

タマガイ類(巻貝)の蓋化石の産状について考える

間島 隆一 (筑波大学・地球科学研究科)・福田 理 (海外地質調査協力室)
Ryuichi MAJIMA Osamu FUKUTA

1. はじめに

さまざまな化石が日本の新生代の海成層から産出する。そのうち大型で産出量も豊富であり誰にでも採集することができるなどもっとも親しみのあるものは貝化石である。貝類(軟体動物)は二枚貝類巻貝類ツノ貝類ヒザラガイ類頭足類(オーム貝の仲間)などに分類されこのうち巻貝類と二枚貝類が新生代の海成層からもっとも普通に産出する。巻貝類に分類されるタマガイ類は新生代の貝化石のなかでもとくに多産するグループのひとつである。

海岸で貝殻を拾っていたり貝化石を露頭で採集していると二枚貝や巻貝の殻に内側に向かってその径が細くなる円形の穴が時々観察される(第1図の1-1 1-2および1-9の矢印)。この穴はタマガイ類による捕食の跡でタマガイ類は他の二枚貝や巻貝の殻に穴を開けその軟体を食する捕食動物である。彼らは砂・泥底に住み通常底質に潜って餌をあさる。共喰いもけっして珍しくない(第1図の1-9)。

タマガイ類(タマガイ科:Naticidae)はアンプロスピリナ亜科(Ampullospirinae)タマガイ亜科(Naticinae)トミガイ亜科(Polinicinae)およびフロロガイ亜科(Sininae)の4亜科に大別されている。このうちタマガイ亜科に分類される種が石灰質の厚い蓋(蓋の内表面は角質)をもつのに対しトミガイ亜科とフロロガイ亜科に分類される種は茶色がかった通常半透明な薄い角質の蓋(第1図の1-5b)をもつ。アンプロスピリナ亜科に分類される多くの種は絶滅して現在生き残っていないためその蓋がどのようなものであったかはよくわかっていない。タマガイ亜科のもつ石灰質の蓋はその殻と組織が同じであるため化石として保存されやすい。これに対して角質の蓋は石灰質の蓋にくらべ化石として保存されにくく他の巻貝類の蓋の化石が非海成層中から印象として報告(大森・茨木 1966; IWASAKI, 1980; 松岡・中村 1981)されているだけである。この一文の目的は日本産タマガイ亜科の殻と蓋の化石がしばしば共産することおよびその化石の蓋の保存位置から何が推測されたか(MAJIMA, 1984)を紹介することである。

2. タマガイ類の4亜科の特徴

タマガイ類の殻は形態が単調で化石のように通常蓋も色彩も失われているものではその区別がなかなかむずかしい。とくにトミガイ亜科の種とタマガイ亜科の種のあいだでは殻の形態だけで分類すると亜科のレベルですら区別し難いものが含まれている。そこで本題に入る前に本節ではタマガイ類の4亜科について簡単に説明する。

2.1 アンプロスピリナ亜科(Ampullospirinae)

本亜科に一般的に共通する特徴としては肩の部分(第1図のa)がよく張り平坦になることさい滑層があまり発達しないことおよび殻口の内唇が外側に弱くめくれかえったようになることである。この亜科の出現は三畳紀ともジュラ紀ともいわれタマガイ類のなかではもっとも原始的な形態を示している。ひとつ興味深い事実が知られておりそれは新しいタイプのタマガイ類(他の3亜科)が出現(前期白亜紀)する前の地層中からは三畳紀にわずかに見られる例外(FÜRSICH and JABLONSKI, 1984)を除いてタマガイ類によって穴をあけられたと考えられる二枚貝や巻貝の化石がほとんど産出しないということである。速水・加瀬(1978)はこの事実から古いタイプのタマガイ類(アンプロスピリナ亜科)が新しいタイプのタマガイ類とは異なった食性を持っていたのではないかと指摘している。本亜科は古第三紀まで繁栄したがその後急速に種の数を減らしていった。日本の中新世の地層から産出するナカムラタマガイ(*Cernina fluctuata nakamurai* (OTUKA): 第1図の1-12)とミズホタマガイ(*Pachycrommium harrisi* (PANNEKOEK): 第1図の1-13)は本亜科の最後の生き残りである。

