

が検出の極大を示す（早田，2016）．また，深度 200 ～ 220 cm 付近（TP-3 基本層序の 6 層）には安山岩質の角礫が散在する．分析用試料は 5 cm 間隔で採取した．

3-2-3 HB-3

ボーリングコアは，黒色を基調とする上部土層（地表～深度 58 cm）と褐色を基調とする下部土層（深度 58 ～ 391 cm）に二分される（図 8）．なお，深度 176 ～ 184 cm（試料 44 ～ 46）の珪酸体分析プレパラート（粒径画分 0.1 ～ 0.01 mm）で AT 起源ガラスが検出の極大を示す．同様な極大は粒径画分 1/4 ～ 1/8 mm の分析でも認められる（早田，2016）．分析には，含水率測定等の理化学分析用に 4 cm おきに 2 cm 厚で切り出された試料（公文，2016）の一部を分取して用いたが，表土が混入している深度 100 ～ 110 cm は分析考察対象から除外している．

4. 分析方法

分析の方法は，湿原堆積層試料については電気炉を用いた乾式法（650 °C，6 時間加熱）により，一方，隣接陸域土壤層は過酸化水素を用いた湿式法により有機物を分解後，佐瀬ほか（2008）に準じて植物珪酸体（以下，珪酸体と略記）を抽出（10 ～ 100 μ m 画分）同定した．また，隣接陸域土壤層と TR-2 の湿原堆積層については珪酸体密度（乾土 1 g 当たりの植物珪酸体粒数）を近藤（2000）に準じて求めた．

5. 結果と考察

5-1 植物珪酸体群集変動

5-1-1 湿原堆積層

(1) TR-2

上位から次の 4 つの植物珪酸体帯に区分される（図 2）．以下に各植物珪酸体帯の特徴を記す．

TR2-I 帯（地表から深度 119 cm）：ファン型群（Fan shaped）ではヌマガヤ属タイプ（*Moliniopsis* type）が中間部を除き優勢に検出されるが，ヨシ属タイプ（*Phragmites* type）はほとんど検出されない．ササ属タイプ（*Sasa* type）はヌマガヤ属タイプと相反し，中間部で明瞭に検出される以外は目立たない．短細胞起源群（Short cell）ではキビ型（Panicoid），ヒゲシバ型

（Chloridoid）がファン型ヌマガヤ属タイプにほぼ対応して検出され，ウシノケグサ型（*Festucoid*）が上半部で明瞭に検出される．タケ型のシグナルは概ね弱いが，ファン型ササ属タイプに対応して検出される．

TR2-II 帯（深度 120 ～ 210 cm）：ファン型群では，ヨシ属タイプが，さほど高い頻度とはいえないものの，ほぼ連続して検出される．一方，ヌマガヤ属タイプは TR2-I 帯に比べて明らかに検出率が低く，ササ属タイプは上半部で明瞭に連続して検出される．短細胞起源群ではヒゲシバ型がほぼ連続して検出されるが，キビ型の検出率は TR2-I 帯に比べて明らかに低い．ウシノケグサ型は下部で検出率が高く，タケ型はファン型ササ属タイプに対応して上半部で明瞭に検出される．また，捻じれた紡錘状をなすヨシ稈起源（*Phragmites culm*）と想定される珪酸体が有意に検出される．

TR2-III 帯（深度 210 ～ 288 cm）：ファン型群ではいずれも検出は不明瞭である．短細胞起源群ではウシノケグサ型が明瞭に検出されるが，他は不明瞭である．

TR2-IV 帯（深度 288 ～ 297 cm）：ファン型群ではヌマガヤタイプとササ属タイプが，頻度は高くないが検出される．短細胞群ではウシノケグサ型の検出が明瞭であるが，タケ型もほぼ連続して検出される．また，当帯下半部ではキビ型も検出される．

以下に，各帯の示す古環境，年代について考える．

TR2-I 帯は中間部を除きファン型群で，ヌマガヤ属タイプが優勢かつ連続的に検出され，一方，ヨシ属タイプがほとんど検出されないことで特徴づけられる．また，短細胞群でキビ型がファン型群ヌマガヤ属タイプに対応して検出されるが，この珪酸体の主要な給源としてヌマガヤ属が考えられる（佐瀬ほか，2013）．したがって，I 帯では現在の広原湿原でみられるようなヌマガヤを主要構成要素とするイネ科植物を含む中間湿原的植生が概ね成立・継続したことが推定される．一方，TR2-II 帯ではファン型群のヌマガヤ属タイプのシグナルが同 I 帯に比べて明らかに弱いに対し，ササ属タイプが明瞭かつ連続的に検出され，さらに，ヨシ属タイプのシグナルが I 帯に比べ明瞭であることが特徴である．短細胞起源群ではヨシ属が主要給源であるヒゲシバ型が明瞭に検出され，また，タケ型のシグナルが明瞭であるのに対し，ヌマガヤ属が主要な給源と考えられるキビ型のシグナルは I 帯に比べて明らかに弱い．

なお、II帯が設定された深度120～210 cmでは下方へ向かい含水率が減少、かつ激しく変動を繰り返し、無機物粒子の顕著な付加を示す。これらのことから、II帯では隣接陸域からの土砂の流入が度々起きる不安定な状況のもとで、ヨシ属で特徴づけられるイネ科植物群を含む低層湿原的植生が成立・継続したことが推定される。TR2-I・II帯の時代は、II帯を設定した堆積層の最下部の深度208 cm付近でca. 9.8 ka cal BPであることから、完新世（海洋酸素同位体ステージ（MIS）1）初頭以降に帰属すると考えられる。その中で、低層湿原的植生から中間湿原的植生へ移り変わるが、この植生変化点は深度118 cm付近にあたる。その年代は、深度143 cmの年代がca. 4.3 ka cal BP、深度50 cmの年代がca. 0.6 ka cal BPであることから内挿して、ca. 3.3 kaと推定される（図3）。なお、中間湿原的植生の成立に先行して深度159 cm付近から泥炭が継続して堆積を始める。この年代を外挿して求めるとca. 5kaとなる（図3）。

次にTR2-IIIは短細胞群のウシノケグサ型が極めて明瞭に検出され、ファン型群の検出が不明瞭であることから、イチゴツナギ亜科（Pooideae）が極めて優勢なイネ科植物群を含む植生を示す。このような植生は亜高山帯上部以上に見られるものである。TR2-III帯の時代は、当帯を設定した堆積層の直上の深度208 cm付近でca. 9.8 ka cal BPであることから、その終わりは後氷期初頭の頃と考えられる。現在、広原湿原はヌマガヤやヨシで特徴づけられる山地帯の湿原であるが、後氷期初頭の頃はまだ亜高山帯上部以上に成立するイチゴツナギ亜科の極めて優勢なイネ科植物で特徴づけられる湿原であったと推定される。最下部のTR2-IV帯は短細胞群でウシノケグサ型が明瞭であるのに加えて、タケ型、キビ型のシグナルも認められ、ファン型群でもササ属タイプ、ヌマガヤタイプが検出されるので、イチゴツナギ亜科が優勢な中でササやヌマガヤを伴うイネ科植物群を含む植生を示す。このような植生は亜高山帯に対応しているといえよう。TR2-IV帯の時代については、関わる堆積層の年代値が得られていないので断定的なことはいえないが、後述のようにHB-1Aとの対比からMIS3の可能性が考えられる。

(2) HB-1A

上位から4つの植物珪酸体帯を設定した（図4）。以

下に各植物珪酸体帯の特徴を記す。

HB1A-I帯（地表～深度82 cm）：ファン型群では、ヌマガヤ属タイプが優勢かつ連続的に検出される。一方、ヨシ属タイプはほとんど検出されない。また、ササ属タイプのシグナルは概ね弱い。短細胞起源群では、ヒゲシバ型、キビ型、ウシノケグサ型がいずれも明瞭に連続して検出される。一方、タケ型のシグナルは散発的で概ね弱い。

HB1A-II帯（深度84～142 cm）：ファン型群ではササ属タイプが優勢かつ連続的に検出される。また、ヨシ属タイプのシグナルはHB1A-I帯に比べて明瞭である。一方、ヌマガヤ属タイプのシグナルはHB1A-I帯に比べて明らかに弱い。短細胞起源群ではヒゲシバ型が同帯上・中部で明瞭に検出される。ウシノケグサ型は連続的に検出され、また、タケ型の検出は同帯下半部で明瞭である。一方、キビ型のシグナルはHB1A-I帯に比べて弱く、同帯下部でほとんど検出されない。

HB1A-III帯（深度142～255 cm）：ファン型群はほとんど検出されない。短細胞起源群ではウシノケグサ型が優勢かつ連続的に検出される。一方、タケ型を始めキビ型、ヒゲシバ型はほとんど検出されない。

HB1A-IV帯（深度255～336 cm）：ファン型群ではササ属タイプ、ヌマガヤ属タイプが検出され、特に同帯下半部で両者のシグナルが明瞭かつ連続的に認められる。短細胞起源群では同帯下半部でタケ型、ウシノケグサ型のシグナルが相対的に目立つ。

以下に、各帯の示す古環境、年代について考えてみる。まず、HB1A-I帯とII帯のうち、I帯ではファン型群でヌマガヤ属タイプが優勢かつ連続的に検出されるが、ヨシ属タイプがほとんど検出されないことが特徴である。また、短細胞群でヌマガヤが給源と考えられるキビ型が明瞭に連続して検出される（佐瀬ほか、2013）。したがって、HB1A-I帯では現在の広原湿原で見られるようなヌマガヤを主要構成要素とするイネ科植物群で特徴づけられる中間湿原的植生が成立・継続したことが推定される。一方、HB1A-II帯ではファン型群のヌマガヤ属タイプのシグナルが同I帯に比べて明らかに弱いに対し、ササ属タイプが明瞭かつ連続的に検出され、さらに、ヨシ属タイプのシグナルは、強くはないが、I帯に比べれば明瞭であることが特徴である。短細胞起源群ではヒゲシバ型がとくに同帯上・中部で明瞭に検

出されるが、この珪酸体の主要な給源としてヨシ属が深く関わっている(佐瀬ほか, 2013)。また、ウシノケグサ型が連続的に検出され、さらにタケ型のシグナルが明瞭であるのに対し、ヌマガヤ属が給源と考えられるキビ型のシグナルはI帯に比べて明らかに弱い。なお、HB1A-II帯が設定された深度84~142 cmのHB-1Aコアの部分では下方へ向かい含水率が減少し、無機物粒子の顕著な付加を示す。これらのことから、HB1A-II帯では湿原の一時的な乾燥化や隣接陸域からの土砂の流入が度々起きる不安定な状況のもとで、ヨシ属、イチゴツナギ亜科を主体としたイネ科植物群で特徴づけられる低層湿原的植生が成立・継続したことが推定される。HB1A-I・II帯の時代は、下位のIII帯がMIS2後半に帰属すると考えられることから、ほぼ完新世、MIS1に重なるであろう。その中で、低層湿原的植生から中間湿原的植生へ移り変わるが、この植生変化はコア深度82 cm付近で起きる。その年代は、泥炭の堆積速度を一定と見なせばコア深度98.5 cmの年代がca. 3.9 ka cal BPであることから外挿してca. 3.2 kaとなる(図5)。なお、中間湿原的植生の成立に先行して深度126 cm付近で泥炭が継続して堆積を始める。この年代を同様に求めるとca. 5 kaとなる(図5)。

HB1A-III帯については泥炭の卓越する上半部と砂礫泥が卓越する下半部に分けて考える。泥炭が卓越する上半部で注目されるのは、ファン型群でササ属タイプの、また短細胞起源群ではタケ型のシグナルを示さない点で、HB1A-I・II帯と大きく異なることである。ササ属などササ類は本来湿原植物ではないが、湿原の一時的乾燥化に伴うササ類の湿原内への進入や隣接陸域からの土砂の流入によりササ類起源の珪酸体が湿原堆積物に付加される。したがって、ササ類起源珪酸体が検出されないことは、湿原隣接陸域を含めてササ類の極めて希薄な植生の成立を示唆する。また、HB1A-III帯のファン型群ではササ属タイプと同様にヌマガヤ属タイプ、ヨシ属タイプのシグナルは極めて弱く、さらに短細胞起源群ではイチゴツナギ亜科の指標であるウシノケグサ型が明瞭に検出されるが、キビ型、ヒゲシバ型のシグナルはタケ型同様に極めて弱い。このことは、ノガリヤス属などのイチゴツナギ亜科以外のイネ科植物に乏しい湿原植生の成立を示す。このような湿原植生は亜高山帯上部以上で見られるものである。

HB1A-III帯上半部はHB-1Aコアで深度137~146 cmに介在する淡黄色シルト層の半ばから深度186 cmのオレンジ色砂直上までの部分にあたり、深度151 cmでca. 15 ka cal BP、同深度164 cmでca. 16 ka cal BPが得られている。泥炭が卓越する深度146~186 cmの堆積速度を一定と見なしこれらの値から外挿して得られるHB1A-III帯上半部の始まるの年代はca. 18 kaである(図5)。一方、終わりの年代については次のように推定する。まず、泥炭と淡黄色シルト層の層界(深度146 cm)の年代を上記のように外挿して求めるとca. 14 kaである。この年代と先に求めた深度126 cmの年代(ca. 5 ka)から内挿してHB1A-III帯終わりの年代(深度138 cm)を求めるとca. 10.5 kaとなる(図5)。したがって、HB1A-III帯の時代はおおよそ最終氷期最寒冷期後半(MIS2)の後半から後氷期(MIS1)初頭になる。以上のことから、現在、山地帯上部に位置する広原湿原は、MIS2後半~MIS1初頭において亜高山帯上部から高山帯にあり、イチゴツナギ亜科以外のイネ科植物をほとんど伴わない湿原植生が成立し、湿原の周辺陸域ではササ類が極めて希薄であったと推定される。

次に、HB1A-III帯下半部とHB1A-IV帯はHB-1Aコアで砂礫泥の卓越する下部に当たる。ここでは有機質の砂礫泥層を挟むものの明瞭な泥炭が認められないので、安定した湿原環境の成立を見いだせない。砂礫泥の流入が繰り返しそれらの堆積累積がなされるなかで、比較的流入の穏やかな時期に有機質層が形成されたと考えられる。不安定な地表環境が卓越したこの時期の植生について、対応する植物珪酸体帯から何が読みとれるであろうか。まず、HB1A-III帯下半部は同上半部と同様にイチゴツナギ亜科のシグナルが明瞭に連続する一方で、ササ類を含めイチゴツナギ亜科以外のイネ科植物のシグナルがほとんど認められないことで特徴づけられる。このようなイネ科の構成は、亜高山帯上部~高山帯の気候環境を示しているといえる。上記したようにHB1A-III帯上半部はMIS2後半に帰属すると考えられ、また、HB1A-III帯が設定されたコア部分の下端(深度255 cm)より下位の深度269 cmの年代がca. 27 ka cal BPである。したがって、HB1A-III帯下半部はMIS2前半にほぼ重なるとしてよいであろう。前記したHB1A-III帯上部をあわせ見て、広原湿原地域

は MIS2 を通して亜高山帯上部～高山帯にあり、イチゴツナギ亜科以外のイネ科植物をほとんど伴わない植生が成立していたと考えられる。そのような植生が続く中、MIS2 前半は後半に比べ地表環境が不安定で泥炭の堆積する湿原の形成が制限される状況にあったことが推定される。次に HB1A-IV 帯はササ類、イチゴツナギ亜科、ヌマガヤ属のシグナルが明瞭に検出されることで特徴づけられる。このようなイネ科の構成は、亜高山帯に対応しているといえよう。同帯が設定されたコア部分の上部で深度 269 cm の年代が ca. 27 ka cal BP であり、またこの深度付近で AT の可能性がある BW 型平板状火山ガラスの検出極大が検出される。したがって HB1A-IV 帯は MIS3 に帰属すると考えられる。

5-1-2 隣接陸域

(1) TP-2

上位から 3 つの植物珪酸体帯を設定した (図 6)。各珪酸体帯の特徴を以下に記す。

TP2-I 帯 (地表～深度 60 cm) : ファン型群ではササ属タイプが優勢であるが、非タケ亜科起源 (Non-Bambusoideae) も明瞭に検出される。また、短細胞起源群 (Short cell) ではササ属タイプを主とするタケ型が優勢な中で、キビ型、ウシノケグサ型も概ね明瞭に伴う。植物珪酸体密度は下半部で 30 万～100 万個/g、上半部で 170 万～230 万個/g を示す。

TP2-II 帯 (深度 60～185 cm) : ファン型群ではササ属タイプ、非タケ亜科起源が連続して認められるが、その検出頻度は極めて低い。短細胞起源群ではタケ型ササ属タイプ、ウシノケグサ型がほぼ連続して検出される。しかし、その検出頻度は極めて低い。植物珪酸体密度はほぼ 5 万個/g 未満の低値で推移する。

TP2-III 帯 (深度 185～245 cm) : ファン型群ではササ属タイプ、非タケ亜科起源がいずれも明瞭に検出される。短細胞起源ではタケ型ササ属タイプ、ウシノケグサ型がともに明瞭に検出される。植物珪酸体密度は TP2-II 帯より高く、下半部では 20 万個/g を越える。

以下で、各帯の示す古環境、年代について考えてみる。

TP2-I 帯は TP-2 土壌層の上部土層に当たるが、この黒味の強い土壌層は黒ボク土層と考えられる。一般に草原的植生の影響を強く受けて黒ボク土層が生成するのに対し、極相森林植生下では褐色土層の生成を見る (三浦ほか, 2013)。したがって、TP2-I 帯の黒色土、

黒褐色土は草原的植生が成立継続したことを示唆する。ここで成立した草原的植生は、TP2-I 帯がササ属の強いシグナルを示すので、ササ属を主要構成要素とするものであったと考えられるが、上方に向かい、非タケ亜科のシグナルが増加する傾向が認められることから、現在に近づくにつれ、ススキなどイネ科植物が草原的植生により強く関わるようになってきたことが推定される。TP2-I 帯の時代は MIS1 に関わることは間違いがないが、その開始年代はいつ頃になろうか。年代指標になる指標テフラは今のところ土壌層から検出されておらず、また炭素年代値も得られていないが、縄文時代早期の遺物が後期旧石器時代の遺物と混在して黒褐色土 (基本層序の 2 層) から出土していること (島田ほか, 2016)、また、当地域と似た気候条件である北日本では黒ボク土層の生成開始時期が 10 ka より古くないこと (三浦ほか, 2013) から、TP2-I 帯の始まりは 10 ka の頃と考えて不都合はないであろう。

次に、TP2-II 帯では植物珪酸体密度が極めて低く推移することから、植被に非常に乏しい裸地的な植生環境が成立継続したことが推定される。このような植生環境が腐植をほとんど含まない褐色土の堆積生成の要因の一つであったといえよう。この褐色土からは後期旧石器時代遺物が出土すること、また、下位の TP2-III 帯に関わる褐色土の上部に AT を挟むことから、TP2-II 帯はほぼ MIS2 に帰属すると考えられる。

最下位の TP2-III 帯では、植物珪酸体密度が TP2-II 帯に比べ高いものの TP2-I 帯より明らかに低い。その中で、ササ属やイチゴツナギ亜科のシグナルが明瞭に検出される。このことから、TP2-III 帯は同 II 帯ほど気候が厳しくなく、ササ属、イチゴツナギ亜科を主体としたイネ科植物を含む疎らな植生の成立が推定されよう。TP2-III 帯は、上記したようにその土層の上部に AT を挟むことから、MIS3 に帰属すると考えられる。

(2) TP-3

上位から 5 つの植物珪酸体帯を設定した (図 7)。各珪酸体帯の特徴を以下に記す。

TP3-I 帯 (地表～深度 80 cm) : ファン型群ではササ属タイプが優勢であるが、非タケ亜科起源も明瞭に検出される。また、短細胞起源群ではササ属タイプを主とするタケ型の優勢な中で、キビ型、ウシノケグサ型も検出され、特に上部で明瞭に伴う。植物珪酸体密度

は下半部で50万～200万個/g、上半部で200万～400万個/gを示す。

TP3-II帯(深度80～140 cm)：ファン型群ではササ属タイプが連続して、また非タケ亜科起源がほぼ連続して認められるが、その検出頻度は極めて低い。短細胞起源群ではタケ型ササ属タイプ、ウシノケグサ型が検出される。しかし、その検出頻度は極めて低い。植物珪酸体密度はほぼ5万個/g未満の低値で推移する。

TP3-III帯(深度140～190 cm)：ファン型群ではササ属タイプ、非タケ亜科起源がいずれも明瞭に検出される。短細胞起源ではタケ型ササ属タイプが明瞭に、ウシノケグサ型がやや明瞭に検出される。植物珪酸体密度はTP2-II帯より高く、5万～10万個/gで推移する。

TP3-IV帯(深度190～260 cm)：ファン型群ではササ属タイプが連続して、また非タケ亜科起源がほぼ連続して認められるが、その検出頻度は極めて低い。短細胞起源群ではタケ型ササ属タイプがほぼ連続して検出される。しかし、その検出頻度は極めて低い。植物珪酸体密度は5万個/g未満の低値で推移する。

TP3-V帯(深度260～300 cm)：ファン型群ではササ属タイプ、非タケ亜科起源がいずれも明瞭に検出される。短細胞起源ではタケ型ササ属タイプ、ウシノケグサ型が明瞭に検出される。植物珪酸体密度はTP2-II, III, IV帯より高く、概ね20万個/gを越えて推移する。

以下で、各帯の示す古環境、時代について考えてみる。TP3-I帯、II帯、III帯の推移は、II帯の最下部にAT層準を認める層位的特徴や植物珪酸体群組成において、前記したTP2-I帯、II帯、III帯の推移とよく似ている。したがって、TP3-I帯、II帯、III帯の古環境、時代については、対応するTP2各帯と同様なことがいえる。すなわち、TP3-I帯はササ属を主要な構成要素とする草原的植生を示しMIS1に帰属、TP3-II帯は裸地的な植生環境を示しMIS2に帰属、TP3-III帯は、ササ属、イチゴツナギ亜科を主体としたイネ科植物を含む疎らな植生環境を示しMIS3に帰属すると考えられる。

TP3-IV帯については植物珪酸体密度が極めて低いことから裸地的な環境が推定される。当帯にかかわる褐色土層には裸地的環境のもとソリフラクションが活発であったことを示す多数の角礫が含まれている。最下部のTP3-V帯はTP3-IV帯より植物珪酸体密度が高く、ササ属、イチゴツナギ亜科のシグナルが明瞭であるこ

とから、TP3-IV帯ほどに寒さが厳しくはない気候のもとでササ属やイチゴツナギ亜科を伴う植生の成立が推定される。TP3-IV帯とTP3-V帯が示す変動は植物珪酸体層序により推定される気候からMIS4、MIS5aに対応させた(細野・佐瀬, 2014; 佐瀬・細野, 2014)。しかし、土層の堆積速度を一定と仮定して深度300 cmの年代を算出するとMIS3/4境界に近い62～55 kaが得られ、また活性アルミニウム特性も高い(細野ほか, 2015)ので、TP3-IV帯とTP3-V帯はMIS3に帰属するものとして論を進める。

(3) HB-3

上位から5つの植物珪酸体帯を設定した(図8)。各珪酸体帯の特徴を次に記す。

HB3-I帯(地表～深度58 cm; 黒(褐)色土)：ファン型群ではササ属タイプが優勢であるものの、非タケ亜科起源も明瞭に検出される。また、短細胞起源群でもササ属タイプを主とするタケ型の優勢な中で、キビ型、ウシノケグサ型も検出される。植物珪酸体密度は下半部で50万～400万個/gを示す。

HB3-II帯(深度58～184 cm; 褐色土)：ファン型群ではササ属タイプ、非タケ亜科起源がほぼ連続して認められるが、その検出頻度は極めて低い。短細胞起源群ではタケ型ササ属タイプ、ウシノケグサ型がほぼ連続して検出される。しかし、その検出頻度は極めて低い。植物珪酸体密度はほぼ5万個/g未満の低値で推移する。

HB3-III帯(深度184～271 cm; 褐色土)：ファン型群ではササ属タイプ、非タケ亜科起源がいずれも明瞭に検出される。短細胞起源ではタケ型ササ属タイプが明瞭に認められ、ウシノケグサ型、キビ型も検出される。植物珪酸体密度はHB3-II帯より高く、ほぼ6万～10万個/gで推移する。

HB3-IV帯(深度271～290 cm; 褐色土)：ファン型群ではササ属タイプが連続して、また非タケ亜科起源が認められるが、その検出頻度は極めて低い。短細胞起源群ではいずれの検出頻度も極めて低い。植物珪酸体密度は5万個/g未満の低値である。

HB3-V帯(深度290～300 cm; 褐色土)：ファン型群ではササ属タイプが明瞭に検出される。また、非タケ亜科起源も明瞭に検出され、シバ属タイプを断続的に伴う。短細胞起源ではタケ型ササ属タイプが明瞭に

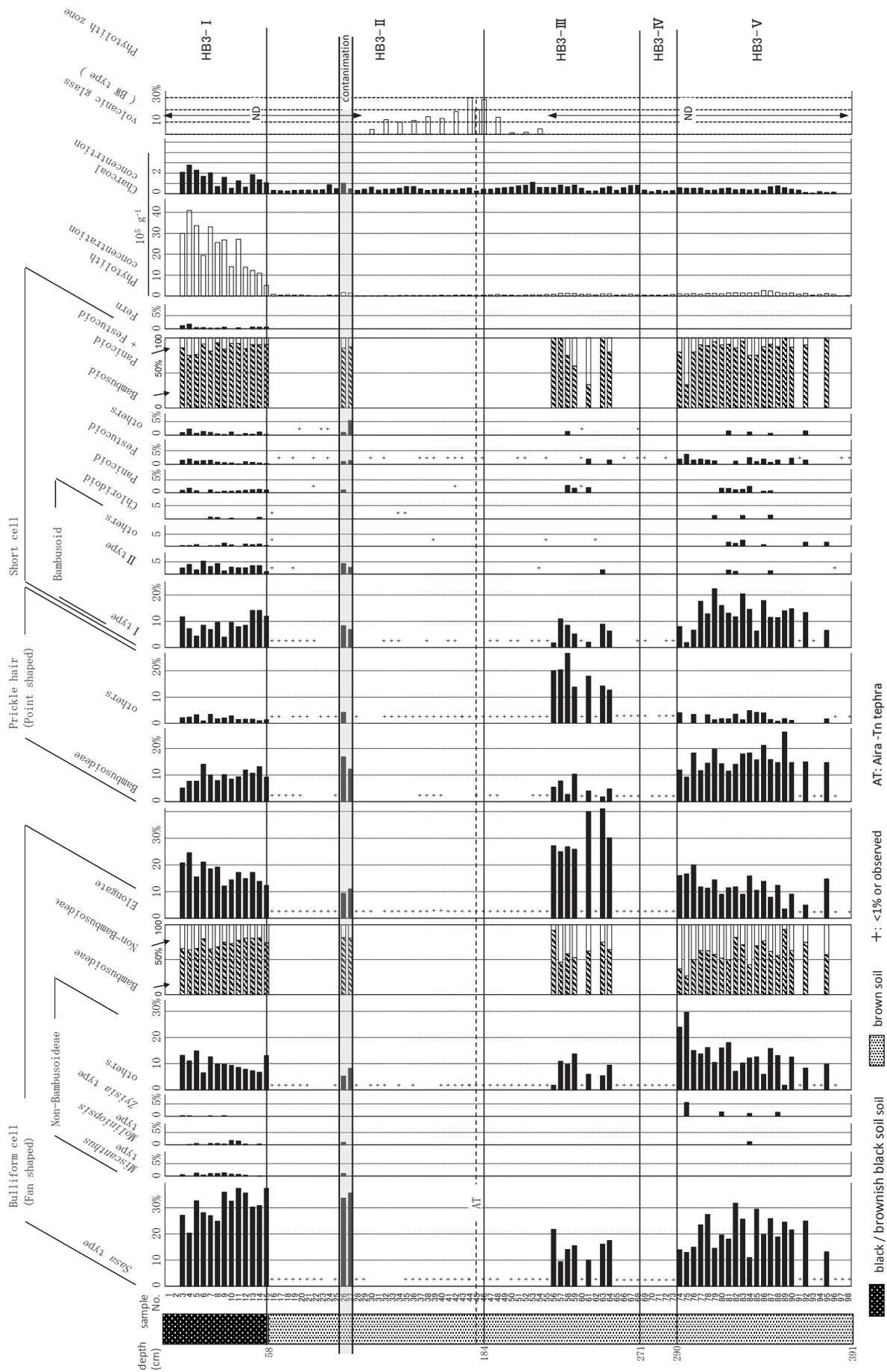


図8 HB-3 コアの植物珪酸体組成図

Fig. 8. Opal phytolith diagram of the HB-3 core beside the EA-2 of the Hiroppara site II

認められ、ウシノケグザ型はほぼ連続して検出される。植物珪酸体密度はHB3-II, III, IV帯より高く、おおよそ10万～20万個/gで推移する。

以下で、各帯の示す古環境、時代について考えてみる。植物珪酸体帯の推移は、TP-3における推移とよく似ており、さらにHB3-II帯の最下部にAT層準を認める層位的特徴から各帯の古環境、時代については、対応するTP-3各帯と同様なことがいえよう。すなわち、HB3-I帯はササ属を主要な構成要素とする草原的植生を示しMIS1に帰属、HB3-II帯は裸地的な環境を示しMIS2に帰属すると考えられる。HB3-III帯は、ササ属、イチゴツナギ亜科を主体としたイネ科植物を含む植生、HB3-IV帯は裸地的な環境、そしてHB3-V帯はササ属、イチゴツナギ亜科を主体としシバ属なども含むイネ科植物を伴う植生を示し、いずれもMIS3に帰属すると考えられる。

5-2 植物珪酸体帯の対比

5-2-1 湿原域

TR-2とHB-1Aはどのように対比されるであろうか。まず、泥炭が卓越するコア上部について見てみると、TR-2、HB-1Aのいずれでも前半の低層湿原的植生期と後半の中間湿原的植生期に二分される。両期を画する年代は、前記したようにTR-2でca.3.3 ka、HB-1Aでca.3.2 kaであり、ほぼ同時期に低層湿原的植生から中間湿原的植生へ移り変わったといえよう。したがって、TR2-I帯とHB1A-I帯、TR2-II帯とHB1A-II帯をそれぞれ対比することに支障はないと考えられる(図10)。

次に、その下位について見てみると、HB-1Aコアに認められる最終氷期最寒冷期後半(MIS2後半)の泥炭質層(シルト、泥炭の累積層)が、隣接するTR-2の柱状試料には認められないことが注目される。これは何故なのだろう。TR-2柱状試料が採取されたTR-2のセクション図(公文, 2016, 以下引用同様)には、試料が採取された東壁断面に深度約200～270 cmの範囲で浸食谷が読みとれる。この浸食谷を埋める堆積層を覆う黒色泥炭層(TR-2セクション図の11層)から採取された材の年代はca. 10 ka cal BP(工藤, 2016)であることから、TR-2コアにはMIS2後半に関わる泥炭層が浸食により欠落していると思われる。TR-2の

東壁左端や北壁に浸食されずに残された褐色腐植土層(TR-2セクション図の13層)はHB-1Aで深度255～275 cm付近の有機質層につながるものであろう。このことは、テフラ分析用にTR-2北壁の13層から採取された試料の珪酸体組成を調べたところササのシグナルが認められること(図9)と符合する。以上のことから、次のようなストーリーが描ける。MIS3からMIS2前半、TR-2、HB-1A付近では有機質層を挟みながら砂礫層が堆積し、MIS2後半は比較的穏やかな堆積環境となり泥炭、シルトの累積層が形成された。晩氷期から後氷期へ移行する頃、湿原東方から流れ込む土石流(Val. 3を流下?)が発生し、泥炭層を含め深度280 cm付近までえぐられ、その跡は土石流堆積物(砂礫層:TR-2セクション図の12層)によりほぼ埋められた。そして、比較的穏やかな堆積環境で泥質層・泥炭層(11層)が堆積した後、完新世の半ばのca. 5 ka(図10)まで砂礫の流入堆積が繰り返される不安定な環境が続いた。

このストーリーはTR-2の11層最下部の泥質層に残された植物珪酸体群集がHB-1Aの最終氷期最寒冷期後半に関わる泥炭質層の植物珪酸体群集と同様にササが希薄でイチゴツナギ亜科の強いシグナルを示すこと、11層最下部の泥質層は層相的にもHB-1Aの泥炭質層最上部の淡黄色シルト層に類似すること、また年代的にも矛盾しない。したがってHB1A-III帯とTR2-III帯が対比できると考えられる。

TR2-IV帯とHB1A-IV帯については、いずれもササ類、ヌマガヤ属のシグナルが明瞭に認められる共通する特徴から対比させて不都合はないであろう。

以上の対比に基づき、湿原域の堆積層に総合珪酸体帯を次のように設ける(図10)。TR2-I帯とHB1A-I帯を総合してHW-Ia帯に、TR2-II帯とHB1A-II帯を総合してHW-Ib帯に、TR2-III帯とHB1A-III帯を総合してHW-II帯に、そしてTR2-IV帯とHB1A-IV帯を総合してHW-III帯とする。各総合植物珪酸体帯の時代はHW-Ia帯と同Ib帯がMIS1、HW-II帯がMIS2、HW-III帯がMIS3にほぼ相当する。

現在、広原湿原はなだらかな“傾斜湿原”の様相を呈し目立った地上水の流入は見られない。しかし、表層の泥炭層の下には水平的変化に富む砂礫泥が卓越することから、泥炭層が連続して堆積を始める前は活発な水流の流れ込みにより浸食と堆積が繰り返され湿原

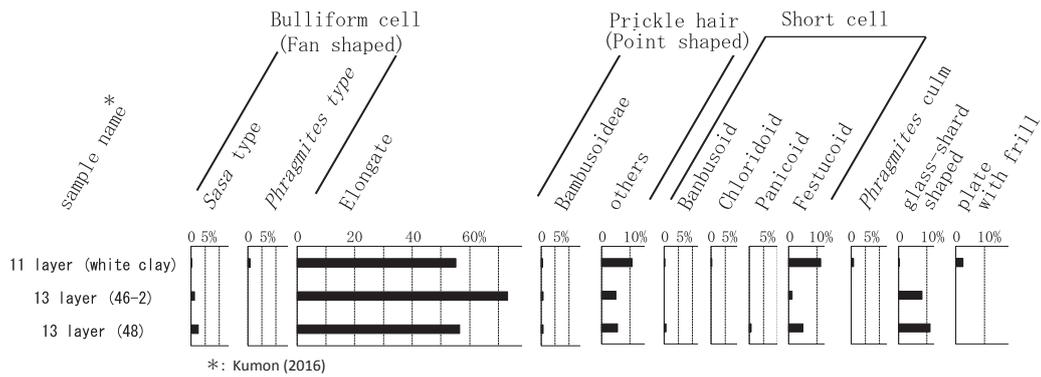


図9 TR-2, 北壁の植物珪酸体組成図

Fig. 9. Opal phytolith diagram from the north section of the TR-2 trench, Hiropara bog

