Bull. Mizunami Fossil Mus., no. 22 (1995), p. 109-114, pl. 11, 1 figs.

軟体動物殻体にみられる溶蝕現象の進化古生態学における有用性 － *Geloina* を例として－

伊左治鎭司

千葉県立中央博物館，〒260，千葉市中央区青葉町955-2

Use of Shell Dissolution on Molluscs for Evolutionary Palaeoecology: The Case of *Geloina*

Shinji Isaji

Natural History Museum and Institute, Chiba, Aoba-cho 955-2, Chuo, Chiba, 260 Japan

Abstract

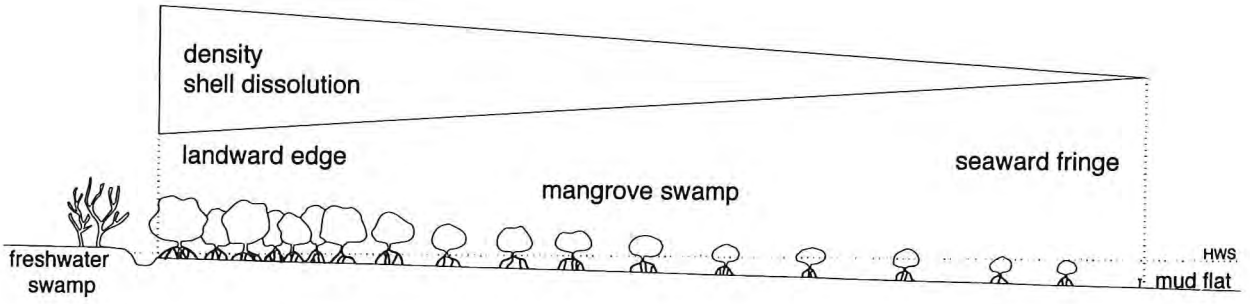
Shell dissolution on a recent mangrove corbiculid, *Geloina erosa* is investigated in relation to their habitat in the mangrove swamp in Iriomote Island. The sediment types of their habitats are remarkably variable in composition. All living specimens have suffered shell dissolution, especially on the umbonal region, burrowing in the muddy fine-grained sand mixed with humus. *G. erosa* lives mainly in the landward edge of the mangrove swamp, where acidification is due to acid sulfate soils and humic acid from humus.

Surface topology of the shell of well-preserved *Geloina* fossils from the Yatsuo and Bihoku Groups (early Middle Miocene) indicate that they have suffered shell dissolution during their living periods. It is therefore apparent that the Miocene *Geloina* had lived in acidic environments as the recent species have. In the strict sense, shell dissolution on *Geloina* fossils is not direct evidence for mangrove swamps as their habitat, but it simply indicates physiological adaptation of the organisms to acidic environments.

キーワード：ゲロイナ，殻の溶蝕，マングローブ湿地，酸性環境，進化古生態学.
Key words: *Geloina*, shell dissolution, mangrove swamp, acidic environment, evolutionary palaeoecology.

はじめに

新生代の軟体動物化石群集を材料とした古環境の復元において，その理論的よりどころとされるのは現在主義である．ここでは，現生種に認められる生態情報は，形態的類似性の高い同種個体あるいは近縁種の個体にも適用でき，したがって，化石生物の生態情報を形態に基づいて推測可能であると仮定される．ただしこの論理は，直接比較することができる現生種の頻度の高い第四紀の化石群集に対しては有用であるが，絶滅種の多い第三紀以前では解析の精度が低下することは避けられず，現在



第1図 マングローブ湿地の泥質部における *G. erosa* の生息密度と殻の溶蝕状態を示す概念図.
Fig. 1. Schematic figure showing the density of *G. erosa* and the degree of shell dissolution in muddy substrata of mangrove swamps. HWS=High Water level of Spring tide.

