

長野県野尻湖周辺地域における約7万年前の古植生・古気候 —琵琶島沖泥炭層の最上部から貫ノ木層の下部にかけての花粉分析—

野尻湖花粉グループ

はじめに

野尻湖花粉グループは、長野県北部に位置する野尻湖とその周辺に分布する上部更新統～完新統の花粉分析を行い、その成果を報告してきた(野尻湖花粉グループ, 1984, 1993, 1996 ほか)。これらの成果のうち野尻湖底ボーリングコア NJ 88 において、琵琶島沖泥炭層から貫ノ木層の花粉化石に基づく生層序として *Cryptomeria* 帯(スギ属帯), Pinaceae 帯(マツ科帯)が設定された(野尻湖花粉グループ, 1993)。これらの層準は Emiliani (1978) の酸素同位体ステージ5後半～4に相当し、このうち Pinaceae 帯は少なくとも酸素同位体ステージ4に相当することを明らかにした(野尻湖花粉グ

ループ, 1993)。

本研究では、町田・新井(1992)の Tt-E 火山灰に対比され(野尻湖火山灰グループ, 1993)、木村ほか(1995)により 69 ka に堆積したとされている [キビオコシ] 火山灰層を挟む琵琶島沖泥炭層の最上部から貫ノ木層の下部にかけての地層を花粉分析し、著しく寒冷だった酸素同位体ステージ4に向かう時代における古植生の変化について再検討した。

