

特 集 中池見湿地の保全と北陸新幹線ルート変更問題

中池見湿原堆積物の花粉化石からみた最終氷期以降の植生変遷

岡山理科大学生物地球学部 宮 本 真 二

Vegetational changes since the Last Glacial from the pollen influx in Naka-Ikemi moor, Central Japan. Shinji Miyamoto (*Faculty of Biosphere-Geosphere Science, Okayama University of Science*)

The results of the pollen analysis by the relative and absolute-value methods of the boring core samples from the Naka-Ikemi (lowland in 47m a.s.l.) elucidated that there were a change related to the competition of each main plant for the past *ca.* 130,000yrs.

Cryptomeria expanded rapidly and began to compose a mixed forest with *Pinus* subgen. *Haploxylon* in the Last Glacial at the *ca.* 120,000yrs BP, *Ilex* was dominant in the lowland around the moor.

The vegetation with *Cryptomeria* lasted until *ca.* 55,000yrs BP involving a little change of species composition. After that, the vegetation with *Cryptomeria* was divided into two types: the vegetation type mainly with subarctic conifer and that with cool temperate deciduous broad-leaved trees such as mainly in *Lepidobalanus* and *Fagus* from the *ca.* 55,000 to 14,000yrs BP. The value of subarctic coniferous pollen influx was highest during the *ca.* 20,000 to 17,000yrs BP that corresponds to the Last Glacial Maximum (LGM).

The vegetation composed in subarctic coniferous trees shifted to that of *Cryptomeria* and *Pinus* subgen. *Diploxylon* and *Betula* of cool temperate deciduous broad-leaved trees shifted to *Fagus* since *ca.* 14,000yrs BP. Increase in *Diploxylon* suggests that the human impact, but that of indicates increase in snowfall on the side of the Sea of Japan. Warm species such as *Quercus* subgen. *Cyclobalanopsis* and *Castanopsis* increase in the Holocene, since *ca.* 10,000yrs BP.

Keywords: Naka-Ikemi Moor, Vegetational Changes, Pollen Analysis, Last Glacial

要旨：北陸地域の中池見湿原（47mの低地）でのボーリング・コア試料の絶対値法、さらには相対値法による花粉分析の結果から、過去13万年間に主要な植物ごとに競合関係の変遷があったことを明らかにした。結果を以下に要約する。

日本海側の低地に立地する中池見湿原における約13万年前の最終間氷期末以降の植生は、温暖種を伴う植生が形成されていたが、約12万年前以降の最終氷期にはスギ属が急速に分布域を拡大し、マツ属単維管束亜属との混合林を構成しはじめた。この植生変遷から、約12万年以降の急速な降水量の増加が推定できる。また、湿原周辺の低地部では、約12万年前以降の最終氷期になると、モチノキ属を主体とした植生が形成された。

最終氷期に成立した植生タイプは、構成種を変遷させながらも、約5.5万年前までスギ属を主体とした植生が継続した。その後、6.5万年間主体となってきたスギ属が優占する植生タイプは、約5.5万年前から約1.4万年前の間に、亜寒帯性針葉樹を主体とする植生と、コナラ亜属やブナ属などの冷温帯性落葉広葉樹を主体と

する植生タイプに二分された。この間の亜寒帯性針葉樹の花粉流入量の変化は、約2万年前から1.7万年前の間がもっとも高く、最終氷期の最寒冷期である。また、草本花粉の変化に着目すると、ヨモギ属が約7万年前以降継続して産出するので、寒冷化にともなう変化である。

約1.4万年前以降は、亜寒帯性針葉樹で構成される植生がスギ属とマツ属複維管束亜属の植生タイプに、そして冷温帯性落葉広葉樹林は、カバノキ属からブナ属へと変遷した。前者のマツ属複維管束亜属の増加は、人為によるが、後者は日本海側地域の多雪化の進行による。また約1万年前以降の完新世にはいると、アカガシ亜属やシノキ属等の温暖種も増加した。

キーワード：中池見湿原、植生変遷、花粉分析、最終氷期

はじめに

第四紀後期の日本列島の植生変遷および気候変動の解明は、各地域からの堆積物試料の最終氷期後半から完新世を対象とした研究によって行われてきた（安田・三好，1998）。

