

原著論文

群馬県の中新統から産出した化石蔓脚類

野村真一¹・高桑祐司²

¹京都大学大学院理学研究科地質学鉱物学教室：〒606-8502 京都市左京区北白川追分町
(nomura@kueps.kyoto-u.ac.jp)

²群馬県立自然史博物館：〒370-2345 群馬県富岡市上黒岩1674-1 (takakuwa@gmnh.pref.gunma.jp)

要旨：群馬県の中新統から産出した化石蔓脚類を記載した。化石蔓脚類は、庭谷層のミョウガイ科の1種、原市層のムカシフジツボ科の*Striatobalanus* sp.、茶屋ヶ松層と馬見岡凝灰岩層のフジツボ科の1種からなることが判明した。庭谷層産ミョウガイは、国内のミョウガイ科の化石としては5例目であり、他のミョウガイ科の化石と同様に泥質堆積物から産出する。*Striatobalanus* sp. は、国内の中新統では初産出となるムカシフジツボ科の暖流系種である。本種は海洋表層の暖流にともなって国内に分布していたと推定される。群馬県産化石蔓脚類の産状は、分類や古生物地理に有用な追加標本の産出を示唆しており、今後の詳細な調査・採集が期待される。

キーワード：蔓脚類, ミョウガイ科, フジツボ上科, 中新統, 群馬県

Fossil barnacles from the Miocene of Gunma Prefecture, central Japan

NOMURA Shin-ichi¹ and TAKAKUWA Yuji²

¹Department of Geology and Mineralogy, Graduate School of Science of Kyoto University:
Kyoto 606-8502, Japan (nomura@kueps.kyoto-u.ac.jp)

²Gunma Museum of Natural History: 1674-1, Kamikuroiwa, Tomioka, Gunma 370-2345, Japan (takakuwa@gmnh.pref.gunma.jp)

Abstract: We describe fossil barnacles from the Miocene of Gunma Prefecture, central Japan. The fossils were classified into three species: a scalpellid from the Niwaya Formation, an archaebalanid *Striatobalanus* sp. from the Haraichi Formation and a balanid from the Chayagamatsu Formation and the Mamioka Tuff. The scalpellid, the fifth Japanese record of this family, occurred from muddy deposits, as with other Japanese fossils. *Striatobalanus* sp. is the first Miocene record of warm-water archaebalanids in Japan. The species probably distributed in Japan with warm surface currents. Preservation modes of the fossil barnacles imply the further occurrence of additional specimens which will progress their taxonomy and paleobiogeography.

Key Words: Barnacle, Scalpellidae, Balanoidea, Miocene, Gunma Prefecture

はじめに

蔓脚類(Cirripedia)はフジツボ類(Balanomorpha)やミョウガイ類(Scalpelliformes)などからなる分類群であり、節足動物門甲殻亜門に属する。現生蔓脚類は潮間帯から深海の

熱水噴出孔まで幅広い海洋環境に生息している(Foster, 1987)。蔓脚類は化石記録が豊富であり(Newman et al., 1969; Newman, 1996)、国内では現生種のフジツボ類について、時空分布が詳細に復元されている(Yamaguchi, 1973, 1977a, b; 山口, 1988)。これらの先駆的研究によると、現生種

の化石記録は中新世以前から乏しくなっており、加えて新種の可能性のある化石が10種以上見つかった。そのため中新世以前の化石フジツボについては分類を進めていく必要があり、検討の余地が残されている。

一方、国内の化石ミョウガイ類は、1990年代まで未記載種を含む3種の化石記録が知られているのみであった(Noda, 1975; 浜田・糸魚川, 1983; 三本, 1991)。しかし近年、北海道から沖縄にかけての白亜系・第三系から、次々と化石ミョウガイ類が発見されている(野村ほか, 2004; 野村, 2007; 野村・清水, 2008)。従来、化石ミョウガイ類の報告は、ヨーロッパ・北アメリカなどの北大西洋域と、オーストラリア・ニュージーランドなどの南太平洋域に集中していた(例えば Darwin, 1851; Withers, 1928, 1935, 1953; Buckeridge, 1983)。よって国内の化石ミョウガイ類は、従来化石記録の空白域となっていた北太平洋域の記録として重要である。

群馬県からは古くから化石フジツボの産出が知られていた(横山, 1921; 大森ほか, 1976; 中村ほか, 2000)。しかしながら、いわゆる *Balanus* sp. として報告されており、詳細な分類学的記載は無かった。そこで筆者らは、群馬県立自然史博物館(GMNH-PI)に所蔵されている中新統産の化石蔓脚類を検討し、産出地の現地調査により追加標本も採集した。その結果、フジツボ類だけでなく、国内では5例目となるミョウガイ類の産出も明らかになった。本論はこれらの群馬県産化石蔓脚類の記載を行い、産出意義と今後の展望について論じる。

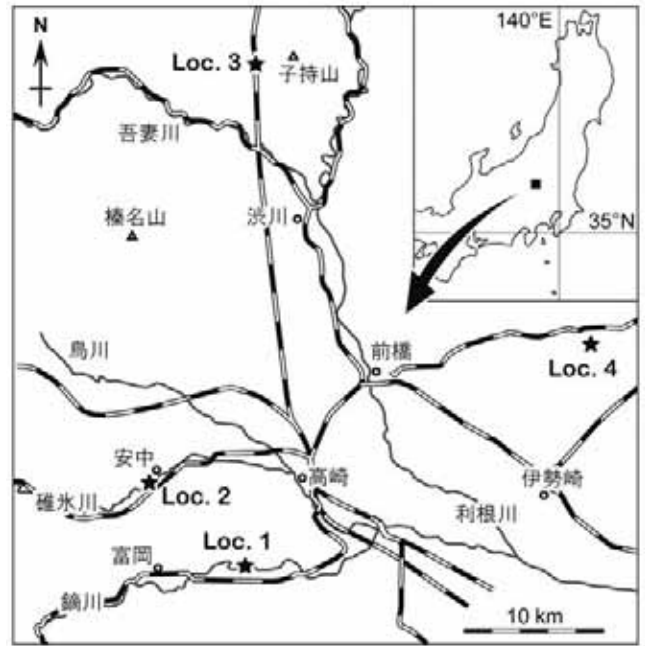


図1 産地位置図。

産出地

化石蔓脚類が産出したのは群馬県内の以下4地域である(図1)。

- Loc. 1: 多野郡吉井町小棚, 鐺川, 吉井大橋より東側の川床。中部中新統, 安中層群庭谷層(高橋・林, 2004), 砂質シルト岩。
- Loc. 2: 安中市原市, 碓氷川, 柵橋から七曲橋間の川床。中部

