

北海道せたな町の中新統馬場川層から産出した果実化石

成田敦史・圓谷昂史・久保見 幸

Key Words

果実化石 (Fruit fossil)、球果化石 (Cone fossil)、堅果化石 (Nut fossil)、中新世 (Miocene)、馬場川層 (Babagawa Formation)、せたな町 (Setana Town)

1 はじめに

新生代新第三紀中新世 (約2,303万~533万年前) は、日本海拡大に伴い、日本列島がユーラシア大陸縁辺から分離して現在の位置まで移動したことで知られるダイナミックな時代である (例えば、Van Horne et al. 2017)。特に中新世の前期~中期 (約2,000万~1,500万) には日本海が急速に拡大し (例えば、鹿野 2018; 中嶋ほか 2019)、ユーラシア大陸縁辺から分離したとされ、その後、中期 (約1,300万年前) には、日本列島の原型がほぼ現在の地理的位置まで移動したとされている。このような日本列島の形成過程が日本列島独自の植生形成にもつながったことが多くの先行研究で示されている (植村 1991; 棚井 1992; 成田ほか 2012; 成田 2021など)。そのため、日本列島の各地から産出する中新世植物化石群については、その組成的特徴やそれに

基づく古植生および古気候について詳細が検討されてきたが、それらの多くは葉器官を中心とした化石群集である (例えば、Tanai 1961; Uemura 1988; 棚井 1992; Yabe 2011; 成田 2021など)。これらの一連の研究の中で、葉の圧縮化石や印象化石と併せて炭化した果実や種子の化石も複数の報告例はあるが、多くは球果から脱落した鱗片や翼果である (Tanai 1961; Narita et al. 2020など)。新第三紀の植物化石群のうち、立体的な葉や球果化石産出の特殊な例として、北海道北部の下川町に分布する中部中新統の珪化岩中からの産出報告があるが (Matsumoto et al. 1994, 1997など)、同時代の炭化した果実化石の報告は限られている (Matsuo 1963; Tanai and Suzuki 1972)。

今回、北海道西南部のせたな町つくない嗣内川 (図1) に分布する中新統馬場川層から分類学的検討が可能と判断される炭化した果実化石が得られた。そのうちの1点は鱗片

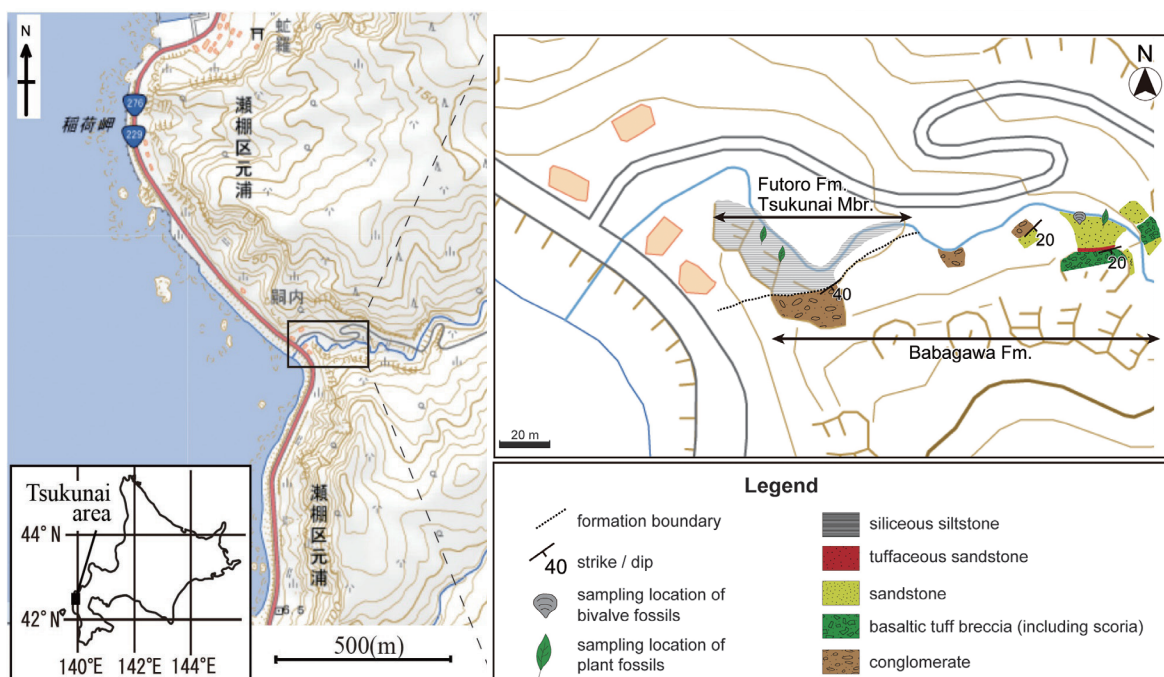


図1 調査地の位置と嗣内川のルートマップ。地形図は電子地形図1/50,000 (国土地理院 [https://maps.gsi.go.jp/]) を加工して作成。

