

## 広島県北広島町長者原湿原堆積物の花粉分析

木村裕子<sup>1)</sup>・岡崎宏明<sup>2)</sup>・三好教夫<sup>3)</sup>

<sup>1)</sup>岡山理科大学大学院理学研究科・<sup>2)</sup>株式会社 CSI・<sup>3)</sup>岡山理科大学理学部

### Pollen Analysis of a Sediment Core from the Chojabara Moor of Kitahiroshima-cho in Hiroshima Prefecture

Hiroko KIMURA<sup>1)</sup>, Hiroaki OKAZAKI<sup>2)</sup> and Norio MIYOSHI<sup>3)</sup>

<sup>1)</sup>Graduate School of Science, Okayama University of Science, <sup>2)</sup>CSI Co., Ltd. and

<sup>3)</sup>Faculty of Science, Okayama University of Science

**Abstract** : Chojabara Moor is located in Geihoku-cho, in northern Hiroshima Prefecture, Japan. It was possible to divide a sampling core from the moor into four local pollen assemblage zones (Chg-1 to Chg-4). It was estimated that the moor has developed since at least 8,000 yr B.P. based on radiocarbon dating. In zone Chg-1 (ca. 8,000 to 6,500 yr B.P.), deciduous broad-leaved forests, dominated mainly by *Quercus* subg. *Lepidobalanus* with *Betula*, *Carpinus* and *Fagus*, are established in the mountains around the moor. *Quercus* subg. *Lepidobalanus* also had been one of the major components of the forests in the zones Chg-2 and Chg-3. In zone Chg-2 (ca. 6,500 to 4,000 yr B.P.), the forests were replaced partly by *Cryptomeria* forests, and evergreen broad-leaved forests consisting of *Quercus* subg. *Cyclobalanopsis*. In zone Chg-3 (ca. 4,000 to 1,800 yr B.P.), *Pinus densiflora* entered the moor, whereas other vegetation such as *Alnus*, Gramineae, Cyperaceae and Carduoideae declined due to the fluctuation of water in the environment. In zone Chg-4 (ca. 1,800 yr B.P. to the present), the forests consisting of *Pinus densiflora* expanded, probably due to human disturbances. *Cryptomeria* also predominated, whereas the deciduous broad-leaved forests declined conspicuously.

©2007 Kitahiroshima-cho Board of Education, All rights reserved.

### はじめに

中国山地では、山崎（1943）をはじめとして、多くの地域で花粉分析が行われ、最終氷期以降の植生変遷や気候変動が解明されてきた。特に最終氷期最盛期におけるスギ林の逃避地や後氷期以降のスギ林の発達史に関する研究は、京都府立大学の高原を中心に精力的に行われてきた（三好・波田 1977, Tsukada 1986, 高原・竹岡 1980, 高原ほか 1997, 高原 1998 など）。

そのうち中国山地西部では、八幡湿原（中村 1959）、枕湿原（三好・波田 1977）、宇生賀盆地（畑中・三好 1980）、沼原湿原（杉田・塚田 1983）、赤江谷湿原（三好・佐々木 1997）の5つの地域で

の報告がある。それら5地点の分析結果を比較すると、枕湿原を除く地域では、後氷期にスギ属花粉が高率を示す花粉帯が認められる一方で、枕湿原では後氷期を通してスギ属が多産することはない。この枕湿原と八幡湿原は、直線距離で約20 kmしか離れていないが、後氷期におけるスギ属花粉の出現パターンは著しく異なる。また、東経132～134度の中国山地中部でも、後氷期におけるスギ属花粉の多産は認められない(藤木・三好1994, 高原ほか1997など)。

このように、八幡湿原とその周辺域は、中国地方におけるスギ林の発達史を解明する上で重要な地域の一つであると考えられる。先に述べたように、八幡湿原ではすでに中村(1959)の報告があるが、堆積物の放射性炭素年代値はなく、コナラ属花粉もコナラ亜属(落葉型)とアカガシ亜属(常緑型)まで分けて同定されていない。