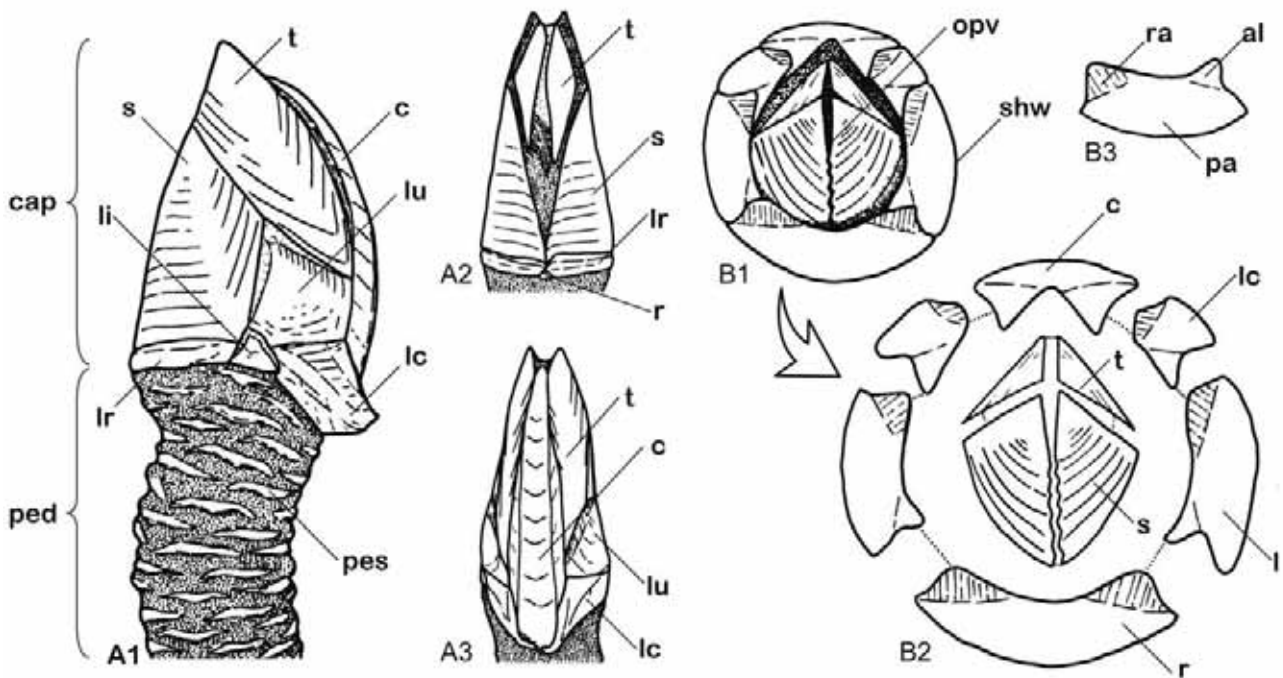


図2 化石蔓脚類の殻板構成。

A, ミョウガイ類 (*Arcoscalpellum* sp.): A1, 右側面; A2, 腹面; A3 背面. B, フジツボ類 (シロフジツボ *Striatobalanus tenuis*): B1, 上面; B2, B1の殻板を分離させた模式図; B3, 周殻の殻板(側板). cap: 頭状部, ped: 柄部, s: 楯板, t: 背板, c: 峰板, lu: 上側板, li: 中側板, lr: 嘴側板, lc: 峰側板, pes: 柄鱗, r: 嘴板, opv: 蓋板, shw: 周殻, l: 側板, ra: 輻部, al: 翼部, pa: 主壁. B1, B2 は野村ほか(2004)から引用。

中新統, 安中層群原市層 (高橋・林, 2004), シルト岩.

Loc. 3: 吾妻郡高山村, 上越新幹線中山トンネル内工事時の露頭. 中部中新統, 茶屋ヶ松層 (中村ほか, 2000), 礫質極粗粒砂岩.

Loc. 4: 桐生市新里町武井, 宅地造成時の露頭. 上部中新統, 馬見岡凝灰岩層 (大森ほか, 1976), 火山礫凝灰岩.

化石蔓脚類の産状

ミョウガガイ類やフジツボ類は体を複数の殻板で覆っている (図2, 図3). 庭谷層から産出した化石ミョウガガイは, 3枚の単離した殻板が隣接して保存されている (図4). 3枚の殻板は1枚の峰板と2枚の左背板からなる. 1個体に1枚のみである左背板が2枚あることから, 少なくとも2個体分の殻板が集まっていることになる. これらの殻板は外形がほぼ維持されており, 表面の装飾も良く保存されている.

化石フジツボ類は殻板が分離していない周殻の状態で保存されている (図5, 図6). 原市層産標本の殻底には材化石の一部が残っており, 木片への付着が示唆される (図5K). また, 茶屋ヶ松層と馬見岡凝灰岩層から産出した標本では, 殻底に *Chlamys* の肋とみられる印象が残っている (図6B2, R2, S2, T2).

原市層産標本には15個体が密集しているものがあり, 小型個体を除いて個体同士が覆いかぶさらないように分布している (図5L). 大型の周殻は, ほぼ直立した円筒形である.

