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^{1*}・土屋 美穂²

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1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 明治大学黒耀石研究センター

^{*} 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とするのでは 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撹乱の影響が 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撹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, 原地性と異地性とでは「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 分析は明治大学黒燿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,粉砕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 ものか確認した(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-	Hd-1-	Hd-2-	Hd-2-	Hd-5-	Hd-6-	Hd-8-	Hd-8-	Hm-1-	Ht-2-
Sumple 145.	178-1	180A-1	213-1	203.1-1	491-1	476-1	479A-1	479B-1	116-1	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	primary	primary	primary	primary	primary	primary	primary	primary	primary
Occurrence	(surface)	(surface)	(surface)	(outcrop)	(surface)	(surface)	(surface)	(surface)	(outcrop)	(surface)
Appearance	ob9	ob3	ob7: ususumijo	ob3	ob7: setsurijo	ob7: setsurijo	ob3	ob1	ob3	ob7: setsurijo
in wt.%										
SiO ₂	77.12	76.82	75.94	77.04	76.96	77.03	77.15	77.31	76.28	75.98
TiO ₂	0.09	0.10	0.09	0.09	0.15	0.10	0.10	0.09	0.07	0.09
Al_2O_3	12.63	12.69	12.57	12.66	12.67	12.67	12.66	12.70	12.56	12.56
T-Fe ₂ O ₃	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_2O	4.02	3.98	3.97	4.00	3.76	3.98	3.96	3.97	3.92	3.94
K ₂ O	4.72	4.75	4.66	4.74	4.80	4.65	4.74	4.68	4.90	4.67
P_2O_5	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
in ppm										
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

Sampla No.	Ht-3-	On-1-	On-2-	On-3-	On-6-	On-6-	On-7-	Os-1-	Os-12-	Os-3-
Sample No.	159.1-1	1211-1	1251-1	1281-1	104-1	107-1	194-1	135-1	461-1	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
Qagurranaa	primary									
Occurrence	(outcrop)	(outcrop)	(outcrop)	(surface)	(surface)	(surface)	(outcrop)	(surface)	(surface)	(surface)
Appearance	ob3	ob11	ob11	ob11	ob7:	ob7:	ob11	ob11	ob8	ob7:
					setsurijo	kaijo				ususumijo
in wt.%										-
S1O ₂	76.23	76.21	/6.06	76.40	77.03	77.11	76.14	76.21	77.04	76.39
TiO ₂	0.09	0.17	0.15	0.15	0.13	0.13	0.07	0.15	0.08	0.09
Al_2O_3	12.59	12.81	12.67	12.60	12.58	12.62	12.61	12.61	12.59	12.57
T-Fe ₂ O ₃	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 ₂ O	4.00	3.91	3.63	3.83	3.75	3.72	4.00	3.72	3.68	3.72
K ₂ O	4.70	4.71	5.06	4.83	4.84	4.82	4.79	4.94	5.16	5.14
P_2O_5	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
in ppm										
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	0	BHU	BHU	М	М	FS	BHU	Н	В

表 1	(続き)
Table 1.	(continued)

Sample No.	Os-4-	Os-6-	Os-9-	Os-9-	Tc-5-	Ty-1-	Wt-2-	Wt-3-	Wt-4-	Wt-6-
Sample No.	427-1	435-1	447-1	448-1	33-1	122-1	6A-1	144-1	143-1	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	primary	primary	primary	primary	primary	primary	primary	primary	primary
Occurrence	(surface)	(surface)	(surface)	(surface)	(surface)	(outcrop)	(outcrop)	(outcrop)	(surface)	(surface)
Appearance	ob11	ob7: setsurijo	ob11	ob11	ob7: ususumijo	ob3	ob15	ob15	ob9	ob8 or 9
in wt.%										
SiO ₂	76.62	76.90	76.71	76.75	76.74	76.68	76.12	76.09	76.27	76.44
TiO ₂	0.16	0.12	0.15	0.15	0.10	0.07	0.05	0.06	0.06	0.06
Al_2O_3	12.66	12.63	12.65	12.65	12.64	12.68	12.64	12.62	12.66	12.57
T-Fe ₂ O ₃	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 ₂ O	3.81	3.81	3.78	3.77	3.78	4.07	4.09	4.09	4.10	3.43
K ₂ O	4.74	4.84	4.76	4.80	4.99	4.67	4.61	4.59	4.58	5.60
P_2O_5	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
in ppm										
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	Т	MT	W	W	W	FS

Sampla No.	Hd-3-	Hd-3-	Hm-2-	Hm-3-	Ht-1-	Ht-3-	Ht-4-	Ht-4-	On-4-	On-4-
Sample No.	217-1	219-1	127-1	128-1	153-1	161-1	163A-1	163B-1	1291A-1	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
in wt.%										
SiO ₂	77.89	77.36	76.35	76.34	76.46	76.74	76.05	76.28	76.51	77.26
TiO ₂	0.10	0.10	0.10	0.07	0.09	0.10	0.09	0.09	0.08	0.13
Al_2O_3	12.89	12.74	12.83	12.58	12.63	12.60	12.58	12.61	12.62	12.59
T-Fe ₂ O ₃	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 ₂ O	3.97	3.95	4.04	4.04	3.98	4.00	3.98	4.00	3.95	3.73
K ₂ O	4.72	4.75	4.62	4.68	4.69	4.63	4.69	4.67	4.84	4.84
P_2O_5	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
in ppm										
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
Υ	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	Н	М

表 1	(続き)
Table 1.	(continued)

Sample No.	On-5-	On-6-	On-6-	On-6-	Os-1-	Os-2-	Os-3-	Os-9-	Tc-1-	Tc-2-
-	2601-1	106-1	108A-1	108B-1	134-1	140-1	100-1	451-1	118-1	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
in wt.%										
SiO ₂	77.03	77.03	76.57	76.49	76.53	76.36	76.92	76.51	75.51	75.76
TiO ₂	0.14	0.13	0.10	0.13	0.15	0.08	0.10	0.17	0.08	0.08
Al ₂ O ₃	12.60	12.55	12.63	12.58	12.65	12.61	12.56	12.72	12.55	12.55
T-Fe ₂ O ₃	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 ₂ O	3.74	3.72	3.84	3.69	3.73	3.89	3.71	3.84	4.00	4.00
K ₂ O	4.81	4.84	4.89	4.99	4.77	4.90	4.98	4.70	4.64	4.63
P_2O_5	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
in ppm										
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
Υ	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	М	Т	М	BHU	Н	Т	0	Н	Н

Sample No.	Tc-3-	Tc-4-	Ty-2-	Wt-1-	KS	MK	TS	JR-1
L (()10)	26.14706	26.14275	26.14017	/-1		26.05755	26.04475	26 15202
Lat. (N°)	36.14796	36.14275	36.14917	36.13/92	-	36.05/55	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	primary	-
		,	,	,		(outcrop)	(outcrop)	
Annearance	ob7:	ob3	ob3	ob7:	_	_	_	_
Appearance	ususumijo	005	005	setsurijo	-	-	-	-
in wt.%								
SiO ₂	76.41	75.76	76.59	76.02	77.55	77.16	76.55	75.60
TiO ₂	0.07	0.08	0.07	0.06	0.13	0.16	0.15	0.11
Al_2O_3	12.58	12.55	12.63	12.58	12.71	12.45	12.35	12.86
T-Fe ₂ O ₃	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 ₂ O	4.06	3.90	4.00	4.07	4.37	3.90	3.93	4.03
K ₂ O	4.67	4.74	4.83	4.61	3.29	4.20	4.21	4.42
P_2O_5	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
in ppm								
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
	2						0.0	20.0
Group	MT	Н	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 チヤ沢の左岸の上流(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.ツチヤ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 出する地点はツチヤ沢左岸 (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 石はツチヤ沢右岸(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, -6476, -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砕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

	表 2	黒曜石製石器の定量分析結果	
Table 2.	Result of WI	D-XRF analysis for selected obsidian artifacts	

Round	HP-1	HP-2	HP-1	HP-1	HP-2	HP-2	HP-2	HP-1	HP-2	HP-2
Area	TP-2	EA-1	TP-2	TP-2	EA-1	EA-1	EA-1	TP-3	EA-2	EA-1
Artifact	No.38	No.46	No.47	No.57	No.86	No.141	No.149	No.157	No.181	No.189
Appearance	ob3	ob5: madara	ob1	ob4	ob2	ob15	ob12	ob6	ob7	ob7
in wt.%										
SiO ₂	76.61	76.87	76.81	76.64	76.68	76.09	76.70	76.62	76.41	76.75
TiO ₂	0.07	0.07	0.08	0.07	0.07	0.17	0.07	0.07	0.07	0.07
Al_2O_3	12.65	12.64	12.72	12.61	12.73	12.81	12.72	12.59	12.64	12.65
T-Fe ₂ O ₃	0.68	0.68	0.71	0.68	0.68	0.98	0.69	0.68	0.68	0.69
MnO	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.07	0.10	0.10	0.10	0.10
MgO	0.06	0.06	0.07	0.07	0.05	0.15	0.05	0.06	0.07	0.07
CaO	0.49	0.49	0.53	0.50	0.49	0.73	0.50	0.50	0.49	0.50
Na ₂ O	4.00	5.75	3.91	3.92	3.83	3.78	3.91	3.98	4.02	3.93
	4.59	5.00	4.70	4.70	4.76	4./1	4./4	4.61	4.60	4.76
P ₂ O ₅	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01
in ppm	99.20	99.03	99.03	99.30	<i>77.40</i>	99.30	<i>77.47</i>	99.21	99.09	99.33
in ppm Zn	27.2	27.1	27.8	27.3	27.2	36.2	28.2	28.1	27.6	26.8
Rb	27.2	27.1	27.8	27.5	27.2	146	20.2	20.1	27.0	20.8
Sr	76	76	11.0	7.0	77	82.2	85	75	79	80
Y	44.8	44.6	45.0	44.4	44.8	25.3	44.1	44.6	44.1	44.9
Zr	88.4	87.2	89.5	88.1	88.0	131	87.5	89.7	87.1	89.0
Nb	15.3	15.8	15.6	15.6	16.0	8.4	16.5	15.1	16.0	14.9
Th	26.0	27.1	27.2	26.2	26.9	12.3	28.6	26.3	27.2	27.6
Group	MT	MT	Н	MT	MT	0	MT	MT	MT	MT
Reliability	very high	very high	high	very high	very high	moderate	very high	very high	very high	very high
Round	HP-2	HP-2	HP-2	HP-2	HP-2	HP-2	HP-2	HP-2	HP-2	HP-3
Area	EA-1	EA-1	EA-1	EA-2	EA-1	EA-1	EA-1	EA-2	EA-2	EA-2
Artifact	No.210	No.232	No.289	No.325	No.347	No.395	No.493	No.901	No.1321	No.1414
Appearance	ob11	ob10	ob8	ob2	ob9	ob13	ob6	ob11	ob7	ob12
in wt.%										
SiO ₂	76.24	76.58	76.59	76.45	76.06	76.51	76.63	76.05	76.31	76.64
TiO ₂	0.09	0.08	0.06	0.08	0.06	0.07	0.08	0.09	0.10	0.07
Al ₂ O ₃	12.72	12.66	12.68	12.73	12.59	12.69	12.63	12.70	12.63	12.66
T-Fe ₂ O ₃	0.75	0.70	0.76	0.69	0.76	0.69	0.70	0.76	0.64	0.68
MnO	0.10	0.10	0.11	0.10	0.11	0.10	0.10	0.10	0.07	0.10
MgO	0.10	0.07	0.04	0.06	0.06	0.05	0.08	0.08	0.08	0.06
CaO	0.56	0.51	0.51	0.51	0.51	0.51	0.51	0.58	0.48	0.50
Na ₂ O	3.96	3.88	4.03	3.69	3.87	3.96	3.96	3.96	3.89	3.85
K_2O	4.64	4.78	4.61	5.06	4.80	4.66	4.61	4.57	4.64	4.83
P_2O_5	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
total	99.16	99.37	99.40	99.36	98.81	99.23	99.29	98.89	98.87	99.41
in ppm	27.4	27.0	27.6	24.5	27.4		260	27.0	24.5	27.4
Zn	27.4	27.8	27.6	26.7	27.4	27.4	26.9	27.2	24.5	27.4
Kb Sa	266	274	306	2//	305	2/6	2/4	265	139	272
SI V	10.0	9.9	6.9 16.2	10.0	0.3 15 6	8.9 45 1	9.0 12 5	19.9	41.2	8.4 45.2
I 7r	45.9	44.0	40.5	44./	45.0	45.1	45.5	44.4	20.0	43.3
Nb	90.1 15.6	90.5 16.0	90.4 17 2	90.2	90.4 14 0	07.0	90.0	90.9 14 0	05	00.9 15 0
Th	25.0	26.6	30.4	25.5	28.8	13.5 27.0	263	14.0 25 3	8.3 9.7	15.2 26.6
	20.0	20.0	50.4	20.0	20.0	21.0	20.3	20.0).1	20.0
Group	Н	Н	nd	MT	nd	MT	H, MT	nd	HH	MT
Reliability	moderate	high	nd	very high	nd	very high	high	nd	very high	very high

表 2	(続き)
Table 2.	(continued)

Round	HP-3	HP-3	HP-3	HP-3	HP-3	HP-3	HP-3	HP-3	HP-3	HP-3
Area	EA-2	EA-2	EA-2	EA-2	EA-2	EA-2	EA-2	EA-2	EA-2	EA-2
Artifact	No.1556	No.1581	No.1688	No.1691	No.1965	No.1970	No.2014	No.2147	No.2181	No.2247
Appearance	ob5: madara	ob9	ob5: moya	ob8	ob12	ob5: moya	ob3	ob11	ob14	ob3
in wt.%										
SiO ₂	76.52	76.37	76.71	76.17	76.52	76.55	76.77	75.89	76.07	76.60
TiO ₂	0.08	0.10	0.07	0.06	0.07	0.07	0.07	0.10	0.09	0.07
Al ₂ O ₃	12.59	12.59	12.59	12.66	12.60	12.66	12.62	12.80	12.54	12.67
T-Fe ₂ O ₃	0.69	0.64	0.67	0.75	0.68	0.69	0.68	0.79	0.79	0.68
MnO	0.10	0.07	0.10	0.12	0.10	0.10	0.10	0.10	0.09	0.10
MgO	0.06	0.09	0.06	0.04	0.08	0.07	0.06	0.10	0.09	0.06
CaO	0.50	0.48	0.49	0.50	0.50	0.50	0.49	0.63	0.56	0.50
Na ₂ O	4.03	3.94	3.99	4.04	3.99	3.97	4.04	3.99	3.83	3.96
K ₂ O	4.60	4.61	4.61	4.53	4.61	4.69	4.73	4.55	4.70	4.64
P_2O_5	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01
total	99.16	98.89	99.31	98.87	99.16	99.30	99.57	98.96	98.76	99.28
in ppm										
Zn	25.9	23.3	26.2	26.2	27.7	26.8	24.3	28.7	27.4	27.0
Rb	272	140	272	327	273	275	283	261	235	271
Sr	8.4	41.3	7.0	6.0	7.3	9.3	6.9	26.4	17.0	7.4
Y	45.9	26.3	45.0	50.8	45.3	44.7	46.9	42.8	34.9	44.8
Zr	89.0	75.2	88.7	84.2	87.9	88.2	89.4	92.6	97.2	88.2
Nb	15.5	8.6	15.4	18.5	16.3	15.2	16.6	15.2	12.1	15.9
Th	26.3	9.0	26.7	31.2	26.0	27.1	25.9	25.6	24.2	26.5
Group	MT	HH	MT	W	MT	MT	MT	K	В	MT
Reliability	high	very high	very high	high	very high	very high	very high	moderate	high	very high
Round	HP-3	HP-3	HP-3	HP-3	HP-3	HP-3	HP-3	HP-3	HP-3	HP-3
Area	EA-2	EA-2	EA-2	EA-2	EA-2	EA-2	EA-2	EA-2	EA-2	EA-2
Artifact	No.2273	No.2359	No.2442	No.2610	No.2623	No.2642	No.2863	No.2945	No.2954	No.2964
Appearance	ob4	ob1	ob10	ob4	ob3	ob5: madara	ob7	ob7	ob7	ob15
in wt.%										
SiO ₂	76.48	76.64	76.46	76.50	76.62	76.53	76.24	76.22	76.52	76.33
TiO ₂	0.07	0.08	0.08	0.07	0.08	0.09	0.09	0.10	0.07	0.09
Al_2O_3	12.65	12.72	12.67	12.59	12.65	12.73	12.63	12.64	12.78	12.56
T-Fe ₂ O ₃	0.68	0.74	0.70	0.68	0.67	0.78	0.64	0.67	0.69	0.64
MnO	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.07	0.07	0.10	0.07
MgO	0.07	0.08	0.07	0.05	0.07	0.10	0.09	0.09	0.05	0.08
CaO	0.50	0.54	0.51	0.50	0.49	0.55	0.48	0.50	0.51	0.49
Na ₂ O	3.95	4.01	3.92	3.99	3.99	4.00	3.83	3.89	3.97	3.93
K ₂ O	1.00	4.50			1.0	1.00		1.00	4 62	4.62
P_2O_5	4.63	4.59	4.65	4.61	4.62	4.62	4.71	4.62	1.02	
	4.63 0.01	4.59 0.01	4.65 0.01	4.61 0.01	4.62 0.01	4.62 0.01	4.71 0.02	4.62 0.01	0.01	0.01
total	4.63 0.01 99.14	4.59 0.01 99.51	4.65 0.01 99.18	4.61 0.01 99.09	4.62 0.01 99.30	4.62 0.01 99.49	4.71 0.02 98.81	4.62 0.01 98.82	0.01 99.33	0.01 98.82
total <i>in ppm</i>	4.63 0.01 99.14	4.59 0.01 99.51	4.65 0.01 99.18	4.61 0.01 99.09	4.62 0.01 99.30	4.62 0.01 99.49	4.71 0.02 98.81	4.62 0.01 98.82	0.01 99.33	0.01 98.82
total <i>in ppm</i> Zn	4.63 0.01 99.14 26.3	4.59 0.01 99.51 28.1	4.65 0.01 99.18 27.7	4.61 0.01 99.09 27.6	4.62 0.01 99.30 26.7	4.62 0.01 99.49 27.6	4.71 0.02 98.81 25.7	4.62 0.01 98.82 25.0	0.01 99.33 26.8	0.01 98.82 24.3
total <i>in ppm</i> Zn Rb	4.63 0.01 99.14 26.3 272	4.59 0.01 99.51 28.1 271	4.65 0.01 99.18 27.7 271	4.61 0.01 99.09 27.6 272	4.62 0.01 99.30 26.7 270	4.62 0.01 99.49 27.6 271	4.71 0.02 98.81 25.7 139	4.62 0.01 98.82 25.0 139	0.01 99.33 26.8 273	0.01 98.82 24.3 139
total <i>in ppm</i> Zn Rb Sr	4.63 0.01 99.14 26.3 272 8.1	4.59 0.01 99.51 28.1 271 13.7	4.65 0.01 99.18 27.7 271 10.0	4.61 0.01 99.09 27.6 272 8.8	4.62 0.01 99.30 26.7 270 8.1	4.62 0.01 99.49 27.6 271 12.7	4.71 0.02 98.81 25.7 139 41.6	4.62 0.01 98.82 25.0 139 42.7	0.01 99.33 26.8 273 9.5	0.01 98.82 24.3 139 41.0
total <i>in ppm</i> Zn Rb Sr Y	4.63 0.01 99.14 26.3 272 8.1 44.3	4.59 0.01 99.51 28.1 271 13.7 44.3	4.65 0.01 99.18 27.7 271 10.0 45.1	4.61 0.01 99.09 27.6 272 8.8 44.8	4.62 0.01 99.30 26.7 270 8.1 44.8	4.62 0.01 99.49 27.6 271 12.7 44.5	4.71 0.02 98.81 25.7 139 41.6 26.5	4.62 0.01 98.82 25.0 139 42.7 26.6	0.01 99.33 26.8 273 9.5 45.0	0.01 98.82 24.3 139 41.0 27.5
total <i>in ppm</i> Zn Rb Sr Y Zr	4.63 0.01 99.14 26.3 272 8.1 44.3 87.6	4.59 0.01 99.51 28.1 271 13.7 44.3 90.9	4.65 0.01 99.18 27.7 271 10.0 45.1 88.7	4.61 0.01 99.09 27.6 272 8.8 44.8 88.9	4.62 0.01 99.30 26.7 270 8.1 44.8 89.0	4.62 0.01 99.49 27.6 271 12.7 44.5 93.7	4.71 0.02 98.81 25.7 139 41.6 26.5 76.6	4.62 0.01 98.82 25.0 139 42.7 26.6 75.7	0.01 99.33 26.8 273 9.5 45.0 88.5	0.01 98.82 24.3 139 41.0 27.5 76.5
total <i>in ppm</i> Zn Rb Sr Y Zr Nb	4.63 0.01 99.14 26.3 272 8.1 44.3 87.6 15.7	4.59 0.01 99.51 28.1 271 13.7 44.3 90.9 15.9	4.65 0.01 99.18 27.7 271 10.0 45.1 88.7 15.2	4.61 0.01 99.09 27.6 272 8.8 44.8 88.9 15.0	4.62 0.01 99.30 26.7 270 8.1 44.8 89.0 16.2	4.62 0.01 99.49 27.6 271 12.7 44.5 93.7 14.9	4.71 0.02 98.81 25.7 139 41.6 26.5 76.6 8.4	4.62 0.01 98.82 25.0 139 42.7 26.6 75.7 8.9	0.01 99.33 26.8 273 9.5 45.0 88.5 16.7	0.01 98.82 24.3 139 41.0 27.5 76.5 9.0
total <i>in ppm</i> Zn Rb Sr Y Zr Nb Th	4.63 0.01 99.14 26.3 272 8.1 44.3 87.6 15.7 26.0	4.59 0.01 99.51 28.1 271 13.7 44.3 90.9 15.9 27.6	4.65 0.01 99.18 27.7 271 10.0 45.1 88.7 15.2 27.0	4.61 0.01 99.09 27.6 272 8.8 44.8 88.9 15.0 25.1	4.62 0.01 99.30 26.7 270 8.1 44.8 89.0 16.2 26.2	4.62 0.01 99.49 27.6 271 12.7 44.5 93.7 14.9 26.5	4.71 0.02 98.81 25.7 139 41.6 26.5 76.6 8.4 9.4	4.62 0.01 98.82 25.0 139 42.7 26.6 75.7 8.9 9.4	0.01 99.33 26.8 273 9.5 45.0 88.5 16.7 26.6	0.01 98.82 24.3 139 41.0 27.5 76.5 9.0 9.7
total <i>in ppm</i> Zn Rb Sr Y Zr Nb Th	4.63 0.01 99.14 26.3 272 8.1 44.3 87.6 15.7 26.0	4.59 0.01 99.51 28.1 271 13.7 44.3 90.9 15.9 27.6	4.65 0.01 99.18 27.7 271 10.0 45.1 88.7 15.2 27.0	4.61 0.01 99.09 27.6 272 8.8 44.8 88.9 15.0 25.1	4.62 0.01 99.30 26.7 270 8.1 44.8 89.0 16.2 26.2	4.62 0.01 99.49 27.6 271 12.7 44.5 93.7 14.9 26.5	4.71 0.02 98.81 25.7 139 41.6 26.5 76.6 8.4 9.4	4.62 0.01 98.82 25.0 139 42.7 26.6 75.7 8.9 9.4	0.01 99.33 26.8 273 9.5 45.0 88.5 16.7 26.6	0.01 98.82 24.3 139 41.0 27.5 76.5 9.0 9.7
total in ppm Zn Rb Sr Y Zr Nb Th Group	4.63 0.01 99.14 26.3 272 8.1 44.3 87.6 15.7 26.0 MT	4.59 0.01 99.51 28.1 271 13.7 44.3 90.9 15.9 27.6 H	4.65 0.01 99.18 27.7 271 10.0 45.1 88.7 15.2 27.0 H	4.61 0.01 99.09 27.6 272 8.8 44.8 88.9 15.0 25.1 MT	4.62 0.01 99.30 26.7 270 8.1 44.8 89.0 16.2 26.2 MT	4.62 0.01 99.49 27.6 271 12.7 44.5 93.7 14.9 26.5 H	4.71 0.02 98.81 25.7 139 41.6 26.5 76.6 8.4 9.4 HH	4.62 0.01 98.82 25.0 139 42.7 26.6 75.7 8.9 9.4 HH	0.01 99.33 26.8 273 9.5 45.0 88.5 16.7 26.6 MT	0.01 98.82 24.3 139 41.0 27.5 76.5 9.0 9.7 HH
total <i>in ppm</i> Zn Rb Sr Y Zr Nb Th Group Reliability	4.63 0.01 99.14 26.3 272 8.1 44.3 87.6 15.7 26.0 MT very high	4.59 0.01 99.51 28.1 271 13.7 44.3 90.9 15.9 27.6 H high	4.65 0.01 99.18 27.7 271 10.0 45.1 88.7 15.2 27.0 H high	4.61 0.01 99.09 27.6 272 8.8 44.8 88.9 15.0 25.1 MT high	4.62 0.01 99.30 26.7 270 8.1 44.8 89.0 16.2 26.2 MT very high	4.62 0.01 99.49 27.6 271 12.7 44.5 93.7 14.9 26.5 H high	4.71 0.02 98.81 25.7 139 41.6 26.5 76.6 8.4 9.4 HH very high	4.62 0.01 98.82 25.0 139 42.7 26.6 75.7 8.9 9.4 HH high	0.01 99.33 26.8 273 9.5 45.0 88.5 16.7 26.6 MT very high	0.01 98.82 24.3 139 41.0 27.5 76.5 9.0 9.7 HH very high

らの距離が 0.3 以内のものでも基準点からの距離が短 いほど解析結果の信頼性が高い(分析値が近い)と言 える.よって,距離が 0.1 以内のものを「(信頼性が) very high」,距離が 0.1 ~ 0.2 のものを「high」,距離 が 0.2 ~ 0.3 のものを「moderate」として得られた結 果の信頼性を 3 段階で示すこととした.これらの手法 に基づいて得られた石器の化学的な分類結果(chemical group)を表 2 に示す.

抽出した石器 40 点の分析値を図3の散布図にプ ロットすると判別不能となったものは3点あり,遺物 No.289 (EA-1),遺物 No.347 (EA-1),遺物 No.901 (EA-2) であった.遺物 No.289 と遺物 No.347 は,散 布図上ではグループ MT の基準点に最も近く距離がそ れぞれ 0.40 と 0.32 で組成的には Rb と Th の含有率が グループ MT のものよりもやや高い傾向が見られる (表 2).一方,遺物 No.901 はグループ H の基準値に最も 近く距離は 0.35 で組成的には Sr の含有率がグループ H よりもやや高い傾向がみられる (表 2).

また,これら判別不能となった石器は神津島,冷山, 麦草峠の黒曜石と元素組成が大きく傾向が異なり,全 体的には霧ヶ峰地域の黒曜石と同じ化学的特徴を示す. さらに石質分類の結果から見ても,これらは霧ヶ峰地 域を原産地したものという判断は可能であろう.その 他の判別可能であった石器の分類結果を見ると(図3), グループ MT に相当するものが21 点,グループ H に 相当するものが6 点,グループ HH に相当するものが 5 点,グループB,W,K,Oに相当するものがそれぞ れ1 点ずつと,大きく7つの化学的なグループに分け られた.また表1と表2に示す定量分析値の数値自体 を比較してもこれらの結果は妥当と判断できる.

以上のことから,定量分析を行った石器 40 点の原 産地解析からは少なくとも7つの異なった石器石材の 獲得地点があったと想定される.時代とともにどのよ うにこの獲得地が変遷していくかを知るにはさらに多 量の石器の原産地解析が必要であるが,WD-XRF を用 いた定量分析法で採取した全ての石器を分析するのは, 非常に多くの労力と時間を要する.このため,実質的 には ED-XRF を用いた定性分析法(非破壊分析)で石 器の全点を目指した原産地解析を実施することとし, この手法で得られる結果の信頼性については WD-XRF で得られた結果と比較することで評価した.

エネルギー分散型蛍光 X 線分析装置による 定性分析

3-1 定性分析に基づいた原産地解析の手法

ここで述べる定性分析値とは、一次 X 線を試料に照 射しそこから得られる特性 X 線(蛍光 X 線)の強度を ある一定時間測定した積分強度(単位:カウント)と して表した数値のことである。各元素の特性 X 線の測 定強度は、各元素の含有率(濃度)とおおよそ比例関 係にあるがマトリックス元素による吸収励起効果、ま た測定線によっては他元素の特性 X 線との重なり効果 が含まれる。そのため、定性分析では測定線ごとの相 対的な強度比を求めることはできるが元素の含有率で 表せられる定量分析値との直接的な比較はできない。

さらに、測定強度は同じ試料であっても試料の凹凸 などの形状や厚さによって変化し、測定面が均一な厚 さで平坦な面を持っていない限り再現性の高い測定強 度を得ることは困難である.とはいえ、エネルギー分 散型蛍光X線分析装置(ED-XRF)を用いた定性分析で は、高いエネルギー効率で効率的な石器の非破壊分析 ができる.ここでは、望月(1997)で示されている手 法を参考に広原遺跡群から出土した黒曜石製石器の原 産地解析を実施することとした.分析は明治大学黒耀 石研究センター設置のED-XRF(JEOL JSX-3100II)を 用いて実施した.

望月(1997)では測定線としてRb-K α , Sr-K α , Y-K α , Zr-K α , Mn-K α , Fe-K α , K-K α を用い,縦軸の値 vs. 横軸の値を, log(Fe/K) vs. Sr 分率 (Sr*=100×Sr/ (Rb+Sr+Y+Zr)), 100×Mn/Fe vs. Rb 分率 (Rb*=100 ×Rb/(Rb+Sr+Y+Zr)) とした2つの産地判別図が提唱 されている.なお,これら測定線の強度には吸収励起 効果と重なり線の効果が含まれるためプロットの位置 の違いが元素濃度の違いとして直接的に反映されてい る訳ではない.ただし,この手法の一番の利点は黒曜 石製石器を非破壊で分析することを前提に,エネルギー の近い測定線 (Rb-K α , Sr-K α , Y-K α , Zr-K α)を 横軸に用い水和層の影響の少ない重元素の測定線の比 を横軸と縦軸に取ることで,試料の形状や厚さの違い による横軸と縦軸の値 (プロット位置)の変化 (分散) を小さくするよう工夫されている.

北海道白滝産の黒曜石 (obstd-1: Suda, 2012) を用

いて試料の形状や厚みの違いにより、実際に判別図上 でどの程度の分散を示すか確認した。ここでは測定面 を変えながら平面研磨面 (slab) を 14 回, 破断面 (flake) を11回測定しそれぞれの散布図における横軸と縦軸の 値の平均値, 誤差 (2 σ), 変動係数 (CV=2 σ / Average)を算出した。いずれの値も破断面を測定した場合 に比べ平面研磨面を測定した場合の方が誤差や変動係 数の値が小さくなり、最終的な Sr*, log(Fe/K), Rb*, 100×Mn/Feの平均値と誤差(CV)は、それぞれ 9.81 $\pm 1.23 (12.5\%), 0.18 \pm 0.01 (7.3\%), 47.9 \pm 2.4 (5.0\%),$ 2.86±0.49(17.1%)となった。理論的には測定線の元 素の濃度によって、誤差や変動係数も変化すると予想 されるが、ここではいずれの判別図上においても一つ のプロットには obstd-1 の繰り返し測定により得られ た値と同じ誤差(±2 σ)が生じるものとし、黒曜石製 石器の原産地解析を実施していくこととした.

また,定量分析においては基準点からの距離が近い ものほど元素組成が近いものと判断できるが,定性分 析における誤差はあくまでも偶然誤差であり,この誤 差の範囲内においては基準点からの距離で得られた結 果の信頼性を直接的に表すことはできない.

3-2 原産地試料の定性分析

WD-XRFによる定量分析を実施する際に黒曜石の原 産地試料は2つ以上に分割し,1つは粉砕し定量分析 を実施するためのもの,残りは固体の状態でED-XRF による定性分析を実施するためのものとして保管した. ここでは図2や図3に示す化学的なグループの分類に 用いた原産地試料を切断研磨し,それを測定面として ED-XRFによる定性分析を実施した.なおグループK(小 深沢)に相当する固体試料は異地性のものしか入手で きなかったため試料 Hm-2-127-1 をこのグループの基 準試料として使用することとした.

望月(1997)による判別図上にこれら試料の分析値 をプロットした.すると定量分析値に基づいた化学的 な12のグループはlog(Fe/K) vs. Sr*の散布図よりも 100×Mn/Fe vs. Rb*の散布図によって,誤差の範囲で より効果的に分離することができる.また,原産地試 料のプロットは100×Mn/Fe vs. Rb*の散布図では基準 点からの誤差範囲に全て収まるが,log(Fe/K) vs. Sr*の 散布図ではその誤差を超えてプロットされるものが幾 つか見られる(図4). すなわち,霧ヶ峰地域の黒曜石 原産地の試料は100×Mn/Fe vs. Rb*の散布図に基づい て効果的に化学的なグループに分類することができる. ここではこの散布図を用いて定性分析に基づいた黒曜 石製石器の原産地解析を実施することとした.また, 図5に示す通り散布図の横軸と縦軸の値の桁数と数値 幅を揃えるため,縦軸を5倍(500×Mn/Fe)にし,誤 差(±2σ)は縦軸と横軸ともに2.4と定め,化学的な グループの基準点はグループごとの試料の平均値とし て定めた.この散布図上におけるそれぞれの基準点の 値は,以下に示す通りである.

BHU:ブドウ沢下流左岸・本沢・ウツギ沢・牧ヶ 沢 (X=34.8, Y=29.0) MT:東餅屋・鷹山 (X=57.9, Y=61.2) BH:ブドウ沢・本沢尾根 (X=50.5, Y=38.2) H:本沢中流右岸 (X=58.4, Y=48.6) T:ツチヤ沢右岸 (X=50.1, Y=41.2) W:和田峠南(X=62.1, Y=46.2) B:ブドウ沢左岸 (X=55.0, Y=46.4) HH:星ヶ塔・星ヶ台 (X=41.4, Y=46.2) M:高松沢右岸 (X=39.4, Y=30.8) FS:古峠・三ノ又沢 (X=62.5, Y=49.4) O:牧ヶ沢 (X=29.9, Y=31.8) K:小深沢 (X=55.6, Y=51.1) KS:神津島(X=22.1, Y=33.2) MK:麦草峠(X=24.6, Y=18.9) TS:冷山 (X=25.8, Y=18.9)

3-3 定性分析に基づいた黒曜石製石器の原産地解析

ED-XRF による黒曜石製石器の非破壊での定性分析 は、可能な限り水和層の発達していない新鮮な平面を 測定した.測定値は図5と図6の散布図にプロットし、 分析した石器がまずどの化学的なグループに相当する か判別しその結果を踏まえ図1からそれらの原産地の 地点を推定した.

定性分析に基づいた石器の原産地解析は、広原 I 遺跡 (EA-1; TP-1; TP-2)から出土した黒曜石製石器の全点 (689 点)について行った.なお、ここでは広原 I 遺跡 (EA-1)、広原 II 遺跡(EA-2)から出土の40点の石器 について(表 2)、WD-XRFによる定量分析とED-XRF による定性分析、それぞれの手法による原産地解析結



図 4 望月(1997)の判別図に基づく霧ヶ峰地域における黒曜石原産地の化学的分類 Fig. 4. Chemical classification of obsidian sources in the Kirigamine area based on Mochizuki (1997) diagram



図 5 定性分析結果に基づいた黒曜石製石器(定量分析を実施した 40 点を抜粋)の化学的分類 Fig. 5. Diagram showing chemical classification of representative obsidian artifacts (N=40) based on ED-XRF analysis



図 6 定性分析結果に基づいた黒曜石製石器(広原 I 遺跡)の化学的分類. Fig. 6. Diagrams showing chemical classification of obsidian artifacts from the Hiroppara site I

果を比較し,定性分析による黒曜石製石器の原産地解 析の手法の信頼性について評価した.

これら 40 点の石器の定性分析値をプロットした散 布図(500×Mn/Fe vs. Rb*)を図5に示す.そして, この散布図に基づいて判別された化学的な分類結果 (chemical group)と定量分析により得られた結果を 表3に比較する.定量分析で分類結果が得られた石器 は37点で全体の93%に対し,定性分析で分類結果が 得られた石器は26点で全体の65%であった.これら 定性分析で得られた結果のうち定量分析と同じ結果と なった石器は22点(85%)で,4点の石器については 異なった結果が得られた.

定量分析に基づいた分類結果と不一致だった4点 の石器のうち遺物 No.232 (HP-2; EA-1) と遺物 No.2642 (HP-3; EA-2) はいずれも定量分析による結 果はグループHであるが,定性分析ではグループMT であった.また,遺物 No.141 (HP-2; EA-1) は定量 分析ではグループOであるが,定性分析ではグループ BHUとなった.さらに,遺物 No.901 (HP-2; EA-2) は, 定量分析では判別不能 (nd) であるが定性分析ではグ ループK になった.

これらのグループは、いずれも Sr の含有率で区別す

表3 定量分析と定性分析に基づいた石器の化学的分類結果の比較 Table 3. Results of chemical classification of representative obsidian artifacts based on WD-XRF and ED-XRF analyses

Dound	Aron	Artifact	Chemical group		Dound	A ====	Artifact	Chemical group		
Round Thea		Attilact	ED-XRF	WD-XRF	Kound	Alea	Annaci	ED-XRF	WD-XRF	
HP-1	TP-2	No.38	MT	MT	HP-3	EA-2	No.1556	nd	MT	
HP-2	EA-1	No.46	nd	MT	HP-3	EA-2	No.1581	HH	HH	
HP-1	TP-2	No.47	nd	Н	HP-3	EA-2	No.1688	MT	MT	
HP-1	TP-2	No.57	nd	MT	HP-3	EA-2	No.1691	W	W	
HP-2	EA-1	No.86	nd	MT	HP-3	EA-2	No.1965	nd	MT	
HP-2	EA-1	No.141	BHU	0	HP-3	EA-2	No.1970	MT	MT	
HP-2	EA-1	No.149	MT	MT	HP-3	EA-2	No.2014	MT	MT	
HP-1	TP-3	No.157	MT	MT	HP-3	EA-2	No.2147	К	К	
HP-2	EA-2	No.181	MT	MT	HP-3	EA-2	No.2181	nd	К	
HP-2	EA-1	No.189	MT	MT	HP-3	EA-2	No.2247	nd	MT	
HP-2	EA-1	No.210	nd	Н	HP-3	EA-2	No.2273	MT	MT	
HP-2	EA-1	No.232	MT	Н	HP-3	EA-2	No.2359	nd	Н	
HP-2	EA-1	No.289	nd	nd	HP-3	EA-2	No.2442	nd	Н	
HP-2	EA-2	No.325	MT	MT	HP-3	EA-2	No.2610	MT	MT	
HP-2	EA-1	No.347	nd	nd	HP-3	EA-2	No.2623	MT	MT	
HP-2	EA-1	No.395	MT	MT	HP-3	EA-2	No.2642	MT	Н	
HP-2	EA-1	No.493	nd	H, MT	HP-3	EA-2	No.2863	HH	HH	
HP-2	EA-2	No.901	Κ	nd	HP-3	EA-2	No.2945	HH	HH	
HP-2	EA-2	No.1321	HH	HH	HP-3	EA-2	No.2954	MT	MT	
HP-3	EA-2	No.1414	MT	MT	HP-3	EA-2	No.2964	HH	HH	

ることができ表 1 や表 2 でこれらの Sr の含有率を確 認する限り定量分析による結果に間違いはない。例え ば、グループ H とグループ MT の Sr の含有率の基準値 (平均値) はそれぞれ 11.4 ppm, 7.5 ppm であり、一 方、遺物 No.232 (HP-2; EA-1) と遺物 No.2642 (HP-3; EA-2) の Sr の含有率はそれぞれ 10.5 ppm と 12.2 ppm である。すなわち、これら石器は組成的にはグルー プ H に相当するものである。

以上のことから ED-XRF を用いた定性分析に基づく 石器の原産地解析においては,約65%の確率でなん らかの原産地の地点を推定することができる.ただし, その結果に関する信頼性は85%程度で少なくとも上記 のグループ間で予期せぬトラブルが起きる可能性があ る.

広原 I 遺跡から出土の黒曜石製石器の定性分析値を図 6 の散布図上に示す. さらに,これらの化学的な分類結 果(chemical group)を表4に示す.広原 I 遺跡から 出土の黒曜石製石器では,689 点中その60%に相当す る414 点において化学的な分類結果を得ることができ た.そして,測定した石器はグループ MT に相当する ものが最も卓越するという結果が得られた.これらの 結果に基づいた考古学的な解析や議論については別項 で述べる.

2. 定性分析に基づいた原産地解析についての 今後の課題

ここで用いた望月(1997)による判別図はあくま でも中部・関東地域における主要な黒曜石原産地(中 部高地・神津島・箱根・天城・高原山)を区別するた めのものである.すなわち,黒曜石原産地内における 細かな地点を特定していくためにはそれぞれの原産地 に適した手法や判別図を用いる必要がある.隅田ほか (2016)では,ED-XRFを用いた半定量分析による隠岐 島後の黒曜石原産地に最適な判別図を示している.ま た,図2や図3で示した定量分析値による判別図は霧ヶ 峰地域の原産地の地点を区別するために最適化したも のと言える.

残されている広原 II 遺跡から出土の黒曜石製石器の 原産地解析を、ED-XRF を用いて実施する際にはどの ような判別図を用いて効果的に原産地の地点を区別し ていくことができるか,WD-XRFによる定量分析結果 に基づいて改めて検討して実施していくことが望まれ る.

