

平成 21 年 6 月 16 日現在

研究種目：	基盤研究 (B)
研究期間：	2006 ~ 2008
課題番号：	18340157
研究課題名 (和文)	日本列島における過去 40 万年間の古気候変動の高精度復元
研究課題名 (英文)	High-resolution reconstruction of paleoclimate during the last 400 ka in the Japanese Islands
研究代表者	
	公文 富士夫 (KUMON FUJIO)
	信州大学・理学部・教授
	研究者番号：60161717

## 研究成果の概要：

長野市南部の高野層の補足的なボーリング (約 3 万~10 万年前)、熊本市北部に分布する芳野層のボーリング (37m, 24~36 万年前)、長野県川上村の川上湖成層のボーリング (38m, 15~25 万年前?) を行った。高野層については、新規に購入した密度計を利用して粒子密度の解明を行うとともに、2 本目のコア試料の解析によって、有機炭素含有量等の変動の確認をおこなった。また、芳野層については有機炭素量測定のほか、珪藻や花粉分析によるチェックを行い、分析はほぼ終了している。川上湖成層のコア試料については現在解析中である。また、本研究において気候復元の中心となる有機炭素・窒素量の解析にあたって、異なる堆積盆間の比較や統合を図るために標準化する手法を導入し、過去 16 万年間の連続的な気候変動を明らかにすることができた。この結果に芳野層や川上湖成層の資料を繋ぎ合わせることによって、過去 40 万年間の日本列島陸域の気候変動を解明する見通しをえた。また、海洋および汎世界的な気候変動との正確な対応づけを図るために、JAMSTEC による下北沖コア試料の研究にも参画して、気候資料を統合して古気候を復元するための準備を進めた。

## 交付額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2006 年度	7,500,000	2,250,000	9,750,000
2007 年度	4,000,000	1,200,000	5,200,000
2008 年度	3,400,000	1,020,000	4,420,000
年度			
年度			
総計	14,900,000	4,470,000	19,370,000

研究分野：古気候学、古環境学

科研費の分科・細目：地球惑星科学 地質学

キーワード：第四紀学、古気候学、気候変動、有機炭素含有量、高野層、芳野層、川上湖成層、学術ボーリング

## 1. 研究開始当初の背景

IPCC の諸報告を受けて、古気候変動の研究の重要性が国内においても広く認識されるようになってきていたが、中緯度地域の陸域

と海洋の境界に位置する日本列島とその周辺では、十分な高時間分解能をもった、かつある程度長い期間 (氷期-間氷期サイクルを含む期間) の気候指標の資料 (花粉組成、珪

藻組成・産出頻度など)は乏しい状況であった。とくに5万年以前の氷期や間氷期についての詳細な情報はごく限られていた。

その中で、時間的連続性が保証されており、高い時間分解能で解析できる湖沼堆積物に注目して、湖底や陸化した湖成層を研究対象として、また、堆積物中の有機炭素量を新たな気候指標として導入して、簡便に測定できる古気候指標として発展させることによって、また、その資料を花粉組成に基づく気候復元で裏付けを取ることによって、長期間にわたり、かつ、時間分解能も100年以下と高い古気候資料の蓄積が、申請者を中心として、行われてきた。研究開始の時点では野尻湖底堆積物を利用して約7万年前までの古気候復元がほぼ完了するとともに、高野層を対象として、4万年前から16万年前までの解析が順次進行していた。

## 2. 研究の目的

極東アジアの中緯度に位置する日本列島の古気候変遷を約40万年前まで遡って数十年単位の時間精度で解明することを戦略的な課題としている。そのうち、約16万年前までについては、すでに野尻湖の湖底堆積物(約6万年前まで)と長野市南縁部に残されていた高野層と呼ばれる湖成層(4~16万年前)を研究することによって20~50年の時間精度で気温変動を解明する見通しを得ていたため、その次の段階として、約16万年前から40万年前までの湖沼堆積物を探し出して、学術ボーリングによって乱されない連続試料を採取し、火山灰分析や年代測定によって年代を決定するとともに、1cm単位で全有機炭素量(TOC)、窒素量(TN)、花粉組成、有機物組成、生物源シリカ量、粒度分析などを行って古気候指標を抽出し、数十年程度の時間精度で古気候の復元を行うことを本研究の目的とした。

