

国立真珠研究所報告

4

昭和 33 年 (1958) 12 月

Bulletin of National Pearl Research Laboratory

4

December 1958

CONTENTS

Wada, K. Microscopic observations of cultured pearls at their early formation II.	251
Wada, K. shell structure and development in <i>Pinctada martensii</i> (Dunker). I. Crystalline structure.	261
Wada, K. Studies on the component of various cultured pearls by means of X-ray diffraction and differential analysis.	275
Machii, A. Studies on the histology of the pearl-sac, VI. The effect of the size of the mantle piece and the nuclear size on the rate of pearl-sac formation.	283
Uemoto, H. Studies on the gonad of the pearl oyster <i>Pinctada martensii</i> (Dunker), II. Histological observation with regard to both the seasonal variation and the change during the course of the artificial spawning.	287
Katada, S. The influence of low salinity sea water on the pearl oyster <i>Pinctada martensii</i> (Dunker)-1.	308
Ota, S. Studies on feeding habits of <i>Pinctada martensii</i> (Dunker), 1. Seasonal variation of the length of crystalline style.	315
Hasuo, M. The shell variation during growth in the Mie pearl oysters and those transplanted from Nagasaki Prefecture.	318
Yamaguchi, K. On the difference of color and thickness of pearl layer of cultured pearls caused by the disparity of age in mother oysters.	325
Takayama, K. and Wada, K. Effect of the treatment of chemicals on the structure of cultured pearl.	329
Sawada, Y. Biochemical studies on the pearl oyster <i>Pinctada martensii</i> (Dunker) caporphyrin pigments on the shell.	335
Sawada, Y. Studies on the fluorescence of the pearls.	340
Sawada, Y., Tange, M. and Seki M. The oceanographical studies on the pearl culture ground, I. On the oceanographical observations of the pearl culture ground happened the unusual death of pearl oysters at Tategami-ura in Ago Bay in July 1958.	347

National Pearl Research Laboratory

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

真珠形成初期の顕微鏡的観察 II^{*1)}

和田 浩 爾

国立真珠研究所

は し が き

著者は前報で 7, 8, 9 月の 3 カ月間の真珠袋形成にともなう沈着物及び真珠形成速度について観察をおこなった結果、真珠形成の初期において核表面に沈着してくる物質には真珠袋自体から分泌されてくる沈着物とそれ以外の組織や細胞等の附着物のある事を観察し、また真珠形成速度は個体差が大きいが 7 月よりも 8, 9 月の方が速い事を報告した。そしてこれら附着物が死に、そこに生じた物質によつて真珠袋上皮細胞が刺激され、後に厚い殻皮層や稜柱層の分泌がうながされ、これらの層の形成によつてシミが生ずる事を暗に指摘した。しかしながら真珠袋上皮細胞を刺激する物質や、そこから形成されてくる各層の生成機構について論じたものはほとんど見られない。著者は真珠形成初期の一連の研究として、これらの事を解明するために、異物が核表面に附着し、殻皮層や稜柱層が形成されてくる時期を調べ、また形態学的に稜柱層の成長を観察した。ここに得られた結果に若干の考察を加えて報告する。

本文に入るに先だち、終始懇切な指導を賜わつた高山活夫所長、並びに本稿の周密なる校閲を賜わつた三重県立大学水産学部渡部哲光先生に厚く感謝する。

材料及び方法

第 1 報で使用した材料のうち、核表面に茶褐色及び黒色の附着物の見られるものについて観察をおこなつた。

観察は主として Leitz Panphot に垂直投光管を使用しておこない、細部の観察には電子顕微鏡を使用した。なお、核面より茶褐色の附着物を削り落して、偏光顕微鏡によつて結晶学的な観察をおこなつた。

観 察

1956 年 7, 8, 9 月に夫々挿入した核の表面に何らかの肉眼的な沈着物が見られたものを沈着物の種類により分類し、挿核後 10 日以内、11 日から 20 日、21 日以上との 3 期間にわけてその出現率を 1 表に示した。各月とも 10 日以内に見られた沈着物は主として細胞や組織等の一部で、このほか真珠袋の分泌物として conchiolin とと思われる物質が認められた。また、既に稜柱が部分的

* Kōji Wada. Microscopic observations of cultured pearls at their early formation II. With English summary, p. 255. Bull. Natl. Pearl Res. Lab. 4: 251 — 260. 1958.

1) 国立真珠研究所業績 No. 31. (国立真珠研究所報告 4: 251 — 260. 昭和33年12月)

Table 1. Rate of pearls having abnormal substances or layer per total number.

Time after operation (days)	July	August	September
	(%)	(%)	(%)
~ 10	22	13	30
11 ~ 20	51	69	83
21 ~	91	73	73

に散在し、成長しているものも多く観察された。^{*} 7月をのぞいて、20日以上経過したものは真珠層がシミの部分をおよびて形成されているものが大部分をしめていた。

これらのうち、真珠袋より分泌された沈着物の表面を観察して、その形態を大別してみると膜状、繊維状、顆粒状、魚卵状、乳房状、花卉状、蜂窩状及び菌糸状に分類する事ができる。

膜状分泌物は手術後核表面に部分的に成長し、異物の附着した部分には特に厚い膜として形成され、一様で無構造な膜として認められる場合や、微細な繊維状乃至顆粒状構造を示す場合等がある。これらはFig. 5において見られるように、一方向に走る繊維状構造をもった膜の上に顆粒状の物質が散在し、その上や中に膜状の分泌物が成長しているもの、顆粒状及び膜状の物質が互いに成長しているものなどが認められた。このような部分を核表面から剝離し、偏光顕微鏡の直交ニコルのもとで観察すると完全に消光し、光学的に等方体であることを示すものと、消光しない大小多数の球状の結晶を含んでいるものとが認められた。この消光する部分は conchiolin と思われる。なおX線解析の結果、シミ部分に成長している結晶には calcite のある事が確かめられた¹⁾。



Text-fig.1 Photomicrograph of a thin fragment of prisms grown on a surface of conchiolin membrane. (Crossed nicols). $\times 80$

Fig. 1 は乳房状構造をした稜柱物質で、その中心部が一番高く周辺に遠ざかるに従って低くなり、稜柱相互が接した境には conchiolin の壁が存在している。更に表面に大小の顆粒状乃至糸状の構造が見られ稜柱の周辺部分からも糸状乃至脈状の構造が中心部に向かって走っているのが認められる。これら糸状乃至脈状の部分は突出しているものと溝をなしているものとがある。また稜柱の形は比較的円形をしているものと、Fig. 2 の如く花卉状構造をしているものなどがあり、稜柱の中心に対して特に同心円状の条線が明瞭であるものや、放射状の条線が明瞭であるものなどが観察される。これを偏光顕微鏡の直交ニコルのもとで観察してみるとText-fig. 1 の如くである。この写真からわかるように稜柱の中心部が常に消光しているもの、或る一定の位置で

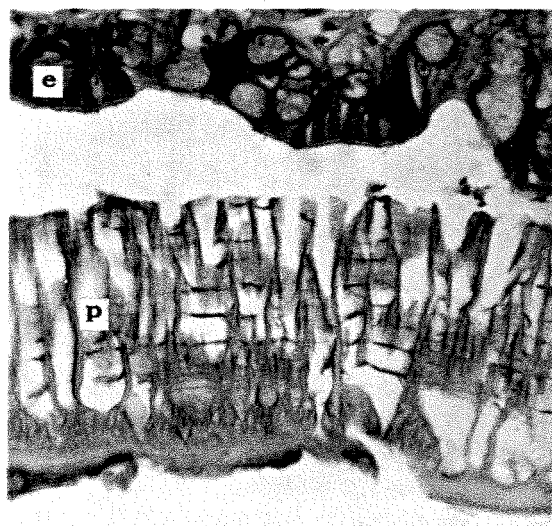
^{*} 国立真珠研報告3, 169頁, Fig. 2 を参照されたい。

のみ消光するもの、及び放射状に消光するものなどがあり、更に稜柱の中心部に対して同心円状に消光の程度の異なるものも観察される。一方、稜柱表面上にみられた糸状乃至脈状の部分は常に消光しているものと消光しない位置のあるものとが認められたが、後者は磁物質の上に沈着しているものであつた。各々の稜柱はそれぞれ独自に特有の消光を示すが、稜柱と稜柱との境は常に消光している。これらの事から稜柱の境及び糸状乃至脈状の部分は conchiolin の如き光学的等方体と思われる。

Fig. 3 は conchiolin 膜の上に成長している蜂窩状構造の稜柱層である。この稜柱層内部を観察してみると、乳房状乃至花卉状の稜柱が互いに太い conchiolin の壁を挟んで接しており、個々の稜柱の周辺部より中心部に向かつて、あるいは中心部より周辺部に向かつて糸状乃至脈状の conchiolin が形成され、これが更に分岐して網目状に交叉しているのが認められる。また稜柱層の内部ではこれら個々の稜柱の境は不明瞭になり、一つの稜柱層として蜂窩状の構造をなしている。

一方、Fig. 4 にみられるように乳房状乃至花卉状構造をした稜柱をおつて菌糸状あるいは苔状の構造をもつた稜柱層が形成されてくる事が屢々みられる。この稜柱層は蜂窩状の稜柱層とは異なり、乳房状や花卉状の稜柱が成長し集合して出来たものではなく、独自に成長し全く異なつた構造をもっているように思われる。

稜柱の表面には calcite の微結晶が稜柱の中心部よりその周辺部に向かつて、あるいは一方より他方に向かつてステップ状乃至畝状に集合しているものや、全表面に一樣に成長しているものなどが観察されるが、真珠層に見られるような結晶の成長模様はみられない (Fig. 5, 6)。また conchiolin 膜が稜柱表面に部分的に沈着しているところや、周辺部より conchiolin の膜が結晶部分をおつてきていているところなどがみられる。このうち、結晶部分をおつて沈着してきているものは突出しており、稜柱相互の境にあるものは溝をなしている (Fig. 7)。いずれにせよ稜柱表面に成長している calcite の結晶の形は非常に不明瞭であるが、小さな球状に成長しているものが多くみられた。 Fig. 8 は稜柱の内部が多数の部屋にわかれていた部分であり、conchiolin



Text-fig. 2 Photomicrograph of prismatic layer.
c: thick conchiolin layer, e: epithelial cells of
pearl-sac, p: prismatic layer. $\times 500$ (Photo by
Mr. A. Machii) Hematoxylin-Eosin

の部分は溝をなし、結晶部分の周辺部をおつていつくあるのが認められる。また、この溝をなしている conchiolin 膜には皺状の構造が部分的に観察できる。

真珠形成初期に成長してきた稜柱層を脱灰して、その薄片を作り観察してみると Text-fig. 2 の如くである。この写真からわかるように、核に接して厚い conchiolin の膜が沈着しており、試料採取当時も真珠袋の働きによつて柱状の稜柱層が形成されていた。まず稜柱層は厚い conchiolin の膜から小さな柱状乃至犬歯状の部屋に成長し、これが円錐状に集合してその頂点から太い conchiolin が真珠表面にほとんど垂直に成長し、この太い conchiolin によつて囲まれた大きな柱状の部屋の中が更に conchiolin の壁によつて多数の部屋にわかれ、これらに直角な方向に conchiolin が或る間隔をお

いて層状に形成されているのが認められる。また核に接した厚い conchiolin 膜の内部に不明瞭な層状構造がみられる。一方, conchiolin の壁によつて囲まれた小さな柱状乃至犬歯状の部屋が形成されずに直接厚い conchiolin の膜や核表面から柱状の稜柱層が成長している場合もみられる。

考 察

以上の観察によつてシミの形成は主として挿核後10日から20日を経過する間にみられたが、その原因はそれ以前にあるものと思われる。これを先の著者²⁾ (1957)の観察と比べてみると、移植された外套膜片が真珠袋を形成しつゝある過程及び完成した直後までの状態である事がわかる。この事から真珠形成初期におけるシミの生じる原因は手術後大体10日以内に屢々観察した有機物質にあると思われる。そして単にこれら異物質が存在するという事実だけで、あるいは更にこれらによつて作りだされた物質によつて真珠袋上皮細胞が変化を受け、多量の蛋白質が分泌されたり、後に稜柱層が形成されたりする事がシミを生ぜしめる一つの原因になるのではないかと考えられる。

介殻真珠層中の蛋白質についてはGrégoire, Duchâteau and Florkin³⁾ (1955)等によつて詳細に観察され、ポリペプチッド繊維体(nacroïne)を心にした硬蛋白基質(nacrosclérotine)が網目状をなし、それを水溶性蛋白質(nacrine)の層がおゝつた3つの要素からなつているものと推察している。Grégoire⁴⁾ (1957)は介殻真珠層中の蛋白質の形態が貝の種類によつて異なる事、及び蛋白質の分布状態について報告している。しかしながら、いずれの場合においても観察のために種々なる処理をおこなつた後の像であつた。著者はアコヤガイ介殻稜柱層先端部に沈着成長している膜状の蛋白質層を観察し、その表面に繊維状及び顆粒状の構造を認め、観察時に生じた人工像ではなく、多分殻皮層乃至稜柱層を構成している conchiolin と呼ばれる蛋白質層とそこに成長している結晶であろうと考えた(未発表)。またアコヤガイ介殻真珠層、ドブガイ介殻真珠層及びアコヤガイ養殖真珠の破断面や腐蝕面を観察し、Grégoire 等が観察したと同じような網目状乃至繊維状の様な構造を認めた(著者未発表)。挿核後 conchiolin が核表面に沈着し、また異物質が核面に附着すると厚い conchiolin の膜が形成されるが、これら conchiolin の膜には微細な繊維状及び至皺状の構造、顆粒状構造及び無構造の様な膜の3つの形態が認められた(Fig.5)。このうち、大小の球状の顆粒は conchiolin 膜の上あるいは中に沈着した結晶と思われる。この事は介殻稜柱層先端部に沈着成長している殻皮層あるいは稜柱層を構成していると思われる蛋白質の構造と非常に良く一致する。またこれらの構造が Grégoire 等の報告している nacrine, nacrosclérotine 及び nacroïne と如何なる関係にあるかは今後の問題である。このような構造をもつた conchiolin は部分によつて種々なる形態に成長している。一般的に言つて異物質が附着すると、その附近に繊維状乃至脈状の成長がみられ^{*}、厚い conchiolin の膜として形成されるが、その他の部分はこれに比較して薄い膜状に成長している。そして厚い conchiolin の膜には層状構造の認められるものもある。

Rassbach⁵⁾ (1912), Schmidt⁶⁾ (1924) 及び Watabe and Wada⁷⁾ (1956) は介殻稜柱層の構造について観察し、calcite が多数集合して柱状の構造をなしている事を報告しているが、未だ稜柱層が柱状に成長してくる過程について論じられていない。真珠形成の極く初期において屢々稜柱層が発達してくるが、形態的には顆粒状、魚卵状、乳房状、花卉状、蜂窩状及び菌糸状に分類する事ができる。稜柱層は先づ conchiolin 膜や核表面に顆粒状の稜柱として散在し成長してくるが、多くの顆粒状の稜柱は conchiolin を成長の中心として、その表面に垂直な方向に成長すると同時

* 国立真珠研報告3, 170頁, Fig. 6を参照されたい。

に、各々稜柱の中心から周辺へ水平な方向にも成長して大きさを増大していく。この顆粒状の稜柱が小部分に沢山成長してくると、大きさが増大しないうちに隣接し、魚卵状の構造に発達するものと思われる。一方、稜柱の中心部が垂直方向に急速に成長し、その中心から周辺部に向かう水平方向の成長が比較的均一である時には乳房状に発達し、中心に対して同心円状の条線が形成されるが、稜柱の中心部が垂直方向にそれほど速く成長せず、水平方向の成長が不均一であると花卉状の形態を示すようになり、多くの場合中心に対して放射状の条線が認められる。なお、垂直及び水平方向の成長速度差によつて色々な形態の稜柱として成長する。この乳房状及び花卉状の稜柱は成長して互いに厚い conchiolin の壁を境にして接着し稜柱層に発達するが、その後の成長は主として垂直方向におこなわれるようである。この成長過程において、これら稜柱の中心部から周辺部に向かつて、あるいは周辺部から中心部に向かつて脈状乃至糸状の conchiolin がみられ、稜柱の発達にともなつてそれが更に分岐し交叉して網目状をなし、多数の部屋からなる蜂窩状構造に発達してくる。

このようにして蜂窩状構造に発達した稜柱層の各部屋の内部には小さな球状の calcite の結晶がステップ状、畝状あるいは一様に成長して垂直方向に比較的急速に成長するが、部屋の境に存在する conchiolin の壁が結晶部分の周辺部より中心部に向かつて成長し、これを完全におよびてきた時に、この柱状の部屋の成長は終るものと思われる。

以上に観察した果粒状、魚卵状、乳房状、花卉状及び蜂窩状の構造は稜柱層の発達過程における稜柱の形態及び集合状態の変化であろう。また菌糸状構造の稜柱層はこれとは独自の成長過程によつて形成され、特有の構造をもっているものと思われる。これら稜柱層の成長過程についてはアコヤガイ介殻稜柱層先端附近及び真珠層附近に成長している稜柱層のそれと良く似ているように思われる(著者未発表)。

摘 要

- 1) 真珠形成初期に沈着成長してくる conchiolin 膜及び稜柱層の構造を観察し、形態学的観点より成長過程を論じた。
- 2) conchiolin 膜には一様な膜状、顆粒状及び繊維状の3つの構造が認められた。
- 3) 稜柱の形態及び集合状態は顆粒状、魚卵状、乳房状、花卉状、蜂窩状及び菌糸状構造に大別できる。これらの構造は稜柱層の成長過程における変化であり、また独自の成長方法によるためと思われる。
- 4) 稜柱はその中心部より周辺部へ水平方向の成長をおこなうと同時にその表面に垂直な方向に成長し、稜柱の中心部が一番高く、中心に対して同心円状の条線と放射状の条線とが認められた。
- 5) 稜柱表面には小さな calcite の結晶がステップ状、畝状あるいは一様に成長している。

Summary

The materials deposited on the surface of inserted nuclei at an early period of pearl formation were observed under optical and electron microscopes, and the processes of their growth was discussed on the view point of morphology.

In an early stage of pearl formation, it is often that thick conchiolin and prismatic

layers deposite on the surface of a nucleus. The conchiolin was found to have membranous or fibrous structure (Fig. 5).

The prismatic layer seems to grow in such a way that at first many granular prisms scatter on the surface of conchiolin or nucleus, and there they grow to change their forms from oolitic to mammillary, and then to rosette-shaped, and to honeycomb prisms. The mossy structure of a prismatic layer seems to be due to another process of growth them mentioned above. Each prism grew in two directions, perpendicular and horizontal to its surface. On the surface of the prism, calcite crystals were observed to have developed in step-, redge-like or homogenous structure (Figs. 5, 6 and 7), and concentric and radial patterns were observed at the central part of the prisms.

文 献

- 1) 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. 国立真珠研報告 4 : 275—283.
- 2) ———— 1957. 真珠形成初期の顕微鏡的觀察 I. 国立真珠研報告 3 : 167 — 174.
- 3) Grégoire, C., Duchâteau, G. et Florkin, M. 1955. La trame protidique des nacres et des perles. Ann. Inst. Océanogr. 31 : 1—36.
- 4) Grégoire, C. 1957. Topography of the organic components in mother-of-pearl. Jour. Biophysic. and Biochem. Cytol. 3 (5) : 797—808.
- 5) Rassbach, R. 1912. Beiträge zur Kenntnis der Schale und Schalenregeneration von *Anodonta cellensia* Schröt. Ztschr. wiss. Zool. 103 : 379—399.
- 6) Schmidt, W. J. 1924. Bau und Bildung der Pelmuttermasse. Zool. Jahrb. 45.
- 7) Watabe, N. and Wada, K. 1956. On the shell structures of japanese pearl oyster, *Pinctada martensii* (Dunker) I. Prismatic layer. Fac. Fish., Pref. Univ. Mie 2 (2) : 227 — 232.

Explanation of Plates

- Fig. 1 Mammillary structure of prisms grown on thick conchiolin membrane. The central part of prisms project. $\times 170$
- Fig. 2 Rosette-shaped prisms having concentric and radial patterns in the central region. $\times 170$
- Fig. 3 Showing honeycomb structure of a prismatic layer. $\times 170$
- Fig. 4 Mossy structure of a prismatic layer grown on mammillary and rosette-shaped prisms. $\times 170$
- Fig. 5 Electron micrograph of conchiolin membrane and prisms grown in an early stage of pearl formation. Showing membranous, fibrous and granular structure in conchiolin. The calcite crystals grown on the surface of a prism developed in steps in the lower left corner. $\times 3800$
- Fig. 6 Electron micrograph showing the surface of a prismatic layer. $\times 3000$
- Fig. 7 Electron micrograph of conchiolin deposited on the surface of a prismatic layer. $\times 3000$
- Fig. 8 Electron micrograph of many prismatic chambers divided by conchiolin walls. The conchiolin is climbing up crystal fields. $\times 3000$

Plete I

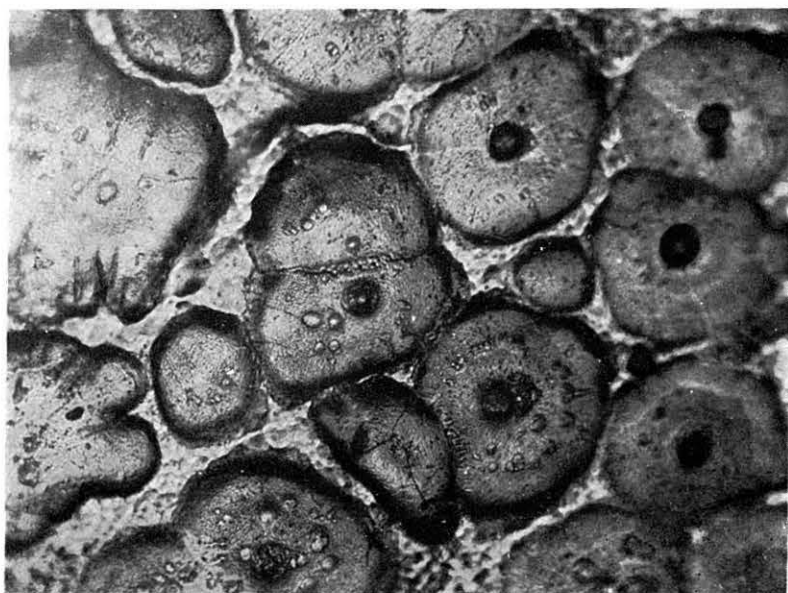


Fig. 1



Fig. 2

Plate II

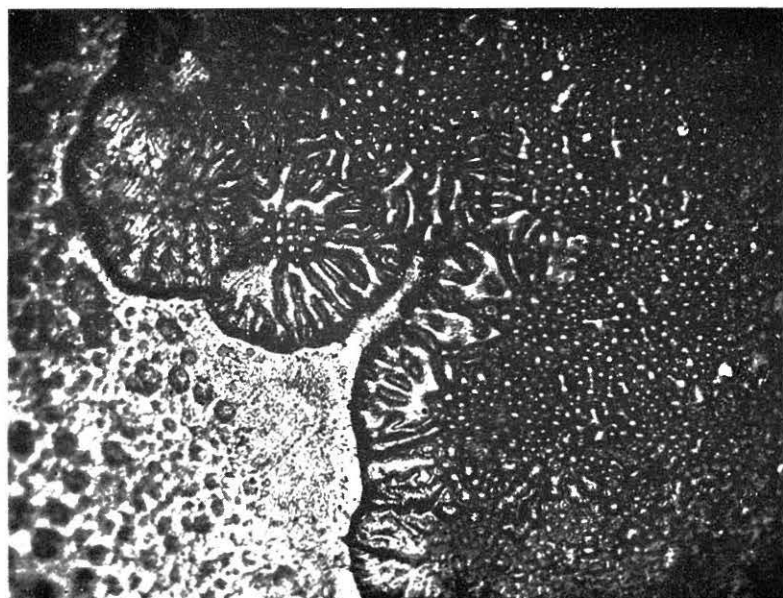


Fig. 3

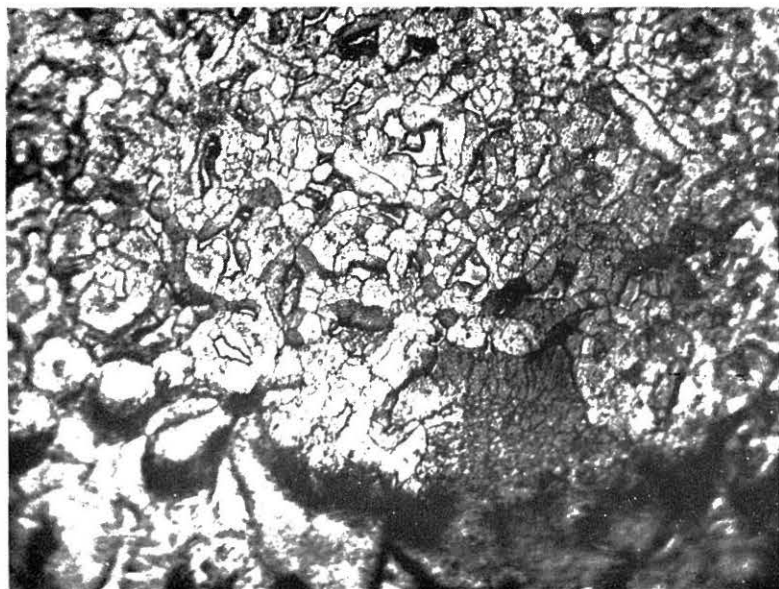


Fig. 4

Plate III

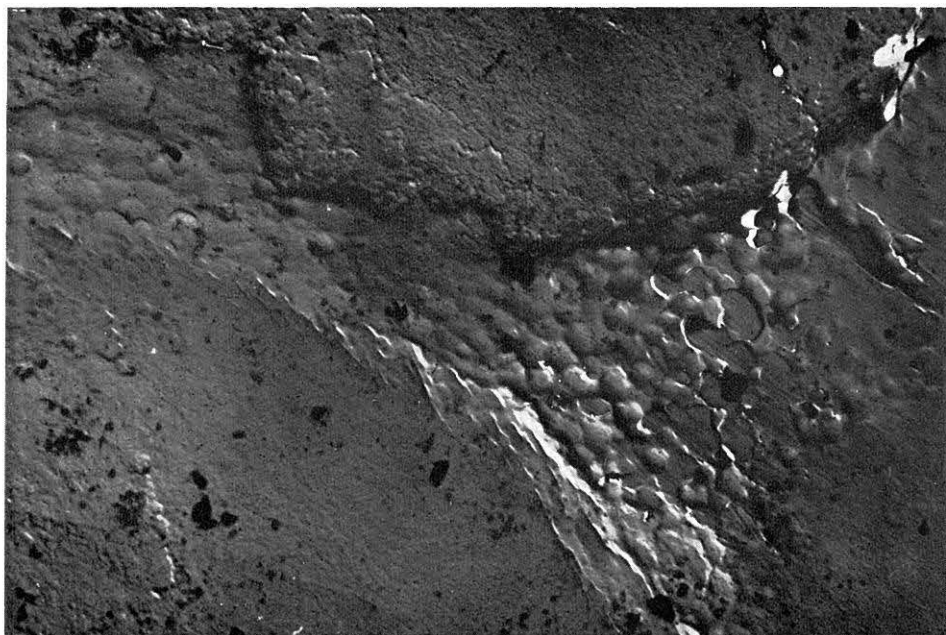


Fig. 5

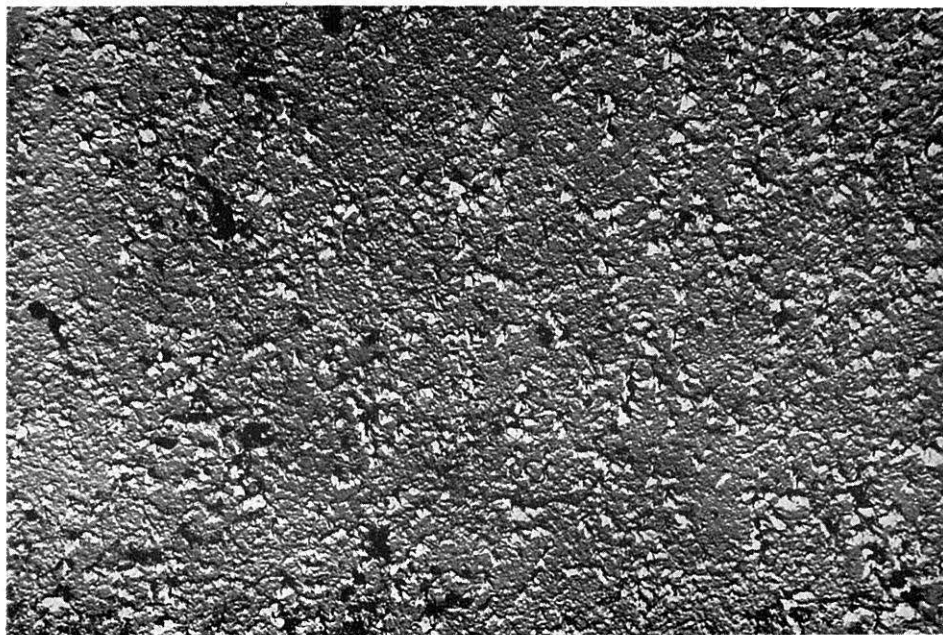


Fig. 6

Plate IV

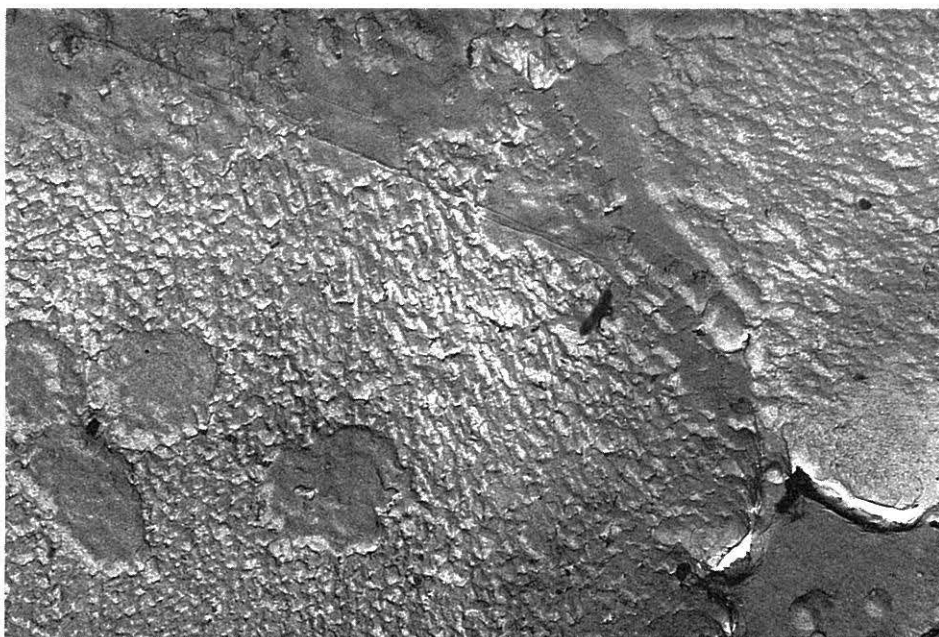


Fig. 7

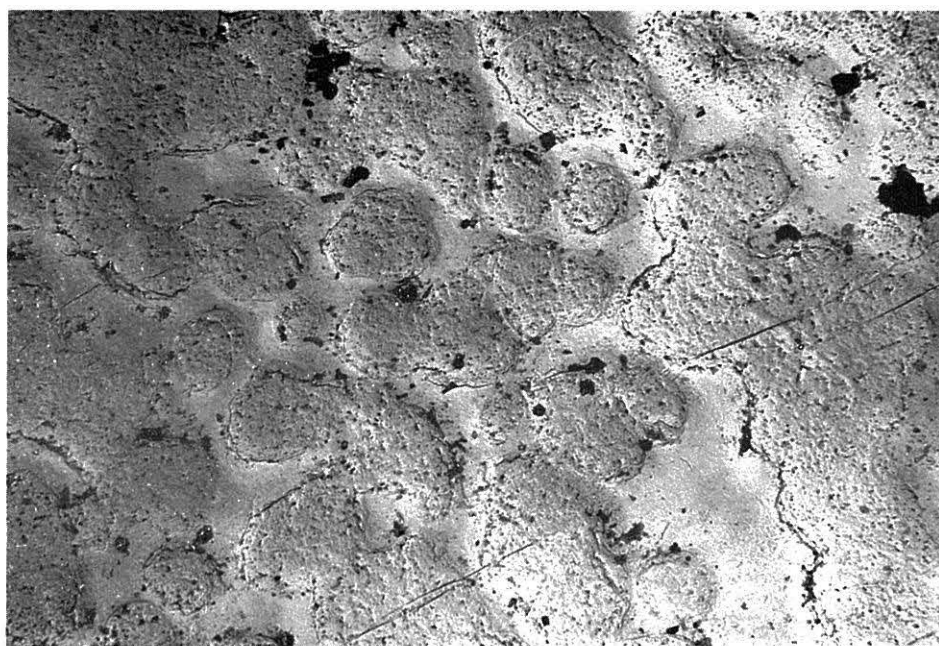


Fig. 8

アコヤガイ介殻の構造及び成長^{*1, 2)}

I. 結 晶 構 造

和 田 浩 爾

国 立 真 珠 研 究 所

は し が き

アコヤガイ *Pinctada martensii* (Dunker) の介殻内面を構成している真珠層表面には aragonite 結晶が平行、渦巻、同心円あるいは不規則な模様集合している。この条線は aragonite の薄板と conchiolin 膜とが交互に累積し、その周縁部が表面に露出して生じた模様で、個体の生理状態、年令、生息環境の季節の変化や同一個体でも介殻の部分によつて異なつてゐるが、一般的にいへることは比較的成長速度の速い真珠層周辺部では平行模様が、これにたいして成長が緩慢と思われる中心部では渦巻や同心円状の模様が多くみられる。また真珠層の薄板を構成している aragonite の結晶が overgrowth, ラセン転位、三連晶、平行連晶、樹枝状あるいは不規則に成長して、ステップ状や畝状に集合していることについて屢々論じてきた。介殻に含まれている蛋白質の構造及び分布については Grégoire (1957) によつて詳細に報告されているが、外套膜の上皮組織からのコロイド状の分泌物中から、周期的に conchiolin 膜と炭酸カルシウムの結晶とが成長して交互に累積してくる機構については現在も不明である。一方、形成された介殻の結晶構造については光学的方法によつて研究され、結晶の主軸が介殻内表面に垂直な方向に比較的規則正しく配列していることが報告されており、塘 (1929) が初めて X 線回折によつて *Atrina japonica* の介殻稜柱層及び真珠層の構造を調べ、同様の結果を得ている。しかしながら、主軸以外の結晶軸の配列について論じた報告はない。

介殻や真珠にみられる条線模様や層状構造は多くの研究者によつて観察されているが、その成長機構について論じたものは少ない。Schmidt (1923) や渡辺 (1950) 等は介殻や真珠の断面を観察し、その層状構造がリーゼガング環に非常によく類似していることを指摘している。また渡部 (1950) は真珠の表面にみられる条線模様も同様にリーゼガング現象によつて説明が可能であると述べている。このほか自然界には縞模様や周期的な層状構造が多くのもに観察されているが、その生成機構については一般に解釈が困難である。

最近、結晶の成長に関する研究が急速に発展し、ラセン転位によつて結晶が成長する場合に、渦巻模様がみられることについて多数の実例が報告されている。介殻真珠層表面にみられる成長模様、特に渦巻状の模様は結晶が転位を媒介として蒸気や溶液から成長する際にみられる条線に非

*Kōji Wada. Shell structure and development in *Pinctada martensii* (Dunker). I. Crystalline structure. With English summary, p. 263. Bull. Natl. Pearl Res. Lab. 4: 231 — 274. 1958.

1) 国立真珠研究所業績 No. 32. (国立真珠研究所報告 4: 261 — 274. 昭和 33 年 12 月)

2) 昭和 33 年度日本動物学会関東支部 2 月例会及び昭和 33 年度日本水産学会年会にて講演。

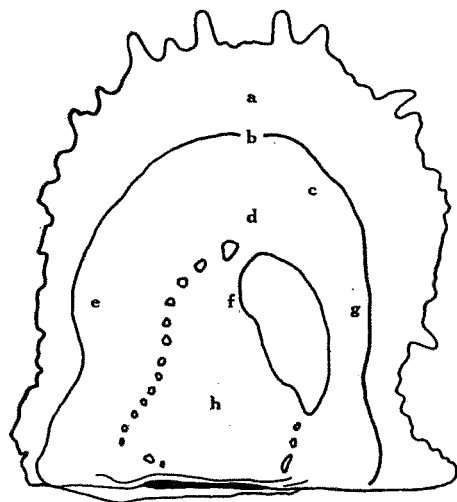
常に良く類似している。しかし、これらの研究は単結晶の場合であり、介殻の如く多結晶の場合については未だその成長機構について不明であり、論じられていない。勿論、介殻は生物体によつて形成されるものであるから、その結晶成長は個体の生理や生態と密接に関係し、外界の種々なる環境要素の変動によつて影響されるので簡単に結論を下すことはできない。筆者はこれら介殻真珠層及び真珠にみられる条線模様の成長機構を明らかにするため、介殻の結晶構造を調べた。ここに得られた結果に若干の考察を加えてその概要を報告する。

本文に入るに当たり、終始御指導と御助言を賜つた国立真珠研究所高山活夫所長、なら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する。また有益なる助言を与えられた東京工業大学物理学教室平野賢一先生、ならびに三重県立大学水産学部渡部哲光先生に深謝する。なお本稿の周密なる校訂をくださった須藤俊男教授に感謝する。

材料及び実験方法

実験に使用した材料は三重県英真湾で8月から9月までの間に採集した4年乃至5年生のアコヤガイ介殻の左殻及び右殻で、介殻外部形態は正常形のものを選び、歪形乃至異常形のものを除外した。

X線解析をおこなつた部位はText-fig. 1に示したように稜柱層1カ所、真珠層6カ所及び両者の境1カ所、計8カ所を選び、このほかに稜柱層及び真珠層の断面について各々1カ所を選んで解析をおこなつた。これら試料の大きさは縦10mm、横5mm、厚さ0.2~0.4mmとし、所定の部分を糸鋸によつて介殻から切り取り、砥石上で介殻外面より研磨して既定の厚さにまで減らした。このほかd部分において縦を5mm、厚さを0.2mmに一定して横を5mm、1mm、0.2mmと変え、各々の巾において実験をおこなつた。またe部分においては縦10mm、横5mmに一定して厚さを1mm、0.5mm、0.2mmと変えることによつて層の重なり方について調べた。なお断面部分の大きさは縦1mm、横2mm、厚さ0.2mmのものをつくり実験をおこなつた。



Text-fig.1 Showing the parts in shell analysed by x-ray.

