

南木睦彦*：第四紀大型植物化石研究の課題と問題点
Mutsuhiko MINAKI*：Research of the Quaternary Plant
Macrofossils in Japan, Its Subject and Problem

1. はじめに

「大型植物化石」とはあくまで研究の対象となる材料の名前であるから、どの様な目的でこれを扱うかによって、手法が異なることは当然であり、一般的、普遍的な「大型植物化石研究法」なるものは存在しない。

ここではまず大型植物化石として扱われる化石の内容と、産状による区分といった、材料の枠組みを示す。次に標本の保存という重要な問題についてのべる。最後に大型植物化石を用いた研究が抱えている課題について概観する。

2. 大型植物化石として扱われる器官

高等植物に由来する植物化石にはいろいろな種類がある。これら各々の化石の種類とその分析法の関係は図1のようになる。これを見ると大型植物化石とは他の化石とは異なった概念であることがわかる。他の植物化石は、器官、組織、あるいは細胞のレベルで均質なものであるのに対して、大型植物化石に含まれる器官は多様である。また、他の植物化石が比較的一定の大きさをもつのに対し、大型植物化石の大きさは多様である。この様に雑多な内容を持つために他の植物化石のような定型化した分析法も持たない。要するに、大型植物化石とは、現地で肉眼で採集できたり、あるいは水洗ふるいわけの後に、実体顕微鏡下で拾い出すことの出来る植物化石の総称である。

この様なあるていど以上の大きさを持つ植物化石の中でも、実際に研究対象とされているのは一部分のみである。例えば材は「大型化石」の大きさを備えてはいるが、同定のために常に顕微鏡による観察を必要とし、また、材の同定には確立した学領域があるので、普通大型植物化石とはいわない。冬芽や小枝のほとんども現在の所、比較対照とすべき現生種の研究が不十分であり同定出来ずに捨てられることが多い。これらが識別的特徴を備えており、邦産落葉広葉樹の多くが同定可能な事が分かっている（四手井・斎藤, 1978; 平野, 1981）からこれらも将来は分析の対象とされるべきであろう。

* 〒558 大阪市住吉区杉本3-3-138 大阪市立大学理学部生物学教室

Department of Biology, Faculty of Science, Osaka City University, Sugimoto,
Sumiyoshi-ku, Osaka 558, Japan.

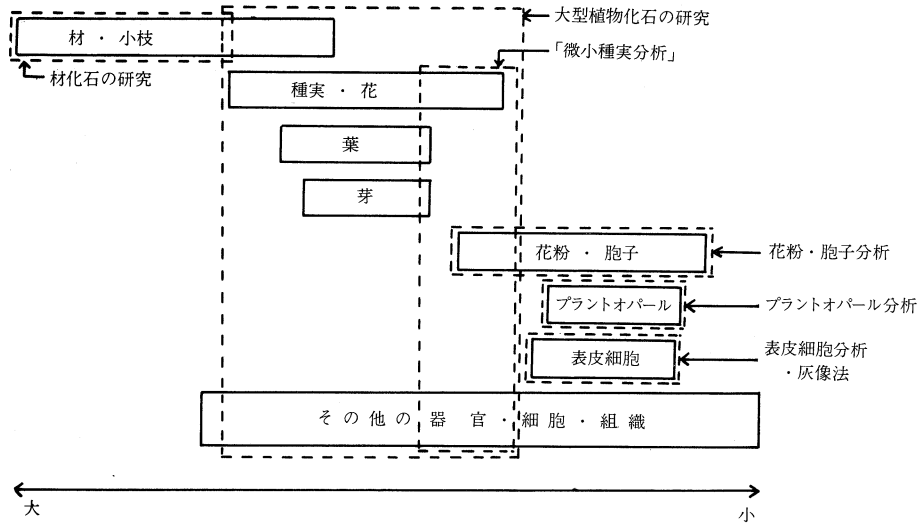


図1. 高等植物由来の植物化石の器官・組織・細胞の種類（実線でかこんだ）とそれらを対象とする研究分野・分析法（点線でかこんだ）の関係。

現在大型植物化石として扱われている試料の範囲は比較対照とすべき現生種の知識が不十分であることによって制限されており、実際に扱われているのは種子、果実、葉のほとんどと、顕著な特徴を持つ小枝、芽などの一部である。

