

短報

群馬県中之条町に分布する沢渡層（中部中新統）から産出した褐藻類化石

高桑祐司¹・唐澤 寛²・吉崎 誠³

¹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)

²群馬県立自然史博物館友の会会員（中之条町在住）

³東邦大学名誉教授：2011年9月10日逝去

要旨：群馬県吾妻郡中之条町に分布する、沢渡層折田凝灰質砂岩泥岩部層（おそらく中期中新世中頃）から新たに褐藻類化石が産出した。標本（GMNH-PB-2632 とそれと対になるNHFM-KHDS [中之条町歴史と民俗の博物館「ミュゼ」唐澤寛寄贈資料]-0002）は、枝や小枝（ないしは葉）への分岐の付け根に円形の断面を持つ単一の気胞を伴うことから、ウガノモク属の一種 *Cystoseira* sp. に同定される。この化石は、日本国内におけるウガノモク属の2例目の化石記録となる。

現在の日本周辺に生息するウガノモク属3種はいずれも北半球の冷温帯から寒帯の海岸、すなわち冷涼な海洋環境に分布している。このことから、中期中新世中頃の東北日本の海洋表層には暖流だけでなく、海洋表層に寒流も影響が及んでいたことが示唆される。沢渡層で見られる冷涼な環境と温暖な環境を好む生物群の混交は、中期中新世の熱帯海中事件以降の冷涼化に伴って温暖期と冷涼期とが振動したことによる影響かもしれない。また、ウガノモク属やいくつかの岩礁などを好む魚類の化石が産出していることから、沢渡層の堆積場の近傍には岩礁や暗礁のような硬い底質の場所が存在していたと推測される。

キーワード：褐藻類, ウガノモク属, *Cystoseira*, 中新世, 沢渡層, 群馬県

Fossil brown alga from the Middle Miocene Sawatari Formation, Nakanajo Town, Gunma Prefecture, central Japan

TAKAKUWA Yuji¹, KARASAWA Hiroshi² and YOSHIZAKI Makoto³

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

²Member of the Gunma Museum of Natural History Associates (resident in Nakanajo Town).

³Professor emeritus at the Toho University: deceased in September 10, 2011.

Abstract: A new occurrence of fossil brown alga from the Orida tuffaceous sandstone and mudstone Member of the Sawatari Formation (assumed to be middle Middle Miocene) in Nakanajo Town, Gunma Prefecture, Japan, is reported. The specimen (GMNH-PB-2632; and its counterpart NHFM-KHDS-0002) has round-shaped single pneumacyst in some bases of branches and twigs (or short rod-like leaves), and is identified as *Cystoseira* sp. This alga is also the second recorded fossil of the genus from Japan. Three living species of *Cystoseira* are distributed in coastal areas of Japan and are dominantly between cool-temperate and frigid regions of the Northern hemisphere. They prefer cool-temperate marine conditions. Through the basis of the distribution mentioned above, it is suggested that some cold currents also influenced surface water of northeast Japan, including Gunma, in the middle to late Middle Miocene, not only warm currents. The mixing of the biota that preferred cool- and warm-temperate marine conditions in the Sawatari Formation might be the result of climate oscillation between warming and cooling, after the Middle Miocene Climatic Optimum. And on the basis of the occurrence of *Cystoseira* and some fish fossils, it is also suggested that there were rocky shores, reefs or some hard substrates near the sedimentary environment of the Sawatari Formation.

Key Words: Brown algae, *Cystoseira*, Miocene, Sawatari Formation, Gunma Prefecture

はじめに

褐藻類(褐藻綱: Phaeophyceae)は、「紅藻類(紅藻綱: Rhodophyceae)」、「緑藻類(緑藻綱: Chlorophyceae)」と並んで、いわゆる「海藻類」を構成する主な分類群の一つであり、全世界に1500~2000種が知られている(Taylor et al., 2008)。この仲間はわずかな種類を除くと全て海生であり、多細胞で、かつ褐色を呈している。その中にはコンブ、ワカメ、ヒジキなど人類が食用としている種類も少なくない(田中・中村, 2004)。褐藻類の起源は先カンブリア時代まで遡るものと推定されているが、形態学的見地から褐藻類であると推定されている化石は、古生代オルドビス紀後期のものが知られている。しかしながら、明確にこの分類群に同定される化石記録は、それよりも4億年以上も新しい新生代古第三紀漸新世のものが最古であり、それ以降の時代のものを含めても、化石記録は少ない(Taylor et al., 2008)。

群馬県北部に点在する海成中新統(群馬県地質図作成委員会, 1999)のうち、吾妻郡中之条町折田地区に分布する中部中新統の沢渡層折田凝灰質砂岩泥岩部層(中村, 1986, 2005; 以下折田部層と省略する)からは様々な化石が知られている。中でも魚類化石(金澤, 1930; 内田, 1930; 斎藤, 1930; 本多, 1931; 新野, 1937; 長岡, 1938; Niino, 1951; 佐藤・中之条古生態研究グループ, 1968; 昆ほか, 2004; 長谷川ほか, 2005)は有名で、複数の層準で確認されている。沢渡層折田部層の古生物学的研究の歴史は、昭和初期の1930年代まで遡ることができ、当時この地域で化石を採集した東京博物館の本多厚二は、折田において魚類と共に、エビ、広葉樹(原文では闊葉樹)の葉、そして「あまも」属と思しき化石が共産したと述べている(本多, 1931)。

