠層上

の結晶成長においては一般にこのような成長はみられない。

真珠形成過程特に初期において、稜柱層と真珠層が相接して成長しているのが屢々観察できる。この際、稜柱層が真珠層をおよつて発達してくる場合と、真珠層が稜柱層をおよつて発達している場合とがある。いずれにせよ、全く構造上においても礫物質の上からも異なつた層が相接して成長している付近では、結晶成長も他の部分と比較して様子が異なつている (Fig. 7, 8)。Fig. 7において右上にみられる輪廓の不明瞭な顆粒状の構造を示す部分は稜柱層で、これをおよつて真珠層が発達してきている。この稜柱層と真珠層は1線でもつて境界されており、aragoniteあるいは calcite の結晶が互いに混合して沈着していないように思われる。また図にみられるように稜柱層に近く、狭い範囲に真珠層の結晶板が数枚重なつて山脈のごとく発達している事が良く認められる。山脈のように積み重なつた結晶板は稜柱層側にも真珠層側にも成長するが、稜柱層側に前進発達している各結晶板の縁に成長している結晶は散在して沈着してくる事がほとんどなく、結晶板の縁に附着して前進していく事が多い。また、この結晶板を構成している aragonite の結晶の形は不明瞭ないし不定形の場合が多い。一方、Fig. 8に示されたように散在して成長している個々の aragonite 結晶あるいは数個密着している結晶の上に更に次々と結晶が累積して成長している事も屢々真珠層側で観察できる。なお図中右下部にみられる三連晶をしている aragonite を模式的に示すと Text-fig. 5 の如くである。すなわち、3個の aragonite 結晶が双晶面(110)で互いに接して



Text-fig. 5. Diagram showing the triple twin in Fig. 8. *b*: 010 plane. *m*: 110 plane. (T): Triple twin.



Text-fig. 6. Schema drawing the micro-crystal arrangement of aragonite on the nacreous surface of the projection of a baroque pearl. The longer straight line of each cross indicates the orthorhombic *b* axis of micro-crystals.

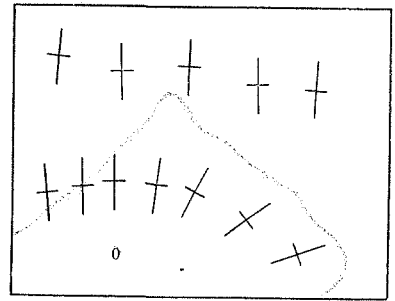
おり、結晶の *a* 軸は120度の角度で、*b* 軸は60度の角度で互いに交わつている。このほか真珠形成初期には一度沈着成長した結晶が腐蝕溶解されている事が屢々観察できるし、overgrowthなども観察できる。

このようにして形成された真珠の真珠層を構成している aragonite の結晶は、その *c* 軸を真珠表面にほぼ垂直に向け、その *b* 軸をある一定の方向に向けて互いに並行に成長している。また突起

を持つ真珠において、この突起を構成している真珠層中の aragonite の結晶の b 軸は突起の根元から頂点に向かって互いにほぼ並行に配列して成長している (Text-fig. 6)。しかし、 b 軸が真珠層の 1 点を中心に放射状に配列する事は決してみられなかつた。

一方、夏から初秋にかけて移植した外套膜上皮組織の変化を観察してみると手術後数日で Fig. 9 及び 10 にみられるような像を示す。すなわち、2 枚のガラスの間に挟んでそう入した外套膜上皮の縁は一樣に伸長せず、ある部分が特に変化してこの部分より周囲に向かって繊維状に伸び出てくる細胞が観察できる。繊維状に伸び出た細胞の伸長方向は外套膜の縁に直角に走る筋繊維と一致している事が多くの場合認められた。しかし外套膜片の切り口の状態、ガラスの間での押しつぶされ具合、ガラスとの接着状態及び位置によつてピースの良く伸びる方向は多少変化するようであるが、いずれにせよ数回の観察ではある方向に強く伸びて行く傾向があつた。こうして数日にして真珠袋が形成され分泌物が現われるが、手術後 1 ないし 2 カ月養殖してガラス面上に形成されてきた真珠層の 1 例を Fig. 11 に示し、これを模式的に表わすと Text-fig. 7 のとおりである。

図中 O 印はピースの附着部と推定した箇所、少量の茶褐色の有機物質と小さな稜柱の成長が多数認められた。なお、その周囲には大きな稜柱が成長しており、また O 印よりガラス周辺に向かって黒褐色の繊維状ないし脈状の有機物質の沈着が認められた。今、これを表面に水平な薄片に作り、コンスコープ装置のもとで真珠層各部における結晶質構造を調べると、結晶の b 軸は O 印を中心にその反対側へ向かつて伸びている事がわかる (Text-fig. 7)。すなわち、移植した上皮組織の伸長方向やその行動と b 軸の配列とがきわめて良く一致している事がわかる。この事は有機物質や稜柱の成長との関係からも十分に考えられる。



Text-fig. 7. Diagram illustrating the arrangement of the orthorhombic b axis of crystals in the nacre formed on a glass, in where the point 0 is the part of the grafted mantle piece.

考 察

真珠の形成初期において沈着物の成長速度は 7, 8, 9 月を通じて多少の差がみられるが、大体核入れ手術後 3~6 日目に真珠袋上皮組織からの分泌物の沈着が認められ、9~12 日を経過する頃には真珠層や稜柱層の形成がみられる事を前報¹⁾に報告した。真珠形成は有機物質膜の沈着によつて始まる。まず、一樣な膜状の有機質膜が形成され、あるいは小さな球状をした有機物質が散在して沈着し、個々の大きさが増大すると同時に互いに密着し重なりあつて不定形の膜として発達し、次第に核面をおもつて成長していく。この有機物質にはメタクロマジア反応に陽性のものと陰性のものがあり、辻井²⁾(1955)が脱灰したアコヤガイの養殖真珠中の有機物質で指摘したように塩基性蛋白質や多糖類の如く少なくとも 2 種類以上の異なつた有機物の沈着があるものと思われる。また沈着成長時には形態的に光学顕微鏡のもとで球状ないし顆粒状、繊維状、脈状及び膜状に発達しているが、これらの形態的差異が有機物質の差異によつて生ずるかは不明である。しかし有機物質は沈着時における母液の条件の差や、結晶性物質の沈着の有無などによつて種々の外形を示すものと考えられる。この内、膜状をした有機物質には電子顕微鏡的な微細な顆粒ないし繊維構造がみられるが、介殻石灰化の折にみられる膜状有機物質において更に明瞭に認めら

れる(著者未発表)。これら有機質膜は介殻においては一様に拡がっていくため、真珠でみられるような著しい凹凸はみられないが、膜の成長縁にステップが現われたり、膜に孔があいていて比較的規則的な構造が認められ、一般に方向性をもっている。この有機質膜にみられる顆粒状及び繊維状の構造は光学顕微鏡的な外形とは全く大きさの単位が異なり、また有機物質中に成長している顆粒状の小さい結晶性物質とも全く異なっている。そしてこれらの像は介殻や真珠中に存在する conchiolin と呼ばれている有機物質全体あるいはその一部における基本的な構造と考えられるが、その詳細な構造については石灰化と関連して改めて報告する。真珠においても、このような構造をもった薄い conchiolin 膜が重なって成長するにつれ、比較的厚い有機質が核表面を完全にあるいは不連続におよびて形成されるが、厚い有機質層の形成を見ずして直接結晶成長してくる事も屢々観察出来る。手術後4~6日目頃には既に有機質膜の上や中に形態的に砒物質と認め得る結晶の沈着が認められ、von. Kóssa の硝酸銀法によつて沈着物全体が茶褐色に染まるが、酸あるいは EDTA で脱灰した後は染色されないかされにくい。また顕微鏡的には同定が困難であるが、今回観察した真珠あるいは介殻形成の最初の不定形をした膜状有機物質の中には砒物質の成長があるものと思われ、これらの結晶性物質は種々の phase の段階で成長しているものと考えられる。しかし真珠形成のごく初期の頃から aragonite や calcite の結晶の沈着がみられ、粉末 X 線解析でも判別しうる量をもつた他種砒物の存在は今のところ認められていない⁴⁾。また真珠層と稜柱層の形成の間には別に順序はみられないが、calcite の結晶が比較的早い時期に認められる事が多い。しかし、これが稜柱層にまで発達するかは別問題である。炭酸カルシウムの結晶は真珠袋の分泌物以外の附着した部分では稜柱層として発達しシミを形成してくる事が多いが他所においては真珠層が形成される事が一般的に多い。勿論、異物の附着がみられない部分にも稜柱層の形成が認められる事が屢々ある。

真珠層の形成は aragonite 結晶の沈着によつて始まるが、真珠形成初期における結晶成長の場合は、移植した上皮細胞から発達した真珠袋上皮細胞の分泌活動が安定するまでに質的あるいは量的にかなり変動するものと考えられる。事実、上皮細胞の分泌活動の変化にともなう有機物質量及びカルシウム量の変化や不純物の多寡、母液の pH の変化等が結晶の成長方法や速度に大きく影響し、結晶の形、大きさ及び集合状態に変化をおよぼしている。また、こうした条件のもとでラセン転位成長による結晶がかなり観察できるし、僅かに腐蝕された結晶の(001)面にラセン転位像が屢々現われていた。このほか砒物としての生成条件が全く異なる calcite と相接して同時に成長してくるが、これは比較的はつきりとわかれた相異なる2つの砒物生成要素をもつた母液が相接して存在している事を意味するものと思われる。この際、なぜ真珠層側にのみ山脈状に結晶板が累積するかは不明であるが、真珠形成初期においては分泌されてきたカルシウムや有機物質の濃度が場所によつてかなり異なっており、特に相接して異層の形成のみられる部分ではコロイド状態にあるこれらの溶液は不均一な分散を示すのではないかと思われる。いずれにせよ結晶成長は非平衡状態のもとでおこなわれ、非平衡の度合によつて結晶の成長方法や速度は全く異なってくる。すなわち、非平衡の度合が著しい場合には丸い結晶が樹枝状の集合に成長してくるが、非平衡度が小さくなると結晶はよく発達した平面で限られた自形の大きな結晶として成長してくる。更に非平衡度が小さくなるにつれて樹枝状の集合はみられなくなり、結晶は一面に散在して成長してくる。勿論、平衡状態ないしそれ以下の場合には結晶成長はみられないし、成長してきたばかりの結晶や結晶板の成長縁の腐蝕溶解がおこつて成長前線の後退がみられるようになる。こうした結晶成長にあつて結晶自体の物理的性質、外的な拡散や pH の条件が成長を支配し、

結晶の形、大きさ及び集合に影響を及ぼすであろう。また、軟体動物の石灰化過程では carbonic anhydrane のような酵素の活動によつて炭酸塩が供給されるわけで、もしカルシウムが制限因子にならなければ、この活性度の変化が結晶成長の場における炭酸カルシウムの濃度を支配するであろう。

真珠や介殻真珠層内面にみられる種々の条線は aragonite 結晶の薄板の成長縁が表面に露出して生じた模様で、結晶板の縁に沈着してきた結晶の成長方法や速度によつて変化する。したがつて、貝の生活活動の変化にともなう結晶成長の場の物理化学的差異によつて種々の条線を示すようになる。著者はアコヤガイ介殻真珠層表面にみられる条線模様を観察し、外套膜の分泌活動が盛んであると思われる部分に接している周辺部では平行模様を示し、分泌活動が低いと思われる部分に接している中心部では渦巻ないし同心円模様を示す事や、分泌活動が低下したと思われる時期になると平行模様を示していた部分にも渦巻成長がみられるようになる事を指摘した。介殻真珠層中心部にみられる条線模様を更に詳細に観察してみると、英虞湾ではアコヤガイで養殖される真珠のカルシウム沈着量が一番多い 8, 9, 10 月にはステップ間隔の狭い大きく発達した渦巻として成長してくるが、これよりも沈着量が少ない 6, 7, 11, 12 月頃には中小の渦巻模様や不規則な模様を示すようになる。更に沈着量の少ない 1~5 月頃には間隔の広い不規則模様や非対称の渦巻ないし同心円の模様として発達してくる(著者未発表)。このように条線模様はカルシウムの沈着量によつて変化してくるから、真珠形成初期の結晶成長の場をこうした結晶の成長模様の变化によつて推察する事ができる。今回の一連の観察では、手術後 6 日頃まではほとんど顕微鏡的に確認できる鉱物質の沈着はみられず、僅かに有機物質の上や中に散在して沈着しているのが認められた。若し鉱物質の沈着量と上皮細胞のカルシウム代謝量との間に相関があるとするならば(勿論、この場合 Wilbur and Jodrey(1955)⁵⁾ や 河合⁶⁾ (1954) が指摘しているように石灰化に関与する酵素の活性度や著者が度々論じている結晶成長の場の種々の要素が問題になるが)、移植上皮が真珠袋上皮に変化した直前までの上皮細胞が著しく動的である頃までは上皮細胞のカルシウムの分泌活動はほとんどおこなわれていない事を意味するものと思われる。その後 25 日を経過する頃までは結晶成長が盛んになるにつれて条線模様が現われ、不規則から平行ないし渦巻の模様に変化してくる。この条線模様の変化は完成した真珠袋上皮細胞が静的になるに従つて分泌活動が盛んになり、結晶成長の場へ炭酸カルシウムの供給が増加し、沈着成長速度が速くなるためであろう。しかし、真珠袋上皮の分泌活動が宿主である貝の外套膜のそれと同じ程度に達するのは、7, 8, 9 の 3 カ月間においては手術後 1 カ月を経過する頃からと思われる。勿論、生物体における結晶成長は外的な物理化学的な要素によつて支配されるが、これらの要素はある生活環境の中での生物の生活活動の中できり出される。したがつて、真珠袋の上皮細胞の分泌活動は個々の真珠袋によつて、また同一真珠袋でも場所によつて異なつており、手術前及びその後の養成期間中の個体の生理状態の変動が強く影響するであろう。

著者⁷⁾ (1958, 1959) は二枚貝の介殻真珠層中の aragonite 結晶がその *c* 軸及び *b* 軸をそれぞれ介殻内表面に垂直な成長方向及び水平な成長方向にほぼ並行に配列して成長している事を報告した。この事実は二枚貝介殻真珠層では結晶軸の配列が生物学的要素によつて支配されている事を意味している。今回の外套膜移植実験によつて得られた結果や、真珠を構成している結晶の *c* 軸及び *b* 軸の配列と真珠層の成長との関係からも、このような結晶質の成長にあつて結晶の *c* 軸がその垂直な伸長方向に並行に成長しており、その *b* 軸が石灰化に関与している上皮組織の水平な伸長方向や運動量によつて直接あるいは間接的に支配されている事が確認された。一方、著者

は介殻中の有機質膜の構造を電子顕微鏡によつて調べた結果、小さな顆粒が連列して繊維状になり、これら繊維が密着して全体的には孔のあいた膜状を呈しているものや、方向性をもつた小さな顆粒が膜状に発達しているのを屢々観察している。この繊維の長軸は同一方向に向かつて互いに並行して走っている事が多い⁹⁾。このように有機質膜が方向性をもつて成長して、結晶の *b* 軸の配列に直接関与してくると十分に考えられるが、結晶軸と有機質膜の繊維軸との関係については現在追究中である。しかし、2 軸性結晶に属する aragonite 結晶がこのような外力に対して *b* 軸をどうして並行にして成長するかは、aragonite と conchiolin との間に存在する物理的性質にその因子が求められるであろう。上述のように、結晶の *b* 軸の配列は外力によつて支配されているが、完成した真珠袋は外套膜とは異なり自由縁をもたない一層の上皮細胞の袋であるから、外套膜にみらるような伸長や運動は考えられない。それにもかゝらず、連続して成長した層の中の結晶はその *b* 軸を同一方向へ向けて互いに成長している。この事は真珠袋形成過程における移植外套膜上皮細胞の伸長方向によつて与えられた方向性が真珠袋完成後においても上皮の細胞分裂や活動に存在しているものと考えられるし、また方向性をもつて成長している結晶の上に新たな結晶が連続して成長してくる場合には下層の結晶配位に支配されて成長してくるとも考えられるが、この問題については今後追究する。また移植上皮細胞の伸長に方向性がみられたが、恐らく細胞本来の極性や結合組織の配向がここで問題となるであろう。

稜柱層が柱状構造からなり、真珠層が層状構造からなっている事は以前から多くの研究者によつて観察され、目的論的に説明されているが、未だその形成機構は明らかでない。著者はこの問題をも含めてこの真珠形成初期における両層の成長方法を観察してきたが、ここに両層の差異がどうして生ずるかについて若干の考察を試みよう。アコヤガイ介殻及び真珠の稜柱層は一般に六角柱状の構造をしており、これを構成している calcite の結晶はその *c* 軸を conchiolin 壁の長軸に並行して成長している。また稜柱層の形成にあつては沈着してきた稜柱がそれぞれ独立に成長して大きさを増し、互いに密着して蜂窩状に発達してくる場合と、一つの稜柱が成長していく途上で conchiolin の壁によつて仕切られ蜂窩状に発達していく場合とがあるが、いずれの場合においても沈着当初は有機物質が結晶成長の中心となつているし、蜂窩状の各部屋は独立に成長しているものと考えられる。したがつて稜柱層中の calcite 結晶はそれぞれの部屋の中では比較的規則正しく配列しており、一つの部屋が単結晶のような像を示すものが沢山みられるが、稜柱層全体としてみた場合には規則性が認め難い。これに反して介殻や真珠の真珠層は層状の構造からなつており、これを構成している aragonite の結晶はその *c* 軸及び *b* 軸をそれぞれ規則正しく配列してモザイク状に集合している。また成長初期において稜柱層でみられた様な結晶成長の中心に顕微鏡的な有機物質の存在は認め難い。更に両層中の conchiolin の分布状態や分布量の差、結晶成長の模様や点でも大きな違いが認められる。しかし前者は柱状の構造が優性ではあるが層状構造をも持っているのに反して、後者は層状構造のみで柱状構造は認め難く、たゞ表面で結晶成長模様の境が明瞭に認められる事がある。そのほか渡部等¹⁰⁾(1958) がカキ介殻の calcite 結晶の成長を観察して、規則正しく配列して層状に成長している像を示した。また calcite のみからなる介殻を調べてみると柱状構造をもたず層状構造からなるものがかなりある。これらの点から、稜柱層と真珠層との構造差は両層の成長方法の違いと思われる。こゝで両層中の有機物質の質、量及び成長方法が問題であり、これに関連して結晶成長方法が問題になるのではないかと考えられる。

摘 要

1) 真珠形成初期における有機物質及び真珠層の成長を光学顕微鏡及び電子顕微鏡によつて

観察し外套膜上皮組織の移植実験によつて真珠層中の結晶配列に關与する因子を調べた。

2) 有機物質は光学顕微鏡的には球状、纖維状及び膜状として認められ、このうち膜状のものには電子顕微鏡的な小さな顆粒及び纖維像が認められる。また有機物質中にはメタクロマシア反応陽性を示すものがある。

3) 磁物質の沈着量と真珠袋のカルシウム代謝量との間に相関があるとするならば、移植上皮が真珠袋上皮に変化した直後までの上皮細胞が著しく移動性に富んでいる頃まではカルシウム分泌活動はほとんどおこなわれていないが、その後真珠袋上皮細胞が静的になるにしたがつて分泌活動が盛んになり、手術後1カ月を経過する頃には母貝の外套膜のそれと同じ程度になるものと思われる。

4) 真珠形成当初に沈着してきた aragonite 結晶にはラセン転位成長をしているものが比較的多く、また (001) 面が僅かに腐蝕されている時にラセン転位像が認められる。

5) 真珠や介殻真珠層上の aragonite 結晶の成長及び条線模様は母液の物理化学的な状態によつて支配されており、この結晶成長の場の変化はある生活環境での生物の生活活動の中での分泌機能や生理状態の変化によつてつくりだされる。

6) 真珠層中の aragonite 結晶の b 軸の配列は移植外套膜片上皮組織の伸長方向によつて直接あるいは間接的に支配されている。

7) 真珠層と稜柱層の構造差は両層の成長方法の違いと思われる。

Summary

Deposition of organic matters and aragonite crystals at an early period of pearl formation was observed under optic and electron microscopes.

Organic substance which is secreted at first on the surface of the inserted foreign develop in irregular shaped membrane. The membrane shows homogenous, granular or fibrous structure. Certain portion of the organic matters indicated a positive metachromasia reaction by toluidin blue. Mineralization begins actively from about 6 days after operation in summer, the deposition stained by using the silver method of von. Kóssa, but based on the results obtained by X-ray powder method there are found non minerals except calcium carbonate crystals such as aragonite and calcite.

In the process of pearl formation, aragonite crystals develop through parallel growth, overgrowth, triple twin and screw dislocation. Their shapes and arrangement are in different. Crystal growth is governed by the physicochemical conditions around growing crystals, which vary by differences of the secreting activity of the epithelial cells in different stages of pearl-sac or pearl formation, and in different vitalities of individual oysters.

In the nacre of the cultured pearls produced from *Pinctada martensii* (Dunker), the orthorhombic c axis of aragonite crystals is nearly in parallel to the direction perpendicular to the surface of a pearl, and moreover, their orthorhombic b axes are arranged in regular as that of crystals in the nacre of the pearl oyster shell. The arrangement of the orthorhombic b axis of small crystals in the nacreous layer pearls is governed by the behavior and the elongation of the grafted mantle epithelium in the early stage of pearl-sac and pearl formations.

The structural difference between prismatic and nacreous layers in *Pinctada martensii* seems to be due to the differences of the mode of growth of organic matrix and lime salt in each layer.

文 献

- 1) 和田浩爾 1957. 真珠形成初期の顕微鏡的觀察I. 国立真珠研報 3: 167—174.
- 2) 辻井 禎 1955. 貝殻及び養殖真珠形成時の核酸の組織化学的分布について. 日本生物地理学会会報 16—19: 83—93.
- 3) Grégoire, C., Duchâteau, G. et Florkin, M. 1955. La trame protidique des nacres et des perles. Ann. Inst. Oceanogr. 31: 1—36.
- 4) 和田浩爾 1958. X線回折及び示差熱分析による各種養殖真珠の成分に関する研究. 国立真珠研報 4: 275—282.
- 5) Wilbur, K. M. and Jodrey, L. H. 1955. Studies on shell formation V. Biol. Bull. 108(3)359—365.
- 6) 河合清三 1954. アコヤガイの物質代謝に関する研究 II. 生理生態 6: 23—27.
- 7) Wada, K. 1958. The crystalline structure on the nacre of pearl oyster shell. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish. 24 (6 & 7): 422—427.
- 8) _____ 1959. On the arrangement of aragonite crystals in the inner layer of the nacre. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish. 25 (5) 342—345.
- 9) _____ Electron microscope (printing).
- 10) Watabe, N., Sharp, D. G. and Wilbur, K. M. 1958. Studies on shell formation VIII. J. Biophys. and Biochem. Cytolo. 4(3): 281—286.

Explantation of Figures

- Fig. 1. Organic membrane formed on the surface of the inserted foreign at an early stage of pearl formation. Showing the granular structure of organic membrane and hollows on the membrane. $\times 4000$
- Fig. 2. Deposition of rounded crystals of aragonite at the first step of the nacreous layer formation. $\times 3000$
- Fig. 3. Aragonite crystals developed in the dendritic growth at the advanced stage of formation of the nacre. $\times 3000$
- Fig. 4. Positive replica illustrating a hexagonal growth spiral on the (001) face of the aragonite crystal grown on organic membrane at an early stage of pearl formation. The spiral goes around the top of the step as clockwise, and may be created by screw dislocation. $\times 4000$
- Fig. 5. Spiral growth step of the aragonite originating from screw dislocation (the right) $\times 4000$
- Fig. 6. Showing the step-like accumulation of crystal lamellae, in where small crystals grow. $\times 3000$
- Fig. 7. Nacreous and prismatic layers formed at an early stage of pearl formation. Showing crystal lamellae piled up just like a mountain range near the prismatic layer (the upper right). $3000 \times$
- Fig. 8. Aragonite crystals of tabular idiomorphic form grown at an early stage of the nacreous layer formation. Showing triple twin of aragonite crystal in the lower right corner. $\times 3000$
- Fig. 9. The living mantle piece at 4 days after transplantation. $\times 30$
- Fig. 10. Showing the elongated cells from the edge of a grafted mantle tissue at 4 days after operation. em: the edge of a grafted mantle piece. $\times 250$
- Fig. 11. Shell substances formed on the inserted glass. O: the part of the inserted mantle piece. p: prisms. $\times 30$



Fig. 1.

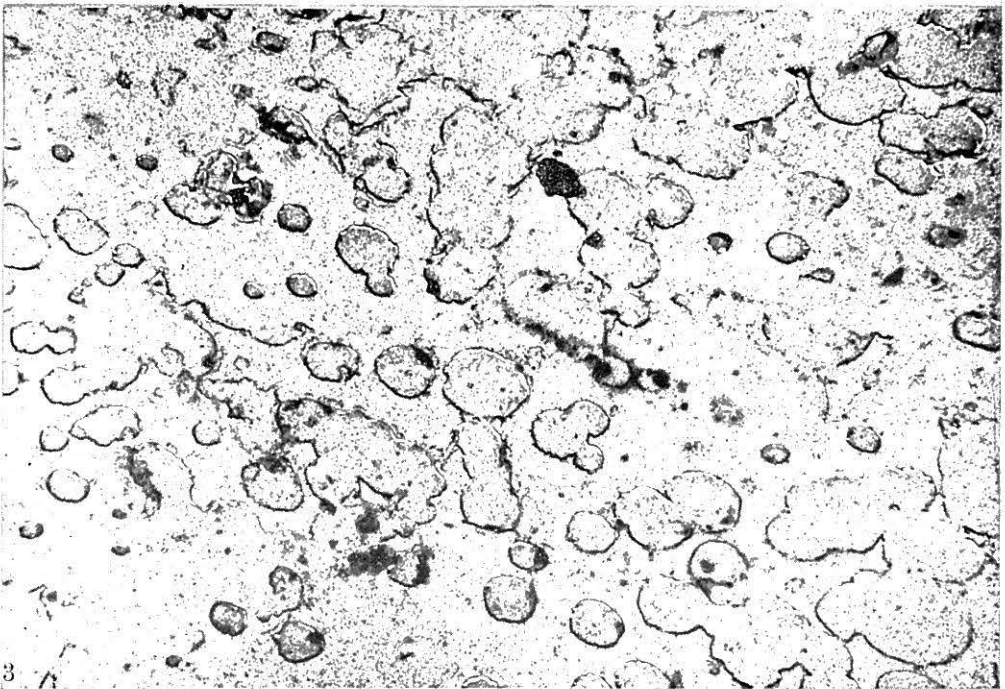
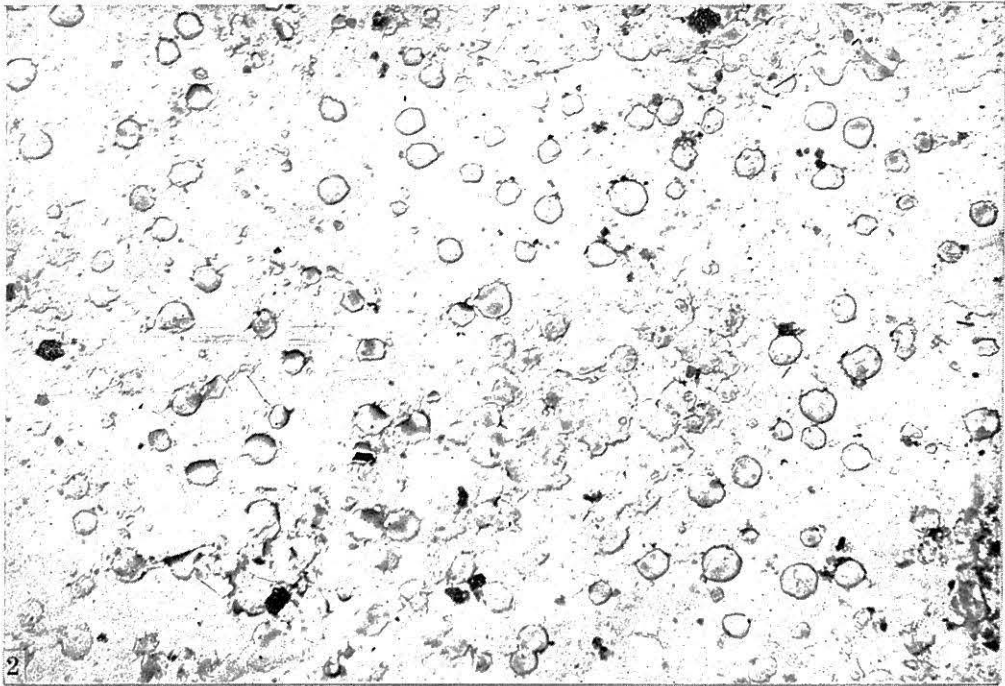


Fig. 2—3.



Fig. 4.

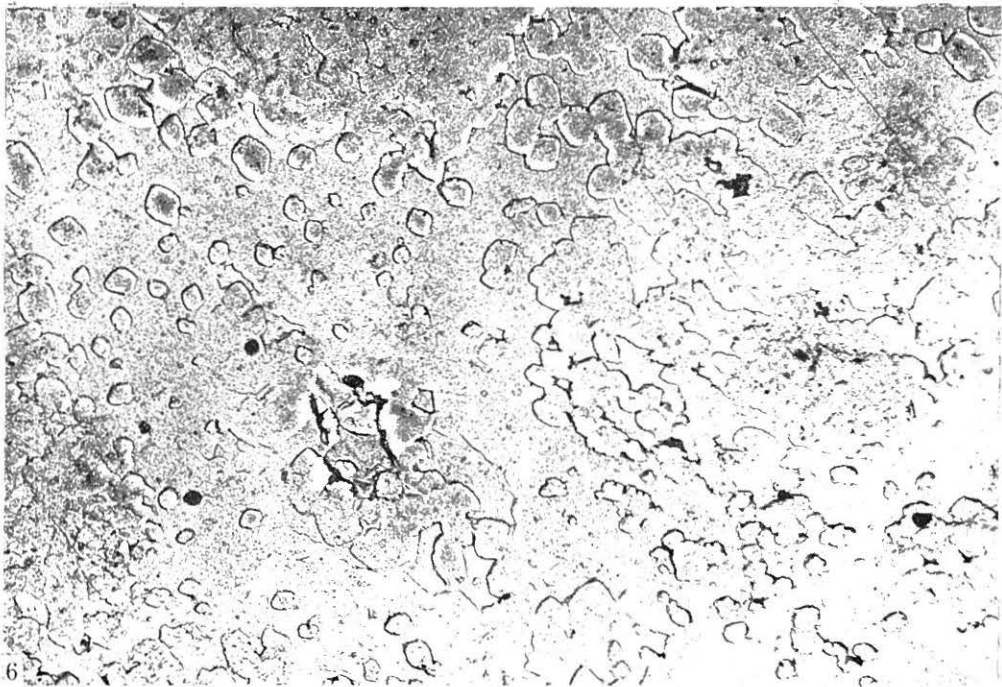
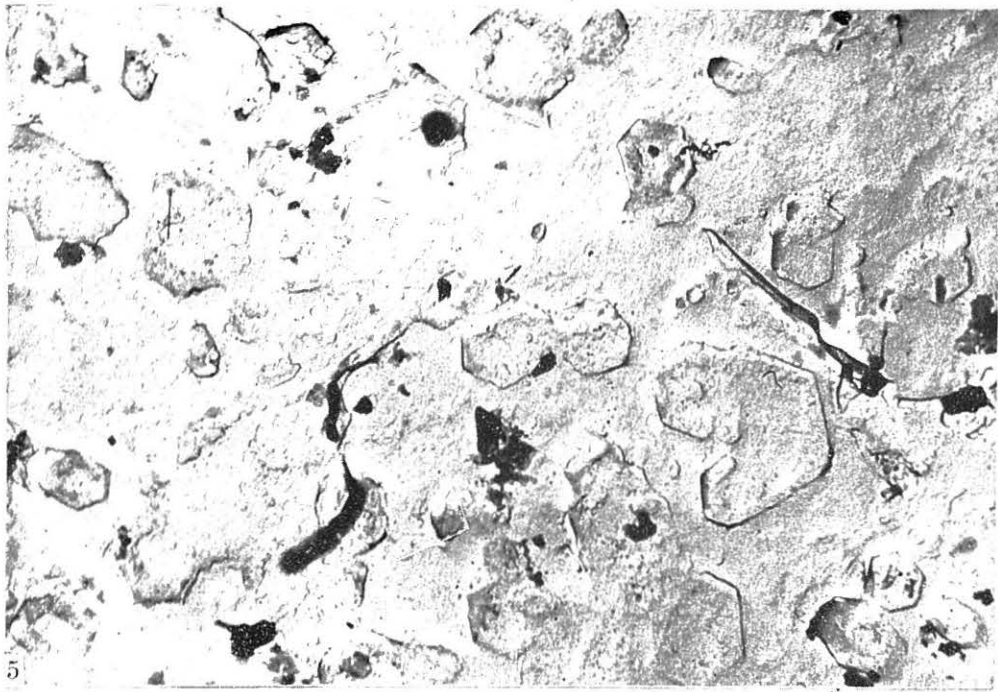


Fig. 5 - 6.

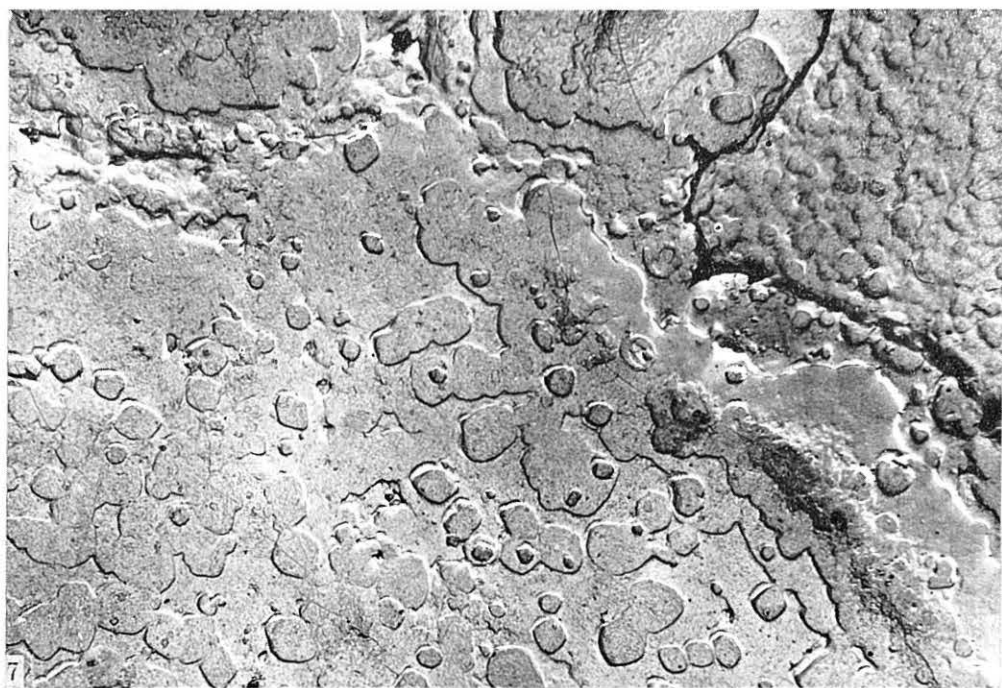


Fig. 7—8.

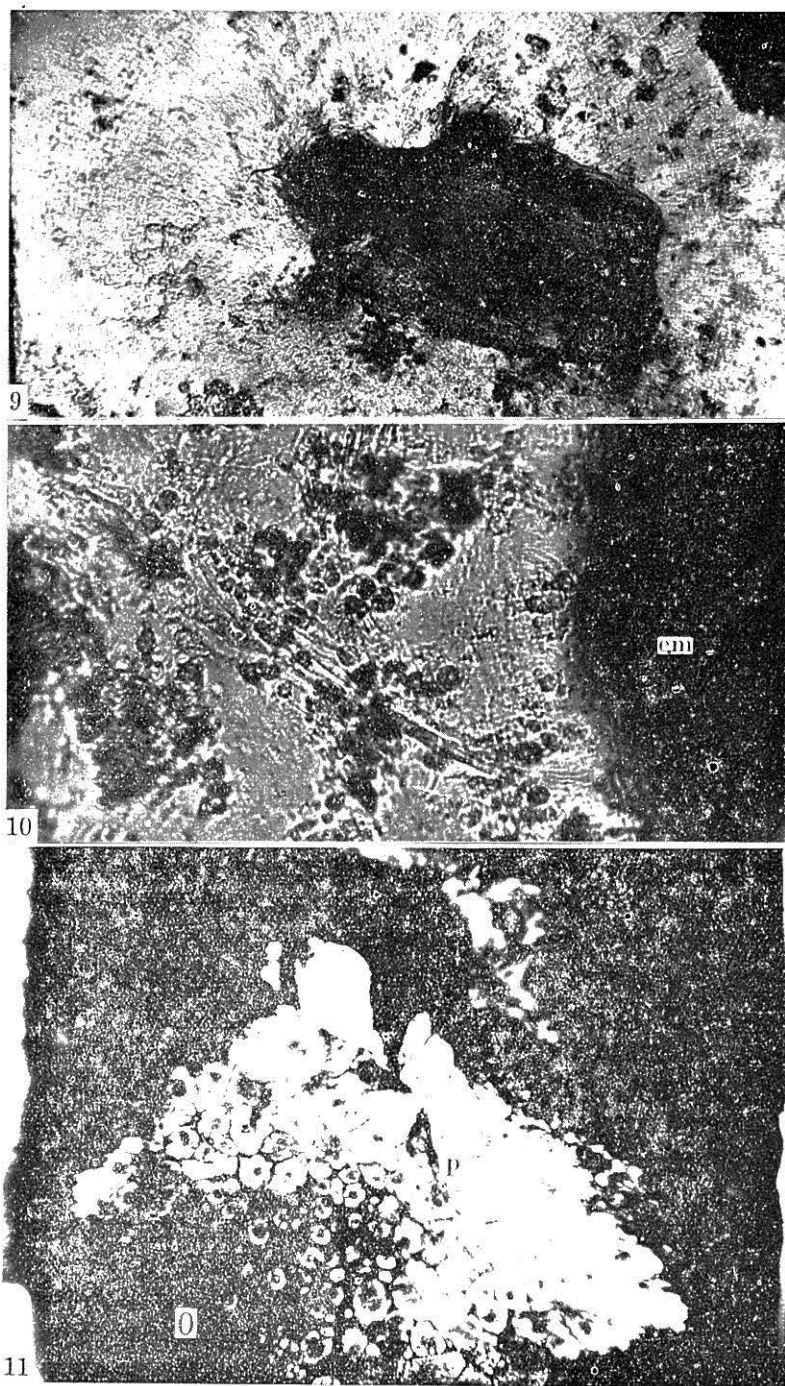


Fig. 9-11.

真珠形成初期の顕微鏡的観察 IV^{*1)}

和田 浩 爾

国立真珠研究所

は し が き

アコヤガイ *Pinctada martensii* (Dunker) による真珠養殖において、石灰核とともに貝の生殖腺内に移植するピースは一般に外套縁膜を使用している。外套縁膜は介殻にあつて閉殻筋及び外套膜筋痕より腹縁側で稜柱層にいたるまでの真珠層と接しており、この部分の真珠層の形成にあつている。一方、これより先の部分、すなわち外套膜縁は三つのひだにわかれており、介殻褶 (shellfold) の外面上皮によつて介殻の稜柱層が形成されている。このため外套膜縁が切除されずに移植上皮片の一部に残つていると稜柱層真珠を形成し真珠の品質を低下させると一般に言われており、この部分を切除したものをピースとして使用している。前報までにおいて、外套縁膜部を移植した場合の真珠形成初期の沈着物について一連の観察をおこなつてきた結果、稜柱層が一部に形成されてシミとなる事が屢々認められた。しかしながら、最後まで完全に稜柱層が発達して稜柱珠となる割合はきわめて小さいものである。このように貝の介殻物質の分泌器官である外套膜組織中分で化した特有の分泌活動をおこなつている部分が、同一種の貝の異なつた器官、すなわち生殖腺内に移植され真珠袋上皮細胞に変化した後までも、このような区域による特殊性が保持されてそれぞれ真珠層及び稜柱層の形成をつかさどるかと言う問題は基礎的にも産業的にも大きな問題である。また、このような移植片の差異によつて異なつた砒物生成条件を容易につくりだせるならばこの面での研究に非常に役立つものと思われる。これらの問題を明らかにするために外套膜縁をピースとして使用した場合の真珠袋形成と関連して初期の沈着物を観察し、産出された真珠についての種類を調べ、若干の考察を加えてここに報告する。

本文にはいるにあたり終始御指導をいただいた国立真珠研究所高山活夫所長、並びに校閲をいただいた中原皓氏に深謝する。なお、有益な助言をくださった町井昭氏に感謝する。

材料及び方法

核入れ手術は1958年7月19日及び1959年9月1日におこなつた。実験にあたっては外套膜縁から得たピースを直径 6mm の核とともに3年生アコヤガイの生殖腺内に1個あてそう入した。この対照として外套縁膜より得たピースを同様にしてそう入し、前者と比較実験をおこなつた。核入れ

* Koji Wada. Microscopic observations of cultured pearls at their early formation IV. With English summary, p. 377. Bull. Natl. Pearl Res. Lab. 5: 373-380. 1959.

1) 国立真珠研究所業績 No.48. (国立真珠研究所報告 5: 373-380. 昭和34年12月)

手術後、実験貝は毎日5個体ずつ30日間採集し、水洗いの後自然乾燥して、その表面の沈着物を垂直投光管によって直接観察した。なお、残りは1年2カ月養殖後採集して真珠の種類を調べた。

一方、真珠袋形成過程の上皮細胞の変化及び沈着物との関係を調べるためにパラフィン核をもちいて手術し、核入れ後3,5,7,8,10,及び20日目に採集して、10%ホルマリンによって固定し、固定後パラフィン切片をつくり、エールリツヒ・ヘマトキシリン-エオシン染色を施して観察した。

観 察

9月1日に手術してから3日目に移植した外套膜縁の三つのひだを観察してみると、この部分の上皮細胞はほとんど変化していないが一部に伸びかけている部分が認められた。しかし縁膜部に近い外側の上皮細胞は既に相当に移動している像を示している。この頃まではそう入した核表面上にほとんど分泌物らしいものは認められないが、部分的に附着物がみられる。5日を経過する頃には3つのひだの外側の上皮細胞は著しく移動性をおびており、真珠袋も核全体をおおってほとんど完全に形成されている。この真珠袋に発達した上皮細胞は一般に背の高いものが多いが、部分的背の低い移動性に富んだ上皮が認められる。また伸長した上皮と核との間に多数の游走細胞の集積している所が認められるし、核と接していないひだの内側の上皮細胞が部分的に消失している像も認められたが、核と接したひだの内側の上皮細胞が拡がっている像も認められた。しかしひだのどちら側の上皮が退化するかは今回の観察では明らかでない(Fig. 1)。この頃の核表面上にみられる沈着物は明らかに上皮細胞の働きによって分泌されたものと思われるが、まだ沈着物は非常に少ない。しかし早いものでは顆粒状物質が認められる。手術後7日目には真珠袋が核をおおって完全に形成されており、組織標本においても既に分泌物が核面に沈着しているものが認められる。形成された真珠袋の上皮細胞は一般に背の高いものが多い。勿論、同一真珠袋でも背の低い部分のみられるものもあるが比較的少ない。また核面に接したひだの上皮細胞で多少の移動性を示したまま真珠袋上皮細胞の一部になってきた像も認められる。一方、核面上の沈着物には膜状、繊維状及び脈状をした有機物質と思われるものが多く、砒物質の沈着は比較的少ないように思われる(Fig. 3)。しかし10日から15日を経過する頃には顆粒状の砒物質をもった有機質膜や稜柱層の発達が認められ(Fig. 4, 5, 6)、25日目頃には真珠層の成長がみられるものが多少現われている。このように有機質物質の沈着は外套縁膜部を使用したものに比較して大差ないが、砒物質の成長、特に真珠層の発達は著しくおくれしており、核面をおおって有機質膜や稜柱層が永い間よく発達している事が多い。また真珠袋が完全に形成された後の上皮細胞も Fig. 2 にみられるように背の高いものが多い、そこに厚い有機質膜が形成されているのが屢々認められる。こうして手術後30日から40日を経過する頃になると次第に真珠層の発達がみられるようになるが、縁膜部を使用した場合に比較して真珠層の形成のみられる真珠の率は非常に少ない。

外套膜縁を使用した場合は縁膜を使用した場合に比べて有機物質の沈着が多量に観察され、また稜柱層の発達が一般的に優勢であり、真珠層の形成は全くみられないか非常に遅れる。有機物質は粒状に現われて大きさを増し、互いに密着し、あるいは重なりあって不定形の不連続な膜状に発達して発達してくる場合(Fig. 7,8,9,10,11)、方向性をもった薄い膜として発達してくる場合(Fig. 12)と脈状や繊維状に発達してくる場合とがある(Fig. 13, 14)。この内、不定形をした比較的厚い膜として発達してくる有機物には無数の顆粒状の物質が認められ、膜として発達してくる過程においては一様に成長してこないから大小の円形ないし不定形の凹所が生ずるし互いに重なり合っ

る沈着の特徴を示しており、有機質膜の中や上にみられた顆粒状物質とあわせて結晶性物質の沈着成長があるものと思われる。薄い膜として発達してくる有機物質は光学顕微鏡的には無構造にちかく膜面に時として繊維構造がみられ、この繊維に沿って多数の稜柱が縦列に沈着し成長してくるのがみられる (Fig. 12)。一方、繊維状ないし脈状の構造はシミの発達している部分にみられる事が多く、シミの一要素となっているものと思われる。この脈状の有機物質の成長のあるところには厚い有機質膜の成長も多くの場合附随している (Fig. 3)。

稜柱層の形成は比較的早くからみられ、その後真珠層の発達があるまで続くから、真珠層の形成が全くない時には稜柱層真珠となってくるし、遅く形成されたり混合して成長する時には複合真珠となってくる。稜柱層の発達については前報¹⁾で詳細に報告した通りであるが、稜柱層の形態はこれに接している母液の物理化学的な変化に支配されており、同時に稜柱の沈着密度や相互の位置が密接に関係してくるものと思われる。この点において介殻稜柱層の如く単純ではなく多種多様の形態を示す。一方、真珠層の形成は非常に遅く手術後1カ月を経過する頃に僅かにみられたものがあつたが、その後も真珠層の形成される率は少ないようである (Table I)。

Table I. Frequency of various kinds of pearls produced from the pearl oyster when a mantle edge employed.

the kind of pearls region of a mantle		nacreous* L. P.	prismatic L. P.	compound P.	non deposition	total
mantle edge	frequency	27	21	14	12	74
	per cent	37	28	19	16	100
mantle piece	frequency	46	0	6	1	53
	per cent	87	0	11	2	100

* "Shnudama" is contained in this pearl.

ピースとして外套膜縁及び縁膜を使用して手術をおこない、それぞれ養殖された真珠を真珠層真珠と稜柱層真珠とに分類し、その構造上から調べると Table I の如くなる。すなわち縁膜部を使用した場合には稜柱層を内臓する真珠が形成されても稜柱層真珠となるものはほとんどない事を意味しているのに対して、膜縁を使用したものではほとんど総てのものが稜柱層の形成をみており、稜柱層真珠として発達してくる真珠の割合も著しく増加している。更に膜縁を使用したものでは最初に何らかの附着物が認められても、その後分泌物の沈着形成のみられないものの率が16%も占めている事がめだつている。これらを商品的な立場から分類すると Table II の如くであり、膜縁部を使用するとたとえ真珠層が形成されても脈状ないし繊維状の沈着物が後までも影響したり、真珠表面のはだが悪いいため商品的に価値のあるものはほとんど産出されてこない。

Table II. The classification of the pearls in Table I on commercial viewpoint.

region of a mantle		value	valueless	total
mantle edge	frequency	3	71	74
	per cent	4	96	100
mantle piece	frequency	44	9	53
	per cent	83	17	100

考 察

Kawakami²⁾ (1952) は外套膜縁及び縁膜部の移植再生実験をおこなった結果、前者では有機物質及び稜柱層の形成を認めたが、真珠層の形成は観察できなかった事、及び後者においては有機物質や稜柱層を形成した後に真珠層の発達してくるのを認めたが、外套膜における分泌機能の区域による特殊性は恒久的なものではなく、変化しやすい事を報告している。また真珠層や稜柱層を分泌している上皮細胞の形態はそれぞれで特異性をもっている事を示した。中原等³⁾ (1956) は真珠袋上皮の形態を詳細に調べ、真珠層真珠の真珠袋は1層のへん平な上皮細胞から成っており、稜柱層真珠では胞状の細胞が多く混じり、有機質真珠では細長い円柱状の細胞から成っていると報告している。そして一般に移植後の上皮細胞には外套膜にみられる介殻物質分泌機能の区域による特殊性は不安定なものと思われている。今回の一連の観察から、石灰核と一緒に外套縁膜を生殖腺内に移植した場合、必ずしも厚い有機質層の形成がなくても真珠層の発達がみられるし、稜柱層は特定の部分に僅かに形成される事が多く、核表面全体にわたって形成される率はきわめて小さい。これに対して外套膜縁を同様にして移植した場合には、厚い有機質膜や稜柱層が核表面全体にわたって形成されているものが多く、真珠層の成長が全くないか、あつても真珠層真珠の形成される率は比較的小さい。すなわち、移植片のとり位置によつて、移植後一方は一時的に他層を形成するにせよ、最終的には上皮細胞はへん平となり真珠層を分泌する機能をもつてくるが、他方は上皮細胞が立方状になつて稜柱層を分泌する機能を持つ段階でとどまるものの率が非常に大きい事を意味しているものと思われる。ここで外套膜縁の移植においてみられた真珠層の形成には縁膜部の不完全な切除のために生じたものもあると考えられる。

これとは別にアコヤガイから産出された真珠の構造を調べると、真珠層、稜柱層及び有機質層が一定の順序をもたずに累積しているものもみられるが、大部分の複合真珠は一定の空間を占めて両層が同時期に形成されているか、ある時期に有機物質や稜柱層の形成をみて後に真珠層が形成されている。一方、中原等⁴⁾ (1957) は移植した外套膜上皮細胞の真珠袋上皮への発達過程を調べ上皮細胞は一度遊走性をおびて核面をおおつていくと同時に、部分的に移動性を失つて本来の上皮細胞の形態にもどる事を観察している。また今回の外套膜縁の移植実験では介殻褶の外面上皮細胞が多少移動した像を示したが、そのまま真珠袋上皮細胞の一部として発達してきたものが観察された。辻井⁵⁾ (1959) の実験によつて、外套膜の移植部位によつてはこのような分泌機能の区域による特殊性が移植した場によつて支配されてくる事が明らかにされている。以上の観察結果とこれらの事実とから、移植後上皮細胞は本来の形態を変えて一時的に遊走性をもつ様になり、真珠袋の完成にもなつて移動性を失つて静的になるにつれ介殻物質の分泌機能の差異にみられる形態的特徴を示すようになるが、現在アコヤガイの真珠養殖で一般におこなわれている移植部位、すなわち生殖腺内では静的になつてからしばらくの後まで分泌機能に多少の変動がみられるにせよ、外套膜での本来の分泌機能の区域による特殊性の保持される可能性が比較的多くの場合に考えられる。言葉を換えて言うならば、外套膜における分泌機能の区域による特殊性は移植片を採取した外套膜の位置及び移植片と癒合後の生長の場の支配力との相対的な関係によつて異なつてくるが、生殖腺内に移植された場合はその区域による特殊性が比較的強く保持されているものと思われる。したがつて、最近問題になつている異常質真珠にみられるような上皮細胞の分泌機能における変異性は外套膜の分泌機能の区域による特殊性の問題ではなく、移植した外套膜上皮細胞の真珠袋への発達過程及び癒合後における外圍的刺激に対して反応を示した上皮細胞の形態的及び分泌機能の変化が問題なのであつておのずと異なつた問題と思われる。

以上に述べた如く、移植した外套縁膜及び膜縁によつて形成された真珠袋の上皮細胞はそれぞれ分泌機能に本来の特殊性が比較的強く保持されており、その結晶成長の場合は炭酸カルシウムが aragonite に結晶してくるか、calcite に結晶してくるかと言う礫物生成条件において、介殻真珠層及び稜柱層にみられるような差異が存在している。このような生物体内の石灰化において、炭酸カルシウムがどうして aragonite あるいは calcite に晶出するかについては多くの研究がみられるが未だ不明である。しかし同一礫物生成条件のもとでみられた結晶成長の差は前報にまで論述してきた上皮細胞の分泌活動の変化にともなう母液中のカルシウムや有機物質の量、pH、不純物の多寡及び粘度等の物理化学的要素の変化によつて生ずるものと考えられる⁹⁾。したがつて、真珠形成初期にみられる稜柱層の成長方法や構造は介殻のそれに比べて多種多様である事から、母液の多様性及び形成初期の特殊性がうかがい得る。勿論、真珠層中の aragonite 結晶の成長においても同様であり、真珠形成初期における結晶成長の場合が真珠袋及び真珠形成段階において質的あるいは量的に著しく変動を示しているためと思われる。

摘 要

- 1) 外套膜縁の移植による真珠袋形成及び初期沈着物を観察し、産出された真珠の種類を外套縁膜を使用した場合と比較して調べ、外套膜における介殻物質の分泌機能の区域による特殊性及び結晶成長の場合について考察をおこなつた。
- 2) 外套膜縁に由来する真珠袋からは稜柱層真珠の形成される率が大きく、外套縁膜に由来をもつ真珠袋からは真珠層真珠の形成される率が非常に大きい。したがつて、生殖腺内に移植した外套膜片は真珠袋形成後においても本来の分泌機能の区域による特殊性を比較的強く保持しているものと思われる。
- 3) 以上のような移植片の差異によつて異なつた礫物生成条件をもつた結晶成長の場合を容易につくり得る。
- 4) ピースとして外套膜縁を使用した時には、たとえ真珠層真珠になつても商品的には全く価値のないものがほとんどである。

Summary

- 1) Studies on transplantation of the mantle edge were attempted in the gonad of *Pinctada martensii* (Dunker), and were discussed about the localized differentiation of the secretive faculty of the mantle and the environments of crystal growth produced.
- 2) The most part of the epithelium of the pearl-sac which was originated from the epithelium of a grafted mantle edge produced prismatic substances, while nacreous layer pearls were formed by the pearl-sac derived from a mantle piece. Judging from this fact, the epithelial cells of pearl-sac derived from a graft seem to keep the characteristic of the secretive faculty which exhibit in the different regions of a mantle.
- 3) The different environment of mineralization was occurred by the pearl-sac formed from a grafted mantle edge.

文 献

- 1) 和田浩爾 1958. 真珠形成初期の顕微鏡的觀察 II. 国立真珠研報 4: 251—260.
- 2) Kawakami, I.K. 1952. Studies on pearl-sac formation. I. On the regeneration and transplantation of the mantle piece in pear oyster. Mem. Fac. Sci. Kyushu Univ. 1(2) 83—88.
- 3) 中原皓・町井昭 1956. 真珠袋の組織学的研究 I. 国立真珠研報 1: 10—13.
- 4) 中原皓・町井昭 1957. 真珠袋の組織学的研究 III. 国立真珠研報 3: 211—215.
- 5) 辻井 禎 1959. 真珠研究会伊勢部会にて講演.
- 6) 和田浩爾 1959. 真珠形成初期の顕微鏡的觀察 III. 国立真珠研報 5: 356—371.

Explanation of Figures

- Fig. 1. Showing the transformed mantle edge at 5 days after operation. mf : middle fold, n : nucleus, o:organic substance, sf : shell fold. 110×
- Fig. 2. Photomicrograph showing the secreting substances and a pearl-sac epithelium at 19 days after operation. e: epithelial cells of pearl-sac, o: organic substance, w: wandering cells. 380×
- Fig. 3. Organic substances deposited on the surface of a nucleus. 110×
- Fig. 4, 5 and 6. Prismatic substances on a conchiolin membrane. 110×
- Fig. 7, 8, 9, 10 and 11. Organic matters with spherical crystals of calcium carbonate grown in or on them. 110×
- Fig.12 Prisms grown on thin organic membrane. 110×
- Fig.13 and 14. Showing fibrous conchiolin. 110×

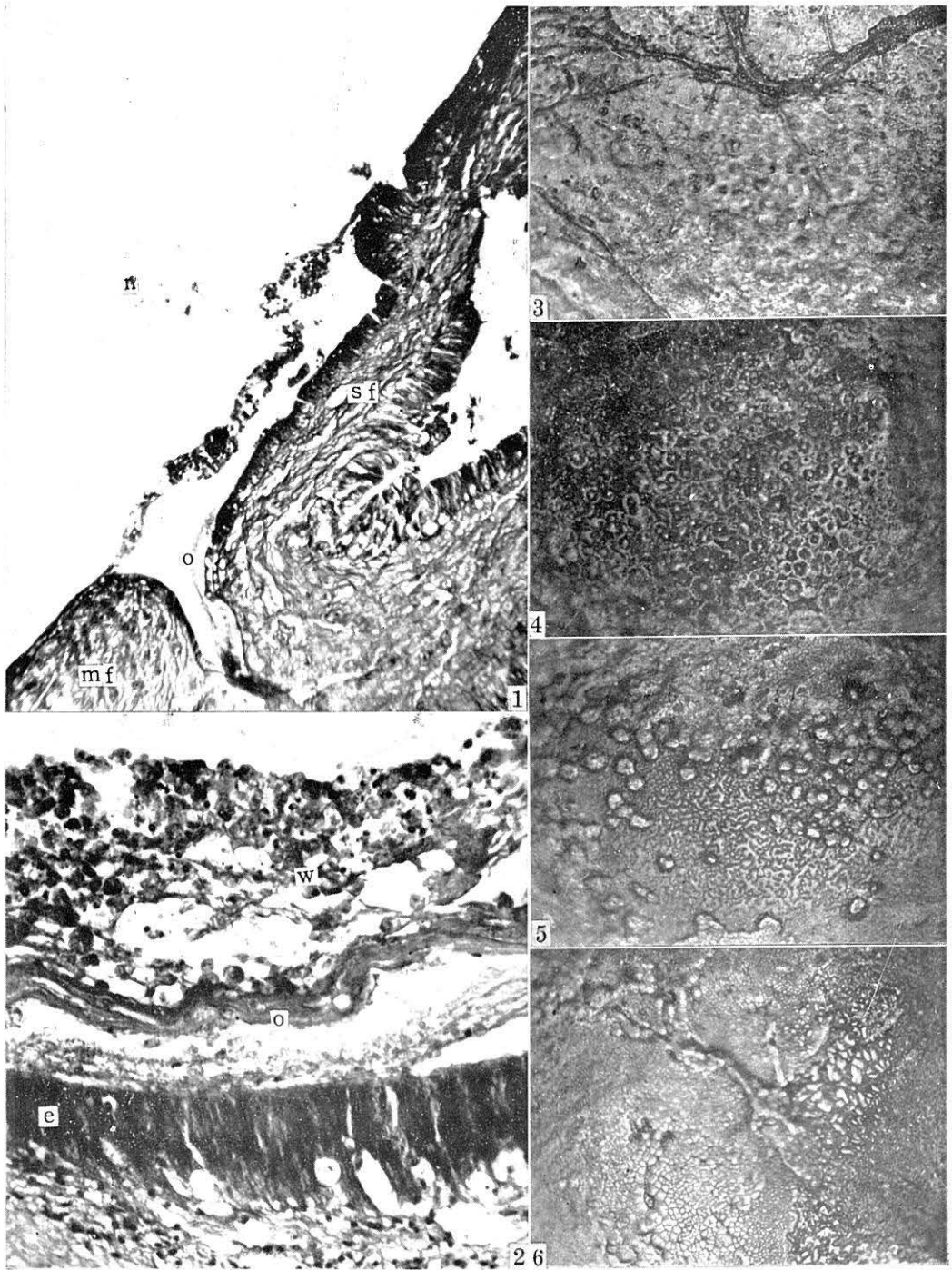


Fig. 1—6.

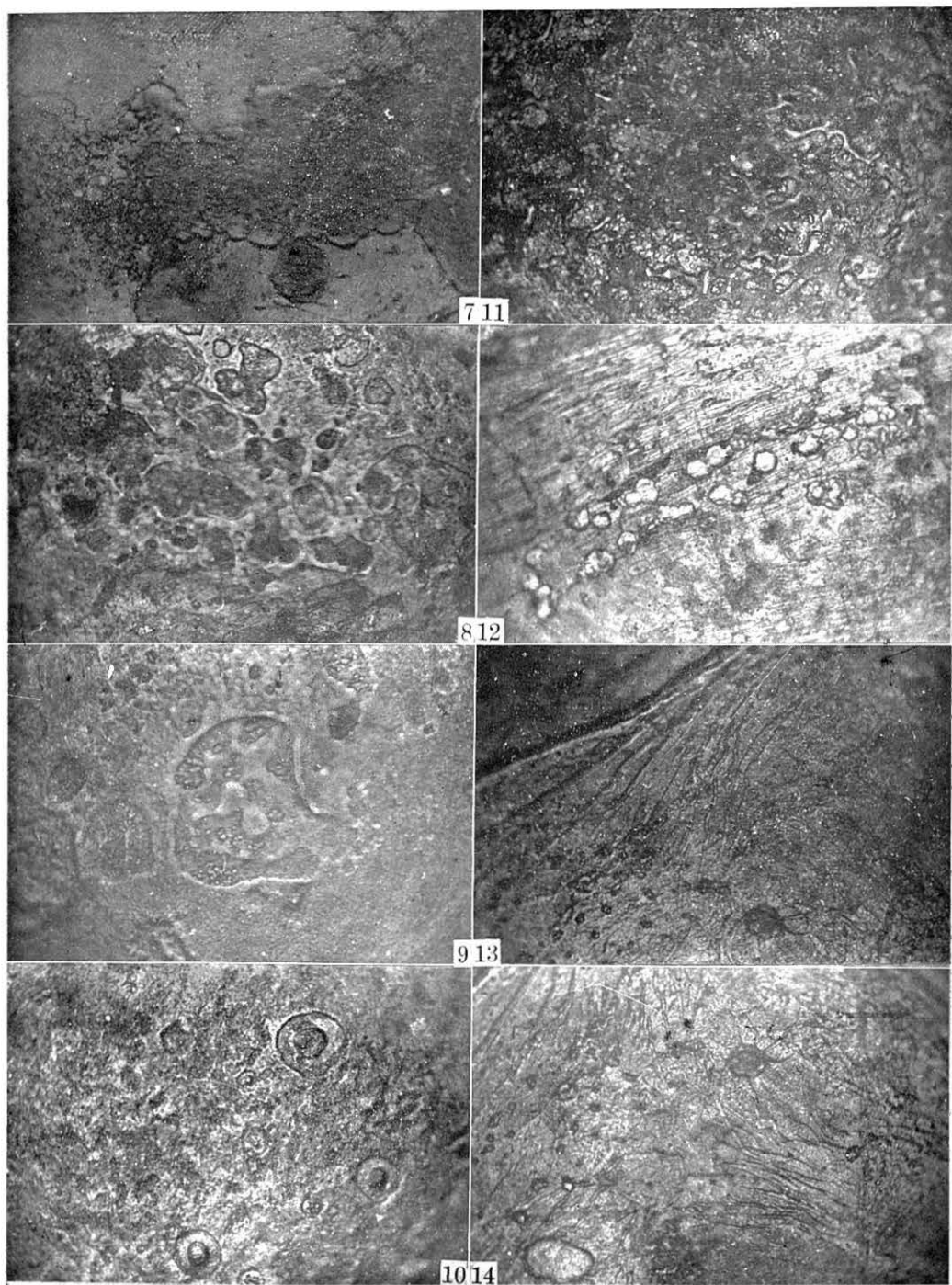


Fig. 7-14.

真珠養殖過程中におけるアコヤガイの生活活動の 変化が真珠形成に及ぼす影響 I

衰弱した貝での真珠形成*^{1,2)}

和田 浩 爾

国立真珠研究所

アコヤガイ *Pinctada martensii* (Dunker) から養殖された真珠の色、光沢及び巻きは核入れ後の初期の沈着物及び沈着速度やその後の養成過程において形成される真珠層中の aragonite 結晶の成長や累積状態及び沈着速度によつて決定されるものと考えられ、このような真珠の品質を支配する要因として核入れ技術、養殖漁場や養殖垂下深度との関係が論じられている。しかし、これらとは別に真珠の品質についての最も大きな特徴は常にその個体差の中が大きく現われる事である。たとえ同一環境のもとで養殖されている貝でも、その生理状態が異なれば真珠形成に受ける影響の程度は異なってくるから、それぞれの生物体で形成された真珠の色、光沢及び巻きに巾をもつた差を生ずるであろう。事実、真珠の表面に成長しつつある結晶は生息環境の年変化にもなつて著しい相違がみられるほか、貝の生理状態や年令の差によつても大きな変化がみられる。しかし、ある生理状態のもとで成長してくる結晶や沈着物は同様の傾向を示すから、同一の生理状態のもとで真珠が形成される時には類似した層状構造が作られ、この時に形成された層の光学的な性質が真珠の色や光沢に大きな影響を及ぼし、結晶の成長速度が真珠の巻きに影響するものと考えられる。このような観点から、真珠形成過程において生活力が衰えた時、生物体に如何なる変化がおこり、それが真珠の品質に影響を及ぼすかについて観察した結果、貝体の pH が石灰沈着に大きく関与しており、こゝに形成された層状構造が真珠の色や光沢と密接に関係している事がわかつたので、若干の考察を加えてこゝに報告する。

本文に入るに先だち、終始御指導下さつた国立真珠研究所高山活夫所長、並びに助言と校閲を賜わつた東京教育大学光学研究所蓮精助教授に厚く感謝する。有益なる助言を下さつた当所員中原皓氏、京都大学理学部動物学教室河合清三氏、並びに化学分析の指導を下さつた当所員沢田保

* Kōji Wada. The influence of the life-activity upon pearl formation in the pearl culture of *Pinctada martensii* (Dunker) I. On the pearls produced under abnormal conditions of their health. With English summary, p.391. Bull. Natl. Pearl Res. Lab. 5: 381-394. 1959.

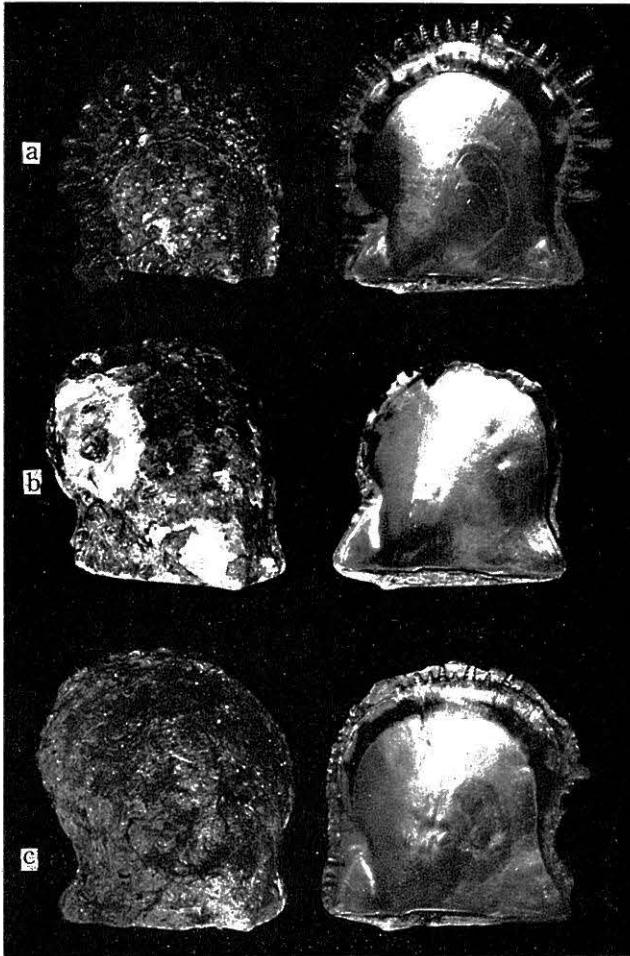
- 1) 国立真珠研究所業績No.49. (国立真珠研究所報告 5: 331—394 昭和34年12月)
- 2) 昭和34年度日本水産学会年会で一部を講演.