ここで笠原安夫氏らが押し進めている「微小種実分析」とでも言うべき研究方法との関係を考えておく。笠原（1976）は雑草学の豊富な知識を基に、雑草種実 415種の表皮形態を SEMを用いて観察記載した。この様な基礎的研究に基づき、笠原氏らは、例えば笠原・武田（1979）、笠原（1982; 1984）など、各地の遺跡から産出する微小な種実を記載報告している。従来大型植物化石の分析がどちらかといえば肉眼で同定可能な大きな化石を対象としがちであった事と、1mm以下の様な小さな種実を「大型」と呼ぶことへの抵抗から笠原（1983）はこの様な微小な種実を「大型植物化石」と呼ぶことに不満を表明している。なるほどそもそも普通古生物学の分野で、「大型化石」とはその形態的特徴が肉眼でも認められるものとされているから、これら微小種実は「大型」ではないとも言える。しかしながら、種実の大きさによって便宜的にせよ扱いを分けることは非現実的であるし、また、水洗ふるい分けによって初めて得られるような微小種実も大型植物化石に含めることは世界的にも広く認められている（GODWIN, 1975; BIRKS & BIRKS, 1980）ので私はこれらを一括して大型植物化石と呼ぶことにする。

3. 大型植物化石の産状による区分

第四紀の大型植物化石はその産状によって大きく二つに分けることができる。一つは、固結した葉理の発達する泥岩、凝灰岩などから産出するもので、圧縮変形が著しく進んでいたり、印象

となっている。この様なものでは化石全体を堆積物から取り出すことはできない。しかし表皮などの組織が残っていることは普通である。この様な化石の扱いは第三紀やそれより古い時代の化石の扱い方と同じであり、露頭で化石を含有する固結した堆積物を割ったり、大きいブロックを切り出して研究室に持ち込み、これを割って取り出し、時間をかけてクリーニングをする。この様なタイプの化石は、そのまま乾燥して保存すればよいので、場所を取るが比較的容易に保存できる。このタイプの化石の扱いについては多くの参考書がある(鈴木, 1971など)。塩原湖成層産の植物化石(小泉, 1940; Endo, 1940 など)や、最近の報告では九州阿蘇野層の植物化石(長谷・岩内, 1985)がこのタイプの化石である。

二つめのタイプは未固結あるいは固結度の低い泥炭, 亜炭, 泥炭質粘土, 泥, などから産出する比較的圧縮変形の度合の少ない化石である。このようなものでは化石を堆積物から外して取り出すことができる。このような化石は露頭で直接ブロックを割って取り出すか, 研究室に持ち帰ってブロックを水洗ふるいわけをし, その残りから拾い出す。このタイプの化石の取扱いについては粉川・徳永(1971)や南木・辻(1984)に詳しい。このタイプの化石を特に「植物遺体」と呼ぶこともある。これらは70%アルコール中に液浸で保存する。

これら両者は採集・保存の方法が異なり, また前者が葉を中心としているのに対し後者は種実を中心としているという違いがあり, 実際には別の研究者の手で進められている。私が扱っているのは後者であり, 以降はこれを中心に述べていく。

なお未固結の堆積物からも葉は多産する。このようなものは露頭で保存のよいものを得ても乾かすとたちまち酸化しぼろぼろになってしまう。かといって, 液浸標本にすると堆積物が崩れて葉も壊れてしまう。このようなものは, 堆積物をブロックごと持ち帰り, 丹念に葉を1枚ずつはがしていくしかない(辻ほか, 1986b)。しかしこのような方法では小さい葉や革質の葉は得られても, 大きい膜質の葉は壊れてしまう。今のところうまい方法はない。

4. 同定と標本の保存について

得られた大型植物化石の同定についての注意は粉川・徳永(1971)に詳しい。常に現生種の知識にもとづき標本と比較対照して同定していく。このとき本誌書評欄で述べたようないろいろな文献も役にたつ。