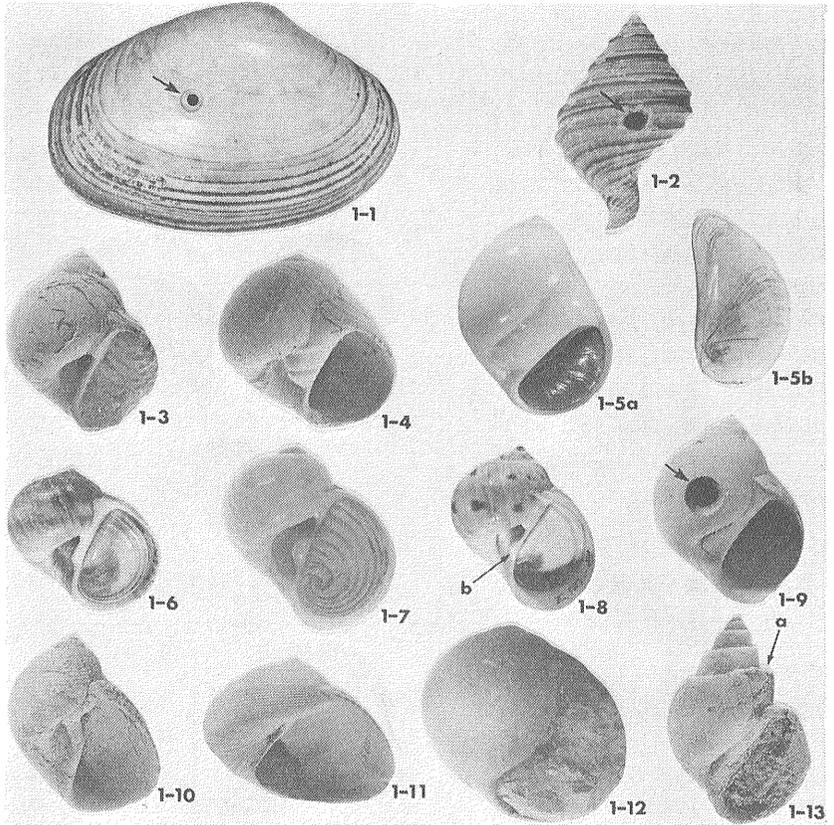
2.2 トミガイ亜科(Polinicinae)

トミガイ亜科の出現は白亜紀前期といわれており新生代とくに新第三紀にもっとも繁栄し現在に至っている。代表的な日本の属にはハイイロツメタガイ属(*Euspira*: 第1図の1-3)トミガイ属(*Polinices*: 第1図の1-5)ツメタガイ属(*Glossaulax*: 第1図の1-4)など

がある。その一般的特徴は球状あるいは扁平な殻を有すること。螺層の肩が張ることがあまりないこと。そして角質の蓋(第1図の1-5b)を持つことである。

2.3 タマガイ亜科 (Naticinae)

この亜科は白亜紀の後期に出現したと考えられているが、この亜科の最大の特徴である蓋(石灰質)の報告が伴わないかぎり、はっきりしたことはいえない。なぜならもっとも古いと考えられているこの亜科の種の殻はトミガイ亜科のいくつかの種、とくにハイロツメタガイ属(*Euspira*)の殻に著しく似ており、殻だけではその区別が容易でないことがあるからである。巻貝分類の古典的大著である WENZ (1941) は、ハイロツメタガイ属を本亜科に分類しているほどである。こういった問題や、巻貝の重要な分類形質である軟体部の歯舌の類似などからタマガイ亜科とトミガイ亜科を区別せず、全てタマガイ亜科として分類する研究者もいる。タマガイ亜科の代表的な日本の属は、タマガイ属(*Natica*: 第1図の1-6)、フロガイ属(*Naticarius*: 第1図の1-7)、ヒョウダマガイ属(*Tanea*: 第1図の1-8)、ハイロタマガイ属(*Cryptonatica*: 第1図の1-9)などで、球状な殻、一般に半円状によく発達したさい滑層(第1図のb: こ発達が悪いとハイロツメタガイ属の殻に著しく似ることがある)および石灰質の蓋を持つことで特徴づけられる。