これらの中でも特に「あまも」は興味深い。なぜなら一般的に硬組織を持たないアマモ類や海藻類といった海生大型植物の体化石の産出は稀であり、その産出は化石生成学的観点からも重要だと考えられるからである。しかしながら、本多の報告は1ページのみからなる採集調査に関する短い報文で、掲載写真も化石産地と魚類化石各1点しかない。そのため「あまも」化石がどのようなものであったのかは全く不明である。また東京博物館の後継機関である国立科学博物館にも本多が採集した標本は残っていない(国立科学博物館・植村和彦博士からの私信による)。沢渡層折田部層「あまも」化石が再検討できないことは遺憾であるが、いずれにしても海生の大型植物の体化石は分類学的観点のみならず、これらの大型植物が当時の海洋生態系の一次生産者の一端を担っていることから古生態学的にも重要である。

1993年5月、筆者の一人・唐澤は、折田地区を流れている四万川を調査中に、網目状の構造を呈する化石を発見し、これを海藻ではないかと考えて採取・保管していた。2011年、沢渡層折田部層産エビ類化石を寄贈するために自然史

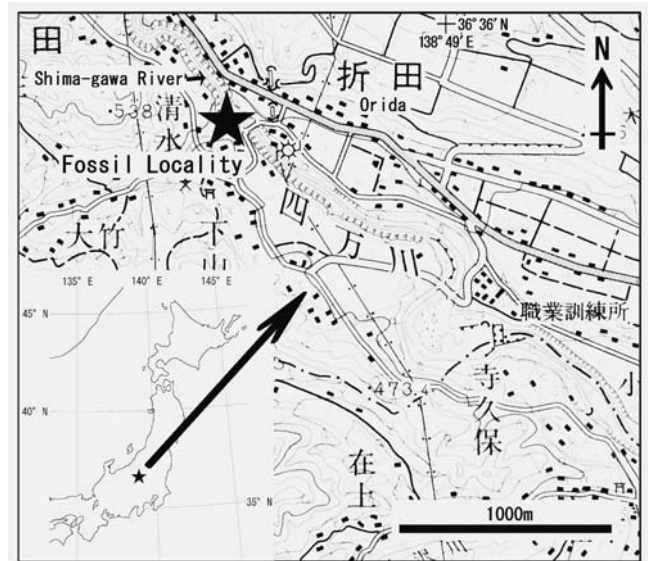


Fig. 1. The locality of new fossil material of brown alga (GMNH-PB-2632 and NHFM-KHDS-0002 [counter part of GMNH-PB-2632]); Using the topographical map "Nakanojo", scale 1:50,000 published by the Geographical Survey Institute of Japan.

博物館を訪れた唐澤は、海藻と思しき化石も併せて持参し、高桑と共に標本を観察した。そして、この化石が海藻である可能性が高いことを確認し、さらに検討を進めることとした。同年7月、現生海藻類の専門家である吉崎と高桑の間で連絡が取れたため、直ちに標本の写真を送ったところ、海藻化石であることは間違いなさそうなので一度直接観察したいとの電話が高桑に寄せられた。

2011年9月7日、東日本大震災で被災した岩手県山田町の海藻標本のレスキュー作業などの合間を縫って、吉崎が群馬県立自然史博物館を訪問した。唐澤も同席して一緒に標本を観察し、予察的な同定を行った。そして吉崎が標本を持ち帰って詳細に検討し、併せて全体の復元図を作成することで、論文を共同執筆することを打合せた。

ところがその三日後(9月10日)、吉崎は心ならずも不帰の客となってしまった。本研究も頓挫しかかったが、先述したように褐藻類の化石記録が極めて貧弱で、その蓄積がこの分類群の進化を検討する上で重要であること、また沢渡層折田部層における生態系を復元する上でもこの化石が重要であることは明らかであった。そして吉崎も今回のような化石海藻類の研究を少しでも前に進めることを望んでいるものと考え、現状で判明しているところまで公表すべきと判断した。幸いなことに、吉崎は9月7日の群馬訪問時に属レベルでの同定を済ませていた。そこで予察的ではあるが、その結果を報告し、併せて日本産の大型海藻類化石の概要をまとめた。なお、本報告で用いる略号は以下のとおりである; GMNH-PB: 群馬県立自然史博物館古植物コレクション; NHFM-KHDS: 中之条町歴史と民俗の博物館「ミュゼ」唐澤寛寄贈資料。

化石産地の地質

褐藻類の化石標本は、群馬県吾妻郡中之条町の折田地区を流れる四万川河岸から産出した (Fig. 1). 褐藻類化石を含む母岩は風化して灰色～黄灰色を呈して、葉理を伴う凝灰質泥岩である。葉理は炭質物の多く含む部分で顕著に見られる。中之条町周辺に確認されている栃窪層、赤坂層、沢渡層などの中部中新統のうち、四万川流域には沢渡層が分布している (中村, 1986, 2005; 群馬県地質図作成委員会, 1999). 沢渡層は岩相の違いにより、下位から順に折田凝灰質砂岩泥岩部層 (折田部層)、寺社原軽石凝灰岩部層、在上凝灰岩部層の3つに分けられる (中村, 1986). 化石産地である折田地区周辺には最も下位の沢渡層折田部層が分布しており、褐藻類化石を含む母岩の岩相も同部層の岩相の特徴と考えて矛盾しない。よって、今回報告する褐藻類化石は沢渡層折田部層から産出したと判断した。沢渡層折田部層産の化石としては、先述の魚類の他に、甲殻類 (金澤, 1930; 長岡, 1938; Niino, 1951; 長谷川ほか, 2005; 唐澤, 2009) や貝類 (高桑ほか, 2006), 哺乳類 (長谷川・福田, 1987), 植物 (本多, 1931; 中村, 1986) などが知られている。

