

## 鯉が窪湿原(岡山県)堆積物の花粉分析学的研究

片岡裕子

岡山理科大学大学院理学研究科博士課程材質理学専攻

(2001年11月1日 受理)

### 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<sup>(1)</sup>で行われ、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、大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<sup>(2)(3)(4)(5)</sup>。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、北部の脊梁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℃、暖かさの指数 80~100℃・月であり、暖温帯に属する地帯である<sup>(6)</sup>。

岡山県環境保健部が昭和 60 年に行った湿原周辺の植生調査<sup>(6)</sup>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、カサスグ群落、コイヌノハナヒゲーモウセンゴケ群落、ヨシーコイヌノハナヒゲ群落、コイヌノハナヒゲーヤマラッキョウ群落、ピッチウフウローオグラセンノウ群落、ケハノキー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 10cm~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 法・ZnCl<sub>2</sub>比重分離法・アセトリシス法を用いた。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、各試料毎に木本花粉を 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、上記の処理法の後、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

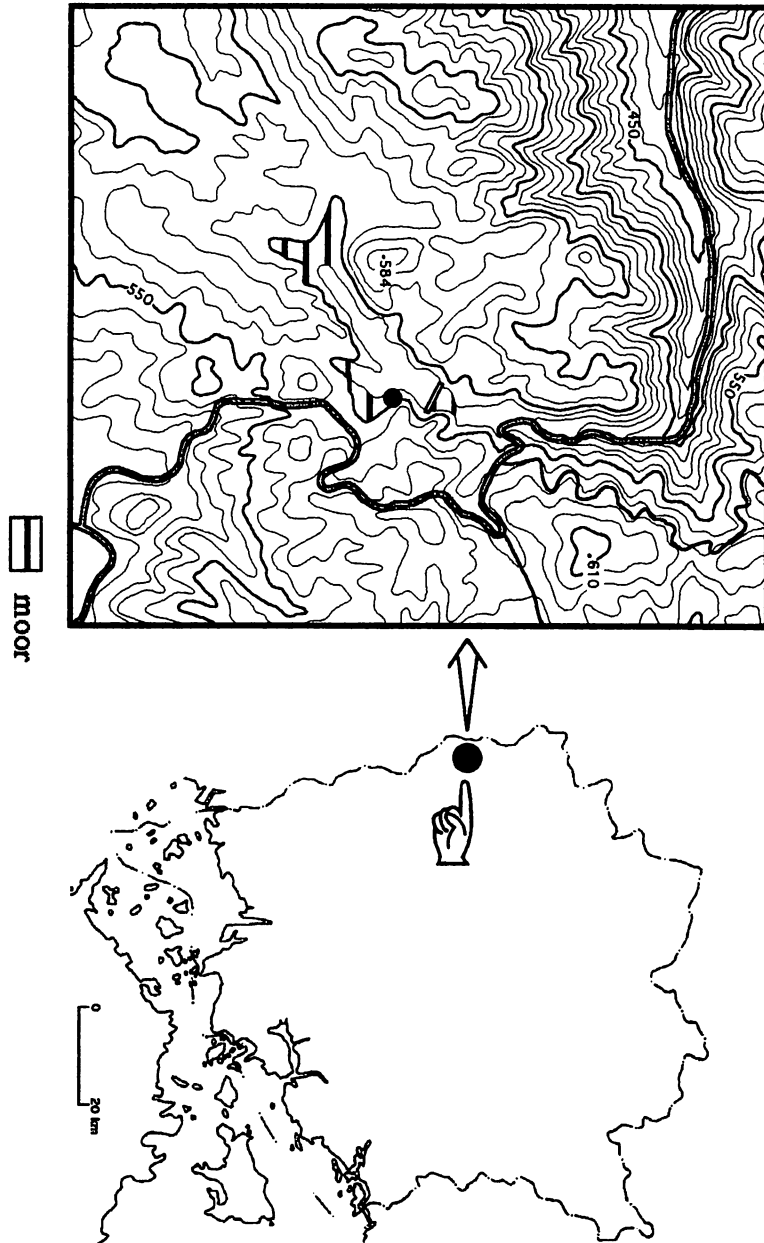


Fig. 1. Map showing the position of Koigakubo moor, Okayama Prefecture.

