化石の貝殻に見られる内部構造の特徴とその続成変化について

神 谷 英 利*

(1975 年 2 月 15 日 受理)

I. ま え が き

生物体における鉱物（生鉱物）の分布は、非常に多岐にわたっている（LOWENSTAM, 1963；その他）が、そのうち無脊椎動物の硬組織の多くは、炭酸カルシウムを基本とする鉱物、すなわちカルサイト（方解石：低マグネシウム方解石と高マグネシウム方解石の 2 つがある）とアラゴナイト（アラレ石）を主要な成分鉱物としている。

このうち、高マグネシウム方解石とアラゴナイトは、一般に不安定な鉱物であり、加熱・加圧などにより容易に安定なカルサイトに变化する（BISCHOFF, 1968, 1969；BISCHOFF and FYFE, 1968；神谷, 1973, 1974；神谷・小林, 1975）。一方、地層から化石として産出する軟体動物などの硬組織にはかなり古い時代のものであっても、アラゴナイト質の部分が保持されていることがしばしば報告されている（GREGOIRE, 1968；GRANDJEAN, GREGOIRE and LUTTS, 1964；GREGOIRE and VOS S-FOUCART, 1970；STEHLLI, 1956）。

このようなことから、生体の硬組織を構成する鉱物の地層中での变化過程は、無機的に存在する鉱物の場合と比べて何らかの差異があることが予想される。

筆者は、化石化作用に関する研究の一環として、地層中で化石の硬組織がどのように変化するかに興味を持ち、アラゴナイト質の貝殻をもつ二枚貝の化石について、その内部構造の変化を中心に検討を行なったので、その結果をここに報告する。

この研究を行なうにあたって、東京教育大学の大森昌衛先生には全般にわたってご指導をいただいた。また、真野勝友、磯貝文男、小林巖雄、柴田松太郎、大久保紀雄の諸氏には、方法、試料および内容の討論などに関し、多大のお世話になった。化石研究会、東京教育大学層位古生物談話会の諸氏にもいろいろとご指導、ご討論をいただいた。ここに厚くお礼申し上げる次第である。

なお、本研究の一部に、文部省科学研究費、日本学術振興会奨励研究費を使用した。

II. 試 料

今回用いた化石の試料は、おもに更新世の地層から産出する二枚貝であるが、比較のため中新世のものも一部使用した。二枚貝の種類は、*Glycymeris* と *Anadara* を中心としたが、それはこの 2 属については、その内部組織や微細構造、また有機物の性質などが現生・化石の両方について、すでになりにくわしく研究されている（小林, 1964；小林・神谷, 1968；秋山, 1964；堀田 進, 1965；堀田信子, 1967；真野, 1970；柴田, 1965 など）ことによるものである。

用いた化石とその産出地層は、第 1 表に示す通りである。

Glycymeris, *Anadara* とともに貝殻構造は内層が複合構造 (complex structure)、外層が交叉板構造 (crossed lamellar structure) であり、構成鉱物はアラゴナイトである**。

第 1 表 用いた化石試料の名称と産出した地層

化 石 名	地 層	時 代
<i>Glycymeris yessoensis</i>	成田層上部	更新世後期
<i>G. yessoensis</i>	成田層下部	更新世後期
<i>G. albolineata</i>	成田層上部	更新世後期
<i>G. sp.</i>	音 川 層	中新世後期
<i>Anadara subcrenata</i>	成田層上部	更新世後期
<i>Dosinia sp.</i>	音 川 層	中新世後期

III. 方 法

上述の試料について、次に述べる方法を用いて検討を行った。

A. 光学顕微鏡による貝殻の内部構造の観察

試料をカッターで薄切した後、ガラス板上で研磨し、約 5/100 mm の厚さの薄片とし、生物顕微鏡および偏光顕微鏡で観察した。化石はかなりもろく、そのままでは薄片の作製に耐えないため、あらかじめアクリル樹脂