先ずa, b, dの3点においてラウエ写真を撮り、その部分を構成している微結晶の軸の配列状態を調べた。ラウエ写真撮影にあつては対陰極タングステン、電圧45kV、電流20mA、スリット孔径0.5mmの条件のもとにおこなつた。試料はゴニオメーター・ヘッドの上につけた油粘土の先端部を尖らせてその上に固定し、その方向を調節した後、スリット系によつて細くされたX線のビームを一定の方向から試料に垂直に当て、試料の後方4.5cmの距離のところに入射X線の方に垂直に置いたフィルム上に回折線を記録した。なお露出は約1時間から2時間おこなつた。また介殻を構成している微結晶の同一軸あるいは同一面が一定の空間の方向に配列した組織を持っている部分については、結晶の何軸が繊維軸の方向に並んでいるか、更に介殻同一平面あるいは介殻を構成している不連続層において、これらの微結晶の配列状態がどのようになつてい

るかを調べるために回転写真を撮って観察した。回転写真は対陰極銅，電圧30kV，電流15mA，スリット孔径0.5mm，円筒カメラ半径3.4cmの条件のもとでニッケル・フィルターを使用して撮影した。支持器の上におかれた試料をスリット系によつて絞られたX線の細い線束の中に置き，露出をおこないながら試料をこの線束に垂直な軸のまわりに一様な速度で完全に1回転させた。このようにして回折された像は回転軸を中心とする円筒カメラにおさめられたフィルム上に記録した。なお露出時間は試料の厚さによつて適当に変えたが，約2時間30分から3時間である。一方，X線解析をおこなった部分の表面に成長している結晶の条線模様は垂直投光管を使用して観察した。

実 験 結 果

Fig.1 は稜柱層 a 部分の表面に垂直にX線を当てた時に得られた回折像で，Debye環としてあらわれており，稜柱層を構成しているcalciteの微結晶内の網面よりDebye環はBraggの式

$$n\lambda = 2d \sin \theta$$

を満足する様な場所にあらわれている。ここに λ は投射X線の波長であり， d は面間隔， θ は閃角である。

図にみられるようにDebye環は一様な濃度を示す点から，稜柱層を構成しているcalciteの微結晶は介殻内表面に水平な方向に対して，それぞれ任意の方向を向いて配列しているものと思われる。一方，繊維軸の方向にX線が入射した場合にも，Debye環は一様な濃度としてあらわれる。そこで稜柱層断面に垂直にX線を当ててみるとラウエ斑点が得られ，測定の結果稜柱層を構成しているcalciteの微結晶の主軸は，介殻内表面に垂直な方向に一致して配列していることが確かめられた。しかしながら，そのX線図にあらわれた斑点の拡散状態から考えて，微結晶の主軸は繊維軸に対して任意の方向に多少傾きをもつて配列しているものと思われる。

稜柱層は真珠層に近い部分でその表面構造が他の部分と異なり，結晶部分が丸く，ここに成長しているcalciteの微結晶の形はあまり明瞭でない(Fig. 2, 3)。介殻 b 部分において，真珠層と稜柱層の境がスリット孔径の真中にくるようにして，その表面に垂直にX線を当てた結果ではcalcite及びaragoniteの両者の回折線が得られ，前者は一様な濃度をもつたDebye環としてあらわれ，後者はラウエ斑点として認められた。ここに得られたcalciteのDebye環の濃度及び線の太さから，この部分に成長しているcalciteの結晶は，結晶の輪廓のはつきりした稜柱層部分と同じように，その結晶度においては砥物のcalciteのそれと差がみられない。

真珠層 d 部分の表面及び断面に垂直にX線を当てることによつて得られたラウエ写真から，それぞれ介殻内表面に垂直及び水平な成長方向に繊維軸のあることが確かめられた。そこで，これら繊維軸に対してaragonite微結晶の何軸がどのように配列しているかを調べるために，介殻の水平な成長方向，これと直角な方向及び介殻内表面に垂直な方向を軸として回転写真を撮った(Fig. 4, 5, 6)。

今，回転軸として選んだ介殻のそれぞれの方向に，これを構成している微結晶の主要な帯軸が夫々平行に配列していた場合には，斑点が幾つかの層をなして並んでくる。即ち，この帯軸に垂直な格子面が水平にX線を反射し，その斑点はフィルム上にそれぞれの面に対応した各層線を作る。この内，入射X線とフィルムの交点を通過する層線を赤道線といい，以下順次第1層線，第2層線といわれている。Fig. 4, 5及び6のX線図にも赤道線の上下に回折斑点が幾つかの平行な層線としてあらわれている。これら層線の鉛直間隔は試料の回転軸に選んだ方向に平行に配列している微結晶軸上につけている格子点の間の距離だけに関係するから，これを求めることによ

つて微結晶軸を決定することができる。

真珠層を構成している aragonite は斜方晶系に属し、その単位胞は

$$a=4.94\text{\AA}, b=7.94\text{\AA}, c=5.72\text{\AA}, \alpha=\beta=\gamma=90^\circ$$

である。このような斜方晶系に属する結晶では、各主軸を回転軸として撮影した回転写真の層線間隔より、各軸の周期を直接次の式から求めることができる。

$$n\lambda = I \sin \phi n \quad \tan \phi n = Sn/r$$

ここに I は回転軸方向の周期、 r はフィルム半径、 Sn は赤道線と第 n 層線との距離で、 ϕn は第 n 層線を望む角である。

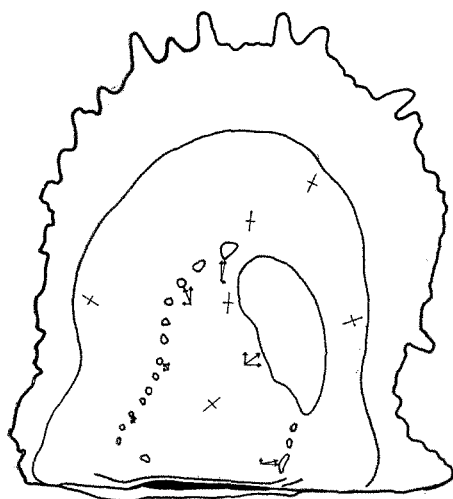
また Bernal の図表から ζ の値を読みとり、次式から同様に回転軸方向の周期を求めることができる。

$$a^* = \lambda/a, \quad b^* = \lambda/b, \quad c^* = \lambda/c \quad \zeta = ha^*, \quad \zeta = kb^*, \quad \zeta = lc^*$$

ここに a, b, c は1つの空間格子の単位胞の3稜の長さ、 a^*, b^*, c^* はこれに対する逆格子の単位胞の3稜の長さ、 h, k, l は面指数で、この場合にはそれぞれ各層線の番号に等しい。

これらの式から各回転軸方向の周期を求めてみると、介殻の成長方向で $8.1 \pm 0.5\text{\AA}$ 、これに直角な方向で $4.8 \pm 0.5\text{\AA}$ 、及び介殻内表面に垂直な方向で $5.7 \pm 0.5\text{\AA}$ が得られた。これはそれぞれ aragonite 結晶の単位胞の3稜の長さ b, a, c にはほぼ一致する。勿論、測定にあたっては各層線に配列している斑点が縦に長く拡散しているのので、斑点の濃度の強い部分の中点をとつたが多少の誤差はまぬかれない。

更に真珠層 c, e, f, g, h の各点において調べた結果は Text-fig.2 に示したとおりである。これ



Text-fig. 2 The relationship between arrangements of the micro-crystal axes of aragonite formed a nacre and directions of the horizontal growth in a shell. The degree of shell growth during the definite period is represented as composition of two vectors of the directions normal and parallel to hinge line. The longer lines of each cross indicate the orthorhombic b axes of micro-crystals.

らの事から、真珠層を構成している aragonite 微結晶の c 軸は介殻内表面に垂直な方向に規則正しく配列しており、介殻内表面に水平な方向においてはその成長方向に微結晶の b 軸を比較的規則正しく配列していることが確かめられた。しかしながら、斑点の縦横の拡散の状態から微結晶軸は繊維軸を中心に多少左右にふれて配列しているものと思われる。

このように真珠層を構成している aragonite 微結晶の b 軸は介殻内表面に水平な方向において、その成長方向に規則正しく配列されていることが確かめられたが、アコヤガイの介殻は介殻周辺部の各方向に成長しているから、同一平面内でもそこに配列している微結晶の軸はふれをもっているものと思われる。この事を調べるために真珠層 d 部分において hinge line に直角な方向を回転軸にして、この回転軸を中心に横巾を広いものから狭いものに変え、各々の大きさ別に X 線を照射すると Fig. 7, 8 及び 9 に示したような回折像が得られた。これらの X 線図からわかるように、各回折斑点の反射強度、分離及び拡散状態は横巾によつて異なり、X 線の照射範囲が小部分に限定されるに従つて強くなり、また回折斑点も良く分離されてくる。一方、斑点の横の拡散が著しく小さくなるのが認められ

る。このように回折斑点が単結晶のそれにちかくなることから、aragonite の微結晶軸は一平面内において多少ふれているが、小部分においては微結晶軸の b 軸を真珠層内表面に水平な成長方向に規則正しく並べて配列しているものと思われる。この場合、介殻部分によつて成長方向及びその強さが異なっているから、同一個体でも成長方向の変曲点や真珠層周辺部の湾曲度の大きなところでは微結晶軸のふれが大となる。この事は真珠層各部分の X 線図からも認められた。

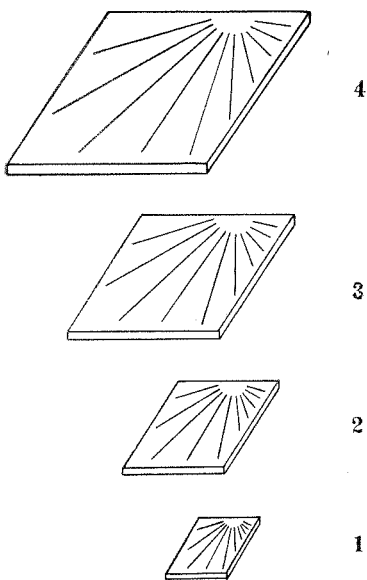
介殻の外部形態は貝体の成長にともなつて多少ずつ異なり、成長方向やその強さが介殻の部分によつて異なっている。従つて貝体の成長につれて介殻の同一部分に接してくる軟体部の位置が異なり、同時にそこに形成されてくる真珠層の成長方向も異なってくる。このように介殻表面に水平な成長方向の異なる層が貝体の成長にともなつて介殻内面に形成されてくるから、成長方向に微結晶の b 軸が規則的に配列されているならば、層によつても微結晶軸にずれを生じてくることが考えられる。今、真珠層 e 部分が約 1 mm の 5 年生アコヤガイ介殻を使用して真珠層内表面に水平な成長方向に直角な方向を回転軸とし、厚さだけを変えて撮つた回転写真を Fig. 10, 11 及び 12 に示した。これらの回折像を比較してみると、Fig. 10 においては赤道線及び入射 X 線とフィルムとの交点を通過し赤道線に直角に交わる直線に対して対象に斑点があらわれていないし、各層線に並んでいる斑点がだぶつて 1 点になつていない。また厚さ 0.5 mm の時もほとんど同様な回折像を示している。厚さが 0.2 mm になると、Fig. 12 にみられるように各層線に並んでいる斑点はだぶらず、その強度及び位置が対象にあらわれている。このような X 線図の差異は厚さ 0.2 mm から 0.5 mm の間に微結晶軸の配列方向の異なる 2 層が不連続面を境に接しており、厚さ 0.5 mm から 1 mm の間の層を構成している微結晶は同一軸を比較的規則正しく配列して成長しているものと考えられる。なお、これらの X 線図から測定した結果、回転軸は微結晶の a 軸であつた。

考 察

以上 X 線解析の結果から、稜柱層を構成している calcite の微結晶はその内表面に垂直な方向に結晶の主軸を向けて成長しているが、介殻内表面に水平な方向においては任意の方向に結晶軸を向けて成長している事がわかつた。しかしながら、偏光顕微鏡によつて稜柱層表面に水平な薄片を直交ニコルのもとで観察した結果では、calcite の微結晶は $2 \sim 15\mu$ あるいは $5 \sim 30\mu$ の大きさに比較的規則正しく同一軸を配列して成長しており、これらが幾つか集合して $5 \sim 100\mu$ の多角形の部屋を構成している。厚い conchiolin によつて囲まれたこの多角形の部屋は介殻内表面に水平な成長方向には無関係に不規則に配列しているが、そこに成長している calcite の微結晶は各部屋ごとに規則的にあるいは不規則的に成長している。これらの事から考えて、X 線を当てた時に Debye 環を生じたのは X 線照射面積が大きいためと思われる。稜柱層は真珠層に近づくに従つて結晶部分は丸くなり、そこに成長している calcite 結晶の輪廓は明瞭でないが、X 線の回折結果からその結晶度においては他の部分と比較して差が認められない点、結晶の輪廓が不明瞭であるのは結晶度が悪いのではなく、結晶の成長する環境が特殊な状態にあるためと思われる。一方、稜柱層内表面に垂直な方向に結晶の主軸を向けて成長していることが確かめられたが、その層状構造や X 線回折像から考えて、結晶軸が任意な方向に多少ふれているものと思われる。

このような結晶構造からなる稜柱層の表面に成長している calcite の結晶は、時期によつて、また介殻の部分によつて異なるが、一般に明瞭な結晶の成長模様はみられない。

真珠層も稜柱層と同様に介殻内表面に水平及び垂直な 2 方向に成長があり、その大きさを増大する。二枚貝において介殻の水平方向の成長は、殻頂を中心に介殻周辺に対してあらゆる方向にある。今 3 年から 5 年生貝の閉殻筋痕及び外套膜筋痕が同一期間内に移動する距離を測つて、真



Text-fig. 3 Diagram illustrating the relationship between directions of the horizontal growth in shell and accumulations of the lamellae formed on inner surface of shell in the growth processes of animal.

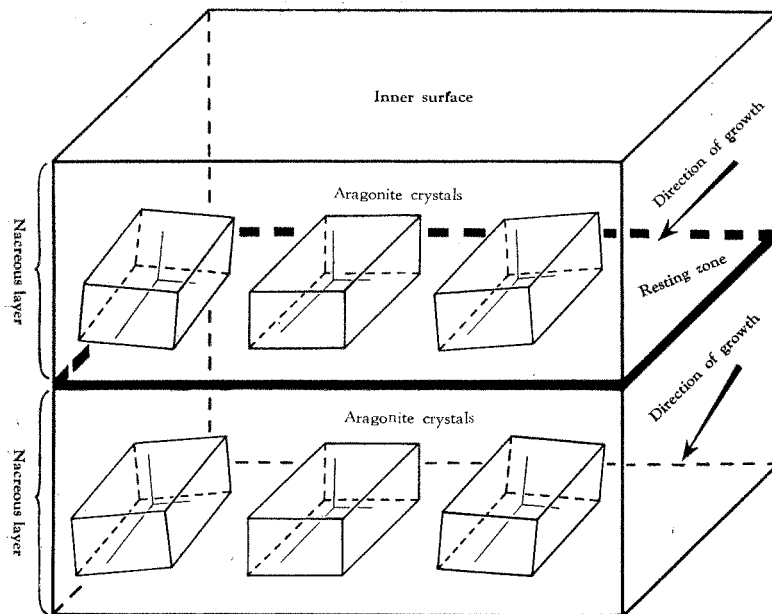
の c 軸を向けて成長しているが、これらの結晶軸は X 線解析からもわかるように成長方向に対して多少任意の方向にふれて配列している事が明らかである。このように aragonite 微結晶の b 軸は介殻内表面に水平な成長方向に対して比較的平行に並んで成長するから、貝体の年令によって、あるいは他の原因によって成長方向に多少ずれのある層が形成される場合には、累層関係において結晶構造に多少変化を生じていることが考えられ、この両層の間に不連続面が存在しているものと思われる。先に筆者はアコヤガイ介殻の断面構造を偏光顕微鏡の直交ニコルのもとで真珠層が消光の異なる数層の累積からなっていることを観察しているが*、これは各層を構成している aragonite の微結晶軸の配列方向が多少ずつ異なるためと考えられ、今回の X 線による介殻構造の解析結果によく一致する。

渡部(1952)及び和田(1957)は養殖真珠の断面において特に太い層線とこの層線を境に上下の層がそれぞれ異なつた構造からなることを観察し、これら異なつた層は冬眠やその他の要因によって形成された不連続面を境にして内的及び外的環境要因の変化のもとで形成されたものであらうと報告している。小林(1950)はアコヤガイ介殻外表面の輪状薄片形成の周期性を調べ、冬期水温が 13°C になるといつせいに介殻の形成は止まり、春 15°C の水温で冬眠から醒めるが、介殻形成の再開には個体差が甚しく、5月下旬にならないと大部分の貝の形成がはじまらないことを報告している。また渡部(1950)は6月12日に挿核し、同年12月15日に採取してその期間内に巻いた真

珠層の成長の方向と強さをベクトルを用い、hinge line に対して平行及び直角の2方向に分し解てあらわしてみるとText-fig. 2 に示した通りである。図からわかるように真珠層の部分によつて成長の方向と強さが全く異なり、介殻腹縁部では hinge line に直角な方向の成長が大きく、前縁及び後縁部に近づくに従つて hinge line に平行な方向の成長が大となり、或る部分を変曲点として成長の方向は全く異なる。このように介殻の水平方向の成長は、hinge line に直角あるいは平行な2つのベクトルの合成からなり、貝体の成長過程においてこのベクトルの相対的な変動がおこり、介殻外部形態が異なってくる。この際、貝体の成長段階において成長の方向と強さが真珠層の同一部分では全く等しいものとしても、貝体の成長に従つて介殻の軟体部に接する部分が異なるため、その内表面に新たに形成された層とは成長方向に差を生ずることは Text-fig. 3 から容易に考えられる。しかしながら、Hynd (1954) 及び太田 (1956) の報告によつてもわかるように、貝体は成長につれて介殻内表面に水平な方向の成長の強さが部分によつて変化するため更に複雑な累層をするものと思われる。こうして介殻が成長し、そこに形成された真珠層を構成している aragonite の微結晶は介殻内表面に水平な成長方向には結晶の b 軸を比較的平行に配列して成長しており、垂直な成長方向にそ

* 国立真珠研報告 2, 87頁, Text-fig. 1 を参照されたい。

珠の厚さを測定し、最大が0.64mm、最小が0.11mmであったことを示している。一方、筆者が観察した消光の異なる各層の厚さは約0.34~0.75mmであったが、殻頂附近は層状構造が複雑である。今回の実験結果では、不連続面は介殻外面より0.5~0.8mmの間に存在しており、以上の諸研究や試料の採集時期などから考えて、多分不連続面は冬分泌が停止し春分泌が再開された時に形成されたもので、この面を境に上下の層で結晶軸の配列に差を生じているものと思われる。これら真珠層の結晶構造と介殻の成長方向との関係を模式的にあらわすとText-fig. 4に示したようになる。なおX線回折によつて結晶軸の配列に多少のふれが認められたが、介殻自体の湾曲も影響しているものと思われる。



Text-fig. 4 The schematic drawing of the relationship between the horizontal growth directions of shell, accumulations of nacreous layers and arrangements of the crystal axes of aragonite which build up these layers. In the crystal axes the straight lines perpendicular to nacreous surface show the orthorhombic *c* axis of each micro-crystal and the straight lines parallel to the arrows in each layer the orthorhombic *b* axes of the micro-crystals.

同様な説明ができるものと考えられる。このことは稜柱層のような結晶構造において渦巻模様がほとんどみられないこと、及び外套膜の分泌能力の低い部分や低下した時期において渦巻模様に成長してくることなどからも考えられ、真珠層表面のこれら渦巻成長模様は希薄な溶液からの結晶の成長の場合と同じようにラセン転位を媒介とし渦巻状に成長する機構によつて説明ができるものと思われる。しかしこれらは生体における現象であり、種々の複雑な要素が加わるため渦巻模様の多い時期の生体や介殻部分の状態を調べるることによつて、今後この成長機構の研究をすすめる。

更に介殻の成長方向とこれを構成している結晶の軸の配列が密接に関係しているならば、同一結晶軸を介殻の成長方向に規則正しく配列するように規定する要素は何であるかも今後の問題点である。

このような結晶構造からなる真珠層の表面にはaragoniteの結晶が色々な条線模様に成長しているが、この内渦巻模様の成長機構について渡部(1955)は結晶の転位論で説明が可能であると報告し、和田・平野(1957)は結晶の成長がラセン転位による場合の渦巻模様に類似していることを指摘した。今回の実験によつて真珠層は aragonite 結晶の *b* 軸を介殻内表面に水平な成長方向に比較的平行に配列したモザイク構造をもっており、小部分をとつた場合にはその上に成長している結晶の成長機構は単結晶の場合と同

摘 要

- 1) *Pinctada martensii* (Dunker)の介殻稜柱層及び真珠層の結晶構造をX線回折によつて調べた。
- 2) 稜柱層を構成している calcite の微結晶は結晶の主軸を介殻内表面に垂直な方向あるいは多少傾きをもつて配列している。これら calcite の微結晶は $2\sim 15\mu$ あるいは $5\sim 30\mu$ の大きさに規則正しく成長し集合しているが、全体として稜柱層の水平な成長方向に対しては任意の方向に向かつて配列しているものと思われる。
- 3) 稜柱層の構造は部分によつて非常に異なるが、これを構成している calcite の結晶度には差がない。
- 4) 真珠層を構成している aragonite の結晶は c 軸を介殻内表面に垂直な方向に規則正しく向けて成長しており、その b 軸は介殻内表面に水平な成長方向に比較的平行に並べて成長している。しかし、これらの結晶軸は介殻の水平及び垂直な方向にそれぞれ任意の方向をもつて多少ふれているものと思われる。
- 5) 結晶軸の配列状態は真珠層の部分によつて異なる。
- 6) 真珠層はモザイク構造をしているものと思われる。

Summary

- 1) The crystalline structure of Japanese pearl oyster shells was investigated with x-ray diffraction methods and was discussed in comparison with the results obtained by the polarizing and the electron microscopes.
- 2) The micro-crystals in prismatic layer are in the form of calcite and their principal axes orient parallel to conchiolin walls which are almost parallel to directions perpendicular to the inner shell surface. And this layer is composed of the aggregates of polygonal prismatic chambers being divided into several extinction blocks, $2\sim 15\mu$ or $5\sim 30\mu$ in diameter, in which the a and b axes of micro-crystals orient regularly to certain directions.
- 3) The nacreous layer forming the innermost layer of shell is found to be, not a single crystal, but aggregates of minute aragonite crystals all having their orthorhombic b and c axes parallel or nearly parallel to the fiber axes which are in agreement with directions of the growth horizontal and vertical to the inner shell surface, respectively.
- 4) Orientation of crystallites seems to be more or less different between the discontinuous lamellae formed at different stages of growth.
- 5) The crystalline structure of the nacre is mosaic.

文 献

- Bunn, C. W. 1945. The chemical Crystallography. Oxford.
- Grégoire, C. 1957. Topography of the organic components in mother-of-pearl. Jour. Biophys. Biochem. Cytology 3(5): 797—808.
- Hynd, J. S. 1954. A revision of the Australian pearl-shells, genus *Pinctada* (Lamelibranchia). Aust. Jour. Mar. Freshw. Res. 6 (1): 97—137.

- 小林新二郎 1950. アコヤ貝介殻表面に於ける輪状薄片形成の週期性. 真珠の研究 1 (3): 10—16.
- 太田繁 1956. 大村地先におけるアコヤガイの成長と外部形態. 国立真珠研報告 1: 25—40.
- Schmidt, W. J. 1924. Bau und Bildung der Perlmuttermasse. Zool. Jahrb. 45.
- Tsutsumi, J. 1928. An examination of the micro-crystals of calcium carbonate in mollusca shells by means of x-rays—I. Mem. Coll. Sci. Univ. Kyoto 11: 217—221.
- 1928. An examination of the micro-crystals of calcium carbonate in mollusca shells by means of x-rays—II. Mem. Coll. Sci. Univ. Kyoto 11: 401—405.
- Verma, A. R. 1953. Crystal growth and dislocations. London.
- 和田浩爾 1956. アコヤガイ介殻構造の電子顕微鏡的観察 I. 国立真珠研報告 1: 1—6.
- 1957. アコヤガイ介殻構造の電子顕微鏡的観察 II, III. 国立真珠研報告 2: 74—93.
- 1957. 電子顕微鏡による養殖真珠の層状構造の観察 I. 日水誌 23 (6): 302—305.
- 和田浩爾・平野賢一 1957. 真珠の渦巻き成長. 金属物理 3 (2): 77—78.
- 渡部哲光 1950. 真珠の巻きに及ぼす環境の影響. 真珠の研究 1 (1): 9—12.
- 1950. 真珠の層状構造. 真珠の研究 1 (2): 3—7.
- 1952. 養殖真珠の断面に見られる特殊の層線とそれが形成される環境条件に就いて. 真珠の研究 2 (4): 27—35.
- Watabe, N. 1955. The observation of the surface structure of the cultured pearls relating to the color and the luster. Fac. Fish., Pref. Univ. Mie 2 (1): 18—26.
- Watabe, N and Wada, K. 1956. On the shell structures of japanese pearl oyster 1. Fac. Fish., Pref. Univ. Mie 2 (2): 227—232.
- 渡辺万次郎 1950. 真珠の層状構造に就いて. 真珠の研究 1 (3): 1—3.
- Winchell, A. N. 1942. Elements of optical mineralogy. New York.

Explanation of Plates

Plate I

- Fig. 1 X-ray diffraction photograph obtained from the a-part in Text-fig.1.
- Fig. 2 Inner surface of the prismatic layer near a nacre. $\times 1500$
- Fig. 3 Inner surface of a prismatic layer. $\times 3300$

Plate II

X-ray diffraction photographs given by the nacreous thin slice rotated round a different direction in shell.

- Fig. 4 The diffraction pattern of a specimen rotated around a direction parallel to directions of the horizontal growth in shell and the direction chosen as rotation axis is the orthorhombic *b* axes of the micro-crystals.
- Fig. 5 The diffraction pattern of a specimen rotating round a direction crossing at right angle to directions of the horizontal growth in shell and the direction chosen as rotation axis is the orthorhombic *a* axes of micro-crystals.
- Fig. 6 The diffraction pattern of a specimen rotating round a direction perpendicular to inner shell surface and the direction chosen as rotation axis is the orthorhombic *c* axes of micro-crystals.

Plate III

X-ray diffraction photographs given by each different width of the nacreous thin slice rotating round

the direction normal to hinge line. The width of specimens, being the length of the direction parallel to hinge line, is 10 mm in Fig.7, 1 mm in Fig. 8 and 0.2 mm in Fig. 9.

Plate IV

X-ray diffraction photographs given by each different thickness of the nacreous thin slice rotated around the direction crossing at right angle to horizontal growth directions of the shell. The thickness of preparations is 1 mm in Fig. 10, 0.5mm in Fig. 11 and 0.2mm in Fig. 12.

Plate I

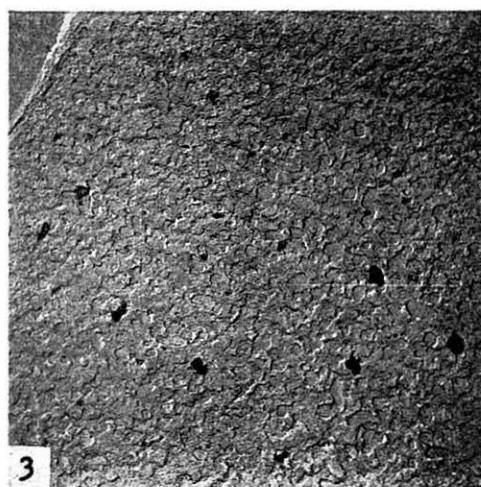
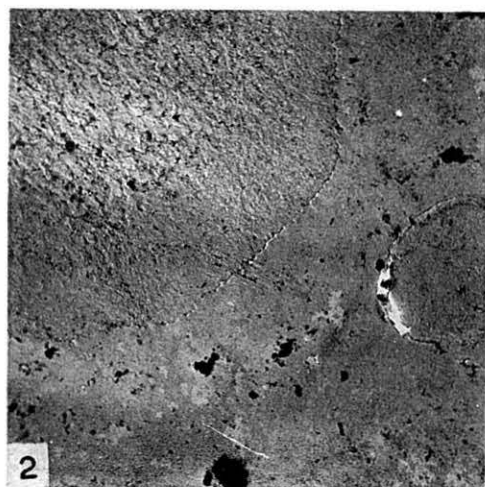


Plate II

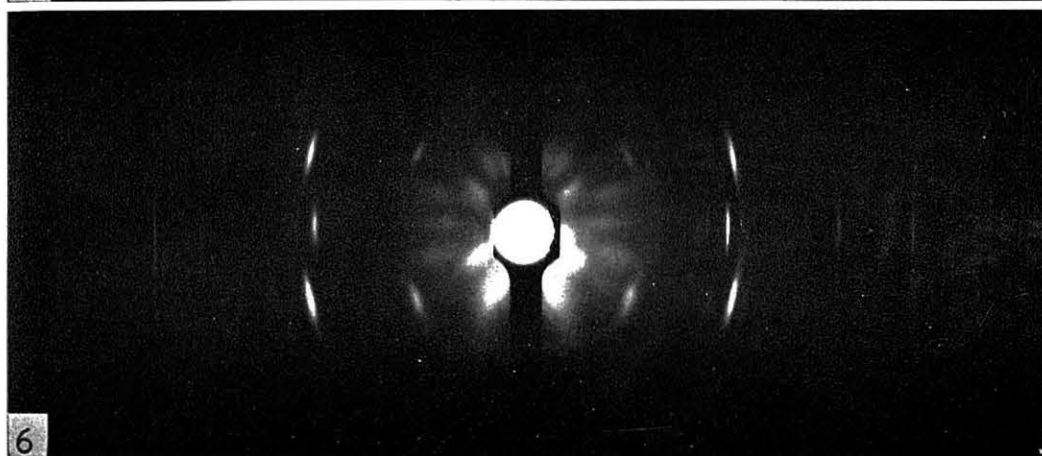
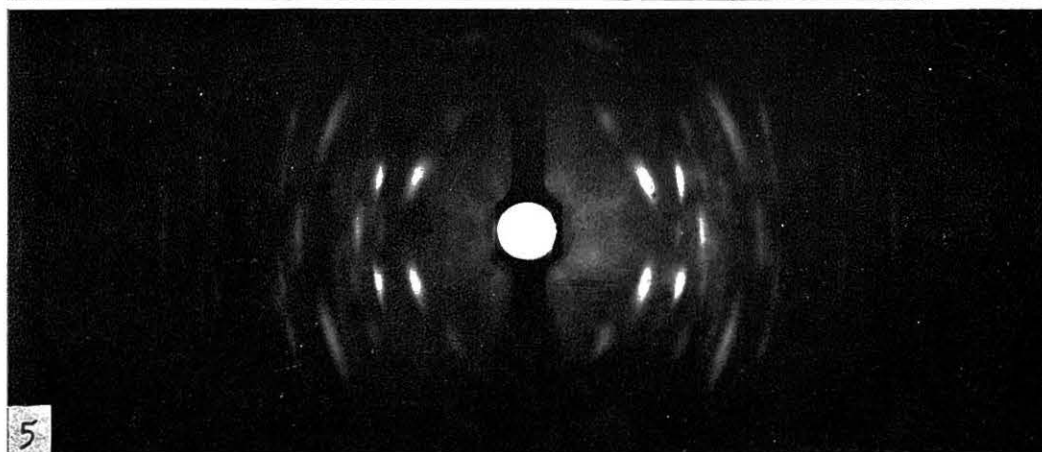
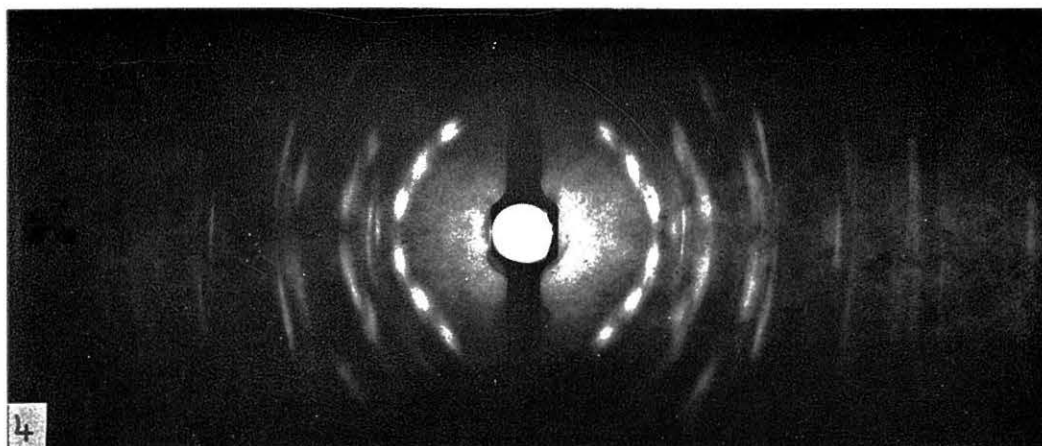


Plate III

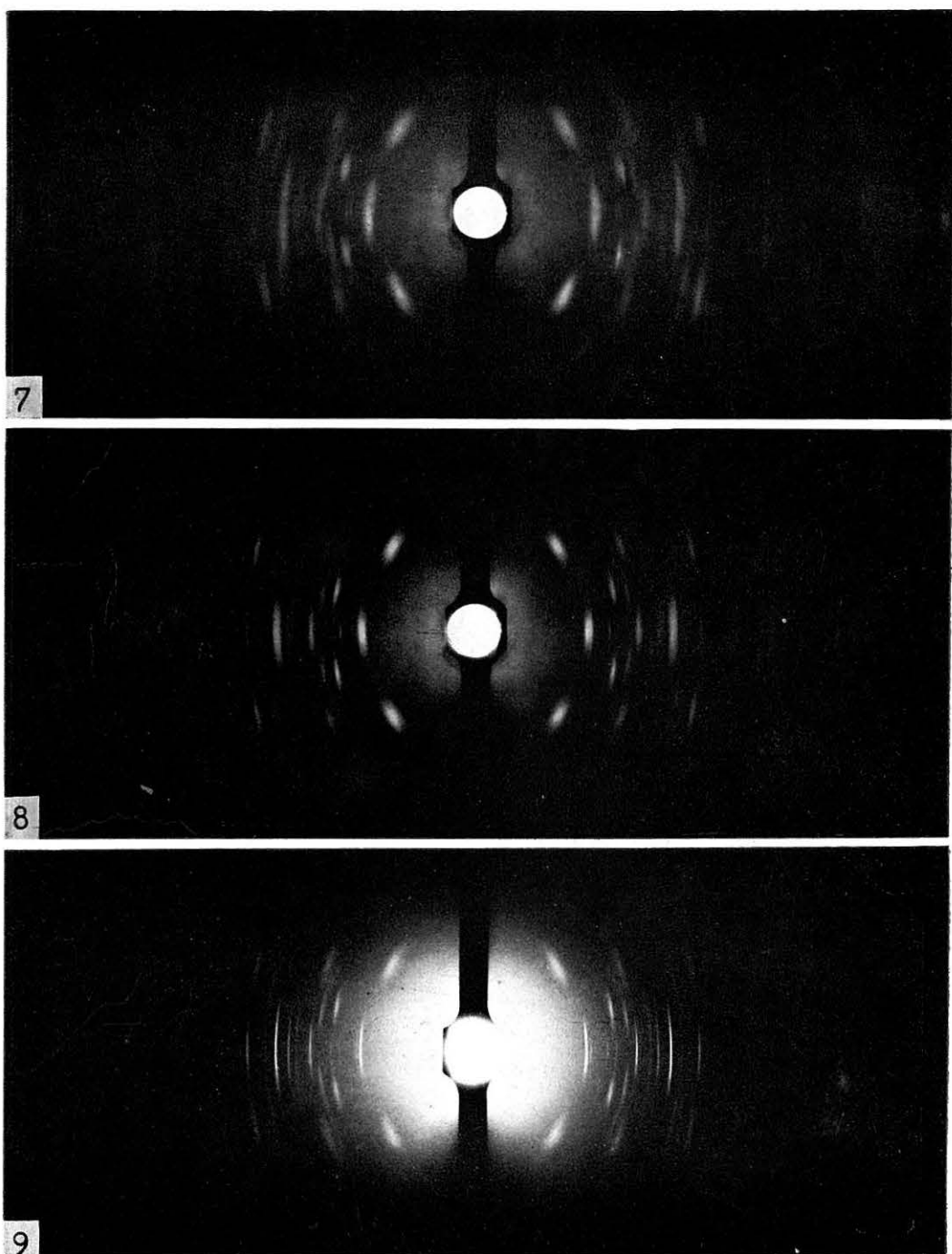
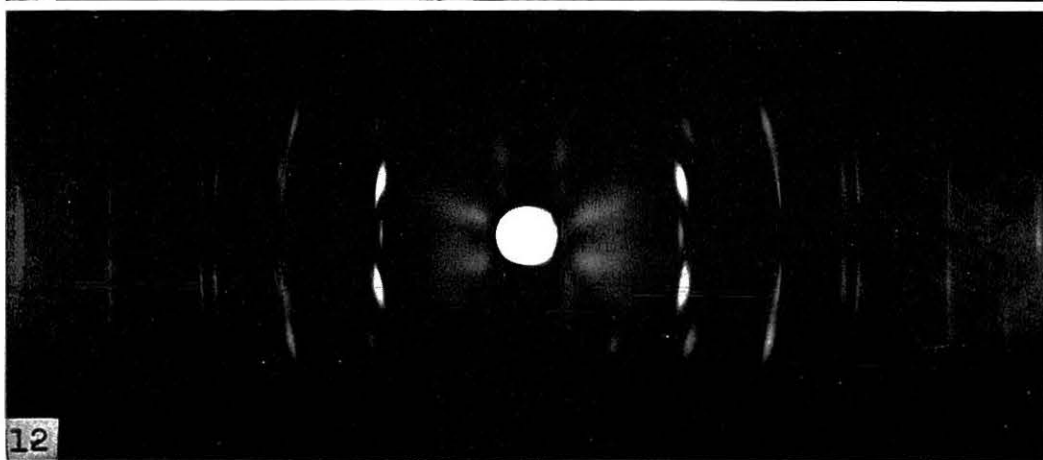
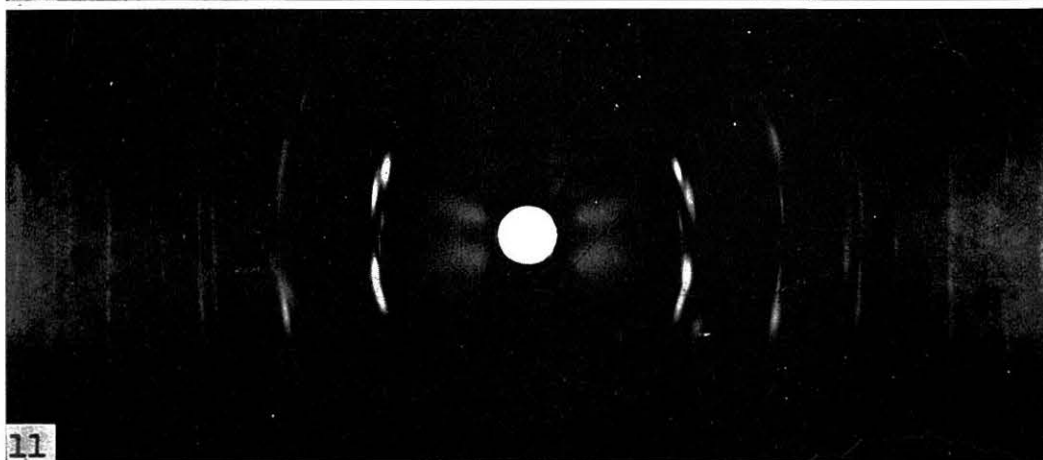
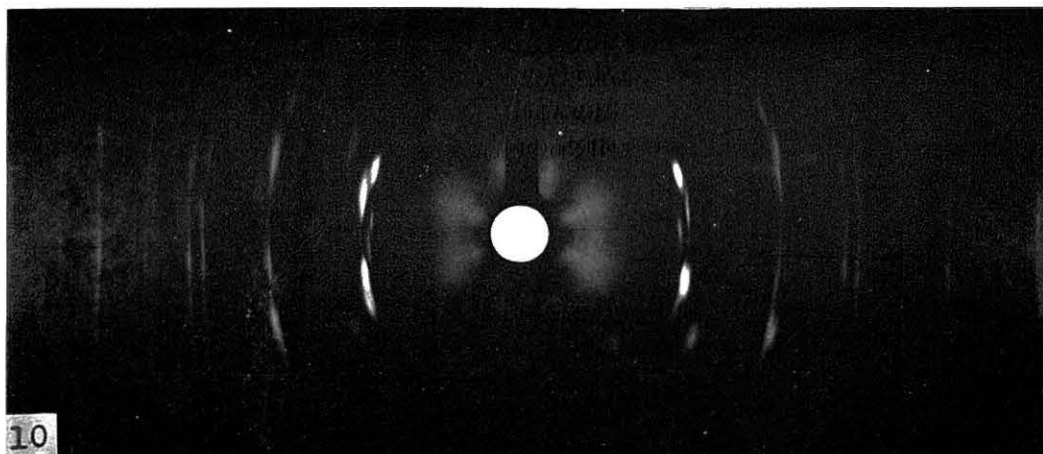


Plate IV



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^{*1)}

和田 浩 爾

国立真珠研究所

は し が き

軟体動物の介殻鉱物組成は脊椎動物の歯骨のそれと異なり、その大部分は aragonite や calcite に結晶した炭酸カルシウムからなっている。このほか磷酸が化学分析によつて痕跡程度に認められ、磷酸カルシウムとして存在しているものと考えられている。先に筆者はアコヤガイ *Pinctada martensii* (Dunker) 介殻の真珠層及び稜柱層の鉱物成分について X 線解析をおこなつた結果、渡部 (1956) の養殖真珠の分析結果と同じく $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ を認めたが、更に検討の余地が残されている。一方、介殻に含まれている蛋白質についても最近多くの研究がなされているが、未だ解決すべき多くの問題がある。

今回の実験はこれらの事を考慮にいれて、主として各種真珠の成分組成の相互の特性や生物が作る礦物の結晶度と天然の鉱物のそれとの比較をおこなつた。その結果に若干の考察を加えてここに報告する。

本文に入るに先だち、終始御懇篤な指導と助言を賜つた国立真珠研究所高山活夫所長、なら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する。なお本稿を校閲して載いた三重県立大学水産学部渡部哲光先生に深謝する。またアミノ酸分析にあたり種々協力をくださった鈴木一善氏に対し感謝する。

実 験 及 び 考 察

1) 実 験 材 料

実験に使用した材料はアコヤガイから養殖された真珠層真珠、稜柱層真珠及び有機質真珠の3種類と突起及び異物を内蔵せる真珠層真珠である。採集後水洗いして体液及びその他の附着物を除き、数日間水にひたして塩分を除去した。自然乾燥後、核と分離してこれをメノウの乳鉢で十分細かい粉末にしてから実験に供した。なお新潟県西蒲原郡間瀬産の calcite 及び島根県松代砵山産の aragonite を比較試料として使用した。

2) 外部形態及び顕微鏡観察

実験に使用した各種真珠の形態的な特徴は大体次の通りであつた。

* Kōji Wada. Studies on the component of various cultured pearls by means of x-ray diffraction and differential thermal analysis. With English summary, p. 281. Bull. Natl. Pearl Res. Lab. 4 : 275 — 282. 1958.

