

平成 22 年 4 月 20 日現在

研究種目：基盤研究 (C)

研究期間：2006 ～ 2008

課題番号：18570083

研究課題名 (和文) 白亜紀の小型植物化石に基づく被子植物基幹群の初期進化の解明

研究課題名 (英文) Early diversification of Cretaceous Angiosperms.

研究代表者

高橋 正道 (MASAMICHI TAKAHASHI)

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)：

本研究で、福島県双葉層群の 8900 万年前の地層から、初めて花の化石の新種を発見し、*Futabanthus asamigawaensis* と命名した。この花化石は、非常に小さく、花柄があり、放射相称の両性花である。花托は、ディスク状に平坦であり 2 輪の花被が周囲に存在している。花の中央方向に曲がっている 90-100 本の雄蕊をもち、雌蕊は 100-120 本の心皮から構成されている。これらの特徴は、この花化石がバンレイシ科に属していることを示唆している。この花化石は、世界最古のバンレイシ科の花化石であり、後期白亜紀にユーラシア東部でバンレイシ科が存在していたことを示す貴重な発見である。

研究成果の概要 (英文)：

*Futabanthus asamigawaensis* gen. et sp. nov. is based on a single fossil flower from the Kamikitaba locality in the Asizawa Formation, Futaba Group (89 myr, early Coniacian; Late Cretaceous), of northeastern Japan. The flower is small, pedicellate, bisexual, and actinomorphic. The floral receptacle is flattened and disk shaped, with a hypogynous perianth consisting of a small number of tepals, borne in at least two cycles, around the rim. The androecium comprises ~90-100 stamens that are curved toward the center of the flower. The gynoecium is composed of ~100-120 free carpels. The multipartite construction of the fossil flower, combined with the form of the stamens, indicates a relationship to Annonaceae in the order Magnoliales. The fossil currently provides the earliest record of the family and documents the presence of Annonaceae in eastern Eurashia during the middle part of the Late Cretaceous.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2006 年度	1,000,000	0	1,000,000
2007 年度	900,000	270,000	1,170,000
2008 年度	900,000	270,000	1,170,000
年度			
年度			
総計	2,800,000	540,000	3,340,000

研究分野：植物分類学

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：被子植物、小型化石、白亜紀、SPRING-8、マイクロ-CT

### 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。これまで、動物化石に比べて、被子植物の初期進化の解明につながる植物化石は少ないと言われてきた。

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白亜紀の小型植物化石によって、白亜紀の年代に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。

### 2. 研究の目的

本研究においては、約9960万年前から6500万年前の後期白亜紀の地層から、被子植物始原群の「花」「果実」「種子」の化石をとりだし、被子植物の初期進化を解明することを目的としている。

白亜紀の花化石について集中的な研究の取り組みによって、保存性の良い植物化石が発見することにより、8500万年～8900万年前の後期白亜紀に生育していた被子植物を具体的に明らかにし、後期白亜紀における被子植物基幹群の初期進化過程を解明していくことを目的としている。

### 3. 研究の方法

「花化石」は、いくつかの堆積条件が積み上げられた特殊な地層でないと保存されることはなく、国際的にも炭化した「花化石」を単離できるのは、わずかの地点に限られている。申請者は、炭化した小型「花化石」を含んでいる新たな白亜紀の地層を探ることとする。

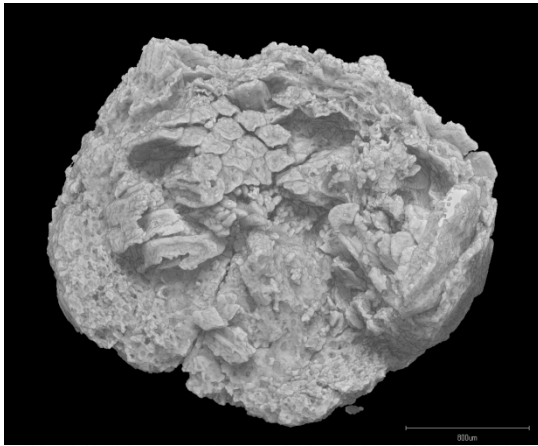
野外では、植物化石の状態を確認できないので、双葉層群から採取した後期白亜紀の堆積岩を実験室に持ち帰り、室温にて十分に乾燥した後に、堆積岩をフッ化水素水で処理し、花化石および果実化石や種子化石などの植物化石をBulk Sieving法によってとりだし、種類別に類型化し、得られた花化石の走査型電子

顕微鏡による観察で微細形質を明らかにし、現生植物との比較した。さらに、これらの内部構造を解明するために、大型放射光施設 (SPring-8, 兵庫県) のビームライン BL20B2にて、マイクロX線CT断層像を撮影した。