* 東京教育大学理学部地質学鉱物学教室

** *Anadara* はときとして、複合稜柱構造 (composite prismatic structure) からなる最外層を持つ (小林・神谷, 1968)。

(リゴラック)に包埋してから用いた。薄片のほか、反射顕微鏡による観察のために、一部の試料は研磨片として使用した。

B. マイクロラジオグラフィーによる検討

化石の貝殻における石灰化の状態を調べるため、マイクロラジオグラフィーによる検討を行なった。この方法は、歯学の分野において一般的に用いられているもので、硬組織の研究にはきわめて重要なものである(化石研究会, 1971)。

試料を薄切の後、厚さ約 50μ 程度に研磨し、日本ソフテックス社製・CMR 型装置によって、薄片における軟X線の透過度を調べた。測定条件は次の通りである。電圧: 60kV, 電流: 3mA, 照射時間: 10~20 分, X線フィルムの種類: Eastman kodack spectroscopic film, 649-Q。

C. そのほかに用いた方法

上述の2つの方法のほか、貝殻試料を構成するカルサイト、アラゴナイトの同定と、それら構成鉱物の特徴を知るために、X線分析と示差熱分析を行った。それらの測定条件は、それぞれの結果を示す図(第1図, 第2図)の説明に示してある。

IV. 結 果

試料として用いた二枚貝の化石は、肉眼でみて殻表に現生のもので見られるような色彩が、まだ残っているもの、かなり白色になっているもの、部分的に殻が失われているものなど、その保存状態はさまざまであるが、それらの貝殻の光学顕微鏡による観察とX線による分析の結果、今回扱った試料には貝殻の内部構造にほとんど変化がみられず、アラゴナイト質のまま残っているものと、内部構造が部分的に変化し、アラゴナイト質の部分(以下、アラゴナイト質部という)と、カルサイト質の部分(以下、カルサイト質部)の両者が認められるものがあった。次に、それぞれについての観察の結果を述べる。

A. 初生的な構造・鉱物組成を保っている化石試料

顕微鏡で観察すると、もともとの貝殻構造、すなわち外層の交叉板構造と内層の複合構造が認められ、構成鉱物はアラゴナイトのみである。成田層から産する *Glycymeris*, *Anadara* などの多くはこのようなものである。

貝殻の肉眼的な保存状態と内部構造との関係を見ると、貝殻が白色化していないものでは、現生試料とそれほど異ならない明瞭な内部構造が観察されるのに対し、白色化した貝殻では、その薄片を透過光のもとで観察すると、不透明で暗色のパターンが認められるのがふつうで

ある。この不透明で暗色の部分(以下、暗色部分という)は、貝殻に見られるいわゆる成長線* (以下、成長線という)にそってとくに多く分布している(第I図版-1, 2)。

風化が進んできわめてもろくなった貝殻では、この暗色部分がいつそうはっきりと認められる。このような試料では、貝殻の一部が失われていることが多いが、その場合の貝殻物質の喪失は、成長線や貝殻構造のラメラにそって進行しているのがふつうである(第I図版-3)。交叉板構造のラメラの場合には、ラメラとラメラの間の部分がよく残っており、そのためクシの歯状の形態を示すことがある。この場合には、その残存する部分が暗色となっている(第I図版-4)。保存のよい部分には、明瞭な交叉板構造が認められる(第I図版-5)。

X線分析の結果を見ると、白色化していない化石試料では、X線の回折強度が現生の試料のそれとあまり異ならないが、風化がはげしく、もろくなっている化石試料では、X線回折強度がかなり小さくなっていることが判る(第1図)。示差熱分析による結果は、第2図に示す通りであるが、それぞれの試料の間に明らかな差異はとくに認められなかった。

第1図 *Glycymeris yessoensis* の貝殻の X 線回折強度の比較(アラゴナイト(111), (021)のピーク)

(1): 現生(陸奥湾産), (2): 保存のよい化石試料(成田層上部), (3): かなり白色化してもろくなった化石試料(成田層下部)。

回折条件: $\text{CuK}\alpha$ 線, 電圧 30kV, 電流 20mA, スリット 1-1-0.4, 時定数 2, ゴニオメーターの速度 10 mm/min., 記録紙の送り速度 10 mm/min.

