

(原著論文)

福井県蛇ヶ上池湿原における 過去 14000 年間の環境変遷

宮本 真二¹⁾・安田 喜憲²⁾・北川 浩之³⁾・竹村 恵二⁴⁾

¹⁾ 滋賀県立琵琶湖博物館研究部応用地域研究系 (地学研究室) 〒525-0001 草津市下物町 1091

²⁾ 国際日本文化研究センター 〒610-1192 京都市西京区御陵大枝山町 3-2

³⁾ 名古屋大学大気水圏科学研究所 〒464-8601 名古屋市千種区不老町

⁴⁾ 京都大学大学院理学研究科地球惑星科学専攻 〒606-8502 京都市左京区北白川追分町

(1999年3月12日 受付, 1999年5月31日 受理)

Paleoenvironmental Changes in the Jakagamiike Moor, Fukui Prefecture,
Central Japan, during the Past 14000 years

Shinji MIYAMOTO¹⁾, Yoshinori YASUDA²⁾, Hiroyuki KITAGAWA³⁾
and Keiji TAKEMURA⁴⁾

¹⁾ *Laboratory of Geology, Applied Research Section, Lake Biwa Museum,
Oroshimo-cho 1091, Kusatsu, Shiga, 525-0001 Japan*

²⁾ *International Research Center for Japanese Studies,
Oheyama-cho 3-2, Goryou, Nishikyo-ku, Kyoto, 610-1192 Japan*

³⁾ *Institute for Hydrospheric Atmospheric Sciences, Nagoya University,
Furo-cho, Chikusa-ku, Nagoya, 464-8601 Japan*

⁴⁾ *Division of Earth and Planetary Science, Graduate School of Science, Kyoto University
Oiwake-cho, Kitashirakawa, Sakyo-ku, Kyoto, 606-8502 Japan*

Pollen and geochemical analyses were conducted on moor sediments taken from the Jakagamiike Moor (35°56' N, 136°41' E, 600m a.s.l.), Fukui Prefecture, Central Japan. Three measurements of radiocarbon datings indicate that the 4.7m core from the Jakagamiike Moor covers the last 14000 years. We detected two layers of key tephra; U-Oki tephra (9300 y B.P.) at a depth of 3.0m, and K-Ah tephra (6300 y B.P.) from the depth of 1.3m. Pollen analysis revealed the history of beech forests in this area. The development of the beech forest began at ca. 13000 y B.P., suggesting the increase of snowfall in the Japan Sea side. Geochemical analysis revealed the change of organic carbon contents. The increase in organic carbon reflected the expansion of beech and deciduous broad-leaved forest and the autumnal leaf fall which produced a large amount of litter. The increase of *Castanea crenata* during ca. 9300-8000 y B.P., is believed to be due to human activities in the early Jomon period.

Key words : Jakagamiike Moor, pollen analysis, C/N ratio, Late Glacial, *Fagus* forests

はじめに

日本海側における晩氷期以降のブナ林の拡大と気候の湿潤化は、Tsukada⁽¹⁾や安田⁽²⁾などの各地の花粉分析地点の対比・検討によって指摘されている。しかし、堆積物中の有機物量の変化とブナ林の拡大との関連についてはほとんど明らかになっていない。いわゆる泥炭集積過程、すなわち有機質植物遺体が泥炭層として保存される過程⁽³⁾と植生変遷との関連を解明する上で、湿原堆積物中の花粉化石群集と有機物量は、有益な情報を提供するものとみられる。

そこで本研究では、福井県大野郡和泉村、蛇ヶ上池(じゃかがみいけ)湿原より採取した堆積物試料について、火山灰層の同定および¹⁴C年代測定により年代

決定を行い、花粉分析とC/N比測定から、晩氷期以降の蛇ヶ上池湿原周辺の植生変遷と気候変動について考察した。さらに、クリ林の人為的影響についても各地の事例との比較から若干の考察を加えた。

試料採取地点の概観

福井県蛇ヶ上池湿原(35°56'N, 136°41'E)は、大野盆地西部の石徹白川(いとしらかわ)の支流域に位置し、標高約1000m~1200mの山地に囲まれた緩斜面上に形成されている(Fig. 1)。湿原の標高は600mで、面積は約7500m²である。1978年に湿原中央部において試料採取を行ったが、現在ではスキー場が造成されたため当時の状況を留めていない。

