

珪化木考

A note on petrified woods

村松憲一
Kenichi MURAMATSU

kmur39727421@gmail.com

キーワード：珪化木, 炭化木, 火砕流堆積物, 新生代, 愛知県, 岐阜県, 三重県, 長野県

Key words: petrified wood, carbonized wood, pyroclastic flow deposit, Cenozoic, Aichi Prefecture, Gifu Prefecture, Mie Prefecture, Nagano Prefecture

1. はじめに

珪化木は、樹木に珪酸分がしみこんで硬くなり地層中などに残されたものである。日本国内では主に中生代後期から新生代にかけてのものが各地で見られ、古くから多くの人に関心を持たれてきた。正倉院御物として似竜骨石の名で納められており(益富, 1957), シーボルトの収集標本がオランダのライデン自然史博物館に収蔵されている(橋・田賀井, 2005)。一方で、その成因など不明な部分が多い化石である。近年、珪化木に関する研究が散見されるようになってきた。筆者も以前から関心を持っており、愛知県やその周辺で産出する珪化木について考察を試みた。対象としたのは新生代層からの(と思われる)ものである。

2. 珪化木の特徴は何か?

- 色はさまざまであるが、硬く、重い(重く感じる)。
- 材の組織がつぶれていない(保存がよい)ものが多い。
- 一つの珪化木に、珪化した部分と炭化した部分が混在することが多い。
- 石炭層と関係が深い(野田, 1964 など)。
- 断片として産することが多く、現地性か異地性かわからない場合が多い。

3. どのようなことがわかってきたか

珪化木に関わる研究はさまざまな方面から行われてきた。特に初期の研究では植物研究雑誌, 植物学雑誌などに報告されたものが多いことからわかるように、生物学的な樹種の検討から古環境の推定に関わるものが多い。樹種の決定が難しいこともあり、かつてはメタセコイアなど針葉樹で代表されていたきらいがあるが、現在は針葉樹, 広葉樹問わずさまざまな樹種の報告がある。もう一つは、九州や北海道の炭田で“邪魔者”として珪化木は古くから注目されており、採炭上の問題解決という産業面からの研究である。こちらも地下深所での採炭が多く、危険も多い坑道などでの調査は難しく、産状を含めた地質学的な研究はほとんど無い。さらに、鉱物

学的や化学的な研究(島田・菊野, 1960; 景守ほか, 2003 など)も行われてきた。

詳しい研究史は近年、寺田(2008)によってまとめられているので詳細は省略し、主なものと最近の研究を簡単に紹介する。

- 古野(1987): シリカは細胞内腔や壁孔室のような空隙から沈積し始める。壁物質の消失後にはそのすき間にも侵入し置換する。
- 熊谷ほか(1992): 瑞浪層群蜂屋層の珪化木から得られる年輪曲線からその樹木のなぎ倒された年代を推定した。樹木は火砕流でなぎ倒された可能性が高い。
- 赤羽・古野(1993): 立山新湯の温泉水中では材組織の細胞壁などに温泉水中のシリカの球状体が付着することから珪化がはじまる。倒木は 30~40 年以内に珪化が進行している。道管内や木部繊維の内腔はシリカで充たされ、細胞壁はケイ素よりも炭素が多く検出された。
- 赤羽(1993): 温泉水でない通常の地下水による珪化が、入善沖の埋没林でみられた。
- 赤羽(1996): 珪化速度は時間経過に伴い大きくなり、珪化木は 10~10 数年で形成された可能性がある。
- Oishi(1999): 珪化木は地層中で炭化作用と続成作用を受けており、木材から埋もれ木までの段階で珪化してできる可能性がある。一本の幹に炭化部と珪化部が共存するのは、セルロースが残っているところが珪化しやすく、残っていないところは炭化作用が優先するためである。石炭層中の松岩は泥炭中に取り込まれた樹木のうち耐久性の強い(セルロースの分解速度が遅い=非晶質ケイ酸が析出しやすい)針葉樹の材部分が選択的に珪化された。炭素含有量の少ない珪化木は一般の堆積岩中に産出し、灰色~淡褐色で珪化木の内部または周囲に炭化部分が含まれない。炭素含有量の多いものは石炭層や一般の堆積岩中に産出し、暗色で内部または周囲に炭化部分を含む。珪化木が埋もれ木型のもは褐色多孔質で木材状であり、シリカ鉱物の結晶度はさまざまである。
- 星野・及川(2011): 珪化木の年輪幅の変化から噴火間隔を推定した。
- 古川ほか(2016): 瑞浪層群中村層ではマグマ由来の熱水

が浸透して凝灰質砂岩を珪化している。

- ・ 大石・寺田 (2016) : 石炭層中にみられる珪化木ではセルロースが多く残る木材部分に選択的にコロイド状の $\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ が沈殿して珪化木化し、セルロースの少ない泥炭部分は石炭化したと考えられる。

赤羽 (1996) などで示された珪化木形成に要する時間の短さは多くの関心と呼んだ。また、Oishi (1999) では炭質部と珪質部が入り交じって産する理由が述べられていることは注目に値する。

4. 日本ではどのような地層から産出するか (新生代層のみ)

前項でも述べたが、生物学的な研究が主であったため、産出する地層に関する詳細な記述は皆無に近い。そのため、どんな岩相から産出したかという成因につながるデータはほとんどない。表 1 は産出報告のあった地域の地層 (岩相) を先行研究や筆者が観察したものなどを加味して作成した。詳細な資料がないためおおざっぱなものであることは否めない。

経験的にも言えるが、火砕流堆積物や凝灰角礫岩など火成活動に関わる堆積物中、あるいはこれらが随伴する地層中からのものが多い。筆者はこのようなものを省略して「火の気がある」と呼んでいる。もちろん「火の気」の見られない堆積物中からのものもあり、後述する現地性か異地性かの問題に絡んでくる。

2018 年に改めて珪化木が多産する能登半島地域と、かつての筑豊炭田地域を訪れた。能登半島には石川県能登町不動寺に「珪化木公園」と名づけられた公園がある。周辺地域にはかなり広範囲に中新統柳田層が分布する。柳田層はデイサイトおよびその火砕岩類を主とし、玄武岩質の溶岩流もみられる。泥岩・礫岩・凝灰質頁岩もある。泥岩中からは「狼煙化石植物群」(台島型) や珪化木を産する (藤, 1981)。残念ながら「珪化木公園」の第 1 公園の珪化木は風化によって崩れたようで跡形もなく片付けられていた。第 2 公園には地中に半分埋もれた状態で観察できる (図 1)。埋積している地層は凝灰質の砂〜シルト層であるが顕微鏡下で見ると珪化

