

山口県阿武地域の鉄生産（たたら製鉄）が 植生へ与えた影響の花粉分析学的研究

柳井 知 弘*・野井 英 明**

Pollen analytical study of impacts of iron making (tatara iron making) on vegetation history of Abu area, Yamaguchi Prefecture, Japan.

Tomohiro Yanai and Hideaki Noi

要旨

たたら製鉄は砂鉄と木炭を原料とする製鉄法で、1901年に近代製鉄が開始されるまでは、奈良時代以降日本では主にこの方法によって製鉄が行われた。たたら製鉄は、中国地方の山間部が中心地の一つであったが、砂鉄採取にあたって真砂土の山を切り崩し、残土を川に流すなどによって、地形の大規模な改変など、環境に大きな負荷を与えていたことが指摘されている。また、原料としての木炭を大量に必用としたことから、森林の荒廃も引き起こしたと考えられている。

本論では、山口県阿武郡阿武町および周辺のたたら製鉄遺構の集中度が比較的高い地域において湿原堆積物の花粉分析を行い、植生変遷を明らかにしたうえで、この地域のたたら製鉄の歴史と比較することによって、植生変遷へのたたら製鉄の影響を考察した。

その結果、常緑広葉樹が急激に減少してマツ類が増加し、マツ類の優占が続いた後、常緑広葉樹がわずかながら回復しマツ類が減少するという植生変遷が明らかになった。このような植生変遷は、この地域でたたら製鉄が開始された後、継続して操業され、衰退していく過程を反映していると推定された。

I はじめに

1901年、福岡県遠賀郡八幡町（現福岡県北九州市八幡東区）官営八幡製鉄所において、日本の歴史上で初めての近代製鉄所の操業が開始された。近代製鉄とは銑鋼一貫、つまり、原材料である鉄鉱石から鋼材までを一つの製鉄所で行う方法である（飯田賢一 1976）。日本に近代製鉄が導入されるまでは、砂鉄と木炭を原料とする「たたら製鉄」と呼ばれる方法で製鉄が行われていた。

たたら製鉄の起源ははっきりと分かっていないが、当初、露天で行われていたたたら製鉄が、高殿

* 西部産業株式会社

** 北九州市立大学文学部

とよばれる建物内で行われるようになった時期は、安永年間（1772～1780年）と考えられている（飯田、1976）。江戸時代にはさかんにたたら製鉄が行われたが、明治時代の素材鉄の輸入や日本国内で行われる近代製鉄の波に押され、たたら製鉄は大正時代にかけて終焉の道をたどった。たたら製鉄によって生産された鉄は、近代製鉄では生産できないほど品質が良いとされているものの、現在は日本美術刀剣保存協会が日本刀用の鋼を生産するため、島根県仁多郡奥出雲町において日刀保（にっとうほ）たたらが操業されているのみである。

たたら製鉄は島根県を中心とした中国地方が中心地であったが、岩手県と宮城県でも盛んに操業された。なお、岩手県では砂鉄精錬のほか、もち鉄とよばれる鉄鉱石でも鉄生産が行われていた（飯田、1976）。たたら製鉄は、生産される鉄の品質が良い一方で、原材料の採取において環境に大きな負荷を与えていた。例えば、砂鉄採取による山間部の地形の著しい改変や、宍道湖湖岸の改変などが指摘されている（貞方昇 1996; 貞方昇 2004; 有岡利幸 2004）。また、燃料として大量の木炭を必要としたため、森林破壊が進行し、森林が減少したことが指摘されている（有岡、2004a; 飯田、1976）。三好・波田（1975）、三好・矢野ほか（1976）などは中国地方の湿原堆積物の花粉分析を行い、中国地方の植生変遷や人間活動との関わりを研究している。その中で、蛇ガ岬（おろがたわ）湿原（岡山県）（三好・波田、1975）、枕湿原（広島県）（三好・波田、1977）、犬狹峠（いぬぼさみとうげ）湿原（岡山県）（藤木・三好、1994）における花粉分析では、植生の変遷にたたら製鉄の影響を指摘している。しかしながら、たたら製鉄遺跡と試料採取地点の位置関係、時代を含めた議論はされておらず、木炭の生産が植生へ与えた影響が十分に解明されているとは言い難い。

本研究では、たたら製鉄の木炭生産が植生へ与えた影響について、山口県阿武町の湿原における花粉分析によって、たたら製鉄が行われた位置や時代と関連付けて考察した。

II たたら製鉄とその環境への影響

たたら製鉄とは、粘土で築いた炉の中で原料の砂鉄と木炭を燃焼させ、砂鉄を3～4日間かけて溶融して、各種の鉄製品を得る製鉄法である。その概略について以下にまとめた。

1. たたら製鉄の歴史

たたら製鉄の起源ははっきりとしていないが、中世には露天の野だたらが操業されていた（飯田、1976）。その後、送風装置であるふいごが改良され、高殿（たかどの）と呼ばれる家屋内で鉄を生産するようになった。飯田（1976）は安永年間（1772～1780年）に、野だたらより高殿へ完全に移行したと推測している。江戸時代、特に幕末においては、たたら製鉄がさかんに行われていたが、明治時代に入り衰退が始まった。輸入鉄や日本国内における近代製鉄の確立により、大正時代が終わるころにはほとんどが閉山した（渡辺ともみ、2006）。

2. 鉄生産の工程

工程は地域により若干の違いがある。渡辺ともみ（2006）と光永（2003）の研究より下記にまとめた。

中国山地北側ではチタンやリンの含有量の少ない黒雲母花崗岩より生じた真砂（まさ）砂鉄を使い、一代（ひとよ）（三昼夜に及ぶ生産）で鋼を生産する鉚（けら）押しが行われていた。一方、中国山地南側では花崗閃緑岩より生じたリンやチタンがやや多く含まれ、赤みのかかった赤目（あこめ）砂鉄を使用した。赤目砂鉄を原料とした製鉄は銑鉄（せんてつ）を生産し、銑（ずく）押しと呼ばれた。銑鉄は二次工程である大鍛冶場において炭素量を下げ、包丁鉄と呼ばれる素材鉄にされた。このように工程は大きく2つに分けられるが、窪田（2003）は砂鉄の性質は複雑であり、明確な区別は難しかったのではないかと指摘している。

