

原著論文

鯉が窪湿原(岡山県)堆積物の花粉分析学的研究

片岡裕子

Pollen Analytical Study of Sediments from Koigakubo moor, Okayama

Hiroko KATAOKA

Abstract : Koigakubo moor is situated at 500m a.s.l. on the smooth southeastern slope of the Chugoku Mountains, western Japan. A core sample 120cm long containing peat, clay, and peaty clay taken from the moor was examined palynologically at intervals of 5cm. At the depth 120cm, identification of *Quercus* pollen grains was carried out by scanning electron microscopy.

From the results of pollen and spore analysis, the local vegetation history of Koigakubo moor since the last Holocene (at. ca. 4000yr B.P.) was determined, and the following two local pollen assemblage zones (KOI) were recognized:

KOI - II zone (120-60cm in depth) ; The region of Koigakubo moor bordered on the upper warm-temperate zone and the mid-temperate zone, and had higher precipitation than at present. The surrounding vegetation was deciduous forest of *Quercus* subg. *Lepidobalanus*, mid-temperate forest of *Abies firma* and *Tsuga sieboldii*. Koigakubo moor was considered to be larger than its present size at this time, and dominated by *Alnus*.

KOI - I zone (60-0cm in depth) ; The forest began to be disturbed by human influence, and *Pinus* increased dramatically. Moreover, *Acer*, *Ericaceae* and *Corylus* developed in the subtree layer and shrub layer, and grassland formed around the moor. Therefore, the moor was sunny and had the gentle flow of water.

はじめに

これまで中国地方における花粉分析学的研究は、多くの地点で行われ(高原ほか, 1997), 最終氷期以降の植生変遷がかなり解明されてきたが, まだ未解決の問題が多く残っている。たとえば, 太平洋側における照葉樹林の変遷は, 後氷期における温暖化と植生の移動を解明する上で重要である。しかし, 中国地方における瀬戸内側での研究報告は, 三好・白井(1977)による上東遺跡, 安田(1982)による尾道市, 三好(1994)による玉野市八浜, Fujiki et al.(1998)による頭島などがある程度で, まだ研究地点が少なく, 特に中国地方中部の研究報告はまだなされていない。そこで今回, 中国地方中部の標高

500m前後に位置し, 植生区分では暖温帯に位置する地域でありながら, ほとんど照葉樹林の発達が見られない鯉が窪湿原で試料を採取し, 分析を行った。本研究では, 同湿原周辺の植生史を解明すること, この地域の照葉樹林がどのような植生変遷をたどってきたかを解明することを目的としている。

試料採取地の概要

鯉が窪湿原は, 広島県との県境に近い岡山県北西部の哲西郡哲西町矢田谷に位置する(Fig.1)。このあたりは, 北部の脊陵山脈と南部の沖積平野を結ぶ丘陵地帯の開析谷の源頭部に発達している湿原である。湿原の標

