岩手県二戸地域の門ノ沢層（中部中新統）からマングローブ（メヒルギ属）花粉化石の発見

Discovery of mangrove (*Kandelia* sp.) pollen from the Miocene Kadonosawa Formation, Ninohe district, Iwate Prefecture, Northeast Japan

山野井 徹* 齋藤喜和子** 松原尚志***
小守一男****

Tohru Yamanoi*, Kiwako Saito**,
Takashi Matsubara*** and Kazuo Komori****

2009年7月28日受付.

2009年11月6日受理.

* 山形大学理学部地球環境学科

Department of Earth and Environmental Sciences, Faculty of
Science, Yamagata University, Yamagata 990-8560, Japan

** 東北パイオニア株式会社

Tohoku Pioneer Corporation, Tendo 994-0068, Japan

*** 兵庫県立人と自然の博物館

Museum of Nature and Human Activities, Hyogo 669-1546,
Japan

**** 田中館愛橘記念科学館

Tanakadate Aikitu Memorial Science Museum, Ninohe 028-
6103, Japan

Corresponding author; T. Yamanoi, yamanoi@sings.jp

Abstract: Molluscan and plant fossils from ancient mangrove swamps are known from upper Lower to lower Middle Miocene sediments in Southwest Japan. Given that the mangrove-swamp-dwelling bivalve *Geloina* was recently found in the Tate Sandstone Member of the Kadonosawa Formation in the Ninohe district, northeastern Japan, it was expected that mangrove pollen would also be found at this site. To investigate this possibility, 26 samples were collected from the Tate Sandstone Member at two sites (Tate and Kitadate). The pollen composition at both sites is characteristic of the NP-2 zone of Neogene pollen zones (Yamanoi 1992a). Mangrove pollen (*Kandelia* sp.) fossils were first found in the uppermost part of the Tate Sandstone Member at the Kitadate site, representing the northernmost record of Miocene fossil mangrove in Japan. Based on present-day mangrove assemblages and distribution, the average wintertime temperature in the Ninohe area at the time represented by the pollen fossils is estimated to have been about 11 °C higher than that of today.

Keywords: mangrove, pollen, Miocene, Kadonosawa Formation, *Kandelia*, Ninohe, paleoclimate

Fig. 1. Study locations of Tate (TT) and Kitadate (KD) sites. Maps adapted from the 1/25,000 “Mutsufukuoka” and “Ichinohe” quadrangles published by Geographical Survey Institute of Japan.

はじめに

前期中新世末～中期中新世最初期の時代、沿岸・浅海性の動植物群集から、日本列島周辺は熱帯～亜熱帯気候下にあったことが知られている (Oyama, 1950; 糸魚川・西川, 1976; 鎮西, 1983; Chinzei, 1986; 山野井・津田, 1986; Ogasawara, 1994 など). この特異な一時期は “Tropical Spike” (Itoigawa, 1989), あるいは「熱帯海中気候事件」(土, 1986) と呼ばれてきた. 鎮西 (1983), Chinzei (1986) はこの時代を代表する貝類化石群である門ノ沢動物群 (Otuka, 1939) の主要構成種の地理的变化を検討し、熱帯～亜熱帯性の要素が北方に向かって減少すること、二枚貝類 *Geloina* に代表されるマングローブ沼棲の要素の分布北限が東北地方南部にあること、および Arcid-Potamid 群集 (津田, 1965) によって代表される亜熱帯域の北限 (亜熱帯前線) が北海道南部にあることを示した.

山野井ほか (1980) は富山県八尾地域の黒瀬谷累層、広島県油木・新見・三次地域の備北層群下部層および岡山県津山地域の勝田層群吉野層の *Geloina* の産地からマングローブのオヒルギ属 (*Bruguiera*) の花粉化石を発見し、西南日本の中新世にマングローブ沼が存在していたことを植物化石から明らかにした. さらに黒瀬谷累層からは、より熱帯的なマングローブのメンバーであるマヤブシキ属 (*Sonneratia*) などの花粉化石の産出が加えられた (Yamanoi, 1984; 山野井・津田, 1986). その後、マングローブの花粉化石は石川県能登半島北部の東印内累層 (山野井, 1989b), 福井県丹生

Fig. 2. Pollen diagrams showing components of TT (Tate) and KD (Kitadate) sites. Two fixed sums are represented: all pollen except for the vesiculate Pinaceae, N = 200; and all pollen for "Pinaceae vs. others" diagram, N = 100 (shown on the right hand).

