

# 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

公文 富士夫・河合 小百合・井内 美郎

## 要 旨

長野県北部の野尻湖で掘削された堆積物試料に対して、花粉分析と有機炭素分析に基づいて7.2万年前から現在までの古気候を復元した。7.2万年前から6.2万年前（MIS 4）の時代はゴヨウマツ類やトウヒ属を主とする亜寒帯針葉樹林が卓越する寒冷な気候であった。6.2万年前から2.9万年前（MIS 3）までは相対的に落葉広葉樹の比率が高く、冷涼な気候であったが、数百年から2、3千年周期の短い寒暖変動が多数認められる。この中では5.5～4.5万年前が相対的に最温暖の時期であり、その後2.9万年前に向かって寒冷化が進行する。ATテフラはその最末期に位置する。2.9万年前から1.8万年前（MIS 2前半）にかけてはトウヒ属やモミ属を主とする亜寒帯針葉樹林が卓越しており、厳しい寒さの時期（最終氷期最寒冷期）であった。1.8万年前からコナラ亜属の増加に示される温暖化が始まり、何度かの寒の戻りを経ながら、1.4万年前から1.2万年前にかけて急激に温暖化する。この1.8～1.2万年前が晩氷期にあたる。1.2万年前以降（MIS 1）では、冷温帯落葉広葉樹が卓越する温暖な気候が継続するが、多少の寒暖変動も認められる。

キーワード：野尻湖、最終氷期、気候変動、花粉組成、有機炭素含有量、後期旧石器時代

## はじめに

野尻湖は、長野県の北西部、新潟県との県境近くにある面積4.6km<sup>2</sup>の貧栄養湖である。湖面標高654mで、周囲を小高い山地に囲まれ、深い水深を持ち、また、大規模な流入河川を持たないことから、均質な泥質堆積物が厚く発達している（野尻湖地質グループ音波探査サブグループ、1987；公文・井内、1990）。この堆積物は良好な古環境の記録者となっており、その上半部、約2.5万年前までを解析した結果については公文ほか（2003）で報告していた。日本旧石器学会2008年大会におけるシンポジウム「日本列島の旧石器時代遺跡－その分布・年代・環境－」において講演させていただく機会を得たので、下半部の分析結果と合わせ、また、堆積物の年代モデルを更新して、約7.2万年前から現在までの古気候復元を行った。その結果は、氷期間氷期という長い周期の寒暖変動に留まらず、日本列島においても数百年～2、3千年という短い周期でもかなり激しい気候変動が生じていたことを示す。このような気候変動は人類の生活様式や移動に大きな影響を与えていたはずであり、考古学

と古気候学をつなぐ研究は今後重要なテーマとなるであろう。日本列島ではテフラを用いて精密な対比が可能であるので、古気候学、テフラ層位学および考古学との連携した研究の進展を期待している。本報告がその一助になれば幸いである。

## 試料と分析方法

野尻湖の琵琶島沖（水深28.9m）で1988年に採取した45.1mのコア試料（NJ88）の上部3分の2（湖底面から深度171cm～3398cmの間）について2～6cm毎に花粉分析をおこなった。このコア試料は多数のテフラ（火山噴出物）を含むが、大部分はシルト質粘土で構成されており、懸濁状態で運搬されて沈積した連続的な堆積物と考えられる。分析手順は野尻湖花粉グループ・植物グループ（1980）に準じており、樹木花粉250粒以上をおもに属単位で同定するとともに、同時に随伴する草本花粉・胞子等の計数を行った。ボーリング試料の欠如部分を除き、分析試料の時間間隔は60～130年（平均80年）ほど

第1表 野尻湖堆積物NJ88コアにおける年代モデルの基準点の深度と年代

tephra name	codes in Fig. 1	Depth (cm)	calibrated depth(cm)	tephra age (cal ka)	reference/remarks
Kikai-Akahoya	K-Ah	387	368	7.3	Machida and Arai (2003)
AMS <sup>14</sup> C date	<sup>14</sup> C	511	491	10.3	Kumon et al.(2003)
Aira-Tanzawa	AT	1021	981	29	Oba et al. (1995)*
Joichi-Pink	Joichi	1394	1347	38	Sawada et al.(1992)*
Akasuko	Akasuko	1621	1569	43	Sawada et al.(1992)*
Breccia Zone tephra	B.Z.	2093	1916	49	Sawada et al.(1992)*
Daisen-Kurayosi tephra	DKP	2765	2475	62	Nagahashi et al.(2007)

\* These data are calibrated after Fairbanks et al. (2005).