八幡盆地内に位置する長者原湿原は、八幡湿原とともに、盆地内に点在する湿原の中でも堆積物の攪乱を免れてきた最も貴重な湿原である(白川・中越1999, 図1)。そこで本研究では、本湿原堆積物の花粉分析を実施し、堆積物の放射性炭素年代測定とコナラ属花粉の精査も行うことで、湿原周辺の後氷期以降の植生変遷を明らかにしたのでここに報告する。

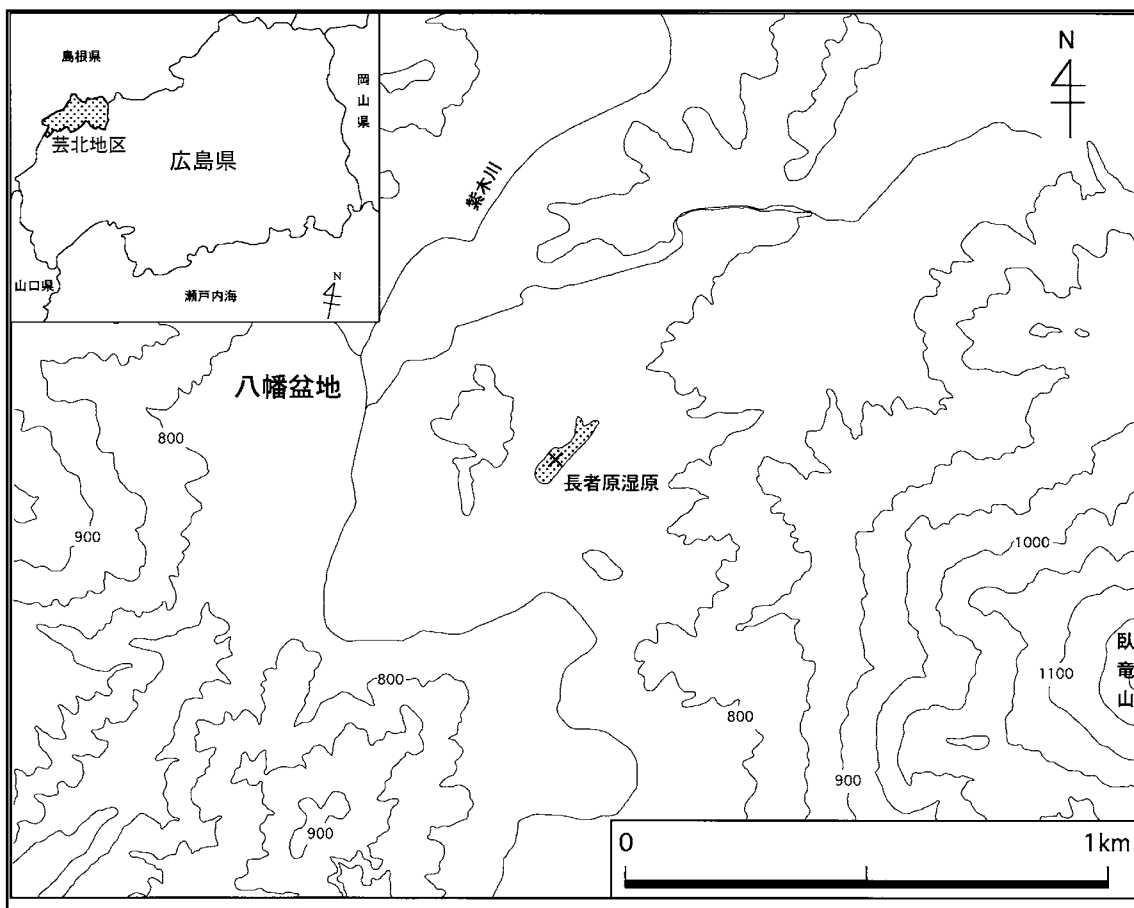


図1 調査地の位置

## 試料採取

八幡盆地は、臥竜山 (1,223m)、掛頭山 (1,126m) などの標高 1,000m を超える山地に囲まれた、標高 800m 前後の盆地である。長者原湿原はこの盆地内に位置し、長径約 200m、短径は最大で約 50m の湿原である。湿原内には、ヌマガヤ群落・モウセンゴケ群落・シシガシラ群落が分布し、湿原周辺にはアカマツ群落が広がる (白川・中越 1999)。本湿原の北側には、古八幡湖の陸化によって生じた本坪谷湿原、奥尾崎湿原、尾崎谷湿原、木東原湿原など多くの湿原が点在する (下村ほか 1956、堀川ほか 1959a)。臥竜山中腹には天然の小規模なスギ林が散在し、標高 1,000m の北西山腹には天然のブナ林が残存する (堀川ほか 1959b)。ブナ林の下部には、クリーミズナラ林が発達し、その他はコナラを主とする二次林や植林で占められている。また、掛頭山の山頂や八幡盆地北部の山地頂部は、草原が広い面積を占める (堀川ほか 1959a)。八幡高原に位置する北広島町八幡支所によると、この地域の年平均気温は 10℃で、真夏でも日最高気温が 30℃を超える日は極めて少ない (上田 1959)。また、年間降水量は約 2,600mm であり、冬季の積雪量が多い。