一方, 大型個体の隙間を埋めるように付着した小型個体は, 周殻が変形している. 同様に個体に別個体が付着しているものは, すべての個体の開口部が一方向を向くように周殻を変形させている (図5A, G, J). したがって圧密を除いて, 周殻の変形は足場の広さが関係しており, 狭い場所に密集して付着していたことを反映していると推定される.

化石フジツボ類は, 圧密のほかに殻外層や殻板の剥離・溶解を受けていることがある (図5, 図6). 殻の剥離・溶解により, 標本の表面には壁管を仕切る多数の隔壁や縦走する内肋の印象 (図3) が観察される. また殻が全て溶けている場合は, 凸状の特徴的な印象化石として保存されている (図3, 図6).

化石蔓脚類の記載

Systematic Paleontology

各形質の用語は弘 (1937), Newman et al. (1969), 山口・久恒 (2006) に従う.

Subclass Cirripedia Burmeister, 1834

Superorder Thoracica Darwin, 1854

Order Scalpelliformes Buckeridge and Newman, 2006

Family Scalpellidae Pilsbry, 1907

Scalpellidae gen. et sp. indet.

(図4)

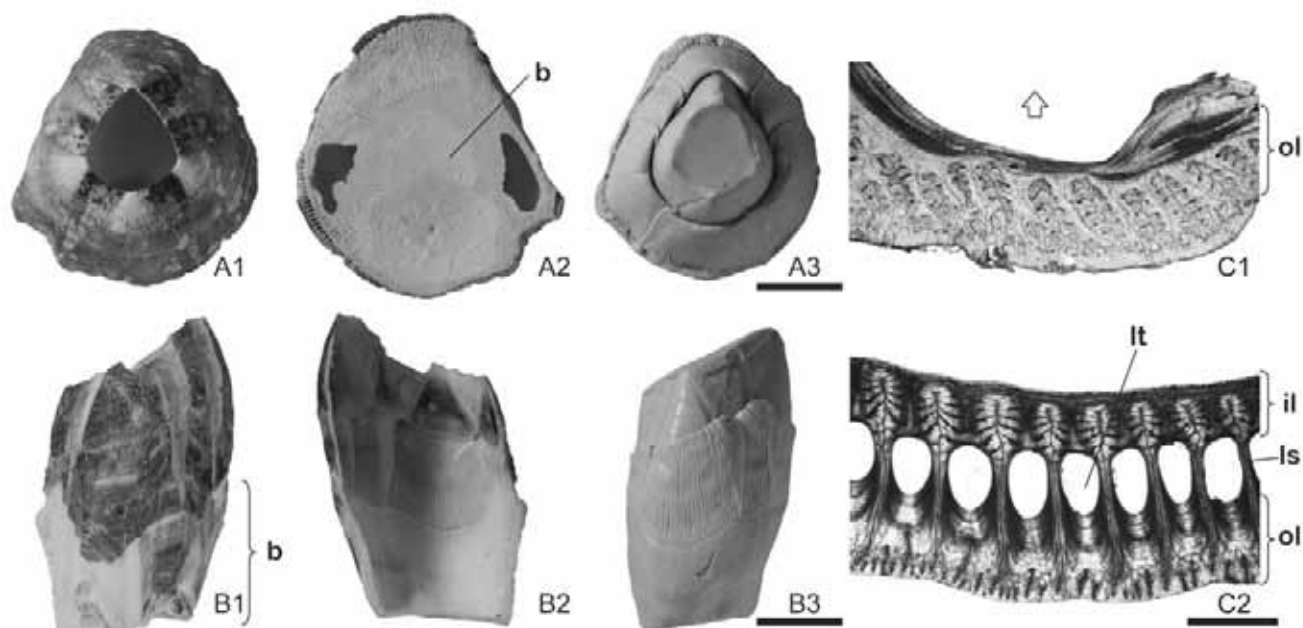


図3 フジツボ類の周殻のキャスト(雄型)と殻板の横断面.

A-B, 周殻 (アカフジツボ *Megabalanus rosa*): A1, 上面; A2, 底面; A3, キャスト; B1, 右側面; B2, B1の内面; B3, キャスト. C, 殻板の横断面 (矢印の方向が内側): C1, ムカシフジツボ科 (*Striatobalanus* sp.); C2, フジツボ科 (*Megabalanus rosa*). b: 殻底, ol: 殻外層, il: 殻内層, ls: 隔壁, lt: 壁管. スケールは1 cm (A-B), 1 mm (C).