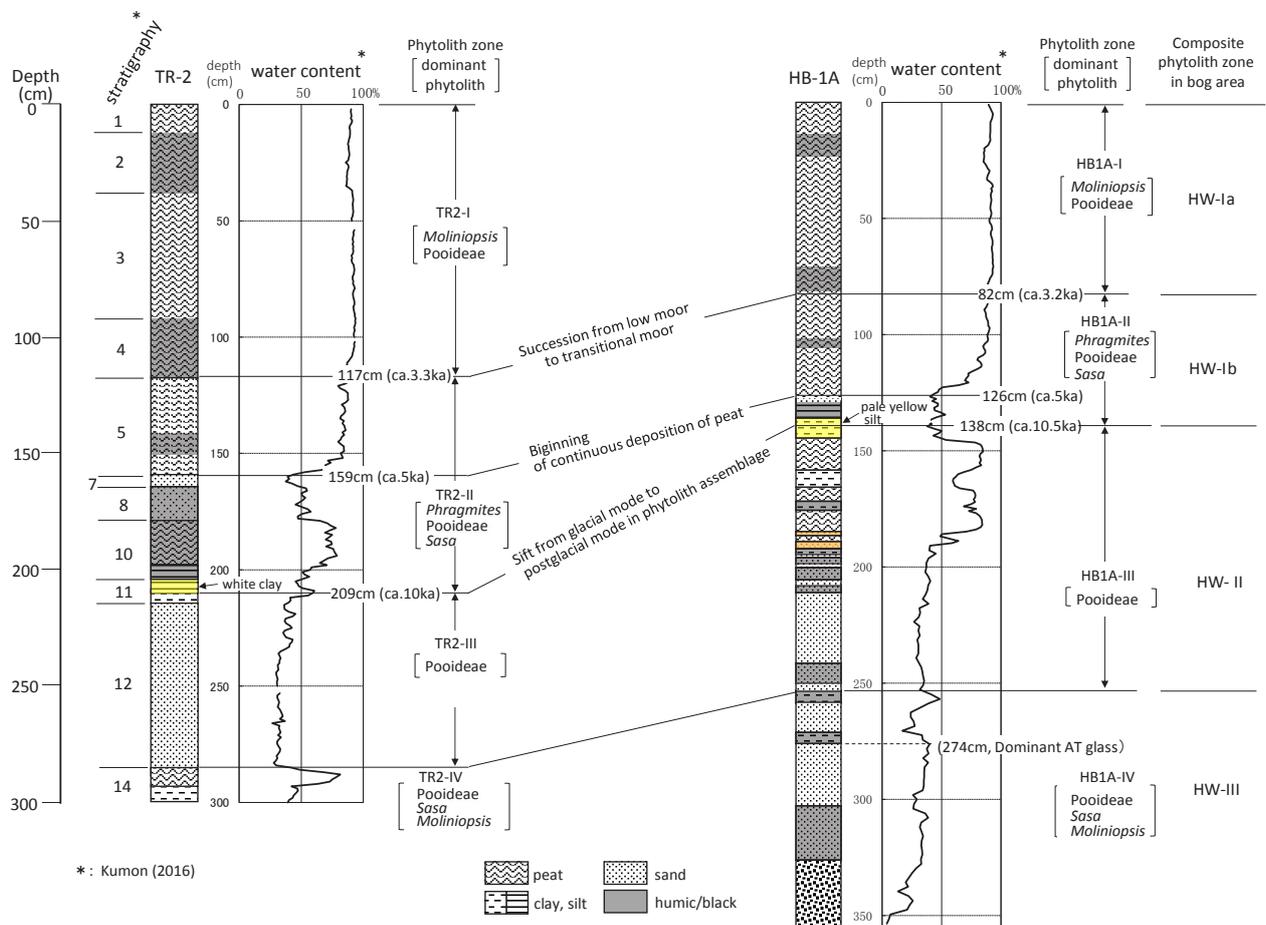


図10 TR-2とHB-1Aの対比

Fig. 10. Correlation between the TR-2 trench and the HB-1A core

域は起伏に富んでいたことが推定される。たとえば、現在、ほぼ高度差がなく約2 m隔てて隣接するTR-2とHB-1Aであるが、HW-II帯から同I帯に移行する後氷期の初頭ca. 10 kaにおいては150 cmほどHB-1Aが高かった。その後、泥炭が連続的に堆積を始めるca. 5 kaにはTR-2で砂礫泥が繰り返し堆積したことによ

りその比高は30 cm余りに縮まることになる(図10)。

5-2-2 隣接陸域

TP-2, TP-3に設定した植物珪酸体帯の特徴は上位から順によく対応することから、TP2-I帯, TP3-I帯そしてHB3- I帯, TP2-II帯, TP3-II帯とHB3- II帯, TP2-III帯, TP3-III帯そしてHB3- IIIが対比される。さ

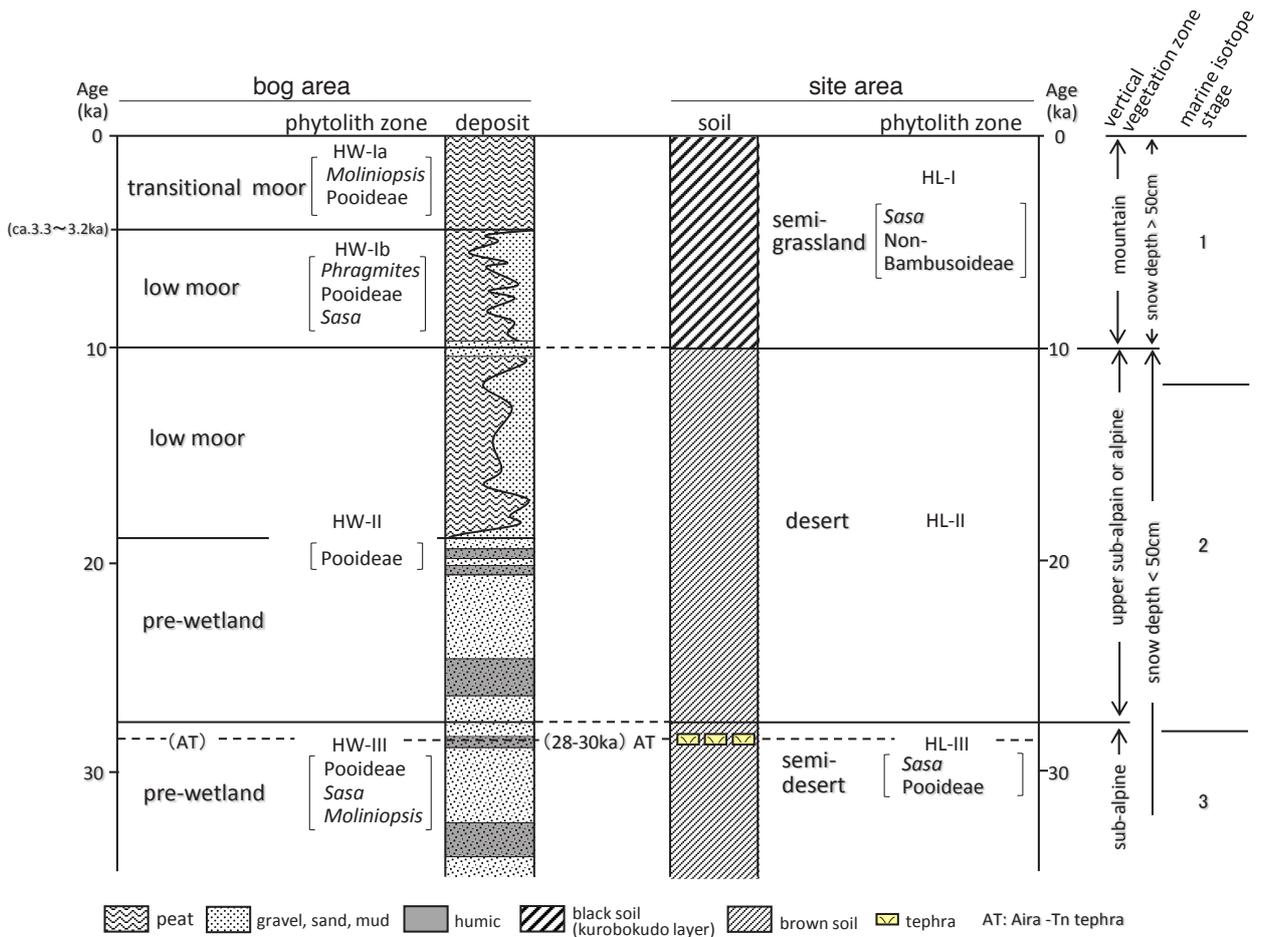


図 11 湿原域堆積層と湿原隣接陸域土壌層の対比

Fig. 11. Correlation between the bog deposits and the soil sequences at the TP-2 of Hiroppara site I and the TP-3 of Hiroppara site II

らに、TP3-IV帯とHB3-IV帯、TP3-V帯とHB3-V帯が対比される。この対比に基づき、湿原隣接陸域土壌層に総合植物珪酸体帯を次のように設ける(図11右)。TP2-I帯、TP3-I帯、HB3-I帯を総合してHL-I帯、TP2-II帯、TP3-II帯、HB3-II帯を総合してHL-II帯、TP2-III帯、TP3-III帯、HB3-III帯を総合してHL-III帯、TP3-IV帯とHB3-IV帯を総合してHL-IV帯、そしてTP3-V帯とHB3-V帯を総合してHL-V帯とする。各総合植物珪酸体帯の時代は、HL-I帯がMIS1、HL-II帯がMIS2、HL-III～V帯がMIS3にほぼ相当する。

5-2-3 湿原域堆積層と湿原隣接陸域土壌層の対比、およびイネ科植物の地史的動態からみた古環境の変遷

湿原堆積層と隣接陸域土壌層の対比を図11に示した。湿原域のMIS1(完新世)に関わるHW-Ia帯、HW-Ib帯は、湿原隣接陸域で同じくMIS1に関わるHL-I帯に対比される。湿原域では、山地帯の湿原とし

て低層湿原的環境(HW-Ib帯)から中間湿原的環境(HW-Ia帯)へ移り変わりながら泥炭層が堆積した。一方、陸域では草原的植生が卓越し、黒ボク土層が生成した。この黒ボク土層からは縄文時代遺物が検出され、人為の影響の下で草原的植生の出現が繰り返され、黒ボク土層が生み出されたと考えられる。なお、この草原的植生にはササが主要構成要素として関わっていた。また、HW-Ib帯期では、現在Val.1とVal.2の間で認められるような陸域からの土砂の流入が頻繁に起きた。それを反映して同期の泥炭層には本来湿原植物ではないササの珪酸体が高頻度で検出される。

湿原域でMIS2(最終氷期最寒冷期)に関わるHW-II帯は、隣接陸域で同じくMIS2に関わるHL-II帯に対比される。湿原域ではMIS2の前半で砂礫泥の流入堆積が繰り返されたが、後半になると泥炭の堆積が卓越するようになる。この時代の広原湿原地域は亜高山帯～

高山帯に位置し、陸域では前後半を通じ植被に乏しい裸地的な環境であった。一方、湿原域では、ササ、ヌマガヤ、ヨシが希薄でイチゴツナギ亜科の極めて優勢なイネ科植物群を含む植生が成立していた。

湿原域の MIS3 に関わる HW-III 帯は、隣接陸域で同じく MIS3 に関わる HL-III 帯に対比される。湿原域では砂礫泥の流入が繰り返される中で腐植質土層や泥炭層の生成も見られ、陸域では植被の点在する準裸地的な環境が卓越した。この時代は亜高山帯に位置し、湿原域では、ササ、イチゴツナギ亜科、ヌマガヤなどのイネ科が混在する植生が、一方、陸域ではササやイチゴツナギ亜科、シバ属などイネ科に関わる植生が見られた。

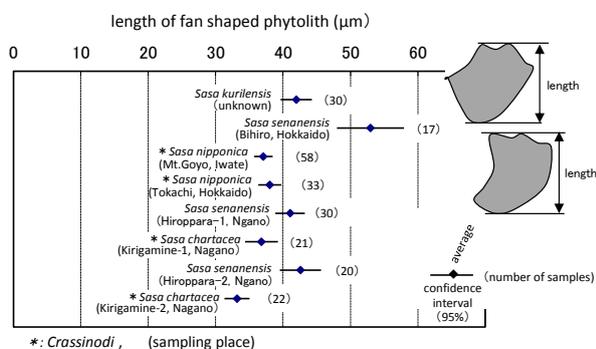


図 12 ササ泡状細胞起源珪酸体（ファン型）の断面縦長分布（佐瀬ほか、2015 をもとに作成）

Fig. 12. Size distribution of fan-shaped phytoliths from some species of *Sasa* (after Sase et al. 2015)

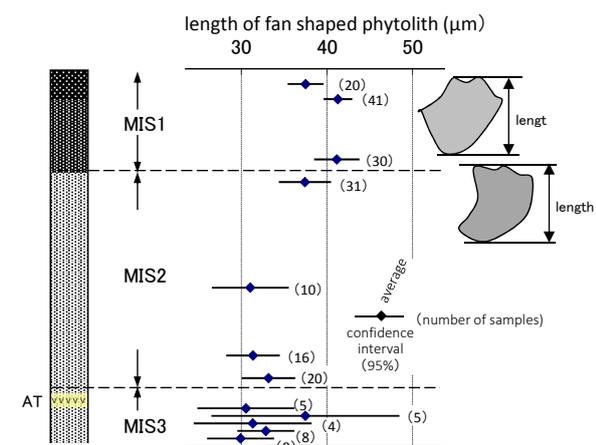


図 13 広原湿原隣接陸域土壌層（TP-2）から検出されたササ泡状細胞起源珪酸体（ファン型）の断面縦長分布（佐瀬ほか、2015 をもとに作成）

Fig. 13. Size distribution of fan-shaped phytoliths (*Sasa* type) from TP-2 samples (after Sase et al. 2015)

5-3 ササ類の地史的動態と黒ボク土層生成史からいえること

ササ類の生育には温量指数 (WI) 17 °C・月以上が必要とされる (佐瀬ほか、2011)。現在の広原湿原周辺地域ではササ (クマイザサ) の優勢な生育が見られるが、最終氷期最寒冷期 MIS2 におけるイネ科植物相はササが希薄、かつイチゴツナギ亜科が極めて優勢であった。このようなイネ科植物相の状況から、前記のように MIS2 の広原湿原地域は亜高山帯～高山帯に位置していたと考えた。なお、ササは積雪の保護なしに土壤の凍結する厳しい冬期をのりこえることは不可能である。最終氷期の積雪環境は一般的に現在より寡雪であったと考えられているので、そのことが、MIS2 においてササの生育に影響を与えた可能性もある。それでは、当時の積雪環境はどの程度に寡雪だったのであろうか。ササ類は積雪環境に対応して分化し、積雪深 50 cm を境にそれより少雪域にミヤコザサ節 *Crassinodi*、多雪域にはチマキザサ節 *Eusasa* が分布することが知られる (鈴木、1978)。現在の広原湿原地域に生育するササはチマキザサ節のクマイザサであり、当地域の積雪深が 50 cm 以上であることを示す。このことから、最終氷期の広原湿原地域に生育したササの種類が分かれば、当時の積雪環境を推し量ることができるであろう。

杉山 (2000) は、泡状細胞 (起動細胞) 起源の珪酸体の形態的差異から完新世開始に伴いササ相がミヤコザサ節からチマキザサ節へ交代することを見出し、完新世の多雪化を述べている。杉山・藤原 (1986)、近藤 (2010) によれば、ミヤコザサ節の泡状細胞起源の珪酸体はチマキザサ節に比べて断面縦長が短く、側長が長い特徴がある。そこで、各地で採取したミヤコザサ節、チマキザサ節に帰属する数種類のササについてその泡状細胞起源珪酸体の断面縦長と広原湿原隣接陸域土壌層 (TP-2) から検出された泡状細胞起源ササ属タイプ珪酸体 (ファン型) の縦長をそれぞれ計測して比較を試みた。図 12 に示したように、現世のミヤコザサ節泡状細胞起源珪酸体の縦長は分布中央値が 40 μm 以下にあり、それが 40 μm 以上にあるチマキザサ節に比べて短い傾向が認められ、既報の指摘を確認することができた。一方、陸域土壌層中の泡状細胞起源ササ属タイプ珪酸体 (ファン型) の縦長測定の結果が図 13 である。その分布中央値は、黒ボク土層 (完新世土層)

に比べ褐色土壌層（最終氷期土層）で小さい傾向が窺え、最終氷期の広原湿原地域に生育していたササがミヤコザサ節を主体としたことを示唆する。このことから、最終氷期の広原湿原地域の積雪深が50 cmを越えなかったことが推定されるが、MIS2においてはササ起源珪酸体頻度が極めて低いから、ミヤコザサ節も生育できないほどの寡雪環境だった可能性がある。以上に見てきたことから、MIS2の広原湿原地域は温度環境に加え積雪環境においてもササの生育にとって厳しい条件下にあったことが考えられる。

広原湿原隣接陸域は黒ボク土層に被われている。この黒ボク土層は完新世 MIS1 に関わるもので、それ以前、最終氷期の MIS2, MIS3 は褐色を基調とするローム質土層で黒ボク土層は確認できない。このことから、広原湿原地域では黒ボク土層の生成する条件が完新世 MIS1 になって整ったと考えられる。黒ボク土層の生成には、温量指数 (WI) 30 ~ 35 °C・月以上が必要とさ

れる（細野・佐瀬，1997）。MIS2 の広原湿原地域は、亜高山帯から高山帯に位置していたので、黒ボク土層の生成には温量条件的に厳しかったといえよう。また、MIS3 では亜高山帯に位置していたので温量条件的に不可能であったとはいえない。しかし、黒ボク土層の生成を認めないのは、準裸地的環境にあったため物質生産量が低く腐植の生成集積に適さなかったためと考えられようか。

図 14 には、ササ、イチゴツナギ亜科、ヌマガヤ、ヨシの地史的動態と黒ボク土層の生成史から推定される広原湿原周辺における MIS3 後半以降の温量指数 (WI) と垂直分布帯の推移を示した。

6. まとめ

霧ヶ峰高原の西方の標高 1400 m 付近に位置する広原湿原周辺地域における人類活動の背景となった古環

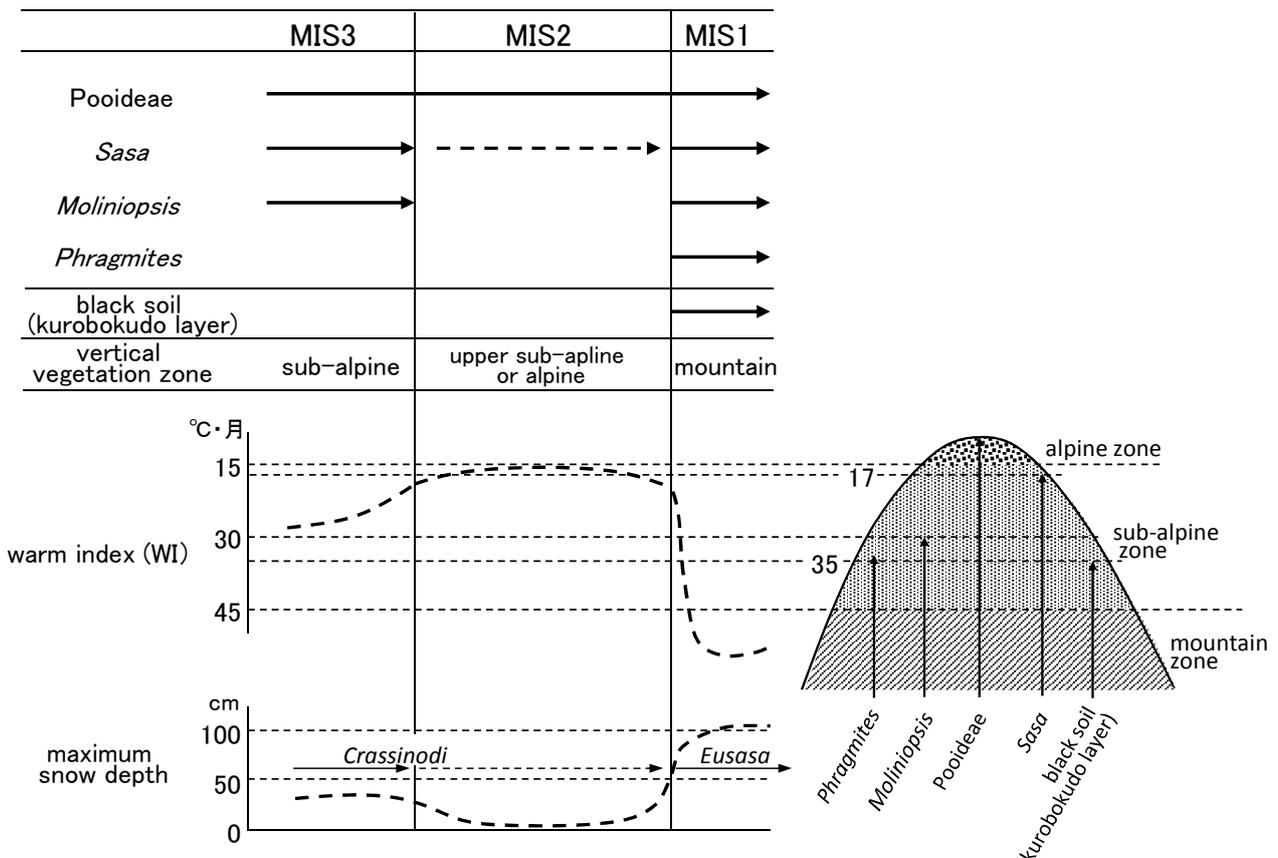


図 14 広原湿原地域における MIS 3 以降の温量指数、最大積雪深、指標イネ科植物の推移（佐瀬ほか，2015 をもとに作成）
 Fig. 14. Temporal changes of warm index, maximum snow depth, and index gramineous plants since marine isotope stage 3 around the Hiroppara bog (after Sase et al. 2015)

境の情報を得るために、海洋酸素同位体ステージ (MIS) 3 まで遡る湿原域の堆積層と隣接陸域の土壌層の植物珪酸体分析を行い、ササ類を含むイネ科植物相の地史的動態を軸に古環境の変遷を次のように推定した。

(1) MIS1, 広原湿原周辺は山地帯にあり、湿原域では低層湿原的環境から中間湿原的環境へ移り変わる中で泥炭層が堆積、一方、陸域ではササと非タケ亜科イネ科植物が拮抗する草原的植生が卓越した。

(2) MIS2, 広原湿原周辺は亜高山帯上部～高山帯にあった。湿原域では、ササが希薄でイチゴツナギ亜科が極めて優勢なイネ科植物相の成立が見られる中、MIS2 前半で砂礫泥の流入堆積が繰り返されたが、同後半になると泥炭の堆積が卓越するようになった。陸域では植被に乏しい裸地的環境であった。

(3) MIS3, 広原湿原周辺は亜高山帯にあつて、ササ、イチゴツナギ亜科、ヌマガヤなどからなるイネ科植物相の成立が見られた。湿原域では砂礫層の流入堆積が繰り返される中、有機質層の生成もあつた。陸域では植被の点在する準裸地的な環境が卓越した。

(4) ササ類は MIS3 でミヤコザサ節を主体としたが、MIS2 では極めて希薄となり、MIS1 になってチマキザサ節優勢となった。このことは、現在、山地帯にあつて 100 cm 近い最大積雪深を見る広原湿原周辺地域は、MIS3 では最大積雪深が 50 cm に満たさず、MIS2 ではさらに寡雪環境となったことを示唆する。

(5) 土層生成史に着目すると MIS3, 2 を通じて褐色ローム質土層が生成し、MIS1 になって黒ボク土層が生成を開始した。

謝辞

本稿をまとめるにあたり、近藤鍊三氏 (帯広畜産大学名誉教授)、川辺百樹氏 (北海道自然史研究会) には有益なご教示をいただいた。記して感謝を申し上げる。

引用文献

Hartly, W. 1973 Studies on the origin, evolution, and distribution of the Gramineae. V. The subfamily Festucoideae. Australian Journal of Botany 21: 201-234.

橋詰 潤・中村雄紀・会田 進・島田和高・山田昌功・小野昭 2013 『広原遺跡群発掘調査概報 I 2011 年度・2012 年度広原湿原および周辺遺跡における

考古・古環境調査』, 19p., 長野

細野 衛・佐瀬 隆 1997 「黒ボク土生成試論」『第四紀』29:1-9

細野 衛・佐瀬 隆 2014 「広原遺跡群土層の植物珪酸体記録による MIS5a 以降のササ類の地史的動態」『日本第四紀学会講演要旨集 44』, pp. 164., 千葉, 日本第四紀学会

細野 衛・佐瀬 隆・公文富士夫 2013 「長野県和田峠近方、広原遺跡群土層の植物珪酸体記録による植生履歴」『日本植生史学会第 28 回大会講演要旨集』, pp. 43-44., 高知, 日本植生史学会

細野 衛・佐瀬 隆・谷野喜久子 2015 「長野県長和町、広原湿原周辺域におけるローム土層中の広域風成塵の検出—プロキシデータとしての pH (NaF) 値の活用—」『日本第四紀学会講演要旨集 45』, p.24., 東京, 日本第四紀学会

気象庁 2002 「メッシュ気候値 2000 CD-ROM 版」気象業務支援センター

近藤鍊三 2000 「植物ケイ酸体」『化石の研究法—採集から最新の解析法まで—』, 化石研究会編, pp.942-947., 東京, 共立出版

近藤鍊三 2010 『プラントオパール図譜 走査型電子顕微鏡写真による植物ケイ酸体学入門』, 387p., 札幌, 北海道大学出版会

工藤雄一郎 2016 「広原湿原および広原 II 遺跡における放射性炭素年代測定」小野昭・島田和高・橋詰潤・吉田明弘・公文富士夫編 『長野県中部高地における先史時代人類誌 広原遺跡群第 1 次～第 3 次調査報告書』 (本報告書)

公文富士夫 2016 「長野県長和町、広原湿原および周辺陸域におけるボーリング調査報告」小野昭・島田和高・橋詰潤・吉田明弘・公文富士夫編 『長野県中部高地における先史時代人類誌 広原遺跡群第 1 次～第 3 次調査報告書』 (本報告書)

町田 洋・新井房夫 2011 『新編 火山灰アトラス 日本列島とその周辺 (第 2 刷)』, 336p., 東京, 東京大学出版会

三浦英樹・佐瀬 隆・細野 衛・苅谷愛彦 2013 「第四紀土壌と環境変動：特徴的土層の生成と形成史」『デジタルブック最新第四紀学』日本第四紀学会 50 周年電子出版編集委員会編, CD-ROM および概説

- 集 30p., 東京, 日本第四紀学会
- 宮脇 昭編著 1985『日本植生誌 6 中部』, 604p., 東京, 至文堂
- 西村 格・曾我友紀子・津田 智・西條好迪・莫 文紅 1997「霧ヶ峰亜高山草原における標高によるイネ科草本の種組成変化」『日本草地学会誌』42: 324-334
- 小野 昭・島田和高・橋詰 潤・吉田明弘・公文富士夫編 2016『長野県中部高地における先史時代人類誌—広原遺跡群第1次～第3次調査報告書—』明治大学黒曜石研究センター資料・報告集1 (本報告書), 明治大学黒曜石研究センター
- 佐瀬 隆・細野 衛 2014「長野県和田峠近方, 広原湿原地域における酸素同位体ステージ5a以降のササ類の地史的動態と黒ボク土層生成史」『日本植生史学会第29回大会講演要旨集』, pp. 23-24., 鹿児島, 日本植生史学会
- 佐瀬 隆・細野 衛・公文富士夫 2013「長野県長和町, 広原湿原地域におけるササ類の地史的動態と黒ボク土層生成史」『資源環境と人類』5: 1-18
- 佐瀬 隆・細野 衛・公文富士夫 2015「長野県長和町, 広原湿原堆積層および隣接陸域土壌層の植物珪酸体記録による植生履歴」『資源環境と人類』3: 65-75
- 佐瀬 隆・細野 衛・三浦英樹 2011「植物珪酸体群集変動からみた北海道における最終間氷期以降のササの地史的動態—ササを指標とした積雪・温量環境の推定—」『植生史研究』20: 57-70
- 佐瀬 隆・細野 衛・高地セリア好美 2008「三内丸山遺跡の土壌生成履歴—植生環境, 人の活動および黒ボク土層の関係—」『植生史研究』16: 37-47
- 佐藤 謙 2007『北海道高山植生誌』北海道大学出版会, 708p.
- 島田和高・隅田祥光・橋詰 潤・会田 進・橋詰 潤・掘 恭介・小野 昭 2014『広原遺跡群発掘調査概報I 2013年度広原遺跡群における考古・古環境調査』, 21p., 長野
- 島田和高・橋詰 潤・会田 進・中村由克・早田 勉・隅田祥光・及川 穰・土屋美穂 2016「III 広原遺跡群の発掘調査」小野 昭・島田和高・橋詰 潤・吉田明弘・公文富士夫編『長野県中部高地における先史時代人類誌—広原遺跡群第1次～第3次調査報告書—』明治大学黒曜石研究センター資料・報告集1 (本報告書), 明治大学黒曜石研究センター
- 早田 勉 2016「広原湿原および広原I・II遺跡におけるテフラ分析」小野昭・島田和高・橋詰潤・吉田明弘・公文富士夫編『長野県中部高地における先史時代人類誌 広原遺跡群第1次～第3次調査報告書』(本報告書)
- 杉山真二・藤原 宏 1986「機動細胞珪酸体の形態によるタケ亜科植物の同定—古環境推定の基礎資料として—」『考古学と自然科学』19: 69-84
- 杉山真二 2000「植物珪酸体 (プラントオパール)」『考古学と自然科学—3 考古学と植物学』辻誠一郎編, pp.189-213., 東京, 同成社
- 鈴木兵二・矢野悟道・松田行雄・波田善夫・中川重年・板東忠司・竹中則夫 1981『霧ヶ峰の植物 第一部 霧ヶ峰の植生』, 諏訪市教育委員会, 246p.
- 鈴木貞夫 1978『日本タケ科植物総目録』, 384p., 東京, 日本図書印刷株式会社
- 田口 信・細田浩史 2009「長野県霧ヶ峰八島ヶ原周辺の気候学的特性」『法政地理』41: 3-20
- 橋 ヒサ子 2006「知床半島羅臼湖周辺湿原の植生」『北海道教育大学大雪山自然教育研究施設研究報告』40:1-26
- 橋 ヒサ子・濱田 陽・林 大輔 1998「大雪山系天人が原湿原におけるアカエゾマツ林の構造」『北海道教育大学大雪山自然教育研究施設研究報告』32: 1-11
- 吉井亮一 1988「立山, 室堂平における湿原堆積物についての花粉分析」『日本花粉学会誌』34: 43-53

Palaeo-environmental developments since the marine isotope stage 3 based on phytolith records from deposits in the Hiroppara bog and soils at the Hiroppara sites, Nagawa Town, Nagano Prefecture, central Japan

Takashi Sase^{1*}, Mamoru Hosono²

In this paper we discuss the palaeoenvironmental changes around the Hiroppara bog since the marine isotope stage (MIS) 3 by employing phytolith records. The bog deposits can be divided into the following three periods from top to bottom: (1) the mountain bog period (MIS1) composed of the transitional moor sub-period of the upper peat deposit characterized by the dominant *Molinia* and the low moor sub-period of the middle peat deposit characterized by the continuous appearance of *Phragmites*, (2) the upper sub-alpine or alpine bog period (MIS2) of the lower peat deposit characterized by the dominant Pooideae, and (3) the sub-alpine pre-bog period (MIS3) characterized by the clear appearance of *Sasa*. The soils of the Hiroppara sites are also divided into three periods from top to bottom: (1) the semi-grassland period (MIS1) of the black soils (kurobokudo layer) dominated by a significant signal of non-Bambusoideae, (2) the desert period (MIS2) of the middle brown soils with very low abundance of phytoliths, (3) the semi-desert period (MIS3) of the lower brown soils characterized by the continuous signal of *Sasa*. It is estimated that the shift from the upper sub-alpine bog period to the mountain bog period at the Hiroppara bog correlates with the shift from the desert period to the semi-grassland period at the Hiroppara sites, and those shifts most likely occurred in the early Holocene period. The *Sasa* group, in favour of *Eusasa* during the MIS1, was instead dominated by *Crassinodi* in MIS3 and MIS2. Thus, it is estimated that the maximum snow depth of this area was less than 50 cm throughout MIS3 and MIS2.

Keywords: Hiroppara bog; Gramineae flora; Holocene; Kurobokudo layer; the Last Glacial; opal phytolith; *Sasa*.

