

殻体の微細構造からみた淡水貝類化石の 続成変化の研究* — 1. 後期更新統野尻湖層

真 野 勝 友**

I. はじめに

野尻湖層産淡水貝類化石の殻体の微細構造の研究によると、マツカサガイの化石は初生的（生存時に形成されたもの）貝類構造である真珠構造を失い、二次的成因による“真珠構造”様の層構造となっていることが明らかにされている（野尻湖貝類グループ, 1980; 1984）。この変化は地層中における化石殻体の続成的変化によるものと考えられた（野尻湖貝類グループ, 1984）。

一般に、淡水貝類化石の場合、その殻体（初生的）を失い、印象の化石となっていることが多い。このことからみると、野尻湖層の化石殻体の微細構造にみられる二次的変化は、このような淡水貝類の化石に一般的にみられる現象の一例とみることができる。

そこで、微細構造からみた淡水産貝類化石の続成変化に関する研究の一環として、野尻湖層の各層準にわたって産する貝化石について、詳しくその殻体の微細構造を観察し、化石の続成的変化について検討した。

II. 材料および方法

ここで用いた材料は野尻湖発掘調査団による第6次～第8次野尻湖発掘（1977～1981年）において野尻湖層（長野県信濃町野尻湖底）から産出した淡水産貝類のうちマツカサガイ（*Inversidens japonensis* (Lea)）の化石である。

観察にあたって使用した機器は、日本電子 JEOL T 20 型走査型電子顕微鏡（加速電圧=20 KEV）、低温イオンスパッタリング装置（ファインコート JFC-1100, 3 mA, 15分）により Au の表面コーティングを行った。このほか、試料表面の化学分析には非分散型 X 線マイクロアナライザー（日立 EDA, 日本電子 SED/880）を、また、一部の試料については X 線粉末回折を行った。

III. 試料の産出層準について

貝化石は下部野尻湖層 III から上位の上部野尻湖層 III まで産し、野尻湖層のほぼ全層準にわたっている。そのうち、下部野尻湖層 III, 中部野尻湖層 II および上部野尻湖層 I の層準からマツカサガイの化石が特に多く産する。

貝化石産出層は、いずれも砂質シルト～細粒～中粒砂からなっているが、所によりスコリア～細粒火山灰層が狭まる。これら貝化石と共に産出した材化石の ^{14}C 年代測定結果によると、下部野尻湖層 III (B) は 37,000～30,000 年、中部野尻湖層 II は 27,000～25,000 年、上部野尻湖層 I は 24,000～23,000 年および上部野尻湖層 III は 17,000～13,000 年前の地層となっている（野尻湖地質グループ, 1984; 野尻湖人類考古グループ, 1984）。

IV. 貝化石の保存状態

野尻湖層より産出した貝類化石はマツカサガイの他、巻貝類のカワニナ *Semisulcospira libertina* (Gould), マルタニシ *Cipangopaludina chinensis laeta* (v. Martens) などがわずかに産出する。このうち、巻貝類化石の保存状態は非常に悪く、わずかに形を残すが、その後、一部を除き乾燥すると粉末化してしまう。このため種の同定は印象化石により行った。

マツカサガイの化石は地層中ではほぼ殻全体が保存されているが、殻自体が軟らかく、脆い。このため、多くの場合、化石試料の採取時点で類が薄く剥れ、大小の破片となり破壊され、殻体が良好な状態で取り上げられることは少ない。この傾向は上位層の場合により多くみられる。

化石の殻体の色は、殻表部は淡褐色～暗褐色できわめて薄い層をなすが、これは多くの場合、細かく、うすく剥れ落ちてしまう。化石本体を占めている部分はその内側にある、殻がやや厚く、残りやすい部分であ

Katsutomo Mano: Morphological approach to the diagenetic alteration of freshwater bivalvian mollusc *Inversidens japonensis* (Lea) (Unionidae)

* 化石研究会第3回総会・学術講演会（1985年1月27日）で、一部発表。文部省科学研究費補助金一般研究 B, 課題番号 59480025.