夫氏に深謝する。

観察及び結果

1) 実験貝の外部形態的特徴

観察材料には三重県英貞湾産の3年ないし4年生のアコヤガイ *Pinctada martensii* (Dunker) を使用した。アコヤガイ介殻外部形態は一般に巾着形で左右殻はほぼ同形であるが、左殻の方が螺旋線角が大である。殻頂は前方に偏在しており、右殻の殻頂の下に三角形の凹所があり、そこから足糸をだして他物に附着している。また、殻表には稜柱層鱗片状突起が重複し形成されているのが特徴である。しかしながら、介殻外形は年令や生息場所等によつて相当の差異を生じてくる。一方、



Text-fig.1. 実験貝及び対照貝の介殻外部形態.
a: 対照貝 b: 衰弱貝 c: 回復貝

稜柱層鱗片状突起の成長は貝の生活機能の強弱や、環境の季節的变化にとまなう貝の生理活動の変化にかなり敏感であるから、これを観察する事によりある程度は貝の生活力を判定する事ができる。すなわち、貝の生活機能が旺盛な時には新しい鱗片状突起の成長が次々にみられるが、低下するにしたがつて突起の新しい成長がみられなくなり、既に形成された突起が次第に脱落して、遂に Text-fig. 1 b の如き外観を呈するようになる。しかし貝が生活力を回復しはじめると、介殻内表面に新しい稜柱層の成長がみられる (Text-fig. 1 c)。このように、介殻外形の一部の変化によつて貝の生活力を区別する事が出来るから、Text-fig. 1 b 及び c のごとく殻表に鱗片状突起のみられない貝を生活力の低下した貝* として選び、対照貝 (Text-fig. 1 a) と比較実験をおこなつた。

2) 衰弱時における貝体の pH と結晶成長

生活力低下時に形成される層状構造を推定するため光学顕微

* 一般に衰弱貝と呼んでいる。

鏡及び電子顕微鏡によつて結晶成長を観察した。なお、衰弱貝の結晶成長の場の特徴を明らかにするため貝体の pH を硝子電極 pH メーターによつて測定した。取り上げた貝の右殻をたゞちにはずし、体表面及び鰓の部分に附着している海水を濾紙によつて十分に取り除いて後 pH を測定した。測定は比較電極を心臓部に硝子電極を収足筋と閉殻筋との間にそう入しておこなつた。一垂直投光管の使用によつて結晶成長を直接観察してから acethylcellulose-carbon の 2 段レプリカ法によつて電子顕微鏡用標本を作製した。この際、Cr あるいは Ge によつて shadowing をおこなつた。

Table I 生活力低下による貝体の変化と結晶成長との関係

試料番号	pH	対照貝の pH の平均との差	溶解の有無*	条 線 模 様	鱗片突起成長の有無**
1 F	6.97	+ 0.35	+	不規則・不明瞭	+
1 G	6.79	+ 0.17	+	不規則・不明瞭	+
1 H	6.52	- 0.10	-	平行・不明瞭	+
1 I	6.73	+ 0.11	+	不規則・不明瞭	+
1 J	6.50	- 0.12	-	不規則・平行・渦巻	+
2 F	7.20	+ 0.13	+	不規則・不明瞭	-
2 G	6.82	- 0.25	-	平行・不明瞭	+
2 H	7.35	+ 0.28	+	不明瞭	-
2 I	6.52	- 0.55	+	不規則・不明瞭	-
2 J	7.30	+ 0.23	+	不明瞭	-
3 F	7.01	- 0.01	-	平行・渦巻	+
3 G	6.50	- 0.52	-	不規則・平行・渦巻	+
3 H	6.70	- 0.32	-	平行・不明瞭	+
3 I	6.72	- 0.30	-	不規則	+
4 F	6.87	- 0.12	-	平行・渦巻	+
4 G	6.56	- 0.43	-	渦巻	+
4 H	6.74	- 0.25	-	平行・渦巻	+
4 I	7.09	+ 0.10	-	平行・渦巻	+
4 J	7.10	+ 0.11	-	平行・渦巻	+
5 F	6.74	- 0.28	-	平行・渦巻	+
5 G	6.84	- 0.18	+	不明瞭	-
5 H	7.11	+ 0.09	+	不規則・不明瞭	-
5 I	7.12	+ 0.10	+	不明瞭	-
5 J	7.07	+ 0.05	-	平行・渦巻	-
6 F	6.72	- 0.46	-	平行・不明瞭	+
6 G	7.04	- 0.14	-	平行・渦巻	+
6 H	6.81	- 0.37	-	不規則・平行	+
6 I	6.94	- 0.24	-	平行・渦巻	+
6 J	7.02	- 0.16	-	平行・渦巻	+
8 F	7.47	+ 0.15	+	不明瞭	-
8 G	7.18	- 0.14	+	不規則・不明瞭	+
8 H	7.48	+ 0.16	+	不明瞭	-
8 I	7.19	- 0.13	+	不規則・平行	-
8 J	7.22	- 0.10	+	不規則・渦巻	+
9 H	7.17	+ 0.05	-	平行・渦巻	+
9 I	7.51	+ 0.39	+	不明瞭	-
9 J	7.27	+ 0.15	+	不明瞭	-

[註] * +: 著しく腐蝕 +: 腐蝕 -: 腐蝕なし
 ** +: 突起の成長縁が介殻縁近くまで成長 +: 突起の成長あり -: 突起の成長なし

介殻稜柱層の鱗片突起及び足糸の成長のみられない貝は一般的に言つて生活力が衰えている。このような貝の軟体部の pH を対照貝と比較して測定し、衰弱時における結晶成長の観察事項とあわせて Table I に示した。介殻真珠層や真珠の表面に成長している結晶は、貝の衰弱によつ

て腐蝕溶解される事が多い。衰弱の程度が軽い時には各層板を構成している結晶の露出した面が腐蝕溶解される程度で条線模様は明瞭に認められる (Fig. 5)。しかし新たな結晶の沈着は一面におこなわれ、配列も乱れて不規則あるいは沢山の小さな渦巻からなる条線模様を示す事が多くなる (Fig. 1)。このような貝の軟体部の pH は一般に対照貝に比較してかなり低い値を示している。腐蝕溶解が著しくなると Fig. 2 にみられるように、真珠層表面には多数の蝕凹が生じて不規則な凹凸面を示し、成長模様は消失する。このように生活力の衰えた貝では結晶の新たな成長がみられないばかりか、既に沈着成長している結晶が腐蝕溶解されており、軟体部の pH は対照貝に比較して高い値を示している。このうち比較的高い pH を示している衰弱貝の介殻や採取された真珠の表面を詳細に観察してみると、腐蝕された表面に粉末状の小さい結晶が沈着し、おゝつてきているのが屢々認められる (Fig. 6)。

生活力が回復しつつあると思われる貝の軟体部の pH は対照貝に比較して、その平均値の上下に分散しており、これらの貝から採集した真珠や介殻真珠層表面には結晶の新たな成長が認められる。Fig. 7 に生活力が回復しつつある貝の介殻真珠層表面を示した。生活力が衰える以前に成長していた結晶は腐蝕溶解されており、その上に新しい結晶が散在して沈着している。また腐蝕の著しい部分とほとんど腐蝕されていない部分とがみられる。このうち腐蝕の著しい部分は溶解前の最上層に成長しつつあつた結晶板の成長縁及びその附近に散在していた結晶であり、結晶の (001) 面に蝕凹が生じて凹凸が著しい。この蝕凹の形は類似しており、また方向性がみられる。一方、腐蝕のほとんどみられない部分はその下に形成されていた結晶板の面であり、表面に露出していたにもかかわらず腐蝕溶解されなかつたのは多分 conchiolin 膜におゝわれて保護されていたためと思われる。生活力が回復しはじめると、まず小さい自形の結晶が腐蝕面上に散在して成長し、条線模様は明瞭でないか、または不規則に成長してくるのが一般的である。しかし時には大きな自形の結晶が方向性をもつて成長してきたり (Fig. 3)、大小の円形の結晶が樹枝状に成長してくるのがみられる。その後回復にともなつて結晶は畝状に集合し (Fig. 4, 8) 次第にステップ型の成長に発達して比較的規則正しい周期的階段構造からなる平行、渦巻あるいは同心円状の条線を示すようになる¹⁾。こうした生活力の回復時には新しい結晶の沈着のみられる反面、腐蝕溶解もみられ、屢々新たに沈着してきた結晶が腐蝕されているのが認められる。また成長してきた当初の結晶の配列は不規則に散在している事が多い。

こうした衰弱過程、衰弱時及び回復過程において形成された腐蝕溶解面や小さい不規則な結晶からなる層はいわゆる潮被り現象をおこすが、これについて渡部²⁾(1951)が論じ、炭酸カルシウムの腐蝕による場合と採取時に急速に結晶がおこるために不透明な不完全小結晶が多数出来る場合との二つの原因を考えている。今回の観察からも結晶の腐蝕による場合と不完全な小結晶の不規則な沈着層との2つの場合が認められたが、前者は生活活動の低下にともなう酸性代謝産物あるいは CO_2 の生成によつて $\text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \rightleftharpoons \text{H}_2\text{CO}_3$, $\text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{CO}_3 \rightleftharpoons \text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ の反応³⁾によつて溶解してくるものであろう。勿論、酸性代謝産物の場合には H_2CO_3 がそれで置き換えられる。今回の観察にみられる不完全小結晶は渡部が論じているように急速な結晶成長によるものではなく、むしろ母液の性質の変化と濃度が平衡に近い状態のもとで結晶成長がおこなわれるために自形の小さい結晶として発達し不完全な成長のものが多くなるものと考えられる。後の観察からわかるように、こうした結晶成長の周囲の母液中にある Ca^{++} の量は決して多くないし、平常の生活を営んでいる貝に比べて母液中の Ca^{++} の量が規則的な変化を示さない。この事は介殻結晶成長を全く無機的現象と考えた為の矛盾であらう。一方、分泌活動が全く停止していると思われる貝

で腐蝕溶解面に粉末状の小さい結晶の沈着をみるが、若し介殻や真珠面に接している母液の量が一定していたとすると、前述の化学反応で溶解してくるCaの量はpHによつて異なってくるから、一度溶解してきたCaはCaの分泌活動が停止していてもpHの変動によつて再び沈着してくるのであろう。勿論この時に沈着している結晶の大きさや形は全く異なっている (Fig. 6)。

3) 結晶溶解前後における貝体の pH の変化

貝の生活力が衰えた際に、介殻及び真珠の炭酸カルシウムの結晶は腐蝕溶解される。こうした貝のpHを測定するとアルカリ性域にある事が多い。しかしながら炭酸カルシウムの結晶の腐蝕溶解は酸性域でおこるから、貝の衰弱した前後においてpHの変動が考えられる。これを明らかにするために結晶の腐蝕溶解前後の貝体のpHを測定した。この研究の目的のために貝を空中露出し、生活環境を悪条件にもつていき、介殻の結晶の腐蝕溶解の様子を観察した。まず採集した貝を実験室に運び、ホーロバットに重ならないように1個ずつ離して置き、時間をかけて5個体あて実験に供した。pHの測定は前項と同様にしておこない、介殻表面を垂直投光管の使用によつて直接観察し、結晶の腐蝕溶解の状態を調べた。また光沢については肉眼的観察をおこなつた。なお実験は1958年11月4日から8日までおこない、測定時の室温の最高は21.2°C、最低は18.2°Cであつた。

空中露出後の経過時間にもなる貝体のpH変化と結晶の腐蝕溶解との関係はTable IIのごとくである。露出後24時間目に最低のpH値となり、介殻面に成長していた結晶はこの頃から比較的明白な腐蝕像を示し光沢は悪くなる。これまでに至る露出後7時間目頃までは光学顕微鏡的な腐蝕像は認め難いが、光沢は既に悪くなりつゝある。48時間目を経過する頃からpH値は上昇しはじめ、腐蝕孔も一段と明瞭となり、介殻真珠層は全く光沢のない乳白色不透明となる。また天然生息場における衰弱貝とは異なり、全く生活不可能な環境下に置かれているために結晶成長がみられず条線模様の変化は認められない。したがつて露出前に形成された条線が腐蝕溶解にともなつて不明瞭になり著しい時には消失する事があつても、成長に伴う条線の変化はみられない。勿論、腐蝕溶解がおこる様な結晶成長の場が作られる機構は異なっているであろうが、真珠や介殻の炭酸カルシウムは貝体のpHの下降にしたがつて腐蝕しはじめ、pHが最低値を示す頃から腐蝕溶解が著しく、その後pHは上昇している事から、前項で観察した衰弱貝においても結晶の溶解は酸性域でおこり、溶解されて重炭酸カルシウム塩のようなアルカリ塩が生じ酸が中和されて弱アルカリを示したものである。また生活力の衰えた前後にみられた条線模様の変化は単なる腐蝕溶解のためにおこつたものではなく、生活力の低下にともなる貝の生活活動や分泌活動の変化に

Table II 結晶の腐蝕溶解にともなるpHの変化

露出経過時間	pH	条線模様	腐蝕溶解の有無	光沢の肉眼的観察
0	7.10	明瞭	—	良い
7	6.66	明瞭	—	全体の40%は光沢が悪い
24	6.60	明瞭*	+	全体の60%は光沢が悪い
48	6.62	明瞭*	+	全部悪い
72	6.72	明瞭*	+	乳白色不透明になり光沢全くなし
96	6.73	明瞭*・不明瞭	+	同上

〔註〕 * 条線模様は明瞭であるが腐蝕のため平常と異なる。

よつて生じた結晶成長の場におけるカルシウムの濃度、pH及びこれに附随した他の物理化学的変化に支配されていると考えられる。

4) 衰弱時における結晶成長のpH及びCa²⁺の日周変化

生活力が衰えた場合、結晶成長の場に如何なる変化が現われるかを調べるため、結晶成長の場におけるpH及びCa²⁺量の日周変化を調べた。介殻の結晶が腐蝕溶解しているような衰弱貝が得られなかつたのでText-fig. 1cの如く新しい鱗片状突起の成長のみられる貝を対照貝(a)と比較して実験をおこなつた。Ca²⁺の定量はキレート滴定法に従つた。まず、採集した貝の右殻を除去し体表及び鰓部分に附着している海水を濾紙で吸いとつた後、ビーカーに立てかけ滴下した溶液を実験に供した。試料を全量ピペットで正確に1cc試験管にとり、これに蒸留水2ccを加えて後、4N NaOHを3滴加えて試料のpHを13以上にしてから指示薬として2-Hydroxy-1-(2-hydroxy-4-sulfo-1-naphthylazo)-3-naphthoic acidを約0.1g添加し攪伴して後、既知のEDTA滴定液によつて滴定した。なお、1回の測定に各群それぞれ10個体使用した。

Table III 結晶成長の場のpH及びCa²⁺の日周変化

実験月日 実験群 測定日時	1959年7月9日~10日				1959年8月27日~28日				
	生活力の低下した貝		対照貝		実験群 測定日時	生活力の低下した貝		対照貝	
	pH	Ca(γ)/cc	pH	Ca(γ)/cc		pH	Ca(γ)/cc	pH	Ca(γ)/cc
9日13.55 17.15 20.30 23.20	7.61	370	7.85	390	27日09.10 12.35 14.55 17.15	8.11	370	8.04	340
	7.65	410	7.71	450		8.22	350	7.68	360
	7.89	420	7.79	440		7.56	350	7.71	350
	7.92	410	7.96	410		7.91	330	7.98	330
10日02.10 05.10 08.05 11.20 14.35	7.90	390	8.01	390	20.25 23.40	7.22	340	7.97	340
	7.80	390	7.79	400		28日03.30 07.30 11.40	8.19	330	8.01
	7.89	380	7.93	390	7.99		330	7.99	320
	7.70	370	7.81	390	7.79		350	7.98	320
	7.90	380	7.80	390	—		—	8.09	330

実験で得られた結果はTable IIIの如くである。第1回目の実験は1959年7月9日から10日にかけて測定をおこなつた結果、実験群のpHは日没数時間前から徐々に上昇し、夜中に最大値7.92を示して後下降し日の出直後に最小値7.80を示しているが、対照群では日没直前に最小値7.71を示し、後上昇して夜中に最大値8.01を示してから下降し、日の出直後に極小値7.79を示している。両群の間には判然とした差が認め難いが、実験群のpHの最大値と最小値との差が0.12に対して、対照群では0.30と大きな差を示しているし、Ca²⁺量も実験群と比較して対照群の方が一般的に高い値を示している。ここで最も顕著な違いは対照群の結晶成長の場におけるpH値とCa²⁺量とが負の相関を示しているのに対して実験群では相関がみられない事である。第2回目の実験は1959年8月27日から28日にかけて測定した結果、実験群及び対照群ともにそのpHで明白な日変化を示さず、Ca²⁺量も前回に比べて両群ともに著しく減少している。また実験群は対照群に対してpHの日変化が大きく、Ca²⁺量においては一般に高い値を示して前回と全く逆の関係を示している。しかしながら、前回同様に対照群におけるpH値とCa²⁺量との間には負の相関が比較的明瞭にみられるのに対して、実験群でははつきりしない事が顕著な現象と思われる。一方、両実験間にみられるpH値及びCa²⁺量の差異は使用した貝が異なっている事にもよるが、むしろ実験日時の違いによる季節的な変化によるものであろう。アコヤガイ体液のpHの日周変化は小林⁴⁾(1950)が指摘しているように日没前後及び日の出直後ないしそれより数時間の頃との2回の極小をもつた

変化を一般に示す。著者は貝体 pH の日周及び年変化を関連させて調べた結果、小林の指摘しているような日変化は生活力が盛んと思われる晩春から秋にかけて顕著に現われるが、代謝機能が低下していると思われる 1, 2, 3 月頃にはこのような周期的な変化はみられないし、4, 5 月頃の冬眠覚醒時にも明瞭な日周期は認められなかつた。また年変化では夏及び冬に極小値を示している(著者未発表)。更に結晶成長の場の pH と Ca^{++} 及び CaCO_3 の沈着との関係を季節的に調べた結果、これら 3 者が結晶成長や成長模様と密接に関係している事が明らかになつてきている点(著者未発表)や生理状態の差異によつて結晶成長が変化してくる事実とを考へ合わせると生理状態の変動にもなつてこれらの要素が両群の間で相違してくるものと思われる。今回の実験結果からは、対照群の pH 値と Ca^{++} 量とが負の相関をもつて日周変化をしているのに対し、実験群ではこのような関係がみられなかつた事を示している。また、これが両群の著しい特徴と考えられるが、実験群として使用した貝が既に正常に近い結晶成長を行なつていたために差が明白に現われなかつたものと思われるので、生活力の差の大なるものについて追試する。この事は回復時にある貝体の pH 値が平常の貝それとほとんど変らない事から当然の結果であろう。

5) 衰弱時における心臓はく動数

衰弱時に呼吸循環系に変化が現われるかどうかを調べるために、心臓のはく動数を調べた。一部キモグラフをとつたが、単にはく動数の変化を調べ振巾については観察しなかつた。結晶溶解のみられる貝 2 個及び対照貝 3 個をとり、それぞれ右殻をはずして水温 22°C , pH 8.10~8.20 の海水にもどし、2 分後にはく動数を調べた結果は Table IV のごとくである。Table IV からわかるように心臓のはく動数の間には両群に

Table IV 生活活動低下時の心臓はく動数

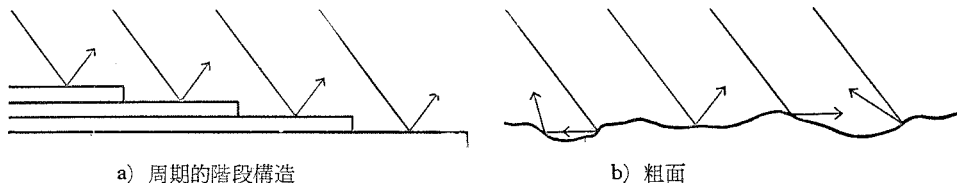
測定番号	実験群	生活活動の低下した貝	対照貝
1		8回/分	8回/分
2		8回/分	15回/分
3			13回/分
平均		8回/分	12回/分

〔註〕 測定日 1958年9月24日

ものと考えられる。

6) 衰弱時に形成された層の光学的性質

真珠の色及び光沢は主として光の真珠表面における反射や内部における層間反射による干渉によつて生ずるが、これを妨げて光沢を弱めたり、色に強く影響する因子として真珠表面や内部に形成された光を乱反射させる粗面や層による散乱が考えられる。



Text-fig.2. 生活活動のさかんな貝から産出される真珠表面 (a) と低下した貝から産出される真珠表面 (b) の光の反射。

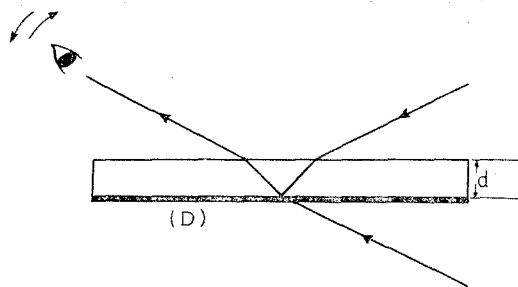
晩春から初冬にかけての正常な状態の貝から得られた真珠や介殻真珠層表面は一般に規則正しい条線模様からなる周期的階段構造を示している。このような表面の型をポリビニールアルコールや樹脂の薄膜に転写して、一定の入射角のもとで、その面に光を当てながら目の位置を動かしていくと、赤から青の美しい真珠色がわずかに現われ位置がある。この事は表面にある周期的階段構造が一種の反射回折格子として働いて、真珠の色や光沢に密接に関係している事を示している (Text-fig. 2a)。また、このような表面構造をもつた真珠表面に入射した光は透過して真珠層内部で反射し、干渉して美しい真珠色と光沢を現わす。しかるに、貝の衰弱時から回復時にあたって形成される層は衰弱の程度や衰弱期間によつても、また回復経過状態によつても異なるが、表面における結晶の腐蝕溶解及び沈着成長についての観察から次の三つの構造から成っているものと推察できる。

- a) 腐蝕溶解によつて生じた大小の凹凸面
- b) 粉末状の小さな結晶の沈着からなる層
- c) 小さな結晶の不規則な配列からなる層

この衰弱回復時に形成される層は、大小の不規則な凹凸や微粒子の層から成っている粗面ないし粉末層とみなせるから、任意の方向より入射する光はすべての方向に散乱されて、光沢は弱くなり白色不透明となる (Text-fig. 2 b)。また入射光の大部分が反射方向に散乱されて透過光は減少する。一方、異なる結晶面で相接して成長している aragonite 結晶においては、この接触面における屈折率の差異によつて光はこの面で散乱される。したがつて、沈着成長してきた結晶が方向性をもたずに不規則に集合している時には結晶の境界面が多くなり、ここで光が散乱されて光沢も悪く白色不透明となる。衰弱時に形成されたこれらの粗面から、前記同様にしてとつた転写膜面はスリガラスのように不透明であり、如何なる入射角をもつた光に対しても呈色が認められず著しい散乱光が目に入る。

以上、真珠の表面が小さな結晶の不規則な沈着や腐蝕溶解した凹凸の粗面からなる時の影響について観察したが、貝が生活力を回復して真珠層が形成されると、このような散乱層が真珠層中に形成される事になつて同様に真珠の色や光沢に悪い影響を与えるものと思われる。今、光沢のない白色不透明な表面からなる真珠層をとり、Text-fig. 3 のようにこの面を下にしておき、この面 (D) 上にある真珠層の厚さ (d) を種々に変えて、透過光及び反射光によつて不透明層の真珠表面への影響を調べてみると Table V のごとくである。

不透明層が真珠表面に巻きこまれると、この層によつて光が散乱され表面に反映してくる事が Table V によつてわかる。この影響は不透明層上に相当厚く平常の層が形成されても認められる。



Text-fig.3. 不透明層の観察方法.

また真珠表面の光沢は不透明層上に0.3 mm 位真珠層が形成されると既に良くなつてくるが、不透明層からの散乱が目に入り光沢はにぶくぼけておりその影響は著しい。次に Text-fig. 3 において不透明層すなわち (D) の下に色のある種々の物質を密着させてその色の表面への投射を調べてみると、この散乱層の厚さがごくうすくても下にある色の表面への投射は非常に減少する。この色の投射の減少程度は散乱層の厚

Table V 不透明層の真珠表面への影響

不透明層までの厚さ	反射光による不透明層の観察	透過光による不透明層の観察	光沢の肉眼観察
~0.3mm	非常に強く表面に反映する	白色不透明度大	既に良い
0.5~0.6mm	明らかに表面に反映する	白色不透明度中	良い
0.7~0.85mm	ほとんど反映されない	不透明度小	良い

さや真珠表面から散乱層までの距離によつて異なつている。したがつて、このような散乱層が形成されると、この層で光の大部分が散乱されるし、下層の色はこの層によつて妨げられて表面に投映されず、この層の上に形成された層の光学的性質によつてこの真珠の色と光沢が決定される。勿論、不透明層上の真珠層が薄ければこの面での散乱光が直接真珠表面に出て来て強く影響が現われる。

考 察

真珠養殖の過程においてアコヤガイは人為的あるいは自然の要因によつて生活力が低下してくるのが屢々みられる。このように生活力が低下すると物質代謝の上にもカルシウム分泌活動の上にも変化が現われ、結晶成長の場の物理化学的な変化がおこるものと思われる。すなわち、生活活動の減退によつて生活代謝過程で生じた CO_2 や酸性老廢物の排泄活動が正常におこなわれず、これら酸性老廢物が結晶成長の場へ拡散する事によつて pH が低下し、あるいは結晶成長の場の炭酸カルシウム濃度の低下によつて結晶成長が停止したり、介殻石灰の腐蝕溶解をきたすものと思われる。もちろん、衰弱時における石灰化の変化は無機現象ばかりでなく外套膜や真珠袋の上皮細胞の石灰分泌活動の変化や Carbonic anhydrase の活性度の低下による母液中への Ca^{++} や炭酸基の供給に差を生ずることが主な因子となり、これに附随して粘度⁵⁾や拡散等に変化があらわれ結晶成長に大きな影響を及ぼすものと思われる。こうした生理状態の変化にともなつて結晶成長模様は変化してくるが、一般的にいつて生活力が衰えていく過程においては、平行、渦巻状の条線が不規則ないし小さい渦巻の条線になり、次第に結晶が一面に散在して条線は不明瞭になる。回復するにつれて条線模様はこの逆の方向に変化し、平常に復すると周期的構造をもつた平行、渦巻及び同心円状の模様を示すようになる。しかしながら、生活力の平常時と低下時の間では成長してくる結晶の形、大きさ及び集合状態が非常に変化してくるのにもかかわらず、これらと母液中の Ca^{++} 量とを比較してみると、母液中の Ca^{++} の濃度の差は結晶成長と正の相関をもつておらず結晶化が促進されるためには母液中の Ca^{++} 濃度が過飽和状態であるならば、むしろ石灰分泌活動や石灰化に関する酵素の活動が盛んにおこなわれ、結晶成長の場への Ca^{++} や炭酸基の供給が盛んである一方、結晶化が盛んでなければならぬものと思われる。この事は分泌活動と結晶化及び結晶成長の場における Ca^{++} 量の年変化からも明らかであり、これらと関連して結晶成長方法が問題になつてくるとと思われる (著者未発表)。ここで Wilbur⁷⁾ (1955) のカキ介殻の石灰化過程における carbonic anhydrase の阻害剤の効果に関する研究や河合⁸⁾ (1954) の貝の生理状態とこの酵素の活性度との関係を調べた実験はこの酵素が石灰化量に大きく関与していることを明らかにしており、介殻の結晶成長は単に Ca^{++} の濃度の問題ではなく、炭酸基の供給が問題となり、ここに生化学的な反応をへて結晶成長の場が作りだされる。この際、結晶の形から不純物の存在が十分考えられ分泌活動の変化によつて変動するものと考えられる。

こうした貝の生活力の一時的な低下にともなつて形成される層にいくつかの異なる構造が見ら

れるが、衰弱によつてこれらの層が全部形成されるのではなく、衰弱の程度によつてこれらの層の一つあるいはいくつかが組み合わさり、くりかえされるものと思われる。いずれにせよ生活力が衰退した時に形成される層は粉末層ないし粗面として働いているから、結晶が十分に小さく、またその集合状態に規則性がなければ入射光はあらゆる方向に散乱されるし、結晶と結晶との界面の増加にともなつて入射側と反射側に散乱される機会が多くなつて光沢は悪くなる。勿論、散乱層を形成している結晶の形、大きさ及び集合状態は貝の衰弱の程度や期間の違いによつて、当時の結晶成長の場の炭酸カルシウムの濃度、pH、これに附随した物理化学的な変動によつて支配され、散乱層としての性質が決定される。若し、このような層が真珠層表面に形成された時にはいわゆる潮被り珠となつて乳白色不透明な真珠となるがこれを剥落する時には下層の真珠の呈色及び光沢を現わす。しかし真珠内部に形成された時にはこの散乱層の影響がなくなるまでは光沢のぼけた珠となつてくるし、この層以前に形成された真珠の色は表面にほとんど投射してこないから真珠の色はその後に形成された層の呈色によつて決定される。

以上に述べたように、真珠養殖過程における貝の生活活動が低下すると外套膜や真珠袋の上皮細胞の分泌活動に変化をきたして真珠の巻きや光沢に影響を及ぼすばかりでなく、色にも影響してくる。すなわち、衰弱した時には真珠層の形成が全くみられないばかりか、既に形成された層中の結晶までも腐蝕溶解されてくるから当然巻きは悪くなるし、回復に時間がかかれば更に薄巻きになる。また衰弱前後において貝の分泌活動に変化がおこれば当然この層の上下で異なつた呈色をする層が形成されて色が全く変化してくるし、この層からの散乱光が眼に入つて真珠の色に影響してくる。それでは散乱層の上にとどのくらい真珠層が形成されたならばその影響がほとんどなくなるかを検討してみると、普通の層が0.5~0.6mm形成されても真珠表面に影響がみられる。若し1年間に巻く真珠層が普通0.3~0.8mmとして考えた場合には、このような層が形成されると貝を平常の生活活動に回復させてから約1年間巻かせなければ影響をとり除くことが出来ないばかりではなく、光沢だけでも多少もどすには約4カ月から6カ月を要する計算になつてくる。現在、英真湾では漁場の老化、あるいは密殖が問題となり珠の巻きや色、光沢が良くないと言われるが、これらの問題、特に密殖問題が養成されている母貝及び手術貝の生活活動と密接な関係をもつているものと思われる。また真珠形成初期からんだ不良真珠の防止とともに手術後の養殖管理において人為的に除去できる悪要因はこれを防止していく事が望ましい。例えば手術前の母貝の養成、手術後の養殖作業、貝の輸送及び冬期の避寒についてあらためて検討する余地が残されているのではなからうか。

摘 要

- 1) 生活力の低下した折の貝の結晶成長を観察し、形成層の光学的性質を調べて真珠の巻き、色及び光沢の問題を論じた。
- 2) 貝が衰弱すると結晶成長の場のpHが酸性域に傾き、結晶の腐蝕溶解によつてアルカリ性側に傾く。また当時は分泌活動がほとんど停止しているために結晶成長はみられない。しかし、この時期に一度腐蝕溶解して生じたCa⁺⁺が母液のpHの変動によつて沈着してくる事が考えられる。
- 3) 衰弱過程、衰弱時及び回復過程に形成される層には次の三つがみられ、衰弱の程度、期間によつて、この内の一つあるいは幾つかが組み合わさり、繰返えされて異常層を形成するものと考えられる。
 - a) 腐蝕溶解によつて生じた大小の凹凸面
 - b) 粉末状の小さな結晶の沈着からなる層
 - c) 小さな結晶の不規則な配列からなる層

4) 衰弱にともなつて形成された層はその中の結晶の形、大きさ及び集合状態によつて光学的性質が決定されるが、いずれにせよ粉末層ないし粗面となつて散乱層として働き、色及び光沢に悪い影響を及ぼす。

5) 衰弱する事によつて巻きが悪くなる。

Summary

Crystal growth of aragonite deposited on the nacre surface was observed with optical and electron microscopes in the case when the life-activity of the pearl oysters, *Pinctada martensii* (Dunker), was abnormal. The secretive faculty of a mantle, that is the shell-forming tissue, may be probably stop under the most abnormal conditions of their health, because there are not found new growing crystals on the surface of the nacre. Further a numerous number of etch pits is recognized on the {001} face of calcium carbonate crystals grown in the upper crystal lamellae. Recovering from abnormal conditions, small crystals with idiomorphic form scattered here and there on the dissolved surface of the nacreous layer gradually increase in size, and become to contact with one another, and then develop to change its arrangement from indistinct to irregular, and then exhibit parallel, spiral or concentric growth steps.

文 献

- 1) 和田浩爾 1957. アコヤガイ介殻構造の電子顕微鏡的観察 II. 国立真珠研報 2: 74—85.
- 2) 渡部哲光 1951. 所謂「潮珠 (又は潮被り珠)」について. 真珠の研究 2 (1.2) : 27—31.
- 3) Kokubo, S. 1929. Studies on the pH and the CO₂-content of the blood, Pericardial fluid, and of the body fluid of the oyster with special reference to their response to the altered condition of sea water. Sci. Rep. Tohoku Imp. Univ. 4: 207—258.
- 4) 小林新二郎 1950. アコヤガイ活動の日周性, 美麗なる真珠質を分泌する貝殻に仮称真珠酵素の存在を予想して. 真珠の研究 1 (2) 17—24.
- 5) 小林 博 1955. アコヤガイの環境変化に対する抵抗性の研究 (2) 心臓の搏動について 農水講研報 4 (1) 95—110.
- 6) 庄 悦二 1935. 空中に露出せる際の牡蛎の囲心腔液及び体液pHの時間的变化. 水産研究誌 30.
- 7) Wilbur, K.M. and Jodrey, L. H. 1955. Studies on shell formation. V. The inhibition of shell formation by carbonic anhydrase inhibitors. Biol. Bull. 108(3) 359—365.
- 8) 河合清三 1954. アコヤガイの物代謝質に関する研究 II. 生理生態 6(1) 23—27.

Explantation of Figures

Fig. 1—4 Photomicrographs of the nacreous surface of weekend shells.

- Fig. 1 The nacreous surface of the weekend oyster at pH 6.52. × 600
 Fig. 2 The dissolved surface of the pearl and shell of the weekend oyster at pH 7.48. × 190
 Fig. 3 Lime salts deposited on the dissolved surface in the process recovering from abnormal conditions of the life-activity. × 600
 Fig. 4 The growth of large crystals with well developed faces seen at the recovered periods. × 190
- Figs. 5—8 Electron micrographs showing crystal growth of aragonite deposited on the nacreous layer of pearls and shells.
- Fig. 5 Crystal growth of the weekend oyster. Showing etch pits on the {001} face of aragonite crystals in irregular deposition. × 3000
 Fig. 6 The etch pits and the dissolved surface of the nacre. Showing the deposition of small crystals just like powder. × 3000
 Fig. 7 Aragonite crystals newly grown here and there on the etched surface of crystal lamellae of under layer. Etch pits are seen on the {001} face of the crystals which deposited near the marginal part of a growing lamella in the time when the shell was in normal health. × 3000
 Fig. 8 The ridge-like aggregation developed in early stage of the formation of the nacre. × 3000

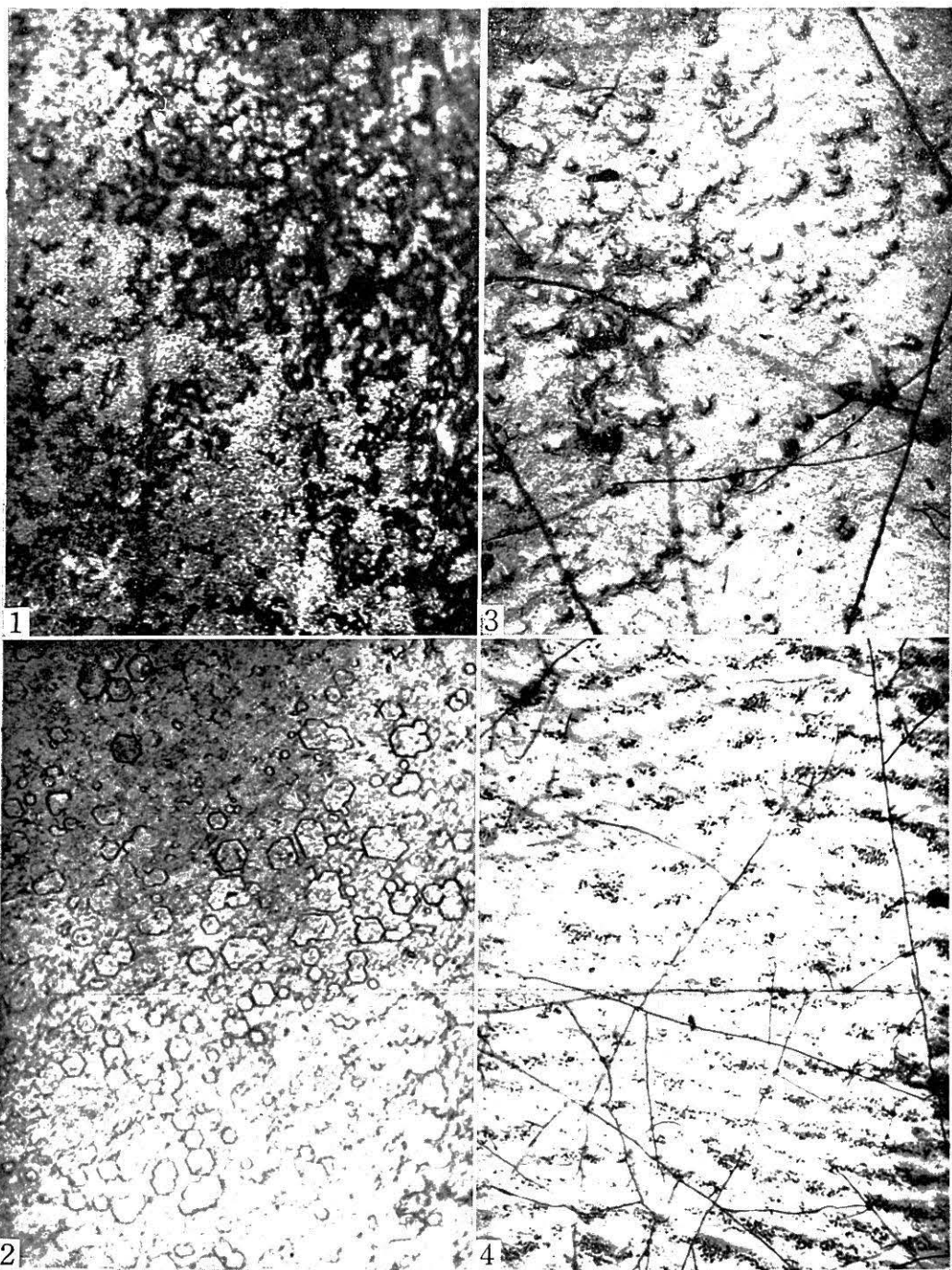


Fig. 1—4.

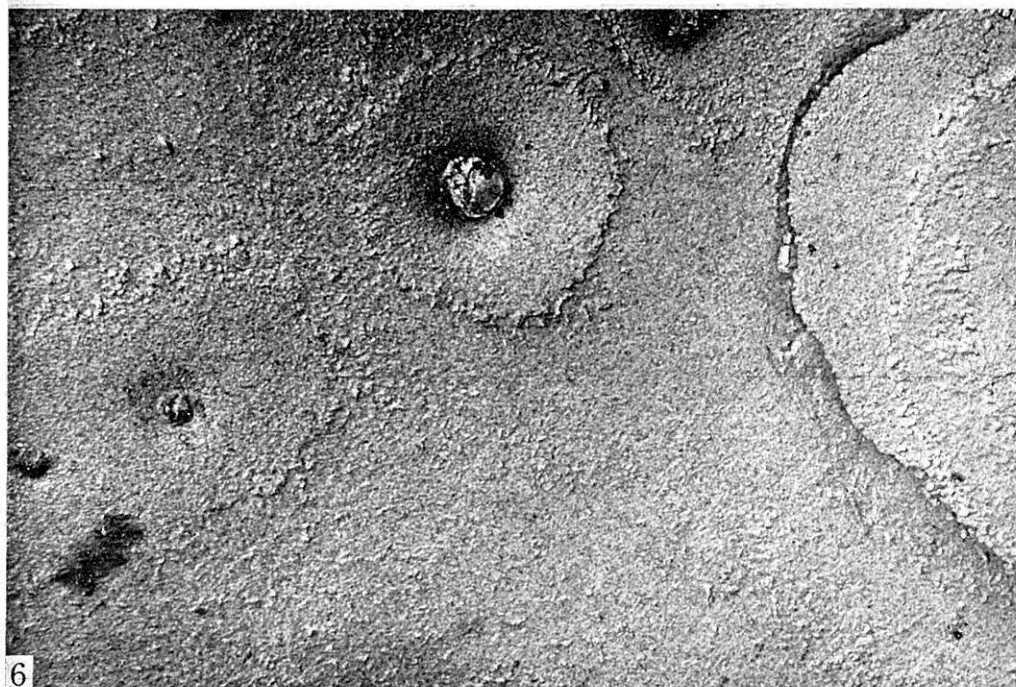
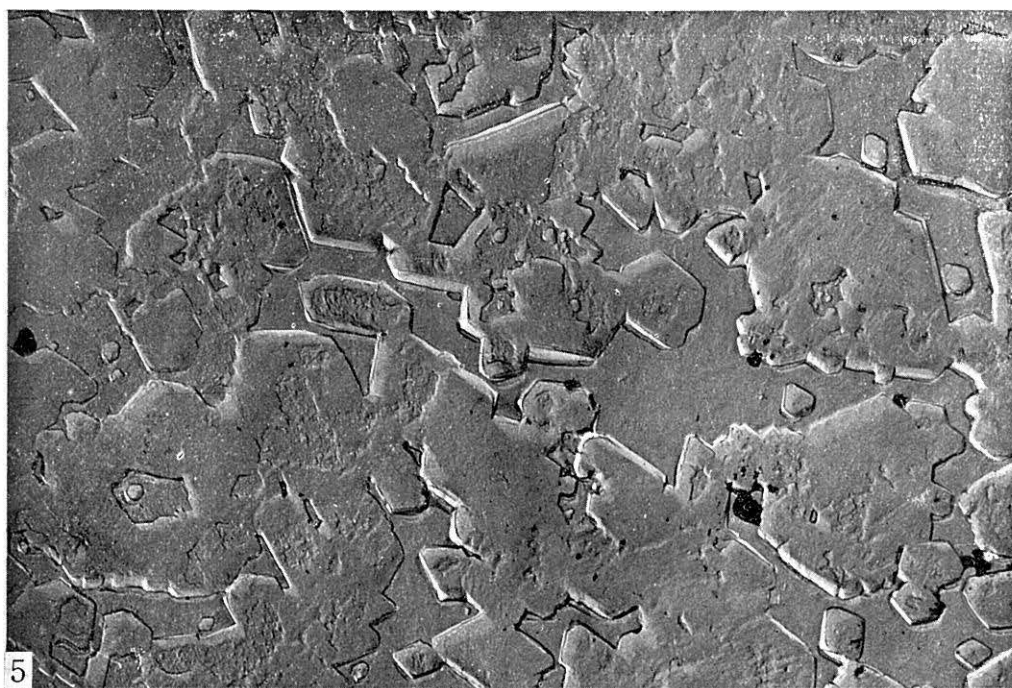


Fig. 5—6.

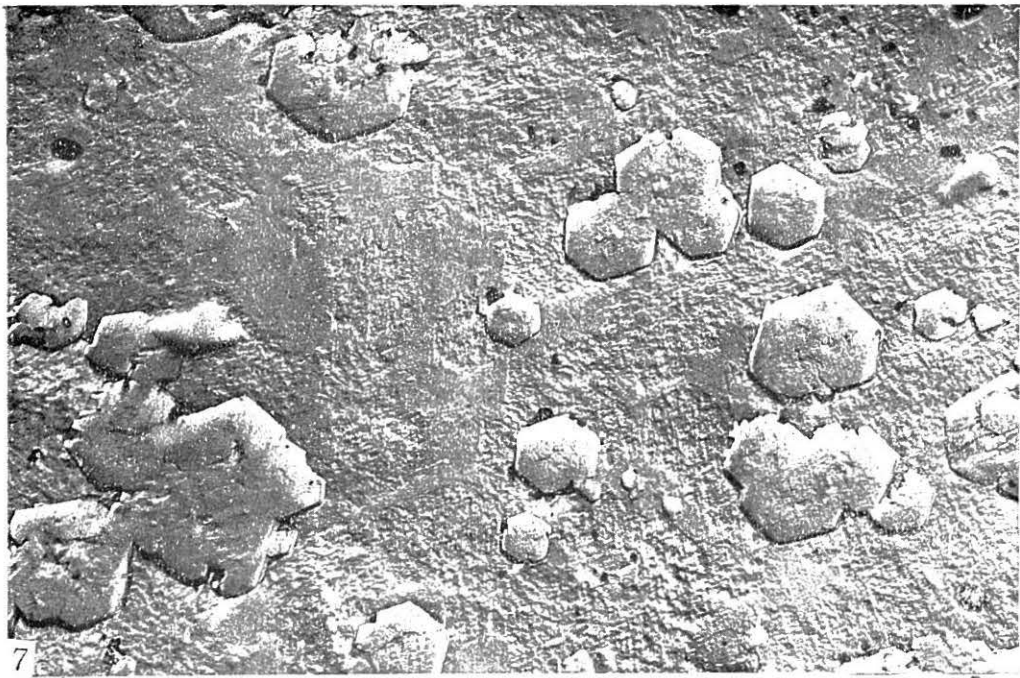


Fig. 7 - 8.

放射線による真珠及び真珠貝貝殻の 変化に関する研究^{*1)}

沢 田 保 夫

国立真珠研究所

放射線を用いる研究でその線源が強いときには、実験に使用されたガラス器具が青緑色やあるいは黒褐色に変色するのがみられる。またダイヤモンドでも放射線で処理すると着色されることが知られている。このことは以前に米国において産業的に利用されたこともある。わが国の特産である養殖真珠についてもガラスやダイヤモンドの変色の場合と同様のことがおこらないだろうかという見地から、放射線を利用して真珠の変質をおこさせる研究が各所で行なわれている。著者も既に昭和32年の始めに名古屋工業試験所において、 Co^{60} を利用してその γ 線照射による真珠の色調の変化をしらべたが当時の線源が弱かつたために期待に反して試料真珠（アコヤガイの真珠及びイケチヨウガイの真珠）はわずかに黄褐色に変つたに過ぎなかつた。これらの試料真珠を切断してその変色の部位をしらべてみたが、核（養殖真珠に使用される淡水産の貝殻でつくつたもの）がわずかに変色をきたしている程度で、真珠層の変色は、もともと真珠層がうすく着色しているためにはつきりと認められなかつた。その後東海区水産研究所に強力な Co^{60} が設置されたので、この Co^{60} を線源として γ 線照射による真珠及び真珠貝の変色について研究を行なつたのでその結果を報告する。

報告に先だち試料の放射線照射に貴重な時間をさいて御協力してくださつた東海区水産研究所の山田金次郎技官、試料を提供していただいた富士真珠株式会社の横瀬寛一氏及び終始御指導をたまわつた国立真珠研究所高山活夫所長の諸氏に厚く感謝の意をあらわす。

試料及び実験方法

放射線を真珠に照射した初期の実験において、真珠は γ 線によつて変色することが確認された。そこでこの研究では真珠や真珠貝の変色過程や、その原因を追求する目的で次のような試料をえらんだ。

A. アコヤガイ真珠

ブルー、ホワイト（一般に真珠業者のいうピンクも含む）、グリーン、クリーム（金色の珠も含む）、ドロ珠（稜柱層の入つた真珠）及びケン珠（核のない真珠）。

* Yasuo Sawada. Studies on the change of color of the pearl and the pearl oyster shell by the radiation of γ -ray. Bull. Natl. Pearl Res. Lab. 5: 395-406. 1959.

1) 国立真珠研究所業績 No. 50. (国立真珠研究所報告 5:395-406. 昭和34年12月)

B. イケチヨウガイ真珠

直径8~9mmの珠及び無核真珠（これは照射後切断したところ2~3mmの核が入っていた）。

C. 核

米国ミシシッピ河産のピグトウ (*Quadrula sp.*) で作ったもので、直径7mm程度のもの。

D. 貝殻

直接に真珠養殖に関係のあるアコヤガイ *Pinctada martensii* (DUNKER), シロチヨウガイ *Pinctada maxima*, クロチヨウガイ *Pinctada margaritifera* (LINNE), ピグトウ *Quadrula sp.* イケチヨウガイ *Hyriopsis schlegelii* (v. MARTENS) の貝殻を2×5cmに切つて用いた。

E. 真珠貝貝殻の構成成分

アコヤガイの貝殻を常法に従つて灰化したもの、コンキオリン（アコヤガイの貝殻より調製したもの）、大理石、カールサイド、アラゴナイト（いずれも礫物標本の破片）。

アコヤガイの真珠の色調は分光学的にみて⁽¹⁾ ブルー、ホワイト、グリーン、クリームに分類されるので、上記のごとく分類してその代表的な色調のものをえらんで使用した。この他にアコヤガイの真珠の非常に真珠層のうすい薄巻珠や、過酸素素等で処理したシミ抜き珠が放射線照射によつてどのように商品的な価値を生ずるかを知らるために試料として用いた。

試料真珠はいずれも照射前後の測色の誤差を少なくするために⁽²⁾、直径7~8mmのものをえらび、測色面が放射線の照射の前後で変らぬように後側にマークをした。

試料として使用した真珠は各種類についておのおの10~15個である。

γ線は東海区水産研究所の厚意で、同所に設置してあるCo⁶⁰ (1,400キユーリー)を線源として用いた。照射試料は線源よりの距離7cm、線量率300Kr/hで48時間照射し、総線量14,400Kr/hである。

真珠の測色には島津製作所製自記色彩測定器RC-1型を用い、内田等⁽³⁾、沢田⁽²⁾の報告に従つて測色を視覚印象に近づけるためにMgO煤のback groundを用いた。

実 験 結 果

γ線照射による試料の変色

試料を線量率300Kr/hで48時間照射した後の色調の変化は外観的には第1表に示したように変色している。

アコヤガイの真珠では、ホワイト系やクリーム系のようなほとんど有機質や稜柱層を含まないものは、γ線照射の結果黒ずんだ青色にみえる。この場合核の上に巻かれた真珠層の薄いもの程青色が強くあらわれ、真珠層が厚くなるに従つて着色は次第にうすくなり黒ずんだ灰色に近づいて行くのが認められる。ブルー系の真珠は、真珠層の内部、あるいは核と真珠層の間に有機質が混在しているものであるが、このような珠では照射による色の変化はほとんどみられない。又一般にドロ珠と称する真珠層が全部あるいは一部分稜柱層よりなつているものや、核と真珠層の間に稜柱層が巻かれている珠では、照射によつてほとんど変色がおこらないか、変色がおこつてもわずかに黒ずんで見える程度である。これは内部に巻き込まれている稜柱層の厚さに関係するものと思われる。無核のケン珠では照射による変色は全然みられず、アコヤガイの真珠層はほとんどγ線の影響をうけないことがみとめられる。

イケチヨウガイの真珠では照射によつてどの試料もすべて青味がかつた黒色に変化し、肉眼的

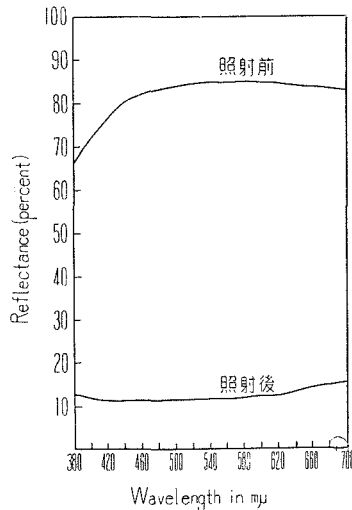
には各試料の色調はほとんどそろっている。

真珠養殖に用いられる核（米国ミシシッピ河産のピグトウと称する淡水産の貝でつくつたもの）は黒褐色に変色し、その着色は縞模様を呈し年輪のごとくにみえる。これはあとで述べるごとく（第14, 15図）貝殻の内部を用いた核は一樣に黒褐色を呈するが、貝殻の殻皮層に近い部分を核に用いたときは縞模様に変色する。

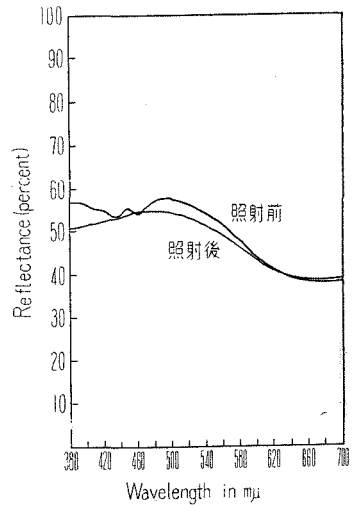
第1表 γ線照射後の真珠及び真珠貝の色調の変化（照射総線量 14,400kr/h）

試料	外観
アコヤガイ真珠	
ブルー系	ほとんど変化なし
ホワイト系	黒ずんだ青色
グリーン系	〃
クリーム系 (淡色)	〃
〃 (濃色)	黒青色の中に生地の茶褐色がみえる
ドロ珠	やゝ黒ずんでいる
ケシ珠	ほとんど変化がない
イケチヨウガイ真珠	青みがかった黒色
核（ピグトウの貝殻でつくつたもの）	黒褐色
貝殻	
ピグトウ	黒褐色
イケチヨウガイ	〃
シロチヨウガイ	ほとんど変化がない
アコヤガイ	〃
クロチヨウガイ	わずかに黒ずんでみえる
アコヤガイ貝殻の灰	変化がない
〃 コンキオリン	〃
Calcite	〃
Aragonite	〃

貝殻や真珠の構成成分についてみると淡水産のイケチヨウガイやピグトウの貝殻は黒褐色に変色するのに反し、海産のアコヤガイやシロチヨウガイはほとんど変色がみとめられず、クロチヨウガイの貝殻がわずかに黒ずんでみえる程度である。又貝殻や真珠の構成成分であるコンキオリンやアコヤガイの灰分（常法に従ってアコヤガイの貝殻を灰化したもの）、砒物標本より得た Calcite, Aragonite はいずれも変色がみられなかった。

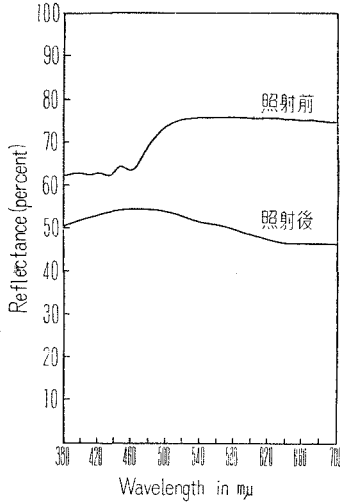


第1図. 放射線照射前後の核(ピグトウ)の測色図.

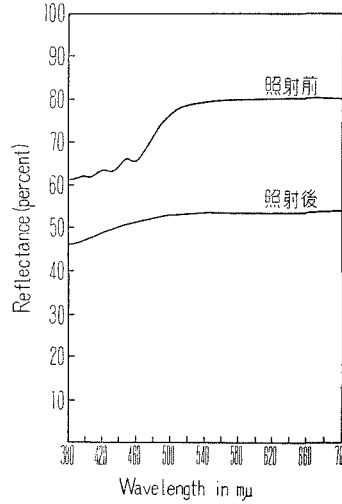


第2図. 放射線照射前後のアコヤガイ真珠の測色図(ブルー系).

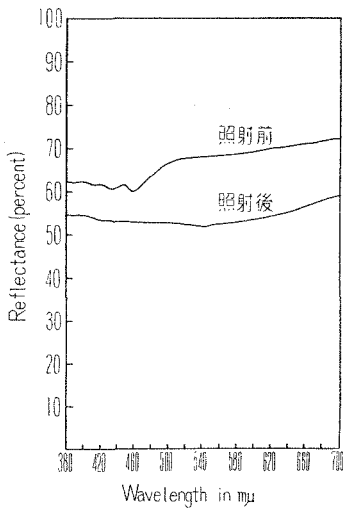
このような試料の変色を自記色彩測定器 RC-1 型で測色してみたが、その代表的なものを示してみると第1図より第8図のごとくなる。



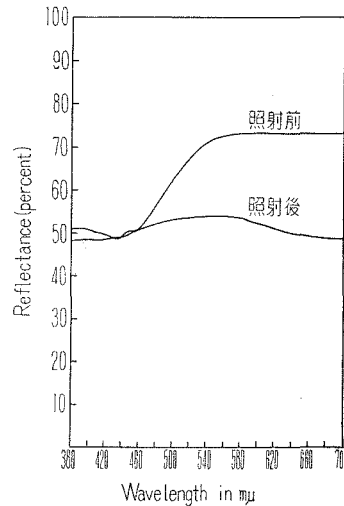
第3図. 放射線照射前後のアコヤガイ真珠の測色図(ホワイト系).



第4図. 放射線照射前後のアコヤガイ真珠の測色図(ホワイト系).

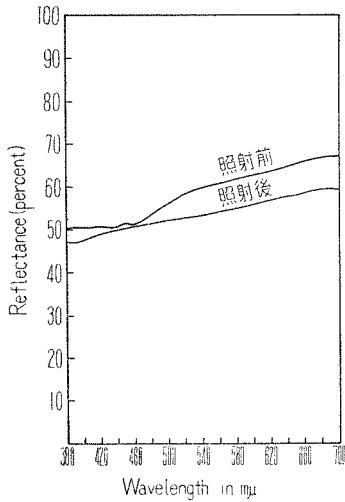


第5図. 放射線照射前後のアコヤガイ真珠の測色図(グリーン系).

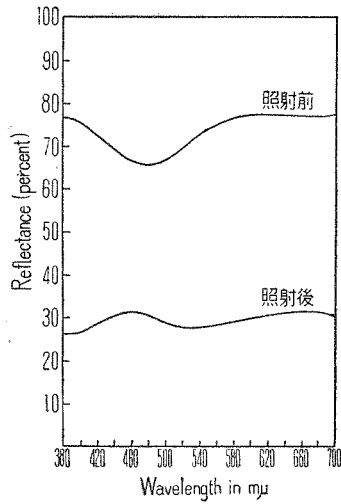


第6図. 放射線照射前後のアコヤガイ真珠の測色図(クリーム系).

第1図は核の γ 線照射前後の測色結果である。核は第1表に示したごとく γ 線照射によつて非常に黒変したことがはつきりと認められる。第2図及び第7図のブルー系やドロ珠ではほとんど変色が目とめられず、第3図、第4図のホワイト系や第5図のグリーン系、第6図のクリーム系で



第7図. 放射線照射前後のアコヤガイ真珠の測色図 (ドロ珠).



第8図. 放射線照射前後のイケチヨウガイ真珠の測色図.

は相当に強い変色が認められる。第8図は淡水産のイケチヨウガイの真珠であるが、これはアコヤガイの真珠の場合とは異なり非常に強く黒変していることが認められる。これらの測色結果より3色刺激値を計算しその値を C. I. E. 色度図に入れてみると第2表及び第9図のごとくなる。

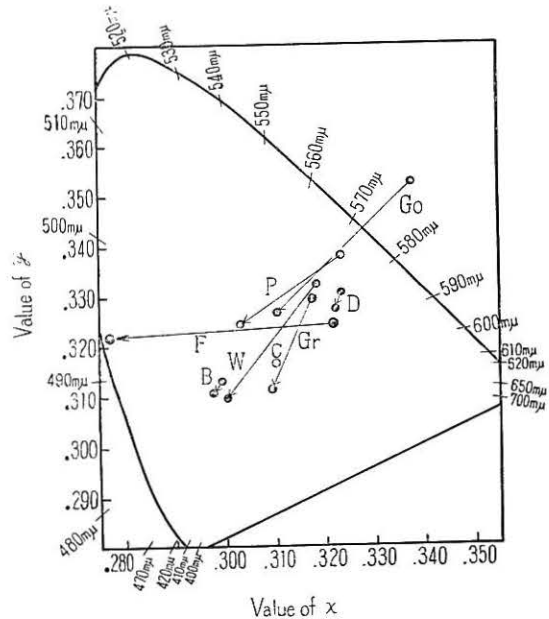
第2表 放射線照射前後における真珠の三色刺激値 (照射総線量 14,400kr/h)

試料	三色刺激値					
	照射前			照射後		
	x	y	z	x	y	z
核	0.314	0.325	0.361	0.322	0.323	0.355
〃	0.314	0.322	0.364	0.321	0.320	0.359
アコヤガイ真珠						
ブルー系	0.300	0.313	0.387	0.298	0.310	0.392
〃	0.296	0.309	0.395	0.298	0.307	0.395
ホワイト系	0.319	0.332	0.349	0.301	0.309	0.390
〃	0.324	0.339	0.337	0.313	0.323	0.364
〃	0.324	0.338	0.338	0.304	0.324	0.372
グリーン系	0.318	0.329	0.353	0.311	0.315	0.374
グリーン系	0.338	0.352	0.310	0.311	0.326	0.363
ドロ珠	0.324	0.330	0.346	0.323	0.327	0.350
〃	0.325	0.340	0.335	0.319	0.326	0.355
〃	0.325	0.334	0.341	0.319	0.324	0.357
イケチヨウガイ真珠	0.322	0.324	0.355	0.277	0.323	0.400

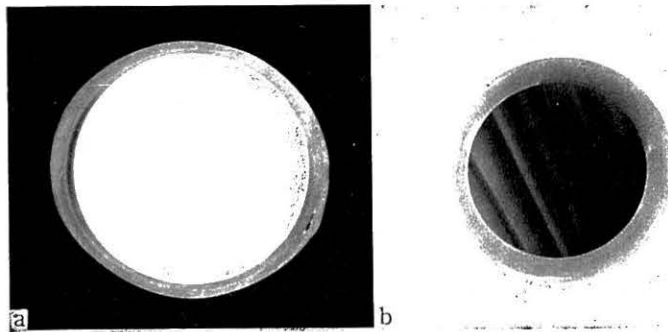
第9図に示されるごとく、アコヤガイの真珠のブルー系やドロ珠はγ線照射による変色が少ない(色度図上の移動が小さい)が、ホワイト、グリーン、クリーム系の珠では色度図上の移動が相当大きく、強く変色しているのが認められる。更にイケチヨウガイの真珠ではアコヤガイの真珠の変色とはちがった位置へ大きく移動している。

また放射線照射で真珠や貝殻の内部の変色をしらべるために試料を切断して観察すると、第10図より第16図に示した写真のごとくになっている。第10図にみられるごとくアコヤガイの真珠においては放射線照射で変色を起こすのは主として使用された核であり、真珠層の部分はきわめてわずかに変色がみられる程度である。このことは第1表に示したように無核の真珠層よりなっているケン珠は、照射によつてほとんど変色が認められなかつたことによつても証明される。ゆえにホワイト系やうすいクリーム系の珠では、核の変色が半透明な真珠層

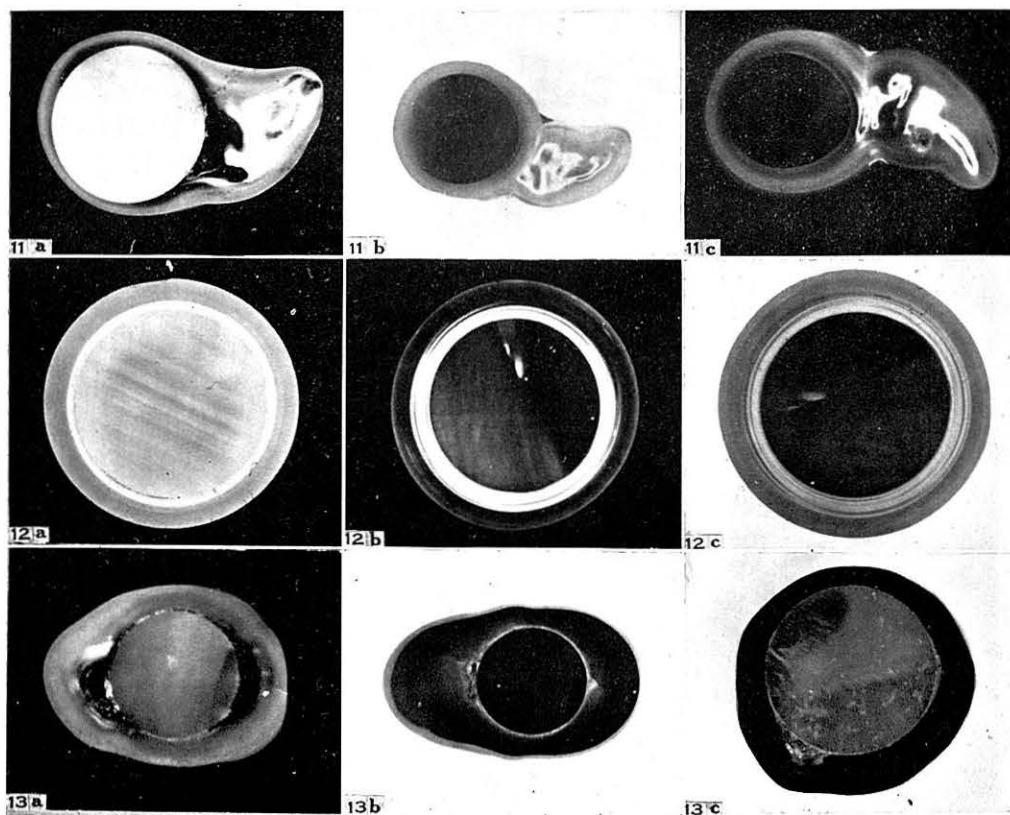
をとつて外部にあらわれ、全体として黒ずんだ青色にみえる。この場合に真珠層に巻き込まれた異物や、核と真珠層の間に有機質のごときものが巻き込まれて生ずるシミのある珠では非常にみにくい色むらがあらわれる。また有機質の層が更になり核のまわりや真珠層中に一様に存在しているブルー系の珠や(第11図に少しみられる)、第12図のごとく稜柱層が巻き込まれたドロ珠(第12図の核と真珠層との間に白く見えている部分が稜柱層)では、この不透明な層の存在のために核の変色が外部にほとんどあらわれない。特にドロ珠の場合では稜柱層が多いときには全く変色が認められないし、またわずかに稜柱層が存在しているような珠ではやゝ黒ずんでみえる程度である。第13図に示したイケチヨウガイの真珠では、核よりもむしろ真珠層が強く黒変し



第9図. 放射線照射による真珠の色調の変化.



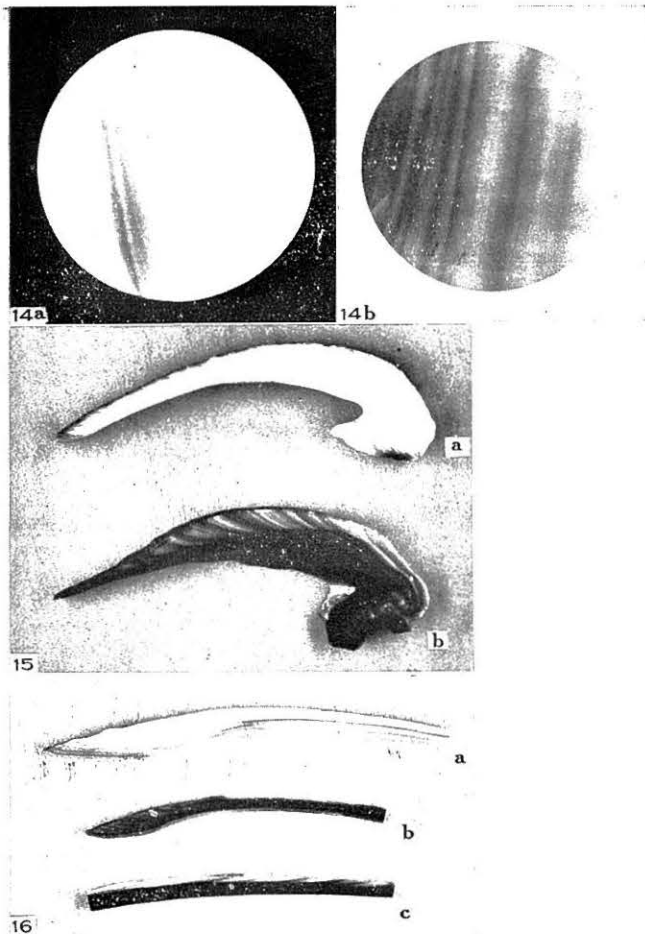
第10図. 放射線照射前後のアコヤガイ真珠の断面(ホワイト系).
a: 照射前, b: 照射後.



第11—13図. 11: 放射線照射前後のアコヤガイ真珠の断面. 11a: 照射前, 11b: 照射後, 11c: 照射後.
 12: 放射線照射前後のアコヤガイ真珠の断面 (ドロ珠). 12a: 照射前, 12b: 照射後, 12c: 照射後.
 13: 放射線照射前後のイケチヨウガイ真珠の断面. 13a: 照射前, 13b: 照射後, 13c: 照射後.

第3表 放射線照射によつて着色した真珠の褪色

試料	三色刺激値			注
	x	y	z	
アコヤガイ真珠 ブルー系	0.296	0.309	0.395	照射前
	0.298	0.307	0.395	照射後
	0.298	0.306	0.396	45日間放置後
ホワイト系	0.319	0.332	0.349	照射前
	0.301	0.309	0.390	照射後
	0.299	0.310	0.392	45日間放置後
グリーン系	0.318	0.329	0.353	照射前
	0.311	0.315	0.374	照射後
	0.310	0.312	0.378	45日間放置後
クリーム系	0.338	0.352	0.310	照射前
	0.311	0.326	0.363	照射後
	0.313	0.328	0.359	45日間放置後



第14—16図. 14: 放射線照射前後の核の断面. 14a: 照射前, 14b: 照射後.

15: 放射線照射前後のビグトウの断面. a: 照射前, b: 照射後.

16: 放射線照射前後のイケチヨウガイ貝殻の断面. a: 照射前, b, c: 照射後.

