

令和 6 年 6 月 14 日現在

機関番号：82617

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2020～2023

課題番号：20K04154

研究課題名（和文）中新世－鮮新世の環境変動期における東アジア温帯林成立史のモデルスタディ

研究課題名（英文）A model study to understand the formation history of East Asian temperate forests under the Miocene-Pliocene climate changes

研究代表者

矢部 淳（Yabe, Atsushi）

独立行政法人国立科学博物館・地学研究部・研究主幹

研究者番号：20634124

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,200,000円

研究成果の概要（和文）：東アジア温帯林の形成史を解明するため、中新一鮮新世におけるブナ属優占林の成立史解明に取り組んだ。まず日本列島の3つの中新一鮮新世化石群集を産する地層の層序と年代を明らかにし、化石群集の組成とブナ属の系統解明に取り組んだ結果、本州中部以西で*F. stuxbergii*優占林が、東北地方北部から北海道では別種の*F. palaeojaponica*が並行して優占林を作ったことがわかった。両者の出現は中期中新世に遡り、ブナ属優占林の成立は気候寒冷化と強く関連することがわかった。一方、これら化石種は日本固有2種とは系統的に離れており、中新一鮮新世ブナ属優占林は現在の温帯林とは直接比較できないことがわかった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

東アジアにはブナ属が優占する温帯林が広がり、森林動態的にも重要な地位を占めることから、その成立過程の解明が生物多様性の保全や地球環境変化への応答を予見するうえで課題となっていた。本研究では、2種のブナ属固有種が優占林を形成する日本列島をモデルに、従来、温帯林成立期とされてきた中新一鮮新世の3つ化石群集の年代・群集組成、古気候条件とブナ属の系統解明に取り組んだ。本研究により、中新一鮮新世の森林が現在の温帯林と相同ではなく、大陸との種の交流により多くの絶滅要素を含む特異なものであったこと、成立背景に気候変化と古地理の特性があったことが示され、多様性をもたらした要因の一部を示すことができた。

研究成果の概要（英文）：To elucidate the evolutionary history of temperate forests in East Asia, we have worked on the Miocene and Pliocene beech-dominated forests as a model case. First, we studied three Mio-Pliocene fossil-bearing strata in the Japanese archipelago and elucidated the composition of fossil assemblages and the phylogeny of fossil beech species. *Fagus stuxbergii*-dominated forests were established in central and western Japan, while *F. palaeojaponica* became dominant in northeastern Honshu and Hokkaido. The occurrence of both species dates back to the middle Miocene, indicating that beech-dominated forests are strongly associated with cooling of climatic conditions. On the other hand, these fossil species were revealed to be phylogenetically distant from the two endemic species in Japan, and the Miocene-Pliocene beech-dominated forests are not directly comparable to present-day temperate forests.

研究分野：古植物学

キーワード：日本列島温帯林 植生史 ブナ優占林 中新一鮮新世

## 1. 研究開始当初の背景

日本の温帯林を代表するブナ属優占林の成立は、三徳型と呼ばれる化石群集が報告される後期中新世(11.5~5.3Ma)から鮮新世(5.3~2.5Ma)だと考えられてきた。これらの化石群集では、現在日本列島に分布する2種のブナ属固有種に近縁と考えられる化石種、ムカシブナ *Fagus stuxbergi* と、アケボノイヌブナ *F. paleojaponica* が優占するとともに、それらに伴う要素が現在のブナ優占温帯林と構成が類似すること、各種がいずれも化石種から構成されるものの、現生種に近いと考えられていたためである。また、三徳型植物群の成立の背景には、前期中新世末の温暖期(中新世最温暖期 MCO もしくは MMCO)からの寒冷化が影響したことが、さらに、アジアモンスーンの顕在化が影響したことが推測されてきたが、気候変化の種文化への具体的な影響については十分な理解が得られていなかった。また、当初、三徳型とされた化石群集の年代が明らかになるにつれ、かつて三徳型とされた化石群集がより長い時代範囲に及ぶことや、地域によってばらつくこと、少なくとも *F. stuxbergi* が温暖期に現れた種であることも申請者らの研究からわかってきていた。さらに、古気候分野においては、モンスーン気候の始まりが漸新世/中新世境界期にまで遡る可能性も指摘されるようになっていた。このような状況から、本研究では、これらの“常識”に対し、あらためて化石群集の時代論を整理するとともに、ブナ属化石種の系統を解明することで、日本列島をアジア温帯林のモデルとして、その古気候的な成立過程を解明しようと試みた。

## 2. 研究の目的

日本列島の温帯林には2種のブナ属(*Fagus*)固有種が優占種となる森林が成立している。同様の特徴は東アジアの温帯林にも認められ、ブナ属を優占種とする森林の形成が温帯林形成を解明する鍵となる。日本固有のブナ *F. crenata* およびイヌブナ *F. japonica* に近縁な化石種には、それぞれムカシブナ *F. stuxbergi* とアケボノイヌブナ *F. paleojaponica* が、葉の外形的な類似に基づいて候補とされてきたが、両種の環境への適応から判断すると、その仮説は否定される可能性が高い。本研究課題では、ムカシブナやアケボノイヌブナの多産で特徴付けられる三徳型と呼ばれる化石群集が産する後期中新世から鮮新世を対象に、ブナ属の系統分類学的研究と古生態および古環境の解析を行い、ブナ属優占林の成立と環境との関わりを解明し、日本列島をモデルとした温帯林成立史と気候変化との関わりを解明することを目的とした。