試料採取地点とその層序

花粉分析用の試料は、仲町丘陵における第8回野尻湖陸上発掘の際に、98 N-I-O-12 グリッドのポンプ穴の北東側壁面から採取した(図1, 2)。

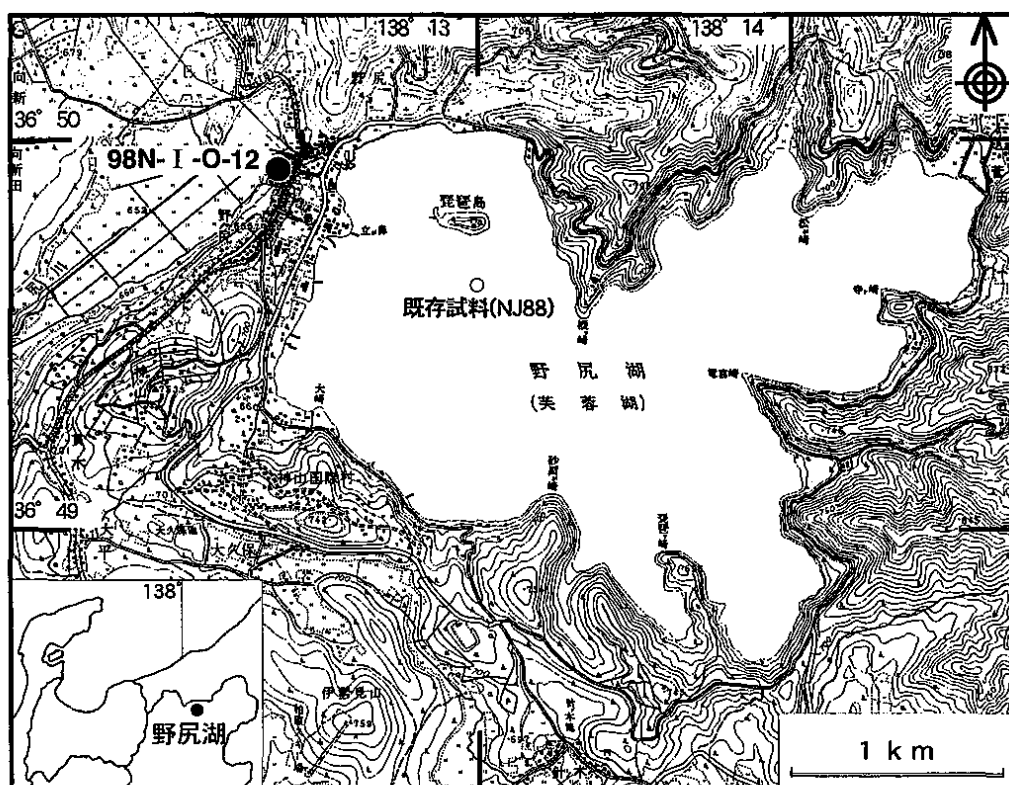


図1 試料採取地点。

地形図は国土地理院発行2万5千分の1図「赤倉」, 「信濃柏原」を使用。

この壁面に見られる地層は、下位から琵琶島沖泥炭層、貫ノ木層、下部野尻湖層、中部野尻湖層、上部野尻湖層、柏原黒色火山灰層の順に重なる。試料を採取した琵琶島沖泥炭層は、暗褐色泥炭からなり上部に〔キビオコシ〕火山灰層を挟む。貫ノ木層は礫混じりの青灰色中粒砂、砂質シルト、褐色腐植質粘土からなる。

分析試料は琵琶島沖泥炭層に挟在される〔キビオコシ〕火山灰の下12.5 cmから貫ノ木層の褐色腐植質粘土までの地層から35試料を採取し、そのうち16試料を分析した。

試料の処理

試料は次の過程で処理し、プレパラートを作製した。

1. 試料の一部を分け取って含水率を調べる。
2. 湿潤重量を秤量し、10%水酸化カリウム水溶液に浸す(室温で2日)。
3. 植物遺体を篩別除去(除去した植物遺体は50%エチルアルコールに仮保存)。