* 成長線という語は一般に用いられているが、鏡下でみれば“線”は存在せず明暗の帯として表われている。また、それが貝殻の成長とどのように関係しているかも、まだ明らかにされていない。ここでは、いわゆる成長線の意味で用いておく。

第2図 *Glycymeris yessoensis* の貝殻の示差熱分析曲線の比較 (番号の説明は第1図に同じ)

分析条件: 昇温速度 $5^{\circ}\text{C}/\text{min.}$, 記録紙の送り速度 300 mm/h. , DTA 感度 $100\text{ }\mu\text{V}$, 中性物質 Al_2O_3 , 白金-白金ロジウム熱電対, 三田村科学製示差熱分析装置による。

B. 部分的にカルサイト化している貝殻についての観察

貝殻の一部がカルサイト質に変化している試料は, あまり多く見いだされなかったが, 上部成田層産の *Glycymeris albolineata* に特徴的な例が認められたので, この試料における観察の結果を中心に述べる。

この試料の放射肋方向の断面を示すと, 第3図のようになっている。すなわち, 貝殻の外表面に近い部分 (主として外層) がカルサイト質に変化し, 内表面に近い部分 (主として内層) はアラゴナイト質のまま残されている。カルサイト質部は肉眼で見ると, 半透明な淡灰色を示しており, アラゴナイト質部と明瞭に区別できる。

アラゴナイト質部とカルサイト質部の境界にそって, 肉眼では白色, 鏡下では暗色の細い帯状の部分が存在する。同じような白色の部分は, 貝殻の靱帯部付近の殻表近くにも見られるが, この場合はこの白色の部分の周囲はすべて, アラゴナイト質部である (第4図)。なお, 貝殻の内表面には, 二次的に生じたと思われる透明に近い針状の結晶 (長さ数 mm 程度) が多数付着している。

この試料の薄片を光学顕微鏡で観察すると, カルサイト質部は粗粒のモザイク状の組織を示している。一つの

第3図 一部がカルサイト質に変化している *Glycymeris albolineata* の放射肋に平行な断面の模式スケッチ

A: カルサイト質部, B: アラゴナイト質部, C: 貝殻内表面に付着するカルサイトの結晶, D: 靱帯部にみられる白色化したアラゴナイト質部。

第4図 *Glycymeris albolineata* の靱帯部付近にみられる暗色部分のスケッチ。殻表をとりまくように暗色部分 (陰影部) が分布する。図中のスケールは 1 mm を示す。

モザイクの大きさは, 貝殻の外表面に近い部分では細かく, 内部では比較的大きくなっているが, その形は初生的な貝殻の内部構造の形態に関係していることが多く, 一般に不規則な多角形をしている (第I図版-6)。これら, カルサイト質のモザイクの内部は均質なものではなく, 本来存在していた貝殻の内部構造, たとえば成長線, 交叉板構造や複合構造のラメラの形態が, しばしば明瞭に観察される (第I図版-7, 第II図版-1)。また, 現生試料では外層に特徴的に発達している管状構造も, よくその形態が保存されている (第II図版-2)。以上の形態のほか, モザイク中にはパッチ状の物質が散在しているのが観察される。

カルサイト質に変化していない部分 (アラゴナイト質部) には, もとの貝殻構造がよく残されている。すなわち, 成長線をはじめ, 外層では交叉板構造, 内層では複

合構造がそれぞれ観察されるが、現生の貝殻や保存のよい化石の試料に比較すると、全体が暗色を帯びたパターンとなっている。この点は、先に述べた白色化した貝殻に見られる特徴とよく類似するものといえる。