## 方法

堆積物試料を、本湿原内 (北緯 34 度 41 分 28 秒、東経 132 度 10 分 25 秒、標高 780m) において、トーマス型ハンドボーラーを用いて採取した。深度 125cm 以深は基盤岩であったため、手動での採取は不可能であった。深度 100～110cm の泥炭試料については、気体計数法 ( $\beta$ 線計数) による放射性炭素年代測定を (株) パリノ・サーヴェイを通して、(株) 加速器分析研究所に依頼した。

花粉分析は表層から 10cm ごとに、厚さ 2cm で切り分けた合計 13 試料について行った。花粉分析用の試料は、10% KOH、ZnCl<sub>2</sub> 溶液 (比重 1.78g/cm<sup>3</sup>) による比重分離、アセトリス法 (Faegri *et al.* 1989) の順序にしたがって処理した。これらの処理により濃集された化石花粉・胞子を、グリセリンゼリーで包埋してプレパラートを作成した。各試料について、高木花粉が 200 粒以上に達し、しかも亜高木・低木・草本花粉を含めて 500 粒以上に達するまで、出現したすべての花粉・胞子を計測した。各花粉・胞子の出現を、高木花粉の総数を基本数として百分率で示した。

## 結果

### 1. 堆積物の層相と年代

深度 0～15cm はオオミズゴケ層であり、有機物の分解はほとんどみられなかった。深度 15～105cm は泥炭であり、深度 15～40cm にかけて木炭片を含んでいた。深度 105～125cm は泥炭質粘土であった。

深度 100～110cm の泥炭試料 <sup>14</sup>C 年代は、6,510 ± 90 yr B.P. (IAAA-147) であった。

### 2. 花粉分析結果

同定した化石花粉・胞子の分類群数は、木本花粉が 27 (針葉樹 5、広葉樹 22)、草本花粉が 22、胞子が 5 の合計 54 種類である。主要な花粉・胞子の出現率消長を、図 2、3 に示す。