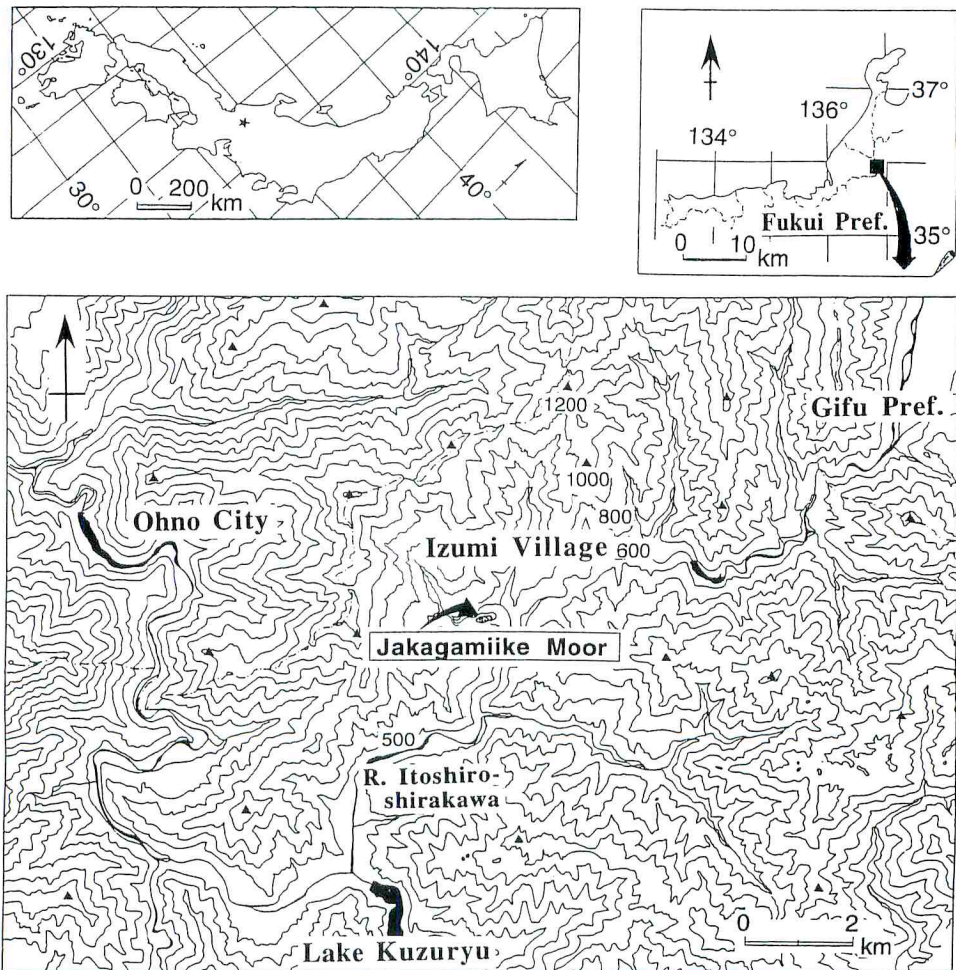


Fig. 1. Locality of the Jakagamiike Moor, and the sampling point.

湿原周辺の現植生について、福井県自然環境保全調査研究会⁽⁴⁾が詳しく報告しているの、以下にはその概略を述べる。

蛇ヶ上池湿原周辺は、森林帯としては、夏緑広葉樹林帯に位置している。湿原下部の標高 500m の谷筋では、トチノキ、サワグルミ、カツラ、ヤマハンノキなどが優占する。それ以上、標高約 700m までは、ミズナラ、クリ、コナラが優勢となる。標高約 700m 以上で、ブナが出現しはじめ、標高約 800m 付近からは、高木層をブナが占め、林相もブナ林へ移行する。標高 1000m 以上からは、ダケカンバが優占する。

ここでは、福井県自然環境保全調査研究会⁽⁴⁾が報告した蛇ヶ上池湿原下部の標高 500m と、上部の標高 800m の各林分の高木層 (B₁ 層) と亜高木層 (B₂ 層) の組成を示す。

標高 800m の林分の組成。B₁ 層：ブナ、ミズナラ、イタヤカエデ、B₂ 層：ムシカリ、マルバマンサク、オオバクロモジ、ヤマウルシ、リョウブ。

標高 500m の谷筋の林分の組成。B₁ 層：トチノキ、ホウノキ、ヤマザクラ、B₂ 層：トチノキ、ヤマモミジ、ヤマザクラ、ウワミズザクラ。

蛇ヶ上池湿原の位置する福井県北部は、冬季季節風の影響を受けて多雪で、冬季の湿度が高い典型的な北陸型を示す⁽⁵⁾。蛇ヶ上池湿原の南南西約 5 km の九頭竜湖で観測された 1991 年の年降水量は 3032mm、最大積雪深は 2 月の 267cm であり、年平均気温は蛇ヶ上池湿原の北西約 12km の大野市で、17.6°C である⁽⁶⁾。

方 法

堆積物採取には、リビングストーン式コア・サンプラーを用いた。今回採取した層厚 4.7m の堆積物試料について以下の分析・測定を実施した。

なお、深度 4.7m 以深の堆積物は採取できなかった。

1. 花粉分析

10cm 間隔の柱状試料から 47 サンプルを分析に供

した。堆積物試料中からの花粉・孢子化石の濃集は、計量スプーン (1 cc) による湿潤試料の計量の後、KOH 処理 - 水洗 - 比重分離 - 水洗 - 酢酸処理 - アセトリシス処理 - 酢酸処理 - 水洗の順に行い、封入した。処理試料に 50% グリセリン溶液を 1 ml 加えた後、マイクロピペットで 0.25ml を定量採取し、カバーガラス下に封入した。検鏡は光学顕微鏡 (Nikon Bio-phot) を用い、通常 400 倍で樹木花粉が 500 個に達するまで行った。花粉ダイアグラムにおける各分類群の産出率は、*Alnus* (ハンノキ属) を除いた樹木花粉の総数を基数として百分率で示した。

2. C/N 比測定

湿潤試料から酸処理 (1N, HCl) で無機態の炭素を除去した後乾燥させ、CN コーダ (柳本 MT-700 型) を用い、有機炭素含有量 (org. C) と、有機窒素含有量 (org. N) を定量し、C/N 比 (重量比) を算出した。

3. ¹⁴C 年代測定

花粉分析の結果、産出率の著しく変化する 3 層準 (深度 0.3m, 2.4m, 4.4m) について ¹⁴C 年代測定を行った。測定法は以下のとおりである。堆積物試料の酸処理を山田・小橋川⁽⁷⁾と Yamada and Kobashigawa⁽⁸⁾の方法に従って行った後、メチルアルコールを合成した。これについて、LKB-Wallac 社製の Quantulus 1220 型低バックグラウンド液体シンチレーションスペクトルメーターによって ¹⁴C 濃度を測定した。

4. 火山灰分析

肉眼観察で認められた 2 層準の火山灰層試料について、横山ほか⁽⁹⁾による温度変化型屈折率測定装置 (RIMS 86; 京都フィッシュントラック社製) を用いて、それぞれ 30 個体の火山ガラスの屈折率を測定した。

結 果

1. 層序と編年

堆積物は、下位から深度 4.7m ~ 4.2m が粘土質泥

Table 1. Radiocarbon dates obtained from the Jakagamiike Moor

Depth (m)	Material dated	Uncalibrated age (y B.P.)	Laboratory number*
0.3	Peat	2410 ± 97	JAS - 27
2.4	Clayey peat	8810 ± 170	JAS - 28
4.4	Clayey peat	13570 ± 200	JAS - 29

*JAS: International Research Center for Japanese Studies.