C. アラゴナイト質部とカルサイト質部の境界部分の観察

第3図からも明らかなように、貝殻の断面に見られるアラゴナイト質部とカルサイト質部は全体としては、かなり不規則な形をしている。しかし、顕微鏡でくわしく観察するといくつか規則的な傾向が見い出される。すなわち、外層と内層の境界、成長線、交叉板構造のラメラ、管状構造などにそう方向に、アラゴナイト質部とカルサイト質部の境界が存在していることが、しばしば認められる(第Ⅱ図版—3, 4, 7)。

また、すでに述べたようにこの境界にそって、反射光のもとでは白色、透過光のもとでは不透明・暗色に見える細い帯状の部分が存在するが、この部分は幅が約 100~500 μ あり、おもに境界のアラゴナイト質部側に分布している。そして、パッチ状の暗色物質と思われるものが分布しているのが認められ(第Ⅱ図版—5)、また二重の帯状部として観察される部分もある(第Ⅱ図版—7)。このほか、カルサイト質部に上述の暗色部分と類似した形態をしたものが存在するが、これはカルサイト質部に残存する成長線や、ラメラの形態に無関係に分布している。そして、その末端の一つは、上述のアラゴナイト質部とカルサイト質部の境界の暗色部分に連続しているのが観察される(第Ⅱ図版—6)。

D. マイクロラジオグラフィーによる結果

上述の試料 *Glycymeris albolineata* について、マイクロラジオグラフィーによって貝殻の内部構造とくに、アラゴナイト質部とカルサイト質部の境界や成長線、ラメラ構造などの検討を行ない、その結果を光学顕微鏡による薄片の観察の結果と比較したところ、いろいろ興味ある事実が見い出された。

得られた結果は第Ⅲ図版 1a, 2a, 3a, 4a に示す通りであるが、これから明らかなように成長線の部分や、アラゴナイト質部とカルサイト質部の境界の部分などでは、フィルムの黒化度が高くなっているのが認められる。これらの部分は、薄片の光学顕微鏡による観察では、暗色・不透明に見える部分である(第Ⅲ図版 1b, 2b, 3b, 4b)。外層の交叉板構造のラメラの単位でも、同様の事実が認められる(第Ⅲ図版—3a, b)。また、一般にアラゴナイト質部よりもカルサイト質部の方が、フィルムの黒化度が小さい。

マイクロラジオグラフにおけるフィルムの黒化度の差異は、一般的にはその試料中における石灰分の濃度の大小を表わすものであるから、今回扱った試料についてもカルサイト質部はアラゴナイト質部よりも石灰分の濃度が大きく、成長線やラメラ構造に関係しても、石灰分濃度の大小があることが明らかである。なかでも、カルサイト質部とアラゴナイト質部の境界にそう帯状の部分の石灰分濃度が著しく小さいことが特徴的である。

V. 考 察

A. 白色化した貝殻に見られる特徴について

地層中に含まれる貝殻の化石は多くの場合、もとの光沢や色彩などが失われて白色化している。ときには、かなりもろくなって、白い粉末の集合体のようにになっていることもある。

このような白色化した貝殻の内部構造を、光学顕微鏡で観察すると、不透明で暗色の部分(暗色部分)が存在するのが特徴であり、現生の貝殻の薄片の場合に比べて、かなり“きたない”検鏡パターンが見られる。そしてこの暗色部分は、成長線にあたる所に最も顕著に観察される。化石の試料でも、肉眼的に見てほとんど白色化していないものには、この暗色部分はほとんど認められないことから、この部分は地層中で貝殻内に生じた変化によって作られたものと思われる。

また、貝殻がかなりもろくなっている場合には、成長線やラメラにそって、貝殻構成物質の喪失が進んでいることが認められるが、これは貝殻内における変化の進行が、その内部構造と深い関連をもっていることを示すものである。

