

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成25年 5月10日現在

機関番号：13101

研究種目：基盤研究（B）

研究期間：2009～2011

課題番号：21405010

研究課題名（和文）モンゴルにおける前期白亜紀の被子植物の初期起源群の解明

研究課題名（英文）Early diversification of early Cretaceous Angiosperms in Mongolia

研究代表者

高橋 正道（TAKAHASHI MASAMICHI）

新潟大学・自然科学系・教授

研究者番号：00154865

研究成果の概要（和文）：

これまでに、2009～2011年の間、5回にわたるモンゴルの白亜紀についての野外調査を行った。主な調査地は、バガヌール、フレンドホ、テブシンゴビ、ツグルグ、シーブオーボ、シネフダク、バヤン、エルヘートなどのウランバートルの東南のゴビ地域である。この調査に参加した人数は、モンゴル古生物学研究所、エール大学、シカゴ植物園、金沢大学、新潟大学のメンバーである。これらの調査によってモンゴルの白亜紀の地層から初めて、3次元的構造を残している小型炭化化石を発見し、被子植物の初期進化と地球環境の変遷解明に有効な手掛かりを得ることができた。分担者の長谷川は、フレンドホ地域のフテグ層において地質柱状図を作成し、植物化石試料採集露頭周辺についての地質学的な記載を行った。また、シネフダク地域のシネフダク層に関して柱状図を作成の上、採集した試料について有機炭素の同位体比を測定した。その結果、7%程度の変動があることが明らかになった。この結果は、湖堆積物への植物プランクトン類と高等植物の相対的な含有率の変動を示していると考えられ、湖の成層状態や河川による高等植物遺体の流入量など、気候に関連する要因の変動読み取れることが判ってきた。また、マレー大学のLee教授と筑波大学の久田教授の協力を得て、モンゴルと対比可能なマレーシアで、熱帯地域での白亜紀の地層からの小型炭化化石の探索の可能性を探った。

研究成果の概要（英文）：

We performed field trips of Cretaceous sediments in Mongolia for five times during 2009 to 2011. The main localities are Baganuur, Khuren Dukh, Tevshii Gobi, Tugrug, Shivee Ovoo, Shine Khudak, Bayan and Erhert in southeastern side of Gobi desert. The members are from Mongolian Paleontological Center, Yale University, Chicago Botanical Garden, Kanazawa University and Niigata University. We present preliminary results on the Tevshii-Gobi locality, which is a small opencast lignite mine, southwest of Ulaanbaatar. At several levels in the mine, mummified fossil plants occur matted together in compressed, lignitic, but otherwise very little altered deposits that are dominated by linear leaves of several different kinds. Cuticular details are well-preserved and reproductive structures are diverse, informative and common. Preliminary study indicates the presence of at least a dozen fossil seed

plants represented by a large number of dispersed plant organs. We also performed a field survey in Malaysia with Prof. Lee, Malay University, to compare with the results from Mongolia.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2009年度	5,600,000	1,680,000	7,280,000
2010年度	4,800,000	1,440,000	6,240,000
2011年度	4,500,000	1,350,000	5,850,000
年度			
年度			
総計	14,900,000	4,470,000	19,370,000

研究分野：生物学

科研費の分科・細目：基礎生物学・生物多様性・分類

キーワード：白亜紀、被子植物、初期進化、小型炭化石、モンゴル、炭素同位体比、古気候、大型加速器

1. 研究開始当初の背景

近年、分岐分類学の発展や分子系統学および小型植物化石の新発見などによる研究成果により、被子植物の起源と初期進化に関する研究は、急速に展開しつつある。これらの研究成果により、約1億3千万年前に出現した被子植物が、後期白亜紀に初期進化をとげて、被子植物の基幹分類群が出現したことが具体的に明らかにされつつある。

日本での小型植物化石の研究は、全くの未開発の分野であったが、申請者らによるこれまでの研究によって、保存状態が良好な花化石などの小型化石を多量に含んでいる8900万年前の地層が存在していることを明らかにしてきた。これまでに明らかにされた日本における後期白亜紀の小型植物化石によって、地球上の陸上植生を構成していた被子植物基幹群の具体的な姿が明らかにされ、被子植物基幹群の初期進化のプロセスを解明する先駆的で重要な研究が開始された。