## 3. 研究の方法

現在から過去に遡って40万年前までの細粒の泥質堆積物を採取し、その有機炭素、窒素の含有量の測定から、過去の気候変動を解明する。過去40万年分が連続して堆積している湖は琵琶湖ぐらしかないので、時間間隔は短い手近に採取できる湖沼堆積物を捜して学術ボーリングで連続試料を採集する。本研究課題では、それぞれ年代の異なる高野層、芳野層、川上湖成層から試料採取をおこなった。

さらに、ボーリング試料の層相を記載し、均質なシルト・粘土層を対象として有機炭素・窒素含有量を測定する。これは直接的には湖の生物生産性を反映した指標であるが、気候(特に冬季の平均気温)が生物生産性に大きな影響を与えていることが判明してい

るので、間接的には冬の気温の指標と考えられている。

その分析値を1~2cmの厚さごとに分析し、同時に測定する含水率と見かけ密度などの指標、およびもう少し粗い間隔で分析する花粉組成・珪藻組成・粒子密度などの裏付け資料を組み合わせ、数10年~100年の時間間隔での分析結果を気候に置き換えて解析する。

気候をよく反映した良質の試料を得ることと、多数の試料量を効率的に分析すること、及びテフラ鍵層などを用いて正確な対比と年代決定を行えることが本研究の要となる。そのために、テフラ研究の専門家にテフラの同定を依頼した。また、海洋堆積物で認定できる酸素同位体層序との対応関係を確立するために、下北沖の北西太平洋の海底コア試料の分析と解析も研究計画の一部に組み込んだ。

## 4. 研究成果

本研究費補助金の期間の前後を含むが、以下のように研究成果をまとめることができる。

- (1) 長野県北部の野尻湖底堆積物に対して、有機炭素含有量と花粉組成を50~130年の時間間隔で分析することによって、過去7.2万年間の古気候変動を高精度で解析した。(公文ほか、2009; Kumon et al., 投稿中)。この成果は、2008年の旧石器学会シンポジウムでの招待講演として総合的に報告され、大きな反響を呼んだ(朝日新聞報道など)。
- (2) 長野市南縁部の高野層を対象として、ボーリング試料の詳細な記載を行い、有機炭素・窒素量の変動から、4万年~16万年前の気候復元に成功した。(田原ほか、2006)
- (3) 高野層に含まれる指標テフラの解析を行い、琵琶湖堆積物中のテフラとの比較も含めて、後期更新世の指標テフラの層位関係と年代推定を明確にした。(長橋ほか、2007)
- (4) 野尻湖堆積物と高野層の資料を、標準化することによって統合し、有機炭素量を指標として、過去16万年間の気候変動を解析することに成功した。(公文・田原、2009印刷中)。この方法を過去に延長することで、40万年前までの古気候復元の見通しを得た。
- (5) 熊本市北西部の芳野層で学術ボーリングを行い、37m長の連続試料を得るとともに、有機炭素含有量や珪藻分析を行い、また、花粉分析のチェックを加え、24万年~36万年前の気候変動を解析した(公文ほか、2009、日本堆積学会での講演)。この時期において年代を明確にした気候変動の解明はこれまでほとんどなされていなかった。

(6) 長野県, 川上村の川上湖成層で学術ボーリングを行い, 38 mの試料を採取した. この試料については現在解析中であるが, 15~25 万年前のある期間を代表する堆積物と予想されており, 芳野層と同様の解析を進めているところである.