1 Boreal Laboratory for Phytolith Research

2 Tokyo Natural History Research Structure

* Corresponding author: Takashi Sase (saze@opal.plala.or.jp)

長野県広原湿原における珪藻化石群集に基づく 最終氷期以降の堆積環境

吉田 明弘^{1*}

要 旨

広原湿原のHB-1A コアとTR-2 トレンチ断面から採取された試料について主に珪藻分析と放射性炭素年代測定を行い、この湿原およびその周辺における水環境を復元し、湿原の形成過程について検討した。HB-1A コアは約27.0 ka cal BPまで遡る珪藻分析の結果が得られた。この結果から、約27.0～14.0 ka cal BPでは砂質堆積物が流入する環境であり、その後泥炭が堆積する環境へ徐々に変化し、約4.0 ka cal BPになると堆積物の流れ込みのない湿地が形成された。一方、TR-2 トレンチ断面では約8.0 ka cal BPまで遡る珪藻分析の結果が得られた。この結果から約8.0～4.4 ka cal BPには有機物が少なく、砂質堆積物が多く流入する環境であった。その後、徐々に泥炭が堆積する環境に変化し、約4.4 ka cal BP以降には安定して泥炭が堆積する環境に変化した。これらの水環境結果から、広原湿原では最終氷期～晩氷期まで砂などの粗粒堆積物の流入が多く、少なくとも約14.0 ka cal BPまで堆積物の流入が続いた。約4.4 ka cal BP以降には泥炭が連続的に堆積するような安定した環境に変化した。さらに、約4.0 ka cal BP以降には現在と同様の湿原が形成された。

キーワード：珪藻分析, TC・TN分析, 堆積環境, 広原湿原, 中部日本

1. はじめに

長野県中部高地の一带には、いくつかの小規模な湿原が分布しており、広原湿原はそのなかの湿原の一つである(図1)。広原湿原の周囲では、考古学的な試掘調査が行われており、旧石器時代～縄文時代にかけての遺跡の存在が報告されている(男女倉遺跡群分布調査団, 1993)。一方、広原湿原における湿原堆積物を用いた花粉分析が行われ、八島湿原の花粉分析結果との対比から、この地域における完新世初頭以降の植生変遷が報告されている(酒井・国信, 1993; 酒井, 1996)。しかしながら、この研究では堆積物の年代値は得られておらず、詳細時系列に沿った広原湿原周辺の古環境変遷史は未だに構築されていない。

このような点から、¹⁴C年代測定値やテフラ年代に基づいた詳細な時系列の構築、さらにはそれに基づいた広原湿原の古環境復元が必要である(千葉ほか, 2013a, Yoshida et al., 2016b)。珪藻や花粉など

の微化石分析や堆積物の化学分析は、湿原形成の過程を検討する上で有効な手法である。とくに、珪藻化石は過去の水環境を示す有効な指標であるため、その分析結果は湿原の形成過程を復元するために重要である(Gaiser and Ruhland, 2010)。

そこで、本論では広原湿原の形成過程を解明するために、この湿原で掘削されたトレンチにおいて採取された堆積物(千葉ほか, 2013a)及びボーリングで採取されたHB-1A コアを試料にし、珪藻分析を行った。また、この分析結果に基づき、広原湿原およびその周辺における過去3万年間の堆積環境の復元を試みた。

2. 試料・方法

珪藻分析の試料は広原湿原において掘削された深さ3.0 mのトレンチ(TR-2)の同一壁面に、長さ約3 mのLチャンネルを用いて採取された試料、その南側で掘削された長さ4.5 mのHB-1A試料から採取した(図

¹ 鹿児島大学法文学部

* 責任著者：吉田明弘 (yoshy.akitan@gmail.com)

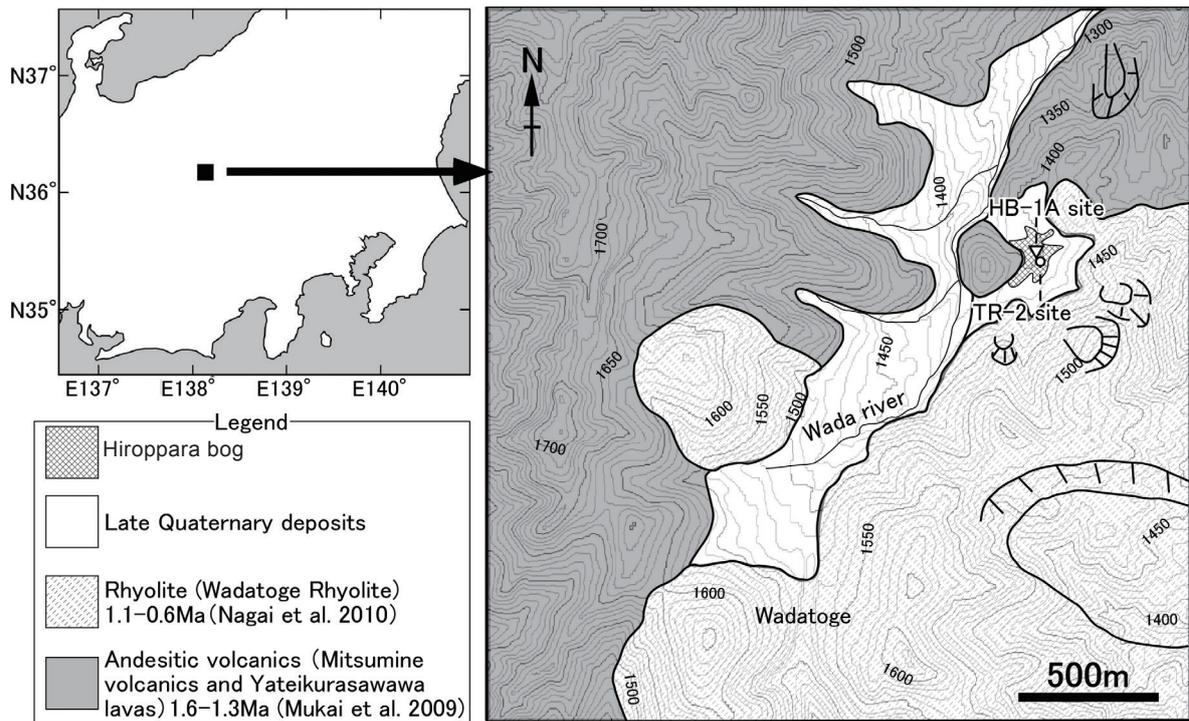


図1 調査地域の概要
千葉ほか (2013b) を修正した。

Fig. 1. Index map

The figures are modified from Chiba et al. (2013b).

1). トレンチの分析試料には、約 5 cm 間隔で適量切り出した堆積物を用いた。HB-1A コア試料からは、約 4 ~ 8 cm 間隔で堆積物を採取し、分析試料とした。各試料は乾燥した後、試験管に移し、15%の過酸化水素水を 0.5 ml 加えて有機物の分解・洗浄処理を行った。その後、試験管から上澄みを適量抽出し、マウントメディアを用いてプレパラートに封入した。作成したプレパラートを光学顕微鏡で観察し、少なくとも 200 個体を同定・計数を行い、産出頻度を求めた。ダイアグラムには産出頻度が 5% 以上の種について作成し、珪藻化石帯を区分した。珪藻の同定・生態は、主に Krammer and Lange- Bertalot (1986, 1988, 1991a, 1991b), Nagumo (2003), 小林ほか (2006), 千葉・澤井 (2014) に基づいた。なお、HB- 1 A コア試料の深度と年代は、Yoshida et al. (2016b) に従った。

3. 湿原堆積物の記載

ここでは TR-2 トレンチから得られた堆積物について記載する (千葉ほか, 2013a) (図 2)。深度 300 ~ 289 cm まで、灰色がかかった黒色の泥炭である (図

3)。深度 213 ~ 289 cm まで、粗粒な灰色の軽石が堆積する。とくに、260 cm 以浅では上方細粒化の傾向が認められる。深度 213 ~ 211 cm まで、灰色がかかった黒色の泥炭である。深度 211 ~ 209 cm まで、灰色がかかった軽石質のシルトである。深度 209 ~ 163 cm まで灰色がかかった黒色の泥炭である。深度 163 ~ 159 cm には、粗粒の灰色がかかった軽石が認められる。深度 159 ~ 117 cm まで灰色がかかった黒色泥炭であり、深度 117 ~ 0 cm まで黒味が強い黒色の泥炭となる。

HB-1A コアの堆積物は、Yoshida et al. (2016b) に従って記載する。広原湿原の堆積物は大きく 2 つに区分されている。深度 376 ~ 188 cm までは砂と礫から構成される。188 ~ 0 cm までは主に泥炭からなり、深度 147 ~ 137 cm に砂層が挟まる (図 4)。

4. 年代測定結果

TR-2 トレンチ試料から得られた 7 点の植物片の試料について、放射性炭素年代値が求められている。以下、各年代値は IntCal13 (Reimer et al., 2013) の較正曲線に基づいて 2 σ の年代幅で算出された較正年代であ

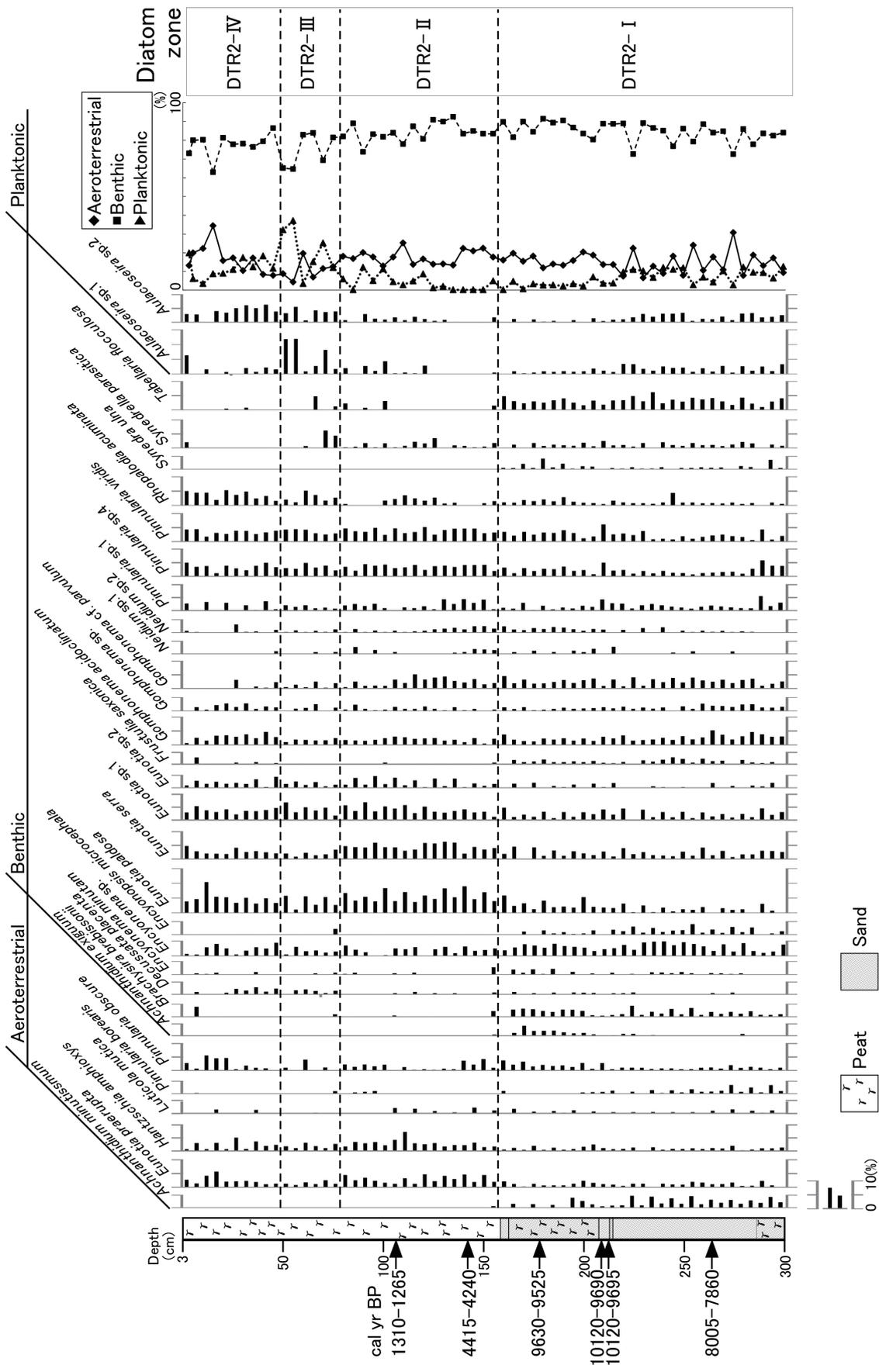


図2 TR-2 トレンチ試料の珪藻ダイアグラム
千葉ほか (2013b) を修正した

Fig. 2. Diagram of diatom assemblage at TR-2 site
The figures are modified from Chiba et al. (2013b).

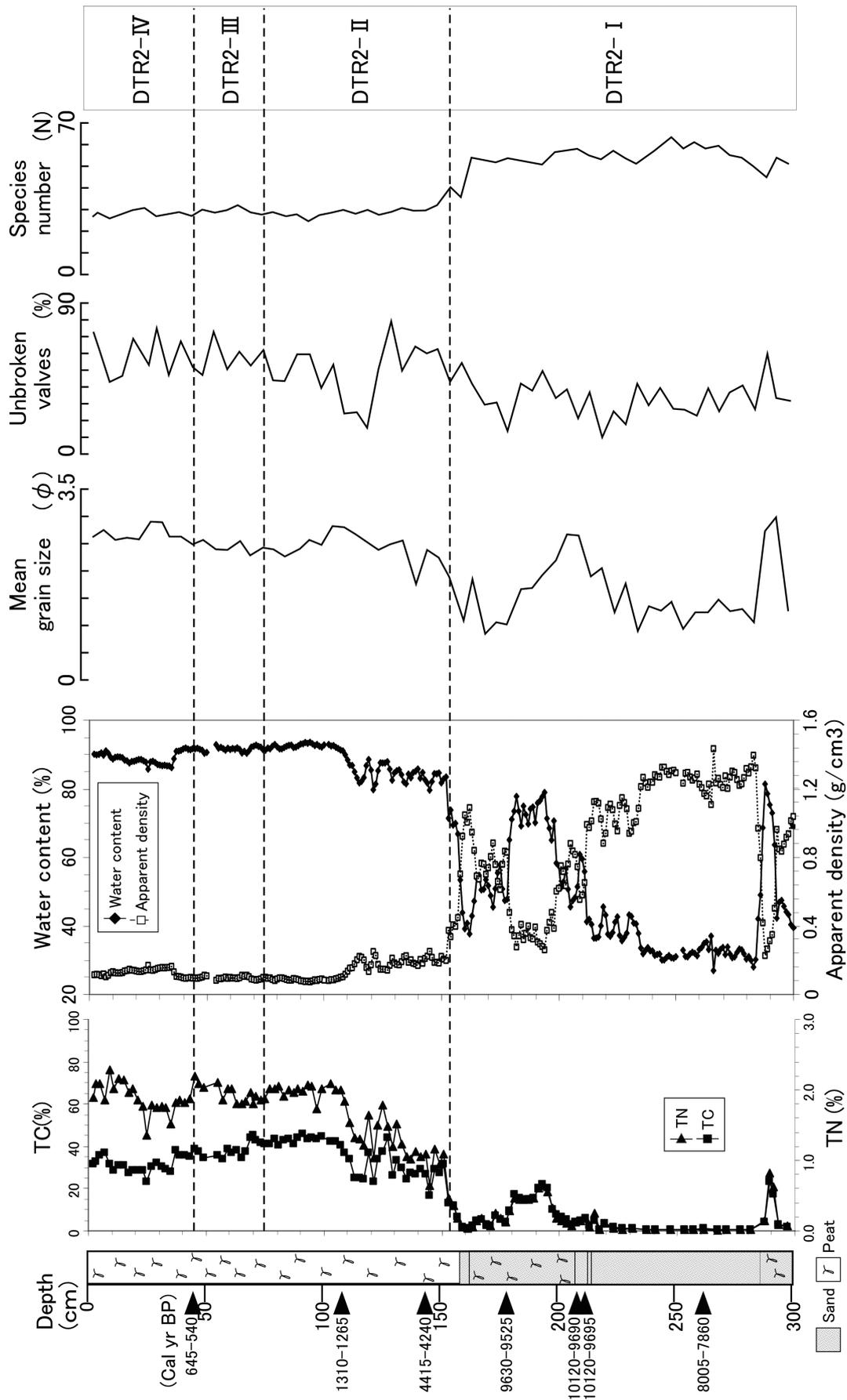


図3 TR-2 トレンチ試料におけるコアの岩相、放射性炭素年代及び、珪藻区分、平均粒径、炭素含有量、含水率の関係
干葉ほか (2013b) を修正した。

Fig. 3. Relationship among sediments, radiocarbon dates, diatom zones, mean grain size, TC/TN ration, and water contents at TR-2 site

The figures are modified from Chiba et al. (2013b).

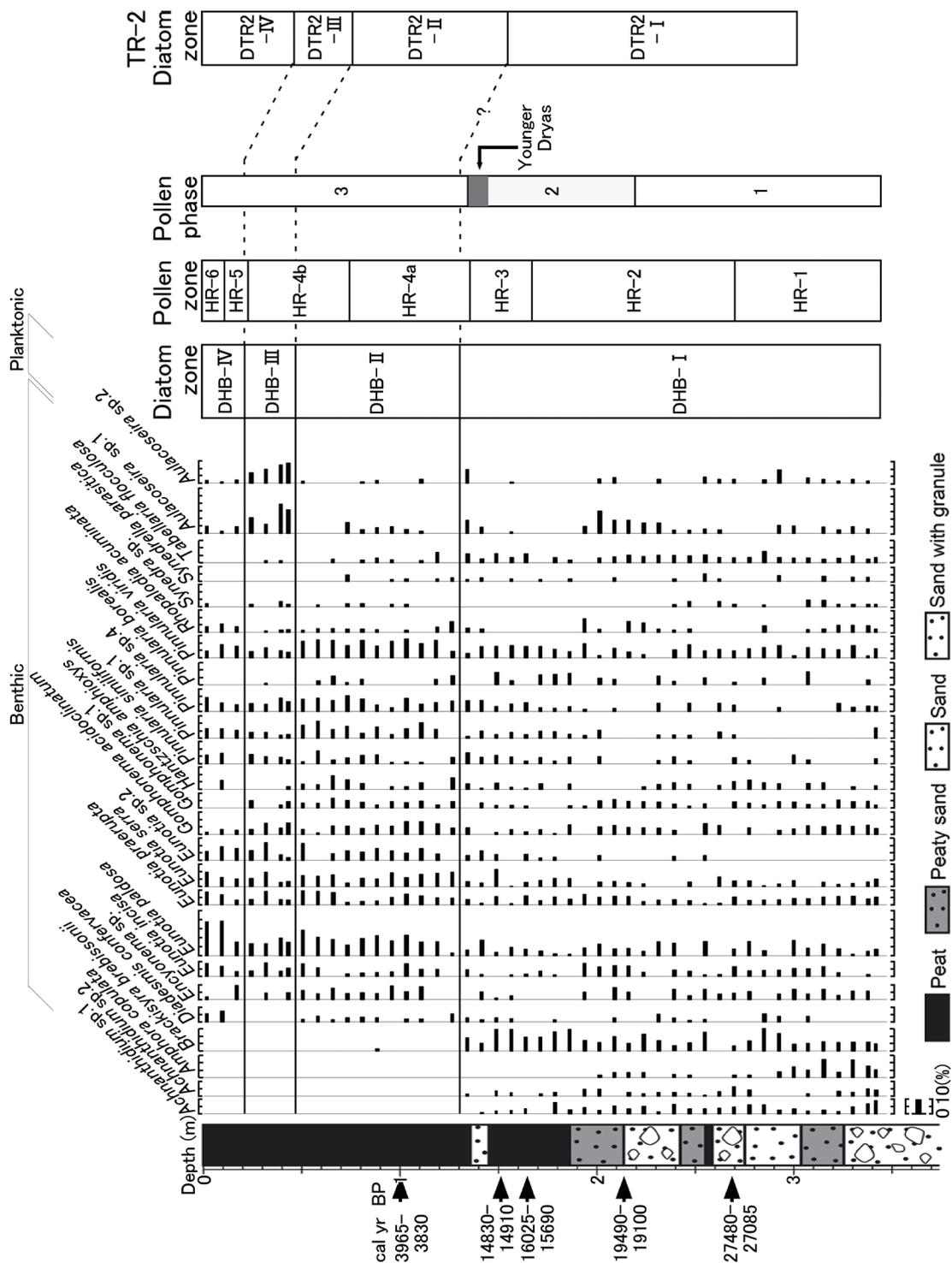


図4 HB-1A コア試料の珪藻区分と花粉帯との対応関係及び、TR-2 トレンチ試料との対応関係
花粉帯は Yoshida et al. (2016b) に基づく。

Fig. 4. Correlation between diatom and pollen zones at the HB-1 site and TR-2 sites
Pollen zones are based on Yoshida et al. (2016b).

る。深度 261 ~ 265 cm の試料は 7,905 ~ 7,860 cal BP、深度 214 ~ 209 cm の試料は 10,120 ~ 9,695 cal BP、深度 173 ~ 176 cm の試料は 9,630 ~ 9,525 cal BP、深度 145 ~ 141 cm の試料は 4,415 ~ 4,240 cal BP、深度 110 ~ 106 cm の試料は 1,310 ~ 1,265 cal BP、深度 50 ~ 49 cm の試料は 645 ~ 540 cal BP で

ある (千葉ほか, 2013a)。

HB- 1 A コア試料からは 5 点の植物片の放射性炭素年代測定が報告されている (Yoshida et al. 2016b)。以下に、各試料の較正年代 (2σ) を示す。深度 98.5 cm の木片は 3,965 ~ 3,830 cal BP、150.5 cm の木片 (枝もしくは茎) は 14,910 ~ 14,830 cal BP、163.5 cm

の木片（枝もしくは茎）は16,025～15,690 cal BP, 213.4 cmの木片は19,490～19,100 cal BP, 267.8 cmの木片は27,480～27,085 cal BPである。

5. TR-2 トレンチにおける

含水率・密度・TC・TN 分析結果とその解釈

TR-2 トレンチの堆積物を用いた含水率・密度・TC・TN 分析結果の傾向について示す（千葉ほか, 2013a）（図3）。深度約300～290 cmでは、堆積物の含水率が低く、密度が高い。また、この区間ではTC・TN値が共に低い。深度約290～280 cmは含水率が相対的に高くなり、密度が低下する。一方、この区間ではTC・TN値が上昇する。深度約280～290 cmでは含水率が低下し、密度が上昇する。TC・TN値は極めて低い。深度約200～280 cmにかけて含水率は相対的に上昇し、密度が低下する。この区間におけるTC・TNは減少する。深度約180～150 cmでは含水率が徐々に増加し、密度が減少する。TC・TN値は共に緩やかに増加する。深度約150～0 cmでは含水率が極めて高く、密度が低い。また、この区間のTC・TN値は高くなる。

このように含水率・密度・TC・TNの各値は、堆積物の構成物や粒径に依存する。すなわち、湿原内に泥炭が形成され、堆積するような環境であれば、泥炭の保水力が高いため含水率が高くなり、植物遺体で構成される泥炭堆積物の密度は低くなる。また、このような湿原内の泥炭が堆積する環境であれば、植物由来の有機物の含有量が相対的に多くなるため、TC・TN値も高くなる（千葉ほか, 2013a）。

6. 広原湿原における珪藻分析の結果と解釈

6-1 TR-2 トレンチにおける珪藻分析

珪藻分析の結果から、TR-2 トレンチの堆積物では少なくとも25属45種の珪藻が産出した。この分析結果のクラスター分析から、千葉ほか（2013a）は下位よりI～XIVの14の珪藻化石区分帯を設定した（図2）。本論ではこれらの珪藻化石区分帯をDTR2-I～IV帯の珪藻化石帯（以下、「帯」と略す）にまとめた。以下に、各帯の特徴と千葉ほか（2013a）で示される珪藻化石区分帯の特徴について記載する。

6-1-1 DTR2-I 帯（深度300～160 cm）

DTR2-I帯は、堆積物の流入に伴う異地性種の混入が認められる珪藻化石区分I～IV帯（千葉ほか, 2013a）である。

珪藻化石区分I帯（深度300～295 cm）：底生種の *Eunotia paldosa*, *Pinnularia viridis*, *Gomphonema asidoclinatum*, *Encyonema* 属, *Tabellaria flocculosa* などが多産する。また, *Brackysira brebissoni* が産出する。珪藻殻の保存状態は比較的悪く、産出する種数が多い。このことから、広原湿原は周囲から堆積物の流れ込みの影響が強かったと考えられる。

珪藻化石区分II帯（深度290 cm）：II帯はI帯の産出種と近い群集であるが、なかでも *Eunotia* 属と *Pinnularia* 属が優占する。珪藻殻の保存状態は比較的悪く、産出する種数が多い。この時期の湿原では一時的に堆積物の流れ込みが減少し、有機物が堆積する環境であったと推定される。

珪藻化石区分III帯（深度285 cm～165 cm）：III帯はI帯と近い群集が認められ, *Eunotia paldosa*, *Pinnularia viridis*, *Gomphonema asidoclinatum*, *Encyonema* 属, *Tabellaria flocculosa* などが多産した。また, *Brackysira brebissoni* が産出するのが目立つ。珪藻殻の保存状態は比較的悪く、産出する種数が多い。このことから、この時期には再び湿原への堆積物の流れ込みが活発化した。

珪藻化石区分IV帯（深度160 cm）：この帯はII帯の産出種と近い群集が認められ, *Eunotia* 属, *Pinnularia* 属が優占する。珪藻殻の保存状態は比較的悪く、産出する種数が多い。このことから、湿原への周囲からの流れ込みは減少し、再び有機物が堆積する環境に変化したと推定される。

6-1-2 DTR2-II 帯（深度155～80cm）

DTR2-II帯は、珪藻化石区分V帯（千葉ほか, 2013a）に相当し、堆積物の流入や侵食の影響がなく、現地性の珪藻種が優占する。

珪藻化石区分V帯（深度155～80 cm）：これまで認められた群集と大きく異なり、底生種である *Tabellaria flocculosa*, *Brackysira brebissoni*, *Eunotia* 属, *Achnantheidium minutissimum*, *A. exiguum* などがほとんど産出しなくなる。一方, *Eunotia paldosa*, *Eunotia serra* などの *Eunotia* 属と *Pinnularia* 属が優占する。珪藻殻の

保存状態は、比較的が良い。このことから、湿原内では周囲から堆積物の流れ込みや侵食のない、比較的安定した湿原環境になった。

6-1-3 DTR2-III 帯 (深度 75 ~ 50cm)

DTR2-III 帯は、浮遊性種が相対的に増加する珪藻化石区分 VI ~ X 帯 (千葉ほか, 2013a) に相当する。この帯期には、湿原内は湿潤化したと推測される。

珪藻化石区分 VI 帯 (深度 75 cm) : この帯は浮遊性珪藻である *Aulacoseira* 属が特徴的に産出する。珪藻殻の保存状態は比較的が良い。このことから湿原内は湿潤化もしくはトレンチ掘削地点における水位が増加したものと推定される。

珪藻化石区分 VII 帯 (深度 70 cm) : この帯は浮遊性珪藻である *Aulacoseira* 属の産出頻度が増加する。珪藻殻の保存状態は比較的が良い。この時期には湿原内はさらに湿潤化もしくはトレンチ掘削地点の水位が増加したと考えられる。

珪藻化石区分 VIII 帯 (深度 65 cm) : この帯は珪藻化石区分 VI 帯に近い群集である。珪藻殻の保存状態は、比較的が良い。したがって、湿原が僅かに乾燥もしくは湿原の水位が若干低下したと推定される。

珪藻化石区分 IX 帯 (深度 60 cm) : この帯では底生珪藻である *Eunotia* 属, *Pinnularia* 属や *Rhopalodi acuminata* が優占する。また、陸生珪藻 *Hantzschia amphioxys* の産出頻度が僅かに増加する。珪藻殻の保存状態は比較的が良い。このことから、湿原はさらに乾燥もしくはトレンチ掘削地点の水位が減少した。

珪藻化石区分 X 帯 (深度 55 ~ 50 cm) : 浮遊性珪藻である *Aulacoseira* 属, 底生珪藻である *Eunotia paldosa* などの *Eunotia* 属 と *Pinnularia viridis*, *Rhopalodia acuminata* が優占する。とくに、*Aulacoseira* 属の産出頻度は本帯でピークとなる。珪藻殻の保存状態は比較的が良い。以上のことから、湿原は湿潤化もしくは水位が上昇していたと推定される。

6-1-4 DTR2-IV 帯 (深度 45 ~ 0 cm)

DTR2-III 帯よりも底生種が相対的に増加する珪藻化石区分 XI ~ XIV (千葉ほか, 2013a) を DTR2-IV 帯とした。この帯期には湿原は乾燥もしくはトレンチ掘削地点の水位が減少したと推定される。

珪藻化石区分 XI 帯 (深度 45 ~ 20 cm) : この帯では底生珪藻である *Eunotia* 属, *Pinnularia* 属や *Rhopalodi*

acuminata が優占する。また、陸生珪藻の産出頻度も増加し、珪藻殻の保存は比較的が良い。このことから、この時期の湿原は乾燥もしくはトレンチ掘削地点の水位が減少した。

珪藻化石区分 XII 帯 (深度 20 ~ 10 cm) : 浮遊性珪藻である *Aulacoseira* 属の産出頻度は減少し、底生珪藻である *Eunotia* 属, *Pinnularia* 属や *Rhopalodi acuminata* が優占する。また、陸生珪藻の産出頻度も増加し、珪藻殻の保存は比較的が良い。このことから、湿原はさらに乾燥もしくはトレンチ掘削地点の水位が減少したと推定される。

珪藻化石区分 XIII 帯 (深度 5 cm) : この帯では陸生珪藻の産出頻度が低下する。また珪藻殻の保存状態は比較的が良い。したがって、陸生珪藻が多くなることから、この時期の湿原は乾燥もしくはトレンチ掘削地点の水位が減少した。

珪藻化石区分 XIV 帯 (深度 0 cm) : 浮遊性珪藻である *Aulacoseira* 属, 底生珪藻である *Eunotia paldosa* などの *Eunotia* 属 と *Pinnularia viridis*, *Rhopalodia acuminata* が優占する。珪藻殻の保存は比較的良い。この時期になると底生珪藻が再び出現するようになり、湿潤化もしくはトレンチ掘削地点の水位が増加したものと考えられる。

6-2 HB-1A コアにおける珪藻分析

珪藻分析の結果、HB-1A コアでは少なくとも 25 属 56 種の珪藻が産出した。さらに、クラスター分析により DHB-I ~ IV の 4 つの珪藻化石帯に区分した (図 4)。以下、各帯の特徴と解釈を示す。

DHB-I 帯 (深度 376 ~ 130 cm) : 本帯では底生種の *Eunotia paldosa*, *Pinnularia viridis*, *Gomphonema asidoclinatum*, *Encyonema* 属, *Tabellaria flocculosa* などが多産する。*Achnantheidium* sp.1, *A. sp.2*, *Brackysira brebissoni* なども産出する。珪藻殻の保存は比較的が悪く、産出する種数が多いことから、これらは異地性の珪藻が混ざった混合群集である。すなわち、この時期の湿原では周囲から堆積物が流れ込む環境だったと推定される。

DHB-II 帯 (深度 130 ~ 50 cm) : この帯では *Eunotia* 属, *Pinnularia* 属が優占する。一方, *Achnantheidium* sp.1, *A. sp.2*, *Brackysira brebissoni* などがほとんど産出しなくな

る。珪藻殻の保存状態は比較的に良い。このことから、この時期の湿原への堆積物の流入は減少し、植物遺体が堆積する環境に変化した。

DHB-III 帯 (深度 50 ~ 20 cm) : この帯では DHB-I 帯と近い群集が認められ、*Eunotia* 属が優占する。また、*Pinnularia* 属の頻度が僅かに減少し、*Aulacoseira* 属が多産する。珪藻殻の保存は比較的に良い。これらのことから、この時期の湿原が湿潤化もしくは湿原の水位が上昇したと考えられる。

DHB-IV 帯 (深度 20 ~ 0 cm) : この帯では浮遊性珪藻の *Aulacoseira* 属が減少し、底生珪藻の *Eunotia* 属、*Pinnularia* 属や *Rhopalodi acuminata* が増加する。珪藻殻の保存状態は比較的に良い。以上のことから、乾燥もしくは湿地の水分が減少したと推定される。

7. 広原湿原の形成過程

千葉ほか (2013a, b) では、TR-2 トレンチにおける珪藻群集の変化から、浮遊性珪藻を相対的な湿潤化の指標として、また陸生珪藻を乾燥化の指標として、また殻の保存度と種数の増加を湿原周辺からの堆積物の流入の目安として、湿原内の古環境について検討した (図 2, 3)。これによれば、まず 8,000 年前頃までは湿原周辺から堆積物が多く流れ込む環境であった。その後、堆積物の流入は減少するが、8,000 年前 ~ 4,000 年前頃の間に再び増加した。

4,000 年前以降になると、堆積物の流入はさらに減少し、安定して植生が繁茂する湿地の堆積環境が形成された。1,300 年前以降には、湿原内は複数回の乾湿もしくは相対的な地下水水位の変動を繰り返し、現在では比較的に水分の保持力の高い環境が形成されたと考えられる。

これらの珪藻群集の変遷は、広原湿原の各地点における堆積物の境界ともよく一致する。また、含水率や密度及び、TC や TN の変化とも調和的である。とくに、8,000 年前頃までの TC, TN の値は共に低い。また、粗粒堆積物で密度が高い時期は、珪藻群集から推定された堆積物が多く流れ込む環境を支持する。一方、4,000 年前以降になると、広原湿原の珪藻群集は一定の種数を示す湿原の群集となる。このことはその他の分析結果から推定される湿原の形成時期と矛盾しない (図 3)。

HB-1A コアの分析結果は、少なくとも過去 27,000 年前以降の堆積環境の変遷を示している (図 4)。珪藻群集と堆積物の層相から、少なくとも 27,000 ~ 14,000 年前頃までは、周囲から異地性の珪藻化石が流れ込む堆積環境であったと推定される (DHB- I 帯)。DHB- I 帯の珪藻群集は DTR2- I 帯の珪藻群集と良く似ているため、同様に周囲からの堆積物の流入により形成された群集であると考えられる。しかし、これら堆積物の層厚、岩相の特徴や年代は一致しないため、直接的に対比することはできない。

HB-1A コアの結果から、14,000 年前以降の堆積環境は安定化し、徐々に泥炭層が形成されようになったことが示される。4,000 年前以降には、安定して泥炭の形成が行われる環境に変化したものと考えられる。

HB-1A コア試料から推定される古環境変遷は、TR-2 トレンチの珪藻分析の結果と整合的である (DHB- II 帯 ~ IV 帯と DTR2- II 帯 ~ IV 帯)。とくに、完新世における珪藻群集の変化は良く一致する (図 2 ~ 4)。また、HB-1A コアにおける花粉分析の結果 (Yoshida et al., 2016b) との対応関係から、堆積物の流入が減少し、泥炭層が安定して形成されるのはヤンガードリアス (YD ; 12.4-11.7ka cal BP ; Stuiver and Grootes, 2000) 以降と考えられる (図 4 : 珪藻分析では DHB- I と II 帯の境界、花粉分析では HR-3 と 4 帯の境界に相当する)。すなわち、湿原周辺の森林植生が安定的に覆うようになる中で (吉田ほか, 2016a)、湿原周辺からの堆積物の流入が減少した。この湿原周辺の環境変化に合わせて、珪藻群集は様々な環境に生育する混合群集から湿原内だけに生育する群集へと変化したものと考えられる (図 4)。

謝辞

本論を作成するにあたり、筑波大学の千葉 崇博士には珪藻分析についてご教示を頂いた。また、明治大学黒耀石研究センターのスタッフの皆さんには様々な支援をして頂いた。本研究は平成 22 ~ 27 年度文部科学省私立大学戦略的研究基盤形成支援事業 (S1101020, 研究代表者 : 小野 昭) の研究費によって支援された。