しかし、植物の絶対量の変遷過程にもとづいた具体的な植生変遷過程の復原は行われていない。それは、大半の先行研究における花粉分析研究の目的が植生や植物群落の詳細な変遷過程の復原ではなく、検出される花粉化石の組成をもとにした気候変動の復原に研究の主軸があったからだと考えられる（杉田・高原，2001）。このことは、花粉化石生産量や花粉化石の堆積動態について考察した研究は、ほとんど進展しておらず、定性的な理解しか得られていないことにも起因している。つまり、復原された植生変遷過程における植物の絶対量の変化についての検討は不十分であると言える。

もっとも、花粉分析法の開発当初からこのような問題点は日本列島を事例とした研究でも指摘されてきた（沼田・玉田，1936）。

絶対花粉流入量は、植物種によって花粉生産量や、運搬堆積様式が異なるため、値のすべてが絶対量を表現していないが、植物の絶対量や植物間の競争関係を把握するうえで有効である（Blinman et al., 1979; Moore et al., 1991）。また花

粉分析による空間スケールの検討を行う場合、花粉化石群集の絶対値を把握することが重要である（Tsukada, 1972）。つまり、植生を構成する植物群落レベルの変化を把握するためには、各植物分類群の変動を把握する必要があり、その結果として花粉化石群集から植生の空間分布の復原に発展すると考えられる。

すでに述べたように、日本では相対値法による花粉分析結果にもとづく気候変動と植生変遷史を主題とした研究が大半であり、植生の空間的広がりについての復原を目的とした研究は不十分であった。花粉分析の分析地点が示す周辺植生の空間スケールを定量的に把握するためには、花粉生産量、花粉の飛散距離、植生分布、堆積盆の規模を考慮しなければならない。しかし、日本では植生の空間的広がりを把握するための基礎的な研究としての、現生花粉の動態研究（たとえば、日比野・安田，1973）や、絶対花粉流入量の研究は極めて少ないといえる（たとえば、Tsukada, 1972）。

その後、林分レベルでの植生の空間復原を目的とした研究（杉田・高原，2001）、さらには花粉生産量を花粉分析に応用しようとした研究（たとえば、清永，2000）が行われつつある。この中で、花粉分析によって復原される空間スケール、つまり花粉分析地点が反映する周辺植生の空間的広がりには、シミュレーションや、表層花粉と現生植生との関係性から、堆積盆の規模によって相違する

ことが明らかにされている (Sugita, 1993; 1994)。しかしながら、花粉化石による復原植生の分類群ごとの植物量の変化や、植物群落単位での植物の競争関係の検討はほとんど行われていないといえる。

さらに、ボーリング・コア試料にみられるような長いタイムスケールを対象として、絶対値法を用いた植物間の競争関係や植生の絶対量の議論は行われていない。

日本海側地域において最終間氷期の約数十万年前から現在にかけての環境変動に関する連続的なコア解析をもとにした詳細な議論はなされていない。とくに、同一地点で掘削された最終間氷期以降から現在までの連続性の高い堆積物の花粉分析が行われた地点は日本列島全体でもわずかである。

たとえば、日本列島の陸域において最終氷期開始期以降の連続した結果を示すものとして、約12万年前以降の山口県の徳佐盆地 (三好, 1989) などがある。北陸地方では、福井県の三方湖底から得た堆積物試料の花粉分析から約4万年前以降の植生変遷や気候変動を論じた事例 (安田, 1982)、最終間氷期末以降の堆積環境の変遷 (宮本ほか, 1995) や最終氷期最盛期頃の植生変遷過程を復原した事例 (Miyamoto et al., 1996, 1998) がある。さらには山地湿原の花粉分析や地球化学的分析によって晩氷期以降の植生変遷を論じた事例がある。しかしながら、これまでの先行研究では、日本海沿岸地域の陸域において最終間氷期から最終氷期にかけての連続性の高い堆積物に基づく花粉分析的研究はなされていない。さらには、上記した先行研究のすべてが相対値法による花粉分析結果からの植生変遷史の検討であり、本研究で目的とする絶対量にもとづく各分類群ごとの競合関係の解明と相違する。

対象地域と手法

日本海側の若狭湾沿岸地域は、最終氷期最盛期におけるスギの逃避地の一つと推定されていること (Tsukada, 1982) や、ブナに代表される冷温帯性落葉広葉樹林の成立過程、第四紀の陸域の気候変動、動植物相の変化、さらには日本海の海洋環境の変化との相互関係を解明するうえで重要な地域である (安田, 1982; 宮本ほか, 1995)。