1) 国立真珠研究所業績 No. 33. (国立真珠研究所報告 4 : 275—282. 昭和 33 年 12 月)

真珠層真珠は金色ならびに銀色系の真球、形成初期に黒褐色の異物が核表面の一部乃至全部に附着したもの*及びこの異物が一部に突出して種々なる形態をしたものである (Fig. 1, 2)。真珠層の部分は六角板状の結晶が累積して層状構造をなしているが、突起及び異物の部分は塊状、柱状、層状あるいは不規則な構造をなし、その中に顆粒状の物質が存在するもの等が観察された。

稜柱層真珠は黄土色をした真球で、その表面構造は介殻稜柱層に類似しているが、このほかに数種類の構造がみられる (Fig. 3)。いずれの場合もこれを構成している個々の結晶の形は明瞭でない。またその断面においても柱状構造 (Fig. 4) のほかに数種類の構造が観察され、真珠層と思われる層状構造の混入しているものも観察された。

有機質真珠は黒褐色の多種多様な形態をなし、腐敗臭を有するものもあつた。乾燥されるに従つて多くのものは表面にしわを生じてくる。この真珠の表面には繊維状構造 (Fig. 5) 乃至一定の構造をもたない薄膜が累積しており、その上及び中に結晶が成長している。またその断面においては層状、塊状、柱状、顆粒状等の構造がみられるが、磁物質は他に比較して非常に少ないようである (Fig. 6)。

3) 示差熱分析

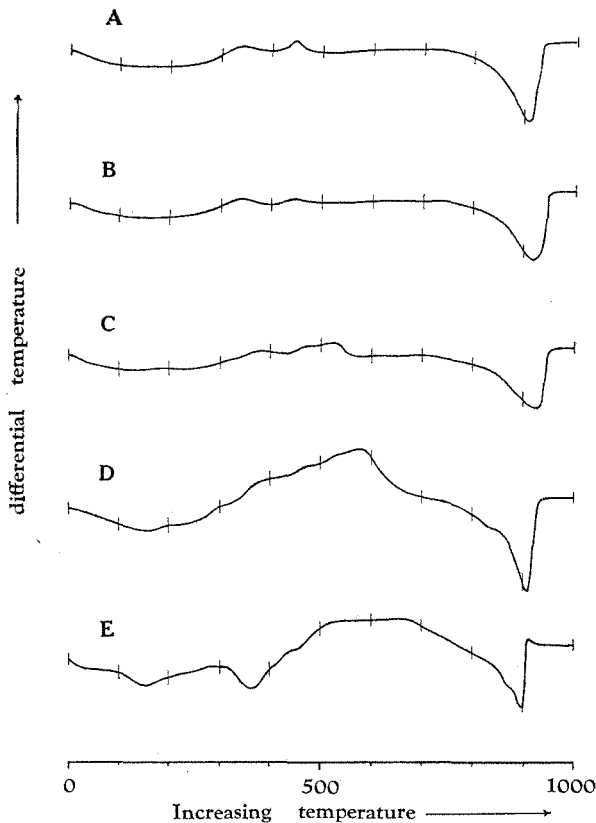
各種養殖真珠の加熱による相変化を比較し、試料相互の特性を考察するために示差熱分析をおこなつた。いずれの粉末試料もそれぞれの真珠の性質を良く代表するように注意して作つた。標準試料として酸化アルミニウムをもちい、1分間に 10°C ～ 15°C の温度上昇率のもとで測定をおこなつた。得られた結果は Text-fig. 1 にしめした曲線のとおりでである。

真珠層真珠は 50°C と 250°C の間に僅かな吸熱があり、 850°C と 950°C の間に顕著な吸熱反応がみられ、 300°C と 400°C 、 400°C と 500°C の間にそれぞれ小さな発熱反応が認められる。これに比較して黒褐色の物質を含む真珠層真珠においては、その吸熱反応に大差がみられないが、 500°C と 550°C の間に新しい発熱ピークを生じている。一方、稜柱層真珠は 50°C と 300°C の間に巾の広い小さな吸熱反応がみられ、 850°C と 950°C の間に顕著な吸熱ピークが認められる。発熱ピークは介殻稜柱層と全く異なり、 500°C を中心として 300°C から 700°C の広範囲にわたつて認められ、曲線は 300°C から段階的に上昇し 570°C を最大として急速に下降している。有機質真珠は他の真珠と異なり、 100°C と 200°C 、 850°C と 950°C のほかに、 300°C と 400°C の間にかなり顕著な吸熱反応がみられる。また 600°C を中心として 420°C から 800°C の間に巾の広い大きな発熱がある。この発熱ピークの形は稜柱層真珠と多少異なり、 410°C から 510°C の間で急速に上昇し、 520°C から 650°C までほとんど変化なく、その後徐々に下降している。

Faust (1950) は産地別の aragonite 及び calcite の示差熱分析をおこない、両者ともに 850°C から 950°C の間で顕著な吸熱反応がみられる事、及び aragonite は 387°C と 488°C の間で calcite に変化するために吸熱ピークを生ずるが、試料によつて反応の起る温度がこの範囲内で多少変動する事を報告している。筆者はアコヤガイ介殻の真珠層及び稜柱層をこの方法で分析し、aragonite が calcite に変化する温度の周辺で介殻に含まれている蛋白質の燃焼があるため、両者の区別が困難である事を報告した。また発熱ピークの状態から、少なくとも2種類以上の有機物質を含むものと推察した。

以上得られた結果を相互に比較してみると、真珠層真珠は介殻真珠層と全く一致した示差熱分

* 一般にシミ珠と呼んでいる。



Text-fig.1 Differential thermal analysis curves for various cultured pearls. A: nacreous layer pearl (white). B: nacreous layer pearl (yellow), C: baroque pearl, D: prismatic layer pearl, E: periostracal pearl.

析曲線を示している。しかしながら、稜柱層真珠では介殻稜柱層と異なった曲線を示しており、その発熱ピークからみると介殻稜柱層や真珠層真珠に比べ含有する有機物質が多いものと考えられる。有機質真珠はその発熱ピークの面積から考えて、有機物質量が他の真珠に比較して非常に多く含まれているようであり、この事は顕微鏡観察と良く一致する。また真珠層真珠は突起内容物が加わる事によつて発熱ピークが大きくなる。

一方、これら真珠の示差熱分析曲線にみられる種々の吸熱及び発熱反応を解析してみると、 50°C と 250°C の間にみられる吸熱反応は結晶水の脱出に起因するものであり、 850°C と 950°C の間にみられる吸熱反応は結晶水の脱出に起因するものである。発熱曲線がそれぞれの真珠により特徴を持つということは、それらの真珠に含まれている蛋白質量の多寡、蛋白質を構成しているアミノ酸の種類及び相互の量比などが異なるためと考えられる。また有機質真珠にみられる 300°C と 400°C の間の吸熱反応は、アミノ酸の融解や分解によるものと考えられる。

4) X 線 回 折

各種真珠の鉱物組成と結晶度について解析するために X 線回折計数装置を使用した。測定は Cu, $K\alpha$ ($\lambda=1.5418\text{\AA}$), 30kV , 15mA , Scanning speed $2^{\circ}/\text{min.}$, Time constant 4 sec., Slit $1^{\circ}-1^{\circ}-0.4^{\circ}$ の条件のもとにおこなつた。得られた X 線回折曲線とその資料は Text-fig. 2 及び Table 1 に示したとおりである。

これらの回折線を比較してみると真珠層真珠は鉱物の aragonite の格子間隔と全く一致しており、突起や黒褐色の物質を有する真珠は、このほかに $3.04\text{\AA}$ に新しい反射が認められる。稜柱層真珠には 2 つの型が認められる。即ち、鉱物の calcite の格子間隔と良く一致するもの (Text-fig. 2 の B) と突起や黒褐色の物質を内蔵している真珠層真珠とはほとんど同じところに反射がみられるものである (Text-fig. 2 の B')。一方、有機質真珠は反射強度が全体的に減少しており、 2θ が小さくなるに従つて基線が上昇し、 20° を中心に 10° から 30° の間にわたつて不顕著な巾の広い反射が認められる。

軟体動物の介殻真珠層や稜柱層を構成している鉱物成分については、以前より多くの研究者に

よつてそれぞれ aragonite や calcite からなつている事が報告されている。Schmidt (1921, 1923)

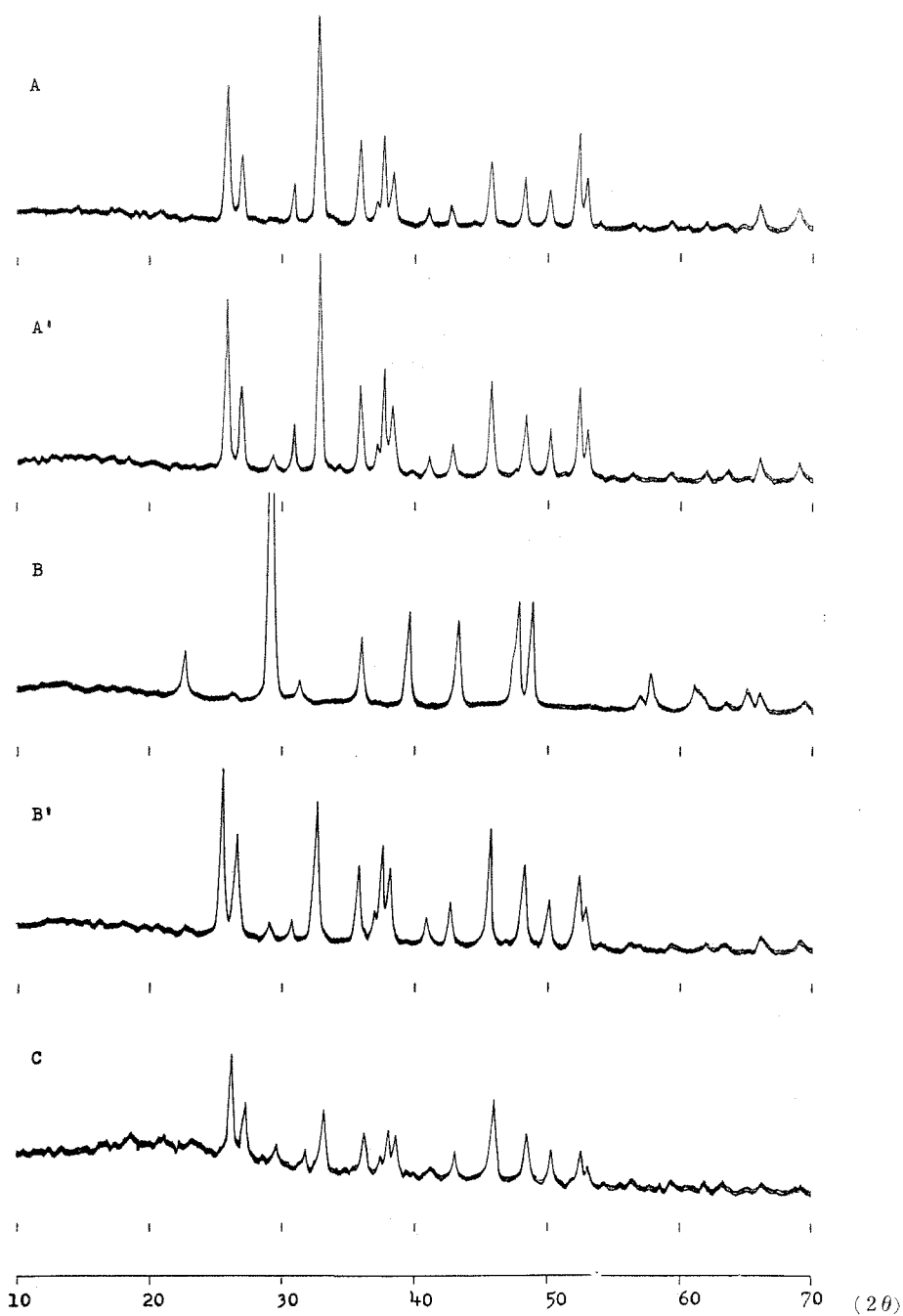
Table 1. Comparison of x-ray powder patterns of various cultured pearls. Showing aragonite patterns in the first column and calcite in the second.

Aragonite*		Calcite**		Cultured Pearls									
				Nacreous L.P.		Baropue P.		Prismatic L.P.		Prismatic L.P.		Periostracal P.	
d(Å)	I.	d(Å)	I.	d(Å)	I.	d(Å)	I.	d(Å)	I.	d(Å)	I.		
		3.88	10					3.85	11				
3.40	40			3.41	24	3.41	30			3.41	31	3.40	12
3.27	18	3.37	4					3.37	4				
		3.04	96	3.29	13.5	3.29	16			3.29	19	3.27	7
2.87	5					3.04	6	3.04	79	3.02	6.5	3.02	3
2.70	23	2.85	5	2.88	9	2.88	11	2.84	6	2.87	7	2.82	3
2.48	30			2.71	35	2.71	37			2.70	24.5	2.71	7
2.41	6	2.50	14	2.49	15	2.49	17	2.49	12	2.48	15.5	2.48	5
2.37	23			2.41	6	2.41	7			2.41	8	2.41	3
2.34	11			2.38	16.5	2.38	19			2.37	18	2.37	4.5
				2.34	11	2.35	13.5			2.33	15	2.34	4
		2.29	16					2.29	16				
2.19	7			2.20	5	2.20	5.5			2.19	7	2.19	2
2.11	17			2.11	5	2.11	8			2.11	9.5	2.11	3
		2.09	14					2.09	15				
1.98	24			1.98	12	1.98	17			1.98	21	1.98	8
		1.91	18					1.91	18				
1.88	15	1.88	16	1.88	10	1.88	12	1.87	17	1.88	15	1.88	5
1.81	9			1.82	8	1.82	9.5			1.81	10	1.81	4
1.74	18			1.75	16.5	1.74	16			1.74	14	1.74	4
1.73	7			1.73	9.5	1.73	9.5			1.73	9	1.73	2.5
1.70	3			1.70	3					1.70	3.5	1.69	4.5
		1.63	4			1.63	3	1.62	4	1.63	3.5	1.63	4.5
		1.60	17					1.60	7				
		1.59	3					1.58	2.5				
1.56	4			1.56	3	1.56	3			1.56	3.5	1.56	4.5
1.50	3.5	1.52	5	1.50	3	1.50	3	1.51	5	1.50	3.5	1.50	4
1.47	3	1.47	3			1.46	3	1.47	2.5	1.47	3	1.47	3.5
1.43	3	1.44	5	1.44	3	1.43	2.5	1.43	5			1.43	4
1.41	4	1.42	4	1.41	5.5	1.41	5	1.42	4	1.41	4.5	1.41	3.5
1.36	4.5			1.36	5	1.36	4.5			1.36	4	1.36	3.5
		1.35	2			1.35	3	1.35	2				

* The specimen from Matsushiro.

** The specimen from Maze.

は種々の貝類から得られた天然真珠の構造と磁物を調べ、介殻真珠層及び稜柱層と同様である事を指摘している。渡部(1956)は電子線解析によつて介殻や真珠から炭酸カルシウムのほかに燐酸カルシウムを確認し、 $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ として存在すると論じている。また筆者もアコヤガイ介殻のX線粉末写真を撮り、同様の結果が得られた事を報告した。異形真珠については松井(1952)、青木(1957)等によつてその内部構造が観察されているが、その磁物成分についてはほとんど論じていない。今回の実験は主としてX線回折計数装置によつて磁物成分を調べ、必要に応じて電子線回折をおこなつて補足したが、先に報告した $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ と思われる反射ピークは認められなかった。これは先の実験がフィルム写真であり回折線も非常に不鮮明で、隣接する回折線を解析する事が不可能であつた事と、実験にあたつて材料がそれぞれ異なつていた事によると思われるが、更に今後追試する。この際、前回同様に介殻真珠層及び稜柱層についても実験をおこなつたが、 $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ の存在は認め難く、今回の真珠の回折線と全く一致している。一方、真珠の磁物



Text-fig.2 X-ray powder data for various cultured pearls. A : nacreous layer pearl, A' : baroque pearl, B : prismatic layer pearl, B' : prismatic layer pearl, C : periostracal pearl.

組成はそれぞれで多少異なり、真珠層真珠は aragonite のみからなり、稜柱層真珠は calcite のものと aragonite と calcite の両者を含むものがあり、有機質真珠は aragonite と calcite の両者からなっていた。このほか有機質真珠は、 2θ が 20° のところを中心にゆるやかな巾の広い反射が認められるが、これは非晶質物質の存在によるものと思われる。これは示差熱分析の結果と考え併せて、恐らく多量に存在する有機物質に起因するものと思われる。またシミや突起を有する真珠層真珠では、calcite に一致する反射が現われており、顕微鏡観察と併せて考えて稜柱層あるいは calcite に結晶した炭酸カルシウムの顆粒が存在するものと思われる。

これら真珠層真珠、稜柱層真珠及び有機質真珠を構成している aragonite や calcite の結晶度は、反射強度やピークの形から考えて磁物のそれとほとんど差が認められない。

5) アミノ酸分析

稜柱層真珠及び有機質真珠に含まれている有機物質のアミノ酸分析をおこない、真珠層真珠の conchiolin のアミノ酸組成と比較した。試料は 5N 硫酸及び 5N バリタにて 20 時間オートクレーブにより加水分解を行い、硫酸加水分解試料はバリタで、バリタ加水分解試料は硫酸で各々中和し、後ろ過濃縮してペーパークロマトグラフィーにより一次元及び二次元展開を行つた。アミノ酸定性には東洋汙紙 No. 50 を用い、溶媒は一次元展開に用いた坂口及びジアゾ反応には n-ブタノール：醋酸：水（4：1：2）を使用し、二次元展開では n-ブタノール：醋酸：水（4：1：2）とフェノール：水（80：20）の 2 種のものを使用した。なおニンヒドリンにより呈色せしめた。

一次元及び二次元展開の結果、稜柱層真珠及び有機質真珠から確認出来たアミノ酸は、アスパラギン酸、グルタミン酸、リジン、タウリン、アルギニン、プロリン、バリン、ロイシン、ヒスチジン、チロシンの 10 種であつた。このほか有機質真珠から 4 種類のアミノ酸が確認されたが、これら各種真珠別のアミノ酸分析については更に実験を重ねて後に報告する。

Grégoire 等 (1955) は Pelecypoda, Gastropoda 及び Cephalopoda の介殻中に含まれている蛋白質の形態学的及び生化学的研究をおこない、conchiolin は以前に考えられていた以上に複雑なものであると述べている。田中等 (1953) はアコヤガイ介殻の真珠層及び表皮層を構成している蛋白質のアミノ酸分析をおこない、それぞれ大差がない事と真珠も同様である事を詳細に報告している。松井等は灼熱法によつて異形真珠の真珠層及び異状層の損失量を測定し、後者が有機物質量の多い事を報告している。一方、青木は顕微鏡によつて異形真珠の内容物を観察し conchiolin 以外に真珠袋外部より入つたと思われる有機物質が存在する事を指摘している。以上確認したアミノ酸を田中等の真珠層真珠において明らかにしたアミノ酸組成と比較してみると、稜柱層真珠及び有機質真珠の有機物質は真珠層真珠と同じく conchiolin と思われる。また有機質真珠は顕微鏡観察や示差熱分析などと考えあわせて、真珠袋から分泌された conchiolin 以外の有機物質が存在しているものと思われる。この事については今後更に研究を進める。

摘 要

1) アコヤガイから養殖された各種真珠の成分を主として X 線回折及び示差熱分析によつて調べた。

2) 真珠の磁物成分は aragonite 及び calcite からなり、種類によつてどちらか一方からなるものと、この両者からなるものがある。即ち、真珠層真珠は aragonite、稜柱層真珠は calcite のみからなるが、有機質真珠や複合真珠は aragonite 及び calcite の両者からなる。なお異物の部分には calcite が存在する。

3) 真珠はそれぞれ特徴ある示差熱分析曲線を示す。これは真珠に含まれている蛋白質量の多

Plate I.



Fig. 1

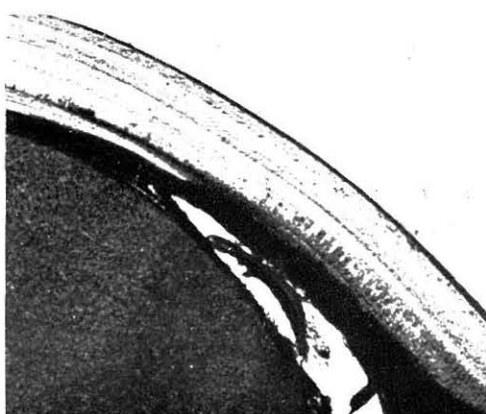


Fig. 2

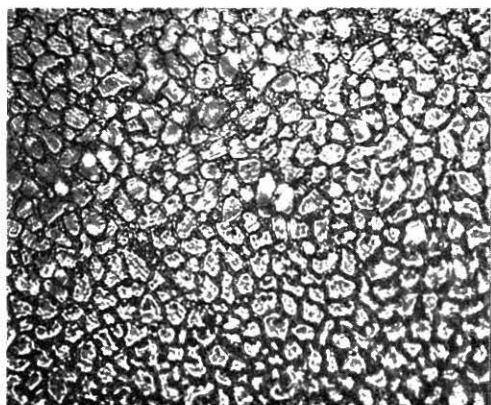


Fig. 3



Fig. 4



Fig. 5

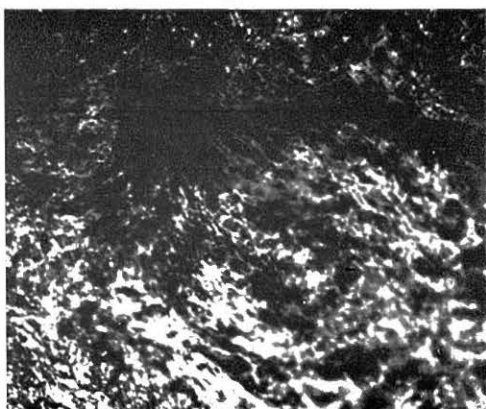


Fig. 6

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^{*1)}

町 井 昭

国立真珠研究所

真珠養殖における核入れ手術後真珠袋の形成される過程及びそれに要する期間等については今までにかなり詳しく研究された。それによると真珠袋の形成速度は季節によつてそれぞれ違つてゐる。夏には最も早く、春はこれに次ぎ、秋は更におそくなる。早い個体では夏水温 28~29°C のとき 3 日で真珠袋を形成するが、4 月水温 15~16°C のときは早いもので 7 日間を要する(町井・中原 1957)。また秋(水温 20°C)には Kawakami (1953) によると 34 日、青木 (1956) によると(水温は 20°C から 16°C に下つた) 25~30 日かかつて真珠袋が形成されることが明らかにされた。このように真珠袋の形成速度は水温の影響を受けることは明らかであるが、水温以外の諸要因がどれほど真珠袋形成速度に影響するかは十分わかつていない。

著者はそう入する核の大きさや移植する外とう膜片(ピース)の大きさが違うときそれぞれ真珠袋の形成速度にどれだけ差があるかについて組織学的に確かめた。その結果真珠袋の形成速度は核及びピースの大きさによつて多少の差が認められたが、それは水温差による形成速度の差のように大きくないことがわかつたのでここに報告する。この研究に當つて種々指導をいただいた高山活夫所長に感謝する。

材 料 と 方 法

アゴ湾に産する 4 年生のアコヤガイ *Pinctada martensii* (Dunker) の生殖腺内にパラフィン核を使つて核入れ手術を行つた。使つた核の直径は 8 mm 及び 4 mm の 2 種類で 8 mm の核を入れたものを実験群とし、これを用いたピースの大きさ(3 mm 角及び 1 mm 角)により 2 群にわけた。また直径 4 mm の核に約 1.5 mm 角のピースを用いたものを対照群とした。核入れ手術をした時期は 1957 年 8 月 10 日である。手術のすんだ材料は金網かごに入れて水面下約 2 m の層につるした。場所は国立真珠研究所多徳島臨海実験所前の海面である。それら材料の手術部位を手術後 2, 4, 6 日及び 10 日後に 3~5 個ずつツエンカー液で固定しパラフィン切片作製後エールリツヒ・ヘマトキシリン-エオシン染色及びハイデンハイン・アザン染色を行い観察した。

* Akira Machii. Studies on the histology of the pearl-sac. VI. The effect of the size of the mantle piece and the nuclear size on the rate of pearl-sac formation. With English summary, p. 287. Bull. Natl. Pearl Res. Lab. 4: 284-287. 1958.

1) 国立真珠研究所業績 No.34. (国立真珠研究所報告 4: 284-287. 昭和 33 年 12 月)

観 察

観察した真珠袋の状態を前々回（町井・中原1957）に報告した4つの時期すなわち

- (1) そう入されたピースの概形は著しい変化がみられない。
- (2) ピースの上皮組織並びに結合組織に変化が起りピースの断面の概形はみかづき形を呈する。
- (3) 真珠袋上皮細胞は完全に核をとりまく。
- (4) 核面に沈着物がみられる。

にわけてそれぞれの時期に相当する真珠袋の数と手術後の日数との関係をまとめた結果第1表の通りであつた。

表 1 真珠袋の状態と手術後の日数との関係
I, II, III, IV はそれぞれ本文中に示す第1期, 第2期, 第3期, 第4期
枠内の数字は観察された真珠袋の数を示す

核とピース の大きさ 手術後 の日数	核 : 8 mm ピース : 3 mm				核 : 8 mm ピース : 1 mm				核 : 4 mm(対照) ピース : 1.5mm				合計
	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	
2	1	4			2	3			2	3			
4		2	1			2				1	3		
6		2		1		2	1			4	3	1	
10		2	2	2		1	2			1	4	1	
計	1	10	3	3	2	8	3		2	9	10	2	53

この表から真珠袋形成に要する期間は大きい核を使つたときは小さい核を使つたときよりも若干長いことがわかる。また大きいピースを使つたときは小さいピースを使つたときよりわずかに真珠袋形成期間が短い傾向がみられたが、この差はあまりはつきり現われなかつた。

考 察

真珠袋の形成速度は水温の影響を受けて季節によりそれぞれ違っていることはすでに Kawakami (1952, 1953), 青木 (1956), 村上ら (1956) 及び町井・中原 (1957) らにより研究された。これらの研究によると真珠袋の形成速度は夏に最も早く、春はこれに次ぎ、秋はさらにおそいことがわかつた。真珠養殖では直径 2 mm から 9 mm くらいの貝殻核を核として使っているが、核の大きさの異なるに従つて真珠袋形成に要する期間がそれぞれちがうことが考えられる。今回は直径 8 mm のパラフィン核に 3 mm 角及び 1 mm 角のピースを使つて核入れ手術を行い真珠袋形成に要する期間をしらべた。3 mm 角に切つた外とう膜片をピースに使つた場合、手術後10日には6個体のうち4個体は真珠袋を形成していた。またそのうちの2個体では明らかに沈着物が核面に認められた（図1）。これら材料のうち真珠袋を完成していない2個体も上皮細胞はほと

んど核面をとりまき間もなく真珠袋を形成する状態にあつた。また 1mm 角の小さいピースを使つた場合は、手術後10日には3個体のうち2個体は真珠袋を形成しており、そのうちの1個体では

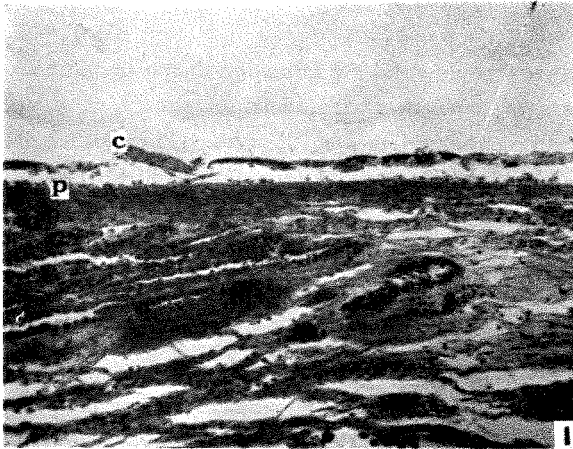


図1 手術後10日の真珠袋と沈着物。1957年8月10日直径8mmのパラフィン核と3mm角のピースを使つて核入れ手術、同20日ツエンカー液固定、エールリツヒ・ヘマトキシリン-エオシン染色。p: 真珠袋上皮, c: 沈着物。×150

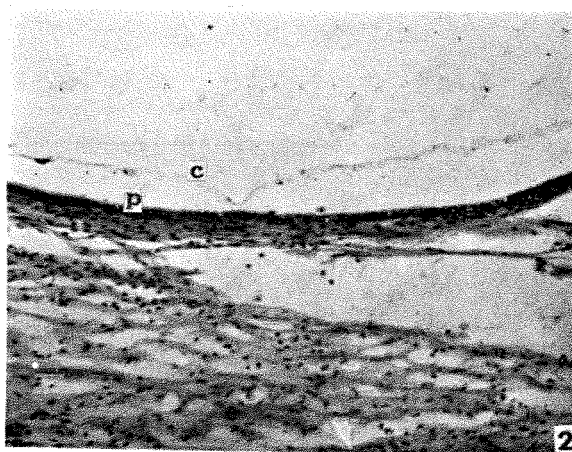


図2 手術後6日の真珠袋と沈着物。1957年8月10日直径4mmのパラフィン核と15mm角のピースを使つて核入れ手術、同20日ツエンカー液固定、エールリツヒ・ヘマトキシリン-エオシン染色。p: 真珠袋上皮, c: 沈着物。×150

少量の沈着物が核面に認められた。これらの事実から夏季には大きい核を使つたときもピースの大小にかかわらず手術後約10日くらいたつと真珠袋がほぼ形成されるものとする。また直径4mmの核を使つた対照群では手術後6日には半数の個体において真珠袋の形成がみられ、そのうちの1個体では核面に少量の沈着物が認められた(図2)。10日後には対照群では全部の個体において真珠袋が形成されていた。今回の結果では核の大きさの違いによる真珠袋形成期間の差は若干認められたが、それらは夏は7日、春は14日、秋には約30日もかかつて真珠袋が形成されるというように、水温の影響による形成速度の差のように大きくないことがわかつた。核面への沈着物については十分材料を得られなかつたが、3mm角のピースを使つたものと及び対照群のうちのあるものは手術後6日ですでに核面に沈着物がみられたことは核入れ手術後相当早い時期から分泌が行われていることを示すものである。

要 約

1. 核及びピース(外とう膜片)の大小が真珠袋形成にどれだけ影響するかを組織学的観察を行い確かめた。
2. 大きい核を使つて核入れ手術を行った場合は小さい核を使つた場合より真珠袋形成に要する期間は少し長い。ピースの大きい場合は小さい場合よりわずかに真珠袋形成期間は短い傾向があるが前者の場合のようにはつきりしない。
3. 核及びピースの大きさによる真珠袋形成速度の差よりも水温差による形成速度の差の方が大きい。

Summary

The effect of the size of the mantle piece and nucleus on the pearl-sac formation was studied in *Pinctada martensii* (Dunker).

A large nucleus required a slightly longer time for pearl-sac formation than a small nucleus with a mantle piece of equal size. It was also shown that with nuclei of equal size, a large mantle piece gave rise to the pearl-sac more rapidly than a small piece. These differences while significant do not exert as great an influence on pearl-sac formation as do environmental conditions such as seasonal changes in water temperature.

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. 国立真珠研報告 1 : 41—46.
- Kawakami, I. K. 1952. Studies on pearl-sac formation. 1. On the regeneration and transplantation of the mantle piece in pearl oyster. Mem. Fac. Sci. Kyushu Univ. Ser. E. (Biol.) 1 : 83—88.
- 1953. Studies on pearl-sac formation. II. The effect of water temperature and freshness of transplant on pearl-sac formation. Ann. Zoo. 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. 国立真珠研報告 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. 広島県水試報告 17(1) : 1—9.

アコヤガイ *Pinctada martensii* (Dunker) 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^{*1)}

植 本 東 彦

国立真珠研究所

アコヤガイによる真田真珠養殖においては、挿核手術前に卵抜き作業をおこなうが、これは生殖腺内に挿核する必要上、生殖細胞を人為的に排除する作業であつて、その方法はそれがおこなわれる時期によつて相違があるが、主として環境を人為的に変化させることによつて、産卵を誘発させるものである。その具体的な方法は、それぞれの当事者によつて経験的に様々な方法が用いられているが、技術的に困難なことが多いために、より簡易な方法の見出されることが期待されている。

アコヤガイの生殖腺については、さきに小島・前木⁽¹¹⁾によつて、その発達過程について形態学的研究がおこなわれ、つゞいて立石・安達⁽¹²⁾により周年変化の組織学的観察がなされた。その後筆者⁽¹³⁾は、現行の卵抜き方法を検討し、卵抜き作業の過程における生殖腺の変化について組織学的観察をおこなつた。通常の養殖方法にあつては、その産卵期は約4ヶ月継続したが、卵抜き作業にあつては通常の養殖方法における貝の産卵終期の状態とほぼ同様の状態になるまでに、2週間乃至1ヶ月半を要した。このことは、当該作業によつて、本来、生殖腺内で引続き形成されるべき生殖原細胞が、その形成と発達を抑制され、且つ既に濾胞内に形成されていた生殖原細胞以下の未成熟生殖細胞の成熟分化と放出がおこなわれるにとどまるために、通常より早く産卵終期の状態になるのではないかと考えた。今回筆者は、繰返しこの実験をおこない、併せて周年変化についても観察したので、その結果の概要を報告する。

稿を草するに当り、懇切な指導を賜つた高山所長及び助言と協力をいただいた中原、町井、西飯、清水、谷口各所員に感謝の意を表する。実験に際し多大の便宜と有益なる助言を賜わり、材料動物を提供された三重県志摩郡布施田の田畑礼次氏、田辺時生氏及び的矢湾養蠔研究所佐藤忠勇氏に深甚なる謝意を表する。

* Haruhiko Uemoto. Studies on the gonad of the pearl oyster *Pinctada martensii* (Dunker), II. Histological observation with regard to both the seasonal variation and the change during the course of the artificial spawning. With English summary, p.301. Bull. Natl. Pearl Res. Lab. 4: 287 — 307. 1958.

1) 国立真珠研究所業績 No. 35. (国立真珠研究所報告 4: 287 — 307 昭和33年12月)

材料及び方法

実験材料として用いたアコヤガイは、1957年6月以降1958年5月までの間に、三重県志摩郡布施田の田畑氏養殖場において採集した4年貝409個体、田辺氏養殖場において採集した598個体、志摩郡の矢の佐藤氏養殖場において採集した21個体、香川県志度湾において採集した5個体及び本研究所多徳島臨海実験所で採集した96個体、計1129個体であった。卵抜き作業の実験は6月より8月下旬までの間に3回おこない、1回の実験のうち作業の各段階毎に材料を約30個体、周年変化の観察のためには20乃至30個体を無作為抽出した。

材料は主として足糸腺下方の生殖腺部分を切り取り、固定をおこなった。固定は、ヘリー、ツェンカー、ブーサ、ミユラー、オルト、シヤムピー三塩化醋酸液、ホルマリン緩衝液、PFA液等の固定液を使用した。切片製作はパラフィン法により、染色はハイデンハイン・鉄ヘマトキシリン-ライトグリーン二重染色及びハイデンハイン・アザン染色によった。

観 察 結 果

(1) 生殖腺の発達過程

生殖腺の発達状態について観察し、その発達過程を次の7段階に区分した。なお、卵母細胞は便宜上、濾胞壁から膨出する以前の若い時期を初期、三角乃至四角形状に膨出してきた時期を中期、洋梨状に膨出して濾胞腔部に位置するまでに成長した時期を後期、成熟卵母細胞となつて濾胞腔部に遊離したものを成熟卵と呼称した。

第1期（成長前期）——生殖腺内の濾胞は、血球によつて新しく形成された結合組織にそつて、或いは産卵期を経過した後に残された結合組織にそつて、生殖原細胞を形成することによつて形作られており、生殖原細胞の活潑な分裂像がみられ、生殖母細胞にまで分化したものが観察される状態で、雌雄の性の分化を確認できる状態にある。雄の濾胞では、精原細胞が濾胞壁にそつて隙間なく形成され、濾胞腔部に向つて精母細胞にまで分化したものが観察される。雌の濾胞では卵原細胞が濾胞壁にそつて断続的に、又は部分的に集つて形成され、卵母細胞にまで分化したものが観察される(図版1-2)。

第2期（成長後期）——濾胞内の生殖原細胞の形成と、その成熟分化が更に進んだ状態であるが、成熟した生殖細胞はまだ観察されない。雄の濾胞では、濾胞壁から濾胞腔部に向つて櫛の歯状に伸びた結合組織にそつて、精原細胞及び精母細胞が並び、部分的に精子細胞が観察されることもある。全般的に濾胞はこれらの細胞によつて満された状態である。雌の濾胞では、卵原細胞の形成はやゝ少くなり、既に形成された初期及び中期の卵母細胞の成長が目立ち、濾胞腔部に向つて膨出しは始めている。しかし、濾胞腔部の拡がりは狭い(図版3-4)。

第3期（成熟期）——新たな生殖原細胞の形成は余りみられなくなる一方、生殖母細胞以下の生殖細胞の成熟分化が活潑であり、成熟した生殖細胞がみられる。雄では濾胞の断面においてみられる未成熟な生殖細胞の層は厚く、濾胞内は充実しており、腔部には成熟して遊離した精子が観察される。雌では、濾胞壁にそい部分的に初期及び中期の卵母細胞があるほかは、殆んど後期の卵母細胞及び成熟卵によつて腔部が満されている。これらは生殖細胞の放出が可能な段階にあり、産卵期の初期に相当すると思われた(図版5-6)。

第4期（放出期）——活潑な生殖活動がおこなわれている段階である。放出前の状態は、濾胞腔部に成熟した生殖細胞が多くみられ、放出後の状態は、成熟した生殖細胞は少なく、濾胞腔

部は大きくなり、引続いて生殖母細胞の発達が観察される。雄の濾胞では、未成熟な生殖細胞の層はやゝ薄くみられるようになるが、濾胞腔部の広がり大きく精子形成が活潑におこなわれている。雌の濾胞では、成熟した卵母細胞が放出された後は、初期及び中期の卵母細胞が成長をはじめ、濾胞腔部に膨出する。後期の卵母細胞は濾胞の中心部に張り出し、成熟卵にまで発達する。これらの状態は第3期の状態にくらべやゝ疎であり、各生殖細胞間に間隙を有する(図版7—8)。

第5期(放出後期)——生殖細胞は引続き成熟分化を続けているが、その量は少なく、全般的に生殖細胞の形成能力が衰えはじめている状態である。雄の濾胞では、精母細胞及び精子細胞の層は極めて薄くなっており、既に部分的にこれらの細胞が存在しない部分もみられ、全般的に精子形成能力が低下している。雌の濾胞では、中期及び後期の卵母細胞がみられるが、前期にくらべその量は少い。発達中の卵原細胞及び初期の卵母細胞は極めて少ない(図版9—10)。

第6期(濾胞前期)——生殖原細胞及び生殖母細胞が僅かにみられるか又は全くなく、濾胞壁の結合組織は明瞭で網目状に観察される。成熟生殖細胞が未放出のまゝ存在することは屢々であるが、生殖細胞の形成乃至発達は全くみられない(図版11—12)。

第7期(濾胞期)——濾胞壁に生殖原細胞が存在するほかは、濾胞内は空虚である(図版13)。この生殖原細胞は、i) 第6期を経て濾胞壁に新たに形成されたものか、ii) 新たに結合組織が作りなおされ、それにそつて形成されたものかのいずれかである。この期の一時期には、生殖腺内に極めて多くの血球が観察されることが屢々あるがこの血球はアザン染色でうすいオレンジ色に染まり、果粒のみられない細胞であつて、これらは濾胞の新たな形成乃至は補修のために、一部のものが結合組織化すると考えられた。濾胞形成後は、次第にその数を減少する(図版14)。その後この濾胞壁にそつて生殖原細胞が形成される。

(2) 生殖腺の周年変化

通常の方法で養殖されているアコヤガイの生殖腺の周年変化について、卵抜き作業の実験に際して使用した対照群の観察結果から、これを略記する。観察結果は前項の区分に従つて整理し第1表及び第1図を得た。

月別の観察結果はおおよ次の通りであつた。

6月—6月初旬においては、第3期が30~40%、第4期が60~70%であつた。即ち、大半の個体が生殖活動をおこなっている状態であつた。雌雄別にみると、雌の発達がやゝ遅れており、雌全体の%は第3期にあつた。下旬には90%以上が第4期に属し、生殖活動は極めて活潑におこなわれている。

7月——殆んどすべての個体が第4期の状態にあり、生殖活動は最も盛んである。中旬をすぎると第5期に属する個体がみられるようになり、下旬にかけて漸次増加する。即ち、次第に精子及び卵子形成の能力が低下したと考えられる個体が増加しはじめるのであるが、下旬においてもなお50%以上の個体が生殖活動を活潑におこなっている。