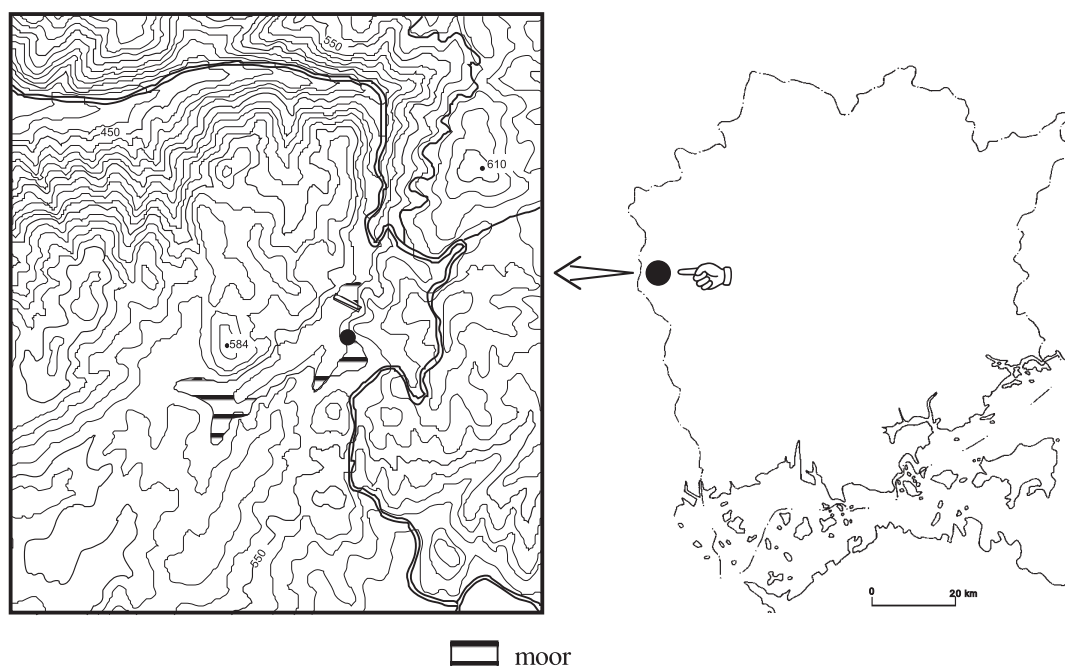


Fig.1. Map showing the position of Kōigakubo moor, Okayama Prefecture.

高は460～500m,面積は3.6haである。この湿原は流紋岩上に発達しており,北東には玄武岩からなる荒戸山(標高762m)がそびえている。

付近の気象状況は,年間降水量1300～1800mm,年平均温度10～13°C,暖かさの指数80～100°C・月であり,暖温帯に属する地帯である(岡山県環境保健部自然保護課,1985)。

岡山県環境保健部自然保護課(1985)が行った湿原周辺の植生調査によると,周辺は人手がよく加えられ,二次的なアカマツ林とコナラ林で占められ,局部的にスギ・ヒノキの植林がある。湿原内はヒツジグサ群落,カサスゲ群落,コイヌノハナヒゲ—モウセンゴケ群落,ヨシーコイヌノハナヒゲ群落,コイヌノハナヒゲ—ヤマラッキョウ群落,ビッチュウフウローオグラセンノウ群落,ケハンノキ—リョウセンカ群落が認められる。

方法

花粉分析用試料は,ヒラー型ハンドボーラーを用い,深度10～120cmまでの試料を採取した。表層から10cmは水分を含み,同採泥器では採取できなかったため,採取地周辺の表層をスコップにより採取した。その堆積物の肉眼による観察によれば,120～50cmが泥炭,50～40cmが泥炭質粘土,40～33cmが泥炭,

33～18cmが粘土,18～0cmが泥炭であった。

花粉分析は,表層から5cm毎に行い,化石花粉・胞子の分離・抽出にはKOH・ZnCl₂による比重分離・アセトリシス法(Faegri et al. 1989)を用いた。これらの処理により分離された化石花粉・胞子は,グリセリンゼリーで包埋してプレパラートを作成した。化石花粉の同定は,光学顕微鏡を用いて,400倍の倍率で行ったが,必要に応じて600～1000倍の倍率も用いた。また化石花粉の計測は,試料毎に高本花粉を200個以上数え,しかも低木・草本花粉を含めて500個以上になるまで行った。産出頻度は,高木花粉の総数を基本数として百分率で示した。

また,深度120cmの試料について,走査型電子顕微鏡(SEM)によって,コナラ属花粉の表面微細構造の観察を行った。SEM用の試料は,上記の処理の後,さらに四酸化オスミウムで固定および導電染色した後,エタノールで脱水し,キシレンに置換した。これを試料台で自然乾燥させ,イオンスパッタリングにより金パラジウム合金を6分程度蒸着した。観察には,日本電子(株)JSM-890型を使用し,加速電圧5kvで行った。

