チャート製石器の使用痕形成過程の実験観察

株式会社東京航業研究所　諸星良一（士－157）

論考

１．序

自然物である石を直接使用する、あるいは加工した道具を石器という。石器は、生活状況に応じて臨機的に使用されるもの、あるいは製作者の帰属社会の文化、広域的な地域文化、風習、伝統、経済的状況が石材と製作方法、形態に反映された社会的実態として実存し、使用されるものがある。

石器を理解するためには、製作技術を分析する方法である技術形態学と使用方法と動作を分析する方法である機能形態学（山中1994）という二つのアプローチがある。技術形態学は、石器の製作技術の観点から石器を分析し、その実存を構造的な仮設構成体として仮構することである。他方、機能形態学は、石器の使用技術の観点から石器を分析し、操作方法、機能部位、被加工物などを類推し、その実存を構造的な仮説構成体として仮構することである。

本稿では、石器の機能形態学の研究実践として、使用痕形成の分析のために製作したチャート製の石器（剥片）を使用し、個々の対象物を加工して時系列的に発生した物理的痕跡、使用痕の形成過程とその特徴について論じたい。

２．実験・分析方法

実験方法は、Keeley, L. H.により開発された高倍率による使用痕の観察方法（Keeley1980）やVaughan, P. C.の高倍率の実験観察（Vaughan1985）、日本では芹沢長介氏を中心とした東北大学使用痕研究チームの研究者諸氏（阿子島1989、梶原・阿子島1981）、御堂島正氏（御堂島1988）の実験研究の論考を参考にした。

使用痕形成の実験に際して、石材は堆積岩、珪質岩であるチャートを使用したが、その原材は石器に使用されている石材と同質のものを使用した。このチャートの原産地は、栃木県栃木市の星野遺跡群（諸星2015・2016・2017・2018・2019a・ｂ・2020）で、原石を原材とした石核から剥離した剥片を実験用石器の素材とした。今回の実験考古学は、チャート、チャート製石器、あるいは星野遺跡の石器群のなどの研究を含めたチャート製石器の総合的な研究の一環である。

これらの剥片は、機能的作業の動作に際して持ち手に不要な稜線や縁辺が存在し支障がある場合は、砂岩製の硬質ハマーで不要な部分に二次加工を施し整形した。さらに、剥片の機能刃部は使用痕の観察を容易にするために無加工の縁辺を使用した。

使用痕の観察方法は、顕微鏡はキーエンス社VHX-900Fを用い200倍の倍率（実質倍率160～170倍）で観察した。観察部位は、顕微鏡の深度合成（山田2020）を使用して使用痕のデジタル画像の微平面の面的構成と特徴を広く捕捉し撮影記録した。撮影の際は、スケールの表示を設定し撮影した（山田2020）。実験の観察単位は、使用前から50往復を一単位として、2,000往復まで設定した（一部、回数超過、未観察の単位がある）。実験に際しては、両手にゴム手袋を装着して、原則的に石器と加工対象物に素手で直接接触しないように注意した。50往復一単位ごとに実験作業を中断し、石器に中性洗剤を塗布してブラシで十分に洗浄し、ぬるま湯で濯ぎ、エアブローを使用して表面の水分を除去、乾燥させてから、石器の機能部を複数個所、観察し、変化が認められた部位のデジタル画像を撮影し記録した。変化が認められた部位に関しては、往復回数ごとに連続して変化を観察しデジタル画像を撮影した。なお、掲載写真の実質的倍率は、約40倍の倍率である。各実験単位の画像は、アドビ・フォトショップのイメージの色調補正のカラーの適用を使用して、色調が可能な限り近似するように調整した。

３．実験結果

今回例示する使用痕実験は、杉の乾燥木の鋸引き2,000往復、豚骨の削り2,000往復、水漬けのエゾシカの鹿角の鋸引き2,000往復、冷凍豚肉の切り分け2,000往復の４種類である。

１）杉の乾燥木の鋸引き（写真図版１・表１）

①木の加工の使用痕

木の鋸引きの使用痕は、「wood polish」（Keeley1980 pp. 35-36、Vaughan1985pp. 33-34）、あるいは「Bタイプ」（梶原・阿子島1981、御堂島1988、阿子島1989）などと定義されている。Keeleyは「Wood Polish」について「…とても明るく…肌理が非常に滑らかである。…光沢の表面は、…微平面の高所で共通して緩やかな曲線状か、ドーム状である」（Keeley1980ｐ35）と述べ、線条痕は幅広で浅く、微平面を削平すると述べている（Keeley1980ｐ35）。Vaughanも「wood polish」について、「明るく、平滑なピット状の光沢」、横方向、溝堀りの動作において「使用方向を示す不明確な（光沢の）ドーム（状の盛り上がり）内の「谷（窪み）」」などを特徴として定義している（Vaughan1985ｐ34）。他方、「Bタイプ」は、「明るく滑らかで丸みを帯び、水滴状を呈する例がある。外部コントラストが極めて強く、光沢部が島状に広がる。ピットはそれほど多くないが、線状痕は明瞭である」と定義されている（梶原・阿子島1981ｐ13）。御堂島氏は「Bタイプ」の諸特徴について、「独特の丸みを持った、明るく滑らかなポリッシュだが、Aタイプほど流動的な外観を示さない。凸部を中心に発達し、次第に凹部にも広がり、もとの凹凸を覆うように発達する。Aタイプに比べて太い

表１　使用痕作製実験結果観察表

往復回数	乾燥木の鋸引き			豚骨の削り			鹿角の鋸引き			冷凍豚肉の切断		
	光沢	線状痕	破砕	光沢	線状痕	破砕	光沢	線状痕	破砕	光沢	線状痕	破砕
50	◎			○			◎	○		○		
100	○			○			◎	△		○		
150	△			○			☆	☆		○		
200	○			◎	○	○	◎	◎		n.d.		
250	○			◎	○		◎	◎		n.d.		
300	◎			◎	○		◎	◎		n.d.		
350	△			◎	○		◎	◎		n.d.		
400	△	○		☆	☆		◎	◎		○	○	
450	△	○		○	○		◎	◎		△		
500	△	△		○	○		☆	☆		○	○	
550	△	△		◎	◎		◎	◎		△		
600	○			◎	◎		◎	◎		○	○	
650	☆	☆		○	○		◎	◎		△		
700	△	△		○	◎		△	○		◎		
750	○	○		○	◎		△	△		○	○	
800	◎	○		○	◎		○	△		△		
850	△	△		◎	◎		○	△		△		
900	△	△		◎	◎		△	△		○	○	
950	△	△		◎	◎		△	△		△		
1,000	△	△		○	○		○	○		△		
1,050	△	△		◎	◎		○	○		△		
1,100	◎	△		◎	○		n.d.	n.d.		△		
1,150	△	△		△	△		◎	◎		△		
1,200	△	△		○	○		○	○		○		
1,250	△	△		△	△		△	△		△		
1,300	△	△		○	△		○	△		△		
1,350	△	△		◎	△		△	△		△		
1,400	○	○		△	△		◎	○		△		
1,450	○		○	◎	○		△	△		△		
1,500	△			◎	○		△	○		○		
1,550	△			◎	△		○	○		△		
1,600			○	◎	△		○	○		○		
1,650				△	△		△	△		△		
1,700				○	△		◎	◎		△		○
1,750				○	△		△	△		△		
1,800				△	△		○	○		○	○	
1,850				△	△		△	△		△	△	
1,900				◎	△		△	△		○	△	
1,950				◎	△		△	△		△		
2,000				◎	△		△	△		○	△	

凡例　☆…最も発達　◎…発達　○…やや発達　△…ほとんど変化なし・変化なし　n.d.…未観察

線状痕、小ピットが多くみられる」、「チャートでは、より滑らかで次第に全体を多い、波打つように広がってゆく」ものと定義している（御堂島1988pp17−18）。上記の各研究者による定義から、木の加工による使用痕は、「明るく滑らか、丸みを持つ、ドーム状、島状の形状、谷の形成、ピットの形成、線状痕の形成」などが一般的な諸特徴であると判断される。

②実験結果

乾燥した杉の鋸引きの実験は、写真の刃部を縦方向に配置したが、観察対象の部位と異なる部位で、実験開始50往復で明るく滑らかな光沢面が形成される。その直後、100往復で光沢面が摩擦による削平によるものか弱くなり、150往復では光沢はほとんど変化せず、200往復（写真図版１・写真１－１）、250往復で光沢がやや発達する。300往復（写真図版１・写真１－２）になると光沢面が発達し始める。しかし、350往復では光沢は発達せず、400往復では光沢は発達しないが線状痕がやや発達し、450往復（写真図版１・写真１－３）でも光沢は変化がないが、線状痕はやや発達し、500往復、550往復でも光沢、線状痕は発達しない。600往復では光沢がやや発達したが、線状痕は削平されてしまったようで確認できない。そして、650往復（写真図版１・写真１－４）では、面的に光沢が発達している。面白いことに、この往復回数の使用痕が面的に最も広く、良好に観察された。700往復では、光沢、線状痕ともに変化がないが、750往復では光沢、線状痕ともにやや発達した。800往復（写真図版１・写真１－５）では、再び光沢が発達し、線状痕もやや発達したが、850往復（写真図版１・写真１－６）では650往復と比較すると光沢と線状痕が漸減し、900往復で線状痕が弱くなり、950往復、1,000往復では光沢、