引用文献

千葉 崇・公文富士夫・工藤雄一郎・小野 昭 2013a

- 「長野県和田峠に形成された広原湿原における完新世の古環境変遷と乾燥・湿潤変動」『資源環境と人類』3: 21-29.
- 千葉 崇・長井雅史・小野 昭 2013b 「完新世における広原湿原の形成過程と粗粒堆積物流入イベント」『日本第四紀学会講演要旨集』43:42-43(O-20). 弘前.
- 千葉 崇・澤井祐紀 2014 「環境指標種群の再検討と更新」『Diatom』30: 17-30.
- Gaiser, E. and Ruhland, K. 2010 Diatom as indicators of environmental change in wetlands and peatlands. The Diatoms: Application for the Environmental and Earth Sciences, pp.473-496., Cambridge Univ. Press.
- 小林 弘・出井雅彦・真山茂樹・南雲 保・長田啓五 2006『小林弘珪藻図鑑』, 591p., 内田老鶴圃, 東京.
- Krammer, K., and Lange-Bertalot, H. 1986 Bacillariophyceae. 1. Naviculaceae. In: Ettl, H., Gerloff, J., Heyning H., and Mollenhauer D. (Eds.), Süßwasserflora von Mitteleuropa, 2/1, 876 p., Gustav Fischer Verlag, Jena.
- Krammer, K., and Lange-Bertalot, H. 1988 Bacillariophyceae 2. Teil: Bacillariaceae, Epithemiaceae, Surirellaceae. In: Ettl, H., Gerloff, J., Heyning H., and Mollenhauer D. (Eds.), Süßwasserflora von Mitteleuropa, 2/2, 596p., Gustav Fischer Verlag, Jena.
- Krammer, K., and Lange-Bertalot, H. 1991a Bacillariophyceae 3. Teil: Centrales, Fragilariaceae, Eunotiaceae. In: Ettl, H., Gerloff, J., Heyning H., and Mollenhauer D. (Eds.), Süßwasserflora von Mitteleuropa, 2/3, 576pp., Gustav Fischer Verlag, Jena.
- Krammer, K., and Lange-Bertalot, H. 1991b Bacillariophyceae 4. Teil: Achnanthaceae, Kritische Ergänzungen zu Navicula (Lineolatae) und Gomphonema. In: Ettl, H., Gerloff, J., Heyning H., and Mollenhauer D. (Eds.), Süßwasserflora von Mitteleuropa, 2/4, 437pp., Gustav Fischer Verlag, Jena.
- 向井理史・三宅康幸・小坂共栄 2009 「中部日本, 美ヶ原高原とその周辺地域における後期鮮新世-前期更新世の火山活動史」『地質学雑誌』115: 400-422.
- 長井雅史・杉原重夫・柴田 徹・壇原 徹 2010 「塩嶺累層・霧ヶ峰・和田峠地域の最近 110 万年間の火山形成史」『日本火山学会講演予稿集』: 116.
- Nagumo, T. 2003 Taxonomic studies of the subgenus Amphora Cleve of the genus Amphora (Bacillariophyceae) in Japan. Bibliotheca Diatomologica 49, 265p., J. Cramer, Berlin, Stuttgart.
- 男女倉遺跡群分布調査団. 1993 「長野県黒耀石原産地遺跡分布調査報告書 (和田峠中黒男女倉谷) III」, 261p., 和田村教育委員会
- Reimer, P. J., Bard, E., Bayliss, A., Beck, J. W., Blackwell, P. G., Bronk Ramsey, C., Buck, C. E., Cheng, H., Edwards, R. L., Friedrich, M., Grootes, P. M., Guilderson, T. P., Haffidason, H., Hajdas, I., Hatté, C., Heaton, T. J., Heaton, T. J., Hoffmann, D. L., Hogg, A. G., Hughen, K. A., Kaiser, K. F., Kormer, B., Manning, S. W., Niu, M., Reimer, R. W. Richards, D. A., E Scott, M., Southon, J. R., Staff, R. A., Turney, C. S. M. and van der Plicht, J. 2013 IntCal13 and Marine13 radiocarbon age calibration curves, 0-50,000 years cal BP. Radiocarbon 55: 1869-1887.
- Stuiver, M. and Grootes, P. M. 2000 GISP2 oxygen isotope ratios. Quaternary Research 53: 277-284.
- 酒井潤一・国信ゆかり 1993 「溶岩台地湿原の花化石」男女倉遺跡群分布調査団編『長野県黒耀石原産地遺跡分布調査報告書 (和田峠・男女倉谷) III』: 30-34
- 酒井潤一 1996 「男女倉付近の黒耀石と上部更新統」男女倉遺跡群分布調査団編『和田村の黒耀石をめぐる課題-原産地遺跡分布調査を終えて-』: 4-17
- 山崎哲良・小林哲夫・河内晋平 1976 「長野県和田峠付近の地質と岩石」『地質学雑誌』82: 127-137.
- 吉田明弘・叶内敦子・神谷千穂 2016a 「長野県広原湿原における花粉分析と微粒炭分析からみた過去 3 万年間の植生変遷と気候変動」小野 昭・島田和高・橋詰 潤・吉田明弘・公文富士夫編『長野県中部高地における先史時代人類誌-広原遺跡第 1 次~第 3 次調査報告書』, 本報告書.
- Yoshida, A., Kudo, Y., Shimada, K., Hashizume, J. and Ono, A. 2016b Impact of landscape changes on obsidian exploitation since the Palaeolithic in the central highland of Japan. Vegetation History and Archaeobotany 25: 45-55. doi: 10.1007/s00334-015-0534-y

Investigating sedimentary environmental changes of the Hiroppara bog by looking at diatom assemblages since the Last Glacial period

Akihiro Yoshida^{1*}

This paper reports on the formational processes of peat bog and palaeo-environmental changes since the Last Glacial period at the Hiroppara bog as gleaned through diatom analysis and radiocarbon dating in the HB-1A core and TR-2 trench samples. Mixed diatom assemblages of allochthonous diatoms formed together in the HB-1A site, near the site TR-2, during ca. 27 - 14 ka cal BP, while the ratio of allochthonous diatoms decreased gradually at ca. 14 - 4 ka cal BP. Moreover, TC and TN ratios of depositional environment are extremely low, and similar mixed assemblages were formed at TR-2 site during ca. 8 - 4 ka cal BP. These data suggest that the site was an unstable depositional environment during the period from the Last Glacial Maximum to the Last Termination, and gradually changed to more stable environmental conditions at ca. 14 - 4 ka cal BP. On the other hand, the diatoms growing in a peat bog also increased in both sites, and TC and TN ratios increased in the TR-2 site after ca. 4 ka cal BP. This evidence indicates that the area changed from an unstable to a stable depositional environment such as that of a peat bog.

Keywords: diatom analysis; TC/TN analysis; sedimentary environment; Hiroppara bog; central Japan.

¹ Faculty of Law, Economics and Humanities, Kagoshima University

* Corresponding author: Akihiro Yoshida (yoshy.akitan@gmail.com)

VI ヒト-資源環境系の人類誌

長野県広原湿原周辺における 過去3万年間の景観変遷と気候変動

吉田 明弘^{1*}

要 旨

本論では、長野県広原湿原の堆積物における統一的な年代モデルを基に、花粉分析と植物珪酸体分析、珪藻分析の各古環境データから、この湿原とその周辺における過去3万年間の景観変遷と気候変動を議論した。約30.0～17.0 ka cal BPには、最終氷期極相期の寒冷な気候により、湿原周辺には高山帯の植生景観が広がっていた。この周氷河環境における活発なソリフラクションにより、湿原内では砂礫が堆積するとともに、イチゴツナギ亜科の草原となっていた。約17 ka cal BPには、晩氷期の温暖化により、森林限界が上昇するとともに、湿原周辺にはカバノキ属と亜寒帯性針葉樹の混交林が分布するようになった。この温暖化と森林化に伴い、有機物が湿原内に堆積するようになった。約11.2 ka cal BPになると、後氷期の急激な温暖化が生じ、湿原周辺にはコナラ亜属を主体とする落葉紅葉樹林が覆った。この時期から湿原周辺からの土砂流入は減少し、湿原内では安定的な泥炭形成が開始した。また、イチゴツナギ亜科やヌマガヤ属の草原が湿原内に繁茂するようになった。約3.0～0.7 ka cal BPではスギやツガ属、トウヒ属の温帯性針葉樹が増加するとともに、山火事が頻繁に生じるようになった。約0.7 ka cal BP以降には、森林伐採によるアカマツ二次林の拡大に伴い、湿原内への土砂流入が生じ、湿原内は相対的に乾燥化した。AD1918年には湿原周辺では大規模なカラマツ植林が行われた。このように、過去3万年間の広原湿原やその周辺の景観は、旧石器時代以降の気候変動によって大きく変化したことがわかった。この景観変遷は、中部高地における先史時代の人類活動に大きな影響を及ぼした可能性がある。

キーワード：景観変遷、気候変動、花粉分析、微粒炭分析、珪藻分析、中部日本

1. はじめに

「ヒト—資源環境系の歴史の変遷に基づく先史時代人類誌の構築」研究プロジェクト(以下、『本プロジェクト』と省略する)では、広原遺跡とこの遺跡に隣接する広原湿原の堆積物を用いて、放射性炭素年代測定や花粉分析、植物珪酸体分析、珪藻分析を実施した。この中で、広原湿原では過去3万年間の堆積物について各測定・分析が行われ、広原遺跡周辺における景観変遷を議論することが可能になった。一方、広原遺跡のローム層は、腐植物に乏しく、好気的な環境に長期間さらされてきた。このような堆積物では、花粉化石や珪藻化石の保存状態が悪く、放射性炭素年代測定の試料には不向きであり、すべての測定・分析を行うことができなかった。

そこで、本論では古環境復元に必要な測定・分析が行われ、かつ詳細な年代軸の得られた広原湿原の堆積物における各測定・分析結果から、広原湿原とその周辺における過去3万年間の景観変遷と気候変動について考察する。

2. 古環境復元の分析方法における時空間的な分解能の差異

広原湿原では、花粉分析と植物珪酸体分析、珪藻分析による古環境復元が行われ、前述のように各分野から様々な議論が展開された(吉田, 2016; 吉田ほか, 2016a; 佐瀬・細野, 2016)。一方、これらの分析方法には、各化石やその形成・堆積過程(タフオノミー)

1 鹿児島大学法文学部

* 責任著者：吉田明弘 (yoshy.akitan@gmail.com)

によって、復元できる環境や時間・空間的な分解能が異なる（日本第四紀学会編，1993；辻編，2000など）。すなわち、この地域における景観変遷や気候変動を議論する前に、分析方法における長所と短所を整理しておく必要がある。

一般に、花粉分析と植物珪酸体分析は、過去の植生復元の方法として用いられる。この2つの方法の長所と短所は、次のようにまとめられる。花粉分析は、過去に植物から散布と飛散、堆積した花粉化石を用いるため、比較的広域的な植生を反映している。このことから、花粉分析の結果は、森林植生や気候変動の指標として古環境復元で広く用いられている。一方、落葉樹林や針葉樹林の林床に優占するササ類については、数十年に一度のペースで一斉に開花し、花粉生産量が極めて低い。このような花粉生産性の低い植物・植生については、花粉分析の結果から推測することは難しい。

植物珪酸体分析は、イネ科やカヤツリグサ科などの単子葉植物の細胞内で再結晶化したシリカ（植物珪酸体）を用いる。シリカは細胞室の形状に沿って再結晶化するため、その形態的な特徴から様々な単子葉植物を細分することが可能である。しかし、植物珪酸体を生成する植物は、単子葉植物などの特定の植物に限られる。また、植物体の部位によっては細胞室の形態が著しく異なるため、1つの植物体でも様々な形態の植物珪酸体が作られる。これら植物珪酸体の形態や生産性については未だに多くの不明な点が残されている。

さらに、植物珪酸体は植物体が枯死し、その遺体が分解・堆積の過程を経ることで堆積物に取り込まれる。このことは、植物珪酸体分析の結果が局地的な単子葉植物のフローラ（植物相）を反映することを意味する。局地的な植生は地形や堆積物、水環境などの様々な環境因子の影響を受けている、すなわち、植物珪酸体分析の結果は、広域的に生じる気候変動を反映しているとは言い難い。

珪藻分析は、単細胞の藻類が生成する2つの珪質被殻の形態・構造を基にして、堆積物に含まれる珪藻化石の分類を行う。とくに、珪藻は淡水～海水まで広く分布しており、水素イオン指数（pH; potential hydrogen）により生息種が変化する。そのため、珪藻分析の結果は、水環境や堆積環境の指標として古環境分野で

広く用いられている。一方、珪藻種の多くは水生生物であり（陸生もあるが）、水流により異地性の珪藻種が運搬される可能性もある。例えば、広原湿原においても周辺斜面から湿原内への土砂流入とともに、異地性の珪藻種が流入したことが確認されている（吉田，2016）。

このように古環境分野の分析方法には、化石やその形成・堆積過程によって長所と短所がある。また分析方法によって復元できる環境だけでなく、その結果が示す時間・空間的な範囲が異なる。そこで、本論では古環境分野で得られた各分析の結果を以下のように解釈する。花粉分析の結果は森林植生と気候変動、微粒炭分析は湿原周辺における山火事の頻度を示す指標とした。なお、森林植生の復元には従来の研究のように相対的な花粉出現率を基にした局地花粉帯だけでなく、森林域と非森林域を区分するために高木花粉の年間堆積量（PART, grains/cm²/year）も用いた（Yoshida et al. 2016b）。植物珪酸体分析の結果は、広原湿原における単子葉植物の変遷、珪藻分析は水環境と堆積環境を示す指標として用いた。

3. 広原湿原とその周辺における 過去3万年間の景観変遷と気候変動

図1に、広原湿原のHB-1Aコアにおける古環境分野の各分析・測定結果をまとめたものを示す。これらの結果を基にして、過去3万年間の広原湿原周辺における景観変遷の模式図を作成した（図2）。堆積年代については、Yoshida et al. (2016b) のAge-depthモデルに従って算出し、この年代軸を基にして各分析結果の年代を推定した。以下では、6つの時代に分け、各時代における広原湿原とその周辺の景観変遷と気候変動を述べる。

3-1 最終氷期極相期における高山帯の植生景観（約30.0~17.0 ka cal BP）

約30.0～17.0 ka cal BPは、花粉分析結果ではHR-1帯とHR-2帯前半にあたり、亜寒帯性針葉樹とカバノキ属の花粉化石で特徴づけられる（吉田ほか，2016a；Yoshida et al, 2016b）。一方、PART値は閾値を著しく下回ることから、広原湿原周辺は非森林域で

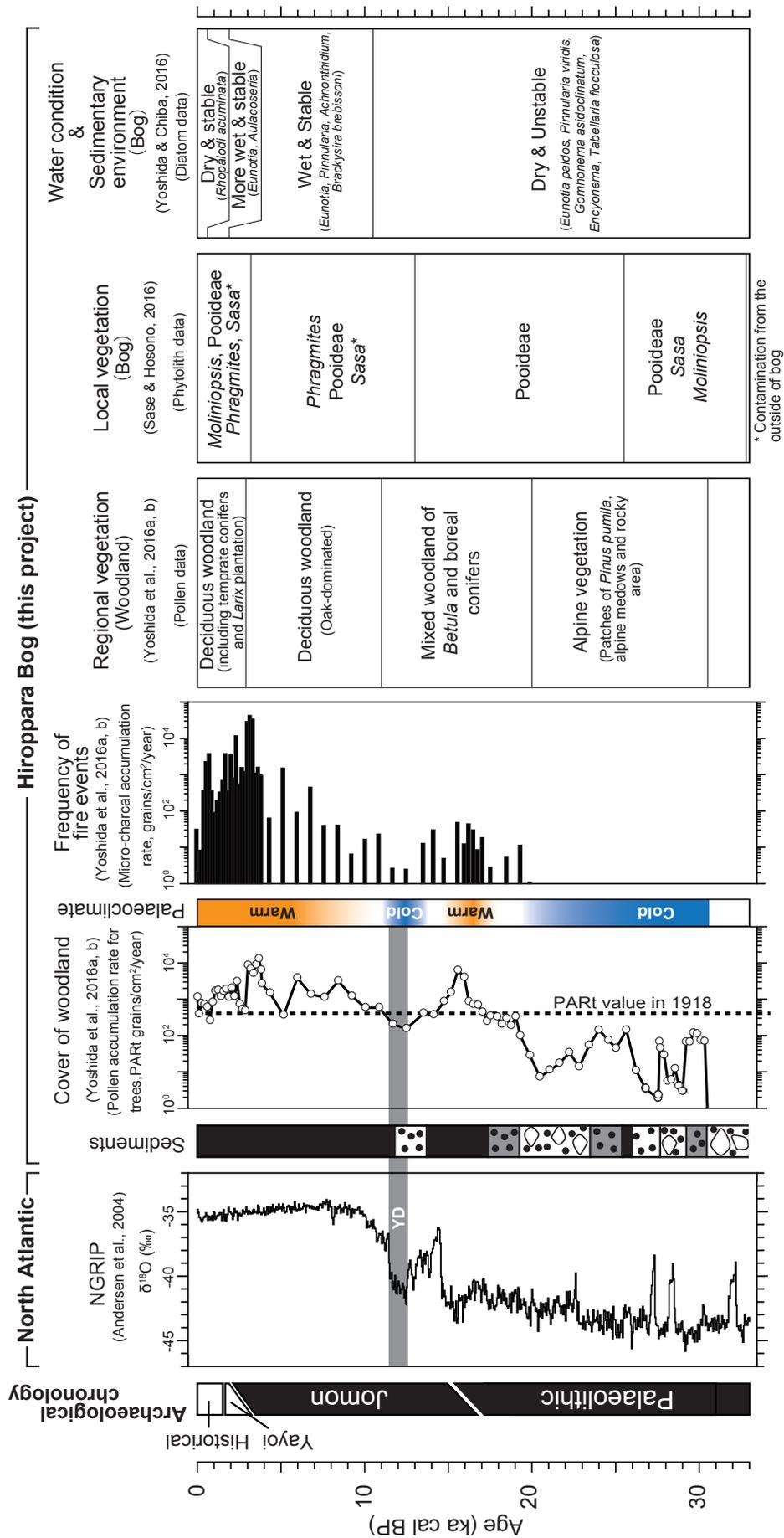


図1 広原湿原のHB-1A地点における古環境データ
 HB-1Aの年代はYoshida et al. (2016b) による。灰色部分は晩氷期の再寒冷化イベントを示す。NGRIPの酸素同位体比カーブはAndersen et al. (2004) を基にして作成した。YD; ヤングドリアス寒冷化イベント (12.4 ~ 11.7 ka cal BP, Stuiver and Grootes, 2000)。

Fig. 1. Palaeoenvironmental data at HB-1A site, Hiroppara bog
 The chronology of HB-1A core was after Yoshida et al. (2016b). Gray shading shows a cold reversal event during the Last Glacial Termination. Black and white triangles show age-control points determined by calibrated ages and regional pollen spectra, respectively. Oxygen isotope curve in NGRIP is modified from Andersen et al. (2004). YD; Younger Dryas event (12.4-11.7 ka cal BP, Stuiver and Grootes, 2000).

あったと考えられる。したがって、この時期における広原湿原周辺では、最終氷期極相期 (LGM, 約 23.0 ~ 19.0 ka cal BP; Clark and Mix, 2002) の寒冷化に伴って森林限界が低下しており、コケスギランやスゲ類などの高山草原、ハイマツ低木林から構成される高山帯の植生景観が広がっていた。

この時期における植物珪酸体分析の結果では、高山帯の分布するイチゴツナギ亜科が検出され、湿原内にはイチゴツナギ亜科を主体としたイネ科植物が広がっていたと考えられる (佐瀬・細野, 2016)。一方、珪藻分析では異地性の珪藻化石が認められ、この時期の広原湿原では不安定な堆積環境であったことが示される。また、この時期における広原湿原の堆積物をみると、砂層と礫層から構成されており、湿原の周囲からこれら無機質堆積物が運搬・供給されていたと考えられる (吉田, 2016)。一般に、無機質堆積物は水流によって短期間に運搬されたと解釈される。しかしながら、この期における花粉化石の含有量は比較的に高く、長期間に渡ってゆっくりと堆積したことを示している。とくに、森林限界を越えた高山帯では、周水河環境の下で地表面の凍結融解と重力により、角礫や土砂の生産、移動が生じる (ソリフラクション) (小疇尚研究室編, 2005)。したがって、約 30.0 ~ 17.0 ka cal BP の広原湿原やその周辺は、周水河環境下において活発なソリフラクションが生じ、無機質堆積物が周辺斜面から湿原へと供給されていた可能性が高い。

3-2 最終氷期極相期の終焉と森林限界の上昇 (約 17.0 ~ 11.2 ka cal BP)

花粉分析の結果から、約 17.0 ka cal BP 以降になると PART 値が閾値を上回る。これは最終氷期極相期が終焉し、温暖な気候環境へと移行する中で、中部高地の森林限界が上昇したものと考えられる。すなわち、この時期から亜寒帯性針葉樹とカバノキ属の森林が、広原湿原周辺を覆い始めたことを示している (吉田ほか, 2016a; Yoshida et al, 2016b)。

植物珪酸体分析の結果では、約 13.0 ka cal BP までイチゴツナギ亜科のみの検出であるが、これ以降にはヨシとササが検出されるようになる (佐瀬・細野, 2016)。珪藻分析の結果では、約 14.0 ka cal BP から安定的な堆積環境になったことが示さる (吉田,

2016)。湿原堆積物では、約 17.0 ka cal BP から有機物の含有量が増加し、約 14.0 ka cal BP 以降には泥炭へと変化する。また、約 13.5 ~ 12.0 ka cal BP には葉理の発達した砂が堆積する。したがって、17.0 ka cal BP 以降における広原湿原周辺では、安定的な森林植生が広がると共に、周辺斜面からの土砂供給は減少したと考えられる。また、気候の温暖化が生じることで降水量が増加し、13.5 ~ 12.0 ka cal BP に周囲から流水によって土砂が流れ込む時期があったものと考えられる。

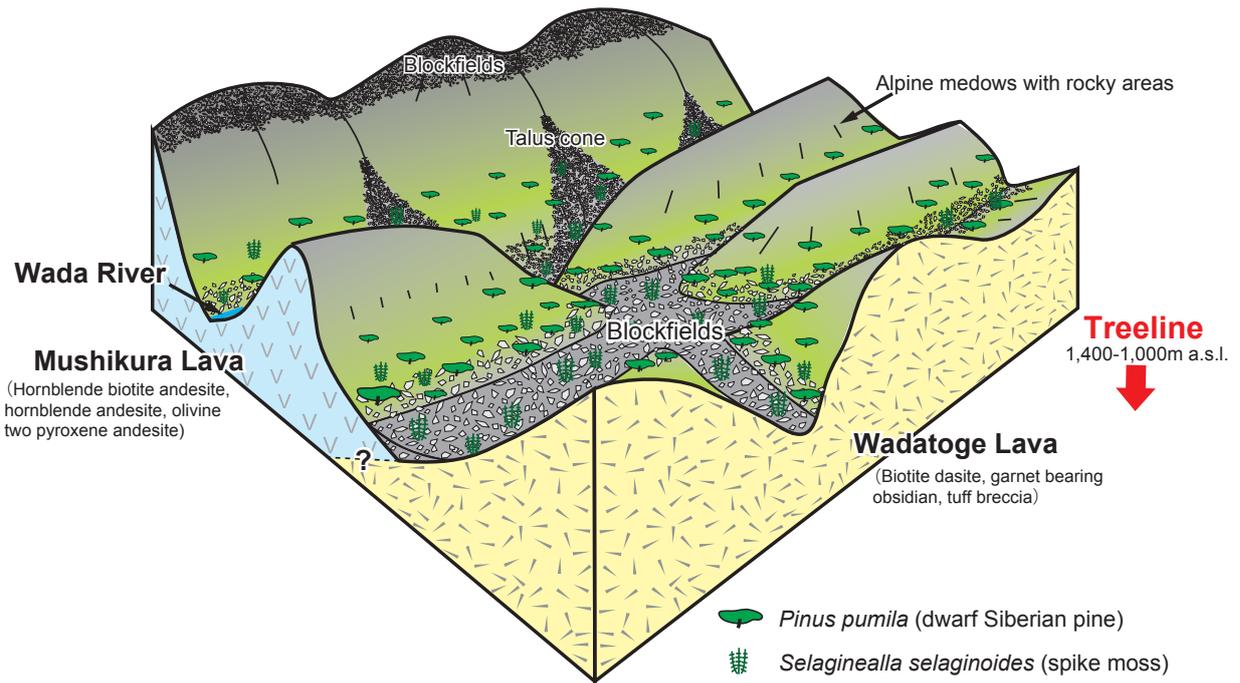
約 11.2 ~ 12.4 ka cal BP には PART 値が閾値を下回り、森林限界が一時的に低下したことを示している (吉田ほか, 2016a; Yoshida et al, 2016b)。この一時的な森林限界の変化は、植物珪酸体分析と珪藻分析の結果には見られない。この時期における森林限界の低下は、グリーンランド氷床コアの酸素同位体比変動が示すヤングドリアス期 (YD; 12.4 ~ 11.7ka cal BP; Stuiver and Grootes, 2000) と一致することから、この寒冷化が原因と考えられる。

3-3 急激な温暖化と後氷期の落葉広葉樹林 (約 11.0 ~ 3.0 ka cal BP)

花粉分析の結果では、約 11.0 ka cal BP 以降にはコナラ亜属やクマシデアサダ属が優占し、PART 値は安定的に閾値を上回るようになる。この時期には、森林限界がさらに上昇し、広原湿原周辺ではコナラ亜属を主体とする落葉広葉樹林に覆われるようになったと考えられる (吉田ほか, 2016a; Yoshida et al, 2016b)。この落葉広葉樹林の拡大開始期は、ヤングドリアス期に相当する寒冷化の終了とほぼ一致することから、広原湿原周辺でも約 11.2 ka cal BP に後氷期の急激な温暖化が生じたと考えられる (Walker et al., 2009)。この時期になると、湿原内では泥炭が継続的に堆積するようになる。珪藻分析の結果は、湿潤な水環境を示す浮遊性珪藻種が優占し、安定した堆積環境になったことを示している (吉田, 2016)。

一方、約 11.2 ka cal BP 以降における植物珪酸体分析では、イチゴツナギ亜科やヌマガヤ属、ササ属が検出されている。一般に、地下水位の高い低位~中位泥炭地では、ササの分布は認められない。また、ササの湿原内への侵入は、泥炭地の発達や排水路の形成など

ca. 30-17 ka cal BP (LGM: 22-19 ka cal BP)



ca. 17-11 ka cal BP (Last Glacial Termination)

Deglacial warming

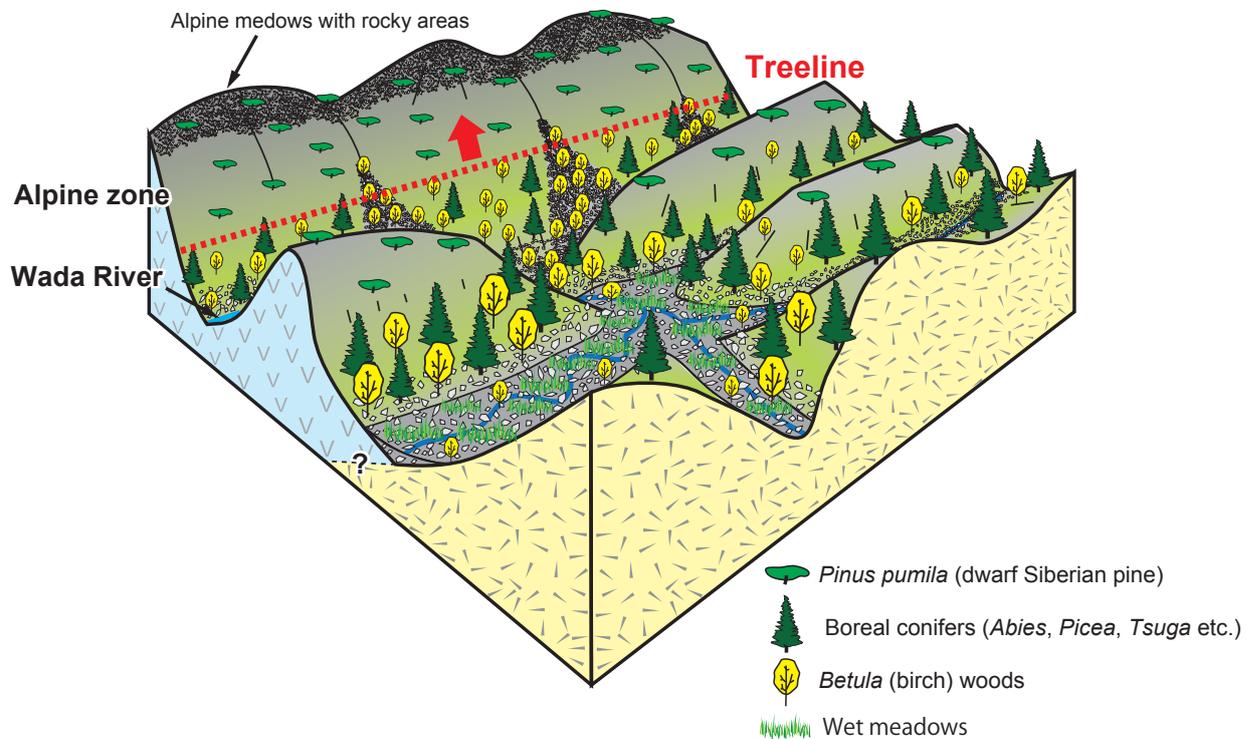
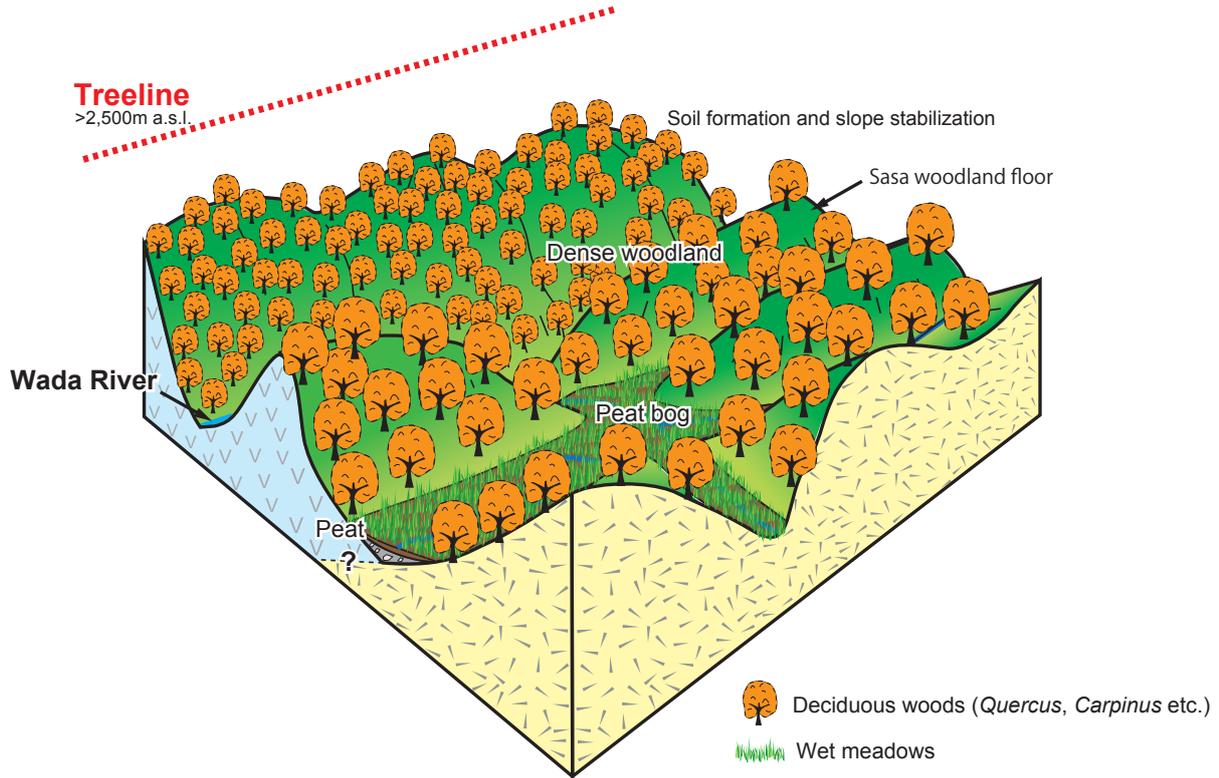


図2 広原湿原周辺における過去3万年間の景観モデル

Fig. 2. The landscape models during the past 30,000 years around the Hiroppara bog, central Japan

ca. 11-3 ka cal BP (early-middle Holocene)



ca. 3-1.5 ka cal BP (late Holocene)

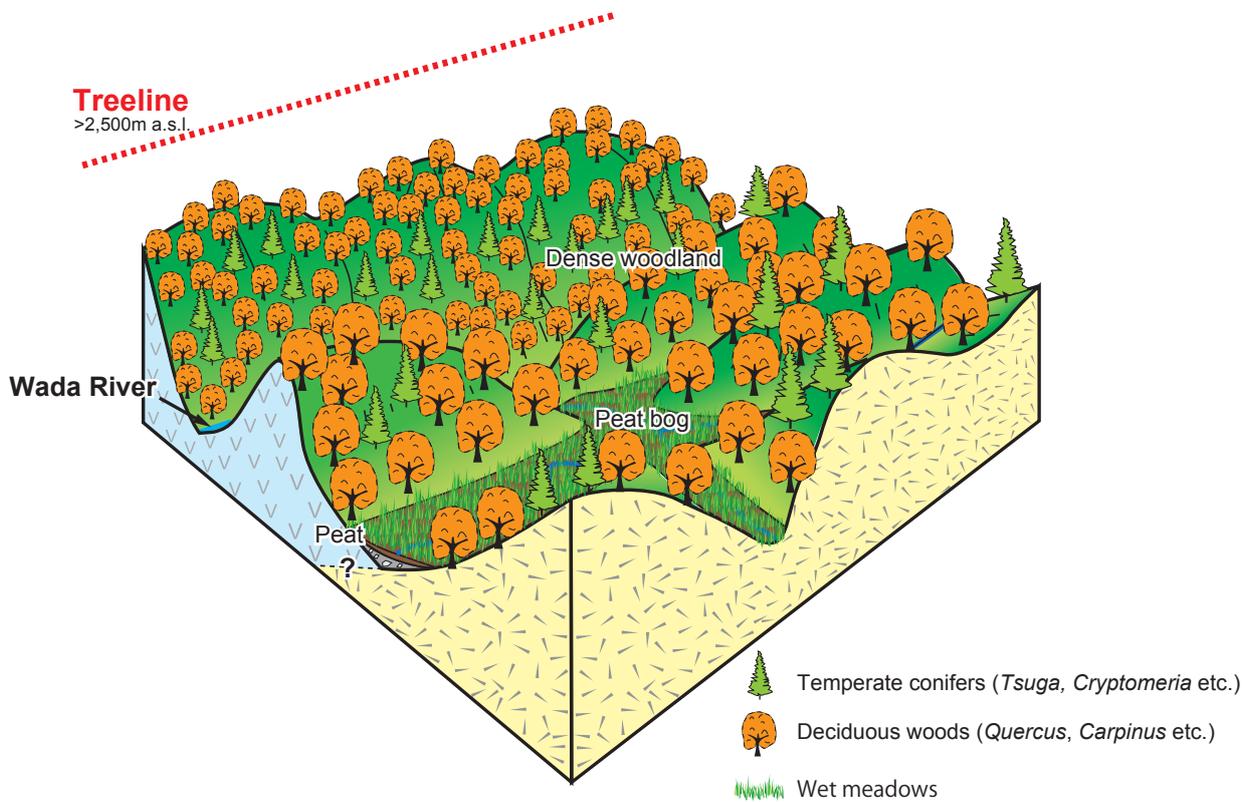


図 2 (続き) 広原湿原周辺における過去 3 万年間の景観モデル

Fig. 2 (continued). The landscape models during the past 30,000 years around the Hiroppara bog, central Japan