木の小さな破片が多く含まれている (図 2)。近くの九十九湾にはのと海洋ふれあいセンターがあり城ヶ崎海岸に沿って遊歩道が造られている。珪化木を見に来たと伝えるとセンター職員の坂井恵一氏が案内してくださった。火砕流堆積物の上に載る真っ白色凝灰岩層の基底面付近に水平方向にのびる珪化木の抜け落ちた穴が多く見られる (図 3)。中に詰まった状態の茶褐色 (おそらく鉄分による) の珪化木も多い。岩礁に落ちていた“珪化木”を拾っていただいたが軽く (もちろん現在の材に比べれば重い)、この“珪化木”は帰宅後、燃える部分があることが確かめられた。露頭に見られるものも風化が激しく、不完全な珪化木あるいは炭化木と思われるものが多い。

かつて筑豊炭田といわれた飯塚市、田川市、直方市には石炭記念館といった施設がある。炭田では炭層中に“松岩”などと呼ばれるさまざまな大きさの珪化木が産出した。ボタ山 (石炭などの捨石が集積されてできた山) がこの地域の名物



図 2 珪化木公園付近の砂〜シルト層中に含まれる珪化木の細片。



図 1 珪化木公園 2 号公園の珪化木。案内板によると長さ 13 m、径 1 m、樹種はヒッコリー (クルミ科) の一種。



図 3 のと海洋ふれあいセンター城ヶ崎海岸。火砕流堆積物の直上に載る白色火山灰層中に珪化木の抜け跡が多くみられる。珪化木が残るものも多い。

表1 珪化木を産出した地層。

地域	年代	地層名	岩相など	文献
北海道	漸	タツコブツ 達蘭層	主に珪質頁岩・シルト岩 二又付近では凝灰岩・火砕岩を挟む	*1
	中	天塩一稚内 宗谷夾炭層	粗〜中粒砂岩と泥岩の互層 石炭・礫岩・凝灰岩をはさむ 阿仁合植物群	*1
	中	礼文島 元地層	砂質凝灰岩・砂岩と頁岩互層	*1
	中	渡島半島 福山層	火山岩・火砕岩 局地的に淡水性堆積岩	*1
	中	枝幸 宇丹層	細礫質粗粒凝灰質砂岩 集塊岩質凝灰岩・凝灰質頁岩層を挟む 全体に浮石の散在が目立つ	*1
	中	下川町 下川層群モサンル層	凝灰角礫岩が主で礫岩・凝灰質砂岩・泥岩 安山岩・流紋岩やその碎屑物	*1
青森	中	遠別町 増幌層	礫岩・砂岩・泥岩	*1
	中	下北 猿ヶ森層	礫岩・砂岩・泥岩 炭層 台島型植物群 泊安山岩類と指交関係	芳賀・山口(1990)
岩手	中	津軽 大戸瀬層	安山岩流紋岩溶岩 同質火砕岩	神宮・氏家(1990)
	中	一戸町 四ツ役層	下部は安山岩・火砕岩 上部は砂岩・礫岩・凝灰岩・シルト岩の互層 根反の珪化木	巨理(1942)
宮城	中	奥州市 稲瀬層	安山岩 泥岩 凝灰岩 藤里の珪化木	早川ほか(1954)
	中	仙台 仙台層群	浮石質凝灰岩 亜炭層中 立ち木の根は北山層の亜炭層中にある	奥津(1964)
福島	中	大崎市 志田層群	主に砂質海成層 凝灰質砂岩 軽石凝灰岩 凝灰岩	*2
	中	塩竈市 浜田層?	火山円礫岩 凝灰角礫岩 凝灰質砂岩	藤田・小池(1953)
	中	常盤 平層	石森山凝灰角礫岩層 砂岩・泥岩	*2
秋田	中	喜多方 塩坪層	下半部は砂岩・泥岩・凝灰岩 上半部は塊状中粒砂岩 海成	*2
	中	喜多方 藤峠層	砂岩・礫岩・泥岩互層で酸性凝灰岩・亜炭をはさむ 大半は淡水成層	*2
山形	中	酒田飛鳥 飛鳥層	玄武岩質〜安山岩質の火山砕屑岩 火山円礫岩・泥岩・礫岩・流紋岩	嶋山(1956)
	中	鶴岡市 フクマ 温海層	五十川夾炭部層 松岩 安山岩質の火砕岩・礫岩・砂岩・シルト岩 安山岩溶岩 薄い石炭層をはさむ河川性堆積物	*2
栃木	中	鶴岡市 善宝寺層	酸性〜中性の火山凝灰岩・凝灰質砂岩・泥岩 温海層を覆う	*2
	中	小国町 大綱層	下部は安山岩〜玄武岩質の火砕岩 玄武岩溶岩・稜輝石安山岩の溶岩を伴う 上部は軽石質凝灰岩・凝灰質砂岩	*2
	中	小国町 小国層	下部は淘汰の悪い礫岩 上部は玄武岩・安山岩及び流紋岩火砕岩	*2
	中	庄内町 立谷沢層	凝灰質砂岩とシルト岩の互層 軽石質凝灰岩 上部は黒色泥岩	*2
茨木	中	矢板市 関谷層	凝灰岩・凝灰質泥岩・凝灰質砂岩・礫岩 上部には流紋岩溶岩	*3
	中	宇都宮市 大谷層	軽石質凝灰岩	吉川(1998)
群馬	中	常陸大宮市 大沢口凝灰岩部層	軽石質の白色凝灰岩	文書館(2016)
	中	群馬 戸沢谷緑色凝灰岩層	安山岩質凝灰岩安山岩礫岩を含む礫岩に炭化木とともに産する	須見ほか(1954)
新潟	中	佐渡 佐渡層群	相川・真更川・金北山のいづれか：凝灰質頁岩互層・溶結凝灰岩・凝灰角礫岩／デイサイト質火砕岩／デイサイト質溶岩	*4
	中	富山 医王山層	流紋岩〜デイサイト質火砕岩類 一部に溶結凝灰岩	*4
福井	中	国見層	礫岩・砂岩・泥岩・凝灰岩 淡水〜汽水〜海水へ 上部は凝灰岩・凝灰質泥岩が多い 安山岩の火砕岩を含む	*4
	中	糸生層	流紋岩〜デイサイト質の凝灰角礫岩や軽石凝灰岩 下部には溶結凝灰岩	*4
石川	中	七尾市 百海礫岩層	礫岩・砂岩・泥岩互層	*5
	中	能登町 柳田層	デイサイト質火砕岩 数枚の火砕流堆積物 薄い礫質・泥質堆積物をはさむ 珪化木公園	藤(1981)
	中	能登北西部 縄又層	砂岩・泥岩・礫岩で火砕流堆積物を数枚挟む 陸成	小林ほか(2005)
	中	輪島市町野町 徳成層	軽石質凝灰岩〜角礫凝灰岩 亜炭片も含む	増田(1954)
愛知	中	猪古里 不明		横山(2004)
	中	飯田市千代 富草層群	砂岩・礫岩・凝灰岩	*4
長野	中	阿南町浅野 富草層群新木田層?	砂岩・礫岩・凝灰岩	*4
	鮮	長野市 榑屋小鍋火砕岩層	両輝石安山岩質凝灰角礫岩・火山角礫岩 砂質部分に亜炭や珪化木	齊藤ほか(1960)
岐阜	中	美濃加茂市 蜂屋層	火山岩・火山角礫岩・集塊岩	野村・野村(1984)
	中	美濃加茂市 中村層・帷子層	河川性堆積物 立ち木状 下部は礫岩・凝灰質砂岩 上部に褐炭をはさむ	*6
	中	瑞浪市 本郷層	軽石を含んだシルト岩	藤田・生越(1950)
三重	鮮	暮明層	礫層 礫の20〜30%は酸性火山岩類 板東 I 火山灰	*6
	鮮	東員町 大泉層	細砂	*6
滋賀	鮮	北勢町 大泉層	砂層	北勢町町誌編さん委(2000)
	鮮	甲賀町 古琵琶湖層?	砂礫層	兼松(1957)
和歌山	中	熊野層群	礫岩・砂岩・シルト岩 石炭も挟む 隣接して熊野酸性岩類	*7
	古	兵庫 神戸層群	河川成 砂岩・礫岩・凝灰岩	寺田(2008)
香川	中	小豆島 伊貴末層	粗粒のアルコース 泥岩・亜炭を挟む 植物化石	*8
	中	大田市久手町羽根西 大森層	安山岩軽石火山凝灰岩一凝灰岩	鹿野ほか(1998)
島根	中	大田市仁万町 波多層	デイサイト質火砕岩類が主 凝灰岩と上位の含軽石凝灰角礫岩層中に含む 上位の川合層の砂岩からも産出	井上(1980)
	中	大田市 都野津層	火山灰層上位の暗青灰色粘土中の亜炭層	宇野(1979)
山口	始	宇部 宇部層群	礫岩・凝灰岩・夾炭層	*9
	漸	湯谷湾 日置層群十楽層	火山砕屑物基質の礫岩または凝灰岩 砂岩頁岩互層	岡本(1970)
福岡	漸	長門 黄波戸層	礫岩・砂岩・泥岩・凝灰岩 礫やマトリクスは火山岩類起源が多い	*9
	始	福岡 名島層	砂岩・礫岩中 帆柱石	*10
	古	北九州市 出山層	礫岩〜礫混じり砂岩 炭層も含む 夜宮の大珪化木	中江ほか(1998)
佐賀	漸	福津市 津屋崎層	火砕堆積物	*10
	始	唐津市北波多 相知層群芳野谷層	唐津炭田 下部層の炭層を含む砂岩泥岩層 汽水〜淡水	山崎(1953)
大分	漸	唐津市肥前町 有浦砂岩	頁岩層中にあり、炭層中に直立したものもある	山崎・森永(1954)
	中	耶馬溪 耶馬溪層	角礫凝灰岩	津崎(1983)
沖縄	中	西表島 八重山層群西表層	礫岩・砂岩・シルト岩 石炭・石灰砂岩を挟む	*10