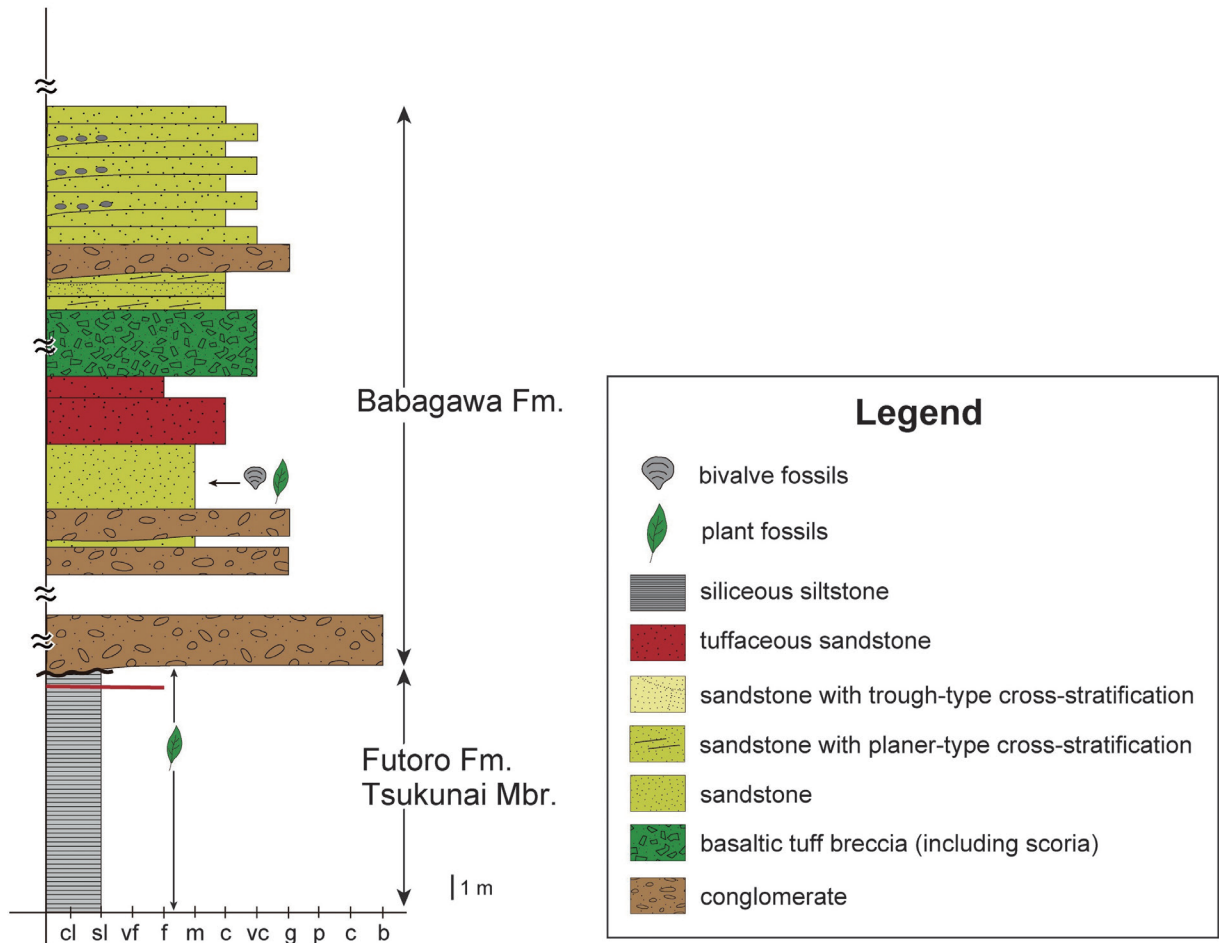


図2 嗣内川沿いの地質柱状図

がほとんど脱落していない球果化石であり、他の2点は内部構造の観察が可能な堅果化石である。多少なりとも形態変異の認められる葉化石に比べ、果実化石はその植物の分類学的・系統学的な意義が大きい。そこで本報告では、得られた果実化石についてその形態と意義について予察的に述べる。

2 地質概説

北海道西南部せたな町付近の新第三系は、下位から順に、太櫓層、馬場川層、小川峠層、真駒内層に区分され、本研究の調査対象である嗣内川周辺には、太櫓層と馬場川層が分布する（佐川・植田 1969；八幡ほか 1988；鈴木ほか 1994；図1）。

太櫓層は主に凝灰岩、凝灰質角礫岩、安山岩溶岩から構成され、最上部に主に白色珪質シルト岩の嗣内部層を含む。本部層は *Melosira granulate* などの淡水生珪藻化石が多産することで知られ（奥野 1958）、*Fagus antipofi* や *Acer ezoanum* などの広葉樹化石、*Picea ugoana*、*Metasequoia occidentalis* などの針葉樹化石も多産する（佐川・植田 1969）。本部層の植物化石群と隣接す

る地域から産出する虻羅植物群（Tanai and Suzuki 1963）とは組成的特徴が非常に似ており、同一の植物群である可能性もあるが、いずれも前期中新世末から中期中新世前期に日本各地で認められる台島型植物群の北方型とされている（Tanai and Suzuki 1963）。

馬場川層は主に凝灰角礫岩、スコリア凝灰岩、砂岩、および礫岩から構成されており、上述の太櫓層嗣内部層を不整合で覆う（図2）。馬場川層の細粒～中粒砂岩からは *Anadara kakehataensis* や *Vicaryella notoensis* などの軟体動物化石（Arcid-Potamid動物群）が産出する（鈴木ほか 1994）。本地域から南方に位置する瀬棚区三本杉に露出する本層下部の玄武岩溶岩（ST-7）からは 12.2 ± 0.9 Ma（Ma：百万年前）の全岩K-Ar年代が、せたな町北檜山区から採取されたボーリングコア中に含まれる玄武岩溶岩（S59K-404）から、 9.5 ± 1.9 Maの全岩K-Ar年代がそれぞれ報告されている（八幡 1988）。また、馬場川層下位の太櫓層のうち、せたな町太櫓周辺に分布する太櫓層下部の安山岩溶岩からは、 24.3 ± 2.0 Maのジルコンフィッション・トラック年代（興水 1986）や約24 MaのK-Ar年代が報告されている（通産省 1978）。さらに北檜山区小山周辺に分布する馬場川層最上部の

