

図 5.50 広原Ⅱ遺跡 EA-2 及び TP-3 出土の 4 層石器群の接合資料 (5)

Fig. 5.50. Refitted lithic artifacts of the Upper palaeolithic from EA-2 and TP-3 at the Hiroppara site II (5)

15 資料(他の接合資料に含まれる折れ接合を含まない)、石核の割れ接合が 4 資料、原石の割れ接合が 2 資料、石核と石核の接合が 2 資料である。

156 は、石核 (158) と打面作出剥片 (157) の接合資料である。接合状態の裏面に見られるように、下設打面からの連続縦長剥片剥離の後、その時点での石核底面を取り除くように接合状態上面の打面作出剥片が剥離されている。続く縦長剥片の剥離作業は、主に接合状態の正面と左側面で展開している。打面作出後の剥離作業の進行は著しく、打面作出以前の石核の 1/2 以上の体積が消費されている。石核からは剥片 IV (石刃) が主に剥離されていたと考えられる。158 の石核については、145 で記載した。黒曜石集石 2 に分布する接

合資料。

159 は、石核 (162) と 2 点の打面再生剥片 (160・161) の接合資料である。160 による打面の再生後、その時点での石核体積の 1/2 以上を消費したのち、161 による打面再生が行われている。その後、さらに石核が約 1/2 程度消費され、廃棄されている。石核形態から推測すると、その間、打面調整は行われていない。打面再生を伴う剥片 IV (石刃) を中心とした連続剥離作業が行われたと考えられる。剥離作業は、両設打面で進行している。接合状態から、当初より 162 の石核背面は石核整形面であることが分かる。剥離作業の初期段階では、少なくとも接合状態の左側面で作業が進行していた痕跡があり、2 回の打面再生に関係しては、

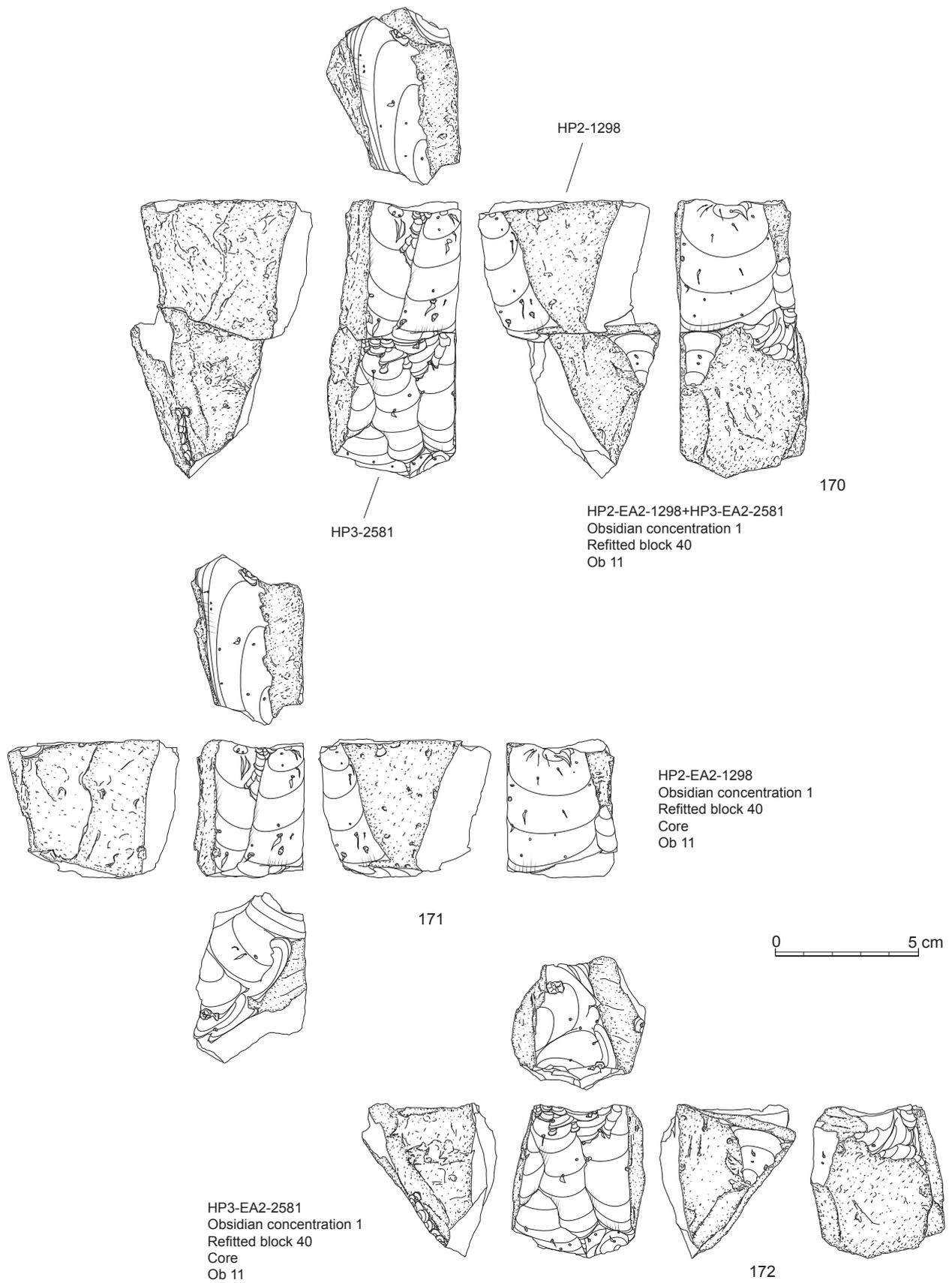


図 5.51 広原Ⅱ遺跡 EA-2 及び TP-3 出土の 4 層石器群の接合資料 (6)  
 Fig. 5.51. Refitted lithic artifacts of the Upper palaeolithic from EA-2 and TP-3 at the Hiroppara site II (6)

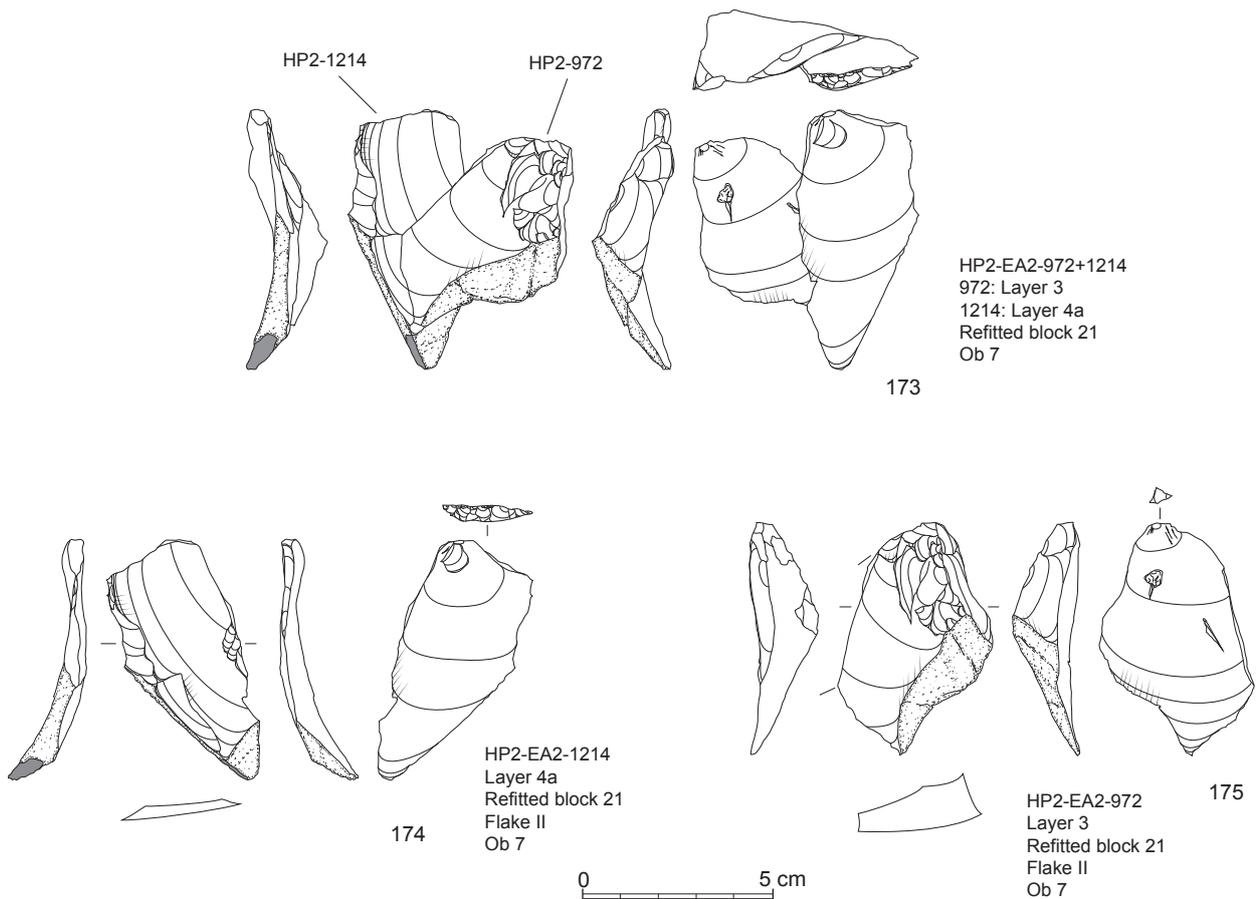


図 5.52 広原Ⅱ遺跡 EA-2 及び TP-3 出土の 4 層石器群の接合資料 (7)  
 Fig. 5.52. Refitted lithic artifacts of the Upper palaeolithic from EA-2 and TP-3 at the Hiroppara site II (7)

主に接合状態の正面と左側面で交互に剥離作業が展開したと考えられる。162 の石核については、146 で記載した。黒曜石集石 I (160・162) と 4a 層 (16) に分布する接合資料。

163 は、石核(166)と打面作出剥片(164)、剥片 I(165)の接合資料である。接合状態から、165 の背面は石核素材面であると考えられ、原石の分割面の一部と思われる。164 は打面作出剥片であり、打面形成後に 165 が剥離されている。166 の石核については、147 で記載した。黒曜石集石 I に分布する接合資料。

167 は、石核 (169) と打面作出剥片 (168) の接合資料。180 度の打面転移に伴う打面の作出が行われている。169 の石核については 144 で記載した。接合状態の下設打面からの剥離作業が終了した後、その時点での石核底面を取り除くように 168 が剥離され、打面が形成されている。接合状態の正面から左側面に残される一条の縦長剥片が剥離されて、剥離作業は終了し

ている。2b 層 (168) と 4a 層 (169) に分布する接合資料である。

170 は、石核破片 171 と石核 172 の接合資料。接合状態において、板状原石の小口面を作業面として縦長剥片の剥離作業が行われていたことが分かる。171 の正面右に残された剥片剥離によって、接合状態での石核が節理面剥離によって二分割される。その後、172 の石核は単設打面石核として剥離作業が進行している。172 の打面は分割面と同じく節理面。黒曜石集石 I に分布する接合資料である。

173～194 は剥片どうしの接合資料である。いくつかの基本的な剥片剥離の手順を示している例を図示した。

173 は、剥片 II の接合で、求心的な剥離作業の進行を示している。4a 層 (174) と 3 層 (175) に分布する接合資料である。

176 は、剥片 I と剥片 II そして剥片 III の接合資料

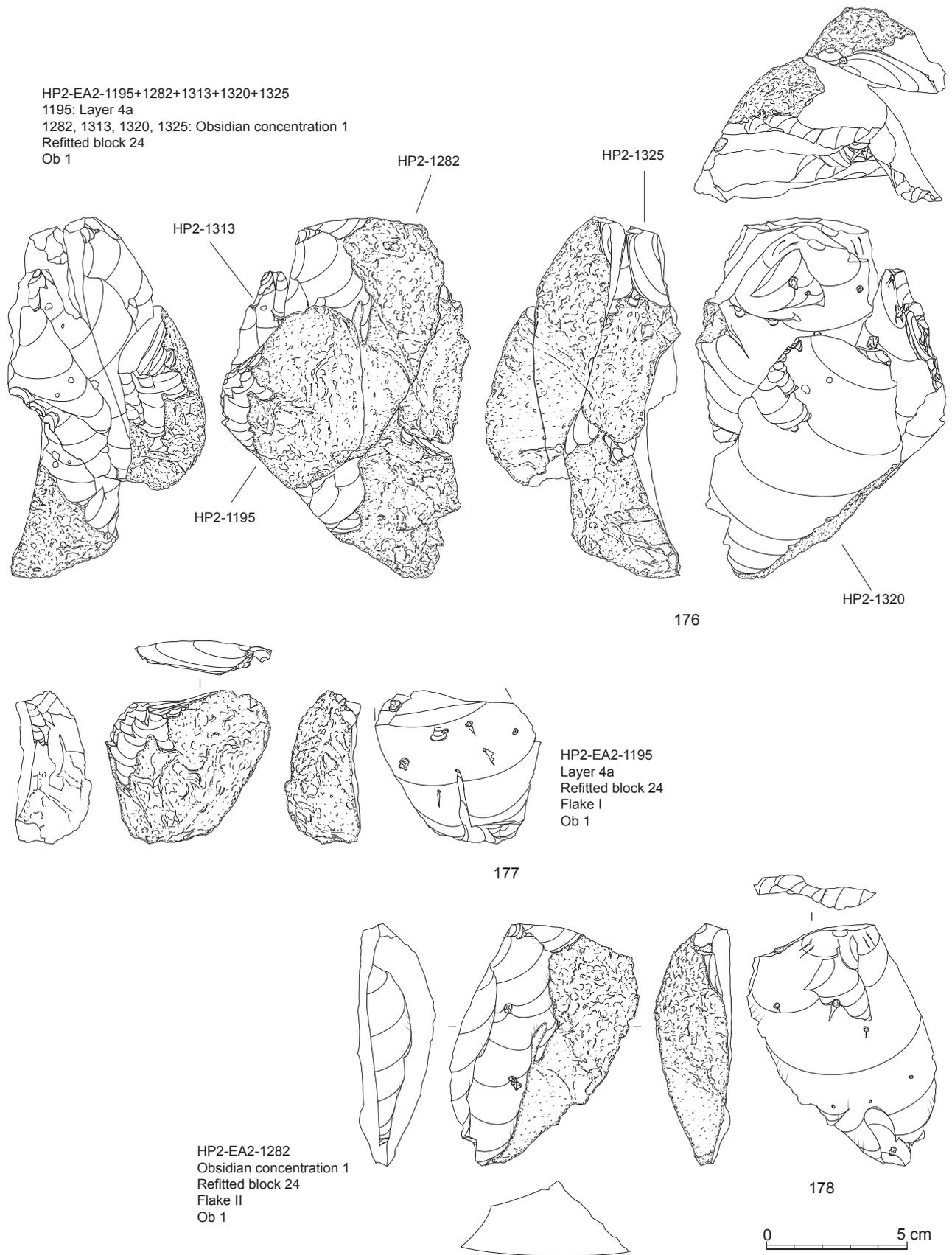


図 5.53 広原Ⅱ遺跡 EA-2 及び TP-3 出土の 4 層石器群の接合資料 (8)  
 Fig. 5.53. Refitted lithic artifacts of the Upper palaeolithic from EA-2 and TP-3 at the Hiroppara site II (8)

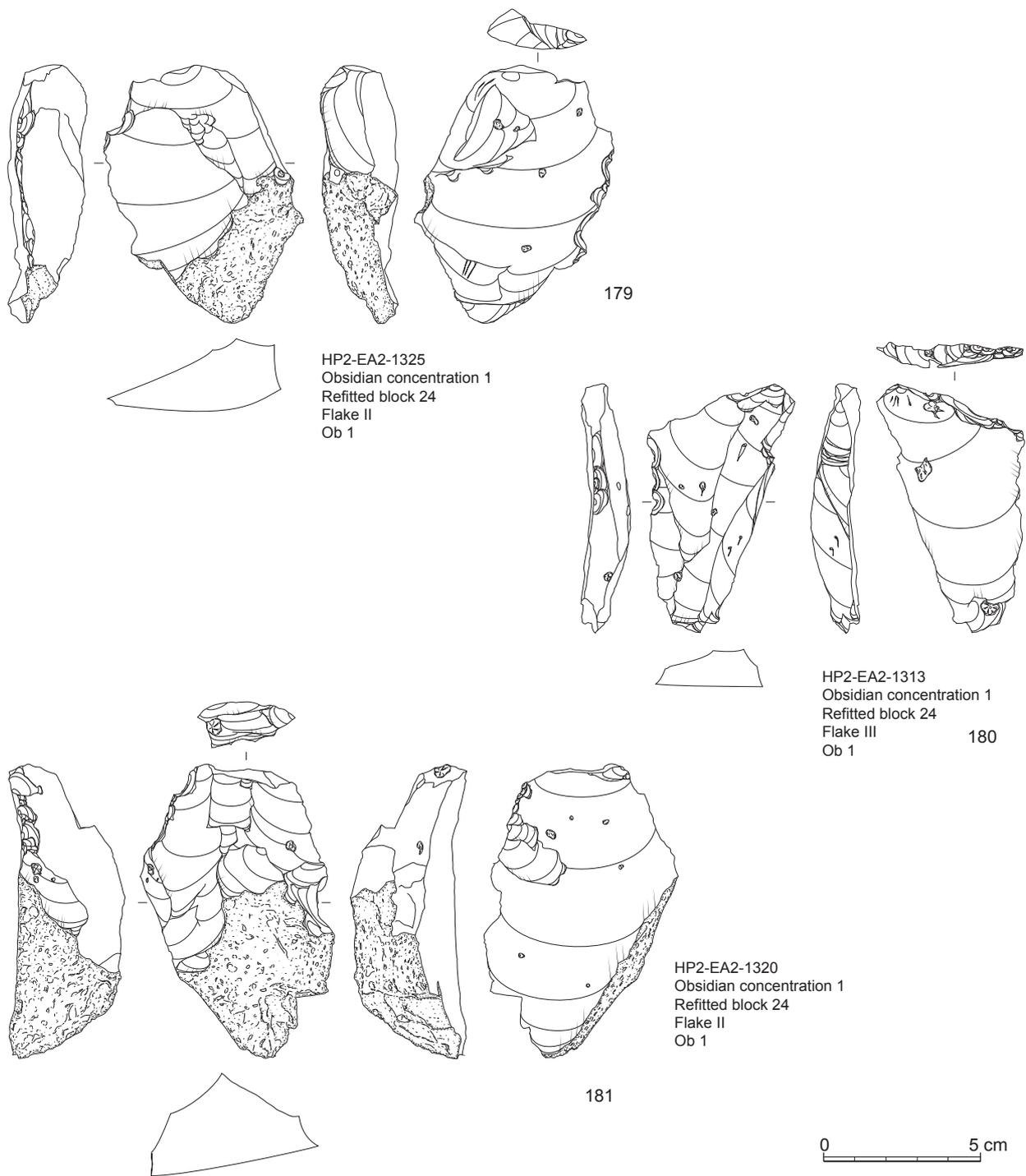


図 5.54 広原Ⅱ遺跡 EA-2 及び TP-3 出土の 4 層石器群の接合資料 (9)  
 Fig. 5.54. Refitted lithic artifacts of the Upper palaeolithic from EA-2 and TP-3 at the Hiroppara site II (9)

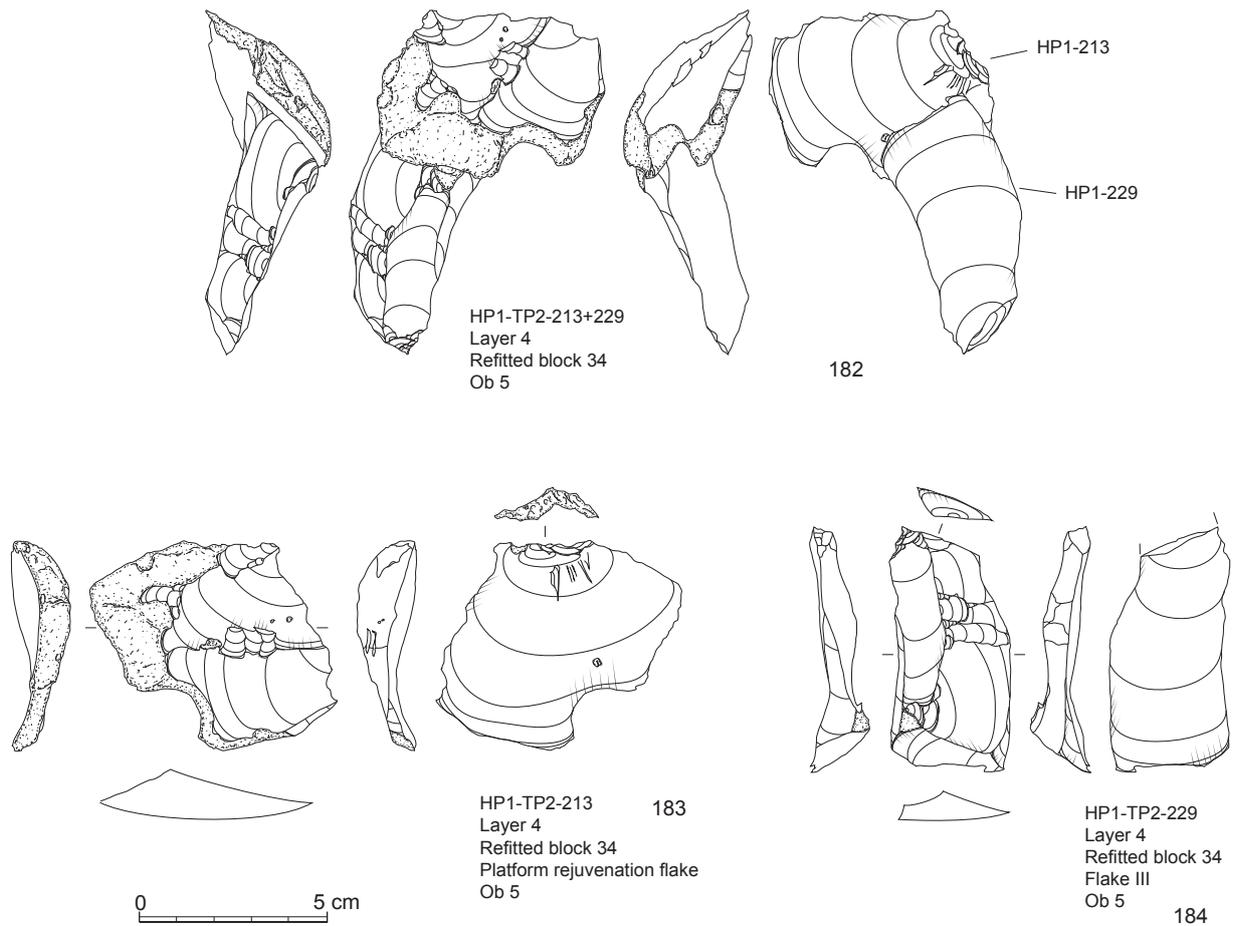


図 5.55 広原Ⅱ遺跡 EA-2 及び TP-3 出土の 4 層石器群の接合資料 (10)

Fig. 5.55. Refitted lithic artifacts of the Upper palaeolithic from EA-2 and TP-3 at the Hiroppara site II (10)

である。自然面を残した単設打面石核における初期段階の剥離作業から剥片 III への剥離の工程を示している。石核は接合していない。接合状態からは、垂角礫に単剥離平坦打面を形成し、石核整形を伴わず自然面を背面に取り込みながら順次剥離を進行していることがわかる。剥離順序は 177 → (未接合) → 178 → 179 → 180 → 181。4a 層 (177) と黒曜石集石 1 (178 ~ 181) に分布する接合資料である。

182 は、打面再生剥片 (183) と剥片 III (184) の接合資料である。183 の剥離で形成された打面から行われた剥離作業は不明だが、184 の背面には、90 度打面転移、180 度打面転移が行われた痕跡がある。184 は 183 の剥離によって形成された打面に対する下設打面から剥離されている。TP-3 の 4 層に分布する接合資料である。

185 は、剥片 I (186) と剥片 III (187) の接合資料

である。両設打面石核の初期段階の剥離作業を示していると判断される。石核は接合していないが、接合状態の上設打面は自然面の平坦打面であり、下設打面には複剥離打面が形成されている。接合状態では、180 度の打面転移を伴う下設打面からの剥離作業痕はなく、接合状態の上設打面からのみ連続剥離が行われている。剥離の進行に伴って、剥片 I から剥片 III が剥離されていく状況を示している。黒曜石集石 2 に分布する接合資料である。

188 は、剥片 II (189・190) の接合資料である。頻繁な 180 度打面転移による縦長剥片の連続剥離作業を示している。189 と 190 は、それぞれ下端に石核打面を取り込んでいる。接合状態での下設打面と上設打面から 189 の背面に残る上下で対向する剥片剥離作業が行われている。接合状態での下設打面から 189 が剥離されている。その後、接合状態の下設打面から 190 の

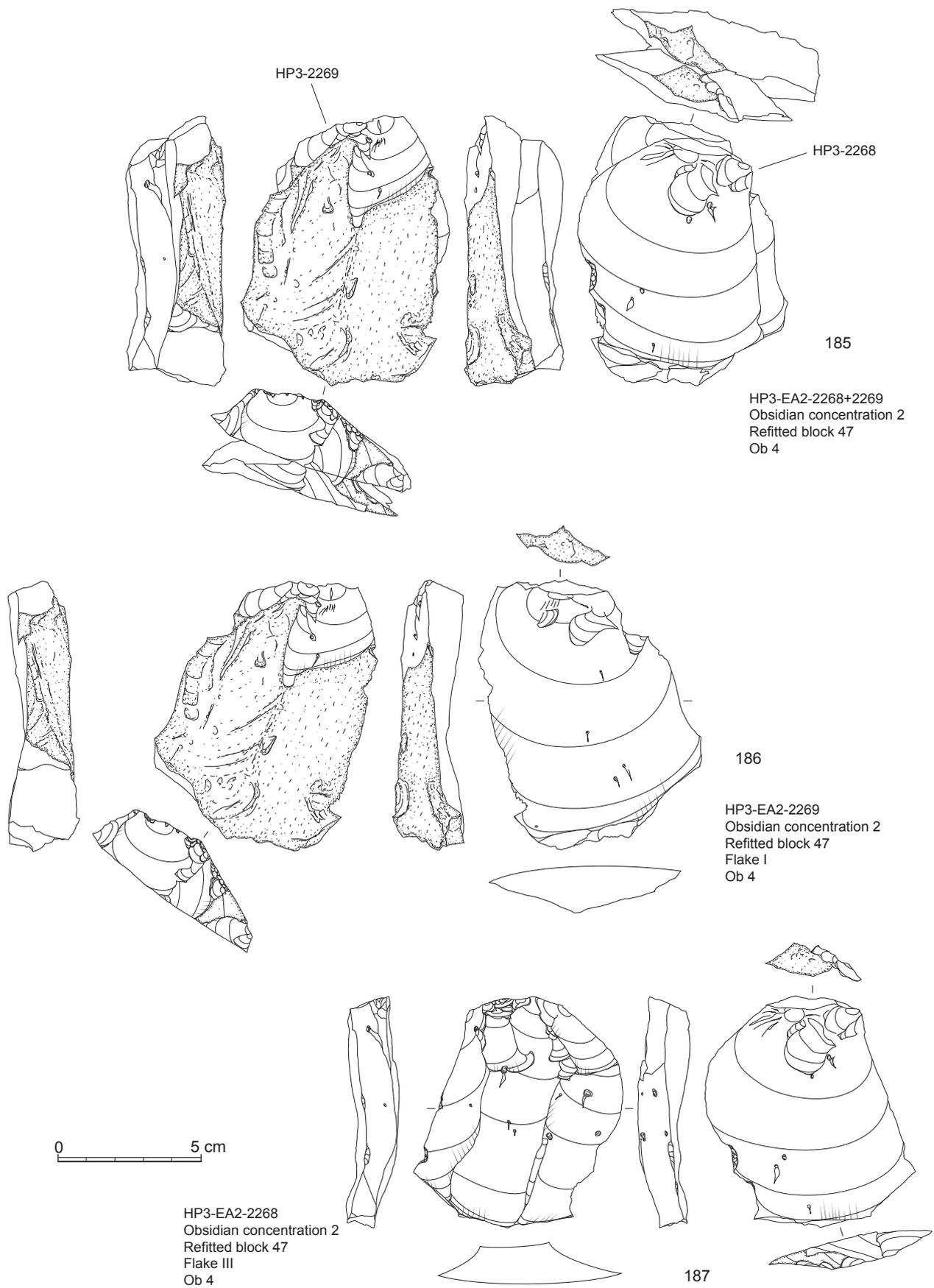


図 5.56 広原Ⅱ遺跡 EA-2 及び TP-3 出土の 4 層石器群の接合資料 (11)

Fig. 5.56. Refitted lithic artifacts of the Upper palaeolithic from EA-2 and TP-3 at the Hiroppara site II (11)

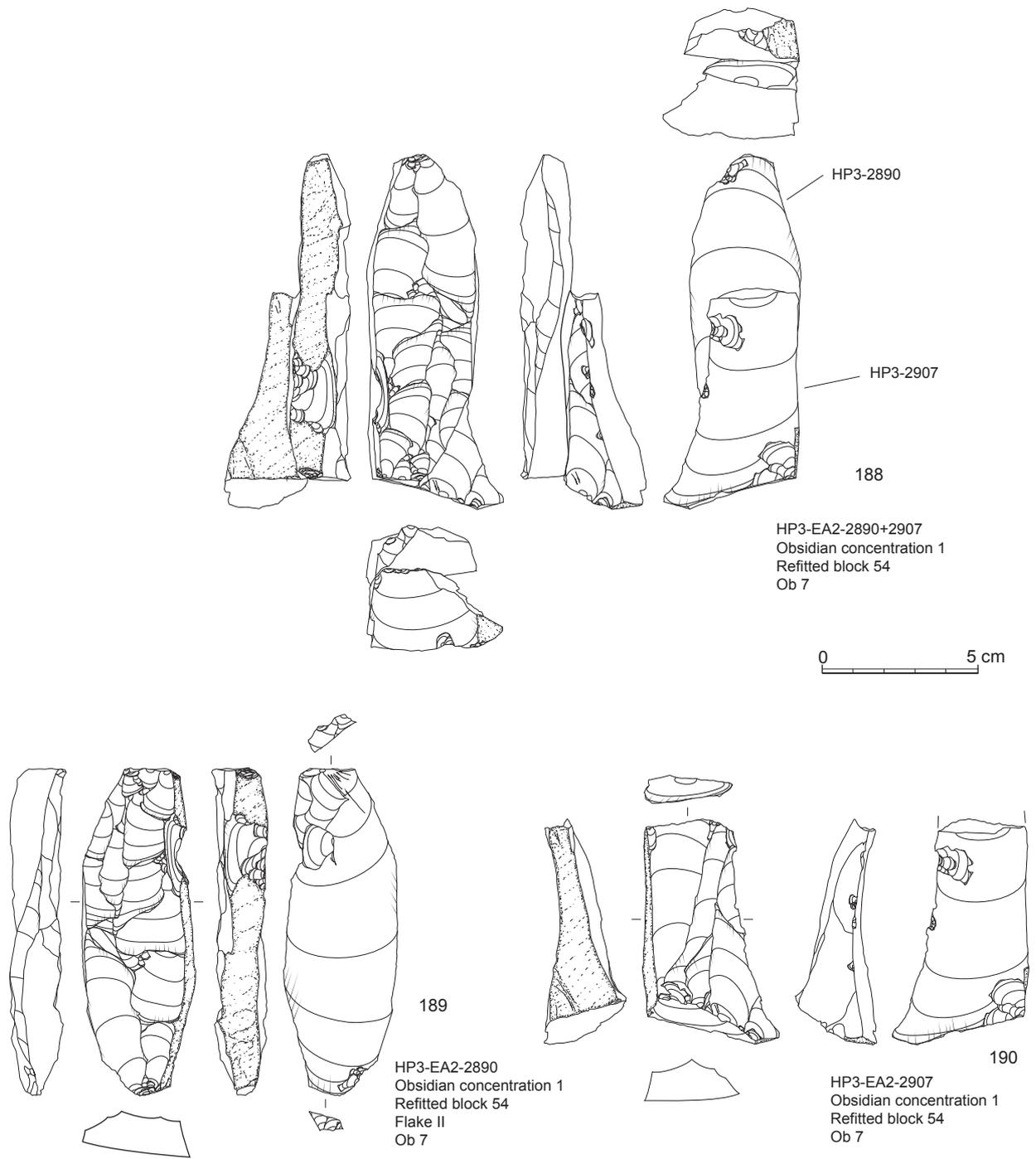


図 5.57 広原 II 遺跡 EA-2 及び TP-3 出土の 4 層石器群の接合資料 (12)

Fig. 5.57. Refitted lithic artifacts of the Upper palaeolithic from EA-2 and TP-3 at the Hiroppara site II (12)

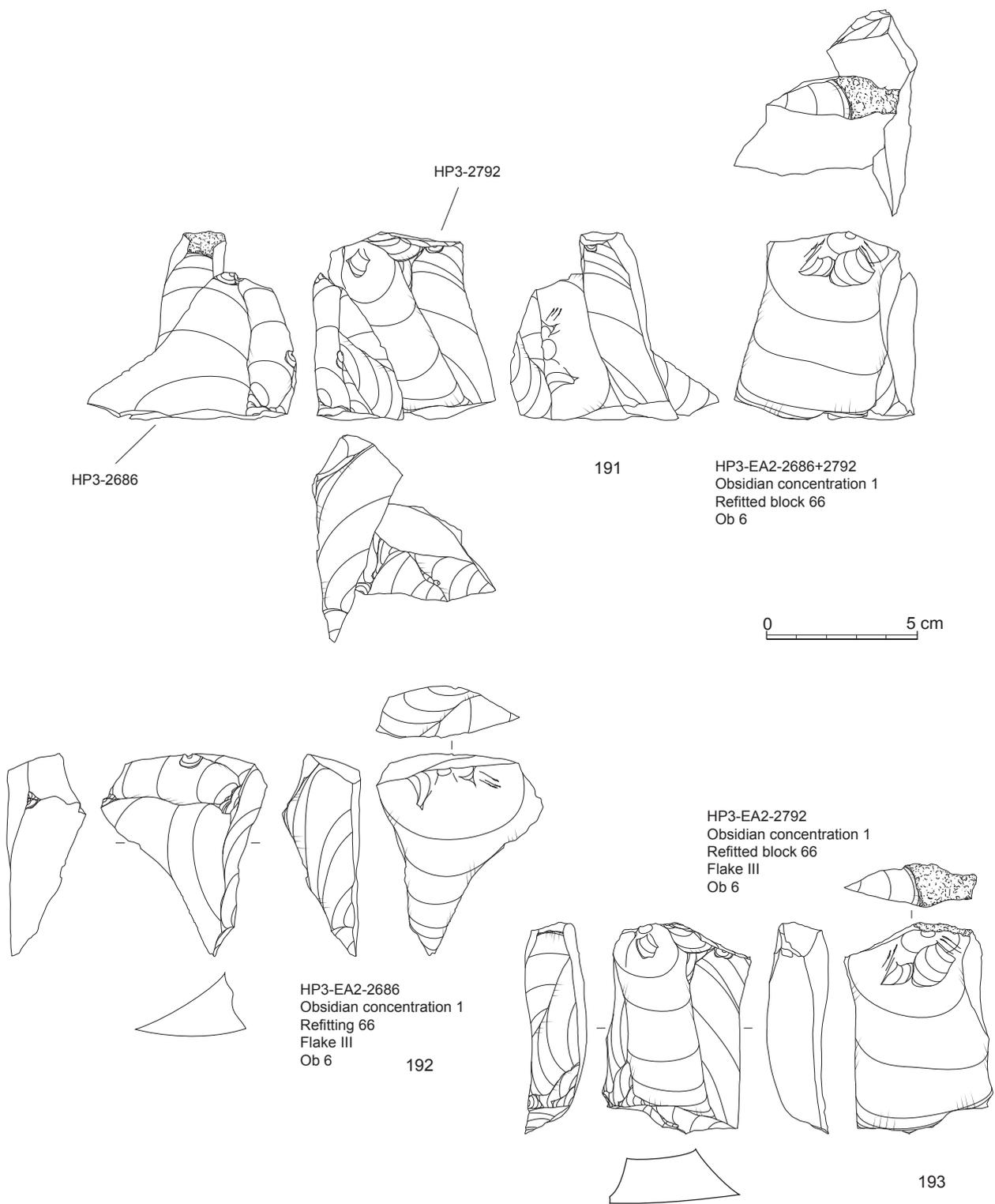


図 5.58 広原Ⅱ遺跡 EA-2 及び TP-3 出土の 4 層石器群の接合資料 (13)  
 Fig. 5.58. Refitted lithic artifacts of the Upper palaeolithic from EA-2 and TP-3 at the Hiroppara site II (13)

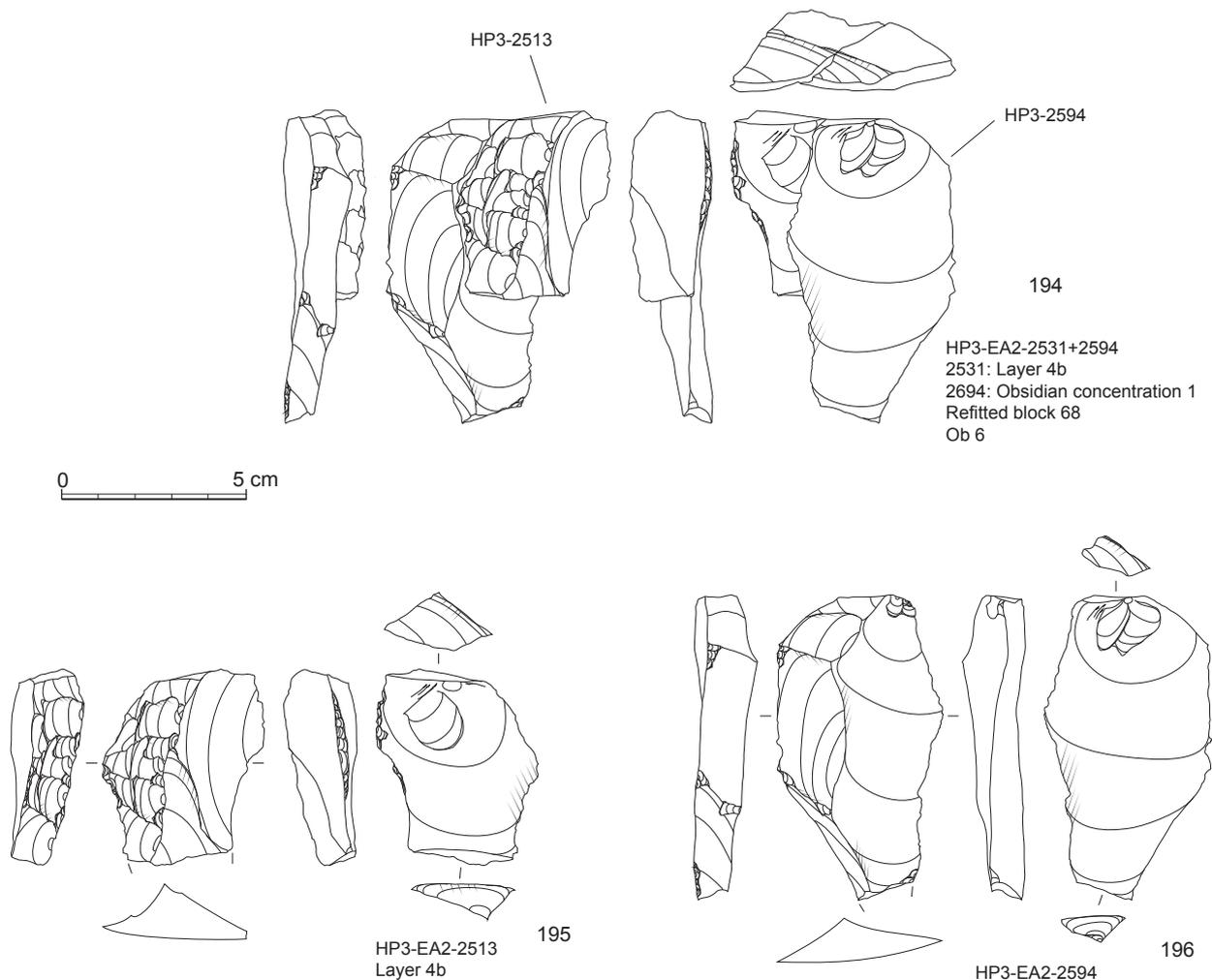


図 5.59 広原Ⅱ遺跡 EA-2 及び TP-3 出土の 4 層石器群の接合資料 (14)  
 Fig. 5.59. Refitted lithic artifacts of the Upper palaeolithic from EA-2 and TP-3 at the Hiroppara site II (14)