【年代略号】古：古第三紀，始：始新世，漸：漸新世，中：中新世，鮮：鮮新世
 【文献略号】*1：日本の地質『北海道地方』編集委員会編(1990)，*2：日本の地質『東北地方』編集委員会編(1989)，*3：日本の地質『関東地方』編集委員会編(1986)，*4：日本の地質『中部地方 I』編集委員会編(1988)，*5：北陸の自然をたずねて編集委員会(2001)，*6：日本の地質『中部地方 II』編集委員会編(1988)，*7：日本の地質『近畿地方』編集委員会編(1987)，*8：日本の地質『四国地方』編集委員会編(1991)，*9：日本の地質『中国地方』編集委員会編(1987)，*10：日本の地質『九州地方』編集委員会編(1992)。

であったが、自然発火、がけ崩れなどもあってほとんど埋め立てに使われてしまったらしい。現在は飯塚市忠限地区にある筑豊富士(私有地で立入禁止)と呼ばれるものが唯一のボタ山と言ってもよいくらいである。炭層中に含まれる珪化木(松岩)は著しく硬く、採炭機やさく岩機の刃先をいため

採炭の邪魔になったこともあり、石垣や庭石などに使われあちらこちらで見ることができる(図4)。文献や石炭記念館などへの質問でも産状はほとんどわからない(図5)。2010年、飯塚市の原口炭鉱大門坑跡が雑木林を切り開いて見つかった。地主の安藤喜八郎氏に許可を得て見学させていただい



図4 福岡県飯塚市忠隈宝満宮に置かれた珪化木(松岩)。石垣に使われるほか、公園などにも普通に見られる。

た。当日は現場を案内していただき、産出した多量の珪化木(松岩)や石炭の中から若干サンプリングをさせていただいた。発掘当時の繊細な写真もコピーしていただいたが、坑道は埋没されていたため、産状はわからなかった。真っ黒のものが多かったが、燃えると白くなるという話であった。

