

ふおっしる

日本から産出する珪化木について

寺田和雄

福井県立恐竜博物館

Review of silicified woods from Japan

Kazuo Terada

Fukui Prefectural Dinosaur Museum, 51-11 Terao, Muroko, Katsuyama, Fukui 911-8601, Japan (k-terada@dinosaur.pref.fukui.jp)

はじめに

「珪化木」を見たことがない方はいないと思う。なぜ木が石になるのか？誰もが初めて珪化木を見た時に考えるもので、筆者も小学生の時に父が買ってきたマダガスカル産の珪化木をみて、驚き感動し興味をもった。結局、その時の体験が、珪化木研究をするきっかけの一つになった。その後、現在の博物館に勤めても、多くの一般からの質問は、「珪化木の成因」で、その続きの質問は「珪化木の価値」である。見つけた本人には悪いけれど、「日本中で見つかっているの、それほどの価値は余りありません」と答えている。続けて「樹種がわかれば、当時の生育していた植物とともに環境や植生がわかることがあり、化石としては重要です。」と付け加えている。

珪化木の樹種同定には化石試料を切断する必要がある、その了解が必要である。また、顕微鏡観察用のプレパラート作成などに多大な時間と、多少なりとも経費が必要となる。年間数件から十件程度のこのような依頼がある。珪化木資料の産出場所が明確で、プレパラート用の切断採取が可能で、学問的な重要性、依頼先の同定結果の必要性、資料の保存状態などを考慮して対応している。

筆者は学位論文で日本国内の下部～中部中新統から産した珪化木を扱い、木材化石群から中新世植物相を議論した（寺田, 1998）。その過程で日本中の珪化木産地を廻り、試料を採集し、1000点以上の珪化木を処理した。また、学位論文で扱った時代以外の中生代や古第三紀の珪化木産地も赴き、ほぼ主な珪化木が見つかる場所は訪ねた。本報では、筆者が二十年近く見てきた珪化木について、その成因や日本の珪化木研究史、珪化木の産地と樹種を概説する。

珪化木のでき方

珪化木がなぜできるか、どのようにできるかについては、古くから興味あるテーマで、国内外の多くの研究報告がある（Drum, 1968; Leo and Barghoon, 1976; Stein,

1982; Furuno *et al.*, 1986a, b, 1988 など）。珪化木とは、材（幹）がシリカ（二酸化珪素）によって置換されたものとされてきたが、「置換」という言葉では、材の成分がそのままシリカに置き換わったと取られてしまい、好ましくない。従来の研究から、珪化木は、地層中の水に溶けたシリカが材の細胞内や細胞間隙に沈着または沈殿したものと考えたほうがよい。シリカ成分が沈積していくと、非晶質なシリカ（Opal-A）から、クリストバライト・トリディマイト（Opal-CT）や石英（Opal-C: カルセドニーやメノウなど）などの鉱物が形成され、まれに含水珪酸鉱物のオパールを析出するものもある。シリカ鉱物の種類に関係なく、これらの鉱物で満たされたものを、すべて一様に珪化木と呼んでいる。ふつう珪化木は陸成の堆積物（湿地性、河川性、火山性など）中に含まれており、海成の堆積物では石灰化木となることが多い。石灰化木は炭酸カルシウムが材の内部に沈着または沈殿した木材化石である。珪化木のでき方を一般の方に説明するために、図1を作り（寺田, 2001b）、塩に漬け込んでできる漬け物や梅干を例に出して、塩が地層中ではシリカで、シリカに浸み込んでできるような話をしている。温泉水による珪化木の形成や浸透実験により人工的に珪化木を作る研究例が発表されており（古野, 1987; 赤羽ほか, 1999; Akahane *et al.*, 2004）、珪化木は樹木が埋もれた早い段階で珪化作用が始まっていることが明らかになっている（Fengel, 1991; 赤羽ほか, 1999; Akahane *et al.*, 2004 など）。

最近では、Oishi（1999）による珪化木の成因に関する研究がある。それを紹介すると、珪化木中の有機物含有量を解析し、珪化木の受けた炭化作用が、石炭の炭化曲線にほぼ一致したことから、珪化木も石炭生成と同様な炭化作用を受けていたとした（大石, 2001）。さらに、木材の成分であるセルロース、リグニン、ヘミセルロースにおけるシリカ溶液のゲル化を調べて、その3成分の中でセルロースによりゲル化が進むことが実証した。これにより、大石（2003）は、泥炭中に取り込まれた木材はセルロースの分解速度が遅く、耐久性の高い材の部分が選択的に珪化され、珪化木になるが、泥炭は木材部分よりもセルロースが

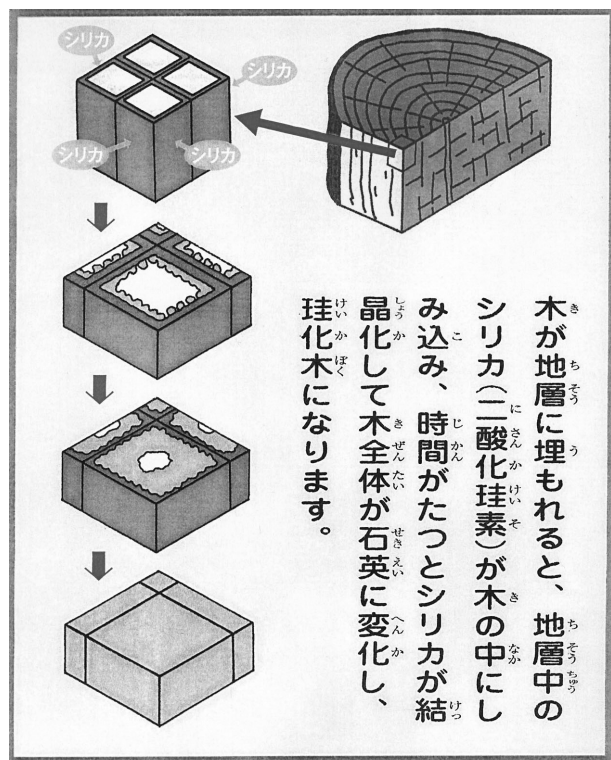


図1. 珪化木のでき方（寺田，2001b）。樹木が地層に埋もれると、水に溶けたシリカが材の細胞内や細胞間隙に浸透し、その内部で沈着または沈殿形成される。その過程で材の細胞壁などの成分は炭化作用をうけて分解される。

早く分解、消失するため、シリカの沈殿が生じ難いため珪化が起こりにくく、炭化作用が進み石炭になると考えた。また、同一の材中でも、セルロース分が多い部分はシリカが沈着して珪化し、セルロース分が少ない部分ではシリカの沈着が起こらずに炭化が進行するとした。炭化度が低くセルロースが多く残存した木材のほうが珪化しやすいということは、珪化木を見てきた筆者にとっても驚きであるとともに、非常に納得できることであった。なぜなら、年輪構造も内部構造もほとんど変形や分解は受けていない珪化木は珪化程度の高いし、一旦蒸し焼き状態の炭になってから珪化したと考えられるもの（例：石川県柳田層，Suzuki and Terada（1996）の Figs. 6-9, 31-33；福岡県津屋崎層，酒井（1994）の Fig. 9b）などは、珪化程度も低く、保存も悪い。

日本国内の珪化木を見ているとそれぞれ顔つきが異なっていることに気づく。すなわち、色、硬さ、重さ（比重）、臭い、研磨した時の水の色、薄片の色などが異なっている。例えば、中新統のグリーンタフなどの火山性堆積物中の珪化木は、硫化鉱物が含まれていることが多く（Yamanaka and Mizota, 2002）、硫黄の臭いがする。採集して置いておくと、中から粉状や繊維状の硫黄や黄鉄鉱が析出し、それが進むと珪化木自身が壊れてしまう。石川県能登町の珪化木公園の長さ 18 m にもなる珪化木は、近くの道路工事

で掘り出され野外展示されていたが（図2-J）、今では見る影もなくボロボロに壊れている（図2-K）。

一般的に珪化木と呼んでいるものには、シリカ鉱物の種類や結晶度、珪化作用や炭化作用の程度、さらに珪化してからの続成作用の程度などが異なっているものが含まれている。そのため、珪化木ができる条件は、シリカの供給源や溶融状態、地下水の熱、圧力、pH などの影響も様々であると考えられ、珪化木の成因の詳細なメカニズムについてはすべてわかっているわけではない。そのため、私は珪化木の成因を話す時には「珪化木のでき方は、まだ、はっきりわかっているわけではない」と必ず付け加えている。

日本の珪化木研究史

珪化木を含む木材化石の研究史に関しては、鈴木（1985）で触れられている。鈴木（1985）によると、日本の木材化石を扱った最初の論文は Felix（1882）で、北海道美唄の第三系から産出した珪化木 1 点を報告した。その後、Reiss（1907）は北海道の珪化木や石灰化木を含む木材化石を学位論文で扱い、新種を含む針葉樹や広葉樹を報告した。つづいて Marie Stopes と東京帝国大学の藤井健次郎が、北海道の白亜系のノジュール中の石灰化木や炭鉱の珪化木を検討した（Stopes and Fujii, 1910）。その後、日本の女性で始めて博士号を取得した保井コノが、愛知県と岐阜県にまたがる新第三系の土岐夾炭層より産出した木材化石を検討し、スギ科の樹種を報告した（Yasui, 1917, 1928）。土岐夾炭層の木材化石は、珪化木というよりは亜炭状の炭化材である。

それ以降、小倉謙が日本の木材化石の草分け的研究をおこない、数多くの国際的レベルの研究成果を発表した。特に、木生シダの形態を研究し、和歌山県有田市（白亜系）や韓国南部（ジュラ系）の珪化した木生シダ化石を研究した（Ogura, 1927, 1941）。また、山口県的美祢層群（三畳系）や和歌山県有田市の珪化木（白亜系）（Ogura, 1960）、福岡県の「名島の櫓石」（古第三系）（Ogura, 1932a, b）、金沢市兼六園にある竹根石や金沢市浅野川から見つかったヤシ類の珪化木（新第三系）の研究などがある（Ogura, 1952, 1955, 1961）。

同じころ、東北帝国大学の島倉巳三郎も精力的に日本および中国、韓国の木材化石を研究した。中生代の木材化石では、後述する石川県の手取層群の珪化木を検討し、初めて *Xenoxylon latiporosum* であると報告した（島倉, 1934; Shimakura, 1936）。手取層群の珪化木はその後、小倉謙らによっても、*X. latiporosum* と同定された（Ogura et al., 1951）。島倉はさらに、国内の中生界、新生界から産する数多くの木材化石を検討した（島倉, 1933a, b, 1934, 1936, 1937; Shimakura, 1936, 1937）。

小倉や島倉に続いて、亙理俊次が中心に木材化石の研究を行った。特に、亙理は新第三系中新統の珪化木を扱い、最初に岩手県二戸郡一戸町の根反、姉帯、小島谷の

珪化木を検討した (Watari, 1941a, b). その後、島根県大田市の 2 箇所で採集された珪化木の研究を行った (亙理, 1948; Watari, 1948, 1949, 1951). さらに、亙理は山形県や石川県などの珪化木について新たに検討し、本州の日本海側の中新統からの広葉樹化石について総括した (Watari, 1952). その後は、モミ亜科の針葉樹の再検討や (Watari, 1956a), 石川県小松市瀬領町より産出したアブラギリ属の報告を行った (Watari, 1956b). また、九州の古第三系の炭田から産する珪化木 (松岩) を検討し、ほとんどがスギ科の *Taxodioxydon matsuii* という新種であることを明らかにし (Watari, 1966), 中生界来馬層群の *Xenoxylon latiporosum* の研究などを行った (Watari, 1960).