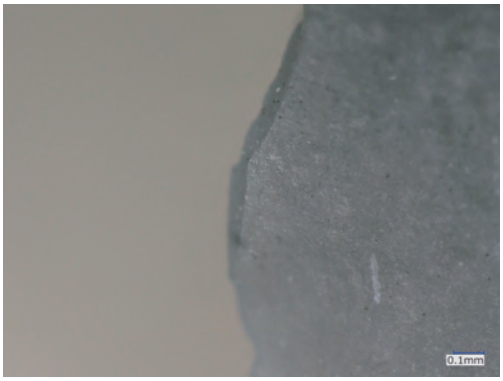
写真１－１　乾燥木の鋸引き・200 往復

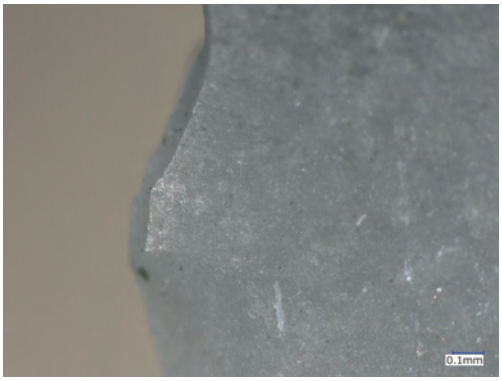
写真１－２　乾燥木の鋸引き・300 往復

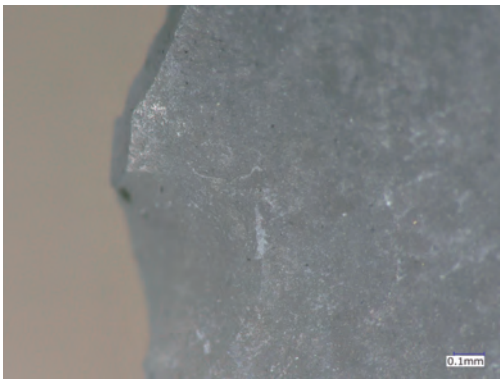
写真１－３　乾燥木の鋸引き・450 往復

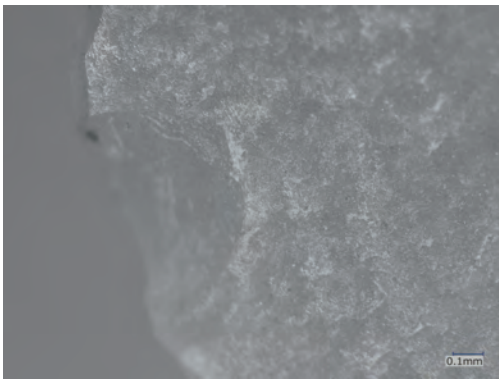
写真１－４　乾燥木の鋸引き・650 往復

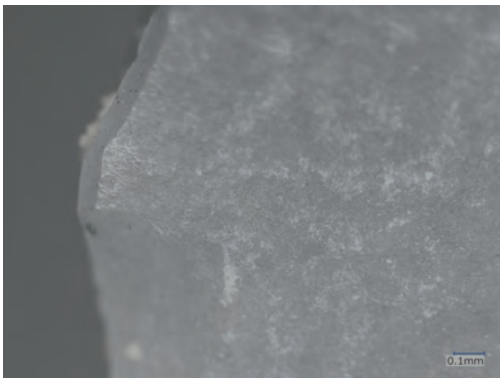
写真１－５　乾燥木の鋸引き・800 往復

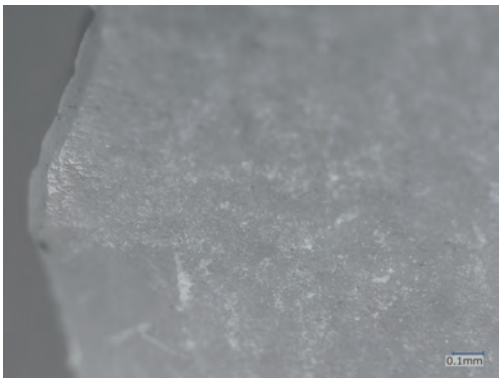
写真１－６　乾燥木の鋸引き・850 往復

写真１－７　乾燥木の鋸引き・1,050 往復

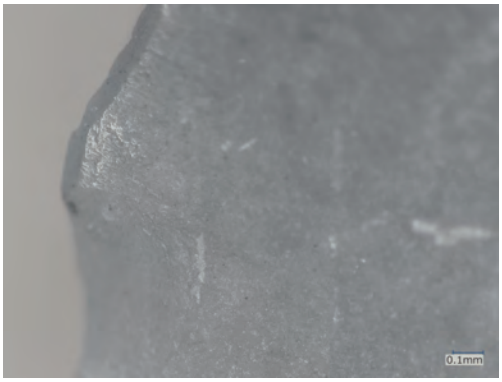
写真１－８　乾燥木の鋸引き・1,100 往復

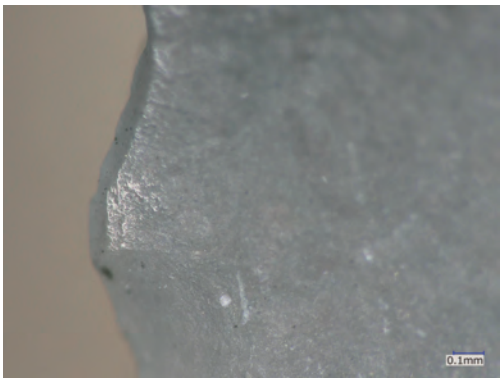
写真１－９　乾燥木の鋸引き・1,400 往復

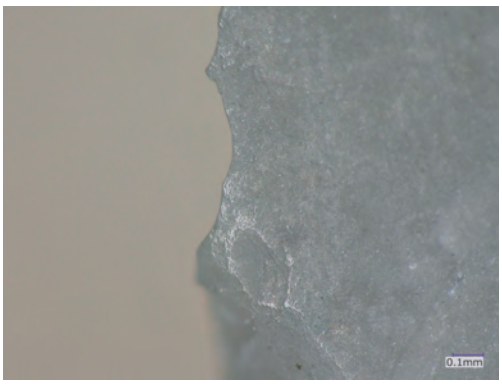
写真１－10　乾燥木の鋸引き・2,000 往復

線状痕が微弱になった。そして、1,050往復（写真図版１・写真１－７）になると縁辺の局所的な明るい光沢を除き弱くなってしまった。1,100往復（写真図版１・写真１－８）では、再び光沢が発達し始めるが、もはや650往復の状況のように面的には発達しない。1,150往復～1,350往復では、光沢、線状痕ともに、ほとんど変化がない。1,400往復（写真図版１・写真１－９）では縁辺の光沢が顕著になり線状痕も運動方向に発達している。しかし、1,450往復では縁辺の光沢は確認されるが、線状痕は消滅してしまい、1,500、1,550往復でも縁辺の局所の光沢のみが発達した状態で変化はない。

1,600往復以降は、観察対象の刃部で破砕が生じてしまい観察が不可能になった。しかし、2,000往復（写真図版１・写真１－10）で他の刃部を確認すると、やはり局所的な光沢と運動方向に一致する線状痕が観察されるので、先の観察対象の刃部に破砕が生じなければ、同様な使用痕跡が確認された可能性がある。

上記の観察された使用痕跡は、縁辺から約１㎜の範囲で局所的に明るく明確で表面が流動的な光沢と運動方向に一致する線状痕であるが、上記の「Wood polish」あるいは「Bタイプ」に類似する可能性がある。

２）豚骨の削り（写真図版２・表１）

①骨の削りの使用痕

骨の削りの使用痕は、Keeleyにより「Bone polish」(Keeley1980p42、Vaughan1985pp.31-32)と称されているが、Keeleyはその特徴について「骨の光沢は、木よりはるかにゆっくり発達する…相対的に長い使用でも、めったに顕著に発達しない…明るく、フリントの変化前の表面と著しく対照的に明るい…木の光沢や若干の鹿角の光沢、もしくは鎌の光沢の平滑な表面を持たない…微平面の高所に最初に形成される光沢は、作業の継続で拡大しない（木工の事例のように）…その代わり、諸高所の光沢は、より激しく、独特となる…骨の光沢は、めったに非常に顕著ではないが、作業刃部に沿った若干の部位で局所化する」と述べ、線状痕は深く、細いタイプなどの特徴を指摘している(Keeley1980p43)。Vaughanは、光沢は「微小ピット、ピット状の窪み、さらに格子状の隙間で穴だらけの格子を形成する」と述べ(Vaughan1985ｐ31)、スクレーピングの刃部に関して、「…接触面は（その刃部で）面取りされた表面となり、「彗星状の尾」と称される多方向の指向性の指標を特徴的に生じた非常に明るく、幅広、平坦で一様な光沢を示す」と述べている(Vaughan1985ｐ31)。

他方、梶原氏と阿子島氏による骨に関する使用痕は、「D1・D2タイプ」（梶原・阿子島1981、御堂島1988、阿子島1989）などと定義され、「D1タイプ」は「明るく、コントラストが強く」、「明るく滑らかだが、丸みは帯びず平面的に広がる」、「時に、雪が解けたような状態になり、L・H・キーリーもmelted snowと呼んで区別している」、「線状痕は、極度にポリッシュが発達した場合を除いて筋状にはっきりしている」、「すい星状の凹みは容易に観察できる」と述べている（梶原･阿子島1981p14)。さらに、御堂島氏は、「チャート、サヌカイトでは滑らかな面が刃縁に沿って帯状に広がる」と述べている（御堂島1988ｐ18)。「D2タイプ」は、「D1と同様、貼り付いたような平面的に広がり明るいが、表面の滑らかさを欠く」、「ポリッシュの面はうね状を呈し、尖った峰状にポリッシュが連なる」、「従って線状痕は明瞭であり、すい星状の凹みもはっきりしている」と述べている（梶原・阿子島1981p14)。御堂島氏は「チャート、サヌカイトは明るいが、凝灰岩はやや暗く鈍いポリッシュになる」と述べている（御堂島1988ｐ18)。

②実験結果

剥片の使用前の状態（写真図版２・写真２－１）は、石材表面の微粒子の点在やフィッシャーなどが観察される。50往復で縁辺に弱く粗い光沢が発生するが使用刃部が骨との接触により微破砕（半月状）が生じ凹凸が発生する。100往復、150往復でも同様に光沢の発達は弱い。200往復で光沢は局所的に明るく発達し、刃部と直行する線状痕をわずかに伴い、半月状の微破砕を伴う。250往復～350往復でも光沢は局所的に明るく発達し、線状痕が部分的に伴う。

400往復で光沢が最も発達するが、450往復（写真図版２・写真２－２)、500往復ではその痕跡がやや弱くなり、線状痕は太い痕跡が刃部に直行方向で局所的に発達する。そして、558往復（写真図版２・写真２－３・註―この回数は設定回数を若干超過したため）になると再び光沢と線状痕が刃部と並行方向に発達し始める。600往復は、558往復よりも光沢と線状痕が発達する。650往復では、光沢と線状痕が弱くなる。700往復（写真図版２・写真２－４）は、光沢の発達はなく、線状痕のみが発達し、800往復まで同様な傾向を示す。850往復は、光沢が刃部から0.1㎜前後の幅で、線状痕は局所的に再び発達し、950往復まで同様な傾向を示した。

1,000往復（写真図版２・写真２－５）は、光沢と線状痕の発達は弱くなり、刃部も若干の損傷により減少する。1,050往復では、局所的に光沢と線状痕が発達する。また、縁辺から内側の表面に部分的に残渣（骨の微小破片）が付着していることが確認できた。1,100往復では、光沢が局所的に発達するが、線状痕はやや発達する。1,150往復では、光沢、線状痕ともに痕跡が弱くなる。

1,200往復（写真図版２・写真２－６）では、光沢、線状痕が局所的にやや発達し、1,250往復では、光沢、線状痕の痕跡が発達せず弱くなる。1,300往復では光沢がやや発達し、1,350往復では光沢が局所的にさらに発達するが、1,400往復では光沢、線状痕ともに発達がない。1,450往復、1,500往復では、再び光沢が局所的に発達するが線状痕の発達が弱く、1,550往復（写真図版２・写真２－７）では光沢は発達するが、線状痕は弱く発達しない。また、骨の残渣の付着が認められる。1,600往復では光沢が局所的に発達するが、線状痕は発達せず、

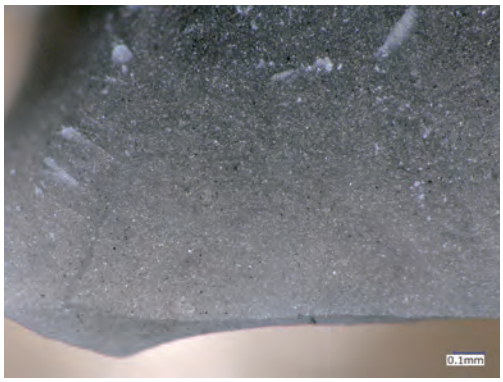

写真２－１　豚骨の削り・０往復

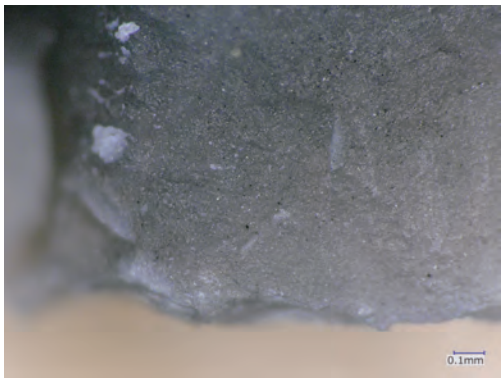

写真２－２　豚骨の削り・450 往復

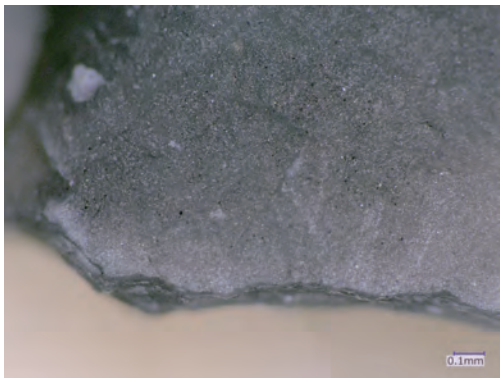

写真２－３　豚骨の削り・558 往復

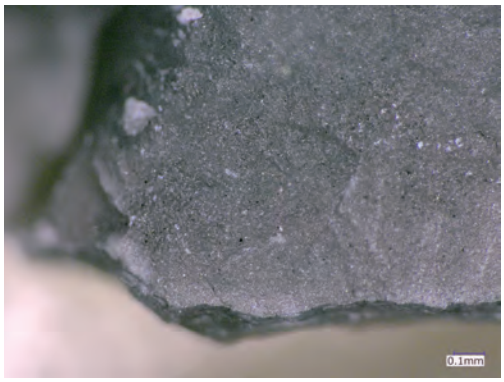

写真２－４　豚骨の削り・700 往復

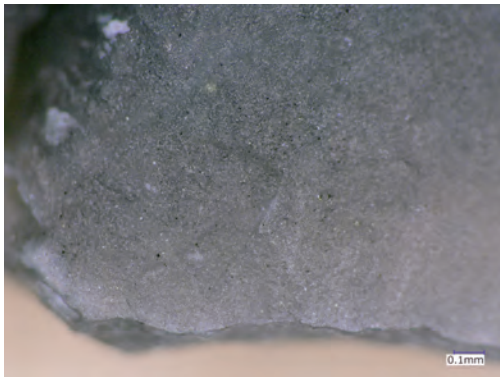

写真２－５　豚骨の削り・1,000 往復

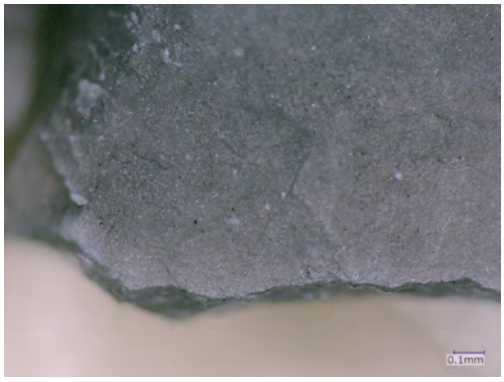

写真２－６　豚骨の削り・1,200 往復

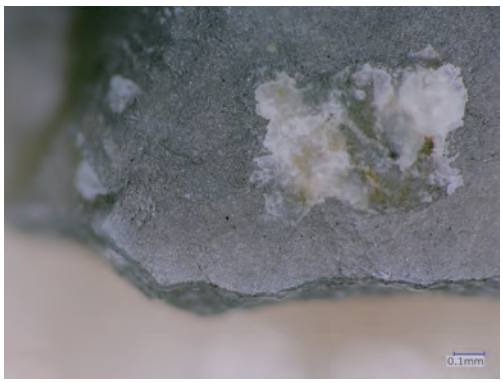

写真２－７　豚骨の削り・1,550 往復

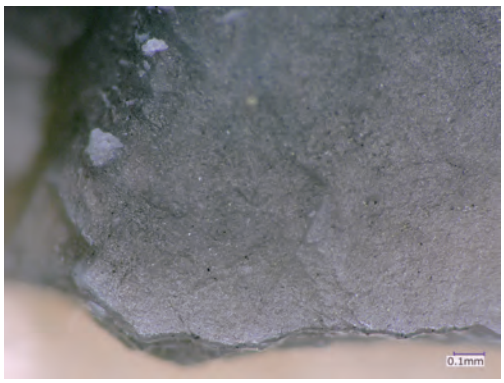

写真２－８　豚骨の削り・1,700 往復

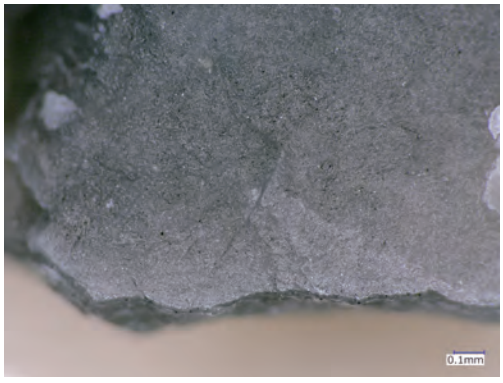

写真２－９　豚骨の削り・1,900 往復

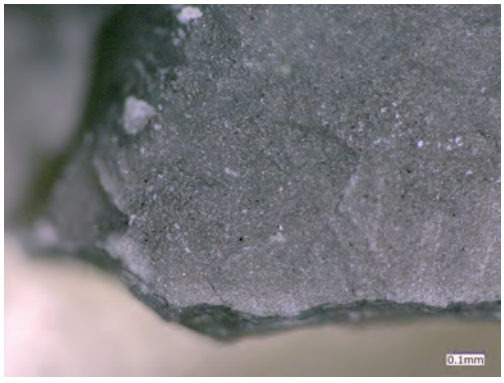

写真２－10　豚骨の削り・2,000 往復

1,650往復では光沢と線状痕の発達はない。

1,700往復（写真図版２・写真２－８）では光沢がやや発達し、1,750往復でも光沢がやや発達する。1,800往復、1,850往復では光沢、線状痕ともに発達はない。1,900往復（写真図版２・写真２－９）では光沢が局所的に発達するが、1,950往復ではさらに光沢が刃部縁辺で局所的に発達し、2,000往復（写真図版２・写真２－10）でも刃部縁辺で局所的に光沢の発達が認められる。