褐藻類化石はほぼ層理面に沿った上下2つのブロックが採集され、片側 (GMNH-PB-2632) が群馬県富岡市にある群馬県立自然史博物館に、そしてそのカウンターパート (NHFM-KHDS-0002) が群馬県吾妻郡中之条町にある中之条町歴史と民俗の博物館「ミュゼ」に登録・保管される。

化石標本の記載

黄藻植物門 OCHROPHYTA (Cavalier-Smith)

Cavalier-Smith et Chao, 1996

褐藻綱 Phaeophyceae Kjellman in Engler et Prantl, 1891

ヒバマタ目 Fucales Kylin, 1917

ホンダワラ科 Sargassaceae Kuetzing, 1843

ウガノモク属 *Cystoseira* Agardh, 1820

ウガノモク属の一種

Cystoseira sp.

(Fig. 2)

標本: GMNH-PB-2632 (Fig. 2-A) and NHFM-KHDS-0001 (Fig. 2-B, counter part of GMNH-PB-2632).

採集者: 唐澤 寛

産出地: 群馬県吾妻郡中之条町折田

産出層: 沢渡層折田凝灰質砂岩泥岩部層

時代: 中期中新世

記載: 標本は黒色ないしは暗緑～緑褐色を呈し、葉理とほぼ平行な状態で埋積し、保存されている。化石は部分

的に2mm程度の厚みがあるものの、母岩との分離は良くない。太さ1.1～1.7mmの茎と推定される部分が56.6mm保存され、そこから両側に枝が伸び、さらにその枝から小枝 (あるいは葉) が分岐する。また、枝の一部では小枝より太く丸い気胞と推定される部分しか確認されない。本標本では24本の枝 (あるいは気胞) が確認できる。枝は長いもので約29mm保存され、その先端は母岩の破断面に露出している。気胞は枝や小枝 (あるいは葉) の付け根のほか、小枝の先端等にも存在する。層理面におけるこれらの気胞の形態は円形で、大きいものでは直径2.4mm程度ある。

標本に付着器は保存されていないものの、多数の気胞が確認できる。枝の上下間隔は狭い。こうした気胞は、主に褐藻類のヒバマタ目で発達することが知られている。また枝や小枝の形態と茎との分化が不明瞭であることから、化石標本は同目の中でもウガノモク科 *Cystoseiraceae* に属すると推定される。さらに小枝の一部が膨らむ事で気胞が形成され、かつその気胞が楕円形ないしは卵形を呈する点は、同科のウガノモク属 *Cystoseira* に見られる形質と類似している。現生する本属の大部分の現生種では最末の小枝に気胞を有するので、こうした形態的特徴から本標本は最末に近い茎の上端に近い部位だと推定される。

現在、日本近海に分布するウガノモク属藻類としては、ウガノモク *Cystoseira hakodatensis*, エゾモク *C. geminata*, ネプトモク *C. crassipes* の計3種が知られている (環境省, 2008; 吉田・吉永, 2010)。ウガノモク属は近年のミトコンドリア・リボソームDNAの部分配列と葉緑体コードのpsbA遺伝子を用いた分子系統解析結果に基づいて、6属に分けられるとされた (Draisuma et al., 2010)。しかしながら狭義のウガノモク属をはじめとする6属の形態的特徴が現時点では明らかとなっていないことから、本報告では従来の分類体系 (吉田・吉永, 2010) に従った。

これら3種は、付着部や付着部直上の枝の形態、個々の気胞の形状やその並び方、茎の断面形態や小枝 (あるいは葉) の分枝様式や形態などの差異に基づいて分類されるが、化石標本で観察可能であるのは、主に気胞に関する形質である。先述の現生種3種では、ウガノモクの気胞は上下方向に伸びた円柱状を呈し、それらが連続して連なる。ネプトモクの気胞は球形を呈し、2～3個が短い間隔を持って連なっている。一方、エゾモクの気胞は球～紡錘形で、複数個が連なることもあるが、単一のこともある。化石標本は堆積後の圧密作用によってつぶれているが、層理面に見られる気胞の形態は円形で、円柱形を呈していたとは考えにくい。また気胞の連続性は標本の現状では確認できない。以上の点から、今回報告する化石標本の形態は全体的に見てヒバマタ目の中でもウガノモク属と類似しており、気胞の形質 (形状、連続性) で比較すると、日本近海の現生ウガノモク属3種の中ではエゾモクと類似点が多いものの、完全には一致しない。絶滅した未知種である可能性も否定で