### 4. 研究成果

福島県双葉郡広野町からいわき市にかけて分布する双葉層群 (Coniacian 期～Santonian 期) は、白亜紀にユーラシア東側の海に面していた地域に堆積した地層に特に興味深い層を見つけた。東アジアで初めて、被子植物の花、果実、種子や裸子植物の球果などの多くの小型化石が発見され、上北迫 (かみきたば) 植物化石群と名づけた。その中には、クスノキ科、センリョウ科、モクレン科、バンレイシ科などの原始的被子植物群や、シクンシ科やミズキ科などの真正双子葉類が含まれている。また、ブナ目やツバキ目の可能性のある小型化石も発見している。これらの上北迫植物化石群から発見された植物の小型化石には、欧米の白亜紀の地層から発見された共通の科が含まれており、被子植物の分布の広がりや分化の状態を探るための重要なデータを提供している。これらの上北迫植物化石群は、被子植物の初期進化の中では、真正双子葉群も含む主な基幹群が分化してきた段階にあたり、ユーラシア東部からの初めての発見であり、後期白亜紀における北半球における地理的分布の状況を明らかにする上でも重要な発見として位置づけることができる。

本研究で、福島県双葉層群の8900万年前の地層から、初めて花の化石の新種を発見し、*Futabanthus asamigawaensis* と命名した。この花化石は、非常に小さく、花柄があり、放射相称の両性花である。SPring-8のマイクロCT撮影によって、次のようなことが明らかになった。この花化石の花托は、デスク状に平坦であり2輪の花被が周囲に存在している。花の中央方向に曲がっている90-100本の雄蕊をもち、雌蕊は100-120本の心皮から構成されている。これらの特徴は、この花化石がバンレイシ科に属していることを示唆している。この花化石は、世界最古のバンレイシ科の花化石であり、後期白亜紀にユーラシア東部でバンレイシ科が存在していたことを示す貴重な発見である。(Takahashi *et al.*, 2008)。



被子植物の初期進化に関する問題について、これまでのように思弁的な循環論法的に論じられていた時代は終わり、小型化石と言う具体的な証拠に基づいて解明できる時代がやってきた。ただし、植物の小型化石の発見はそれほど容易なものではなく、泥くさい作業に多くの労力と時間を費やす大変なことである。1億年前から堆積してきた泥岩の中で押しつぶされないで残っている花化石を探すことなどそれほど容易なことではない。まして、被子植物が少ない年代であった前期白亜紀の小型化石の研究は、さらに困難なことである。

小型植物化石が発見される地層は、世界的にみてもそれほど多くはない。最近ではロシアからも発見されているようである。これまでの研究は、主に北半球の中緯度地域が中心であったが、最近、 Gondwana 起源の大陸や熱帯地域での研究も始まっている。特に、東南アジアの熱帯地域での白亜紀の Mesofossils の研究が期待されている。白亜紀に絶滅してしまった被子植物の初期進化群や地上最初の花がいずれ発見されることが期待されている。

##### 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 3 件)

- ① Takahashi M., Else Marie Friis, Kentaro Uesugi, Yoshio Suzuki, Peter R. Crane. 2008. Floral Evidence of Annonaceae from the Late Cretaceous of Japan. *Int. J Plant Sci.* 169: 908–917.
- ② Takahashi M., Else Marie Friis, Patrick S. Herendeen, Peter R. Crane. 2008. Fossil Flowers of Fagales from the Kamikitaba Locality (Early Coniacian; Late Cretaceous) of Northeastern Japan. *Int. J. Plant Sci.* 169: 899-907.
- ③ Takahashi, M., Else Marie Friis and Peter R. Crane. 2007. Fossil seeds of Nymphaeales from the Tamayama Foramation (Futaba Group), Upper Cretaceous (Early Santonian) of Northeastern Honshu, Japan. *Int. J. Plant Sci.* 168: 341-350.

[学会発表] (計 3 件)

- ① 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, 日本植物分類学会, 学会賞受賞講演, 仙台, 2009年3月
- ② 高橋正道, Else Marie Friis, Peter R. Crane, 上杉 健太郎, 鈴木 芳生, 大型放射光施設 (Spring-8) が白亜紀の花化石をよみがえらせる, 日本植物学会, 高知大会, 2008年9月
- ③ 高橋正道, Else Marie Friis, Peter R. Crane, マイクロX線CTがよみがえらせた白亜紀のバンレイシ科の最古の花化石, 日本植物分類学会, 首都大学東京, 2008年3月

[図書] (計 1 件)

- ① 高橋正道, 2006, 被子植物の起源と初期進化, 北海道大学出版会, pp.507

[産業財産権]

○出願状況 (計 0 件)

名称：  
 発明者：  
 権利者：  
 種類：  
 番号：  
 出願年月日：  
 国内外の別：

○取得状況（計0件）

名称：  
発明者：  
権利者：  
種類：  
番号：  
取得年月日：  
国内外の別：

〔その他〕

ホームページ等

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

## 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