5. 愛知県とその周辺ではどこでみつまっているか

愛知県とその周辺の地層中から産出した所は次のようである：新城市海老・棚山(産地不詳)、豊根村猪古里(産地不詳)、新城市大海(産地不詳)、半田市八助谷(東海層群矢田川層高針部層相当? 半田市立博物館所蔵)、半田市宮本町付近(常滑層上部?)、名古屋市千種区・緑区など(八事層中の礫)、尾張旭市森林公園(矢田川層日進部層あるいは高針部層?)、豊明市香掛町(矢田川層高針部層?)、犬山市善師野(瑞浪層群中村層、立ち木状態もあり)。ほとんどの地点が再堆積によるものと思われるが、正確な産出地点・地層が不明のところはほとんどである。この中で比較的まとまって産出したと思われるところは豊根村の猪古里地域と犬山市善師野付近である。鳳来寺自然科学博物館に海老産の石炭として展示してあるものは珪化木と考えられる。

岐阜県では美濃加茂市～可児市周辺の瑞浪層群蜂屋層・中村層から多くの珪化木を産出する。愛知県とその周辺の産出珪化木のほとんどは異地性のものと考えられるが、その“原産地”の第一候補である。蜂屋層のものは野村・野村(1984)に詳しい。それによれば、火砕角礫岩中に多くの横倒しになったものが見つかり、地域によっては立ち木状態で根部の残されたものもある。美濃加茂市山之上町の岐阜県天然記念物に指定されている *Metasequoia* が凝灰質砂岩中に一部埋没状態で見つまっている。成因として水中火砕泥流に覆われたと考えられており、ケイ酸は熱水溶液からのみでなく美濃帯のチャートからの溶け出しもあるという。私有地のため案内板などは建てられていないが、山道の脇に横たわっており、夏場は珪化木の表面がコケ植物などに覆われ観察しにくい。太田橋から新太田橋周辺は化石林公園として保護されており、立ち木状態の珪化木が多く見られる。褐炭や植物の葉化石も



図5 北九州市いのちのたび博物館に復元されている珪化木(松岩)の産状。

産する。鹿野(1995)によれば、珪化木は中村層中部に多く、直立樹幹化石群で、層厚数10 cm～1 mの塊状砂岩層の表面に立つ。黄鉄鉱が晶出しており、砂岩層によって横からの圧力で変形が多い。ほかにも、岐阜県加茂郡川辺町川辺ダム下の川原(図6)からや可児市土田の川岸(図7)からも多産する。

三重県では東員町の大泉層から宅地開発に伴って砂層中から多くの大きな珪化木の産出が知られる(北勢町町史編さん委員会, 2000)。また、四日市市の旧家の庭に古くからある珪化木を見せていただいたことがある。長さ50 cm以上のものが多く7, 8点あり、産地は不明であるが古くから産出したようである。桑名市星川の板東1火山灰層(上位層からの転石?)からも礫として産出した。鈴鹿市三宅町「鈴鹿ツインサーキット」の西部造成地(層準不明)からの産出も知られている。

長野県では、飯田市千代地区や阿南町の富草層群から多くの珪化木が産出している。千代地区で土地の方に聞くと、多く出たが庭石としておいてある家のほかは捨ててしまったといわれた。一つだけ飯田市千代地区荻坪の観音堂に大正天皇即位記念に柱のように建てられたものがあり、観光用の案内板には概略地図に「千代地区荻坪の珪化木産地」と書かれている。付近の地層を観察した限りでは火山灰層・褐炭層の上位に載る礫層からと考えられるが正確な層準はわからなかった。阿南町化石館には珪化木、炭化木がかなり多く展示されているがほとんど詳しい産地は不明である。

そのほかには明らかに運搬されてきたものであるが、庄内川の河川礫や伊良湖岬の海岸礫からも知られている。知多半島の野間で師崎層群山海層中から見つかったと聞き探しに行った。SNSで紹介されたものらしく、すでに大半は無くなっていった。周囲の黒色部分の破片を持ち帰り、火にかざすと燃えたことから炭化木と思われる。2017年6月可児市久々利の東明小学校近くから15 mの珪化木が工事に伴って産出した。可児市教育委員会を通して見せていただいたが、一部の4 m分だけ展示してあり、表層の炭化部分は崩れかけていた。

Yasui(1917)は尾張・美濃炭田と思われる褐炭中から



図6 加茂郡川辺町川辺ダム下の河原で見られる珪化木。

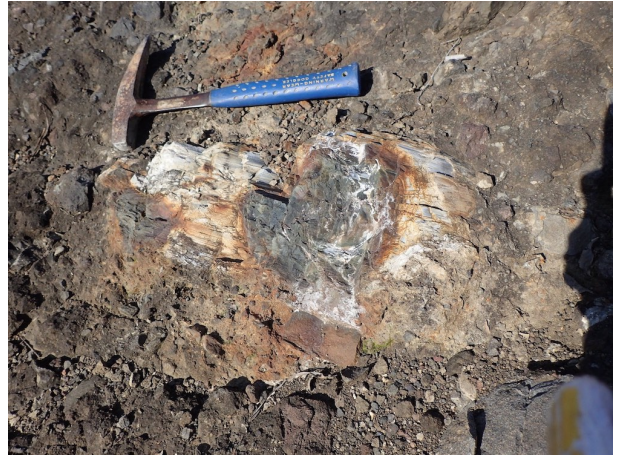


図7 可児市土田の川岸で見られる珪化木。

Sequoia hondoensis を記載しているが、珪化木ではなさそうである。

展示物などとしてみられるところ(確認したところ)は次のようである:名古屋市科学館, 蒲郡市生命の海科学館, 半田市立博物館, 豊橋市自然史博物館, 鳳来寺山自然科学博物館(愛知県新城市), 森林公園展示館(愛知県尾張旭市), あおいパーク(愛知県碧南市), 古川美術館為三郎記念館(名古屋市東区), 里山の家(名古屋市千種区), 美濃加茂市民ミュージアム(岐阜県美濃加茂市), 平成記念公園(岐阜県美濃加茂市), 正眼寺(岐阜県美濃加茂市), 可児郷土歴史館(可児市), 泳宮古蹟境内(可児市), 藤原岳自然科学館(三重県いなべ市), 東員町総合文化センター(三重県東員町), 三重県総合博物館, 浄願寺(三重県東員町), 阿南町化石館(長野県阿南町)。筆者が見る限り一番多く展示されているのは, あおいパーク(愛知県碧南市)のインドネシア産のものである。