** 筑波大学学校教育部

るが、これも薄く、細かく剥れやすい。この化石本体部分は採取時には緑褐色～暗褐色であり、真珠光沢が認められる。しかし、採取後、時間の経過とともに殻は黄褐色～褐色に変化する。真珠光沢はややにぶいが残る。マツカサガイの場合、この部位は殻体の内層の真珠構造にあたる。

V. 貝化石の殻体の微細構造

A. 上部野尻湖層 I

殻は層状に重なる厚さ $0.5\sim 0.3\mu\text{m}$ の薄板からなる。薄板の表面は平滑なこともあるが、微細な粒子 ($0.1\mu\text{m}$ 以下) の集合からなる場合は粗面を呈することもある。ときには一定方向に微細な条溝が走ることもある。また、表面はゆるやかに波状を呈することもある。この表面の波状形態は、薄板の厚さが変化することにより生じる場合と、薄板の厚さは変わらず、薄板そのものが波状にうねることにより生じる場合がある。

これらの表面諸形態とは別に、表面を弱い隆起線が走る。この隆起線は大きさ $0.5\mu\text{m}$ 以下の小粒子の直線的な集合により形成される。隆起線の巾や高さはこれら粒子の大きさや集合の割合によってたえず変化する。この隆起線は、薄板上を $4\sim 5\mu\text{m}$ を一辺の長さとする、多角形の網目状模様をはりめぐらして発達する。

薄板の破断面で観察した内部構造はほぼ均質で特に目立った構造形態は認められない。この断口での薄板の厚さは上述のように一定なこともあるが、時にレンズ状にゆるやかにゆるやかに波うち、厚さが変化する場合が多い。

薄板の成層状の重なりでは、薄板どうしが密着することは少なく、前記の隆起線を介して接したり、あるいは更に大きい隙間がみられ、通常の薄板の厚さにして、 $2\sim 3$ 層分ほどの隙間がみられることも多い。

薄板上において、隆起線により多角形に囲まれた内部あるいは薄板の縁辺部ではしばしば不規則な形態をもった隙間がみられる (これを薄板内隙間あるいは薄板縁隙間と呼ぶことにする)。このような部位では、薄板は直径 $0.7\mu\text{m}$ 以下の微小な粗面球状粒子が多数集まり、平板状集合体を作り、薄板の縁辺をなす。この粗面球状粒子の密度の大きい所では薄板内・薄板縁隙間は小さいか、認められない。また粗面球状粒子の集合によっては、樹枝状の輪郭を示すこともあり、一般に複雑な輪郭と隙間を示す。薄板によっては、かなりの部分が、こうした球状粒子の樹枝状集合で占められることもあり、また、隙間なく粗面球状粒子で充填されることもある。

X 線マイクロアナライザーによる薄板表面の化学

組成分析結果では、Fe と Si が最も多く、Fe は Si よりさらに多い。その他の元素組成は微量であるが、Al, Mn, Ca 等が検出されている (図 1, B)。

B. 中部野尻湖層 II

化石の殻体を構成する薄板は層状に重なるが、各薄板は互いに密接することではなく、隆起線を介して 1 層分あるいは $2\sim 3$ 層分の間隔をおいて重なる。薄板の厚さは $0.5\sim 0.3\mu\text{m}$ で各層ごとの厚さに違いはあるが、一つの薄板の厚さの変化は少ない。

薄板上はほぼ均質で平滑面を呈することもあるが、やや粗面を呈することもある。また所により薄板内隙間が散在する。

表面はゆるやかにうねる凹凸がみられる。また、これらを横断して、やや明瞭な隆起線が一辺の長さ $4\sim 5\mu\text{m}$ の多角形網目模様を作り、薄板表面を一面にはりめぐらしている。この隆起線は微小な粒子の直線状集合からなり、その集合の仕方により、隆起線の巾や高さが変化する。

薄板内隙間はこれら隆起線の多角形網目模様の内部に分布することが多いが、時には、隆起線の隣近くに分布することもある。

薄板は球状ないし偏平な粗面球状粒子の集合体からなる場合がある。粗面球状粒子は偏平粒子の縁辺にあり、偏平粒子は平板状薄板に連続的に変化する。これら粒子は樹枝状集合形態を示し、これらの中に薄板の隙間が散在し、これら粒子の密度が高いところでは隙間の大きさも小さく、その数も少ない。

上部野尻湖層 I の殻体の場合と比較して、薄板の発達はよく、粗面球状粒子の集合密度が高く、隙間も小さく、薄板内隙間の数も少ない平板状薄板が多い。

X 線マイクロアナライザーによる分析結果によると、Fe と Si が非常に多量で、Si が Fe よりやや多い。その他に Ca, Mn, Al 等がわずかに認められる。