4. 傾斜法による砂粒と粘土粒子の除去。
5. 蒸発皿処理によるシルト粒子の除去。
6. 重液(塩化亜鉛の飽和水溶液)による比重分離(800 r.p.mで15分、その後2000 r.p.mで15分間遠心分離)。
7. フッ化水素酸処理(室温で24時間)。
8. アセトリシス処理(1分間湯煎)。
9. グリセリンジェリーを加え総量を計量。
10. マイクロピペットを用いて20 μ lずつ封入。
11. ネイルエナメルでカバーガラスの周囲を密封。

なお、プレパラートは1試料につき5枚以上作製した。

データの集計と分析結果

花粉の同定は、同一試料のプレパラートを数人で分担

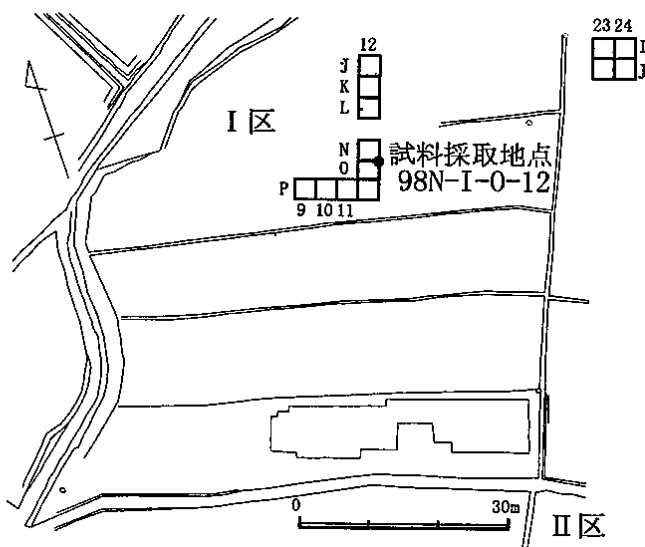


図2 グリッドの配置と試料採取地点。

し、木本花粉の総数が1枚のプレパラートについて250個を越えるまで行い、それに伴われる草本花粉とシダ植物・コケ植物の胞子も同定・集計した。

各タクサの出現率は、木本花粉、草本花粉、シダ植物・コケ植物の胞子ともに木本花粉総数を100として算出した。その結果を、主要なタクサについては図3の花粉ダイアグラムに、産出頻度の低いタクサについては表1に示した。