使用し、加速電圧 5kv で行った。

## 分析結果

### 1.年代測定

$^{14}\text{C}$  年代測定用試料は、深度 117~119cm で採取した。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)パリノサーベイを通じてアメリカ・ペータ社に依頼し、 $4420 \pm 50\text{yr BP}$  (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孢子を検出した。検出された化石花粉および孢子を木本類 (AP: arboreal pollen)、低木類・草本類 (NAP: non-arboreal pollen)、シダ孢子類 (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 subgus. Lepidobalanus*, *Q. 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孢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。その他の木本類では、*Tsuga* が全層で認められ、深度 60cm

以深でわずかに増加する。*Carpinus* は全層で認められ、深度 35~40cm で増加する。*Quercus subg. Lepidobalanus* 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 以深まで 15% 前後産出し、そこより上部で増加する。*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、上部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。孢子類では、*Osmundaceae* 孢子が深度 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*, *Quercus subg. Lepidobalanus*, *Alnus* が優勢である。60cm 以浅では、*Quercus subg. 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、*Quercus subg. 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、樹木花粉では *Abies* が 3~11%、*Cyclobalanopsis* が 1~16%、草本では *Gramineae* が 29~60%、*Cyperaceae* が 10~35% を、さらに孢子では *Osmundaceae* が 2~29% の産出率を示している。

KOI- I 帯：深度 60cm 以浅では、*Quercus subg. 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、草本花粉の産出率が高く、*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 *Quercus*