C. 下部野尻湖層 III

化石殻体は薄板の層状構造からなるが、これら薄板は互いに密着することは少なく、表面の隆起線を介して 1 層～3 層分の間隔がみられる。時には、薄板の間隔が更に大きい場合があり、このようなところでは粒状物の不規則な集合体が各所に形成されている (この部分を不規則層と呼ぶ)。ここでは、薄板表面から隆起線による一辺 $4\sim 5\mu\text{m}$ 長の多角形網目構造が部分的に高さのみを異常に増し、このため、隔壁を発達させた中空の多角柱状構造ないし蜂の巣状構造を形成することがある。このような中に多角形薄板が形成されていることがあり、また粗面球状粒子が平板状に集合している場合もある。このような蜂の巣構造を形成しない部分でも、部分的な薄板構造や粗面球状粒子の平板状集合などもみられ、複雑で多様な層空間を構成し

ている。

下部野尻湖層Ⅲの化石殻体の薄板の層状構造は、全体に脆さが少なく、ややしっかりした層構造を形成している。薄板の厚さは $0.7\mu\text{m}$ 前後で、厚さそのものもほぼ一定に近いことが多い。破断面でみた薄板は均質で他層準との間に大きい違いが見られない。

X線マイクロアナライザーによる表面の分析結果によると、Si、Feが主要成分で、その他にわずかなAl、Ca等がみられる(図1, A)。

VI. 討論

以上、野尻湖層の各層準の代表として選んだ、下部野尻湖層Ⅲ、中部野尻湖層Ⅱおよび上部野尻湖層Ⅰの化石の殻体にみられる微細構造の特長を記した。以下に、層準を通して、すなわち時間的経過の中でこれら構造の特長の変化をまとめ、その続成的変化の関連を検討してみる。

A. 野尻湖層の貝化石の殻体の特長について

1) 殻体の成層構造について

野尻湖層のいずれの層準の試料でも、その殻体構造は薄板の成層構造からなっている。ただし、隣接する薄板どうしが、密着することではなく、常に薄板1~3層分ほどの間隔がみられる(この間隙を成層間隙と云う)。この成層間隙の大きい所では不規則な各種の構造がみられる。すなわち、隆起線の異常な柱状隔壁の発達、球状粒子の単独ないし板状集合等がみられる。

このように殻体の成層構造は基本的には上部野尻湖層で出来上っているものと云えよう。

2) 薄板の構造について

薄板の厚さは $0.7\sim 0.5\mu\text{m}$ 程度であるが、上部野尻湖層Ⅰの薄板の厚さは不安定で、時に一方で尖滅するなど、厚さの変化が大きい。薄板の内部は一様に均質で、特別な構造は見られない。

薄板表面は平滑なところもみられるが、多くは表面

が微小粒子におおわれ、やや粗面を呈する。これは特に薄板の縁辺部や薄板内間隙のある所で明らかに認められる。

薄板は粗面球状粒子の集合からなっている。このことは薄板縁辺部や薄板内間隙のあるところで明らかである。この傾向は上位層準の化石ほど顕著にみられる。このことは薄板の発達という点からみると、空隙が多く、良好な発達を遂げていないと云える。

3) 粗面球状粒子について

粗面球状粒子は単独で存在するときの大きさは直径 $0.7\mu\text{m}$ 以下で、 $0.7\mu\text{m}$ はその上限となる。これは薄板の厚さと一致するもので、これ以上大きい粒子の場合は薄板に平行な扁平な球ないし楕円となり、さらに樹枝状、平板状集合となる。

粗面球状粒子はさらに微小な粒子からなり、この粒子の大きさは $0.1\mu\text{m}$ 以下である。この微粒子のために、球状粒子は粗面を呈する。なお、この微粒子について、人工的な構造のおそれがないかどうか検討したが、以下の理由で自然のものであらうと考えられる。

①試料にAu蒸着を行う条件は3mA、15分間、蒸着という方法を採用しており、Auがこの大きさの粒子となって試料に付着することはないものと考えられる。②同一条件で行った他の試料では本試料とは異なるSEM像を得ていることからこのことが支持されよう。

薄板の表面にみられる微粒子像や粗面も、これと同一のものである。

したがって、これらのことから、薄板の形成は今のところ、この微粒子の集合からはじまり、この微粒子が付加的に増加して粗面球状粒子などへと発展していくものと考えられる。