背面に残る剥離作業が進行し、その後 180 度打面を転移して 190 が剥離されている。接合状態での石核打面は、上設打面は不明だが、下設打面は単剥離平坦打面である。接合状態で石核の左側面に大きく礫面を残している。黒曜石集石 1 に分布する接合資料である。

191 は、剥片 III (192・193) の接合資料。90 度単位での打面転移を伴う剥片剥離作業を示している。接合状態での下設打面 (192 右側面と 193 の下面) からの剥離作業の後、90 度打面を転移し 192 が剥離されている。その後、接合状態の上設打面からの剥離作業に移行し、193 が剥離されている。黒曜石集石 1 に分布する接合資料である。

194 は、剥片 III (195・196) の接合資料。90 度単位での打面転移を伴う剥離作業を示している。平坦打面から行われた剥片剥離作業による剥片 III の接合であ

る。接合状態で 90 度異なる打面 (195 の右側面) からの剥離作業が認められるが、剥離作業の初期段階ないしは稜の整形と思われ、縦長剥片の連続剥離痕ではない。4b 層 (195) と黒曜石集石 1 (196) に分布する接合資料である。

### 6-11 黒曜石集石

図 5.60 に黒曜石集中の微細図を示した。また、図 5.61 には、黒曜石集石 1 と黒曜石集石 2 及びその他の 4 層石器群 (2a 層～4b 層) に分けて剥片と石核の重量組成を示した。

本報告で記載する黒曜石集石とは、「2. 出土状況」の節でも述べたように、4 層中で検出された黒曜石製の大型石核・大型剥片が一定のレベルに密集して出土する状況を指している (図 5.6・5.60)。黒曜石集石は 4

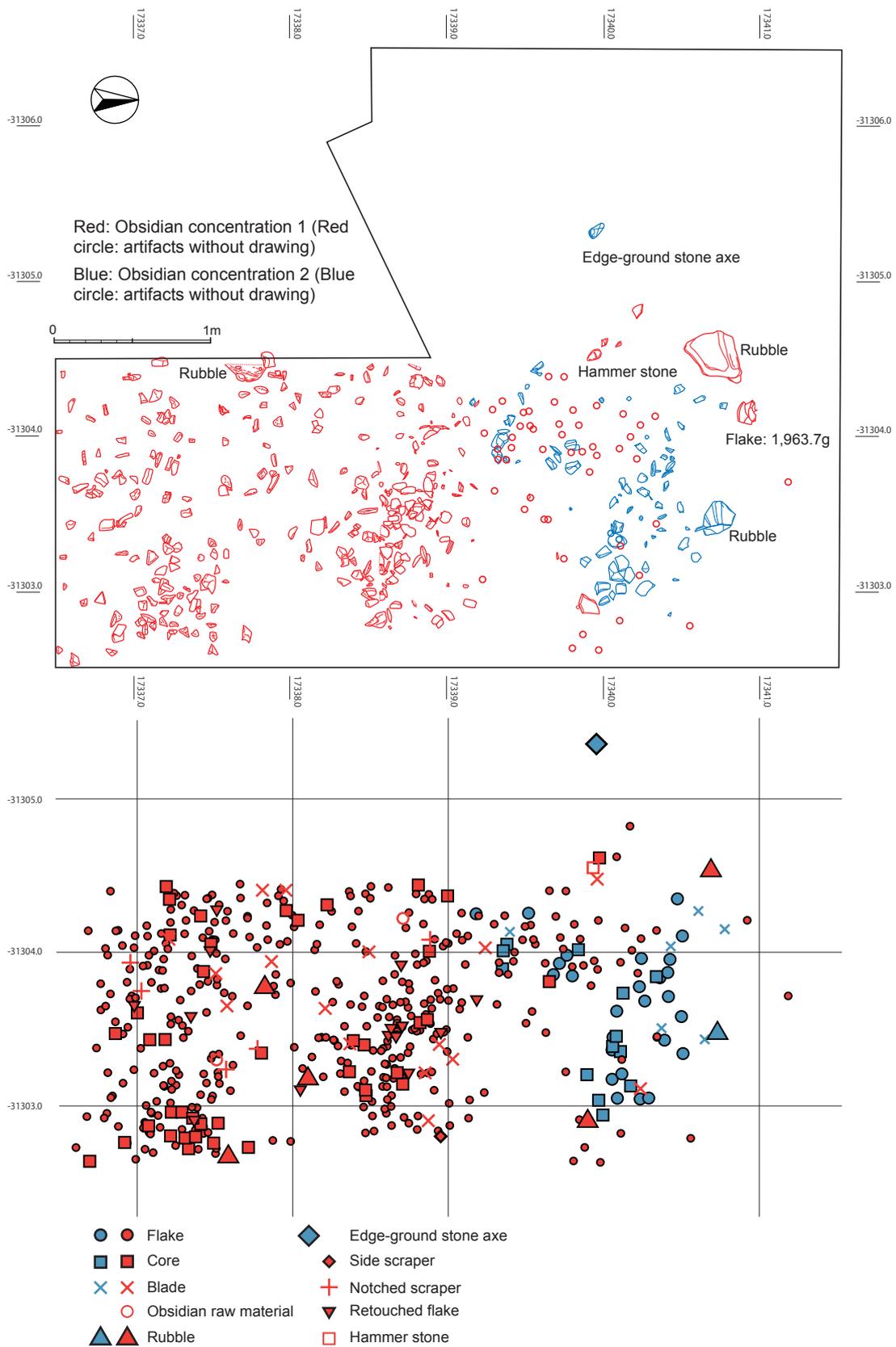


図 5.60 広原 II 遺跡 EA-2 出土の黒曜石集石の微細図

Fig. 5.60. Detailed plan of obsidian concentrations 1 and 2 from EA-2 at the Hiroppara site II

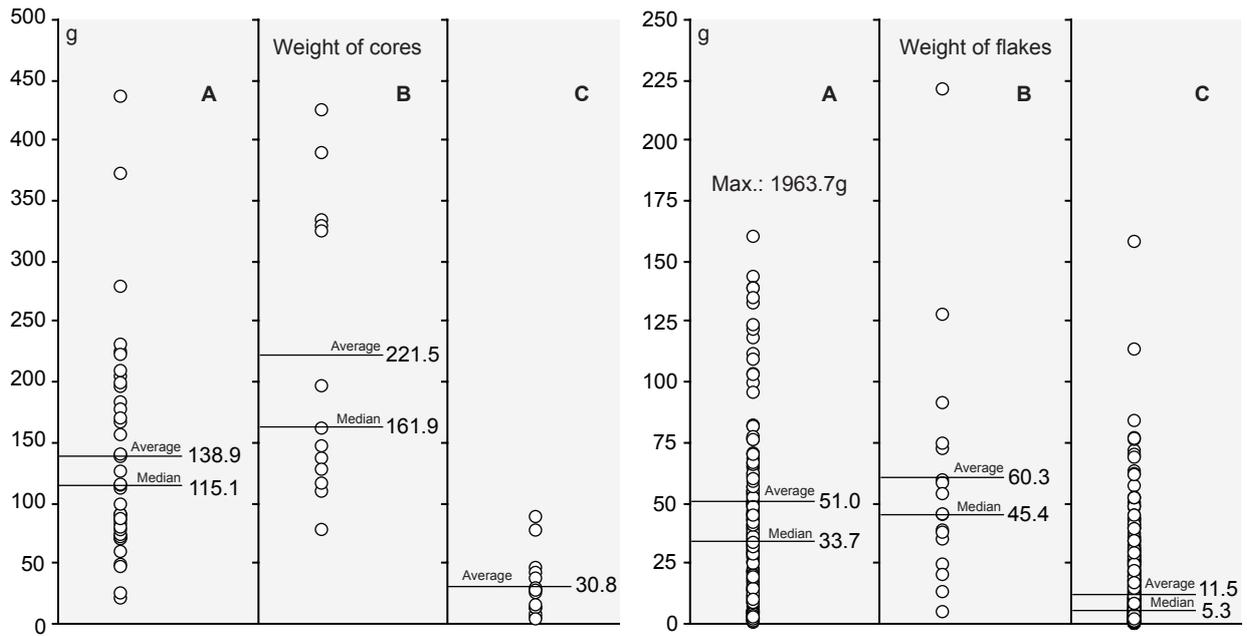


図 5.61 広原Ⅱ遺跡 EA-2, TP-3 の後期旧石器時代石器群における石核と剥片の重量分布

A: 黒曜石集石 1, B: 黒曜石集石 2, C: 2a～4 層出土のその他石核と剥片.

Fig. 5.61. Weight composition of Upper Palaeolithic cores and flakes from EA-2 and TP-3 at the Hiroppara site II  
A: Obsidian concentration 1, B: Obsidian concentration 2, C: Other cores and flakes from Layers 2a, 2b, 3, 4a and 4b.

層中部から 4b 層にかけて出土しているが、4a 層と 4b 層の境界を挟んでレベル差をもって検出された。上層を黒曜石集石 1 とし、下層を黒曜石集石 2 とする。ここでは、黒曜石集石の内容について検討する。

黒曜石集石 1 の組成は、表 5.1 に基づき、剥片 369 点 (14,896.7 g)、石刃 16 点 (238.2 g)、石核 42 点 (5,832.7 g)、黒曜石原石 2 点 (108.9 g)、ノッチ 5 点 (196.6 g)、削器 1 点 (20.0 g)、二次加工を有する剥片 14 点 (566.9 g)、敲石 1 点 (286.1) である。他に、礫が 5 点 (15,719.5 g) ある。剥片の組成は、石刃の他に、剥片 I が 94 点 (5,368.3 g)、剥片 II が 93 点 (6,157.0 g)、剥片 III が 50 点 (1,948.0 g)、剥片 IV が 13 点 (407.4 g)、その他の剥片が 119 点 (616.0 g) である。

黒曜石集石 2 の組成は、表 5.1 に基づき、剥片 26 点 (2,431.0 g)、石刃 6 点 (80.0 g)、石核 13 点 (2,880.1 g) である。「3-3-2 分布」の項目でも述べたように、局部磨製石斧 1 点は、黒曜石集石 2 の分布に関連付けられると判断している。他に、礫が 1 点 (3,739.3 g) ある。剥片の組成は、石刃の他に、剥片 I が 10 点 (1,938.3 g)、剥片 II が 9 点 (267.8 g)、剥片 III が 3 点 (139.7 g) ある。剥片 IV は全て石刃である。

黒曜石集石の組成は、本来組成する軽量石器の遊離

を考慮したとしても、極端に剥片と石核に偏っている。小規模であることから石器製作作業の単位性が強いと考えられる黒曜石集石 2 の組成は、特に単純である。そのうち剥片の組成は、黒曜石集石 1 と 2 とともに剥片 I ～ IV そして石刃までが残されている。特に、黒曜石集石 2 での剥片 IV は全て石刃である。点数で見ると、剥片 I が最も多く、II, III, IV へと次第に減少していく傾向がある。

図 5.61 に示されるように、黒曜石集石 1 と 2 の剥片・石核の重量組成とそれ以外の 2a 層～4b 層出土の剥片・石核の重量組成を比較すると、最大値、平均値、中央値で黒曜石集石のほうが明らかに重い。100g 以上の石核の出土は、ほぼ黒曜石集石に限定されている。また 30g 以下の剥片は、黒曜石集石以外の 4 層石器群で比率が高いが、30g 以上の剥片になると黒曜石集石での比率のほうが高くなる。したがって、黒曜石集石を構成する「大形石核」といえる資料は 100g 以上の範疇に含まれる石核であり、「大形剥片」といえる資料は 30g 以上の範疇である。なお、黒曜石集石から出土した最も重い剥片は、黒曜石集石 1 の 1,963.7g の剥片である (図 5.60)。

黒曜石集石に伴う黒曜石原石は極めて僅かで、総重

量も 108.9 g である。少なくとも石核原料として用いられるサイズとは考え難く、原石類の持ち込みに付随して混入した不要原石であると評価できる。(島田)

## 引用文献

会田 進 2000 「縄文時代早期の「石摺り石」—いわゆる「穀摺り石」の形態分類と使用痕の分析—皮なめし具の可能性を追う—『樋沢遺跡』pp.120-152p., 岡谷市・塩尻市教育委員会

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—』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

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)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・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 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)『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—』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

## 6 広原 I 遺跡・II 遺跡の性格

### 1. 広原 I 遺跡・II 遺跡出土土器の胎土

広原 I 遺跡及び II 遺跡出土の縄文土器の胎土分析を行った。分析は土器を破壊する方法はとらず、非破壊で表面に観察できる砂粒の鑑定を中心に、あわせて繊維の混入量の観察も行った。

#### 1-1 方法

土器胎土の観察記載は、実体双眼顕微鏡ニコン SMZ745T と 2 倍の対物補助レンズを使用し、20 倍～100 倍で観察を行った。写真撮影はデジタルカメラニコン J2 をセットしたマイクロネット社製スーパーシステムを使用した。

土器胎土分析は、非破壊方式で主に挿図掲載分を対象として、土器表面にみられる砂粒の岩石・鉱物鑑定を顕微鏡下で行い、含有量の多いものの順に記述した。

#### 1-2 土器胎土の記載

1 グループ：沈線文、刺突文が施された土器で、流紋岩、石英、角閃石などを含む。流紋岩は和田峠火山岩類に含まれるものと推定される。

2 グループ：石英、流紋岩、角閃石、黒雲母、スコリア等を含むものである。流紋岩は和田峠火山岩類に含まれるものと推定される。

3 グループ：押型文系土器楕円文で、石英、流紋岩、角閃石、黒雲母などが含まれる。流紋岩は和田峠火山岩類に含まれるものと推定される。

4 グループ：地文縄文に結節状浮線文が施された土器で、石英が多く、長石類、黒雲母、流紋岩、砂などを含む。流紋岩は和田峠火山岩類に含まれるものと推定される。

5 グループ：押型文系土器楕円文の土器で、砂粒量は少なく、石英、流紋岩、角閃石、スコリア、長石類、磁鉄鉱などを含む。流紋岩は和田峠火山岩類に含まれるものと推定される。

6 グループ：押型文系土器山形文の土器で、石英、角閃石、流紋岩、長石類、黒雲母、スコリアなどを含む。流紋岩は和田峠火山岩類に含まれるものと推定される。

7 グループ：沈線文土器で、EA2-929 (図 5.9-32) は和田峠周辺の流紋岩を含む。EA2-207 は黒雲母片岩を含むことから、領家変成岩地域のものと推定される。

8 グループ：捺糸文土器で、砂粒量は少ない。EA2-712 (図 5.8-20) は黒雲母片岩を含むことから、領家変成岩地域のものと推定される。他の 2 点は和田峠周辺の流紋岩を含む。

9 グループ：沈線文土器で、砂粒量は少ない。黒雲母片岩などの結晶片岩を含み、1 点はアプライトを含む。ともに領家変成岩地域のものと推定される。

10 グループ：絡条体圧痕文土器で、石英、流紋岩、長石類、角閃石などを含む。流紋岩は和田峠火山岩類に含まれるものと推定される。

#### 1-3 含有物の原産地

以上述べた含有物の推定産地から、胎土の原産地を推定する。7・8 グループの一部と 9 グループは、領家変成岩地域の胎土と推定される。結晶片岩は変成度が高いものであり、近いところでは伊那市付近から飯田市付近など候補地となる。

9 グループを除く多くのグループは、和田峠火山岩類の中の流紋岩を特徴的に含むものである。和田峠流紋岩の分布範囲に近いところが該当する。領家変成岩類を含むもの以外は、極めて在地的な土器胎土であると判断される。土器胎土に含まれる鉱物については、観察結果を表 6.1 と図 6.1 に示した。(中村)

### 2. 縄文時代遺跡の年代

広原第 I・II 遺跡から出土した土器破片は総数 108 点である。両地点は現在小さな湿原の畔にあり一つの

表 6.1 広原 I 遺跡・II 遺跡出土土器の胎土分析結果

Table 6.1. Results of clay body analysis on Jomon pottery from the Hiroppara site I and II

Group	Artifact no.	Figure	Pottery mark	Quantity of sand	Type of sand	Quantity of fiber	Inferred source of clay body
1	TP2-18	4.7-2	沈線文+刺突文 Incised lines and puncture marks	Medium	RH, Qt, Ho, Sand	Medium	Around the Wada pass
1	TP2-29	-	沈線文+刺突文 Incised line and puncture marks	Medium	RH, Qt, Ho, Sand	None	Around the Wada pass
1	EA1-391	-	沈線文 Incised lines	Small	Ho, Qt, RH	None	Around the Wada pass
2	EA1-12	4.7-3	縄文 Cord marks	Medium	Qt, Ho, Bi	None	Not identified
2	EA1-43	-	沈線文 Incised lines	Medium	RH, Qt, SC, Py	None	Around the Wada pass
2	EA1-153	-	押型文 (文様不明) Rouletted reliefs	Medium	Qt (many), RH, SC, Ho	None	Around the Wada pass
3	EA1-234	4.7-1	楕円文 Oval rouletted reliefs	Small	Qt, Ho	Medium	Wada and Suwa area
3	EA1-13	-	縄文? Cord marks?	-	Qt, Sand, Bi, RH	None	Around the Wada pass
4	EA1-19	4.7-6	縄文+結節状浮線文 Cord marks and notched linear applique pattern	Middle	Qt, Fl, Bi, Rh	Small	Not identified
4	EA1-20	4.7-16	縄文 Cord marks	Small	Qt, RH, Bi	None	Around the Wada pass
4	EA1-7	4.7-17	縄文 Cord marks	Medium	Qt (many), Fl, Sand, RH	None	Around the Wada pass
4	EA1-18	4.7-10	縄文 Cord marks	Medium	Qt (many), Fl, Bi, RH	None	Around the Wada pass
5	TP3-16	5.8-16	楕円文 Oval rouletted reliefs	Small	Qt, RH, Fl, Mg	None	Around the Wada pass
5	TP3-15	5.8-15	楕円文 Oval rouletted reliefs	Small	Qt, RH, Ho, SC, Mg	None	Around the Wada pass
5	TP3-76	5.8-18	楕円文 Oval rouletted reliefs	Small	RH, Qt, Ho, SC	None	Around the Wada pass
5	EA2-465	5.8-14	楕円文 Oval rouletted reliefs	Small	Qt, RH, SC	None	Around the Wada pass
5	EA2-656	5.8-17	楕円文 Oval rouletted reliefs	Small	Ho, Qt, Fl, Mg	None	Not identified
6	EA2-425	5.8-9	山形文+平行線文 Mountain-shaped and parallel incised rouletted reliefs	Small	Ho, Sand, Qt	None	Not identified
6	EA2-702	5.8-8	山形文 Mountain-shaped rouletted	Medium	Qt, RH, Ho	None	Around the Wada pass
6	EA2-386	5.8-3	山形文 Mountain-shaped rouletted	Small	Qt, RH, Ho, Bi	Small	Around the Wada pass
6	EA2-307	-	山形文 Mountain-shaped rouletted	Medium	Qt, Ho, SC, Fl	None	Not identified
7	EA2-929	5.9-32	沈線文 Incised lines	Small	RH, SC, Sand	Small	Around the Wada pass
7	EA2-207	-	沈線文? Incised lines ?	Medium	Qt, Bi-SCH	None	Ryoke metamorphic rock area
8	EA2-359	5.8-27	撚糸文 Pattern made by rolling a cord- wrapped stick	Small	RH, Qt, SC, Py	None	Around the Wada pass
8	EA2-584	5.8-19	撚糸文 Pattern made by rolling a cord- wrapped stick	Small	Ho, RH, Py	None	Around the Wada pass
8	EA2-712	5.8-20	撚糸文 Pattern made by rolling a cord- wrapped stick	Small	Qt, Bi-SCH	None	Ryoke metamorphic rock area
9	EA2-313	5.9-29	沈線文 Incised lines	Small	Qt, Hy, Fl, SCH?	None	Ryoke metamorphic rock area
9	EA2-361	5.9-33	沈線文 Incised lines	Small	Qt, Fl, SCH	Small	Ryoke metamorphic rock area
9	EA2-402	5.9-30	無文 Plain	Small	Qt, Bi-SCH	Small	Ryoke metamorphic rock area
9	EA2-206	-	無文 Plain	Small	Qt, SC, AP	Small	Not identified
10	EA2-347	5.9-34	絡糸文 Pattern made by impressing a cord-wrapped stick	-	RH, Ho, Qt, SC	Large	Around the Wada pass
10	EA2-392	5.9-42	無文 Plain	Medium	Qt, Fl, RH	Medium	Around the Wada pass
10	EA2-447	5.9-38	無文 Plain	-	Qt, RH	None	Around the Wada pass

Minerals and rocks: Qt: Quartz, Ho: Hornblende, B: Biotite, Fl: Feldspar, Py: Pyroxene, Hy: Hypersthene, Mg: Magnetite, RH: Rhyolite, SC: Scoria, AP: Aplite (Fine-grained granite), SCH: Crystalline schist, Bi-SCH: Biotite schist, Sand: Rounded sand.

遺跡と考えることも可能ではあるが、120メートルほど東西に離れているので、それぞれに考察を加える。

## 2-1 広原 I 遺跡

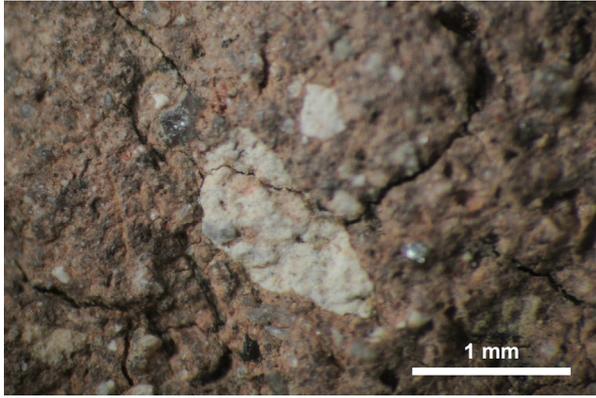
広原 I 遺跡の TP-2, EA-1 では「4 広原 I 遺跡の発掘調査」で述べたように、土器出土範囲を完全には発掘していないこと、多くの土器が出土した小区画はわずかに1メートル四方という小規模であることなどから、遺跡の全容を知ることは無理である。現時点でいえることは、最上層に地文縄文に結節状浮線文の貼り付けられた中期初頭期の土器が1個体に復元できるほどであると予想され、確実に生活痕跡が残されている可

能性があるということである。今後の調査が期待される所以である。

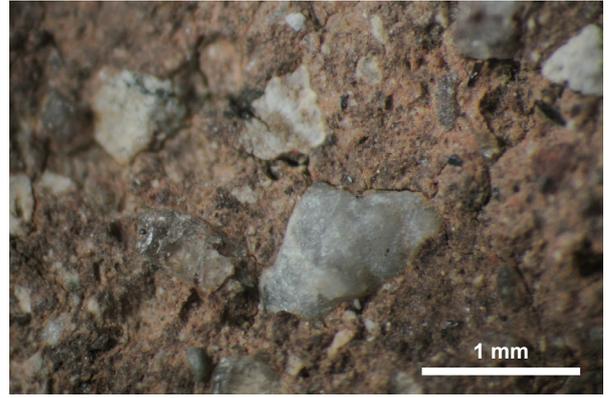
そのほかの土器は、押型文系土器の山形文、楕円文などの細片が各1点出土しているだけである。点数がわずかであっても早期中葉頃の生活痕跡が残されている可能性が高い。

## 2-2 広原 II 遺跡

TP-3, EA-2 では出土した土器は破片80点、内訳は押型文系土器の楕円文が15点と多く、以下山形文10、山形文・平行線文並列が2、格子目文2である。そのほか文様の確認できる破片は、撚糸文が12、縄文2、



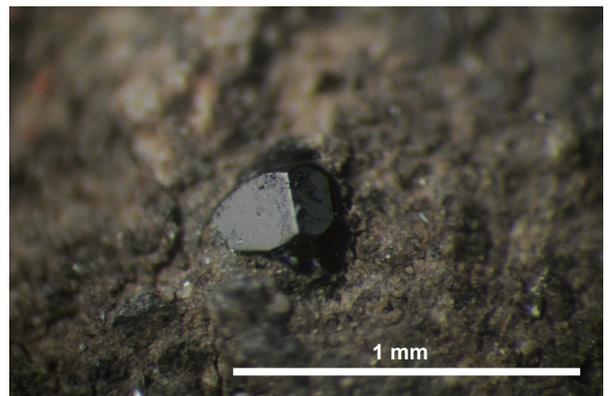
Group 1, TP2-18, Rhyolite, ×40



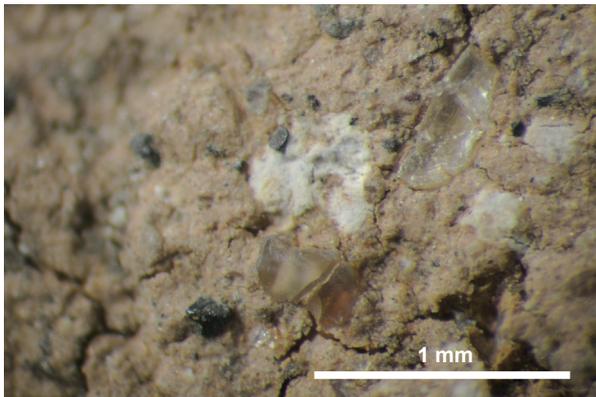
Group 1, TP2-18, Quartz, ×40



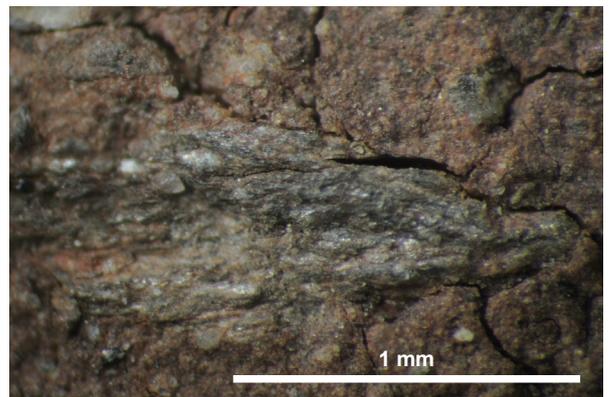
Group 3, EA1-234, Quartz (Crystal), ×80



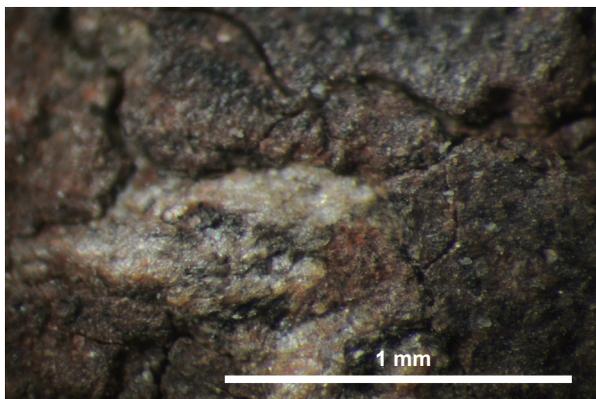
Group 3, EA1-234, Quartz (Crystal), ×80



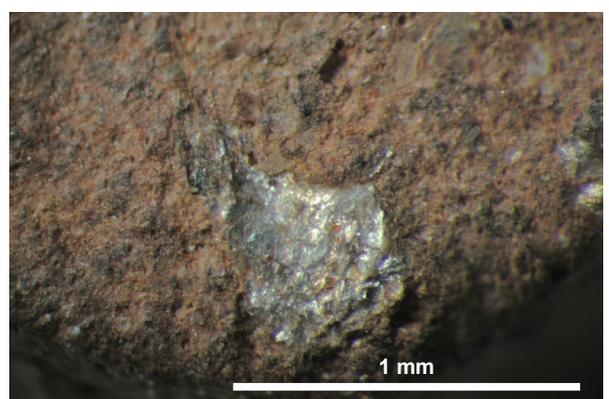
Group 5, EA2-656, Quartz, ×60



Group 7, EA2-207, Biotite schist, ×80



Group 9, EA2-313, Crystalline schist, ×80



Group 9, EA2-402, Biotite schist, ×80

図 6.1 広原Ⅰ遺跡・Ⅱ遺跡の土器胎土中の岩石・鉱物写真

Fig. 6.1. Photographs of rocks and minerals included in Jomon pottery from the Hiroppara site I and II

沈線文 9, 絡条体圧痕文 3, 刺突文 1, 無文 14, 不明 10 である。押型文系土器が 28 点と 35 パーセントを占める。次に撚糸文 12, 縄文 2 があるが、これらは押型文系土器に伴出する一群である。

これとともに、細い沈線を格子目状に施文する沈線文の一群は、押型文と並列に施文される沈線文に近似する施文具を使用している。1 点のみの刺突文は押型文の無文帯に併用される文様であると思われる。こう見ると無文や細片不明なものを除く 90 パーセント以上が、押型文系土器ないしそれと共伴あるいは後続する一群であることがわかる。

また、絡条体圧痕文など、繊維を含む無文土器の類は、後出する早期末土器の一群であろう。

広原 I・II 遺跡では、早期前葉の立野式期から押型文系土器期のほぼ全時期、そして次の沈線文土器期、早期末の繊維土器期まで生活の痕跡を残す。その後はしばらく断絶するが、前期末中期初頭期の生活痕が濃厚に認められる。中期中葉・後葉、後期の痕跡はこの時点では確認できていない。(会田)

### 3. 縄文時代遺跡の性格

広原 I 遺跡 EA-1 から出土した中期初頭期の土器は、山間地の遺跡では一般的に破片は出土しても、全体形がわかるまでに多量の破片が出土することが少ない中で、これだけまとまった出土は注意される。生活の痕跡が色濃く残されているということを確認できたことは大きな発見である。

広原 II 遺跡 EA-2 及び TP-3 出土土器の型式からは、押型文系土器期に継続的な土地利用があったことが示された。表面採集された有茎尖頭器(図 5.12-32)は、おそらく縄文草創期に位置付けられるだろう。石鏃のうち凹基無茎石鏃(図 5.10-1・2)は早期の石鏃と思われるが、他の鋏形鏃とは時期が異なる可能性が高い。その他の縄文時代石器群(図 5.10～5.13)は、鋏形鏃、石錐、両極剥離痕を有する石器、礫器、磨石類からなる当該期の良好な一括資料である。両極剥離痕を有する石器、剥片、石核は石器製作の残滓類であり、石鏃未製品の存在も考慮すると、原石獲得にはじまる石器製作に一定期間従事した縄文人の行動を反映する石器群と評価できる。特に磨石類のうち石摺り石(穀摺り石)

(図 5.13-34)の存在に注意したい。石摺り石は、皮なめし具とする考え方が提唱されている(会田, 2000)。この地に一定期間、生活の根を下ろしていたことを意味しよう。先に述べた広原 I 遺跡 EA-1 の中期初頭土器のまとまった出土とともに、キャンプサイト的な一時の仮の宿という考えは、再考されなければならないであろう。

一方、押型文系土器においては、樋沢式の山形文(異方向帯状施文)は出土していないが、異方向帯状施文の楕円文や細久保式の楕円文が主体的に見られる。

その一方で、立野式に近い格子目文もわずかではあるが出土している。押型文系土器の時期は在地的土器に対し、他地域の土器も痕跡を残していた。また、押型文系土器や縄文・撚糸文土器は和田峠周辺を原産地と推定される含有物が検出される一方、沈線文土器と撚糸文土器に領家変成岩地域(伊那)のものが含まれることも興味深い結果である。広域に及ぶヒトあるいはモノの動きも捉えることができる成果である。

この動きは、黒曜石を求めるヒトの動きに関連することであることは、黒曜石原産地の中に存在する遺跡として当然の帰結であるが、そればかりではなく、この地に生活の根を下ろす定住の様相に迫ることができたことは、この調査の大きな成果であろう。(会田・島田)

## 4. 広原 I 遺跡の後期旧石器時代

### 4-1 石器群の年代

ここでは広原 I 遺跡の後期旧石器時代遺物群として、最も豊富な資料が得られた尖頭器石器群を中心に検討する。

尖頭器は、2b 層～4 層にかけて出土する。しかし、4 層出土として取り上げた周辺加工尖頭器(図 4.15-29)は、根攪乱の痕跡と考えられる暗褐色土中から見つかり、より上位の層から落ち込んだものであると考えられる。よって、尖頭器の出土分布のピークは 2b 層から 3 層にあると判断することができる。

そして、EA-1 と TP-2 からは、両面加工尖頭器が 9 点、周辺加工尖頭器が 3 点出土している。そのうち、両面加工尖頭器は 7 点が 2 層から、2 点が 3 層から出土しており、垂直分布のピークは 2b 層にある。一方、周辺加工尖頭器は全て 3 層以下からの出土である。垂直分

布からは、両面加工尖頭器と周辺加工尖頭器の間にはレベル差が存在するように見える(図4.3)。また、石刃核(図4.12-22)の垂直分布を見ると、周辺加工尖頭器に比較的近いレベルから出土していることがわかる(図4.3)。周辺加工尖頭器の出土点数がまだ少ないため、現状では断定的な判断はできないが、両面加工尖頭器と周辺加工尖頭器の時間的な関係について、以下のようないくつかの可能性を想定することができる。①両者の間には時期差が存在する。②両者は同時期のものである。見掛け上のレベル差は、周辺加工尖頭器の出土数が少ないため、現状ではそう見えている可能性がある。③時期差とまでは言えないが、一定の時間幅での差異は存在する。例えば、後期旧石器時代後半後葉(25,000-20,000 cal BP)といった、編年上では比較的大きな時間幅の中で同一であるが、より細かにみると時間差が存在する。以上の可能性を今後の議論のために提示しておく。

さらに、上記のいずれの可能性が採用されるにしても、石刃核がどこに帰属するのかといった問題も存在する。現時点での大まかな判断としては、今回の調査で得られた尖頭器石器群は有樋尖頭器やナイフ形石器を伴わないことなどから、後期旧石器時代後半後葉(25,000～20,000 cal BP)以降の石器群と大まかに位置づけることが可能である。より詳細な検証は今後の調査によって果たす必要があるが、ここではたとえ両面加工尖頭器と周辺加工尖頭器に時間差があったとしても、編年上の一定の間隔内(後期旧石器時代後半後葉, 25,000～20,000 cal BP)には収まると推定する。つまり、今回の報告では上記の③の可能性が相対的に高いと判断し、これを中間的な結論として提示する。

#### 4-2 黒曜石利用に関する予察

今回、隅田・土屋(2016)によって、14点の広原I遺跡出土黒曜石製石器(図14.17-38～図4.18-51)を対象に、波長分散型蛍光X線分析装置(WD-XRF)を用いた定量分析が行われた。さらに、エネルギー分散型蛍光X線分析装置(ED-XRF)を用いた定性分析が、広原I遺跡から出土した黒曜石製石器全点を対象に実施され、両分析装置を用いた原産地解析の結果が示された。ここでは、①元素分析の結果を、人類の黒曜石利用にかかわる行動の復元に利用する際に踏まえるべ

き問題点を検討し、そうした問題点を踏まえたうえで、②広原I遺跡における黒曜石利用の復元に解析結果をどのように適用し得るのかについて、予察的に検討する。

##### 4-2-1 原産地解析結果の利用にかかわる諸問題

隅田・土屋(2016)により、霧ヶ峰地域内の黒曜石原産地試料に対するWD-XRFを用いた定量分析が行われた。その結果、本地域の黒曜石原産地は12種の元素組成グループに分類可能であることが示された。同様の方法で定量分析が行われた、広原I遺跡出土の14点の黒曜石製石器は、グループMT(東餅屋・鷹山)に相当するものが7点、H(本沢中流右岸)に相当するものが3点、MTあるいはHに相当するとされたものが1点、O(牧ヶ沢)に相当するとされたものが1点、判別不能(nd)となったのが2点である。判別不能となった石器が2点存在するが、化学的特徴はMTに最も近いとされた。全体的にMTに相当する試料が多いという結果となった。このように今回の定量分析によって、かなり信頼性の高い解析結果が得られた。WD-EDXを用いた分析によって、霧ヶ峰地域内で獲得され黒曜石であれば、12種のどのグループに相当する黒曜石であるのかを判別し得ることが明らかとなった。こうした点は、黒曜石原産地内のどの地点で黒曜石を獲得したのか、多数存在する原産地を巡るような行動が存在したのか、あるいはどの黒曜石原産地が開発されていたのかなどといった、黒曜石原産地内でのかなりミクロな黒曜石にかかわる人類行動の復元に益する部分大きい。

こうした、黒曜石原産地内あるいはその近傍ならでの研究に携わる場合に、今回示された解析結果は非常に魅力的に映る。ただし、こうした解析結果の利用においては注意が必要な点がある。まず、元素組成に基づいて設定された各グループは必ずしも地理的に狭く限定された地点の原産地を示しているわけではない。例えば、MTと呼称されるグループは東餅屋と鷹山という異なる区域からそれぞれ採取された試料に基づいて設定されており、BHU(ブドウ沢下流左岸、本沢、ウツギ沢、牧ヶ沢)と呼称されるグループは男女倉北、男女倉南、さらに星ヶ台にまたがる区域から採取された試料の分析結果に基づいて設定されている。このように区域をこえて共通する化学的特徴を有する黒曜石が存在するため、判別されたグループによっては、ど

の地点から採集された黒曜石原石を用いた石器なのかを絞り込むことが、元素分析の結果からは困難な場合がある。こうした点はあらかじめ踏まえておく必要がある。

次に、ED-XRFによる解析結果の利用の際の問題点について検討を行う。WD-XRFによる分析には労力と時間をより多く必要とすることから、広原I遺跡出土遺物の全点分析はED-XRFを用いて行い、WD-XRFで分析を行った広原I、II遺跡出土石器40点をED-XRFでも分析し、解析結果を比較することで結果の信頼性が評価された。WD-XRFとED-XRF双方で分析が行われた、広原I、II遺跡出土黒曜石製石器の原産地グループが一致した確率は約85%であった。WD-XRFによる定量分析結果の方がより信頼性が高いことから考えて、ED-XRFによる解析結果の信頼度はやや劣ると考えられる。こうしたことから、ED-XRFを用いた解析では原産地の判別結果に15%程度の誤りが生じる可能性がある。こうしたことから、ED-XRFを用いた定性分析に基づく解析では、多数試料の分析に有利である点を生かして、出土石器の原産地解析結果が示す各石器群内の黒曜石の産地構成の傾向を研究に利用することが可能である。一方で、特定石器に対して信頼性の高い解析結果を求めるのであれば、WD-XRFなどを用いた定量分析を併用することが望ましい。今回、広原I遺跡出土黒曜石製石器全点を対象にED-XRFによる分析に基づく原産地解析が行われた。その結果、689点の石器を対象に約6割の414点についていずれかの組成グループに分類でき、MTに分類された石器が大部分を占めることが明らかとなった。一方、約4割の275点は判別不能となった。こうした多量の判別不能試料が生じることは、出土遺物全体を対象として黒曜石にかかわる人類行動を復元する際に、支障となる可能性がある。

黒曜石原産地から比較的離れた地域における黒曜石製石器の研究では、霧ヶ峰産の黒曜石、神津島山の黒曜石などといった大まかな分類が可能であれば、十分にデータ活用価値があるためあまり問題とならない。しかし、黒曜石原産地内において黒曜石にかかわる人類行動の復元を目的とする場合、上記の問題点と限界を十分に踏まえておく必要がある。隅田・土屋(2016)では、こうした問題点を踏まえ、今後、霧ヶ峰地域の