第1図 タマガイ類の捕食跡(矢印)とさまざまなタマガイ種

1-1: アケガイ (*Paphia vernicosa* (GOULD)) ×0.9 現生(愛知県三河一色沖)。1-2: チヂロバイ (*Ancistrolepis trochoideus* (DALL)) ×0.8 化石(千葉県銚子市 鮮新統飯岡層)。1-3: メイセンタマガイ (*Euspira meisensis* (MAKIYAMA)) ×0.7 化石(滋賀県甲賀郡 中新統黒川層)。1-4: キリタニツメタガイ (*Glossaulax didyma coticazae* (MAKIYAMA)) ×0.8 化石(朝鮮半島北東部 中新統萬戸洞層)。1-5: トミガイ (*Polinices tumidus* (SWAINSON)) ×0.8 (1-5a) ×1.1 (1-5b) 現生(沖縄県石垣島)。1-6: トラダマガイ (*Natica vitellus* (LINNAEUS)) ×0.5 現生(鹿児島県志布志湾)。1-7: ヒメフロガイ (*Naticarius excellens* AZUMA) ×1.5 現生(三重県志摩半島沖)。1-8: トサタマガイ (*Tanea tosaensis* (KURODA)) ×0.9 現生(愛知県三河一色沖)。1-9: ハイロタマガイ (*Cryptonatica clausa* (BRODERIP and SOWERBY)) ×1.0 化石(青森県青森市 鮮新統大釈迦層)。1-10: ネコガイ (*Eunaticina papilla* (GMELIN)) ×1.4 化石(静岡県掛川市 鮮新統天王砂層)。1-11: フクロガイ (*Sinum javanicum* (GRIFFITH and PIDGEON)) ×0.7 化石(千葉県木更津市 更新統桜井層)。1-12: ナカムラタマガイ (*Cernina fluctuata nakamurai* (OTUKA)) ×0.4 化石(広島県庄原市 中新統備北層群)。1-13: ミズホタマガイ (*Pachycrommium harrisi* (PANNEKOEK)) ×0.8 化石(埼玉県秩父市 中新統平仁田層)。

すでに述べたように以下で扱う蓋を伴ったタマガイ化石は すべて本亜科に分類される。

2.4 フクロガイ亜科 (Sininae)

本亜科のもっとも古い確実な記録は古第三紀の始新世である。この亜科の殻には ほぼ殻表全体に螺状の装飾をめぐらすという 他の3亜科に比べてきわ立った特徴がみられる。殻は扁平なものから細長いものまであり 日本の代表的な属としてフクロガイ属(*Sinum*: 第1図の1-11) ネコガイ属(*Eunaticina*: 第1図の1-10) などがある。

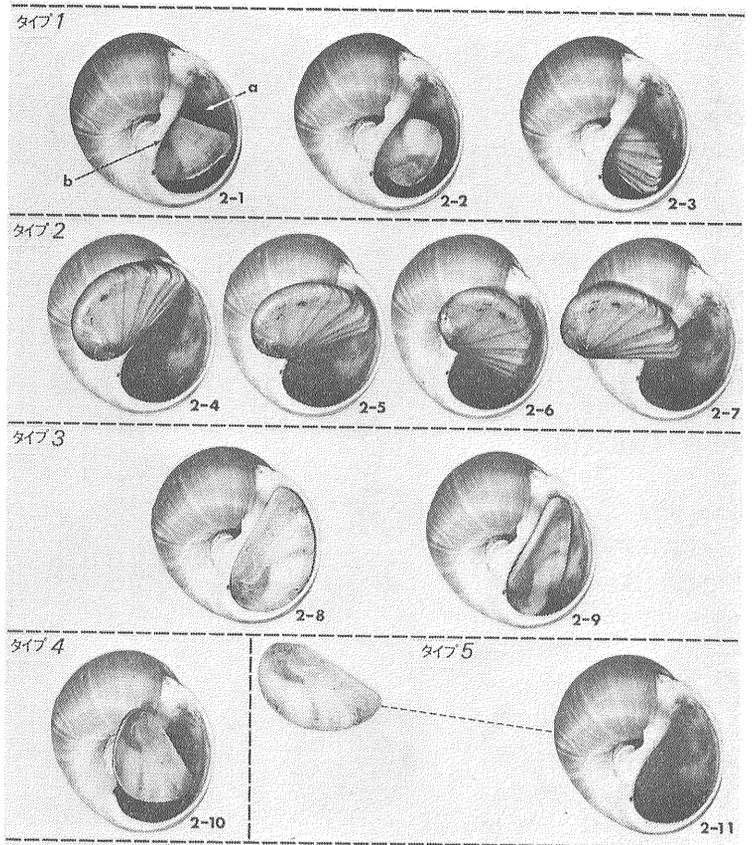
3. 殻と蓋が共産して産出したタマガイ化石

現在までに間島が得た日本産の蓋を持ったタマガイ化石の殻は 29個体に及んでいる。これらの殻と蓋の相対的な位置は 5つのタイプに分類することができる。第2図はこれら5つのタイプの殻と蓋の相対的位置を 全ての化石標本につき 現生標本を使うことによって示したものである。ただしタイプ1の21標本については 3つの図(第2図の2-1, 2-2, 2-3)で代表してある。また第3図には それぞれのタイプの化石標本の例を示した。以下この5つのタイプにつき簡単に記載する(MAJIMA, 1984を一部改定)。