本研究では、絶対量にもとづく詳細な植生変遷史研究を進展させるため、長いタイムスケールのコア試料を対象に絶対値法による花粉分析から、絶対花粉流入量を算出し、植生変遷過程を明らかにする。まず、日本海側地域の北陸地域の中池見湿原のボーリング・コア堆積物試料を分析対象として花粉分析を行い、最終間氷期末以降の植生変遷を明らかにする。そして、花粉分析によって復原される周辺植生内での詳細な植物の競争関係を把握する。

以上の研究史をふまえ、既報告 (宮本ほか, 1995, Miyamoto et al., 1996, 1998) をもとに、中池見湿原堆積物の花粉分析から明らかとなった植生変遷の概略について報告する。

中池見湿原堆積物コアの層相と連続性

敦賀平野東部には周囲を標高約200m以下の山地に包囲された3つの低湿地が位置しており、北から内池見、中池見、余座池見と呼ばれている (図1)。これら南北に連なる3つの低湿地は、これらの形態から地殻変動によって形成されたことが指摘され (岡山, 1940)、Okada (1978) は湿原東方の敦賀断層の東上がり西落ちの断層運動によって形成された袋状の埋積谷に起源するものと推定している。中池見湿原は東西約1.3km、南北約0.5kmで、西方に開く扇状の平面形を呈してい