より細かな産地の特定を目指すのであれば、この地域に特化した判別法によって元素組成に基づくグループ分けを行う必要があると指摘している。本地域に特化した判別図の作成や、定量分析、半定量分析、定性分析を必要に応じて有効に利用しながら、考古側の問題意識とのより良い整合を目指した共同研究を今後も続けていく必要がある。こうした研究の共同での実践の場として、広原遺跡群及び周辺地域での研究は今後も重要な位置を担うものと期待される。

#### 4-2-2 黒曜石にかかわる人類行動の予察

上記してきた問題点、課題を踏まえ、ここではED-XRFを用いた原産地解析結果を利用しながら現状で可能な検討を行う。ED-XRFにより、689点の石器が分析された。原産地解析の結果、何らかのグループに分類可能であったのが約6割の414点であり、そのうちの352点は東餅屋あるいは鷹山で採取された原産地試料と同じグループ(MT)に相当すると判別された。そのほかに、星ヶ塔・星ヶ台(HH)が21点で約3%、和田峠南(W)が17点で2.4%、小深沢(K)が11点で1.6%、そのほかの各原産地に相当するとされたのはいずれも3点以下と少ない。こうした結果から、広原IではMTの黒曜石を主に用いていたことが推定できる。

特に東餅屋は本遺跡の直近に存在し、遺跡のすぐ西の和田川河床からも原石が採集可能である。こうしたことから、地理的に見て鷹山の原産地よりも、本遺跡では東餅屋原産地およびそこに由来する黒曜石が多く用いられていたと推定可能である。石器の各器種をみても多くの石器はやはりMTに相当すると解析された石器が多く、例えば両面加工尖頭器は9点中8点がMTに相当する(残り1点はWに相当するとされた)。また、こうした傾向は出土層位の違いによっても大きな変化はない。東餅屋の黒曜石を中心に、星ヶ塔・星ヶ台(HH)や和田峠南(W)、小深沢(K)の黒曜石が少量用いられていたと考えることができる。さらに、判別不能とされた試料について、判別に用いられた散布図を確認すると(隅田・土屋, 2016の図6参照)、ほとんどがMTを中心にWからKの範囲に分布していることがわかる。化学的な特徴からは、これらの石器は東餅屋・和田(MT)を中心に、和田峠南(W)や小深沢(K)に近いといえる。これらの原産地は鷹山を除くと、いずれも広原遺跡群のごく近傍である。広原I遺跡

で利用された黒曜石は遺跡のごく近くから採集されたものがほとんどである可能性が高い。

本遺跡ではII遺跡で確認されたような、遠隔地から搬入されたと推定される非黒曜石製石器は存在しない(中村, 2016)。こうした点からも本遺跡での石器石材の獲得はごく近傍で行われていたと考えることができる。石器に残された礫面は角礫から亜円礫まで様々な円磨度のものがあり、現地性の原石だけでなく河床礫などの異地性の原石も共に用いられていたことが推定できる。近年、広原遺跡群周辺において採集可能な異地性の黒曜石のサイズや円磨度の特徴などから、石器石材の採集地点の絞り込みに益するデータの蓄積が行われている(中村, 2015)。元素分析だけでなくこうしたデータも合わせることで、黒曜石原石の採集地点をより細かく特定するという目的にさらに近づくことが可能であると考えられる。

本遺跡出土黒曜石はほとんどが近傍のものとして推定される一方で、本遺跡出土の最大サイズの石核(図4.14-28)はブドウ沢左岸(B)に相当するとされ、最大サイズの原石(図4.13-26)は星ヶ塔・星ヶ台(HH)に相当すると解析された。いずれも角礫であり、広原遺跡群の直近の原産地からではなく、それぞれの原産地の現地性の大型黒曜石原石も採集され、搬入されることもあったと推定される。(橋詰)

## 5. 広原II遺跡の後期旧石器時代

### 5-1 石器群の年代

ここでは、4層石器群の年代を理解するために、4層石器群の技術形態と遺跡で得られた数値年代を検討する。

4層石器群は4a層下部から4b層を主要な包含層とする。局部磨製石斧(図5.18)と台形様石器(図5.19-14~17)を組成し、黒曜石集石に示される多量の剥片・石核によって代表される石器群である。局部磨製石斧は、透閃石岩製で、石材原産地は新潟・長野・富山県境にあたる青海-蓮華地域と推定されている(中村, 2016)。台形様石器は、剥片の折れ面を調整加工面の一部として取り込む技術形態を特徴とし、発達した平坦剥離は調整加工には用いられていない。また、小形石刃を横位に用いた横長形状の台形様石器を含む。

4層石器群の主要な石核である単設・両設打面石核は、以下の点で強い斉一性を示している。1) 単剥離平坦打面を基本とし、側面、裏面に石核整形の痕跡がなく、自然面を残置する。2) 剥離作業は基本的に1面で進行し、90度単位で接する正面-側面の間で単位的に展開する。また、打面縁が石核上面から見たときに湾曲するような、打面縁を周回する剥離作業は行われない。3) 基本的に単寸幅広剥片を含む連続縦長剥片の剥離作業痕を残す。他の剥離技術としては、打点が石核正面の周囲を巡るように展開する求心状剥片剥離技術、素材剥片の腹面を作業面とする板状石核による貝殻状剥片剥離技術が認められた。

石核の廃棄形状、重量及び剥離作業痕は多様ではあるが、剥片IからIVの構成に基づく限り、最終生産物は石刃を指向していたと判断できる。しかし、剥片生産としては単純な石刃ワークショップではなく、多様な生産過程の組み合わせを示しているといえる。

剥片の打面形態は、剥片I~IV全体で自然面平坦打面と単剥離平坦打面を主体とし、打面の細部調整を欠く広く厚い打面を特徴としている。石核も単剥離平坦打面が主体となっている。剥片の頭部調整は剥片IVにおいて顕著であるが、剥片I, II, IIIでは低調である。

次に、遺跡から得られた4層石器群の数値年代について検討する。火山灰と放射性炭素年代がある。4a層の下部には、始良-Tn火山灰(AT: 30009±189 cal BP, Smith et al. 2013)に含まれる火山ガラス粒子の検出ピークが認められた(早田, 2016)。しかし、ATに同定された透明バブルウォール型ガラスは、4a層の最上部から4b層の下部まで、いい換えるとTP-3北壁のテフラ分析サンプルno. 17からno. 31にかけて出現し(図5.1-G, 早田, 2016: 図2.3)、4b層下部(no. 31: 4.8%)以下では比率が激減する。その他各サンプル内での出現比率の違いは10%内外(最大値25.6%, 最小値15.2%)であり、さほど大きいとはいえない。むしろATガラス粒子は4a層全体から検出され、4b層で減少するという全体的な傾向を重視しておく。ATガラス粒子の検出ピークを捉えることができたことは大きな成果であるが、二次的に移動しているガラス粒子のピークがAT層序のレベルを特定し、これに基づいて石器群に年代を与えることができるかどうかについては慎重を期したい。また、4b層の炭化材の放

放射性炭素年代は、26550±90 <sup>14</sup>C BP (31020 ~ 30625 cal BP) であり (工藤, 2016), 水月湖によって示された AT の年代よりもやや古い。この炭化材は炭化物集中を形成しておらず単体で発見され、石器群の形成と直接関係するコンテキストを持っている炭化材ではない。したがって、これらの数値年代は 4a・4b 層の堆積過程のある時点を示す年代であり、4 層石器群についての最も新しい年代を示唆していると解釈する。

4 層石器群の石器 (tools) は、アセンブリッジとしての出土層位の安定性に問題はあるが、素材剥片の折断面を調整加工に取り込む台形様石器と小形石刃を横位に用いる台形様石器の存在は、関東平野部の VII 層下部段階の石器群との関連を示唆する。素材剥片の打面部を器体基部に設定する基部加工ナイフ形石器 (5.19-18) の組成も矛盾しない。しかし、局部磨製石斧は、リダクションによる変形を伴う両刃撥形で、VII 層下部段階にまで新しくなるとは思えず、IX 層段階の年代幅に位置付けることが可能である。

全ての台形様石器は、黒曜石集石の垂直分布からは遊離している。黒曜石集石との関係では、確定できるデータはないが、黒曜石集石 2 が相対的に小規模で単純な組成を示していることから、本来は黒曜石集石 1 に伴うと考えられる。そして局部磨製石斧は、出土状況から黒曜石集石 2 との関連が強いと考えられる。したがって、本発掘調査で復元した 4 層石器群の形成には、ある程度の時間幅を想定する必要がある。黒曜石

集石 1 と 2 のレベル差は、時期差を示すものではないにせよ、石器形態の変化を伴う程度の時間幅の存在を示唆していると考えられる。

以上まとめた 4 層石器群の技術形態の諸特徴からは、AT 下位の後期旧石器時代前半期の石器群のうち、局部磨製石斧を伴う前期石器群、中部高地編年の I 期 (図 2.3) への位置付けが妥当である。

なお、本報告書では 4 層石器群に含めて計上したが、2a 層～3 層出土石器には、おそらく後期旧石器時代後半に位置付けられるナイフ形石器 (図 5.16-1 ~ 3) や図 5.38 の石核が含まれている。これらについては、石器群としてのアセンブリッジを確定できなかった。今後の発掘調査によって出土状況と石器群の性格を明らかにしていきたい。

## 5-2 黒曜石集石の性格

### 5-2-1 中部高地の黒曜石集石

中部高地の後期旧石器時代遺跡からは、石核や原石そして大形の剥片などが、密集した顕著な集中部を形成する事例が、鷹山 I 遺跡 M 地点 (戸沢ほか編, 1989), 男女倉 J 地点付近のホ A26 グリッド (男女倉遺跡群分布調査団編, 1993; 堤, 2002), 追分遺跡第 4 文化層 (大竹ほか, 2001) で発見されている。

本報告の黒曜石集石を含め、これらの事例からわかるように、黒曜石集石は後期旧石器時代の特定の時期に出現する遺構ではなく、また中部高地の各遺跡群が

表 6.2 黒曜石集石 1・2 の石質別資料

Table 6.2. Lithic composition of the obsidian concentration 1 and 2  
Ob 1-15: Lithic groups classified by the appearance of obsidian.

Obsidian concentration	Lithic composition	Ob 1	Ob 2	Ob 3	Ob 4	Ob 5	Ob 6	Ob 7	Ob 8	Ob 9	Ob 10	Ob 11	Ob 12	Ob 14	Ob 15	Others
1	I	20	1	4	13	5	9	12	11	2	3	10	1	3		
	Flake	12	1	4	16	5	8	24	10	2	3	2		5		
	III	5	1		13	3	7	5	8		2	4		1	1	
	IV	2		1	1	4	3						1		1	
	Others	12		8	17	13	11	19	14	2	3	6	2	1	3	8
	Blade	2		1	4	2	3		4							
	Core	8	1	3	8	2	3	4	2			1	8	2		
	Notched scraper	1			1	1			2							
	Side scraper	1														
	Retouched flake	6		1	1	1			2	2			1			
	Number of refitted blocks	11	1	1	7	1	6	5	10		2	4		1		
2	I	4	2	1	3											
	Flake				3	5	1									
	III				1	2										
	IV															
	Others			1	2	1										
	Blade			2		2	1	1								
Core	8*		1		1	1										
Number of refitted blocks	3	1	1	3												

\* Including five core fragments conjoined into two refitted blocks.

ら発見される傾向がある。しかしながら、追分4文で接合資料にもとづく石器製作の作業工程が検討されている以外は、いまだその性格は不明である。時期的に偏在する傾向があるため、性格も多様である可能性が高い。原産地の立地特性から石器素材の搬出行為に関係する遺構であると断定し、性格を一般化するのではなく、個別の遺構の形成にかかわる石器製作行為の復元と広域に展開する黒曜石消費のコンテキストでの評価が必要である。

### 5-2-2 分析方法

ここでは、黒曜石の石質別資料と接合資料をもとに、黒曜石集石1と2の性格について検討する。表6.2に黒曜石集石出土石器の石質別資料の組成を示した。石質別資料は、石器表面から内部に観察される黒曜石の色調、透明度、不純物、流理構造の違いで分類されている(3-4.「黒曜石の石質分類について」参照)。したがって、ある石質別資料には、複数の個体別資料が含まれる。これらを一つの石質別資料の内部で完全に区分することはできない。しかしながら、各個体別資料の一部は接合資料として検出することができる。石質別資料の組成と接合資料の内容を対照することで、個別別の工程的位置づけがある程度可能であることから、黒曜石集石1と2における黒曜石加工行為の復元を試みる。

### 5-2-3 黒曜石集石の作業内容

図6.2に黒曜石集石の代表的な接合資料と石核、石刃を示した。より組成が単純な黒曜石集石2をまず検討する。38と134は相互に接合し、ob1を構成する。39も接合状態でob2を構成している。これらの石質別資料は、ほぼ38、134、39の接合資料のみで構成されるので、大形の原石の持ち込みから石核素材の打ち割り、そして石核素材の持ち出しに至る行為を部分的に反映していると考えられる。ob3に含まれる接合資料156は、打面再生と石刃の剥離作業が行われたことを示している。ob3には石刃115や119が含まれるが、それ以外にはob3の組成が限られていることから、加工済みの石核の持ち込みと石刃剥離を経て、生産された石刃の多くが持ち出されたと考えられる。接合資料185はob4に含まれ、原石からはじまる剥片剥離作業を示している。ob4には他に石核が含まれないため、消費の初期段階にある石核は持ち出されたと判断される。ob5には剥片も組成するが、石刃(125)と石核(148)

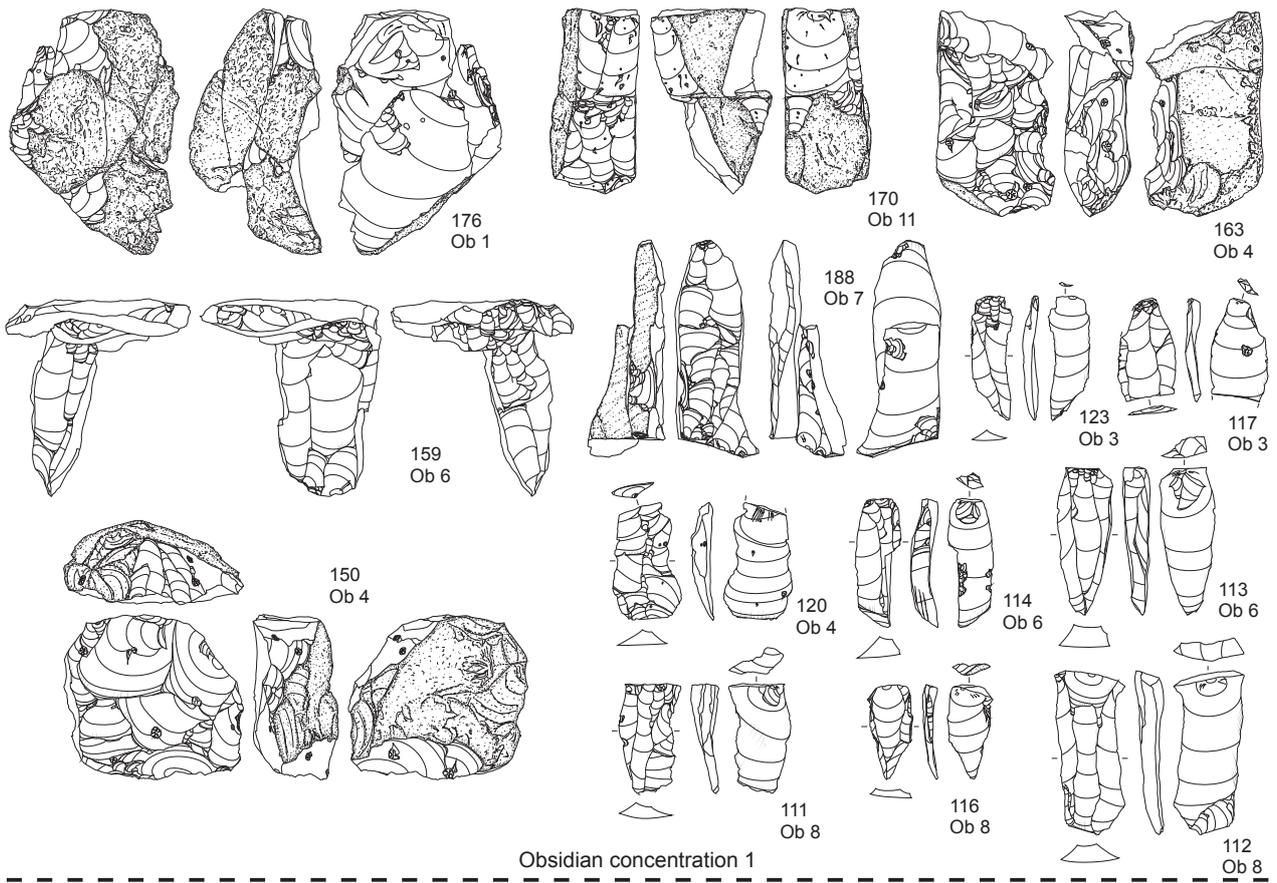
からなる小規模な石質別資料である。148と125は接合しない。石核148は求心状剥離によって剥離作業が終了しているが、求心状剥離に関係する剥片がob5に組成しないので、これらは単独で持ち込まれ、そのまま廃棄されたと考えられる。ob6と7(124)はそれぞれ石刃1点で構成される石質別資料である。それぞれ単独で持ち込まれ、廃棄された可能性が高い。

黒曜石集石1は総点数が多いため、各石質別資料の組成数も多く、潜在的な個体別資料数も増加しているはずである。したがって、現在復元されている限られた接合資料と石質別資料の組成の対照から推定される作業内容は、黒曜石集石2よりも曖昧で包括的にならざるをえない。

ob1接合資料176は、同一個体の石核を持たず、原石の持ち込みと初期段階にある石核の搬出を示唆している。ob1に含まれる1,963.7gの剥片(図5.60)は搬入品と考えられ、石核素材の確保に関連していると考えられる。また、ob11接合資料170やob4接合資料163は原石の持ち込みと剥離作業の完了、そして石核の廃棄を示している。ob7接合資料188も石質別資料に同一個体の石核が見当たらず、石刃製作と石核の搬出に関わっている可能性が高い。ob6接合資料159は、黒曜石集石2の156と同様に、加工済み石核の持ち込みと石刃生産・搬出に関わり、石核が廃棄されたと推定される。求心状剥離痕を残すob4石核150については接合作業が十分ではなく、関係する石器製作作業の内容はよくわからない。また、単独持ち込み・廃棄の石器は抽出できないが、存在は想定される。今後、接合作業をさらに行うことで、復元される作業内容の解像度を全体的にあげることができるだろう。

### 5-2-4 黒曜石集石の性格

以上検討した黒曜石集石1と2における石器製作行為は、よく共通しているとともに、単相的ではなく複合的であると評価できる。今回の検討で分離できた石器製作作業は、1) 原石ないし準原石状態の持ち込みと打ち割りを伴う石核素材の確保、そして石核素材の持ち出し、2) 原石にはじまる剥片・石刃剥離作業と石核の持ち出し、ないしは作業の完了(石核の廃棄)、3) 加工済み石核の持ち込みと石刃剥離作業、石核の廃棄そして石刃の持ち出し、4) 石核・石刃の持ち込みと廃棄である。



Obsidian concentration 1

Obsidian concentration 2

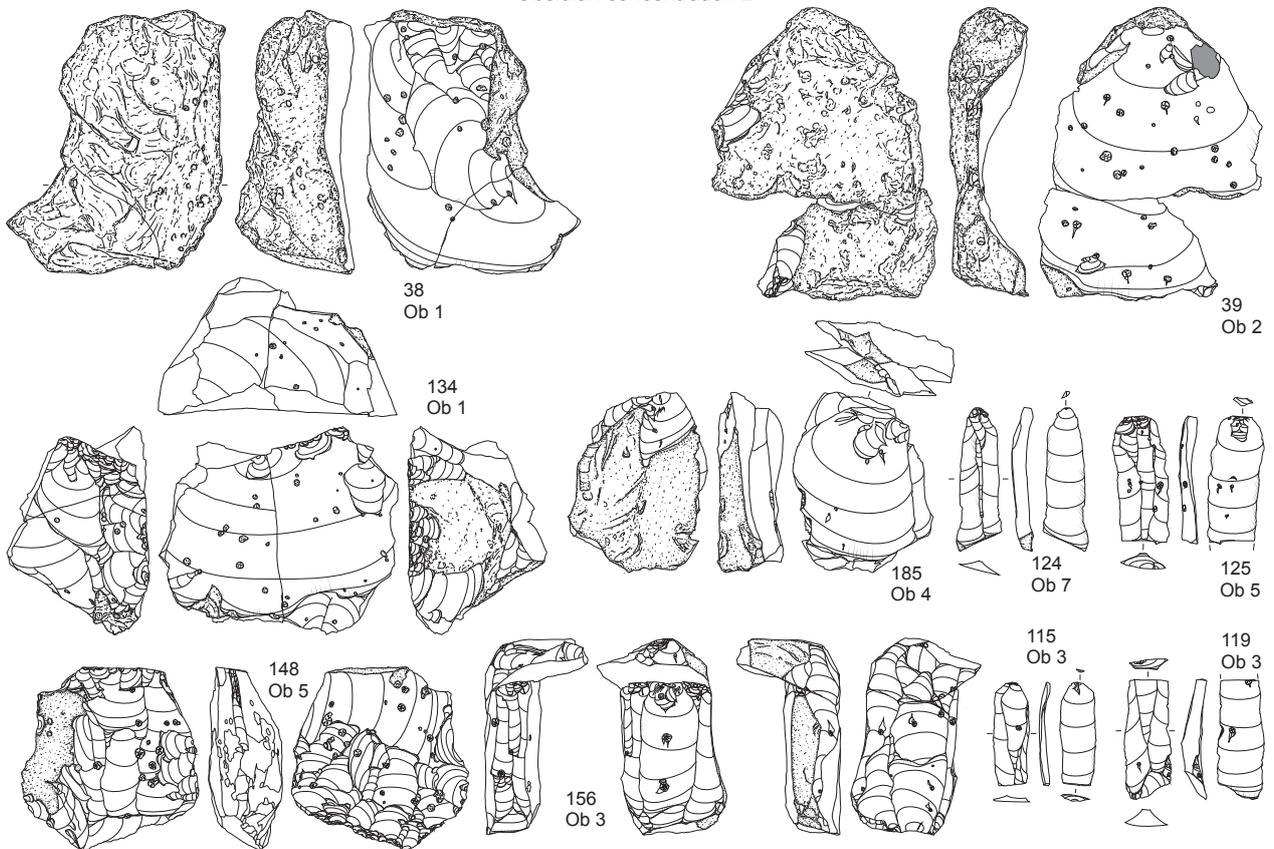


図 6.2 黒曜石集石 1・2 の接合資料・石核・石刃 (S=1/4)

Fig. 6.2. Refitted blocks, cores, and blades from the obsidian concentrations 1 and 2 (scale=1/4)

広原 II 遺跡の後期旧石器時代前半期の前期 (e-EUP: 約 38 ~ 32 ka cal BP) に残された複合的な石器製作行為のスポット的な蓄積は、単純な原石獲得と消費地への搬出行為と単相的な場の機能を反映していない。すなわち、石核原料を確保する一時的な作業場、図 5.19-15 の台形様石器の推定機能部の欠損を衝撃剥離痕と理解するならば石器製作と狩猟活動を伴うキャンプサイト、単なる通過など、広原 II 遺跡の黒曜石集石は多様な訪問目的と場の機能の蓄積を反映していると考えられる。

黒曜石集石 2 の透閃石岩製局磨製石斧は、単独搬入品であり、刃部に観察された破損を伴う何らかの作業が広原 II 遺跡で行われたかどうかは判断できないが、海洋酸素同位体ステージ (MIS) 3 の中部高地原産地の土地利用に必要な石器装備の一部を構成していたと評価できる。透閃石岩と同様にチャート、珪質凝灰質頁岩、酸性凝灰岩、玉髓などの非黒曜石製石器の原産地は、日本海沿岸にあると推定されている (中村, 2016)。全てを時代判定できたわけではないが、一部は確実に旧石器時代の石器であり、本遺跡の黒曜石集石の形成には、本来の居住地に関係する石材の長距離運搬を伴う利用も関与している。

一方、本遺跡の黒曜石集石は、新規に獲得した石器原料と広原訪問前にすでに半消費状態にあった石器原料に基づく石器製作作業の蓄積を明らかに示しており、基本的な後期旧石器時代の石材消費構造 (安蒜, 1992) を有する。このことは、中部高地原産地内の頻繁な移動にともなって地点的な石器群が複数形成され、各地点でそうした単位的な石器群が累積していたことを示唆する。今回復元された広原 II 遺跡の黒曜石集石の形成過程は、中部高地原産地における遺跡と遺跡群形成に関わる人間行動のメカニズムの解明に新たな視点を提供するだろう。(島田)

## 引用文献

会田 進 2000 「縄文時代早期の「石摺り石」—いわゆる「穀摺り石」の形態分類と使用痕の分析—皮なめし具の可能性を迫る—」『樋沢遺跡』pp.120-152p., 岡谷市・塩尻市教育委員会  
安蒜政雄 1992 「砂川遺跡における遺跡の形成過程と石器製作の作業体系」『駿台史学』84: 17-37  
工藤雄一郎 2016 「広原湿原および広原 II 遺跡にお

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 1 (本報告書), 明治大学黒曜石研究センター  
中村由克 2015 「和田・鷹山地域の黒曜石河川礫の分布調査」『資源環境と人類』5: 53-64  
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) 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  
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  
大竹幸恵・勝見 譲・野口 淳・三木陽平・小林克次・米田 稜・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 遺跡及び迫分遺跡群発掘調査』464p, 長門町教育委員会  
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) 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  
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 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

# 7 広原湿原および広原 I・II 遺跡における テフラ分析

早田 勉<sup>1\*</sup>

## 1. 広原湿原 TR-2 および広原 I 遺跡 TP-1 のテフラ分析

### 1-1 はじめに

長野県長和町に位置する広原湿原とその周辺には、浅間や御岳など長野県域に分布する火山のほか、九州地方など遠方に位置する火山から噴出したテフラ（火山砕屑物、いわゆる火山灰）が数多く降灰している。とくに後期更新世以降に降灰したそれらの多くについては、層相や年代さらに岩石記載的な特徴がテフラ・カタログ（町田・新井，1992，2003，2011）などに収録されており、考古遺跡などで調査分析を行い、これら時空指標として重要な指標テフラを検出することで、地形や地層の形成年代さらには遺物や遺構の層位や年代などに関する資料を収集できるようになっている。

広原湿原とその周辺における発掘調査の際にも、層位や形成年代が不明な泥炭層や風成堆積物が検出されたことから、地質調査を行ってテフラ層の有無を確認するとともに、高純度で採取した試料を対象に室内でテフラ分析を実施して、堆積物の層序さらに年代に関係する資料を収集することになった。ここで報告する調査分析の対象地点は、広原湿原で掘削されたトレンチ 2（以下 TR-2 とする、公文，2016）と、広原 I 遺跡 EA-1 の周辺に第 1 次調査（2011 年）で設定された試掘坑 TP-1（島田ほか，2016）の 2 地点である。テフラ分析としては、テフラ検出分析、火山ガラス比分析、火山ガラスの屈折率測定を行った。

### 1-2 テフラ検出分析

#### 1-2-1 分析試料と分析方法

TR-2 と TP-1 において堆積物を観察した結果、テフラ層の可能性が指摘されるものはあったものの、明らかにテフラ層と断定できるものについては認められなかった。そこで、両地点において、層厚 5 cm 以下のものは堆積物ごと、また厚い堆積物については層境にかけられないように基本的に厚さ 5 cm ごとに設定された試料のうち、まず TR-2 の 42 点を対象にテフラ粒子の特徴を予察的に把握するテフラ検出分析を実施した。試料の内訳は東壁から採取した柱状試料からの 40 点と、北壁からの 2 点である（公文，2016：図 4）。分析手順は次の通りである。

- (1) 試料 8 g を秤量。
- (2) 超音波洗浄装置を用いていねいに泥分を除去。
- (3) 80°C で恒温乾燥。
- (4) 実体顕微鏡下でテフラ粒子の量や色調などを観察。

#### 1-2-2 分析結果

テフラ検出分析の結果を表 1.1 に示す。TP-2 の柱状試料から採取した試料のうち、とくに試料 23 より下位の試料には、白色の軽石（繊維束状発泡，最大径 6.4 mm）や、その細粒物である白色や透明の繊維束状軽石型の火山ガラス、無色透明や灰色で破片状や塊状の分厚い中間型の火山ガラスが多く含まれている。それ以外のテフラ粒子では、試料 52 や試料 51 にスポンジ状に発泡した白色の細粒軽石（最大径 2.0 mm）が含まれており、わずかながら角閃石や斜方輝石がやや多く認められる傾向にある。また、試料 29 や試料 27 に、ごく微量ながら淡褐色のバブル型ガラスが含まれている。試料 23 には、上下の試料と比較して、火山ガラスの含有率が高いようである。

これら柱状試料の中で、もっとも顕著なテフラ粒子

1 火山灰考古学研究所

\* 責任著者：早田勉 (inst-tephra@white.plala.or.jp)

表 1.1 テフラ検出分析結果  
Table 1.1. Result of tephra detection analysis

Site	Sample	Depth from the surface	Pumice/scoria			Volcanic glass		
			Quantity	Color	Max. diameter (mm)	Quantity	Form	Color
TR-2	1	-0~-7 cm				*	bw	cl
Column sample	2	-7~-12 cm				*	md	cl
	3	-12~-17 cm				**	pm (sp)	gr-wh
	4	-17~-22 cm				*	pm (sp)	gr-wh
	5	-22~-28 cm				*	md, pm (sp)	gr, wh
	7	-32~-37 cm						
	9	-42~-47 cm				*	md	gr, wh
	11	-52~-57 cm				*	md, bw	gr, cl
	13	-62~-67 cm						
	15	-71~-76 cm						
	17	-81~-87 cm				*	md	gr
	19	-93~-100 cm						
	21	-105~-110 cm						
	23	-116~-121 cm				**	pm (fb) >md	cl, br
	25	-126~-131 cm				*	bw, pm (fb)	pb, cl
	27	-136~-141 cm				**	pm (fb) >bw	cl, pb
	29	-145~-149 cm				**	pm (fb) >bw	cl, pb
	31	-150~-155 cm	**	wh	4.3	***	pm (fb) >bw	wh, cl
	33	-159~-164 cm	**	wh	3.0	***	pm (fb) >bw, md	wh, cl, gr
	35	-169~-173 cm	**	wh	6.4	***	pm (fb) >md	wh, cl
	37	-175~-178 cm				***	pm (fb) >bw	wh, cl
	39	-182~-183 cm				***	pm (fb) >bw, md	wh, cl, gr
	41	-186~-189 cm	**	wh	3.9	***	pm (fb) >bw, md	wh, cl, gr
	43	-194~-198 cm				***	pm (fb) >pm (sp), bw	wh, cl
	45	-200~-203 cm				**	pm (fb), bw >md	cl, gr
	47	-204~-204.6 cm				**	pm (fb), bw >md	cl, gr
	48	-204.6~-204.9 cm				**	pm (fb), bw	cl
	49	-204.9~-205.5 cm				***	pm (fb), bw	cl
	50	-205.5~-207.5 cm				***	pm (fb, sp), bw	wh, cl
	51	-207.5~-208.5 cm	**	wh	2.0	***	pm (fb, sp), bw	wh, cl
	52	-208.5~-210.5 cm				***	pm (fb, sp), bw	wh, cl
	53	-210.5~-211.6 cm				**	pm (fb, sp), bw	wh, cl
	55	-214.1~-216.6 cm	**	wh	4.7	***	pm (fb)	wh, cl
	57	-217.2~-217.7 cm	**	wh	3.1	***	pm (fb) >md	cl, gr
	59	-218~-218.3 cm				**	pm (fb) >bw, md	cl, gr
	61	-220.3~-220.6 cm				**	pm (fb) >bw, md	cl, gr, bl
	63	-226.6~-230.6 cm	**	wh	4.1	***	pm (fb) >bw, md	cl, gr
	65	-233.6~-236.6 cm				**	pm (fb, sp) > bw, md	cl, wh, bl
	67	-237.3~-238.3 cm				**	pm (fb) > bw	cl
	69	-239.9~-244.9 cm	*	wh	2.1	**	pm (fb) > bw	cl
TR-2, north wall	46-1		*	wh	2.4	****	pm (fb) > bw	cl
	46-2					****	pm (fb) > bw	cl

\*\*\*\*: Abundant, \*\*\*: Many, \*\*: Middle, \*: Rare. Wh: White, cl: Colorless, gr: Gray, pb: Pale brown, br: Brown, bl: Black. Bw: Bubble-wall type, md: Intermediate type, pm: Pumiceous type, sp: Spongy, fb: Fibrous.

の濃集は試料3で認められる。ここには、わずかに灰色がかかった白色のスポンジ状軽石型火山ガラス（最大径 1.2 mm）が比較的多く含まれている。

TR-2の北壁では、試料46-2と試料46-1の採取層準がガラス質で、断面観察の際にテフラ層の可能性が高いと思われた。実際に火山ガラスが非常に多く含まれているものの、これらの火山ガラスの多くは、ほかの層準にも多い無色透明の繊維束状軽石型の火山ガラスである。

### 1-3 火山ガラス比分析

#### 1-3-1 分析試料と分析方法

TR-2の試料のうち、テフラ検出分析の結果、特徴的なテフラ粒子が多く含まれる可能性のある5試料と最下部の試料、火山ガラスを多く含む北壁の2試料、さらにTP-1の16試料の合計24試料を対象として、火山ガラスの色調形態別含有率などを明らかにする火山ガラス比分析を実施した。分析手順は次の通りである。

- (1) 分析対象試料のうち、TR-2の試料については30gを秤量し、テフラ検出分析処理を追加実施。
- (2) 分析篩により1/4～1/8 mmおよび1/8～1/16

mm の粒子を篩別.

(3) 偏光顕微鏡下で、1/4 ~ 1/8 mm の 250 粒子に含まれる火山ガラスの色調形態別含有率のほか、軽鉱物や重鉱物の含有率を求める。

### 1-3-2 分析結果

火山ガラス比分析の結果をダイヤグラムにして図 1.1 および図 1.2 に、それらの内訳を表 1.2 に示す。TR-2 の分析対象試料のうち、最下位の試料 69 には、繊維束状軽石型や中間型の火山ガラスが多く (39.2%, 29.6%), 軽鉱物や重鉱物は少ない。テフラ検出分析で、角閃石や斜方輝石が認められた試料 51 では、軽鉱物もやや多い (26.4%)。

テフラ検出分析により、ごくわずかながら淡褐色のバブル型ガラスが認められた試料 29 や試料 27 では、火山ガラス比分析でそれらは検出されなかった。試料 23 では、やや軽鉱物の含有率も高いように思われる (20.0%)。試料 3 では軽鉱物や重鉱物の含有率が高い傾向にある (39.6%, 39.6%)。なお、テフラ検出分析で比較的多く検出された、スポンジ状軽石型火山ガラスは、粒径が 1/4 mm より大きいためにこの粒径区画ではさほど多くない。また、試料 46-2 や試料 46-1 では、繊維束状軽石型や中間型の火山ガラスが非常に多く含まれている。両者を比較すると、後者の方にやや多くの軽鉱物が含まれる傾向にある (4.8%)。

一方、TP-1 では、いずれの試料においても、繊維束状軽石型や中間型の火山ガラスが多く、一方で、軽鉱物や重鉱物が少ない (図 1.2)。そして、特徴のあるテフラ粒子の顕著な濃集は認められない。そのなかで、無色透明のバブル型ガラスが、最下位の試料 30 にわずかながら多く含まれている (2.0%)。また、試料 10 より上位の試料から連続的に検出される傾向にある。

## 1-4 屈折率測定

### 1-4-1 測定方法

指標テフラとの同定精度を向上させるために、TR-2 (柱状試料) の試料 69, 試料 51, 試料 29, 試料 3, TR-2 北壁の試料 46-2, そして TP-1 の試料 30 の 6 試料に含まれる火山ガラスを対象に、温度変化型屈折率測定法 (壇原, 1993) により屈折率測定を実施した。測定の対象は、1/8-1/16 mm 粒径に含まれる火山ガラスである。

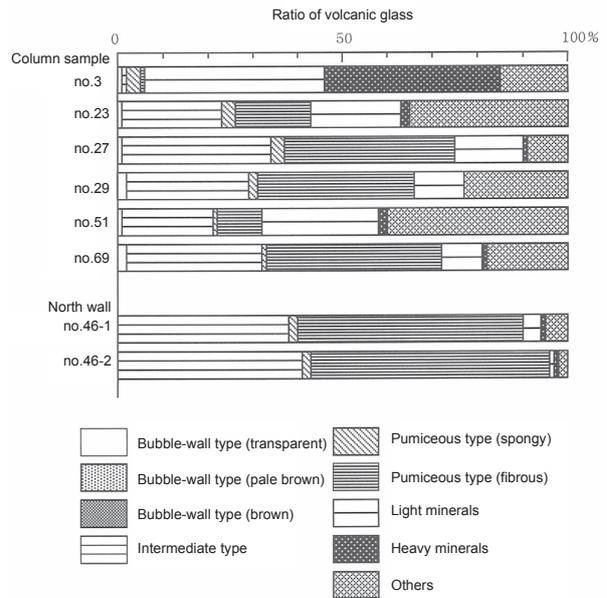


図 1.1 広原湿原 TR-2 の火山ガラス比ダイヤグラム  
Fig. 1.1. Diagram showing ratio of volcanic glass from TR-2 in the Hiroppara bog

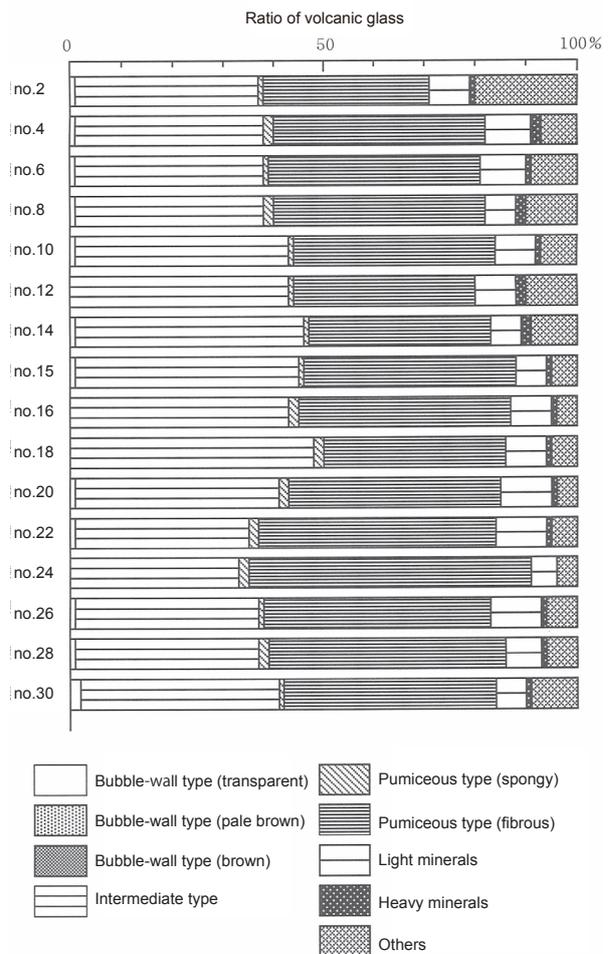


図 1.2 広原 I 遺跡 TP-1 の火山ガラス比ダイヤグラム  
Fig. 1.2. Diagram showing ratio of volcanic glass from TP-1 at the Hiroppara site I

表 1.2 火山ガラス比分析結果  
Table 1.2. Volcanic glass assemblage

Site	Sample	Depth from the surface	bw (cl)	bw (pb)	bw (br)	md	pm (sp)	pm (fb)	Light minerals	Heavy minerals	Others	Total
TR-2	3	-12~-17 cm	0	0	0	3	8	2	99	99	39	250
Column sample	23	-116~-121 cm	2	0	0	55	7	42	50	5	89	250
	27	-136~-141 cm	3	0	0	82	7	96	38	1	23	250
	29	-145~-149 cm	5	0	0	68	4	88	28	0	57	250
	51	-207.5~-208.5 cm	3	0	0	51	2	25	66	5	98	250
	69	-239.9~-244.9 cm	5	0	0	74	3	98	22	3	45	250
TR-2, north wall	46-1		0	0	0	94	5	124	12	2	13	250
	46-2		0	0	0	103	5	134	3	1	4	250
TP-1	2	-5~-10 cm	0	1	0	89	3	82	21	1	53	250
	4	-14~-18 cm	2	0	0	93	4	104	22	6	19	250
	6	-23~-28 cm	2	0	0	92	2	105	23	1	25	250
	8	-33~-38 cm	3	0	0	93	4	104	15	4	27	250
	10	-42~-46 cm	2	0	0	104	2	100	21	1	20	250
	12	-51~-56 cm	0	0	0	107	3	90	20	4	26	250
	14	-61~-65 cm	1	0	0	114	3	98	15	5	14	250
	15	-65~-70 cm	1	0	0	110	2	105	15	3	14	250
	16	-70~-75 cm	0	0	0	105	4	106	20	2	13	250
	18	-80~-85 cm	0	0	0	121	4	90	21	1	13	250
	20	-90~-95 cm	1	0	0	100	5	104	27	1	12	250
	22	-100~-105 cm	2	0	0	84	4	118	27	2	13	250
	24	-110~-115 cm	0	0	0	83	4	139	13	0	11	250
	26	-120~-125 cm	2	0	0	91	3	113	26	1	14	250
	28	-130~-135 cm	2	0	0	91	5	118	18	1	15	250
	30	-141~-148 cm	5	0	0	97	2	106	16	3	21	250

bw: Bubble-wall type, md: Intermediate type, pm: Pumiceous type, cl: Colorless, pb: Pale brown, br: Brown, sp: Spongy, fb: Fibrous. Numerals show the number of grains.