引用文献

- 池谷信之 2009『黒曜石考古学 原産地推定が明らか にする社会構造とその変化』309p., 東京, 新泉社
- Imai, N., Terashima, S., Itoh S. and Ando, A. 1995 1994 compilation values for GSJ reference samples, "Igneous rock series". Geochemical Journal 29: 91-95.
- 望月明彦 1997「蛍光 X 線分析による中部・関東地域 の黒曜石産地の判別」『X 線分析の進歩』28:157-168
- 及川 穣・隅田祥光・高村優花・灘 友佳・野村尭弘・ 藤原 唯・望月 暁・田原弘章・梶浦由佳・松尾真 里帆 2016「長野県霧ヶ峰地域における黒曜石原 産地の研究--長和町男女倉北地区,ツチヤ沢地区と 下諏訪町星ヶ台地区の踏査成果と遺跡・遺跡群の認 識に関する考察-」『資源環境と人類』6:印刷中
- 及川 穣・隅田祥光・宮坂 清・今田賢治・川井優也・ 河内俊介・角原寛俊・藤川 翔・高村優花・灘 友佳・ 野村尭弘・藤原 唯 2015「長野県霧ヶ峰地域に おける黒曜石原産地の踏査報告(2) 一長和町男女 倉南地区と下諏訪町星ヶ台地区一」『資源環境と人 類』5:117-136
- 及川 穣・宮坂 清・隅田祥光・堀 恭介・今田賢治・ 川井優也・河内俊介・角原寛俊・藤川 翔 2014「長 野県下諏訪町和田峠西黒曜石原産地の調査報告」『資 源環境と人類』4:83-94
- 及川 穣・宮坂 清・池谷信之・隅田祥光・橋詰 潤・ 堀 恭介・矢頭 翔 2013「霧ヶ峰地域における 黒曜石原産地の踏査報告—下諏訪町和田峠西と長和 町土屋橋東」『資源環境と人類』3:77-94
- 下諏訪教育委員会 2008『長野県下諏訪町黒耀石原産 地遺跡分布調査報告書 II—星ヶ塔遺跡—』95p.,長 野
- 島田和高 2015「上部旧石器時代における中部高地 黒曜石原産地の土地利用変化」『第四紀研究』54: 219-234
- 島田和高・橋詰 潤・会田 進・中村由克・早田 勉・ 隅田祥光・及川 穣・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) 2016 『長野県中部 高地における先史時代人類誌一広原遺跡群第1次~ 第3次調査報告書一』明治大学黒耀石研究センター 資料・報告集1 (本報告書),明治大学黒曜石研究 センター

- Suda, Y. 2012 Chemical analysis of obsidian by Wave Length-dispersive X-ray Fluorescence Spectrometry: application to nondestructive analysis of archeological obsidian artifacts. Natural Resource Environment and Humans 2: 1-14.
- 隅田祥光・稲田陽介・亀井淳志・及川 穣 2016「島 根県隠岐道後における黒曜石の全岩化学組成〜黒曜

石製石器の原産地解析システムの構築に向けて~」 『資源環境と人類』6:印刷中

- 隅田祥光・土屋美穂 2015「長野県霧ヶ峰地域におけ る黒曜石原産地試料の元素分析と広原遺跡群の黒曜 石製石器の原産地解析(予報)」『資源環境と人類』5: 65-82
- 鷹山遺跡群調査団 2015『黒耀石原産地遺跡群鷹山遺 跡群 VII.長野県小県郡長和町鷹山遺跡群 2007 ~ 2012 年度報告調査—史跡整備に伴う星糞峠黒耀石 原産地遺跡第2号採掘址の調査—』157p.,長野
- 堤 隆 2011 『旧石器時代』127p., 東京, 河出書房 新社

Round	Area	Artifact	Group	Round	Area	Artifact	Group	Round	Area	Artifact	Group
HP-1	TP-2	No.1	MT	HP-1	TP-2	No.69	MT	HP-2	EA-1	No.27	nd
HP-1	TP-2	No.2	MT	HP-1	TP-2	No.70	MT	HP-2	EA-1	No.28	MT
HP-1	TP-2	No.3	W	HP-1	TP-2	No.71	MT	HP-2	EA-1	No.29	nd
HP-1	TP-2	No.4	nd	HP-1	TP-2	No.72	nd	HP-2	EA-1	No.30	nd
HP-1	TP-2	No.5	MT	HP-1	TP-2	No.73	nd	HP-2	EA-1	No.31	MT
HP-1	TP-2	No.6	MT	HP-1	TP-2	No.74	MT	HP-2	EA-1	No.32	MT
HP-1	TP-2	No.7	nd	HP-1	TP-2	No.75	MT	HP-2	EA-1	No.33	MT
HP-1	TP-2	No.8	nd	HP-1	TP-2	No.76	MT	HP-2	EA-1	No.34	nd
HP-1	TP-2	No.9	K	HP-1	TP-2	No.77	nd	HP-2	EA-1	No.35	MT
HP-1	TP-2	No.10	MT	HP-1	TP-2	No.78	MT	HP-2	EA-1	No.36	nd
HP-1	TP-2	No.11	W	HP-1	TP-2	No.79	HH	HP-2	EA-1	No.37	nd
HP-1	TP-2	No.12	MT	HP-1	TP-2	No.80	MT	HP-2	EA-1	No.38	nd
HP-1	TP-2	No.13	MT	HP-1	TP-2	No.81	nd	HP-2	EA-1	No.39	nd
HP-1	TP-2	No.14	MT	HP-1	TP-2	No.82	nd	HP-2	EA-1	No.40	MT
HP-1	TP-2	No.15	K	HP-1	TP-2	No.83	nd	HP-2	EA-1	No.41	nd
HP-1	TP-2	No.16	HH	HP-1	TP-2	No.84	MT	HP-2	EA-1	No.45	MT
HP-1	TP-2	No.17	MT	HP-1	TP-2	No.85	MT	HP-2	EA-1	No.46	MT
HP-1	TP-2	No.20	MT	HP-1	TP-2	No.86	nd	HP-2	EA-1	No.47	nd
HP-1	TP-2	No.21	nd	HP-1	TP-2	No.87	nd	HP-2	EA-1	No.48	nd
HP-1	TP-2	No.22	MT	HP-1	TP-2	No.88	MT	HP-2	EA-1	No.49	nd
HP-1	TP-2	No.23	MT	HP-1	TP-2	No.89	MT	HP-2	EA-1	No.50	MT
HP-1	TP-2	No.24	MT	HP-1	TP-2	No.90	MT	HP-2	EA-1	No.51	nd
HP-1	TP-2	No.25	MT	HP-1	TP-2	No.91	MT	HP-2	EA-1	No.52	MT
HP-1	TP-2	No.26	nd	HP-1	TP-2	No.92	MT	HP-2	EA-1	No.53	nd
HP-1	TP-2	No.27	MT	HP-1	TP-2	No.93	MT	HP-2	EA-1	No.54	nd
HP-1	TP-2	No.28	MT	HP-1	TP-2	No.94	MT	HP-2	EA-1	No.55	MT
HP-1	TP-2	No.30	В	HP-1	TP-2	No.95	nd	HP-2	EA-1	No.56	nd
HP-1	TP-2	No.31	W	HP-1	TP-2	No.96	MT	HP-2	EA-1	No.57	nd
HP-1	TP-2	No.32	nd	HP-1	TP-2	No.97	MT	HP-2	EA-1	No.58	nd
HP-1	TP-2	No.33	MT	HP-1	TP-2	No.98	MT	HP-2	EA-1	No.59	W
HP-1	TP-2	No.34	MT	HP-1	TP-2	No.99	MT	HP-2	EA-1	No.60	nd
HP-1	TP-2	No.35	MT	HP-1	TP-2	No.100	MT	HP-2	EA-1	No.61	W
HP-1	TP-2	No.36	MT	HP-1	TP-2	No.101	nd	HP-2	EA-1	No.62	MT
HP-1	TP-2	No.37	MT	HP-1	TP-2	No.102	MT	HP-2	EA-1	No.63	MT
HP-1	TP-2	No.38	MT	HP-1	TP-2	No.103	MT	HP-2	EA-1	No.64	MT
HP-1	TP-2	No.39	MT	HP-1	TP-2	No.104	nd	HP-2	EA-1	No.65	MT
HP-1	TP-2	No.40	nd	HP-1	TP-2	No.105	MT	HP-2	EA-1	No.66	MT
HP-1	TP-2	No.41	MT	HP-1	TP-2	No.106	nd	HP-2	EA-1	No.67	nd
HP-1	TP-2	No.42	nd	HP-1	TP-2	No.107	MT	HP-2	EA-1	No.68	nd
HP-1	TP-2	No.43	nd	HP-1	TP-2	No.108	MT	HP-2	EA-1	No.69	nd
HP-1	TP-2	No.44	MT	HP-1	TP-2	No.109	nd	HP-2	EA-1	No.70	nd
HP-1	TP-2	No.45	nd	HP-1	TP-2	No.110	MT	HP-2	EA-1	No.71	MT
HP-1	TP-2	No.46	nd	HP-1	TP-2	No.111	nd	HP-2	EA-1	No.72	MT
HP-1	TP-2	No.47	nd	HP-1	TP-2	No.112	nd	HP-2	EA-1	No.73	MT
HP-1	TP-2	No.48	MT	HP-1	TP-2	No.113	nd	HP-2	EA-1	No.74	Т
HP-1	TP-2	No.49	MT	HP-1	TP-2	No.114	nd	HP-2	EA-1	No.75	nd
HP-1	TP-2	No.50	W	HP-1	TP-2	No.115	nd	HP-2	EA-1	No.76	MT
HP-1	TP-2	No.51	nd	HP-1	TP-2	No.116	MT	HP-2	EA-1	No.77	nd
HP-1	TP-2	No.52	nd	HP-1	TP-2	No.117	nd	HP-2	EA-1	No.78	nd
HP-1	TP-2	No.53	MT	HP-1	TP-2	No.118	nd	HP-2	EA-1	No.79	nd
HP-1	TP-2	No.54	MT	HP-1	TP-2	No.119	MT	HP-2	EA-1	No.80-1	MT
HP-1	TP-2	No.55	nd	HP-1	TP-2	No.120	MT	HP-2	EA-1	No.80-2	MT
HP-1	TP-2	No.56	nd	HP-1	TP-2	No.121	nd	HP-2	EA-1	No.81	MT
HP-1	TP-2	No.57	nd	HP-1	TP-2	No.122	nd	HP-2	EA-1	No.82	MT
HP-1	TP-2	No.58	MT	HP-1	TP-2	No.123	MT	HP-2	EA-1	No.83	MT
HP-1	TP-2	No.59	K	HP-1	TP-2	No.124	nd	HP-2	EA-1	No.84	MT
HP-1	TP-2	No.60	MT	HP-2	EA-1	No.3	MT	HP-2	EA-1	No.85	nd
HP-1	TP-2	No.61	HH	HP-2	EA-1	No.8	W	HP-2	EA-1	No.86	MT
HP-1	TP-2	No.62	nd	HP-2	EA-1	No.9	K	HP-2	EA-1	No.87	nd
HP-1	TP-2	No.63	nd	HP-2	EA-1	No.21	nd	HP-2	EA-1	No.88	HH
HP-1	TP-2	No.64	MT	HP-2	EA-1	No.22	MT	HP-2	EA-1	No.89	HH
HP-1	TP-2	No.65	W	HP-2	EA-1	No.23	MT	HP-2	EA-1	No.90	MT
HP-1	TP-2	No.66	MT	HP-2	EA-1	No.24	MT	HP-2	EA-1	No.91	MT
HP-1	TP-2	No.67	nd	HP-2	EA-1	No.25	nd	HP-2	EA-1	No.92	nd
HP-1	TP-2	No 68	MT	HP-2	EA-1	No 26	nd	HP-2	EA-1	No 93	nd

表 4 定性分析に基づいた広原 | 遺跡(EA-1; TP-1; TP-2)における黒曜石製石器の化学的分類結果 Table 4. Results of chemical classification of obsidian artifacts (EA-1; TP-1; TP-2) based on ED-XRF analysis

Round	Area	Artifact	Group	Round	Area	Artifact	Group		Round	Area	Artifact	Group
HP-2	EA-1	No.94	MT	HP-2	EA-1	No.162	nd	-	HP-2	EA-1	No.231	nd
HP-2	EA-1	No.95	nd	HP-2	EA-1	No.163	BH, T		HP-2	EA-1	No.232	MT
HP-2	EA-1	No.96	nd	HP-2	EA-1	No.164	MT		HP-2	EA-1	No.233	nd
HP-2	EA-1	No.97	MT	HP-2	EA-1	No.165	MT		HP-2	EA-1	No.235	MT
HP-2	EA-1	No.98	MT	HP-2	EA-1	No.166	MT		HP-2	EA-1	No.236	MT
HP-2	EA-1	No.99	MT	HP-2	EA-1	No.167	MT		HP-2	EA-1	No.237	MT
HP-2	EA-1	No.100	MT	HP-2	EA-1	No.168	nd		HP-2	EA-1	No.238	nd
HP-2	EA-1	No.101	HH	HP-2	EA-1	No.169	HH		HP-2	EA-1	No.239	MT
HP-2	EA-1	No.102	nd	HP-2	EA-1	No.170	MT		HP-2	EA-1	No.240	MT
HP-2	EA-1	No.103	MT	HP-2	EA-1	No.171	nd		HP-2	EA-1	No.241	MT
HP-2	EA-1	No.104	nd	HP-2	EA-1	No.172	nd		HP-2	EA-1	No.242	MT
HP-2	EA-1	No 105	MT	HP-2	EA-1	No 173	MT		HP-2	EA-1	No 243	MT
HP-2	EA-1	No 106	nd	HP-2	EA-1	No 174	MT		HP-2	EA-1	No.244	nd
HP-2	EA-1	No.107	nd	HP-2	EA-1	No 175	MT		HP-2	EA-1	No.245	nd
HP-2	EA-1	No 108	MT	HP-2	EA-1	No 176	В		HP-2	EA-1	No.246	MT
HP-2	EA-1	No 109	nd	HP-2	EA-1	No 177	MT		HP-2	EA-1	No 247	nd
HP-2	EA-1	No 110	nd	HP-2	EA-1	No 178	MT		HP-2	EA-1	No.248	MT
HP-2	EA-1	No 111	W	HP-2	EA-1	No 179	MT		HP-2	EA-1	No 249	MT
HP-2	EA-1	No 112	MT	HP-2	EA-1	No 180	nd		HP-2	EA-1	No 250	MT
HP-2	EA-1	No 113	nd	HP-2	EA-1	No 181	nd		HP-2	EA-1	No 251	MT
HP-2	EA-1	No 114	MT	HP-2	EA-1	No 185	нн		HP_2	EA-1	No 252	nd
HP_2	EA-1	No 115	nd	HP_2	EA-1	No 186	MT		HP_2	EA-1	No 253	nd
HP_2	EA-1	No.115	MT	HP_2	EA-1	No.187	MT		HP_2	EA-1	No 254	MT
HP 2	EA 1	No.117	nd	нр 2	EA 1	No 188	MT		нр 2	EA 1	No 255	MT
нь э		No.119	V			No.180	MT		нг-2 цр 2	EA 1	No 256	MT
нр 2	EA-I	No.110	к MT	HP 2	EA-I	No 100	FS		нр 2	EA-I EA-I	No 257	MT
ПГ-2 ЦD 2	EA-I	No.119	MT		EA-I	No.190	r5 nd		ПГ-2 ЦD 2	EA-I	No 258	MT
пг-2 110-2	EA-I	No.120	IVI I	HP-2	EA-I	No.191	nu		IIP-2	EA-I	No.250	MT
пг-2 110-2	EA-I	No.121	nu MT	IIP-2	EA-I	No.192	гэ мт		IIP-2	EA-I	No.259	IVI I
IIP 2	EA-I	No.122	IVI I	HP-2	EA-I	No.195	IVI I		IIP-2	EA-I	No.200	na
HP-2	EA-I	N0.125	na	HP-2	EA-I	N0.194	na		HP-2	EA-I	N0.205	na
HP-2	EA-I	N0.124	MI	HP-2	EA-I	No.195	MT		HP-2	EA-I	N0.204	па
HP-2	EA-I	N0.125	MI	HP-2	EA-I	N0.196	MI		HP-2	EA-I	N0.265	MI
HP-2	EA-I	N0.126	na	HP-2	EA-I	N0.19/	na		HP-2	EA-I	N0.266	MI
HP-2	EA-I	No.127	nd	HP-2	EA-I	No.198	MI		HP-2	EA-I	No.267	nd
HP-2	EA-I	No.128	MI	HP-2	EA-I	No.199	MI		HP-2	EA-I	No.268	MI
HP-2	EA-I	No.129	H	HP-2	EA-I	No.200	nd		HP-2	EA-I	No.269	W
HP-2	EA-I	No.130	MT	HP-2	EA-I	No.201	HH		HP-2	EA-I	No.270	nd
HP-2	EA-I	No.131	nd	HP-2	EA-I	No.202	MI		HP-2	EA-I	No.2/1	nd
HP-2	EA-I	No.132	nd	HP-2	EA-I	No.203	MT		HP-2	EA-I	No.272	nd
HP-2	EA-I	No.133	MT	HP-2	EA-I	No.204	MT		HP-2	EA-I	No.273	nd
HP-2	EA-I	No.134	MT	HP-2	EA-I	No.205	MT		HP-2	EA-I	No.274	nd
HP-2	EA-1	No.135	MT	HP-2	EA-1	No.206	nd		HP-2	EA-1	No.275	nd
HP-2	EA-1	No.136	MT	HP-2	EA-1	No.207	MT		HP-2	EA-1	No.276	MT
HP-2	EA-1	No.137	nd	HP-2	EA-1	No.208	nd		HP-2	EA-1	No.277	MT
HP-2	EA-1	No.138	MT	HP-2	EA-1	No.209	MT		HP-2	EA-1	No.278	MT
HP-2	EA-1	No.139	MT	HP-2	EA-1	No.210	nd		HP-2	EA-1	No.279	MT
HP-2	EA-1	No.140	MT	HP-2	EA-1	No.211	K		HP-2	EA-1	No.280	MT
HP-2	EA-1	No.141	BHU	HP-2	EA-1	No.212	MT		HP-2	EA-1	No.281	nd
HP-2	EA-1	No.142	MT	HP-2	EA-1	No.213	MT		HP-2	EA-1	No.282	nd
HP-2	EA-1	No.143	MT	HP-2	EA-1	No.214	nd		HP-2	EA-1	No.283	MT
HP-2	EA-1	No.144	nd	HP-2	EA-1	No.215	MT		HP-2	EA-1	No.284	nd
HP-2	EA-1	No.145	MT	HP-2	EA-1	No.216	MT		HP-2	EA-1	No.285	MT
HP-2	EA-1	No.146	MT	HP-2	EA-1	No.217	nd		HP-2	EA-1	No.286	nd
HP-2	EA-1	No.147	nd	HP-2	EA-1	No.218	nd		HP-2	EA-1	No.287	MT
HP-2	EA-1	No.148	nd	HP-2	EA-1	No.220	nd		HP-2	EA-1	No.288	nd
HP-2	EA-1	No.149	MT	HP-2	EA-1	No.221	nd		HP-2	EA-1	No.289	nd
HP-2	EA-1	No.150	MT	HP-2	EA-1	No.222	MT		HP-2	EA-1	No.290	MT
HP-2	EA-1	No.154	nd	HP-2	EA-1	No.223	MT		HP-2	EA-1	No.291	nd
HP-2	EA-1	No.155	nd	HP-2	EA-1	No.224	nd		HP-2	EA-1	No.292	MT
HP-2	EA-1	No.156	nd	HP-2	EA-1	No.225	MT		HP-2	EA-1	No.293	MT
HP-2	EA-1	No.157	nd	HP-2	EA-1	No.226	MT		HP-2	EA-1	No.294	MT
HP-2	EA-1	No.158	nd	HP-2	EA-1	No.227	nd		HP-2	EA-1	No.295	MT
HP-2	EA-1	No.159	MT	HP-2	EA-1	No.228	nd		HP-2	EA-1	No.296	nd
HP-2	EA-1	No.160	MT	HP-2	EA-1	No.229	nd		HP-2	EA-1	No.297	nd
HP-2	EA-1	No.161	W	HP-2	EA-1	No.230	nd		HP-2	EA-1	No.299	nd

表 4 (続き) Table 4. (continued)

Group Round Area Artifact Group Round Area Artifact Group Round Area Artifact HP-2 EA-1 No.300 HP-2 EA-1 No.365 HP-2 No.431 nd nd EA-1 nd HP-2 HP-2 MT HP-2 EA-1 No.301 nd EA-1 No.366 EA-1 No.432 nd HP-2 EA-1 No.302 MT HP-2 EA-1 No.367 nd HP-2 EA-1 No.433 MT HP-2 EA-1 No.303 MT HP-2 EA-1 No.368 MT HP-2 EA-1 No.434 MT HP-2 EA-1 No.304 HP-2 EA-1 No.369 MT HP-2 EA-1 No.435 nd nd HP-2 EA-1 No.305 MT HP-2 EA-1 No.370 nd HP-2 EA-1 No.436 MT HP-2 HP-2 HP-2 No.371 MT EA-1 No.306 nd EA-1 EA-1 No.437 Κ HP-2 EA-1 No.307 HP-2 EA-1 No.372 MT HP-2 EA-1 No.438 MT nd HP-2 W HP-2 HP-2 EA-1 No.308 EA-1 No 373 nd EA-1 No 439 nd HP-2 HP-2 HP-2 EA-1 No.309 MT EA-1 No.374 MT EA-1 No.440 nd HP-2 MT HP-2 HP-2 EA-1 No 310 EA-1 No 375 nd EA-1 No 441 MT HP-2 EA-1 No.311 W HP-2 EA-1 No.376 nd HP-2 EA-1 No.442 nd HP-2 EA-1 No.312 MT HP-2 EA-1 No.377 MT HP-2 EA-1 No.443 nd HP-2 EA-1 No.313 MT HP-2 No.379 nd HP-2 No.444 MT EA-1 EA-1 HP-2 EA-1 No.314 MT HP-2 EA-1 No.380 MT HP-2 EA-1 No.445 MT HP-2 HP-2 HP-2 EA-1 No.315 W No.381 MT No.446 MT EA-1 EA-1 HP-2 No.316 HP-2 No.382 MT HP-2 No.447 MT EA-1 nd EA-1 EA-1 HP-2 EA-1 No.317 MT HP-2 EA-1 No 383 nd HP-2 EA-1 No.448 MT HP-2 EA-1 No.318 nd HP-2 EA-1 No.384 MT HP-2 EA-1 No.449 nd HP-2 EA-1 No.319 MT HP-2 EA-1 No.385 MT HP-2 EA-1 No.450 MT HP-2 EA-1 No.320 MT HP-2 EA-1 No.386 MT HP-2 EA-1 No.451 MT HP-2 EA-1 No.321 W HP-2 EA-1 No.387 MT HP-2 EA-1 No.452 Κ HP-2 HP-2 No.388 HP-2 EA-1 No.322 nd EA-1 nd EA-1 No.453 nd HP-2 EA-1 No.323 MT HP-2 EA-1 No.389 MT HP-2 EA-1 No.454 nd HP-2 HP-2 HP-2 No.390 MT EA-1 No.324 nd EA-1 EA-1 No.455 MT HP-2 HP-2 No.392 HP-2 EA-1 No.325 MT EA-1 MT EA-1 No.456 nd HP-2 EA-1 No.326 nd HP-2 EA-1 No.393 MT HP-2 EA-1 No.457 MT HP-2 EA-1 No.327 MT HP-2 EA-1 No.394 MT HP-2 EA-1 No.458 MT HP-2 EA-1 No.328 nd HP-2 EA-1 No.395 MT HP-2 EA-1 No.459 nd HP-2 EA-1 No.329 MT HP-2 EA-1 No.396 MT HP-2 EA-1 No.460 nd HP-2 EA-1 No.330 MT HP-2 EA-1 No.397 HP-2 No.461 MT nd EA-1 HP-2 HP-2 HP-2 EA-1 MT No.398 nd No.331 EA-1 EA-1 No.462 nd HP-2 EA-1 No.332 nd HP-2 EA-1 No.399-1 nd HP-2 EA-1 No.463 nd HP-2 HP-2 HP-2 EA-1 No 333 nd EA-1 No 399-2 Κ EA-1 No 464 nd HP-2 HP-2 HP-2 EA-1 No.334 nd EA-1 No.400 MT EA-1 No.465 MT HP-2 EA-1 No.335 nd HP-2 EA-1 No.401 MT HP-2 EA-1 No.466 MT HP-2 No.336 nd HP-2 No.402 nd HP-2 EA-1 MT EA-1 EA-1 No.467 HP-2 EA-1 No.337 nd HP-2 EA-1 No.403 MT HP-2 EA-1 No.468 MT HP-2 HP-2 HP-2 EA-1 No.338 nd EA-1 No.404 nd EA-1 No.469 MT HP-2 EA-1 No.339 HP-2 No.405 HP-2 No.470 MT nd EA-1 nd EA-1 HP-2 EA-1 No.340 MT HP-2 EA-1 No.406 HH HP-2 EA-1 No.471 MT HP-2 EA-1 No.341 MT HP-2 EA-1 No.407 MT HP-2 EA-1 No.472 MT HP-2 HP-2 EA-1 No.342 MT HP-2 EA-1 No 408 nd EA-1 No 473 nd HP-2 EA-1 No.343 Н HP-2 EA-1 No.409 nd HP-2 EA-1 No.474 nd HP-2 EA-1 No.344 nd HP-2 EA-1 No.410 BH HP-2 EA-1 No.475 nd HP-2 Κ HP-2 MT HP-2 EA-1 No.345 EA-1 No.411 EA-1 No.476 nd HP-2 EA-1 No.346 MT HP-2 EA-1 No.412 nd HP-2 EA-1 No.477 MT HP-2 HP-2 HP-2 EA-1 No.347 EA-1 No.413 nd EA-1 No.478 HH nd HP-2 No.348 MT HP-2 HP-2 No.479 EA-1 EA-1 No.414 MT EA-1 nd HP-2 EA-1 MT HP-2 MT HP-2 No.480 No.349 EA-1 No.415 EA-1 nd HP-2 EA-1 No.350 W HP-2 EA-1 No.416 nd HP-2 EA-1 No.481 MT HP-2 EA-1 No.351 MT HP-2 EA-1 No.417 MT HP-2 EA-1 No.482 nd HP-2 EA-1 No.352 MT HP-2 EA-1 No.418 nd HP-2 EA-1 No.483 HH HP-2 EA-1 No.353 nd HP-2 EA-1 No.419 MT HP-2 EA-1 No.484 nd HP-2 HP-2 HP-2 MT No.420 No.485 MT EA-1 No.354 EA-1 nd EA-1 HP-2 No.355 HP-2 No.421 HP-2 EA-1 nd EA-1 nd EA-1 No.486 nd HP-2 No.356 HH HP-2 No 422 MT HP-2 MT EA-1 EA-1 EA-1 No.487 HP-2 EA-1 No.357 MT HP-2 EA-1 No.423 nd HP-2 EA-1 No.488 MT HP-2 EA-1 No.358 MT HP-2 EA-1 No 424 nd HP-2 EA-1 No.489 nd HP-2 EA-1 No.359 MT HP-2 EA-1 No.425 MT HP-2 EA-1 No.490 MT HP-2 EA-1 No.360 MT HP-2 EA-1 No.426 nd HP-2 EA-1 No.491 MT HP-2 HP-2 HP-2 No.361 MT No.427 MT No.492 EA-1 EA-1 EA-1 nd HP-2 EA-1 No.362 MT HP-2 EA-1 No.428 MT HP-2 EA-1 No.493 nd HP-2 HP-2 HP-2 EA-1 No.363 EA-1 No.429 nd EA-1 No.494 nd nd HP-2 EA-1 No.364 MT HP-2 EA-1 No.430 MT HP-2 EA-1 No.495 nd

表4 (続き) Table 4. (continued)