## 3. 研究の方法

研究目的を達成するため、本研究では後期中新世 鮮新世を代表する緯度の異なる3地域(伯耆地区:鳥取 岡山県境、東海地区、北海道北見地方)を設定し、各地域の層序と年代を解明することに取り組んだ。さらに、ブナ属温帯林の成立史解明のため、次の3つの検証課題を設定した。すなわち、(1)後期中新世から鮮新世に日本列島に出現したブナ属化石の系統関係を解明する、(2)各種の生育環境、とくに生育した気温と降水量の条件を定量的に解析する、(3)気候変化の中での各種の動態をモデリングによって解明するの3つである。このため、研究代表者である矢部(葉化石) 研究分担者の齊藤(花粉化石) 研究協力者の小林(種実化石)からなる研究組織を構築した。それぞれの担当者が化石植物の部位(器官)ごとに分類学的な研究を進め、複数部位に基づいたより確からしい分類と系統関係を解明し、さらに、現地調査に基づいた地層情報と化石の産状から、化石種の古生態解明を行う。さらに矢部が葉の形態情報の統計解析により、当時の気温や降水量といった古気候条件を解析する。得られたデータから、統計的生態解析(ニッチモデリング)を適用することにより、環境変化の中での植物種の動態を統計的に明らかにする。

## 4. 研究成果

伯耆地区の三徳層において野外地質調査を実施し、植物化石の総合的な調査を行うとともに、同層から初めて2点の絶対年代を得て、新たに層序の見直しを提案することができた(矢部ほか、論文投稿中)。また、鳥取県立博物館および産総研地質標本館が収蔵する伯耆植物群の見直しを通じて、三朝成植物群の全体像を見直した(清水・矢部、2024)。また、本研究では、三徳層に近接する峠層と同じく三徳型とされる北海道北見市の留辺蘂植物群の絶対年代を明らかにすることにも成功した。この成果をもとに、伯耆植物群として報告された5つの植物群の植物化石層位の見直しを行う見込みで、日本列島全体の三徳型の分布と時代論の見直しに発展する見込みである。

本研究では、三徳層から記載報告されたアケボノイヌブナ葉化石のタイプ標本見直しとともに、3つの地域において、葉化石に伴う果実化石と花粉化石の検討も行っている。三徳型植物群では

ブナ属 2 種が共産する機会が多いことから、1 種のみが知られる北海道北見市の留辺蘂植物群の化石にフォーカスし、葉化石の細脈の特徴と殻斗化石の特徴(形状、大きさ、柄の長さ・太さ、外表面の突起の形状)および堅果の特徴(翼の範囲と形状、果実の大きさ・形)から、本種が従来言われてきたイヌブナとは異なる系統であることを明らかにした(矢部ほか, 2024)。また、東海地方の化石群集については、大阪市立自然史博物館が収蔵する三木コレクションに基づいて、ムカシブナの殻斗と堅果の特徴を明らかにした。さらに、葉化石に基づいた CLAMP 解析により、三徳型とされた各植物群の気候条件の解明にも成功している(Yabe et al., 2024)。これらの成果をもとに、三徳型とされてきた温帯林成立期のニッチモデリングにこれから取り組む計画である。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計1件（うち査読付論文 1件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 清水道代・矢部 淳	4. 巻 61
2. 論文標題 鳥取県立博物館所蔵目録－鳥取県東伯郡三朝町成産大型植物化石	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 鳥取県立博物館研究報告	6. 最初と最後の頁 45-59
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

〔学会発表〕 計6件（うち招待講演 0件/うち国際学会 1件）

1. 発表者名 矢部 淳・清水道代・齊藤 毅・小林真生子
2. 発表標題 鳥取 岡山県境の中新 鮮新統から産出する伯耆植物群の再検討 古植生・古環境とその応用
3. 学会等名 日本地質学会第129年大会（早稲田大学）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 清水道代・矢部 淳・齊藤毅・小林真生子
2. 発表標題 鳥取県東伯郡から産出した“後期中新世”三朝成植物群の再検討 予報
3. 学会等名 鳥取県地学会第27回研究発表会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 矢部 淳・齊藤 毅・小林真生子・清水道代
2. 発表標題 中新-鮮新世ブナ属化石Fagus protojaponica の分類学的再検討
3. 学会等名 日本古生物学会第173回例会（東北大学）
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 齊藤 毅・矢部 淳・清水道代・小林真生子
2. 発表標題 鳥取県三朝成植物群包含層（鮮新統）からの花粉化石群集
3. 学会等名 日本植生史学会第38回大会（鹿児島大学）
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Yabe, A., Shimizu, M., Hirano, M. and Agematsu, S.
2. 発表標題 How did the East Asian temperate forest form?--Insights from the Late Miocene-Pliocene "Mitoku-type" flora of Japan
3. 学会等名 Second Asian Paleontological Congress (University of Tokyo) (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 清水道代・矢部 淳・齊藤 毅・小林真生子
2. 発表標題 鳥取県中部一岡山県境、中新-鮮新世伯耆植物群の年代
3. 学会等名 鳥取県地学会第28回総会・記念講演会
4. 発表年 2023年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究 分担者	齊藤 毅  (Saito Takeshi)  (50242813)	名城大学・理工学部・准教授    (33919)	

6. 研究組織（つづき）

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究協力者	小林 真生子  (Kobayashi Makiko)	千葉県農林総合研究センター・森林研究所・研究員	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関