

長野県佐久市香坂山遺跡から出土した炭化材から復元する
約 37,000 年前の森林植生

能城修一・佐々木由香・国武貞克

長野県佐久市香坂山遺跡から出土した炭化材から復元する 約37,000年前の森林植生

能城修一^{1*}・佐々木由香¹・国武貞克²

要 旨

長野県佐久市の香坂山遺跡から出土した約37,000年前の後期旧石器時代の炭化材の樹種を検討した。この時期は最終氷期の最寒冷期直前の亜間氷期で、海洋酸素同位体ステージの MIS 3に位置付けられる。中部山岳では、野尻湖と諏訪湖の湖底堆積物と長野市信更町の高野層、岐阜県瑞浪市の大湫盆地で MIS 3に相当する時期の花粉分析が行われていて、トウヒ属やマツ属単維管束亜属といったマツ科の樹種が優占する針葉樹林が広がり、それにコナラ属コナラ亜属やブナ属といった落葉広葉樹が伴う様相が報告されていた。しかしこれらの分析地点はいずれも現在の冷温帯下部あるいは中間温帯であり、冷温帯の中央部の情報はこれまで得られていなかった。香坂山遺跡出土の炭化材には、針葉樹のカラマツ属9点、トウヒ属5点、モミ属1点、モミ属? 1点、および広葉樹のナシ亜科1点が認められ、現在は土壌が未発達な立地に遷移初期の林を構成するカラマツ属が、土壌が発達して遷移末期の林を構成するトウヒ属と共存していた。香坂山遺跡の堆積物から、周辺には、地形的にほぼ安定した発達した土壌の立地が広がっていたと考えられるため、やや温暖ではあっても乾燥した MIS 3の時期には気候環境が短期間で著しく変動して立地環境が不安定となり、そのため極端に生育環境が異なるカラマツ属とトウヒ属が共存して林を作っていたと想定した。

キーワード：亜高山帯、後期旧石器時代、針葉樹林、中部山岳、MIS 3

1. はじめに

日本列島における最終氷期最寒冷期 (LGM) の直前の約40,000年前頃の様相は、おもにボーリングと露頭調査によって190地点で行われた花粉分析から解明されている (Ooi 2016)。この時期は最終氷期の中でやや温暖な亜間氷期と捉えられており、海洋酸素同位体ステージの MIS 3に位置付けられている (Lisiecki and Raymo 2005)。Ooi (2016) によると、北海道ではエゾマツとアカエゾマツを伴うグイマツ林が優占し、本州北部ではトウヒ属とモミ属、ツガ属、マツ属の針葉樹林が山岳部で優占し、スギ林が太平洋岸にあったとされている。本州中央部の山岳域では、カラマツとヒメバラモミ、ツガの

針葉樹林が優占し、低地部ではマツ科の針葉樹を伴う落葉広葉樹林が優占し、こうしたマツ科の針葉樹を伴う落葉広葉樹林が西日本にかけて広がっていた。西日本では、暖温帯の要素であるエノキ属/ムクノキ属やカシ類が低率ではあっても伴う地点が多くみられ、落葉広葉樹林中にこうした要素が混生していた。

このように日本列島全域における MIS 3の大まかな植生の様相は把握されてきているが、個別の地域の特定の時期における植生の様相となると、まだ見解が一致していない場所が多数存在する。例えば中部山岳では、野尻湖と諏訪湖の湖底堆積物と長野市信更町の高野層、岐阜県瑞浪市の大湫盆地で MIS 3に相当する時期の花粉分析が行われている。それぞれの分析地点の標高は、野尻湖が660m、諏訪湖が760m、高野層が730m、大湫盆地が

1 明治大学黒耀石研究センター 〒101-0064 東京都千代田区神田猿樂町1-6-3

2 国立文化財機構奈良文化財研究所 〒630-8577 奈良市二条町2-9-1

* 責任著者：能城修一 (noshiro@meiji.ac.jp)

500mである。野尻湖湖底堆積物では、MIS 3の層準に2000年ほどの堆積間隙があるものの、樹木花粉がMIS 3を通して70%前後を占めて優占し、アカスコ火山灰の前後に4時期ほど50%かそれ以下になる時期が存在した(公文ほか2009; Kudo and Kumon 2012)。MIS 3を通して、トウヒ属やモミ属、ツガ属、マツ属単維管束亜属といったマツ科針葉樹が優占し、約55,000~45,000年前の時期にはコナラ属コナラ亜属やブナ属、ハンノキ属、ニレ属/ケヤキ属がマツ科針葉樹とともに優占した。それに対し、諏訪湖湖底堆積物では、MIS 3を通じて樹木花粉の割合は50~60%前後で大きな変動はなく、トウヒ属とマツ属単維管束亜属が優占し、時期によってツガ属やモミ属が伴う針葉樹林が継続したとされている(大嶋ほか1997)。また、高野層ではMIS 3を通じて樹木花粉が70~80%を占めていてトウヒ属とマツ属単維管束亜属、ツガ属が優占したほかに、カバノキ属や、ハンノキ属、コナラ属コナラ亜属、ニレ属/ケヤキ属/ハリゲヤキ属、トネリコ属といった広葉樹もある程度伴うやや温暖な様相が復元されている(入谷ほか2005; 叶内ほか2015)。大湫盆地では、MIS 3を通じて樹木花粉が50%前後を占め、マツ属単維管束亜属とツガ属が優占し、下位ではトウヒ属が、上位ではコナラ属コナラ亜属やブナ属、クマシデ属が伴う組成が復元されており、MIS 3の後半で温暖化した様相が報告されている(神谷ほか2009)。このように樹木花粉の組成は4地点で共通性が比較的高く、トウヒ属やマツ属単維管束亜属を優占する針葉樹林が広がり、それに落葉広葉樹が伴う組成となっている。しかし落葉広葉樹や草本花粉が占める比率と変動は地点間で大きく異なっており、諏訪湖や大湫盆地では森林とともに草原も広がっていたと想定されるのに対し、野尻湖や高野層ではほぼ森林に覆われていたことになる。こうした違いが地理的な立地の違いによるのか、あるいは堆積物の性状の違いによるのか、あるいは層序学的な対比の問題なのかは不明である。