山地の国見累層、石川県加賀地域の河南層、同金沢地域の砂子坂層（山野井, 1992b）、岐阜県瑞浪地域の明世累層（齊藤ほか, 1995）、岡山県の吉野層（森ほか, 2003）などから産出が報告された。最近、山野井ほか（2008）は山形県小国地域の明沢橋層からメヒルギ属（*Kandelia*）の産出を報告し、この地域がマングロープ花粉化石の北限産地となった。

一方、松原ほか（2004）はさらに北方に位置する岩手県二戸地域の門ノ沢層下部から *Geloina* を報告し、当時のマングロープ沼が東北地方北部にまで達していた可能性を指摘した。さらに Matsubara and Komori (2007) は、現在のマングロープ沼に棲息する腹足類 *Ellobium aurisjudae* に比較される種を門ノ沢層下部から報告している。

本研究では岩手県二戸地域において花粉化石の検討を行った。その結果、マングロープのメヒルギ属（*Kandelia*）の花粉化石を確認することができたのでここに報告し、その意

義について述べる。

試料の分析と結果

分析試料は、岩手県二戸市館南方の白鳥川河床（以後「館地点」という）から 15 層準、および一戸町北館（以後「北館地点」という）から 11 層準、計 26 層準で採取した（Fig. 1）。これらの層準は前期中新世最末期とされ、館地点からは *Ellobium* が、北館地点からは *Geloina* の産出がそれぞれ報告されている（松原ほか, 2004; Matsubara and Komori, 2007）。試料は山野井ほか（2008）と同様な処理で行い、1 試料当たり、全花粉を 100 個体同定し、さらに花粉に気嚢を有するマツ科を除いた 200 個体を同定した。

2 つの地点の花粉分析結果を Fig. 2 に示す。両地点から産出する花粉の組成は類似している。すなわち、全産出花粉の組成（Fig. 2 右側）では気嚢を有するマツ科以外の花粉が、

Fig. 3. Light micrographs of fossil and living *Kandelia* spp. pollen (Scale bar: 10 μ m). 1: Fossil *Kandelia* sp. that occurred from Kitadate site (KD-10). 2: Living *Kandelia candel* (L.) that occurred from Ishigaki-jima, showing for comparison.

館地点の上位層準を除いて、主体となっている。気嚢を有するマツ科を除いた花粉組成では、E. (evergreen) *Quercus* (常緑カシ) が優勢で、多くの層準で 40 % 以上を占める。そのほか多産する花粉として *Carya*, *Castanea*, *Castanopsis*, *Liquidambar* 等がある。特に、KD-10 層準ではマングロープである *Kandelia* sp. に同定される花粉を 7 個体確認した (Fig. 3)。 *Kandelia* sp. の産出層準は *Crassostrea* 密集層の上位で、松原ほか (2004) の *Geloina* 産出層準よりもわずかに上位にあり、門ノ沢層館砂岩部層の最上部に位置する。