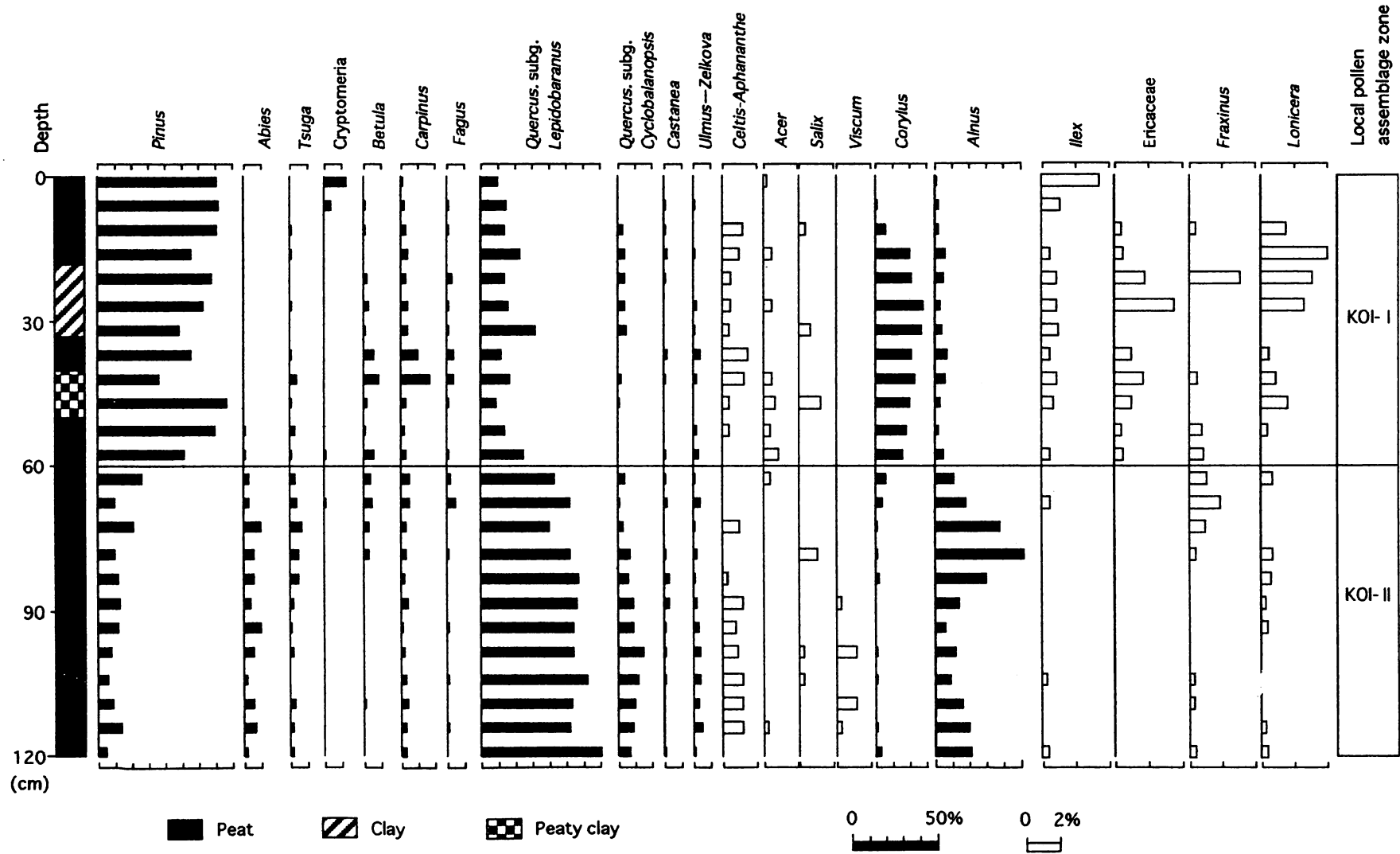


Fig.2. Percentage tree pollen diagram obtained from the Koigakubo moor core.