比較対照すべき現生種の標本を手許にそろえる努力をすることはもちろんであるが種類によっては入手することが困難なものもあるし, 採集が禁止されているものも多い。そこで奨励したいのは大学や博物館の標本庫の利用である。標本庫には多くの人の努力によって収集された腊葉標本が整理保管されている。朔果や堅果は化石として産出する部位が直接観察できる。一方, 液果や漿果では化石は果皮がむけて, 核や種子が産出するのが普通であるのに対し, 腊葉標本では果皮がむいた状態にしてあるとは限らない。従って, 自ら材料を手に入れる努力が必要になる。こ

のようにして我々が収集した標本についても、その証拠標本をしかるべき標本庫に入れておくようにすると、その同定に疑いが生じたときにも再検討が可能となる。

次に、研究が一応終了し、報告をした後の化石標本の扱いについてのべる。化石標本は証拠標本になるとともに将来の研究材料ともなるので大切に整理保管され、他の研究者に公開できるような状態にしておかなければならない。即ち、化石標本はただたんに捨てていないというだけでは不十分で、適当な標本番号を付け、それを論文中に明記し、適切な、将来にわたって標本の扱いに責任をもってくれる大学や博物館で保管されるようにすべきである。現在は自宅で保管しているような場合でも、研究終了後、或は死後、どこで標本を保管してもらうべきかを考え、できればそれを論文中に明記しておいたほうがよい。

残念ながら、第四紀の大型植物化石ではこのように系統的に整理・保管されたコレクションは殆どない。論文として報告された化石の標本の所在が不明であったり、また保管されていても整理が不十分でどの標本がどの報告に対応するのかが分からない場合が多い。これが第四紀の大型植物化石の形態分類学的研究が伸び悩んでいる主要な原因のひとつである。

5. 系統と進化

第三紀の日本列島の植物化石には、現生種と全く同一種とされているものは余りないが、中新世や鮮新世になると日本の現生種と直接の類縁性が認められるものが数多くみられるようになる (TANAI, 1972)。みかたを変えると日本列島の固有種の先祖は第三紀にさかのぼるが、現在と全く同一の種になったのは第四紀になってからということになる。ところが残念ながら、第三紀の化石種と現生種をつなぐべき第四紀の植物化石の形態学的研究はあまり進んでいない。

MIKI (1952) は第四紀化石も含めた *Trapa* の系統樹をかいたがこれは化石を地質層序にそって並べて作成したのではなく、現生種に化石種をも加え、どの様な形質が原始的であり、どの様な形質が進化したものであるのかを判断し、それに基づいて配列したものである。従って、現実起こった種分化の過程を化石で実証したとは言えない。KOKAWA (1958; 1959) は *Menyanthes* の化石種子の長さや幅が第四紀初めには大きく、徐々に小さくなることを認めた。彼は、これは実際に種子の大きさが変わったのではなく、過去のものほど圧縮されて「伸びている」ためであるとし (KOKAWA, 1959; 1960)、かえって年代の推定に利用できるとした (KOKAWA, 1958)。しかし BIRKS & BIRKS (1980) はこれを第四紀における種の形態変化の実例として挙げている。AXELROD (1983) は北米の *Pinus muricata* が第四紀に形態の変化を起こすことを報告している。この様に第四紀の種の形態変化については少数の報告があるに過ぎない。

第四紀における種の形態変化と種の成立過程を解明するには、現生種の変種あるいはそれ以下のレベルの違いを認識しうるような微視的な検討が必要であり、かつ変異の幅をおさえるために多量の標本を扱う必要がある。ふつうは、この様な検討は行われず、現生種か化石種かのどちら

かに単純に当てはめられることが多かった。層位学のレベルはこのような検討ができる段階にきているので、あとは化石および現生種の充実したコレクションを作ることが大切である。