である。

有機炭素（TOC）含有量と全窒素（TN）含有量の測定では、NJ88コアの湖底表層から深度1021cm（ATテフラ層準）までと深度1621cm（アカスコテフラ層準）から3398cm（湖成堆積物の下限）までを1～2cm間隔で分析した。また、堆積速度の大きな湖心部（水深36m）で1995年に採取したコア試料（NJ95）があったので、そのコア試料の深度2129cm（AT層準）から3075cm（アカスコテフラ層準）までを1cm毎に分析した。このコア試料もおもにシルト質粘土から構成されていた。分析には信州大学理学部に設置されたヤナコMT-5型元素分析装置を使用した。これらの分析試料の時間間隔は20～60年（平均35年）である。なお、肉眼でテフラと認定した試料は分析から除外した。

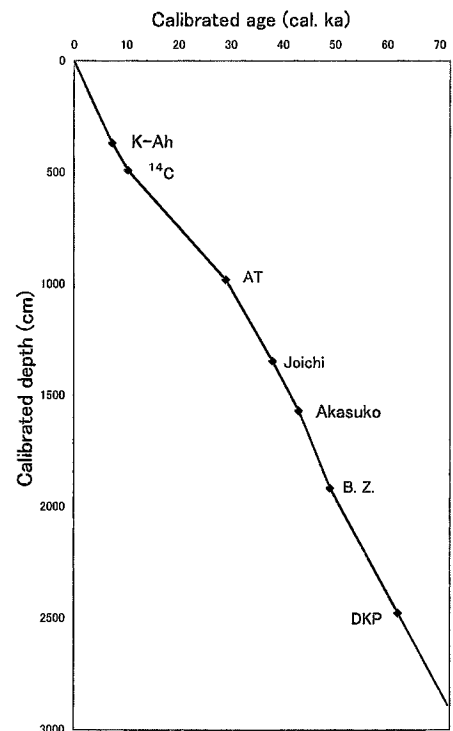
それらの年代と補正深度（テフラの層厚を除いた表層からの深度）との関係を折れ線グラフで表した（第1図）。1枚ごとのテフラは1回（一連）の火山活動に関係して形成されるが、それは地質学的に見ればごく短時間の内に終わるので、テフラの厚さを泥質堆積物の厚さと同等に扱うわけにはいかない。そのため、テフラの層厚を除外した補正深度を用いて、より正確な年代モデルの構築に努めた。基準点間の堆積速度は一定とみなし、この年代モデルに基づいて各堆積物試料の補正深度を年代に変換した。