B. 暗色・不透明の部分の性質について

上述の白色化した貝殻に見られる暗色部分に類似したものが、カルサイト質部にも認められ(第Ⅱ図版—6)、形は異なるがアラゴナイト質部とカルサイト質部の境界にそって分布するもの(第Ⅱ図版—7)も、ほぼ同じような性質のものと思われる。マイクロラジオグラフィーによる検討の結果は、この暗色部分が軟X線に対しては、周囲の部分よりも透過度が高いことを示しており、したがって、たとえば金属化合物のようなX線の透過を妨げる物質の分布によって、不透明・暗色に見えるのではないことが明らかである。すなわち、貝殻中で相対的に石灰化度(炭酸カルシウムの濃度)が、かなり低い部分であるということができよう。

この暗色部分には、くわしい顕微鏡観察によると細かい顆粒状のものが認められ、さらにアラゴナイト質部だ

けでなく、それが変化してできたカルサイト質部においても暗色部分が明瞭に認められることから、鉱物粒子の配列の違いなどによる見かけ上のものではなく、上述のような性質を持つ物質が存在している所と思われる。この物質がどのようなもので、何に起源するかはまだ判然としないが、その分布がいわゆる成長線と密接な関係を持っている事実は参考とされよう。貝殻内における有機物の分布は、一様なものでなく成長線やその他の部分に偏在していることが知られている(柴田, 1965; 小林・神谷, 1968)が、このような観点から見ると、暗色部分と有機物の多い部分がしばしば一致していることが明らかであり、この点から貝殻中の有機物が、暗色物質の形成に何らかの関連を持っていることが予想される。

C. アラゴナイト質部とカルサイト質部の境界について

Glycymeris albolineata に見られるアラゴナイト質部とカルサイト質部の境界と、それにそって分布する帯状(断面の形態で)の暗色部分が、初生的な、すなわちアラゴナイト質の貝殻がカルサイト質に変化することによって、二次的に形成されたものであることは明らかである。

この試料(第3図)の場合には、貝殻の外表面側から内表面側に向かってこの変化が進行してきたものと思われる。現在見られる不規則な境界部分はいわば“カルサイト化前面”(calcitization front)ともいふべきものと思われる。この境界にそって分布する暗色帯が、しばしば二重になっている(第Ⅱ図版-7)ことや、すでにカルサイト質になっている部分にも、境界部の暗色帯に類似するものが認められる(第Ⅱ図版-6)ことは、上述の考えを裏づけるものであろう。

JAMES (1974) は、更新世後期のイシサンゴの一種について、アラゴナイト質のサンゴ骨格のカルサイト質への変化を研究し、部分的に変化した化石の骨格中では、アラゴナイト質部とカルサイト質部は、つねにそれぞれの明瞭な領域をもって分布していて、2つの領域の接する所には肉眼で白色、鏡下では暗色の帯状の部分が存在することを指摘し、その部分を“chalkey” aragonitic zone と呼んだ。彼はこの部分の性質について、くわしい検討をしていないが、今回筆者が扱った二枚貝の試料に見られる帯状の暗色部分は、形態的にはサンゴの化石で認められたものとよく類似している。

D. アラゴナイト質からカルサイト質への変化

前述の境界部に見られる暗色帯は、アラゴナイト質部とカルサイト質部にまたがって分布するのではなく、一般に境界のアラゴナイト質部側に分布するという特徴を

持っている(第Ⅱ図版-5, 7)。このことから、境界部にそう暗色帯の部分は、アラゴナイト質部がカルサイト質部に変化する直前の段階の状態を示しているものと考えられる。マイクロラジオグラフィーの結果から、暗色帯の部分では周囲よりも石灰分の濃度が低いことが明らかであり、アラゴナイト質の性質を保持してはいるが、その密度がかなり小さいことを物語っている。その原因としては、脱灰作用が最も一般的に考えられよう。すなわち、境界にそう暗色帯の部分は、貝殻中である種の脱灰作用が起った場所ということが出来る。