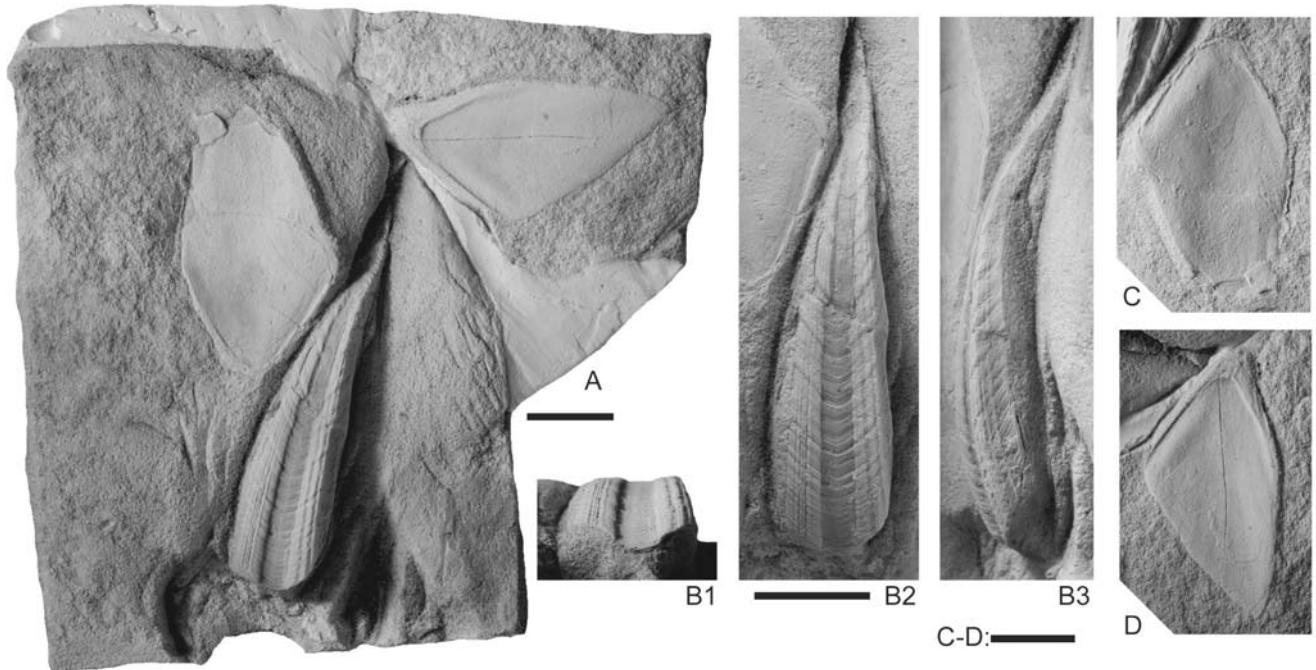


図4 庭谷層産化石ミョウガガイ Scalpellidae gen. et sp. indet., GMNH-PI-2901

A, 産出状態. B, 峰板: B1, 底側; B2, 背側; B3, 左外側. C-D, 左背板(内側). 標本は同一種の複数個体標本群である. スケールはすべて1cm.

標本—GMNH-PI-2901 (2個体以上の集団標本).

産出地・産出層準—Loc.1. 安中層群庭谷層(中部中新統).

採集者—黒澤利衛.

記載—峰板は半角筒形であり, 楯板側へ向かって弓状に屈曲する(図4B). 殻頂は上部の先端に位置する. 背側の面(tectum)には, 殻頂から底部にまで走る深く幅広い溝がある(図4B1, B2). 溝の両側は弱く膨らんでおり, 細い縦走溝がある. 基底縁は凸状に膨らむ. 側面(parietes)は広い(図4B3). 表面には基底縁に沿って屈曲する明瞭な成長脈が密にある.

背板はほぼ三角形であり, 殻頂では殻がやや厚くなる(図4C, D). 閉塞縁と楯板縁は外側へ弱く膨らむ. 閉塞縁と楯板縁のなす角は鈍角である. 底角は鋭角である. 峰板縁は弓状であり, 殻頂付近で内側へわずかに屈曲する.

峰板の形態よりミョウガガイ科に属すると判断される. 特に峰板の背側に溝をもつ種群はミョウガガイ科の *Arcoscalpellum* 属によく見つかる(例えば Withers, 1935, 1953; Zevina, 1981). 峰板にみられる広い溝と成長脈の特徴は, 北大西洋の深海に生息する現生種 *A. phrygianum* の峰板(Broch, 1953)と良く類似する. しかし *A. phrygianum* は溝の両側の高まりに縦走溝がないことから区別される. 詳細な同定には, 他の6種類の殻板(楯板・嘴板・上側板・中側板・峰側板・嘴側板)の外形や表面装飾の観察が必要であることから, 本論文ではミョウガガイ科の一種 Scalpellidae gen. et sp. indet. とする.

Order Sessilia Lamarck, 1818

Suborder Balanomorpha Pilsbry, 1916

Superfamily Balanoidea Leach, 1817

Family Archaeobalanidae Newman and Ross, 1976

Genus *Striatobalanus* Hoek, 1913

Striatobalanus sp.

(図5)

標本—GMNH-PI-747, 790-1, 790-2, 2902, 2903, 2904, 2905, 2906, 2907, 2908

産出地・産出層準—Loc.2. 安中層群原市層(中部中新統).

採集者—中島 一 (PI-747, 790-1, 790-2, 2902, 2905, 2906, 2907); 野村真一 (PI-2903, 2904, 2908).

記載—開口部は広く鋸歯状であり(図5F), 周殻はほぼ円筒形である. 周殻表面には弱い成長脈がある(図5C, J3). 周殻に壁管はなく, 内側には縦走する内肋(internal longitudinal ribs)があるが, その隙間は付加された殻で埋まって滑らかになっていることもある(図5C2, D2, E). 幅部は広く, 塊状であり, その頂部は殻底に対して緩やかに傾斜している(図5D, F). 幅部の表面には, 頂部とほぼ直交する方向へ走る成長脈が刻まれている(図5F). 翼部は広く, 縁は三角形に区切られている(図5C). 殻底は石灰質である.

楯板の表面には弱くうねる明瞭な成長脈がある(図5B). 表面には成長脈と直交する細い縦走溝があり, やや幅広い溝が閉塞縁側にある. 内面は閉殻隆起が発達している. 閉殻筋痕は浅く, 下制筋痕は広い.