8月——第5期に属する個体は更に漸増し、中旬をすぎると60%以上になつた。一方、生殖活動を全く終了したと考えられる第6期又は第7期に属する個体も逐次増加しはじめる。

9月——中旬以降では約90%以上の個体が生殖活動を終了し、第6期及び第7期の様相を呈する。濾胞内には未放出の残存精子及び卵子を散見することが屢々であるが、雌雄の識別ができぬ個体が多くなる。

10月—9月とはゝ同様の状態にある。

11月——殆んどすべての個体は第7期にあり、生殖腺中に多数の血球が観察され、又、間質中

第 1 表

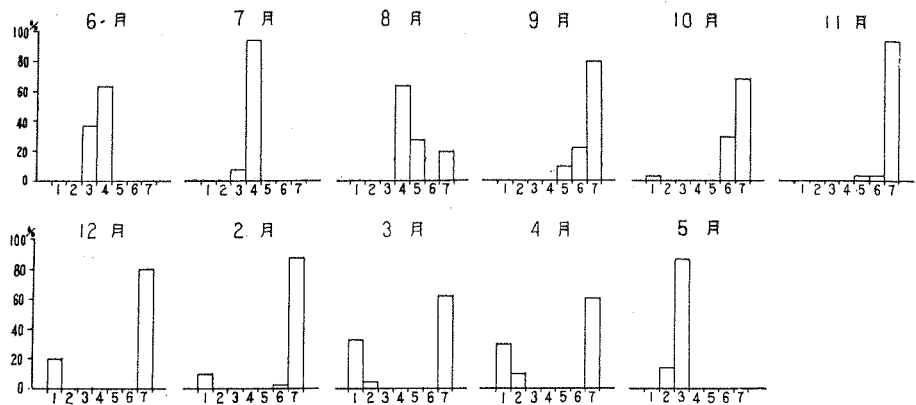
月	性	発 達 段 階							合 計
		1	2	3	4	5	6	7	
6	♂	0	0	3	15	0	0	0	30個
	♀	0	0	8	4	0	0	0	
7	♂	0	0	0	17	0	0	0	31
	♀	0	0	2	12	0	0	0	
8	♂	0	0	0	10	4	0	2	30
	♀	0	0	0	9	4	0	1	
9	♂	0	0	0	0	2	1	4	33
	♀	0	0	0	0	1	1	2	
	♀	0	0	0	0	0	2	20	
10	♂	0	0	0	0	0	1	1	28
	♀	1	0	0	0	0	1	0	
	♀	0	0	0	0	0	6	18	
11	♂	0	0	0	0	1	0	0	30
	♀	0	0	0	0	0	0	1	
	♀	0	0	0	0	0	1	27	
12	♂	4	0	0	0	0	0	0	25
	♀	1	0	0	0	0	0	0	
	♀	0	0	0	0	0	0	20	
1									
2	♂	0	0	0	0	0	0	0	31
	♀	3	0	0	0	0	0	3	
	♀	0	0	0	0	0	1	24	
3	♂	2	0	0	0	0	0	3	21
	♀	5	1	0	0	0	0	1	
	♀	0	0	0	0	0	0	9	
4	♂	1	0	0	0	0	0	3	20
	♀	5	2	0	0	0	0	0	
	♀	0	0	0	0	0	0	9	
5	♂	0	1	4	0	0	0	0	14
	♀	0	1	8	0	0	0	0	

に多くの果粒群が観察された。

12—2月——生殖腺の状態は11月と大差ないが、生殖腺中にみられた血球は、新たな結合組織を形成した後、漸次減少した。

3—4月——第7期にあるものは約60%に減少し、これらは前年の濾胞の結合組織、又は、冬季中に新たに形成された結合組織にそつて形成された生殖原細胞が活動をはじめている状態である。第1期及び第2期にまで発達した個体が約40%を占めるに至つた。

第 1 図



5月——中旬における状態では、3～4月にくらべ急速な発達が見られ、多くの個体が第3期にまで発達していた。

(3) 卵抜き作業による生殖腺の変化

卵抜き作業は3回の実験をおこなったので、各実験についてその方法と観察結果を略記する。

〔実験1〕

実験の概略——3年貝を使用、6月9日から7月8日までの間に3回の卵抜き操作をおこなった。その方法は、竹籠に約180個宛収容し、水深約4mに垂下養殖してあつたものを、漲潮時に船上に引上げ、貝を籠から取出し、足糸を切断後、竹籠に再び収容し、ワラムシロでおおい、約20～30分間直射日光下に放置し、その後水深約0.5～1mに垂下する。垂下後数十分を経て、生殖細胞の放出が開始され、籠の周囲の海水は白濁する。一兩日そのまま放置した後、再び次の操作まで水深4～5mに垂下しておく。

結果——以上の如き操作をおこなって、作業の終了までに7回材料の採集をして、第2表の結果を得た。第2表について、生殖腺の発達段階ごとに百分率をとり、第2図を得た。

実験当初、第3期にある個体が約40%、第4期にある個体が約60%の割合で観察されたが、1回目の卵抜き操作の後には第3期30%、第4期70%となり、その後1週間を経て2回目の操作をおこなう直前には、かなり成熟が促進されており、殆んど個体が第4期にあつた。3回目の操作の直前には第4期55%、第5期45%となり、更に操作後には第4期20%、第5期60%、第6期20%となつた。その後1週間を経て、挿核手術のために好適な状態となつた時の状況は、60%以上が第6期及び第7期に属するものであつた。

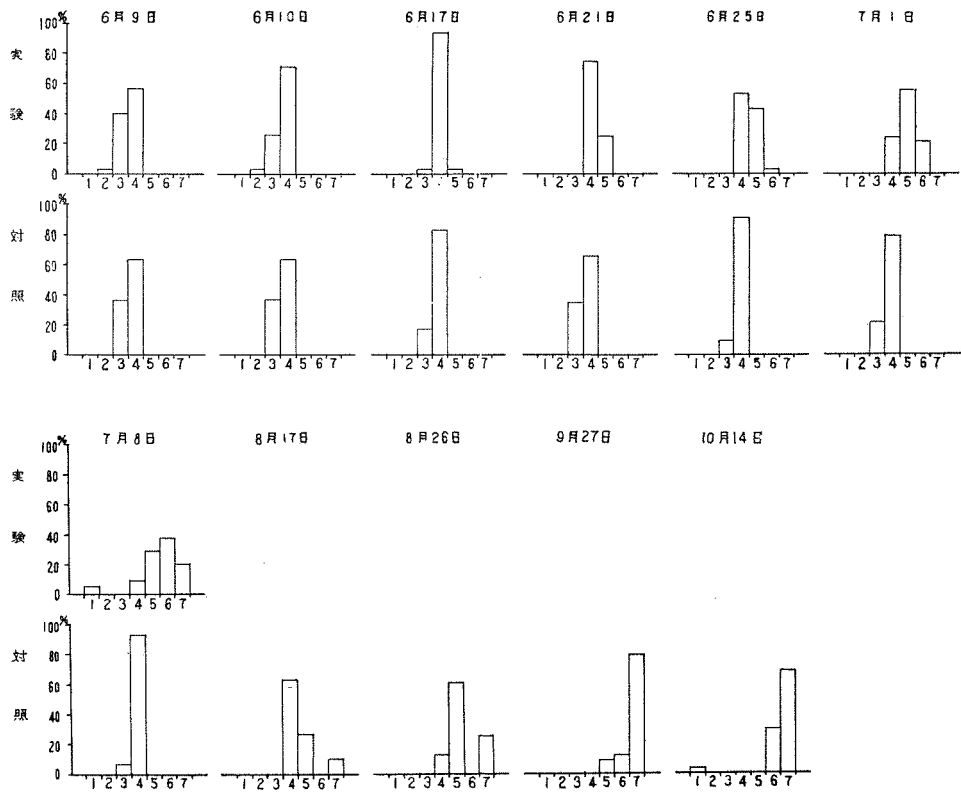
対照群についてみると、その当初では第3期40%、第4期60%であつたものが、作業終了時には殆んど個体が第4期にあつた。実験群の作業終了時の状況と、ほぼ同様の分布を示した時期は9月以降であつた。

実験群と対照群との発達段階の分布の差について、 χ^2 -検定をおこなった結果は第3表の通りである。実験開始後約1週間、2回目の卵抜き操作の前までは各段階の分布に有意の差が認められないが、2回目の操作後には有意の差が認められ、遂次その差が大きくなっている。

第 2 表

区 分	採集年月日	性	発 達 段 階							合 計	実験の過程
			1	2	3	4	5	6	7		
実 験 群	'57. 6. 9	♂ ♀	0 0	0 1	4 8	13 4	0 0	0 0	0 0	個 30	第 1 回卵抜き操作前。 (3 年貝)
	6.10	♂ ♀	0 0	0 1	7 1	12 10	0 0	0 0	0 0	31	第 1 回卵抜き操作後。
	6.17	♂ ♀	0 0	0 0	0 1	14 16	1 0	0 0	0 0	32	第 2 回操作前。
	6.21	♂ ♀	0 0	0 0	0 0	16 14	6 4	0 0	0 0	40	第 2 回操作後。
	6.25	♂ ♀	0 0	0 0	0 0	6 10	6 7	0 1	0 0	30	第 3 回操作前。
	7.1	♂ ♀	0 0	0 0	0 0	1 6	12 4	4 2	0 0	29	第 3 回操作後。
	7.8	♂ ♀ ?	0 2 0	0 0 0	0 0 0	0 3 0	2 8 0	3 9 1	3 3 1	35	核入れ手術前。
対 照 群	'57. 6. 9	♂ ♀	0 0	0 0	3 8	15 4	0 0	0 0	0 0	30	ナイロン吊り普通養殖。 (3 年貝)
	6.17	♂ ♀	0 0	0 0	1 4	18 6	0 0	0 0	0 0	29	
	6.21	♂ ♀	0 0	0 0	4 7	9 12	0 0	0 0	0 0	32	
	6.25	♂ ♀	0 0	0 0	1 2	24 6	0 0	0 0	0 0	33	
	7.1	♂ ♀	0 0	0 0	0 7	19 7	0 0	0 0	0 0	33	
	7.8	♂ ♀	0 0	0 0	0 2	17 12	0 0	0 0	0 0	31	
	8.17	♂ ♀	0 0	0 0	0 0	10 9	4 4	0 0	2 1	30	
	8.26	♂ ♀ ?	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 4 0	19 0 0	0 0 0	3 3 2	30	
	9.27	♂ ♀ ?	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	2 1 0	1 1 2	4 2 20	33	
	10.14	♂ ♀ ?	0 1 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	1 1 6	1 0 18	28	

第 2 図



第 3 表

採集月日	6. 9	6.10	6.17	6.21	6.25	7. 1	7. 8
自由度	2	2	2	2	3	3	4
$\chi^2_{(0.05)}$	5.99	5.99	5.99	5.99	7.82	7.82	9.49
χ^2_s	1.16	1.67	4.22	16.31	21.16	39.84	55.12

〔実験 2〕

実験の概路——4年貝を使用し、6月24日より8月1日までの間に3回の卵抜き操作をおこなった。その方法は、竹籠に約200個宛収容し、一昼夜の間水深2mに垂下した後、干潮時に数時間海底にすわる程度の深さに垂下した。そのまゝ放置し、好天を選び漲潮時に水深0.5～1mに引上げて生殖細胞の放出をおこなわせ、その終了後再び深く垂下し、次の操作まで約1週間放置する。

結果——作業の終了までに4回の材料の採集をおこない第4表及び第3図を得た。

実験当初の生殖腺の状況は、第3期が35%、第4期が65%で、大半の個体が生殖活動の最も盛んな状態にあつたが、1回目の操作の後には第4期及び第5期が、それぞれ47%を占め、生殖活動が低下しはじめた個体が、ほぼ半数みられるようになった。操作を重ねるにつれ、産卵終期の様相を呈する個体が増加し、作業終了時の状況は、第6期43%、第7期48%となり、殆ん

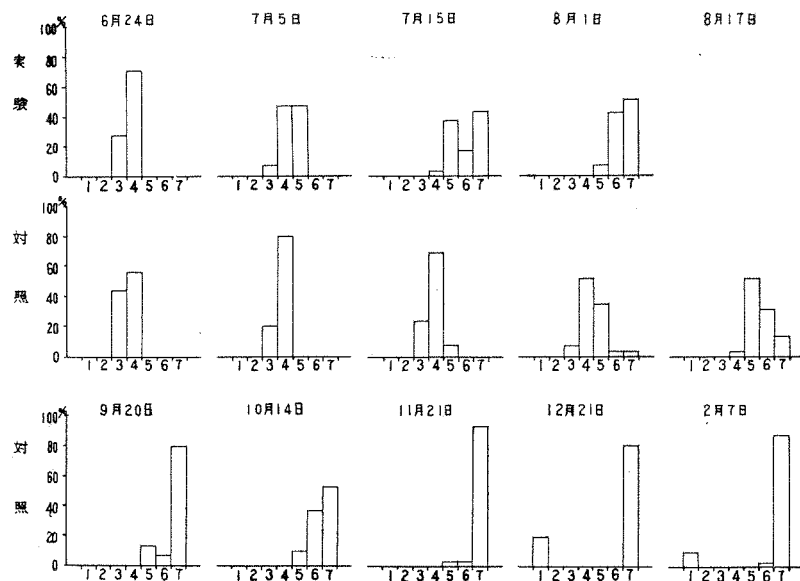
どの個体が生殖活動を終了した状態にあつた。対照群の作業終了時の状況は、第4期52%, 第5期35%であつて、大半の個体が生殖活動の盛期の状態にあつた。作業終了時の実験群とは同様の状況になつたのは9月以降であつた。

実験、対照両群間の発達段階の分布の比較は第5表の通りであり、1回目の卵抜き操作後に有意の差が認められ、遂次その開きが大きくなつた。

第 4 表

区分	採集年月日	性	発 達 段 階							合 計	実 験 の 過 程
			1	2	3	4	5	6	7		
実験群	'57.6.24	♂ ♀	0 0	0 0	0 8	19 3	0 0	0 0	0 0	30	第1回卵抜き操作前。 (4年貝)
	7. 5	♂ ♀	0 0	0 0	0 2	2 12	13 1	0 0	0 0	30	第1回卵抜き操作後。
	7. 15	♂ ♀ ?	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 1 0	4 7 0	5 0 0	6 5 2	30	第2回操作後。
	8. 1	♂ ♀ ?	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 2 0	0 5 8	1 2 13	31	第3回操作後1週間。
対照群	'57.6.24	♂ ♀	0 0	0 0	1 10	12 2	0 0	0 0	0 0	25	金網籠普通養殖。 (4年貝)
	7. 5	♂ ♀	0 0	0 0	3 3	19 5	0 0	0 0	0 0	30	
	7. 15	♂ ♀	0 0	0 0	0 7	16 4	2 0	0 0	0 0	29	
	8. 1	♂ ♀	0 0	0 0	0 2	7 8	6 4	1 0	0 1	29	
	8. 17	♂ ♀ ?	0 0 0	0 0 0	0 0 0	1 0 0	12 3 0	0 8 1	2 1 1	29	
	9. 20	♂ ♀ ?	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	3 1 0	1 0 1	2 1 21	30	
	10.14	♂ ♀ ?	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	3 0 0	2 0 9	0 1 15	30	
	11.21	♂ ♀ ?	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	1 0 0	0 0 1	0 1 27	30	
	12.21	♂ ♀ ?	4 1 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 20	25	
群	'58.2. 7	♂ ♀ ?	0 3 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 1	0 3 24	31	

第 3 図



第 5 表

採集月日	6.24	7.5	7.15	8.1
自由度	1	2	4	5
$\chi^2_{(0.05)}$	3.84	5.99	9.49	11.07
χ^2_s	1.81	18.33	48.43	45.82

〔実験3〕

8月におこなわれる比較的短期間の卵抜き作業について実験した。この時期には日中の水温がかなり上昇するために、操作は夕刻におこなわれた。3年貝を使用し、貝掃除及び足糸の切断をせずに、そのまゝ竹籠に半分位まで収容し、干潮時に約1時間海底にすわる程度の深さに垂下しておき、4～5日後の夕刻、漲潮時をみて水深1.0m～1.5mに垂下し、生殖細胞の放出をおこなわせ、翌朝再び深く垂下する。この操作を1～2回繰返して終了する。

結果は次の通りであつた。

第 6 表

区分	採集年月日	性	発 達 段 階							同 計	実 験 の 過 程
			1	2	3	4	5	6	7		
実験群	'57.8.14	♂ ♀	0 0	0 0	0 0	0 10	13 6	1 0	0 1	31	第1回卵抜き操作前。
	8.17	♂ ♀ ?	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	3 1 0	2 8 2	3 8 3	30	第1回卵抜き操作後。 (作業終了時)
	8.17	♂ ♀	0 0	0 0	0 0	10 9	4 4	0 0	2 1	30	ナイロン吊り普通養殖。

実験開始後4日目では、大半が第5期に移行し、1回目の操作の後には約90%が産卵終期の状態になった。

上記の3実験の実験群標本の観察では、生殖細胞が血球によつて喰作用を受けている状態を確認できなかつた。実験群434個体中僅かに4個体の雌の濾胞において、異常状態を観察したが血球による喰作用と断定できなかつた。これらの卵巣内の状態は、中期及び後期にまで発達した卵母細胞が、まず染色仁及び核膜を消失し、細胞質と核質の識別ができぬ状態となり、次いで多数の球状又は不整形塊状に分解して濾胞腔部に拡がる。又は濾胞壁にあつて発達しつつあつた初期の卵母細胞が、濾胞壁より剝離して濾胞腔部に遊離している状態であつた(図版19—22)。

また実験群以外の標本の観察では、産卵期以降、次期産卵期前までの間に、雌雄共に屢々卵母細胞の分解、精子の塊状化が観察されたが、すべての個体にみられる現象ではなかつた。

(4) 漁場による発達の相違

環境漁場の種々な条件によつて、生殖腺の発達過程にはかなりの相違がみられる。三重県の矢湾及び香川県志度湾で採集した材料につき観察した結果、次表の結果を得た。はゞ同時期の英虞湾の個体とは相違がみられる。

第 7 表

採集年月日	性	発 達 段 階							合 計	漁 場
		1	2	3	4	5	6	7		
'57.12.24	♂ ♀	0 0	0 0	0 0	8 12	1 0	0 0	0 0	21	三重県 的矢湾
'58. 1.12	♂ ♀	0 0	0 0	0 0	0 2	1 0	0 0	0 2	5	香川県 志度湾
'57.12.21	♂ ♀ ?	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	1 1 23	25	三重県 英虞湾
'58. 2. 7	♂ ♀ ?	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 1	0 4 26	31	

的矢湾では21個体中20個体が第4期のまゝ越冬しており、志度湾では第4期2、第5期1、第7期2であつた。この時期の英虞湾では第7期の個体が殆んどであつた。

第 8 表

採集年月日	性	発 達 段 階							合 計	漁 場
		1	2	3	4	5	6	7		
'57.11.22	♂ ♀ ?	3 2 0	3 1 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 2	0 0 9	20	避寒前の状態。 英虞湾多徳島。
'58. 4. 10	♂ ♀ ?	1 5 0	0 2 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	3 0 9	20	避寒せず。 多徳島にて越冬。
'58. 4. 10	♂ ♀	0 1	3 2	2 7	5 0	0 0	0 0	0 0	20	避寒す。 三重県古和浦にて越冬。

また、冬季の避寒漁場によつても、貝の越冬中の状況には、かなり発達の相違がみられる。(未発表)。その1例をあげれば第8表の通りである。3年貝の1集団のうちから、1部を当研究所臨海実験所地先で越冬せしめ、他を紀伊半島の避寒漁場において越冬させた。臨海実験所地先において越冬したものは、避寒前の状態と殆んど変わらず、生殖腺の発達を認めることはできなかったが、紀伊半島の避寒漁場で越冬したものは、既に大半が第3期及び第4期にあり、生殖活動は環境条件さえ良ければ開始されるような状態であつた。

(5) 雌雄同体の観察

供試材料中、雌雄同体とみなされる18個体を観察した。このうち13個体は成熟した精巢内に精巢卵を持つものであつて、精子群にとりかこまれながら、後期の卵母細胞及び成熟卵が僅かに存在しており、これらの個々の細胞は、雌の濾胞内での発達と全く同様の発達をなしていたが、卵原細胞はみられなかつた(図版16)。他の5個体のうち3個体は、生殖腺の発達の初期においてみられたもので、1個体は精巢がいまだ成熟した精子を持たない発達途上の状態であつたが、その濾胞壁にそつて初期の卵母細胞が僅かに散在するものであつた(図版15)。他の2個体は、濾胞腔部に游離した多くの精子を持ち、しかも濾胞壁全体にわたり卵原細胞及び卵母細胞の発達がみられたが、精原細胞、精母細胞はみられなかつた(図版17)。このことからこれらの精子は前産卵期に形成されたものと考えられ、雄から雌に性相が変りつゝあるものと認められた。又、残りの2個体は、かなり発達した雌の濾胞内にあつて、卵母細胞にまじり精子が散在する状態であつて、前述の個体が更に発達した状態に相当すると考えられた。これらの精子は卵母細胞の発達によつて、濾胞腔部に密集していることができず、卵母細胞と卵母細胞又は濾胞壁との間隙に押しのけられ精巢中にみられるような状態ではなかつた(図版18)。

(6) 生殖腺内の寄生動物

供試材料中2個体を観察した。これらはいずれも吸虫類が感染した個体であつた。現在まで得られた他の感染貝の標本とあわせて、その観察結果を述べると、これらは肉眼観察では、体表面からは生殖腺部分全体にわたり、灰白黄色のまだらな色彩がみられ、解剖の結果では、淡黄色のsporocystが生殖腺全体にわたり綿屑塊状に充満している。この組織標本を観察すると濾胞と濾胞の間に細根状に分岐したsporocystが形成されており、sporocyst内にはcercariaが形成されていた。sporocystの発達は、生殖腺の発達に影響を与えると考えられ、いくらか生殖腺の発達した個体から、全く濾胞が形をとめず、従つて正常な生殖活動をおこなへぬ状態の個体まで、種々の状況のものが観察された。この吸虫の種は*Busephalus margaritae*とされている⁽¹⁸⁾(図版23—24)。

考 察

(1) アコヤガイ生殖腺の発達過程

さきに立石・安達⁽¹²⁾は、アコヤガイ生殖腺の発達過程を、濾胞期(a及びb)、成長前期、成長後期、成熟期、放出期の5段階に区分し、その周年変化について論じた。筆者⁽¹³⁾は、卵抜き作業における生殖腺の変化について一応4段階に区分したが、周年変化の観察に当り、更にこれを7段階に区分した。立石・安達の区分との対比は第9表の通りである。

段階の区分は、ほぼ立石・安達の区分に等しいが、濾胞期(a及びb)の段階を2段階に区分し更に濾胞期bの段階より成長前期に至るまでの間に1段階を区分した。これは、多くの個体が濾胞期bの状態においてその発達を停止して越冬し、翌年春に水温の上昇に伴い再び発達をはじめることから、その発達のはじまつた時期を区分する必要があるので、組織像としては、生殖原細胞

第 9 表

立石・安達	濾胞期 b—生長前期	生長前期	生長後期	成 熟 期	放 出 期	濾 胞 期	
						a	b
著 者	第 1 期 (成長前期)	第 2 期 (成長後期)	第 3 期 (成熟期)	第 4 期 (放出期)	第 5 期 (放出後期)	第 6 期 (濾胞前期)	第 7 期 (濾胞期)

が分裂を開始後生殖母細胞にまで分化したものがみられ、性の確認が出来る状態にまで発達した時期以降をもつて1段階とし、これを成長前期とした。また、成熟期は生殖活動の時期にあり、生殖細胞の放出が最も盛んな状態であることから、筆者はこれを放出期とし、それが下り坂となつた時期以降を放出後期とした。

(2) 周年変化及び産卵期

アコヤガイの生殖腺の周年変化は、その養殖される漁場によつて、かなりの差違が認められる。しかし、いずれにしても、英虞湾において産卵期を経過した殆んど個体は、9月下旬には生殖活動を終了すると考えられる。その後、いまだ比較的水温の高い12月頃までの間に、血球による新たな濾胞の形成と生殖細胞の形成がなされ、低水温の時期に至る。この間、生殖腺内に残留した生殖母細胞以下の細胞は、分解する場合もあり、そのまゝ残留する場合もある。3月中旬以降、水温が徐々に高まるにつれて、生殖原細胞の活動が始まり生殖母細胞にまで発達し、性の識別の可能な個体が漸増する。この状態は4月中旬頃まで続き、5月に入ると成熟への速度を増し成長後期を経て産卵期に至る。この間に避寒をおこなつた場合、その漁場により差が認められ、比較的好条件の漁場に養殖された場合には、冬季中に大半の個体が成長期を経過し、3月以降英虞湾に戻つた時には、これらは既に産卵期の準備を完了している。従つて、産卵期の初期においては、まず避寒をおこなつた個体の生殖活動が開始され、英虞湾において越冬した個体の産卵期は、やゝ遅れると思われる。このことについては現在実験中である。

以上の如く、英虞湾における産卵期は、これを一様に考えることができない。山口⁽¹⁷⁾は、アコヤガイの産卵期は5—9月、三重県における盛期は6—7月であると述べ、立石・安達⁽¹²⁾は佐世保湾産の個体では6—9月、その盛期は8月中—9月上旬であると述べている。筆者の得た結果では、山口の報じている時期とは一致し、産卵期は6月初旬からはじまると考えられ、その盛期は6月下旬から7月中旬であると思われた。このことは、稚貝の付着期の盛期が7月上旬から下旬であることと考へあわせると、大体妥当であると思われる。立石・安達の報文では、組織像において放出期の様相を呈する個体の最も多い時期をもつて産卵盛期と判定しているが、筆者の観察では、この組織像における生殖能力はむしろ下り坂と思われ、放出期の末期ともいふべき状態であり、筆者はこの状態を放出後期とした。従つて、立石・安達の報文の場合、その盛期の組織像は1段階前即ち成熟期にあると考えられ、恐らく時期的にみて産卵盛期は7月を中心にしてあるものと思われる。同報文のFig. 1によると、7月の場合に雄では生長前期26%、後期33%とあり、本文中では精巣の生長前・後期の状態の区分について書かれていないが、恐らくこの時期の雄個体は、生殖活動が可能な状態にあると思われるので、7月は成熟期の個体の最も多い時期と考えることができよう。以上の事柄と、冬季の漁場の状態によつて生殖腺の発達に相違があるという事とを考へあわせるならば、佐世保湾におけるアコヤガイの産卵盛期の時期は、三重県におけるそれとくらべて、それ程大きなずれはないのではないかと考えられる。

(3) 卵抜き作業中の変化

産卵期中及び卵抜き作業中の生殖腺の状態の変遷について、さきに筆者は次のように考察した。産卵期においては、生殖原細胞の継続的な形成、その一連の成熟分化、成熟生殖細胞の放出という過程を繰返しつゝ生殖活動をおこない、生殖原細胞の発達、生殖母細胞の成熟分化の完了及び放出によつて、産卵期を終ると考えられ、一方、卵抜き作業においては、生殖原細胞の継続的な形成とその発達が抑制されることにより、それ以前に既に存在した生殖細胞のみの成熟分化及び放出がおこなわれるために、その産卵終期を人為的に早めることができるのであると考えた。今回の実験の過程にあつても、生殖原細胞の形成は停止しているものと思われた。しかしながら、当該作業においてもまた普通養殖法における産卵期にあつても、産卵の機構について根本的な点に不明な事柄が多いことは和田⁽¹⁵⁾も既に述べている所である。実験的に確かめることの極めて困難な問題も多いが、今後の研究にまちたい。

6月以降の当該作業において、極端な悪条件を与える方法を用いるのでなければ、生殖腺は正常な形で成熟生殖細胞の放出をおこなつてゆくものであつて、生殖細胞の分解及び吸収過程にあると思われたものは実験員中僅少の個体に観察されたが、これはむしろ例外的なものであらうと思う。又、血球の喰作用による生殖細胞の分解及び吸収については屢々報ぜられているので、筆者は川本⁽⁹⁾の報文にもとづいて生殖細胞の分解及び吸収に関与する血球について観察したが、これを確認するに至らなかつた。

(4) 雌雄性について

アコヤガイの性比及び性の転換に関する様々な報告がある^{(12) (14) (17)}。性比について筆者が取扱つた3年貝及び4年貝の性比は次の通りであつた。6月から8月までの19組(604個体)の群を用い、各群の雌雄の出現個数を取り、各群間の雌雄の分布の仕方について検定をおこなつた結果、次表の通り有意の差が認められなかつた。この結果は、和田⁽¹⁴⁾の報文とほぼ一致する。

第 10 表

群 性	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	Total 個	%
雄	17	19	15	18	12	17	18	19	13	25	19	17	32	15	22	18	14	14	16	340	56.3
雌	13	12	17	12	18	12	12	10	19	8	14	14	23	15	8	11	15	17	14	264	43.7
計	30	31	32	30	30	29	30	29	32	33	33	31	55	30	30	29	29	31	30	604	100.0

$$\chi^2 (0.05) = 28.87 \quad \chi^2_s = 21.34$$

雨宮^{(1) (2) (3) (4)}及び江上⁽⁵⁾がマガキの雌雄性について、雌雄の性比及び性の転換は環境条件及び遺伝的素因によつて左右されると述べている事柄が、アコヤガイについてもあてはまるか否かは、実験をおこなっていないので不明であるが、性の転換については、観察の結果から、雨宮の論ずる如く、生殖原細胞が雌或は雄に分化を開始し性を決定した後は、少なくともその後に来る産卵期が終了するまで変ることはないと考えられた。供試材料中に精巣卵を有する14個体を観察したが、これらはいずれも精巣の一部に卵母細胞が僅かに存在し発達しつゝあるものであつた(図版9—10)。この状態から更に発達し、性の転換がおこなわれていると認められる個体は観察できなかつた。また逆に、卵巣中に雄性生殖細胞が発達しつゝある個体もみられなかつた。筆者が前報⁽¹⁸⁾において観察した精巣中の卵原細胞と思われた細胞の群塊は、その後の詳細な観

察によつても、卵原細胞とみなすことができなかった。これら精巢卵の存在は、生殖腺の発達の初期にあつて、何らかの原因によつて偶発的に形成された卵原細胞の発達によるものと考えられる。

筆者は、4月及び5月の材料の34個体のうちより4個体の雌雄同体の個体を観察したが、これらは雄より雌に性の転換がおこなわれていると認められた(図版17)。このことから、産卵期終了後より次期の生殖細胞の発達する時期に至る間において、性の転換が起ると思われる。

(5) 産卵刺激及び薬物による産卵誘発

卵抜き作業における産卵刺激としての温度差及び比重差について、実験1の場合に観測をおこなつた。温度差において約 2°C 、比重差において約0.0005程度の範囲であつたが、更に厳密な観測の必要が考えられた。実験1の場合には、このほかに物理的及び生体に対する直接的刺激も加つた事を考慮に入れる必要がある。実験1とは同様な方法をもつておこなつた他の実験(未発表)のうちで、効果のあつた12回の実験の結果では、温度差は平均 5°C 、比重差 ± 0.0004 であつた。しかしながら、なおアコヤガイの産卵のための適水温、適比重及び温度差、比重差、PHなどによる産卵刺激と貝体の生理については、研究の余地が多い。

従来2枚貝の産卵誘発については様々な研究がおこなわれているが、アコヤガイについても、アミノ酸剤その他種々の薬物によつて、放精卵をおこなわせる試みがなされている⁽⁹⁾⁽¹⁶⁾。筆者も岩田⁽⁶⁾⁽⁷⁾の諸方法及び渡部・岡田⁽¹⁶⁾の使用した薬剤によつて実験をおこなつたが、前者は和田⁽¹⁶⁾も述べている如くアコヤガイには適切ではなく、後者はその効果を確認できなかった。筆者は生殖腺の観察結果からみて、濾胞内での「生殖母細胞の成熟分化→成熟生殖細胞の放出」という発達過程から考えれば、人為的に産卵終期と同様の状態を得るためには、次の二つが考えられねばならぬと考えた。即ち一つは、未成熟生殖細胞の成熟促進であり、他は成熟生殖細胞の放出のための産卵誘発である。しかし、現今まで用いられた薬物は、産卵誘発のための刺激物としてのみ役立つだけと考えられる。従つて、和田も述べている如く、生殖腺の未成熟な時期に使用してもその効果は期待できず、特に雌の生殖腺に対しては困難である。産卵刺激は、たとえそれを産卵期において与えたとしても、未成熟な生殖細胞まで放出させ得ないから、その成熟をまつて間けつ的に再三与えねば、その目的を達し得ない。しかしながら、成熟生殖細胞の放出は、未成熟な細胞の発達のために大きな刺激となる事が考えられる。

成熟以前の生殖腺に対しては、産卵刺激の効果を期待できないから、むしろ成熟促進のための方法が考えられる必要がある。生殖腺の成熟に対しては、環境条件が大きな役割を果すものであるから、避寒漁場より帰投したアコヤガイの管理は、それに応じた方策をとるべきであろう。成熟の促進は、薬物の投与によつても或る程度は可能であると思われる、小川・原田・阿井⁽¹⁰⁾は、アコヤガイ性腺抽出物質によつて、その成熟促進をはかり、産卵期を約2ヶ月短縮せしめたと報じている。筆者は、当該物質の投与により、どの程度の成熟促進を得られるかを組織学的な面から実験しているが、環境条件がいまだ産卵に適さぬ間は、産卵刺激の場合と同様に、生殖細胞の放出をみることはないと思われる。

要 約

(1) アコヤガイ生殖腺の周年変化及び挿核手術前におこなわれる卵抜き作業中の変化について組織学的観察をおこなつた。

(2) 生殖腺の発達過程を7段階に区分した。

(3) アコヤガイの英虞湾における産卵期は6—9月、その盛期は6月下旬—7月中旬にあると思われた。

(4) 卵抜き作業の実験によつて、生殖腺が産卵終期の状態になるまでに、6月からの実験では4—5週間を要し、普通養殖の場合にくらべ産卵期間は約2ヶ月短縮された。

(5) この卵抜き作業による産卵期間の短縮は、生殖原細胞の継続的な形成と発達が抑制された事に原因すると考えられた。

(6) 産卵期間中の3年貝及び4年貝の性比は、雄56%、雌44%であつた。性の転換については、産卵期以降、次期の産卵期に至る間に起るものであつて、産卵期前にある雄であつて、精巢中に初期の卵母細胞を有する1個体、及び産卵期中にある雄で精巢卵を有する13個体を観察したが、性の転換過程にあるとは認められなかつた。また、産卵期以外の時期に雄から雌に性の転換をおこないつゝあると思われる2個体、性の転換後の状態と思われる2個体を観察した。

(7) 生殖腺中に吸虫類の感染した2個体を観察した。この感染によつて、生殖腺の発達と生殖活動は著しく妨げられると思われた。

(8) 生殖腺の発達過程の観察結果から、産卵刺激及び成熟促進の問題について言及した。

Summary

(1) In the present paper the outline of the results of histological observation on the gonad with regard to both the seasonal variation and the change during the course of the artificial spawning in the pearl oyster was described.

(2) Seven stages were described in the process of growth on the gonad.

(3) The natural spawning term in Ago-bay continued from the first of June, to the end of September, and its maximum period was for a month; from the end of June, to the middle of July.

(4) The artificial spawning in the examination from June was finished within four or five weeks, with the consequence that the time for spawning was covered in two or three months less than the natural spawning term.

(5) The sex ratio in 604 animals (19 groups) of three and four-years-old which were sampled under study were divided into 56% in males and 44% in females. The sex reversal was considered to have occurred during the period from the past time of spawning to the next formation period of germ cells. Thirteen hermaphroditic animals which were characterized by containing testis-ova were observed in the spawning season and a animal was observed prior to the spawning season; but they were unrecognized as being in the process of sex reversal on the histological picture. Four hermaphroditic animals which were characterized by containing spermatozoa in the ovaries were observed prior to the spawning season; they were recognized as being in the process of sex reversal.

(6) Two animals which were infected with *Trematoda* in the gonad were observed. The sporocysts spread out through the aperture of follicle walls. Cercaria have been found to occur in the sporocysts.

参 考 文 献

- (1) 雨宮育作 1931. カキの繁殖. 岩波生物学講座第18回

- (2) —————・田村松太郎・瀬沼秀夫 1929. マガキの雌雄性に関する考察. 水産学会報 5 (2).
- (3) —————・瀬沼秀夫 1933. 時季によるマガキ生殖巣の成熟変化. 水産学会報 5 (4).
- (4) ————— 1935. マガキの雌雄性機能分化に及ぼす損傷の影響. 日本学術協会報告 10 (4).
- (5) 江上信雄 1950. マガキの雌雄性に関する研究 II. 雄性先熟説に対する批判. 動物学雑誌 59 (7).
- (6) 岩田清二 1948. カリウム塩注射によるアサリ, ハマグリ, バカガイ等の放卵放精現象. 日本水産学会誌 13 (6).
- (7) ————— 1949 — 1951. ムラサキガイの放卵放精. 第1報—第9報. 日本水産学会誌15(9)—17(3).
- (8) 川上逸枝 1957. アミノ酸によるアコヤガイの生殖細胞の放出実験について. 第28回日本動物学会大会.
- (9) 川本信之・中西捨吉 1957. アコヤガイ血球の顕微鏡的観察. 国立真珠研究所報告 3.
- (10) 小川恕人・原田雄四郎・阿井敬雄 1958. アコヤガイの性ホルモン I. アコヤガイ生殖腺成分の排卵精促進効果. 医学と生物学 46 (1).
- (11) 小崎吉雄・前木孝道 1955. アコヤガイにおける生殖巣の発達について. 遺伝学雑誌 30 (4).
- (12) 立石新吉・安達甫朗 1957. アコヤガイの生殖巣の周年変化に関する組織学的観察. 長崎大学水産学部研究報告 5.
- (13) 植本東彦 1957. アコヤガイの生殖腺に関する研究 I. 卵抜き作業中の変化についての組織学的観察. 国立真珠研究所報告 3.
- (14) 和田清治 1957. アコヤガイの雌雄性と年令及び生長率. 水産増殖 3 (4).
- (15) ————— 1957. 卵抜き及び卵止めに關する一考察. 水産増殖 3 (4).
- (16) 渡部哲光・岡田弥一郎 1957. 綜合アミノ酸によるアコヤガイの人工排卵について. 水産増殖 3 (4).
- (17) 山口正男 1947. 田辺湾の真珠貝における病貝の出現率について. 医学と生物学 11 (6).
- (18) ————— 1955. アコヤガイの養殖とその真珠. 水産増殖叢書 No. 9.