分析結果

1.年代測定

¹⁴C年代測定用試料は,深度117～119cmで採取し

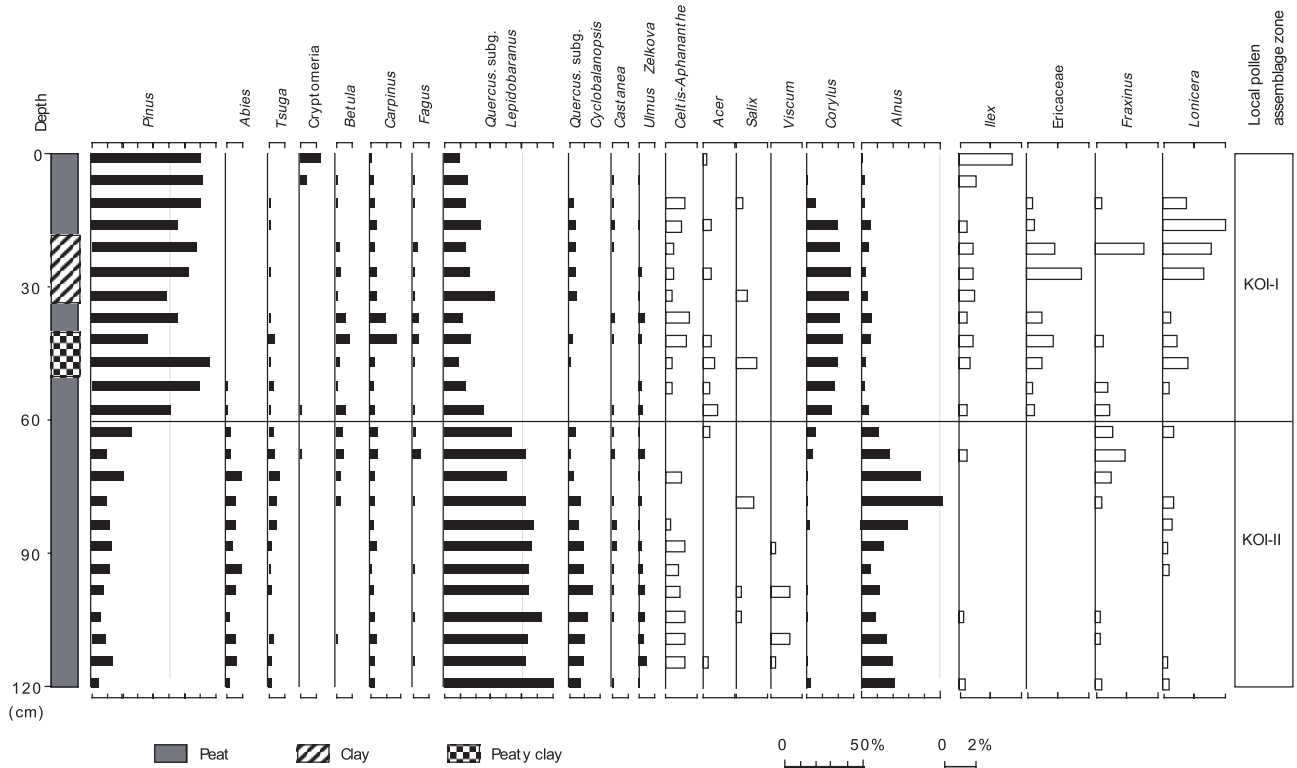


Fig.2. Percentage tree pollen diagram obtained from the Koigakubo moor core.

