

広島市地下の第四系から産出した貝化石の殻内沈殿物

山崎 博史・寺岡 明文*・北川 隆司**・鈴木 盛久
(1999年10月1日受理)

Carbonates Fills in Fossil Shells from the Underground Quaternary Deposits of Hiroshima City, Southwest Japan

Hirofumi YAMASAKI, Akefumi TERAOKA*, Ryuji KITAGAWA** and Morihisa SUZUKI

The underground Quaternary deposits in Hiroshima City yield abundant fossil shells. Among them, *Anodontia strearnsiana* Oyama and *Dosinella pencillata* (Reeve) are the representatives, which contain drusy infill carbonates with such various colors as red, yellow and orange. Gray-to dark-colored deposits have filled inner side of the drusy carbonates. The mode of occurrence of the fossils suggests that the shells have been fossilized almost preserving their life position. Based on X-ray diffraction analyses, it is revealed that shells and drusy infills consist mostly of aragonite and calcite, respectively, and that the inner deposits are composed mainly of calcite, illite, feldspar and quartz. X-ray fluorescence analyses have clarified that colored-infill carbonates are richer in MnO and MgO and poorer in CaO and SrO than the shells and that the inner deposits have relatively higher SiO₂, Al₂O₃ and K₂O than the shells and infills

Key words: Quaternary, shell fossil, Drusyfill, carbonates, 第四紀, 貝化石, 殻内沈殿物, 炭酸塩鉱物

I. はじめに

広島市街地は太田川により形成されたデルタ(太田川デルタ)の上に位置している。そこでは高層建造物の基礎工事等のためにボーリング調査や地盤掘削が数多く行われている(中国地方基礎地盤研究会, 1997)。その過程で, 地下の第四系から貝化石が産出することも知られている(藤原, 1983; 長谷, 1951; 益富・浜田, 1966; 岡本, 1991)。このような地下地質のデータは, 太田川デルタの形成過程を解明するための重要な手掛かりとなるものである。また, 産出する貝化石のうち, *Anodontia strearnsiana* Oyama (イセシラガイ) や *Dosinella penicillata* (Reeve) (ウラカガミガイ) は, 殻が鮮やかな赤-橙-黄の色調を呈しており(益富・浜田, 1966; 岡本, 1991), 一般からも珍重されている。

* 広島県地学同好会事務局

** 広島大学理学部地球惑星システム学科

これらの地下地質に関する資料は, 一方では, ボーリング資料を基にした地層の対比や郷土の地史の組立, 地層の続成作用や貝類の化石化など, 地学関連学習の有効な教材となるものと考えられる。たとえば筆者のひとり寺岡は, かつて中学校の理科の授業で鮮やかな色調を呈するイセシラガイやウラカガミガイの化石を教材として利用していた。その際, 生徒はこれらの美しい標本に大変興味を示すが, それと同時に, どの生徒もいくつかの疑問を抱いている様子であった。その疑問は, 1) どのようにして, こんな美しい貝化石ができたのか, 2) この化石はどんな物質からつくられているのか, という2点に要約される。

筆者らは, 広島県内の地層や岩石を対象として, 地学教材の素材研究を行っている。本論では, 広島市中心部, 三越地下の太田川デルタの第四系から産出する貝化石, 特にイセシラガイとウラカガミガイについて, その産状と鉱物学的及び化学的特徴を検討し, 素材研究の一助としたい。

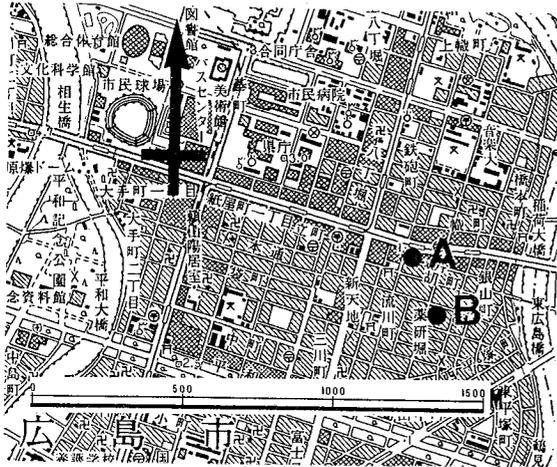


図1 位置図(国土地理院発行の2万5千分の1地形図「広島」の一部を使用)。

A:化石産出地(三越地下), B:柱状図作成地点(中国新聞文化事業社ビル地下)。

謝辞 本研究を進めるにあたり、筆者の一人寺岡は化石採集等で広島大学学校教育学部岡本和夫教授(当時)に便宜を図っていただいた。X線回折分析では広島大学大学院理学研究科地球惑星システム学専攻の地下まゆみ氏に御援助いただいた。蛍光X線分析は日新製鋼株式会社鉄鋼研究所に依頼した。以上の方々記してお礼申し上げます。