従来から、モンゴルにおける地質学的研究はモンゴル科学アカデミーを中心に精力的に行われており、モンゴルの研究者によって花粉化石についてのデータも蓄積されてきた。

2. 研究の目的

本研究においては、前期白亜紀である約1億3000万年前から1億年前にいたるモンゴルの地層から、炭化小型化石を探索し、白亜紀におけるこの地域の植物相を明らかにすることを目的とした。この地質年代の地球は、大気CO₂濃度が現在の4-10倍に達し、極度な温室効果を受けた“温室期”であったと考えられている。これらの研究によって、前期白亜紀におけるユーラシア大陸での被子植物始原群の起源と初期進化過程を解明していくことができる。

3. 研究の方法

白亜紀の地層の中から、泥炭層が数層にわたって堆積している陸成層であり、しかも、その後の褶曲作用や火山活動などの影響を受けていない状態のものを探し出す。このような地層には、炭化した被子植物の小型化石を含んでいる可能性が極めて高い。このような地層は、白亜紀に氾濫原であった地域で、炭化した「花」「果実」「種子」がシルト層の中に保存されている堆積岩のサンプリングし、日本に輸送する。これらの堆積岩のサンプルを、日本国内にて、フッ化水素水などで化学的処理を行い、その炭化石の中から、実体顕微鏡により、保存性のよい前期白亜紀の裸子植物の球果や種子

の化石、被子植物の「花化石」や「果実化石」などの小型炭化化石を実体顕微鏡下で探索をする。これらのプロセスで発見された多くの炭化植物化石の詳しい形態的な形質を走査型電子顕微鏡にて明らかにする。これらの形質を総合し、分岐分類学的手法を用いて類縁関係を解明する。これらの結果、白亜紀における初期被子植物群の始原群を解明していく。

4. 研究成果

この研究プロジェクトによって、モンゴルから初めて3次元構造を維持している小型炭化化石 (Mesofossils) が発見できることを明らかにした。フレンジホでは、これまで知られていないシダ種子植物の種子化石が多く含まれていることが明らかになった。また、テブシンゴビと多くのリグニン層の中に、多くの小型炭化化石が含まれていることを明らかにし、今後、分類学的な詳細な解析を行うことになっている。これらの地質年代は、前期白亜紀のアルビアンであり、今後の詳細な研究によって、被子植物の小型炭化化石が発見できる可能性がある。この調査には、モンゴル古生物学研究所で、古植物学を専攻しているスタッフや若い院生とともに、この分野の国際的リーダーである Crane 博士も調査に参加しており、日米蒙の3か国の共同調査を積み上げることによって、モンゴルの若手の研究者の育成にも貢献してきた。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計9件)