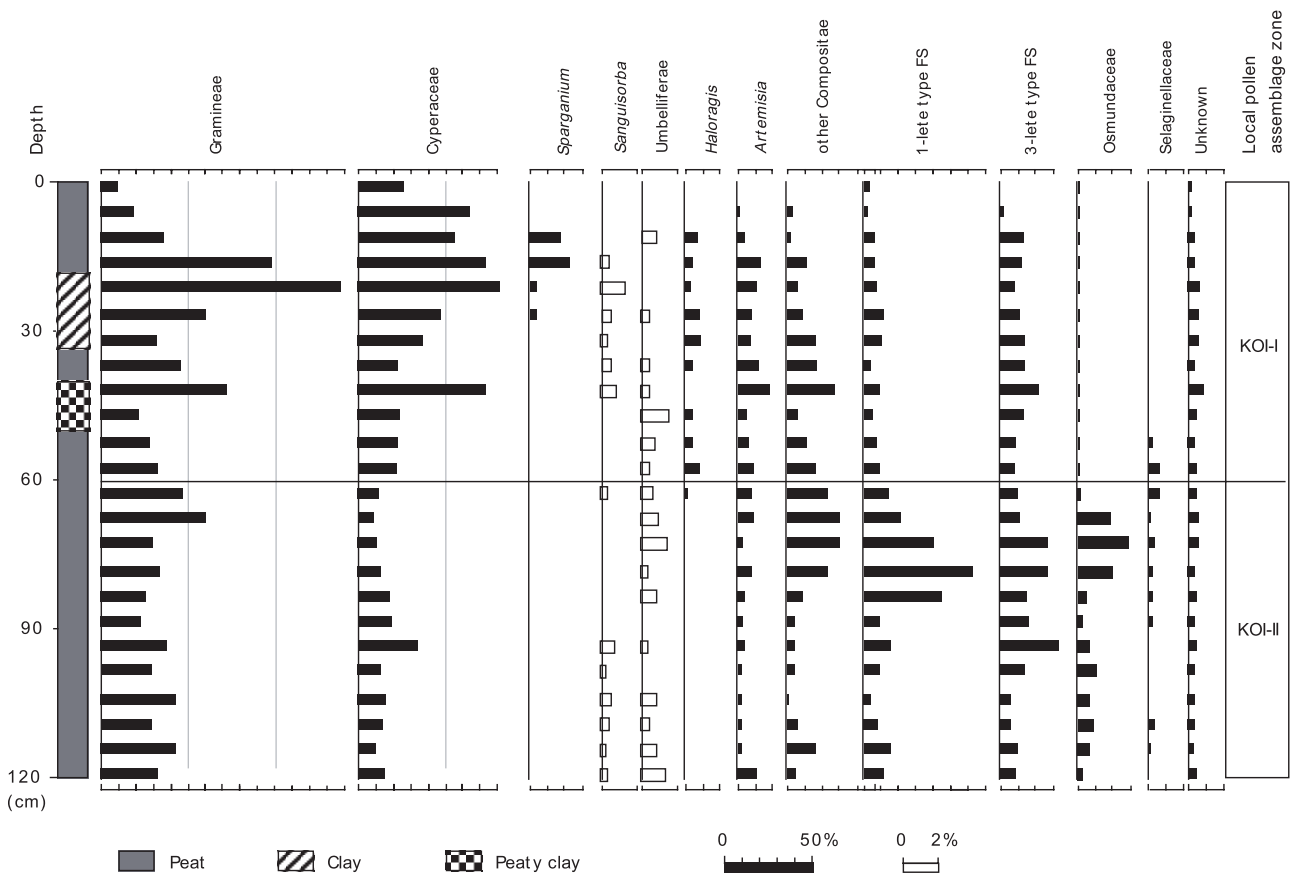


Fig.3. Percentage grass pollen and spore diagram obtained from the Koigakubo moor core.

た。試料は5g程度であり、さらに水分を多く含んでいたため有機物は非常に少ないと予想されたことから、放射性炭素年代測定にて想定を実施した。分析は、(株)パリノサーベィを通じてアメリカ・ベータ社に依頼し、4420±50yr B.P. (Beta-154941)の値を得ている。

2.花粉分析

全層を通じて、68種類の化石花粉および胞子を検出した。検出された化石花粉および胞子を高木類(AP : arboreal pollen), 低木・草本類(NAP : non-arboreal pollen), 胞子類(S : spore)に大別して示すと、次の通りである。

AP : Podocarpaceae, *Pinus*, *Abies*, *Tsuga*, *Cryptomeria*, Cupressaceae, *Platycarya*, *Juglans*, *Betulla*, *Carpinus*, *Fagus*, *Quercus* subg. *Lepidobalanus*, *Quercus* subg. *Cyclobalanopsis*, *Castanea*, *Ulmus*&*Zelkova*, *Celtis*&*Aphananthe*, *Mallotus*, *Acer*.

NAP : *Salix*, *Myrica*, *Corylus*, *Alnus*, *Viscum*, *Rhus*, *Ilex*, *Impatiens*, *Vitis*, *Cornus*, Araliaceae, Ericaceae, Styracaceae, *Fraxinus*, *Ligustrum*, *Viburnum*, *Lonicera*, *Weigela*, Gramineae, Cyperaceae, *Sparganium*, Eriocauraceae, Liliaceae, *Bistorta*, *Fagopyrum*, *Persicaria*, Caryophyllaceae, Chenopodiaceae&Amaranthaceae, *Thalictrum*, *Drosera*, Cruciferae, *Sanguisorba*, other Rosaceae, Leguminosae, Violaceae, *Haloragis*, Umbelliferae, Labiatae, Valerianaceae, *Platycodon*, *Adenophora*, *Artemisia*, other Compositae, Cichorioideae.

S : 1-lete type FS, 3-lete type FS, Osmundaceae, *Equisetum*, Selaginellaceae, *Sphagnum*.

これら68種類の化石花粉および胞子のうち主要な種類の消長をFig.2およびFig.3に示す。これらの花粉分布図によると、まず、針葉樹では*Pinus*が深度60cm以浅で40~90%と高い産出率を示すが、その他の層では10%前後となる。*Abies*は、深度50cm以深で連続的に産出する。*Tsuga*が全層で認められ、深度60cm以深でわずかに増加する。その他の高木類では、*Carpinus*が全層で認められ、深度35~40cmで増加する。*Quercus* subg. *Lepidobalanus* (以下、*Lepidobalanus*で示す)は深度60cm以深で50%前後産出するが、そこより上部で減少