なお, 新生代のものではないが, 岐阜県坂祝町の坂祝礫岩から 8 cm 大の珪化木の亜円礫が近藤・足立(1975)によって報告されている。頁岩より遙かに軽く, 保存状態も悪く, 完全に珪化および炭化している上, つぶされているそうである。

6. どのようにしてできるのか

『新版地学事典』(地学団体研究会新版地学事典編集委員会編, 1996)によれば, 珪化作用とは「熱水溶液との反応で岩石の SiO_2 量が増加する変質作用」である。珪化木で世界的に有名な所にアメリカアリゾナ州の Petrified Forest National Park がある。見学がかなり自由だったところに訪れたが, 成因については深く考えることもなく, カラフルな珪化木のお土産を購入しただけであった。成因は, 洪水によって運ばれ凝灰質な砂礫層に埋められた後, SiO_2 が浸透した(Chronic, 1993 など)といわれる。日本では有名な手取川流域の珪化木産地にある「桑島化石壁」をダムによる水没前(旧指定地)に見に行ったことがある。ハンマーを当てなかったが珪化木は見られなかった記憶がある。

成因は単純に考えれば, 樹木が埋積され, おそらく水(地

下水, 温泉, 熱水)からケイ酸分が供給されればよい。そこで疑問に感じたのは, 常温の地下水中にはケイ酸分はあまり含まれていないのではないかということである。そのためか珪化木形成には長い時間がかかることとされてきた。ケイ酸はとても複雑な物質であるが, 水溶性のケイ酸はオルトケイ酸ナトリウム (Na_4SiO_4) で表現されることが多い。雨水中には含まれず河川水や地下水に若干含まれる。数多く研究の中から若干紹介する。

- ・ 島田・菊野(1960): 南九州地域の河川の珪酸含有量は比較的多く, シラスが原因と考えられる。
- ・ 石塚ほか(2004): 花崗岩や砂岩・泥岩よりも変成岩や凝灰岩が含まれる地質を流れる渓流水の方が DSi 濃度(溶存態ケイ素濃度)は高い。凝灰岩は Si 成分の溶出が多い地質である。
- ・ 河川環境管理財団編(2005): 一般の河川水中の溶存ケイ酸は, SiO_2 として 1~30 mg/L の濃度で存在する。ケイ酸濃度は火山地帯の河川や地下水では高くなる。常温常圧ではシリカの沈殿を生じ, 水中濃度が 30 mg/L より大きくなりやすく, 30 mg/L を超えるものは熱水にしか見られない。
- ・ 石橋ほか(2012): 化学的風化によってケイ酸を溶出しやすいのはカリ長石, 曹長石, 黒雲母, 火山岩ガラスである。 DSi 濃度の高い湧水の採水地点の地質は必ずしもケイ酸溶出ポテンシャル指数の高い地質ではなく, 地下水の経路の検討が必要である。
- ・ 日本地下水学会 HP (URL1): 古い地下水ほどシリカ濃度は高くなる。温泉水のシリカ濃度は通常の地下水と比較すると高く, 泉温が高くなるほど, pH がアルカリ性になるほどシリカ濃度は上昇する。

次にどのようにしてできるのか? ケイ酸の浸透については前述したように近年の研究でかなり詳しくわかってきた。補足的に若干の研究を紹介する。

- ・ 浅野・由井(1962): 松岩は樹木の根幹部の心材が主として珪化され, 外側の師部, 樹皮などの組織は石炭化していることが多いようである。すでに泥炭化していた部分は珪化しなかった。
- ・ 村岡(1997): 珪化木は大型の樹幹などが泥炭に混入し

地下水の通路になって珪酸が沈着して形成されたのであろう。

- ・景守ほか (2003)：一般に、細胞壁を構成するセルロースの水酸基と $\text{Si}(\text{OH})_4$ になった Si が水素結合するというメカニズムが考えられている。
- ・鹿園ほか (2007)：地表付近の土壌では降雨による水の供給が多いため Si の溶脱が起きるが、下部では水の浸透速度が遅いため、溶脱速度より Si と Al が結合して非晶質、粘土鉱物を生成する方が大きくなる。
- ・青木 (2012)：火山ガラスを多く含む凝灰岩中ではシリカに飽和した水が浸透しやすい。

7. 現地性が異地性か

愛知県とその周辺地域から産出する珪化木は再堆積(異地性)と考えられるものが多い。現地性が異地性かの問題は炭層中の松岩に関して両者の考えが提案されてきた(野田, 1964; 中柳, 1965 など)。いろいろな資料を読む限り両者のものがあるという考えが妥当と思われる。現地性の最大の根拠は立ち木状態での産出である。ただし、ニューギニアで洪水による流木が、樹幹は横倒しで株はほとんど全部立っていたという報告もある(野田, 1964)。異地性で考えられるのは重く、場合によっては大きな珪化木が運ばれるためにはそれなりの流れが必要である。その場合には岩相は礫層の場合が多いと考えられる。

8. 考察

以上の研究成果などを参考に、愛知県とその周辺から産出する珪化木について考察する。まず、樹幹の中にシリカの入る過程は、古野 (1987) や赤羽・古野 (1993) などによって明らかになった。シリカの供給は熱水(温泉水)からが量的に多く、火山灰層からも比較的多くもたらされる。珪化木の成因については火山灰層からシリカが供給されたと説明されていることが多い。しかし、一般の地下水、渓流水に比べて比較的多いことは確かであろうが、珪化木の保存の良さから推定される珪化に要する時間の短さからは堆積して時間の経過した火山灰層を透過したシリカでは量的に不十分な印象を受ける。筆者の言う「火の気」が基本的には必要でなかろうか。赤羽 (1996) の言うように条件がそろえば短時間で形成されるであろうが、愛知県とその周辺地域に分布する鮮新統ではそのような環境は考えにくい。外国の鮮新統からの報告(景守ほか, 2003)もあるが、愛知県とその周辺では中新統からのものがほとんどであると思われる、鮮新統及びそれ以降の堆積物中のものは再堆積と考えられる。火山灰層以外からの産出も多い。珪化木は堅固であるものが多く何度も洗掘され再堆積を繰り返した可能性が高い。

