

短報

群馬県太田地域の下部中新統緑町層から産出した化石フジツボ類

野村真一¹・石原克彦²

¹千葉県立天羽高等学校: 〒299-1606 千葉県富津市数馬229
(snom@kyi.biglobe.ne.jp)

²群馬古生物研究会: 〒376-0002 群馬県桐生市境野町6-1608-9

キーワード: フジツボ類, アカフジツボ属, 中新世, 緑町層, 宿洞層, 新第三紀中期温暖期

Fossil barnacles from the Lower Miocene Midorimachi Formation in the Ota area,
Gunma Prefecture, central Japan

NOMURA Shin-ichi¹ and ISHIHARA Katsuhiko²

¹Chiba Prefectural Amaha High School: 229, Kazuma, Futtsu City, Chiba 299-1606, Japan
(snom@kyi.biglobe.ne.jp)

²Gunma Fossil Club (GFC): 6-1608-9, Sakaino-machi, Kiryu, Gunma 376-0002, Japan

Abstract: Three species of fossil barnacles were found from the Lower Miocene Midorimachi Formation in the Ota area, Gunma Prefecture, central Japan. Archaeobalanidae gen. et sp. indet., *Megabalanus* sp. and Balanidae gen. et sp. indet. are recognized. *Megabalanus* sp. is morphologically similar to the megabalanid species from the Middle Miocene Shukunohora Formation and implies a wide geographic distribution during the Mid-Neogene Climatic Optimum.

Key Words: Barnacles, *Megabalanus*, Miocene, Midorimachi Formation, Shukunohora Formation, Mid-Neogene Climatic Optimum

はじめに

前期中新世末～中期中新世初頭 (16 Ma前後) は全地球的に温暖化した時期である (Barron and Baldauf, 1990). この温暖化イベントは国内でも認められ, Mid-Neogene Climatic Optimum (Tsuchi, 1987) とよばれている. この温暖期には, 拡大した日本海に暖流が流入しており, 熱帯～亜熱帯気候を特徴づける八尾一門ノ沢化石動物群 (16.4–15.0 Ma) の軟体動物化石が日本各地で報告されている (たとえば Ogasawara and Nagasawa, 1992; Ogasawara, 1994; Ogasawara et al., 2008).

一方, Mid-Neogene Climatic Optimumにおける国内の化石フジツボ類については, その構成種や古生物地理についての情報はきわめて乏しい. 山口 (1988) や山口 (2011) は, 中期中新世初頭に10種ほどの未記載の絶滅種が存在し, これらの分類には近縁な現生種や絶滅種の情報が不足していることを指摘している. そのため, 分類学的に検討されたものは中期中新世 (16.4 Ma) に堆積した岐阜県瑞浪地域の瑞浪層群宿洞層 (入月・細山, 2006) から産出する暖流系種の *Megabalanus* sp. のみである (山口, 1974).

今回, 筆者らの調査により, 群馬県太田地域に分布する下部中新統緑町層から化石フジツボ類を新たに発見した. これらはMid-Neogene Climatic Optimumの化石フジツボ類として貴重であり, 群馬県内では最も古い化石フジツボ類となるため (野村・高桑, 2009), 詳細な分類を行う必要がある. しかしながら近年, 産地の消失により追加標本が得られないため本報告では現段階での分類を明らかにし, その意義を報告する.

産地と地質

化石フジツボ類は, 太田地域の金山丘陵北西部に分布する海成中新統から産出した (Fig. 1). 現在, この露頭は北関東横断道建設に伴う丘陵地開発工事によってほぼ消失しており, 小規模な露出と転石のみが残っている. 太田地域の金山丘陵では, 足尾帯の中・古生界と古第三系を基盤として, 海成中新統と, それを覆う鮮新統の強戸礫層が分布している (須藤ほか, 1976; 高橋ほか, 1991; 高橋・柳沢, 2003). この海成中新統は従来, 北方に隣接する八王子丘陵の中新統藪塚層湯ノ入凝灰岩部層に対比されていた (河井・山田, 1960; 須藤ほか, 1976). 野村ほか (2003) は,