木本花粉は、*Picea* (トウヒ属)、*Tsuga* (ツガ属)、*Cryptomeria* (スギ属)などの針葉樹花粉が、全体を通して高い出現率を示す。特に*Picea*がNo.35の試料で約44%に達して高率である。*Cryptomeria*はNo.28の試料で約33%を示す。*Abies* (モミ属)も全体に5%前後伴われ、Cupressaceae (ヒノキ科)、*Larix* (カラマツ属)もわずかであるが全体に産出する。落葉広葉樹の花粉は*Fagus* (ブナ属)、*Quercus* (Subgen. *Lepidobalanus*) (コナラ属コナラ亜属)、*Corylus* (ハシバミ属)など、いずれも1~2%程度の出現率である。特に*Fagus*は、最大でも1%程度でNo.25の試料より下位では全く産出しない。落葉広葉樹の花粉は、Nos. 25~11の試料で下位に比べてわずかに増加する。*Myrica gale* (ヤチヤナギ)は全体に産出し、No.5とNo.1の試料で約20%に達する。*Alnus* (ハンノキ属)は全般的に約10%前後産出する。この*Alnus*の花粉は概して発芽口が5口で小型であることから、そのほとんどはSubgen. *Alnus* (ハンノキ亜属)であると考えられる。

草本花粉は、全体を通してCyperaceae (カヤツリグサ科)の出現率が際立って高く、No.21の試料から上位では70~80%に達する試料もある。ついでGramineae (イネ科)、*Artemisia* (ヨモギ属)および*Artemisia*以外のCarduoideae (キク亜科)が、Umbelliferae (セリ科)、*Thalictrum* (カラマツソウ属)を伴って全体的に高率に産出し、UmbelliferaeはNos. 21~11の試料で増加する。一方、*Lysichiton* (ミズバショウ属)、*Menyanthes* (ミツガシワ属)などの湿地性植物の花粉もきわめてわずかだが約1%前後産出する。

考 察

A 花粉分帯と対比

Nos. 35~5の試料では*Picea*や*Tsuga*、*Cryptomeria*などの針葉樹の花粉が高率で産出し、*Fagus*や*Quercus* (Subgen. *Lepidobalanus*)など落葉広葉樹の花粉はきわめて低率である。この層準は花粉化石群集の特徴から、野尻湖底ボーリングNJ88の分析により設定された花粉帯の*Cryptomeria*帯*Abies*亜帯(野尻湖花粉グループ, 1993)に対比される。なおこの*Cryptomeria*帯*Abies*亜帯に対比される層準は、湖底ボーリングNJ88の他に仲町丘陵においても、野尻湖花粉グループ(1996)によってすでに報告されており、その結果も同

様な花粉化石群集の変遷を示している。

No. 1の試料は、Nos. 35~5の試料と同様に *Picea* が高率に産出する。また、*Fagus* や *Quercus* (Subgen. *Lepidobalanus*) などの冷温帯落葉広葉樹の花粉はほとんど産出しない。これらのことから、No. 1の試料も *Cryptomeria* 帯 *Abies* 亜帯に対比される。ただし、No. 1の試料では *Abies* がわずかに増加し、No. 5の試料からであるが *Cryptomeria* は低率である。*Cryptomeria* 帯 *Abies* 亜帯直上の Pinaceae 帯で *Abies* が高率に産出すること(野尻湖花粉グループ, 1993)を考えれば、No. 1の試料は *Cryptomeria* 帯 *Abies* 亜帯から Pinaceae 帯への移行的な花粉化石群集である可能性がある。

Pinaceae 帯が Emiliani (1978) の酸素同位体ステージ4に対比されることから(野尻湖花粉グループ, 1993)、今回分析した層準は酸素同位体ステージ4のまさに直前もしくは始まりの時期ということになる。

B 古植生と古気候

Nos. 35~5の試料では前述のように *Fagus* や *Quercus* (Subgen. *Lepidobalanus*) などの落葉広葉樹は極めて低率であり、これらの花粉は遠方の新潟平野などから飛来してきたと考えられる。したがって *Cryptomeria* 帯 *Abies* 亜帯の時代には、野尻湖周辺には *Abies* を伴って *Picea* や *Tsuga* が優占する亜寒帯の針葉樹林があり、*Cryptomeria* を除けば冷温帯要素の樹木はほとんど生育していなかったと考えられる。*Cryptomeria* の花粉は *Picea* や *Tsuga* 同様に高率に産出するので、亜寒帯の針葉樹とともに冷温帯要素の *Cryptomeria* が多く生育していたことになる。なお、ここで推定される *Cryptomeria* の古生態は、一般に知られている現在のスギ (*Cryptomeria japonica*) の生態と異なるように思われるが、現在 *Cryptomeria* 属の植物は一種のみであることから *Cryptomeria japonica* (以下スギとよぶ) と考えて以下に考察する。