主義による古環境の復元には限界があると一般に認識されている(糸魚川, 1992など). 一方, 単一の系統における生態の変遷や, 近縁な現生種が存在しない化石生物の古生態を解析する場合には, 機能形態などから類推される生活様式に加えて, 堆積物から得られる物理化学的データを基に, 化石生物の古生態を推測する. このような手法は経験的な現在主義に比べて理論的背景がより確かであり, 生態の進化を解析する上で極めて有用であると同時に, また古環境の復元における現在主義的解釈を補充することが可能である.

現生種が特殊な環境に生息する生物である場合, その生物の進化史において生態の変遷がおこった可能性が大きいが, 生態の変化に伴った形態の変化が起こったかどうかははっきりしないことが多い. もし, 形態の変化がわずかで, 生態だけに大きな変化が起こった場合, しばしばそれらの化石種に対して誤った生態の解釈を与えることになる. よって, 特殊な環境に生息する種の進化史における生態の変遷を考えるとき, 現在主義による限界性はより強調されるべきであろう.

現生の*Geloina*はマングローブ湿地にのみ生息している特殊な二枚貝であり, 進化の過程でマングローブ湿地に見られる塩分濃度や水温などの物理化学的状態が激しく変動する環境に適応した生物である(Morton, 1976). それゆえ, *Geloina*の古生態を考える際には現在主義の限界性をより考慮に入れるべきであるが, Oyama(1950)以来, 日本の中新統から産出する*Geloina*はマングローブ湿地の指標として一般に受け入れられてきた. *Geloina*を産出する中新統が堆積した当時, マングローブ湿地が存在していたことは, 現在知られている他の様々な古生物学的証拠によっても支持されている(Itoigawa, 1978, 山野井ら, 1980). しかしながら, このような現在主義的論理以外に, 中新世の*Geloina*がマングローブ湿地に生息していたことを積極的に支持する情報についてはほとんど触れられていない.

筆者はマングローブ湿地に生息する現生種*Geloina erosa*の生息環境と殻の溶蝕を観察し, *G. erosa*は殻の溶蝕に対して防御効果を持つ特殊な有機質殻体を分泌する能力を持つことを明らかにした(Isaji, 1993, 1995). 殻の溶蝕現象は淡水や汽水域の酸性水に生息する軟体動物の殻に普通に見られる現象であり, 殻の溶蝕の有無は生息環境の大まかなpHの指標として大変有用である. ここでは現生種*G. erosa*に見られるマングローブ湿地での殻の溶蝕現象を詳細に記載し, 化石の殻表面に残された溶蝕痕の状態から生息時の水質について考察する. また, 古生態の解析における殻の溶蝕痕の持つ情報の有効性と限界性についても議論する.

現生種 *Geloina erosa* で観察される殻の溶蝕

マングローブ湿地の環境は変化に富むが, 湿地の水は一般にpHが低く, 溶存酸素はほとんどなく, 降雨時には水温と塩分濃度が激しく変動する. *G. erosa*はマングローブ湿地にのみ生息する特殊な二枚貝であり, 湿地の特異な環境水中で生存できるほか, 干潮時に湿地が干出した際にも空気呼吸できるなど, 特殊な生理的適応を遂げている (Morton, 1976).

筆者は1992年7月に, 西表島北部のヒナイ湾に発達するマングローブ湿地において, *G. erosa*の生息環境の水質と底質及び殻の溶蝕の程度を観察した (Isaji, 1993). 調査地のマングローブ湿地内では, 殻の溶蝕の有無は湿地の底質状態に大きく左右されている. 殻の溶蝕が起こらない所の底質は, 砂れきと貝殻, 珊瑚の破片からなり,

表層水と底質中の間隙水のpHはそれぞれ7.23-7.79, 6.99-7.24であった．殻が激しく溶蝕される所の底質は，腐植質を多く含む泥質細粒砂であり，表層水と底質中の間隙水のpHはそれぞれ6.99-7.13，5.06-6.54であった．

調査地域での*G. erosa*の生息密度は多くてせいぜい3～5個体/m²であったが，溶蝕が起こらない所ではまばらにしか生息しておらず，確認できた限り個体数は溶蝕の起きる泥質部で圧倒的に多かった．さらに，泥質部における*G. erosa*の生息密度は，マングローブ湿地の陸端において最大であり，マングローブ湿地の前端すなわち海側にすすむにつれ減少する（第1図）．

