

他に樹木花粉ではマツ属単維管束亜属やトウヒ属などの寒冷種が出現している。

(3)中里見根岸遺跡22区S-14グリッド

As-B直下層では、イネ科やカマツリグサ科などが検出されたが、いずれも少量である。

(4)上里見井ノ下遺跡1区第1トレンチ

As-B直下層では、草本花粉のイネ科、キク亜科、ヨモギ属などが検出されたが、いずれも少量である。

花粉分析から推定される植生と環境

浅間総社磐石 (As-Sj, 約1.1万年前)の直下層から直上層にかけては、イネ科などが繁茂する湿地の環境であり、ハンノキ属が湿地林を形成していたものと推定される。周辺地域の森林植生としては、コナラ属コナラ亜属を主とする落葉広葉樹林が分布していたものと推定される。また、マツ属単維管束亜属やトウヒ属の寒冷種も出現していることから、亜寒帯 (亜高山帯) に接する温帯上部 (冷温帯) の気候下であったと考えられる。

浅間Bテフラ (As-B, 1108年)直下層の堆積当時は、イネ科、キク亜科、ヨモギ属などが生育するやや乾燥した環境であったものと推定される。花粉があまり検出されないのは、乾燥的な土壌生成作用によって花粉粒が分解されたためと考えられる。

文献

- 中村 純 (1973) 花粉分析, 古今書院。
 金原正明 (1993) 花粉分析法による古環境復原, 新版古代の日本第10巻古代資料研究の方法, 角川書店。
 島倉巳三郎 (1973) 日本植物の花粉形態, 大阪市立自然科学博物館収蔵目録第5集。
 中村 純 (1980) 日本産花粉の標徴, 大阪自然史博物館収蔵目録第13集。
 辻誠一郎・吉川昌伸・吉川純子・尾城謙一 (1985), 前橋台地における更新世末期から完新世初期の植物化石群集と植生, 第四紀研究, 23松下
 まりこ (1993) 花粉・孢子, 第四紀試料分析法, 日本第四紀学会。

第4節 地質・テフラ・木炭の分析

第1項 中里見遺跡群の地質とテフラ

株式会社 古環境研究所

はじめに

関東地方北西部に分布する後期更新世以降の地層中には、赤城、浅間、榛名など関東地方北西部およびその周辺に分布する火山のほか、南九州の始良カルデラや鬼界カルデラなど遠方の火山の噴火に由来するテフラが数多く認められる。これらのテフラの多くについては、すでに噴出年代が明らかにされており、これらを年代指標として利用することで、遺物や遺構の年代を知ることができるようになっている。

烏川河岸に位置する中里見遺跡群の発掘調査では、多くの層準から遺物や遺構が検出された。そこで、地質調査を行って地質層序を記載するとともに、各種のテフラ分析を行って噴出年代が明かな示標テフラの検出特定を行い、地層の堆積年代や遺構の構築年代に関する資料を収集することになった。

調査分析の対象となった地点は、中里見中川遺跡1区第1地点(第4トレンチ西寄り)、第2地点(第4トレンチ東寄り)、第3地点(第3トレンチ)、2区北西壁、4区北西壁、4区西壁、5区、6区、中里見根岸遺跡の22区S-14グリッドと第1トレンチ、中里見原遺跡第2トレンチの西壁、上里見井ノ下遺跡1区第1トレンチの北壁、2区道東地点と2区4号溝の覆土断面である。

地質層序

(1) 中里見中川遺跡

① 1区第1地点(第4トレンチ)

1区第1地点(第4トレンチ)は、沖積低地の氾濫源上に位置している。ここでの地質層序を、柱状図にして図1に示す。本地点では腐植質土壌の間に、3層の洪水堆積物が認められる。最上位の洪水堆積物は、薄い灰白色砂層(層厚1cm)とその上位の厚い灰色砂層(層厚36cm)から構成される。中位の洪水堆積物は、下位より灰白色砂層(層厚1cm)、灰色砂層(層厚5cm)、黄灰色砂層(層厚6cm)の連続から構成される。最下位の洪水堆積物は、円磨された軽石から構成される(層厚28cm)。含まれる軽石の最大径は39mmである。

② 1区第2地点(第4トレンチ)

1区第2地点(第4トレンチ)も沖積低地の氾濫源上に位置している。ここでの地質層序を、柱状図にして図2に示す。本地点では腐植質土壌の間に2層の洪水堆積物が認められる。上位の洪水堆積物は、灰色砂層(層厚7cm)である。下位の洪水堆積物は、比較的厚い灰色砂層(層厚26cm)である。これらの堆積物は、各々第1地点の上位2層の洪水堆積物に対比される。下位の洪水堆積物のさらには、厚さ9cmの黄色降下軽石層が認められる。含まれる軽石の最大径は23mmである。軽石層の下位には黒灰色腐植質砂層を挟んで成層した砂からなる厚い洪水堆積物が認められる。

③ 1区第3地点(第3トレンチ)

1区第3地点(第3トレンチ)の地質層序を、柱状図にして図3に示す。本地点は上述2地点とは異なる旧河道部に位置している。ここでは最下位に最大径342mmの礫層が認められる。礫層の上位には、下位より層厚41cmの成層した灰色砂層および層厚20cmの成層した砂質シルト層の堆積が認められる。砂質シルト層の直上には、層厚2cmの白色軽石層がレンズ状に認められた。含まれる軽石の最大径は、11mmである。

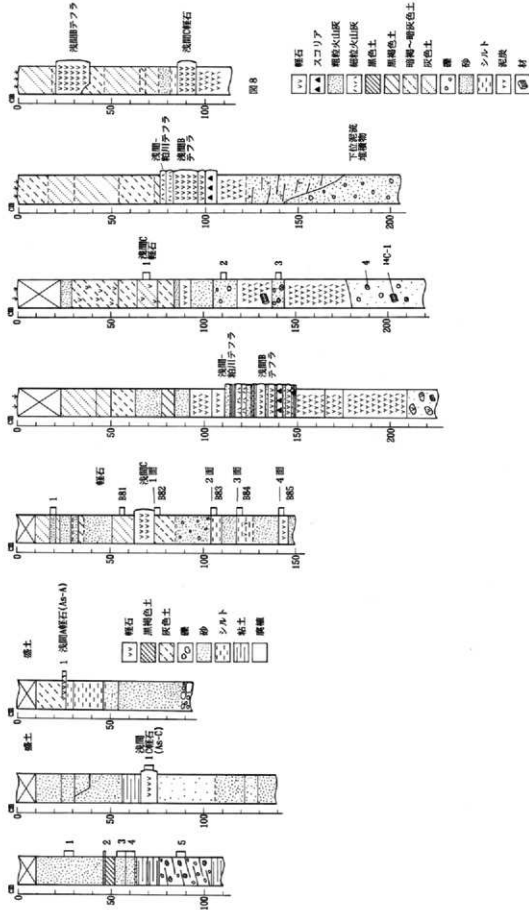
④ 2区北西壁

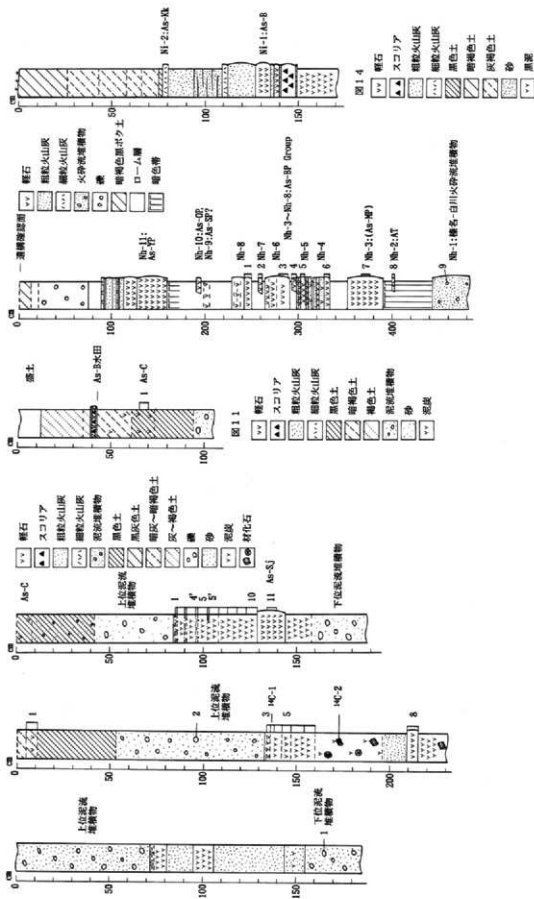
2区北西壁では、下位より砂とシルト(一部は腐植質)の互層、軽石層(層厚11cm)を挟む腐植質土壌、砂と腐植質土壌の互層の連続が観察された(図4)。これらのうち、軽石層は黄色で、最大径21mmの軽石や最大径8mmの石質岩片が含まれている。軽石はスポンジ状によく発達しており、基岩に斜方輝石が認められる。この軽石層は、層相から4世紀中葉に浅間火山から噴出した浅間C軽石(As-C、新井, 1979、石川ほか, 1979)に同定される。発掘調査で検出された1~4面の水田面のうち1面はAs-Cによって覆われている。このことから、1面は4世紀中葉の水田面と推定される。

⑤ 4区北西壁

4区北西壁では、最下位に層厚20cm以上の乳白色の泥炭堆積物が認められた。この泥炭堆積物については後に詳述する。泥炭堆積物の上位の成層中には、2層のテフラ層が認められた(図5)。下位のテフラは成層したテフラ層で、下位より灰色細粒火山灰層(層厚0.4cm)、褐色粗粒スコリア(最大径21mm)、黄白色粗粒火山灰層(層厚0.5cm)、灰色細粒火山灰層(層厚0.3cm)、黄灰色細粒軽石層(層厚3cm)、暗灰色粗粒火山灰層(層厚1.4cm)、桃褐色スコリア層(層厚3cm)、黒灰色粗粒火山灰層(層厚1.2cm)、白色軽石層(層厚4cm)、黒灰色粗粒火山灰層(層厚0.8cm)、白色軽石層(層厚5cm)、黄色粗粒火山灰層(層厚0.4cm)、暗灰色粗粒火山灰層(層厚0.5cm)、黄色粗粒火山灰層(層厚0.8cm)、暗灰色粗粒火山灰層(層厚0.5cm)、褐色粗粒火山灰層(層厚2.5cm)、桃色細粒火山灰層(層厚0.1cm)、暗灰色粗粒火山灰層(層厚0.1cm)、桃灰色粗粒火山灰層(層厚2.5cm)、桃色細粒火山灰層(層厚3.5cm)、灰白色細粒火山灰層(層厚0.5cm)から構成される。このテフラは、層相から1108(天仁元)年に浅間火山から噴出した浅間Bテフラ(As-B、新井, 1979)に同定される。

As-Bの上位には層厚0.7cmの褐色泥炭層を挟んで、成層したテフラ層が認められる。このテフラは、下位の白色粗粒火山灰層(層厚0.4cm)と上位の灰色粗粒火山灰層(層厚3cm)から構成されている。このテフラは層位および層相から、1128(大治3)年に浅間火山から噴出した浅間鉛川テフラ(As-Kk、早田, 1991, 1996)に同定される。As-Kkの上位には泥炭層の最大で、砂と土壌(一部は腐植質)の互層が堆積している。





④4区西壁

4区西壁では、最下位に乳白色泥炭堆積物が認められる(図6)。堆積物中には、最大径67mmの円磨された白色軽石が多く含まれている。軽石は比較的大きく揃っている。この堆積物中には、流途中に河川の河床から取り込まれたと考えられる最大径177mmの重円礫も認められる。また炭化を受けていない木材(最大径4cm)も含まれている。この泥炭堆積物は根炭と砂の互層によって不整合に覆われている。このうち泥炭堆積物直上の黒褐色泥炭層からは、発掘調査により縄文時代中期の土器が検出されている。これらの土層は、白色軽石に富む土壌によって覆われている。

⑤5区北壁

5区北壁では、下位泥炭堆積物とそれを断つて発達した谷を埋積した堆積物の断面が観察された(図7)。層厚30cm以上の黄灰色の下位泥炭堆積物には、最大径23mmの円磨された白色軽石や最大径34mmの石質岩片が含まれている。堆積物には、下位より基理が発達した暗灰色腐植質砂層(層厚73cm)、砂混じり黒褐色シルト層(層厚16cm)、成層したテフラ層(層厚4cm)、成層した細粒火山灰層(層厚3cm)、黒色砂質土(層厚3cm)、暗灰色砂質土(層厚19cm)、褐色砂質土(層厚24cm)、褐色土(層厚14cm)、暗褐色作土(層厚16cm)が認められる。

このうち成層したテフラ層は、下位より褐色スコリア層(層厚6cm、スコリアの最大径18mm、石質岩片の最大径6mm)、褐色細粒軽石層(層厚4cm、軽石の最大径9mm、石質岩片の最大径2mm)、成層した黄色細粒軽石層(層厚13cm、軽石の最大径7mm、石質岩片の最大径2mm)、褐色細粒火山灰層(層厚0.2cm)、褐色細粒火山灰層(層厚4cm)からなる。このテフラは、As-Bに同定される。このテフラの上位に侵食不整合を挟んで堆積する青灰色細粒火山灰層は、層相からAs-Kkに同定される。

⑥5区南壁

5区南壁では、黒泥層(層厚18cm)の上位に、下位より白色軽石層、暗灰色砂質シルト層(層厚4cm)、黄灰色砂層(層厚6cm)、灰色砂質土(層厚7cm)、暗灰色土(層厚3cm)、軽石混じり灰色土(層厚19cm)、暗灰色砂質土(層厚8cm)、As-B(層厚18cm)、褐色粗粒火山灰に富む暗褐色土(層厚2cm)、灰色表土(層厚18cm)の連続が認められる(図8)。

⑦6区北東隅

6区北東隅では、下位より白色軽石に富む黄灰色泥炭堆積物(層厚30cm以上、軽石の最大径31mm; 試料番号1、石質岩片の最大径41mm)、暗灰色砂層(層厚11cm)、白色軽石を多く含む灰色砂層(層厚38cm)、白色軽石混じり暗褐色木本質泥炭層(層厚11cm)、白色軽石に富む灰色砂層(層厚14cm)、黒泥層(層厚7cm)、黒泥層に富む黒泥層(層厚0.8cm、軽石の最大径7mm)、黒泥層(層厚1cm)、黄色泥炭堆積物(層厚72cm)、軽石の最大径13mm、石質岩片の最大径8mm)の連続が認められた(図9)。泥炭堆積物や砂層中に認められる軽石は、いずれも円磨されている。以下、下位の泥炭堆積物を「下位泥炭堆積物」、上位の泥炭堆積物を「上位泥炭堆積物」と各々呼ぶことにする。なお、4区で認められた泥炭堆積物は、上位泥炭堆積物と考えられる。

⑧6区南壁

6区南壁では、材化石が認められる黒褐色泥炭層(層厚16cm)の上位に、下位より白色軽石層(層厚6cm、軽石の最大径14mm、石質岩片の最大径4mm、試料番号8)、軽石に富む灰色砂層(層厚13cm)、暗褐色木本質泥炭層(層厚36cm)、黒泥層(層厚13cm、試料番号6、7)、灰色砂層に富む黒泥層(層厚5cm、軽石の最大径4mm、試料番号5)、黒泥層(層厚6cm、試料番号4)、黄灰色軽石に富む黒泥層(層厚1.4cm、試料番号3)、黒泥層(層厚0.7cm)、黄白色泥炭堆積物、上位泥炭堆積物、軽石の最大径11mm; 試料番号2、石質岩片の最大径9mm)、黒色土(層厚42cm)、黄白色軽石層(層厚1cm、軽石の最大径17mm、石質岩片の最大径3mm、試料番号1)の連続が認められる(図10)。

(2) 中里見根岸遺跡

①22区S-14グリッド

水田遺構が検出された22区S-14グリッドでは、下位より黄色泥炭堆積物(層厚5cm以上)、黒色土(層厚21cm)、黄灰色軽石に富む黒色土(層厚12cm、軽石の最大径23mm)、黄灰色軽石を含む暗褐色土(層厚19cm、軽石の最大径13mm)、成層したテフラ層、とくに下位の成層したテフラ層に由来する粗粒火山灰を多く含む灰褐色砂質土(層厚4cm)、灰褐色砂質土(層厚23cm)、盛土(層厚12cm以上)の連続が認められる(図11)。

これらのうち、成層したテフラ層は、下位より灰色細粒火山灰層(層厚0.2cm)、褐色スコリア層(層厚0.6cm、スコリアの最大径29mm)、黄色細粒軽石層(層厚2cm、軽石の最大径3mm)、青灰色細粒火山灰層(層厚0.1cm)から構成されている。なおその最上部は、削断を受けている。このテフラ層は、その層相からAs-Bに同定される。本地点における発掘調査では、この成層したテフラ層に覆われた水田遺構が検出されていることから、この遺構の層位はAs-B直下と考えることができる。

②第1トレンチ

第1トレンチでは、下位より白色軽石に富む黄白色泥炭堆積物(層厚30cm以上)、軽石の最大径28mm、石質岩片の最大径18mm)、暗褐色泥炭層(層厚14cm)、白色軽石層(層厚15cm、軽石の最大径11mm)、石質岩片最大径9mm)、暗褐色泥炭層(層厚21cm)、黒泥層(層厚11cm)、灰色粗粒火山灰混じり黒泥層(層厚0.8cm)、暗褐色泥炭層(層厚5cm)、黄灰色軽石層(層厚0.8cm、軽石の最大径4mm)、黒泥層(層厚4cm)、黄灰色軽石混じり黒泥層(層厚0.5cm、軽石の最大径5mm)、黒泥層(層厚1cm)、白色軽石および円形礫混じり黄白色泥炭堆積物(層厚42cm、軽石の最大径11mm、重円礫の最大径112mm)、礫混じり黒色砂質土(層厚34cm、礫の最大径88mm)、黄灰色軽石混じり黒色土(層厚8cm、軽石の最大径21mm)が認められた(図12)。これらの土層のうち、最上位の黄灰色軽石混じり黒色土は、層相から22区S-14グリッドの下位より3層目の黄灰色軽石混じり黒色土に対比される。

(3) 中里見原遺跡

①第2トレンチ

有地上に位置する中里見原遺跡の典型的なローム層の土層断面が認められた第2トレンチの深壁のテフラ層序を、柱状図にして図13に示す。ここでは11層ものテフラ層を両端で観察することができた。これらのテフラ層を仮に中里見原第1~11テフラ(Nh-1~11)と呼ぶことにする。以下、各テフラの層相について記述する。

中里見原第1テフラ(Nh-1): 層厚60cm以上の褐色非溶結火砕泥堆積物、最大径38mmの円磨された白色軽石(試料番号9)が含まれている。

中里見原第2テフラ(Nh-2): 白色ガラス質細粒火山灰層(試料番号8)。層厚1.4cm。

中里見原第3テフラ(Nh-3): 厚い粗粒の藍色軽石層(層厚38cm、軽石の最大径48mm、石質岩片の最大径7mm、試料番号7)。

中里見原第4テフラ(Nh-4): 成層したテフラ層。下位より黄色軽石層(層厚6cm、軽石の最大径23mm、石質岩片の最大径4mm、試料番号6)、灰色粗粒火山灰に富む黄灰色軽石層(層厚5cm、軽石の最大径12mm、石質岩片の最大径3mm)、黄色細粒軽石層(層厚3cm、軽石の最大径13mm、石質岩片の最大径4mm)、灰色粗粒火山灰層(層厚4cm)の連続から構成される。

中里見原第5テフラ(Nh-5): 成層したテフラ層。下位より暗灰色粗粒火山灰層(層厚4cm)、黄色細粒軽石層(層厚2cm、軽石の最大径3mm、石質岩片の最大径2mm)、暗灰色粗粒火山灰層(層厚1cm)、黄色細粒軽石層(層厚5cm、軽石の最大径4mm、石質岩片の最大径2mm、試料番号5)、灰色細粒軽石層(層厚2cm、軽石の最大径2mm、石質岩片の最大径2mm)、褐色細粒火山灰層(層厚1cm)、灰色粗粒火山灰に富む黄灰色軽石層(層厚6cm、軽石の最大径21mm、石質岩片の最大径5mm、試料番号4)の連続からなる。

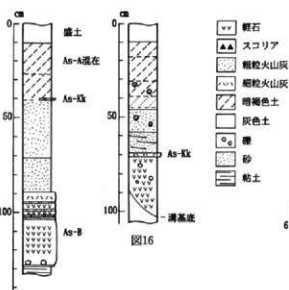


図15

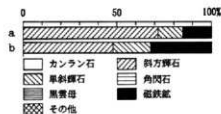


図17-1 中里見中川遺跡4区西壁の重鉱物組成ダイアグラム

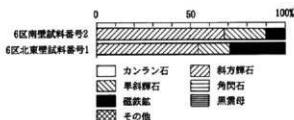


図17-2

表1 中里見中川遺跡(試掘調査)のテフラ検出分析結果

地点	試料	軽石の量	軽石の色調	軽石の最大径
1	1	—	—	—
1	2	—	—	—
1	3	+	白	6.8
1	4	+	白	2.9
1	5	+++	白	16.8
1	1	++++	白	23.3
1	1	++++	白	11.8

++++: とくに多い, +++: 多い, ++: 中程度, +: 少ない, —: 認められない, 最大径の単位は, mm.

表2 中里見中川遺跡群のテフラ検出分析結果

遺跡	地点	試料	軽石	
			量	色調 最大径
中里見中川	4区西壁	1	+++	白 6.1
		2	++	白 19.0
		3	++	白 14.3
中里見中川	6区南壁	1	++++	白 14.2
		3	+++	白 3.1
		4	+	白 2.9
		5	++	白 2.0
		6	+	白 2.1
		7	+++	白 —
		8	+++	白 11.3
中里見機庫	22区S-14グレート 第1トレンチ	1	++	灰 24.1
		5'	++	灰白 1.8

++++: とくに多い, +++: 多い, ++: 中程度, +: 少ない, —: 認められない, 最大径の単位は, mm.