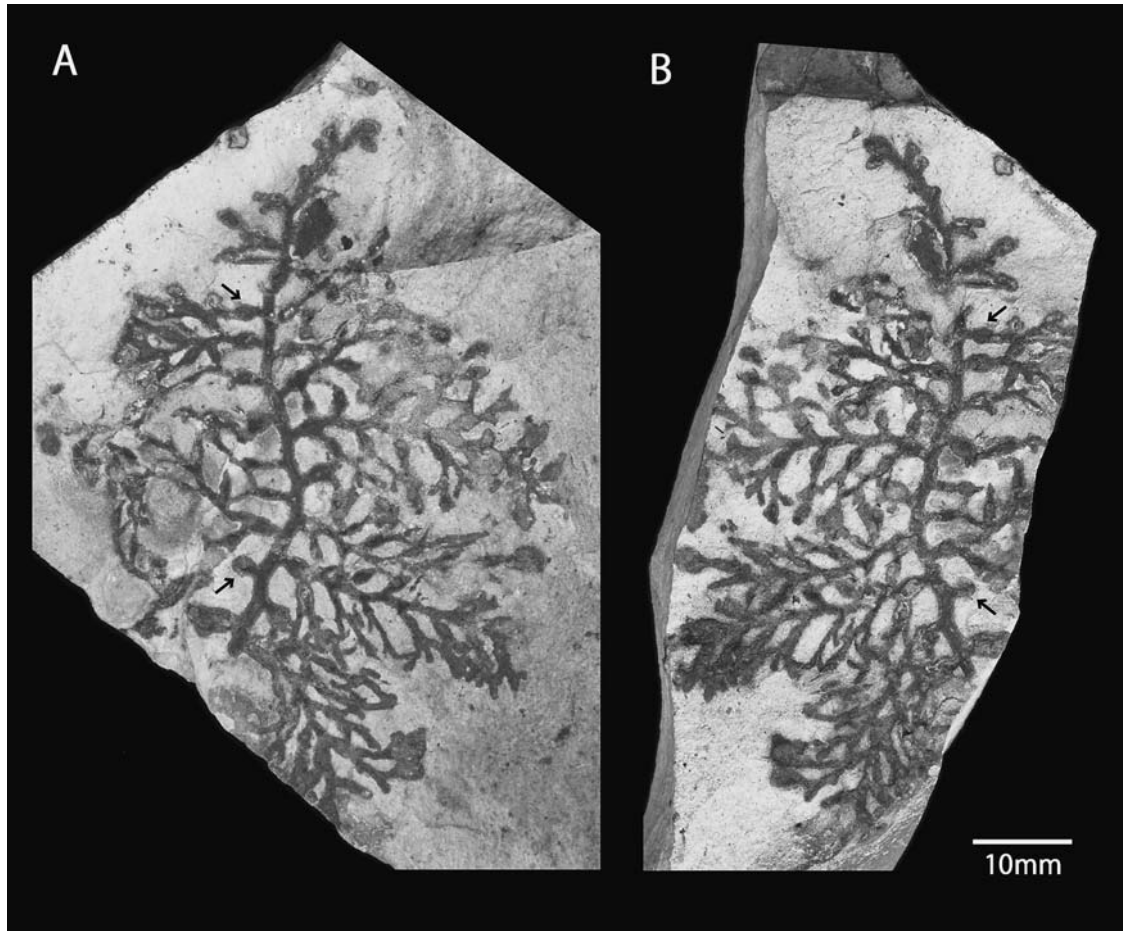


Fig. 2. New fossil material of brown alga, GMNH-PB-2632 (A) and NHFM-KHDS-0002 (B: counter part of GMNH-PB-2632). Arrows indicate a part of pneumacysts (same portion of paired slab). The pneumacysts exist near the joint of almost branches and twigs (or leaves), but also the tip of some twigs.

きないが、この点に関しては将来的に多くの標本を得た上で検討すべきだと考えられる。そこで本報告では、この化石標本をウガノモク属の一種 *Cystoseira* sp. と同定する。

国内中新統における褐藻類の化石記録

日本国内におけるこれまでの褐藻類の化石記録は、報告年の古いものから順に埼玉県深谷市（旧大里郡川本村）菅沼の比企層群土塩層（上部中新統：Horiguchi, 1965）、島根県松江市美保関町上酌の牛切層（中部中新統：山陰古生態団体研究グループ, 1976; 堀口, 1987）、新潟県西頸城郡名立町神葉沢の難波山層（中部中新統：Ishijima, 1977）、長野県安曇野市（旧南安曇郡豊科町）、中谷の別所層（中部中新統：川瀬・小池, 2003; 2005）が知られている（Table 1）。

Horiguchi (1965) は、土塩層産褐藻類の形態を検討し、カイフモク比較種 *Cystophyllum* cf. *caespitosum* YENDO に同定した。牛切層からは褐藻類2種類（アミジグサ属の一種 *Dictyota* sp., ワカメ属の一種 *Undaria* sp.）の他に、緑藻類1種類（ミル属の一種 *Codium* sp.）と紅藻類2種類（ヒメガラガラ属? の一種 *Galaxaura*? sp., カニノテ属の一種 *Amphiroa* sp.）

も報告されている（山陰古生態団体研究グループ, 1976）。Ishijima (1977) は難波山層産化石の形態を検討し、ジョロモク比較種 *Cystophyllum* cf. *sisymbrioides* J. AGARDH, カイフモク比較種 *Cystophyllum* cf. *caespitosum* YENDO, ウガノモク比較種 *Cystoseira* cf. *hakodatensis* (TURNER) FENSHOLT の3種を報告した。その後、現生種の分類を再検討した Yoshida and Kawai (1987) は、現生のジョロモク *Cystophyllum caespitosum* YENDO とカイフモク *Cystophyllum sisymbrioides* J. AGARDH をシノニムとして取り扱い、それらに対して *Myagropsis myagroides* (TURNER) FENSHOLT の学名を用いた。これに従えば、土塩層産化石、ならびに2種とされた難波山層産化石は、いずれもジョロモク比較種 *Myagropsis* cf. *myagroides* (TURNER) FENSHOLT となる（川瀬・小池, 2003）。難波山層からはその他に紅藻類のフクロフノリ比較種 *Gloiopeltis* cf. *furcata* (Postels et Ruprecht) J. Agardh, ならびに海生の被子植物であるアマモ属の一種 *Zostera*? sp. も報告されている（Ishijima, 1977）。最近では、北部フォッサマグナの別所層から川瀬・小池（2003, 2005）が多数の標本を用いてジョロモク属の一種 *Myagropsis* sp. を報告した。これらの他に標本が図示されていないものの、松尾（1979）