HP-2 EA-1 No.596 MT HP-2 EA-1 No.563 nd IP-2 EA-1 No.497 nd IIP-2 EA-1 No.566 nd IP-2 EA-1 No.500 nd IP-2 EA-1 No.567 MT IP-2 EA-1 No.500 nd IP-2 EA-1 No.567 MT IP-2 EA-1 No.500 nd IP-2 EA-1 No.577 MT IP-2 EA-1 No.503 nd IP-2 EA-1 No.577 nd IP-2 EA-1 No.506 MT HP-2 EA-1 No.573 MT IP-2 EA-1 No.506 MT HP-2 EA-1 No.577 MT IP-2 EA-1 No.506 MT HP-2 EA-1 No.578 MT IP-2 EA-1 No.510 MT HP-2 EA-1 No.578 MT IP-2 EA-1 No.511 nd </th <th>Round</th> <th>Area</th> <th>Artifact</th> <th>Group</th> <th></th> <th>Round</th> <th>Area</th> <th>Artifact</th> <th>Group</th>	Round	Area	Artifact	Group		Round	Area	Artifact	Group
HP-2 EA-1 No.597 nd HP-2 EA-1 No.564 nd HP-2 EA-1 No.500 nd HP-2 EA-1 No.566 nd HP-2 EA-1 No.500 nd HP-2 EA-1 No.566 nd HP-2 EA-1 No.501 nd HP-2 EA-1 No.568 nd HP-2 EA-1 No.503 nd HP-2 EA-1 No.571 MT HP-2 EA-1 No.505 MT HP-2 EA-1 No.573 md HP-2 EA-1 No.506 MT HP-2 EA-1 No.573 md HP-2 EA-1 No.500 MT HP-2 EA-1 No.576 MT HP-2 EA-1 No.510 MT HP-2 EA-1 No.578 MT HP-2 EA-1 No.510 MT HP-2 EA-1 No.580 nd HP-2 EA-1 No.510 MT <td>HP-2</td> <td>EA-1</td> <td>No.496</td> <td>MT</td> <td>-</td> <td>HP-2</td> <td>EA-1</td> <td>No.563</td> <td>nd</td>	HP-2	EA-1	No.496	MT	-	HP-2	EA-1	No.563	nd
HP2 EA.1 No.498 MT HP2 EA.1 No.566 nd HP2 EA.1 No.500 nd HP2 EA.1 No.566 nd HP2 EA.1 No.500 nd HP2 EA.1 No.566 nd HP2 EA.1 No.501 nd HP2 EA.1 No.569 nd HP2 EA.1 No.503 nd HP2 EA.1 No.570 nd HP2 EA.1 No.505 MT HP2 EA.1 No.577 nd HP2 EA.1 No.506 MT HP2 EA.1 No.577 nd HP2 EA.1 No.506 MT HP2 EA.1 No.577 MT HP2 EA.1 No.510 MT HP2 EA.1 No.577 W HP2 EA.1 No.510 MT HP2 EA.1 No.580 nd HP2 EA.1 No.510 MT HP2 EA.1 No.580 nd HP2 EA.1 No.510 HH	HP-2	EA-1	No.497	nd		HP-2	EA-1	No.564	nd
HP2 EA-1 No.499 nd HP2 EA-1 No.566 nd HP2 EA-1 No.501 nd HP-2 EA-1 No.568 nd HP-2 EA-1 No.501 nd HP-2 EA-1 No.570 nd HP2 EA-1 No.503 nd HP-2 EA-1 No.571 MT HP2 EA-1 No.506 MT HP-2 EA-1 No.573 MT HP2 EA-1 No.506 MT HP-2 EA-1 No.575 nd HP2 EA-1 No.506 MT HP-2 EA-1 No.576 MT HP2 EA-1 No.509 nd HP-2 EA-1 No.576 MT HP2 EA-1 No.510 MT HP-2 EA-1 No.581 MT HP2 EA-1 No.512 nd HP-2 EA-1 No.581 MT HP2 EA-1 No.516 MT HP-2 EA-1 No.584 nd HP2 EA-1 No.518	HP-2	EA-1	No.498	MT		HP-2	EA-1	No.565	nd
HP-2 EA-1 No.500 nd HP-2 EA-1 No.507 MT HP-2 EA-1 No.502 MT HP-2 EA-1 No.568 nd HP-2 EA-1 No.503 nd HP-2 EA-1 No.570 nd HP-2 EA-1 No.505 MT HP-2 EA-1 No.571 MT HP-2 EA-1 No.507 K HP-2 EA-1 No.575 nd HP-2 EA-1 No.507 K HP-2 EA-1 No.575 nd HP-2 EA-1 No.507 K HP-2 EA-1 No.576 MT HP-2 EA-1 No.510 MT HP-2 EA-1 No.577 W HP-2 EA-1 No.510 MT HP-2 EA-1 No.580 nd HP-2 EA-1 No.514 BH, T HP-2 EA-1 No.581 MT HP-2 EA-1 No.516 MT HP-2 EA-1 No.584 nd HP-2 EA-1 No.516<	HP-2	EA-1	No.499	nd		HP-2	EA-1	No.566	nd
HP-2 EA-1 No.501 nd HP-2 EA-1 No.569 nd HP-2 EA-1 No.503 nd HP-2 EA-1 No.570 nd HP-2 EA-1 No.503 nd HP-2 EA-1 No.570 nd HP-2 EA-1 No.505 MT HP-2 EA-1 No.575 nd HP-2 EA-1 No.506 MT HP-2 EA-1 No.575 nd HP-2 EA-1 No.508 HH HP-2 EA-1 No.576 MT HP-2 EA-1 No.509 nd HP-2 EA-1 No.577 M HP-2 EA-1 No.511 nd HP-2 EA-1 No.578 MT HP-2 EA-1 No.511 nd HP-2 EA-1 No.581 MT HP-2 EA-1 No.515 HH HP-2 EA-1 No.583 MT HP-2 EA-1 No.516 MT HP-2 EA-1 No.586 MT HP-2 EA-1 No.517<	HP-2	EA-1	No.500	nd		HP-2	EA-1	No.567	MT
HP-2 EA-1 No.502 MT HP-2 EA-1 No.570 nd HP-2 EA-1 No.504 nd HP-2 EA-1 No.570 nd HP-2 EA-1 No.506 MT HP-2 EA-1 No.577 MT HP-2 EA-1 No.506 MT HP-2 EA-1 No.577 nd HP-2 EA-1 No.509 K HP-2 EA-1 No.576 MT HP-2 EA-1 No.509 nd HP-2 EA-1 No.577 W HP-2 EA-1 No.510 MT HP-2 EA-1 No.577 W HP-2 EA-1 No.510 MT HP-2 EA-1 No.580 nd HP-2 EA-1 No.511 MT HP-2 EA-1 No.580 nd HP-2 EA-1 No.516 MT HP-2 EA-1 No.583 MT HP-2 EA-1 No.516 MT HP-2 EA-1 No.584 nd HP-2 EA-1 No.516 <td>HP-2</td> <td>EA-1</td> <td>No.501</td> <td>nd</td> <td></td> <td>HP-2</td> <td>EA-1</td> <td>No.568</td> <td>nd</td>	HP-2	EA-1	No.501	nd		HP-2	EA-1	No.568	nd
HP-2 EA-1 No.503 nd HP-2 EA-1 No.571 MT HP-2 EA-1 No.505 MT HP-2 EA-1 No.573 MT HP-2 EA-1 No.506 MT HP-2 EA-1 No.575 nd HP-2 EA-1 No.507 K HP-2 EA-1 No.576 MT HP-2 EA-1 No.509 nd HP-2 EA-1 No.576 MT HP-2 EA-1 No.510 MT HP-2 EA-1 No.579 nd HP-2 EA-1 No.511 nd HP-2 EA-1 No.580 MT HP-2 EA-1 No.514 BH, T HP-2 EA-1 No.580 MT HP-2 EA-1 No.515 HH HP-2 EA-1 No.584 nd HP-2 EA-1 No.516 MT HP-2 EA-1 No.586 MT HP-2 EA-1 No.517 HH HP-2 EA-1 No.586 MT HP-2 EA-1 No.5	HP-2	EA-1	No.502	MT		HP-2	EA-1	No.569	nd
IP-2 EA-1 No.506 MT IP-2 EA-1 No.573 MT IP-2 EA-1 No.506 MT HP-2 EA-1 No.573 MT IP-2 EA-1 No.508 MH HP-2 EA-1 No.575 nd IP-2 EA-1 No.509 nd HP-2 EA-1 No.577 W IP-2 EA-1 No.510 MT HP-2 EA-1 No.578 MT IP-2 EA-1 No.510 MT HP-2 EA-1 No.578 MT IP-2 EA-1 No.511 nd HP-2 EA-1 No.580 nd HP-2 EA-1 No.512 nd HP-2 EA-1 No.581 MT HP-2 EA-1 No.515 HH HP-2 EA-1 No.583 MT HP-2 EA-1 No.516 MT HP-2 EA-1 No.583 MT HP-2 EA-1 No.517 HH HP-2 EA-1 No.586 MT HP-2 EA-1 No.517	HP-2	EA-I	No.503	nd		HP-2	EA-I	No.570	nd
IP22 EA-1 No.506 M1 IP22 EA-1 No.573 M1 IP22 EA-1 No.506 MT HP22 EA-1 No.575 nd IP2 EA-1 No.506 MT HP22 EA-1 No.576 MT IP2 EA-1 No.509 nd HP2 EA-1 No.576 MT IP2 EA-1 No.510 MT HP2 EA-1 No.577 W IP2 EA-1 No.512 nd HP2 EA-1 No.581 MT IP2 EA-1 No.512 nd HP2 EA-1 No.581 MT HP2 EA-1 No.515 HH HP2 EA-1 No.582 MT HP2 EA-1 No.516 MT HP2 EA-1 No.583 nd HP2 EA-1 No.518 MT HP2 EA-1 No.585 nd HP2 EA-1 No.520 MT HP2 EA-1 No.586 mT HP2 EA-1 No.520 MT	HP-2	EA-I	N0.504	na		HP-2	EA-I	N0.5/1	MI
IIP2 EA-1 No.507 K HP2 EA-1 No.575 nd HP2 EA-1 No.507 K HP2 EA-1 No.576 MT HP2 EA-1 No.510 MT HP2 EA-1 No.577 W HP2 EA-1 No.510 MT HP2 EA-1 No.577 W HP2 EA-1 No.511 nd HP2 EA-1 No.580 nd HP2 EA-1 No.512 nd HP2 EA-1 No.580 nd HP2 EA-1 No.514 BH H HP2 EA-1 No.581 MT HP2 EA-1 No.516 MT HP2 EA-1 No.583 MT HP2 EA-1 No.517 HH HP2 EA-1 No.586 MT HP2 EA-1 No.519 nd HP2 EA-1 No.586 MT HP2 EA-1 No.520 MT HP2 EA-1 No.588 MT HP2 EA-1 No.523	HP-2	EA-I	No.505	MT		HP-2	EA-I	No.574	MT
IIP2 EA-1 No.508 HI HP2 EA-1 No.576 MT HP2 EA-1 No.509 nd HP2 EA-1 No.576 MT HP2 EA-1 No.510 MT HP2 EA-1 No.578 MT HP2 EA-1 No.511 nd HP2 EA-1 No.580 nd HP2 EA-1 No.512 nd HP2 EA-1 No.580 nd HP2 EA-1 No.515 HH HP2 EA-1 No.581 MT HP2 EA-1 No.516 MT HP2 EA-1 No.583 MT HP2 EA-1 No.518 MT HP2 EA-1 No.586 MT HP2 EA-1 No.521 MT <td>пг-2 цр 2</td> <td>EA-I</td> <td>No.500</td> <td>V</td> <td></td> <td>пг-2 цр 2</td> <td>EA-I</td> <td>No.575</td> <td>nd</td>	пг-2 цр 2	EA-I	No.500	V		пг-2 цр 2	EA-I	No.575	nd
III-2 EA-1 No.509 nd HP2 EA-1 No.570 WI HP2 EA-1 No.510 MT HP2 EA-1 No.577 W HP2 EA-1 No.511 nd HP2 EA-1 No.579 nd HP2 EA-1 No.512 nd HP2 EA-1 No.581 MT HP2 EA-1 No.512 nd HP2 EA-1 No.581 MT HP2 EA-1 No.515 HH HP2 EA-1 No.582 MT HP2 EA-1 No.516 MT HP2 EA-1 No.583 MT HP2 EA-1 No.517 HH HP2 EA-1 No.586 MT HP2 EA-1 No.520 MT HP2 EA-1 No.587 MT HP2 EA-1 No.520 MT HP2 EA-1 No.588 MT HP2 EA-1 No.520 MT HP2 EA-1 No.590 nd HP2 EA-1 No.526 MT <td>HP_2</td> <td>EA-1</td> <td>No 508</td> <td>К</td> <td></td> <td>HP_2</td> <td>EA-1</td> <td>No 576</td> <td>MT</td>	HP_2	EA-1	No 508	К		HP_2	EA-1	No 576	MT
IP2 EA:1 No.510 MT HP2 EA:1 No.579 nd HP2 EA:1 No.511 nd HP2 EA:1 No.579 nd HP2 EA:1 No.512 nd HP2 EA:1 No.580 nd HP2 EA:1 No.514 BH, T HP2 EA:1 No.582 MT HP2 EA:1 No.515 HH HP2 EA:1 No.582 MT HP2 EA:1 No.516 MT HP2 EA:1 No.583 MT HP2 EA:1 No.517 HH HP2 EA:1 No.585 nd HP2 EA:1 No.510 MT HP2 EA:1 No.586 MT HP2 EA:1 No.520 MT HP2 EA:1 No.588 MT HP2 EA:1 No.523 HH HP2 EA:1 No.590 nd HP2 EA:1 No.525 MT HP2 EA:1 No.592 nd HP2 EA:1 No.525 MT<	HP-2	EA-1	No 509	nd		HP-2	EA-1	No 577	W
IP2 EA-1 No.511 nd IP2 EA-1 No.502 nd IP2 EA-1 No.512 nd IP2 EA-1 No.580 nd IP2 EA-1 No.514 BH, T IP2 EA-1 No.581 MT IP2 EA-1 No.515 IH1 IP2 EA-1 No.583 MT IP2 EA-1 No.517 IH1 IP2 EA-1 No.585 nd IP2 EA-1 No.518 MT IP2 EA-1 No.586 MT IP2 EA-1 No.520 MT IP2 EA-1 No.586 MT IP2 EA-1 No.521 MT IP2 EA-1 No.588 MT IP2 EA-1 No.523 IH1 IP2 EA-1 No.590 nd IP2 EA-1 No.524 IH1 IP2 EA-1 No.591 MT IP2 EA-1 No.526 nd IP2 EA-1 No.593 MT IP2 EA-1 No.526 <td< td=""><td>HP-2</td><td>EA-1</td><td>No 510</td><td>MT</td><td></td><td>HP-2</td><td>EA-1</td><td>No 578</td><td>MT</td></td<>	HP-2	EA-1	No 510	MT		HP-2	EA-1	No 578	MT
HP2 EA.1 No.512 nd HP2 EA.1 No.580 nd HP2 EA.1 No.514 BH, T HP2 EA.1 No.581 MT HP2 EA.1 No.515 HH HP2 EA.1 No.582 MT HP2 EA.1 No.516 MT HP2 EA.1 No.583 MT HP2 EA.1 No.516 MT HP2 EA.1 No.584 nd HP2 EA.1 No.519 nd HP2 EA.1 No.586 MT HP2 EA.1 No.520 MT HP2 EA.1 No.586 MT HP2 EA.1 No.521 MT HP2 EA.1 No.588 MT HP2 EA.1 No.522 B HP2 EA.1 No.590 nd HP2 EA.1 No.525 MT HP2 EA.1 No.591 MT HP2 EA.1 No.526 nd HP2 EA.1 No.593 MT HP2 EA.1 No.530 MT </td <td>HP-2</td> <td>EA-1</td> <td>No 511</td> <td>nd</td> <td></td> <td>HP-2</td> <td>EA-1</td> <td>No 579</td> <td>nd</td>	HP-2	EA-1	No 511	nd		HP-2	EA-1	No 579	nd
HP2 EA-1 No.514 BH, T HP2 EA-1 No.581 MT HP2 EA-1 No.515 HH HP2 EA-1 No.583 MT HP2 EA-1 No.516 MT HP2 EA-1 No.583 MT HP2 EA-1 No.517 HH HP2 EA-1 No.585 nd HP2 EA-1 No.519 nd HP2 EA-1 No.585 nd HP2 EA-1 No.520 MT HP2 EA-1 No.588 MT HP2 EA-1 No.523 HH HP2 EA-1 No.590 nd HP2 EA-1 No.523 HH HP2 EA-1 No.590 nd HP2 EA-1 No.525 MT HP2 EA-1 No.591 MT HP2 EA-1 No.526 nd HP2 EA-1 No.592 nd HP2 EA-1 No.528 MT HP2 EA-1 No.595 MT HP2 EA-1 No.590 nd<	HP-2	EA-1	No.512	nd		HP-2	EA-1	No.580	nd
IP2 EA-1 No.515 HH IP2 EA-1 No.582 MT IP2 EA-1 No.516 MT IP2 EA-1 No.583 MI IP2 EA-1 No.517 HH HP2 EA-1 No.584 md IP2 EA-1 No.518 MT HP2 EA-1 No.585 nd IP2 EA-1 No.519 nd HP2 EA-1 No.586 MT IP2 EA-1 No.521 MT HP2 EA-1 No.588 MT IP2 EA-1 No.522 B HP2 EA-1 No.590 nd HP2 EA-1 No.525 MT HP2 EA-1 No.590 nd HP2 EA-1 No.526 nd HP2 EA-1 No.593 MT HP2 EA-1 No.526 nd HP2 EA-1 No.593 MT HP2 EA-1 No.530 M HP2 EA-1 No.596 nd HP2 EA-1 No.533 nd	HP-2	EA-1	No.514	BH. T		HP-2	EA-1	No.581	MT
HP-2EA-1No.516MTHP-2EA-1No.583MTHP-2EA-1No.517HHHP-2EA-1No.584ndHP-2EA-1No.518MTHP-2EA-1No.586MTHP-2EA-1No.520MTHP-2EA-1No.587MTHP-2EA-1No.521MTHP-2EA-1No.588MTHP-2EA-1No.522BHP-2EA-1No.599MTHP-2EA-1No.523HHHP-2EA-1No.590ndHP-2EA-1No.524HHHP-2EA-1No.591MTHP-2EA-1No.526ndHP-2EA-1No.591ndHP-2EA-1No.526ndHP-2EA-1No.594MTHP-2EA-1No.528MTHP-2EA-1No.595MTHP-2EA-1No.530ndHP-2EA-1No.595MTHP-2EA-1No.531ndHP-2EA-1No.596ndHP-2EA-1No.532ndHP-2EA-1No.598ndHP-2EA-1No.533ndHP-2EA-1No.598ndHP-2EA-1No.531ndHP-2EA-1No.598ndHP-2EA-1No.535MTHP-2EA-1No.600MTHP-2EA-1No.536MTHP-2EA-1No.602MT <tr<< td=""><td>HP-2</td><td>EA-1</td><td>No.515</td><td>HH</td><td></td><td>HP-2</td><td>EA-1</td><td>No.582</td><td>MT</td></tr<<>	HP-2	EA-1	No.515	HH		HP-2	EA-1	No.582	MT
HP-2EA-1No.517HHHP-2EA-1No.584ndHP-2EA-1No.518MTHP-2EA-1No.585MTHP-2EA-1No.519ndHP-2EA-1No.586MTHP-2EA-1No.520MTHP-2EA-1No.587MTHP-2EA-1No.521MTHP-2EA-1No.588MTHP-2EA-1No.522BHP-2EA-1No.588MTHP-2EA-1No.523HHHP-2EA-1No.590ndHP-2EA-1No.524HHHP-2EA-1No.591MTHP-2EA-1No.525MTHP-2EA-1No.592ndHP-2EA-1No.526ndHP-2EA-1No.592ndHP-2EA-1No.528MTHP-2EA-1No.594MTHP-2EA-1No.531ndHP-2EA-1No.595MTHP-2EA-1No.533ndHP-2EA-1No.596ndHP-2EA-1No.533ndHP-2EA-1No.696ndHP-2EA-1No.533ndHP-2EA-1No.600MTHP-2EA-1No.533ndHP-2EA-1No.600MTHP-2EA-1No.536MTHP-2EA-1No.602MTHP-2EA-1No.537MTHP-2EA-1No.602MT <tr<< td=""><td>HP-2</td><td>EA-1</td><td>No.516</td><td>MT</td><td></td><td>HP-2</td><td>EA-1</td><td>No.583</td><td>MT</td></tr<<>	HP-2	EA-1	No.516	MT		HP-2	EA-1	No.583	MT
HP-2 EA-1 No.518 MT HP-2 EA-1 No.585 nd HP-2 EA-1 No.519 nd HP-2 EA-1 No.586 MT HP-2 EA-1 No.520 MT HP-2 EA-1 No.588 MT HP-2 EA-1 No.521 MT HP-2 EA-1 No.588 MT HP-2 EA-1 No.522 B HP-2 EA-1 No.590 nd HP-2 EA-1 No.524 HH HP-2 EA-1 No.591 MT HP-2 EA-1 No.525 MT HP-2 EA-1 No.592 nd HP-2 EA-1 No.526 nd HP-2 EA-1 No.593 MT HP-2 EA-1 No.528 MT HP-2 EA-1 No.594 MT HP-2 EA-1 No.530 M HP-2 EA-1 No.595 MT HP-2 EA-1 No.531 nd HP-2 EA-1 No.697 MT HP-2 EA-1 No.533<	HP-2	EA-1	No.517	HH		HP-2	EA-1	No.584	nd
HP-2EA-1No.519ndHP-2EA-1No.586MTHP-2EA-1No.520MTHP-2EA-1No.587MTHP-2EA-1No.521MTHP-2EA-1No.588MTHP-2EA-1No.522BHP-2EA-1No.590ndHP-2EA-1No.523HHHP-2EA-1No.590ndHP-2EA-1No.525MTHP-2EA-1No.591MTHP-2EA-1No.526ndHP-2EA-1No.590ndHP-2EA-1No.526ndHP-2EA-1No.590mdHP-2EA-1No.520ndHP-2EA-1No.590mdHP-2EA-1No.520ndHP-2EA-1No.590mdHP-2EA-1No.520ndHP-2EA-1No.590mdHP-2EA-1No.530MHP-2EA-1No.598ndHP-2EA-1No.531ndHP-2EA-1No.598ndHP-2EA-1No.533ndHP-2EA-1No.599ndHP-2EA-1No.533ndHP-2EA-1No.600mTHP-2EA-1No.534MTHP-2EA-1No.600MTHP-2EA-1No.535MTHP-2EA-1No.600MTHP-2EA-1No.546MTHP-2EA-1No.600MT<	HP-2	EA-1	No.518	MT		HP-2	EA-1	No.585	nd
HP-2EA-1No.520MTHP-2EA-1No.587MTHP-2EA-1No.521MTHP-2EA-1No.588MTHP-2EA-1No.522BHP-2EA-1No.589MTHP-2EA-1No.522BHP-2EA-1No.590ndHP-2EA-1No.524HHHP-2EA-1No.591MTHP-2EA-1No.526ndHP-2EA-1No.592ndHP-2EA-1No.526ndHP-2EA-1No.592ndHP-2EA-1No.526ndHP-2EA-1No.590MTHP-2EA-1No.529ndHP-2EA-1No.596ndHP-2EA-1No.530MHP-2EA-1No.596ndHP-2EA-1No.531ndHP-2EA-1No.596ndHP-2EA-1No.533ndHP-2EA-1No.598ndHP-2EA-1No.533ndHP-2EA-1No.599ndHP-2EA-1No.535MTHP-2EA-1No.600ndHP-2EA-1No.536MTHP-2EA-1No.602MTHP-2EA-1No.537MTHP-2EA-1No.600ndHP-2EA-1No.538MTHP-2EA-1No.602MTHP-2EA-1No.540MTHP-2EA-1No.640MT <t< td=""><td>HP-2</td><td>EA-1</td><td>No.519</td><td>nd</td><td></td><td>HP-2</td><td>EA-1</td><td>No.586</td><td>MT</td></t<>	HP-2	EA-1	No.519	nd		HP-2	EA-1	No.586	MT
HP-2EA-1No.521MTHP-2EA-1No.588MTHP-2EA-1No.522BHP-2EA-1No.589MTHP-2EA-1No.523HHHP-2EA-1No.590ndHP-2EA-1No.525MTHP-2EA-1No.591MTHP-2EA-1No.525MTHP-2EA-1No.592ndHP-2EA-1No.526ndHP-2EA-1No.593MTHP-2EA-1No.526ndHP-2EA-1No.593MTHP-2EA-1No.526ndHP-2EA-1No.596ndHP-2EA-1No.529ndHP-2EA-1No.596ndHP-2EA-1No.530MHP-2EA-1No.596ndHP-2EA-1No.531ndHP-2EA-1No.598ndHP-2EA-1No.532ndHP-2EA-1No.598ndHP-2EA-1No.533ndHP-2EA-1No.690ndHP-2EA-1No.535MTHP-2EA-1No.600mdHP-2EA-1No.536MTHP-2EA-1No.602MTHP-2EA-1No.536MTHP-2EA-1No.602MTHP-2EA-1No.536MTHP-2EA-1No.602MTHP-2EA-1No.540MTHP-2EA-1No.602MT<	HP-2	EA-1	No.520	MT		HP-2	EA-1	No.587	MT
HP-2EA-1No.522BHP-2EA-1No.589MTHP-2EA-1No.523HHHP-2EA-1No.590ndHP-2EA-1No.524HHHP-2EA-1No.591MTHP-2EA-1No.526mdHP-2EA-1No.592ndHP-2EA-1No.526ndHP-2EA-1No.593MTHP-2EA-1No.526ndHP-2EA-1No.595MTHP-2EA-1No.529ndHP-2EA-1No.596ndHP-2EA-1No.530MHP-2EA-1No.596ndHP-2EA-1No.530MHP-2EA-1No.596ndHP-2EA-1No.531ndHP-2EA-1No.598ndHP-2EA-1No.533ndHP-2EA-1No.599ndHP-2EA-1No.533ndHP-2EA-1No.600ndHP-2EA-1No.536MTHP-2EA-1No.602MTHP-2EA-1No.536MTHP-2EA-1No.602MTHP-2EA-1No.544MTHP-2EA-1No.602MTHP-2EA-1No.540MTHP-2EA-1No.602MTHP-2EA-1No.543ndHHHP-2EA-1No.602MTHP-2EA-1No.544MTHP-2EA-1No.604HF	HP-2	EA-1	No.521	MT		HP-2	EA-1	No.588	MT
HP-2EA-1No.523HHHP-2EA-1No.590ndHP-2EA-1No.524HHHP-2EA-1No.592ndHP-2EA-1No.525MTHP-2EA-1No.592ndHP-2EA-1No.526ndHP-2EA-1No.593MTHP-2EA-1No.526ndHP-2EA-1No.594MTHP-2EA-1No.529ndHP-2EA-1No.595MTHP-2EA-1No.530MHP-2EA-1No.596ndHP-2EA-1No.531ndHP-2EA-1No.596ndHP-2EA-1No.530MHP-2EA-1No.597MTHP-2EA-1No.533ndHP-2EA-1No.599ndHP-2EA-1No.533ndHP-2EA-1No.600ndHP-2EA-1No.535MTHP-2EA-1No.600ndHP-2EA-1No.536MTHP-2EA-1No.602MTHP-2EA-1No.538HHHP-2EA-1No.602MTHP-2EA-1No.538MTHP-2EA-1No.602MTHP-2EA-1No.540MTHP-2EA-1No.602MTHP-2EA-1No.543ndHP-2EA-1No.544HTHP-2EA-1No.545MTHP-2EA-1No.544HT<	HP-2	EA-1	No.522	В		HP-2	EA-1	No.589	MT
HP-2EA-1No.524HHHP-2EA-1No.591MTHP-2EA-1No.525MTHP-2EA-1No.592ndHP-2EA-1No.526ndHP-2EA-1No.593MTHP-2EA-1No.526ndHP-2EA-1No.594MTHP-2EA-1No.529ndHP-2EA-1No.595MTHP-2EA-1No.530MHP-2EA-1No.596ndHP-2EA-1No.531ndHP-2EA-1No.596ndHP-2EA-1No.531ndHP-2EA-1No.596ndHP-2EA-1No.532ndHP-2EA-1No.598ndHP-2EA-1No.532ndHP-2EA-1No.599ndHP-2EA-1No.533ndHP-2EA-1No.600ndHP-2EA-1No.535MTHP-2EA-1No.600ndHP-2EA-1No.536MTHP-2EA-1No.602MTHP-2EA-1No.538HHHP-2EA-1No.602MTHP-2EA-1No.541MTHP-2EA-1No.602MTHP-2EA-1No.543ndHHP-2EA-1No.646HP-2EA-1No.546MTHP-2EA-1No.546HHP-2EA-1No.550MTHP-2EA-1No.550H <td< td=""><td>HP-2</td><td>EA-1</td><td>No.523</td><td>HH</td><td></td><td>HP-2</td><td>EA-1</td><td>No.590</td><td>nd</td></td<>	HP-2	EA-1	No.523	HH		HP-2	EA-1	No.590	nd
HP-2EA-1No.525MTHP-2EA-1No.592ndHP-2EA-1No.526ndHP-2EA-1No.593MTHP-2EA-1No.528MTHP-2EA-1No.594MTHP-2EA-1No.530MHP-2EA-1No.595MTHP-2EA-1No.531ndHP-2EA-1No.595mTHP-2EA-1No.531ndHP-2EA-1No.597MTHP-2EA-1No.532ndHP-2EA-1No.598ndHP-2EA-1No.533ndHP-2EA-1No.598ndHP-2EA-1No.533ndHP-2EA-1No.599ndHP-2EA-1No.533ndHP-2EA-1No.599ndHP-2EA-1No.533mdHP-2EA-1No.599ndHP-2EA-1No.534MTHP-2EA-1No.600ndHP-2EA-1No.536MTHP-2EA-1No.602MTHP-2EA-1No.538HHHP-2EA-1No.602MTHP-2EA-1No.544MTHP-2EA-1No.544HTHP-2EA-1No.545MTHP-2EA-1No.546HP-2EA-1No.554MTHP-2EA-1No.555HP-2EA-1No.555MTHP-2EA-1No.556HP-2EA-1No.	HP-2	EA-1	No.524	HH		HP-2	EA-1	No.591	MT
HP-2EA-1No.526ndHP-2EA-1No.593MTHP-2EA-1No.528MTHP-2EA-1No.594MTHP-2EA-1No.529ndHP-2EA-1No.595MTHP-2EA-1No.530MHP-2EA-1No.596ndHP-2EA-1No.531ndHP-2EA-1No.596ndHP-2EA-1No.532ndHP-2EA-1No.598ndHP-2EA-1No.533ndHP-2EA-1No.599ndHP-2EA-1No.535MTHP-2EA-1No.600ndHP-2EA-1No.535MTHP-2EA-1No.600ndHP-2EA-1No.536MTHP-2EA-1No.602MTHP-2EA-1No.536MTHP-2EA-1No.602MTHP-2EA-1No.537MTHP-2EA-1No.602MTHP-2EA-1No.540MTHP-2EA-1No.602MTHP-2EA-1No.541MTHP-2EA-1No.542NdHP-2EA-1No.543ndHPHPHPEA-1No.544MTHPHP-2EA-1No.546MTHPHP-2EA-1No.550MTHPHP-2EA-1No.551ndHPHP-2EA-1No.554MTHPHP-2 <td>HP-2</td> <td>EA-1</td> <td>No.525</td> <td>MT</td> <td></td> <td>HP-2</td> <td>EA-1</td> <td>No.592</td> <td>nd</td>	HP-2	EA-1	No.525	MT		HP-2	EA-1	No.592	nd
HP-2EA-1No.528MTHP-2EA-1No.594MTHP-2EA-1No.529ndHP-2EA-1No.595MTHP-2EA-1No.530MHP-2EA-1No.596ndHP-2EA-1No.531ndHP-2EA-1No.597MTHP-2EA-1No.533ndHP-2EA-1No.599ndHP-2EA-1No.533ndHP-2EA-1No.600ndHP-2EA-1No.536MTHP-2EA-1No.600ndHP-2EA-1No.536MTHP-2EA-1No.602MTHP-2EA-1No.536MTHP-2EA-1No.602MTHP-2EA-1No.536MTHP-2EA-1No.602MTHP-2EA-1No.536MTHP-2EA-1No.602MTHP-2EA-1No.537MTHP-2EA-1No.602MTHP-2EA-1No.540MTHP-2EA-1No.642MHP-2EA-1No.543ndHHHHP-2EA-1No.544MTHHHP-2EA-1No.545MTHHHP-2EA-1No.546MTHHHP-2EA-1No.550MTHHHP-2EA-1No.551ndHHHP-2EA-1No.555MTHH <td>HP-2</td> <td>EA-1</td> <td>No.526</td> <td>nd</td> <td></td> <td>HP-2</td> <td>EA-1</td> <td>No.593</td> <td>MT</td>	HP-2	EA-1	No.526	nd		HP-2	EA-1	No.593	MT
HP-2EA-1No.529ndHP-2EA-1No.595MTHP-2EA-1No.530MHP-2EA-1No.596ndHP-2EA-1No.531ndHP-2EA-1No.597MTHP-2EA-1No.532ndHP-2EA-1No.599ndHP-2EA-1No.533ndHP-2EA-1No.599ndHP-2EA-1No.533ndHP-2EA-1No.600ndHP-2EA-1No.535MTHP-2EA-1No.600ndHP-2EA-1No.536MTHP-2EA-1No.602MTHP-2EA-1No.536MTHP-2EA-1No.602MTHP-2EA-1No.536MTHP-2EA-1No.602MTHP-2EA-1No.538HHHP-2EA-1No.602MTHP-2EA-1No.540MTHP-2EA-1No.540MTHP-2EA-1No.540MTHP-2EA-1No.545MTHP-2EA-1No.545MTHP-2EA-1No.554MTHP-2EA-1No.551ndHP-2EA-1No.551HHP-2EA-1No.551mdHP-2EA-1No.555HHP-2EA-1No.555MTHP-2EA-1No.556HHP-2EA-1No.555MTHP-2EA-1No.556H	HP-2	EA-1	No.528	MT		HP-2	EA-1	No.594	MT
HP-2EA-1No.530MHP-2EA-1No.596ndHP-2EA-1No.531ndHP-2EA-1No.597MTHP-2EA-1No.532ndHP-2EA-1No.598ndHP-2EA-1No.533ndHP-2EA-1No.599ndHP-2EA-1No.533ndHP-2EA-1No.600ndHP-2EA-1No.535MTHP-2EA-1No.601MTHP-2EA-1No.536MTHP-2EA-1No.602MTHP-2EA-1No.536MTHP-2EA-1No.602MTHP-2EA-1No.536MTHP-2EA-1No.602MTHP-2EA-1No.540MTHP-2EA-1No.602MTHP-2EA-1No.540MTHP-2EA-1No.604MTHP-2EA-1No.541MTHP-2EA-1No.544MTHP-2EA-1No.545MTHPImage: Second Se	HP-2	EA-1	No.529	nd		HP-2	EA-1	No.595	MT
HP-2EA-1No.531ndHP-2EA-1No.597MTHP-2EA-1No.532ndHP-2EA-1No.598ndHP-2EA-1No.533MTHP-2EA-1No.599ndHP-2EA-1No.533MTHP-2EA-1No.599ndHP-2EA-1No.535MTHP-2EA-1No.600ndHP-2EA-1No.535MTHP-2EA-1No.601MTHP-2EA-1No.536MTHP-2EA-1No.602MTHP-2EA-1No.537MTHP-2EA-1No.602MTHP-2EA-1No.538HHHP-2EA-1No.602MTHP-2EA-1No.540MTHP-2EA-1No.602MTHP-2EA-1No.541MTHP-2EA-1No.644MTHP-2EA-1No.542ndHP-2EA-1No.544MTHP-2EA-1No.545MTHP-2EA-1No.546MTHP-2EA-1No.550MTHP-2EA-1No.551MTHP-2EA-1No.552MTHP-2EA-1No.556MTHP-2EA-1No.555MTHP-2EA-1No.556MTHP-2EA-1No.556MTHP-2EA-1No.556MTHP-2EA-1No.556MTHP-2EA-1No.556MT <tr< td=""><td>HP-2</td><td>EA-1</td><td>No.530</td><td>М</td><td></td><td>HP-2</td><td>EA-1</td><td>No.596</td><td>nd</td></tr<>	HP-2	EA-1	No.530	М		HP-2	EA-1	No.596	nd
HP-2EA-1No.532ndHP-2EA-1No.598ndHP-2EA-1No.533ndHP-2EA-1No.599ndHP-2EA-1No.534MTHP-2EA-1No.600ndHP-2EA-1No.535MTHP-2EA-1No.601MTHP-2EA-1No.536MTHP-2EA-1No.602MTHP-2EA-1No.537MTHP-2EA-1No.602MTHP-2EA-1No.538HHHHHP-2EA-1No.602MTHP-2EA-1No.540MTHP-2EA-1No.602MTHP-2EA-1No.540MTHP-2EA-1No.602MTHP-2EA-1No.540MTHP-2EA-1No.602MTHP-2EA-1No.540MTHP-2EA-1No.602MTHP-2EA-1No.540MTHP-2EA-1No.602MTHP-2EA-1No.542ndHTHP-2EA-1No.544MTHP-2EA-1No.545MTHP-2EA-1No.550MTHP-2EA-1No.550MTHP-2EA-1No.550MTHP-2EA-1No.551ndHP-2EA-1No.556MTHP-2EA-1No.555MTHP-2EA-1No.556MTHP-2EA-1No.556MTHP-2EA-1No.556 </td <td>HP-2</td> <td>EA-1</td> <td>No.531</td> <td>nd</td> <td></td> <td>HP-2</td> <td>EA-1</td> <td>No.597</td> <td>MT</td>	HP-2	EA-1	No.531	nd		HP-2	EA-1	No.597	MT
HP-2EA-1No.533nd $HP-2$ EA-1No.599nd $HP-2$ EA-1No.534MT $HP-2$ EA-1No.600nd $HP-2$ EA-1No.535MT $HP-2$ EA-1No.601MT $HP-2$ EA-1No.536MT $HP-2$ EA-1No.602MT $HP-2$ EA-1No.537MT $HP-2$ EA-1No.602MT $HP-2$ EA-1No.539nd $HP-2$ EA-1No.638HH $HP-2$ EA-1No.540MT $HP-2$ EA-1No.541MT $HP-2$ EA-1No.542nd $HP-2$ EA-1No.543nd $HP-2$ EA-1No.543nd $HP-2$ EA-1No.544MT $HP-2$ EA-1No.545MT $HP-2$ EA-1No.546MT $HP-2$ EA-1No.556MT $HP-2$ EA-1No.551nd $HP-2$ EA-1No.551nd $HP-2$ EA-1No.551nd $HP-2$ EA-1No.551nd $HP-2$ EA-1No.555MT $HP-2$ EA-1No.555MT $HP-2$ EA-1No.556MT $HP-2$ EA-1No.558<	HP-2	EA-1	No.532	nd		HP-2	EA-1	No.598	nd
HP-2EA-1No.534MT $HP-2$ EA-1No.600nd $HP-2$ EA-1No.535MT $HP-2$ EA-1No.601MT $HP-2$ EA-1No.536MT $HP-2$ EA-1No.602MT $HP-2$ EA-1No.537MT $HP-2$ EA-1No.602MT $HP-2$ EA-1No.538HH $HP-2$ EA-1No.540MT $HP-2$ EA-1No.540MT $HP-2$ EA-1No.541MT $HP-2$ EA-1No.542nd $HP-2$ EA-1No.543nd $HP-2$ EA-1No.545MT $HP-2$ EA-1No.546MT $HP-2$ EA-1No.546MT $HP-2$ EA-1No.547nd $HP-2$ EA-1No.551nd $HP-2$ EA-1No.550MT $HP-2$ EA-1No.551nd $HP-2$ EA-1No.551 HT $HP-2$ EA-1No.555MT $HP-2$ EA-1No.555 HT $HP-2$ EA-1No.555MT $HP-2$ EA-1No.556 HT $HP-2$ EA-1No.556MT $HP-2$ EA-1No.556 HT $HP-2$ EA-1No.556MT $HP-2$ EA-1No.558 HT $HP-2$ EA-1No.556MT $HP-2$ EA-1No.558 HT $HP-2$ EA-1No.558MT $HP-2$ EA-1No.559 HT $HP-2$ EA-1 <t< td=""><td>HP-2</td><td>EA-1</td><td>No.533</td><td>nd</td><td></td><td>HP-2</td><td>EA-1</td><td>No.599</td><td>nd</td></t<>	HP-2	EA-1	No.533	nd		HP-2	EA-1	No.599	nd
HP-2 EA-1 No.535 M1 HP-2 EA-1 No.601 M1 HP-2 EA-1 No.536 MT HP-2 EA-1 No.602 MT HP-2 EA-1 No.537 MT HP-2 EA-1 No.602 MT HP-2 EA-1 No.538 HH HP-2 EA-1 No.602 MT HP-2 EA-1 No.539 nd HP-2 EA-1 No.540 MT HP-2 EA-1 No.540 MT HP-2 EA-1 No.541 MT HP-2 EA-1 No.542 nd HP-2 EA-1 No.543 nd HP-2 EA-1 No.543 nd HP-2 EA-1 No.545 MT HP-2 EA-1 No.546 MT HP-2 EA-1 No.546 MT HP-2 EA-1 No.550 MT HP-2 EA-1 No.550 MT HP-2 EA-1 No.550 MT HP-2 EA-1 No.553 MT HP-2 EA-1 No.555	HP-2	EA-I	No.534	MT		HP-2	EA-I	No.600	nd
HP-2 EA-1 N0.536 M1 HP-2 EA-1 N0.602 M1 HP-2 EA-1 N0.537 MT HP-2 EA-1 N0.538 HH HP-2 EA-1 N0.539 nd HP-2 EA-1 N0.540 MT HP-2 EA-1 N0.540 MT HP-2 EA-1 N0.541 MT HP-2 EA-1 N0.542 nd HP-2 EA-1 N0.543 nd HP-2 EA-1 N0.543 nd HP-2 EA-1 N0.545 MT HP-2 EA-1 N0.546 MT HP-2 EA-1 N0.546 MT HP-2 EA-1 N0.546 MT HP-2 EA-1 N0.547 nd HP-2 EA-1 N0.550 MT HP-2 EA-1 N0.550 MT HP-2 EA-1 N0.551 nd HP-2 EA-1 N0.553 MT HP-2 EA-1 N0.555	HP-2	EA-I	N0.555	MI		HP-2	EA-I	N0.601	MI
HP-2 $EA-1$ $N0.53$ $M1$ $HP-2$ $EA-1$ $N0.538$ HH $HP-2$ $EA-1$ $N0.539$ nd $HP-2$ $EA-1$ $N0.540$ MT $HP-2$ $EA-1$ $N0.540$ MT $HP-2$ $EA-1$ $N0.541$ MT $HP-2$ $EA-1$ $N0.542$ nd $HP-2$ $EA-1$ $N0.543$ nd $HP-2$ $EA-1$ $N0.543$ nd $HP-2$ $EA-1$ $N0.545$ MT $HP-2$ $EA-1$ $N0.545$ MT $HP-2$ $EA-1$ $N0.546$ MT $HP-2$ $EA-1$ $N0.547$ nd $HP-2$ $EA-1$ $N0.548$ HH $HP-2$ $EA-1$ $N0.550$ MT $HP-2$ $EA-1$ $N0.551$ nd $HP-2$ $EA-1$ $N0.552$ MT $HP-2$ $EA-1$ $N0.555$ MT $HP-2$ $EA-1$ $N0.555$ MT	IIP-2	EA-I	No.550	MT		nr-2	EA-1	N0.002	IVI I
HP-2 $EA-1$ $No.530$ HH $HP-2$ $EA-1$ $No.540$ MT $HP-2$ $EA-1$ $No.540$ MT $HP-2$ $EA-1$ $No.541$ MT $HP-2$ $EA-1$ $No.542$ nd $HP-2$ $EA-1$ $No.542$ nd $HP-2$ $EA-1$ $No.543$ nd $HP-2$ $EA-1$ $No.543$ nd $HP-2$ $EA-1$ $No.545$ MT $HP-2$ $EA-1$ $No.546$ MT $HP-2$ $EA-1$ $No.546$ MT $HP-2$ $EA-1$ $No.547$ nd $HP-2$ $EA-1$ $No.548$ HH $HP-2$ $EA-1$ $No.550$ MT $HP-2$ $EA-1$ $No.550$ MT $HP-2$ $EA-1$ $No.553$ MT $HP-2$ $EA-1$ $No.555$ MT $HP-2$ $EA-1$ $No.556$ MT $HP-2$ $EA-1$ $No.557$ MT	HP_2	EA-1	No 538	HH					
HP-2 EA-1 No.540 MT HP-2 EA-1 No.540 MT HP-2 EA-1 No.541 MT HP-2 EA-1 No.542 nd HP-2 EA-1 No.543 nd HP-2 EA-1 No.543 nd HP-2 EA-1 No.543 nd HP-2 EA-1 No.545 MT HP-2 EA-1 No.545 MT HP-2 EA-1 No.546 MT HP-2 EA-1 No.547 nd HP-2 EA-1 No.548 HH HP-2 EA-1 No.554 MT HP-2 EA-1 No.550 MT HP-2 EA-1 No.551 nd HP-2 EA-1 No.552 MT HP-2 EA-1 No.553 MT HP-2 EA-1 No.555 MT HP-2 EA-1 No.556 MT HP-2 EA-1 No.556 MT HP-2 EA-1	HP-2	EA-1	No 539	nd					
HP-2 EA-1 No.541 MT $HP-2$ EA-1 No.542 nd $HP-2$ EA-1 No.542 nd $HP-2$ EA-1 No.543 nd $HP-2$ EA-1 No.543 nd $HP-2$ EA-1 No.545 MT $HP-2$ EA-1 No.546 MT $HP-2$ EA-1 No.546 MT $HP-2$ EA-1 No.547 nd $HP-2$ EA-1 No.548 HH $HP-2$ EA-1 No.550 MT $HP-2$ EA-1 No.550 MT $HP-2$ EA-1 No.551 nd $HP-2$ EA-1 No.552 MT $HP-2$ EA-1 No.553 MT $HP-2$ EA-1 No.555 MT $HP-2$ EA-1 No.556 MT $HP-2$ EA-1 No.557 MT $HP-2$ EA-1 No.558 MT $HP-2$ EA-1 No.558 MT	HP-2	EA-1	No 540	MT					
HP-2EA-1No.542ndHP-2EA-1No.543ndHP-2EA-1No.544MTHP-2EA-1No.545MTHP-2EA-1No.546MTHP-2EA-1No.547ndHP-2EA-1No.548HHHP-2EA-1No.549ndHP-2EA-1No.550MTHP-2EA-1No.551ndHP-2EA-1No.552MTHP-2EA-1No.553MTHP-2EA-1No.555MTHP-2EA-1No.556MTHP-2EA-1No.556MTHP-2EA-1No.557MTHP-2EA-1No.558MTHP-2EA-1No.558MTHP-2EA-1No.559MTHP-2EA-1No.559MTHP-2EA-1No.559MTHP-2EA-1No.559MT	HP-2	EA-1	No.541	MT					
HP-2EA-1No.543ndHP-2EA-1No.544MTHP-2EA-1No.545MTHP-2EA-1No.546MTHP-2EA-1No.547ndHP-2EA-1No.548HHHP-2EA-1No.549ndHP-2EA-1No.550MTHP-2EA-1No.551ndHP-2EA-1No.552MTHP-2EA-1No.553MTHP-2EA-1No.555MTHP-2EA-1No.556MTHP-2EA-1No.556MTHP-2EA-1No.556MTHP-2EA-1No.556MTHP-2EA-1No.558MTHP-2EA-1No.558MTHP-2EA-1No.559MTHP-2EA-1No.559MTHP-2EA-1No.559MTHP-2EA-1No.559MT	HP-2	EA-1	No.542	nd					
HP-2EA-1No.544MTHP-2EA-1No.545MTHP-2EA-1No.546MTHP-2EA-1No.547ndHP-2EA-1No.548HHHP-2EA-1No.549ndHP-2EA-1No.550MTHP-2EA-1No.551ndHP-2EA-1No.552MTHP-2EA-1No.553MTHP-2EA-1No.555MTHP-2EA-1No.556MTHP-2EA-1No.556MTHP-2EA-1No.556MTHP-2EA-1No.557MTHP-2EA-1No.558MTHP-2EA-1No.559MTHP-2EA-1No.559MTHP-2EA-1No.559MTHP-2EA-1No.559MTHP-2EA-1No.559MT	HP-2	EA-1	No.543	nd					
HP-2EA-1No.545MTHP-2EA-1No.546MTHP-2EA-1No.547ndHP-2EA-1No.548HHHP-2EA-1No.549ndHP-2EA-1No.550MTHP-2EA-1No.551ndHP-2EA-1No.552MTHP-2EA-1No.553MTHP-2EA-1No.555MTHP-2EA-1No.556MTHP-2EA-1No.556MTHP-2EA-1No.556MTHP-2EA-1No.558MTHP-2EA-1No.558MTHP-2EA-1No.559MTHP-2EA-1No.559MTHP-2EA-1No.559MTHP-2EA-1No.559MT	HP-2	EA-1	No.544	MT					
HP-2EA-1No.546MTHP-2EA-1No.547ndHP-2EA-1No.548HHHP-2EA-1No.549ndHP-2EA-1No.550MTHP-2EA-1No.551ndHP-2EA-1No.552MTHP-2EA-1No.553MTHP-2EA-1No.555MTHP-2EA-1No.556MTHP-2EA-1No.556MTHP-2EA-1No.556MTHP-2EA-1No.557MTHP-2EA-1No.558MTHP-2EA-1No.559MTHP-2EA-1No.559MT	HP-2	EA-1	No.545	MT					
HP-2 EA-1 No.547 nd HP-2 EA-1 No.548 HH HP-2 EA-1 No.549 nd HP-2 EA-1 No.550 MT HP-2 EA-1 No.551 nd HP-2 EA-1 No.551 nd HP-2 EA-1 No.552 MT HP-2 EA-1 No.553 MT HP-2 EA-1 No.553 MT HP-2 EA-1 No.555 MT HP-2 EA-1 No.556 MT HP-2 EA-1 No.556 MT HP-2 EA-1 No.556 MT HP-2 EA-1 No.557 MT HP-2 EA-1 No.558 MT HP-2 EA-1 No.559 MT HP-2 EA-1 No.559 MT HP-2 EA-1 No.559 MT	HP-2	EA-1	No.546	MT					
HP-2 EA-1 No.548 HH HP-2 EA-1 No.549 nd HP-2 EA-1 No.550 MT HP-2 EA-1 No.551 nd HP-2 EA-1 No.552 MT HP-2 EA-1 No.552 MT HP-2 EA-1 No.553 MT HP-2 EA-1 No.555 MT HP-2 EA-1 No.556 MT HP-2 EA-1 No.557 MT HP-2 EA-1 No.558 MT HP-2 EA-1 No.559 MT HP-2 EA-1 No.559 MT	HP-2	EA-1	No.547	nd					
HP-2 EA-1 No.549 nd HP-2 EA-1 No.550 MT HP-2 EA-1 No.551 nd HP-2 EA-1 No.552 MT HP-2 EA-1 No.553 MT HP-2 EA-1 No.553 MT HP-2 EA-1 No.555 MT HP-2 EA-1 No.556 MT HP-2 EA-1 No.557 MT HP-2 EA-1 No.558 MT HP-2 EA-1 No.559 MT HP-2 EA-1 No.559 MT	HP-2	EA-1	No.548	HH					
HP-2 EA-1 No.550 MT HP-2 EA-1 No.551 nd HP-2 EA-1 No.552 MT HP-2 EA-1 No.553 MT HP-2 EA-1 No.553 MT HP-2 EA-1 No.554 MT HP-2 EA-1 No.555 MT HP-2 EA-1 No.556 MT HP-2 EA-1 No.556 MT HP-2 EA-1 No.556 MT HP-2 EA-1 No.557 MT HP-2 EA-1 No.558 MT HP-2 EA-1 No.559 MT HP-2 EA-1 No.559 MT	HP-2	EA-1	No.549	nd					
HP-2 EA-1 No.551 nd HP-2 EA-1 No.552 MT HP-2 EA-1 No.553 MT HP-2 EA-1 No.553 MT HP-2 EA-1 No.554 MT HP-2 EA-1 No.555 MT HP-2 EA-1 No.556 MT HP-2 EA-1 No.556 MT HP-2 EA-1 No.557 MT HP-2 EA-1 No.558 MT HP-2 EA-1 No.559 MT HP-2 EA-1 No.559 MT HP-2 EA-1 No.559 MT	HP-2	EA-1	No.550	MT					
HP-2 EA-1 No.552 MT HP-2 EA-1 No.553 MT HP-2 EA-1 No.554 MT HP-2 EA-1 No.555 MT HP-2 EA-1 No.556 MT HP-2 EA-1 No.556 MT HP-2 EA-1 No.557 MT HP-2 EA-1 No.558 MT HP-2 EA-1 No.559 MT HP-2 EA-1 No.559 MT	HP-2	EA-1	No.551	nd					
HP-2 EA-1 No.553 MT HP-2 EA-1 No.554 MT HP-2 EA-1 No.555 MT HP-2 EA-1 No.556 MT HP-2 EA-1 No.557 MT HP-2 EA-1 No.558 MT HP-2 EA-1 No.558 MT HP-2 EA-1 No.559 MT HP-2 EA-1 No.559 MT	HP-2	EA-1	No.552	MT					
HF-2 EA-1 N0.534 M1 HP-2 EA-1 N0.555 MT HP-2 EA-1 N0.556 MT HP-2 EA-1 N0.557 MT HP-2 EA-1 N0.558 MT HP-2 EA-1 N0.559 MT HP-2 EA-1 N0.559 MT	HP-2	EA-1	No.553	MT					
III2 EA-1 IN0.555 M1 HP-2 EA-1 No.556 MT HP-2 EA-1 No.557 MT HP-2 EA-1 No.558 MT HP-2 EA-1 No.559 MT HP-2 EA-1 No.550 mt	HP-2	EA-I	N0.554	MI					
HP-2 EA-1 N0.530 M1 HP-2 EA-1 N0.557 MT HP-2 EA-1 N0.558 MT HP-2 EA-1 N0.559 MT HP-2 EA-1 N0.550 md	HP-2	EA-I	IN0.555	MT					
HF-2 EA-1 N0.537 M1 HP-2 EA-1 No.558 MT HP-2 EA-1 No.559 MT HP-2 EA-1 No.550 md	HP-2	EA-I	N0.556	MT					
HP-2 EA-1 No.559 MT HP-2 EA-1 No.559 mt	пг-2 нрэ	EA-I EA-I	No 559	MT					
HD 2 = EA 1 = No 560 md	HP_2	ΕΛ-1 ΕΔ.1	No 550	MT					
111-2 D/A-1 INU.JUU INI	HP-7	EA-1	No 560	nd					
HP-2 EA-1 No.561 HH	HP-2	EA-1	No.561	HH					
HP-2 EA-1 No.562 MT	HP-2	EA-1	No.562	MT					

表 4 (続き) Table 4. (continued)

The provenance of obsidian artifacts from the Hiroppara site group (Kirigamine, central Japan)

Yoshimitsu Suda^{1*}, Moho Tsuchiya²

With this presentation we report on the obsidian sourcing analysis we conducted on the obsidian artifacts from the Hiroppara site group. The Hiroppara site group is located in Kirigamine, one of the most important and best-known obsidian source areas in central Japan. The results of the quantitative analysis by means of WD-XRF (destructive method) indicate that obsidian sources in this area are geochemically classified into 12 types. The geochemistry of these types is characterized by the variations of Sr + Ti + Zr versus Rb + Nb + Th contents. On the basis of this geochemical characterization, we analyzed obsidian artifacts from the Hiroppara site I and II using the destructive procedure. The number of analyzed artifacts amounted to 40 samples in total, which were geochemically classified into 6 chemical groups by the variation of Sr + Ti + Zr and Rb + Nb + Th contents. The qualitative analysis conducted using the ED-XRF method is a more preferred way of performing provenance analysis on obsidian artifacts, as it is a non-destructive procedure. Therefore, we decided to conduct qualitative analysis on 30 specimens from obsidian sources that would also be analyzed using the quantitative analysis. The results were plotted on a Mochizuki (1997) diagram. In total 12 types of geochemical groups that were identified by the quantitative analysis appear on this diagram. Moreover, the validity of the geochemical classification of the qualitative method is estimated to be 85% when compared with the results from quantitative analysis of the 40 obsidian artifacts. On the basis of these results, we conducted the qualitative analysis of 689 obsidian artifacts recovered from the excavation of the Hiroppara site I. We performed the geochemical classification on 414 obsidian artifacts (60%), while the rest of the artifacts (40%) remain unclassified due to analytical reasons. The Mochizuki (1997) diagram is specialized in the identification of the wider region of obsidian sources in the Kanto-chubu region: Chubukochi (including Kirigamine), Kozushima, Hakone, Amagi and Takaharayama. Therefore, if we are to perform provenance analyses on obsidian artifacts from Kirigamine, we must propose a new method of classification designed specifically for the obsidian sources of this area.

Keywords: obsidian sources; obsidian artifacts; provenance studies; X-ray fluorescence spectrometer; Hiroppara site group; Kirigamine.

¹ Department of Geology, Nagasaki University

² Center for Obsidian and Lithic Studies, Meiji University

^{*} Corresponding author: Yoshimitsu Suda (geosuda@nagasaki-u.ac.jp)

広原遺跡群に持ち込まれた 非黒曜石の石器石材

中村 由克1*

要 旨

黒曜石原産地における旧石器時代遺跡において,非黒曜石石材の石器や剥片は大変少ないが,多くの遺跡でよく発見される.これらの非黒曜石石材は,先史人類が黒曜石原産地に持ち込んだものであり,この地域に入る前にいた場所の情報を供給するものである.透閃石岩や珪質凝灰質頁岩のような多くの非黒曜石石材は,広原遺跡群より北側の地域に共通するものである.とりわけ,透閃石岩は野尻湖遺跡群を中心に秋田から石川まで広がる石材である.それゆえ,広原遺跡群にいた人たちは日本海沿岸域と関係があったことが推定される.

キーワード:石器石材, 非黒曜石, 透閃石岩, 旧石器

1. はじめに

黒曜石原産地遺跡では当然ではあるが,黒曜石が大 量に使用される一方,黒曜石以外の石材も数は少ない ながら,多くの遺跡でその存在が確認されている.黒 曜石の陰に隠れて,これらの非黒曜石石材は従来,そ れほど注目されることは少なかった.しかし,これら の石材は黒曜石原産地遺跡にいた人類集団が保有して いたものであり,そこに到達する以前に立ち寄った石 材原産地の情報を今に伝える貴重な資料でもある.本 報告は,広原遺跡群出土の非黒曜石石材の記載を中心 とし,わかるものはそれらの原産地情報についても触 れる.このような石材が持つ情報から,旧石器人類の 移動実態の一端に近づくことができれば幸いである.

2. 研究方法

実体顕微鏡は,ニコン SMZ745T で補助レンズをつけて 20 倍~100 倍で検鏡・観察し,写真撮影はマイクロネット社製のスーパーシステムをつけたデジカメ・

ニコン J2 を使用した.比重測定は水中に石器を木綿糸 でつるすアルキメデス法により,磁性テストは外形 8mm の皿穴付の強力なネオジム磁石を 10cm の糸につるし たものを近づけて,磁石に引き付けられる力の強さの 程度を弱い方から順に 1-, 1+, 2, 3 という 4 段階に 区分した.帯磁率計は Kappameter KT-6 を使用し,単 位は×10⁻⁵SI ユニットである (中村, 2013a).

3. 非黒曜石石材の概要(表1)

広原 I 遺跡では,非黒曜石石材は出土していない. 広原 II 遺跡では,非黒曜石石材は28 点出土している. 2 a 層では,チャート 8 点,安山岩 4 点,アレナイト 質砂岩,凝灰質頁岩,頁岩 (古),玉髄の各 1 点がある. 2 b 層では,無斑晶質安山岩 1 点,顕晶質安山岩 1 点, 細粒砂岩の接合資料 1 個体(両刃礫器 1 点,刃部調整 剥片 2 点)がある.3 層では,凝灰岩が 2 点ある.4a 層と TP-3 の 4 層では,珪質凝灰質頁岩と凝灰質頁岩が 各 1 点,4b 層では透閃石岩 1 点がある.

¹ 明治大学黒耀石研究センター (〒 386-0601 長野県小県郡長和町大門 3670-8)

^{*} 責任著者:中村由克 (naka-m@opal.plala.or.jp)

	Hiroppara site II										
	CL	TR	SH-T	CH	TU	AN	SA-F	SA-A	SH-P		
Layer	Chalcodony	Tremolit	Tuffaceous	Chort	Acidic tuff	Andosito	Fine-grained	Arenite	Shale	Total	
	Charcedony	e rock	shale	Chert	Aciale tall	Anuesite	sandstone	sandstone	(older)		
1				1						1	
2a	1		1	8		4		1	1	16	
2b						2	3			5	
3					2					2	
4a			2			1				3	
4b		1								1	
total	1	1	3	9	2	7	3	1	1	28	

表 1 広原遺跡群出土の非黒曜石石材の点数 Table 1. The number of non-obsidian raw materials from the Hiroppara sites

4. 非黒曜石石材の記載 (表 2, 図 1 ~ 3)

チャート:チャートの色調をもとにした分類では, 灰色のものが7点,赤褐色のものとまだらのものが各 1点ある.1層が1点,2a層が8点の9点がある.

灰色チャートは3点の写真を示す(図1-1~4). No.1 (図1-1・2; EA-2-63)は、オリーブ灰色で節理 を含まず、脂肪光沢があり、やや透明感がある良質の チャートである.放散虫化石を含む.No.2 (図1-3; 西区一括)は緑灰色で節理をわずかに含むが、弱い脂 肪光沢があり、透明感がある良質のチャートである. No.3 (図1-4; EA-2-371)は灰色で節理を含まず、弱 い脂肪光沢があり、透明感がある良質のチャートであ る.概して灰色チャートは節理がきわめて少なく構造 運動をあまりうけてなく、粒子がきわめて細粒で透明 感をもつ点で続成作用の過程で熱を多く受けていない 特徴を有する.すなわち、概して初生的なチャートの 特徴を残した良質な石材である.上ノ原遺跡第5次(中 村,2008)のCH-16, CH-19に類似する.

赤褐色チャート No.4 (図 1-5・6; EA-2-196) は, にぶい赤褐色で節理を多く含む. 放散虫化石を含む. 節理を多く含む点で奈川赤褐色チャート(中村, 2008, 2013 b)とは異なる.

灰 - 赤褐色まだらチャート No.5 (図 1-7・8; EA-2-351)は、青灰色と暗赤褐色の部分が斑状になった チャートである。節理を含まず、脂肪光沢があり、透 明感がある良質のチャートである。上ノ原遺跡第5次 の CH-14 に類似する。

珪質凝灰質頁岩:4a層に1点ある.No.6 (図1-9・ 10; EA-2-1237)は、灰白色系の細粒なタイプで、軽 石を含む酸性火山灰由来のものである。光沢はない. 富山市野沢遺跡C2 (中村, 2011a)および上ノ原遺跡 第5次のSH-21に類似する.

酸性凝灰岩:3層に2点ある.No.7(図2-11・12; EA-2-800+949)は淡黄色で、細粒の流紋岩質の凝灰岩 である.有色鉱物は目立たない.上ノ原遺跡第2次(中 村・岩瀬,2008)のTU-10,TU-16に類似する.

細粒砂岩:2b層に3点が接合する資料が得られてい る.No.8(図2-13・14;EA-2-1825)は灰色で、極細 粒の砂岩である.節理は含まず、風化面には小さな黄 鉄鉱が溶解した穴がみられることから、中新世の泥岩 ~砂岩が接触熱変質を受けたものと思われる.

アレナイト質砂岩:No.9 (図 2-15; EA-2-1539) は 長石粒子を多く石英を含み,基質が少ないアレナイト 質の砂岩である.

頁岩(古):No.10 (図 2-16; EA-2-1696) は灰色で, 節理を含む頁岩である。弱く接触熱変質を受けている。

玉髄:No.11 (図 2-17・18; EA-2-191) は灰白色で, 透明感がやや少なく白色の挟在物が少し含まれる白色 玉髄である.

無斑晶質安山岩:2b層に2点ある. No.12(図 2-19・20; EA-2-511)はオリーブ黒色で,無斑晶質の 安山岩である. 微細な輝石類,斜長石などの斑晶をわ ずかに含む. 帯磁率は382×10⁻⁵ SI ユニットである.