する。*Corylus*は全層で認められ、とくに深度60cm以浅で増加する。*Alnus*も全層で産出し、とくに深度60cm以深で高い産出率を示す。草本類では、Gramineaeが多く産出し、深度20cmで138%の産出率を示す。Cyperaceaeは深度60cm以深で15%前後産出し、そこより上層で増加する。*Sparganium*は深度30cm以浅のみ、*Haloragis*は深度65cm以浅で認められる。*Artemisia*は全層で産出し、上層になるにしたがって徐々に増加する。other Compositaeは全層で産出し、とくに深度85~15cmで多く産出する。胞子類では、Osmundaceaeが深度60cm以深で産出し、特に75~65cmで増加する。

以上のように60cm以深では*Abies*, *Lepidobalanus*, *Alnus*が優勢である。60cm以浅では、*Lepidobalanus* や *Alnus*が減少し、*Pinus*, *Corylus*が優勢となり、*Ilex*, Ericaceae, *Fraxinus*, *Lonicera*などを伴っている。これらの優勢な樹木花粉とこれに伴う樹木花粉の消長に基づき、KOI-Iおよび-IIに花粉帯を区分した。

KOI-II帯:深度60cm以深では、*Lepidobalanus*が41~71%の産出率を示し、最も優勢である。これに*Alnus*が6~52%の産出率で伴っている。また、高木類では*Abies*が3~11%, *Quercus* subg. *Cyclobalanopsis* (以下、*Cyclobalanopsis*で示す)が1~16%, 草本類ではGramineaeが29~60%, Cyperaceaeが10~35%を、さらに胞子類ではOsmundaceaeが2~29%の産出率を示している。

KOI-I帯:深度60cm以浅では*Lepidobalanus*, *Alnus*がそれぞれ10~32%, 2~7%に減少した。一方、*Pinus*が36~77%まで増加し、最も優勢である。これに*Corylus*が1~29%の産出率で伴っている。また、わずかではあるが*Acer*, *Ilex*, Ericaceae, *Lonicera*を伴っている。表層の15cmでは、*Cryptomeria*が5~13%の産出率を示す。さらに、草本類の産出率が高く、Gramineaeが8~138%, Cyperaceaeが11~82%の産出率を示し、深度15~30cmでは*Sparganium*が5~24%の産出率を示している。

3.コナラ属花粉のSEM観察結果

深度120cmの試料において、SEMを用いてコナラ属化石花粉の種レベルの同定を行い(藤木・三好, 1995,

Table 1. Observed numbers and percentages of fossil pollen grains divided into eleven species type of the genus *Quercus*.

Species type	observed number	percentage(%)
<i>Quercus acuta</i> type	2	1.7
<i>Q. sessilifolia</i> type	14	12.1
<i>Q. gilva</i> type	3	2.6
<i>Q. myrsinaefolia</i> type	8	6.9
<i>Q. glauca</i> type	12	10.3
<i>Q. salicina</i> type	1	0.9
<i>Q. acutissima</i> type	37	31.9
<i>Q. variabilis</i> type	10	8.6
<i>Q. dentata</i> type	10	8.6
<i>Q. serrata</i> type	7	6
<i>Q. aliena</i> type	4	3.4
Unknown	8	6.9

1996), それぞれの種について産出率を求めた. 産出率は100個以上を数え, それを基本数とし百分率で求めた. 同定ができたコナラ属をPl. Iに示し, 産出比率をTab. 1に示す. この測定では, *Lepidobalanus*が約59%と割合が高く, その内クヌギ(*Q. acutissima*)型が31.9%と最も多く認められた. 次いで*Cyclobalanopsis*のツクバネガシ(*Q. sessilifolia*)型が12.1%, アラクシ(*Q. glauca*)型が10.3%であった. 産出率は高くはないが, *Lepidobalanus*のカシワ(*Q. dentata*)型およびアベマキ(*Q. variabilis*)型が各々8.6%であった.

考察

これまで述べた各花粉帯の花粉組成に基づいて, 森林植生について考察する.

KOI-II帯は, ¹⁴C年代測定の結果から約4400年前の後氷期後期に相当する. *Lepidobalanus*の産出率が高いことから, 鯉が窪湿原周辺では, コナラ亜属を中心とする落葉広葉樹が形成されていたことが認められる. また, *Abies*や*Tsuga*が産出することから, この照葉樹林の上部には, モミヤツガなどの混生した森林が形成されていたと考えられる. SEMによる観察結果から, 特にクヌギが多く産出したが, このクヌギの産出を除く主な花粉組成は, 難波・波田(1997)による現在の岡山県における暖温帯上部域および中間温帯の植生構成種とほぼ一致する. したがって, この時期の鯉が窪湿原周辺は, 現在の暖温帯上部から中間温帯の森林が成立していたと考えられる. また, *Osmundaceae*の産出率が高いことから, 湿原付近にはヤマドリゼンマイなどのゼンマイ科植物が繁茂していたと思われる. さらに*Alnus*の産出率が高く, 鯉が窪湿原内は

標高差もほとんどないことから, この時期の鯉が窪湿原は現在よりも面積が広く, 湿原内にはハンノキ属が優占していたと考えられる.