さて、現在、珪化木の原産地としてほぼ確実なのは岐阜県美濃加茂市～可児市周辺の蜂屋層と中村層だけである。愛知県とその周辺で、比較的まとまって珪化木が産出するのは、愛知県豊根村猪古里周辺、美濃加茂市周辺の蜂屋・中村層、

三重県東員町～いなべ市周辺、長野県飯田市～阿南町の4地域である。この中で珪化木の原産地を「火の気」、「中新統」、「陸上堆積(汽水域も)」、「距離」(図8)を念頭に検討してみた。

まず、豊根村猪古里周辺の新第三系からのものは正確な産出層準も産出量もわからない。しかし集落の方にお聞きすると多く産出し庭先などに置いておいたが盗難(?)によって皆無くなってしまったということである。一カ所、林の中に石仏の台座として残されている(図9)。この近くの「火の気」は南設重層群(大島川層?)か、津具・根羽火山群の活動が知られている(下伊那教育会, 2006)。なお、愛知県東部の鳳来寺山付近にはかつて石炭が産出し、^{くろぜ} 玖老勢、^{かおれ} 川壳、^{ほとげざか} 仏坂峠、塩津温泉などで見られた(藤城, 1967)。前述したように鳳来寺自然科学博物館に展示されている海老産の石炭も珪化木といってもよいと思われ、珪化木の大量の産出報告はないが、^{したたら} 設楽層群南設重層群も原産地の候補者になり得ると考える。

名古屋周辺では更新統の八事層に時折、礫として見つかるが、その下位にある更新統唐山層や中位段丘相当層の熱田層からの産出は聞かない。古流系の違いであろう。

次に三重県東員町～いなべ市周辺(鮮新統の大泉層など)のものを検討する。前述したように東員町からのものは細砂～シルト層からのものらしいが詳細な報告はない。大きな樹幹の珪化木も多く、運搬するにはかなりの流れが必要であろう。この周辺には植物化石や褐炭層は見られるが「火の気」も「中新統」も見あたらない。特徴的なのはかなり厚層な火山灰層を含め、多くの火山灰層が見られることである。遠方から飛来した火山灰層の上に再堆積部分が厚く載っている場合が多い。給源火山付近に落下した火山灰層は高温で農作物にも被害を与えるが、再堆積し温度が低下した火山灰からケイ酸が溶出され珪化木を形成するにはかなり時間がかかるであろう。また、再堆積火山灰の供給源として北東地域に火砕流堆積物の堆積地が報告されている例(阿漕火山灰層とその相当層; Nakayama, 1994)もある。その堆積物中には破砕された炭化木は含まれるが珪化木の報告はない。したがって東員町～いなべ市周辺地域(四日市付近までも)の珪化木も再堆積や再々堆積の可能性が高い。この地域では暮明層を堆積した河川は濃飛流紋岩類分布地域から、市之原層を堆積した河川は奥美濃酸性岩類分布地域から大きな流入河川の存在が考えられている(吉田, 1990)。暮明層は大泉層のすぐ下位にくる層準であること、北からの古流系が見られること、礫層が主で、多くの濃飛流紋岩類礫が存在することなどから、美濃加茂地域から珪化木が運搬された可能性が考えられる。暮明層からの珪化木の産出もあるようで(寺田, 2008)、大泉層中のものはそれらの洗掘による再堆積なのではなかろうか。また、火山灰層の再堆積については泥流堆積物の存在(中前・中山, 1998)や土石流堆積物、ハイパーコンセットレイティッド流の存在(片岡・長橋, 2012)、瀬戸陶土層におけるクレバススプレー堆積物(葉田野・吉田, 2018)が報告されており、それなりの運搬力を持った流れが存在したと思われる。なお、松葉(1976)は暮明礫層中の溶結凝灰岩は



図8 蜂屋層・中村層分布地と珪化木の産出が知られる主な地点。地層分布は産総研地質調査総合センター地質図Navi (URL2)を参考にした。



図9 愛知県豊根村猪古里で見られる珪化木 (私有地内)。

湖東流紋岩と述べており、西方に供給源があった可能性もある。ちなみに、鈴鹿層群^{あかり}明層の炭層付近では珪化木は知られていない。

なお、東海層群^{いだか}猪高部層には設楽地方からの河川の流入によって運ばれた「白礫」を含む特徴がある。この東からの流れに乗って珪化木が愛知県西部～三重県北部に運ばれた可能性については、流域と思われる地域からの報告も無く低いものと考えている。

長野県飯田市千代地区～阿南町(新木田層?)地域にも「火の気」は見あたらない。「火の気」としては南設楽層群(大島川層?)か、津具・根羽火山群の活動が考えられるが、富草層群の方が堆積年代は古そうであるので候補地とはなりにくい。下伊那地質誌編集委員会(1976)や氏原ほか(1988)では、富草層群^{おちの}和知野層に濃飛流紋岩の礫の存在が記されており、美濃加茂市方面からの流入も否定できない。産出量が

多いにも関わらず、『下伊那誌:地質編』(下伊那教育会, 2006)には珪化木の記載が全く見られず、『阿南町の化石』(阿南町誌編集委員会, 1987; 旧版は1967年)にも飯田市千代地区のものが簡単に紹介されているだけである。

以上のように愛知県とその周辺から産出する珪化木は、多くの地域で美濃加茂市～可児市周辺の蜂屋層・中村層からもたらされた可能性が大きい。ただ蜂屋層・中村層の分布地域は少なくとも現在ではあまり広くなく、かつ野村(1986)によれば蜂屋層の火山活動は小規模で短期間に集中していたと考えられ、広範囲に大量の珪化木を供給できたかの問題は残る。一方、熊谷(1994)によれば、蜂屋層をもたらし噴火継続期間はかなり長かったという指摘がある。考え得る珪化木の確実な原産地は、現在の地層の分布からは、美濃加茂市～可児市周辺しかなく、可能性として設楽層群南設楽層群分布地域周辺が考えられるにすぎない。もちろん、一時的に「火の気」を受けて珪化木を生成し風化浸食によって消失した地質体もある可能性は否定できない。