周殻の形態の特徴は *Chirona* 属または *Striatobalanus* 属と

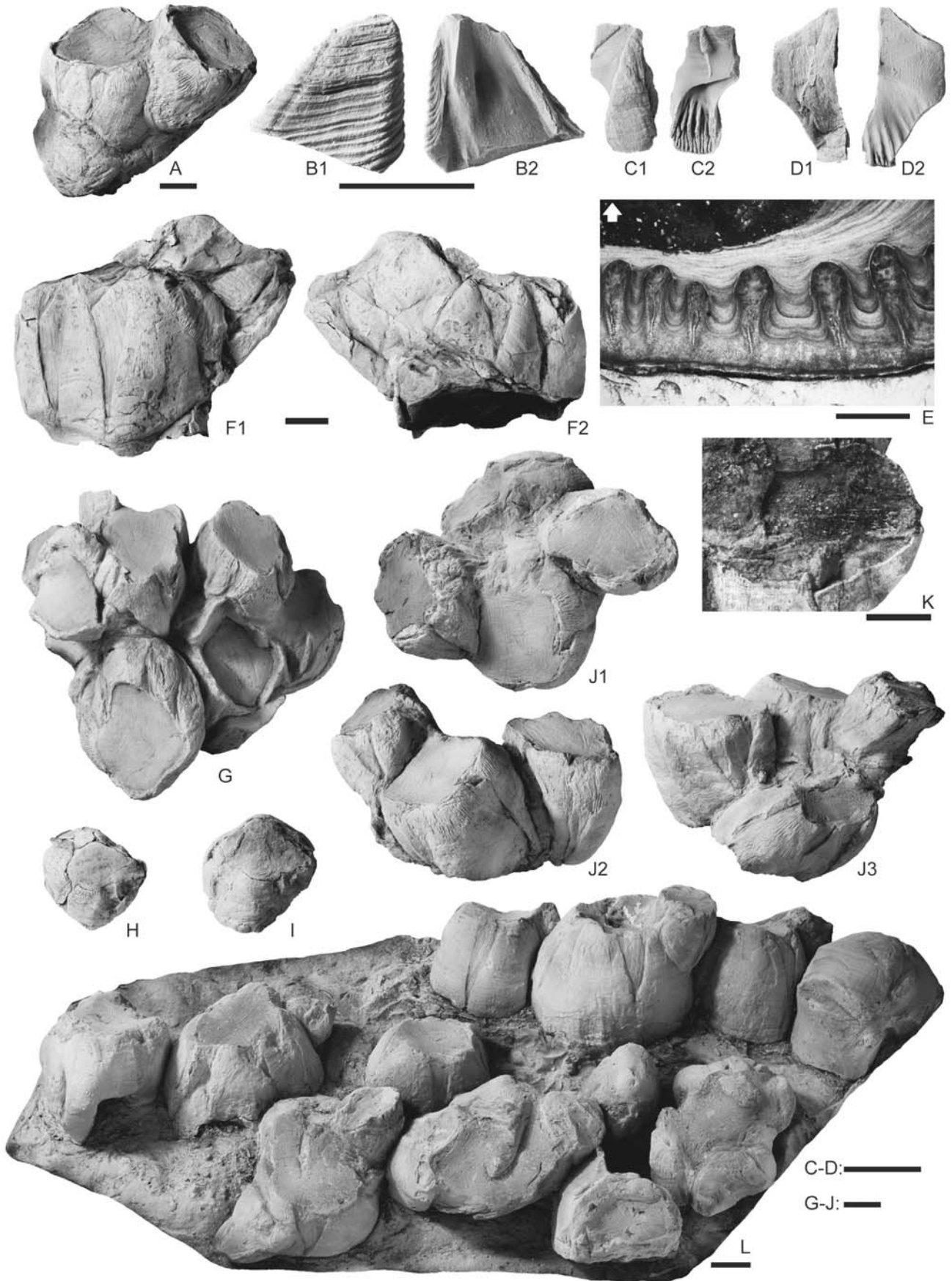


図5 原市層の化石フジツボ *Striatobalanus* sp.

A, 周殻, GMNH-PI-2906 (以下GMNH-PIを省略). B, 楕板, 2908; B1, 外側; B2, 内側. C, 峰側板, 2903; C1, 外側; C2, 内側. D, 周殻破片, 2904; D1, 外側; D2, 内側. E, 殻板の横断面, 747-2 (矢印の方向が内側). F-I, 周殻: F, 747-1, G, 2905; H, 790-1; I, 790-2. J-K, 周殻, 2902: J1, 上面; J2-3, 側面; K, 底面 (材の破片が付着). L, 周殻, 2907. スケールはE (1 mm) を除き, すべて1 cm.

酷似しており、この両者のいずれかに同定される。この2属は従来 *Chirona* 属の亜属として扱われていたが、現在は共に独立属とされている (Newman, 1996)。両属は楯板表面の縦走溝の有無によって区別されており (Buckeridge, 1983)、原市層産標本は縦走溝を持つため *Striatobalanus* 属に同定される。標本は幅部が広く、その頂部が緩やかに傾斜する。これらの形質は、ニュージーランドの中部-上部中新統から産出する *S. zelandicus* の周殻 (Withers, 1924; Buckeridge, 1983) のものと酷似しており、他の種とは明らかに区別される。しかし楯板が破片であり、背板が未発見であるため、種レベルの同定は追加標本をもとに将来的に検討する必要がある。そのため本論文では、*Striatobalanus* 属の一種 *Striatobalanus* sp. とする。

Family Balanidae Leach, 1817

Balanidae gen. et sp. indet.

(図6)

標本—GMNH-PI-2909~2920 (Loc.3), GMNH-PI-2921~2926, 2932~2934 (Loc.4)。

産出地・産出層準—Loc.3. 茶屋ヶ松層 (中部中新統)。Loc.4. 馬見岡凝灰岩層 (上部中新統)。

採集者—清水恵三郎。

記載—周殻は円錐形から円筒形である。周殻表面は滑らかであり (図6B)、数本の縦走肋がみられることもある (図6F, G)。周殻には壁管があり、内側には縦走する内肋 (internal longitudinal ribs) がある (図6K, L, M, V)。幅部は狭く、頂部は殻底に対して傾斜する (図6B)。翼部は広く、頂部は殻底に対してほぼ並行である。殻底は石灰質である (図6K)。蓋板が未発見であり、属や種が不明であることから、フジツボ科の一種 *Balanidae* gen. et sp. indet. とする。