6. 種の絶滅, 消滅と出現

第三紀に繁栄した種が第三紀末から第四紀にかけて次々と日本列島から姿を消していく様子はまず大阪層群で明らかにされた(市原・亀井, 1970)。その後大阪層群でも新たなデータにもとづき改訂したものが示されている(ITIHARA *et al.*, 1984)し, 会津盆地の山都層群(SUZUKI & MANABE, 1982)や新潟の魚沼層群(新潟古植物グループ・新潟花粉グループ, 1983)などでも最新のデータにもとづいた図が示されている。鈴木(1970)はこれら3つの地域を対比し, 種の絶滅・消滅や新しい種の出現のパターンは, 大枠では一致するものの, その層準に違いが認められることを指摘した。新しいデータに基づいてこれら3地域を比較すると図2のようになる。やはり絶滅, 消滅や, 新しい種が出現する層準は地域によって違っている。すなわち高等植物の絶滅, 消滅や出現の層準は, 離れた地域を対比するための生層序学的な道具としては利用できない。

むしろ, 一つの堆積盆内で層序を確立し, その中での植物相の変化や種の絶滅, 消滅, 出現を正確に記載し, そしてそれぞれの堆積盆の間でどの様な類似点と相違点があるかを解明していく

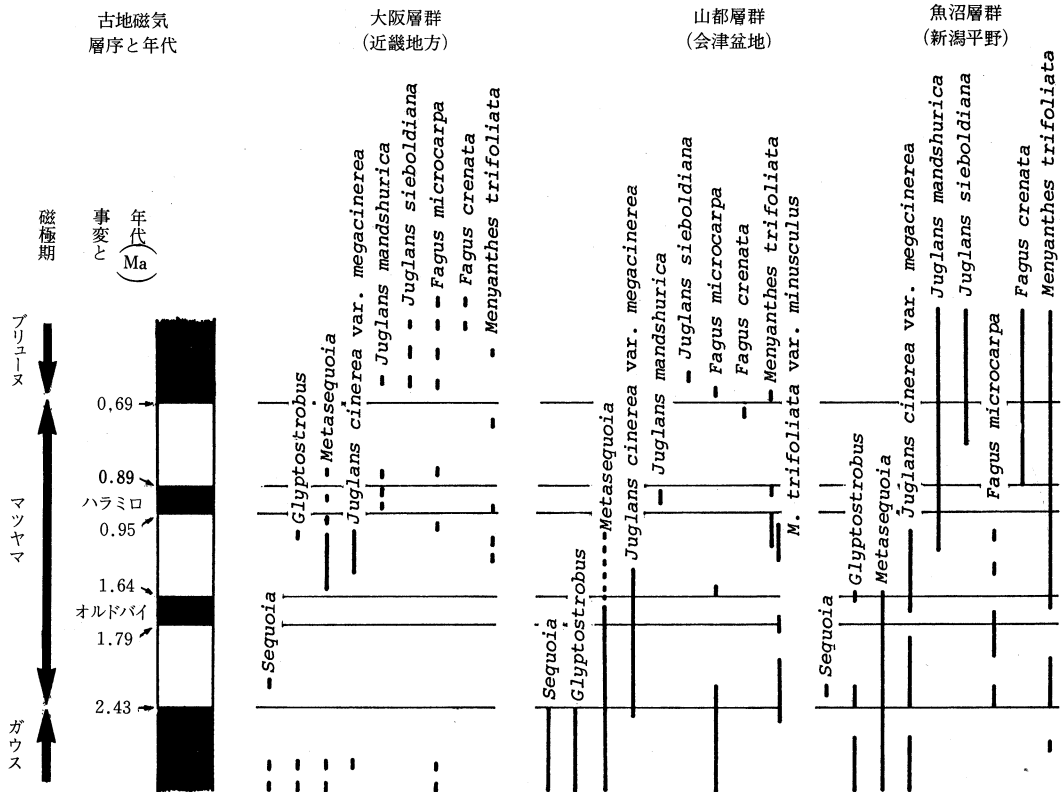


図2. 大型植物化石の分類群の消滅・出現層準の地域差

大阪層群のデータは ITIHARA *et al.* (1984) および那須 (1981) に, 山都層群のデータは SUZUKI and MANABE (1982) に, 魚沼層群のデータは新潟古植物グループ・新潟花粉グループ (1983) による。