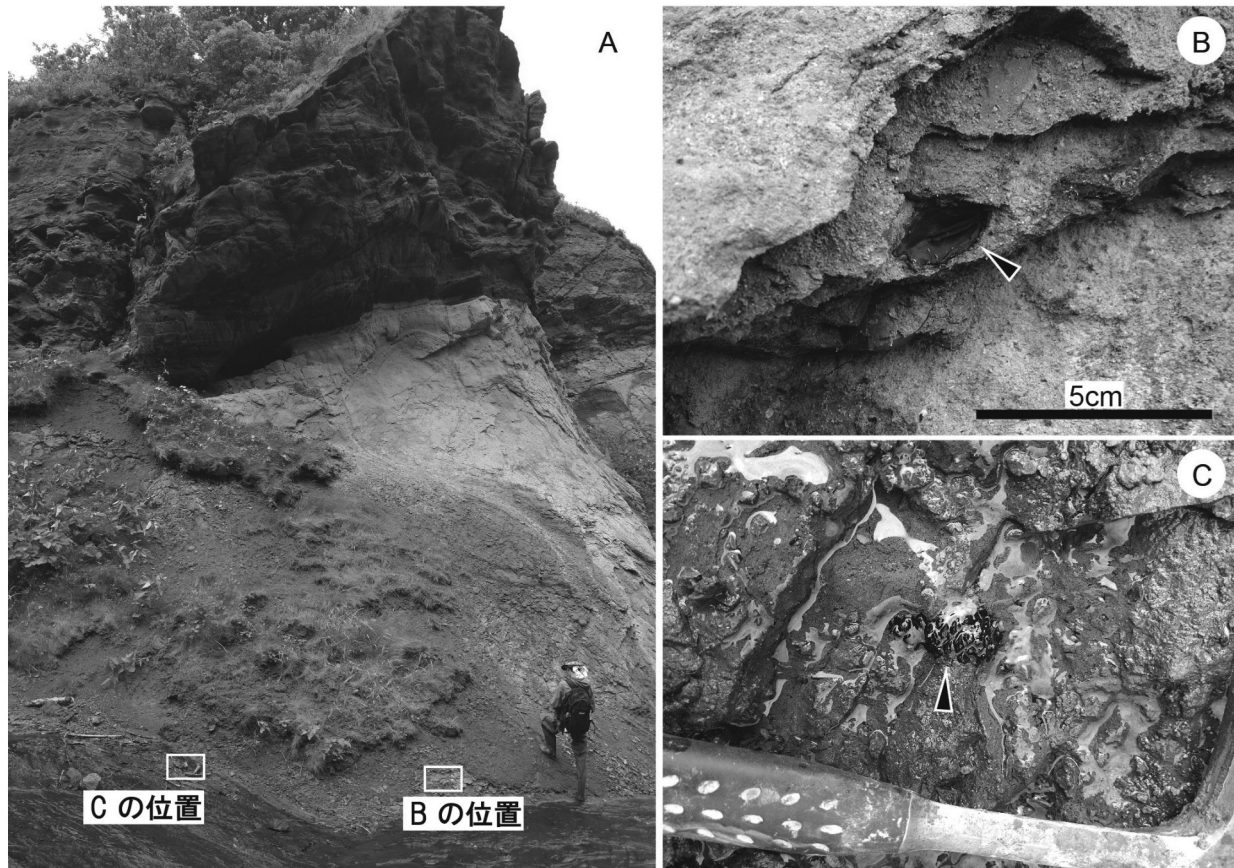


図3 嗣内川に分布する馬場川層の露頭と果実化石の産状
A：嗣内川河床と左岸に見られる馬場川層の露頭、B：堅果化石の産状、C：球果化石の産状

珪藻化石が、前期鮮新世を示す *Thalassiosira oestrupii* 帯 (Koizumi 1985; 5.1-3.7 Ma) に属することから、本層全体の堆積年代を中部中新統上部から下部鮮新統に対比する見解がある (嵯峨山・八幡 1987)。一方、八幡 (1988) で記載された、特にボーリングコアから得た玄武岩溶岩 (S59K-404) の岩石薄片では、スメクタイトなどの粘土鉱物が観察されることから、全岩K-Ar年代は変質作用による若返りが指摘されている。また、これらの微化石層序および放射年代のデータはいずれも嗣内川周辺と地理的に異なる場所でのデータであり、上記の年代学的な問題点も考慮すると、せたな町周辺の新第三系の層序学的な対比については、少なからず課題が残されている (鈴木ほか 1994など)。以上のことから、嗣内川に分布する本層から産出する Arcid-Potamid 動物群から、少なくとも嗣内川の馬場川層の堆積年代は、中期中新世初頭の約16-15 Maの限られた時代の堆積物である可能性が高いと考えられている (鈴木ほか 1994)。

3 材料と研究方法

嗣内川周辺の地質調査を実施し、堆積環境の推定と大型植物化石および軟体動物化石の採集を行った。大型植物化石のうち、検討対象とした果実化石はOM System TG-7のデジタルカメラにLED light guide Lg-1を装着の上、写真撮影し、形態解析を行った。

また、後述する堅果化石については、炭化石本体が母岩から脱落した際に、その印象が母岩に残されていたため、石膏レプリカを作製して、レプリカを通して表面構造も観察した。