タイプ1: 蓋は殻口(第2図のa)のなか 体層(巻貝の殻の最後の一卷)の奥に保存されている(21個体: 第2図の2-1から2-3 第3図の3-7)。

タイプ2: 蓋は殻底にあって反転し その外表面は殻底をむいている(4個体: 第2図の2-4から2-7 第3図の3-3と3-4)。

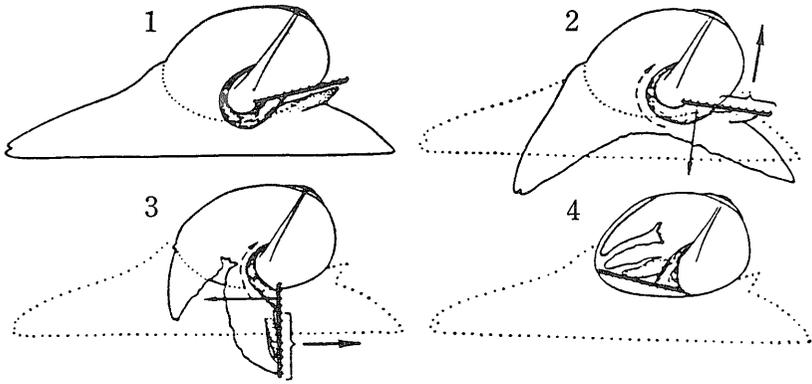
タイプ3: 蓋は殻口に一致しているか(第2図の2-8)あるいはわずかに殻口内に入りこんでいる(第2図の2-9)(2個体: 第3図の3-1と3-2)。



第2図 殻と蓋が共産する化石タマガイの現生標本による再現。

もともなった化石標本を以下の〔 〕の中にしめす。pl., fig. および text-fig. は MAJIMA (1984) の図を示し また第3図とあるのは本論文中の図である。2-1: 体層のなかにあつて その後半部(蓋の両端のうちとがっている方)を殻口に向けている〔pl. 69, figs. 1a-b, 6, pl. 70, figs. 3a-b, 5a-b〕。2-2: 体層のなかにあつて その前半部(蓋の両端のうち丸まっている方)を殻口に向けている〔第3図の3-7 pl. 69, figs. 2, 11a-b, pl. 70, figs. 4a-b, 6a-b〕。2-3: 体層のなかにあつて その後半部を殻口に向け かつ反転している(内表面を殻口に向けている)〔pl. 70, fig. 1〕。2-4: 殻底にあって反転している〔第3図の3-3から3-6〕。2-5: 殻底にあって反転しわずかに殻口に向かってズレている〔pl. 69, figs. 4a-b〕。2-6: 殻底にあって反転し そして2-5の状態からさらに殻口に向かってズレている〔text-fig. 2, pl. 68, figs. 1a-e〕。2-7: 殻底にあって反転し2-4の状態から時計回りに90度ほど回転している〔text-fig. 2, pl. 68, figs. 2a-e〕。2-8: 殻口に一致している〔第3図の3-1, 3-2〕。2-9: 内縁は殻口に一致しているが 外縁は体層のなかにある〔pl. 69, figs. 5a-b〕。2-10: 前半部を殻口からつきだし 内表面を殻口の内縁に向けている〔第3図の3-8 pl. 69, fig. 7〕。2-11: 殻から完全に離れている〔第3図の3-9 pl. 70, figs. 2a-c〕。

タイプ4: 蓋はわずかに体層内に入りこんだ状態でその前半部(蓋の丸まっている端が前である)を殻口からつきだしている。蓋の内表面は内唇(第2図のb)に面している(1個体: 第2図の2-10 第3図の3-8)。
タイプ5: 蓋は殻から完全に離れている(1個体: 第2図の2-11 第3図の3-9)。



第4図 生きたタマガイ類の蓋の動き (SCHILEYKO, 1977)