現生のスギは冷温帯から暖温帯上部にかけて主として分布し(遠山, 1976)、天然分布の北限地である青森県下矢倉山の自生地、標高450~600m(林, 1960)は気候帯としては冷温帯である。上記の亜寒帯針葉樹林にスギが多く生育することは、現在の植生からはすぐに理解しがたい。過去の日本においてスギが多く生育していたことは、主に完新世では高原・竹岡(1980, 1986)、後期更新世では辻(1980, 1988)や辻・南木(1982)など多くの報告がある。とりわけ晩氷期から後氷期にかけての時代については、塚田(1980)およびTsukada(1986)により、気候の温暖化に伴ってスギが分布域を拡大していく過程が詳細に論じられている。

野尻湖においても酸素同位体ステージ4の直前まで *Cryptomeria* の花粉が多産することを報告した野尻湖花粉グループ(1993, 1996)は、現在のスギの分布中心が中間温帯から冷温帯にあることを重視して、このステージ4直前の時期は冷温帯北部の気候で、*Cryptomeria* や

Picea, *Tsuga*, *Abies* などの針葉樹林が広がり落葉広葉樹が僅かに混じっていたと推定した。

しかし本稿では、スギの生態として分布中心の気候よりもさらに寒くなったときに、どこまでその寒冷化に耐えることができるかに注目した。まず、北海道にはスギの天然分布はみられないが、植栽木であればオホーツク海の海岸においても寒さに耐えて生育していることが報告されている(内田, 1956)。富山県の立山では標高2050mまで矮性ではあるがスギが生育している(平・沢田, 1977)。また、冬期におけるスギの葉や芽、茎の耐凍度はともに-20~-25℃である(酒井・倉橋, 1975)。なお、寒冷化によって実生による更新はできなくても、日本海側でみられるスギであれば枝が地面につくとそこから新しい個体として成長していく伏条更新が可能である。これらのことから、成長したスギであれば亜寒帯の最南部程度までの寒冷な気候には耐えて生育できると考えられる。つまり *Cryptomeria* 帯 *Abies* 亜帯の時代における野尻湖周辺地域は亜寒帯の最南部程度の寒さで、*Abies* を伴って *Picea* や *Tsuga* が優占する亜寒帯針葉樹林にスギが多く生育していたと考えることができる。

また、天然のスギは年降水量が1000~3000mmの地域に多く分布し(林, 1960)、冬期に連続的な降水のある日本海側や屋久島など、分布の中心は降水量の多いところである(遠山, 1976; 堀田, 1980)。野尻湖地域における現在の年降水量は約1100mmであり、*Cryptomeria* 帯 *Abies* 亜帯の時代における年降水量は現在と同じかそれよりも多かったと推定される。前述したようにスギは亜寒帯の最南部程度までの寒冷気候には耐えられると考えられるが、亜寒帯はもちろんのこと冷温帯でさえその冬の寒さは植物にとって厳しいものである。この厳しい冬の寒さを少しでも和らげるものとして積雪がある。本州では多雪地帯ほどスギが標高の高いところまで分布している傾向があり、これは冬季の積雪によってスギが保護されるためだという(林, 1960)。*Cryptomeria* 帯 *Abies* 亜帯の時代、多かったと推定される年降水量のうち特に冬期の積雪が多く、これがスギの根元を凍結から保護することによって、亜寒帯の最南部程度までの寒冷な気候に耐えることをさらに可能にしたのではないかと考えられる。