上記の観察された痕跡は、刃部から約0.5㎜以内の範囲で観察され、局所的に線状痕が発達し、光沢は表面が粗く、最終的に刃部縁辺にわずかに「D1タイプ」、「D2タイプ」に類似する光沢が観察された。

３）鹿角の鋸引き（写真図版３・表１）

①鹿角の鋸引きの使用痕

鹿角の鋸引きの使用痕は、「antler polish」（Keeley 1980pp. 55-56、Vaughan 1985pp. 31-33）と称され、Keeleyは「すでに議論された他の物質の加工で生じるそれらの光沢よりも複雑である多様性を示し」（Keeley1980 p 55）、鋸引きは、「他の光沢のタイプは、明るいが、粗く、ピット状で、鹿角の鋸引きで生ずる」（Keeley1980p56）と指摘され、線状痕は、「…鹿角の鋸引きでさえ、摩耗痕は稀である。…線状痕は通常は細く、特に深くなく、短い…」と指摘している（Keeley1980p56）。さらに、「鹿角の鋸引きの特徴は、作業刃部の両面での粗い光沢で、平行に走る線状痕、様々な剥離痕に加えて半月形の剥離痕で構成される使用痕跡のパターンのようである」（Keeley1980p58）と述べている。Vaughanは、水漬けの鹿角の鋸引きは「…一つの刃部の両面で生じた粗い鹿角の光沢は光沢形成の基本的で平滑なピット状の段階の別の事例である…」（Vaughan1985 p 32）と指摘し、「明るく平滑なピット状の光沢、あるいは作業刃部付近の拡散した窪みの小範囲…」（Vaughan1985 p 58）を鋸引きの特徴としている。梶原氏と阿子島氏は、この使用痕を「E1タイプ」（梶原・阿子島1981、阿子島1989）と定義し、「ポリッシュは広がらず、鈍いが、外部コントラストはやや強い」特徴で、「部分的に面的になり、表面には細かな凹凸やピットが現れ」、「やや丸みを帯びている点でタイプBと類似する場合があるが、広がりとポリッシュの明るさの点で」異なり、「E2、F1、F2と共伴する場合が多く、単独では稀で」、線状痕は「すい星状の凹み」が約64％観察されると述べている（梶原・阿子島1981p14）。御堂島氏は、「E1タイプ」について「細かな凹凸やピットの多い、やや粗い表面を呈し、明るさを欠く」、光沢が「発達すると凸部が丸みを帯び」、「刃部の比較的狭い範囲に分布」し、「チャートではピットの多い粗い面として現れる」と指摘している（御堂島1988p19）。

鹿角の鋸引きの使用痕は、「光沢は明るく、粗く、ピット状の窪みを持ち、線状痕は細く、深く、短い特徴を持つ」ことが一般的な特徴のようである。

②実験結果

50往復（写真図版３・写真３－１）では、縁辺部に局所的に粗い光沢が形成され、線状痕もやや発達する。100往復ではさらに粗い光沢が発達するが、線状痕は発達しない。150往復（写真図版３・写真３－２）で最初に光沢と線状痕が最も発達し、ピット状の窪みや頂部の丸みが確認できる。200往復～350往復でも光沢が発達した状態で、400往復（写真図版３・写真３－３）でも光沢が発達した状況であり、450往復では光沢はやや範囲が狭まるが、細い線状痕が局所的に確認される。500往復で再び光沢と線状痕が最も発達し、550往復では光沢は範囲がやや狭まる。600往復（写真図版３・写真３－４）では、光沢が発達したまま面積を広げ、650往復では高所で光沢が発達し、700往復では光沢が弱いが、線状痕はやや発達する。750往復では、光沢が鈍く、線状痕も発達しない。800往復、850往復では光沢はやや発達するが、線状痕は発達しない。900往復、950往復では、光沢、線状痕ともに発達しない。

しかし、1,000往復（写真図版３・写真３－５）になると、光沢、線状痕がやや発達し、1,050往復でもやや発達する。1,100往復は、往復回数のカウントを失念したため、使用痕の観察をスキップした。1,150往復では、光沢、線状痕が刃部縁辺を中心に再び発達するが、1,200往復（写真図版３・写真３－６）では、光沢、線状痕ともにやや発達する。1,250往復では、光沢、線状痕ともにほとんど変化がない。1,300往復では、刃部縁辺の光沢がやや発達するが、線状痕は変化がない。1,350往復では、光沢、線状痕ともにほとんど変化がなく、1,400往復では再び光沢が発達し、線状痕もやや発達するが、500往復よりも光沢の発達は弱い。1,450往復では、一転して光沢、線状痕ともに変化がない。1,500往復では、光沢に変化はないが、線状痕がやや発達し、1,550往復、1,600往復（写真図版３・写真３－７）では、光沢と線状痕がやや発達する。1,650往復では、光沢、使用痕は変化がなく、1,700往復では再び光沢、線状痕が発達するが、1,750往復では光沢、線状痕ともに変化がない。

1,800往復（写真図版３・写真３－８）では、光沢、線状痕がやや発達するが、1,850往復では光沢、線状痕ともに変化が認められず、1,900往復（写真図版３・写真３－９）、1,950往復、2,000往復（写真図版３・写真３－10）でも光沢、線状痕はほとんど変化が認められなかった。

上記の観察された痕跡は、刃部の縁辺から約1.2㎜程度の範囲を中心に、明るい光沢と鈍い光沢が組み合わさり、ピット状の窪みが局所的に発達し、線状痕は局所的に細く短く発達する特徴があるが、十分に発達していない。これらは、「antler polish」あるいは「E1タイプ」、「E2タイプ」にわずかに類似する痕跡と推定される。

写真３－１　水漬けの鹿角の鋸引き・50 往復

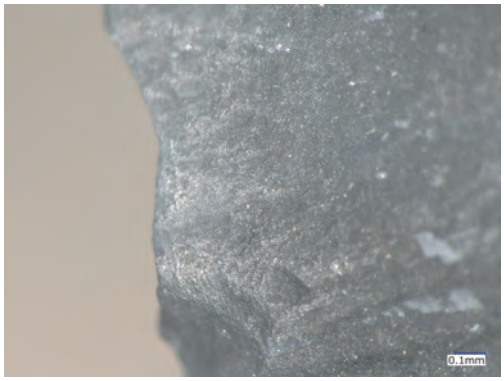

写真３－２　水漬けの鹿角の鋸引き・150 往復

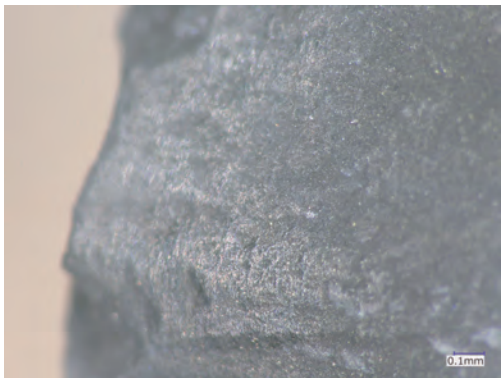

写真３－３　水漬けの鹿角の鋸引き・400 往復

写真３－４　水漬けの鹿角の鋸引き・600 往復

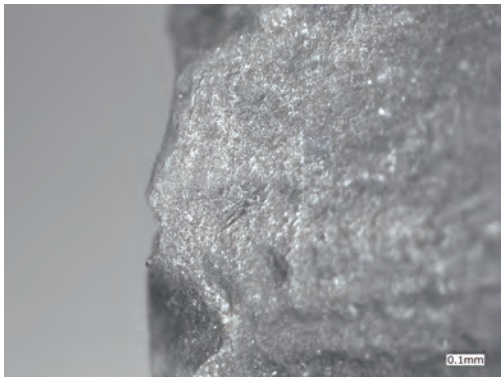

写真３－５　水漬けの鹿角の鋸引き・1,000 往復

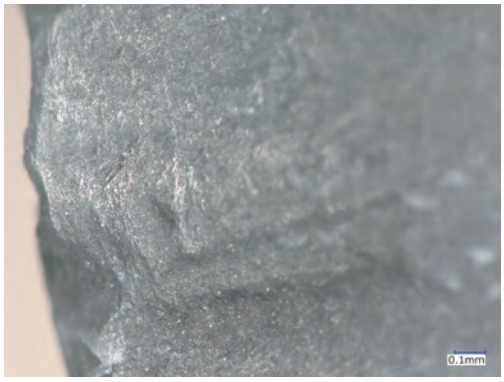

写真３－６　水漬けの鹿角の鋸引き・1,200 往復

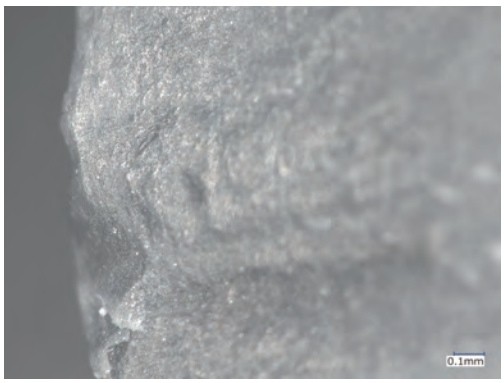

写真３－７　水漬けの鹿角の鋸引き・1,600 往復

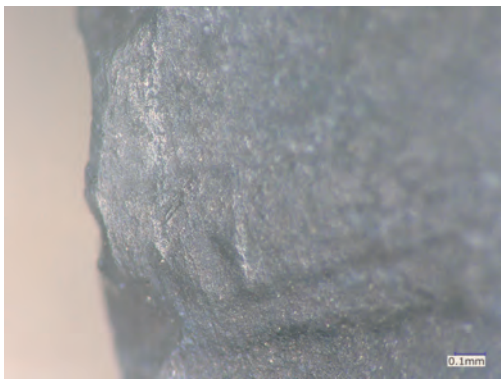

写真３－８　水漬けの鹿角の鋸引き・1,800 往復

写真３－９　水漬けの鹿角の鋸引き・1,900 往復

写真３－10　水漬けの鹿角の鋸引き・2,000 往復

４）冷凍豚肉の切り分け（写真図版４・表１）

①肉の切断の使用痕

肉の切断の使用痕は、Keeleyは「肉の切断と解体痕跡」の節において、他の光沢と区別可能であり、「この肉の光沢は明度が変化するが…相対的に鈍い」（Keeley1980 p53）と述べ、表面のきめは油脂状光沢で区別され、「この光沢は非常に小規模の微平面の平滑化の結果であるらしい」（Keeley1980 p 53）と述べている。微細剥離痕は、「…通常背面側で主に生じる傾向にある微細な階段状か、微細なテラス状の痕跡で構成される」（Keeley1980 p 54）と指摘している。Vaughanは、「光沢は非常にゆっくりと形成され、鈍く、周辺のフリント表面ととても対比できない」（Vaughan1985 p 38）、「…基本的に、一般的に微弱な光沢は、作業刃部の非常に近接する凹凸のあるパッチで分布し…」（Vaughan1985 p 38）、「長期的な接触で、明るく、薄い、平滑な光沢の帯が発達する」（Vaughan1985 p 38）と述べている。また、これらの光沢との中間の光沢が存在することも指摘されている（Vaughan1985 p 38）。梶原氏、阿子島氏は、この使用痕を「F１･F2タイプ」と定義し、「F1タイプ」の「ポリッシュは鈍く、外部コントラストも弱い」、「やや粗い凹凸状に広がり、盛り上がった部分も近い部分も一様に光り、油ぎったような印象を与え」、線状痕はほぼ全例で認められ「明瞭な帯状にはならず」、「すい星状の凹みは25％の例」で確認されるなどの特徴で定義している（梶原・阿子島1981p15）。「F2タイプ」は、「F1よりもさらにポリッシュは鈍く、微妙」で、「外部、内部コントラスト共弱く」、「ポリッシュはもとの石のきめに沿って弱く広が」り、「線状痕は比較的明瞭だが、すい星状の凹みはF1同様に25％で確認できただけで」、他の痕跡と共伴して確認されるなどの特徴で定義している（梶原・阿子島1981p15）。