4) 薄板の“成長”について

薄板は上部野尻湖層Ⅰでもすでに基本的には形成されており、成層構造が出来ている。薄板形成の最初の

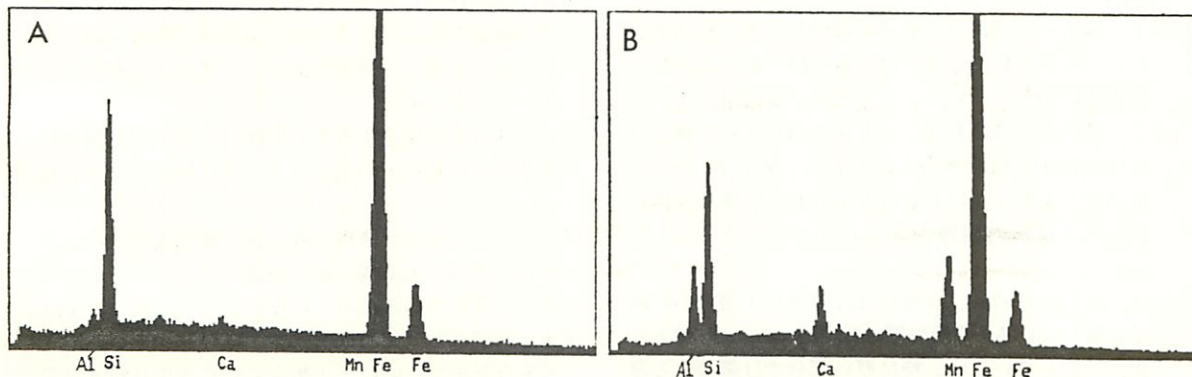


図1. XMAによる化石の元素組成

A: 下部野尻湖層Ⅲ B: 上部野尻湖層Ⅰ

段階は明らかではない。しかし、薄板の縁辺部あるいは、内部でみる限り、上部野尻湖層Ⅰより下部野尻湖層Ⅲに至る間、付加的粒子の増加により、粗面球状粒子の形成、それら粒子のより多くの集まり、樹枝状、平板状と様々な集合体の平板状発達等により、薄板は“成長”していったものと考えられる。

なお、これら集合がなぜ平板状に行なわれるかは今のところ明らかではない。

5) 薄板上の隆起線について

下部野尻湖層Ⅲより産出した試料で明かなように、薄板上に一辺4~5 μm の多角形網状配列が認められる。多角形の1つ1つはその形と大きさにして、現生種による真珠構造におけるtabletがこれによく類似することが注目される。しかし、今のところこの初生的構造が二次的な続成的構造に、どのように対応しながら、類似の構造をとるのか明らかではない。

この点に関連して、Mutvei (1983) はオールドビス紀の貝の真珠構造でもとの化学成分や微細構造にあまり変化のない事実を報告している。しかしここでは、二次的变化が大きくこの報告とは異なる状況であり、比較が困難である。

隆起線の網状配列の発達は上部野尻湖層で弱く、中~下部野尻湖層の試料で良好である。このことは、時間の経過と共に隆起線が明瞭化していく過程と考えることができる。

B. 殻体の元素組成および鉱物組成について

1) 元素組成について

化石の殻体の微細構造に関する検討と合せて、一部の試料について、X線マイクロアナライザーによる試料の元素組成の分析を行った。その結果、野尻湖層産の貝化石は、いずれの層準のものでも、FeおよびSiを多量に含むことが明らかになった。このうち、一般にFeがSiを量的に上まわっていることが多い。

このほかの元素として、Mn, Ca, P, Al等を微量に含んでいる。上部野尻湖層の試料ではMnが比較的明瞭に含まれる。Caも量的にわずかながら存在が明らかである(図1)。

このように殻体は微細構造からみて、“真珠構造”のような類似の構造をもつにもかかわらず、その化学組成はFeやSi等であり、初生的真珠構造とは成分的に全く異なったものとなっている。

このことは、化石化の過程で、初生的なアラレ石(CaCO_3)を失い、これに代って、FeやSiが置換されたものと云えよう。

2) 鉱物組成について

では以上の元素組成からなる物質は一体どんなものであろうか。ただし、FeとSiが主成分であっても、それらの化合物を考えるわけにはいかない。これらはおそらく、Feを主体としたものと、Siを主体とした化合物となろう。

この点を明らかにするために、一部の試料について、粉末X線回折を行った。分析にあたって、試料はSEM観察用と同一条件の化石試料をそのまま、何の処理もせず粉末にしたものである。

図版説明

図版Ⅰ

図1~4. 上部野尻湖層Ⅰ(試料 No.7 N III M 13, S-3)

図5~8. 中部野尻湖層Ⅱ(試料 No.9 N III W 8, S-13)

図1. 薄板の成層構造。各薄板は球状粒子の板状集合からなる。薄板によつては平板の縁辺部に球状粒子が板状に集合している。スケール: 5 μm 。

図2. 薄板の発達の状況。より密な薄板とその縁辺部に球状粒子の板状集合がみられる。隆起線(矢印)が薄板上をかすかに走るのがみられる。薄板全体にわたって薄板内間隙が非常に多い。スケール: 5 μm 。