## 結果

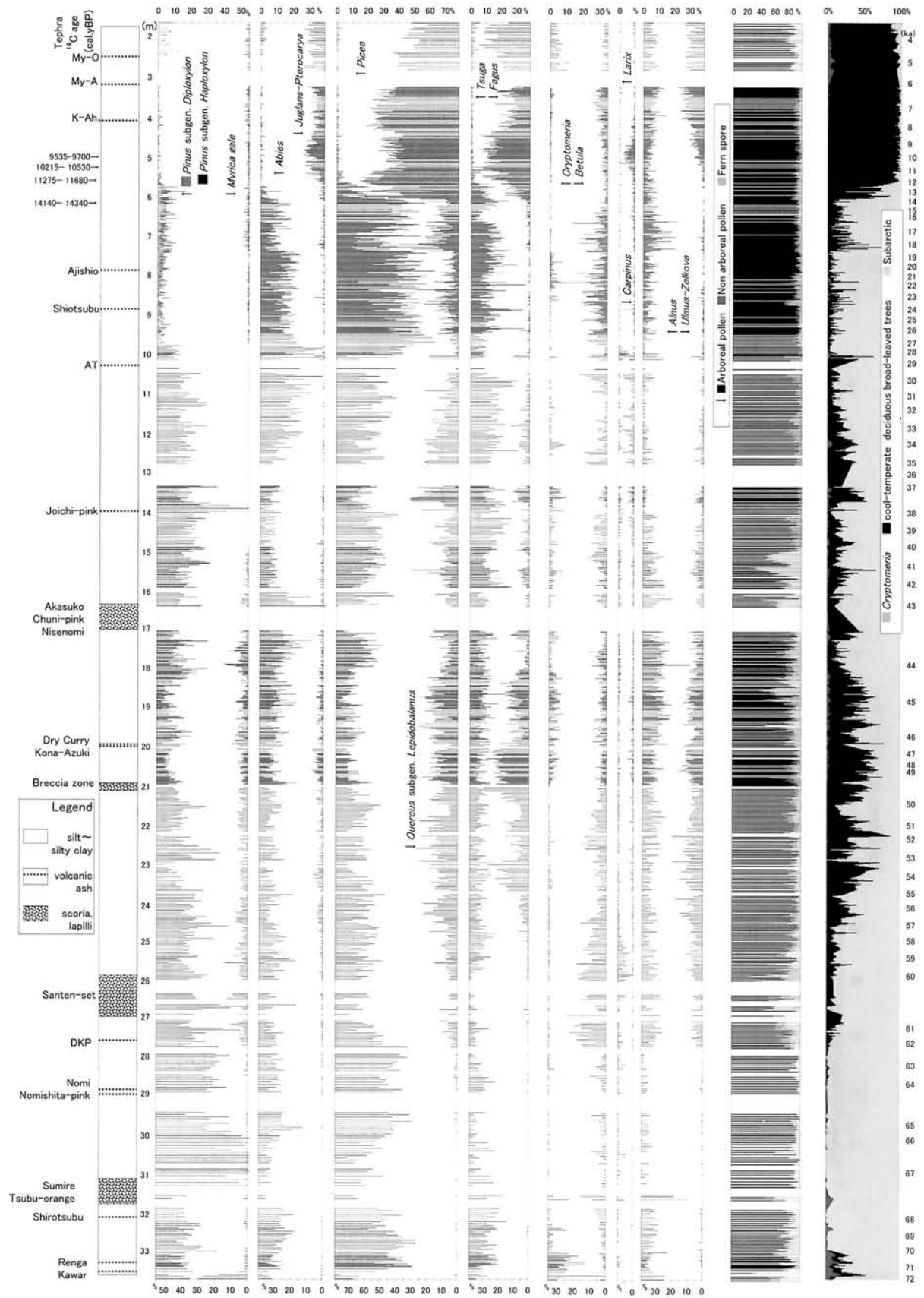
第2図に花粉ダイアグラムで、主要なタクサの産出頻

## 野尻湖堆積物の年代モデル

野尻湖堆積物には泥質堆積物の間に多数のテフラ（火山噴出物）層が挟まれており、その中にはK-Ah、AT、DKPといった広域テフラのほか、野尻湖西岸の発掘地で確認されているローカルな指標テフラ層も確認されている。野尻湖の発掘地ではナウマンゾウ臼歯や材化石について31点のAMS <sup>14</sup>C年代が測定されており（沢田ほか、1992）、その測定値に基づいて上Iピンク、アカスコおよびブレッチャーゾーンと呼ばれる指標テフラの<sup>14</sup>C年代の推定が可能である。第1表にはその測定値の平均値をFairbanks et al. (2005) に基づいて較正した年代を示してある。広域テフラについては、K-Ahを7.3ka（町田・新井、2003）、ATを29ka（大場ほか、1995）、DKPを62ka（長橋ほか、2007）とした。なお、ATは隠岐堆から報告された大場ほか（1995）の測定値をFairbanks et al. (2005) で較正した値である。また、深度511cmにおける有機質泥の<sup>14</sup>C年代（較正值；公文ほか、2003）も年代基準点に用いた。