②実験結果

実験開始前の剥片の表面（写真図版４・写真４－１）は、剥片剥離の際に床に落下して生じた破損である微細剥離痕が残されている。50往復（写真図版４・写真４－２）では、表面に膜を貼ったように鈍い光沢がやや発達し始めた。100往復（写真図版４・写真４－３）、150往復では光沢がやや発達する。その後、この観察刃部は、200往復～350往復まで、光沢が確認された他の刃部の観察に固定し観察対象から除外したため撮影していない。400往復では、光沢がやや発達しパッチ上に明るいコントラストの光沢が鈍い光沢の中に確認でき、小さなピット状の窪みが確認できるが、450往復では光沢はほとんど変化がない。500往復では、光沢がやや発達し、550往復（写真図版４・写真４－４）では光沢はほとんど変化がなかった。600往復では、光沢はやや発達し、650往復では光沢はほとんど変化がなく、700往復では光沢が発達し、750往復では光沢と線状痕がやや発達し、800往復、850往復では光沢の変化が微弱か、ほとんど変化がない。900往復では、光沢と線状痕がやや発達するが、950往復～1,050往復（写真図版４・写真４－５）、1,100往復、1,150往復では、鈍い光沢の状態にほとんど変化がない。

1,200往復（写真図版４・写真４－６）では、光沢がやや発達するが、先の1,050往復ほどは光沢面の面積は広くない。さらに、1,250往復～1,400往復（写真図版４・写真４－７）、1,450往復では、光沢の変化が微弱か、ほとんど変化がない。1,500往復では、光沢がやや発達するが、1,550往復ではほとんど変化がなく、1,600往復（写真図版４・写真４－８）では光沢がやや発達するが、1,650往復～1,750往復では光沢はほとんど変化がない。

1,800往復（写真図版４・写真４－９）では、光沢と細く、短い微弱な線状痕が局所的にやや発達した。1,850往復では、光沢、線状痕ともにほとんど変化がなく、1,900往復では光沢はやや発達するが、線状痕はほとんど変化が認められず、1,950往復では光沢はほとんど変化がなく、細く短い線状痕が局所的にやや発達する。2,000往復（写真図版４・写真４－10）では、光沢はやや発達するが1,800往復よりはコントラストは弱く、線状痕はほとんど変化がない。

上記の観察された痕跡は、使用痕の発達が遅く、弱く、刃部を中心に発達した鈍い光沢が主体であり、この光沢の中に明るい光沢が点在し、ピット状の窪みが局所的に発達し、線状痕は局所的に細く、短い線状痕が単発的に出現した。これらの諸痕跡の内、鈍い光沢は、上記の定義における「F2タイプ」にわずかに類似するが、「油脂光沢」の「F1タイプ」は確認できなかった。

４．結論

（１）各実験結果と使用痕の形成過程

乾燥木の鋸引きでは、使用痕の発達は早く、50往復で刃部付近に明確な光沢や局所的な線状痕が観察でき、「Wood polish」、あるいは「Bタイプ」の定義に類似する使用痕が観察できた。これらの使用痕は、早い段階（50往復）に確認され、（650往復）でピークに達したが、その後、使用痕は発達が弱まり、ほとんど変化がないか、微弱な発達が反復的に確認され、一度光沢が発達するとそれ以後は平衡状態のようであった。

豚骨の削りでは、刃部付近で光沢が発達した。その特徴は、表面が粗く、最終的には刃部縁辺に「D1タイプ」、「D2タイプ」にわずかに類似するものが局所的に形成された。これらの使用痕は、早い段階（50往復）に確認され、400往復で光沢と線状痕の発達がピークに達し、使用痕の発達が維持されたまま上書きと削除が反復されるような状況であった。光沢は、一貫した発達の状態を維持したが、線状痕は、1,150往復以降はほとんど発達しなくなった。

水漬けの鹿角の鋸引きでは、刃部の縁辺から約1.2㎜程度の範囲を中心に、明るい光沢と鈍い光沢が組み合わさり、ピット状の窪みが局所的に発達し、線状痕は局所的に太く短く発達し、上記の定義の「antler polish」あるいは「E1タイプ」、「E2タイプ」の組み合わせにわずか

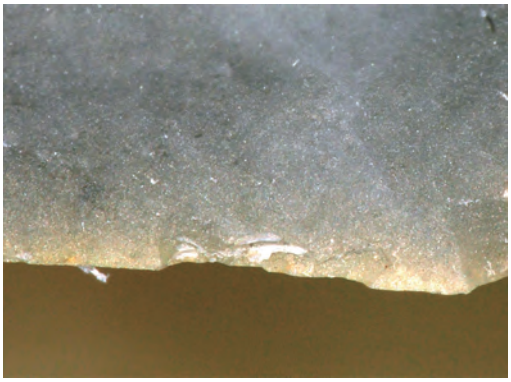

写真４－１　冷凍豚肉の切断・０往復

写真４－２　冷凍豚肉の切断・50 往復

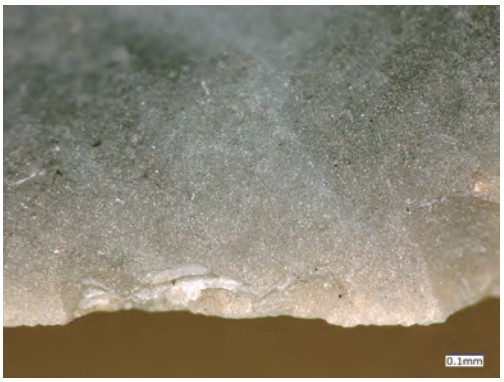

写真４－３　冷凍豚肉の切断・100 往復

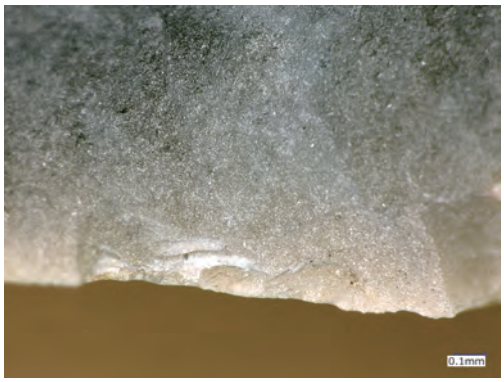

写真４－４　冷凍豚肉の切断・550 往復

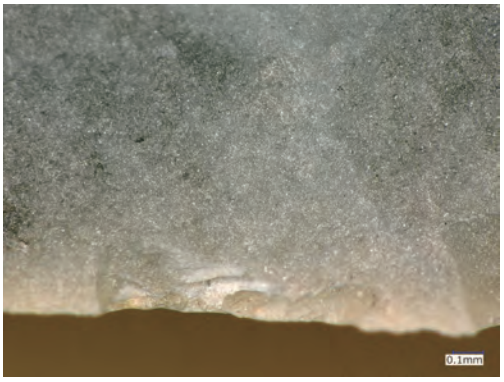

写真４－５　冷凍豚肉の切断・1,050 往復

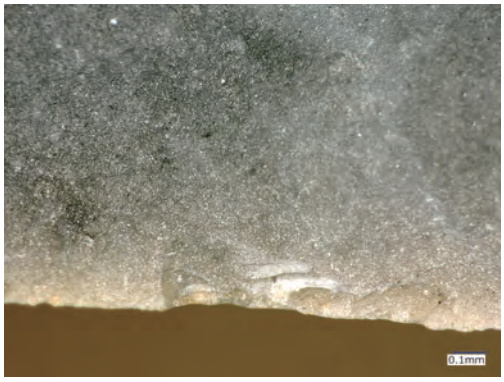

写真４－６　冷凍豚肉の切断・1,200 往復

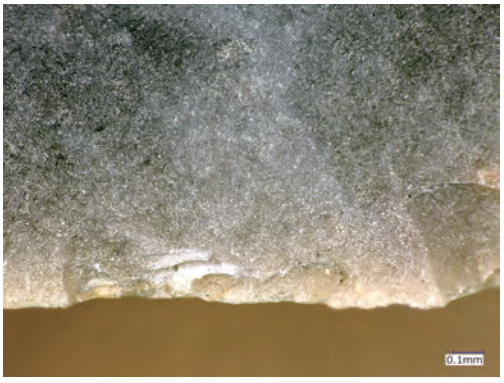

写真４－７　冷凍豚肉の切断・1,400 往復

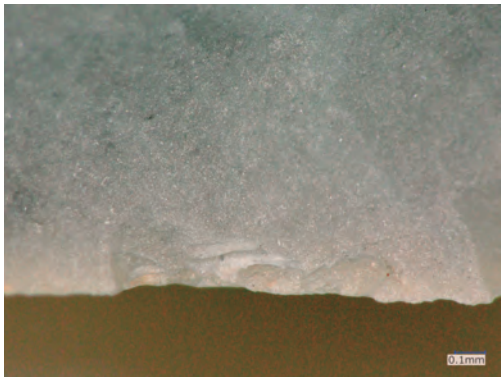

写真４－８　冷凍豚肉の切断・1,600 往復

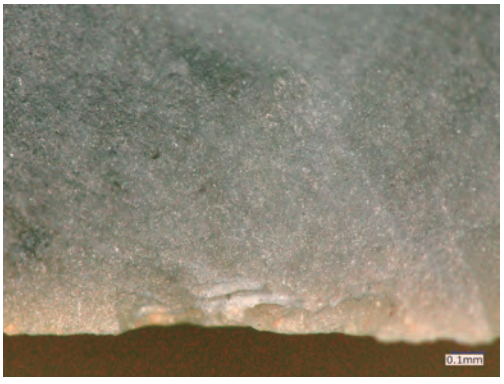

写真４－９　冷凍豚肉の切断・1,800 往復

写真４－10　冷凍豚肉の切断・2,000 往復

に類似する使用痕が観察できた。鹿角の使用痕も、50往復で光沢が発達し、150往復で１回目のピークを迎え、線状痕も発達した後、500往復で再び使用痕の発達のピークを迎えた後、1,150往復、1,400往復（光沢のみ）、1,700往復で使用痕が発達したが、これらを介在した他の運動回数では使用痕の発達が弱いか、変化がない状態が反復された。

冷凍豚肉の切り分けでも、使用痕は50往復で確認され早かったが、使用痕の発達の速度は非常に遅く、「F2タイプ」にわずかに類似する光沢は弱く、微弱な発達か、ほとんど変化がない平衡状態であった。700往復で光沢の形成にピークを迎えると、その後は、ほとんど変化しない状態を反復した。線状痕は、時折、細く短い痕跡が局所的に観察されたが、次の運動により削平されて消滅してしまうことがほとんどであった。

（２）各使用痕の形成過程の在り方と時系列的変化

各対象物の使用痕の形成過程は、様々でありその痕跡も異なっていた。使用痕の形成過程については、応用力学のトライボロジーの応用により、光沢面が摩耗により形成され、石器表面に研磨剤として作用する被加工物の硬度、粘弾性的性質、表面状態などの因子で主に決定され（山田1986ｐ114、Adams2014）、被加工物の「その状態（水分量）、作業量、操作法」（御堂島1988p25）、「水分の介在」などが光沢形成に作用する（鹿又2012ｐ232）ことが指摘されている。筆者も、今回の実験を通じた観察から、光沢面の形成の要因に関する各研究者の見解が使用痕の形成要因の重要な因子であると考えるが、特に使用運動を介した摩耗、摩擦がその形成に与える影響が大きいものと考える。

各対象物の使用痕は、運動回数に比例して定向的に強度や範囲が発達、進化するのではなく、一度発達のピークを迎えるとその後の使用痕はほとんど変化しないか、変化なしなどの平衡状態のような状況を示していた。また、各研究者による使用痕の類型の写真と筆者の観察した使用痕の痕跡は必ずしも完全に一致せず、その判別が困難なものであった。従って、痕跡の読み取りには、各使用痕の定義から類推してその可能性を指摘するにとどめた。

今回の実験研究で認識した点は、使用痕の結果は、必ずしも各研究者が提示した「典型的な使用痕パターン」と一致するわけではないことである。実験研究の経験が浅い筆者は、自らの今回の実験が単なる失敗だったのではないかと落胆したが、実際は被加工物と石器の様々な使用痕の形成過程の脈絡において、使用痕が十分に発達しない場合があるのである（山田しょう氏個人的教示）。こうした点を十分に考慮して、実際の石器と実験研究の石器に残されたありのままの使用痕を観察し、その特徴を可能な限り客観的に、明示的に判断、評価し、記録する必要がある。

（３）課題

研究課題として、筆者の今回の実験研究は質量的にまだ不完全であり、十分に各使用痕の形成過程、使用痕の特徴を捉えられていない状況であり、未経験の対象物と運動の実験研究も存在する。また、一つの実験の観察対象部位において時系列的に連続して、安定した観察方法の確立や工夫も必須である。さらに、デジタル顕微鏡を用いた痕跡学的な研究方法についても技術的応用力の習得が必要である（山田2020）。こうした諸点を踏まえて、さらに使用痕の実証実験研究を積み重ねて、実資料の機能形態の観察技術を会得し、石器技術研究と埋蔵文化財調査支援業務に役立てたい。

謝辞

本稿を草するにあたり、山田しょう氏からは実験段階、執筆過程において種々、有益なご教示、ご指導を賜り、文献を恵存して頂いた。また、札幌市埋蔵文化財センター藤井誠二氏からも文献を恵存して頂いた。末筆ではありますが、心よりお礼申し上げます。

参考文献

阿子島香　1989『石器の使用痕』考古学ライブラリー56、ニューサイエンス社

梶原洋・阿子島香　1981「頁岩製石器の実験使用痕研究ーポリッシュを中心とした機能推定の試み」『考古学雑誌』第67巻第１号、pp １～36

鹿又喜隆　2012「石器使用痕光沢面の形成過程に関するトライボロジーによる理解」『文化』第75巻第３・４号、pp125～140

御堂島正　1988「使用痕と石材ーチャート，サヌカイト，凝灰岩に形成されるポリッシューー」『考古学雑誌』第74巻第２号、pp １～28

山田しょう　1986「使用痕光沢の形成」『考古学と自然科学』第19号、pp101～123

山田しょう　2020「第３編　研究紀要　石器使用痕分析の進展」『丘珠縄文遺跡－2019年活動報告－』丘珠縄文遺跡年報２、pp18～30、札幌市埋蔵文化財センター

山中一郎　1994『石器研究のダイナミズム』大阪文化研究会

Adams, J. L. 2014 “ground stone use-wear analysis: a review of terminology and experimental methods.” Journal of Archaeological Science 46, pp. 129-138.