海成中新統から大型有孔虫 *Miogyopsina* gr. *kotoi* の産出と、挟在される軽石凝灰岩からのフィッシュントラック年代 (14.9 ± 0.5 Ma) を報告し、年代に基づいて従来の対比を支持した。

一方、高橋・柳沢 (2003) は海成中新統を精査し、岩相と堆積場の相違、地質構造から得られる層位関係をもとにして、金山丘陵の海成中新統を藪塚層湯ノ入凝灰岩部層から分離し、その上位に位置する緑町層を定義した。また緑町層の時代については、珪藻化石帯のNPD3A帯上部の珪藻化石生層準D33 (16.7 Ma) とD35 (16.4 Ma) の間を示す珪藻化石から前期中新世後期としている。本報告では、高橋・柳沢 (2003) の定義を踏襲して、産地に分布する海成中新統を下部中新統緑町層とする。

緑町層は主として砂質シルト岩を主体とする。下部では厚さ数cmから1 mのコキナ質中粒砂岩を挟在しており、上部では火山礫凝灰岩や厚さ10–20 cmの凝灰岩を挟む (高橋・柳沢, 2003)。緑町層の堆積環境は底生有孔虫化石から、外洋水が循環する温暖な海域で、陸棚外縁程度の水深であったと推定されている (石川・金子, 2001)。

化石フジツボ類は、緑町層のコキナ質中粒砂岩と、火山礫凝灰岩の転石から産出した。共産する化石は大型有孔虫化石と軟体動物化石が産出したものの、保存不良であるために所属不明である。産地では中新世の八尾一門の沢化石動物群に属するイモガイ属腹足類が報告されており (Kurihara, 2003)、オオグソクムシやゴカクウミユリ (高桑, 2004)、カプトエビ (Tanaka et al., 2010) も産出している。

化石フジツボ類の産状

フジツボ類の殻は、周りを覆う周殻と中心部の蓋板に分かれており、それぞれ複数の殻板が連結してできている。火山礫凝灰岩から産出した標本は、周殻や蓋板が単離した殻板 (disarticulated plates) である (Fig. 2)。単離した殻板は、細礫サイズの安山岩亜角礫や軽石の中に散在的に分布しており、横たわった状態で葉理面と平行に配列している (Fig. 2)。これらの特徴は明らかに異地性の産状を示している。

一方、暗褐色のコキナ質中粒砂岩から産出した標本は、殻板が分離していない周殻として産出している (Fig. 3K,L)。周殻は底部の殻板 (殻底) も保存されているものもあるが (Fig. 3K)、付着していた対象物からは離れた状態で産出している。殻表面の装飾は良く保存されている (Fig. 3L)。周殻内部の堆積物は周囲と同じ中粒砂岩の他に (Fig. 3L)、より細粒なシルト岩が充填していることもある (Fig. 3K)。これらの特徴は、死後、生息場からの移動を示すが、火山礫凝灰岩の化石と比べて生息場に近い場所で保存されていると推定される。

標本の記載

Subclass Cirripedia Burmeister, 1834
 Superorder Thoracica Darwin, 1854
 Order Sessilia Lamarck, 1818
 Suborder Balanomorphia Pislbry, 1916
 Superfamily Balanoidea Leach, 1817