たたら製鉄は本床（ほんどこ）と呼ばれる完全な防湿施設の上に、たたら炉を築造し、両側に送風装置であるふいごを設置した。たたら炉は粘土で作られ、生産時に侵食され薄くなる。そのため、作業が終わると壊され再度構築された。鉄の生産は砂鉄と木炭を交互に炉へ投入し、ふいごで風を送った。一代が終わると炉を崩し、鉚や銑を取り出した。上質の鋼はそのまま出荷され、その他の鉚や銑は鋳物用とされたり、鍛冶場において加工されたりした。

3. 砂鉄採取

原料となる砂鉄は山、川、浜辺などから採取されたが、地域により採取場所は異なっていた。渡辺ともみ（2006）によると、河川の堆積物から採取した川砂鉄や、海岸の堆積物から採取した海砂鉄も利用されたが、一番多く用いられた砂鉄は山砂鉄である。山砂鉄は、風化した花崗岩類の山から採掘した真砂土から鉄穴（かんな）流しと呼ばれる方法で選鉱された。鉄穴流しでは、水路を作り、途中で数箇所の池が作られた。花崗岩類の風化した部分に水をかけ崩壊させ、砂鉄が含まれた土砂を水路に走らせる。軽い砂は溪流に捨てられ、砂鉄を多く含んだ土砂は池に沈殿する。この作業を繰り返し、砂鉄が多く含まれた土砂を取り出した。洗桶で砂鉄の濃度を50%の品位まで高め、さらにたたら場では80～85%の品位まで高めた。飯田（1976）によると、鉄穴流し以前は鉄穴掘りと呼ばれる採取法が行われ、すり鉢状の堅穴をつくり砂鉄が選鉱されていたが、1600年ごろには鉄穴流しに完全に移行したとされる。

山砂鉄の採取は、環境に大きな影響を与えた。山砂鉄の採取によって、地形が大きく改変され（貞方，2004）、現在でもスギやヒノキを植林しても、土壤が貧弱なため大きく育たない鉄穴流し跡もある（有岡，2004a）。また、鉄穴流しは大量の土砂を溪流へ流したため、下流の地形や人々の生活に大きな影響を及ぼした。たとえば、渡辺ともみ（2006）によると、廃土が宍道湖に影響を与えるため、松江では1610（慶長15）年に鉄穴御停止令が出された。また、貞方（1996）は、出雲平野の堆積物の分析によって、1831（天保2）年に開削された新川が、1940（昭和15年）に廃川化されるまでに河口が約3km前進するなど、鉄穴流しの廃土が地形に大きな影響を与えたことを指摘している。

4. 木炭生産

たたら製鉄は大量の木炭を燃料として使用した。例えば、飯田（1976）によると桶廻たたらの場合、一回の生産において素材鉄約4,500kgの生産に対し、砂鉄を約18,750kg、木炭を約15,000kg必要とした（表1）。木炭は生木と比較し、重量に対して体積が大きいいため、膨大な容量であったことが推測される。一箇所のたたら場を維持していくために必要な山林面積については、次のような考察がなさ

山口県阿武地域の鉄生産（たたら製鉄）が植生へ与えた影響の
花粉分析学的研究

れている。有岡（2004a）は、一町歩（約1 ha）の山林が供給する木炭がほぼ一代分であるとし、たたら製鉄は年間約40代の操業をしていたので、一年間に40代分の木炭として、山林40町歩が必要であったと推測している。また、継続的な操業を維持するためには伐期を20年とすれば800町歩、30年とすれば1,200町歩もの山林が必要とする計算になる。たたら製鉄で生産された素材鉄をさらに加工する鍛冶にも木炭は必要であり、たたら場が大鍛冶場があるとさらに山林が必要とされたことが考えられる。

表1 1回のたたら製鉄（一代）に使用した砂鉄、木炭および生産された素材鉄の量。樋廻たたらは飯田（1976）、中国地方の銚押は渡辺ともみ（2006）、鋤押は有岡（2004a）による。

	砂鉄(kg)	木炭(kg)	素材鉄生産(kg)
樋廻たたら	18,750	15,000	4,500
中国地方の銚押	18,000	18,000	4,800
鋤押	13,125～15,000	13,125～15,000	鋤 2,062.5～2,812.5 銚 937.5～2,250

このように大量の森林資源を消費するため、窪田（2003）は江戸時代に、かなりの山林を持っていても木炭が不足していたと推測している。また、有岡（2004a）は山林が不足し、個人が所有し管理経営する山林である腰林（こしばやし）にも木炭を期待するようになったことから、たたら製鉄がさかんに行われていた時期は植生が大きく改変されていたと推察している。

Ⅲ フィールド

1. 山口県のたたら製鉄

1981年に山口県教育委員会が実施した山口県内の生産関係遺跡調査（渡辺一雄編，1982）によると、山口県内におけるたたら製鉄遺跡は29箇所あり、すべて中国山地北側に分布する。渡辺一雄編（1982）は、山陰側がマツ・コナラ・クヌギ・アラガシなどの植生に恵まれ、豊富な木炭を供給できたためではないか、と推測している。また、砂鉄や技術、人材は石州（石見地方、島根県西部）から供給され、原料の搬入や製品の搬出は、海運を利用したと考えられている。1981年の調査以降、発掘調査が行われ、かつ、古文書等で操業が行われた詳細な時代が分かる遺跡は2鉄山ある。それらは、白須たたら（阿武郡阿武町白須西平）と大板山たたら（阿武郡福栄村大字紫福（しぶき）字大板山）である。なお、阿武郡福栄村、須佐町、むつみ村は2005年に萩市と合併し、新しい萩市となっているが、本論文では旧町村名で記す。

両鉄山跡の距離は約10kmと近く、操業時期も1700年代から1800年代と同時期である。さらに、

両鉄山間には詳細な操業時期は明らかではなく保存状態も良くないが、八幡平たたら（阿武郡阿武町大字白須字狼谷谷口）、小六たたら（阿武郡阿武町大字白須、同須佐町大字須佐）、田別当たたら（阿武郡須佐町大字弥富上字田別当）、福田たたら（阿武郡阿武町大字福田下）と4つの鉄山跡が存在する。このように、阿武町、須佐町、福栄村にまたがる阿武地域は、たたら製鉄が盛んであった地域である（図1）。

2. 白須たたら製鉄遺跡について

白須たたら製鉄遺跡は1979年より1981年までの3年間にわたり発掘調査が行われた。最終年次の発掘調査報告書（西岡義貴編 1982）と山口県教育委員会による調査（渡辺一雄編，1982）より遺跡の概要を下記にまとめた。