表 1.3 屈折率測定結果  
Table 1.3. Result of refractive-index measurement

Site	Sample	Refractive index of volcanic glass (n)	Number (of grains)
TR-2 (column sample)	3	1.515-1.519	30
	29	1.497-1.502 (type A: 1.497-1.498, type B: 1.500-1.502)	A: 31, B: 4
	51	1.496-1.502	32
	69	1.497-1.512 (type A: 1.497-1.498, type B: 1.501-1.512)	A: 31, B: 4
TR-2, north wall	46-2	1.497-1.498	31
TP-1	30	1.496-1.497	37

The thermal immersion method (Danbara, 1993) was used for the measurements.

#### 1-4-2 測定結果

屈折率測定の結果を表 1.3 に示す。TR-2 (柱状試料) の試料 69 に含まれる火山ガラス (35 粒子) の屈折率 (n) の range は、1.497-1.512 である。実際には屈折率 (n) が 1.497-1.498 のものが多い (31 粒子)。ほかには、1.501, 1.506, 1.508, 1.512 の値をもつ火山ガラスが 1 粒子ずつ認められた。

試料 51 に含まれる火山ガラス (32 粒子) の屈折率 (n) の range は、1.496-1.502 である。ここでも、1.496-1.498 の火山ガラスが非常に多い (28 粒子)。試料 29 の火山ガラス (35 粒子) は、屈折率 (n) の range が 1.497-1.502 であるが、実際には 1.497-1.498 のものが多い (31 粒子)。残り 4 粒子の屈折率 (n) は、1.500-1.502 である。一方、試料 3 に含まれる火山ガラス (30 粒子) の屈折率特性はこれらの試料とは異なり、range は 1.515-1.519 で高い傾向にある。

TR-2 北壁の試料 46-2 に含まれる火山ガラス (31 粒子) の屈折率 (n) は、1.497-1.498 である。また、TP-1 の最下位の試料 30 に含まれる火山ガラス (30 粒子) の屈折率 (n) も、1.496-1.497 と低い傾向にある。

#### 1-5 考察

##### 1-5-1 テフラの降灰層準について

分析測定の結果、基盤の凝灰岩に由来すると思われる火山ガラスが多くの試料で大量に検出された。そこで、とくにガラス質指標テフラの検出は非常に困難を極めることになった。しかしながら、TR-2 の柱状試料の中では、試料 51 付近に結晶質で角閃石や斜方輝石に富むテフラの降灰層準のある可能性が指摘される。試料 29 および試料 27 のあたりに、淡褐色のバブル型ガラスで特徴づけられるテフラの降灰層準があるのかも知れない。試料 3 付近には、わずかに灰色がかった白

色のスポンジ状軽石型の火山ガラスに特徴のあるテフラの降灰層準がある。また、TR-2北壁の試料46-2に含まれるテフラ粒子は、多くの試料に含まれている基盤の凝灰岩に由来すると思われる火山ガラスに富むことから、現段階ではテフラ層から採取された可能性は高くないと考えられる。

一方、TP-1では、試料30付近、あるいはそれより下位に、無色透明のバブル型の火山ガラスに特徴のあるテフラの降灰層準があると考えられる。

### 1-5-2 指標テフラとの同定

屈折率測定で得られた火山ガラスの屈折率特性をみると、基盤の凝灰岩に由来すると思われる火山ガラスの屈折率(n)は、1.496-1.498のように推定される(たとえばTP-1試料30)。そうすると、やはり基盤の凝灰岩に由来する可能性のあるTP-2北壁の試料46-2以外の試料からも、屈折率特性を異にする火山ガラスが検出されており、やはりテフラの混在していることが示唆される。ただし、現段階には、予想される広域指標テフラの屈折率特性と一致するものは少なく、同定精度はさほど高くない。

TR-2(柱状試料)の試料51付近に降灰層準があるテフラは、現在のところ浅間火山周辺域での存在は知られていないようである。ただし、北信地域には約7,000~7,200年前に妙高火山から噴出した妙高赤倉テフラ(My-A, 早津・新井, 1980; 早津, 1985, 1992; 町田・新井, 2003, 2011)の存在が知られており、その火山ガラスの形態(軽石型および中間型)や屈折率特性(n: 1.496-1.498)、重鉱物の組み合わせ(斜方輝石や角閃石など)を考えると、非常に興味深い。

試料29および試料27のあたりに、ごくわずかに含まれる淡褐色のバブル型ガラスは、その特徴的な火山ガラスの屈折率特性は得られていないものの、その特徴から約7,300年前に南九州の鬼界カルデラから噴出した鬼界アカホヤ火山灰(K-Ah, 町田・新井, 1978)に由来する可能性がある。ただ、この火山ガラスがK-Ah起源で、下位の試料51付近にMy-Aの降灰層準があるとすれば、実際のK-Ahの降灰層準はより下位にあるのかも知れない。

テフラの降灰層準としてもっとも可能性が高い試料3に含まれるテフラは、その火山ガラスの岩相から浅間系テフラと考えられる。そのなかで、火山ガラスの

屈折率特性をみると、3世紀後半に浅間火山から噴出した浅間C軽石(As-C, 荒牧, 1968; 新井, 1979; 坂口, 2010)に含まれる火山ガラスの屈折率特性(n: 1.514-1.520)にもっともよく似ている。ただし層位的には、1783(天明3)年に浅間火山から噴出した浅間A軽石(As-A, 荒牧, 1968; 新井, 1979)の可能性も完全には否定できないのかも知れない。このAs-Aについては数多くの堆積ユニットに区分されることが知られているが(たとえば早田, 1995)、堆積ユニットごとに火山ガラスなどの屈折率特性が把握されているわけではない。

なお、TR-2(柱状試料)の試料で得られたn: 1.500-1.502の火山ガラスについては、その屈折率特性から、火山ガラスの形態や屈折率から約1.5~1.65万年前に浅間火山から噴出した浅間板鼻黄色軽石(As-YP, 新井, 1962, 町田・新井, 1992, 2003)の上部と通常考えられる成層火山灰(MK-13, 辻ほか, 2004など)に由来するのかも知れない。それが事実であれば、今回分析の対象となったTR-2(柱状試料)の堆積物の層位はAs-YPより上位となる。

TP-1の試料30付近あるいはそれより下位に降灰層準のある可能性が指摘されるテフラについては、その火山ガラスの特徴から、約2.8~3万年前に南九州の始良カルデラから噴出した始良Tn火山灰(AT, 町田・新井, 1976, 2003, 2011)の可能性もある。

今回、選択実施されたテフラ分析の項目は基本的な段階のもので、作業もルーティンに沿って実施されている。そこで、今後、さらに適切な分析項目と分析方法で、テフラ同定の確度の向上を図る必要がある。TR-2(柱状試料)の試料51に含まれる角閃石や斜方輝石、試料29および試料27に含まれる淡褐色のバブル型ガラスの屈折率特性の把握が必要である。また、TP-1においては、より下位の土層を観察し、無色透明のバブル型ガラスの降灰層準の把握、さらにはその屈折率測定の実施を行いたい。さらに、信頼度の高い電子線マイクロアナライザ(EPMA)を用いた火山ガラスなどの主成分分析も、高確度のテフラ同定に有効となる。

### 1-6 まとめ

広原湿原とその周辺において、地質調査、テフラ検出

分析, 火山ガラス比分析, 火山ガラスの屈折率測定を実施した。その結果, 広原湿原内の TP-2 で認められた泥炭層の最上部付近に, 古墳時代以降の浅間系テフラの降灰層準を認めることができた。そのほか, 確度はさほど高くないものの, 鬼界アカホヤ火山灰 (K-Ah, 7,300 年前) に由来する可能性のある火山ガラスも検出された。また, 考古遺物の層位確認のために広原湿原周辺で発掘された試掘坑のうち, TP-1 では, 最下部の試料などから始良 Tn 火山灰 (AT, 約 2.8 ~ 3 万年前) に由来する可能性のある火山ガラスが検出された。

広原湿原およびその周辺の堆積物の中には基盤を構成する凝灰岩に由来すると考えられる火山ガラスが非

常に多く含まれており, 通常の方法では高精度のテフラ同定が難しい状況にある。今後, 特徴的なテフラ粒子を顕微鏡下で採取して屈折率を測定したり, 信頼度の高い EPMA などを用いた主成分分析を実施するなど, 方法を工夫して同定精度を向上させる必要がある。

なお, 分析担当者は, 本プロジェクト実施前に樋口和雄氏 (長野県上田市) に広原湿原堆積物の存在とその重要性について教示いただいた。ここに記して御礼いたします。

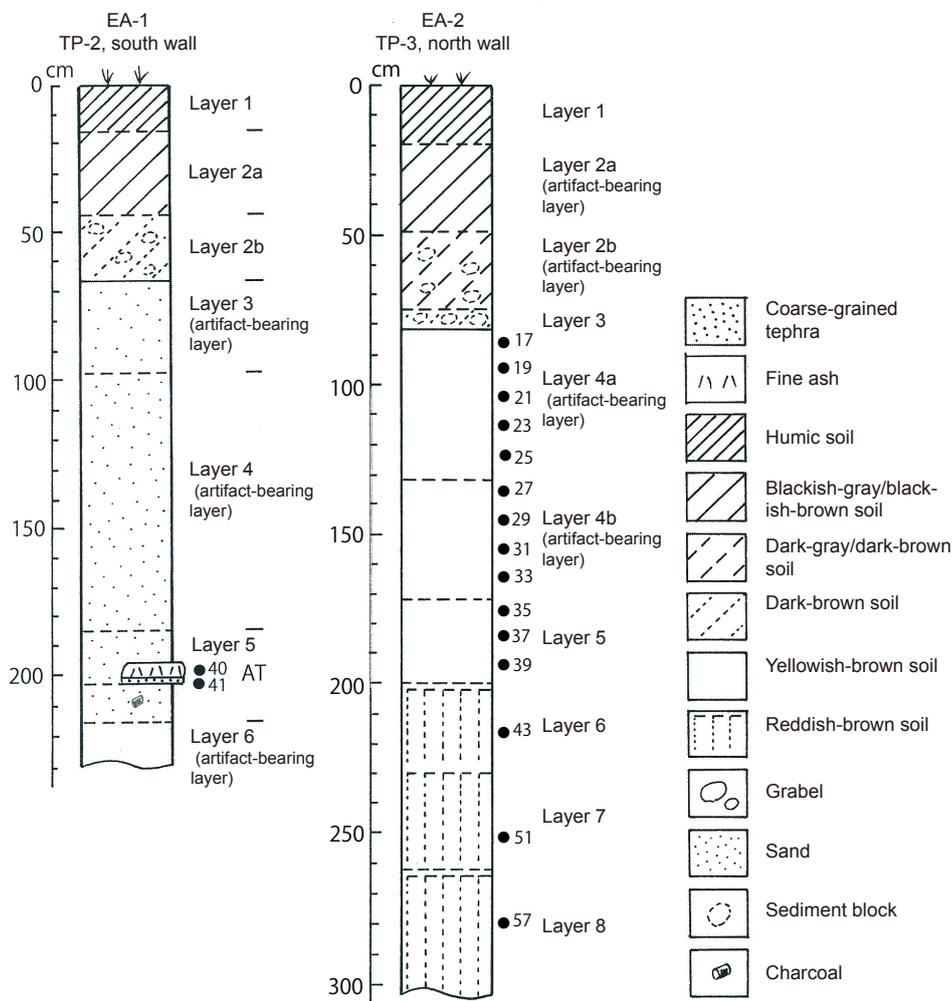


図 2.1 広原 I 遺跡 EA-1 南壁および広原 II 遺跡 EA-2 (TP-3) の土層柱状図

● : テフラ分析試料の層位, 数字 : テフラ分析の試料番号.

Fig. 2.1. Schematic columnar sections of the south wall of EA-1 (site I) and the north wall of TP-3 at EA-2 (site II), showing sample positions for tephra analysis

● : Sampling horizons for tephra analysis. Numerals show the sample numbers.

表 2.1 テフラ検出分析結果  
Table 2.1. Result of tephra detection analysis

Site	Sample	Pumice/scoria			Volcanic glass			Heavy minerals
		Quantity	Color	Max. diameter (mm)	Quantity	Form	Color	
EA-1	14				***	pm (fb, sp) >md	wh, cl, p-gr	(am, opx)
	16				***	pm (fb, sp) >md	wh, cl, p-gr	(opx, cpx, am)
	18				***	pm (fb, sp) >md	wh, cl, p-gr	(opx)
	20				***	pm (fb, sp) >md	wh, cl, p-gr	(opx)
	22				***	pm (fb, sp) >md	wh, cl, p-gr	(opx, cpx)
	24				***	pm (fb, sp) >md	wh, cl, p-gr	(opx, cpx, am)
	26				***	pm (fb, sp) >md	wh, cl, p-gr	(opx)
	28				***	pm (fb, sp) >md, bw	wh, cl, p-gr	(opx, cpx)
	30				***	pm (fb, sp) >md, bw	wh, cl, p-gr	(opx, cpx)
	32				***	pm (fb, sp) >md, bw	wh, cl, p-gr	(opx, cpx)
	34				***	pm (fb, sp) >bw, md	wh, cl, p-gr	(am, cpx)
	36				***	pm (fb, sp) >bw, md	wh, cl, p-gr	(opx)
	38				***	pm (fb, sp) >bw, md	wh, cl, p-gr	(opx, am)
	41				****	bw >pm (fb)	cl	(opx)
EA-2	17				***	pm (fb, sp) >md, bw	wh, cl, p-gr	(opx)
	19				***	pm (fb, sp) >md, bw	wh, cl, p-gr	(opx)
	21				***	pm (fb, sp) >md, bw	wh, cl, p-gr	(opx)
	23				***	bw, pm (fb, sp) >md	cl, wh, p-gr	(opx, cpx, bi)
	25				***	bw, pm (fb, sp) >md	cl, wh, p-gr	(opx, cpx)
	27				***	bw, pm (fb, sp) >md	cl, wh, p-gr	(opx, cpx)
	29				***	bw, pm (fb, sp) >md	cl, wh, p-gr	(opx, cpx)
	31				***	bw, pm (fb, sp) >md	cl, wh, p-gr	(opx, cpx, am)
	33				***	bw, pm (fb, sp) >md	cl, wh, p-gr	(opx, cpx, am)
	35				***	pm (fb, sp) >md, bw	wh, cl, p-gr	(opx, cpx, am)
	37				***	pm (fb, sp) >md, bw	wh, cl, p-gr	(opx, cpx, am)
	39				***	pm (fb, sp) >md	wh, cl, p-gr	(opx, cpx, am)
	43				***	pm (fb, sp) >md	wh, cl, p-gr	(opx, cpx, am)
	51				***	pm (fb, sp) >md	wh, cl, p-gr	(opx, cpx, am)
57				***	pm (fb, sp) >md	wh, cl, p-gr	(opx, cpx, am)	

\*\*\*\*: Abundant, \*\*\*: Many, \*\*: Middle, \*: Rare. bw: Bubble-wall type, pm: Pumiceous type, md: Intermediate type, fb: Fibrous, sp: Spongy. wh: White, cl: Colorless, p-gr: Pale gray. opx: Orthopyroxene. cpx: Clinopyroxene, am: Amphibole, bi: Biotite. ( ) of the heavy material means a small quantity.

## 2. 広原 I 遺跡 EA-1・広原 II 遺跡 EA-2 および 広原湿原 TR-2 トレンチのテフラ分析

### 2-1 はじめに

ここで報告する調査分析の対象は、広原 I 遺跡 EA-1 地点（島田ほか，2016：図 4.1-B, C）および広原 II 遺跡 EA-2 地点（島田ほか，2016：図 5.1-G）である。そのほかに、広原湿原で掘削されたトレンチ 2（TR-2）の東壁の柱状試料から特徴的なテフラ粒子が検出された試料 50・51 についてテフラ分析を実施した。分析としては、テフラ検出分析、火山ガラス比分析、火山ガラスの屈折率測定および電子線マイクロアナライザ（EPMA）による主成分分析を実施した。

### 2-2 土層層序

#### 2-2-1 広原 I 遺跡 EA-1 地点

EA-1 地点では（図 2.1），下位より黄褐色土（層厚 15 cm 以上，6 層），砂混じりで炭化物を含む黄褐色土（層厚 15 cm）成層した火山灰層（層厚 6 cm），砂混じり黄褐色土（層厚 11 cm，以上 5 層），橙褐色粒子（最大径 6 mm）を含む砂混じり褐色土（層厚 86 cm，4 層），砂混じり黄色土（層厚 29 cm，3 層），黄色土ブロック混じり灰褐色土（層厚 21 cm，2b 層），黒灰褐色土（層厚 28 cm，2a 層），黒色表土（層厚 16 cm，1 層）が認められた（図 2.1）。このうち，6 層，4 層，3 層から旧石器時代の遺物（石器）が検出されている。

#### 2-2-2 広原 II 遺跡 EA-2 地点

EA-2 地点では（図 2.1），下位より赤みを帯びた褐色土（層厚 41 cm，8 層），赤みを帯びた褐色土（層厚 34 cm，7 層），赤みを帯びた褐色土（層厚 28 cm，6 層）が認められ，その上面には軽微な浸食の痕跡がある（図 2.1）。その上位には，さらに下位より黄色土（層厚 28

表 2.2 火山ガラス比分析結果  
Table 2.2. Volcanic glass assemblage

Site	Sample	bw (cl)	bw (pb)	bw (br)	md	pm (sp)	pm (fb)	Light minerals	Heavy minerals	Others	Total
EA-1	14	0	0	0	106	1	105	25	4	9	250
	16	0	0	0	102	4	104	17	7	16	250
	18	1	0	0	103	4	112	18	4	8	250
	20	2	0	0	86	3	107	18	4	30	250
	22	2	0	0	94	3	119	12	1	19	250
	24	7	0	0	93	6	98	14	5	27	250
	26	13	0	0	101	2	107	11	2	14	250
	28	13	0	0	84	6	106	10	4	27	250
	30	11	0	0	98	3	112	10	4	12	250
	32	15	0	0	88	0	101	11	6	29	250
	34	19	0	0	90	3	97	11	5	25	250
	36	9	0	0	90	6	98	21	2	24	250
	38	25	0	0	89	4	93	10	7	22	250
41	192	0	0	4	0	51	0	1	2	250	
EA-2	17	39	0	0	55	5	37	47	24	43	250
	19	30	0	0	69	5	43	26	34	43	250
	21	38	0	0	55	6	31	34	36	50	250
	23	45	0	0	54	7	33	30	37	44	250
	25	64	0	0	43	7	30	36	24	46	250
	27	46	0	0	39	4	33	40	36	52	250
	29	39	0	0	46	6	34	41	28	56	250
	31	12	0	0	47	2	38	36	42	73	250
	33	1	0	0	37	5	46	28	42	91	250
	35	3	0	0	45	6	34	50	39	73	250
	37	3	0	0	48	8	42	43	24	82	250
	39	1	0	0	56	3	45	44	42	59	250
	43	0	0	0	47	2	16	52	69	64	250
	51	1	0	0	57	7	30	47	32	76	250
	57	1	0	0	44	5	28	56	43	73	250

bw: Bubble-wall type, md: Intermediate type, pm: Pumiceous type. cl: Colorless, pb: Pale brown, br: Brown. Sp: Spongy, fb: Fibrous. Numerals show the number of grains.

cm, 5層), 黄褐色土 (層厚 41 cm, 4b層), 黄色土 (層厚 51 cm, 4a層), 黄色土ブロック混じり灰褐色土 (層厚 5 cm, 3層), 黄色土ブロック混じり暗灰褐色土 (層厚 26 cm, 2b層), 黒灰褐色土 (最大層厚 29 cm, 2a層), やや色調が明るい黒色表土 (層厚 19 cm, 1層) が認められた。このうち, 発掘調査では, 4b層から 4a層中部にかけて旧石器時代の石器が検出されている。

## 2-3 テフラ検出分析

### 2-3-1 分析試料と分析方法

広原 I 遺跡 EA-1 地点および広原 II 遺跡 EA-2 地点において, 土層の層界にかからないよう基本的に厚さ 5 cm ごとに設定して採取された試料のうちの 29 試料を対象に, テフラ粒子の量や特徴を定性的に把握するテフラ検出分析を実施した。分析手順は以下の通りである。

- (1) 試料 10 g を秤量。
- (2) 超音波洗浄装置を用いていねいに泥分を除去。
- (3) 80°C で恒温乾燥。
- (4) 実体顕微鏡下で, テフラ粒子の量や色調などを観察。

### 2-3-2 分析結果

テフラ検出分析の結果を表 2.1 に示す。比較的粗粒の軽石やスコリアは検出されなかった。広原 I 遺跡 EA-1 地点では, 試料 41 に無色透明のバブル型や繊維束状の軽石型の火山ガラスがとくに多く含まれている。その上位では, 白色や無色透明の繊維束状やスポンジ状の軽石型ガラス, さらに無色透明や淡灰色の分厚い中間型が多く, 上方に向かってバブル型は減少する傾向が伺える。重鉱物としては, 試料 41 にごく少量の斜方輝石が認められる。それより上位でも重鉱物は非常に少なく, 顕著な濃集層準は認められない。その中では, 斜方輝石がほとんどの試料で認められ, ほかに単斜輝

石や角閃石もみられる。

広原Ⅱ遺跡 EA-2 地点でもすべての試料に火山ガラスが多く含まれている。試料 33 から試料 23 にかけては、無色透明のバブル型が顕著であるが、ほかの試料では、白色や無色透明の繊維束状やスポンジ状の軽石型、さらに無色透明や淡灰色の中間型が多い。重鉱物としては、試料 31 より下位で、少量ながら角閃石が連続的に認められる。

## 2-4 火山ガラス比分析

### 2-4-1 分析試料と分析方法

テフラ検出分析の対象となった広原Ⅰ遺跡 EA-1 地点および広原Ⅱ遺跡 EA-2 地点の 29 試料について、含まれる火山ガラスの形態色調別含有率などを明らかにする火山ガラス比分析を実施した。分析の手順は次の通りである。

(1) テフラ検出分析済みの試料について、分析篩により 1/4 ~ 1/8 mm および 1/8 ~ 1/16 mm の粒子を篩別。

(2) 偏光顕微鏡下で、1/4 ~ 1/8 mm の 250 粒子に含まれる火山ガラスの色調形態別含有率、軽鉱物や重鉱物の含有率を求める。

### 2-4-2 分析結果

広原Ⅰ遺跡 EA-1 地点と広原Ⅱ遺跡 EA-2 地点における火山ガラス比分析の結果をダイアグラムにして図 2.2 および図 2.3 に、それらの内訳を表 2.2 に示す。EA-1 地点の試料 41 には、火山ガラスがとくに高率で含まれている (98.8%)。含まれる火山ガラスは、含有率が高い順に無色透明のバブル型 (76.8%)、繊維束状軽石型 (20.4%)、中間型 (1.6%) である。

それより上位では、無色透明のバブル型ガラスの含有率は高くなく、さらに上方に向かって低下する。また、

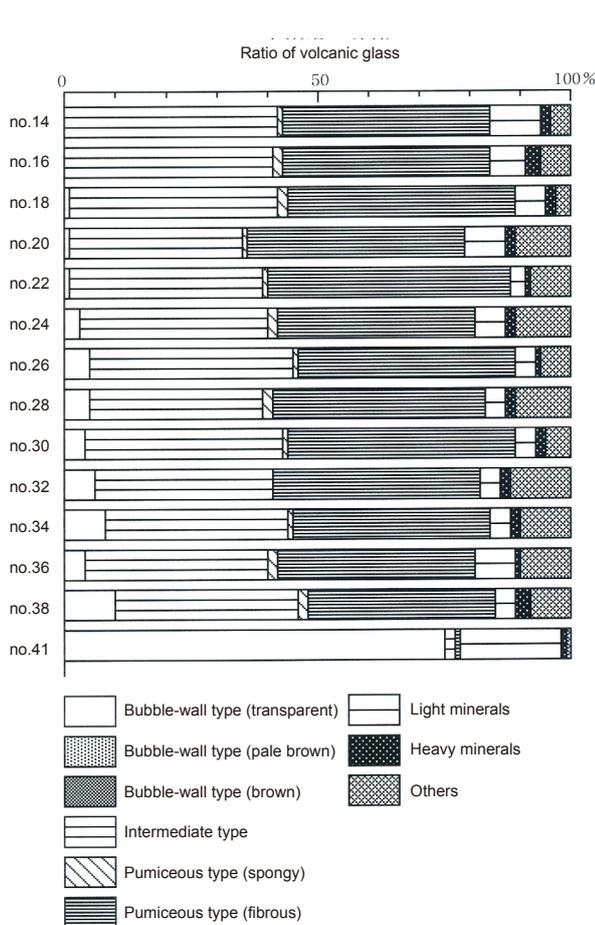


図 2.2 広原Ⅰ遺跡 EA-1 の火山ガラス比ダイアグラム  
Fig. 2.2. Diagram showing ratio of volcanic glass from EA-1 at the Hiroppara site I

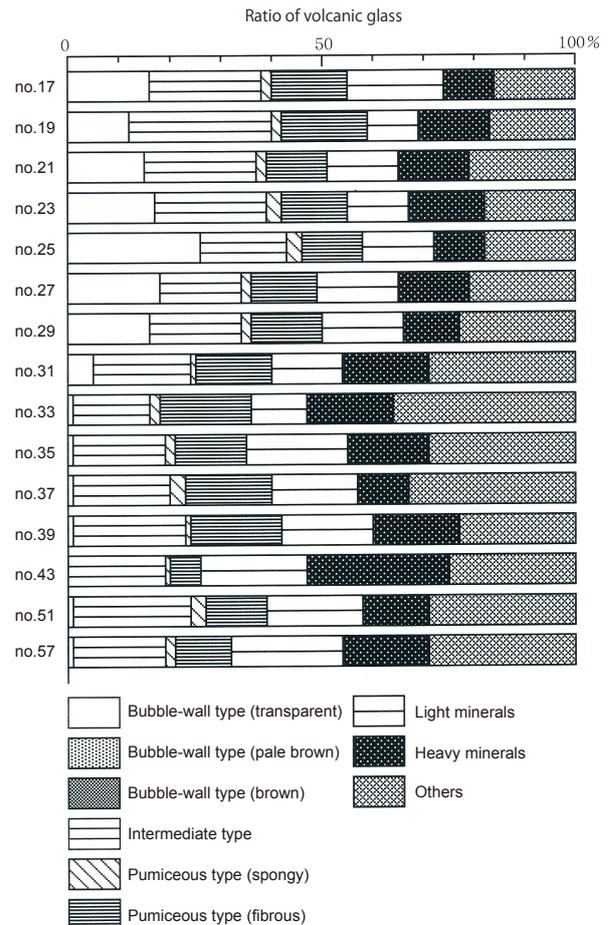


図 2.3 広原Ⅱ遺跡 EA-2 の火山ガラス比ダイアグラム  
Fig. 2.3. Diagram showing ratio of volcanic glass from EA-2 at the Hiroppara site II

表 2.3 屈折率測定結果

Table 2.3. Result of refractive-index measurement

Sample	Volcanic glass		Orthopyroxene		Amphibole		References
	Refractive index (n)	Number	Refractive index ( $\gamma$ )	Number	Refractive index ( $n_z$ )	Number	
Hiroppara I, EA-1, no.18	1.496-1.497	33					This study
Hiroppara I, EA-1, no.22	1.496-1.497	33					This study
Hiroppara I, EA-1, no.41	1.499-1.501	31					This study
Hiroppara I, EA-2, no. 25	1.497-1.501	30					This study
Hiroppara bog, TR-2, east wall, no.51	1.496-1.502	32	1.714-1.719	31	1.681-1.688	23	This study
Key tephtras in Nagano Pref. and western Gunma Pref. after the fall of AT							
浅間 A (As-A, A.D. 1783)	1.507-1.512		1.707-1.712				1)
浅間A' (As-A')	1.515-1.521		1.702-1.712				2)
浅間粕川 (As-Kk, A.D. 1128)	Unpublished		1.706-1.710				2)
浅間 B (As-B, 1108)	1.524-1.532		1.708-1.710				1)
榛名二ツ岳渋川 (Hr-FA, Initial A.D. 6C)	1.500-1.502		1.707-1.711		1.671-1.695		2)
	1.499-1.504						3)
浅間 C (As-C, Late A.D. 3C)	1.514-1.520		1.706-1.708				1)
天城カワゴ平 (Kg, ca. 3.1 ka)	1.493-1.503		1.704-1.709		1.669-1.685		1)
浅間 D (As-D)	1.513-1.516		1.706-1.708				1)
妙高大田切川 (My-Ot, ca. 4.5 ka)	1.497-1.499						1)
草津白根熊倉 (KS-Ku)	Unpublished		1.711-1.715				2)
浅間六合 (As-Kn)	Unpublished		1.706-1.708				2)
妙高赤倉 (My-A, ca. 7-7.2 ka)	1.496-1.498		1.713-1.717		1.679-1.695		1)
	1.497-1.501						4)
	1.506-1.513						1)
鬼界アカホヤ (K-Ah, ca. 7.3 ka)	1.506-1.513						1)
浅間藤岡 (As-Fo)	Unpublished		1.706-1.710				2)
浅間総社 (As-Sj)	1.501-1.518		1.706-1.711				3)
浅間草津 (As-K)	1.501-1.503		1.707-1.712				1)
浅間板鼻黄色 (As-YP, ca. 15-16.5 ka)	1.501-1.505		1.707-1.712				1)
浅間大窪沢2 (As-Ok2)	1.502-1.504		1.704-1.709				1)
浅間大窪沢1 (As-Ok1)	1.500-1.502		1.704-1.709				1)
浅間白糸 (As-Sr)	1.506-1.510		1.702-1.708		1.675-1.680		1)
浅間萩生 (As-Hg)	1.500-1.502		1.703-1.709				2)
浅間板鼻褐色 (群) (As-BP Group)	Upper 1.515-1.520		1.707-1.714				1)
	Middle 1.508-1.511		1.700-1.709				1)
	Lower 1.505-1.515		1.710-1.725				1)
始良Tn (AT, ca. 28-30 ka)	1.499-1.500						1)

1): Machida and Arai (1992, 2003), 2): Soda (1996), 3): Soda (unpublished), 4): Takemoto and Okumura (2012). This study and the reference 3) used the thermal immersion method (Danbara, 1993). 1) and 2) used the immersion method (Arai, 1972, 1993).

中間型と繊維束状の軽石型ガラスがそれぞれ 40% ずつを占め、さほど顕著な変化はみられない。

EA-2 地点では、試料 33 から試料 25 にかけて、無色透明のバブル型火山ガラスの含有率が増加し、試料 25 でその出現ピークが形成されている (25.6%)。一方、ほかの火山ガラスについては、1 試料おきの間隔で分析を実施した試料 39 より上位では、さほど大きな含有率の変化は認められない。鉱物の中では、試料 43 付近でやや重鉱物の含有率が高い傾向にある (27.6%)。

## 2-5 屈折率測定

### 2-5-1 測定方法

指標テフラとの同定精度を向上させるために、ガラス質テフラ層から採取された広原 I 遺跡 EA-1 地点の試料 41、さほど顕著ではないものの前後の試料と比較して中間型ガラスの含有率が高い EA-1 地点の試料 22 と試料 18、そして広原 II 遺跡 EA-2 地点の試料 25 に含まれる火山ガラス、さらに広原湿原内のトレンチ 2 (柱

状試料) の試料 51 に含まれる斜方輝石、角閃石 (以上、火山ガラス 3 試料、鉱物 2 試料) を対象に、温度変化型屈折率測定法 (壇原, 1993) により屈折率測定を実施した。測定の対象粒子は、火山ガラスについては 1/8-1/16 mm 粒径、鉱物については >1/4 mm のものを実体顕微鏡下でピックアップした後に軽く粉碎したものである。

### 2-5-2 測定結果

屈折率測定の結果を表 2.3 に示す。なお、2011 年度の分析の際に測定を実施した広原湿原内の TR-2 トレンチ (柱状試料) の試料 51 に含まれる火山ガラスの屈折率特性も併せて表に記載した。

広原 I 遺跡 EA-1 地点の試料 41 に含まれる火山ガラス (31 粒子) の屈折率 (n) の range は、1.499-1.501 である。試料 22 および試料 18 に含まれる火山ガラス (各 33 粒子) の屈折率 (n) は、1.496-1.497 である。EA-2 地点の試料 25 に含まれる火山ガラス (30 粒子) の屈折率 (n) の range は、1.497-1.501 である。

表 2.4-1 広原 I 遺跡 EA-1 のテフラ試料に含まれる火山ガラスの主成分組成分析結果  
Table 2.4-1. Major chemical composition of volcanic glass from EA-1 at the Hiroppara site I

Site	Sample		SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO*	MnO	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	SUM
EA-1	no.18	1	77.42	0.05	12.33	0.65	0.01	0.02	0.50	3.66	5.36	0.00	100.00
		2	76.98	0.11	12.29	0.61	0.19	0.01	0.53	3.89	5.38	0.02	100.00
		3	77.15	0.06	12.41	0.74	0.10	0.03	0.48	3.80	5.23	0.00	100.00
		4	77.56	0.12	12.39	0.58	0.12	0.03	0.49	3.56	5.10	0.04	100.00
		5	77.10	0.05	12.38	0.58	0.16	0.00	0.52	3.87	5.26	0.08	100.00
		6	76.29	0.12	13.17	0.60	0.14	0.01	0.55	3.78	5.30	0.05	100.00
		7	76.99	0.08	12.40	0.58	0.00	0.02	0.58	3.83	5.46	0.06	100.00
		8	77.57	0.06	12.56	0.55	0.01	0.01	0.48	3.58	5.13	0.04	100.00
		9	76.98	0.10	12.53	0.60	0.00	0.00	0.53	3.83	5.40	0.02	100.00
		10	77.29	0.07	12.19	0.60	0.00	0.03	0.55	3.80	5.47	0.00	100.00
		11	76.88	0.07	12.52	0.64	0.15	0.04	0.58	3.84	5.27	0.01	100.00
		12	77.86	0.03	11.78	0.68	0.12	0.00	0.51	3.75	5.26	0.00	100.00
Average			77.17	0.08	12.41	0.62	0.08	0.02	0.52	3.77	5.30	0.03	100.00

Values on anhydrous basis.

表 2.4-2 広原 I 遺跡 EA-1 のテフラ試料に含まれる火山ガラスの主成分組成分析結果  
Table 2.4-2. Major chemical composition of volcanic glass from EA-1 at the Hiroppara site I

Site	Sample		SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO*	MnO	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	SUM
EA-1	no.41	1	78.02	0.15	12.08	1.24	0.07	0.12	1.08	3.50	3.67	0.08	100.00
		2	78.26	0.15	12.02	0.93	0.03	0.12	1.06	3.60	3.82	0.01	100.00
		3	78.01	0.06	12.17	1.10	0.01	0.13	1.11	3.58	3.81	0.03	100.00
		4	77.83	0.18	12.32	1.08	0.00	0.12	1.12	3.54	3.79	0.02	100.00
		5	78.12	0.14	12.07	1.08	0.08	0.11	1.12	3.56	3.73	0.00	100.00
		6	78.29	0.07	11.87	1.12	0.04	0.11	1.13	3.57	3.81	0.00	100.00
		7	77.96	0.17	11.95	1.27	0.17	0.10	1.04	3.46	3.81	0.07	100.00
		8	78.25	0.12	11.83	1.06	0.00	0.08	1.14	3.55	3.86	0.12	100.00
		9	77.77	0.17	12.20	1.11	0.09	0.13	1.11	3.66	3.76	0.01	100.00
		10	77.99	0.12	12.22	1.13	0.10	0.09	1.15	3.85	3.34	0.00	100.00
		11	77.62	0.14	12.13	1.26	0.10	0.13	1.17	3.83	3.58	0.03	100.00
		12	78.38	0.16	11.91	1.21	0.05	0.10	1.12	3.27	3.75	0.07	100.00
		13	78.58	0.11	11.79	1.14	0.06	0.09	1.09	3.51	3.64	0.00	100.00
		14	78.13	0.08	11.94	1.27	0.05	0.09	1.09	3.54	3.75	0.07	100.00
		15	78.12	0.07	12.17	0.85	0.02	0.06	0.71	3.69	4.30	0.02	100.00
		16	78.18	0.07	11.94	1.11	0.02	0.08	1.21	3.69	3.70	0.02	100.00
		17	78.26	0.13	12.17	1.18	0.05	0.07	1.13	3.49	3.47	0.06	100.00
		18	78.60	0.08	12.11	1.06	0.00	0.08	1.11	3.31	3.64	0.02	100.00
		19	77.54	0.17	12.19	1.19	0.03	0.13	1.24	3.72	3.74	0.04	100.00
		20	78.34	0.14	11.92	1.13	0.05	0.10	1.10	3.50	3.72	0.00	100.00
		21	78.28	0.16	11.86	1.16	0.01	0.13	1.08	3.75	3.57	0.00	100.00
		22	78.01	0.13	12.06	1.11	0.10	0.11	1.18	3.43	3.82	0.05	100.00
		23	77.77	0.10	12.05	1.29	0.02	0.11	1.14	3.57	3.95	0.00	100.00
		24	78.34	0.12	11.98	1.38	0.03	0.13	1.12	3.43	3.43	0.04	100.00
		25	77.64	0.16	12.09	1.49	0.00	0.11	1.16	3.79	3.55	0.00	100.00
		26	77.94	0.15	11.92	1.16	0.07	0.10	1.13	3.53	3.97	0.04	100.00
		27	78.07	0.13	12.13	1.15	0.08	0.14	1.18	3.46	3.62	0.03	100.00
		28	78.47	0.14	11.89	1.13	0.00	0.14	1.11	3.43	3.63	0.06	100.00
		29	77.96	0.14	12.19	1.14	0.13	0.12	1.10	3.51	3.65	0.06	100.00
Average			78.09	0.13	12.04	1.12	0.06	0.10	1.08	3.58	3.76	0.03	100.00

Values on anhydrous basis.