メヒルギ属産出の意義

門ノ沢層館砂岩部層から産する花粉組成は 2 地区とも E. *Quercus* が優勢で、*Carya* や *Liquidambar* も多産することなどから、前期中新世最後期～中期中新世中期の花粉化石帯である NP-2 帯 (Yamanoi, 1992a) の特徴をもっている。当時の西南日本や東北日本の花粉群集は広くこの花粉帯で特徴づけられており、この群集に伴ってマングロープ花粉が産出している (Yamanoi, 1992a)。今回のメヒルギ属の発見は、貝化石の *Geloina* の産出とともに、当時のマングロープ沼が東北地方北部にまで分布していたことを裏付けるものである (Fig. 4)。また、本地域のメヒルギ属の産出層準は、大型のカキ化石 (*Crassostrea gravitesta*) 密集層付近であり、このような貝類化石群集を Chinzei and Iwasaki (1967) は *Ostrea* 群集と呼んだ。Chinzei and Iwasaki (1967) は当時の二戸地域に北西に開いた湾を復元し、本群集が湾の内側の泥質砂底に広く分布していたことを示している。したがって、当時の二戸地域には広く泥干潟が分布し、その岸辺にはメヒルギが生育するマングロープ沼が形成されていたと考えられる。

さらに、メヒルギ属の存在は当時の古気温の推定に役立つ。すなわち、熱帯・亜熱帯系の植物であるマングロープは冬の最低気温によってそれぞれの種属の北限が決まるからである。現生のメヒルギ (*Kandelia candel*) の北限は鹿児島県南部の喜入にあり (沼田・岩瀬, 1975)、ここの 1 月の平均

Fig. 4. Distribution of Early-Middle Miocene mangrove and mangrove-dwelling bivalves *Geloina* spp. in Japan. Mangrove distribution, 1-3: Bihoku G. (Yamanoi et al., 1980), 4-6: Yoshino F. (Yamanoi et al., 1980 and Mori and Yamanoi, 2003), 7: Akeyo F. (Saito et al. 1995), 8: Kunimi F. (Yamanoi, 1992b), 9: Kawaminami F. (Yamanoi, 1992b), 10: Sunagozaka F. (Yamanoi, 1992b), 11: Kurosedani F. (Yamanoi et al., 1980, Yamanoi, 1984 and Yamanoi and Tsuda, 1986), 12: Higashi-innai F. (Yamanoi, 1989b), 13: Myozawabashi F. (Yamanoi et al., 2008), 14: Kadonosawa F. (this study). Distribution of *Geloina* spp. after Matsubara et al. (2004).

気温は 8.5 °C である (気象庁, 2005)。現在の二戸市の 1 月の平均気温は -2.3 °C (気象庁, 2005) であるから、今回産出した化石と現生のメヒルギが、同程度の耐寒性を持つなら、当時の二戸地域の 1 月の平均気温は現在より約 11 °C、あるいはそれ以上高かったと推定される。

一方、富山県八尾地域の黒瀬谷累層では、多数産出する保存状態が良好なマングロープの花粉化石 (Yamanoi, 1984; 山野井・津田, 1986) から、当時の富山の冬の気温は現在の石垣島程度であったと推定されている (Yamanoi, 1989a)。現在、石垣島からマングロープの北限の喜入までの緯度差は 7 度である。この差を中新世の最暖期の富山から以北に適用するならば、当時のマングロープの北限は北海道の渡島半島付近となる (山野井ほか, 2008)。こうしたことから、現在北限のマングロープのメンバーであるメヒルギ属が本地域の中新統で認められたことは妥当なことである。これをステップに、さらに北方の同時期の地層からマングロープの分布の可能性をさぐるならば、北海道南部の Arcid-Potamid 群集の産出層準が検討の対象となる。道南では、奥尻島の釣懸層 (Uozumi and Fujie, 1966)、長万部地域の訓縫層 (Kanno et al., 1988)、瀬棚地域の馬場川層 (鈴木ほか, 1994) から Arcid-Potamid 群集の産出が報告されている。これらの地点では *Geloina* 等はこれまでに知られておらず、亜熱帯性の海洋環境であったと推定されている (鎮西, 1983; Chinzei, 1986; 鈴木ほか, 1994)。これらのうち、釣懸層についてはすでに花粉分析がなされているが、本州の NP-2 帯の花粉組成よりも明らかに冷涼な要素が強く、マングロープは確認されていない (山野井, 1992c)。しかし、他の 2 地域については不明であり、今後の検討が必要と考えられる。