では、この変色は相当に安定したもので褪色はほとんど起こらないことがわかった。また真珠や真珠貝の放射線照射は、 $14,400 \text{ Kr/h}$ で既に変色の限度に来ており、試料に更に放射線を照射して総線量 $28,800 \text{ kr/h}$ を照射したものでも色調の変化はみられなかった。

真珠及び貝殻の分析

真珠の γ 線照射による変色は、アコヤガイの真珠では主として核の変色によるものであり真珠層ではほとんど変色が起こらない。しかしイケチヨウガイの真珠では真珠層の変色も核と同様に起こることがみとめられる。また真珠や真珠貝殻の構成成分である炭酸石灰やコンキオリンのごとき蛋白質もほとんど変色しない。更に淡水産の貝殻では内部では均一に変色しているが殻皮層に近づくにつれて縞模様になり貝殻全体が一様に変色されるものではない。これらのことから、真珠や真珠貝の貝殻に含まれた微量成分で、海産のものと、淡水産の貝や真珠の間に含有量の非常にことなつた物質が放射線照射による変色に関係しているのではないかと考えられる。真珠や真珠貝

ているのがみとめられ全体として強い黒紫色にみえる。またアコヤガイやシロチヨウガイのごとき海産のものに反して変色の強かつたビグトウの貝殻やイケチヨウガイの貝殻の断面をみると、第15図及び第16図のごとく貝殻の内部は一様に黒変している。この変色は殻皮層の方に近づくに従つて縞模様を呈しているから放射線照射によつて変色を起こす部位が偏在しているのが認められる。

次にこのような γ 線照射による真珠の変色が一時的なものか否かをみる目的で、照射した試料を約1ヶ月半放置して褪色の有無をしらべた。照射前後及び放置後の測色結果を3色刺激値としてあらわしその結果を比較してみると第3表に示したようになる。いずれの珠も照射直後と45日間放置後とでは3色刺激値にわずかの差が認められるが、これは真珠が均一なものではなくまた完全な球体ではないので、測色時の試料固定の時に生ずる誤差と考えられる⁽²⁾。このことよりこの程度の測定値の動き

貝殻の微量成分中金属としては、奥田・竹内⁽⁴⁾、沢田⁽⁵⁾によつて、Ba, Cu, Fe, K, Li, Mg, Mn, Na, Sr の存在がみとめられている。これらの微量金属のうち放射線によつて変化が起これと期待される Fe, Mn を各試料について定量し、その含有量を比較してみた。

分析方法は、試料を常法に従つて灰化した後、この灰分について硅酸分離を行なつた塩酸溶液（この場合硅酸はほとんど認められない）に 10%Na₂CO₃ 及び 10%CH₃CO₂Na を加えて加熱し、鉄を塩基性醋酸塩として沈澱させる。この沈澱を濃硝酸に溶解し、蒸発溶解をくりかえして鉄を完全に酸化した後、3%HNO₃ 及び 2%KSCN を加えて生成するロダン酸第 2 鉄を比色定量した。又鉄の塩基性醋酸塩を分離した濾液にアンモニヤ水及び過酸化水素を加えて加熱してマンガンを含水過酸化マンガンとして沈澱させ、濾別後沈澱を硝酸に溶解し蒸発溶解をくりかえしてマンガンを完全に酸化させる。これに硝酸銀及び過硫酸カリを加えて生成する過マンガンの色を比色定量した。

比色定量はいずれの場合も日立製作所製の分光光度計 EPU を用いた。

この結果は第 4 表に示したものである。試料の灰の色は海産の貝殻や真珠ではすべて白色であ

第 4 表 真珠及び真珠貝殻の灰分の分析

試料	灰分 %	灰の色	Fe p.p.m.	Mn p.p.m.
アコヤガイ真珠の真珠層	91.6	白色	15.7	22.9
イケチヨウガイ真珠の真珠層	95.2	紅褐色	10.4	1533.5
ピグトウ 貝殻 殻皮層を含む	92.3	褐色	33.2	307.7
核 ピグトウの真珠層	97.6	灰褐色	2.4	656.4
イケチヨウガイ貝殻 真珠層のみ	96.9	茶褐色	13.9	1964.3
〃 殻皮層を含む	96.1	〃	22.4	486.9
アコヤガイ貝殻	93.4	白色	40.4	48.6
シロチヨウガイ貝殻	—	〃	7.5	76.2
クロチヨウガイ貝殻	—	〃	7.5	103.4

るのに比べて、淡水産のものは褐色を呈しており特にイケチヨウガイの真珠の真珠層は強い紅褐色である。各試料の鉄の含有量はシロチヨウガイやクロチヨウガイでは少ないが、他はそれ程大きな差異は認められない。しかしマンガンの含有量は各試料の間に大きな差異が認められる。淡水産の貝殻や真珠は多量のマンガンを含有しているが、海産のものでは非常に少なくわずかにクロチヨウガイでは約 100 p.p.m. 含有している程度である。

このように淡水産の貝が海産の貝にくらべてマンガンの含有量が非常に多いことがどのような原因によるかは今後の研究にまたねばならないが、貝殻の内部ではこれが多分炭酸マンガンとして存在していると推定される。

またマンガンの含有量が第 4 表をみると明らかに殻皮層に近いところよりも真珠層の方に多いことが認められ貝殻中ではマンガンが非常にかたよつた分布をしている。一方放射線照射によつて生ずる変色も前述のごとく殻皮層附近は淡く縞模様を呈しており、真珠層が強く着色することから考えて、この着色は真珠や貝殻に存在するマンガンが過酸化マンガンのようなものに酸化されて起これるものであると思われる。従つて第 1 表に示したごとく同じ海産のクロチヨウガイが放射線照射によつてやゝ黒ずんだ着色をするのは、アコヤガイやシロチヨウガイの貝殻にくらべて

マンガンを2倍近くも含有しているためと考えてもよからう。またアコヤガイの真珠においては変色が主として使用されている核によるのは、マンガンの含有量において真珠層では23p.p.m.であるのに、核では650p.p.m.と約30倍も多いためと考えられる。逆にイケチヨウガイの真珠では核よりもむしろ真珠層の方が強く変色するのは、真珠層の方が核よりもマンガンの含有量が2倍以上にもなっているためであろう。

放射線照射真珠と各種の真珠との比較

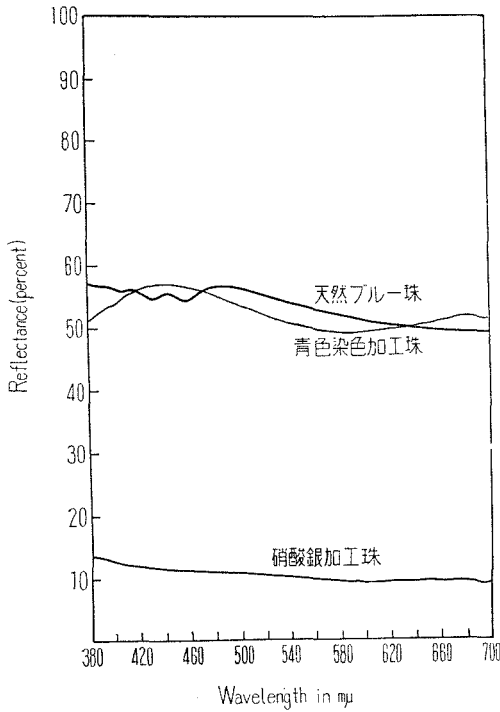
真珠の価値を左右するものゝ重要な要素としては、テリ（真珠表面の光沢をいう）、色、大きさ、巻き（核の上に巻かれた真珠層の厚み）、キズ及びシミ（真珠層中や核と真珠層の間に有機質等の異物の入ったもので表面よりみると黒褐色や青色の色ムラにみえる）の有無等がある。現在真珠はピンク系のもの（これは分光学的にみてホワイト系と同一とみなしてよい）が最上のものであるが、ブルー系（一般に黒真珠と呼ばれているもの）の真珠も良質のものはピンク系におとらない価値をもっている。しかしブルー系の真珠は真珠層の中や核と真珠層の間に有機質のごとき異物が巻き込まれたものである（第11図）。大多数のブルー系の真珠はこのような異物が均一に巻き込まれていないために変形した珠や色ムラの珠であり、良質のブルー系の真珠は非常に少ない。そのために比較的価値の低い真珠を染色したり、または硝酸銀で処理して黒く着色したりして黒真珠がつくられることもある。

このように染色加工した珠や放射線照射で変色した真珠と天然の良質なブルー系のものとの色調を比較してみた。自記色彩測定器による測色結果と3色刺激値及びC. I. E. 色度図をみると第

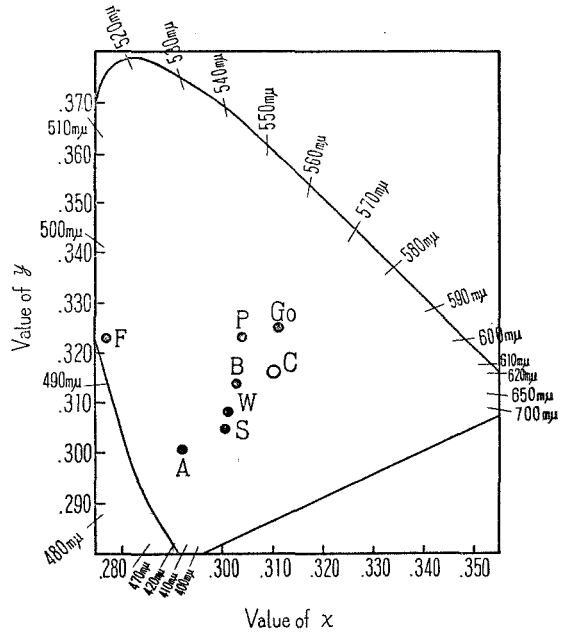
第5表 各種の真珠の三色刺激値

試料	三色刺激値		
	x	y	z
アコヤガイ真珠 ブルー系	0.303	0.315	0.382
ホワイト系(放射線照射)	0.301	0.309	0.390
クリーム系()	0.311	0.326	0.363
イケチヨウガイ真珠 (放射線照射)	0.277	0.323	0.400
硝酸銀による処理珠	0.292	0.309	0.399
染色加工珠	0.301	0.305	0.395

17図、18図及び第5表に示すごとくになる。硝酸銀による加工珠は黒色に着色しているので天然のブルー珠とは全然異なつた分光特性を示しているが、染色珠や放射線を照射したアコヤガイの真珠では色調が天然のブルー系のものに近いことがわかる。しかし照射によつて核も真珠層も変色する淡水真珠では、その分光特性や色度図の上でみると他のいずれの場合とも異なつた特異的な存在を示している。このようにアコヤガイの真珠は放射線照射によつて染色珠と同様に天然ブルーの珠に色調がいてくるが、大多数の真珠は真珠層が均一でないことや（第10図）、シミまたは突起のために放射線照射によつて変色した核の色が外部に出るときに色ムラを生じやすく、必ずしも均一なブルー系の真珠になるとは限らない。えらばれたごく少数の珠のみが色調も比較的均一で天然の良質なブルー珠に近づくものである。一方淡水産のイケチヨウガイの真珠では、



第17図. 各種の真珠の測色図.



第18図. 各種の真珠の色調の比較.

真珠層は核と同様にあるいはそれ以上に放射線によつて変色するから、色調も海産のものにくらべて非常に強くしかもどの珠でもほとんど同じように変色しており、色ムラはあまりみられない。

考 察

以上の研究の結果、真珠や真珠貝殻に放射線を強くあてると海産の貝殻ではほとんど変化があらわれないが、真珠や淡水産の貝殻では黒変するのがみられる。しかしこの変色は放射線量が少ないときには一般に茶褐色になる。これは真珠や真珠貝殻の構成成分である炭酸石灰やコンキオリンのごとき蛋白質の変色によるものではなくて、微量に含有しているマンガンがγ線照射によつて過酸化マンガンに変化するためではないかと推定される。またブルー系の真珠は一般に黒真珠といわれてピンク系の珠と同様に高価なものであるが、この研究のごとく真珠が放射線によつて変色することを利用して、真珠の品質をおとさずに高価なブルー珠をつくることが期待される。しかし前述のごとく真珠のほとんどのものは不均一な層をもつているので、核の着色が外部にあらわれる時に非常にムラのある色調を生ずる。従つてこの方法によつてどのような真珠でも良質なブルー系の珠に変化するのではなく、照射前に充分選別しなければならないことがわかる。また過酸化水素等によつてシミを抜きとつた真珠を用いてもなお色ムラが消えない。これは過酸化水素等によつて内部のシミを脱色しても、真珠の不均一さは変えられず、核の黒褐色がこゝを通過して外部に出てくるときに色ムラを生ずるものと考えられる。この研究においても、ドロ珠を

除いて試料として用いられた真珠は100個以上であるが、照射によつて得られた良質なブルー系の珠は少数であり、これらの真珠は照射前には一応宝石的価値をもつたものであつた。他の試料は照射によつていずれもムラのある珠に變つた。

以上のことによりγ線のごとき放射線を利用して真珠を変色させることを直ちに産業的に利用することは、現段階では相當に危険をとまなうことであり、照射前の珠の選別を充分にしておかないとかえつて品質を低下させるおそれがある。また淡水真珠の場合は核だけではなく真珠層までも黒變し、アコヤガイの真珠よりも強い着色を起こすが、着色した珠の色調は割合に均一であることから、淡水真珠は今後の研究によつては相當に期待がもたれるのではなからうか。

要 約

1. 真珠や真珠貝の貝殻に放射線を照射すると黒ずんだ青色に変色することをみとめた。この変色は淡水産のイケチヨウガイやその真珠では強く、アコヤガイの真珠では内部の核が黒變して全体としてブルー系のものに変色した。またアコヤガイ、シロチヨウガイ、クロチヨウガイ等の海産のものではほとんど変色が認められなかつた。

2. 真珠や真珠貝が放射線照射によつて変色するのはその構成成分である炭酸石灰やコンキオリンのような蛋白質の変色によるのではなくて、微量に含有されているマンガンの変化によることが推定された。

参 考 文 献

- (1) 沢田 保夫 1958. 真珠の蛍光に関する研究. 国立真珠研報 4: 340—346.
- (2) ————— 1957. 自記分光光度計による真珠の色の測定. 国立真珠研報 3: 175—182.
- (3) 内田洋一・富来哲彦・平井正光 1955. 分光光度計による真珠の色の測定 (II). 応用物理 24: 325—332.
- (4) 奥田・竹内 1949. 日化 38: 819.
- (5) 沢田 保夫 1957. アコヤガイ貝殻及び真珠の無機成分に関する研究 (I). 国立真珠研報 2: 68—73.

真珠袋の組織学的研究

Ⅳ. いわゆる“黒斑”の真珠袋について^{*1,2)}

町 井 昭

国立真珠研究所

は し が き

真珠には真珠層真珠のほかによりょう(稜)柱真珠層、有機質真珠及びこれらの二つ以上の成分からなる複合真珠がある。複合真珠のなかにも各種成分の沈着状態によつて種々の形状のものがあるが、今回は図1に示すようなこげ茶色をした乳頭状の突起が真珠層の表面にこんべいとうのように突き出ている(いわゆる黒斑)真珠が得られたので周囲の組織とともに固定、脱灰して標本をつくり組織学的観察を行なつた結果、それらの突起は有機質からなり、沈着した有機質が内部から真珠層の表面にまで突き出ていることがわかつた。また沈着物に突起のある場合、真珠袋もそれに沿つたくぼみが認められ、真珠袋上皮並びに上皮細胞の形態と真珠の形状、品質との間には密接な関係のあることがわかつた。

この研究にあたり終始指導、助言をいただいた国立真珠研究所高山活夫所長、同所中原皓氏に感謝する。

材 料 と 方 法

三重県志摩郡志摩町布施田において養殖され1957年3月に“浜上げ”されたアコヤガイ真珠のうち真珠層の表面に茶色ないしこげ茶色の突起がこんべいとうのように突き出ている真珠及びそれを囲んでいた真珠袋を10%ホルマリン、Gender、ツエンカー液等で固定し、脱灰を要するものは5%トリクロル醋酸で脱灰してパラフィン切片をつくり、エールリツヒ・ヘマトキシリン-エオシン染色及びハイデンハイン・アザン染色をほどこし観察した。

観 察

真珠光沢をもつた真珠の表面にこげ茶色をした乳頭状の突起がこんべいとうのように出ているいわゆる“黒斑”の断面は図2にみるように有機質が沈着し、それが真珠層の表面にまで突き出

* Akira Machii. Studies on the histology of the pearl-sac. IV. On the pearl-sac tissue of so-called “kokuhan” (black spotted). With English summary, p. 410. Bull. Natl. Pearl Res. Lab. 5: 407-410. 1959.

1) 国立真珠研究所業績 No. 51. (国立真珠研究所報告 5: 407-410. 昭和34年12月)

2) 本研究の一部は農林水産技術会議、試験研究機関調整費(不良真珠の防止に関する研究)により行なつた。



図1.真珠層の表面に有機質の突起のでている（いわゆる黒斑）真珠.

図2. 有機質の突起のある真珠の断面.

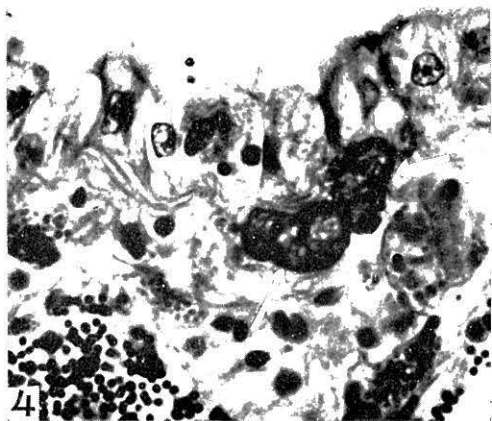
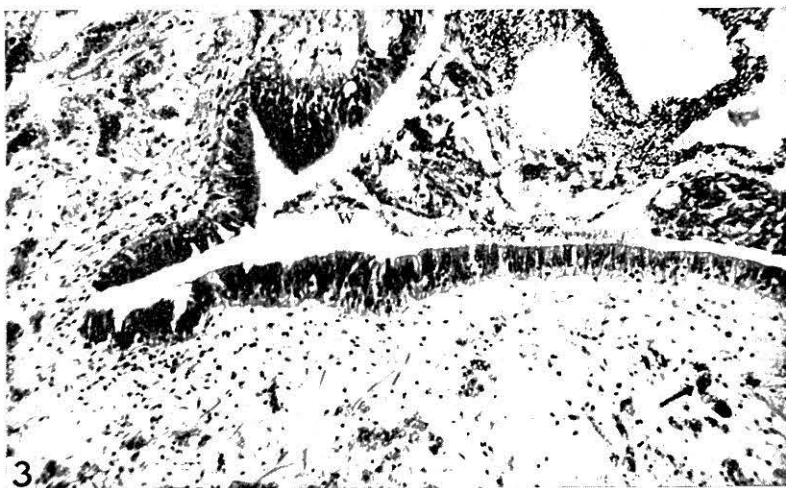


図3. 有機質の突起をとりまいていた真珠袋上皮.厚みのある円柱上皮細胞からなる→ヘマトキシリンで濃く染まる塊状部. W: 遊走細胞. 1957年3月 Gender 固定, エールリツヒ・ヘマトキシリン-エオシン染色. × 160

図4. 有機質の突起をとりまいていた真珠袋上皮.上皮細胞の遊離縁が粗なもの.→ヘマトキシリンによく染まる塊状部. 1957年3月 Gender 固定, エールリツヒ・ヘマトキシリン-エオシン染色. × 360

ている。これらの突起の中にはりょう(稜)柱層の入っていることがあり、死んだ遊走細胞が沈着物の層間にみられることもある(青木1957)。各種の分泌物すなわち真珠層、有機質及びりょう(稜)柱層等の沈着状態はまちまちで、真珠1個1個についてちがつている。図2は有機質の沈着した上に真珠層が沈着したものの断面であるが、一部 a, b, d では他の部位においては有機質の上に真珠層が沈着するに至つてもなお有機質の分泌が止まらずにその沈着が続いたため真珠層の表面にまで突き出た有機質の突起を生じたものである。c では突起状に沈着した有機質の表面を真珠層がおおっている。このような突起(図2 a~d)がでている真珠を真珠袋とともに脱灰しその切片を観察すると、突起部の真珠袋は円柱上皮細胞からなつており大きなくぼみを生じている。このようなくぼみの部分の真珠袋上皮はさらに大小のひだをなしており、ある部分ではこれらのひだに沿つて分泌物が沈着しているのが認められる。

有機質はアザン染色で深紅色に染まり、エオシンで赤く染まるもの、繊維状に沈着しアザン染色で青く染まり、エオシンで赤ないし桃色に染まるものが観察される。図2 a, b, d のように現在有機質が沈着しつつある部位の真珠袋上皮は円柱上皮をなしている。これに反し内部には有機質が沈着しているが、表面は真珠層でおおわれている部位では上皮は大きくくぼんでいるが著しいひだを作ることはない。有機質の突起以外の部分の真珠袋上皮細胞はへん平で大体5~10 μ くらいの厚さがあり普通の真珠層真珠の真珠袋と変りがない。上皮が著しく厚い円柱上皮細胞からなりひだをなしているのは有機質の突起部分の真珠袋で、このような部位の真珠袋上皮では50 μ 前後の厚みをもつのが普通で(図3, 4)、時には厚さが100 μ に達するものもみられる。円柱上皮細胞には細胞質中にエオシン及びオレンジ-G に染まる果粒が多量に含まれている。エオシン好性の仁をもつた核は細胞の中央及びやや基底部に近く偏在することが多い。細胞の遊離縁は粗なもの割合に密で刷子縁のようにみえるものとみられた。また円柱上皮細胞の間にしばしば胞状の細胞がみられる。これには空胞化したものとアニリンブルーで青く染まる内容物を含んだものがある。真珠袋上皮の直下や周囲の組織にはヘマトキシリンで濃い青紫色に、アザン染色でうす青く染まる塊状部が20例のうち15例において観察された(図3, 4)。その内部はこれらの染色では強く染まらず多くは空胞を生じている。

考 察

大森(1950)は異常発達をした真珠は有機物質の沈着によつてできるものであるが、その沈着状態にはいろいろの様式があることをのべ、その一例として“核の表面についた有機物質が真珠層をつらぬいて外まで続いている場合”について記載している。今回観察した材料はこの類型に属する真珠とそれをとり囲んでいた真珠袋である。図2 a部においては一たん有機質の沈着は止まつたが完全に止まるに至らず、その上に更に有機質が沈着して突起をつくつたものである。b, d 部でも現在有機質が沈着しつつある。c 部ではすこし以前にはこげ茶色の突起が真珠層の表面に突き出でていたものと推察されるが現在ではその表面を真珠層がおおっている。このように同一部位においていろいろの沈着物の重なりがみられることは、ある原因によつてその部分の真珠袋上皮細胞の形態がかわりその形態に応じた特有の分泌物が沈着されるためによるものであろう(中原・町井1956)。有機質の突起を囲んでいる真珠袋は分泌機能のさかんな円柱上皮細胞からなる上皮で、大きなくぼみを形成しており(図3)、(青木1957)、それに沿つて分泌物も突き出ている。しかし川上(1957)がのべているように真珠袋の上皮がひだをなしている場合(りょう柱層を分泌していた)にもそれにそつた分泌物の沈着物着が起らないこともある。有機質の突起を

生ずる原因は何かの原因によつて真珠袋上皮の一部が分泌機能のさかんな円柱上皮にかわり、多量の有機質がその部分に沈着するためにおこるものと思われる。また図 2 a, b, d 等におけるような場合は最初有機質を分泌していた真珠袋の大部分においては上皮の形態はへん平なものになり、真珠層が沈着するに至つてもそれらの部分だけは上皮細胞は円柱状を保ちつづけ有機質の沈着が続いたため真珠層の表面にまで突き出た有機質の突起ができたものと考えられる。

有機物質については Matsui and Hirota (1952) はエオシン並びにアニリンブルーに染まるもの及びこれらによく染まらないものを観察しているが、今回の観察においてもアザン染色で紅色に、エオシンでやや濃い赤に染まる部分と、繊維状に沈着しアザン染色で青く、エオシンでうす赤く染まる有機質をみることができた。

要 約

真珠層の表面にこげ茶色をした乳頭状の突起がこんぺいとうのように突き出ている真珠（いわゆる黒斑）の真珠袋並びに突起部について組織学的観察を行なつた結果次のことがわかつた。

- 1) 突起は主として分泌された有機質からなり、りょう柱層及び遊走細胞の含まれることもある。
- 2) 有機質の突起部をとり囲んでいる真珠袋上皮は円柱上皮細胞からなつている。

Summary

The pearl-sacs of so-called "Kokuhan" pearls (a kind of abnormal pearls being spotted with a dark blot on the pearl surface) were histologically studied in the pearl oyster, *Pinctada martensii* (Dunker). The epithelium enclosing the pearl-sac consists of columnar cells. Substances which mainly cause "Kokuhan" in the process of the "Kokuhan" pearl formation seem to be certain organic matters which were secreted from the abnormal epithelium of the pearl-sac. Sometimes, there are some prismatic layers and wandering cells in the dark spot of the "Kokuhan" pearl.

文 献

- 青木 駿 1957. 真珠養殖における挿核施術に関する研究 I. 挿入された核が収足筋に接した場合について. 国立真珠研報 2: 113—118.
- Matsui, Y. and Hirota, T. 1952. Studies on the formation of pearls. I. On the relationship of proteins and CaCO₃ crystals in the layer of baroque pearls. Seto Mar. Biol. Lab., II (2) 331-339.
- 中原 皓・町井 昭 1956. 真珠袋の組織学的研究 I. 異常真珠と正常真珠の真珠袋の比較. 国立真珠研報 1: 10—13.
- 大森啓一 1950. 真珠の異常発達. 真珠の研究 1 (1) 1—3.

真珠袋の組織学的研究

V. 真珠袋の移植^{*1)}

町 井 昭

国立真珠研究所

アコヤガイを母貝とした真珠養殖においては外とう膜片を貝殻で作った核とともに他の個体の生殖腺内にそう入する核入れ手術が行なわれる。その結果核の周囲に真珠袋が形成され、真珠が産出される。この場合における真珠袋の形成過程、形成速度の季節的差異等についてはすでに Kawakami (1953), 青木 (1956), 村上ら (1956), 町井・中原 (1957) らにより詳しい研究が行なわれた。著者ら (中原・町井 1956) はさきに真珠袋上皮の形態と産出される真珠の品質との関係について明らかにし、真珠袋上皮は三つの異なる形態のものすなわち、真珠層真珠をつくる単層へん平上皮、りよう柱層をつくる胞状の細胞を含む立方上皮、有機質をつくる円柱上皮があることを観察した。かつこれらの上皮の形態は必ずしも常に一定の形態を保つものではなく、何かの原因で形態は変わるものであることを指摘した。

今回は外とう膜を移植して出来た真珠袋のうち真珠層を分泌している真珠袋を他の個体の生殖腺内にパラフィン核とともに移植し(第二次移植)、真珠袋から再び真珠袋が作られることを組織学的に確かめた。また第二次移植の結果作られた真珠袋のうちにも前記同様の異なる形態をした真珠袋のあることがわかり、その上皮の形態の異なるに従ってやはり真珠層、りよう柱層、有機質等を分泌する能力を有することを確かめた。

この研究に当つて終始御指導をいただいた国立真珠研究所高山活夫所長並びに同所員中原皓氏に感謝する。

材 料 と 方 法

アゴ湾に産する3年生のアコヤガイ *Pinctada martensii* (Dunker) に真珠層を分泌している真珠袋をピースとしパラフィン核を使つて核入れ手術を行なつた。すなわち直径4—6 mmのパラフィン核に約2 mm 平方に切つた真珠袋の上皮の面をつけて両者を生殖腺内にそう入した。核入れ手術を行なつた時期は1958年9月8日である。手術のすんだ材料は国立真珠研究所多徳島臨海実験所前の海面下約2 mの層にかごに入れてつるした。手術後 1, 2, 3, 5, 8, 11, 16, 17, 21, 31日

* Akira Machii. Studies on the histology of the pearl-sac, V. Results of transplantation of the pearl-sac. With English summary, p. 414. Bull. Natl. Pearl Res. Lab. 5: 411—417. 1959.

1) 国立真珠研究所業績 No. 52. (国立真珠研究所報告 5: 411—417. 昭和34年12月)

及び54日にそれらの手術部位をとりだし、ツエンカー液で固定し、パラフィン切片をつくり、エールリツヒ・ヘマトキシリン-エオシン染色及びハイデンハイン・アザン染色をほどこし観察した。

観 察

移植されたばかりのピースはパラフィン核と周囲の生殖腺組織に囲まれ圧迫されているが、上皮はもとの状態に近く、へん平な形態の上皮細胞が一行に並んでいる。ピース自体の形態変化ははつきりみられない。手術後1日ないし2日で大部分の真珠袋ピースはこの状態から次の状態に変わる。すなわちこの時期にあるピースの上皮はへん平に近いものから変化して著しく厚さを増して(10~50 μ)円柱状になるもの(Fig. 1)、細胞質の突起をもつた不規則な形態になり、もとの位置から離れて遊走しているもの等が認められる(Fig. 2)。ピースと周囲の組織とはまだよくむすびついてないが宿主の組織とピースの間には細い突起をもつた細胞が認められ、これが両者をむすびつける働きをするものと思われる(Fig. 3)。

手術後5日には早い個体ではすでに真珠袋が形成される(Fig. 4)。大部分の個体において真珠袋の形成されるのは手術後8日くらいである。おそい個体ではもつと長時日すなわち20日間くらいを要するものと思われる。部分的に真珠袋が形成されたものや、でき上つてごく間もない真珠袋では上皮細胞はまだ固有の形態を示すに至らず、細胞の形態は不規則な突起をもつものが多い。突起を失つて大体まるい形態をもつものも細胞の遊離縁は粗である。基底膜ははつきりしない(Fig. 5, 6)。形成後やや時間を経たと思われる真珠袋では上皮の形態は部位により異なっているのが普通で、もとピースのあつた部位の上皮は比較的時間を経過しても特に厚みのある場合が多い(Fig. 7, 8)。この時期の真珠袋内でピースから最も遠い部位の上皮は厚みがうすいことが多い。この時期をすぎるとピースはよく周囲の組織とむすびついて周囲の組織との区別がつきにくくなる(Fig. 7)。いずれの真珠袋においても形成された真珠袋からはやがてさかんに分泌が行なわれるようになる。早いものでは手術後8日には明らかにりょう柱層を分泌していた(Fig. 10)。また核面にアザン染色で深紅色に、エオシンで赤く染まる有機質が沈着している真珠袋も観察された(Fig. 9)。分泌は同一真珠袋内でも部位によつて異なっている場合が多い(Fig. 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17)。同一部位でも時日の経過にともなつて分泌物のちがつている場合すなわち分泌物は一定せず核面に有機質、りょう柱層、真珠層等が不規則な順序に沈着している場合も多くみられた(Fig. 16, 17)。核面に沈着している有機質にはすくなくとも2種類以上のものがあるように思われ、ひとつは前にのべたアザン染色で明るい紅色に、エオシンで赤く染まるもので、他はアザン染色で青く、エオシンで赤ないしもも色に染まるものである。有機質を分泌している場合の上皮には種々の形態のものがあるが多くは非常に厚みのある円柱上皮細胞からなり(Fig. 11, 12, 13, 15, 18, 23)、これらの細胞中には多量の細胞質が含まれている。有機質を分泌する円柱上皮細胞のあるものにおいては核はやや基底部に近くかたよつてあり、細胞の遊離縁は粗で細胞質の細い糸がくしの歯状に並んであたかも刷子縁をなすように見えるものもある(Fig. 11, 15, 19)。遊離縁において細胞質は細いくしの歯状にならないで束毛のようなものや、それらの先端が互いにからみあつて複雑な形状をなすものもみられる(Fig. 18)。これらの円柱上皮では分泌は非常にさかんであるものと思われ、核面への沈着物の量も多量である。このような円柱上皮が形成されている場合にはその部分の核面と上皮の間には多数の遊走細胞がみら

れることはごく普通である (Fig. 7, 8, 18)。また遊離縁は以上にのべたような構造をもたないが多量の細胞質を含み著しく厚みのある円柱上皮をなすもの等が認められる (Fig. 13)。しかし以上にのべたような著しく厚い円柱上皮をなさないがやや厚みのある立方上皮においても有機質を分泌している場合がみられた (Fig. 21)。有機質を分泌する円柱上皮はしばしば大きなひだを形成しているが、この場合分泌物も上皮のひだの形態にもなつて大きな凹凸をもつて沈着するため有機質の突起をもつた真珠が作られることがある (Fig. 19, 22)。エオシンで赤ないしもも色に、アザン染色で青く染まる有機質の沈着は大多数の真珠袋において認められた。またエオシンで赤くアザン染色で明るい紅色に染まる有機質も多くの個体において比較的少量に沈着しているのが認められた。この有機質の沈着しつつある部位の真珠袋上皮も円柱状をしており細胞質の量は多い (Fig. 9, 19, 23)。手術後16日には有機質をまじえたりよう柱層の上に少量ながら真珠層を分泌している真珠袋がみられた (Fig. 20)。真珠層を分泌する上皮はへん平であるが厚さは 2μ から 10μ くらいのものに至るまで種々の厚さのものがみられる。細胞質の量は有機質を分泌している上皮細胞にくらべてすくない (Fig. 20, 14, 16, 17)。

考 察

真珠袋の形成過程において外とう膜上皮が変化して真珠袋を形成する過程については今までにかなり詳しく研究された (Kawakami 1953, 青木 1956, 村上ら 1956, 町井・中原 1957)。移植された外とう膜片の外面上皮細胞は移植後1日ないし数日のうちに一時遊走性をもつに至り、そう入された核の表面をおおい真珠袋を形成する (中原・町井 1957)。形成後間もない真珠袋の上皮はまだ不規則な細胞が並んでいるにすぎないが、やや時日を経ると固有の形態をもつた上皮細胞が並ぶようになる。

また真珠袋の上皮細胞の形態と分泌物の間には一定の関係のあることがわかっている (中原・町井 1956)。今回行なつた真珠層を分泌している真珠袋を移植した場合の真珠袋形成過程においても外とう膜をピースとして核入れ手術を行なつた場合と同様にピースの上皮細胞は一時的に不規則な形態にかわり、弱い遊走性もち核面をおおつた後、固有の形態をもつた真珠袋上皮になるものであることが観察された。さきに Kawakami (1953) および町井・中原 (1957) らは9月 (水温が 28°C 前後) に核入れ手術をした場合、真珠袋は7日ないしそれ以上かかつて形成されることを観察した。今回真珠袋をピースとして使用した結果早いものでは5日で真珠袋が形成された (Fig. 4)。また8日後には相当量の有機質を分泌しているものがみられ、また少量ながらりよう柱層が着沈しているものも認められた (Fig. 9, 10)。また、手術後16日には真珠層の沈着が明らかに認められた (Fig. 20)。分泌物について Kawakami (1953) は手術後12日には殻皮層を、21日にはりよう柱層の沈着を認め、真珠層の沈着は手術後51日のものに認められたことを報告しているが、今回行なつた真珠袋をピースとして使用した場合には手術後5日で真珠袋が形成され、8日後にはりよう柱層および殻皮層の沈着が認められ (Fig. 10, 9)、また16日後には真珠層の沈着しているものも認められた (Fig. 20)。真珠袋を移植した場合にできる真珠袋においては円柱上皮の形成される割合はピースに外とう膜片を使つた場合にできる真珠袋におけるより多いようであり、多くの真珠袋において円柱上皮細胞の存在が認められた。あるものでは真珠袋上皮は全部円柱上皮細胞によつて占められ有機質の沈着が特に多く認められた。真珠袋をピースとして移植した結果形成される真珠袋においては外とう膜をピースに使つた場合にできる真珠袋におけるよりも形成速度および分泌のはじまる時期のやや早いこと及び有機質真珠のできる割合の高

いことは真珠袋の組織は変化しやすいものであること示し、核入れ手術の際にピースとなる真珠袋に加えられる何等かの刺激が原因の一つとなつて形成後における真珠袋上皮の形態が変りやすくなり、円柱上皮細胞を形成することが多くなる結果有機質を多量に分泌するに至るものと考えられる。真珠袋上皮は他に移植されてもやはり外とう膜を移植した場合にできる真珠袋と同じ機能をもつた真珠袋をつくり、りょう柱層、真珠層、有機質等を分泌する能力をもつものであることが確かめられた。しかしながら真珠袋を移植した結果できる真珠袋においては有機質を分泌する円柱上皮細胞を生じやすいことは注目してよいであろう。今回の実験から推察できることは真珠袋に加えられる何等かの刺激が真珠袋の形態、分泌機能に変化を起こさせる原因の一つであるとすれば養殖過程において作業貝（核入れ手術をうけた貝）の真珠袋に変化を起こさせないような取り扱いをすることが必要となるであろう。どのような刺激が原因であるか—母貝の生理状態によるものか、環境条件その他によるものか—有機質真珠の成因については未解決の点が多く残されており、今後の研究がまたれている。

要 約

真珠層を分泌しているアコヤガイ *Pinctada martensii* (Dunker) の真珠袋をピースとしパラフィン核を用いて核入れ手術を行なつた場合の真珠袋形成並びにその結果できる真珠袋について組織学的観察を行なつた。

真珠層を分泌している真珠袋上皮を他の個体に移植した場合にもやはり外とう膜を移植した場合にできる真珠袋と同じ機能をもつた真珠袋が形成され、それから分泌されるものには真珠層、りょう柱層、有機質等があることがわかつた。

Summary

The pearl-sac tissue produced through the transplantation of a pearl-sac was studied from histological viewpoint in the pearl oyster, *Pinctada martensii* (Dunker).

By transplanting the normal pearl-sac tissue into the other specimen, the graft shows a tendency to produce a pearl-sac which is similar in nature to that produced by the transplantation of the mantle piece. Histologically, the pearl-sac produced by the transplantation of the pearl-sac is apparently similar in both structure and function to that formed by the transplantation of the mantle piece in regular manner. The tissue resulted from the pearl-sac transplantation acted to secrete the periostracal, prismatic, pearl layer and some other organic matters.

文 献

- 青木 駿 1956. 真珠袋形成に関する研究. 特に秋と初冬に作業を行つた場合について. 国立真珠研報 1 : 41—46.
- Kawakami, I.K. 1953. Studies on pearl-sac formation II. The effect of water temperature and freshness of transplant on pearl-sac formation. Ann. zool. Jap. 26 : 217—223.
- 町井昭・中原皓 1957. 真珠袋の組織学的研究Ⅱ. 季節による真珠袋形成速度の差異. 国立真珠研報 2 : 107—112.
- 村上菊太郎・石橋宣彦・藤田朝夫・梶上邦武・荒木文雄 1956. 真珠形成に関する組織学的研究Ⅰ. 広島県水試報17(1) : 1—9.
- 中原皓・町井昭 1956. 真珠袋の組織学的研究Ⅰ. 異常真珠と正常真珠の真珠袋の比較. 国立真珠研報 1 : 10—13.

1957. 真珠袋の組織学的研究Ⅲ. 形成初期におけるピース並びに周囲組織の変化. 国立真珠研報3: 212—217.

Fig. の 説 明

1. 核入れ手術後2日のピース上皮. 上皮細胞は著しく厚さをましている. P:ピース→:厚くなつた上皮細胞. ×450
2. 核入れ手術後2日のピース. 形態が変り遊走している細胞がみられる. \:変形した細胞. P:ピース×400
3. ピースと周囲の組織とのむすびつき. 細胞質の突起をもつた細胞がみられる. 核入れ手術後1日. W:突起をもつた細胞, P:ピース ×400
4. 形成されてからごく間もない真珠袋上皮. 手術後5日. e:真珠袋上皮. ×450
5. 形成されつつある真珠袋. 上皮細胞の形態は不規則でまだ遊走性を帯びていると思われる細胞がみられる. 核入れ手術後5日. ×450
6. 5と同様形成されつつある真珠袋. 上皮細胞はやや固定化しているがまだ遊走性をもち不規則な形態のものが多い. 遊離縁は粗で細胞の排列も密でない. 核入れ手術後5日. e:不規則な形態をした上皮細胞. ×450
7. 形成された真珠袋. ピースのあつた部位の上皮は厚みのある上皮細胞からなつている. e:上皮, P:ピース. ×168
8. 形成された真珠袋上皮 7の\部拡大. 厚みのある円柱上皮細胞からなる. 細胞の遊離縁は粗で細胞質も多い. 核入れ手術後5日. W:遊走細胞, ce:円柱上皮細胞. ×450
9. 手術後8日でエオシンに赤く染まる有機質を分泌している真珠袋. 最初エオシンでもも色に染まる有機質が分泌され, 次にエオシンで赤く染まる有機質が分泌されたもの. 両者の間には多数の遊走細胞がみられる. e:真珠袋上皮, ror:エオシンで赤く染まる有機質, or:エオシンでもも色に染まる有機質, W:遊走細胞. ×450
10. 核入れ手術後8日ですてりよう柱層を分泌している真珠袋. Pr:りよう柱層, e:真珠袋上皮, W:遊走細胞. ×450
- 11, 12, 13, 14. 同一真珠袋内における種々の分泌物と上皮の形態の差異. 11においては円柱上皮細胞からエオシンでもも色に染まる有機質を, 12ではエオシンで赤く染まる有機質ともも色に染まる有機質が複雑にまじり, 13ではエオシンに赤く染まる有機質及びもも色に染まる有機質が, 14ではへん平な上皮細胞から真珠層が分泌されている. それぞれちがつた形態の上皮細胞が特有の分泌物を出している. 核入れ手術後31日. e:真珠袋上皮, or:有機質, ror:エオシンで赤く染まる有機質, Pel:真珠層. 11は ×168 12~14 ×450
- 15, 16, 17. 同一真珠袋内における分泌物の部分的差異と不規則な分泌状態. 15においてはエオシンでもも色に染まる有機質の間に死んだ細胞がみられる. 16は最初にエオシンで赤く染まる有機質が分泌され, 次にりよう柱層, その次には真珠層, りよう柱層及び有機質が複雑に入りこんで分泌されたところ. 17はエオシンで赤く染まる有機質, 真珠層の順に沈着したところ. 手術後53日. e:真珠袋上皮, Pel:真珠層, Pr:りよう柱層, ror:エオシンに赤く染まる有機質, dec:壊死した細胞, or:有機質. ×450
18. 有機質を分泌している円柱上皮. 細胞の遊離縁は束毛のようになつた細胞質が複雑に入りこんでいる. 遊走細胞もみられる. 手術後16日. W:遊走細胞. ×450
19. エオシンに赤く染まる有機質を分泌している真珠袋. 上皮は大きなひだをなしてあり沈着物もそれに従つて突起ができてい. 上皮細胞の遊離縁は細胞質のほそい糸がくしの歯状に並んでいる. 手術後53日. ror:エオシンで赤く染まる有機質, e:ひだをなしている上皮. ×450
20. 手術後16日で真珠層を分泌している真珠袋. e:真珠袋上皮, →:真珠層. ×450
21. エオシンでもも色に染まる有機質を分泌している厚みのある立方上皮. 手術後21日. ×450
22. 大きなひだをつくつた円柱上皮. 手術後16日. ×450
23. 厚いエオシンで赤く染まる有機質と不規則な形態の上皮. 手術後17日. ror:エオシンに赤く染まる有機質, e:上皮. ×450

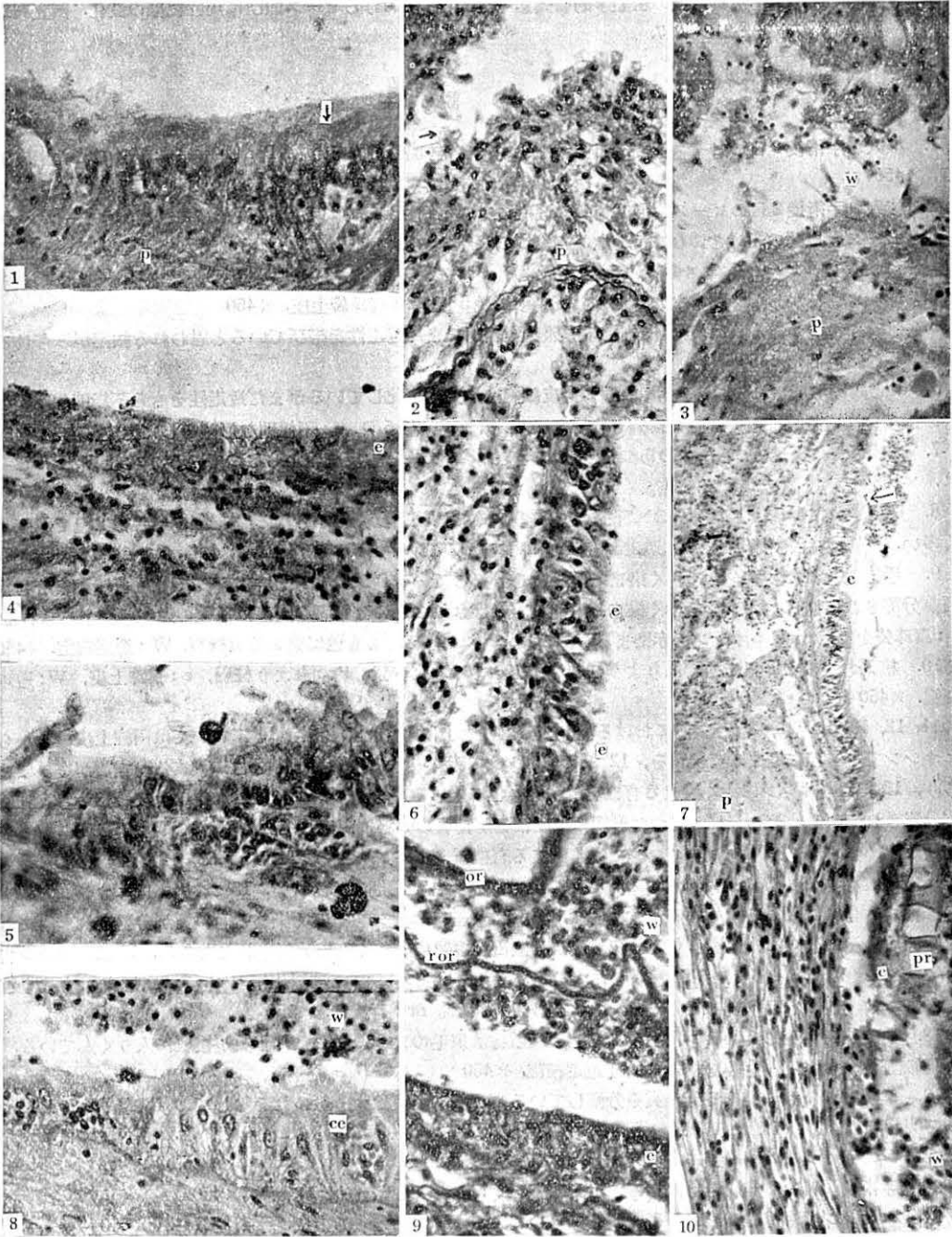


Fig. 1-10.

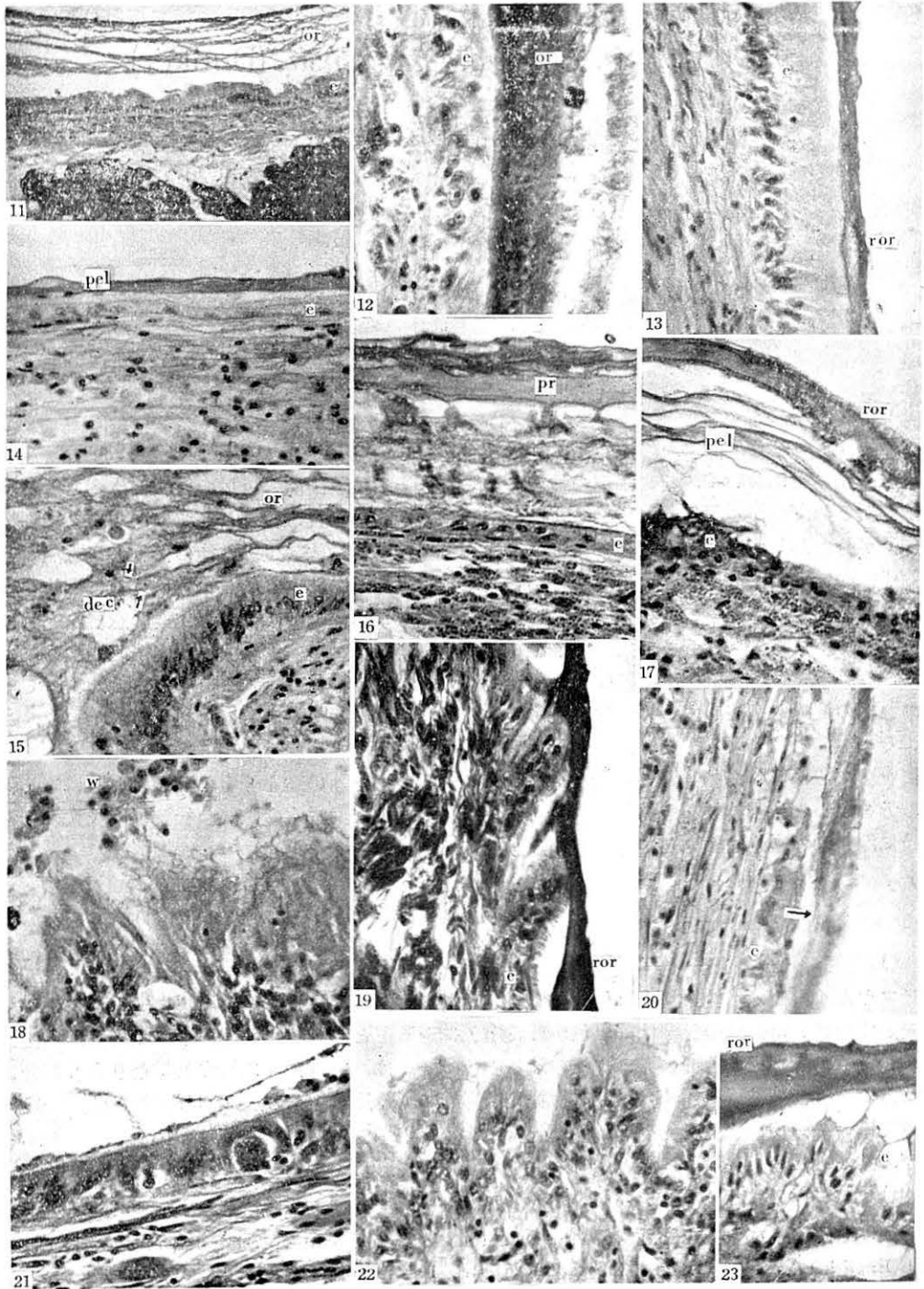


Fig. 11-23.

アコヤガイ *Pinctada martensii* (Dunker)

の鰓の色調について

植 本 東 彦

国立真珠研究所

は し が き

真珠養殖事業において、その一連の技術のうちで、そう核手術前の母貝の管理と生産される真珠の品質との関係が重要視されている。このそう核手術前の母貝の管理としては、主として卵抜き作業が行なわれているが、この卵抜き作業によつて起こる貝体の生理機能の低下と真珠品質との関係については、蓮尾^{1) 2)}によつて行なわれた実験があるにとゞまる。筆者はさきに卵抜き作業中における生殖腺組織の変化について追及したが³⁾、これのみでは卵抜き作業の意義を十分に把握し得ず、貝体全体としての生理状態を知り得なかつた。貝体の生理状態を肉眼的な観察によつて知る手掛りを得るために、卵抜き作業と真珠品質との関係を追及する一連の実験において、鰓の色調の変化を観察し、その変化が貝体の生理機能の変化と関係があると推測されたので、ここにその概略を報告する。

稿を草するに当り、指導及び助言を賜つた高山所長に感謝の意を表す。また実験に際し種々の労を煩わし、動物材料を提供された三重県鳥羽市鏡浦、共栄水産株式会社及び同社大須賀正二氏に深甚なる謝意を表す。

実験及び考察

(1) 鰓の色調の観察

アコヤガイの鰓は、閉殻筋を切断し片側の貝殻及び外套膜を除去するか、単に開口器によつて開殻して観察した。鰓の色調は、黒色から黄白色に至る主として黒色系統のものであるが、個体によつて稀に赤褐色の色調のものもみられる。色の発現は、内外鰓共に唇弁と重なり合う部分より下方から外套皺襞 (Pallial fold) に附着した部分に至る比較的中の広い部分にみられ、一般に後者に近い部分及び鰓板の先端に近い部分ほどその発現が強い。

鰓の色調を便宜上3段階にわけ、1)色の発現部分が広く、その色調の濃いもの (図1—1, 2),

* Haruhiko Uemoto. Studies on the color tone in the gill of the pearl oyster, *Pinctada martensii*. With English summary, p. 422. Bull. Natl. Pearl Res. Lab. 5: 418—423. 1959.

1) 国立真珠研究所業績 No. 53. (国立真珠研究所報告 5: 418—423. 昭和34年12月)

2) 色の発現はあるが部分的なものないしは色調の淡いもの (図 1-3), 3) 色の発現がなく全体の色調が黄白色であるもの (図 1-4) に区分した。

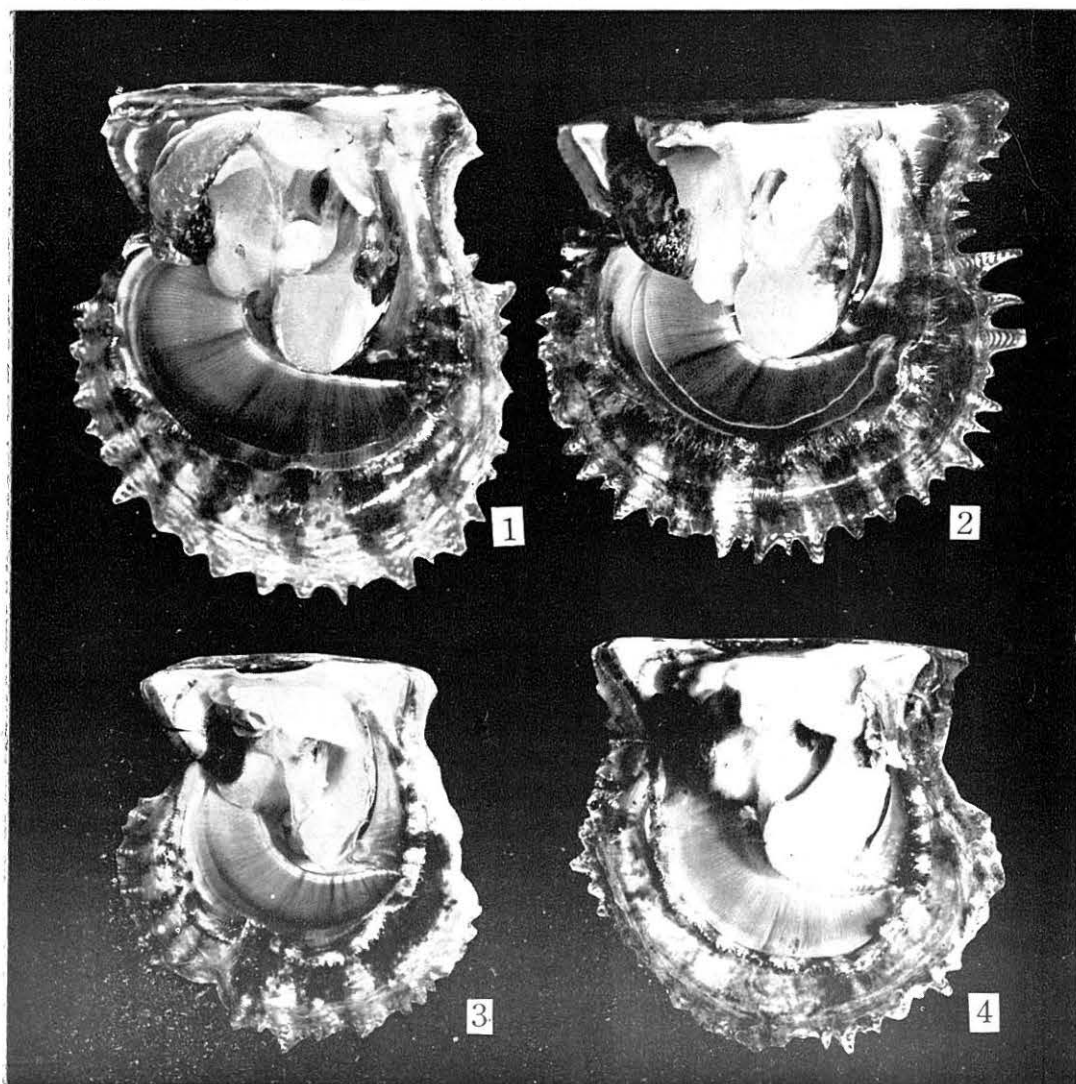


図 1.

(2) 実験

以上の区分に従って次の実験を行ない、その色調の変化を観察した。

〔実験 1〕

実験材料は、三重県産 3 年貝を使用した。1959 年 6 月 18 日に竹かごに 140 個宛收容し、卵抜き作業を開始、同月 22 日、28 日、7 月 3 日及び 13 日に卵抜き操作 (足糸切断、約 3 時間浅吊り) を行なった。最終回の卵抜き操作の日 (7 月 13 日) を中心として、前 7 日、後 11 日の間に、3 日目毎にそう核手術をおこなつて 7 群を得た。各群は手術後約 2 週間養殖場地先海面に垂下され、その後

本漁場に移された。各群の材料採取は、手術当日、4日目、10日目、20日目、30日目の5回、各10個体を取り、鰓の色調の観察を行なつて 図2 を得た。併せて真珠袋の固定を行なつた。

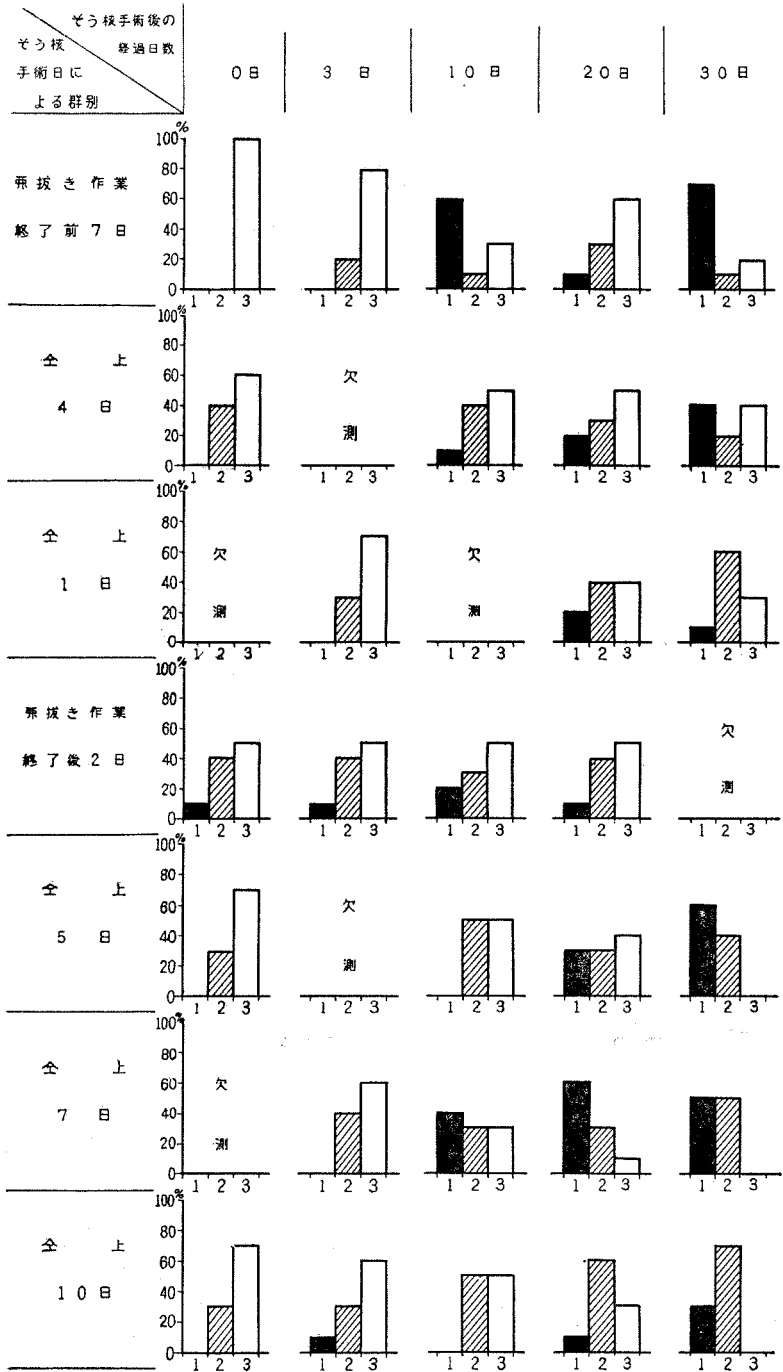


図 2.

これらの作業、そう核手術及び管理は共栄水産株式会社によつて行なわれた。

各群ともにそう核手術時には、鰓の色調の淡い個体が多く、手術後10日目以降逐次色調の濃いものゝ出現が多くなつた。特に卵抜き作業終了後5日から10日にそう核手術した群においては、手術後30日目には黄白色の色調の個体は全くみられなかつた。

〔実験2〕

三重県産3年貝のうち、鰓の色調の濃い1の段階に属するもの42個体を取り、2群に分け、1群を金網かご、他群をあらかじめ仕切りをつけて別に200個の貝を収容した竹かごに収容した。両者を水深約8mの漁場に4mの深度に垂下養殖し、1959年8月31日から9月14日までの間に5回にわたり両者の鰓の色調を観察し、図3を得た。実験は多徳島臨海実験場で行なわれた。実験中、開口器による閉殻筋の切断により5個体が斃死した。金網かごに収容した群は、実験終了時には、実験当初に比較して鰓の色調

の濃い個体が10%減少したが、竹かごに収容した群は半減した。両群とも鰓の色調が黄白色にまで変化した個体はみられなかつた。

〔実験3〕

4年貝のうち、鰓の色調の濃い5個体を選び、約5L容のガラスバットに収容し、9月11日から14日まで毎日海水の交換を行ないながら鰓の色調の変化を観察した。

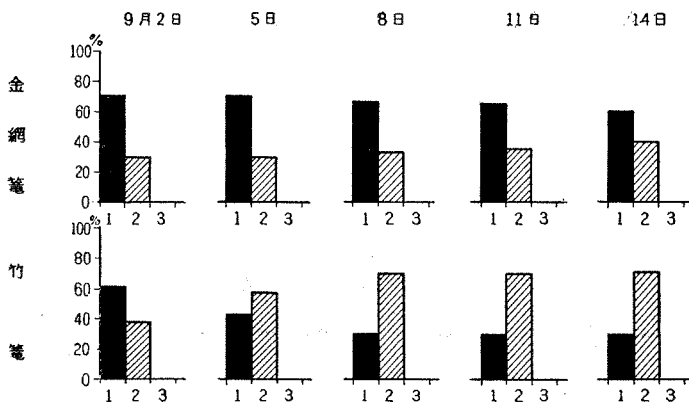


図 3.

その結果は 図 4 の如くであつた。4 日目には 5 個体とも斃死した。

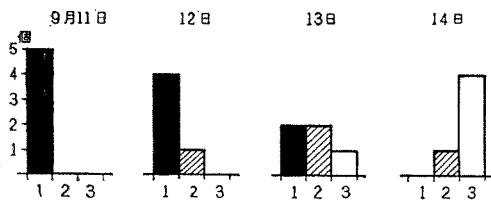


図 4.

(3) 鰓の色素

鰓の組織標本における観察では、鰓糸及び鰓葉間膜の上皮細胞中に黒紫色の果粒が存在し、鰓の色調はこれに起因するものである (図5~10)。

生鮮組織からのこの色素の抽出は、エーテル、アセトン、エタノール、メタノール、クロホルム、ピリジン等によつて抽出されず

に、これらに塩酸を加えることにより抽出される。抽出液は紫色を呈し紫外線により赤色螢光を発する。鰓の色調が黄白色のものでは、上皮細胞中の当該果粒はほとんど認められない。また赤褐色の色調を有する鰓では、上皮細胞中にこの果粒が存在せず別の細胞中に橙色の果粒を見出すことが出来る。これは酸性溶媒によつて抽出されない。

この黒紫色の果粒から抽出された色素と同様の色素が外套膜縁上皮、足部表皮、閉殻筋後部側面表皮及び心房からも抽出された。これらの色素の同定及び生理的役割については、今後の研究にまちたい。

(4) 考察

以上の実験結果によつて、アコヤガイの鰓の色調は、何らかの原因によつて変化し、それは貝体の生理活動と関係のあるものではないかと推測された。実験1においてみられる鰓の色調の変化は、卵抜き作業による環境条件の悪化によつて生理機能が低下し、それに伴つて鰓の色調が淡色化し、そう核手術後通常の養殖方法に移されて後、生理機能の回復に従つてその色調も回復したものと見做される。他の実験によつても環境の変化に従つて色調が変化すると考えられる。然しながら、鰓の色調と生理機能との関係、環境条件と生理機能との関係については明らかでない。

要 約

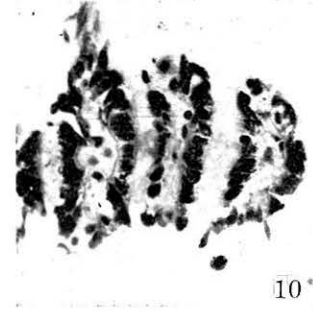
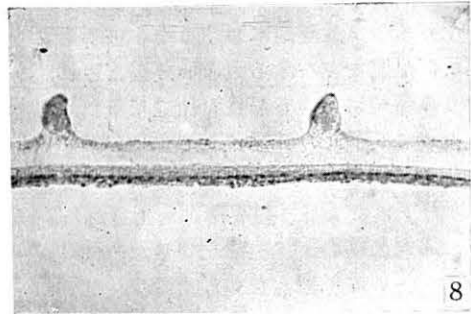
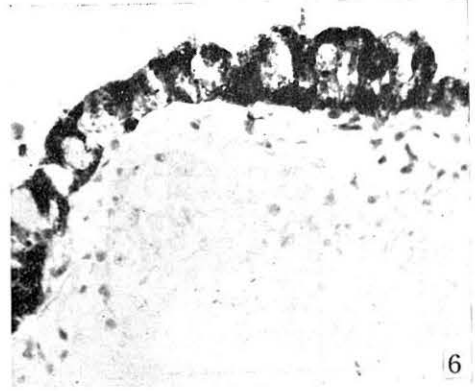
1. アコヤガイの鰓には、黄白色から黒色まで主として黒色系統の色調があることを観察した。この色調は貝体の生理機能の状態及び環境条件によつて変化すると推測された。
2. 7月に行なつた卵抜き作業の終了時の鰓の色調は黄白色及び淡黒色の個体が多かつたが、そう核手術後10日目以降黒色の色調を有する個体が増加した。
3. 9月に行なつた金網かご及び竹かごに収容した個体において、約半月後の鰓の色調の変化は黒色の色調のものが前者では10%減、後者は半減した。
4. この色調は鰓糸及び鰓葉間膜などの上皮細胞中にみられる黒紫色果粒に起因する。
5. この色素は酸性溶媒によつて生鮮組織から抽出され、抽出液は紫外線によつて赤色螢光を発する。
6. 同様の色素は、閉殻筋後部側面、足、外套膜縁及び心房からも抽出された。
7. これらの色素の同定及び生理的役割に関しては明らかでない。

Summary

- 1) The gill of the pearl oyster (*Pinctada martensii*) shows a marked individual color-variation from black color to pale yellow tone.
- 2) After artificial spawning, the gills of the majority of animals changed in color from pale yellow tone to light black. The animals having black gills increased gradually in number about 10 days onward after nuclear insertion.
- 3) Based on the above results the following conclusion may be possible that the color change occurring in gills seems to be attributable to certain environmental factors and physiological conditions.
- 4) In the black gill, there are found many dark violet granules in the epithelial cells forming the gill filaments and some other components. The granules can be extracted from the fresh gill tissue through the use of acid solvent such as HCl-alcohol. The extract shows red fluorescence under the exposure to ultra-violet.
- 5) There are detected pigments of similar nature in the posterior part of adductor, foot, outer lamella of pallial margin and auricle of the pearl-oyster.
- 6) The chemical composition and physiological role of the pigments have remained unknown, being a subject of future investigation.

文 献

- 1) 蓮尾 真澄 1958. 卵抜きによるアコヤガイの疲弊について, 真珠研究会伊勢部会々報 3(9).
- 2) ———— 1958. 卵抜き方法の差異による真珠品質の相違について, 全前 4(11).
- 3) 植本 東彦 1959. アコヤガイの生殖腺に関する研究Ⅱ, 国立真珠研報 4.



- 図5. 鰓糸横断面。上皮細胞中にみられる黒色果粒。15%エタノール縮小後99%エタノール固定,無染色。
×450
- 図6. 鰓糸先端部内側縦断面。上皮細胞中の黒色果粒。処理同上。×430
- 図7. 鰓葉間膜横断面。上皮細胞中の黒色果粒。処理同上。×430
- 図8. 鰓糸及び鰓糸突起。×100
- 図9. 鰓糸突起断面。上皮細胞中の黒色果粒。無染色。×430
- 図10. 同上。サフランニン染色,果粒は濃赤黒色に染色される。×430

アコヤガイ *Pinctada martensii* (Dunker) の生殖腺に関する研究

Ⅲ. 避寒漁場における生殖腺及び貝体重量の変化*1)

植本 東彦・谷口 宮三郎

国立真珠研究所

は し が き

アコヤガイの真珠養殖におけるそう核手術に当つて、手術される母貝の状態は生産される真珠の歩留及び品質を左右する大きい要因とされ、そう核手術が行なわれる時期以外の時期にあつても、そう核手術に適する母貝を仕立てるために計画的な努力が払われている。すなわち4月からそう核し得る母貝を作り出すためには、前年秋からその準備にかゝり、冬季の避寒漁場の選択によつて、その間の生殖腺の発達を抑制し、翌春英虞湾に帰投後も種々の手段によつて抑制が行なわれ、5月下旬までそう核手術に使用される。筆者らはこの春季及びそれ以降のそう核手術と関連して、避寒漁場のなす役割を知るために、避寒中における貝の重量の変化及び生殖腺の変化を調べたので、こゝに概要を報告する。

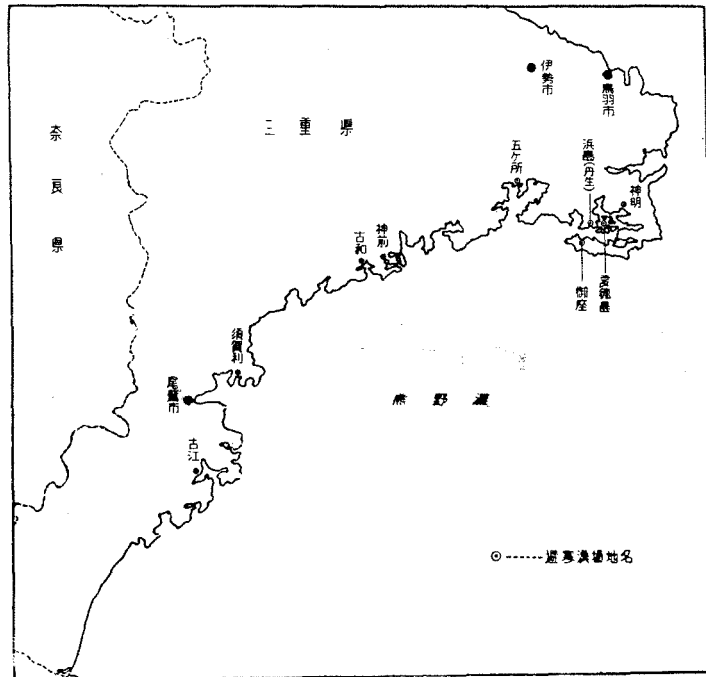
稿を草するに当り、指導及び助言を与えられた高山所長に感謝の意を表する。避寒漁場への運搬及び漁場の一部を提供された関係真珠会社各位に深甚なる謝意を表する。

材 料 及 び 方 法

実験に使用したアコヤガイは三重県産3年貝で、多徳島地先海面に養殖されていたものであつた。昭和32年11月及び12月にこれらの貝を100個あて次の各地区に避寒した。英虞湾内では神明、多徳島、浜島(丹生浦)、御座の4地区、湾外では五ヶ所、神前、古和、須賀利、古江の5地区であつた。昭和33年4月以降これら各地区から再び多徳島地先海面にこれらの貝を集結し、材料の採取、測定を行なつた。

* Haruhiko Uemoto and Miyasaburo Taniguchi. Studies on the gonad of the pearl oyster, *Pinctada martensii*, III. On the variation in the growth of gonad and the body weight observed in the winter ground. Bull. Natl. Pearl Res. Lab. 5 : 424-428. 1959.

1) 国立真珠研究所業績 No. 54. (国立真珠研究所報告 5 : 424-428. 昭和34年12月)



第1図.