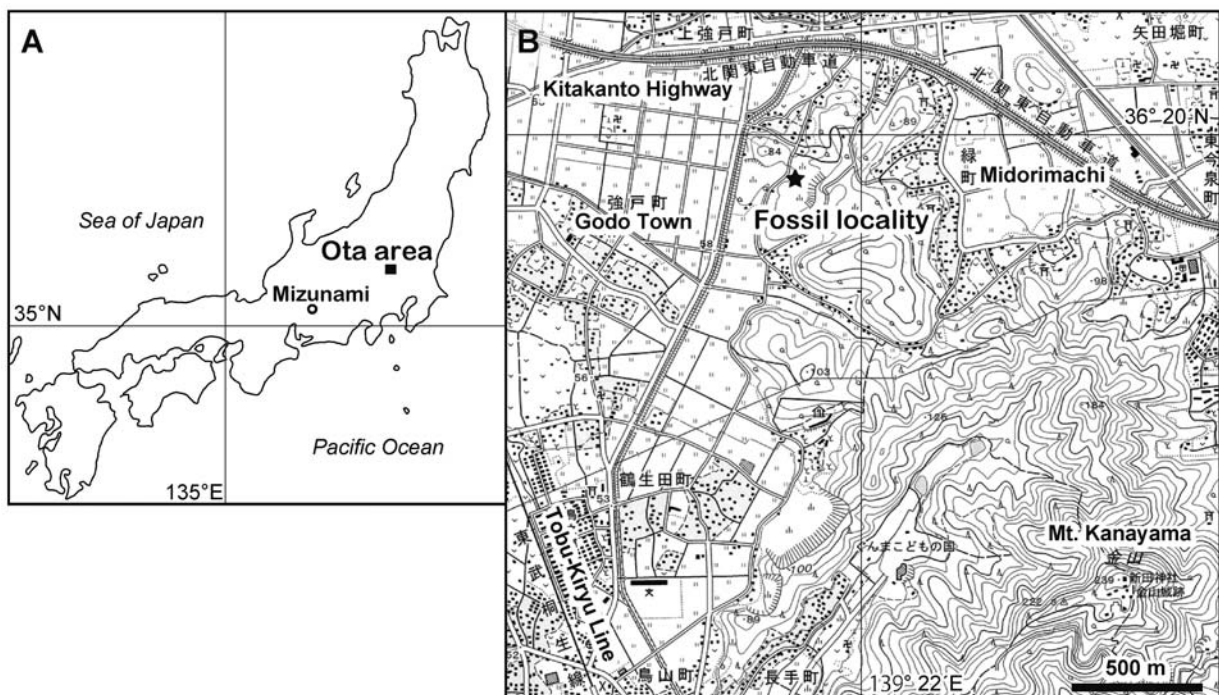


Fig. 1. Location map. A. map showing the Ota area. B. detailed map of the fossil locality (star). The base map is from the 1:25,000 “Kozukesakai” topographic map published by the Geological Survey Institute of Japan.

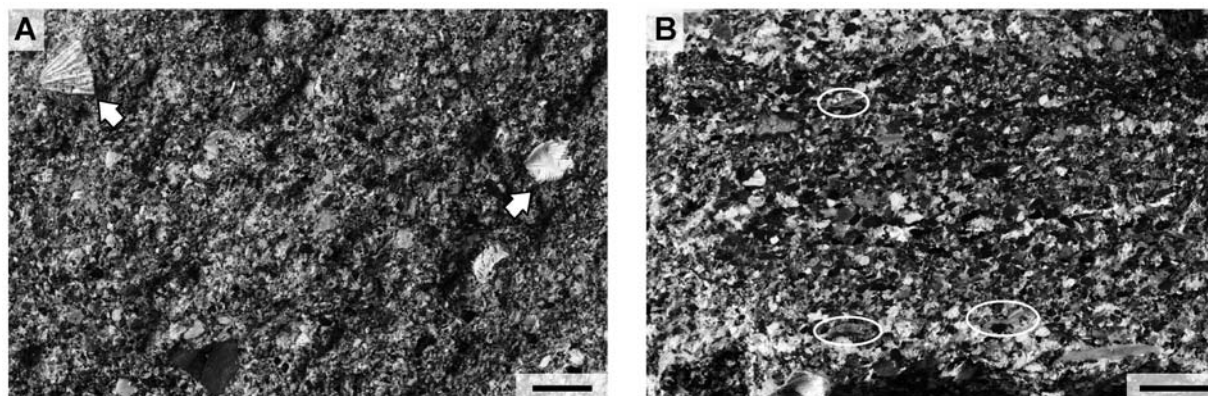


Fig. 2. Mode of fossil barnacle occurrence in the andesitic lapilli tuff of the Midorimachi Formation. A. disarticulated plates (arrows) on the weathered surface parallel to lamina. B. disarticulated plates (circles) in the polished vertical profile. Scale bars are 5 mm.