謝辞 本研究に当たり、富山市の横田 力先生からはご支援をいただいた。現地調査に当たっては戸町教育委員会から、花粉試料の採取の許可をいただいた。これらの方々に厚くお礼申し上げます。

文 献

- 鎮西清高 (Chinzei, K.), 1983, 東北日本における門ノ沢動物群 (中新世) の分布と海洋古生物地理. 小高民夫・小笠原憲四郎 編 (*In* Kotaka, T. and Ogasawara, K. eds.), 日本産新生代貝類の起源と移動 (*Origin and migration of Japanese Cenozoic molluscs*). 東北大学理学部 (Fac. Sci., Tohoku Univ.) 69-76.
- Chinzei, K., 1986, Marine biogeography in northern Japan during the early Middle Miocene as viewed from benthic molluscs. *Palaeont. Soc. Japan, Spec. Pap.*, no. 29, 161-171.
- Chinzei, K. and Iwasaki, Y. 1967, Paleoeecology of shallow sea molluscan faunas in the Neogene deposits of Northeast Honshu, Japan. *Trans. Proc. Palaeont. Soc. Japan, N.S.*, no. 67, 93-113.
- Itoigawa, J., 1989, Tropical spike in early Middle Miocene (ca.16 Ma) of Southwest Japan. *International Symposium on Pacific Neogene continental and marine events*, Nanjin Univ. Press, 19-26.
- 糸魚川淳二・西川 功 (Itoigawa, J. and Nishikawa, I.), 1976, 岡山一広島県下の古瀬戸内中新統の2・3の問題. 瑞浪市化石博物館研報 (*Bull. Mizunami Fossil Mus.*), no.3, 127-149.
- Kanno, S., Amano, K. and Noda, H., 1988, *Vicarya* and its associated molluscan fauna from the Kunnui Formation in Oshamanbe, Southwest Hokaido. *Saito Ho-on Kai Spec. Pub. (Prof. T. Kotaka Commem. Vol.)*, 378-389.
- 気象庁 (Japan Meteorological Agency), 2005, アメダス再統計値—気象観測統計指針 (2005) による—[*Recalculated Statistic Value of AMeDAS-After Statistic Guide of Meteorological Observation (2005)*—]*. (財) 気象業務支援センター (Japan Meteorological Support Center), CD-ROM Disk-6.
- Matsubara, T. and Komori, K., 2007, The first record of Fossil *Ellobium* (Gastropoda: Ellobiidae) from Northeast Japan. *The Venus*, **65**, 325-331.
- 松原尚志・小守一男・大石雅之 (Matsubara, T., Komori, K. and Oishi, M.), 2004, 岩手県二戸地域の中新統門ノ沢層から発見された *Geloina* (二枚貝綱: シジミガイ科) とその古生物地理学的意義. 地質雑 (*Jour. Geol. Soc. Japan*), **110**, 765-770.
- 森 将志・山野井 徹 (Mori, M. and Yamanoi, T.), 2003, 中国地方に分布する中新統備北層群・勝田層群の花粉化石と古植生変遷. 日本花粉学会会誌 (*Japan. Jour. Palynol.*), **49**, 9-20. 321-325.
- 沼田 真・岩瀬 徹 (Numata, M. and Iwase, T.), 1975, 図説日本の植生 [*Illustrations and Explanations of Japanese Vegetation*]*. 朝倉書店 (Asakura Pub. Co., Tokyo), 178p.
- Ogasawara, K., 1994, Neogene paleogeography and marine climate of the Japanese Islands based on shallow-marine molluscs. *Palaeogeogr., Palaeoclimatol., Palaeoecol.*, **108**, 335-351.
- Otuka, Y., 1939, Tertiary crustal deformation in Japan (with short remarks on Tertiary paleogeography), In Jubilee publication in the commemoration of Professor Hisakatsu Yabe, M. I. A., sixties birthday, 1, Yabe Hisakatsu kyouju Kanreki Kinen-kai, Sendai, 481-519.