試料No. 1が堆積した当時の古植生はNos. 35~5の試料の *Cryptomeria* 帯 *Abies* 亜帯時代と類似するが、*Abies* が増加して *Picea* とともに優占度のさらに高い亜寒帯針葉樹林となり *Cryptomeria* は減少した。Nos. 35~5の試料の *Cryptomeria* 帯 *Abies* 亜帯の時代よりはさらに寒冷化したと考えられる。

以上のことから酸素同位体ステージとの関係で古植生・古気候を考えると、最終氷期の初頭に著しく寒冷になった酸素同位体ステージ4の時期に向かう *Cryptomeria* 帯 *Abies* 亜帯の時代にはすでに亜寒帯最南部程度の寒冷な気候でしかも多雪であったと言える。

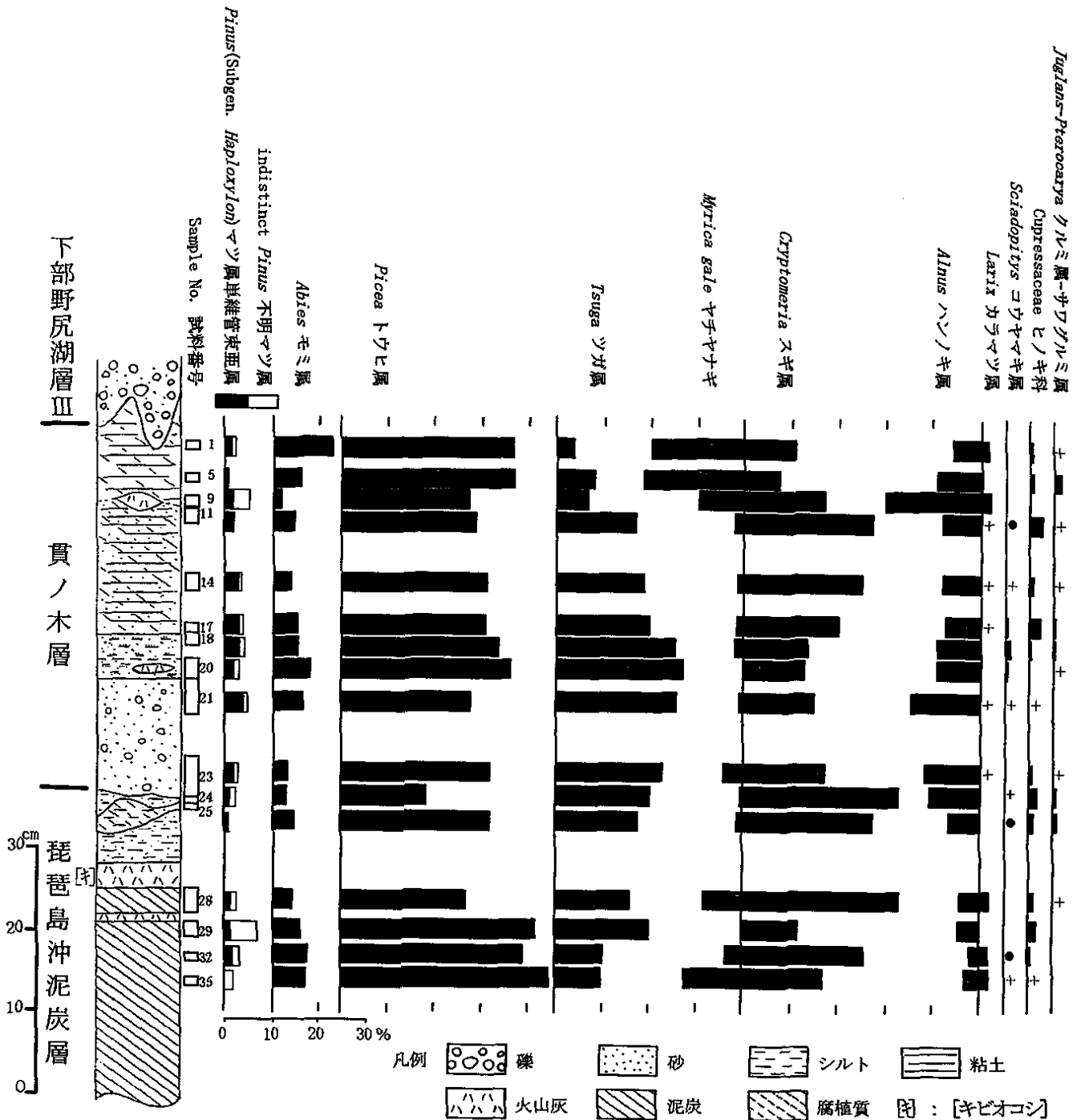


図3 98 N-I-O-12 の花粉ダイアグラム。

C 仲町丘陵周辺の古環境

Myrica gale, *Alnus*, *Menyanthes*, *Lysichiton*, *Alisma* (サジオモダカ属), *Sagittaria* (オモダカ属) など湿地性植物のタクサが含まれ, *Cyperaceae* や *Gramineae* も多産することから低層~中層湿原のような湿地の存在が推定される。この湿地の中には, 土地条件の安定した場所には *Myrica gale* が群落をなし, *Alnus* 花粉の多くが Subgen. *Alnus* の花粉であると考えられることと, 同層準からハンノキ亜属の果実が多数検出されている (野尻湖植物グループ, 1993, 2000) ことから, 土地条件の不安定な場所にはハンノキ亜属の林

が存在したと推測される。一方, 日当たりの良い乾性~湿性草原に多く見られる *Artemisia* が多産し, *Thalictrum* や *Rumex* (ギンギン属), *Chenopodiaceae* (アカザ科) などが伴われる。したがって日当たりが良くやや乾いた草地もあったと考えられる。また, 今回の分析地点から南西に約 6 m ほど離れた 94 N-I-Q-11 グリッドでは, *Isoetes* (ミズニラ属) が生育できるような浅い開放水域があったと推定されている (野尻湖花粉グループ, 1996)。