によって、地下水位が低下することで、湿原縁辺部から始まる。すなわち、湿生植物のヌマガヤ属が生育可能な環境であり、かつ泥炭が堆積する湿潤な広原湿原でササ属が侵入したとは考え難い。後述するが、ササ属の植物珪酸体化石は湿原周辺から供給された可能性が高い。したがって、湿原内にはイチゴツナギ亜科やヌマガヤなどの単子葉植物が生育し、湿原周辺の林床にササ属が分布していたと考えられる。

3-4 温帯性針葉樹と山火事の増加（約 3.0 ～ 0.7 ka cal BP）

花粉分析の結果から、約 3.0 ～ 0.7 ka cal BP の広原湿原周辺では、依然としてコナラ亜属を主体とする落葉広葉樹林が分布していた。温帯性針葉樹の花化石の増加が示されたことから、スギやツガ、トウヒの温帯性針葉樹が落葉広葉樹林に混交するようになったと考えられる（吉田ほか、2016a；Yoshida et al, 2016b）。この時期になると、微粒炭の年間堆積量は最高値となり、山火事が頻発したと推測される。また、微粒炭の年間堆積量と PART には負の相関が認められる（吉田ほか、2016a；Yoshida et al, 2016b）。このことは、広原湿原周辺で山火事が発生し、時間の経過とともに森林が回復する過程を捉えていると考えられる。

約 3.0 ka cal BP 以降の湿原内では、ヨシ属やヌマガヤ属、イチゴツナギ亜科、ササ属などの植物珪酸体が検出されている（佐瀬・細野、2016）。佐瀬・細野（2016）は、この結果から湿原内におけるササ属の侵入と乾燥化を指摘している。前述のように、ササ属は地下水位の高い湿原内では生育できない。また、珪藻分析の結果では、約 3.0 ～ 2.0 ka cal BP には地下水位が上昇し、湿潤化したことが示されている（吉田、2016）。このように湿原内の乾燥化に伴うササの侵入は、水環境の復元結果と大きく矛盾している。

この時期の広原湿原周辺では、微粒炭分析の結果から山火事の頻度が増加したことが示されている。当然のことながら、山火事の発生は樹木だけでなく、林床に優占するササ類も焼き尽くす。すなわち、この時期におけるササ属の植物珪酸体は、山火事の燃焼により生成されたササ属の植物珪酸体が湿原周辺から流入したものである可能性が高い。なお、約 11.0 ～ 3.0 ka cal BP でもササ属の植物珪酸体が認められる。この時

期においても微粒炭の増加が認められることから、山火事によるササ属の植物珪酸体の混入であると考えられる。

3-5 人為活動の増加とアカマツ二次林（約 0.7 ka cal BP ～ AD1918）

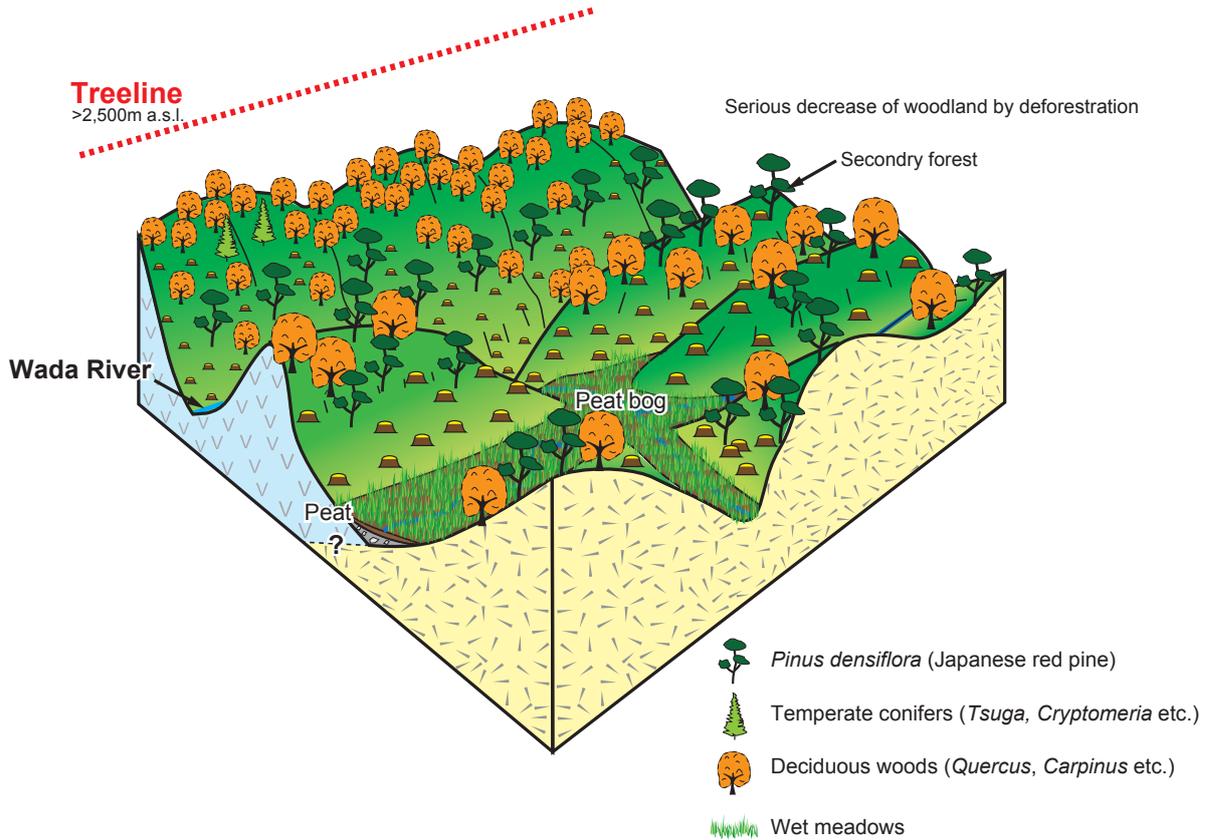
花粉分析の結果から、約 0.7 ka cal BP ～ AD1918 の広原湿原周辺ではアカマツ林の増加が認められる。また、この時期には PART 値が減少することから、湿原周辺の植被が乏しくなったと考えられる。一方、微粒炭の年間堆積量は減少する。これは山火事による森林の減少とは考え難い。完新世後期には人類活動による森林伐採が盛んに行われ、日本各地でアカマツ二次林が増加したことが各地の花粉分析結果から示されている（Tsukada, 1988; Sasaki and Takahara, 2011, 2012；吉田・鈴木、2013）。したがって、約 0.7 ka cal BP になると、広原湿原周辺でも人類により森林伐採が行われ、森林が減少するとともに、その跡地にアカマツ二次林が増加したと考えられる。

この時期における植物珪酸体分析の結果は、依然としてヨシ属やヌマガヤ属、イチゴツナギ亜科、ササ属などが検出されている。前時期と大きな変化は認められない（佐瀬・細野、2016）。一方、珪藻分析では、底生珪藻が増加することから、湿原内の乾燥化や地下水位の低下が示された（吉田、2016）。また、この時期には、広原湿原における堆積物の炭素含有量が減少する（千葉ほか、2013；吉田、2016）。このことは湿原周辺から土砂流入により湿原が相対的に乾燥化したものと考えられる。すなわち、森林伐採による広原湿原周辺の植被の減少が土砂流出を引き起こし、その土砂が湿原に流入したことで、湿原内の乾燥化を招いた可能性が高い。

3-6 カラマツ植林（AD1918 ～現在）

AD1918 年以降の広原湿原周辺では花粉分析の結果からカラマツ植林の拡大が示され、現在の森林景観となったものと考えられる。一方、この時期における植物珪酸体分析の結果は、依然としてヨシ属やヌマガヤ属、イチゴツナギ亜科、ササ属などが検出されている。このことから、現在でも湿原内に繁茂するヨシ属やヌマガヤ属、イチゴツナギ亜科の植生が生育していたも

ca. 1.5 ka cal BP-AD1915 (Historical period)



AD1915-Present

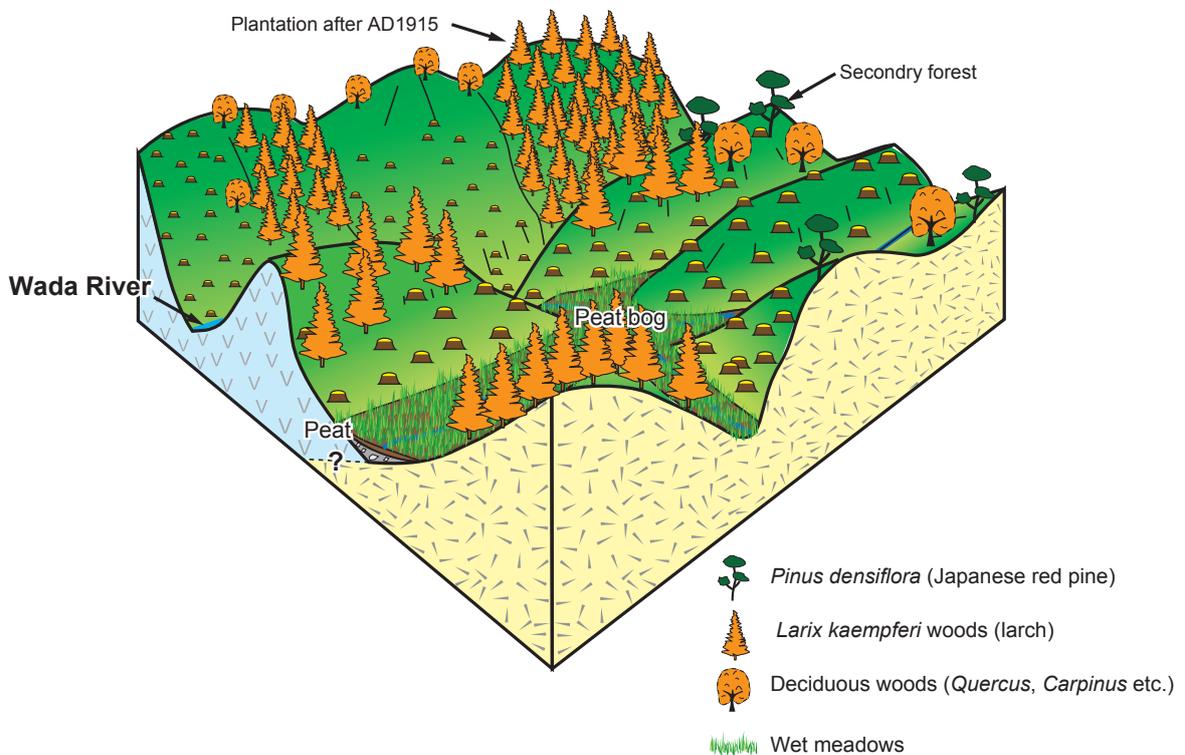


図 2 (続き) 広原湿原周辺における過去 3 万年間の景観モデル

Fig. 2 (continued). The landscape models during the past 30,000 years around the Hiroppara bog, central Japan

のと考えられる。また、珪藻分析の結果にも大きな変化は認められない。したがって、この時期においても湿原は相対的に乾燥化していたと考えられる。

4. まとめ

長野県広原湿原の堆積物における花粉分析と植物珪酸体分析、珪藻分析の結果から、この湿原およびその周辺における過去3万年間の景観変遷と気候変動が明らかとなった。

約30.0～17.0ka cal BPには、最終氷期極相期における寒冷な気候により、高山帯の植生景観が広原湿原およびその周辺に広がっていた。この周氷河環境のもと、活発なソリフラクションにより湿原内では砂礫が堆積するとともに、イチゴツナギ亜科が生育していた。約17.0 ka cal BPには、晩氷期の温暖化により森林限界が上昇するとともに、湿原周辺はカバノキ属と亜寒帯性針葉樹の混交林となった。この温暖化と森林化に伴い、湿原内では有機物が堆積するようになる。約11.2 ka cal BPになると、後氷期の急激な温暖化とともに、コナラ亜属を主体とする森林が覆うようになる。湿原周辺からの土砂流入は減少し、湿原内では泥炭の堆積が開始された。また、イチゴツナギ亜科やヌマガヤ属の単子葉植物が湿原内に繁茂するようになった。約3.0～0.7ka cal BPではスギやツガ属、トウヒ属の温帯性針葉樹が増加した。また、山火事が頻繁に生じるようになった。約0.7ka cal BP以降には、森林伐採によるアカマツ二次林が拡大するとともに、湿原への土砂流入が生じ、湿原内は相対的に乾燥化した。AD1918年には湿原周辺では大規模なカラマツ植林が行われた。

このように本プロジェクトにおける古環境分野の成果から、広原遺跡およびその周辺における過去3万年前まで遡ることのできる景観変遷と気候変動が明らかになった。これまで中部高地の黒曜石原産地周辺では、旧石器時代まで遡ることのできる古環境データはない。すなわち、本プロジェクトの成果は、旧石器時代以降の人類活動の痕跡が多数発見される中部高地において古環境情報の基準となるであろう。

日本列島の人類-資源環境の相互関係史を解明するためには、考古学と古環境学の密接な連携が必要であ

ることは言うまでもない。本論で述べたように、古環境分析の方法の違いにより長所と短所があり、時間・空間的な分解能も異なる。しかし、複数の古環境データを組み合わせ、各分析の長所と短所を相互に補完することで、より詳細に遺跡やその周辺の古環境を復元することが可能となる(吉田ほか, 2011, 2014; 吉田・鈴木, 2013; 吉田, 2015)。今後、このような高精度の古環境復元が日本各地で行われれば、より信頼性の高い人類史の構築に繋がるものと期待される。

謝辞

本研究を進めるにあたり、東北大学植物園の大山幹成博士には中部高地の古環境について有益なご助言を頂いた。明治大学黒曜石研究センターのスタッフの皆さんには様々な支援をして頂いた。本研究は平成22～27年度文部科学省私立大学戦略的研究基盤形成支援事業(S1101020, 研究代表者:小野 昭)の研究費によって支援された。

引用文献

- Andersen, K. K., Azuma, N., Barnola, J. M., Bigler, M., Biscaye, P., Caillon, N., Chappellaz, J., Clausen, H. B., Dahl-Jensen, D., Fischer, H., Flückiger, J., Fritzsche, D., Fujii, Y., Goto-Azuma, K., Grönvold, K., Gundestrup, N. S., Hansson, M., Huber, C., Hvidberg, C. S., Johnsen, S. J., Jonsell, U., Jouzel, J., Kipfstuhl, S., Landais, A., Leuenberger, M., Lorrain, R., Masson-Delmotte, V., Miller, H., Motoyama, H., Narita, H., Popp, T., Rasmussen, S. O., Raynaud, D., Rothlisberger, R., Ruth, U., Samyn D., Schwander, J., Shoji, H., Siggard-Andersen, M. L., Steffensen, J. P., Stocker, T., Sveinbjörnsdóttir, A. E., Svensson, A., Takata, M., Tison, J. L., Thorsteinsson, Th., Watanabe, O., Wilhelms, F. and White, J. W. C. 2004. High-resolution record of northern hemisphere climate extending into the last interglacial period. *Nature* 431 (#7005): 147-151. doi:10.1038/nature02805
- Clark, P. U., Mix, A.C. 2002 Ice sheets and sea level of the last glacial maximum. *Quaternary Science Reviews* 21: 1-7.
- 千葉 崇・公文富士夫・工藤雄一郎・小野 昭 2013「長野県和田峠に形成された広原湿原における完新世の古環境変遷と乾燥・湿潤変動」『資源環境と人類』3:

21-29

- 小疇 尚研究室編 2005『山に学ぶ』, 141p., 東京, 古今書院
- 日本第四紀学会編 1993『第四紀試料分析法』, 556p., 東京, 東京大学出版会
- Sasaki, N. and Takahara, H. 2011 Late Holocene human impact on the vegetation around Mizorogaike pond in northern Kyoto basin, Japan: a comparison of pollen and charcoal records with archaeological and historical data. *Journal of Archaeological Science* 38 (6): 1199-1208. doi:10.1016/j.jas.2010.12.013
- 佐瀬 隆・細野 衛 2016「長野県長和町, 広原湿原と周辺陸域の植物珪酸体分析－イネ科植物の地史的動態からみた MIS3 以降の古環境変遷－」小野 昭・島田和高・橋詰 潤・吉田明弘・公文富士夫編『長野県中部高地における先史時代人類誌－広原遺跡第1次～第3次調査報告書』(本報告書), 明治大学黒耀石研究センター
- Stuiver, M. and Grootes, P. M. 2000 GISP2 oxygen isotope ratios. *Quaternary Research* 53 (3): 277-284.
- Tsukada, M. 1988 Glacial and Holocene vegetation history-20ky to present III.4 Japan. In: Huntley, B., Webb III, T. (Eds.), *Vegetation History*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, pp. 459-518.
- 辻誠一郎編 2000『考古学と植物学』, 247p., 東京, 同成社
- 吉田明弘・鈴木三男・金 憲爽・大井信三・中島 礼・工藤雄一郎・安藤寿男・西本豊弘 2011「茨城県花室川堆積物の花粉・木材化石からみた最終氷期の環境変遷と絶滅種ヒメハリゲヤキの古生態」『植生史研究』20 (1) : 27-40
- 吉田明弘・鈴木三男 2013「宮城県多賀城跡の高精度植生復元からみた古代の森林伐採と地形形成への影響」『季刊地理学』64 (4) : 155-172
- 吉田明弘・佐々木明彦・大山幹成・箱崎真隆・伊藤晶文 2014「晩氷期の鳥海山における植生復元およびグイマツの立地環境」『植生史研究』23 (1) : 21-26
- 吉田明弘 2015「日本列島の最終氷期における古環境研究」『旧石器研究』11 : 1-12
- 吉田明弘 2016「長野県広原湿原における珪藻化石群集に基づく最終氷期以降の堆積環境」小野 昭・島田和高・橋詰 潤・吉田明弘・公文富士夫編『長野県中部高地における先史時代人類誌－広原遺跡第1次～第3次調査報告書』(本報告書), 明治大学黒耀石研究センター
- 吉田明弘・叶内敦子・神谷千穂 2016a「長野県広原湿原における花粉分析と微粒炭分析からみた過去3万年間の植生変遷と気候変動」小野 昭・島田和高・橋詰 潤・吉田明弘・公文富士夫編『長野県中部高地における先史時代人類誌－広原遺跡第1次～第3次調査報告書』(本報告書), 明治大学黒耀石研究センター
- Yoshida, A., Kudo, Y., Shimada, K., Hashizume, J. and Ono, A. 2016b. Impact of landscape changes on obsidian exploitation since the Palaeolithic in the central highland of Japan. *Vegetation History and Archaeobotany* 25: 45-55. doi: 10.1007/s00334-015-0534-y
- Walker, M., Johnsen, S., Rasmussen, S. O., Popp, T., Steffensen, J. P., Gibbard, P., Hoek, W., Lowe, J., Andrews, J., Björck, S., Cwynar, L. C., Hughen, K., Kershaw, P., Kromer, B., Litt, T., Lowe, D. J., Nakagawa, T., Newnham, R., Schwander, J. 2009 Formal definition and dating of the GSSP (Global Stratotype Section and Point) for the base of the Holocene using the Greenland NGRIP ice core, and selected auxiliary records. *Journal of Quaternary Science* 24: 3-17. doi: 10.1002/jqs.1227

Landscape and climate changes during the past 30,000 years around Hiroppara bog, Central Japan

Akihiro Yoshida^{1*}

We have reconstructed landscape and climate changes around the Hiroppara bog, central Japan, using the pollen, micro-charcoal, phytolith and diatom records along with a robust chronology, in order to provide valuable information for inferring past interactions between humans and the environment. The pollen record shows woodland landscape changes around the bog as follows: 1) during the period 30.0-17.0 ka cal BP, alpine vegetation, such as patches of *Pinus pumila* (dwarf Siberian pine) and alpine meadows with rocky areas surrounded the area; 2) during the period 17.0~ 11.2 ka cal BP, mixed woodland consisting of *Betula* (birch) and boreal conifers covered the area; 3) after 11.2 ka cal BP, dense mixed oak woodlands flourished around the bog. On the other hand, the phytolith and diatom records indicates the local vegetation and water-condition changes at the bog as follows; 1) under dry and unstable sedimentary environment during the period 30.0-11.0 ka cal BP, meadows of Pooideae dominated at the bog; 2) during the period 11.0-2.0 ka cal BP, *Phragmites* and Pooideae grassland flourished in wet and stable sedimentary environment; 3) after 2.0 ka cal BP, grassland consisting with *Moliniopsis*, Pooideae, and *Phragmites* developed at the bog, under the dry and stable sedimentary environment. The palaeoenvironmental records, therefore, indicated that the landscapes around or at the bog changed drastically, in response to the global climate changes. We can suggest that the landscape changes since the Palaeolithic strongly influenced the prehistoric human activities in the area.

Key words: landscape; climate change; pollen and micro-charcoal; phytolith; diatom; central Japan.

¹ Faculty of Law, Economics and Humanities, Kagoshima University

* Corresponding author: Akihiro Yoshida (yoshy.akitan@gmail.com)

広原遺跡群における人類活動と景観変遷

橋詰 潤^{1*}・工藤 雄一郎²・島田 和高³

要旨

本論では、主に広原湿原周辺における考古調査の成果を整理し、広原湿原から得られた古環境データとの対比を行う。広原湿原周辺では、これまでに複数回の試掘調査や踏査そして地形測量調査が実施されている。それらの結果から、湿原周辺の平坦面や緩斜面など地形的な単位と遺物の出土地点、採集地点を基準にして7つ遺跡を設定している。こうした成果を踏まえ、広原I遺跡と広原II遺跡の第1次～第3次発掘調査の成果により、局部磨製石斧と台形様石器を伴う後期旧石器時代前半前葉(e-EUP)石器群(広原II)、両面加工および周辺加工尖頭器と石刃核を伴う後期旧石器時代後半後葉(l-LUP)石器群(広原I)、縄文早期(広原I, II)から縄文中期初頭(広原I)の石器、土器、遺構など様々な人類活動の痕跡を発見した。広原I・II遺跡では、両遺跡で行われた人類活動に相違も認められる。

古環境データが得られているca. 30 ka cal BP以降では、広原湿原周辺で森林植生が発達する以前にl-LUPの尖頭器石器群が顕著に認められる。地表面で黒曜石が比較的見つけやすい景観だったと考えられる。完新世初頭には森林景観が急速に現在の植生に近くなり、縄文早期に顕著な活動痕跡が認められる。それに対し、e-LUP, f-LUP, 縄文草創期, 縄文中期以降に比定される遺物は、広原II遺跡で出土した有茎尖頭器や基部加工の細身のナイフ形石器などが相当するが、点数が少なく明確な活動痕跡は確認されていない。広原湿原周辺の景観変化と人類活動の間に相関がうかがえる部分もあるが、現状では7遺跡のうち2遺跡について限定された範囲が発掘されただけである。そのため、考古記録は対比には十分ではなく、古環境変遷との対応関係を解釈するための考古記録の蓄積が必要である。その一方で、濃密な人類活動の痕跡が確認された広原II遺跡のe-EUP石器群については、対比可能な年代の古環境データが広原湿原では得られていない。今回の考古・古環境調査を通して、広原湿原と周辺遺跡は人類活動と古環境の相互関係の分析を可能とするデータ群を得ることができる重要なフィールドであることが確認された。両者のより密な対比を可能とするデータの蓄積を今後の課題とする。

キーワード：広原遺跡群, 考古編年, 後期旧石器～縄文時代, 人類活動と古環境の対応関係

1. はじめに

ここでは、2011年度からの考古調査の成果に基づいて、現時点で可能な広原遺跡群における人類活動と古環境との相関について予察を行う。そのために、まず先行調査を含めこれまでの考古調査の成果をまとめた上で、特に広原湿原およびその周辺における景観変遷との対比を行う。

2. 広原湿原周辺における先行調査

2-1 先行調査の概要と遺跡群および広原I遺跡～広原VII遺跡の設定

広原湿原周辺ではこれまでに、男女倉遺跡群分布調査団による試掘調査(男女倉遺跡群分布調査団編, 1993)、黒曜石体験ミュージアム友の会による分布調査(ほしくずの里たかやま黒曜石体験ミュージアム友の会, 2009)などが行われてきた。以下では、まず両調査の概略を確認する。男女倉遺跡群分布調査団と考古学、化学分析を専門とする研究者らにより、1989年～1991年に実施された黒曜石原産地と遺跡分布に関する詳細分布調査では、広原湿原での泥炭堆積物の調

1 明治大学黒曜石研究センター 2 国立歴史民俗博物館

3 明治大学博物館

* 責任著者：橋詰 潤 (j_hashi@meiji.ac.jp)

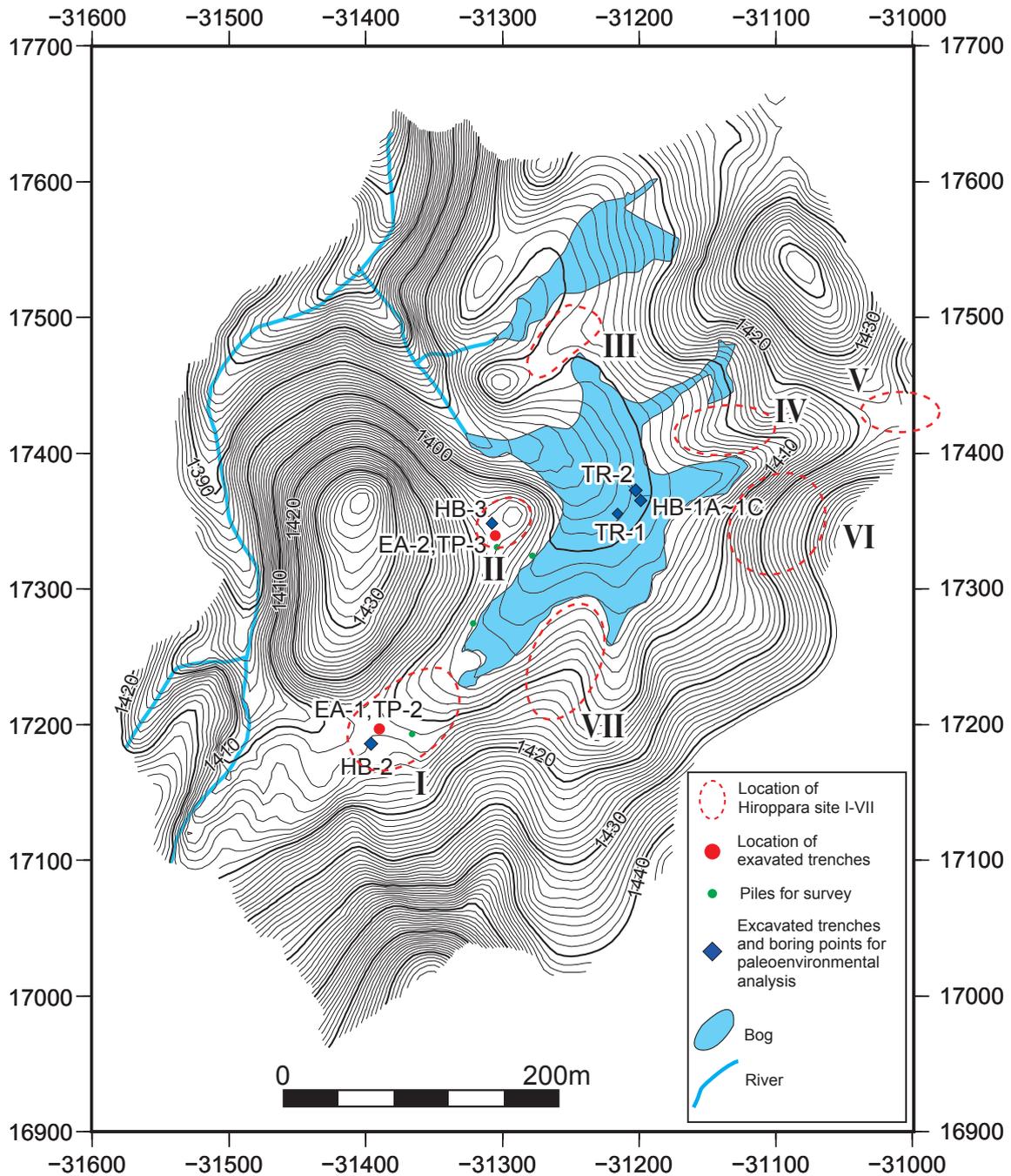


図1 広原湿原周辺における遺跡分布と地形
 Fig.1. Distribution of the archaeological sites around the Hiroppara bog

査（酒井・国信，1993）と共に，広原湿原周辺の陸域での試掘調査が実施され，旧石器時代～縄文時代の遺物包含地点が確認されている（男女倉遺跡群分布調査団編，1993）。さらに，ほしくずの里たかやま黒曜石体験ミュージアム友の会（2009）で報告された踏査でも，湿原の周辺から多数の黒曜石製石器が採集されている。

2011年度から2013年度に行った明治大学黒曜石研究センターによる発掘調査地点は，男女倉遺跡群分布

調査団編（1993）による調査成果を参考に，最も多くの遺物が得られている試掘坑であるヨ A01a（広原 I 遺跡）と，ヨ A05b（広原 II 遺跡）周辺に設定した。さらに，遺物包含層（旧石器及び縄文，あるいは縄文）が確認された試掘坑の分布と湿原周辺の微地形との関係から，湿原を中心に少なくとも7つの遺跡を便宜的に区分し，遺跡群を広原遺跡群と総称することとした（橋詰ほか2013）。各遺跡の立地環境は次の通りである（橋詰ほか

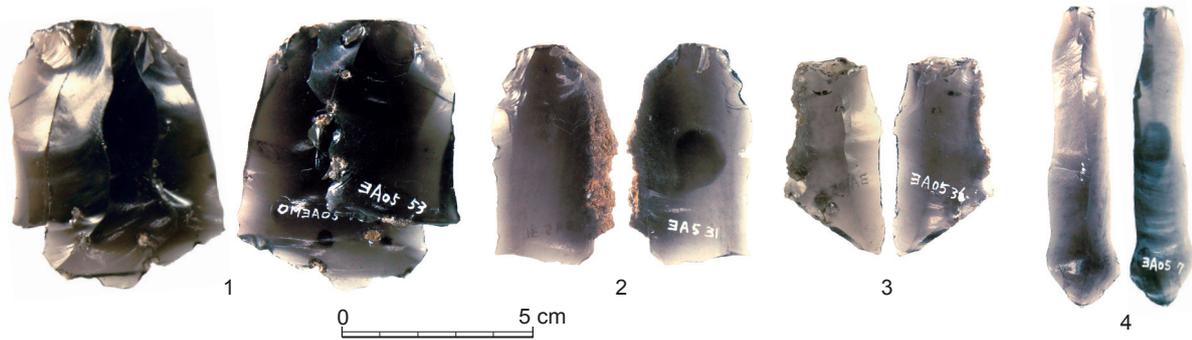


図2 広原第III遺跡VI層出土石器（男女倉遺跡群分布調査団編，1993より）

Fig. 2. Artifacts from the layer VI of the Hiroppara site III (Omegura sites research group ed., 1993)

2013).