材料は4月、5月、6月の3回、各20個あて採取し、重量測定後組織標本として固定した。湾外に避寒した上記5群のうち古和地区を除く4群は諸種の事情のため、4、5月の材料採取ができず、6月の材料を得たのみであった。

生殖腺はスサ液によつて固定、パラフィン切片とし、ハイデンハイン鉄ヘマトキシリン・ライトグリーン染色によつて観察した。

結 果

(1) 避寒中における重量の変化

避寒前後に行なつた貝の総重量の測定結果は、第1表及び第2表にみられる通りであつた。これらの結果について分散分析を行なつた結果、避寒前における9群間に有意の差は認められず、避寒終了後4月に測定した湾内4地区、湾外1地区の5群には1%及び5%の危険率で有意の差が認められ、更に湾内の4群については群間に差が認められなかつた。すなわち湾内と湾外では避寒中における増重量に差が認められた。また6月に測定した湾外4地区について検定した結果では、群間に有意の差が1%の危険率で認められた。更にこれを細分して検定した結果、五ヶ所地区、神前地区の両群間には差が認められず、五ヶ所地区と古江地区及び須賀利地区と古江地区の群間には、それぞれ危険率1%で有意の差が、須賀利地区と神前地区とは5%で有意の差が認められた。すなわち、湾外地区においては五ヶ所・神前両地区とそれ以南の地区とに大別することができ、南の地区程増重量が大きいと考えられた。しかし、須賀利地区は湾外の各地区のうち最もその傾向が少ないと認められた。

第1表 避寒前における測定結果 (昭和32年11月)

地区名	N	Σxi	Σxi^2	\bar{x}	S	
英 虞 湾	神多明	50	902.7	17036.81	18.05	3.88
	徳島	50	883.7	16016.35	17.67	2.85
	浜島(丹生)	50	890.5	16088.38	17.81	2.16
	御座	50	840.7	14547.11	16.81	2.90
湾	五ヶ所	50	901.8	16680.64	18.03	2.91
	神前	50	872.7	15272.23	17.45	0.90
	古和	50	893.8	16350.62	17.87	2.77
	須賀	50	877.9	15940.97	17.55	3.28
外	古江	50	868.1	15470.71	17.36	2.85

第2表 避寒終了後における測定結果 (昭和33年4月)

地区名	N	Σxi	Σxi^2	\bar{x}	S	
英 虞 湾	神多明	28	500.7	9142.86	17.88	2.65
	徳島	41	771.1	14757.96	18.81	2.53
	浜島(丹生)	49	839.9	15008.94	17.14	3.57
	御座	37	644.8	11521.86	17.43	2.81
湾外	古和	50	1096.6	24086.17	21.93	0.85

(昭和33年6月)

地区名	N	Σxi	Σxi^2	\bar{x}	S	
湾	五ヶ所	50	1009.3	20891.97	20.18	3.25
	神前	50	997.9	20229.12	19.95	2.53
	古和	47	883.7	16844.30	18.80	2.23
	須賀	50	1094.7	23993.95	21.89	0.74

(2) 生殖腺の状況

生殖腺については、各群の組織標本を観察し、その生殖腺の状況により第1期から第7期までの7段階に区分し、各段階の出現頻度を調べ、その百分率をとり第2図を得た。各段階の区分の概略は、第1,2期が成長過程、第3期が産卵期の初期、第4期が産卵の最盛期、第5期が産卵期の後期、第6期が産卵の終了後の時期、第7期が次期の発達のための準備期である(1)。

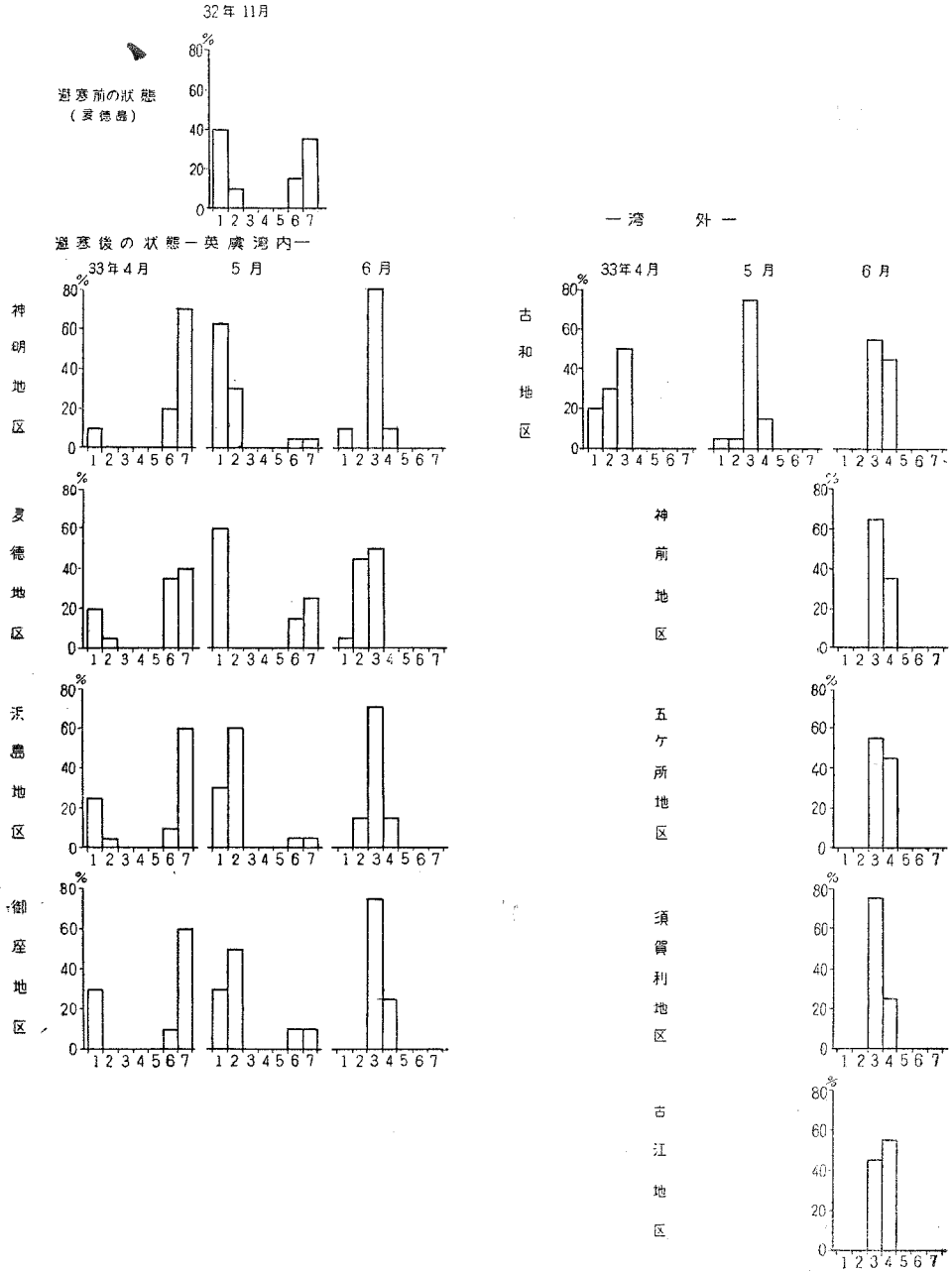
濾胞内に前年の精子及び卵子が残存する場合における段階の区分の判定は、濾胞壁が薄く生殖原細胞の形成が全く認められない場合には第6期、濾胞壁が肥厚し生殖原細胞の形成が観察されるが、性の確認まで至らぬ場合には第7期、生殖原細胞の発達がみられ性の確認が可能な場合は第1期として取り扱った。

1) 英虞湾内地区

湾内4地区に置かれた各群の状態は、4月においては避寒前の状況よりやや退行しているように思われ、第1,2期にある個体の出現率は、避寒前の50%に比べ避寒後は15%乃至30%に減少している。特に湾奥部に置かれた群に顕著である。5月には既に避寒前の状態に比べ発達を示し60%乃至90%が第1,2期に入っている。特に湾口に近い御座、浜島地区に第2期の出現率が大きい。多徳地区に置かれた群は、4月に材料を採取した後、臨海実験場棧橋附近に垂下されたために、それ以後の発達が他地区に比べかなり遅れた。6月には多徳地区を除く各群とも大差なく、生殖活動が開始された個体がきわめて多かつたが、未だ産卵盛期には至っていなかつた。この場合も、湾口に近い2地区の群が他に比べ発達がやや速いようであつた。

2) 英虞湾外地区

湾外の 5 地点に置かれた各群の発達状況は、4 月に材料を採取し得た古和地区のものによつてみると、英虞湾に帰投した時期には既に 50% が第 3 期に属し、環境条件が整えば生殖活動を開始



し得る状態にまで発達していた。5月には第4期の個体も出現し、6月に至つて全体として産卵盛期に近い状況を示した。5月及び6月における他の地区群の状況と比較すると、ほぼこれと同じ状況にあり、4月における状況も古和地区に置かれた群と同じ傾向であつたと推測された。しかし、須賀利地区のものは湾外の他の地区にくらべ発達が悪かつた。

湾内と湾外の各群について、その生殖腺の濾胞内生殖細胞の充実程度を比較すると、同じ時期及び段階の状態を示すものであつても、湾内の各群は充実の程度が低かつた。また越冬後に残存した生殖細胞のうち生殖母細胞及び成熟生殖細胞の崩壊消滅は、湾外の群では4月ないし5月、湾内の群では5月ないし6月に行なわれる傾向がみられた。

考 察

(1) 以上の結果から考察すると、避寒漁場によつては、冬季にあつても成長が続けられ、貝重量の増加と生殖腺の発達がみられ、両者はこの時期では比例的な関係にあると考えられた。これは主として湾外の各避寒漁場において顕著であつて、湾内では両者共に期待できない。

(2) 従つて、4月からのそう核手術に用いる母貝以外のものは、湾外の漁場に避寒するのがよいと思われる。4月以降のそう核手術に用いる母貝を湾内に越冬させることは合理的であると思われるが、そのまゝの状態では5月以降生殖腺の発達が急速に進むので、5月初旬から適当な抑制手段を加えるか、又は作業場附近の海面に養殖することによつて目的を果すことができる。6月以降の卵抜き作業の対象となる母貝は、湾外の避寒漁場を選び、あらかじめ生殖腺の成熟をはかることが有利である。

(3) 避寒漁場から春に帰投する時期についても考慮する必要がある、両漁場間の水温の差が少なくなつた時期を選ぶことが望ましい。避寒漁場において発達した生殖細胞は帰投後の環境条件がその発育に適しない場合には発育を停止し、その状態が長く続く場合は崩壊し、その生殖腺は帰投時以前の状態に引戻されるために、それだけ発達が遅れると考えられるからである。

(4) 避寒漁場が異なることによつて起こる生殖腺の発達の遅速は、産卵の開始時期にも遅速を生じ、湾内及び湾外に置かれた両群には1ヶ月以上の開きがあると考えられた。湾内に越冬した群は、生殖腺の充実程度の低いことと考え合わせて、産卵期間が湾外の群に比べかなり短いと思われる。

要 約

(1) アコヤガイを避寒漁場別に養殖し、越冬中における重量の変化及び生殖腺の発達状況を調べた。

(2) 越冬時の漁場による貝の総重量の変化は、湾内漁場では越冬前後に差がみられず、湾外漁場では五ヶ所・神前地区とそれ以南の地区に大別され、南に位置する漁場ほど増加の傾向がみられた。しかし、須賀利地区は増重量が最も少なかつた。

(3) 生殖腺の発達は、湾外漁場において最も早く、湾内では湾口に近いほど早かつた。

(4) この時期における生殖腺の発達状態と重量の変化との間には比例的な関係があると考えられた。

(5) 湾内及び湾外に越冬した両群の産卵の開始時期は1ヶ月以上の開きが認められた。

(6) そう核手術と関連して避寒漁場について言及した。

文 献

- 植本東彦 1958. アコヤガイの生殖腺に関する研究 II. 周年変化及び卵抜き作業中の変化についての組織学的観察. 国立真珠研報 4: 287-304.

アコヤガイの食性に関する研究

Ⅱ. アコヤガイの糞の量の季節的变化*¹⁾

太 田 繁

国立真珠研究所

アコヤガイの摂餌量はその摂餌機構から他の二枚貝と同様に鰓や唇弁の繊毛運動に密接な関係があることは既に明らかであり、繊毛運動については結城⁽¹⁾、小林等⁽²⁾の報告がある。筆者はアコヤガイの食性に関する研究に当たってさきに杆晶体の長さの季節的消長について報告⁽³⁾したが引続き英虞湾の多徳島地先のいかだに垂下養殖したアコヤガイの自然の状態における糞 (fecal pellets) の量の季節的变化について測定する機会を得たのでその結果をここに報告する。

報告に当り、種々実験の便宜を賜わった国立真珠研究所長高山活夫氏に深く謝意を表わすと共に未発表の貴重な資料の引用を心よく許された三重県水産試験場長野本一郎氏に厚く感謝の意を表する。

実 験 方 法

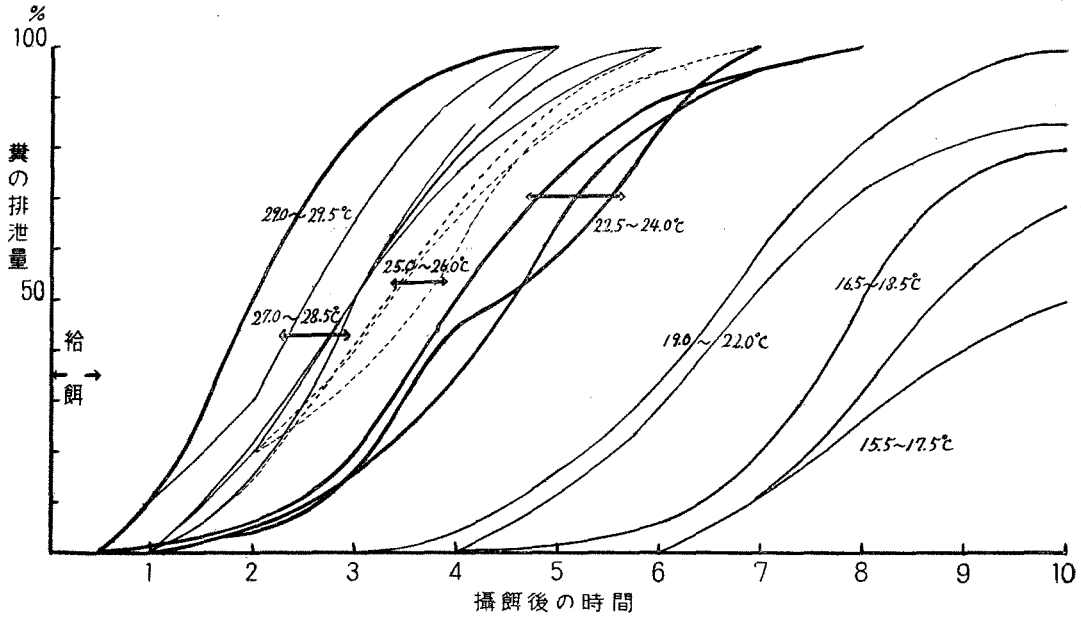
アコヤガイの糞の排泄状況を予備実験として室内で観察したところによると、アコヤガイは適水温の範囲内においては規則的に、しかも連続的に摂餌しているがその飼育環境にじゆん(馴)致するまでは摂餌は勿論のこと、糞の排泄も不規則になる場合が多く、かかる現象の個体差は大きいし、また一方、餌を捕食してから排泄までに要する時間は、水槽中に飼育した成貝(10~15個)に東洋紡齧母を中性赤や Lichtgrün FS にて着色して捕食させて実験した結果、第1図にみられるように夏の高温期には短時間で排泄するので飼育環境にじゆん(馴)致するまで室内で飼育した場合には飼育水によつて糞量が変わり、自然の状態で餌を摂取したための糞量とは異なるので、糞塊の採集には第2図のように傾斜をつけた金網の上にアコヤガイの前耳部にステンレス製の針を通して貝を立てて並べ(いわゆる“モツコ式”養殖方法)、その下にプランクトンネットを改造したものを受けて、いかだに垂下して実施した。

アコヤガイについて森⁽⁴⁾は呼吸代謝、体内グリコーゲン量、移動活動に、また、小林⁽⁵⁾は貝殻閉閉運動及び体液 pH に日週期活動を呈することを明らかにしているが前記の方法で2時間毎に自然の状態において排泄される糞塊を採集し、糞量の日週期変化について数回実験を実施し

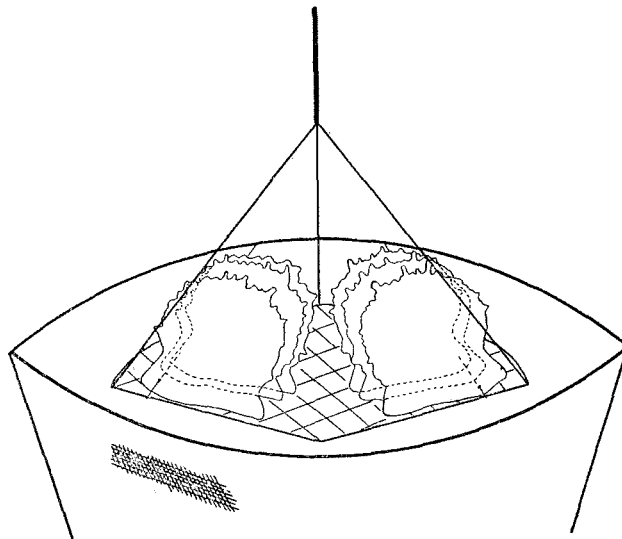
* Shigeru Ōta. Studies on feeding habits of *Pinctada martensii*. II. Seasonal changes in amount of feces. Bull. Natl. Pearl Res. Lab. 5: 429-433. 1959.

1) 国立真珠研究所業績 No. 55. (国立真珠研究所報告 5: 429-433. 昭和34年12月)

たがその結果では時間的に糞量に一応差は認められ、摂餌活動においても日週期性の傾向がうかがえる場合もあつたが規則的な日週期変化の現象を認めるには必ずしも十分な結果が得られなかつた。このことについては既往の諸研究に照らし解釈に苦しむところであるが糞の量に最も大きな響影のある海水中の懸濁物質の量とか、流速（潮の干満とは勿論密接な関係があるが単なる潮



第1図. 水温と摂餌より排泄までに要する時間との関係.



第2図. 糞塊の採集方法.

位ではなく)と貝の捕食活動との関係がアコヤガイの捕食活動の日周期性による糞量に大きく影響したのではないかと推察される。

以上述べたような点において不十分な点があるが、実験Ⅰの場合は供試貝数20個で9時から12時迄の3時間、実験Ⅱにおいては10個で9時から13時迄の4時間に採集した糞の沈澱量(採集後2週間沈澱さす)と乾燥量を測定の上、それぞれ貝1個の1日当りの量に換算して季節による糞の量的な変化を比較してみた。なお実験貝の養殖垂下深度は水面下2m層としたが糞の採集中は1.5m層に引き上げて他からの糞の混入を防ぎ、さらにネットを設置する際には貝を水中から引き上げるとその為にしばらくは貝殻を閉じて摂餌や排泄を中止する個体もあるので実験貝を水から上げないように水中で操作した。ネットで採集されたものの中にはアコヤガイの糞塊の他にアコヤガイの偽糞(pseudo feces)やプランクトン、更にいかだの浮だるに附着したイガイの糞塊、時にはこれら以外の貝の糞塊も少量混入することもあつたが糞塊には貝の種類によつてそれぞれ特徴があるので選別には左程困難はなかつた。

実 験 結 果

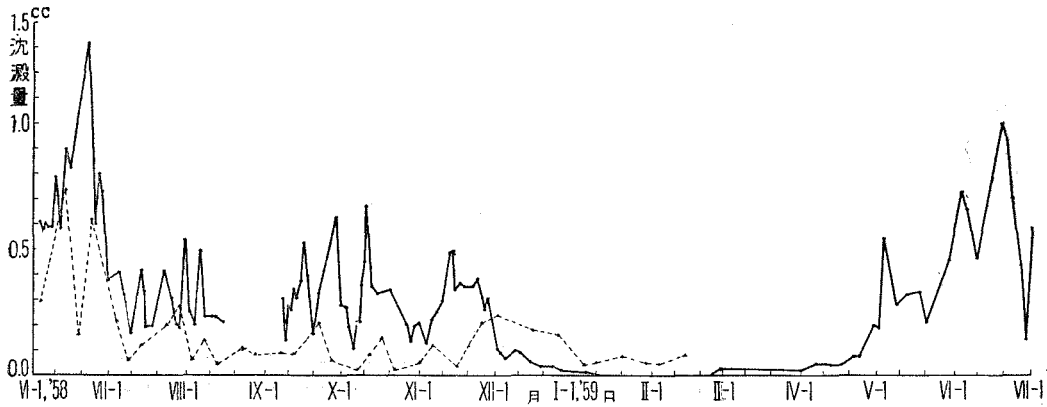
I. 糞の沈澱量の季節的变化

実験の経過につれ貝が成長し、期間中同じ貝を継続して使用することが出来ないのなるべく貝の大きさを揃えるように毎月供試貝を取り換えた。供試貝は試験開始の年は4年貝(発生後約2年10ヶ月)、終了の年は5年貝(発生後満3ケ年)でその大きさは第1表に示した。

第1表 供試貝の大きさ(平均値) (単位mm)

月 測定値	6 (1958)	7	8	9	10	11~4 ('58~'59)	5~7
殻 長	47.98	49.78	48.96	47.21	62.66	53.35	51.78
殻 高	52.93	54.37	52.35	52.10	56.12	59.38	57.60
殻 巾	19.60	20.01	19.57	19.38	20.69	20.99	21.78

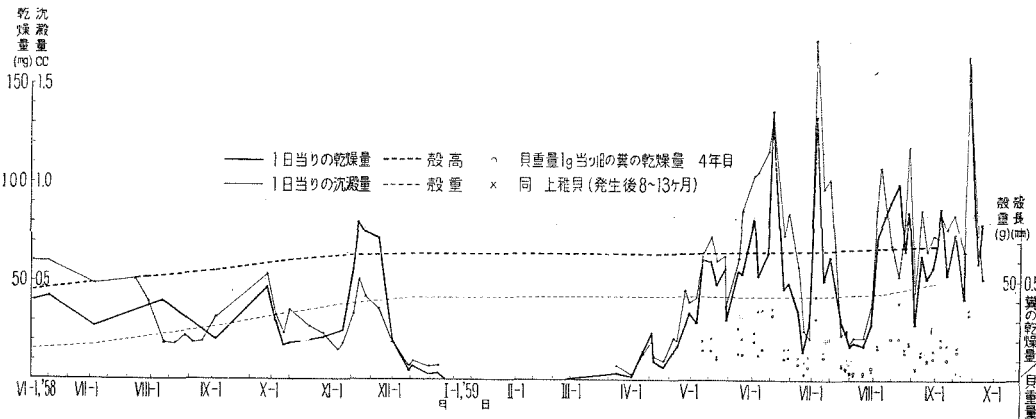
糞量の季節的な変化で最も顕著な点は第3図に示すように冬期間は糞の排泄が全く無くなるか、あるいはまれにこん跡程度になることであるがこれは水温と最も密接な関係がある。杆晶体の消失あるいは著しく縮小する冬期間には摂餌活動もほとんど停止しているが春先に水温が上昇し杆晶体が伸長する時期には摂餌活動もまた活潑になつてくる。かかる長期的の変動の他に短期間内における著しい変動も認められる。これが原因については出水による比重の低下や温度の急変、波浪による養殖かごの動揺等も勿論影響するが海水中の懸濁物質の量の変動に最も影響されるものと考えられる。このことは第3図に示した懸濁物質の量⁽⁶⁾(試験地から約7軒離れた浜島町弁天地先における測定結果で本試験地における懸濁物質の量を正確に現わしたものではないが両地点間は距離の割に地形的には比較的単調であるので、この測定結果から本試験地における大体の傾向はうかがえると考えられる)からも推察されるところであるが冬期間を除いての季節的な糞量の変動は懸濁物質の量の変動と全般的によく一致している。



第3図. アコヤガイ糞量と懸濁物質の季節的变化.
 ● アコヤガイ(4年貝)の1日当りの糞の沈澱量. ▲ 海水1ℓ中の懸濁物質の沈澱量.

II. アコヤガイの成長と糞の量的変化

第4図は3年貝(発生後約1年10ヶ月, 平均殻高45.86mm, 平均重量15.48g)の成長に伴う糞量(沈澱量・乾燥量)の季節的变化と貝の成長度(殻高・重量)を現わしたものである(試験終了時には4年貝—発生後満3ケ年)。



第4図. アコヤガイの成長(3年~4年)と糞の量的変化.

海水中の懸濁物質の量は季節的にもまた年によつても相異なるのは当然のことであるが第3図と比較して第4図の糞量を示す曲線の山がやや異なるのは貝の成長に原因することは明らかである。しかし単位貝重量に対する糞量は辻井等⁽⁷⁾が報告したアコヤガイの鰓のろ(濾)過水量の実験結果のように、例外はあつたが全般的に小さい貝(若年貝)の方が大きい貝(成貝)より多かつた。

試験期間中、糞の沈澱量と乾燥重量の割合は常に一定という訳ではなかつたが弃天地先における三重県水産試験場の懸濁物質の試験においても同様な結果が出ているので摂取した海水中の懸濁物質の質に因るものと考えられる。ただ特筆すべきことは6~7月におけるアコヤガイの糞塊の形状が他の季節におけるものと異なり、糞塊の断面は他の季節の糞塊に見られるような三日月形あるいは欠環状を呈せず、やや扁平で糞塊は著しく長く軟らかい。しかしこれは餌料が少な

い場合に普通に見られるところの幕状の長い糞塊とは一見して区別の出来るものである。以上のように、主としてこの期間の糞塊の形状が特異なのは懸濁物質の質のみに因るものにあらずアコヤガイの産卵期における生理条件に原因するのではないかと推察される。しかし11月にも多少ともこの傾向がうかがわれ、アコヤガイの pH の年変化 (和田浩爾: 未発表) で pH の高い時期とこの特異な形状の糞を排泄する期間とが一致するところから pH の値とも密接な関係があると考えられるがこれらについては明らかにし得なかつた。

摘 要

1. アコヤガイの糞量 (沈澱量並びに乾燥量) の季節的变化について測定した。
2. アコヤガイは冬の低水温の期間中には摂餌は全く、あるいはほとんど行なわれず、杆晶体の季節的な消長の傾向と一致する。
3. アコヤガイの糞の量は初冬から春先きの期間を除き海水中の懸濁物質の量的変動の傾向と一致する。
4. アコヤガイの糞量は大きい貝程多いが単位貝重量当りの量は小さい貝程多い。
5. 主として6~7月におけるアコヤガイの糞塊の形状は他の期間における糞塊の形状と異なる。

文 献

- (1) 結城了伍 1951. アコヤガイ鰓の繊毛運動. 真珠の研究 2 (1, 2) 44—55.
- (2) 小林博・松井淳平 1953. アコヤガイの環境変化に対する抵抗性の研究 I. 鰓の繊毛運動に就いて. 農水講研報 3(2) 123—131.
- (3) 太田 繁 1958. アコヤガイの食性に関する研究 I. 杆晶体の長さの季節的消長. 国立真珠研報 4: 315—317.
- (4) 森 主一 1948. アコヤガイの日週期活動. 貝類学雑誌. 15(1—4) 46—51.
- (5) 小林新二郎 1950. アコヤ貝活動の日週性, 美麗なる真珠質を分泌する貝類に仮称真珠醱素の存在を予想して. 真珠の研究 1(2) 17—24.
- (6) 三重県水産試験場 未発表.
- (7) 辻井 禎・大西候彦 1957. アコヤガイの濾過水量及び捕食の実験的研究 I. 濾過水量について. 国立真珠研報 3: 194—201.
- (8) 和田浩爾 未発表.

アコヤガイの食性に関する研究

Ⅲ. 核入れ手術の影響による糞量の変化^{*1)}

太 田 繁

国立真珠研究所

アコヤガイは他の二枚貝と同様に鰓の繊毛運動により呼吸作用や摂餌活動を行なっている。この繊毛運動については結城⁽¹⁾、小林等⁽²⁾の研究があるが繊毛運動は水温、塩分、pH等の環境条件により影響されるところから貝体の生理条件、更に進んでは活力の判定の資に應用されている。

筆者はさきにアコヤガイの糞量の季節的变化につき試験を行なつたが、この試験中に既に報告されている繊毛運動の試験結果と同様に糞の量においても貝体の活力の程度により差が認められたので、糞量の変化から、真珠養殖において核入れ手術後の貝を施術による疲弊から回復するまで特別な取り扱いをするいわゆる“養生”に必要な期間の推定を試みたのでその結果を報告する。

報告に当り、種々実験の便宜を賜つた国立真珠研究所長高山活夫氏に深く謝意を表す。また核入れ手術に際し協力の労を煩わした養殖研究室の西飯保・清水進平・谷口宮三郎氏に深く感謝の意を表す。

材料及び方法

養殖業者が一般に核入れ手術を行なう期間中、毎月1回の割で昭和33年6月から翌34年4月に至る間に計7回の施術を行ない、各施術後における施術貝と対照貝の糞量がほぼ等しくなるまで糞量を測つたが糞の採集方法については前報⁽³⁾実験Iの方法によつた。なお実験に供した貝は各回とも20個で、その大きさ(平均値)は第1表の通りであるが施術に使用した核はいずれも1.4

第1表 施術月日と供試貝の大きさ(平均値) (単位mm)

月日	VI-3 (1958)	VII-7	VII-24	IX-6	X-2	X-27	IV-24 (1959)
測定値							
殻 長	48.05 (47.98)	49.64 (49.78)	49.05 (48.96)	48.47 (47.21)	51.29 (52.66)	53.00 (53.35)	52.72 (51.78)
殻 高	53.07 (52.93)	54.38 (54.37)	52.38 (52.35)	53.53 (52.10)	55.97 (56.12)	60.92 (59.38)	59.09 (57.60)
殻 巾	19.75 (19.40)	19.96 (20.01)	19.60 (19.57)	19.50 (19.38)	20.54 (20.69)	21.81 (20.99)	21.68 (21.78)

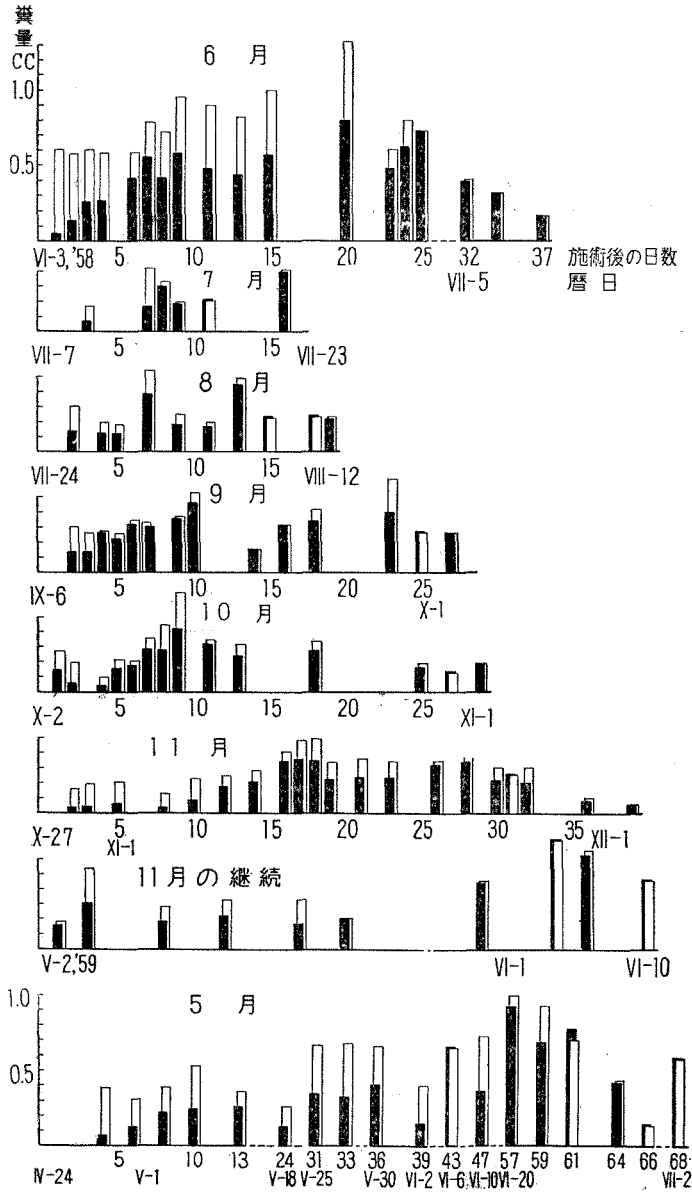
* Shigeru Ōta. Studies on feeding habits of *Pinctada martensii*. III. Difference of the amount of feces due to nuclear insection in pearl culture. Bull. Natl. Pearl Res. Lab. 5: 434-438. 1959.

1) 国立真珠研究所業績 No. 56. (国立真珠研究所報告 5: 434-438. 昭和34年12月)

分核 (4.2mm) で、そう(挿)核部位はいわゆる“ふくる”と“うかし”の二個入れである。

実験結果

各時期における施術後の施術員と対照員の糞量の変化の状態を第1図に現わした。対照員の糞量は前報の如く季節的変化があるので期間中決して一定量のものではないが各月の施術毎に施術



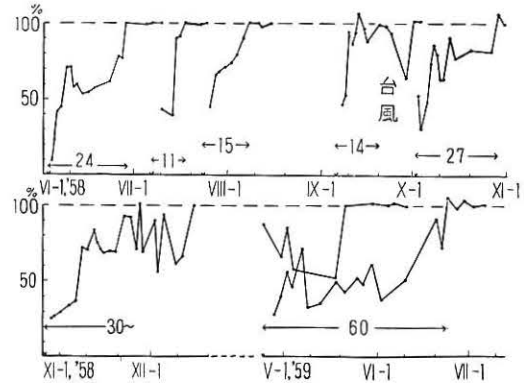
第1図. 施術員と対照員の糞量の比較. 施術員・■, 対照員・□

貝と対照貝の糞量を比較して明らかなことは施術直後における施術貝の糞量が対照貝の、それに比べて著しく少ないことである。しかしこの差は日数の経過に伴ない小さくなり、やがて両者はほぼ同量になるがその接近の速度は季節によつて異なつてゐる。

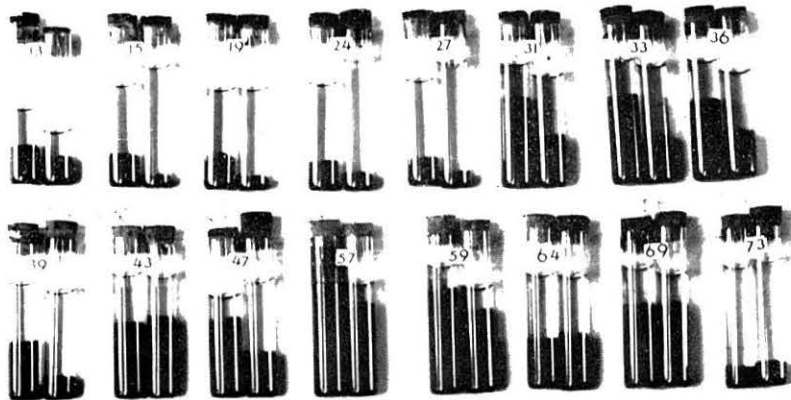
第2図は対照貝の糞量に対する施術貝のその割合の変化を图示したものである。施術貝と対照貝の糞量がほぼ同量に達した時を施術による貝体の活力の疲弊が回復した時と見なすならば本試験においては回復までに要する日数はおおむね、6月—24日、7月—11日、8月(7月末に施術)—15日、9月—14日、10月—27日、11月—30日以上、5月(4月末に施術)—60日となる。

対照貝の糞量に対する施術貝の糞量の割合は第2図の如く必ずしも順調に増加するとは限らない。これは水温、比重、懸濁物質の量や質等の外因条件の変化に対して施術後間もない貝は対照貝よりはるかに抵抗力が弱いことに原因するものと考えられる。

11月に施術をした例では施術後大体30日で施術貝と対照貝の糞量はほぼ等しくなつたが冬の休眠期より覚醒後に再び両者の糞量に差が見られ、この状態が5月下旬まで継続した。覚醒後に再び差が認められたことについては、11月に施術をしたものは約30日位で活力は一応回復したけれど施術実施の月に関係なく冬期間における施術貝一般に見られる現象に因つて差が生じたものか、あるいは施術後30日では活力を回復しなかつたが水温が低下したために対照貝の糞量も減少し、一見差が認められなくなつ



第2図. 施術貝と対照貝の糞量の割合の変化. v印は手術実施日, 折線の下に数字は施術の日から施術貝と対照貝の糞量がほぼ同量になるまでの日数.



第3図. 核入手術の糞量に及ぼす影響. 1959年4月24日核入手術を実施した貝と対照貝の施術後における糞量の比較. 数字は施術後の日数. 対照貝: 左側, 施術貝: 右側.

たもので4月の覚醒期に至つてもなお施術の影響が残つていてこのような結果になつたものか、または以上の二つのことが影響したものかということについては、6,7月に施術した材料を冬期間に流失してしまつたので明らかにすることが出来なかつた。しかしいづれにしてもアコヤガイの適温限界である低水温の時期に近くなつて施術したものや休眠期より覚醒後間もないものには施術の影響が長く残ることは糞量からしても明らかな事実である。

なお本試験に使用した施術貝の核のサイズは1.4分核(4.2mm)であつたが7月に核のサイズ(分)を1.9(5.7mm), 1.4:1.4, 1.4:1.2(3.6mm), 1.2の組合せでそう(挿)入し、核のサイズによる影響を実験したがその結果は第2表に示すように施術直後の糞量の減少は大きいサイズを

第2表 核のサイズと糞量の関係 (7月施術)

核の サイズ(分)	糞量 施術後の 日数	貝一個当り1日分の糞の沈澱量 (単位cc)					
		2	4	5	7	9	11
1.9, 1.4		0.128	0.124	0.084	0.386	0.196	0.172
1.4, 1.4		0.140	0.132	0.128	0.384	0.188	0.164
1.2, 1.2		0.180	0.168	0.168	0.484	0.186	0.168
対 照		0.308	0.200	0.188	0.540	0.252	0.204

そう(挿)入したもの程著しく、確かにサイズによる影響は認められるがこの影響は短期間で認められなくなつたので糞量に及ぼす施術の影響は核のサイズの大小ということよりそれ以外の施術の影響が残つたものと考えられる。

考 察 及 び 摘 要

真珠養殖において核入れ手術後に行なう“養生”の期間については、施術の時期によつて施術前に貝を施術しやすい状態にするいわゆる“貝の仕立”の方法や漁場条件もそれぞれ異なるために一概には決め難い問題で、現在は主として経験によつてこの期間を決めているので業者の説も決して一致している訳ではない。

さきに町井・中原⁽⁴⁾は季節による真珠袋の形成速度の差異を組織学的に研究し養生期間の決定に当つて真珠袋の形成に要する日数を考慮する必要があることを提唱した。真珠袋の形成に要する日数については川上⁽⁵⁾、青木⁽⁶⁾等の研究もあり、これら組織学的な研究結果や三重県の業界で技術的に秀れた業者の実際例⁽⁷⁾と糞の量から貝体の活力を推定した本実験の結果を一括表示すれば第3表の通りである。

この表における4,5月の筆者の実験結果と町井・中原等の観察結果に著しい差があることについては、供試貝の冬期間の管理方法、休眠期よりの覚醒直後に行なつた抑制(施術をしやすいようにするため、水温の上昇に伴ない生殖腺の発達するのを抑える養殖手段の一つで、この時期の施術に供する貝には普通この操作が行なわれるが本実験に供した材料も4,5月に施術をしたものは抑制したものを使用し、その他は自然排卵(精)のものであつた。)の条件の違いに原因したのではないかと推察されるがその他においては真珠袋の形成に要する日数も経験的に決められた代表的業

第3表 養生期間決定の根拠になる実験例

月	日数	真珠袋の形成速度			糞量による 太田	代表的 業者の 実例
		川上	青木	町井・中原		
4				17日	} 60日	} 20~25日
5				21日		
6				21日		
7				12日	11日	} 15日
8		7日 (28°C)		12日	15日	
9		14日 (25°C)		7日以上	14日	} 20~30日
10		34日 (20°C)	15~19日 (22°C)		27日	
11			25~30日 (20°C)		30日以上	

者（かかる熱心な業者はきわめて稀であるが）の実際例も本実験結果とあまり大きな差はない。以上のことから第3表に示した日数は4,5月にはなお問題はあるが真珠養殖における各季節の核入れ手術後の養生期間決定の根拠になり得るものとする。

文 献

- (1) 結城了伍 1951. アコヤガイ鰓の繊毛運動. 真珠の研究 2 (1,2) 44—55.
- (2) 小林 博・松井淳平 1953. アコヤガイの環境変化に対する抵抗性の研究 (1) 鰓の繊毛運動に就いて. 農水講研報 3 (2) 123—131.
- (3) 太田 繁 1959. アコヤガイの食性に関する研究 I. 国立真珠研報 5: 429—433.
- (4) 町井昭・中原皓 1957. 真珠袋の組織学的研究 II. 季節による真珠袋形成速度の差異. 国立真珠研報 2: 107—112.
- (5) Kawakami, I. K. 1953. Studies on pearl-sac formation. II. The effect of water temperature and freshness of transplant on pearl-sac formation. Ann. Zool. Jap. 26: 217—223.
- (6) 青木 駿 1956. 真珠袋形成に関する研究. 特に秋と初冬に作業を行つた場合について. 国立真珠研報 1: 41—46.
- (7) 丹下 孚 1958. 三重県における真珠養殖作業体系の代表的一事例について. 国立真珠研究所調査資料 第1号.

アコヤガイの食性に関する研究

Ⅳ. 養殖条件 (いかに内における貝の垂下位置並びに漁場) によるアコヤガイの糞量の変化 (予報)*^{1,2)}

太 田 繁

国立真珠研究所

カキの垂下養殖において同一いかに内にも垂下位置によつて成長度や身入りに差があることは経験的に業者間に広く認められるところであるが、養殖様式の類似している真珠養殖においても同様のことを一部の業者は認めている。

筆者はアコヤガイの食性に関する研究に当り、アコヤガイの糞の量においてもかかる現象と密接な関係にある結果が認められるか、更にまた、養殖密度と関連して漁場間においても、このような関係が認められるかどうかを確かめ、これによつて密殖機構の解明、適正養殖密度の判定のための一つの手がかりとしての可能性について研究に着手した。しかし昭和33, 34年と数次に及ぶ台風のためその都度実験中止の止むなき状態に至つたので現在のところ全く予備試験の域を出ないが二、三の実験例を挙げ、その結果を報告し御批判を仰ぎ度いと思う。

報告に当り研究の機会を与えられた国立真珠研究所長高山活夫氏に厚く感謝の意を表す。また漁場往復のため調査船運航の労を煩わした養殖研究室の西飯保・清水進平・谷口宮三郎氏に謝意を表す。

材料及び方法

材料は第1表に示した3年貝(母貝)各20個を金網かご(27×27×10cm)に收容して、いかに垂下された他の貝と同じ深さに垂下し、糞の採集時には他からの糞の混入を防ぐために垂下層を引き上げた。糞の採集方法は前報と同様であるが実験Ⅰの場合は実験時期が比較的に高水温期であつたため捕食から排泄までの時間が短いことと潮向と糞量の関係を明らかにする必要があつたので糞の採集時間は3時間として、この時間における20個の貝の糞量で、実験Ⅱの場合は漁場間の比較が目的であつたので潮向は考慮しなかつたから4時間における20個の糞量で比較した。

* Shigeru Ōta. Studies on feeding habits of *Pinctada martensii*. IV. Difference of the amount of feces due to different conditions of culture raft and culture ground (a preliminary report). Bull. Natl. Pearl Res. Lab. 5: 439-442. 1959.

1) 国立真珠研究所業績 No. 57. (国立真珠研究所報告5: 439-442. 昭和34年12月)

2) 本研究は農林水産試験研究振興費、内湾貝類漁場の特性区分とその生産に関する研究の一部として行なつた。

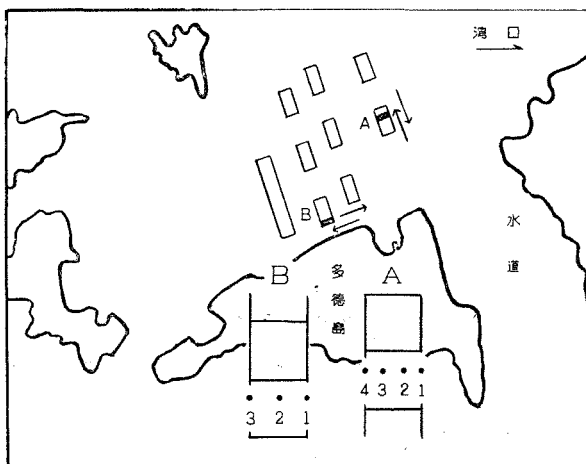
第1表 供試貝の大きさ (20個の平均値)

実 験 I				実 験 II		
かご	殻 長 (mm)	殻 高 (mm)	殻 巾 (mm)	かご	殻 高 (mm)	重 量 (g)
No 1	54.21	59.90	21.07	No 1	58.36	27.47
No 2	53.95	59.75	21.05	No 2	59.01	28.08
No 3	54.06	60.07	21.10	No 3	59.11	28.05
No 4	54.09	60.11	21.06	No 4	58.97	27.56

結 果

実験 I

1) 試験いかだとして図のAの位置に5台連結で設置されたいかだの2台目のものを使用した。いかだには立型のいわゆるトランクかごがいかだ1台当り100かご垂下されていたが試験貝のかごはこの間に垂下した。このいかだの場所は図の矢印の方向に潮の流れがきわめて良い場所である。このいかだに垂下した試験貝の糞量が最も潮向の影響を受けると推定 (水温による摂餌より排泄までの所要時間を考慮して) された時間に採取した糞の量を第2表に示したがこれによると潮向とは関係なく水路側の潮通しのよい方に垂下された貝程、糞の量が多くなっている。



実験 I の試験いかだの場所並びにかごの垂下位置

第2表 潮向といかだの中での養殖かごの垂下位置によるアコヤガイの糞量の比較

実 験 日	1958—9—1		1958—9—4		
	下 げ 潮		上 げ 潮		
かご	測 定 値	乾 燥 量 (mg)	%	乾 燥 量 (mg)	%
No 1		85.6	100	138.7	100
No 2		78.1	91.2	127.1	91.6
No 3		67.6	79.0	118.5	85.4
No 4		54.5	63.7	103.9	74.9

2) 試験いかだは図の B の位置に 5 台連結で設置されたものの中で一番陸岸に近いものを使用した。このいかだにはいかだ 1 台当り 100 個の平型の養殖かごが垂下されていたがこのいかだの両端と中心部に試験員のかごを垂下した。このいかだの場所は図からは十分な判断は出来ないが地形的な関係から水路からわずかしが離れていないのにもかかわらず干満による潮の流向は陸岸と平行に矢印の方向に流れが認められるところである。1) の場合の糞の採集方法と同じ考え方で採集した糞の量を第 3 表に示したがこれによると 1) の場合と異なり糞量の増減と潮向とは密接な関係が認められる。

第 3 表 潮向といかだの中での養殖かごの垂下位置によるアコヤガイの糞量の比較

実月 日	潮向	'58-9-26				'58-9-30				'58-10-3				'58-10-8				'58-10-10			
		下		げ		潮		上		げ		潮		上		げ		潮			
かご	測定値	乾燥量 (mg)	%	乾燥量	%	乾燥量	%	乾燥量	%	乾燥量	%	乾燥量	%	乾燥量	%	乾燥量	%	乾燥量	%		
No 1		44.7	50.5	50.2	54.3	55.3	50.7	70.0	100	73.4	100										
No 2		59.8	67.5	57.7	62.4	71.4	65.5	65.7	93.8	67.2	91.5										
No 3		88.6	100	92.4	100	109.0	100	60.0	85.7	61.8	84.2										

実験 II

試験地として選んだ漁場は英虞湾内でもいかだの密度の最も少ない漁場に属する多徳島地先と密殖漁場の一つとしてあげられている神明浦で、この両漁場に第 1 表に示した供試貝を各 2 かごずつ (多徳……No 1. 2, 神明浦……No 3. 4), いかだ 1 台の外側と中心部近くに他の養殖かごと同じ深さ (両漁場とも約 4 m) に垂下し、同じ時刻の 4 時間内に排泄された 20 個分の糞の量 (乾燥重量) を比較したのが第 4 表である。

第 4 表 漁場によるアコヤガイの糞量の比較

漁場	多			徳			神			明		
	No 1	No 2	%	No 3	No 4	%	No 3	No 4	%	No 3	No 4	%
測定値 (mg)												
月日												
'59 9-9	138.9	117.2	84.4	92.7	83.7	90.3						
9-14	111.6	106.5	95.4	103.2	91.7	88.9						
9-21	116.8	101.6	87.0	64.3	63.6	98.9						

No 1. 3 は各漁場におけるいかだの外側に、No 2. 4 は中心部に近く垂下したかご。

これによると、同一いかだ内においては外側に垂下したものと中心部近くに垂下したものとの間には両試験地とも既に述べたような現象がみられるが、さらに両試験地間にも糞の量に明らかに差が認められる。両試験地間におけるこの差の原因については両試験地における懸濁物質の量の比較を行なわなかつたので懸濁物質の量に原因するものか、あるいはその他の条件に原因するか、また一方においてこの試験における結果がこの期間に限るものか、あるいは養殖期間を通じ

て両試験地間にこのような現象が見られるものかも明らかではない。しかし両地点に同一方法で 4 月から試験養殖したアコヤガイの成長度試験の 9 月における中間測定において両者間に差が認められ (9 月測定後は伊勢湾台風のため流失), 多徳漁場の方が神明漁場より成長が良かった。

考 察

カキの摂餌機構については高槻⁽¹⁾の報告があるが辻井⁽²⁾はアコヤガイについて実験的観察の結果, アコヤガイもカキと同様にその食物は生活環境の海水中に浮遊するものを主として大きさや重さ, 量について数次にわたって選別して捕食していることを報告している。このように単に物理的な選別のみで餌料の種類による餌料効率等のごとき質的な点での選別能力がないならば小水域に限定した場合に捕食される餌料 (プランクトンを含めた小型懸濁物質) の組成には著しい相異は考えられないから, いかだの周辺部の貝が成長が良いことについてごく大胆な推察をするならばいかだの周辺部に垂下された貝が多く餌を捕食したことに主な原因があることになる。

このことは今井等⁽³⁾のカキの養殖密度と生産性に関する研究において, 生産性の低下の原因として漁場の内部において餌料の供給が減少することを指摘している点からも説明が出来るし, また本試験の同一いかだ内に垂下した貝の垂下位置による糞量の変化の試験結果とも一致し, さらに養殖密度を異にした漁場における試験結果からも類推することが出来る。

筆者⁽⁴⁾はさきに懸濁物質の量的変化と糞量の変化の傾向がよく一致していることなどについて述べたし, また本試験において成長と糞の量の関係においても今井等の説とよく符合する結果を得た。これらのことよりある限られた範囲内の漁場においては糞量の変化の状態を調べることによつて適正養殖密度は困難としても成長を著しく阻害しない程度の密度については巨視的な推定が可能になるかも知れない。しかしながら一方において多徳島地先のごとき養殖密度の稀薄な漁場において, しかもわずか 1 台のいかだに垂下した養殖かごの位置により潮向によつて前記のごとき差が現われた事についてはアコヤガイのろ (濾) 過水量を考慮に入れても潮の流れの速さと捕食活動との関係を解明せねば餌の残存量のみで説明づけることになお問題があるように考えられるのでさらにこれに関する実験を試みた上で本研究の継続を計画している。

文 献

- (1) 高槻俊一 1949. 牡蛎 技報堂.
- (2) 辻井 禎 1957. アコヤ貝の捕食に就いて. 真珠研究会伊勢部会会報 1(6) 18—21.
- (3) 今井丈夫・伊藤進・中村捷・小野寺弘 1957. 気仙沼湾カキ養殖場の生態学的研究, 環境条件とカキの生産性. 気仙沼湾開発研究会, 1—39.
- (4) 太田 繁 1959. アコヤガイの食性に関する研究 II. アコヤガイの糞の量の季節的变化. 国立真珠研報 5: 429—433.

アコヤガイの食性に関する研究

V. アコヤガイに捕食された夏期出現する浮遊仔貝（二枚貝） の数並びにその大きさについて^{*1)}

太 田 繁

国立真珠研究所

カキの摂食方法については高槻⁽¹⁾の詳しい報告があるがアコヤガイについても辻井⁽²⁾はこれとほとんど同様の観察を報告している。これによるとアコヤガイもカキと同様に懸濁物質（プランクトンを含む）を大きさとか重さや量について数次の選別作用を行なった上で摂食している。

筆者はアコヤガイの食性に関する研究に当つて、直腸部の内容物を検鏡する機会がしばしばあつたが前述の捕食機構から、たとえ質による選別は出来ぬとしても餌としては不適當のものとして選別の上、排除されるのではないかと想像していた浮遊仔貝（二枚貝）がそのほとんどの場合に直腸部の内容物中に見られ、しかもその数がかかりの数であつたので今夏（1959）多徳島地先でアコヤガイが捕食した浮遊仔貝の大きさとその数につき、アコヤガイの浮遊仔貝を主として調査したのでその結果を報告する。

報告に当り実験の便宜を賜つた国立真珠研究所長高山活夫氏に厚く謝意を表する。また写真撮影に当り労を煩わした中原皓、和田浩爾両技官に深く謝意を表す。

方 法

アコヤガイに捕食されて、その直腸部にある浮遊仔貝は軟体部の全くないもの、あるいは軟体部の組織が崩壊しているものが大半であつたが中にはネット採集したものと同様に軟体部にほとんど変化を受けていない特徴の鮮明なものも見られ、幼殻も欠損したものはほとんど見られなかつたので幼殻の測定とアコヤガイの幼生の識別には支障がなかつた。

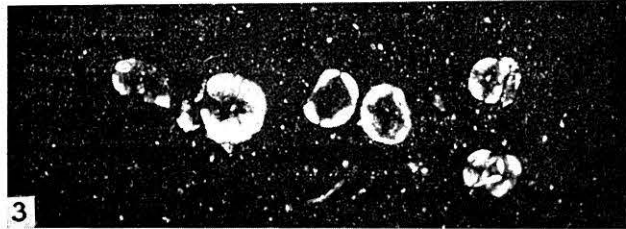
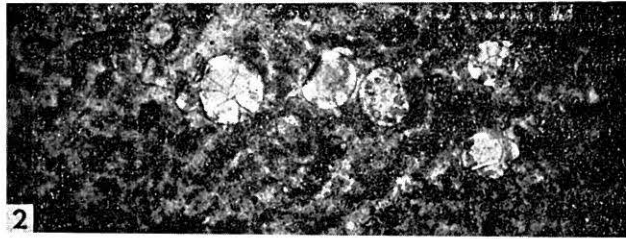
直腸部の内容物は貝殻を開殻して貝柱以外の軟体部（直腸部はつけたまま）を取り除き、貝柱の部分を蒸留水で洗滌した上で第1図に示した部位より搾出して採取し、その全部を検鏡して大きさを測定し、更にアコヤガイの幼生を識別した。大きさについては他のプランクトン程に長さとの比が複雑ではないので殻長と殻高の中で大きい方を一ヶ所だけ測定した。

* Shigeru Ōta. Studies on feeding habits of *Pinctada martensii*. V. Number and size of swimming bivalve larvae fed by pearl oyster in summer. Bull. Natl. Pearl Res. Lab. 5 : 443-449. 1959.

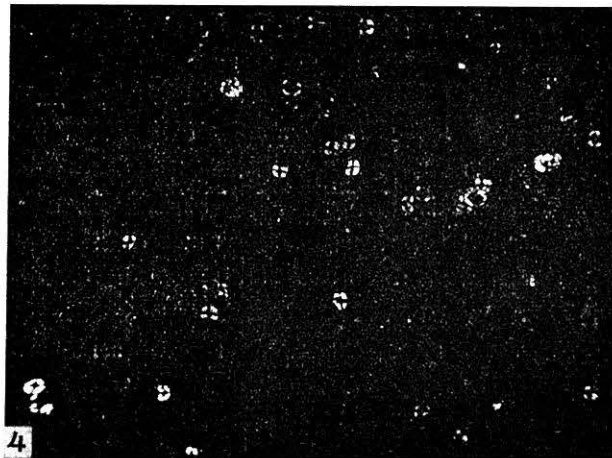
1) 国立真珠研究所業績 No. 58. (国立真珠研究所報告 5 : 443-449. 昭和34年12月)

は浮遊仔貝の出現数の時期的な差によるものと考えられる。

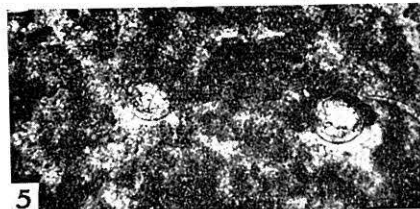
前報⁽³⁾で述べたように水温 28~29°C においてアコヤガイが摂餌より排泄までに要する時間は4~5時間であつたから、この実験結果からおおざっぱに推定すれば4年貝は多い日には1日に2,000個 ($434 \times \frac{24}{4 \sim 5}$ 時間) 以上の浮遊仔貝を捕食し、アコヤガイの幼生のみについては約1,100



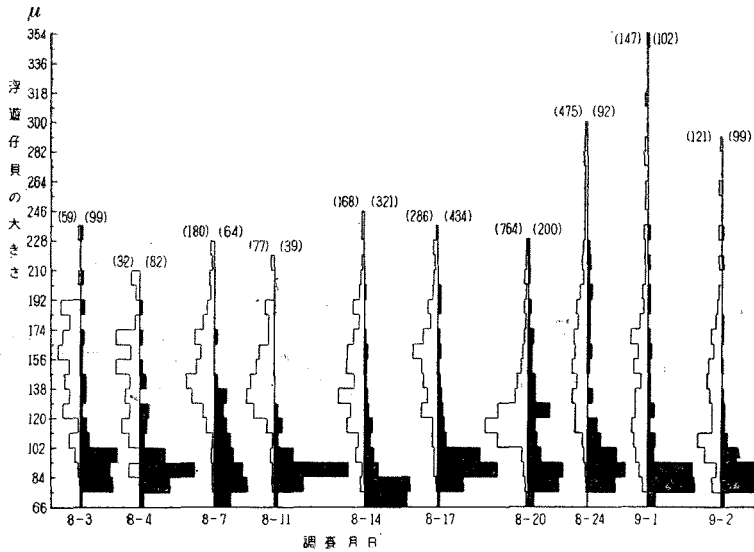
第2図. アコヤガイに捕食された浮遊仔貝 (アコヤガイの糞塊より).
第3図. 同上 偏光顕微鏡.



第4図. アコヤガイに捕食された浮遊仔貝 (アコヤガイの糞塊より) 偏光顕微鏡.



第5図. アコヤガイに捕食されたアコヤガイの浮遊仔貝 (アコヤガイの糞塊より).



第6図. ネット (XX13) で採集した浮遊仔貝 (□) とアコヤガイ (4年貝) に捕食された浮遊仔貝 (■) の大きさの比較.
() 内の数字は測定個体数を示す.

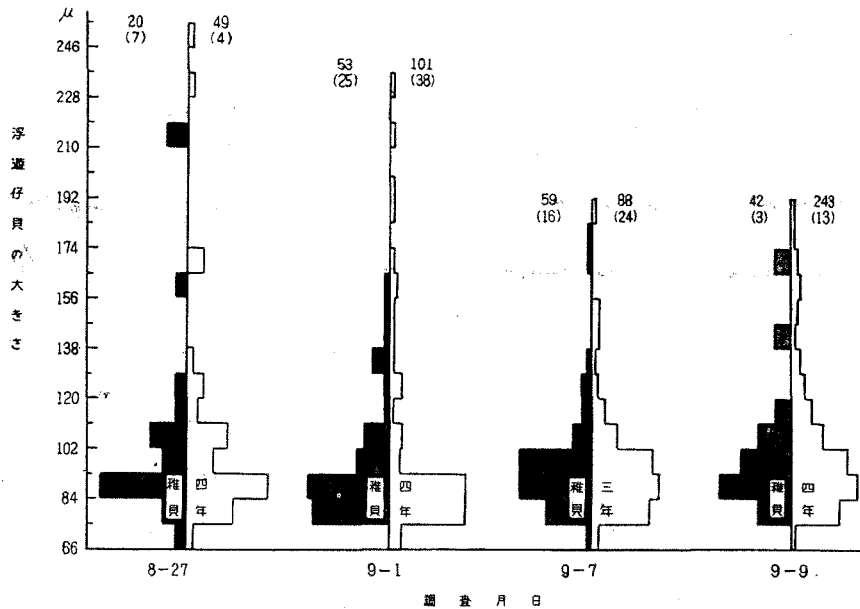
個も捕食したことになる。

Ⅱ. 直腸部の内容物中の浮遊仔貝とプランクトンネット (XX13) で採集した浮遊仔貝の大きさの比較

アコヤガイ (4年貝) が捕食した浮遊仔貝と、一般に広く使用されている XX13 のネットで多徳島地先の試験貝を垂下したいかだの近くで水面下 3m 層より表面まで垂直に引き上げて採集したものの大きさ別の組成を比較したのが第6図である。これによると 200 μ 以上のものでも捕食されている例はあまり珍しくはなく、浮遊仔貝の活動力を考慮に入れねば大きさのみの点からは 200 μ 位までは捕食に支障は無いように考えられるがネット採集のものに比べて捕食された浮遊仔貝の大きさ別の組成は全般的に小さい方にかたよっている。このことは XX13 のネットでは小型の浮遊仔貝を自然の組成に近い状態で採集することが困難であることにも因るが高槻、辻井等の説のように捕食機構の選別作用の結果に因るところも大きいのではないかと考えられる。

Ⅲ. 貝の大きさと捕食された浮遊仔貝の大きさ

アコヤガイの大きさと捕食された浮遊仔貝の大きさの関係を知るために稚貝 (発生翌年のもので満1ケ年になるもの、平均殻高 4.0cm, 平均重量 8.5g) と3年貝 (満2ケ年, 平均殻高 5.1cm, 平均重量 19g), 4年貝 (満3ケ年, 平均殻高 6.0cm, 平均重量 35.5g) が捕食した浮遊仔貝の数と大きさ別の組成を図に現わしたのが第7図である。これによると4年貝は稚貝に比べ大きい浮遊仔貝を捕食してはいるが貝の大きさによる顕著な差は見られない。特殊な例ではあるが稚貝の直腸部の内容物中に 1800 μ ×90 μ の Crustacea の脚や 360 μ の Copepoda が見られた事もある程であるから満1ケ年の稚貝でも浮遊仔貝の大きさが 160 μ ~170 μ 程度であれば捕食にはさして支障はないものと考えられるが各年令の貝とも捕食した浮遊仔貝の大きさの組成が前項と同様に小さい方にかたよっていることは捕食機構の選別作用の結果と考えられる。



第7図. 貝の大きさと捕食された浮遊仔貝の大きさの比較.

貝の大きさと捕食数の関係は大きい個体が捕食数も多いが貝重量 1g 当りの捕食数は稚貝の方が多くなっている。辻井・大西⁽⁴⁾ はアコヤガイのろ(濾)過水量について報告しているがこの実験に使用した貝と本実験の貝とは大きさが違うため詳細に比較検討することは出来なかつたが前記野外実験の結果も辻井等の実験結果と同様に捕食量がろ(濾)過水量と密接な関係にあるためと解してよいのではなからうか。

IV. 漁場による捕食数の比較

漁場による捕食数を比較するためにここで選んだ神明漁場は多徳島より約3軒離れた英虞湾の一枝湾で多徳島附近に比べアコヤガイの養殖密度も大きく、奥部ではカキの養殖も行なわれている漁場である。多徳と神明の両漁場に同じ条件で垂下したアコヤガイ(3年貝)の捕食数は神明漁場のものが多徳漁場のものより多かつたが(神明漁場のものはカキの幼生が特に多かつた),これ

第2表 漁場を異にするアコヤガイ(3年貝3個)が捕食した浮遊仔貝の数

漁場	大きさ μ	66	75	84	93	102	111	120	129	138	147	156	165	174	183	192	201	210	219	228	237	246	255	264	273	282	291	300	309	計	
8-18	多徳	アコヤ	1	1	2	2	0	1	2	1	0	0	0	1																	11
	多徳	その他	2	28	0	0	2	1	0	1																					34
	神明	アコヤ	6	9	2	1	2	1	1	1																					23
8-22	多徳	アコヤ	5	76	204	149	35	5	10	0	2	0	0	0	0	1	0	1													488
	多徳	その他	3	2	0	1	0	1	1																						8
	神明	アコヤ	4	6	2	0	0	1	0	1	0	1	0	3	0	1	1	1													20
8-26	多徳	アコヤ	1	4	3	1	2	2	1	0	1	1																			16
	多徳	その他	2	34	46	23	18	12	7	9	3	4	2	1	0	2	3	2	1	0	0	1	2	0	1	0	1				174
	神明	アコヤ	1	0	1	0	0	1	1																						4
8-26	多徳	アコヤ	6	5	7	2	2	6	0	1	2	2	0	0	1																34
	多徳	その他	5	1	3	2																									11
	神明	アコヤ	27	26	22	12	7	5	6	2	8	0	5	2	0	3	1	1	3	2	3	0	2	1	1	0	1	1	4	145	

はネット採集の結果と同様で捕食数は浮遊仔貝の密度とは密接な関係がある。

考 察

前述の実験結果からアコヤガイはその摂餌機構の選別作用により大形の浮遊仔貝をある程度選別していることは明らかであるが（巻貝の浮遊仔貝は浮遊層と試験貝の垂下層の関係かあるいは貝殻の形の関係によるのか本試験では究明しなかつたが二枚貝に比べ捕食されている数が少ない傾向があつた）、それでもなおかなりの数の浮遊仔貝を捕食していることがわかる。更に満1年以上の貝であれば $160\mu\sim 170\mu$ 位までのものは（アコヤガイの浮遊仔貝では Umbo stage の大きさ位）捕食の対象になるし、また漁場を異にする試験の結果から捕食数は浮遊仔貝の密度に応じて多いこともわかつた。結局満1年位の貝では $160\mu\sim 170\mu$ 、これ以上の貝では 200μ 位までの大きさの浮遊仔貝はアコヤガイが捕食する際の選別作用の効果にあまり期待出来ないから自然の条件のもとにおける程度の出現数では浮遊仔貝の出現密度とアコヤガイのろ（濾）過水量に応じて捕食されるものと解しても左程大きな誤りはないものと考えられる。

千葉等⁽⁵⁾は瀬戸内海産のトリガイ *Fulvia mutica* (REEVE) (Sl 8.3cm × Sh 8.6cm × Sb 4.8cm) の食餌についての研究において二枚貝の幼生が多量捕食されていること、更に摂餌されたプランクトンは主として形態の大小及び底棲性に依つて決定されるようであるとしている。浅海の養殖漁場に出現する浮遊仔貝は一般に底層より中層以浅の層に出現するものの数が多いが、アコヤガイはカキと同様に垂下養殖されている関係から底棲のトリガイ以上に浮遊仔貝を捕食する機会があるものと考えられる。

アコヤガイに限らず二枚貝の採苗の豊凶については海況（特に水温・比重・潮の流向）、降水量、風向等の海気象要因との関係について幾多の報告があり、これらが明らかにその原因になっている例は少なくない。近年三重県下の真珠養殖漁場—特に英虞湾—におけるアコヤガイの採苗成績は起伏はあるにせよ貝の養殖数量の増加とは逆に年々低下の傾向を示している。このことは、たとえ単に数量の面において増加していても、また局部的に成績の良いところがあつても現在のところ否定出来ない。採苗成績の不良の原因について前記海気象要因のいずれかが、あるいは幾つかがその年の成績と関係づけられるが総合的に遅減する現象の原因としてはなお充分ではない。本試験を実施した期間は本年度のアコヤガイの浮遊仔貝の出現盛期を既に過ぎた時期であつたのにもかかわらず前述のような結果であつたが浮遊仔貝に限らず放卵直後から浮遊仔貝までの発生過程においても当然アコヤガイの捕食の対象となり得るからアコヤガイの採苗の豊凶とアコヤガイの養殖密度やその他の貝の生息密度との関係も全く無視することは出来ないのではないかと考えられる。

要 約

〔1〕 英虞湾の多徳島地先においてアコヤガイに捕食された夏期出現する浮遊仔貝（二枚貝）の数並びにその大ききにつき、およそ次のことを明らかにした。

- (1) 試験期間中に多い日には4年貝で1日に2,000個以上もの浮遊仔貝を捕食している。
- (2) 捕食されている浮遊仔貝は小型のものが比較的が多いが 200μ 程度以上のものも珍しくはない。
- (3) 発生後満1ケ年の稚貝（平均殻高4cm）でも $160\mu\sim 170\mu$ 位までのものは捕食する。

(4) アコヤガイの捕食数は浮遊仔貝の出現数と密接な関係がある。

Ⅱ. I の結果から英虞湾におけるアコヤガイの採苗成績の豊凶と養殖密度との関係につき考察を試みた。

文 献

- (1) 高槻俊一 1949. 牡蠣. 技報堂. 東京.
- (2) 辻井 禎 1957. アコヤガイの捕食について. 真珠研究会伊勢部会会報 6 : 18—21.
- (3) 太田 繁 1959. アコヤガイの食性に関する研究 Ⅱ. アコヤガイの糞の量の季節的变化. 国立真珠研報 5 : 429—433.
- (4) 辻井禎・大西候彦 1957. アコヤガイの濾過水量及び捕食の実験的研究 I. 濾過水量について. 国立真珠研報 3 : 194—201.
- (5) 千葉卓夫・鶴田新生・井上泰 1955. 瀬戸内海二枚貝の食餌に就いて, 第 1 報 トリガイ *Fulvia mutica* (REEVE). 農水講研報 4 (3) 51—59.