#### 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 13 件)

- (1) 公文富士夫・山本正伸・長橋良隆・青池寛, 2009, 最終間氷期の環境変動—日本列島陸域と周辺海域の比較と統合—, 地質学雑誌, 115, 印刷中 (査読有)
- (2) 公文富士夫・田原敬治, 2009, 中部山岳地域の湖沼堆積物の有機炭素含有率を指標とした過去 16 万年間の気候変動復元. 地質学雑誌, 115, 印刷中 (査読有)
- (3) 公文富士夫・河合小百合・井内美郎, 2009, 野尻湖堆積物に基づく中部日本の過去 7.2 万年間の詳細な古気候復元. 旧石器研究, 第 5 号, 3-10. (査読有)
- (4) Naya, T., Tanimura, Y., Kanai, Y., Kumon, F. and Amano, K., 2007, Natural and anthropogenic aquatic environmental changes reconstructed by paleolimnological analyses in Lake Kitaura, central Japan. Jour. Paleolimnology. 37, 547-563. (査読有)
- (5) 長橋良隆・佐藤孝子・竹下欣宏・田原敬治・公文富士夫, 2007, 長野県, 高野層ボーリングコア (TKN-2004) に挟在する広域テフラ層の層序と編年. 第四紀研究, 46, 305-325. (査読有)
- (6) 伊藤拓馬・公文富士夫, 2007, 湖沼の生物原粒子が陸源性粒子集団に及ぼす変化と木崎湖の洪水間隔. 堆積学研究, no.65, 15-27. (査読有)
- (7) Tawara, T., Kumon, F., Nagahashi, Y., Kakuta, N. and Nozue, Y., 2007, High-resolution reconstruction of late Pleistocene climate based on TOC content in a 54 m sediment core drilled from

Takano Formation, central Japan. Jour. Sediment. Soc. Japan, no.64, 37-41. (査読有)

- (8) 津金達朗・牧野州明・三宅康幸・高橋 康 (2006), 浅間火山2004年噴出物の鉱物粒径分布とマグマの結晶化過程. 火山, 第 2 集, 51, 49-62. (査読有)
  - (9) 牧野州明・津金達朗・曾根原崇文・三宅康幸 (2006), 浅間火山2004年 8 月の噴出物の石基ガラスの含水量測定. 火山, 第 2 集, 51, 151-159. (査読有)
  - (10) Fukushima, K., Tomoyuki Sasaki and Park Ho-Dong (2006) Methylalkane composition as a potent tool for chemotaxonomy of cyanophytae, *Microcystis* sp. Verh. Internat. Verein. Limnol. 29, 1280-1284. (査読有)
  - (11) 野末泰宏・福島和夫 (2006) アカマツ起源のジテルペノイドの初期続成作用—長野県松本市渋池周辺の森林土壌と堆積物中有的ジテルペノイド—. Research in Organic Geochemistry, 21, 23-33. (査読有)
  - (12) 田原敬治・公文富士夫・長橋良隆・角田尚子・野末泰宏, 2006, 長野県, 高野層のボーリングコア試料の全有機炭素 (TOC) 含有率変動に基づく更新世後期の古気候変動の復元. 地質学雑誌, 112, 568-579. (査読有)
  - (13) 三宅康幸・池元壮彦・細井秀幸 (2006) 御嶽地域における更新世のマグマ変遷—中部地方の第四紀火山活動の時代区分に関連させて—. 月刊地球, 28, 363-368. (査読無)
- [学会発表] (計 37 件)
- (1) 公文富士夫・市川 浩・上林彰人・桑原里枝, 2009, 北西太平洋, 下北沖の海底コア試料の過去 57 万年間の有機炭素含有量 (TOC) 変動. L135-03, 日本地球惑星科学連合 2009 年大会, 2009 年 5 月 20 日, 幕張国際会議場
  - (2) 公文富士夫・岩本はるか・河合小百合・長谷義隆, 2009, 熊本市北西部に分布する芳野層から復元した中期更新世の気候変動. プログラム・要旨集 p. 74, 日本堆積学会 2009 年大会 (大阪工業大学). 2009 年 3