II. 記載

1) 化石産出地点の地質概要

化石の産出地点は、広島市胡町の三越の地下にあたる(図1-A)。この付近には厚さ約30mの鮮新統~第四系が発達している(藤原, 1983; 建設省計画局, 1964)。それらは岩相により4層に区分され、下位から順に、基盤砂礫層、下部砂層、上部粘土層、上部砂礫層と呼ばれている。

産出地点に近い中国新聞文化事業社ビル(図1-B)の地下では、深さ11~13m付近に、上部粘土層を構成するN値3~6の軟弱な砂質シルトが発達している(図2)。本層中には化石が多数含まれる。

本研究に使用した化石は三越の新築工事現場の地下12m地点から採取したものであり、その産出層は中国新聞文化事業社ビル地下の砂質シルト層に対比可能である。またそれは、岡本(1991)が記載したイセシラガイ化石産出層と同一層である。本層の年代は5,000-5,500y.B.P.と推定される(岡本, 1991)。

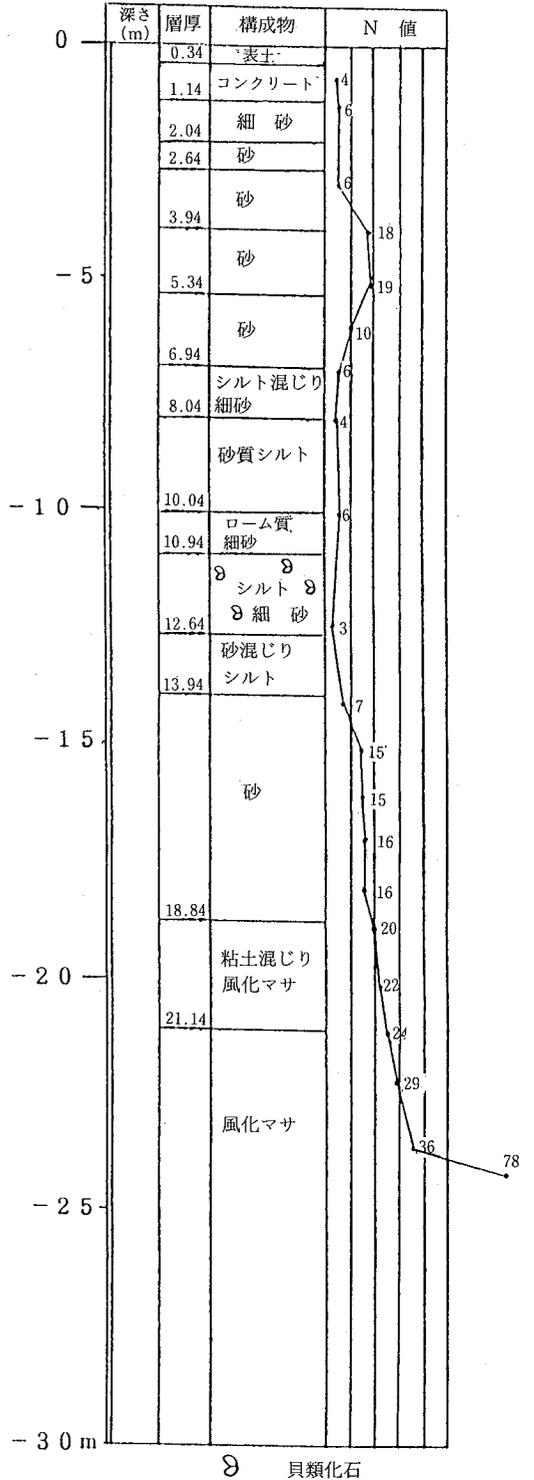


図2 中国新聞文化事業社ビル地下の柱状図。

(岡本, 1991)。

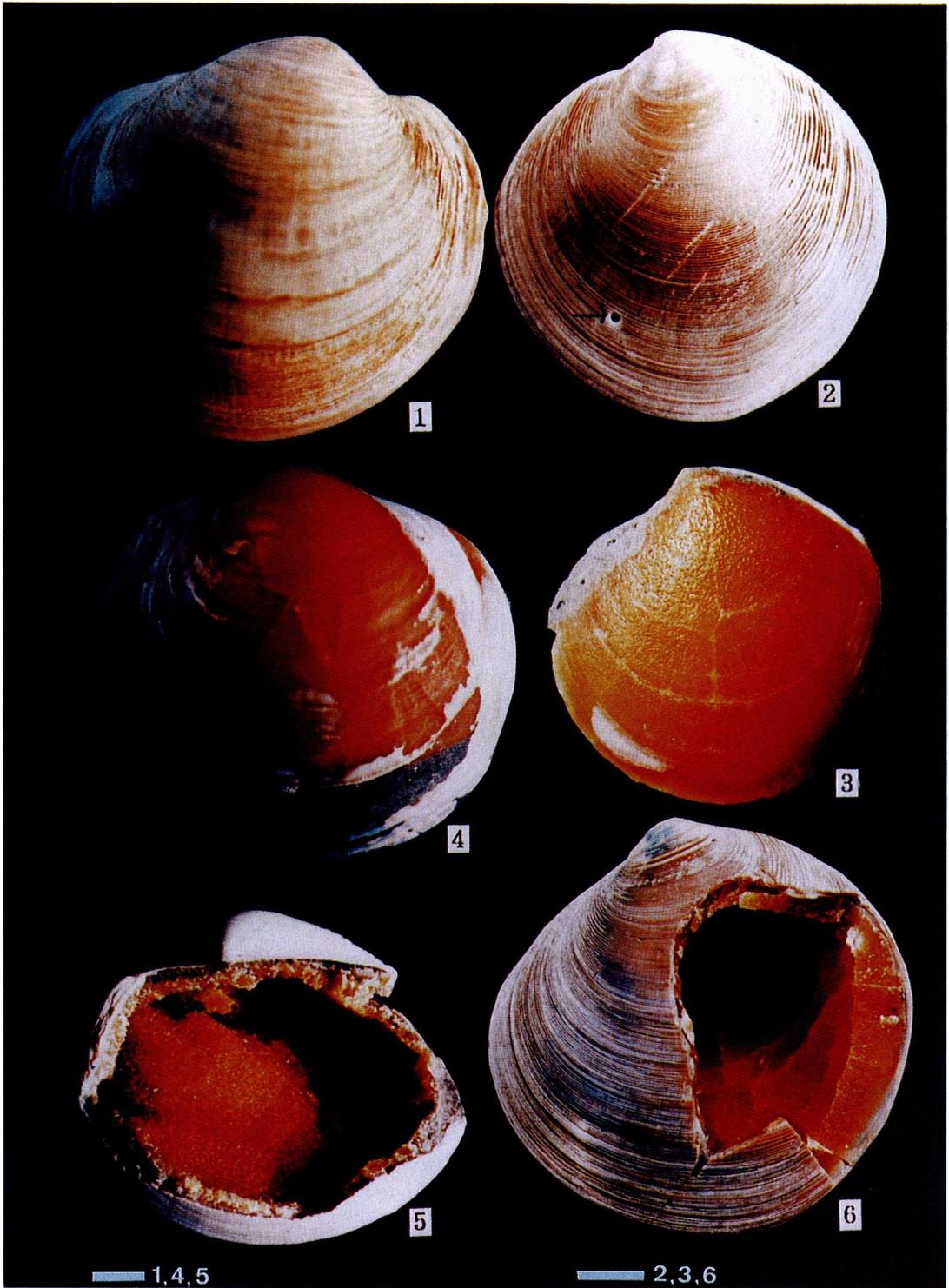


図3 代表的な産出化石.

1: *Anodontia stearnsiana* Oyama (イセシラガイ), 2: *Dosinella penicillata* (Reeve) (ウラカガミガイ) (矢印は捕食性巻貝にあげられた穴), 3: イセシラガイ内部に沈殿した炭酸塩鉱物, 4: ウラカガミガイ内部に沈殿した炭酸塩鉱物と碎屑物, 5: イセシラガイの殻内部の炭酸塩鉱物の沈殿状況, 6: ウラカガミガイ内部の炭酸塩鉱物の沈殿状況. スケールバー: 1 cm,