4 結果

(1) 岩相および産出化石

嗣内川の馬場川層は、下位の太櫓層嗣内部層の平行葉理珪質シルト岩を不整合で覆う。本層は、下位より概ね礫岩、砂岩、凝灰質砂岩、凝灰角礫岩、およびトラフ型あるいは平板型斜交層理砂岩から構成されていた (図1、2)。本層の走向はN40°E、傾斜は20°~40°SEであった (図1)。最下部の礫岩は、円礫~亜円礫の大礫~巨礫を含み、礫種は安山岩、花崗閃緑岩、泥岩および

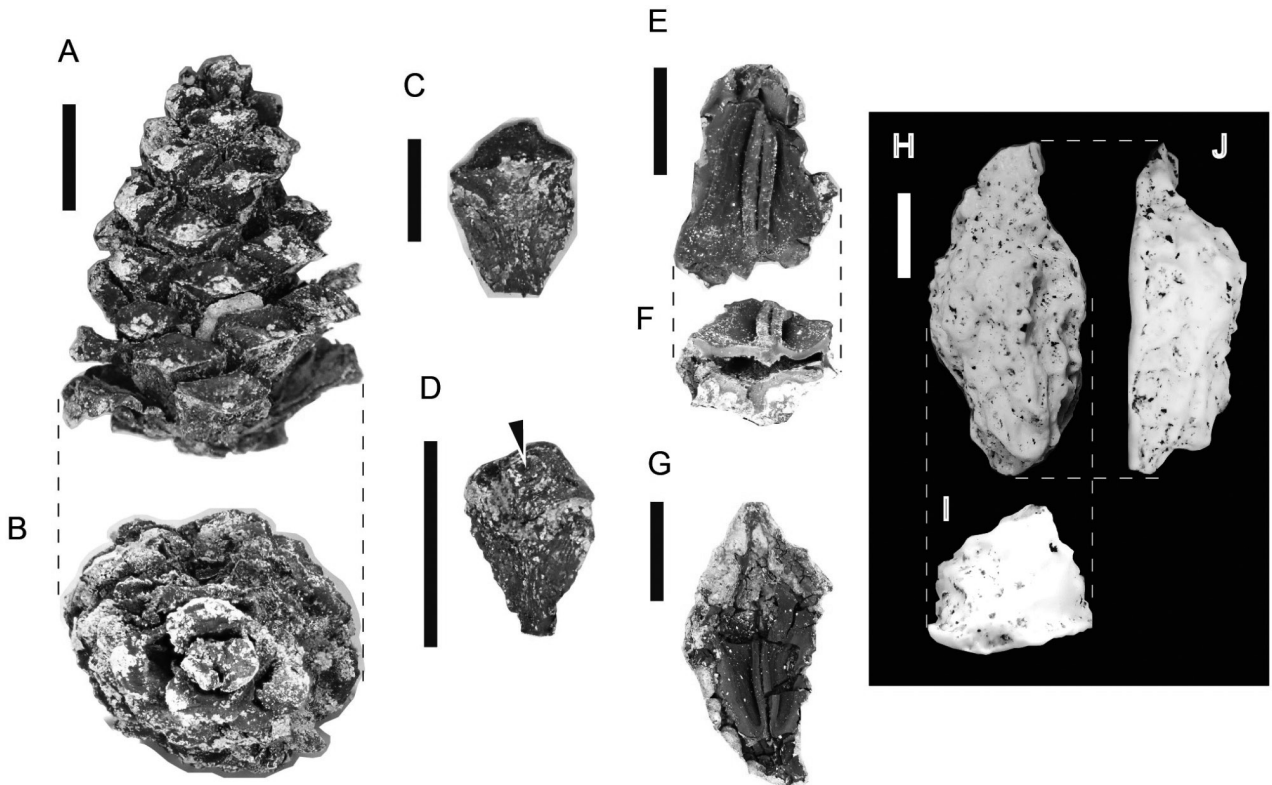


図4 得られた果実化石 (スケールバーはいずれも1cm)
 A-D. *Pinus* sp. A; 側面、B; 果柄側から、C, D; 球果鱗片、矢印は微突起 (mucro)
 E, F. *Juglans* sp. E; 果柄軸に沿った縦断面、F; Eの果柄軸 (長軸) 方向の断面 (横断面)
 G-J. *Juglans* sp. G; 炭化石本体の縦断面、H; Gの裏側の外皮構造 (石膏レプリカ)、
 I; Hを長軸方向から見た側面、J; Hを短軸方向から見た側面

砂岩であった。凝灰角礫岩は、黒色を呈し、垂角礫の大礫～巨礫で構成され、玄武岩質である。平板型斜交層理砂岩は粗粒～極粗粒であり、直径約5～6cmのスコリア礫が層理面と平行に配列する。本層の中粒砂岩は灰青色～茶色を呈し、やや凝灰質である。

本層の中粒砂岩からは、オキシジミ属の *Cyclina* sp. とアカガイ属の *Anadara* sp. が産出した。これらの化石は殻の溶脱したキャストの状態である。また *Cyclina* sp. には、合弁の個体も確認された。これらの軟体動物化石と同一層準から、次に述べる果実化石の2分類群3点が得られた (図1-4)。

(2) 果実化石

馬場川層下部の中粒砂岩から、以下の2分類群の果実化石が得られた (図4)。

- 裸子植物 Gymnospermae
- マツ科 Pinaceae
- マツ亜節 Subsection *Pinus*
- マツ属 *Pinus*
- Pinus* sp.
- 図4A-D