本湿原の分析結果は, これまで海拔がほぼ同様な地域で分析された蛇ヶ岬湿原(高原ほか, 1997, 三好・波田, 1975)・犬狭峠湿原(藤木・三好, 1994)・枕湿原(三好・波田, 1977)・沼原湿原(杉田・塚田, 1983)の分析結果と比べ, いくつか異なった産出傾向を示した. 特に*Cryptomeria*は, 蛇ヶ岬湿原・犬狭峠湿原・枕湿原では約10%前後, 沼原湿原では約50%前後も産出しているのに対し, 本湿原ではこの時期の産出がほとんど認められなかった. 塚田(1980)は中国地方中部地域にスギ林の発達認められない理由として, 降水量が少なく, スギにとって局地的に不適切であったと指摘している. またTsukada(1986)は, スギ林の発達には年有効降水量1000 mm以上, 年有効気温90~180°C・月が必要であるとしている. 三好・波田(1977)や三好(1998)は土壌条件の差異を要因に挙げている. 高原ほか(1997)は, 中国地方中部地域は内陸的な乾燥した気候下であり, スギにとって降水量が十分ではなかったか, あるいは最終氷期の逃避地から後氷期になっても中国地方中部地域の沿岸付近に分布を拡大できなかつたと指摘している. 現在の鯉が窪湿原周辺は, 年降水量1300~1800 mm, 年有効気温80~100°C・月であることから, 最終氷期の逃避地から後氷期になっても分布を拡大できなかつた可能性が高いと思われるが, 気候的・地理的要因を含んだものなのか, どれか1つの要因なのか, 今後分析地点を増やし検討していく必要がある. また*Cyclobalanopsis*は, 犬狭峠湿原・枕湿原・蛇ヶ岬湿原のいずれの地点でも後氷期後期において*Lepidobalanus*よりも多く産出するが, 鯉が窪湿原では*Lepidobalanus*が50%前後とかなり多く産出する. これは, 後氷期中期にはすでにコナラ亜属を中心とする照葉樹林が鯉が窪湿原周辺に発達していたのかもしれない. このように中国地方中部地域は, 中国山脈をはさんだ日本海側と瀬戸内側で照葉樹林の構成種がかなり異なり, その植生変遷も地域的要因を大きく反映している可能性がある. しかし, まだ中国地方中部地域の瀬戸内側の分析地点が少なく, 年代も新しいので, 今後分析地点を増やし検討していく必要がある.

KOI-I帯は、堆積速度が一定であったと仮定するならば、約2000年前に相当する。*Lepidobalanus*が急激に減少し始め、*Abies*や*Alnus*も減少している。これに対し、*Pinus*が急激に増加する。したがって、この時期から鯉が窪湿原周辺では人為的な森林の攪乱が始まり、これまで暖温帯上部や中間温帯林を構成していたクヌギ・ツクバネガシ・アラカシ・モミ・ツガなどが減少し、伐採後には二次林要素であるアカマツが増し、さらに亜高木、低木層にはカエデ属、ツツジ科、ハシバミ属などが発達したと考えられる。またGramineae, *Haloragis*, *Artemisia*, other Compositaeが増加することから、湿原付近には草原が形成されていたことを示している。KOI-I帯上部では、一時的にGramineaeとCyperaceaeが増加する。さらにこれまで産出が認められなかった*Sparganium*が産出し、急激に増加する。このような植生の変化は、江戸時代に人為的に湿原面積を減少させた記録が残っていることから、その時期に相当するかもしれない(岡山県環境保健部自然保護課, 1985)。また、現在湿原内にヒメミクリの生育がみられることから、この*Sparganium*はヒメミクリであると考えられる。これらのことから、この時期にはよく人手が加わり、湿原内は水の流れが緩やかで日当たりが良かったと思われる。表層では*Corylus*, Gramineae, Cyperaceae, *Sparganium*が極端に減少しているが、これは*Pinus*の産出が非常に多く、相対的に減少したようにみえるだけである。また、*Cryptomeria*が多く産出したのは、近年植林され、飛散したスギを多く含んでしまったことが考えられる。