図版の説明

1—2. 第1期(成長前期)—(左側図版は雄, 右側は雌の濾胞, 以下同じ), 雄では精原細胞が分化し精母細胞に発達をはじめている。雌では卵精細胞から卵母細胞に分化しはじめている。雌雄の性別が確認できる。

×250

3—4. 第2期(成長後期)—精母細胞又は卵精細胞によつて濾胞腔部が満された状態である。成熟した生殖細胞はみられない。×250

5—6. 第3期(成熟期)—生殖期の初期に相当し, 濾胞内は前期にくらべ充実し, 成熟した生殖細胞を濾胞腔部に僅かに有する。×180

7—8. 第4期(放出期)—生殖期の最盛時期の様相であり, 濾胞腔部の拡がり大きく, 精子形成及び卵子形成は最も活潑におこなわれている。放出後の状態は成熟した生殖細胞は少ないが, 引き続き成熟しつつある生殖細胞が多く観察される。×180

9—10. 第5期(放出後期)—生殖期の終了に近い状態であつて, 生殖細胞の形成能力は低下し, 一部には既にその形成を全く終了した部分もみられる。×250

11—12. 第6期(濾胞前期)—生殖活動が終了した状態であつて, 生殖細胞は僅少である。網目状の結合組織が明瞭にみられる。性の確認が困難になる。×180

13. 第7期(濾胞期)—濾胞結合組織上に新たに生殖原細胞が形成された状態である。×180

14. 第7期の一時期にみられる現象で, 血球が多量に観察される。これらは濾胞の新たな形成に關与すると思われる。×180

15. 雌雄同体の濾胞。第2期の雄の濾胞壁に卵母細胞が散見される(矢印)。×450

16. 前図の状態が更に発達した場合に相当すると思われるもので, 第4期の雄の濾胞中に後期の卵母細胞をみることができる。初期の卵母細胞はみられない。×180

17. 雌雄同体の濾胞. 第1期の雌の濾胞腔内に精子群を有し, 濾胞壁には精母細胞, 精子細胞はみられない。
×180
18. 前図の状態が更に発達した場合に相当すると思われるもので, 卵母細胞の膨出によつて精子は散逸している。×250
- 19—22. 卵母細胞の崩壊と剝離。 19. ×250, 20—22. ×180
- 23—24. 生殖腺内に寄生した吸虫の Sporocyst の断面。内部にセルカリアを形成している。×180

Plate I

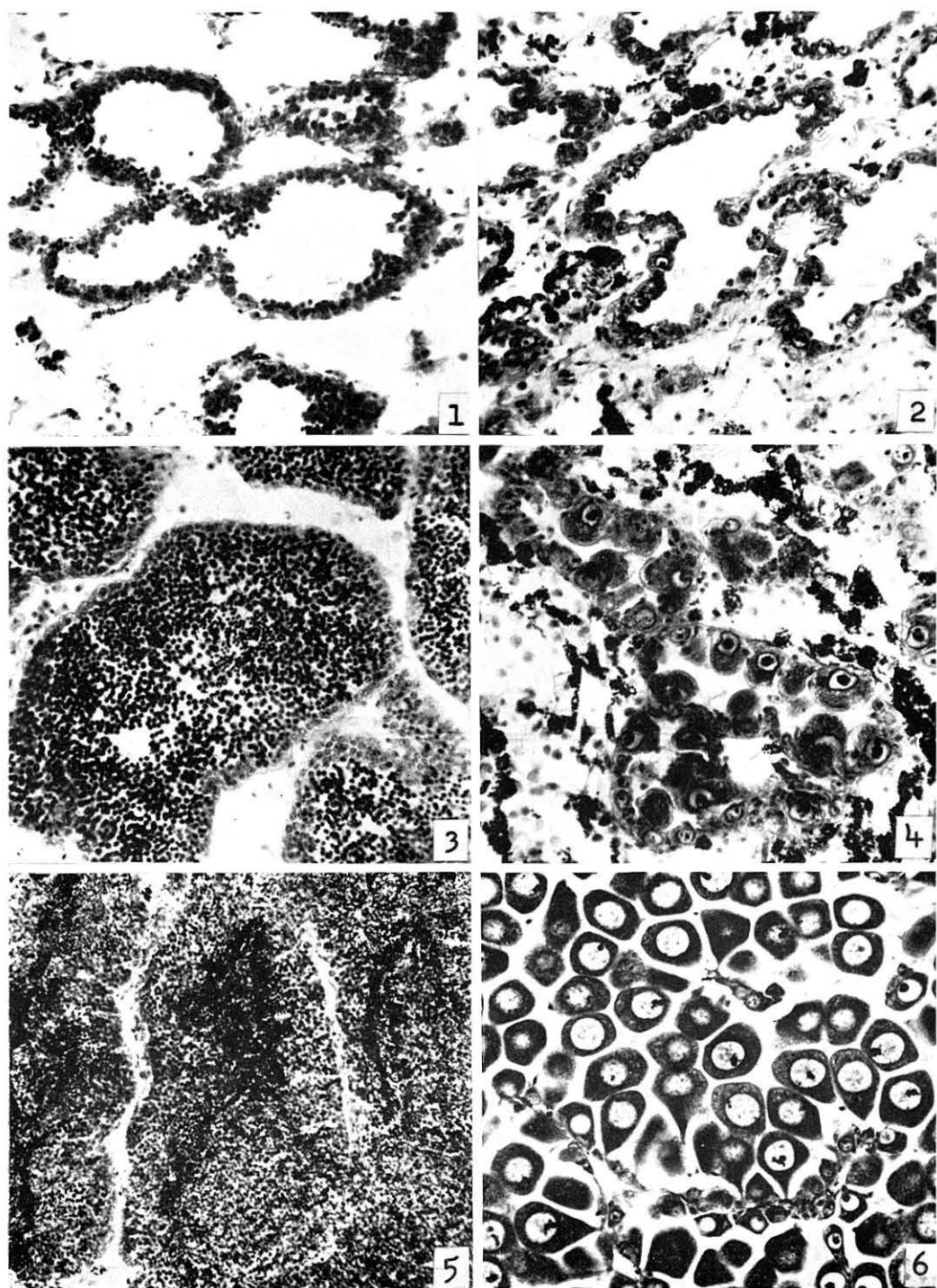


Plate II

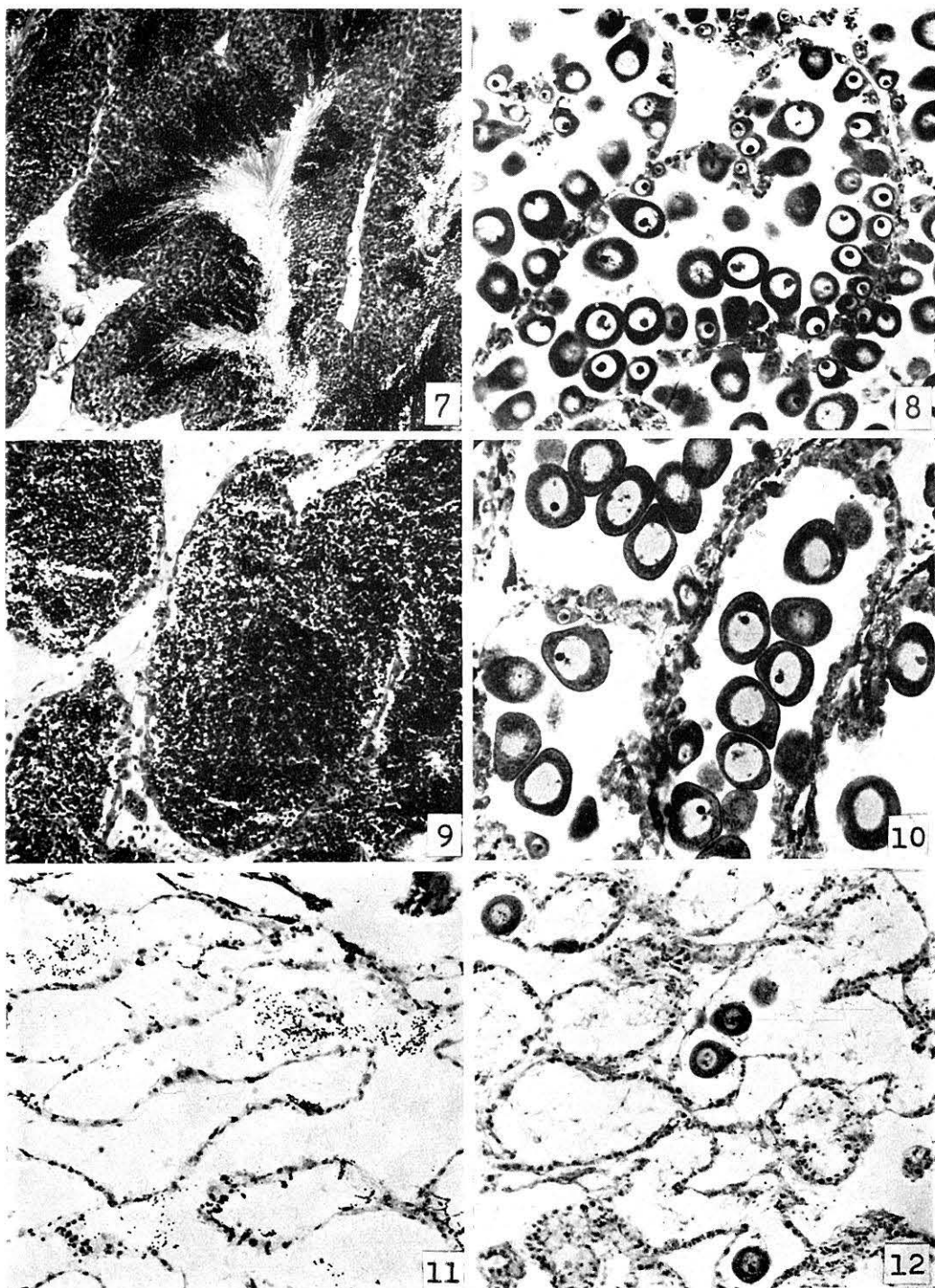


Plate III

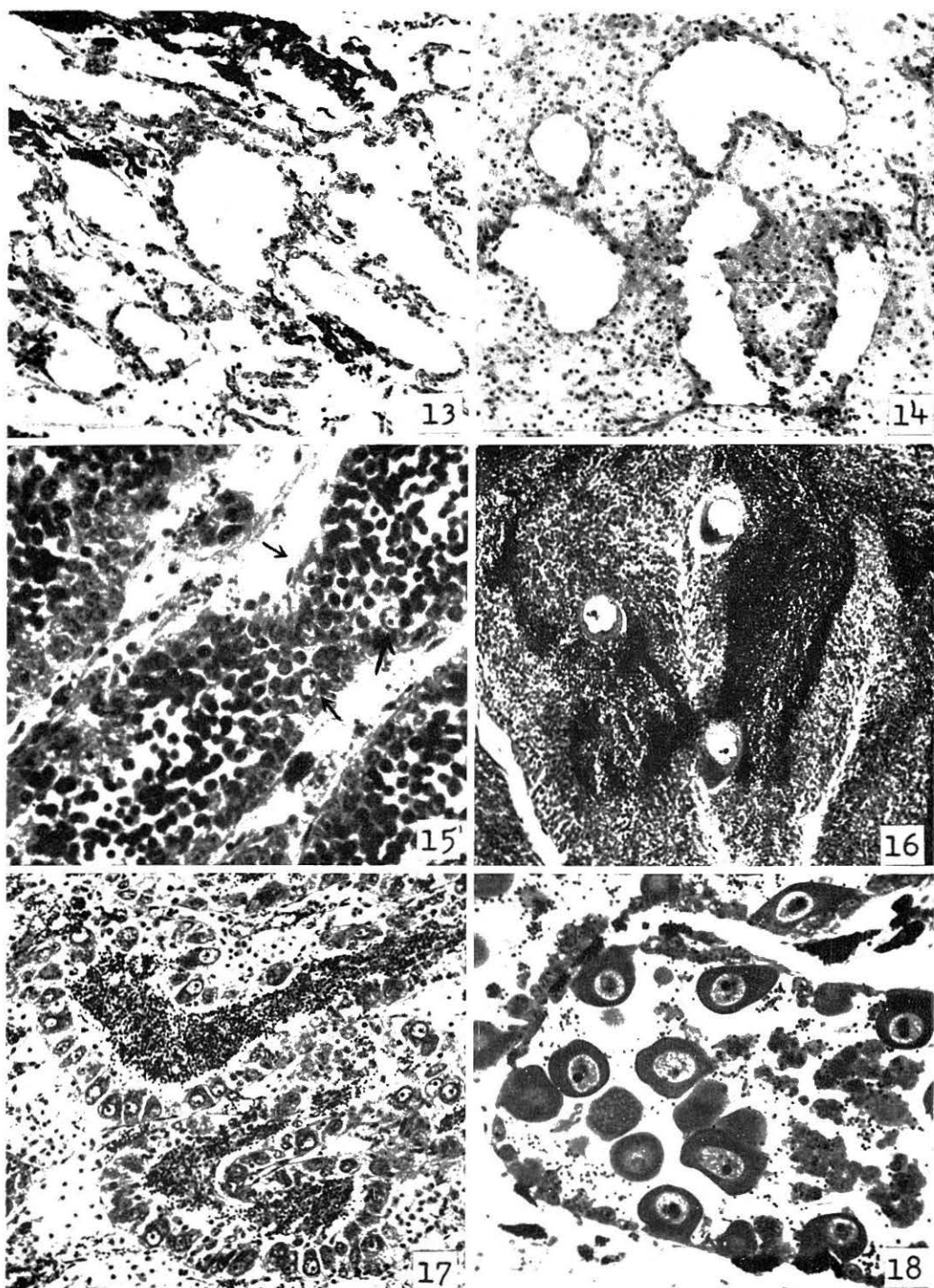
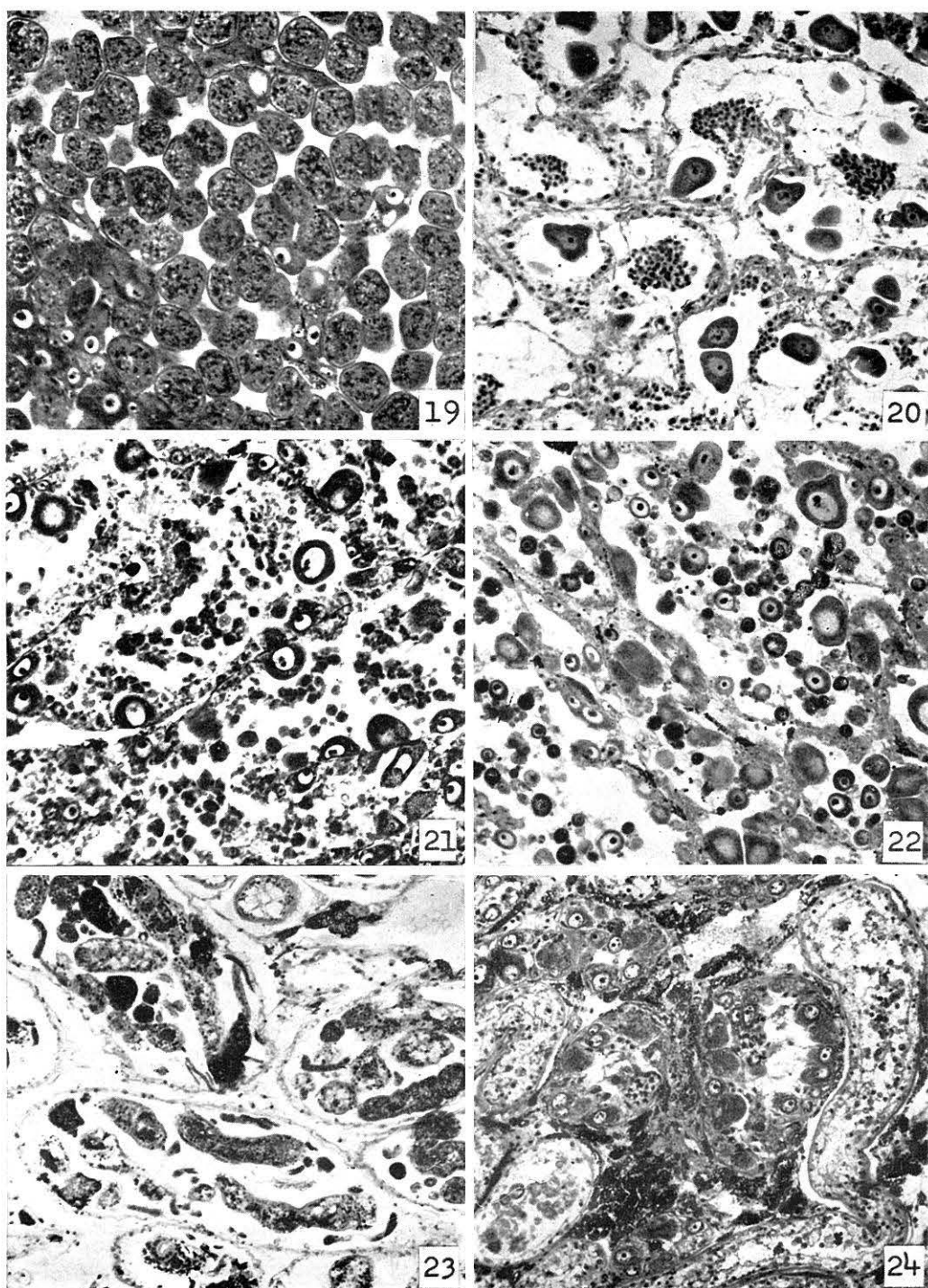


Plate IV



低比重海水のアコヤガイ *Pinctada martensii* (Dunker)

に及ぼす影響 I ^{*1)}

片 田 清 次

国立真珠研究所

真珠養殖場は筏施設などの関係から比較的風波の少ない所が選ばれているが、かような所は地勢的には一般に複雑である。ことに大村湾奥部に於けるこれらの海域では、海水の移動の緩慢なものと併せて、増水期には淡水の影響のかなり顕著にみられる漁場も多く、低鹹に依る養殖貝の斃死現象もしばしばみられている。

結城 (1951)、小林 (1953)、川本 (1954) はアコヤガイの鰓、心臓が環境条件の変化に対しての貝の生活力を表現する有意な指標となることを報告しており、これらの考察からは更に外圍条件に対するアコヤガイの活動限界を知る上の多くの手掛りが与えられている。しかし実際に養殖業に携わるものからみた場合には、更に実証的な試験も是非とも必要なものとして望ましいものである。

低比重のアコヤガイに及ぼす影響は、その直接的な斃死と云う現象のみではなく、更に斃死を免れた貝のその後の貝殻の成長、並びに生成される真珠の品質にも影響を及ぼすのではないかと考えられ、これを知ることは実際の養殖技術としても大切な問題となってくる。

斯る見地より、これらのことを考究するのを目的として、先ず低比重のアコヤガイの斃死に及ぼす影響の試験を試みたので、その結果を報告する。

報告に当り、試験の実施について御指導を賜わった太田技官に深謝する。

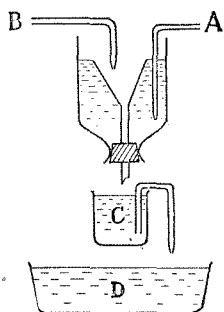
供試材料並びに実験方法

試験貝は大村湾内大村市玖島崎地先で採苗した稚貝 (32年採苗)、2年母貝 (31年採苗) 3年母貝 (30年採苗)、3年施術貝 (30年採苗貝に試験の1週間前に2分核2個挿核施術したもの) の4種類を用いた。

試験は長時間に亘つて貝を低比重海水中に浸漬させておく関係上、止水中では不適當と考えられるので第1図に示すような流水装置を作り、海水と淡水の注入口を調節して、その混合比を変えることに依つて試験範囲の各低比重槽を作つた。各槽の流量は、90～120cc/min. で、比重

* Seiji Katada. The influence of low salinity sea water on the pearl oyster *Pinctada martensii* (Dunker) I. Bull. Natl. Pearl Res. Lab. 4: 308—314. 1958.

1) 国立真珠研究所業績 No. 36. (国立真珠研究所報告 4: 308—314 昭和33年12月)



第 1 図

(σ_{15}) は 14, 10, 08, 06, 04, の 5 槽を準備し, 各槽に 30~40 個宛の貝を收容した。浸漬時間は 12, 24, 48, 72 時間とし, 各時間毎に取揚げ予定個数を無作為に抽出し, それを自然海中に復帰させ, 1 週間後の斃死貝を数えた。これは低比重槽に浸漬中に, たとえ斃死したとしてもすぐにはその判定が出来難いこと, 槽内では死ななかつたとしても, その二次的影響として斃死を招くことも考えられるので, むしろこの方を重視する意味で海中に戻してから, しばらくの期間をおいたのである。なお, 中海垂下後 1 週間で斃死の起らなかつたものは, その後 1 ヶ月の観察に於ても斃死貝のみられることはなかつた。又試験操作中に槽内で斃死と判定されるものが出た場合は, それらはその時間の斃死貝として数え, それを除いた残りの個数をその時間を含める以後の回数で按分して, 以後の操作を続行した。

実験結果及び考察

結果は附表として示したが, これより Behrens の方法⁽⁶⁾ に依つて累積斃死率を算出したものが第 1, 2, 3, 4 表である。

今, 各比重に 48 時間浸漬されていた場合にその半数が斃死する低比重をプロビット法に依つて求めると, 2 年母貝 07.33, 3 年母貝 07.85, 3 年施術貝 09.44, 稚貝 06.03, として示される。即ち母貝では 2 年貝, 3 年貝の間ではその抵抗力に差は認められないが施術貝では同じ条件で養成され

低比重浸漬による累積斃死率 (%)

第 1 表 2 年母貝

試験槽 (No.)	浸漬時間		時間 12	24	48	72
	比重 σ_{15}					
I	14.59	0	0	0	0	0
II	10.57	0	0	9.1	87.5	
III	08.07	0	0	40.0	100	
IV	05.61	0	0	80.0	100	
V	02.89	0	0	100	100	

第 2 表 3 年母貝

試験槽 (No.)	浸漬時間		時間 12	24	48	72
	比重 σ_{15}					
I	14.39	0	0	0	0	0
II	10.20	0	0	18.2	90.0	
III	08.27	0	0	41.7	100	
IV	05.97	0	0	85.7	100	
V	04.17	0	0	93.3	100	

第3表 3年施術貝

試験槽 (No.)	浸漬時間	時間 12	24	48	72
	比重 σ_{15}				
I	14.77	0	0	0	0
II	10.11	0	0	44.0	90.9
III	07.83	0	8.3	69.2	100
IV	05.81	0	18.2	93.3	100
V	04.36	0	18.2	94.1	100

第4表 稚貝

試験槽 (No.)	浸漬時間	時間 12	24	48	72
	比重 σ_{15}				
I	14.35	0	0	0	0
II	10.19	0	0	0	10.0
III	08.35	0	0	11.1	81.8
IV	06.47	0	0	50.0	100
V	04.36	0	0	80.0	100

た3年母貝と較べてかなりの差が認められる。稚貝は成貝に較べて、低比重に対して強い抵抗力をもっていることがみられる。

又、比重10の海水中に浸漬させておいた場合にその半数に斃死のみられる時間を求めてみると2年母貝 58.8, 3年母貝 56.4, 3年施術貝 49.7時間となり、稚貝はこの程度の低比重では72時間浸漬でも1割の斃死貝が見られる程度に過ぎない。

環境条件の悪化に対して、その生命保持を全うするための手段として、貝類は一般に貝殻閉鎖を行うことが知られているが、本試験においてもその現象が認められる。即ち、極端な低比重中に浸漬されても、母貝、稚貝は24時間以内ならば、自然海中に復帰させることによつて、よくその生命を保っている。施術貝ではその時間は、12時間となつてゐるが、本試験で用いた施術貝は挿核操作後一週間で試験に供したので、卵抜きと挿核操作に依る衰弱からは、まだ恢復していない段階の、所謂静養期間中のものであり、一般に言う施術貝とは、區別して考えなければならないが、施術と言う外的操作がその抵抗力に、差異を生ぜしめていることは、充分留意しなければならない。そして、この閉殻作用によつて、ようやく生命を保つことの出来た貝は、その後の生理状態にどのような変化がみられるかが問題となるのであるが、今一応斃死と言う現象のみを念頭において、貝にとつての安全な比重限界を考えると、48時間浸漬では母貝で11以上、施術貝では14程度、72時間では15程度とみられることから、安全限界比重は15前後におくのが適当なのではないかと考えられる。

川本⁽⁴⁾は、比重07では38~39時間(19~21°C)で閉殻能力を喪失して生命の危期に達せられたが05, 03の低比重中では閉殻し続け、よくその生命を維持し得たと述べているが、本試験においては、より低比重の方がより大きな刺激として作用し、その防禦をより充分ならしめると言うような観察はみられず、24時間以上経過の場合には、比重の低下の度合の大きい程、斃死貝も多くなっていた。

小林⁽³⁾は心臓搏動を停止させる濃度から考えて、その致死限界を、稀釈海水に急激に作用させた場合は11.84、除々に作用させた場合は6.79程度であろうと推定している。本試験は低比重に急激に作用させたものであるから、小林の11.84の結果と比較するとその値は、やや近いものであるが、更に長時間の浸漬となるとこの程度の比重中でもかなりの斃死貝があらわれてくる。

結城⁽¹⁾は鰓片の匍行速度からみて、14.50以下では著しい影響があらわれると言っているが、長時間の浸漬によつても安全な比重の限界は、この比重附近にあるのではないかと推考される。

本試験は秋季行つたのみであるので、この結果を全年に通じて考えることは出来ないが、これをアコヤガイの低比重に対する抵抗力の一つの目安として、豪雨の場合などにもその被害を最小限にいとどめることが出来るならば幸である。又、これらの一時的にしる生命の危期に遭遇したものが、その危期から脱し得た場合に、その後の貝の活力にどのように影響していくものであるかは、今後の課題として進展させていきたいと考えている。

要 約

- 1) 2年、3年母貝では低比重に対する抵抗力の差はみられない。
- 2) 稚貝は成貝よりも低比重に対する抵抗力が強い。
- 3) 施術貝は同年母貝よりも低比重に対する抵抗力は弱い。
- 4) 48時間浸漬で、その半数を斃死させる低比重は、稚貝06.03, 2年母貝07.33, 3年母貝07.85, 3年施術貝09.44であつた。
- 5) 極端な低比重に遭遇した場合に、貝殻閉鎖によつての生命維持の可能時間は、稚貝、母貝では24時間内、施術貝では12時間内程度であろうと考えられる。
- 6) 長時間に且つてアコヤガイの安全な比重限界は15.00程度に目安をおくのが妥当と思われる。

参 考 文 献

1. 結城了伍 1951. アコヤガイの纖毛運動. (1) 低塩分濃度の影響. 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) 鰓の纖毛運動に就いて. 農水講研報 3 (2): 123~131.
3. ——— 1954. アコヤガイの環境変化に対する抵抗性の研究. (2) 心臓搏動について. 農水講研報 4 (1): 95~110.
4. 川本信之, 元木英輔 1954. アコヤガイの生理研究—1. 心臓搏動に対する稀釈海水の影響. 日水誌 20(3): 184~188.
5. ——— 1954. アコヤガイの生理的研究 II. 稀釈海水中に於ける介体液の氷点降下度に就いて. 日水誌 20(4): 273~276.
6. 鳥居敏雄 他 1954. 医学・生物学のための推計学. 東大出版会.

附表1 2年母貝 (殻長・ $48.5^{\text{mm}} \pm 1.90$)

(a) 供試貝数と斃死数 (括弧内)

試驗槽 (No.)	浸漬時間	12	24	48	72
	比重				
I	14.59	10 (0)	10 (0)	10 (0)	10 (0)
Ⅱ	10.57	10 (0)	10 (0)	10 (1)	7 (6)
Ⅲ	08.07	10 (0)	10 (0)	10 (4)	7 (7)
Ⅳ	05.61	10 (0)	10 (0)	10 (8)	7 (7)
V	02.96	10 (0)	10 (0)	10(10)	7 (7)

(b) 試験槽内の変動 (Sept. 27~30, '57.)

試験槽 (No.)	項目	0				12				24			
		比重	水温	酸素量	pH	比重	水温	酸素量	pH	比重	水温	酸素量	pH
I		15.36	21.8	4.55	8.3	15.06	21.6	3.90	8.3	14.66	20.0	4.41	8.3
II		10.80	21.8	4.61	8.3	10.83	21.9	5.21	8.3	11.30	20.3	4.96	8.3
III		08.28	21.8	4.30	8.2	08.40	21.9	4.93	8.3	08.59	20.9	4.74	8.2
IV		05.47	21.5	4.21	8.0	05.71	21.7	4.90	7.9	06.15	20.8	4.45	7.8
V		02.96	21.2	4.56	7.5	02.87	21.7	5.05	7.4	02.97	20.6	4.72	7.2

(自然海水 $\sigma_{15} = 21.50$)

48				72				流水量 cc/min.
比重	水温	酸素量	pH	比重	水温	酸素量	pH	
14.32	20.7	4.57	8.2	14.07	20.5	4.63	8.3	113
10.10	20.8	4.62	8.2	10.10	20.5	4.60	8.1	126
07.69	21.0	4.43	7.6	07.69	20.5	4.43	7.6	128
05.56	21.0	4.36	7.4	05.17	20.5	4.41	7.4	115
03.00	20.8	4.56	7.2	02.71	20.4	4.38	7.2	117

(酸素量 cc/L)

附表2 3年母貝 (殻長・ $59.1^{mm} \pm 3.11$)

(a) 供試貝数と斃死数(括弧内)

試験槽 (No.)	浸漬時間	12		24		48		72	
	比重								
I	14.39	4	(0)	8	(0)	8	(0)	8	(0)
II	10.20	5	(0)	8	(0)	10	(2)	8	(7)
III	08.27	5	(0)	8	(0)	12	(5)	6	(6)
IV	05.98	5	(0)	8	(0)	14	(12)	4	(4)
V	04.17	5	(0)	8	(0)	15	(14)	3	(3)

* 槽内で斃死と判定されるものがみられた。

(b) 試験槽内の変動 (Oct. 9~12, '57.)

試験槽 (No.)	経過時間	0		12		24		48		72		流水量 cc/min.
	項目	比重	水温	比重	水温	比重	水温	比重	水温	比重	水温	
I		14.11	20.7	14.49	21.5	14.70	20.4	14.16	18.8	14.46	20.0	95
II		10.08	20.5	10.30	21.3	10.34	20.3	10.07	19.0	10.22	20.0	106
III		08.36	20.3	08.59	21.4	08.71	20.1	07.65	19.3	08.37	19.9	102
IV		06.15	20.4	06.32	21.4	06.11	20.2	05.75	19.3	05.85	19.9	122
V		04.18	20.4	04.07	21.4	04.09	20.2	04.22	19.3	04.23	19.8	116

(自然海水 $\sigma_{15} = 22.07$)附表3 3年施術貝 (殻長・ $60.7^{mm} \pm 2.47$)

(a) 供試貝数と斃死数(括弧内)

試験槽 (No.)	浸漬時間	12		24		48		72	
	比重								
I	14.77	5	(0)	6	(0)	6	(0)	6	(0)
II	10.11	5	(0)	8	(0)	8	(4)	7	(6)
III	07.83	5	(0)	8	(1)	12	(8)	4	(4)
IV	05.81	5	(0)	10	(2)	13	(12)	5	(5)
V	04.36	5	(0)	10	(2)	15	(14)	3	(3)

* 槽内で斃死と判定されるものがみられた。

(b) 試験槽内の変動 (Oct. 1~4, '57)

試験槽 (No.)	項目	経過時間 0		12		24		48		72		流水量 cc/min.
		比重	水温	比重	水温	比重	水温	比重	水温	比重	水温	
I		15.15	20.8	14.72	19.8	14.72	20.3	14.86	21.4	14.50	20.4	97
II		10.29	20.8	10.19	20.1	10.36	20.2	10.19	21.3	09.58	20.4	113
III		08.34	20.7	08.21	20.1	08.35	20.3	07.33	21.2	07.36	20.4	129
IV		06.22	20.7	06.14	20.1	06.13	20.3	05.42	21.2	05.54	20.4	128
V		04.37	20.6	04.37	20.1	04.36	20.3	04.29	21.2	04.33	20.4	121

(自然海水 $\sigma_{15} = 20.86$)附表4. 稚貝 (殻長・ $11.1^{mm} \pm 0.79$)

(a) 供試貝数と斃死数 (括弧内)

試験槽 (No.)	浸漬時間		12	24	48	72
	比重					
I	14.35		4 (0)	6 (0)	7 (0)	7 (0)
II	10.19		7 (0)	9 (0)	8 (0)	10(1)
III	08.35		6 (0)	9 (0)	7 (1)	10(8)
IV	06.47		8 (0)	9 (0)	10(5)	10(10)
V	04.36		10(0)	10(0)	10(8)	10(10)

(b) 試験槽内の変動 (Oct. 4~7, '57)

試験槽 (No.)	項目	経過時間 0		12		24		48		72		流水量 cc/min.
		比重	水温	比重	水温	比重	水温	比重	水温	比重	水温	
I		14.13	21.7	13.90	22.0	14.35	20.7	14.60	20.6	14.44	19.9	97
II		10.24	21.5	10.21	21.7	10.16	20.7	10.23	20.8	10.10	20.4	118
III		08.17	21.3	08.21	21.5	08.27	20.6	08.44	20.7	08.52	20.6	129
IV		06.35	21.2	06.28	21.5	06.40	20.6	06.58	20.9	06.60	20.6	128
V		04.30	21.0	04.45	21.5	04.22	20.6	04.40	20.7	04.44	20.4	127

(自然海水 $\sigma_{15} = 20.05$)

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^{*1)}

太 田 繁

国立真珠研究所

アコヤガイの成長は年齢に関係なく冬期間は停止するが⁽¹⁾⁽²⁾、これに関し小林⁽¹⁾は水温が13°C以下になるとアコヤガイが冬眠生活に入るためであるとしている。この期間中は当然食物は摂取されないから食物の消化等に密接な関係のある杆晶体⁽³⁾⁽⁴⁾にも何等かの影響があることは容易に想像されるところである。

筆者はアコヤガイの食性に関する研究を進めるに当たり杆晶体の消長につき測定する機会を得たのでその結果をここに報告する。

報告に当たり、実験の便宜を賜わった国立真珠研究所長高山活夫氏並びに一部測定の労を煩わした片田技官に厚く謝意を表する。

材 料 及 び 方 法

材料は昭和30年大村支所地先で採苗した養殖3年貝を使用し(測定終了時は4年貝になる)、測定に当つては環境の急変が杆晶体の長さに及ぼす影響を考慮して供試貝を10分間以上は不自然な状態の下に置かぬ様に注意し、更に摘出した杆晶体は載物台上での粘着力による測定誤差を出来るだけ少なくするためにこれを湿したスライドに載せて1/10mmまで測定し、又貝の大きさも同時に測定して信頼係数95%の信頼限界を求めた。

結 果 並 び に 考 察

杆晶体の測定結果は表並びに図に示す通りで、季節により顕著な消長がある。

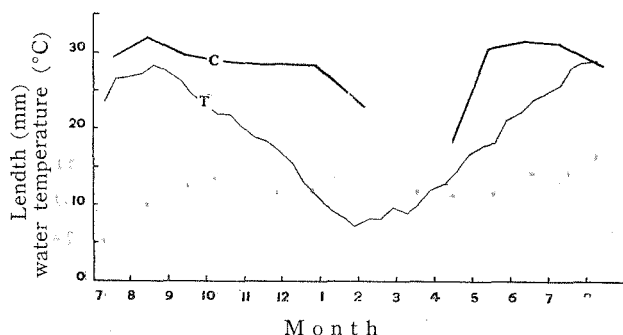
杆晶体の最も長いのは夏期であるが、この時期は産卵期に当るので、ORTON**が牡蠣について「杆晶体の存・不存によつて個体の健・不健を認知することが出来る」と報じている如くアコヤガイも産卵後に衰弱したものは一時的に杆晶体が縮小することがしばしばある。

秋期に於ては杆晶体の長さは極くゆるやかな下降線を辿るもあまり大きな変化は認められな

* Shigeru Ōta. Studies on feeding habits of *Pinctada martensii* (Dunker), 1. Seasonal variation of the length of crystalline style. With English summary, p. 318. Bull. Natl. Pearl Res. Lab. 4: 315—317. 1958.

1) 国立真珠研究所業績 No. 37. (国立真珠研究所報告 4: 315—317. 昭和33年12月)

** 高槻 (1942) 貝の生活, 河出書房による.



Seasonal variation of length of crystalline style
and seasonal change of water temperature.

C : length of crystalline style, T : temperature.

Seasonal variation of length of crystalline style.

C : length of crystalline style, L : shell-length. (mm).

Date	No. of specimens	L. (fiducial range at 5% level)	C.
Jul. 15, 1957	20	45.91 ± 1.45	29.53 ± 0.57
Aug. 13, 1957	30	50.11 ± 0.77	32.56 ± 1.81
Sep. 15, 1957	30	52.77 ± 1.40	29.54 ± 0.85
Oct. 6, 1957	30	53.03 ± 0.95	28.72 ± 1.23
Nov. 30, 1957	30	51.75 ± 1.00	28.42 ± 1.03
Dec. 25, 1957	30	51.20 ± 0.92	27.23 ± 3.22
Jan. 28, 1958	30	51.22 ± 1.68	20.51 ± 6.78
Feb. 20, 1958	23	51.35 ± 1.68	—
Mar. 23, 1958	11	51.16 ± 2.17	—
Apr. 15, 1958	29	50.43 ± 1.13	18.39 ± 1.70
May 13, 1958	7	50.30	30.59
Jun. 14, 1958	30	53.75 ± 1.49	31.63 ± 1.23
Jul. 12, 1958	30	53.22 ± 1.12	31.06 ± 0.99
Aug. 15, 1958	29	54.09 ± 1.39	28.08 ± 0.77

い。冬期水温が 13°C 前後になる頃より杆晶体は急に縮少し(長さが不揃になり分散が大きくなる),更に水温の下降にともない殆んど個体が杆晶体を消失し(本実験においては12月30%, 1月56%, 2月87%, 3月64%が消失),胃楯(Gastric Shield)も亦縮少し,更に消失するものもある。たとえ杆晶体を消失しない個体でも健全な棒状をせず細長くなり(一般に杆晶体の形状に変化を来す場合には先ず太さに変化が現われるが),更に末端がチヂレたり,断続的に溶解してクビレが出来て一見数珠状を呈したり,或は著しく短く痕跡程度になる。これらの事実や2,3月の測定時に胃の中食物や直腸部に糞塊(faecal pellet)が全く認められなかつたこと等からして杆晶体の機能は停止しているものと考えられる。

春期には水温の上昇と共に杆晶体は再び形成されるが,健全な個体ではその速度が早く急速に伸長する。

井上⁽⁶⁾はトリガイの杆晶体重量の季節的变化につき実験し,その成長を誘発する原因として生殖と関連した内的要因,水温その他の外的要因などが主要因と考えられると述べている。アコヤガイの場合も同様で,産卵や貝の養殖上の処理方法(施術を含む)が一時的に杆晶体の長さに変化を来したり⁽⁶⁾⁽⁷⁾冬期間水温が 13°C 以下になると殆んど個体が杆晶体を消失する。しかし

乍ら後者は特に顕著な現像でアコヤガイの生態上重要な意義がある。

Summary

The results of the measurement on seasonal variation of the length of crystalline style of *Pinctada martensii* are as follows.

1) The length in question shows a seasonal variation: from spring to summer, it grows rapidly and reaches to its maximum in length in summer and from autumn to winter it decreases gradually and disappears thoroughly at lower temperature below 13°C (Table and Figure).

2) It has close relations with water temperature.

参 考 文 献

- 1) 小林新二郎・東畑正敬 1949. アコヤガイの冬期に於ける生活力について. 日本水産学会誌 14(4).
- 2) 太田 繁 1956. 大村地先におけるアコヤガイの成長と貝殻の外部形態. 国立真珠研究所報告 1: 25—40.
- 3) 高槻 俊一 1949. 牡蠣. 技報堂.
- 4) OWEN, G. 1955. Observations on the stomach and digestive diverticula of the Lamellibranchia. Quarterly journal of microscopical science.
- 5) 井上 泰 1955. トリガイの生態学的研究—Ⅲ. 杆晶体重量の季節的变化. 日本水産学会誌 21(1).
- 6) 太田 繁 1958. 施術後の「静養」期間についての一つの考え方. 真珠研究会伊勢部会会報 8.
- 7) 太田 繁 未発表. アコヤガイの施術に伴う一連の操作と杆晶体の消長について.
- 8) 高槻 俊一 1942. 貝の生活. 河出書房.
- 9) 国立真珠研究所大村支所 1951~'58. 大村市玖島崎地先の観測記録.

大村産アコヤガイと三重県産との殻形の比較に関する研究

II. 三重県産稚貝と英虞湾に移殖した大村産稚貝の成長に伴う殻形の変化の比較^{*1)}

蓮 尾 真 澄

国立真珠研究所

は し が き

真珠養殖に使用されるアコヤガイの、母貝としての品質の優劣を左右する要素の第一に挙げられるものは、その外観上の殻形であつて、同年齢のものについていえば、所謂“膨らみ”の大きいもの程、価値の高い母貝として当業者間に歓迎されるものである。

アコヤガイ種苗の需要に応じての移殖は、従来、盛に行われているが、生育環境の相違により、アコヤガイの成長状態にも差異を生ずることが知られている¹⁾ので、移殖地における成長に伴う殻形の変化が、産地の如何によつて異り、挿核技術面に影響を与える程の差異が現われるとすれば、将来、移入地の選択についても考慮せざるを得ない結果ともなるので、殻形の変化については、母貝養成上の先決条件をなすものとして関心を払うべきであろう。

大村産稚貝と大村湾に移殖した三重県産稚貝の殻形の変化の比較については、太田 (1957)²⁾の研究報告があるが、三重県五ヶ所湾産と長崎県大村湾産の稚貝を夫々三重県英虞湾に移殖、養成し、同地産稚貝をも含めての相互間の、成長に伴う殻形の発現状態を比較検討する機会を得たので、その結果について報告する次第である。本文に先だち、試験の端緒を与えられた太田技官、種々御指導を賜つた高山所長、測定と管理に御協力を戴いた植本、西飯両所員の各位に対し深甚なる感謝の意を表する。

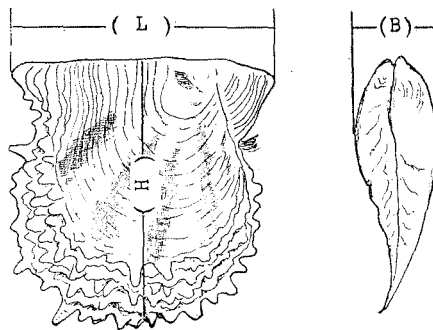
試験材料並びに方法

供試材料としては、三重県産は五ヶ所湾内瀬・五ヶ所地先、英虞湾多徳島地先で、大村産は大村支所地先で、いずれも昭和30年夏、杉葉採苗器により採苗したものを使用した。大村産は昭和30年11月18日、五ヶ所湾産は同月25日に夫々多徳島地先漁場に移殖し、試験開始迄の養成条件が

* Masumi Hasuo. The shell variation during growth in the Mie pearl-oysters and those transplanted from Nagasaki Prefecture. Bull. Natl. Pearl Res. Lab. 4 : 318 — 324. 1958.