白須たたら製鉄遺跡は阿武郡阿武町白須西平に所在し、白須山（標高553.7m）北麓、白須川沿いに位置する。遺跡は東西約150m、南北約70mの広さである。吹き屋跡（高殿、溶鉱炉の設置された建物）、元小屋跡（事務所）、鉄池跡（たたら炉から取り出した鉄塊を水冷する施設）、大鍛冶屋跡の遺構が検出された。また、国の指定史跡として保存されている。合計5期にわたり操業され、第1期は文書が残されておらず不明である。第2期は1724（享保9）年より1726（享保11）年に石見国匹見の藤井家により経営された。第3期は1765（明和2）年より1769（明和6）年に石見国三隅町の竹屋によって経営された。第4期は萩藩営鉄山として1817（文化14）年より1825（文政8）年まで。第5期は1856（安政3）年より1865（慶応元）年まで、石見国日原の水津家により経営され、製品は萩藩の造船にも使われた。

第5期は1856（安政3）年より1865（慶応元）年まで、石見国日原の水津家により経営され、製品は萩藩の造船にも使われた。

3. 大板山たたら製鉄遺跡について

大板山たたら製鉄遺跡は1991年に発掘調査が行われた。山口県教育委員会による調査（渡辺一雄編，1982）、福栄村教育委員会による調査報告書（福栄村教育委員会，1992）、渡辺による研究（渡辺一雄1994）より概要を下記にまとめた。

遺跡は阿武郡福栄村大字紫福字大板山、三ヶ岳（標高566.2m）東麓にある大板山の標高約260～

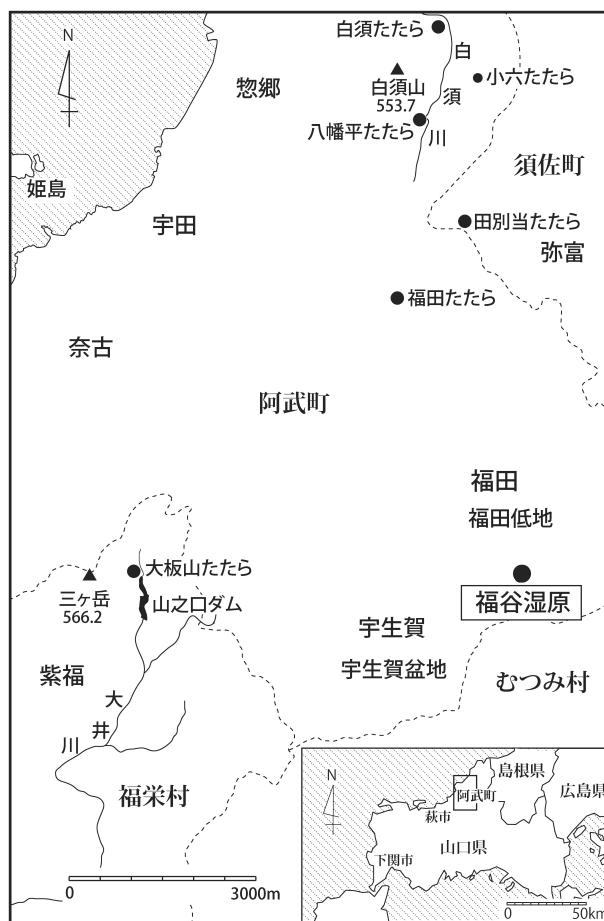


図1 山口県阿武地域の主要なたたら製鉄遺構と福谷湿原の位置図。

270mの狭隘な平坦地に所在する。現在は遺跡の一部が山口県営山ノロダム湖に水没しているが、北部分には史跡公園として保存されている。発掘調査によって検出された遺構は、高殿跡、鉄池跡、砂鉄洗場跡、給水関連施設跡、炭釜跡、元小屋跡、鍛冶屋跡などである。また、磁器・陶器・土器・瓦・銅銭・鉄製品・石製品・スラグ・木炭などが遺物として採取された。特に、高殿跡は保存状態が極めて良好であり、内部の施設やその配置も明らかになった。本床（製鉄炉の基礎）や鞆座（送風装置であるふいごが設置された場所）が確認されている。

現在の大板山は山中の森に覆われているが、渡辺一雄（1994）も大板山の豊富な燃料炭木山を目的にたたら場を開設したと推察している。砂鉄は津和野領井野村周布地（すうじ）（島根県那賀郡三隅町）の山砂鉄を買い取り、井野村から三隅湊を陸送（約10km）、三隅湊から奈古浦までを船送（約50km）、奈古浦から大板山たたらまでを陸送（約10km）していた。

大板山たたらの操業は、宝暦年間（1751～1764年）、文化年間（1804～1818年）、安政年間（1854～1860年）を中心に3期にわたって行われた。詳細な操業年間は明らかではない。各期の操業は下記の通りである。

1回目の宝暦年中は大板山において林業経営を行っていた奥阿武郡生雲村（阿東町）の阿川六郎兵衛が鉄山開設を計画し、石州青原村（島根県日原町）の紙屋伊三郎の協力を得て開設した。資本協力や共同経営の形で操業し、しばらくは繁盛した。しかし、六郎兵衛が借銀返済に行き詰まり、約8年で終業した。

2回目の操業は文化年間、石州青原村の原田勘四郎によって、石州五ヶ所流鏝の一つとして経営が行われた。原田家は享保の大飢饉（1732年）直後から鏝株を所有し繁栄した鉄山師であり、良質の鉄を生産していた。ここで生産された鉄は長割鉄と呼ばれ、下関の鉄問屋を通し九州方面へ販売された。しかし、1817（文化13）年ごろには原田家は衰退し、2回目の操業はこの時期に終業したと考えられている。

3回目の操業は安政年間で、大葉山（おおばやま）の名前で操業されている。大葉山は山ノ口川の対岸の山であり、炭木山を主にこちらにもとめたことから大葉山たたらと称したと考えられている。操業は石見大森天領那賀郡渡津村（島根県江津市）の鉄山師である原屋竹五郎が行った。萩藩が鉄を大葉山たたらに鉄を求め、萩藩が建造した軍艦庚申丸に使用されたことが分かっており、萩藩にとっても重要な製鉄所であった。操業期間は1865（慶応元）年までは確認されている。しかし、地元の伝承によると1877（明治10）年ごろまで続いていたとされ、明治初年ごろまで操業が行われていた可能性も考えられている。

4. 福谷湿原

福谷湿原は、山口県阿武郡阿武町森見藤に位置する東西300m、南北約500mの狭い盆地状の地形中の福谷ため池と呼ばれるため池に隣接する湿原である（標高405m、北緯34度30分21秒、東経131度36分22秒）。湿原に名称はつけられていないが、ここでは福谷湿原と呼ぶことにする。山口県の歴史書『防長風土注進案21 奥阿武宰判』（山口県文書館編1964）によると、江戸時代にはすでに福谷ため池の名前をみることができ、上述したたたら製鉄の操業時にも存在していた可能性が高い。