透閃石岩:4b層に石斧1点がある。No.13(図 3-21 ~ 24; EA-2-2550)は灰白色で、細粒型白色系のD2 である。極細粒で乳白色からやや黄色がかった部分と 少し透明感がある透閃石結晶を含む部分がある。また、 部分的には極細粒の黒色結晶が含まれる。これは少し 磁性があり、スピネル等の鉄鉱物の可能性がある。比 重は 2.85 である。

表 2 非黒曜石石材の遺物リスト 付・	参考資料
---------------------	------

Table 2. List of non-obsidian lithic tools from the Hiroppara site II
Upper Palaeolithic stone axes made of tremolite rock D2 from other regions are added (No. 14-19).

	11					0		()
No.	Rock name	Artifact no.	Color	Munsel system	Magnetic test	Magnetic susceptibility	Gloss levels	Remarks
1	Gravish chert	EA-2 63						Similar to
~			a				~	Uenohara(5) CH-19
2	Grayish chert	EA-2 west	Greenish gray	10GY6/1	1-	1	2	o
3	Grayish chert	EA-2 371						Similar to Uenohara(5) CH-19
4	Reddish-brown chert	EA-2 196	Dull reddish brown	7.5R4/3	1-	2	1	
5	Gray and reddish-brown chert	EA-2 351	Bluish gray and dark reddish brown	5PB5/1 7.5R3/2	1-	2	5	Similar to Uenohara(5) CH-14
6	Siliceous tuffaceous shale	EA-2 1237	Light gray	7.5Y7/2	1-	4.5	1	Similar to Uenohara(5) SH-21 Nozawa C2 Similar to
7	Acidic tuff	EA-2 800+949	Light yellow	2.5Y8/3	1-	3	1	Uenohara(2) TU-
8	Fine-grained sandstone	EA-2 1825	Grav	5Y5/1	1-	6.5	1	Rvrite
9	Arenite sandstone	EA-2 1539	Brown	7 5Y4/4	1-	5	1	, cynto
10	Shale (older)	EA-2 1696	Grav	7.5Y4/1	1-	2	1	
11	Chalcedony	EA-2 191	Light grav	7.5Y4/4	1-	1	2	
12	Aphyric andesite	EA-2 511	Olive black	5Y3/1	3	1	1	
13	Tremolite rock D2	EA-2 2550	Light gray	5Y7/2	1+	15.3	1.5	Specific gravity: 2.85
14	Tremolite rock D2	Hinatabayashi B No.14	Light bluish gray		1-	7.0		Specific gravity: 2.82
15	Tremolite rock D2	Hinatabayashi B No.25	Yellowish gray- bluish gray		1-	5.4		Specific gravity: 2.73
16	Tremolite rock D2	Hinatabayashi B No30	Yellowish gray- light bluish gray		1-	6.2		Specific gravity: 2.88
17	Tremolite rock D2	Hinatabayashi B No.35	Yellowish gray- dark bluish gray		1-	5.7		Specific gravity: 2.73
18	Tremolite rock D2	Jizouden No.2154	Light greenish gray	/	1-	11.5		Specific gravity: 2.78
19	Tremolite rock D2	Yokohari- maekubo No.263	Light greenish gray	1	1+	3.0		Specific gravity: 2.80

5. 推定される剥片石器の石材原産地

灰色チャートと灰 - 赤褐色まだらチャートは初生的 な特徴を示すもので、良質な石材である. このタイプ のチャートは北アルプスの美濃帯の中でも沢渡コンプ レックスの境峠より西側(梓川支流の奈川,大野川な どの流域)に比較的多く分布するものである(中村, 2008). この礫は梓川-犀川-千曲川流域に多く流下し ており、長径5 cm 以上の礫は長野県栄村付近まで分布 するが、このように品質のいいチャートは河川礫でも 多くはない. 赤褐色チャートも美濃帯の可能性が考え られる.

珪質凝灰質頁岩は中新世のものと推定され、富山県 野沢遺跡と信濃町上ノ原遺跡(第5次)でも確認されて いる.これに近い石材は新潟県北越・中越に産地があり, その方面が有力であるが,石川県医王山累層分布域にも類 似したものがある可能性があるので検討が必要である.

酸性凝灰岩は信濃町上ノ原遺跡(第2次)に類例がみら れる.日本海側(十日町付近などの中越地域?)の石材と 推定される.

細粒砂岩は中新世のものと推定され,佐久地方の内山層

中に類似のものが分布するが,一般的な岩相であるので, 現時点では産地を特定できない.

アレナイト質砂岩,頁岩(古)は中生代の美濃帯,秩父 帯などに由来する可能性があり,北アルプスか関東山地, 赤石山脈などに原岩があり,そこから流下する河川で礫が 採集可能である.

無斑晶質安山岩 No.12 は無斑晶質ではあるがやや粗い感 じがする岩相である.あまりガラス質でない外観である. 黒色ち密でガラス質なものは,長野・新潟県境の関田山地, 群馬・長野県境の八風山,群馬県の武尊岳などに原産地が あるが,それらとは外観が異なる.鷹山川にはこれと岩質 が近い無斑晶質安山岩があり,その可能性もある.

6. 広原Ⅱ遺跡の透閃石岩製石斧の存在の意義

本遺跡局部磨製石斧の透閃石岩は,白色細粒型,D2 タイプのものである.この石材に近い岩質のものは, 野尻湖遺跡群に多い(中村,2011b,2015).日向林 B 遺跡の No.14 (図 3-25), No.25 (図 3-26), No.30 (図 3-27), No.35 (図 3-28) は典型的な岩質のものである. 既報告資料としては,全国で約 800 点と推定される



1 Grayish chert, No.1: EA2-63, ×80



2 No.1: EA2-63, ×20



No.1: EA2-63



3 Grayish chert, No.2: EA2 west area, ×40



5 Reddish brown chert, No.4: EA2-196, ×80



7 Gray and reddish brown chert, No.5, $\times 80$



9 Silliceous tuffaceous shale, No.6, ×100



4 Grayish chert, No.3: EA2-371, ×20



6 No.4: EA2-196, ×20



8 No.5: EA2-351, ×40



10 No.6: EA2-1237, ×20



No.2: EA2 No.3: EA2-371



No.4: EA2-196



No.5: EA2-351



No.6: EA2-1237

図 1 広原 II 遺跡の石器石材写真 1 Fig. 1. Microphotographs of lithic raw materials from the Hiroppara site II (1)



11 Acidic tuff, No.7: EA2-800+949, ×100



13 Fine sandstone, No.8: EA2-1825, ×80



15 Arenite sandstone, No.9: EA2-1539, ×100



12 No.7: EA2-800+949, ×20



14 No.8: EA2-1825, ×20



16 Shale (older), No.10 : EA2-1696, ×40



No.7: EA2-800+949



No.8: EA2-1825



No.9





17 Chalcedony, No. 11: EA2-191, ×80



19 Aphyric andesite, No.12: EA2-511, ×60







No11: EA2-191

図 2 広原 || 遺跡の石器石材写真 2

Fig. 2. Microphotographs of lithic raw materials from the Hiroppara site II (2)



21 Tremolite rock D2, No.13: EA2-2550, ×80



22 No13: EA2-2550, ×40

24 No13: EA2-2550, ×20



No13: EA2-2550



23 No13: EA2-2550, ×20



Tremolite rock D2, Hinatabayashi B site, No.14, scale B 25



26 D2, Hinatabayashi B site, No.25, scale A



RELATED SITES





27 D2, Hinatabayashi B site, No.30, scale C



29 D2, Jizouden site, No.2154, scale C



28 D2, Hinatabayashi B site, No.35, scale C



30 D2, Yokohari-maekubo site, No.263, scale D



Yokohari-maekubo





No.14

No25



No.30

No.35



旧石器時代石斧のうち,透閃石岩製石斧は217点が確認されている.秋田,岩手,新潟,富山,石川,群馬,山梨,長野,愛知の各県の49遺跡で出土した石斧281 点の77.2%を占める.すなわち,透閃石岩製石斧は野 尻湖遺跡群周辺地域と富山地域を中心に,日本海沿岸 沿いを中心に南北500 kmの範囲(図4)に分布して いる(中村, 2015).

一方で、この石材は内陸地方には群馬県古城遺跡、 山梨県横針前久保遺跡(図3-30),長野県茶臼山遺跡, 広原Ⅱ遺跡,および飯田市竹佐中原遺跡,愛知県上品 野遺跡にまで分布するが,それ以上太平洋側には分布 しない.長野県南部から沼津市を中心とする中部・関 東地方には,緑色岩・緑色片岩や緑色凝灰岩を素材と する石斧が主に分布するが,それらのタイプの石斧は, 野尻湖遺跡群などには及んでいない.野尻湖遺跡群に は信州産黒曜石,特に和田峠系と諏訪系が多く出土し ているが,信州産以外の黒曜石は後期旧石器時代前半 期には見られないようである(谷ほか,2013;島田, 2015).

これらのことから,日本海沿岸域を移動領域とした 透閃石岩製石斧をもった集団は,信州黒曜石原産地ま では来ていたこと,関東・中部を領域とする緑色岩・ 緑色片岩や緑色凝灰岩製石斧をもつ集団は,野尻湖遺 跡群には来ていなかったことが推測される.すなわち, 後期旧石器時代前半期には,日本海側と太平洋側に大 きく分かれた移動領域が既に存在していたことを示唆 していると考えたい.

図3に紹介した7点の透閃石岩は,比重が2.73~2.88 と,ほかの透閃石岩タイプに比べて比重が小さいもの が主流である.石斧石材の透閃石岩の比重平均は,B0 が3.00,A1,A2,B,Cが2.91~2.94と2.91以上 の大きな比重であること(中村,2015)が特徴である. それに対してDタイプとしたものは2.82であり,0.1 の違いがある¹⁾.また,D2タイプは秋田県秋田市地蔵 田遺跡(図3-29),群馬県安中市古城遺跡,石川県白山 市久保ドウ遺跡などの比較的遠いところまで遺物が分 布することも特徴である.

透閃石岩の原産地は新潟-長野-富山県境にあたる 青海-蓮華地域である.このなかに蛇紋岩類を含む超 苦鉄質岩の分布地が①姫川本流ぞい地域,②青海地域, ③大所川上流と朝日岳地域,④八方尾根北方地域の4

か所にしられている.透閃石岩はこの中でも特に②と ④に多い. 野尻湖遺跡群の日向林 B 遺跡の局部磨製石 斧の素材礫の観察からは、長径 15~20 cm 以上の表 面に凹凸面を残した円~亜円礫の大礫を用いていたと 推定されており、この形状の透閃石岩礫が産する姫川 水系の最上流にあたる長野県白馬村の松川から小谷村 の姫川河床が石斧の素材礫の供給地だったと考えられ ている(中村, 2015).この採集地推定ができたのは, 透閃石岩のA, B, Cタイプが中心であるが, D2タイ プのものは比較的小さな楕円形の扁平な円礫(日向林 B遺跡 No.46, 48, 49, 59) が素材となっている可能 性が強く、このような礫は姫川や青海川のより下流域 の礫の形状を示唆している.また、このタイプの透閃 石岩サンプルはほとんど発見できていないので、広原 第II 遺跡の透閃石岩の素材礫採集地の特定は今後の課 題である.

野尻湖遺跡群は後期旧石器時代前半期の透閃石岩製



図4 北陸原産と推定される透閃石製石斧の分布

Fig. 4. Distribution of the Upper Palaeolithic edge-ground stone axes made of tremolite rock originated from Hokuriku region

石斧の仕上げ加工の場所だったと推定している(中村, 2015)が、その石材の局部磨製石斧が広原遺跡群に出 土した意義は大きい.これまで見てきた非黒曜石の剥 片石器石材では、チャート、珪質凝灰質頁岩、酸性凝 灰岩、玉髄などが野尻湖遺跡群の上ノ原遺跡などの石 器石材の細分タイプと共通するものである.これらの 石材はいずれも広原遺跡群より北方の長野県北部から 日本海沿岸域に原産地が求められるものである.一方、 和田峠を越えた長野県南部や太平洋側地域とつながる 石材は顕著ではない.後期旧石器時代の前半期と後半 期では石材移動・流通の仕方が変化したことが推定さ れるが、今のところ広原遺跡群出土の非黒曜石石材か らみる限り、日本海側に向かう北方への移動ルートが 色濃く認められる.

謝辞

本報告に関わる調査研究では、以下の機関にご協力 いただいた.秋田市教育委員会、長野県立歴史館、北 杜市教育委員会、山梨県立考古博物館.記して感謝す る次第である.

なお、本報告は平成23~27年度私立大学戦略的研 究基盤形成支援事業「ヒト-資源環境系の歴史的変遷に 基づく先史時代人類誌の構築」(研究代表:小野 昭)、 および平成26・27年度科学研究費助成事業研究スター ト支援「後期旧石器時代前半期の石器石材の移動に関 する地質学的研究」(研究代表:中村由克)の支援によ る研究成果の一部である。

注

 透閃石岩 D2 は最初に糸魚川市フォッサマグナ ミュージアム宮島宏氏に分析走査電子顕微鏡による 鉱物鑑定をしていただいた時に、なかなか安定した データが出ずに緑泥石岩と判定されたものであった (中村,2010). その後、再度、宮島宏氏と台湾中央 研究院飯塚義之氏に分析していただいて、D2 も透 閃石岩であることが確定したものであった(中村、 2011b).ただし、ほかのタイプと比較して透閃石岩 2.99、緑閃石 3.0 ~ 3.4 という比重理想値より比重 が若干小さい理由は、緑泥石などの軽い鉱物の微細 粒子がほかのタイプより多く混じっていることが原 因と推定される.

引用文献

- 中村由克 2008「上ノ原遺跡の石器石材とその原産地・ 採集地の推定」中村・森先編『上ノ原遺跡(第5次・ 県道地点)発掘調査報告書』pp.199-231., 信濃町 教育委員会
- 中村由克 2010「野尻湖遺跡群における石斧石材の再 検討」『日本考古学協会第76回総会研究発表要旨』 126-127
- 中村由克 2011a「旧石器時代北陸の石材環境」『考古 学ジャーナル』610:7-10
- 中村由克 2011b「旧石器時代における石斧の石材鑑 定」『野尻湖ナウマンゾウ博物館研究報告』19:31-54
- 中村由克 2013a「富山県境A遺跡における縄文時代 磨製石斧の石材利用」『野尻湖ナウマンゾウ博物館 研究報告』21:9-28
- 中村由克 2013b「チャート製石器石材の原産地と採
 集地の推定法」『日本第四紀学会講演要旨集』43:
 46-47
- 中村由克 2015「後期旧石器時代における透閃石岩製 石斧のひろがり」『旧石器研究』11:65-78
- 中村由克・岩瀬 彬 2008『上ノ原遺跡(第2次・町 道地点)発掘調査報告書』75p., 信濃町教育委員会
- 島田和高 2015「上部旧石器時代における中部高地 黒曜石原産地の土地利用変化」『第四紀研究』54: 219-234
- 谷 和隆・塚原秀之・鶴田典昭・中島 透・橋詰 潤・ 羽生敏郎・前田一也・村田弘之・山科 哲 2013「中 部地方の黒曜石原産地分析資料」『日本考古学協会 2013 年度長野大会研究発表資料集』63-174

Non-obsidian raw materials brought into the Hiroppara site group

Yoshikatsu Nakamura^{1*}

In the obsidian source area of the Central Highlands of Japan, the amount of non-obsidian lithic tools and flakes from prehistoric sites are usually very rare, although not uncommon. These non-obsidian raw materials, which prehistoric people brought into Central Highlands, provide us with significant clues as to where the group had traveled through before arriving at the source area. This study examines the provenance of non-obsidian raw materials found in the Hiroppara site I and II. One of our most interesting finds was an edge-ground stone axe discovered at the Hiroppara site II made on tremolite rock. Non-obsidian raw materials including tremolite rock and siliceous tuffaceous shale were usually used for lithic production in a region distant from Hiroppara, more than 100 km to the north. In particular, the intensive use of tremolite rock has been documented at the Nojiri-ko (Lake Nojiri) site group, Nagano Prefecture, with a wide distribution area extending from Akita Prefecture, Tohoku region to Ishikawa Prefecture, Hokuriku region. Therefore, the existence of tremolite rock at Hiroppara strongly suggests that the Upper Palaeolithic people who inhabited the Hiroppara site II had close ties with the coastal region of the Sea of Japan.

Keywords: lithic raw materials; obsidian source; non-obsidian lithics; tremolite rock; Palaeolithic.

1 Center for Obsidian and Lithic Studies, Meiji University

* Corresponding author: Yoshikatsu Nakamura (naka-m@opal.plala.or.jp)



図 1 ~ 3 の顕微鏡写真の縮尺(石器写真の縮尺は不同) Scales for microphtographs of Fig. 1-3 V 広原湿原および周辺陸域の古環境調査
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

公文 富士夫 1*

要 旨

長和町,和田峠の北に位置する広原湿原とその周辺で,旧石器時代から縄文時代にかけての遺跡周辺の環境変遷を解明 するために、トレンチ調査と学術ボーリング調査を行った.広原湿原には、少なくとも最終氷期の3万年前以降の崖錐性 堆積物と泥炭質堆積物が断続的に分布する.3万年前~1.7万年前には、崖錐性堆積物が主体で、間欠的に河川成砂層や 有機質な礫質粘土が発達する.1.7万年前以降ではおもに泥炭層が堆積しているが、砂層の層準も認められる.周辺の丘 にはローム層中に旧石器遺跡が点在する.その2カ所で掘削した10mの深さのボーリングコア試料には、表層から2~4 mほどの厚さのローム層とその下位に安山岩質の火山砕屑物層が見られた.ローム層には浅間板鼻黄色テフラ(As-YP)と 姶良-Tnテフラ(AT)が確認され、ローム層の下底は6,7万年前になると推定される.下位の火山砕屑物は第四紀前期の霧ヶ 峰火山岩類に相当すると考えられる.広原地域は、3万年前から1.2万年前の氷期にはイチゴツナギ亜科の草本を主体と した高山帯の荒れ地的環境にあり、凹地には小規模な流れや土壌の集積があった.ただし、その末期にはカンバ属花粉の 増加があり、樹林の回復が推定される.1.2万年前以降では、周辺には針葉樹と落葉広葉樹の混交林が広がり、現在の湿地 域には、凹凸のある緩斜面に断続的に湿地が形成されてきた.

キーワード:広原湿原,泥炭層,最終氷期,旧石器時代,ローム層,縄文時代

1. 地形と地質概要

調査地は,長和町東餅屋の北東1kmに位置する広原 湿原と湿原に隣接する丘である(図1).広原湿原は, 和田峠から和田川にそって500 mほど下った位置の右 岸側にある浅い支谷の奥に見られる.面積は約1.5ha と小さく,平均標高は1400 m程度で,湿原の中央部 を北に伸びる浅い谷に向かって緩やかに傾斜する(図 1).その南東側には,和田峠付近の標高1600 m地点 から北北西に伸びる支尾根があり,広原湿原付近では 1500 m程度まで標高を減じている.その支尾根の北西 側に広原湿原が位置する.

調査地域は、地質学的には第四紀の霧ヶ峰火山岩類 の分布域にあたり、それが基盤を構成する。新版長野 県地質図 Ver.1(新版長野県地質図作成委員会、2010) によれば、広原湿原付近を境に北側には安山岩質な火 砕岩類を主体とする第四紀前期の地層(qlva)が、南 側に流紋岩質溶岩を主とする第四紀前期の地層(Qlvr) が分布するとされる.露頭が限られるため、実際の境 界位置の詳細は地表踏査では判明しがたい.

湿原には数mの厚さの泥炭質堆積物が分布しており (酒井, 1996),花粉組成から湿原は完新世以降に形成 されたものと考えられていた.また,周辺山地の緩斜 面には厚さ数mの粘土質の赤褐色ローム層が堆積して おり,その上位に黒色の有機質土層(クロボク土)が 発達する.

2. トレンチおよびボーリング試料の岩相記載

広原湿原の東部の2カ所(TR-1,2)で2011年にト レンチ調査を行い,2012年と2013年に湿原および周 辺の陸域の計3カ所(HB-1~3)でボーリング調査を

¹ 信州大学理学部

^{*} 責任著者:公文富士夫 (shkumon@shinshu-u.ac.jp)





行った(図1,表1). HB-1 サイトは TR-2 トレンチの 東寄り数m付近で,3孔の掘削を行い,それぞれで泥 炭層の下底に達する3~4 mの長さの柱状試料を採取 した. HB-2 サイトは,西から東に向かって湿原へ流れ 込む幅広い谷の最上流部(分水界)に当たる位置にあ り,そこで地表から深度10 mまでボーリングを行った. HB-3 サイトは,湿原の北西部に位置する小さな山体(広 原小丘)から東に張り出した丘の上であり,深度10 m までボーリングが行われた.以下にそれぞれの岩相層 序を記載する

2-1 広原湿原のトレンチ調査結果

TR-1 トレンチ(北緯 36°09′21.4″, 東経 138°09′11.0″)では深度 100 cm まで手堀で掘削した. 表層か

表 1 調査位置の緯度・経度一覧 Table 1. Location of the study sites

	1	1	r
Site	Latitude (N)	Longitude (E)	remarks
TR-1NE	36°09' 21.42476"	138°09' 11.00538"	northeast corner
TR-1SW	36°09' 21.38796"	138°09' 10.99145"	southeast corner
TR-2 NE	36°09' 21.8588"	138°09' 11.59969"	northeast corner
TR-2 SE	36°09' 21.82313"	138°09' 11.59597"	southeast corner
HB-1A	36°09' 21.78723"	138°09' 11.66927"	
HB-1B	36°09' 21.76389"	138°09' 11.67905"	
HB-1C	36°09' 21.73553"	138°09' 11.67662"	
HB-2	36°09' 15.95293"	138°09' 03.89334"	beside EA-1 site
HB-3	36°09' 20.99521"	138°09' 07.42021"	beside EA-2 site

ら深度 60 cm ほどまでは黒褐色の泥炭であり,それ以 深では,灰白色の礫混じりの粘土層となる(図2).礫 混じりで強く固着した粘土のため,100 cm 以深の掘削 が困難であった.

TR-2 トレンチ(北緯 36°09′21.8″, 東経 138°09′1.6″)では, 深度3m余まで掘削が行われ, 東側の南



図2 広原湿原のトレンチ調査にもとづく堆積物柱状図 TR-2 柱状図の左側の数字は図4に区別した土層の番号を示 す.

Fig. 2. Columnar sections of the sediments along the trench sites in the Hiroppara bog

Number beside TR-2 column is the bed classification shown in Fig.4.

北断面と北側の東西断面を詳しく観察することができ た(図3).構成物や色調の相違から、14層の土層区 分がなされている(図2,4).深度1.6 m付近までは 泥炭層であるが、色調と泥炭の分解度の相違から第1 層から第5層に細分される.第6~9層は砂質~礫質 な堆積物であり、一部は東側へ薄くなって尖減する. 第10·11層は泥炭質であり、第10層は西方への連続 性が悪い.第12~14層は礫~砂混じりの灰白色粘土 で、間欠的に暗色の有機質粘土層をはさむ.これらの 堆積層の厚さは、図4に示されているように水平的な 変化に富む.

東壁で連続的に採取された古環境分析用試料の観察 に基づいて作成した柱状図を図2に示したが、岩相の 水平方向での変化があり.必ずしもすべて地層の特徴 を代表しているわけではない.地表面には現在の植生 があり、その直下から深度159 cm 付近までは黒褐色 の泥炭質堆積物を主とするが、トレンチ断面で認めら れた第 $1 \sim 5$ 層に対応する色調変化が認められる. 深 度 159 cm ~ 178 cm では褐色の砂層・有機質シルト・ 砂質粘土が発達する. 深度 178 cm ~ 210 cm では再 び泥炭質となる. 深度 211 cm ~ 300 cm では, 灰白 色の礫混じり粘土と砂層があり, 間欠的・レンズ状に 褐色の泥炭質粘土層を挟む. なお, 図2の柱状図には トレンチ観察で認定された土層区分との関係も示した.

2-2 湿原のボーリング調査結果

HB-1 サイト (図1:北緯36°09′21.8″, 東経138° 09′11.7″) では、1 m ほどずらしながら3孔でボーリ ングをおこない、それぞれ3~4 m長のコア試料(HB-1A~1C)が採取された(図5).

最初のコア試料(コア試料 A)は、地下の岩質把握 が困難な状況下での掘削であったため何度か繰り返し て掘削をおこなった結果、約1mの長さで採取された 5本のコア試料には重複があることが岩相の特徴から 確認された.そのため表2に示したような対応関係を 認定して、このコア試料を代表させる部分を選び出し て合成し、「標準層序」として設定した.その複合させ た標準層序が図5のHB-1Aに示されている.

コア試料Aの標準層序(図5)では,深度0~ 122.5 cmまでが暗褐色~褐黒色の泥炭であり,深 度122.5~126.5 cmには灰褐色の砂質泥炭~砂層, 126.5~128.5 cmに暗灰色のシルト質粘土,128.5~ 136.5 cmに黒灰色の有機質粘土,136.5~145.5 cm に火山ガラスに富んだ灰白色のシルト~細粒砂層が,



図3 広原湿原のTR-2トレンチ調査で記載された断面図の 配置

Fig.3. Location map of cross sections from the TR-2 trench shown in Fig.4



図4 広原湿原の TR-2 トレンチ調査の断面図

東壁の柱状の線 A, B はそれぞれ古環境(A) とテフラ(B)分析用の試料の連続的採取位置を示す. Fig. 4. Cross sections of the TR-2 trench in the Hiroppara bog

Sampling line A and B indicate continuous sampling positions for environment (A) and tephra (B) analyses.

145.5 ~ 185.5 cm には厚さ数 cm の有機質粘土層を 2 層挟む褐黒色の泥炭層が認められた.その下位には, 深度 185.5 cm と 192 cm に褐色の砂薄層を2 層挟む 暗灰色の有機質粘土,暗灰色の礫混り砂,灰褐色~灰 白色の礫質粘土,暗灰色の有機質粘土などが重なる. なお,最下部の 340 ~ 380 cm は,礫の集合物だけと いう見かけを持つので,掘削時に基質部分が泥水で洗 い出されていて,本来の岩相を表していない可能性が ある.

第2~3のコア試料 (HB-1B, 1C) は,最上部から 深度140~150 cm 付近まで泥炭層が発達し,その下 位には火山ガラスに富んだ灰白色のシルト〜細粒砂層 が挟まれる.この火山灰質層の下位には30~40 cm の厚さの泥炭〜有機質粘土があり,さらに下位には 砂質粘土,礫質砂層,礫質粘土がつづいて重なっており,有機質粘土も挟まれる.これらの岩相の重なりは, HB-1Aと類似している.

3本のボーリング試料は、個々の層の色調や層厚、 層相に多少の差異があるが、類似した岩相の重なりを 示す.年代測定や各種の分析は HB-1A コアに集中し ているので、広原湿原のボーリング試料は、コア試料 HB-1A の「標準層序」で代表させることにした.

2-3 発掘サイトのボーリング試料

HB-2 および HB-3 サイト (図1) で採取されたボー リング試料の岩相柱状図を図6 に示す.

HB-2 コアでは,表層から深度 45 cm までは黒色の 有機質土壌(いわゆるクロボク土)であり,その下位



図 5 広原湿原から採取したボーリングコア試料の岩相柱状図 Fig. 5. Columnar sections of the drilled sediment cores from the Hiroppara bog

表2 HB-1A コア試料における各セクションの深度を標準層 序の深度に対応づける計算式

Table 2. Convertible formulas from the core section depth to that of the composite columnar section in the HB-1A cores

Section no.	core length (cm)	depth used for the standard section (cm)	depth in each section (cm)	Standard depth (cm) from the core top
1	96.5	0 - 96.5	а	= a
2	95.7	0 - 89.1	b	= b + 96.5
3	99	55.8 -62.5	с	= c - 55.8 + 185.6
4	97.6	14.6 - 97.6	d	= d - 14.6 + 192.3
5	99	0 - 99.0	е	= e + 275.3

では明暗の縞を示して漸移的に黄褐色の粘土質堆積物 (いわゆるローム層) に変わり,それが深度 199 cm ま で連続する.その下位に厚さ 50 cm ほどの褐色砂層が あり,さらに暗赤褐色に風化した凝灰岩,凝灰質角礫 岩が掘削下限の深度 10 mまで分布する.間欠的に大き



図 6 発掘サイト (EA-1, 2) に隣接したボーリングコア試料 の岩相柱状図

As-YP:浅間板鼻黄色テフラ,AT:姶良 -Tn テフラ.

Fig. 6. Columnar sections of the drilled cores (HB-2 and HB-3) beside the EA-1and EA-2 sites

As-YP: Asama-Itahana yellow tephra, AT: Aira-Tn tephra.

な安山岩塊が挟まる.

HB-3 コアでも HB-2 と類似した岩相の重なりを示し ている.表層から深度 50 cm ほどまでが黒色の有機質 土壌(クロボク土)であり,その下位に 10 cm ほどの 漸移帯があって,深度 385 cm まで黄褐色の粘土質堆 積物(ローム層)が続く.さらに深度 3.85 ~ 4.5 mは 礫混じりの砂質粘土層である.深度 4.5 ~ 10 mでは, 礫質粘土,砂層,凝灰岩,スコリア層などが発達し, 全体として締りのよい堆積物である.安山岩岩塊がし ばしば挟まれる.

3. 広原湿原堆積物とボーリングコア試料の物性など

重点的な研究対象とした TR-2 トレンチ, HB-1A コ アおよび HB-3 コア上部については, 含水率, 含砂率, 全炭素量・全窒素量の測定を1 cm または2 cm ごと, もしくは2 cm おきの深度間隔でおこなった. これらは 物性の指標でもあり, 層序単位の認定にも有用である.

なお、含水率は採取時に測定した湿重量と105℃で 12時間乾燥後の重量差を含水量と見なし、もとの湿重 量で除した値(%)である.含砂率は、乾燥させた試 料を秤量し、過酸化水素水で分解させ、さらに超音波 洗浄器で粘土成分を分散させて、湿式篩いで目開き62 μ m 以上の篩に残った総粒子の乾燥重量を元試料の乾 燥重量で除した比率である.全炭素量(TC)と全窒素 量(TN)は、乾燥試料を瑪瑙乳鉢で粉砕した後、5~ 30 mgの試料を分取して,元素分析装置(サーモサイ エンス社製 Flash2000)で含有量を測定したものであ る.希塩酸で炭酸塩鉱物を溶かす前処理をしていない が,腐植酸が普遍的な湿原環境の堆積物の中では,TC の大部分は有機物に由来するものと考えられる.なお, 窒素量には無機態の窒素が含まれている.

3-1 TR-2 トレンチ

TR-2トレンチの古環境解析用の試料についての含水 率および全炭素・窒素量の層序的変動を図7に示す. 含水率は,最上部で90%ほどであり,深度35 cm

TC(%) and C/N Water content (%) TR-2 20 40 60 80 100 0 10 20 30 40 50 60 (cm)0 0 0 50 50 100 100 100 -= Depth (cm) 150 150 WC TC/ŤN 200 200 200 250 250 300 300 300 -0.0 1.0 2.0 3.0 4.0 5.0 6.0 TN (%)

図7 TR-2トレンチにおける堆積物の含水率(WC),全炭素含有量(TC),全窒素含有量(TN)などの層序変化 Fig. 7. Physical and chemical features of the sediments from the TR-2 trench, Hiroppara bog WC: water content, TC: total carbon content. TN: total nitrogen content, TC/TN: weight ratio of TN to TC.

付近まで漸減して85%程度になる。ところが、深度 35 cm で一旦増加して、その後深度 110 cm まで 90% ほどでほぼ一定の値を保つ。深度110~150 cm では 85%から80%の間で小刻みに変動し、全体としては 85%から80%へ漸減する。深度150 cmから160 cm にかけて80%から40%まで急減するが、この極小値は 深度 160cm 付近の砂層に対応する。深度 165 cm 付近 で 50% 程度に増加し,深度 180 cm 付近までは 60~ 45%の範囲で増減を繰り返す. 深度 180~200 cm で は80~70%の高い含水率を示し、泥炭質という堆積 物の特徴と一致する。深度 200cm から 210 cm にかけ て 70%から 40%まで急減した後, 210~232 cm 付 近では40%前後の含水率で変動を繰り返す. 深度232 ~ 285 cm では 30~35%の低い含水率を安定して示し, 礫質粘土という岩質に対応している。深度285~295 cmでは最大で80%を越える高い含水率を示す。これ は有機質粘土という岩相に対応している。深度 295 cm 以下は砂質粘土で、45~45%の含水率である. これらの 含水率の変動には、深度の増加とともに減少するとい う圧密作用の影響も軽微に認められるが、おもには堆 積相に対応した物性の違いが反映しているものと考え られる.

全炭素量 (TC) と窒素量 (TN) は並行して変動する ので、一緒に述べる。TCは、最上部で30~35%ほど であるが, 深度 10 ~ 30 cm では 30%以下にやや低下 し、その後は徐々に増加して深度 100 cm 付近で 40% を越える値になる. TN は深度 20~40 cm で 0.2% ほど少なくなるところを除けば、2%前後の高い値を 示す. 両者ともに深度110 cm 付近で急減し, TC は 25%, TNは1.3%まで低下する. 深度110~150 cm では TC は 25 ~ 40%, TN は 1.0 ~ 1.8%の幅で大き な変動を示し、深度150 cmから160 cmにかけてそ れぞれ数%以下の値になる。深度160~180 cm では, TC は 10%以下, TN は 0.3%以下の範囲で軽微な増減 が認められる。深度180~198 cm ではTC は20%前 後,TNは0.5%前後の値を持ち,やや高い値が回復す る. その下位では両者は再び急減して、数%(0.数%) 以下になる。深度 222 cm 以下では TC, TN ともに 0% に近い低値となり、深度285 cm付近までその状態が 続く. 深度 285 ~ 295 cm では 30%をこえる TC 含有 率と 0.8%を越える TN 含有率があるが, 295 cm 以深 では再度小さい値に戻る.

TC に対する TN の比 (C/N 比) は, 有機物の起 源を示す指標としてしばしば用いられている (例え ば, Meyers, 1997; Sampei and Matsumoto, 2001). TR-2トレンチの C/N 比は, 15~40 ほどの試料が大 部分であり,陸上植物を起源とする有機物が主体であ ることを示している.一方,全体としてみると,下位 ほど C/N 比が高くなっていることが読み取れる.これ は,下部の試料ほど古いので,タンパク質などの窒素 と結びつく有機化合物の優先的な分解が進行している ことを示唆する.なお,最下部の大きな変動は,窒素 含有量の極端な低下に伴う測定値のバラツキと考えら れる.

3-2 HB-1A コア

含水率は、表層から深度 100 cm までは 95 ~ 85% の高い値を安定的に示すが、深度 20~30 cm および 80~110 cm 付近がやや低い値をもつ(図8). 深度 110 cm から 120 cm にかけて徐々に 70%程度まで低 下した後,急激に低下して深度 125 cm 付近で 40%程 度になる。間に50%になる層準を挟むが、含水率の低 い状態は深度 145 cm まで続き, その下位では 80%を 越える含水率に回復する。深度 145~185 cm は 80% 程度の高い含水率が卓越するが, 深度 156~162 cm 付近には60%程度の相対的に低い含水率の砂質粘土 層が挟まる。深度185 cmから深度195 cmにかけて 80%から40%まで段階的に含水率が低下するが、途中 の2つの谷は砂薄層に対応する. 深度195~340 cm では40%から20%の間の低い含水率を示し、間欠的に やや高い含水率(40%前後)と低い含水率(25%前後) の層準が挟まる. 深度 340 cm 以下は試料の保存状態 が悪かったので、信頼できる値ではない。

深度 0 ~ 100 cm では, TC は 30 ~ 60%の間でゆっ くりと増減を繰り返す. TN は TC の変動とほぼ同調し て, 2%から 3 %の間で緩やかに変動する. TC は深度 100 cm から急減し, 深度 126 cm 付近では 5 %以下と なる. 同時に TN も激減し 0.5%以下の低い値を示す. 深度 146 cm 付近から 185 cm では TC は 40 ~ 10% の範囲で大きく変動するが, 平均的な含有率は高い. TN も 0.5 ~ 1.5%の範囲で同じように大きく変動する. 深度 186 cm 付近で TC と TN がごく低い値をとった後,



図8 HB-1A コア試料の含水率(WC),全炭素含有量(TC),全窒素含有量(TN)などの層序変化 Fig. 8. Physical and chemical features of the sediment core (HB-1A) from the Hiroppara bog WC: water content, TC: total carbon content. TN: total nitrogen content, TC/TN: weight ratio of TN to TC.

深度 198 cm まで TC が 10 ~ 5 %, TN が 0.5 ~ 0.3% とやや増加する. 深度 198 cm 以深, 深度 340 cm 付 近までは, TC は数%以下, TN は 0. 数%以下の低い 値で推移するが. 間欠的に (深度 250 ~ 260 cm, 310 ~ 320 cm) TC, TN の微増が認められる.

C/N 比は表層で20程であり,深度10 cm から深 度100 cm にかけて15から22程度に漸増する.深度 100 cm から200 cm 付近まででは,25~40の範囲 で大きな変動を示す.深度200~340 cm では,15~ 25の範囲で不規則に変動する.

3-3 HB-3 コア上部

HB-3 コア試料の上部4mほどの岩相柱状図,含水率 と含砂率,さらにその上部1.8mほどについて炭素・ 窒素の含有量を測定した結果を図9に示す.なお,最 上部の10 cmほどと深度100~105 cmはコア採取時 に掘削土や表土との混合が確認されたので,以下の記 載では無視をする.

最上部 50 cm ほどは,黒色の有機質土壌でいわゆる クロボクである.深度 50 cm から 60 cm にかけては徐々





west to the Hiroppara bog

water: water content, sand: sand content, TC: total carbon content. TN: total nitrogen content, C/N: weight ratio of TN to TC.

に黒さが薄れ、明るい褐色のローム層に漸移する. ク ロボク土層では、10~15%の全炭素量、0.4~0.8% の全窒素量があり、C/N 比は 20 前後の値を示す. 含水 率は、表層の46%から深度 50 cm 付近での58%程度 まで、下位へ向かって漸増するが、これは降水直後の 偶然的な特徴と考えられる. 深度 50~60 cm の漸移 部で、これらの指標はいずれも急減する. なお、含砂 率は深度 40 cm 以下でしか測定していないが10%前後 の値を示す.

深度 60 ~ 385 cm は,見かけ上ほぼ均質な明褐色~ 橙色 (7.5YR5/6 ~ 6/8:標準土色帖)のローム層であ る.所々に岩石片や軽石粒子が散在し,黒曜石片が確 認されることもある.深度 271 ~ 275 cm にはやや黒 みを帯びた層準が認められる.深度 385 ~ 394 cm は 暗灰褐色の礫混じり砂質粘土層であり,含水率は深度 60 ~ 150 cm で約 40%とほぼ一定で,深度 200 cm に かけて漸増し,200 ~ 260 cm で 50%前後であり,そ の下位では低く,270 cm 付近で 40%に近い極小値を とる.さらに下位で高い含水率が回復し,深度 300 ~ 370 cm で 55%以上の高い値を保ち,深度 370 ~ 394 cm では,変動が大きいものの,下位ほど含水率が低い. これらの含水率の大部分はクロボク層下部の含水率よ りも小さく,また,後述する含砂率と負の相関をもつ 層準もある.この層準は空気で満たされた空隙と水と が共存する通気帯 (vadose zone) にあたるものと考え られる. 含砂率は, 深度 60 ~ 200 cm では 13% と少なく, また小さな範囲で変動している. 深度 200 ~ 350 cm ではほとんどが 10%以上であり, 深度 270 cm 付近で は 30%に近いピークも見られる. 深度 305 ~ 385 cm では下位ほど含砂率が高く,最下部では 35%を越える. 深度 385 cm 以深では礫が混じり, 含砂率は 40%を越 えている.

全炭素量 (TC)・窒素量 (TN) は深度 50~60 cm で急減し,その下位では,TC は 1~2%,TN は 0.1 ~ 0.2%の範囲で,ほぼ安定した値を示す.なお,深度 100~110 cm 付近の試料には表土との混合の影響が ある.分析は深度 180 cm までしか行っていない.

広原湿原とその周辺に見られる第四紀堆積物の 年代層序学的枠組み

4-1 広原湿原のトレンチ堆積物

第四紀後期の堆積物の検討においては,¹⁴C年代測定 値が不可欠であり,その情報が多い上位層から順次検 討する.

広原湿原のTR-1トレンチおよびTR-2トレンチには, 表3に示したような¹⁴C放射年代測定値が報告されて いる(工藤,2016).それらにもとづいて,堆積物の深 度と年代の関係を図10に示した.なお,2012年に試 料を採取したので,地表面を-62 y.B.P. (AD 1950を基 準)とした.また,泥炭地であり,地表から1 m以上 の深さまで根が伸びている様子がトレンチ断面で観察 されるので,生々しい特徴をもつ試料の年代測定値は 深度一年代関係の検討から除外するのが適当と考えた (図10において×印で示した).

TR-1トレンチでは3 試料の測定値があるが,その 最上部の値は「現在」となっている.地表面に近い深 度なので,試料が現生の植物根であった可能性もあり, それを除外した.最下部にあたる灰白色の礫質粘土で は,横倒し状態に埋もれた材が3,500年前の年代を示 した.それら2つの年代値とその深度,および地表面 とを直線で近似させると,TR-1として示した直線とな るが,それは泥炭層の年代の大まかな指標と見なすべ きものであろう.

TR-2トレンチには比較的多数の¹⁴C年代測定値がある(表3:工藤, 2016). 深度と年代の関係にはバラ



図 10 トレンチ調査で調べた湿原堆積物の年代モデル Fig. 10. Age model for the sediments from the TR-2 trench in the Hiroppara bog.

ツキが大きい(図10). これらの堆積速度のバラツキ は堆積環境の変化に起因するものと考えられるが、巨 視的には岩相を均質と見なして、破線で近似すること ができる(図10, TR-2Aの破線). このことによって、 大まかな年代枠組みを把握することができるが、個々 の層準の年代の信頼性という点では、不十分なものに ならざるをえない.

それを改善する方法として,信頼できる測定値間を 直線で結び,全体としては折れ線で表した深度-年代 を求めることである.これには基準となる年代値間で の堆積速度が一定という仮定がなされている.また, 深度142 cm から172 cm までの間が極端に小さい堆 積速度となることの説明が求められる.

一方,層相の異なる堆積物ごとに深度の異なる複数 の年代基準があれば,それぞれで堆積速度を求めて, 深度を年代に変換する方法も想定される.そのために 必要な年代資料は必ずしも十分に得られていないが, 深度 49.5 cm と 107.7 cm の年代資料で一組の,深度 142.5,172.5 および 207.5 cm の年代資料でもう一組 の深度-年代関係を得ることもできる.

4-2 ボーリング試料 HB-1A の年代資料

前述のように採取コアを対比して組み立てた「模式 層序」の深度と¹⁴C年代測定値(表4:工藤, 2016)

表3 広原湿原のトレンチ調査で採取された試料の¹⁴C 年代測定値一覧 工藤(2016)より簡略化して引用. Table 3.¹⁴C dates of the sediment from the TR-2 trench in Hiroppara bog After Kudo (2016).

				-					
Sampling		average			measured	Calibrated	remarks		
Loc.	Sample no.	depth (cm)	materials	δ ¹³ C(‰)	¹⁴ C date	from	to	Median	(cofidence %)
TR-1	25cm	25	grass	-27.31	-280	-	-	-	Modern
	50cm	50	wood	-28.1	870	800	730	775	(87.8%)
	81cm	81	wood	-30.12	3,275	3,565	3,450	3,505	(95.4%)
TR-2	no.1366 (49-50cm)	49.5	grass	-26.99	590	645	585	600	(71%)
	¹⁴ C-6 (105-110cm)	107.5	grass	-28.21	1,360	1,305	1,265	1,290	(95.4%)
	¹⁴ C-4 (140-145cm)	142.5	wood	-28.51	3,875	4,415	4,240	4,320	(95.45%)
	¹⁴ C-3 (170-175cm)	172.5	wood	-27.67	8,605	9,630	9,525	9,555	(95.46%)
	¹⁴ C-5 (205-210cm)	207.5	wood	-30.1	8,810	9,940	9,690	9,850	(87.8%)
	¹⁴ C-2 (210-215cm)	212.5	wood	-32.38	8,815	9,945	9,695	9,860	(85.5%)
	¹⁴ C-1 (260-265cm)	262.5	grass	-28.24	7,110	8,005	7,920	7,935	(73.4%)

表4 広原湿原におけるボーリング試料 HB-1A コアの¹⁴C 年代測定値一覧

Table 4. ¹⁴C dates of the sediment core HB-1A from the Hiroppara bog

Sample no.	depth on the standard	materials	$\delta^{^{13}}C(\rm)$	measured	Calibrate	remarks		
	column (cm)			C date	from	to	Median	
HMR-1(Sec.2, 2cm)	98.5	woods	-27.8	3,575	3,930	3,830	3,880	(91.5%)
HMR-2(Sec.2, 55cm)	150.5	woods	-25.83	12,420	14,830	14,190	14,510	(95.4%)
no.155(Sec.2, 54-55cm)	151.0	wood	-25.13	12,280	14,430	14,040	14,205	(95.4%)
HMR-3(Sec2, 67cm)	163.5	wood	-25.09	13,190	16,025	15,690	15,855	(95.4%)
281cm(Sec.3, 84cm)	208.6*	wood	-24.97	15,980	19,490	19,100	19,295	(95.4%)
391cm(Sec.4, 91cm)	267.8	wood	-29.97	22,940	27,480	27,085	27,290	(95.4%)
no.461(Sec.5, 61cm)	336.3	grass	-28.22	2,700	2,850	2,755	2,800	(95.4%)
HMR-4(Sec.5, 78cm)	353.8	wood	-24.45	12,980	15,725	15,305	15,520	(95.4%)
	* out of standa	ard column						

After Kudo (2016).