第1図 野尻湖堆積物NJ88コアの年代モデル



第2図 野尻湖堆積物NJ88コアにおける花粉ダイアグラム

右端のコラムでは、データの欠落層準に対してはその前後の数値から内挿した値を使って作図してある。各コラムの説明は本文参照。

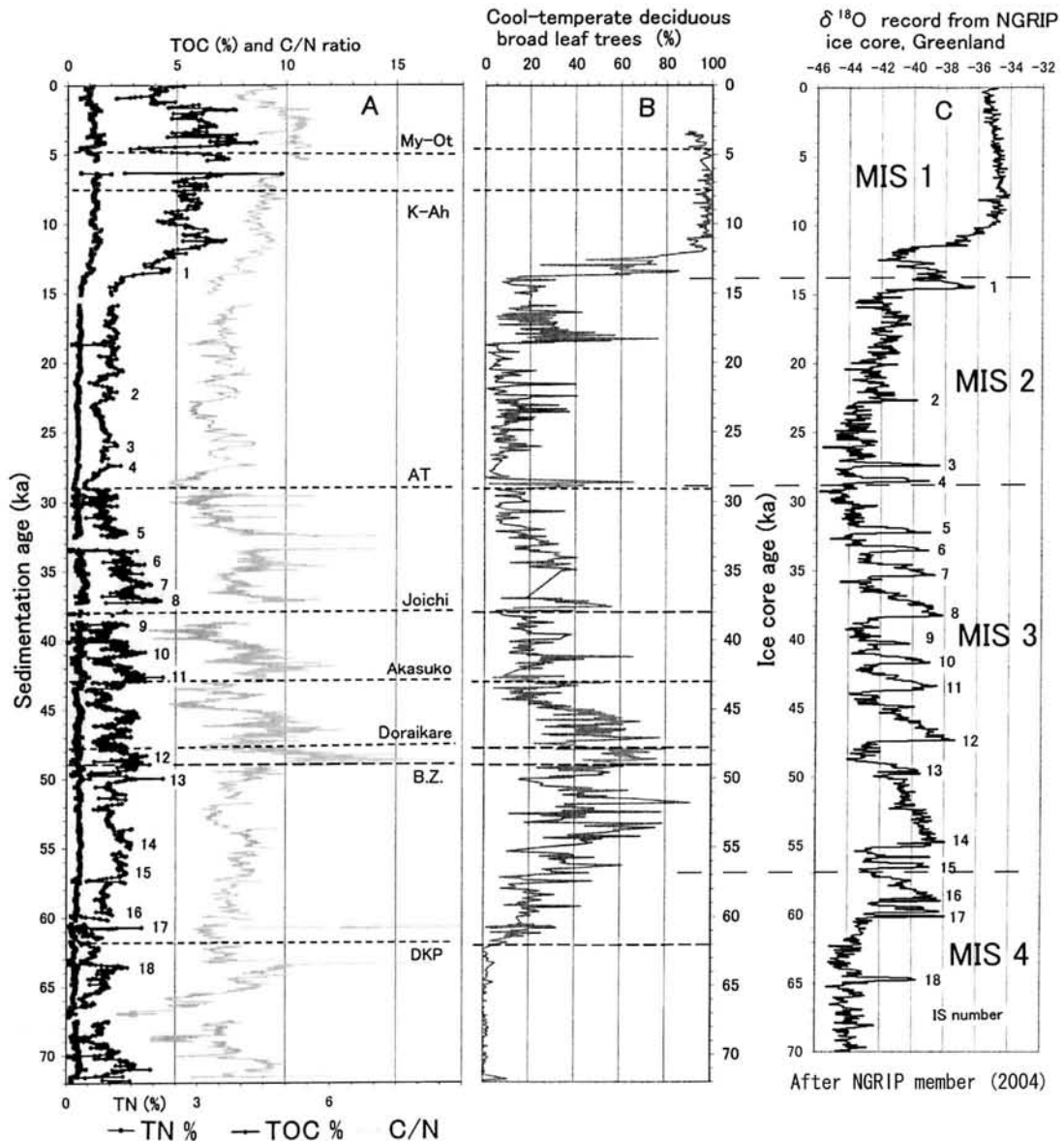
度の層序的変遷を示す。各樹木タクサの比率は樹木花粉総数に対する割合である。なお、右から2列目には樹木花粉と草本花粉、および孢子の比率を、右端のコラムには落葉広葉樹、亜寒帯針葉樹およびスギ属花粉の比率を示した。右端に添えた数字はおおよその年代値である。第3図にはTOC・TNの含有率とともに、落葉広葉樹比率(詳細後述)の経年的な変化を示し、それらとグリーンランド氷床の酸素同位体比との比較も示してある。

### 落葉広葉樹比率の変動

花粉分析結果の詳細は別に報告する予定であり、こ

では気温の解析に重きを置くので、樹木花粉のなかでも冷温帯を代表する落葉広葉樹(コナラ亜属(*Lepidobalanus*)、ブナ属(*Fagus*)、クルミ-サワグルミ属(*Juglans-Pterocarya*)、ニレーケヤキ属(*Ulmus-Zelkova*)、クマシデ属(*Carpinus*))と亜寒帯性針葉樹(マツ属単維管束亜属(*Haploxyylon*)、モミ属(*Abies*)、トウヒ属(*Picea*)、ツガ属(*Tsuga*)およびカラマツ属(*Larix*))の総和に対する落葉広葉樹の比率に注目して(第3図B)、経年的な特徴を述べる。

7.2~7.0万年前にはスギ属が多いという特徴がある。7.0~6.2万年前は落葉広葉樹の比率が10%以下と極端に



第3図 野尻湖堆積物中のTOC, TN, C/N比(A)および花粉組成(B)の経年的変動とグリーンランド氷床の酸素同位体比カーブ(C)との対比

A. 野尻湖堆積物中のTOC, TNおよびC/N比。テフラ層は分析から除外。B. 野尻湖堆積物における冷温帯性の落葉広葉樹(コナラ亜属、ブナ属、クルミ-サワグルミ属、ニレーケヤキ属およびクマシデ属の和)と亜寒帯針葉樹(マツ属単維管束亜属、モミ属、トウヒ属、ツガ属およびカラマツ属の和)との総和に対する冷温帯性落葉広葉樹の比率。海洋酸素同位体ステージ(MIS)の境界年代はLR04(Lisiecki and Raymo 2005)に従った。C. グリーンランド氷床コア(NGRIP)の酸素同位体比変動(North Greenland Ice Core Project members, 2004)。IS番号はDansgaard et al. (1993)の亜氷期に対応させたもの。公文・田原(印刷中)より修正して引用。