殻の溶蝕は泥質部に生息するすべての個体にみられる．溶蝕は殻皮が殻表面から失われた後，バクテリアや菌類，藻類などの穿孔を伴って進行する．溶蝕は殻皮が薄く，殻が初期に形成される殻頂部において最も早く始まり，殻長が30 ㎜ほどの幼年個体においても殻頂部のみが選択的に溶蝕を受けている．溶蝕面は時間の経過とともに殻頂部から殻腹に向かって広がり，さらに内層方向への深みも増す．底質のpHがより低いところ程，溶蝕面の内層方向への進行が早い．殻皮の摺滅は殻頂に近いほど起こりやすいが，二枚貝の移動運動により底質との間に大きな摩擦を生じる殻の前腹部においても起こり，溶蝕面が殻表面の成長線に対して斜交することが一般的である．移動運動の回転軸に当たる部分では，特に殻皮が失われやすく溶蝕が進行しやすい（Pl. 11, Fig. 1）．

泥質部における殻の溶蝕の程度は，マングローブ湿地の陸端において最も激しく，海側ほど小さくなる傾向にある（第1図）．陸端では潮の干満による干出時間が長く，大潮時などには冠水しないこともあり，底質が乾燥することが多い．また，陸からの有機物の供給が多いほか，オヒルギなどの群落が大きく成長して，底質中に直径1㎜以下の細い根が密集しており，これらの根によって移動能力を奪われ干出地に取り残された個体では，著しく深い溶蝕を受けていることが多い（Pl. 11, Figs. 2a, b）．また，陸端には多くの小池が存在するが，池内に生息する個体も著しく溶蝕を受けている．一方，海側の底質は干潮時においても乾燥することが少なく，有機物の量も陸端に比べて少ない．また，樹木も未成長で底質中に根も少なく，そこに生息する*G. erosa*は移動能力を奪われることも少ない．

*G. erosa*の殻構造に見られる特徴

*G. erosa*の殻体内層中には厚さ1～2 ㎛の有機質薄膜が存在する．この薄膜は殻皮と似た組成を持つ疎水性の高い物質で溶蝕面に広く露出する性質があり，結果として内層方向への溶蝕の進行が抑制される（Pl. 11, Figs. 2 a, b）．この薄膜は溶蝕による刺激を受けた時に，外套膜上皮細胞から分泌されるもので，溶蝕を受けていない個体には存在しない．薄膜は殻表面の溶蝕を受けた部分に対応して殻の内表面に分泌され，内表面全体に及ぶことはない．

*G. erosa*の殻の殻頂部には管状構造が存在する．この管状構造の内部には殻への付着機能を持つ外套膜の突起が存在し，管状構造は殻が内層方向に付加されるにつれて形成される（Isaji, 1993, 1995）．

中新世 *Geloina* 化石の殻の溶蝕

本論文で用いた標本は備北層群と八尾層群から産出した*Geloina*化石である．二枚貝化石の殻の溶蝕の有無から，生息環境の酸性度を考察する場合，それが個体の生存時に起こったものでなければならない．殻の外層表面に全く溶けた痕跡がない標本であれば，その標本は生存時とその後採集されるまでの間に酸性水にさらされていないことが明らかであり，原地性か異地性かに影響されない．化石標本に溶解の痕跡がある場合，個体の死後から採集されるまでに全く化学的溶解を被っていないことを示すことは困難であるが，以下の条件を満たす標本であれば，生存時の殻の溶蝕を強く示唆するものであると思われる．