Keeley, L. H. 1980 *Experimental Determination of Stone Tool Use.* University of Chicago Press.

Vaughan, P. C. 1985 *Use-Wear Analysis of Flaked Stone Tools.* The University of Arizona Press.

※紙面の都合上、筆者の論考の記載は割愛した。ご容赦願いたい。

日本文化財保護協会の技術研修会概要

技術研修委員会　委員長　河合英夫

公益社団法人日本文化財保護協会は、平成17年に任意団体として発足し、同22年には内閣府より埋蔵文化財分野における、我が国初の内閣府認定の公益社団法人の認定を受け、公益性をもつ団体として、今年で10周年を迎えます。

ここに技術研修会のこれまでの活動を紹介し、埋蔵文化財調査士・調査士補の方々の調査力の向上と質の確保を図るとともに、協会各社の埋蔵文化財調査における社会貢献の一翼をこれからも担っていく所存です。

一昨年は東京と奈良、福岡の三会場で技術研修会を実施しましたが、研修会活動は当協会の設立準備段階からなされてきました。

当時の記録を紐解くと、協会設立前年の平成16年に第１回の研修会として、東京四谷の「スクワール麹町」において会員会社50社の参加を得て、二題の講演が企画されています。一題は山村貴輝氏（㈱武蔵文化財研究所）による「日本文化財保護協会の目的と取組みについて」、もう一題は戸田哲也氏（㈱玉川文化財研究所）による「民間発掘調査組織の現状と課題について」と題した講演でした。演題からは、設立当時の取り組みや背景が想起されます。

翌年には第２回研修会が東京市ヶ谷の「私学会館」において60社の参加を得て三題の講演がなされています。演題は辻本崇夫氏（パリノ・サーヴェイ㈱）による「埋蔵文化財調査における自然科学分析の役割」、朝重嘉朗氏（㈱東都文化財保存研究所）による「出土遺物の取り上げと保存処理について」、戸田哲也氏による「日本文化財保護協会設立に向けて」と題する講演で、協会設立の２ヶ月前のことです。業務としての発掘調査を念頭に置いた、緊迫した状況が伝わってくるようです。

同年４月には「私学会館」で協会設立総会が開催され、正会員76社、賛助会員５社による任意団体として発足し、戸田哲也会長のもとで技術・研修委員会の設置が決議され、初代委員長として平井貢氏（㈱シン技術コンサルタント）が就任されました。

同年12月には第３回研修会が東京品川の「品川歴史館」で受講者100名の参加を得て実施されました。講師には小渕恒美・川口洋次郎の両氏（国際航業㈱）による「発掘現場の安全衛生管理体制」と、金井慎司氏（パリノ・サーヴェイ㈱）による「遺物の取り上げ方と保存・分析」と題した二題で、発掘調査現場での安全衛生管理体制の構築が叫ばれた時期です。

平成18～20年にかけては、主に発掘調査経費に関する地方公共団体発注の仕様書や積算基準について、門屋鉄男氏（国際航業㈱）や平井貢氏などの主導のもと、発掘調査経費標準化の研究や、発掘調査支援業務の仕様書作りに取り組まれた時期です。この作業の一環として、平成21年には公正取引委員会に発掘調査経費標準化のための積算基準作りのための相談や、23年には委員会内に入札制度検討チームと行政への要請検討チームが設けられ、調査費用の低価格入札防止と行政の不適切な監理是正に向けた取り組みがなされます。

平成25年には、定時総会で戸田哲也会長の任期満了に伴い、那波市郎氏（㈱四門）が新会長に就任し、またこの年から技術研修委員会の所轄として優秀調査報告書の顕彰制度がスタートします。

＊　＊　＊

一時休止していた研修会は平成27年度から技術研修委員会の所轄として、河野一也委員長（大成エンジニアリング㈱）のもとで再スタートします。

この年は東京と関西の２ヶ所で実施しました。テーマは「発掘調査の現場で即戦力として役に立つ最新の測量技術」を「うたい文句」に協会各社にご案内しました。

東京では神田駿河台の「総評会館」を会場に、調査士・士補を中心とする49名の参加を得て、講師陣には福井コンピュータ㈱の今関滋氏による「トータルステーションとレーザー計測を利用した測量方法」や、アイサンテクノロジー㈱の近藤豊・石原将一両氏とライカジオシステムズ㈱の新井一雄氏によるWingNeo INFINITY Ⅴの測量システムの実演、㈱ＣＵＢＩＣの伊藤和之・西尾和之・家本蔵人の三氏による遺構実測支援システム「遺構くん」の実演をお願いしました。実演後に30分の質疑応答の時間をもちましたが、第一線で活躍の技術者の方々が多かったせいか、熱論が展開され、盛況な技術研修会となりました。

関西では秋の「正倉院展」に合わせて奈良を会場としました。近鉄奈良駅前の奈良商工会議所で、東京と同じ内容のテーマを四社の講師陣の方々にお願いしました。関西・中部圏の協会会社９社から27名の参加をいただきました。

平成28年度の技術研修会場は、東京では「総評会館」、奈良では昨年と同じ会場の奈良商工会議所で実施しまし

た。この年のテーマは「遺物実測と石材の見方」を主眼に置いたもので、遺物実測の講師陣には、㈱ＣＵＢＩＣの諸氏に「遺物整理の即戦力として期待される最新の遺物実測測量技術の紹介」を、また石岡智武氏（パリノ・サーヴェイ㈱）には「遺跡出土石質遺物の見方」と題して講演をいただきました。（参加者／東京54名、奈良27名）

平成29年度の技術研修会は、「遺跡に主眼を置いた」テーマとしました。二題の講演を企画し、東京会場では「遺跡の火山灰調査」と「縄文時代の植物遺体」の二題。講師には前者を矢作健二氏（パリノ・サーヴェイ㈱）、後者を田中義文氏（同）にお願いしました。奈良会場では関西方面の低地遺跡の事例をもとに「遺跡の層序」を辻康男氏（パリノ・サーヴェイ㈱）、「弥生・古墳時代の植物遺体」を松元美由紀氏（同）にお願いしました。（参加者／東京62名、奈良26名）

平成30年度の技術研修会は、福岡を加えての三会場で実施しました。福岡での実施は、九州の会員会社からの要望に応えたものでした。

この年は「遺跡出土の木製品・金属製品の取り扱い方並びに樹種同定の基礎知識」をテーマとしました。東京では中央区の「日本橋社会教育会館」を会場に、朝重嘉朗・菅野真広の両氏（㈱東都文化財保存研究所）には「遺跡出土の木製品・金属製品の取り扱い方」について、斎藤崇人氏（パリノ・サーヴェイ㈱）には「樹種同定の基礎知識」と題して講演をいただきました。

奈良では奈良商工会議所を会場に、地元女性研究者の金原裕美子氏（一般社団法人文化財科学研究センター）を迎えて、「保存処理遺物の遺跡での取り扱いとその後の処理過程」について、斎藤崇人氏には東京と同一演題で講演いただきました。金原氏の関西方面の調査事例を多く取り込んだ講演は、たいへん好評でした。

福岡では福岡商工会議所を会場に、田北廣氏（八州開発㈱）には「九州の地質とその特徴－考古学に関わる基礎知識－」と題して、松下孝幸・松下真美の両氏（特定非営利活動法人人類学研究機構）には「人骨から何がわかるか　人骨がでてきたらどうしたらいいか」と題した講演をいただきました。九州でははじめての活動でしたが、地元会員会社の協力のもとにこれからも継続的に実施していきたいと考えています。（参加者／東京68名、奈良26名、福岡31名）

令和元年度は、東京と福岡の２会場でしたが、「考古学に視点」を置いたテーマで、東京では武蔵野台地の旧石器研究をリードされてきた小田静夫氏（元東京都教育庁）を迎えて「旧石器調査の視点」、江戸遺跡研究の堀内秀樹氏（東京大学キャンパス計画室准教授）には「近世江戸遺跡調査の視点」で熱弁していただきました。

福岡会場では二題の講演を用意しました。一題は杉山真二氏（古環境研究センター）による「遺跡調査における植物珪酸体（プラント・オパール）分析の活用と課題－農耕・植生・環境史の解明に向けて－」、二題目は中園聡氏（鹿児島国際大学教授）による「３D考古学と埋蔵文化財－実践の方法・思想から研究・普及まで－」と題して講演をいただきました。

講師を引き受けていただいた杉山・中園の両氏には、講演内容を調査士・士補の皆さんに発信していただきたくお願いしたところ、今回のご寄稿となった次第です。感謝申し上げます。

杉山氏の講演は、自然科学分析で得られた詳細な情報を考古学的所見と合わせて総合的に検討することで考古学に多大な貢献をもたらすものと考えられます。また、過去の大規模な自然災害などによる植生破壊や環境変化は将来の大規模災害への対策にも有能と考えられ、社会貢献にも通ずると思われます。

中園氏の３Dの活用は、今後さらなる展開が予想されると思われますが、３D技術の応用は埋蔵文化財調査のみならず、保存や活用、教育の普及など多岐にわたると考えられます。

両氏には今後ともご支援のお約束をいただけました。次回の研修に繋げていきたいと存じます。（参加者／東京80名、福岡29名）

技術研修会では、講演終了後のアンケートをお願いし、協会各社会員の調査力の向上と質の確保を図るために、また調査士・士補・技術者の方々の底上げを図るための方策として次の企画に反映させたいと考えております。

＊　＊　＊

現在の発掘調査の主流は、開発に伴う緊急調査ですが、調査の方法においては緊急調査も学術調査も差異はなく、我々が日々関わっている発掘調査は、その正確な情報と、その結果から得られた知見を報告書としてまとめること、これらが求められているのではないでしょうか。さらに求めれば担当者の調査力が反映され、それを糧として当協会の『紀要』に著書として結実できることを願っています。当協会の技術研修会の場がその一助になれば幸いと存じます。

埋蔵文化財調査士・調査士補、並びに会員各社のご理解とご支援を願う次第です。

遺跡調査における植物珪酸体（プラント・オパール）分析の活用と課題
－農耕史・植生史・気候環境史の解明に向けて－

講師　株式会社古環境研究センター
代表取締役　　杉山真二

１．はじめに

遺跡の土壌中には、植物珪酸体（プラント・オパール）をはじめ、花粉・胞子、種実、木材、珪藻、寄生虫卵などの多種多様な自然遺物が含まれている。これらの自然遺物は、土壌が形成された当時の植生や環境、生業などについて多くの重要な情報を保持しているが、地下に眠るこれらの情報は、自然科学分析によってデータ化して公開されなければ誰にも知られることなく永遠に消失してしまう。これは、遺物や遺構を確認せずに遺跡を破壊することと同様のことではないだろうか。

筆者が専門とする植物珪酸体分析は、考古学をはじめ、農学、土壌学、植物学、地質学など多くの分野で広く応用されている。考古学分野では、これまでおもに稲作などの農耕史の解明を中心として研究が進められてきたが、最近では遺跡周辺の草原植生や森林植生（照葉樹林）、気候環境（気温・積雪量）の変遷を具体的にとらえるなど、古環境を解明する分野で多くの成果が得られている（近藤,1995,2010,杉山,2000など）。ここでは、これまでの研究例や応用例を紹介し、その有効性や今後の課題について考察したい。

２．植物珪酸体（プラント・オパール）について

植物珪酸体（Phytolith，ファイトリス）は、植物の細胞組織に珪酸（SiO_2）が蓄積したもので、植物が枯れたあともガラス質の微化石となって土壌中などに半永久的に残存している。この植物起源の微化石はプラント・オパール（Plant opal）ともよばれ、考古学分野ではこの名称が使われることが多い。

植物珪酸体は、イネ科植物（イネ、ヨシ、ススキ、竹笹類など）をはじめ、カヤツリグサ科、シダ類、トクサ類などの草本類、およびブナ科（シイ属、カシ類など）、クスノキ科、モクレン科、マンサク科（イスノキ属）、クワ科、マツ科などの木本類でも形成される（写真１）。植物の種類によって植物珪酸体の形や大きさ、密度が異なることから、土壌中から取り出して調べることで、当時そこに生育していた植物の種類や量が分かる。

花粉分析や大型植物遺体分析（種実など）は、遺体の保存性の関係から対象がおもに泥炭層などの水成堆積物に限られるが、植物珪酸体分析はローム層や黒ボク土などの風成堆積物も対象となり、焼土や灰化物、土器（胎土）でも分析が可能である。また、植物珪酸体は花粉（風媒花）と比較して現地性が高いことから、調査地付近の比較的限られた範囲の植生を詳細に把握するのに適している。

イネ科植物（タケ亜科を含む）は、花粉では細分が難しいが、植物珪酸体では属あるいは節レベルで同定が可能である。なお、タケ亜科（竹笹類）は開花周期が数十年に一度であり、比較的乾燥したところに分布することから、花粉分析や大型植物遺体分析では把握されにくい。

植物体内に含まれる植物珪酸体の密度は分類群によって大きく異なっており、土壌から検出された植物珪酸体の密度は実際の植生被覆度とは必ずしも一致しない。そこで、植物珪酸体密度に各植物の換算係数（植物珪酸体１個あたりの植物体乾重）をかけて生産量（kg／㎡・㎝）を推定することで、各植物の繁茂状況や植物間の占有割合などを具体的にとらえることができる。