図3. 薄板の破断面。各薄板はほぼ薄板1層分の間隔で成層している。薄板の厚さは0.5~0.7 μm であるが、一定していない。特に厚い部分では隣接する薄板どうして接することもある。多くの隆起線が隣接薄板の間にあって、両者が接する。薄板断面は平面

的で無構造である。スケール: 5 μm 。

図4. 球状粒子の平板状集合。球状粒子は平板化しており、樹枝状配列し、薄板内間隙が多く生じている。表面は微粒子(0.1 μm 以下)の集合からなり粗面を呈する。スケール: 2 μm 。

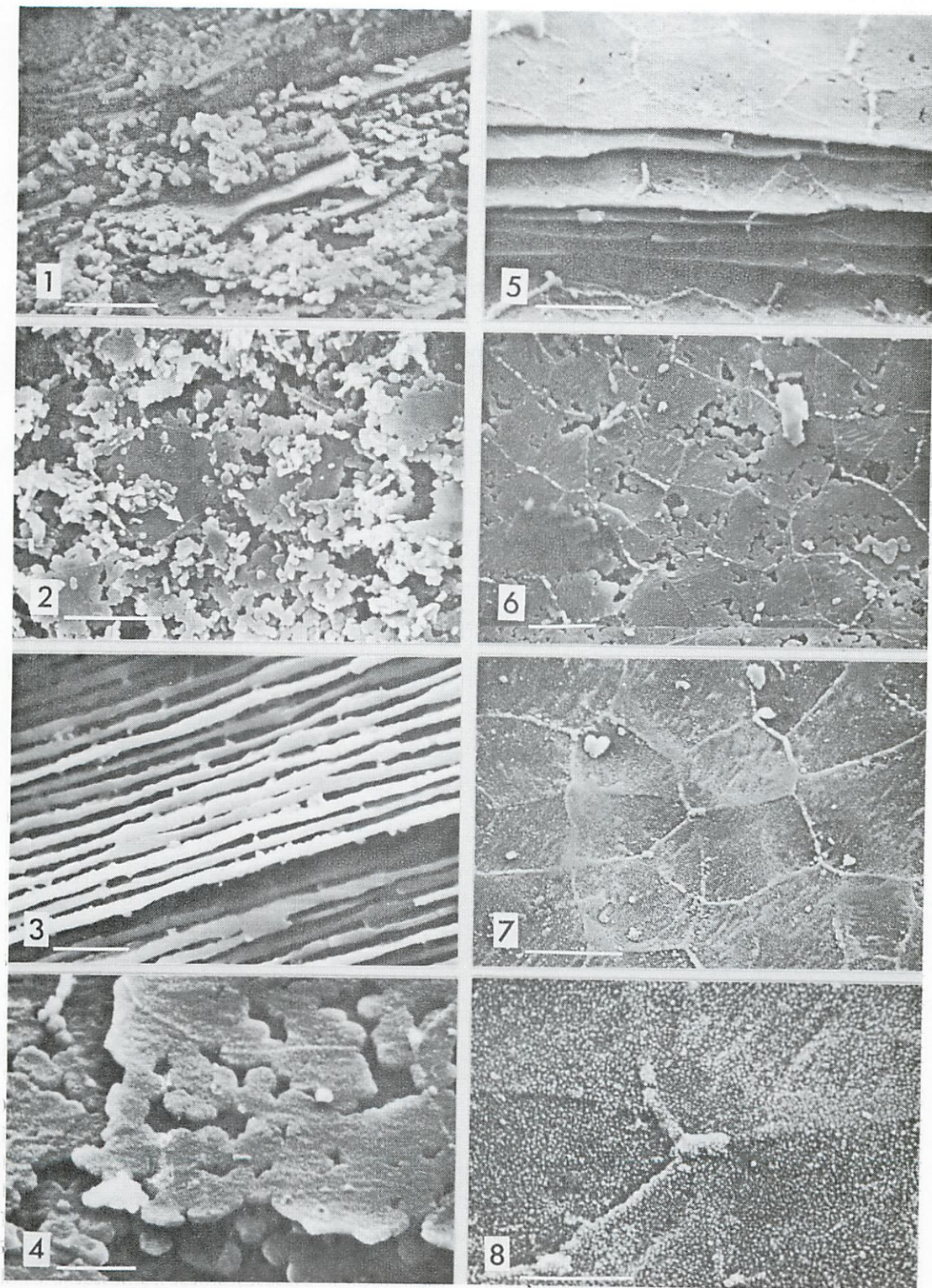
図5. 層状構造。薄板の間隔がやや大きい。薄板の表面は粗面を呈し、その上に多角形網目状隆起線が比較的良好に発達し、薄板内間隙がわずかにみられる。スケール: 5 μm 。