アコヤガイの食性について

I. 捕食活動の日週期*

大 川 泰 司**

御木本真珠会社 研究部

は し が き

動物の生態研究において、その摂餌行動の研究が非常に重要なものである事は、摂餌が生命の維持及びその成長を支配する最大、不可欠の条件である事からもいうをまたない。二枚貝の摂餌についての従来の研究報告は主として、1) 濾過水量の直接または間接的方法による測定(Jørgensen: 1949, 辻井・大西 1957), 2) 濾過水量と水温との関係 (Hopkins 1935), 3) 消化過程の追跡(Morton 1956), 4) 消化酵素の研究, 5) 杆晶体の研究 (太田 1958., 井上 1955), 6) 消化器管の構造 (Yonge 1926), 7) 消化管内容物の調査 (小串 1938., Ehime Pref. Fish. Report 1915) 等について行なわれたものである。其の摂餌行動そのものは、環境の変動により大きく影響される事が他の動物例から見ても容易に想像される事である。

二枚貝におけるこれらの関係についての研究には、次のごときものがある。すなわち水温との関係 (Hopkins 1935) 潮汐及び明暗の周期との関係 (Loosanoff & Nomejko 1946), 潮汐と杆晶体の長さの変化との関係 (Morton 1956), 濾水量と潮汐の周期との関係 (Rao 1943, '44), 等である。

Loosanoff & Nomejko (1946) は、カキ *Ostrea edulis* は、干、満潮共ほとんど同様に摂餌し、また、明暗の周期によつても影響される事はない。と述べている。アコヤガイの食性について各種の実験調査を行なつて来た著者は、明暗の両期間のある世界に生息する生物の行動は其の影響を受けるのが自然ではないかと考える。また、この考えを裏づけるようないくつかの事実がアコヤガイの行動について発表された (森 1948, 小林 '50, 結城 '53)。著者は摂餌活動にも当然日週性があるはずとの関係観点に立ち、1959年3月から8月の期間に一連の実験を行ない、ほぼ所期の結果を挙げ得たのでここに発表する。

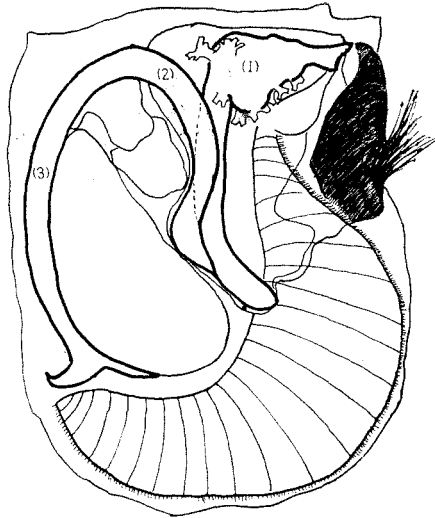
この実験を行なう機会を与えられ、材料一切を供給された有限会社御木本真珠会社に、また実験を始めるに当たり色々として下さつた尾田方七氏に更に本実験中、終始御指導御助言を賜つた東京水産大学宇野寛講師に感謝すると共に、本稿を校閲していただいた東京水産大学妹尾次郎教授に深謝の意を表明する次第である。

* Taiji Okawa. On the feeding habit of pearl oyster, *Pinctada martensii* (Dunker) I. Feeding relating to period of light and darkness. With English summary, p.456. Bull. Natl. Pearl Res. Lab. 5: 450-458. 1959 (国立真珠研究所報告 5: 450-458. 昭和34年12月)

** K. Mikimoto & Co., Ltd.

材料及び方法

1) 本実験に使用した材料は、御木本真珠会社英虞湾養殖場で採苗、養成した3~4年貝で、貝掃じをした後、金網かご(75×75×10cm)1個当り10個体あて収容し、水面下1m層に垂下し、少なくとも3~4日間放置後、貝の充分足糸を分泌し、一団となつている状態を確認済みのものである。



Text-fig. 1. Anatomic picture showing alimentary canal of pearl oyster, *Pinctada martensii* (Dunker). (After Shiino, 1952)
(1) Stomach, (2) F.d., (3) Rectum

2) 摂餌活動は24時間週期で調査し、1959年3月~8月の間における月令0~7の日の中、快晴の場合を選んで行なつた。日週期の調査に当つては、材料貝を2時間ごとに採集し、開殻後直ちに10%フォルマリン液をその消化管に注射すると同時に、軟体部全体を同濃度の該液中に固定した。その後、内臓部を注意深く解剖し、消化管内の餌を直接肉眼的に観察し、その摂餌状態を調査した。その餌の量は Loosanoff & Nomejko がカキについて用いた方法にならぬ、消化管の部位の大きさ(容積)に対する相対量 relative quantity をもつて表示した。

すなわち Text-fig. 1 に示すごとく、消化管の中 1 胃(2)腸が内臓塊から出る直前の部分(F.dとする*)及び(3)直腸の3部分に存在する食物量を調査した。そしておのおの部分で食物の占める割合を 1) L: large, 2) M: medium, 3) S: small, 4) A: absent の相対量で示した。なお、3月及び4月に行なつた実験は胃だけを対象とした。

Table 1. Relative quantity of food in stomach of pearl oyster examined at every two hour interval during 24 hours on March 18 - 19.

Daytime	Quantity of food		rate of absent	Night	Quantity of food		rate of absent
	large	absent			large	absent	
A.M.			%				%
9:00	0	10	100	9:00	2	5	71
11:00	6	4	40	11:00	6	4	40
1:00	4	6	60	1:00	10	0	0
3:00	3	7	70	3:00	10	0	0
5:00	0	8	100	5:00	7	3	30
7:00	2	7	77	7:00	6	4	40
Total	15	42	73.7		41	16	28

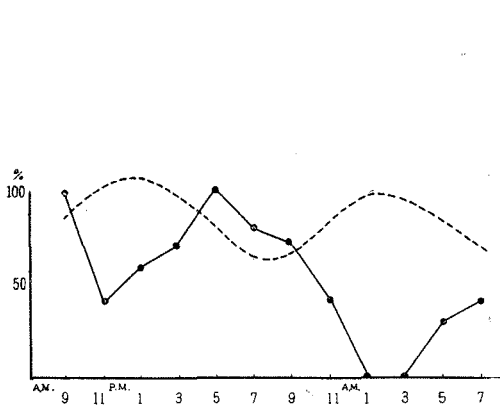
note ; Lunar day : 2 Water Temperature : 13.1 - 13.8°C

* F. d. について。

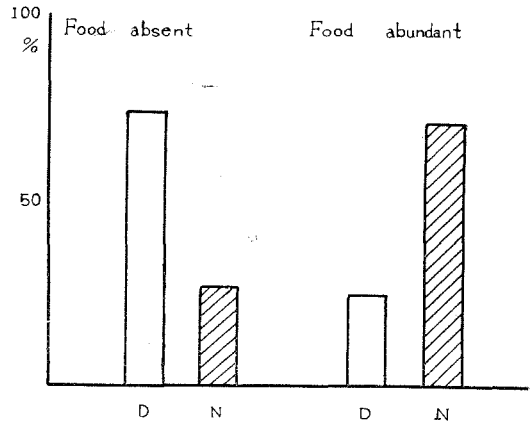
この部分を特に取り出したのは、著者の約1,000個体の解剖例から、常に相当量の食物が凝縮状態となつてたくわえられていて、直腸を経て肛門に移動する前に一旦、ここに留まるもののように考えられるからであり、内臓の構造もかなり異なつていようであるからである。

実験結果

Table 1. 及び Text-fig. 2 及び 3 は、それぞれアコヤガイの胃中の食物の有無と、24時間の週期との関係について3月に行なつた調査結果を示す。



Text-fig. 2. Composite curve showing the rate of scanty stomach examined at every 2 hour interval during 24 hours. ----: Tidal rhythm



Text-fig. 3. Histogram showing comparison of relative quantity of food in stomach during the period of light and darkness. D: Daytime., N: Night

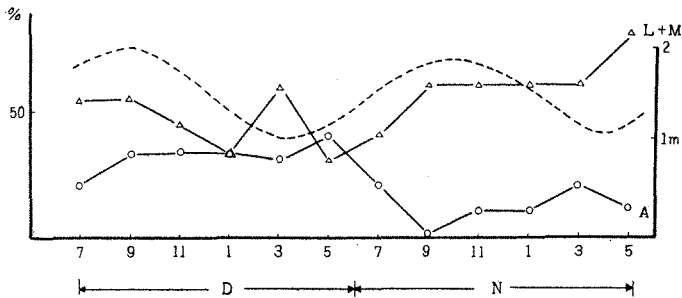
Table 2. 及び Text-fig. 4 及び 5 に4月の調査結果を示す。

Table 2. Relative quantity of food in stomach of the pearl oysters collected at every 2 hour interval on April 28 - 29.

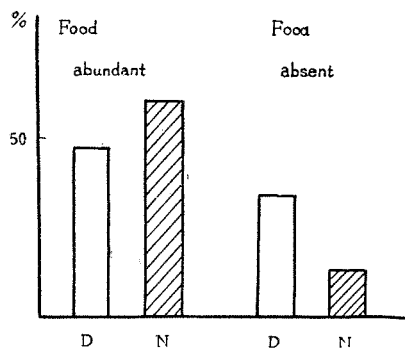
Daytime	Quantity of food				% S.S.*	Night	Quantity of food				% S.S.*
	L	M	S	A			L	M	S	A	
7:00	5	0	3	2	20	7:00	3	1	4	2	20
9:00	5	0	1	3	33	9:00	5	1	4	0	0
11:00	3	1	2	3	33	11:00	3	3	3	1	10
1:00	3	0	3	3	33	1:00	4	2	3	1	10
3:00	4	2	1	3	30	3:00	5	1	2	2	20
5:00	3	0	3	4	40	5:00	5	3	1	1	10
Total	23	3	13	18	31		24	11	17	7	11.8

(Water temperature : 19.5 - 20.0°C Lunar day : 2)

* s.s. : scanty stomach



Text-fig. 4. Composite curves showing relative quantity of food in stomach collected on April at Ago-Bay. Note, A: absent, LtM: Abundant. ---- tidal rhythm



Text-fig. 5. Histogram showing comparison of relative quantity of food in stomach during the period of light and darkness.

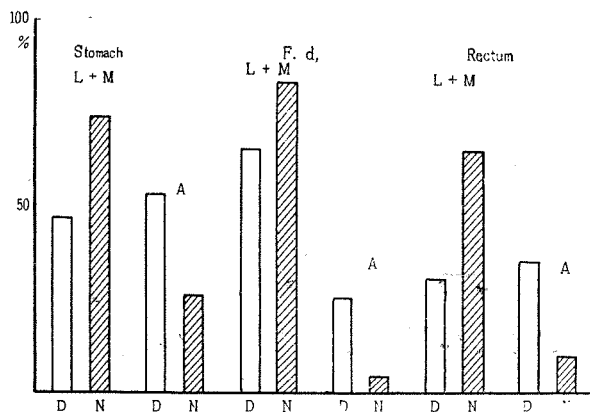
D : daytime N : night

Table 3 及び Text-fig. 4 に 5 月調査の結果を示す。調査部位は Text-fig. 1 に示した (1)胃, (2)F.d. 及び (3)直腸の 3ヶ所である。標本の採集,固定は昼夜,各 3回あて行なつた。

Table 3. Relative quantity of food in three different parts of alimentary canal of the pearl oysters collected at daytime and night on May 27-28.

Quantity of food Parts	Daytime				Night			
	L	M	S	A	L	M	S	A
Stomach	10	6	14	4	18	16	8	3
E. d.	11	10	4	9	19	20	5	2
Rectum	2	8	12	12	16	14	12	4

Note. Sampling were made at A.M. 11:00, P.M. 1:00, 3:00. for daytime (D), and P.M. 9:00, 11:00, A.M. 1:00 for night (N).

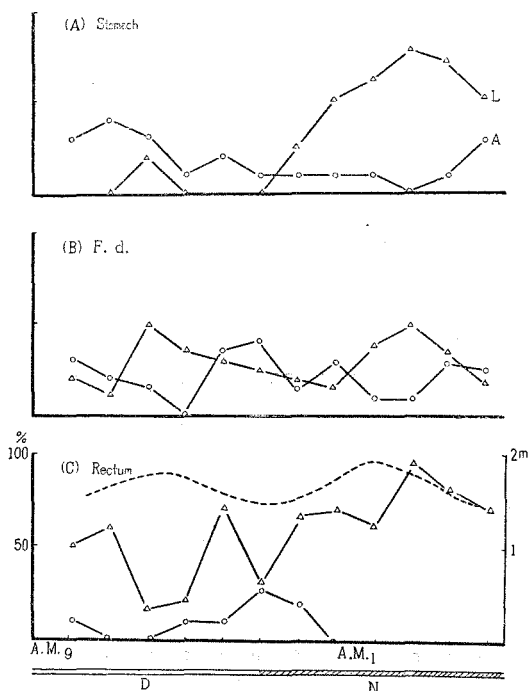


Text-fig. 6. Rate of food quantity in three different parts of alimentary canal of the pearl oysters collected in the daytime and night on May 27-28.

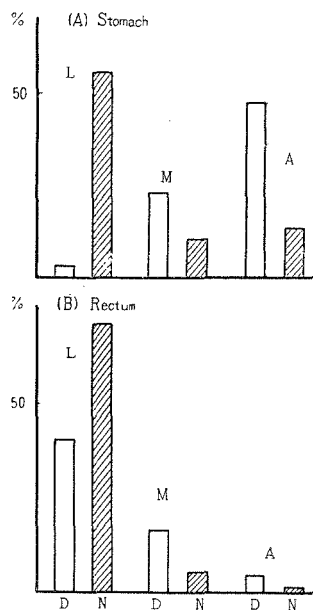
Water temperature : 20 - 21.0°C

Lunar day : 4

D : daytime N : night tidal rhythm



Text-fig. 7. Composite curves showing the variation in relative quantity of food found in three different parts of alimentary canal of pearl oyster in every 2 hour interval.



Text-fig. 8. Histogram showing relative quantity of food found in stomachs and rectums of pearl oysters examined during daytime (D) and night (N).

考 察

本実験はアコヤガイの捕食活動に日周期性があるか、どうかを確認するために行なったものである。この点について Loosanoff & Nomejko (1946) はカキ *Ostrea edulis* は潮の干満、昼夜の週期に関係なしに捕食する。と述べ、また Yonge (1935) は、繊毛の作用によつて捕食する生物 Ciliary feeder は、「環境の条件…特に水温が好適であれば何時でも、連続的に摂餌すると結論している。

さて、著者の行なった実験結果について、以上の議論と比較しながら論じて見たい。また Table 1, Text-fig. 2 に2時間々隔で24時間に行なった採集結果を、また Text-fig. 3 に昼夜別に見た胃中の食物の有無による比を示す。Text-fig. 3 について見ると、胃中に全く食物を欠くものの比率が、日中では 74% の高率を占めるのに対して、夜間は全く逆に相当量の食物を胃中に有するものが 71% を占めていて、昼夜の間に捕食活動の点で相当著しい差があることが認められた。また、Text-fig. 2 からアコヤガイが日没と共に活潑に捕食を始め、深夜に絶頂に達する事が読み取れる。なお、同図中に破線で潮汐の変化を示しているが、Loosanoff & Nomejko の指摘したように、潮の干満と捕食活動とは直接関係がないように思われる。

次に、Text-fig. 4, 5 及び Table 2 について見る。胃中に相当多量の食物が存在するものの占

Table 4. Relative quantity of food in three different parts of alimentary canal of the pearl oysters collected at each two hour interval during 24 hours on August 28—29.

Time	Part	Stomach				F. D.				Rectum			
		L	M	S	A	L	M	S	A	L	M	S	A
A.M.													
9:00		0	3	11	6	4	6	4	6	10	8	0	2
11:00		0	6	6	8	2	2	12	8	12	8	0	0
P.M.													
1:00		4	4	6	6	10	2	5	3	3	12	5	0
3:00		0	8	10	2	7	9	4	0	4	10	4	2
5:00		0	1	15	4	6	2	5	7	14	4	0	2
7:00		0	8	10	2	5	3	4	8	6	6	2	6
Total Daytime		4	30	58	28	34	24	34	28	49	48	11	12
Night													
9:00		5	9	4	2	4	6	7	3	13	3	0	4
11:00		10	6	2	2	3	7	4	6	14	4	2	0
A.M.													
1:00		12	2	4	2	8	6	4	2	12	8	0	0
3:00		15	3	2	0	10	8	0	2	19	1	0	0
5:00		14	2	2	2	73	5	2	6	16	4	0	0
7:00		10	2	2	6	4	6	5	5	14	6	0	0
Total Night		66	24	16	14	40	38	22	24	88	26	2	4

Note. Lunar day : 7 Water temperature : 28.0—29.1°C

める割合 (L) については、昼夜の差は左程明らかでないが、夜間の方が高率を示している (Text-fig. 4)。一方、食物を欠くもの (A) について見れば、昼夜の差は明らかで、午後 9 時～午前 1 時の間に最低を示し、平均 10% 強にすぎないのに対し、昼間は 30% 以上を維持していて、昼夜間の活動差を如実に示している。

Table 3, Text-fig. 6 に 5 月の採集結果を示したが、採集は昼夜、各 3 回あて計 6 回行なつた。Text-fig. 6 に L+M で示したものは、相当量の食物を有し、一応活潑に捕食したものと考えられるもので、A と対比して示す。比の図より、胃、F.d. 及び直腸の 3 部分のいずれについても、昼夜間の差はむしろ A において、より明りように現われている。もちろん L+M においても、胃及び直腸で充分明りように認められる。

Table 4, Text-fig. 7 及び 8 は以上に行なつた 3 回の実験結果を確かめるために更に多数の個体を使用し、気温、水温共に上昇して貝が最も活動的であると認められる 8 月に行なつた調査結果である。

Text-fig. 7 (A), (C) において、すなわち胃及び直腸においてきわめて明りような捕食活動の日週周期性が認められる。Text-fig. 8 (A), (B) においても、昼夜の差は 3, 4, 5 月の場合よりもはるかに明りようで、特に胃において著しい。

この事実は前述したように、水温の上昇に伴なつて活潑となつたアコヤガイの行動を示唆しているものと考えられる。

以上の実験結果より判断すれば、アコヤガイの捕食活動の日週性の調査部位としては、胃が最適であるように思われる。胃は餌が最初にたくわえられる器官である事からも当然で、F.d. 及び直腸に存在する食物については、これらが何時摂取されたものかについて疑問が残るので、調査の対象として好ましくないようである。

次に、著者が実験室内の小型水槽を用い、各種の餌料を与えてアコヤガイを餌育した実験結果*によると、餌が摂取されてから排泄されるまでの最短時間は普通 2 時間前後で、多量に排泄されるようになるのには 3~4 時間経過した後である。一方、解剖所見では、餌は胃中に通常、1~2 時間留まっているものようであつた。これらの事実と、先に述べた調査結果とを考え合わせると、アコヤガイが活潑に摂餌する時間は、Text-fig. 2, 4 及び 7 で得られた日週変化のグラフを左方に 2 時間程度移して得られるもの、と考えられる。従つてアコヤガイが活潑に捕食するのは、午後 9 時から午前 1 時頃であるといえるであろう。この結果は、森 ('48) の行なつたアコヤガイの移動距離及び酸素消費量の日週期変化についての実験結果、結城 ('53) の実験した足糸分泌の日週期変化についての結果等、すなわち、一アコヤガイは午後 9 時~12 時の前夜半に最もよく移動し酸素消費量が最少時の倍増となり、また足糸を多く分泌する一という事実と非常によく一致する。また、著者の観察でも、日没後、2 時間位経過した頃から活潑に活動を始め、ほふく移動し、また足糸を分泌して一団となろうとするが、夜半を過ぎるとあまり活潑に運動しなくなる。

著者はこれらの事実より以下の結論に達した。すなわち、アコヤガイは日没数時間後から真夜中まで活潑に活動するもので、この活潑な運動は当然、貝体による酸素消費量の増大となつて現われる。従つて、鰓の滲過水量の増大が生理的に見て必然となり、この結果として水中に浮遊する餌料が捕食される割合もまた当然増大する。

すなわち、アコヤガイの摂餌量の日週期変化は活動力、運動力の日週期変化が主因となつて二次的に起こるものであることが判明した。このことは、繊毛によつて捕食する生物 Ciliary-feeder の捕食機能からいつても当然のことと理解される。

摘 要

1. アコヤガイの捕食活動と、潮汐及び昼夜の週期との関係を明らかにするための実験を、3, 4, 5 月並びに 8 月の 4 回行なつた。
2. 約 1,000 個体の解剖調査の結果、アコヤガイの捕食活動は昼夜の週期とは密接に関係して、明らかに日週性を示すが、潮汐とは関係がないものようであつた。
3. アコヤガイは、日中は不活潑であるが、日没後 2 時間位から午前 1 時頃まで活潑に捕食し、夜半を過ぎると、再び不活潑となる。
4. 捕食活動の日週性は、個体活動の日週期変化によるものと認められる。すなわち、活動の活潑化に伴う酸素消費量の上昇、これに関連する鰓の滲過水量の増加が捕食量の増大となつて現われるものと思考される。
5. 捕食活動の日週性を調査する部位としては、胃が最も好ましい。

Summary

1. Feeding examination of pearl oyster, *Pinctada martensii* (Dunker) was carried out in relation

* 各種の餌料によるアコヤガイの飼育実験 1. 餌料の消化管通過時間について。未発表

- to tidal rhythm and to the period of light and darkness.
2. Relative quantities of food in three different parts of alimentary canal of the material collected periodically were examined and recorded by Loosanoff and Nomejko's method ('46) which classified food quantity in four grades, namely, large (L), medium (M), small (S) and absent (A).
 3. Feeding examination of approximately 1,000 individuals showed that they feed actively from evening till midnight and not actively in the daytime.
 4. No correlation was found between feeding and tidal rhythm throughout these examinations.
 5. Periodicity of feeding coincided with those of body activity, oxygen consumption and byssus secretion of the pearl oyster.
 6. It would be easily recognized that high activity of body moving requires a high consumption of oxygen in the bivalves. For this oxygen supplying branchiae have to filtrate a large quantity of sea water providing much quantity of food particles to them.
 7. The author notes here that studies on the oxygen consumption and activity of moving were accomplished by Mory ('48) and rhythm on byssus secretion was found by Yuki.

文 献

1. 平坂恭介 1930. 岩波講座 生物学 軟体類 —食性— : 63—99.
2. Hopkins, A. C. 1935. Temperature optima in the feeding mechanism of oyster, *Ostrea gigas* Jour. Exp. Zool. 71 (2)
3. Jørgensen, C. B. 1949. The rate of feeding by *Mytilus* in different kind of suspension. Jour. Mar. Biol. Assoc. 28: 333—344.
4. 小林新二郎 1958. 真珠の研究. 東京. 技報堂.
5. Loosanoff, V. L., Nomejko, A. C. 1946. Feeding of oysters in relation to the tidal stage and to period of light and darkness. Biol. Bull. 90(3) 244—264.
6. Mac Gnite, G. B. 1941. On the method of feeding of four pelecypodes. Biol. Bull. 80: 8—25.
7. 宮崎一老 1934. カキ天然餌料の研究 (第1報) 日本水産学会誌 3 : 73—74.
8. 森 主一 1948. アコヤガイに於ける移動距離の日週変化. Vinus 15: 1—4.
9. Morton, J. E. 1956. The tidal rhythm and action of the digestive system of the Lamellibrach *Lasaea rubra*. Journ. Mar. Biol. Assoc. 35 : 503—586.
10. Nelson, T. C. 1923. On the feeding habits. Proc. Soc. Exp. Biol. Med. 21 : 90—91.
11. ————— 1933. On the digestion of animal forms by oyster. ibid. 30(9) 1287—1290.
12. ————— 1936. Water filtration by the oyster and new hormon effect upon the rate of flow. ibid. 34 : 189—190.
13. 小串次郎 1938. 真珠の研究 (P.79—82) 東京.
14. Orton, J. G. 1928. On rhythmic periods in shell-growth in *Ostrea edulis* with note on fattening. Jour. Mar. Biol. Assoc. 15 : 365—427.
15. 太田 繁 1958. アコヤガイの食性に関する研究 I. 杆晶体の長さの季節的消長. 国立真珠研報 4 : 315—324.
16. Rao, K. P. 1953. Rate of water propulsion in *Mytilus californianus* as a function of latitude. Biol. Bull. 43 : 283—293.
17. ————— 1954. Tidal rhythmicity of rate of water propulsion in *Mytilus californianus* and its modifiability by transplantation. ibid. 106(3) 353—359.
18. 椎野季雄 1952. アコヤガイ (真珠貝) 解剖図. 三重県水産試験場.
19. ————— 1952. アコヤガイ解剖に有力な二, 三のテクニク. 真珠の研究 (富士真珠研究部) 2(4) 1—4.
20. 高槻俊一 1949. 牡蠣 : 東京. 技報堂.
21. 辻井楨・大西侯彦 1957. アコヤガイの濾過水量及び捕食の実験的研究 I. 濾過水量について国立真珠研報 3 : 194—201.

22. Yonge, C. M. 1926. Structure and physiology of the organs of feeding and digestion in *Ostrea gigas*.
Jour. Mar. Biol. Assoc. 14 : 295—386.
23. ———— 1935 On some aspect of digestion in ciliary feeding animals. *ibid.* 20 : 341—346.
24. 結城了伍 1953. アコヤガイの足糸分泌力と貝殻形成の日週期性について. 動雑. 62(3,4) 131.

真珠養殖漁場の養殖海洋学的研究

II. 英虞湾内の4点において生産される 真珠品質の比較と海況について^{*1)}

沢田保夫・丹下 孚

国立真珠研究所

は し が き

三重県英虞湾において、近年いわゆる密殖あるいは漁場老化の結果とされる真珠品質の低下が叫ばれ、さらには局地的に真珠貝の異常斃死現象が多発する傾向を見せている。これらの現象については、早急な対策が要求されて、すでに養殖いかだの登録制による台数の制限やしゆんせつによる漁場の改良事業等が進められてはいるが、最近の真珠養殖業の発展傾向とも対応し、他の海域においてもその現象の発生する恐れはなきにしもあらずという意味で、関係者の深い関心が寄せられている。けれども、この種の現象がどのような機構によつてもたらされるものであるかに関する研究は、現在までほとんど見られないようであり、わずかに養成の技術形態が類似しているカキ養殖のばあいの同様現象について、Ito・Imai (1955)、今井・伊藤・中村・小野寺(1957)等の研究があるに過ぎない。

著者らは、このような現象の一部として、さきに真珠貝異常斃死漁場の観測結果について報告した(沢田・丹下・関, 1958)が、今回ここにとりまとめたのは、問題への一接近として、英虞湾内のそれぞれ性格を異にすると考えられる4点において垂下養成を行なつて得た真珠品質の比較と、養成期間中継続して行なつた海況の観測結果についてであり、今後のこの問題に関する研究にいささかでも参考になればと願うものである。

なお、本研究は、1957年夏以来三重県庁によつてとりあげられている一連の真珠養殖事業振興対策の一環として行なわれたものであり、研究の実施に当つては、三重県水産試験場野本一郎場長、同木村三郎技師ならびに同県水産課平賀太寿雄技師に多大の御配慮を煩わした。また、内海区水産研究所花岡資所長、同古川厚技官、東京水産大学吉原友吉助教授、国立真珠研究所高山活夫所長および太田繁研究課長からは御懇篤な御指導を賜わつた。さらに、本研究の主要な部分を

* Yasuo Sawada and Makoto Tange. The oceanographical studies on the pearl culture ground. II. On and the comparison with the qualities of the pearl which cultured at the four stations in Ago Bay, and the oceanographical observations for them. Bull. Natl. Pearl Res. Lab. 5 : 459-480. 1959.

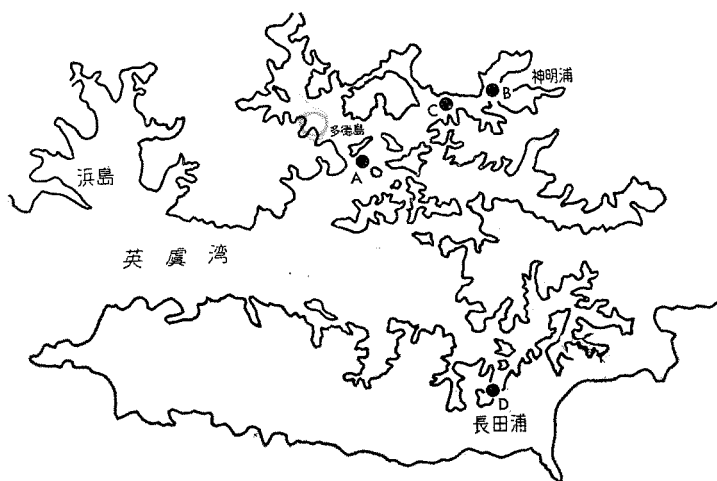
1) 国立真珠研究所業績 No. 59. (国立真珠研究所報告 5 : 459-480. 昭和34年12月)

占める観測作業を担当したのは、西飯保、清水進平、谷口宮三郎、武留井勝男および沢田俊子の各氏である。上記の各位に対して本文に入るに先立ち深く感謝の意を表する。

研究方法

1. 測点の選定

測点は、英虞湾内に第1図のごとく St. A—D の4点を選定した。一般に英虞湾の中でもことに枝湾の奥部ほど真珠品質の低下が著しいといわれ、また概してこのような水域ほど単位面積当りの養殖いかだ台数の多いのが常である。したがって、このような枝湾としてまず神明浦をとりあげ、さらにその中に最奥部 (St. B) および中間部 (St. C) の2点を選んだ。また真珠品質低下現象とは別に、現在までに真珠貝異常斃死現象の発生を見ている英虞湾内の枝湾はほぼ特定されており、その



第1図. 測点の位置。

ような水域の一つとして長田浦 (St. D) を定めた。これらに対し、多徳島地先は、単位面積当りの養殖いかだ台数も少なく、従来の当業者の経験としても、湾内各枝湾の奥部と比較して相対的に生産される真珠の品質が優れているといわれており、上記3点の対照と考えたわけである。

2. 真珠養殖試験

真珠養殖試験には、1955年生英虞湾産アコヤガイを母貝として使用し、これに1958年4月下旬～5月上旬の間特定の核入れ技術者1名が直径4.2mmの核を母貝1個体に2ヶあて核入れ施術を行なった。この施術貝をふつうの養殖金網かごに1かご30個体あて収容し、各測点の2、5および7mの各層 (St. D.のみは水深が約5mなので7m層を欠く) に5かごあて垂下して、5月中旬から11月下旬までの約6ヶ月間養成した。この間いわゆる貝掃じは行なわず、金網かごのみ1回の交換を行なった。

このようにして採取した真珠について、その品質を比較するのであるが、今回は主としてこれを品質を決定する要素のうち特に漁場と密接な関係があると思われる真珠の色および巻き (真珠質の分泌量) の2点について行ない、一部については照りの観察も補足的につけ加えた (この理由については別報する、丹下・和田、未発表)。まずりょう (稜) 柱層真珠、有機質真珠等の異常真珠を除いて、色については、肉眼的にホワイト系、クリーム・ゴールド系およびブルー系の3者に区分してその出現率を数え、また巻きは、原核が一定なのでマイクロメーターを用いて測定した直径をもつてあらわした。ただし、後者については、真珠が本来完全な球ではないのですべて最短径と思われる部分を測定した。照りについては、肉眼的に特にその優れていると思われるも

ぬき出して出現率をもつて比較した。また上記とあわせて漁場間のアコヤガイの成長度について比較するため、1957年生英虞湾産アコヤガイ（いわゆる稚貝）の貝殻に穿孔してステンレス線を貫通し、これをビニールバンドに固着したものを同様測点および水層に6月中旬から11月下旬まで約5ヶ月間垂下する試験も行なつた。ただし、St. D については、水深の関係で2.3および4mに垂下した。このばあいの貝殻の測定部位は、殻頂から腹縁部までの最大距離（鱗片状突起を除く）であり、ノギスを用いて測定した。

なお、今回の試験における最大の支障として、施術貝ならびに成長度比較用アコヤガイとも、その一部すなわち St. A に垂下したところの前者については2m層のもの、後者についてはその全部が、台風のため流失したのは遺憾であつた。

3. 海況の観測

本研究において実施した観測の項目は、水温（°C）、塩素量（‰）、溶存酸素量（cc/l および飽和度%）、透明度（m）、水中濁度および水中照度であり、観測期日は、結果として諸種の事情により数回の欠測をまぬがれることができなかつたが、前項の真珠養殖試験期間中原則として週1回とした。観測の方法としては、水温は電気水温計によつて測定し、塩素量、溶存酸素量および透明度は常法に従つた。水中濁度および水中照度の測定に使用した測定器および方法は、古川ほか（1958）の方法に準じた。なお、水中濁度計により求められる濁度（ τ ）は次式のとおりである。

$$\tau = \frac{2.3}{0.3} (\log I D. w - \log I s. w)$$

ここに τ は水層(light path) 1m²当りの濁度、I D. w は蒸溜水中での光電流の強さ、そしてI s. w は求める海水中のそれである。また観測層は、水温、水中濁度、水中照度は0, 1, 2m …… と1m 間隔とし、塩素量および酸素量については、0, 2, 4m …… の2m 間隔とした。ただし、St. D のみは前者と同様1m 間隔に測定した。

試験ならびに観測結果

1. 真珠品質の比較

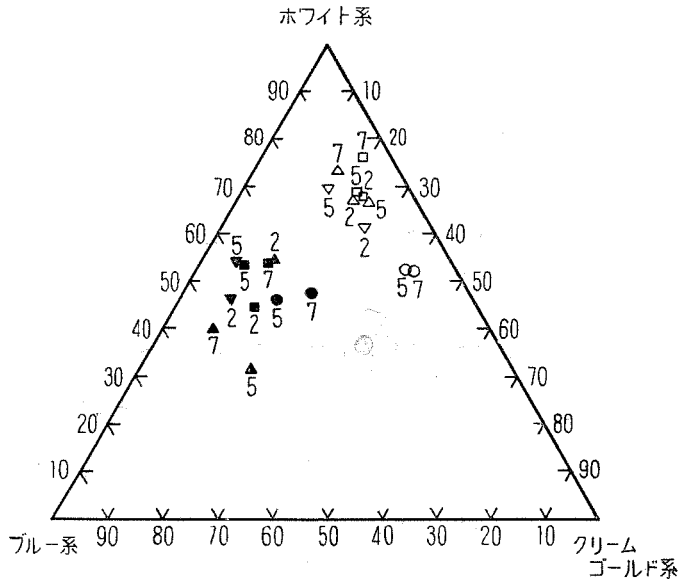
(1) 真珠の色について

ホワイト系、クリーム・ゴールド系およびブルー系の3者に区分した真珠の色の出現率を、三角座標にまとめたのが第2図である。問題はこのような色の出現率が漁場によつてまた垂下深度によつてどう異なるかということであるが、その前にこの図から注意されることは、核入れの部位によつて、すなわち「ふくろ」*と「どう」**とでは、色の出現率に明らかに差のあることである。そして、その差は特にブルー系のものの出現率において著しいことがわかる。しかし、一般にブルー系の色を呈する真珠は、本来の意味の真珠層真珠ではなく、真珠層の内部における有機質層の存在によつて、肉眼的にブルー系に見えるだけに過ぎない。だとすれば、それがそう核部位によつて異なることは容易に理解できることであり（たとえば、青木・森岡, 1959）、またその出現率のいかんを主として支配するのは、そう核施術技術の巧拙であると考えられる。たとえば、山口・太田・丹下・片田（1959）の結果においては、逆に「ふくろ」よりも「どう」（特に「うかし」の

* 「ふくろ」そう核部位の俗称で、解剖学的には腸管迂回部附近の生殖腺に当る。

** 「どう」同じく、収足筋と中腸腺に囲まれた足部に近い生殖腺に相当するそう核部位である。「みぞ」ともいう。また核そう部位を体表近く浅くするばあいは「うかし」と呼ぶ。

ばあい)においてブルー系のものが少ないと認められていることは、このことを示すものである



第2図. 真珠の色の比較. 凡例 1. ○st.A, □st.B, △st.C, ▽st.D
2. ○「ふくろ」, ●「どう」 3. 添字は垂下深度を示す.

といえよう。ともかくこのことは、真珠の色の比較を行なうに当つて、それが核入れの部位によつても異なることについて考慮する必要があるということを意味しており、したがつてこのばあいにおいても核入れの部位ごとに分けて検討することにする。

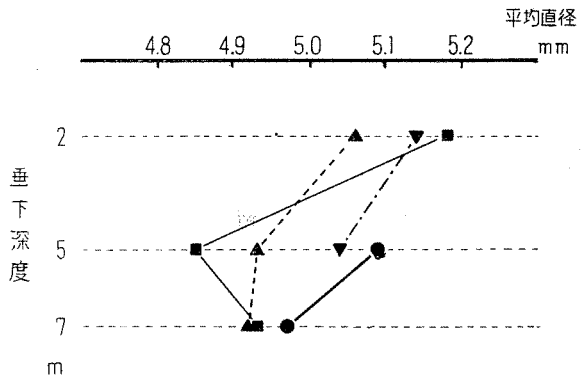
まず「どう」についてであるが、このばあいは図に見るように漁場によつてまた垂下深度によつて一定の傾向は認められないようであり、 χ^2 -検定によつても漁場間にまた垂下深度間に有意の差は認められない(危険率5%)。

次に「ふくろ」については、St.Aとその他の間には差がある

ように見え、 χ^2 -検定によつても、St. B, C および D の間の差は有意でないが、St. A とその他の間には有意の差を認めることができる(危険率5%)。すなわち、St. A においては他に比較してクリーム・ゴールド系のものが多く、ホワイト系のものの少ない傾向がある。また、小林(1951), Watabe(1955), 渡部・岡田・宮村・井上(1957) および五ヶ所浦青年会真研クラブ(1959)は、すべて垂下深度による真珠の色の差異について認めているが、このばあひも、一部について、垂下深度が大になるにしたがつてクリーム・ゴールド系のものが少なく、ホワイト系のものが増える傾向が認められるようにも思われる。しかし、この点は χ^2 -検定の結果では有意の差を認めることができなかつた(危険率5%)。要するに真珠の色については、その垂下深度による差よりも漁場による差の方がより大きいといえるのではあるまいか。

(2) 真珠の巻きについて

真珠の平均直径をもつて巻きを比較したのが第3図である。ここからまず注目されることは、全体として垂下深度が大になるにしたがつて真珠の平均直径が小さくなる、すなわち巻きが悪くなることであり、このことは、小林、渡部ほかの結果とは必ずしも一致しないが、Watabeが0.5, 1, 2, 3 および4mの各垂下層間において、両極端のものの巻きが悪かつた



第3図. 真珠の巻きの比較. ● st.A ■ st.B ▲ st.C ▼ st.D

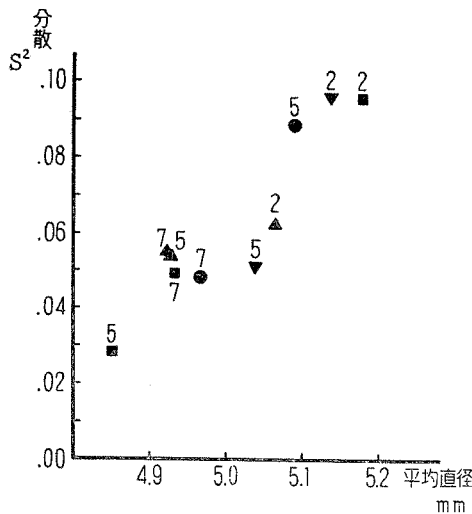
としている点で一部一致する傾向を見せ、さらに五ヶ所浦青年会真研クラブ (1959) の結果とはよく一致している。この垂下深度による差を F-検定によつて確かめてみると、St.C の 5m 層と 7m 層の間の差が有意でなかつただけで、その他の測点においてはすべて垂下深度によつて有意の差が認められた (危険率 1%, St.A の 5m 層と 7m 層についてのみ 5%)。なおつけ加えれば、全体として、真珠直径の分散値にはかなりの差が認められ、平均値が大になるにしたがつて分散

値もまた大きくなる傾向があることは注意されるところであろう (第 4 図)。

次に漁場間の差は、第 3 図においてもかなりの差のあることがうかがわれるのであるが、これを同様 F-検定によつて確かめてみると次のようである。

i) 2m 層では、St.B と D との差は有意でないが、この両者と St.C との間には有意の差が認められる (危険率 1% および 5%)。すなわち、他にくらべて St.C の巻きが悪い。

ii) 5m 層では、St.A と D との間の差は有意でないが、これらと St.C、さらに St.B との間には、それぞれすべて有意の差を認めることができる (危険率 1% および 5%)。すなわち、St.A、D に比較して St.C の巻きが悪く、さらに St.B はこれよりも悪くなる。



第 4 図・真珠の平均直径と分散との関係。

iii) 7m 層になると、St.A, B, C の間に有意の差が認められない (危険率 5%)。

iv) 全体としてみると、2m 層が欠けてはいるが St.A、それに St.D の巻きが良いようであり、これに対して St.C は悪かつた。また St.B は 2m 層と 5m 層で著しく差があり、前者の巻きはよいのに対し、5m 層は著しく不良であつた。

(3) 照りについて

照りは、真珠の品質を決定する諸要素の中で最も測定、数量化が困難であり、ここでは一部について品質の比較を補足するにとどめた。すなわち、最も巻きのよかつたものおよび悪かつたものとして、St.B の 2m 層および 5m 層のもの (「ふくろ」のみ) をとりあげ、巻きとの関連において照りの優れたものの出現率を比較したのである。真珠の構造の上からいつて、恐らく真珠層の形成速度の相対的に著しく劣るばあいには、照りの優れたものの出現率もまたある程度劣るのではないかと考えられるからである。

結果は、第 1 表のとおり両者の間に著しい差が見られている (χ^2 -検定によつて差は有意、危険率 1%) このことは、照りが真珠の色、特に最も望ましいとされるピンク系と密接な関係があると考えられ

第 1 表 巻きのよいものと悪いものとの照りの比較

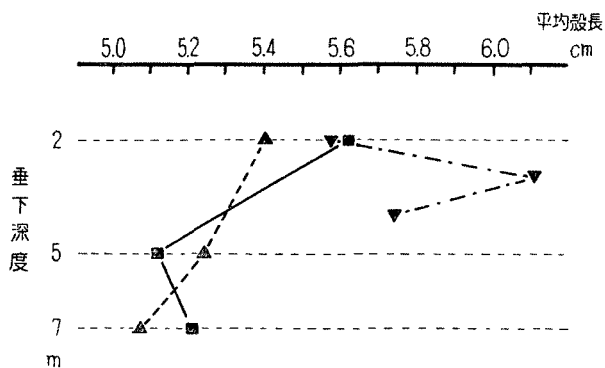
St.	区分	照りの優れたもの	その他	計	平均直径
St.B	2m 層	33	61	94	5.11
St.B	5m 層	8	90	98	4.81

「ふくろ」のもののみについて比較

る上からも注目されよう。

(4) アコヤガイの成長について

アコヤガイの平均殻長について比較したのが第5図である。St.Aの全部が欠けてしまつたのは



第5図. アコヤガイの成長度の比較.

■st. B ▲st. C ▼st. D

残念であるが、全体として前掲の第3図とよく似た傾向を示している。しかし、F-検定の結果は、漁場間の同一水層の間には有意の差が認められず、ただ同一漁場内の垂下深度による差が、St.Bの2m層と5m層および7m層の間、St.Cの2m層と7m層の間、そしてSt.Dの3m層と2および4m層の間で有意であつた(危険率1%および5%)。なお、同一水層として比較することはできなかったが、St.Dの3m層および4m層の著しく成長の良かったことが注目される。

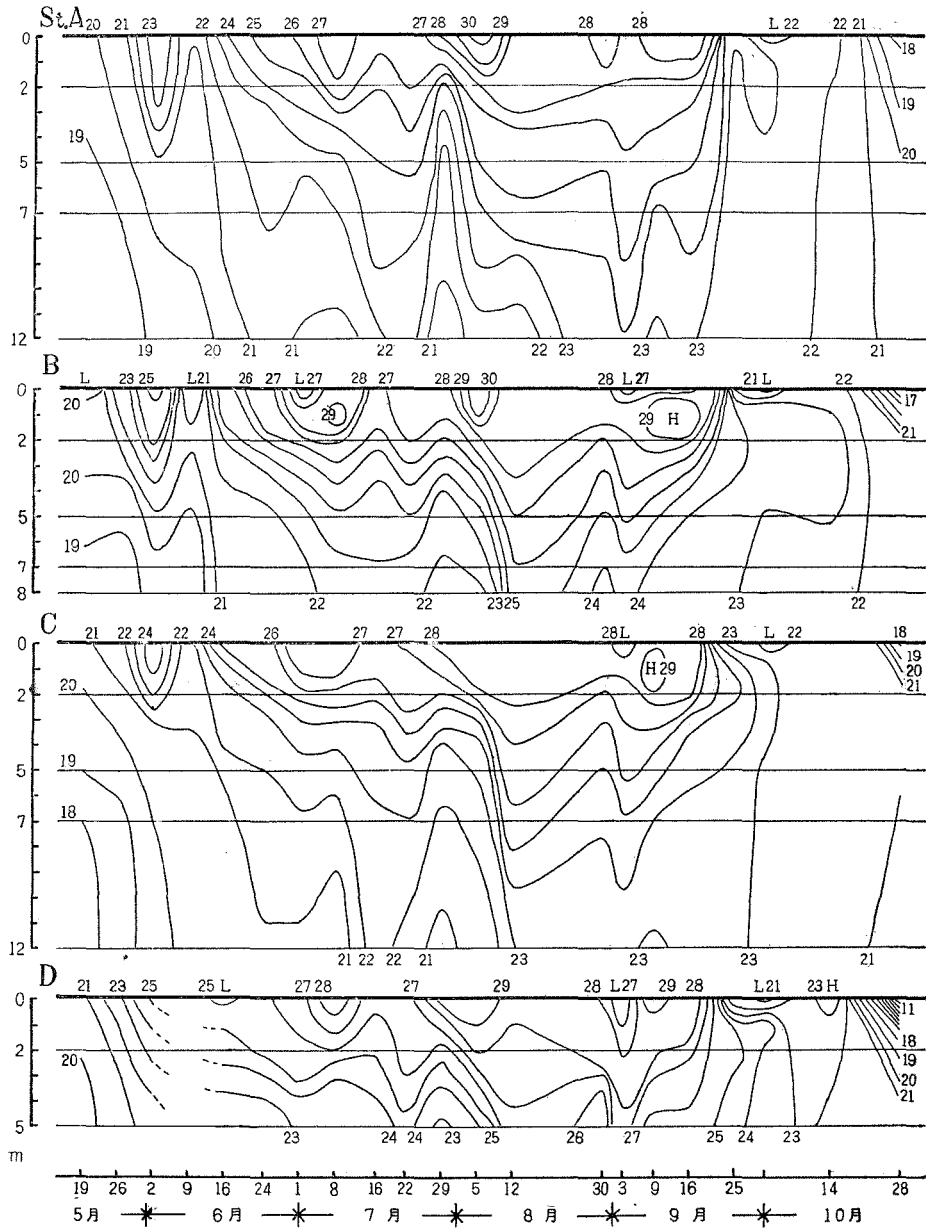
れる。

2. 海況について

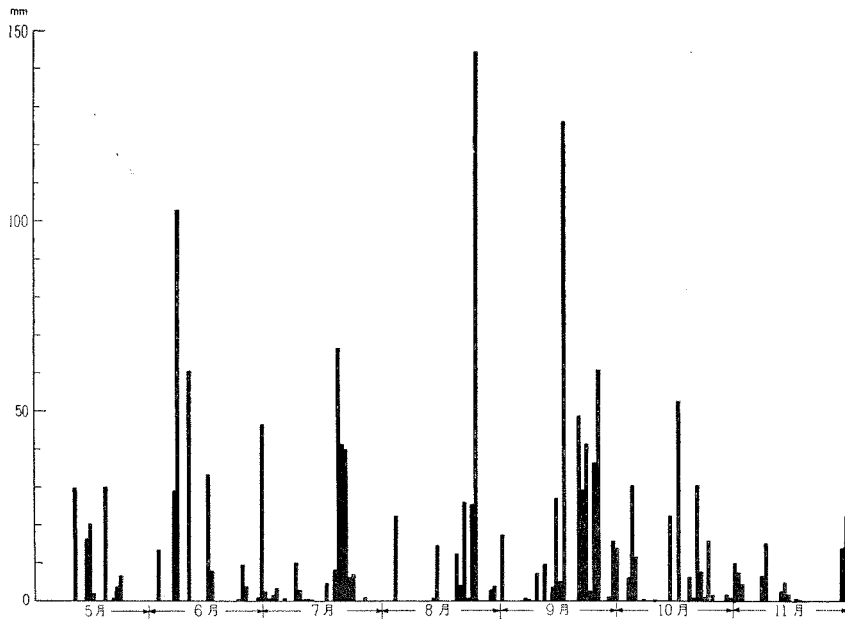
(1) 水温

観測期間中の水温の変化を示したのが第6図である。観測期日が週1回であり、また観測時の潮時の関係もあるので、細部にまで言及するのはさしひかえなければならないが、それぞれSt.A, B, C および D の水温変化の様相は非常によく近似している。これは、4点が同一湾内において地理的に比較的近接し、しかも内湾の浅海であつて特に見るべきような大きな流入河川もないところから、水温の変動がほぼ一義的に気象条件によつて支配されると考えられる以上、当然のことであろう。全体としての水温の時間的推移は、観測開始の5月中旬以後8,9月までかなりの変化を見せながらも上昇し、9月半ば以後に低下すること、常識のとおりであるが、その過程では、第7図の降水量の変化および後述の塩素量のそれと対比してみても明らかなように、ある程度の降雨が表層附近の水温の低下をもたらす(日照の不足により給熱が少なくなることを含めて)、結果として特に昇温期の水温の上昇を阻止していると考えられる点に注意される。例年最も高水温を示す7月下旬~8月上旬に本年は比較的低温に経過したことも、昇温期に曇天の日が多く日照にめぐまれなかつたこともあわせて、上記がその理由をなしていると考えられる。また、このことに関しては、顕著な塩分層のため下層への熱の移動がさまたげられることも、つけ加えておくべきであろう。次に垂直分布についてみると、9月半ばごろまでは顕著な正列の分布を示し、試験貝の垂下層間の差としてみても、夏季に2m層と7m層の間ではなほだしいばあいには5°Cに達することもあり、3°Cの差を示すことは稀ではない。9月下旬以後になつて降温期に入るとともによりやく逆列の分布を呈するようになり、垂下層間の差も近接する。また、各測点間の差を同一垂下層ごとに比較してみると、その推移傾向が近似していることは前述のとおりとして、その絶対値についても、5mおよび7m層においては大きな差が見られず、ただ2m層についてSt.Aが他の3点よりも特に7月下旬以降低温に経過している点が見られるが、これとても10月中旬以降を除けばその差が1°C以上に達することはほとんどない。

一般に、アコヤガイの生活と水温との関係については、いままでに次のような知見が得られている。まず沢野(1950)は、貝殻の開閉運動を観察して、 15°C 以下では運動が不活潑で不規則であり、また 25°C 以上だとがぜん頻度が3倍ほど増加し振幅は3分の2程度に小さくなることから、アコヤガイの生活適温は $15\sim 25^{\circ}\text{C}$ の間であつて、この範囲内であれば、もちろん温度



第6図. 水温の変化 ($^{\circ}\text{C}$).



第7図. 浜島における降水量(津地方気象台 1959, 三重県気象月報より著者原図).

の高いほど貝の正常な代謝機能がたかまると述べている。また、小林・松井(1953)は、鰓の繊毛運動の温度に対する反応を Arrhenius の式によつて考察し、 12°C および 24°C 附近を臨界温度として温度特性 μ の値が変化していることにより、生活適温は $12\sim 23^{\circ}\text{C}$ 、最適温度は 23°C 附近であるとしている。同じく小林(1955)は心臓の搏動についても同様の実験を行ない、心搏の停止温度および律動性の規則正しさが消失する温度から、アコヤガイの温度に対する抵抗力に季節的变化を認め、さらにこれらの温度と Arrhenius の式で考察した温度によつて、生活適温は1年を通じて 12°C 附近より 24°C 附近までと推定している。以上のように3者の結果はほぼ一致しているのであるがこれをもつて今回の水温の変化をみたばあい、まずもつて問題となるのは夏季の高水温であろう(第5図には省いてあるが、養殖試験を終つた11月下旬には各垂下層ともなお 14°C 以上を保つていた)。けれども、これらの研究において高温側の臨界温度が $23\sim 25^{\circ}\text{C}$ とされているのはより以上の高温になると代謝機能に不均衡が起こるとの推定にもとづくものであり、たとえば小林・松井の鰓の繊毛運動に関する観察結果をそのままみれば、その活動は温度の上昇とともに活潑となつて $28\sim 30^{\circ}\text{C}$ で最高に達し、以後低下して $41\sim 42^{\circ}\text{C}$ で停止するといわれる。また小林が温度に対する抵抗力に季節的变化を認めているごとく、じゆん(馴)化の問題もあるだろうから、少なくとも1個体としてのアコヤガイの生活活動に具体的な悪影響のあらわれる限界は、これらの臨海温度とされている温度よりなお若干高いのではないかと考えられる。この意味で注目されるのは、いわゆる夏季斃死との関連において高山(1956, 1957)によつて提唱されている警戒水温であろう。すなわち、 28°C 附近(核入れ施術直後のものについては 27°C 附近)を境としてこれ以上の高水温が長時間持続するとアコヤガイの斃死が多く、この温度をもつて一応警戒水温とするのが妥当であろうというのである。そこで、とりあえず今回の観測結果について 28°C 以上の出現状態をみると、表層においては8月上旬にこの水温をこえて $29\sim 30^{\circ}\text{C}$ 以

上に達し、試験員の垂下層である 2m 層においても、これよりわずかの位相のずれを見せて 8 月中旬～9 月中旬の観測時に 28°C 以上が観測されている。しかし、3m 層以下になると、観測値に関する限りではこの水温は全く出現していない。また 2m 層についても、St.A においてはこの温度をこえたことはなく、他の St.B, C および D のばあいでも、前 2 者においてはこの水温をこえたのが 8 月中旬および 9 月上、中旬、後者では 8 月上旬および下旬というように、その出現は必ずそれ以下の水温の出現する観測時を中間にはさんで見られている点の特徴である。つまり、出現してもそれは比較的長く持続されることが少なかったのではないかと想像される。これを、特に夏季斃死の叫ばれた 1955 および 1956 年と比較してみると、その地理的位置から海水の交流が良く相対的に水温の上昇が少ないと考えられる St. A においてさえ、この両年においては 7 月下旬～8 月中旬の 2m 層の平均水温が 28°C をこえて最高の 8 月上旬には 29°C 以上に達しているの

第 2 表 1955 および 1956 年における夏季の高水温の出現 (高山, 1957)

年別	旬別	7 月中旬	7 月下旬	8 月上旬	8 月中旬	8 月下旬
	平均	1955 年	26.7°C	28.0	29.7	28.2
	1956 年	26.0	28.9	29.6	29.1	25.2
最高	1955 年	—	—	30.5	28.3	28.4
	1956 年	26.6	30.0	30.0	29.2	25.4

St. A, 2m 層, 観測時毎日 10~11 時

である(第 2 表)。したがって、すでに一部触れたとおり、本年は夏季の水温が明らかに比較的 low かつたといえ、少なくともアコヤガイの斃死に至るようなその障害はほとんどなかつたのではないかと考えられる。

次に、アコヤガイの生活適温内においてであれば、温度の高いほどその代謝機能が促進されることは明らかである。故に、アコヤガイの成長はいうまでもなく、真珠もまた代謝の生産物である限りにおいてその形成速度は水温により支配されるものとするができる。渡部(1950, 1952)が真珠の巻きと水温との関係について、1 日の真珠質分泌量 S と水温 T との間に、 $S = (T - 13)K$ (k は比例常数) なる関係があるとしているのは、このことを具体的に示すものにほかならない。そこで、アコヤガイの成長あるいは真珠の巻きを支配する環境要因として、養成期間中の水温の積算値を考えることも無意味ではなからう。もちろん今回の観測は断続的に行われたものである点が問題であるが、一応各測点および垂下層間の相対的な関係を示すものとして、観測時に得られた値をそのまま機械的に積算してみたのが第 3 表である。見るように、期間中正列の分布が長く持続されていたことを反映して垂下層の浅いほど大きくなっているのは当然であるが、各点間では、既述のように St. A の 2m 層が他の 3 点よりも

第 3 表 観測水温の積算値 °C

深度	St.	A	B	C	D
	2 m		519.7 (100.0)	541.4 (104.2)	534.3 (102.8)
5		494.6 (95.2)	495.2 (95.3)	492.7 (94.8)	506.1 (97.4)
7		484.0 (93.1)	479.7 (92.3)	480.4 (92.4)	—

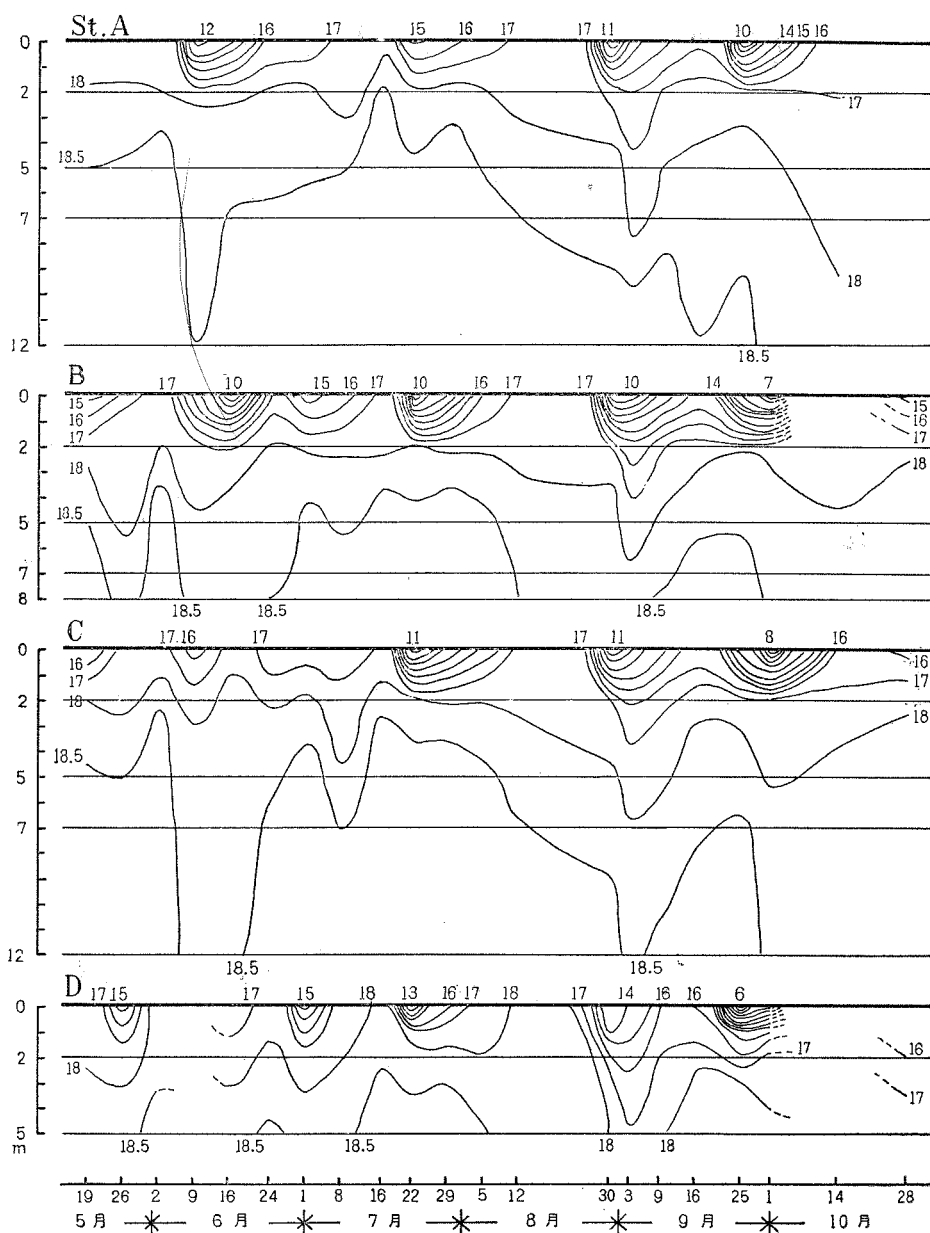
()内は St. A の 2m 層を 100.0 としたときの指数

や、小さい傾向を見せているのを除けば、水温変化の様相が全体として近似していることと対応

して、垂下層間ほどの差は見られていない。すなわち、上記の意味での環境要因としての水温は、垂下層間には若干の差があるが、4点間では余り大きな差が見られないということである。

(2) 塩素量

第8図にまとめた塩素量の変化についても、まず4点の変化の様相の近似している点が気づか



第8図. 塩素量の変化(‰).

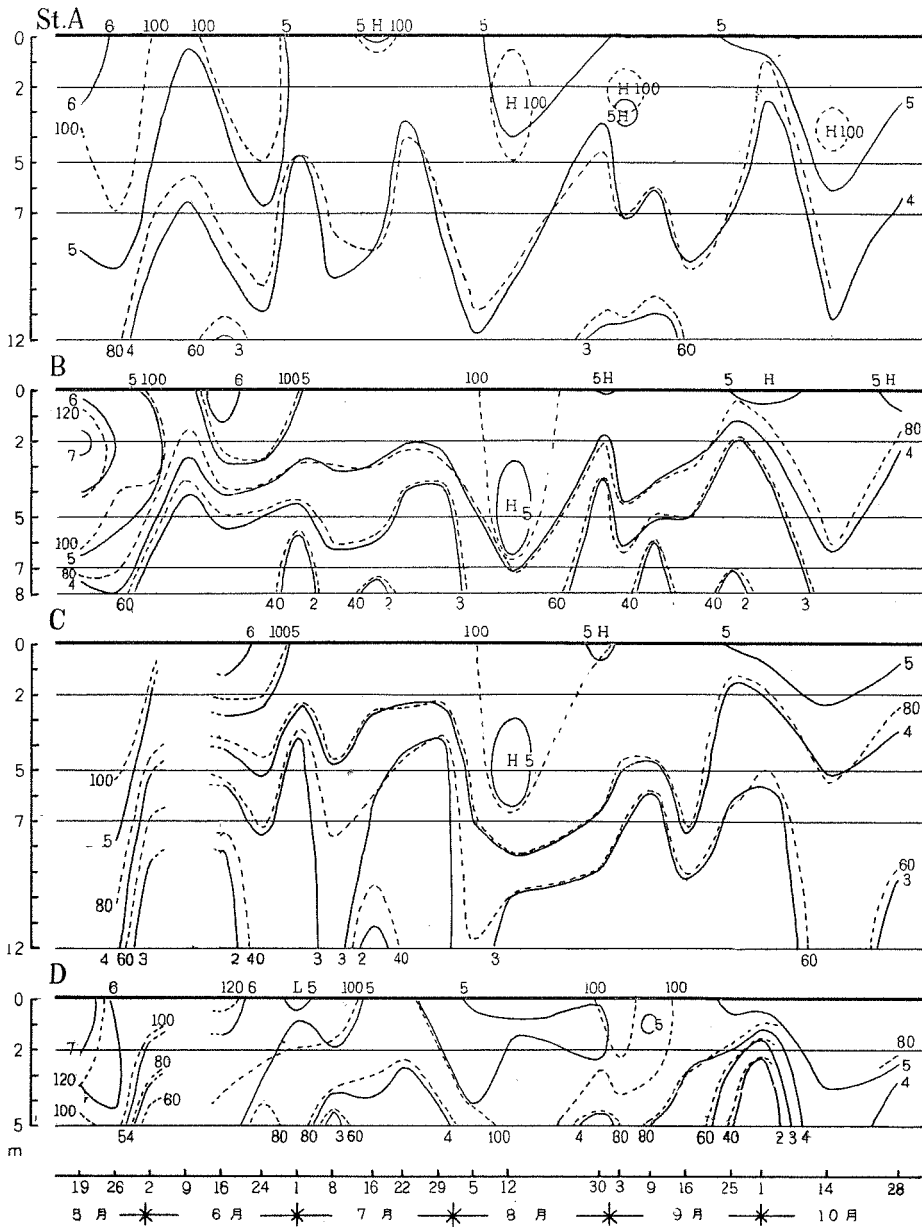
れよう。これも前者と同様の理由により、変化の主要な内容をなす表層附近の塩素量の低下が直接降雨にともなつてもたらされることによると考えられる。このことは、第7図の降水量と対比すれば容易にみてとれるところであり、まず6月7~8日および台風5号の接近にともなうかなりの降雨によつて、6月上旬から中旬にかけての表層塩素量は顕著な低下を示している。そして、この後同様な現象として、7月下旬はじめの台風11号の接近によるわか雨、同じく8月25日の台風17号の通過による期間中最高の降雨、9月17日の台風21号の南方海上通過とそれにひきつづく下旬はじめの前線停滞による悪天候、さらに同26日の台風22号にともなう連続的な降雨によつて、それぞれ7月下旬、8月下旬および9月中旬から10月はじめにかけてと表層塩素量の著しい低下がくりかえされている。けれども、このような影響は試験貝の垂下層である2m層以下にまで大きく及ぶことのないのが常である。すなわち8月下旬より9月上旬にかけて、ほぼ4m層まで16%台、6m層から8m層まで17%台に低下しているのが特徴的であり、また9月末以後ふたたびやや低下する傾向を見せてはいるが全体として大差なく、2m層においてはほぼ18%前後、5mおよび7m層において18%台を示している。したがつて、同一垂下深度間における各測点間の差も1%に及ぶことはなく、垂下層間でもほとんどが1%以下で、差の最も大きいばあいでも2%に達することはまれである。

塩素量のアコヤガイに及ぼす影響として問題になるのは、現実にはまずその低下であるが、この点に関する知見として現在までに得られているのは、結城・小林(1951)の稚貝の附着力に及ぼす影響、結城(1951)、小林・松井(1953)の鰓の纖毛運動に関するもの、川本・元木(1954)、小林(1955)の心臓の搏動に対する影響、川本(1954)の体液の氷点降下に関するもの、片田(1958, 1959)の斃死、成長および生産される真珠の品質への影響等かなりの数にのぼっている。それぞれの結果は、小林(1955)が指摘しているように、供試前のならされていた環境条件の差異もあると考えられることもあつて必ずしも一致していないが、おおよそ塩素量にして10~13%以下の低塩分において影響が著しくあらわれてくるという点ではほぼ一致していると考えられる。したがつて、今回の観測結果に関する限りでは、特に8月下旬~9月上旬の特徴的な低下についても、それほど大きな影響を及ぼしたとは考えられない。たとえば、小林の心臓の搏動に及ぼす影響においても、80%稀釈海水(塩素量約14.6%, 引用者推定)中で20時間以後に著しい影響があらわれているのに対し、90%稀釈(同16.5%)ではそれ以上経過しても大きな変化が見られていない。なお、以上はすべて平常海水からの塩分の低下がアコヤガイの生活活動をどのように阻害するかの観点においてみているものであるが、さらに進んでアコヤガイの成長あるいは真珠の形成における最適塩素量(塩分)がどの程度であるかという問題はさらに今後に残されていると考えられる。内海区水産研究所(1959)において現在進められている研究によれば、アコヤガイおよびカキの吸水量に及ぼす塩素量の影響として、前者ではだいたい17%、後者では15%において最大の吸水量を示し、後者について16%では15%の90%、17%では80%と低下するようである(ただし数字については飼育前歴が問題になりそうだとされている)とされている点、とくべつの著しい塩分低下の問題以外に、塩素量が漁場条件として考慮されなければならないことを示唆するものと考えられているわけである。ただ、今回の各測点間における差が1%に達することがなく、ほぼ同様の推移をとつたところからは、相対的な関係を問題とする限りこのような条件としての塩素量の変化を捨象して考えることが許されるとしてよいであろう。

(3) 溶存酸素量

第9図は溶存酸素量の変化を示している。まず観測開始の5月下旬において全般的に溶存酸素

量は豊富であつたが、これ以後10月に至るまでは不規則な変化をくりかえしながらも全体として減少の傾向を示し、ふたたび5月中下旬の状態にもどることはない。この理由としては、水温の上昇にともなつて垂直の傾度が大きくなることと降雨による表層海水の稀釈によつて垂直安定度が著しく大となるため、中下層における酸素の消費が上層よりのその供給よりも卓越する点が主



第9図. 溶存酸素量の変化 (cc/l, 飽和度%).

要なものであると考えられる。このことは、既述の水温および塩素量の変化と対比すれば明らかにみてとれるところであり、特にその中でも塩分成層による影響が大ききように思われる。10月に入つて見られる中下層の増加傾向も、また水温の低下および表層をおおつていた低かん水の消滅によつて、垂直安定度が著しく弱まつたことをもつて説明できよう。また溶存酸素量の変化については、植物プランクトンの光合成にともなうその生産も考慮しなければならないことはいうまでもなく、その点で6月中旬および8月中に見られる回復の傾向は、低下した表層塩分の回復とあわせて、主として好天つづきのために日照にめぐまれてその生産が進行したことによると推定される。以上のように、溶存酸素量の変化が主として気象条件により支配されると考えられることと対応して、4点の変化の様相もかなりよく一致しているが、この中で St. A が他の3点と相対的に中下層の減少傾向の著しくない点が注目される。これについては、St. A が他の3点と比較して、海水の交流が良いと考えられることと、下層における酸素消費に関係をもつと思われる底質が、他の3点においては有機質を多く含んだ軟泥であるのに対し、St. A においては礫ないし粘土であることによるものであろう。

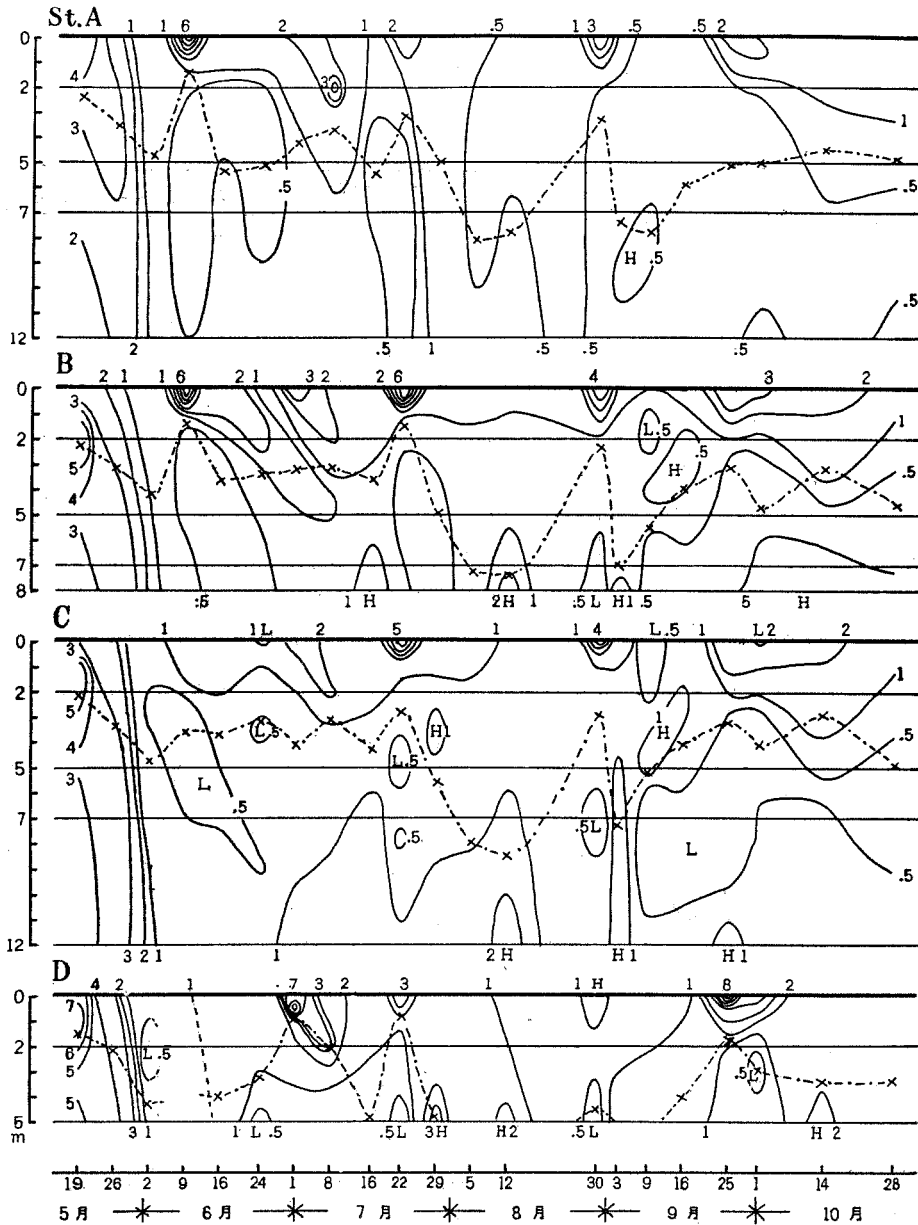
ところで、森(1948)によれば、アコヤガイの酸素消費の割合は、外部環境水中の溶存酸素量が $0.5\text{cc}/\ell$ になるまではほぼ正常に行なわれ、それ以下になるとはじめて急に減少するといわれる。また、著者らがさきに報告した(沢田・丹下・関, 1958)ごとく、近年英虞湾において溶存酸素量の欠乏および硫化水素の発生を原因とする養成中のアコヤガイの異常斃死現象が多発する傾向にあり、特に St. D はそのような漁場としてほぼ特定されるひとつであつた。しかし、今回の観測結果についてみるばあいには、中下層における溶存酸素量の減少傾向が見られても、いずれもついに $0.5\text{cc}/\ell$ にまで及ぶことはなく(上記の異常斃死現象と関連してやはり St. D における9月末から10月はじめの著しい減少傾向は一応注目されるが)、溶存酸素量が環境要因としてアコヤガイの生活活動を直接制約することはまずなかつたとすることができると考えられる。

(4) 濁度

濁度の変化は、第10図にまとめてある。5月中旬まで全測点を通じて著しく高かつた濁度は、同下旬以後表層附近に断続して出現する濁りを除いて全体として低下し、10月までの観測期間中ふたびそれ以前のような状態はあらわれていない。これは、既述のように、この時期以後温度および塩分成層により垂直安定度が大きくなるためであると考えられる。表層にあらわれる濁りは、さきの塩素量の変化における低鹹水と一致して、明らかに陸水の流入によるものであり、顕著な海水の成層に支えられてこれが容易に中下層に及ばないということにほかならない。しかも、表層が低鹹水をもつておおわれることにより、中下層の濁度はより一そう低下する関係が認められ、現象的には、表層に強い濁りが出現することと中下層の濁度の低下とが一致して進むことになる。けれども、この表層にあらわれた濁りは、終極的にはやはり下層へ拡散する傾向を示すのであり、以上を総合して、基本的には、表層における陸水の流入にもとづく高濁度海水の出現、中下層の濁度低下、終極における表層の濁りの下方への拡散といった位相が順次くりかえされると考えられ、そして、このようなくりかえしにおいて、結果としての現実の濁度の垂直分布を主として支配するのは垂直安定度のいかんであると思われる。なお、降雨による陸水の流入が見られない時間が長く持続されるばあいには、一方的に濁度の低下が進むことはもちろんであり、8月中にその事例を見ることができる。また以上とは異なつて、明らかに底質起源であると考えられる下層の濁りも認められる。この濁りについては、一部溶存酸素量の減少傾向と一致するように思われる点が注目されよう。次に、各測点の変化の様相がかなり近似していることと対応して、同一垂下層

における各測点間の濁度の差は余り著しいものがなく、全体としてやや St. A の濁度が相対的に低いように思われるだけである。また、垂下層間の差もそれほど大きくはないが、やはり表層の濁りの影響を受けて2m層の濁度は相対的に高いばあいが多い。

本来濁度が海中懸濁質の量にかかわるものであるところからすれば、一般に貝類が懸濁質捕食



第10図. 濁度および透明度の変化. — 濁度, — · — · — · — 透明度.

