

平成 21 年 5 月 20 日現在

研究種目：基盤研究（C）  
 研究期間：2007～2008  
 課題番号：19570083  
 研究課題名（和文） 鮮新・更新世の中部日本の環境変化と植生・フロラの地理的分化過程  
 研究課題名（英文） Plio-Pleistocene palaeoenvironmental changes and process of diversification of flora and vegetation in central Japan  
 研究代表者  
 氏名（ローマ字）：百原 新（MOMOHARA ARATA）  
 所属機関・部局・職：千葉大学・大学院園芸学研究科・准教授  
 研究者番号：00250150

研究成果の概要：中部日本とその周辺の鮮新・更新統から大型植物化石群（種実類・葉）を採取して地質層序学的に位置づけ、同時代の植物化石群の種組成を地域間で比較した。その結果、前期更新世前半には中部地方の東北側と南西側でフロラの分化がすでに始まっていたが、地質学的資料から積雪環境が顕著になったと考えられる、約 120 万年前から 100 万年前にかけて日本海側と太平洋側の植生やフロラの分化が顕著になったことが明らかになった。

交付額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2007年度	1,500,000	450,000	1,950,000
2008年度	1,100,000	330,000	1,430,000
年度			
年度			
年度			
総計	2,600,000	780,000	3,380,000

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：大型植物化石，気候変動，植生，植物地理，第四紀，フロラ

## 1. 研究開始当初の背景

第三紀鮮新世から第四紀更新世にかけて、氷期－間氷期の気候と海水準の変化が急激になるとともに、ヒマラヤチベット高地を中心に山地形成が活発になった結果、フロラや植生の地域差が顕著になった。例えば、第三紀前期鮮新世までの中部ヨーロッパにはトチュウやコウヤマキといった現在の東ア

ジア固有の分類群が多く分布していたのが、鮮新世末から第四紀にかけて消滅した (van der Hammen et al., 1971)。東アジアでも同時期に、メタセコイアやイヌカラマツ、フウ、ハンカチノキといった現在の中国中南部に分布する植物群が日本列島から絶滅し、かわってブナやスギ、シラビソといった日本列島の固有植物が増加した (Momohara, 1994)。

中部ヨーロッパでも日本でもフロラの変化は徐々にではなく同時代に段階的に進行しており、変化の時期は約 240 万年前や、約 120 万年前といった、大陸氷河が急激に発達し、寒冷・乾燥化の程度が大きくなった時代と一致することが明らかになってきた (Momohara, 1999 ; 百原, 2008). すなわち、フロラの地理的分化はユーラシア大陸の東西と、東アジアの大陸-島嶼間で同時期に進行したといえる。

これまでの申請者の新潟県魚沼丘陵と大阪湾周辺の植物化石の層序学的検討の結果、日本列島内でのフロラの地理的分化も約 240 万年前と約 120 万年前に顕著になったことが明らかになってきた (百原, 2006). その原因として、①地球の寒冷化に伴う大陸の冬のモンスーンの段階的発達だけではなく、②中部山岳地帯の隆起の活発化や、③対馬暖流の発達、約 240 万年前や約 120 万年前前後に同時期に段階的に進行したことが考えられる。その結果、日本海側の温暖期の多雪化と寒冷期の大陸気候化や、中部山岳地帯の隆起による植物の移動障壁の形成が段階的に顕著になり、フロラや植生の地理的分化をもたらした可能性がある。

ここ 5 年間で、中部日本の広域火山灰の対比に基づく地質層序の確立や、テクトニクスと堆積相の検討による中部山岳地帯の形成過程 (及川, 2003)、海洋生物化石に基づく対馬暖流の発達過程 (北村・木元, 2004) が明らかになり、中部日本の気候と地形の発達史が詳細に議論できるようになった。また、チベット高原の隆起に伴う東アジア・モンスーンの発達過程 (Sun and Liu, 2000) や、海洋酸素同位体曲線の詳細な検討による第四紀の気候変化も、高い時間精度で明らかになってきた。このように、最近明らかになった東アジアの環境発達史に、申請者がこれまで蓄

積した植物化石試料に基づくフロラと植生の時間的・空間的变化を位置づけるための素地が整ってきた。

## 2. 研究の目的

本研究の目的は、地質学資料、植生史資料、現生植生地理学資料の総合化により、第四紀の日本列島の環境変遷史に植生とフロラの地域分化プロセスを位置づけ、東アジア植物区系の生物多様性形成過程を明らかにすることである。そのため、東アジアでもっとも地質層序や地形発達史が詳細に明らかになっており、保存状態のよい大型植物化石 (種実類, 葉) が多産する中部~西南日本の堆積盆地 (新潟県魚沼丘陵と、近畿地方とその周辺の丘陵地帯) の同時代の植物化石群の種組成を比較し、第三紀末期から第四紀にかけての日本海側と太平洋側の植生とフロラの変化のプロセスを明らかにする。