亙理の珪化木研究は西田誠と鈴木三男に受け継がれた。西田は主に中生界の木材化石を中心に研究を行った。北海道の上部白亜系 (Nishida, 1974; Nishida and Nishida, 1984, 1985, 1995; Nishida *et al.*, 1995 など), 群馬県の山中地溝帯の下部白亜系 (Nishida and Oishi, 1982; Nishida and Nishida, 1983 など) 千葉県銚子の下部白亜系から第三系 (Nishida *et al.*, 1993a など) などの数多くの新種を命名記載した。

鈴木は福岡県津屋崎の古第三系から産する珪化木を検討し、数多くの広葉樹の新種を記載した (Suzuki, 1976, 1982, 1984a). また、石川県能登半島の第三系中新統の珪化木を扱い、柳田層より産出した無道管双子葉類のスイセイジュ属や (Suzuki *et al.*, 1991), 縄文層や柳田層の木材化石フロラを報告した (Suzuki and Watari, 1994; Suzuki and Terada, 1996). さらに、日本産のブナ科コナラ属とその近縁種の珪化木の再検討や (Suzuki and Ohba, 1991), 中生界の来馬層群や手取層群の珪化木の研究も行った (鈴木ほか, 1982; Suzuki and Terada, 1992).

西田と鈴木以外に、山崎純夫と綱田幸司が日本の中生界の珪化木の検討を行い、岡山県成羽層群、山口県美祢層群、手取層群や来馬層群の針葉樹を検討し、*Xenoxylon* 属の変遷や東アジアの針葉樹の植物地理などを議論した (Yamazaki *et al.*, 1980; Yamazaki and Tsunada, 1981a, b, 1982a, b; Tsunada and Yamazaki, 1987).

その後、筆者は亙理からの研究テーマである下部～中部中新統の木材化石フロラを総括した (寺田, 1998). その過程で、日本各地の第三系から産するアオイ科 (アオギリ科) の *Reevesia* 属とされていた分類群を再検討し、絶滅属であることを明らかにし、亙理博士に献名し新属ワタリア属 (*Wataria*) を提唱した (Terada and Suzuki, 1998). さらに、福井県や石川県など中新統の珪化木や (寺田, 1999, 2001a), 中生界手取層群の珪化木 (寺田ほか, 2002, Terada *et al.*, 2004) などの研究をおこなっている。

珪化木の研究手法

珪化木の樹種同定をするには、薄片プレパラートなどを作成し光学顕微鏡での観察が不可欠であるが、肉眼やルー

ペを使った観察でも、ある程度ことがわかる。広葉樹か針葉樹かは、道管を持つか持たないかで区別できる (例: 図 3-B と図 4-B). しかし、道管はルーペレベルで確認できるものから、小さく見えにくいものがあり、さらに、針葉樹のマツ科などには樹脂道をもつものがあり、道管と間違えることがあるので注意が必要である。針葉樹や広葉樹に加えて、例は少ないが、タケやヤシ類のような木本状の単子葉類も珪化木として産出する。単子葉類は木部と篩部が一緒になった維管束が散在し、二次成長をしないので年輪を持たないことで区別できる。一般的に日本産の針葉樹や広葉樹には年輪 (界) が見られるが、しかし、熱帯などに生育する樹種は年輪 (界) をもたないものもあり、詳細な観察が必要である。

広葉樹 (双子葉類) はさらに、道管の配列から、環孔材、散孔材、放射孔材などに区別できる。環孔材は年輪の初めに大きな道管が並び、一本の幹の横断面を見ると環状に孔 (道管) が並んでいることから、このように呼ばれる (例: 図 4-B). 環孔材の樹種にはブナ科のクリ属や落葉性のコナラ属、ケヤキ属、トネリコ属などが含まれる。散孔材は道管径がほとんど変わらない道管が一年輪内に散在するもので、カエデ属、サクラ属、カツラ属など数多くの双子葉類が含まれる。放射孔材は放射状に道管が配列するもので、常緑性のブナ科コナラ属やマテバシイ属などがある。環孔材、散孔材、放射孔材などには、それぞれ中間的な形質を持つものもある。さらに、道管の配列以外に放射組織 (樹の中心から放射方向に出ている柔細胞の組織) の形質など特徴によって科や属がある程度わかるものもある (例えば、集合放射組織をもつブナ科ブナ属やコナラ属など)。これまでの、肉眼やルーペレベルでわかることで、やはり樹種同定をするには、プレパラートを作成し光学顕微鏡下で細部の形質を検討が必要となる。

珪化木を含めた木材化石の研究手法は、化石研究会 (2000) に詳細に書かれてあるので、そちらを一読するとよい。珪化木は一般的に、横断面 (木口面)、接線断面 (板目面)、放射断面 (柁目面) の 3 方向プレパラートを作成し、光学顕微鏡で観察する。プレパラートの作成方法は、岩石標本と同様の薄片法とピール法と呼ばれる“切片剥ぎ取り法”があり、それぞれの利点と欠点がある (化石研究会, 2000). 特に、ピール法ではプレパラート作成が容易であるが、珪化木の場合、エッチングのためフッ化水素酸を使用しなければならない。この試薬は劇薬で、防護服や防護マスク、防護手袋さらにフッ化水素酸対応のドラフトチャンバーを備えた実験施設が必要となる。

日本の珪化木産地

日本の珪化木は、1) 中生界の手取層群や美祢層群など、2) 北海道や九州の古第三系の夾炭層、3) 新第三系中新統のグリーンタフ相当層の 3 つが主な珪化木含有層である。特に、2) の夾炭層から見つかる珪化木は、「松岩」

と呼ばれている。石炭を採掘する際、坑道で珪化木にあたると前に進めなく厄介なもので、さらに硬いため、硬い「松」の木から「松岩」と呼ばれた。

以下に、既報の珪化木や筆者が扱ってきたものを中心に、日本の珪化木の産地を各県ごとに概説する。珪化木の産出記録には、転石の資料も含まれている。珪化木の産出で注意する点は、再堆積によるものである。珪化木は非常に硬いため、容易に再堆積する。明らかに再堆積の可能性が高いものは、記述したが、すべての産地の産出状況を調べたわけではないことに注意していただきたい。

北海道

北海道は道内各地からたくさんの珪化木や石灰化木が産出する。「木石（ぼくせき）」という言葉が一般的に通用し、化石収集家の家に寄せてもらうと、大きなアンモナイト化石以外に、珪化木や石灰化木などの木石が飾られてある。北海道の主な木材化石は、上部白亜系の蝦夷層群のノジュール中の石灰化木、古第三系の釧路炭田や石狩炭田相当層の珪化木（松岩）、新第三系の珪化木である。

白亜系の針葉樹に関しては、西田誠らがサハリンの木材化石も含めて多くの種を記載した（Nishida, 1974; Nishida and Nishida, 1984, 1985, 1995; Nishida *et al.*, 1995 など）。白亜系の双子葉類に関しては、蝦夷層群のノジュール中に含まれた石灰化木が報告されている（Takahashi and Suzuki, 2003）。北海道の白亜系の木材化石に関しては、西田（2005）の表1を見ると良い。また、Suzuki and Ohba（1991）は、三笠市の桂沢の上部白亜系からブナ科コナラ属 *Quercus cretaceoxylon* を命名報告しているが、この標本は石灰化ではなく珪化しており、産出層準を検討する必要がある。

石狩炭田や空知炭田など石炭層中の珪化木（松岩）や古第三系の珪化木は、道内各地（美瑛市、中川町、穂別町、夕張市など）で多産している（Ogura, 1944; Watari and Nishida, 1973 など）。また、北見地方の下部漸新統達姫層からも珪化木が見つまっている。

新第三系の珪化木のうち、下部中新統の珪化木は、日本海側を中心に産出する。天塩 - 稚内地域の下部中新統宗谷（夾炭）層の珪化木は宗谷郡猿払村、稚内市曲渚、天塩郡豊富町、天塩郡幌延町などから産する。また、礼文島の下部中新統元地層や渡島半島の上ノ国町石崎川上流の下部中新統福山層からの珪化木（鈴木, 1982）が知られている。中部～上部中新統の珪化木は、道東に比較的に多い。枝幸町歌登周辺の中部中新統志美宇丹層と考えられる層準から、メノウ化した珪化木が産する。また、下川町周辺の中部中新統下川層群モサナル層から珪化木も多産するが、樹種などの研究報告はない。遠別町の中部中新統増幌層からも珪化木の産出報告がある。

青森県

青森県は新第三紀中新世の珪化木が産し、主に下北半

島側と津軽半島側から見つかっている。下北半島側では下北郡東通村砂子又の下部中新統の猿ヶ森層からスギ科とフウノキ属の2種の珪化木が報告されている（亙理, 1957）。

津軽半島側では、西津軽郡深浦町、弘前市中村川、つがる市の西津軽海岸などから、多くの珪化木が採集される。ほとんどが転石で見つかるが、産出層準は青森県と秋田県にまたがる下部中新統大戸瀬層と考えられる。西津軽郡深浦町長慶平からの採集された大珪化木の1点は、亙理が研究ノートの中で、スギ科の樹種としている。

青森県のその他の珪化木の産出は、Suzuki and Ohba（1991）が、南部町剣吉の馬淵川の転石と明記された珪化木を検討し、ブナ科コナラ属 *Quercus shimakurae* として報告した。この珪化木の産出層準は、馬淵川の上流に分布する四ツ役層起源と考えるのが妥当である。