考 察

中部中新統の庭谷層から産出した化石ミョウガイは、国内のミョウガイ科の化石としては5例目となる。既知の化石記録は、熊本県の始新統坂瀬川層産のミョウガイ科の1種、沖縄県の中新統豊見城層産の *Arcoscalpellum okinawanum*、宮崎県の上部中新統-下部鮮新統川原層産の *Scalpellum stearnsi*、高知県の鮮新統登層産の *Arcoscalpellum* sp. の4例である (Noda, 1975; 野村, 2007)。庭谷層産標本は楯板の深い溝の存在により、他の新第三系産の3種とは明らかに区別される。

これらの国内から産出するミョウガイ科の化石は、すべて泥質堆積物から産出する。産地付近の庭谷層は、岩相や産出化石から比較的深海の静穏な環境下 (外部浅海帯-上部漸深海帯) で堆積したと推定されている (大石・高橋, 1990; Kurihara, 2002; 高桑ほか, 2002)。ミョウガイ科の種

群は新生代初期に多様化し、現生種は主に深海を中心に分布している (Foster, 1987; Newman, 1996)。庭谷層産ミョウガイは深海に生息していたとみられ、国内における深海棲ミョウガイ類の多様性や古生物地理を議論するための基礎的資料となる。

原市層産化石フジツボ *Striatobalanus* sp. は、国内の中新統としては初産出となるムカシフジツボ科の暖流系種である。本属の国内における化石記録は、シロフジツボ *S. tenuis* が鮮新世から、サクラフジツボ *S. amaryllis* が更新世から、いずれも関東以南の地域で確認されている (山口, 1988)。この両種は現在も本州中部以南に分布している。

原市層産化石フジツボは木片に付着しており、海洋表層を浮遊していた可能性がある。本属の現生種サクラフジツボ *Striatobalanus amaryllis* は船底に付着することが知られており、インド洋-西太平洋域に広く分布している (Newman and Ross, 1976)。原市層の堆積場は寒流の影響を受ける深海環境であったと推定されているが、オウムガイやタコブネの産出などから、表層には暖流の影響があったことが指摘されている (栗原, 2000; 金子・野村, 1998; 長谷川ほか, 2005)。よって原市層から産出した *Striatobalanus* sp. は表層付近の暖流にともなう、中新世には現生種の分布北限である日本にまで分布していたと推定される。

2地域から産出したフジツボ科の一種 *Balanidae* gen. et sp. indet. は、産状や共産化石から、同様な沿岸環境に生息していたと推定される。茶屋ヶ松層、馬見岡凝灰岩層の両層ともに、*Chlamys* に付着していたとみられる周殻が産出している。また、両層では *Glycymeris*、*Chlamys*、*Dosinia* など属レベルでの二枚貝類の共通性が認められる (大森ほか, 1976; 中村ほか, 2000)。これらの二枚貝類は、安中層群板鼻層 (上部中新統) から産出している (Iwasaki, 1970; 大森ほか, 1976; 中村ほか, 2000; 栗原, 2000)。そのため、板鼻層からも今後フジツボ科を含むフジツボ上科の化石が産出する可能性がある。

本論で報告した化石蔓脚類の保存状態や産状は、同様な地層から分類に有用な追加標本が産出することを示唆する。化石ミョウガイでは、泥質堆積物から殻板が分離する前の完全な標本が産出することがある (例えば Withers, 1953)。また化石フジツボでは、属や種の分類に必要な蓋板は、周殻が破片化せずに産出する地層から良く見つかることが多い。これは筆者による追加調査によって原市層から蓋板が得られたことから示唆され、今後、産地や産出層準を詳しく調査する必要がある。

本論により、化石蔓脚類は群馬県内の複数地域に分布する中新統から産出し、おそらく深海、海洋表層、沿岸環境に分布していたことが明らかになった。本地域の中新統は日本海の拡大との関連や、微化石・大型化石が豊富に産出することから、国内の中新世における地史や生物相を考察する上で重要な地域の1つである。今後、追加標本に基づく検討