形態：全体の高さは約4cm、幅2.5cm程度で、球果の基部はおそらく心形 (cordate) で、果柄 (peduncle) はおそらく短い。50-60枚程度の木質化した球果鱗片から構成される。これらが螺旋状に配列しているものの、傍螺旋 (parastichy) であるかは脱落した鱗片が複数あるため、十分に明らかではない。苞鱗の先端付近のくび (アポフィシス; apophysis) は菱形で、中程度に膨らみ、球果の中央部で幅6-8mm、高さ2-4mmである。各アポフィシスには、小鈍突起 (umbo) があり、横稜 (transverse keel) は不明確で、放射状の隆線 (radiating ridges) が見え、弱いシーリング・バンド (sealing band) が、アポフィシスとその鱗片の他の部分との境界をなしている。小鈍突起中央部付近にはやや不明瞭ながら微突起 (mucro) が確認される (図4C、D)。

比較：保存良好な化石1点のみの検討であるが、球果全体の高さが4cm程度あり、球果鱗片は木質化し、その数が50-60枚程度あり、各鱗片には外側に突出した部分 (apophysis) があり、その中央にやや不明瞭ながらも小鈍突起 (umbo) が認められることから (図4A、C、D)、明らかにマツ属 *Pinus* の雌性球果と判断される。日本の前期-中期中新世のマツ属マツ亜節 Subsection *Pinus*

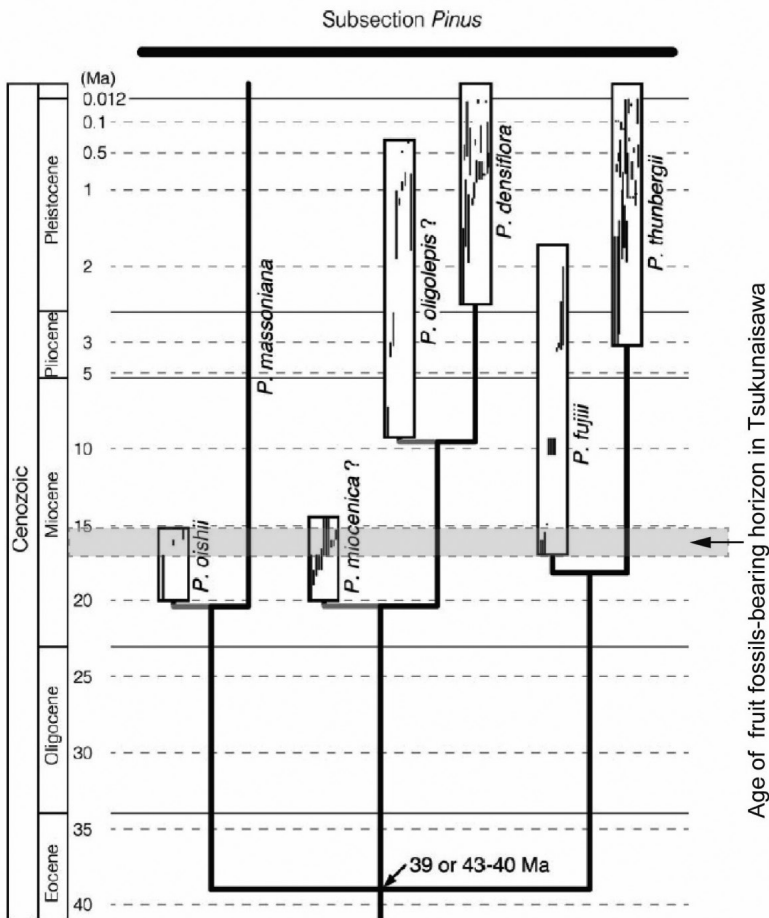


図5 新第三紀の日本産マツ属マツ亜節の系統と化石産出レンジ、および洞内川の馬場川層の化石産出層準の時代。Yamada et al. (2014) に加筆

(いわゆる2葉マツ型)には*P. oishii*、*P. miocenica*、*P. fujii*の3種が認められている (Yamada et al. 2014; 図5)。これらのうち、*P. oishii*と*P. miocenica*では葉と雌性花序の化石の報告があり (Ishida 1970)、雌性球果の化石がこれまでに認められているのは*P. miocenica*と*P. fujii*である (Matsuo 1963; Yamada et al. 2014)。本報告の球果は全体として両者のいずれにも似た形態を示しているが、*P. fujii*よりも鱗片サイズが小さい。*P. miocenica*と*P. fujii*は両者が果たして相互に異なる種であるのかという問題もあり (Yamada et al. 2014)、分類学的な扱いについては今後の詳細な検討を要する。

被子植物 Angiospermae

クルミ科 Juglandaceae

オニグルミ属 *Juglans*

Juglans sp.

図4 E-J

形態：果実全体はつぶれている可能性もあるが、果柄軸方向を長軸とした楕円体ないし紡錘形で、長軸方向 (果柄軸方向) の長さは約3.5cm、短軸方向は約2.0cm

である。外皮の厚み、すなわち縫合平面 (sutural plane) は厚く堅い木質で、乾燥すると外皮と内皮が分離し、空洞が生じる (図4F、G)。外皮表面にはしわの溝 (cannal) と稜線 (common rib) が見られ、外皮半分で少なくとも5列あるため (図4H-J)、全体で恐らく10列ある。断面には中央に縦に伸びる隔壁 (septa) が発達しており、左右対称に2室 (bilocular) ある。短軸方向はつぶれている可能性もあるが、中央の隔壁 (dissepimentum) が発達している (図4E、G)。角度により4室 (tetralocular) が並ぶようにも見えるが、厚い隔壁で隔てられているのは2室である。

比較：炭化石2点の検討であり、うち1点については炭化石本体が脱落した母岩から型をとって得た石膏レプリカである。上記のような木質の外皮やしわと溝、内部に明確な隔壁もつ大型の果実としては、クルミ科のオニグルミ属 *Juglans* あるいはペカン属 *Carya* が考えられる。今回検討した果実化石は断面が見えているが、オニグルミ属 *Juglans* は隔壁で内部が2室に、ペカン属 *Carya* は4室に隔てられる (Manchester 1987,