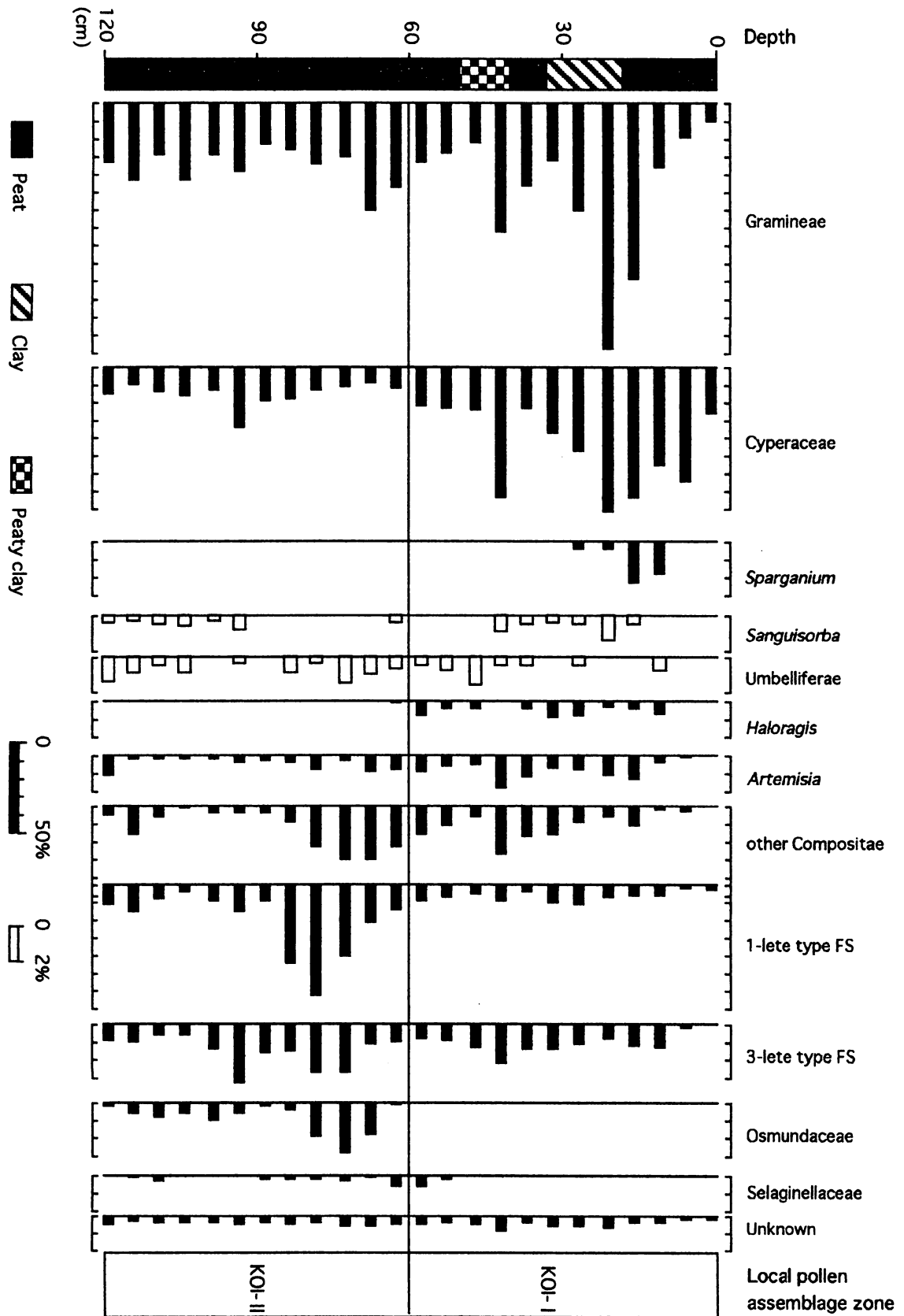


Fig.3. Percentage grass pollen and spore diagram obtained from the Koigakubo moor core.

化石花粉の種レベルの同定<sup>(7)(8)</sup>を行い、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 *Quercus* 花粉を Pl.1 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%、アラカシ (*Q. glauca*) 型が 10.3% であった。産出率は高くないが、*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。

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	6.0
<i>Q. aliena</i> type	4	3.4
Unknown	8	6.9

## 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 帯の時代は、約 4400 年前の後氷期後期に相当する。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* 花粉が産出することから、この照葉樹林の上部には、モミやツガを中心とした中間温帯林が形成されていたと考えられる。