表3 中里見中川遺跡の重鉱物組成分析結果

試料	ol	opx	cpx	ho	bl	mt	その他	合計
4区西壁軽石a	0	179	33	0	0	37	1	250
4区西壁軽石b	0	119	56	0	0	81	0	256
5区北東壁軽石1	0	134	42	0	0	73	1	250
6区南壁軽石2	0	171	54	0	0	24	0	250

数字は、粒子数。ol: カンラン石, opx: 斜方輝石, cpx: 単斜輝石, ho: 角閃石, bl: 黒雲母, mt: 磁鉄鉱。

表4 中里見中川遺跡における屈折率測定結果

地点	試料	火山ガラス(n)	斜方輝石(y)
6区北東壁	1	1.503-1.505	1.706-1.711
6区南壁	3	1.512-1.518	1.706-1.710
	4'		1.707-1.711
	8	1.504-1.508	1.707-1.711

表5 中里見中川遺跡における屈折率測定結果

地点	試料	重鉱物	屈折率
Nh-8	1	opx, cpx, mt	opx(y): 1.702-1.706
Nh-7	2	opx, cpx, mt	opx(y): 1.702-1.707
Nh-6	3	opx, cpx, mt	opx(y): 1.700-1.705
Nh-5	4	opx, cpx, mt(ol)	opx(y): 1.701-1.705
Nh-5	5	opx, cpx, mt	opx(y): 1.700-1.705
Nh-4	6	opx, cpx, mt	opx(y): 1.700-1.704
Nh-3	7	opx, cpx, mt(ol)	gl(n): 1.504-1.507 opx(y): 1.699-1.705
Nh-2	8	(opx, ho)	gl(n): 1.499-1.501
			opx(y): 1.699-1.705
Nh-1	9	ho, cum, opx, mt	gl(n): 1.509-1.512
			opx(y): 1.706-1.709 ho(n2): 1.688-1.709 cum(n2): 1.659-1.662

ol: カンラン石, opx: 斜方輝石, cpx: 単斜輝石, ho: 普通角閃石, cum: カミングトン閃石, mt: 磁鉄鉱, 測定方法は、温度一定型位相法(新井, 1972, 1993)による。

中里見原第6テフラ (Nh-6) : 成層した黄色軽石層で、層厚は27cm。下位より粗粒軽石層(層厚14cm、軽石の最大径13mm、石質岩片の最大径2mm、試料番号3)、細粒軽石層(層厚8cm、軽石の最大径6mm、石質岩片の最大径2mm)粗粒軽石層(層厚5cm、軽石の最大径12mm、石質岩片の最大径3mm)の連続から構成されている。

中里見原第7テフラ (Nh-7) : 層厚4cmの黄色細粒軽石層(試料番号2)。軽石と石質岩片の最大径は、各々3mmと2mm。

中里見原第8テフラ (Nh-8) : 成層したテフラ層。下部が成層した比較的粗粒な黄色軽石層(層厚8cm、軽石の最大径22mm、石質岩片の最大径5mm、試料番号1)で、上部が成層した細粒黄色軽石層(層厚14cm、軽石の最大径11mm、石質岩片の最大径3mm)から構成される。

中里見原第9テフラ (Nh-9) : ローム層中に濃集する白色細粒軽石(軽石の最大径6mm)。

中里見原第10テフラ (Nh-10) : 層厚5cmの白色軽石層(軽石の最大径7mm、石質岩片の最大径2mm)。

中里見原第11テフラ (Nh-11) : 成層したテフラ層である。下位より粗粒の黄色軽石層(層厚31cm、軽石の最大径72mm、石質岩片の最大径13mm)、比較的粗粒で成層した黄色軽石層(層厚14cm、軽石の最大径33mm、石質岩片の最大径9mm)、繼いで成層した火山灰層(層厚25cm)から構成される。

なお Nh-11の上位には、層厚14cmのローム層を挟んで粗粒の壱円礫(最大径240mm)に富む褐色火山灰土(層厚54cm)の堆積が認められる。この土層中には、最大径13mmの黄～褐色軽石も含まれている。この地層は、層相から泥炭堆積物が土壌化を受けて形成された土層の可能性が考えられる。より保存状態の良い状態での観察が必要である。

(4) 上里見井ノ下遺跡

①1区第1トレンチ

1区第1トレンチの北壁では、黒泥の上位の砂質土中に2層のテフラの堆積が確認された(図14)。これらのテフラを下位より上里見井ノ下第1テフラ(KI-1)と上里見井ノ下第2テフラ(KI-2)と呼ぶことにする。

上里見井ノ下第1テフラ(KI-1) : 成層したテフラ層で、下位より灰色細粒火山灰層(層厚5cm)、褐色粗粒スコリア(スコリアの最大径31mm)、比較的粗粒の褐色スコリア層(層厚8cm)、暗灰色粗粒火山灰層(層厚0.5cm)、褐色粗粒層(層厚3cm、軽石の最大径5mm、石質岩片の最大径3cm)、灰色粗粒火山灰層(層厚2cm)、黄褐色軽石層(層厚8cm、軽石の最大径4mm、石質岩片の最大径2mm)、成層した粗粒火山灰層(酸化鉄の濃集により、本来の色調不明)、純褐色細粒火山灰層(層厚3cm)の連続から構成される。

上里見井ノ下第2テフラ(KI-2) : 層厚14cmの成層した砂層を挟んでKI-1の上位に認められる青灰色の細粒火山灰層(層厚3cm)である。

②2区遺東地点

2区遺東地点では、上里見井ノ下遺跡の基本的な土層断面を観察することができた。ここでは、下位より暗灰色粘土層(層厚4cm以上)、成層した降下テフラ層、暗褐色砂層(層厚18cm)、淘汰のよい灰色砂層(層厚29cm)、青灰色細粒火山灰層(層厚0.9cm)、暗褐色土(層厚13cm)、白色軽石強じり暗褐色土(層厚17cm、軽石の最大径7mm)、盛土(層厚87cm)の連続が認められる(図15)。

これらの土層のうち、成層した降下テフラ層は、下位より灰色細粒火山灰層(層厚0.3cm)、基底部に粗粒のスコリア(最大径21mm)を強じえるかすかに成層した黄褐色軽石層(層厚24cm)、暗灰色粗粒火山灰層(層厚0.5cm)、黄灰色細粒軽石層(層厚0.3cm)、暗灰色粗粒火山灰層(層厚0.6cm)、黄色細粒軽石層(層厚2cm)、暗灰色粗粒火山灰層(層厚0.8cm)、褐色細粒軽石層(層厚3cm)、褐色細粒火山灰層(層厚0.3cm)、褐色細粒火山灰層(層厚5cm)の連続が認められる。このテフラ層は、その層相からAs-Bに同定される。一方、青灰色の細粒火山灰層は、層相からAs-Kkに同定される。さらに上位の暗褐色土中に含まれる白色軽石は、その岩相から1783(天明3)年に浅間山から噴出した浅間A軽石(As-A、荒茂, 1968, 新井, 1979)に由来するものと考えられる。

③2区4号溝

2区4号溝の覆土は、下位より上部に壱円礫(最大径67mm)を含む淘汰の良い黄褐色軽石層(層厚32cm)、青灰色細粒火山灰層(層厚2cm)、整理の発達した褐色砂層(層厚11cm)、円磨された黄色軽石を含む黄灰色砂層(層厚12cm、軽石の最大径12mm)、整理の発達した灰色砂層(層厚1cm)、円磨された黄色軽石に富む灰色土(層厚6cm、軽石の最大径6mm)、円磨された黄色軽石を含む暗褐色砂質土(層厚6cm、軽石の最大径3mm)、円磨された黄色軽石に富む暗褐色土(層厚8cm、軽石の最大径4mm)、暗褐色土(層厚13cm)、白色軽石強じり暗褐色土(層厚8cm)から構成されている(図16)。

これらの土層のうち、最下位の黄褐色軽石層に含まれる軽石は、その岩相からAs-Bに由来するものと考えられる。ただし、この黄褐色軽石層には、粗粒の壱円礫が含まれていること、また2区遺東地点で認められたようなAs-Bに特徴的なフオール・ユニットの構造が認められないことなどから、一次堆積のAs-Bと判断することはできない。一方、この黄褐色軽石層の上位の青灰色細粒火山灰層については、若干微品を受けた振動は認められるものの、これより下位の層相にこのテフラに由来する粒子は認められないことから、ほぼ一次堆積層相を維持しているものと考えて差し支えない。このテフラは層相からAs-Kkに同定される。さらに最上位の暗褐色土中に含まれる白色軽石は、その岩相からAs-Aに由来するものと考えられる。

テフラ検出分析

(1) 分析試料と分析方法

中里見中川遺跡1区第1地点(第4トレンチ西寄り)、第2地点(第4トレンチ東寄り)、第3地点(第3トレンチ)、4区西壁、2区北西壁、6区南壁、中里見根津遺跡22区S-14グリッドおよび第1トレンチにおいて採取された試料を対象にテフラ検出分析を行い、示標テフラの検出同定を行った。

粒子の特徴を明らかにした。テフラ検出分析の手順は次の通りである。

- ①試料15gを秤量。(但し、中里見中川遺跡1区第1～3地点の試料は10g。)
- ②超音波洗浄装置により泥分を除去。
- ③80℃で恒温乾燥。
- ④実体顕微鏡下でテフラ粒子の特徴を観察。

(2) 分析結果

分析結果を表1に示す。中里見中川遺跡1区第2地点の試料番号1には、最大径23.3mmの比較的粗粒な白色軽石が多く認められる。軽石はスポンジ状によくいずれの軽石にも、斑晶として斜方輝石や単斜輝石が認められる。

中里見根岸遺跡22区S-14グリッドの試料番号1には、比較的良く発泡した灰色軽石が多く認められた。軽石の最大径は23.4mmで、斑晶に斜方輝石や単斜輝石が含まれている。この軽石は、その特徴から4世紀中葉に浅間火山から噴出した浅間C軽石(As-C, 新井, 1979)に由来すると考えられる。一方、第1トレンチ試料番号5'には、発泡のあまり良くない細粒の灰白色軽石が比較的多く認められる。軽石の最大径は1.8mmである。遊離結晶の中には、角閃石や斜方輝石が少量認められる。このテフラの起源については、いまのところ不明な点が多い。

重鉱物組成分析

(1) 分析試料と分析方法

中里見中川遺跡4区西壁で認められた泥流堆積物に含まれる軽石2点(試料番号4)、6区北東隅で認められた下位泥流堆積物中の最大の軽石(試料番号1)と6区南壁で認められた上位泥流堆積物中の最大の軽石(試料番号2)を対象に重鉱物組成分析を行った。分析の手順は以下の通りである。

- ①軽石を乳鉢で粉碎。
- ②超音波洗浄装置により泥分を除去。
- ③80°Cで恒温乾燥。
- ④分析篩により1/4-1/8mmの粒子を篩別。
- ⑤偏光顕微鏡下で重鉱物250粒を鑑定。

(2) 分析結果

重鉱物組成分析の結果をダイアグラムにして図17、その内訳を表3に示す。4区西壁の試料のうち、1点の軽石に含まれる重鉱物は、量の多い順に斜方輝石(71.6%)、磁鉄鉱(14.8%)、単斜輝石(13.2%)である。またもう1点の軽石に含まれる重鉱物も、量の多い順に斜方輝石(47.6%)、磁鉄鉱(32.4%)、単斜輝石(20.0%)である。いずれも斜方輝石と単斜輝石に富む両輝石型の軽石である。下位泥流堆積物中の軽石(6区北東隅試料番号1)には、量の多い順に斜方輝石(53.6%)、磁鉄鉱(29.2%)、単斜輝石(16.8%)が含まれている。一方上位泥流堆積物中の軽石(6区南壁試料番号2)には、量の多い順に斜方輝石(68.4%)、単斜輝石(21.6%)、磁鉄鉱(9.6%)が含まれている。いずれの軽石も、斜方輝石と単斜輝石に富む両輝石型のテフラである。

屈折率測定

(1) 測定試料と測定方法

テフラの特徴記載を詳細に行うために、温度一定型屈折率測定法(新井, 1972, 1993)により屈折率の測定を行った。屈折率の対象となった試料は、中里見中川遺跡および中里見原遺跡において採取された12試料である。

(2) 測定結果

中里見中川遺跡における屈折率測定の結果を表4に示す。中里見中川遺跡6区北東隅の試料番号1に含まれる火山ガラスの屈折率(n)は、1.503-1.505である。また斜方輝石の屈折率(γ)は1.706-1.711である。6区南壁の試料番号3に含まれる火山ガラスの屈折率(n)は、1.512-1.518である。また斜方輝石の屈折率(γ)は1.706-1.710である。6区南壁の試料番号8に含まれる火山ガラスの屈折率(n)は、1.504-1.508である。

また斜方輝石の屈折率 (γ) は1.707-1.711である。試料番号4'には、斜方輝石のほか角閃石や単斜輝石、さらに磁鉄鉱などが認められた。斜方輝石の屈折率 (γ) は、1.707-1.711である。斜方輝石の屈折率から、このテフラは浅間火山起源と考えられる。一方、角閃石は榛名火山起源のテフラからの混入物と考えられる。

中里見原遺跡第2トレンチにおける測定結果を表5に示す。Nh-1 (試料番号9) に含まれる軽石には、斑晶として普通角閃石、カミングトン閃石、斜方輝石、磁鉄鉱などの重鉱物が含まれている。火山ガラスの屈折率 (n) は1.509-1.512、斜方輝石の屈折率 (γ) は1.706-1.709、普通角閃石の屈折率 (n_2) は1.668-1.674、カミングトン閃石の屈折率 (n_2) は1.659-1.662である。Nh-2 (試料番号8) には火山ガラスが多く含まれている。とくに透明で平板状のいわゆるバブル型火山ガラスに富むほか、纖維束状に発泡した軽石型火山ガラスも少量認められる。さらにごくわずかに斜方輝石や角閃石が認められるが、これらについては混入物の可能性もある。火山ガラスの屈折率 (n) は1.499-1.501である。

Nh-3~8 (試料番号7~1) は、いずれも斜方輝石や単斜輝石に富むいわゆる両輝石型のテフラである。斜方輝石の屈折率 (γ) は、いずれの試料も1.699-1.707の間に入り非常に似た値を示す。

考察一泥流堆積物の起源および示標テフラとの同定

烏川流域とその周辺において、泥流堆積物から検出された両輝石型の重鉱物組成をもつ軽石としては、浅間火山起源のテフラが代表的なものである。中里見中川遺跡に最も近い榛名火山起源のテフラには少なくとも榛名白川火砕流発生(約4.1~4.4万年前以降)のテフラのほとんどには角閃石が含まれている(新井, 1962, 1979)。したがって、泥流堆積物中の軽石は、浅間火山に由来している可能性が大きいと考えられる。本遺跡付近に泥流堆積物をもたらす可能性のあるテフラとしては、約1.1~1.7万年前の浅間火山軽石流期の複数の火砕流堆積物が考えられる。

なお今回の分析点数は非常に少なかったことから、泥流堆積物中に両輝石型軽石の占める比率については不明である。榛名火山の古いテフラの鉱物組成については不明な点も多く、中里見中川遺跡の南にも榛名火山起源の火砕流堆積物が厚く堆積している。したがって、このような火砕流堆積物の崩壊や地すべりなどに由来する泥流の可能性も否定できない。そこで、何らかの作用によりこれらの堆積物中に浅間火山起源の軽石が混入したことも考えられよう。泥流堆積物の層位を検討するとともに、屈折率測定など軽石についてのより詳細な岩石記載的な研究を行う必要がある。

中里見中川遺跡5区および6区では、2層の泥流堆積物のほかに6層準に降下テフラの降灰が認められた。これらのうち、最上位2層は前述の通りAs-BとAs-Kkに同定される。以下、As-Bより下位の4層のテフラと泥流堆積物について、下位より順に層相や分析結果などから示標テフラとの同定を試みる。

下位泥流堆積物：この泥流の起源については不明であるが、遺跡周辺の斜面の崩壊に由来する可能性のほかに、含まれる軽石の斑晶に斜方輝石や単斜輝石が多く含まれており、角閃石が認められないこと、軽石の火山ガラスや斜方輝石の屈折率などから、浅間火山の軽石流期に噴出したテフラ、とくに浅間板鼻黄色軽石(As-YP, 約1.3~1.4万年前, 新井, 1962, 町田・新井, 1992)以降に噴出したテフラに由来する泥流堆積物の可能性も考えられる。なお4区で認められたこの泥流堆積物に含まれる木材については、14C年代測定が行われており、12,060±230y.B.P.(GaK-16511)の年代値が得られている(後述)。これらのことから、この泥流堆積物については、前橋台地南部の井野川低地帯に厚く、また高崎市街地周辺にも分布する井野川泥流堆積物(早田, 1990)に対比される可能性が考えられる。

6区南壁試料番号8：軽石の斑晶に斜方輝石や単斜輝石が認められることや、火山ガラスや斜方輝石の屈折など、このテフラは浅間火山から約1.1万年前に噴出したとされている浅間総社軽石(As-SJ, 早田, 1990, 早田,

1991)の可能性が考えられる。

6区南壁試料番号5: 軽石の斑晶に斜方輝石や単斜輝石が認められることや上位の軽石との層位関係などから浅間火山起源のテフラと考えられる。このテフラの下位に層位がある木材(14C-2)からは、 $12,030 \pm 180$ y.B.P. (GaK-16781)の14C年代が得られた(後述)。

6区南壁試料番号3: 軽石の斑晶に斜方輝石や単斜輝石が認められることや、火山ガラスの屈折率が高いこと、また斜方輝石の屈折率などから、浅間火山から約8,200年前に噴出した浅間藤岡軽石(As-Fo, 早田, 1991)、約5,400年前に噴出した浅間一合軽石(As-Kn, 早田, 1990, 早田, 1991)、約4,500年前に噴出した浅間D軽石(As-D, 新井, 1979)のいずれかに由来する可能性が考えられる。このテフラの下位の泥炭層(14C-1)からは、 $9,180 \pm 180$ y.B.P. (GaK-16511)の年代が得られている(後述)。今後約6,300年前に南九州の鬼界カルデラから噴出した鬼界アカホヤ火山灰(K-Ah, 町田・新井, 1978)との層位関係などを調べることでチェックする必要がある。

上位泥流堆積物: この泥流の起源については不明であるが、遺跡周辺の斜面の崩壊に由来する可能性のほか、堆積物中に斜方輝石や単斜輝石に富み、角閃石が含まれない軽石が認められることから、浅間火山の噴火に由来する可能性も考えられる。

6区南壁試料番号1: 軽石の斑晶に斜方輝石や単斜輝石が認められることや、軽石がよく発泡していることなどから、As-Cに同定される。

中里見原遺跡で認められた火山灰土中のテフラについては、下記のような同定が考えられる。

Nh-1: 層相や軽石の斑晶鉱物組成さらにそれらの屈折率などの特徴から、標名白川火砕流堆積物(新井, 1962, 早田, 1990)に同定される。

Nh-2: 後述するように浅間板鼻褐色軽石群(As-BP Group)の直下の透明なバブル型ガラスに富むテフラであることから、約2.4~2.5万年前に南九州の始良カルデラから噴出した始良Tn火山灰(AT, 町田・新井, 1976, 松本ほか, 1987, 池田ほか, 1995)に同定される。

Nh-3: テフラの層相や重鉱物組成などから約1.9~2.2万年前に浅間火山から噴出した浅間板鼻褐色軽石群(As-BP Group, 新井, 1962, 町田ほか, 1984, 早田, 1996)の最下部の軽石に同定される。このテフラはその上位のテフラと区別して、室田軽石(As-MP, 森山, 1972, 早田, 1990)と呼ばれることがある。

Nh-4~Nh-9: テフラ群の層相や重鉱物組成などから、As-MPの上位のAs-BP Groupに同定される。

Nh-10: As-BPの上位のローム層中に混在する白色細粒軽石である。層位や軽石の岩相などから、約1.8万年前に浅間火山から噴出したとされる浅間白糸軽石(As-Sr, 町田ほか, 1984, 早田, 1996)に由来する可能性が大きいと考えられる。

Nh-11: As-Srの上位でAs-YPの下位にあることから、浅間火山から噴出した浅間大窪沢第1軽石(As-Ok1, 中沢ほか, 1984)またはその上位にある浅間大窪沢第2軽石(As-Ok2, 中沢ほか, 1984)に同定されると思われる。長野県軽井沢町においてAs-Ok1直下の泥炭から $16,880 \pm 130$ y.B.P.、またAs-Ok2直下の泥炭から $16,720 \pm 160$ y.B.P.の14C年代が得られている(中井ほか, 1992)。いずれにしても、Nh-11の噴出年代は約1.7万年前と推定される。中里見原遺跡の位置とテフラの分布域などの関係から、本テフラはAs-Ok1に同定される可能性がより大きいものと推定される。

Nh-12: 層相からAs-YPに同定される。

中里見原遺跡のローム層最上部に認められた泥流堆積物に由来する可能性のある土層は、泥流堆積物であるとなれば、その層位から井野川泥流堆積物の上部に対比される可能性が考えられる。ただしこの泥流堆積物の

起源についてはまだ不明な点が多い。今後の調査が必要とされる。

上里見井ノ下遺跡2区4号溝の覆土中には、As-Kkの降灰が認められた。したがって、その構築年代は1128(大治3)年を遡ることは確実と考えられる。ただし、ここで問題になるのがAs-Bの扱いである。前にも述べたように、4号溝中に認められたAs-B起源の軽石の堆積層は一次堆積層ではない。そこで4号溝の構築年代は、As-Bより新しいと考えられる。なお本遺構は溝遺構であることから、As-B堆積当時溝の中に水流があり、As-Bが再堆積した可能性も完全に考えられる。As-Bの再堆積層は、直接遺構基底に接しており間層を認めることはできないことから、As-B堆積以前であったとしても、As-Bの降灰年代を大きく遡ることはないものと考えられる。

中里見中川遺跡1区第2地点において腐植質土壌中にAs-Cが認められたことから、少なくともAs-Cの堆積時期である4世紀中葉以降、第2地点において後背湿地的な地形環境下にあったことが考えられる。その後3度大規模な洪水が堆積している。1区第1地点においてはAs-Cの一次堆積層は認められなかったものの、第2地点と同様の地形環境下にあったものと考えられる。一方、旧河道部に位置する1区第3地点では、礫層の上位に砂層やシルト層の堆積が認められた。これらの堆積物の直上には、As-Aが認められた。このことからこの旧河道の離水は、1783(天明3)年より前と推定される。

また上里見井ノ下遺跡のNi-1は、その層相から、1108(天仁元)年に浅間火山から噴出した浅間Bテフラ(As-B, 新井, 1979)に同定される。Ni-2については、層相や層相などから、1128(大治3)年に浅間火山から噴出した浅間柏川テフラ(As-Kk, 早田, 1991, 1996)に同定される。

小結

中里見遺跡群において、地質調査、テフラ検出分析、重鉱物組成分析、屈折率測定を併せて行った結果、台地上に位置する中里見原遺跡で、下位より白川火砕流堆積物(約4.1~4.4万年前)、始良Tn火山灰(AT, 約2.4~2.5万年前)、浅間板鼻褐色軽石群(As-BP Group, 約1.9~2.2万年前)に同定される6層のテフラ、浅間白糸軽石(As-Sr, 約1.8万年前)に由来する可能性の大きい軽石、浅間大窪沢第1軽石(As-Ok1, 約1.7万年前)に由来する可能性が大きな軽石層、As-YPが認められた。また烏川左岸に位置する中里見中川遺跡および中里見根岸遺跡では、下位より、下位泥流堆積物(井野川泥流堆積物?)、浅間総社軽石(As-Sj, 約1.1万年前)、未詳のテフラ、浅間藤岡軽石(As-Fo, 約8,200年前)または浅間六合軽石(As-Kn, 約5,400年前)あるいは浅間D軽石(As-D, 約4,500年前)、上位泥流堆積物、浅間C軽石(4世紀中葉)、浅間Bテフラ(As-B, 1108年)、浅間柏川テフラ(As-Kk, 1128年)、浅間A軽石(As-A, 1783年)を検出することができた。