者であると考えられる上で、直接の生態的意義をになうものとの想定も一応は可能であるが、この点についてはなお次のような問題が残されている。すなわち、まず第一に、それはいわば光学的濃度を示すものであつて、懸濁質の粒子径あるいはその質の關係で実際の存在量とは必ずしも一致しないこと（古川ほか、1958）、第二に、有効餌料としての質的組成がなによりも問題であり、たとえば、無機懸濁質をはじめ無栄養の懸濁物の多量混入は、かえつてこれらの沪別排泄のためのエネルギーが付加され、消耗度が大きいと考えられる（内海区水産研究所、1959）こともある。したがつて、濁度をもつてそのままアコヤガイの栄養要因と見ることは、いまのところ困難であるといわなければならないのであり、将来に明らかにされなければならない問題が多く残されているということである。ただ、懸濁質の量的分布に関する限りでは、陸水の流入によるその供給が著しく大きく、それが終極的には少なくとも一般のアコヤガイの垂下層である2m層にまで直接影響する点が注意されるであろう。

(5) 透明度、照度および懸濁質係数

透明度の推移は前掲の第10図にあわせて記入しておいた。見るように、その推移と濁度との間にはかなりはつきりした關係が認められる。すなわち、観測開始時の5月中下旬には、全般的な高い濁度と一致して透明度もまた低かつたが、以後濁度の低下とともに透明度も大きくなる傾向が見られる。そして、その過程において断続的にあらわれる透明度の低下を支配するものは、主として陸水の流入による表層附近の濁りであることがわかる。8月および9月上旬ごろに見られる相対的に高い透明度も、主としてこの時期に表層附近の濁りが消滅したことをもつて説明できよう。なお、10月に入つてからの透明度の低下傾向は、陸水の流入に原因する表層附近の濁りに直接もつづくものではなく、表層水温の低下および塩分成層が顕著でなくなつたことによつて、前記の濁りが下方に及び比較的濁度の高い水層がその厚みを増したことに關係づけられよう。また、各測点間で変化の様相がほとんど共通しているのも、いままでに述べてきたところによつて明らかであろう。ただ、特に9月以降において、St.Aの透明度が他の3点とくらべて高い傾向を示しているのは注目される。

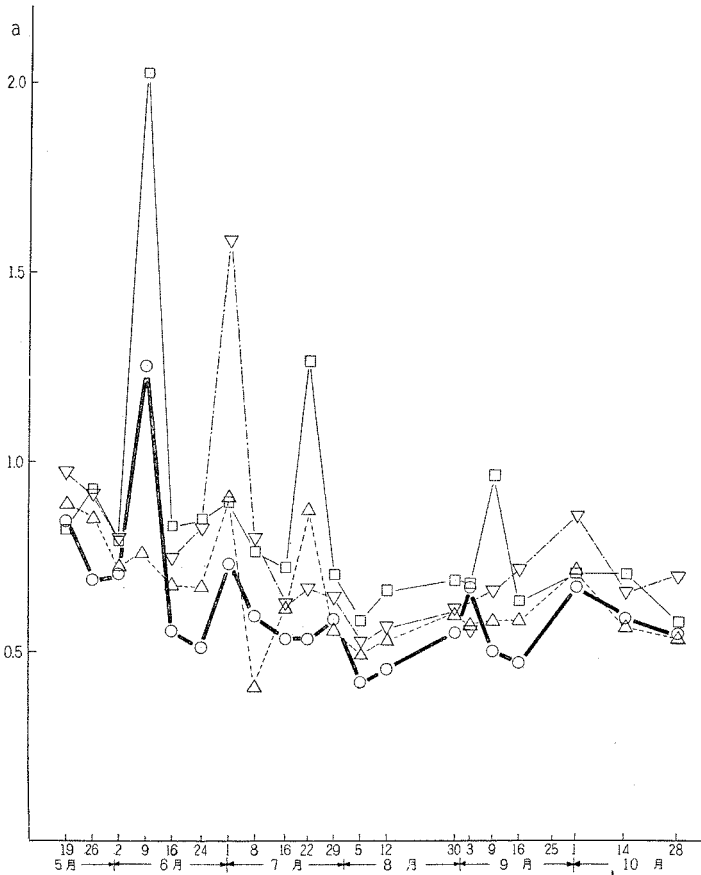
次に、照度に関しては、表面照度に対するそれぞれの深さの相対照度を考えるならば、当然のこととして、透明度とほぼ並行的な推移をとつていることだけを指摘して省略し、これと透明度とから導かれる懸濁質係数の変化について見ることにしよう。懸濁質係数 a は、表面および透明度深における照度をそれぞれ I_0 , I_r (ここでは、 $I_0=100$, I_r は透明度深の照度の表面のそれに対する百分率) とし、透明度の深さ (m) を T とすれば、次式によつて定義される(花岡・村上, 1954)。

$$I_r = I_0 \exp(-aT^b)$$

ここに、 a , b はある恒数で、沿岸のばあい $b=0.7$ が経験的に得られている。上式は理論的には不詳であるが、 a 係数は懸濁質の大きさに關係し、その濃度にはほとんど無關係であるとされている。また、これまでに得られた値では $0.13 \sim 2$ の範囲で、沿岸ほどまた陸水の影響のあるほど値は大きく、遠洋水ほど小さいといわれる(花岡・古川・野上, 1956)。そして、この懸濁質係数は、粒子径の絶対値をいまのところ示すまでには至っていないが、少なくとも相対的な大きさに關係しているという点で、単に水塊区分の指標たるにとどまらず、ある程度貝類の有効餌料としての側面から、餌料環境として構造的に漁場の良否を考察する手がかりを提供するものとも考えられている(古川ほか, 1958)。

今回の観測によつて得られた a 係数の値は第11図に示してあるが、まず全体の傾向として、観測開始時には大きく、以後次第に小さくなつて8月はじめに最低値を示し、その後ふたたびやや

大きくなるという推移をとっている。この傾向は、陸水の流入とおおむね逆の関係にあり、陸水の影響のあるほど a 係数の値が大きくなるといわれることが、このばあいにおいても確かめられるわけである。このことはまた、断続的に出現する異常に大きな値が、表層をおおつた高濁度の低かん水の存在とそれぞれ一致することにおいてもあてはまる。したがって、陸水の影響が直接の



第11図 懸濁質係数aの変化 —○—st.A —□—st.B …△…st.C
—・—▽—st.D

降雨によつてもたらされる

今回の4点のばあいには、その推移傾向のほぼ並行的となることもうなづかれるところである。けれども、なおその中では、St. Bの a 係数は他よりも大きく、また反対に St. Aのそれは小さいように見える。絶対値のいかんを無視して単に4点間の相対的な関係をみるために、各観測時の a 係数について、その値の大きい順位をつけてそれぞれの出現ひん度をとつてみると、第4表のようになる。明らかにこの出現ひん度にはそれぞれ測点によつてモードが異なり、St. B > D > C > Aの順になるばあいが最も一般的であるといえる。いままでに見てきた4点の海況について、その変化をもたらす要因はきわめて多様であるが、最も主要なそのひ

とつは陸水の流入であるとしてとることができるであろう。たとえば、それは陸岸起源の懸濁質を大量に供給して、濁度、照度および透明度に大きな変化を与え、また塩分を低下させることにより、垂直安定度のいかんを規定して最終的に諸条件の垂直分布を支配する等である。そして、このような陸水の

第4表 a 係数の大きい順位の出現ひん度

大きい順位	St. A	B	C	D
1	0	11	0	8
2	1	5	4	9
3	5	2	11	1
4	13	1	4	1

影響の結果として、海況がどういう様相をとるかを決定するものは、主として流入する陸水の量とともに、その水域の海水の置換率の大小であると考えられる。つまり、陸水がどれだけ流入した海水がどれだけ置換されるかということは、そこでの海況変化の主要な側面を支配する要因であるということである。a 係数の値の4点間の相対的な関係は、まさに上記のような海況変化の主要な側面を集中的に表現するものであると考えられ、この点に水域の特性を表示する指標としての懸濁質係数の意義があると思われる。すなわち、やや離れて別の枝湾内に位置する St. D はさておくとしても、同一枝湾内の St. B と C および湾の中央水域の St. A に関して、上記の意味での陸水の影響の強弱の順位は、それぞれの地理的關係からして容易に理解し得るところであり、また St. D の a 係数の相対的に大きいことについても、それが枝湾の奥部であることから当然であるとする事ができよう。

考 察

まず英虞湾内の4点において生産された真珠の品質のうち色の出現率から考察する。著者らによつて得られた結果が現在までの同様の研究の結果と必ずしも一致せず、真珠の色については、恐らく垂下深度によるその出現率の差よりも漁場による差の方が大きいのではないかと考えられることは、すでに述べておいた。なお、現在までの諸研究における色の区分が方法論的に必ずしも一致していないこと、および色が真珠の属性として決して独立のものではなく、特に巻き、照り等との関連において考えられなければならない等の問題があるが、これらの点については別報する(丹下・和田、未発表)。少なくとも著者らがここでとりあげているのは、色としての特にクリーム・ゴールド系の出現率であり、同様の目的をもつてまた共通した方法論の上に行なわれた木村・山口(1959)の結果は、明らかに漁場間の出現率の差がかなり大きいことを示している。すなわち、三重県下の主要漁場39点において生産される真珠のクリーム・ゴールド系の出現率は、2m および 5m 層の両垂下層を通じて各海域ごとに明瞭な特徴が認められ、英虞湾および五ヶ所湾を境にして、北部の鳥羽海区およびの矢湾においてその出現率が低く、反対に南部の南島、紀州海区においては高いこと、前記の両湾においては、湾が大きく形状が複雑なためか、鳥羽海区、的矢湾および南島、紀州海区の両者に重なり合う大きな分散を示していること等の結果が得られている。

これよりさらに、渡部・岡田・宮村・井上(1957)は、養成深度が浅いと黄色系統の出現率が高くなることの理由として、浅層では水中照度が大きであつて多量の光エネルギーによりアコヤガイの黄色色素形成がさかんとすること、および同様の条件として浅層が深層よりも特に真珠の成長の著しい夏季に2~3°Cあるいはそれ以上も高いことの二つの推論を立て、前者の方がより重要であると考えたい旨述べている。この推論を漁場間にひとまず適用してみると、まず後者の水温に関するものは肯定し難いといわなければならない。クリーム・ゴールド系の出現率が高かつた St. A において、決してその水温は他の3点よりも高いことはなかつたからである。次に、水中照度に関しては、事実 St. A が他の3点よりも水中照度および透明度の高い傾向が認められたという点で、ある程度推論と一致する現象が見られるようにも思われる。しかし、水中照度の差異そのものは、漁場間においてよりも深さによるもののはるかに大きいところからすれば、上の現象をもつて直ちに渡部ほかの推論と一致したとするにはなお若干の距離があり、その適用にはまだ多くの問題が残されていると考える。ただし、水中照度の差異もそれに規定されるものではあ

るが、海況の特性として St. A の陸水の影響が弱かつたということについては、この意味で指摘しておく価値があろう。なぜならば、木村・山口の結果において、クリーム・ゴールド系の出現率に特徴的な差異が見られた鳥羽海区および的矢湾と南島、紀州海区との間の海況の差異として、まず常識的に考えられるのも、なによりも陸水の影響の強弱だからである。つまり、陸水の影響が弱く外洋性の強い海域においてクリーム・ゴールド系の出現率が高いということは、現在のところ否定し難い傾向であると考えるのである。なお、一般にクリーム・ゴールド系の色は当業者によつて喜ばれないのであり、その出現率が非密殖漁場と考えられる St. A において逆に高いことからしても、それは当面問題とされている漁場生産力減退の結果としての品質の低下とは一応切り離して考えることが可能であろう。むしろ、その出現率に海域による特徴的な差異が見られることは、鳥羽海区および的矢湾がいわゆる典型的な化粧巻き漁場とされていることに照らして、近年生産者の関心が寄せられているところの、それぞれの性格にもとづいた漁場の利用技術にかかわる問題であると考えられる。

次に、巻きについて考察するが、実際に垂下養成を行なつてみた結果として、それは漁場および垂下深度によつてかなり多様な差異を示すものであることを知ることができた。このことは、本来巻きというのが真珠層の形成速度の問題であり、生物学的には成長一般の問題に還元して考えることができる上からすれば、一面うなづかれるところであろう。そして、その傾向が同時に行なわれたアコヤガイの成長のそれと近似していたこともこの意味で興味のあることであると考えられる。けれども、このような多様な巻きの差異が、どのような環境要因によつてもたらされたものであるかについては、個別的な要因のアコヤガイの生活活動に及ぼす影響についての知見もなお乏しく、また今回の観測項目がアコヤガイの生態学的要因としてのすべてをとりあげているわけではないので、著しく考察が困難であることはいうまでもない。ただ可能な限りの範囲で言及するとすれば、まず巻きの垂下深度による差異について、養成期間中長期にわたり海水の正列の成層が維持され、当然諸条件の垂直分布にかなりの差が生じていたことを指摘することができる。特に、既述の水温の積算値が垂下深度の深くなるほど小さくなることは、垂下深度によつて巻きに差を生ずる一つの要因であるとしても、現在のところこれを積極的に否定する資料はないと考えられる。しかも、浅層において問題となるところの夏季の高水温による障害が著しくなかつたと考えられる本年のばあいには、塩分の低下による影響があらわれない範囲内の浅層ほどアコヤガイの代謝活動がさかんであつたといえよう。また、垂下深度による差については、濁度として観測した懸濁質の垂直分布も注目される。たとえば、陸水の流入によつて大量に供給されたその影響は、直接に少なくとも 2m 層垂下のものまで及ぶことが明らかにされたのである。ただし、この点については、単に懸濁質の量的な分布のみではなく、有効餌料としてのその質的組成がアコヤガイの捕食生態ないし餌料の消化生理との関連において明らかにされなければならない等、未解決の問題が多いことはすでに触れておいた。このように、垂下深度による差異については、かなりの諸条件の差異を指摘できるのであるが、これに対して漁場間の差異については、同一垂下層に関する限り海況の推移傾向が近似していることと対応して、垂下深度のばあいほど著しい条件の差異を見出すことが困難であるといわなければならない。しかも、この点での巻きの差異は、かなり常識的に予想されたことと反して、明らかに陸水の影響の程度の異なる湾奥部ほど巻きが悪いということでもなく (St. B と C の 2m 層垂下のものの関係)、またかつて一度ならずアコヤガイの大量斃死現象が発生したような漁場 (St. D) の巻きが比較的良かつたこともある。ここで、これらの巻きの差異がどのような要因によつてもたらされたものであるかは明らかでな

いとしても、対照としての St. A の 2m 層垂下のものが流失してしまつたことは遺憾であつたが、少なくともこの中にはいわゆる漁場生産力の減退としての品質の低下現象が含まれていることは許されることであろう。巻きが真珠層の形成速度の問題であり、現在までの諸知見を綜合して一般にそれが諸要因によつて影響を受けやすいと考えられること(丹下・和田、未発表)から品質の低下がまず巻きの低下としてあらわれることは容易にうなづけるところであり、さらに具体的に、木村(1959)によれば、前出の三重県下の主要漁場において生産された真珠品質の比較において、英虞湾の枝湾部の漁場のみに特徴的な巻きの低下が見られた(ただし、それらはすべて 2m 層において著しい点に著者らの結果と必ずしも一致しないことはあるが)と報告されているのである。こうして、漁場生産力の減退として真珠の品質が低下するばあい、それはまず巻きの低下としてあらわれることが明らかであり、さらに一部確かめたごとく、巻きのかなり劣るばあいには、照りの優れたものの出現率もまた低いという結果をあわせて、品質の低下をひとまず巻きの低下に集約することが可能であると考えられる。

ところで、漁場生産力の減退に関する研究、とりわけその機構に触れたものは現在までに至つて数少ないのであるが、養成の技術形態が類似しているカキ養殖のばあいを含めて、その機構として推定されているところには、二つの主要な方向があると考えられる。第一は、いわゆる漁場の老化とされるものであり、連続的な漁場の利用によつて漁場条件特に底質が悪化することに焦点を置くものである。第二は、いわゆる密殖として養殖数量の増大にともなう密度の問題であるとするものである。この両者は、密接に関連するものではあるが、なによりも対策の上からいつて区別されなければならないことはいうまでもないであろう。たとえば、Ito・Imai(1955)は、カキ養殖場において、カキの有機排泄物による底質の汚染がきわめて大きく、その物理化学的作用が生産力減退の要因であるとして、特に硫化水素の阻害作用に注目している。また、小林・渡部(1959)は、これと同じ観点において、真珠養殖漁場の老化現象について論じ、英虞湾内海水の有機物分解生成物の量および底質における多量の硫化水素を含む腐蝕泥の分布に関する既往の研究結果から、上記と同様の現象が起こっているものとみななければならない旨述べている。次に、密度の問題に関するものとしては、今井・伊藤・中村・小野寺(1957)の研究があり、カキいかだの密度の高い漁場ほどその内部における生産性の低下が著しい事実に注目して、理論的に計算した漁場内の餌料残存量の傾斜と、実際に垂下養成したカキが示す生産性の傾斜とがその様相において類似していること、ならびに不充分ではあるが漁場内部で海水中のプランクトンが幾分減少している傾向をあわせて、漁場内部での餌料の供給が少なくなることをもつて、主として生産性低下の原因であるとしている。その他、カキ密度の影響として、カキの生理作用による水質変化ならびにカキの老廃物による底質の汚染等によつても漁場内部での生産性の低下が考えられるとしているが、要するにカキいかだの密度の影響を主点とすることには変りはない。

真珠養殖漁場における生産力の減退についても、まずなされなければならないのは、その機構を二つの主要な方向のいずれと想定して研究を展開してゆくかということであろう。著者らの得た結果から、以下この問題について若干の考察を進めてみる。はじめに、いわゆる漁場の老化と考えるばあい、Ito・Imaiの研究と関連して、英虞湾においても中層以下の酸素の欠乏および硫化水素の発生を原因とするアコヤガイの大量斃死現象が近年多発する傾向にあることはすでに報告したとおりである。しかし、少なくとも当面問題となつている品質の低下に関する限りでは、既述のように過去において上記の現象がくりかえし起こっている漁場(St.D)において、必ずしも真珠の巻きが相対的に悪くなかつたことは、なによりも注意されるところであるといえよう。

すなわち、異常斃死現象の発生することと真珠の巻きの低下とは必ずしも一致しないのである。また観測の結果についてみるとおり、4点の溶存酸素量の推移は、かなりの増減をくりかえしながらも、決してアコヤガイの生活に影響があるとされている限界まで不足したばかりではなく、硫化水素発生の形跡もまたしたがつて見られていない。一般に真珠養殖漁場の水深は比較的深く(ほとんどのばあい5m以上)、またアコヤガイの養成されている層(ふつう2m前後、なお最近のいわゆる開放式*のばあいは、養成手段そのものがかなり垂直に長くなるため、その下方のものは海底に近接することも考えられるが、むしろこの方がかご養成よりも巻きがよいとされている)も海底から比較的距離があるのであつて、底質条件の変化に影響されるということも、カキ養殖のばあいに比較すれば、かなり小さいのではないかと想像される。したがつて、硫化水素の発生を原因とするようなアコヤガイの異常斃死現象は一応漁場の老化にかかわるものと考えられることができるとしても、少なくとも巻きの低下に関する限りでは、これを漁場の老化をもつて説明するには、かなり困難な面があるといわなければならない。

これに対し、いわゆる密殖の問題として考えるばあいには、漁場間の巻きの差異の傾向において、うなづける点もあると思われる。すなわち、4測点を選定するに当つて、試験貝の垂下位置は、なるべく各枝湾の中央水域に航路として残されている海面に面して設置されたいかだに決定するよう留意したのであるが、St.Cのみはいかだ密集地帯の中に多少入りこんだいかだに垂下せざるを得なかつた。ところが、St.Cのものが全体として他の測点よりも巻きの劣ることは、さきに指摘したとおりであり、今井ほかによつてカキ養殖のばあいに認められていることと傾向において一致しているのである。著者らの結果とは必ずしも一致しない点もあるが、木村によつて英虞湾内枝湾部の2m層垂下のものに特徴的な巻きの低下が見られるとされていることも、またこの問題として考えるならばかなり理解できることであると考えられる。また、養成手段の種別がいわゆるかご養成であるか、開放式養成であるか、さらにかごの形状がどうであるか等によつて、すでに巻きに差を生ずること(山口, 1956; 五ヶ所浦青年会真研クラブ, 1959)、およびこれと本質的には共通することであるが、養成期間中の貝掃除として特にかごの交換が巻きを良くする上で意義があると推定されていること(前出, 五ヶ所浦青年会)は、この問題にとつてきわめて示唆的であると思われる。つまり、かごという不完全な障壁が存在するかしないか、またその形状がどうであるかによつて、すでに巻きに差が生ずるということは、多数のいかだの密集とそれからする養成手段を含めたアコヤガイの垂下によつても、当然巻きに変化を生じてもよいと予想されるのである。以上によつて、漁場生産力の減退とされる真珠品質の低下がどのような機構によつてもたらされるものであるかは、第一に、これを主として巻きの低下に集約して考えることが可能であり、第二に、現実にその差異は漁場あるいは垂下深度によつてかなり多様な様相を示すものであるところからも、いわゆる密殖の問題として、しかもかなり狭い漁場空間の中の現象としてとらえてゆかなければならないものではないかと考える。

要 約

(1) 近年三重県英虞湾において問題とされている漁場生産力の減退現象に関する一接近として、英虞湾内のそれぞれ性格を異にすると考えられる4点において、垂下養成を行なつて得た真

* 開放式 アコヤガイの貝殻に穿孔してこれにナイロンテグス等を貫通し、ロープ等に結着して垂下する養成方法

珠品質の比較ならびに養成期間中の海況の観測を行なつた。

(2) まず真珠品質の比較においては、次のような知見が得られた。

- a) 真珠の色については、4点間のクリーム・ゴールド系の出現率に差が認められた。
- b) 巻きは、4点間およびそれぞれの垂下深度によつてかなり多様な差異を示すことがわかつた。
- c) 一部照りと巻きとの関連について確かめてみたが、かなり巻きの劣るばあいには、相対的に照りの優れたものの出現率もまた低いことを認めることができた。
- d) なお、同時に行なつたアコヤガイの成長の測定の結果、推計学的な差異は巻きのばあいほど明らかでなかつたが、全体の傾向は巻きのばあいとほぼ一致した。

(3) 次に、海況については、水温、塩素量、溶存酸素量、水中濁度、透明度、水中照度および懸濁質係数の変化について述べた。全般的に、これらの諸条件の養成期間中における推移傾向は、4点間においてほぼ近似していたが、海況の変化をもたらす主要な要因としての陸水の影響程度については、それぞれの相対的な傾向を認めることができた。

(4) 以上を総合して、下記のようなことが考えられる。

- a) 真珠の色については、クリーム・ゴールド系の出現率に関する限り、垂下深度よりも漁場間の差が大きいと推論される。そして、その出現傾向と陸水の影響の強弱との間には関係があると思われる点が注目される。しかし、色のこの出現傾向については、漁場生産力の減退としての品質の低下とは切り離して考えるべきであると思う。
- b) 巻きについては、その差異、特に垂下深度によるものについて若干の海況の観測結果からする考察を行なつた。そして、漁場生産力の減退とされる品質の低下は、一部確かめた照りと関連を含めて、一応主として巻きの低下に集約することが可能であると思われる。
- c) 漁場生産力減退の機構については、相互に深く関連をもつものではあるが、これをいわゆる漁場の老化とするものと密殖によるものとの二つの主要な方向が想定されており、今回得られた知見からは、品質の低下に関する限り、前者をもつて説明するのはかなり困難であるのに対し、後者と考えるばあいにはうなづかれる点が多い。したがつて、今後のこの問題に関する研究は、集約して巻きの低下を結果とするいわゆる密殖の問題と想定し、しかも、それがかなり狭い漁場空間の中で差異を示すものであることを考慮しながら展開されるべきであると考える。

参 考 文 献

- (1) 青木駿・森岡篤郎 1959. 養殖真珠が形成される位置とその形質—I, II. (昭和34年度日本農学大会水産部会講演)
- (2) 古川厚・野上和彦・久岡実・篠岡久夫・木村三郎・村主昭也・山口昇・関政夫・柴原規計・沢田保夫・丹下学 1958. 三重県下主要真珠養殖場予備調査結果について. 三重県水試研報 6:1—46.
- (3) 五ヶ所浦青年会真研クラブ 1959. 垂下深度、貝掃除の回数および垂下様式が真珠品質に及ぼす影響について. 真珠研究会伊勢部会会報 3 (10) 14—21.
- (4) 花岡資・村上彰勇 1954. 内湾に於ける水中照度. 内海水研報 6:7—14.
- (5) —————・古川厚・野上和彦 1956. 海水中の懸濁質に関する研究—I. 懸濁質係数 (Suspension factor) とその意義. 日本水産学会誌 22 (4) 213—219.
- (6) 今井丈夫・伊藤進・中村捷・小野寺弘 1957. 気仙沼湾カキ養殖場の生態学的研究. 環境条件とカキの生

産性. (気仙沼湾開発研究会) 1—39.

- (7) Ito, S. & Imai, T. 1955. Ecology of oyster bed. 1. On the decline of productivity due to repeated culture. *Tohoku Jour. Agr. Res.* 5(4) 251—268.
- (8) 片田清次 1958. 低比重海水のアコヤガイ *Pinctada martensii* (Dunker) に及ぼす影響 I. 国立真珠研報 4: 308—314.
- (9) ————— 1959. 低比重がアコヤガイの斃死, 成長および真珠の品質におよぼす影響. *しんじゆ* 40: 1—4.
- (10) 川本信之・元木英輔 1954. アコヤガイの生理学的研究—I. 心臓搏動に対する稀釈海水の影響. *日水誌* 20(3) 184—188.
- (11) ————— 1954. ————— II. 稀釈海水中に於ける介体液の水点降下度に就いて. *日水誌* 20(4) 273—276.
- (12) 木村三郎・山口昇 1959. 33年度試験養殖について. 真珠研究会伊勢部会会報3 (10) 1—9.
- (13) ————— 1959. 密植と環境. アコヤ貝の場合. (昭和34年度日本農学大会水産部会生物環境シンポジウム講演)
- (14) 小林博・松井淳平 1953. アコヤガイの環境変化に対する抵抗性の研究. (1) 鰓の繊毛運動に就いて. 農水講研報3 (2) 17—25.
- (15) ————— 1955. ————— (2) 心臓の搏動に就いて. 農水講研報 4 (1) 95—110.
- (16) 小林新二郎 1951. 真珠の品質と真珠貝の養殖深度との関係 (予報). 真珠の研究2 (1,2) 40—43.
- (17) 小林新二郎・渡部哲光 1959. 真珠の研究. 技報堂.
- (18) 森主一 1948. 低圧O₂海水中のアコヤガイの呼吸 (予報). 貝類学雑誌 15(1—4) 52—54.
- (19) 内海区水産研究所 1959. (海区水産研究所) 増殖担当官会議資料.
- (20) 沢田保夫・丹下孚・関政夫 1958. 真珠養殖漁場の養殖海洋学的研究 I. 1958年7月英虞湾立神浦における真珠貝異常斃死漁場の観測結果について. 国立真珠研報 4: 347—355.
- (21) 沢野英四郎 1950. 真珠貝の池中養殖法の研究. 水産研究会報 3: 48—57.
- (22) 高山活夫 1957. 昨年度真珠貝斃死についての研究報告及び対策. 伊勢地区真珠研究会会報 1: 5—18.
- (23) 丹下孚・和田浩爾 未発表. 真珠養殖漁場と生産される真珠の品質.
- (24) 津地方气象台 1959. 三重県気象月報 (5—11月).
- (25) 渡部哲光 1950. 真珠の巻きに及ぼす環境の影響 (I). 真珠の研究 1 (1) 9—12.
- (26) ————— 1952. アコヤ貝に於ける真珠の巻きと水温との関係. 真珠の研究 2 (4) 21—26.
- (27) Watabe, N. 1955. Relation between the qualities of the cultured pearl and the culture-depth, and the position of the nucleus-insertion. *Bull. Biogeo. Soc. Jap.* 16—19, 93—97.
- (28) 渡部哲光・岡田弥一郎・宮村光武・井上義雄 1957. アコヤ貝の養殖真珠の品質と養殖深度との関係—II. 日水産誌 23 (5) 235—240.
- (29) 山口一登 1956. 真珠養殖における垂下様式と真珠の巻き及び色について. 国立真珠研報 1: 22—24.
- (30) 山口一登・太田繁・丹下孚・片田清次 1957. 養殖環境と挿核部位による真珠の色及び巻きの差異について. 国立真珠研報 2: 137—141.
- (31) 全国真珠養殖漁業協同組合(高山活夫) 1956. 真珠貝の夏季斃死とその対策について. 真珠1号, 1—14.

真珠養殖におけるいわゆる貝そうじの 効果に関する研究

1. 貝そうじ及びかご交換の回数と附着生物量の変化について*1)

谷口宮三郎・西飯保・清水進平

国立真珠研究所

は し が き

核入れ施術を行なったアコヤガイあるいはそれ以前のいわゆる母貝の養成過程において、貝殻表面への附着生物を定期的に除去した同時に養殖かごを交換するところのいわゆる貝そうじが行なわれる。この作業は一応アコヤガイの成長、斃死および生産される真珠の品質への影響と養殖かご資材の耐久上不可欠のものとされているが、このために必要とされる労力経費が決して少なくない上から、附着を防止するいわゆる防汚の研究が要求されるとともに、一方いまだに充分明らかにされていないその効果をさらに解明する事によつて、作業の合理化をはかる必要があると考えられる。しかも前者の防汚の問題はさておき、後者に関しては、最近のこの問題に関する研究によつて、重要な課題が提起されている事を指摘しなければならない。すなわち、それは従来いわゆる貝そうじ作業の中に包含されていたかご交換の意義に関するものであり、かごの交換回数を一定にして狭義の意味の貝そうじの回数のみを変えたばあい、アコヤガイの成長(山口・太田・片田, 1956)あるいはその斃死率、脱核率および生産される真珠の品質(山口, 1957)に差が認められなかつたのに対し、かごの交換も貝そうじと同時にを行なつたばあいには、明らかに真珠の品質特にその巻きに差が見られる(五ヶ所浦青年真研クラブ, 1959)ことである。つまり、これらの結果を総合して、いわゆる貝そうじの効果としては、むしろかご交換の意義が大きいのではないかと推論されているのである。

著者らは、この課題について直接確かめることを目的に、今回貝そうじ及びかご交換回数の組合せによる試験を行なう機会を得たが、アコヤガイの成長あるいは真珠の品質に及ぼすその影響については別報することとして、とりあえず試験の過程で得られた附着生物量の変化について二、三の知見を報告することにする。貝そうじあるいはかご交換の効果について論ずるに当たり、どのような附着生物がどれだけ存在したかを見るのが、なによりも必要であると考えられるか

* Miyasaburo Taniguchi, Tamotsu Nishii and Shimpei Shimizu. Experiments on the clearing of pearl-shells and the alternation of culture-cages in relation to the fluctuation in volume of sessile organisms. Bull. Natl. Pearl Res. Lab. 5: 481-488. 1959.

1) 国立真珠研究所業績 No. 60. (国立真珠研究所報告 5: 481-488. 昭和34年12月)

わである。なお、本文に入るに先立ち、御懇篤な御指導をいただいた三重県立大学水産学部河原辰夫助教授、国立真珠研究所高山活夫所長ならびに太田繁研究課長の各位に対し、深く感謝の意を表す。また、試験中の作業に当られた村田よね嬢および西根弘子嬢に感謝する。

研究方法

試験に使用した母貝は1957年英虞湾産アコヤガイ（殻長平均4.4cm、重量平均19.7gr）であり、これに核入れ施術を行なつて、一般に使用されている金網平かごに各30個あて収容、国立真珠研究所多徳臨海実験所地先に垂下した。試験期間は1959年7月10日から12月12日までの156日間とし、この間の貝そうじ及びかご交換回数の組合わせは第1表の通りである。ただし、いかに

第1表 かご交換および貝そうじ回数の組合わせ

かご交換回数	貝そうじ回数	7月10日	8月17日	8月30日	9月25日	10月21日	11月3日	12月12日
0	0 1 2 3	試験開始	○	○	○ ○	○	○	試験終了
1	0 1 2 3	同	○	○	● ● ● ●	○	○	同
2	0 1 2 3	同	○	● ● ● ●	○ ○	● ● ● ●	○	同
0	0 1 2 3	同	● ● ● ●	○	● ● ● ●	○	● ● ● ●	同

● かご交換 ○ 貝そうじ ● 両者を同時に行なう

らの垂下に当つて、垂下位置による差の生ずる恐れのあることを考慮して、各処理別4かごあて計64かごをラテン方格法によつて配置した。垂下深度は原則として2mとしたが、夏季の高水温のアコヤガイへの影響をさけるために、7月30日より9月15日までの間のみは5mにつり下げを行なつた。また、9月26日の伊勢湾台風によつて、いかに沈没する事故にあつたが、10月9日にひきあげ試験を継続する事ができた。

次に附着生物は、各貝そうじ時に貝殻表面に附着したもののみを採集し、1かごとくにまとめて下記のごとく区分した後、それぞれの排水量を測定した。なお、附着生物量をその排水量のみによつて表現するばあい、その個体群を構成する個体数と成長度のいかんによつて、わずかの期間内においても、量的な関係には著しい変化の生ずることが考えられるが、この点についてはできるだけ組成生物の状態を考慮して考察を進めるように努めた。

海綿動物 カイメン（主としてゲリウス科 *Gelliidae* のもの）

こけ形動物 フサコケムシ *Bugula neritina* Linné を主とし、わずかにホソフサコケムシ (*Tricellaria occidentalis* Trask を含む)

- 軟体動物 アコヤガイ *Pinctada martensii* (Dunker) (稚貝), カキ (主としていたぼがき科 *Ostreidae* のもの), ムラサキイガイ (*Mytilus edulis* Linné)
- 節足動物 (甲殻類) フジツボ (サラサフジツボ *Balanus amphitrite communis* Darwin を主としてサンカクフジツボ *B. trigonus* Darwin, シロスジフジツボ *B. amphitrite albicostatus* Pilsbry が含まれる)
- 被のう動物 単ホヤ (アカボヤ *Cynthia superba* Ritter, シロボヤ *Styela plicata* Lesueur, ユウレイボヤ *Ciona intestinalis* Linne 等), 複合ホヤ (キクイタボヤ *Botryllus communis* Oka, ネンエキホヤ *Diplosoma mitsukurii* Oka, コバンイタホヤ *Synstyela reptans* Oka, アカイタホヤ *Botrylloides airantium* Oka 等)
- 植物 海そう (Algae)
- その他 その他

これらの区分における名称は、そのほとんどが総合和名であり、数種が含まれるものであることはいうまでもない。また、「その他」の中に含まれるのは、分離して採集が困難な主としてウズマキゴカイ *Spirorbis foraminosus* Moore et Bush, カサネカンザシ *Hydroides norvegica* (Gunnerus), チゴケムシ *Watersipora oenochros* (Ortmann) 等であり、いわゆる浮泥もかなり混入している。

研究結果および考察

第2表 附着生物全量の変化 単位 cc

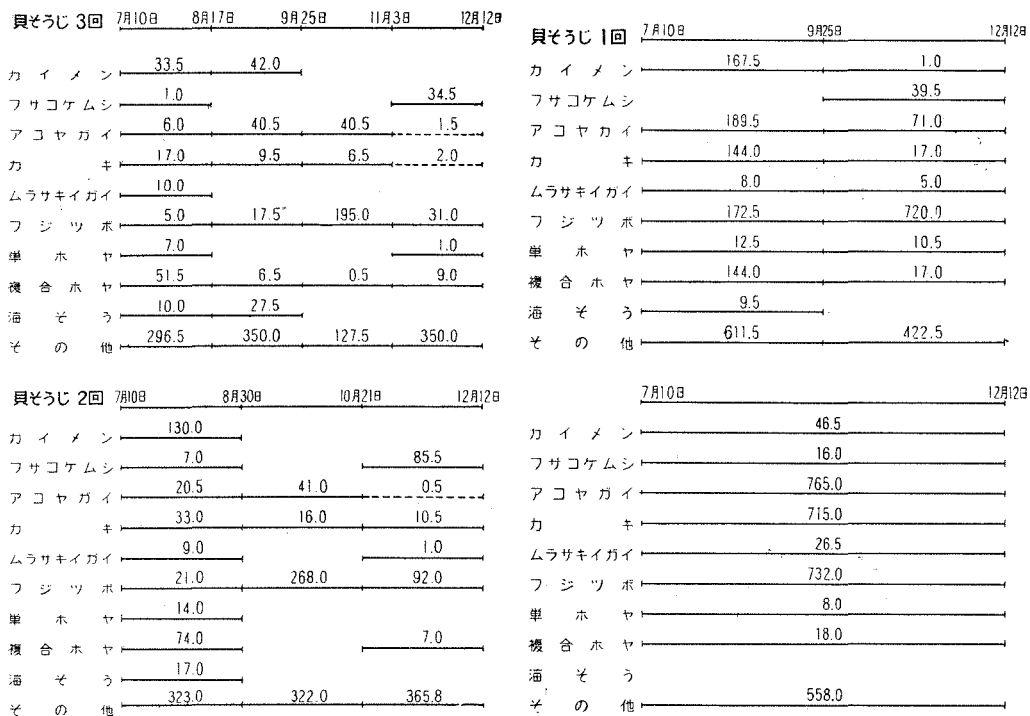
貝そうじ回数	かご交換回数				合計	平均
	0	1	2	3		
0	137.5	240.0	115.5	104.5	(2885.0)	(180.3)
	171.0	199.0	169.5	106.0		
	273.0	252.5	159.0	193.5		
	190.0	171.5	230.0	172.5		
	(771.5)	(863.0)	(674.0)	(576.5)		
1	170.5	212.0	169.0	110.0	(2646.5)	(165.4)
	136.5	191.0	186.0	130.0		
	156.5	185.5	157.5	157.5		
	149.5	194.5	147.0	193.5		
	(613.0)	(783.0)	(659.5)	(591.0)		
2	104.3	115.0	130.0	131.5	(1857.3)	(116.1)
	104.0	108.0	130.0	117.5		
	107.0	115.5	106.0	137.0		
	118.0	118.5	102.5	112.5		
	(433.3)	(457.0)	(468.5)	(498.5)		
3	85.0	91.0	105.5	100.5	(1730.0)	(108.1)
	85.0	101.5	107.5	88.0		
	131.0	93.0	83.5	142.0		
	109.5	146.5	149.0	111.5		
	(410.5)	(432.0)	(445.5)	(442.0)		
合計	(2228.3)	(2535.0)	(2247.5)	(2108.0)	(9118.8)	
平均	(139.3)	(158.4)	(140.4)	(131.8)		

(1) 附着生物全量の変化について

期間中における各処理別の附着生物の合計量（各貝そうじ時のものをすべて合計する）は、第 2 表にまとめたとおりである。これについて、分散分析を行なつてみると次のようになる。

- i) 垂下位置の差は認められない。
- ii) かご交換の回数による差は有意でない。
- iii) 貝そうじの回数によつては有意の差が認められ（危険率 1%）その差は 1 回と 2 回との間に認められる（危険率 1%）。
- iv) 交互作用には有意の差が認められない。

まず、かご交換によつて附着生物の全量に差は認められなかつたが、かごの交換の効果を考える上で、今回調べなかつたかごの附着生物が恐らく次の貝そうじ回数による変化と同様の推移をとつていると考えられる点は、注意されるべきところである。次に、貝そうじ回数による差異は明らかに認められ、さきに太田（1959）によつて報告されていることと一致した結果が得られた。そして、その差が有意であつたのは、期間中 1 回行なつたものと 2 回のものとの間であり、2 回以上行なつたばあいには、その貝そうじ時における附着生物の量を合計しても、1 回および全く



第 1 図. 附着生物の出現状況
数字は排水量 (cc) を示す

行なわなかつたもののそれよりも少ないと言える。なお、全く行なわなかつたものと1回のものとの間に差が認められなかつた点については、後述するように、主要な附着生物の出現時期がかなり長期にわたり、これを途中で1回断ち切つてもふたたび附着してくること、その量の時間的増加の主要な側面である生物個体の成長が、貝そうじ1回では間隔が長いために、かなりの程度進むためであると考えられる。また、2回のもものと3回のもとの同様の関係については、各1回の貝そうじ時における量はもちろん3回の方が少ないけれども、これを合計した時には大差がなくなるということであろう。なお、以下の種別の変化を含めて、ここで問題にしているかご交換および貝そうじ回数のがいによる附着生物量の変化というのは、英虞湾多徳島地先という指定の場において、特定の時期にかご交換および貝そうじを行なつたばあいの結果であり、これを一般に拡張するには、まずその場所の生物の動き、各処理の時期および間隔を考慮しなければならないことはいうまでもない。

(2) 種別の変化について

貝そうじ時における附着生物の種別の変化を示したものが、第1図である。まず、期間中に貝そうじを3回行なつたものについてその時期的な出現状況を見ることにする。はじめに、8月17日の貝そうじ時に出現したもの、すなわち7月10日から同日までの間に附着したものと考えられるものは、他の時期よりも一般に生物相が豊かであると思われ、著者らの区分した全部があらわれている。その中で、量的に多いのは、「その他」を除けば（以下特記しないばあいは「その他」を除いて考察する）、複合ホヤ、カイメン、カキ等である。次に、第2回の9月25日には、前記にくらべてフサコケムシ、ムラサキイガイ、単ホヤが欠ける。そして、量的に多い順序はカイメン、アコヤガイ、海そう、フジツボ、カキ、複合ホヤとなり、前期との間に主として各生物の発生時期によると思われる差異を示す。第3回目11月3日になると、前期からさらにカイメン、海そうが欠け、それに加えて複合ホヤもネグリジブルとなり、各期間の中で、少なくとも今回の区分に関する限りでは、最も生物相が単調になる。そして、フジツボが圧倒的に高い比率を占め、しかもその量が著しく大きいので、「その他」を除けば、各期間中最高の附着生物量となる。ただ、この期間のみに「その他」の特徴的に少ない現象の見られるのは、あるいは伊勢湾台風による影響もあるのではないかと考えられる。最後に、この時期以後試験終了までの間には、ふたたびフサコケムシ、単ホヤがあらわれ、複合ホヤも増加の傾向が見られる。そして、量的にもフサコケムシが優勢となる。しかし、「その他」を除いて附着生物の合計量においては各期間中最も少なくなる。なお、アコヤガイおよびカキがわずかにあらわれていることについては、この期間中にその発生が見られたとは考え難く、前期の貝そうじ時におけるとり残し、かごに附着していたものの混入あるいは特にアコヤガイについてはその移動が考えられる。

次に期間中2回の貝そうじを行なつたものについて同様のことを見てみると、当然のこととして、前者とほぼ一致した各種別の時期的な出現状況を示していることがわかる。ただ、貝そうじ間の間隔が長くなるために、その期間中の生物の発生、附着および成長過程がさらに進むこと、これに一部生物の衰滅の過程が加わつて、各種別の相対的な関係にはいくらかの差があらわれる。すなわち、全体として合計量が多くなることはいうまでもないこととして、まず第1回目の8月30日の貝そうじ時に量的に多いのは、カイメン、複合ホヤ、カキの順となる。第2回目の10月21日には、フジツボが圧倒的に多くなり、ほかにアコヤガイおよびカキが見られるだけで、前者の第3回目の貝そうじ時とほぼ同様な様相を示している。試験終了時には、ふたたびフサコケムシ、ムラサキイガイ、複合ホヤが加わることは前者と同様であるが、量的には順序がやや異なり、フ

ジツボ、フサコケムシ、カキ、複合ホヤ等の順となる。

貝そうじ1回のばあいには、9月25日の貝そうじ時に出現しなかつたのが、今回の区分の中でフサコケムシだけとなり、その中で量的に多いのはアコヤガイ、フジツボ、カイメン、カキ、複合ホヤ等となる。試験終了時にはフサコケムシがあらわれるが、そのかわり海そうが欠け、量としてはフジツボが圧倒的に多く、そのほかアコヤガイ、フサコケムシの順となる。そして、以上両回のそれぞれの合計量には大きな差が見られなくなる。さらに、期間中貝そうじを全く行なわなかつたものについては、海そうが欠けたほかは区分した全部が一応認められ、量的にもアコヤガイ、フジツボ、カキの3者が非常に多く、次いでカイメン、ムラサキイガイ、複合ホヤ、フサコケムシ、単ホヤの順となつている。

以上のように、附着生物の種別の発生時期、附着密度、個体の成長度、個体群の季節的消長、さらに生物種間の附着空間をめぐる競争関係等に規定される結果として、附着生物の時間的变化はかなり複雑な様相を呈する。ただ、主要な生物群集の季節的うつりかわりとしては、さきに河原(1958)が英虞湾多徳のばあいとして述べていることとほぼ一致している。

次に、試験期間を通じて排水量の上で目ぼしかつたフジツボ、アコヤガイ、カキ、カイメンおよび区分の困難であつた「その他」について、それぞれの各貝そうじ時における量を処理別に合計した値につき、かご交換および貝そうじ回数による差の分散分析を行なつてみた結果が第3表

第3表 かご交換および貝そうじ回数の差による附着生物排水量の分散分析の結果

処 理 種 別	か ご 交 換			貝 そ う じ		
	0 と 1回	1 と 2回	2 と 3回	0 と 1回	1 と 2回	2 と 3回
カイメン	0>1**	—	—	0<1**	—	2>3**
アコヤガイ	—	—	—	0>1**	1>2*	—
カキ	—	1>2*	—	0>1**	1>2**	—
フジツボ	0>1**	—	—	—	1>2**	—
そ の 他	—	—	—	0<1**	—	—

— は有意の差が認められなかつたことを示す。

× 危険率5%, ×× 同1%で差のあることを示す。

である。まず、かご交換回数による差から見てゆくと、カイメンおよびカキでは、それぞれかご交換0回と1回および1回と2回の間で回数が多くなるとその量が小さくなつており、またフジツボのみは、逆に0回と1回の間で1回の方が量も大きくなつている。この点についての説明は今後の研究にまたなければならぬが、単にかご交換のみによつても、すでに特定の附着生物の量に差が見られることは、注意されるところであろう。次に、貝そうじ回数による差としては、当然のこととして前者よりも著しい差が見られる。このうち、0回と1回および1回と2回の間のアコヤガイ、カキ、1回と2回の間フジツボ、ならびに2回と3回の間のカイメンについては、貝そうじ回数の多い方がその量も少なくなるという全量のばあいと一致した傾向が示されている。これらは、それぞれの成長速度の速い期間に、貝そうじによつて附着生物が断ち切られると、ふたたび附着したものと合計しても、なお断ち切られないで成長過程の進んだものより量的に少ない結果となることを示すものであろう。しかし、カイメンについての0回と1回、ならびに「その他」の同様の間には、前者と逆に貝そうじをしなかつた方が量も少ないという結果が認

められる。この理由としては、前者のカイメンのばあいには、試問中に験期おけるその個体群の季節的消長が関係し、貝そうじ0回の附着生物量としてあらわれる試験終了時が、この生物の衰滅の過程に当たっていたことによると考えられる。また「その他」については、混入している浮泥はもとより、だいたいが個体の大きさの小さいものであつて、量的な変化の中に占める個体の成長の比重がそれほど著しくないために、各貝そうじ時の合計の方がかえつて大きくなるためである。

一般に、附着生物のアコヤガイへの影響として考えられるのは、第一に、かご及び貝殻表面への附着によつて物理的に海水の流通が悪くなることの影響、第二に、競争関係を主体とする生物の生態学的相互関係としての影響、第三に、貝殻の開閉運動等に及ぼす機械的な障害及び硬組織の殻をもつものの附着による貝殻形態の変形等であるとしてすることができよう。はじめに述べたかご交換の意義にかかわるものは、どちらかといえば主として第一の海水の流通の問題であらうし、この意味では、今回は直接とりあげなかつたが、貝殻表面への附着生物とほぼ同様な推移をとると考えられるところの、かごの附着生物の量および形態が問題となるはずである。また、今井・福地（未発表）によれば、ムラサキガイの附着量が多いほどカキの成長が阻害され、その関係はほぼ直線関係にあること、およびイガイの成長にともないその影響は増大することが認められたといわれる。これは、主として第二の生態学的競争関係にもとづくものではないかと推定される。アコヤガイについてのこの種の研究はいまのところほとんど見られないようであるが今回の試験期間中も、相対的に量は少なかつたけれども、ムラサキガイの出現が見られており、さらに生態的にこれと近いものを考えるならば、カキ、アコヤガイ稚貝およびフジツボ等の影響も同様に考慮されなければならないかもしれない。特に、後者のカキ、アコヤガイ稚貝およびフジツボ等については、アコヤガイの生活活動のさかんな夏季から秋季にかけて、量的な優占種としてあらわれてくる上から、しかりである。第三の貝殻の開閉運動等への機械的な影響は、当業者の間で信ぜられていることであるが、その実証は今後に残されるとしても、この点でも問題になるのは貝殻の変形の原因とあわせて、主としてフジツボであるとされている点に注意される。いわゆる貝そうじの効果を解明するというばあい、なによりも以上の諸点が明らかにされなければならないと考えられるのであり、今回の試験によつて得られた知見、すなわち貝そうじ及びかご交換の回数ならびに時期により、附着生物の総量はもとよりその種別にもかなりの差を生ずることも、この意味で重要であると思われる。また、たとえば最も問題とされているフジツボの出現時期あるいは各貝そうじ間の附着生物の量的変化等は、不可欠のものとして行なわれている当面の貝そうじにおいても、直接に充分考慮されるべきことであるといえよう。

要 約

(1) いわゆる貝そうじの効果に関する研究の一環として、かご交換及び貝そうじ回数と附着生物の量的質的变化との関係について調べた。

(2) 英虞湾多徳島地先において第1表のような処理を行なつたばあい、附着生物の各貝そうじ時における排水量の合計は、かご交換回数によつては有意の差を認めることができなかつたが貝そうじの回数によつては差が認められ、その差は試験期間中貝そうじ1回以下のものと2回以上のものとの間にあつた。

(3) 次に貝そうじの回数および時期による附着生物の種別の変化について、概要を述べた。そして、このうち特に量的に目ぼしかつたフジツボ、アコヤガイ、カキ、カイメンおよび区分の困

難であつた「その他」の各貝そうじ時における排水量の合計について、同じくかご交換及び貝そうじ回数によるその差異の分散分析を行ない、次のような結果を得た。

i) かご交換回数による差としては、カイメンおよびカキでは、それぞれかご交換 0 回と 1 回及び 1 回と 2 回との間で、回数が多くなるとその量が少なくなることが認められたが、フジツボでは、逆に 0 回と 1 回との間で 1 回の方が量も多くなることが認められた。

ii) 貝そうじ回数による差としては、0 回と 1 回および 1 回と 2 回の間のアコヤガイ、カキ、フジツボ、ならびに貝そうじ 2 回と 3 回の間のカイメンについて、回数が多くなると量が小さくなるという、附着生物全量のばあいと同様のことが認められた。しかし、カイメンについての 0 回と 1 回の間および「その他」の同様の間には、前者と逆に貝そうじをしなかつた方が量も少ないという結果が見られた。

(4) 以上のようなかご交換及び貝そうじ回数の差による附着生物の量的質的な変化は、今後の貝そうじの効果に関する研究ならびに当面の貝そうじに当つて考慮されるべきであると考えられる。

参 考 文 献

- (1) 五ヶ浦青年会真研クラブ 1959. 垂下深度、貝掃除の回数および垂下様式が真珠の品質におよぼす影響について. 真珠研究会伊勢部会会報 3 (10) 14—21.
- (2) 今井丈夫・福地俊明 未発表. 垂下養殖カキの附着生物に関する生態学的研究.(今井丈夫・伊藤進・中村捷・小野寺弘 1957. 気仙沼湾カキ養殖場の生態学的研究. 気仙沼湾開発研究会, 1—39 による)
- (3) 河原辰夫 1958. 海中における附着生物の生態. 真珠研究会伊勢部会会報 2 (2) 4—8.
- (4) 馬渡静夫・井上義雄・長谷川二彦・小林純子 1953. 真珠養殖資材の防汚に関する研究 I. 常説並に夏季に於ける汚損. 三重県水試研究報告 5 : 1—26.
- (5) 太田 繁 1959. アコヤガイの附着物の量と貝掃除の回数との関係について. 真珠研究会伊勢部会会報 3 (10) 10—14.
- (6) 山口一登・太田繁・片田清次 1956. 真珠母貝の成長に関する研究. I. 養殖籠の収容密度及び貝掃除の回数が成長に及ぼす影響について. 国立真珠研報 1 : 18—21.
- (7) ——— 1956. 真珠品質に及ぼす貝掃除の効果. しんじゆ 24 : 6—9.

低比重海水がアコヤガイ *Pinctada martensii* (Dunker) の斃死、成長並びに真珠の品質に及ぼす影響^{* 1)}

片 田 清 次

国立真珠研究所

前報¹⁾では低比重海水がアコヤガイの斃死に及ぼす影響について述べたが、このような現象を扱う場合には、危期からようやく脱し得た貝のその後の活力に対してその影響がどのように及んでいくかをきわめることが更に重要な問題となると考えられるので、前回に引き続き試験を実施し、その結果を得たので報告する。

報告に当り、試験の実施について御指導を賜わった蓮尾技官に深謝する。

供試材料並びに実験方法

試験貝は大村湾内大村市玖島崎地先で昭和31年に採苗養成した3年母貝と、それと同一経歴を有する貝に昭和33年7月にそう核した施術貝を用いた。試験装置は流水式とし、比重は母貝については22, 12, 10, 08, 06, 施術貝は23, 13, 11, 09, 07の5槽あてを準備し、対照としては当初から自然海中に垂下の一群を当てた。試験期間中は水温がほぼ一定を保つようにし、比重、酸素量、pHも一定時間ごとに測定して安定していることを確かめた。

浸漬時間は母貝については24, 36, 48時間、施術貝は更に12時間を加え、各時間毎にあらかじめ予定した個数を試験槽より取り出し、金網かごに収容して自然海中にもどし、その後の観察で斃死貝を累算した。

低比重海水浸漬により生き残った母貝はその後1ヶ月毎に殻長、重量を測定し、低比重海水が母貝の成長に及ぼす影響について推計学的方法により比較検討した。

施術貝も同様に生き残ったものを養成し、翌34年1月に取り揚げその浜上げだまについて品質を検討した。

実験結果及び考察

I. 斃死に及ぼす影響

試験結果より斃死率を算出したものが第1, 2表であるが、これから一定時間の浸漬によつてそ

* Seiji Katada. The influence of low salinity sea water on death and growth of the pearl oyster (*Pinctada martensii*), and quality of the cultured pearls. Bull. Natl. Pearl Res. Lab. 5: 489-493. 1959.

1) 国立真珠研究所業績 No. 61. (国立真珠研究所報告 5: 489-493. 昭和34年12月)

の半数が斃死する低比重をプロビット法によつて求めると、36時間浸漬では母貝は05.94、施術貝08.27、48時間では母貝07.78、施術貝09.78として示される。

低比重浸漬による斃死率 (%)

第1表 3年母貝 (Sep. 6~8, '58)

供試貝数 10~20個

浸漬時間 比重 σ_{15}	24時間	36	48
21.90	0	0	0
12.48	0	0	0
10.57	0	5.9	16.7
08.59	0	14.3	36.8
06.53	0	36.8	87.5

試験槽水温 26.9 ~ 28.0°C

第2表 3年施術貝 (Sep. 21~23, '58)

供試貝数 20~50個

浸漬時間 比重 σ_{15}	12時間	27	36	48
23.34	—	—	—	0
13.38	0	0	6.0	13.3
11.21	0	6.0	15.8	30.0
09.06	0	4.0	35.9	60.0
07.35	0	8.0	70.0	95.0

試験槽水温 26.1 ~ 27.0°C

なお、環境条件の悪化に対しては貝類は一般に貝殻閉鎖である程度までは生命を維持し得ることが知られているが、前回及び本試験においてもその現象が認められる。すなわち、母貝は24時間、施術貝では12時間以内ならば極端な低比重海水の中におかれても貝殻閉鎖作用によつて、よく生命の危期から脱し得ている。

しかし、生命だけは維持し得たとしてもその後の成長や生成される真珠の品質に影響が及ぶならば、養殖技術上からも考慮すべき問題なので、斃死からようやく免かれ得た母貝及び施術貝についてその後の活力への影響をきわめるために以下の試験を実施した。

II. 母貝の成長に及ぼす影響

ビニールの薄板標識を貝殻に接着させ、標識接着後1ヶ月の期間をおき、接着時の影響の及んでいないのを確かめてから低比重海水に浸漬させた。各個体の標識接着時の殻長を零点としてその後の平均成長量を示すと第3表のごとくなり、時間経過に伴う各処理群の平均成長量と対照群との経過の差異について F -検定を試みると、24時間以内ならば06.53でも対照群との間に有意の差は認められないが、36時間になると08.59、48時間では10.57以下において有意の差が認められる。

また、増重量についても同様に F -検定を試みると24時間以内ならば殻長の場合と同じく影響は認められないが、36時間では殻長に影響の現われない10.57でも有意の差が認められる。

第3表 低比重が殻長の成長に及ぼす影響

(Aug. 8 ~ Nov. 5 の成長量)

浸漬時間 比重 σ_{15}	24時間	36	48
21.90	8.39mm (0.94 < F^3_{26})	9.16 (3.75 < F^3_{24})	8.16 (1.22 < F^3_{26})
12.48	8.66 (1.21 < F^3_{32})	8.79 (0.19 < F^3_{30})	8.41 (1.37 < F^3_{28})
10.57	8.24 (0.66 < F^3_{32})	7.20 (2.46 < F^3_{30})	5.55 * (29.05 > F^3_{29})
08.59	7.81 (1.59 < F^3_{34})	4.04 * (10.86 > F^3_{26})	3.47 * (12.83 > F^3_{25})
06.53	7.48 (4.43 < F^3_{30})	4.10 * (7.69 > F^3_{26})	—
対照 21.90	9.51mm		

() : F -検定, $\alpha = 0.01$

* 対照との間に差が認められる。

第4表 低比重が母貝の増重量に及ぼす影響

(Aug. 8 ~ Nov. 5 の増重量)

浸漬時間 比重 σ_{15}	24時間	36	48
21.90	9.17g (1.21 < F^3_{26})	8.00 (1.49 < F^3_{24})	9.71 (1.82 < F^3_{26})
12.48	9.63 (1.39 < F^3_{32})	8.63 (2.11 < F^3_{30})	10.25 (1.41 < F^3_{28})
10.57	9.94 (1.12 < F^3_{32})	7.45 * (4.69 > F^3_{30})	7.61 * (18.65 > F^3_{29})
08.59	9.35 (0.91 < F^3_{34})	4.38 * * (24.27 > F^3_{26})	5.08 * (17.52 > F^3_{25})
06.53	8.94 (2.10 < F^3_{30})	4.96 * (18.15 > F^3_{26})	—
対照 21.90	9.75g.		

() : F -検定, $\alpha = 0.01$

* 対照との間に差が認められる。

Ⅲ. 生成される真珠の品質に及ぼす影響

成長試験に使用した母貝と同一経歴を有する貝に昭和33年7月中旬に1.2分核 ($3.71 \pm 0.02\text{mm}$) の2個入れそう核施術を実施, 9月21日に低比重海水への浸漬操作を行ない, その中の生き残つたものを養成, 翌34年1月下旬に取り揚げ, その浜上げだまについて品質を比較検討した。

まず4.01mmに基準をおき, それ以下のものを薄巻きだまとしてその出現率を示すと第5表の如くなる。各処理群と対照との間の薄きだまの出現分布状態の差異について χ^2 -検定を試みれば12時間の浸漬では対照との間に有意の差は認められないが, 24時間以上になると13.38以下において差が認められ, 薄巻きだまの出現が多くなると言える。

次に浜上げだまの色調をゴールド, クリーム・ピンク, ホワイト・ピンク, ホワイト及びグリーンに分類し, 処理別による真珠の色の出現分布状態について χ^2 -検定を試みると, ホワイト系のみ有意の差が認められる。そこで, ホワイト系の出現率を示すと第6表のようになり,

対照との間の分布状態の差異を χ^2 -検定すると24時間以上浸漬で13.38以下の処理群には有意の差が認められ、ホワイト系の単調な真珠の出現が多くなる傾向があると言える。

第5表 薄巻珠(4.01mm以下)の出現率

(Jul. 24, '58 施術~Sep. 21, 低比重)
(海水浸漬~Jan. 19, '59 浜揚げ)

浸漬時間 比重 σ_{15}	12時間	24	36	48
23.34	—	—	—	21.1% (0.21)
13.38	23.8% (0.02)	41.8 * (5.70)	41.9 * (4.83)	42.3 * (5.01)
11.21	22.5 (0.05)	40.3 * (5.46)	44.0 * (4.07)	45.0 * (3.93)
09.06	29.5 (0.47)	42.0 * (5.42)	45.0 * (3.93)	—
07.35	23.5 (0.01)	34.0 (1.78)	—	—
対照 23.34	24.2%			

() : χ_s^2 , n=1, $\chi_0^2(0.05) = 3.841$

* 対照との間に差が認められる。

第6表 ホワイト系の出現率

浸漬時間 比重 σ_{15}	12時間	24	36	48
23.34	—	—	—	14.5% (0.01)
13.38	22.9% (1.20)	28.3 * (4.17)	25.0 (2.13)	33.3 * (6.97)
11.21	23.0 (1.43)	28.4 * (4.74)	29.2 * (3.97)	33.3 * (4.06)
09.06	23.8 (1.68)	29.2 * (4.47)	30.4 * (4.30)	—
07.35	21.9 (0.85)	22.0 (1.29)	—	—
対照 23.34	14.8%			

() : χ_s^2 , n=1, $\chi_0^2(0.05) = 3.841$

* 対照との間に差が認められる。

要 約

- 1) 低比重海水がアコヤガイの斃死、成長並びに生成される真珠の品質に及ぼす影響について検討した。
- 2) 斃死現象のみを考えると48時間浸漬で半数に斃死を起こさせるような低比重は3年母貝で07.78, 3年施術貝で09.78であった。なお、極端な低比重に遭遇しても貝殻閉鎖作用で生命を維持できる可能時間は母貝で24時間内、施術貝では12時間内程度であらうと考えられる。
- 3) 母貝に対しては48時間以内において斃死貝の出現しない範囲内ならば、その後の殻長の成長並びに増重量にも大きな影響は及ばないと考えられる。

- 4) 生成される真珠の品質については12時間以内ならば影響は及ばないと考えられるが、24時間以上浸漬では、たとえ斃死貝はみられない範囲内でも薄巻きだまが多く、単純な色調の真珠の出現が多くなるので施術員はこの点とくに留意する必要がある。
- 5) 以上のことから考え、降雨などに際して斃死、成長並びに生成される真珠の品質にも影響が及ばないような低比重の限界は母貝では13.00以上、施術員では15.00以上に目安をおくのが妥当だと考えられる。

参 考 文 献

- (1) 片田清次 1958. 低比重海水のアコヤガイに及ぼす影響. 国立真珠研報4 : 308—314.

「ピース」の摩擦と真珠の品質について^{*1)}

蓮 尾 真 澄

国立真珠研究所

真円真珠の形成には真珠袋 Pearl-sac の存在が必須条件とされているが、現行のアコヤガイ *Pinctada martensii* (Dunker) 使用による真珠養殖においては、外套膜の移植操作によりその目的を達しているようである。すなわち真珠袋は、そう核施術の際に母貝の生殖腺内に核に接着するようにそう入された外套膜の切片（当業者間では「ピース」または細胞と呼んでいる）の外面（貝殻に接する面）の上皮細胞により形成されるだろうと考えられている。一方、「ピース」は真珠の品質決定にも関与する一つの要素として、業者間ではその取り扱いについてきわめて重要視し、論議の一焦点ともなっており、経験による考慮のもとに種々なる操作が行なわれているようであるが（たとえば、ピース貝の年齢・選別および仕立て、ピースを切り取る位置等について）、ピース切り作業の際に、採取した外套膜の粘液をとり除き形をとるのえるために行なわれる摩擦についても、それが上皮細胞のき損に直接関連するものであるだけに注目すべき問題が含まれているものと考えられる。高山・中原¹⁾はピース調整にあつての上皮細胞の剥落状態について組織学的観察を行なっているが、摩擦に因る上皮細胞の剥落の程度や粘液の存在は真珠袋の形成にも作用し、ひいては生成される真珠の品質にまでその影響をもたらすのではないかと考え応用試験を実施したので、その結果について報告する。本文にさきだち、そう核施術の労を煩わした山口技官に対し深甚なる謝意を表したい。

試験材料および方法

供試母貝は大村湾産養殖4年生アコヤガイ、ピース貝は養殖3年ものをそれぞれ使用した。

次の方法によりピースの調整を行なう一方、上皮細胞の剥落状態を観察するため、ピースの各試料を10%ホルマリンで固定し、パラフィン切片を作り、ヘマトキシリン-エオジンの二重染色を施し、顕微鏡観察した。

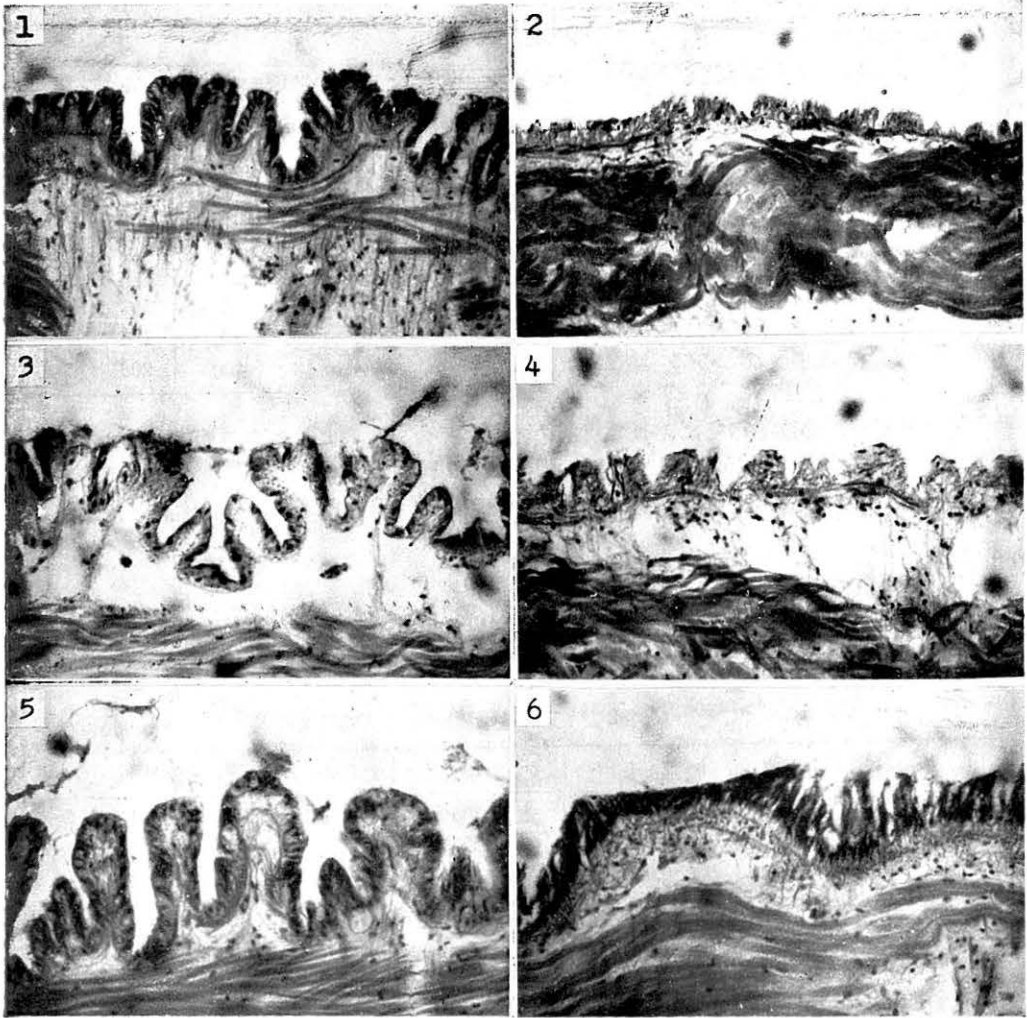
(A) ピースの外面（貝殻に接する面）をピンセットの背で粘液を除く程度に軽くこすり、内面（貝殻に接しない面）はやゝ強くこする（現在、一般に行なわれている程度の摩擦）。外面の上皮細胞はほとんど完全である（第1図）。しかし、内面の上皮細胞の大部分が剥落している（第2図）。

* Masumi Hasuo. The influence on quality of cultured pearls caused by the extent of friction on the mantle piece of pearl oyster *Pinctada martensii* (Dunker) on pearl formation. Bull. Natl. Pearl Res. Lab. 5: 494—498. 1959.