Family Archaeobalanidae Newman and Ross, 1976

Archaeobalanidae gen. et sp. indet.

(Fig. 3A)

標本：GMNH-PI 2614

産出層準：緑町層（安山岩質火山礫凝灰岩）

採集者：野村真一

主壁 (parietes) は三角形で、表面は平滑である (Fig. 3A)。基底縁付近に縦走肋がみられる。壁管はなく塊状である。輻部 (radii) の頂部は主壁の底部にほぼ平行である。他の形態は、風化や破損のため観察できない。塊状の主壁からムカシフジツボ科の属種に同定されるとみられるが、1標本しかなく十分な観察ができないためムカシフジツボ科の一種 Archaeobalanidae gen. et sp. indet. とする。

Family Balanidae Leach, 1817

Subfamily Megabalaninae Newman, 1979

Genus *Megabalanus* Hoek, 1913

Megabalanus sp.

(Fig. 3B-J)

標本：GMNH-PI 2615~2623

産出層準：緑町層（安山岩質火山礫凝灰岩）

採集者：野村真一 (GMNH-PI 2615~2620, 2623)；田中源吾 (GMNH-PI 2621, 2622)

周殻を構成する殻板は赤みがかった褐色をしている。主壁は三角形である (Fig. 3C, D)。表面は平滑であり、壁管 (longitudinal tubes) に沿って配列する白色の縦走肋をもつ (Fig. 3B, C)。壁管をもち、その上部には直交副隔壁 (transverse septa) がみられる (Fig. 3E)。輻部は広く多孔質であり (Fig. 3F)、頂部は主壁の底部にほぼ平行である (Fig. 3C, D)。

蓋板も赤みがかった褐色をしている。楯板 (scutum) は三角形である。殻頂付近では外側へわずかにそり返る。表面には基底縁に沿って屈曲する成長脈がある (Fig. 3G)。背板 (tergum) は平らで、殻頂はくちばし状にやや突き出す (Fig. 3J)。細長い距 (spur) がある (Fig. 3J)。距の溝はほぼ閉じていて、狭い (Fig. 3H, I, J)。表面には細かい成長線がある。成長線は距の溝付近で、基底へ向かって急に屈曲する (Fig. 3J)。基底縁と距のなす角は鈍角であり、距に向かって屈曲する (Fig. 3H)。蓋板の内側は風化のため観察できない。

標本にみられる広く多孔質な輻部、上部に直交副隔壁をもつ壁管、距の溝付近で成長脈が屈曲する背板は、Megabalaninae 亜科の特徴 (Newman, 1979; Pitombo, 2004) であり、赤みがかった標本もこのことを示唆する。緑町層から産出した標本は、山口 (1974) によって岐阜県の中新統瑞浪層群宿洞層から報告された *Megabalanus* sp. と形態的特徴が酷似しており、同種とみられる。宿洞層の標本では、背板は殻頂と距が欠けてしまっていたが、緑町層から産出した背板は、殻頂の突き出しと、ほぼ閉じた溝をもつ細長い距が明瞭である (Fig. 3J)。これらの背板の形態的特徴は、Megabalaninae 亜科の *Austromegabalanus* 属にみられる (Newman, 1979; Buckeridge, 1983)。しかしながら、*Austromegabalanus* 属の現生種には、個体発生段階において形態的な変異が認められており (Buckeridge, 1983)、少数の標本で属種を決定することは難しい。また標本の風化が著しいため、背板や楯板の内側の形態も十分に観察することができない。そのため本論文ではアカフジツボ属の一種 *Megabalanus* sp. とする。本種は瑞浪層群宿洞層から現在も産出するため、新たに採集した標本群をもとに詳細な分類を検討していく必要がある。

Balanidae gen. et sp. indet.