中里見中川遺跡における発掘調査で検出された1~4面の水田面のうち、1面はAs-Cによって覆われていることから、1面は4世紀中葉ころの水田面と推定される。また、中里見根岸遺跡22区S-14グリッドにおいて検出された水田遺構は、As-Cの上位にあり、As-Bにより覆われていることから、この水田はAs-Bの堆積に伴って埋没したものと考えられた。

谷底部に位置する上里見井ノ下遺跡では、下位よりAs-B、As-Kk、As-Aに由来する軽石を認めることができた。これらのテフラとの層位関係から、2区4号溝の構築年代は1128年を遡ることが明らかになった。

中里見中川遺跡と上里見井ノ下遺跡の試掘調査の際、野外地質調査とテフラ検出分析を行った。その結果、沓瀬源に位置する中里見中川遺跡第2地点において浅間C軽石(As-C, 4世紀中葉)の上位の腐植土中に3層の洪水堆積物が検出された。また、旧河道に位置する第3地点では河川堆積物の上位に浅間A軽石(1783年)が検出され、その河道の離水が1783(天明3)年より前と推定された。上里見井ノ下遺跡では、浅間Bテフラ(As-B, 1108年)と浅間柏川テフラ(As-Kk, 1128年)を検出することができた。

第9章 理科学分析

文献

- 新井房夫 (1962) 関東盆地北西部地域の第四紀編年, 群馬大学紀要自然科学編, 10, p.1-79.
- 新井房夫 (1972) 銅方輝石・角閃石の同位率によるテフラの同定—テフロクロロジーの基礎的研究—, 第四紀研究, 11, p.254-269.
- 新井房夫 (1979) 関東地方北西部の縄文時代以降の示性テフラ層, 考古学ジャーナル, no.157, p.41-52.
- 新井房夫 (1993) 温度一定型同位率測定, 日本第四紀学会編「第四紀試料分析法」, 東京大学出版会, p.138-149.
- 荒牧重雄 (1968) 浅間火山の地質, 地質研専報, 14, p.1-45.
- 石川正之助・井上雄雄・梅沢重昭・松本浩一 (1979) 火山堆積物と遺跡 1, 考古学ジャーナル, no.157, p.3-40.
- 町田 洋・新井房夫 (1976) 広域に分布する火山灰—鮎貝 Tn 火山灰の発見とその意義—, 科学.
- 町田 洋・新井房夫 (1992) 火山灰アトラス, 東京大学出版会, 276p.
- 町田 洋・新井房夫・小田野夫・遠藤邦彦・杉原重夫 (1984) テフラと日本考古学—考古学研究と関係するテフラのカatalogue—, 古文化財編集委員会編「古文化財に関する保存科学と人文・自然科学」, p.865-928.
- 森山昭雄 (1971) 標名火山東・南麓の地形—とくに軽石流の地形について—, 愛知教育大学地理学報告, 36・37, p.107-116.
- 中井俊夫・辻誠一郎・竹本弘幸・池田英子 (1992) 南軽井沢周辺のテフラ層序の加速器¹⁴C年代, 日本第四紀学会講演要旨集, no.22, p.58-59.
- 中沢英俊・新井房夫・遠藤邦彦 (1984) 浅間火山, 黒曜—前田期のテフラ層序, 日本第四紀学会講演要旨集, no.14, p.69-70.
- 早田 勉 (1990) 群馬県自然と風土, 群馬県史通史編, 1, p.35-129.
- 早田 勉 (1991) 浅間火山の生い立ち, 佐久考古通信, no.53, p.2-7.
- 早田 勉 (1996) 関東地方—東北地帯南部の示性テフラの顕特徴—とくに御成第1テフラより上位のテフラについて—, 名古屋大学加速器質量分析計業績報告書, VII, p.256-267.

第2項 中里見中川遺跡の放射性炭素年代測定

株式会社パレオ・ラボ 吉川純子

(1) 測定結果

放射性炭素年代測定は、中里見中川遺跡の2試料について行った。分析用試料は、トチノキの種子とオニグルミの核を用いた。以下の表1に測定結果を示す。なお、測定は学習院大学放射性炭素年代測定室の木越邦彦氏にお願いした。

年代は、¹⁴Cの半減期5570年(LIBBYの半減期)にもとづいて計算され、西暦1950年よりさかのぼる年数(yrs BP)として示している。付記された年代誤差は、 β 線の計数値の標準偏差 σ にもとづいて算出した年数で、標準偏差(ONE SIGMA)に相当する年代です。また、 β 線計数率と自然計数率の差が 2σ 以下のときは 3σ に相当する年代を下限の年代値として表示してある。

表1 中里見中川遺跡の放射性炭素年代測定結果

試料番号	層 準	測定試料	コード番号	測定値 (yrs BP)
GN-A	5区1号溝	トチノキ種子	GaK-17084	1,840±80
GN-J	4区2号土坑下層	オニグルミ核	GaK-17083	4,590±100

(2) 測定結果に関する若干の考察

測定試料は、5区1号溝の上層から多量に出土したトチノキの種子と縄文時代中期後半頃と推定される4区2号土坑の下層から多量に出土したオニグルミの核である。分析試料は、いずれも未炭化の種実である。測定結果は、縄文時代中期とされる4区2号土坑については4,590±100 yrs BPとおおむね妥当な年代値が得られている。一方、5区1号溝については1,840±80yrs BPと弥生時代中期ないし後期の測定結果が得られている。試料は、トチノキの種子のみを測定に用いていることから、二次堆積物などによる炭素の汚染は全くない。したがって、年代値的には比較的信頼度の高い数値ではないかと考えられるが、地下水による汚染で古い年代値になることもあるようなので遺物等を含め総合的に判断されることが望まれる。

第3項 中里見遺跡群における放射性炭素年代測定結果

株式会社 古環境研究所

中里見中川遺跡の試料について年代測定を行った。その結果を次表に示す。なお、年代値は1950年よりの年数 (B.P.) である。

年代値の算出には14Cの半減期として LIBBY の半減期5570年を使用している。また、付記した誤差は β 線の計数値の標準偏差 σ にもとづいて算出した年数で、標準偏差 (ONE SIGMA) に相当する年代である。また、試料の β 線計数率と自然計数率の差が 2σ 以下のときは、 3σ に相当する年代を下限の年代値 (B.P.) として表示してある。また、試料の β 線計数率と現在の標準炭素 (MODERN STANDARD CARBON) についての計数率との差が 2σ 以下のときは、Modern と表示し、 $\delta 14C\%$ を付記してある。

表1 中里見遺跡群における放射性炭素年代測定結果

試料No	遺跡	地点	種類	年代値	コードNo
No.1	中里見中川	6区南壁	黒泥	9,180 \pm 180 (7,230B.C.)	GaK-16780
No.2	中里見中川	6区南壁	木片	12,030 \pm 180 (10,080B.C.)	GaK-16781
No.3	中里見中川	4区西壁	木片	12,060 \pm 230 (10,110B.C.)	GaK-16511
No.4	中里見根岸	第1トレンチ	黒泥	9,810 \pm 160 (7,860B.C.)	GaK-18161
上位泥流堆積物直下					

文献

Peter J.Wamock and Karl J.Reinhard (1992) Methods for Extraxting Pollen and Parasite Eggs from Latrine Soils. Journal of Arc-haeological Science 19.

金原正明・金原正子 (1972) 花粉分析および寄生虫。藤原京跡の便所遺構。奈良国立文化財研究所。

金子清俊・谷口博一 (1987) 新版 臨床検査講座 8 医動物学。医歯薬出版。

第4項 木炭の発熱量測定

株式会社 環境技研

ご依頼のありました木炭の発熱量を測定致しましたところ、以下の数値の計測が出来ました。

試料名	試験項目	試験結果	試験方法
木炭A	発熱量	4,760(cal/g乾量)	JIS M 8841・石炭類の発熱量測定方法
木炭B	〃	4,260(cal/g乾量)	〃
木炭C	〃	4,350(cal/g乾量)	〃
木炭D	〃	4,320(cal/g乾量)	〃
木炭E	〃	4,230(cal/g乾量)	〃
木炭F	〃	4,990(cal/g乾量)	〃
木炭G	〃	4,110(cal/g乾量)	〃

第5節 遺物の科学分析

第1項 遺物の形状とその組成からみた中里見遺跡群における鉄関連生産活動について

岩手県立博物館 赤沼英男

はじめに

北陸新幹線の建設に伴う埋蔵文化財発掘調査によって、群馬県榛名町中里見原・中川両遺跡では、平安時代の住居跡群や掘立柱建物群、柵列跡とともに鉄関連炉が発見され、そこからふいご羽口、椀形滓、流状滓が出土した。中里見原遺跡の住居跡からは未使用の鋤先や鎌が重なった状態で見いだされている。一方、中里見原・中川両遺跡に隣接する中里見根岸・上里見井ノ下両遺跡では、やはり平安期に比定される住居跡とともに、破砕された鉄滓や粒状滓（中には鍛造剥片と思われる資料も混在している）が検出され、羽口を伴った鉄関連炉も確認された¹⁾。

上記の4遺跡（以下では中里見遺跡群という）で鉄に関する生産活動が行われていたことは確実で、椀形滓や流状滓が出土した中里見原・中里見中川両遺跡では、鋼の製造を目的とする精錬が、粒状滓を主体とする中里見根岸・上里見井ノ下両遺跡では、ある程度清純化された鋼を加熱・鍛打し目的とする鉄器を製作する小鍛冶が行われていたものと推定された²⁾。中里見中川、中里見根岸両遺跡では11世紀代に比定可能な水田跡も検出されている。これらの発掘調査結果をとおして、中里見遺跡群内では鋼を造り、それを素材として農具を製作しながら水田の開発がなされていたことが想定されたわけである³⁾が、鋼製造に使用された出発物質やその具体的方法は不明であり、鋤先や鎌をはじめとする農具も製品としてもたらされた可能性があるなど、吟味すべき課題も残された。

遺跡内での生産活動の状況を解明する方法の一つに、鉄関連遺物の自然科学的調査方法がある。この方法は近年多くの文化財関係機関において用いられ、前近代の鉄・鉄器生産状況を解明するうえでの重要な情報が得られている。中里見遺跡群出土資料についても、それを自然科学的に調査することによって、そこで造り出されていた地金の組成やその製造方法、製品鉄器の獲得方法の解明に迫ることができるものと期待された。

鉄関連炉や遺物の出土状況を十分に吟味し、共伴関係をもふまえ、自然科学的調査対象資料を選別して調査した結果、原・中川両遺跡では遺跡外からもたらされた銑鉄を炭素質鋼を製造するという鋼精錬が、中里見根岸・上里見井ノ下両遺跡では主として鉄の加熱・鍛打による鋼の純化操作が実施されており、中里見根岸遺跡では目的とする鋼製鉄器の製作までもがなされていたものと推測された。しかし、住居跡や鉄関連遺構に伴って出土した鉄塊と鋤先、鎌の組成の間には著しい差異がみられたため、それらを4遺跡内で製作したと解釈することは困難であった。鋼精錬の素材となった銑鉄、鋤先や鎌にみられる製品鉄器はともに他地域からもたらされていた可能性が高く、交換経済に依拠した鋼製造と鉄器の製作、そしてその使用がなされていたものと判断された。以下では自然科学的調査によって得られた知見について述べる。

調査資料

分析を行った資料は、中里見中川関係資料11点（鉄滓8点、炉壁3点）、中里見根岸関係資料14点（鉄器1点、鉄滓13点）、中里見原関係資料27点（鉄器13点、鉄塊5点、鉄滓9点）、上里見井ノ下出土鉄滓1点、遺跡周辺採取砂鉄5点の合計58点の資料である。資料の名称、遺物番号、検出遺構、出土層位、採取地点、および推定年代については表1a～表1fに示すとおりである。なお、外観と試料片抽出位置については、当該資料が掲載された図または写真に記した。また、鉄滓のうち中里見原遺跡出土No.29、No.30椀形滓については凸部に付着する異物と鉄滓部分を分別し定量した。鉄滓や粘土状物質が混在した中里見根岸遺跡出土粒状滓のうちNo.35、

No37、No43、No45については、2つの試料片を選び出し、それぞれの化学組成を求めた。一方、中里見中川遺跡出土炉壁のうちNo66、No67については、ガラス化した内面の2箇所から試料片を抽出し化学成分分析に共した。

分析用試料の調整

鉄器からの分析用試料の抽出は、資料全体の形状を損ねることのないよう細心の注意を払いながら、ダイヤモンドカッターを使って慎重に行い、他に比べ残存状態が良好と判断される箇所から2つの試料片を抽出した。鉄滓ならびに炉壁については、それぞれの資料に大きく切り込みを入れ、そこから2つの小試料片を抜き出した。各資料からの自然科学的調査用試料片抽出位置は、図1～図15に示すとおりである。なお、刃物の場合、強靭さを確保するために、意図的に組成の異なる鋼を合わせて製作された可能性がある。そこで、刃と棟部の両方から試料片の抽出が可能と判断された鉄器については、両方から試料片を抽出し、刃部の試料片にはA、棟部の試料片にはBの記号を付し、それぞれを区別した。

分析方法

抽出した試料片のうち大きい方のものをエポキシ樹脂で固定し、エメリー紙、ダイヤモンドペーストを使って研磨した。このようにして作成した研磨面を金属顕微鏡で観察し、地金の製造方法を推定するうえで重要と判断された鉄器の非金属介在物（鋼を製造する過程で分離・除去することができずに残った異物）、および成因を考察するうえで重要と判断された鉄滓・炉壁に残存する鉱物について、エレクトロン・プローブ・マイクロアナライザー（EPMA）によりその組成を調べた。

抽出したもう一方の試料片については、その表面に付着する錆や土砂を除去し、エチルアルコール、アセトンで洗浄し十分に乾かした。鉄器から抽出した試料片については直接に、鉄滓については粉砕のうえテフロン分解容器に秤量し、酸を使って溶解した。このようにして調整した溶液中のT.Fe、Cu、Mn、P、Ni、Co、Ti、Si、Ca、Al、Mg、Vの12成分を誘導結合プラズマ発光分光分析法（ICP-AES法）により分析した。また、鉄滓中のFeOは酸可溶性鉄（II）定量法によった。なお、組織観察用試料片の中で広領域にわたってメタルが残存している場合は酸で腐食することにより（エッチング）、炭素濃度分布や熱処理の有無に関する情報を得ることができる。後述するとおり、鉄塊についてはエッチングを施した後組織観察をしたが、鉄器から抽出した試料片はメタルの残存量がわずかなため、エッチングによる錆化の進行による試料の喪失を考慮し、今回は見合わせた。

分析結果

(1) 鉄器から抽出した試料片の組織観察結果

No 3 鋸先 (M054) のA部から抽出した試料片の周縁部は錆で覆われていたものの、内部はほとんどが健全なメタルで構成されている（図1 d）。マクロ組織の枠で囲んだ内部には金属光沢を呈する線状の結晶Cmとその欠陥孔と推定される組織が層状に並び、島状組織を形成する領域が観察される。これまでに行われた出土鉄器の自然科学的調査結果⁴⁰⁾に基づけば、結晶Cmは錆化前の鋼におけるパーライト〔フェライト（ α Fe）とセメントタイト（ Fe_3C ）の共析組織〕中のセメントタイトと推定される。錆化による結晶の膨張を無視すると、図1 eの分布状況によって、錆化前の地金は炭素含有量0.3～0.4%の鋼とみることができる。No 3 鋸先の製作には亜共析鋼〔炭素含有量が約0.8%未満の鋼〕が使用されていることがわかる。ほぼ同様の組織はNo 5 鎌（M056）A部（図2 c）、No 6 鎌（M530）B（図4）、No 8 鎌（M532）A・B部（図3 c・e）、No 14 鉄釘（M125）（図4）から抽出した試料片でも見いだされ、マクロ組織に占める面積割合によってNo 5 鎌A、No 14 鉄釘については約0.8% C、他は0.2～0.3% Cの鋼と推定される。

№3 鋳先Aのメタルにはところどころにやや暗灰色をした柱状の結晶XT₀と黒色領域からなる非金属介在物が認められ、EPMAによる分析によってXT₀はTi-Al-Mg-O系化合物(主として酸化チタンからなる)、黒色領域はCaO-Al₂O₃-MgO-SiO₂系ガラス質の酸塩で酸化鉄は微量に含有されるにすぎないことが確認された(写真1)。B部から抽出した試料片もそのほとんどがメタルからなり、主として酸化鉄、酸化チタン、酸化アルミニウムからなる灰色の角状化合物(XT)、FeO-MgO-SiO₂系化合物(F)〔マグネシウムを固溶した鉄かんらん石 [2(Fe,Mg)O·SiO₂]と推定される〕、およびマトリックス(M)によって構成される非金属介在物がいたるところに認められる(図1c)。図4から明らかなように、№2 鋳先(M053)A、№6 鋳B、№7 (M531)・№9 鋳(M533)A№10 鋳先(M057)、№11 鋳(M058)、および№12 鋳(M534)Aにも主として酸化鉄、酸化チタン、および酸化アルミニウムからなる化合物が残存した非金属介在物が観察される。

№5 鋳のB部から抽出した試料片のメタルには、ところどころに灰色の粒状物質W^{*}、暗色の角状化合物H、暗灰色化合物Fとそれらを埋めるマトリックス(M)からなる非金属介在物が見いだされ、EPMAによる分析によって、粒状物質W^{*}は主として酸化鉄から成る相と酸化鉄、酸化チタン、酸化アルミニウムからなる相が混在していることがわかった(図2f)。粒子の形状に基づけばウスタイト(化学理論組成FeO)とされるが、上述の分析結果を加味し、粒状物質とした。化合物HはFeO-Al₂O₃系化合物〔ハーシナイト(FeO·Al₂O₃)に近い組成の化合物と推定される〕、化合物Fは№3 鉄鋳同様FeO-MgO-SiO₂系化合物〔マグネシウムを固溶した鉄かんらん石 [2(Fe,Mg)O·SiO₂]と推定される〕と判定される。灰色粒状物質W^{*}は№4 鋳(M055)B、№7 鋳B、№8 鋳B、№10 鋳先(M057)、№12 鋳A・B、№13 鉄釘(M111)の非金属介在物にも観察される(写真3、図3、図4)。

№2 鋳先B、№5 鋳A、№9 鋳B、および№14 鉄釘の試料片には、FeO、CaO、Al₂O₃、SiO₂を主成分とするガラス質の酸塩からなる非金属介在物が残存しており(図2d、図4)、№6 鋳Aには灰色粒状をしたウスタイト、FeO-MgO-SiO₂系化合物、およびマトリックスからなる非金属介在物がみられる(図4)。一方、№4 鋳Aのメタルには灰色の角状化合物Peと黒色領域Sによって構成される非金属介在物が残存しており、EPMAによる含有される元素濃度分布のカラーマップによって、前者はペロブスカイト(CaO·TiO₂)に近い組成の化合物、後者はCaO-Al₂O₃-MgO-SiO₂系で酸化鉄をほとんど含有しないガラス質の酸塩である。なお、№1 鉄釘(M005)、№8 鋳Aから抽出した試料片には非金属介在物を見いだすことができなかった。上述の観察結果は表の右欄にまとめられる。

(2) 鉄器の化学組成

表2にそれぞれの鉄器から抽出した試料片の化学成分分析結果を示した。№4 鋳B、№7 鋳A、№12 鋳B、№13・№14 鉄釘のT.Feは82~89%であり、相当量のメタルが残存した試料片が分析されたことがわかる。他の18試料片については、相当に錆化が進んだ試料が分析されたとみなければならぬ。このような試料を分析対象とした場合、埋蔵環境からの富化について考慮する必要がある⁵⁾。№2 鋳先Aおよび№7 鋳Aからはともに0.07%を越えるNi、Coが検出された。一方、№2 鋳先B、№4 鋳A・B、№5 鋳A・B、№6 鋳A、№8 鋳B、№9 鋳B、№10 鋳先、№11 鋳、および№12 鋳Aには0.05%を越えるCoが含有されている。これらは表7の砂鉄に比べ高レベルにある。既述のとおり鋳や鋳先は重なった状態で出土しており、製品への銅もしくはその合金をはじめとする非鉄金属の使用や付着は確認されていない⁶⁾。数百ppmにものぼるNiやCoが通常の土壌に含有されている可能性が低い⁷⁾ことを考慮すると、上述の鉄器から検出されたNiやCoの大部分は製鉄原料、とりわけ原料鉱石に起因すると推定される。

(3) 鉄塊の組織観察結果

№16鉄塊 (M105) から抽出した試料片はその大部分がメタルからなり、ところどころに灰色柱状を呈する結晶 XTo の回りを黒色のガラス質けい酸塩 (S) が取り囲んだ組織によって構成される非金属介在物が観察される (図 5 d)。ナイタールによるエッチングに組織は、その全域が網目状を呈する初析セメンタイト (PCm) とパーライトによって構成されており、過共析鋼 (炭素含有量が約0.8%を超える鋼) である (図 5 c, c')⁹⁾。結晶 XTo は主として酸化チタンからなり、他に V、Mg、Al を含有する化合物、ガラス質けい酸塩は CaO-Al₂O₃-MgO-SiO₂系で、酸化鉄はほとんど含有されない (図 5 d)。図 6 から明らかのように、№17鉄塊 (M144) にも初析セメンタイトが析出した過共析鋼の組織がみられ、亜共析鋼の混在も確認される。M16鉄塊同様残存する非金属介在物はそのほとんどが酸化鉄、酸化チタン、および酸化アルミニウムを主成分とする化合物 XT とマトリックス (M) からなる。

№19鉄塊 (M529) にはウスタイト (W) と FeO-MgO-SiO₂系化合物 F [マグネシウムを固溶した鉄かんらん石 2(Fe,Mg)O·SiO₂] と推定される)、およびマトリックス (M) によって構成される非金属介在物が残存している。ナイタールによるエッチングによって抽出した試料片に残存するメタル組織の観察が可能であるが、試料片は薄く、その喪失を考慮しエッチングは見合わせた。なお、№18鉄塊 (M170) は錆化が著しく、錆化前の地金の状態を推定できる組織を見いだすことができなかった。また、№15鉄塊 (M008) の試料片には一様にレーデライト組織が観察され、鉄鉄であることが判明した。上述の組織観察結果は表 3 の最右欄に示すとおりである。

(4) 鉄塊の化学組成

表 3 に鉄塊の化学成分分析結果を示した。№18鉄塊の T.Fe は 58.86% であり、錆化が進んだ試料片が、他の 4 点は 83% を超えており、メタルを主とする試料片が分析されている。№16 および №17 鉄塊のメタル部分の平均炭素含有量は 2.50%、1.05% で、それぞれ過共析鋼、過共析鋼と亜共析鋼が混在した鉄とした上述の組織観察結果と整合する。№19鉄塊は 0.12C% の亜共析鋼である。№16 過共析鋼からは 0.069% の S、№15鉄塊からは 0.08% の P が検出されている。