長野県佐久市の香坂山遺跡は関東平野と千曲川流域の境の標高1140mに位置しており、現在は冷温帯のミズナラ林の中に位置している。ここには浅間山をおもな給源とするロームが厚く堆積しており、その間には始良Tn火山灰(AT)や斜面崩落土も堆積していた。地表

下約2.6mの層準には後期旧石器時代の石器が多数認められ、それに伴って微少な炭化材も多数出現した。炭化材は大部分が放射性炭素年代測定に使われたが、その残渣にはある程度の大きさがあつて樹種が検討できる資料が含まれていた。これまでMIS 3の時期の花粉分析が行われているのは標高500~760m前後の冷温帯下部あるいは中間温帯であり、香坂山遺跡の試料はこの時期のより高い標高域の植生を表している可能性が考えられる。ここでは香坂山遺跡から見いだされた炭化材試料18点の樹種を検討し、MIS 3の時期の遺跡周辺の森林組成を復元する。

2. 試料と方法

2-1 香坂山遺跡の概要と分析試料

香坂山遺跡は長野県佐久市香坂地籍葡萄4-1に所在し、地理的には関東平野と千曲川流域の境にある八風山の南東稜から西に延びる尾根上標高約1140mの地点に位置する(図1; 国武2021)。これより西の標高1080~990m付近には黒色安山岩の大型角礫が露出していて、それを活用した石材原産地遺跡として八風山遺跡群が存在し、より下流の標高約900mの平坦な尾根上にも下茂内遺跡が存在し、旧石器時代から縄文時代において黒色安山岩の供給地となっていた。香坂山遺跡の2020年の調査はKS区とE区という南北に隣接する二つの調査区と道路を挟んで西側にあるC区とD区で行われた。KS区からは小石刃や幅3cm以上の大型石刃、尖頭形剥片などが集中して出土し、E区からは黒曜石製の小石刃や中型石刃などが、C区では幅3cm以上、長さ12cmほどの多数の大型石刃が、D区では尖頭形剥片がまとめて出土した。

E区では地表下3.6mまで掘削され、その層序は20層に区分された(国武2021)。上位には浅間板鼻黄色軽石(As-Y)や浅間大窪沢軽石群(As-Ok gr)、浅間板鼻褐色軽石群(As-BP gr)といった浅間火山起源の軽石を含む層準があり、それより下位の地表下2m付近に始良Tn火山灰(AT)の純層が層厚10~15cmで14層の