月 29 日

- (3) 伊藤拓馬・公文富士夫・福島和夫 (2008) 木崎湖湖底環境の指示者としての葉理の保存度合と過去の湖成層への応用, 第34回甲信越支部会. 2008年11月22日, 安曇野市.
- (4) Kumon, F., 2008, Detailed climate change of the last 160 kyr clarified from pollen assemblage and total organic carbon content of lake sediments in the Japanese Islands. PIGS/PAGES Workshop, Bernin. 2-4 October, 2008.
- (5) 田原敬治・公文富士夫・長橋良隆, 2008, 長野市・高野層 TKN-2007 コアの層相と有機炭素 (TOC) 含有率変動, 日本地質学会第 115 年学術大会, 講演要旨, p.168, 秋田大学, 2008 年 9 月 20-22 日.
- (6) 岩本はるか・長谷義隆・公文富士夫, 2008, 「熊本市西部金峰山地域における中期更新統の全有機炭素分析からみた古環境変動の復元」. 日本地質学会第 115 年学術大会, P.196, 要旨集, p.269. 秋田大学, 2008 年 9 月 20-22 日.
- (7) 伊藤拓馬・公文富士夫・坂本竜彦・飯島耕一 (2008) 長野市信更町に分布する高野層に記録された MIS 5e (Eemian) の湖底環境, 日本地質学会第 115 年学術大会 (秋田大学), 講演要旨, p.167. 2008 年 9 月 20-22 日.
- (8) 石田 桂・入月俊明, 2008, 後期鮮新世における日本海の貝形虫化石群集の分布. 日本地質学会第 115 年学術大会. 236. 秋田大学, 2008 年 9 月 20-22 日
- (9) 中澤理久・石田 桂・田中裕一郎・保柳康一, 2008, 新潟県出雲崎町・柏崎市における貝形虫化石群集と 1.15-1.60 Ma の堆積環境. 日本地質学会第 115 年学術大会. 275. 秋田大学, 2008 年 9 月 20-22 日
- (10) Kumon, F., Ichikawa, H., Uebayashi, A., Uchida, M., Kimoto, K. and Aoike, K., 2008, Late Quaternary oceanic conditions deduced from the total organic carbon and total nitrogen contents of the sediment cores off the Shimokita Peninsula, northwest Pacific. 6th International Conference on Asian Marine Geology, Abstract, p. 69, Kochi, Japan. 29 August-1 September, 2008.
- (11) 田原敬治・公文富士夫・長橋良隆, 2008, 更新統高野層 TKN-2004/2007 コアの対比と古気候変動の解析, 日本第四紀学会 2008 年大会, 東京大学, 2008 年 8 月 22-23 日.
- (12) 公文富士夫・河合小百合・井内美郎, 2008, 野尻湖データによる過去 6 万年間の気候変動の復元. 日本旧石器学会第 6 回講演・研究発表・シンポジウム予稿集, 55-56. (首都大学東京, 2008. 6. 22) (招待講演)
- (13) 公文富士夫・桑原里枝・CK06-06D/V ちきゅう下北グループ高井 研, 2008, 下北沖コア Ck06-06 C902-9001C コアに認められる MIS 11 前後の環境変動. 地球惑星科学連合 2008 年大会, 千葉市幕張メッセ国際会議場. L132-008. 2008 年 5 月 26 日.
- (14) 公文富士夫・田原敬治, 2008, 湖沼堆積物中の有機炭素含有量に基づいた過去 16 万年間の古気候変動の高精度復元の試み. 日本堆積学会 2008 年大会. 2008 年 4 月 26-27 日, 弘前大学.
- (15) 岩本はるか・伊藤拓馬・公文富士夫, 2008, 長野県木崎湖における有機炭素含有率と生物生産性および気象要素の相関の再検証. 日本堆積学会 2008 年大会, ポスター P-4. 要旨集, p.70 2008 年 4 月 26-27 日, 弘前大学.
- (16) 上林彰仁・公文富士夫, 2007, 青森県下北半島沖海底堆積物中の全有機炭素含有率変動に基づく最終氷期以降の古気候変動復元. 日本陸水学会甲信越支部大会, 支部報 no. 33, p.25, 2007年12月2日, 寺泊.
- (17) Kumon, F., Inouchi, Y., Tawara, T. and Ito, T., 2007, Detailed reconstruction of the late Quaternary climate based on TOC and other proxies of lake sediments in central Japan. International Symposium on Quaternary Environmental Changes and Humans in Asia and the Western Pacific, S7-p4, p.158, Tsukuba, Japan. November19-22, 2007
- (18) 公文富士夫・河合小百合・井内美郎, 2007, 野尻湖堆積物が記録した過去 6 万年間の気候変動. 山岳科学総合研究所シンポジウム「上高地の自然史」, P 32. 2007 年10月13-14日, 信州大学.