べきであろう。また、*Juglans* や *Fagus* などの、種が次々とおき変わっていく分類群では種の絶滅や出現の問題は、すでに述べた種の認定の問題とも深く関わっており、詳しい形態学的研究抜きには議論できないことに注意すべきである。

7. 植物相や植生の復元

日本の研究者がよく用いる古植生研究の手法に、花粉分析により植生の量的な変化を知り、大型植物化石によって、実際にそれを構成している種を知るという方法があった。この様な考え方の裏には、大型植物化石群集の形成に際しては、様々な偶然の要素が働くので、化石の定量的な把握は難しいという見方があったと思われる。ところが実際には、大型植物化石は花粉化石よりも、より堆積の場に近い植生を反映する傾向が強いのである (Birks & Birks, 1980)。実際、湿原や池沼での水草フローラの変遷は大型植物化石によって詳しく読みとれるし、植物化石群集が比較的静かな環境で形成されているときには定量的な取扱いをして変化をダイアグラム化することもできる (Birks & Birks, 1980; 辻ほか, 1986a)

植物相や植生の復元には図1に示した様々な化石器官を総合的に取り扱うことが必要であるが、その関係は量的な変化を花粉で調べ、種の同定を大型化石に委ねるといったような単純なものではない。各々の器官、組織、細胞は大きさが違うだけではなく、その生産、分散、堆積、保存、の全ての過程で違った要因が働く。材、大型植物化石、花粉・孢子、のそれぞれによって、よく産出する植物の種類やその量にはかたよが見られる。このようなかたよりとそれが生じる原因については予察的な検討がなされている(辻ほか, 1986b)が更に材料を増やして検討する必要がある。

微小な種実も大型植物化石の対象とすることによって、完新世の植物相、植生の研究はより充実した成果を上げるようになってきた(辻ほか, 1983; 南木・辻, 1984; 辻ほか, 1986a)。

より古い時期においても微小な種実類の研究は重要である。百原・粉川(1985)、百原(1986)は前期更新世や鮮新世の化石群集においても草本の種類が化石群集に占める割合が非常に大きいことを指摘し、従来無視されがちであった草本フローラ記載の重要性を説いている。

8. 遺跡から産出する大型植物化石

大型植物化石は遺跡からも産出する。1976年から1982年度にかけての二次に亘る文部省科研特定研究「古文化財」はこの分野の研究を大きく広げた。大型植物化石を積極的に扱った研究者を上げると藤下典之氏、星川清親氏、笠原安夫氏、粉川昭平氏、松谷暁子氏、那須孝悌氏、西田正規氏、梅本光一郎氏、渡辺誠氏などそうそうたるメンバーがそろっており、私も末席を汚した。内容も、古植生の復元、栽培植物やそれともなう雑草の検出、栽培種の渡来経路や品種系統の問題など多岐に亘る。これらは2巻の論文集にまとめられている(古文化財編集委員会編, 1980; 1984)。植物化石研究と考古学の関係については辻(1984)によって広く概観されている。辻はこの中で形態学的基礎の重要性、そのための現生及び化石標本保存の重要性や、各化石を総合的に

とらえることの重要性、また、考古学者や様々な分野の研究者と発掘現場という共通の作業場を共有して研究を進めていく必要性などを力説している。ここで新たに付け加えることはないが、この分野でもやはり、標本の整理保存が不十分なことが研究を進める障害となることが多いことを強調しておく。

9. 化石の形態学的研究と分類学への貢献

以上のような植物化石研究の全ての分野の基礎になるのが、形態学的研究と、それにもとづく化石の同定である。

一般に現生種の分類に用いられている形質の全てが化石でも保存されているわけではなく、また化石では各々の器官がバラバラになって産出することも多いので、同定のためには新たな識別的特徴 (diagnostic character) を見いだす必要がある。またこの様にして見いだした新たな分類学的形質は逆に分類学にも貢献することになる。例えば果皮や種皮の構造や表面の模様は化石を同定する際に極めて重要な形質であるが、これは現生種の分類や系統を研究する際にも大いに注目されてきている (BARTHLOTT, 1984など)。第四紀の大型植物化石を扱うかぎり、新しい分類学的形質を見だし、それを武器に積極的に現生種も含めた分類に取り組んでいくことが必要であろう。私もささやかながら *Selaginella* についてこのような研究をした (MINAKI, 1984)。