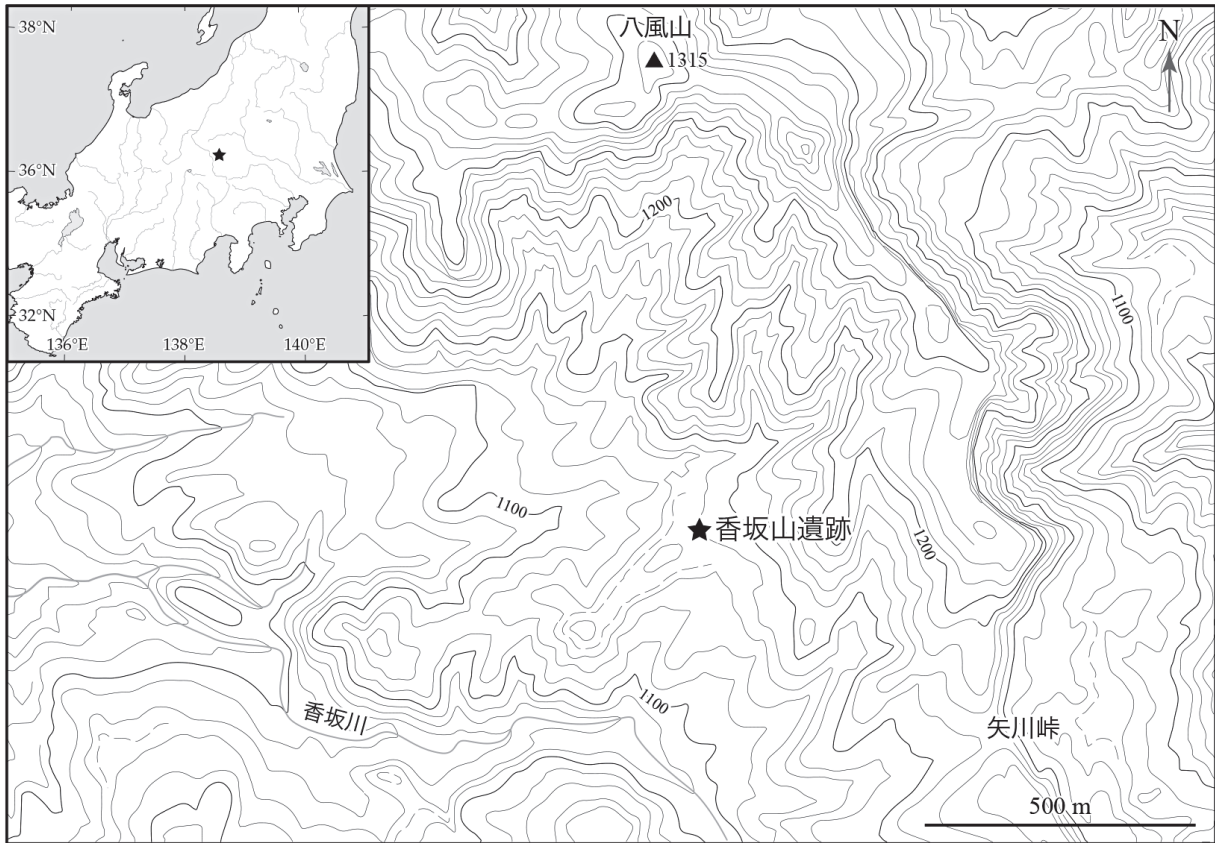


図1 香坂山遺跡の位置

ローム層中に認められた。石器はそれより40~80cmほど下位の17層の中位および下位から出土した。大型の石器が出土するレベルは調査区間で揃っており、その上下に小型の石器が拡散し、全体で層厚20cmほどの間に収まっていた。炭化材は大型石器の出土レベルに集中していた。E区の出土炭化材4点の放射性炭素年代は校正年代(2 σ , 校正データ IntCal20)の最大幅で37,612-36,263 cal BP, KS区の出土炭化材4点の放射性炭素年代は36,848-36,077 cal BPとなっており、海洋酸素同位体ステージのMIS 3に相当する(Lisiecki and Raymo 2005)。KS区の出土炭化材で放射性炭素年代に供した残渣で、1辺の長さが約0.5~2mmの大きさを持つ18点について樹種同定を行った。

2-2 樹種同定方法

炭化材試料は、横断面、接線断面、放射断面をメスで割りだした後に、(株)エーティーエーのメタルプラズマコート AT-ET で金蒸着を行い、(株)キーエンスの超深度マルチアングルレンズ VHX-D510で観察して同定

を行った。

3. 結果

総数18点の試料には、針葉樹のマツ科のカラマツ属、トウヒ属、モミ属と、広葉樹のバラ科のナシ亜科が見いだされた(表1; 図2~4)。以下には各分類群の記載を行い、同定の根拠を明示する。炭化試料は1辺2mm以下と小さく、一般的に保存状態が悪く、針葉樹では放射組織の特徴はほとんど放射断面では観察できなかった(図1: 1c, 5c)。そのため、針葉樹の試料は主に横断面と接線断面の特徴に基づいて同定した。

1. カラマツ属(枝・幹材) *Larix* (stemwood) マツ科 図2: 1a-1c (KS1-ア1), 6a-6b (KS1-イ4), 7a-7b (KS1-イ18), 図3: 10a-10b (KS1-ウ7), 11a-11b (KS1-ウ12), 12a-12b (KS1-ウ19), 図4: 16a-16b (KS1-カ1), 17a-17b (KS1-カ5), 18a-18b (KS1-カ11)