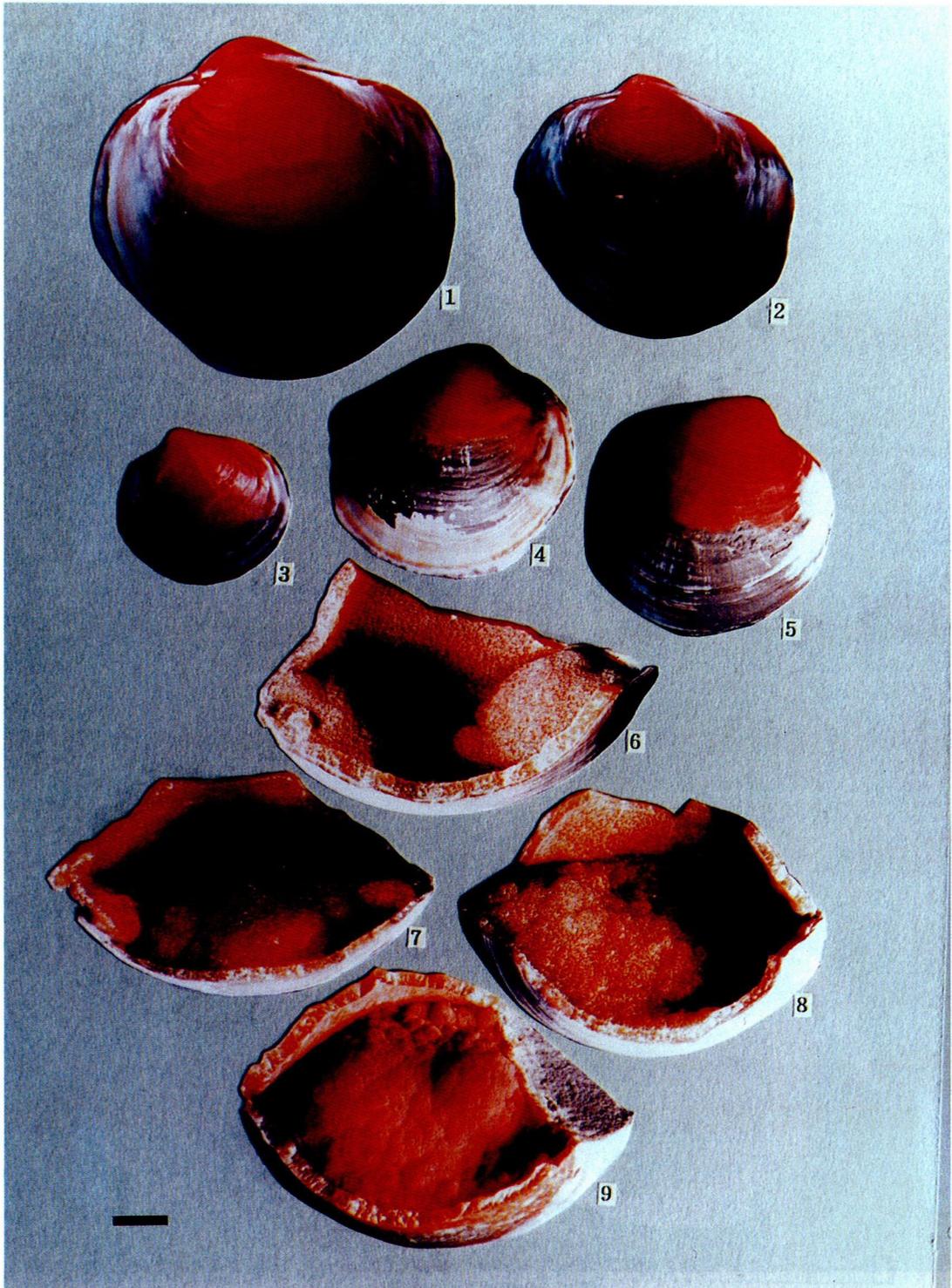


図4 イセシラガイ内部の沈殿物と堆積物。

1～5：貝殻を塩酸で溶かした状態。殻内堆積物（黒～灰色部）は腹縁側を、殻内沈殿物（橙色部）は殻頂側を占めている、6～9：破片標本内部の充填物の状況。腹縁側は殻内堆積物で充填され、その表面と貝殻の内側には殻内沈殿物が沈殿している。スケールバー：1 cm。