岩手県

岩手県からの珪化木については、古生代、中生代、新生代と3つの時代の報告がある。Nishida and Nishida（1986）は、大船渡市鬼丸の下部石炭系から産出した珪化木を検討し、*Rikuzenoxylon callixyloides* として報告した。九戸郡洋野町八木 - 種市の海岸などに分布する上部白亜系久慈層群からは、針葉樹材（Nishida *et al.*, 1993b）や木生シダ（Ogura, 1933; Nishida, 1986, 2001）が報告されている。

新生代の珪化木は、北部の二戸郡一戸町と南部の花巻、江刺周辺の2ヶ所で産出する。北部の一戸町町根反の根反川流域、姉帯の馬淵川流域、小鳥谷地区から珪化木が多産することが知られている。この地域の珪化木は、下部中新統四ツ役層に含まれ、Watari（1941a, b）は、この地域の珪化木を詳細に研究した。これをもとに、亙理は「根反の大珪化木」や「姉帯・小鳥谷珪化木地帯」を国指定の天然記念物するために、申請など尽力した。「根反の大珪化木」は、直径2m、高さ6.4mにもなるスギ科の *Taxodioxyton sequoianum* の日本最大級の直立樹幹で、国指定天然記念物なかでも特に重要な特別天然記念物に指定されている（図2-A）。

岩手県の南部では、奥州市江刺区藤里などからも珪化木が産することが知られており、藤里には県指定の天然記念物「藤里の珪化木」がある。最近では道路工事のため花巻市高松周辺から見つかっているが、この地域の珪化木の詳細な研究はない。これらの珪化木の産出層準は、下部～中部中新統の稲瀬層と考えられる。

宮城県

仙台市広瀬川沿いには仙台層群が分布しており、河床に倒木状の珪化木や、亜炭層中に珪化木を含むことが知られていた（Yasui, 1928, Takamatsu, 1929）。島倉（1933b）は仙台市近郊の仙台層群中の亜炭層から産出した木材化石の多くが *Taxodioxyton sequoianum* であることを報告し

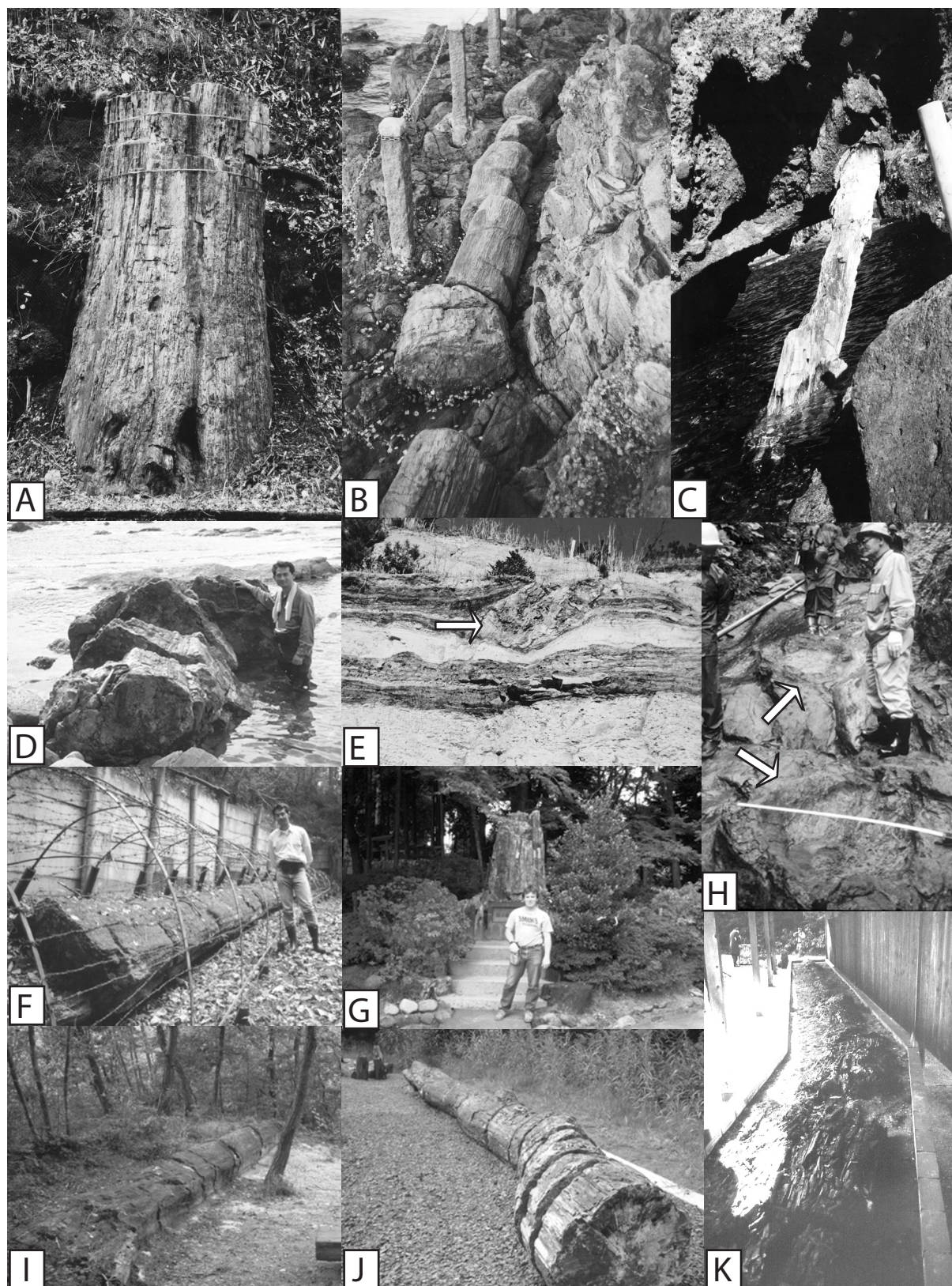


図2. 日本の珪化木産地。A. 「根反の大珪化木」国指定特別天然記念物（岩手県一戸町）。B. 「名島の櫓石」国指定天然記念物（福岡県福岡市）。C. 「波根西の珪化木」国指定天然記念物（島根県大田市）。D. 「仁万の珪化木」県指定天然記念物（島根県大田市）。E. 石炭層中の松岩（矢印）（福岡県宮若市）。F. 「メタセコイアの珪化木」県指定天然記念物（美濃加茂市）。G. 石川県輪島市門前町の復興記念碑。H. 石川県輪島市門前町竹州谷の珪化木（矢印）。I. 「不動寺の珪化木」県指定天然記念物（石川県能登町）。J. 石川県能登町行延から出た珪化木（1994年撮影）。K. Jと同じ珪化木（2003年撮影）。

た。仙台層群は鮮新統とされており、鮮新統からの珪化木は珍しく、日本で新しい時代の珪化木の産出層準である。さらに、Watari and Kuroda (1949) は、広瀬川の転石として採集された珪化木をブナ科クリ属の新種 *Castanea antiqua* として報告した。原記載ではその化石の産出層準を鮮新統仙台層群としているが、広瀬川上流部に分布する中新統からも珪化木を産することから、産出層準は鮮新統と限定しない方がよい。

宮城県大崎市三本木から採集されたとされる珪化木が、ブナ科コナラ属の新種 *Quercus miyagiense* として記載された (Suzuki and Ohba, 1991)。原著では珪化木の産出地層を下部中新統槻木層としていたが、採集地点には槻木層は分布しておらず、むしろ三本木周辺に分布する志田層群 (中期～後期中新世) の可能性が高い。また、槻木層の分布する柴田町槻木からも珪化木が産出することが知られている。さらに、宮城郡松島町周辺からも珪化木が産する。詳細な産出層準は不明だが、下部中新統松島湾層群の佐浦町層か網尻層のどちらかの可能性が高い。

福島県

福島県東部に分布する常磐炭田には古第三系夾炭層 (白水層群) が分布するが、九州や北海道の炭田から産する松岩のような珪化木は見られない。古第三系夾炭層の上位の下部中新統の紫竹層、櫛平層 (滝夾炭層)、中山層からは木材化石が産するが、それらは亜炭状で、一部にスギ科や双子葉類であることが分かる程度で、内部構造が十分に保存されていない。常磐地方で Watari (1952) は、いわき市平石森山から採集したとされる珪化木を検討し、ニレ科ニレ属の *Ulmus crystallophora* と命名している。この珪化木は下部中新統の平層の石森山凝灰角礫岩部層由来のものと考えられる。

2002 年に喜多方市高郷の阿賀川河岸の上部中新統塩坪層から、根元直径約 40cm、長さ 8m の大きな珪化木が産出した。地元教育委員会から依頼を受けて樹種同定を行った結果、保存はあまりよくなかったが、クルミ科のサワグルミ属の一種として同定した (寺田, 未発表)。また、塩坪層の上位の藤峠層からも珪化木が産するが、詳細な研究はされていない。

秋田県

男鹿半島は日本の新第三系 (～第四系) の模式地の一つとして知られている。そのうち台島層は台島型植物群の基準模式地でもある。葉化石を多産する層準があるものの、珪化木の記録は少ない。Watari (1952) は男鹿市北浦町真山島居下から採集された 1 点をニレ科ニレ属 *Ulmus crystallophora* として報告しただけで、台島型植物群の基準模式地の露頭に近い男鹿市台島棒海岸で採集された標本はいずれも炭化もしくは変質していて保存が悪いものであった。

秋田県東部の由利本荘市東由利杉森、宿、畑村、土場沢

などから珪化木が産する。これらの産出層準は下部中新統畑村層と考えられる。さらに、北秋田市阿仁戸島内棚木沢の下部中新統打当層と考えられる層準から産した珪化木 1 点を観察したことがあるが、他に産出報告はない。

山形県

山形県の珪化木は新第三系のものである。山形県の中新統の珪化木については、Watari (1952) が多数の試料について検討した。しかし、各採集地点を記録しながらも、産出した地層は明記されていなかった。それらの採集地点から産出地層を決定した珪化木について記述する。

酒田市飛島では、海岸に打ち上げられた転石として珪化木が産出する。産出層準は下部中新統飛島層と考えられる。Shimakura (1937) も飛島沖の海底から得られた珪化木を報告している。鶴岡市温海町、五十川、油戸 - 由良海岸の下部中新統下部の温海層からも多くの珪化木が得られる。温海層の五十川 (夾炭) 部層中の珪化木 (松岩) もボタ山などでも見つかる。また、内陸側の鶴岡市砂谷、湯田川、中沢および矢引などからも下部中新統の善宝寺層由来と考えられる珪化木が多産する。さらに、鶴岡市田麦俣の下部～中部中新統大網層、西置賜郡小国町叶水や小国川上流の下部中新統小国層からも珪化木が見つまっている。さらに、亘理は未発表ながら、東田川郡庄内町立谷沢川から産した珪化木をノートに記していた。産出層準は下部中新統立谷沢層と考えられる。