IV 試料と花粉分析

1. 試料

福谷湿原において、花粉試料用ハンドボーラーを用いて地下 2 m まで堆積物を採取し、花粉分析と炭素同位体年代測定の試料とした。採取された堆積物は、すべて泥炭層であった。試料は、花粉分析を行うに先だって、2 cm ごとに切って保存した。

花粉分析は、最下部より概ね 4 cm 間隔で行った。花粉分析抽出処理は、(中村, 1967)の方法を参考に、KOH 法、ZnCl₂ (塩化亜鉛) による比重分離法、アセトリシス法により行い、グリセリンゼリーで封入した。分析に供した試料は、42 点である。検鏡は、光学顕微鏡 (× 400) を使用しプレパラートの全面で行った。花粉化石の同定にあたっては (中村, 1980a ; 1980b) を参考にした。計数の結果は、木本類を基数とする花粉ダイアグラムで示した (図 2)。

2. 花粉分析結果

花粉分析の結果、全層準を通じて 35 種類の花粉化石および孢子化石が検出された。検出された花粉化石および孢子化石を、に区分すると、下記のとおりである。

樹木花粉 (AP : arboreal pollen) : *Cryptomeria* (スギ属), *Pinus* (マツ属), *Tsuga* (ツガ属), *Abies* (モミ属), *Salix* (ヤナギ属), *Betula* (カバノキ属), *Carpinus* (クマシデ属), *Alnus* (ハンノキ属), *Castanea/Castanopsis* (クリ属およびシノキ属), *Cyclobalanopsis* (アカガシ亜属), *Lepidobalanus* (コナラ亜属), *Fagus* (ブナ属), *Ulmus* (ニレ属), *Tilia* (シナノキ属), *Elaeagnaceae* (グミ科), *Ericaceae* (ツツジ科), *Symplocos* (ハイノキ属)

草本花粉 (NAP : non-arboreal pollen) : *Gramineae* (イネ科), *Cyperaceae* (カヤツリグサ科), *Eriocauraceae* (ホシクサ科), *Rumex* (ギシギシ属), *Polygonum* (タデ属), *Fagopyrum* (ソバ属), *Chenopodiaceae* (アカザ科), *Caryophyllaceae* (ナデシコ科), *Geraniaceae* (フウロソウ科), *Trapa* (ヒシ属), *Haloragis* (アリノトウグサ属), *Umbelliferae* (セリ科), *Lonicera* (スイカズラ属), *Compositae* (キク科), *Artemisia* (ヨモギ属)

孢子 (S : spore) : monolet-type fern spore (単溝粒型孢子), trilete-type fern spore (三溝粒型孢子)

3. 主要花粉の消長

全層準を通して *Pinus* の出現率が高い。深度 130cm 以深では 50 % 以下と比較的低いが、深度 130cm より急増して深度 45cm まで高い出現率を保った後、減少を始める。*Castanea/Castanopsis* は深度 130cm 以深において 40 % を超える層準もあり、比較的出現率が高い。深度 130cm 以浅は減少し、5 % 以下になる層準もある。深度 45cm より再び高くなるが、10 % は超えない。*Castanea/Castanopsis* は、他の分類群との組み合わせから、ここでは、ほとんどが *Castanopsis* であると考えられる。*Cyclobalanopsis* は深度 140cm 以深においては出現率が 25 % と高い層準もあるが、深度 140cm 以浅は減少し、最も低い層準では 1.5 % である。*Lepidobalanus* は下部においては深度 195cm と深度 163cm のみで検出され、深度 103cm 以浅は連続して検出されたが、1 % 以下の層準が多い。*Cryptomeria*