1) 国立真珠研究所業績 No. 38. (国立真珠研究所報告 4 : 318 — 324. 昭和33年12月)

すべて同一となるように管理した。昭和31年4月、金網籠に供試貝各100個宛收容、試験を開始し、同年12月をもつて終了時とした。測定は毎月一回、原則として下旬に実施し、測定部位は第1図に示す通り殻長・殻高・殻幅とし、測定毎に附着物の除去と籠の交換を行つた。試験期間中の垂下深度は2米とした。



第1図 測定部位L…殻長
B…殻幅 H…殻高

成 長

試験期間中の各地産アコヤガイの成長状態は第2図、附表3に示す通りである。

殻 形

試験開始時の各地産アコヤガイについて、外観的に群としての殻形を比較してみると、三重県産相互間には顕著な差異は認められなかつたが、三重県産と大村産を比較した場合、大村産は殻高に比べて殻長が長く、殻長の割に殻幅が薄く、殻皮の鱗片状突起が少い等の点で、三重県産とは容易に区別することが出来た。

アコヤガイの成長は、殻長をもつてその指標とすることが出来るので、成長に伴う殻形の変化は、殻高/殻長・殻幅/殻長を指数として比較した。

(1) 殻長 (L) と 殻高 (H) の 関 係

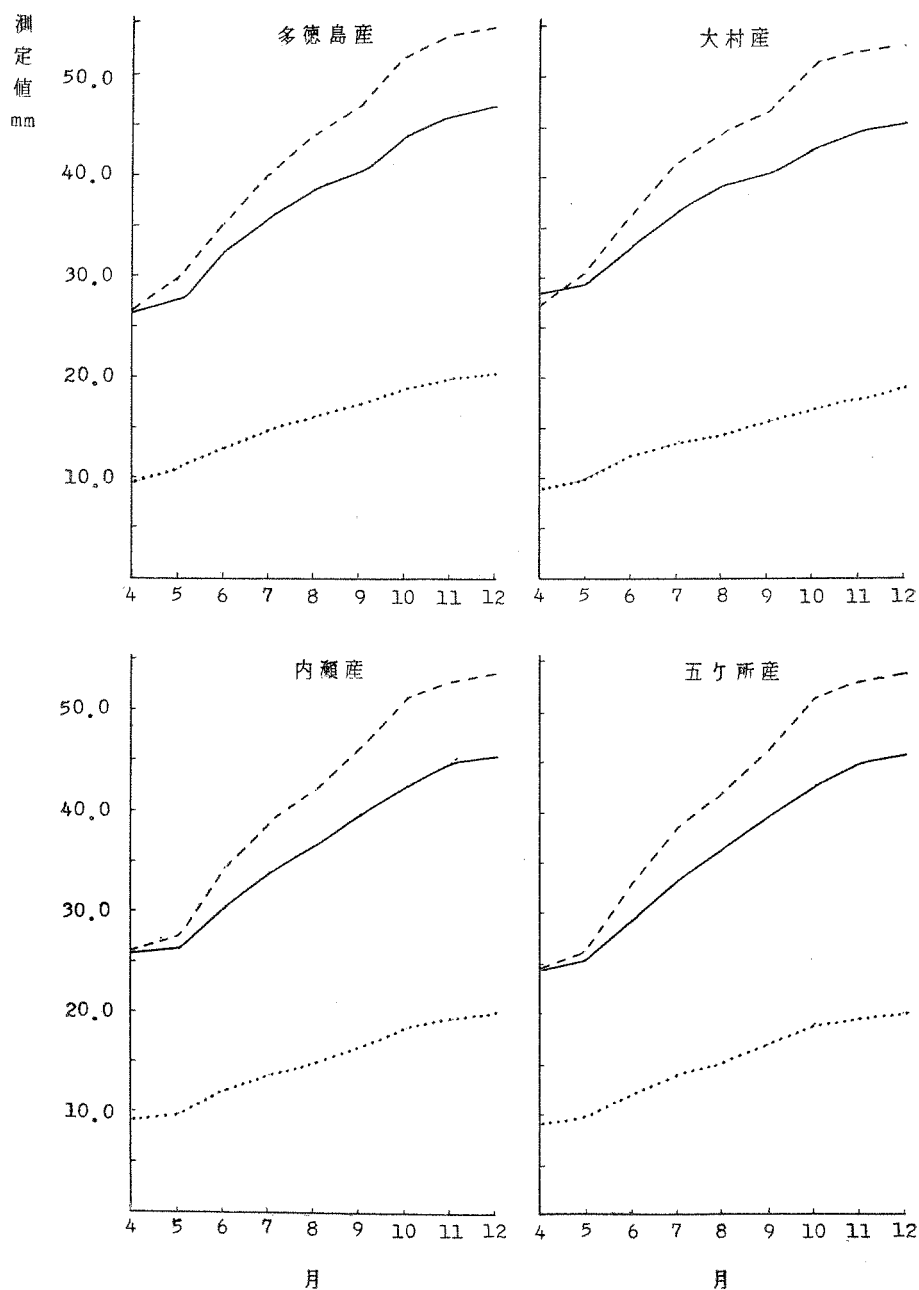
第2図で明らかな通り、三重県産はいずれも試験開始時においては、HとLがほぼ同じ長さで、日数の経過と共に漸次Hの成長度はLの成長度を凌駕するので、両者の成長曲線は交叉することはなく、10月に至り、その差は最大値を示し、その後の成長曲線はほぼ並行的となつていく。

大村産は当初は、LがHより大きいですが、1ヶ月経過後の5月には反対にLよりHが大きくなり、成長曲線は交叉するが、その後の傾向は三重県産に似ており、HとLの差は10月において最大となり、以降の成長度もほぼ並行している。

試験貝の成長に伴うH/Lの数値の変化は第3図、附表1に示す通りである。

イ. 三 重 県 産 (英真湾・五ヶ所湾) と 大 村 産 の 比 較

試験開始当初は大村産に比較的明らかな特徴があるので、F-検定法によれば、危険率1%で

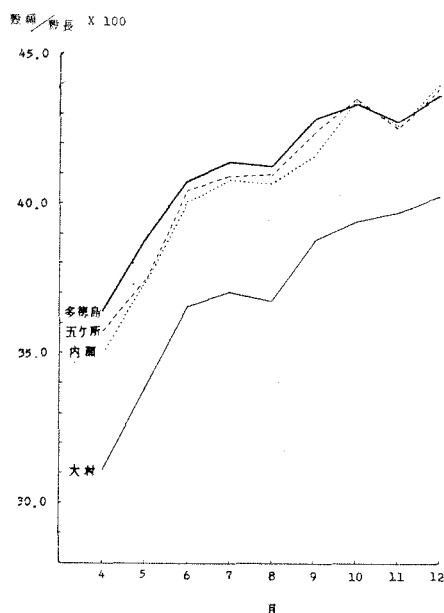
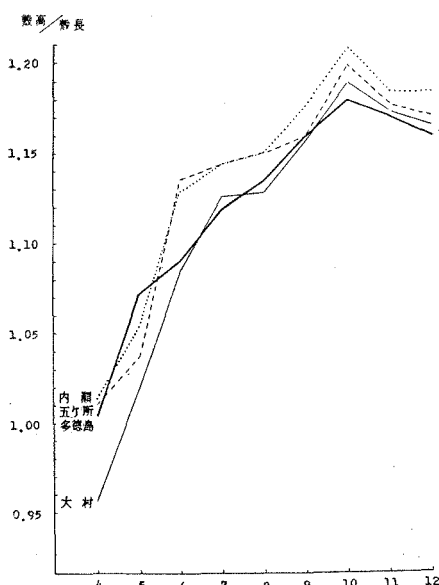


第2図 各地産アコヤガイの成長図. 実線：殻長, 破線：殻高, 点線：殻巾

有意の差が認められるが、成長に伴う大村産の H/L の数値の増加率は三重県産のそれをはるかにしのぎ、試験終了時では危険率 5% で有意の差が認められなくなる。

ロ. 英虞湾産と五ヶ所湾産の比較

当初は両者の H/L の数値は近似しており、危険率 5% で有意の差が認められないが、五ヶ所湾産は H の L に対する成長度が英虞湾産よりもすぐれ、終了時における H/L の数値の開きは開始時よりもやゝ大きくなっている（危険率 1% では有意の差が認められないが、危険率 5% では有意の差が認められる）。



第3図 各地産アコヤガイの成長に伴う H/L の変化. 第4図 各地産アコヤガイの成長に伴う $B/L \times 100$ の変化.

(2) 殻長 (L) と殻幅 (B) の関係

試験貝の成長に伴う B/L の数値の変化は第4図、附表2に示す通りである。

イ. 三重県産（英虞湾・五ヶ所湾）と大村産の比較

試験開始当初においては、大村産は三重県産と一見して判別出来る程、 L の割に B が小さいので、両者の B/L の数値にも開きがあるが（F—検定法によれば危険率 1% で有意の差が認められる）、大村産は三重県産よりも L に対する B の成長度がやゝ大きく、僅かずつではあるが、三重県産との差を縮めている。しかし、終了時の大村産には三重県産に比較して、やゝ幅薄の感じが残っているようである（危険率 1% で有意の差が認められる）。

ロ. 英虞湾産と五ヶ所湾産の比較

当初、英虞湾産は五ヶ所湾産よりも B/L の数値が大きく、やゝ厚味を持つているようであるが（危険率 1% で有意の差が認められる）、後者の B/L の数値の変化の度合は前者よりもまさっており、10月に至り相互の開きは急激に小さくなり、 B/L は近似の数値を示し、危険率 5% で有意の差が認められなくなる。

考 察

五ヶ所湾は三重県下においても、特にアコヤガイを撈産し、その大供給地として知られており、同湾における種苗生産高の豊凶は、三重県地方におけるその年の稚貝の相場を左右するとも言われている程である。

本試験の結果からみれば、五ヶ所湾産の殻高/殻長は、数値としては英虞湾産より大きい、五ヶ所湾の稚貝を英虞湾に移殖、養成すれば殻が長くなる(殻高が大きくなる)、との当業者間の言葉を裏付ける程の外観上の差異は現われなかった。また、試験終了時における殻長と殻幅の関係からの両者の判別は到底困難となった。

大村産の場合は、殻形の変化の度合が三重県産にまさり、終了時では殻高/殻長の数値は三重県産に近似し、鱗片状突起による区別も不可能となった。また、殻幅/殻長の数値も成長するにつれて三重県産との差を縮めているが、試験の終りでは、まだ、判別に混同を来す程の差の縮少は認められなかった。

太田(1957)²⁾は、三重県産(英虞湾)稚貝を大村湾に移殖し、環境の異なる三試験地において養成し、大村産と比較して、その特徴とされている形質の発現状態を観察しており、その結果として、殻形を外見上から区別することは熟練者でも到底不可能な程度になったと述べ、発育の初期段階において両者の殻形に差異はあつても同じ環境におくことによつて、その後の変化の状態により結局は共に種特有の形態に近づくのではなからうか、との見解を下している。これを本試験の結果と比較してみた場合、殻長と殻幅の関係ではやゝ符合しない点もあるようであるが、程度の差はあるにしても、大村産の殻幅/殻長の数値が三重県産のそれに近づく傾向がうかがわれることは、上記の太田の見解の妥当性を裏付けるものと考ええる。また、母貝として使用する際の三重県産、大村産相互間に殻幅/殻長の数値の差異があつたとしても、それが特に注目されねばならぬ程の重要な意義を有するかどうかは、挿核技術上の問題(挿入核のサイズの差異の程度、技術行使の難易等)、形成される珠の品質等をも考慮に入れて論ずべき余地が残されているのではなからうか。

要 約

1) 三重県五ヶ所湾産稚貝と長崎県大村湾産稚貝を三重県英虞湾に移殖し、移殖地先産稚貝をも含めての相互間の成長に伴う殻形の発現状態につき、発生翌年の4月から12月迄の9ヶ月間毎月測定を実施し、比較した。

2) 殻形の比較は殻高/殻長・殻幅/殻長の数値を指数として行つた。

3) 試験開始時においては、三重県産稚貝相互間の外観上の判別は困難であるが、大村産は三重県産に比較して、殻高の割に殻長が長く、殻長の割に殻幅が薄いという点で両者ははつきりと区別することが出来た。

4) 試験期間中の殻形の変化の度合は大村産が一番大きく、特に殻高/殻長の数値の変化の度合は三重県産をはるかに凌駕した。三重県産のうちで五ヶ所湾産が英虞湾産よりすぐれていた。

5) 試験終了時では、殻高と殻長の関係からみると、三重県産と大村産の外見上の区別は困難となつたが、大村産の殻幅/殻長の数値は三重県産に近づく傾向は示したものゝ、まだ幅薄の感じが残っていた。三重県産では五ヶ所湾産の殻高/殻長の数値は英虞湾産よりやゝ大きい、一見して判別出来る程の差異は認められなかった。殻幅/殻長の数値は近似した。

文 献

1. 太田 繁 1956. 大村地先におけるアコヤガイ (*Pinctada martensii*) の成長と貝殻の外部形態. 国立真珠研究所報告 1: 25—40.
2. ——— 1957. 大村産アコヤガイと三重産との殻形の比較に関する研究. 国立真珠研究所報告 2: 119—126.

附 表 1 殻高/殻長の月変化

測定月日	測定値	英 虞 湾		五 ケ 所 湾				大 村 湾	
		多 徳 島		内 瀬		五 ケ 所		大 村	
		Mean	S.D	Mean	S.D	Mean	S.D	Mean	S.D
4. 26		1.004	0.063	1.013	0.058	1.011	0.054	0.956	0.058
5. 26—28		1.072	0.061	1.053	0.056	1.037	0.050	1.022	0.076
6. 27—29		1.090	0.073	1.129	0.074	1.136	0.067	1.085	0.085
7. 26—28		1.119	0.066	1.144	0.067	1.143	0.058	1.126	0.067
8. 23—24		1.135	0.066	1.151	0.076	1.151	0.055	1.129	0.076
9. 20—21		1.159	0.063	1.177	0.065	1.160	0.055	1.157	0.068
10. 25—26		1.180	0.065	1.210	0.068	1.200	0.065	1.189	0.071
11. 20—22		1.172	0.058	1.185	0.059	1.177	0.069	1.173	0.069
12. 24		1.161	0.031	1.186	0.057	1.172	0.061	1.166	0.094

附 表 2 殻幅/殻長×100の月変化

測定月日	測定値	英 虞 湾		五 ケ 所 湾				大 村 湾	
		多 徳 島		内 瀬		五 ケ 所		大 村	
		Mean	S.D	Mean	S.D	Mean	S.D	Mean	S.D
4. 26		36.294	2.580	34.933	2.721	35.671	2.815	31.027	2.735
5. 26—28		38.736	2.426	37.326	2.485	37.370	2.636	33.850	2.748
6. 27—29		40.675	2.635	39.985	2.969	40.363	3.343	36.523	2.825
7. 26—28		41.229	2.674	40.697	2.619	40.812	3.004	37.003	2.448
8. 23—24		41.143	2.915	40.560	2.778	40.858	2.832	36.728	2.829
9. 20—21		42.714	2.627	41.488	2.447	42.267	2.985	38.747	2.642
10. 25—26		43.263	2.784	43.407	2.415	43.450	3.050	39.416	2.611
11. 20—22		42.653	2.731	42.526	2.494	42.495	3.057	39.749	2.870
12. 24		43.537	3.024	43.918	2.513	43.756	2.225	40.317	2.959

附 表 3 各地産アコヤガイの成長度 (単位 mm)

産地	測定部位	月別 測定値		4		5		6		7		8		9		10		11		12	
		Mean		S.D		Mean		S.D		Mean		S.D		Mean		S.D		Mean		S.D	
		Mean	S.D	Mean	S.D	Mean	S.D	Mean	S.D	Mean	S.D	Mean	S.D	Mean	S.D	Mean	S.D	Mean	S.D	Mean	S.D
多徳島	殻 長	26.19	3.883	27.31	2.112	31.81	2.264	35.35	2.087	38.15	2.268	39.96	2.764	43.42	3.553	45.51	3.408	46.29	2.848		
	殻 高	26.52	1.714	29.27	1.234	34.64	3.135	39.55	2.430	43.27	2.776	46.30	3.453	51.19	3.440	53.27	3.146	53.59	3.625		
	殻 幅	9.58	0.396	10.58	0.505	12.92	1.222	14.55	0.033	15.66	0.584	17.04	1.856	18.65	2.796	19.37	0.829	20.09	1.456		
内 瀬	殻 長	25.64	2.372	25.76	1.081	29.86	1.597	33.35	1.777	36.10	2.647	38.86	2.273	41.97	3.908	44.26	2.210	44.72	3.363		
	殻 高	25.94	2.231	27.07	1.328	33.68	2.440	38.15	2.301	41.53	3.610	45.68	3.496	50.88	3.181	52.39	3.112	52.95	4.104		
	殻 幅	8.94	1.227	9.60	0.707	11.88	0.569	13.54	1.753	14.61	1.203	16.25	0.547	18.23	1.602	18.83	1.538	19.60	1.193		
五ヶ所	殻 長	23.91	0.641	24.86	1.565	28.88	2.385	33.15	1.648	35.89	2.414	39.13	1.860	42.25	2.092	44.34	3.704	44.91	3.608		
	殻 高	24.15	1.103	25.77	1.779	32.79	2.961	37.89	2.871	41.31	3.253	45.37	3.163	50.68	4.273	52.16	3.075	52.55	5.259		
	殻 幅	8.52	1.078	9.28	0.801	11.63	1.449	13.51	1.305	14.67	0.960	16.52	1.634	18.34	1.977	18.81	1.608	19.61	1.654		
大 村	殻 長	28.06	1.637	29.07	1.554	32.82	2.709	36.29	2.426	38.65	2.889	39.81	2.564	42.50	2.865	44.13	3.281	44.70	3.361		
	殻 高	26.79	1.661	29.67	1.868	35.55	2.508	40.81	2.668	43.59	1.701	46.02	3.203	50.50	3.381	51.73	3.826	52.05	2.494		
	殻 幅	8.69	0.713	9.82	1.047	11.97	0.686	13.41	2.618	14.18	0.892	15.41	1.782	16.74	1.809	17.52	1.744	17.99	1.487		

母貝・ピース貝の年齢差による真珠の色及び 巻きの差異について^{*1)}

山 口 一 登

国立真珠研究所

は し が き

真珠養殖において、当業者間では多年の経験的見地から、真珠の色や巻きの状態に関与するものとして、挿核作業に供する母貝の性状（年齢・形態・活力）や外套膜ピースの性状（ピース貝の年齢・形態・ピース採取部位・ピースの形状）についても、重要な要因となり得るであろうことを指摘している。小竹・河村（1957）によれば、外套膜ピースの形状によつて真珠の品質に差異があるとし¹⁾、又、うすまき真珠の原因として外套膜ピースの採取部位をあげている²⁾。しかし、それについては、これら2、3の研究の結果を除いてはいまだ憶測の域を脱しない観が多々あるように思われる。

筆者は、このような意味をも含めて、真珠の色や巻きの状態に関与する要因の分析における一過程として、母貝及びピース貝の年齢的差異の真珠品質への影響について検討するを目的として、昭和32年6月から翌33年1月まで7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実験を実施し、ここにその結果を得たので報告する。

本文に先だち実験にあたり種々御指導を賜つた太田技官並びに数々の助言を与えられた蓮尾技官に対し謝意を表する。

方 法

母貝及びピース貝ともに、それぞれ3年生養殖アコヤガイ *Pinctada martensii* (Dunker) と5年生天然産アコヤガイ（大村湾産、後の3年間は垂下養殖したもの）の2つの年齢の違つたものを使用し、母貝とピース貝の組合せから第1表に示す如く4種類の区分を作つた。挿核施術は6月中旬に1.2分原核を「フクロ」及び「ウカン」の2個所に挿入実施した。又、養成期間中9月中旬に1回だけ、各区分とも同一条件のもとに、籠の交換と併せて同時に貝掃除を行つた。真珠の採取は33年1月中旬に実施した。

* Kazuto Yamaguchi. On the difference of color and thickness of pearl layer of cultured pearls caused by the disparity of age in mother oysters. Bull. Natl. Pearl Res. Lab. 4:325—328. 1958.

1) 国立真珠研究所業績 No. 39 （国立真珠研究所報告 4:325—328. 昭和33年12月）

第1表 母貝・ピース貝の年齢組合せ

区 分	母貝の年齢	ピース貝の年齢	供 試 籠 数
A	3年 (M_1)	3年 (Y_1)	11
B	3々 (M_2)	5々 (Y_2)	12
C	5々 (M_3)	3々 (Y_3)	10
D	5々 (M_4)	5々 (Y_4)	9

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つて、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4系統に大別し、各区分別にその出現分布状態を示すと第2表の如くなる。

第2表 色系統別真珠の出現個数・出現率

区分	色	ピンク・ホワイト系統	クリーム・ゴールド系統	グリーン系統	ブラック系統	計
A		82 (32.08)	128 (50.00)	26 (10.16)	20 (7.81)	256 (100.)
B		166 (43.46)	146 (38.22)	48 (12.57)	22 (5.76)	382 (100.)
C		138 (50.55)	93 (34.07)	34 (12.45)	8 (2.93)	273 (100.)
D		124 (48.82)	106 (41.73)	21 (8.27)	3 (1.18)	254 (100.)

註 () Percent.

第2表により、母貝及びピース貝の年齢差のそれぞれについて、色系統別真珠の出現分布を χ^2 一検定すれば、(グリーン系統は出現個数少量のため除いて検定した)

母貝については

$$\chi^2_s = 9.37 \quad n=2$$

$$\text{Pr. } \{\chi^2_s > 5.99\} = 0.05$$

ピース貝については

$$\chi^2_s = 1.39 \quad n=2$$

$$\text{Pr. } \{\chi^2_s < 5.99\} = 0.05$$

となり、母貝の年齢によつて色系統別真珠の出現分布に危険率5%で有意の差が認められるが、ピース貝の年齢によつては危険率5%で有意の差は認められない結果となる。

次に、ブラック系統真珠の出現率について、母貝及びピース貝別に χ^2 一検定を行えば、母貝については

$$\chi^2_s = 13.42 \quad n=1$$

$$\text{Pr. } \{\chi^2_s > 6.63\} = 0.01$$

ピース貝については

$$\chi^2_s = 1.24 \quad n=1$$

$$\text{Pr. } \{\chi^2_s < 3.84\} = 0.05$$

となり、母貝の年齢によつてブラック系統真珠の出現率に危険率1%で有意の差が認められるが、ピース貝の年齢については、危険率5%で有意の差は認められない。

以上、真珠の色に関して、母貝の年齢的差異については本試験の範囲における3年生アコヤガイ及び5年生アコヤガイを使用して、挿核、浜揚げ採取された真珠には、前者の場合はクリーム・ゴールド系統及びブラック系統の真珠の出現率が後者のそれに比較して高くなることゝがわかれる。又、ピース貝の年齢的差異においては、3年生と5年生アコヤガイの何れを使用しても、4系統の色の出現率に大差なく、ピース貝の年齢差自体による真珠の色に対する影響はさほど大きいものでないことが思考される。このことは中原・町井(1956)³⁾による真珠袋の細胞は変化しやすく、又、不安定なものとして報告していることと併せても興味あるものであろう。

母貝及びピース貝の年齢によつて組合せた場合の色系統別真珠の出現分布の変化については、第2表より χ^2 —検定を試みれば、

$$\chi^2 = 24.27 \quad n=6$$

$$\text{Pr. } \{\chi^2_s > 12.59\} = 0.05$$

であり、危険率5%で有意の差が認められるが、A区分を除いたB、C及びD区分について χ^2 —検定すれば、

$$\chi^2_s = 6.51 \quad n=6$$

$$\text{Pr. } \{\chi^2_s < 9.49\} = 0.05$$

となり、危険率5%で有意の差は認められない。即ち、3年生母貝に3年生ピース貝を使用して挿核、浜揚げ採取された真珠には、3年生母貝に5年生ピース貝、5年生母貝に3年生及び5年生ピース貝を使用した他の3者と比較してクリーム・ゴールド系統の真珠が多いと云う結果になる。

2. 真珠の巻きについて

母貝及びピース貝の年齢別に、挿核部位、色系統によつて分類した真珠の巻きを1個当りの平均重量によつて表わせば第3表の如くなる。

第3表 真珠の平均重量 (gr.)

母貝 ピース貝 挿核部位 色	3 年 (M_1)				5 年 (M_2)			
	3 年 (Y_1)		5 年 (Y_2)		3 年 (Y_1)		5 年 (Y_2)	
	フクロ (P_1)	ウカシ (P_2)	フクロ	ウカシ	フクロ	ウカシ	フクロ	ウカシ
ピンク・ホワイト 系統 (C_1)	0.134(38)	0.130(44)	0.129(93)	0.126(73)	0.111(83)	0.115(55)	0.100(63)	0.103(61)
クリーム・ゴールド 系統 (C_2)	0.136(72)	0.134(56)	0.131(78)	0.126(68)	0.114(42)	0.116(51)	0.112(60)	0.113(46)
グリーン系統 (C_3)	0.136(13)	0.123(13)	0.118(28)	0.115(20)	0.111(18)	0.106(16)	0.109(11)	0.110(10)

註 () 秤量個数

第3表から、母貝の年齢差及びピース貝の年齢差による真珠の重量の差について F —検定を試みれば、

$$H_0 : \sigma_M = 0 \quad F_s = 1980.16/1.67 = 1185.72 \quad : F_{12}(0.01) = 98.49$$

$$H_0 : \sigma_Y = 0 \quad F_s = 228.16/1.67 = 136.12 \quad : F_{12}(0.01) = 98.49$$

以上、危険率1%で共に有意の差が認められる。

又、母貝とピース貝の交互作用について、 F —検定を行えば、

$$H_0 : \sigma_{MY} = 0 \quad F_s = 20.18/1.67 = 12.08 \quad : F_{12}(0.05) = 18.51$$

以上、危険率5%で交互作用効果には有意の差は認められない。即ち、挿核に供する母貝及びピースを採取するピース貝の年齢的差異が、真珠の巻きに影響を及ぼすことは明らかであり、同一期間養成した場合、母貝ピース貝共に3年生アコヤガイを使用した方が、5年生のそれを使用した場合より厚巻きの真珠が得られ易いことが判る。又、母貝とピース貝の年齢的組合せによつて、相乗作用、相殺作用は認められず、第3表から、真珠の巻きに対する影響はピース貝より母貝にその程度が比較的大なることがうかがわれる。

摘 要

1. 母貝及びピース貝の年齢的差異が、真珠の色及び巻きの状態に及ぼす影響について、検討を行つた。
2. 真珠の色については、母貝の年齢差によつては4系統の色の出現分布状態に差が認められるが、ピース貝の年齢差によつてはそれに差は認められない (χ^2 —検定)。
3. 真珠の巻きについて、1個当りの平均重量で表わした場合、母貝及びピース貝の年齢差によつて、重量に差が認められる (F —検定)。影響の程度は母貝に大きい。

文 献

- 1) 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. 異なる型の外套膜ピースで養殖された真珠の性状について. 日本水産学会誌 23(7, 8) : 363—365.
- 2) 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—II. うすまき真珠のできる原因について. 日本水産学会誌 23(7, 8) : 366—367.
- 3) 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. 国立真珠研究所報告 1 : 10—13.

真珠品質に及ぼす薬品処理の影響 I ^{*1)}

高山活夫・和田浩爾

国立真珠研究所

は し が き

養殖真珠は軟体動物の介殻と同じように無機物質と有機物質とから成っている。そして無機物質の主成分は炭酸カルシウムであり、有機物質は一般にコンキオリンとして知られている硬蛋白質の一種である。これら炭酸カルシウムとコンキオリンとが交互に累積して真珠が出来てくるが真珠の色や光沢は多種多様であり、商品価値も異なってくる。また真珠の形成過程において何らかの原因によつて核と真珠層、あるいは真珠層と真珠層との間に真珠袋の外から入り込んだ物質や真珠袋の異常な分泌によつてシミや突起が形成されて真珠としての価値が低下する。このため、シミの出来る原因や色の本質を明らかにしていく事が根本的な問題であるが、現在この問題が明らかでない以上、真珠品質の損耗を最小限度にとめて、より美しい真珠にする事が業界にとつて大きな問題である。そして今日業界ではこれらの真珠に対してシミ抜き及び漂白作業をおこなっているが、処理薬品や加工方法によつて非常に脆弱で粗悪な真珠にする恐れがある。そこで筆者等は加工に使用する薬品の種類によつて真珠のどの部分がどのように侵されるかについて実験をおこない、顕微鏡及び熱分析によつて観察をおこなつた。また、現行加工処理法の改善のために、実際にシミ抜き処理をおこなつた真珠を観察し比較した。

本文に入るにあたり、御指導と御助言を賜つた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する。なお材料を提供してくださつた真珠業界の諸氏に対して深謝する。

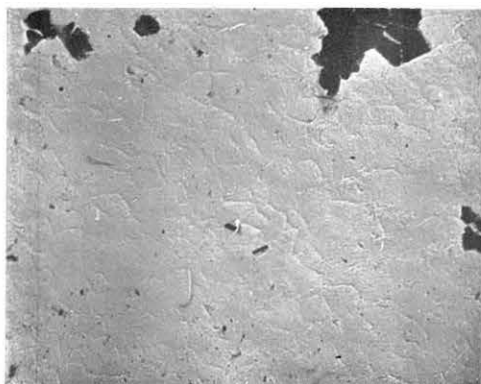
材料及び方法

実験材料には真珠及び介殻真珠層を使用し、処理薬品は業者が一般にシミ抜きや漂白に用いている過酸化水素及びエーテルの外に、酸及び塩基の薬品による影響をみるため、それぞれ塩酸とアンモニア水とを選んだ。顕微鏡観察にあつては試料をそれぞれ1%塩酸に1分間、30%過酸化水素に1時間、28%アンモニア水に48時間、無水エーテルに72時間、室温(約22°C)にて処理した後これを取り出して水洗いし、風乾後メチルメタクリル-アルミニウム 2 段レプリカ法によつて電子顕微鏡用標本を作製した。一方、示差熱分析にあつては真珠層と核とを分離し、十分細

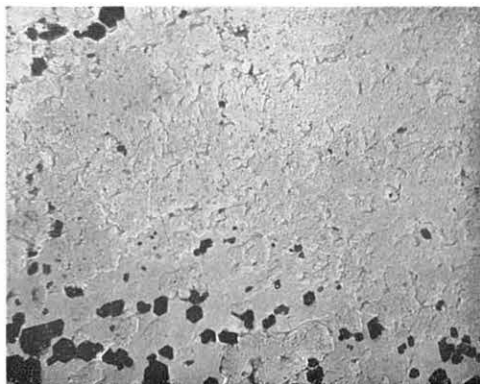
* Katsuo Takayama and Kōji Wada. Effect of the treatment of chemicals on the structure of cultured pearl. Bull. Natl. Pearl Res. Lab. 4: 329 — 334. 1958.

1) 国立真珠研究所業績 No. 40. (国立真珠研究所報告 4: 329 — 334. 昭和 33 年 12 月)

かい粉末にしてから過酸化水素、塩酸及びアンモニア水の濃い溶液(市販のまま)にてそれぞれ1カ月間浸漬した後、蒸留水で十分洗い風乾後実験に供した。



挿図1. 30%過酸化水素で1時間処理したもの
(電顕. $\times 1400$)



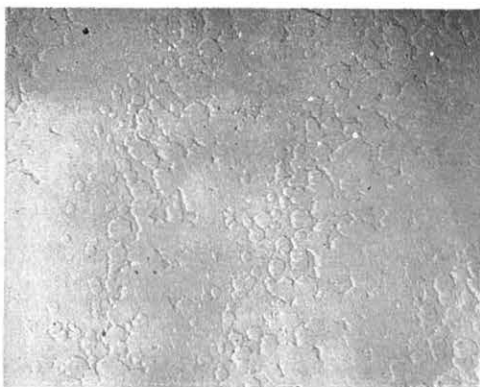
挿図2. 28%アンモニア水で48時間処理したもの。
(電顕. $\times 1400$)

観 察

挿図1は過酸化水素で処理した真珠及び介殻真珠層の表面である。写真にみられるように結晶部分はほとんど変化がみられないが、個々の結晶間が著しく腐蝕されて溝をなし、結晶が剝落するだけでなく薄板となつて各層の剝落が認められた。また未処理時にみられた結晶の成長模様は明らかでない。アンモニア水にて腐蝕させたものは挿図2の如く個々の結晶内部にある弱い部分が腐蝕されて、これら1個1個の結晶が細分化されモザイク状の構造がみられる。また蛋白質の部分は腐蝕されているような像は認め難いが、個々の結晶が分離し剝落する事が屢々観察された。成長模様は比較的明らかに認められた。挿図3は塩酸の処理によるもので、結晶部分が一様に腐

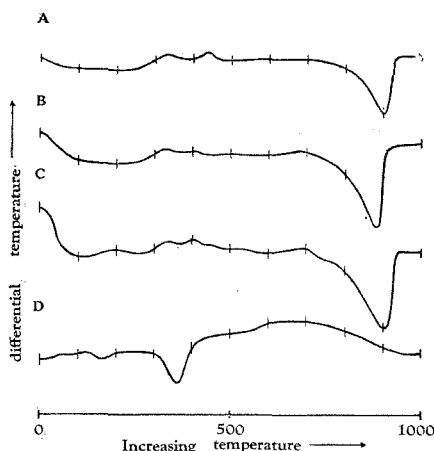


挿図3. 1%塩酸で1分間処理したもの
(電顕. $\times 1400$)



挿図4. 無水エーテルで72時間処理したもの
(電顕. $\times 1400$)

蝕溶解されてその表面に小さな蝕孔を生じているが、結晶間と思われる部分はほとんど侵されず突出して残存している。成長模様は認め難い。エーテルによつて処理したものは結晶表面に皺状



挿図 5. 未処理及び処理珠の示差熱分析曲線。

A: 未処理試料。B: 過酸化水素処理試料。C: アンモニア水処理試料。D: 塩酸処理試料。

の構造が認められる部分もあるが、未処理のものに比較してほとんど差が認められない(挿図 4)。

一方、これら各種の薬品で処理した真珠と未処理真珠の示差熱分析をおこない、得られた結果を挿図 5 に比較して示した。

未処理試料においては 300°C と 450°C の間にかなり明白な発熱がみられ、 850°C と 950°C の間に顕著な吸熱反応がある。過酸化水素で処理した試料は 300°C から 450°C の発熱ピークが小さく不明瞭となるが、吸熱反応においては未処理のものと大差はないが、 50°C から 250°C の間の吸熱反応が比較的是つきりしている。アンモニア水による処理試料は 300°C から 450°C の発熱が多少小さくなるが、吸熱反応には大差がみられない。塩酸処理試料は (D) にみられるように他のものとは全く異なり、 300°C と 400°C の間に顕著な吸熱反応がみられ、その後 800°C までの広範囲にわたつ

て発熱がみられる。

次に加工珠の表面を光学顕微鏡によつて観察してみると、未処理の真珠の表面は図 1 及び 7 にみられるように渦巻状あるいは種々の成長模様がみられ、ステップの間隔もほぼ同じぐらいであり、その縁に沈着成長している結晶が見られる。しかしながら加工処理をした後、更につや出しをしたものでは図 2, 3, 4, 5, 6 にみられる如くステップの周縁に成長している結晶は剝落し研磨傷も相当みられる。このうち図 2 の如く非常に表面があられて条線模様の相互の関係が乱れているもの、ステップの間隔に粗密を生じてステップの喰い違いが著しいもの(図 3)、腐蝕の程度が異なり各所に凹凸を生じているもの(図 4)及びその極端なもの(5, 6)等がある。これらの細部がどのように腐蝕されているかを観察してみると、過酸化水素によつて処理した珠は結晶や層板間の蛋白質が腐蝕され、個々の結晶の境が明白になつているもの(図 8)や腐蝕が著しく孔となつた部分も見られる(図 10)。薬品やその処理方法が異なると図 11, 12 のように腐蝕像が異なり、結晶間の蛋白質と同時に結晶部分も著しく腐蝕されているものもある。薬品による処理後、つや出し作業がおこなわれるが、良く磨きのかかつたところとそうでないところとが明瞭に区別できる(図 9, 11)。

考 察

現在までに真珠の加工に関連した報告はほとんどおこなわれていない。和田¹⁾²⁾(1956, 1958)は真珠や介殻の熱分析をおこなつた結果、吸着水は 40°C 前後から脱出し、 250°C から 400°C の間でコンキオリンを構成しているアミノ酸が融解あるいは分解し、後燃焼する事を報告している。一方、高山³⁾(1958)は真珠の採取時に受ける機械的損傷が爾後の加工処理に悪影響を及ぼす事を報告している。また和田⁴⁾(1958)は薬品による加工問題に関連して真珠の表面及び断面構造の差によつて侵されかたやその速度が異なる事を指摘し、真珠自体の構造が加工にあたつて深い関係をもつものと考えた。今回の実験からもわかるように薬品の種類によつて真珠に及ぼす影響は異

なる。即ち塩酸は結晶部分の腐蝕溶解が著しく、示差熱分析曲線において850°Cと950°Cの間に炭酸カルシウム特有の吸熱ピークがみられない。アンモニア水も塩酸同様に結晶部分を腐蝕するが、酸類とは異なり結晶内部に介在する弱い部分が溶解される。また濃度が高い時にはコンキオリンの部分も侵されるようである。一方、過酸化水素は結晶部分にはほとんど影響を及ぼさないが、その酸化作用によつて蛋白質が侵され結晶や層板が剝落しやすくなる。エーテル単独で室温において作用させた際にはほとんど変化はみられないが、コンキオリン膜に不明瞭ではあるが皺状の構造が現われる事からコンキオリン膜に多少の変化を与えるものと思われる。

実際の加工処理には種々なる薬品を目的に応じて種々の割合に混合した溶液や単独の薬品を色々な濃度にして作用し、温度を35°Cから60°Cに保つておこなわれている。今回観察した加工珠とも考え合せて、薬品の種類のはかに濃度、混合比、処理温度や処理時間等によつて真珠の侵されかた、速度やその程度は全く異なるものと思われる。なお真珠自体の構造や真珠採取時に受けた機械的損傷がこれに密接な関係をもつものと思われる。

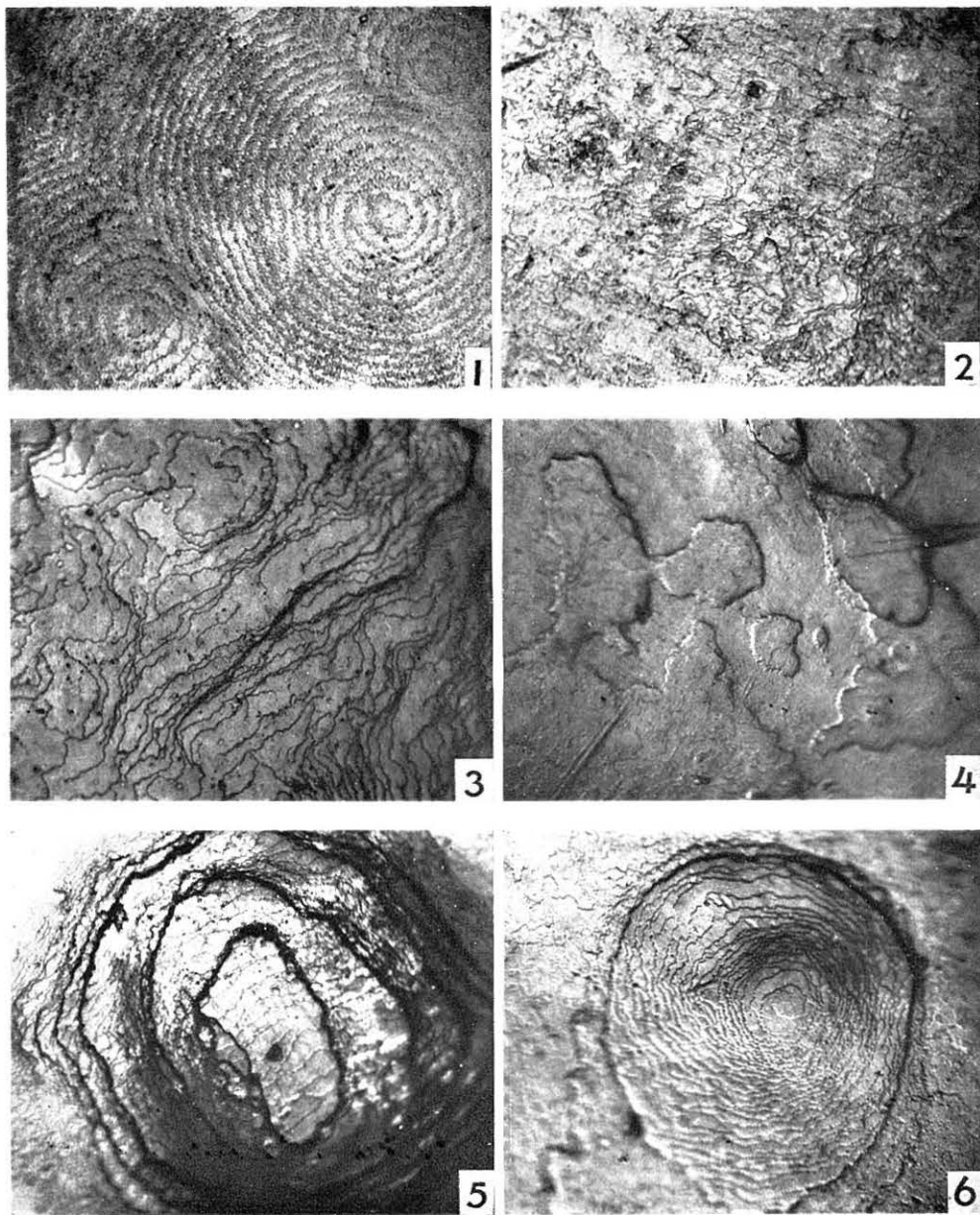
摘 要

- 1) 真珠品質に及ぼす処理薬品の影響について顕微鏡及び熱分析によつて調べた。
- 2) 塩酸は結晶部分を腐蝕溶解するが、コンキオリンの部分には左程の影響はないものと思われる。
- 3) アンモニア水は個々の結晶内に存在する弱い部分を侵し、1個の結晶が多数の小さな結晶に分割された。またコンキオリンの部分も腐蝕されるようである。
- 4) 過酸化水素は結晶部分には影響を及ぼさないが、コンキオリン部分を著しく腐蝕する。
- 5) エーテル処理によるものは今回の実験ではほとんど変化がみられない。
- 6) コンキオリンの部分が侵された真珠は非常に脆弱になる。

参 考 文 献

- 1) 和田浩爾 1956. X線廻折及び示差熱分析によるアコヤガイ介殻成分に関する研究. 国立真珠研報告 1: 7—9.
- 2) ——— 1958. X線廻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. 国立真珠研報告 4: 275—285.
- 3) 高山活夫 1958. 浜上げ珠の処理について. 真珠研究会伊勢部会会報 8: 14—19.
- 4) 和田浩爾 1958. 第1次加工処理の真珠品質へ及ぼす影響について. 水産学会年会にて講演.