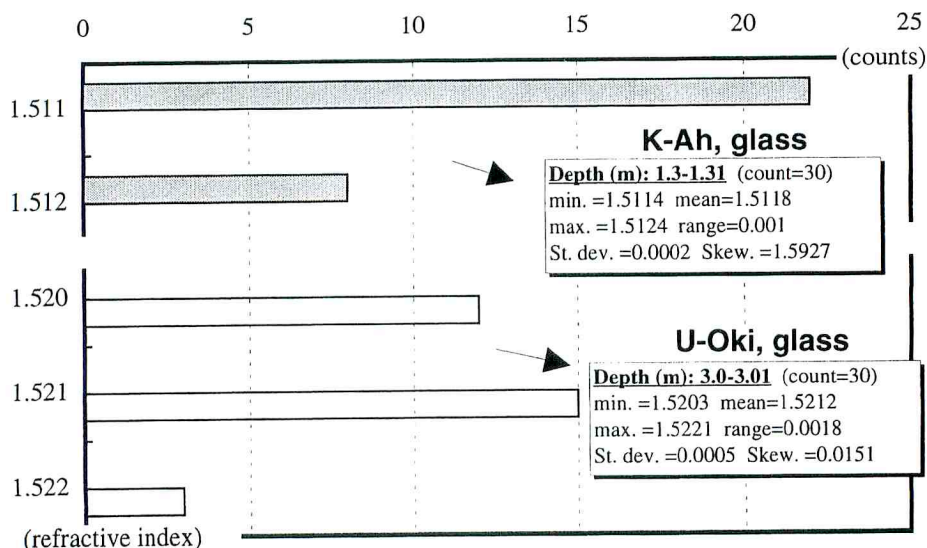


Fig. 2. Refractive indices and their frequent distribution of volcanic glass shards from the Jakagamiike Moor.

炭, 4.2m ~ 3.4m が有機質粘土, 3.4m ~ 2.8m が泥炭, 2.8m ~ 1.3m が粘土質泥炭, 1.3m 以浅が泥炭であった。

3層準の¹⁴C年代測定結果は, Table 1で示したように, 深度0.3mが2410 ± 97 y B.P., 深度2.4mが8810 ± 170 y B.P., 深度4.4mが13570 ± 200 y B.P.であった。

火山灰は深度1.3mと3.0mの2層準から見出された。上位の火山灰層の層厚は1cmで乳白色を呈し, 下位の淡黄褐色を呈す火山灰層の層厚は2cmであった。両層準の火山灰は, 火山ガラスが主要な構成鉱物であった。上位の火山ガラスの屈折率は, 1.511 ~ 1.512の範囲にあり, 平均1.512で, 下位の火山灰層の火山ガラスの屈折率は, 1.520 ~ 1.522の範囲にあり, 平均1.5212であった (Fig. 2)。これらの測定結果から, 上位の火山灰は鬼界 - アカホヤ火山灰 (K-Ah)⁽¹⁰⁾, 下位の火山灰は鬱陵 - 隠岐火山灰 (U-Oki)⁽¹¹⁾, と認定される。両火山灰の噴出年代は, K-Ah火山灰が約6300 y B.P.⁽¹⁰⁾で, U-Oki火山灰は約9300 y B.P.⁽¹¹⁾と報告されており, ここではこれらの年代値を適用した。

以上3点の¹⁴C年代と2層準の指標火山灰層から, 堆積速度を求めた。その結果, それぞれ深度0.3m ~

1.3mが0.26mm/年で, 1.3m ~ 2.4mが0.44mm/年, 2.4m ~ 3mが0.12mm/年, 3m ~ 4.4mが0.31mm/年であった。これらの平均堆積速度は, 0.28mm/年であった (Fig. 3)。

2. 花粉組成

主要な樹木花粉の産出率の変化をもとに5つの局地花粉帯⁽¹²⁾を設定した (Fig. 4, 5)。下位からJGM (Jakagamiike Moor) 5帯 ~ 1帯とした。以下には各局地花粉帯 (以下JGMは略す) ごとに, 特徴的な花粉組成を記載する。

1) JGM - 5帯

5帯は *Betula* (カバノキ属) の高い産出率で特徴づけられる。 *Betula* の産出率は最高で83%に達する。 *Abies* (モミ属), *Pinus* subgen. *Haploxyylon* (マツ属単維管束亜属) などの針葉樹花粉が3%前後の産出率を示す。本帯上部では, この亜寒帯性針葉樹花粉が低い産出率を示し, 最上部では *Betula* の産出率の低下が認められる。