10. おわりに

第四紀の大型植物化石を用いた研究は、述べてきたような多くの研究課題をかかえている。これらは、その解決のためには莫大なデータの蓄積が必要なものがほとんどである。しかもそれを担っていく研究者は少ない。そうであるからこそ、他の研究者や、次代の研究者に利用可能な形でデータを蓄積していく姿勢が大切であろう。

公表されるいかなる研究成果も一次データの所在を明記すべきである。一次データは保存された標本の裏付けがなければならない。他の研究者の誰もが、そして何十年、何百年後の研究者さえも公表された論文から一次データの所在を知ることができ、また証拠標本を検討できなければならない。この様な当然の事が余りに軽んじられているのではないか。私は、この様な姿勢で研究を進めており、すでに公表した化石は多くはないが、整理して保存してある。多くの研究者にこの小コレクションを利用していただければ望外の喜びである。

引用文献

- Axelrod, D.I. 1983. New Pleistocene conifer records, coastal California. University of California Publications Geological Science Vol. 27. 108pp. Univ. California Press.
- Barthlott, W. 1984. Microstructural features of seed surface. "Current concepts in plant taxonomy" (ed. Heywood, V. H. and Moore, D. M.), 95-105. Academic Press, London.

- BIRKS, H. J. B. and BIRKS, H. H. 1980. *Quaternary Palaeoecology*. 289pp. Edward Arnold.
- ENDO, S. 1940. A pleistocene flora from Shiobara, Japan. *Tohoku Imp. Univ., Sci. Rep.*, 2nd Ser. (Geol.) 21: 47-80.
- GODWIN, H. 1975. *History of the British Flora*. 2nd ed. 541pp. Cambridge University Press.
- 長谷義孝・岩内朋子. 1985. 中・北部九州後期新生代の植生と古環境—その1 阿蘇野地域—. *地質学雑誌*, 91: 753-770.
- 平野弘二. 1981. *冬芽図鑑* 125pp. 近畿植物同好会.
- 市原実・亀井節夫. 1970. 大阪層群—平野と丘陵の地質. *科学*, 40: 282-291.
- ITIHARA, M., YOSHIKAWA, S., and KAMEI, T. 1984. The Pliocene-Pleistocene boundary in the Osaka Group, Japan. *Proceedings of the 27th International Geological Congress, Volume 3 (Quaternary Geology and Geography)*, 23-24. VMV Science Press.
- 笠原安夫. 1976. 走査電子顕微鏡でみた雑草種実の造形. 130pp. 養賢堂.
- . 1982. 菜畑縄文晩期(山ノ寺)層から出土の炭化ゴボウ, アズキ, エゴノキと未炭化メロン種子の同定. 菜畑遺跡. 唐津市・唐津市教育委員会, 447-451.
- . 1983. 辻・南木・小池論文に対する論評. *第四紀研究*, 22: 272-274.
- . 1984. 鳥浜貝塚(第7次発掘)の植物種子の検出と同定—とくにアブラナ類とカジノキ及びコウゾの同定—. 鳥浜貝塚, 1983年度調査概報・研究の成果—縄文前期を主とする低湿地遺跡の調査4—, 49-79. 福井県教育委員会・福井県立若狭歴史民俗資料館.
- . 武田満子. 1979. 岡山県津島遺跡の出土種実の種類同定の研究—日本各地遺跡間の残存種実の比較とそれからみた農耕の伝播と形態の推定—. *農学研究*, 岡山大学農業生物研究所, 58: 117-179.
- 古文化財編集委員会編. 1980. *考古学・美術史の自然科学的研究*, 620pp. 日本学術振興会.
- . 1984. *古文化財の自然科学的研究*. 984pp. 同朋社出版.
- 小泉源一. 1940. 塩原更新世植物叢. *植物分類及植物地理*, 9: 1-27.
- KOKAWA, S. 1958. Some tentative methods for the age-estimation by means of morphometry of *Menyanthes* remains. *J. Inst. Polytech. Osaka City Univ. Ser. D*, 9: 111-118.
- . 1959. Morphometry of *Menyanthes* seed remains in Japan. *J. Inst. Polytech. Osaka City Univ. Ser. D*, 10: 44-63.
- . 1960. Morphometric reconstruction of the compressed seed remains of *Menyanthes* in Japan. *Jour. Inst. Polytech. Osaka City Univ. Ser. D*, 11: 79-89.
- (粉川昭平)・徳永重元. 1971. 器官レベルの研究法・実. 「化石の研究法」, (化石研究会編). 87-91. 共立出版.
- MIKI, S. 1952. *Trapa* of Japan with special reference to its remains. *J. Inst. Polytech. Osaka*