(1)，殻の外層表面の保存が非常によく，風化や浸食の影響を受けていないこと．この場合，殻皮が残されている標本が最適である．

(2)，現生種で認められる溶蝕形態と同一であること．

(3)，原地性化石であることが望ましい．

標本1：*Geloina yamanei* Oyama（Pl. 11, Figs. 3a, b）

産地：富山県八尾町掛畑（Okamoto & Terachi (1974) の Pl. 47, Fig. 4と同一個体）

岩相：灰色シルト岩

本標本は殻長60 ㎜の合弁個体で両殻ともほとんど欠損がなく，殻の保存も良好である．靱帯は失われているが，前端部に僅かに殻皮の残存物と思われる茶褐色の付着物が認められる．右殻は靱帯の周囲と殻頂から前方の殻腹中部にかけて，外層の外表面が0.3 ㎜程の厚みを持ってはげ落ちているほか，殻頂部も幅4 ㎜程がかけており，表面を堆積物が覆っている．そのほかの部分の殻表面には細かいひび割れが存在するが，外層の外表面は

保存されている．左殻は殻頂の先端部が幅3㎜程欠けているほか，靱帯の周囲の外層表面が厚さ0.3 ㎜程はげ落ちている．そのほかの外層表面の保存は良好である．左右両殻とも外層表面の中腹部に微生物の穿孔痕に似た細かい穴があいている．殻表面のどの部位にも小孔状の溶蝕痕は見られない．

標本2：*Geloina stachi* Oyama（Pl. 11, Fig. 4）
産地：広島県比婆郡東城町川東
岩相：泥質細粒砂岩

本標本は合弁であるが，左右両殻ともひどく潰れている．後半部の1/3程がかけているが，殻長は70 ㎜を越えるものと推定される．左右両殻とも殻の保存は良好で，外層表面には全面にわたって殻皮が残存している．左殻の殻頂は直径2㎝ほどの円形をなして溶けており，その外縁はほぼ輪肋に沿っているが，殻の前面部でやや広がる．溶蝕面には平面状の殻面が露出し，少なくとも4層の平面が認められる．殻頂部ほど最も内層よりの面が露出し，殻腹側に向かって順次外側の面が露出する．右殻の殻頂部にも溶蝕が認められるが，変形が大きいため溶蝕面の形態ははっきりしない．

標本3：*Geloina* sp.（Pl. 11, Figs. 5a, b）
産地：富山県八尾町掛畑
岩相：れき質粗粒砂岩

本標本は左殻の殻頂部の破片で，中央歯と前側歯が残されている．中央歯と前側歯の大きさから判断して，殻長は60-70 ㎜程の個体と推定される．殻の保存は良好で，結晶構造も確認できる．外層表面には輪肋が残されているが，殻頂部は直径1㎝程にわたって円形に浅く外層表面が失われている．溶蝕面は一面のみで半球状で丸みを帯びている．輪肋が残されている殻腹部の外層表面には直径が1㎜に見たない浅い小孔が複数存在する．標本の後半部では，外層表面の輪肋が確認できるが，殻の厚みが1㎜に達しないところがあることから，明らかに内層が溶解したものと思われる．本標本の殻頂部の内層表面を走差型電子顕微鏡で観察すると，無数の管状構造の開口部が確認できる（Pl. 11, Fig. 5b）．

考　　察

*G. erosa*はインド洋から太平洋にかけて発達するマングローブ湿地に広く分布する種である（Morton, 1983, 1984）．西表島に発達するマングローブ湿地は，東南アジアに広がる広大なマングローブ湿地に比べるとはるかに小規模のものであり，西表島のマングローブ湿地の環境が本種の一般的な生息環境であるかどうかはわからない．Morton (1976, 1988) の報告では，シンガポールのマングローブ湿地の水は一般に強～弱酸性であり，そこに生息する*Geloina*の殻は溶蝕を受けている．西表島で筆者が測定した表層水と間隙水のpHは弱酸性の値を示したが，それらは一時的な値であり，実際にはもっと低い値を示す時期があるのかもしれない．