が長野県埴科郡坂城町胡桃沢から産出した別所層産植物化石のリスト中にホンダワラ属の一種 *Sargassum* sp. について記述している。本報告の沢渡層折田部層産ウガノモク属の一種は、難波山層産のウガノモク比較種に次いで国内におけるウガノモク属の2例目の化石記録となる。

これらの日本における褐藻類化石産出層の年代は全て新第三紀中新世であり、またユーラシア大陸の太平洋岸域では、日本からしか化石は知られていない。全世界に目を転じて、形態的に現生の褐藻類との類縁関係が明らかな化石記録は、古第三紀漸新世のわずかな例を除いていずれも中新世のものである。それらの記録の中でも有名なものは北米大陸西海岸の上部中新統モンテレー層 (Monterey Formation) のダイアトマイトから報告されたもので (Parker and Dawson, 1965), 緑藻類1種 (*Caurerpites denticulata*), 褐藻類14種 (*Julescraneaia grandicornis*, *Paleohalidrys californica*, *P. dendritica*, *P. linearis*, *P. linguliformis*, *P. lompocensis*, *P. occidentalis*, *P. superba*, *Cystoseirites ornata*, *Paleocystophora acuminata*, *P. delicatula*, *P. lacerodentata*, *P. plumosa*, *P. subopposita*), 紅藻類7種 (*Paleosiphonia oppositoclada*, *Paleopikea cranei*, *Chondrides recurva*, *C. flexilis*, *Paleothamnion acicularis*, *Delessirites acuminata*, *Chondrides remulosa*) が知られている。一方、ヨーロッパではオーストリアやチェコなどヨーロッパ中央部に分布しているパラテチス堆積物から複数の化石記録が知られている (Givulescu, 1975; Kovar, 1982; Molhanov, 2004; Hably, 2006; Grunett et al., 2010など)。

沢渡層の海洋環境

古気候と海洋生物地理

先述したとおり、現生ウガノモク属 *Cystoseira* は日本近海では3種が知られている (吉田, 1998; 環境庁, 2008)。それらの地理的分布は、ウガノモク *Cystoseira hakodatensis* が北海道から本州太平洋岸北部、エゾモク *C. geminata* とネプトモク *C. crassipes* が北海道周辺である (環境庁, 2008)。以上のように、これら現生種3種の地理的分布は北海道がその中心となっていることから、日本列島周辺に現生しているウガノモク属は冷温帯～寒帯に生息する褐藻類であり、北方系要素の生物だといえる。

褐藻類化石が見つかった沢渡層折田部層からは、ウガノモク属と同様に現生属の分布から北方系要素と見なされる硬骨魚類2種 (クボタアカガレイ” *Protopsetta kubotai*”, マツバラギンポ” *Stichaeus matsubarae*) が報告されている (Niino, 1951)。貝類ではオウナガイ *Conchocele bisectata* が卓越し、その他にもツキガイモドキ *Lucinoma acutilineatum* やエゾバイ科の一種 *Buccinidae* gen. et sp. indet. が産出しており (高桑ほか, 2006)、これらも北方系要素と見なせる種類である。また、Niino (1951) が記載したオリタタラバエビ *Pandalus oritaensis* も同属の現生種の分布を見ると北方系要素

である可能性が高く、例えばタラバエビ属の現生種のうち、日本近海に生息するホッカエビ *P. latirostris* は北西太平洋域では岩手県付近が分布の南限となっている (三宅, 1983)。

これらの北方系要素の化石が産出する一方で、沢渡層折田部層からはノムラサバ *Scomber nomurai*, ヤガラ属の一種 *Fistularia* sp. を代表とする南方系要素の魚類化石が知られている (Niino, 1951; 昆ほか, 2004)。例えばヤガラ属の現生種は日本近海に2種が知られ、いずれも暖温帯から熱帯にかけて分布しており、その北限は本州中部である (瀬能, 2000)。その他にも予察的な同定ではあるが、南方系要素と見なしうるイタチウオ属の一種 *Brotula* sp., イットウダイ属の一種 *Sargocentron* sp. といった魚類化石が知られている (長谷川ほか, 2005)。

沢渡層が堆積した中期中新世は日本列島の原形ができつつあった時代である。また、前期中新世～中期中新世初期の熱帯海中事件 (Tsuchi, 1992) の後、南極における氷床形成による海水冷却システムと南極循環流によって、中期中新世以降には世界的に寒冷化が進行し、その結果として後期中新世前期に入ると、東日本の大部分は暖～中間温帯になったと推定されている (小笠原・植村, 2006)。つまり沢渡層折田部層が堆積した中期中新世の中期から後期にかけての日本周辺は、熱帯もしくは亜熱帯の気候から温帯へと移行する時期にあたる。一般的に、こうした長い年代スケールで寒冷化が進行していく際には、より短い年代スケールで寒暖を繰り返しながら、徐々に寒冷な気候へと移行していく (例: fig. 3, in Zachos et al., 2001)。