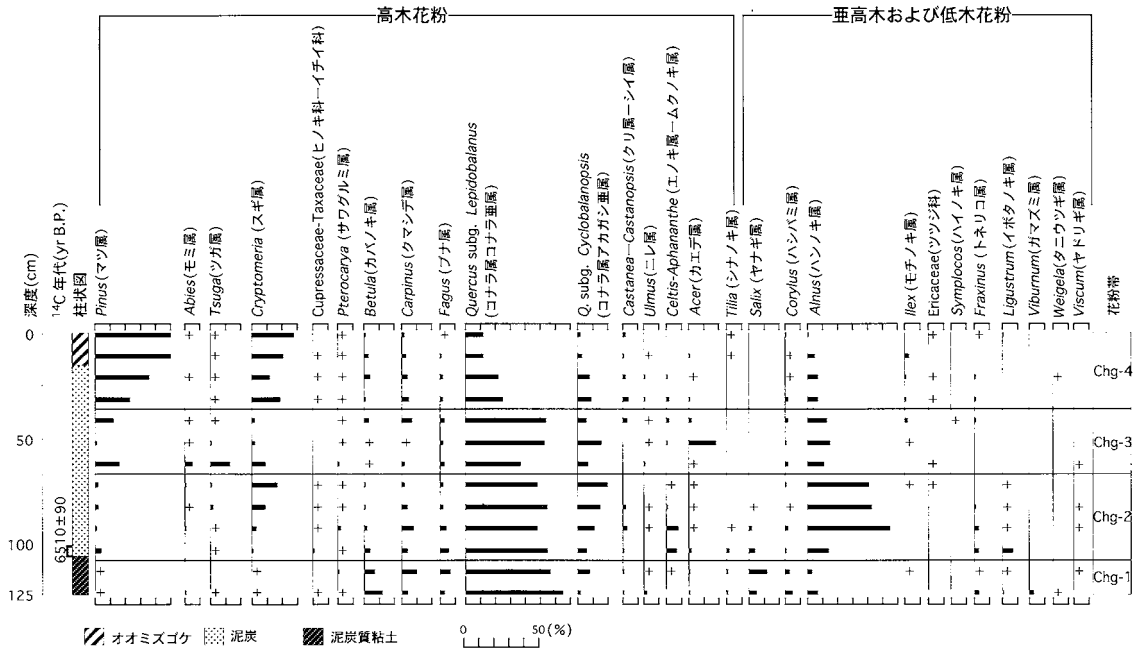


図2 長者原湿原堆積物の木本花粉分布図。図の左に堆積物の柱状図を示す。プラス (+) は出現率が1%未満であることを示す。

主な花粉の組成と出現頻度の変化パターンに基づき、次に示す Chg-1 から Chg-4 帯の4つの局地花粉帯に区分した。

### 1) Chg-1 帯 (深度 125 ~ 110cm)

コナラ属コナラ亜属 *Quercus* subg. *Lepidobalanus* (以下、コナラ亜属と呼ぶ) 花粉は58~65%と最も優勢であった。カバノキ属 *Betula* (13%程度)、クマシデ属 *Carpinus* (4~10%)、ブナ属 *Fagus* (4~10%)、ヤナギ属 *Salix* (5~12%)、ハシバミ属 *Corylus* (4~6%) 花粉も比較的高率で随伴し、それらの出現率は他の花粉帯に比較しても高かった。ハンノキ属 *Alnus* 花粉も4~12%と比較的高い出現率を示す。草本花粉は、イネ科 Gramineae が6~14%、カヤツリグサ科 Cyperaceae が約21%、ヨモギ属 *Artemisia* が5~10%の出現率を示す。胞子は単条溝型 Monolete type が高率で、最下層で約90%に達した。

### 2) Chg-2 帯 (深度 110 ~ 70cm)

コナラ亜属花粉はやや減少する一方で、スギ属 *Cryptomeria* およびコナラ属アカガシ亜属 *Quercus* subg. *Cyclobalanopsis* (以下、アカガシ亜属と呼ぶ) 花粉は上層に向かって増加することが特徴的である。エノキムクノキ属 *Celtis-Aphananthe* 花粉は下層では比較的高率であったが、上層に向かって減少した。ハンノキ属花粉は下層で56%まで急増する一方、カバノキ属花粉はわずかに減少した。草本花粉・胞子は、イネ科、カヤツリグサ科、単条溝型および三条溝型 Trilete type が最下層から急増した。ヨモギ属花粉は下層で20%程度と高率を示すが、上層で急激に減少した。ヨモギ属を除くキク亜科 other Cardioideae 花粉は中層で増加した。ゼンマイ科 Osmundaceae 胞子は、上層に向かってしだいに増加した。