マングローブ湿地は，多量の有機物から出る腐植酸と，干出によって生成される硫酸塩土壌によって酸性化することが知られており，干出する時間が長く有機物の含有量の多いマングローブ湿地の陸端ほど殻の溶蝕が著しく起こるものと思われる（第1図）．それゆえ，広大なマングローブ湿地ほど，干出による硫酸塩土壌の生成が起こりやすいと考えられ，*G. erosa*の生息環境のほとんどが殻の溶蝕が起こるようなpHの低い環境であろうと推察される．一方，調査地域では殻が全く溶けない環境下での生息が確認できた．この場所では周囲の岩質が石灰岩で底質も炭酸塩物質からなり，加えて泥質堆積物の供給も少ないために環境水が中和されており，殻の溶蝕が全く起こらないと思われる．このような環境は西表島に発達するマングローブ湿地の中でも限られた環境であり，*Geloina*の生息環境としては一般的でないように思われる．調査地域における生息密度はマングローブ湿地の陸側で最大であったが，このことはMorton（1983, 1984）の報告によるシンガポールと香港に発達するマングローブ湿地内での*G. erosa*の生息状況に矛盾しない．

溶蝕を激しく受けた個体は，殻体内層中に有機質薄膜を分泌する．この薄膜の持つ殻の溶蝕を妨ぐ効果が，酸性水が卓越する環境において，殻の溶蝕に抵抗する手段として有利に働いていると推察される．薄膜は溶蝕を受けた個体にのみ存在することから，薄膜の分泌は外套膜が刺激を受けた際の応答とみなすことができる．また，溶蝕の有無にかかわらず，殻頂部の内層中には管状構造が存在する．管状構造が存在することで，殻の溶蝕が内層方向に深く進行する前に，管状構造を通して外界の刺激が外套膜に伝わり，有機質薄膜が溶蝕に対して予備的に分泌されると推察される．この点で，管状構造は溶蝕の刺激に対する有機質薄膜の分泌において，有利に機能していると思われる（Isaji, 1993, 1995）．

以上のことから，*G. erosa*は殻の溶蝕が選択要因となった結果，溶蝕の進行を遅らせる反応手段を獲得し，そのような環境下でも生存し子孫を増やすことができるように適応進化をとげた二枚貝であるといえる．

現生種*G. erosa*で観察される殻の溶蝕状態と比較し

て，*Geloina*化石の殻表面の形態から，生息時の水のpHを大まかに推定することが可能である．経験的には，溶蝕が起こらない環境下でのpHはおよそ7.0以上で中性から弱アルカリ性の値を示し，殻の溶蝕が起こる環境では7.0未満で弱～強酸性の値を示す．

標本１は殻頂部がわずかに欠けているが，生存時の溶蝕によるものか化石化の過程によるものかはっきりしない．殻頂部の欠損を除いては，殻の外層表面がほぼ保存されており，小孔が見られないことから，pHが弱アルカリ性から中性に近い環境に生息していたものと考えられる．標本２は殻頂部が選択的に溶蝕を受けており，pHの低い環境に生息していたと考えられる．溶蝕面の形態は，現生種で観察される有機質薄膜の露出面と酷似していることから，生存時の殻の溶蝕に対する反応として，有機質薄膜を分泌した個体であると推察される．標本３でも殻頂部にわずかな溶蝕面が確認でき，外層表面に小孔が存在することから，標本２ほどではないにしてもpHが低い環境に生息していたと考えられる．観察した個体の殻長はいずれも60-70 ㎜程の成貝であり，それぞれの個体の生存時間は大きくは違わないと推測されるので，それぞれの個体の溶蝕の程度は，生存時の底質のpH条件に依存したものと考えられる．

以上のことから，中新世の*Geloina*も多様なpH条件下で生息することが可能で，殻が溶けるほどのpHの低い環境での生理的耐性を持っていたと推察されるとともに，現生種で観察されるような殻の溶蝕に対する適応形質を獲得していたと考えられる．