一方、広原湿原内の TR-2 トレンチ (柱状試料) の試料 51 に含まれる斜方輝石 ( $\gamma$ ) と角閃石 ( $n_2$ ) の屈折率は、それぞれ 1.714-1.719 (31 粒子) と 1.681-1.688 (23 粒子) である。

## 2-6 火山ガラスの EPMA 分析

### 2-6-1 分析試料と分析方法

指標テフラとの同定精度をさらに向上させるため、広原 I 遺跡 EA-1 地点の試料 41 と試料 18、広原湿原内

の TR-2 トレンチ (柱状試料) の試料 51 および試料 50 に含まれる火山ガラスを対象に、電子線マイクロアナライザ (EPMA) により、火山ガラスの主成分組成を明らかにした。

分析に使用した分析機器は、山形大学理学部の日本電子 JXA8600MWDS 型 EPMA である。分析は、加速電圧 15kV、照射電流 0.01  $\mu$  A、ビーム径 10  $\mu$  m の条件で行った。また、補正には Oxide ZAF 法を用いた。分析対象は、広原 I 遺跡 EA-1 地点の試料 41 と試料 18

表 2.4-3 広原湿原 TR-2 テフラ試料に含まれる火山ガラスの主成分組成分析結果  
Table 2.4-3. Major chemical composition of volcanic glass from TR-2 in the Hiroppara bog

Site	Sample		SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO*	MnO	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	SUM
TR-2	no.50, 51	1	77.11	0.06	12.27	0.67	0.13	0.06	0.54	3.68	5.39	0.08	100.00
		2	77.26	0.06	12.25	0.58	0.10	0.00	0.50	3.60	5.62	0.02	100.00
		3	77.66	0.10	12.09	0.63	0.13	0.04	0.48	3.56	5.29	0.00	100.00
		4	77.62	0.05	12.40	0.51	0.15	0.04	0.56	3.77	4.87	0.02	100.00
		5	77.31	0.09	12.31	0.46	0.10	0.03	0.53	3.78	5.39	0.00	100.00
		6	77.50	0.08	12.41	0.61	0.06	0.03	0.56	3.50	5.25	0.00	100.00
		7	77.22	0.06	12.19	0.59	0.14	0.04	0.57	3.79	5.37	0.02	100.00
		8	77.00	0.14	12.29	0.62	0.11	0.04	0.55	3.68	5.53	0.05	100.00
		9	77.48	0.06	12.50	0.57	0.00	0.06	0.55	3.61	5.19	0.00	100.00
		10	77.03	0.10	12.26	0.64	0.06	0.04	0.53	3.85	5.48	0.00	100.00
		11	77.25	0.11	12.22	0.60	0.12	0.03	0.61	3.61	5.45	0.00	100.00
Average			77.31	0.08	12.29	0.59	0.10	0.04	0.54	3.68	5.35	0.02	100.00

Values on anhydrous basis.

表 2.5 広原遺跡群テフラ試料と指標テフラに含まれる火山ガラスの主成分組成の比較

Table 2.5. Comparison of major chemical composition of volcanic glass from the Hiroppara site group with those of key tephras

Site/sample	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO*	MnO	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	References
EA-1, no.18	77.17	0.08	12.41	0.62	0.08	0.02	0.52	3.77	5.30	0.03	This study
EA-1, no.41	78.09	0.13	12.04	1.12	0.06	0.10	1.08	3.58	3.76	0.03	This study
TR-2, no. 50, 51	77.31	0.08	12.29	0.59	0.10	0.04	0.54	3.68	5.35	0.02	This study
Key tephras											
Kg	78.03	0.20	12.46	1.21	0.12	0.27	1.51	3.65	2.54		1)
K-Ah	75.24	0.53	12.85	2.42	0.08	0.47	2.02	3.32	3.00		2)
My-A	77.50	0.07	12.70	1.00	0.05	0.05	0.66	3.30	4.63		3)
As-YPK	78.40	0.29	11.99	1.42	0.11	0.24	1.36	3.71	2.42		1)
As-YP	78.15	0.27	11.99	1.33	0.04	0.26	1.30	3.72	2.89		2)
AT	78.25	0.13	12.14	1.26	0.04	0.11	1.09	3.41	3.56	0.02	2)

Values on anhydrous basis. 1): Okumura (1988), 2): Yagi (unpublished), 3): Takemoto and Okumura (2012).

については 1/4-1/8 mm の火山ガラス、TR-2 トレンチ（柱状試料）の試料 51 および試料 50 については実体顕微鏡下でピックアップした >1/4 mm の火山ガラスである。

## 2-6-2 分析結果

分析結果を表 2.4 に、また指標テフラとの比較のために表 2.5 を作成した。なお、分析結果は無水に換算して表示している。

広原 I 遺跡 EA-1 地点試料 18（12 粒子）と、TR-2 トレンチ（柱状試料）の試料 51 および試料 50（11 粒子）に含まれる火山ガラスの主成分組成は非常に類似している。一方、EA-1 地点の試料 41 に含まれる火山ガラスは、ほかの 2 試料と比較して、より SiO<sub>2</sub> に富み（より珪長質）、TiO<sub>2</sub>、FeO\*、MgO、CaO が多い一方で、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、Na<sub>2</sub>O や K<sub>2</sub>O に乏しい傾向にある。

## 2-7 考察

### 2-7-1 テフラの降灰層準について

おもに発掘調査区を対象とした今回の調査分析でも、

前回の広原湿原内の堆積物と同じように、基盤の凝灰岩に由来すると思われる繊維束状軽石型や中間型の火山ガラスが多くの試料で大量に検出された。しかしながら、今回は、広原 I 遺跡 EA-1 地点の 5 層中にテフラの一次堆積層を認めることができた。このテフラ層は、無色透明の細粒のバブル型ガラスに富むこと、火山ガラスの屈折率特性および主成分組成から、約 2.8～3 万年前に南九州の始良カルデラから噴出した始良 Tn 火山灰（AT、町田・新井、1976、2003、2011）に同定される。

同じ地点の試料 22（4 層上部）や試料 18（3 層下部）には、中間型ガラスで特徴づけられる浅間火山起源のテフラ（新井、1962；荒牧、1968；早田、1996 など）の混在が期待されたが、今回の分析測定では明確にできなかった。

広原 II 遺跡 EA-2 地点では、4a 層下部（試料 25）に AT の降灰層準を示唆する無色透明のバブル型ガラスの出現ピーク（試料 25）を検出できた。実際、この層準に含まれる火山ガラスの屈折率特性も、AT のそれと矛

盾しない。ただ、その下位の4b層にATに由来すると考えられる火山ガラスが含まれていることから、4b層も最終的にはAT降灰後に形成された土層と推定される。

一方、2011年度の分析で、鉍物の組み合わせ、火山ガラスの形態色調や屈折率測定、さらに重鉍物の組み合わせから、約7,000～7,300年前に妙高火山から噴出した妙高赤倉テフラ(My-A, 早津・新井, 1980; 早津, 1985, 1992; 町田・新井, 2003)の混在の可能性が指摘されたTR-2トレンチ(柱状試料)の試料51に含まれるテフラ粒子については、今回明らかになった斜方輝石と角閃石の屈折率特性で、さらに同定の可能性が高まった。今回得られた火山ガラスの屈折率特性と比較して、TR-2トレンチ(柱状試料)の試料51にわずかながら高めの値をもつ火山ガラスが存在していることもこの推定を支持している。

ただし、試料51と試料50に含まれる火山ガラスのEPMA分析では、その粒子を分析対象にできなかったように思われる。確実にデータを得るために、比較的粗く発泡した軽石型ガラスを選択したことによるのかも知れない。

しかしながら、今回の分析で、風成堆積物の異なる層準ならびに、湿原堆積物から、火山ガラスの屈折率特性や主成分組成が非常に似たテフラ粒子が大量に検出されたことは、基本的に広原湿原とその周辺の堆積物中に、基本的に起源を同じくする粒子が大量に存在していることを示唆している。

### 2-7-2 石器の層位

広原I遺跡EA-1地点における発掘調査で6層から検出された石器の層位は、ATより下位にある。一方、4層および3層から検出された石器の層位はATより上位である。また、EA-2地点において4b層から4a層下半部にかけて検出された石器(4層石器群)の多くの検出層位は、テフラ粒子の最濃集層準を降灰層準とすると、ATの推定降灰層準が4a層最下部付近にあると考えられることから、ATの下位からATの降灰層準付近にかけて、と推定できる。

### 2-8 まとめ

広原湿原とその周辺の発掘調査区において、地質調査、テフラ検出分析、火山ガラス比分析、火山ガラスの屈

折率測定、EPMAによる火山ガラスの主成分分析を実施した結果、広原I遺跡EA-1地点の5層中に後期旧石器時代の広域テフラである始良Tn火山灰(AT, 約2.8～3万年前)を検出することができた。また、広原II遺跡EA-2地点でも、4a層下部にATの降灰層準を示唆する無色透明のバブル型ガラスの出現ピークを検出できた。この結果、広原I遺跡EA-1地点の6層の石器はATより下位、一方4層および3層から検出された石器はATより上位に層位があることが明らかになった。また、広原II遺跡EA-2地点において、4b層から4a層下半部にかけて検出された石器の多くは、ATの下位からAT降灰層準付近にかけて位置付けられると判断した。

### 3. 広原I遺跡TP-2深掘区西壁、 広原湿原HB-1Aコアおよび 広原II遺跡HB-3コアのテフラ分析

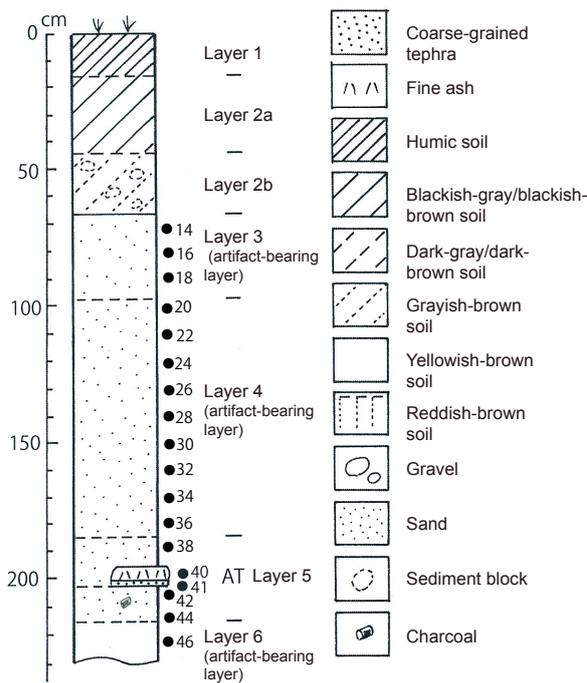


図3.1 広原I遺跡EA-1の土層柱状図とテフラ試料層準  
●：テフラ分析試料の層位。数字：テフラ分析の試料番号。  
Fig. 3.1. Schematic columnar section of EA-1, at the Hiroppra site I  
●：Sampling horizons for tephra analysis. Numerals show the sample numbers.

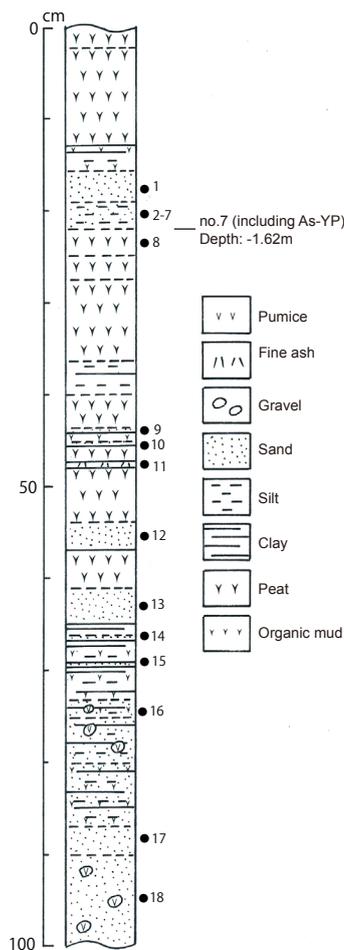


図 3.2 広原湿原 HB-1A コア第 3 セクションの地質柱状図  
 ● : テフラ分析試料の層位. 数字 : テフラ分析試料の番号.  
 Fig. 3.2. Schematic columnar section of HB-1A core, Section 3 in the Hiroppara bog  
 ● : Sampling horizons for tephra analysis. Numerals show the sample numbers.

### 3-1 はじめに

広原湿原とその周辺域における発掘調査の際に層位や形成年代が不明な泥炭層や風成堆積物が検出されたことから、地質調査を行ってテフラ層の有無を確認するとともに、高頻度での試料採取を行った。また、室内でボーリング・コアの観察をするるとともに試料採取を実施した。さらに、テフラ検出分析、火山ガラス比分析、火山ガラスの屈折率測定、電子線マイクロアナライザ (EPMA) による火山ガラスの主成分分析を実施して、堆積物の層序さらに考古遺物の層位や年代に関係する資料を収集することになった。

ここで報告する調査分析の対象は、広原 I 遺跡 TP-2 深掘区西壁 (図 3.1, 島田ほか, 2016 : 図 4.1-C), 広原湿原の HB-1A コア (図 3.2, 公文, 2016) の第 3 セクション<sup>1)</sup>, そしておよび広原 II 遺跡 EA-2 に隣接する HB-3 コア (公文, 2016) の第 3 セクションである。

### 3-2 テフラ検出分析・火山ガラス比分析

#### 3-2-1 分析試料と分析方法

TP-2 深掘区西壁で採取された試料のうち、分析が実施されていなかった 3 試料と、HB-1A コア第 3 セクションでテフラやテフラの降灰層準の可能性のある 18 試料の合計 21 試料について、テフラ粒子の量や特徴を定性的に把握するテフラ検出分析を実施した。併せて、火

表 3.1 テフラ検出分析結果

Table 3.1. Result of tephra detection analysis

Site	Sample	Pumice/scoria			Volcanic glass			Heavy minerals	Depth of samples
		Quantity	Color	Max. diameter (mm)	Quantity	Form	Color		
TP-2, west wall of the deep excavation grid	42				**	pm (fb, sp), md, bw	wh, cl, p-gr	(opx)	
	44				*	pm (fb, sp) >md, bw	wh, cl, p-gr	(opx)	
	46				*	pm (fb, sp) >md, bw	wh, cl, p-gr	(opx, cpx)	
HB-1A core, Section 3	1				***	pm (fb, sp) >md, bw	wh, cl, p-gr	(am, opx)	-1.42~-1.45 m
	2				***	pm (fb, sp) >md, bw	wh, cl, p-gr	(am)	-1.45~-1.48 m
	3				**	pm (fb, sp) >md, bw	wh, cl, p-gr	(am)	-1.48~-1.51 m
	4							(am, opx)	-1.51~-1.54 m
	5							(am)	-1.54~-1.56 m
	6				*	bw, pm (fb, sp), md	cl, wh, p-gr	(opx)	-1.56~-1.59 m
	7				**	md, pm (fb, sp), bw	cl, wh, p-gr	(opx)	-1.59~-1.62 m
	8				***	md, pm (fb, sp), bw	cl, wh, p-gr	(opx)	-1.62~-1.70 m
	9				***	pm (fb, sp), md	cl, wh, p-gr	(am)	-1.735~-1.74 m
	10	**	wh	2.9	***	pm (fb, sp), md	cl, wh, p-gr		-1.75~-1.755 m
	11				**	pm (fb, sp), md	cl, wh, p-gr		-1.77~-1.775 m
	12				**	pm (fb, sp), md	cl, wh, p-gr	(bi)	-1.845~-1.965 m
	13	**	wh	2.6	***	pm (fb, sp), md	wh, cl, p-gr	(bi)	-2.005~-2.045 m
	14	**	wh	4.0	***	pm (fb, sp), md	wh, cl, p-gr		-2.055~-2.06 m
	15	*	wh	3.0	***	pm (fb, sp), md	wh, cl, p-gr		-2.085~-2.09 m
16	***	wh	6.3	**	pm (fb, sp), md	wh, cl, p-gr		-2.125~-2.145 m	
17	**	wh	3.2	***	pm (fb, sp), md	wh, cl, p-gr		-2.265~-2.295 m	
18	***	wh	8.7	***	pm (fb, sp), md	wh, cl, p-gr	(bi)	-2.295~-2.345 m	

\*\*\*\*: Abundant, \*\*\*: Many, \*\*: Middle, \*: Rare. Bw: Bubble-wall type, pm: Pumiceous type, md: Intermediate type. wh: White, cl: Colorless, p-gr: Pale gray. opx: Orthopyroxene, cpx: Clinopyroxene, am: Amphibole, bi: Biotite. ( ) of the heavy material means a small quantity.

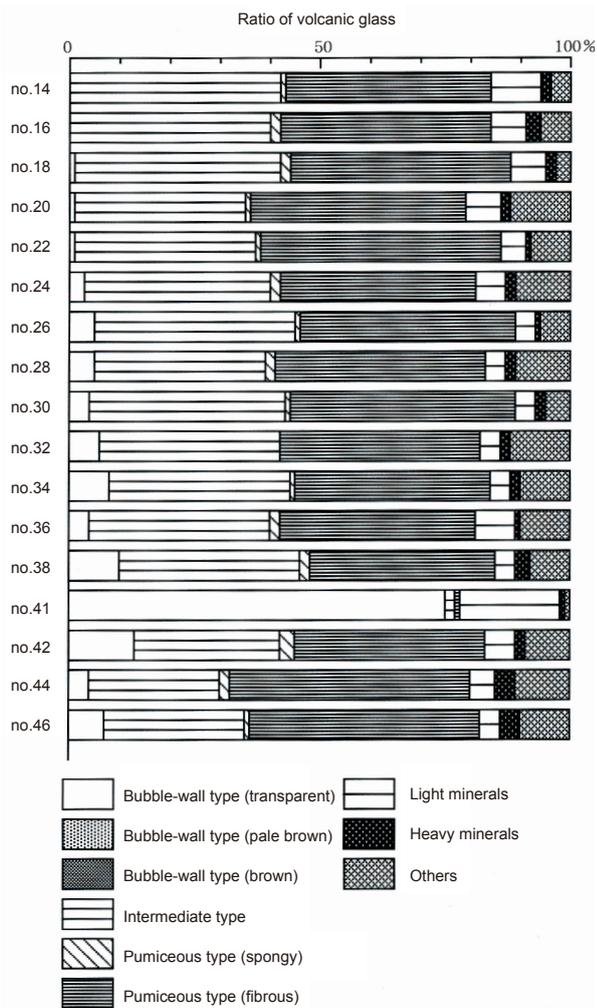


図 3.3 広原I 遺跡 TP-2 の火山ガラス比ダイアグラム  
Fig. 3.3. Diagram showing ratio of volcanic glass from TP-2 at the Hiroppara site I

山ガラスの形態色調別の含有率などを求める火山ガラス比分析も行った。分析手順は次の通りである。

- (1) 試料 10 g を秤量。
- (2) 超音波洗浄装置を用いながら、いねいに泥分を除去。
- (3) 80°C で恒温乾燥。
- (4) 実体顕微鏡下で、テフラ粒子の量や色調などを観察（以上、テフラ検出分析）。
- (5) テフラ検出分析済みの試料について、分析篩により 1/4 ~ 1/8 mm および 1/8 ~ 1/16 mm の粒子を篩別。
- (6) 偏光顕微鏡下で、1/4 ~ 1/8 mm の 250 粒子に含まれる火山ガラスの色調形態別含有率、軽鉱物や

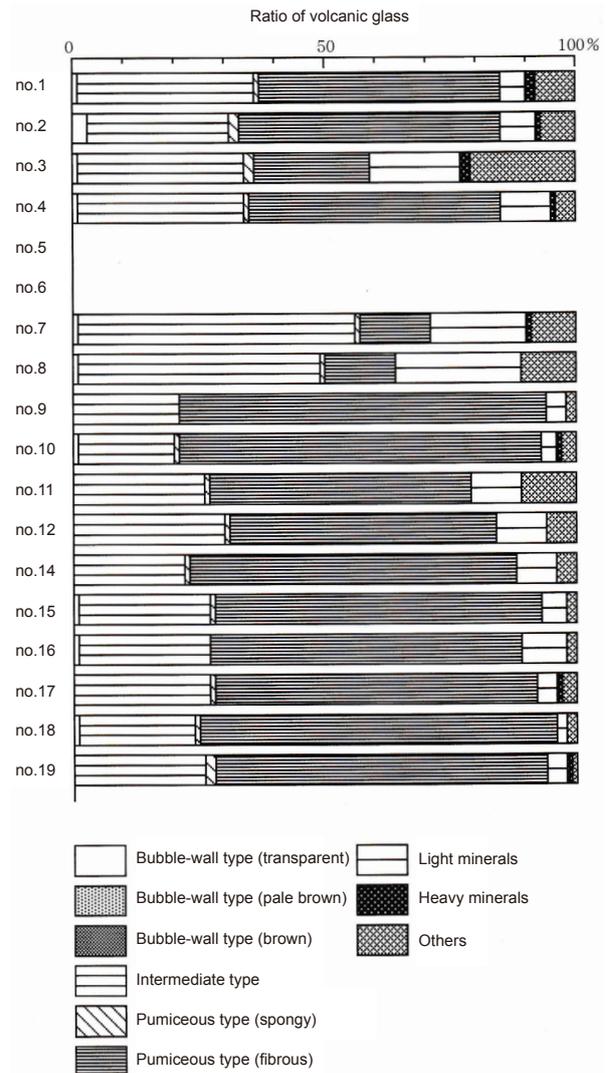


図 3.4 HB-1A コア、第 3 セクションの火山ガラス比ダイアグラム  
Fig. 3.4. Diagram showing ratio of volcanic glass from HB-1A core, Section 3

重鉱物の含有率を求める（火山ガラス比分析）。

### 3-2-2 分析結果

テフラ検出分析の結果を表 3.1 に示す。いずれの試料からも軽石や火山ガラスが検出された。

TP-2 深掘区西壁と HB-1A コア、第 3 セクションのテフラ試料を対象とした火山ガラス比分析の結果をダイアグラムにして図 3.3 および図 3.4 に、またその内訳を表 3.2 に示す。今回分析の対象となった TP-2 南壁深掘区西壁の 3 試料には、無色透明のバブル型ガラスはさほど多く含まれておらず、上位の試料 41 で認められた無色透明のバブル型ガラスの出現ピークをより鮮明にすることになった。HB-1A コア第 3 セクションについては、試料 8 (-1.62 ~ -1.70 m) および試料

表 3.2 火山ガラス比分析結果  
Table 3.2. Volcanic glass assemblage

Site	Sample	bw (cl)	bw (pb)	bw (br)	md	pm (sp)	pm (fb)	Light minerals	Heavy minerals	Others	Total	Depth of samples
TP-2, west wall of the deep excavation grid	42	32	0	0	73	8	95	16	4	22	250	
	44	9	0	0	65	6	121	13	9	27	250	
	46	18	0	0	71	3	115	10	9	24	250	
HB-1A core, Section 3	1	2	0	0	88	2	121	12	4	21	250	-1.42~-1.45 m
	2	7	0	0	70	4	129	17	1	22	250	-1.45~-1.48 m
	3	1	0	0	82	5	57	46	6	53	250	-1.48~-1.51 m
	4	3	0	0	82	3	124	26	1	11	250	-1.51~-1.54 m
	5	*										-1.54~-1.56 m
	6	*										-1.56~-1.59 m
	7	2	0	0	137	2	35	48	2	24	250	-1.59~-1.62 m
	8	1	0	0	120	1	35	63	0	30	250	-1.62~-1.70 m
	9	0	0	0	52	0	183	11	0	4	250	-1.735~-1.74 m
	10	1	0	0	47	3	182	8	1	8	250	-1.75~-1.755 m
	11	0	0	0	65	2	129	24	0	30	250	-1.77~-1.775 m
	12	0	0	0	74	2	132	26	0	16	250	-1.845~-1.965 m
	13	0	0	0	64	2	175	3	1	5	250	-2.005~-2.045 m
	14	0	0	0	55	1	163	21	0	10	250	-2.055~-2.06 m
	15	1	0	0	64	2	164	13	0	6	250	-2.085~-2.09 m
	16	1	0	0	65	0	158	22	0	4	250	-2.125~-2.145 m
	17	0	0	0	67	1	163	10	1	8	250	-2.265~-2.295 m
	18	1	0	0	57	3	180	5	0	4	250	-2.295~-2.345 m

bw: Bubble-wall type, md: Intermediate type, pm: Pumiceous type. cl: Colorless, pb: Pale brown, br: Brown. sp: Spongy, fb: Fibrous. Numerals show the number of grains. \*: Samples not counted by 250 grains because of their minuteness.

表 3.3 屈折率測定結果  
Table 3.3. Result of refractive-index measurement

Sample	Volcanic glass		Orthopyroxene		Amphibole		References
	Refractive index (n)	Number	Refractive index (γ)	Number	Refractive index (n <sub>2</sub> )	Number	
HB-1A core, Section 2, 42~44 cm (F. Kumon)	1.497-1.502	(1.497-1.500, 1.502)	31	(29, 2)			This study
HB-1A core, Section 3, 15~17cm (F. Kumon)	1.497-1.499		30				This study
HB-1A core, Section 3, sample no.3 (-1.48~-1.51 m)	1.497-1.500		30				This study
HB-1A core, Section 3, sample no.7 (-1.59~-1.62 m)	1.497-1.504		37				This study
HB-1A core, section 3, sample no.18 (-2.295~-2.345 m)	1.497-1.498		34				This study
HB-3 core, Section 3, ~50 cm (F. Kumon)	1.497-1.498		32				This study
Other tephra discovered from Hiroppara							
Hiroppara bog, TR-2, east wall, no.51	1.496-1.502		1.714-1.719	31	1.681-1.688	23	This study, My-A?
Hiroppara I, TP-2, no.18	1.496-1.497						This study
Hiroppara I, TP-2, no.22	1.496-1.497						This study
Hiroppara I, TP-2, no.41	1.499-1.501						This study, AT
Key tephra in Nagano Pref. and western Gunma Pref. since the fall of AT							
天城カワゴ平 (Kg, ca. 3.1 ka)	1.493-1.503		1.704-1.709		1.669-1.685		1)
浅間D (As-D)	1.513-1.516		1.706-1.708				1)
妙高太田切川 (My-Ot, ca. 4.5 ka)	1.497-1.499						1)
草津白根熊倉 (KS-Ku)	unpublished		1.711-1.715				2)
浅間六合 (As-Kn)	unpublished		1.706-1.708				2)
妙高赤倉 (My-A, ca. 7-7.2 ka)	1.496-1.498		1.713-1.717		1.679-1.695		1)
	1.497-1.501						4)
鬼界アカホヤ (K-Ah, ca. 7.3 ka)	1.506-1.513						1)
浅間藤岡 (As-Fo)	unpublished		1.706-1.710				2)
浅間総社 (As-Sj)	1.501-1.518		1.706-1.711				3)
浅間草津 (As-K)	1.501-1.503		1.707-1.712				1)
浅間板鼻黄色 (As-YP, ca. 15~16.5 ka)	1.501-1.505		1.707-1.712				1)
浅間大窪沢2 (As-Ok2)	1.502-1.504		1.704-1.709				1)
浅間大窪沢1 (As-Ok1)	1.500-1.502		1.704-1.709				1)
浅間白糸 (As-Sr)	1.506-1.510		1.702-1.708		1.675-1.680		1)
浅間秋生 (As-Hg)	1.500-1.502		1.703-1.709				2)
浅間板鼻褐色 (群) (As-BP Group)	Upper	1.515-1.520	1.707-1.714				1)
	Middle	1.508-1.511	1.700-1.709				1)
	Lower	1.505-1.515	1.710-1.725				1)
始良Tn (AT, ca. 28~30 ka)	1.499-1.500						1)

1): Machida and Arai (1992, 2003), 2): Soda (1996), 3): Soda (unpublished), 4): Takemoto and Okumura (2012). This study and 3) used the thermal immersion method (Danbara, 1993). 1) and 2) used the immersion method (Arai, 1972, 1993).

7 (-1.59 ~ -1.62 m) で分厚い中間型の火山ガラスの出現ピーク (48.0 ~ 54.8%) が認められた。これらの試料では、斜方輝石がやや目立つ傾向にある。なお、HB-1A の第3セクションの上面は「標準層序」(公文, 2016) の深度約 120 cm に対応する。

### 3-3 屈折率測定

#### 3-3-1 測定試料と測定方法

テフラ検出分析と火山ガラス比分析によって指標テフラの降灰層準の可能性が考えられた4試料と先に採取されていたHB-1A コア第3セクションの深度42 ~ 44 cm の試料と第3セクションの深度15 ~ 17 cm の

表 3.4-1 広原湿原テフラ試料に含まれる火山ガラスの主成分組成分析結果

Table 3.4-1. Major chemical composition of volcanic glass from HB-1A core in the Hiroppara bog

Site	Sample		SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO*	MnO	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	SUM
HB-1A core, Depth 42-44 cm Section 2 (sampled by Kumon)	1		77.71	0.08	11.97	0.64	0.00	0.06	0.46	3.67	5.34	0.05	100.00
	2		78.00	0.08	12.02	0.55	0.05	0.10	0.50	3.45	5.19	0.07	100.00
	3		77.61	0.15	12.13	0.65	0.08	0.05	0.50	3.62	5.21	0.00	100.00
	4		78.55	0.11	11.97	0.52	0.00	0.02	0.45	3.46	4.91	0.02	100.00
	5		78.05	0.06	12.11	0.47	0.03	0.06	0.43	3.46	5.34	0.00	100.00
	6		77.98	0.05	12.00	0.71	0.16	0.02	0.48	3.57	4.96	0.07	100.00
	7		77.79	0.15	12.07	0.66	0.10	0.04	0.49	3.63	4.99	0.08	100.00
	8		78.67	0.11	12.55	0.55	0.10	0.00	0.57	3.37	4.08	0.01	100.00
	9		77.23	0.02	12.37	0.57	0.04	0.00	0.56	3.74	5.43	0.05	100.00
	10		76.96	0.09	12.53	0.60	0.10	0.03	0.57	3.67	5.42	0.03	100.00
	11		77.25	0.08	12.36	0.66	0.00	0.02	0.57	3.57	5.49	0.00	100.00
Average			77.80	0.09	12.19	0.60	0.06	0.04	0.51	3.56	5.12	0.03	100.00

Values on anhydrous basis.

表 3.4-2 広原湿原テフラ試料に含まれる火山ガラスの主成分組成分析結果

Table 3.4-2. Major chemical composition of volcanic glass from HB-1A core in the Hiroppara bog

Site	Sample		SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO*	MnO	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	SUM
HB-1A core, Depth 15-17 cm Section 3 (sampled by Kumon)	1		78.34	0.07	11.70	0.71	0.14	0.02	0.48	3.35	5.15	0.03	100.00
	2		78.30	0.03	11.98	0.66	0.10	0.00	0.45	3.68	4.79	0.01	100.00
	3		78.13	0.09	11.94	0.65	0.14	0.00	0.46	3.55	5.03	0.00	100.00
	4		77.97	0.12	12.20	0.61	0.10	0.01	0.44	3.41	5.14	0.00	100.00
	5		78.03	0.06	12.16	0.63	0.08	0.04	0.48	3.18	5.34	0.00	100.00
	6		77.58	0.10	12.19	0.77	0.00	0.00	0.42	3.62	5.28	0.03	100.00
	7		77.88	0.06	12.16	0.56	0.12	0.00	0.47	3.63	5.07	0.05	100.00
	8		77.98	0.06	12.08	0.53	0.09	0.01	0.43	3.65	5.17	0.00	100.00
	9		77.84	0.10	12.21	0.64	0.12	0.03	0.55	3.63	4.87	0.00	100.00
	10		77.87	0.14	11.99	0.62	0.09	0.03	0.48	3.41	5.37	0.00	100.00
Average			77.99	0.08	12.06	0.64	0.10	0.01	0.47	3.51	5.12	0.01	100.00

Values on anhydrous basis.

試料 (HB-1A コア, 第3セクションの試料1に相当), さらに HB-3 コアの第3セクションの深度 250 cm 付近から採取された軽石様試料 (実際には火山灰の塊) について, 含まれる火山ガラスを対象に, 温度変化型屈折率測定法 (壇原, 1993) により屈折率測定を実施した. 測定の対象とした火山ガラスの粒径は, 1/8 ~ 1/16 mm である.

### 3-3-2 測定結果

屈折率測定の結果を表 3.3 に示す. 多くは屈折率(n) が 1.497-1.502 の範囲にあり, 相対的に下位にある試料の屈折率が低い傾向がある. HB-1A コア, 第3セクションの試料 7 に含まれる火山ガラスの屈折率 (n) は 1.497-1.504 で, より高い屈折率特性をもつ火山ガラスが混在していると推定される. なお, HB-1A コア第2セクションの深度 42 ~ 44 cm, 同コア第3セクションの深度 15 ~ 17cm および同コア第3セクションの試料 1 は, 後に同一の火山灰質シルト層と判断されている (公文, 2016).

HB-3 コア第3セクションの深度 50 cm 付近から採取された軽石様試料 (実際には火山灰の塊) に含まれ

る火山ガラス (32 粒子) の屈折率 (n) は 1.497-1.498 と低い.

## 3-4 火山ガラスの EPMA 分析

### 3-4-1 分析試料と分析方法

As-YP テフラの可能性が考えられ, すでに採取されていた HB-1A コア, 第2セクション深度 42 ~ 44cm および第3セクションの深度 42 ~ 44cm の試料の詳細を明らかにするために, 試料に含まれる電子線マイクロアナライザ (EPMA) を用いて, 火山ガラスの主成分組成を明らかにした. 分析に使用した分析機器は, 山形大学理学部の日本電子 JXA8600MWDS 型 EPMA である. 加速電圧 15kV, 照射電流 0.01 μA, ビーム径 10 μm の条件で行った. また, 補正には Oxide ZAF 法を用いた. 分析対象は, 1/4-1/8 mm の火山ガラスで, 実体顕微鏡下で手選したものである.

### 3-4-2 分析結果

分析結果を表 3.4 に, また指標テフラとの比較を表 3.5 に示す. 今回の分析試料は, いずれも TiO<sub>2</sub>, FeO\*, MgO, CaO にやや乏しく, K<sub>2</sub>O を多く含む傾向にある.

表 3.5 広原湿原テフラ試料と指標テフラに含まれる火山ガラスの主成分組成

Table 3.5. Comparison of major chemical composition of volcanic glass from the Hiroppara bog with those of key tephras

Site/sample	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO*	MnO	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	References
HB-1A core, Section 2, 42-44 cm (sampled by Kumon)	77.80	0.09	12.09	0.60	0.06	0.04	0.51	3.56	5.12	0.03	This study
HB-1A core, Section 3, 1-17 cm (sampled by Kumon)	77.99	0.08	12.06	0.64	0.10	0.01	0.47	3.51	5.12	0.01	This study
Other samples from Hiroppara											
TP-2 (EA-1), no.18	77.17	0.08	12.41	0.62	0.08	0.02	0.52	3.77	5.30	0.03	
TP-2 (EA-1), no.41	78.09	0.13	12.04	1.12	0.06	0.10	1.08	3.58	3.76	0.03	AT
TR-2, east wall, no.50, 51	77.31	0.08	12.29	0.59	0.10	0.04	0.54	3.68	5.35	0.02	
Key tephras											
Kg	78.03	0.20	12.46	1.21	0.12	0.27	1.51	3.65	2.54		1)
K-Ah	75.24	0.53	12.85	2.42	0.08	0.47	2.02	3.32	3.00		2)
My-A	77.50	0.07	12.70	1.00	0.05	0.05	0.66	3.30	4.63		3)
As-YPk	78.40	0.29	11.99	1.42	0.11	0.24	1.36	3.71	2.42		1)
As-YP	78.15	0.27	11.99	1.33	0.04	0.26	1.30	3.72	2.89		2)
AT	78.25	0.13	12.14	1.26	0.04	0.11	1.09	3.41	3.56	0.02	2)

Values on anhydrous basis. 1): Okumura (1988), 2): Yagi (unpublished), 3): Takemoto and Okumura (2012).

この傾向は、前回実施した AT をのぞく試料と共通する。

### 3-5 考察

後期旧石器時代の第一級の広域テフラである始良 Tn 火山灰 (AT, 町田・新井, 1976, 2003, 2011) は、約 2.8 ~ 3 万年前に南九州の始良カルデラから噴出したもので、広原 I 遺跡 EA-1 の TP-1 セクションの深度 200 cm 付近に確認された。今回、その上下の層準における追加試料を分析した結果、先に報告された AT 降灰層準ほどの無色透明バブル型ガラスは検出されず、前回の調査分析で AT の降灰層準とした判断を迫認することができた。また、HB-1A コアの第 2, 第 3 セクションのテフラ分析の結果、テフラの可能性が考えられた試料について下記の所見が得られた。

#### 3-5-1 HB-1A 第 2 セクション 深度 42 ~ 44 cm 試料

試料の層相と採取層準から、約 1.5 ~ 1.65 万年前に浅間火山から噴出した浅間板鼻黄色軽石 (As-YP, 新井, 1962; 町田・新井, 1992, 2003, 2011)<sup>2)</sup> の可能性が指摘されていた。実際、ごくわずかながら As-YP の屈折率特性に一致する火山ガラスが検出されたものの、屈折率がより低い火山ガラスが多く、主成分も下位のテフラと共通する。このことから、この試料に As-YP 由来の火山ガラスが含まれる可能性はあるものの、その場合でも二次的に混入している可能性が高いと判断される。

#### 3-5-2 HB-1A 第 3 セクション 深度 15 ~ 17 cm 試料

試料に含まれる火山ガラスは、屈折率特性および主成分組成から、より下位の火砕流堆積

物などに由来する可能性が高いと判断される。

#### 3-5-3 HB-1A 第 3 セクション 試料 3

試料に含まれる火山ガラスには、白色のスポンジ状軽石型ガラスが少量ながら認められ、角閃石も比較的多い。さらに火山ガラスの屈折率特性を合わせると、この試料が妙高系テフラの降灰層準の可能性が考えられる。可能性があるテフラとしては、約 7,000 ~ 7,200 年前に妙高火山から噴出した妙高赤倉テフラ (My-A, 早津・新井, 1980; 早津, 1985, 1992; 町田・新井, 2011) が考えられる。ただし、同じような屈折率特性をもつ火山ガラスは、これまでの分析で基盤の火砕物中に多く含まれていそうなこと、妙高火山に関しては、約 2 万年前以降で My-A 噴出以前に、本地域に降灰するようなテフラの噴出は発生していないらしいこと (早津賢二氏談)、さらに後述する As-YP<sup>2)</sup> 降灰層準に層位的に近いように思われることから、他の火山に由来する未知のテフラの可能性もある。

なお、My-A に由来する可能性が高いテフラ粒子は、前回の分析により、TR-2 柱状試料の -210.5 ~ -207.5 cm で認められている。

#### 3-5-4 HB-1 第 3 セクション 試料 7

試料には、形態、色調、屈折率特性などから、下位の火砕流堆積物などに由来する火山ガラスが多いと考えられるが、火山ガラスのなかにやや高い屈折率特性 (n: 1.501-1.504) をもつものが認められること、また明瞭ではないものの、斜方輝石が目立つ傾向になることから、As-YP<sup>2)</sup> に由来する火山ガラスが混在している可能性が考えられる。

同じような形態組成をもち、斜方輝石がやや目立つ傾向は、下位の試料8 (-1.62 ~ 1.70 m) でも認められることから、これらの試料採取層準付近あるいはより下位に、As-YP<sup>2)</sup>の降灰層準のある可能性が考えられる。今後、これらの試料に含まれる火山ガラスについて、EPMAによる主成分分析を含めた分析を実施して、詳細に調べる必要がある。

### 3-5-5 HB-1A 第3セクション試料 18

試料に含まれる火山ガラスは、形態や色調さらに屈折率特性などから、下位の火砕流堆積物などに由来する可能性が高いと判断される。

### 3-5-6 HB-3 第3セクションコア深度 50 cm 試料

コア観察の際に、軽石粒子の可能性が考えられたものの、実際には火山灰の塊（あるいは細粒化した凝灰質堆積物のブロック）のように見える。火山ガラスは、屈折率特性から下位の火砕流堆積物に由来すると考えられる。

## 3-6 まとめ

広原湿原と周辺の発掘調査区において地質調査を実施するとともに、ボーリング調査で得られたコア試料の観察を行った。そして、採取した試料を対象に、テフラ検出分析、火山ガラス比分析、火山ガラスの屈折率測定、EPMAによる火山ガラスの主成分分析を実施した。その結果、前回の広原湿原のトレンチ断面を対象とした調査分析で検出されたテフラを検出することができた。また、浅間板鼻黄色軽石 (As-YP, 約 1.5 ~ 1.65 万年前<sup>2)</sup>) の降灰層準をさぐる手がかりが得られた。さらに、TP-2のATの降灰層準をより確かな精度で決定することができた。

## 謝辞

早津賢二博士 (妙高火山研究所) には、妙高火山の活動史に関してご教示いただいた。ここに記して御礼を申し上げます。

## 注

1) 柱状図に図示できない試料2~7の部分は、下位より、暗灰褐色泥炭層 (層厚 8 cm, 下部 3 cm: 試料7,

中部 2 cm: 試料6, 上部 2 cm, 試料5), やや暗い灰褐色泥炭層 (層厚 3 cm, 試料4), 暗灰褐色泥炭層 (層厚 3 cm, 試料3), 細かく成層した灰色砂質シルト層 (層厚 3 cm, 試料2) からなる。

2) 調査地点に降灰するAs-YPについては、給源である浅間火山との位置関係やテフラの分布を考慮すると、関東地方北西部で認められるAs-YP上部の成層した細粒火山灰層 (早田, 1990) および南軽井沢地域のMK-13 (辻ほか, 2004) に対比される可能性が高い。

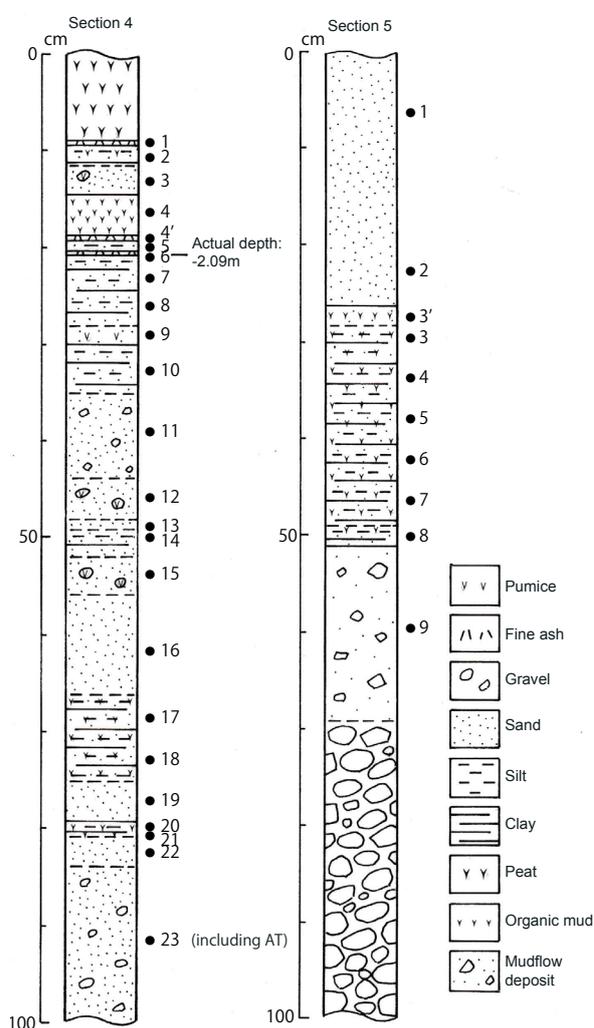


図 4.1 広原湿原 HB-1A コア, 第 4, 第 5 セクションの地質柱状図

● : テフラ分析試料の層位. 数字 : テフラ分析試料の番号.  
 Fig. 4.1. Schematic columnar sections of HB-1A core, Sections 4 and 5 in the Hiroppara bog  
 ● : Sampling horizons for tephra analysis. Numerals show the sample numbers.