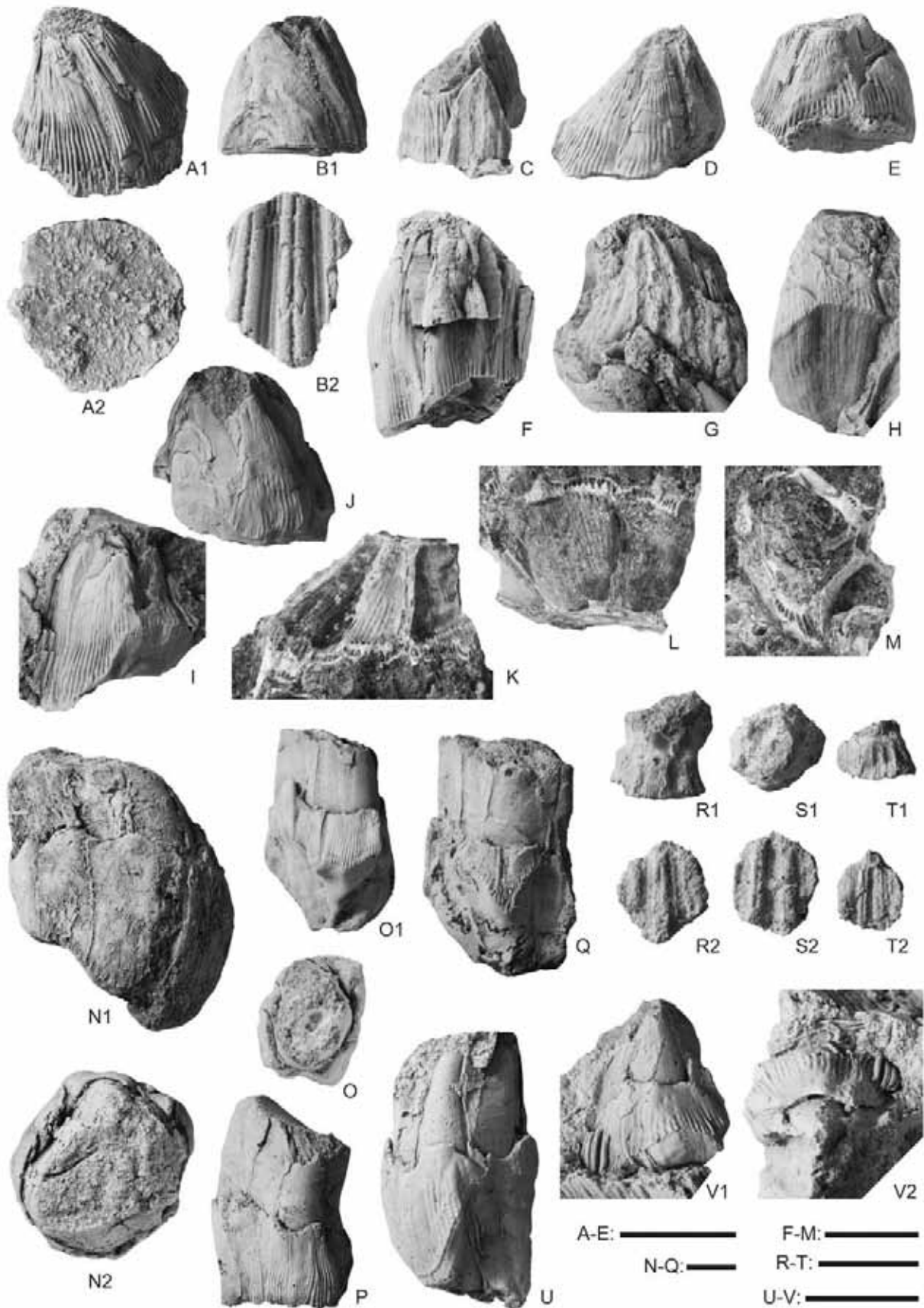


図6 茶屋ヶ松層 (A-M) と馬見岡凝灰岩層 (N-V) の化石フジツボ *Balanidae* gen. et sp. indet.

A-I, 周殻. A, GMNH-PI-2909 (以下GMNH-PIを省略): A1, 右側面; A2, 底面. B, 2912: B1, 右側面; B2, 底面. C, 2914: D, 2910: E, 2911: F, 2913: G, 2918: H, 2915: I, 2916: J, 2917. K-M, 周殻破片(殻横断面): K, 2920: L-M, 2919. N-T, 周殻. N, 2924: N1, 左側面; N2, 上面. O, 2925: O1, 左側面; O2, 上面. P, 2934. Q, 2926. R, 2921: R1, 側面; R2, 底面. S, 2922: S1, 上面; S2, 底面. T, 2923: T1, 側面; T2, 底面. U, 周殻, 2933. V, 周殻破片, 2932: V1, 外側; V2, 上側. スケールはすべて1 cm.

によって化石蔓脚類の分類や古生物地理だけでなく、本地域の地史との関連についての知見も提供できるものと期待される。

謝 辞

今回、群馬県産の化石蔓脚類について一端を明らかにすることができたのは、黒澤利衛氏、中島 一氏、清水恵三郎氏による採集・保管によるところが大きい。千葉大学海洋バイオシステム研究センターの山口寿之教授には本論を査読していただき、論文の改善に多くの有益なコメントをいただいた。群馬県立自然史博物館の長谷川善和館長、田中源吾博士には、標本の観察と現地調査に際して便宜をはかって頂いた。ここに記し、厚く御礼申し上げる。