## 3. 研究の方法

### (1) 植物化石群の採取と層序学的調査

新潟県南魚沼市六日町北部の魚沼丘陵の魚沼層群 (約 230 万~70 万年前)、岐阜県南部の東海層群 (約 500 万年前~90 万年前)、近畿地方中部の菖蒲谷層 (約 200 万~80 万年前) や古琵琶湖層群 (約 200 万年前~80 万年前)、宮崎県南部の諸県層群 (約 50 万~30 万年前) の地層を調査し、植物化石試料を収集した。既存の地質調査結果や火山灰層序に基づいて植物化石産出層準の編年・対比を行い、岩相から堆積環境の推定を行った。魚沼丘陵と和歌山県北部の菖蒲谷層では、これまで採取した植物化石群の編年と国際的対比を行うため、古地磁気層序の検討を行った。古地磁気試料は、小型電動ドリルの先に古地磁気試料サンプラーを装着して定方位堆積物試料を採取し、研究協力者の産業技術総合研究所

植木岳雪氏に測定を依頼した。

#### (2) 植物化石群の洗い出し，同定，整理

露頭からブロック状に切り出した植物化石を含む堆積物を，小さく砕きながら柔らかくした後，土壤洗浄機を用いて水洗篩分した。堆積物が固い場合は，水酸化カリウム溶液に浸けたり，煮沸と凍結を繰り返すことで，植物化石を堆積物から洗い出した。0.25mm 目から 8mm 目までの 9 サイズの目の標準篩を用いて篩上の残渣を大きさごとに分別後，ペトリ皿に薄くしき，実体顕微鏡下で分類群が認識できる植物の部位（種実類，葉）を拾い上げた。現生標本と比較して分類群を同定し，計数，ガラス管瓶に分けて 70%エタノール液浸で保存した。植物化石群の種組成を地層の時代および地域ごとに比較し，すでに収集済みのおお阪層群・菖蒲谷層等の，同時代の化石群と比較した。

#### (3) 化石群からの植生・フロラの復元と現生植物地理との対応関係の検討

火山灰鍵層の対比と古地磁気層序に基づき，化石群の年代を決定するとともに，植物化石群の種組成から，鮮新・更新世の古植生とフロラの変遷を復元した。鮮新世以降の日本海側と太平洋側の同時代の化石群の組成を比較することで，太平洋側と日本海側のフロラの分化プロセスや，日本海側もしくは太平洋側に現在固有の分類群の出現，増加，消滅時期を明らかにした。各化石群の組成から古気候を復元して古気温変化曲線を作成し，古地磁気層序と海洋微化石層序（佐藤ほか，1988）に基づいて海洋酸素同位体曲線と対比し，中部日本で生じた古環境と植生の変化と，グローバルな環境変遷との関係を明らかにした。

#### 4. 研究成果

本研究の結果，中部日本を中心とした，鮮

新・更新世の環境変化に対応した植生・フロラの分化過程が明らかになった。得られた主な成果は，下記のとおりである。

(1) 近畿地方南部のおお阪層群・菖蒲谷層，岐阜県南部の東海層群と，新潟県の魚沼層群の前期更新世前半の植物化石群の組成を比較すると，コウヨウザン属，オオバラモミ，シマサルナシ，ミツバウツギ属の 1 種は，近畿地方や岐阜県南部の化石群に含まれるが，魚沼層群の同時代の化石群には含まれなかった。近畿地方や岐阜県南部の化石群の組成は類似しているが，魚沼層群とは異なっており，前期更新世前半の中部日本の南西側と東北側で，フロラや古植生が異なっていたと考えられた。

(2) 魚沼層群の鮮新・更新世の植物化石の産出層準を，古地磁気データに基づいて詳細に検討し，太平洋側各地域の植物化石群と対比可能な植物化石層序を構築した。魚沼層群では，ヒノキ，ヒメシャラ，シロモジ，マルミノヤマゴボウといった，中部日本では太平洋側に分布が限られる分類群が，それまでは普通に産出していたのが約 120 万年前から 100 万年前にかけて産出しなくなることが明らかになった。一方，ブナやスギといった現在の日本海側に多い分類群がこの時期に増加した。また，太平洋側の地層では約 80 万年前に消滅するメタセコイアが，魚沼層群では約 120 万年前に消滅したことも明らかになった。すなわち，約 120 万年前から 100 万年前に，太平洋側と日本海側のフロラと植生の分化が顕著になったと考えられた。前期更新世の地質学データを検討すると，①海洋微化石データでは約 160～140 万年前に対馬暖流が強くなり（Kitamura et al., 2001），②約 140 万年から 110 万年前にかけて赤石山脈（菅沼ほか 2003）やその周辺の山地域が隆起し，③黄土高原のレスの粒径変化より約 125 万年

前に冬のモンスーンが強化した(Sun et al., 2003), といった環境変化が中部日本とその周辺でおこったことが明らかになった. これらの資料から, 約 120 万年前には, ①日本海側の間氷期の多雪環境が顕著になったこと, ②氷期の日本海側の寒冷・乾燥気候がより厳しくなり, 植物の消滅が加速されたことや, ③中部山地帯の隆起によって間氷期に太平洋側から日本海側への植物の移動が困難になったこと, が示唆された. それらの環境変化が日本海側と太平洋側のフロラと植生の分化をもたらしたと考えられた.