表 7 の遺跡周辺から採取された砂鉄の化学組成をみると、T.Fe は №103 で 52.70% であるが、他の 4 点は 24~39% で №103 に比べ低い。5 点すべてに 0.3% を超える Mn、0.059% を超える P が含有されているが、Cu は 1/1000 台、Ni、Co は 0.007~0.033% 含有されるに過ぎない。上述の鉄鉄、鋼の化学組成と対比すれば、遺跡周辺より採取された砂鉄の P、Mn は高レベルにあるが、Cu は 1/10 程度である。

(5) 鉄滓の組織観察結果

№25 (M008) 鉄滓はお供え餅を逆さまにした形の碗形滓であり、その表面は一様に赤錆で覆われている。図 7 a の矢印で示した部位に切り込みを入れ、抽出した試料片を樹脂に埋め込み研磨したもののマクロ組織が図 7 b である。領域 A 部は灰色の粒状物質 W'、灰色の角状結晶 XT、暗灰色の柱状結晶 F、および微細な粒子が残存するマトリックス (M) からなり、EPMA による分析によって W' は主として酸化鉄からなる灰色相と、酸化鉄の他に微量な酸化チタン、酸化アルミニウムを含む暗灰色相が混在した粒状物質、結晶 XT は主として酸化鉄、酸化チタン、酸化アルミニウムからなる化合物、結晶 F は FeO-MgO-SiO₂系化合物 [マグネシウムを固溶した鉄かんらん石 2(Fe,Mg)O·SiO₂] と推定される) と判定された。ほぼ同様の鉱物組成は、図 7b 領域 B 部はもとより、№20 (M019)、№21 (M031)、№22 (M042)、№23 (M043)、№24 (M045) 鉄滓から抽出した試料片でも認められた (図 8)。

№26 (M052) 鉄滓は、部分溶解したと思われる粘土状物質の一方の面に、黒褐色のガラス化した鉄滓が付着

した資料である(図9 a)。ガラス化した鉄滓部分から試料片を抽出し、樹脂に埋め込み10倍で観察したものが図9 bである。マクロ組織にはいたるところに気孔がみられる。枠で囲んだ内部のEPMAによる組成像(COMP)には鉄錆が混在しており、鉄滓部分は灰色の粒状物質Wと暗灰色の柱状化合物Fで構成され、他にやや暗灰色の角状を呈する $\text{FeO-Al}_2\text{O}_3$ 系化合物(H)(微量にTiを含む)が残存している(図9 c)。

№27 (M082) はいたるところに赤錆が析出した塊状滓である(図10 a)。マクロ組織(図10 b)領域Aは錆で構成されている。EPMAによる分析によってセメントイト(Fe_3C)もしくはその欠落孔と推定される島状組織が確認された。その分布状況から錆化前の地金は0.3~0.4% Cの鋼と評価される。図10 bの領域Bには灰色柱状結晶XToとガラス質けい酸塩(S)からなる鉄滓が観察され、EPMAによる分析によって、前者は主として酸化チタンからなり、微量にV、Al、Mgを含有する化合物、後者は $\text{CaO-Al}_2\text{O}_3\text{-TiO}_2\text{-SiO}_2$ 系で、酸化鉄はほとんど含まれないことがわかった。№3 鋤先Bに見いだされた非金属介在物とほぼ同じ鉱物組成をとる鉄滓が確認されたわけである。

№28 (M138) 鉄滓は碗形を呈し、凸部の最表面には黄褐色や青灰色を呈し部分溶解をしたと思われる異物が一面に付着している。凸部最表面のすぐ下には黒褐色の緻密な鉄滓があり、その下は赤褐色の鉄錆が混在した鉄滓によって構成されている(図11 a₁~a₃)。№29 (M150) 鉄滓、№30 (M152) 鉄滓、№31 (M159) 鉄滓、№32 (M164) 鉄滓、№33 (M204) 鉄滓、および№34 (M205) 鉄滓もほぼ同様の形状をとる(図12 a₁~a₃、図13)。

№28碗形滓の鉄滓部分から抽出した試料片は灰色粒状物質W、暗灰色の柱状結晶F [FeO-MgO-SiO_2 化合物で、 $2(\text{Fe,Mg})\text{O}\cdot\text{SiO}_2$ と推定される]、およびそれらを取り囲むマトリックス(M)によって構成されている(図11 c)。№29碗形滓の凸部最表面には№28碗形滓に比べより明瞭な黄褐色や青灰色の異物が付着している。その内側には鉄滓が残存していたため、鉄滓部分と異物それぞれから試料片を抽出し分析した。異物のマクロ組織はいたるところに直径数mmの気孔がみられ、石英(Q)がガラス質けい酸塩(S)によって取り囲まれた組織が観察される(図12 b₁・b₂)。一方、鉄滓部分は№20鉄滓とほぼ同じ鉱物組成をとる(図12 c₁・c₂)。図13から明らかなように、№30碗形滓に付着する異物も№29碗形滓のものとはほぼ同じ組織をとる。また、№30碗形滓、№31~№34碗形滓の鉄滓部分は、№28碗形滓に $\text{FeO-Al}_2\text{O}_3$ 系化合物〔ハースナイト($\text{FeO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3$)と推定される〕が加わった鉱物組成をとる。後述するように、黄褐色や青灰色の異物は、岩石・鉱物学的研究によって、火砕流堆積物を起源とする粘土状物質が部分溶解し固化したものと推定されている⁷⁾。上述の組織観察結果は表4にまとめられる。

(6) 鉄滓の化学組成

塊状滓および碗形滓から抽出した試料片の化学組成を表4に示す。№29、№30碗形滓については、凸部最表面に付着する異物と鉄滓部分とを分別して定量した。鉄滓部分のT.Feは34~56%、FeOは38~60%である。操作の過程で相当量の酸化鉄を含む鉄滓が形成されたものと推定される。Tiは0.3~9%含有されている。そのほとんどは組織観察において検出された粒状物質、もしくは主として酸化鉄、酸化チタン、および酸化アルミニウムからなる化合物に起因し、それぞれの鉄滓にみられる含有量のばらつきは、生成したスラグが不均一であったことを示している。凸部表面に付着する異物はSi、Alを主成分とし、他に4~10%のFe、0.028~8.43%のTi、0.386~2.5%のCa、0.450~3.26%のMgが検出されている。

中里見根岸・上里見井ノ下両遺跡出土の粒状滓は、№36、№39、№45-①を除き、30%を超えるT.Feが含有されている(表5)。Si、Al、Caも0.6~24%検出されているが、Tiは0.3~1.7%と前者に比べ低レベルである。粒状滓には部分溶解した粘土状物質と酸化鉄が相当量の割合で含まれていたと推定される。№36、№39、およ

びNo45-②は T.Fe が28%未満にある反面、Si、Al はそれぞれ15~22、4~10%、No81、No82は T.Fe が2~6%、Si、Al は16~24、1.1~1.6%である。前者の3点は部分溶融した粘土状物質の残存割合が他に比べ高く、後者の2点はそのほとんどが粘土状物質によって構成されていたことを示しており、このことは肉眼観察結果とも整合する。

(7) 炉壁の組成

既述のとおり、中里見中川の5区鉄関連遺構では植物繊維（スサ）を混入して構築されたと判断可能な炉壁の一部が検出されている。炉壁内面は黒褐色を呈しガラス化しているものや、溶融または部分が溶融した炉材に局所的に鉄滓が付着しているものが存在する一方、赤褐色を呈しているものもある（図14a₁~a₃、図15）。このことは、炉内状況が場所によって大きく異なっていたことを示している。黒褐色を呈しガラス化した部分は赤褐色部分に比べ、高温、高還元状態にあったと推定される。また、操作の過程で炉壁の一部にほぼ溶融状態にあるスラグが付着する状況があった可能性が高い。図14b・c₁、図15には黒褐色部分から抽出した試料片の組織観察を示してある。EPMAによる分析の結果、図14bの領域A部には輝石と思われる鉱物が、領域B部には灰色をした酸化鉄の回りに多数のFeO-Al₂O₃-TiO₂系化合物が残存した組織が見いだされ、No66、No67から抽出した試料片は石英とガラス質の塩基性からなる組織が観察された。また、No66には局所的に主として酸化鉄、酸化チタン、酸化アルミニウムからなる化合物XT、FeO-MgO-SiO₂系化合物〔F：マグネシウムを固溶した鉄かんらん石〔2(Fe,Mg)O・SiO₂と推定される〕〕によって構成される鉄滓が確認された。

表6には3点の炉壁内面の黒褐色を呈するガラス化した部分から抽出した試料の化学成分分析結果を示した。No66、No67については2つの化学成分分析用試料片を抽出し、それぞれについて化学成分分析を実施した。No66、No67はSi、Alを主成分とし、T.Feは3~6%である。ガラス化した部分は炉材粘土が部分溶融したものであることがわかる。一方、No65炉壁のT.FeはNo66、No67に比べ高レベルであり、5.37%のTiも検出されている。これは、抽出された試料片に残存する酸化鉄とFeO-Al₂O₃-TiO₂系化合物に起因するものと思われる。

表3、表4、表6、および表7の右欄には採取した砂鉄、鉄滓、および炉壁内面黒褐色部の化学成分分析結果から求めた(CaO+MgO)/SiO₂、(CaO+MgO)/Al₂O₃の値を示した。椀形滓の中には炉壁材の(CaO+MgO)/SiO₂値を上回るものがある。鉄滓が生成する過程で、炉壁とは組成が異なる粘土状物質の関与を考えるとできるが、この点についてはデータの蓄積を図り検討する必要がある。

古代ならびに中世における鋼の製造

自然科学的調査結果について考察する前に、現在提案されている古代・中世の鋼製造法について整理する。

原料鉱石（砂鉄もしくは鉄鉱石）を製錬し鉄が生産される。それによって得られる鉄、すなわち製錬における主生成物をどうみるかによって、以後の作業手順に関する考え方が大きく変わる。

製錬産物である鉄は炭素含有量に応じ、鋼と鉄鉄の2つに分類される。製錬炉で得られた鉄から極力前者の鋼部分を抽出して、含有される不純物を除去するとともに、炭素量の増減を行って目的とする鋼を製造する。そして、その鋼を使って製品鉄器が製作されたとする見解が提示されている⁹⁾。製錬炉で直接に鋼が造り出されるという意味で、このプロセスは直接製鋼法に位置づけられる。そして、この方法によって得られた鉄（炭素量が不均一で相当量の鉄滓が混在した鉄、主に鋼からなるが鉄鉄も混在すると考えられている）を精製し目的とする鋼に変えるという操作は、精錬鍛冶¹⁰⁾とされている。

製錬によって鉄鉄も生産される。それを溶解し、鋳型に注ぎ込むことによって鋳造鉄器が製作される。鋳造鉄器の代表的資料として鉄鍋や鉄仏が挙げられる。これらの資料はしばしば中世の遺構からおよびたしい量出土する。中世に鉄鉄が普及したことを示している。一方、鉄鉄中の炭素を低減する、すなわち鉄鉄の脱炭によ

る鋼の製造も可能となる。鉄鉄を経由して鋼が得られるという意味でこの方法は間接製鋼法に位置づけることができるが、ここでは、現代製鋼における用語との混乱を防ぐため、鉄鉄をなんらかの方法で脱炭し鋼を製造する方法を精錬と呼ぶことにする。いうまでもなく、わが国の古代・中世における精錬法については、生産設備も含めその詳細が未解明である。しかし、続く近世のたたら吹き製鉄では、大鍛冶がよく知られている。

近世たたら吹き製鉄には銃押法と鉤押法の2つの方法がある。前者による鋼（厳密には包丁鉄、現代製鋼でいえば α Feに近い組成の鋼と推定される）製造法については、中沢義人氏が山田賢一氏の論文を基に詳しく説明されている¹⁰⁾。それによると、製錬炉でまず鉄鉄が生産される。生産の主目的物は炉外に排出される鉄鉄であるが、副生成物として炉内には鋼鉄もできる。これは操業の妨げになるので、たえず炉内に鉄棒を入れ炉外に取り出すよう努めたとされている。このようにして生産された鉄鉄は鍛冶場に運ばれ、そこで脱炭が施される。

鍛冶場ではまず、火床炉の炉底に木炭を積み、その上に鉄鉄を羽口前にアーチ形に積み重ね、さらに小炭で覆い、底部に点火する。積み重ねられた鉄鉄は内部にあるものから溶融し、滴下する。この時、羽口付近の酸化性火焰にふれ、酸化されて鋼（左下鉄）となる。ここまでの操作を「左下」という。左下鉄は製錬時の副生成物である鋼とともに再度同じ火床炉にアーチ状に積まれ、上述と同様にしてさらに脱炭が計られる。脱炭が十分に進んだところで、金敷の上のせ、加熱・鍛打によって鉄滓の除去と整形が施される。この操作は「本場」と呼ばれる。このように「左下」と「本場」の2段階に及ぶ操作を経て包丁鉄を造る方法は、一般に大鍛冶といわれている。

近年、古代・中世において、上述の大鍛冶とは別の方法で鉄鉄を脱炭し鋼を製造する方法がとられていた可能性が高いとする見解が、遺物の自然科学的調査結果に基づき提案された。その方法は、まず鉄鉄浴を造り、それに砂鉄や鉱石粉といった少量の鉄酸化物を含む物質を用いて造り出されたスラグ浴を接触させ、脱炭を計るというものである。この方法は鋼精錬と呼ばれている¹¹⁾¹²⁾。前述の大鍛冶が主として空気酸化によって鉄鉄を局所的に脱炭するのに対し、鉄鉄を溶融状態にし、それに酸化鉄を含むスラグ浴を接触させて脱炭を進めるという点で特に異なっているわけである。本稿では古代・中世においても、遺構と遺物の形状やその組成から、近世たたら吹き製鉄における大鍛冶が行なわれていたとみることができれば、特に大鍛冶と呼び、他とは区別して扱うこととする。

上述から明かなように、鋼の製造方法としては、直接製鋼法における精錬鍛冶、間接製鋼法における精錬（大鍛冶をも含む）という2つの方法があり、さらに、後者の場合、大鍛冶をはじめとする複数の脱炭方法（その一つに鋼精錬がある）が提案されていることがわかる。それらは図16に整理される。上記に従えば、精錬鍛冶は出発物質こそ異なるものの、操作内容は基本的に大鍛冶における本場とほぼ同じであることがわかる。古代・中世に比定可能な鉄関連遺構の発掘調査結果を基に、鉄関連遺構の機能を特定する場合には、鋼製造法についての様々な考え方が提示されているという現状をよく認識し、操作方法を特定する場合には、その理由を明示する必要がある。

直接製鋼法を前提とする精錬鍛冶、間接製鋼法を前提とする精錬、それらのうちのいずれかの方法によって製造された鋼は、小鍛冶操作によって鋼製鉄器へと加工される。その操作では鍛打・加熱を繰り返して目的とする鉄器への造形が行われるので、鍛打のときは加熱された鋼の表面に生成する酸化鉄（スケール）が剝離（これは鍛造剥片と呼ばれる）する。一方、加熱のときは酸化鉄が軟化し、加熱炉の底部に溜まる。そこで炉壁材と反応し鉄分に富む鉄滓、もしくは鉄滓状物質が生成され固化する。このようにして生成した物質が、鉄関連遺構の発掘調査では小鍛冶滓（もしくは鍛錬鍛冶滓）として扱われる。そして、その操作に基づけば、小鍛冶滓は金属鉄、屑層、ウスタイトを主成分とし、他にスケールが炉材と反応した際に生成するFeO-SiO₂系化合物

が混在した組成をとるものと推測される。

なお、精錬鍛冶を行うにあたっては出発物質となる、炭素量が不均一で鉄滓の混在した鉄の入手方法が問題となる。すなわち、当時そのような鉄が流通していた。あるいはそのような鉄の流通がなかったとすれば、精錬鍛冶が実施されていたと考えられる遺跡の近傍で、そのような組成の鉄を造り出す製錬が行われていて、はじめて精錬鍛冶の実施が可能となる。広域流通を前提とすれば、価値換算という観点から、出発物質となる鉄はなんらかの形状に規格化されている必要がある。鉄錠や鋼が混在し相当量の鉄滓を含む組成の不均一な鉄が広い範囲で流通していたとは考えにくい。精錬鍛冶の出発物質として「荒鉄」という用語が用いられている⁹⁾が、最近、中世史の研究者によって、それは「生鉄」、すなわち鉄錠であった可能性の高いことが指摘されている¹⁰⁾。このように、精錬鍛冶については、出発物質の入手方法に関する再検討が不可欠である。一方、鋼精錬の場合にはどうであろうか。この操作では、吸熱反応である少量の鉄酸化物を含む物質を熔融する際の温度低下を抑制し、鋼精錬温度を維持するための設備あるいは操作方法の確立が操業の前提となる。以下ではこれらの点も留意しつつ、中里見遺跡群における鉄生産活動について検討する。

出土遺物の組成からみた中里見遺跡群での鉄関連生産活動

(1) 組成に基づく鉄器・鉄塊の分類

鉄器は鋼を素材とする鋼製鉄器と鉄錠を素材とする鑄造鉄器に分類される。自然科学的調査を行った鉄器・鉄塊の中で、Na 3 鋤先、Na 5・Na 6・Na 8 鎌、およびNa14鉄釘には共析鋼または亜共析鋼の組織が、Na16・Na17鉄塊には過共析鋼の組織が観察された。前者の5点の鉄器の製作には共析鋼もしくは亜共析鋼が配されており、後者の2点の鉄塊はその平均炭素含有量と組織観察結果によって、主として過共析鋼によって構成される資料と推定される。Na 1 鉄釘とNa15・Na18鉄塊を除く13点の鉄器および2点の鉄塊から抽出した試料片には非金属介在物が見いだされ、そのほとんどに主として酸化鉄と酸化チタンからなる化合物XT、または酸化鉄からなる相と酸化鉄、酸化チタン、および酸化アルミニウムからなる相が混在した粒状物質がみられた。このような組成の非金属介在物が残存する鉄器も、鋼製鉄器であることは確実であり、鋼製造の過程で鉄チタン酸化物(砂鉄または鉄チタン磁鉄鉱)を含む物質が生成したものと推定される。一方、Na15鉄塊にはレーデブライト組織が見いだされており、鉄鉄製と判定される。なお、Na 1 鉄釘については、鋼製もしくは鑄鉄製のいずれかに分類するための自然科学的根拠を得ることはできなかったが、器種を考慮すればやはり鋼製鉄器の可能性が高いものと判断される。また、Na 3 鋤先B、Na16鉄塊の非金属介在物には主として酸化チタンを主成分とする化合物XToが、一方、Na 4 鎌AにはCaO-TiO₂系化合物(Pe:ペロブスカイト(CaO・TiO₂))と推定される)が確認された。これらは、酸化鉄と酸化チタン、もしくはそれに酸化カルシウムが加わったスラグ融液と炭材、または相当量の炭素を含む鉄浴(到達可能な炉内温度を考慮すれば鉄鉄浴と思われる)とが接することによって生成したスラグの一部が、鉄に取り込まれ固化したと考えられる。

自然科学的調査を行った鉄器は鋼製鉄器であり、鉄塊には過共析鋼と鉄錠が存在することが明らかとなった。それらの化学組成は表2、表3に示すとおりである。Na 2 鋤先をはじめとする10点の鎌および鋤先には、0.05%を超えるNi分またはCo分が含有されている。これらは砂鉄に比べ高レベルにあるが、以下ではその点をも考慮に入れ、鉄関連遺構から検出された鉄塊、鉄滓の組成と比較しながら、4遺跡における生産活動内容について考察する。

(2) 遺構の残存状況と出土遺物の組成からみた鉄関連遺構での生産活動

既述のとおり、中里見原・中川両遺跡からは相当量の梔形滓と鉄滓、および熱源の確保に不可欠な羽口が出土した。生産活動について考察するうえで、他の2遺跡に比べ考古学的情報量に恵まれていると判断される。

そこで、まず、この2遺跡について検討する。

中里見原3号竪穴状遺構出土碗形滓8点はほぼ同一形状をとり、凸部最表面には一様に、黄褐色または茶褐色の異物が付着している。岩石・鉱物学的鑑定結果によって、それらは火砕流堆積物を起源とする粘土状物質が部分溶融し固化したものと推定された¹⁴⁾。一方、鉄滓部分は、酸化鉄からなる相と酸化鉄、酸化チタン、および酸化アルミニウムからなる相が混在した粒状物質、主として酸化鉄、酸化チタン、および酸化アルミニウムからなる化合物、およびマグネシウムを固溶した鉄かんらん石によって構成されている。この鉱物組成に基づけば、鉄チタン酸化物を含む物質（砂鉄または鉄チタン磁鉄鉱）を製鉄原料とする製錬、製錬産物である鉄を加熱・鍛打する精錬鍛冶、もしくは大鍛冶操作における本場、あるいは鉄銑を脱炭する精錬のいずれを想定することができる。ただし、製錬の実施には目的とする生成物の生産に適した構造を有する炉が、精錬鍛冶、大鍛冶の場合には、加熱・鍛打の設備が必要でその操作に伴い破砕された鉄滓が発生する。しかし、中里見原3号竪穴状遺構ではそのような炉跡や資料は未確認であり、生産活動内容を特定することは難しい。碗形滓の形状がほぼ同一であること、凸部最表面には一様に粘土状物質が部分溶融した後、固化したと推定される異物が付着しているという岩石・鉱物学的解析結果を考え合わせれば、風化凝灰岩または火砕流堆積物を素材とする碗形の容器、もしくはそのような構造を有する設備があらかじめ準備されており、その中でほぼ溶融状態にあった鉄滓が固化した可能性を考える必要がある。中里見原遺跡では碗形滓とともに、内径が20~27mm、外径が66~88mmの肉厚をした羽口が相当数検出されているが(図17)、このように内径が極端に細い羽口は、木炭の燃焼よりもむしろ空気の吹き付けに使用された可能性がある¹⁵⁾。やや時代は異なるが10号住居跡からは、鉄銑も検出されている。9世紀後半から10世紀代に遺跡内で鉄銑が使用されていたことは確実である。このような一連の調査結果に基づけば、碗形の容器もしくはその形状を有する設備の中に溶銑を生成させる。その中に、ふいご羽口を使って空気を送り込み鉄銑を脱炭するという、空気酸化による精錬を考えることによって、遺構と出土遺物の検出状況、ならびにそれら組成の説明が可能となる。鉄滓中の鉄チタン酸化物は、碗形容器あるいは設備の耐火度向上のため粘土とともに用いられた砂鉄、あるいはあらかじめ溶銑に少量の酸化鉄を含む造滓材が使用されたことに起因すると思われるが、この点については調査例の蓄積を重ね吟味することとしたい。中里見原3号竪穴状遺構では鉄銑の脱炭による鋼の製造、すなわち精錬が行われていた可能性が高いと筆者は考える。