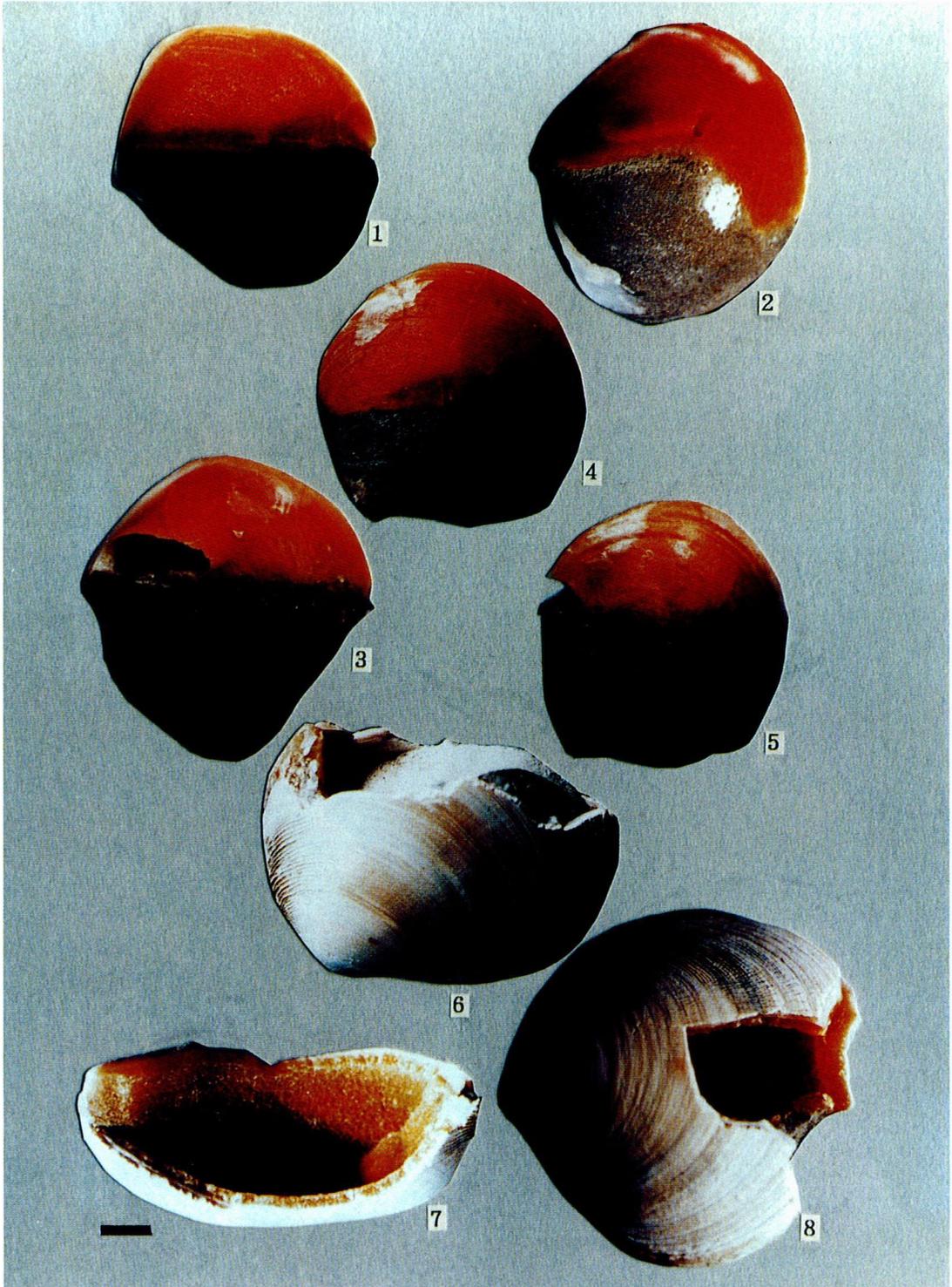


図5 ウラカガミガイ内部の沈殿物と堆積物。

1～5：貝殻を塩酸で溶かした状態。殻内堆積物（黒～灰色部）は、殻頂部～前背部・前腹部を下にして、殻の下部に堆積し、残りの部分を殻内沈殿物（橙色部）が占めている、6～8：破片標本内部の充填物の状況。貝殻の内側には殻内沈殿物が沈殿している。スケールバー：1cm。



図6 炭酸塩鉱物の沈殿が認められるその他の化石。

1 : *Macoma tokyoensis* Makiyama (ゴイサギガイ), 2 : シャコ, 3 : フナクイムシの生痕, 4 : 貝柱 (イセシラガイ) に付着した瘤状沈殿物。スケールバー : 1 cm。

2) 産出化石

三越地下からは、棘皮動物、節足動物および軟体動物など多様な海生化石が産出する。これらの中には、殻内部に炭酸塩鉱物や碎屑物が認められる場合のあることが知られている（益富・浜田，1966；岡本，1991）。本論では、これらのうち炭酸塩鉱物の沈殿が顕著な、イセシラガイとウラカガミガイを中心に記述する。