(Fig. 3K-L)

標本：GMNH-PI 2624, 2625

産出層準：緑町層（コキナ質中粒砂岩）

採集者：石原克彦（GMNH-PI 2624, 2625）

周殻（shell wall）の開口部は広く、円筒形から円錐形である（Fig. 3K, L）。周殻表面には弱い成長脈があり、数本の縦走肋がみられることもある。周殻には壁管がある（Fig. 3K）。幅部は狭い。殻底（base）は石灰質である。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

下部中新統緑町層産の *Megabalanus* sp. は、岐阜県の中新統瑞浪層群宿洞層産のものとともに、国内におけるアカフジツボ属の最も古い化石記録である。本属は熱帯から温帯域の外海に面した潮間帯下部に生息する代表的な種群であり、世界的には漸新世から化石が知られている（Newman and Ross, 1976；Newman, 1979；山口・久恒, 2006）。国内に分布する現生種は、*M. rosa*, *M. volcano* と近年、移入が確認された *M. coccopoma* の3種である（Yamaguchi, 1973；Yamaguchi et al., 2009）。これらの化石記録は *M. rosa* が後期中新

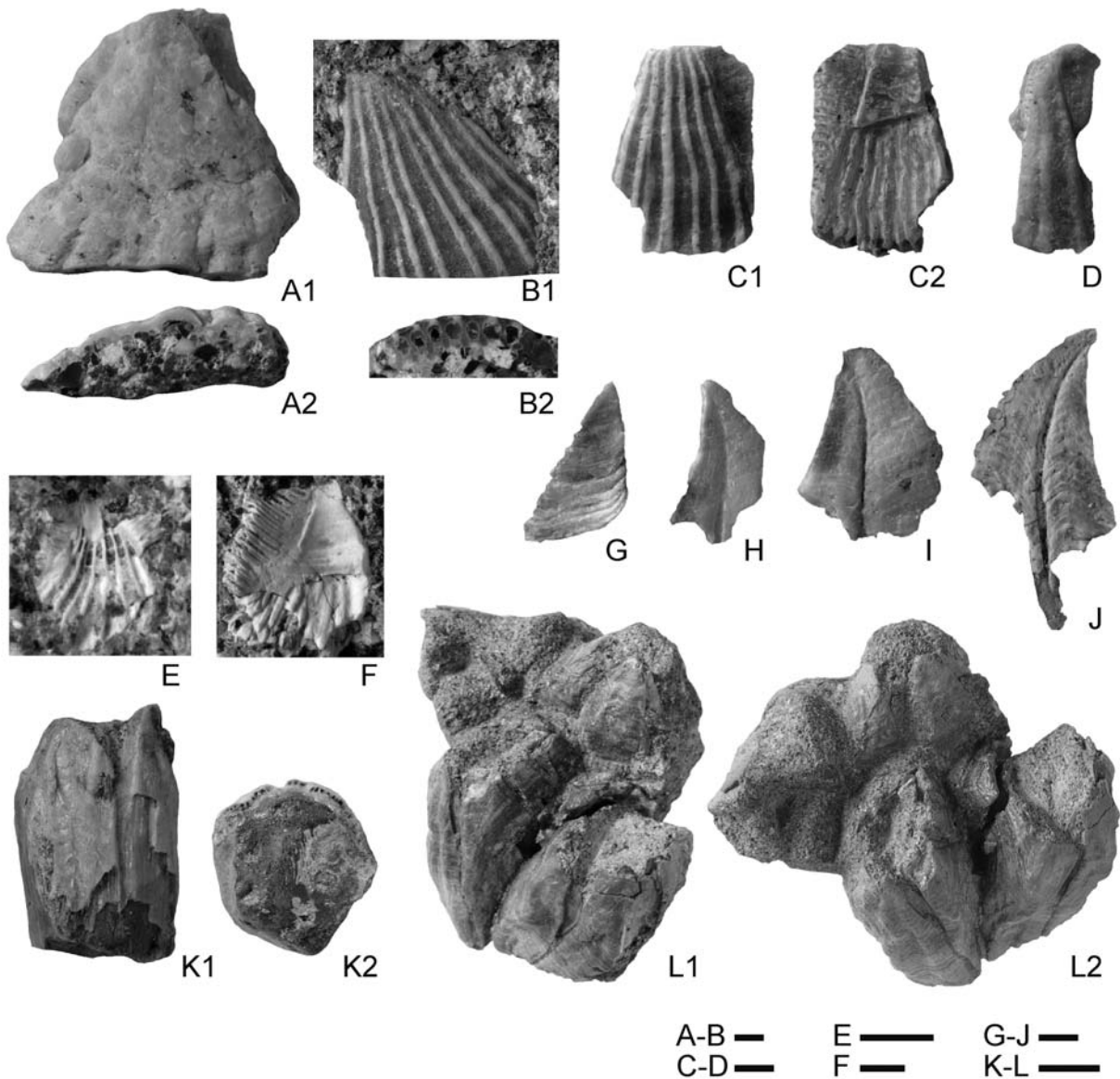


Fig. 3. Fossil barnacles from the Lower Miocene Midorimachi Formation in the Ota area. A. Archaeobalanidae gen. et sp. indet. A. right lateral, GMNH-PI 2614 (the prefix GMNH-PI of each specimen is omitted below) : A1, exterior view; A2, transverse section. B-J. *Megabalanus* sp. B. plate of shell wall, 2615 : B1, exterior view; B2, transverse section. C. right lateral, 2616 : C1, exterior view; C2, interior view. D. right carinolateral, 2617. E. interior view of weathered plate, 2618. F. interior view of plate, 