草本花粉の産出率は, *Artemisia* (ヨモギ属) が下部から5%前後で産出し, その他の草本花粉は1%以下の低産出率を示す。

2) JGM - 4帯

4帯は *Betula* の産出率が急激に低下し, 逆に *Fa-*

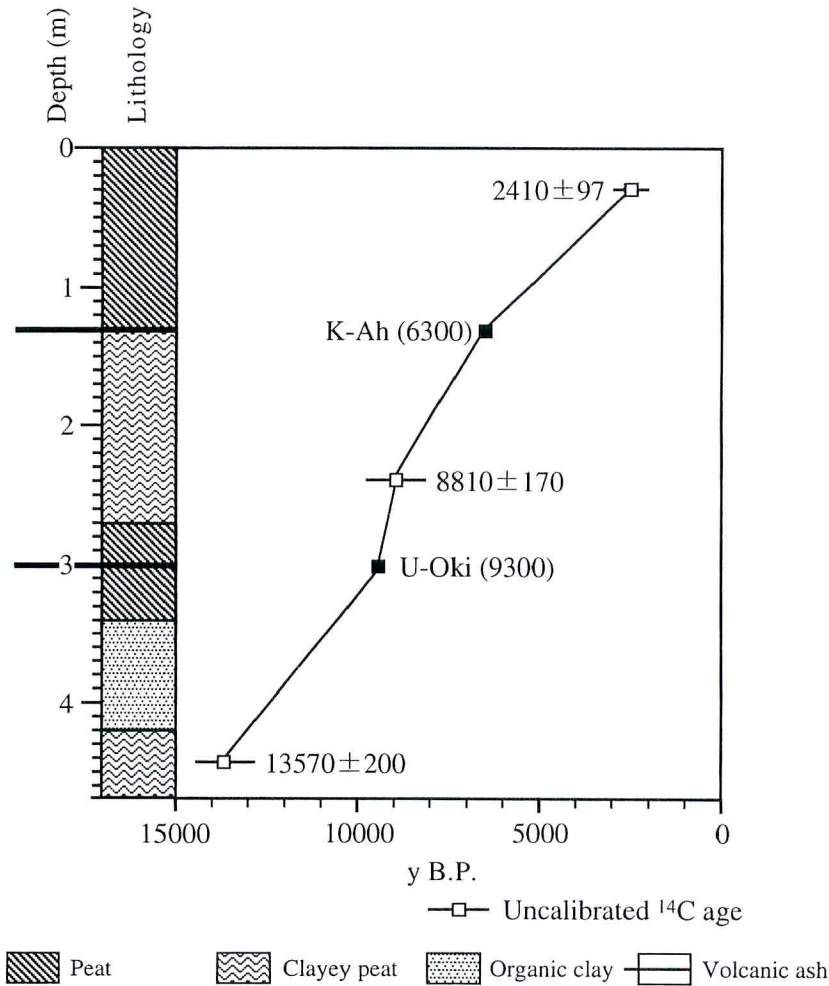


Fig. 3. Age-depth relationship of a core from the Jakagamiike Moor.

gus (ブナ属) および *Lepidobalanus* (コナラ亜属) の産出率が急増することによって特徴づけられる。*Fagus* と *Lepidobalanus* の産出率は、それぞれ約 50% を示し、5 帯において高い産出率を示した *Betula* は 10% まで低下する。*Pterocarya* (サワグルミ属)、*Carpinus* (クマシデ属)、*Araliaceae* (ウコギ科) の産出率増加が認められる。*Pterocarya* の産出率は 3% 前後を示す。*Carpinus* は 9% 前後を示し、上部において 15% まで増加する。その他に *Alnus*、*Ulmus* の産出率が 5% 以下の範囲で産出する。

草本花粉は *Artemisia* が下部において、3% を、Gramineae (イネ科) が下部において 30% 前後の産出率を示すのが特徴的である。

3) JGM-3 帯

3 帯は 4 帯の下部から産出し始めた *Castanea* (クリ属) の産出率が急増することで特徴づけられる。*Castanea* は本帯中部において 34% に達し、それ以降低下し、最上部では、15% にまで低下する。*Fagus* の産出率は本帯下部において 20% 前後の産出率を示すが、上部では急激に増加し、最上部で約 60% を示

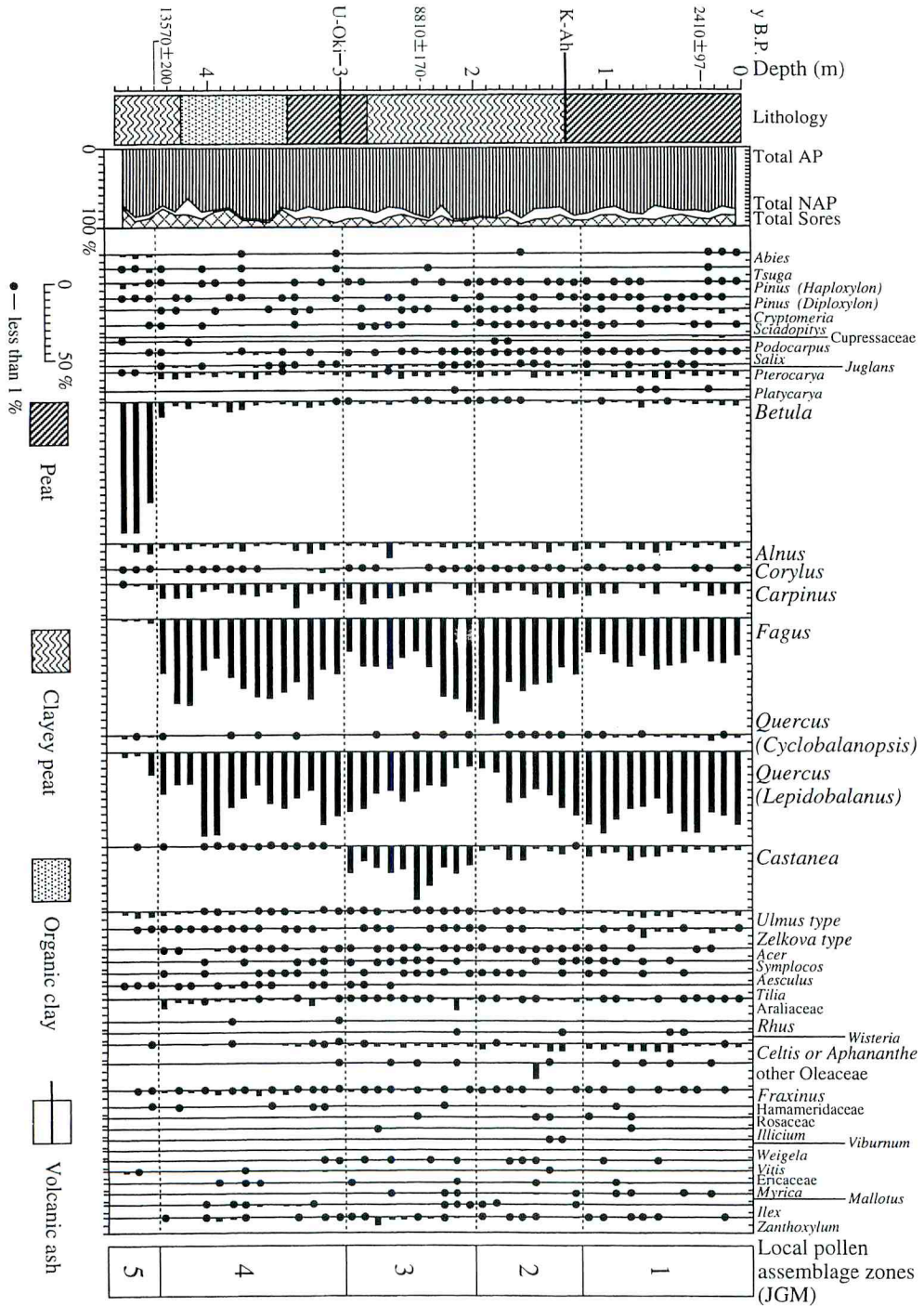


Fig. 4. Arboreal pollen diagram of the sediment from the Jakagamiike Moor. The percentage values for each taxon are based on the arboreal pollen grains except *Alnus*.