また、最上郡舟形町長沢、大蔵村南山、藤田沢川、平林赤松川などから多数の珪化木が産出している。この地域の化石は、メノウ化しているものも多い。ブナ科コナラ属の *Quercus shimakurae* と命名された珪化木は、舟形町で採集されたとされる (Suzuki and Ohba, 1991)。この地域には折渡・鮭川・野口・中渡層が堆積しており、鮮新統とされている。上述の仙台層群と同じく珪化木の産出層準としては新しいものである。

栃木県

矢板市高塩江川周辺の中新統関谷層や宇都宮市大谷町の中新統大谷層からも珪化木が見つかったいが、産出例も少ない。

群馬県

群馬県では、主に関東山地の山中地溝帯の下部白亜系瀬林層から新種を含む数種の針葉樹の珪化木が報告されている (Nishida and Oishi, 1982; Nishida and Nishida, 1983)。また、瀬林の地層中から木生シダのヘゴ科 *Cyathocaulis naktongensis* が発見されている (Nishida and Tanaka, 1982)。さらに、ソテツ類の *Sanchucycas gigantea* が見つまっている (Nishida et al., 1991)。

茨城県

茨城県常陸大宮市玉川や東茨城郡城里町から珪化木が

産出するが、詳細は不明である。

千葉県

千葉県の珪化木は、主に銚子周辺の下部白亜系と第三系から報告されている。Ogura (1960) が針葉樹の新種を報告した後、西田誠らが中心となって多くの石灰化木や珪化木の報告がおこなわれた (Nishida, 1962, 1973; Nishida *et al.*, 1993a など)、今でも、石灰化木や珪化木が銚子の海岸で採集されることがある。

埼玉県

埼玉県から大里郡寄居町、秩父郡横瀬町、秩父市などから中新統の珪化木が産出する。川本町の中新統揚井層からもスギ科の木材化石が産するが、亜炭状である (本間ほか, 2003)。

神奈川県

木材化石のフウノキ属の *Liquidambar hisauchii* のタイプ標本は (Watari, 1952; Suzuki and Watari, 1994)、神奈川県横浜市南太田の鮮新統から採集された珪化木で、久内清孝が本牧高校の古生物標本の中から見つけたとされている (Watari, 1943b)。現在、この標本は紛失してしまっているが (寺田, 1998)、横浜市周辺の鮮新統から珪化木が産出するとの報告がないことから、産出層準は疑わしく、再堆積の可能性もある。

静岡県

天竜川からの転石とされる珪化木を数点見たことがある。すべて針葉樹であったが、産出層準などは不明である。

長野県

長野市安茂里小市犀沢山の第三紀凝灰岩中から採集されたとされている珪化木は、*Castanea makinoi* のタイプ標本 (Ogura, 1949; Suzuki and Terada, 1996) であるが、産出地層は不詳である。また、信濃町野尻湖周辺の新第三系からも産出するが、詳細は不明である。

新潟県

佐渡島佐渡市赤泊、長手岬、金井町中興、相川町鹿伏で転石として珪化木が見つかる。亘理が検討したものうち1点がマツ科ツガ属として報告されたが (Watari, 1956a)、残りは未発表である。珪化木の産出層準は下部中新統佐渡層群の相川・真更川・金北山層のいずれかが考えられる。

また、新潟県と富山県にまたがって分布する中生界ジュラ系来馬層群からも珪化木が産出し、*Xenoxylon latiporosum* やスギ科と考えられる樹種が報告されている (Yamazaki and Tsunada, 1981a, 1982a; Watari, 1960; 鈴木ほか, 1982)。 *Xenoxylon latiporosum* については後述する。

富山県

富山県では、上述した中生界の来馬層群や手取層群と新第三系の下部中新統から珪化木が産する。富山県の手取層群の珪化木に関しては、Terada *et al.* (2004) が県内数ヶ所で採集された珪化木 10 点中 3 点を同定し、*Xenoxylon latiporosum* を報告した。また、南砺市に分布する下部中新統医王山層から産出する珪化木が見つかったが、詳細な研究はなされていない。

石川県

石川県では中生界手取層群と新第三系下部中新統から珪化木が多産する。手取層群は、石川県南部、福井県東部、岐阜県北部、富山県南部、長野県の一部の 5 県にまたがって分布するジュラ紀後期～白亜紀前期にかけての地層である。また、手取層群は植物化石が多産することで知られ、葉化石を中心にシダ・裸子植物で 50 種あまり報告され、白山市桑島の通称「化石壁」は手取型植物群の模式地とされている (Yabe *et al.*, 2003)。手取層群の珪化木の研究史に関しては、鈴木・寺田 (1988) や寺田ほか (2002) で大まかに触れられている。最初に島倉 (1934) が手取層群の珪化木を *Xenoxylon latiporosum* と報告した (Shimakura, 1936)。その後、小林 (1951) が白峰地域の調査で、「化石壁」と湯の谷地域に化石林が存在することを明らかにし、日本最古の化石林として「手取化石林」と呼んだ。Ogura *et al.* (1951) は、この化石林の直立樹幹 (図 3-A) を含め、19 地点から採集された珪化木を *X. latiporosum* と同定した。これら成果により、「化石壁」と湯の谷地域の 2 ヶ所が国の天然記念物「手取川流域の珪化木産地」として指定された。その後、1975 年から手取ダム建設に伴い水没する「化石壁」を含めた手取川上流域の地質・古生物の詳細な調査が行われ、「手取川流域の手取統珪化木産地調査報告書」が発行された (石川県教育委員会, 1978)。その中には、湯の谷地域の化石林の産状や材の記載、年輪間隔の周期性などが記載された。1987 年には「白峰村百合谷の珪化直立樹幹」の石川県の天然記念物指定に伴い、「化石壁」と湯の谷地域の保存対策のための調査が行われ (白峰村教育委員会 1988)、その中で鈴木・寺田 (1988) は、「化石壁」と百合谷から新たに得られた 9 点の試料もすべて *X. latiporosum* であるとの報告をした (Suzuki and Terada, 1992; 図 3)。さらに、寺田ほか (2002) は、尾添川支流の目附谷の珪化木 19 点を検討し、すべて *X. latiporosum* であると報告した。島倉や小倉の研究から半世紀以上経っても、手取層群の珪化木は、寺田ほか (2001) の岐阜県尾上郷谷から発見された木生シダの幹化石の 1 点にすぎず、それ以外はすべて *X. latiporosum* であった。先達も指摘しているように、手取層群では数種の針葉樹の葉体化石が報告されているにもかかわらず、*X. latiporosum* の 1 種しか見つからないのは非常に興味深いことである。

さらに石川県では、新第三系下部中新統の珪化木が、石川県東部に分布する医王山層、能登半島北西部に分布する

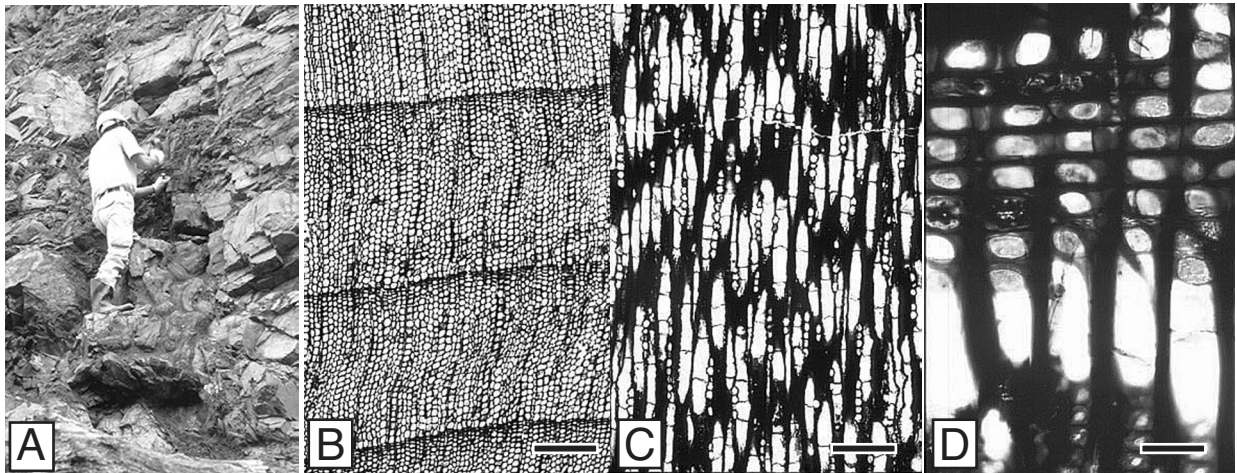


図3. A. 手取層群の直立樹幹（石川県白山市白峰「化石壁」）東洋一氏撮影，B-D. *Xenoxylon latiporosum* の顕微鏡写真，B. 横断面（木口面）でスケールは500 μm ，C. 接線断面（板目面）でスケールは100 μm ，D. 放射断面（柃目面）でスケールは50 μm 。

縄文層および能登半島北東部に分布する柳田層の3つの地層から多産する。医王山層から産出した珪化木は、金沢市郊外や白山市曾谷町と小松市郊外などから得られている。Watari (1952) は6種を同定し、さらに、小松市瀬領町よりアブラギリ属や (Watari, 1956b), 白山市曾谷町からイスノキ属を報告した (亘理 1966)。

金沢市兼六園の夕顔亭という茶室の庭に手洗い鉢として使われる「竹根石（たけねいし）」という珪化木がある。この珪化木に関しては、Ogura (1952) はヤシ科の新種 *Palmoxylon maedae* と命名したが、その産出層準についてはわからなかった。さらに、金沢市浅野川からの転石状の珪化木が、同属の別種 *Palmoxylon kagaense* として報告され、金沢市袋板屋町から得られた珪化木が *Palmoxylon maedae* として報告された (Ogura, 1955, 1961), これらも産出層準は不明であった。その後、金沢市駒場町竹谷の医王山層の地層中から得られた珪化木を Suzuki (1989) は *Palmoxylon maedae* として報告した。このことで、竹根石らも医王山層由来である可能性が高くなった (紘野, 1993)。日本の新第三系からのヤシ類の珪化木の報告は、今のところこの医王山層のみであり、興味深いことである。また、医王山層の上位の砂子坂層からも珪化木が採集され、藤・鈴木 (1989) が5点の珪化木を報告している。