を図 11 に示した. ただし, 深度 208.6 cm とした年代 試料は「標準層序」の重なりに組み込まなかった部分 のコア試料から得たものであるが,対応すると推定さ れる標準深度で示した. なお,最下部の2点の試料は. 測定された年代値が深度に対して逆転しているだけで なく,試料が草本の根のような有機物であることから, 若い試料の混合と考えて年代基準には採用しなかった.

深度と¹⁴C年代測定値との関係にはある程度のバラ ツキがみられるが,岩相を巨視的に一様とみなして, 一つの破線で近似することも可能である.図11に示し た直線Aがそれにあたり,その傾きが示す平均堆積速 度は,0.93 cm/100年となる.この場合には,大きく 見た年代枠組みを想定するのには有効であるが,個々 の層準の正確な年代推定は困難である,

この弱点を補うために, Yoshida et al. (2016) が採 用したように, 信頼できる年代測定値と深度との関係 を折れ線でつなぎ (折れ線 B), 深度と年代の関係を把 握することも可能である. この場合にも基準点間の連 続性と堆積速度が一定であることが仮定されている.





Fig. 11. Age model for the composite core HB-1A from the Hiroppara bog

一方,深度 126 cm を境に,その上位は泥炭層であり, 下位では砂質堆積物や礫質堆積物が頻繁に挟まるとい う堆積相の相違を考慮すると,深度 126 cm を境に堆 積速度が異なると考えることも可能である.具体的に は,コアトップと深度 98.2 cm の年代値をひとつの直 線で近似し,その堆積速度を深度 126 cm まで外挿する. また,深度 126 cm 以下でも深度と年代値の関係を別 の直線で近似する.この年代モデルでもそれぞれの範 囲での堆積の連続性と堆積速度一定を仮定している.

4-3 発掘サイトのボーリングコア

HB-2,3コアでは¹⁴C年代測定値が得られてない.こ れは陸上掘削地に分布するローム層中では¹⁴C年代測 定に適した有機物試料が得がたいためである.別の年 代指標としては指標テフラが考えられるが,視認でき るテフラ層はコア試料に認められない.

早田(2016)のテフラ分析の結果によれば、HB-3 コアの深度120~125cmに1.5~1.6万年前の浅間 板鼻黄色テフラ(As-YP)(町田・新井,2003)が、深 度180~185 cmに3万年前の姶良-丹沢テフラ(AT) (町田・新井,2003;Smith et al.,2013)が確認され ている.また、HB-3コアに隣接する発掘サイト(EA-2)でも地表からの深度2mほどの位置のローム層中に ATテフラに由来する火山ガラスの濃集が認められてい る(早田,2016).この発掘地ではAT層準の直下に局 部磨製石斧を含む旧石器遺物の層準があり(島田ほか, 2016),その炭化物の年代は3.1~3.06万年前を示す ので、HB-3コアの年代資料と整合的である.堆積速度 を一定と仮定すると、HB-3コアの深度3.85 mにあた る、黄褐色ローム層の下底は6、7万年前と推定できる.

一方,その下位に分布する火山性砕屑物を主とする 堆積物は,安山岩岩塊や同質凝灰岩質砕屑物を多く含 むことから,新版長野県地質図で,三峯火山の活動に 由来する第四紀前期火山砕屑物(qlva)とされている もの(新版長野県地質図作成委員会,2010)に相当す ると考えられる.

HB-2 コア試料については,直接にその年代を示す試料は得られていないが,ローム層とその下位の火山砕 屑物の重なりはHB-3 コアとよく似た層相を示すので, それぞれほぼ同じ時代の堆積物と推定される.

5. まとめ

2011年から2013年にかけて、広原湿原とその周辺 において実施したトレンチ掘削調査と学術ボーリング の結果を、地層の重なりやコア試料の記載を中心とし て報告した.広原湿原では、約3万年以上前から緩斜 面上に湿原や草原、荒れ地の状態が断続的に続いてき たと考えられる.また、隣接する小丘の緩斜面には6、 7万年前から風成のロームが堆積したと推定される.そ のローム層の下位に三峯火山由来の火山砕屑物層(第 四紀前期)を確認できた.

今回実施した掘削調査の試料を用いた各種の分析は すでに報告され、もしくは本報告書に掲載されている. おもなものは、湿原のトレンチ試料を用いた珪酸体分 析(佐瀬ほか、2013、2015)、珪藻分析(千葉ほか、 2013)および花粉分析(吉田ほか、2016)、コア試料 HB-1Aについての珪酸体分析(佐瀬ほか、2014;佐瀬・ 細野、2016)と花粉分析(Yoshida et al., 2016;吉田 ほか、2016)がある。個別の資料に基づく古環境の復 元についてはそれらの成果を参照していただきたい。

謝辞

本学術調査に当たっては,長和町,東信森林管理署, 上小地方事務所林務課,明治大学黒耀石研究センター 職員,発掘調査の協力者一同から多大な協力を得た. 記して感謝の意を表します.

引用文献

- 千葉 崇・公文富士夫・小野 昭 2013「完新世後期の 広原湿原における古環境変遷」『資源環境と人類』3: 21-29.
- 工藤雄一郎 2016「広原湿原および広原Ⅱ遺跡におけ る放射性炭素年代測定」小野昭・島田和高・橋詰潤・ 吉田明弘・公文富士夫編『長野県中部高地における 先史時代人類誌 広原遺跡群第1次~第3次調査報 告書』(本報告書),明治大学黒耀石研究センター
- 町田 洋・新井房夫 2003『新編 火山灰アトラス』 336p. 東京大学出版会
- Meyers, P.A. 1997 Organic geochemical proxies of paleoceanographe, paleolimnologic and paleoclimatic processes. Organic Geochemistry 27: 213–250.

- 酒井潤一 1996「男女倉付近の黒耀石と上部更新統」 和田村教育委員会編『和田村の黒耀石をめぐる課題 -原産地遺跡分布調査を終えて-』:4-17
- 佐瀬 隆・細野 衛・公文富士夫 2013「長野県長和町, 広原湿原地域におけるササ類の地史的動態と黒ボク 土層生成史」『資源環境と人類』5:1-18
- 佐瀬 隆・細野 衛・公文富士夫 2015「長野県長和町, 広原湿原堆積層および隣接陸域土壌層の植物珪酸体 記録による植生履歴」『資源環境と人類』3:65-75
- 佐瀬 隆・細野 衛 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』(本報告書),明治大学黒 耀石研究センター
- Sampei, K. and Matsumoto, E. 2001 C/N ratios in a sediment core from Nakaumi Lagoon, southwest Japan: usefulness as an organic source indicator. Geochemical Journal 35: 189-205.
- 島田和高・橋詰 潤・会田 進・中村由克・早田 勉・ 隅田祥光・及川 穣・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一広原遺跡群第1次~第3次調 査報告書一』明治大学黒耀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

- 新版長野県地質図作成委員会 2010『新版長野県地質 図 Ver.1』http://www.pref.nagano.lg.jp/kanken/chosa/ kenkyu/chishitsu/chishitsuzu.html
- Smith, V.C., Staff, R.A., Blockley, S.P.E., Ramsey, C.B., Nakagawa, T., Mark, D.F., Takemura, K., Danhara, T., Suigetsu 2006 Project members. 2013 Identification and correlation of visible tephras in the Lake Suigetsu SG06 sedimentary archive, Japan: chronostratigraphic markers for synchronising of east Asian/west Pacific palaeoclimatic records across the last 150 ka. Quaternary Science Reviews 67: 121–137.
- 早田 勉 2016「広原湿原および広原 I・II 遺跡にお けるテフラ分析」小野昭・島田和高・橋詰潤・吉田 明弘・公文富士夫編『長野県中部高地における先史 時代人類誌 広原遺跡群第1次~第3次調査報告書』 (本報告書),明治大学黒耀石研究センター
- Yoshida, A., Kudo, Y., Shimada, K., Hashizume, J. and Ono, A. 2016 Impact of landscape changes on obsidian exploitation since the Palaeolithic in the central highland of Japan. Vegetation History and Archaeobotany 25: 45–55.
- 吉田明弘・叶内敦子・神谷千穂 2016「長野県広原湿 原における花粉分析と微粒炭分析からみた過去3万 年間の植生変遷と気候変動」小野昭・島田和高・橋 詰潤・吉田明弘・公文富士夫編『長野県中部高地に おける先史時代人類誌 広原遺跡群第1次~第3次 調査報告書』(本報告書),明治大学黒耀石研究セン ター

Drilling for late Quaternary sediments in and around the Hiroppara bog in Nagawa Town, Nagano Prefecture, Central Japan

Fujio Kumon^{1*}

Trench excavation and scientific drilling were performed in and around the Hiroppara bog to reconstruct the palaeoenvironment of the central highlands of Japan during the late Palaeolithic and Jomon periods. The lower parts of the sediment cores taken from central Hiroppara bog consist mainly of grayish gravelly sediments and organic clay, and they date from the period 30 ka to 17 ka. The vegetation during this period was alpine badland with meadow grass on a gentle slope. On the contrary, the upper part of the core consists mainly of black peat with sandy sediments, dating from 17 ka to the present indicating that wetland environments were dominant at the time. The vegetation around the bog became *Betula* forest at first, transforming into a mixed forest of subalpine conifers and deciduous broad-leaved trees from 12 ka onwards. Brown loam sediments of a few meters in thickness covered the gentle slopes around the bog since \sim 70 ka ago. Palaeolithic archaeological sites were discovered in the upper loam bed.

Key words: Hiroppara bog; Palaeolithic period; Jomon period; peat; loam; Last Glacial.

¹ Faculty of Science, Shinshu University

^{*} Corresponding author: Fujio Kumon (shkumon@shinshu-u.ac.jp)

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

工藤 雄一郎 1*

要 旨

広原湿原のトレンチ TR-1 と TR-2, ボーリングコアの HB-1A, 広原 II 遺跡の試料について合計 19 点の放射性炭素年代 測定を実施した. TR-1 では深度 81 cm で 3275±20¹⁴C BP (3565 ~ 3450 cal BP) であり,最終氷期の良好な堆積物は 得られなかった. TR-2 では,深度 49 ~ 50 cm の泥炭層で 590±15¹⁴C BP (645 ~ 540 cal BP, 1305 ~ 1410 cal AD), 深度 140 ~ 145 cm の褐色泥炭で 3875±20¹⁴C BP (4415 ~ 4240 cal BP) で縄文時代後期前葉に相当する年代を得た. 深度 170 cm ~ 210 cm 前後の泥炭質砂層および泥炭層は 8605±30¹⁴C BP (9630 ~ 9525 cal BP) ~ 8815±30¹⁴C BP (10120 ~ 9695 cal BP) であり,縄文時代早期前葉から中葉に相当する年代であった. HB-1A では,深度 98.5 cm の泥 炭層で 3575±20¹⁴C BP (3965 ~ 3830 cal BP) であり,縄文時代後期中葉に相当する年代を得た. 深度 150 cm 付近の 泥炭層では 12420±40¹⁴C BP (14830 ~ 14190 cal BP) ~ 13190±35¹⁴C BP (16025 ~ 15690 cal BP, HMR-3, 深 度 163.5cm)の年代が得られ、後期旧石器時代の終末から縄文時代草創期に相当する年代であった. 深度 208.6 cm の有 機質砂層では 15980±45¹⁴C BP (19490 ~ 19100 cal BP) が得られ、後期旧石器時代後半期の尖頭器石器群から細石刃 石器群の初期の年代に近い. 深度 268.7 cm の砂礫層では 22940±70¹⁴C BP (27480 ~ 27085 cal BP)の年代が得られ、 後期旧石器時代後半期前葉に相当する. 広原 II 遺跡の EA-2 で局部磨製石斧の出土地点付近で採取された炭化材の年代は、 26550±90¹⁴C BP (31020 ~ 30625 cal BP) であった. これは、後期旧石器時代前半期に相当する年代であった.

キーワード:広原湿原、広原Ⅱ遺跡、放射性炭素年代測定、縄文時代、後期旧石器時代、最終氷期

1. はじめに

これまで広原湿原の堆積物では,2011年度に発掘 した広原湿原のTR-1およびTR-2トレンチ,2012年 度に採取したボーリングコアHB-1Aから合計で18点 の放射性炭素年代測定を実施した。また,広原II遺跡 EA-2の4b層で採取した炭化材1点についての放射性 炭素年代測定を実施した。本稿ではその結果について 報告し,それらの年代的な位置づけについて検討する。

2. 試料

2-1 TR-1

2011年度に調査された湿原中央部に設定された試掘

トレンチである. 100 cm ほど掘り下げたが, 泥炭層が 薄いため調査を終了した(公文, 2016). TR-1 では深 度-25 cm, 深度-50 cm, 深度-80 cm の3つの層準 からブロックで堆積物を採取し,水洗選別によって測 定用の試料を抽出した. -25 cm の試料は草本植物,そ の他は木材片である.

2-2 TR-2

2011 年度に調査された湿原中央部に設定されたトレンチで,TR-1の北東約 20 mの位置にある。地表から約 300 cm 掘り下げ,良好な泥炭層の堆積を確認した。年代測定試料は、4 層(黒褐色〜黒色泥炭層,深度 105 ~ 110 cm,¹⁴C-6),5 層(灰褐色泥炭層,深度 140 ~ 145 cm,¹⁴C-4),8 層(黒色泥炭質砂層,深

1 国立歴史民俗博物館

^{*} 責任著者:工藤雄一郎(kudo@rekihaku.ac.jp)

度 170~175 cm, ¹⁴C-3), 11 層 (黒色泥炭層, 深度 210 ~215 cm, ¹⁴C-2), 13 層 (灰白色小粒砂層, 深度 260~ 265 cm, ¹⁴C-1) から計 5 点のブロックサンプルを採取した. また, 11 層からは壁面に露出していた材 1 点を採取した (深 度 205~210 cm: ¹⁴C-5) (図 1). また,「古環境分析サ ンプル」として L 字アングルで採取した堆積物のうち, 49 ~50 cm の部分を千葉崇が切り出し,工藤に送付した (No. 1366).

2-3 HB-1A

広原湿原の TR-2 に隣接する地点で 2012 年度に採取した,4 m 超のボーリングコア試料である(公文,2014,2016). このコアから公文富士夫が No. 155,281 cm,

391 cm, No. 461の4点の試料を採取し、工藤に送付した.
その後、古環境グループの議論の下、新たに HMR-1、HMR-2、HMR-3、HMR-4の4点の試料が採取され、工藤に試料を送付した.

2-4 広原 II 遺跡

試料は広原湿原の西側丘陵部に位置する広原 II 遺跡 EA-2 の 4b 層で採取された炭化材であり,(島田ほか, 2016),明治大学黒耀石研究センターが発掘調査時に取り 上げて乾燥保存していた資料である。同じ層準のすぐ近 くの位置からは局部磨製石斧が出土しており,その周辺 で採取された。同センターから国立歴史民俗博物館に 送付された資料を工藤が受け取った。試料番号は¹⁴C-5



図1 広原湿原 TR-2 の断面図および放射性炭素年代測定試料の採取位置 東壁の柱状の線 A, B はそれぞれ古環境(A) とテフラ(B)分析用の試料の連続的採取位置を示す. Fig. 1. Profile of the Hiroppara bog TR-2 and sampling spots for the radiocarbon dating Sampling line A and B indicate continuous sampling positions for environment (A) and tephra (B) analyses. として取り上げられたものであるが, TR-2の試料番号 と重複するため, 筆者の試料管理番号を用いて 2015-016 とした.

3. 分析方法

TR-1, TR-2の堆積物試料は工藤が現地で採取し,国 立歴史民俗博物館年代測定資料実験室において水洗選 別を行い,分析用試料を抽出した.TR-2の45~50 cmの試料も同様に工藤が水洗選別を行い,草本植物片 を採取した.すべての試料は秤量した後,実体顕微鏡 下で写真撮影を行い,また可能な限り混入物を除去し たのち,蒸留水による洗浄をおこなった.次に,埋蔵 中に生成・混入したフミン酸や炭酸塩などを溶解・除 去するため,酸-アルカリ-酸(AAA)処理を行った. アルカリ処理は,0.005~0.1 mol/1もしくは1.2 mol/ 1 の水酸化ナトリウム(NaOH)水溶液により,室温~ 80°Cの処理を行った(吉田, 2004).AAA処理後の試 料は乾燥後,秤量した. 乾燥した AAA 処理済の試料の CO₂ 化からグラファ イト化までは(株)パレオ・ラボに委託し,加速器質 量分析計(パレオ・ラボ,コンパクト AMS:NEC 製 1.5SDH)を用いて¹⁴C 濃度を測定した.得られた¹⁴C 濃度について同位体分別効果の補正を行った後,放射 性炭素年代,暦年代を算出した.

4. 測定結果と若干の考察

放射性炭素年代測定結果を表 1 に示した.得られた 放射性炭素年代は OxCal4.2 (Ramsey, 2009)を用い て IntCal13 (Reimer et al., 2013)の較正曲線を使用 して較正した.表 1 には較正年代の確率分布の 2 σ の 範囲を示した.また,得られた年代と,考古学的な時 期区分の年代(工藤, 2012)との対比を行った.以下 に記す較正年代は 2 σ の全範囲を示している.

4-1 TR-1 (図 2)

TR-1トレンチから採取した試料の年代は、深度25

	Sample	0		Donéh	5 13 O (0()	¹⁴ C date	Calibrated date	(0/)	μ		Domorko
Location	name	Sample		Depth	0°°C (‰)	(yr BP ±1σ)	(cal yr BP ±2σ)	(%)	(cal yr BP)	Labo code	Remarks
TR-1	25cm	Glass	25cm	-	-27.31±0.15	-280±15	-	-	-	PLD-19328	-
TR-1	50cm	Wood	50cm	-	-28.10±0.15	870±20	900 - 870 800 - 730	7.6 87.8	775	PLD-19329	-
TR-1	81cm	Wood	81cm	-	-30.12±0.16	3275±20	3565 - 3450	95.4	3505	PLD-19330	-
TR-2	No.1366	Glass	49~50cm	-	-26.99±0.15	590±15	645 - 585 565 - 540	71.0 24.4	600	PLD-21769	-
TR-2	¹⁴ C-6	Glass	105~110m	-	-28.21±0.14	1360±20	1305 - 1265	95.4	1290	PLD-19187	-
TR-2	¹⁴ C-4	Wood (branch)	140~145cm	-	-28.51±0.14	3875±20	4415 - 4240	95.4	4320	PLD-19185	-
TR-2	¹⁴ C-3	Wood (branch)	170~175cm	-	-27.67±0.16	8605±30	9630 - 9525	95.4	9555	PLD-19184	-
TR-2	¹⁴ C-2	Wood	210~215cm	-	-32.38±0.12	8815±30	10120 - 10060 10005 - 9990 9945 - 9695	9.2 0.7 85.5	9860	PLD-19183	-
TR-2	¹⁴ C-5	Wood	205~210cm	-	-30.10±0.13	8810±30	10120 - 10065 10005 - 9995 9940 - 9690	7.3 0.3 87.8	9850	PLD-19186	-
TR-2	¹⁴ C-1	Glass	260~ 265cm	-	-28.24±0.17	7110±30	8005 - 7920 7905 - 7860	73.4 22.0	7935	PLD-19182	-
HB-1A	HMR-1	Wood	98.5cm	Sec2,2cm	-27.80±0.11	3575±20	3965 - 3945 3930 - 3830	3.9 91.5	3880	PLD-23961	-
HB-1A	HMR-2	Wood	150.5cm	Sec2,54-55cm	-25.83±0.21	12420±40	14830 - 14190	95.4	14510	PLD-23962	-
HB-1A	no.155	Wood (branch)	150cm	Sec2,55cm	-25.13±0.12	12280±35	14430 - 14040	95.4	14205	PDL-22991	same sample with HMR-2?
HB-1A HB-1A HB-1A	HMR-3 281cm 391cm	Wood Wood Wood	163.5cm 208.6cm 268.7cm	Sec2,67cm Sec3,84cm Sec4,91cm	-25.09±0.13 -24.97±0.14 -29.97±0.12	13190±35 15980±45 22940±70	16025 - 15690 19490 - 19100 27480 - 27085	95.4 95.4 95.4	15855 19295 27290	PLD-23963 PLD-23965 PLD-22993	
HB-1A	no.461	Grass plant (stem)	336.3cm	Sec5,61cm	-28.22±0.14	2700±25	2850 - 2755	95.4	2800	PLD-22993	inconsistency between age and depth
HB-1A	HMR-4	Wood	353.8cm	Sec5,78.5cm	-24.45±0.10	12980±40	15725 - 15305	95.4	15520	PLD-23964	inconsistency between age and depth
Hiroppara II	2015-016	Charcoal	EA-2 west	Layer 4b around edge- ground stone adze	-26.12±0.12	26550±90	31020 - 30625	95.4	30825	PLD-29280	-

表 1 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試料と測定結果 Table 1. List of samples and results of radiocarbon dating for the Hiroppara bog and the Hiroppara site II



図 2 広原湿原 TR-1 における放射性炭素年代測定結果 Fig. 2. Results of radiocarbon dating of the Hiroppara bog TR-1

cm で -280±15¹⁴C BP であり,較正曲線範囲外であった. 試料は現代の草本植物の根等の可能性が高い. 深度 50 cm は 870±20¹⁴C BP (900 ~ 730 cal BP, 1050 ~ 1220 cal AD) であり,おおよそ12 世紀後半の年代であった. 深度 81 cm で 3275±20¹⁴C BP (3565 ~ 3450 cal BP) であり,縄文時代後期後葉に相当する年代であった.

以上のように, TR-2 では深度 81 cm でも縄文時代 後期後葉までしか到達しておらず, 最終氷期の良好な 堆積物は得られなかった.

4-2 TR-2 (図1,図3)

次に、TR-2 について上位の堆積物から見ていきた い.まず、TR-2 のL字アングルから採取した試料から 採取した泥炭層(深度 49 ~ 50 cm, No. 1366)から、 590 ± 15 ¹⁴C BP (645 ~ 540 cal BP, 1305 ~ 1410 cal AD)の測定結果を得た.この年代は、おおよそ鎌 倉時代の終わりから室町時代にかけての時期に相当す る.

TR-2トレンチの堆積物には,深度150 cm ~ 170 cm にある砂層を挟んで上下で大きな不整合があると考 えられ,砂層の上位の褐色泥炭(深度140~145 cm, TR-2¹⁴C-4) は 3875±20¹⁴C BP (4415 ~ 4240 cal BP) で縄文時代後期前葉に相当する年代であった. こ の褐色泥炭は,広原湿原周辺における縄文時代後期前 葉から後葉の古環境を知る上で重要な層準である. 一 方,砂層の下位にある,深度170 cm~180 cm 前後

の泥炭質砂層と、さらにその下位にある深度190~ 210 cm 前後の黒色泥炭層は,8605±30¹⁴C BP (9630 ~ 9525 cal BP) $\sim 8815 \pm 30^{-14}$ C BP (10120 ~ 9695 cal BP) で3点の測定結果が良く一致した. これは, 縄文時代早期前葉から中葉に相当する年代である。 文時代早期の押型文土器も広原 II 遺跡 TP-3・EA-2 で 確認されており、深度 170~210 cm 前後の泥炭層の 試料はおおよそこの時期の古環境を示すものとして捉 えられる. なお, TR-2の測定試料は最も古いもので 8815±30¹⁴C BP (TR-2¹⁴C-2) であり、地表下約2 m でも最終氷期までは届いていないことがわかった。深 度 260 ~ 265 cm で採取した褐色腐植土層の堆積物ブ ロックを洗い出し,草本質の試料を測定に用いたが(¹⁴C -1,7110±30¹⁴C BP,7950 cal BP 前後),上位の試 料の年代と逆転している. これは上位からの混入など, 試料自体に問題があった可能性が考えられる.ただし, 植物珪酸体の分析では、TR-2の最下部が MIS2 に相当 すると指摘されており(佐瀬・細野, 2014),明確な年 代は得られていないが、最下部は最終氷期に届いてい る可能性があることを指摘しておく.

4-3 HB-1A (図 4)

2012 年度に掘削した広原湿原のボーリングコアであ る HB-1A は深度 3.7 m ほどで基盤に到達している.こ れまで HB-1A では合計で 8 点の年代測定結果を得た. 深度 98.5 cm で泥炭層から採取した木材片は 3575±20 ¹⁴C BP (3965 ~ 3830 cal BP) であり,縄文時代後期

Calibrated date (cal BC/cal AD)



図 3 広原湿原 TR-2 における放射性炭素年代測定結果 Fig. 3. Results of radiocarbon dating of the Hiroppara bog TR-2

中葉に相当する年代である. この泥炭層は TR-2 の深度 120 ~ 150 cm 付近にあった褐色泥炭の年代や, TR-1 の深度 81 cm の泥炭の年代とも近いことから, 同一時 期に堆積した泥炭層と考えられる.

HB-1A の深度 140 cm 付近には砂層があり,その 砂層の下位の泥炭では 12420±40¹⁴C BP (14830 ~ 14190 cal BP, HMR-2, 深度 150.5 cm), 12280± 35¹⁴C BP (14430 ~ 14040 cal BP, 深度 150 cm), 13190±35¹⁴C BP (16025 ~ 15690 cal BP, HMR-3, 深度 163.5 cm)の年代が得られた.これは後期旧石器 時代の終末から縄文時代草創期の隆起線文土器の時期 に相当する年代である.

深度 208.6 cm の有機質砂層では 15980±45¹⁴C BP (19490~19100 cal BP)が得られた.これは後期旧 石器時代後半期の尖頭器石器群から細石刃石器群の初 期の年代に近い.また,深度 268.7 cm の砂礫層中の 木材では 22940±70¹⁴C BP (27480~27085 cal BP) の年代が得られた.これは後期旧石器時代後半期前葉 に相当し,立川ロームIV層下部から V層の石器群の年 代に近い.これらの年代が確かであれば,ボーリング コア HB-1A には最終氷期最寒冷期の堆積物が含まれて いることになる.これらの層準の花粉分析結果は、当 時の古環境とヒトによる黒曜石原産地の開発との関係 を明らかにしていく上で、今後重要な資料となるだろ う.

なお,最下部付近から採取された草本の茎(試料 No. 461)は、測定前から上位からの混入が予測されて いたが,同一層準で代替となる植物遺体が含まれてい なかったことから,予備的に測定した試料である.得 られた年代は2700±25¹⁴C BP (2800 cal BP 前後)と 極めて新しい年代であった.このことは,広原湿原に 生育していた草本質の植物の茎や根が,かなり深い深 度まで侵入していることを示しており,これらの試料 は広原湿原においては年代測定試料として不適当であ ることを再確認する結果となった.

深度 353.8 cm の木材の試料 (HMR-4) は 12980± 40¹⁴C BP (15725 ~ 15305 cal BP) であり,深度と 年代が矛盾している.これは,深度 150 cm 前後の堆 積物から得られた木材の放射性炭素年代と良く一致し ている.この年代がどのような意味を持つのか,ボー



図 4 広原湿原ボーリングコア HB-1A における放射性炭素年代測定結果 Fig. 4. Results of radiocarbon dating of the HB-1A boring core from the Hiroppara bog

リング掘削時に試料の落ち込みなどの何らかのサンプ リングエラーがあった可能性がないのかについては, 今後追加試料の測定を行うことで解決していきたいと 考えている.

4-4 広原Ⅱ遺跡(図5)

広原 II 遺跡の EA-2 で局部磨製石斧の出土地点付近で 採取された炭化材の年代は、26550±90¹⁴C BP (31020 ~ 30625 cal BP) であった.これは、後期旧石器時代 前半期に相当する年代である.この時期の石器群の年 代測定事例が少ないが立川ロームのVI層段階の石器群 の年代に近いと考えられる.なお、姶良 Tn 火山灰 (AT) については、最近福井県の水月湖の堆積物によっても 年代が求められており、30009±189 cal BP とされてい る (Smith et al., 2013) (図 5).広原第 II 遺跡の EA-2 で採取された炭化材は AT 直下の時期のものと考えて良 いだろう.出土した局部磨製石斧の年代観からみると やや新しい印象があり、局部磨製石斧の年代を示すも のかどうかについては、今後、出土層準と出土石器の 詳細な検討が必要であろう.

引用文献

工藤雄一郎 2012『旧石器・縄文時代の環境文化史-高精度放射性炭素年代測定と考古学-』, 376p., 新



図 5 広原第 || 遺跡における放射性炭素年代測定結果 Fig. 5. Results of radiocarbon dating of the Hiroppara II site

泉社

- 公文富士夫 2014「長野県長和町,広原湿原とその周 辺の学術ボーリングの結果について」『ヒト-資源環 境系の歴史的変遷に基づく先史時代人類誌の構築 2013 年度公開研究集会 要旨集』, p.18., 明治大学 黒耀石研究センター
- 公文富士夫 2016「長野県長和町,広原湿原および 周辺陸域におけるボーリング調査報告」小野 昭・ 島田和高・橋詰 潤・吉田明弘・公文富士夫(編) 2016『長野県中部高地における先史時代人類誌一

広原遺跡群第1次~第3次調査報告書一』明治大 学黒耀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

- Reimer P.J., Bard, E., Bayliss, A., Beck, J. W., Blackwell, P.G., Bronk Ramsey, C., Buck, C. E., Cheng, H., Edwards, R.L., Friedrich, M., Grootes, P.M., Guilderson, T.P., Haflidason, H., Hajdas, I, Hatt, C., Heaton, T.J., Hogg, A. G., Hughen, K.A., Kaiser, K.F., Kromer, B., Manning, S.W., Niu, M., Reimer, R. W., Richards, D.A., Scott, E. M., Southon, J.R., Turney, C. S. M., and van der Plicht, J. 2013 IntCal13 and MARINE13 radiocarbon age calibration curves 0-50000 years cal BP. Radiocarbon 55–4: 1869-1887.
- Ramsey, B. C. 2009. Bayesian analysis of radiocarbon dates. Radiocarbon 51-1: 337-360.
- 佐瀬 隆・細野 衛 2014「広原湿原堆積層と周辺域 土壌の植物珪酸体記録」『ヒト-資源環境系の歴史的 変遷に基づく先史時代人類誌の構築 2013 年度公 開研究集会 要旨集』, pp.24-29., 明治大学黒耀石

研究センター

- 島田和高・橋詰 潤・会田 進・中村由克・早田 勉・ 隅田祥光・土屋美穂・及川 穣 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一広原遺跡群第1次~第3次調 査報告書一』明治大学黒耀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
- Smith, V.C., R. A. Staff, S. P. E. Blockley, C. B. Ramsey, T. Nakagawa, D. E. Mark, K. Takemura, T. Danhara 2013 Identification and Correlation of Visible Tephras in the Lake Suigetsu SG06 Sedimentary Archive, Japan: Chronostratigraphic Markers for Synchronising of East Asian/West Pacific Palaeoclimatic Records across the last 150 ka. Quaternary Science Reviews 67: 121-137.
- 吉田邦夫 2004「火炎土器に付着した炭化物の放射性 炭素年代」新潟県立博物館編『火炎土器の研究』, pp.17-36., 同成社

Radiocarbon dating of the Hiroppara Bog and the Hiroppara site II

Yuichiro Kudo^{1*}

Radiocarbon dating was performed on 19 samples from the Hiroppara bog (Trench TR-1, TR-2 and Boring core HB-1A) and the Hiroppara site II. For TR-1 the results show that the layer at 81cm depth dates to 3275 ± 20^{14} C BP (3565-3450 cal BP) and also that no Last Glacial sediment was available in the trench. With regard to TR-2, a sample from 49-50 cm depth was dated to 590 ± 15^{14} C BP (645-540 cal BP, 1350-1340 cal AD), and another from 140-145 cm in depth dates to 3875 ± 20^{14} C BP (4415-4240 cal BP). The sediment from 140-145 cm therefore belongs to the Late Jomon period. The chronology for the samples coming from 170-210 cm ranges from 8605 ± 30^{14} C BP (9630-9525 cal BP) to 8815 ± 30^{-14} C BP (10,120-9695 cal BP). These belong to the early and middle phase of the Initial Jomon period. In the case of HB-1A, a sample from 98.5 cm was dated to 3575 ± 20^{-14} C BP (14,830-14,190 cal BP), and 163.5 cm date to $13,190\pm35^{-14}$ C BP (16,025-15,690 cal BP). These dates range from the final phase of the Upper Palaeolithic to the Incipient Jomon period. The sample from 208.6 cm dates to 15980 ± 45^{-14} C BP (19,490-19,100 cal BP), and therefore belongs to the point industry phase and the early microblade industry phase of the late Upper Palaeolithic. A charcoal sample collected from the vicinity of an edge-ground stone adze at the Hiroppara site II was dated to $26,550\pm90^{-14}$ C BP (31020-30625 cal BP), which places it to the Early Upper Palaeolithic.

Key words: Hiroppara bog; Hiroppara site II; radiocarbon dating; Palaeolithic; Jomon; Last Glacial.

¹ National Museum of Japanese History

^{*} Corresponding author: Yuichiro Kudo (kudo@rekihaku.ac.jp)

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

吉田 明弘^{1*}·叶内 敦子²·神谷 千穂²

要 旨

長野県長和町広原湿原における湿原堆積物の花粉分析と微粒炭分析を行い,過去3万年間における中部高地の植生変遷 と気候変動を明らかにした。約30~17 ka cal BP には、気候の寒冷化によって森林限界が標高1,000~1,400 m に低下 しており、中部高地ではハイマツ低木林や草原、裸地などの高山植生が広がっていた。約17 ka cal BP になると、晩氷期 の温暖化によって森林限界は上昇し、中部高地で森林化が始まった。約17~11.2 ka cal BP には、カバノキ属と亜寒帯 性針葉樹の混交林が広原湿原周辺を覆った。また、ヤンガードリアス寒冷化イベント(12.4~11.7 ka cal BP)の影響に より、中部高地では約13~11 ka cal BP に一時的な森林限界の低下が生じた。その後、約11.2~2.9 ka cal BP には安 定した温暖な気候下でコナラ亜属を主体とする冷温帯性落葉広葉樹林が広がった。約2.9~0.7 ka cal BP には、山火事の 撹乱によってツガ属やモミ属、スギ属などの温帯性針葉樹が拡大した。約0.7 ka cal BP ~ AD1918 年の中部高地では森 林への人為的な干渉の増大し、アカマツ二次林が拡大した。AD1918 年以降には植林事業により、湿原周辺の森林はカラ マツ植林となった。

キーワード:花粉分析,微粒炭分析,広原湿原,中部日本

1. はじめに

長野県霧ヶ峰や八ヶ岳を中心とした中部高地周辺で は、これまで多くの花粉分析結果が報告され、最終氷 期以降の植生変遷や気候変動が議論されてきた(Hori, 1957;Tsukada, 1967;Morita, 1985;安間ほか, 1990;竹岡, 1991;津田, 1991;酒井・国信1993; 叶内・杉原,2007;大嶋ほか,2007など).とくに、 津田(1990)は長野県入笠山の大阿原湿原(標高1,800 m)における樹木花粉と非樹木花粉の比率から、最終 氷期には高標高部でも森林が存在していた可能性を指 摘した.しかし、近年における様々な古気候指標は、 最終氷期極相期の日本列島には年平均気温が約7℃も低 下していたと推定されている(安田・成田,1981;安田, 1983;阪口,1989など).これを基にして、最終氷期 極相期における中部高地の垂直的な植生帯の変動量を 計算すると、大阿原湿原周辺には森林が存在していた とは考え難い.

一般に,山岳地域では上昇・下降気流が生じ,風によっ て運搬される花粉化石の比率だけで森林の有無を推測 することは困難である(守田,1984,2004).そのため, 守田(2004)は,花粉分析から森林の有無の推定する 場合には,1)高山帯のみに生育する特徴的な花粉化 石の産出状況,2)花粉濃度/花粉堆積量などの複数の 指標に基づいた議論を組み合わせる必要があると指摘 している.したがって,中部高地における最終氷期以 降の植生変遷については未だ不明な点が多く残されて おり,定量的な花粉分析に基づいた植生復元やそれに 基づいた気候変動の解明が必要である.

中部高地は、旧石器時代から黒曜石産地として人類活

¹ 鹿児島大学法文学部

² 明治大学黒耀石研究センター

^{*} 責任著者:吉田明弘 (yoshy.akitan@gmail.com)

動が活発に行われた地域でもある.中部高地の広原湿原 (標高1,400 m)周辺では,旧石器時代からの多数の遺 跡群が点在しており(Shimada, 2012),最終氷期以降 の人類活動の基盤となった植生変遷や気候変動を解明で きる可能性がある.これまで広原湿原では,酒井・国信 (1993)と酒井(1996)により湿原堆積物の花粉分析結 果が報告されている.しかしながら,¹⁴C年代測定やテ フラ年代に基づいた湿原堆積物の年代軸は得られておら ず,詳細時系列に沿った植生変遷や気候変動の解明はな されていない.

本研究では、この中部高地の広原湿原から得られた過 去3万年間の連続的な堆積物について花粉分析を行った. なお、広原湿原で採取された HB-1A コアの花粉分析結 果とそれに基づいた最終氷期以降の森林植生と人類活動 の関係史については、すでに Yoshida et al. (2016) で 報告した.そこで、本稿では広原湿原のトレンチから採 取された TR2 地点の花粉分析結果を加え、過去3万年 前以降の広原湿原周辺における植生変遷と気候変動につ いて考察する.

2. 調査地の概観

長野県広原湿原(標高1,400m, 36°9'21"N, 138°9' 10"E)は和田川に流入する支谷に形成された湿原であ る.この湿原は,黒曜石の原産地である中部高地に位 置しており(Kannari et al., 2014),その標高は広原 遺跡群(標高1,400 m)や鷹山遺跡群(標高1,500m) などの旧石器時代から縄文時代の主要な遺跡群とほぼ 同じである(Shimada, 2012)(図1).このことは,広 原湿原における花粉分析データが,中部高地における 旧石器時代以降の人類活動に影響を与えた植生変遷お よび気候変動を記録している可能性があることを示し ている.

広原湿原周辺の地質は、第四紀前期の流紋岩質火山 岩によって特徴づけられる(地質調査総合センター、 2014).広原湿原の西側には、巨大な地すべり土塊が分 布していることから、この土塊によって谷が閉塞され たことで泥炭湿原が形成されたものと推測される(図 1).湿原周辺の斜面には、直径約30~50 cmの角礫 から構成される岩塊流が散在し、いくつかのガリーが



図1 (A) 調査地の位置,(B) 中部高地における主要な黒曜石の原産地と旧石器・縄文遺跡群,
 (C) 広原湿原における試料採取地点の位置と地形学的・考古学的な概観
 Yoshida et al. (2016) を引用した.

Fig. 1. (A) Location of the study site within Japanese archipelago, (B) major obsidian source areas and archaeological sites during the Paleolithic and Jomon periods in central highland, Japan,(C) trench and drilling sites at the Hiroppara bog with geomorphological and archaeological setting in local scale

The figure is after Yoshida et al. (2016).

湿原内に流入している.

この地域の自然植生は、ミズナラ Quercus crispula やクマシデ Carpinus japonica などの冷温帯性落葉広 葉樹林が標高約 1,500m までを覆っている(宮脇編, 1987;柴田, 1994). 標高約 1,500 ~ 2,500 m まで は、オオシラビソ Abies mariesii やシラベA. veitchii,ト ウヒ Picea jezoensis var. hondoensis などの亜高山帯性針 葉樹林が分布しており、標高 2,500 m 以上はハイマツ Pinus pumila やササ類、砂礫地などからなる高山帯が形 成されている.この地域における現在の森林限界は標 高 2,500 m 付近であり、その標高は周氷河環境の下限 とほぼ一致する.本来であれば、広原湿原の周辺は冷 温帯性落葉広葉樹林に覆われているが、AD1918年の 植林事業によりカラマツ林が覆っている.

3. 試料と方法

花粉分析の試料には,2011年に広原湿原で掘削された TR2地点のトレンチ,2012年に機械ボーリングが行われた HB-1A地点のボーリングコア試料を用いた(図1).各地点における花粉分析は TR2地点では叶内 教子と神谷千穂,HB-1A地点では吉田明弘が担当した. 各地点における花粉分析の試料と処理方法は以下の通りである.

3-1 TR-2 地点における花粉分析

花粉分析には,TR2地点のトレンチ壁面から採取さ れた堆積物 (TR-2B) 最上部 (深度3~4 cm) から深 度 300 cm まで,10 cm 間隔で厚さ約1 cm の試料を 切り分けた.また,深度154~185 cm までは泥炭の 状態が良好であるため,約5 cm 間隔で切り分けし,合 計 34 試料を採取した.

花粉分析の試料は KOH-ZnCl₂(比重 1.90) - アセト リシス法により処理を行い,試料の残渣をグリセリン ゼリーで封入した.検鏡は,200 倍または 400 倍の光 学顕微鏡下で行った.花粉・胞子化石の計数には,樹 木花粉(Arboreal Pollen, AP;高木花粉と低木花粉 を合計したもの)を 400 個以上としたが,試料に含ま れる化石花粉が十分ではない層位では,樹木花粉 200 個以上を同定・計数した.さらに花粉化石の含有量が 少ない場合には,カバーグラス1 面分を検鏡した.な お、ハンノキ属 *Alnus* が多量に検出されると花粉組成 を歪めることがあるため、非樹木花粉 (Non-Arboreal Pollen; NAP) とした.シダ胞子は単条溝型胞子と三条 溝型胞子 Trilete fern spore に形態分類したが、コケスギ ラン *Selaginella Selaginoides* は別に計数した.

花粉組成図は AP の総数を基数として,樹木花粉と非 樹木花粉,シダ胞子の各分類群を百分率で示した(図 2). 形態による識別が困難な花粉分類群はハイフンで結ん で示した.図中には,樹木花粉数が 400 個以上の試料 については黒,400 個未満の試料についてはグレー, 100 個未満の試料については出現花粉・胞子を+で示 した.樹木花粉と非樹木花粉,シダ胞子の比率は,花粉・ 胞子化石総数を基数として,各要素の比率を求めた.

植物珪酸体分析試料(TR-2C)の下部における花粉 分析を行ったが,花粉・胞子化石が少なかった.その ため,本報告では,参考として花粉組成図に示す.

3-2 HB-1A 地点における花粉分析と微粒炭分析

花粉分析の試料には、HB-1A 地点より採取された ボーリングコア(以下, HB-1Aコアと略す)から,約 2~4 cm 毎にキューブ状(厚さ:1.2 cm, 堆積:2.44 cm³)の88 試料を採取した(図3)。各試料には、花粉 濃度 (grains/cm³) と花粉堆積量 (grains/cm²/year) を計算するために、英国製プラスチックマーカー (Palynospheres, 22.6 μmマーカー濃度: 1.63 ± 0.08× 104 粒/ml, 45.5 µmマーカー濃度: 7.84 ± 0.37× 103 粒 /ml)) を 1.0 から 0.5ml 加えた. 試料の処理は, 10% KOH 溶液によりフミン酸の除去と泥化をし、約 250 μ m メッシュの金網によって物理的ろ過を施した. そして、10% HCl 溶液によりカルシウムを除去した後、 比重 1.68 ~ 1.70 の ZnCl₂ 飽和溶液を用いて比重分離 を行った。抽出した試料は、アセトリシス混合液によっ てセルロースを溶解し、塩基性フクシンを用いて染色 した.試料の残渣はグリセリンゼリーにて封入し、プ レパラートを作成した.

花粉・胞子化石の同定作業は、250~600倍の光学 顕微鏡下において高木花粉が300個に達するまで行っ た.この間に出現した低木花粉、草本花粉、シダ類胞 子を同定・計数した.出現率は、高木花粉はこの総和 を基数として、その他の非高木花粉である低木花粉、 草本花粉、シダ類胞子はすべての花粉・胞子化石の総 和を基数として百分率で示した.なお,花粉生産性が 高く,湿地林を形成するハンノキ属 Alnus は高木花粉か ら除外した.この作業に加え,この地域における山火 事の頻度を検出するために,微粒炭(10~250 μ m) を計数した.花粉分析の結果は,高木花粉のクラスター 分析の結果に基づいて局地花粉帯(以後,「花粉帯」ま たは「帯」と略す)に区分した(CONISS; Grimm, 1987).