中里見原32号住居跡埋土からは過共析鋼と塊状滓、ならびに容器の一部と思われる粘土状物質の内面に鉄滓が付着した資料が、中里見原891号土坑、中里見根岸1号鉄関連炉跡からは、凸部表面に部分溶融した粘土状物質が付着した碗形滓が出土しており、中里見根岸1号炉跡にいたっては破砕された鉄滓も見いだされている。鉄滓の組成が上述の中里見原3号竪穴状遺構出土のものとはほぼ同じであることを考え合わせれば、これら3遺構から出土した資料も精錬に伴って生成したと解釈することができる。ただし、破砕された鉄滓が共存する中里見根岸1号炉跡では、加熱・鍛打が主であったと推定される。ここでは精錬操作によって得られた鉄塊が運びこまれ、その表面に付着した鉄滓の除去と整形が行われていた可能性が高い。

中里見中川5区鉄関連炉跡では、植物(スサ)を混入し製作された炉壁、羽口、塊状滓、凸部に部分溶融した青灰色の異物が付着した塊状滓の一部が検出された。鉄関連炉に隣接する1号溝状遺構からも塊状滓が発見されており、その一部が鉄関連炉出土のものと接合したという¹⁶⁾。1号溝状遺構出土鉄滓と鉄関連遺構出土資料は同一の操業に伴って排出された資料とみることができ。塊状滓、碗形滓は共に黒褐色を呈し、赤錆の析出はみられない。岩石・鉱物学的研究によって炉壁は火砕流堆積物を起源とする粘土状物質によって製作されていた可能性の高いことが指摘されている¹⁴⁾。内面は赤褐色を呈する部分と黒褐色を呈しガラス化した部分とが

あり、後者については局所的に鉄滓の付着もみられた。黒褐色を呈する部分は反応サイト付近にあった炉壁の一部と推定される。塊状滓、椀形滓はともに中里見原遺跡出土椀形滓とほぼ同じ組成をとる。一方、羽口の内径は30~34mm、外径は56~64mmで、先端部分はガラス化しており、ところどころに塊状滓や椀形滓と同じ組成の鉄滓が付着していた。作業時羽口先がほぼ溶融もしくは部分溶融した鉄滓に近接していたことは確実で、羽口のもう一方の端部にみられる張り出しには、炉壁に羽口を固定するために施されたものと思われる。椀形滓凸部に付着する部分溶融した異物の検出から、ボール状容器もしくは設備を想定でき、椀形滓に木炭の噛み込みがみられないことを考え合わせれば、中里見中川遺跡でも溶鉄と鉄酸化物を用いて造ったスラグとを接触させ、ふいご羽口からの送風により鉄鉄を脱炭するという精錬の実施を考慮することができる。中里見中川遺跡では塊状滓とともに黒褐色をした塊状滓も検出されている。操作に使用された設備はその構造上、鉄滓の排出が可能であったと推測される。検出された種々の鉄滓に赤錆の析出がみられないこと、塊状滓の外径、重量、および羽口の内径がいずれも中里見原遺跡出土資料を上まわることをふまえれば、鋼を製造するという生産目的は同じであっても後者は前者に比べ生産量が多く、設備も複雑化されていた可能性が多分にある。今後は精錬の操業形態が複数あることを考慮に入れ、設備の復元に取り組む必要があることを上述の分析結果は示している。

中里見根岸6号土坑、上里見井ノ下遺跡3号住居跡では粒状鉄滓破碎された粘土状物質、および鍛造剥片と思われる資料が混在した状態で確認され、さらに、中里見根岸遺跡では破断面をもつ椀形滓も出土している¹³⁾。鉄滓が混入した鉄、あるいはある程度純化された鋼の加熱・鍛打が行われていたことは確実である。隣接する他の遺構の状況を考えれば、その出発物質は精錬によって製造された鋼とみることができ、目的とする製品鉄器までもが製作されていた可能性がある。半製品が確認されれば、その点が明確になるであろう。

(3) 中里見遺跡群内の鉄器製作活動

出土鉄滓、鉄塊、炉壁、および羽口の残存状況とそれらの自然科学的調査をおとして、上里見井ノ下・中里見根岸遺跡では加熱・鍛打による鋼の製造と製品鉄器の製作が、中里見原遺跡・中里見中川遺跡では鉄鉄の脱炭による鋼製造が行われていたことを推測できた。鉄鉄の脱炭方法としては、風化凝灰岩または火砕堆積物を起源とする粘土製のボール状容器、もしくはそれに類似した設備を使い、その中に溶鉄を生成させ、必要に応じて鉄酸化物および粘土状物質などを用いて造ったスラグとを接触させながら、空気酸化によって脱炭するという方法が想定された。そして、鉄滓の形状とその組成から、上里見井ノ下・中里見根岸遺跡における加熱・鍛打の出発物質もその方法によって製造された鋼と考えることができた。この見方に立てば、中里見遺跡群では鉄鉄が準備されているはじめてその生産活動が可能となる。そこで、まず、遺跡群周辺の鉄鉄生産の可能性について検討する。

既述のとおり中里見原10号住居跡からは鉄鉄が、32号住居跡、3号竅穴状遺構からは過共析鋼または亜共析鋼が検出されている。それらの組成は表3に示すとおりであり、鉄鉄中のP含有量が他の5~8倍あるものの、Cu、Mn、Ni、Coの4成分はほぼ同レベルにある。出土した鉄鉄を脱炭して他の4点の鋼が製造されたとみることが可能である。一方、表3、表7に示す遺跡周辺から採取された砂鉄と鉄鉄の化学組成を比較すると、砂鉄に含有されるNi、Coは鉄鉄とほぼ同レベルにあるが、Mnは5点の砂鉄すべてにおいて鉄鉄の100倍程度、PはNa101砂鉄で5倍強、Na102で3倍弱、Na103砂鉄で1.4倍含有されている。Na104砂鉄に含有されるPは鉄鉄とほぼ同程度、Na105砂鉄では鉄鉄の7割程度である。また、5点の砂鉄には鉄鉄の2割から7割のCuが含まれている。このような砂鉄を製鉄原料として鉄鉄が生産された場合、得られる鉄鉄には中里見原10号住居跡出土の鉄鉄よりも高レベルのPまたはCoが含有されるものと推定される。住居跡出土の鉄鉄、砂鉄の化学組成の

対比によって、採取された砂鉄を使って鉄鉄が生産された可能性は低いといえる。

次に製品鉄器、とりわけ中里見原32号住居跡出土の鋤先や鎌をはじめとする鉄器が遺跡群内で製作された可能性について考えてみたい。

自然科学的調査を行った鉄器が検出された遺構は、中里見根岸6号土坑、中里見原32号住居跡床面直上、中里見原36号住居跡埋土、および中里見原56号住居跡床面直上である。これらの遺構の考古学的検討結果に基づく推定年代は、表1 aに示すとおりである。中里見根岸6号土坑、中里見原36・56号住居跡出土の釘については、共にほぼ同時代に比定される鉄関連遺構（前者については中里見根岸1号炉跡、後者については中里見原3号竪穴状遺構）が確認されている。同一遺跡内において製品鉄器とほぼ同時代に比定される鉄関連遺構出土鉄塊の組織と比較することが望ましいことはいうまでもないが、中里見根岸1号炉から鉄塊は見いだされていない。そこで、6号土坑出土鉄釘についてもほぼ同時代に位置づけることができる中里見原3号竪穴状遺構出土鉄塊と対比した。表2、表3から明らかなように、3号竪穴状遺構出土鉄塊、中里見根岸、中里見原四遺跡出土の鉄釘は、非金属介在物組成は同じであるが、資料中に含有されるCu、NiおよびCo三成分比はわずかに異なるも、3点の釘については遺跡群内で製作されたとみなすことができる。それでは、32号住居跡床面直上出土鋤先、鎌はどうであろうか。表3に示す中里見原10号住居跡出土鉄鉄、32号埋土、3号竪穴状遺構出土鋼と表2の鋤先や鎌の自然科学的調査結果を比べれば、非金属介在物組成はほぼ合致するものの、鋤先や鎌に含有されるCu、Ni、Coも釘と同様である。検出された鉄鉄や鋼を用いて鋤先や鎌が遺跡群内で製作されたこととみることは危険である。鋤先や鎌は共存土器によって9世紀後半から10世紀初頭に比定されている。鉄関連遺構が確認された3号竪穴状遺構ならびに891号土坑は32号住居跡に近接しているが、その稼働時期は32号住居跡よりもやや古くなる可能性があり、32号住居跡埋土から検出された鋼や鉄滓は、32号住居跡床面直上から出土した鎌や鋤先に比べ後代の可能性があるという¹⁷⁾。この場合、中里見原遺跡において、32号住居跡床面出土鋤先、鎌とほぼ同時代に比定される鉄関連遺構は未確認となる¹⁷⁾。鉄関連遺構の面からも、遺跡群内での製作を指摘することは困難といえる。遺跡群内での製作を主張するためには、少なくとも鋤先や鎌と同時代に比定される鉄関連遺構の確認と、そこからの鋤先や鎌と組成が合致する鋼や鉄鉄の検出が必要である。これらの資料と製作途中の半製品が見い出されれば、その点を明確にできる。

ところで、群馬県前橋市荒砥上ノ坊遺跡では、9世紀中葉に比定され、相当量のCo分を含む過共析鋼や製品鉄器が出土している²⁰⁾。中里見遺跡群出土物の結果を総合すれば9～10世紀において、原料鉄(中里見群遺跡の場合鉄鉄と考えられる)の流通ルートが複数あったか、あるいはわずかな時代経過の中で流通ルートが変わったことが想定される。時代比定が可能な住居跡床面から出土した鉄器、鉄塊の形状と組成の対比を丹念に進めることによって、鉄器製作とその使用の状況が一層みえてくるにちがいない。

表1 a 自然科学的調査を行った鉄器

No	遺跡名	器種	資料No	遺構名	出土層位	時代
1	中里見原	鉄釘	M405	6号土坑	覆土	平安時代
2	中里見原	鉄先	M453	32号注	床面直上 9 C末~10 C初	平安時代
3	中里見原	鉄先	M454	32号注	床面直上 9 C末~10 C初	平安時代
4	中里見原	鉄先	M455	32号注	床面直上 9 C末~10 C初	平安時代
5	中里見原	鉄先	M456	32号注	床面直上 9 C末~10 C初	平安時代
6	中里見原	鉄先	M530	32号注	床面直上 9 C末~10 C初	平安時代
7	中里見原	鉄先	M531	32号注	床面直上 9 C末~10 C初	平安時代
8	中里見原	鉄先	M532	32号注	床面直上 9 C末~10 C初	平安時代
9	中里見原	鉄先	M533	32号注	床面直上 9 C末~10 C初	平安時代
10	中里見原	鉄先	M407	32号注	床面直上 9 C末~10 C初	平安時代
11	中里見原	鉄先	M408	32号注	床面直上 9 C末~10 C初	平安時代
12	中里見原	鉄先	M534	32号注	床面直上 9 C末~10 C初	平安時代
13	中里見原	鉄釘	M111	36号注	埋土	9 C後半
14	中里見原	鉄釘	M125	56号注	床面直上 9 C後半	9 C後半

注) 資料No、遺構名、出土層位、時代は編年担当による。

表1 b 自然科学的調査を行った鉄塊

No	遺跡名	資料No	遺構名	出土層位	時代
15	中里見原	M408	10号注	埋土	9 C後半
16	中里見原	M105	32号注	埋土	9 C末~10 C初
17	中里見原	M144	3号彫穴	埋土	9 C後半
18	中里見原	M170	3号彫穴	埋土	9 C後半
19	中里見原	M529	3号彫穴	埋土	9 C後半

注) 資料No、遺構名、出土層位、時代は編年担当による。

表1 c 自然科学的調査を行った磁器

No	遺跡名	形状	資料No	遺構名	出土層位	時代
20	中里見原	波状罅	M019	5区1溝	覆土	10 C前半
21	中里見原	波状罅	M031	5区鉄器埋	覆土	平安時代
22	中里見原	波状罅	M042	5区鉄器埋	床面直上	平安時代
23	中里見原	波状罅	M043	5区鉄器埋	床面直上	平安時代
24	中里見原	波状罅	M045	5区鉄器埋	覆土	平安時代
25	中里見原	磁器土器物質	M008	1号約盤	覆土	平安時代
26	中里見原	磁器土器物質	M052	32号注	埋土	9 C末~10 C初
27	中里見原	磁器土器物質	M082	32号注	埋土	9 C末~10 C初
28	中里見原	磁器土器物質	M138	3号彫穴	埋土	9 C後半
29	中里見原	磁器土器物質	M150	3号彫穴	埋土	9 C後半
30	中里見原	磁器土器物質	M152	3号彫穴	埋土	9 C後半
31	中里見原	磁器土器物質	M159	3号彫穴	埋土	9 C後半
32	中里見原	磁器土器物質	M164	3号彫穴	埋土	9 C後半
33	中里見原	磁器土器物質	M204	891号土坑	埋土	9 C後半
34	中里見原	磁器土器物質	M205	891号土坑	埋土	9 C後半

注) 資料No、遺構名、出土層位、時代は編年担当による。

表1 d 自然科学的調査を行った磁器

No	遺跡名	資料No	遺構名	出土層位	時代
35	中里見原	8	6号土坑	覆土	平安時代
36	中里見原	9	6号土坑	覆土	平安時代
37	中里見原	10	6号土坑	上層	平安時代
38	中里見原	11	6号土坑	上層	平安時代
39	中里見原	12	6号土坑	上層	平安時代
40	中里見原	13	6号土坑	中層	平安時代
41	中里見原	14	6号土坑	中層	平安時代
42	中里見原	15	6号土坑	中層	平安時代
43	中里見原	16	6号土坑	下層	平安時代
44	中里見原	17	6号土坑	下層	平安時代
45	中里見原	19	1号鉄器埋	覆土	平安時代
46	中里見原	20	1号鉄器埋	覆土	平安時代
47	中里見原	下 49	3区3号注	覆土	9 C前半
48	中里見原	中 73	5区鉄器埋	—	平安時代
49	中里見原	中 81	5区鉄器埋	—	平安時代
50	中里見原	中 82	5区鉄器埋	—	平安時代

注) 資料No、遺構名、出土層位、時代は編年担当による。

表1 e 自然科学的調査を行った灰皿材

No	遺跡名	資料No	遺構名	出土層位	時代
65	中里見原	M65	5区鉄器埋	—	平安時代
66	中里見原	M66	5区鉄器埋	—	平安時代
67	中里見原	M67	5区鉄器埋	—	平安時代

注) 資料No、遺構名、出土層位、時代は編年担当による。

表1 f 自然科学的調査を行った土器

No	採取地点	遺構名	出土層位	時代
101	赤城	たたら製鐵上層部	—	—
102	赤城	備前木曾川下流部	—	—
103	赤城	赤城木下流木田部小川	—	—
104	赤城	赤田不動門	—	—
105	赤城	赤田不動門	—	—

注) 資料No、遺構名、出土層位、時代は編年担当による。

第9章 理科学分析

表2 鉄器の分析結果

化学成分 (%)															
No.	資料名	T.Fe	Cu	Mn	P	Ni	Co	Ti	Si	Ca	Al	Mg	V	ミクロ組織	n.m.i
1	鉄 釘	49.19	0.007	0.007	0.024	0.012	0.019	0.037	3.02	0.236	0.787	0.098	0.003	—	no
2	鍔先A	74.17	0.042	0.001	0.074	0.092	0.243	<0.001	0.055	0.086	0.010	0.005	<0.001	—	XT, F
3	鍔先B	78.16	0.025	0.002	0.022	0.035	0.087	0.011	0.047	0.002	0.021	0.005	<0.001	—	S
4	鍔先A	77.81	0.013	0.005	0.028	0.016	0.040	0.068	0.079	0.017	0.034	0.018	<0.001	Cm(0.3~0.4)	XT ₀ , S
5	鍔先B	73.32	0.013	0.002	0.035	0.017	0.038	0.012	0.056	0.002	0.034	0.004	<0.001	—	XT, F, M
6	鍔先A	69.11	0.024	0.002	0.011	0.029	0.059	0.008	0.079	0.009	0.010	0.008	0.005	—	Pe, S
7	鍔先B	82.41	0.020	0.002	0.015	0.020	0.050	0.015	0.115	0.016	0.014	0.012	0.000	—	W, S
8	鍔先A	48.01	0.036	0.001	0.032	0.040	0.057	0.024	0.366	0.019	0.143	0.022	<0.001	—	S
9	鍔先B	65.43	0.037	0.001	0.032	0.042	0.068	0.009	0.087	<0.001	0.018	0.003	<0.001	—	W, H, F, M
10	鍔先A	65.09	0.028	0.002	0.030	0.037	0.075	0.008	0.136	0.005	0.030	0.005	0.042	—	W, F, M
11	鍔先B	49.36	0.011	0.005	0.044	0.010	0.037	0.026	0.740	0.317	0.105	0.061	<0.001	Cm(0.2~0.3)	XT, F, M
12	鍔先A	83.21	0.047	<0.001	0.030	0.076	0.071	tr	0.093	0.006	0.004	0.004	<0.001	—	XT, S
13	鍔先B	46.04	0.021	0.003	0.044	0.019	0.035	0.029	0.499	0.030	0.105	0.023	<0.001	—	W, M
14	鍔先A	43.26	0.017	0.002	0.037	0.023	0.037	0.005	0.599	0.195	0.190	0.018	<0.001	Cm(0.2~0.3)	no
15	鍔先B	65.52	0.025	0.001	0.023	0.037	0.074	0.007	0.128	<0.001	0.014	0.004	<0.001	Cm(0.2~0.3)	W, M
16	鍔先A	46.10	0.026	0.003	0.034	0.020	0.047	0.024	1.11	0.077	0.267	0.040	<0.001	—	no
17	鍔先B	61.72	0.028	0.001	0.030	0.027	0.063	0.010	0.173	tr	0.019	0.005	<0.001	—	XT, F, M
18	鍔先A	68.43	0.023	0.002	0.017	0.027	0.067	0.017	0.230	0.024	0.030	0.011	<0.001	—	W, XT, F, M
19	鍔先B	76.40	0.024	0.001	0.017	0.029	0.054	0.014	0.195	0.014	0.011	0.009	<0.001	—	XT, S
20	鍔先A	64.85	0.031	0.002	0.015	0.035	0.077	0.031	0.246	0.015	0.024	0.013	<0.001	—	W, XT, M
21	鍔先B	85.99	0.012	0.008	0.026	0.009	0.035	0.072	0.235	0.041	0.064	0.064	0.024	—	W, M
22	鍔先A	87.35	0.018	0.003	0.005	0.017	0.043	0.009	0.068	0.014	0.040	0.010	0.002	—	W, F, M
23	鉄 釘	88.47	0.011	0.003	0.008	0.012	0.024	0.003	0.74	0.005	0.020	0.002	0.002	Cm(約0.8)	S

注1) 分析は ICP-AES 法による。一は分析せず。Noは表1に对应。
 注2) Cmはセメントもしくはその変孔。カップ内の数字はミクロ組織から判定される炭素含有量。
 注3) n.m.iは非金属化合物物種。XT₀は主として酸化チタンからなる化合物。PeはCaO-TiO₂系化合物。XTは主として酸化鉄と酸化チタン。および酸化アルミニウムからなる化合物。HはFeO-Al₂O₃系化合物。FはFeO-MgO-SiO₂系化合物。Wは主として酸化鉄からなる相と酸化鉄、酸化チタンおよび酸化アルミニウムからなる相が混在した粒状物質。Sはガラス質の酸塩基。Mはマトリックス。

表3 鉄塊の分析結果

化学成分 (%)																
No.	T.Fe	Cu	Mn	P	Ni	Co	Ti	Si	Ca	Al	Mg	V	C	S	ミクロ組織	n.m.i
15	84.18	0.011	0.005	0.080	0.010	0.013	<0.001	0.034	0.048	0.008	0.002	0.021	—	—	L	—
16	84.38	0.012	0.009	0.019	0.009	0.021	0.382	0.110	0.051	0.075	0.087	0.041	2.50	0.069	PCm, Cm	XT ₀ , S
17	83.34	0.010	0.003	0.028	0.009	0.013	0.813	0.061	0.007	0.027	0.007	0.065	1.05	0.014	PCm, Cm	XT, M
18	58.86	0.010	0.002	0.017	0.008	0.015	0.811	0.413	0.011	0.074	0.012	<0.001	—	—	no	no
19	92.38	0.011	0.003	0.010	0.011	0.019	<0.001	0.060	<0.001	0.010	<0.001	<0.001	0.12	0.006	—	W, F, M

注1) 分析はC, Sは燃焼外呼吸法。他は ICP-AES 法による。一は分析せず。noは見出す。Lはレーザブライド組織。PCmは初析PCmは初析セメント。Cmはセメント。Sはマトリックス。
 注2) n.m.iは非金属化合物物種。XT₀は主として酸化チタンからなる化合物。FはFeO-MgO-SiO₂系化合物。

表4 鉄滓の分析結果

化学成分 (%)																			
No.	資料名	T.Fe	M.Fe	FeO	Cu	Mn	P	Ni	Co	Ti	Si	Ca	Al	Mg	V	[Ca]-[Mg] [SiO ₂]	[Ca]-[Mg] [Al ₂ O ₃]	鉱物組成	
20	M019	34.8	<0.1	38.6	0.003	0.013	0.002	0.001	0.036	8.43	7.94	1.87	4.00	3.28	0.433	0.47	1.90	XT, F, M	
21	M031	40.7	<0.1	39.7	0.007	0.035	0.009	0.006	0.011	2.45	8.82	1.84	3.31	1.49	0.156	0.27	0.83	W, XT, F, M	
22	M042	40.7	<0.1	39.4	0.005	0.043	0.007	0.007	0.035	4.93	7.56	2.35	3.00	2.27	0.333	0.44	1.25	W, XT, F, M	
23	M043	39.5	<0.1	39.5	0.005	0.052	0.006	0.006	0.014	5.36	6.68	1.49	3.44	1.35	0.181	0.30	0.96	W, XT, F, M	
24	M045	38.7	<0.1	42.0	<0.001	0.014	0.004	0.003	0.031	6.74	7.20	2.54	3.30	1.88	0.377	0.44	1.06	W, XT, F, M	
25	M008	33.6	<0.1	38.7	0.006	0.272	0.025	0.009	0.020	2.14	2.57	1.51	2.00	1.29	0.104	0.26	1.11	W, XT, F, M	
26	M002	41.6	—	—	0.004	0.039	0.028	0.004	<0.001	1.01	10.3	1.24	4.47	1.03	0.096	0.15	0.40	W, F, M	
27	M002	43.7	—	—	0.004	0.014	0.014	0.003	0.003	3.37	4.97	0.66	1.08	0.450	0.032	0.15	0.50	XT ₀ , S	
28	M138	54.1	<0.1	39.6	0.005	0.094	0.024	0.004	0.008	8.85	7.00	0.779	3.12	0.630	0.064	0.14	0.36	W, F, M	
29	M130	7.76	<0.1	2.42	0.001	0.156	<0.001	0.003	0.005	0.028	35.8	0.386	9.03	0.332	<0.001	0.02	0.06	—	
30	So ₁	4.51	—	—	0.004	0.125	0.072	tr	0.005	0.251	26.7	1.45	2.88	0.914	0.021	0.07	0.70	Q, S	
31	So ₁	46.3	<0.1	48.9	0.011	0.140	0.014	0.009	0.008	1.19	8.40	0.791	3.29	0.885	0.076	0.12	0.42	W, XT, F, M	
32	M32	So ₁	30.4	<0.1	36.9	0.007	0.212	0.013	0.010	0.009	1.73	7.39	0.670	3.16	0.805	0.120	0.14	0.37	W, XT, H, F, M
33	So ₁	9.87	—	—	<0.001	0.157	0.030	0.001	0.006	0.735	21.0	1.51	5.39	1.53	0.065	0.10	0.43	Q, S	
34	M139	47.8	<0.1	38.4	0.011	0.159	0.016	0.001	0.013	0.606	2.24	0.538	3.03	0.563	0.030	0.09	0.28	W, XT, H, F, M	
32	M04	35.6	<0.1	31.9	0.003	0.074	0.021	0.011	0.009	1.96	6.72	1.39	5.19	1.44	0.065	0.30	0.43	W, XT, H, F, M	
33	M04	49.9	<0.1	47.9	0.013	0.158	0.016	0.015	0.014	1.20	7.88	0.806	2.91	0.677	0.097	0.13	0.40	W, XT, H, F, M	
34	M005	42.7	—	—	0.004	0.079	0.024	0.002	0.003	2.44	8.16	1.07	3.67	1.34	0.308	0.21	0.49	W, XT, H, F, M	