個体は異なるが、非常に白色化が進んで、もろくなった貝殻のX線回折強度が、比較的保存のよい貝殻のそれより小さい事実(第1図)は、上述の暗色帯の性質と対応させて考えることができると思われる。

以上の考察に基づいて、アラゴナイト質の貝殻内部におけるカルサイト質への変化の順序を推定すると、ほぼ次のようになると思われる。

i) アラゴナイト質殻体への溶液(地下水または、地層中のしん透水などの水溶液と思われる)の接触・しん透

ii) 殻体の部分的な脱灰

iii) 脱灰にひき続くカルサイトの形成

カルサイト質部にもかなり微細な貝殻構造の形態が残されていることから、上述の3つの段階はそれぞれかなり微小な単位で、かつ連続的に進行したものと思われる。

JAMES(前出)は、彼の言う“chalkey” aragonitic zone の形成を、硬組織を構成するアラゴナイト結晶の配列が乱されることによるものと説明しているが、今回扱った化石の貝殻についてはマイクロラジオグラフィーの結果などから考えて、そのように単純なものではないと思われる。無機成分のみならず、有機成分が貝殻の変化に与える影響も多いと思われ、それに関係する実験的研究もある(GREGOIRE and VOS S-FOUCART, 前出; JACKSON and BISCHOFF, 1971; HARE and MITTERER, 1969)が、今回の研究は、組織学的検討を中心としたものであるで、その具体的な機構の解明は今後に残された課題である。

VI. 結 論

1. アラゴナイト質の殻を持つ二枚貝の化石について、おもに貝殻構成物質の変化と貝殻の内部構造の関係を、光学顕微鏡による観察と、マイクロラジオグラフィーによる観察を中心として検討した結果、次のようなことが判った。

2. 白色化した貝殻の薄片を鏡下で観察すると、不透

明で暗色の部分が認められる。この部分は、貝殻の成長線やラメラにそって分布することが多い。

3. 白色化のはげしい貝殻における貝殻構成物質の喪失は、貝殻構造のラメラの方向などに関係して進行している。

4. 一部がカルサイト化した貝殻においては、二次的に形成されたカルサイト質部にも、アラゴナイト質部に見られる成長線、ラメラ、管状構造などの形態が残されている。

5. アラゴナイト質部とカルサイト質部の境界は、全体としては不規則な形態を示すが、部分的には貝殻の内部構造と関係している。

6. 上述の境界にそって、せまい不透明・暗色の部分が観察される。マイクロラジオグラフィーの結果から、この部分は貝殻中で石灰分の濃度が非常に小さく、脱灰作用の起った部分と思われる。