ところで，厳密な意味で，殻の溶蝕痕のみからは，生息時の環境水が殻を溶かす程度に酸性であったことしか判断できない．では，中新世の*Geloina*が生息していた殻の溶ける環境は，どのような場所であったのだろうか？地形環境を含めた復元をする場合，現在殻の溶蝕が起こっている環境から推定せざるをえない．軟体動物の殻が溶ける環境として，淡水から汽水域，干潟，湿地，低水温の海域，深海，酸性湧水環境などがあげられる．共産する化石群集の組成から現在主義的解釈をすれば，中新世の*Geloina*の生息環境は熱帯から亜熱帯の浅海に近接した環境であることは確かである．そのような地域で殻の溶蝕が起こる環境としては，淡水の影響の強い河口とマングローブ湿地があげられる．筆者の観察では，調査地域のマングローブ湿地の前面に広がる干潟には*Katelysia japonica* と *Gafrarium tumidum*が多数生息していたが，干潟内のすべての環境において殻の溶蝕は認められなかった．このことは，マングローブ湿地が多量の有機物を捕らえるために干潟への有機物の供給が少ないことと，干満による水の動きが大きいことから酸性化が進まないためと思われる．それゆえ，熱帯から亜熱帯のマングローブ湿地と近接した干潟では，殻が激しく溶蝕されることはないと考えられる．一方，河口域に生息している*Batissa*の場合，生存時に殻が溶蝕されていることが普通である．河口に生息する*Batissa*とマングローブ湿地に生息する*Geloina*とを比べて，どちらがより著しい溶蝕を受けているかについては，何ら定量的なデータがないが，硫酸塩土壌の生成がすすむマングローブ湿地内で水のpHがより低下し，殻の溶蝕が進行することは容易に想像される．河口かマングローブ湿地かを判断するには共産する化石に頼らざるをえないが，*Telescopium*の産出は中新世の*Geloina*がマングローブ湿地に生息していたことを強く示唆している．

しかし，これらの証拠があっても中新世の*Geloina*が現生種の*G. erosa*と同様なマングローブ湿地の陸端を好んで生息していたかどうかはわからない．現在のマングローブ湿地では，泥質の環境であれば，海側の先端に近いところにおいても殻の溶蝕が起こっているので，殻の溶蝕の有無からではマングローブ湿地内での生息場所を推定することはできない．Morton (1983) によれば，カリブ海沿岸のマングローブ湿地に生息する*Geloina*の近縁種である*Polymesoda*は，湿地の海側に生息し，しばしば湿地の端を越える所まで分布するという．それゆえ，*Geloina*がマングローブ湿地の環境に適応する過程で，湿地の海側に好んで生息していた可能性も十分に考えられる．

おわりに

溶蝕痕から得られる情報だけでは，地形的，生物群集的解析を含めた古環境の復元は困難である．しかし一方では，現在主義的論理を用いることなく，化学的斎一性のみから生物の酸性環境での生理的耐性を示す証拠として，生態の進化を解析する有効な情報を提供するものと期待できる．

シジミガイ科二枚貝の例では，北アメリカの上部白亜系より産出する化石種にすでに溶蝕が認められる（Ohta，1970，Fürsich，1994）．また，石狩層群より産出する始新世の*Geloina*や*Batissa*にも溶蝕が認められるようである（Nagao & Otatume，1943）．筆者はまだこれらの標本を直接見る機会を得ていないが，これらの化石に見られる溶蝕が生存時のものであれば，シジミガイ科二枚貝としての酸性環境への侵入は白亜紀にはすでに起こっていたといえるだろう．このほか，殻の溶蝕は

*Vicarya*のような絶滅種においても観察されている（岡本・松尾，1994）．*Vicarya*の場合，現生種に属レベルで近縁種がいないため*Geloina*ほど細かい生態の情報が得られないが，少なくとも*Vicarya*の進化史において，中新世前期から中期の時代には殻の溶蝕が起こるほどの酸性環境に生息する生理的耐性を持っていたといえる．このような解析を進めるにあたっては化石記録が断片的であることと，それぞれの系統関係が明確でないことに留意しなければならないが，それらの問題が解決できれば単一種の生理的耐性のみならず，ある系統の進化史における酸性環境への侵入の歴史を明らかにする可能性を秘めており，進化古生態学における生態解析の着眼点としてきわめて有用であろう．

謝　　辞

本稿をまとめるにあたり，糸魚川淳二博士，岡本和夫博士，奥村好次氏には*Geloina*化石を観察する機会を与えていただくとともに，数々のご教示をいただいた．森田利仁博士には粗稿を読んでいただき，貴重なご助言をいただいた．また，琉球大学農学部附属熱帯農学研究施設の方々には，西表島での調査の際にさまざまな便宜をはかっていただいた．以上の方々に厚くお礼申し上げる．

本稿で扱った*Geloina*化石は瑞浪市化石博物館に保管する．

引 用 文 献

Fürsich, F. T. (1994), Palaeoecology and evolution of Mesozoic salinity-controlled benthic macroinvertebrate associations. *Lethaia*, **26**, 327-346.