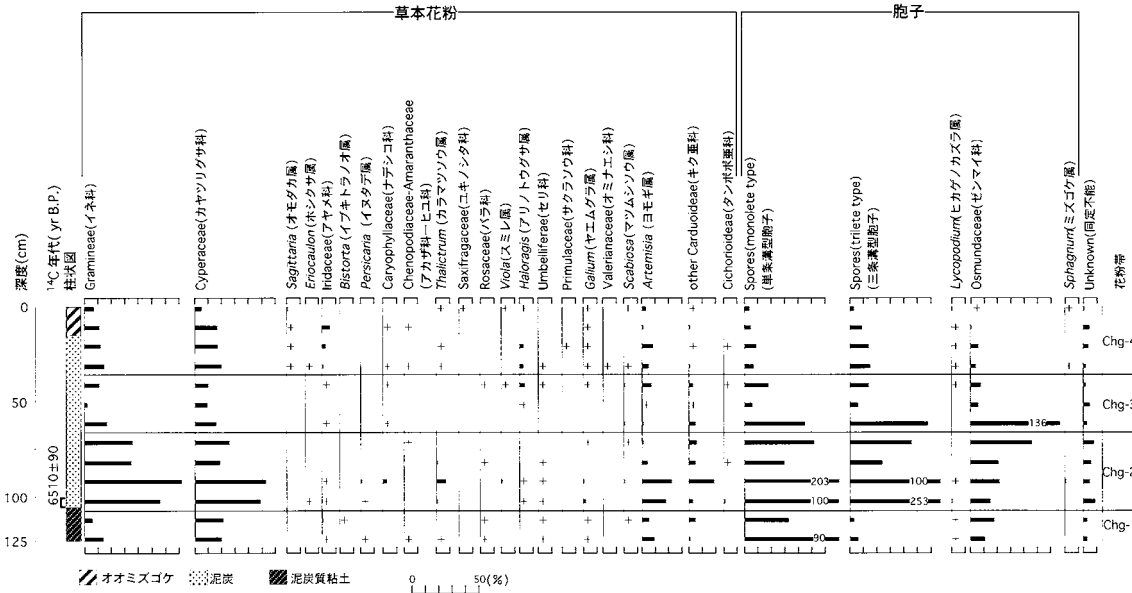


図3 長者原湿原堆積物の草本花粉および孢子の分布図。図の左に堆積物の柱状図を示す。プラス(+)は出現率が1%未満であることを示す。

### 3) Chg-3 帯 (深度 70 ~ 40cm)

コナラ亜属花粉は 37 ~ 55% と最も優勢であった。マツ属 *Pinus* 花粉は下層では比較的高率であるが、中層で一旦減少し、上層で再び約 12% まで増加した。スギ属花粉は中・下層で 2% まで減少した。ハンノキ属花粉は Chg-2 帯に比べ、7 ~ 16% まで著しく減少した。アカガシ亜属花粉は中層で 17% を示すが、下・上層で 7% 程度である。モミ属 *Abies* とツガ属 *Tsuga* 花粉は深度 60cm で、それぞれ 5% と 14%、カエデ属 *Acer* 花粉は深度 50cm で 18% と、全層を通じて最も高い出現率を示す。草本花粉・孢子は、イネ科とカヤツリグサ科が減少し、単条溝型、三条溝型およびゼンマイ科が下層から急激に減少した。

### 4) Chg-4 帯 (深度 40 ~ 0cm)

マツ属とスギ属花粉は急増する一方で、コナラ亜属、アカガシ亜属およびハンノキ属花粉は減少することが特徴的である。草本花粉・孢子は、イネ科、カヤツリグサ科、単条溝型および三条溝型が上層に向かい徐々に減少した。アヤメ科花粉は最上層では全く出現しないものの、2 ~ 6% で出現した。

## 考 察

### 長者原湿原周辺の植生変遷

深度 110 ~ 100cm の泥炭の試料の  $^{14}\text{C}$  年代値 (6,510 ± 90 yr B.P.) をもとに、堆積物に不整合がなく堆積速度が一定と仮定して、最下層部の年代を求めると、約 8,000 yr B.P. となる。ただし、深度 15cm 以浅は生きたシュートを含む未分解のオオミズゴケであるため、これを除外して堆積速度を算出し、上記の年代を得た。この値をもとに各花粉帯の開始年代を求めると、Chg-2 帯は約 6,500 yr B.P.,