注1) 化学成分分析は ICP-AES 法による。一分析せず。Noは表1に对应。
 注2) Wは主として酸化鉄からなる相と酸化鉄、酸化チタン、酸化アルミニウムからなる相が混在した粒状物質。XTは主として酸化鉄、酸化チタン。および酸化アルミニウムからなる化合物。XT₀は主として酸化チタンからなる化合物。FはFeO-MgO-SiO₂系化合物。Sはガラス質の酸塩基。Mはマトリックス。Hは石英。
 注3) [Ca]のSo₁, So₂, So₃のSoは凸面裏面の異物物。No30のSoは鉄滓母体。

表5 粒状鉄滓の化学成分分析結果

化学成分 (%)

No.	T.Fe	M.Fe	FeO	Cu	Mn	P	Ni	Co	Ti	Si	Ca	Al	Mg	V	[CaO+MgO] SiO ₂	
															0.30	0.83
35-1	53.0	<0.1	37.8	0.011	0.112	0.021	0.011	0.017	1.64	6.91	1.54	2.88	1.41	0.189	0.30	0.83
35-2	45.0	—	—	0.002	0.166	0.100	0.003	0.013	1.46	5.96	0.988	1.79	0.801	0.146	0.21	0.79
36	27.9	<0.1	16.9	0.004	0.140	<0.001	0.007	0.014	1.21	15.7	2.59	9.23	2.26	0.089	0.22	0.43
37-1	41.1	<0.1	27.3	0.008	0.163	0.017	0.015	0.022	1.22	11.7	3.10	5.75	2.12	0.097	0.26	0.59
37-2	30.15	—	—	0.003	0.173	0.084	0.005	0.016	0.647	11.1	1.31	4.14	0.806	0.065	0.14	0.41
38	30.9	<0.1	17.4	0.008	0.181	0.010	0.014	0.021	1.13	14.3	3.41	8.81	2.83	0.074	0.26	0.49
39	25.7	<0.1	12.8	0.009	0.246	0.013	0.017	0.023	0.446	16.5	0.660	6.22	0.914	0.024	0.07	0.21
40	49.0	<0.1	33.6	0.009	0.243	0.023	0.016	0.026	0.573	8.00	0.459	2.49	0.477	0.053	0.08	0.30
41	37.2	<0.1	25.2	0.001	0.132	0.008	0.011	0.015	0.647	12.2	0.924	3.75	0.670	0.053	0.09	0.34
42	30.3	<0.1	16.6	0.001	0.197	0.006	0.009	0.014	0.822	16.0	0.622	4.25	0.839	0.037	0.07	0.29
43-1	44.1	<0.1	35.5	0.002	0.156	0.011	0.007	0.013	1.35	9.02	1.06	3.24	0.860	0.096	0.15	0.48
43-2	42.78	—	—	0.002	0.233	0.136	0.006	0.018	1.84	7.51	1.05	2.37	0.961	0.166	0.19	0.69
44	21.8	<0.1	13.1	<0.001	0.212	0.003	0.006	0.009	1.27	18.1	1.31	5.38	1.29	0.082	0.10	0.38
45-1	51.3	0.83	20.9	0.008	0.094	0.018	0.009	0.009	0.542	5.90	0.946	1.82	0.442	0.037	0.16	0.59
45-2	18.09	—	—	0.003	0.081	0.064	0.002	0.008	0.258	21.3	1.39	4.71	0.574	0.033	0.06	0.33
46	40.0	—	5.70	tr	0.255	0.007	0.004	0.005	0.302	11.8	0.972	4.16	0.486	0.055	0.09	0.28
47	47.18	—	—	0.011	0.180	0.066	0.017	0.018	0.900	7.03	1.62	4.03	2.55	0.057	0.43	0.86
48	18.06	—	—	<0.001	tr	0.005	<0.001	0.011	0.184	15.4	1.91	2.66	1.09	0.020	0.14	0.90
49	5.14	—	—	<0.001	0.069	0.074	<0.001	0.004	0.264	24.0	1.99	1.19	1.14	0.015	0.09	2.14
50	2.70	—	—	0.002	1.91	0.232	<0.001	0.026	4.46	16.3	2.20	1.56	2.89	0.303	0.23	2.63

① M.Feは真鍮メタンル法、FeOは酸可溶性鉄(Ⅱ)定量法、他はICP-AES法による。—は分析せず。Noは表1 eに対応。

表6 炉壁の化学成分分析結果

化学成分 (%)

No.	T.Fe	Cu	Mn	P	Ni	Co	Ti	Si	Ca	Al	Mg	V	[CaO+MgO] SiO ₂	
													0.18	3.19
65 (茶褐色部)	19.16	<0.001	0.519	0.201	tr	0.012	5.37	17.0	1.83	1.10	2.45	0.269	0.18	3.19
66-①(褐色部)	3.76	0.001	0.162	0.038	<0.001	0.004	0.338	23.4	1.77	4.80	1.33	0.026	0.09	0.52
66-②(褐色部)	5.15	<0.001	0.154	0.038	<0.001	0.004	0.545	21.8	1.97	5.17	1.66	0.042	0.12	0.56
67-①(黒褐色部)	4.68	<0.001	0.157	0.061	tr	0.004	0.070	26.3	2.00	2.04	1.35	0.001	0.09	1.28
67-②(黒褐色部)	4.00	<0.001	0.156	0.066	<0.001	0.005	0.349	22.7	1.93	5.00	1.04	0.035	0.09	0.47

① 化学成分分析はICP-AES法による。Noは表1 eに対応。

表7 遺跡周辺採取砂鉄の化学成分分析結果

化学成分 (%)

No.	T.Fe	Cu	Mn	P	Ni	Co	Ti	Si	Ca	Al	Mg	V	[CaO+MgO] SiO ₂	
													0.06	1.38
101	33.83	0.007	0.662	0.424	0.012	0.025	2.04	12.4	0.827	1.38	2.40	0.143	0.06	0.62
102	38.56	0.008	0.571	0.226	0.014	0.027	3.47	9.40	1.18	2.11	2.28	0.194	0.27	1.38
103	32.70	0.004	0.591	0.136	0.018	0.033	3.66	2.60	0.392	1.10	1.38	0.248	0.50	1.33
104	24.62	0.006	0.520	0.087	0.015	0.023	2.69	13.9	1.61	3.26	2.45	0.120	0.02	1.03
105	34.29	0.002	0.347	0.059	0.007	0.024	2.60	13.3	1.06	1.94	2.88	0.168	0.22	1.70

① 化学成分分析はICP-AES法による。Noは表1 fに対応。

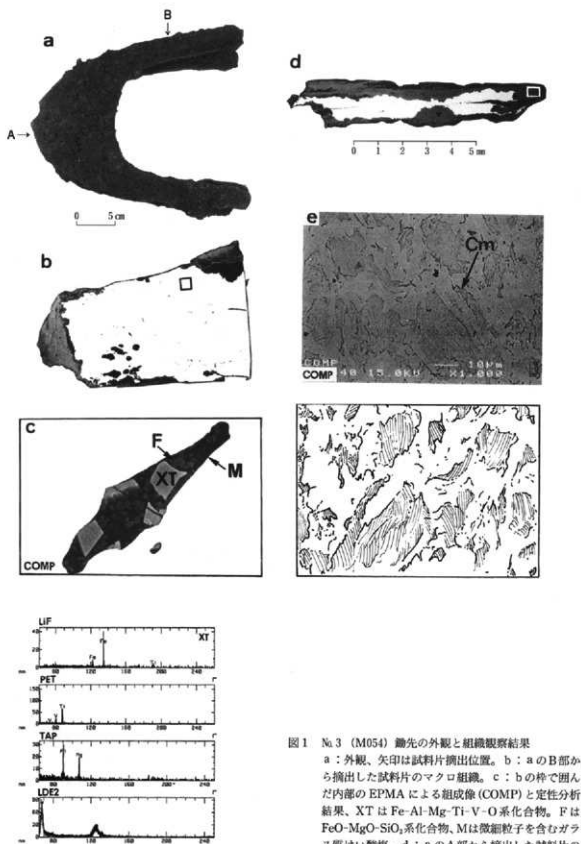


図1 No. 3 (M054) 鋤先の外観と組織観察結果

a : 外観、矢印は試料片抽出位置。b : a のB部から抽出した試料片のマクロ組織。c : b の枠で囲んだ内部のEPMAによる組成像 (COMP) と定性分析結果、XT は Fe-Al-Mg-Ti-V-O 系化合物、F は FeO-MgO-SiO₂ 系化合物、M は微細粒子を含むガラス質けい酸塩。d : a のA部から抽出した試料片の組織観察結果。e : d の枠で囲んだ内部のEPMAによる組織観察結果。Cm はセメントイト (Fe₃C) もしくはその欠落孔。

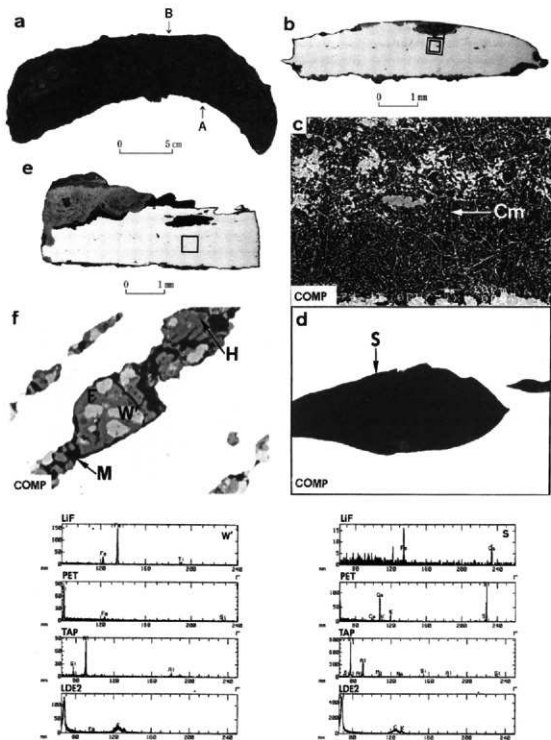


図2 No.5 (M056) 鎌の外観と抽出した試料片の組織観察結果
 a: 外観、矢印は試料片抽出位置。b: aのA部から抽出した試料片のマクロ組織。c: bの棒で囲んだ内部のEPMAによる組成像 (COMP)、Cmはセメントイト (Fe_3C) もしくはその欠落孔。d: bの二重棒で囲んだ内部に残存する非金属介在物のEPMAによる組成像 (COMP) と定性分析結果、Sはガラス質の酸塩。e: aのB部から抽出した試料片の組織観察結果。f: eの棒で囲んだ内部に残存する非金属介在物とEPMAによる組成像 (COMP) ならびに定性分析結果。Wは主として酸化鉄からなる相と酸化鉄、酸化チタン、および酸化アルミニウムからなる相の2相が混在した灰色の粒状結晶、Hは $\text{FeO-Al}_2\text{O}_3$ 系化合物、Fは FeO-MgO-SiO_2 系化合物、Mはマトリックス。

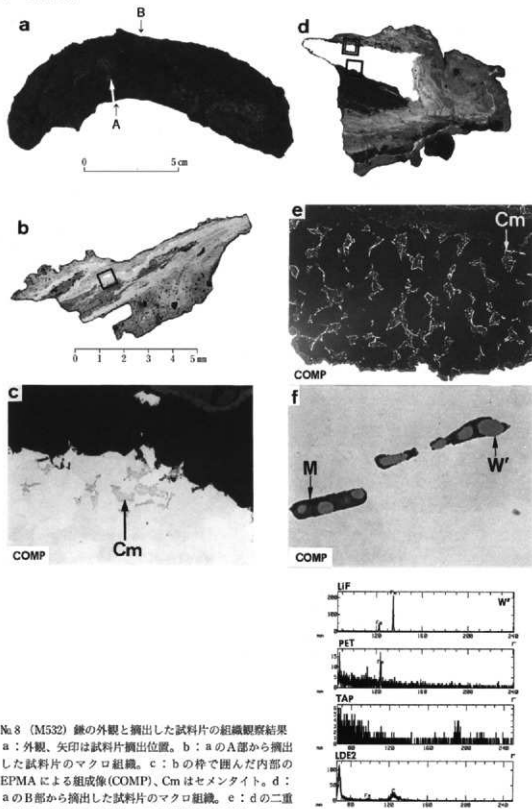


図3 No. 8 (M532) 錘の外観と抽出した試料片の組織観察結果
 a : 外観、矢印は試料片抽出位置。b : a のA部から抽出した試料片の macros 組織。c : b の枠で囲んだ内部のEPMAによる組成像 (COMP)、Cmはセメンタイト。d : a のB部から抽出した試料片の macros 組織。e : d の二重枠で囲んだ内部のEPMAによる組成像 (COMP)、Cmはセメンタイト (Fe₃C) もしくはその欠落孔。f : d の枠で囲んだ内部に観察された非金属介在物のEPMAによる組成像 (COMP) と定性分析結果、W^{*}は主として酸化鉄からなる相と酸化鉄、酸化チタン、および酸化アルミニウムからなる相が混在する灰色の粒状結晶。Mはマトリックス。

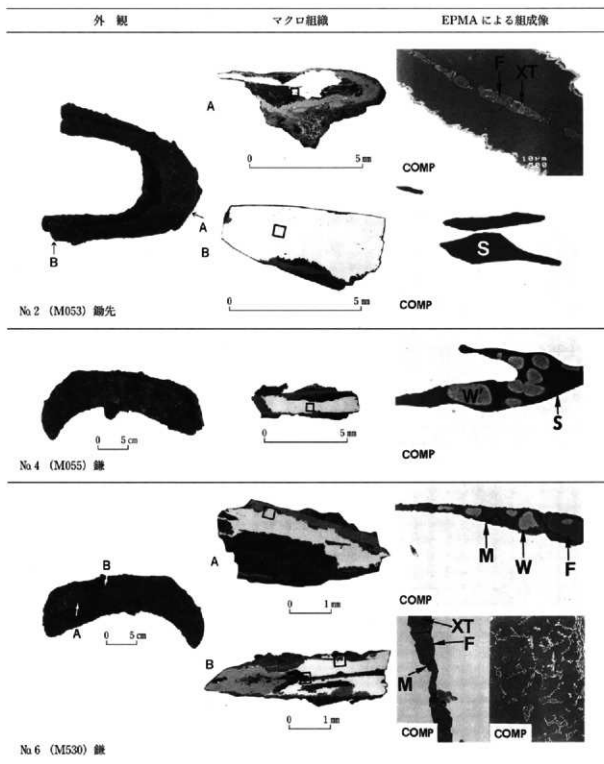


図4 鉄器の外観と組織観察結果(その1)

外観の矢印は試料片抽出位置。Cmはセメントイト(Fe_3C)もしくはその欠落孔。COMPはEPMAによる組成像、XTは主として酸化鉄、酸化チタン、酸化アルミニウムからなる化合物、Wはウスタイト(化学理論組成 FeO)、Fは FeO-MgO-SiO_2 系化合物、Sはガラス質けい酸塩、W'は主として酸化鉄からなる相と酸化鉄、酸化チタン、および酸化アルミニウムからなる相が混在する灰色の粒状結晶。Mはマトリックス。

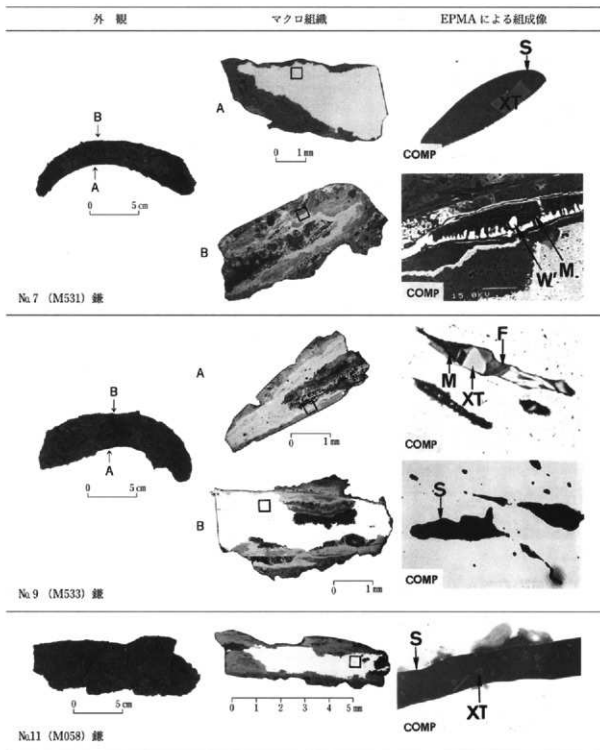


図4 鉄器の外観と組織観察結果 (その2)

外観の矢印は試料片抽出位置。Cmはセメントライト (Fe_3C) もしくはその欠落孔。COMPはEPMAによる組成像、XTは主として酸化鉄、酸化チタン、酸化アルミニウムからなる化合物、Wはウスタイト(化学理論組成 FeO)、Fは FeO-MgO-SiO_2 系化合物、Sはガラス質けい酸塩、W'は主として酸化鉄からなる相と酸化鉄、酸化チタン、および酸化アルミニウムからなる相が混在する灰色の粒状結晶、Mはマトリックス。

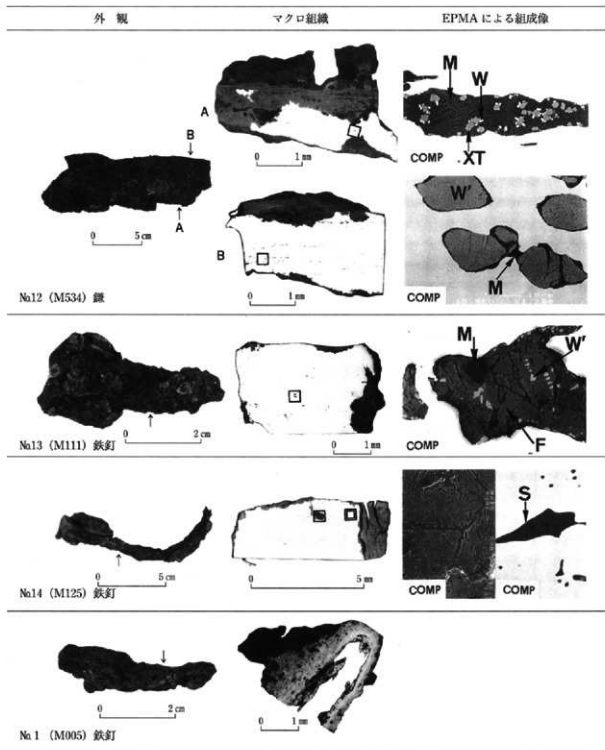


図4 鉄器の外観と組織観察結果(その3)

外観の矢印は試料片摘出位置。Cmはセメントイト(Fe_3C)もしくはその欠落孔。COMPはEPMAによる組成像、XTは主として酸化鉄、酸化チタン、酸化アルミニウムからなる化合物、Wはウスタイト(化学理論組成 FeO)、Fは FeO-MgO-SiO_2 系化合物、Sはガラス質の酸塩、W'は主として酸化鉄からなる相と酸化鉄、酸化チタン、および酸化アルミニウムからなる相が混在する灰色の粒状結晶。Mはマトリックス。

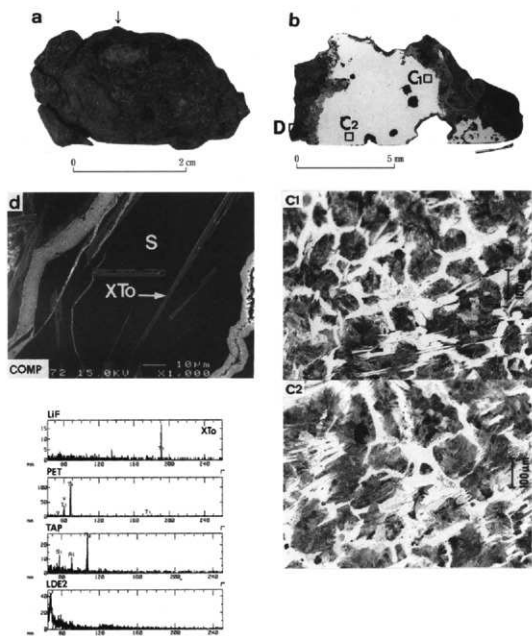


図5 No.16 (M105) 鉄塊の外観と組織観察結果

a : 外観、矢印は試料片抽出位置。b : 抽出した試料片のマクロエッチング組織。c₁・c₂ : bの領域C₁・C₂のナイターによるマイクロエッチング組織。d : bの領域Dに残存する非金属介在物のEPMAによる組成像 (COMP) と定性分析結果、XToは主として酸化チタンからなる化合物、Sはガラス質の酸塩。

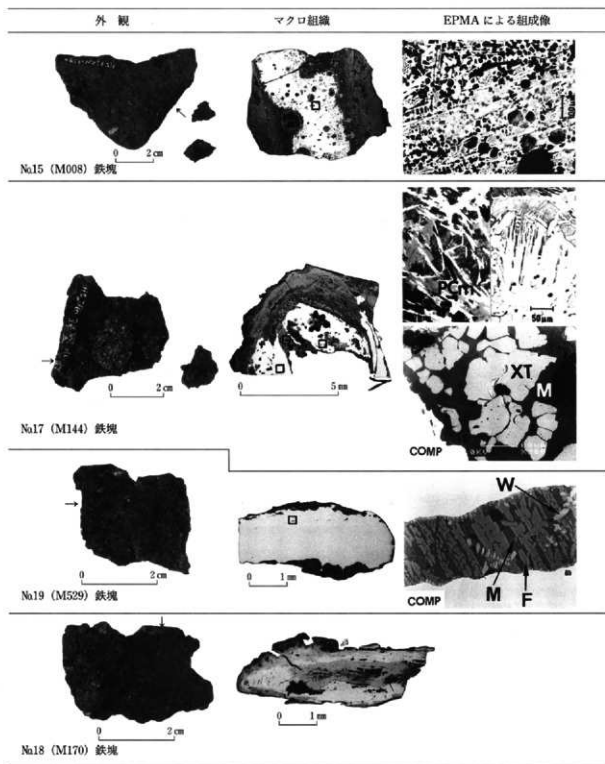


図6 鉄塊の外観と組織観察結果

外観の矢印は試料片抽出位置。マクロ組織の枠で囲んだ部分はミクロ組織観察位置。Lはレーデブライト組織、PCmは初析セメントイト、COMPはEPMAによる組成像、Wはウスタイト、XTは主として酸化鉄、酸化チタン、酸化アルミニウムからなる化合物、FはFeO-MgO-SiO₂系化合物、Mはマトリックス。