摘要

岡山県北西部、標高460～500mに位置する鯉が窪湿原(哲西郡哲西町矢田谷)から得られた堆積物の花粉分析の結果、後氷期後期の約4400年前以降の鯉が窪湿原周辺における植生変遷を明らかにし、その花粉組成を2つの花粉帯にわけることができた。

KOI-II帯の鯉が窪湿原周辺は、コナラ亜属を中心とする暖温帯上部の照葉樹林が形成され、その上部にはモミやツガが混生する中間温帯林が成立していたと考えられる。また本湿原は現在よりも面積が広く、湿原内にはハンノキ属が優占していたと考えられる。

KOI-I帯の時代は、人為的な森林の攪乱が始まったと考えられ、二次林要素であるアカマツが急激に増加し、さらに亜高木、低木層にはカエデ属、ツツジ科、ハシバミ属などが発達したとみられる。また湿原付近には草原が形成されており、湿原内は水の流れが緩やかで日当たりが良かったと思われる。

謝辞

本研究を進めるに当たり、終始ご指導頂いた本大学総合情報学部三好教夫教授に厚くお礼申し上げる。また、鯉が窪湿原の調査、試料採取に多大の情報と便宜を頂いた本大学総合情報学部波田善夫教授、有益なご意見を多々頂いた本大学自然科学研究所守田益宗助教授、ならびに試料採取に協力頂いた本学大学院生隠明寺智成氏(現・山田養蜂場)、中村康則氏(現・緑化技研)に深く感謝致す。

文献

- Fægri, K., Kaland, P. E. and Krzywinski, K. (1989) Text-book of pollen analysis, 4th ed. 328pp.. John Wiley & Sons.
- 藤木利之・三好教夫(1995)アカガシ亜属(ブナ科コナラ亜属)の花粉形態. 日本花粉学会誌 41(1), 21-29.
- 藤木利之・三好教夫(1996)日本産コナラ亜属(ブナ科コナラ属)の花粉形態. 日本花粉学会誌 42(2), 107-116.
- 藤木利之・三好教夫(1994)中国地方の湿原堆積物の花粉分析学的研究 V. 犬狹峠湿原(岡山県). 岡山理科大学自然科学研究所研究報告 20, 77-82.
- Fujiki T., Morita Y. and Miyoshi N. (1998) Vegetational history of the area around Kashira Island in the Inland Sea, Okayama Prefecture, western Japan. Quarterly J. of Geography, 50, 189-200.
- 三好教夫(1998)中国・四国地方の植生史. 安田喜憲・三好教夫編 図説日本列島植生史. 235pp. 朝倉書店.
- 三好教夫(1994)瀬戸内海沿岸低地における植生の変遷と気候の変動に関する花粉分析学的研究. 生物

- 学に関する試験研究論業 9(平成4年度両備園記念財団研究助成金による研究報告), 43-51.
- 三好教夫・波田善夫(1975)中国地方の湿原堆積物の花粉分析学的研究 I. 蛇が丸湿原. 第四紀研究 14, 161-168.
- 三好教夫・波田善夫(1977)中国地方の湿原堆積物の花粉分析学的研究 IV. 枕湿原(広島県). 日本生態学会誌 27, 285-290.
- 三好教夫・臼井洋輔(1977)上東遺跡(岡山県)の花粉分析. 文部省科学研究費特別研究「古文化財」稲作の起源と伝播に関する花粉分析学的研究—中間報告—(中村純編), 30-35.
- 難波靖司・波田善夫(1997)岡山県における植物分布要因の解析—特に森林構成樹種の分布とその気候的要因—. 岡山県自然保護センター研究報告 5, 15-41.
- 岡山県環境保健部自然保護課(1985):自然保護基礎調査報告書. 岡山県環境保健部, 74pp.
- 杉田真哉・塚田松雄(1983)山陰地方・沼原湿原周辺における過去1.7万年間の植生変遷史. 日本生態学会誌 33, 225-230.
- 高原 光・藤木利之・三好教夫・西田史朗(1997)岡山県蛇が丸湿原周辺における後水期中期以降の植生変遷. 日本花粉学会誌 43(2), 97-106.
- 塚田松雄(1980)スギの歴史 過去一万五千年間. 科学 50, 538-546.
- 安田喜憲(1982)瀬戸内海沿岸の最終氷期以降の環境変遷(II)—大阪府河内平野と広島県尾道市周辺—. 「古文化財に関する保存科学と人文・自然科学(昭和56年度年次報告書)」, 514-520. 文部省科学研究特定研究「古文化財」総括班.