2619. G. right scutum, 2620. H. right tergum, 2621. I. right tergum, 2622. J. left tergum, 2623. K-L. *Balanidae* gen. et sp. indet. K. shell wall, 2624 : K1, side view; K2, basal view. L. shell walls (4 individuals), 2625 : L1, side view; L2, upside view. Scale bars are 1 mm except for K-L (5 mm).

世, *M. volcano*が鮮新世である (Yamaguchi, 1977a, 1977b; 山口, 1988).

緑町層と宿洞層から同種とみられる *Megabalanus* sp. の産出は, 前期中新世末~中期中新世初頭の Mid-Neogene Climatic Optimum に, 本種が地理的に広く分布していたことを示唆する. 宿洞層は Blow (1969) の浮遊性有孔虫化石帯 N8 の下限に対比され (茨木, 1981), 緑町層と同様に Mid-Neogene Climatic Optimum の堆積物である (入月・細山, 2006). 共通する化石では, 大型有孔虫 *Miogypsina kotoi* や熱帯気候を示す軟体動物化石が産出している (たとえば, 多井, 1958; 糸魚川・柴田, 1992). また, 同じ時期の堆積物であり熱帯気候を示す化石が産出する福井県の中新統内浦層群下層塩波峠礫岩・砂岩部層からも *Megabalanus* sp. としてアカフジツボ属の多産が報告されている (中川・竹山, 1985; Ozawa et al., 1986; 中川, 2009). 今後, 緑町層・宿洞層産の *Megabalanus* sp. の分類・地理的分布を明らかにすることで, 国内におけるアカフジツボ属の変遷だけでなく, Mid-Neogene Climatic Optimum における化石フジツボ類の古生物地理に貢献できることが期待される.

謝 辞

群馬県立自然史博物館の田中源吾博士には, 研究の機会を与えていただき, 標本採集から本報告の執筆にいたるまで多大なるご協力をいただいた. 神奈川大学の山口寿之教授からは, 多くの重要なお指摘をいただき, 本報告を改善することができた. 群馬県立自然史博物館の長谷川善和名誉館長には, 現地調査や標本の検討に際して様々な便宜をはかっていただいた. 以上の方々に厚く御礼申し上げます.