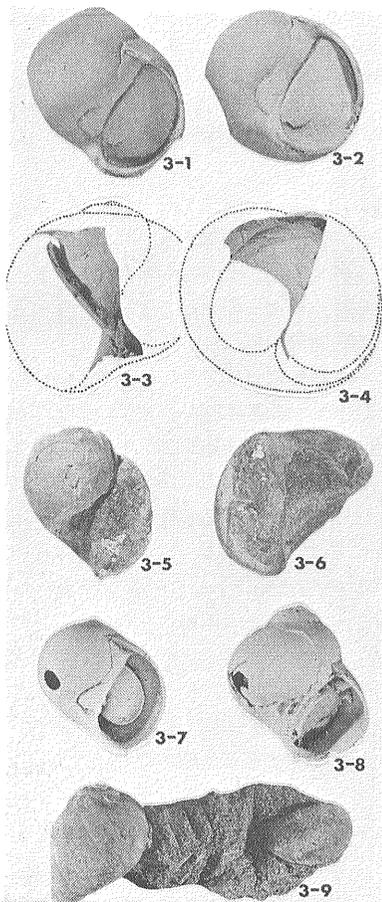
4. 生きたタマガイ類の蓋の位置と 殻と蓋の形態的關係

生きたタマガイ類の蓋の殻に対する位置は SCHILEYKO (1977) によって図示されている (第4図). タマ

ガイ類が軟体部を伸張するとき 蓋は内唇 (第2図のb) を軸に半回転する (第4図の4→3→2→1). そして軟体部を完全に伸張したとき 蓋は殻底部に反転した状態で置かれる (第4図の1). したがって 第4図の4が軟体部を収縮したときの蓋の状態 また第4図の1が軟体部を伸張したときの蓋の状態である.

軟体部が伸張したときの蓋の位置は 蓋の外表面と殻底部との形態的關係からも推定することができる. 第5図はフロガイ (*Naticarius alapaipilonis* (ROEDING): 第5図の5-1, 5-2, 5-3) とチシマタマガイ (*Cryptonatica janthostoma* (DESHAYES): 第5図の5-4, 5-5, 5-6) の蓋の外表面と殻底を示したものである. フロガイの蓋には その中央部に螺旋状の高まり (第5図のa) があり この高まりが さい孔 (第5図のb) のくぼみの形にほぼ一致している. フロガイの蓋の螺旋状の高まりをさい孔にさし込むことによって 殻と蓋を組合せたのが第5図の5-3である. チシマタマガイの蓋はほぼ平滑であるが その核の部分に半円形の低い高まり (第5図のc) があり この高まりの形はチシマタマガイのさい滑層 (第5図のd) の形にほぼ一致している.

さらに蓋は全体的に弱くぼんだように湾曲しており



第3図 殻と蓋が伴って産出した化石タマガイ

3-1, 3-2: ハイロタマガイ (*Cryptonatica clausa* (BRODERIP and SOWERBY)) ×1.7 北海道天塩町 鮮新統“勇知”層 タイプ3. 3-3, 3-4, 3-5, 3-6: ハイロタマガイの仲間 (*Cryptonatica* sp.) ×0.6 北海道新十津川町 鮮新統幌加尾白利加層 タイプ2. 3-3と3-4は3-5と3-6から作られたシリコン模型. 3-7: ハイロタマガイ (*Cryptonatica clausa* (BRODERIP and SOWERBY)) ×1.4 北海道黒松内町 鮮新統中ノ川層 タイプ1. 3-8: *Cryptonatica ichishiana* (SHIBATA) ×1.2 三重県安芸郡美里村 中新統大仰層 タイプ4. 3-9: ハイロタマガイ (*Cryptonatica clausa* (BRODERIP and SOWERBY)) ×0.7 岩手県二戸市落合 鮮新統久保層 タイプ5.

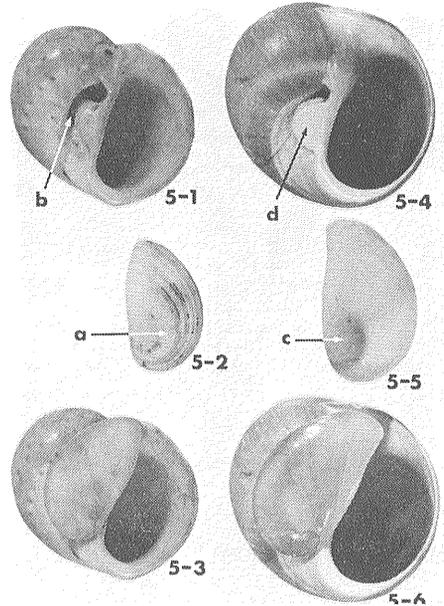
このくぼみ方は殻底の形に良く一致している。つまり蓋の外表面の形が殻底の雌型のようにになっているのである。この形態的特徴にしたがってチシマタマガイの殻と蓋を組み合わせたのが第5図の5-6である。したがって第5図の5-3と5-6は軟体部を伸張したときのタマガイ類の蓋の位置をほぼ正確に表わしていると考えられる。