これら2種類の貝化石は、ともに白～灰白色の石灰質の貝殻を持つが、その内側には、赤～橙～黄の色調を呈す炭酸塩鉱物（殻内沈殿物）と黒～灰色を呈す碎屑物（殻内堆積物）が認められる（図3）。本研究では、貝殻を塩酸で溶かしたり破壊して、あるいはすでに殻が破損している標本を用いて、殻内沈殿物と殻内堆積物を観察した。

a. イセシラガイ (*Anodonta Stearnsiana*)

採集した化石のうち50個体の貝殻を塩酸で処理した。その結果、50個体すべての内部は、殻内沈殿物と殻内堆積物の両者により覆われていることが確認された。殻内沈殿物と殻内堆積物の割合は様々である。殻内堆積物は細粒砂、シルト、粘土で構成される。それらは化石を含有する軟弱層とは異なり、石灰質で、硬い。また48個体（95%）では、腹縁部から殻頂部に向かって殻内堆積物が充填している（図4）。破片標本による内部の観察により、腹縁側は殻内堆積物で充填されているが殻頂側は空洞であること、殻内堆積物の表面と貝殻の内側を被覆して殻内沈殿物が沈殿していることがわかる（図4-6～9）。また、沈殿物は殻内堆積物表面では厚く盛り上がり、貝殻の内側では堆積物表面よりやや薄くて、その厚さはほぼ一定である。

b. ウラカガミガイ (*Dosinella penicillata*)

採集した70個体の標本の中から、すでに破損していた5個体と完全な15個体を無作為に抽出して検討した。

殻が完全に保存されている15個体のうちの7個体は、その貝殻を塩酸で処理され、内部の構成物が観察された。その結果、すべての個体の内部は、殻内沈殿物と殻内堆積物の両者により覆われていることが確認された（図5-1～5）。殻内沈殿物と殻内堆積物の割合は様々である。

この7個体中の殻内堆積物は、イセシラガイ化石の場合と同様、細粒砂、シルト、粘土で構成さ

れ、硬く固結している。殻内堆積物は、すべての個体で、殻頂部～前背部・前腹部を下にして殻の下部に堆積し、残りの部分を殻内沈殿物が占めている。沈殿物による被覆が不完全な個体の観察では、殻内堆積物は殻内を充填していること、殻内堆積物の表面と貝殻の内側には殻内沈殿物が沈殿していることがわかる（図5-3, 5）。

また、殻が完全な化石のうち残り8個体は、貝殻の一部を破壊され、すでに破損していた5個体と共に内部の観察に用いられた。完全な8個体のうち7個体は、殻頂部～前背部・前腹部を下にして、殻内堆積物が殻の下部に堆積し、残りの部分を殻内沈殿物が占めている。1個体は、殻頂部～後背部・後腹部側に殻内堆積物が堆積している。

破損していた5個体中3個体は、殻頂部～前背部・前腹部側に殻内堆積物が堆積しており、1個体は殻頂部～後背部・後腹部側に殻内堆積物が堆積している。残りの1個体は、殻頂付近に堆積物が認められる。

以上のように、検討した20個体のうち17個体（85%）で、殻内堆積物は、殻頂部～前背部・前腹部を下にして堆積している。

c. その他

イセシラガイとウラカガミガイの化石のほかにも、同様の色調を呈した沈殿物が、*Macoma tokyoensis* Makiyama（ゴイサギガイ）やシャコの殻およびフナクイムシの生痕（木材にあげられた巣穴）を置換していることが確認された（図6）。また、貝柱（イセシラガイ）に付着した瘤状沈殿物も認められた（図6-4）。

3) 殻内沈殿物の鉱物学的・化学的特徴

今回見いだした貝化石の貝殻、殻内沈殿物及び殻内堆積物を構成する鉱物の種類を明らかにするために、イセシラガイを例としてとりあげ、X線粉末回折装置（マックスサイエンス製）を用いて同定した。その結果、貝殻はアラゴナイト、殻内沈殿物は方解石、殻内堆積物は方解石、石英、長石類及びイライトからなることが明らかになった。それぞれのX線粉末回折図を図7に示す。

次に、貝殻2試料、殻内沈殿物2試料及び殻内堆積物1試料の化学組成を比較・検討してみた。分析は、日新製鋼株式会社鉄鋼研究所に依頼し、蛍光X線分析（ファンダメンタル・パラメーター