沢渡層折田部層のウガノモク属化石は、寒冷な時期と温暖な時期を繰り返しつつ寒冷化が徐々に進行する過程で、その内の寒冷だった時期に北から日本列島に侵入し、群馬まで南下して分布を広げてきたものだと考えられ、表層にも寒流の影響が及んだ時期があったことを示している。一方の南方系要素の魚類化石は、寒冷化が徐々に進行しながらも、この時代にできはじめた古黒潮 (谷村, 2006) が熱帯海中事件以降も沢渡層の分布域を含む中部日本まで影響を及ぼしていたことを示している。しかしながら、既知の北方系要素だと推定される種類の多くが魚類を含め底生生物で、一方の南方系要素が表層性生物に限定されていたことを考えると、暖流は表層に大きく影響を与えていた可能性がある。その類例の一つとして考えられるのは、沢渡層折田部層より新しい安中層群原市層 (中期中新世後期～後期中新世最前期) の同層上部の貝類群集である。ここでは、底生種に関しては寒流の影響を強く受けていたと考えられるものの、タコブネやオウムガイのような遊泳性頭足類の存在から表層に暖流の影響もあったことが明らかとなっている (長谷川ほか, 2005)。

堆積環境と微地形

沢渡層折田部層では、泥岩やシルト岩が卓越する中に、

Table 1. The list of fossil large-sized algae from Japan.

TAXONOMY	AGE	HORIZON	LOCALITY	REFERENCES
緑藻綱 Chlorophyta				
ミル目 Codiales ミル科 Codiaceae ミル属の一種 <i>Codium</i> sp.	Middle Miocene	Ushikiri Fm.	Mihonoseki, Matsue City, Shimane Pref.	San-in paleoecology research group, 1976; Horiguchi, 1987
褐藻綱 Phaeophyta				
アミジグサ目 Dictyotales アミジグサ科 Dictyotaceae アミジグサ属の一種 <i>Dictyota</i> sp.	Middle Miocene	Ushikiri Fm.	Mihonoseki, Matsue City, Shimane Pref.	San-in paleoecology research group, 1976; Horiguchi, 1987
コンブ目 Laminariales チガイソ科 Alariaceae ワカメ属の一種 <i>Undaria</i> sp.	Middle Miocene	Ushikiri Fm.	Mihonoseki, Matsue City, Shimane Pref.	San-in paleoecology research group, 1976; Horiguchi, 1987
ヒバマタ目 Fucales ホンダワラ科 Sargassaceae ジョロモク比較種 <i>Myagropsis</i> cf. <i>myagroides</i> (TURNER) (= <i>Cystophillum</i> cf. <i>caespitosum</i> YENDO in Horiguchi, 1965)	Late Miocene	Tsuchishio Fm.	Suganuma, Fukaya City, Saitama Pref.	Horiguchi, 1965; Yoshida and Kawai, 1987; Kawase and Koike, 2003
ジョロモク比較種 <i>Myagropsis</i> cf. <i>myagroides</i> (TURNER) (= <i>Cystophillum</i> cf. <i>sisymbrioides</i> J. AGARDH in Ishijima, 1977) (= <i>Cystophillum</i> cf. <i>caespitosum</i> YENDO in Ishijima, 1977)	Middle Miocene	Nanbayama Fm.	Joetsu City, Niigata Pref.	Ishijima, 1977; Yoshida and Kawai, 1987; Kawase and Koike, 2003
ジョロモク属の一種 <i>Myagropsis</i> sp.	Middle Miocene	Bessho Fm.	Toyoshina, Azumino City, Nagano Pref.	Kawase and Koike, 2003; 2005
ホンダワラ属の一種 <i>Sargassum</i> sp.	Middle Miocene	Bessho Fm.	Sakaki Town, Nagano Pref.	Matsuo, 1979
ウガノモク比較種 <i>Cystoseira</i> cf. <i>hakodatensis</i> (YENDO) FENSHOLT (= <i>Cystophillum</i> cf. <i>hakodatense</i> YENDO in Ishijima, 1977)	Middle Miocene	Nanbayama Fm.	Joetsu City, Niigata Pref.	Ishijima, 1977; Yoshida and Kawai, 1987; Kawase and Koike, 2003
ウガノモク属の一種 <i>Cystoseira</i> sp.	Middle Miocene	Sawatari Fm.	Nakanajo Town, Gunma Pref.	This report
紅藻綱 Rhodophyta				
ウミゾウメン目 Nemaliales ガラガラ科 Galaxauraceae ヒラガラガラ属の一種 <i>Galaxaura</i> ? sp.	Middle Miocene	Ushikiri Fm.	Mihonoseki, Matsue City, Shimane Pref.	San-in paleoecology research group, 1976; Horiguchi, 1987
サンゴモ目 Corallinales サンゴモ科 Corallinaceae カニノテ属の一種 <i>Amphiroa</i> sp.	Middle Miocene	Ushikiri Fm.	Mihonoseki, Matsue City, Shimane Pref.	San-in paleoecology research group, 1976; Horiguchi, 1987
スギノリ目 Gigartinales フノリ科 Endocladiaceae フクロフノリ比較種 <i>Gloiopeltis</i> cf. <i>furcata</i> POSTELS et RUPRECHT	Middle Miocene	Nanbayama Fm.	Joetsu City, Niigata Pref.	Ishijima, 1977