図6. 薄板上に発達する多角形網目状隆起線。薄板には多くの球状粒子の集合および薄板内間隙がみられる。スケール: 5 μm 。

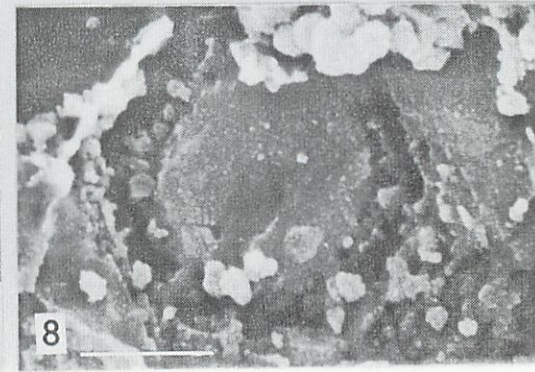
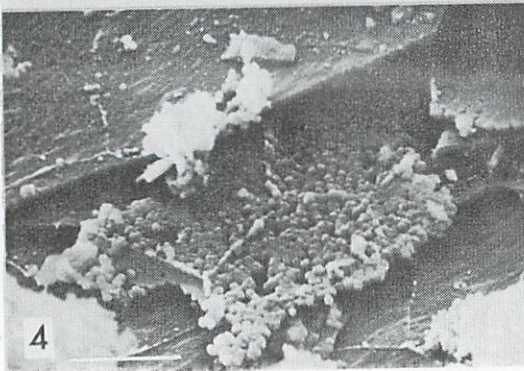
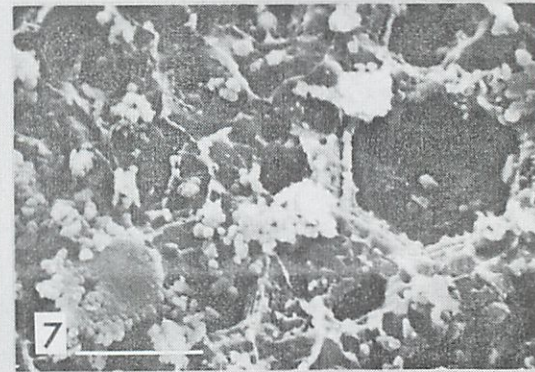
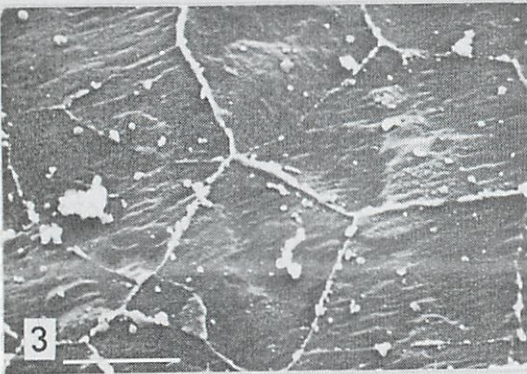
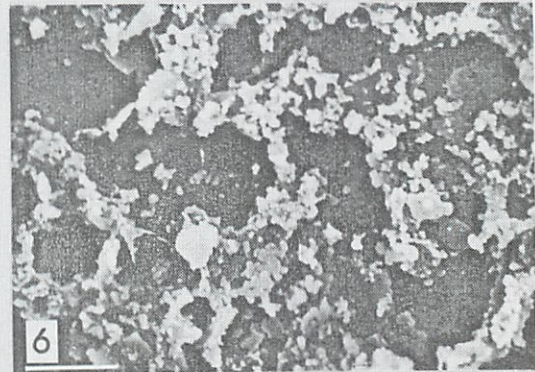
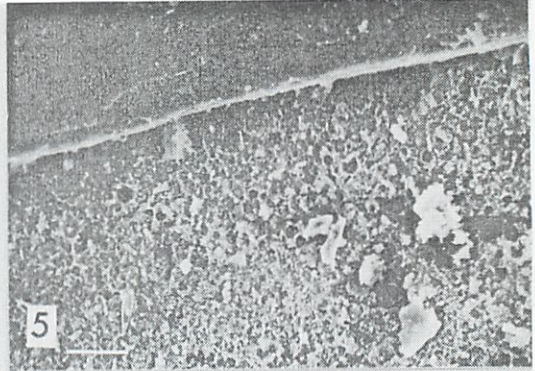
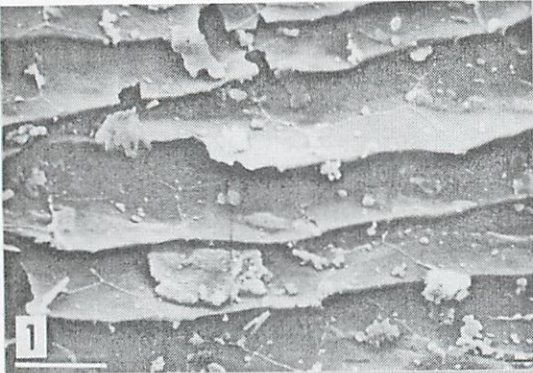
図7. 密に発達した薄板と隆起線。薄板表面は粗面を呈し、斜めに走る浅く細い条溝がみられる。薄板は密で、薄板内間隙はみられない。スケール: 5 μm 。