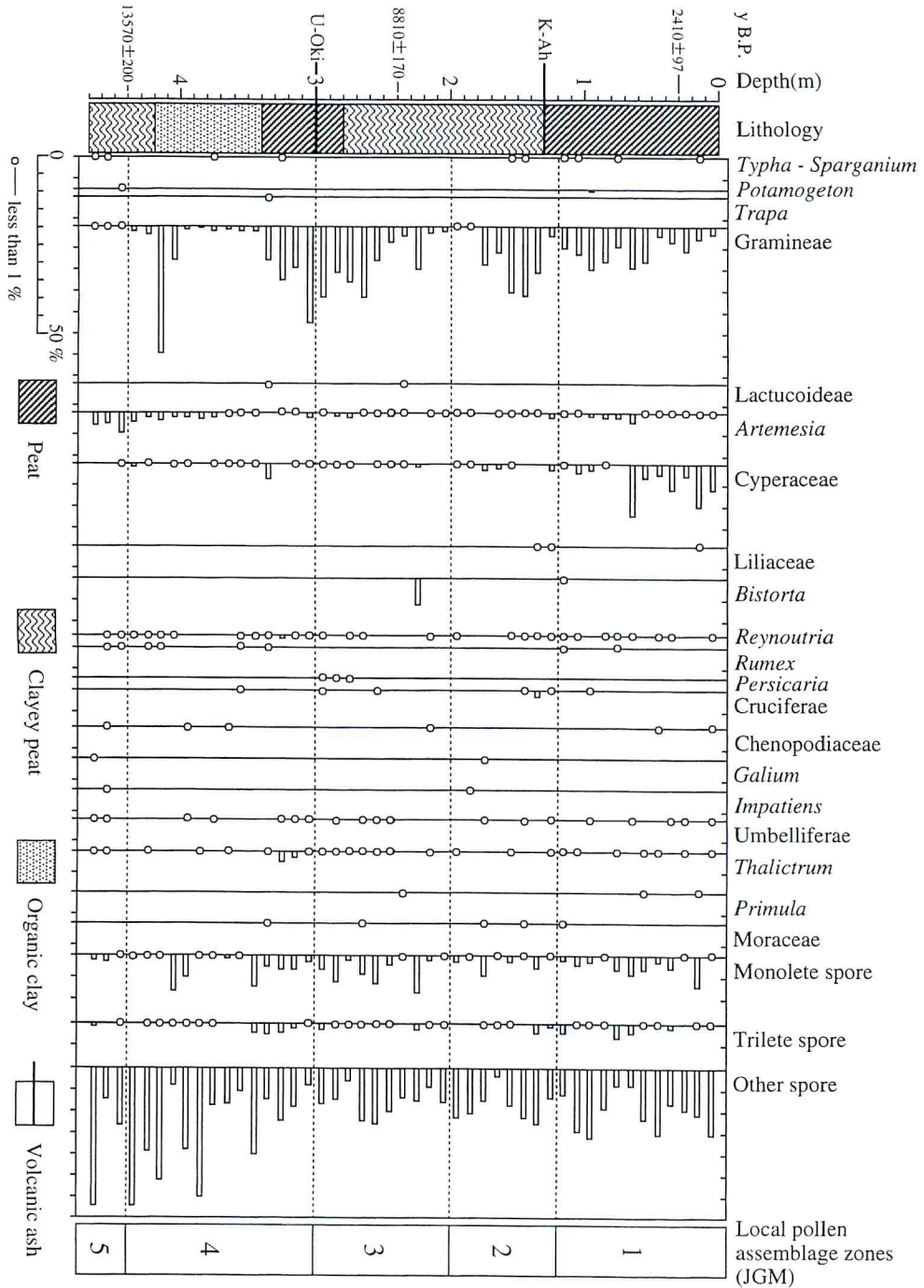


Fig. 5. Nonarboreal pollen and spore diagram of the sediment from the Jakagamiike Moor. The percentage values for each taxon are based on the arboreal pollen grains except *Alnus*.

す。3帯の始まりにおいて約40%の産出率を示していた *Lepidobalanus* は、下部から上部にかけて低下傾向を示し、最上部においては10%を示す。

深度3mの3帯下部のU-Okii火山灰層直上において、*Fagus*の産出率が20%程度低下し、逆に *Castanea*の産出率が増加する。

草本花粉では、Gramineaeが4帯下部で最高産出率を示した後減少していたが、4帯最上部で再び増加しはじめ、本帯下部では22%に達し、それ以降低下し始める。

4) JGM-2帯

2帯は *Castanea*の産出率が10%前後まで低下することで特徴づけられる。*Fagus*は2帯下部において67%の高い産出率を示す。それ以降上部にかけて低下し、増減を繰り返しながら、最上部において30%前後にまで低下する。*Lepidobalanus*と *Fagus*の産出率の変化は、互いに相反する傾向を示す。本帯下部において、20%前後にまで低下していた *Lepidobalanus*の産出率は、最上部では50%まで増加する。

草本花粉は、中部でGramineaeの産出率が30%前後を示すのが特徴的である。

5) JGM-1帯

30%前後にまで産出率が低下していた *Fagus*は、本帯を通じてわずかに変動し、40%前後で安定している。2帯から増加傾向を示していた *Lepidobalanus*は、50%前後の高い産出率を示す。