- (19) 公文富士夫・山本正伸・長橋良隆・青池 寛, 2007, 日本列島周辺の最終間氷期の環境変動—陸域と海域の比較と統合—. 日本地質学会第114年学術大会, 講演要旨, p. 34. S-65. 2007年9月9-11日, 北海道大学.
- (20) 田原敬治・公文富士夫, 2007, 更新統高野層の有機炭素に基づく古気候変動の解析. 日本地質学会第114年学術大会, 講演要旨, p. 35. S-68. 2007年9月9-11日, 北海道大学.
- (21) 市川 博・公文富士夫・青池 寛・真砂英樹, 2007, 青森県下北半島沖の試錐コア (9001-C9002B) を用いた更新世後期の古気候変動の解明. 日本地質学会第114年学術大会, 講演要旨, p. 326, P-221. 2007年9月9-11日, 北海道大学.
- (22) 伊藤 拓馬・谷澤 新司・公文富士夫, 2007, 更新世後期における中部日本の降水量変遷, 日本地質学会第114年学術大会, 2007年9月9-11日, 北海道大学.
- (23) 叶内敦子・河合小百合・公文富士夫, 2007, 長野市信更町高野層ボーリングコアの花粉分析. 日本第四紀学会講演要旨集, no. 37, 166-167. 2007年8月31日~9月1日, 神戸大学.
- (24) Kumon, F., Tawara, T., Inouchi, Y. and Ito, T., 2007, Detailed reconstruction of paleoclimate based on TOC and other proxies of lake sediments during the late Quaternary in Japan. EGU 3rd Alexander von Humboldt International Conference on the East Asian Monsoon, past, present and future. Beijing, China, Abstract, p. 26. (27-30 August 2007)
- (25) Ito, T. and Kumon, F., 2007, Fluctuations of East Asian monsoon during the Late Pleistocene as deduced from grain size records, central Japan, XVII INQUA CONGRESS, Cairns, Australia, Quaternary International, vol. 167-168, 188-189. 28 July -August 3, 2007.
- (26) 公文富士夫・市川 博, 2007, 下北沖コア試料 (901-C9002B) の有機炭素含有率から復元された更新世後期気候変動. 地球惑星科学連合2007年大会, L132-002, 幕張メッセ国際会議場, 2007年5月24日
- (27) 橋本亮太郎・林田 明・公文富士夫, 2007, 長野市に分布する後期湖心等の湖成堆積物 (高野層) の環境磁気学的研究. L132-P002, 地球惑星科学連合2007年大会, L132-002, 幕張メッセ国際会議場, 2007年5月23日
- (28) Kumon, F., Kanamaru, K., Tawara, T., Kakuta, N., Yamamoto, M. and Hayashi, H., 2006, Implication of total organic carbon content (TOC) of Lake Sediments as a paleoclimate proxy - an examination based on modern relationships among chlorophyll a, weather factors and TOC content in Lake Kizaki, central Japan. Proceedings of Shinshu Univ. International Symposium 2006, Mountainous Environment - Past, Present and Future-, 112-113. November 22-23, 2006, Matsumoto.
- (29) 公文富士夫, 2006, 地質学的手法による古気候変動の高精度解析と気候変動予測. 日本地質学会第113年学術大会, 講演要旨, p. 36, S-69. 2006年9月16-18日, 高知大学.
- (30) Ito, T., and Kumon, F., 2006, Hydraulic environment deduced from grain size analysis and origin of turbidites in Lake Kizaki, Nagano Prefecture, central Japan. 17<sup>th</sup> International Sedimentological Congress, Fukuoka, Abstract A, 0-017. August 27 - September 1, 2006.
- (31) Kumon, F., Kawai, S. and Inouchi, Y., 2006, Detailed climate changes from MIS 4 to 1 deduced from total organic carbon, total nitrogen and pollen analyses on the drilled sediments from Lake Nojiri, central Japan. 17<sup>th</sup> International Sedimentological Congress, Fukuoka, Abstract A, P-144. August 27 - September 1, 2006.
- (32) Kumon, F., Kanamaru, K., Tawara, T., Kakuta, N., Yamamoto, M. and Hayashi, H., 2006, Implication of total organic carbon contents (TOC) of lake sediments