5. 生時の蓋の位置を保存している化石 タマガイ 標本

生きたタマガイ類が軟体部を伸張したときの蓋の位置を示す第5図の5-3と5-6を化石標本の蓋の位置を示す第2図と比較してみよう。第2図のタイプ2の2-4(もともなった化石標本は第3図の3-3と3-4)が示す化石の蓋の位置は第5図の5-3と5-6が示す軟体部を伸張した生きた個体の蓋の位置にほとんど完全に一致している。また第2図のタイプ3の2-8(もともなった化石標本は第3図の3-1と3-2)は軟体を収縮したときのタマガイ類の蓋の位置を正確に示している(第4図の4)。この2標本はタマガイ類が死んだときの蓋の状態をほとんどそのまま保存していたと考えてさしつかえないと思われる。さらに第2図の2-5から2-7に示したタイプ2の他の化石標本の蓋の位置は第5図の5-3と5-6に示した生きたタマガイ類の蓋の位置に極めて近似しておりこれらも軟体部を伸張した状態で死んだ個体であると考えられる。同様にタイプ3のもうひとつの化石標本の蓋の位置を示す第2図の2-9に示した個体もその蓋の位置から判断して軟体部が収縮して死んだ個体であったと推定される。

6. 死後の蓋の移動に関するひとつのモデル

共産して産する化石の殻と蓋の相対的位置のうちもっとも産出頻度が高いのがタイプ1の蓋が殻口の奥に保存されているものである。生きたタマガイ類の蓋の位置は第4図に示した通り常に殻口部およびその外にあるから蓋が体層の奥に入った状態で死ぬ個体はないはずである。したがってタイプ1の保存状態を示す蓋はその死後何らかの外的な力によって移動したはずである。生時の蓋の位置(第4図)からこのタイプ1の蓋の保存位置へ蓋がどのように死後移動したかをさぐるためにひとつのモデルを考えてみた。このモデルでは死にいたりつつある個体が軟底中にある程度埋まっていることが前提になる。先にも述べたようにタマガイ類は砂底あるいは泥底中に住む二枚貝など



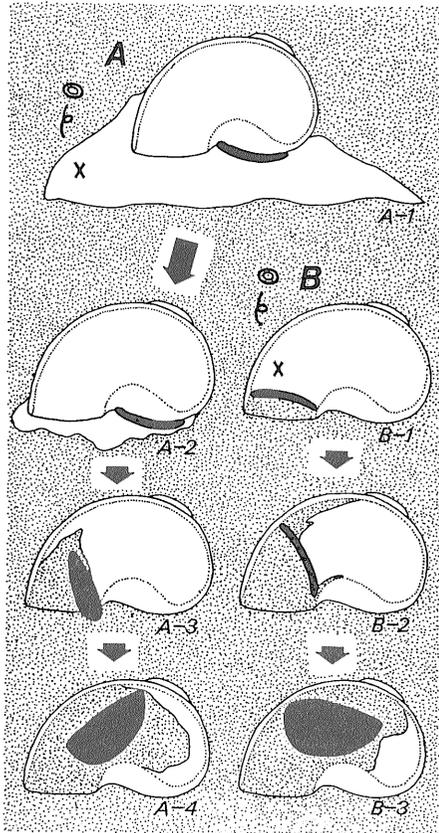
第5図 タマガイ類の蓋の外表面と 殻の殻底との形態的關係。

5-1, 5-2, 5-3 : フロガイ (*Naticarius alapapilionis* (ROEDING)) ×1.3 現生(高知県柏島沖).
5-4, 5-5, 5-6 : チシマタマガイ (*Cryptonatica janthostoma* (DESHAYES)) ×0.9 現生(北海道室蘭沖).

を通常底質中に潜って捕食することからこの前提はけっして無理のないものと考ええる。

そのモデル(第6図)とは(1)死んだタマガイ個体の軟体部は底質中に埋まっていることからその死後腐肉食性の大型生物等の餌になる機会も少なくバクテリアなどによって静かに分解されてゆく(第6図のA-1, 2とB-1)→(2)失われた軟体部が占めていた空間を周囲の堆積物が置き換えてゆく(第6図のA-2, 3とB-2)→(3)失われた軟体部を置き換えながら少しずつ移動する堆積物によって蓋もまた移動する(第6図のA-3とB-2)→(4)最終的に蓋は堆積物によって殻口のなかまで運ばれる(第6図のA-4とB-3) というものである。