能登半島の縄文層から産出した珪化木は、輪島市門前町周辺から多産する。門前町総持寺の山門の横に、32個の珪化木でつくられた復興記念碑がある (図2-G)。この珪化木は、近くで採集されたもので、これらも含めて、Suzuki and Watari (1994) は、この地層中の木材化石76点中58点を同定し、13種を報告した。さらに、寺田 (1999) は、輪島市門前町竹州谷のワニの足跡化石周辺からもトネリコ属の大径木の化石林が存在していたことを報告した (図2-H)。

能登半島の柳田層も珪化木が多産し、珠洲市や能登

町の様々なところから採集されている。Suzuki and Terada (1996) は能登町の行延と真脇から採集した141点中80点を同定し、15種を認識した。能登町不動寺には県指定の天然記念物として「不動寺の埋積珪化木群」がある (図2-I)。そこには、近くの行延の道路工事によって産出した珪化木が展示されていたが (図2-J), 上述したように、トウヒ属の大珪化木は、黄鉄鉱が析出し、今ではボロボロに壊れている (図2-K)。

福井県

福井県は、上述した中生界手取層群と新第三系中新統の国見層、糸生層から珪化木が産出する。福井県の手取層群では、大野市和泉村林谷、福井市美山町などから珪化木が見つかった (寺田, 未発表)。

下部中新統国見層の珪化木は、福井市の大味町、茱崎町、鮎川町、深谷町、一王寺町、燈豊町、八幡町などから多く産出する。越前海岸の大味町、茱崎町のものは、寺田 (2001a) で報告している。福井市鮎川町や深谷町からの珪化木から、新種と思われる樹種も数点見つかった (寺田, 未発表)。また、糸生層の珪化木も数点見つかったが、産出層準が不詳であったり、保存が悪かったりで研究が進んでいない。

岐阜県

岐阜県は、上述した中生界手取層群と新第三系下部中新統から珪化木が産出する。岐阜県の手取層群の珪化木については、田中 (1926) が岐阜県大井川の沢から採集した珪化木を針葉樹と報告したのが最初である。その後、前田 (1954) は、高山市荘川の尾上郷東俣に *Xenoxylon latiporosum* の化石林があることを報告した。

1999年に高山市荘川尾上郷谷から松岡廣繁氏 (京都大学) と下島志津夫氏 (高山市教育委員会) によって転石と

して採集された珪化木は、未発表ながら、木生シダのヘゴ科の幹化石であった（寺田ほか，2001）。これは、手取層群から初めて *Xenoxylon* 以外の珪化化石が発見されたことになる。

岐阜県の新第三系下部中新統の珪化木は、南部の美濃加茂盆地周辺の蜂屋層、中村層（帷子層）から多産する。蜂屋層は、美濃加茂市や加茂郡川辺町に分布する火山岩、火山角礫岩・集塊岩などの火山性に富んだ地層であるにも関わらず、非常に保存の良く木材構造もつぶされず残った珪化木が多量に含まれている。後述するアオイ科（アオギリ科）のワタリ属 *Wataria parvipora* の完模式標本もこの地層から産出した（Terada and Suzuki, 1998；図 4-B, C）。また、美濃加茂市山之上町には「メタセコイアの珪化木」と呼ばれる大きな珪化木が県指定の天然記念物になっている（図 2-F）。しかしながら、材構造ではスギ科の属レベルまでの分類は難しい。さらに、平成記念公園「日本昭和村」の建設地から出た直径 2.6m もある珪化木は、スギ科の *Taxodioxydon sequoianum* と同定した（寺田，未発表）。この化石は「日本昭和村」の展示されている。

一方、中村層は河川性堆積物からなり、所々に立株状態の化石林が確認される。特に美濃加茂市と可児市の境界を流れる木曽川河床には、木が立ったままで埋没した化石林が存在する（図 4-A）。化石林の立株は 400 本を越し、6 層準あるとされている（鹿野，1995）。現在見えているものだけで、直径 1 m 程度のものから数 cm 程度のものまである。化石林の樹種はほとんどが同じ樹種で、明瞭な環孔材で、放射組織にタイル細胞という非常に稀な構造を持っていた（寺田，1995）（図 4-B, C）。タイル細胞をもつ樹木は、現在のアオイ科（アオギリ科、シナノキ科、パンヤ科、アオイ科を含む）に限られ（APGII, 2003）、さらにその中でも持つ属が限られている。この樹種に類似した化石は、Watari（1952）が山形県の第三紀中新統から見出し、台湾に生育している *Reevesia* 属（*R. formosana*）に近縁なものとし、*Reevesia miocenica* として発表した。その後、福岡県の漸新統津屋崎層から *R. oligocenica* が 2 点（Suzuki, 1976）、石川県下部中新統縄又層から *R. miocenica* が 5 点報告されていた（Suzuki and Watari, 1994）。Terada and Suzuki（1998）は、これらの化石と現生の *Reevesia* 属やそれに近縁な樹種と木材構造を比較したところ、化石には明らかに異なる構造を持っており、絶滅属であることがわかり、新属 *Wataria* 属を提唱した。それにより、*Reevesia miocenica* は *Wataria miocenica* に *Reevesia oligocenica* は *Wataria oligocenica* とされ、さらに、化石林の樹種は *Wataria miocenica* より道管径が小さいことから、新種 *Wataria parvipora* として報告された（Terada and Suzuki, 1998）。この化石林は、化石林公園として保存されている。中村層では他の場所にも珪化木が産し、可児市伏見の可児川には立株状態の珪化木が 1 本ある。また、中村層と同層と考えられる犬山市善師野周辺に分布する帷子層からも、立株、倒木状態の珪化木が見つ

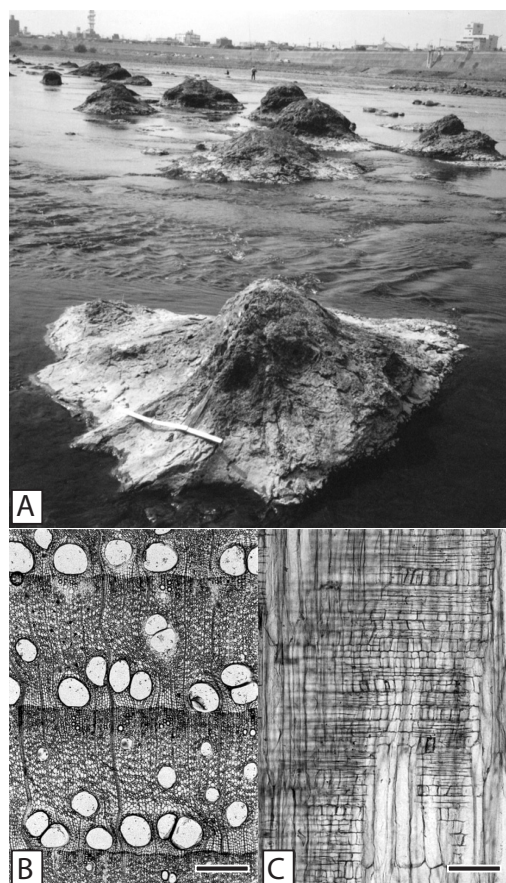


図 4. A. 木曽川河床の化石林（岐阜県美濃加茂市・可児市，鹿野勘次氏撮影），B-C. *Wataria parvipora* の完模式標本（蜂屋層産）の顕微鏡写真。B. 横断面（木口面）でスケールは 500 μm ，C. 放射断面（柁目面）でスケールは 50 μm 。

かっている。さらに、中村層の上位の平牧層には珪化木があまり含まれていないが、数点確認したことはある。

愛知県

愛知県では、岐阜県にまたがって分布する中新統土岐（夾炭）層から亜炭化した木材化石が産し、上述したように Yasui（1917, 1928）が、スギ科の樹種を報告している。豊明市周辺の東海層群からも珪化木が産することが報告されているが、森・宇佐美（2003）が言及しているように再堆積の可能性が高い。

三重県

三重県桑名市多度町の奄芸層群暮明層から採集されたという珪化木を観察したことがある。産出層準は鮮新統と考えられる。

京都府

丹後半島の新第三系からも珪化木が産出し、京丹後市網野町産とされる珪化木が、京都府立植物園の温室中庭に展示されており、クスノキとされている。詳細は不明である。

和歌山県

和歌山県では有田市周辺の下部白亜系有田層から、木生シダの *Cyathocaulis naktongensis* や針葉樹 *Araucarioxylon* の 2 種が報告されている (Ogura, 1927, 1944, 1960). 新第三系中新統の熊野層群からも珪化木が産出している。

兵庫県

神戸市周辺に分布する神戸層群からは、保存のよい珪化木が産することが知られている。しかし、樹種に関する報告は Suzuki (1984a) だけである。Suzuki (1984a) は 1 点の珪化木を検討し、*Paraphyllanthoxylon kobense* と新種記載し、下部中新統産として報告した。その後、K-Ar 年代と FT 年代から神戸層群の年代は、始新世後期から漸新世前期前半に位置づけられた (尾崎ほか, 1996)。*Paraphyllanthoxylon* 属はブルセラ科、クスノキ科、ウルシ科、トウダイグサ科等に類縁が考えられる形態分類群で、世界中の上部白亜系から古第三系にかけて数多く報告されている (Thayn and Tidwell, 1997 など)。神戸層群の年代が古第三紀となったことで、世界中でこの属の木材化石が見つかった時代と矛盾なくなった。神戸市立森林植物園には、*Paraphyllanthoxylon kobense* の模式標本の珪化木が展示されており、この種以外の樹種の珪化木が野外展示されている。また、最近、兵庫県香美町香住周辺の下部中新統八鹿層から採集された珪化木を得たが、まだ検討していない。

香川県

香川県は小豆島から珪化木が見つかった。産出層準は、土庄層群の中部中新統伊貴末層と考えられ、今まで 15 点を観察したが、すべてスギ科の樹種であった。

愛媛県

伊予市森大谷に「扶桑木」という地元の天然記念物に指定されたものがあり、珪化木として記載されている。実際に観察したことがないので、詳細は分からないが、炭化材のようである。

島根県

島根県では、大田市波根西久手海岸と同市仁摩町仁万田尻海岸および坂灘海岸では、珪化木が産することが知られている。特に、波根西久手海岸には「波根西の珪化木」(図 2-C) と仁摩町仁万には「仁万の珪化木」(図 2-D) があり、それぞれ国と県の天然記念物に指定されている。これらの地域から採集された珪化木については、亘理が研究報告している (亘理, 1948; Watari, 1948, 1949, 1951)。亘理はそれらの成果で、「波根西の珪化木」を国指定の天然記念物にするために尽力した。余談ではあるが、「波根西の珪化木」の説明看板に、この珪化木の樹種についてブナの仲間と書かれてあるが、亘理の論文からするとケヤキ属である。これらの産出地層については、波根西の海岸は大