山口県阿武地域の鉄生産（たたら製鉄）が植生へ与えた影響の
花粉分析学的研究

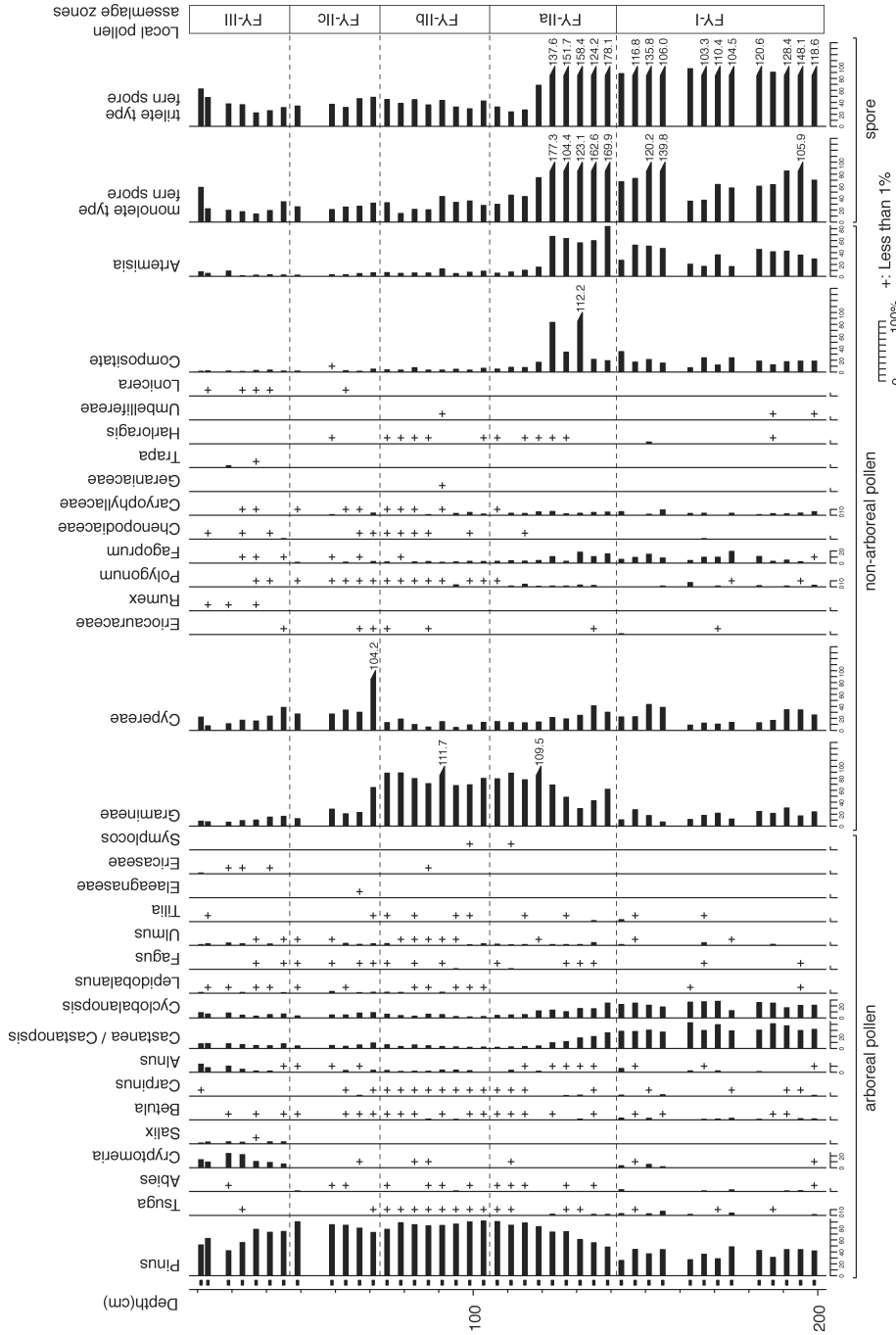


図2 福谷湿原の花粉ダイアグラム。

は上部以外では検出される層準が少なく、深度 45cm より急増し、深度 29cm では 23.7% 検出される。*Alnus* は全体を通して検出される層準が多いが、1% 以下と検出率が低い層準が多い。深度 41cm より増加し、10% を超える層準もある。*Salix* は下部では検出されず、深度 45cm より検出される。

草本花粉においては、Gramineae は全層準を通して検出された。深度 140cm 以深では 30% 以下の層準が多いが、深度 140cm より急増し深度 70cm より減少を始める。深度 45cm 以浅では少なくなり、出現率が 10% 以下の層準がある。Cyperaceae は全層準で検出されたが、深度 71cm のみ出現率が 100% を超えた。増加と減少を繰り返すが、深度 70cm より深度 40cm の層準は比較的多く検出される。Compositae は深度 120cm 以深の出現率が高く、特に深度 131cm と深度 123cm では 80% 以上と高い。*Artemisia* は深度 120cm 以深の層準で検出率が高く、深度 155cm より増加する。しかし、深度 120cm 以浅は出現率が低く、5% 以下の層準もある。*Fagopyrum* は、深度 45cm 以深は連続して検出され、出現率の高い層準では 15% を超える。

4. 局地花粉帯の設定

花粉分析の結果、樹木花粉において優勢である *Pinus*, *Castanea/Castanopsis*, *Cyclobalanopsis*, また、出現が特徴的な *Cryptomeria* を基準に、局地花粉帯を設定した。設定した局地花粉帯とその特徴は次のとおりである。

(1) FY- I 帯 : 200-140cm

Castanea/Castanopsis と *Cyclobalanopsis* の出現率が合計で 60% を超える層準があり、常緑広葉樹が優勢である。*Pinus* は常緑広葉樹と比較して検出率が低く、30% 以下の層準もある。また、落葉広葉樹である *Lepidobalanus*, *Fagus*, *Ulmus*, *Tilia* の出現する層準は少ない。草本花粉の出現率は、Gramineae は 6.8% から 30.4%, Compositae は 7.2% から 34.3% であった。*Artemisia* は III 帯において出現する草本花粉の中でも比較的高く、16.5% ~ 52.5% である。

(2) FY- II 帯 : 140-45cm

本帯では、FY- I 帯に比して 140cm より *Pinus* の出現率が高くなり、*Castanea/Castanopsis* と *Cyclobalanopsis* が低くなる。II 帯においては、以下の 3 亜帯を設定した。

II a 亜帯 : 140-105cm

Pinus の出現率が深度 139cm より上部に向かって高くなり、その一方で *Castanea/Castanopsis* と *Cyclobalanopsis* は低くなり始める。また、135cm より *Ulmus* が連続して出現するようになる。草本花粉では、Gramineae の出現率が高くなる。Caryophyllaceae は連続して出現する。Compositae と *Artemisia* は深度 123cm まで出現率が高く、深度 123cm 以浅は低率である。*Fagopyrum* も深度 123cm 以深では 10% を超える出現率を示すが、深度 123cm 以深では 10% を超えなくなる。

II b 亜帯 : 75-105cm

Pinus は 77.7% ~ 91.6% と出現率が高い。*Castanea/Castanopsis* は 1.8% ~ 5.9%, *Cyclobalanopsis* は 1.5% ~ 6.2% と低率である。*Lepidobalanus* が深度 103cm 以浅は連続して検出され、*Pinus*, *Castanea/Castanopsis*, *Cyclobalanopsis* の出現率に著しい変動がなく安定しているため、II a 亜帯と II b 亜帯の境界を深度 105cm において設定した。草本花粉では Gramineae の出現率が高く、深度

91cm では 110 % を超える。Compositae は 10 % 以下、*Artemisia* は 15 % 以下と II a 亜帯の上部に
続き低率である。

II c 亜帯：75-45cm

樹木花粉の出現率は、*Pinus* が高率、*Castanea/Castanopsis* と *Cyclobalanopsis* が低率である点
は II b 亜帯と同じである。しかし、草本花粉である Gramineae が上部に向かって減少し、Cyperaceae
の出現率が深度 71cm において 100 % を超え、その後は II b 亜帯より平均 15 % 以上増加した。また、
低率ではあるが湿地性の強い *Lonicera* が出現するため、II b 亜帯と II c 亜帯の境界を 75cm におい
て設定した。

(3) FY- III 帯：20-45cm

III 帯の最大の特徴は、*Cryptomeria* が連続して出現し、出現率が高い層準では 20 % を超える。また、
Pinus が上部に向かって減少し、*Castanea/Castanopsis* と *Cyclobalanopsis* が微増する。*Alnus*
は深度 29 cm と深度 21cm において出現率が 10 % を超え、増加する。さらに、樹木花粉では *Salix*
が連続して出現し、草本花粉では *Rumex*、*Trapa* が出現、*Lonicera* が 4 層準で検出されるなど、
I 帯・II 帯と比較し、湿地性の樹木・草本類が増加する。また、Gramineae, Compositae, *Artemisia*
の出現率は、いずれも 10 % 以下と低率であり、*Fagopyrum* は検出されなくなる。