9. おわりに

珪化木はかたく丈夫ゆえ、「原産地」が特定できれば古流系の推定に役立つと思われる。その丈夫さゆえに野ざらしの展示も多い。しかし、珪化木は黄鉄鉱を含むものが多く、風化によって酸化鉄や水酸化鉄に変化し硫酸を生じるため、珪化木自体も風化によって消失する可能性がある(能登の珪化木公園がよい例である)。いずれにしても「古生物」としてもう少し「評価」されてもいいように感じる。のと海洋ふれあいセンターの坂井恵一氏、飯塚市仁保の安藤喜八郎氏にはお世話になった。記して御礼申し上げる。多くの先輩諸氏が成因や原産地の探求を試みられても、未だ不明な部分の多い珪

化木について浅学の筆者が解明できたわけでもないが、多くの方にご教示いただけたら幸いです。

10. 文献・URL

- 阿南町町誌編纂委員会, 1987, 阿南町の化石. 阿南町, 447p.
- 青木正博, 2012, オパールさまざま. GSJ 地質ニュース, **1**(10), 291-292.
- 赤羽久忠, 1993, 埋没樹林の珪化. 日本地質学会第100年大会講演要旨, 754.
- 赤羽久忠, 1996, 温泉水中での珪化木の形成実験. 日本地質学会第103年大会講演要旨, 390.
- 赤羽久忠・古野 毅, 1993, 形成されつつある珪化木: 富山県立山温泉「新湯」における珪化木生成の一例. 地質雑, **99**(6), 457-466.
- 浅野五郎・由井俊三, 1962, 筑豊炭田大峰炭鉱大焼5尺層の黄鉄鉱石炭球と石炭生成時の植物破砕物についての一考察. 鉱山地質, **12**(53), 143-150.
- 文書館, 2016, 常陸大宮市文書館だより9. 常陸大宮市文書館.
- 地学団体研究会新版地学事典編集委員会編, 1996, 新版地学事典. 平凡社, 1443p.
- Chronic, H., 1993, *Roadside Geology of Arizona*. Mountain Press, Missoula.
- 藤 則雄, 1981, 能登半島小木・松波地域の地質. 金沢大教育学部紀要(自然科学編), **30**, 97-101.
- 藤城 豊, 1967, 鳳来寺山附近の鉱物. 鳳来寺山自然科学博物館館報, **1**, 28-33.
- 藤田和夫・生越 忠, 1950, 岐阜県瑞浪町北方の新生代層の岩相的分類. 地質雑, **56**(662), 481-492.
- 藤田至則・小池 清, 1953, 宮城県鹽竈市付近の中新統. 地質雑, **59**(696), 420-423.
- 古野 毅, 1987, 珪化木とその形成. 電子顕微鏡, **22**(1), 15-24.
- 古川邦之・西本昌司・和田穰隆・新正裕尚・金丸龍夫, 2016, 瑞浪群中村累層に見られる熱水破砕脈とそれに伴う母岩の珪化. 日本地質学会第123年大会講演要旨, R8-P-6.
- 芳賀正和・山口寿之, 1990, 下北半島東部の新第三系-第四系の層序と珪藻化石. *Bull. Natl. Sci. Mus., Ser. C (Geol. & Paleont.)*, **16**(2), 55-78.
- 葉田野希・吉田孝紀, 2018, 瀬戸内区中新統瀬戸陶土層の古土壤構成が示す古風化および古気候条件. 地質雑, **124**(3), 191-205.
- 畠山 昭, 1956, 飛鳥の地質. 地質雑, **61**(720), 442-448.
- 早川典久・舟山裕士・斎藤邦三・北村 信, 1954, 岩手県北上山地西縁より脊梁山地に亘る地域の第三系の地質. 東北鉱山, **10**, 1-97.
- 北陸の自然をたずねて編集委員会, 2001, 北陸の自然をたずねて. 築地書館.
- 北勢町町史編さん委員会, 2000, 北勢町史. 867p.
- 星野安治・及川輝樹, 2011, 年輪年代学的手法による火山活動の年代決定. 地質雑, **117**(12), 663-670.
- 井上多津男, 1980, 鳥根県中部, 仁摩町地域の下部中新統. 地質雑, **86**(12), 783-797.
- 石橋融子・熊谷博史・田中義人・松尾 宏, 2012, 湧水中の溶存態ケイ素濃度と水質, 表層地質との関係. 福岡県保健環境研年報, **39**, 59-65.
- 石塚正秀・紺野雅代・井伊博行・平田健正, 2004, 溶存ケイ素に着目した紀ノ川流域における水質特性. 水工学論文集, **48**, 1483-1488.
- 神宮 宏・氏家良博, 1990, 津軽盆地西南部に分布する新第三系の続成作用. 地質雑, **96**(6), 421-435.
- 景守紀子・川井秀一・寺田和雄・Mandang, Y.・Srivastava, R., 2003, 西ジャワの鮮新統から産出する珪化木のPIXE分析. NMCC共同利用研究成果報文集, **11**, 248-253.
- 兼松四郎, 1957, ケイ化木のX線研究. 鉱物雑, **3**(4), 326-328.
- 鹿野和彦・松浦浩久・沢田順弘・竹内圭史, 1998, 石見大田及び大浦地域の地質. 地域地質研究報告(5万分の1地質図幅), 地質調査所, 118p.
- 河川環境管理財団編, 2005, 河川と栄養塩類. 技報堂出版, 179p.
- 片岡香子・長橋良隆, 2012, 鮮新・更新統第二瀬戸内累層群中の遠方テフラ層の層相・層厚変化から見た火山砕屑物供給源と沖積堆積場との関係. 地質雑, **118**(3), 139-156.
- 小林博文・山路 敦・増田富士雄, 2005, 能登半島輪島地域の中新統の層序・堆積環境・テクトニクス. 地質雑, **111**(5), 286-299.
- 近藤直門・足立 守, 1975, 犬山市北方の中生層—とくに坂祝礫岩について. 地質雑, **81**(6), 373-386.
- 熊谷博之, 1994, 化石木の年輪を利用した過去の地球変動の解析. 名古屋大学大学院理学研究科博士論文.
- 熊谷博之・国友孝洋・深尾良夫, 1992, 珪化木から2000万年前の火山活動を1年の分解能で探る. 日本火山学会講演予稿集, D24-14, 62.
- 増田孝一郎, 1954, 石川県鳳至郡野野町・南志見村・柳田村附近の地質. 地質雑, **60**(703), 145-152.
- 益富寿之助, 1957, 正倉院薬物を中心とする古代石薬の研究. 生薬学雑誌, **11**(2), 17-19.
- 松葉千年, 1976, 三重県北部の奄芸層群に含まれる湖東流紋岩礫. 地球科学, **30**(4), 257-259.
- 村岡次郎, 1997, 炭層と夾炭層の後生的堆積構造—新しい石炭地質学—. 地質雑, **106**(5), 601-613.
- 中江 訓・尾崎正紀・太田正道・齋本美孝・松浦浩久・富田宰臣, 1998, 小倉地域の地質. 地域地質研究報告(5万分の1地質図幅), 地質調査所, 126p.
- 中前秀章・中山勝博, 1998, 鮮新統板東1火山灰層の堆積過程と堆積機構. 地球科学, **52**(4), 301-317.
- Nakayama, K., 1994, A pyroclastic flow deposit intercalated in the Upper Cenozoic Tokai Group, central Japan. *J. Geol. Soc. Japan*, **100**(11), 880-883.
- 中柳靖夫, 1965, 野田氏の松岩の流木成因説への反論. 地質雑, **71**(834), 153.
- 日本の地質『中部地方I』編集委員会編, 1988, 日本の地質4 中部地方I. 共立出版, 332p.
- 日本の地質『中部地方II』編集委員会編, 1988, 日本の地質5 中部地方II. 共立出版, 310p.
- 日本の地質『中国地方』編集委員会編, 1987, 日本の地質7 中国地方. 共立出版, 290p.
- 日本の地質『北海道地方』編集委員会編, 1990, 日本の地質1 北海道地方. 共立出版, 337p.
- 日本の地質『関東地方』編集委員会編, 1986, 日本の地質3 関東地方. 共立出版, 335p.
- 日本の地質『近畿地方』編集委員会編, 1987, 日本の地質6 近畿地方. 共立出版, 297p.
- 日本の地質『九州地方』編集委員会編, 1992, 日本の地質9 九州地方. 共立出版, 388p.
- 日本の地質『四国地方』編集委員会編, 1991, 日本の地質8 四国地方. 共立出版, 266p.
- 日本の地質『東北地方』編集委員会編, 1989, 日本の地質2 東北地方. 共立出版, 338p.
- 野田光雄, 1964, 筑豊炭田における松岩の成因. 地質雑, **70**(820), 32-35.
- 野村隆光, 1986, 岐阜県南東部, 中新統蜂屋累層の地質(予報)とK-Ar年代. 地質雑, **92**(1), 73-76.
- 野村隆光・野村松光, 1984, 岐阜県蜂屋層の珪化木について. 名古屋地学, **45-46**, 21-25.
- 岡本和夫, 1970, 山口県豊浦郡豊北町特牛港付近の第三系. 地質雑, **76**(5), 235-216.
- Oishi, T., 1999, Classification and formation mechanism of silicified