少ない比率を示し、特異である。亜寒帯針葉樹の中でもモミ属やトウヒ属が多く、マツ属単維管束亜属（ゴヨウマツ類）が卓越するという特徴を持つことからみて、寒冷化とともに乾燥化が進行して、ハイマツやチョウセンゴヨウなどを主とする森林であったものと推定される。約6.2万年前からは、大きな増減を伴いながらも、落葉広葉樹の比率は徐々に増加し、5.5万年前から4.5万年前ではしばしば50%を越えるまでになる。湿潤を好むブナ属の増加もあるので、温暖化とともに降水量の増加があったことも示唆される。その後は全体として徐々に比率が低下し、2.9万年前には10%前後にまで低下する。この落葉広葉樹に替わって増加するのはトウヒ属やモミ属であるので、寒冷化が進行したことがわかる。なお、前述のとおり6.2万年前から2.9万年前までの間では、落葉広葉樹の比率が数百年から2,3千年の周期で頻繁に増減する。これはこの時期に顕著なDansgaard-Oeschger cycle (Dansgaard et al., 1993) の表れと考えられる。

2.9万年前から1.8万年前までは、間欠的に比率が多少高い時期が挟まるものの、全体として落葉広葉樹の比率が10%以下であり、一方では亜寒帯性のトウヒ属やモミ属の比率が高いので、本調査期間の中でもっとも寒冷な時期の一つであったと考えられる。いわゆる最終氷期の最寒冷期に相当する。1.8万年前にはコナラ亜属を主とした落葉広葉樹が短期間に増加するので、この時期から温暖化が始まったと考えられる。いわゆる晩氷期である。千年間ほどで落葉広葉樹の比率は減少するが、20～30%を維持する。この様な再減少は北欧のドリラス期に対応する「寒の戻り」にあたりと考えられる。その後もその比率は増減を繰り返すが、1.4万年ほど前から急激に増加し、1.2万年前以降は95%以上の高率を維持する。この急増の過程に一旦停滞・低下する時期があることが注目される。これは後述するTOC含有量の変動にも認められ、ヤングドリラスと呼ばれる短い寒冷期に対応する可能性が高い。1.2万年前以降は後氷期の温暖期で、現在の野尻湖周辺の潜在自然植生とほぼ一致した花粉組成を示している。

#### 有機炭素含有量の変動

有機炭素 (TOC) 含有量および全窒素 (TN) 含有量は、落葉広葉樹の比率と類似した経年変動を示す (第3図A)。TOCはTNよりも変動を認識しやすいので、ここではTOCに注目して経年的変化の特徴を述べる。なお、C/N比も鋭敏な増減を示すが、実変動量という点を重視してTOCを用いる。TOCは、7.2万年前から7万年前までは2～3%とやや高い値を示すが、7万年前から6.2万年前では1～2%の低い値を示す。ただし、6.4万年前付近に3%を越す小さなピークが認められる。6.2万

年前から2.9万年前まではTOCが3%前後のやや高い値をもち、2%から4%までの範囲で周期的な変動を繰り返すことを特徴とする。この千年前後の周期的な変動は、C/N比にも顕著に認められる。2.9万年前から1.4万年前までは、ごく小さなピークが2,3認められるものの、TOCが2%以下とほぼ安定して低い値を持つ。1.4万年前から1.2万年前にかけては2%から6%への急増が認められ、その途中に小さな落ち込みを持つ。1.2万年前以降は5%を越える高い値を持つが、約4千年前に7%のピークを経た後、徐々に減少している。

## 議論と結論

### 花粉組成が示すMIS 4～1の気候変動

結果の節ですでに述べたように、落葉広葉樹の比率を気温の指標としてみると、7.2～6.2万年前の寒冷で乾燥した時期 (MIS 4)、6.2万年～2.9万年前のやや温暖で変動の大きな時期 (MIS 3)、2.9万年前から1.8万年前までの最寒冷期 (MIS 2前期)、1.8～1.2万年前の晩氷期 (MIS 2後期)、1.2万年前以降の暖かい後氷期 (MIS 1) が区別される。それらは括弧内に示したように海洋酸素同位体比層序のMIS 4から1までの気候の変動にほぼ対応していることがわかる (第2図B)。これまでも野尻湖湖底堆積物についてはTsukada (1966, 1967) による花粉分析があり、晩氷期以降の植生変遷が解明されている。また、野尻湖発掘調査団によって野尻湖西岸の発掘地および周辺の泥炭地において最終氷期後期以降の花粉分析がされている (野尻湖花粉・植物グループ、1980; 野尻湖花粉グループ、1990)。これらの結果は互いに整合的であり、今回の花粉分析の妥当性を裏付けている。