花粉流入量は、森林域と非森林域を区分する上で重 要なパラメーターとなる (Faegri and Iversen, 1989). しかし,調査地によって自然条件(風向や風量,植生, 地形など)が異なるため,森林域と非森林域を区分す る閾値の設定は困難とされている。前述のように、広 原湿原周辺における自然植生は 1918 年までに伐採さ れ、カラマツ林が一斉に植林された。すなわち、20世 紀初頭の広原湿原周辺は一時的に非森林域であったと 推測される。広原湿原におけるカラマツ属の花粉化石 の急増は1918年以降を示し、その層準における高木花 粉の花粉流入量(PARt; pollen accumulation ratio for tree)は、森林域と非森林域を判別する重要な閾値で ある. また, 広原湿原の堆積物には大きな不整合は認 められず、堆積速度も安定的であることから、年代モ デルによる花粉流入量への影響は少ないと推測される. 後述するが、カラマツ属の出現が開始する HR-P2 層準 における高木花粉の堆積量を森林域(高値)と非森林 域(低値)を判別する閾値とした.

4. 分析結果

以下に, TR2 地点と HB-1 地点における各種分析の 結果について述べる.

4-1 TR2 地点の花粉分析

図2にTR2地点における花粉組成図を示す.この地 点では,深度289~290 cmの試料を除き,深度229 ~230 cmより下位の試料では花粉・胞子化石がほと んど検出されなかった.主要な樹木花粉の出現傾向を 基に,下位よりTR2-1~5の5花粉帯に区分した.な お,樹木花粉の総数が200個以上の試料は,花粉の出 現率がほぼ安定していると仮定した.花粉帯の深度は, 分析試料の下限と上限深度で示した.以下は,各花粉 帯の特徴について述べる.

TR2-1帯(深度220~194.5 cm):落葉広葉樹の クマシデ属 Carpinus の比率が高く、ツツジ科 Ericaceae も低率であるが、連続して出現する.針葉樹はツガ属 Tsuga が多く、下部ではマツ属 Pinus,モミ属 Abies の 出現率がやや高い.非樹木花粉ではイネ科 Gramineae, カヤツリグサ科 Cyperaceae,ヨモギ属 Artemisia が 10 ~20% 出現する.シダ胞子では、単条溝型シダ類胞子 Monolete fern spore の比率が高く、下部でコケスギラン 胞子 Selaginalla Selaginoides も高率で出現する.花粉・ 胞子総出現率では樹木花粉が 50% 以下である.

TR2-2帯(深度194.5~154.5 cm):落葉広葉樹の コナラ亜属 Quercus subgen. Lepidobalanus とクマシデ 属が主要素で、ブナ属 Fagus とクリ属-シイ属 Castanea-Castanopsis は低率であるが、連続的に出現する。針 葉樹の花粉化石は連続して出現するが、10%以下であ る. 非樹木花粉の組成は前帯とほぼ同様である. シダ 類胞子ではコケスギランが低率ではあるが、連続して 出現する. 花粉・胞子化石の総出現率は樹木花粉の比 率が 50% 前後になる.

TR2-3帯(深度154.5~84.5 cm):コナラ亜属と クマシデ属,その他の落葉広葉樹類が優占する.一方, 針葉樹の花粉化石の出現率はおおむね減少する.非樹 木花粉のハンノキ属は,本帯での出現率が最も高い. シダ類胞子は前帯より減少し,コケスギラン胞子は出 現しなくなる.花粉・胞子総出現率の変動が大きい.

TR2-4帯(深度84.5~24.5 cm):コナラ亜属,ク マシデ属,カバノキ属Betulaなどの落葉広葉樹の花粉 化石が優占し,モミ属やツガ属,トウヒ属Piceaなどの 針葉樹の花粉化石の出現が増加する.非高木花粉では ハンノキ属の出現率が減少する.シダ類胞子では,単 条溝型シダ類胞子が高出現率となる.花粉・胞子総出 現率ではシダ類胞子の比率が高く,樹木花粉は30%程 度に低下する.

TR2-5帯(深度20~3 cm):マツ属が優占し,ツガ 属やモミ属,トウヒ属などの針葉樹の花粉化石がこれ に随伴する.落葉広葉樹の花粉化石は低率になる.非 樹木花粉とシダ類胞子も減少する.

4-2 HB-1A 地点の花粉分析と微粒炭分析4-2-1 HB-1A 地点の花粉組成



プラス(+)は AP 個数が 100 個未満の層準である. 点は 1%以下を示す. 黒と灰色は,それぞれ AP 個数が 400 個以上と 400 ~ 100 個の層準を示す.

Black and gray bars show that total of AP in the sample were counted over 400 and between 400 to 100 grains, respectively. Plus marks represent that total of AP were counted under 100 Fig. 2. Diagram of pollen percentage at TR2 site, Hiroppara bog grains in the sample. Circles indicate percentages < 1%.



図2(続き) 広原湿原における TR2 地点の花粉組成図 Fig. 2 (continued). Diagram of pollen percentage at TR2 site, Hiroppara bog



図3にHB-1Aコアから得られた花粉組成図を示す. 花粉分析の結果から,花粉化石では84分類群,胞子化 石は4分類群を同定した.高木花粉のクラスター分析 の結果を基に,下位より6花粉帯(HB)に区分した. さらに,HB-4帯はaとbの2亜帯に細分した.以下は, 各花粉帯の特徴について述べる.

HB-1帯 (深度 326.0 ~ 73.0 cm):マツ属単維管束 亜属 *Pinus* subgen. *Haploxylon* が 38 ~ 16%, ツガ属が 26 ~ 11%, トウヒ属が 24 ~ 8% と, 針葉樹花粉が優 占する. 落葉広葉樹ではカバノキ属が最大で 25.4% と 安定的な出現率となり,コナラ亜属は本帯上部で急増 するが目立つ. 草本花粉およびシダ類胞子は全体的に 高率である. とくに,コケスギランが上部に向かって 増加傾向である.

HB-2帯(深度 326.0 ~ 166.5 cm):カバノキ属が 最大51%と高率で、マツ属単維管束亜属やトウヒ属、 ツガ属は上部に向かって減少傾向を示す.また、落葉 広葉樹の花粉化石は低率であり、上部でコナラ亜属が わずかに増加するのが目立つ.草本花粉とシダ類胞子 では、コケスギランが最大で 37%と高率となり、カヤ ツリグサ科とキンポウゲ科 Ranunculaceae が下部で増加 する.

HB-3帯(深度166.5~134.5 cm):カバノキ属が 下部で最大73.2%となる。前帯で優占していたカバノ キ属と針葉樹は上部に向かって減少傾向を示す。コケ スギランとセリ科 Umbelliferae が下部で減少する。カヤ ツリグサ科は上部に向かって減少する。単条型胞子が 最上部にて急激に増加し、最大で71%となる。

HB-4帯(深度134.5~18.0 cm):コナラ亜属が 18.5~60%と優占する.クマシデ属-アサダ属 Carpinus-Ostryaとニレ属-ケヤキ属 Ulmus-Zelkova はそれぞ れ最大で16.7%と11.4%となる.草本花粉の割合は 低率である.シダ類胞子は高率となる.なお,本帯は 4aと4bの2つの亜帯に細分される.HR-4a帯(深度 134.5~74.0 cm)では亜寒帯性針葉樹の花粉化石は 低出現率であり,HR-4b帯(深度74.0~18.0 cm)で はツガ属が22.9%,スギ属 Cryptomeria が10.8%,モ ミ属が9.7%と温帯性針葉樹の増加が目立つ.

HB-5帯(深度18.0~6.0 cm):マツ属複維管束 亜属 *Pinus* subgen. *Diploxylon* が最大で70.5%と高率を 示す.一方,コナラ亜属は著しく減少する. ミズゴケ *Sphagnum* が最上部で 29.3% となる.

HB-6帯(深度 6.0 ~ 0 cm): カラマツ属 Larix が 11.4~15.2%と急激に増加する。前帯で優占したマツ 属複維管束亜属は最大で 63.7%と依然として高率であ る。

4-2-2 HB-1A 地点の高木花粉と微粒炭の年間堆積量

図4にPARtとMCARを示す.HR-2帯ではカラマ ツ属が出現し,さらにHR-P2 試料ではPARtの急激 な減少が認められたことから,AD1918年以降の広 原湿原周辺における森林伐採とカラマツの植林を示し ている.したがって,湿原周辺における過去の森林域 と非森林域を判別する重要な閾値として,本研究では HR-P2 試料の PARt 値を用いた.

過去3万年間における広原湿原のPARt は著しく変 動しており(図4),約20 ka cal BP 以前のPARt は閾 値を大きく下回る.約20~17 ka cal BP には急激に 増加し,約17~14 ka cal BP には閾値を大きく上回 るようになる.約13~11 ka cal BP に PARt 値の一時 的かつ急減が認められる.その後,約11 ka cal BP 以 降のPARt 値は,約3 ka cal BP 以降の僅かな減少を除 けば,継続的に閾値を超える.また,微粒炭の年間堆 積量(MCAR)の変動はPARt のものと一致する(図4). すなわち,約30~20 ka cal BP には微粒炭は全く検 出されない.約20 ka cal BP 以降のMCAR 値は増加し, 約13~11 ka cal BP に一時的な減少が検出された.

5. 考察

5-1 局地花粉帯の設定

各地点における花粉帯の特徴から,広原湿原にお ける局地花粉帯 HR-1 ~ 6を設定した(図5).なお, 各花粉帯の年代は,湿原堆積物が連続的に採取でき, Yoshida et al. (2016)によって年代モデルが示された HB-1A コアの堆積速度を基にして求めた.HB-1A コ アのみに認められ,針葉樹花粉とカバノキ属の出現 する花粉帯 HB-1を HR-1帯(約30.0~27.5 ka cal BP),カバノキ属の優占と針葉樹花粉の出現から花粉帯 HB-2を HR-2帯(約27.5~16.2 ka cal BP),カバノ キ属の高率と針葉樹花粉の減少で特徴づけられる花粉 帯 HB-3を HR-3帯(約16.2~11.2 ka cal BP)とし た.コナラ亜属の急増と落葉広葉樹花粉の優占から花



図 4 広原湿原における HB-1A 地点の高木花粉と微粒炭の年間堆積量

灰色部分は晩氷期における再寒冷化イベントを示す。黒と白の三角形は、それぞれ較正年代と地域的な花粉スペクトルによる年代 値を示す。NGRIP の酸素同位体変動曲線は Anderson et al. (2004) に基づいた。ヤンガードリアス寒冷化イベント(12.4 ~ 11.7 ka cal BP, Stuiver and Grootes, 2000). Yoshida et al. (2016) に加筆した。

Fig. 4. Accumulation rates for tree pollen and micro-charcoal at HB-1A site, Hiroppara bog Gray shading shows a cold reversal event during the Last Glacial Termination. Black and white triangles show age-control points determined by calibrated ages and regional pollen spectra, respectively. Oxygen isotope curve in NGRIP is modified from Anderson et al. (2004). YD; Younger Dryas event (12.4-11.7 ka cal BP, Stuiver and Grootes, 2000). The figure is modified from Yoshida et al. (2016).

粉帯 TR2-1~3と HB-4aを HR-4a帯(約11.2~2.9ka cal BP)とし、モミ属やツガ属、スギ属などの温帯性 針葉樹の花粉化石の出現から花粉帯 TR-4と HB-4bを HR-4b帯(約2.9~0.7 ka cal BP)とした。また、 マツ属複維管束亜属の急増と優占から花粉帯 TR-5と HB-5を HR-5帯(約0.7 ka cal BP~AD1918年), カラマツ属の増加から花粉帯 HB-6を HR-6帯(AD1918 年~現在)とした。

5-2 年代値と花粉組成からみた広原湿原堆積物の最下 部における年代推定

広原湿原の花粉分析データは、最終氷期以降の中部

高地における植生変遷を記録していた(図2・3).佐 瀬ほか(2015)は、HB-1Aコアに姶良Tn火山灰(AT) に類似したバブルウォール型火山ガラスが検出される ことから、コア最下部の年代がMIS3(>30 ka cal BP) まで遡るとしている.しかしながら、コア試料の最下 部では¹⁴C年代測定やテフラによる年代値は得られて おらず、コア試料には一次堆積物としてのテフラ層や 火山ガラス濃集層は認められていない.また、佐瀬ほ か(2015)では、火山ガラスの屈折率や密度などは示 されていない.さらに、ATの降灰年代を約26~29ka cal BPとされているが、最新データでは29~30ka cal BPとして見直しがなされている.例えば、Miyairi



図 5 広原湿原における局地花粉帯の設定 Fig. 5. Establishment of local pollen zones at Hiroppara bog

et al. (2004) は九州南部の入戸火砕流堆積物の直下に おける炭化物について AMS¹⁴C 年代測定を行い, AT の 降灰年代を約 29ka cal BP と指摘している. Smith et al. (2013) は,福井県水月湖の年編堆積物の計測から, AT の降灰年代を 30.009±189 SG062012 ka BP と報 告している.

HB-1A コアでは、長野県野尻湖でも認められる約27 ~ 29 ka cal BP (AT 降灰後の湖沼堆積物)における コナラ亜属の花粉化石の増加が検出される (Kudo and Kumon, 2012). これらの結果を総合的に解釈すると, バブルウォール型火山ガラスが AT に由来する可能性は あるが、年代値や堆積相から見ても、広原湿原のコア 試料に含まれる火山ガラスは二次堆積物である.した がって、広原湿原の花粉分析データは、少なくとも AT 降灰年代前後である約3万年前まで遡ることができる ものと推定される.

5-3 過去3万年間の中部高地における植生変遷と気候 変動

5-3-1 約3~2万年前における高山帯の植生景観 HR-1帯期(約30~27.5 ka cal BP)とHR-2帯期 (約27.5~16.2 ka cal BP)には、カバノキ属とマツ 属単維管束亜属が優占する(図3).これにツガ属やト ウヒ属、モミ属などの針葉樹の花粉化石が伴う.那須 ほか(1999)やNoshiro et al. (2004)は、長野県軽 井沢の埋没林における大型植物化石から、林床にハイ マツが覆っていたことを指摘している.この時期にお けるマツ属単維管束亜属の花粉化石はハイマツに由来 する可能性が高い.一方、30~20 ka cal BPにおける HB-1AコアのPARt は閾値を大きく下回る(図4).さ らに、この時期には高山帯の草原や岩塊斜面に生育す るコケスギランの胞子化石が多量に産出した.したがっ て、約30~20 ka cal BPの広原湿原周辺は高山帯に 位置しており、ハイマツや高山草原、裸地が覆ってい



1. Siberian dwarf pine 2. Alpine meadows 3. Spikemoss 4. Boreal conifers (*Picea, Abies, Tsuga* etc.)

5. Betula 6. Marsh meadows (Cyperaceae, Gramineae etc.) 7. Deciduous oak and Japanese hornbeam

8. Temperate conifers (Tsuga, Abies, Cryptomeria etc.) 9. Japanese red pine 10. Larch

図 6 旧石器時代以降の中部高地における植生変遷と気候変動の模式図 Yoshida et al. (2016)を加筆した. Fig. 6. Models for vegetation and climate changes since the Palaeolithic period in central highland, Japan The figure is modified from Yoshida et al. (2016).

たものと考えられる (図6).

津田(1990)は、長野県入笠山の大阿原湿原(標高1,800 m)における高木花粉と非高木花粉の比率から、最終氷期には高標高部でも森林が存在していた可能性を指摘している.しかし、最終氷期極相期(LGM,約23~19 ka cal BP; Clark and Mix, 2002)における広原湿原の高山帯の植生景観は、中部日本の様々な古環境データから支持される。例えば、中央アルプスにおける化石周氷河地形は、最終氷期極相期の森林

限界が標高1,000m付近まで低下したことを示してい る(柳町, 1987;小疇, 1988). 長野県野辺山高原の 矢出川遺跡(標高1,400 m)における花粉分析データ は,最終氷期極相期に森林が消滅し,ハシバミ属の低 木林と高山草原が広がっていたことを示している(安 田,1981,1982). したがって,約30~20ka cal BP には気候の寒冷化に伴い,広原湿原周辺の森林限界は 約1,000~1,400mに低下していたと考えられる(図 6).

5-3-2 約2~1.1 万年前の温暖化による森林限界の上 昇と再寒冷化イベント

HR-3帯期(約16.2~11.2 ka cal BP)ではカバ ノキ属が高率を示し、これにマツ属単維管束亜属やト ウヒ属, ツガ属が随伴する (図3). さらに, HR-2帯 期の半ばまで高率であったコケスギランの胞子化石は HR-3帯期になると著しく減少する。これら広原湿原 の花粉分析データは、晩氷期になり(約18~8 ka cal BP),世界的に気候が温暖化したことで、中部高地の 森林植生が劇的に変化したことを示している。HB-1A コアの PARt は約 20 ka cal BP 以降になると閾値と同 等となり、約17~14 ka cal BP には閾値を大きく上 回るようになる (図4). すなわち,森林限界は約20 ka cal BP には標高 1,400m 付近に達し,約 17~14 ka cal BP 以降にはカバノキ属と亜高山帯性のトウヒ属 やツガ属を主とする針葉樹の混交林が広原湿原周辺を 覆ったものと考えられる(図6).また、福井県水月湖 の花粉分析データは、約15~14 ka cal BP に落葉広 葉樹林の拡大を示している。したがって、広原湿原周 辺における 17 ka cal BP 以降の森林化は局所的なもの ではなく、北半球の気候変動の影響を受けたものであ る.

約 13 ~ 11 ka cal BP になると, PARt 値は閾値を下 回り,この時期に中部高地の森林限界が一時的に低下 した可能性が高い(図4).この時期の東アジアにおけ る多くの古気候データには、北大西洋地域のヤンガー ドリアス (YD; 12.4 \sim 11.7ka cal BP; Stuiver and Grootes, 2000) と一致する再寒冷化イベントが記録さ れている. (Yoshida and Takeuti, 2009). 例えば、中 国南部 Hulu Cave の石筍を用いた高時間分解の酸素同 位体比変動は、YD の影響により東アジアモンスーン の弱体化が生じ、夏季の降水量が減少したことを記録 している (Wang et al., 2001). 福井県水月湖の年縞 堆積物における花粉組成に基づく定量的な気候復元は, 12.3 ~ 11.2 ka cal BP に小規模な再寒冷化イベント が生じたことを示している (Nakagawa et al., 2003, 2005, 2006). このように広原湿原周辺の森林限界の 一時的な低下時期は、東アジアの古気候データと一致 しており、ヤンガードリアス寒冷化イベントに対比さ れる可能性が高い.

5-3-3 約1.1 万年前以降の落葉広葉樹林と人間活動の 影響

HR-4帯期(約11.2~0.7 ka cal BP)はコナラ亜属 とクマシデ属を主とする落葉広葉樹の花粉化石の高率 で特徴づけられる(図2・3). 完新世の開始(約11.7 ka cal BP, Walker et al., 2009)はHR-4a帯期の初頭 におけるコナラ亜属の急増に示されている. この時期 の PARt 値の変動は安定的であり,継続的に閾値を上回 る(図4). このことから,完新世の広原湿原周辺では 森林が継続的に覆い,約11.2 ka cal BP に晩氷期の終 焉に伴ってカバノキ属と亜高山帯性針葉樹の混交林か らコナラ亜属を主体とする冷温帯性落葉広葉樹林へと 急速に変化したと考えられる(図6). また HR-4a帯期 におけるコナラ亜属の優占林は,完新世初頭~中期の 温暖期を示している可能性がある.

HR-4b 帯期(約2.9~0.7 ka cal BP)にはスギ属や 温帯性のツガ属,トウヒ属などの針葉樹の花粉化石が 増加する.この時期になると大量の微粒炭が検出され, 広原湿原周辺において山火事が発生した可能性が高い. 一般に,完新世後期での温帯性針葉樹林の拡大は,気 候の冷涼化・湿潤化を示すものと考えられてきた(Tsukada,1988).しかし,山火事の発生頻度は,気候の温 暖化と乾燥化との関係性が指摘されている(Bowman et al., 2009).すなわち,温帯性針葉樹林の拡大期が 示す冷涼化・湿潤化は,山火事の増加が示す気候の温 暖化・乾燥化と大きく矛盾している.広原湿原におけ る MCAR の変動は,温帯性針葉樹の花粉化石の増加期 よりも僅かに先行する(図4).すなわち,温帯性針葉 樹林の拡大の原因は,気候の冷涼化・湿潤化ではなく, 山火事による撹乱が増加した可能性がある(図6).

HR-5 帯期(約0.7 ka cal BP ~ AD1918年)には マツ属複維管東亜属の花粉化石が高率となる(図2・ 3). その後,HR-6 帯期(AD1918年以降)には,カラ マツ属の花粉化石の増加が見られ,AD1918年のカラ マツ植林に由来するものと考えられる(図6).完新世 後期におけるマツ属複維管東亜属の花粉化石の急増は, 日本全国の花粉分析データで認められ,人間活動によ る森林伐採が生じ,アカマツ二次林が拡大したものと 考えられる(Tsukada,1988; Sasaki and Takehara, 2011,2012;吉田・鈴木,2013).約0.7 ka cal BP 以 降の PARt 値は不安定になり,完新世初頭や中期よりも 低くなる (図4). したがって、広原湿原周辺の森林は、 建築資材や木炭の生産ために、継続的に伐採されたと 考えられる (図6).

6. 結 論

長野県広原湿原の堆積物における花粉分析と微粒炭 分析から、過去3万年前以降の中部高地の植生変遷と 気候変動が明らかとなった. すなわち,約30~20 ka cal BP には最終氷期の寒冷化により森林限界が低下し、 中部高地ではハイマツや草原、裸地などの高山帯の植 生景観が広がっていた。約20~11.2 ka cal BP には, 晩氷期における温暖化によって森林限界が上昇し,カ バノキ属と亜高山帯針葉樹の混交林に覆われるように なった。約11.2~2.9 ka cal BP には,最終氷期の終 焉による急激な温暖化によって, コナラ亜属やクマシ デ属を主体とする冷温帯性針葉樹林となった。約2.9 ~0.7 ka cal BP にはスギ属やツガ属, トウヒ属などの 温帯性針葉樹林が分布を拡大し、約0.7 ka cal BP~ AD1918年には森林への人為的干渉によるアカマツ二 次林が増加した.その後,AD1918年以降には森林伐 採が盛んに行われ、広原湿原の周辺ではカラマツ植林 となった.

謝辞

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

引用文献

Andersen, K. K., Azuma, N., Barnola, J. M., Bigler, M.,
Biscaye, P., Caillon, N., Chappellaz, J., Clausen, H. B.,
Dahl-Jensen, D., Fischer, H., Flückiger, J., Fritzsche, D.,
Fujii, Y. Goto-Azuma, K., Grønvold, K., Gundestrup, N.
S., Hansson, M., Huber, C., Hvidberg, C. S., Johnsen,
S. J., Jonsell, U., Jouzel, J., Kipfstuhl, S., Landais,

A., Leuenberger, M., Lorrain, R., Masson-Delmotte,
V., Miller, H., Motoyama, H., Narita, H., Popp, T.,
Rasmussen, S. O., Raynaud, D., Rothlisberger, R., Ruth,
U., Samyn D., Schwander, J., Shoji, H., Siggard-Andersen,
M. L., Steffensen, J. P., Stocker, T., Sveinbjörnsdóttir, A.
E., Svensson, A., Takata, M., Tison, J. L., Thorsteinsson,
Th., Watanabe, O., Wilhelms, F. and White, J. W. C. 2004
High-resolution record of northern hemisphere climate
extending into the last interglacial period. Nature 431
(#7005): 147-151. doi:10.1038/nature02805

- 安間 恵・長岡正利・丹羽俊二・関本勝久・吉川昌伸・ 藤根 久 1990「諏訪湖湖底の構造調査と環境地 質」『地質学論集』36: 179-194
- Bowman, D. M. J. S., Balch, J. K., Artaxo, P., Bond, W. J., Carlson, J. M., Cochrane, M. A., D'Antonio, C. M., DeFries, R. S., Doyle, J. C., Harrison, S. P., Johnston, F. H., Keeley, J. E., Krawchuk, M. A., Kull, C. A., Marston, J. B., Moritz, M. A., Prentice, I. C., Roos, C. I., Scott, A. C., Swetnam, T. W., van der Werf, G. R. and Pyne, S. J. 2009 Fire in the earth system. Science 324 (#5926): 481-484. doi: 10.1126/science.1163886
- Bronk Ramsey, C., 2009. Bayesian analysis of radiocarbon dates. Radiocarbon 51 (1): 337-360.
- Clark, P. U. and Mix, A. C. 2002. Ice sheets and sea level of the Last Glacial Maximum. Quaternary Science Reviews 21 (1-3): 1-7.
- Faegri, K. and Iversen, J. 1989 In: Faegri, K., Kaland, P. E., Krzwinsli, K. (Eds.), Textbook of pollen analysis. 4th ed. The Blackburn press, New Jersey.
- Grimm, E., C. 1987 CONISS: A Fortran 77 program for stratigraphically constrained cluster analysis by the method of incremental sum squares. Computers & Geosciences 13 (1): 13-35.
- Hori, S. 1957 Pollen analytical studies on bogs central Japan, with special reference to the climatic changes in the alluvial age. The Japanese Journal of Botany 16: 102-127.
- Japan Meteorological Agency. 2014 http://www.jma.go.jp/jma/ index.html [19 May 2014]
- 叶内敦子・杉原重夫 2007「長野県霧ヶ峰,八島ヶ原 湿原堆積物の花粉分析」『環境史と人類』1:123-133

- Kannari, T., Nagai, M. and Sugihara, S. 2014 The effectiveness of elemental intensity ratios for sourcing obsidian artefacts using energy dispersive X-ray fluorescence spectrometry: a case study from Japan. In: Ono, A., Glascock, M. D., Kuzmin, Y. V., Suda, Y. (eds.) Methodological issues for characterisation and provenance studies of obsidian in northeast Asia, (BAR International Series 2620). Archaeopress, Oxford, pp 47-66.
- 小疇 尚 1988「第四紀後半の日本の山地の地形形成環 境」『第四紀研究』26 (3): 255-263
- Kudo, Y. and Kumon, F., 2012. Paleolithic cultures of MIS3 to MIS1 in relation to climate changes in the central Japanese islands. Quaternary International 248: 22-31. doi:10.1016/ j.quaint.2011.02.016
- 宮脇 昭編著 1987『日本植生誌6 中部』,604p., 至文堂,東京
- Miyairi, Y., Yoshida, K., Miyazaki, Y., Matsuzaki, H. and Kaneoka, I. 2004 Improved ¹⁴C dating of a tephra layer (AT tephra, Japan) using AMS on selected organic fraction. Nuclear Instruments and Methods in Physics Research B 223-224: 555-559 doi: 10.1016/j.nimb.2004.04.103
- 守田益宗 1984「東北地方の亜高山帯における表層 花粉と植生の関係について」『第四紀研究』23 (3): 197-208
- Morita ,Y. 1985 Pollen diagrams of some peat moors in the subalpine zone in the Shinshu District, Japan. Ecological Review 20: 301-307.
- 守田益宗 2004「北海道東端ユルリ島における表層堆 積物の花粉スペクトル」『植生史研究』13 (1): 3-12
- 那須浩郎・百原 新・沖津 進1999「軽井沢の化石蘚 苔類群集から復元した晩氷期針葉樹林の分布立地」 『植生史研究』7(2): 71-80
- Nakagawa, T., Kitagawa, H., Yasuda, Y., Tarasov, P. E., Nishida, K., Gotanda, K., Sawai, Y. and Yangtze River Civilization Program Members, 2003. Asynchronous climate changes in the North Atlantic and Japan during the Last Termination. Science 299 (#5607): 688–691. doi: 10.1126/science.1078235
- Nakagawa, T., Kitagawa, H., Yasuda, Y., Tarasov, P. E., Gotanda, K. and Sawai, Y. 2005 Pollen/event stratigraphy of the varved sediment of Lake Suigetsu, central Japan

from 15,701 to 10,217 SG vyr BP (Suigetsu varve years before present): description, interpretation, and correlation with other region. Quaternary Science Reviews 24 (14-15): 1691–1701. doi:10.1016/j.quascirev.2004.06.022

- Nakagawa, T., Tarasov, P. E., Kitagawa, H., Yasuda, Y. and Gotanda, K. 2006 Seasonally specific responses of the East Asian monsoon to deglacial climate changes. Geology 34: 521–524. doi: 10.1130/G21764.1
- Noshiro, S., Suzuki, M., Tsuji, S. 2004 Latest Pleistocene forests buried by Asama tephra in the Minami-Karuizawa basin, central Japan. Japanese Journal of Historical Botany 13 (1): 13-23.
- 大嶋秀明・徳永重元・下川浩一・水野清秀・山崎晴雄 1997「長野県諏訪湖湖底堆積物の花粉化石群集と その対比」『第四紀研究』36 (3): 165-182
- Reimer, P. J., Bard, E., Bayliss, A., Beck, J. W., Blackwll, P. G., Bronk Ramsey, C., Buck, C. E., Cheng, H., Edwards, R. L., Friedrich, M., Grootes, P. M., Guilderson, T. P., Haflidason, H., Hajdas, I., Hatté, C., Heaton, T. J., Heaton, T. J., Hoffmann, D. L., Hogg, A. G., Hughen, K. A., Kaiser, K. F., Kormer, B., Manning, S. W., Niu, M., Reimer, R. W. Richards, D. A., E Scott, M., Southon, J. R., Staff, R. A., Turney, C. S. M. and van der Plicht, J., 2013. IntCall3 and Marine13 radiocarbon age calibration curves, 0-50,000 years cal BP. Radiocarbon 55: 1869-1887
- 阪口 豊 1989「尾瀬ヶ原の自然史」中央公論社,東京 酒井潤一・国信ゆかり 1993「溶岩台地湿原の花粉化 石」男女倉遺跡群分布調査団編『長野県黒耀石原産
- 地遺跡分布調査報告書(和田峠・男女倉谷)III』: 30-34,和田村教育委員会
- 酒井潤一 1996「男女倉付近の黒耀石と上部更新統」 男女倉遺跡群分布調査団編『和田村の黒耀石をめぐ る課題-原産地遺跡分布調査を終えて-』:4-17, 和田村教育委員会
- Sasaki, N. and Takahara, H. 2011 Late Holocene human impact on the vegetation around Mizorogaike pond in northern Kyoto basin, Japan: a comparison of pollen and charcoal records with archaeological and historical data. Journal of Archaeological Science 38 (6): 1199-1208. doi:10.1016/j.jas.2010.12.013

Sasaki, N. and Takahara, H. 2012 Fire and human impact on
the vegetation of the western Tamba Highlands, Kyoto, Japan during the late Holocene. Quaternary International 254: 3-11. doi 10.1016/quaint.2010.12.003

- 佐瀬 隆・細野 衛・公文富士夫 2015「長野県長和町, 広原湿原地域におけるササ類の地史的動態と黒ボク 土層生成史」『資源環境と人類』5:1-18
- 柴田 治 1994「八ヶ岳の植生」『Urban Kubota』33: 54-57
- Shimada, K. 2012 From gathering to mining: Prehistoric human activities around obsidian sources in central Japan. Archeometriai Mühely 4 : 229-245.
- Stuiver, M. and Grootes, P. M. 2000 GISP2 oxygen isotope ratios. Quaternary Research 53 (3): 277-284.
- Smith, V. C., Staff, R. A., Blockley, S. P. E., Bronk Ramsey, C., Nakagawa, T., Mark, D. F., Takemura, K., Danhara, T. and Suigetsu 2006 Project Members. 2013 Identification and correlation of visible tephras 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 doi: 10.1016/j.quascirev.2013.01.026
- 竹岡政治 1991「長野県上伊那郡大阿原湿原の花粉分 析」『京都府立大学農学部演習林報告』35:35-39

地質調査総合センター 2014 https://gbank.gsj.jp/ geonavi/ [19 May 2014]

- 津田美弥子 1990「長野県入笠山大阿原湿原堆積物の 花粉分析」『第四紀研究』29 (5): 439-446
- Tsukada, M. 1967 Vegetation and climate around 10,000 B. P. in central Japan. American Journal of Science 265: 562-585.
- Tsukada, M. 1988 Glacial and Holocene vegetation history-20 ky to present III.4 Japan. In: Huntley, B., Webb III, T. (Eds.), Vegetation History. pp.459-518., Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.
- Walker, M., Johnsen, S., Rasmussen, S. O., Popp, T., Steffensen, J. P., Gibbard, P., Hoek W., Lowe, J., Andrews, J., Björck, S., Cwynar, L. C., Hughen, K., Kershaw, P.,

Kromer, B., Litt, T., Lowe, D. J., Nakagawa, T., Newnham, R. and Schwander, J. 2009 Formal definition and dating of the GSSP (Global Stratotype Section and Point) for the base of the Holocene using the Greenland NGRIP ice core, and selected auxiliary records. Journal of Quaternary Science 24 (1): 3-17. doi: 10.1002/jqs.1227

- Wang, Y. J., Cheng, H., Edwards, R. L., An, Z. S., Wu, J. Y., Chen, C. C. and Dorale, J. A. 2001 A high-resolution absolute-dated Late Pleistocene monsoon record from Hulu Cave, China. Science 294: 2345–2348. doi: 10.1126/ science.1064618
- 柳町 治 1987「氷河・周氷河地形からみた中部日 本における最終氷期の気候」『第四紀研究』25 (4): 295-303
- 安田喜憲 1981「長野県矢出川遺跡群の古環境復元報 告(1)」明治大学考古学教室編『報告・野辺山シン ポジウム 1980』:13-26
- 安田喜憲 1982「長野県矢出川遺跡群の古環境復元報 告(2)」明治大学考古学教室編『報告・野辺山シン ポジウム 1981』: 50-60
- 安田喜憲・成田健一 1981「日本列島における最終氷 期の植生図復元への一資料」『地理学評論』54 (7): 369-381
- 安田喜憲 1983「堆積物の各種分析からみた最終氷期 以降の気候変動」『気象研究ノート』147: 613-626
- Yoshida, A. and Takeuti, S. 2009 Quantitative reconstruction of palaeoclimate from pollen profiles in northeastern Japan and the timing of a cold reversal event during the last termination. Journal of Quaternary Science 24 (8): 1006-1015. doi: 10.1002/jqs.1284
- 吉田明弘・鈴木三男 2013「宮城県多賀城跡の高精度 植生復元からみた古代の森林伐採と地形形成への影 響」『季刊地理学』64 (4): 155-172
- Yoshida, A., Kudo, Y., Shimada, K., Hashizume, J. and Ono, A. 2016 Impact of landscape changes on obsidian exploitation since the Palaeolithic in the central highland of Japan. Vegetation History and Archaeobotany, 25: 45-55.

Vegetation history and climate change during the past 30,000 years from pollen and micro-charcoal records at Hiroppara bog, Central Japan

Akihiro Yoshida^{1*}, Atsuko Kanauchi², Chiho Kamiya²

We have reconstructed vegetation and climate changes covering the last 30,000 years at the central highland in Japan, using the well-dated pollen and micro-charcoal records from the Hiroppra bog. The pollen and micro-charcoal records at the site show that alpine vegetation, such as patches of *Pinus pumila* (dwarf Siberian pine) and alpine meadows with rocky areas surrounded the site during ca. 30-17 ka cal BP. At ca. 17 ka cal BP the growth of woodland began due to a rise of alpine tree line elevation corresponding to the deglacial warming. The pollen record at the sites shows that mixed woodland consisting of *Betula* (birch) and boreal conifers covered the area during ca. 17-11.2 ka cal BP. At ca. 13-11 ka cal BP the alpine tree line in this region descended temporarily which can be attributed to the sudden cooling of the Younger Dryas event (12.4-11.7 ka cal BP). Dense mixed oak woodland flourished under warm climate during 11.2-2.9 ka cal BP. The temperate conifers expanded during ca. 2.9-0.7, and it is likely they were frequently disturbed by fire events. During ca. 0.7 ka cal BP-AD1918, secondary woods of *Pinus densflora* (Japanese red pine) increased as a result of extensive human activity. After AD1918 *Larix kaempferi* (larch) were planted in the area.

Keywords: pollen; micro-charcoal; Hiroppara bog; central Japan.

¹ Faculty of Law, Economics and Humanities, Kagoshima University

² Center for Obsidian and Lithic Studies, Meiji University

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

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-

佐瀬 隆^{1*} · 細野 衛²

要 旨

霧ヶ峰高原の西方の標高 1400 m 付近の山地帯に位置する広原湿原の堆積層と隣接陸域の土壌層の植物珪酸体分析を行い、イネ科植物相の地史的動態から海洋酸素同位体ステージ(MIS)3以降の古環境の変遷を論じた.MIS3の広原湿原周辺はイチゴツナギ亜科、ササ、ヌマガヤなどからなるイネ科植物相が成立する亜高山帯にあって、湿原域では有機質層を挟みながら砂礫泥が堆積し、陸域では植被の点在する準裸地的環境が卓越した.MIS2 はササが希薄でイチゴツナギ亜科が極めて優勢なイネ科植物相が成立する亜高山帯上部~高山帯にあり、湿原域では砂礫泥の堆積が卓越する状況から泥炭の堆積が卓越する状況へ変化し、陸域では植被に乏しい裸地的環境に推移した。MIS1 に入り、広原湿原域は山地帯へ移行し、湿原域では低層湿原的環境から中間湿原的環境へ移り変わる中、泥炭が堆積し、一方、陸域ではササと非タケ亜科イネ科植物が拮抗する草原的植生の下で黒ボク土層が生成を開始した。ササ類は MIS3 でミヤコザサ節を主体としたが、MIS2 では極めて希薄となり、MIS1 になってチマキザサ節が優勢となったことから、現在、100 cm 近い最大積雪深を見る広原湿 原周辺地域は、MIS3 において最大積雪深が 50 cm を満たさず、MIS2 ではさらに寡雪になったことが推定される。

キーワード:広原湿原、イネ科植物相、完新世、黒ボク土層、最終氷期、植物珪酸体、ササ類

1. はじめに

広原湿原は中山道和田峠から北北東へ1.4 km ほど 離れた標高1400 m 付近に位置する.その周辺には 幾つもの遺跡が分布し,それらは総称して「広原遺跡 群」と呼ばれる(橋詰ほか,2013;島田ほか,2014, 2016).これらの遺跡を残した人類活動と当時の環境 の相互関係を解明するために「広原(ひろっぱら)湿原 および周辺遺跡に関する考古・古環境調査」(小野ほか 編,2016)が,文部科学省私立大学戦略的研究基盤形 成支援事業(平成23年~平成27年)「ヒトー資源環 境系の歴史的変遷に基づく先史時代人類誌の構築」(研 究代表者:小野昭)の一環として実施されてきた.本 稿は,その調査において採取された湿原堆積層と隣接 陸域土壌層について行った植物珪酸体分析(細野ほか, 2013;佐瀬ほか, 2013, 2015)をまとめたものである.

2. 調査地域の植生と気候の概要

広原湿原は広原小丘側から対面側に向かい100~ 150‰の勾配でせり上がり,"傾斜湿原"の様相を呈 する(図1).湿原には5つの谷(便宜的に南西の谷 から反時計回りに Val.1~Val.5と呼ぶ:図1)の流 入が見られるがいずれも平時に地上の水流は認められ ず,伏流水が湿原を涵養していると考えられる.涵養 水は湿原の北西部で集まり明瞭な地上流となって広原 小丘と湿原北面の鞍部状せり出部間の狭窄域(流出口 を Dr.と呼ぶ:図1)から急勾配で流下して和田川に

¹ 北方ファイトリス研究室

² 東京自然史研究機構

^{*} 責任著者:佐瀬 隆 (saze@opal.plala.or.jp)



図1 広原湿原の位置(島田ほか, 2016と国土地理院ホームページ://www/gsi/go/jp をもとに作成) Fig. 1. Location of the Hiroppara bog (after Shimada et al., 2016 and the Japanese GSI website://www/gsi/go/jp)

合流する.

広原湿原を取り囲む陸域ではカラマツ Larix kaempferi を主とした植林地で、ミズナラ Quercus crispula, ハリ ギリ Kalopanax septemlobus などの落葉広葉樹が混在し、 その林床にはクマイザサ Sasa senanensis (チマキザサ節 Eusasa) が優占している(佐瀬ほか, 2013).長野県中 部における植生の垂直分布は、760~1600 m が山地 帯(落葉広葉樹林)、1600~2400 m が亜高山帯(針 葉樹林)、そして2400 m 以上が高山帯に区分され(宮 脇編著、1985)、これに従えば、調査地域は山地帯上部 に位置し、その自然植生はミズナラなどからなる落葉 広葉樹林と推定される.

広原湿原には、ヌマガヤ Moliniopsis japonica、イワ ノガリヤス Calamagrostis langsdorffii, ヨシ Phragmites australis, ミカズキグサ Rhynchospora alba, エゾアブラ ガヤ Scirpus asiaticus, カサスゲ Carex dispalata, ヒメシ ダ Thelypteris palustris, ミズゴケ類 Sphagnum spp. など からなる草本群落内にシラカバ Betula platyphylla, ノリ ウツギ Hydrangea paniculata,ズミ Malus toringo などの 樹木類が散在する。初夏のころの湿原はカサスゲなど のスゲ類に一面被われるが、夏から秋にかけてはヌマ ガヤ、イワノガリヤスが優勢となり、ミズゴケ類やヨ シの優占する状況は認められない.このような相観か ら広原湿原では中間湿原的植生が卓越していると考え られる.なお,湿原の南域 (Val.1とVal.2の間)には、 隣接陸域からの土砂入流に伴うクマイザサの進入が認 められる (図1の斜線部).

ここで、植物珪酸体分析の主たる対象となるイネ科 植物の分布について触れておく.霧ヶ峰におけるイネ 科植物の分布調査によると、山地帯で草原状に優占す るススキ Miscanthus sinensis は標高が上がるにつれて減 少し、亜高山帯ではイチゴツナギ亜科 Pooideae ノガリ ヤス属 Calamagrostis (イワノガリヤスなど) が優占す るようになる(西村ほか,1997).イチゴツナギ亜科 は寒冷な気候に適応進化したイネ科植物群で、イネ科 植物相に占めるその割合は、緯度が高くなるほど、ま た標高が高くなるほど増加し, 亜寒帯(亜高山帯)上 部以上では、イネ科植物相はほとんどイチゴツナギ亜 科ばかりとなる (Hartly, 1973). したがって, 霧ヶ 峰で確認されるイネ科の垂直分布はイネ科植物の一般 的な分布に対応しているといえる. なお, 霧ヶ峰に分 布するササは、ササ属のチマキザサ節とミヤコザサ節 Crassinodi, スズタケ属 Sasamorpha で, ササ属チシマザ サ節 Macrochlamys は認められない(鈴木ほか, 1981). ササの分布は積雪環境に関係して、ミヤコザサ節は最 大積雪深 50 cm 以下, それ以上ではチマキザサ節, チ シマザサ節が優勢となり、またスズタケ属は同75 cm 以下の地域に見られる(鈴木, 1978).霧ヶ峰の八島ヶ 原湿原付近で 70 cm 程の最大積雪深が観察されている (田口・細田, 2009) が、これは、ササ属ミヤコザサ節、 チマキザサ節そしてスズタケ属が混在する分布状況に 対応しているといえよう. ところで、ササの地理的分 布の北限は亜寒帯に位置するサハリン中部のシュミッ ト線,中部千島のケトイ島にあり,垂直的にも地理的 分布の北限に相当する亜高山帯上部まで分布が見られ る.熱帯を起源とするササが亜寒帯や亜高山帯でも生 育できるのは、積雪の保護により厳冬期の寒さをしの げるからである.

以上のことは、湿原におけるイネ科の構成について もいえる.先に記したように、山地帯の広原湿原では イチゴツナギ亜科のイワノガリヤスなどの他、ダンチ ク亜科のヌマガヤ、ヨシが生育している.同様な状況 は亜高山帯下部の八島ヶ原湿原(標高1600 m)、同中 部の車山湿原(標高1800 m)でも見られる.これより 標高が高い亜高山帯上部以上の湿原は霧ヶ峰にはない ので、北アルプス立山の亜高山帯上部に位置する室堂 平(標高2,400 m)の資料(吉井、1988)を見てみる と、イチゴツナギ亜科コメススキの記載はあるが、ヌ マガヤやヨシはない.また、北海道の湿原資料(橘ほか、 1998;橘、2006;佐藤、2007など)でも、亜高山帯 上部以上にはイチゴツナギ亜科以外のヨシ、ヌマガヤ を含むイネ科の記載を見出だせない.したがって、亜 高山帯上部以上に位置する湿原のイネ科植物相はイチ ゴツナギ亜科でほとんど占められ, 亜高山帯中部以下 の湿原で普通に見られるヨシ, ヌマガヤは亜高山帯上 部以上では少なくとも群落を構成することはないとい えるだろう.