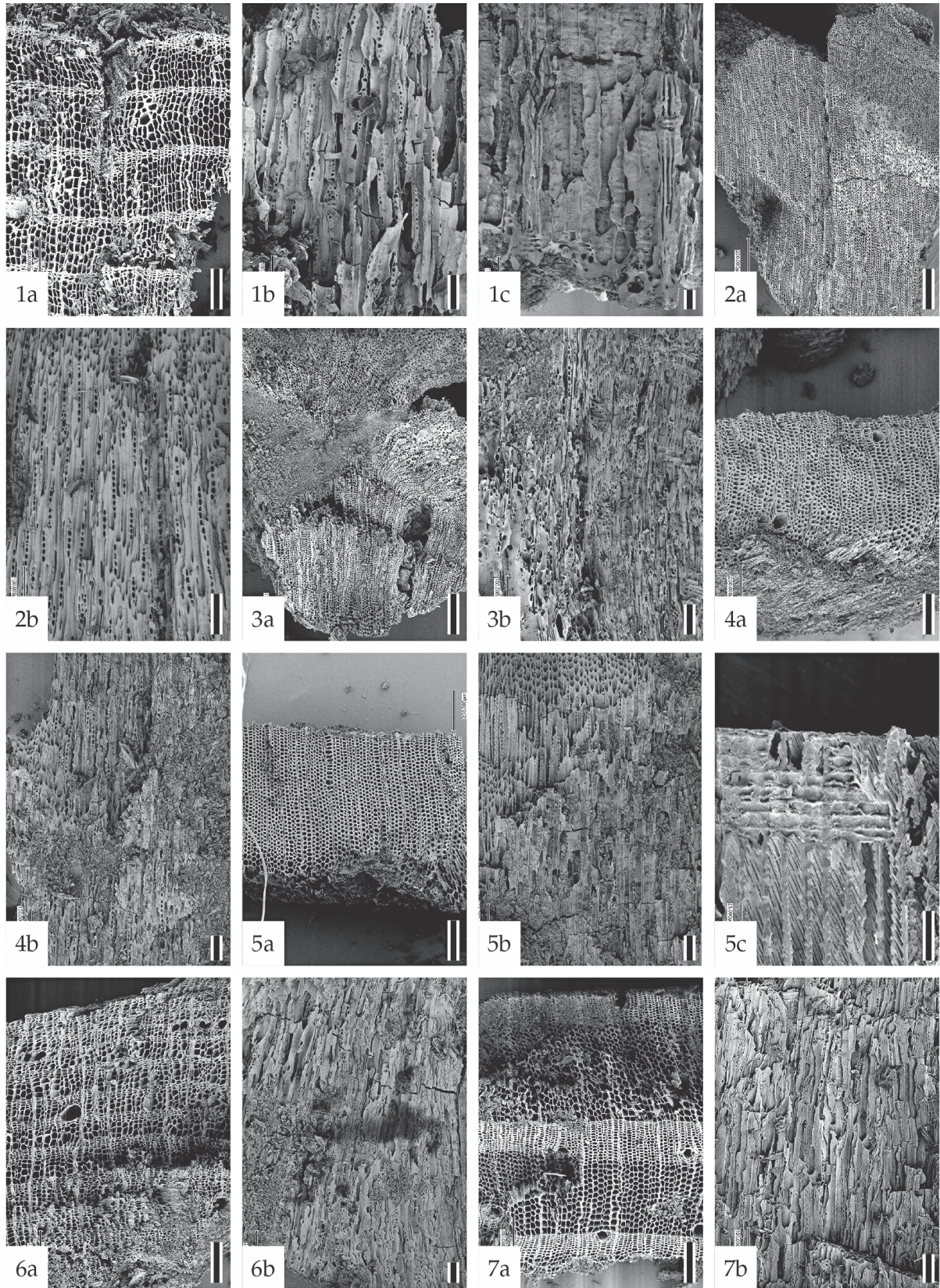


図2 香坂山遺跡出土炭化材の走査電子顕微鏡写真 (1)

1a-1c: カラムツ属 (枝・幹材, KS1-ア1), 2a-2b: トウヒ属 (枝・幹材, KS1-ア5), 3a-3b: モミ属? (枝・幹材, KS1-ア19), 4a-4b: トウヒ属 (枝・幹材, KS1-ア27), 5a-5c: トウヒ属 (枝・幹材, KS1-ア95), 6a-6b: カラムツ属 (枝・幹材, KS1-イ4), 7a-7b: カラムツ属 (枝・幹材, KS1-イ18). a: 横断面 (スケール=200 μm), b: 接線断面 (スケール=100 μm), c: 放射断面 (スケール=50 μm).

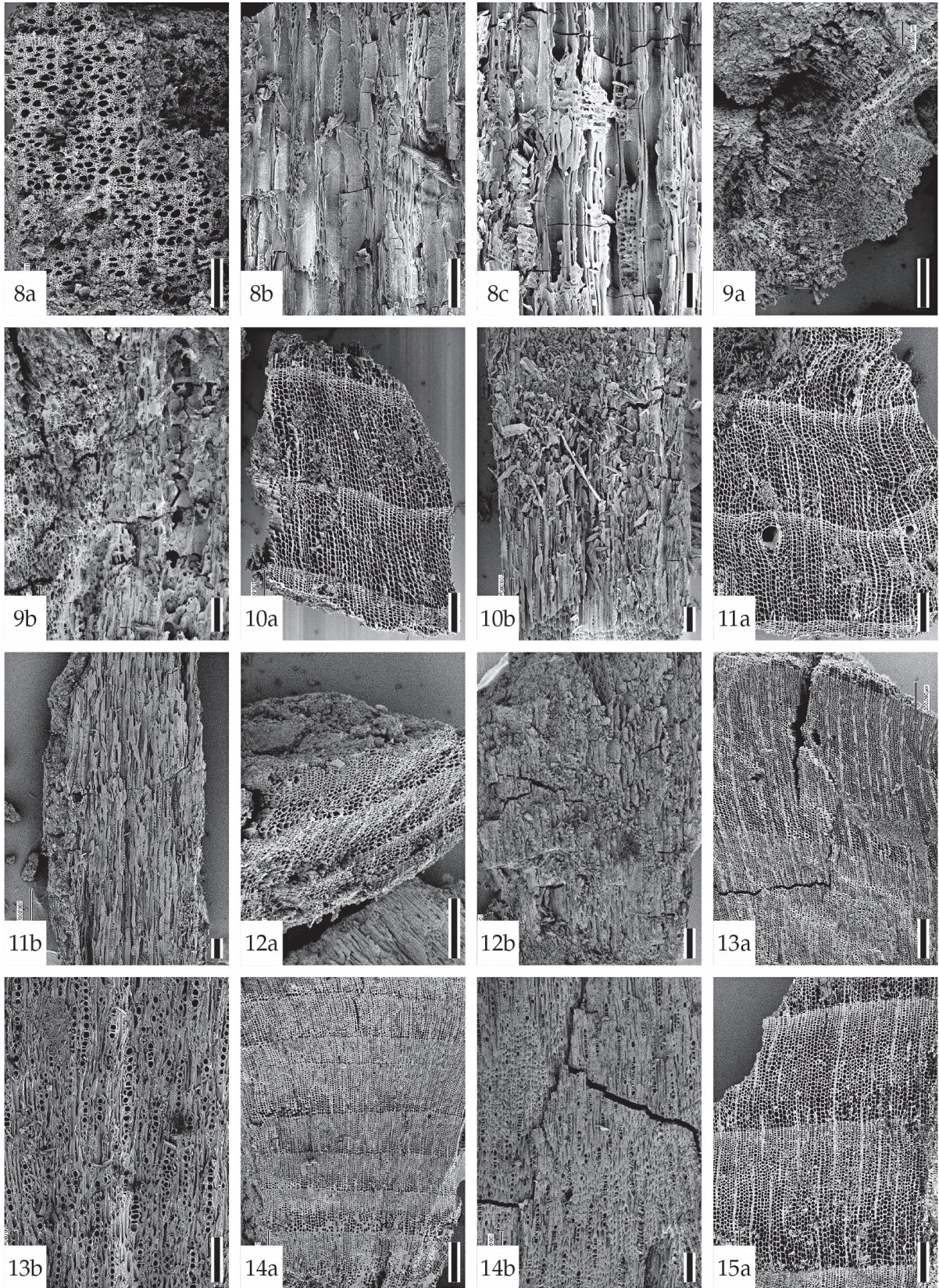


図3 香坂山遺跡出土炭化材の走査電子顕微鏡写真 (2)