1989; Benedict and Manchester 2009)。オニグルミ属 *Juglans* の中にも隔壁が発達して見かけ上4室に見えるもの (pseudo-tetralocular) もあるが、今回検討した果実化石の断面では隔壁で2室に隔てられた構造を持つこと、外皮表面に果柄軸方向に縦に走る複数の顕著なしわ状構造が認められることから、ペカン属 *Carya* ではなく、オニグルミ属 *Juglans* に帰属するものと判断される。

果柄軸方向に長軸をもつ楕円体の外形で顕著なしわが複数列確認される分類群に、鮮新世-更新世の化石種 *Juglans mikii* と現生種のマンシュウグルミ *J. mandshurica* がある。馬場川層産の堅果は外皮の深い溝をもつ *J. mikii* よりも溝が明らかに浅く (図4I)、外皮に8列のしわの溝をもつマンシュウグルミ *J. mandshurica* よりも、しわがやや多い (図4H-J)。また、化石の保存状態が不良のため、生育時の形態を直接示していない可能性もあるが、断面に見える隔壁、縫合平面 (sutural plane) いずれも馬場川層産の堅果化石の方が、厚みが薄い (図4E、G)。今後、より保存状態の良い堅果化石を得た上で、詳細な分類学的検討を要する。

4 考察

(1) 果実化石の堆積環境と由来した植生

本報告で取り扱った果実化石の産出した中粒砂岩からは、殻の溶脱したオキシジミ属 *Cyclina* sp. とアカガイ属 *Anadara* sp. が産出した。またオキシジミ属 *Cyclina* sp. には、合弁の個体も確認された。保存状態が不良のため種の同定は困難ではあるものの、鈴木ほか (1994) ではオキシジミ属の *Cyclina japonica*、アカガイ属の *Anadara (Hataiarca) kakehataensis* の産出が報告されていること、また岩相や産出状況が酷似することから、同一層準を観察したものと判断される。鈴木ほか (1994) では、本層準から産出した貝類化石が潮間帯付近の要素を主体とする群集であることを報告しており、本調査の結果から、果実化石産出層準の下位は礫岩で、またその上位はわずかなシルト岩を挟みつつも、さらに礫岩やトラフ型や平板型斜交層理の発達した砂岩の堆積が順に確認された (図2)。これらの岩相から、少なくとも本研究対象である嗣内川に分布する馬場川層は、陸地から大きく離れていない浅海的环境が考えられ、鈴木ほか (1994) の推定とも矛盾がないものと判断できる。

今回検討したマツ属 *Pinus* とオニグルミ属 *Juglans* の果実化石は、共に同一層準から産出したことや、両者それぞれと母植物を同一と考えられる葉などの他の器官の化石が共に産出していない。この事実を考慮すると、これらの果実化石は、密度などの物理的な条件が似通っており、多少なりとも物理的なバイアスを受ける程度に流されて堆積した異地性の化石であることを示す。したがって、マングローブ林のような化石産出層の堆積場付近に存在した植生由来ではなく、生育場から潮間帯付近の浅海まで流されて堆積したものである可能性が高い。ただしこれらの果実化石がどの程度の距離を運搬されてきたのかについての判断材料は限られ、両者が同一の植生由来なのか、異なる植生由来なのかは十分な判断はできない。

異地性の植物化石のうち、果実化石は葉化石よりも沈降しやすく、河口域で堆積しやすいことが指摘されている (Spicer 1980 など)。この点を考慮した場合でも、今回報告した2分類群の果実化石はいずれも潮間帯からそれほど離れていない植生に由来する可能性が考えられる。一方、これらの果実化石のうち、マツ属 *Pinus* の球果は比較的破損の程度が小さいものの、オニグルミ属 *Juglans* の堅果は破損の程度が大きい。得られた化石点数が十分ではなく、解釈にも限界があるが、当時のオニグルミ属 *Juglans* の堅果が現生種ほど強固な果皮を持っていなかったとする可能性や、マツ属 *Pinus* がより潮間帯に近い海岸付近に生育し、オニグルミ属 *Juglans* はより河

口域から距離のある植生から由来した可能性も考えられる。現代のマツ属 *Pinus* のうち、アカマツ *Pinus densiflora* やクロマツ *P. densiflora* のような二葉マツは耐塩性に強く海岸にも生育していることが知られる。一方、現代のオニグルミ *Juglans ailantifolia* はより上流の低地や溪流沿いに生育している場合が多い。化石種の植物とその近似現生種の植物が同一環境に生育するとは限らないが、化石の保存状態とそれらの母植物の生育環境を結び付けて解釈をした場合、少なくとも本報告の果実化石からは近似現生種の生育環境と同様の可能性を考えることも可能である。以上のように、解釈に限界があり、判断材料も限られるが、両分類群ともに堆積場となった潮間帯付近の浅海まで流されて堆積した異地性の化石であることは明らかである。

(2) 果実化石の年代学的意義

地質概説でも述べた通り、馬場川層は、これまでに得られた放射年代、珪藻化石帯や貝化石群集が示唆する年代を組み合わせる場合、それぞれにズレが生じることから (鈴木ほか 1994)、年代的な課題が残されている。加えて、浅海～汽水成の馬場川層やその下位の陸成の太櫓層は、地域によって岩相の側方変化が著しいといった層序的な問題も残されている。一方、少なくとも今回検討した果実化石の産出した嗣内川に分布する馬場川層では、共に産出する貝化石群集から前期-中期中新世 (約16-15 Ma) を示し (鈴木ほか 1994)、今回報告した果実化石も前期ないし中期中新世前期に対比されると考えられる。上述した通り、瀬棚区三本杉や北檜山区の馬場川層の玄武岩は約12-9.5 Maを示し、嗣内川の馬場川層に含まれる玄武岩質の凝灰角礫岩と岩相対比すると、果実化石および貝化石の産出層準は、少なくともこの玄武岩質岩層よりも下位に位置することになり (図2)、その解釈を支持する。