３．研究・応用例

これまでに行われた植物珪酸体（プラント・オパール）分析の研究・応用例を以下に列記し、おもな事例について具体的な内容を紹介する。

＜農耕史の解明＞

１）水田跡（稲作跡）の確認・探査、２）水田跡におけるイネ籾生産量の推定、３）稲作開始時期の検討、４）土器胎土分析によるイネの存在の確認、５）イネ苗の植物珪酸体と水田遺構埋没の季節推定（苗代と田植えの確認）、６）イネの系統（亜種）の検討、７）イネ以外の栽培植物（ムギ類、ヒエ、アワ等）の検討、８）畑跡や焼畑の確認・探査

＜植生史の解明＞

９）イネ科植物を主とする草原植生や湿地植生の復原、10）森林植生（照葉樹林など）の変遷、11）火山噴火が植生に及ぼした影響と回復過程の検討、12）土壌生成と植生の関係（黒ボク土の成因）

＜気候環境史の解明＞

13）タケ亜科の植生変遷と気候変動（氷期−間氷期サイクル）、14）ササ類の植生変遷と積雪量の変動

＜その他＞

15）土器胎土の供給源（産地）の推定、16）炭化物や灰化物（屋根材など）の給源植物の推定、17）繊維製品や編組製品の素材同定、18）草食動物の糞による食性分析、19）放牧跡の検証

（１）水田跡（稲作跡）の確認と探査

発掘調査によって古代の水田跡が検出された場合、その土壌を分析するとイネの植物珪酸体（機動細胞由来）が5,000個/g以上と多量に検出されるのが通例である。土層の堆積速度にもよるが、イネの密度が5,000個/g

以上の場合は、少なくとも数十年間にわたってそこで稲作が行われていたと考えることができる。これらのことから、一般にイネの密度が5,000個/g以上の場合に、そこで稲作が行われていた可能性が高いと判断している。また、目的とする層準にイネの密度のピークが認められれば、上層から後代のものが混入した危険性は考えにくくなり、その層で稲作が行われていた可能性はより確実なものとなる。

イネの収穫法が穂刈りから株刈りに変わったと考えられる弥生時代後期～古墳時代以降には、水田跡におけるイネの密度が減少する傾向があり、密度が3,000個/g程度でも水田跡が検出される場合がある。これは、株刈りの普及によって稲わらの利用（藁製品、屋根材など）が促進され、稲わらが水田土壌に還元されなくなったためと考えられる。

青森県田舎館村の垂柳遺跡では、試掘調査の段階で植物珪酸体分析による水田跡の探査が行われた。その結果、田舎館式土器（弥生時代中期）包含層の第Ⅵ層からイネが9,800個/gと高い密度で検出され、水田跡が埋蔵されている可能性が高いと判断された。次に20ｍメッシュ交点の50地点についてボーリング棒による試料採取が行われ、第Ⅵ層水田跡の分布域の探査が行われた。その結果、分析によって推定された水田跡の分布域は、その後の発掘調査によって得られた考古学的所見と整合することが確かめられ、同調査法が水田跡の探査に有効であることが実証された（藤原・杉山,1984）。

このような水田調査法は、これまでに宮城県富沢遺跡、静岡県登呂遺跡、奈良県中西・秋津遺跡、岡山県津島遺跡、福岡県板付遺跡、長崎県原の辻遺跡、宮崎県坂元Ａ遺跡、および中国江蘇省の草鞋山遺跡など1,000箇所以上の遺跡に適用され、古代農耕の解明に大きな成果を上げている（藤原,1998,杉山,2000など）。

（２）水田跡におけるイネ籾生産量の推定

水田跡から検出されたイネの植物珪酸体密度から、そこで生産されたイネ（籾）の量を推定することができる。前述の垂柳遺跡Ⅲ区の第Ⅵ層水田層（弥生時代中期）から検出されたイネの密度は平均14,000個/gである。これに土壌の仮比重（平均0.83ｇ/㎤）と稲籾（種実）の換算係数（1.03×10^{-5}ｇ）をかけると、面積１㎡あたりで層厚１㎝の堆積期間に生産されたイネ籾の量は約1.2㎏と算出される。これに第Ⅵ層の層厚15㎝をかけて面積10ａ（1,000㎡）あたりに換算すると、第Ⅵ層水田層で生産されたイネ籾の総量は約18,000㎏/10ａと推定される。

当時のイネ籾の年間収量を100㎏/10ａと仮定すると（安藤,1993）、第Ⅵ層ではおよそ180年間と比較的長期間にわたって水田稲作が営まれていたことになる。ただし、これらの値は、稲わらがすべて水田内に還元されたと仮定して算出しているため、稲わらが水田から持ち出されていた場合は、その割合に応じて修正する必要がある。

（３）稲作開始時期の検討

鹿児島大学構内遺跡（郡元団地Ｌ-11・12区）では、縄文時代中期（放射性炭素年代測定値で約4,400～4,800年前）に形成されたと考えられる黒色泥炭質層（13層）が確認された。植物珪酸体分析や花粉分析などの結果、13層の堆積当時はヨシ属やカヤツリグサ科などが繁茂する湿地の環境であったと考えられるが、同層上部ではこれらの植物の減少に伴ってイネの植物珪酸体をはじめ、イネ属型の花粉、水田雑草の種実が出現している。これらのことから、13層上部の時期には、ヨシ属などが生育する湿地を利用して調査地点もしくはその周辺で稲作が開始されていたと推定される（古環境研究所,1994,杉山,1997）。この黒色泥炭質層については第三者による追試が行われ、イネの存在が確認されている（藤原,1994）。縄文時代中期の土層や土器胎土からイネの植物珪酸体が検出される事例は、この他にも岡山県備前市の長縄手遺跡などで報告されている（外山,2006）。

（４）イネ苗の植物珪酸体と遺構埋没の季節推定

生育初期（苗の段階）のイネ葉に含まれる機動細胞珪酸体は、縦長が30μｍ前後と明らかに小型であり、形状が未熟なものや縦長に対する横長の比率が大きいものも多く含まれている。これらの形態的な特徴から、苗の段階の植物珪酸体は生育中後期のものとは明瞭に識別される（杉山,1998）。水田土壌に含まれるイネの植物珪酸体は、そのほとんどが生育中後期のものであり、イネ苗に由来するものの出現率は通常数%未満とわずかである。

群馬県渋川市（子持村）の黒井峯遺跡では、榛名二ツ岳伊香保テフラ（Hr-FP,６世紀中葉）直下から”小区画の畠”が検出された。この遺構面からはイネの植物珪酸体が検出されたが、その90%以上がイネ苗に由来するものであり、同遺構が”陸苗代”であることが明らかとなった（能登ほか,1989）。また、周辺の遺跡から検出された同テフラ直下の水田面でも、イネ苗に由来する植物珪酸体の割合が30～40%前後に達するところがあり、これらの遺構がHr-FPによって埋没された季節は田植え前後の初夏と推定された（杉山,1998）。

宮崎県都城市の鶴喰（つるはみ）遺跡でも、桜島文明軽石（Sz-3,1471年）直下の水田面でイネ苗に由来する植物珪酸体の割合が30%前後のところがあり、田植え前後の初夏に埋没したことが推定された（杉山,1998）。

（５）イネ以外の栽培植物の検討

植物珪酸体分析で同定される分類群のうち、栽培植物が含まれるものには、イネ以外にもムギ類（オオムギ・コムギ）、ヒエ属（ヒエが含まれる）、エノコログサ属（アワが含まれる）、キビ属（キビが含まれる）、ジュズダマ属（ハトムギが含まれる）、オヒシバ属（シコクビエが含まれる）、モロコシ属（モロコシが含まれる）、トウモロコシ属（トウモロコシが含まれる）などがある。

イネは、種および亜種レベル（ジャポニカ、インディ

カなど）で同定が可能であり、ジャポニカの生態型（温帯型、熱帯型）の判別も行われている（宇田津・藤原, 1991）。ムギ類は、穎（籾殻）の表皮細胞に由来する植物珪酸体に形態的特徴があり、植物組織が残存していればオオムギとコムギの識別も可能である。ヒエ属には栽培種のヒエが含まれるが、現段階ではイヌビエなどの野生種との識別は困難である（杉山ほか, 1988）。その他の分類群についても、現在のところ栽培種と野生種とを完全に識別するには至っていない。

青森県青森市の三内丸山遺跡では、縄文時代前期の堆積層からヒエ属（イヌビエ）が多量に検出され、食糧として利用されていた可能性が指摘されている（藤原, 1997）。また、鹿児島県霧島市の上野原遺跡（第４工区）では、桜島13テフラ（約10,600年前）直下層からヒエ属、エノコログサ属、ジュズダマ属、オヒシバ属が検出され（図１）、日本最古とされる定住集落跡との関係で注目される（杉山, 1997）。これらの可食植物の利用については、当時の生業や文化を考えるうえで重要な問題であり、今後とも慎重に検討していく必要がある。

（６）焼畑の存在を検証する

焼畑は施設や農具をほとんど必要としないため、考古学的に遺構や遺物が検出される可能性は小さい。このため、焼畑跡の存在を証明するためには、そこで栽培された作物を確認することと、火入れが定期的に繰り返し行われたことを証明する必要がある。

宮崎県小林市下九瀬の山地（南北約２㎞, 東西約１㎞, 標高400 ～ 650ｍ）は、現況は照葉樹林が主体であり、傾斜が急で過去に常畑として利用された履歴は認められない。ここでは高度、傾斜度、斜面の方位などを考慮した119地点について分析を行った。その結果、表土層（５㎝深まで）では全体の42％の地点からイネが検出され、傾斜40度以上の急傾斜地を含む92％の地点から主要な焼畑作物が含まれるキビ族（ヒエ属、エノコログサ属、キビ属など）が検出された。

また、これらの試料からはシイ属、イスノキ属、クスノキ科などの照葉樹とともに、森林の林床では生育が困難なススキ属が多量に検出された。ススキ属の推定生産量は、焼畑のサイクルが10回以上繰り返されたとみなされる量であり、イネおよびキビ族と明らかな正の相関関係が認められた。この期間に栽培されたイネの推定生産量は約16年分、キビ族（ヒエと仮定）は約20年分に相当する。

以上の結果から、この山地ではかつて広範囲にわたって焼畑が行われており、そこでイネやキビ族などが栽培されていたことが確認された（藤原・杉山, 1983, 藤原ほか, 1984, 杉山ほか, 1988）。この研究では、現表土における比較的最近の焼畑の存在と分布域が確認されたが、同様の方法を用いて火山灰などで埋没した焼畑跡の探査や検証も可能と考えられる。

（７）タケ亜科の植生変遷から気候変動を推定する

タケ亜科（竹笹類）は日本列島のほぼ全域に分布しており、その分布状況などからメダケ属は温暖、ササ属は寒冷の指標とされている（室井, 1960, 杉山・藤原, 1986）。そこで、植物珪酸体分析の結果からメダケ率（両者の推定生産量の比率）を算出し、過去の気候を推定する試みが行われている。メダケ率が100％に近ければメダケ属が主体の温暖な気候、０％に近ければササ属が主体の寒冷な気候であることを示している。

関東地方における分析結果では、メダケ率は約２万年前頃が最も低く、およそ１万年前を境に急激に上昇している。また、約３～５万年前頃にかけてもメダケ率が比較的高くなっている。このようなメダケ率の変遷は、世界的な気候変動の基準となっている酸素同位体比曲線による酸素同位体ステージ２の寒冷期、ステージ２からステージ１への急激な温暖化、およびステージ３の相対的な温暖期に対比される（杉山, 2001など）。

宮城県築館丘陵における研究では、メダケ率の変遷と過去60万年間における約10万年周期の気候変動（氷期－間氷期サイクル）が良好に対応しており（図２）、メダケ率の検討が気候環境（温暖－寒冷）の推定に有効であることが確認された（杉山・早田, 1996, 杉山, 2001, 2017）。

メダケ率による気候環境の推定は、メダケ属が分布していない北海道や日本海側の多雪地帯を除く全国各地の広い範囲で適用可能であるが、九州南部では後氷期の早い時期に照葉樹林が分布拡大しているため、ササ属（森林の林床でも生育可能）からメダケ属（林床では生育困難）への植生変遷が遅れる場合がある（図１）。

（８）ササ属の植生変遷から積雪量の変動を推定する

人の活動に影響を及ぼす環境要因としては、気温とともに降水量（積雪量）の変動も重要であり、多くの植物にとっては気温の変動以上に降水量（積雪量）の影響が大きい。ササ属のうちミヤコザサ節は太平洋側の積雪の少ないところに分布しており、冬季の乾燥に適応している。また、チシマザサ節やチマキザサ節は日本海側の多雪地帯に分布しており、冬季の乾燥に弱い。両者の分布境界は”ミヤコザサ線”とよばれており、最大積雪約50㎝の等深線とほぼ一致している（鈴木, 1978）。

ミヤコザサ線の周辺におけるこれまでの調査では、約３万年前より以前から約1.5万年前にかけては、現在は多雪地帯となっている日本海側でもミヤコザサ節型が優勢であり、積雪量が比較的少ない乾燥した環境が推定される。この時期には、ミヤコザサ線は日本海側に大きく移動していたと考えられる。約1.5万年前から約１万年前にかけては、太平洋側を含む多くの地点でチマキザサ節型の占める割合が増加しており、広域的に積雪量が増加したことを示している。約１万年前より以降では、太平洋側ではネザサ節型が急激に増加し、日本海側ではチマキザサ節型が継続して卓越している。このように、晩氷期以降の多雪化と温暖化によって、ミヤコザサ線を境

界とする現在のタケ亜科（竹笹類）の分布が成立したと推定される（杉山・早田,1997,杉山,2017）。

ササ類は常緑であり、雪の中でも緑を保っていることから、大半の植物が落葉または枯死する秋から冬にかけてはシカ類などの草食動物の重要な食物となっている（高槻、1992）。遺跡周辺にササ類が豊富に存在したことは、当時の動物相を考える上でも重要である。シカやイノシシの分布は、積雪深と密接な関係があり、ニホンシカは積雪深50㎝以上、イノシシは30㎝以上で行動が阻害される（日本野生生物研究センター,1980）。年最高積雪約50㎝を示すミヤコザサ線の変動は、これらの動物の分布に大きく影響し、これを狩猟対象とした人の活動にも影響を与えたと考えられる。