8a-8c: ナナカマド属 (枝・幹材, KS1-イ19), 9a-9b: 針葉樹 (枝・幹材, KS1-ウ4), 10a-10b: カラマツ属 (枝・幹材, KS1-ウ7), 11a-11b: カラマツ属 (枝・幹材, KS1-ウ12), 12a-12b: カラマツ属 (枝・幹材, KS1-ウ19), 13a-13b: トウヒ属 (枝・幹材, KS1-エ8), 14a-14b: トウヒ属 (枝・幹材, KS1-オ4), 15a: モミ属 (枝・幹材, KS1-オ15). a: 横断面 (スケール=200 μm), b: 接線断面 (スケール=100 μm), c: 放射断面 (スケール=50 μm).

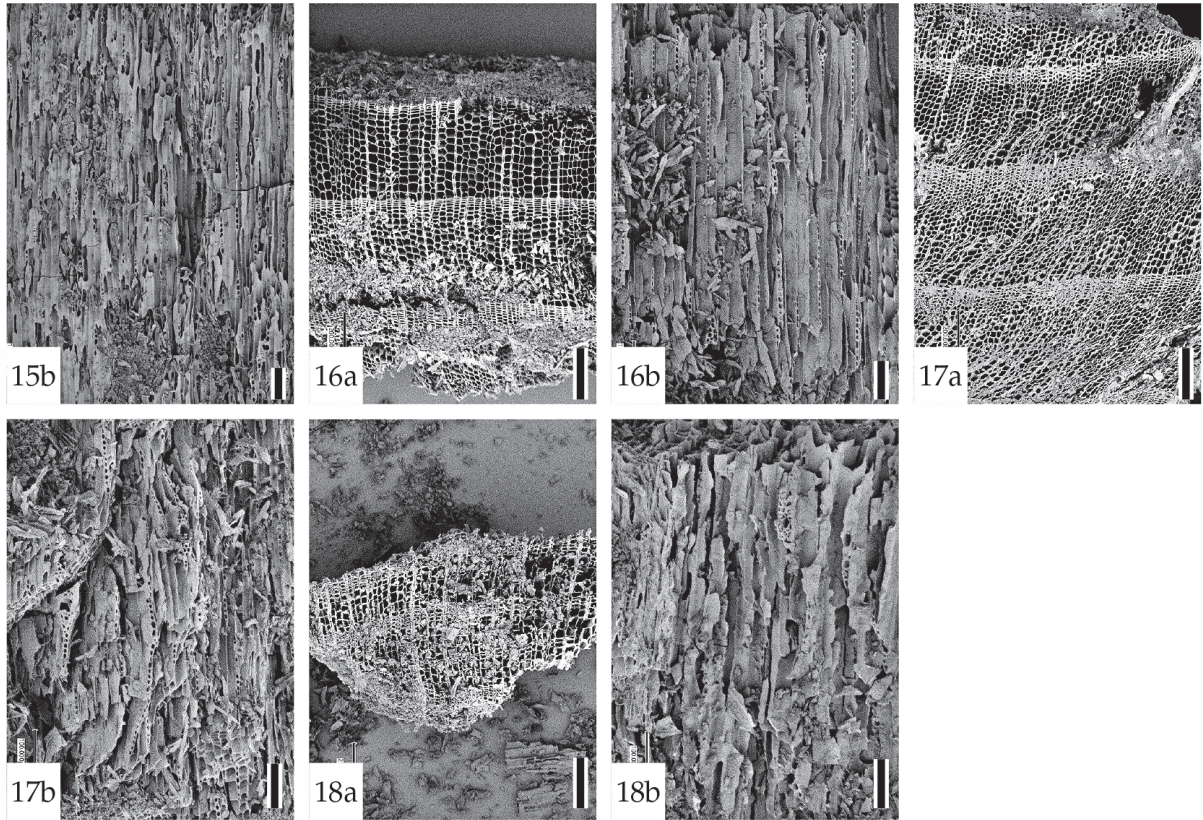


図4 香坂山遺跡出土炭化材の走査電子顕微鏡写真 (3)

15b：モミ属（枝・幹材，KS1-オ15），16a-16b：カラマツ属（枝・幹材，KS1-カ1），17a-17b：カラマツ属（枝・幹材，KS1-カ5），18a-18b：カラマツ属（枝・幹材，KS1-カ11）．a：横断面（スケール=200 μm），b：接線断面（スケール=100 μm）．

垂直・水平樹脂道を共にもつ針葉樹の木材．早材の仮道管の径は大きく，その放射壁には有縁壁孔がしばしば2列に配列する．早材から晩材への移行はやや急～急で，晩材の量は少ない．早材の終わりから晩材には垂直樹脂道が散在する．

2. トウヒ属（枝・幹材）*Picea* (stemwood) マツ科
図2：2a-2b(KS1-ア5)，4a-4b(KS1-ア27)，5a-5c(KS1-ア95)，図3：13a-13b(KS1-エ8)，14a-14b(KS1-オ4)

垂直・水平樹脂道を共にもつ針葉樹の木材．早材の仮道管の径は小さい．早材から晩材への移行は緩やかで，晩材の量は多い．早材の終わりから晩材には垂直樹脂道が散在する．

3. モミ属（枝・幹材）*Abies* (stemwood) マツ科 図3，4：15a-15b（枝・幹材，KS1-オ15）

垂直・水平樹脂道をいずれも欠く針葉樹の木材．早材

の仮道管の径は小さい．早材から晩材への移行は緩やかで，晩材の量は多い．

4. ナシ亜科（枝・幹材） Subfam. Maloideae (stemwood)
バラ科 図3：8a-8c (KS1-イ19)