- City Univ. Ser. D, 1-30.
- MINAKI, M. 1984. Macrospore morphology and taxonomy of *Selaginella* (Selaginellaceae).
Pollen et Spore, 26: 421-480.
- (南木睦彦)・辻 誠一郎. 1984. 遺跡に伴う水成堆積物中の大型植物遺体のサンプリングと分析法.
「古文化財の自然科学的研究」(古文化財編集委員会編), 486-492. 同朋社出版.
- 百原 新. 1986. メタセコイア植物群の種構成 2 - 鮮新世大阪層群最下部における植物化石群集 -.
第33回日本生態学会大会講演要旨集, 63.
- ・粉川昭平. 1985. メタセコイア植物群の種構成 - 前期更新統菖蒲谷層における植物化石群集 -
第32回日本生態学会大会講演要旨集, 225.
- 那須孝悌. 1981. 大阪層群の植物化石 - 種・属の消滅と出現 -. 地学団体研究会第35会総会シンポジウ
ム資料集, 地学団体研究会, 14-15.
- 新潟古植物グループ・新潟花粉グループ. 1983. 魚沼層群産出の大型植物化石と花粉化石. 「魚沼層群,
地団研専報, 26」, 103-126.
- 四手井綱英・斎藤新一郎. 1978. 落葉広葉樹図譜. 375pp. 共立出版.
- 鈴木敬治. 1970. 鮮新一前期洪積世の植物群の時代的変遷について. 第四紀研究, 9: 168-172.
- . 1971. 器官レベルの研究法, 葉. 「化石の研究法」, (化石研究会編), 74-87. 共立出版.
- (SUZUKI, K.) and MANABE, K. 1982. Pliocene-Pleistocene chronology of the Yamato Group
of Aizu Basin, Northeast Honshu, Japan. "The third report on the Pliocene-Pleistocene
boundary in Japan" (ITIHARA, M. and KUWANO, Y., eds), 18-27.
- TANAI, T. 1972. Tertiary history of vegetation in Japan. "Floristics and paleofloristics of Asia
and Eastern North America" (GRAHAM, A. ed), 235-255. Elsevier.
- 辻 誠一郎. 1984. 考古学と周辺科学 5, 植物学. 季刊考古学, 7: 90-94.
- ・南木睦彦・小池裕子. 1983. 縄文時代以降の植生変化と農耕 - 村田川流域を例として -.
第四紀研究, 22: 251-266.
- ・——・小杉正人. 1986a. 館林の池沼群と環境の変遷史. 110pp. 館林市教育委員会.
- ・——・鈴木三男. 1984. 栃木県南部, 二宮町の立川期植物遺体群集. 第四紀研究, 23: 21-29.
- ・——・——・能城修一・千野裕道. 1986b. 多摩ニュータウンNo.796遺跡, IV 縄文時代泥
炭層の層序と植物遺体群集. 多摩ニュータウン遺跡昭和59年度(第3分冊), 72-116. 東京都埋蔵文
化財センター.
- ・吉川昌伸・吉川純子・能城修一. 1985. 前橋台地における更新世末期から完新世初期の植物化
石群集と植生. 第四紀研究, 23: 263-269.

(1986年6月28日受付)