これまで道内の新第三系マツ属はいずれも葉やシュートの化石の報告が多く (成田 2024)、マツ属 *Pinus* の雌性球果化石の報告はない。本報告のマツ属雌性球果化石が仮に形態的に類似している *Pinus miocenica* に帰属する場合は、石川県の能登中島植物群中の *P. miocenica* (Matsuo 1963) と同様の日本最古の産出記録となる。本種に帰属しない場合でも、北海道最古のマツ属 *Pinus* の雌性球果の化石記録となり、日本全体でも最古級の化石記録となる可能性がある。

一方、オニグルミ属 *Juglans* を含むクルミ科化石は道内外でも小葉を中心に多数の化石産出の報告がある (Tanai and Suzuki 1965; Uemura 1988; 成田 2024 など)。しかし、オニグルミ属 *Juglans* の果実化石は北海道内の新第三系からはこれまでに産出記録がなく (成

田 2024など)、道内のオニグルミ属*Juglans*の果実化石としては最古の化石記録となる。本州においても後期中新世(いわゆるオオミツバマツ植物群; Miki 1937)から第四紀更新世の果実化石の報告例はあるが(Nirei 1975)、確実に前期ないし中期中新世前期の堅果化石はなく、国内でも最古級のオニグルミ属*Juglans*の堅果化石となる可能性が考えられる。

化石の産出した馬場川層よりも新しい時代である中期中新世後期-後期中新世の北海道内の大型植物化石群は、日本の新第三紀植物相(Tanai 1961)の三徳型を示すことが明らかになっている(Tanai and Suzuki 1965; Narita et al. 2020; 成田 2021)。これらの北海道内の三徳型植物群では今回報告した二葉マツ型のマツ属*Pinus*やオニグルミ属*Juglans*の化石は含まれておらず、マツ科ではトウヒ属*Picea*やモミ属*Abies*が、クルミ科ではサワグルミ属*Pterocarya*がむしろ多く認められる(Narita et al. 2020; 成田 2024など)。今回報告したマツ属*Pinus*やオニグルミ属*Juglans*は北海道内の新第三系では、いずれも葉器官の化石を中心に中期中新世前期以前の大型植物化石群、すなわち台島型植物群や、それ以前の阿仁合型の組成を示す化石群に普遍的に認められる(成田 2024など)。これらの点からも、本報告のマツ属*Pinus*とオニグルミ属*Juglans*は前期ないし中期中新世前期の年代であると考えられる。

これまで北海道の新第三系の大型植物化石群は、葉の圧縮化石や印象化石が主であった。今回、馬場川層から産出したのはいずれも大型の果実化石で、3次元的な構造を残す化石であった。これらが今後の植物形態の進化史や東アジアの植生史を考える上で大きな意義があるものと考えられる。

5 まとめ

北海道南西部せたな町嗣内川に分布する中新統馬場川層から得られた果実化石は、マツ科マツ属*Pinus*の球果化石と、クルミ科オニグルミ属*Juglans*に帰属すると考えられる堅果化石であった。これらは、産出層準の堆積環境や化石の保存状態から、海岸に比較的近傍な植生から由来して化石化したものと判断される。これらの化石が産出した馬場川層の層序学的・年代学的な課題は残されているものの、少なくともこれらの化石産出層準は、約16-15 Maの前期中新世末-中期中新世最初期を示すことから、これらの分類群は果実化石としては道内最古の化石記録で国内でも最古級の化石記録となる可能性がある。

謝辞

本研究に際して、寺田広邦氏をはじめ渡島森林管理署の皆様には調査地への入林許可申請でご対応をいただいた。記して感謝申し上げる。本研究は道費研究プロジェクト「石狩低地帯北部地域を中心とした新生代の古環境復元II」によって行った。