径50μm以下の丸い道管が単独あるいは2～3個複合して密に均一に散在する散孔材．道管の穿孔は単一で，内壁にはらせん肥厚がある．木部柔細胞を持つ．放射組織はほぼ同性で，ときに上下端の1～2列が直立する異性となり，2細胞幅．

4. 考察

検討した炭化材は石器の出土レベルのみから集中して出土しており，当時の人類によって燃料とされた木材の残渣と考えられた．試料18点のうち針葉樹としか同定で

表1 香坂山遺跡出土炭化材の樹種同定結果

| 炭No | 樹種同定結果 | 学名 | 科名 | 材 | 資料No |
|-----|--------|-------------------|-----|------|---------|
| 1 | カラマツ属 | <i>Larix</i> | マツ科 | 枝・幹材 | KS1-ア1 |
| 2 | トウヒ属 | <i>Picea</i> | マツ科 | 枝・幹材 | KS1-ア5 |
| 3 | モミ属? | <i>Abies?</i> | マツ科 | 枝・幹材 | KS1-ア19 |
| 4 | トウヒ属 | <i>Picea</i> | マツ科 | 枝・幹材 | KS1-ア27 |
| 5 | トウヒ属 | <i>Picea</i> | マツ科 | 枝・幹材 | KS1-ア95 |
| 6 | カラマツ属 | <i>Larix</i> | マツ科 | 枝・幹材 | KS1-イ4 |
| 7 | カラマツ属 | <i>Larix</i> | マツ科 | 枝・幹材 | KS1-イ18 |
| 8 | ナシ亜科 | Subfam. Maloideae | バラ科 | 枝・幹材 | KS1-イ19 |
| 9 | 針葉樹 | coniferous wood | — | 枝・幹材 | KS1-ウ4 |
| 10 | カラマツ属 | <i>Larix</i> | マツ科 | 枝・幹材 | KS1-ウ7 |
| 11 | カラマツ属 | <i>Larix</i> | マツ科 | 枝・幹材 | KS1-ウ12 |
| 12 | カラマツ属 | <i>Larix</i> | マツ科 | 枝・幹材 | KS1-ウ19 |
| 13 | トウヒ属 | <i>Picea</i> | マツ科 | 枝・幹材 | KS1-エ8 |
| 14 | トウヒ属 | <i>Picea</i> | マツ科 | 枝・幹材 | KS1-オ4 |
| 15 | モミ属 | <i>Abies</i> | マツ科 | 枝・幹材 | KS1-オ15 |
| 16 | カラマツ属 | <i>Larix</i> | マツ科 | 枝・幹材 | KS1-カ1 |
| 17 | カラマツ属 | <i>Larix</i> | マツ科 | 枝・幹材 | KS1-カ5 |
| 18 | カラマツ属 | <i>Larix</i> | マツ科 | 枝・幹材 | KS1-カ11 |

きない1点を除くと、カラマツ属が9点、トウヒ属が5点、モミ属が1点、モミ属?が1点、ナシ亜科が1点であった(表1; 図2~4)。微少な炭化材のため、点数をそのまま森林の組成に対応させるには無理がある。しかし、カラマツ属とトウヒ属を主体とした針葉樹林があって、わずかにモミ属やナシ亜科が混生した可能性が高いと考えられ、そうした組成の存在の意味について考察する。

まず中部山岳のMIS 3におけるカラマツ属花粉の出土をみると、野尻湖(公文ほか2009; Kudo and Kumon 2012)ではMIS 3の初期には5%を越えるもののそれ以降は最終氷期最寒冷期(LGM)まで数%未満、諏訪湖(大嶋ほか1997)と高野層(入谷ほか2005; 叶内ほか2015)では数%未満、大湫盆地(神谷ほか2009)では存在は確認されているもののダイアグラムに無いとなっており、香坂山遺跡遺跡よりも標高が低いこともあるが、カラマツ属の存在が花粉分析の結果には十分に反映されていないと考えられる。最終氷期最寒冷期にあたるMIS 2とそれ以降の様相をみてみると、野尻湖ではAT降灰直後に優占するトウヒ属とマツ属単維管束亜属、ツガ属の減少とモミ属の増加とともにカラマツ属花粉が数%明瞭に存在するが、それ以降はごくわずかしこ検出

されていない。諏訪湖ではMIS 3と同様にMIS 2においても、トウヒ属やマツ属単維管束亜属、ツガ属、モミ属が優占するなかでカラマツ属花粉は数%未満である。高野層ではMIS 2の層準を欠き、大湫盆地はダイアグラムにカラマツ属を欠く。また標高1400mに位置する長野県小県郡長和町の広原湿原では、MIS 2には木本花粉の比率が20~40%と低く、木本ではカバノキ属とマツ属単維管束亜属、ツガ属が優占し、トウヒ属が伴っており、カラマツ属は限られた層準で1%以下しか検出されていない(Yoshida et al. 2016)。カラマツ属の花粉は生産量が低く散布範囲も狭いため、その存在は過小に評価され(Janssen 1984)、実際の現存量の120分の1しか花粉組成に反映されないとされているが(Davis 1963)、野尻湖や諏訪湖、高野層、広原湿原における花粉分析でもカラマツ属の存在は過小評価されているようである。

ついで現在におけるカラマツの生育状況を概観する。カラマツは典型的な陽樹であり、カラマツ林の現在の立地は、火山噴出物によって覆われた新たな立地、および山火事や地送り、雪崩、河川氾濫などによって新たな形成された立地とされており、そうした立地に純林を作る(館脇ほか1965)。カラマツは、宮城県刈田郡と白石市の境にある馬ノ神岳を北限とし、日光から丹沢山地西部を