Chg-3 帯は約 4,000 yr B.P., Chg-4 帯は約 1,800 yr B.P. となる。

木本花粉の組成から、Chg-1 帯にはコナラ亜属が優勢で、カバノキ属、クマシデ属、ブナ属などを伴う落葉広葉樹林が湿原周辺の山地に成立していたと考えられる。また、ハシバミ属も林内に混生していたと推定される。ヤナギ属、ハンノキ属花粉も出現することから、湿原やその近辺の湿潤地にヤナギ属やハンノキ属が生育していたと考えられる。

Chg-2 帯ではスギ属、アカガシ亜属およびエノキ属—ムクノキ属花粉が増加することから、コナラ亜属を主とした落葉広葉樹林が衰退し、スギ林やアカガシ亜属を主とする常緑広葉樹林が分布を拡大したと考えられる。中国山地のスギ天然林の現在の分布域は海拔 500 ~ 1,000m で、年降水量 1,000 ~ 3,000mm の地域であり (林 1960), 特に中国山地中部および東部においては海拔 750 ~ 1,050m, 年降水量 1,900mm 以上の湿潤な地域である (岡山県環境保健部自然保護課 1993)。また、Tsukada(1986) は、年有効降水量 1,000mm 以上で、年有効気温 90 ~ 180 °C・月の地域にスギの分布密度の高い林分が存在するとしている。これらを根拠すると、Chg-1 帯の湿原周辺は年降水量が多く、湿潤な環境であったと推定される。この時期のスギ属の増加は中国山地西部に位置する八幡湿原 (中村 1959), 宇生賀盆地 (畑中・三好 1980) などや中国山地東部に位置する細池湿原 (Miyoshi 1989), 菅原湿原 (高原・竹岡 1980), 菅野湿原 (三好 1983) などで認められる。しかし、本湿原から直線距離にしてわずか 20 km しか離れていない枕湿原 (三好・波田 1977) や、中国山地中部地域に位置する犬狭峠湿原 (藤木・三好 1994), 蛇ヶ嶋湿原 (三好・波田 1975a, 高原ほか 1997) などでは認められない。スギ林の発達が見られない要因として、高原ほか (1997) は局地的に降水量と積雪量が不十分であったとする気候的要因、湿潤な立地の形成などが不可能で局地的にスギの不適地であったとする土壌的要因、この時期の海面上昇により最終氷期最盛期の逃避地からの分布の拡大が困難であったとする地理的要因を挙げている。また、三好・波田 (1977) や三好 (1998) は土壌条件の差異をその要因に挙げている。今後、八幡盆地周辺での分析地点を増やし、その要因についてさらに検討していく必要がある。

Chg-3 帯ではスギ属花粉が下層で減少する一方、コナラ亜属花粉は依然、高率で連続出現する。これらことから、スギは衰退したものの、コナラ亜属を主とする落葉広葉樹林が引き続き優勢であったと推定される。さらに、Chg-3 帯ではコナラ亜属花粉の多産とともに、マツ属花粉が断続的ながら高率を示す。この現象は続く Chg-4 帯でのマツ属花粉の増加に伴うコナラ亜属花粉の減少とは極めて異質である。Chg-3 帯でのマツ属花粉の多産はむしろ、ハンノキ属花粉に加えて、イネ科、カヤツリグサ科、キク亜科などの草本花粉の減少と対応している。したがって、それらの花粉組成の変化は Chg-4 帯で示唆される人間の森林干渉によるアカマツ林の拡大を示すのではなく、水環境の変動に起因する湿地周辺での局地的な植生変化を反映すると考えられる。憶測の域ではあるが、地下水位の上昇によってハンノキの優勢な湿生林やイネ科、カヤツリグサ科などを主とする湿原植生の一部が衰退し、相対的に比高の高いアカマツが侵入した可能性がある。

ただし、本研究では花粉分析試料の分析間隔が広く、分析結果が得られる植生史の時間解像度が粗いため、マツ属花粉とともに断続的に高率を示すモミ属、ツガ属、カエデ属花粉などの動態に関しては、今後の詳細な分析が必要である。