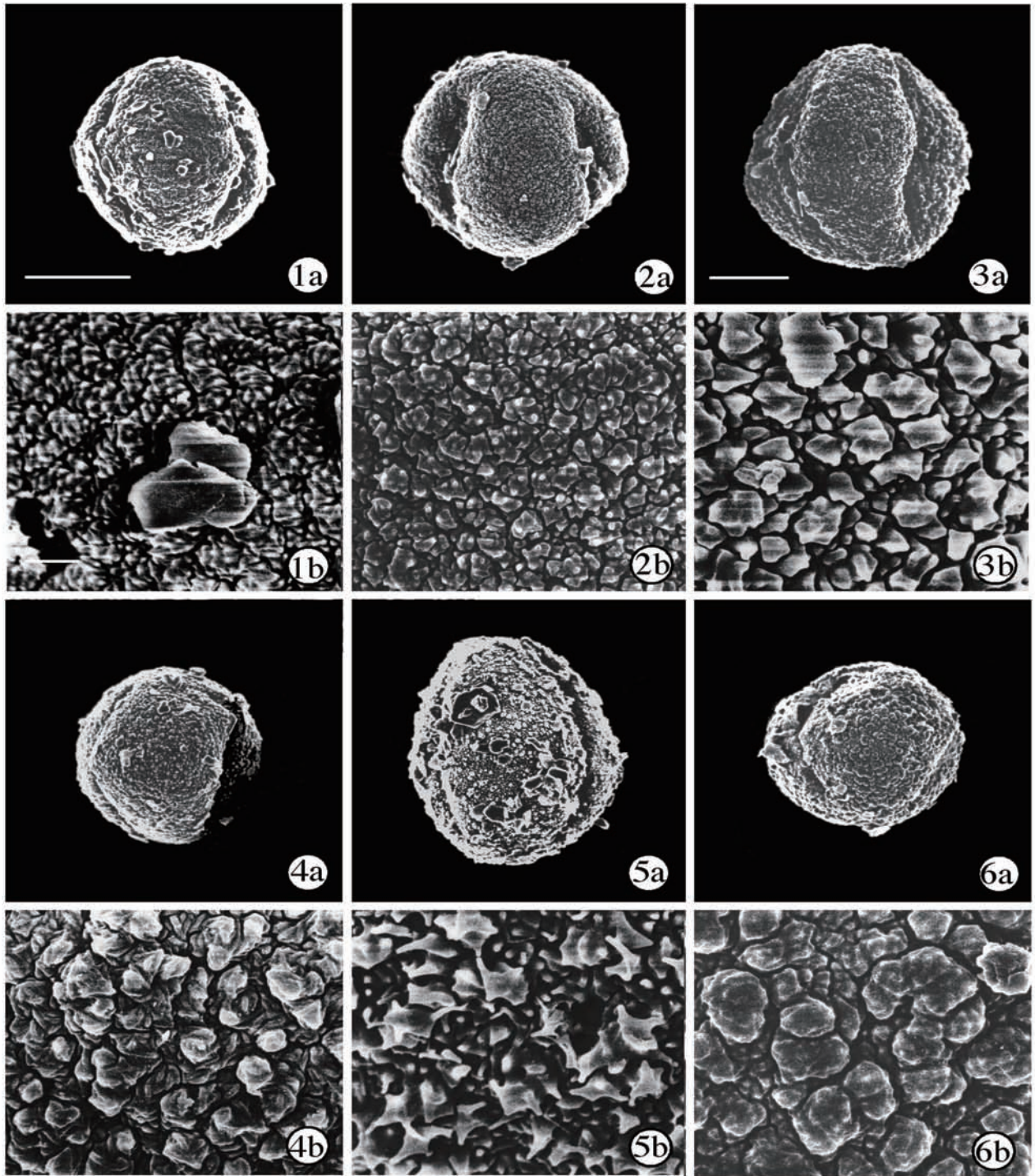


Plate.1. Scanning electron micrographs of fossil pollen grains belonging to the genus *Quercus*.

全体像の倍率は1a, 2aが1500倍, 3~6aが1000倍, 拡大像の倍率(b)はすべて10000倍に統一している。

1a,b : *Quercus sessilifolia* type
2a,b : *Q. glauca* type
3a,b : *Q. acutissima* type

4a,b : *Q. variabilis* type
5a,b : *Q. dentata* type
6a,b : *Q. serrata* type