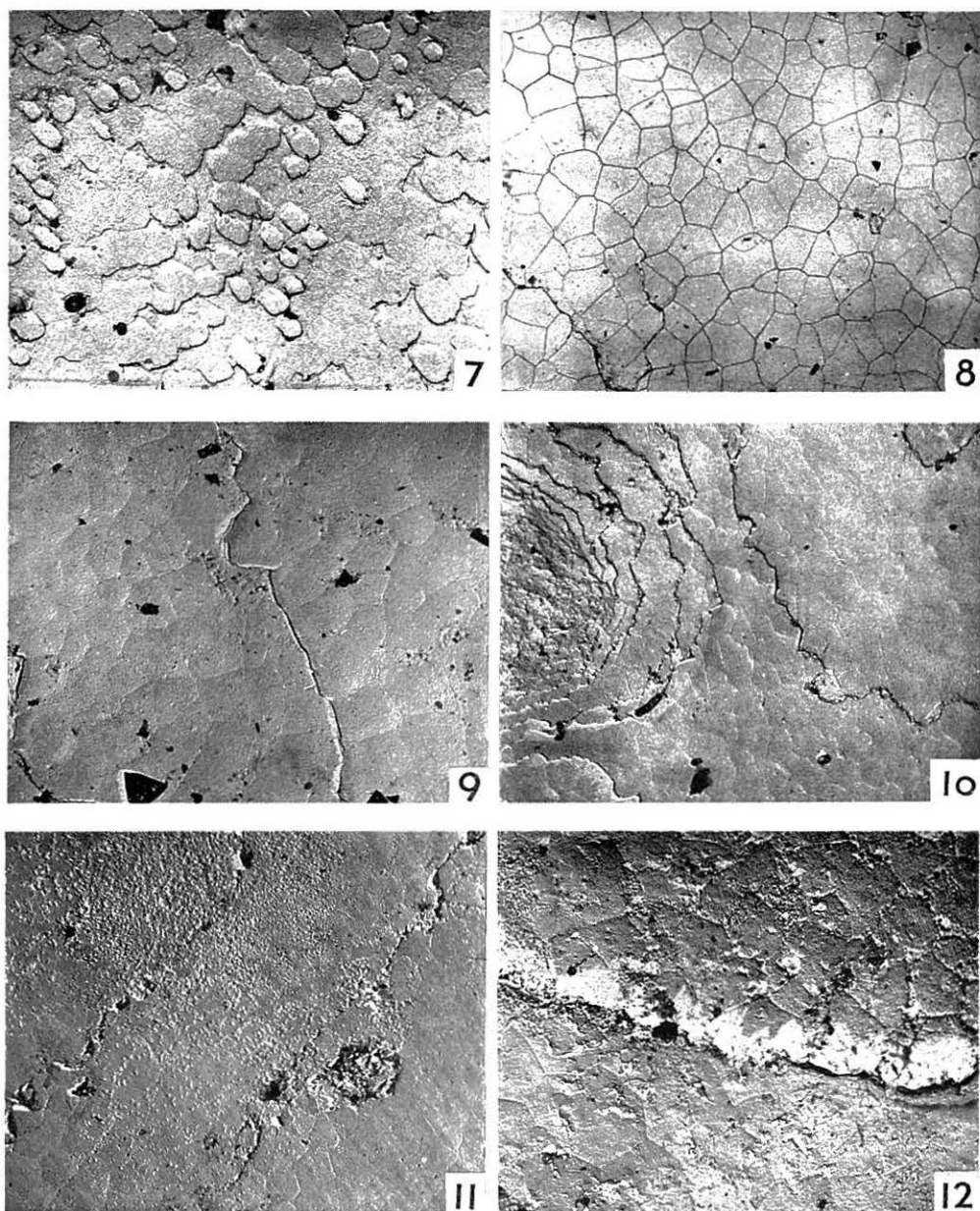
Plate I



1. 未処理真珠の表面にみられる結晶の成長模様。×100
2. 処理後、磨かれた表面。条線模様が不明瞭であり研磨傷がみられる。×100
3. 腐蝕及び研磨の程度が部分により異なる為、条線模様に粗密を生じている。×100
4. 腐蝕及び研磨の差によって凹凸を生じている。×100
- 5と6. 腐蝕が著しく堅牢の部分が突出している。×100

(以上光学顕微鏡写真)

Plate II



7. 未処理真珠の表面にみられるアラゴナイト結晶。×1500
 8. 過酸化水素によつて処理した真珠の表面。個々の結晶間にあるコンキオリンが腐蝕されている。×1700
 9. 処理後、更に酸類を使用して磨いた表面。未処理真珠に比較して結晶間の境がはつきりしている。×1700
 10. 腐蝕著しく孔となつている。×1700
 11と12. 処理薬品や方法の違いにより結晶間の蛋白質が腐蝕されていると同時に結晶部分にも沢山の蝕孔がみられる。また研磨の良くかゝつた部分とかゝらなかつた部分とが明瞭に区別出来る。×1700, ×3500
 (以上電子顕微鏡写真)

眞珠貝の生化学的研究

眞珠貝の色素^{*1)}

沢 田 保 夫

国立眞珠研究所

我が国の特産である養殖眞珠は主として海産のアコヤガイを母貝として生産されているが、産出される眞珠の品質にはその色調が重要な決定因子となつている。眞珠とその母貝のアコヤガイの貝殻とはその構成成分からも、結晶学的にも極めて類似しており、特にアコヤガイ貝殻の色素と眞珠の色素については既に京都大学の田中正三教授のもとで研究され、貝殻の稜柱層には porphyrin のほか構造が未だ不明の赤紫黄の3種の色素が含まれていることと、貝殻の眞珠層や良質の眞珠には殆んど色素が含まれていないことが報告されている。^{1, 2)} 著者は眞珠貝の色素の精製について従来行われていた貝殻の酸抽出物のタルククロマトグラフィーによる精製法とは異なり、主として有機溶媒を用いる方法で比較的簡単に色素の抽出精製を行うことが出来ることを発見し、この方法を用いてアコヤガイの貝殻の色素を研究したので報告する。

アコヤガイの属する *Pinctada* 属の貝類即ちアコヤガイ *Pinctada martensii* (Dunker)、クロチヨウガイ *Pinctada margaritifera* (Linne)、セイロンシンジュガイ (*Pinctada vulgaris*) などの貝殻には紫外線照射によつて非常に美しい赤色の螢光を発する色素が含まれていることが知られているが³⁾、此の報告はアコヤガイ貝殻の酸抽出で得た色素のうち特に赤色の螢光を発する物質を中心として述べることにする。

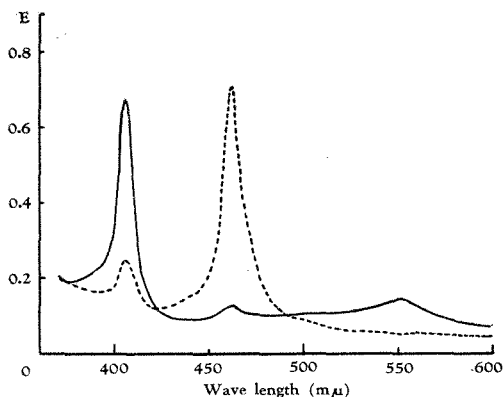
実験結果及び考察

1. 貝殻色素の抽出法

アコヤガイ貝殻より色素を抽出するには、従来主として塩酸で貝殻を分解して色素を抽出すると第1図に示す如き分光特性を有する色素の塩酸溶液が得られるが、この色素の塩酸溶液をタルククロマトグラフィーで精製して来た。¹⁾ また一方 G. Y. Kennedy⁴⁾ は *Pinctada vulgaris* の貝殻を塩酸で分解して得た塩酸溶液を pH 2 で cyclohexanone と振盪して貝殻より抽出した色素を cyclohexanone 層に移して精製している。著者はこれらの方法とは別に貝殻より色素の抽出には第2図及び第3図に示した2つの方法を用いた。第2図は HCl にその 1/5 量の iso-amyl alcohol を加えた溶液中で海藻その他の附着物を除去し充分水洗後破碎した貝殻を室温で処理すると主成分の CaCO₃ は発泡し乍ら溶解するが、此の時 iso-amyl alcohol は抑泡剤として働くと、同時に酸で溶解された色素は iso-amyl alcohol 層に移行する。酸が消費されたら更に酸を加えて貝殻を完全

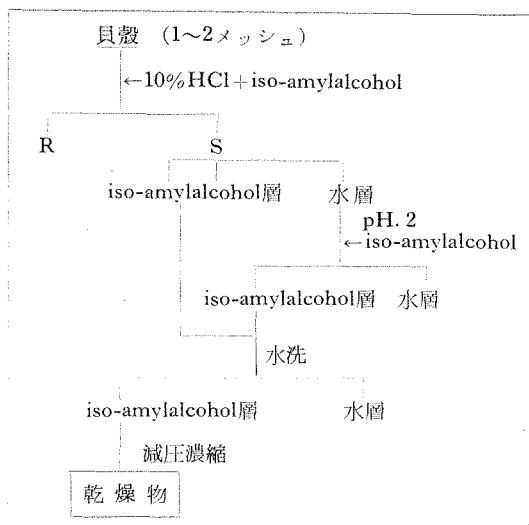
* Yasuo Sawada. Biochemical studies on the pearl oyster *Pinctada martensii* (Dunker). Porphyrin pigments on the shell. Bull. Natl. Pearl Res. Lab. 4 : 335 — 339. 1958.

1) 国立眞珠研究所業績 No. 41 (国立眞珠研究所報告 4 : 335 — 339. 昭和33年12月)



第1図 アコヤガイ貝殻色素の分光特性
(2N-HCl 溶液)

—: 紫褐色貝,: 黄褐色貝



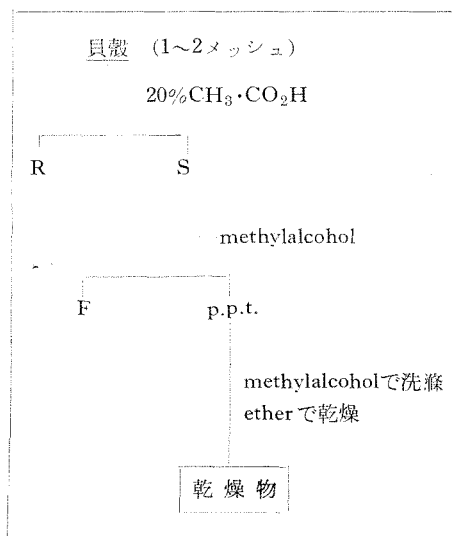
第2図 有機溶媒による貝殻色素の抽出法

に溶解した後 iso-amyl alcohol 層と水層に分け、水層は pH 2 に調節して新しい iso-amyl alcohol を少量加えて更に振盪して色素を完全に溶媒中に移行させる。この際 Ca^{++} は porphyrin 系の色素の精製に非常に妨害をもたらすものであるから Ca^{++} を完全に除去するために溶媒を充分に水洗する。溶媒は脱水後 60°C 以下で減圧蒸溜によつて除くと色素の乾燥物が得られる。収量は 10kg の貝殻から約 300 mg である。

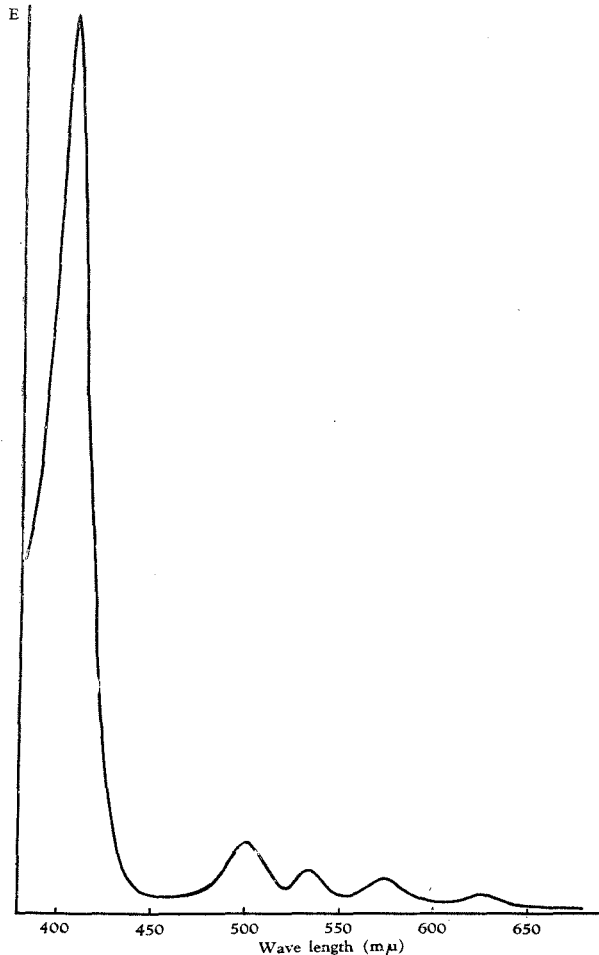
第2の抽出法は醋酸を用いる方法で $20\% \text{CH}_3 \cdot \text{CO}_2 \text{H}$ で貝殻を溶解するのであるが、この場合は塩酸を用いる場合と異なり、酸による貝殻の急激な分解が起らないので amyl alcohol のような抑泡剤は不用である。抽出液は汙別後、等量以上の methyl alcohol を加えると直ちに色素が沈澱する。沈澱は遠心分離で集め methyl alcohol で洗い更に ether を用いて乾燥させる。収量は貝殻 10kg から約 7 g である。この方法では第1法に比べて収量が約 25 倍であるが、この乾燥物の大部分は次に述べる方法で色素のエステル化する時に不溶性残渣となるものである。

2. 色素の精製

色素の乾燥物は $5\% \text{H}_2\text{SO}_4$ を含む乾燥した methyl alcohol に溶解し 20°C 以下で1夜放置してエステル化を行い汙過後等容の chloroform を加えて振盪し、少量の水を加えて2層に分離させるとエステルとなった色素は殆んどクロロフォルム層に移行するから、これを水洗後 $2\% \text{NaHCO}_3$ で2回、更に蒸溜水で2回水洗後、無水硫酸ソーダで脱水し chloroform でしめらせた汙紙で汙過して汙液を減圧で乾燥させる。残渣を乾燥した CHCl_3 で再び溶解し Al_2O_3 を吸着剤として CHCl_3 溶液でカラムクロマトグラフィーを行うと第4図の如き4つの zone に分離され



第3図 醋酸—methyl alcohol による貝殻色素の抽出法



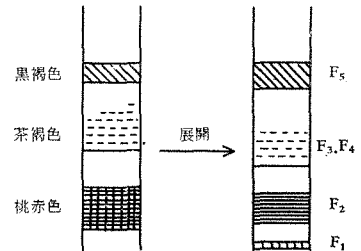
第5図 Fraction 2(uroporphyrin-I- methyl ester)の分光特性
solvent: CHCl_3

クロマト柱に吸着されていた赤色の螢光を発する物質は全部溶出してしまう。各 fraction は更に Al_2O_3 で吸着を繰返して精製する。以上の操作で得た色素群のうち主成分は F_2 であり、このものの CHCl_3 溶液からは図6に示すような赤褐色の結晶が得られた。 F_1 は非常に少量で乾燥物の色も淡いピンクである。 F_3 , F_4 , F_5 は何れも収量が少なく色は茶褐色である。

10kgの貝殻より F_2 の結晶27mgが得られたが、他の fraction は結晶化に成功しなかつた。 F_2 の結晶は融点が非常に高く測定が困難であるが、クロロホルム溶液の吸収曲線は第5図に示す如くでその吸収位置は CHCl_3 を溶媒とした時 503, 535, 573, 626 $\text{m}\mu$ にあり、407 $\text{m}\mu$ に非常に強い吸収を示している。又 F_1 , F_3 , F_4 , F_5 の吸収帯の波長は第1表に示したが何れも酷似したもので porphyrin 特有の吸収帯に一致し、特に F_2 の吸収は G. Y. Kennedy⁵⁾ の示した Uroporphyrin-I methyl ester の吸収とはほぼ一致する。

3. ペーパークロマトグラフィーによる色素の分離

前述の操作によつて得られた色素の F_1 より F_5 迄の fraction の porphyrin の種類を決定する



第4図 貝殻色素のクロマトグラフィー

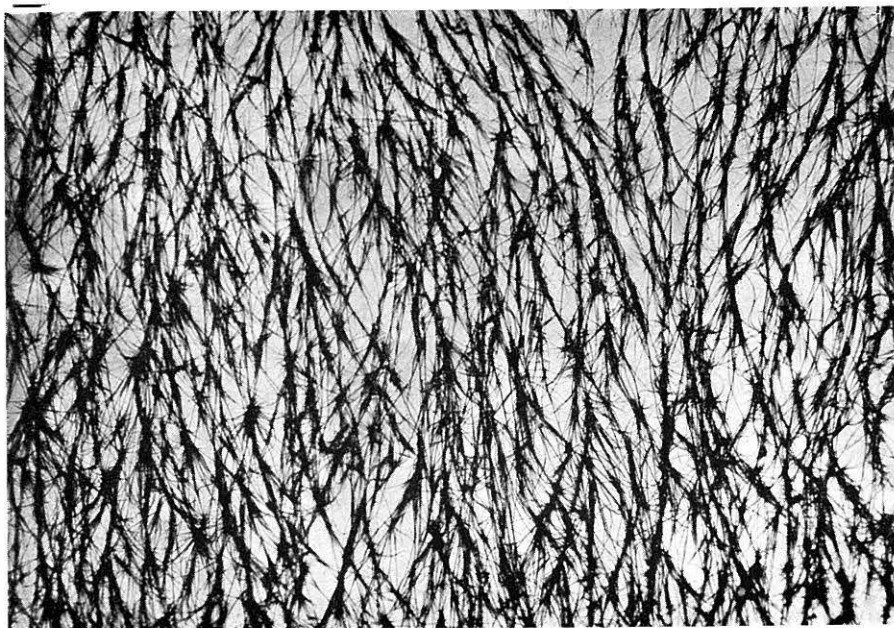
吸着剤: Al_2O_3 , 溶媒: CHCl_3

F_1 , F_2 : CHCl_3 で流出する

F_3 , F_4 : 10% Met·OH の CHCl_3 で分離して流出する

F_5 : 10% $\text{CH}_3\cdot\text{CO}_2\text{H}$ の Met. OH で分離して流出する

る。この各吸着層は何れも紫外線で強い赤色の螢光を発する。更に Al_2O_3 吸着柱を CHCl_3 を用いて展開して行くと桃赤色の層は2層に分れて流出する。この fraction をそれぞれ F_1 , F_2 とする。次にクロマト柱を10% CH_3OH を含む chloroform で展開すると茶褐色の層は2層に分れて流出する。この fraction を F_3 , F_4 とする。最後にクロマト柱に残った黒褐色の層は10% $\text{CH}_3\cdot\text{CO}_2\text{H}$ を含む methyl alcohol を用いて展開すると、始めて移動し黒色の残渣をクロマト柱に残して流出する。これを F_5 とする。以上の操作で



第6図 アコヤガイの貝殻より抽出した Uroporphyrin-I methyl esterの結晶.

第1表 貝殻色素の各フラクションの吸収位置

Fraction	wave length (mμ)					Solvent
F ₁	403	504	535	566	633	CHCl ₃
F ₂	407	503	535	573	626	CHCl ₃
	406	502	535	574	626	Pyridin
	407	503	535	574	626	Toluene
F ₃	405	503	535	570	626	CHCl ₃
F ₄	407	502	535	571	630	CHCl ₃
F ₅	405	502	535	572	626	CHCl ₃
uroporphyrin-I-methylester (by. G. Y. Kenedy)	406	501	536	571	627	CHCl ₃

第2表 Paperchromatography による porphyrin の分離

Fraction	Rf.
F ₁	0.32
F ₂	0.19
F ₃	0.02
F ₄	原点
F ₅	〃
uroporphyrin-I	0.17 (by T.C.Chu)
coproporphyrin-I	0.47
coproporphyrin-III	0.67
protoporphyrin-IX	0.84
mesoporphyrin-IX	0.89

ために T. C. Chu の方法⁶⁾を用いてペーパークロマトグラフィーを行つた。まず CHCl₃ の gas で飽和した容器内で kerosene 4 ml, CHCl₃ 2.6 ml の混液を溶媒として 24°C で展開後濾紙を 110°C で乾燥し、次に kerosene で飽和した容器内で kerosene 5 ml, n-propyl alcohol 1 ml の混液を溶媒として前と同方向に展開させ第1次展開時の溶媒先端迄展開した時に濾紙を取り出し、乾燥

後紫外線照射によつて赤色螢光を発するスポットを測定する。この結果を T. C. Chu⁹⁾の結果と比較すると第2表の如くである。F₃, F₄, F₅はこの方法ではほとんど移動せずに原点に停り uro, copro, proto, meso の何れの porphyrin とも異なるが、その吸収スペクトルや紫外線照射による赤色螢光とから porphyrin 類縁の色素であると推定出来る。主成分の F₂ は吸収曲線及びクロマトグラフィーの結果よりほぼ uroporphyrin と推定されるので更に J. F. Falk & Amy Benson⁷⁾の方法によつて、ペーパークロマトグラフィーによる uroparpyrin-I 及び III の分離を行つた。まず kerosene 4 ml, ethanolic CHCl₃ 6 ml の混液を溶媒として濾紙の1/3迄展開し乾燥させる。次に kerosene 4 ml, dioxan 1.5 ml の混液を溶媒として第1次の展開と同方向に展開させ、uroporphyrin-I 及び III を分離させる。この方法では uroporphyrin-I 及び III は最初の展開で溶媒の先端迄展開されるが、第2回目の展開では uroporphyrin-III は uroporphyrin-I を残して更に展開して行く。この展開は kerosene と dioxane の混合比により異なり又 dioxane の純度の支配されるが、この方法によつてしらべた結果 F₂ は uroporphyrin-I と判定された。又 F₁ は此に方法で uroporphyrin-III と推定された。

なお F₂ は微量であるが F₁ が混入していることがこのペーパークロマトグラフィーによつて認められた。以上の結果によつてアコヤガイ貝殻中に存在する紫外線で強い赤色螢光を発する色素の主成分は uroporphyrin-I であり他に uroporphyrin-III と推定される色素及び未だ同定ができない porphyrin 類縁の色素数種が混在していることを認めたが、これら porphyrin のアコヤガイにおける代謝は今後に残された興味ある問題である。

終りに此の研究に当り終始御指導をたまわつた京都大学田中正三教授に深く感謝する。

要 約

(1) アコヤガイ貝殻より porphyrin 系色素の抽出法として主として iso-amyl alcohol 等を用いる溶媒法を考案した。この方法によつて従来用いられていたタルククロマトグラフィーによる方法よりも迅速で簡単に大量の貝殻を処理することが出来た。

(2) アコヤガイ貝殻中に存在する porphyrin 系色素の主成分は uroporphyrin-I であり他に porphyrin 類縁の色素が数種混在していることが判明した。

文 献

- (1) 田中正三・高木豊 1954. 日本化学雑誌 76 : 406
- (2) 高木豊 1955. 日本化学雑誌 77 : 1707
- (3) A. Confort 1948. Nature 162 : 851
- (4) C. Y. Kenedy 1956. The Scan J of Clin D. Lab. Luv. 8 : 79
- (5) G. Y. Kenedy, H. GVerers 1956. J. Mar. biol. Ass. UK. 35 : 35
- (6) T. C. Chu, et al. 1951. J. biol. Chem., 190 : 643
- (7) J. E. Folk & Amy Beuson 1953. J. B. 55 : 103

眞珠の螢光に関する研究^{*1)}

沢 田 保 夫

国立眞珠研究所

眞珠に紫外線をあてると美しい螢光を発するが、この螢光は眞珠の色調によつて青緑色より緑黄色の範囲に及んでいる。眞珠の螢光については元村¹⁾ (1950) は炭素アーク燈を光源として用い、マツダ UV-D 1 filter を通し 310~390 m μ の光を得てこれを暗室内で試料眞珠に当て、発する螢光を肉眼観察している。この結果は第1表に引用した如くで、珠の色調によつて発する螢光色に変化があることが示されている。

第1表 眞珠の螢光

試 料	螢 光 色
ピン ク	み ど り
タ リ ー ム	み ど り
ゴ ー ル ド	赤とみとり
巻のうすい珠	青 空 色 ~ みどり
白 玉	青 空 色
ケ シ	み ど り
アコヤガイの眞珠層	み ど り
眞珠の核	青 空 色

(原文のまゝ引用)

著者は眞珠の発する螢光はその螢光極大波長が珠の色調によつて異なり、更に同じ大きさの眞珠についても螢光の強さが異なることより、眞珠の色と螢光との関係及び螢光の強さと眞珠層の厚さとの関係を自記分光光度計を利用した螢光光度計で研究したのでその結果を報告する。

実 験 方 法

螢光度測定に使用した機械は日立製作所製自記分光光度計 EPS-1 型で、これに光源として同社製螢光測定用水銀ランプを用いた。試料眞珠はアコヤガイ眞珠の浜揚珠、加工珠及び淡水眞珠のそれぞれ直径 7~8.5mm の珠を用い、色調の分類は熟練した眞珠業者によつて blue, white, pink, green, cream, gold にわけた。

実 験 結 果 及 び 考 察

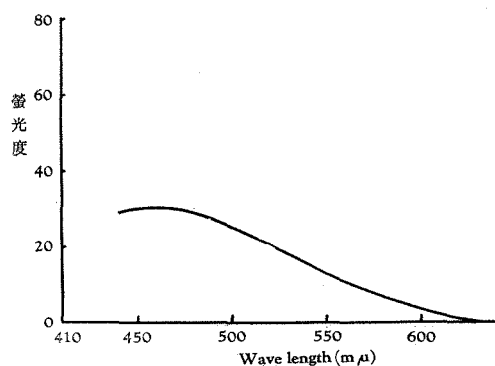
(1) 浜揚珠の螢光

浜揚珠とは眞珠貝より取り出した直後の珠のことである。これらの珠の色調別の螢光特性を示したのが第3図より第8図迄である。眞珠やアコヤガイの貝殻はその約95%が炭酸カルシウムでありこの結晶のしかたは眞珠やアコヤガイの貝殻の眞珠層では aragonite 型に、稜柱層では calcite 型に結晶している。この calcite, aragonite の発する螢光は第1図及び第9図に示した。calcite 及び aragonite は鉱物標本を適當の大きさにくだいて用いた。第2図は眞珠養殖に用いる核の螢光

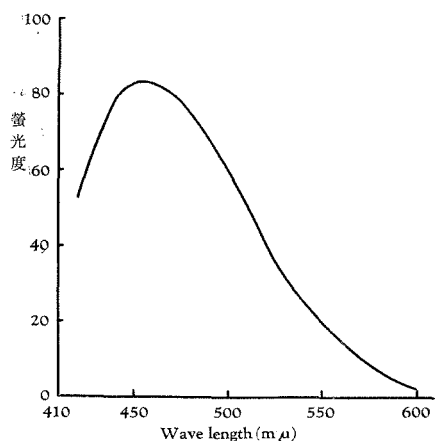
* Yasuo Sawada. Studies on the fluorescence of the pearls. Bull. Natl. Pearl Res. Lab. 4 :340—346 1958.

1) 国立眞珠研究所業績 No. 42 (国立眞珠研究所報告 4 :340—346 昭和 33 年 12 月)

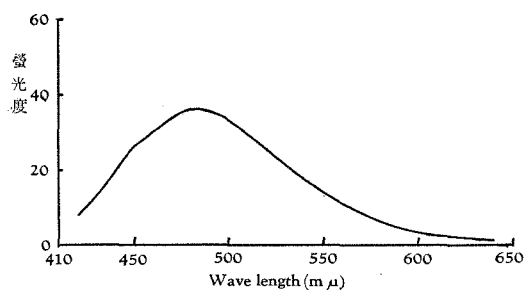
である。いずれも蛍光特性は $420\text{ m}\mu$ より $650\text{ m}\mu$ 迄に及んでいるが、蛍光極大波長が各試料によって少しずつ異なっている。特に興味のある点は blue, white, pink の真珠には共通して $456\text{ m}\mu$



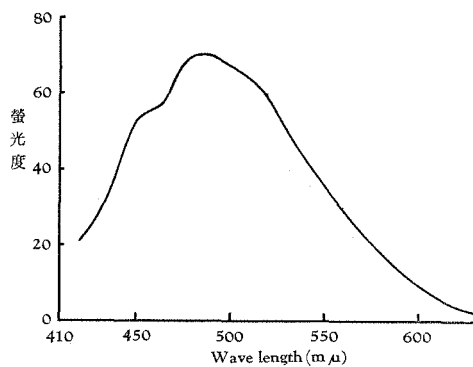
第1図 arago nite の蛍光



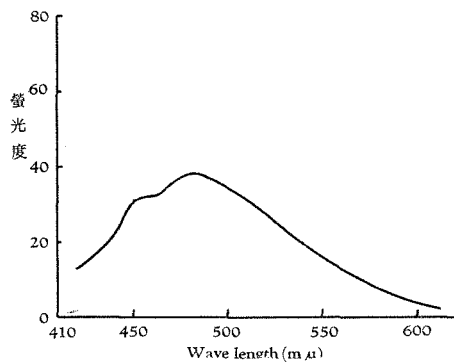
第2図 真珠核の蛍光



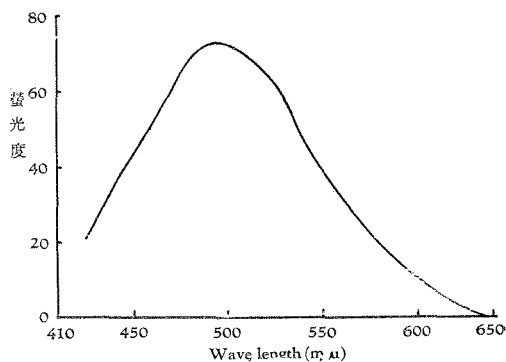
第3図 真珠の蛍光 (blue)



第4図 真珠の蛍光 (white)

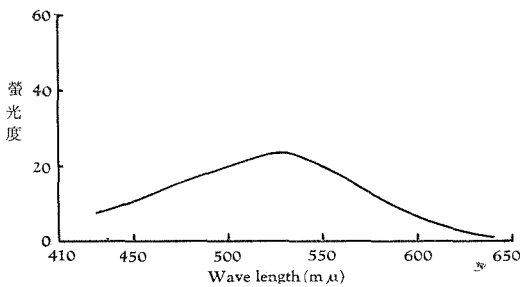


第5図 真珠の蛍光 (pink)

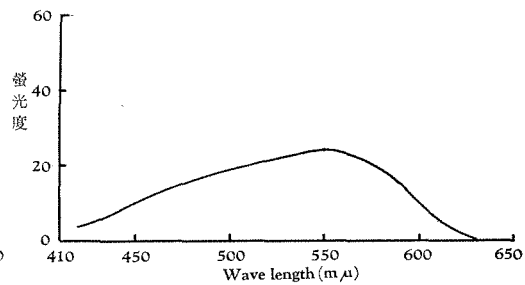


第6図 真珠の蛍光 (cream)

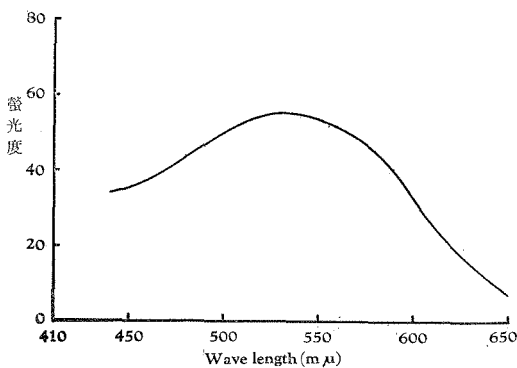
に螢光の極大がある。これは後述する如く加工珠には見られぬ点である。又 cream, gold の珠では $465\text{m}\mu$ の螢光の極大がみられず他の色調の珠に比べて極めて螢光が弱く、螢光極大波長が pink, white の珠では $500\text{m}\mu$ より短波長にあるのに反し $500\sim 530\text{m}\mu$ に存在する。なお第3図より第8図及び第2表に使用した珠はいずれも径 7mm の浜揚珠で真珠層が比較的薄い為に良好な結果が得られている。これに反し第3表の試料は経 $7.5\sim 8.5\text{mm}$ のもので比較的真珠層が厚いので



第7図 真珠の螢光 (gold)



第8図 真珠の螢光 (ドロ珠)



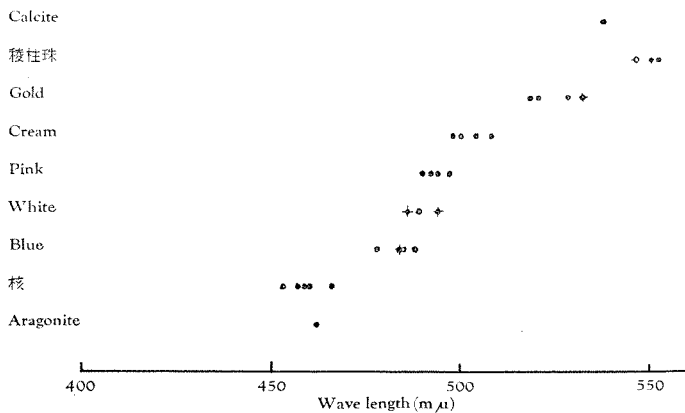
第9図 calcite の螢光

何らかの原因で下層に巻かれた真珠層の影響が大きくひびき測定結果が多少動揺している。これは下層に異なつた色調の真珠層が巻かれこれより発する螢光によつて測定結果が動揺したものと考えられる。以上の測定結果より珠の色調別と螢光極大波長別に並べてみると第10図の如くなり、螢光極大点の $500\text{m}\mu$ を境として短波長の方に属する green, pink, white, blue の珠には $456\text{m}\mu$ の第二の螢光極大を有するものが多く、長波長の cream, gold の珠にはこれがみられない (第11図より第13図迄はアコヤガイ真珠と比較の意味で淡水真

珠の螢光特性を示した)。

(2) 加工珠の螢光

浜揚珠には各所に「しみ」と称する着色した斑点や核と真珠層の間に存在する有機物によつて青褐色にみえるものが多い。これらの珠を製品にするためにあなあげ後、漂白と称する処理を行うと或程度これらの不純物による着色が除去出来る。この漂白処理法は各真珠加工業者の間で種々研究されて複雑な操作が行われているようである。この操作の概要については小串次郎著²⁾“真珠の研究”及び“水産研究会誌”³⁾中に記載されているが、その操作の概要は一旦十分に洗滌して表面の汚れを取り去つた真珠を H_2O_2 を基剤とした液で酸化漂白するのである。この操作によつて当然前述の如き状態で真珠中に混在している有機物が酸化されて変質するので、真珠の色調や真珠の螢光に変化を生じることが考えられる。この漂白された加工珠の螢光については第14図より第18図及び第4表に示した如くである。これらの結果よりみると加工珠における white, pink, green の珠は大体 $485\sim 500\text{m}\mu$ に螢光の極大を有し同じ色調の浜揚珠にみられた $456\text{m}\mu$ の螢



第10図、珠の色調と蛍光度の関係

◆ 同じ場所に測定点が2度現われたもの ● 7 = mm

第2表 浜揚珠の蛍光極大位置 (試料真珠の直径 7mm)

試 料	蛍 光 極 大 位 置 (mμ)				
Aragonite	462				
核	457	459	466	460	453
Blue	484 ⁺	488 ⁺	485 ⁺	484 ⁺	468
White	494 ⁺	494 ⁺	486 ⁺	489 ⁺	486 ⁺
Pink	494 ⁺	497 ⁺	490 ⁺	492 ⁺	482 ⁺ 490 ⁺ 498 ⁺
Cream	504	520	500	518	508
Gold	532	532	528		
稜柱珠	546	550	550	552	546
Calcite	532				

+ : 456mμ に蛍光極大を有する珠

第3表 浜揚珠の蛍光極大位置 (試料真珠の直径 7.5~8.5mm)

試 料	蛍 光 極 大 位 置 (mμ)									
Blue	488	484	489	490 ⁺	488 ⁺	488 ⁺	490 ⁺	490 ⁺	490 ⁺	489
White	490 ⁺	500 ⁺	494 ⁺	495 ⁺	500 ⁺	496 ⁺	495 ⁺	502 ⁺	498 ⁺	500 ⁺
Pink	496 ⁺	500 ⁺	496 ⁺	498 ⁺	502 ⁺	506 ⁺	498 ⁺	495 ⁺	498 ⁺	504 ⁺
Green	502 ⁺	504 ⁺	510 ⁺	500 ⁺	498 ⁺	502 ⁺	504 ⁺	503 ⁺	498 ⁺	500 ⁺
Cream	520	512	512 ⁺	504 ⁺	504 ⁺	506	514	504	500	512
Gold	526	518	534	524	518	528	520	516	512	517

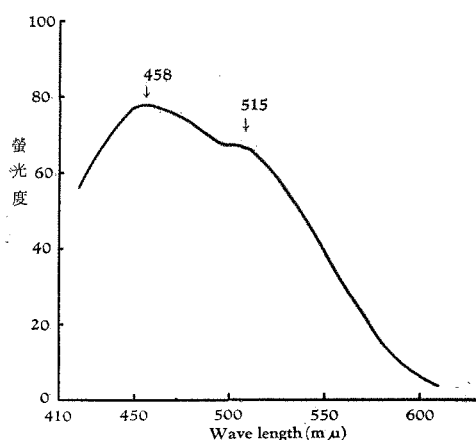
+ : 456mμ に蛍光極大を有する珠

光の極大は加工珠ではみられないことである。これはH₂O₂での酸化漂白時に456mμに蛍光極大を示す物質(多分有機物と考えられる)が変質した結果であらうと推察される。これに反しcream, goldの珠では加工後もほとんど蛍光に変化が生じていない。これはgold系の珠ではblue系の珠とは異なり真珠層の中に一樣に黄色物質が存在しているが漂白剤が真珠層の内部迄浸透しにくいので変質されない結果とみられる。

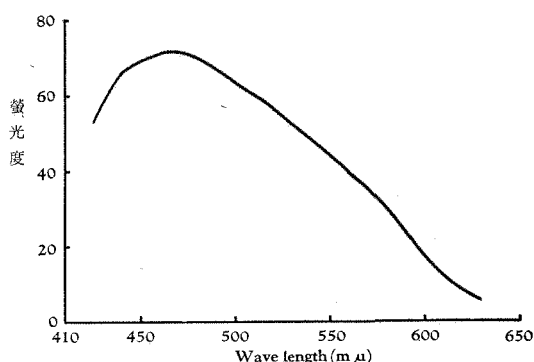
(3) 真珠層の厚さと

蛍光の強さの関係

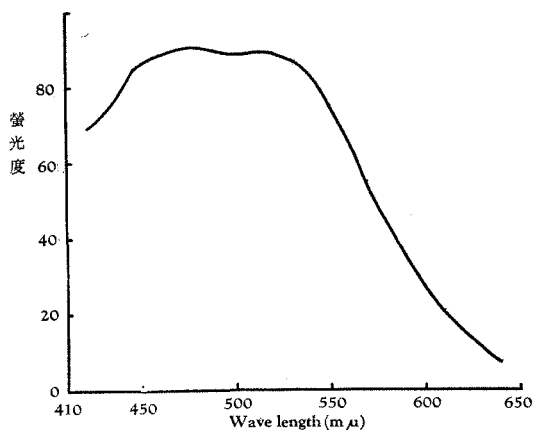
真珠の品質を左右するものゝ一つに核の上に巻かれた真珠層の厚さがある。勿論真珠層の厚さが厚い程良いということはないのであつて少なくとも真珠層を通して中の核が見えない厚さ以上に真珠層を巻いておらねばならない。ではどの位真珠層の厚さがあればよいか。このことに関しては