V 考察

1. 中国山地の花粉分析結果との対比

福谷湿原の花粉分析結果を、これまで中国山地の 3 湿原において行われた花粉分析の結果と比較し、
植生の変遷の傾向や特徴および年代を考察した。

福谷湿原の出現花粉と変遷の最大の特徴は、FY- I 帯においては広葉樹花粉 (*Castanea/Castanopsis*,
Cyclobalanopsis, *Lepidobalanus*, *Fagus*) が多く、*Pinus* が少ないが、FY- II a 亜帯において広葉
樹花粉が減少し、*Pinus* が増加することである。この特徴を鍵として、中国山地の 3 湿原の花粉分析
結果との対比を行った。また、放射性炭素同位体年代測定の結果と比較し、福谷湿原の堆積物の年代
についても考察した。

(1) 蛇ガ峠（おろがたわ）湿原（三好・波田，1975）

蛇ガ峠湿原は岡山県北に所在し、岡山県と鳥取県の県境付近、標高 700m の湿原である。表層から
深度 280cm までの堆積物が採取され、花粉分析が行われた。

広葉樹花粉が減少し *Pinus* が増加する層準は、R III b 亜帯の深度 30cm から表層にかけてである。
深度 30cm では *Pinus* が約 5 %、広葉樹花粉が約 60 % である。最上層では、*Pinus* が約 25 %、広
葉樹花粉が約 35 % である。深度 50cm の ^{14}C 年代測定の結果が $710 \pm 80\text{year B.P.}$ であるため、三好・
波田（1975）は 0-50cm の堆積速度を 0.07cm/year と推定している。この堆積速度の場合、深度 30cm
は 429year B.P. に堆積したことになる。

(2) 加保坂（かぼさか）湿原（三好・矢野・波田，1976）

加保坂湿原は兵庫県北に所在し、中国山地東部の日本海側、標高 794m の湿原である。表層から深度 125cm までの堆積物が採取され、花粉分析が行われた。

福谷湿原 FY- II a 帯以降と同じ花粉出現傾向の層準は、R III b 亜帯における深度 35cm から表層間である。深度 35cm では *Pinus* が約 10%、広葉樹花粉が約 50% である。最上部では、*Pinus* が約 40%、広葉樹花粉が約 20% と、*Pinus* が表層にかけて急増する。深度 50cm の 14C 年代測定の結果が 925 ± 80 year B.P. であるため、三好ら (1976) は深度 0-50cm の堆積速度を 0.054cm/year と推定している。この堆積速度の場合、深度 35cm は 648 year B.P. に堆積したと考えられる。

(3) 犬狹 (いぬばさみ) 峠 (とうげ) 湿原 (藤木・三好, 1994)

犬狹峠湿原は岡山県北に広がる湿原であり、岡山県と鳥取県の県境付近、標高 514m に所在する。表層より深度 240cm までの堆積物が採取され、花粉分析が行われた。

Pinus が増加を始め広葉樹が減少する層準は、IN-1 帯の深度 30cm より表層の部分である。深度 30cm においては *Pinus* が約 20%、広葉樹花粉は約 40% である。表層付近では、*Pinus* が約 45% と増加し、広葉樹花粉は 20% と減少している。深度 160 ~ 170cm において 14C 年代測定が行われ、 3020 ± 80 year B.P. と推定されている。170cm より表層まで一定の速度で堆積したとすると、深度 30cm においては 536 ± 80 year B.P. となる。

以上のことから、福谷湿原の YF- II a の *Pinus* が増加し広葉樹が減少する層準は、約 430 ~ 650 年前であると推定され、今回の花粉分析の結果は室町時代後期、もしくは江戸時代から現在にかけての植生を反映していると考えられる。また、上記で比較した 3 湿原以外の中国山地の湿地における花粉分析 (三好・波田, 1977; 畑中・三好, 1980) と比較しても、福谷湿原の堆積速度は速く、堆積物は中世や近世の植生変遷の解析にあたって、高い解像度を有していると考えられる。

2. 植生変遷とたたら製鉄が植生へ与えた影響

福谷ため池周辺では大板山たたらのほか、白須たたらが同時代に操業していたため、花粉分析結果は 2 つのたたら場の影響を反映していると考えられる。たたら場の立地は砂鉄より炭木山の方が優先され「砂鉄七里に炭三里」と歌われたが、福谷湿原から大板山たたら製鉄遺跡は約 6 km、白須たたら製鉄遺跡は約 8.5km とともに三里 (約 12km) 以内である。

たたら製鉄に使用された木炭で良いとされるものは、コナラ、クヌギ、リョウブ、アベマキ、ミズナラ、ブナ、イヌブナ、クリ、アラカシなどであるが (有岡, 2004a)、マツ、クリ、マキが極上であったとされ、スギも使われた (下原, 1784)。また、深山よりも里山の木の方が油気を多く含み、製鉄に好適であった。一方で悪いとされた木炭は、シデ、サクラ、シイなどである。

(1) FY- I 帯 : 200-140cm

Pinus よりも、*Castanea/Castanopsis* と *Cyclobalanopsis* が優勢である。また、*Pinus* は花粉生産量が多いため、花粉の検出量が実際の植生をそのまま反映してはいないと考えられる。そのため、FY- I 帯の時代は広葉樹林が広がる中に、マツが岩角地などに部分的に生育していたと推定される。

この時期は、*Pinus* や広葉樹花粉が急激な増加や減少をしてないことから、たたら製鉄が行われる以前の植生を反映していると考えられる。また、*Pinus* と広葉樹花粉が微量の増加と減少を繰り返し

ているため、大規模な伐採や森林再生速度を超えた伐採が行われていなかったと考えられる。阿武地方に住む人が、日常生活に使用する燃料や建材などを生産するため森を利用したが、人口が多くなかったため伐採後は森林が回復し、安定的な状態を保っていたと考えられる。

(2) FY- II 帯：140-45cm

I 帯と異なり、*Pinus* の増加や *Castanea/Castanopsis* と *Cyclobalanopsis* の減少、*Lepidobalanus* と *Ulmus* が連続して出現するようになることから、著しい植生の改変が行われたと考えられる。設定した 3 亜帯ごとに考察した。