（９）九州南部における照葉樹林発達史

森林植生の変遷については、おもに花粉分析により検討が行われているが、花粉分析は前述のように丘陵や台地上の状況を直接的に推定するのは困難であり、照葉樹林の主要構成要素であるクスノキ科は花粉の保存性の問題から花粉分析では把握されないという問題もある。

九州南部の123地点について植物珪酸体分析を行った結果、種子島や屋久島では最終氷期を通して照葉樹林が存在していたことが確かめられた（杉山,1999）。鹿児島県南部では、桜島薩摩テフラ（Sz-S,約12,800年前）の下層からクスノキ科が出現しており、この頃には照葉樹林の分布拡大が開始されていたと考えられる。また、桜島11テフラ（約8,400年前）の下層では、錦江湾沿岸部や宮崎県南部沿岸部などでシイ属を主体とした照葉樹林が成立していたと考えられる。花粉分析によると約8,400年前には宮崎県南部沿岸部でシイ林が成立していたと推定されており（松下,1992）、植物珪酸体分析の結果と整合している。なお、宮崎県南部の内陸部などではメダケ属（メダケ節やネザサ節）を主体としてススキ属なども見られるイネ科主体の草原植生が広く分布していたと考えられ、照葉樹林の分布は限られている。

鬼界アカホヤ火山灰（K-Ah,約7,300年前）の下層の時期には、九州南部一帯のほぼ全域に照葉樹林が分布拡大していたと考えられるが、宮崎県南部の内陸部などでは依然としてイネ科主体の草原植生が継続していたと推定される。これらの地域は、黒ボク土とよばれる有機質黒色土の分布域と一致している。

（10）黒ボク土と草原植生の関係

黒ボク土の判定率（腐植含量、土色等による）は、ススキ属やメダケ属の推定生産量と正の相関関係を示し、樹木（照葉樹）起源の密度とは負の相関関係を示すことから、黒ボク土は草原植生下で生成され、森林植生は関与していないと考えられる（杉山ほか,2002）。黒ボク土の生成に草原植生が関与していることは、都城盆地の累積性黒ボク土における炭素・窒素安定同位体自然存在比の研究でも確認されている（井上ほか,2001）。ススキ属などの草原植生が維持されるためには定期的な刈り取りや火入れ（焼き払い）が必要であることから（佐瀬・細野,1995など）、人間による植生干渉や火入れ、もしくは山火事の頻発などが照葉樹林の分布拡大を妨げる一因になったと考えられる。

このような黒ボク土は、九州以外にも関東地方、東北地方東部、北海道東部などに広く分布しており、その形成開始時期はおおむね約１万年前からとされている（佐瀬・細野,1995）。黒ボク土の有機物を供給した植物の種類は地域や時期によって異なっているが、縄文時代においてはこれまでに確実な栽培植物は検出されておらず、黒ボク土の生成に焼畑が関与した証拠は得られていない。

（11）鬼界アカホヤ噴火の影響と回復過程

鬼界カルデラの巨大噴火（鬼界アカホヤ噴火）に伴う幸屋火砕流（K-Ky,約7,300年前）は、薩摩半島南部や大隅半島南部にまで到達している。火砕流が及んだ地域では、それまで分布していた照葉樹林や林床のササ類が絶えてススキ属などが繁茂する草原植生に移行しており、このような状況は池田湖テフラ（Ik,約6,400年前）直下まで継続している。この地域では約900年間は照葉樹林が回復しなかったと考えられるが、火砕流の縁辺部などではIk直下で照葉樹や落葉広葉樹が出現しており、森林植生が回復過程にあったことが分かる（杉山,2002）。

一方、火砕流が及ばなかった鹿児島県中部以北では、K-Ah直上でススキ属などの草原植生に移行した形跡が認められず、照葉樹の樹種や量が増加する傾向が認められた。これらのことから、照葉樹林の回復は比較的早く、照葉樹林が絶えるほどの壊滅的なダメージを受けなかった可能性が考えられる。また、泥流などの二次的災害を受けにくい台地上などでは、K-Ah直上で照葉樹林が拡大したところもあったと推定される（杉山,2002）。

このような照葉樹林の回復と拡大には、当時の高温・多湿な気候環境が影響したと考えられる。また、テフラの降灰が生態系の秩序を攪乱することによって生態的順位の交代が誘発され（辻,1993）、結果的に照葉樹林の拡大が促進されたことも想定される。

考古資料によると、鬼界アカホヤ噴火は轟Ａ式土器の存続期間に起こったとされ、九州のほぼ全域に展開していた轟Ａ式土器の製作情報が噴火の影響で断絶することはなく、土器文化は継続したと推定されている（栗畑,2002,2013）。ただし、火砕流が及んだ地域では、西之園式期（噴火から約250年）および轟Ｂ１式期（噴火から200～400年）の遺跡は確認されておらず、轟Ｂ２式期（噴火から400～800年）でも遺跡規模は貧弱であり、石鏃（矢じり）が多いのが特徴的である（草原で狩猟？）。定着的な遺跡が形成されるのは噴火から1,000年以上経過した曽畑式期以降であるが、この頃から堅果類の加工具である磨石・石皿類が増加しており、森林植生の回復過程と堅果類の利用との関連で興味深い。

４．おわりに

今後の研究により、植物珪酸体（プラント・オパール）分析で同定される分類群の増加、同定精度の向上、解析法の進展が期待される。また、花粉分析などの微化石分析をはじめ、考古学、土壌学、年代測定、火山灰編年などの成果を総合的に検討することで、遺跡周辺における植生や環境の実態がより詳細に解明されるであろう。

今後は、これらの知見をもとに環境変化の将来予測につなげる研究を推進する必要がある。現在、気候温暖化による環境への影響が危惧されているが、今よりも温暖であった縄文海進期や最終間氷期における古環境（植生、気候、積雪量、降水量など）を把握することは、将来の環境変化の予測に役立つと考えられる。

また、過去の大規模な噴火や津波などによる植生破壊と回復過程、およびそれに伴う人類の対応を把握することは、将来的に予想される大規模災害への対策を検討するための重要な基礎資料になるであろう。

自然科学分析によって得られる詳細で豊富な情報を、考古学的所見などとあわせて将来予測や対策に活用することは、大きな社会貢献になると期待される。

おもな参考文献

井上弦・米山忠克・杉山真二・岡田英樹・長友由隆（2001）都城盆地の累積性黒ボク土における炭素・窒素安定同位体自然存在比の変遷－植物珪酸体による植生変遷との対応－．第四紀研究,40,p. 307-318.

栗畑光博（2002）考古資料からみた鬼界アカホヤ噴火の時期と影響．第四紀研究41（４）,p. 317-330.

栗畑光博（2013）鬼界アカホヤテフラ（K-Ah）,約7,300年前）の年代と九州縄文土器編年との対応関係．第四紀研究52（４）,p. 111-125.

古環境研究所（1994）鹿児島大学構内遺跡郡元団地J･K-10･11区における自然科学分析．鹿児島大学稲盛会館建設に伴う埋蔵文化財調査報告書,p. 79-109.

近藤錬三（1995）日本における植物珪酸体研究とその応用．近藤祐弘教授退官記念論文集．p. 31-56.

佐瀬　隆・細野衛（1995）１万年前の環境変動は火山灰土壌の生成にどのような影響を与えたか？－黒ボク土生成試論－．近堂祐弘教授退官記念論文集．p. 57-64.

杉山真二・藤原宏志（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,p. 69-84.

杉山真二・松田隆二・藤原宏志（1988）機動細胞珪酸体の形態によるキビ族植物の同定とその応用－古代農耕追究のための基礎資料として－．考古学と自然科学．20,81-92.

杉山真二（1999）植物珪酸体分析からみた九州南部の照葉樹林発達史．第四紀研究．38,p. 109-123.

杉山真二（2000）植物珪酸体（プラント・オパール）．考古学と植物学．同成社,p. 189-213.

杉山真二（2001）テフラと植物珪酸体分析．月刊地球．23,p. 645-650.

杉山真二（2002）鬼界アカホヤ噴火が南九州の植生に与えた影響－植物珪酸体分析による検討－．第四紀研究．41,p. 311-316.

杉山真二・渡邊眞紀子・山元希里（2002）最終氷期以降の九州南部における黒ボク土発達史．第四紀研究．41,p. 361-373.

杉山真二（2009）植物珪酸体と古生態．人と植物の関わりあい④．大地と森の中で－縄文時代の古生態系－．縄文の考古学Ⅲ．小杉康ほか編．同成社,p. 105-114.

杉山真二（2010）更新世の植生と環境．旧石器時代．講座日本の考古学第１巻．青木書店,p. 156-177.

杉山真二（2017）植物珪酸体分析による古環境推定－タケ亜科の植生変遷と気候および積雪量の変動－．文化財技術研究会編．文化財学研究,２,p. 1-14.

辻　誠一郎（1993）火山噴火が生態系に及ぼす影響．火山灰考古学．古今書院,p. 225-246.

外山秀一（2006）遺跡の環境復原－微地形分析,花粉分析,プラント・オパール分析とその応用－．古今書院。

藤原宏志（1976）プラント・オパール分析法の基礎的研究（１）－数種イネ科栽培植物の珪酸体標本と定量分析法－．考古学と自然科学．９,p. 15-29.

藤原宏志・杉山真二（1983）プラント・オパール分析による焼畑山地の調査．民博通信．20,p. 52-60.

藤原宏志・杉山真二（1984）プラント・オパール分析法の基礎的研究（５）－プラント・オパール分析による水田址の探査．考古学と自然科学,17,p. 73-85.

藤原宏志・佐々木章・杉山真二（1984）プラント・オパール分析法の基礎的研究（６）－プラント・オパール分析による畑作農耕址の検証．考古学と自然科学．18,p. 111-125.