Chg-4 帯ではコナラ亜属花粉が減少し、マツ属とスギ属花粉が急増する。中国地方における人為の森林破壊に起因するマツ属の増加は、早いところで約 2,000 年前に始まるとされている (三好 1998)。また、八幡盆地は古くからたたら製鉄も広く行われていた場所であり、付近一帯の森林は人為攪乱を被って

きた (堀川ほか 1959a). さらに, 定量的な分析は行っていないものの, Chg-4 帯下部には夥しい量の炭化片が含まれており, しかも深度 40cm および 20cm において径 180 $\mu$ m を超える炭化片も多く認められた. 径 180 $\mu$ m を超える炭化片は, 堆積盆の縁辺から半径数百メートルの領域で生じた局地的な火災に起因すると考えられている (Clark 1996a, Clark 1996b, Clark and Patterson 1997, Clark *et al.* 1998). これらのことから, 人為による森林攪乱により, コナラ亜属を主とした落葉広葉樹林が衰退し, アカマツを主とする森林が拡大したと考えられる. また, スギ林も再び分布を拡大したと考えられる. 人為による森林攪乱を免れたスギ天然林の一部が, 現在の臥竜山の中腹に残存していると推察される.

## 謝 辞

本研究を行うあたり, 八幡振興会には調査の許可を頂いた. また, 高原の自然館白川勝信博士には許可申請などでご支援を頂いた. 広島大学大学院国際協力研究科の院生には, 採取場所周辺の植生調査などを手伝って頂いた. 上記の方々に深謝する.

## 摘 要

長者原湿原 (海拔 760 ~ 800m) は, 中国山地西部に位置する八幡盆地に形成されており, そこから 125cm の堆積物を採取した. この堆積物の花粉分析をもとに, 4 つの局地花粉帯 (Chg-1 から -4 帯) を区分した. 深度 100 ~ 110cm の堆積物の  $^{14}$ C 年代値から, この堆積物は約 8,000 yr B.P. 以降に堆積を開始したと推定される. Chg-1 帯 (約 8,000 ~ 6,500 yr B.P.) にはコナラ亜属を主とし, カバノキ属, クマシデ属, ブナ属などを伴う落葉広葉樹林が湿原周辺の山地に成立していたと考えられる. Chg-2 帯 (約 6,500 ~ 4,500 yr B.P.) には, スギ林やアカガシ亜属を主とする常緑広葉樹林が分布を拡大したと推察される. Chg-3 帯 (約 4,000 ~ 1,800 yr B.P.) にはスギは衰退したものの, コナラ亜属を主とする落葉広葉樹林が引き続き優勢であったと推定される. また, 水環境の変動により, 湿原周辺ではハンノキ属やイネ科, カヤツリグサ科およびキク亜科などの湿原植生の一部が衰退し, アカマツが侵入したと推定される. Chg-4 帯 (約 1,800 ~ 0 yr B.P.) には人為による森林攪乱により, コナラ亜属を主とする落葉広葉樹林からアカマツ林へ移行したと推定される. また, スギ林が再び分布を拡大したと考えられる.

## 引 用 文 献

- Clark, J. S. 1996a Introduction to sediment records of biomass burning and global change. In Clark, J. S., Cachier, H., Goldammer, J. G. and Stocks, B. J. editors, *Sediment records of biomass burning and global change*, Berlin : 1-9 Springer Verlag, Germany.
- Clark, J. S. 1996b The baseline biomass burning emissions of eastern North America. In Levine, J. S. editor, *Biomass burning and Global Change Volume 2* : 750-757 MIT Press, Cambridge, MA.
- Clark, J. S. and Patterson, W. A. 1997 Background and local charcoal in sediments:scales of fire