- (1) 高橋正道, Spring-8 が白亜紀の被子植物の初期進化を解明する、Spring-8 information, 14 巻、2009、223-227 (査読有)
<http://user.spring8.or.jp/sp8info/?p=3081>
- (2) 高橋正道 花粉と植物の話 - 被子植物の初期進化は、どこまで解明されたか?、分類 9 巻、2009、91-103 (査読有)
http://ci.nii.ac.jp/els/110007339723.pdf?id=ART0009199021&type=pdf&lang=jp&host=cinii&order_no=&ppv_type=0&lang_sw=&no=1367469476&cp=
- (3) Yamada, T., J. Legrand, H. Nishida, Structurally preserved *Nilssoniopteris* from the Arida Formation (Barremian, Lower Cretaceous) of southwest Japan. Review of Palaeobotany and Palynology 156 巻 2009 410-417 (査読有)
- (4) Yamada, T., Structurally preserved *Zamites bayeri* Kvaček from the Coniacian Kashima Formation (Yezo Group) of Hokkaido, Japan, Cretaceous Research 30 巻 2009、1301-1306 (査読有)
- (5) Takahashi, M., Inner structure of Cretaceous fossil flower revealed by X-Ray Microtomography (XRMT)、SPRING-8 Research Frontiers 2009 号、2010 年 38-39 (査読有)
http://www.spring8.or.jp/pdf/en/res_fro/09/040-041.pdf
- (6) Nakamura, H., K. Sawada, and M. Takahashi, Aliphatic and aromatic terpenoid biomarkers in Cretaceous and Paleogene angiosperm fossils in Japan, Organic Geochemistry, 41 巻 2010、975-980 (査読有)
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0146638010000756>
- (7) Schonenberger, J., von Balthazar, M., Takahashi, M., Xiao, X., Crane, P. R. and Herendeen P., *Glandulocalyx upatoiensis*, a fossil flower of Ericales (Actinidiaceae/Clethraceae) from the Late Cretaceous (Santonian) of Georgia, USA., Annals of Botany, 109 巻、2012、921-936 (査読有)
<http://aob.oxfordjournals.org/content/109/5/921.full?sid=5d1e4df5-9099-469d-a328-f964e0e8ead7>
- (8) Hasegawa, T., and Hibino, T. 2011, Polycyclic aromatic hydrocarbons in the Jurassic-Cretaceous Tetori Group, central Japan. The Island Arc, 20 巻 23-34 (査読有)
- (9) Nemoto, T. and Hasegawa T., Submillennial resolution carbon isotope stratigraphy across the Oceanic Anoxic Event 2 horizon in the Tappu section, Hokkaido, Japan. Paleogeography Paleoclimatology Palaeoecology 2011 年、309 巻 271-280 (査読有)

〔学会発表〕(計5件)

- ① Ando, H., Hasegawa T. et al.
Paleoenvironmental and paleoclimatic reconstruction of the Lower Cretaceous lacustrine deposits (Shinekhudag Fm.) in the eastern Gobi Basin, southeast Mongolia: perspective and preliminary results. 4th International Symposium of IGCP 507, Dec 5, 2009, 熊本大学
- ② Herendeen, P. S. Takahashi, M., Crane, P., Microtomography analyses of fossil flowers from the Late Cretaceous of Georgia、Botanical Society of America、St. Louis、2010年8月3日
- ③ 高橋正道、P. S. Herendeen, Xiao, C., Crane, P. R. 大型シンクロトロン (APS) による福島県広野町の白亜紀後期から発見されたクスノキ科の花構造の解明、日本植物学会、2011年9月18日、東京大学
- ① 高橋正道、Herendeen P. S., Xiao, C., Crane, P. 白亜紀の福島県広野町に、マダガスカル固有科であるDidymelaceaeが、! ? 日本植物分類学会、2012年3月23日 大阪学院大学
- ② Herendeen, P., Crane, P. ; Takahashi, Masamichi; Leslie, Andrew; Glasspool, Ian; Ichinnorov, Niiden; Gombosuren, Tsolmon; Nyamsambuu, Odgerel. Exceptionally well-preserved Early Cretaceous seed plants from Mongolia and their evolutionary significance、Botanical Society of America, Ohio, July 10th, 2012
- ③ 長谷川卓 白亜系層序と国際対比：温室地球古環境の理解に向けて、日本古生物学会(学術賞受賞講演；招聘講演) 2011年7月2日 金沢大学

〔その他〕

ホームページ等

<http://env.sc.niigata-u.ac.jp/~masa/>

http://earth.s.kanazawa-u.ac.jp/Paleo_Lab/index.html

6. 研究組織

(1) 研究代表者

高橋 正道 (TAKAHASHI MASAMICHI)

新潟大学自然科学系・教授

研究者番号：00154865

(2) 研究分担者

山田敏弘 (YAMADA TOSHIHIRO)

金沢大学・自然システム学系・准教授

研究者番号：70392537

長谷川卓 (HASEGAWATAKASHI)

金沢大学・自然システム学系・教授

研究者番号：5027943

安藤寿男 (ANDO HISAO)

茨城大学理学部理学科・教授

研究者番号：50176020