凝灰質の砂岩や角礫岩が挟まれているが、貝類化石が産出するのはそれらの中でも泥質な岩相の層準であり、また泥質岩の一部には生痕化石が確認されている（高桑ほか、2006）。オウナガイやツキガイモドキなど沢渡層折田部層から卓越して産出した貝類の現生種は、潮間帯直下から上部漸深海帯の砂泥底～泥底に生息している種類であり（奥谷、2000）、垂直分布の幅が広い。そのために、貝類群集による沢渡層折田部層の堆積環境を推定することは困難である。しかしながら沿岸表層を群遊するサバ属や原形をとどめた陸生植物の葉が産出すること、その一方で沖合などにも生息するヤガラ属が産出すること、そして生痕化石が存在することから、沢渡層折田部層が堆積したのは下部浅海帯で、かつ暴浪時作用限界水深より深い場所であった可能性が考えられる。

日本列島周辺に分布する現生ウガノモク属3種は、潮間帯から潮下帯の岩盤など硬い底質の場所に付着して生息している（環境省、2008）、海洋表層に巨大な群落を形成するキャノピ種として知られ、これは北東太平洋岸や地中海などの他の海域でも同じである（Lüning, 1990）。沢渡層折田部層から産出している魚類化石のうち、イトウダイ属やイタチウオ属、メバル属、ギンボ属は沿岸域の岩礁のような岩場に生息している（中坊（編）、2000）。このことから折田層が堆積した場所は主に泥底であったが、その海域の近傍には、硬い岩盤からなる岩礁のような環境があったと推定される。

また、タラバエビ属では現生種の多くが中層域などを浮遊生活しているが、日本近海にも分布しているホツカイエビ *Pandalus latirostris* では、内湾沿岸の藻場で生活する事が知られている（三好、1982）。こうした沿岸域の藻場は、エビ類のみならず、魚類や頭足類にとっても産卵に適した環境である。このことから、オリタタラバエビについてもホツカイエビのように藻場を好む生活様式だった可能性も考えられる。

謝 辞

本報告執筆にあたり、吉崎を著者の一人とする際には、令夫人の吉崎俊子氏にその旨を了承していただいた。藪田哲平氏（茨城大学大学院）には文献収集にご協力いただき、馬場健司氏ならびに松元美由紀氏（パリノ・サーヴェイ（株））には文献閲覧にあたって便宜を図っていただいた。大花民子氏（自然史科学研究所）には研究の方向性を模索していた時期に有益な助言をいただいた。植村和彦氏（国立科学博物館）には、原稿を査読して頂くと共に、本多厚二氏採集の中之条産「あまも」化石の所蔵状況を御教示いただいた。戸谷啓一郎氏には粗稿を読んでいただき、現地の地質について助言をいただいた。以上の方々に厚く御礼申し上げます。

引用文献

- Draisuma, S. G. A., Ballesteros, E., Rousseau, F., and Thibaut, T. (2010) : DNA sequence data demonstrate the polyphyly of the genus *Cystoseira* and other Sargassaceae genera (Phaeophyceae). *Journal of Phycology*, 46:1329-1345.
- Givulescu, R. (1975) : Contributions to the knowledge of flora and vegetation of the Tertiary in the extra Carpathian area of Romania. *Studia Universitatis Babeş-Bolyai, Georgia*, XLVI, 2:5-21.
- Grunett, P., Harzhauser, M., Rogl, F., Sachsenhofer, R., Gratzner, R., Soliman, A., and Piller, W. E. (2010) : Oceanographic conditions as a trigger for the formation of an Early Miocene (Aquitainian). *Konservat-Lagerstätte in the Central Paratethys Sea. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 292:425-442.
- 群馬県地質図作成委員会 (1999) : 群馬県10万分の1地質図解説書. 新井房夫 (監修), 内外地図, 東京, 114pp.
- Hably, L. (2006) : Catalogue of the Hungarian Cenozoic leaf, fruit and seed floras from 1856 to 2005. *Studia Botanica Hungarica*, 37:41-129.
- 長谷川善和・福田由美 (1987) : 群馬県中之条産鱗脚類. 昭和62 (1987) 年度文部省科学研究補助金総研A「新生代海生哺乳類の生層序と古生物学的研究」報告書 (代表者 長谷川善和), p.25-28.
- 長谷川善和・三田照芳・高桑祐司・木村敏之・栗原行人 (2005) : 「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, 40pp.
- 本多厚二 (1931) : 上野國吾妻郡澤田村産魚類化石に就て. 自然科学と博物館, 13:13.
- Horiguchi, M. (1965) : The first occurrence of *Cystophyllum* species in the Tertiary of Japan. *Science Report of Saitama University, Ser. B*, (5) :45-47.
- 堀口万吉 (1987) : 島根県産出の中新世海藻化石について. 島根大学地質学研究報告, (6) :47-48.
- Ishijima, W. (1977) : On some fossil algae from the Miocene Nishikubiki Flora, Niigata Prefecture, Japan. *Bulletin of the National Science Museum, Ser. C (Geol.)*, 3:195-202.
- 環境省 (2008) : 第7回自然環境保全基礎調査 浅海域生態系調査 (藻場調査) 報告書. 環境省自然環境局生物多様性センター, 富士吉田, 428pp.
- 川瀬基弘・小池伯一 (2003) : 長野県南安曇郡豊科町中谷に分布する中新統別所累層最上部の大型植物化石 (第三報). 信州新町化石博物館研究報告, (6) :1-6.
- . (2005) : 信州新町化石博物館所蔵の別所累層産海藻類化石. 信州新町化石博物館研究報告, (8) :19-20.
- 金澤佐平 (1930) : 海老の化石に就て. 上毛及上毛人, 153:34.
- 唐澤 寛 (2009) : 資料館常設展示品44: 折田層産出のエビ化石. 広報なかのじょう (中之条町広報誌), (569) :16.
- 昆 健志・高桑祐司・上野輝彌 (2004) : 群馬県中之条町の沢渡層 (中部中新統) から産出したヤガラ属魚類. 日本古生物学会2004年年会 (北九州) 講演予稿集, p.28.
- Kovar, J. (1982) : Eine Blatter-Flora des Egerien (Ober-Oligozan) aus marinen Sedimenten der Zentralen Paratethys im Linzer Raum (Osterreich). *Beiträge zur Palaontologie von Osterreich*, 9:1-209.
- Lüning, K. (1990) : Seaweeds. Their Environment, Biogeography, and Ecophysiology. John Wiley & Sons, Inc., New York, 527pp.
- 松尾秀邦 (1979) : 長野県坂城町別所層の植物化石. 坂城町胡桃沢化石群の調査報告. 坂城町教育委員会, 坂城, p.13-24.
- 三好貞祥 (1982) : 原色日本大型甲殻類図鑑 (I). 保育社, 大阪, 261pp.
- Molhanov, S. A. (2004) : The record of remains of the brown algae *Cystoseira*