- evidence in the paleorecord. In Clark, J. S., Cachier, H., Goldammer, J. G. and Stocks, B. J., editors, *Sediment records of biomass burning and global change*, Berlin : 23-48 Springer Verlag
- Clark, J. S., Lynch, J., Stocks, B. J. and Goldammer, J. G. 1998 Relationships between charcoal particles in air and sediments in west-central Siberia. *Holocene* 8 : 19-29
- Faegri, K., Kaland, P. E. and Krzywinski, K. 1989 *Textbook of pollen analysis*, 4th ed. 328pp. John Wiley & Sons.
- 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・犬狭峠湿原（岡山県）岡山理科大学自然科学研究所研究報告 20 : 77-82
- 畑中健一・三好教夫 1980 宇生賀盆地（山口県）における最終氷期最盛期以降の植生変遷 日本生態学会誌 30 : 239-244
- 林 弥栄 1960 日本産針葉樹の分類と分布 202pp. 農林出版 東京
- 堀川芳雄・鈴木兵二・横川広美・松村敏則 1959a 八幡高原の植生概観 三段峡と八幡高原総合学術調査研究報告 109-120 広島県教育委員会
- 堀川芳雄・鈴木兵二・横川広美・松村敏則 1959b 八幡高原の湿原植生 三段峡と八幡高原総合学術調査研究報告 121-152 広島県教育委員会
- 三好教夫 1983 花粉分析学的研究よりみた中国地方の洪積世後期以降の植生変遷 日本植生誌 中国 82-89 至文堂 東京
- Miyoshi, N. 1989 Vegetational history of the Hosoike Moor in the Chugoku Mountains, western Japan during the Late Pleistocene and Holocene. *Japanese Journal of Palynology* 35 : 27-42
- 三好教夫 1998 中国・四国地方の植生史 138-149pp. 安田喜憲・三好教夫編 図説日本列島植生史 235pp. 朝倉書店 東京
- 三好教夫・波田善夫 1975a 中国地方の湿原堆積物の花粉分析学的研究 蛇ヶ川湿原 第四紀研究 14 : 161-168
- 三好教夫・波田善夫 1975b 中国地方の湿原堆積物の花粉分析学的研究 2. 古生沼（兵庫県）日本花粉学会会誌 16 : 37-42
- 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 枕湿原（広島県）日本生態学会誌 27 : 285-290
- 三好教夫・佐々木政則 1997 花粉が語るとごうちの植生史 戸河内町史 自然編 4 : 206-212 広島県戸河内町教育委員会
- 中越信和・安部哲人 1996 広島県芸北町八幡地区の湿原植生の変容 高原の自然史 1 : 5-38
- 中村 純 1959 八幡湿原の花分析学的研究 三段峡と八幡高原総合学術調査研究報告 153-160 広島県教育委員会
- 岡山県環境保健部自然保護課 1993 おかやまの自然 第2版 332pp. 岡山県
- 下村彦一・西村嘉助・桑代 勲 1956 八幡高原の地形 昭和29年度 三段峡と八幡高原総合学術調査概報 89-92
- 白川勝信・中越信和 1999 広島県芸北町長者原湿原の植生 高原の自然史 4 : 1-15



- 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・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 (III) - 鳥取県菅原湿原周辺における森林の変遷 - 91 回日林論 293-294
- 高原 光・藤木利之・三好教夫・西田史朗 1997 岡山県蛇ヶ丸湿原周辺における後氷期中期以降の植生変遷 日本花粉学会会誌 43(2) : 97-106
- 高原 光 1998 スギ林の変遷 安田喜憲・三好教夫編 図説日本列島植生史 235pp. 朝倉書店 東京
- Tsukada, M. 1986 Altitudinal and latitudinal migration of *Cryptomeria japonica* for the past 20000 years in Japan. Quaternary Research 26 : 135-152
- 上田君雄 1959 三段峡・八幡高原の気候 三段峡と八幡高原総合学術調査研究報告 5-22 広島県教育委員会
- 山崎次男 1943 裏日本泥炭地の花粉分析 I 特にスギ分布の変遷史に関する研究 (第 1 報) 鳥取県菅原湿原 日本林学会誌 25 : 25-40

2004 年 5 月 6 日受付 ; 2006 年 6 月 3 日受理