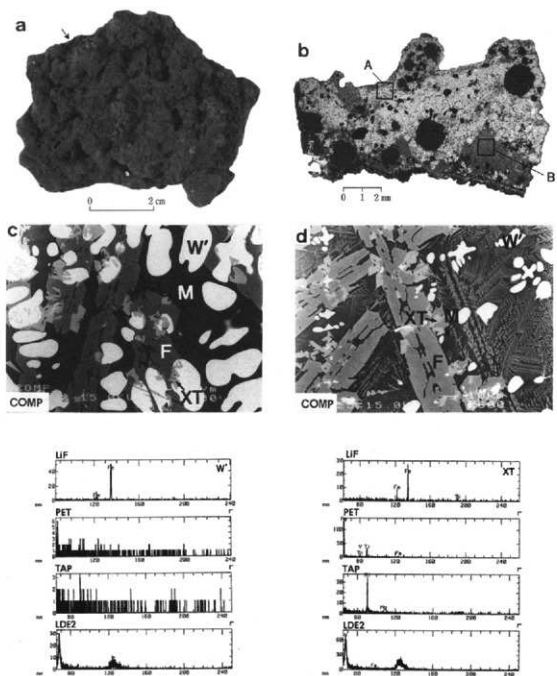


図7 No.25 (M008) 椀形粉の外観と組織観察結果

a : 外観、矢印は試料片抽出位置。b : aの矢印から抽出した試料片のマクロ組織。c : bの領域A部のEPMAによる組成像 (COMP) と定性分析結果、Wは主として酸化鉄からなる相と酸化鉄、酸化チタン、および酸化アルミニウムからなる相が混在する灰色の粒状物質、XTは主として酸化鉄と酸化チタン、および酸化アルミニウムからなる化合物、FはFeO-MgO-SiO₂系化合物[マグネシウムを固溶した鉄かんらん石: 2 (Fe, Mg) O·SiO₂と推定される]、Mはマトリックス。d : bの領域B部のEPMAによる組成像と定性分析結果。

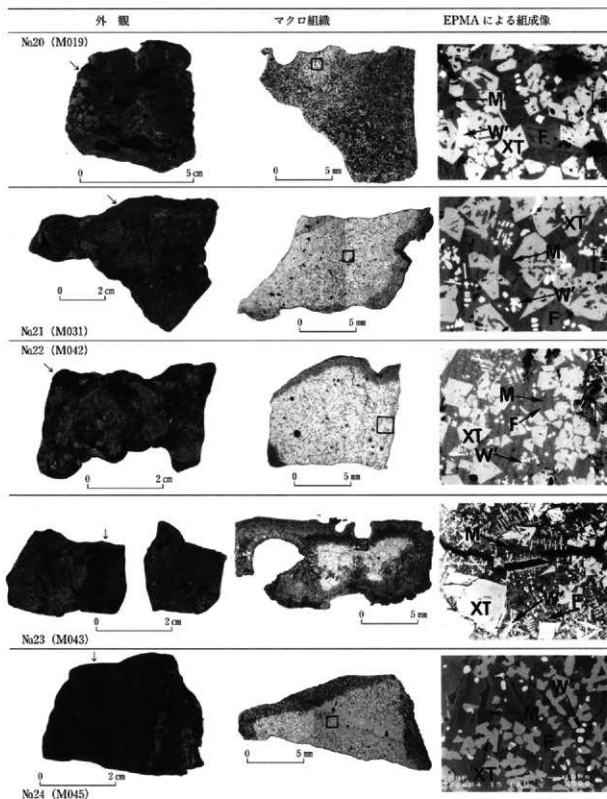


図8 鉄滓の外観と組織観察結果

Wは主として酸化鉄からなる相と酸化鉄、酸化チタン、および酸化アルミニウムからなる相が混在する灰色の粒状物質、XTは主として酸化鉄と酸化チタンからなる化合物。FはFeO-MgO-SiO₂系化合物〔マグネシウムを固溶した鉄かんらん石：2(Fe, Mg)O·SiO₂と推定される〕、HはFeO-Al₂O₃系化合物、Mはマトリックス。COMPはEPMAによる組成像。

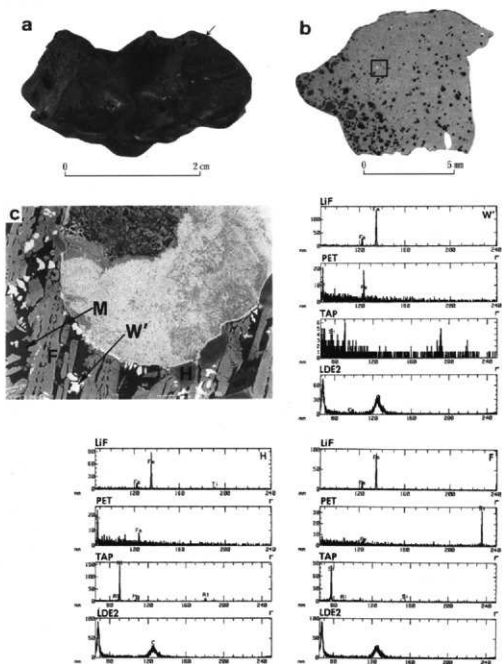


図9 No.26 (M052) 粘土状物質の外観と組織観察結果

a : 外観、矢印は試料片抽出位置。b : aの矢印から抽出した試料片のマクロ。c : bの枠で囲んだ内部のEPMAによる組成像 (COMP) と定性分析結果、Wは主として酸化鉄からなる相と酸化鉄、酸化チタン、および酸化アルミニウムからなる相が混在する灰色の粒状物質、XTは主として酸化鉄と酸化チタンからなる化合物。FはFeO-SiO₂系化合物 (鉄かんらん石: 2 (Fe, Mg) O·SiO₂と推定される)、HはFeO-Al₂O₃系化合物 (微量にTiを含む)、Mはマトリックス。

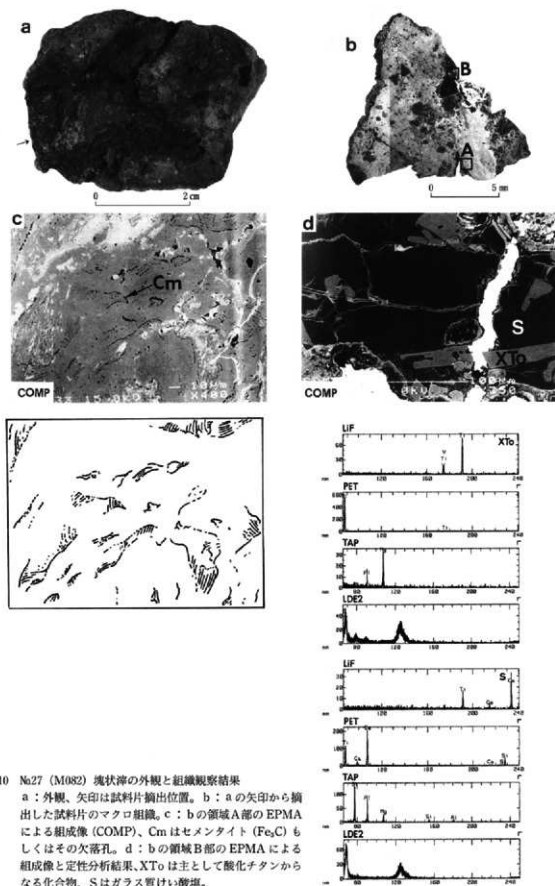


図10 No.27 (M082) 残状滓の外観と組織観察結果

a : 外観、矢印は試料片抽出位置。b : aの矢印から抽出した試料片のマクロ組織。c : bの領域A部のEPMAによる組成像 (COMP)、Cmはセメンタイト (Fe_3C) もしくはその欠落孔。d : bの領域B部のEPMAによる組成像と定性分析結果、XToは主として酸化チタンからなる化合物、Sはガラス質けい酸塩。

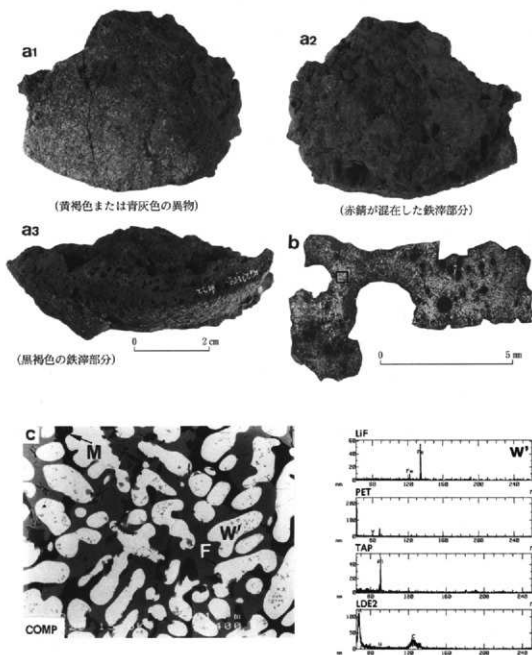


図11 No.28 (M138) 鉄滓の外観と組織観察結果

a₁～a₃: 外観, 矢印は試料片摘出位置。b: a から摘出した試料片のマクロ組織。c: b の枠で囲んだ内部の EPMA による組成像 (COMP)。W' は主として酸化鉄からなる相と酸化鉄、酸化チタン、および酸化アルミニウムからなる相が混在する灰色の粒状結晶、F は FeO-MgO-SiO₂ 系化合物 (マグネシウムを固溶した鉄かんらん石: 2 (Fe, Mg) O · SiO₂ と推定される)、M はマトリックス。

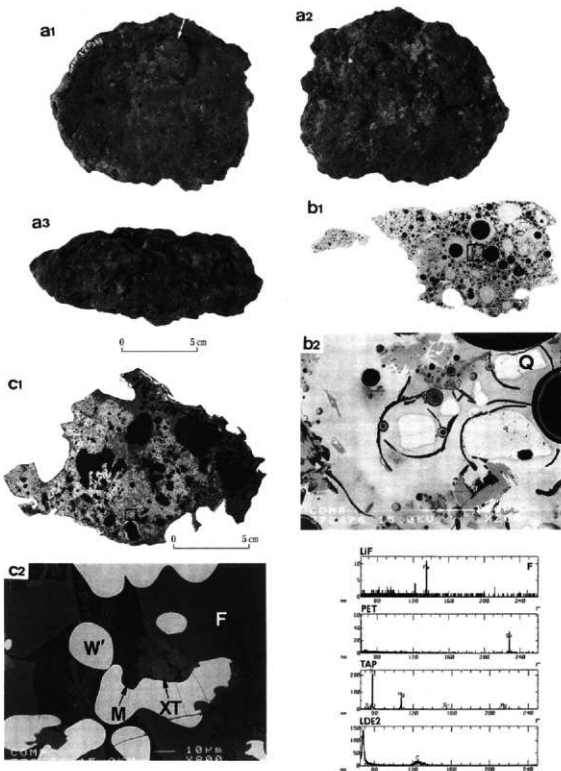


図12 No29 (M150) 鉄滓の外観と組織観察結果

$a_1 \sim a_3$: 外観、矢印は試料片抽出位置。 $b_1 \cdot b_2$: a の矢印の部分から抽出した試料片のうちの凸部に付着する異物のマクロ組織と枠で囲んだ部分のEPMAによる組成像 (COMP)。Qは石英、Sはガラス質けい酸塩。 $c_1 \cdot c_2$: a の矢印の部分から抽出した試料片のうちの鉄滓部分のマクロ組織と枠で囲んだ部分のEPMAによる組成像 (COMP)。Wはウスタイト (化学理論組成 FeO)、XTは主として酸化鉄と酸化チタンからなる化合物。Fは FeO-SiO_2 系化合物 [鉄かんらん石: $2 \text{FeO} \cdot \text{SiO}_2$ と推定される]、Mはマトリックス。

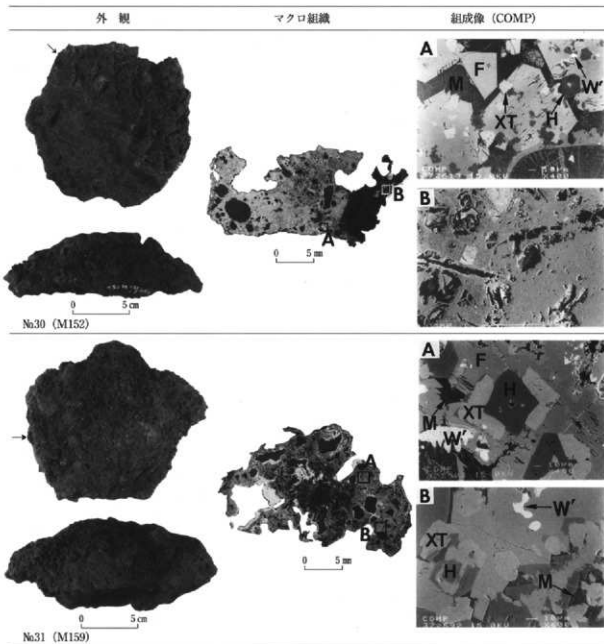


図13 椀形滓の外観と組織観察結果 (その1)

外観の矢印は試料片摘出位置。マクロ組織の領域A、B部をEPMAにより分析。W'は主として酸化鉄からなる相と酸化鉄、酸化チタン、および酸化アルミニウムからなる相が混在する灰色の粒状結晶、XTは主として酸化鉄と酸化チタンからなる化合物。FはFeO-MgO-SiO₂系化合物[マグネシウムを固溶した鉄かんらん石：2 (Fe, Mg) O·SiO₂と推定される]、HはFeO-Al₂O₃系化合物、Qは石英、Mはマトリックス。

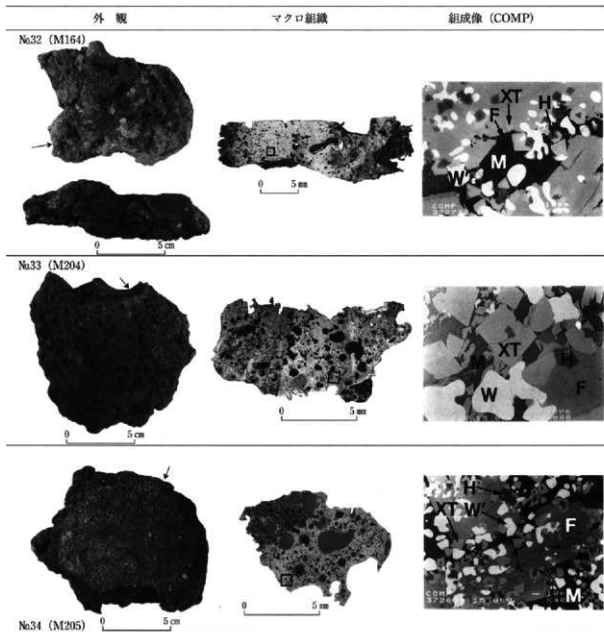


図13 椀形埴の外観と組織観察結果 (その2)

外観の矢印は試料片抽出位置。マクロ組織の枠で囲んだ内部をEPMAにより分析。Wは主として酸化鉄からなる相と酸化鉄、酸化チタン、および酸化アルミニウムからなる相が混在する灰色の粒状結晶、XTは主として酸化鉄と酸化チタンからなる化合物。FはFeO-MgO-SiO₂系化合物[マグネシウムを固溶した鉄かんらん石: 2(Fe, Mg)O·SiO₂と推定される]、HはFeO-Al₂O₃系化合物、Qは石英、Mはマトリックス。

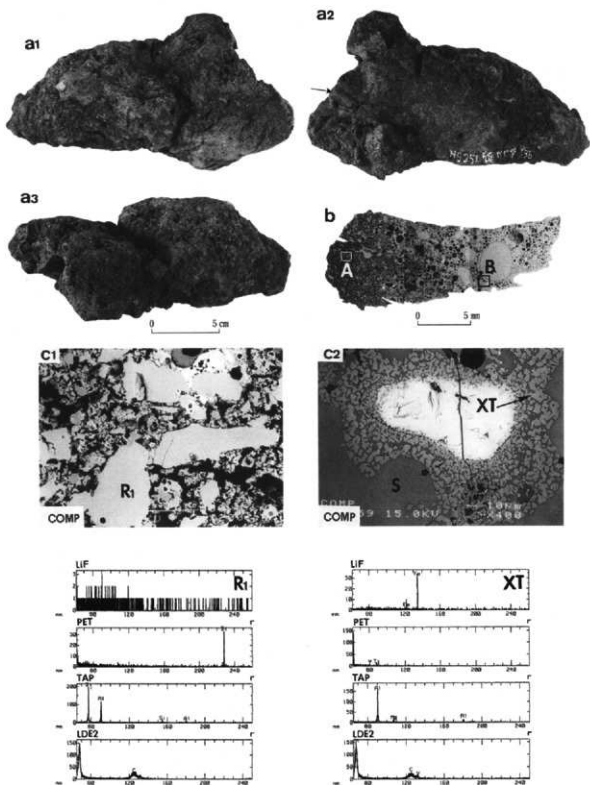


図14 Nb55粘剤の外観と抽出した試料片の組織観察結果
 a₁~a₃: 外観、矢印は試料片抽出位置。b: 抽出した試料片のマクロ組織。c₁・c₂: bの領域A、B部のEPMAによる組成像 (COMP) と定性分析結果。XTは主として酸化鉄、酸化アルミニウム、酸化チタンからなる化合物、Sはガラス質の酸塩。R₁はSiO₂-Al₂O₃系

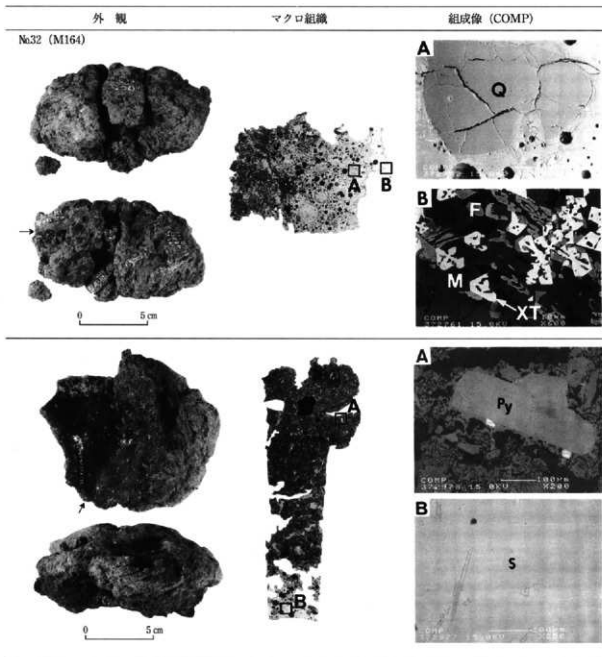


図15 No.66、No.67粘壺の外観と抽出した試料片の組織観察結果

外観の矢印は試料片抽出位置。抽出した試料片のマクロ組織領域A、B部をEPMAにより分析。COMPは組成像。Qは石英、XTは主として酸化鉄、酸化チタン、酸化アルミニウムからなる化合物、FはFeO-MgO-SiO₂系化合物〔マグネシウムを固溶した鉄かんらん石：2 (Fe, Mg) O・SiO₂と推定される〕、Sはガラス質の酸塩。Pyは珪石と思われる。

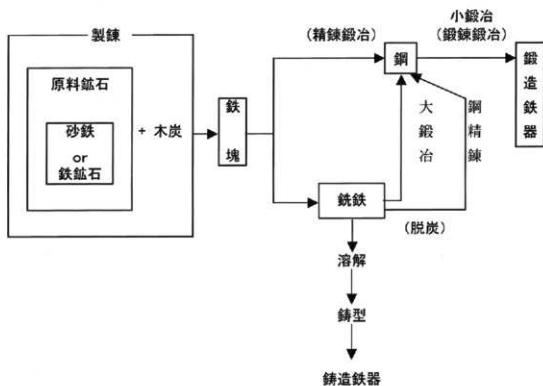


図16 推定される古代・中世の鋼製造法

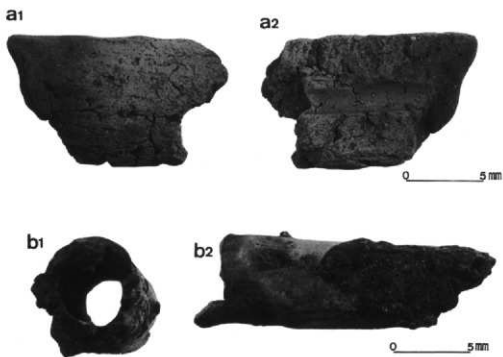


図17 中里見原・中川両遺跡出土羽口の外観
 a₁・a₂: 中里見原遺跡3号竪穴状遺構出土
 b₁・b₂: 中里見中川遺跡出土5区鉄関連遺構出土

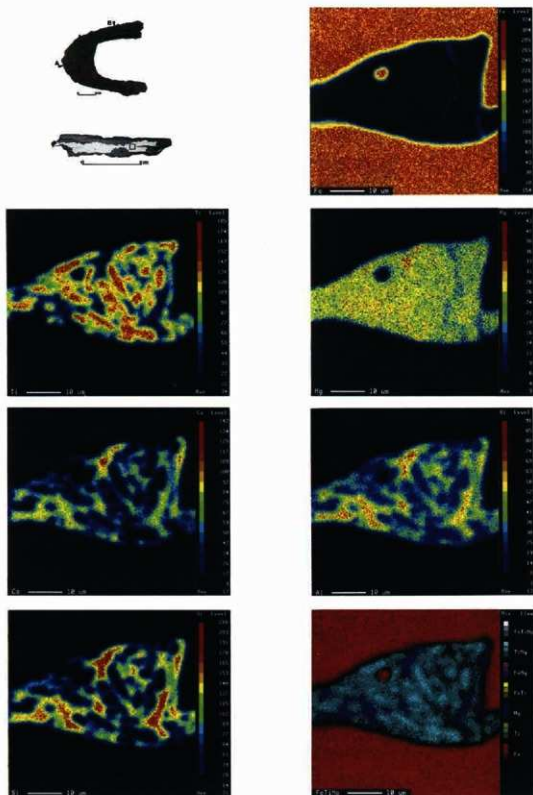


写真1 No. 3 (M054) 鏃先のB部から抽出した試料片に見いだされた非金属介在物のEPMAによる組成像と含有される元素濃度分布のカラーマップ
 色が青→黄→赤→白の順に含有濃度が高い。XToは主として酸化チタンからなる化合物、Sはガラス質の酸塩。