引用文献

- Broch, H. (1953) : Cirripedia Thoracica. *The Danish Ingolf-Expedition*, 3 (14) : 1-16.
- Buckeridge, J. S. (1983) : Fossil barnacles (Cirripedia: Thoracica) of New Zealand and Australia. *New Zealand Geological Survey, Paleontological Bulletin*, 50: 1-151.
- Buckeridge, J. S. and Newman, W. A. (2006) : A revision of the Iblidae and the stalked barnacles (Crustacea: Cirripedia: Thoracica), including new ordinal, familial and generic taxa, and two new species from New Zealand and Tasmanian waters. *Zootaxa*, 1136: 1-38.
- Burmeister, H. (1834) : Beiträge zur Naturgeschichte der Rankenfüsser (Cirripedia). G. Reimer, Berlin, 60 pp.
- Darwin, C. (1851) : A monograph on the fossil Lepadidae, or Pedunculated Cirripedes of Great Britain. Palaeontographical Society, London, 88 pp.
- Darwin, C. (1854) : A monograph on the fossil balanidae and Verrucidae of Great Britain. Palaeontographical Society, London, 44 pp.
- Foster, B. A. (1987) : Barnacle ecology and adaptation. In Southward, A. J. (ed.) *Barnacle Biology*. Balkema, Rotterdam, p.113-133.
- 浜田隆士・糸魚川淳二 (1983) : 日本の化石, 自然観察シリーズ17. 小学館, 東京, 166 pp.
- 長谷川善和・三田照芳・高桑祐司・木村敏之・栗原行人 (2005) : 第24回企画展「パレオが見ていた大海原～化石からさぐる太古の群馬～」展示解説書. 群馬県立自然史博物館, 富岡, 39 pp.
- 弘富士夫 (1937) : 完胸目I (有柄蔓脚類) (甲殻綱 蔓脚亜綱). 日本動物分類, 第9巻, 第1編, 第5號. 三省堂, 東京, 116 pp.
- Hoek, P. P. C. (1913) : The Cirripedia of the Siboga-Expedition. B. Cirripedia Sessilia. *Siboga Expedition Monography*, 31B: 129-275.
- Iwasaki, Y. (1970) : The Shiobara-type molluscan fauna. An ecological analysis of fossil mollusks. *Journal of the Faculty of Science, University of Tokyo*, 17: 351-444.
- 金子 稔・野村正弘 (1998) : 群馬県富岡・安中地域の原市層・板鼻層最下部の有孔虫化石と古環境. 群馬県立自然史博物館研究報告, (2) : 57-66.
- 栗原行人 (2000) : 安中-富岡地域における中新世貝化石群の変遷. 日本古生物学会第149回例会講演予稿集, 6-7.
- Kurihara, Y. (2002) : First occurrence of deep-water bivalve *Halicardia* (Verticordiidae) from the Miocene of Gunma, central Japan with a discussion of its life orientation. *Bulletin of Gunma Museum of Natural History*, (6) : 33-38.
- Lamarck, J. B. (1818) : Histoire naturelle des animaux sans vertèbres. Paris, 5: 1-612.
- Leach, W. E. (1817) : Distribution systématique de la classe des Cirripèdes. *Journal de Physique, de Chimie et d'Histoire Naturelle élémentaire*, 85: 67-69.
- 三本健二 (1991) : 高知県西南部の更新世蔓脚類化石. 化石, (51) : 15-23.
- 中村庄八・伊藤 取・中島啓治・清水恵三郎 (2000) : 上越新幹線中山トンネルから産出した中新世海棲貝類化石リスト. 群馬地学, (35) : 14-18.
- Newman, W. A. (1996) : Cirripedia; Suborders Thoracica and Acrothoracica. In Forest, J. (ed.) *Traité de Zoologie, Anatomie, Systématique, Biologie*, Tome VII, Crustacés, Fascicule 2, Masson, Paris, p.453-540.
- Newman, W. A., Zullo, V. A. and Withers T. H. (1969) : Cirripedia. In Moore, R. C. (ed.) *Treatise on Invertebrate Paleontology, Part R. Arthropoda* 4(1). Geological Society of America, the University of Kansas Press, N206-295.
- Newman, W. A. and Ross, A. (1976) : Revision of the balanomorph barnacles, including a catalog of the species. *Memoir of the San Diego Society of Natural History*, 9: 1-108.
- Noda, H. (1975) : A new species of *Arcoscalpellum* from the Tomigusuku Formation in Okinawa Prefecture, Kyushu, Japan. *Proceedings of the Japanese Society of Systematic Zoology*, (11) : 13-16.
- 野村真一 (2007) : 本邦中生界および新生界から産出する化石ミョウガイ類の発見とその意義. 日本古生物学会2007年年会講演予稿集: 58.
- 野村真一・近藤康生・坂倉範彦・山口寿之 (2004) : 岡山県前島の古第三系前島層から産出したミョウガイ科が卓越する蔓脚類化石群とその進化古生態学的意義. 高知大学学術研究報告, 53: 1-19.
- 野村真一・清水克己 (2008) : 岐阜県荘川地域の手取層群御手洗層から産出した化石ミョウガイ類. 地学研究, 57(3) : 131-135, 巻頭図版.
- 大石雅之・高橋雅紀 (1990) : 群馬県高崎地域に分布する中新統一とくに庭谷不整合について一. 東北大学理学部地質学古生物学教室研究邦文報告, (92) : 1-17.
- 大森昌衛・中島啓治・田中宏之 (1976) : 群馬県東南部の馬見岡凝灰岩層から新しく発見された軟体動物化石の古地理学的意義について. 地球科学, 30(4) : 251-256.
- Pilsbry, H. (1907) : The barnacles (Cirripedia) contained in the collections of the U. S. National Museum. *Bulletin of the United States National Museum*, 60: 1-122.
- Pilsbry, H. A. (1916) : The sessile barnacles (Cirripedia) contained in the collections of the U. S. National Museum; including a Monograph of the American species. *Bulletin of the United States National Museum*, 93: 1-366.
- 高橋雅紀・林 広樹 (2004) : 群馬県富岡地域に分布する中新統の地質と複合年代層序. 地質学雑誌, 110(3) : 175-194.
- 高桑祐司・福澤宗治・森平利政・黒澤利衛・中島 一 (2002) : 群馬県安中市・富岡市・吉井町の富岡層群 (中期中新世) から産出したゴカクウミユリ科化石. 群馬県立自然史博物館研究報告, (6) : 45-52.
- Withers, T. H. (1924) : The fossil cirripedes of New Zealand. *New Zealand Geological Survey paleontological bulletin*, 10: 1-47.
- Withers, T. H. (1928) : Catalogue of fossil Cirripedia in the Department of

- Geology, I, Triassic and Jurassic. British Museum (Natural History), London, 154 pp.
- Withers, T. H. (1935) : Catalogue of fossil Cirripedia in the Department of Geology, II, Cretaceous, British Museum (Natural History), London, 534 pp.
- Withers, T. H. (1953) : Catalogue of fossil Cirripedia in the Department of Geology, III, Tertiary, British Museum (Natural History), London, 396 pp.
- Yamaguchi, T. (1973) : On *Megabalanus* (Cirripedia, Thoracica) of Japan. *Publication of Seto Marine Biological Laboratory*, **21** (2) : 115-140.
- Yamaguchi, T. (1977a) : Taxonomic studies on some fossil and recent Japanese Balanoidea (Part 1). *Transactions and Proceedings of Palaeontological Society of Japan, N. S.*, (107) : 135-160.
- Yamaguchi, T. (1977b) : Taxonomic studies on some fossil and recent Japanese Balanoidea (Part 2). *Transactions and Proceedings of Palaeontological Society of Japan, N. S.*, (108) : 161-201.
- 山口寿之 (1988) : 日本のフジツボ類の時空分布. *化石*, (44) : 1-11.
- 山口寿之・久恒義之 (2006) : フジツボ類の分類および鑑定の手引き. 日本付着生物学学会 (編) フジツボ類の最新学. 恒星社厚生閣, 東京, p. 365-390.
- 横山又次郎 (1921) : 上野の碓氷川と鑛川との貝化石. *地質学雑誌*, **28** (337) : 387-388.
- Zevina, G. B. (1981) : Barnacles of the suborder Lepadomorpha (Cirripedia, Thoracica) of the World Ocean. I: Family Scalpellidae. *Fauna SSSR*, **127** : 1-406.