草本花粉では、Cyperaceae(カヤツリグサ科)が本帯中部から10%前後の産出率を示すのが特徴的である。

3. C/N比測定

Fig. 6に示すように、全層準における有機炭素含有量は、下部から中部にかけて増加傾向を示し、中部において大きな変動を繰り返した後、上部にかけて減少し、再び最上部にかけて増加傾向に転じる。

5帯では、10%前後であるのに対して、4帯上部では、約34%を示した後、4帯最上部では、10%以下にまで減少する。3帯最下部では、約30%を示した後、10%前後に減少し、中部では30%を示す。その後、上部にかけて10%前後で減少した後、2帯最下部で約36%を示し、再び減少傾向に転じる。2帯上部から1帯中部では約10~15%の間で変動を繰り返した後、1帯上部から増加傾向に転じ、約35%~40%を示す。

全層準におけるC/N比は、10~30の中で変動し3帯の下部深度2.95mでは29を、また、1帯の上部

の深度25cmでは30と高い値を示すのが特徴的である。

5帯の最下部では、22を示した後、16まで減少する。4帯では、中部にかけて16前後を示した後、深度3.95mで一時的に19まで増加する。その後、16まで一時的に減少し、上部にかけて増加し、20前後を示す。最上部にかけては、再度11にまで減少する。3帯最下部では、30を示した後、15前後にまで急激に減少し、中部から上部にかけて18~19の間で増加する。2帯では最下部で一時的に23を示した後、19まで減少し、その後21まで増加し、上部にかけて再び17まで減少する。2帯最上部で16まで減少した後、1帯中部にかけて増加し、20を示す。その後、16まで減少した後、上部で30まで増加し、再度最上部で20まで減少する。

考 察

これまで湿原堆積物についてのC/N比測定が実施された地点は少ないが、愛知県大野原湿原で採取された泥炭質堆積物については、C/N比、フェノール性化合物、バリン酸/バリン比の測定が行なわれている⁽¹³⁾。その考察によれば、相対的なC/N比の増大は、泥炭中の蛋白態等の窒素成分が堆積年代の経過に伴って無機化し系外へ失われたことを示し、C/N比の減少は、湿原の水位が高く、嫌気的な条件下で湿原が形成されたことを指摘した。

一方、蛇ヶ池湿原の全層準におけるC/N比の変動では、深度2.95mを除いて、深度3.24m~2.56mまでの減少は、筒木ほか⁽¹³⁾の指摘から、湿原が嫌気的な環境下にあったものと考えられる。

以下にはこれらの各種分析や測定結果に基づき晩水期以降の環境変遷について考察した。各局地花粉帯の年代には、¹⁴C年代測定と指標火山灰から求めた堆積速度の値から内挿および外挿した年代値を用いた。それらの局地花粉帯の年代は、5帯:約14000~13000年前、4帯:約13000~9300年前、3帯:約9300~8000年前、2帯:約8000~6000年前、1帯:約6000~2000年前である。

1. 約14000年前以降の植生変遷と気候変動

1) ダケカンバ林の拡大

約14000~13000年前と考えられる5帯の時代の植生は *Betula*が優占したものと考えられる。*Betula*の母樹は、蛇ヶ池湿原周辺山地の1000m以上はダケカンバが優占するという現生植生の分布からみて、