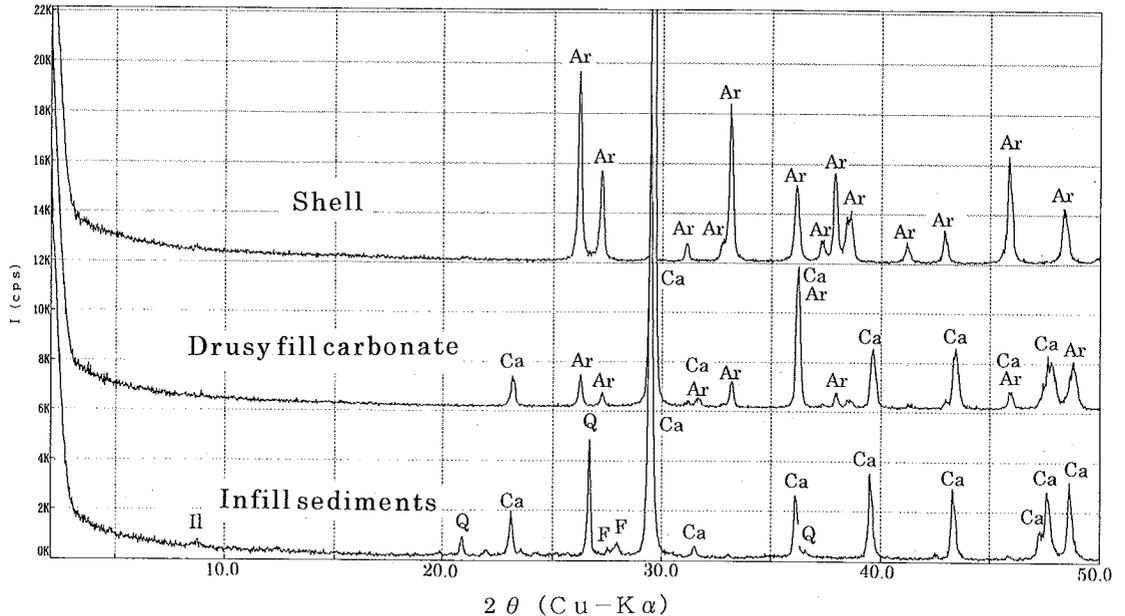


図7 *Anodontia strearnsiana* Oyama (イセシラガイ) の貝殻 (Shell), 殻内沈殿物 (Drusy fill carbonate) 及び殻内堆積物 (Infill sediments) のX線粉末回折図。

Ar : アラゴナイト, Ca : 方解石, F : 長石類, Il : イライト, Q : 石英。

法) により行われた。

分析結果は表1に示す通りである。なお、蛍光X線分析法ではCO₂は分析できないため、分析値はCO₂含有量を考慮せず示している。

表1から、以下のような化学組成の特徴が明らかになった。まず、貝殻の組成は、CaOが97~98%を占め、SrOは0.42~0.69%, MgOは0.06~0.20%であり、MnOは測定限界以下の含有量であった。一方、殻内沈殿物はCaOが95~96%であり、SrOは0.07~0.12%, MgOは1.0~1.9%, MnOは0.16~3.4%である。つまり、貝殻に比べ、殻内沈殿物はCaO, SrOに乏しく、逆にMgO, MnOに富んでいることが明らかになった。

また、殻内堆積物の組成は、CaOが81%, SrOは0.06%と低く、SiO₂が7.5%, Al₂O₃が3.6%, K₂Oが0.55%であった。

なお、古川(1965)は、やはり広島市のデルタ堆積物中に産する二枚貝“*Dosinia*” sp. の殻内に存在する炭酸塩の化学分析(重量法)を行っている。産地は、広島市八丁堀付近の地下で、本論文の試料とほぼ同一層準から産したのと考えられる。結果は、主成分として、CaO86.27%, TiO₂

5.13%, Al₂O₃ 3.65%及びMgO2.24%が含まれるとしている。古川(前出)の分析した試料は、ここでいう殻内沈殿物に相当するものと推定されるが、今回の殻内沈殿物の分析結果と比較すると、TiO₂, Al₂O₃及びMgOに富み、CaOに乏しいという特徴がある。この差異が、化石二枚貝の種類、試料採集地点あるいは試料中の分析部位などの差異に依存するものかどうか今のところ明確ではない。

Ⅲ. イセシラガイとウラカガミガイの埋積時の姿勢について

岡本(1991)は、殻内沈殿物と殻内堆積物の境界面はgeopetal structureを示すとして、イセシラガイとウラカガミガイの埋積時の姿勢について議論した。すなわち、殻内沈殿物と殻内堆積物の境界面は、貝が化石化した時の水平面かそれに近い面を示すと考え、それから復元される埋積時の姿勢と生息時の姿勢とを比較検討した。その結果、数例のイセシラガイと一例のウラカガミガイで、生息時の姿勢を保った状態で化石化した可能性のあることを指摘した。

本研究においてもイセシラガイとウラカガミガ

表1 *Anodontia stearnsiana* Oyama (イセシラガイ) の貝殻、殻内沈殿物および殻内堆積物の化学組成.