1) 国立真珠研究所業績 No. 62. (国立真珠研究所報告 5: 494—498. 昭和34年12月)

(B) 内・外面ともにやゝ強くこする。外面の上皮細胞に剥落している部分が認められる(第3図)。内面の上皮細胞はほとんど完全に剥落している(第4図)。

(C) 全く摩擦しない。両面の上皮細胞はほとんど完全に剥落を認めない(第5, 6図)。



第1~2図. 外面を軽く, 内面をやゝ強く摩擦したピース.
1: 外面(貝殻に接する面) ×230, 2: 内面. ×230
第3~4図. 両面をやゝ強く摩擦したピース.
3: 外面 ×230, 4: 内面. ×230
第5~6図. 全く摩擦しないピース.
5: 外面 ×230, 6: 内面. ×230

そう核施術は昭和33年8月上旬に行ない, それぞれ異なる処理を経た各ピースを使用し, 3群の母貝に1.2分核(3.77±0.03mm)を「フクロ」および「ウカシ」の2ヶ所にそう入した。養成期間中の垂下深度は約2米とし, 貝掃じは9月中旬, 10月下旬の2回行ない, 昭和34年1月下旬に浜

揚げし、採取した真珠についての統計学的処理を実施した。

結 果

1. 真珠の色について

浜揚げ真珠（白だま・くずだまを除いたもの）をピースの処理別に肉眼的観察によつて、ピンク、ホワイト、クリーム、ゴールド、グリーンの5系統の色に分類し、その出現数、比率を示すと第1表の通りになる。

第1表 真珠の色彩別出現数、出現率

	ピ ン ク	ホ ワ イ ト	ク リ ー ム	ゴ ー ル ド	グ リ ー ン	計
A	46個 (27.6%)	50 (29.9)	57 (34.1)	7 (4.2)	7 (4.2)	167 (100)
B	36 (23.1)	54 (34.6)	51 (32.7)	7 (4.5)	8 (5.1)	156 (100)
C	50 (24.3)	71 (34.5)	69 (33.5)	6 (2.9)	10 (4.8)	206 (100)

第1表よりピースの摩擦程度によつて真珠の色の出現分布状態に差があるかどうかを χ^2 法により検定すれば、 $\chi_s^2=2.315$ $n=8$ $\text{Pr.}\{\chi_s^2>2.1797\}=97.5\%$ となり、有意の差は認められない。すなわちピース摩擦の程度によつて5系統の色の出現分布に差異をきたすことはないといえる。

2. 真珠の巻きについて

浜揚げ真珠をピースの処理、真珠の色別に全数秤量して、真珠の巻きを1個当りの平均重量で示すと第2表の通りになる。

第2表 真珠の重量 (単位 g)

	ピ ン ク	ホ ワ イ ト	ク リ ー ム	ゴ ー ル ド	グ リ ー ン
A	0.110	0.100	0.105	0.129	0.107
B	0.110	0.094	0.099	0.121	0.092
C	0.103	0.095	0.100	0.117	0.096

第2表より5系統の色の真珠についてピースの各処理間の平均重量の差をF-検定法によつて検定すれば、 $H_0: \sigma^2=0$ $F_s=95.00/9.92=9.57$ $F_0=F^2_s(0.01)=8.65$ となり、1%以下の危険率で有意の差が認められる。すなわち摩擦の程度によつて真珠の巻きに差が現われるといえよう。

次に、どの処理間に重量の差があるかを調べるため、2処理ずつの組み合わせを作り検定すると第3表の通りになる。

第3表よりA処理とB、Cの各処理間にはいずれも5%以下の危険率で有意の差が認められ、B処理とC処理の間には有意の差が認められない。すなわち外面上皮細胞の粘液を除く程度に軽く摩擦したピースを使用した場合は、やゝ強く摩擦したものや全然摩擦しないものを使った場合よりも真珠の巻きが良いといえよう。また、後2者については、どちらの巻きが良いとも悪いともいえないようである。

3. きずだま、しみだまについて

取り揚げだま（白だまを除いたもの）を各処理別にきずの有無及びしみだまに占めるきずの大小によつて、無きず、1点きず、2点きず、3点以上きず、しみ・小きず、しみ・大ききずの6種のたまたまに分類し、その出現数、比率を示したのが第4表である。

第3表 F-検定の表

組合せ	帰無仮設	F_s	自由度		$F_0 (\alpha=0.05)$
			n_1	n_2	
A, B	$H_0: \sigma^2 = 0$	122.50/14.50=8.44	1	4	7.71
B, C	$H_0: \sigma^2 = 0$	2.50/9.75<1			
A, C	$H_0: \sigma^2 = 0$	160.00/5.50=29.09			

第4表 きずだま しみだまの出現数、出現率

	無きず	1点きず	2点きず	3点以上きず	しみ・小きず	しみ・大ききず	計
A	8個 (4.5%)	33 (18.8)	27 (15.3)	48 (27.3)	45 (25.6)	15 (8.5)	176 (100)
B	7 (4.3)	14 (8.7)	27 (16.7)	52 (32.1)	49 (30.2)	13 (8.0)	162 (100)
C	7 (3.2)	11 (5.0)	34 (15.4)	84 (38.0)	58 (26.2)	27 (12.2)	221 (100)

第5表 χ^2 -検定の表

組合せ	χ_s^2	自由度	χ^2 -検定
A, B	7.682	(2-1)(6-1)=5	$\text{Pr.}\{\chi_s^2 > 6.626\} = 25\%$
B, C	5.333	5	$\text{Pr.}\{\chi_s^2 > 4.352\} = 50\%$
A, C	21.890	5	$\text{Pr.}\{\chi_s^2 > 20.517\} = 0.1\%$

第4表より無きずだま、きずだま、しみだまについて3処理間の出現分布状態に差異があるかどうかを χ^2 -法により検定すれば、 $\chi_s^2=25.566$ $n=10$ $\text{Pr.}\{\chi_s^2 > 23.209\} < 1\%$ となり、1%以下の危険率で有意の差がある。すなわちピース処理の相違はきずだま、しみだまの出現分布状態にも影響を及ぼしているといえる。

次に、どの処理間に差があるかを調べるため、2処理ずつの組合わせを作り検定を進めてみると第5表の通りになる。

第5表よりA, B処理間、B, C処理間にはいずれも有意の差がない。しかし、第4表をみるとA, B両者間の1点きずだまの出現率にかなりの差異が認められるので、その出現率について検定すると、 $\chi_s^2=7.152$ $n=1$ $\text{Pr.}\{\chi_s^2 > 6.635\} < 1\%$ となり、有意の差がある。次に、A, C処理間には1%以下の危険率で有意の差が認められ、1点きずだまの出現率については、 $\chi_s^2=18.875$ $n=1$ $\text{Pr.}\{\chi_s^2 > 6.635\} < 1\%$ となり、3点以上きずだまについては、 $\chi_s^2=5.069$ $n=1$ $\text{Pr.}\{\chi_s^2 > 3.842\} < 5\%$ となり、いずれも有意の差がある。以上を総合すると、軽く摩擦したピースを使った場合は、やや強く摩擦したものよりも1点きずだま(きずの少ないたま)が多く得られ、また、全く摩擦しなかつた場合よりも1点きずだまが多く現われると共に3点以上きずだま(きずの多いたま)が少ないといえるであろう。後2者については、どちらがとくにきずだま、しみだまが多いとか少ないとかいえないようである。

考 察

高山・中原¹⁾は「内面の上皮細胞が大部分剥落していても、外面の上皮細胞に変化がなければ、真珠袋形成にはさしつかえなく、また、外套膜を軽くこすことは、粘液等の除去によつて、ピースと核の密着をより完全になし得ると考えられる」と述べているが、これは本試験のA処理に該当するものであり、生成された真珠も比較的良質のものが得られており、反対に、C処理のごとく全然こすらずに粘液が存在する状態のピースを使用した場合は、Aよりも巻きが劣り、きずだまが多いということ等と関連があるものと考えられ、更に「外面の上皮細胞の剥落する状態は真珠袋の形成にあまり好ましくないと思われる」との見解は、本試験のB処理による真珠の品質がAに比較して巻きが劣り、きずの少ないたまの出現率が低い等の点からも裏付けされており、いずれもその妥当性を実証しているものと考えられる。一方、現在、業者間で一般的に行なわれている上皮細胞の摩擦の程度が、合理的なものであるということが出来よう。

ピース外面における上皮細胞の剥落や粘液の存在する状態が、真珠袋の形成とその機能にどのように関与するかは、今後の研究にまつほかはないが、正常な真珠袋形成への障害となることは、本試験の結果からも容易に推察されるところであり、真珠の品質に対して芳しからぬ影響をもたらすことは、そう核に際してのピースの状態を如何に重要視すべきであるかの理由を提示するものであると考える。また、そう核施術後の管理状態が真珠の品質に影響を及ぼすことは一般に認められてはいるが、既にそう核時のピースに基因する不利な要素を、その後の管理によつてカバーし好転せしめることは、困難を伴うものとも考えられるので、ピースの取り扱いについての細心の注意と周密な検討が一層必要になつてくるものと思われる。

要 約

1. そう核施術に際してのピース（外套膜の一片）の上皮細胞の剥落程度や粘液の存在が、真珠の品質に及ぼす影響をみるため、ピースの調整を三つの方法により行ない、それらの各ピースを使つて生成された真珠の色、巻き、きず、しみについて統計学的に検討した。一方、各ピースのパラフィン切片を作製、染色し、上皮細胞のはく(剝)落程度を観察した。
2. 真珠の色については χ^2 -法により検定の結果、その出現率に有意の差が認められなかつた。
3. 巻きは、1個当りの平均重量について F -検定を行なうと、外面上皮細胞の粘液を除く程度に軽く摩擦したピース (A) を使つた場合は、やゝ強く摩擦したもの (B) や全く摩擦しないピース (C) を使用した場合よりも、真珠の巻きが良いといえる。また、後2者については、どちらの巻きが良いとも悪いともいえない。
4. きずだま、しみだまの出現率については、有意の差が認められ、(A) は (B) より1点きずだま (きずの少ないたま) が多く得られ、また、(C) よりも1点きずだまが多く現われると共に3点以上きずだま (きずの多いたま) が少ないといえる。(B) と (C) の間では、どちらがとくにきずだま、しみだまが多いとか少ないとかいえない。
5. 真珠の品質からみた場合、現在、一般的に行なわれている上皮細胞の摩擦の程度 (A) は合理的であるといえよう。

文 献

高山活夫・中原 皓 1956. 挿核手術時における外套膜上皮細胞の剥落について. 国立真珠研報 1: 14~17.

「後付け法」に関する研究

I. 「後付け」及び「同時付け」による真珠品質の比較^{*1)}

山 口 一 登

国立真珠研究所

は し が き

アコヤガイ *Pinctada martensii* (Dunker) を母貝とする真珠養殖において、そのそう核施術の方法に現在「同時付け法」と「後付け法」の二通りが行なわれている。前者はピースそう入の直前または、直後に核をそう入してピースと接着させる方法であつて、広く一般に実施されている常法とも言うべきものである。これに対して、後者は特許38635号^{**)}の内容をなすものであり、最初母貝内に核をそう入後、4日乃至10日間をおいて、別に新しく穿孔してピースをそう入し核に接着させる方法であつて、大だまの施術に適しているといわれ、大村湾を中心とした地域にのみ行われ、他地方においてはほとんど実施されていないが、漸時普及して行く傾向が見受けられる。本方法の特徴²⁾とするところは、施術に際して完全な卵抜きを必要とせず、また、そう核後の脱核が少なく、採取された真珠には、“きずだま”が少ない等の点が指摘されている。しかし、これ等は当業者の長年月の経験的見知からいわれていることで、これに対する研究はまだ見当らないようである。筆者は「後付け法」に関する一連の研究の第一段階として「後付け法」と「同時付け法」の2方法により施術、養成された真珠の品質について比較を試み、ここにその結果を得たので報告する。

本文に先だち、種々御指導を賜つた支所長蓮尾技官並びに本研究の端緒を与えられた研究課長太田技官に対して謝意を表する。

材 料 及 び 方 法

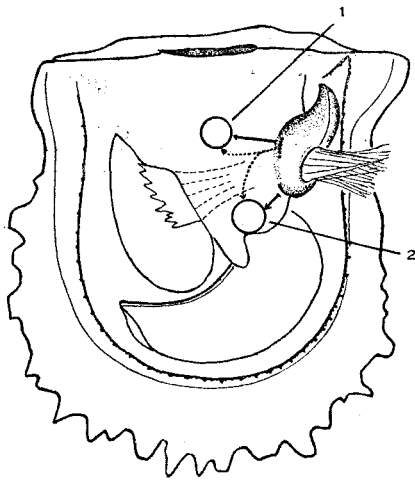
母貝及びピース貝ともに3年生養殖アコヤガイを使用し、昭和32年9月上旬「後付け法」と「同

* Kazuto Yamaguchi. Studies on the technique so called Atozuke (one of the method of nuclear insertion in pearl culture). I. Comparison between the Atozuke and the common method in regard to the quality of produced pearls. Bull. Natl. Pearl Res. Lab. 5 : 499-502. 1959.

1) 国立真珠研究所業績No. 63. (国立真珠研究所報告 5 : 499-502. 昭和34年12月)

** 特許第38635号 大正10年5月4日 特許権者 西川真吉

(真珠形成法) 適宜の貝の体中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。



第1図. 核及びピースそう入径路.

1: ウカシ 2: フクロ

……核そう入径路

——ピースそう入径路

時付け法」の2方法により、各150貝あてに原核5.2mm直径(1分7厘)を「フクロ」及び「ウカシ」の2個所に施術を行ない、金網養殖かごに30貝あてを収容、水面より1.5m層に垂下し、34年1月中旬までの15ヶ月間にわたり大村市玖島崎国立真珠研究所支所地先において養殖試験を実施した。なお期間中に32年11月中旬から33年5月上旬までの6ヶ月間は佐世保港外大島町地先に避寒を行なつた。また、32年11月中旬、33年5月上旬、7月下旬及び11月中旬の4回、すべて同一条件のもとに養殖かごの交換とあわせて貝掃除を行なつた。

「後付け法」の施術にあつては、核そう入後7日間をおいて再び「貝立て」「栓差し」を行ない、核そう入時の切り口とは別に新しく穿孔してピースをそう入し核に添付させた(第1図)。

2方法により施術し、採取された真珠について巻き、色の分布状態及び、「きず」「しみ」の有無及び程度による分布について、推計学的方法により比較検討した。

結果及び考察

1. 真珠の色について

採取された真珠を肉眼的観察により、ピンク、ホワイト、クリーム、ゴールド、グリーン及びブラックの6色に分類し、その個数及び比率を施術方法別に示すと第1表のごとくなる。

第1表 真珠の色の出現分布

施術方法 \ 色	ピンク	ホワイト	クリーム	ゴールド	グリーン	ブラック	計
後付け法	25 (35.21)	10 (14.08)	20 (28.17)	5 (7.07)	7 (9.86)	4 (5.63)	71 (100.)
同時付け法	19 (22.62)	16 (19.05)	30 (35.71)	8 (9.52)	6 (7.14)	5 (5.95)	84 (100.)

(): 百分率

第1表により、各施術方法による色別の真珠の出現分布の状態について χ^2 -検定を試みれば、(ブラック系は出現個数が少数のため除いて検定した)

$$\chi_s^2 = 4.018 \quad n = 4 \quad \text{Pr.}\{\chi_s^2 > 4.878\} = 30\%$$

であり、従つて有意の差は認められない。すなわち、二つの施術方法により得られた真珠の色別の比率は同程度のものであつて、いずれかの方法によれば、ある特定の色の真珠が多量または少量に出現することはないようである。

2. 真珠の巻きについて

施術方法及び、そう核部位別に採取された真珠を任意に5群にわかし、その重量を秤量して1個当りの平均重量で真珠層の巻きを表わせば、第2表のごとくなる。

第2表 真珠の平均重量 (g)

後付け法 K_1		同時付け法 K_2	
フクロ p_1	ウカシ p_2	フクロ p_1	ウカシ p_2
0.331(31)	0.333(6)	0.315(13)	0.356(9)
0.317(12)	0.350(6)	0.323(13)	0.345(9)
0.333(12)	0.340(5)	0.303(12)	0.333(9)
0.317(12)	0.340(5)	0.317(12)	0.333(9)
0.308(12)	0.360(5)	0.308(12)	0.350(8)

() : 秤量個数

第2表より、施術方法による真珠の平均重量の差についてF-検定を行なえば、

$$H_0: \sigma k^2 = 0 \quad F_s = 84.05/92.00 < 1$$

であり、有意の差は認められない。すなわち、「後付け法」と「同時付け法」によつて得られた真珠について、巻きの遅速を比較すれば両者間には差が存在しないことがうかがわれる。「後付け法」においてはある一定期間を置いて核にピースを添付するために「同時付け法」に比べてその期間だけ真珠袋の形成が遅れることは容易に思考されることであるが、中原・町井(1957)³⁾によれば真珠袋形成までの日数として9月における施術では7日以上を要することを述べており、形成までの期間には個体による差が充分考えられるしまた、その後の長期の養殖期間中の母貝の個体差等から、浜揚げ時までその影響が継続することはないものと思考される。

3. 真珠の“きず”及び“しみ”について

採取された真珠の“きず”及び“しみ”の程度を肉眼的観察によつて次のごとく5種類に分類した

- 無きずだま (表面滑らかで“しみ”“きず”が全然認められないもの)
- 小きずだま (小さい1点の“きず”を認めるもの)
- 大ききずだま (大きい1点及び、2点以上の“きず”を認めるもの)
- しみだま (表面は滑らかであるが、真珠層内面に汚点を認められるもの)
- しみ・きずだま (“しみ”及び“きず”の両方が認められるもの)

以上の分類による施術方法別の真珠の分布状態を示すと第3表のごとくなる。

第3表 “きず” “しみだま” の出現率

施術方法	無きず 小きず	大ききず	しみ	しみ きず	計
後付け法	26 (29.55)	23 (26.14)	19 (21.59)	20 (22.73)	88 (100.)
同時付け法	16 (15.09)	34 (32.08)	23 (21.70)	33 (31.13)	106 (100.)

() : 百分率

第3表から施術方法別の“きず” “しみだま” の出現分布の状態について χ^2 -検定を行なえば、(無きずのたまは少量のため小きずだまとまとめて検定した)

$$\chi_s^2 = 6.470 \quad n = 3 \quad \text{Pr}\{\chi_s^2 > 6.251\} = 10\%$$

であり、有意の差は認められない。しかるにここに無きずだまのみを指摘して(第4表) Yatesの修正方法⁴⁾により検定すれば、

第4表 無きずだまの出現率

施術方法	無きずだま	その他	計
後付け法	9 (10.22)	79 (89.77)	88 (100.)
同時付け法	3 (2.83)	103 (97.17)	106 (100.)

() : 百分率

$$|\chi_0^2| = t = \sqrt{3.555} = 1.8854$$

$$P = \Pr.\{t > 1.8854\} = \int_{1.8854}^{\infty} \Phi(t) dt = 0.03$$

以上、3%の危険率で有意の差が認められる。すなわち、「後付け法」により施術された真珠には無きずだまが「同時付け」のそれと比較して多数産出の傾向がうかがわれる。青木⁵⁾ (1957)によれば異常形真珠の成因

の一つとして、核とピースとが密着せず一部または全部が離れている場合、また、ピースの内面が核に接着した場合を報告している。ここに「後付け法」による施術の場合、ピース添付に際してピースの外表面を核に確実に密着させることは容易なことであり、以上の原因からなる“きず”及び“しみだま”の産出は減少出来るものと思考される。

摘 要

1. 「後付け法」及び「同時付け法」の二つの施術方法により養成された真珠の品質について比較検討を試みた。
2. 真珠の色別出現分布には、両方法間に差は認められない。
3. 真珠の巻きを1個当りの平均重量で表わした場合、両方法間に差は認められない。
4. “きず”及び“しみだま”について、両方法を比較すれば「後付け法」による真珠に無きずが「同時付け法」のそれと比較して多数産出される傾向にある。

文 献

- 1) 久米 武夫. 1953. 宝石学. 東京・風間書房.
- 2) 太田 繁. 1957. 長崎県における真珠業界の現況. 水産増殖 3(4) 31-33.
- 3) 町井昭・中原皓. 1957. 真珠袋の組織学的研究 II. 季節による真珠袋形成速度の差異. 国立真珠研報 2: 107-112.
- 4) 鳥居 敏雄. 1954. 医学生物学のための推計学. 東大出版会.
- 5) 青木 駿. 1958. 異常真珠について. 真珠研究会々報 8: 24-30.
- 6) ————. 1957. 真珠養殖における挿核施術に関する研究 II. 外とう膜片の外表面(貝殻面)が核に接着しなかつた場合について. 国立真珠研報 3: 218-228.

真珠養殖における挿核施術に関する研究

Ⅲ. 外套膜縁、外縁套膜、外套腔各部よりそれぞれ切り取られたピースを用いて施術を行なった場合について*

青 木 駿

富士真珠株式会社研究部 三重県浜島町

真珠が養殖形成されるために、外套膜組織が重要な役割をもつということは、すでに数人の研究者によつて報告されている。アコガイ (*Pinctada martensii*) の外套膜組織に関しては小島¹⁾が一般構造並びに上皮細胞下に垂下している各種細胞について詳細な報告を行なつている。小島¹⁾が観察している如く、外套膜は形態的に先端より外套膜縁、外套縁膜、外套腔の3部に大別することが出来る。

更に外套膜縁は三つのひだに分かれておりそれぞれを殻側しゆう(褶)、中央しゆう(褶)、内側しゆう(褶)と呼んでいる(第1, 2図)。

外套縁膜部の外面(貝殻面)には、外套膜周縁に平行して走る黒褐色の色線が普通みられる。一般に養殖場ではこの色線がほぼ中心になるように2~3mm角にメスで切り取つた外套膜片(mantle piece, 以下ピースと略す)をそう核施術の際用いている。

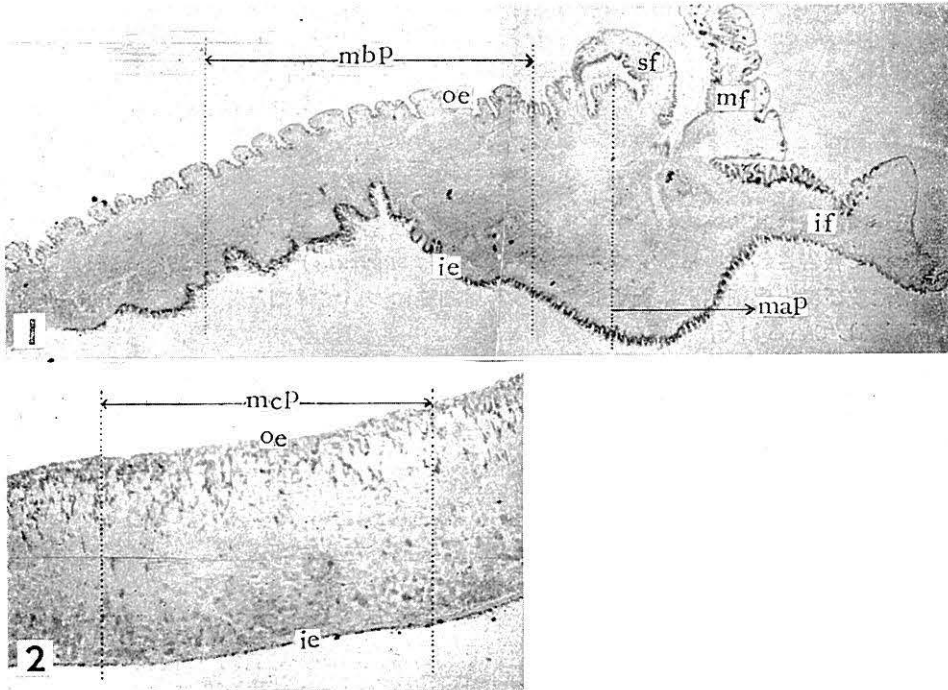
色線を基準にして、外套膜縁に近い方を多い目に切り取つたピースを用いると、たまの巻きは良いが色が悪く、逆に色線を基準にして外套膜縁に近い方を少な目にするるとたまの巻きはやゝ落ちるが色が良くなるという結果を経験的に主張している業者が多い。同一外套膜でもピースに切り取る部位によつてそれがもつ真珠袋形成力及び生理的機能にそれぞれ差異があろう²⁾ことは推測されるが、外套膜のどの位置を切り取つたら実際に真珠を養殖する立場からいつて望ましいかなど技術面における重要な問題の一つでありながらまだ解決されていない。この問題の基礎的研究として、今回外套膜を外套膜縁、外套縁膜及び外套腔の3部に大きく分け、それぞれの部分よりピースを切り取り、施術を行ないその結果いかなる真珠袋並びに真珠が形成されるかについて組織学的観察を行なつたのでこゝに報告する。

本研究にあたり、御援助下さつた国立真珠研究所高山活夫所長並びに中原皓、町井昭両氏更に当研究部森岡範郎氏に深謝の意を表す。

* Shun Aoki. Some experiments on the nuclear insertion in the pearl-culture of the pearl oyster (*Pinctada martensii*). III. Formation of the pearl-sac and the pearl when the pieces from three different parts of the mantle were inserted. With English summary, p. 514 Bull. Natl. Pearl Ras. Lab. 5: 503-515. 1959. (国立真珠研究所報告 5: 503-515. 昭和34年12月)

観察材料及び方法

今回の観察でそう核施術に用いた外套膜各部それぞれのピースは第1, 2図に点線で示す位置より切り取られたものである。すなわち外套膜縁部のピースは三つのひだを含み、ひだの基部より切り取つたもので、外套縁膜部のピースは外面色線がほぼ中心になるように切り取つたもので、外套腔部のピースは腔部のほぼ中央部より切り取つたものである。ピースを取つたアコガヤイは3年生、それぞれ各部ピースの大きさは一辺が2mm内外の方形になるようほぼ一定にした。施術は、これら各部ピースと4~5mmのパラフィン核を用い、それぞれのピースの外面(貝殻面)が核に接着するよう3年生のアコガヤイに同時付けの方法によつて1956年4月28日に行なつ



第1図 外套膜縁及び外套縁膜部。外套膜縁は殻側しゅう(褶)(sf), 中央しゅう(褶)(mf), 内側しゅう(褶)(if)の三つのひだに分かれている。外套膜部分の外面上皮(oe)と内面上皮(ie)とは形態が異なる。更に外套縁膜部分の内面上皮と内側しゅう(褶)の内面上皮とは形態が異なる。図の点線は、今回の観察で用いた外套膜縁部のピース(maP)並びに外套縁膜部のピース(mbp)がそれぞれ切り取られたおよその位置を示す。×23

第2図 外套腔部。外面上皮の下側に比較的大型の腺様細胞がみられる。内面上皮面に繊毛があるのがわかる。図の点線は、今回の観察で用いた外套腔部のピース(mcp)が切り取られたおよその位置を示す。

以上いずれも4月28日ホルマリン固定, H-E染色。×23。

た。施術後100日まで数回にわたり固定を行ない、各部ピースの変化並びに分泌の状態を光学顕微鏡を用いて組織学的に比較観察した。固定はホルマリン10%液で行ない、脱灰の必要があると思われた材料については三塩化醋酸・ホルマリン混液(三塩化醋酸5%液9:ホルマリン1)で脱灰し、パラフィン切片を作り Delafield・Haematoxylin-Eosin (以下 H-E 染色と略す) 二重染色を行なつた。

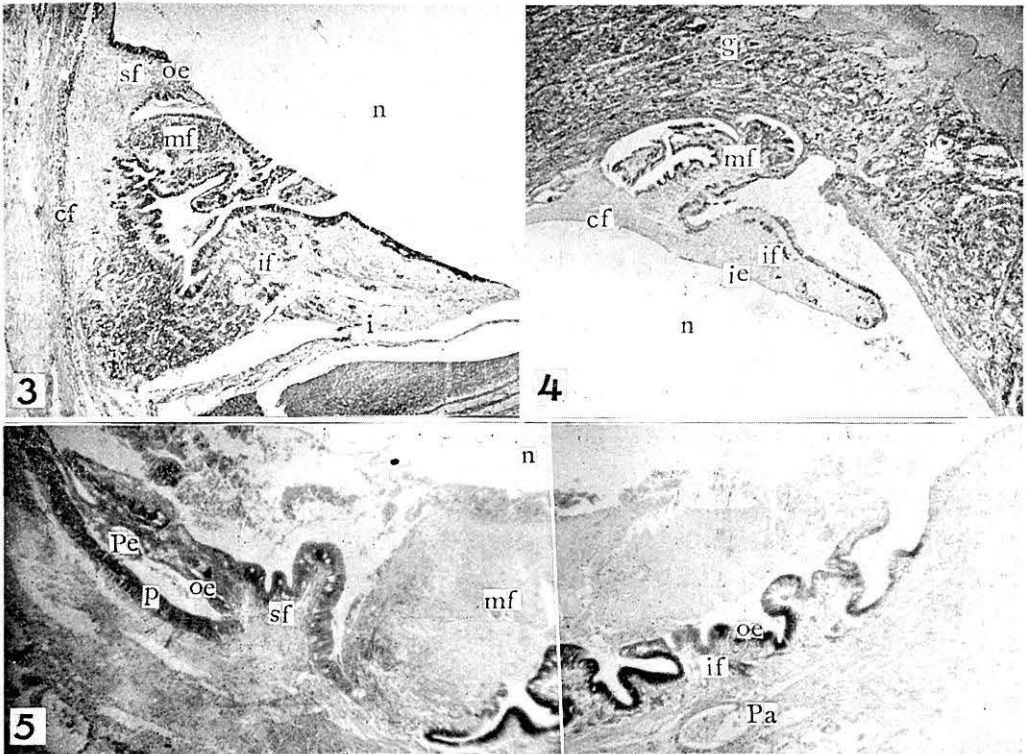
なお、ピース作製にあつては、上皮組織のはく離を恐れ内、外面とも出来るかぎりこすらな

いようにした。

観察結果及び考察

(1) 外套膜縁部より切り取られたピースを用いて施術を行なった場合

第3, 6図の如く, 三つのひだのうち, 殻側しゅう(褶)の外面上皮(便宜上各ひだの貝殻に向いている面を外面としその反対側の面を内面とした)が核に接着するように今回施術を行なったが, まれには第4図の如く反転して, 内側しゅうの内面上皮及びピースに切り取った際の切断面が核に接着していることがあり, あるいは第5図の如く, 三つのひだそれぞれが核に接しているなど種々の状態に移植されているのがみられた。いずれの状態に移植されても, 施術後まもなく



第3図. 外套膜縁部の三つのひだのうち, 殻側しゅう(褶) (sf) の外面上皮 (oe) が核 (n) に接着しピースに切り取った際の切断面 (cf), 及び内側しゅう(褶) (if) の内面 (i) が周囲の組織に接着する状態に外套膜縁部のピースが移植されており, 殻側しゅう(褶)の外面上皮が核 (n) を取りまくように伸び始めているのがみられる (施術後9日)。 ×35

第4図. 第3図とは逆の状態に外套膜縁部のピースが移植されている。すなわち, ピースに切り取った際の切断面並びに内側しゅうの内面上皮 (ie) が核に接着し, 殻側しゅうの内面及び中央しゅう (mf) の一部分が生殖腺の組織 (G) に接着し結びついている。殻側しゅうの内面上皮及び中央しゅうの内, 外面両上皮が結びついた部分からそれぞれ伸びているのが認められる (施術後16日)。 ×28

第5図. ピースに切り取った際の切断面と, 内側しゅう内面の大部分が生殖腺の組織と接着し結びついている。殻側しゅうの外面上皮及び内側しゅうの外面上皮が核を取りまくように伸びている。中央しゅうは解体しつつある。殻皮質 (pe) の分泌がみられる。内側しゅうの内面上皮細胞によつて真珠袋様構造をもつ上皮 (pa) が形成されている (施術後15日)。 ×60

すると、ピースと生殖腺の組織とが結びつのがみられるが、移植された状態によつて、結びつきが異なるのは前報³⁾の場合とは同様である。第3, 5図の場合は内側しゅうの内面で上皮細胞の消失した部分とピースに切り取つた際の切断面とが生殖腺の組織と結びついており、第4図の場合は殻側しゅう及び中央しゅうの一部が生殖腺の組織と結びついている。

結びついた部分は細胞と細胞とが網目状になつており、境界が不明りような場合が多いが、部分的に境界が明らかで、ピースと周囲の組織との間に遊走細胞が多数集合していることもある。中原・町井⁴⁾はピースと周囲の組織が結びつく際に遊走細胞が関与するのではないかと考えている。

外套膜縁部ピースを用いた場合の観察で興味ある事実は、第6図の如く、内側しゅう内面上皮が生殖腺の組織に接する状態に移植されていても、その部分が生殖腺の組織と結びつかず、しかも、施術後20日を経過する頃でも内面上皮が全く消失せず明らかに認められたことである。

次に上皮細胞の増殖についてあるが、第3図では殻側しゅう外面上皮が伸びており、第4図では殻側しゅうの内面並びに中央しゅうの内外面両上皮がそれぞれ結びついた部分から伸び始めているのが認められる。第6, 7図では内側しゅうの内面上皮まで伸びているのが認められ、真珠袋様の上皮を形成している。

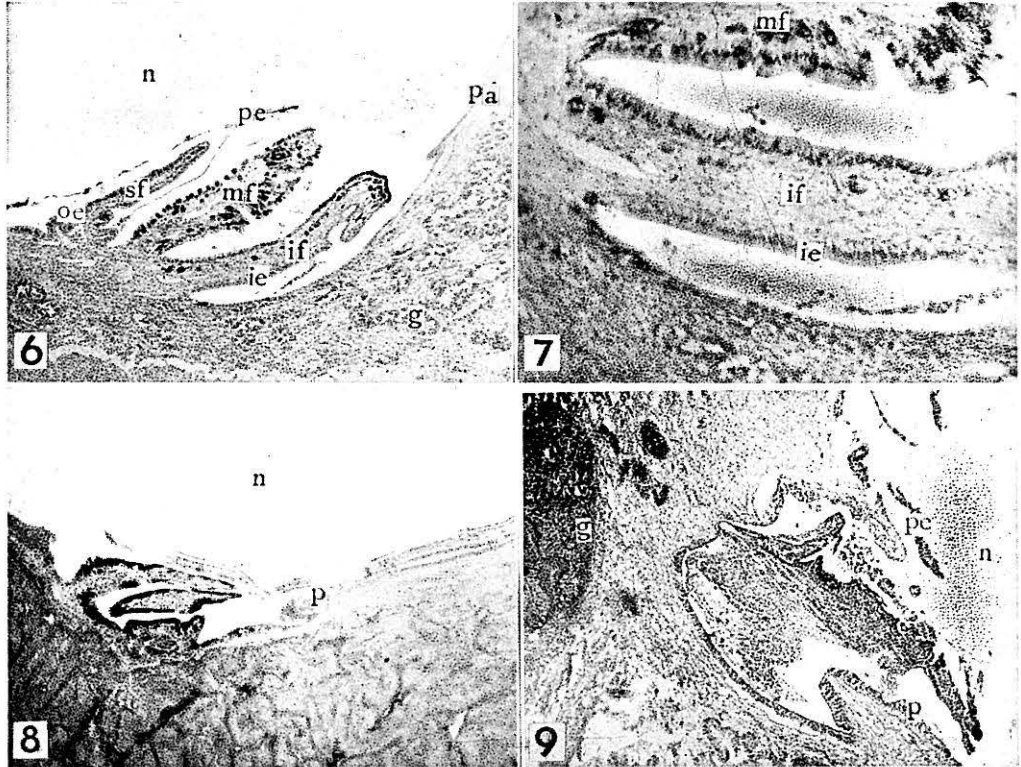
以上の如く、外套膜縁部のピースを用いた場合の結果では殻側しゅう外面以外でも各ひだ、各面それぞれの上皮細胞が増殖しているのが認められた。第7図は第6図の一部分を拡大した図で、内側しゅう内面上皮が傷口にそつて伸びているところを示すが、伸びた上皮の形態は5~10 μ 位のへん平な細胞が一層に並んでおり、それら上皮細胞は増殖初期のものとしては、外套膜縁部のピースを用いた場合の正常な真珠袋形成初期にみられるものと顕微鏡下では形態的にその差異がつかめなかつた。ただし、伸びた上皮中のある部分には色素粒を含む細胞が介在していた。核をとりまく上皮組織が完成される時期はピースの移植された状態あるいは個体差などにより一様でないが、施術後20日を経る頃には、各ひだ、各面いずれかの上皮細胞に由来する上皮組織が核を完全にとりかこんでいる個体のみられた。

今回の観察によれば、外套膜縁部をピースに用いた場合、まずエオシンに好染する殻皮質のみられるのは第6図の如く殻側しゅう外面にあたる核面及び殻側しゅうと中央しゅうの間のいわゆる殻皮溝といわれる部分で、中央しゅう内面、または内側しゅう外面及び内面にあたる部分あるいはそれら上皮から増殖形成されたと思われる上皮に面する部分には殻皮質の分泌がみられなかつた。第8図は施術後49日を経過した標本であるが、核面に殻皮層及び稜柱層が形成されているのがみられ、ひだの部分の状態は明確でないが外套膜縁部ピースのなごりが図に示す如く明らかに残つており、その部分は複雑な真珠袋上皮を形成している。前報³⁾において外套膜縁部をピースに用いた場合も核とピースとの位置関係によつては、ピースの移植された部分に複雑な真珠袋上皮が形成されることがあり、その結果真珠袋上皮の形態にそつてその上皮の外側に分泌物が構成されるため、その部分に異常突起が形成されるのをみたが、第8図に示す如く外套膜縁部ピースを用いた場合複雑な真珠袋の形態には関係なく核面にそつて分泌物が構成され外套膜縁部ピースの移植された部分の複雑な上皮にそつては分泌物がみられないこともある。

第6, 8図に示す如く、これら構成された分泌物の形から殻側しゅう外面あるいは殻皮溝並びに中央しゅう外面の先端附近以外、例えば内側しゅうの上皮も場合によつては一応上皮細胞の増殖が行なわれ、真珠袋様構造をもつ上皮を形成することがあるが少なくとも形成後初期においては、外套膜縁部外面上皮によつて形成された通常真珠袋上皮の如き分泌機能はもたないのではないかと考えられる。川上⁵⁾も外套膜先端を切除した場合の再生を観察しており、中央しゅうの一部

まで外面上皮から伸びて再生し、内面上皮あるいはそれを起源として再生された内側しゅう及び中央しゅうの一部は分泌を行なわないといっている。

第9図は外套膜縁部ピースを用いて、施術後62日を経過する標本であるが、核をとりまく真珠



第6図. ピースに切り取つた際の切断面だけが生殖腺の組織(g)と結びついている。殻側しゅう(褶)(sf)の外面上皮(oe)は核(n)にそつて伸びて真珠袋上皮を形成し、また内側しゅう(褶)(if)の内面上皮(ie)も伸びて核(n)をとりまく真珠袋様構造をもつ上皮(pa)を形成しつゝある。分泌された殻皮質(pe)が殻側しゅう外面の部分及び殻側しゅうと中央しゅう(mf)の間にみられる(施術後20日)。×35

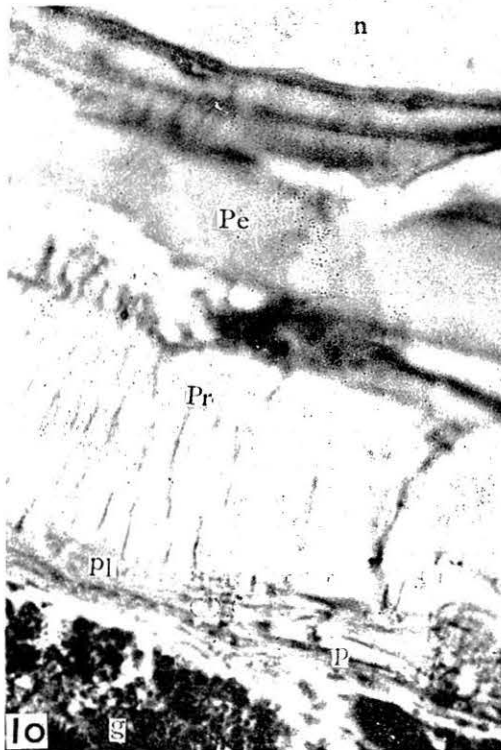
第7図. 第6図の一部を拡大した図で内側しゅうの内面上皮が伸びて行くところを示す。増殖された上皮細胞の形態は5~10 μ でへん平である。伸びた上皮中に色素果粒を有する細胞が介在している(施術後20日)。×120

第8図. 核をとりまく真珠袋上皮(p)が形成されており核面に殻皮層と稜柱層が形成されている。ピースが移植された部分が明確で、複雑な上皮が形成されているが上皮の形態には関係なく核面にそつて分泌物が構成されている(施術後41日)。×35

第9図. 核をとりまく真珠袋上皮が形成されており、図に示す部分はピースの移植された部分と思われる。真珠袋上皮はわん曲しながら袋状に生殖腺の組織にはいりこんでおり、その内部には殻皮質、色素果粒並びに死んだ細胞が多数見られる(施術後62日)。×35

袋上皮が形成されており、ピースが移植されたと思われる部分の真珠袋上皮は図に示す如く、わん曲しながら袋状になつて生殖腺の組織の内部にはいりこんでいる。その袋状の真珠袋内部にはエオシンに好染する無構造な殻皮質の外に色素粒あるいは、遊離した細胞が多数含まれている。これは恐らく施術後しばらくは第6図などの如くひだが残つていたがその後生殖腺の組織の上に増殖された上皮細胞だけが残つて真珠袋上皮を形成したものである。この袋状の真珠袋内部

に多数みられた色素粒は上皮中にみられた色素細胞より放出されたものであろうと思われる。また遊離した状態で含まれている細胞の多くは、生殖腺の組織より離れたひだの組織が解体したもので、それにまじって周囲の組織よりその間げきにはいり込んで来たと思われる遊走細胞もある。またこの部分の真珠袋上皮中には色素粒を含む細胞が介在しているのがみられた。外套膜縁部、各ひだの上皮中には特に黄かつ色、茶かつ色あるいは黒かつ色など種々の色素粒を含む色素細胞が多い(第1図)が、外套膜縁部をピースに用いて形成された真珠袋上皮中には第3~9図の如く形成後初期の間はピースの移植された部分あるいはその附近の上皮中に色素細胞が介在してみられるが、100日を経過する頃になるとほとんどの場合色素粒を含む細胞が真珠袋上皮中にみられなかつた。恐らく100日を経過する頃には、ほとんどの色素粒が真珠構成物質にまじって、核面に移行されるのではないかと考えられる。



第10図。外套膜縁部のピースを用いて施術後100日を経過する材料の一標本であるが、図に示す如く殻皮層(pe)と稜柱層(pe)が厚く被着しているのが普通であり、図に示す如くまれには部分的に薄い真珠層(pl)が形成されていることがある。真珠袋上皮(p)は薄くへん平である。×400

真珠袋上皮に比べて非常にへん平で5~10 μ 位の場合が多かつた。

(2) 外套膜縁部より切り取られたピースを用いて施術を行なつた場合

現在養殖場で施術の際用いているピースは外套膜縁部より切り取つたもので、このピースを用いた場合の真珠袋形成過程については数人の研究者によつてほぼ明らかにされている。前述の如く三つのひだを含む外套膜縁部をピースにした場合は内側しゅうの内面上皮細胞まで増殖し真珠

分泌についてあるが施術後100日を経過する5標本について分泌状態を調べたが4標本は殻皮層が核面にまず形成され、その後固定時まで引続いて稜柱層が形成されており、真珠層の形成がみられなかつた。残りの1標本は第10図の如くまず殻皮層と稜柱層が厚く核面に被着し、その後、ごくわずかではあるが真珠層が部分的に形成され始めているのが観察された。なおこの際観察される稜柱層の構造は外套膜縁部ピースを施術に用いた場合、通常みられる稜柱層¹³⁾とやや異なり、図にも示す如く、柱状構造に直交した conchiolin の層が少ない場合が多い。100日後の分泌変化については残念にも材料がなく観察し得なかつたが、今回の観察結果より外套膜縁部をピースにした場合、殻皮層と厚い稜柱層の被着によるいわゆる“ブドウタマ”かあるいは厚い稜柱層を含む“ドロタマ”になるのが多いのではないかと推測された。また外套膜縁部をピースに用いた場合第9図の如き経過でピースの組織を含んだ“シミタマ”“キズタマ”になる可能性も多分に考えられる。なお、施術後100日を経過しても稜柱層のみを続けて形成している真珠袋上皮の形態は、殻皮質から稜柱質分泌に変化した始めた頃の真

袋上皮様のものを作る能力をもつていると述べたが、外套縁膜部のピースを用いた場合は **Kawakami**^{6) 7)}, 青木⁹⁾, 中原⁴⁾, 町井⁸⁾ が報告している如く、内面上皮細胞は外面上皮細胞が真珠袋上皮を形成する以前に消失してしまう。内面上皮が消失する原因についてはまだ明らかでないが、高山・中原¹¹⁾ は実際に養殖場で用いているピースはピース作製の際一般に内面の粘液をぬぐいさるため軽くこするので、その時すでに大部分の内面上皮細胞が剝離することを観察しており、それが原因でピースの内面上皮が施術時にすでに消失していることもあろうが、今回の観察に用いたピースは内、外面面ともほとんどこすらず大切に扱って作成したものであつたがやはり同様に内面上皮細胞の増殖は認められず外面上皮が真珠袋上皮を形成する以前に消失してしまう結果であつた。このことより外套縁膜部の内面上皮細胞は生殖腺内では増殖する能力がもともとないものと思われる。従つて前報⁹⁾ で述べた如く、正常な真珠を得るためにはピースの外面が核に接着するように施術を行なうことが是非必要となるが、実験には内面が核に接着したり、核と離れた位置にピースが移植されたり、など種々の場合がまれにはみられ、その結果については後報⁹⁾ の如く、真珠を養殖する立場からいつて望ましくない場合が多かつた。

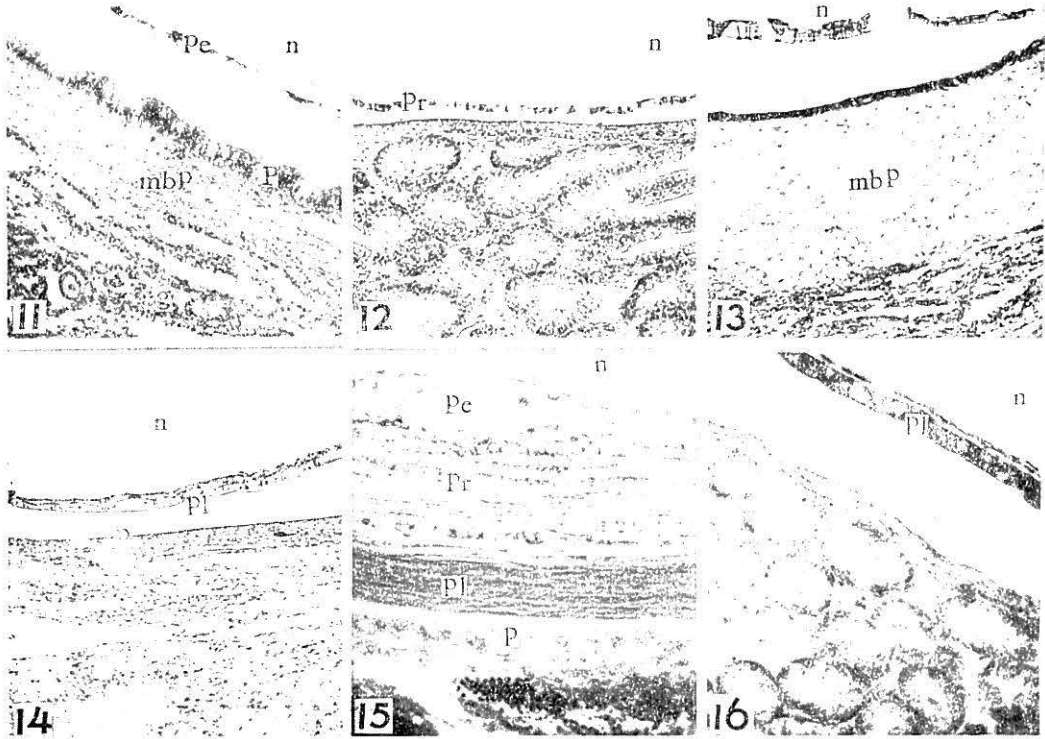
施術後ごくまもない頃 (2~7日) の移植されたピースの状態は、変化のみられるのが同一ピースでも部分によつて異なり、例えばひろがつた周辺のある部分は生殖腺の組織と結びつき、その部分は外面上皮細胞の増殖もやゝ認められるが他方は生殖腺の組織と密着せず離れており、外面上皮細胞の増殖も全く認められないといったような状態がしばしばみられる。これらの原因は、その場合場合によつて異なると思われるが、ピース作成の技術、移植された時のピースの状態あるいは移植されたピースが接する周囲の組織の状態、更にピースの部分による真珠袋形成機能の差異などが考えられる。一方この頃のピース内面の部分は、内面上皮細胞が全く消失した部分が生殖腺の組織と結びついている場合が多いが、なかにはわずかに内面上皮が部分的に残つておりその部分が生殖腺の組織と密着せず離れていることもあつた。その後、ピース外面の上皮細胞の増殖が周囲に向かつて更に進む頃の断面は一般に幅がせまくなり周辺が伸びて細長くなつている。この頃には内面上皮細胞は全く消失し、ピースの結合組織は周囲にひろがり周囲に伸びた上皮と生殖腺の組織との間に細くなつて入りこんでいる。またこの頃の筋肉組織の変化は同一ピースでも部分的に異なり、例えばある部分は結合がややゆるく、斑点状にまばらにみられるが、他の部分においては筋肉細胞が密で繊維状にみられるなど種々の状態が観察される。これは外套縁膜の部分でも筋肉組織の分布が異なるため、切り取られたピースの内部に筋肉細胞の多い部分とあるいは少ない部分があり、それがため筋肉組織の変化して行く状態も部分的に異なるものと推測された。

完成された真珠袋上皮と生殖腺の組織とを結びつけている結合組織にはその起源に2種考えられる。ピースの移植された部分あるいはその附近のものは主にピースの結合組織に由来しようが、その他の部分では、傷口にふえた再生組織に由来するものもあるのではないかと考えられる。

一般に真珠袋の完成直後の状態はピースの移植された部分の上皮が厚く、厚さ30~40 μ 位の円柱上皮で、伸びていつた上皮の末端あたりは1~3 μ 位で非常にへん平な上皮が形成されているのがみられる。外套膜の縁膜部外面の上皮中には、色素細胞があり、また上皮細胞間には小島¹⁾が Mallory 染色によつて分けている幾種かの腺細胞が認められる (第1図) が、形成された真珠袋上皮中には色素細胞もまた外套膜上皮中にみられたような腺細胞も認められない場合が多い。

核の周囲に殻皮質が被着される頃になると、やはり一番上皮の厚いのはピースの移植された部分の場合が普通であるが、伸びて行つた部分も3~10 μ 位でやゝ厚くなつてきている。まれには前報¹⁰⁾ にのべた如く殻皮質の被着以前に遊離した細胞など附着物が核面にみられることがある

が、その場合は、ピースの移植された部分以外でも真珠袋上皮が異常に厚くなっていることがある。こういった場所は将来被着される殻皮質の量も多い。第11図の如く、被着されてまもない頃の殻皮質の構造は細い帯に観察される。ホルマリン固定 H-E 染色の標本によれば、その細い帯全



第11図、外套縁膜部のピース (mbp) とパラフィン核 (n) を用いて施術を行なった場合、真珠袋上皮が完成後核面にまず殻皮質 (pe) の被着がみられるが、図にも示す如くまだピースの移植された部分が明確な場合が多く、その部分の真珠袋上皮 (p) は他の部分に比べて厚く、その部分の上皮下には筋肉組織並びに結合組織の分布が密にみられる (施術後16日)。×100

第12図、殻皮質が被着されて後、稜柱層 (pr) の形成がみられるのが普通であるが、稜柱層の形成初期の真珠袋上皮はやゝ背の低い円柱上皮か立方上皮の場合が多い (施術後25日)。×100

第13図、図に示す如く施術後30日を経過する標本でも、真珠袋上皮に結合組織が厚く残っている部分があり、この部分に外套縁膜部のピースが移植されたものと推測される。施術後ピースの移植された部分が明確でなくなる時期はそれぞれ条件によつて異なる (施術後30日)。×100

第14図、稜柱層が形成され次に真珠層 (pl) の形成がみられるのが普通で、真珠層形成初期の構造は被着面に対してはゞ平行した二、三の薄い層がいくついでみられる。真珠袋上皮はへん平である (施術後35日)。×100

第15図、外套縁膜部のピースを用いて施術後100日を経過する材料の一標本であるが、普通図にも示す如く、第10図に比べて核面に被着した全体の量は少ないが殻皮層、稜柱層の次に厚く真珠層が被着形成されているのがみられる。真珠袋上皮は薄くへん平である (施術後100日)。×400

第16図、真珠層形成が進行している標本である。パラフィン核を用いた場合でも、殻皮層の次に真珠層が形成され、稜柱層の被着が部分的にはほとんど認められないということもある。しかしパラフィン核を用いた場合殻皮層の形成はほとんど核面全体に認められる場合が多い (施術後125日)。×100

体がエオシンで赤く染まつて無構造にみえることもあれば、赤く染まつたこまかい果粒が多数じゆず状につながつて帯を構成していることもあり、あるいはヘマトキシリンで青く淡染した帯の中に先の赤く染まつた果粒が多数含まれ帯全体が紫にみえることもあつた。その後更に分泌が進んだ頃の構造は赤く濃染した無構造な帯に観察される場合が多かつた。

すでに真珠袋並びに真珠形成に関する顕微鏡的観察^{6) 7) 8)}が二、三の研究者によつて行なわれており、パラフィン核を用いた場合、真珠袋上皮が形成されて後まず殻皮質の被着がみられ、次に稜柱層、真珠層と順次形成されるのが一般に報告されている。その分泌初期の変化は、真珠袋上皮全体の分泌機能が同時に順次変化するのではなく、例えば稜柱層の形成がみられる頃には一部ではすでに真珠層が形成されており、なお他の部分ではまだ引続いて殻皮層の被着しかみられないといった具合に部分的に真珠袋の分泌機能が異なるのが和田¹²⁾も指摘している如く真珠袋完成後しばらくは一般の現象として認められる。殻皮質の被着から稜柱層の形成に変化した部分の上皮細胞は一般にやや背の低い円柱状あるいは立方状細胞で胞状の細胞を上皮中に含んでいることもある。第12図の如く殻皮質の次に構成された稜柱層の形成初期の概観は、ホルマリン固定、三塩化醋酸脱灰、H-E染色の標本によれば被着面に対して垂直な柱状構造で、柱状構造はエオシンで赤く染まつている。更に分泌が進み、厚く構成された稜柱層はその柱状構造に直交したconchiolinの層がある間隔をおいて多数みられる¹³⁾のが普通である(第13~15図)。

稜柱層から真珠層の形成に変化を起こした部分の真珠袋上皮は、14図の如くへん平な細胞層で2~10 μ の厚さである。形成されてまもない頃の真珠層は、三塩化醋酸脱灰、H-E染色の標本によれば、被着面に対してほぼ平行した二、三の薄い層がいくんだ状態でヘマトキシリンに染まつて青くみえる。第11~14図はそれぞれ施術後経過日数の異なる材料の標本であるが、同一標本であつても部分によつてそれら異なつた分泌状態がみられることがあり従つてそのような場合は真珠袋上皮の形態も部分的に異なり一様でない。

第13図は施術後30日を経過する材料であるが、真珠袋上皮下には退化しつつある筋肉細胞がエオシンに淡染してまばらにみられ結合組織の分布並びに真珠袋上皮も他に比べて厚く、ピースの移植された部分であることが明らかに認められる。ピースの移植された部分が明確でなくなる時期は切り取つたピースの大きさ、あるいはアコヤガイの個体差によつて同一条件の群においてもまちまちで、更に外囲水温などによつても異なるようである。

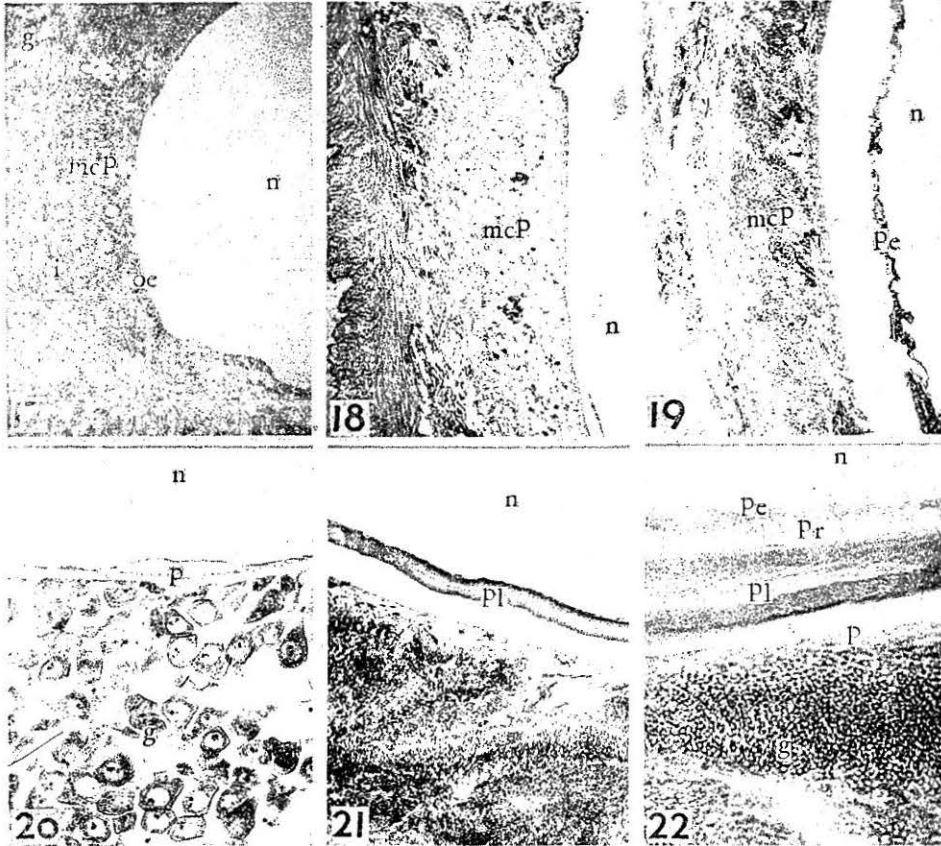
第15図は施術後100日を経過する一標本であるが、第10図の外殻膜縁部をピースに用いて100日を経過した標本に比べて核に被着した全体の量は薄い、殻皮層、稜柱層の次に厚く真珠層が形成されているのが認められる。この頃の真珠袋上皮の厚さはほぼ一様で、第14図の如く真珠層形成に変化し始めた頃の上皮に比べると更にへん平な部分が多かつた。おな第16図の如く、パラフィン核を用いた場合でも殻皮層の次に真珠層が形成され、稜柱層の被着が部分的にほとんど認められないということもある。しかしながらパラフィン核を用いた場合殻皮層の形成はほとんど核面全体に認められる場合が多い。

(3) 外套腔部より切り取られたピースを用いて施術を行つた場合

第17図は施術直後のホルマリン固定、H-E染色の標本であるが、核に接している部分の上皮は、外套腔部の外面上皮である。その上皮細胞の形態は、高さ10~15 μ 位ではほぼ立方状をしたものが多い。ピースの外面近くには外套腔部特有の比較的大形な腺様構造をもつ細胞が多数みられ、細胞中にはエオシンに濃染する果粒を多数含むものもあれば、ヘマトキシリンに濃染する果粒を多数含むものもある。またこれら腺様細胞のうちには外面の上皮細胞間に口を開いているのがみら

置れる。含まれた果粒の染色性によつて細胞の隣接面はほゞ明らかである。

腺様構造をもつ細胞の多数集まっている部分から内面に至る間には比較的厚い結合組織があり、



第17図. 外套腔部のピース (mcp) が移植されて直後の状態で、外面上皮 (oe) が核 (n) に接し、内面 (i) が生殖腺の組織 (g) に接している。外面上皮下には腔部特有の大形で不定形な腺様細胞が多数みられる (施術直後)。×20

第18図. 外面上皮が伸びはじめた状態を示す。ピースと周囲の組織が結びついた部分は細胞同志が網目状に相結合している。H-E染色で好染する果粒がピースの内部に部分的に集まってみられる。(施術後7日)。×50

第19図. 図に示す如く、ピースの移植された部分は施術後20日を経る頃の材料においても未だ明らかな場合がある。この部分の真珠袋上皮細胞は 10μ 位の高さでやゝ円柱状であり、その部分の核面には殻皮層 (pe) の被着がみられる (施術後20日)。×100

第20図. 外套腔部をピースにした場合、形成された真珠袋上皮 (p) から分泌構成されるものはわずかな殻皮層と真珠層の場合が多い (施術後50日)。×100

第21図. 施術後100日を経過する材料の一標本であるが、殻皮層と真珠層 (pl) のみが核面に被害構成されており、稜柱層の形成がほとんどみられない。外套腔部をピースに用いた場合、その結果はこのような分泌状態を示すのが多いが、なかには第22図の如く、部分的に稜柱層の形成がみられることがある。しかし分泌された全体の量は外套膜縁部をピースに用いた場合と比べると一般に少ない。×100

第22図. 施術後100日を経過する材料の一標本であるが、外套腔部をピースに用いても、場合によつては形成された真珠袋上皮のある部分には殻皮層 (pe)、稜柱層 (pr)、真珠層 (pl) をそれぞれ分泌形成する能力があることがわかる。×400

明らかな筋肉組織はみられない。内面の絨毛上皮はほとんど消失しており基底膜が直接生殖腺の組織に接着している。

第18図は施術後7日を経過するものでピース周辺は網目状に細胞同志が相結合しておりピースと周囲の組織との境界が不明りようで、ピースの内部に多数みられた腺様細胞もその構造が不明りようになり、わずかに部分的にエオシンあるいはヘマトキシリンに濃染する果粒が集まっているのがみられる。集まっている果粒のまわりを結合組織様の組織がとりかこんでいる。内面の部分は部分的に境界が明らかなどころがあり、その境界面には遊走細胞がみられる。また外面上皮が周囲に向かって伸びているのも認められる。

施術後7日を経る材料で、内面が核に接着し、外面が生殖腺の組織に接する状態に移植されているのを1例みたが、前報³⁾と同様、生殖腺の組織と移植されたピースとの間に将来その内部にケシが形成されると思われる小さな真珠袋上皮が形成されつゝあつた。このことより、外套腔部をピースに用いた場合も移植された状態によつて、その結果形成される真珠袋の形が異なることがわかつた。施術後15日を経る頃になると、外套腔部の外面上皮に由来する真珠袋上皮が完成されている個体があり、その真珠袋上皮の形態は、ある部分では高さ 2μ 位の非常にへん平な細胞が1層に並んで糸状に観察され、ピースの移植されたと思われる部分は高さ 15μ 位で円柱状の細胞あるいは高さ約 8μ 位で立方状の細胞が1列に並んでおり、その上皮中に胞状の細胞が介在していることもあつた。これら空胞状の細胞が小島¹⁾が外套膜組織の観察で述べている如く粘液放出後の空げき細胞であるかは不明である。前述の如くピースの移植されたと思われる部分あるいはその附近の上皮は一般に他の部分に比べてやゝ厚く、円柱状あるいは立方状に観察される細胞が配列した一層の細胞層で、細胞間に腺細胞などみられず外套腔部本来の外面上皮とは形態が異なる。第19図に示す如くピースの移植された部分は、施術後20日を経るころの材料においてもまだ明らかな場合があるが、それ以上を経過する材料においては、ピースの移植された部分が明確でない場合が多かつた。ピースの外面上皮以外の組織の退化消失の時期は外套縁膜部をピースに用いた正常対照個体に比べてやゝ早い結果であつた。第19図に示すこの標本においてはピースの移植された部分の上皮は約 10μ の高さでやゝ円柱状でありその部分の核面には殻皮層が分泌されている。

第20図に示す如く施術後50日を経過する頃の観察材料では、その核面に $2\sim 30\mu$ 位の薄い殻皮層がまずみられ、その次に稜柱層の形成が全くないかあるいはごくわずかで、直接 $2\sim 10\mu$ 位の薄い真珠層が被着形成されているといった部分が多かつた。しかしごくまれには殻皮層と真珠層の間に $40\sim 50\mu$ 位の厚い稜柱層が部分的に形成されているのがみられることがあり、あるいはまだ部分的には殻皮層のみの分泌しかみられないものもあつた。

施術後100日を経過する材料でも、第21図の如く殻皮層がまず核面をおおい次に直接真珠層が形成されているといった場合が多かつたが、なかには第22図の如く殻皮層、稜柱層、真珠層と順次わずかずつ部分的に形成されている個体もあつた。

今回の観察によつて、外套腔部をピースに用いて施術を行なつても腔部本来の上皮とは異なる真珠袋上皮が形成され、場合によつては殻皮層、稜柱層、及び真珠層いずれも分泌形成されることがあるが、しかし一般に外套縁膜ピースを用いた(2)の結果と比較すると、多くの場合稜柱層の被着形成が全くないかあるいはごくわずかで、同一期間養殖されたものでも核面に被着形成される全体の量は少なかつた。

一応今回の(1),(2),(3)の観察結果より外套縁膜部の色線をほぼ中心にしてピースを切り取る

現在の養殖技術は妥当ではないかと思われる。しかしピースのどの辺の位置にその色線がくるように切り取つたら実際に真珠を養殖する立場からいつて理想的であるかなどこまかい点は今後に残された問題の一つで更に研究を進めるつもりである。

要 約

アコヤガイの外套膜は形態的に大別して、先端より、三つのひだを含む外套膜縁、外套縁膜及び外套腔の3部分に大きく分けられる(第1~2図)。現在養殖場でそう核施術の際用いているピースは、外套縁膜部より切り取つたものであるが、それぞれ異なる3部分よりピースを切り取り施術を行なつた場合、形成される真珠袋にどの程度差異がみられ、その結果いかなる真珠が形成されるかについて、今回組織学的に観察を行なつた。

1) 外套縁膜部及び外套腔部の内面上皮細胞は生殖腺内では増殖する能力がなく、外面の上皮細胞が真珠袋上皮を形成する以前に消失してしまうが、外套膜縁にある三つのひだの上皮細胞はいずれも生殖腺内で増殖する能力がある(第3~7, 11, 18~19図)。

2) 外套膜腔部には腺様構造をもつ細胞が密集しているが外套腔部をピースに用いても、施術後日数を経過し、形成された真珠袋上皮中にはこれら腺細胞は全くみられなくなる。また外套膜に上皮中にみられる色素細胞は、先端に行くに従い多くなるが、外套膜縁部をピースに用いても今回の観察では施術後100日を経過する頃には、形成された真珠袋上皮中にこれら色素細胞がほとんどみられなくなる。

3) 外套膜縁部及び外套腔部より切り取つたピースを用いた結果核面に被着される分泌物について、外套縁膜部をピースに用いた正常対照個体と比較すると、外套膜縁部をピースに用いると、稜柱層の形成が厚く真珠層の被着が全くないかごくわずかであつた。また外套腔部をピースに用いると、真珠層の形成は薄い、パラフィン核を用いても稜柱層の被着が全くないかあるいはごくわずかで、殻皮層の次に直接真珠層が形成されている部分が多い。しかしまれには部分的に厚い稜柱層の形成がみられることもあつた(第10, 15, 20~21図)。

4) 現在養殖場で施術に用いているピースは外套縁膜部より切り取つたものであり、今回の観察結果よりそれは妥当だと考えられる。

Summary

The mantle tissue of the pearl-oyster (*Pinctada martensii*) are divided into three parts, namely, (1) the edge of the mantle containing the folds, (2) the middle part having no folds, and (3) the part referred to as the mantle cavity (Figs. 1-2).

The mantle pieces from the middle part of the mantle are usually used for insertion in the pearl-culture.

The formation of pearls was studied from the histological viewpoint in the cases when the pieces derived from three different parts of the mantle piece as mentioned above were inserted into the gonad together with the paraffin nucleus.

The results obtained are summarized as follows:

(1) The inner epithelium of the graft derived from the middle part of the mantle or from the mantle cavity underwent degeneration prior to the completion of the pearl-sac formation.

Generally, the epithelium covering three folds of the transplanted piece of the mantle-edge

spread to cover the inner surface of the injured mantle cavity (Figs. 3-7, Fig. 11, Figs. 18-19). (2) Certain large cells with a structure like secretory cells are abundant in the part referred to as the mantle cavity. But, in the case when the graft derived from the cavity was inserted into the gonad, the secretory cells disappeared in the early course of the pearl-sac formation.

Generally, the pigment cells increase in number along the mantle edge in the course of the normal pearl-formation. However, in the case when the graft derived from the mantle-edge together with its folds was transplanted into the gonad, the pigment cells showed a gradual degeneration in the process of the pearl-sac formation. Further, no pigment cells were observed at all in the pearl-sac epithelium which developed from this graft, so far as the samples 100 days after transplantation are concerned.

(3) In the case when the piece from the mantle-edge was employed for operation, the prismatic layer developed was generally thicker than that in the case when two other different pieces were used. Further, no pearl layer was formed even in the observations with the samples 100 days after operation.