- partschi* Sternb. In the Lower Sarmatian deposits of the Transcarpathian Region (Ukraine). *International Journal on Algae*, 6:199-202.
- 長岡省吾(1938):群馬県吾妻郡澤田村上折田第三紀層に発見された魚類等の化石. 我等の礦物, 7:2-5.
- 中坊徹次(編), 2000):日本産魚類検索 全種の同定 第二版. 東海大学出版会, 東京, xliiv + 1748pp.
- 中村庄八(1986):群馬県北西部の吾妻川中流域に分布する新第三系—特に中新世後期の陥没盆地について—. 地球科学, 40:238-254.
- (2005):吾妻川流域に分布する浸食された火山の内部と基盤構造. 地球科学, 59:5-24.
- 新野 弘(1937):群馬県吾妻郡澤田村第三紀層産魚類及蝦類に就いて. 地質学雑誌, 44:517.
- Niino, H. (1951):Description of some fossil fishes and prawns from Japan. *Journal of the Tokyo University of Fisheries*, 38:47-58.
- 小笠原憲四郎・植村和彦(2006):2.4 日本列島の生い立ちと動植物相の由来. 国立科学博物館(編) 日本列島の自然史. 東海大学出版会, 東京, p.60-65, p.67-78.
- 奥谷喬司(2000):日本近海産貝類図鑑. 東海大学出版会, 東京, 1173pp.
- Parker, B. C. and E. Y. Dawson. (1965):Non-Calcareous Marine Algae from California Marine Deposits. *Nova Hedwigia*, 10:273-295.
- 齋藤民作(1930):四萬川所産の化石に就て. 上毛及上毛人, 160:口絵.
- 山陰古生態団体研究グループ(1976):島根県の中新統産海藻化石. 化石研究会会誌, 12:1-5.
- 佐藤二郎・中之条古生態団研グループ(1968):中新世のサバ科化石魚 *Scomber nomurai* NIINOに関する若干の古生態学的考察. 化石研究会会誌, 1:14-28.
- 佐藤信一(1969):群馬の化石. 自費出版, 34pp.
- 瀬能 宏(2000):174. ヤガラ科. 中坊徹次(編) 日本産魚類検索 全種の同定 第二版. 東海大学出版会, 東京, p.516.
- Taylor, E. L., Taylor, T. N., and Krings, M. (2008):Paleobotany, Second Edition:The biology and evolution of fossil plants. Academic Press, Burlington, 1252pp.
- 高桑祐司・戸谷啓一郎・栗原行人(2006):群馬県中之条町に分布する沢渡層折田部層(中部中新統). 産出の貝類化石. 群馬県立自然史博物館研究報告, (10):97-102.
- 田中次郎・中村庸夫(2004):日本の海藻 基本284. 平凡社, 東京, 248pp.
- 谷村好洋(2006):古黒潮. 国立科学博物館(編) 日本列島の自然史. 東海大学出版会, 東京, p.66.
- Tsuchi, R. (1992):Pacific Neogene Climatic Optimum and accelerated biotic evolution in Time and Space. In Tsuchi, R. and Ingle, J. C. Jr. (eds) Pacific Neogene -Environment, Evolution and Events-. Tokyo University Press, Tokyo, p.237-250.
- 内田英雄(1930):澤田村の化石産地を尋ねて. 上毛及上毛人, 160:53-54.
- 吉田忠生・吉永一男(2010):日本産海藻目録(2010年改訂版). 藻類, 58:69-122.
- 吉田忠生(1998):新日本海藻誌—日本産海藻類総覧. 内田老鶴圃, 東京, 1222pp.
- Zachos, J., Pagani, M., Sloan, L., Thomas, E., and Billups, K. (2001):Trends, Rhythms, and Aberrations in Global Climate 65 Ma to Present. *Science*, 292:686-693.