一方、日本における同じ時期の花粉組成の経年的な変化を解明した研究もいずれも類似した寒暖変動を示している (例えば、叶内、1988; 大嶋ほか、1997; Takahara and Kitagawa, 2000; Takahara et al., 2000; Igarashi and Oba, 2006)。しかし、それらの多くでは分析間隔が大きく、今回野尻湖で明らかにしたように1000年以下の時間分解能での詳細な植生変遷およびそれを引き起こした気候変動を解明することはできていない。その中では、鹿島沖の海底堆積物コアを解析したIgarashi and Oba (2006) が、おもに関東地方の植生を反映したと考えられる花粉組成の経年的変化を明らかにしており、その植生変遷は、野尻湖堆積物に見られる植生変遷とほとんど同じである。しかも、鹿島沖コアでは底生有孔虫の酸素同位体比が測定されており (Oba et al., 2006)、海洋酸素同位体比層序と花粉帯との関係が直接に解明されている。その結論は本研究で見積もった海洋

酸素同位体比層序との対応関係 (第3図B・C) を支持している。

### 有機炭素含有量から見た気候変動

TOC含有量のデータは分析の時間間隔が短いので、短周期の変動を良く表すことができる。第3図Aに示したように、TOCなどの変動には数万年といった長期的な変動とともに、数多くの短周期のピークを認定することができる。これらの変動の古気候学的意味についてまず検討する。

Sampei and Matsumoto (2001) は、堆積物に含まれる有機炭素に関する多くの研究例を紹介して、水域内のプランクトン起源ではC/N比は6~9、陸上の高等植物起源では15以上になると指摘している。この基準に従うと、多くの試料においてC/N比が7~9の範囲にある野尻湖の堆積物では、TOCの主体は湖内における生物生産を起源とするものと考えられる。また、湖内生産性は、冬の平均気温を反映し、高い生物生産性は湖底堆積物中のTOC含有率に反映するという木崎湖の事例研究もある (公文ほか、2005)。通常の範囲における水温の高さは、化学反応速度を上げ、生物活動度を高めるので、気温の増加が湖底堆積物中の有機炭素量を増加させるという可能性は高い。実際、野尻湖の事例においても花粉組成が示す寒暖変動と同調してTOC含有率が増減していることはそれを裏付けている。琵琶湖やバイカル湖でも有機炭素量が他の生物指標とともに寒暖変動に応じて増減している事例が知られており (Inouchi et al., 1996; Iwamoto and Inouchi, 2007; Prokopenko et al., 2001)、均質で泥質な湖底堆積物においてはTOCやTN、C/N比はよい古気候指標となるものと考えられる (公文、2003)。

TOCが表す短周期のピークに注目する。それらの長期的変動上での位置と年代を基にして、グリーンランド氷床の酸素同位体比 (NGRIP氷床コア; North Greenland Ice Core Project members, 2004) で再確認されているinterstadial (IS; 亜間氷期) に対応させることができる。第3図AではそれぞれのTOCのピークにIS番号に対応する番号を付して、その対応関係を示した。最大で1000年程度のズレが見られる場合もあるが、年代モデルの誤差内である。また、TOCのピーク14~17番が酸素同位体比のピークほど明瞭に表れてはいないが、その層準におけるテフラの多さが影響して、希釈されている可能性がある。

### 気候変動の要因と影響

前述のように、花粉組成と有機炭素・窒素量の経年的変動が同調しており、それらがLR04曲線 (Lisiecki and Raymo, 2005) が示す海洋酸素同位体比の変動と一致し、

さらにグリーンランドの氷床の酸素同位体比が示す短周期の変動とも対応している。このことは、地球軌道要素の変化に伴う北半球高緯度地方の夏季の日射量変動に支配された長期的・全球的な気候変動はもとより、北大西洋の表層水温の変動に表れるような北半球レベルで発生する短周期の寒暖変動も中緯度地域の日本列島周辺の気候を強く支配していたことを意味している。