II a 亜帯：140-105cm

Pinus が増加を続け、*Castanea/Castanopsis* と *Cyclobalanopsis* が減少を続ける。マツは陽樹とされ、陽光を十分に受けられないと健全な生育ができない（有岡，2004a）。他の樹木が十分な生育をせず、日光の当たりやすい岩石地、崖地、海岸などにマツ林が広がりやすい。いっぽう、普通の山地にマツが生育を始める時期は、裸地になっていることが示唆されると有岡（2004a）は指摘している。つまり、本来の植生が改変された後、二次林としてマツが増加する。また、安田（2007）も、森林が破壊された後の二次林としてアカマツ、スギ、コナラ、クヌギ、クリなどの雑木林が成立し、特にアカマツは二次林を代表するものである、と指摘している。II a 亜帯における *Pinus* の急増は、広葉樹を伐採した後に更地が広がり、その場所にマツ林の拡大を示していると考えられる。また、深度 135cm より *Ulmus* が連続して出現することからも、二次林化が進んだ可能性が高い。さらに、*Compositae*、*Artemisia*、などの草本花粉の出現率が高く、特に *Gramineae* が急増しており、これらも、広葉樹林の大規模な伐採、著しい植生改変が行われたことを示していると考えられる。

この II a 亜帯時代における急激な植生変遷は、たたら製鉄の影響の可能性が推定される。白須たたらは 1710 年代に、大板山たたらは 1750 年代と同時期に操業が開始された。2 箇所のたたら場が周辺で操業されたため、森林再生速度を上回る伐採が行われたと考えられる。

II b 亜帯：105-75cm

Pinus の出現率が圧倒的に高く、*Castanea/Castanopsis* と *Cyclobalanopsis* はたいへん少ない。II b 亜帯時代の森林は、マツ林を主とし広葉樹が僅かに残っている植生だったと推定される。また、II c 亜帯で連続した出現が始まった *Ulmus* に加え、II b 亜帯より表層に向かって *Lepidobalanus* が連続して出現することから、II c 亜帯よりもさらに二次林化が進んだと考えられる。

また、*Castanea/Castanopsis* や *Cyclobalanopsis* などの広葉樹花粉は少量であるが連続して出現するため、すべて伐採せずに炭木として保護を行っていたのかもしれない。また、*Lepidobalanus* は深度 103cm より出現し、表層にかけて少量ではあるが連続して出現するため、こちらも炭木として使用しながら保護していた可能性が考えられる。

II b 亜帯では、*Castanea/Castanopsis* と *Cyclobalanopsis* の出現率が低く、*Pinus* が高い状態が II a 亜帯から続いており、広葉樹花粉が回復しないことから、この時代もたたら製鉄は続けられていたと推測される。

II c 亜帯：75-45cm

Pinus は多少減少するもの高率で出現し、*Castanea/Castanopsis* と *Cyclobalanopsis* が深度 67～71cm では微増する。また、同時に *Gramineae* が減少する。マツ林が優占する里山は、人間によって管理されず放置されると広葉樹が入り、広葉樹の樹高が高くなるとマツに日光が当たらずに枯れ、マツ林が縮小する。つまり II c 亜帯において *Gramineae* の出現率が低くなり *Pinus* の出現率が高いことは、人の手によってマツ林が管理され、維持されるようになったのではないかと考えられる。

II c 亜帯時代にたたら製鉄が行われていたか推定することは難しいが、マツ林が多いままで、広葉樹葉樹がわずかながら増加していることから考えると、II b 亜帯時代と比較すると製鉄を維持しやすかったと考えられる。しかし、燃料の大半で松炭を使用した可能性は低い。まず、燃料としての松炭や葉の特徴は、マツは脂分を多く含むため、火力は強いが持続しない。松炭を燃料の多くに使用した場合は、膨大な量の松炭が必要とされたことが容易に想定される。また、銃押しの場合、作業開始後 3 時間は軟質で燃えやすい松を使い、その後は雑木より製炭した通称黒炭（くろずみ）を使った（俵，1933）ため、松炭を中心に燃料としたとは考えられない。したがって、II c 亜帯時代は、II b 亜帯時代と比較するとたたら製鉄の操業は行いやすかったが、II a 亜帯時代ほど操業しやすくなかったと考えられる。

また、深度 71cm において *Cyperaceae* が急増後、表層に向かって高率で出現する。さらに湿地性の *Lonicera* が出現することから、この時期に福谷湿原の湿地化が、より進んだと推定できる。

(3) FY-III 帯：20-45cm

III 帯においては *Pinus* が減少し、*Cryptomeria* が出現し、表層に向かって増加する。一方、*Castanea/Castanopsis* と *Cyclobalanopsis* は II c 亜帯と比較すると、若干増加する。樹木花粉では *Alnus* や *Salix*、草本花粉では *Trapa* などの湿地性の植物が II c 亜帯と比較して増加、出現することから、福谷湿原はさらに湿地化が進んだと推定される。

現在の福谷ため池の堰堤付近には、ため池の堰堤が 1870（明治 3）年に作られたことを示す石碑が設置されている。堰堤の設置後、水が完全にせき止められるようになり、より湿地化が進んだと考えられるが、初めて堰堤が作られた時代は不明である。山口県の歴史書『防長風土注進案 21 奥阿武宰判』（山口県文書館編，1964）によると、福谷ため池の名前が江戸時代の福賀にあったことが記されており、ため池として明治以前も利用されていたことは明らかである。これらのことから、III 帯は、たたら製鉄が衰退または終焉し、植生の回復が始まった時期にあたりと推定される。江戸時代後期には、藩庁が萩から山口へ移り萩の人口が激減するが、植生の回復はこの事件も反映したものと考えられる。しかし、江戸時代より明治時代に移っても木炭や建材としての木の需要は高かった（有岡，2004b）ため、人口が減少したとしても、植生が大幅には回復し得なかった。

3. 萩藩と森林

(1) 城下町の建都と萩城の建設

城下町になる以前の萩は、日本海に注ぐ松本川沿いの古萩町と吉田町以外は都市的な要素はほとんどなく、そこに一から町立を行った（小川編，1998）ことから、都市を建設するために大量の建材が求められたことは容易に想像できる。また、1604（慶長 9）年より 1608（慶長 13）年にかけて萩城を

建設したため（三坂，1971），築城においても大量の建材が必要であったと考えられる。波多編（1966）も，城下町建都において，福栄村や川上村の木材が大量に使われたのではないかと推定している。

新しい都市の建設と，その後（17世紀後半）の町の増加や拡大（小川編，1998）により人口も増加し，日常生活の燃料としての木炭をはじめ，回復速度を上回る速度で森林を伐採していたと考えられる。