東限として、南アルプスから、中央アルプス、北アルプスを西限とする範囲の中部山岳に集中して分布し、白山を西限とする(倉田1964)。中部山岳では、カラマツは、現在、尾根でも谷でも標高1500~2100mにもっとも普通に生育し、標高1400~2300mのコメツガの主要分布域に包摂され、亜高山帯の主要素であるシラベヤアオモリトドマツ、トウヒの標高1800~2500mという分布域よりは低位に生育する(高橋1962)。カラマツの代表的な生育地である富士山と金峰山、八ヶ岳、御嶽山、上高地、浅間山、万座、日光、尾瀬ヶ原の34地点で館脇ほか(1965)が調べた範囲では、樹高20m以上の高木層を占めるのはカラマツのみであり、樹高10~20mの亜高木層になってシラビソやコメツガ、トウヒ、アカマツ、ダケカンバ、ミズナラ、ミヤマザクラ、ナナカマドが3以下の地点で混生した。梓川上流域の地滑り地において地形と植生との対応をみると、カラマツ林が成立するのは滑落崖で、移動体上ではシラビソ林とトウヒ林が成立していた(高岡・荻谷2020)。滑落崖上のカラマツ林にはトウヒとシラビソが混生する場合もあり、移動体上のトウヒ林にはしばしば、またシラビソ林ではごく稀にカラマツが混生した。このように現在、カラマツは、土壌がまだ十分に発達していない立地において、遷移初期の段階の林を亜高山帯下部で構成して生育しており、土壌の発達と安定とともに常緑の亜高山性針葉樹に凌駕されていく。

しかし香坂山遺跡の立地は、八風山の南東の緩斜面上にあり、ATより上位には斜面崩落土が1層認められるものの、ロームがほぼ乱れることなく堆積しており、周辺には発達した土壌が安定した地形面上に継続的に存在したと考えられる(国武編2021)。香坂山遺跡の炭化材は、燃料材として比較的近傍から集められたと想定され、そうした遺跡の近傍には発達した土壌の上に、現在の日本列島には見られないカラマツ属とトウヒ属が優占する森林が存在したことを示唆している。サハリン最北端のシュミット半島では、エゾマツとグイマツが共存しているが、そこではエゾマツの成長が極限まで落ちこんだためその生育適地が狭まり、さらに山火事などの攪乱によって開放地が出現することによって両種の共存が可能となっていた(沖津1999)。それを元に沖津(1999)は最終氷期最盛期の北海道における両種の共存条件を検討

し、両種はかなり発達した森林を形成し、乾燥化によってエゾマツの分布範囲が狭まったため、グイマツ林が広がっていたと想定した。

香坂山遺跡では、E区の列石遺構の直下の植物珪酸体分析では、メダケ属の比率が低く、ササ属のうちミヤコザサ節がチマキザサ節よりもやや優勢である点から、冷涼で積雪量の少ない気候環境が復元されている(早田・杉山2021)。MIS 3の時期には北米大陸にはローレンタイド氷床が、スカンジナビア半島にはスカンジナビア氷床が存在したことから(van Meerbeek et al. 2009)、海水準は現在よりも低く、対馬暖流は日本海に流入しておらず、現在よりは日本海側の降雪量は少なく、日本列島は全般に乾燥していたと考えられる。晩氷期以降に比べてMIS 3では、ブナ属花粉が日本海沿いで少量しか産出してない状況は降雪量の減少を示していると考えられる(Ooi 2016)。しかしスギ属花粉は近畿地方以西で点々と出土しており、海岸縁の低地にはスギ林が存続していたようである。

一方、最終氷期にはダンスガード・オシュガー循環と呼ばれる短期間に起こった寒暖の変化がグリーンランドの氷床コアの解析から知られている。最終氷期に起こった25回のダンスガード・オシュガー循環のうち、14回がMIS 3の時期に起こっており、MIS 4やMIS 2の亜氷期ほどでは無くても、ダンスガード・オシュガー循環の寒冷な時期には氷床コア中の粉塵の量が増えていて、アジア大陸から飛来したとされている(Wolff et al. 2010)。このようにMIS 3の時期は、現在よりも降水量が少ないだけでなく、300~2500年の間隔でこうした寒暖のサイクルが頻繁に起こったため、生育環境が不安なものとなり、陽樹のカラマツ属と陰樹のトウヒ属がともに森林を形成する状況が生じたと想定される。今回は、1遺跡から得られたごくわずかの炭化材資料からの推定であるが、こうした検討を各地で行うことによって、花粉分析とは異なった側面から最終氷期の植生が復元できると期待される。