## 4. 広原湿原 HB-1A コア第4, 5セクションおよび広原II遺跡 HB-3 コア第3, 4セクションのテフラ分析

### 4-1 はじめに

これまでに、広原湿原とその周辺で湿原内および遺跡発掘調査の際に作成された地質断面、ボーリング調査の際に採取されたボーリング・コア試料を対象に、テフラに関する調査分析を実施してきた。ここでは、未分析試料のうちで指標テフラの検出が期待される試料を対象に、調査分析を実施した結果を報告する。

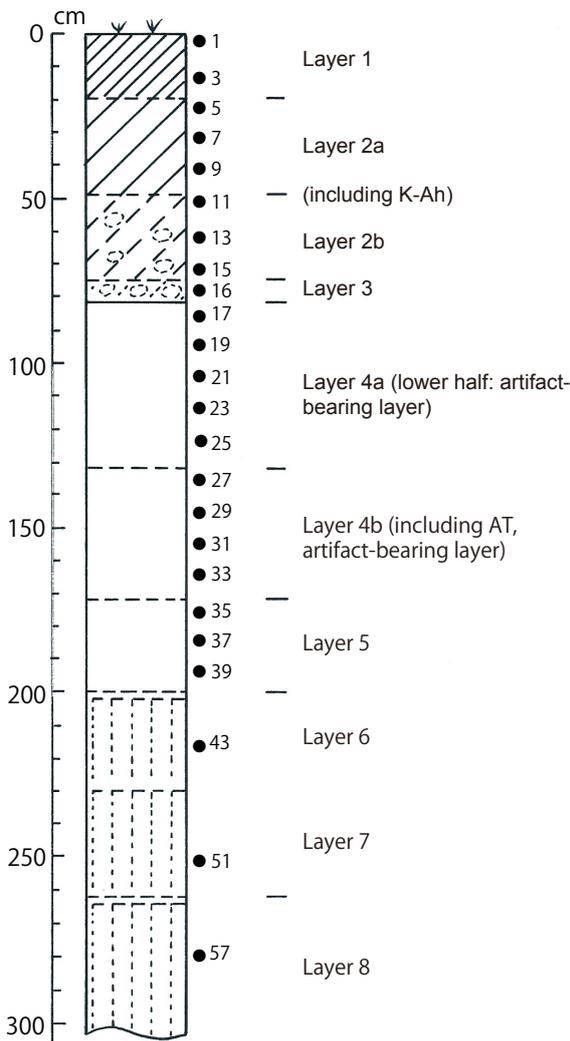


図 4.2 広原II遺跡 EA-2 の土層柱状図

●：テフラ分析試料の層位。数字：テフラ分析試料の番号。

Fig. 4.2. Schematic columnar section of EA-2 at the Hiroppara site II

●：Sampling horizons for tephra analysis. Numerals show the sample numbers.

### 4-2 分析試料の採取

分析に先立って、明治大学黒曜石センター（長野県小県郡長和町）に保管されている広原湿原とその周辺で採取されたボーリングコア試料のうち、HB-3 コア（公文，2016）の第2セクション（深度2～3m）と第3セクション（深度3～4m）、HB-1A コア（公文，2016）の第4，第5セクションについて、試料観察を2度にわたって実施した。その際に、テフラ（いわゆる火山灰）層あるいはテフラ濃集層準の可能性が高い試料の追加採取を行った。また、それ以外については、クリプト・テフラの降灰層準を明らかにするために、堆積物の境界を避けながら機械的に、また堆積層が薄い場合には層ごとテフラ分析用試料を採取した。

### 4-3 テフラ検出分析および火山ガラス比分析

#### 4-3-1 分析試料と分析方法

HB-1A コアの第4，第5セクションから追加で採取した6試料（図4.1参照）、HB-3 コアの第2，3セクションからの20試料、さらに広原II遺跡EA-2発掘区（TP-3）の表層部から12試料（図4.2参照）、合計38試料を対象に、最初にテフラ粒子の量や特徴を定性的に把握するテフラ検出分析を行った。次に、火山ガラスの形態色調別含有率、さらに軽鉱物や重鉱物の含有率を求める火山ガラス比分析を行った。分析の手順は次の通りである。

- (1) ボーリング・コアから採取された試料（砂分に応じ適量：4～8g）と、EA-2地点の試料（8g）について、超音波洗浄装置を用いて泥分を除去。
- (2) 80°Cで恒温乾燥。
- (3) 実体顕微鏡下で、テフラ粒子の量や色調などを観察（テフラ検出分析）。
- (4) 分析篩により、1/4-1/8 mm と 1/8-1/16 mm の粒子を篩別。
- (5) 1/4-1/8 mm の500粒子を偏光顕微鏡下で観察し、火山ガラス、軽鉱物、重鉱物の含有率を求める。
- (6) 分析の結果を図表に示す。
- (7) 偏光顕微鏡を用いて特徴的なテフラ粒子の写真を撮影。

#### 4-3-2 分析結果

##### (1) テフラ検出分析

テフラ検出分析の結果を表4.1に示す。いずれの試

表 4.1-1 テフラ検出分析結果

Table 4.1-1. Result of tephra detection analysis from HB-3 core beside EA-2 at the Hiroppara site II

Site	Sample	Pumice/scoria			Volcanic glass			Heavy minerals	Depth of samples
		Quantity	Color	Max. diameter (mm)	Quantity	Form	Color		
HB-3 core, Section 3									
	1				**	md, pm (fb, sp)	cl, wh, p-gr	opx, cpx, (am)	-2.00~-2.05 m
	3				**	md, pm (fb, sp)	cl, wh, p-gr	opx, cpx, (am)	-2.10~-2.15 m
	5				**	md, pm (fb, sp)	cl, wh, p-gr	opx, cpx, (am)	-2.20~-2.25 m
	7				**	md, pm (fb, sp)	cl, wh, p-gr	opx, cpx, (am)	-2.30~-2.35 m
	9				**	md, pm (fb, sp)	cl, wh, p-gr	opx, cpx, (am)	-2.40~-2.45 m
	11				**	md, pm (fb, sp)	cl, wh, p-gr	opx, cpx, (am)	-2.50~-2.55 m
	13				**	md, pm (fb, sp)	cl, wh, p-gr	opx, cpx, (am)	-2.60~-2.65 m
	15				**	md, pm (fb, sp)	cl, wh, p-gr	opx, cpx	-2.70~-2.75 m
	17				**	md, pm (fb, sp) >bw	cl, wh, p-gr	opx, cpx, (am)	-2.80~-2.85 m
	19				***	md, pm (fb, sp)	cl, wh, p-gr	opx, cpx, (am)	-2.90~-2.95 m
HB-3 core, Section 4									
	1				**	md, pm (fb, sp)	cl, wh, p-gr	opx, am, cpx, (bi)	-3.00~-3.05 m
	3				**	md, pm (fb, sp)	cl, wh, p-gr	opx, am, cpx	-3.10~-3.15 m
	5				**	md, pm (fb, sp)	cl, wh, p-gr	opx, am, cpx	-3.20~-3.25 m
	7				**	md, pm (fb, sp)	cl, wh, p-gr	opx, am, cpx	-3.30~-3.35 m
	9				**	md, pm (fb, sp)	cl, wh, p-gr	opx, am, cpx	-3.40~-3.45 m
	11				**	md, pm (fb, sp)	cl, wh, p-gr	opx, am	-3.50~-3.55 m
	13				**	md, pm (fb, sp)	cl, wh, p-gr	am, opx	-3.60~-3.65 m
	15				**	md, pm (fb, sp)	cl, wh, p-gr	opx, am	-3.70~-3.75 m
	17				**	md, pm (fb, sp)	cl, wh, p-gr	opx, am, (cpx)	-3.80~-3.85 m
	19				*	md, pm (fb, sp)	cl, wh, p-gr	opx, am	-3.90~-3.95 m

\*\*\*\*: Abundant, \*\*\*: Many, \*\*: Middle, \*: Rare. bw: Bubble-wall type, pm: Pumiceous type, md: Intermediate type. fb: Fibrous, sp: Spongy. wh: White, cl: Colorless, p-gr: Pale gray. opx: Orthopyroxene, cpx: Clinopyroxene, am: Amphibole, bi: Biotite. ( ) of the heavy material means a small quantity.

表 4.1-2 テフラ検出分析結果

Table 4.1-2. Result of tephra detection analysis from the sections 4 and 5 of HB-1A core in the Hiroppara bog

Site	Sample	Pumice/scoria			Volcanic glass			Heavy minerals	Depth of samples
		Quantity	Color	Max. diameter (mm)	Quantity	Form	Color		
HB-1A core, Section 4									
	20				***	pm (fb, sp), md	cl, wh, p-gr	(opx)	-2.675~-2.68 m
	21				***	pm (fb, sp), md	cl, wh, p-gr	(opx, am)	-2.68~-2.69m
	22				***	pm (fb, sp), md	cl, wh, p-gr	(opx, cpx)	-2.69~-2.725 m
	23				***	pm (fb, sp), md	cl, wh, p-gr	(opx, cpx)	-2.725~-2.785 m
HB-1A core, Section 5									
	2				***	pm (fb, sp), md	cl, wh, p-gr	(opx, cpx, am)	-2.975~-3.035 m
	3				***	pm (fb, sp), md	cl, wh, p-gr	(opx)	-3.045~-3.095 m

\*\*\*\*: Abundant, \*\*\*: Many, \*\*: Middle, \*: Rare. bw: Bubble-wall type, pm: Pumiceous type, md: Intermediate type. fb: Fibrous, sp: Spongy. wh: White, cl: Colorless, p-gr: Pale gray. opx: Orthopyroxene, cpx: Clinopyroxene, am: Amphibole, bi: Biotite. ( ) of the heavy material means a small quantity.

表 4.1-3 テフラ検出分析結果

Table 4.1-3. Result of tephra detection analysis from the upper part of TP-3 section of EA-2 at the Hiroppara site II

Site	Sample	Pumice/scoria			Volcanic glass			Heavy minerals
		Quantity	Color	Max. diameter (mm)	Quantity	Form	Color	
EA-2 (sampled by T. Soda)								
	5				**	md, pm (fb, sp), bw	cl, wh, p-gr	opx, cpx
	7				**	md, pm (fb, sp), bw	cl, wh, p-gr	opx, cpx, (am)
	9				**	md, pm (fb, sp), bw	cl, wh, p-gr, p-br	opx, cpx, (am)
	11				**	md, pm (fb, sp), bw	cl, wh, p-gr, p-br	opx, cpx, (am)
	13				**	md, pm (fb, sp), bw	cl, wh, p-gr	opx, cpx, (am)
	15				**	md, pm (fb, sp), bw	cl, wh, p-gr	opx, cpx, am
	16				***	md, pm (fb, sp), bw	cl, wh, p-gr	opx, cpx, am
EA-2 (sampled by M. Hosono)								
	10				**	md, pm (fb, sp), bw	cl, wh, p-gr	opx, cpx, (am)
	12				**	md, pm (fb, sp), bw	cl, wh, p-gr, p-br	opx, cpx
	14				**	md, pm (fb, sp), bw	cl, wh, p-gr, p-br	opx, cpx (am)
	16				**	md, pm (fb, sp), bw	cl, wh, p-gr	opx, cpx, (am)
	18				**	md, pm (fb, sp), bw	cl, wh, p-gr, p-br	opx, cpx, (am)

\*\*\*\*: Abundant, \*\*\*: Many, \*\*: Middle, \*: Rare. bw: Bubble-wall type, pm: Pumiceous type, md: Intermediate type. fb: Fibrous, sp: Spongy. wh: White, cl: Colorless, p-gr: Pale gray, p-br: Pale brown. opx: Orthopyroxene, cpx: Clinopyroxene, am: Amphibole, bi: Biotite. ( ) of the heavy material means a small quantity.

料でも火山ガラスが検出されたが、比較的粗粒の軽石やスコリアは認められなかった。

HB-3 ボーリングコアの第4セクションでは、試料19で含まれる火山ガラスの量が少ないものの、それより上位の試料で比較的多くの火山ガラスが認められた。これらの試料に含まれる火山ガラスは、透明や淡灰色の中間型ガラスや、透明あるいは白色の繊維束状またはスポンジ状の軽石型ガラスがほとんどである。不透明鉱物以外の重鉱物としては、多くの試料で、斜方輝石のほか角閃石が多い傾向にある(表4.1-1)。

試料19(-3.90~-3.95 m)では、褐色~赤褐色の酸化した可能性が高い角閃石が目立つ。また、試料15(-3.70~-3.75 m)や試料13(-3.60~-3.65 m)では角閃石の割合が高い。試料9(-3.40~-3.45 m)より上位では、ほかに単斜輝石も連続的に出現する。さらに、HB-3-4 コアの試料の中には、扁平で明色の清澄な斜方輝石が含まれている。この特徴的な鉱物は、試料19から試料3にかけて少量ずつ認められる。

HB-3 コアの第3セクションにおける火山ガラスの出現傾向は、下位の第4セクションと同様であるが、試料17(-2.80~-2.85 m)に無色透明のバブル型ガラスが少量含まれている。不透明鉱物以外の重鉱物としては、多くの試料で、斜方輝石、単斜輝石が多く、角閃石が少量含まれる。この重鉱物の出現傾向は、下位の第4セクションとは異なる。

HB-1A コアの第4、第5セクションでは、いずれの試料にも火山ガラスが多く含まれている(表4.1-2)。これらの火山ガラスは、透明あるいは白色の繊維束状またはスポンジ状の軽石型ガラス、透明あるいは淡灰色の中間型ガラスである。強磁性鉱物以外に含まれる重鉱物は、斜方輝石、単斜輝石、角閃石であるが、いずれの試料においても量は非常に少ない。

EA-2 (TP-3) 表層部において、早田採取試料では火山ガラスが最下位の試料16(第3層)で最も多く、他の試料でもやや多く認められる(表4.1-3)。火山ガラスは、透明あるいは白色の繊維束状、またはスポンジ状の軽石型ガラスや、透明あるいは淡灰色の中間型ガラスである(図4.4)。ただし、試料11(2b層最上部)と試料9(2a層最下部)では、ほかに淡褐色のバブル型ガラスが少量ながら認められる。強磁性鉱物以外の重鉱物では、斜方輝石や単斜輝石以外に、角閃石が下

位(試料16, 15)でやや目立ち、中位(試料13, 11, 8, 7)でわずかに含まれる傾向にある。

EA-2 (TP-3) 表層部における細野採取試料も、前述の早田採取試料と同様の傾向にある。いずれの試料においても、透明あるいは白色の繊維束状またはスポンジ状の軽石型ガラスや、透明あるいは淡灰色の中間型ガラスが比較的多く含まれている。そのうち、試料16(2b層下部)、試料14(2b層上部)、試料12(2a層最下部)では、ほかに淡褐色のバブル型ガラスが少量ながら認められる。強磁性鉱物以外の重鉱物では、斜方輝石や単斜輝石以外に、試料12をのぞいて角閃石が少量ずつ含まれている。

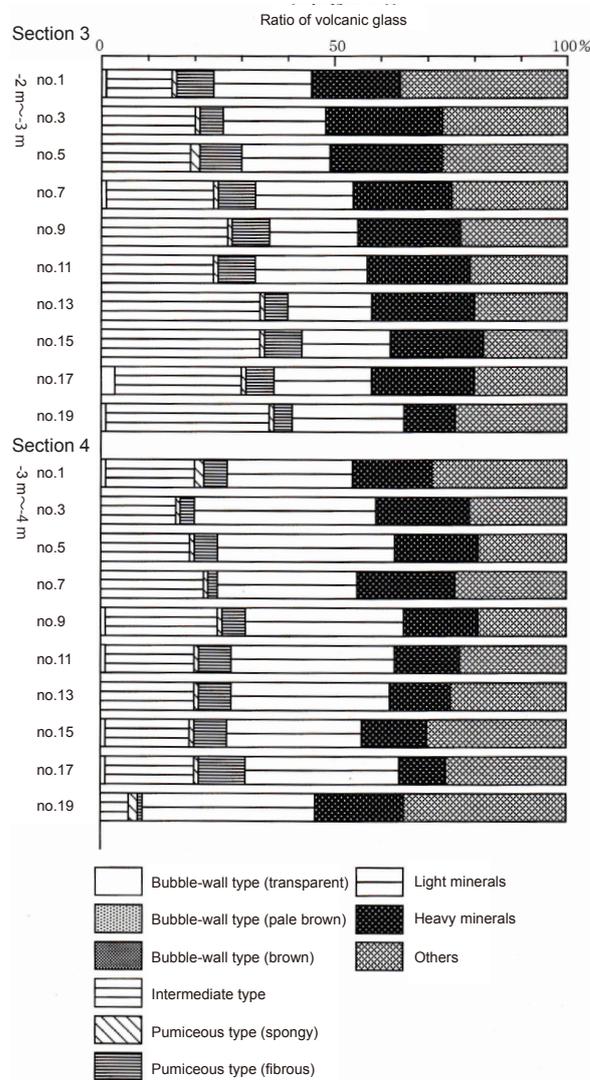


図4.3 HB-3 コア、第3、4セクションの火山ガラス比ダイアグラム

Fig. 4.3. Diagram showing ratio of volcanic glass from HB-3 core, Sections 3 and 4 (depth 2-4m)

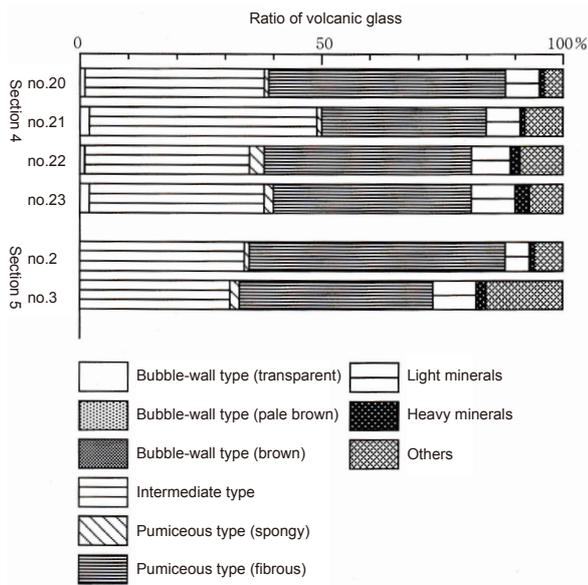


図 4.4 HB-1A コア, 第 4, 5 セクションの火山ガラス比ダイアグラム

Fig. 4.4. Diagram showing ratio of volcanic glass from HB-1A core, Sections 4 and 5 in the Hiroppara bog

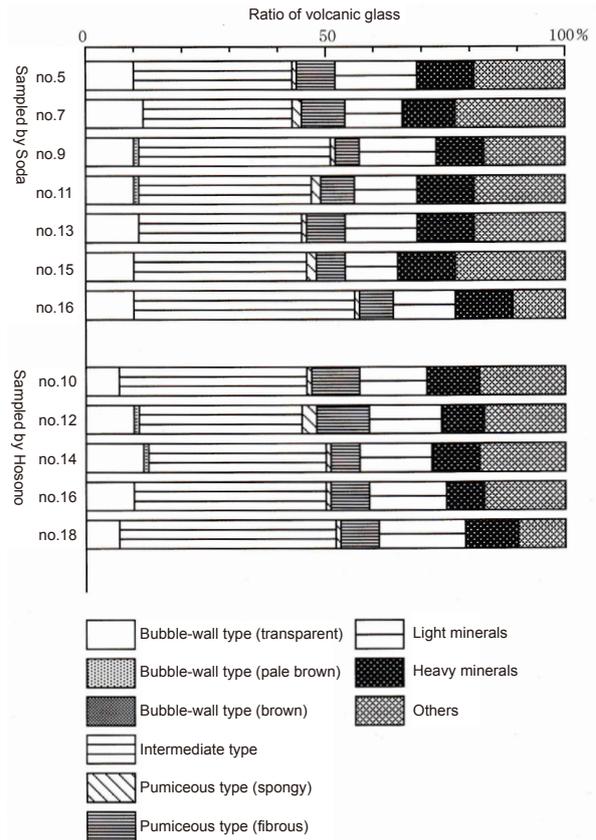


図 4.5 広原 II 遺跡 EA-2 (TP-3) 表層部の火山ガラス比ダイアグラム

Fig. 4.5. Diagram showing ratio of volcanic glass from the upper part of EA-2 section at the Hiroppara site II

表 4.2-1 火山ガラス比分析結果

Table 4.2-1. Volcanic glass assemblage from HB-3 core beside EA-2 at the Hiroppara site II

Site	Sample	bw (cl)	bw (pb)	bw (br)	md	pm (sp)	pm (fb)	Light minerals	Heavy minerals	Others	Total	Depth of samples
HB-3 core, Section 3 (-2~-3 m)												
	1	2	0	0	71	5	39	104	94	185	500	-2.00~-2.05 m
	3	0	0	0	98	2	22	108	132	138	500	-2.10~-2.15 m
	5	0	0	0	95	9	43	94	119	140	500	-2.20~-2.25 m
	7	1	0	0	114	2	40	106	104	133	500	-2.30~-2.35 m
	9	0	0	0	134	1	39	93	110	123	500	-2.40~-2.45 m
	11	0	0	0	118	6	39	118	108	111	500	-2.50~-2.55 m
	13	0	0	0	172	2	26	92	109	99	500	-2.60~-2.65 m
	15	0	0	0	170	3	40	97	98	92	500	-2.70~-2.75 m
	17	13	0	0	135	3	32	107	108	102	500	-2.80~-2.85 m
	19	1	0	0	177	3	20	119	55	125	500	-2.90~-2.95 m
HB-3 core, Section 4 (-3~-4 m)												
	1	1	0	0	94	10	27	137	84	147	500	-3.00~-3.05 m
	3	0	0	0	82	3	17	195	100	103	500	-3.10~-3.15 m
	5	0	0	0	95	4	25	188	90	98	500	-3.20~-3.25 m
	7	0	0	0	111	3	8	148	104	126	500	-3.30~-3.35 m
	9	1	0	0	118	5	25	169	79	103	500	-3.40~-3.45 m
	11	2	0	0	95	3	37	176	70	117	500	-3.50~-3.55 m
	13	0	0	0	98	5	35	171	65	126	500	-3.60~-3.65 m
	15	1	0	0	89	6	37	143	69	155	500	-3.70~-3.75 m
	17	1	0	0	93	7	49	165	50	135	500	-3.80~-3.85 m
	19	0	0	0	30	8	5	182	94	181	500	-3.90~-3.95 m

bw: Bubble-wall type, md: Intermediate type, pm: Pumiceous type. cl: Colorless, pb: Pale brown, br: Brown. sp: Spongy, fb: Fibrous. Numerals show the number of grains.

表 4.2-2 火山ガラス比分析結果

Table 4.2-2. Volcanic glass assemblage from HB-1A core in the Hiroppara bog

Site	Sample	bw (cl)	bw (pb)	bw (br)	md	pm (sp)	pm (fb)	Light minerals	Heavy minerals	Others	Total	Depth of samples
HB-1A core, Section 4												
	20	5	0	0	184	5	237	35	6	28	500	-2.675~-2.68 m
	21	12	0	0	185	7	219	34	5	38	500	-2.68~-2.69 m
	22	7	0	0	170	14	215	41	9	44	500	-2.69~-2.725 m
	23	12	0	0	181	9	205	45	13	35	500	-2.725~-2.785 m
HB-1A core Section 5												
	2	0	0	0	170	5	267	24	4	30	500	-2.975~-3.035 m
	3	0	0	0	157	10	201	46	6	80	500	-3.045~-3.095 m

bw: Bubble-wall type, md: Intermediate type, pm: Pumiceous type. cl: Colorless, pb: Pale brown, br: Brown. sp: Spongy, fb: Fibrous. Numerals show the number of grains.

表 4.2-3 火山ガラス比分析結果

Table 4.2-3. Volcanic glass assemblage from the upper part of TP-3 section of EA-2 at the Hiroppara site II

Site	Sample	bw (cl)	bw (pb)	bw (br)	md	pm (sp)	pm (fb)	Light minerals	Heavy minerals	Others	Total
EA-2 (upper TP-3) (sampled by T. Soda)											
	5	52	0	0	166	3	40	85	58	96	500
	7	62	0	0	158	10	47	58	48	117	500
	9	48	1	0	201	1	24	82	49	94	500
	11	49	1	0	179	9	33	67	62	100	500
	13	56	0	0	171	3	40	73	61	96	500
	15	52	0	0	181	8	28	57	59	115	500
	16	51	0	0	228	4	36	66	58	57	500
EA-2 (upper TP-3) (sampled by M. Hosono), Sample numbers correspond to Sase and Hosono (2016) in this report.											
	10	34	0	0	191	2	52	68	55	98	500
	12	51	1	0	171	13	53	70	44	97	500
	14	58	1	0	183	4	30	76	50	98	500
	16	49	0	0	198	7	37	79	40	90	500
	18	37	0	0	225	6	39	90	54	49	500

bw: Bubble-wall type, md: Intermediate type, pm: Pumiceous type. cl: Colorless, pb: Pale brown, br: Brown. sp: Spongy, fb: Fibrous. Numerals show the number of grains.

## (2) 火山ガラス比分析

火山ガラス比分析の結果を図 4.3 ~ 4.5 に、またその内訳を表 4.2 に示す。HB-3 コアの第 4 セクションでは、最下位の試料 19 で火山ガラスの含有率が低く (8.6%)、重鉱物の含有率が高い (18.8%)。この試料に含まれる強磁性鉱物以外の重鉱物は、斜方輝石と角閃石である。

その上位では、試料 17 (-3.80 ~ -3.85 m) に火山ガラスが比較的多い (30.0%)。この試料に含まれる火山ガラスは、含有率が高い順に分厚い中間型 (18.6%)、繊維束状軽石型 (9.8%)、スポンジ状軽石型 (1.4%)、無色透明のバブル型 (0.2%) で、ほかの試料と比較すると、繊維束状軽石型の火山ガラスが多い。試料 17 に含まれる強磁性鉱物以外の重鉱物は、斜方輝石、角閃石、ごく少量の単斜輝石である。

同じ、HB-3-4 コアでは、試料 7 (-3.30 ~ -3.35 m) で重鉱物の含有率ももっとも高い (20.8%)。この試料に含まれる強磁性鉱物以外の重鉱物は、斜方輝石、角閃石、単斜輝石である。この試料には、前述のように明色の清澄な輝石も含まれている。

HB-3 コア第 3 セクションでの火山ガラスの含有率は、下位の HB-3-4 コアと同程度かやや多い傾向にあるが、火山ガラスの組成は似ている。特に、試料 17 (-2.80 ~ -2.85m) に、無色透明のバブル型ガラスがわずかながら多く含まれている (2.6%)。

HB-1A コアの第 4、第 5 セクションでは、いずれの試料にも火山ガラスがとくに多く含まれており、重鉱物の含有率が低い。これらの試料に含まれる火山ガラスは、透明あるいは白色の繊維束状またはスポンジ状の軽石型ガラスや、透明あるいは淡灰色の中間型ガラスである。また、分析対象試料の中では、試料 23 (-2.725 ~ -2.785 m) より上位で、連続的に無色透明のバブル型ガラスが出現するように見える。ただし、その最大の含有率は 2.4% 程度で、とくに顕著な濃集とは言いにくい。強磁性鉱物以外に含まれる重鉱物は、斜方輝石、単斜輝石、角閃石である。

EA-2 地点 (TP-3) 表層部の早田採取試料では、火山ガラスが最下位の試料 16 (3 層) で多く、ほかの試料で比較的多く認められる。試料 16 (3 層) に含まれる火山ガラス (63.8%) は、含有率が高い順に中間型

表 4.3 屈折率測定結果

Table 4.3. Result of refractive-index measurement for EA-2 at the Hiroppara site II

Sample	Volcanic glass		Orthopyroxene		Amphibole		References	
	Refractive index (n)	Number	Refractive index (y)	Number	Refractive index (n <sub>2</sub> )	Number		
HB-3 core, Section 3, no.17	1.496-1.499	31					This study	
HB-3 core, Section 4, no.7				1.710-1.717	30			This study
HB-3 core, Section 4, no.11				1.706-1.718 (1.706)	30 (1)			This study
HB-3-4 core (-3~-4 m), no.17	1.497-1.504 (1.497-1.499) (1.501-1.504)	37 (27) (10)	(1.710-1.718)	(29)			This study	
EA-2 (upper TP-3) (sampling by Soda), no.11	1.498-1.513 (1.498-1.501) (1.506-1.513)	31 (28) (3)					This study	
EA-2 (upper TP-3) (sampling by Hosono), no.16	1.497-1.510 (1.497-1.503) (1.509-1.510)	37 (35) (2)					This study	
Main key tephtras in Nagano Pref. and western Gunma Pref. during Late Pleistocene and Middle Holocene								
天城カワゴ平 (Kg, ca.3.1 ka)	1.493-1.503		1.704-1.709		1.669-1.685		1)	
浅間D (As-D)	1.513-1.516		1.706-1.708				1)	
妙高太田切川 (My-Ot, ca. 4.5 ka)	1.497-1.499						1)	
草津白根熊倉 (KS-Ku)	unpublished		1.711-1.715				2)	
浅間六合 (As-Kn)	unpublished		1.706-1.708				2)	
妙高赤倉 (My-A, ca. 7-7.2 ka)	1.496-1.498 1.497-1.501		1.713-1.717		1.679-1.695		1) 4)	
鬼界アカホヤ (K-Ah, ca. 7.3 ka)	1.506-1.513						1)	
浅間藤岡 (As-Fo)	unpublished		1.706-1.710				2)	
浅間総社 (As-Sj)	1.501-1.518		1.706-1.711				3)	
浅間板鼻黄色 (As-YP, ca. 15-16.5 ka)	1.501-1.505		1.707-1.712				1)	
浅間大窪沢2 (As-Ok2)	1.502-1.504		1.704-1.709				1)	
浅間板鼻褐色 (群) (As-BP Group)	Upper 1.515-1.520		1.707-1.714				1)	
	Middle 1.508-1.511		1.700-1.709				1)	
	Lower 1.505-1.515		1.710-1.725				1)	
始良Tn (AT, ca. 28-30 ka)	1.499-1.500						1)	
八ヶ岳4 (Yt-Pm)			1.699-1.704				1)	
御岳屋敷野 (On-Ys)			1.710-1.714				1)	
大山倉吉 (DKP, ca. >55 ka)			1.702-1.707		1.675-1.680		1)	
御岳三岳 (On-Mt)			1.703-1.706				1)	
御岳千本松 (On-Sn)			1.703-1.712		1.686-1.693		1)	
御岳辰野 (On-Tt, ca. >50 ka)			1.712-1.716		1.684-1.696		1)	
御岳奈川 (On-Ng)	1.503-1.508		1.715-1.720		1.680-1.687		1)	
阿蘇4 (Aso-4, ca. 85-90 ka)	1.506-1.510						1)	
御岳瀧町 (On-Kt)	1.503-1.505		1.711-1.718		1.676-1.685		1)	
鬼界葛原 (K-Tz, ca. 95 ka)	1.497-1.503						1)	
御岳第1 (On-Pm1, ca. 100 ka)	1.501-1.503		1.706-1.711		1.681-1.690		1)	

1): Machida and Arai (1992, 2003, 2011), 2): Soda (1996), 3): Soda (unpublished), 4): Takemoto and Okumura (2012). This study and 3) used the thermal immersion method (Danbara, 1993). 1) and 2) used the immersion method (Arai, 1972, 1993).

(45.6%), 無色透明のバブル型 (10.2%), 繊維束状軽石型 (7.2%), スポンジ状軽石型 (0.8%) である。それより上位の試料においても、火山ガラスの組成は似た傾向にあるが、試料 11 (2b 層最上部) と試料 9 (2a 層下部) からは、ごく少量ながら淡褐色のバブル型ガラスが検出された (各 0.2%)。また、重鉱物の含有率はやや高い傾向にある (9.6 ~ 12.4%)。

EA-2 地点 (TP-3) 表層部の細野採取試料においても、火山ガラスの含有率や組成、さらに軽鉱物や重鉱物の含有率が、やはり早田採取試料と同様の傾向にある。また、ここでは、試料 14 (2b 層上部) と試料 12 (2a 層最下部) で、淡褐色のバブル型ガラスが少量ながら検出される (各 0.2%)。

#### 4-4 屈折率測定 (火山ガラス・鉱物)

##### 4-4-1 測定試料と測定方法

指標テフラとの同定精度を向上させるために、テフラ検出分析と火山ガラス比分析により、指標テフラの降灰層準の可能性が考えられた 6 試料を対象に、含まれる火山ガラスあるいは斜方輝石の屈折率の測定を行った。測定は、温度変化型屈折率測定法 (壇原, 1993) により実施した。測定の対象粒子は、1/8-1/16 mm 粒径の火山ガラスと、実体顕微鏡下で 1/4-1/8 mm 粒径の粒子から手選した斜方輝石である。

##### 4-4-2 測定結果

屈折率測定の結果を表 4.3 に示す。繊維束状の火山ガラスが比較的多く認められた HB-3 コアの第 4 セクションの試料 17 に含まれる火山ガラス (37 粒子) の

屈折率 (n) の range は, 1.497-1.504 である. この値は bimodal で, 1.497-1.499 (27 粒子) と 1.501-1.504 (10 粒子) からなる.

同じ第 4 セクションの試料 11 (-3.50 ~ -3.55 m) に含まれる斜方輝石(30 粒子)の屈折率( $\gamma$ )の range は, 1.706-1.718 である. この値は bimodal で,  $\gamma$ : 1.706 (1 粒子) と  $\gamma$ : 1.710-1.718 (29 粒子) からなる. また, 重鉍物の含有率がやや高い第 4 セクションの試料 7 (-3.30 ~ -3.35 m) に含まれる斜方輝石 (30 粒子) の屈折率 ( $\gamma$ ) の range は, 1.706-1.717 である.

HB-3 コアの第 3 セクションの試料 17 (-2.80 ~ -2.85 m) に含まれる火山ガラス (31 粒子) の屈折率 (n) は, 1.496-1.499 である.

EA-2 地点 (TP-3) 早田採取試料 11 (2b 層最上部) に含まれる火山ガラス (31 粒子) の屈折率 (n) は, 1.498-1.513 である. この値は bimodal で, n: 1.498-1.501 (28 粒子) と, n: 1.506-1.513 (3 粒子) からなる. また, EA-2 地点 (TP-3) 細野採取試料 16 (2b 層下部) に含まれる火山ガラス (37 粒子) の屈折率 (n) は, 1.497-1.510 である. この値も bimodal で, n: 1.497-1.503 (35 粒子) と, n: 1.509-1.510 (2 粒子) からなる.

#### 4-5 考察

今回行われた調査分析では, これまでに実施されたテフラ分析や放射性炭素 ( $^{14}\text{C}$ ) 年代測定の結果から, HB-3 コアの第 3, 第 4 セクションおよび HB-1A コアの第 4, 第 5 セクション では, 後期更新世指標テフラの検出が期待されていた.

HB-3 コアの第 4 セクションの試料 17 (-3.80 ~ -3.85 m) に比較的多く含まれる火山ガラスのうち, ほかの試料と比較して含有率が高い繊維束状の火山ガラスは, これまでの屈折率測定で, 基盤の火砕物に由来する屈折率が低い火山ガラスが試料中に多く含まれていると考えられることから, 屈折率 (n) が 1.501-1.504 の火山ガラスと考えられる. この火山ガラスは, 形態, 色調, さらに屈折率特性から約 10 万年前に御岳火山から噴出した御岳第 1 軽石 (On-Pm1, 小林ほか, 1967, 1971; 町田, 1990; 町田・新井, 2011 など) に由来する可能性が考えられる.

同じ第 4 セクションの試料 11 (-3.50 ~ -3.55 m) に含まれる斜方輝石は, 屈折率特性から, その多くが

御岳火山起源のテフラに由来する可能性が高いと思われるが, 測定対象となった 1 粒子のみは屈折率 ( $\gamma$ ) が 1.706 で, 扁平・明色の清澄な斜方輝石がこの試料に含まれていることを考えると, 約 5.5 万年前以前に中国地方の大山火山から噴出した大山倉吉軽石 (DKP, 町田・新井, 1979, 2011 など) に由来する可能性が高い<sup>1)</sup>. このような扁平な斜方輝石は, HB-3-4 コア (-3 ~ -4 m) の分析対象のうち, 最下位の試料 19 (-3.90 ~ -3.95 m) でも認められることを考えると, もちろん試料 11 付近に DKP の降灰層準があることも否定できないが, 少なくとも試料 19 (-3.90 ~ -3.95 m) 以浅の堆積物が DKP より上位の可能性が指摘されよう.

HB-3 コア第 3 セクションの試料 17 (-2.80 ~ -2.85 m) において, さほど顕著ではないものの, 濃集層準が認められた無色透明のバブル型ガラスに関しては, 試料中に含まれる火山ガラスの屈折率が低く, これまでの分析で検出されている基盤にあると思われる火砕流堆積物の屈折率特性とほぼ同じで, より古いテフラに由来する可能性も完全には否定できない.