- Oyama, K., 1950, Studies of fossil molluscan biocoenosis, No.1. Bioecological studies on the mangrove swamps, with description of new species from Yatsuo Group. *Rep. Geol. Surv. Japan*, no.132, 1-15.
- 齋藤 毅・山野井 徹・諸星富士子・柴田 博 (Saito, T., Yamanoi, T., Morohoshi, F. and Shibata, H.), 1995, 岐阜県瑞浪層群明世層“宿洞砂岩層”(中新統)からのマングロープ植物花粉の発見. 地質雑 (*Jour. Geol. Soc. Japan*), **101**, 747-749.
- 鈴木明彦・能條 歩・稲木弘幸・日下 哉・都郷義寛 (Suzuki, A., Nojo, A., Inaki, H., Kusaka, H. and Togo, Y.), 1994, 西南北海道瀬棚地域の中新統馬場川層より産出した Arcid-Potamid 動物群. 地質雑 (*Jour. Geol. Soc. Japan*), **100**, 263-266.
- 津田禾粒 (Tsuda, K.), 1965, 東北裏日本の新第三紀動物群と岩相—とくに中新世中期の動物群について—. 化石 (*Fossils*), no.10, 10-23.
- 土 隆一 (Tsuchi, R.), 1986, 新第三紀のイベントとその時間空間的広がり. 海洋科学 (*Marine Science Monthly*), **18**, 132-135.
- Uozumi, S. and Fujie, T., 1966, Neogene molluscan faunas in Hokkaido. Part II Description of the Okushiri fauna associated with *Vicarya*, from the Okushiri Island, Southwest Hokkaido. *Jour. Fac. Sci. Hokkaido Univ., Ser. 4*, 13, 139-164.
- Yamanoi, T., 1984, Presence of Sonneratiaceae pollen in Middle Miocene sediments, central Japan. *Rev. Palaeobot. Palynol.*, **40**, 347-357.
- Yamanoi, T., 1989a, Neogene palynological zones and event in Japan. *Proc. International symposium on Pacific Neogene continental and marine events*. Nanjin Univ. Press, 83-90.
- 山野井 徹 (Yamanoi, T.), 1989b, 能登における中部中新統の花粉群集. 松尾秀邦教授退官記念論文集 (*Prof. H. Matsuo Mem. Vol.*), 5-13.
- Yamanoi, T., 1992a, Miocene pollen stratigraphy of ODP Leg 127 in the Japan Sea and comparison with the standard Neogene pollen floras of Northeast Japan. *ODP Sci. Res.*, **127/128**, 471-491.
- 山野井 徹 (Yamanoi, T.), 1992b, 中部日本における中期中新世初期の花粉群集. 瑞浪市化石博物館研報 (*Bull. Mizunami Fossil Mus.*), no. 19, 103-112.
- 山野井 徹 (Yamanoi, T.), 1992c, 北海道奥尻島の中中部中新統 (釣懸層) の花粉群集. 日本花粉学会会誌 (*Japan. Jour. Palynol.*), **38**, 106-115.
- 山野井 徹・斎藤喜和子・柳沢幸夫 (Yamanoi, T., Saito, K. and Yanagisawa, Y.), 2008, 山形県小国町の新統からマングロープ (メヒルギ属) 花粉の産出. 地質雑 (*Jour. Geol. Soc. Japan*), **114**, 262-266.
- 山野井 徹・津田禾粒 (Yamanoi, T. and Tsuda, K.), 1986, 富山県黒瀬谷層 (中部中新統) に見出されるマングロープ林の様相. 国立科学博物館専報 (*Mem. Nat. Sci. Mus.*), no. 19, 55-66.
- 山野井 徹・津田禾粒・糸魚川淳二・岡本和夫・田口栄次 (Yamanoi, T., Tsuda, K., Itoigawa, J., Okamoto, K. and Taguchi, E.), 1980, 西南日本の中新統中部から発見されたマングロープ林植物について. 地質雑 (*Jour. Geol. Soc. Japan*), **86**, 635-638.

* English translation from the original written in Japanese