謝辞

現場の調査にあたっては堤隆氏にご協力いただいた。また國木田大氏には放射性炭素年代試料の採取にあたってご配慮

頂いた。記して感謝いたします。また、本研究は部分的に JSPS 科研費 (No. 19H01354, No. 20H05811) により補助を受けた。

引用文献

- Davis, M.B., 1963. On the theory of pollen analysis. *Am. J. Sci.* 261: 897-912.
- 入谷 剛・北川陽一・大井信夫・古澤 明・宮脇理一郎 2005「長野県北部，上部更新統高野層のテフラと花粉分析に基づく環境変遷」『第四紀研究』44：323-338.
- Janssen, C. R. 1984. Modern pollen assemblages and vegetation in the Myrtle Lake peatland, Minnesota. *Ecological Monographs* 54: 213-252.
- 神谷千穂・守田益宗・佐々木俊法・宮城豊彦・須貝俊彦・柳田 誠・古澤 明・藤原 治 2009「岐阜県瑞浪市大湫盆地における約17万年間の植生変遷」『植生史研究』17：55-63.
- 叶内敦子・河合小百合・公文富士夫 2015「長野県長野市信更町，後期更新世高野層から採取した TKN2004 コアの花粉分析」『第四紀研究』54：69-86.
- Kudo, Y. and Kumon, F. 2012. Paleolithic cultures of MIS 3 to MIS 1 in relation to climate changes in the central Japanese islands. *Quaternary International* 248: 22-31.
- 公文富士夫・河合小百合・井内美郎 2009「野尻湖堆積物に基づく中部日本の過去7.2万年間の詳細な古気候復元」『旧石器研究』5：3-10.
- 国武貞克編 2021「香坂山遺跡2020年発掘調査成果報告書」205 p., 奈良，奈良文化財研究所
- 倉田 悟 1964 『日本林業樹木図鑑 第1巻』331p., 東京，地球社
- Lisiecki, L. E. and Raymo, M. E. 2005. A Pliocene-Pleistocene stack of 57 globally distributed benthic $\delta^{18}\text{O}$ records. *Paleoceanography* 20, PA1003, doi:10.1029/2004PA001071.
- 沖津 進 1999「サハリン最北端シュミット半島に分布するエゾマツ，グイマツの共存条件とそれから推定される最終氷期の北海道における両種の共存状態」『植生史研究』7：3-10.
- Ooi, N. 2016. Vegetation history of Japan since the last glacial based on palynological data. *Japanese Journal of Historical Botany* 25: 1-101.
- 大嶋秀明・徳永重元・下川浩一・水野清秀・山崎晴雄 1997「長野県諏訪湖湖底堆積物の花粉化石群集とその対比」『第四紀研究』36：165-182.
- 早田 勉・杉山真二 2021「香坂山遺跡における植物珪酸体分析」『香坂山遺跡2020年発掘調査成果報告書』国武貞克編，pp.112-115, 奈良，奈良文化財研究所
- 館脇 操・伊藤浩司・遠山三樹夫 1965「カラマツ林の群落学的研究」『北海道大学農学部演習林研究報告』24：1-176.
- 高橋啓二 1962「本州中部森林における垂直分布帯の研究—治山造林の立場から見た地域区分—」『林業試験場研究報告』142：1-171.
- 高岡貞夫・菊谷愛彦 2020「長野県梓川上流域における地形植生史：山地の斜面発達と植生分布構造」『植生史研究』28：47-58.
- Van Meerbeeck, C.J., Renssen, H. and Roche, D. M. 2009. How did Marine Isotope Stage 3 and Last Glacial Maximum climates differ? — Perspectives from equilibrium simulations. *Clim. Past* 5: 33-51.
- Wolff, E.W., Chappellaz, J., Blunier, T., Rasmussen, S.O. and Svensson, A. 2010. Millennial-scale variability during the last glacial: The ice core record. *Quaternary Science Reviews* 29: 2828-2838.
- Yoshida, A., Kudo, Y., Shimada, K., Hashizume, J. and Ono, A. 2016. Impact of landscape changes on obsidian exploitation since the Palaeolithic in the central highland of Japan. *Vegetation History and Archaeobotany* 25: 45-55.

Forest vegetation of ca. 37,000 years ago deduced from charcoal pieces from the Kousakayama Site, Nagano

Shuichi Noshiro^{1*}, Yuka Sasaki¹, Sadakatsu Kunitake²

Abstract

Forest vegetation of ca. 37,000 years ago was deduced from charcoal pieces from the Kousakayama Site, Nagano, in the Chubu district of central Japan. The Kousakayama Site is an Upper Paleolithic site that yielded large blades, points, and bladelets from a horizon ca. 20 cm thick 2.4–2.8 m below the present ground surface. Six charcoal pieces accompanying Paleolithic blades were dated as 37,600–36,080 cal BP, and the blade yielding horizon can be correlated to Marine Isotope Stage 3 (MIS 3). Pollen analyses of MIS 3 horizons carried out at four localities in the Chubu district indicated prevalence of pinaceous forests consisting of *Picea*, *Pinus* subgen. *Haploxylon*, and *Tsuga* often accompanied by deciduous broadleaved trees such as *Quercus* subgen. *Lepidobalanus* and *Fagus*. The pollen analyses were, however, carried out in the lower part of the present cool-temperate zone or the intermediate-temperate zone, and no information about past vegetation was obtained in the middle part of the present cool-temperate zone. Among 18 charcoal pieces obtained at the Kousakayama Site, nine were *Larix*, five were *Picea*, one was *Abies*, one was *Abies?*, and one was Subfam. Maloideae. This composition showed that *Larix* presently forming primary or secondary forests on unstable and undeveloped soil and *Picea* presently forming climax forests on developed soil coexisted around this site at ca. 37,000 years ago. The stratigraphy at this site indicated an existence of little disturbed habitat with developed soil around this site. Thus, frequent climatic oscillations during comparatively warm, dry MIS 3 seem to have made habitat conditions unstable enough to allow coexistence of these two genera with opposing habitat preferences.

Keywords: Chubu district, coniferous forest, MIS 3, subalpine zone, Upper Paleolithic

(Received 10 December 2021/ Accepted 9 January 2022)

¹ Center for Obsidian and Lithic Studies, Meiji University, Kanda-sarugaku-cho 1-6-3, Chiyoda, Tokyo 101-0064, Japan

² Nara Cultural Properties Research Institute, Nijo Cho 2-9-1, Nara City, Nara, 630-8577, Japan

* Corresponding author: Shuichi Noshiro (noshiro@meiji.ac.jp)