森層、仁万西方海岸は波多層が分布しているが、地層の年代に関しては、漸新統～中新統の見解があり、再検討が必要である。

岡山県

高梁市成羽町の上部三畳系成羽層群からも珪化木が産することが知られており、4 分類群の針葉樹が報告されている (Yamazaki *et al.*, 1980; Yamazaki and Tsunada, 1982b)。これ以外に岡山県内の新第三系の珪化木が産しているが、詳細は不明である。

山口県

山口県では三畳系美祢層群と第三系の珪化木が産する。美祢市の美祢層群から、Ogura (1960) が針葉樹 *Araucarioxylon mineense* を報告した。その後、Yamazaki and Tsunada (1981b, 1982b) は、岡山県成羽層群の珪化木と同種の *Protocedroxylon triassicum* を報告したが、Nishida and Oishi (1982) が同じ資料を異なった見解で *Protocedroxylon okafujii* として報告した。また、同層群から *Xenoxylon* sp. が報告されている (Yamazaki and Tsunada, 1981b)。

第三系の珪化木は、宇部炭田の始新統宇部層群、長門市黄波戸周辺の下部漸新統黄波戸層、瀬戸内海の柳井市平郡島の中新統などから産出するが、詳細な研究はなされていない。下関市豊北町神田和久周辺からも珪化木が産するが、詳細は不明である。

福岡県

福岡県は古第三系の珪化木が県内各地で見つかった。特に、筑豊炭田 (福岡県中央部、いわゆる筑豊地域の宮若市飯塚市・直方市・田川市など) や粕屋炭田 (福岡県西部の糟屋郡) などの炭田からは石炭採掘時、珪化木 (松岩) が多産していた。松岩に関しては、古くから研究対象になり、その成因や樹種などが検討されてきた (Ogura, 1944; 野田, 1964; 高橋, 1969)。Watari (1966) は、その樹種に関して詳細に検討し、スギ科の新種 *Taxodioxylon matsuiwa* がほとんどであることを明らかにした。宮若市周辺の三尺五尺層などには立ち株状態の松岩が多く見られる (図 2-E)。

福岡市東区に国指定の天然記念物の「名島の檣石 (ほぼしらいし)」という 9 個の円柱状の珪化木がある (図 2-B)。仲哀天皇の皇后の神功皇后が新羅侵攻から凱旋した際にこの地におかれた御座船の帆柱が石になったという言い伝えがあるが、実際には、下部始新統名島層に含まれている珪化木である。樹種はブナ科の常緑性のコナラ属や熱帯のシイ属、マテバシイ属などに類縁がある種で、Ogura (1932a) が *Quercinium hobashiraishi* と報告したが、後に、Suzuki and Ohba (1991) により *Lithocarpoxylon hobashiraishi* と同定された。また、*Lithocarpoxylon* 属の樹種は、糟屋郡新宮町磯崎からも報告されており *Lithocarpoxylon radiporosum* と

命名されている (Suzuki and Ohba, 1991). さらに, 「名島の櫓石」のうち2個は他から持ってこられたものと考えられ (藤井ほか, 2004), それらは Ogura (1932b) が *Phllanthinium pseudohobashiraishi* と報告し, 後に, Mädel (1962) により *Paraphyllanthoxylon pseudohobashiraishi* とされた. また, Watari (1943a) は, 北九州市戸畑区天籟寺町にある「夜宮の大珪化木」も *Paraphyllanthoxylon pseudohobashiraishi* とした. この「夜宮の大珪化木」も国指定の天然記念物である. さらに, 1984 年北九州市小倉区藍島の響灘の海底から引き揚げられた長さ 18 m の巨大珪化木もまた同種の *P. pseudohobashiraishi* とされている (大石徹私信; 藤井ほか, 2004). この珪化木は, 北九州市立いのちのたび博物館に展示されている. 藍島には他にも多くの珪化木が海岸で見つかっている (藤井ほか, 2004).

さらに, 福津市津屋崎の恋の浦には, 多くの珪化木が海岸の崖に埋まっており, 海岸には崖から洗い出されたと思われる珪化木が転石状態で打ち上げられている. この珪化木は下部漸新統津屋崎層の火砕堆積物に埋まっており (酒井, 1994), 樹種に関しては, Suzuki (1976, 1982, 1984b) が報告し, 最近, Srivastava and Suzuki (2001) が新たな種も含めて総括している.

佐賀県

佐賀県は唐津市周辺の唐津炭田から珪化木 (松岩) が産し, 今でも石炭層に立株状態の珪化木が観察できる. また, 嬉野市で産出した珪化木を見たことがあるが, 産出層準等是不詳である.

長崎県

長崎県は古第三系の池島炭田や佐世保炭田から珪化木 (松岩) が報告されている. また, Watari and Kuroda (1949) は長崎市神浦の海岸から採集された珪化木をブナ科クリ属の新種 *Castanea antiqua* として報告している.

大分県

大分県東国東安芸などからも珪化木が産出すると報告されているが, 産出例は少ない.

熊本県

熊本県でも天草市および苓北町の古第三系の天草炭田相当層から, 珪化木 (松岩) が産する. この地域の海岸には, 松岩の転石が多数見つかる. また御船町の上部白亜系御船層群からも木材化石が産するが, 産出例は少ない.

鹿児島県

鹿児島県川辺郡川辺町からも珪化木が産出すると報告されているが, 産出例は少ない.

沖縄県

西表島の新第三系八重山層群西表層から珪化木が産する.

おわりに

日本の珪化木について概説してきたが, 研究史などを見る限り, 日本の珪化木の研究者があまりにも少ない. このことについて, 鈴木 (1985) が研究環境と将来の展望として指摘しているとおりで, その当時と今と全く状況は変わっていない. というよりは, むしろ悪くなっている感がある. 珪化木研究は, 他の古生物学と同じく, 化石を収集するというところから始まり, 成果としてまとめるまでに非常に時間がかかる. また, 珪化木研究には, 地学分野の地質学や古生物学, 生物学分野の植物学といった分野だけでなく, 木材ということで農学分野の林産学, 林学などの知識も必要となる. このような境界分野だけに珪化木を研究できる大学や学部がほとんどない. 私自身がもっと研究成果を速やかに発表し, この分野をアピールしていかなければと自省しなければならないが, すこしでも, 珪化木研究への関心を持ってもらい, 次の時代の研究者が出てくることに貢献できればと思い, 本報を書いた次第である.

謝辞

本報の主には中新統の珪化木については, 筆者が学位論文のために研究してきたものである. 珪化木研究は鈴木三男先生 (東北大学) が故亘理俊次博士から受け継いだ研究を私に託されたものである. 故亘理俊次博士には生前一度もお会いできなかったが, 博士の残された珪化木試料と詳細に書かれた研究ノートがなければ, この研究はできなかった. 博士は戦時戦後の混乱期の中にも関わらず, 今では考えられないくらいの労力で日本中の珪化木を収集され, 標本を研究ノートとともに整理保管されていた. 亘理・鈴木両先生には深く感謝する.

本報で扱った珪化木試料や情報はもちろん私自身だけで収集できたのではなく, 多くの方々の協力によって成し得たものである. いちいち御名前や機関は挙げないが, 産地や地質の情報提供や試料採集補助, 試料提供していただいた多くの方々や機関に感謝する.

資料採集のため, 平成 5 ~ 7 年度科学研究費補助金 (特別研究員奨励費: No. 3903), 第 5 回藤原ナチュラルヒストリー振興財団学術研究助成金, 平成 10 年度笹川科学研究助成の一部を使用した.

最後であるが, 石川県輪島市門前町にある総持寺の山門の横には, 32 個の珪化木でできた復興記念碑がある (図 2-G). この記念碑は, 昭和 34 年 (1959 年) 8 月 26 日起こった集中豪雨によって門前町の集落が濁流に飲み込まれ, 26 名もの尊い命が失われ, その後, 破壊された町の復興を記念して立てられた. 亘理先生が「この記念碑を私のお墓にしたい」といわれたと恩師の鈴木先生より聞いたことがある. 2007 年 3 月 25 日に発生した能登半島地震によって, また門前町は甚大の被害を受けた. 総持