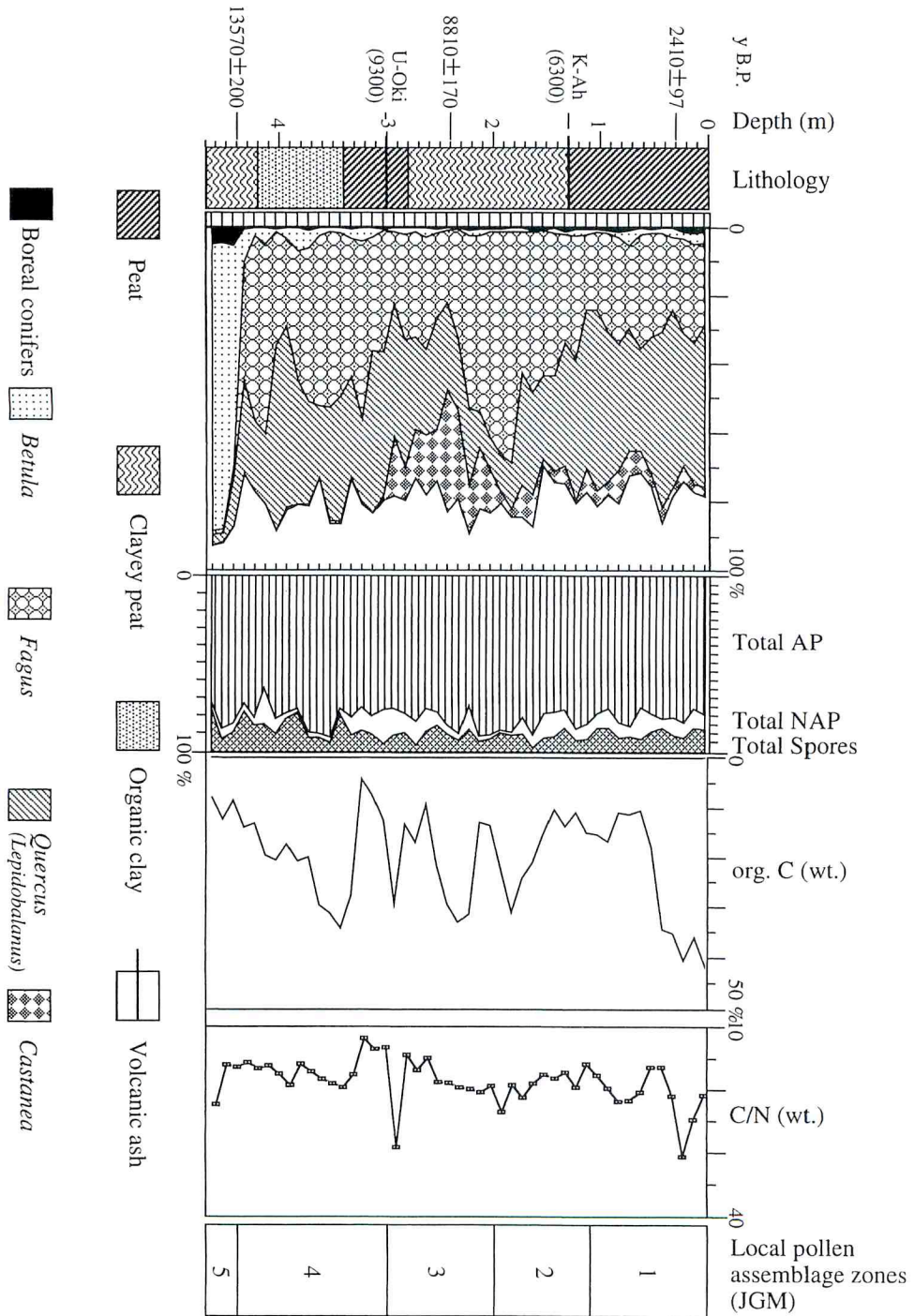


Fig. 6. The changes of the major arboreal pollen, organic carbon and C / N ratio of the sediment from the Jakagamiike Moor.

Betula ermani (ダケカンバ) であると考えられる。当湿原は標高 600m に位置しており、安田⁽¹⁴⁾ が約 13000 年前以降の日本海側のブナの拡大期において、標高 500m 以上の地域ではその移行期にカバノキ属が優占する植生が出現したとする指摘と調和的である。

ダケカンバは亜高山帯の崩壊地には先駆的に出現して、樹齢がほぼそろった一斉林を形成することが指摘されている⁽¹⁵⁾ ことから、この時代は、気候の温暖・湿潤化に伴う亜寒帯性針葉樹の後退後、先駆的にダケカンバの分布域が拡大したものと考えられる。

この時代の有機炭素含有量は 10% と低く、湿原における有機物の生成は少なかつたものと考えられる (Fig. 6)。

2) ブナ林の拡大と多雪化

約 13000 ~ 9300 年前の 4 帯の時代になると、*Lepidobalanus* や *Fagus* などの落葉広葉樹が拡大していたものと考えられる。*Fagus* の母樹は、現在当湿原周辺で分布する *Fagus crenata* (ブナ) であるとみなされる。この拡大開始期は、¹⁴C 年代から、約 1.3 万年前頃である。このブナの拡大開始期を近畿北部および北陸地域の花粉分析結果と対比してみると、兵庫県大沼湿原⁽¹⁶⁾ では約 1.2 万年前から、三方低地の鳥浜貝塚⁽¹⁷⁾ では約 1.2 ~ 1.15 万年前、同じ三方低地の岩屋⁽¹⁸⁾ では約 1.2 万年前からブナが増加している。

このように、近畿 ~ 北陸の日本海側地域においては、約 1.3 ~ 1.15 万年前にかけてブナの拡大開始期が認められている。

約 1.3 万年前という蛇ヶ池湿原の花粉分析から得られたブナの拡大開始期は、尾瀬ヶ原の花粉分析結果から指摘された多雪化の開始期^(19, 20) に年代的に対比される。

ブナの生育について、檜村⁽²¹⁾ は圃場植栽の観察に基づき、ブナはミズナラに比べ春先の萌芽後の低温に弱く、春先に積雪が少なく積雪による萌芽の保護が弱い場合には成林しないことを指摘している。このことから、この湿原堆積物に記録されたブナの拡大は、気候の温暖・湿潤化、とくに冬季積雪量の増加を示しているものと考えられる。

2. 完新世の落葉広葉樹林の変遷と環境変遷

1) クリの拡大とその意義

約 9300 ~ 8000 年前の 3 帯では、クリの増加が認められる。ここでは、以下の理由により、この原因を人為的な影響に起因するものとする。

クリが人為的な影響を受けていたとする報告は、安田⁽²⁾ が行った富山平野小泉遺跡の縄文時代前期後半

相当層の花粉分析でクリ属が多産したことから、クリの半栽培を指摘したことに始まる。つづいて辻⁽²²⁾ は、関東平野中央部の赤山陣屋跡遺跡の縄文中期相当層からクリとみられるクリ属—シノキ属花粉が多産したことなどから、縄文時代前期の落葉広葉樹林の部分的破壊と、クリの半栽培あるいは栽培があったと述べている。さらに辻⁽²²⁾ は、千野⁽²³⁾ の縄文時代にはクリは食料資源のみならず、建築材や燃料材としても重要だったとの指摘を受けて、縄文時代中期におけるクリの栽培、あるいは半栽培は、関東地方ではかなり普遍的であったとも指摘している。また、清永⁽²⁴⁾ は、相模平野南東部の柏尾川低地の約 4700 ~ 3300 y B.P. 相当層準からクリ属ないし、クリ属とみられるシノキ属—クリ属花粉が多産することから、当時はクリが主要植生構成要素の一つであったと述べている。さらに清永⁽²⁵⁾ は、相模平野西部西部の歌川低地周辺域においても、直接の証拠はないとしながらも、約 5100 ~ 3000 y B.P. 相当層準からクリ属花粉が多産することから、当時はクリが二次林的な林分を形成していた可能性を指摘している。

当湿原の位置する和泉村には、縄文早期の集落遺跡 (遺物散在地) が確認されているのみ⁽²⁶⁾ で、発掘調査による遺物や遺構など考古学からの直接的な証拠はないが、以上のことから、縄文時代早期においてもクリは人為的な影響を受けていた可能性がある。

2) 約 8000 年前以降の環境変遷

約 8000 ~ 6000 年前の 2 帯の時代において、約 7700 年前にブナが最も拡大したものと推定される。また、2 帯の終末にはブナ林が減少したと考えられる。このことは気温上昇と、これまでブナの拡大を促す要因であった積雪量^(19, 20) が減少したことによると考えられる。