琵琶島沖泥炭層から貫ノ木層にまたがる No. 24 と No. 23 の両試料では, *Artemisia* が非常に高い出現率を

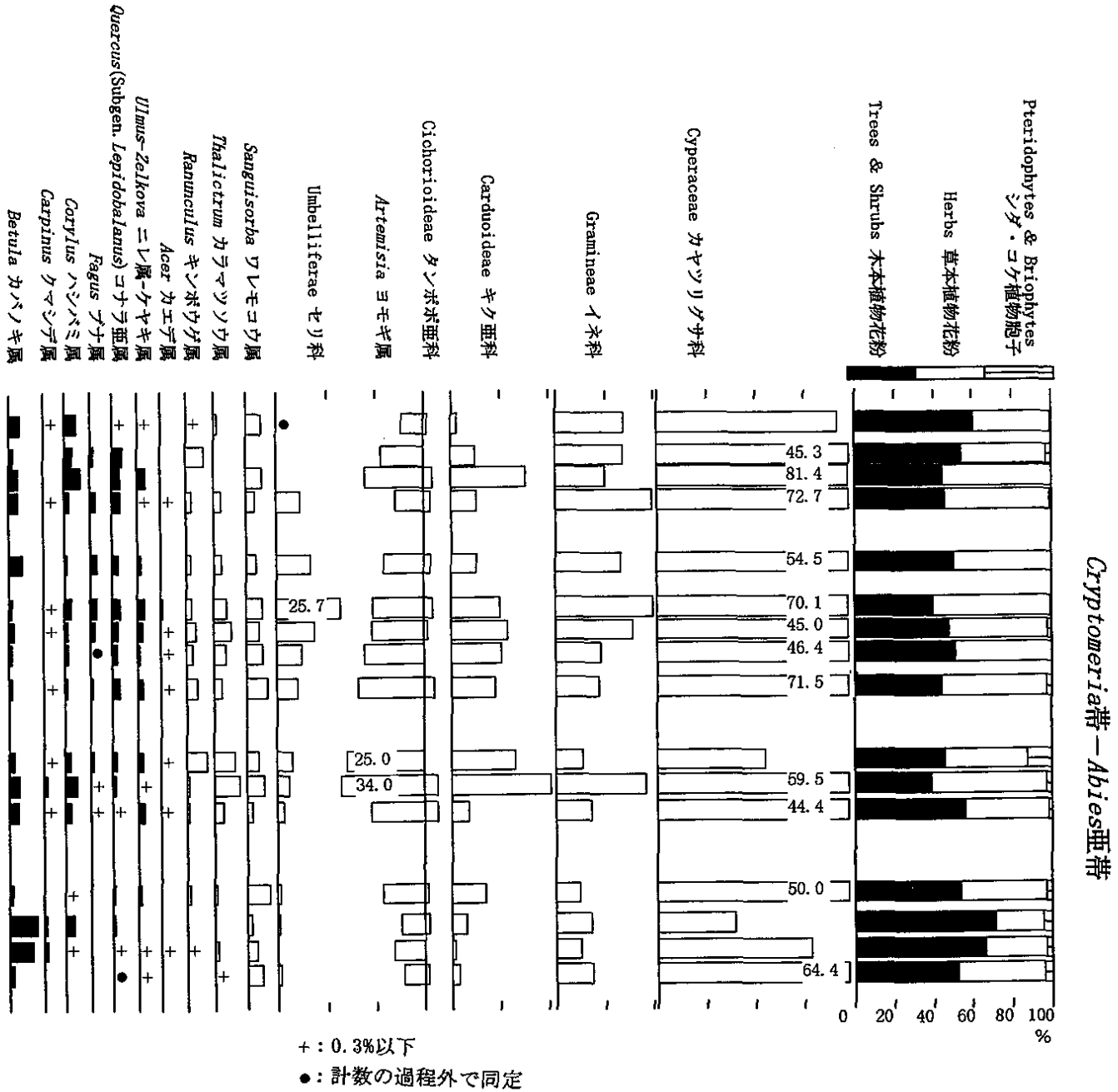


図3 つづき。

示す。また No.24 から No.11 の間では, *Thalictrum*, *Geranium* (フウロソウ属), *Haloragis* (アリノトウグサ属), *Umbelliferae*, *Scabiosa* (マツムシソウ属), *Gentiana* (リンドウ属), *Liliaceae* (ユリ科) などの日当たりの良い環境を好むタクサがやや増加あるいはほぼ連続して産出する。これらは前述の湿地が推定される花粉化石群集とともに産出し、湿地や乾いた草地、開放水域など様々な環境が狭い地域内に存在する氾濫原的な堆積環境が、貫ノ木層の堆積が始まった時代には現在の仲町丘陵周辺に存在したと考えられる。このことは、泥炭や砂混じりシルトなど細粒碎屑物を主体とする琵琶島沖

泥炭層から、これに比べれば粗粒な碎屑物である貫ノ木層の礫混じり中粒砂に変化することと調和的である。

おわりに

1. 仲町丘陵における [キビオコシ] 火山灰層を挟む琵琶島沖泥炭層の最上部～貫ノ木層の下部は、*Cryptomeria* 帯 *Abies* 亜帯に対比される。
2. *Cryptomeria* 帯 *Abies* 亜帯は、約7万年前の酸素同位体ステージ4の直前段階と考えられる。
3. *Cryptomeria* 帯 *Abies* 亜帯の時代には、亜寒帯の針葉樹林にスギが多く混じり、亜寒帯最南部程度の寒冷な

気候で年降水量、特に冬期の積雪が多かったと推定される。

4. 琵琶湖沖泥炭層の最上部から貫ノ木層の下部の堆積期、仲町丘陵周辺には低層～中層湿原のような湿地や日当たりの良いやや乾いた草地があったと推定される。

5. 貫ノ木層の堆積が始まった時代、現在の仲町丘陵周辺には氾濫原的な堆積環境があったと考えられる。

謝 辞

プレパラートの作製から花粉化石の同定、解析そして論文作成にいたるまで、大阪市立自然史博物館の施設・設備を使用させていただいた。野尻湖地質グループと野尻湖火山灰グループの方々には試料採取時における層序指導をしていただき、対比や古環境解析をする際に有益な意見をいただいた。また、野尻湖珪藻グループの方々には試料採取の折に作業を手伝っていただいた。記して深く感謝する。