- woods. Doctoral thesis, University of Tokyo.
- 大石 徹・寺田和雄, 2016, 珪化木の形成について. 日本古生物学会年会講演予稿集, A20.
- 奥津春生, 1964, 天然記念物霊屋下セコイヤ化石林調査報告書. 仙台市教育委員会, 26p.
- 大塚彌之助, 1936, 秋田県由利郡の高瀬川凝灰岩層. 地質雑, 43(516), 697-706.
- 斎藤 豊・竹下 寿・立木省治・金箱好雄・仁科良夫・百瀬善水・北原 勇・水上寿英・福島 宏, 1960, 長野市北東部の新生代層. 地球科学, 46, 19-29.
- 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層と化石: 大型哺乳動物足跡化石と化石林調査報告書, 美濃加茂市教育委員会社会教育課, 30-45.
- 鹿園直健・瀧野昌嗣・大谷晴啓, 2007, 土壤構成鉱物の化学風化, 溶解速度と元素移動度: 神奈川県秦野市黒ボク土の例. 地質雑, 113(12), 593-610.
- 島田欣二・菊野勝郎, 1960, 水溶性ケイ酸について. 日本化学雑誌, 81(3), 426-428.
- 下伊那地質誌編集委員会, 1976, 下伊那の地質解説. 下伊那誌編纂会, 329p.
- 下伊那教育会, 2006, 下伊那誌: 地質編. 下伊那誌編纂委員会, 263p.
- 須貝貫二・久保恭輔・河内英幸, 1954, 群馬県利根含炭地三元炭砒附近概査報告. 地調月報, 5(9), 475-482.
- 橘由里香・田賀井篤平, 2005, シーボルトが収集した鉱物標本の特徴. 日本鉱物科学会年会講演要旨集, K8-06.
- 寺田和雄, 2008, 日本から産出する珪化木について. 化石, 83, 64-77.
- 寺田和雄・半田久美子, 2009, 古第三系神戸層群の材化石(予報). 福井県立恐竜博物館紀要, 8, 17-29.
- 津崎俊幸, 1983, 大田村中の川の珪化木. 大分県高校理科地学部会, 33.
- 氏原 温・柴田浩治・伊奈治行・若松尚則・細山光也・津嶋孝子・細野隆男・斉藤 毅, 1988, 長野県南部の富草層群の層序と中新世古地理. 瑞浪市化石博物館研報, 14, 13-30.
- 宇野泰光, 1979, 島根県大田市祖式~大家地域の都野津層群, とくに大江高山火砕岩層について. 地質雑, 85(5), 239-257.
- 巨理俊次, 1942, 天然記念物姉帯・小鳥谷・根反の珪化木. 採集と飼育, 4(6), 171-178.
- 山崎達雄, 1953, 唐津炭田の層序. 地質雑, 59(696), 403-419.
- 山崎達雄・森永陽一郎, 1954, 唐津・佐世保両炭田の関係. 地質雑, 60(710), 473-486.
- Yasui, K., 1917, A fossil wood of Sequoia from the Tertiary of Japan. *Annals of Botany*, 31, 101-106.
- 横山良哲, 2004, 新きらめき鉱物・化石ガイド. 風媒社, 159p.
- 吉田史朗, 1990, 東海層群の層序と東海湖盆の古地理変遷. 地調月報, 41(6), 303-340.
- 吉川敏之, 1998, 栃木県宇都宮地域に分布する新第三系の地質と層序. 地質雑, 104(5), 346-356.
- URL1: <http://www.jagh.jp/g/activities/torikichi/faq/163.html>
(2018年11月22日閲覧)
- URL2: <https://gbank.gsj.jp/geonavi/>