引用文献

- Barron, J. A. and Baldauf, J. G. (1990) : Development of Biosiliceous Sedimentation in the North Pacific during the Miocene and Early Pliocene. In Tsuchi (ed.) Pacific Neogene Events. University of Tokyo Press, Tokyo, p.43-63.
- Blow, W. H. (1969) : Late Middle Eocene to Recent planktonic foraminiferal biostratigraphy. In Brönnimann, P. and Renz, H. H. (eds.) Proceedings of the First International Conference on Planktonic Microfossils, Geneva, 1967. E. J. Brill, Leiden, 1: p. 199-421.
- Buckeridge, J. S. (1983) : Fossil barnacles (Cirripedia: Thoracica) of New Zealand and Australia, *New Zealand Geological Survey, Paleontological Bulletin*, 50: 1-151.
- Burmeister, H. (1834) : Beiträge zur Naturgeschichte der Rankenfüsser (Cirripedia). G. Reimer, Berlin, 60pp.
- Darwin, C. (1854) : A monograph on the fossil balanidae and verrucidae of Great Britain. Palaeontographical Society, London, 44 pp.
- Hoek, P. P. C. (1913) : The Cirripedia of the Siboga-Expedition. B. Cirripedia Sessilia. *Siboga Expedition Monography*, 31B: 129-275.
- 茨木雅子 (1981) : 30. 岐阜県瑞浪地域 (Mizunami area). 土 隆一 (編), 日本の新第三系の生層序及び年代層序に関する基本資料 (続編). IGCP-114, National Working Group of Japan, 黒船印刷, 静岡, p.81.
- 入月俊明・細山光也 (2006) : 15.6. 瑞浪層群宿洞層と生依層-熱帯浅海から最大海進期の海成層. 日本地質学会 (編) 日本地方地質誌4, 中部地方. 朝倉書店, 東京, p. 370-371.
- 石川博行・金子 稔 (2001) : 太田市中強戸町, 緑町に産出する有孔虫化石について. 平成12年度太田市自然環境実体調査報告書, p.289-296.
- 糸魚川淳二・柴田 博 (1992) : 瀬戸内区の中新世古地理 (改訂版). 瑞浪市化石博物館研究報告, (19) : 1-12.
- 河井興三・山田 博 (1960) : 群馬県太田・大間々地域の第三系と後期中新世における関東西北部の古地理について. 石油技術協会誌, 25: 10-18.
- Kurihara, Y. (2003) : First occurrence of the gastropod genus *Comus* from the Miocene Yabutsuka Formation, Gunma Prefecture, Central Japan, with systematic catalogue of the Miocene Conidae in Japan. *Bulletin of Gunma Museum of Natural History*, (7) : 11-18.
- 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.
- 中川登美雄・竹山憲市 (1985) : 福井県内浦層群の貝化石群集と堆積環境. 瑞浪市化石博物館研究報告, (12) : 27-48.
- 中川登美雄 (2009) : 福井県内浦層群下層から産出した熱帯砂底ならびに岩礁棲軟体動物化石群集. 瑞浪市化石博物館研究報告, (35) : 127-151.
- 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.
- Newman, W. A. (1979) : On the biogeography of balanomorph barnacles of the southern ocean including new balanid taxa: a subfamily, two genera and three species. *Proceedings of the International Symposium on Marine Biogeography and Evolution in the Southern Hemisphere*, 1: 279-306.
- 野村正弘・石川博行・金子 稔・大平寛人・松丸国照 (2003) : 群馬県太田市金山丘陵の中新統から *Miogypsina* の発見とそのフィッシュントラック年代. 地質学雑誌, 109: 611-614.
- 野村真一・高桑祐司 (2009) : 群馬県の中新統から産出した化石蔓脚類. 群馬県立自然史博物館研究報告, (13) : 59-67.