第11図 淡水真珠の蛍光



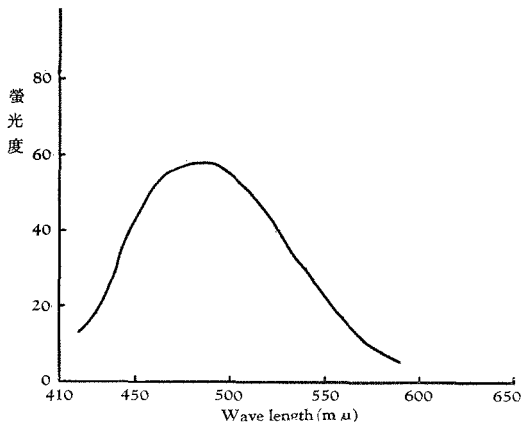
第12図 淡水真珠の蛍光 Slit 10 mm



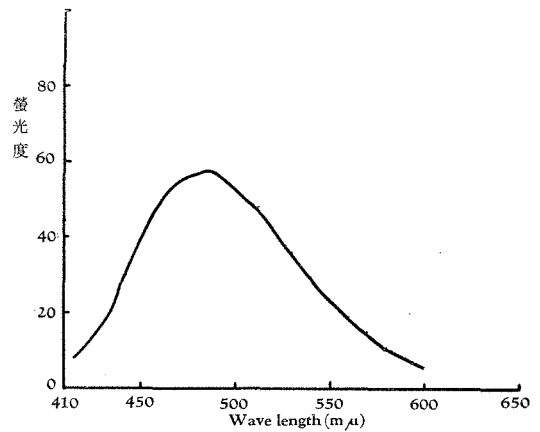
第13図 淡水真珠の蛍光 Slit 1.4 mm

阿山⁴⁾は核の直径5.3mmに対し直径6.2mm以上の珠になれば良いとしている。即ち0.4~0.5mmの真珠層が核の上に巻いておればよいことになる。著者は前述の如くEPS-1を用いた蛍光測定の実験では、真珠の大小に関係せず同じ色調の珠でも発する蛍光の強さに差があることを認めた。この事実は蛍光の強さが珠の真珠層の厚さに関係があるのではないかと推定されるので次の実験を行った。前述の如く真珠の蛍光特性は420mμより650mμ迄に及びその蛍光極大波長は珠の色調によって除々にずれて行くが、蛍光極大点附近は比較的なめらかな曲線になっている。故に厳密

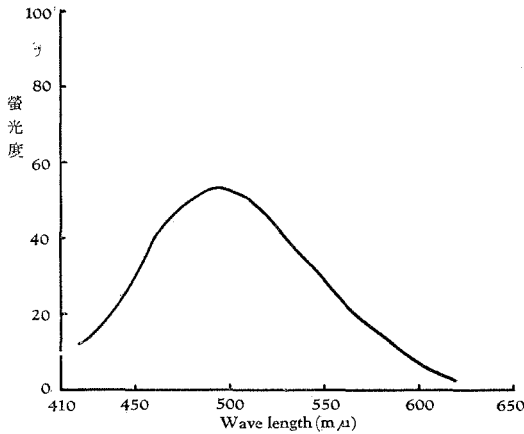
に色調を合わせなくとも蛍光極大波長に5~10mμ位の差がある珠でも蛍光極大値はあまり変わらない。それでまず色調の良く似た珠(この場合珠の大きさはあまり考慮しなかつた)を集め、珠をすりへらし半球の真珠を作り、万能投影機で×20のレンズを用いて核の直径及び真珠層の厚さを8カ所測定してその平均値を真珠層の厚さとした。即ち真珠35個をhalf pearlにしそのうち色調の大体似たもの及び真珠層の厚さの適当なもののうち直径7.5~8mmの4コの試料をえらんで実験に用いた。これらの珠の蛍光特性を求めた結果の各珠の蛍光極大波長と蛍光強度を示したのが第5表である。表中の数字は自記々録装置に示された反射率の対数をとつたもので、これを第19図にまとめると蛍光の強さと巻の厚さとの関係は、0.2~0.5mmの真珠層の厚さの範囲では、ほぼ直線的な関係を生じている。阿山⁴⁾によると真珠は真珠層の厚さが0.4~0.5mm位あれば上質の珠であり、この厚さは使用した核の大きさにあまり左右されないようであるので、実験の結果よりみて分光器のスリットを0.5~0.7mmにして使用すれば蛍光度の測定より直接、真珠層の厚みを測定することが可能である事がわかる。ただ第19図はpink系の真珠の498~502mμに蛍光極大をもつ珠についての測定結果であるので、実用的にはwhite系とかcream系の検量線を



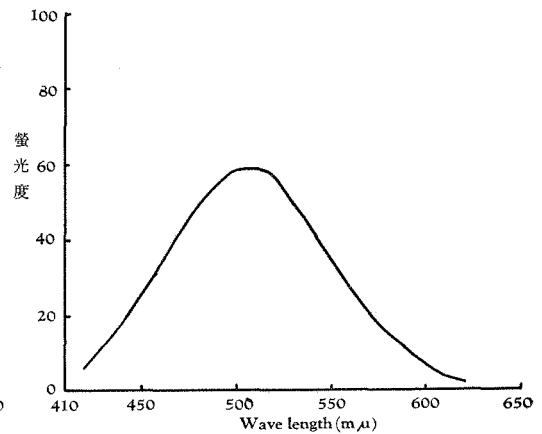
第14図 真珠の蛍光加工珠(white) Slit 0.7 mm



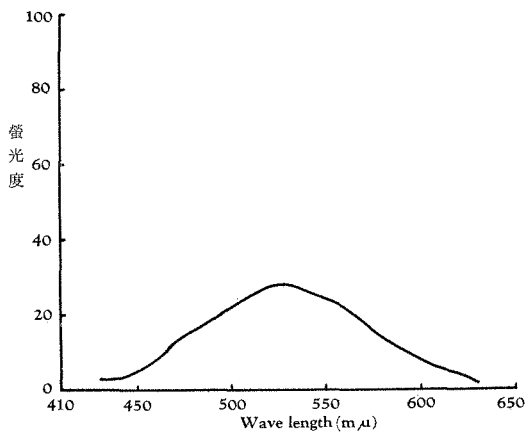
第15図 真珠の蛍光加工珠(pink) Slit 1.0 mm



第16図 真珠の蛍光加工珠(pink) Slit 0.7 mm



第17図 真珠の蛍光加工珠(cream) Slit 1.0 mm



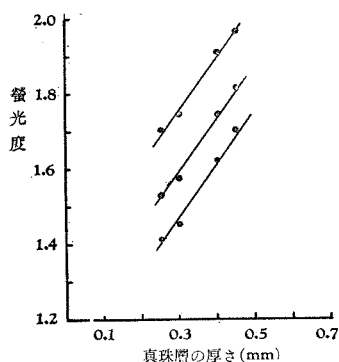
第18図 真珠の蛍光加工珠(gold) Slit 1.5mm

作ればよい。

以上の結果より総合して考えると真珠に紫外線をあてた場合に発する蛍光は420m μ より650m μ の間にあり、その蛍光極大波長は各色調の真珠によって異なり aragonite, 核, blue, white, pink, green, cream, gold, 稜柱珠, calcite の順に短波長に蛍光極大を有する。green, pink, white, blue には共通して 456m μ に小さな蛍光極大を有し、これは加工によつて消滅してしまうことが認められた。この現象は加工時に H₂O₂ の如きもので珠の内部に存在する着色した有機物を酸化漂白するために起る有機物の変性

第4表 加工珠の蛍光極大位置 (試料真珠の直径 7.5~8.5mm)

試 料	蛍 光 極 大 位 置 (m μ)									
White	486	488	477	485	490	478	488	473	485	487
Pink	487	488	478	497	479	494	483	479	485	488
Green	495	500	489	488	489	494	497	520	501	488
Cream Pink	490	522	499	503	485	493	500	522	515	496
Cream	521	515	495	502	508	518	510	514	498	506
Gold	544	532	527	532	553	554	526	543	536	536



第5表 真珠層の厚さと蛍光度の関係

真珠層の厚さ (mm)	蛍光最大波長 (m μ)	蛍 光 最 大 値		
		Slit 0.5mm	Slit 0.6mm	Slit 0.7mm
0.25	502~504	26.0	34.5	51.0
0.30	501~502	28.5	37.5	55.5
0.40	498~500	42.0	55.5	82.0
0.45	498~500	51.0	65.0	92.0

第19図 真珠の巻の厚さと蛍光

の結果と考えられ、逆に真珠の蛍光特性を測定することにより真珠の加工程度をみる indicator の一つになることが判明した。

終りに、蛍光度測定装置使用に便宜を与えていただいた農林省神戸真珠検査所池田長三郎所長をはじめ、試料について種々協力をいただいた南勢真珠株式会社、堀口真珠株式会社、島村真珠養殖場に深く感謝の意を表する。

要 約

(1) アコヤガイ真珠の紫外線照射によつて発する蛍光は420~650m μ にわたっており、その蛍光極大波長は珠の色調によつて aragonite, 核, blue, white, pink, green, cream, gold, 稜柱層, calcite の順に短波長の方よりならんでいる。

(2) 浜揚珠のうち blue, white, pink, green の珠は456m μ に必ず蛍光極大点が存在するが、加工処理を行うことにより、この特性は失われる。これは珠の内部に含まれている有機物の変性によるものと推定される。

(3) 真珠の発する蛍光の強さは真珠層の厚さに比例し、珠の蛍光度を測定することによつて真珠層の厚さを測定出来ることを確認した。

文 献

- (1) 元村勲 1950. 真珠の研究 2 : (2)
- (2) 小串次郎 1938. 真珠の研究 p. 148.
- (3) ——— 1930. 水産研究会誌 25 : 247.
- (4) 阿山多喜也 1958. 真珠研究会会報2(2):26

眞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眞珠 貝異常斃死漁場の観測結果について *1)2)

沢田 保夫・丹下 孚・関 政夫

国立眞珠研究所

三重県水産試験場

はじめに

近年三重県下の眞珠養殖漁場において、眞珠貝の異常斃死現象が多発する傾向にあり、いわゆる養殖筏の密殖問題ないし漁場の老化問題との関連において、関係者を憂慮させている。いうまでもなく、これらの異常斃死現象は、決して単一の原因によるものではなく、いくつかの型に分けることができると考えられるのであるが、筆者等は、今回少なくともそれらのうちの主要な型に属すると思われる英虞湾立神浦の同現象について調査する機会を得たので、その結果を報告する。

なお、本研究を実施するに当たり、研究の遂行全般にわたり御配慮を得た高山活夫所長ならびに太田繁研究課長、また積極的な御援助をいただいた三重県水産試験場の各位に御礼を申し上げると共に、観測に参加した西飯保、清水進平、谷口宮三郎、武留井勝男、瀬戸口勇、沢田俊子の各氏の労がこの報告を担うものであることを記して、深く感謝の意を表する。

観 測 方 法

採水は北原式 B 号採水器を用い、塩素量の測定は常法、溶存酸素量の定量は Winkler 法（今回の現象のごとく、有機懸濁物あるいは硫化物その他の妨害物質を含むことが多いと考えられるばあい、本法を適用することには問題があるが、相対的な傾向を知る上には充分使用できると考え、また現場においてできるだけ多くの観測を行うことが必要であるところから方法の簡便の点を考慮してあえて本法によつた）、 H_2S の定量は Depasquier-Fresenius の沃素滴定法によつ

* Yasuo Sawada, Makoto Tange and Masao Seki. The oceanographical studies on the pearl culture ground. I. On the oceanographical observations for unusual death of pearl oysters at Tategami-ura in Ago Bay in July 1958. Bull. Natl. Pearl Res. Lab. 4 : 347 — 355 1958.

1) 国立眞珠研究所業績 No.43 (国立眞珠研究所報告 4 : 347 — 355 . 昭和 33 年 12 月)

2) この研究は、現在国立眞珠研究所と三重県水産試験場との共同研究項目である眞珠養殖事業振興対策調査の一環として行われたものである。

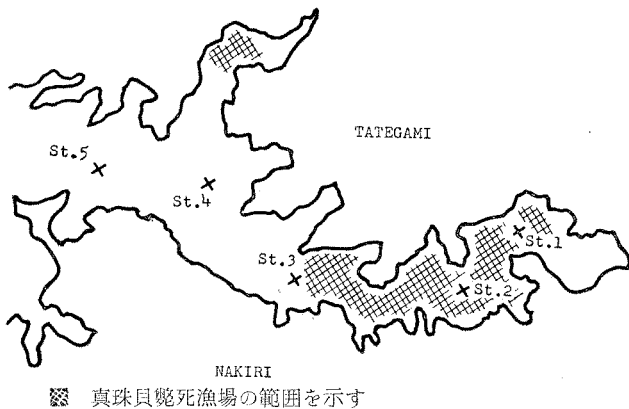
た。また、水温の測定には電気水温計を使用した。その他、内海区水研型濁度計を使用して濁度**の観測を行った。

立神浦および異常斃死現象の概況

異常斃死現象の見られた立神浦は、英虞湾の奥部に位する一枝湾であるが、水深が比較的浅く、最奥部で5m以浅、中央部附近で7~8m、湾口部附近でも約10mを示すに過ぎない(高潮時)。面積は大よそ1.8Km²、湾奥部の極く一部がカキ養殖漁場として使われている他は、全面的に真珠養殖漁場として利用されている。ここに浮かべられている真珠養殖筏は約3000台といわれ、いわゆる密殖が問題とされている英虞湾の中でもとくに筏の密集度の高い海域である。なお、立神浦におけるこの型の異常斃死現象は、本年が始めてではなく、すでに1956年10月にも同様現象が記録されている(関, 1957)。

今回の現象が発見され関係機関に連絡があつたのは7月4日のことであるが、直ちに現場へおもむいて観察したところによれば、湾奥部の最も被害の著しい漁場において、ほぼ3.5mを境に、これより上層に垂下養成中のものは異常がないのに対し、同水深以下のものはほとんど全滅の惨状を呈していた(このように、斃死が中層以下に限られるというのが、この型の斃死の著しい特徴である)。斃死の規模は、1956年のばあいと比較して、量的にのみではなく被害漁場範囲からいつてもはるかに大きいといわれているが(7月6日付中部日本新聞によれば、斃死貝総数22万個と報ぜられている)、この理由として、斃死の原因である異常環境の発生自身が著しく規模を増して行われたということだけではなく、下記の諸点も指摘することができよう。すなわち、まずこの型の斃死現象が従来9月以降の秋季に起つているのに対し、今回は全く準備もない2ヶ月以上も早い時期に意表をついてあらわれたということ、またこの型の斃死の特徴が一般に中層以下に限られている点からは、ちょうど夏季の高水温の時期で、真珠貝の垂下養成が表層近くの高水温の層を避け一般にいわゆる深吊りが行われる時期であつたこと、さらに、この地区ではい

第1図 立神浦要図



ゆる開放式養成***が比較的多く行われていた関係上底層近くまで立体的な漁場の利用が行われていたこと等である。当初斃死の見られた漁場範囲は、第1図に示したとおりであり、湾の中央部より奥が斃死漁場となつている。なお、斃死発見後直ちに安全な漁場への避難あるいは安全な表層近くへの吊り上げ等の措置がとられたため、その後の被害はほとんど食い止められたのであるが、ただ一部

** 濁度 τ は、次のごとく定義される。(古川, 1957) 波長 λ の平行光線を用い、Light-path 30cm の水層における蒸留水の透過率を I 、試水のそれを I_s としたばあい

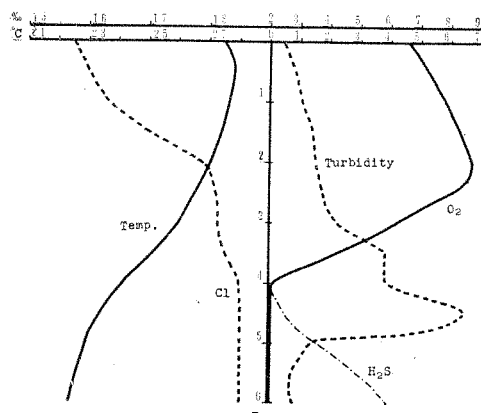
$$\tau = \frac{2.3}{0.3} (\log I - \log I_s)$$

*** 真珠貝に穿孔し、これにナイロン糸を貫通して縄、ロープ、その他に固着し、垂下養成する方法

当初の被害範囲から多少離れた漁場で、安心して深吊りしていた業者が、悪水塊の移動のため7月20日過ぎになつて斃死貝を出す事例が見られている。

観 測 結 果

(1) 7月4日の観測結果



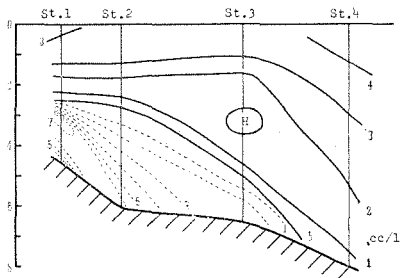
第2図 7月4日の観測結果 (St. 2, 15時10分) であるが、森(1948)は溶存酸素量が0.5cc/lになるとアコヤガイの酸素消費の割合が急激に減少すると述べており、またカキについてではあるが、Ito・Imai (1955) は、硫化水素の濃度が0.7 ppmになると影響が顕著となつてカキの呼吸が完全に止まつてしまつたと報告しているところから、アコヤガイに対してもその毒作用のかなり強いことが類推し得る。したがつて、少なくとも4m層以下は、アコヤガイの生存にとつて極めて不適当な環境であるとなることができよう。事実、すでに述べたように、真珠貝の斃死状況を観察したところ、ほぼ3.5mを境にして、それより上層ではほとんど異常が認められなかつたのに対し、下層のものはだいたい全滅といつてよい状態であつた。

次に、水温および塩素量についてみると、水温では、正列の垂直分布を示して表層と底層との温度差は5°C以上に達し、塩素量では、2m層以下が18‰以上の値を示しているのに対し、表層は15‰から17‰台の低鹹な海水をもつておおわれている。すなわち、海水密度の垂直傾度はかなり大きく、上下の混合は行われ難い状態にあるといふことができる。このことは、別に特異なことではなくこの時期には極めて一般的なことではあるが、このばあい上層から下層への酸素の補給が困難であることを意味し、前述のごとき溶存酸素量の垂直分布を維持する条件となつている。

以上の他、この現象の発生している漁場は、透明度が著しく低下し(同日の観測では2.2m)、茶褐色の異常な水色を呈するところから、内海区水研型濁度計を使用して濁度の観測をあわせ行つたが、その結果、悪水塊のほぼ上限付近を中心に非常に強い濁りを見出すことができた。すなわち、第2図において、3m層附近から5m層にかけて見られる濁度の大きな山がそれである。この濁りがいかにして海中に形成され、また今回の現象とどのような関連をもつものであるかについては、現在研究を継続中であつて別に稿をあらためて報告する予定である(われわれは、現在までに、この濁りがこのような異常環境形成の随伴現象ないし事後現象ではなく、異常環境形成それ自体の条件ではないかと推定している)。ただ、このような濁りについて別に注目されることは、それが海水中の溶存物質等と比較して一般に拡散係数が小さいことであり、この点から水塊を区分する指標としてより有効であるといふことである。したがつて、今回の現象のようなば

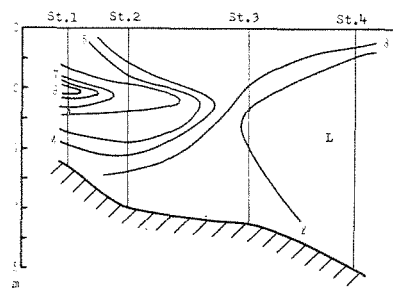
あい悪水塊のほぼ上限附近を中心として著しい濁りが見られるということは、悪水塊の移動を追跡する等のさいに、有力な武器として利用できるものであつて、以下の報告においても濁度の分布についてとりあげ論じてゆくことにする。

(2) 7月11日の観測結果



第3図(a) 溶存酸素および硫化水素の分布
(7月11日 10時—15時)

----- 溶存酸素 硫化水素

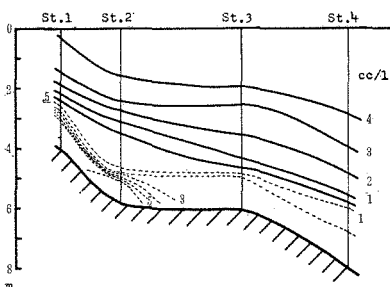


第3図(b) 濁度の分布
(7月11日 10時—15時)

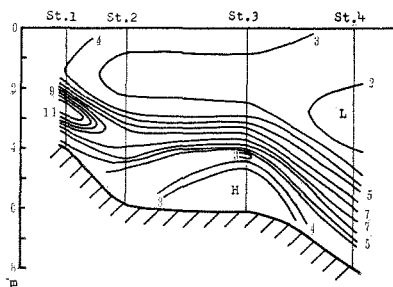
第3図 (a) および (b) は、7月11日の観測結果である。まず、溶存酸素量および硫化水素の分布についてみると、湾奥の St. 1 および St. 2 附近では、観測時の潮時にも関係するであろうがともかく悪水塊が2m層近くまで上昇し、また表層の溶存酸素量まで減少の傾向を見せて、7月、4日にくらべて環境の悪化の著しいことがわかる。そして、この悪水塊の表面からの深さは、湾口附近へ向うに従つて次第に深くなり、St. 4 では、無酸素層も認められずまた硫化水素もあらわれていないことが示されている。

また、これを濁度の分布からみると、湾奥には2m層を中心として強い濁りが認められ、それが湾口へ向つて伸びていることを知ることができる。これに対して、湾口の方からは濁度の低い水塊が進入してきている。そして、全体としてこの状態は、溶存酸素量および硫化水素の分布と極めてよく一致した傾向を示している。

(3) 7月16日の観測結果



第4図(a) 溶存酸素および硫化水素分布
(7月16日 14時20分—15時20分)

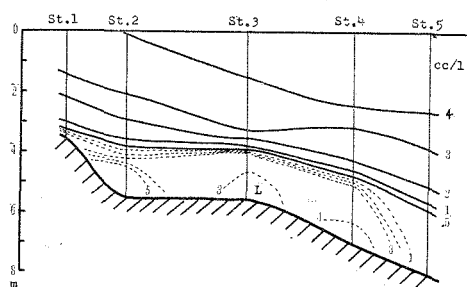


第4図(b) 濁度の分布
(7月16日 14時20分—15時20分)

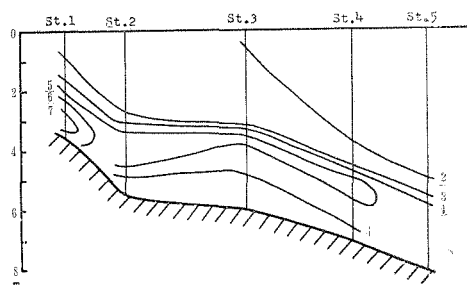
7月16日の観測結果をまとめたのが、第4図 (a) および (b) である。これを前の7月11日の結果 (第3図) と比較すると、両者の間には著しい変化のあることを見てとることができよう。すなわち、まず溶存酸素量および硫化水素についてみれば、上層の溶存酸素量は7月11日にくらべて著しく増加しているのに対し、下層では酸素欠乏の層および硫化水素のあらわれている層が

St. 4 にまで及んでいることである。また、濁度の分布では、上層には湾口部から濁度の低い水塊が湾奥まで伸びてきているのに対し、下層では逆に強い濁りが湾口部へ向つてずっと押し出している。このことから、異常環境の水平的な増大が専ら大潮にかつた（7月12日が朔）がための悪水塊の移動によつてもたらされたものであることを理解することができるであろう。

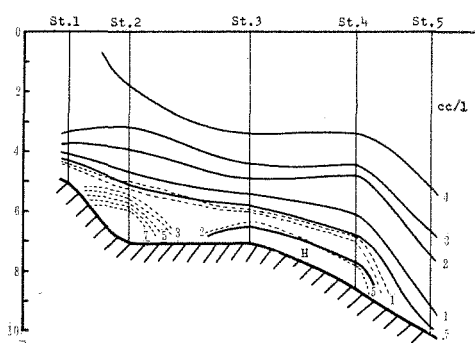
(4) 7月18日の観測結果



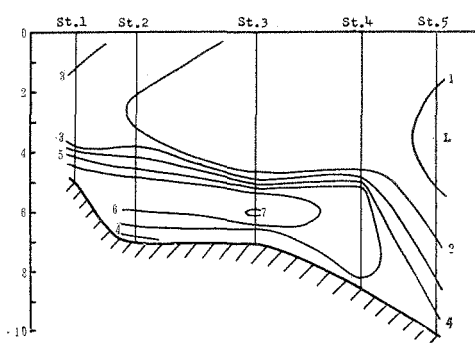
第5図(a) 溶存酸素および硫化水素の分布
(7月18日 低潮時)



第5図(b) 濁度の分布
(7月18日 低潮時)



第6図(a) 溶存酸素および硫化水素の分布
(7月18日 高潮時)



第6図(b) 濁度の分布
(7月18日 高潮時)

7月16日の観測の結果潮汐による悪水塊の移動について一部知ることができたので、7月18日には低潮時および高潮時の変化について比較を行つてみた。第5図(a), (b)および第6図(a), (b)がその結果である。

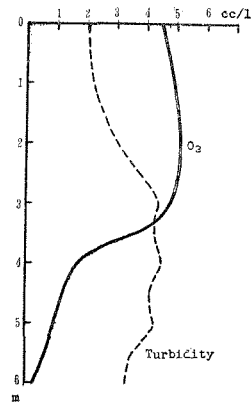
低潮時と高潮時の比較についてみる前に、まずこの日の観測では、前回の16日には観測を行わなかつた湾口近くの St. 5 附近まで悪水塊の及んでいることが明らかとなつた。これを初期の7月11日の観測結果（第3図）と比較すれば、悪水塊の移動、拡大の極めて大きいことが注目されよう。また、湾奥部のみに限つていえば、一方では現象発生初期に比較してこの時期には下層の異常環境が全体として回復しつつある傾向も見えてとることができるであろう。

次に、低潮時および高潮時の観測結果の比較であるが、これには次の諸点を比較することができる。第一に、上層の溶存酸素量では、その日中変化を考慮することが必要であるとしても、高潮時には湾口部からの濁度の低い水塊の進入と相まつてかなり増加する傾向が認められる。第二に、下層の悪水塊の消長は、悪水塊の移動する方向の先端部ほど変化が大きく、溶存酸素量およ

び硫化水素の分布にはかなりの差を生ずる。第三に、異常環境それ自体の推移の時間的位相にもよるであろうが、海底からの溶存酸素量が欠乏し硫化水素のあらわれる層の高さならびに硫化水素の存在量自体の点からみて、高潮時には低潮時に対し悪水塊の先端部附近では全体として環境の良くなる傾向があるのに対し、湾奥部では逆にも多少とも悪化する傾向が認められる。

(5) 8月5日の観測結果

最後に、途中の観測結果は省略して、第7図は8月5日の St. 2 における溶存酸素量および濁度の観測結果であるが、この時期になると溶存酸素量も 3m から 4m 層にかけて急激に減少はしているが一応底層まで無酸素層が認められず、硫化水素もまた検出できなかった。一方、濁度についてみても 3m 層から 5m 層附近に一つの山が見られるが、現象発生の初期から中期にかけての観測結果にくらべて余り顕著なものではない。要するに、現象発生以来約 1 ケ月を経過してようやくかなりの程度に回復してきていることを認めることができる。



第7図 8月5日の観測結果
(St. 2, 12 時 10 分)

考 察

(1) 異常現象発生の条件について

前項の観測結果において詳述したように、今回の真珠貝の異常斃死現象は、養殖漁場の下層における硫化水素の発生ならびに溶存酸素量の欠乏という悪環境の形成によつてひき起されたものであることを知ることができた。このような異常現象に関しては、清石・富山 (1942) が、浜名湖におけるカキの斃死について、養殖場の底土より発生した硫化水素によるものであつて底土の硫化物ならびに有機物含量の多い養殖場はカキの棲息にとつて危険であるとし、また Ito・Imai (1955) は、松島湾においてカキの連続養殖による生産減退について研究したが、それは主としてカキの有機質排泄物によつて汚染された地盤沈積物の物理化学的作用によるものであるとし、その一部として地盤沈積物からの硫化水素の遊離およびそのカキに及ぼす影響について論じている。さらに梶川 (1955) は、中海における同様現象について詳細な研究の結果を報告し、それが底土、海水および生物相の相互の生化学反応の結果発生しているものであり、とくに底質の接触の生化学的反應を重視すべきであると指摘している。なかんずく後者は同現象発生の機構についても詳しく解明しているのであるが、英虞湾の真珠養殖漁場における同現象に関してはなお一部若干の問題が残されていると考えられ、われわれも現在なお研究を継続中である。ただすでに触れたように、今回の観測によつて見出されたほぼ悪水塊の上限附近を中心とする強い濁りの存在について、梶川 (1955) もまた中海における同現象において、海の底からわき出るように赤褐色の海綿状物質が浮上し、海水を攪拌する

第 1 表

英虞湾における硫化水素の発生および溶存酸素量の欠乏による真珠貝異常斃死現象の既往の事例

地 区 名	枝湾名	発 生 年 月
立神、波切	立神浦	1956年10月 1958年7月
船 越	大見浦	1956年9月 1958年9月
船 越	野沖浦	1957年10月
片 田	長田浦	1956年9月 1957年9月

とくだけで微粒子となること、そしてそれは分析の結果鉄を多量に含有するとしてその存在を認めているが、われわれはこれを同現象発生の機構自体に関与する条件として推定していることを指摘するにとどめておく。

なお、今回の立神浦を含めて、現在までに同現象の発生を見ている英虞湾内の枝湾は、第1表のようにほぼ特定されており、その条件として明らかに地形的ならびに人為的条件を考えることができるであろう。すなわち、まず地形的条件として、海水の置換率の悪いしかも水深の比較的浅い海域であることがいずれのばあいにも共通であるが、このことは、この現象の発生にあずかるところのバクテリアの繁殖に必要な有機物が海底に沈積し易いこと、悪水塊が停滞した溶存酸素の補給がさまたげられることを意味している。また、人為的な条件として、なによりもいわゆる養殖筏の密殖が考えられ、それはまず海水の置換をより一そう悪化させ、同時にそこに垂下養殖されているアコヤガイの有機排泄物等の沈積を著しく増加させるということができよう。

(2) 異常現象の推移について

次に、異常現象発生の初期からそれが回復に向かうまでの観測結果から、その推移について考察したい。

まず、硫化水素の発生ならびに溶存酸素量の欠乏というアコヤガイの生存にとって不適当な異常環境は、当初最奥部に発生したのであるが、その後の推移について第一に注目されるべきことは、その水平的な拡大が、それ自体の発達よりはむしろ潮汐による悪水塊の移動にもとづいて行われるということである。したがって、悪環境の水平的な範囲を決定するものは、その初期は別としても、主に潮汐による水塊の移動がどの程度行われるかによると見なすことができよう。このことは、とくに対策の観点からも重要な点であると考えられる。

第二に、この現象の衰滅、回復を支配するのも同じく主として潮汐による海水の流動であるということである。今回の観測結果を通観してみても、下層の悪水塊が潮汐による移動を週期的にくりかえしながら漸次湾口部へ向かつて拡散してゆく状態が示されているが、海水の置換率の良否が（それ自体現象発生の条件でもあるが）主として回復の速度を決定するものであることは明らかであろう。また現象の衰滅、回復の機構として、別に酸素の補給を考えなければならないが、上下海水の混合による上層からの酸素の補給が行われ難いこの時期には、それが専ら潮汐流による水平的な海水の運動にまたざるを得ないということであり、この面からも同様のことを説明することができる。

要するに、本現象の水平的範囲の拡大ならびにその衰滅、回復の過程は、共に主として潮汐による海水の運動によつてしかも同一の過程の両面として進むということがいえるであろう。

(3) 真珠養殖の立場からの対策について

このような現象に対する対策に関しては、すでに積極的なものとして三重県が漁場底土のしゅんせつあるいは酸化鉄の投入等を試みているのであるが、これらの問題に対する検討は、同県水産試験場を中心に現に進められつつあるところなので別の機会にゆずり、ここでは同現象の推移からみた当面の注意すべき事項のみに限つて考察することにする。

まず、悪水塊の出現が発見されたばあい、海水の流通のよい安全な漁場へ真珠貝を移動させることが可能ならば別に問題はないが、それが不可能なときは、直ちに危険な層を避けて垂下深度を上層の安全な層へ調節することが必要なことはいまさら説明を要しまい。現に、当業者は、この操作によつて被害の増大をまぬがれている。ただ、このさい注意されるべきことは、吊り上げる層の他の環境条件、たとえば水温あるいは比重を考慮する等のことはいまさらいうまでもない論外のこととして、異常環境それ自体の発達にもとづく悪水塊の上昇のみでなく、潮汐によつてその深度すなわち危険水層の深さがかなり変化するということである。垂下深度の調節に当つて

は、あらかじめこの点を考慮してその深さを決定することが必要である。

第2表 湾奥部における透明度、顕著な濁りの見られる層の深度および悪水塊の深度の関係

観測期日	観測点	透明度	顕著な濁りの見られる層の深度 () 内はピーク	O ₂ 量2cc/1O ₂ 量1cc/1H ₂ Sのあらわ の層の深度の層の深度	備	考	
7.4	St. 2	2.2m	3 ~ 5 (4.5) m	3.5 m	3.8 m	5 m	
7.5	1	2.4	2.5 ~ 4.5 (4)	2.1	2.5	4	
〃	2	2.4	3 ~ 4.5 (4)	2.5	2.8	4	
7.8	2	2.0	3 ~ 4.5 (4)	2.6	4.1	5	
7.11	1	1.4	1.5 ~ 3 (2)	1.7	2.2	3	
〃	2	1.9	1.5 ~ 4 (2)	1.8	2.4	3	
7.12	2	1.6	2.5 ~ 4.5 (3)	2.1	2.3	3	
7.16	1	1.3	2 ~ 3.5 (2.5)	1.8	2.2	3	
〃	2	1.9	3 ~ 4.5 (3.5)	2.8	3.2	5	
7.18	1	2.2	2 ~ B (3)	2.2	3.0	3.5	
〃	2	2.2	3 ~ 5 (3.5)	2.9	3.6	4	
7.22	2	1.8	3 ~ 5 (4)	2.5	2.8	4	
7.29	2	3.0	2.5 ~ 3.5 (3)	2.6	2.9	4	表層近くの濁 度低下
8.5	2	3.1	顕著ならず	3.9	5.1	—	

なお、ここで、この現象にはほぼ悪水塊の上限付近を中心に強い濁りが見られるところから、これを指標として、少なくともこの強い濁りよりある程度上層ならば真珠貝が悪水塊にさらされる危険がないといつてよさそうである。すなわち、当業者が悪水塊の深さの見当をつけるばあい、この濁りを見ることによってもそれがあつた程度可能ではないかと考える。たとえば、今回の観測において、第2表にまとめたごとく、実際に真珠貝の斃死の恐れのような湾奥部における透明度、顕著な濁りの見られる層の深度および悪水塊の深度はそれぞれよく似た傾向をもつて変化している。このことから、簡単な透明度の測定によつても、ある程度危険水層の上下を判断することが可能であると思う。ただし、透明度が顕著な濁りの見られる層の深度ないし悪水塊の深度の変化とよく似た傾向をもつて変化しているというのは、濁りが表面から透明度までの間にも及んでいるということであり、たとえば、表層に陸水が流入するばあい、あるいは沖合から濁度の低い海水が流入してくるばあい等にさいしては、透明度はそれだけでも変化するのであつて、これは単に濁りのある層の深度を推定するさいの便宜的なものであることもあらかじめ承知しおかなければならない。

次に、真珠貝の斃死を防止する上でもう一つの注意すべきことは、悪水塊の移動によつて、悪環境の水平的な範囲が変化することである。現に、はじめに述べたごとく、今回の立神浦のばあいにおいても、このために現象発生以来相当の時間を経過してから真珠貝を斃死せしめた事例が見られている。悪水塊の移動は、主として潮汐によつて起されるものであるから、とくに大潮時の海水の運動については充分な注意が必要である。ただし、このばあい、その移動が湾口部へ向かつて行われるのにさいし、一方では悪環境の回復が同時に行われているのであつて、とくに上層においては海水の濁度も低くなつてくる筈であるから、前項に述べた海面からの濁りの観察によつてそれを判断することが必ずしも可能ではないということも留意しなければならない。とくに、湾口部へ向かつて水深が増すばあいは、悪水塊が底層近くを移動するところから、表面から

の判断はなおさら困難となる筈である。

要 約

(1) 1958年7月英虞湾立神浦に起つた真珠貝の異常斃死現象について、その初期から回復に向かうまで漁場の観測を実施した。

(2) まず、同現象が、養殖漁場の下層における硫化水素の発生ならびに溶存酸素量の欠乏というアコヤガイの生存に不適当な悪環境の形成によつて引き起されたものであることが明らかとなつた。

(3) そのさい、特徴的なこととして、ほぼ悪水塊の上限附近を中心に非常に強い濁りを見出した。この濁りを著者等は本現象発生の機構自体に関与する条件であると推定しているが、この問題は別報することとして、本報告では専ら水塊の移動を追跡する指標としてこの濁りを観測した。

(4) この現象は、7月4日に発見され、8月はじめに至つてようやく明らかな衰滅、回復の徴候を見せた。観測の結果からこの間の推移について考察し、次の諸点を明らかにした。

a. この現象は当初湾の最奥部において発生したが、その初期は別としても、その後の水平的な拡大は、異常環境それ自体の発達よりはむしろ潮汐による悪水塊の移動によつて行われることがわかつた。

b. 次に、この現象の衰滅、回復を支配するのも同じく主として潮汐による海水の流動であると考えることができた。

c. したがつて、上の二つの過程は、共に主として潮汐による海水の運動によつて、しかも同一の過程の両面として進むということがいえる。

(5) 真珠養殖の立場からの対策に関連して、主として潮汐にもとづく悪水塊の深度の変化に注意し、これを濁りの観察によつてある程度判断できる可能性があることについて述べた。また、悪水塊の潮汐による移動についても注意すべきことを指摘し、とくに大潮時のその移動を充分考慮しなければならないことを説いた。そして、後者については、表面からの観察では判断が困難であることも注意した。

(6) その他、本現象発生の条件として、地形的ならびに人為的条件についても若干の考察を加えた。

参 考 文 献

- (1) 古川 厚 1957. 最近の水中懸濁物測定法に就いて. 日本水産学会誌 23(2): 124—137.
- (2) 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.
- (3) 梶川豊明 1955. 中海の赤潮に関する研究. 鳥取県水試報告 35: 1—364.
- (4) 森 圭一 1948. 低圧 O_2 海水中のアコヤガイの呼吸 (予報). 貝類学雑誌 15 (1—4): 52—54.
- (5) 清石礼造・富山哲夫 1942. 浜名湖に於ける牡蠣の斃死と底土中の硫化物含量との関係. 日本海洋学会誌 1 (1, 2): 75—84.
- (6) 関 政夫 1957. 真珠貝の異常斃死について. 真珠研究会会報 7: 7—11.

昭和33年12月1日 印刷

昭和33年12月5日 発行

三重県志摩郡阿児町賢島

発行所 国立真珠研究所

発行者 高山 活夫

印刷者 笹 気 直 三

大阪市東淀川区十三南之町二丁目六五番地

印刷所 笹気出版印刷株式会社

国立真珠研究所報告 4 (1958)

内 容

和田 浩 爾	真珠形成初期の顕微鏡的観察 II	251
和田 浩 爾	アコヤガイ介殻の構造及び成長	
	I. 結 晶 構 造	261
和田 浩 爾	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	275
町 井 昭	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	283
植 本 東 彦	アコヤガイ <i>Pinctada martensii</i> (Dunker) 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	287
片 田 清 次	低重海水のアコヤガイ <i>Pinctada</i> (Dunker) に及ぼす影響 I	308
太 田 繁	アコヤガイの食性に関する研究	
	I. 杵晶体の長さの季節的消長	315
蓮 尾 真 登	大村産アコヤガイと三重県産との殻形の比較に関する研究	
	II. 三重県産稚貝と英虞湾に移殖した大村産稚貝の成長に伴う 殻形の変化の比較	318
山 口 一 登	母貝・ピース貝の年齢差による真珠の色及び巻きの差異について	325
高 山 活 夫 和 田 浩 爾	真珠品質に及ぼす薬品処理の影響 I	329
沢 田 保 夫	真珠貝の生化学的研究	335
	真珠貝の色素	
沢 田 保 夫	真珠貝の蛍光に関する研究	340
沢 田 保 夫 丹 下 孚 関 政 夫	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	347

国立真珠研究所

養

三重県志摩郡阿児町賢島