これらの気候変動は、花粉組成に表れたような植生の変化を引き起こした原因であり、それに伴って動物相や人類の活動にも大きな影響を与えたはずである。日本列島における最古の旧石器文化の年代が3~4万年前であるとすると (工藤、2008)、彼らの移入はMIS 3の最温暖期 (5.5~4.5万年前) の後で、全体としては寒冷化が徐々に進行する時期である。このような時期に南方から北方へ人の移動があるとは考えにくい。逆に、5.5~4.5万年前の温暖期にアジア大陸の北部や内部へ進出していた人類が、寒冷化の進行とともに、まず低地である沿岸部へ、さらには海岸にそって南へ移動したと考える方が合理的である。この時期の日本列島における旧石器遺物の出現は、寒冷化を引き金とした人類移動の先駆けを示すものかも知れない。その後も寒冷化は進行し、2.9万年前から1.8万年前の最寒冷期を迎える。ATテフラはその下限を画するもので、その上位では細石器文化が次々と入れ替わっていくという (工藤、2008)。このような変遷も、寒冷化に伴って北から南に向かう人類の移動を反映したものと考えられることができる。

### 謝辞

第6回旧石器学会の際のシンポジウム「日本列島の旧石器時代遺跡—その分布・年代・環境—」において講演させていただく機会を得たことが、本報告を書かせていただく契機となった。小野 昭会員をはじめとする同シンポジウム世話人の各位に厚く御礼申し上げる。

### 引用文献

- Dansgaard, W., Johnsen S.J., Clausen, H.B., Dahl-Jensen, D., Gundestrup, N., Hammer, C.U., Hvidberg, C.S., Steffensen, J.P., Sveinbjornsdottir, A.E., Jouzel, J. and Bond, G., 1993, Evidence for general instability of past climate from a 250-kyr ice-core record. *Nature*, 364, 128-220.
- Fairbanks, R.G., Mortlock, R.A., Chiu, T.-C., Cao, L., Kaplan, A., Guilderson, T.P., Fairbanks, T.W., Bloom, A.L., Grootes, P.M. and Nadeau, M.-J., 2005, Radiocarbon calibration curve spanning 0 to 50,000 years BP based on paired  $^{230}\text{Th}/^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$  and  $^{14}\text{C}$  dates on pristine corals. *Quaternary Science Reviews*, 24, 1781-1796.
- Igarashi, Y. and Oba, T., 2006, Fluctuations in the East Asian monsoon over the last 144 ka in the northwest Pacific based on a high-resolution pollen analysis of IMAGES core MD01-2421.