図8. 前図の拡大。薄板表面および隆起線の微小粒子の集合を示す。微粒子の集合のため表面は粗面を呈する。スケール: 2 μm 。

図版 I (真野)



图版II (真野)



結果は、回折グラフでは、ベースが高く、回折ピークがわずかで、しかも低い。しかし、このグラフにより anorthite の存在が知られた。しかし、XMA による Fe と Si を裏づける直接的な物質は明らかでない。これはおそらくアモルファスな状態の存在を示しているものと考えられる。

このことは SEM 像による微細構造で薄板が粗面球状粒子や微小粒子からなることをみると、これら物質が非晶質から成り立っていることを示していると考えられる。

なお、他の試料についての SEM 像からは fram-boidal pyrite を示す場合がある(野尻湖貝類グループ, 1983)。また、Broadhurst (1964) が石炭紀の淡水貝の殻の鉱物組成について報告している。それによると siderite や ankerite の存在を報告している。

また、他の鉱物がコーティングされていることも考えられ、試料の処理方法を検討する必要があるものと思われる。

したがって、今後とも、慎重な分析を進めることにより、これらの問題の解明はそれほど困難ではないであろう。

また、こうした物質の存在が明らかにされていく過程で、湖底でのあるいは湖底堆積物中で、また地層中での時間的経過の中での統一的化学変化がどのように繰り広げられていったかも明らかにされよう。これらは今後に残された問題である。

VII. 謝辞

本研究を進めるにあたって、試料採取・提供を頂いた野尻湖発掘調査団、同事務局および本論の討議にも

参加頂いた野尻湖貝類グループの方々、XMA 分析にご協力頂いた千葉県衛生研究所福田芳生博士、日本電子の足立幸子氏、X 線回折に協力頂いた東洋大学西山勉博士には心からの感謝を申し上げます。また、本研究は文部省科学研究費補助金(課題番号 59480025)の援助を受けた。

文 献

- Broadhurst, F.M. (1964) Some Aspects of the paleoecology of Non-marine Faunas and Rates of Sedimentation in the Lancashire Coal Measures. *Amer. Jour. Sci.*, 262, 858-869.
- Mutvei, H. (1983) Ultrastructural Evolution of Molluscan Nacre. In P. Westbroek and E. W. de Jong (eds.) *Biommeralization and Biological Metal Accumulation*, 267-271. D. Reidel Pub.co.
- 野尻湖地質グループ (1984) 野尻湖層の層序—野尻湖発掘地とその周辺の地質 その 3 (1981-1983)。野尻湖発掘調査団編「野尻湖の発掘 3 (1978-1983)」, 地団研専報 27, 1-21.
- 野尻湖人類考古グループ (1984) 野尻湖立が鼻遺跡における旧石器文化 (1981-1983)。野尻湖発掘調査団編「野尻湖の発掘 3 (1978-1983)」, 地団研専報, 27, 197-212.
- 野尻湖貝類グループ (1980) 野尻湖層産の淡水貝化石。野尻湖発掘調査団編「野尻湖の発掘」, 地質論集, 19, 131-145.
- (1984) 野尻湖層の淡水貝類化石 (その 3)。野尻湖発掘調査団編「野尻湖の発掘 3 (1978-1983)」, 地団研専報, 27, 117-135.

図版説明

図版 II

図 1～8. 下部野尻湖層 III (資料 No. 7 N III S-5, S-10)

図 1. 薄板の層状構造。薄板内間隙はほとんどみられない。薄板の間には球状粒子が様々な集合で存在する。隆起線による多角形網目模様が明瞭に発達する。スケール: 5 μm .