- Ogasawara, K. and Nagasawa, K. (1992) : Tropical molluscan association in the Middle Miocene marginal sea of the Japanese Islands: An example of molluscs from the Oyama Formation, Tsuruoka City, Northeast Honshu, Japan. *Transactions and Proceedings of the Palaeontological Society of Japan. N. S.*, (167) : 1224-1246.
- Ogasawara, K. (1994) : Neogene paleogeography and marine climate of the Japanese Islands based on shallow-marine molluscs. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 108: 335-351.
- Ogasawara, K., Takano, M., Nagato, H. and Nakano, T. (2008) : Cenozoic molluscan faunas and climatic changes in the northern Pacific related to Pacific gateways: review and perspective. *Bulletin of the Geological Survey of Japan*, 59: 355-364.
- Ozawa, T., Nakagawa, T. and Takeyama, K. (1986) : Middle Miocene molluscan fauna of the Uchiura Group, Wakasa Province, Southwest Japan. *Paleontological Society of Japan, Special Papers*, (29) , p. 135-148.
- 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.
- Pitombo, F. B. (2004) :Phylogenetic analysis of the Balanidae (Cirripedia, Balanomorphia). *Zoologica Scripta*, 33:261-276.
- 須藤定久・田島順子・木崎喜雄 (1976) :群馬県太田ー大間々地域の第三紀火砕岩類. 地質学論集, (13) :241-249.
- 多井義郎 (1958) :いわゆる戸狩階についてー瀬戸内中新統の微化石層位学一. 地質学雑誌, 64:516-525.
- 高橋雅紀・大友育也・齋藤和男 (1991) :群馬県東部金山地域に分布する溶結凝灰岩のK-Ar年代. 地質調査所月報, 42:167-173.
- 高橋雅紀・柳沢幸夫 (2003) :群馬県太田地域, 金山丘陵に分布する海成中新統の層序と年代. 地質学雑誌, 109:648-660.
- 高柴祐司 (2004) :群馬県南東部の中新統産出のオオグソクムシ(甲殻類:等脚目)化石とゴカクウミユリ類(ウミユリ類:ゴカクウミユリ目)化石. 群馬県立自然史博物館研究報告, (8) :27-34.
- Tanaka, G., Takakuwa, Y. and Ishihara, K. (2010) :Three-dimensionally preserved *Triops* sp. (Crustacea, Branchiopoda) from a Miocene volcaniclastic sediment in Ota City, Gunma Prefecture, central Japan. *Bulletin of Gunma Museum of Natural History*, (14) :95-98.
- Tsuchi, R. (1987) :Neogene events in Japan and the Pacific. In Tsuchi (ed.) Pacific Neogene Event Studies, IGCP-246, Pacific Neogene Events in Time and Space. Kuro-fune printing Co. Ltd., Shizuoka, p.102- 104.
- Yamaguchi, T. (1973) :On *Megabalanus* (Cirripedia, Thoracica) of Japan. *Publication of Seto Marine Biological Laboratory*, 21 (2) :115-140.
- 山口寿之 (1974) :中新統瑞浪層群産化石フジツボ類について. 瑞浪市化石博物館研究報告, (1) :215-220.
- 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. 日本付着生物学会 (編) フジツボ類の最新学. 恒星社厚生閣, 東京, p. 365-390.
- Yamaguchi, T., Prabowo, R. E., Ohshiro, Y., Shimono, T., Jones, D., Kawai, H., Otani, M., Oshino, A., Inagawa, S., Akaya, T. and Tamura, I. (2009) :The introduction to Japan of the Titan barnacle, *Megabalanus coccopoma* (Darwin, 1854) (Cirripedia: Balanomorphia) and the role of shipping in its translocation. *Biofouling*, 25 (4) :325-333.
- 山口寿之 (2011) :日本沿岸の新生代化石フジツボ相とその変遷. 日本古生物学会2011年年会講演予稿集, p.6