- Quaternary Science Reviews, 25, 1447-1459.
- Inouchi, Y., Yokota, S. and Terashima, S., 1996, Climatic change around Lake Biwa during the past 300,000 years and 2,000 years. In Mikami, T., Matsumoto, E., Ohta, S. and Sweda, T. eds., Proc. 1995 Nagoya IGBP-PAGES/PEP- Symp. 109-114.
- Iwamoto, N, and Inouchi, Y.. 2007, Reconstruction of the millennial-scale variations in the East Asian summer monsoon over the past 300 ka based on the total carbon content of sediment from Lake Biwa, Japan. Environ. Geol., doi:10.1007/s00254-006-0606-5.
- 叶内敦子, 1988, 福島県南部・矢の原湿原堆積物の花粉分析による最終氷期の植生変遷。第四紀研究、27、177-186。
- 工藤雄一郎, 2008, 40～15 kaの石器群の年代と古環境。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、51-54。
- 公文富士夫, 2003, 古気候指標としての湖底堆積物中の有機炭素・窒素含有率の有効性。第四紀研究、42、195-204。
- 公文富士夫・井内美郎, 1990, 野尻湖の湖底ボーリング試料と音波反射層との対比。地質学論集、no.36、167-178。
- 公文富士夫・金丸絹代・田原敬治・角田尚子・山本雅道・林 秀剛、2005、湖底堆積物中の有機炭素含有率と湖水中の生物生産性、および気象要素との関係－長野県、木崎湖における21年間の湖沼観測からの検証－。地質学雑誌、111、599-609。
- 公文富士夫・河合小百合・井内美郎、2003、野尻湖底堆積物中の有機炭素・全窒素含有率および花粉分析に基づく約25,000～6,000年前の気候変動。第四紀研究、42、13-26。
- 公文富士夫・田原敬治、印刷中、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。
- 加 三千宣・吉川周作・井内美郎、2003、琵琶湖湖底堆積物の年間珪藻堆積記録からみた過去14万年間の降水量変動。第四紀研究、42、305-319。
- Lisiecki, L.E. and Raymo, M.E, 2005, A Pliocene-Pleistocene stack of 57 globally distributed benthic  $\delta^{18}\text{O}$  records. Paleoceanography, 20, PA1003, doi:10.1029/2004PA001071.
- 町田 洋・新井房夫、2003、新編 火山灰アトラス。東大出版会、336p。
- 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。
- 野尻湖花粉グループ、1990、貫ノ木層および下部野尻湖層の花粉化石群集と上部野尻湖層IIIアジシオ火山灰堆積期以後の古環境変遷。地団研専報、no.37、61-76。
- 野尻湖花粉グループ・野尻湖植物グループ、1980、野尻湖層の花粉化石と植物遺体。地質学論集、no.19、101-130。
- 野尻湖地質グループ音波探査サブグループ、1987、音波探査による野尻湖底堆積物の層序と形成史。地団研専報、no.32、23-36。
- North Greenland Ice Core Project members, 2004, High-resolution record of Northern Hemisphere climate extending into the last interglacial period. Nature, 431, 147-151.
- Oba, T., Irino, T., Yamamoto, M., Murayama, M. Takamura, A. and Aoki, K., 2006, Paleooceanographic change off central Japan since the last 144,000 years based on high-resolution oxygen and carbon isotope records. Global and Planetary Change, 53, 5-20.
- 大場忠道・村山雅史・松本英二・中村俊夫、1995、日本海隠岐堆積物の加速器質量分析(AMS)法による $^{14}\text{C}$ 年代。第四紀研究、34、289-296。
- 大嶋秀明・徳永重元・下川浩一・水野清秀・山崎晴雄、1997、長野県諏訪湖湖底堆積物の花粉化石群集とその対比。第四紀研究、36、165-182。
- Prokopenko, A.A. Williams, D.F., Karabanov, E.B., and Khursevich, G. K., 2001, Continental response to Heinrich events and Bond cycles in sedimentary record of Lake Baikal, Siberia. Global and Planetary Change, 28, 217-226.
- Sampei, K. and Matsumoto, E., 2001, C/N ratios in a sediment core from Nakaumi Lagoon, southwest Japan - usefulness as an organic source indicator -. Geochem. Jour., 35, 189-205.
- 沢田 健・有田陽子・中村俊夫・秋山雅彦・亀井節夫・中井信之、1992、加速器質量分析計を用いた $^{14}\text{C}$ 年代測定による野尻湖層の編年。地球科学、46、133-142。
- Takahara, H. and Kitagawa, H., 2000, Vegetation and climate history since the last interglacial in Kurota Lowland, western Japan. Palaeogeog. Palaeocli. Palaeoecology, 155, 123-134.
- Takahara, H., Uemura, Y. and Danhara, T., 2000, The vegetation and climate history during the early and mid Last Glacial period in Kamiyoshi basin, Kyoto, Japan. Japanese Jour. Palynology, 46, 133-146.
- Tsukada, M., 1966, Late postglacial absolute pollen diagram in Lake Nojiri. Bot. Maga. Tokyo, 79, 179-184.
- Tsukada, M., 1967, Vegetation and climate around 10,000 B.P. in central Japan. Amer. Jour. Sciences, 265, 562-585.

公文富士夫

【所属：信州大学理学部物質循環学科】

【連絡先(所属)：〒390-8621 松本市旭3-1-1  
信州大学理学部物質循環学科】

河合小百合

【所属：信州大学山岳科学総合研究所】

【連絡先(所属)：〒390-8621 松本市旭3-1-1  
信州大学山岳科学総合研究所】

井内美郎

【所属：早稲田大学人間科学部人間環境学科】

【連絡先(所属)：〒359-1192 所沢市三ヶ島2-579-15  
早稲田大学人間科学部人間環境学科】

【受付：2009年1月5日 受理：2009年3月12日】

## High-resolution reconstruction of paleoclimate during the last 72 ka on the basis of the drilled sediments from Lake Nojiri, central Japan

Fujio Kumon, Sayuri Kawai and Yoshio Inouchi

Paleoclimate during the last 72 ka has been reconstructed in detail, based on the pollen and total organic carbon analyses on the drilled sediment core from Lake Nojiri, central Japan. The climate from 72 to 62 ka (MIS 4) was cold and dry with predominance of *Pinus* (*Hapoxylon*) and *Picea*. During 62 to 29 ka (MIS 3), deciduous broad-leaved trees were dominant, indicating a relatively warm period. AT tephra marks well the end of this term. Relatively warmest timing is around 55 to 45 ka, and quasi-periodic repeats of abrupt warming and cooling identified may correspond with the Dansgaard-Oeschger cycle. The climate in 29 to 18 ka (early MIS 2) was coldest, the Last Glacial Maximum, and was characterized by dominance of subarctic conifers such as *Picea* and *Abies*. A slight warming started around 18 ka, followed by some cooling phases. This is the deglaciation time of the Last Glacial age (late MIS 2). It became warm to the present level abruptly at 12 ka, and stable warm climate have continued during the last 12 ka (MIS 1), associated with a small fluctuations.

Key words : Lake Nojiri, last glacial age, climate change, pollen composition, organic carbon content, Upper Paleolithic