(2) 萩藩の森林政策

萩藩は1661（寛文元）年に木材や薪炭の他国売りを禁じ，また官有林として御立山（おたてやま），官有の竹林として御立藪の制定や造林計画，伐採の許可制の導入，御立山の下草刈の細かい決まりなど，山林保護につとめた（波多編，1966）。森林の官有化や禁制の導入は，当時の森林が荒廃していたことを示している。たたら製鉄のほか萩城をはじめ，城下町の建設や拡大が植生へ与えた影響は，萩藩の森林政策にもよく表れている。

また，有岡（2004b）によると，1660（万治3）年に徳川幕府が山城，大和，伊賀の三ヶ国に対して山林保護を命じた。広島藩でも江戸時代には官有林制度や森林に関する罰則を導入した（有岡，2004a）ことから，萩藩だけでなく17世紀の江戸時代は全国的に森林が荒廃していたことが推定される。

(3) 江戸と明治期のスギの植林

波多編（1966）によると，福栄村では杉の植林が行われた。萩藩において，1716（享保元）年に造林計画を立て，毎年春秋2期，大阪よりスギ・ヒノキの苗を6万本買い入れた。また，江戸時代末期には藩庁が萩より山口へ移り，萩の人口は激減し，林業も急激に衰退を始めた。そのため，明治時代初期にもスギ・ヒノキの植林を始めるなど，人工造林が普及していった。

YF-I 帯上部の *Cryptomeria* の微増は，享保年間の植林を反映したものであり，YF-III 帯の *Cryptomeria* の増加は，明治時代初期の植林を反映したものと考えられる。

VI まとめ

福谷湿原の花粉分析によって，概ね中世以降の花粉群と植生変遷が明らかになった。花粉群の変遷は，FY-I から FY-III の3局地花粉帯に区分され，FY-II 帯は，さらに3つの亜帯に区分された。

福谷湿原の周辺における植生の変遷には，たたら製鉄が影響を与えたことが推定された。たたら製鉄の操業時期は萩の城下町建設により（小国編，1998），短期間で小規模の町が都市として急激に発達したため，大量の建材が必要とされた時期でもあった。また，人口の急増にともない燃料として木炭が必要であったことも，想像に難くない。これらは萩藩の森林政策からも明らかである（波多編，1966）。このようなたたら製鉄，さらに城下町の建都と人口増加の二つの要因が，植生を大規模に改変させたと考えられる。

大板山たたら製鉄の操業が3期に分かれ，それぞれ約50年の間隔があることを，渡辺一雄（1994）は炭木山の植生復元に必要な期間であったと推測している。しかし，花粉分析の結果では *Pinus* の出現率が高い層準が連続することから実際にはあまり回復しなかったと考えられる。

今回の研究では、福谷湿原において堆積物を採取した深度は 200cm までであるが、さらに厚く堆積している可能性があるため、次回は最深部まで採取したい。また、古環境変遷と歴史の関わりをより明確にするためには、¹⁴C 年代測定が必要であろう。

福谷湿原の周辺には、地形図より 2 箇所のため池に隣接した湿地があることが確認できる。また、阿武町と萩市（須佐町）との境界付近に八幡湿原と呼ばれる小規模の湿原が広がっている。これらの湿地においても堆積物を採取、花粉分析を実施し、たたら製鉄が植生に与えた影響を、より詳細に明らかにしたいと考えている。

文献

- 有岡利幸（2004a）里山Ⅰ. 262p., 法政大学出版局.
有岡利幸（2004b）里山Ⅱ. 265p., 法政大学出版局.
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 V. 犬狹峠湿原（岡山県）. 自然科学研究所研究報告, 27, 77-82.
福栄村教育委員会（1992）大板山たたら製鉄遺跡保存整備計画策定書. 50p., 福栄村教育委員会.
波多放彩（編）（1966）福栄村史. 957p., 福栄村史編集委員会.
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.
飯田賢一（1976）鉄の語る日本の歴史 上. 286p., そしえて.
窪田蔵郎（2003）鉄から読む日本の歴史. 269p., 講談社.
松下まり子（2004）花粉分析と考古学. 135p., 同成社.
三坂圭治（1971）山口県の歴史. 264p., 山川出版社.
光永真一（2003）たたら製鉄. 164p., 吉備人出版.
三好教夫・波田義夫（1975）中国地方の湿原堆積物の花粉分析学的研究 I. 蛇ガ凧湿原. 第四紀研究, 13, 161-168.
三好教夫・矢野悟道・波田義夫（1976）中国地方の湿原堆積物の花粉分析学的研究 3. 加保坂湿原（兵庫県）. 岡山理科大学蒜山研究所研究報告, 2, 1-10.
三好教夫・波田義夫（1977）中国地方の湿原堆積物の花粉分析学的研究 IV. 枕湿原（広島県）. 日本生態学会誌, 27, 285-290.
中村純（1967）花粉分析. 232p., 古今書院.
中村純（1980a）大阪市立自然史博物館収蔵資料目録 第12集 日本産花粉の標徴 II. 157p., 大阪市立自然史博物館.
中村純（1980b）大阪市立自然史博物館収蔵資料目録 第13集 日本産花粉の標徴 I. 91p., 大阪市立自然史博物館.
西岡義貴（編）（1982）白須たたら製鉄遺跡第三次調査概報・総括. 48p., 山口県教育委員会.
小川国治（編）（1998）山口県の歴史. 312p., 山川出版社.
貞方昇（1996）中国地方における鉄穴流しによる地形環境変貌. 433p., 溪水社.
貞方昇（2004）中国地方のたたら製鉄と林野の改変. エリア山口, 33, 17-24.

山口県阿武地域の鉄生産（たたら製鉄）が植生へ与えた影響の
花粉分析学的研究

- 下原重仲（1784）鉄山秘書．（館充（訳）（2001）現代語 鉄山必要記事．219p.，丸善.）
- 依國一（1933）古来の砂鉄精錬法．丸善．（古来の砂鉄精錬法研究会（編）（2007）復刻・解説版
古来の砂鉄精錬法 たたら吹製鉄法．193p.，慶友社.）
- 渡辺一雄（編）（1982）生産遺跡分布調査報告書 一採鉱・冶金一．133p.，山口県教育委員会.
- 渡辺一雄（1994）よみがえる産業遺跡 福栄村大板山たたら製鉄遺跡の発掘調査から．清永唯夫（編），
防長歴史探訪（七），山口銀行，149-168.
- 渡辺ともみ（2006）たたら製鉄の近代史．305p.，吉川弘文館.
- 山口県文書館（編）（1964）防長風土注進案 21 奥阿武宰判．554p.，山口県立山口図書館.
- 安田喜憲（2007）環境考古学事始 日本列島 2 万年の自然環境史．346p.，洋泉社.