広原湿原(北緯36度9分,東経138度9分,標高 1400 m 地点)のメッシュ気候値(気象庁, 2002)は 年平均気温 6.3 ℃で、これは北海道旭川(6.4 ℃)に ほぼ同じで,稚内(6.8℃)よりやや低く,根室(5.9℃) よりやや高い. また、メッシュ気候値から求めた温量 指数 (WI) は 53.6 ℃・月で, これは旭川 (60.7 ℃・月) より小さく, 稚内(55.3 ℃・月)とほぼ同じ, また根 室(45.3 ℃・月)より大きい. したがって, 広原湿原 地域の温量環境は北海道北部・東部に似ているといえ るが、ススキの草原が成立する広原湿原地域はイネ科 植物の分布的観点からは北海道南部に類似している。 なお,霧ヶ峰の最大積雪深の観測値として八島ヶ原湿 原付近で 70 cm 余が知られる (田口・細田, 2009). 広原湿原における積雪深の観測値はないが、クマイザ サの優勢な植生状況から八島が原湿原域を上回る最大 積雪深が予想される.

3. 分析試料

3-1 湿原堆積層

分析に供したのは,湿原のほぼ中央部に掘られた調 査トレンチ2(TR-2:図1)の東壁面から古環境分析 用にL字アングル法で採取された長さ300 cmの柱状 試料(C列試料:公文,2016)とTR-2の東南角から 2 mほど離れた地点で機械ボーリング(HB-1A:図1) により得られた長さ350 cmのコアである.

3-1-1 TR-2

柱状試料は, 泥炭が卓越する上部(地表~深度160 cm:基本層序(公文,2016.以下同様)の1~5層 に相当), 泥炭と砂泥が互層する中部(深度160~213 cm:基本層序の7・8・10・11層に相当), 砂が卓越 する下部(深度213~300 cm:基本層序の12・14 層に相当)に大きく分かれる(図2).なお,中部の最 下部(深度204~213cm)は上位の暗灰黄色泥(TR-2 セクション図の白粘土)と下位の暗オリーブ褐色有機 質泥からなる.年代値として,深度50 cm(基本層序 の3層上部)で ca. 0.6 ka cal BP, 深度143 cm (基本



層序の5層最下部)でca. 4.3 ka cal BP, 深度173cm(基本層序の8層最上部)でca. 9.6 ka cal BP, 深度208 cm (基本層序の11層最下部)でca. 9.8 ka cal BPが得られている(工藤, 2016).分析には層相に応じて厚さ1~2.5 cmの厚さで切り出して用いた.

3-1-2 HB-1A

ボーリングコアは, 泥炭が卓越する上部(地表~深 度186 cm)と砂礫泥の無機物粒子が卓越する下部(深 度186 ~ 350 cm)に大きく分かれる(図4). 泥炭が 卓越する同コア上中部は深度137 ~ 146 cmに一次テ フラ様を呈する淡黄色シルト(公文, 2016 の"火山ガ ラスに富んだ灰白色のシルト~細砂層"に相当)を挟む. 一方,オレンジ色の砂層から始まる下部にはところど ころに有機質の砂礫層や泥層が挟まる.年代値として は,深度99 cmでca.3.9 ka cal BP,深度150 cmで ca.14 ka cal BP,深度164 cmでca.16 ka cal BP, 深度269 cmでca.27 ka cal BPが得られている(工藤, 2016). なお,深度274 cm (試料 S4-96)の珪酸体分 析プレパラート(粒径画分 0.1 ~ 0.01 mm)で BW 型 薄平板状火山ガラスの検出極大が認められた(図 4). この検出極大を認めた直上の深度 269 cm の年代が ca. 27 ka cal BP であることから,この火山ガラスは姶良 Tn テフラ(AT: 28 ~ 30 ka,町田・新井,2011)で ある可能性が高い.早田(2016)の粒径画分 1/4 ~ 1/8mmの分析でも深度 268 ~ 279cmで BW 型薄平板 状火山ガラスが連続的に検出されることを認め AT の混 在を指摘している.分析には古環境分析用(花粉,珪藻, 植物珪酸体)として原則 4 cm 間隔で分取された試料を 用いたが,砂などの無機物粒子が卓越する下半部では 適宜間引いて実施した.

3-2 隣接陸域

分析に供したのは、広原小丘の南に位置する広原 I 遺跡で掘られた深さ 160 cm の試掘抗 1 (TP-1),深さ 245 cm の試掘抗 2 (TP-2:図 1) と小丘から湿原側 へ張り出した鞍部に位置する II 遺跡内に掘られた深さ









300 cm の試掘抗3 (TP-3:図1)の土壌層,そして, 第 II 遺跡で機械ボーリングにより得られた長さ390 cm の土壌コア (HB-3:図1) である.なお,TP-1 (佐 瀬ほか,2013) については,TP-2 に準じるものとして 本稿では省略する.

3-2-1 TP-2

土壌層は,黒色を基調とする上部土層(地表~深度 60 cm)と褐色を基調とする下部土層(深度 60 ~ 245 cm)に二分される(図 6).上部土層は地表~深度 15 cmがTP-2の基本層序(島田ほか,2016:図 4.1-B. 以下引用同様)の1層(縄文時代遺物の包含層),深度 15~60 cmが基本層序の2層(縄文時代遺物と後期 旧石器時代遺物の包含層)に相当する.一方,下部土 層は,深度 60~100 cmがTP-2の基本層序の3層(縄 文時代遺物と後期旧石器時代遺物の包含層),深度 100 ~ 190 cmが基本層序の4層(後期旧石器時代遺物の 包含層),深度 190~225 cmが基本層序の5層,そ して深度 225 ~ 245 cm が基本層序の 6 層(後期旧石 器時代遺物の包含層)に相当する.なお,深度 220 cm 付近(TP-2の基本層序の 5 層下部)に AT が狭在する. 分析用試料は 5 cm 間隔で採取した.

3-2-2 TP-3

土壌層は,黒色を基調とする上部土層(地表~深度 80 cm)と褐色を基調とする下部層序(深度 80 ~ 300 cm)に二分される(図 7).上部土層は地表~深度 20 mがTP-3の基本土層(島田ほか,2016:図 5.1-F.以 下引用同様)の1層,深度 20 ~ 80 cmが基本層序の 2層(縄文時代遺物の包含層)に相当する.下部土層は, 深度 80 ~ 170 cmがTP-3の基本層序の4層(後期旧 石器時代遺物包含層),深度 170 ~ 190 cmが基本層序 の5層,深度 190 ~ 235 cmが基本層序の6層,深度 235 ~ 270 cmが基本層序の7層,そして深度 270 ~ 300 cmが基本層序の8層に相当する.なお,深度 140 cm 付近(TP-3の基本層序の4層)にAT 起源ガラス



図5 HB-1A コアの植物珪酸体帯の年代 Fig. 5. Ages of regional opal phytolith zones of the HB-1A core, Hiroppara bog

が検出の極大を示す(早田, 2016). また,深度 200 ~ 220 cm 付近(TP-3 基本層序の6層)には安山岩質 の角礫が散在する.分析用試料は5 cm 間隔で採取した. 3-2-3 HB-3

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

4. 分析方法

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

5. 結果と考察

5-1 植物珪酸体群集変動

- 5-1-1 湿原堆積層
- (1) TR-2

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

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

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

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

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

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

以下に,各帯の示す古環境,年代について考える.

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

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

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

(2) HB-1A

上位から4つの植物珪酸体帯を設定した(図4).以

下に各植物珪酸体帯の特徴を記す.

HB1A-I帯(地表~深度82 cm):ファン型群では, ヌマガヤ属タイプが優勢かつ連続的に検出される.一 方,ヨシ属タイプはほとんど検出されない.また,サ サ属タイプのシグナルは概ね弱い.短細胞起源群では, ヒゲシバ型,キビ型,ウシノケグサ型がいずれも明瞭 に連続して検出される.一方,タケ型のシグナルは散 発的で概ね弱い.

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

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

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

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

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

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

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

次に、HB1A-III 帯下半部とHB1A-IV 帯はHB-1Aコ アで砂礫泥の卓越する下部に当たる. ここでは有機質 の砂礫泥層を挟むものの明瞭な泥炭が認められないの で, 安定した湿原環境の成立を見いだせない。砂礫泥 の流入が繰り返しそれらの堆積累積がなされるなかで、 比較的流入の穏やかな時期に有機質層が形成されたと 考えられる.不安定な地表環境が卓越したこの時期の 植生について、対応する植物珪酸体帯から何が読みと れるであろうか.先ず,HB1A-III帯下半部は同上半部 と同様にイチゴツナギ亜科のシグナルが明瞭に連続す る一方で、ササ類を含めイチゴツナギ亜科以外のイネ 科植物のシグナルがほとんど認められないことで特徴 づけられる. このようなイネ科の構成は, 亜高山帯上 部~高山帯の気候環境を示しているといえる。上記し たように HB1A-III 帯上半部は MIS2 後半に帰属すると 考えられ、また、HB1A-III帯が設定されたコア部分の 下端(深度 255 cm)より下位の深度 269 cm の年代 が ca. 27 ka cal BP である。したがって、HB1A-III 帯 下半部は MIS2 前半にほぼ重なるとしてよいであろう. 前記した HB1A-III 帯上部をあわせ見て、広原湿原地域 は MIS2 を通して亜高山帯上部~高山帯にあり,イチ ゴッナギ亜科以外のイネ科植物をほとんど伴わない植 生が成立していたと考えられる.そのような植生が続 く中, MIS2 前半は後半に比べ地表環境が不安定で泥炭 の堆積する湿原の形成が制限される状況にあったこと が推定される.次に HB1A-IV 帯はササ類,イチゴッナ ギ亜科,ヌマガヤ属のシグナルが明瞭に検出されるこ とで特徴づけられる.このようなイネ科の構成は,亜 高山帯に対応しているといえよう.同帯が設定された コア部分の上部で深度 269 cm の年代が ca. 27 ka cal BP であり,またこの深度付近で AT の可能性がある BW 型平板状火山ガラスの検出極大が検出される.し たがって HB1A-IV帯は MIS3 に帰属すると考えられる.

5-1-2 隣接陸域

(1) TP-2

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

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

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

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

以下で,各帯の示す古環境,年代について考えてみる.

TP2-I帯はTP-2土壌層の上部土層に当たるが、この 黒味の強い土壌層は黒ボク土層と考えられる.一般に 草原的植生の影響を強く受けて黒ボク土層が生成する のに対し、極相森林植生下では褐色土層の生成を見る (三浦ほか、2013).したがって、TP2-I帯の黒色土、 黒褐色土は草原的植生が成立継続したことを示唆する. ここで成立した草原的植生は、TP2-I帯がササ属の強 いシグナルを示すので、ササ属を主要構成要素とする ものであったと考えられるが、上方に向かい、非タケ 亜科のシグナルが増加する傾向が認められることから, 現在に近づくにつれ、ススキなどイネ科植物が草原的 植生により強く関わるようになってきたことが推定さ れる。TP2-I帯の時代は MIS1 に関わることは間違いな いが、その開始年代はいつ頃になろうか、年代指標に なる指標テフラは今のところ土壌層から検出されてお らず、また炭素年代値も得られていないが、縄文時代 早期の遺物が後期旧石器時代の遺物と混在して黒褐色 土(基本層序の2層)から出土していること(島田ほか, 2016)、また、当地域と似た気候条件である北日本では 黒ボク土層の生成開始時期が10 ka より古くないこと (三浦ほか, 2013) から, TP2-I帯の始まりは 10 kaの 頃と考えて不都合はないであろう.

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

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

(2) TP-3

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

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









は下半部で 50 万~200 万個 / g,上半部で 200 万~400 万個 / g を示す.

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

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

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

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

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

TP3-IV 帯については植物珪酸体密度が極めて低いこ とから裸地的な環境が推定される.当帯にかかわる褐 色土層には裸地的環境のもとソリフラクションが活発 であったことを示す多数の角礫が含まれている.最下 部の TP3-V 帯は TP3-IV 帯より植物珪酸体密度が高く, ササ属, イチゴツナギ亜科のシグナルが明瞭であるこ とから, TP3-IV 帯ほどに寒さが厳しくはない気候のも とでササ属やイチゴツナギ亜科を伴う植生の成立が推 定される. TP3-IV 帯と TP3-V 帯が示す変動は植物珪 酸体層序により推定される気候から MIS4, MIS5a に 対応させた(細野・佐瀬, 2014;佐瀬・細野, 2014). しかし, 土層の堆積速度を一定と仮定して深度 300 cm の年代を算出すると MIS3/4 境界に近い 62 ~ 55 ka が 得られ, また活性アルミニウム特性も高い(細野ほか, 2015)ので, TP3-IV 帯と TP3-V 帯は MIS3 に帰属する ものとして論を進める.

(3) HB-3

上位から5つの植物珪酸体帯を設定した(図8).各 珪酸体帯の特徴を次に記す.

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

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

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

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

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



図8 HB-3 コアの植物珪酸体組成図 Fig. 8. Opal phytolith diagram of the HB-3 core beside the EA-2 of the Hiroppara site II 認められ,ウシノケグザ型はほぼ連続して検出される. 植物珪酸体密度は HB3-II, III, IV 帯より高く,おおよ そ 10 万~ 20 万個 / g で推移する.

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

5-2 植物珪酸体帯の対比

5-2-1 湿原域

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

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

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

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

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

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

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



図 9 TR-2, 北壁の植物珪酸体組成図 Fig. 9. Opal phytolith diagram from the north section of the TR-2 trench, Hiroppara bog



図 10 TR-2 と HB-1A の対比 Fig. 10. Correlation between the TR-2 trench and the HB-1A core

域は起伏に富んでいたことが推定される.たとえば, 現在,ほぼ高度差がなく約2m隔てて隣接するTR-2 とHB-1Aであるが,HW-II帯から同I帯に移行する後 氷期の初頭 ca. 10 ka においては 150 cm ほど HB-1A が高かった.その後,泥炭が連続的に堆積を始める ca. 5 ka には TR-2 で砂礫泥が繰り返し堆積したことによ りその比高は 30 cm 余りに縮まることになる (図 10).

5-2-2 隣接陸域

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



図11 湿原域堆積層と湿原隣接陸域土壌層の対比 Fig. 11. Correlation between the bog deposits and the soil sequences at the TP-2 of Hiroppara site I and the TP-3 of Hiroppara site II

らに、TP3- IV帯とHB3- IV帯、TP3- V帯とHB3- V
帯が対比される.この対比に基づき、湿原隣接陸域土
壌層に総合植物珪酸体帯を次のように設ける(図11
右).TP2-I帯、TP3-I帯、HB3- I帯を総合してHL-I
帯、TP2-II帯、TP3-II帯、HB3- II帯を総合してHL-II
帯、TP2-III帯、TP3-III帯、HB3- II帯を総合してHL-III
帯、TP3- IV帯とHB3- IV帯を総合してHL- IV帯、そしてTP3- V帯とHB3- V帯を総合してHL- V帯とする.
各総合植物珪酸体帯の時代は、HL-I帯がMIS1、HL-II
帯がMIS2、HL-III ~V帯がMIS3 にほぼ相当する.
5-2-3 湿原域堆積層と湿原隣接陸域土壌層の対比、およ

びイネ科植物の地史的動態からみた古環境の変遷

湿原堆積層と隣接陸域土壌層の対比を図11に示した.湿原域のMIS1(完新世)に関わるHW-Ia帯, HW-Ib帯は,湿原隣接陸域で同じくMIS1に関わる HL-I帯に対比される.湿原域では,山地帯の湿原とし て低層湿原的環境(HW-Ib帯)から中間湿原的環境 (HW-Ia帯)へ移り変わりながら泥炭層が堆積した.一 方,陸域では草原的植生が卓越し,黒ボク土層が生成 した.この黒ボク土層からは縄文時代遺物が検出され, 人為の影響の下で草原的植生の出現が繰り返され,黒 ボク土層が生み出されたと考えられる.なお,この草 原的植生にはササが主要構成要素として関わっていた. また,HW-Ib帯期では,現在 Val.1と Val.2の間で認 められるような陸域からの土砂の流入が頻繁に起きた. それを反映して同期の泥炭層には本来湿原植物ではな いササの珪酸体が高頻度で検出される.

湿原域で MIS2 (最終氷期最寒冷期) に関わる HW-II 帯は,隣接陸域で同じく MIS2 に関わる HL-II 帯に対比 される.湿原域では MIS2 の前半で砂礫泥の流入堆積 が繰り返されたが,後半になると泥炭の堆積が卓越す るようになる.この時代の広原湿原地域は亜高山帯~ 高山帯に位置し,陸域では前後半を通じ植被に乏しい 裸地的な環境であった.一方,湿原域では,ササ,ヌ マガヤ,ヨシが希薄でイチゴツナギ亜科の極めて優勢 なイネ科植物群を含む植生が成立していた.

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



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

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



- 図13 広原湿原隣接陸域土壌層(TP-2)から検出されたサ サ泡状細胞起源珪酸体(ファン型)の断面縦長分布(佐瀬 ほか,2015をもとに作成)
- Fig. 13. Size distribution of fan-shaped phytoliths (*Sasa* type) from TP-2 samples (after Sase et al. 2015)

5-3 ササ類の地史的動態と黒ボク土層生成史からいえ ること

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

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

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

広原湿原隣接陸域は黒ボク土層に被われている.こ の黒ボク土層は完新世 MIS1 に関わるもので,それ以 前,最終氷期の MIS2, MIS3 は褐色を基調とするロー ム質土層で黒ボク土層は確認できない.このことから, 広原湿原地域では黒ボク土層の生成する条件が完新世 MIS1 になって整ったと考えられる.黒ボク土層の生成 には,温量指数 (WI) 30~35 ℃・月以上が必要とさ れる(細野・佐瀬, 1997). MIS2の広原湿原地域は, 亜高山帯から高山帯に位置していたので,黒ボク土層 の生成には温量条件的に厳しかったといえよう.また, MIS3では亜高山帯に位置していたので温量条件的に不 可能であったとはいえない.しかし,黒ボク土層の生 成を認めないのは,準裸地的環境にあったため物質生 産量が低く腐植の生成集積に適さなかったためと考え られようか.

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

6. まとめ

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



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

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

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

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

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

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

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

謝辞

本稿をまとめるにあたり,近藤錬三氏(帯広畜産大 学名誉教授),川辺百樹氏(北海道自然史研究会)には 有益なご教示をいただいた.記して感謝を申し上げる.

引用文献

- Hartly, W. 1973 Studies on the origin, evolution, and distribution of the Gramineae. V. The subfamily Festucoideae. Australian Journal of Botany 21: 201-234.
- 橋詰 潤・中村雄紀・会田 進・島田和高・山田昌功・ 小野昭 2013『広原遺跡群発掘調査概報 I 2011 年度・2012 年度広原湿原および周辺遺跡における

考古・古環境調査』, 19p., 長野

- 細野 衛・佐瀬 隆 1997「黒ボク土生成試論」『第四紀』29:1-9
- 細野 衛・佐瀬 隆 2014「広原遺跡群土層の植物珪 酸体記録による MIS5a 以降のササ類の地史的動態」 『日本第四紀学会講演要旨集 44』, pp. 164., 千葉, 日本第四紀学会
- 細野 衛・佐瀬 隆・公文富士夫 2013「長野県和田 峠近方,広原遺跡群土層の植物珪酸体記録による植 生履歴」『日本植生史学会第 28 回大会講演要旨集』, pp. 43-44.,高知,日本植生史学会
- 細野 衛・佐瀬 隆・谷野喜久子 2015「長野県長和 町,広原湿原周辺域におけるローム土層中の広域 風成塵の検出-プロキシデータとしての pH (NaF) 値の活用-『日本第四紀学会講演要旨集 45』, p.24.,東京,日本第四紀学会
- 気象庁 2002「メッシュ気候値 2000 CD-ROM 版」気 象業務支援センター
- 近藤錬三 2000「植物ケイ酸体」『化石の研究法-採集 から最新の解析法まで-』,化石研究会編, pp.942-947.,東京,共立出版
- 近藤錬三 2010『プラントオパール図譜 走査型電子顕 微鏡写真による植物ケイ酸体学入門』,387p.,札幌, 北海道大学出版会
- 工藤雄一郎 2016「広原湿原および広原 II 遺跡におけ る放射性炭素年代測定」小野昭・島田和高・橋詰潤・ 吉田明弘・公文富士夫編『長野県中部高地における 先史時代人類誌 広原遺跡群第1次~第3次調査報 告書』(本報告書)
- 公文富士夫 2016「長野県長和町,広原湿原および周 辺陸域におけるボーリング調査報告」小野昭・島田 和高・橋詰潤・吉田明弘・公文富士夫編『長野県中 部高地における先史時代人類誌 広原遺跡群第1次 ~第3次調査報告書』(本報告書)
- 町田 洋・新井房夫 2011『新編 火山灰アトラス 日本列島とその周辺(第2刷)』, 336p., 東京, 東 京大学出版会
- 三浦英樹・佐瀬 隆・細野 衛・苅谷愛彦 2013「第 四紀土壌と環境変動:特徴的土層の生成と形成史」 『デジタルブック最新第四紀学』日本第四紀学会 50 周年電子出版編集委員会編, CD-ROM および概説

集 30p., 東京, 日本第四紀学会

- 宮脇 昭編著 1985『日本植生誌 6 中部』,604p., 東京,至文堂
- 西村 格・曽我友紀子・津田 智・西條好廸・莫 文 紅 1997「霧ヶ峰亜高山草原における標高による イネ科草本の種組成変化」『日本草地学会誌』42: 324-334
- 小野 昭・島田和高・橋詰 潤・吉田明弘・公文富士 夫編 2016『長野県中部高地における先史時代人 類誌-広原遺跡群第1次~第3次調査報告書-』明 治大学黒耀石研究センター資料・報告集1(本報告 書),明治大学黒曜石研究センター
- 佐瀬 隆・細野 衛 2014「長野県和田峠近方,広原 湿原地域における酸素同位体ステージ 5a 以降のサ サ類の地史的動態と黒ボク土層生成史」『日本植生 史学会第 29 回大会講演要旨集』. pp. 23-24., 鹿児 島,日本植生史学会
- 佐瀬 隆・細野 衛・公文富士夫 2013「長野県長和 町,広原湿原地域におけるササ類の地史的動態と 黒ボク土層生成史」『資源環境と人類』5:1-18
- 佐瀬 隆・細野 衛・公文富士夫 2015「長野県長和 町,広原湿原堆積層および隣接陸域土壌層の植物 珪酸体記録による植生履歴」『資源環境と人類』3: 65-75
- 佐瀬 隆・細野 衛・三浦英樹 2011「植物珪酸体群 集変動からみた北海道における最終間氷期以降のサ サの地史的動態-ササを指標とした積雪・温量環境 の推定-」『植生史研究』20:57-70
- 佐瀬 隆・細野 衛・高地セリア好美 2008「三内丸 山遺跡の土壌生成履歴-植生環境,人の活動および 黒ボク土層の関係-」『植生史研究』16:37-47
- 佐藤 謙 2007『北海道高山植生誌』 北海道大学出版 会, 708p.
- 島田和高・隅田祥光・橋詰 潤・会田 進・橋詰 潤・ 掘 恭介・小野 昭 2014『広原遺跡群発掘調査 概報 I 2013 年度広原遺跡群における考古・古環

境調査』, 21p., 長野

- 島田和高・橋詰 潤・会田 進・中村由克・早田 勉・ 隅田祥光・及川 穣・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 先史時代人類誌一広原遺跡群第1次~第3次調査 報告書一』明治大学黒耀石研究センター資料・報告 集1 (本報告書),明治大学黒曜石研究センター
- 早田 勉 2016「広原湿原および広原 I・II 遺跡にお けるテフラ分析」小野昭・島田和高・橋詰潤・吉田 明弘・公文富士夫編『長野県中部高地における先史 時代人類誌 広原遺跡群第1次~第3次調査報告書』 (本報告書)
- 杉山真二・藤原 宏1986「機動細胞珪酸体の形態によるタケ亜科植物の同定−古環境推定の基礎資料として−」『考古学と自然科学』19:69-84
- 杉山真二 2000「植物珪酸体 (プラントオパール)」『考 古学と自然科学-3 考古学と植物学』辻誠一郎編, pp.189-213.,東京,同成社
- 鈴木兵二・矢野悟道・松田行雄・波田善夫・中川重年・ 板東忠司・竹中則夫 1981『霧ヶ峰の植物 第一 部 霧ヶ峰の植生』,諏訪市教育委員会,246p.
- 鈴木貞夫 1978『日本タケ科植物総目録』,384p.,東京, 日本図書印刷株式会社
- 田口 信・細田浩史 2009「長野県霧ヶ峰八島ヶ原周辺 の気候学的特性」『法政地理』41:3-20
- 橘 ヒサ子 2006「知床半島羅臼湖周辺湿原の植生」『北海道教育大学大雪山自然教育研究施設研究報告』40:1-26
- 橘 ヒサ子・濱田 陽・林 大輔 1998「大雪山系天 人が原湿原におけるアカエゾマツ林の構造」『北海 道教育大学大雪山自然教育研究施設研究報告』32: 1-11
- 吉井亮一 1988「立山,室堂平における湿原堆積物に ついての花粉分析」『日本花粉学会誌』34:43-53

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

Takashi Sase^{1*}, Mamoru Hosono²

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

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

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

¹ Boreal Laboratory for Phytolith Resarch

² Tokyo Natural History Research Structure

長野県広原湿原における珪藻化石群集に基づく 最終氷期以降の堆積環境

吉田 明弘 1*

要 旨

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

キーワード:珪藻分析, TC・TN 分析, 堆積環境, 広原湿原, 中部日本

1. はじめに

長野県中部高地の一帯には、いくつかの小規模な湿 原が分布しており、広原湿原はそのなかの湿原の一つ である(図1).広原湿原の周囲では、考古学的な試 掘調査が行われており、旧石器時代〜縄文時代にかけ ての遺跡の存在が報告されている(男女倉遺跡群分布 調査団、1993).一方、広原湿原における湿原堆積物 を用いた花粉分析が行われ、八島湿原の花粉分析結果 との対比から、この地域における完新世初頭以降の植 生変遷が報告されている(酒井・国信、1993;酒井、 1996).しかしながら、この研究では堆積物の年代値は 得られておらず、詳細時系列に沿った広原湿原周辺の 古環境変遷史は未だに構築されていない。

このような点から、¹⁴C年代測定値やテフラ年代 に基づいた詳細な時系列の構築,さらにはそれに基 づいた広原湿原の古環境復元が必要である(千葉ほ か,2013a, Yoshida et al., 2016b). 珪藻や花粉など の微化石分析や堆積物の化学分析は、湿原形成の過程 を検討する上で有効な手法である.とくに、珪藻化石 は過去の水環境を示す有効な指標であるため、その分 析結果は湿原の形成過程を復元するために重要である (Gaiser and Ruhaland, 2010).

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

2. 試料・方法

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

¹ 鹿児島大学法文学部

^{*} 責任著者:吉田明弘 (yoshy.akitan@gmail.com)



図1 調査地域の概要 千葉ほか(2013b)を修正した. Fig. 1. Index map The figures are modified from Chiba et al. (2013b).

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

3. 湿原堆積物の記載

ここでは TR-2 トレンチから得られた堆積物につい て記載する (千葉ほか, 2013a) (図 2). 深度 300 ~ 289 cm まで,灰色がかかった黒色の泥炭である (図 3). 深度 213~289 cm まで,粗粒な灰色の軽石が堆 積する.とくに,260 cm 以浅では上方細粒化の傾向が 認められる.深度 213~211 cm まで,灰色がかかっ た黒色の泥炭である.深度 211~209 cm まで,灰色 がかった軽石質のシルトである.深度 209~163 cm まで灰色がかかった黒色の泥炭である.深度 163~ 159 cm には,粗粒の灰色がかった軽石が認められる. 深度 159~117 cm まで灰色がかかった黒色泥炭であ り,深度 117~0 cm まで黒味が強い黒色の泥炭となる.

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

4. 年代測定結果

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









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

ある (千葉ほか, 2013a).

HB-1Aコア試料からは5点の植物片の放射性炭素 年代測定が報告されている(Yoshida et al. 2016b). 以下に,各試料の較正年代(2σ)を示す.深度98.5 cmの木片は3,965~3,830 cal BP, 150.5 cmの木片(枝 もしくは茎)は14,910~14,830 cal BP, 163.5 cm の木片(枝もしくは茎)は16,025~15,690 cal BP, 213.4 cmの木片は19,490~19,100 cal BP, 267.8 cmの木片は27,480~27,085 cal BPである.

TR-2 トレンチにおける 含水率・密度・TC・TN 分析結果とその解釈

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

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

6. 広原湿原における珪藻分析の結果と解釈

6-1 TR-2 トレンチにおける珪藻分析

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

6-1-1 DTR2-I帯 (深度 300 ~ 160 cm)

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

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

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

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

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

6-1-2 DTR2-II帯 (深度 155~80cm)

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

珪藻化石区分V帯(深度155~80 cm):これ まで認められた群集と大きく異なり,底生種である Tabellaria flocculosa, Brackysira brebissoni, Eunotia 属, Achnanthidium minutissimum, A. exiguum などがほとんど 産出しなくなる.一方, Eunotia paldosa, Eunotia serra などの Eunotia 属と Pinnularia 属が優占する. 珪藻殻の 保存状態は、比較的に良い.このことから、湿原内で は周囲から堆積物の流れ込みや侵食のない、比較的に 安定した湿原環境になった.

6-1-3 DTR2-III 帯 (深度 75 ~ 50cm)

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

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

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

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

珪藻化石区分 IX 帯 (深度 60 cm): この帯では底 生 珪 藻 で あ る Eunotia 属, Pinnularia 属 や Rhopalodi acuminata が 優 占 す る. ま た, 陸 生 珪 藻 Hantzschia amphioxys の産出頻度が僅かに増加する. 珪藻殻の保存 状態は比較的に良い. このことから, 湿原はさらに乾 燥もしくはトレンチ掘削地点の水位が減少した.

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

6-1-4 DTR2-IV 帯 (深度 45 ~ 0 cm)

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

珪藻化石区分 XI 帯 (深度 45 ~ 20 cm): この帯で は底生珪藻である Eunotia 属, Pinnularia 属や Rhopalodi acuminata が優占する.また,陸生珪藻の産出頻度も増加し,珪藻殻の保存は比較的に良い.このことから, この時期の湿原は乾燥もしくはトレンチ掘削地点の水 位が減少した.

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

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

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

6-2 HB-1A コアにおける珪藻分析

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

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

DHB-II帯(深度130~50 cm):この帯では*Eunotia*属, *Pinnularia*属が優占する.一方, *Achnanthidium* sp.1, A. sp.2, *Brackysira brebissoni* などがほとんど産出しなくな る. 珪藻殻の保存状態は比較的に良い. このことから, この時期の湿原への堆積物の流入は減少し,植物遺体 が堆積する環境に変化した.

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

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

7. 広原湿原の形成過程

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

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

これらの珪藻群集の変遷は、広原湿原の各地点にお ける堆積物の境界ともよく一致する.また、含水率や 密度及び、TCやTNの変化とも調和的である.とくに、 8,000年前頃までのTC、TNの値は共に低い.また、 粗粒堆積物で密度が高い時期は、珪藻群集から推定さ れた堆積物が多く流れ込む環境を支持する.一方,4,000 年前以降になると、広原湿原の珪藻群集は一定の種数 を示す湿原の群集となる.このことはその他の分析結 果から推定される湿原の形成時期と矛盾しない(図3). HB-1A コアの分析結果は、少なくとも過去 27,000 年前以降の堆積環境の変遷を示している(図4). 珪 藻群集と堆積物の層相から、少なくとも 27,000 ~ 14,000 年前頃までは、周囲から異地性の珪藻化石が流 れ込む堆積環境であったと推定される(DHB-I帯). DHB-I帯の珪藻群集は DTR2-I帯の珪藻群集と良く 似ているため、同様に周囲からの堆積物の流入により 形成された群集であると考えられる.しかし、これら 堆積物の層厚、岩相の特徴や年代は一致しないため、 直接的に対比することはできない.

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

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

謝辞

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

引用文献

千葉 崇・公文富士夫・工藤雄一郎・小野 昭 2013a

「長野県和田峠に形成された広原湿原における完新 世の古環境変遷と乾燥・湿潤変動」『資源環境と人類』 3:21-29.

- 千葉 崇・長井雅史・小野 昭 2013b「完新世におけ る広原湿原の形成過程と粗粒堆積物流入イベント」 『日本第四紀学会講演要旨集』43:42-43(O-20). 弘前.
- 千葉 崇・澤井祐紀 2014「環境指標種群の再検討と 更新」『Diatom』30:17-30.
- Gaiser, E. and Ruhaland, K. 2010 Diatom as indicaters of environmental change in wetlands and peatlands. The Diatoms: Application for the Environmental and Earth Sciences, pp.473-496., Cambridge Univ. Press.
- 小林 弘・出井雅彦・真山茂樹・南雲 保・長田啓五 2006『小林弘珪藻図鑑』, 591p., 内田老鶴圃, 東京.
- Krammer, K., and Lange-Bertalot, H. 1986 Bacillariophyceae.
 1. Naviculaceae. In: Ettl, H., Gerloff, J., Heyning H., and Mollenhauer D. (Eds.), Süsswasserflora von Mitteleuropa, 2/1, 876 p., Gustav Fischer Verlag, Jena.
- Krammer, K., and Lange-Bertalot, H. 1988 Bacillariophyceae
 2. Teil: Bacillariaceae, Epithemiaceae, Sururellaceae.
 In:Ettl, H., Gerloff, J., Heyning H., and Mollenhauer
 D. (Eds.), Süßwasserflora von Mitteleuropa, 2/2, 596p.,
 Gustav Fischer Verlag, Jena.
- Krammer, K., and Lange-Bertalot, H. 1991a Bacillariophyceae
 3. Teil: Centrales, Fragilariaceae, Eunotiaceae. In: Ettl,
 H., Gerloff, J., Heyning H., and Mollenhauer D. (Eds.),
 Süßwasserflora von Mitteleuropa, 2/3, 576pp., Gustav
 Fischer Verlag, Jena.
- Krammer, K., and Lange-Bertalot, H. 1991b Bacillariophyceae
 4. Teil: Achnanthaceae, Kritische Ergänzungen zu Navicula (Lineolatae) und Gomphonema. In: Ettl, H., Gerloff, J., Heyning H., and Mollenhauer D. (Eds.), Süßwasserflora von Mitteleuropa, 2/4, 437pp., Gustav Fischer Verlag, Jena.
- 向井理史・三宅康幸・小坂共栄 2009「中部日本,美ヶ 原高原とその周辺地域における後期鮮新世-前期更 新世の火山活動史」『地質学雑誌』115:400-422.
- 長井雅史・杉原重夫・柴田 徹・壇原 徹 2010「塩 嶺累層・霧ヶ峰・和田峠地域の最近110万年間の

火山形成史」『日本火山学会講演予稿集』:116.

- Nagumo, T. 2003 Taxonomic studies of the subgenus Amphora Cleve of the genus Amphora (Bacillariophyceae) in Japan.Bibliotheca Diatomologica 49, 265p., J. Cramer, Berlin, Stuttgart.
- 男女倉遺跡群分布調查団.1993「長野県黒耀石原産地 遺跡分布調査報告書(和田峠中黒男女倉谷)Ⅲ」, 261p.,和田村教育委員会
- Reimer, P. J., Bard, E., Bayliss, A., Beck, J. W., Blackwll, P. G., Bronk Ramsey, C., Buck, C. E., Cheng, H., Edwards, R. L., Friedrich, M., Grootes, P. M., Guilderson, T. P., Haflidason, H., Hajdas, I., Hatté, C., Heaton, T. J., Heaton, T. J., Hoffmann, D. L., Hogg, A. G., Hughen, K. A., Kaiser, K. F., Kormer, B., Manning, S. W., Niu, M., Reimer, R. W. Richards, D. A., E Scott, M., Southon, J. R., Staff, R. A., Turney, C. S. M. and van der Plicht, J. 2013 IntCal13 and Marine13 radiocarbon age calibration curves, 0-50,000 years cal BP. Radiocarbon 55: 1869-1887.
- Stuiver, M. and Grootes, P. M. 2000 GISP2 oxygen isotope ratios. Quaternary Research 53: 277-284.
- 酒井潤一・国信ゆかり 1993「溶岩台地湿原の花粉化石」 男女倉遺跡群分布調査団編『長野県黒耀石原産地遺 跡分布調査報告書(和田峠・男女倉谷) III』: 30-34
- 酒井潤一 1996「男女倉付近の黒耀石と上部更新統」男 女倉遺跡群分布調査団編『和田村の黒耀石をめぐる 課題-原産地遺跡分布調査を終えて-』:4-17

山崎哲良・小林哲夫・河内晋平 1976「長野県和田峠 付近の地質と岩石」『地質學雑誌』82:127-137.

- 吉田明弘・叶内敦子・神谷千穂 2016a「長野県広原 湿原における花粉分析と微粒炭分析からみた過去3 万年間の植生変遷と気候変動」小野 昭・島田和高・ 橋詰 潤・吉田明弘・公文富士夫編『長野県中部高 地における先史時代人類誌-広原遺跡第1次~第3 次調査報告書』,本報告書.
- Yoshida, A., Kudo, Y., Shimada, K., Hashizume, J. and Ono, A. 2016b Impact of landscape changes on obsidian exploitation since the Palaeolithic in the central highland of Japan. Vegetation History and Archaeobotany 25: 45-55. doi: 10.1007/s00334-015-0534-y

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

Akihiro Yoshida^{1*}

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

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

¹ Faculty of Law, Economics and Humanities, Kagoshima University

^{*} Corresponding author: Akihiro Yoshida (yoshy.akitan@gmail.com)
VI ヒト-資源環境系の人類誌

長野県広原湿原周辺における 過去3万年間の景観変遷と気候変動

吉田 明弘1*

要 旨

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

キーワード:景観変遷,気候変動,花粉分析,微粒炭分析,珪藻分析,中部日本

1. はじめに

「ヒトー資源環境系の歴史的変遷に基づく先史時代人 類誌の構築」研究プロジェクト(以下,『本プロジェクト』 と省略する)では,広原遺跡とこの遺跡に隣接する広 原湿原の堆積物を用いて,放射性炭素年代測定や花粉 分析,植物珪酸体分析,珪藻分析を実施した.この中で, 広原湿原では過去3万年間の堆積物について各測定・ 分析が行われ,広原遺跡周辺における景観変遷を議論 することが可能になった.一方,広原遺跡のローム層は, 腐植物に乏しく,好気的な環境に長期間さらされてき た.このような堆積物では,花粉化石や珪藻化石の保 存状態が悪く,放射性炭素年代測定の試料には不向き であり,すべての測定・分析を行うことができなかった. そこで、本論では古環境復元に必要な測定・分析が 行われ、かつ詳細な年代軸の得られた広原湿原の堆積 物における各測定・分析結果から、広原湿原とその周 辺における過去3万年間の景観変遷と気候変動につい て考察する.

2. 古環境復元の分析方法における時空間的な 分解能の差異

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

¹ 鹿児島大学法文学部

^{*} 責任著者:吉田明弘 (yoshy.akitan@gmail.com)

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

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

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

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

珪藻分析は、単細胞の藻類が生成する2つの珪質被 殻の形態・構造を基にして、堆積物に含まれる珪藻化 石の分類を行う.とくに、珪藻は淡水~海水まで広く 分布しており、水素イオン指数 (pH; potential hydrogen)により生息種が変化する.そのため、珪藻分析の 結果は、水環境や堆積環境の指標として古環境分野で 広く用いられている。一方,珪藻種の多くは水生生物 であり(陸生もあるが),水流により異地性の珪藻種 が運搬される可能性もある。例えば,広原湿原におい ても周辺斜面から湿原内への土砂流入とともに,異地 性の珪藻種が流入したことが確認されている(吉田, 2016)。

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

広原湿原とその周辺における 過去3万年間の景観変遷と気候変動

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

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

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



図1 広原湿原の HB-1A 地点における古環境データ

HB-1A の年代は Yoshida et al. (2016b) によった.灰色部分は晩氷期の再寒冷化イベントを示す.NGRIP の酸素同位体比カーブは Andersen et al. (2004) を基にして作成した.YD; ヤンガー ドリアス寒冷化イベント(12.4 ~ 11.7 ka cal BP, Stuiver and Grootes, 2000)

Fig. 1. Palaeoenvironmental data at HB-1A site, Hiroppara bog

points determined by calibrated ages and regional pollen spectra, respectively. Oxygen isotope curve in NGRIP is modified from Andersen et al. (2004). YD; Younger Dryas event (12.4~11.7 The chronology of HB-1A core was after Yoshida et al. (2016b). Gray shading shows a cold reversal event during the Last Glacial Termination. Black and white triangles show age-control ka cal BP, Stuiver and Grootes, 2000). あったと考えられる. したがって, この時期における 広原湿原周辺では, 最終氷期極相期 (LGM, 約 23.0 ~ 19.0 ka cal BP; Clark and Mix, 2002)の寒冷化に 伴って森林限界が低下しており, コケスギランやスゲ 類などの高山草原, ハイマツ低木林から構成される高 山帯の植生景観が広がっていた.

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

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

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

植物珪酸体分析の結果では、約13.0 ka cal BP ま でイチゴツナギ亜科のみの検出であるが、これ以降 にはヨシとササが検出されるようになる(佐瀬・細 野、2016). 珪藻分析の結果では、約14.0 ka cal BP から安定的な堆積環境になったことが示さる(吉田、 2016). 湿原堆積物では,約17.0 ka cal BP から有機 物の含有量が増加し,約14.0 ka cal BP 以降には泥炭 へと変化する.また,約13.5~12.0 ka cal BP には葉 理の発達した砂が堆積する.したがって,17.0 ka cal BP 以降における広原湿原周辺では,安定的な森林植生 が広がると共に,周辺斜面からの土砂供給は減少した と考えられる.また,気候の温暖化が生じることで降 水量が増加し,13.5~12.0 ka cal BP に周囲から流水 によって土砂が流れ込む時期があったものと考えられ る.

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

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

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

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

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



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







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

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

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

3-4 温帯性針葉樹と山火事の増加(約3.0~0.7 ka cal BP)

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

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

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

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

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

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

3-6 カラマツ植林 (AD1918 ~現在)

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



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

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

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

4. まとめ

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

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

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

日本列島の人類-資源環境の相互関係史を解明する ためには、考古学と古環境学の密接な連携が必要であ ることは言うまでもない.本論で述べたように,古環 境分析の方法の違いにより長所と短所があり,時間・ 空間的な分解能も異なる.しかし,複数の古環境デー タを組み合わせ,各分析の長所と短所を相互に補完す ることで,より詳細に遺跡やその周辺の古環境を復元 することが可能となる(吉田ほか,2011,2014;吉田・ 鈴木,2013;吉田,2015).今後,このような高精度 の古環境復元が日本各地で行われれば,より信頼性の 高い人類史の構築に繋がるものと期待される.