In the case when the piece from the mantle-cavity was employed for insertion, the amount of substances coating the nuclear surface was generally thinner than that in two other cases: there was found no substance secreted from the prismatic layer on the surface of most nuclei, though there were a few exceptional samples as Figure 22 (Fig. 10, Fig. 15, Figs. 20-21).

(4) From the results of the present experiments, the suggestion is made that the piece derived from the middle part of the mantle is to be used for the nuclear insertion in order to obtain economically fine pearls in the pearl-culture.

文 献

- 1) 小島吉雄 1949. アコヤガイ外套膜の組織学的研究. 特に腺細胞に関する観察. Seibutu. IV. (4) 5—6 : 201—205.
- 2) 小林新二郎 1951. アコヤ貝に於ける再生試験から見た介殻形成力の勾配と年変化. 真珠の研究 2 (1, 2) 2—6.
- 3) 青木 駿 1957. 真珠養殖における挿核施術に関する研究Ⅱ. 外套膜片の外面(貝殻面)が核に接着しなかつた場合について. 国立真珠研報 3: 218—228.
- 4) 中原皓・町井昭 1957. 真珠袋の組織学的研究Ⅲ. 形成初期におけるピース並びにその周囲組織の変化. 国立真珠研報 3: 212—217.
- 5) 川上逸枝 1952. アコヤガイの外套膜の再生. 真珠の研究 2 (3) 1—4.
- 6) Kawakami, I. K. 1952. Studies on pearl-sac formation. I. On the regeneration and transplantation of mantle piece in the pearl oyster. Mem. Fac. sci. Kyushu Univ. ser. E (Biol), 1: 83—88.
- 7) _____ 1953. Studies on pearl-sac formation II. The effect of water temperature and freshness of transplant on pearl-sac formation. Ann. Jool. Tap. 25: 217—223.
- 8) 町井昭・中原皓 1957. 真珠袋の組織学的研究Ⅱ. 季節による真珠袋形成速度の差異. 国立真珠研報 2: 107—112.
- 9) 青木 駿 1956. 真珠袋形成に関する研究. 特に秋と初冬に作業を行つた場合について. 国立真珠研報 1: 41—46.
- 10) _____ 1957. 真珠養殖における挿核施術に関する研究Ⅰ. 挿入された核が収足筋に接した場合について. 国立真珠研報 2: 113—118.
- 11) 高山活夫・中原皓 1956. 挿核手術時における外套膜上皮細胞の剝落について. 国立真珠研報 1: 14—17.
- 12) 和田浩爾 1957. 真珠形成の顕微鏡的観察Ⅰ. 国立真珠研報 3: 167—174.
- 13) _____ 1958. 真珠形成初期の顕微鏡的観察Ⅱ. 国立真珠研報 4: 251—260.

真珠養殖における挿核施術に関する研究

IV. 真珠の形質とそれが形成された位置との関連性*

青 木 駿

富士真珠株式会社研究部 三重県浜島町

アコヤガイ *Pinctada martensii* (Dunker) を母貝といた真珠養殖において、現在一般にそう核施術が行なわれている部位は概略第1図に示すごとく、收足筋をなかにして肝臓側とその反対側(腸管迂曲部)の生殖腺内であり、普通業者間では肝臓側の生殖腺内に行なう施術を“うかし”入れ**と呼び、腸管迂曲部側の生殖腺内に行なう施術を“ふくろ”入れと呼んでいる。

大まかには、この2部分の生殖腺内に施術を行なっているが、同一部に施術されたものでも、施術後形成されつつある真珠の位置を顕微鏡下で細部にわたって調べると、場合によつては收足筋にごく接近状態にあつたりあるいは腸管や肝臓に接着状態であるなど厳密には、多少その位置に差異がある場合が多い。これらそう核位置の細かい差異が後に形成される真珠の品質を決定する技術上の重要問題の一つに考えられている¹⁾。

著者²⁾はさきに、技術問題として、そう入された核が收足筋に接着した場合形成される真珠袋にどの程度の差異がみられ、その結果いかなる真珠が形成され易いかについて組織学的観察を行ない、收足筋に接した位置で形成される真珠の多くはシミあるいは突起を有する異常形真珠になる可能性の高いことを述べた。

今回、いわゆる“うかし”、“ふくろ”両部分に養殖形成された真珠について、いかなる位置で形成された真珠が形質的に良く、また、いかなる位置にあつた場合その真珠は形質的に悪かつたかを組織学的に観察し、その関連性を調べた。その結果は実際問題としてそう核部位決定の参考に資すると思われるので概略ここに報告する。

本研究にあたり、御授助、御助言を下さつた国立真珠研究所、高山活夫所長並びに中原皓・町井昭両氏更に当研究部森岡範郎氏に深謝の意を表わす。

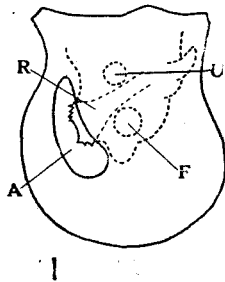
観察材料及び方法

今回の観察に供した材料は、1956年5月以降1958年9月に至るあいだ10数回にわたつて、“ふ

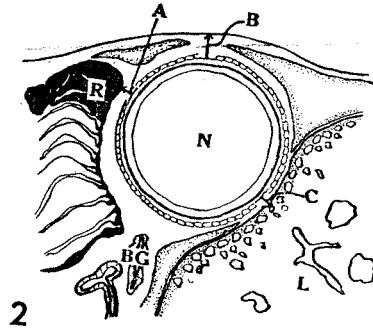
* Shun Aoki Some experiments on the nuclear insertion in the pearl-culture of the oyster (*Pinctada martensii*). IV. On the quality and shape of the cultured pearl in relation to the site of the pearl-formation. With English summary, P. 532. Bull. Nat. Pearl Res. Lab. 5: 516-540. 1959.

(国立真珠研究所報告5 : 516—540. 昭和34年12月)

くろ”及びうかしの2部分にいわゆる2個入れ施術を行なったものである。そのうちより顕微鏡的差異ではあるが、種々の異なる位置で形成された真珠732個を得た。



第1図. いわゆる“うかし”, “ふくろ”両部分に施術された状態を右側よりみた略図. R: 収足筋, A: 閉殻筋, u: うかし, F: ふくろ.



第2図. うかし入れ施術によつて形成されつゝあつた真珠の位置を収足筋にほぼ直交し、核の凡そ中心を通るような Section をとり、前方よりみた概観. BG: 足糸腺, R: 収足筋, N: 核, L: 肝臓, A, B, C: それぞれ測定を行なつた部位.

施術に用いた母貝は浜島産の3~4年生で、そう入した核の大きさは各施術時の母貝の大きさに応じて4.2~6.1 mm (直径) のものを用いた。

なお核は一般に養殖場で使われているドブガイ殻製のもの(以下石灰核と略す)以外に観察の必要上、パラフィン製核(以下パラフィン核と略す)をもあわせ用いた。異常真珠の初期発達経過をみるために、真珠層が肉眼的に認められるようになる施術後1ヶ月位経過のものも1部観察に用いたが、多くは6ヶ月以上1ケ年半位まで養殖されたものを用いた。なおまた、肝臓、足糸腺あるいは腸管など各器管が真珠形成に及ぼす影響を調べるため、それら各器管が及ぼす初期変化もあわせ観察した。観察方法はそれら養殖中のものを適時、ホルマリン10%液では1~2昼夜固定し、“うかし”、“ふくろ”の各施術部に分け、石灰核使用の材料についてはアルコール脱水後、組織を切開し真珠を取りし、便宜上次に示す6種類の形質に分け、それぞれの真珠が形成された位置をパラフィン法、Hematoxylin-Eosin 染色(以下 H-E 染色と略す)により作つた組織標本について顕微鏡下で測定した。なお石灰核を用いた材料はうかし入れのものについて総数266個、ふくろ入れのものについて総数261個であつた。

- : 肉眼的に認められるシミあるいは突起などほとんどなく、俗に“ムキズ”と呼ばれているもので、真珠を養殖する立場からいつて形質的には最良のものである。
- △: 肉眼的に認められるわずかなシミあるいはごく小さい突起が1ヶ所あるもので、一般に業者間で形質的に良品として取り扱われているもの。
- ▲: シミあるいは大きな突起を1ヶ所またはそれ以上に有する異常形真珠で、一般にキズだまと呼ばれているが特に突起のはなはだしいものを変形だまとして扱い、異常の比較的わずかなものをシミだまと呼んでいる。いずれも養殖上望ましくない真珠である。
- : 有機質をほとんど全体に含んでいるもので、真珠層を通した外観は全体がクロくみえるのが普通で、この多くは一連の突起を有し、俗に“クロダマ”と呼ばれている。この種のなかには商品的価値の全くないものがある。

■: 全体が有機質におゝわれ、最外層に真珠層が全くないか、あるいはほとんどないもので俗に“ドクズ”と呼ばれている。真珠としての商品価値は全くない。

□: 最外層が稜柱層におゝわれているもので、俗に“ブドウだま”と呼ばれ、真珠としての商品価値は全くない。

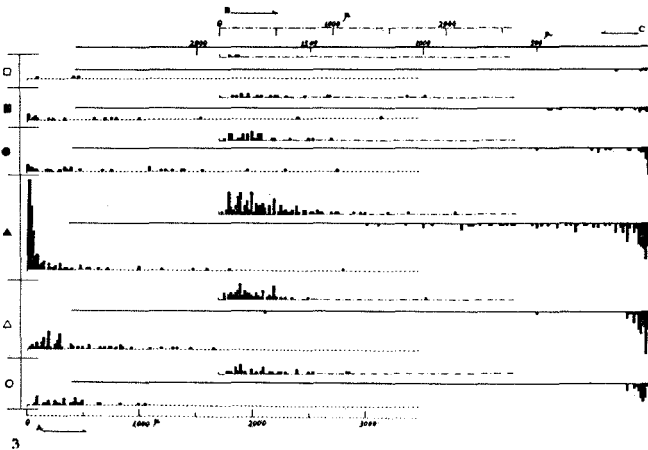
パラフィン核を用いた材料については、各施術部に分けられた固定材料を、常法のごとく三塩化醋酸・ホルマリン混液(三塩化醋酸5%液9:ホルマリン1)で脱灰しパラフィン法、H-E染色により組織標本を作り各形質の真珠が形成された位置を顕微鏡下で測定した。なおパラフィン核を用いた材料は、うかし入れのものについて総数165個、ふくろ入れのものについて40個であった。測定方法であるが、各形質の真珠が形成され易い位置を明らかにするためには、“うかし”、“ふくろ”それぞれについて少なくとも異なる2方向よりの観察が必要であった。それがため、うかし入れの真珠については第2,5図、ふくろ入れの真珠については第8,11図に示すごとく、それぞれ相異なる二つの切断面をとり、各図に示す部分(A, B, C, D, E, F, R, S, T, X, Y, Z)の測定を行なった。なお測定に用いた標本はほぼ核の中央部をSectionしたものであり、測定した部分はいずれも真珠袋上皮表面までの最短距離である。

観察結果及び考察

1) いわゆる“うかし”入れの真珠について

第2図はうかし入れで形成されつゝある真珠の状態を収足筋にはゞ直交し、核のおよそ中心を通るようなSectionをとり、前方より観察した場合の概観である。うかし入れ施術によつて得た真珠第2図のごときSectionをとり各形質の真珠が形成された位置を調べた。本観察に用いた材料は珠についてまず総数279個体であった(そのうち石灰核を用いた材料114個、パラフィン核を用いたもの165個)。

第2図に示す部分の距離を顕微鏡下で測定し各形質の真珠が形成された位置を3部分の距離関係それぞれについて表わしたのが第3図である。

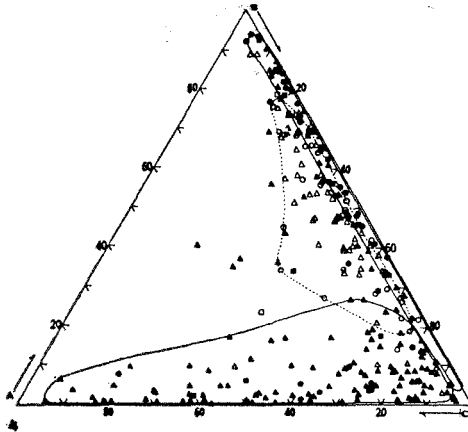


第3図. 第2図のごとき section をとつて、各形質の真珠が形成された位置を測定し、A, B, C 各部分における距離関係それぞれについて実測値をもつて表わした図。

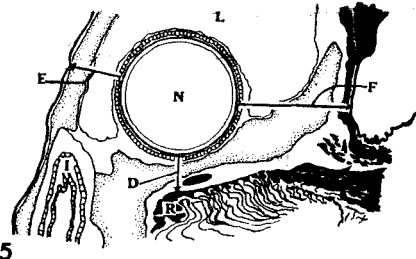
○: ムキズ, Δ: 良品, ▲: キズだま, ●: クロだま, ■: ドクズ, □: ブドウ珠, 以下同様.

第3図に示すごとく、収足筋より真珠袋上皮表面までの最短距離(A)をもつて表わした収足筋よりの距離関係についてみると、ムキズ(O), あるいは良品(Δ)など形質的に良い真珠は収足

筋より 100~1,000 μ ほど肝臓側に離れた位置にあるものが多く、特つにその大半は 100~500 μ 位離れた位置で形成されている。これに比較して、形質的に望ましくないいわゆるキズだま(▲)は収足筋に 100 μ 以内接近状態にあるものが多い。



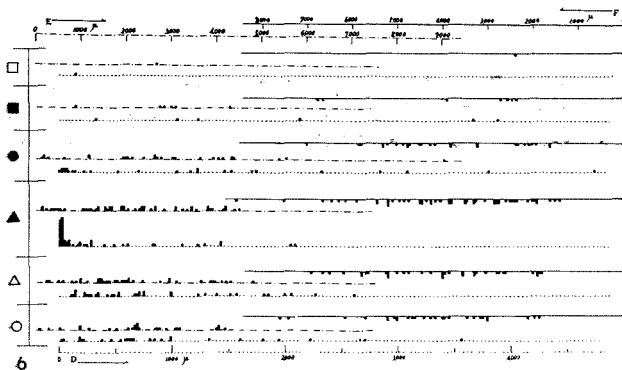
第4図. 第3図の結果より、各形質の真珠が形成された位置をA, B, Cの関係で示す三角座標上に表わした図。



第5図. うかし入れ施術によつて形成されつゝあつた真珠の位置を正中面にほぼ平行し、核の凡そ中心を通るような Section をとり、右側よりみた概観. R:収足筋, I:腸管, N:核, L:肝臓, D,E,F:それぞれ測定を行なつた部位。

しかしながら図にも示すように、収足筋より相当離れた位置で形成されているキズだまもあるが、その多くは後述する肝臓の影響を受けて異常発達したと思われるのであつた。クロだま(●), ドクズ(■)についてはあまり特徴的でなく、20 μ 以内収足筋に接近位置で形成されているものもあれば、良質真珠に比べて更に離れ 3,000 μ ほど収足筋より離れた位置で形成されているものもみられる。うかし入れ施術によつて形成されたクロだま、ドクズなどこれら異常真珠は概して収足筋より極端に離れた位置で形成されているものが多い。

較体部右側の表皮基底面より真珠袋上皮表面までの最短距離 (B) をもつて表わしたいいわゆる“うきしずみ”の具合についてみると、各形質の真珠それぞれについて目立つた差異がないが、良質の真珠(○, △)に比べてしずみ過ぎにある場合、キズだま(▲), ドクズ(■)になる可能性のあることがうかがわれる。しずみ過ぎた位置にそう核施術された場合、足糸腺をを破る恐れが



第6図. 第5図の如き Section をとつて各形質の真珠が形成された位置を測定し、D, E, F各部分における距離関係それぞれについて実測値をもつて表わした図。

あり、それがため破つた場合足糸腺組織に核が取り巻かれていることがある。部分的に取りまかれた場合茶かつ色なくぼみあるいは足糸をつけたキズだまになり、核全体が取り巻かれた場合真珠は形成されず、薄い膜状あるいは粘液状の有機質をかぶつたものになる。

肝臓(中腸腺)の肝管上皮基底面より、真珠袋表面までの最短距離(C)をもつて表わした肝臓よりの距離関係についてみると、良質の真珠(○, △)はむしろ肝臓側に接近した位置で形成されている。しかしながら、それらには肝臓を破つた状態のものが1個体もなかつた。さきに述べた収足筋よりの距離関係と肝臓よりの距離関係とはほぼ対称的關係にあるため、収足筋よりやや離れた位置で多く形成されている良質真珠は肝臓よりの距離関係で肝臓側に接近位置にあるのは当然であつた。図にてもわかるごとく、肝臓は破らない限りにおいてその影響がないものと思われる。キズだま(▲)については、図にも示すごとく肝臓側に接近状態のものと、やや離れた位置にあるものの二通りがみられ、肝臓より離れた位置で形成されているキズだまの多くはさきの収足筋からの距離関係で収足筋に接近状態のものであつた。肝臓に接近位置にあつて形成されているキズだまのうち、特に養殖期間の短い材料においては明らかに肝臓を破つている状態が認められ、その多くは破つた部分に異常が発達しており、収足筋接着によつて発達した異常²⁾とその発達経過がやや異なる。養殖期間の長い材料においては異常が発達しているにもかかわらず肝臓を破つた状態を認め難いものがあつたが、それらは異常部分の発達経過より、恐らく施術時には肝臓を破つていたがその傷が癒着された結果と思われた。クロだま(●), ドクズ(■)についても、キズだま同様、肝臓に接近位置にあるものと離れた位置にあるもの二通りが図に示されているが、さきにも述べたごとく、うかし入れで形成されたこれら異常真珠の多くは肝臓を破り易い位置にあり、特に養殖期間の短い材料のほとんどは肝臓を明らかに破つた状態が認められ、多くはそれが原因と考えられた。もちろん大きく生長したキズだま、クロだま、ドクズのうちには収足筋と肝臓相方に接近状態でいずれに強く影響されたか不明なものもしばしばみられた。

以上、各形質の真珠について第2図のごとき Section をとつた場合の3部分における距離関係を概略述べた。今各形質の真珠が形成された位置を3部分の距離関係で示す三角座標上に表わすと一層その特色が明らかである(第4図)。

第2図のごとき Section をとつた場合、第4図に示すごとく収足筋に接近状態にある真珠のほとんどはシミ、あるいは突起を有する異常形真珠(▲)になる可能性が高く、それにまじつてクロだま(●)が形成されている。収足筋よりやや離れ、極端にうき過ぎもせず、しずみすぎもしない位置にあつた場合、肝臓を破らない限りにおいて良質の真珠(○, △)が形成される可能性の高いことが一見してよくわかる。しかしながら“うかし”入れ施術において、収足筋より極端に離れてそう核した場合、肝臓組織を傷つけ易いことは当然であり、そのような位置にある場合クロだま(●), ドクズ(■)あるいは肝臓側に発達したキズだま(▲)になる可能性の高いこともこれを一見して判り、そう核施術の際注意する必要がある。また極端にしずめてそう核した場合キズだま(▲), ドクズ(■)になる可能性の高いことも図をみてわかる。

今回の観察結果より第2図のごとき Section をとればおよそ傾向的には第4図に示すごとく、各形質の真珠が形成され易い位置が三つにプロットされよう。

次に第2図のごとき Section をとつた場合の収足筋よりの距離関係と各距離において形成された異常真珠の異常性について調べ、その結果を表わしたのが第1表である。収足筋に接着位置にある場合シミあるいは突起などを有するいわゆるキズだま(▲)になる可能性の高いことは前述の通り

第 1 表

収足筋の距離	異常の発達状態	使用核の種類	▲筋肉上部 シミ, 突起		▲筋肉下部 シミ, 突起		▲筋肉両側 シミ, 突起		○ムキズ △良品	●クロだま	■ドクズ	▲肝臓側 シミ, 突起	▲ヒース様 植位置シミ
			パラフィン核	パラフィン核	パラフィン核	パラフィン核	石灰核	石灰核	パラフィン核	石灰核	パラフィン核	パラフィン核	
0~99μ	105		48	20	19	1	3	6	2	4	2		
100~199	27		2	1	1	5	15	2	1				
200~299	29		2	2		9	10	2		1	1	1	1
300~399	17				1	5	5	3	1	1		1	
400~499	14		1			2	6		3	1			1
500~999	21					9	6		2	2		1	1
1,000~1,499	17					2	4	3	4		1	2	1
1,500~1,999	7					1	1		2		1	2	
2,000~2,499	2								1	1			
2,500~2,999	4								1		2	1	

であるがその異常が発達している位置をみると表に示すごとく、収足筋に接している部分ではなく、ほとんどの場合収足筋に隣接している組織に向かつてその異常が発達しており、うかし入れ施術の場合特に上方に向かつて発達しているものが多い。なかには収足筋をまたにかけ両方向に異常が発達しているのもみられる。まれには表にも示すごとく、収足筋に接近位置にありながら、形質的に良質 (○, △) の真珠が形成されているのがみられることがあるが、青木⁴⁾ は収足筋の収縮運動が少なかったためか、核の移動が起こつたとしても周囲の組織が核に密着して一緒に動き、遊走細胞あるいはその他遊離した細胞が集積する間隙が生じなかつたためではないかと考えている。すなわち、収足筋に接着状態にある場合、核の移動が起こり易く、収足筋に隣接する組織の部分に間隙が生じやすく、またあるいは核が通つた後の傷口が癒着しにくいため異常が発達する可能性が高いが、間隙さえ生じなければ青木⁴⁾ が述べているごとく収足筋面にも結合組織の増殖を伴つて正常な真珠袋が形成され正常な真珠物質の分泌がなされるであろう。まれには収足筋に接した部分が平らかな異常形真珠がみられるが、それには二通りあると思われる。一つは筋肉をはちんで両側に突起が発達したため中間の部分があたかも平らかにみえる場合と、事実その部分だけ局部的に被着量が少ないこともある。接近位置にあつてクロだま (●) が形成されているのがみられたが、収足筋の影響をより強く受けそれが原因してクロだまになつたものもなかにはあると思われる。

今回みられた収足筋に接近位置で形成されていたドクズ6個体のうち3個体は、収足筋に接していたがためそれが成因となつたのではなく明らかに足糸腺を破り、足糸腺組織に取りまかれて形成されておりそれが原因と考えられた。なお収足筋に接近状態で形成されているキズだまのうちにはさきに述べた収縮運動の原因以外で、下方にある足糸腺を破り部分的に足糸腺組織に取りまか

れたためそれら異常が形成されたものもあつた。

良質の真珠が収足筋よりやゝ離れた位置で多く形成されている原因については、詳しく後述するが、まず収足筋の影響を受けにくいことゝ、収足筋とそう入された核との間にわずかでも生殖腺の組織があれば核をそう入した通路の傷口は癒着し易いことから真珠袋形成以前あるいは以後に遊離した細胞が集積される間隙が生じにくかつたものと考えられ、それがため良質の真珠が形成されたものと推測される。

収足筋よりの距離関係のみについてみれば良質の真珠が多数形成されている位置にもかゝらず、肝臓側に発達した突起を有するキズだま(▲)またはクロだま(●)、ドクズ(■)が形成されているのが示されているがそのほとんどは肝臓を破つた状態にあり、あるいは異常部分の発達経過より恐らく施術には肝臓を破つていたと思われるものであつた。肝臓を破つた場合その傷の程度あるいは個体の活力によつてその結果はまちまちであろうと思われる。しかしながら、破つた場合いずれにせよ形成される真珠の形質はキズだままたはクロだま、ドクズなどに異常発達し、望ましくない。うかし入れにおいて収足筋より離れ過ぎた位置にある場合、これら異常真珠になる可能性が高いが、位置そのものが肝臓を破り易いということもあるが同様な位置にあつても良質の真珠が出現していることより、“位置”というより、むしろ肝臓を破つたか、破らなかつたという技術上の問題がその成因であつたろうと思われる。その他技術上の問題として種々あるが、その一つにピース(外套膜片)と核との位置関係⁵⁾があり、それが明らかに原因であつたと思われるものも表に示すごとくみられた。

以上のごとく、異常真珠の発達状態より第2図のごとき Section をとつた場合、各形質の真珠が形成され易い位置をおよそ第4図に三つにプロットして示したが成因の立場からみてほゞ妥当ではないかと思う。

次にうかし入れ施術によつて得た真珠について、第5図のごとき Section をとり各形質の真珠が形成された位置を調べた。本観察に用いた材料は石灰核をそう入したもの152個体であつた。

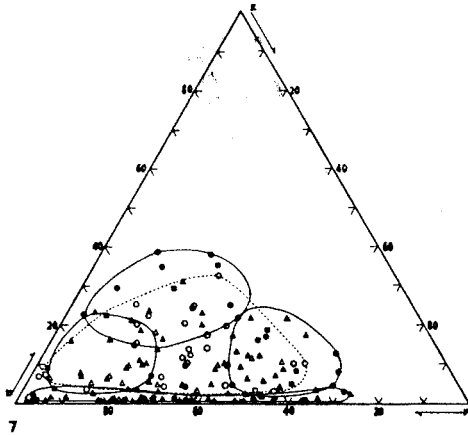
第5図に示す3部分の距離を顕微鏡下で測定し、各形質の真珠が形成された位置を3部分の距離関係それぞれについて表わしたのが第6図である。なお第5図に示すごとき Section をとつた場合、収足筋は図にも示すように左右合一部の一部しか観察されないのが普通である。それが収足筋より真珠袋上皮表面までの最短距離(D)をもつて表わした収足筋よりの距離関係は同じうかし入れで調べたさきの第3図における収足筋よりの距離関係よりやゝ長い値が示される場合があつた。

第6図に示すごとく、前述同様良質真珠(○, △)の多くは100~2,000 μ ほど収足筋より肝臓側に離れた位置で形成されており、特にその大半は100~1,000 μ 位離れた位置で形成されている。これに比較してキズだま(▲)の多くは100 μ 以内収足筋に接近した位置で形成されている。クロだま(●)についても前述同様収足筋に接近位置でそれが形成されているのもあれば、相当離れた位置にあつてもそれが形成される可能性のあることがうかがわれる。ドクズ(■)については、観察例が少なく明確でないが、クロだまとほとんど同様な傾向を示している。

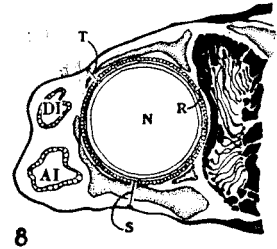
軟体部後方の表皮基底面より真珠袋上皮表面までの最短距離(E)と前方の体表表皮基底面より真珠袋上皮表面までの最短距離(F)についてそれぞれ調べた結果は、各形質の真珠についてあまり特徴的な差異がないが、極端に(E, F)が短い位置にある場合、キズだま(▲)あるいはクロだま(●)など異常真珠になる可能性が高いことが図にてわかる。

これら3部分の距離関係をもつて、各形質の真珠が形成された位置を三角座標上に表わすと第

7図のごとくなり、その特色が一層明らかになる。第5図のごとき Section をとつた場合、第7図に示すごとく、収足筋から足部筋肉にかけて連なる一連の筋肉組織に接着あるいは接近状態にある真珠の多くは、シミあるいは突起を有するキズだま (▲) になる可能性が高く、それにまじつてクロだま (●) が形成されている。筋肉に接近位置で形成されている異常形真珠は前述同様筋肉に隣接する組織に向いて軟体部右側上方あるいは左側下方または筋肉をはさむに両側ように発達したシミあるいは突起を有するいわゆるキズだまが多い。その成因は前にも述べたが収足筋の収縮運動がまずその原因の一つに考えられる。



第7図、第6図の結果より、各形質の真珠が形成された位置をD, E, Fの関係で示す三角座標上に表した図。



第8図. ふくろ入れ施術によつて形成されつゝあつた真珠の位置を収足筋にはゞ直交し、核の凡そ中心を通るような Section をとり、前方よりみた概観、R:収足筋、N:核、DI:(管腸下降部)、AI:腸管(上昇部)、R,S,T:それぞれ測定を行なつた部位。

収足筋よりやや肝臓側に離れた位置にある場合、良質の真珠が形成される可能性の高いことは、第4図と同様であるが、しかし、第4図では観察し得なかつた前方あるいは後方の位置にあつた場合、第7図に示すごとく、良質の真珠 (△, ○) にまじつて、キズだま (▲), クロだま (●) あるいはドクズ (■) など異常真珠が形成される可能性がある。その訳として前部には背方に向かつて挙足筋があり、後部は収足筋基部に近いためそれから筋肉組織の影響がまずその原因の一つに考えられ、⁶⁾ 次に前部にて形成されているそれら異常真珠のなかには最初よりそこにそう入されたものばかりではなく、中央部にそう入されたものが施術直後前部へ逆戻りしたのもあろうと思われる、又後部にて形成されているこれら異常真珠のなかには中央部へそう核するべくして後方へ流たまれたもあろうと思われる。それらそう核時にたまの前方あるいは後方に生じた間隙が原因して異常形真珠になつたものもあろうと思われる。なお前部あるいは後部にあつてしかも、肝臓側に寄つた位置で形成されているクロだま、ドクズのなかには、施術時に肝臓組織を傷つけそれがためそれら異常真珠が形成されたものもあろうと思われる。勿論この外ピースと核との位置関係⁵⁾ あるいは病的原因でそれら異常真珠が形成されたものもあろう。

また第3, 4図、第1表において述べたごとく肝臓側に寄り過ぎた位置ではクロだま (●), ドクズ (■) 等異常真珠が形成されており、それらは恐らく施術時に肝臓を破つたがためそれが原因であつたろうと考えられる。

うかし入れ施術によつて今回得たブندوقだま (□) については第4, 7図に示すごとく、それが形成された位置は良質の真珠が形成された位置とほとんど同様であり、その成因がその位置

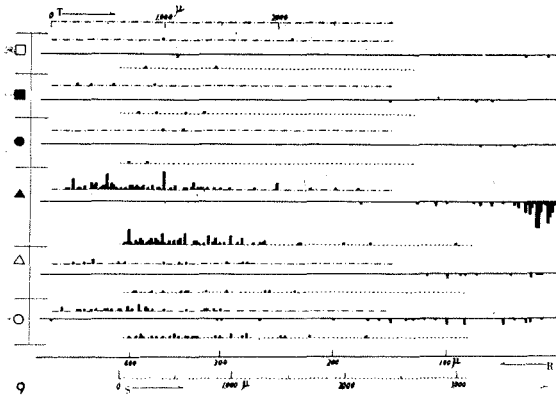
に関係がなかつたように思われた。ブドウだまの成因について宮村・牧戸⁷⁾は施術時に用いられるピースに周縁部の上皮組織が含まれていた場合それが形成される可能性の高いことを報告しており、高山・中原⁸⁾はピース作製のおりの取り扱いいかんでそれが形成される可能性の高いことを想像している。今までの報告によれば、ブドウだまの成因は多くの場合施術時に用いられるピースの状態に起因しているとしている。しかしながら真珠袋の組織が変化しやすい⁹⁾ことよりそう核された周囲の状況によつて変化を受けそれが形成される可能性も考えられ、部位とブドウだま形成はあながち無関係ともいいきれぬかも知れない。この問題については更に研究を進めたい。

2) いわゆるふくろ入れの真珠について

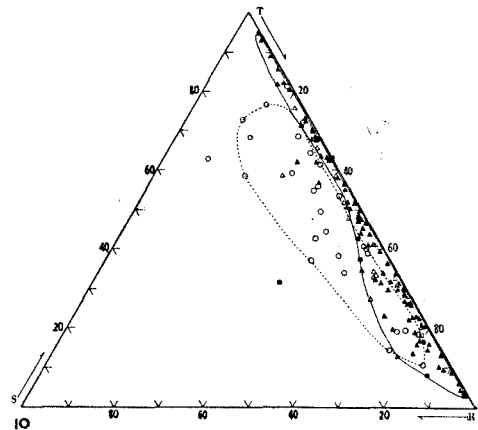
第8図はいわゆるふくろ入れで形成されつつある真珠の状態を収足筋には直交し、核のおよそ中心を通るような Section をとり、前方より観察した場合の概観である。

ふくろ入れ施術によつて得た真珠についてまず第8図のごとき Section をとり各形質の真珠が形成された位置を調べた。本観察に用いた材料は138個体であつた(そのうち石灰核を用いた材料121個、パラフィン核を用いた材料17個体)。

第8図に示す3部分の距離を顕微鏡下で測定し、各形質の真珠が形成された位置を3部分の距離関係それぞれについて表わしたのが第9図である。



第9図. 第8図の如き Section をとつて各形質の真珠が形成された位置を測定し、R,S,T各部分における距離関係それぞれについて実測値をもつて表わした図。



第10図. 第9図の結果より、各形質の真珠が形成された位置を R, S, T の関係で示す三角座標上に表わした図。

第9図について、まず収足筋より真珠袋上皮表面までの最短距離(R)をもつて表わした収足筋よりの距離関係についてみると、特徴的なのは前述のうかし入れ施術の場合と同様、良質真珠(○, △)の多くは20~200 μ 位収足筋より離れた位置で形成されており、キズだま(▲)のうちその大部分は30 μ 以内収足筋に接近位置で形成されている。クロだま(●), ドクズ(■)については観察例が少なかつたため収足筋よりの距離関係に関して明確ではないが、ドクズ1個体のみ明らかに足糸腺組織に取り巻かれてるのがみられた。ふくろ入れ施術においても足糸腺にとりまかれて異常真珠が形成されることがある。軟体部左側の表皮基底面より真珠袋上皮表面までの最短距離(S)を、右側の体表皮基底面より真珠袋上皮表面までの最短距離(T)を測定し、“ふくろ”におけるいわゆる“うきしずみ”の具合についてみると図にも示すごとく、各形質の真珠についてあま

り特徴的な差異がみられないが、良質真珠(○, △)のそれら二つの距離関係(S, T)は、いずれの側よりみても200~1,500 μ 位内部であり、すなわちその多くは“ふくろ”の生殖腺内ほぼ中央部であつた。一方キズだま(▲)については特にしずみ過ぎにある場合それが形成される可能性の高いことがうかがわれる。今回みられたクロだま(●)は2個体とも距離(S)が短くそれに比較して距離(T)が長く、すなわちしずんだ位置にあつた。また本観察におけるドクズ(■)は(S), (T)いずれの距離も大体同じく良質の真珠が多く形成されている位置とほとんど同様である。

今またこれら3部分の距離関係をもつて、各形質の真珠が形成された位置を三角座標上に表わしてみると第10図のごとくなり各形質の真珠が形成された位置が一層明瞭になると思う。

シミあるいは突起を有するキズだま(▲)の多くは、収足筋に接近した位置か、あるいは接した状態でしかもしずみ過ぎた位置にある場合特にこれが形成される可能性が高いことがこれを一見してうかがわれる。良質真珠(○, △)の多くは収足筋より離れた位置で、しかも生殖腺内のほぼ中央部にあつた場合形成される可能性が高いようである。クロだま(●), ドクズ(■)については観察例が少なく明確でないが、今回みられたクロだまは2個体とも比較的収足筋に接近状態にあり、しかも極端に左側にしずみ過ぎの位置にあつた。ふくろ入れ施術によつて形成されるクロだまがすべてこのような位置にあるとは断言出来ないが、図に示されるごとくキズだまが形成され易い位置でもあることより収足筋の影響をより強く受けそれがためクロだまが形成される可能性も考えられる。ドクズ(■)については1個体のみ足糸腺を破つた状態で形成されているのがみられ、その成因が明らかであつたが他の3個体は第10図に示す如く生殖腺内ほぼ中央部にあつて良質真珠がみられる位置とほとんど同様であつた。しかしながらドクズなどこれら異常発達をしたものは良質真珠に比べ同心円的に有機質が核面に被着している場合は少なく、むしろ片寄つた被着状態がみられる場合が多く、更に良質のものに比べて異常に大きく生長しているのが普通である。したがつて、最初そう入された核の位置及び状態が不明であり、またこの方向のみのSectionでは腸管との位置関係が明らかでないためその成因が技術上にあつたか病的原因によつたか全くわからない。

第8図の如きSectionをとり、ふくろ入れによつて形成された真珠の位置を調べた結果、第10図に示す如く良質の真珠が形成される可能性の高い位置と、形質的に悪い真珠が形成される可能性の高い位置が明らかにプロットされたが、はたして成因の立場からいつて妥当であるかどうかについて、前述同様収足筋よりの距離関係と各距離において形成された異常真珠の異常性を調べそれを追及した。第2表はその結果である。表に示すごとく収足筋に接近位置にある場合その多くは筋肉に隣接する組織に向かつて発達した異常を有するキズだま(▲)になつている。同じ収足筋に接着状態で異常が形成される場合も、“うかし入れ”においては第1表に示す如く右側上方に向いているのが目立つて多かつたが、“ふくろ入れ”の場合は第2表に示すごとくほぼ同様な率で右側上方左側下方あるいは筋肉をなかにして両側に発達した異常形真珠が形成されている。いわゆる“うかし”に比べて“ふくろ”の場合施術後収足筋の収縮運動による核の移動が起こつた際その移動方向が多種多様であろうと思われる。収足筋に接近位置にあつても正常真珠が形成されているのがみられるのはうかし入れの場合と同様であり、たとえ接着位置にあつたとしても、真珠袋形成時あるいは形成後に核あるいは真珠の周囲に間隙さえ生じなければ正常な真珠袋が形成され、従つて正常な真珠が形成される可能性のあることがうかがわれる。

良質の真珠(○, △)はやゝ収足筋より離れた位置で多く形成されている。今回みられたクロだま(●)については、収足筋よりの距離関係のみについてみると比較的接近状態ではあるが、密着状態ではなかつた。これらクロだまは大きく生長しているため最初の核の位置で不明であるが、位

第 2 表

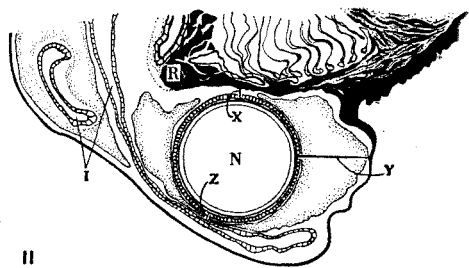
収足筋の距離	使用核の種類	異常の発達状態						
		▲筋肉上部シミ, 突起	▲筋肉下部シミ, 突起	▲筋肉両側シミ, 突起	○ムキズ良品	●クロだま	■ドグズ	
0~24μ	16	3	3	5		4		1
25~49	11		2			8	1	
50~99	11					8	1	2
100~149	10				3	7		
150~199	5					4		1
200~249	1					1		
250~299	1					1		
300~349	2					2		

置から推測される成因として、第10図にて判る如く同様な位置でキズだまが多数形成されていることより、収足筋の影響を強く受けその位置まで押しやられたものとも考えられるが、勿論病的原因であつたかその他技術上の原因で形成されたか明確でない。ドグズ(■)についても、1個体のみ足糸腺を破つた状態が明らかに認められそれが成因と思われたが、他のものについてはクロだま同様明確でなかつた。

次にふくろ入れにて得た真珠について第11図に示す如き Section をとり、各形質の真珠が形成された位置を調べた。本観察に用いた材料は 163 個体であつた(石灰核を用いた材料140個体、パラフィン核を用いた材料23個体)。

第11図に示す 3 部分の距離を顕微鏡下で測定し、各形質の真珠が形成された位置を 3 部分における距離関係それぞれについて表わしたのが第12図である。なお11図に示すごとくこの場合収足筋は全体が観察されず、左右合一部の一部しか観察されないのが普通である。したがつて、収足筋よりの距離関係を表わすと各形質とも、第 9 図にて示した値とやや異なっている場合があつた。

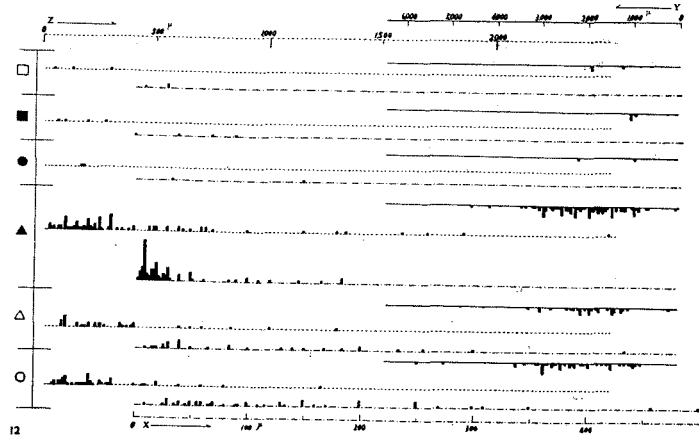
第12図より、まず収足筋より真珠袋上皮表面までの最短距離(X)をもつて表わした、収足筋よりの距離関係についてみると、前述同様良質の真珠(△, ○)は収足筋より 20~300 μほど離れ腸管反転部側に寄つた位置で形成されているのが多く、それに比較して、キズだま(▲)の多くは収足筋組織に 30 μ以内接近状態で形成されているのが特徴的である。クロだま(●),ドグズ(■)については観察例が少なく明確でないが、収足筋よりの距離関係につ



II

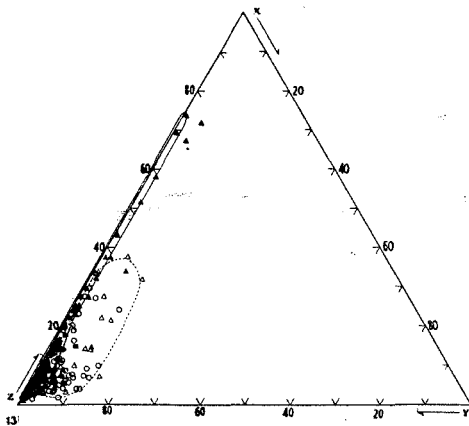
第11図. ふくろ入れ施術によつて形成されつゝあつた真珠の位置を正中面にはゞ平行し、核の凡そ中心を通る様な Section をとり、右側よりみた概観。R: 収足筋, N: 核, I: 腸管, X, Y, Z: それぞれ測定を行なつた部位。

いてみると良質の真珠が形成された位置とほとんど似ている。ただ、ドクズ1個体のみ足糸腺を破つた状態にありそれが成因と考えられた。

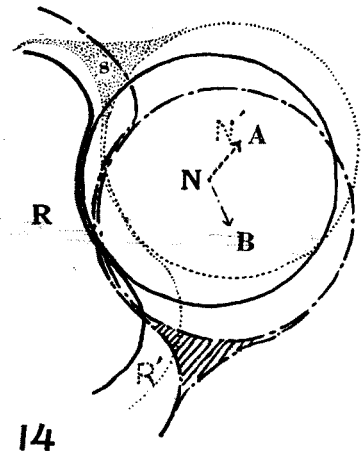


第12図. 第11図のごとき Section をとつて各形質の真珠が形成された位置を測定し、X, Y, Z 各部分における距離関係それぞれについて実測値をもつて表わした図。

軟体部前方表皮及び腸管上皮の基底面よりそれぞれ真珠袋上皮表面まで測つた距離(Y, Z)についてみると良質の真珠(○, △)の多くは前方体表皮より 2,000 μ 位離れ、腸管側に 50~400 μ ほど接近した位置で形成されており、キズだま(▲)について特徴的なのは、距離(Z)が長く、距離Yが短い位置(一般に“小袋”と呼ばれる部分)にあつた場合それが形成される可能性の高いことがわかる。クロだま(●), ドクズ(■)については標本例も少なかつたが、ほとんど良質真珠のそれと似ており、特に前方距離が短いものなければ、腸管を破つている状態のもみられなかつた。



第13図. 第9図の結果より、各形質の真珠が形成された位置を X, Y, Z の関係で示す三角座標上に表わした図。



第14図. 推測される収足筋の影響を示す模式図。

これら3部分の距離関係をもつて、三角座標上に各形質の真珠が形成された位置を表わすと第13図のごとくなり、その特色が一層明確になると思う。収足筋に接近状態にある場合キズだま(▲)が形成される可能性があり、特に収足筋に接して、いわゆる小袋側にある場合それが形成される可能性の高いことがうかがわれる。良質の真珠(○, △)は収足筋よりやや離れた位置で、しかも腸管側に寄つた位置にある場合それが形成される可能性の高いことが一見してよくわかる。クロだま(●), ドクズ(■)については、その位置が良質のものと同様である。前述同様クロだま、ドクズなどこれら異常真珠は異常に大きく生長しており、また内部にある核の位置は、中心にある場合はまれで、多くはどちらか一方に偏した位置にあるのが普通である。したがって形さ成れたそれら異常真珠の位置測定では最初の核の位置が明らかでなく、それがため成因は明確でない。

ブドウだま(□)については、観察例が少なく明確でないがうかし入れ施術によつて形成されたブドウだまと同様、良質の真珠が形成される位置と同様な位置で形成されているものもあれば異常真珠が多く形成されている位置たとば筋肉に接近位置で形成されているものもありその成因が位置に関係あつたかどうか不明であつた。

3) 収足筋が及ぼす影響について

以上いわゆる“うかし”、“ふくろ”两部分において形成された真珠の位置とその形質とについて概略述べたが、“うかし”“ふくろ”いずれにおいても収足筋に接近位置にある場合、シミあるいは突起を有する異常形真珠になる可能性の高い²⁾ことが明らかである(図1~4)。第1,2表に示すごとく、接着状態にある場合その異常は接着面ではなく収足筋に隣接する部分に発達している。またそれら異常部分の内部構造をみると、真珠袋上皮より分泌形成されたと思われる殻皮層稜柱層以外に遊離した細胞が多数含まれているのがみられる^{2), 4)}(図1~4)。青木は、その多くは恐らく組織中の遊走細胞が真珠袋の形成以前、あるいは以後に真珠袋上皮を通して集積されたのではないかと考えており^{2), 4)}、またそれら遊走細胞にまじつて生殖細胞や、その他脱離した細胞あるいは組織が含まれている場合も観察している⁴⁾。和田はそれら附着物が外部より入つて来て死滅した場合生じた物質によつて真珠袋上皮が刺激を受け後に殻皮層、稜柱層の分泌がうながさるため、シミあるいは突起が形成されるのではないかと暗に指摘している³⁾。しからば何故その様な位置に遊離した細胞を含み、殻皮層、稜柱層におゝわれたシミあるいは突起など異常が形成されるかであるが、青木は14図の如き様式図をもつてその経過を説明し、核あるいは真珠と周囲の組織間に生じる間隙をまず第一の成因とし、それをもたらず原因として収足筋の運動を挙げている⁴⁾。そう入された核が収足筋に接していたり、または収足筋のごく近くで真珠が形成されつゝある場合、核の接着により、あるいは施術後何らかの原因(貝自身の運動、あるいは人為的な衝撃)で収足筋の収縮が起り、それがため第14図にも示す如く収足筋の横の部分に間隙が生じる可能性が考えられる。第15図には核がAとBの2方向に移動した場合のみを仮に示したが、実際にはその移動が多種多様であろうと思われる。第14図に示す如く、例えば収足筋(R)が収縮によつてR'という形になり核(N)がAなる方向でN'の位置に移動した場合Sなる位置に図に示すようなくちばし状の間隙が生じるとと思われる。

第1表に示したごとく、収足筋に接着位置で形成された異常形真珠について、発達した異常突起の位置をみると“うかし”の場合右側上方に向いているものが多い。これはその移動が上方に向かつている場合が多かつたのではないかと推測される“ふくろ”については第2表に示す如く突起の発達方向が特徴的でなく各方向に現われておりその移動が上方に向かつている場合もあれば、下方

に向いている場合もあつたろうと思われる。その移動の大きなものが脱核するのではないかと考えている¹⁰⁾。更にかし入れの場合軟体部左側上方に向いて突起が発達する機会が多い訳は前述のごとく、上方に向かった核の移動によつてその部分に間隙が生じやすいことは勿論であるが、それ以外にその部分は核の通路であつたため、接着により上方に向かつて核を押上げる力が更に働けばその間隙は癒着しにくいものと考えられ、それがためその癒着してない間隙に沿つて真珠袋が形成されつゝば、その部分に突起が発達する可能性が考えられる。勿論この場合も、その間隙に遊離した細胞が多数含まれている場合が多い。間隙が生じた場合、遊走細胞が真珠袋形成以前あるいは以後に組織中よりその部分に入つて来ることはしばしば観察されている^{4), 5)}。勿論遊走細胞にまじつてその他生殖細胞や、脱離した細胞あるいは組織塊が含まれていることもよくみられる現象である。

遊走細胞については、その分類及び機能などについて種々論議されているが、およそ石灰沈着に関与するもの、食作用を有するもの、間隙に組織の再生芽を形成せんとするものがある¹¹⁾。

この際みられる遊走細胞は中原・町井¹²⁾がピースが移植されるときみられた遊走細胞と同様に間隙を結びつける働きをもつた細胞ではなかつたかと考える。すなわち、前述のごとき経過で収足筋に隣接する部分にはすき間が生じやすく、生じた場合、そこに組織中より遊走細胞や、それにまじつてその他細胞や組織が脱離して集積し異常が発達する可能性が高いが、真珠袋形成以前にそれら遊走細胞がそのすき間に再生組織を形成しすき間を結びつけた場合、異常が発達しないこともあろうと思われる。

第 1,2 表にて示したごとく収足筋に接近位置にながら、良質の真珠がまれには形成されることがあるが、その訳はさきにも述べたがつまり、核の移動が起こらなかつたためかあるいは移動が起こつたとしても周囲の組織が核に密着して一緒にうごき、その部分に遊走細胞あるいはその他脱離した細胞が集積する間隙が生じなかつたためと思う。またこれに関連するがその際用いられたピースの真珠袋形成力、あるいはそのピースが移植された位置によつて、たとえ収足筋に接着状態にあつたとしても異常真珠になる場合とならない場合があろう。すなわち、そう入された核が収足筋に接近位置にある場合、前述のごとく間隙が生じやすくまた傷口の癒着が遅れがちであるが、たとえば、このようにして間隙が生じたとしてもピースが小さければ真珠袋形成がやゝ遅れる¹³⁾ため真珠袋完成以前にそれら間隙に再生組織が形成され異常の現われないこともあろう。小竹¹⁴⁾が無欠点珠の出現率はピースが小型の際最も高いと述べているのはこの様な原因も考えられるのではなからうか、またピースの移植位置も“うかし”“ふくろ”いずれにせよ、一般に核をそう入する前方、すなわち収足筋の反対側にピースが移植されるのがよいとされている⁶⁾が、このことも真珠袋完成までに挿核した通路の傷口或いは移動によつて生じた間隙がふさがり真円の真珠袋形成を助長する意味でこれに関連した異常形真珠防止策の一つに考えられる。“後づけ”施術の際きずだまが少ない¹⁵⁾ というのもピースの密着問題以外にこのような原因が関係しているのではなからうか。

一方前述の如く良質の真珠は収足筋よりやや離れた位置で形成される場合が多いことは、収縮運動の影響を受けにくく、移動による間隙が生じにくいこともあろうが、更に施術時に生じた通路の傷も、収足筋と核との間にわずかでも組織があれば真珠袋完成以前に癒着され易く、それがため核を円く取り巻く完全な真珠袋が形成され異常が発達しにくいものと思われる(図5~8)。

4) 肝臓(中腸腺あるいは消化盲嚢とも呼ばれている)が及ぼす影響について
アコヤガイを母貝とした真円真珠養殖において、そう核施術が行なわれる部位は周知の如く生殖

腺内であるが、前述の如く、うかし入れ施術の際、そう入された核が肝臓に接する場合があります、また肝臓をつき破つている場合がある。第3,4 図及び第1表に示すごとく肝臓は破られていない限りにおいて接する程度でも結合組織を伴う真珠袋上皮が形成され異常が現われないものと思う。今回の観察において、肝臓を構成している肝管より真珠袋上皮表面まで 20μ 位接近状態にあつても正常な真珠が形成されているのをみた (図9~10)。

次に破れていた場合についてであるが、第3,4 図及び第1表に示すごとく、キズだま、クロだま、ドクズなど異常真珠が形成される可能性がある。破つた場合如何なる真珠袋が形成され、その後如何なる真珠が形成されるかであるが、破れた程度及び個体の活力によつてその経過はやゝ異なる。今回肝臓を破つた場合の種々の変化を観察することが出来た (図11~22)。肝臓は多数の細い肝管からなつており、相互に連絡し、各々の後端は盲嚢となり、先端は太い導管によつて肝臓内部の胃に開いている。したがつてうかし入れ施術において肝臓を破つたという場合、多くは顕微鏡的には細い肝管をいくつか破つた状態である。一般に破れた部分の肝管上皮は傷口に沿つて増殖を始める。傷口が小さく、あるいは傷口が相接近していた場合、上皮の増殖で癒着するであろうが多くの場合その上皮は核面にまで伸びてくる (図11~18)。破れた部分の核面には、遊走細胞や破れた肝管より脱離した細胞、あるいは増殖中の肝管上皮より分泌されたと思われる無構造な蛋白質なご有機物が附着している場合が多い (図12~16)。まれには破れた部分より流れて来たと思われる珪藻などが認められることもある (図12)。その後傷口がどのように変化し、分に如何にして真珠袋上皮が形成されるかであるが、傷口が小さく相接している場その部合あるいはそのような部分は癒着し易く、癒着した場合核面にまで増殖した肝管上皮は機能を失ない脱離しピースに由来する真珠袋上皮が脱離解体した肝管上皮あるいはその他有機物を含みその下層に形成されると思われる (図16) この場合の結果はその部分にシミを有する異常真珠にならうと思われる。さきにも述べた如く傷口に沿つて核面にまで伸びた肝管上皮の上部には普通多くの遊走細胞が集積しているがまれにはその肝管上皮は部分的に消失し集まつた遊走細胞が網目状に連絡している状態がみられる場合がある (図17~18)。このような場合はそれら集まつた遊走細胞の上部に真珠袋が形成され異常が現われないことがあるかもしれない。しかしながら多くの場合、肝管上皮の下層に真珠袋上皮が形成され遊走細胞やそれら脱離した上皮細胞或いはその他有機物を含むシミだま突起だまなど異常形真珠が形成される可能性が高いであろう。傷口が大きかつた場合、肝臓の組織が脱離し瘍潰を起こすことがある (図19)。この場合は恐らくその後脱離した肝臓組織の下層に真珠袋上皮が形成され、大きな突起真珠が形成されるであろう。なお以上の如き経過でシミあるいは突起を有する異常形真珠になる場合以外に、核面全係に有機物が附着し、その後殻皮層が核全体に厚く被着し、クロだまになることもあれば真珠層の被着がなくドクズになることもある。

又一応上述の如き経過で真珠袋上皮が形成され分泌が始まつても、その後二次的にその部分が脱離し潰瘍状態になることがある (図20~21)。その多くは施術時に肝臓を破つた状態にありその後さきに述べた経過で一旦は異常形真珠が形成されたが、初期の衝撃が後に現われ、二次的に異常が発達したものと推測される。、なお破れた肝臓の部分のみならず核の周囲の組織が病的に脱離潰瘍を起こし、ピースが移植されない場合がある (図版22)。

以上のごとく破つた場合一様の経過を経ずその状態によつて結果形成される真珠の形質は異なるが、いずれにせよ、破れた場合その変化が、その部分あるいは核面全体に現われて、真珠を養殖する立場からいつて望ましくない結果が生じる。

5) 足糸腺が及ぼす影響について

足糸腺に接着状態で真珠が形成されているのをしばしば観察するが、分泌の状態には異常がみられない場合が多い。しかしながらまれには足糸腺に接している部分にシミあるいは突起が発達しているのがみられることがあるが、恐らく、さきにも述べた如くその様な場合のほとんどは収足筋にも接近状態にあるため収足筋の影響を受けたためその部分に間隙が生じ異常が発達したものであると思われ足糸腺に接したため、直接その影響があつたとは考えられない(図23~24)。しかしながら肝臓と同様破つた場合には、その影響が珠に現れることはすでに述べた通りである。破れ方がわずかな場合はそれが癒着し、さほど大きな悪影響が珠に現われないと思うが(図25)、大きく破つた場合、核を足糸腺の組織がとりまき、結果あたかも核が足糸腺内に入りこんだ状態になることがある(図26~31)。この場合は正常な真珠は形成されない。そう入された核は足糸腺組織に取り巻かれ、一方ピースはダシを作る真珠袋を形成しているといった状態がみられることがあるが、この結果はドグズとケシが形成されると思われる(図27)。これと似て核の一部は足糸腺にとりまかれ、他の部分にはピースに由来する真珠袋上皮が形成されている場合がみられ、その結果は一部真珠層の被着がなく茶褐色になつてくぼんでいるか足糸が附着しているといった珠になると思われる。うかしのみならずふくろの珠でも足糸腺に取り巻かれて正常な真珠が形成されないことがある(図28)。足糸腺に一部あるいは全体が取り巻かれた場合の核面にみられる附着物であるが、足糸が核面の一部に附着することもあれば、茶褐色の膜状物質に核面全体が取巻れることもあり、あるいは茶褐色の粘液状物質に核全体がおまわれることがある(図29~31)。

6) 腸管が及ぼす影響について

“腸管に当る程度でも珠には異常は認められない”と経験的にその影響のないことを主張している業者⁶⁾がいるが、今回の観察によつても、腸管に相当接近位置にあつても、その影響はほとんどなかつた(図32~33)。前述の肝臓、足糸腺なごと同様破つた場合、その影響が形成される真珠及び母貝の生理機能に現われると思われる。腸管を大きく破つた場合の初期変化は、あたかもそう入された核が腸管内にあるごとく、腸管の上皮に核が取り巻かれている(図34)この際のピースは解体していた。このことより腸管を破つた場合は異常真珠が形成されるか、ごうがより真珠は形成されずその後貝が斃死するかどうか大きくかゝってくるものと思う勿論わずか破つた場合は肝臓の細管を破つた場合と同様、その影響がシミあるいは突起となつて珠に現われるものと思う(図35)。残念ながら、施術後1ヶ月以上経過した材料には明らかに腸管を破つた結果形成されたと思われる真珠を観察し得なかつた。これは破つた場合さきにも述べたごとく真珠が形成されるかどうかにより貝の斃死問題にかゝってくるものではないかと思われ、またうかしの肝臓に比べてふくろの腸管は傷つきにくいと思われる。ブラック系統の真珠が一般にふくろよりうかしに多いという報告があるが¹⁶⁾が、恐らくこれに関連しているのではなからうか。

7) そう核部位について

今回“うかし”ふくろ両施術部で形成された各形質の真珠について、それが形成された位置と形質との関連性を調べ、また各器管が真珠形成に及ぼす影響についてその概要を述べた。

良質真珠を得るためのそう核位置について、田辺・田畑⁶⁾が経験的結果を発表している。

今回の観察は、形成された真珠の位置とその真珠の形質との関連性について組織学的に調べた結果であり、しかも、固定後の標本についての観察であつたため直接のそう核部位決定に関する研究結果ではない。しかしながら3)~6)においても述べた如く良質真珠形成の一つの条件として核の安定ということが考えられるため今回得られた良質真珠の位置がおよそ挿核時の核の位置であつたと考えてもよいのではないかと思う。したがつて1),2)において示した良質真珠が形成され易

い位置にそう核施術すれば良質真珠を得る可能性が高くなるものと思う。

実際問題として勿論、その位置におさめたとしても、ピースと核との密着具合、施術器具の使用法など技術上の他の原因で、異常形真珠が形成されたり、病的原因で、クロだまドクズ、はん点だまなど異常真珠が形成されることもあるうし、又施術後浜揚げまで種々の原因で内部に変化が生じ、それがため正常な位置にそう核したとしても異常真珠が形成される可能性も考えられる。これらまだ不明な点については更に研究を進めたい。

要 約

養殖真珠の形質とそれが形成された位置との関連性を調べたとき結果を得た。

- 1) 収足筋に接着した状態で形成される真珠の多くは、シミあるいは突起を有する異常形真珠になる可能性が高い。
- 2) 肝臓、腸管並びに足糸腺など各臓器は破れない限りにおいて、接着状態にあつても真珠に異常を及ぼさない場合が多い。
- 3) 今回の観察結果より良質真珠を得る可能性の高いそう核部位をおよそ推定した。

Summary

In the pearl-culture of the pearl-oyster (*Pinctada martensii*), the nucleus is generally inserted in the gonad in two places, as shown in Text-figure 1.

Generally speaking, one of the factors relating to the quality of the cultured pearl seems to be controlled by the microscopic difference of the site of the nuclear insertion. In this view, the present writer has been interested in the quality and shape of cultured pearl, in relation to the site of the pearl-formation. Some histological observations were undertaken in a hope to make clear the above matter and results are summarized as follows :

- 1) As reported in the previous paper, it was found that the pearls which were produced in touch with the retractor muscle had a tendency to show a baroque pearl, or a black pearl with irregular extrusions. The results of the present observations indicated that typical spherical pearls were produced rather frequently when the nucleus was inserted in the place far from the retractor within the gonadal tissue.
- (2) Flawless pearls of regular form were frequent among the pearls developed in touch with the internal organs such as liver, byssus gland and intestine. On the basis of the above results, it seems very likely that those internal organs seem to exert no particular influence for the formation of pearls, so far as they were not damaged.

In the case when the internal organs were injured at insertion of the nucleus, the pearls produced are as follows in quality:

- a) The pearls which were produced when the liver was injured at insertion were usually those like baroque pearls, black pearls, or periostracal pearls.
- b) The pearls which were produced when the byssus gland was injured at insertion were mostly

those referred to as the flawly pearl in which the pearl layer was not fully deposited on the nucleus. In the normal condition the nucleus is wholly covered by the pearl layer, while in the flawly pearl the nucleus was partly covered by the organic substance which seems to be the secretion product from the byssus gland.

- c) In the present experiments, no pearl was obtained when the intestine was injured at insertion. In the cases when the intestine was injured at insertion, or the nucleus was inserted into the injured tissue, pearls of abnormal form were produced, or no pearl was formed covering the nucleus.
- 3) Based on the results obtained in the present experiments, it is evident that a suitable site of the nuclear insertion is desired for the production of economically fine pearls.

参 考 文 献

- 1) 高山活夫 1957. 「施術作業」シリーズの討議にあたって. 真珠研究会伊勢部会会報 5: 15~16.
- 2) 青木 駿 1957. 真珠養殖における挿核施術に関する研究 I. 挿入された核が収足筋に接した場合について. 国立真珠研報 2: 113~118.
- 3) 和田浩爾 1957. 真珠形成初期の顕微鏡的観察 I. 国立真珠研報 3: 167~174.
- 4) 青木 駿 1958. 異常形真珠について. 真珠研究会伊勢部会会報 8: 24~30.
- 5) ——— 1957. 真珠養殖における挿核施術に関する研究 II. 外とう膜片の外面(貝殻面)が核に接着しなかつた場合について. 国立真珠研報 3: 218~228.
- 6) 田辺時生・田畑良 1957. 中小珠の施術について III. 真珠研究会伊勢部会会報 7: 12~14.
- 7) 宮村光武・牧戸二彦 1958. 挿核施術に使用する外套膜片(ピース)の採取部位によるアコヤガイの養殖真珠の品質の相違について. 日水誌 24 (6 & 7) 441~444.
- 8) 高山活夫・中原 皓 1956. 挿核手術時における外套膜上皮細胞の剝落について. 国立真珠研報 1: 14~17.
- 9) 中原 皓・町井 昭 1956. 真珠袋の組織学的研究 I. 異常真珠と正常真珠の真珠袋の比較. 国立真珠研報 1: 10~13.
- 10) 青木 駿 1958. 真珠研究会討議. 真珠研究会伊勢部会会報 2 (2)10~12.
- 11) 小林新二郎・渡部哲光 1959. 真珠の研究. 技報堂. 267.
- 12) 中原皓・町井昭 1957. 真珠袋の組織学的研究 III. 形成初期におけるピース並びにその周囲組織の変化. 国立真珠研報 3: 212~217.
- 13) 町井 昭 1958. 真珠袋の組織学的研究 VI. 核及びピースの大きさによる真珠袋形成速度の差異. 国立真珠研報 4: 283~286.
- 14) 小竹子之助・河村光保 1957. アコヤガイ養殖真珠に関する研究 I. 異なる型の外套膜片ピースで養殖された真珠の性状について. 日水誌 23 (7 & 8) 363~365.
- 15) 山口一登 1959. 「後付け」と「同時付け」による真珠品質の比較. 真珠研究会伊勢部会会報 4(3) 13~15.
- 16) 五ヶ所青年会真珠研究クラブ 1959. 垂下深度, 貝掃除の回数および垂下様式が真珠品質に及ぼす影響について. 真珠研究会伊勢部会会報 31: 14~21.

図 の 説 明

1. “うかし”、“ふくろ” いずれにおいても収足筋に接する位置で形成される真珠の多くは1~4に示すごとく, 収足筋に隣接する組織に向つて異常突起が発達する. 突起形成の初期には遊離した細胞が多数核面に集積し, その上に厚い殻皮層が形成される. その部分の真珠袋上皮は異常に厚い. 6月28日施術. 7月8日ホルマリン固定. H-E染色. ×50

2. 突起が更に発達し、真珠層が破着される頃の真珠袋上皮は薄くなる。6月26日施術、11月1日ホルマリン固定、H-E染色。×50
3. 初期よりくちばし状の大きな突起が形成されることもある。7月27日施術、9月15日ホルマリン固定、H-E染色。×20
4. こぶ状の小さな突起が次第に発達し、大きなくちばし状突起になることもある。6月26日施術、10月2日ホルマリン固定、H-E染色。×20
- 5-7. 収足筋よりやや離れた位置で形成された正常な真珠。分泌の状態は異なるがいずれもシミあるいは突起が形成されていない。4月24日施術、8月27日ホルマリン固定、H-E染色。×50
8. 5-7はパラフィン核を用いて得た正常真珠であるが、8は実際の浜揚時に“うかし”より得た正常真珠が形成された組織である。その真珠が形成された位置は収足筋よりやや離れた位置にいた。1957年7月10日、施術1958年10月7日ホルマリン固定、H-E染色。×50
9. 肝臓(中腸腺)に接着する程度でも破つていなければ形質的に良質真珠が形成される可能性がある。6月26日施術、11月1日ホルマリン固定、H-E染色。×20
10. 実際の浜揚時に“うかし”より得た正常真珠が形成された組織。その真珠が形成された位置は肝臓に接着状態であった。1957年7月10日施術、1958年10月11日ホルマリン固定、H-E染色。×50
11. 肝臓を構成している肝管が施術時に破れた場合の初期変化を示し、肝管の上皮は傷口に沿って伸び始めている。4月24日施術、5月9日ホルマリン固定、H-E染色。×50
- 12-13. 破れた肝管上皮は傷口に沿い更に核面にまで伸びている。その部分の核面には遊走細胞や肝管上皮より脱離したと思われる細胞、あるいはエオシンに淡染する無構造な蛋白質や、まれには硅藻などがみられることがある。4月24日施術、6月1日ホルマリン固定、H-E染色。×50
14. 傷口に沿い更に核面にまで伸びた肝管上皮はどこかでピースに由来する真珠袋上皮とぶつかっている。4月24日施術、5月9日ホルマリン固定、H-E染色。×50
- 15-16. 傷口が小さく相接近している部分は増殖した肝管上皮が接した部分で癒着する。核面にまで伸びた肝管上皮は将来脱離するものと思われる。4月24日施術、5月9日ホルマリン固定、H-E染色。×100
- 17-18. 傷口に沿って核面にまで伸びた肝管上皮の上部には普通多くの遊走細胞が集まっているが、まれにはそれら遊走細胞が細目状につながっている状態がみられることがある。4月24日施術、5月9日ホルマリン固定、H-E染色。×100
19. 傷が大きかった場合、その部分の肝臓組織が脱離し潰瘍を起こすことがある。10月1日施術10月11日ホルマリン固定、H-E染色。×20
20. 一旦真珠袋が形成されても2次的にその部分が脱離し潰瘍を起こすことがある。7月10日施術、7月30日ホルマリン固定、H-E染色。×20
21. 一旦真珠袋が形成されて分泌が進行している途上で2次的にその部分が脱離潰瘍を起こし、ドクズあるいはクロだまになることがある。4月24日施術、8月10日ホルマリン固定、H-E染色。×20
22. 破れた肝臓の部分のみならず核の周囲の組織が病的に脱離し潰瘍を起こし、ピースが移植されないことがある。10月1日施術、10月11日ホルマリン固定、H-E染色。×20
23. 足糸腺に接着状態にあつても分泌の状態には異常が認められない場合が多い。6月26日施術、11月1日ホルマリン固定、H-E染色。×50
24. まれには、足糸腺に接している部分にシミあるいは突起が発達しているのがみられるが、これは恐らく、足糸腺の影響というより収足筋の影響と思われる。9月21日施術、11月10日ホルマリン固定、H-E染色。×20
25. そう核施術時に足糸腺が破れることがある。10月1日施術、10月8日ホルマリン固定、H-E染色。×20
26. 足糸腺が大きく破れた場合、核が足糸腺組織に取り巻かれることがある。4月28日施術、5月8日ホルマリン固定、H-E染色。×20
27. 足糸腺組織に核全体が取り巻かれ、一方ピースはゲシを形成する真珠袋を形成することがある。4月23日施術、5月8日ホルマリン固定、H-E染色。×20

28. “ふくろ”においても足糸腺組織に核が取り巻かれることがある。 5月4日施術, 5月24日ホルマリン固定, H-E染色. ×50
29. 足糸腺組織に取り巻かれた場合, 核面に足糸が附着することがある。足糸はエオシンに濃染している。 4月28日施術, 5月24日ホルマリン固定, H-E染色. ×100
30. 足糸腺組織に核全体が取り巻かれた場合, 核面にエオシンに濃染する膜状物質が附着していることがある。 4月13日施術, 7月24日ホルマリン固定, H-E染色. ×50
31. 足糸腺組織に核全体が取巻れた場合, 核面に粘液状物質が附着していることがある。それらには足糸腺より分泌されたと思われる物質以外に脱離した細胞や, 組織塊が含まれている。 10月1日施術, 10月31日ホルマリン固定, H-E染色. ×20
32. 腸管に接着状態にあつても, 破らない限りにおいて珠には異常が認められない場合が多い。 4月24日施術, 6月10日ホルマリン固定, H-E染色. ×50
33. 実際の浜揚時に“ふくろ”より得た正常真珠が形成された組織である。その真珠が形成された位置は腸管に接着していた。 1957年7月20日施術, 1958年10月11日ホルマリン固定, H-E染色. ×50
34. 腸管が大きく破れた場合, 核はやはり腸管の上皮に取巻れる。 7月27日施術, 8月3日ホルマリン固定, H-E染色. ×50
35. わずか破れた場合はその傷口が癒着する可能性がある。 5月4日施術, 5月24日ホルマリン固定, H-E染色. ×20

略語 bg: 足糸腺 h: 肝管上皮 ie: 腸管上皮 l: 肝臓 (中腸腺) m: 外套膜片 (ピース) n: 核
p: 真珠袋 pl: 真珠層 r: 収足筋