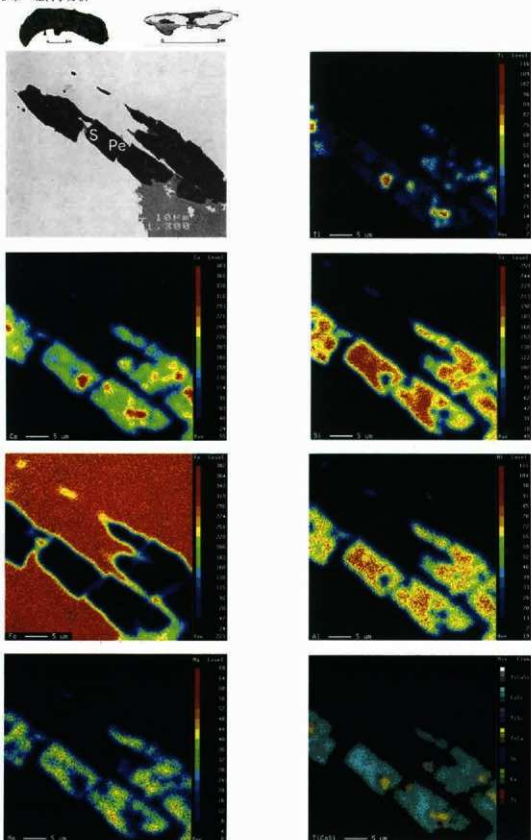


写真2 No.4 (M055) 鎌のA部から抽出した試料片に見いだされた非金属介在物のEPMAによる組成像 (COMP) と含有される元素濃度分布のカラーマップ
 色が青→黄→赤→白の順に含有濃度が高い。PeはCaO-TiO₂系化合物 (CaO・TiO₂と推定される)、Sはガラス貫けい酸塩。

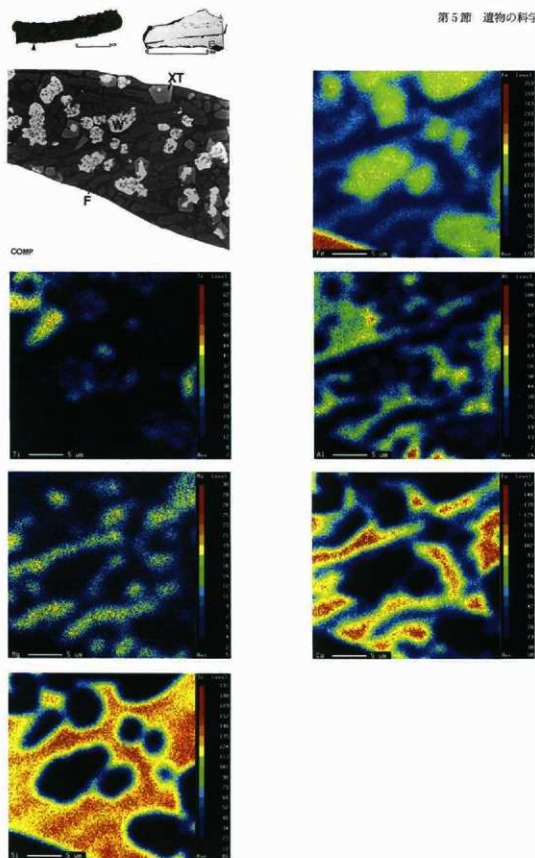


写真3 No10 (M057) 鋤先から抽出した試料片に見いだされた非金属介在物のEPMAによる組成像 (COMP) と含有される元素濃度分布のカラーマップ
 カラーマップの色が青→黄→赤→白の順に含有濃度が高い。

注

- 1) 『朝鮮馬根埋藏文化財調査事業団年報12』財団法人群馬県埋藏文化財調査事業団、1994年
- 2) 『朝鮮馬根埋藏文化財調査事業団年報14』財団法人群馬県埋藏文化財調査事業団、1996年
- 3) 『ヒストリア 鎌倉-暮らしがみえる・心がわかる-』財団法人群馬県埋藏文化財調査事業団、1999年
- 4) Knox, R. "Detection of carbide structure in the Oxide remains of ancient steel", *Archaeometry* Vol.6, 1963, p.43-45.
- 5) 佐々木松、村田明美「古墳出土鉄器の材質と地金の製法」*季刊考古学*、8、1984、p.27-33.
- 6) 財団法人群馬県埋藏文化財調査事業団 道川佳子氏からの私信による。
- 7) 岩手大学教育学部助教授 土谷信高氏からのご教授による。
- 8) 『鉄鋼の顕微鏡写真と解説』丸善株式会社、1968
- 9) 大澤正巳「古墳共鉄遺跡から見た鉄製の開始」*季刊考古学*、8、1984年、p.36-45.
- 10) 村上英之助「中沢・村上の住居遺跡」*たたら研究*、36・37、1996年、p.78-88.
- 11) 赤沼英男「遺物の解析結果からみた平地下式墓型の性格」*季刊考古学*、57、1996年、p.41-45.
- 12) 赤沼英男、福田豊彦「鉄の生産と流通からみた北方世界」*国立歴史民俗博物館研究報告*、72、p.1-40.
- 13) 福田豊彦「前近代の百科事典にみる鉄素材と製鉄技法」平成10年度たたら研究会発表要旨集、1998年新聞市。
なお、福田豊彦氏より、当該発表内容については、第39号たたら研究会誌に投稿中であるとの私信を得ている。
- 14) 岩手大学教育学部助教授 土谷信高氏の鑑定による。詳しくは本誌別掲報告を参照されたい。
- 15) 木炭を燃焼させるために使用された羽口とすれば、より広い範囲に高温領域を形成させるため、内径は広い方が有利である。外径に比べ内径が特に広いことを注視すれば、木炭の燃焼とは別の目的に使用された可能性もある。最近の発掘調査によって、群馬県伊勢崎市下藤木町町田遺跡では、検形塚の内部に羽口の破片と思われる遺物が残存した資料が検出された¹⁹⁾。この事実も検形をした容器もしくは設備の中に羽口を使って送風がなされたことを支持している。
- 16) 赤沼英男「遺物の自然科学的調査結果からみた下藤木町町田遺跡における鉄生産活動」『下藤木町町田遺跡』財団法人群馬県埋藏文化財調査事業団、発掘調査報告書編集集中。
- 17) 財団法人群馬県埋藏文化財調査事業団 道川佳子氏からのご教授による。
- 18) 赤沼英男「上野原分借寺・尼寺中間地域出土鉄器・鉄押の金属学的解析について」『上野原分借寺・尼寺中間地域』財団法人群馬県埋藏文化財調査事業団、1992年、p.529-561.
- 19) 『北の鉄文化』岩手県立博物館、1980年。
- 20) 赤沼英男「京都上ノ坊遺跡出土鉄製遺物の金属学的解析」『京都上ノ坊遺跡田』財団法人群馬県埋藏文化財調査事業団、1997年、p. - 。

第2項 中里見遺跡群鉄生産関連遺構出土遺物の岩石学的検討

岩手大学教育学部地学教室 土谷 信高

はじめに

中里見原遺跡および中里見中川遺跡から出土した遺物のうち、炉壁・羽口と思われるものの材料物質について検討を行なった。岩石学的検討によりこれらの遺物の材料物質が特定できれば、当時の鉄生産活動の技術の解明にとって重要な貢献が期待される。以上の観点から遺物の肉眼鑑定、薄片観察および全岩化学組成の検討を行った。

試料および分析方法

中里見原遺跡および中里見中川から出土した炉壁、羽口と思われるもののうち代表的な試料について、肉眼観察および薄片観察を行った。さらにそのうちの2試料について、全岩化学組成の測定を行なった。以下に、それらの方法について述べる。

炉壁・羽口などの遺物は、いずれも大変やわらかくもろいものなので、そのまま薄片を作成するのは困難である。したがって、試料を合成樹脂(ペトロキシ154)で硬化させた後、薄片作成を行った。まず、試料の形状を損ねることのないよう注意を払いながら、薄片作成用試料を抽出し、ホットプレート上で約150°Cで4時間以上乾燥させた。その後温度を90°Cに下げ、ペトロキシ154を十分しみ込ませた後、温度を120°Cに上げて完全に硬化させた。硬化させた試料の片面を研磨してスライドガラスに接着し、通常の岩石試料と同様に薄片とした。作成した薄片は、偏光顕微鏡により観察を行った。

全岩化学分析については、以下の方法で試料の調整および分析を行った。まず、試料の形状を損ねることのないよう注意を払いながら、全岩化学分析用試料を抽出した。抽出した試料は110°Cで2時間乾燥させた後、鉄

製乳鉢で粗砕し、さらに珪瑯性の自動乳鉢により粉末試料として調整した。調整した粉末試料を白金るつばに入れ、マッフル炉中で1000°Cで2時間強熱した後、減量を秤量することにより強熱減量を定量した。さらに、強熱減量定量後の試料0.7gを測りとり、試料の5倍量の4ホウ酸リチウムを加えて良く混合した。これらの混合物を白金95%金5%のるつばに入れて約0.003gの塩化リチウムを加えた後、理学電機製ビードサンプラー（高周波加熱溶解装置）で溶解・急冷してガラスビードとした。作成したガラスビードを蛍光X線分析装置にかけ、主成分化学組成の測定を行なった。装置は、岩手県立博物館保存科学部門に設置されている理学電機社製自動蛍光X線分析装置（RX8787、RIX1000相当）であり、サイドウィンドー型Cr管球（3kW）が装着されたものである。測定にあたっては、地質調査所標準岩石試料およびこれらの標準試料に純粋試薬を加えた合成標準試料の合計27個で作成した検量線により、全岩化学組成を決定した。定量精度については土谷ほか述べている。

分析結果

(1) 肉眼観察

出土した遺物について、表面の肉眼観察を行った。以下に、代表的な2試料についての観察結果を述べる。

①分析No2鉄滓（中里見中川遺跡 5区鍛冶炉 M031）

表面の最外縁部は灰色、内部に近づくにつれ赤褐色となる凝灰岩様の物質からなる（写真1-1、2）。内側には熱が加わったと思われる、光沢のある黒色ガラスとなり発泡しているのが観察される。内部にはワラと思われる植物繊維やその跡が認められる。表面付近には7mm以下のやや円磨された軽石片や、1mm以下の黒色でへき開の目立つ普通角閃石・白色の斜長石などの結晶片が認められる。

②分析No96羽臼（中里見原遺跡 3号竪穴 1326）

灰色から赤褐色の凝灰岩様物質から構成されている。直径7cm、中央に径1.7cmの穴のあいた円筒状である（写真1-3、4）。両端にはスラグが付着しており、黒色の発泡したガラスとなっている。内部にはワラと思われる植物繊維やその跡が認められる。表面には指で押した跡と思われる浅いくぼみや、先の尖ったものでこすったと思われるスジが見られる。1mm以下の白い軽石片や0.5mm以下の黒色でへき開の目立つ普通角閃石・白色の斜長石などの結晶片が認められる。

(2) 薄片観察

代表的な5試料についての、薄片観察結果を以下に述べる。

①分析No2鉄滓（中里見中川遺跡 5区鍛冶炉 M031）

普通角閃石斜方輝石デイサイト質軽石やデイサイト～安山岩質の火山岩片および斜長石・単斜輝石・斜方輝石・普通角閃石・不透明鉱物などの鉱物片を含む安山岩質火山灰である。岩片は、3mm以下の軽石片および1.5mm以下の安山岩～デイサイト質岩片が認められ、いずれもやや円磨されている。軽石は、著しく発泡して繊維状となった透明ガラスを主体とし、0.5mm以下の斜長石・普通角閃石、0.2mm以下の粒状の不透明鉱物などの斑晶を含む。結晶片は斜長石・普通角閃石が1.2mm以下、単斜輝石・斜方輝石・普通角閃石・不透明鉱物が0.7mm以下であり、ほとんどが破片状である。マトリックスは褐色の細粒火山灰であり、植物繊維が多く認められる。まれにバブルウォールタイプの形態を示す透明なガラス片が含まれる。

②分析No66炉壁（中里見中川遺跡 5区鍛冶炉 i37）

普通角閃石斜方輝石デイサイト質軽石やデイサイト～安山岩などの火山岩片および普通角閃石・斜長石などの鉱物片を含む安山岩質火山灰である。岩片は、7mm以下の軽石片が主体であり、3mm以下の変質した安山岩片や、まれにやや円磨された細粒珪長質深成岩片が認められる。軽石は、著しく発泡して繊維状となった透明

ガラスを主体とし、0.5mm以下の斜長石・普通角閃石・斜方輝石、0.2mm以下の粒状の不透明鉱物などの斑晶を含み、まれに単斜輝石も認められる。結晶片は斜長石・斜方輝石・普通角閃石・単斜輝石が0.7mm以下の破片状ないし半自形であり、不透明鉱物は0.3mm以下の粒状である。ごくまれに石英片が認められる。マトリックスは褐色の細粒火山灰である。

③分析No96羽口（中里見原遺跡 3号竪穴 1326）

普通角閃石斜方輝石デイサイト質軽石やデイサイト～安山岩質の火山岩片および斜長石・単斜輝石・斜方輝石・普通角閃石・不透明鉱物などの鉱物片を含む安山岩質火山灰である。岩片は、7mm以下の軽石片および3mm以下の安山岩～デイサイト質岩片が認められる。軽石は、著しく発泡して繊維状となった透明ガラスを主体とし、0.5mm以下の斜長石・普通角閃石、0.2mm以下の粒状の不透明鉱物などの斑晶を含む。結晶片は斜長石が1mm以下、単斜輝石・斜方輝石・普通角閃石・不透明鉱物が0.7mm以下であり、ほとんどが破片状である。マトリックスは褐色の細粒火山灰である。まれにバブルウォールタイプの形態を示す透明なガラス片が含まれる。

④分析No43碗形鉱滓（中里見原遺跡 3号竪穴 M164）

発泡した黒色ガラス中に、斜方輝石・斜長石・単斜輝石の結晶片、火山岩片、および軽石の溶融物と思われる発泡した透明ガラスが含まれる。黒色ガラス中には、急冷結晶と思われる細粒の単斜輝石が認められる。部分溶融した安山岩質火山灰と思われる。

⑤分析No47碗形鉱滓（中里見原遺跡 891号土坑 M205）

発泡した黒色ガラス中に、斜方輝石・斜長石の結晶片、火山岩片、および軽石の溶融物と思われる発泡した透明ガラスが含まれる。部分溶融した安山岩質火山灰と思われる。

(3) 全岩化学分析

炉壁分析No2鉄滓（中里見中川遺跡 5区鍛冶炉 M031）および分析No96羽口（中里見原遺跡 3号竪穴 1326）の2個の試料についての全岩化学組成の測定結果を表1に示す。表にはそのままの分析値と、揮発性成分を除いて合計100%に再計算した値とを示した。いずれの場合も、FeはFeOとして表現している。

表に示されるように、これらの組成はたがいに良く似ている。揮発性成分を除いて100%に再計算した値では、No2が安山岩、No6がデイサイトに相当する化学組成を示す。両者を比較すると、No2はNo6よりもSiO₂に乏しく、FeO・MgO・CaOに富んでいる。したがって、No6の方がやや分化の進んだ組成であるといえる。また、いずれの組成も一般の安山岩やデイサイトよりもAl₂O₃に富みNa₂Oに乏しい。これは、風化による元素の移動を示していると考えられ、やや風化した安山岩～デイサイト質火山灰であると考えられる。

所見

以上の様に、これらの遺物の材料物質は、肉眼的には凝灰岩様、偏光顕微鏡下では火山灰様の外観を呈する。表面に指で押したと思われる跡があることや、ワラと思われる植物繊維を多く含むことから、火山灰を固めたものと考えられる。また、顕微鏡観察および全岩化学組成の検討から、ワラと思われる植物繊維のほかは、火山砕屑物以外のものはほとんど含まれていないことが分かる。以上のことから、安山岩～デイサイト質火山灰に水とワラを加えて練り固めたものである

表1 全岩化学分析結果

Name	original		volatile	free basis
	No 2	No 6	No 2	No 6
SiO ₂	55.52	59.15	61.25	64.95
TiO ₂	0.64	0.99	0.70	1.09
Al ₂ O ₃	18.82	20.55	20.76	22.57
FeO*	6.36	4.92	7.02	5.40
MnO	0.16	0.048	0.17	0.053
MgO	2.46	1.23	2.72	1.35
CaO	4.69	2.10	5.08	2.30
Na ₂ O	1.56	1.37	1.72	1.51
K ₂ O	0.37	0.64	0.41	0.70
P ₂ O ₅	0.17	0.080	0.19	0.087
LOI	9.02	8.83		
Total	99.68	99.90	100.00	100.00

LOI: 強熱減量 FeO*: 全FeをFeOとしたもの

可能性が高い。ただし、いずれの試料も細粒基質と火山岩片や結晶片から構成されているので、細粒火山灰起源の泥に火山砕屑物主体の砂を混ぜたものかもしれない。いずれにしても、これらの遺物の材料物質は、風化した安山岩〜デイサイト質火山灰を主体とするものと結論される。

この地域には、標名火山噴出物を主体とする多くの火山灰層が分布している（新井、1962；1979；町田・新井、1992など）。今回の遺物の材料物質は、これらのうちのいずれかの火山灰層であろうと思われる。現在のところ、どの火山灰層であるかの特定は出来ないが、今後火山灰中に含まれる造岩鉱物やガラスの化学組成を詳しく検討することにより、より詳細に起源を特定することが可能となろう。

写真の説明

- 写真1-1. 分析No2鉄滓（中里見中川遺跡 5区鍛冶炉 M031）の表面。
 写真1-2. 同上、拡大。
 写真1-3. 分析No96羽口（中里見原遺跡 3号竪穴 1326）の外観。
 写真1-4. 同上、拡大。
 写真1-5. 分析No2鉄滓（中里見中川遺跡 5区鍛冶炉 M031）の薄片写真。普通角閃石（hor）、斜長石（pl）、斜方輝石（opx）、単斜輝石（cpx）、火山岩片（vol）が認められる。単ニコル。
 写真1-6. 同上。直交ニコル。
 写真1-7. 分析No96羽口（中里見原遺跡 3号竪穴 1326）の薄片写真。斜方輝石（opx）、火山岩片（vol）が認められる。単ニコル。
 写真1-8. 同上。普通角閃石（hor）、斜長石（pl）、斜方輝石（opx）、火山ガラス片（gl）が認められる。単ニコル。
 写真2-1. 分析No66炉壁（中里見中川遺跡 5区鍛冶炉 i37）の薄片写真。普通角閃石（hor）、斜長石（pl）が認められる。単ニコル。
 写真2-2. 同上。直交ニコル。
 写真2-3. 分析No66炉壁（中里見中川遺跡 5区鍛冶炉 i37）の薄片写真。普通角閃石（hor）、斜長石（pl）、火山岩片（vol）が認められる。単ニコル。
 写真2-4. 分析No66炉壁（中里見中川遺跡 5区鍛冶炉 i37）に含まれる細粒珪長質深成岩片（gr）の薄片写真。直交ニコル。
 写真2-5. 分析No66炉壁（中里見中川遺跡 5区鍛冶炉 i37）に含まれるデイサイト質軽石（pum）の薄片写真。普通角閃石（hor）と斜長石（pl）の斑晶が認められる。単ニコル。
 写真2-6. 分析No66炉壁（中里見中川遺跡 5区鍛冶炉 i37）に含まれるデイサイト質軽石（pum）の薄片写真。普通角閃石（hor）、斜長石（pl）、斜方輝石（opx）の斑晶が認められる。単ニコル。
 写真2-7. 分析No66炉壁（中里見中川遺跡 5区鍛冶炉 i37）に含まれるデイサイト質軽石（pum）の薄片写真。斜長石（pl）、斜方輝石（opx）、単斜輝石（cpx）の斑晶が認められる。単ニコル。
 写真2-8. 分析No43碗形鉄滓（中里見原遺跡 3号竪穴 M164）の薄片写真。熱のために部分溶融した褐色ガラス中に、斜方輝石（opx）や溶融して充泡した軽石（pum）が認められる。直交ニコル。

文献

- 新井房夫（1962）関東盆地北西部地域の第四紀編年，群馬大学紀要自然科学編，{Vbf 10}，1-79。
 新井房夫（1979）関東地方北西部の縄文時代以降の指標テフラ層，考古学ジャーナル，{Vbf 157}，41-52。
 町田 洋・新井房夫（1992）火山灰アトラス，東京大学出版会，pp.276。
 土谷 信高・高橋 和恵・木村 純一（1999）北上山地の前開白雲閃輝緑成活動に先行する岩脈類の岩石化学的性質，地質学論集，no.53，111-134。

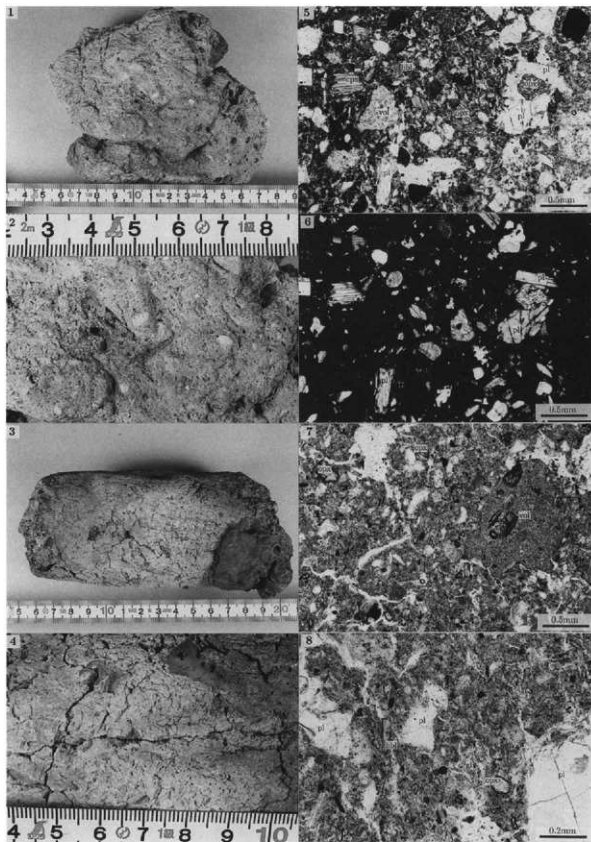


写真1



群馬県埋蔵文化財調査事業団
調査報告書第271集

中里見遺跡群 中里見中川遺跡・中里見根岸遺跡 《本文編》
中里見原遺跡・上里見井ノ下遺跡

北陸新幹線建設に伴う埋蔵文化財発掘調査報告書第15集

2000年(平成12年)3月25日 印刷

2000年(平成12年)3月31日 発行

編集・発行／群馬県埋蔵文化財調査事業団

〒377-8565 勢多郡北構村大字下箱田784番地の2

電話 (0279) 52-2511 (代表)

印刷／朝日印刷工業株式会社