- ・広原I遺跡：湿地に向かって緩やかに傾斜し遺跡群でもっとも開けた平坦部。
- ・広原II遺跡：湿地に向かって東に張り出した小丘上の鞍部。
- ・広原III遺跡：広原湿原とその北にある別の湿地に面したやや開けた斜面部。
- ・広原IV遺跡：両側を湿地に挟まれた尾根部。
- ・広原V遺跡：広原湿原の東に伸びる埋没谷の谷頭鞍部。
- ・広原VI遺跡：広原湿原の東に伸びる埋没谷に面した北斜面部。
- ・広原VII遺跡：広原湿原南側に面した緩斜面部。

これらの遺跡の立地地点は、当初、男女倉遺跡群分布調査団編（1993）掲載の地形図を参照して設定したが、2014年度に現地で改めて地形測量を行い、詳細な地形図の作成を行った。さらに、新たに作成した地形図を携行した上で踏査を行い、遺跡の正確な位置を確認した（図1）。その結果、当初設定した広原VI遺跡については位置の詳細が確定できなかった。広原III遺跡については、当初の想定より西側の、南西方向に馬の背状に伸びる平坦な地形に位置する可能性が高いことを確認した。広原VII遺跡については、当初の想定より北側の湿原寄りの緩斜面に遺物の分布が広がっていることを確認した。新たな地形測量と踏査の成果によって各遺跡の立地に変更も生じたが、図1が示すように、広原遺跡群は、和田川に面した狭い丘陵上に展開する遺跡分布とは立地条件から区別でき、湿原あるいは湿原形成以前の更新世地形と有意な関係をもつと予測される遺跡分布のまとまりをもつことが改めて確

認された。

2-2 試掘調査および踏査時採集遺物の概要

2-2-1 男女倉遺跡群分布調査団による試掘調査

1989年～1991年にかけて行われた黒曜石原産地遺跡分布調査において、広原湿原周辺でも計11か所の試掘調査が行われ、その中の8箇所では遺物の出土が確認された（男女倉遺跡群分布調査団編，1993）。特に広原I遺跡の範囲に含まれる試掘坑であるヨA01bでは計523点、広原II遺跡の範囲に含まれるヨA04bでは125点、広原III遺跡の範囲に含まれるヨA05では140点の遺物が出土している。一方で、広原IVから広原VII遺跡の範囲に設定された試掘坑では、いずれも出土遺物が10点以下と少ない。広原Iから広原III遺跡に比べやや傾斜のある地形など、占地に不向きと推定される条件が湿原の北側から南東部にかけて存在した可能性がある。

次に出土遺物の多かった、ヨA01b（広原I遺跡範囲内）、ヨA04b（広原II遺跡範囲内）、ヨA05（広原III遺跡範囲内）出土遺物について、男女倉遺跡群分布調査団編（1993）に基づき概観する。広原I遺跡の範囲内のヨA01bでは、上層（II層）で縄文前期末の土器片が出土しており、広原I遺跡EA-1の南側に設定した1×1mのグリッドより集中して出土した縄文中期初頭の土器片と時間的に近い。また、尖頭器の製作に関連すると推定される剥片や、尖頭器製作時の剥離事故により、尖頭部を取り込んで発生してしまった剥片や、尖頭器未成品なども出土している。TP-2、EA-1で出土した尖頭器石器群との関連を推定することができる。広原II遺跡の範囲内のヨA04bでは、上層（III

層)より押型文系土器片2点、礫器、特殊磨石(石摺り石)などが出土しており、TP-3、EA-2の2a層出土遺物に近い構成である。またより下位の層(VI層)では剥片の出土などが最も多く57点出土しており、やや幅広で打面に調整が施されていない縦長剥片を多く含んでいる。こうした特徴は、TP-3、EA-2の4層で検出された黒曜石集石出土石器群に対比可能と推定される(図2)。なお、EA-2では2013年度までの調査区の北西端で、本試掘坑の可能性のある埋め戻し土と考えられる攪乱を検出しており、今後、接合作業などを通じてこの攪乱がヨ A04bにあたるのか検証が可能と思われる。広原III遺跡の範囲内のヨ A05、では上層(III層)から縄文前期中葉の土器片2点や石鏃が出土している。また、より下位(V、VI層)では比較的多くの遺物(計85点)が出土しており、石刃を比較的多く含む。これらの石刃は、打面調整が顕著であり、広原II遺跡で確認されている石刃とは技術的特徴が異なっている。2011年度～2013年度の調査で把握されている石器群とは異なる時期に位置づけられる石器群の可能性がある。

2-2-2 黒曜石体験ミュージアム友の会による踏査

ほしくずの里たかやま黒曜石体験ミュージアム(2009)による踏査では、湿原周辺の10の地点(採集地点6～15)で原石も含め273点の黒曜石製石器が採集されている。時代や時期、形態や製作技術の特徴を把握可能な採集遺物は多くないが、広原I遺跡の範囲に含まれると考えられる採集地点6と7では計178点が採集されており、特に濃密な遺物の集積が確認されている。採集遺物の中には石刃や細石刃の可能性を指摘された石器も含まれている。また、広原III遺跡の範囲に含まれると考えられる採集地点9では平基無茎で平面形は三角形の石鏃未成品が採集されている(ほしくずの里たかやま黒曜石体験ミュージアム, 2009)。未成品の状態では長さ、幅ともに2cmを僅かに超える小形品である。2011年からの発掘調査で広原I遺跡、広原II遺跡から確認された縄文早期の活動痕跡が、今後、他の遺跡の発掘調査でも発見される可能性を示唆する成果である。

3. 広原遺跡群の発掘調査および関連調査

(2011年～2014年)

3-1 2011年度～2013年度発掘調査

2011年度から2013年度にかけて行った発掘調査では、広原I遺跡(TP-1、TP-2、EA-1)と広原II遺跡(TP-3、EA-2)を対象に調査を行った。

広原I遺跡と広原II遺跡の発掘の成果により、特に局部磨製石斧や台形様石器を伴う後期旧石器時代前半前葉(eEUP)の石器群(広原II遺跡)、両面加工および周辺加工尖頭器と石刃核を伴う後期旧石器時代後半後葉(ILUP)の石器群(広原I遺跡)、縄文早期(広原I、広原II遺跡)の石器、土器、遺構、縄文中期初頭の土器集中(広原I遺跡)などの顕著な人類活動の痕跡が確認された。また、広原I遺跡と広原II遺跡では、広原II遺跡では2a層で集石や土坑などの遺構(縄文早期)が検出され、4層では局部磨製石斧や台形様石器などと関連する、eEUPの黒曜石集石など顕著な黒曜石原石や石核の集積と石器製作の痕跡が認められた。一方で、広原I遺跡は広原II遺跡に比べて発掘面積当たりの遺物出土点数が少なく、石器の接合例も得られていない。原石の搬入を行いごく僅かな剥離による品質の確認や、より黒曜石原石の採集地点に近い遺跡外の地点で石割りが進行した後で、素材を含めた石器が持ち込まれTP-2、EA-1の範囲あるいはその付近において、廃棄も含めた石器のメンテナンスなど、限定された石器製作に関わる活動が行われたことが推定できる。広原II遺跡に比べ広原I遺跡の占地期間は相対的に短かったことが推定できる。このように、広原I遺跡、広原II遺跡それぞれで行われた人類活動には縄文早期のように重なる時期のほか、異なる時期のものが存在するだけでなく、両遺跡間で行われた人類活動にも相違が認められる。

また、隅田・土屋(2016)による広原I遺跡出土黒曜石石器全点を対象とした、ED-XRFによる定性分析の結果から、本遺跡の黒曜石製石器は東餅屋・鷹山(MT)のものが主となることが示された。判別不能という結果になった試料も4割程度存在したが、原産地の解析に用いられた散布図を確認すると、判別不能とされた試料のほとんどはMTを中心に和田峠南(W)から小深沢(K)に近い個所にプロットされており、これらの

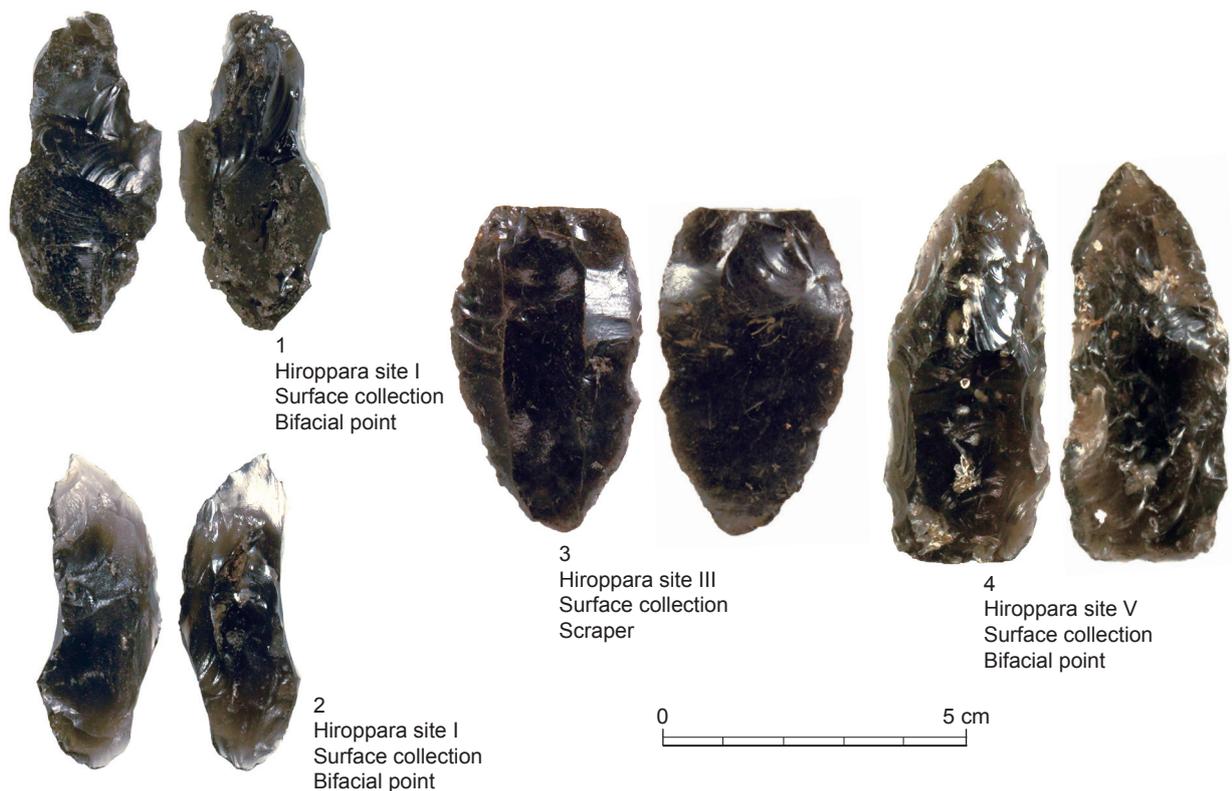


図3 広原遺跡群における表採遺物

Fig. 3. Artifacts collected from the surface of the ground around the Hiroppara bog

原産地に化学的な特徴が近いといえる。さらに、これらの原産地は、鷹山を除き広原遺跡群のごく近くに存在することから、本遺跡に残された黒曜石は近傍から採集されたものがほとんどであることが推定できる。

3-2 2011年度以降の踏査

2011年からの発掘調査時、さらに2012年10月に行われた明治大学博物館友の会の巡見時、2014年9月に黒曜石研究センターで行われた国際ワークショップの際の踏査など、複数回に渡る踏査を行ってきた。特に国際ワークショップの際には、広原湿原周辺遺跡の立地地点を正確に確認することを目的に、2014年4月に雪解けを待って行った地形測量の成果に基づいて作成した新たな地形図を携行して現地踏査を行った。その結果、いくつかの特徴的な石器を採集すると共に(図3)、新たに作成した地形図に合わせた、より詳細な遺跡分布地点を把握することができた。図3-1と2は広原I遺跡の範囲で採集された両面加工尖頭器である。1はいびつな平面形、2は側面に折れ面を大きく残しており、両資料とも未成品の状態である。また、1は石器

表面に細かなヒビが多数入っており、被熱による変化(中沢, 2000)が生じたものと推定される。図3-2は比較的湿原に近い地点で採集されており、TP-2, EA-1で出土した両面加工尖頭器と関連する可能性のある尖頭器石器群の広がり、より広範囲にわたっている可能性を示唆する。図3-3は広原III遺跡の範囲で採集された、やや幅広で末端に向かって両側縁が収斂する縦長剥片を素材としたスクレイパーである。二次加工は腹面より両側縁に連続的に施されている。本資料を含む黒曜石製石器が、湿原北側に、北から南西方向に延びる馬の背状の平坦面から採集されたことによって、広原III遺跡の位置が、男女倉遺跡群分布調査団編(1993)で示された地点よりも実際は西方向に存在していることが確認された。図3-4は広原V遺跡の範囲で採集された両面加工尖頭器である。片方の面(図3-4の左側の写真)には鈍角の二次加工が施され、もう一方の面(図3-4の右側の写真)は平坦な二次加工が施されているため、断面が台形状となっている。いびつな断面形や、意図的に作出したとは判断できない左右非対称の平面形などから、未成品と推定される。男女倉遺跡群分布

調査団編（1993）では、広原Ⅴ遺跡の範囲内に設定された試掘坑（ヨ A15）では比較的上層から5点の資料が出土したのみである。しかし、広原Ⅴ遺跡の範囲は広原Ⅵ、広原Ⅶ、広原Ⅷ遺跡に比べると比較的安定した平坦面に位置している。今回の踏査成果によって、より多くの遺物が集中する地点が存在することを推定可能となった。また、広原Ⅰ遺跡以外にも広原遺跡群には、尖頭器石器群が存在することが予測される結果となった。

2011年度以降の踏査によって、特に広原Ⅲ遺跡などにおいて遺跡の立地地点が正確に把握された。こうした成果によって、湿原周辺の地形と遺跡分布との関係がより正確に検討可能となった。更に、男女倉遺跡群分布調査団編（1993）での試掘調査では、遺物の出土が僅少であった広原Ⅴ遺跡でも、遺物の出土が期待される地点を把握することができた。これらの成果から、広原湿原周辺ではより平坦な地形上に立地する遺跡ほど、より多数の遺物の出土を予測することができる。今後の発掘調査地点選定などに益する情報が得られたほか、広原湿原周辺における人類の占地パターンの把握にもつながる情報であると評価できる。

4. 広原遺跡群における考古編年の予察

広原遺跡群においては、男女倉遺跡群分布調査団編（1993）における試掘調査、ほしくずの里たかやま黒曜石体験ミュージアム（2009）による踏査、2011年度から2013年度の明治大学黒曜石研究センターによる広原Ⅰ遺跡、広原Ⅱ遺跡の発掘調査、2011年以降に断続的に行われてきた踏査や2014年度の地形測量調査など、複数回の調査が行われてきた。これらの調査の中で、まだ本調査を経ていない広原Ⅲ遺跡から広原Ⅶ遺跡では、時期決定が可能な遺物が十分な数量得られていないため、現時点では確実な位置付けが難しい。そのため、ここでは特に広原Ⅰ遺跡と広原Ⅱ遺跡の発掘調査の成果に基づき、広原湿原周辺における人類活動の変遷について予察を行う。

図4では広原Ⅰ遺跡と広原Ⅱ遺跡の発掘調査の成果に基づき、現段階で提示可能な考古編年案を提示する。以下で図4について解説を加えると、2011年度からの発掘調査では時期推定の可能な指標的遺物を伴う遺物

群として、まず旧石器時代では、局部磨製石斧や台形様石器を伴う後期旧石器時代前半前葉（e-EUP）の石器群が広原Ⅱ遺跡で、両面加工および周辺加工尖頭器と石刃核を伴う後期旧石器時代後半後葉（l-LUP）の石器群が広原Ⅰ遺跡で出土した。特に広原Ⅱ遺跡のe-EUP石器群は、黒曜石集石を形成し、多数の接合資料が残されるなど、集中的な黒曜石原石の搬入と石器製作の痕跡が残されている。縄文時代以降では、わずかに欠損資料1点ではあるが、縄文草創期の有茎尖頭器が広原Ⅱ遺跡の1層で採集されている（図4-16）。そして、縄文早期の石器と土器が広原Ⅰ遺跡、広原Ⅱ遺跡の両遺跡で出土している。特に広原Ⅱ遺跡では、集石や土坑などの遺構を伴っており、顕著な人類活動の痕跡が確認された。なお、まだ十分な調査は経ていないが、広原Ⅰ遺跡では縄文中期初頭の土器片が集中して出土しており、当該期の遺構などが存在することが予測される。このほかにも広原Ⅰ遺跡では、4層で出土した鋸歯状の二次加工の施された削器などは後期旧石器時代後半前葉（e-LUP）に、ATより下位から出土した剥片類などは後期旧石器時代前半（EUP）に位置づけられると推定されるが、指標的な形態の石器がまだ確認されておらず、詳細な位置づけは不明である。さらに、広原Ⅱ遺跡でも3層出土の石刃やナイフ形石器などはe-LUPに位置づけられる可能性があるが、こちらはまだ出土点数が少なく詳細は不明である。

上記をまとめると、広原Ⅰ遺跡と広原Ⅱ遺跡では古いほうからまず、局部磨製石斧や台形様石器を伴い、大形剥片や石核がまとまった状態で出土した黒曜石集石に関連して、石器製作が集中的に行われた。こうしたe-EUPにおける顕著な活動痕跡が認められた（広原Ⅱ遺跡4層）。次に、両面加工尖頭器、周辺加工尖頭器などの尖頭器石器群と石刃核が出土しているl-LUP石器群が、広原Ⅰ遺跡の2b～3層を中心に認められる。ここでは、接合資料が認められず、石器製作に関わる痕跡は広原Ⅱ遺跡のe-EUP石器群に比べ乏しい。そして、縄文以降には、広原Ⅰ遺跡、広原Ⅱ遺跡で押型文系土器を伴う活動痕跡が残されているほか、広原Ⅰ遺跡では縄文中期初頭の土器集石が検出された。上記の各時期の遺物のほかにも縄文草創期やe-LUPの可能性のある遺物なども見つかっているが、現時点では点数が少なかったり、指標的な遺物が伴わなかったりするな

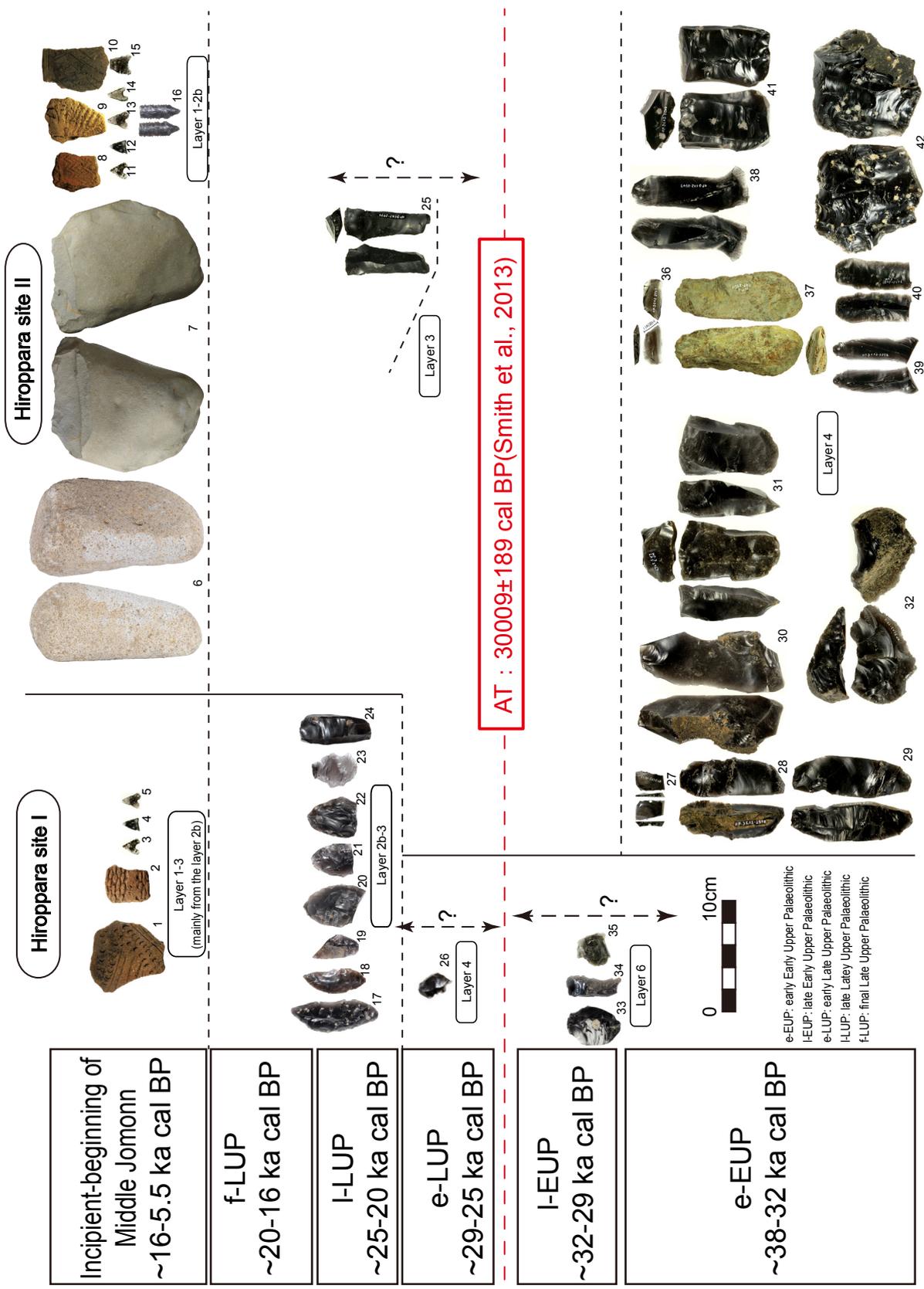


図4 広原I遺跡、II遺跡における編年
 Fig. 4. Archaeological chronology of the Hiroppara sites I and II

ど、詳細な位置付けが困難である。

5. 広原湿原周辺における人類活動と 景観変遷との対応関係

上記してきた広原湿原周辺における人類活動と、古環境変遷の対応関係、特に景観変遷（吉田 2016）との対応関係を示したのが、図5と図6である。以下に概要を述べ、まとめとする。なお、景観変遷に関する記述は吉田（2016）に基づく。

5-1 30 ka cal BP を遡る時期

広原湿原では3万年を遡る古環境データは得られなかった。一方、広原II遺跡4層では透閃石岩製の局部磨製石斧や台形用石器を伴い、黒曜石集石を残すなど、顕著な石器製作の痕跡が残されている。こうした顕著な人類活動が営まれた背景としての、古環境データを今後獲得する必要がある。

5-2 約30.0～17.0 ka cal BP

最終氷期極相期の寒冷な気候により、湿原周辺には高山帯の植生景観が広がっていたと復元されている。周水河環境における活発なソリフラクションにより、湿原内では砂礫が堆積するとともに、イチゴツナギ亜科の草原となっていた。植生の被覆に乏しい景観は、黒曜石原石の探索にとっては有利な条件であったと推定される。

広原湿原周辺では、本時期の前半にあたるeLUPの可能性のある石器群は広原II遺跡のナイフ形石器や、広原I遺跡の鋸歯状の削器などで断片的に見られるのみで詳細は不明である。後半期にあたるILUPの石器群は、広原I遺跡の2b層～3層を中心に出土しており、両面加工尖頭器、周辺加工尖頭器を含む尖頭器石器群に加え、石刃核が出土している。広原I遺跡の尖頭器石器群には接合例が確認されておらず、今回の調査区内で行われた石器製作にかかわる行動は顕著ではなく、相対的に占地期間も短かったことが推定される。

5-3 約17～11 ka cal BP

晩氷期の温暖化により、森林限界が上昇するとともに、湿原周辺にはカバノキ属と亜寒帯性針葉樹の混交

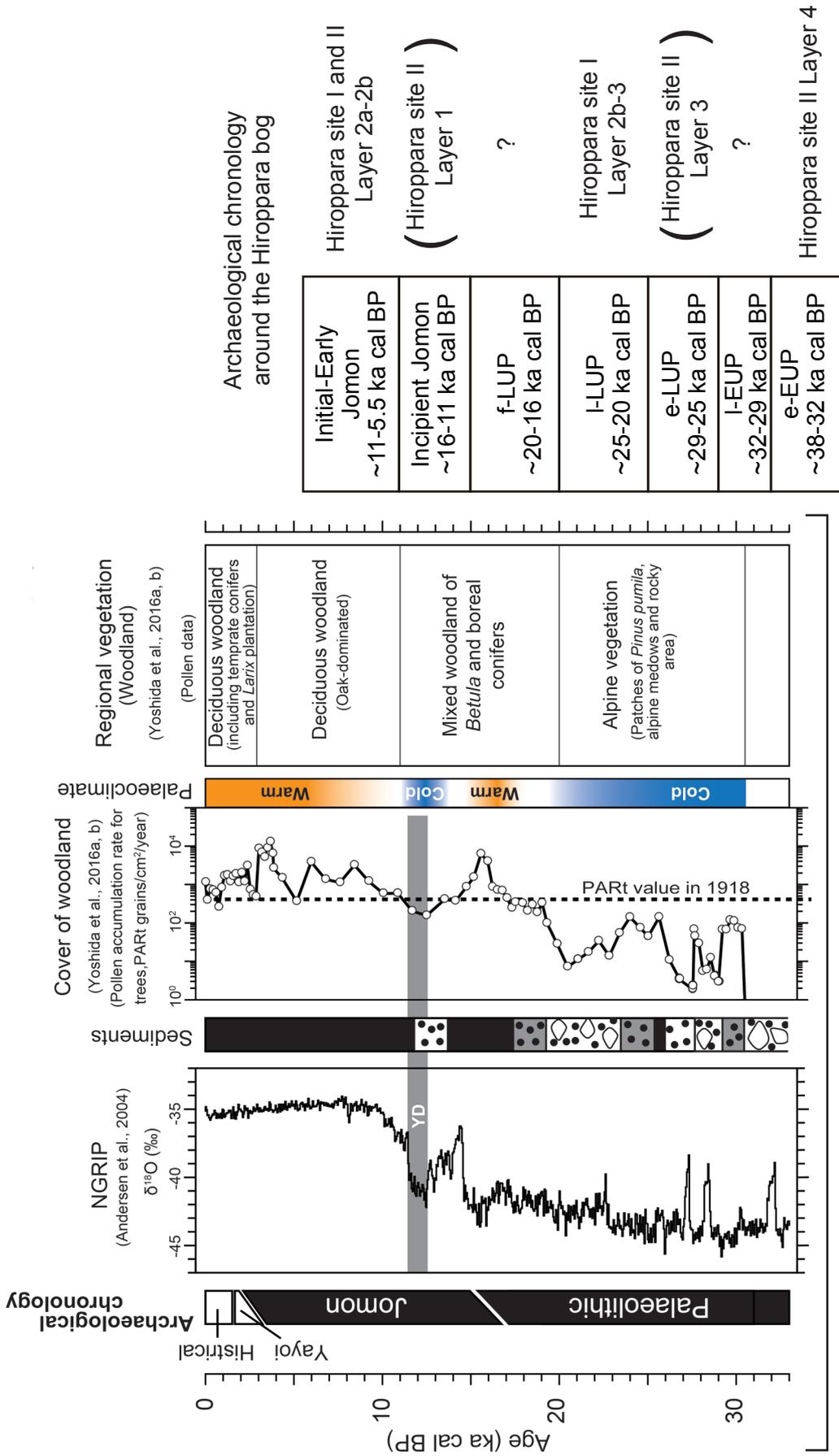
林が分布するようになった。この温暖化と森林化に伴い、湿原内では有機物が堆積するようになった。

本時期の遺物は、広原II遺跡の1層で採集された有茎尖頭器の欠損資料が1点存在するのみで、詳細は不明である。

5-4 約11.2 ka cal BP 以降

後氷期の急激な温暖化とともに、湿原周辺にはコナラ亜属を主とする落葉紅葉樹林が覆った。この時期から湿原周辺への土砂流入は減少し、湿原内では安定的に泥炭形成が始まった。また、イチゴツナギ亜科やマガヤ属の草原が湿原内に繁茂するようになった。吉田ほか（2016）ではこうした景観が2.9 ka cal BPまで続くことが復元されている。こうした森林景観が、完新世以降の本地域における人類行動に影響を与えた可能性がある。

また、広原湿原内で行われたトレンチ調査では、TR-2でこの間の花粉データが得られている（吉田ほか、2016）。縄文早期前半の比較的顕著な活動痕跡が広原II遺跡を中心に見つかっているが、この時期に対応する年代値である9630-9525 cal BP（工藤、2016）が測定されているのが、TR-2の花粉帯のTR2-2帯である（吉田ほか、2016）。ここでは、落葉広葉樹のコナラ亜属とクマシデ属が主要素で、ブナ属とクリ属—シイ属は低率だが連続して出現する。針葉樹の花粉化石は連続して出現するが10%以下である。花粉・胞子の総出現率は樹木花粉が50%をこえる。この後、TR-2では縄文後期に相当する時期までのデータが得られておらず、この間は広原I遺跡の縄文中期初頭の土器集中以外は、人類の活動痕跡も現時点では発見例が希薄である。その後、TR-2のTR2-3帯で縄文後期に相当する4410-4240 cal BPの年代値が得られている（工藤、2016）。ここでは、コナラ亜属とクマシデ属、その他の落葉広葉樹類が優先する一方、針葉樹林の出現率は減少する。ハンノキ属は本帯での出現率が最も高い。花粉・胞子の層出現率の変動が大きい（吉田ほか、2016）本時期に対応する考古資料は、2011年からの調査では得られていない。広原湿原における縄文時代に相当する古環境データには、考古資料と対比が細かく行えない部分が存在する。当該期は本地域における黒曜石の獲得行動に地下採掘が加わる時期でもあ



Yoshida 2016

図4 広原I遺跡、II遺跡における編年

Fig. 4. Archaeological chronology of the Hiroppara sites I and II

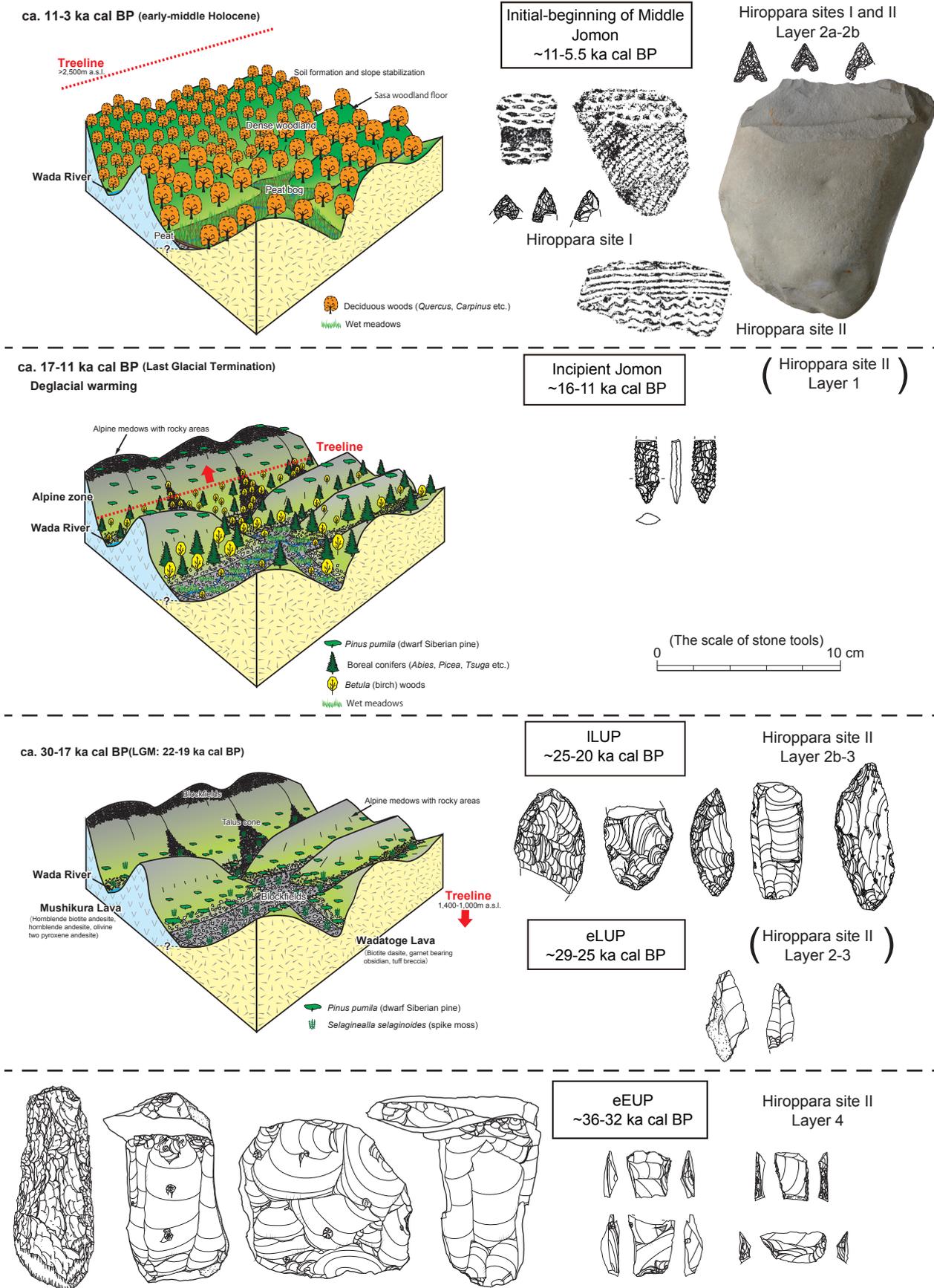


図6 広原湿原周辺における景観変遷 (左, 吉田, 2016) と考古編年 (右) の対応関係
 Fig.6. The landscape changes (left: Yoshida, 2016) and archaeological chronology (right) around the Hiroppara bog

り、背景としての古環境データとの対比は非常に重要である。今後の追加調査や、八島ヶ原湿原など周辺の同程度の標高で採取されたデータ（叶内・杉原，2007）などとの比較を行う必要がある。

広原湿原周辺では、広原Ⅰ遺跡、広原Ⅱ遺跡共に2層から押型文系土器の出土が認められるほか、当該期のものと考えられる小形の石鏃や、広原Ⅱ遺跡ではその他に礫器や特殊磨石（石摺り石）の出土が認められる。さらに広原Ⅱ遺跡では集石や土坑を伴う。さらに、中村（2016）による土器の胎土分析の結果から、土器の混和材は非常に在地的であり、広原遺跡群から比較的近い場所で採集されたことが推定されている。こうしたことから、特に広原Ⅱ遺跡においては、近辺での土器の製作などや土坑や集石の使用など、相対的に滞在時間の長い活動が行われたことが推定される。また、今回の調査では土器集中を検出した時点で発掘をストップしたが、広原Ⅰ遺跡から縄文中期初頭土器の集中を検出しており、当該期の人類活動の復元に益するデータが今後得られる可能性が高い。

現時点では、EA-1とTP-2、EA-2とTP-3の調査では、考古資料は縄文中期初頭より新しいものは得られておらず、約3.0 ka cal BP以降の古環境データと対比することはできない。過去3万年間における広原湿原やその周辺では、旧石器時代以降の気候変動によって大きく景観が変化したことが復元されているが、考古資料が濃密に残されている3万年より古い時期の古環境データが得られてない。一方、縄文中期初頭より新しい考古資料も得られていない。他の地域に比べると非常に長期間にわたる考古データと古環境データの対比が可能ではあるが、現在までに得られたデータには考古資料、古環境データそれぞれに存在しない時期、時間のもものが存在する。そのため、環境データと考古データの対応関係には未解明の部分をまだ残している。今回復元された景観変遷は、中部高地における先史時代の人類活動に大きな影響を及ぼした可能性が高いと推定されるが、両者の相関関係解明のために、広原湿原とその周辺遺跡の調査を進めるとともに、さらに周辺地域を対象を広げたデータの蓄積も必要である。

6. おわりに

1989年以来行われてきたこれまでの考古調査の成果を整理することにより、広原湿原周辺ではe-EUP、H-LUP、完新世初頭の縄文早期の人類痕跡が明確に確認でき、特に透閃石岩製の局部磨製石斧を伴うe-EUPと、縄文早期押型文系土器の時期の濃密な人類活動の痕跡が確認された。そして、こうした人類活動の痕跡と、広原湿原周辺の古環境変遷について、現時点で可能な対応関係の確認を行うことができた。一方で、広原湿原周辺での人類活動の復元はまだ限定された地点での発掘調査成果に基づくものであり、広原Ⅰ遺跡と広原Ⅱ遺跡以外の地点の調査を含め、人類活動の復元をより密に行う必要がある。また、古環境復元についても濃密な人類活動の痕跡が残されているAT下位のe-EUPに対応するデータを得ることができていない。広原遺跡群における発掘調査をさらに進め、人類行動の変遷を明確にするのと共に、AT下位の古環境データが得られる可能性の高い野辺山高原など（安田，1981，1982）、比較的広原遺跡群と標高の近い地点などを対象に、当該期の古環境データの取得を目指す調査も行っていく必要がある。広原湿原周辺での人類活動のより詳細な復元と、現時点までの調査では得ることができていない古環境データの蓄積を進めた上で、両者の相関について再度議論を行うことを今後の課題として提示する。

謝辞

2014年度に行った地形測量調査および踏査は、小野昭、島田和高、吉田明弘、堀恭介、土屋美穂の各氏の参加を得て行ったほか、上田地域シルバー人材センター長和支所、2014年度明治大学黒耀石研究センター国際ワークショップCOLS International Obsidian Workshop for Young Scientists参加者の協力を得た。さらに図3-1は須藤隆司氏、図3-2は明治大学博物館友の会の杉山昭氏、図3-3と4は国際ワークショップ参加者により採集されたものである。末筆ではありますが記して感謝いたします。

引用文献

ほしくずの里たかやま黒耀石体験ミュージアム友の会

- 2009「長和町立ほしくずの里たかやま黒曜石体験ミュージアム友の会活動による表面採集資料」『長野県考古学会誌』129, pp.29-36, 長野県考古学会
- 中沢祐一 2000「黒曜石器群に認められる被熱痕跡の生成実験と量的評価」『第四紀研究』39: 535-546
- 橋詰 潤・中村雄紀・会田 進・島田和高・山田昌功・小野 昭 2013『広原遺跡群発掘調査概報Ⅰ—2011年度・2012年度広原湿原および周辺遺跡における考古・古環境調査—』明治大学黒曜石研究センター。
- 叶内敦子・杉原重夫 2007「長野県霧ヶ峰, 八島ヶ原湿原堆積物の花粉分析」『環境史と人類』123-132
- 工藤雄一郎 2012『旧石器・縄文時代の環境文化史—高精度放射性炭素年代測定と考古学—』新泉社
- 工藤雄一郎 2016「広原湿原および広原Ⅱ遺跡における放射性炭素年代測定」小野 昭・島田和高・橋詰 潤・吉田明弘・公文富士夫編『長野県中部高地における先史時代人類誌—広原遺跡群第1次～第3次調査報告書—』明治大学黒曜石研究センター資料・報告集Ⅰ(本報告書), 明治大学黒曜石研究センター
- 男女倉遺跡群分布調査団編 1993『長野県黒曜石原産地遺跡分布調査報告書(和田峠・男女倉谷)Ⅲ』241p., 和田村教育委員会
- 酒井潤一・国信ゆかり 1993「溶岩台地湿原の花粉化石」男女倉遺跡群分布調査団編『長野県黒曜石原産地遺跡分布調査報告書(和田峠・男女倉谷)Ⅲ』: 30-34, 和田村教育委員会
- 島田和高・隅田祥光・橋詰 潤・会田 進・掘 恭介・小野 昭 2014『広原遺跡群発掘調査概報Ⅱ—2013年度広原遺跡群における考古・古環境調査—』明治大学黒曜石研究センター。
- Smith, V. C., Staff, R. A., Blockley, S. P. E., Ramsey, C. B., Nakagawa, T., Mark, D. F., Takemura, K., Danhara, T. and Suigetsu 2006 Project Members. 2013 Identification and correlation of visible tephra in the Lake Suigetsu SG06 sedimentary archive, Japan: chronostratigraphic markers for synchronizing of east Asian/west Pacific palaeoclimatic records across the last 150 ka. *Quaternary Science Reviews*, 67: 121-137.
- 隅田祥光・土屋美穂 2016「長野県霧ヶ峰地域における広原遺跡出土の黒曜石製石器の原産地解析」小野 昭・島田和高・橋詰 潤・吉田明弘・公文富士夫編『長野県中部高地における先史時代人類誌—広原遺跡群第1次～第3次調査報告書—』明治大学黒曜石研究センター資料・報告集Ⅰ(本報告書), 明治大学黒曜石研究センター
- 安田喜憲 1981「長野県矢出川遺跡群の古環境復元報告(1)」明治大学考古学教室編『報告・野辺山シンポジウム1980』: 13-26
- 安田喜憲 1982「長野県矢出川遺跡群の古環境復元報告(2)」明治大学考古学教室編『報告・野辺山シンポジウム1981』: 50-60
- 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.
- 吉田明弘 2016「長野県広原湿原周辺における過去3万年間の景観変遷と気候変動」小野 昭・島田和高・橋詰 潤・吉田明弘・公文富士夫編『長野県中部高地における先史時代人類誌—広原遺跡群第1次～第3次調査報告書—』明治大学黒曜石研究センター資料・報告集Ⅰ(本報告書), 明治大学黒曜石研究センター
- 吉田明弘・叶内敦子・神谷千穂 2016「長野県広原湿原における花粉分析と微粒炭分析からみた過去3万年間の植生変遷と気候変動」小野 昭・島田和高・橋詰 潤・吉田明弘・公文富士夫編『長野県中部高地における先史時代人類誌—広原遺跡群第1次～第3次調査報告書—』明治大学黒曜石研究センター資料・報告集Ⅰ(本報告書), 明治大学黒曜石研究センター

Correlations between the landscape changes and the sequence of human activities around the Hiroppara bog

Jun Hashizume^{1*}, Yuichiro Kudo², Kazutaka Shimada³

We have reconstructed the archaeological chronology around the Hiroppara bog, central Japan, using the results of the archaeological excavations during 2011–2013 season and former investigations, in order to provide valuable information for inferring past correlations between human behavior and environmental changes.