(3) 宮崎県南部の諸県層群の約 50 万年前から 40 万年前の MIS11 に対比される間氷期の植物化石群では, コジイやアカガシ亜属, カンザブドウノキといった常緑広葉樹が卓越する. その化石群には, 近畿地方の地層では更新世のより早い時期に消滅するミツバヅル属や中新世後期には見られなくなるハスノハカズラ属の絶滅種が含まれていた. すなわち, 九州南部では, 日本の他の地域よりも遅い時代まで第三紀に繁栄した植物群が残存していたことになり, 九州南部が南方系植物群の氷期のレフュージアとして長い間機能しつづけていたことが明らかになった(赤崎ほか, 2008).

(4) 古琵琶湖層群の約 190 万年前の化石林に伴う植物化石と前期更新世末の植物化石群から当時の古植生や古環境を復元した. 約 190 万年前の化石林はメタセコイアとスイショウが優占する湿地林で, 河川の氾濫による攪乱環境の違いでその 2 種が住み分けていたことが明らかになった(Yamakawa et al., 2008). 前期更新世末の畑層からはサイクロカリアなどの植物化石が含まれていた(南澤ほか, 2008).

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 7 件)

- (1) Paleovegetation reconstruction of fossil forests dominated by *Metasequoia* and *Glyptostrobus* from the late Pliocene Kobiwako Group, central Japan. Yamakawa, C., Momohara, A. (5 人中 2 番目), *Paleontological Research* 査読有, 12, 167-180 (2008).
- (2) Plant-size and leaf dimorphism of vulnerable species *Ilex dimorphophylla* (Aquifoliaceae) on Amamioshima Island in the Ryukyu Archipelago. Setoguchi, H., Nakagawa, M. and Momohara, A. *Journal of Phytogeography and Taxonomy* 査読有, 56, 7-11 (2008).
- (3) 第三紀末から第四紀の日本列島の環境変化と日本固有フロラの形成過程, 百原新, 分類(査読無), 8, 39-45 (2008).
- (4) 宮崎県野尻・四家地域の第四系から産出した種子化石群, 赤崎広志・百原新 (4 人中 3 番目), 宮崎県総合博物館研究紀要(査読無), 29, 69-80 (2008).
- (5) 古琵琶湖層群畑層から産出した前期更新世末の大型植物化石. 南澤 修・百原新 (4 人中 3 番目). 植生史研究(査読有), 16, 47-55. (2008)
- (6) 東北の森と生態 - 多彩な落葉広葉樹林の生い立ち -. 沖津進. 季刊東北学(査読有), 14, 44-52, (2008).
- (7) 北東アジアの北方植生としてのハイマツ群落の生態地理. 沖津進. 植生情報(査読有), 12, 22-33, (2008).

[学会発表] (計 4 件)

- (1) 百原新 「第四紀の瀬戸内海周辺の古植生とフロラの変遷」, 日本第四紀学会 2007 年大会, 2007 年 9 月 2 日, 神戸大学

(2) 百原 新・植木岳雪・斎藤 毅「新潟県南部の前期更新世の環境変化と植物の種多様性の変化」第55回日本生態学会大会, 2008年3月17日, 福岡国際会議場

(3) A. Momohara, T. Ueki, and T. Saito. Impact of Mid-Quaternary climatic changes on species diversity in central Japan, 12<sup>th</sup> International Palynological Congress / 8<sup>th</sup> International Organization of Paleobotany Conference, 2008年9月8日, Bonn, Germany.

(4) 百原 新・植木岳雪・斎藤 毅. 「魚沼層群の大型植物化石群から復元される第四紀前半の古環境変化に伴う植物の種多様性の変化」, 日本植生史学会第23回大会, 2008年11月16日, パルセいいざか(福島市).

[図書] (計1件)

(1) 東アジアの植物の多様性と人類活動.  
百原 新. 日本第四紀学会編「地球史が語る近未来の環境」(査読有), 101-122, 東京大学出版会 (2007)

[その他]

○アウトリーチ活動 (計2件)

(1) 田端英雄・百原 新・大井信夫(講師), 日本植生史学会主催「第26回日本植生史学会談話会」, 岐阜県大垣市上石津町における鮮新・更新統植物化石観察会の実施(2007年5月12~13日).

(2) 百原 新 (講師), 日本第四紀学会主催「日本第四紀学会講習会, 大型植物化石(種実化石)の基礎知識と研究法」, 埼玉県入間市での鮮新・更新統植物化石観察会および千葉大学園芸学部での植物化石研究法の講座の実施(2009年1月24~25日).

## 6. 研究組織

(1) 研究代表者

百原 新 (MOMOHARA ARATA)

千葉大学・大学院園芸学研究科・准教授  
研究者番号: 00250150

(2) 研究分担者

沖津 進 (OKITSU SUSUMU)

千葉大学・大学院園芸学研究科・教授  
研究者番号: 70169209