タイプ1で示される体層のなかに保存されている蓋の多くがこのモデルに示したような過程でその位置を占めたと考えたい。そしてこのモデルはタイプ1の蓋の位置の起源が軟体部を伸張した状態と軟体部を収縮した状態で死に至った両方の個体の蓋の位置からみちびかれることを示している(第6図のA-1→A-4およびB-1→B-3)。このモデルにしたがうならばタイプ2と3に分類されたいくつかの標本が示す生時の蓋の位置からのズレを第2図の2-7の個体を除いて説



第6図 タマガイ類の死後 堆積物によって運ばれる蓋の移動経路

明する事ができる。第2図の2-5と2-6に示した軟体部を伸張して死に至ったと推定される2つの個体の蓋は殻口に向かってわずかにズレている。このズレは死後失われつつある軟体部を置き換える堆積物によるタイプ1の状態に向かう蓋の移動の途中段階を示していると考えられる(第6図のA-3)。第2図の2-4, 2-5, 2-6の順に標本をながめてみるとまるで蓋が殻口に向かって移動する様を順々ととらえているようにも見えるのである。また第2図の2-9に示した化石個体の蓋の位置は軟体部を収縮した状態で死んだ個体の蓋の位置からタイプ1の状態に向う移動の途中段階を示しているものと考えられる(第6図のB-2)。

第2図の2-11(もとになった化石標本は第3図の3-9)に示したタイプ5のように蓋が殻から完全に離れてしまった個体の蓋の位置の説明は容易である。なぜなら大多数の個体は殻と蓋がバラバラで産出しているのでありこの化石標本は単にその殻と蓋が別れてゆく過程をとらえているにすぎないと考えられるからである。いうまでもなくすべてのタマガイ個体が底質に埋まっ

て死ぬ必然性はなく埋まったまま死に至った個体のうちのいくらかがその後の再堆積などを被ることもなく蓋を持った状態で化石化したのであろう。

このモデルでまったく説明が見つからない個体は第2図の2-10(もとになった化石標本は第3図の3-8)に示したタイプ4の蓋の位置である。この蓋の位置は第4図の1と4およびその中間のいずれの位置からその起源を考えても殻口の周囲で蓋が堆積物を押しつけるように半回転しないと説明が見つからない。おそらく堆積物以外の力例えば大型腐肉食性生物の活動などが加わったためとおもわれる。

7. まとめ

従来いわゆる“生時の蓋の状態”として記載報告されてきた化石巻貝の蓋はいずれもタイプ3のように蓋が殻口に一致している状態のものでタイプ2のような蓋が殻底で反転しているようなものは報告されていなかった。しかし本論で示したようにタイプ2に分類される個体は4個体も有りタイプ3の2個体に比較してむしろ高い頻度で産出している。このことは軟体部を伸張した状態で死にいたるタマガイ類がけっして珍しくないということを示している。従来の研究にタイプ2のような蓋の保存状態を示す化石個体がほとんどなかったのは蓋を持つ巻貝類が軟体部を伸張したままで死ぬなどということが考えられない(殻口を蓋で閉じた状態が巻貝類にとってもっとも安全だから)あるいは軟体部を伸ばした状態の蓋の位置が極めて不安定な位置(殻底に対して反転し単に殻底に置かれているだけ)にあるため化石としてそのままの状態では残りにくいに違いないといったような予断があったためではないだろうか。その結果としてタイプ2のような蓋の保存位置を占める化石が発見されても採集者の興味を引くことがなかったのではあるまいか。

タマガイ亜科の化石の殻と蓋の共産はけっして珍しいものではなく筆者が採集した2, 3の化石産地ではごく普通に採集される。日本以外でもPAVIA(1980)によって北イタリアの鮮新統から多数のタマガイ亜科の殻と蓋の共産が報告されている。初めに述べたようにタマガイ類は新生代海成層中のごく普通の貝化石であるから今後も殻と蓋が伴った化石標本の産出が期待されるがこれから発見されるであろう化石標本の蓋の位置がここに示したモデルにあうものなのかどうか大変興味深いところである。