1 帯の時代である約 6000 ~ 2000 年前では、ブナが縮小し、コナラ亜属が拡大し始めたものと考えられる。

要 約

本研究の主な結論は以下にまとめられる。

(1) 最終氷期末から完新世の移行期は、先駆的植生としてのダケカンバと考えられるカバノキ属の林が優占し、寒冷で、比較的乾燥した気候環境であったと考えられる。

(2) 本研究地域 of ブナ林の拡大開始期は、約 13000 年前と推定され、それは冬季積雪量の増大・湿潤化に起因するものと考えられた。

(3) クリ林の拡大期は、約 8800 年前の縄文早期に認められた。これについて、人為的な影響を受けていた可能性を指摘した。

(4) ブナ林の分布域が最も拡大した時代は、約 700 年前と考えられた。

[付記]

本稿を作成するにあたり、立正大学教授（東京都立大学名誉教授）の門村 浩先生はじめ、東京都立大学地理学教室の院生諸氏にご教示いただいた。また、火山灰分析の評価に関しては里口保文氏、英文要旨に関してはアンドリュウ・ロスター氏（ともに琵琶湖博物館）にご指導いただいた。

なお、研究経費には文部省科学研究費・重点領域研究「文明と環境－新たな文明のパラダイムを求めて－」、計画研究「気候・植生の変動と文明の盛衰」（研究代表者：安田喜憲、課題番号：A0201）と、滋賀県立琵琶湖博物館総合研究「東アジアの中の琵琶湖、その成立と人間生態系に関する総合研究」（研究代表者：中島経夫）の一部を使用した。

本稿は、第一著者が立命館大学卒業論文に加筆・修正したもので、その骨子は、1993 年度日本地理学会春季学術大会（於：立正大学）で口頭発表した。

引用文献

- (1) Tsukada, M. : Late-Quaternary shift of *Fagus* distribution. *Bot. Mag. Tokyo* 95, 203-217 (1982).
- (2) 安田喜憲：気候変動。加藤晋平・小林達雄・藤本 強編：縄文文化の研究, 1. 雄山閣出版 pp.163-200 (1982).
- (3) 大羽 裕・永塚鎮男：土壌生成分類学。養賢堂 pp.338 (1988).
- (4) 福井県自然環境保全調査研究会：福井県自然環境保全基礎調査報告書。福井県 298pp (1976).
- (5) 文化庁：天然記念物緊急調査一植生図・主要動植物地図, 18, 福井県。国土地理協会 17pp (1976).
- (6) 気象庁：観測所気象年報。気象庁 279pp (1992).
- (7) 山田 治・小橋川 明：液体シンチレーション ^{14}C 年代測定とその結果 (1)。京都産業大学論集 13, 108-137 (1984).
- (8) Yamada, O. and Kobashigawa, A. : KSU Radiocarbon dates. *Radiocarbon* 28, 1077-1101 (1986).
- (9) 横山卓雄・壇原 徹・山下徹：温度変化型屈折率測定装置による火山ガラスの屈折率測定。第四紀研究 25, 21-30 (1986).
- (10) 町田 洋・新井房夫：広域テフラと考古学。第四紀研究 22, 134-148 (1983).
- (11) 町田 洋・新井房夫・李 炳嵩・森脇 広・古田俊夫：韓国鬱陵島火山のテフラ。地学雑誌 93, 1-14 (1984).
- (12) 安田喜憲：最終氷期の寒冷気候について－南部ヨーロッパとの比較。第四紀研究 25, 277-294 (1987).
- (13) 筒木 潔・白石祐介・鍛塚昭三：埋没泥炭土の有機組成。名古屋大学加速器質量分析計業績報告書 II, 18-25 (1991).
- (14) 安田喜憲：世界史のなかの縄文文化。雄山閣出版 pp.298 (1987).
- (15) 奥田重俊編：生育環境別日本野生植物館。小学館 631pp (1997).
- (16) Miyoshi, N. and Yano, N. : Late Pleistocene and Holocene vegetational history of the Ohnuma moor in the Chugoku mountains, Western Japan. *Rev. of Palaeobotany and Palynology* 46, 355-376 (1986).
- (17) 安田喜憲：花粉分析。鳥浜貝塚研究グループ編：鳥浜貝塚－縄文前期を主とする低湿地遺跡の調査－。福井県教育委員会 pp.176-196 (1979).
- (18) Takahara, H. and Takeoka, M. : Vegetation history since the last glacial period in the Mikata lowland, the Sea of Japan area, western Japan. *Ecological Res.* 7, 371-386 (1992).
- (19) 阪口 豊：寒冷地域の気後変化。福田正己・小崎 尚・野上道男編：寒冷地域の自然環境。北海道大学図書出版協会 pp.183-311 (1982).
- (20) Sakaguchi, Y. : Climatic changes in central Japan since 38,400 y BP-viewed from palynological study on Ozegahara deposits. *Bull. Dept. Geogr. Univ. Tokyo* 10, 1-10 (1978).
- (21) 樫村利道：ブナ・ミズナラおよびコナラの春先における耐凍性の消失過程について。吉岡邦二博士追悼植物生態論文集, 仙台 pp. 450-465

- (1978).
- (22) 辻 誠一郎：開析谷の遺跡とそれをとりまく古環境復元：関東平野中央部の川口市赤山陣屋跡遺跡における完新世の古環境. 第四紀研究 27, 331-356 (1989).
- (23) 千野裕道：縄文時代のクリと集落周辺植生—南関東地方を中心に—. 東京都埋蔵文化財センター研究論集 II, 25-42 (1983).
- (24) 清永丈太：横浜市南西部，柏尾川低地で得られた完新世堆積物の花粉分析. 第四紀研究 29, 31-40 (1990).
- (25) 清永丈太：花粉分析からみた相模平野西部，歌川低地周辺域における完新世後半の植生変遷史. 第四紀研究 32, 351-360 (1993).
- (26) 文化庁：全国遺跡地図, 18, 福井県. 国土地理協会 pp.99 (1980).
-