しかしながら, これまで HB-3 地点において, その降灰層準が検出されていないことを考えると, 無色透明のバブル型ガラスで特徴づけられる DKP より上位の唯一の指標テフラである, 約 2.8 ~ 3 万年前に南九州の始良カルデラから噴出した始良 Tn 火山灰 (AT, 町田・新井, 1976, 2011 など) の可能性が考えられる. このことは, その上位で, 斜方輝石や単斜輝石を合わせたいわゆる両輝石の含有率が高く, そこに AT の上位の浅間板鼻褐色軽石群 (As-BP Group, 新井, 1962; 町田・新井, 2011 など) の降灰層準のある可能性が指摘できることと矛盾しない. AT に含まれる火山ガラスの屈折率特性が得られなかったことは, おそらく AT 起源の火山ガラスの含有率が低いことに起因すると思われる.

以上のことから, 今回調査分析の対象となった HB-1A コアのうち, 無色透明のバブル型ガラスが連続的に検出される HB-1A コア第 4 セクションの試料 23 (-2.725 ~ -2.785 m) 以浅の堆積物に関しても, AT より上位の可能性が指摘できよう. なお, この HB-1A コアの第 3 セクションでは, これまでの分析で, 深度 -1.56 ~ -1.62 m 付近に約 1.5 ~ 1.65 万年前に浅間火山から噴出した浅間板鼻黄色軽石 (As-YP, 新井, 1962; 町田・新井, 2011 など)<sup>2)</sup> に由来する可能性

が高い火山ガラスが比較的多く含まれていることがわかっていて、

一方、EA-2 (TP-3) の最上部にある有機質土壌に対しては、後期更新世末期～完新世の指標テフラの検出が期待された。EA-2 (TP-3) 地点の早田採取試料 11 (2b 層最上部) に含まれる淡褐色のバブル型ガラスは、色調からも、屈折率 (n) が 1.506-1.513 のものに対応すると考えられる。この火山ガラスは、形態、色調、屈折率特性から、約 7,300 年前に南九州の鬼界カルデラから噴出した鬼界アカホヤ火山灰 (K-Ah, 町田・新井, 1978, 2011 など) に由来すると考えられる。

同地点の細野採取試料 16 (2b 層下部) でも、同じような有色のバブル型ガラスがテフラ検出分析でごくわずかに検出され、屈折率測定でも K-Ah と同様の屈折率特性をもつことが明らかになった。しかしながら、このタイプの火山ガラスは、より上位の試料 14 (2b 層下部) や試料 12 (2a 層最下部) でほぼ連続的に検出されることから、実際の K-Ah の降灰層準は、やはり 2b 層上部にあると推定される。

なお、この細野採取試料 16 (2b 層下部) に含まれる火山ガラスのうち、屈折率 (n) が 1.501-1.503 程度のもは、その屈折率特性や火山ガラスの形態組成などから、As-YP<sup>2)</sup> に由来する可能性が高い。したがって、本地点で認められた腐植質土壌は、As-YP<sup>2)</sup> 降灰後に形成されていると考えられる。

なお、EA-2 (TP-3) 地点の試料に含まれる無色透明のバブル型ガラスの多くは、層位、形態、色調などから、AT に由来すると考えられる。このことは、早田採取試料 11 (2b 層最上部) や細野採取試料 16 (2b 層下部)

における火山ガラスの屈折率測定結果と矛盾しない。

#### 4-6 まとめ

広原湿原と周辺におけるボーリング調査で得られたコア試料の観察を行い、テフラ分析用試料の採取を実施した。その試料と、発掘調査区である EA-2 (TP-3) 地点の表層部の試料を対象に、テフラ検出分析、火山ガラス比分析、火山ガラスおよび鉱物 (斜方輝石) の屈折率測定を実施した。その結果、下位より御岳第 1 軽石 (On-Pm1, 約 10 万年前)、大山倉吉軽石 (DKP, 約 5.5 万年前以前)、始良 Tn 火山灰 (AT, 約 2.8～3 万年前)、浅間板鼻黄色軽石 (As-YP, 約 1.5～1.65 万年前)<sup>2)</sup>、鬼界アカホヤ火山灰 (K-Ah, 約 7,300 年前) などに由来する火山ガラスや斜方輝石などを検出できた。

#### 注

1) 扁平・明色で清澄な特徴的な斜方輝石を噴出する大山火山起源のテフラとしては、DKP のほかに大山生竹軽石 (DNP, 8 万年前以前, 佐治ほか, 1975, 町田・新井, 1979, 2011) が長野県周辺 (北陸地方: 竹本, 1993, 岐阜・愛知県境域: 岐阜県, 2001 など)、その上位の大山関金軽石 (DSP, 佐治ほか, 1975, 町田・新井, 1979, 2011) が長野県木曾谷 (竹本ほか, 1987) で検出されているらしい。本報告では、テフラ・カタログ (町田・新井, 2011) に記載されている DNP ( $\gamma$ : 1.700-1.705), DSP ( $\gamma$ : 1.698-1.704), DKP ( $\gamma$ : 1.702-1.708) の斜方輝石の屈折率特性をもとに、今回の分析で検出された扁平で清澄な斜方輝石を DKP

表 5.1 テフラ検出分析結果  
Table 5.1. Result of tephra detection analysis

Site	Sample	Pumice/scoria			Volcanic glass			Heavy minerals	Depth of samples
		Quantity	Color	Max. diameter (mm)	Quantity	Form	Color		
HB-3-2 core, Section 2 (-1~-2 m)									
	3	**			md, pm(fb, sp)> bw	cl, wh, p-gr		opx, cpx, (am)	-1.10~-1.15m
	5	**			md, pm(fb, sp)> bw	cl, wh, p-gr		opx, cpx, (am)	-1.20~-1.25m
	7	**			md, pm(fb, sp)> bw	cl, wh, p-gr		opx, cpx, (am)	-1.30~-1.35m
	9	**			md, pm(fb, sp), bw	cl, wh, p-gr		opx, cpx	-1.40~-1.45m
	11	***			bw, md, pm(fb, sp)	cl, wh, p-gr		opx, cpx	-1.50~-1.55m
	13	***			bw, md, pm(fb, sp)	cl, wh, p-gr		opx, cpx	-1.60~-1.65m
	15	***			bw, md, pm(fb, sp)	cl, wh, p-gr		opx, cpx, (am)	-1.70~-1.75m
	16	***			bw, md, pm(fb, sp)	cl, wh, p-gr		opx, cpx	-1.75~-1.80m
	17	***			bw, md, pm(fb, sp)	cl, wh, p-gr		opx, cpx	-1.80~-1.85m
	18	**			md, bw, pm(fb, sp)	cl, wh, p-gr		opx, cpx, (am)	-1.85~-1.90m
	19	**			md, bw, pm(fb, sp)	cl, wh, p-gr		opx, cpx, (am)	-1.90~-1.95m

\*\*\*\*: Abundant, \*\*\*: Many, \*\*: Middle, \*: Rare. Bw: Bubble-wall type, pm: Pumiceous type, md: Intermediate type, fb: Fibrous, sp: Spongy, cl: Colorless, wh: White, p-gr: Pale gray, opx: Orthopyroxene, cpx: Clinopyroxene, am: Amphibole, bi: Biotite. ( ) of the heavy material means a small quantity.

に由来すると考える。

2) 実際には、北関東地方北西部で As-YP の上部を占める成層した降下火山灰層 (早田, 1990) や軽井沢地域の MK-13 (辻ほか, 2004) に対比される可能性が高い。

## 5. 広原 II 遺跡 HB-3 コアの第 2 セクションのテフラ分析

### 5-1 はじめに

長野県長和町内に位置する広原湿原内および広原 I・II 遺跡発掘調査の際に作成された地質断面, さらにボーリング調査の際に採取されたボーリング・コア試料を対象に, これまでテフラに関する調査分析を実施してきた。ここでは, 未分析試料のうちの指標テフラの検出が期待される広原 II 遺跡に近接する HB-3 コア第 2 セクション (深度 1 ~ 2 m) を対象にテフラ分析を実施した結果を報告する。

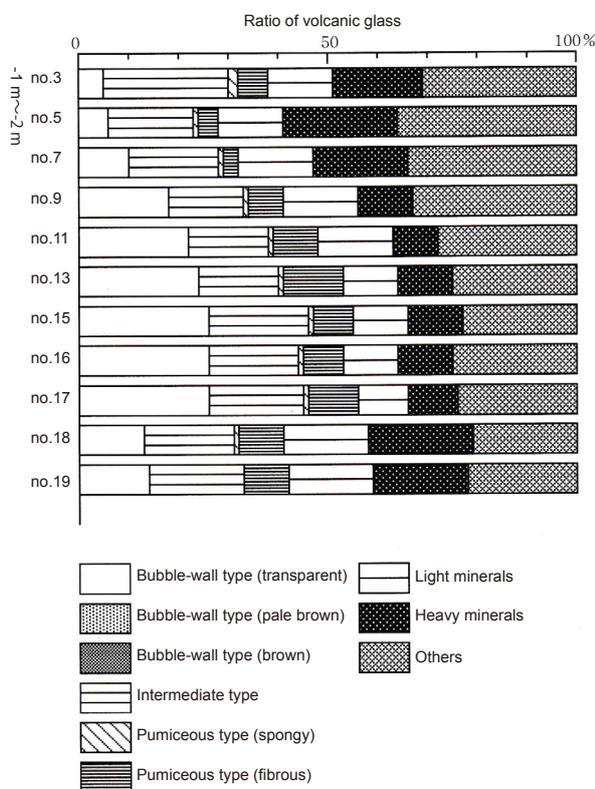


図 5.1 HB-3 コア, 第 2 セクションの火山ガラス比ダイアグラム

Fig. 5.1. Diagram showing ratio of volcanic glass from HB-3 core, Section 2 (depth 1-2 m)

### 5-2 分析試料の採取

分析に先立って, 明治大学黒曜石センター (長野県小県郡長和町) に保管されている HB-3 コアの第 2 セクションについて, 現地での試料観察を行って, テフラ分析試料の採取を行った。基本的には 5 cm ごとに試料の採取を実施したが, 最上部に関しては良好な試料が得られていないことから, 試料 1 に関しては採取を行わなかった。

### 5-3 テフラ検出分析および火山ガラス比分析

#### 5-3-1 分析試料と分析方法

HB-3 コア, 第 2 セクション (深度 1 ~ 2 m) から採取した試料のうち, 5 cm おきの 9 試料を対象に, 最初にテフラ粒子の量や特徴を定性的に把握するテフラ検出分析を実施した。次に, 火山ガラスの形態色調別含有率, さらに軽鉱物や重鉱物の含有率を求める火山ガラス比分析を行った。なお, 分析の結果, 指標テフラのより詳細な降灰層準を求める必要から, 偶数番号の 2 試料に関しても同じ分析を実施した。

- (1) ボーリング・コアから採取された試料 8 g を秤量。
- (2) 超音波洗浄装置を用いて泥分を除去。
- (3) 80°C で恒温乾燥。
- (4) 実体顕微鏡下で, テフラ粒子の量や色調などを観察 (テフラ検出分析)。
- (5) 分析篩により, 1/4-1/8 mm と 1/8-1/16 mm の粒子を篩別。
- (6) 1/4-1/8 mm の 500 粒子を偏光顕微鏡下で観察し, 火山ガラス, 軽鉱物, 重鉱物の含有率を求める (火山ガラス比分析)。
- (7) 分析の結果を図表に示す。
- (8) 偏光顕微鏡を用いて特徴的なテフラ粒子の写真を撮影。

#### 5-3-2 分析結果

##### (1) テフラ検出分析

テフラ検出分析の結果を表 5.1 に示す。HB-3, 第 3 セクションでは普遍的に火山ガラスが検出されたが, 比較的粗粒の軽石やスコリアは認められなかった。ここでは, 試料 19 (-1.90 ~ -1.95 m) および試料 18 (-1.85 ~ -1.90 m) に, 比較的多くの火山ガラスが含まれている。それらは, 無色透明や淡灰色の分厚い中間型のほか, 無色透明の平板状のいわゆるバブル型や繊

表 5.2 火山ガラス比分析結果

Table 5.2. Volcanic glass assemblage of HB-3 core, Section 2

Site	Sample	bw (cl)	bw (pb)	bw (br)	md	pm (sp)	pm (fb)	Light minerals	Heavy minerals	Others	Total	Depth of samples
HB-3, Section 2												
	3	29	0	0	126	10	32	66	89	148	500	-1.10~-1.15m
	5	31	0	0	85	1	18	65	116	184	500	-1.20~-1.25m
	7	52	0	0	91	2	17	77	94	167	500	-1.30~-1.35m
	9	90	0	0	76	1	37	76	54	166	500	-1.40~-1.45m
	11	110	0	0	81	2	47	72	46	142	500	-1.50~-1.55m
	13	121	0	0	78	3	61	55	55	127	500	-1.60~-1.65m
	15	128	0	0	100	2	42	56	54	118	500	-1.70~-1.75m
	16	131	0	0	89	1	42	53	55	129	500	-1.75~-1.80m
	17	131	0	0	95	3	50	50	50	121	500	-1.80~-1.85m
	18	66	0	0	89	1	42	54	54	129	500	-1.85~-1.90m
	19	69	0	0	93	0	45	83	94	116	500	-1.90~-1.95m

bw: Bubble-wall type, md: Intermediate type, pm: Pumiceous type. cl: Colorless, pb: Pale brown, br: Brown. sp: Spongy, fb: Fibrous. Numerals show the number of grains.

表 5.3 屈折率測定結果

Table 5.3. Result of refractive-index measurement for HB-3 core, Section 2

Sample	Volcanic glass		Orthopyroxene		Amphibole		References
	Refractive index (n)	Number	Refractive index (γ)	Number	Refractive index (n <sub>2</sub> )	Number	
HB-3 core, Section 2, no.17	1.498-1.501	31					This study
Main key tephtras in Nagano Pref. and western Gunma Pref. during Late Pleistocene and Middle Holocene							
天城カワゴ平 (Kg, ca. 3.1 ka)	1.493-1.503		1.704-1.709		1.669-1.685		1)
浅間D (As-D)	1.513-1.516		1.706-1.708				1)
妙高大田切川 (My-Ot, ca. 4.5 ka)	1.497-1.499						1)
草津白根熊倉 (KS-Ku)	unpublished		1.711-1.715				2)
浅間六合 (As-Kn)	unpublished		1.706-1.708				2)
妙高赤倉 (My-A, ca. 7-7.2 ka)	1.496-1.498		1.713-1.717		1.679-1.695		1)
	1.497-1.501						4)
鬼界アカホヤ (K-Ah, ca. 7.3 ka)	1.506-1.513						1)
浅間藤岡 (As-Fo)	unpublished		1.706-1.710				2)
浅間総社 (As-Sj)	1.501-1.518		1.706-1.711				3)
浅間板鼻黄色 (As-YP, ca. 15-16.5 ka)	1.501-1.505		1.707-1.712				1)
浅間大窪沢2 (As-Ok2)	1.502-1.504		1.704-1.709				1)
浅間板鼻褐色 (群) (As-BP Group)	Upper 1.515-1.520		1.707-1.714				1)
	Middle 1.508-1.511		1.700-1.709				1)
	Lower 1.505-1.515		1.710-1.725				1)
始良Tn (AT, ca. 28-30 ka)	1.499-1.500						1)
八ヶ岳4 (Yt-Pm4)			1.699-1.704				1)
御岳屋敷野 (On-Ys)			1.710-1.714				1)
大山倉吉 (DKP, ca. >55 ka)			1.702-1.707		1.675-1.680		1)
御岳三岳 (On-Mt)			1.703-1.706				1)
御岳千本松 (On-Sn)			1.703-1.712		1.686-1.693		1)
御岳辰野 (On-Tt, ca. >50 ka)			1.712-1.716		1.684-1.696		1)
御岳奈川 (On-Ng)	1.503-1.508		1.715-1.720		1.680-1.687		1)
阿蘇4 (Aso-4, ca. 85-90 ka)	1.506-1.510						1)
御岳湯町 (On-Kt)	1.503-1.505		1.711-1.718		1.676-1.685		1)
鬼界葛原 (K-Tz, ca. 95 ka)	1.497-1.503						1)
御岳第1 (On-Pm1, ca. 100 ka)	1.501-1.503		1.706-1.711		1.681-1.690		1)

1): Machida and Arai (1992, 2003, 2011), 2): Soda (1996), 3): Soda (unpublished), 4): Takemoto and Okumura (2012). This study and 3) used the thermal immersion method (Danbara, 1993). 1) and 2) used the immersion method (Arai, 1972, 1993).

維束状またはスポンジ状の軽石型である。不透明鉱物以外の重鉱物としては、斜方輝石や単斜輝石、そしてわずかに角閃石が認められる。

試料 17 (-1.80 ~ -1.85 m) から試料 11 (-1.50 ~ -1.55 m) にかけては、火山ガラスが多い傾向にある。火山ガラスには無色透明のバブル型が多く、ほかに無色透明や淡灰色の分厚い中間型、無色透明の繊維束状またはスポンジ状の軽石型である。不透明鉱物以外の重鉱物としては、斜方輝石や単斜輝石を含むものが多

く、角閃石が少量含まれている試料もある。

試料 9 (-1.40 ~ -1.45 m) より上位では火山ガラスの量が減少する。これらの試料に含まれる火山ガラスは、無色透明や淡灰色の中間型、繊維束状またはスポンジ状の軽石型、無色透明のバブル型である。試料の多くには、不透明鉱物以外の重鉱物として、斜方輝石や単斜輝石、そしてわずかに角閃石が認められる。

## (2) 火山ガラス比分析

火山ガラス比分析の結果を図 5.1 に、またその内訳

を表5.2に示す。HB-3, 第2セクションでは, とくに無色透明のバブル型ガラスの含有率の変化が目立つ。このタイプのバブル型ガラスは, 試料17 (-1.80 ~ -1.85 m) および試料16 (-1.75 ~ -1.80 m) で含有率が高い(各26.2%)。また, 試料15 (-1.70 ~ -1.75 m) でもほぼ同じような含有率である。これらの試料では, バブル型ガラスのほか, 含有率が高い順に中間型, 繊維束状軽石型, スポンジ状軽石型の火山ガラスが含まれている。また, このように, 無色透明のバブル型ガラスの含有率が高い試料では, 比較的重鋳物の含有率が低い傾向にある。

ほかの試料では, 試料5 (-1.20 ~ -1.25 m) で重鋳物の含有率(23.2%), 試料3 (-1.10 ~ -1.15 m) で中間型や繊維束状軽石型の火山ガラスの含有率(25.2%, 6.4%)が, ほかの試料と比較するとやや高い。

#### 5-4 屈折率測定(火山ガラス)

##### 5-4-1 測定試料と測定方法

指標テフラとの同定精度を向上させるために, テフラ検出分析と火山ガラス比分析により, 指標テフラの降灰層準の可能性が考えられた試料17 (-1.80 ~ -1.85 m) に含まれる火山ガラスの屈折率(n)の測定を行った。測定は, 温度変化型屈折率測定法(壇原, 1993)により実施した。測定の対象粒子は, 1/8-1/16 mm 粒径の火山ガラスである。

##### 5-4-2 測定結果

屈折率測定の結果を表5.3に示す。試料17 (-1.80 ~ -1.85 m) に含まれる火山ガラス(31粒子)の屈折率(n)は, 1.498-1.501である。

#### 5-5 考察

HB-3-2 コア(-1 ~ -2 m)の試料17 (-1.80 ~ -1.85 m)に含まれる, 無色透明のバブル型ガラスは, その形態, 色調, 屈折率特性から, 約2.8 ~ 3万年前に南九州の始良カルデラから噴出した始良 Tn 火山灰(AT, 町田・新井, 1976, 2011 など)と考えられる。したがって, このタイプの火山ガラスが急増し, 試料16 (-1.75 ~ -1.80 m)とともに, 含有率をもっとも高い試料17付近に, ATの降灰層準があると考えられる。より細かくみれば, 試料16により近い層準と考えることもできよう。

ほかの試料では, 試料5 (-1.20 ~ -1.25 m) で重鋳物の含有率(23.2%), 試料3 (-1.10 ~ -1.15 m) で中間型や繊維束状軽石型の火山ガラスの含有率(25.2%, 6.4%)が, ほかの試料と比較するとやや高い。前者では, 斜方輝石と単斜輝石を合わせた両輝石が多いことから, これらの層準に, 約1.5 ~ 1.65万年前に浅間火山から噴出した浅間板鼻黄色軽石(As-YP, 新井, 1962, 町田・新井, 2011 など)<sup>1)</sup>など浅間系テフラの降灰層準のある可能性も考えられる。今後, より上位のHB-3-1 コアの分析を実施して, その具体的な層準やテフラ粒子の起源を明らかにすると良い。

#### 5-6 まとめ

広原湿原周辺におけるボーリング調査で得られたコア試料のうち, HB-3-2 コアの観察を行い, テフラ分析用試料の採取を実施した。11試料を対象にテフラ分析(テフラ検出分析, 火山ガラス比分析, 火山ガラスの屈折率測定)を行った結果, 始良 Tn 火山灰(AT, 約2.8 ~ 3万年前)の降灰層準が, 試料17 (-1.80 ~ -1.85 m) 付近にあることを明らかにすることができた。

#### 注

1) 実際には, 北関東地方北西部で As-YP の上部を占める成層した降下火山灰層(早田, 1990)や軽井沢地域の MK-13(辻ほか, 2004)に対比される可能性が高い。

#### 引用文献

- 新井房夫 1962 「関東盆地北西部地域の第四紀編年」『群馬大学紀要自然科学編』10:1-79
- 新井房夫 1972 「斜方輝石・角閃石の屈折率によるテフラの同定-テフロクロロジーの基礎的研究」『第四紀研究』11:254-269
- 新井房夫 1979 「関東地方北西部の縄文時代以降の示標テフラ層」『考古学ジャーナル』53:41-52
- 新井房夫 1993 「テフラ:温度一定型屈折率測定法」日本第四紀学会編『第四紀試料分析法2-研究対象別分析法』, pp.136-149., 東京大学出版会
- 荒牧重雄 1968 「浅間火山の地質」『地団研専報』14:1-45
- 壇原 徹 1993 「温度変化型屈折率測定法」日本第四

- 紀学会編『第四紀試料分析法 2-研究対象別分析法』, pp.149-158., 東京大学出版会
- 岐阜県 2001『平成 12 年度地震関係基礎調査交付金 屏風山・恵那山断層帯に関する調査報告書』, 164p.
- 早津賢二・新井房夫 1980「妙高火山群テフラ地域の第四紀研究テフラ層-示標テフラ層の記載および火山活動との関係-」『地質雑誌』86:243-263
- 早津賢二 1985『妙高火山群-その地質と活動史』, 344p., 第一法規
- 早津賢二 1992「山麓の火山灰層からみた妙高火山中央火口丘の活動と年代」『地学雑誌』101:59-70
- 小林国夫・清水英樹・北村和男・小林武彦 1967「御岳火山第一浮石層-御岳火山第一浮石層の研究その 1-」『地質雑誌』73:291-308
- 小林国夫 1971「御岳火山噴出物による Tephrochronology 中部地方の鮮新統および最新統」『竹原平一教授記念論文集』, pp. 191-218.
- 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-』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
- 町田 洋 1990「小林国夫氏以後のテフロクロノロジー-とくに御岳第 1 軽石層を中心に-」『小林国夫教授論文選集』, pp. 649-662.
- 町田 洋・新井房夫 1976「広域に分布する火山灰-始良 Tn 火山灰の発見とその意義」『科学』46:339-347
- 町田 洋・新井房夫 1978「南九州鬼界カルデラから噴出した広域テフラ-アカホヤ火山灰」『第四紀研究』17:143-163
- 町田 洋・新井房夫 1979「大山倉吉軽石層-分布の広域性と第四紀編年上の意義」『地学雑誌』88:313-330
- 町田 洋・新井房夫 1992『火山灰アトラス-日本列島とその周辺』, 276p., 東京大学出版会
- 町田 洋・新井房夫 2003『新編火山灰アトラス-日本列島とその周辺』, 336p., 東京大学出版会
- 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., 東京大学出版会
- 奥村晃史 1988「第四紀示標テフラの主成分組成カタログ」昭和 61-62 年度科学研究費補助金総合研究 (A) 61302084『日本における沖積平野・沖積層の形成と第四紀末期の自然環境とのかかわりに関する研究』研究成果報告書, pp.159-165.
- 坂口 一 2010「高崎市・中居町一丁目遺跡周辺集落の動向-中居町一丁目遺跡 H22 の水田耕作地と周辺集落との関係-」群馬県埋蔵文化財調査事業団編『中居町一丁目遺跡 3』, pp.17-22.
- 佐治孝次・田崎和恵・赤木三郎・浅田 斉 1975「大山火山降下堆積物の層序とその特徴」『地球科学』29:199-210
- 関口博幸・早田 勉・下岡順直 2011「群馬の旧石器編年のための基礎的研究-関東地方北西部における石器群の出土層位, テフラ層序, 数値年代の整理と検討-」『群馬県埋蔵文化財調査事業団研究紀要』29:1-20
- 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 1990「群馬県の自然と風土」群馬県史編さん委員会編『群馬県史通史編 1 原始古代 1』, pp.37-129.
- 早田 勉 1995「テフラからさぐる浅間山の活動史」御代田町誌編纂委員会編『御代田町誌自然編』, pp.22-43.
- 早田 勉 1996「関東地方~東北地方南部の示標テフラの諸特徴-とくに御岳第 1 テフラより上位のテフラについて-」『名古屋大学加速器質量分析計業績報告書』7:256-267
- 早田 勉 2010「更新世堆積物とテフラ」稲田孝司・佐藤宏之編『講座日本の考古学 1 旧石器時代上』, p.77-102., 青木書店
- 竹本弘幸 1993「テフラから見た中部日本の後期更新

- 世編年の諸問題：陸成層の層序区分を中心に」『名古屋大学加速器質量分析計業績報告書』4：135-163
- 竹本弘幸・百瀬 貢・平井 潔・小林武彦 1987「新期御岳テフラ層の層序と時代-中部日本における編年上の意義-」『第四紀研究』25：337-352
- 竹本仁美・奥村晃史 2012「長野県神城盆地の局所的な地形変化に対する完新世の花粉化石群集の応答」『第四紀研究』51：21-33
- 辻 誠一郎・宮地直道・新井房夫 2004「南軽井沢地域の浅間火山テフラ層序と編年-環境・災害史研究の基礎として-」『国立歴史民俗博物館研究報告』16：165-192

# Excavations at the Hiroppara sites I and II

Kazutaka Shimada <sup>1</sup>, Jun Hashizume <sup>2</sup>, Susumu Aida <sup>2</sup>, Yoshikatsu Nakamura <sup>2</sup>  
Tsutomu Soda <sup>3</sup>, Yoshimitsu Suda <sup>4</sup>, Minoru Oyokawa <sup>5</sup>, and Miho Tsuchiya <sup>2</sup>

The Hiroppara sites I and II are located south and west of the Hiroppara bog in the Kirigamine Mountain, Nagano Prefecture, central north Japan, at 1,400 meters above sea level. Seven prehistoric sites are known at present, and excavations have been carried out in 2011 through to 2013 at site I (EA-1) and site II (EA-2). The overall goals of our current investigations are twofold: firstly, we aim to reconstruct intermittent land use patterns; and secondly, we are interested in the obsidian procurement activities of humans in the context of palaeoenvironmental changes during the period from the latest Pleistocene to early Holocene. We are hoping to shed light to these research questions by employing various analytical techniques on sediment samples from the bog.

## 1. Hiroppara site I

The site is located 1,411.5 masl south of the Hiroppara small hill with an easy slope, which extends into the Hiroppara bog. Hiroppara site I (EA-1=excavation area 1, TP-2=test pit 2) revealed a concentration of pottery fragments from the beginning of Middle Jomon (ca. 5,500 cal BP), and an assemblage of arrowheads, ground stone tools and pottery fragments from the first half of Initial Jomon (ca. 11,500-9,500 cal BP).

A tool assemblage from the later phase of Late Upper Palaeolithic industry of this site are bifacial points, margin retouched points, and blade cores. This assemblage is tentatively belonged to ca. 25,000 to 20,000 cal BP. The famous widely spread Aira-Tn volcanic ash (hereafter AT; ca. 30,000 cal BP) from southern Kyushu has found in the sediments. Obsidian raw materials were found at Layer 6, deposited before the AT ash fall, but it still unclear which time period exactly they belong to, because of the lack of diagnostic tool types.

The sediments of the site consist of eight Layers, i.e. surface soil, Layers 2a, 2b, 3, 4, 5, 6, and 7. It measures 260cm from the top of surface soil to the bottom of Layer

7. No cultural horizons were found in Layer 7. Artifact concentrations of Jomon industries were present in the Layer 2a; lastly, the Upper Palaeolithic point industry originated at Layer 3.

### 1.1. Artifact assemblages by layers:

Making a clear distinction between Palaeolithic and Jomon particularly on flakes and a few artifacts is somewhat difficult. What follows is a complete list of the assemblage by stratigraphic layer.

Layer 2: The total amount of artifacts comes to 366, and the content of the assemblage is as follows: arrowheads (3 pieces, 1.7g.), pièces esquillées (8 pieces, 27g.), bifacial points (7 pieces, 84.1g.), retouched flake (1 piece, 5.0g.), flakes (272 pieces, 1,002.6g.), graver (1 piece, 5.8g.), cores (17 pieces, 493.4g.), pounding stone (1 piece, 42.7g.), ground stone tools (2 pieces, 525.9g.), obsidian raw materials (23 pieces, 324.2g.), and pottery fragments (26 pieces, 338.7g.). The abovementioned assemblage has 361 artifacts in total, and 2,857.9gram of weight. Additionally, 1 piece of charcoal and rubbles (4 pieces, 8,028.2g.) were also found.

Layer 3: The total number of artifacts is 311. The following artifacts were excavated: pièces esquillées (2 pieces, 3.9g.), bifacial points (2 pieces, 15.6g.), margin retouched point (2 pieces, 35.8g.), side scrapers (3 pieces, 62.2g.), retouched flake (1 piece, 21.0g.), flakes (264 pieces, 976.9g.), blade core (1 piece, 52.4g.), cores (17 pieces, 2345.8g.), obsidian raw materials (15 pieces, 698.2g.), pottery fragments (2 pieces, 3.5g.), rubbles (2 pieces, 223.2g.).

Layer 4: Total artifact numbers are 43 pieces, 179.8grams; scaled pieces/ pièce esquillée (1 piece, 0.8g.), margin retouched point (1 piece, 3.9g.), retouched flake (1 piece, 12.9g.), flakes (36 pieces, 122.8g.), cores (2 pieces, 21.4g.), obsidian raw material (1 piece, 10.1g.).

Layer 6: The total artifact assemblage consists of 10 pieces (108.5 grams): flakes (8 pieces, 101.3g.), obsidian raw materials (2 pieces, 7.2g.). The grand total of artifacts from Layers 2, 3, 4 and 6 is 730 and 156,648.9 grams.

---

1 Meiji University Museum

2 Center for Obsidian and Lithic Studies, Meiji University

3 Institute of Tephrochronology for Nature and History Co., Ltd.

4 Department of Geology, Nagasaki University

5 Department of Socio-Cultural Studies, Faculty of Law and Literature, Shimane University

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

## 1.2. Characters of Jomon and Upper Palaeolithic industries:

At the Hiroppara site I, arrowheads and ground stone tools are associated with the first half of the Initial Jomon rouletted relief pottery fragments. No refitted lithic tools and flakes are available, which suggests that the Jomon people of this period used this location as for short-term stays. Many pottery fragments were found in the artifact concentration dating to the beginning of Middle Jomon. We expect to find the pit house facilities below this pottery concentration.

The Palaeolithic industry leads us to the same inference of short-term occupation for the Hiroppara site I. Biface thinning flakes have been excavated, but have not been possible to be refitted with other artifacts in the assemblage. This may suggest that point production took place mainly off site, with only limited point tool production being done on site.

## 2. Hiroppara site II

At Hiroppara site II we have identified two different industries. The first one is from the early phase of the Initial Jomon (ca. 11,500-9,500 cal BP) with pottery and lithic industry, and the second one dated to the early phase of the Upper Palaeolithic industry (ca. 38,000-32,000 cal BP). The Upper Palaeolithic industry is designated as a lithic manufacturing workshop tightly connected with obsidian acquisition in source areas. The site is located 1,407 masl at a small col on the eastern extension of the Hiroppara small hill.

The stratigraphy of soil layers is as follows: surface soil, Layers 2a, 2b, 3, 4a, 4b, 5, 6, 7, 8, 9, and 10. In total it is 3 m from the topsoil to the bottom of Layer 10. AT volcanic ash has found in the sediments, and volcanic glass peak of the AT was detected at the lower part of Layer 4a. Only one wooden charcoal was found in the Layer 4b, and a measurement result shows 26,550±90 yrBP (31,020-30,625 cal BP).

### 2.1. Jomon industries:

The horizons both of the early and the late phase of the Initial Jomon industries, including lithic tools and pottery fragments, come mainly from Layers 2a and Layer 2b (ca. 9,500-11,500 cal BP). Artifact assemblages of the Initial Jomon include: flakes (362 pieces, 663 g.), cores (33 pieces, 663 g.), obsidian pebbles (30 pieces from Layers 2a and 2b, 264.6 g), a stemmed point (1 piece, surface collection, 2.1 g.), arrowheads (14 pieces, 10.9 g.), drills (2 pieces, 3.4 g.), pièces esquillées (21 pieces, 90.8 g.), side scrapers (2 pieces, 11.7 g.), a chopping tool (1 piece, 747.9 g.), ground stone tools (2 pieces, 1,255.1 g), retouched flakes (14 pieces, 152.2 g), pottery fragments (80 pieces, 606.5 g). Additionally, 48 pieces of clustered rubbles (67,047.9 g), and other 101 pieces of rubbles were found at Layers 2a, 2b, and Pit-1 (14,674.8 g).

The Jomon assemblage indicates that the Hiroppara site II functioned as a workshop of arrowhead production, and the excavated different types of Initial Jomon pottery sherds also suggest that the site had been occupied several times there during the Initial Jomon period.

### 2.2. Upper Palaeolithic industries:

Natural post-depositional processes have disturbed the Palaeolithic strata distributing the artifacts vertically from Layer 4b to Layer 2a; the original horizons of the Palaeolithic industry are Layers 4a and 4b. This was verified by a refitting study on a cluster of obsidian tools and debitage. Judging from tool types, radiocarbon dating, and time-marker tephra analysis, the Palaeolithic industry of the Hiroppara site II can be securely dated to early phase of the Upper Palaeolithic, i.e. within the time range of 38,000 to 32,000 cal BP.

The artifact assemblages of the Upper Palaeolithic include the following: flakes (2,167 pieces, 32,864.6 g), blades (51 pieces, 493.1 g), cores (93 pieces, 10,973.1 g), obsidian raw materials (19 pieces from Layers 3 to 4b, 327.6 g), an edge-ground stone axe (1 piece, 110.3 g), trapezoids (6 pieces, 20.9 g), knife-shaped tools (4 pieces, 13.7 g), notches (9 pieces, 283.3 g), side scrapers (3 pieces, 60.2 g), retouched flakes (59 pieces, 1,134 g), a graver (1 piece, 3.2 g), a ground stone tool (1 piece, 286.1 g), and pebbles (27 pieces, 21,634.4 g).

Two obsidian clusters were found deposited vertically in the middle to lower part of Layers 4a and 4b. Both clusters are vertically differentiated and have no refitting relationships to one another, which implies that these clusters belong to different time ranges within the early phase of Upper Palaeolithic.

Obsidian clusters (Cluster 1 and 2) have revealed many concentrations of large flakes and cores, and one of the largest flakes from Cluster 1 that weighed 1,963.7 grams. It should be suggested that the Palaeolithic people had taken many obsidian raw materials, maximum up to ca. 2,000 g, to the Hiroppara site II and carried out the initial knapping stages there. The final target of the reduction sequence would have been blade production, but the two obsidian clusters do not seem to be associated specifically with blade production workshops. The deposition processes of the obsidian clusters suggest that: firstly, the presence of human activities over a period of time which resulted in the accumulation of the clusters; secondly, core blanks were being produced there, and thirdly that blade production was also carried out on site. Although an edge-ground stone axe and related hunting tools were found in small numbers compared to obsidian artifacts and debitage, the Hiroppara site II seems to have also functioned as a campsite in addition to its function as an obsidian acquisition and production locus.