7. 得られた結果から、扱った貝殻化石におけるアラゴナイト質からカルサイト質への変化について考察し、推定される一つの過程を示した。

文 献

- 秋山雅彦(1964), 化石ホタテガイ属の殻に含まれるアミノ酸の定量分析. 地質雑, vol. 70, p. 508—516.
- BICSHOFF, J. L. (1968), Catalysis, inhibition, and the calcite-aragonite problem 2. *Am. Jour. Sci.*, vol. 266, p. 80—90.
- (1969), Temperature controls on aragonite-calcite transformation in aqueous solution. *Am. Min.*, vol. 54, p. 149—155.
- BICSHOFF, J. L. and FYFE, W. S. (1968), Catalysis, inhibition, and the calcite-aragonite problem 1. *Am. Jour. Sci.*, vol. 266, p. 65—79.
- GRANDJEAN, J., GREGOIRE, Ch. and LUTTS, A. (1964), On the mineral components and remnants of organic structures in shells of fossil molluscs. *Bull. Acad. Roy. Belgique, classe des sciences*, 5 ser. -Tome L.
- GREGOIRE, Ch. (1968), Experimental alteration of the *Nautilus* shell by factors involved in diagenesis and metamorphism. part 1. Thermal changes in conchiolin matrix of mother of pearl. *Inst. Roy. Scienc. nature Belgique Bull.*, vol. 44, p. 1—69.
- and VOSS-FOUGART (1970), Proteins in shell of fossil Cepharopods (Nautiloids and Ammonoids) and experimental simulation of their alterations. *Archives internationales de physiologie et de biochemie*, vol. 78, p. 191—203.
- HARE, P. E. and MITTERER, R. M. (1969), Laboratory simulation of amino-acid diagenesis in fossils. *Carnegie Inst. Washington Yearbook*, vol. 67, p. 205—208.
- 堀田 進(1965), 化石タマキガイに残存するアミノ酸. 地質雑, vol. 71, p. 554—566.
- 堀田信子 (1967), 本邦産 *Turritella* に残存するアミノ酸. 地質雑, vol. 73, p. 315—324.
- JACKSON, T. A. and BICSHOFF, J. L. (1971), The influence of amino acids on the kinetics of the recrystallization of aragonite to calcite. *Jour. Geol.*, vol. 79, p. 493—497.
- JAMES, N. P. (1974), Diagenesis of Scleractinian corals in the subaerial vadose environment. *Jour. Paleontol.*, vol. 48, p. 785—799.
- 化石研究会(1971), 化石の研究法. 共立出版, 東京.
- 神谷英利(1973), 貝殻を構成するアラゴナイトの熱的変化について. 地球科学, vol. 27, p. 19—23.
- (1974), 加熱処理した貝殻におけるアラゴナイトからカルサイトへの変化と有機ちっ素量の測定. 化石研究会会誌, no. 8, p. 1—4.
- ・小林巖雄(1975), 化石のカシパンウニ殻体の内部構造と組成に関する研究. 地球科学, vol. 29, p. 45—54.
- 小林巖雄 (1964), 二枚貝の貝殻構造概説. 地球科学, no. 73, p. 1—12.
- ・神谷英利(1968), 二枚貝における貝殻の内部構造 (第3報) *Anadara* 属. 地質雑, vol. 74, p. 351—362.
- LOWENSTAM, H. A. (1963), Biologic problem relating to the composition and diagenesis of sediments. in *The earth science*, Chicago, p. 137—195.
- 真野勝友(1970), 光学顕微鏡による二枚貝多歯類の歯構造の研究. 地球科学, vol. 24, p. 129—138.
- 柴田松太郎(1965), *Glycymeris vestita* (DUNKER) のコンキオリンの構造について. 地球科学, no. 81, p. 13—16.
- STEHLI, F. G. (1956), Shell mineralogy in Paleozoic invertebrates. *Science*, vol. 123, p. 1031—1033.

Study on the Internal Structure of Some Fossil Molluscan Shells and their Diagenetic Alteration

Hidetoshi KAMIYA

(Abstract)

The writer studied some bivalvian shells, mainly *Glycymeris* and *Anadara* originally having the aragonitic shell, contained in the Neogene and Quaternary sediments, especially the Pleistocene Narita Formation, for their internal structure and the manner of alteration of the aragonitic shell to the calcitic one.

The study was made by means of optical microscopic observation, X-ray analysis, differential thermal analysis and micro-radiography. The results obtained are as follows:

1. In the leached shells, dark and opaque patterns are observable along the growth lines and the lamellae of shell structure under the transmitted light of the microscope.
2. The loss of calcareous material of fossil shells proceeds in relation to their internal structures, especially the lamellar structure.

3. In the calcitic part recrystallized from the aragonitic shell, residual forms of original shell structures, namely growth lines, lamellae and canals, can be clearly recognized.

4. The boundary between the aragonitic part and the calcitic one is generally distributed in an irregular form, but partially has a close relation to the internal shell structures.

5. Along the boundary mentioned above, a narrow dark zone is observed. The results of microradiography suggest that the degree of calcification in this part is remarkably low and so the process of decalcification has proceeded in the boundary part.

6. The writer proposed one process conceivable for the alteration from the aragonitic shell to the calcitic one in fossil shells investigated in his work.