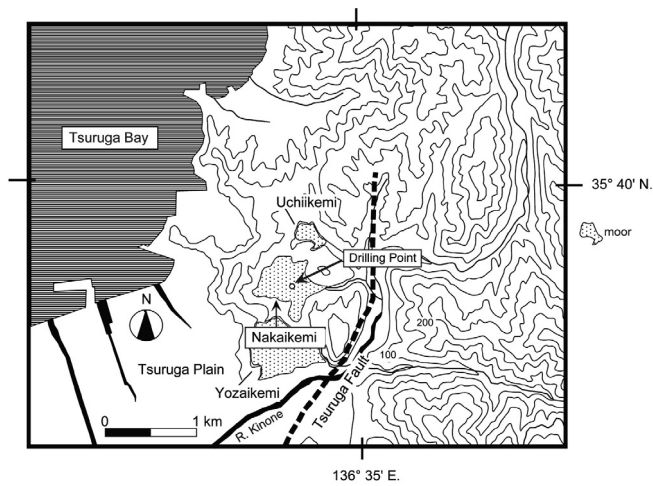


図 1. 中池見湿原の位置とボーリング・コア試料採取地点（宮本ほか，1995; Miyamoto et al., 1996, 1998より）。

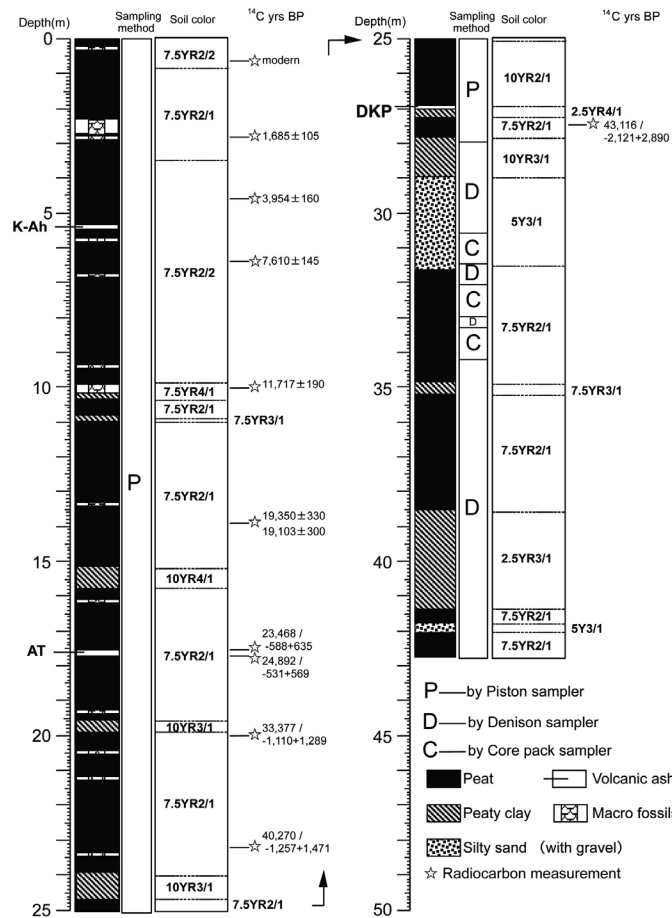


図 2. 中池見湿原堆積物の層相（宮本ほか，1995; Miyamoto et al., 1996, 1998より）。

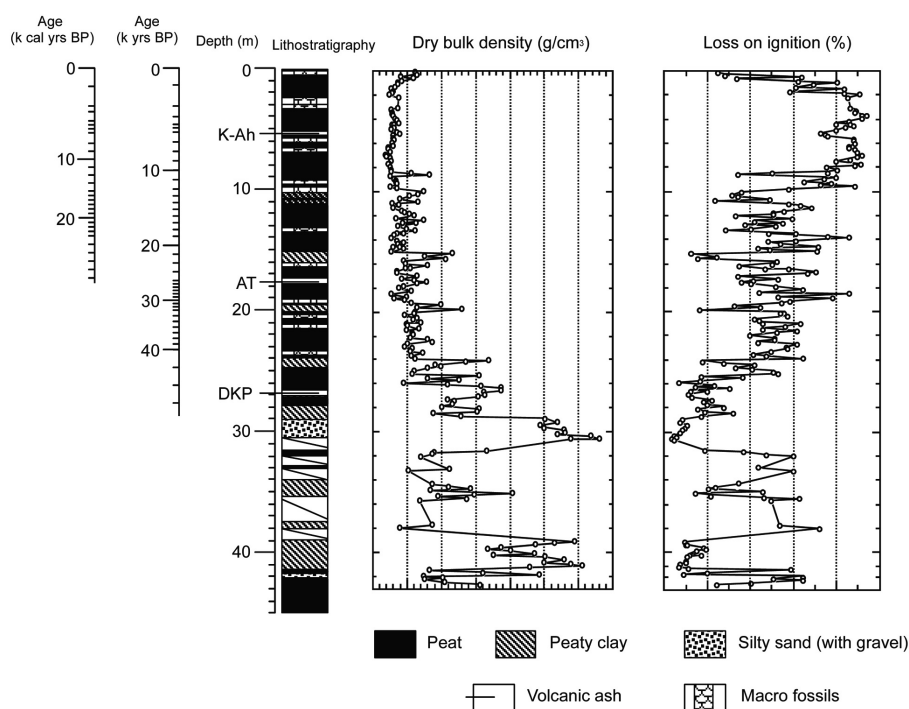


図3. 中池見湿原堆積物の容積比重と灼熱消費量の変化（宮本ほか，1995を一部改変）。

る。湿原のはぼ中央部（標高47m，35°39'N，136°5'E.）でボーリング掘削は行なわれた。

深度約29m以浅は大型植物遺体を各地点で含有する泥炭層が認められ，それ以深には礫が混入するシルト質砂層が介在し，再び泥炭層となる（図2）。また，それ以深の深度約39～41mは泥炭質粘土層が認められた。

泥炭層は暗褐色（7.5YR2/1～2/2）で，泥炭質粘土層は褐色（10YR3/1・4/1）を呈している。また，容積比重の変化では，深度23.9m以深の泥炭質堆積物の容積比重は，約0.1～0.3の値を示し，深度24.1～28.7mまでは0.3～0.8の値を示す。それ以深の礫が混入する堆積層では，1以上の値を示す（図3）。

深度約26m以浅の容積比重に着目すると，上部にかけてほぼ連続的に減少し，再び上部で増加傾向を示す（図3）。この値は，下部で堆積物が地

層の圧密を，そして上部では近年の湿原内での水田耕作をはじめとした人間活動による地表面からの圧密を受けていることを示しているものと考えられる。また，容積比重が高くなっている数地点は，火山灰の降下などによる異種鉱物の流入に起因する可能性が考えられる。これらの値と，広域火山灰の降下年代や12点におよぶ¹⁴C年代測定の結果からみて，過去約5万年の中池見湿原堆積物コアに不整合は存在しないと言える。したがって，コアのトップから深度約26m以浅の過去約5万間は，ほぼ連続した環境変動を記録した堆積物を保持していると考えられる。