Since 1989, results of general surveys identified seven prehistoric sites around the Hiroppara bog. Taking these results, we began new excavation at the Hiroppara sites I and II and topographical survey on this bog and around it during 2011–2014. The archaeological record shows chronology as follows: 1) during the ca. 38–32 ka cal BP, at the Hiroppara site II: early phase of the Early Upper Palaeolithic (e-EUP) industry with edge-ground stone axe and trapezoids, 2) during the ca. 25–20 ka cal BP at the Hiroppara site I: later phase of the Late Upper Palaeolithic (l-LUP) industry with bifacial points, margin retouched points and a blade core, 3) ca. 10–5.5 ka cal BP: early phase of the Initial Jomon to beginning of the Middle Jomon with potteries and lithic industry containing arrowheads and grinding stones. A character of Jomon and e-EUP artifacts assemblage indicate the Hiroppara site II functioned as a campsite and obsidian acquisition and lithic production location. On the other hand, no refitted lithic tools and flakes are available in the Hiroppara site I, and this suggests that this location used as a very short term of stay.

The pollen record from the Hiroppara bog shows that alpine vegetation surrounded this area during the 30–17 ka cal BP. The alpine landscape of l-LUP (point industry at the Hiroppara site I) was a favorable situation for gathering obsidian raw materials on the ground surface. Growth of woodland started at 17 ka cal BP due to a rise of the tree line elevation corresponding to the deglacial warming. Only one stemmed point have been unearthed at the Hiroppara site II, the archaeological record of this period is still unclear. The pollen record shows that dense mixed oak woodlands flourished during the 11.2–2.9 ka cal BP. The many times of occupation during the early phase of the Initial Jomon to beginning of the Middle Jomon (the Hiroppara sites I and II) possibly reflected the human adaptation for such broadleaf forest landscape. The e-EUP industry (the Hiroppara site II) designated as a lithic manufacturing workshop tightly connected with obsidian acquisition among source areas, but no pollen record at the Hiroppara bog older than 30 ka cal BP.

We can suggest that the correlations between landscape changes and human activity around the Hiroppara bog. These issues require further study about archaeological sites and paleoenvironment especially older than 30,000 cal BP in and around the Hiroppara bog.

Keywords: Hiroppara site group, archaeological chronology, Upper Palaeolithic-Jomon period, correlations between paleoenvironment and human activities.

1 Center for Obsidian and Lithic Studies, Meiji University

2 National Museum of Japanese History

3 Meiji University Museum

* Corresponding author: Jun Hashizume (j_hashi@meiji.ac.jp)

中部高地における景観変遷と 後期旧石器時代の黒曜石獲得活動

島田 和高^{1*}

要 旨

本論では、長野県中部高地に位置する広原湿原（標高 1,400 m）で復元された過去 3 万年間の景観変遷史に対する後期旧石器時代の人間活動の変化を反映する中部高地石器群の増減と中部・関東地方における黒曜石利用の変化の相関を検討し、黒曜石原産地開発における人と環境の相互関係を考察した。約 30 ka cal BP 以前の中部高地原産地の古環境情報は得られていないが、最終氷期極相期以前の比較的温暖な環境を背景として中部・関東地方の中部高地産黒曜石の利用比率は高く、頻繁で多様な活動をともなう原産地開発が展開した。約 30 ka cal BP を前後する最終氷期極相期の初頭には、中部高地の考古記録は極めて希薄であり、中部・関東地方の中部高地産黒曜石利用も大幅に減少する。森林限界の下降に伴って中部高地には高山帯の景観が広がり、原産地での活動は単純な原石獲得活動に制限された。原産地の利用頻度も低下し、中部高地開発への積極的な適応は低調である。約 25～20 ka cal BP の中部高地原産地では、古環境データはさらに寒冷・乾燥化が進行したことを示しているが、中部高地原産地開発は最終氷期極相期に最盛期を迎えた。中部高地原産地には大規模で多様な遺跡が多数残され、過酷な景観に対して資源開発を目的とした能動的な文化的・社会的適応が発揮されている。約 20～19 ka cal BP の中部高地原産地では温暖化を反映する森林限界の上昇傾向が認められるが、原産地開発の痕跡は再び希薄になる。細石刃技術の登場による簡便な原産地利用への変化に加え、遊動領域の再編成にともなう中部高地産と神津島産黒曜石利用の二極化に代表される人間行動の変化が中部高地開発の低下をもたらしたと解釈した。

キーワード：気候変動、黒曜石利用、後期旧石器時代、中部高地、資源開発

1. はじめに

長野県長和町に所在する広原（ひろっぱら）湿原の湿地堆積物に対する古環境分析によって、中高地黒曜石原産地における過去 3 万年に遡る景観変遷が復元された（公文，2016；工藤，2016；吉田ほか，2016，佐瀬・細野，2016，吉田，2016a）。1950 年代以降、中部高地では多数の遺跡発掘によって原産地と先史人類活動との関係が議論されてきたが、最終氷期における原産地の景観や気候条件はこれまでほぼ不明であったことから、その意義は大きい。

約 30.0～17.0 ka cal BP には森林限界が標高約 1,000～1,400 m に降下したことにより、広原湿原の周辺には、高山帯植生の景観が広がり、湿原には土砂や岩石が継続的に流入する環境であった。約 17 ka cal

BP までには、退氷期の温暖化にともなって森林限界が上昇し、湿原周辺にはカバノキ属と亜寒帯性針葉樹の混交林が発達した。その後、完新世に向かう温暖化と中部高地の森林景観の発達により、11.0 ka cal BP 以降には、有機堆積物が広原湿原内に堆積するようになった（Yoshida, et al., 2016a；吉田，2016b）。また、広原湿原の古環境調査と並行して行われた広原遺跡群の第 1 次～第 3 次調査によって、中部高地原産地における後期旧石器時代の前半期と後半期の人間活動について新たな知見を付け加えることができた（島田ほか，2016）。広原湿原の研究によって、先史原産地研究は、気候変動にともなう景観変遷と先史黒曜石獲得活動との関係を議論する段階に到達した（島田，2015；Yoshida et al., 2016a）。

中部高地原産地の多くは、標高 1,200 から 2,000 m

1 明治大学博物館

* 責任著者：島田和高 (moirai3sis2@gmail.com)

に分布することから、黒曜石獲得に関わる最終氷期の人間活動と現在とは大きく異なる中部高地の気候や景観は、相互に作用していたと考えられる。したがって、中部高地における先史土地利用と景観変遷の関係を理解することは、最終氷期極相期 (LGM) を含む古気候の変動に対する人間の適応について有益な事例と情報を提供するだろう。

中部高地原産地開発に関する先行研究では、関東西部地域の V～IV 層下部段階で、中部高地産黒曜石の利用が減少し、箱根・天城産黒曜石が増加することから、酸素同位体ステージ (MIS) 2 の気候寒冷化との関係が議論されている (佐藤, 1996; 諏訪問, 2002; 堤, 2002) が、中部高地の古環境情報が欠落しており、黒曜石利用についても定量的な変化は示されていない。気候寒冷化が人間行動を制限する負の要因として理解されているが、積極的な適応行動があったのかどうか議論の余地を残している。一方中部高地での黒曜石獲得活動の変化は、大竹 (2002, 2010, 2013) によって遺跡数の増減傾向として理解され、後期旧石器時代

前半期で遺跡数は少なく、後半期で増加し、終末期で減少することが示されている。原石を獲得するだけの単純な活動から石器ワークショップの形成をともなう活発な原産地開発へと段階発展論的な変化で理解されている。後期旧石器時代終末期の中部高地原産地では遺跡数が減少し、細石刃石器群 (稜柱形細石刃石核) が希薄であることも知られている (堤, 2002)。細石刃石核原料の小形原石を獲得する考古学的に不可視な獲得活動に変化したと解釈されている。

本論では、上記した先行研究に欠落している中部高地原産地の古環境情報、中部高地における人間活動の変化、中部・関東地方全域の黒曜石利用状況を年代的な序列に沿って統合し、中部高地の景観変遷を軸に中部高地原産地開発の歴史的変遷について考察する。

2. 分析対象

本研究の目的を達成するために、黒曜石産地分析、考古編年そして古気候編年からなる 3 種類の時系列

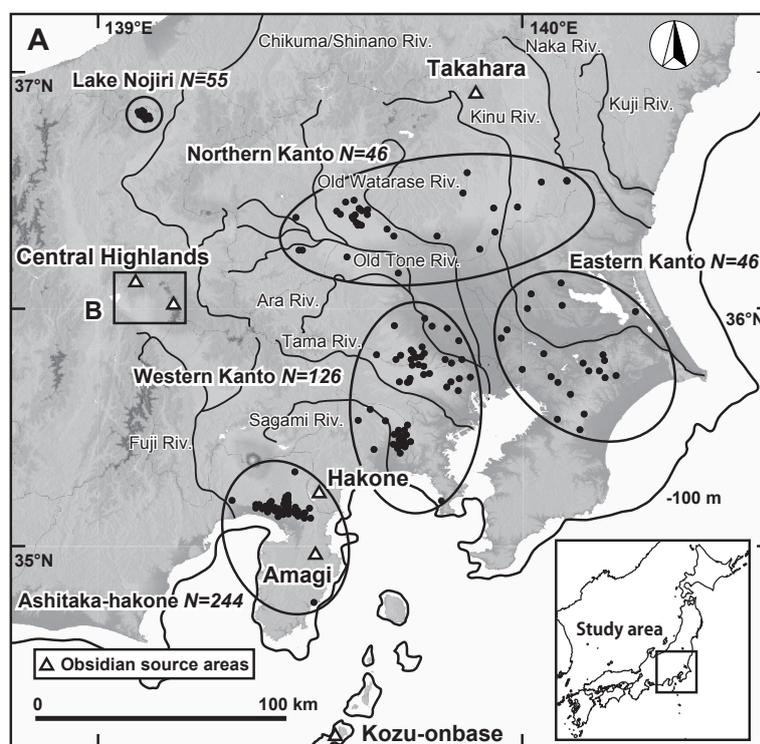


図 1 中部・関東地方における後期旧石器時代の地域区分と本論で言及する黒曜石産地分析データが得られた遺跡 (N=517) 島田 (2015) を改変した。

Fig. 1. Map showing Upper Palaeolithic settlement areas in the Chubu-Kanto region and sites from which obsidian provenance data used in this study were obtained (N = 517 lithic industries) The map was modified from Shimada (2015).

データセットを整備し相関を検討する。

1) 広原湿原で得られた最終氷期にさかのぼる花粉記録 (Yoshida et al., 2016a; 吉田ほか, 2016b)。考古記録との対比には、年間花粉堆積量 (PARt) の変化、森林限界の推移、景観変遷史を重視する。

2) 黒曜石原産地の利用頻度の変化を表す中部・関東地方の黒曜石製石器の産地分析データ (島田, 2015)。産地分析データは芹澤ほか (2011) と谷ほか (2013) から選定した 86,523 点の黒曜石製石器の産地分析データを図 1 に示した黒曜石の原産地区分と後期旧石器時代遺跡の地域区分にそって集計した。

3) 石器群分布の変化を反映する中部高地の後期旧石器時代編年。石器群の選定、編年区分と年代は、島田 (2015) による (本報告書: 図 2.3 を参照)。上記した産地分析データは、この時期区分に調整して集計した。ここでは、島田 (2015) で選定した 43 の石器群を 5,000 点以上の「大規模ワークショップ」、5,000 ~ 1,000 点の「中規模ワークショップ」そして 1,000 点以下の「キャンプサイト」に分けた。面積の限られた試掘坑調査など全体像が不明の石器群は「その他」とした。

3. 結果

図 2 に古環境、考古、産地分析のデータを年代序列にそって統合した。図 3 には産地分析データを中部・関東地方の遺跡分布地域ごとに時期別に集計し、判別された原産地の比率を示した。

3-1 e-EUP (約 38 ~ 32 ka cal BP)

図 2-A が示すように 3 万年以前に相当する広原湿原の花粉記録は得られていない。標高 800 ~ 900m にあたる中部高地の周辺山間部では、MIS3 の古環境が復元されている (公文ほか, 2013)。MIS3 は MIS2 より温暖傾向にあり、亜間氷期・亜氷期のサイクルに連動して亜寒帯針葉樹林と冷温帯落葉広葉樹林が交代する様子が復元されている。MIS3 は、e-EUP と次の I-EUP にあたる。

図 2-C は、中部・関東地方の中部高地産黒曜石利用が、後期旧石器時代で最大の比率 (81.2%) であることを示している。図 3-A によると、愛鷹・箱根地域で中部高地産黒曜石の利用は、他の地域と比較して低調であ

る。また、全体の 3.7% と低い比率ではあるが、太平洋に面した地域に神津島産黒曜石の分布が明瞭に見られることも e-EUP の黒曜石利用の特徴である。しかしこれ以降、図 2-C に示されているように、神津島産黒曜石の利用比率は、f-LUP まで極めて低いまま推移することになる。いずれにせよ、日本列島における人間の居住のはじまりと併行して、全ての原産地は e-EUP に発見され、原産地開発がはじまる。

中部高地原産地の遺跡の発見例は、図 2-B に示されるように少数であるが、中部高地石器群は中規模ワークショップやキャンプサイトから構成され、遺跡機能の多様化がうかがえる。中規模ワークショップである広原 II 遺跡 EA-2 の 4 層石器群 (標高約 1,410 m: 島田ほか, 2016) は、e-EUP に位置付けられる。キャンプサイトでは、追分第 5 文化層 (標高約 1,220 m: 大竹ほか, 2001) が原産地に近接しているほか、ジャコッパラ 12 (標高約 1,560 m: 高見, 1995)、弓振日向 (標高約 1,060 m: 平出ほか, 1989) が原産地から離れた周辺地に立地している。

3-2 I-EUP 後半 (約 32 ~ 29 ka cal BP)

図 2-C が示すように、中部・関東地方の中部高地産黒曜石利用は漸減している (63.5%) が、依然として他の原産地の黒曜石と比較して利用率は高い。図 3-B を見ても、黒曜石の原産地別の分布パターンには、関東西部地域で箱根産が増加することを除くと、全体的に大きな変化はない。

e-EUP に引き続き、I-EUP でも中部高地石器群の発見は依然少ないままである (図 2-B)。しかし、中部高地では、鷹山 I 遺跡 M 地点 (標高約 1,380 m: 戸沢ほか, 1989) で石刃製作に特化した大規模ワークショップが発見され、近接する追分第 4 文化層 (大竹ほか, 2001) でもキャンプサイトが発見されるなど、原産地と密接した活動が認められる。

3-3 e-LUP (2.9-2.5 ka cal BP)

図 2-A が示すように、e-LUP にほぼ相当する約 30 ~ 25 ka cal BP にかけて、広原湿原の PARt 値は森林/非森林の閾値より一貫して低く、25 ka cal BP 以降に比較して変動が激しい。e-LUP の後期旧石器集団が目にした広原湿原周辺を含む中部高地原産地一帯の

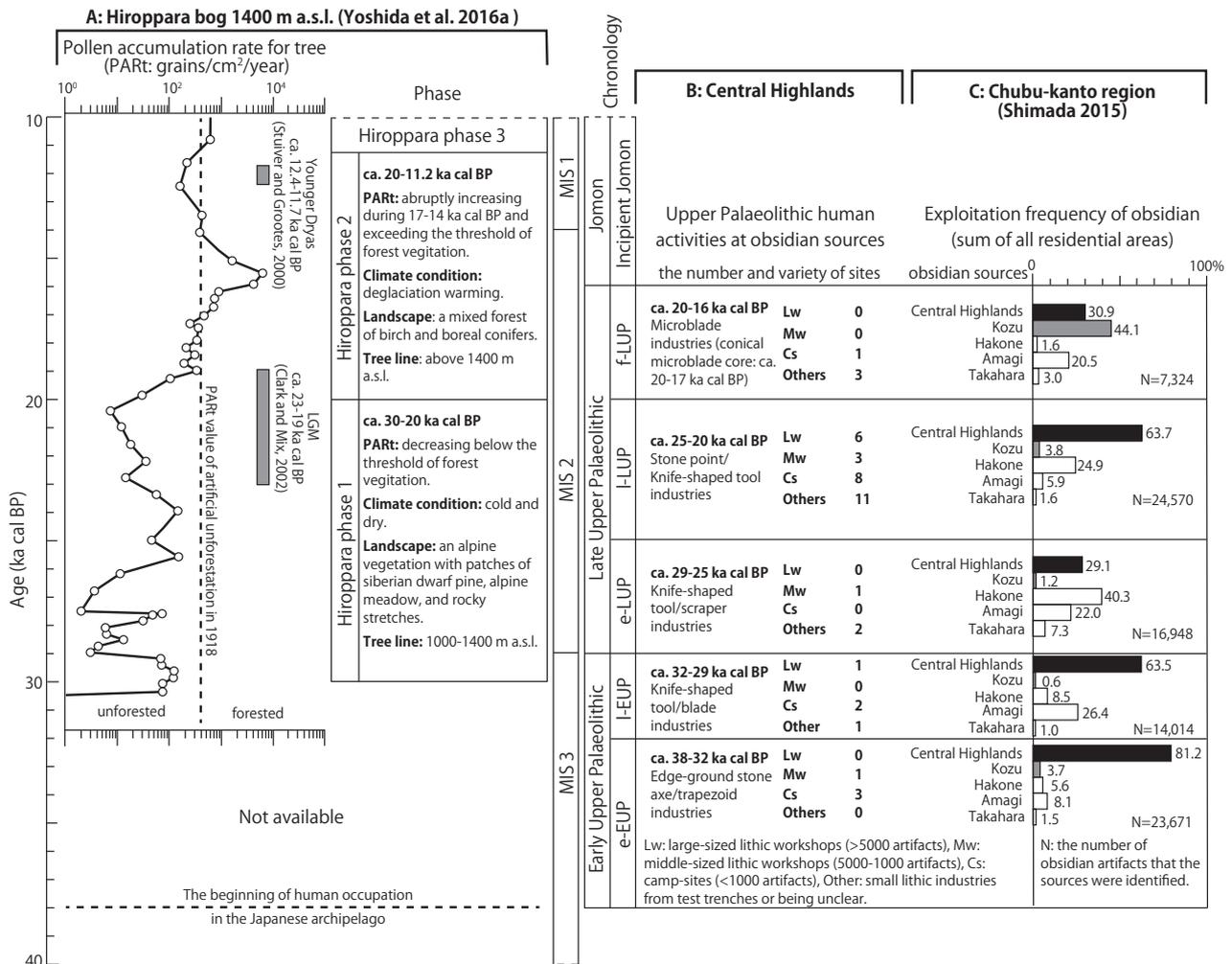


図2 中部高地の景観変遷と後期旧石器時代における黒曜石獲得活動

Fig. 2. Landscape changes in the Central Highlands and human activities for obsidian exploitation during the Upper Palaeolithic

景観は、LGMに向かう気候寒冷化により、現在では標高 2,000 ~ 2,500m 以上に見られる高山帯であった (Hiroppara phase 1).

図 2-C に示されるように、中部・関東地方における中部高地産の黒曜石利用は大幅に減少している (29.1%)。この状況は、図 3-C を見ると、野尻湖、関東北部地域を除く各地域では、最も近傍にある原産地の黒曜石を多用しているためであることが分かる。

図 2-B によると、中部高地原産地での e-LUP 石器群は極めて少なく、原産地各地の広域試掘調査や表面採集でも当該期の標式石器が発見される例は、ほとんどない。標高 1,000 m 以下の周辺地でも同様である。原産地付近では男女倉 J 地点 (標高約 1,210 m : 森嶋編, 1975) が e-LUP 石器群に相当するが、ナイフ形石器の技術形態からは e-LUP の終末に位置付けられる。EUP

の状況とも異なり、e-LUP の中部高地原産地での人間活動については、わずかな痕跡すら見つけにくい。

3-4 I-LUP (約 25 ~ 20 ka cal BP)

先行する e-LUP と同じく、図 2-A は広原湿原周辺の森林限界が標高 1,400 ~ 1,000 m に低下したままであり、周辺の景観も視界が開けた高山帯であったことを示している。標高 2,000 ~ 1,200m に分布する原産地一帯も同様の景観であったと考えられる。特に、PART の値は、I-LUP に相当する約 25 ka cal BP から 20 ka cal BP にかけて連続的に減少する傾向を示し、気候寒冷化が一段と進行したと解釈できる。中部高地原産地付近では、周氷河環境による岩石生産と崩落が頻繁に発生したと考えられ、最終氷期極相期 (約 23 ~ 19 ka cal BP : Clark and Mix, 2002) とほぼ一致する時期で

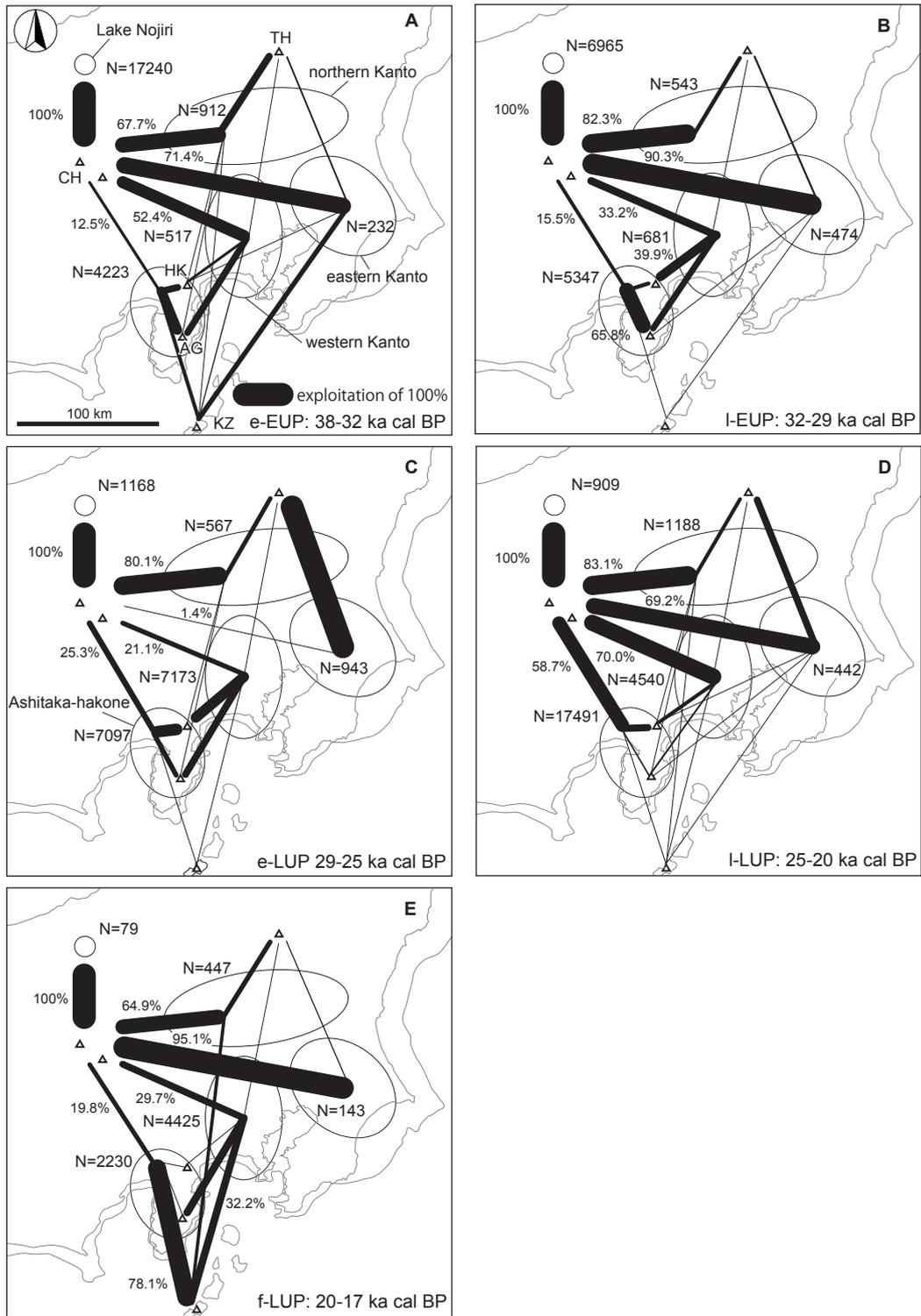


図3 後期旧石器時代の地域別に見た黒曜石利用比率の変化

N : 黒曜石産地分析データ数 (100%)。△ : 黒曜石原産地, CH : 中部高地, KZ : 神津島 (恩馳島), AG : 天城, HK : 箱根, TH : 高原山, 島田 (2015) を改変した。

Fig. 3. Changes in obsidian use frequency in the Upper Palaeolithic settlement areas

N: the number of obsidian artifacts for which the sources were identified (100%). △ : Obsidian source areas; CH: Central Highlands; KZ: Kozu-Onbase Island; AG: Akagi; HK: Hakone; TH: Takahara. The figure was modified from Shimada (2015).

ある。

一方、図 2-C に示されるように、中部高地産黒曜石の中部・関東地方における利用率は 63.7% まで回復している。図 3-D も明らかに示しているように、中部・関東地方各地の黒曜石利用は、中部高地産に収斂し、I-LUP は中部高地産が最も多用された時期であると評価できる。

図 2-B に示されるように、中部高地原産地の遺跡数は大きく増加し、大規模ワークショップが原産地近くに多数残された。鷹山遺跡群（標高約 1,400 m：戸沢ほか，1989；安蒜ほか，1991 ほか）、男女倉遺跡群（標高約 1,240 m 付近：信州ローム研究会編，1972；森嶋編，1975；男女倉遺跡群分布調査団編，1993）、和田峠遺跡群（標高約 1,500 m 付近：男女倉遺跡群分布調査団編，1993 ほか）、八島ヶ原湿原周辺の八島遺跡群（標高約 1,630 付近：戸沢，1958；藤森・中村，1964 ほか）など原産地に近接する大規模遺跡群では、I-LUP 石器群が顕著に発見されている。広原 I 遺跡 EA-1 の尖頭器石器群（標高約 1,410 m：島田ほか，2016）もそれらの中部高地遺跡群の形成に関連して残された可能性が高い。また、遺跡数が増えるだけでなく、標高 1,000 m 前後の原産地の周辺地でも夕立遺跡（標高約 1,130m：功刀，1993）で大規模ワークショップが、馬捨場遺跡（標高約 1,100 m：河西・川崎，2002）でも広範囲に展開するキャンプサイトが発見されており、黒曜石獲得に関連する原産地活動域も明らかに拡大している。

3-5 f-LUP（稜柱形細石刃核石器群）（約 20～19 ka cal BP）

図 2-A が示すように、約 20 ka cal BP 以降、広原湿原周辺の PARt の値は急上昇し、f-LUP の半ばにあたる約 17 ka cal BP までには、森林／非森林の閾値を超える（Hiroppara phase 2）。この変化は、退氷期の温暖化を反映し、中部高地の森林限界も 1,400 m 以上に上昇したことを示している（Yoshida et al. 2016a）。稜柱形細石刃核石器群の時期には、原産地帯は高山帯から、次第に亜寒帯針葉樹林へ変化していったと考えられる。

図 2-C が示すように、中部・関東地方における中部高地産黒曜石の利用は再び減少し（30.9%）、その代わりに神津島産黒曜石の利用が後期旧石器時代ではじめ

て急増する（44.1%）という、これまでにない特異な変化を示している。中部高地産黒曜石利用と神津島産黒曜石利用の二極化と呼ぶことができる。図 3-E が明らかに示すように、中部高地産黒曜石は中部・関東地方の北半部にあたる野尻湖、関東北部、関東東部に分布し、神津島産黒曜石の分布は、中部地方の南半部にあたる愛鷹・箱根と関東西部地域に集中している。しかし、それぞれの黒曜石が、北半部地域と南半部地域に客体的に持ち込まれている状況もあり、遺跡単位で両者が共伴する事例も含まれる。

図 2-B が示すように、中部高地原産地の稜柱形細石刃核石器群の発見は極めて稀で、I-LUP とは極めて対照的に遺跡数が減少している。このことは、原産地近辺だけではなく、標高 1,000 m 前後からそれ以下の周辺地においても同様である。

4. 考察

4-1 30 ca kal BP 以前

MIS3 は MIS2 に比較して温暖で中部高地原産地一帯にも亜寒帯針葉樹林が到達していた可能性がある。中部高地産黒曜石の利用も高率である。原産地に残された遺跡の性格も多様で、活発な原産地開発が展開したことがうかがえる。広原 II 遺跡の 4 層石器群では、最大で 2,000 g 前後の原石類の搬入と石核素材の搬出、消費途次の石刃石核の持ち込みに基づく石刃生産と搬出など、黒曜石加工に関わる行為が重層している状況が復元された（島田ほか，2016）。同じ場所を原料確保、キャンプサイトなど異なる目的の行為のために繰り返し利用していたと考えられ、EUP 集団が頻繁に中部高地原産地の各地を巡回していたことを示唆する。MIS3 の相対的に活動しやすい環境が、中部・関東地方の高い中部高地産黒曜石利用率の背景にあると評価できる。こうしたことから、多数の遺跡が中部高地原産地に残されたと予測されるが、発見されている遺跡は実際は少ない。

この現状を説明する一つの要因は、MIS2 以降の高山帯の寒冷で乾燥な気候により促進された岩石の生産と崩落により EUP 石器群が覆われ、発掘が阻害されていることにあると考えられる。中部高地では、実例が幾つか確認されている。鷹山遺跡群の追分遺跡や XII 遺

跡黒曜石研究センター地点では、崖錐堆積などによる礫混じりのロームが繰り返し二次堆積している状況が認められる。後期旧石器石器群はそれらの間に安定的に堆積したローム層中から発見されている。これらの遺跡では、始良-Tn火山灰の降下層準も確認されている（大竹ほか，2001；島田ほか，2016）。広範囲に及ぶ発掘調査では、崩落礫堆積層を除去しながら遺物包含層まで到達することは可能であるが、中部高地で一般的に採用される狭い範囲の試掘坑調査では、EUP石器群への到達は困難な場合が多い。ただし、中部高地には、鷹山I遺跡M地点（戸沢ほか，1989）や広原I遺跡（島田ほか，2016）のように、EUP石器群の埋没以降、ロームの安定した堆積環境が継続している地点もあり、今後もEUP石器群の発見を期待することができる。

4-2 最終氷期極相期初頭

約30 ka cal BP以降は、広原湿原周辺だけでなく、多くの中部高地の原産地が高山帯に位置していた可能性が高い。黒曜石の探索と獲得にとっては視界が開けた好適な景観である。ところが、中部・関東地方における中部高地黒曜石の利用は大幅に減少する。そしてe-LUPの石器群は中部高地ではほとんど発見されていない。中部高地における現在の遺跡調査の密度で判断する限り、e-LUPの中部高地開発の痕跡は希薄であると評価できる。

しかしながら、利用率が著しく減少している関東東部・西部地域、愛鷹箱根地域でも中部高地産黒曜石の利用が断絶する事実はない。一方で、野尻湖遺跡群や関東北部地域では、中部高地産黒曜石の利用率はI-EUPと同程度に継続している。こうした状況は、最終氷期極相期の初頭にあたる気候の寒冷化は、e-LUP集団が中部高地原産地へ接近し到達すること自体は妨げていなかったことを示唆している。むしろ制限されていたのは、原産地における黒曜石獲得に関わる活動だったと考えられる。つまり、中部高地では、黒曜石原石を獲得することに特化した、黒曜石加工のワークショップの形成をともなわず、短時日に限られた考古学的には不可視な活動が行われた可能性が高く、中部高地への訪問頻度も低下したと解釈できる。したがって、約30 ka cal BP以降の高山帯に位置する中部高地原産