引用文献

- Benedict, J. C. and Manchester, S. R. 2009. Fruits and endocarps of Juglandaceae from the Eocene of North America. *International Journal of Plant Sciences* 170 : 906-921.
- Ishida, S. 1970. The Noroshi Flora of Note Peninsula, Central Japan. *Memoirs of the Faculty of Science, Kyoto University. Series of geology and mineralogy* 37 : 1-112.
- 鹿野和彦 2018. グリーントフの層序学的枠組みと地質学的事象. *地質学雑誌* 124 : 781-803.
- 興水達司・山崎 淳・加藤 誠 1986. 西南北海道渡島半島新生界のフィッシュン・トラック年代. *地質学雑誌* 92 : 771-780.
- Koizumi, I. 1985. Diatom biochronology for late Cenozoic north-west Pacific. *Journal of Geological Society of Japan* 91 : 195-212.
- Manchester, S. R. 1987. The fossil history of Juglandaceae. *Monographs in Systematic Botany from the Missouri Botanical Garden* 21 : 1-137.
- Manchester, S. R. 1989. Systematics and fossil history of the Juglandaceae. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 76 : 1-137.
- Matsumoto, M., Ohsawa, T. and Nishida, M. 1994. Anatomy and affinities of permineralized *Picea* leaves from the late middle Miocene of Shimokawa Group, Hokkaido, Japan. *Journal of Japanese Botany* 69 : 387-396.
- Matsumoto, M., Ohsawa, A. T., Nishida, M. and Nishida, H. 1997. *Glyptostrobus rubenosawaensis* sp. nov., a new permineralized conifer species from the Middle Miocene, Central Hokkaido, Japan. *Paleontological Research* 1 : 81-99.
- Matsuo, H. 1963. The Notonakajoma flora of Noto Peninsula. *The Collaborating Association of Commemoration 80th Anniversary, Geological Survey of Japan, Tokyo* : 219-243.
- Miki, S. 1937. Plant fossils from the Stegodon Beds and Elephas Beds near Akashi. *Japanese Journal of Botany* 8 : 303-341.
- 中嶋 健・岩野秀樹・檀原 徹・山下 透・柳沢幸夫・谷村好洋……今堀誠一 2019. 富山県八尾地域の新生界年代層序の再検討とテクトニクス. *地質学雑誌* 125 : 483-516.
- 成田敦史 2021. 北海道名寄地域産中期中新世植物化石群の古植生と古環境. 中央大学博士論文.
- 成田敦史 2024. 北海道の新第三系から産出した植物化石リストおよび各分類群の層位的分布. 北海道博物館研究紀要 9 : 19-35.
- 成田敦史・植村和彦・松本みどり・矢部 淳 2012. 北海道土別市北西、湖南から産出する中期中新世植物化石群. *化石* 92 : 5-18.
- Narita, A., Yabe, A., Uemura, K. and Matsumoto, M. 2020.

- Late middle Miocene Konan Flora from northern Hokkaido, Japan. *Acta Palaeobotanica* 60 : 259-295.
- Nirei, H. 1975. A classification of fossil walnuts from Japan. *Journal of Geosciences, Osaka City university* 19 : 31-62.
- 奥野春雄 1958. 北海道瀬棚町の珪藻土について (1). 植物研究雑誌 33 : 70-76.
- 嵯峨山積・八幡正弘 1987. 西南北海道, 新第三系の層序—北檜山小川峠ルート—. 松井愈教授退官記念論文 : 131-136.
- 佐川 昭・植田芳郎 1969. 5万分の1地質図幅「瀬棚」. 北海道開発庁.
- Spicer, R. A. 1980. The importance of depositional sorting to the biostratigraphy of plant megafossils. In Dilcher, D. L. and Taylor, T. N. eds. *Biostratigraphy of fossil plants*. Dowdon, Hutchinson and Ross, New York. 171-183.
- 鈴木明彦・能條 歩・稲木弘幸・日下 哉・都郷義寛 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. 地質学雑誌 100 : 263-266.
- Tanai, T. 1961. Neogene floral change in Japan. *Journal of the Faculty of Science, Hokkaido University, Series IV* 10 : 11-398.
- 棚井敏雅 1992. 東アジアにおける第三紀森林植生の変遷. 瑞浪市化石博物館研究報告 19 : 125-163.
- Tanai, T. and Suzuki, N. 1963. Miocene floras of southwestern Hokkaido, Japan. Tertiary floras of Japan, Miocene floras. *The Collaborating Association of Commemoration 80th Anniversary, Geological Survey of Japan, Tokyo* : 9-149.
- Tanai, T. and Suzuki, N. 1965. Late Tertiary floras from North-eastern Hokkaido, Japan. *Palaeontological Society of Japan, Special Paper* 10 : 1-117.
- Tanai, T. and Suzuki, N. 1972. Additions to the Miocene Floras of Southwestern Hokkaido, Japan. *Journal of the Faculty of Science, Hokkaido University. Series 4, Geology and mineralogy* 15 : 281-359.
- 通産省 資源エネルギー庁 1978. 広域調査報告—久遠地域—.
- Uemura, K. 1988. Late Miocene Floras in Northeast Honshu, Japan. National Science Museum, Tokyo.
- 植村和彦 1991. 北海道名寄地域の温根別および仁宇布産の中期中新世植物群. 国立科学博物館専報 24 : 17-26.
- Van Horne, A., Sato, H. and Ishiyama, T. 2017. Evolution of the Sea of Japan back-arc and some unsolved issues. *Tectonophysics* 710-711 : 6-20.
- Yabe, A. 2011. Early Miocene Floras and Climate in the Eastern NE Honshu, Japan. Chiba University.
- 八幡正弘 1988. 西南北海道における中新世玄武岩 (馬場川層) のK-Ar年代. 地球科学 42 : 155-158.
- Yamada, T., Yamada, M. and Tsukagoshi, M. 2014. Fossil records of subsection *Pinus* (genus *Pinus*, Pinaceae) from the Cenozoic in Japan. *Journal of Plant Research* 127 : 193-208.

Fruit Fossils from Miocene Babagawa Formation in Setana Town, Hokkaido, Japan

NARITA Atsufumi, EN'YA Takafumi and KUBOMI Koh

Fruit fossils were recovered from the Miocene Babagawa Formation distributed along the Tsukunai River in Setana Town, southwestern Hokkaido. The specimens included fossils identified as a female cone of genus *Pinus* (Pinaceae) and a nut attributable to genus *Juglans* (Juglandaceae). Based on the depositional environment of the fossil-bearing horizons and the state of preservation of the fossils, these fruit fossils are inferred to have originated from vegetation located not far from the

coastline. Although stratigraphic and chronological issues concerning the Babagawa Formation remain to be resolved, the fossil-bearing horizon likely dates to the interval from the latest Early Miocene to the earliest Middle Miocene (ca. 16–15 Ma). The fruit fossils reported here are therefore considered to be of a similar age, and are likely to represent the oldest fruit fossil record of these taxa in Hokkaido, as well as to be among the oldest such records in Japan.