過去13万年間の植生変遷

花粉分析の結果から，以下の植生変遷過程を復原した（図4）。

13万～12万年前

日本海側の低地に立地する中池見湿原の約13万年から12万年前という最終間氷期末の段階では、温暖種を伴う植生が形成されていた。

12万～5.5万年前

約12万年前以降の最終氷期にはいとスギ属が急速に分布域が拡大し、マツ属単維管束亜属と混交した植生タイプが構成されはじめた。この植生変遷からは、約12万年以降の急速な降水量の増加が想定される。いっぽう湿原周辺の低地部では、約12万年前以降の最終氷期になると、モチノキ属を主体とした植生が形成された。この最終氷期からの植生タイプは、構成種を若干変化させながらも、約5.5万年前まで基本的に同質のスギ属を主体とした植生が継続した。草本花粉の流入量変動

に着目すると、ヨモギ属が約7万年前以降継続して産出するようになった。これは寒冷化にともなう変化であると考えられる。

5.5万～1.4万年前

約12万～5.5万年前の6.5万年間主体となってきたスギ属が優占する植生タイプは、約5.5万年前から亜寒帯性針葉樹を主体とする植生と、コナラ亜属やブナ属などの冷温帯性落葉広葉樹を主体とする植生タイプが形成され、約1.4万年前まで継続した。この間のツガ属、トウヒ属、マツ属単維管束亜属の亜寒帯性針葉樹の花粉流入量に着目すると、約2万年前から1.7万年前間がもっとも高いことから、この間が最終氷期の最寒冷期と考えられる。約1.4万年前以降は、亜寒帯性針葉樹で構成される植生が、スギ属とマツ属複維管束亜属

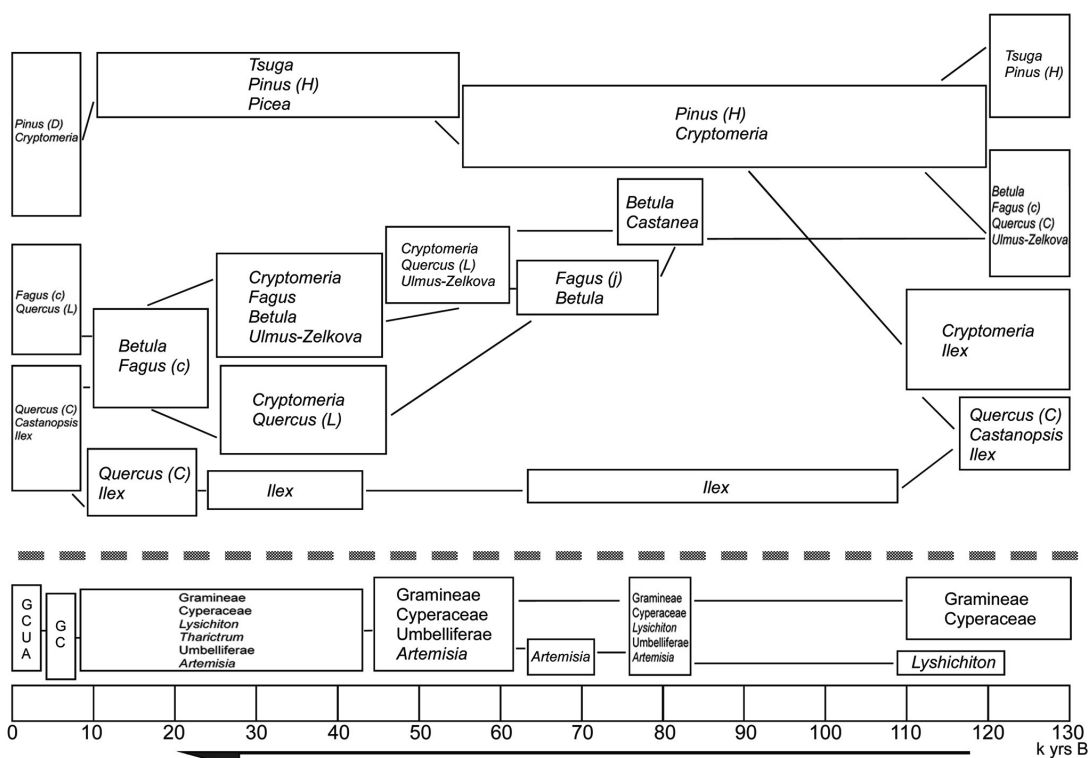


図4. 花粉流入量からみた最終氷期以降の中池見の植生変遷. G: Gramineae, C: Cyperaceae, U: Umbelliferae, A: *Artemisia* (Miyamoto, 2005より).