8. おわりに

タマガイ類以外の巻貝化石でも殻と蓋の共産が これまでいくつか報告されている。最近の例を以下にあげる。野田・菊池 (1980) は茨城県の中新統男体山火山角礫岩層から *Phanerolepida expansilabrum* (KURODA) (ニシキウズガイ科) を KASE and MAEDA (1980) は千葉県の下部白亜系君ヶ浜層から *Hayamia rex* KASE (アマガイモドキ科) を GORDON and YOCHELSON (1982 a) は北米の下部石炭系 Batesville Sandstone から *Naticopsis (Naticopsis) genevievensis* MEEK and WORTHEN (ナチコプシス科) を また GORDON and YOCHELSON (1982 b) は北米の下部石炭系 Greenbrier Limestone から *Naticopsis (Naticopsis?) buttsi* GORDON and YOCHELSON (ナチコプシス科) を報告した。これらの蓋はいずれも石灰質で その保存位置は本稿でいうタイプ1 (野田・菊池 1980) とタイプ3 (KASE and MAEDA, 1980; GORDON and YOCHELSON, 1982 a; GORDON and YOCHELSON, 1982 b) にあたる。化石巻貝の角質の蓋の産出例があることはすでに述べたが このうち 松岡・中村 (1981) が滋賀県の更新統古琵琶湖層群堅田累層から報告した *Cipangopaludina japonica* (v. MARTENS) (タニシ科) と IWASAKI (1980) が熊本県の白亜系川口層から報告した *Pila fukamiensis* IWASAKI は 殻と共産し その蓋の保存位置はそれぞれタイプ1 とタイプ3 を示す。これらの産出はタマガイ類以外でも 本稿と同様な研究が可能であることを示している。とくに絶滅種の殻と蓋が共産して多数発見されれば これまで類似の現生種との比較からしかわからなかった軟体部の動きや形を その蓋の保存位置からある程度推定することができるかもしれないのである。タマガイ類に限らず 巻貝化石を採集する際は蓋があるかどうかそして もし蓋が殻と共産していたならば その位置はどんなところにあったかを十分に気をつければ さらに多くの蓋つきの巻貝化石標本が採集されることが期待され そして多くの新知見をもたらしてくれるであろう。

文 献

FÜRSICH, F. T., and JABLONSKI, D. (1984) Late Triassic

naticid drillholes: Carnivorous gastropods gain a major adaptation but fail to radiate. *Science*, vol. 224, p. 78-80.

GORDON, N. Jr., and YOCHELSON, E. L. (1982 a) *Aptychus solidum* is a Mississippian *Naticopsis* (Gastropoda) operculum. *Jour. Paleont.*, vol. 56, No. 1, p. 215-220.

— and — (1982 b) A *Naticopsis* operculum found *in situ* (Gastropoda: Mississippian). *Jour. Paleont.*, vol. 56, No. 1 p. 260-265.

速水格・加瀬友喜 (1978) 白亜紀の貝 自然科学と博物館 vol. 45. No. 4, p. 168-172.

IWASAKI, Y. (1980) Three gastropod fossils from the Cretaceous Kawaguchi Formation, Kyushu. *Kumamoto Jour. Sci., Geol.*, vol. 12, No. 1, p. 31-38, pl. 2.

KASE, T. and MAEDA, H. (1980) Early Cretaceous Gastropoda from the Choshi district, Chiba Prefecture, central Japan. *Palaeont. Soc. Japan, Trans. Proc.*, N. S., No. 118, p. 291-324, pls. 34-36.

MAJIMA, R. (1984) Observations on occurrences of Japanese Neogene naticids (Gastropoda) bearing calcareous opercula. *Palaeont. Soc. Japan, Trans. Proc.*, N. S., No. 134, p. 361-373, pls. 68-70.

松岡敬二・中村 喬 (1981) 古琵琶湖層群堅田累層産淡水棲貝化石 (予報) 瑞浪市化石博物館研究報告 No. 8, p. 105-126, pls. 37-47.

野田浩司・菊池芳文 (1980) 中新統男体山火山角礫岩層産 *Phanerolepida expansilabrum* (KURODA) 貝類学雑誌 (*Venus*) vol. 39, No. 1, p. 69-73, 1 pl.

大森昌衛・茨木直雄 (1966) 長野県小諸層群から発見された淡水棲貝化石群について 地学研究 vol. 17, No. 2, p. 41-43.

PAVIA, G. (1980) Gli opercoli calcarei delle Naticidae (Mollusca, Gastropoda) nel Pliocene norditaliano. *Boll. Malacologico*, vol. 16, Nos. 7-8, p. 225-276, pls. 1-7.

SCHILEYKO, A. A. (1977) Data on the anatomy of naticoida and problems of taxonomy of the subfamily (Mollusca: Mesogastropoda). *Trans. Inst. Oceanology*, vol. 108, p. 77-97. (in Russian with English abstract).

WENZ, W. (1941) *Gastropoda. Teil 1: Allgemeiner Teil und Prosobranchia*, in Schindewolf, O. H., ed., *Handbuch der Paläozoologie*: Berlin, vol. 6, p. 949-1639.