地を積極的・能動的に開発する適応行動は、e-LUPでは低調であったと評価できる。

4-3 最終氷期極相期

約25 ka cal BP以降の広原湿原周辺では、継続的な気候の寒冷化が20 ka cal BPにかけて進行しており、e-LUPの低調な中部高地開発を考慮する限り、I-LUPの中部高地原産地における人間活動もさらに低下したと類推することはできる。しかし、事実は逆で、I-LUPの黒曜石獲得活動は、中部高地原産地で最盛期を迎える。

この事実は、最終氷期極相期の中部高地の高山帯を最大限に利用するために発揮された、能動的な文化的・社会的適応の現れであると解釈できる。中部高地の遺跡では鷹山I遺跡S地点（安蒜ほか，1991）で炉跡（礫群）が発見されており、非森林域での火の制御技術の向上を示唆している。また、中部高地の尖頭器石器群には、中部・関東地方のローカルな特徴を持った石器ワークショップが残され、各地から黒曜石獲得と石器製作のタスクフォースが派遣された可能性が高い（島田，2008，2015）。原産地付近には悪天候時のシェルターあるいは長期滞在を見越した恒常的な上屋を持った構築物が存在したと指摘されてもいる（安蒜，2000）。また、広原I遺跡の2b・3層出土の尖頭器石器群は、原石の獲得に基づく石器ワークショップの形成以外にも、多彩な土地利用があったことを示唆している（島田ほか，2016）。

おそらく、I-LUPの中部高地原産地の土地利用には、まだ解明されていないより複雑な活動が関与していた可能性が残されている。いずれにしても、I-LUPの中部高地開発は、中部・関東地方における後期旧石器時代集団の活動領域のうち、最終氷期極相期において最も過酷な景観に点在する資源に対する能動的な開発行為であったと評価できる。

4-4 最終氷期極相期末

最終氷期極相期の終末に当たる約20 ka cal BPから19 ka cal BPには、広原湿原周辺の花粉堆積量の増加傾向から推定すると、中部高地原産地の気候は温暖化傾向にあり、亜寒帯針葉樹とカバノキ属の混交林の回復にともなって森林限界も上昇した。I-LUPから類推す

る限り、寒冷気候の緩和にともなって黒曜石獲得活動の拡大を見込むこともできるが、この年代にあたる稜柱形細石刃核石器群は中部高地原産地ではほとんど発見されず、f-LUPには中部高地の遺跡数は再び減少した。f-LUP石器群の多くは地表面近くに埋没しているので、EUP石器群に想定されたような遺跡発見のバイアスは考えにくい。したがってこの状況は、人間行動の変化に起因する可能性が高く、ここでは、新たな石器技術の登場と、集団の移動領域の再編成の観点から解釈を試みる。

稜柱形細石刃核による細石刃の生産には大形原石は必要なく、加工も簡便である(安蒜, 1979)。原産地では数センチ程度の小形原石の獲得だけ行われ、石器ワークショップが残されない考古学的に不可視な獲得活動が行われていたと考えられる(堤, 2002)。また、森林環境の回復によって大形原石を探索しにくい状況が生じたかもしれない。中部高地と神津島の黒曜石利用の二極化には、地域的な分布の偏りが著しく現れていた。稜柱形細石刃核石器群における中部高地産と神津島産黒曜石利用の関係を両原産地の相互を夏季・冬季で季節的に巡回する遊動戦略の採用で解釈する立場がある(堤, 1987, 2011)。また本論でも指摘したように、中部・関東地方のマクロな視野で確認できる両者の分布の地域的偏りについては、稜柱形細石刃核石器群の時間差を反映しているという見解もある(須藤, 2012)。これらを踏まえ、本論では以下の視点を提示したい。中部高地産黒曜石の利用は、マクロな視点からは主に野尻湖、関東北部、関東東部地域で展開し、神津島産黒曜石は、愛鷹箱根、関東西部地域で利用されていたと理解できる。このことは、中部高地を周回し黒曜石を獲得する集団と神津島を周回する集団の並存、並びに移動領域の再編成があった可能性を示唆する。このことが、中部高地産黒曜石の利用が相対的に低減し、中部・関東地方における利用率の低下に反映していると考えられる。

5. まとめ

後期旧石器時代における最終氷期の気候変動にともなう景観変化と人間の活動の相互関係は、e-LUPとf-LUPの中部高地開発の変化に示されるように、寒冷化

=人間活動への負の制限という単純な図式では議論することができない。気候寒冷化は、生存に厳しい環境へ果敢に進出する能動的な人間の文化的・社会的適応を引き出すこともある。また、f-LUPに見られたように、社会的な変化が資源開発に影響を及ぼす可能性があることも指摘することができた。中部高地原産地の土地利用の歴史的变化は、先史狩猟採集民社会における資源開発が、環境と社会とテクノロジーの相互作用により変化する構造体であったことを明確に示している。

謝辞

本研究は私立大学戦略的研究基盤形成支援事業「ヒト-資源環境系の歴史の変遷に基づく先史時代人類誌の構築」(研究代表者:小野昭)及びJSPS科研費26370905(研究代表者:島田和高)による研究成果の一部である。

引用文献

- 安蒜政雄 1979 「日本の細石核」『駿台史学』47: 152-183
- 安蒜政雄 2000 「旧石器時代のイエ」戸沢充則編『大塚初重先生頌寿記念考古学論集』pp.491-516., 東京堂出版
- 安蒜政雄・萩谷千明・高倉 純・氏家敏之・島田和高・小菅将夫・矢島國雄・戸沢充則 1991 『鷹山遺跡群II』133p., 長門町教育委員会
- Clark, P. U., and Mix, A. C. 2002 Ice sheets and sea level of the Last Glacial Maximum. *Quaternary Science Reviews* 21: 1-7.
- 藤森栄一・中村竜雄 1964 「霧ヶ峰雪不知の石器文化 -雪不知型削器への注意-」『考古学雑誌』50(2): 21-38
- 平出一治・大竹憲昭・山形真理子・鶴田典昭 1989 『弓振日向遺跡(第2次発掘調査)』190p., 原村教育委員会
- 河西 克造・川崎 保 2002 『馬捨場遺跡』189p., 長野県埋蔵文化財センター
- 工藤雄一郎 2016 「広原湿原および広原II遺跡における放射性炭素年代測定」小野 昭・島田和高・橋詰潤・吉田明弘・公文富士夫編 2016 『長野県中部高地における先史時代人類誌—広原遺跡群第1次

- ～第3次調査報告書一』明治大学黒曜石研究センター資料・報告集1(本報告書), 明治大学黒曜石研究センター
- 公文富士夫 2016「長野県長和町, 広原湿原および周辺陸域におけるボーリング調査報告」小野 昭・島田和高・橋詰 潤・吉田明弘・公文富士夫編 2016『長野県中部高地における先史時代人類誌—広原遺跡群第1次～第3次調査報告書一』明治大学黒曜石研究センター資料・報告集1(本報告書), 明治大学黒曜石研究センター
- 公文富士夫・河合小百合・木越智彦 2013「中部山岳地域における第四紀後期の気候変動」『地学雑誌』122(4): 571-590
- 功刀 司 1993『夕立遺跡』14p., 茅野市教育委員会
- 森嶋 稔編 1975『男女倉』179p., 長野県道路公社・和田村教育委員会
- 男女倉遺跡群分布調査団編 1993『長野県黒曜石原産地遺跡分布調査報告書(和田峠・男女倉谷) III』241p., 和田村教育委員会
- 大竹憲昭 2002「黒曜石の流通と中部高地の原産地」『黒曜石文化研究』1: 31-36
- 大竹憲昭 2010「野尻湖遺跡群における黒曜石の利用について」『考古学ジャーナル』598: 28-31
- 大竹憲昭 2013「黒曜石原産地の考古学的概観」『日本考古学協会 2013 年度大会研究発表資料集』pp. 23-26., 日本考古学協会
- 大竹幸恵・勝見 譲・野口 淳・三木陽平・小林克次・米田 穰・中島 透 2001『県道男女倉・長門線改良工事に伴う発掘調査報告書 鷹山遺跡群I遺跡及び追分遺跡群発掘調査』464p, 長門町教育委員会
- 佐瀬 隆・細野 衛 2016「長野県長和町, 広原湿原と周辺陸域の植物珪酸体分析—イネ科植物相の地史的動態からみた MIS3 以降の古環境変遷—」小野 昭・島田和高・橋詰 潤・吉田明弘・公文富士夫編 2016『長野県中部高地における先史時代人類誌—広原遺跡群第1次～第3次調査報告書一』明治大学黒曜石研究センター資料・報告集1(本報告書), 明治大学黒曜石研究センター
- 佐藤宏之 1996「社会構造」『石器文化研究』5: 329-340
- 芹澤清八・後藤信祐・塚本師也・谷中 隆・江原 英・亀田幸久・片根義幸・合田恵美子・武川夏樹・中村信博・津野田陽介 2010「石器時代における石材利用の地域相(資料)」『日本考古学協会栃木大会 2011 年度大会研究発表資料集』pp. 61-268., 日本考古学協会
- 島田和高 2008「黒曜石のふるまいと旧石器時代の住まい—月見野期と田名向原住居状遺構—」『旧石器研究』4: 61-82
- 島田和高 2015「上部旧石器時代における中部高地黒曜石原産地の土地利用変化」『第四紀研究』54(5): 219-234
- 島田和高・橋詰 潤・会田 進・中村由克・早田 勉・隅田祥光・及川 穰・土屋美穂 2016「III 広原遺跡群の発掘調査」小野 昭・島田和高・橋詰 潤・吉田明弘・公文富士夫編『長野県中部高地における先史時代人類誌—広原遺跡群第1次～第3次調査報告書一』明治大学黒曜石研究センター資料・報告集1(本報告書), 明治大学黒曜石研究センター
- 信州ローム研究会編 1972『男女倉—黒曜石原産地地帯における先土器文化石器群—』20p., 信州大学医学部第二解剖学教室
- Stuiver, M., and Grootes, P. M. 2000 GISP2 oxygen isotope ratios. *Quaternary Research* 53: 530-277-284.
- 須藤隆司 2012「赤城山麓を遊動する細石刃狩猟民」岩宿フォーラム実行委員会編『北関東地方の細石刃文化』pp. 81-88., 岩宿博物館
- 諏訪問順 2002「相模野旧石器編年と寒冷期の適応過程」『科学』72: 636-637
- 谷 和隆・塚原秀之・鶴田典昭・中島 透・橋詰 潤・羽生俊郎・前田一也・村田弘之・山科 哲 2013「中部地方の黒曜石原産地分析資料」『日本考古学協会 2013 年度長野大会研究発表資料集』pp. 63-174., 日本考古学協会
- 高見俊樹 1995「旧石器時代の諏訪」『諏訪市史 上巻』pp. 9-154., 諏訪市
- 戸沢充則 1958「長野県八島遺跡における石器群の研究—古い様相をもつポイントのインダストリー—」『駿台史学』8: 66-97
- 戸沢充則・矢島國雄・大竹幸恵・安蒜政雄・友田哲弘・大竹憲昭・須藤隆司・小菅将夫 1989『鷹山遺跡群I』

- 135p., 長門町教育委員会
- 堤 隆 1987 「相模野台地の細石刃石核」『大和市史研究』13:1-43
- 堤 隆 2002 「信州黒曜石原産地をめぐる資源開発と資源需給-後期旧石器時代を中心として-」『國學院大學考古学資料館紀要』18:1-21
- 堤 隆 2011 「細石刃狩猟民の黒曜石資源需給と石材・技術運用」『資源環境と人類』1:47-65
- 吉田明弘 2016a 「長野県広原湿原における珪藻化石群集に基づく最終氷期以降の堆積環境」小野 昭・島田和高・橋詰 潤・吉田明弘・公文富士夫編 2016『長野県中部高地における先史時代人類誌—広原遺跡群第1次～第3次調査報告書—』明治大学黒曜石研究センター資料・報告集1(本報告書), 明治大学黒曜石研究センター
- 吉田明弘 2016b 「長野県広原湿原周辺における過去3万年間の景観変遷と気候変動」小野 昭・島田和高・橋詰 潤・吉田明弘・公文富士夫編 2016『長野県中部高地における先史時代人類誌—広原遺跡群第1次～第3次調査報告書—』明治大学黒曜石研究センター資料・報告集1(本報告書), 明治大学黒曜石研究センター
- Yoshida, A., Kudo, Y., Shimada, K., Hashizume, J. and Ono, A. 2016a Impact of landscape changes on obsidian exploitation since the Paleolithic in the central highland of Japan. *Vegetation History and Archaeobotany* 25:45-55. doi:10.1007/s00334-015-0534-y.
- 吉田明弘・叶内敦子・神谷千穂 2016b 「長野県広原湿原における花粉分析と微粒炭分析からみた過去3万年間の植生変遷と気候変動」小野 昭・島田和高・橋詰 潤・吉田明弘・公文富士夫編 2016『長野県中部高地における先史時代人類誌—広原遺跡群第1次～第3次調査報告書—』明治大学黒曜石研究センター資料・報告集1(本報告書), 明治大学黒曜石研究センター

Landscape changes in the Central Highlands and human activities for obsidian procurement in the Upper Palaeolithic

Kazutaka Shimada^{1*}

Upper Paleolithic hunter-gatherers intensively exploited obsidian sources 1400–2000 m a.s.l. in the Central Highlands, central Japan. Previous studies have suggested that the last glacial maximum (LGM) decreased human obsidian procurement in the source area because of its high altitude. However, the relationship between the impacts of the LGM and human responses in the source area based on convincing evidence from the paleoclimate, obsidian provenance data, and archaeology remains poorly understood. This study examines the correlations among pollen record datasets for the past 30,000 years from Central Highlands 1400 m a.s.l.; more than 85,000 pieces of obsidian provenance data for the Chubu-Kanto region; and chronological sequences of Upper Paleolithic industries in the Central Highlands. The synthetic analysis can reconstruct historical changes in the human-environment interaction in the Central Highlands during the Upper Paleolithic. The combined data shows the early LGM constraining the procurement activity at the sources; an increase in active human responses to the LGM cold phase; changes in the land use of the source area in the terminal LGM triggered by the appearance of new lithic technology and the reorganization of mobility ranges. The human adaptations to the LGM conditions around a latitude of 36°N were complex.

Key words: climate change; obsidian exploitation; Upper Palaeolithic; the Central Highlands; resource environment.

¹ Meiji University Museum

* Corresponding author: Kazutaka Shimada (moirai3sis2@gmail.com)

VII 広原遺跡群第1次～第3次調査の 総括と展望

小野 昭^{1*}

1. はじめに

記述の重複を避け、成果の要点、低通する問題、今後の見通について簡潔に記す。人類が変化する自然環境のなかでどのように適応的に進化してきたのかを問題にする場合、一般論では具体的な研究の進捗は望めない。後になって具体的に点検や検証ができるまとまった実証的な基礎が必要である。自然環境の中でも人類を取り巻く資源に注目し、人類—資源環境系を課題の枠として設け、人類活動と植生変化との関係の解明が可能な地域を求めた。資源としての石器用石材として多用された黒曜石の原産地が集中する信州の山岳地を第一の条件とし、第二に気候変動にともなう森林限界の垂直移動をとらえる可能性を持った地点の選択が課題となった。2010年には和田峠から北八ヶ岳の範囲の予備調査を経て、広原湿原とその周辺の遺跡群をターゲットとして調査を進めることに合意が形成された。

広原は小規模な湿原であること、それを取り囲むように旧石器時代・縄文時代の遺跡が複数あること、湿原が海拔1,400mに位置すること、調査次第では湿原と陸域の遺跡の関係が解明できる可能性があることなど、好条件を備えているように判断された。

2. 与えられた自然環境条件と人類の活動

2011～2013年の調査で湿原におけるトレンチ調査・ボーリング調査で、花粉、珪藻、植物珪酸体、火山灰の分析を行い、約3万年以降今日までの古環境データを得た。従前のトレンチ調査でも「湿原の堆積物は、すべて、完新統の可能性が大きい」と指摘されていた(酒

井・国信, 1993)が、予想をこえて海洋酸素同位体ステージ MIS3末, MIS2, MIS1 にわたる古環境復元の基礎データを集積できた。

具体的には、それぞれの古環境復元データをまとめ、森林限界の垂直移動も組み込んだ景観の変遷として総合化した(吉田, 2016)。それを前提に旧石器時代、縄文時代の人類の活動が広原湿原周辺でどのように展開したかを編年表として、また景観変遷図に対応させて落とし込むことも可能となった(橋詰ほか, 2016)。視野を広げて関東・中部地方における黒曜石の獲得活動の動きの中で広原遺跡群がどのような位置を占めるか、あるいは中部山岳地域の黒曜石原産地付近における「場」の利用形態の特徴なども悉皆的な遺跡数の動向をふまえて復元された(島田, 2016)。

ここでは全体を通して検討すべき若干の点を議論しておきたい。第1点：広原では3万年以前に遡る古環境データは得られる条件に無かったため、広原第II遺跡の第4層の石器群の時期つまり MIS 3後半の景観は直接的には復元できない。しかし3万年前後のデータを外挿して推定するならば、少なくとも森林限はなお1,400mよりも下方にあって湿原は形成されていないと思われる。周囲が森林と厚い植生に覆われず、黒曜石の露頭もアクセスしやすかったであろう。黒曜石集積に見る盛んな荒割と二次加工の結果はそこに多数の接合資料を今日に残し、大きな角礫上の素材に復元できるものもある。露出の多い黒曜石やその他の岩石の産状と、素材へのアクセスの容易さの間の現象的な強い相関を表現している。これはさらに一步踏み込んで、露岩のあり方と人類集団による利用の容易さの間の因果関係をも示唆していると思われる。この時期の集団

1 明治大学黒曜石研究センター

* 責任著者：小野昭 (onoak@meiji.ac.jp)

関係に関しても、局部磨製石斧の石材分析から、北陸・日本海側の集団が広原の地点まで活動の領域に組み込んでいたことが想定されている（中村，2016）。この時期の環境条件の具体的解明と復原は3万年以前に遡る可能性の高いボーリング可能な地点の探査と実践の課題を提起している。

第2点：最終氷期最盛期 LGM における広原の地の利用形態である。この時期（I-LUP）は第I遺跡では2b層～3層を中心に尖頭器石器群（両面加工尖頭器，周辺加工尖頭器），石刃核が認められる。しかし接合資料は無く，第II遺跡の e-EUP の石器群と比較すると石器製作に関する痕跡に乏しい。LGM 期の第II遺跡は人類の居住の痕跡がほとんどない。この期の関東中部地方全体で産地分析された黒曜石 24,570 点に占める中部高地の黒曜石利用率 63.7% は，むしろ他の関東の黒曜石原産地（高原山，箱根，天城，神津島）の利用率からすると突出している（島田，2015）。第II遺跡の状況と一見矛盾するように見えるが，大量に石割り作業をするような場の利用形態でなく，短期に立ち去る選

択的な場の使い方の現れである可能性を充分検討する必要がある（島田，2016）。第I遺跡はその一端を表現しており，最終氷期最盛期においても広原の地に人の活動の跡が明確になった。

第3点：広原第I遺跡，第II遺跡を合わせると縄文時代に入って早期前葉・早期中葉の押し型文系土器，沈線文土器，早期末の繊維土器の時期まで生活の痕跡が確認され，その後しばらくの断絶を経て前期末中期初頭に再びこの場が利用されたことが明らかとなった（島田ほか，2016，本報告 III-6）。縄文早期には広原は森林におおわれ湿地も形成されている。山岳地における一時的なキャンプサイトだけでなく，第II遺跡の小竪穴や穀摺石はこの地に一定期間とどまって生活する様相を示しており，また同時に広域にわたる人の動きも土器の分析から導くことができた。山岳地の湿原を囲む森林の下における縄文早期を中心とした生活の復原の課題を提起している。

内陸部高地海拔 1,400 m に位置する広原の立地を生かし，3 万年以降縄文中期初頭まで，森林限界の垂直移

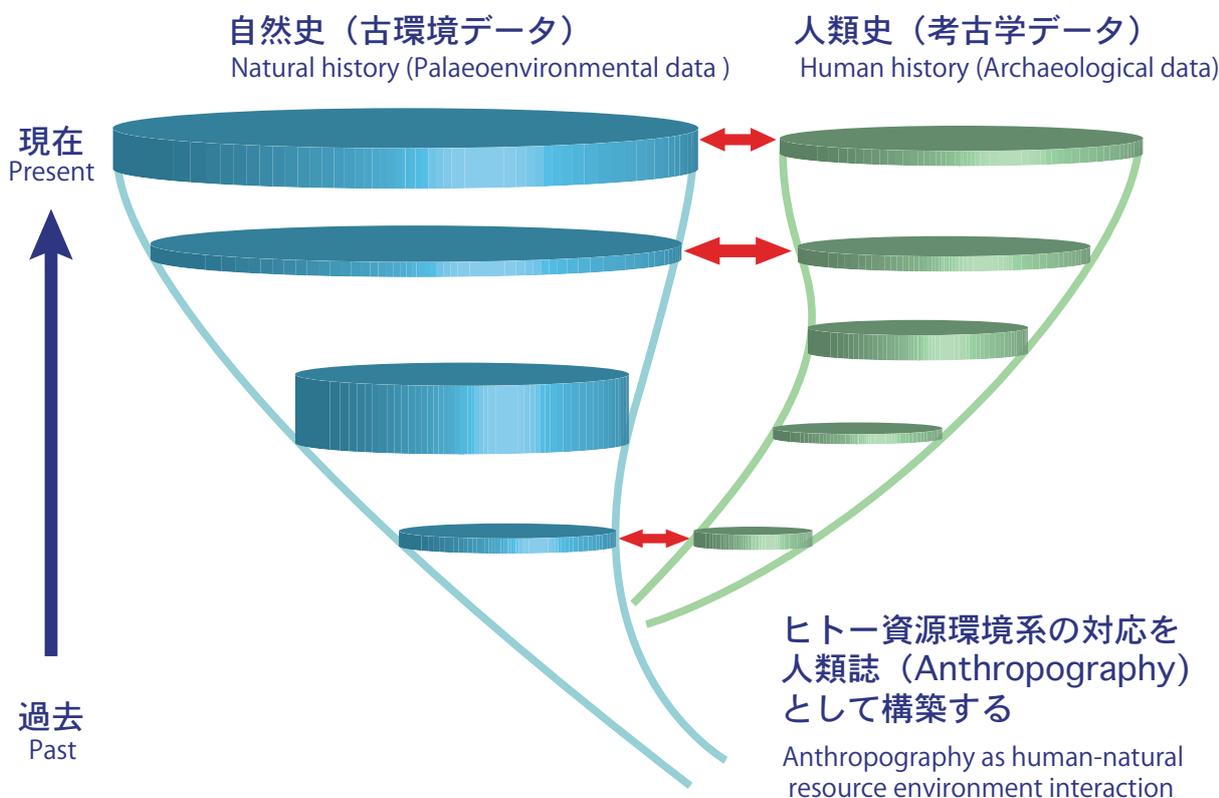


図1 古環境データと考古学データの対応関係
Fig. 1. Correlation of environmental data and archaeological data

動との関係において断続的な人類の居住と景観変遷との対応関係を明らかにした。広原湿原付近における自然環境の変遷はその一こまを生きた先史時代の人々にとっては選択できない与件として存在したのであるから、変遷の刻み目が細かいほど環境との適応関係の実相に迫れることになる。

3. 自然史・人類史・人類誌

以上述べたことを1枚の図にして示すと次の通りである。古環境との関係で人類史の復原を試みると通常は図1の構造となる。広原の場合も例外でない。図中で円盤の厚さが薄く時間的同時性が明確な場合、最も具体的な対応関係の追究が可能である。どちらかの円盤が厚く精度が共有できない場合もあり、またどちらかのデータが全くないか稀な場合もある。

相互に薄い円盤が隙間なく並んで対応関係がつかえば理想的である。その場合、自然史との関係において人類史の復原が理想的に可能である。人類誌とはこの場合、人類史の中一つの薄い円盤に対応する。これを積み上げることで確実な人類誌に基づいた人類史

の復原が可能となる。むしろ現象的で実証的な復元であって人類史をどのように叙述するかはまた別の問題である。だが現実には図1のように隙間が多い。したがって、可能な限り円盤を埋める実証的な探査が必要であると同時に、検証可能な仮説や理論によって隙間に関連付けを行い、矢印相互の因果関係を推し量る作業が必要がある。この間、植生の変化と黒曜石獲得の形態の変化について(旧石器時代の採取から縄文時代の採掘へ)問題を提起したのもこのような観点からである(Yoshida et al., 2016)。今後広原周辺の調査の進展によって仮説は確実にプラスかマイナスにテストすることが可能である。骨太の方法の提示無くしては科学の展開は望めないという指摘(Binford 1981, p.289)もこうしたことを指しているのである。

4. 次のステップへ

広原遺跡群の発掘調査と湿地のボーリング調査による古環境復原試料の分析により、人類とそれを取り巻く資源環境の関係を人類誌として把握することを目指したが、今後の展開に残された課題も多い。気候変動>

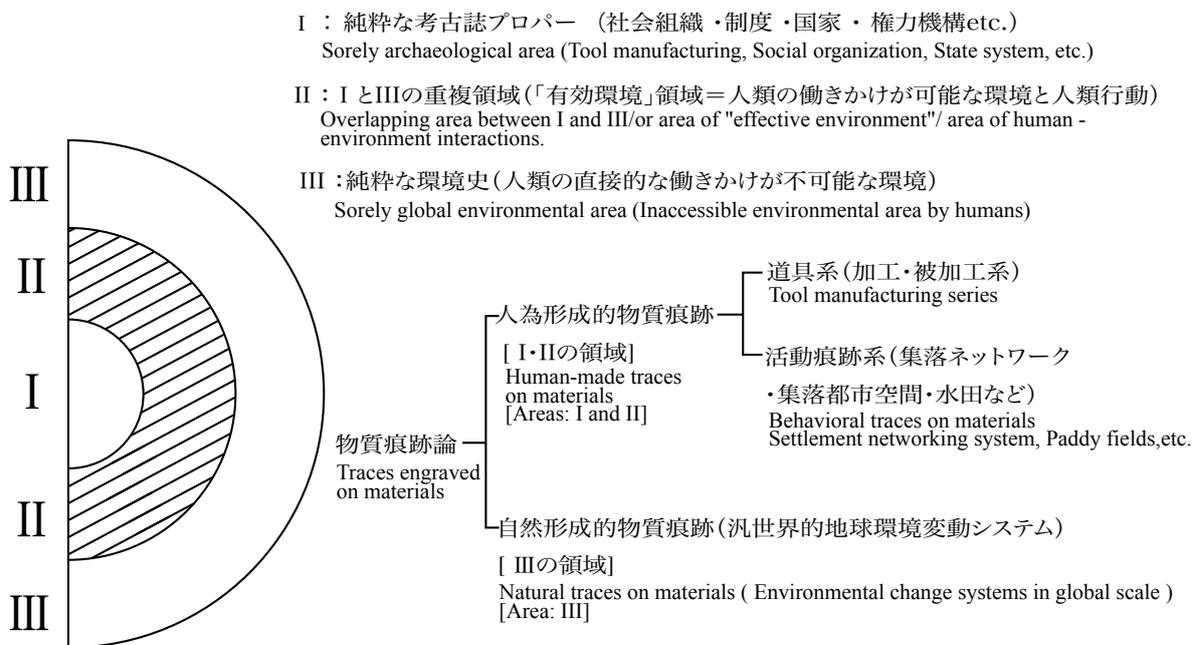


図2 資料の種類と研究領域の階層関係 (小野, 2009)
Fig. 2. Stratified correlation of data and research areas (Ono, 2009)

植生の変化>景観変遷>人類の居住/非居住の一連のつながりの中で、最も重要な環をおさえて今後の見通しを若干述べる。

図2は、図1とは別の視点から環境と人類の関係を解明する際の有意な領域を示したものである。例えば最終氷期の最盛期のようなグローバルな環境の変化はこれに対して人間集団にとっては文字通り選択不能の与件として現れる。これがIIIの領域である。これに対して例えば先史時代人が岩石素材をある方式で割る、二次加工する、最終的石器に仕上げるという過程は純粋に考古学プロパーの石器製作の研究対象に属し、寒暖を含む環境変動の如何に関わらず独立した過程として存在する。これがIの領域である。

これらに対してIIの領域は、IとIIIの要素が重複する人類が働きかけ可能な環境の領域で、有効環境 effective environment である (Allee et al., 1949, p.1; Binford, 1968)。広原では回収できなかった3万年以前の古環境情報を周辺で探査する課題、広原第II遺跡の黒曜石集積の分布範囲の追跡、第I遺跡における縄文時代遺構の調査の課題などはすべてこのIIの領域に収斂して解明される課題である。

今後、本報告が契機となって、森林限界の垂直移動を把握しやすい海拔1,400m前後の山岳地における調査例が一つでも増加し、まず日本列島内での比較の議論が進捗することを期待したい。さらに更新世/完新世の移行期における復原精度の高い諸外国の事例との比較を通して、日本列島の、また広原の事例を相対化する試みに挑戦することも課題である。

引用文献

- Allee, W.C., Park, O., Emerson, A. E., Park, T. and Schmidt, K. P. 1949 Principles of Animal Ecology. 837p. Philadelphia and London, W. B. Saunders Company.
- Binford, L. R. 1968 Post-Pleistocene Adaptations. In Binford, S. R. and Binford, L.R.(eds.) New Perspectives in Archaeology. 313-341. Chicago, Aldin.
- Binford, L. R. 1981 Bones: Ancient men and modern myths. 320p., San Diego, Academic Press.
- 橋詰 潤・工藤雄一郎・島田和高 2016「広原遺跡群における人類活動と環境変遷」小野 昭・島田和高・橋詰 潤・吉田明弘・公文富士夫編『長野県中部高

地における先史時代人類誌-広原遺跡第1次~第3次調査報告書』(本報告書), 明治大学黒曜石研究センター

中村由克 2016「広原遺跡群に持ち込まれた非黒曜石の石器石材」小野 昭・島田和高・橋詰 潤・吉田明弘・公文富士夫編『長野県中部高地における先史時代人類誌-広原遺跡第1次~第3次調査報告書』(本報告書), 明治大学黒曜石研究センター

小野 昭 2009「環境変動と道具の体系-反映関係-比較-仮説をふりかえる-」『考古学の方法とその広がり』予稿集 首都大学考古学研究室, pp. 44-45.

酒井潤一・国信ゆかり 1993「溶岩台地湿原の花粉化石」男女倉遺跡群分布調査団編『長野県黒曜石原産地遺跡分布調査報告書(和田峠・男女倉谷) III』pp.30-34., 和田村教育委員会

島田和高 2015「上部旧石器時代における中部高地黒曜石原産地の土地利用変化」『第四紀研究』54(5): 219-234

島田和高 2016「中部高地における景観変遷と中部・関東地方における黒曜石獲得活動」小野 昭・島田和高・橋詰 潤・吉田明弘・公文富士夫編『長野県中部高地における先史時代人類誌-広原遺跡第1次~第3次調査報告書』(本報告書), 明治大学黒曜石研究センター

島田和高・橋詰 潤・会田 進・中村由克・早田 勉・隅田祥光・土屋美穂・及川 穰 2016「III 広原遺跡群の発掘調査」小野 昭・島田和高・橋詰 潤・吉田明弘・公文富士夫編『長野県中部高地における先史時代人類誌-広原遺跡群第1次~第3次調査報告書-』(本報告書), 明治大学黒曜石研究センター

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. doi:10.1007/s00334-015-0534-y

吉田明弘 2016「長野県広原湿原周辺における過去3万年間の景観変遷と気候変動」小野 昭・島田和高・橋詰 潤・吉田明弘・公文富士夫編『長野県中部高地における先史時代人類誌-広原遺跡第1次~第3次調査報告書』(本報告書), 明治大学黒曜石研究センター

報告書抄録

ふりがな	ながのけんちゅうぶこうちにおけるせんしじだいじんるいし								
書名	長野県中部高地における先史時代人類誌								
副書名	広原遺跡群第1次～第3次調査報告書								
巻次									
シリーズ名	明治大学黒曜石研究センター資料・報告集								
シリーズ番号	1								
編集者名	小野昭 島田和高 橋詰潤 吉田明弘 公文富士夫								
編集機関	明治大学黒曜石研究センター								
所在地	〒386-0601 長野県小県郡長和町大門3670-8 明治大学黒曜石研究センター TEL: 0268-41-8815 FAX: 0268-69-0807								
発行年月日	2016年3月31日								
所収遺跡名	所在地		コード		北緯	東経	調査期間	調査面積	調査原因
			市町村	遺跡番号					
広原遺跡群	長野県小県郡長和町和田字和田山5101番地1, 長和町和田原東餅屋5321		20350	W-48	I遺跡: 36°9' 17" II遺跡: 36°9' 20.5"	I遺跡: 138°9' 5" II遺跡: 138°9' 7.5"	2011/8/16～8/26. 2012/4/28～5/13. 2013/4/27～5/12.	I遺跡:9 m ² II遺跡:16 m ²	学術調査
所収遺跡	種別	主な時代	主な遺構			主な遺物		特記事項	
広原遺跡群 第I遺跡	その他の 生産遺跡	旧石器時代	包含層			尖頭器 石刃核 剥片・石核			
		縄文時代	包含層			縄文土器 石鏃			
広原遺跡群 第II遺跡	その他の 生産遺跡	旧石器時代	包含層, 黒曜石集石			局部磨製石斧 台形様石器 剥片・石核			
		縄文時代	包含層, 小竪穴, 集石			押型文土器 繊維土器 石鏃・石錐・礫器			
要約	<p>本書は、長野県長和町の広原湿原における古環境調査と周辺遺跡の発掘調査の正式報告書である。本学術調査は、黒曜石原産地における先史時代人類活動と環境変動との関係を捉えることを目的としている。湿地部の3mに及ぶ泥炭・砂礫層及び陸域からコア試料等を採取し、年代測定、花粉分析、植物珪酸体分析、珪藻分析、テフラ分析を行い、過去3万年に渡る湿地周辺の古環境変遷を復元した。2011年度から2013年度に広原遺跡群第I遺跡と第II遺跡の第1次～第3次調査を実施した。I遺跡からは、結節状浮線文の中期初頭土器と若干の押型文系土器、後期旧石器時代後半期の尖頭器石器群が発見された。土層堆積中にAT層序を検出した。II遺跡からは、押型文系土器を中心とする縄文時代遺物群、後期旧石器時代前半期の石刃石器群が発見された。後者には、局部磨製石斧と台形様石器が伴い、大形剥片・大形石核の密集によって特徴付けられる黒曜石集石を2基確認した。</p>								

明治大学黒耀石研究センター資料・報告集 1
長野県中部高地における先史時代人類誌

—広原遺跡群第1次～第3次調査報告書—

2016年3月31日発行

発行 明治大学黒耀石研究センター ©

〒386-0601 長野県小県郡長和町大門 3670-8
明治大学黒耀石研究センター
TEL: 0268-41-8815

印刷 勝美印刷株式会社

〒113-0001 東京都文京区白山 1-13-7
アクア白山ビル 5F
TEL: 03-3812-5201 (代)