謝辞

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

引用文献

- Andersen, K. K., Azuma, N., Barnola, J. M., Bigler, M., Biscaye, P., Caillon, N., Chappellaz, J., Clausen, H. B., Dahl-Jensen, D., Fischer, H., Flückiger, J., Fritzsche, D., Fujii, Y. Goto-Azuma, K., Grønvold, K., Gundestrup, N. S., Hansson, M., Huber, C., Hvidberg, C. S., Johnsen, S. J., Jonsell, U., Jouzel, J., Kipfstuhl, S., Landais, A., Leuenberger, M., Lorrain, R., Masson-Delmotte, V., Miller, H., Motoyama, H., Narita, H., Popp, T., Rasmussen, S. O., Raynaud, D., Rothlisberger, R., Ruth, U., Samyn D., Schwander, J., Shoji, H., Siggard-Andersen, M. L., Steffensen, J. P., Stocker, T., Sveinbjörnsdóttir, A. E., Svensson, A., Takata, M., Tison, J. L., Thorsteinsson, Th., Watanabe, O., Wilhelms, F. and White, J. W. C. 2004. High-resolution record of northern hemisphere climate extending into the last interglacial period. Nature 431 (#7005): 147-151. doi:10.1038/nature02805
- Clark, P. U., Mix, A.C. 2002 Ice sheets and sea level of the last glacial1 maximum. Quaternary Science Reviews 21: 1-7.
- 千葉 崇・公文富士夫・工藤雄一郎・小野 昭 2013「長 野県和田峠に形成された広原湿原における完新世の 古環境変遷と乾燥・湿潤変動」『資源環境と人類』3:

21-29

- 小疇 尚研究室編 2005『山に学ぶ』, 141p., 東京, 古今書院
- 日本第四紀学会編 1993『第四紀試料分析法』,556p., 東京,東京大学出版会
- Sasaki, N. and Takahara, H. 2011 Late Holocene human impact on the vegetation around Mizorogaike pond in northern Kyoto basin, Japan: a comparison of pollen and charcoal records with archaeological and historical data. Journal of Archaeological Science 38 (6): 1199-1208. doi:10.1016/j.jas.2010.12.013
- 佐瀬 隆・細野 衛 2016「長野県長和町,広原湿原 と周辺陸域の植物珪酸体分析-イネ科植物の地史的 動態からみた MIS3 以降の古環境変遷-」小野 昭・ 島田和高・橋詰 潤・吉田明弘・公文富士夫編『長 野県中部高地における先史時代人類誌-広原遺跡第 1 次~第3 次調査報告書』(本報告書),明治大学黒 耀石研究センター
- Stuiver, M. and Grootes, P. M. 2000 GISP2 oxygen isotope ratios. Quaternary Research 53 (3): 277-284.
- Tsukada, M. 1988 Glacial and Holocene vegetation history-20 ky to present III.4 Japan. In: Huntley, B., Webb III, T. (Eds.), Vegetation History. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, pp. 459-518.
- 辻誠一郎編 2000『考古学と植物学』,247p.,東京, 同成社
- 吉田明弘・鈴木三男・金 憲奭・大井信三・中島 礼・ 工藤雄一郎・安藤寿男・西本豊弘 2011「茨城県花 室川堆積物の花粉・木材化石からみた最終氷期の環 境変遷と絶滅種ヒメハリゲヤキの古生態」『植生史 研究』20(1):27-40
- 吉田明弘・鈴木三男 2013「宮城県多賀城跡の高精度 植生復元からみた古代の森林伐採と地形形成への影 響」『季刊地理学』64(4):155-172

- 吉田明弘・佐々木明彦・大山幹成・箱崎真隆・伊藤晶 文 2014「晩氷期の鳥海山における植生復元およ びグイマツの立地環境」『植生史研究』23 (1): 21-26
- 吉田明弘 2015「日本列島の最終氷期における古環境 研究」『旧石器研究』11:1-12
- 吉田明弘 2016「長野県広原湿原における珪藻化石群 集に基づく最終氷期以降の堆積環境」小野 昭・島 田和高・橋詰 潤・吉田明弘・公文富士夫編『長野 県中部高地における先史時代人類誌-広原遺跡第1 次~第3次調査報告書』(本報告書),明治大学黒耀 石研究センター
- 吉田明弘・叶内敦子・神谷千穂 2016a「長野県広原湿 原における花粉分析と微粒炭分析からみた過去3万 年間の植生変遷と気候変動」小野 昭・島田和高・ 橋詰 潤・吉田明弘・公文富士夫編『長野県中部高 地における先史時代人類誌-広原遺跡第1次〜第3 次調査報告書』(本報告書),明治大学黒耀石研究セ ンター
- Yoshida, A., Kudo, Y., Shimada, K., Hashizume, J. and Ono, A. 2016b. Impact of landscape changes on obsidian exploitation since the Palaeolithic in the central highland of Japan. Vegetation History and Archaeobotany 25: 45-55. doi: 10.1007/s00334-015-0534-y
- Walker, M., Johnsen, S., Rasmussen, S. O., Popp, T., Steffensen, J. P., Gibbard, P., Hoek, W., Lowe, J., Andrews, J., Björck, S., Cwynar, L. C., Hughen, K., Kershaw, P., Kromer, B., Litt, T., Lowe, D. J., Nakagawa, T., Newnham, R., Schwander, J. 2009 Formal definition and dating of the GSSP (Global Stratotype Section and Point) for the base of the Holocene using the Greenland NGRIP ice core, and selected auxiliary records. Journal of Quaternary Science 24: 3-17. doi: 10.1002/jgs.1227

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

Akihiro Yoshida^{1*}

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

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

¹ Faculty of Law, Economics and Humanities, Kagoshima University

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

広原遺跡群における人類活動と景観変遷

橋詰 潤^{1*}•工藤 雄一郎²•島田 和高³

要 旨

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

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

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

1. はじめに

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

2. 広原湿原周辺における先行調査

1 明治大学黒耀石研究センター 2 国立歴史民俗博物館

3 明治大学博物館

* 責任著者:橋詰 潤 (j_hashi@meiji.ac.jp)

2-1 先行調査の概要と遺跡群および広原 I 遺跡~広原 VII 遺跡の設定

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





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

2011 年度から 2013 年度に行った明治大学黒耀石研 究センターによる発掘調査地点は,男女倉遺跡群分布 調査団編(1993)による調査成果を参考に,最も多く の遺物が得られている試掘坑であるヨA01a(広原I遺 跡)と,ヨA05b(広原II遺跡)周辺に設定した.さらに, 遺物包含層(旧石器及び縄文,あるいは縄文)が確認 された試掘坑の分布と湿原周辺の微地形との関係から, 湿原を中心に少なくとも7つの遺跡を便宜的に区分し, 遺跡群を広原遺跡群と総称することとした(橋詰ほか 2013).各遺跡の立地環境は次の通りである(橋詰ほか



図 2 広原第 III 遺跡 VI 層出土石器(男女倉遺跡群分布調査団編, 1993 より) Fig. 2. Artifacts from the layer VI of the Hiroppara site III (Omegura sites research group ed., 1993)

2013).

・広原 I 遺跡:湿地に向かって緩やかに傾斜し遺跡群 でもっとも開けた平坦部.

・広原 II 遺跡:湿地に向かって東に張り出した小丘上の鞍部.

・広原 III 遺跡:広原湿原とその北にある別の湿地に 面したやや開けた斜面部.

・広原 IV 遺跡:両側を湿地に挟まれた尾根部.

・広原 V 遺跡:広原湿原の東に伸びる埋没谷の谷頭 鞍部.

・広原 VI 遺跡:広原湿原の東に伸びる埋没谷に面した北斜面部.

・広原 VII 遺跡:広原湿原南側に面した緩斜面部.

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

2-2 試掘調査および踏査時採集遺物の概要

2-2-1 男女倉遺跡群分布調査団による試掘調査

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

次に出土遺物の多かった、ヨ A01b(広原 I 遺跡範 囲内)、ヨ A04b(広原 II 遺跡範囲内)、ヨ A05(広原 III 遺跡範囲内)出土遺物について、男女倉遺跡群分布 調査団編(1993)に基づき概観する.広原 I 遺跡の範 囲内のヨ A01bでは、上層(II 層)で縄文前期末の土 器片が出土しており、広原 I 遺跡 EA-1の南側に設定 した 1×1mのグリッドより集中して出土した縄文中期 初頭の土器片と時間的に近い.また、尖頭器の製作に 関連すると推定される剥片や、尖頭器製作時の剥離事 故により、尖頭部を取り込んで発生してしまった剥片 や、尖頭器未成品なども出土している.TP-2、EA-1 で出土した尖頭器石器群との関連を推定することがで きる.広原 II 遺跡の範囲内のヨ A04bでは、上層(III 層)より押型文系土器片2点,礫器,特殊磨石(石摺) り石)などが出土しており, TP-3, EA-2の2a層出土 遺物に近い構成である。またより下位の層(VI層)で は剥片の出土などが最も多く57点出土しており、やや 幅広で打面に調整が施されていない縦長剥片を多く含 んでいる。こうした特徴は、TP-3、EA-2の4層で検 出された黒曜石集石出土石器群に対比可能と推定され る(図2) なお、EA-2では2013年度までの調査区の 北西端で、本試掘坑の可能性のある埋め戻し土と考え られる攪乱を検出しており,今後,接合作業などを通 じてこの攪乱がヨ A04b にあたるのか検証が可能と思 われる. 広原 III 遺跡の範囲内のヨ A05, では上層(III 層)から縄文前期中葉の土器片2点や石鏃が出土して いる。また、より下位(V, VI層)では比較的多くの 遺物(計85点)が出土しており,石刃を比較的多く含む。 これらの石刃は、打面調整が顕著であり、広原 II 遺跡 で確認されている石刃とは技術的特徴が異なっている. 2011 年度~2013 年度の調査で把握されている石器群 とは異なる時期に位置づけられる石器群の可能性があ る.

2-2-2 黒耀石体験ミュージアム友の会による踏査

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

広原遺跡群の発掘調査および関連調査 (2011 年~2014 年)

3-1 2011 年度~ 2013 年度発掘調査

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

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

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



図3 広原遺跡群における表採遺物 Fig. 3. Artifacts collected from the surface of the ground around the Hiroppara bog

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

3-2 2011 年度以降の踏査

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

表面に細かなヒビが多数入っており、被熱による変化 (中沢, 2000)が生じたものと推定される.図 3-2 は比 較的湿原に近い地点で採集されており、TP-2、EA-1 で 出土した両面加工尖頭器と関連する可能性のある尖頭 器石器群の広がりが、より広範囲にわたっている可能 性を示唆する.図 3-3 は広原 III 遺跡の範囲で採集され た、やや幅広で末端に向かって両側縁が収斂する縦長 剥片を素材としたスクレイパーである.二次加工は腹 面より両側縁に連続的に施されている。本資料を含む 黒曜石製石器が、湿原北側に、北から南西方向に延び る馬の背状の平坦面から採集されたことによって、広 原 III 遺跡の位置が,男女倉遺跡群分布調査団編(1993) で示された地点よりも実際は西方向に存在しているこ とが確認された。図 3-4 は広原 V 遺跡の範囲で採集さ れた両面加工尖頭器である。片方の面(図3-4の左側 の写真)には鈍角の二次加工が施され、もう一方の面 (図 3-4 の右側の写真)は平坦な二次加工が施されてい るため、断面が台形状となっている。いびつな断面形や、 意図的に作出したとは判断できない左右非対称の平面 形などから、未成品と推定される。男女倉遺跡群分布 調査団編(1993)では,広原 V 遺跡の範囲内に設定さ れた試掘坑(ヨA15)では比較的上層から5点の資料 が出土したのみである.しかし,広原 V 遺跡の範囲は 広原 VI,広原 VI,広原 VII 遺跡に比べると比較的安定 した平坦面に位置している.今回の踏査成果によって, より多くの遺物が集中する地点が存在することを推定 可能となった.また,広原 I 遺跡以外にも広原遺跡群に は,尖頭器石器群が存在することが予測される結果と なった.

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

4. 広原遺跡群における考古編年の予察

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

図4では広原 I 遺跡と広原 II 遺跡の発掘調査の成果 に基づき,現段階で提示可能な考古編年案を提示する. 以下で図4について解説を加えると,2011年度からの 発掘調査では時期推定の可能な指標的遺物を伴う遺物 群として、まず旧石器時代では、局部磨製石斧や台形 様石器を伴う後期旧石器時代前半前葉(e-EUP)の石器 群が広原 II 遺跡で、両面加工および周辺加工尖頭器と 石刃核を伴う後期旧石器時代後半後葉(l-LUP)の石器 群が広原 I 遺跡で出土した。特に広原 II 遺跡の e-EUP 石器群は、黒曜石集石を形成し、多数の接合資料が残 されるなど、集中的な黒曜石原石の搬入と石器製作の 痕跡が残されている 縄文時代以降では、わずかに欠 損資料1点ではあるが、縄文草創期の有茎尖頭器が広 原II遺跡の1層で採集されている(図4-16).そして, 縄文早期の石器と土器が広原 I 遺跡,広原 II 遺跡の両 遺跡で出土している.特に広原 II 遺跡では,集石や土 坑などの遺構を伴っており、顕著な人類活動の痕跡が 確認された。なお、まだ十分な調査は経ていないが、 広原I遺跡では縄文中期初頭の土器片が集中して出土 しており、当該期の遺構などが存在することが予測さ れる. このほかにも広原 I 遺跡では、4 層で出土した 鋸歯状の二次加工の施された削器などは後期旧石器時 代後半前葉(e-LUP)に、ATより下位から出土した剥 片類などは後期旧石器時代前半(EUP)に位置づけら れると推定されるが、指標的な形態の石器がまだ確認 されておらず,詳細な位置づけは不明である。さらに, 広原 II 遺跡でも3 層出土の石刃やナイフ形石器などは e-LUP に位置づけられる可能性があるが、こちらもま だ出土点数が少なく詳細は不明である。

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



ど,詳細な位置付けが困難である.

5. 広原湿原周辺における人類活動と 景観変遷との対応関係

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

5-1 30 ka cal BP を遡る時期

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

5-2 約 30.0 ~ 17.0 ka cal BP

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

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

5-3 約17 ~ 11 ka cal BP

晩氷期の温暖化により,森林限界が上昇するととも に,湿原周辺にはカバノキ属と亜寒帯性針葉樹の混交 林が分布するようになった.この温暖化と森林化に伴い,湿原内では有機物が堆積するようになった.

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

5-4 約 11.2 ka cal BP 以降

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

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







図 6 広原湿原周辺における景観変遷(左,吉田,2016)と考古編年(右)の対応関係 Fig.6. The landscape changes (left: Yoshida, 2016) and archaeological chronology (right) around the Hiroppara bog り,背景としての古環境データとの対比は非常に重要 である。今後の追加調査や,八島ヶ原湿原など周辺の 同程度の標高で採取されたデータ(叶内・杉原,2007) などとの比較を行う必要がある。

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

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

6. おわりに

1989年以来行われてきたこれまでの考古調査の成 果を整理することにより、広原湿原周辺では e-EUP, 1-LUP, 完新世初頭の縄文早期の人類痕跡が明確に確 認でき、特に透閃石岩製の局部磨製石斧を伴う e-EUP と、縄文早期押型文系土器の時期の濃密な人類活動の 痕跡が確認された.そして、こうした人類活動の痕跡 と, 広原湿原周辺の古環境変遷について, 現時点で可 能な対応関係の確認を行うことができた。一方で、広 原湿原周辺での人類活動の復元はまだ限定された地点 での発掘調査成果に基づくものであり、広原 I 遺跡と 広原 II 遺跡以外の地点の調査を含め、人類活動の復元 をより密に行う必要がある。また、古環境復元につい ても濃密な人類活動の痕跡が残されている AT 下位の e-EUP に対応するデータを得ることができていない. 広原遺跡群における発掘調査をさらに進め、人類行動 の変遷を明確にするのと共に、AT 下位の古環境データ が得られる可能性の高い野辺山高原など(安田, 1981, 1982),比較的広原遺跡群と標高の近い地点などを対象 に、 当該期の古環境データの取得を目指す調査も行っ ていく必要がある。広原湿原周辺での人類活動のより 詳細な復元と、現時点までの調査では得ることができ ていない古環境データの蓄積を進めた上で、両者の相 関について再度議論を行うことを今後の課題として提 示する

謝辞

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

引用文献

ほしくずの里たかやま黒耀石体験ミュージアム友の会

2009「長和町立ほしくずの里たかやま黒耀石体 験ミュージアム友の会活動による表面採集資料」『長 野県考古学会誌』129, pp.29-36, 長野県考古学会

- 中沢祐一 2000「黒曜石石器群に認められる被熱痕跡の
 の生成実験と量的評価」『第四紀研究』39:535-546
- 橋詰 潤・中村雄紀・会田 進・島田和高・山田昌功・ 小野 昭 2013『広原遺跡群発掘調査概報 I — 2011 年度・2012 年度広原湿原および周辺遺跡に おける考古・古環境調査—』明治大学黒燿石研究セ ンター.
- 叶内敦子・杉原重夫 2007「長野県霧ヶ峰,八島ヶ原 湿原堆積物の花粉分析」『環境史と人類』123-132
- 工藤雄一郎 2012 『旧石器・縄文時代の環境文化史 -高精度放射性炭素年代測定と考古学 -』新泉社
- 工藤雄一郎 2016「広原湿原および広原 II 遺跡におけ る放射性炭素年代測定」小野 昭・島田和高・橋詰 潤・吉田明弘・公文富士夫編『長野県中部高地 における先史時代人類誌一広原遺跡群第1次~第3 次調査報告書-』明治大学黒耀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『長野県黒耀石原 産地遺跡分布調査報告書(和田峠・男女倉谷)III』 241p.,和田村教育委員会
- 酒井潤一・国信ゆかり 1993「溶岩台地湿原の花粉化石」男女倉遺跡群分布調査団編『長野県黒耀石原産地遺跡分布調査報告書(和田峠・男女倉谷)III』:
 30-34,和田村教育委員会
- 島田和高・隅田祥光・橋詰 潤・会田 進・掘 恭介・ 小野 昭 2014 『広原遺跡群発掘調査概報 II — 2013 年度広原遺跡群における考古・古環境調査—』 明治大学黒燿石研究センター.
- Smith, V. C., Staff, R. A., Blockley, S. P. E., Ramsey, C. B., Nakagawa, T., Mark, D. F., Takemura, K., Danhara, T. and Suigetsu 2006 Project Members. 2013 Identification and correlation of visible tephras in the Lake Suigetsu SG06

sedimentary archive, Japan: chronostratigraphic markers for synchronizing of east Asian/west Pacific palaeoclimatic records across the last 150 ka. Quaternary Science Reviews, 67: 121-137.

- 隅田祥光・土屋美穂 2016「長野県霧ヶ峰地域におけ る広原遺跡出土の黒曜石製石器の原産地解析」小野 昭・島田和高・橋詰 潤・吉田明弘・公文富士夫 編『長野県中部高地における先史時代人類誌一広原 遺跡群第1次~第3次調査報告書一』明治大学黒 耀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
- 安田喜憲 1981「長野県矢出川遺跡群の古環境復元報告 (1)」明治大学考古学教室編『報告・野辺山シンポ ジウム 1980』:13-26
- 安田喜憲 1982「長野県矢出川遺跡群の古環境復元報告 (2)」明治大学考古学教室編『報告・野辺山シンポ ジウム 1981』: 50-60
- Yoshida, A., Kudo, Y., Shimada, K., Hashizume, J. and Ono, A. 2016 Impact of landscape changes on obsidian exploitation since the Palaeolithic in the central highland of Japan. Vegetation History and Archaeobotany, 25: 45-55.
- 吉田明弘 2016「長野県広原湿原周辺における過去3 万年間の景観変遷と気候変動」小野 昭・島田和高・ 橋詰 潤・吉田明弘・公文富士夫編『長野県中部高 地における先史時代人類誌一広原遺跡群第1次~第 3次調査報告書一』明治大学黒耀石研究センター資 料・報告集1 (本報告書),明治大学黒曜石研究セ ンター
- 吉田明弘・叶内敦子・神谷千穂 2016「長野県広原湿 原における花粉分析と微粒炭分析からみた過去3万 年間の植生変遷と気候変動」小野 昭・島田和高・ 橋詰 潤・吉田明弘・公文富士夫編『長野県中部高 地における先史時代人類誌一広原遺跡群第1次~第 3次調査報告書—』明治大学黒耀石研究センター資 料・報告集1 (本報告書),明治大学黒曜石研究セ ンター

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

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

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

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

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

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

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

¹ Center for Obsidian and Lithic Studies, Meiji University

² National Museum of Japamese History

³ Meiji University Museum

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

中部高地における景観変遷と 後期旧石器時代の黒曜石獲得活動

島田 和高^{1*}

要 旨

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

キーワード:気候変動,黒曜石利用,後期旧石器時代,中部高地,資源開発

1. はじめに

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

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

中部高地原産地の多くは、標高 1,200 から 2,000 m

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

¹ 明治大学博物館

^{*} 責任著者:島田和高 (moirai3sis2@gmail.com)

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

中部高地原産地開発に関する先行研究では、関東西 部地域の V ~ IV 層下部段階で、中部高地産黒曜石の 利用が減少し、箱根・天城産黒曜石が増加することか ら、酸素同位体ステージ(MIS)2の気候寒冷化との 関係が議論されている(佐藤、1996;諏訪間、2002; 堤、2002)が、中部高地の古環境情報が欠落しており、 黒曜石利用についても定量的な変化は示されていない. 気候寒冷化が人間行動を制限する負の要因として理解 されているが、積極的な適応行動があったのかどうか 議論の余地を残している.一方中部高地での黒曜石獲 得活動の変化は、大竹(2002,2010,2013)によっ て遺跡数の増減傾向として理解され、後期旧石器時代 前半期で遺跡数は少なく,後半期で増加し,終末期で 減少することが示されている.原石を獲得するだけの 単純な活動から石器ワークショップの形成をともなう 活発な原産地開発へと段階発展論的な変化で理解され ている.後期旧石器時代終末期の中部高地原産地では 遺跡数が減少し,細石刃石器群(稜柱形細石刃石核) が希薄であることも知られている(堤,2002).細石刃 石核原料の小形原石を獲得する考古学的に不可視な獲 得活動に変化したと解釈されている.

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

2. 分析対象

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



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

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

The map was modified from Shimada (2015).

データセットを整備し相関を検討する.

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

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

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

3. 結果

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

3-1 e-EUP (約 38 ~ 32 ka cal BP)

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

図 2-C は、中部・関東地方の中部高地産黒曜石利用が、 後期旧石器時代で最大の比率(81.2%)であることを 示している。図 3-A によると、愛鷹・箱根地域で中部 高地産黒曜石の利用は、他の地域と比較して低調であ る.また,全体の3.7%と低い比率ではあるが,太平洋 に面した地域に神津島産黒曜石の分布が明瞭に見られ ることも e-EUP の黒曜石利用の特徴である.しかしこ れ以降,図2-Cに示されているように,神津島産黒曜 石の利用比率は,f-LUPまで極めて低いまま推移する ことになる.いずれにせよ,日本列島における人間の 居住のはじまりと併行して,全ての原産地は e-EUP に 発見され,原産地開発がはじまる.

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

3-2 1-EUP 後半(約 32 ~ 29 ka cal BP)

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

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

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

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



図2 中部高地の景観変遷と後期旧石器時代における黒曜石獲得活動

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

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

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

図 2-B によると、中部高地原産地での e-LUP 石器群 は極めて少なく、原産地各地の広域試掘調査や表面採 集でも当該期の標式石器が発見される例は、ほとんど ない.標高 1,000 m 以下の周辺地でも同様である.原 産地付近では男女倉 J 地点(標高約 1,210 m:森嶋編, 1975)が e-LUP 石器群に相当するが、ナイフ形石器の 技術形態からは e-LUP の終末に位置付けられる.EUP の状況とも異なり、e-LUPの中部高地原産地での人間 活動については、わずかな痕跡すら見つけにくい。

3-4 I-LUP (約 25 ~ 20 ka cal BP)

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



図3後期旧石器時代の地域別にみた黒曜石利用比率の変化

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

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

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

ある.

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

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

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

図 2-A が示すように,約 20 ka cal BP 以降,広原湿 原周辺の PARt の値は急上昇し,f-LUP の半ばにあたる 約 17 ka cal BP までには,森林/非森林の閾値を超え る (Hiroppara phase 2).この変化は,退氷期の温暖 化を反映し,中部高地の森林限界も1,400 m 以上に上 昇したことを示している (Yoshida et al. 2016a).稜 柱形細石刃核石器群の時期には,原産地一帯は高山帯 から,次第に亜寒帯針葉樹林へ変化していったと考え られる.

図 2-C が示すように、中部・関東地方における中部 高地産黒曜石の利用は再び減少し(30.9%),その代わ りに神津島産黒曜石の利用が後期旧石器時代ではじめ て急増する(44.1%)という,これまでにない特異な 変化を示している。中部高地産黒曜石利用と神津島産 黒曜石利用の二極化と呼ぶことができる。図 3-E が明 らかに示すように,中部高地産黒曜石は中部・関東地 方の北半部にあたる野尻湖,関東北部,関東東部に分 布し,神津島産黒曜石の分布は,中部地方の南半部に あたる愛鷹・箱根と関東西部地域に集中している。し かし,それぞれの黒曜石が,北半部地域と南半部地域 に客体的に持ち込まれている状況もあり,遺跡単位で 両者が共伴する事例も含まれる。

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

4. 考察

4-1 30 ca kal BP 以前

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

この現状を説明する一つの要因は, MIS2 以降の高山 帯の寒冷で乾燥な気候により促進された岩石の生産と 崩落により EUP 石器群が覆われ,発掘が阻害されてい ることにあると考えられる.中部高地では,実例が幾 つか確認されている. 鷹山遺跡群の追分遺跡や XII 遺 跡黒耀石研究センター地点では、崖錐堆積などによる 礫混じりのロームが繰り返し二次堆積している状況が 認められる.後期旧石器石器群はそれらの間に安定的 に堆積したローム層中から発見されている.これらの 遺跡では、姶良-Tn火山灰の降下層準も確認されてい る(大竹ほか、2001;島田ほか、2016).広範囲に及 ぶ発掘調査では、崩落礫堆積層を除去しながら遺物包 含層まで到達することは可能であるが、中部高地で一 般的に採用される狭い範囲の試掘坑調査では、EUP石 器群への到達は困難な場合が多い.ただし、中部高地 には、鷹山 I 遺跡 M 地点(戸沢ほか、1989)や広原 I 遺跡(島田ほか、2016)のように、EUP石器群の埋没 以降、ロームの安定した堆積環境が継続している地点 もあり、今後も EUP 石器群の発見を期待することがで きる.

4-2 最終氷期極相期初頭

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

しかしながら、利用率が著しく減少している関東東 部・西部地域、愛鷹箱根地域でも中部高地産黒曜石の 利用が断絶する事実はない.一方で、野尻湖遺跡群や 関東北部地域では、中部高地産黒曜石の利用率は1-EUP と同程度に継続している.こうした状況は、最終氷期 極相期の初頭にあたる気候の寒冷化は、e-LUP 集団が 中部高地原産地へ接近し到達すること自体は妨げてい なかったことを示唆している.むしろ制限されていた のは、原産地における黒曜石獲得に関わる活動だった と考えられる.つまり、中部高地では、黒曜石原石を 獲得することに特化した、黒曜石加工のワークショッ プの形成をともなわなず、短時日に限られた考古学的 には不可視な活動が行われた可能性が高く、中部高地 への訪問頻度も低下したと解釈できる.したがって、 約30 ka cal BP 以降の高山帯に位置する中部高地原産 地を積極的・能動的に開発する適応行動は, e-LUP で は低調であったと評価できる.

4-3 最終氷期極相期

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

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

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

4-4 最終氷期極相期終末

最終氷期極相期の終末に当たる約 20 ka cal BP から 19 ka cal BP には,広原湿原周辺の花粉堆積量の増加 傾向から推定すると,中部高地原産地の気候は温暖化 傾向にあり,亜寒帯針葉樹とカバノキ属の混交林の回 復にともなって森林限界も上昇した.1-LUP から類推す る限り,寒冷気候の緩和にともなって黒曜石獲得活動 の拡大を見込むこともできるが,この年代にあたる稜 柱形細石刃核石器群は中部高地原産地ではほとんど発 見されず,f-LUPには中部高地の遺跡数は再び減少した. f-LUP石器群の多くは地表面近くに埋没しているので, EUP石器群に想定されたような遺跡発見のバイアスは 考えにくい.したがってこの状況は,人間行動の変化 に起因する可能性が高く,ここでは,新たな石器技術 の登場と,集団の移動領域の再編成の観点から解釈を 試みる.

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

5. まとめ

後期旧石器時代における最終氷期の気候変動にとも なう景観変化と人間の活動の相互関係は,e-LUPと I-LUPの中部高地開発の変化に示されるように,寒冷化 =人間活動への負の制限という単純な図式では議論す ることができない.気候寒冷化は,生存に厳しい環境 へ果敢に進出する能動的な人間の文化的・社会的適応 を引き出すこともある.また,f-LUPに見られたように, 社会的な変化が資源開発に影響を及ぼす可能性がある ことも指摘することができた.中部高地原産地の土地 利用の歴史的変化は,先史狩猟採集民社会における資 源開発が,環境と社会とテクノロジーの相互作用によ り変化する構造体であったことを明確に示している.

謝辞

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

引用文献

- 安蒜政雄 1979「日本の細石核」『駿台史学』47: 152-183
- 安蒜政雄 2000「旧石器時代のイエ」戸沢充則編『大 塚初重先生頌寿記念考古学論集』pp.491-516., 東 京堂出版
- 安蒜政雄・萩谷千明・高倉 純・氏家敏之・島田和高・ 小菅将夫・矢島國雄・戸沢充則 1991『鷹山遺跡 群 II』133p.,長門町教育委員会
- Clark, P. U., and Mix, A. C. 2002 Ice sheets and sea level of the Last Glacial Maximum. Quaternary Science Reviews 21: 1-7.
- 藤森栄一・中村竜雄 1964「霧ヶ峰雪不知の石器文化 -雪不知型削器への注意-」『考古学雑誌』50(2): 21-38
- 平出一治・大竹憲昭・山形真理子・鶴田典昭 1989『弓 振日向遺跡(第2次発掘調査)』190p., 原村教育委 員会
- 河西 克造・川崎 保 2002『馬捨場遺跡』189p., 長野県埋蔵文化財センター
- 工藤雄一郎 2016「広原湿原および広原Ⅱ遺跡におけ る放射性炭素年代測定」小野 昭・島田和高・橋詰 潤・吉田明弘・公文富士夫編 2016『長野県中 部高地における先史時代人類誌一広原遺跡群第1次

~第3次調査報告書一』明治大学黒耀石研究セン ター資料・報告集1(本報告書),明治大学黒曜石 研究センター

- 公文富士夫 2016「長野県長和町,広原湿原および周 辺陸域におけるボーリング調査報告」小野 昭・島 田和高・橋詰 潤・吉田明弘・公文富士夫編 2016 『長野県中部高地における先史時代人類誌一広原遺 跡群第1次~第3次調査報告書一』明治大学黒耀石 研究センター資料・報告集1 (本報告書),明治大 学黒曜石研究センター
- 公文富士夫・河合小百合・木越智彦 2013 「中部山 岳地域における第四紀後期の気候変動」『地学雑誌』 122(4):571-590
- 功刀 司 1993 『夕立遺跡』 14p., 茅野市教育委員会
- 森嶋 稔編 1975『男女倉』179p.,長野県道路公社・ 和田村教育委員会
- 男女倉遺跡群分布調査団編 1993『長野県黒耀石原 産地遺跡分布調査報告書(和田峠・男女倉谷)III』 241p.,和田村教育委員会
- 大竹憲昭 2002「黒曜石の流通と中部高地の原産地」 『黒耀石文化研究』1:31-36
- 大竹憲昭 2010「野尻湖遺跡群における黒曜石の利用 について」『考古学ジャーナル』598:28-31
- 大竹憲昭 2013「黒曜石原産地の考古学的概観」『日本 考古学協会 2013 年度大会研究発表資料集』pp. 23-26.,日本考古学協会
- 大竹幸恵・勝見 譲・野口 淳・三木陽平・小林克次・ 米田 穣・中島 透 2001『県道男女倉・長門線 改良工事に伴う発掘調査報告書 鷹山遺跡群 I 遺跡 及び追分遺跡群発掘調査』464p,長門町教育委員 会
- 佐瀬 隆・細野 衛 2016「長野県長和町,広原湿原 と周辺陸域の植物珪酸体分析-イネ科植物相の地史 的動態からみた MIS3 以降の古環境変遷- 」小野 昭・島田和高・橋詰 潤・吉田明弘・公文富士夫編 2016『長野県中部高地における先史時代人類誌 一広原遺跡群第1次~第3次調査報告書-』明治大 学黒耀石研究センター資料・報告集1 (本報告書), 明治大学黒曜石研究センター
- 佐藤宏之 1996「社会構造」『石器文化研究』5:329-340

- 芹澤清八・後藤信祐・塚本師也・谷中 隆・江原 英・ 亀田幸久・片根義幸・合田恵美子・武川夏樹・中 村信博・津野田陽介 2010「石器時代における石 材利用の地域相(資料)」『日本考古学協会栃木大会 2011 年度大会研究発表資料集』pp. 61-268., 日本 考古学協会
- 島田和高 2008「黒曜石のふるまいと旧石器時代の住 まい-月見野期と田名向原住居状遺構-」『旧石器研 究』4:61-82
- 島田和高 2015「上部旧石器時代における中部高地黒 曜石原産地の土地利用変化」『第四紀研究』54 (5): 219-234
- 島田和高・橋詰 潤・会田 進・中村由克・早田 勉・ 隅田祥光・及川 穣・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 先史時代人類誌一広原遺跡群第1次~第3次調査報 告書一』明治大学黒耀石研究センター資料・報告集 1 (本報告書),明治大学黒曜石研究センター
- 信州ローム研究会編 1972『男女倉-黒曜石原産地地 帯における先土器文化石器群-』20p., 信州大学医 学部第二解剖学教室
- Stuiver, M., and Grootes, P. M. 2000 GISP2 oxygen isotope ratios. Quaternary Research 53: 530 277-284.
- 須藤隆司 2012「赤城山麓を遊動する細石刃狩猟民』 岩宿フォーラム実行委員会編『北関東地方の細石刃 文化』pp.81-88.,岩宿博物館
- 諏訪間順 2002「相模野旧石器編年と寒冷期の適応過 程」『科学』72:636-637
- 谷 和隆・塚原秀之・鶴田典昭・中島 透・橋詰 潤・ 羽生俊郎・前田一也・村田弘之・山科 哲 2013「中 部地方の黒曜石原産地分析資料」『日本考古学協会 2013 年度長野大会研究発表資料集」pp. 63-174., 日本考古学協会
- 高見俊樹 1995「旧石器時代の諏訪」『諏訪市史 上巻』 pp. 9-154., 諏訪市
- 戸沢充則 1958「長野県八島遺跡における石器群の研 究−古い様相をもつポイントのインダストリー−」 『駿台史学』8:66-97
- 戸沢充則・矢島國雄・大竹幸恵・安蒜政雄・友田哲弘・ 大竹憲昭・須藤隆司・小菅将夫 1989『鷹山遺跡群 I』

135p., 長門町教育委員会

- 堤 隆 1987「相模野台地の細石刃石核」『大和市史研 究』13:1-43
- 堤 隆 2002「信州黒曜石原産地をめぐる資源開発と 資源需給-後期旧石器時代を中心として-」『國學院 大學考古学資料館紀要』18:1-21
- 堤 隆 2011「細石刃狩猟民の黒曜石資源需給と石材・ 技術運用」『資源環境と人類』1:47-65
- 吉田明弘 2016a「長野県広原湿原における珪藻化石 群集に基づく最終氷期以降の堆積環境」小野 昭・ 島田和高・橋詰 潤・吉田明弘・公文富士夫編 2016『長野県中部高地における先史時代人類誌一 広原遺跡群第1次~第3次調査報告書一』明治大 学黒耀石研究センター資料・報告集1 (本報告書), 明治大学黒曜石研究センター
- 吉田明弘 2016b「長野県広原湿原周辺における過去3 万年間の景観変遷と気候変動」小野 昭・島田和高・ 橋詰 潤・吉田明弘・公文富士夫編 2016『長野

県中部高地における先史時代人類誌一広原遺跡群第 1次~第3次調査報告書一』明治大学黒耀石研究セ 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一広原遺跡群第 1次~第3次調査報告書一』明治大学黒耀石研究セ ンター資料・報告集1 (本報告書),明治大学黒曜 石研究センター

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

Kazutaka Shimada^{1*}

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

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

¹ Meiji University Museum

^{*} Corresponding author: Kazutaka Shimada (moirai3sis2@gmail.com)
VII 広原遺跡群第1次〜第3次調査の 総括と展望

小野 昭1*

1. はじめに

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

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

2. 与えられた自然環境条件と人類の活動

2011 ~ 2013 年の調査で湿原におけるトレンチ調 査・ボーリング調査で,花粉,珪藻,植物珪酸体,火 山灰の分析を行い,約3万年以降今日までの古環境デー タを得た.従前のトレンチ調査でも「湿原の堆積物は, すべて,完新統の可能性が大きい」と指摘されていた(酒 井・国信, 1993)が,予想をこえて海洋酸素同位体ステージ MIS3 末, MIS2, MIS1 にわたる古環境復元の基礎デー タを集積できた.

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

ここでは全体を通して検討すべき若干の点を議論し ておきたい。第1点:広原では3万年以前に遡る古環 境データは得られる条件に無かったため、広原第 II 遺 跡の第4層の石器群の時期つまり MIS 3後半の景観は 直接的には復原できない.しかし3万年前後のデータ を外挿して推定するならば、少なくとも森林限はなお 1,400mよりも下方にあって湿原は形成されていない と思われる。周囲が森林と厚い植生に覆われず、黒曜 石の露頭もアクセスしやすかったであろう。黒曜石集 積に見る盛んな荒割と二次加工の結果はそこに多数の 接合資料を今日に残し、大きな角礫上の素材に復原で きるものもある. 露出の多い黒曜石やその他の岩石の 産状と、素材へのアクセスの容易さの間の現象的な強 い相関を表現している。これはさらに一歩踏み込んで、 露岩のあり方と人類集団による利用の容易さの間の因 果関係をも示唆していると思われる。この時期の集団

¹ 明治大学黒耀石研究センター

^{*} 責任著者:小野昭 (onoak@meiji.ac.jp)

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

第2点:最終氷期最盛期LGMにおける広原の地の利 用形態である.この時期(I-LUP)は第1遺跡では2b 層~3層を中心に尖頭器石器群(両面加工尖頭器,周 辺加工尖頭器),石刃核が認められる.しかし接合資料 は無く,第II遺跡のe-EUPの石器群と比較すると石器 製作に関係する痕跡に乏しい.LGM期の第II遺跡は人 類の居住の痕跡がほとんどない.この期の関東中部地 方全体で産地分析された黒曜石24,570点に占める中部 高地の黒曜石利用率63.7%は,むしろ他の関東の黒曜 石原産地(高原山,箱根,天城,神津島)の利用率か らすると突出している(島田,2015).第II遺跡の状 況と一見矛盾するように見えるが,大量に石割り作業 をするような場の利用形態でなく,短期に立ち去る選 択的な場の使い方の現れである可能性を充分検討する 必要がある(島田, 2016).第1遺跡はその一端を表現 しており,最終氷期最盛期においても広原の地に人の 活動の跡が明確になった.

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

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



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

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

3. 自然史・人類史・人類誌

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

相互に薄い円盤が隙間なく並んで対応関係がついて いれば理想的である。その場合,自然史との関係にお いて人類史の復原が理想的に可能である。人類誌とは この場合,人類史の中一つの薄い円盤に対応する。こ れを積み上げることで確実な人類誌に基づいた人類史 の復原が可能となる.むろん現象的で実証的な復元で あって人類史をどのように叙述するかはまた別の問題 である.だが現実は図1のように隙間が多い.したがっ て、可能な限り円盤を埋める実証的な探査が必要であ るのと同時に、検証可能な仮説や理論によって間隙に 関連付けを行い、矢印相互の因果関係を推し量る作業 が必要がある.この間、植生の変化と黒曜石獲得の形 態の変化について(旧石器時代の採取から縄文時代の 採掘へ)問題を提起したのもこのような観点からであ る(Yoshida et al., 2016).今後広原周辺の調査の進展 によって仮説は確実にプラスかマイナスにテストする ことが可能である.骨太の方法の提示無くしては科学 の展開は望めないという指摘(Binford 1981, p.289) もこうしたことを指しているのである.

4. 次のステップへ

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



図2 資料の種類と研究領域の階層関係(小野, 2009) Fig. 2. Stratified correlation of data and research areas (Ono, 2009) 植生の変化>景観変遷>人類の居住 / 非居住の一連の つながりの中で,最も重要な環をおさえて今後の見通 しを若干述べる.

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

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

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

引用文献

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

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

- 中村由克 2016「広原遺跡群に持ち込まれた非黒曜石 の石器石材」小野 昭・島田和高・橋詰 潤・吉田 明弘・公文富士夫編『長野県中部高地における先史 時代人類誌-広原遺跡第1次~第3次調査報告書』 (本報告書),明治大学黒曜石研究センター
- 小野 昭 2009「環境変動と道具の体系-反映関係・ 比較・仮説をふりかえる-」『考古学の方法とその広 がり』予稿集 首都大学考古学研究室, pp. 44-45.
- 酒井潤一・国信ゆかり 1993「溶岩台地湿原の花粉化 石」男女倉遺跡群分布調査団編『長野県黒耀石原 産地遺跡分布調査報告書(和田峠・男女倉谷)III』 pp.30-34.,和田村教育委員会
- 島田和高 2015「上部旧石器時代における中部高地黒 曜石原産地の土地利用変化」『第四紀研究』54(5): 219-234
- 島田和高 2016「中部高地における景観変遷と中部・ 関東地方における黒曜石獲得活動」小野 昭・島田 和高・橋詰 潤・吉田明弘・公文富士夫編『長野県 中部高地における先史時代人類誌-広原遺跡第1次 〜第3次調査報告書』(本報告書),明治大学黒曜石 研究センター
- 島田和高・橋詰 潤・会田 進・中村由克・早田 勉・ 隅田祥光・土屋美穂・及川 穣 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 先史時代人類誌一広原遺跡群第1次~第3次調査 報告書一』(本報告書),明治大学黒曜石研究センター
- Yoshida, A., Kudo, Y., Shimada, K., Hashizume, J. and Ono. A. 2016 Impact of landscape changes on obsidian exploitation since the Palaeolithic in the central highland of Japan. Vegetation History and Archaeobotany 25: 45-55. doi:10.1007/s00334-015-0534-y
- 吉田明弘 2016「長野県広原湿原周辺における過去3 万年間の景観変遷と気候変動」小野 昭・島田和高・ 橋詰 潤・吉田明弘・公文富士夫編『長野県中部高 地における先史時代人類誌-広原遺跡第1次〜第3 次調査報告書』(本報告書),明治大学黒曜石研究セ ンター

報告書抄録

ふりがな		ながのけんちゅうぶこうちにおけるせんしじだいじんるいし								
書名	長野県中部高地における先史時代人類誌									
副書名	広原遺跡群第1次~第3次調査報告書									
巻 次										
シリーズ名		明治大学黒耀石研究センター資料・報告集								
シリーズ番号		1								
編集者名		小野昭 島田和高 橋詰潤 吉田明弘 公文富士夫								
編集機関		明治大学黒耀石研究センター								
所在地		〒 386-0601 長野県小県郡長和町大門 3670-8 明治大学黒耀石研究センター TEL: 0268-41-8815 FAX: 0268-69-0807								
発行年月日		2016年3月31日								
所収遺跡名		所在地			ード 	北緯	東経	調査期間	調査面積	調査原因
広原遺跡群	原遺跡群 和田山 5101 和田原東餅園			市町村 20350	遺跡番号 W-48	I 遺跡: 36°9' 17" II 遺跡: 36°9' 20.5"	I 遺跡: 138°9 '5" II 遺跡: 138°9' 7.5"	$\begin{array}{c} 2011/8/16 \sim \\ 8/26. \\ 2012/4/28 \sim \\ 5/13. \\ 2013/4/27 \sim \\ 5/12. \end{array}$	I 遺跡 :9 m ² II 遺跡 :16 m ²	学術調査
所 収 遺 跡	種別		主な時代	主な遺構		主な遺物		特記事項		
広原遺跡群 第Ⅰ遺跡	その他の		旧石器時代	包含層			尖頭器石刃核剥片・石核			
	生産	重遺跡	縄文時代	包含層			縄文土器 石鏃			
広 原 遺 跡 群 第Ⅱ遺跡	20	り他の	旧石器時代	包含層, 黒曜石集石			局部磨製石斧 台形様石器 剥片・石核			
	生産遺跡		縄文時代	包含層,小竪穴,集石			押型文土器 繊維土器 石鏃・石錐・礫器		-	
本書は,長野県長和町の広原湿原における古環境調査と周辺遺跡の発掘調査の正式報告書である.本学術調査 は,黒曜石原産地における先史時代人類活動と環境変動との関係を捉えることを目的としている.湿地部の3 m に及ぶ泥炭・砂礫層及び陸域からコア試料等を採取し,年代測定,花粉分析,植物珪酸体分析,珪藻分析,テフ ラ分析を行い,過去3万年に渡る湿地周辺の古環境変遷を復元した.2011年度から2013年度に広原遺跡群第 I 遺跡と第 II 遺跡の第1次~第3次調査を実施した.1遺跡からは,結節状浮線文の中期初頭土器と若干の押型文 系土器,後期旧石器時代後半期の尖頭器石器群が発見された.土層堆積中にAT層序を検出した.II 遺跡からは, 押型文系土器を中心とする縄文時代遺物群,後期旧石器時代前半期の石刃石器群が発見された.後者には,局部 磨製石斧と台形様石器が伴い,大形剥片・大形石核の密集によって特徴付けられる黒曜石集石を2基確認した.										

長野県中部高地における先史時代人類誌 →広原遺跡群第1次~第3次調査報告書→2016年3月31日発行 発行明治大学黒耀石研究センター◎ 〒386-0601長野県小県郡長和町大門3670-8明治大学黒耀石研究センター TEL: 0268-41-8815 印刷勝美印刷株式会社 〒113-0001東京都文京区白山1-13-7 アクア白山ビル5F TEL: 03-3812-5201(代)

明治大学黒耀石研究センター資料・報告集1