図 2. 薄板の破断面。薄板はゆるやかに波うつ部分がある。薄板の厚さはほぼ一定していることが多いが、薄板によっては厚さが異なる。薄板断面はほぼ均質。薄板の間にはいろいろな集合を示す球状粒子が散在する。スケール: 5 μm .

図 3. 薄板表面構造。薄板表面に細く浅い条溝がほぼ全面にわたって一方向に走る。網目状の隆起線は表面を縦横に走る。隆起線はいろいろな程度の微粒子

の線状集合からなる。スケール: 5 μm .

図 4. 薄板の間に平板状に密集し、配列する球状粒子がみられる。スケール: 5 μm .

図 5. 薄板の間隔の大きい部分。薄板の間隔が比較的大きい場合には、様々な球状粒子の集合体が見られる。スケール: 25 μm .

図 6. 同上拡大図 (以下同様)。

薄板の上に大きい間隙があるため、六角形に近い多角形網状の隆起線は太く、高く発達し、球状粒子の集合が目立つ。スケール: 5 μm .

図 7. 六角形の網目状隆起線。隆起線は比較的高い壁を作って粒子が集まる。その他、不規則な球状粒子の集合も見られる。スケール: 5 μm .

図 8. 六角形網目状隆起線の内部に、小板状に発達した微小粒子の集合。周辺に球状粒子がみられる。スケール: 2 μm .

(Abstract)

Freshwater bivalvian mollusc *Inversidens japonensis* (Lea) from Nojiriko Formation, Late Pleistocene, Central Japan were carried out the ultrastructural research with scanning electron microscope (SEM) in special view of diagenetic alteration.

Fossil shells being of greenish brown in color directly after digging up changed to brown or dark brown after a while. This shows the characteristic shell component of the fossil differing from that of original shell structure of inner shell layer which is called "nacreous structure" of pearl white in color.

SEM observation made clear the "thin layer" structure of fossil shell being composed of layer aggregation of fine grained spherulites. Many gaps were observed within the layer in fossil shells from upper formation and less observed or disappear from lower formation.

XMA analysis showed the shell component of the fossils was mainly Fe and Si with other rare elements such as Mn, Ca, Al, P, Na etc.

These facts shows the shell fossil from the Nojiriko Formation are still changing diagenetically its structure and chemical component.

◆本の紹介◆

地団研専報 第30号

海生脊椎動物の進化と適応

後藤仁敏・高橋正志・木村方一・堀川秀夫 編集

この度、上記論文集が発行されました。本会の会員が中心となって編集したものです。地団研第37回小千谷総会での古生物分野シンポジウムの成果をまとめたものです。最近、日本各地で続々と発見されている、海生脊椎動物の化石に関する研究をもとに、それらの動物の歯や骨格、とくに体肢や頭骨・感覚器などが、海洋での生活に適応してどのように変化しているか、また、これらの動物の系統・進化について、日本産の化石でどこまで迫ることができるのか、などをテーマにした12の論文が収録されています。

目次は次のとおりです。

シンポジウム「海生脊椎動物の進化—日本産化石を中心として」の意義と課題……シンポジウム世話人会
無顎類・軟骨魚類・硬骨魚類・両生類の耳石の組織構造の走査電顕による比較—脊椎動物の耳石の進化および退化過程に関する一考察……高橋正志
板鰐類における歯の進化と適応……後藤仁敏
日本の第三紀板鰐類群集について……久家直之

北海道穂別町の上部白亜系函淵層群産海棲トカゲ
Mesosaurus の一新種 ……鈴木 茂
鮮新統・“多賀層群”から産出したアシカ科動物化石
……広田清治・久家直之
群馬県多野郡吉井町の中期中新統産セイウチ科化石
(*Odobenidae* cf. *Neotherium*) について
……宮崎重雄・堀川秀夫
日本産鰐脚類化石について
……マリンマンマルグループ鰐脚類班
北海道石狩平野の野幌丘陵から発見されたステラー海
牛について……篠原 暁・木村方一・古沢 仁
北九州芦屋層群(漸新統)産の歯鯨類 *Metasqualodon symmetricus* の歯の形態と機能について
……岡崎美彦
日本の鯨類化石研究の概要……大石雅之
北海道内産鯨類化石について……木村方一

B5版, 146頁, カラーを含むアート紙図版28枚,
頒価3,300円(地団研会員は3,000円), 送料300円
です。希望者は下記に郵便振替でご注文下さい。

注文先: 地学団体研究会 振替 東京6-144318

電話 03-983-3378

(後藤仁敏)