また、SEM による観察結果から本湿原周辺の照葉樹林にはクヌギが最も多く自生していたと考えられる。現在、本湿原周辺にはクヌギの自生はみられないことから、当時の気候は現在よりもかなり降水量があったと考えられる。この KOI-II 帯で多く産出した木本花粉の分類群は、クヌギの産出を除けば、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<sup>(9)</sup>。したがって、この時期の鯉が窪湿原周辺は、ちょうど現在の暖温帯上部から中間温帯の境界をはさんでおり、現在よりも降水量があったと考えられる。また、*Osmundaceae* 胞子の産出率が高いことから、湿原と森林の境界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* 花粉の産出率が高く、地形的にも現在の鯉が窪湿原の南側は標高差もほとんどないことから、当時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 4 地点の分析結果と比べ、いくつか異なった産出傾向を示した<sup>(1)(10)(11)(12)(13)</sup>。特に *Cryptomeria* 花粉は、蛇ヶ川湿原・犬狹峠湿原・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、本湿原では表層のみ産出し、その他の層でほとんど産出しなかった。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<sup>(14)</sup>。また高原 *et al.* (1997) によると、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ったと指摘している<sup>(1)</sup>。しかし、本湿原の分析結果から約 4000 年前の中国地方中部地域の瀬戸内側では、スギの生育に必要な降水量は十分あったと考えられ、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った可能性が高いと思われる。また *Cyclobalanopsis* 花粉は、犬狹峠湿原・枕湿原・蛇ヶ川湿原のいずれの地点でも後氷期後期において *Lepidobalanus* 花粉よりも多く産出するが、本湿原では *Lepidobalanus* 花粉のほうがかなり多く産出する。これは、もともと縄文海進期に本湿原周辺に多く自生していなかった常緑性のアカガシ亜属が寒冷化に伴って減少し、落葉性のコナラ亜属が増加したのかもしれない。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 帯の時代は、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。恐らく、この時代から人為的影響による森林の攪乱が始まり、これまで落葉樹林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考えられる。KOI-I 帯下部では、*Lepidobalanus* 花粉が急激に減少し始め、*Abies* 花粉も減少している。したがって、この時期からの鯉が窪湿原周辺森林では人の手がよく入ることで、アカマツやコナラなどの二次林が発達し始め、また *Gramineae*、*Haloragis*、*Artemisia*、*other Compositae* 花粉が増加することから、湿原周辺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、堆積土壌が変化し、一時的に *Gramineae* 花粉と *Cyperaceae* 花粉が増加する。さらにこれまで産出が認められなかった *Sparganium* 花粉が産出し、急激に増加する。これは、現在湿原内にヒメミクリの生育がみられることからヒメミクリであると考えられる。当時、湿原上流域に繁茂していたヒメミクリが、下流域にも繁茂した可能性が高く、この時期の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。また、湿原周辺に生育していたコナラやハシバミなどの二次林の伐採がさらに進み、イネ科やカヤツリグサ科などの草本が生育し、その後低木層にはスイカズラ属、ツツジ科、イヌツゲ属などが優勢になったため、森林が発達しなかった可能性が高い。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<sup>6)</sup>。表層では *Gramineae*、*Cyperaceae*、*Sparganium* 花粉が極端に減少しているが、これは *Pinus* 花粉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* 花粉が多く産出したのは、この表層試料を梅雨前に採取したために近年植林され、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 帯の時代の鯉が窪湿原周辺は、現在よりも降水量があり、コナラ亜属を中心とする落葉広葉樹林を形成し、その上部にはモミやツガを中心とする中間温帯林が形成されていたと考えられる。また本湿原は現在よりも面積が大きく、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、人為的影響による森林の攪乱が始まり、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考えられる。また湿原周辺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ます。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・株緑化技研)に深く感謝致します。

#### 文献

- (1) 高原 光・藤木利之・三好教夫・西田史朗：岡山県蛇が嶺湿原周辺における後氷期中期以降の植生変遷。日本花粉学会誌 43(2), 97-106 (1997).
- (2) 三好教夫・白井洋輔：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 (1977).
- (3) 安田喜憲：瀬戸内海沿岸の最終氷期以降の環境変遷(II) 一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 (1982).
- (4) 三好教夫：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 (1994).
- (5) Fujiki T., Morita Y. and Miyoshi N. : Vegetational history of the area around Kashira Island in the Inland Sea, Okayama Prefecture, western Japan. *Quarterly J. of Geography*, 50, 189-200 (1998).
  - (6) 岡山県環境保健部 自然保護課: 自然保護基礎調査報告書. 岡山県環境保健部, 74pp (1985).
  - (7) 藤木利之・三好教夫: 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 (1995).
  - (8) 藤木利之・三好教夫: 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 (1996).
  - (9) 難波靖司・波田善夫: 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 (1997).
  - (10) 三好教夫・波田善夫: 中国地方の湿原堆積物の花粉分析学的研究 I. 蛇ヶ川湿原. *第四紀研究* 14, 161-168 (1975).
  - (11) 藤木利之・三好紀夫: 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 (1994).
  - (12) 三好教夫・波田善夫: 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 (1977).
  - (13) 杉田真哉・塚田松雄: 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 (1983).
  - (14) 塚田松雄: スギの歴史 過去一万五千年間. *科学* 50, 538-546 (1980)



## Pollen Analytical Study of Sediments from Koigakubo moor, Okayama

Hiroko KATAOKA

*Graduate School of Science, Okayama University of Science*

*Ridai-cho 1-1, Okayama 700-0005, Japan*

(Received November 1, 2001)

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 BP.) 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* (*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 *Abies*.

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.