- as a paleoclimate proxy - an examination based on modern relationship among chlorophyll a, weather factors and TOC content in Lake Kizaki, central Japan-. 17<sup>th</sup> International Sedimentological Congress, Fukuoka, Abstract A, 0-024. August 27 - September 1, 2006.
- (33) Tawara, T., Kumon, F., Nagahashi, Y., Kakuta, N. and Nozue, Y., 2006, High-resolution reconstruction of Late Pleistocene climate based on TOC contents in a 54m sediment core drilled from Takano Formation, central Japan. 17<sup>th</sup> International Sedimentological Congress, Fukuoka, Abstract A, 0-092. August 27 - September 1, 2006.
- (34) Kakuta, N., Kumon, F. and Tawara, T., 2006, Reconstruction of paleoclimate around the late MIS 5 period based on biogenic silica contents of Takano Formation in the southern margin of Nagano City, Japan. 17<sup>th</sup> International Sedimentological Congress, Fukuoka, Abstract A, 0-093. August 27 - September 1, 2006.
- (35) Nozue, Y., Tawara, T., Kakuta, N., Kumon, F., Kawai, S., Fukushima, K., 2006, Paleoenvironments inferred from molecular fossils in Takano Formation, Nagano Prefecture, Japan: coniferous biomarkers. 17<sup>th</sup> International Sedimentological Congress, Fukuoka, Abstract A, 0-094. August 27 - September 1, 2006.
- (36) Inouchi, Y., Kumon, F., Kondo, Y., Suzuki, K., Inoue, T., Iwamoto, N., Amano, A., Ashida, T. and Murakami, F., 2006, Sedimentation model for reconstruction of paleo-lake levels of Lake Nojiri, central Japan. 17<sup>th</sup> International Sedimentological Congress, Fukuoka, Abstract A, P-138. August 27 - September 1, 2006.
- (37) 公文富士夫, 2006, 日本の更新世中・

後期における古気候変動の高精度解析の現状と課題. 日本第四紀学会講演要旨集, 36, p-36. 2006年8月4-6日, 首都大学東京.

[図書] (計 1 件)

- (1) 三宅康幸(2008) 下鶴大輔ほか編 火山の事典第2版 分担執筆 (3.5大陸性プレート内部の火山)75-80p. 朝倉書店,

[その他]

<ニュース・報道>

- (1) 2007/1/6 信濃毎日 第2回高野層学術ボーリングについて「気候変動16万年前まで解明」
- (2) 2007/1/10 SBC TVニュース 高野層学術ボーリングの実施の様子
- (3) 2007/1/21 読売新聞 高野学術ボーリングの成果
- (4) 2008.7.9 朝日新聞全国版 100年で気温7度上昇:花粉が示す古代の温暖化(渡辺延志署名記事)
- (5) 2009.1.9 中日新聞信州版 「変環境気候編⑦」16万年間の変動解明.

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

公文 富士夫 (KUMON FUJIO)  
信州大学・理学部・教授  
研究者番号: 60161717

### (2) 研究分担者

三宅 康幸 (MIYAKE YASUYUKI)  
信州大学・理学部・教授  
研究者番号: 700200144

福島 和夫 (FUKUSHIMA KAZUO)  
信州大学・理学部・教授  
研究者番号: 20106602

石田 桂 (ISHIDA KATSURA)  
信州大学・理学部・講師  
研究者番号: 80402098

### (3) 連携研究者

なし