寺も相当の被害を受けたと見聞きした。この場をかりて、被害にあわれた方々にお見舞い申し上げたい。

文献

- 赤羽久忠・古野 毅・宮島 宏・後藤道治・太田敏孝・山本茂, 1999. 温泉水の流れの中における珪化木形成実験. 地質学雑誌, **105**, 108-115.
- Akahane, H., Furuno, T., Miyajima, H., Yoshikawa, T. and Yamamoto, S., 2004. Rapid wood silicification in hot spring water: an explanation of silicification of wood during the Earth's history. *Sedimentary Geology*, **169**, 219-228.
- APGII, 2003. An update of the angiosperm phylogeny group classification for the orders and families of flowering plants: APGII. *Botanical Journal of the Linnean Society*, **141**, 399-436.
- Drum, R. W., 1968. Silicification of *Betula* woody tissue in vitro. *Science*, **161**, 175-176.
- Felix, J., 1882. *Studien über Fossile Hölzer*. Inaugural-Dissertation zur Erlangung der Doctorwurde, Universität. Leipzig, 84 p., Rostock.
- Fengel, D., 1991. Aging and fossilization of wood and its components. *Journal Wood Science and Technology*, **25**, 153-177.
- 藤井厚志・鮎沢 潤・曾塚孝, 2004. 珪化木. 唐木田芳文監修, 福岡県地学のガイド編集委員会編, 福岡県地学のガイド, 地学のガイドシリーズ 26, 209-212, コロナ社.
- 藤 則雄・鈴木三男, 1989. 金沢市視の中世砂子坂層からの植物化石. 金沢大学日本海域研究所報告, **21**, 15-46.
- 古野 毅, 1987. 珪化木とその形成. 電子顕微鏡, **22**, 15-24.
- Furuno, T., Watanabe, T., Suzuki, N., Goto, T. and Yokoyama, K., 1986a. Microstructure and silica mineralization in the formation of silicified woods I. *Mokuzai Gakkaishi*, **32**, 387-400.
- Furuno, T., Watanabe, T., Suzuki, N., Goto, T. and Yokoyama, K., 1986b. Microstructure and silica mineralization in the formation of silicified woods II. *Mokuzai Gakkaishi*, **32**, 575-583.
- Furuno, T., Suzuki, N. and Watanabe, T., 1988. microstructure and silica mineralization in the formation of silicified woods III. *Mokuzai Gakkaishi*, **34**, 87-93.
- 本間岳史・寺田和雄・田嶋久雄, 2004. 埼玉県川本町の中新統楊井層から新たに発見された原地性直立樹幹化石. 埼玉県立自然史博物館研究報告, **20-21**, 11-21.
- 石川県教育委員会, 1978. 手取川流域の手取統珪化木産地調査報告書. 301p, 図版 117, 付図.
- 化石研究会, 2000. 化石の研究手法. 388p., 共立出版, 東京.
- 鮎野義夫, 1993. 石川県地質誌. 321p., 北陸地質研究所. 石川県.
- 小林貞一, 1951. 白山をめぐる地域の地質, 特に手取統について. 白山をめぐる地域の地質, 1-20. 石川県.
- Leo, R. F. and Barghoon, E. S., 1976. Silicification of wood. *Harvard University Botanical Museum Leaflets*, **25**, 1-47.
- 前田四郎, 1954. 岐阜県庄川上流地域の手取化石林について. 東京教育大学理学部地質学鉱物学教室研究報告, **3**, 43-47.
- Mädel, E., 1962. Die fossilen Euphorbiaceen-Hölzer mit besonderer Berücksichtigung neuer Funde aus der Oberkreide Süd-Afrikas. *Senckenbergiana Lethaea*, **43**, 283-321.
- 森 勇一・宇佐美徹, 2003. 豊明市の地質. 豊明市史, 資料編補七, 自然, 10- 58. 豊明市.
- Nishida, H., 1986. On a new *Tempskya* stem from Japan. *Transactions and Proceedings from the Palaeontological Society of Japan, New Series*, (143), 435-446, pls. 87-89.
- Nishida, H., 2001. A leptosporangiate fern *Tempskya uemurae*, sp. nov. (Tempskyaceae) from the Upper Cretaceous (Santonian) of Iwate Pref., Japan. *Acta Phytotaxonomica et Geobotanica*, **52**, 41-48.
- 西田治文, 2005. 珪化化石から探る日本の白亜紀植物の世界. 化石, (78), 5-20.
- Nishida, H., Nishida, M. and Tanaka, K., 1991. Petrified plants from the Cretaceous of the Kwanto Mountains, central Japan. III. A polyxylic cycadean trunk, *Sanchucycas gigantea* gen. et sp. nov.. *Journal of Plant Research*, **104**, 191-205.
- Nishida, H. and Tanaka, K., 1982. Anatomical studies of *Cyathocaulis naktongensis* Ogura from central Honshu, Japan. *Bulletin of the National Science Museum Series C*, **8**, 19-30.
- Nishida, M., 1962. On some petrified plants from the Cretaceous of Choshi, Chiba Prefecture. *Japanese Journal of Botany*, **18**, 87-104.
- Nishida, M., 1973. On some petrified plants from the Cretaceous of Choshi, Chiba Prefecture VI. *Botanical Magazine, Tokyo*, **86**, 189-202.
- Nishida, M., 1974. *Oguraxylon*, a new genus belonging to the family Taxodiaceae, from the Cretaceous of Hokkaido. *Botanical Magazine, Tokyo*, **87**, 113-119.
- Nishida, M. and Nishida, H., 1983. Petrified plants from the Cretaceous of the Kwanto Mountains, central Japan I. *Botanical Magazine, Tokyo*, **96**, 85-91.
- Nishida, M. and Nishida, H., 1984. Structure and affinities of the petrified plants from the Cretaceous of northern Japan and Saghalien. I. Petrified plants from the Upper Cretaceous of Hokkaido (1). *Journal of Japanese Botany*, **59**, 48-57, 1-3 pls.
- Nishida, M. and Nishida, H., 1985. Structure and affinities of the petrified plants from the Cretaceous of northern Japan and Saghalien. II. Petrified plants from the Upper Cretaceous of Hokkaido (2). *Journal of Japanese Botany*, **60**, 312-320, 8-12 pls.
- Nishida, M. and Nishida H. 1986. *Rikuzenoxylon callixyloides* gen. et sp. nov., a silicified wood from the Lower Carboniferous of Iwate Prefecture. *Journal of Japanese Botany*, **61**, 1-6.
- Nishida, M. and Nishida, H., 1995. Pinoid woods with resin canals from the Upper Cretaceous of Hokkaido and Saghalien. *Journal of Plant Research*, **108**, 161-170.
- Nishida, M., Nishida, H. and Suzuki Y., 1993a. On some petrified plants from the Cretaceous of Choshi, Chiba Prefecture VIII. *Journal of Japanese Botany*, **68**, 289-299.
- Nishida, M., Nishida, H. and Sugiyama, R., 1993b. Coniferous woods from the Upper Cretaceous of Taneichi, Iwate Prefecture. *Research Institute of Evolutionary Biology Science Report*, **7**, 69-86.
- Nishida, M., Nishida, H., Yoshida A. and Kaiho K., 1995. *Piceoxylon pseudoscleromedullosum* sp. nov. from the Upper Maastrichtian of Hokkaido. *Research Institute of Evolutionary Biology Science Report*, **8**, 11-18.
- Nishida, M and Oishi, T., 1982. Some petrified plants from the Cretaceous of Kwanto Mountains, central Japan (2). *Journal of Japanese Botany*, **57**, 343-348, pls. 12-13.
- 野田光雄, 1964. 筑豊炭田における松岩の成因. 地質学雑誌, **70**, 32-35.
- Ogura, Y., 1927. On the structure and affinities of some fossil tree-ferns from Japan. *Journal of Faculty of Science University of Tokyo, Section III (Botany)*, **1**, 351-380, 2-8 pls.
- Ogura, Y., 1932a. On the structure of “Hobashira-ishi”, a famous silicified trunk at Najima near Fukuoka City. *Journal of Japanese Botany*, **6**, 173-181, pl. 3.
- Ogura, Y., 1932b. On the structure of a silicified wood found near “Hobashira-ishi” at Najima near, Fukuoka City. *Journal of Japanese Botany*, **6**, 183-190, pl. 4.
- Ogura, Y., 1933. On the structure of a fossil stem of *Cibotium*-type from the Upper Cretaceous of Iwate. *Botanical Magazine, Tokyo*, **47**, 748-755, pl. 2.
- Ogura, Y., 1941. Additional notes on the structure of fossil tree ferns. *Botanical Magazine, Tokyo*, **55**, 453-461.
- Ogura, Y., 1944. Notes on fossil woods from Japan and Manchoukuo. *Journal of Japanese Botany*, **12**, 345-365.
- Ogura, Y., 1949. A fossil of *Castanopsis*-type from the Tertiary of Nagano Prefecture. *Journal of Japanese Botany*, **24**, 15-18.
- Ogura, Y., 1952. A fossil palm in Kenroku Park at Kanazawa. *Transactions and Proceedings from the Palaeontological Society of Japan, New Series*, **8**, 223-230.
- Ogura, Y., 1955. A fossil palm trunk from Kanazawa. *Transactions*