の植生タイプに、そして冷温帯性落葉広葉樹を主体とする植生は、カバノキ属を主体とする植生からブナ属を主体とする植生へと変遷した。

前者のマツ属複維管束亜属の増加は、人為によると判断されるが、後者は日本海側地域の多雪化の進展によるものと判断される。また、約1万年前以降の完新世にはいると、アカガシ亜属やシイノキ属等の温暖種も増加した。

1.4万年前以降

約1.4万年前以降の晩氷期の植生変化は、約1.4万年前から約1.3万年前には先駆種としてのカバノキ属が優占し、約1.3万年前から約8千年前にブナ属、コナラ亜属、クマシデ属を主体とする冷温帯性落葉広葉樹林が形成された。

これらの植生変遷過程は、主要な分類群の産出時期において他地域と時間差がみとめられるが、主要な構成種の変遷過程は類似しており、北陸地域という日本海側地域に面した低地と山地域での植生変遷の典型的な事例を表しているものと考えられる。

引用文献

- Blinman, E., P. Jr. P. J. Mehringer & J. G. Sheppard, 1979. Pollen influx and the deposition of Mazama and glacier peak tephra. In: Volcanic activity and human ecology. (eds. Sheets, P. D. & D. K. Grayson), pp. 393-425. Academic press, New York.
- 日比野紘一郎・安田喜憲. 1973. 宮城県における空中花粉と植生との関係. 東北地理, 25: 224-230.
- 清永丈太. 2000. クリ空中花粉数と母樹からの距離との関係. 植生史研究, 8: 81-85.
- 宮本真二・安田喜憲・北川浩之. 1995. 福井県・敦賀市, 中池見湿原堆積物の層相と年代-過去5万年間の堆積環境の変遷-. 地学雑誌, 104: 865-873.
- Miyamoto, S., Y. Yasuda & H. Kitagawa. 1996. Palaeoenvironments in the Last Glacial Maximum around the Naka-Ikemi moor, Fukui Prefecture, Central Japan. Geographical reports of Tokyo Metropolitan University, 31: 131-147.
- , —— & —— . 1998. Palaeoenvironmental Changes in the Last Glacial Maximum around the Wakasa Bay Area, Central Japan., In: Palaeohydrology and environmental change (eds. G. Benito et al.), pp. 139-152. John Wiley & Sons, London.
- . 2005. Vegetational Changes since the Last Glacial from the Pollen Influx in Hokuriku District, Central Japan. 46pp. 東京都立大学 (博士 (理学) 学位請求論文).
- 三好教夫. 1989. 徳佐盆地 (山口県) における後期更新世の花粉分析 (予報). 第四紀研究, 28: 41-48.
- Moore, P. D., J. A. Webb & M. E. Collinson. 1991. Pollen Analysis, Second Edition. 216 pp. Oxford, London.
- 沼田大蔵・玉田和夫. 1936. 花粉分析より見たる京都付近二・三森林の変遷に就いて. 日本林学会誌, 18: 484-497.
- Okada, A. 1978. Structure of the waste-filled valleys and associated crustal movements at the eastern part of the Tsuruga Plain. North of Lake Biwa. Paleolimnology of Lake Biwa and the Japanese Pleistocene, 6: 66-80.
- 岡山俊雄. 1940. 埋積谷. 自然地理学・下巻, 563 pp. 地人書館, 京都.
- Sugita, S. 1993. A model of pollen source

- area for an Entire Lake surface. Quaternary Research, 39 : 239-244.
- . 1994. Pollen representation of vegetation in Quaternary sediments: theory and method. Journal of Ecology, 82 : 881-897.
- 杉田真哉・高原 光. 2001. 四次元生態学としての古生態学が森の動態を描き出す. 科学, 71 : 77-85.
- Tsukada, M. 1972. The history of Lake Nojiri, Japan. Connecticut Academy of Arts and Sciences Transactions, 44 : 349-365.
- . 1982. *Cryptomeria japonica*: Glacial refugia and Late Glacial and postglacial migration. Ecology, 63 : 1091-1105.
- 安田喜憲. 1982. 福井県三方湖の泥土の花粉分析的研究—最終氷期以降の日本海側の乾・湿の変動を中心として—. 第四紀研究, 21 : 255-271.
- ・三好教夫 (編著) 1998. 図説日本列島植生史. 302pp. 朝倉書店, 東京.