Isaji, S. (1993), Formation of organic sheets in the inner shell layer of *Geloina* (Bivalvia: Corbiculidae): An adaptive response to shell dissolution. *The Veliger*, **36** (2), 166-173.

Isaji, S. (1995), Defensive strategies against shell dissolution of bivalves inhabiting acidic environments: The case of *Geloina* (Corbiculidae) in mangrove swamps. *The Veliger*, **38**(3), 235-246.

Itoigawa, J. (1978), Evidence of subtropical environments in the Miocene of Japan. *Bull. Mizunami Fossil Mus.*, no. 5, 7-21.

糸魚川淳二(1992)，海の古環境の復元．豊橋市自然市博研報，no. 2，41-52.

Morton, B. (1976), The biology and functional morphology of the southeast asian bivalve, *Polymesoda* (*Geloina*) *erosa* (Solander, 1786) (Bivalvia: Corbiculidae). *Can. Jour. Zool.*, **54**, 482-500.

Morton, B. (1983), Mangrove bivalves. *In* Russell-Hunter, W. D., (ed.), *The Mollusca, 6, Ecology*, 77-138, Academic Press. New York.

Morton, B. (1984), A review of *Polymesoda* (*Geloina*) Gray 1842 (Bivalvia: Corbiculacea) from Indo-Pacific mangroves. *Asian Marine Biology*, **1**, 77-86.

Morton, B. (1988), The population structure and age of *Polymesoda* (*Geloina*) *erosa* (Bivalvia: Corbiculacea) from a Hong Kong mangrove. *Asian Marine Biology*, **5**, 107-113.

Nagao, T. and Otatume, K. (1943), The fossil corbiculids from the Palaeogene Ishikari series in the Ishikari coal-field, Hokkaido. *Jour. Fac. Sci., Hokkaido Imp. Univ.*, ser. 4, **7**(1), 1-13, 3 pls.

Ohta, Y. (1970), A review of some corbiculids in North America. *Trans. Proc. Palaeont. Soc. Japan*, N. S., no. 79, 291-315, 3 pls.

Okamoto, K. and Terachi, M. (1974), Miocene molluscs from the Bihoku Group at Miyauchi-cho, Shobara City, southwest Japan. *Trans. Proc. Palaeont. Soc. Japan*, N. S., no. 95, 341-352, 1 pl.

岡本和夫・松尾幸子（1994），庄原および津山中新統からの*Vicarya* の shell corrosion について．瑞浪市化石博研報，no. 21，13-17，1 pl.

Oyama, K. (1950), Studies of fossil molluscan biocoenosis, no. 1. Biological studies on the mangrove swamps, with description of new species from Yatsuo Group. *Rep. Geol. Surv. Japan*, no. 132, 1-16.

山野井　徹・津田禾粒・糸魚川淳二・岡本和夫・田口栄次(1980)，西南日本の中新統中部から発見されたマングローブ林植物について．地質雑，**86**(9)，635-638.