	貝 殻		殻内沈殿物		殻内堆積物
SiO ₂	0.18	1.1	0.01	0.03	7.5
TiO ₂	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0.12
Al ₂ O ₃	0.09	0.11	0.01	0.02	3.6
Fe ₂ O ₃	n.d.	0.08	0.02	n.d.	1.2
MgO	0.20	0.06	1.9	1.0	1.6
MnO	n.d.	n.d.	0.16	3.4	1.7
CaO	98	97	96	95	81
Na ₂ O	0.59	0.58	0.14	0.11	0.56
K ₂ O	0.02	0.04	tr.	tr.	0.55
P ₂ O ₅	0.18	0.05	0.85	0.32	0.72
SrO	0.42	0.69	0.07	0.12	0.06
CuO	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	tr.
Rb ₂ O	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	tr.
ZrO ₄	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0.01
SO ₃	0.29	0.11	0.55	0.47	1.2
Cl	0.07	0.08	n.d.	0.02	0.03
Total	100.04	99.90	99.71	100.4	99.85

n.d. : 分析限界以下

イについて、同様の検討を行った。その結果、検討したイセシラガイ標本50個体の95%は、殻頂の上に、腹縁を下にした生息時の姿勢と一致した。またウラカガミガイ標本20個体の85%は、殻頂部～前背部・前腹部を下にした姿勢が復元され、岡本(1991)が示した生息時の姿勢かそれに近い状態で埋積された、と推論される。

以上のように、イセシラガイとウラカガミガイの埋積時の姿勢について、本研究の結果は、岡本(1991)の推論を多数の標本によって補強するものである。ただし、2種類の貝の生息深度の違いが化石の保存状態と関連し、さらに殻内での炭酸塩鉱物の形成条件の違いと関連している、という議論については、本研究の結果は、それを肯定するものではない。

IV. 貝殻及び殻内沈殿物の色調について

今回検討した貝化石は、貝殻、殻内沈殿物及び殻内堆積物とも基本的には炭酸塩鉱物(CaCO₃)が主体をなしている。

地球化学的にみると、Caは同族のSr, Mgだけでなく、MnやFeなどと置換することが知ら

れている。第II章に示したように、白色の貝殻と有色の殻内沈殿物について化学組成を比較してみると、貝殻中にはCa及びSrが多いのに反し、殻内沈殿物ではCa以外の元素として、Mg, Mnの割合が大きいことがわかる。すなわち、貝類の死後、貝殻内部に侵入した海水及び碎屑物中に存在したCa, Mg, Mnが炭酸塩を形成して沈積したものと推察される。つまり、殻内沈殿物が赤～橙～黄の色調を呈するのは、MgやMn等の元素が寄与した可能性が高い。なお、今回は、色調の相違と化学組成との関係について詳細な検討は行っていない。

次に、殻内堆積物にはCa以外にSiやAlが相対的に多く含まれることが明らかになったが、このことは、X線粉末回折によって明らかになったように、貝殻を充填する泥質～砂質碎屑物質には、炭酸塩膠結物質以外に粘土鉱物を含む珪酸塩鉱物が存在することを反映している。殻内堆積物が黒～灰色を呈するのは、このような碎屑物質等による影響であろう。

V. 文 献

- 中国地方基礎地盤研究会, 1997; 広島県地盤図1997.
311 p.+23 葉, 中国地方基礎地盤研究会.
- 藤原健藏, 1983; IV-2-2-(4)広島湾および広島平野の
形成. 広島市編, 広島新史 地理編, 477-490.
- 古川静登, 1966; 二枚貝化石の殻内沈殿物の化学分
析. 広大教育紀要 三部, no.14, 1-5.
- 長谷 晃, 1951; 広島平野の地質. 広島地学会報,
no.2, 2-3.
- 建設省計画局, 1964; 都市地盤調査報告 (広島地区),
190p.
- 益富寿之助・浜田隆士, 1966; 原色化石図鑑. x+
268p. 保育社, 東京.
- 岡本和夫, 1991; 広島市中心部地下からの *Anodontia
stearnsiana* Oyama (イセシラガイ) の化石化の
過程. 瑞浪市化石博物館研報, no.18, 93-99.