引用文献

- Emiliani, C., 1978, The cause of the Ice Ages. *Earth Planet. Sei. Letters*, 37, 349-352.
- 林 弥栄, 1960, 日本産主要針葉樹の分布と環境 2 各論スギ. 日本産主要針葉樹の分類と分布. 農林出版, 218-219.
- 堀田 満, 1980, 日本列島及び近接東アジア地域の植生図について. ウルム氷期以降の生物地理昭和54年度報告書, 39-54.
- 木村純一・遠藤崇史・野尻湖火山灰グループ, 1995, 長野県信濃町高山TAK 92における広域火山灰の層位とロームの堆積速度. 野尻湖博物館研究報告, 5, 25-33.
- 町田洋・新井房夫, 1992, 火山灰アトラス. 東京大学出版会. 276 pp.
- 野尻湖発掘調査団, 1975, 野尻湖の発掘1962-1973. 共立出版, 東京. 278 pp.
- 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, 19, 101-130.
- 野尻湖花粉グループ, 1984, 野尻湖層および貫ノ木層の花粉化石群集. 地団研専報, 27, 83-106.
- 野尻湖花粉グループ, 1993, 野尻湖底ボーリングNJ 88試料の花粉化石群集と古環境変遷. 地団研専報, 41, 39-52.
- 野尻湖花粉グループ, 1996, 仲町遺跡における貫ノ木層(94 N-I-Q-11)の花粉化石群集と古環境. 野尻湖博物館研究

報告, 4, 191-198.

野尻湖火山灰グループ, 1993, 野尻湖底ボーリングNJ 88試料の火山灰層. 地団研専報, 41, 1-26.

野尻湖植物グループ, 1993, 第6回陸上発掘で産出した植物遺体, 野尻湖博物館研究報告, 1, 175-180.

野尻湖植物グループ, 2000, 第8回陸上発掘で産出した植物遺体, 野尻湖ナウマンゾウ博物館研究報告, 8, (投稿中).

酒井昭・倉橋昭夫, 1975, 日本に自生している針葉樹の耐凍度とそれらの分布との関係. 日本生態学会誌, 25, 192-200.

平 英彰・沢田隆司, 1977, 立山・剣岳地方(海拔2,050 m)に分布する天然スギについて. 日本林学会誌, 59, 449-452.

高原 光・竹岡政治, 1980, 裏日本におけるスギの天然分布に関する研究(I)一兵庫県古生沼湿原における森林変遷. 京都府立大学演習林報告, 24, 17-22.

高原 光・竹岡政治, 1986, 近畿地方におけるスギの変遷(要旨). 植生史研究, 1, 55-61.

遠山富太郎, 1976, 杉のきた道—日本人の暮らしを支えて. 中公新書(東京), 215 p.

辻 誠一郎, 1980, 大磯丘陵の更新世吉沢層の植物化石群集(I). 第四紀研究, 19, 107-115.

辻 誠一郎, 1988, 関東平野の3地点で得たスギ属の多い後期更新世花粉化石群集. 植物地理・分類研究, 36(2), 83-88.

辻 誠一郎・南木陸彦, 1982, 大磯丘陵の更新世吉沢層の植物化石群集(II). 第四紀研究, 20, 289-304.

塚田松雄, 1980, 杉の歴史: 過去一万五千年間. 科学, 50(9), 538-546.

Tsukada, M., 1986, Altitudinal and Latitudinal Migration of *Cryptomeria japonica* for the Past 20,000 Years in Japan. *Quaternary Research*, 26, 135-152.

内田 映, 1956, 北部オホーツク海岸の造林視察紀行. 北見林友, 5, 2-15.

著者(ABC順)

本郷美佐緒 石井陽子 神田美智枝 那須孝悌 楡井 尊
松江実千代 水谷陸彦 仙田幸造 坂本清子 渡邊正巳

参加者(ABC順)

趙 哲済 星野安治 稲田 晃 金子陽子 木下章子 小林
健助 小林舞子 此松昌彦 小倉徹也 小野剛人 大浜和子
瀬山 透 島村健二 竹本 浩 卜部智美 吉羽興一 渡辺
朋子