原稿受付　1995年 9 月13日；1995年 9 月23日受理．

Plate

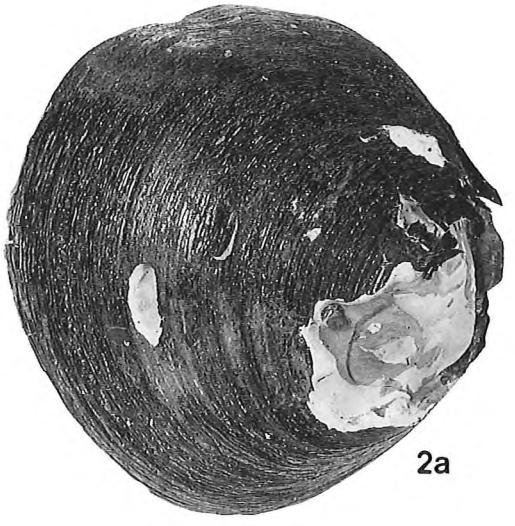
Plate 11

Fig. 1. *Geloina erosa* (Solander) × 1
西表島，現生．生息姿勢を示した右殻．回転軸に沿った溶蝕を受けた個体．
Fig. 2a. *G. erosa* (Solander) × 1
西表島，現生．著しい溶蝕を被り，殻体内層中に有機質薄膜を持つ個体．
Fig. 2b. 2aの背面部 × 1
Fig. 3a. *Geloina yamanei* Oyama × 1
富山県八尾町掛畑．八尾層群．Okamoto & Terachi (1974) の Pl. 47, Fig. 4と同一個体．明瞭な溶蝕痕は見られない．
Fig. 3b. 3aの背面部 × 1
Fig. 4. *Geloina stachi* Oyama
広島県比婆郡東城町川東．備北層群．殻頂部を溶蝕された個体．スケール＝1 cm
Fig. 5a. *Geloina* sp.
富山県八尾町掛畑．八尾層群．殻頂部をわずかに溶蝕された個体．外層表面に小孔状の溶蝕痕が存在する．スケール＝1 cm
Fig. 5b. 5aの内層表面に見られる管状構造の開口部．走差型電子顕微鏡写真．スケール＝50 μm

Fig. 1. *Geloina erosa* (Solander) × 1
Specimen showing shell dissolution along the locomotion axis. Loc. Iriomote Island. Recent.
Fig. 2a. *G. erosa* (Solander) × 1
Specimen with extensive shell dissolution and organic sheets within the inner shell layer. Loc. ditto. Recent.
Fig. 2b. Dorsal view of 2a. × 1
Fig. 3a. *Geloina yamanei* Oyama × 1
Well-preserved conjoined specimen without distinct shell dissolution. Loc. Kakehata, Yatsuo-cho, Toyama Prefecture. Yatsuo Group.
Fig. 3b. Dorsal view of 3a. × 1
Fig. 4. *Geloina stachi* Oyama
Specimen with shell dissolution on the umbonal region. Loc. Kawahigashi, Tojo-cho, Hiroshima Prefecture. Bihoku Group. Scale bar＝1 cm
Fig. 5a. *Geloina* sp.
Specimen with slight dissolution on the umbonal region and small pits. Loc. Kakehata, Yatsuo-cho, Toyama Prefecture. Yatsuo Group. Scale bar＝1 cm
Fig. 5b. Scanning electron microscopy of inner shell surface of 5a showing a opening of tubule within the shell. Scale bar＝50 μm



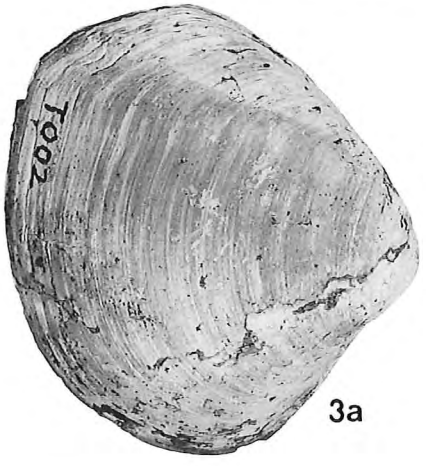
1



2a



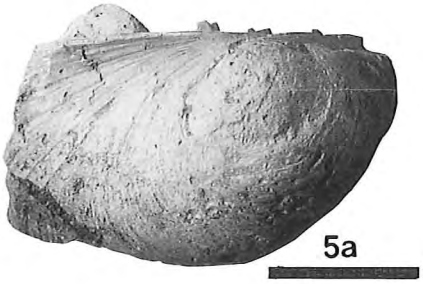
2b



3a



3b



5a



4



5b