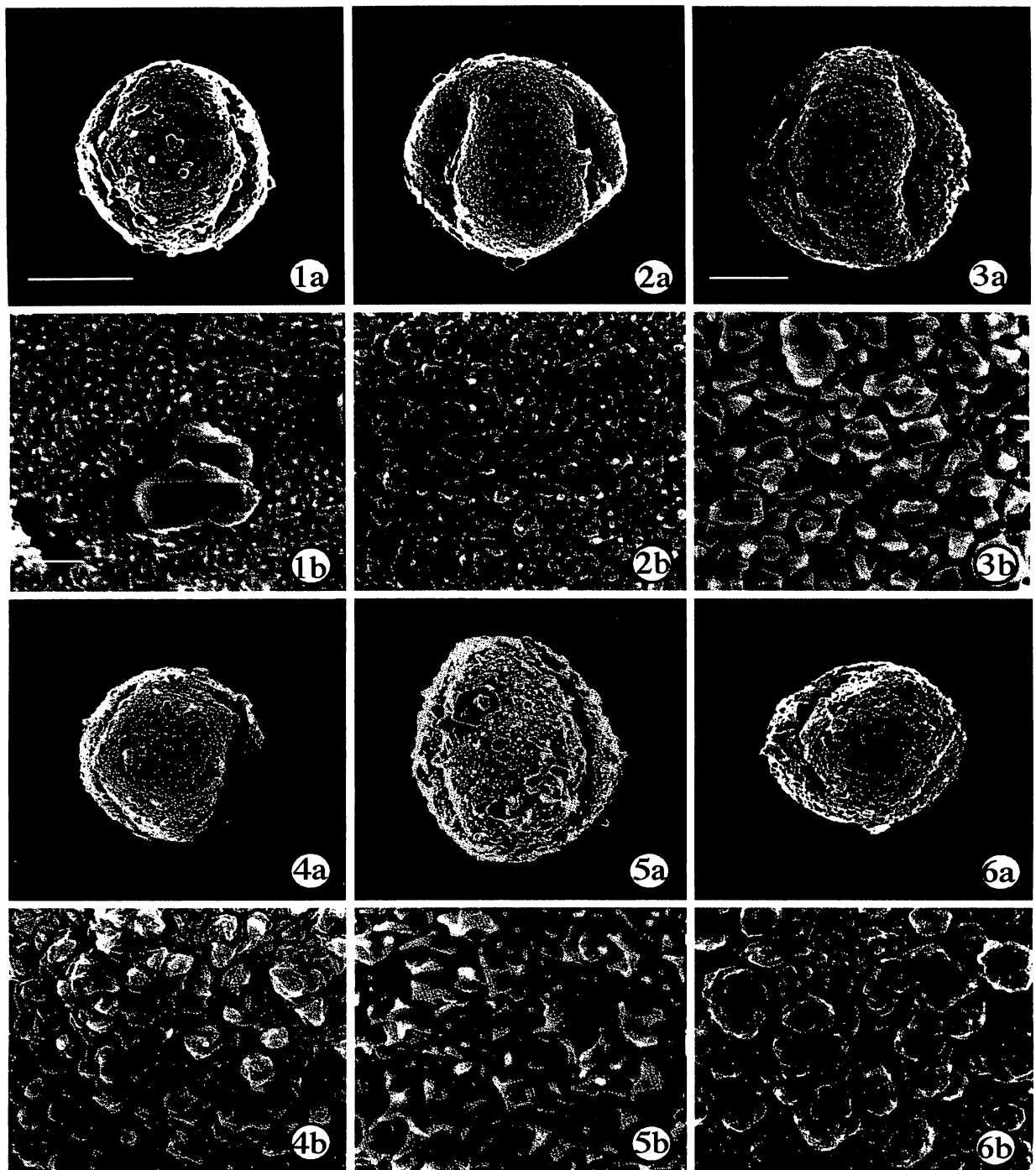


Plate.1. Scanning electron micrographs of fossil pollen grains belonging to the genus *Quercus*.

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