図 版 説 明

第Ⅰ図版, (図中のスケールはすべて 100μ)

- 第1図 成長線にそって見られる暗色部分. *Glycymeris yessoensis* (成田層上部). 放射肋に直角の断面. 開放ニコル.
- 第2図 同上, *Dosinia* sp. (音川層). 放射肋に平行の断面. 開放ニコル.
- 第3図 白色化のはげしい貝殻にみられる構成物質の喪失. ラメラにそって進行している. *Glycymeris yessoensis* (成田層下部). クロスニコル.
- 第4図 交叉板構造にみられる“クシの歯状構造”. ラメラとラメラの間の部分がよく残されている. *Glycymeris* sp. (音川層). 開放ニコル.
- 第5図 アラゴナイト質部にみられる交叉板構造. 明瞭な針状の配列がみられる. *Glycymeris albolineata* (成田層上部) の外層. クロスニコル.
- 第6図 カルサイト質部にみられるモザイク状組織. *Glycymeris albolineata* (成田層上部) の外表面に近い部分. クロスニコル下における消光の単位は, もとの成長線の形とよく関連している. クロスニコル.
- 第7図 同上. カルサイト質のモザイクを横切って成長線が見える. 細い管状のものは管状構造である. クロスニコル.

第Ⅱ図版

一部がカルサイト化している貝殻 *Glycymeris yessoensis* (成田層上部) にみられる内部構造 (第1図～第7図まですべて同一個体. 薄片の方向は, すべて放射肋に平行. 図中のスケールは 100μ をあらわす)

- 第1図 カルサイト質のモザイク中に残存する交叉板構造の形態. 外層の部分. 開放ニコル.
- 第2図 カルサイト質部に残存する管状構造. いろいろな構造の中でも, 管状構造はとくによく残されている. 外層の部分. 開放ニコル.
- 第3図 アラゴナイト質部とカルサイト質部の境界にみられる暗色部分. 上方がアラゴナイト質部で下方がカルサイト質部. 交叉板構造のラメラにそって, 暗色部分が分布している. 開放ニコル.
- 第4図 外層と内層の境界が, アラゴナイト質部とカルサイト質部の境界になっている例. 中央より上方がカルサイト質部, 下方やや暗色の部分がアラゴナイト質部. 開放ニコル.
- 第5図 アラゴナイト質部とカルサイト質部の境界の暗色部分の拡大図. 暗色のパッチ状のものが点在する. 開放ニコル.
- 第6図 カルサイト質部にみられる暗色の帯状部分 (矢印). 左端の暗色部は境界の暗色帯. 開放ニコル.
- 第7図 アラゴナイト質部とカルサイト質部の境界の形態. 中央に暗色部分をはさみ, 上方がカルサイト質部, 下方がアラゴナイト質部 (交叉板構造). 境界の暗色部分は右半分では二重になっており, カルサイト質部には成長線が明瞭に認められる. 外層の部分. 開放ニコル.

第Ⅲ図版

マイクロラジオグラフィーによる観察の結果 (左欄). 右欄は同一部分の偏光顕微鏡 (開放ニコル) による写真. 試料はすべて *Glycymeris albolineata* (成田層上部) の同一個体 (外層の部分, 放射肋に平行な断面).

- 第1図 a・b 貝殻のほぼ中央部にみられる暗色部分. 肉眼でみると, この部分がとくに白色にみえる. 第1図 a 中のスケールは 100μ をあらわす. 以下の図についてもすべて同縮尺.
- 第2図 a・b アラゴナイト質部とカルサイト質部の境界部分. 貝殻の腹縁部近く, 右側がカルサイト質で左側がアラゴナイト質. 暗色部と一致して, 石灰分の濃度の低い部分が存在することが明瞭に認められる.
- 第3図 a・b 同上. 交叉板構造のラメラにそって分布している例.
- 第4図 a・b 成長線にそった暗色部についても, 同様に石灰分の濃度が低いことが判る. 貝殻の腹縁部近く.