(Akira Ono)



## IV 広原 I・II 遺跡出土遺物の岩石学的分析



# 長野県霧ヶ峰地域における広原遺跡群出土の 黒曜石製石器の原産地解析

隅田 祥光<sup>1\*</sup>・土屋 美穂<sup>2</sup>

## 要 旨

広原遺跡出土の黒曜石製石器に関する原産地解析を、蛍光 X 線分析法を用いて実施した。この解析を実施するために、まず、霧ヶ峰地域における黒曜石原産地の試料についての定量分析を、波長分散型蛍光 X 線分析装置 (WD-XRF) を用いて実施した。結果、この地域における黒曜石原産地は、12 種の元素組成グループに分類可能であることが明らかとなった。そして、これと同じ分析手法 (破壊法) を用いて、広原遺跡出土の黒曜石製石器 40 点についての定量分析を実施した。結果、これらは合計 7 種の組成グループに一致することが明らかとなった。エネルギー分散型蛍光 X 線分析装置 (ED-XRF) を用いた定性分析は WD-XRF を用いた定量分析よりも迅速で、しかも非破壊で黒曜石製石器を分析するのに適している。ここでは、定量分析により元素組成グループに分けられた個体試料を用いて定性分析を実施した。結果を望月 (1997) で示されている産地判別図にプロットすると、定量分析で示された 12 種類の元素組成グループは定性分析によっても、おおよそ分類が可能であることが明らかとなった。さらに、定量分析を行った 40 点の黒曜石製石器についても定性分析を行った。結果、定量分析結果との比較から、この手法による分類結果の信頼度は約 85% であると見積もられた。これらの結果を踏まえ、広原 I 遺跡から出土の 689 点についての黒曜石製石器の定性分析を実施し、414 点 (60%) については、なんらかの組成グループに分類することができた。その他の 275 点 (40%) については分類結果を得ることができなかった。そもそも望月 (1997) で示されている定性分析結果に基づいた産地判別図は、関東・中部地域の黒曜石原産地 (中部高地・神津島・箱根・天城・高原山) の原産地を特定するために作られたものである。よって、霧ヶ峰地域内における細かな黒曜石原産地を特定するならば、この地域の黒曜石原産地に特化した判別法により元素組成に基づく原産地解析を実施していくことが望まれる。

キーワード：黒曜石原産地、黒曜石製石器、原産地解析、蛍光 X 線分析装置、広原遺跡群、霧ヶ峰地域

## 1. はじめに

黒曜石製石器の原産地解析 (推定) は、考古学的な発掘調査による石器の採取と記録に始まり、これらを蛍光 X 線分析装置などによる機器分析にかけることによって、元素の含有率などの分析値を得る。一方で、地質学的な野外調査により幾つもの黒曜石の産地 (原産地) を探し出し、そこで採取できる原石試料を、同じく蛍光 X 線分析装置などの機器分析にかけることによって元素の含有率などを求め、それらをデータベース化する。最終的に石器の分析値とデータベース化し

た様々な地域の原石試料の分析値を照合し、石器の分析値に最も近い原石試料を探し出し、その原石試料が採取された地点が石器の原産地であると解析していく。すなわち、石器の原産地解析とは石器の原材料 (石材) となった黒曜石が産出する地点や地域を推定していくことにある。ここでは、原産地の推定や特定のためのデータ解析のことを「原産地解析」と呼ぶことにする。

先史時代において霧ヶ峰地域の黒曜石は良質な石器石材として関東地方や北陸地方に広く流通したとされる (例えば、堤, 2011)。また、関東・中部地域における主要な黒曜石原産地である神津島・高原山・天城・

1 長崎大学教育学部地学教室

2 明治大学黒曜石研究センター

\* 責任著者：隅田祥光 (geosuda@nagasaki-u.ac.jp)

箱根とともに、石器石材にまつわる資源利用と社会について地球規模の気候変動などの自然科学と絡めた議論や解析が盛んに実施されつつある（例えば、池谷，2009；島田，2015）。このような研究において、石器石材の獲得現場である「原産地」の資源開発や環境が具体的にどのようなものであったかという基礎情報は非常に重要である。

広原遺跡群は、黒曜石原産地内に位置する先史時代の遺跡である（島田ほか，2016）。ここで実施しようとする黒曜石製石器の原産地解析は、原産地がマクロ的に霧ヶ峰であるか否かということを目的にするのではなく、具体的に霧ヶ峰地域内のどこの地点から採取された石材かという「原産地の地点」を可能な限り特定していく。そして、2011年から2014年の調査において確認された黒曜石原産地のデータベースを用い、まず波長分散型蛍光 X 線分析装置（WD-XRF）による石器の定量分析結果（破壊法）に基づいた原産地解析の手法と結果について報告し、この結果を踏まえた上でエネルギー分散型蛍光 X 線分析装置（ED-XRF）による定性分析結果（非破壊法）に基づいた原産地解析の有効性と結果について報告する。

## 2. 波長分散型蛍光 X 線分析装置による定量分析

### 2-1 定量分析に基づいた原産地解析の手法

ここで言う定量分析値とは、測定した試料中に含まれる元素の含有率を wt.% や ppm で示した値のことである。この定量分析値を用いて、原産地解析を実施する場合、まず原産地の試料をこの定量分析値に基づいて分類する。すなわち、誤差の範囲内で類似した元素組成を持つもの同士をひとまとめにし、A, B, C, D などのグループに分類（chemical group）する。

一方、遺跡から出土した黒曜石製石器からも定量分析値を求め、その値が原産地試料でグループ分けした A～D のどれに相当するものか、それともいずれのグループにも相当しないものであるかを解析する。最終的に、例えば定量分析値からある石器が A のグループに相当するものと判断されれば、その石器は地図上で A が産出する地点や地域を原産地とするという結果を示す。

分析を行った黒曜石には原地性のものと異地性のもの

が含まれる。原地性のものは人為的な攪乱の影響がほとんどないものと判断されるが、異地性のものは近現代も含めた人為的な攪乱の影響を受けている可能性がある。すなわち、最終的な原産地の地点を特定していく段階においては、原地性と異地性とは「原産地としての確実性」が大きく異なる。つまり、石器の原産地解析において原地性と異地性の試料の地点を同じように扱おうと、考古学的に全く意味の無い原産地と意味のある原産地を同じレベルで扱ってしまう可能性がある。

そこで、「異地性の試料は、原地性の試料に由来する」ことを前提とし、それを検証したうえで定量分析値による元素組成に基づいたグループ分類は原地性の試料を基準に実施することとした。また、異地性の試料の原産地よりも原地性試料の方が原産地としての確実性が高い。さらに、同じ原地性の試料の原産地でも石器を伴った原産地の方が確実性の高い原産地として認知することとした（図 1）。

### 2-2 原産地試料の定量分析

黒曜石原産地試料の定量分析値を表 1 に示す。定量分析は明治大学黒曜石研究センター所有の波長分散型蛍光 X 線分析装置（Rigaku PrimusII+）を用いて実施した。分析法は隅田・土屋（2015）に従い、原石試料を分割、粉碎のち融剤と混ぜ合わせ、高周波溶融装置を用いてガラスビード化して実施した。

定量分析値による元素組成に基づいたグループ分けを実施するために、原地性試料の定量分析値を Sr の含有率に対する各元素の含有率の分散を示す散布図にプロットした。その結果、原地性の試料は元素組成により大きく 11 のグループ（chemical group）に分類されることが示された。そこで、これらグループの元素組成を一つの図で示すために、Sr と Sr に対し正の相関を示す Ti と Zr の含有率を横軸に、一方 Sr に対し負の相関を示す Rb, Y, Nb, Th の含有率を縦軸に示した散布図を作成した（図 2）。

ただし、これら元素の含有率をそのままプロットしては、散布図上の重みが元素によって大きく異なる。例えば分析した試料中の Rb の含有率は 140～338ppm に対し Th では 7.7～31.6ppm であり、最小値から最大値までの変化の割合は Th の方が大きいもの

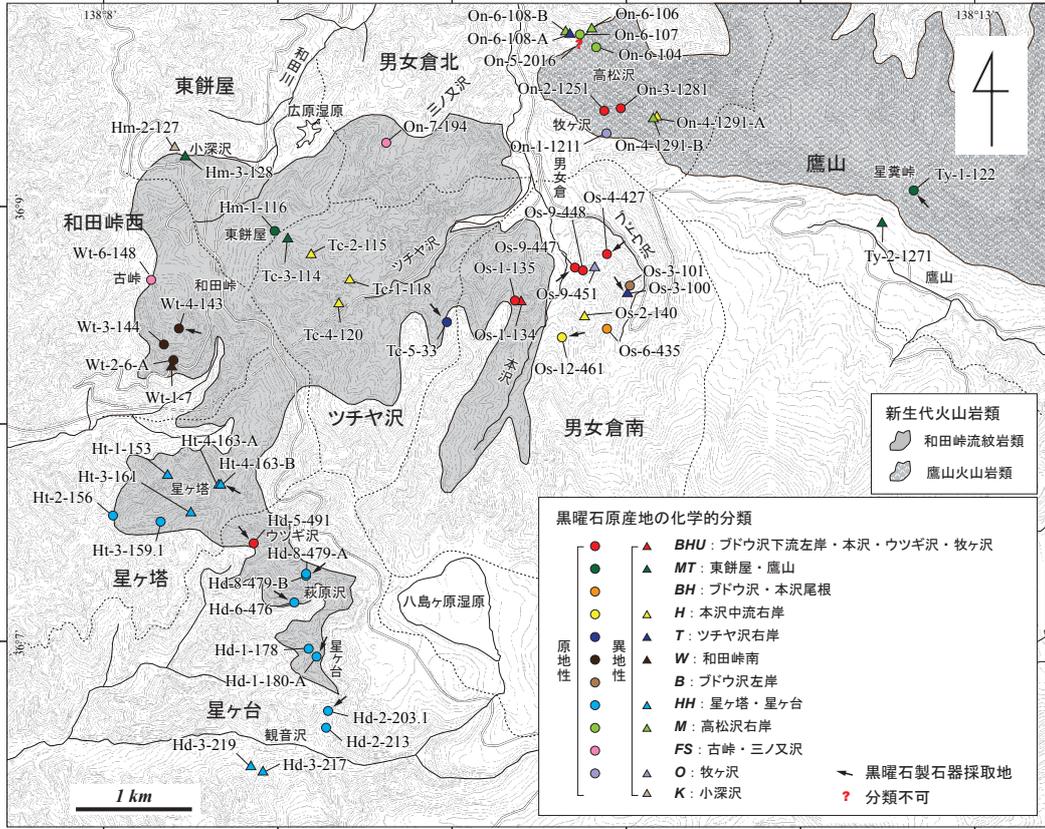
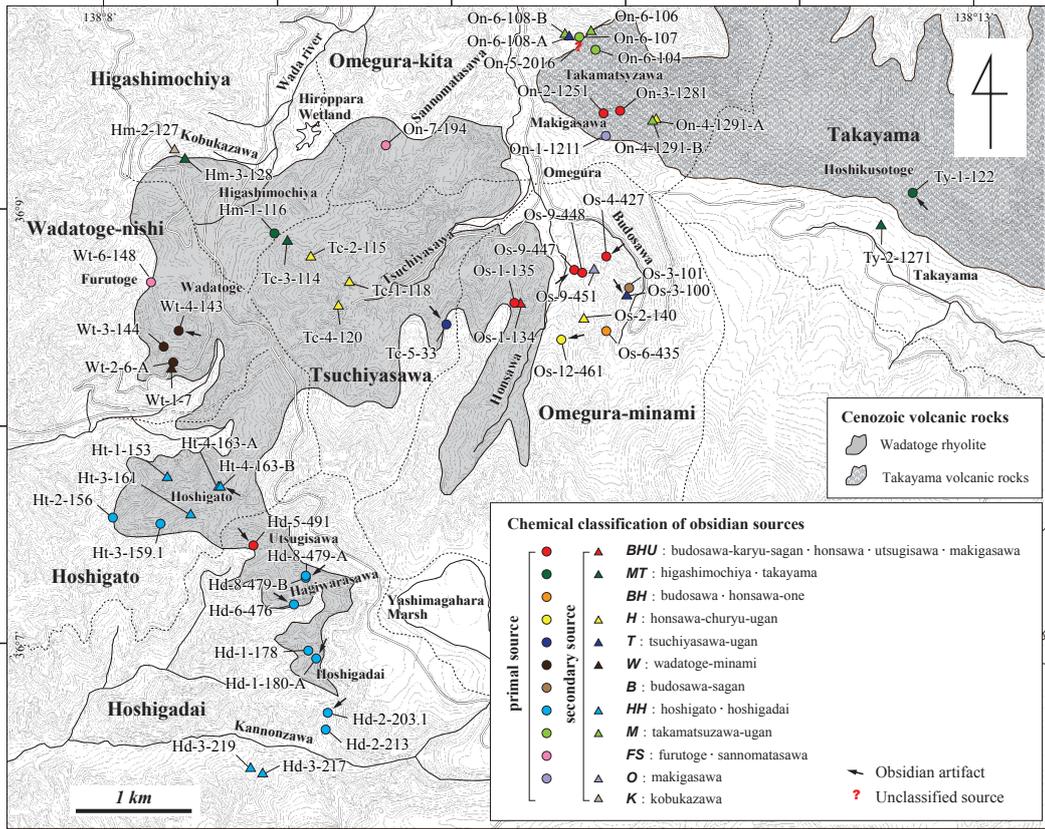


図1 長野県霧ヶ峰地域における各化学的グループの黒曜石原産地の地点分布  
 Fig. 1. Map showing geochemical distribution of obsidian sources in Kirigamine, central Japan

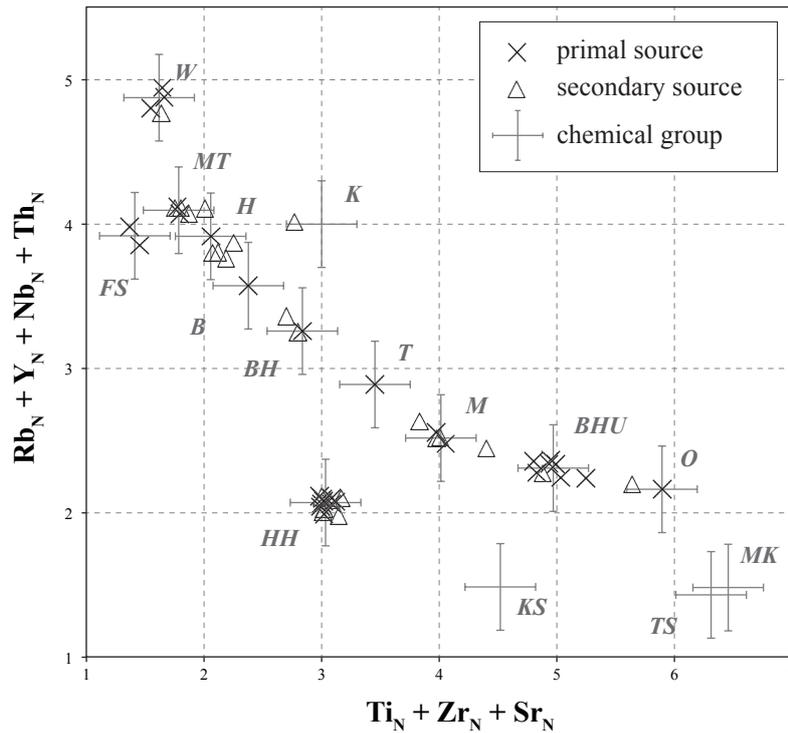


図2 黒曜石原産地における現地性 (primal source) と異地性 (secondary source) の試料の元素組成の比較  
 Fig. 2. Diagram showing chemical comparison between obsidian from primal source and those from secondary source

の数字の差は Rb の方が大きく、散布図における元素の重みは Rb の方が約 10 倍大きくなる。よって、ここでは霧ヶ峰地域の小深沢 (旧採石場) の黒曜石 (図 1) を用いて定められた地球化学標準試料 (産業技術総合研究所発行) である JR-1 の推奨値 (Imai et al., 1995) で各元素の含有率を規格化し、散布図に示される元素の重みをできるだけ均一化した。

原産地試料の定量分析値はグループごとに平均値を算出し、それらを基準値とした。これらの値を散布図上に示すと、いずれのグループも試料間の分散は基準値 (基準点) からの距離 0.3 の範囲内である。そして、各グループの名称は試料採取地点の地名を参考に以下の記号で示すこととした。なお、括弧内に示す数値は図 2 におけるそれぞれのグループの基準点の値 (横軸: X, 縦軸: Y) である。

BHU: ブドウ沢下流左岸・本沢・ウツギ沢・牧ヶ沢 (X=4.97, Y=2.31)

MT: 東餅屋・鷹山 (X=1.78, Y=4.10)

BH: ブドウ沢・本沢尾根 (X=3.45, Y=2.89)

H: 本沢中流右岸 (X=2.06, Y=3.92)

T: ツチヤ沢右岸 (X=2.84, Y=3.26)

W: 和田峠南 (X=1.62, Y=4.88)

B: ブドウ沢左岸 (X=2.38, Y=3.57)

HH: 星ヶ塔・星ヶ台 (X=3.03, Y=2.07)

M: 高松沢右岸 (X=4.01, Y=2.52)

FS: 古峠・三ノ又沢 (X=1.41, Y=3.92)

O: 牧ヶ沢 (X=5.89, Y=2.16)

続いて、異地性試料の定量分析値を同じ散布図上にプロットし、これらの試料が原地性の試料に由来したのか確認した (図 2)。表 1 にこれらの試料の分類結果 (chemical group) を示す。すると、24 試料中 2 試料 (試料番号: On-5-2601-1, Hm-2-127-1) が基準点からの距離が 0.3 の範囲を超えてプロットされた。

試料 On-5-2601-1 は、グループ M の基準点に最も近くその距離は 0.39 である。この試料が位置している地図上の地点の近隣にはグループ M に相当する原地性の試料 (On-6-104, -107) が分布し (図 1), Rb, Sr, Y, Zr 以外の元素の含有率はこのグループ M の範囲内にプロットされた。よって、同じグループとして評価できる距離 0.3 の範囲は超えているがこの異地性の試料は、近隣の原地性の試料に由来している可能性が高い。

一方、試料 Hm-2-127-1 はいずれのグループからも大きく外れた領域にプロットされ、一番近い B の基準点からの距離は 0.59 であり B のグループとして分類す

表 1 黒曜石原産地試料の位置と定量分析結果

Table 1. GPS coordinates and results of WD-XRF analysis of obsidian from primary and secondary sources

Sample No.	Hd-1-178-1	Hd-1-180A-1	Hd-2-213-1	Hd-2-203.1-1	Hd-5-491-1	Hd-6-476-1	Hd-8-479A-1	Hd-8-479B-1	Hm-1-116-1	Ht-2-156-1
Lat. (N°)	36.11607	36.11542	36.10979	36.11115	36.12436	36.1196	36.12183	36.12183	36.14851	36.12651
Long. (E°)	138.15337	138.15395	138.15489	138.15517	138.14814	138.15146	138.15298	138.15298	138.14994	138.13451
Occurrence	primary (surface)	primary (surface)	primary (surface)	primary (outcrop)	primary (surface)	primary (surface)	primary (surface)	primary (surface)	primary (outcrop)	primary (surface)
Appearance	ob9	ob3	ob7: ususumijo	ob3	ob7: setsurijo	ob7: setsurijo	ob3	ob1	ob3	ob7: setsurijo
<i>in wt.%</i>										
SiO <sub>2</sub>	77.12	76.82	75.94	77.04	76.96	77.03	77.15	77.31	76.28	75.98
TiO <sub>2</sub>	0.09	0.10	0.09	0.09	0.15	0.10	0.10	0.09	0.07	0.09
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	12.63	12.69	12.57	12.66	12.67	12.67	12.66	12.70	12.56	12.56
T-Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.64	0.64	0.64	0.64	0.91	0.64	0.64	0.65	0.68	0.64
MnO	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.08	0.07	0.10	0.07
MgO	0.09	0.09	0.08	0.09	0.12	0.08	0.09	0.09	0.07	0.08
CaO	0.49	0.49	0.48	0.49	0.69	0.49	0.49	0.50	0.49	0.48
Na <sub>2</sub> O	4.02	3.98	3.97	4.00	3.76	3.98	3.96	3.97	3.92	3.94
K <sub>2</sub> O	4.72	4.75	4.66	4.74	4.80	4.65	4.74	4.68	4.90	4.67
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.01	0.02	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.02
total	99.88	99.65	98.51	99.83	100.15	99.73	99.93	100.08	99.08	98.53
<i>in ppm</i>										
Zn	23.8	23.9	23.0	22.1	32.2	24.2	23.7	23.9	25.6	22.7
Rb	142	142	140	142	157	141	140	140	280	141
Sr	41.2	41.1	41.0	41.5	69.3	42.1	41.1	41.0	7.9	42.0
Y	26.9	28.2	28.2	27.5	24.8	26.6	26.7	26.6	44.7	27.2
Zr	77.0	76.5	75.8	76.6	121	77.3	76.6	76.9	88.8	76.4
Nb	9.6	8.6	9.4	9.3	9.4	8.9	9.2	8.7	16.3	8.3
Th	7.7	8.7	8.9	8.8	15.9	9.6	9.7	9.1	24.8	8.0
Group	HH	HH	HH	HH	BHU	HH	HH	HH	MT	HH
Sample No.	Ht-3-159.1-1	On-1-1211-1	On-2-1251-1	On-3-1281-1	On-6-104-1	On-6-107-1	On-7-194-1	Os-1-135-1	Os-12-461-1	Os-3-101-1
Lat. (N°)	36.12577	36.15623	36.15818	36.15828	36.16297	36.16394	36.15566	36.14314	36.14024	36.14434
Long. (E°)	138.13896	138.18152	138.1814	138.18303	138.18038	138.17905	138.16061	138.17283	138.17726	138.18379
Occurrence	primary (outcrop)	primary (outcrop)	primary (outcrop)	primary (surface)	primary (surface)	primary (surface)	primary (outcrop)	primary (surface)	primary (surface)	primary (surface)
Appearance	ob3	ob11	ob11	ob11	ob7: setsurijo	ob7: kajjo	ob11	ob11	ob8	ob7: ususumijo
<i>in wt.%</i>										
SiO <sub>2</sub>	76.23	76.21	76.06	76.40	77.03	77.11	76.14	76.21	77.04	76.39
TiO <sub>2</sub>	0.09	0.17	0.15	0.15	0.13	0.13	0.07	0.15	0.08	0.09
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	12.59	12.81	12.67	12.60	12.58	12.62	12.61	12.61	12.59	12.57
T-Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.63	0.98	0.90	0.91	0.88	0.88	0.79	0.92	0.77	0.79
MnO	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.10	0.07	0.09	0.09
MgO	0.09	0.15	0.13	0.13	0.11	0.12	0.05	0.13	0.06	0.07
CaO	0.48	0.73	0.68	0.68	0.66	0.65	0.50	0.68	0.54	0.55
Na <sub>2</sub> O	4.00	3.91	3.63	3.83	3.75	3.72	4.00	3.72	3.68	3.72
K <sub>2</sub> O	4.70	4.71	5.06	4.83	4.84	4.82	4.79	4.94	5.16	5.14
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.02	0.01	0.01
total	98.89	99.76	99.37	99.62	100.07	100.14	99.06	99.45	100.02	99.42
<i>in ppm</i>										
Zn	22.5	34.9	31.3	30.2	27.6	28.8	25.1	30.8	25.7	25.6
Rb	141	148	161	162	175	174	278	166	263	251
Sr	41.8	86.4	69.2	66.5	50.6	52.6	2.1	65.7	11.4	17.5
Y	28.0	24.9	25.6	25.1	25.9	26.3	39.5	24.9	39.5	36.9
Zr	76.6	139	120	119	106	107	74.6	119	93.9	95.9
Nb	9.0	8.7	9.5	8.6	9.7	9.4	14.3	8.8	14.8	13.0
Th	8.7	12.5	14.1	14.2	17.9	16.2	25.8	15.7	28.1	24.9
Group	HH	O	BHU	BHU	M	M	FS	BHU	H	B

表 1 (続き)  
Table 1. (continued)

Sample No.	Os-4- 427-1	Os-6- 435-1	Os-9- 447-1	Os-9- 448-1	Tc-5- 33-1	Ty-1- 122-1	Wt-2- 6A-1	Wt-3- 144-1	Wt-4- 143-1	Wt-6- 148-1
Lat. (N°)	36.14673	36.14091	36.14585	36.1457	36.14142	36.15185	36.13848	36.13976	36.1409	36.14493
Long. (E°)	138.18153	138.18175	138.17858	138.17881	138.1662	138.21092	138.14002	138.13916	138.14072	138.13815
Occurrence	primary (surface)	primary (surface)	primary (surface)	primary (surface)	primary (surface)	primary (outcrop)	primary (outcrop)	primary (outcrop)	primary (surface)	primary (surface)
Appearance	ob11	ob7: setsurijo	ob11	ob11	ob7: ususumijo	ob3	ob15	ob15	ob9	ob8 or 9
<i>in wt.%</i>										
SiO <sub>2</sub>	76.62	76.90	76.71	76.75	76.74	76.68	76.12	76.09	76.27	76.44
TiO <sub>2</sub>	0.16	0.12	0.15	0.15	0.10	0.07	0.05	0.06	0.06	0.06
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	12.66	12.63	12.65	12.65	12.64	12.68	12.64	12.62	12.66	12.57
T-Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.93	0.85	0.92	0.91	0.82	0.68	0.75	0.75	0.76	0.80
MnO	0.07	0.08	0.07	0.07	0.08	0.10	0.12	0.11	0.12	0.10
MgO	0.14	0.11	0.13	0.12	0.09	0.06	0.05	0.05	0.05	0.06
CaO	0.71	0.62	0.70	0.70	0.59	0.49	0.49	0.49	0.50	0.50
Na <sub>2</sub> O	3.81	3.81	3.78	3.77	3.78	4.07	4.09	4.09	4.10	3.43
K <sub>2</sub> O	4.74	4.84	4.76	4.80	4.99	4.67	4.61	4.59	4.58	5.60
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.02	0.01	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
total	99.86	99.97	99.89	99.94	99.84	99.51	98.93	98.86	99.11	99.57
<i>in ppm</i>										
Zn	32.9	27.3	30.8	31.6	26.4	24.8	25.4	25.9	25.7	24.3
Rb	152	200	156	157	229	280	333	335	338	283
Sr	74.0	39.2	71.2	70.3	27.8	7.1	6.4	7.2	6.6	1.6
Y	23.9	29.2	24.6	23.9	33.3	46.6	52.0	52.4	52.4	41.3
Zr	126	102	123	122	97.5	89.4	87.4	86.9	87.3	76.8
Nb	9.2	11.2	8.6	9.2	12.6	16.0	18.6	19.3	19.7	14.9
Th	13.9	19.6	14.2	15.9	21.6	25.5	30.5	30.9	31.6	26.6
Group	BHU	BH	BHU	BHU	T	MT	W	W	W	FS
Sample No.	Hd-3- 217-1	Hd-3- 219-1	Hm-2- 127-1	Hm-3- 128-1	Ht-1- 153-1	Ht-3- 161-1	Ht-4- 163A-1	Ht-4- 163B-1	On-4- 1291A-1	On-4- 1291B-1
Lat. (N°)	36.10631	36.10679	36.15502	36.15424	36.12951	36.12652	36.1289	36.1289	36.15768	36.15768
Long. (E°)	138.14898	138.14793	138.14037	138.14124	138.13985	138.14218	138.14452	138.14452	138.18631	138.18631
Occurrence	secondary	secondary	secondary	secondary	secondary	secondary	secondary	secondary	secondary	secondary
Appearance	ob7: usu- hakusumijo	ob7: usu- hakusumijo	ob4	ob7: setsurijo	ob7: setsurijo	ob3	ob3 or 7	ob15	ob4	ob4
<i>in wt.%</i>										
SiO <sub>2</sub>	77.89	77.36	76.35	76.34	76.46	76.74	76.05	76.28	76.51	77.26
TiO <sub>2</sub>	0.10	0.10	0.10	0.07	0.09	0.10	0.09	0.09	0.08	0.13
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	12.89	12.74	12.83	12.58	12.63	12.60	12.58	12.61	12.62	12.59
T-Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.65	0.66	0.80	0.68	0.64	0.64	0.63	0.64	0.78	0.86
MnO	0.07	0.07	0.10	0.10	0.07	0.07	0.07	0.07	0.09	0.07
MgO	0.09	0.08	0.10	0.06	0.08	0.08	0.08	0.08	0.07	0.10
CaO	0.49	0.50	0.63	0.50	0.48	0.49	0.48	0.48	0.54	0.64
Na <sub>2</sub> O	3.97	3.95	4.04	4.04	3.98	4.00	3.98	4.00	3.95	3.73
K <sub>2</sub> O	4.72	4.75	4.62	4.68	4.69	4.63	4.69	4.67	4.84	4.84
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
total	100.89	100.23	99.59	99.06	99.13	99.36	98.66	98.93	99.49	100.23
<i>in ppm</i>										
Zn	23.0	24.1	26.5	26.4	22.6	23.8	23.1	24.1	25.9	28.1
Rb	143	142	270	278	143	140	140	141	265	184
Sr	42.7	42.6	26.9	10.1	41.4	40.6	41.4	41.8	13.1	46.7
Y	28.2	26.5	44.9	46.0	27.5	26.5	27.9	27.3	39.8	26.2
Zr	79.4	77.6	93.7	89.0	77.7	77.0	76.2	77.1	94.2	105
Nb	9.4	7.8	15.9	15.5	7.9	9.1	9.6	8.7	14.0	9.9
Th	8.2	8.9	24.9	25.6	8.7	9.7	8.6	8.2	26.2	18.5
Group	HH	HH	K	MT	HH	HH	HH	HH	H	M

表 1 (続き)  
Table 1. (continued)

Sample No.	On-5- 2601-1	On-6- 106-1	On-6- 108A-1	On-6- 108B-1	Os-1- 134-1	Os-2- 140-1	Os-3- 100-1	Os-9- 451-1	Tc-1- 118-1	Tc-2- 115-1
Lat. (N°)	36.16331	36.16413	36.16399	36.16399	36.14335	36.14181	36.14372	36.14552	36.14483	36.14671
Long. (E°)	138.17858	138.17967	138.178	138.178	138.17346	138.1796	138.18361	138.18039	138.15708	138.15334
Occurrence	secondary	secondary	secondary	secondary	secondary	secondary	secondary	secondary	secondary	secondary
Appearance	ob7: ususumijo	ob7: setsurijo	ob7: ususumijo	ob11	ob11	ob7: setsurijo	ob7: ususumijo	ob1	ob3?	ob8
<i>in wt.%</i>										
SiO <sub>2</sub>	77.03	77.03	76.57	76.49	76.53	76.36	76.92	76.51	75.51	75.76
TiO <sub>2</sub>	0.14	0.13	0.10	0.13	0.15	0.08	0.10	0.17	0.08	0.08
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	12.60	12.55	12.63	12.58	12.65	12.61	12.56	12.72	12.55	12.55
T-Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.89	0.88	0.81	0.88	0.91	0.78	0.82	0.95	0.72	0.70
MnO	0.07	0.07	0.08	0.07	0.07	0.09	0.08	0.07	0.09	0.10
MgO	0.12	0.12	0.08	0.11	0.13	0.06	0.09	0.13	0.08	0.07
CaO	0.67	0.65	0.58	0.66	0.69	0.54	0.59	0.72	0.55	0.52
Na <sub>2</sub> O	3.74	3.72	3.84	3.69	3.73	3.89	3.71	3.84	4.00	4.00
K <sub>2</sub> O	4.81	4.84	4.89	4.99	4.77	4.90	4.98	4.70	4.64	4.63
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.02	0.02	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01
total	100.09	100.01	99.59	99.61	99.65	99.32	99.86	99.83	98.23	98.42
<i>in ppm</i>										
Zn	28.7	28.4	26.5	27.7	31.7	25.5	26.1	32.4	26.6	26.3
Rb	169	179	235	178	156	261	224	150	261	275
Sr	58.1	51.0	23.9	51.5	67.3	11.5	26.9	79.8	17.7	11.3
Y	24.7	25.1	34.5	26.1	24.6	39.0	33.2	23.3	43.1	45.5
Zr	114	105	97.5	106	121	95.2	96.8	136	91.9	89.5
Nb	9.1	9.3	12.7	9.6	8.6	14.5	12.0	7.8	15.1	15.9
Th	17.4	17.6	22.9	16.7	15.0	26.1	23.1	15.8	24.4	26.5
Group	nd	M	T	M	BHU	H	T	O	H	H

Sample No.	Tc-3- 114-1	Tc-4- 120-1	Ty-2- 1271-1	Wt-1- 7-1	KS	MK	TS	JR-1
Lat. (N°)	36.14796	36.14275	36.14917	36.13792	-	36.05755	36.04475	36.15392
Long. (E°)	138.15098	138.15615	138.20767	138.13995	-	138.35805	138.31786	138.14162
Occurrence	secondary	secondary	secondary	secondary	-	primary (outcrop)	primary (outcrop)	-
Appearance	ob7: ususumijo	ob3	ob3	ob7: setsurijo	-	-	-	-
<i>in wt.%</i>								
SiO <sub>2</sub>	76.41	75.76	76.59	76.02	77.55	77.16	76.55	75.60
TiO <sub>2</sub>	0.07	0.08	0.07	0.06	0.13	0.16	0.15	0.11
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	12.58	12.55	12.63	12.58	12.71	12.45	12.35	12.86
T-Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.68	0.78	0.68	0.75	0.84	0.93	0.91	0.89
MnO	0.10	0.09	0.10	0.11	0.07	0.05	0.05	0.10
MgO	0.06	0.06	0.06	0.05	0.17	0.14	0.15	0.12
CaO	0.49	0.54	0.49	0.50	0.81	0.75	0.73	0.67
Na <sub>2</sub> O	4.06	3.90	4.00	4.07	4.37	3.90	3.93	4.03
K <sub>2</sub> O	4.67	4.74	4.83	4.61	3.29	4.20	4.21	4.42
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.01	0.01	0.01	0.01	0.03	0.02	0.02	0.02
total	99.13	98.51	99.46	98.76	99.97	99.76	99.05	98.82
<i>in ppm</i>								
Zn	25.7	25.7	25.5	24.2	24.1	31.2	29.6	30.7
Rb	280	261	281	324	68.7	103	108	258
Sr	6.9	14.8	8.1	6.1	75.1	116	115	29.2
Y	46.7	39.1	46.2	50.9	25.7	16.7	16.7	45.2
Zr	88.1	95.2	88.8	88.2	76.6	103	101	100
Nb	16.0	13.9	15.6	18.6	7.3	6.6	6.1	15.2
Th	25.2	26.1	26.1	31.2	4.6	7.5	6.5	26.8
Group	MT	H	HH	W	-	-	-	-

ることはできない。しかし、プロットの位置は規格化に用いた JR-1 の値に近くそこからの距離は 0.23 である。この標準試料 JR-1 の産出地点である小深沢の旧採石場(図 1)は、かつては岩脈状の露頭があったとされるが、埋め戻しによりもはや露頭からの直接的な試料採取ができず、この地点における原産地試料は表層や河床に落ちていた異地性の礫である。よって、JR-1 の組成を示す点 (X=3.00, Y=4.00 ; 図 2) からの距離が 0.3 以内にプロットされるものについては、新たに K : 小深沢というグループを設定していくこととした。すなわち、試料 Hm-2-127-1 は小深沢にあったかつての露頭に由来したものと判断した。

さらに、霧ヶ峰地域の黒曜石原産地試料の元素組成と比較するため麦草峠 (MK : X=6.46, Y=1.48), 冷山 (TS : X=6.31, Y=1.43), 神津島 (KS : X=4.52, Y=1.49) の黒曜石原産地の試料を定量分析し、原産地解析のための原石試料のデータベースに加えた。これら試料の定量分析値は表 1 に示す通りである。

### 2-3 化学的なグループごとの黒曜石原産地の産状

化学的な分類に基づいたグループごとの黒曜石原産地の地点や産状(図 1)を及川ほか(2013, 2014, 2015, 2016)で述べられている内容とともに以下にまとめる。

グループ BHU : このグループに相当する黒曜石が産出する地点は、星ヶ台のウツギ沢 (Hd-5-491) から本沢中流左岸 (Os-1-134, -135)・下流右岸 (Os-9-447, -448, Os-4-427), 牧ヶ沢 (On-2-1251, On-3-1281) と広範囲に及ぶ。Os-1-134 以外の地点からはいずれも原地性の黒曜石が採取される。また Os-9-447 と Hd-5-491 の地点からはしばしば黒曜石製石器が見つかるが、それらの石質は原石の黒曜石の石質とは明らかに異なっている。

グループ MT : このグループに相当する原地性の黒曜石は、東餅屋の採石場(場内露頭 ; Hm-1-116)と鷹山の星糞峠 (Ty-1-122) に産する。東餅屋の採石場内は、人為的に大きく崩されもはや石器は見当たらないが、地理的には広原遺跡群(広原湿原)の直上に位置した大きな原産地であると言える。星糞峠には先史時代の採掘址があり、ここで採取される石器については鷹山遺跡群調査団(2015)などで詳細に報告されている。

異地性の黒曜石は小深沢の旧採石場 (Hm-3-128), ツチャ沢の左岸の上流 (Tc-3-114), 星糞峠の南斜面 (Ty-2-1271) で採取される。小深沢の旧採石場で採取した試料は表層点在していた礫であり、これらは外部から持ち込まれた埋め戻しのための土砂に含まれた可能性が高い。ツチャ沢の左岸の上流のものは、東餅屋の採石場の直下に位置し、ここから流出した土砂に紛れ込んでいた礫である可能性が高い。星糞峠の南斜面で採取されるものは、産状や位置関係からその直上にある原地性の黒曜石から流出したものと想定される。

グループ BH : このグループに相当する原地性の黒曜石は、ブドウ沢左岸の尾根沿いから本沢の右岸にかけて原地性のものとして産する (Os-6-435)。この地点において石器は見られない。

グループ H : このグループに相当する黒曜石が産出する地点はツチャ沢左岸 (Tc-1-118, -2-115, -4-120), 本沢右岸 (Os-2-140, -12-461), 高松沢上流 (On-4-1291-A) と広範囲に及ぶ。これらのうち原地性の黒曜石が産する地点は本沢中流右岸 (Os-12-461) である。ここには斜面一帯に大量の黒曜石礫が集中して分布し、それらと同質の多量の石器を伴う。

グループ T : このグループに相当する原地性の黒曜石はツチャ沢右岸 (Tc-5-33) に産する。ここでは、斜面一帯に礫が集中して分布し同質の石器も数多く見られる。異地性の黒曜石はブドウ沢左岸 (Os-3-100) や高松沢下流 (On-6-108-A) に産し、これら地域においても多くの黒曜石製石器が見られるが、しばしば原石の石質とは異なっている。

グループ W : このグループに相当する黒曜石はいずれも和田峠南 (Wt-1-7, -2-6-A, -3-144, -4-143) に集中して産する。なお Wt-2-6-A は坑内の露頭から採取したものである。Wt-4-143 には原石と同質の石器が見られる。

グループ B : このグループに相当する黒曜石は、ブドウ沢左岸の尾根 (Os-3-101) に産する。この地点においては、しばしば原石と同質または異質の石器が見られる。

グループ HH : このグループに相当する原地性・異地性の黒曜石は、いずれも星ヶ塔 (Ht-1-153, -2-156, -3-159.1, -3-161, -4-163-A, -B)・星ヶ台 (Hd-1-178, -1-180-A, -2-203.1, -2-213, -3-217, -3-219, -6-

476, -8-479-A, -6-479-B) に産する。星ヶ台・星ヶ塔地域における黒曜石は、ウツギ沢における原地性の原産地 (Hd-5-491) 以外は全てこの組成グループに相当し、採掘址や遺跡が多く分布している (下諏訪教育委員会, 2008)。

グループ M: このグループに相当する原地性・異地性の黒曜石はいずれも男女倉の高松沢の上流 (On-4-1291-B) と下流 (On-6-104, -6-106, -6-107, -6-108-B) に分布し、これら地域には同質または異質の石器が多量に見られる。

グループ FS: このグループに相当する原地性の黒曜石は古峠 (Wt-6-148) と三ノ又沢 (On-7-194) に位置する。これら地点における黒曜石は球顆が多く細礫で石器は見られない。

グループ O: このグループに相当する原地性の黒曜石は牧ヶ沢にある岩脈状の露頭 (On-1-1211) として産する。この露頭直下において石器は見られない。異地性のものは本沢下流右岸 (Os-9-451) に産する。

グループ K: このグループに相当する黒曜石は小深沢の河床に異地性のものとして産する (Hm-2-127)。この直上には、かつて大規模な岩脈状の黒曜石の露頭

があり、そこは JR-1 (地球化学標準試料) の採取地でもある。さらに、ここから和田川を挟んで広原遺跡群 (広原湿原) が位置する。

#### 2-4 定量分析に基づいた黒曜石製石器の原産地解析

定量分析値に基づいた原産地解析を実施するため広原 I 遺跡 (TP-2, EA-1), 広原 II 遺跡 (TP-3, EA-2) から出土の石器 40 点を石質分類に基づいて抽出した (表 2)。これら石器は 2.0 ~ 4.0g 程度に切断し、原産地における原石試料と同様に粉碎しガラスビード化して定量分析を実施した。定量分析結果を表 2 に示す。定量分析に基づいた石器の原産地解析では、まず分析値を図 2 と同じ図 3 の散布図にプロットし、いずれのグループの基準点からも距離が 0.3 を超える場所にプロットされるものは判別不能とする。それ以外のものはどのグループに相当するかを判別し、図 1 から石器の原産地の地点を推定する。例えばある石器の分析値がグループ BHU に相当すると判別されたならば、その石器の原産地は地形図に示すグループ BHU が採取された原石試料の地点であると推定する。

さらに、図 2 や図 3 の散布図においては、基準点か

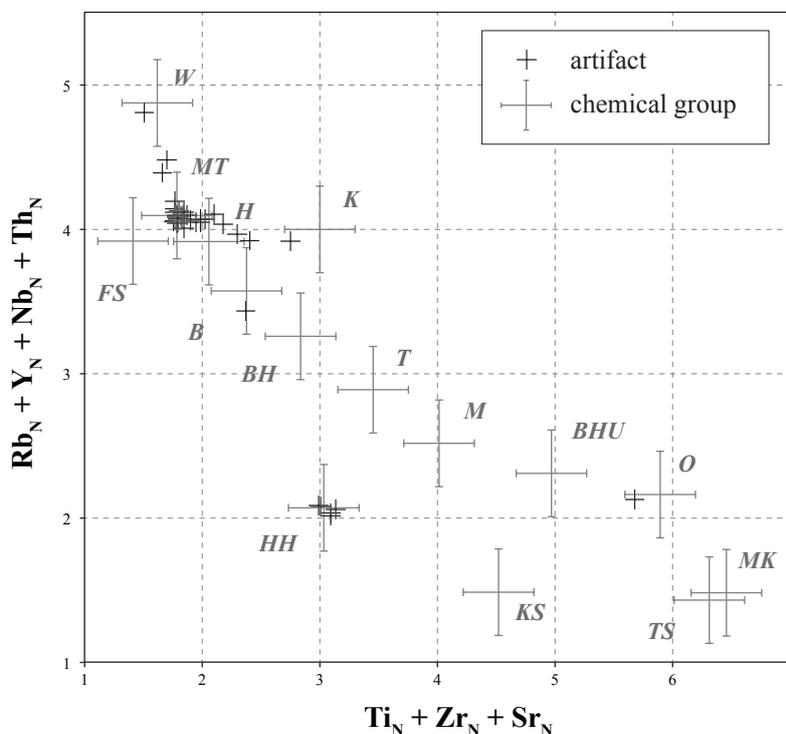


図 3 定量分析結果に基づいた黒曜石製石器の化学的分類

Fig. 3. Diagram showing chemical classification of obsidian artifacts based on WD-XRF analysis