- and *Proceedings from the Palaeontological Society of Japan, New Series*, **19**, 85-87.
- Ogura, Y., 1960. Tyloses in tracheids in *Araucarioxylon*. *Journal of Faculty of Science University of Tokyo, Section III (Botany)*, **7**, 501-509.
- Ogura, Y., 1961. Further notes on a fossil palm trunk from Kanazawa. *Transactions and Proceedings from the Palaeontological Society of Japan, New Series*, **44**, 146.
- Ogura, Y., Kobayashi, T. and Maeda, S., 1951. Discovery of erect stumps of *Xenoxylon latiporum* in the Jurassic Tetori Series in Japan. *Transactions and Proceedings from the Palaeontological Society of Japan, New Series*, **4**, 113-119.
- Oishi, T., 1999. Classification and formation mechanism of silicified woods. Doctor thesis, University of Tokyo. 107p.
- 大石 徹, 2001. 珪化木の成因について (有機物からみた分類法の提案). *Crystal Letters*, **16**, 17-23.
- 大石 徹, 2003. 珪化木の分類と成因について. 資源・素材学会 2003 (宇部) 発表要旨集, B8-8, 351-352.
- 尾崎正紀・松浦浩久・佐藤喜男, 1996. 神戸層群の地質年代. 地質学雑誌, **102**, 73-83.
- Reiss, K., 1907. *Untersuchungen über fossile Hölzer aus Japan*. Inaugural-Dissertation zur Erlangung der Doctorwürde, Universität. Leipzig, 226 p., Rostock.
- 酒井治孝, 1994. 北九州の下部漸新統, 津屋崎層中の恋ノ浦火砕堆積物. 地質学雑誌, **100**, 692-708.
- 鹿野勘次, 1995. 中村累層から発見された化石林. 美濃加茂盆地における中村累層の地質と化石—大型哺乳動物足跡化石と化石林調査報告書一, 30-36. 美濃加茂市教育委員会.
- 島倉巳三郎, 1933a. 化石木に関する研究雑記 (1). 地質学雑誌, **40**, 473-479.
- 島倉巳三郎, 1933b. 化石木に関する研究雑記 (2). 地質学雑誌, **40**, 533-540.
- 島倉巳三郎, 1934. 化石木に関する研究雑記 (3). V. 東亜に於ける *Xenoxylon latiporosum* (Cramer) Gothan. 地質学雑誌, **41**, 9-13.
- 島倉巳三郎, 1936. 化石木に関する研究雑記 (4). 地質学雑誌, **43**, 269-296.
- 島倉巳三郎, 1937. 化石木に関する研究雑記 (5). 地質学雑誌, **44**, 722-730.
- Shimakura, M., 1936. Studies on fossil woods from Japan and adjacent lands, I. Some Jurassic woods from Japan and Manchoukuo. *Science Report Tohoku of Imperial University, Series 2 (Geology)*, **18**, 267-298.
- Shimakura, M., 1937. A petrified wood dredged from the bottom off the coast of Tobishima Yamagata-ken. *Journal of Geological Society of Japan*, **44**, 697-702.
- Srivastava, R. and Suzuki, M., 2001. More fossil woods from the Palaeogene of Northern Kyushu, Japan. *IWA Journal*, **22**, 85-105.
- Stein, C. L., 1982. Silica recrystallization in petrified wood. *Journal of Sedimentary Petrology*, **52**, 1277-1282.
- Stopes M. C. and Fujii K., 1910. Studies on the structure and affinities of Cretaceous plants. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London, Series B*, 1-90, pl. 9.
- Suzuki, M., 1976. Some fossil woods from the Palaeogene of northern Kyushu. *Botanical Magazine, Tokyo*, **89**, 59-71.
- 鈴木三男, 1982. 北海道中新統産トウヒ属材化石. 植物研究雑誌, **57**, 19-23.
- Suzuki, M., 1982. Some fossil woods from the Paleogene of northern Kyushu, II. *Botanical Magazine, Tokyo*, **95**, 281-294.
- Suzuki, M., 1984a. A new fossil wood of *Paraphanthoxylon* (Euphorbiaceae) from the Miocene of Kobe. *Journal of Japanese Botany*, **59**, 275-280.
- Suzuki, M., 1984b. Some fossil woods from the Paleogene of northern Kyushu, II. *Botanical Magazine, Tokyo*, **97**, 457-468.
- 鈴木三男, 1985. 日本の第三紀材化石研究. 日本植物分類学会会報, **5**, 56-66.
- Suzuki, M., 1989. A new record of *Palmoxylon* fossil wood from the Lower Miocene of Kanazawa. *Journal of Phytogeography and Taxonomy*, **37**, 127-128.
- 鈴木三男・後藤道治・赤羽久忠, 1982. 富山・新潟両県の来馬層群産の材化石. 金沢大学教養部論集 (自然科学), **19**, 43-61.
- Suzuki, M., Joshi, L. and Noshiro, S., 1991. *Tetracentron* wood from the Miocene of Noto Peninsula, central Japan, with a short revision of homoxylid fossil woods. *Botanical Magazine, Tokyo*, **104**, 37-48.
- Suzuki, M. and Ohba, H., 1991. A revision of fossil woods of *Quercus* and its allies in Japan. *Journal of Japanese Botany*, **66**, 255-274.
- 鈴木三男・寺田和雄, 1988. 植物化石 a: 手取統産の珪化木の樹種について. 手取川流域の珪化木産地保存対策調査報告書, 9-15. 白峰村教育委員会.
- Suzuki, M. and Terada, K., 1992. *Xenoxylon* fossil woods from the Lower Cretaceous Akaiwa Subgroup of Shiramine, central Japan. *Journal of Phytogeography and Taxonomy*, **40**, 91-97.
- Suzuki, M. and Terada, K., 1996. Fossil wood flora in the Lower Miocene Yanagida Formation of Noto Peninsula, central Japan. *IWA Journal*, **17**, 365-392.
- Suzuki, M. and Watari, S., 1994. Fossil wood flora of the Early Miocene Nawamata Formation of Monzen, Noto Peninsula, central Japan. *Journal of Plant Research*, **107**, 63-76.
- Takahashi, K. and Suzuki, M., 2003. Dicotyledonous fossil wood flora and early evolution of wood characters in the Cretaceous of Hokkaido, Japan. *IWA Journal*, **24**, 269-309.
- 高橋良平, 1969. 松岩の成因に関する 2, 3 の考察. 九州大学理学部研究報告, **9**, 45-51, 図版 3-5.
- Takamatsu, M., 1929. Fossile Koniferenholzer aus Sendai-Tertiar. I. *Science Report Tohoku Imperial University, Series 4 (Biology)*, **4**, 533-542.
- 田中睦男, 1926. 手取統より出でし化石樹幹. 地質学雑誌, **33**, 370-378.
- 寺田和雄, 1995. 化石林の樹種. 美濃加茂盆地における中村累層の地質と化石—大型哺乳動物足跡化石と化石林調査報告書一, 46-47, pls. 11. 美濃加茂市教育委員会.
- 寺田和雄, 1998. 我が国の第三紀前期及び中中新世の木材化石フロア. 東北大学大学院理学研究科博士論文. 313p.
- 寺田和雄, 1999. 竹州谷の珪化木と門前町産の珪化木. 石川県門前町足跡化石調査団編, 石川県門前町の足跡化石, 57-64. 門前町教育委員会.
- 寺田和雄, 2001a. 木材化石. 越廼村哺乳類足跡化石調査委員会編, 福井県越廼村の哺乳類足跡化石, 51-56. 越廼村教育委員会.
- 寺田和雄, 2001b. 石になった樹木 珪化木. 世界通信教材学習ニュース, **1699**, (1), 世界通信社.
- Terada, K., Nakagawa, K. and Fujita, M., 2004. *Xenoxylon* fossil woods from the Lower Cretaceous Tetori Group in Toyama Prefecture, Central Japan. *Memoir of the Fukui Prefectural Dinosaur Museum*, **3**, 31-38.
- 寺田和雄・関戸信次・東野外志男, 2002. 石川県尾口村目附谷の手取層群から産出した木材化石. 手取川流域中生代手取層群調査報告書, 31-37. 石川県白山自然保護センター.
- 寺田和雄・関戸信次・西田治文, 2001. 初めて手取層群 (下部白亜系) から発見された木生シダ化石. 日本植生史学会第 16 回大会講演要旨集, 37.
- Terada, K. and Suzuki, M., 1998. Revision of the so-called “*Reevesia*” fossil woods from the Tertiary in Japan- A proposal of new genus *Wataria* (Sterculiaceae). *Review of Palaeobotany and Palynology*, **98**, 207-222.
- Thayn, G.F. and Tidwell, W.D. 1997. A review of the genus *Paraphyllanthoxylon*. *Review of Palaeobotany and Palynology*, **43**, 321-335.
- Tsunada, K. and Yamazaki, S., 1987. Distribution of Mesozoic coniferous woods in Eurasia; In Taira A. and Tashiro M., eds., *Historical Biogeography and Plate Tectonic Evolution of Japan and Eastern Asia*, 201-221. TERRAPUB, Tokyo.
- Watari, S., 1941a. Studies on the fossil woods from the Tertiary of Japan, I. Fossil woods from the River Mabetsi, Anatai Village,

- Ninohe District, Iwate Prefecture. *Japanese Journal of Botany*, **11**, 385-416.
- Watari, S., 1941b. Studies on the fossil woods from the Tertiary of Japan, II. Fossil woods from the River Nesori, Namiuti Village, and the River Hiranuka, Kozuya Village, Ninohe District, Iwate Prefecture. *Japanese Journal of Botany*, **11**, 417-438.
- Watari, S., 1943a. Studies on the fossil woods from the Tertiary of Japan, III. A large silicified trunk of *Phlyanthinium pseudo-hobashiraishi* Ogura from the Palaeogene of Tobata City. *Japanese Journal of Botany*, **13**, 255-260.
- Watari, S., 1943b. Studies on the fossil woods from the Tertiary of Japan, IV. A new silicified wood of the Ternstroemiaceae from the Pliocene of Yokohama City. *Japanese Journal of Botany*, **13**, 261-267.
- 亙理俊次, 1948. *Glyptostroboxylon* の一新種に就て. 植物学雑誌, **61**, 11-14.
- Watari, S., 1948. Studies on the fossil woods from the Tertiary of Japan, V. Fossil woods from the Lower Miocene of Hanenishi, Shimane Prefecture. *Japanese Journal of Botany*, **13**, 503-518.
- Watari, S., 1949. Studies on the fossil woods from the Tertiary of Japan, VI. *Meliosma oldhami* Miquel from the Miocene of Shimane. *Botanical Magazine, Tokyo*, **62**, 83-86.
- Watari, S., 1951. Studies on the fossil woods from the Tertiary of Japan, VII. *Leea* (Vitaceae) from the Miocene of Shimane. *Botanical Magazine, Tokyo*, **64**, 1-7.
- Watari, S., 1952. Dicotyledonous woods from the Miocene along the Japan-Sea side of Honshu. *Journal of Faculty of Science University of Tokyo, Section III (Botany)*, **6**, 97-134.
- Watari, S., 1956a. Some abietinean woods from the Tertiary of Japan. *Journal of Faculty of Science University of Tokyo, Section III (Botany)*, **6**, 419-437.
- Watari, S., 1956b. A large silicified wood of *Aleurites* from the Miocene of Ishikawa Prefecture, Honsyu. *Botanical Magazine, Tokyo*, **69**, 468-473.
- 亙理俊次, 1957. 砂子又の珪化木 (予報). 資源科学研究所彙報, **43-44**, 25-28.
- Watari, S., 1960. On some structure and affinity of *Xenoxylon latiporosum*. *Journal of Faculty of Science University of Tokyo, Section III (Botany)*, **7**, 511-521.
- Watari, S., 1966. A new *Taxodioxyton*, *T. matsuii* Watari, from the Palaeogene of North Kyushu, Japan. *Botanical Magazine, Tokyo*, **79**, 165-173.
- 亙理俊次, 1966. 珪化木. 化石, **12**, 17-18.
- Watari, S. and Kuroda, H., 1949. On a fossil wood of *Castanea* from the Tertiary of Japan. *Journal of Japanese Botany*, **24**, 19-23.
- Watari, S. and Nishida, M., 1973. A *Juniperoxylon* from the Tertiary of Hokkaido. *Journal of Japanese Botany*, **48**, 154-159, pl. 4.
- Yabe, A., Terada, K. and Sekido, S., 2003. The Tetori-type flora, revisited: a review. *Memoir of the Fukui Prefectural Dinosaur Museum*, **2**, 23-42.
- Yamanaka, T. and Mizota, C., 2002. Scanning electron microscopy and sulfur isotopic characterization of pyrite in silicified fragment in Japan. *Journal of Mineralogical and Petrological Sciences*, **97**, 114-118.
- Yamazaki, S. and Tsunada, K. 1981a. Some fossil woods from the Lower Jurassic Kuruma Group, Southwest Japan. *Memoirs of the School of Science and Engineering, Waseda University*, **45**, 81-105.
- Yamazaki S. and Tsunada K. 1981b. Fossil coniferous woods belonging to *Protocedroxylon* Gothan and *Xenoxylon* Gothan, obtained from the Upper Triassic Mine Group, Southwest Japan. *Bulletin of Science and Engineering Research Laboratory, Waseda University*, **97**, 1-18.
- Yamazaki, S. and Tsunada, K. 1982a. Palaeobotanical study on fusinites occurring in the Lower Jurassic Kuruma Group, Southwest Japan. *Memoirs of the School of Science and Engineering, Waseda University*, **46**, 73-123.
- Yamazaki, S. and Tsunada, K., 1982b. Some fossil woods from the Upper Triassic Nariwa and Mine Groups, the innerzone of Southwest Japan. *Journal of the Geological Society of Japan*, **88**, 595-611.
- Yamazaki, S., Tsunada, K., and Koike, N., 1980. Some fossil woods from the Upper Triassic Nariwa Group, Southwest Japan. *Memoirs of the School of Science and Engineering, Waseda University*, **44**, 91-131.
- Yasui, K., 1917. A fossil wood of *Sequoia* from the Tertiary of Japan. *Annals of Botany*, **31**, 101-106.
- Yasui, K., 1928. Studies on the structure of lignite, brown coal and bituminous coal in Japan. *Journal of Faculty of Science University of Tokyo, Section III (Botany)*, **1**, 381-468.