藤原宏志（1998）稲作の起源を探る．岩波新書．

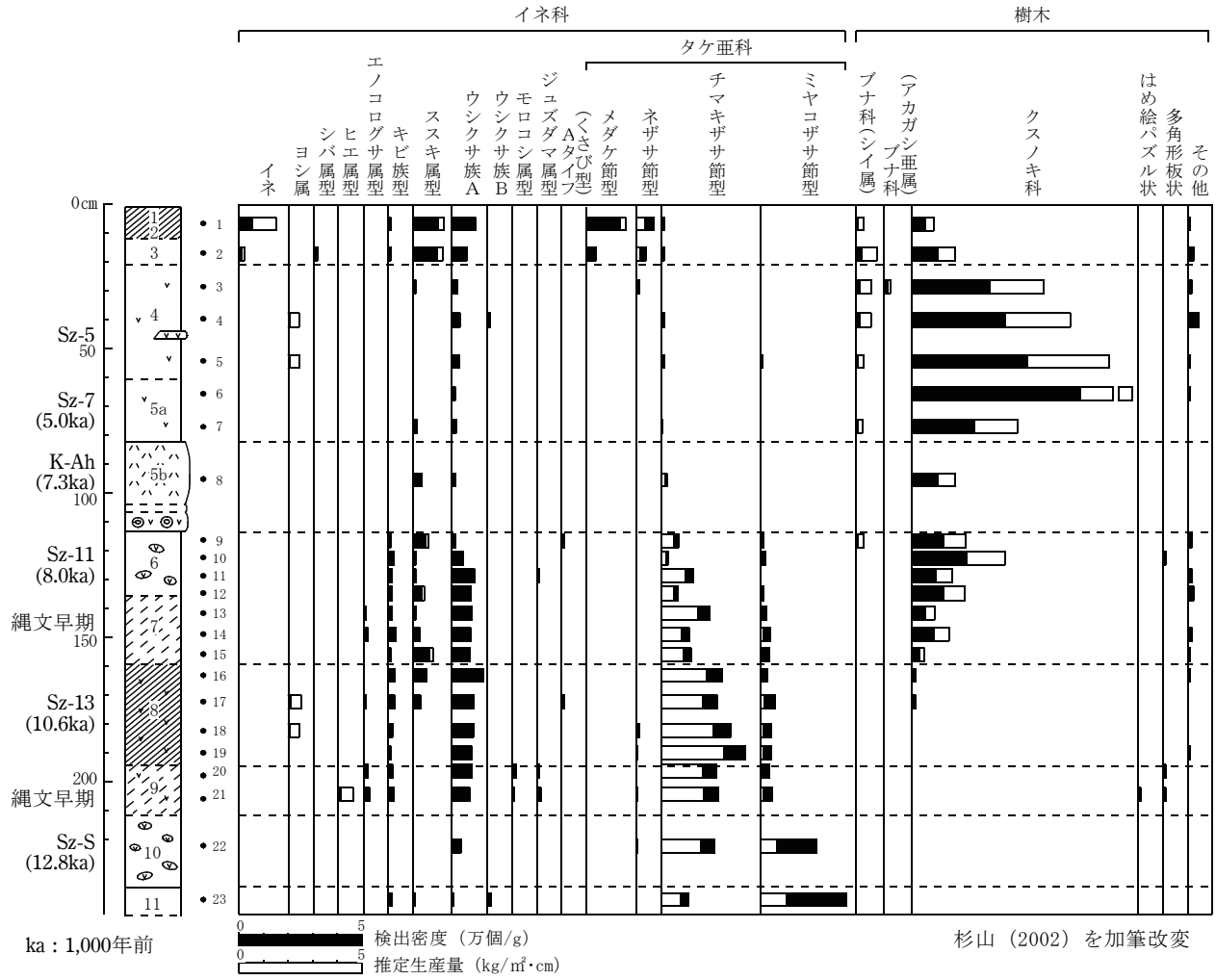

図１　鹿児島県霧島市上野原遺跡（第４工区）における植物珪酸体分析結果（主な分類群）

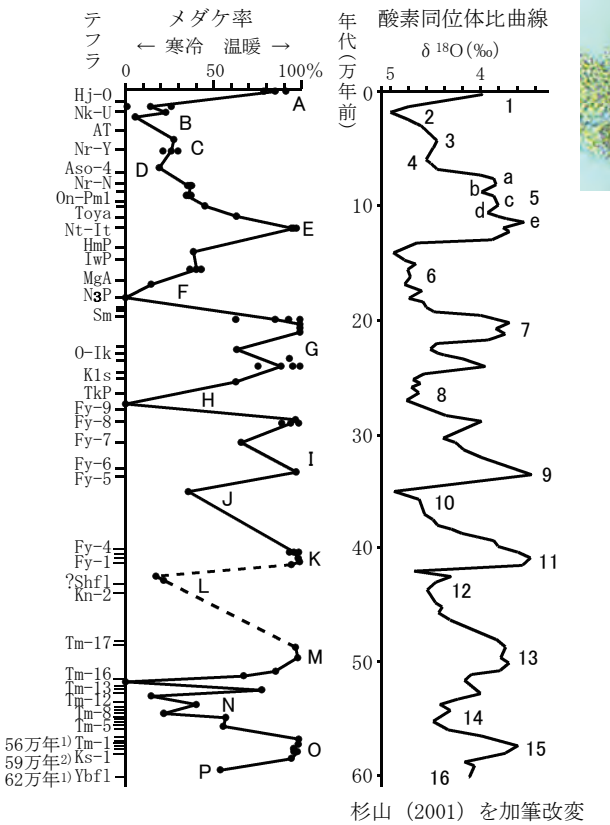

図２　宮城県築館丘陵における過去60万年間のメダケ率

酸素同位体比曲線はODP Site 677（Shackleton et al.,1990）

１）古地磁気年代（広岡，2001），２）ESR年代（豊田ほか，2001）

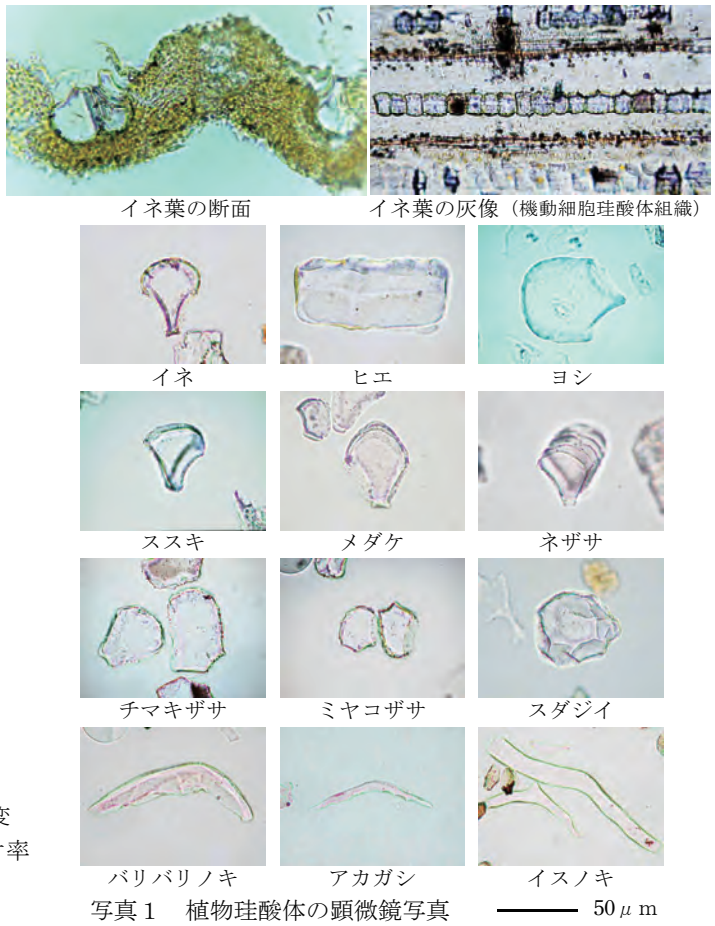

写真１　植物珪酸体の顕微鏡写真

3D考古学と埋蔵文化財
－実践の方法・思想から研究・普及まで－

講師　鹿児島国際大学 国際文化学部
教授　　中園　聡

１．はじめに

世界的に「3D考古学」が盛んになっている。様々な対象に3D技術が適用され、記録はもちろん、研究その他の活用の場面で利用されるようになった。そして、国内の埋蔵文化財調査でも様々な実践例が急速に蓄積されつつあり、今後さらなる展開が予想される。

そのような現状にかんがみ、ここでは現場や整理の実務に関する3D技術とその方法の基礎を紹介し、実践例とともにその考え方や可能性、課題などを考える手がかりとしたい。あわせて、これからさらに重視されていくことが確実な、研究・普及などの活用面についてもふれる。

２．私の3D考古学事始

遺跡出土の土器から同一製作者の作品を高確度で同定する方法を開発しようと、筆者が取り組みだしたのが2007年。その重要な手法の一つとして採用したのが三次元計測だった。それ以前から少しずつ試してはいたが、本格的に取り組み始めてから十年以上が経過した。現在は様々な活動の中で幅広く3D技術を使用しており、筆者にとって3D考古学は重要な一角を占めている。

遺物の記録はもちろん、遺跡の発掘調査などでも多用しており、そのデータを応用して研究をしている。パブリック考古学や博物館学的活動でも活用しており、中・高生向けのプログラムにも組み込んでいる。日本情報考古学会に所属しているが、1990年代から様々な取り組みがあり、当初は工学系の研究者がメインであったが、いまでは3Dは考古学系の発表がメインになっている。こうした経験も抵抗なく3D技術を採用できた一因かもしれない。

この業界で3Dといえば、とかく実測という「伝統技術」が、いる/いらない、という議論になりがちである。筆者自身、大学の教科書として使われる『博物館実習マニュアル』の「土器の実測」という章を執筆したことがあり、手作業による実測法を懇切丁寧（？）に解説した（中園2002）。それほど実測にはこだわりがあり、慣れ親しんできたし、それしかなかった。そんな筆者も、実測と3Dを比べると完敗であることを認めざるをえない。2019年度から実習でついに3D計測を中心に据えるようになった。

韓国では、考古学への3D技術の導入が進んでおり、力を入れているパブリック考古学でも多用されている。韓国の大学で3Dの講演に呼ばれたとき、学生はよほど実測が不満らしく、では実測は必要ないのですねと質問が出た。就職のためを思って実測の習得を強要せざるをえない大学教員と、技術があるのになぜ使わないのかという学生の間での見解の相違は、世界が一足飛びに3D考古学へと向かう中で、実測が特殊に発達しそれを前提としたシステムをもつ日本と韓国ならではの現象なのかもしれない。

さて、筆者が3Dを必要としたのは、同一製作者を同定する基準の一つとして、土器に残った痕跡が同一製作具によることを証明するためだった。道具が同じなら同じ痕跡が残るはずで、その立体的な形状の取得のために3Dレーザースキャナを導入した。計測した3Dモデルを重ね合わせ、どれくらい一致するかを表示させて、同じ工具の痕跡を見つけていったが、学会では「すり減ったら無理ではないか」などの意地悪な質問が出た。

タイの伝統的な土器製作の現場で、同じ道具がどうすり減るかを追跡調査した。土器をタタキ技法で丸く膨らますのに用いるタタキ板の使用面は、３年間で518㎛（0.518㎜）減ったことが判明した。１年に換算すると0.17㎜。世界で初の具体的データとなった。また、使用部位のうち、凸部はすり減るが、溝の中や表面の傷の中などは減らないことも判明し（図１）、同一製作具かどうかはそうした部分で判断できることもわかった。しかも、すり減りが大きい土器のほうが新しいことになり、先史時代の土器製作の前後関係を推定する手がかりも得た。いまでは意地悪な質問が鍛えてくれたと感謝している。そして土器の痕跡から製作者の動作を検討し、胎土分析などもして、同じ人の作品と推定される土器を抽出できるようになった。

こうした研究は3D計測なしには不可能である。精度のよい記録だけでなく、応用がきくのが3Dなのである。

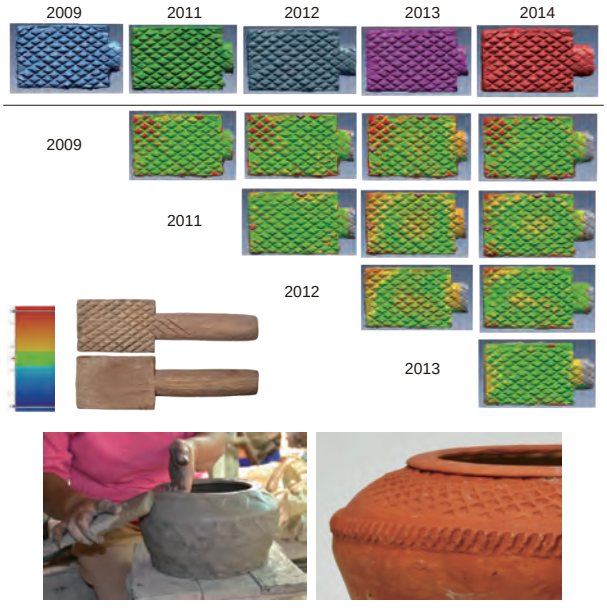

図１　タタキ板の使用（文様付け）によるすり減りの年度比較

３．様々な3D計測技術と機器

3D計測の基本技術にはいくつか種類があり、いろいろな基準で分類できるが、対象は顕微鏡レベルのものから衛星による測量まで、また水中での計測も方式によっては可能である。このように非常に幅広く適用でき、扱うべき対象をほとんどカバーできる。計測原理も光や音波の投射、ステレオ画像によるものなど様々ある。また、接触式と非接触式がある(文化財用としては非接触式が一般的)。

これまでレーザースキャナがよく使用されてきた。解像度や精度、対象のサイズにもよるが、据付のもの、屋外で使用するもの、ハンディタイプもあり、数千万円の高級機から数万円以下のものまで多種多様である。最近は光切断法による計測機器の導入も進んでいる。これらは比較的迅速に3Dモデルが得られることが多い。

それらと原理が異なる「写真測量(photogrammetry)」の一種、SfM-MVS(Structure from Motion + Multi-View Stereo)によるものが、急速に普及してきた。これは多数の写真(原理的には動画も)をコンピュータ処理して3Dモデルを生成するもので、特段の専用機器を要しないことが敷居を下げているようである。

また、ドローンが普及し発掘現場での使用が増えてきた。ここでもSfM-MVS(以下、SfM)が多用され、遺構単体から遺跡全体、あるいは周辺地形までカバーできる。より専門的だが、大型のドローンや航空機を使用した航空レーザー測量では広範囲を迅速に計測できる。注目されるのは、森があっても葉の隙間から届いたレーザーを抽出し地表を表現できることである。伐採せずに、山城や古墳をつぶさに表現した赤色立体地図(アジア航測株式会社)による画像をご覧になった読者もおられよう。世界的にも密林から遺跡が見つかるなど、様々な成果が上がっている。

さらに原理が異なるX線CTにも少し触れると、この方法でも良好な3Dモデルが得られる。装置はかなり高額だが、他の方式が表面形状のみであるのに対し、内部構造のモデルが得られるところが利点である。土器の接合痕や空隙の分布、埋め込まれた昆虫や種子などの把握にも使用されているし、仏像内部などを知ることもできる。

４．埋蔵文化財への３D計測の導入に向けて

埋蔵文化財用に特化した技術としては、株式会社ラングが開発した、レーザーによる一括測定システムが運用されている。300個ほどの石器や土器片を一括で3D計測でき、極めて迅速である。3D計測に限らず、考古資料はしばしば大量にこなす必要があり、こうした迅速性は重要といえる。最近、製品化されており、普及するであろう。さらに、PEAKITという考古資料専用の可視化技術によって、稜線や表面調整なども精度よく表現できる。

ここで再度、SfMによる写真測量について述べる。異なる位置から撮影した多数の写真を解析することで、かなりの密度と正確性が得られる。また、形状だけでなく、テクスチャ(色情報)も同時に得られる。現場での作業が迅速であり、基本的に写真撮影で済むため横穴式石室を数分で一通り終了することさえ可能である点でも優れている(金田2017)。解析にはソフトとコンピュータが要るが、実務で使用するには、それなりの処理能力のあるワークステーションが望ましい。先日、ある教育委員会の人が「じつはSfMをやっています」というので感心していると、「現場で実測するのに時間がかかって面倒くさいから、省力化したかった」という本音が出てきた。動機はともあれそうした効果は期待できるところであろう。

遺物の3D計測でレーザーは、レーザーが当たらない部分があると、数回に分けて作業してソフト上で合成する必要がある。自動・半自動で位置合わせをするものもあるが、モニタで未計測箇所を確認しつつ、計測しながら抜けた部分を埋めていけるハンディタイプもある。一方、SfMは、対象の周囲から撮るか、回転台で対象を少しずつ動かしながら撮るかを状況によって選ぶ。なお、具体的な撮影方法はネットで検索できるが、土器の撮影マニュアルの動画もあり(株式会社ラング)参考になろう。そこでは人が回る例が示されているが、モノを回す方法にも手動と自動制御がある。その他、石垣や壁画、空撮による地形など広い面は、平行に撮影する平行法で撮られることが多い。

機種ごと、ソフトごとの様々な比較テストが行われ、ネットや論文に出ている。SfMソフトは、Agisoft Metashape(旧Photoscan)を使っている人が多いようだが、ほかにも優秀なソフトがある。特性が異なり、どのソフトがよいかは一概には言えない。無料のものやトライアル版で確かめ、使いやすさや品質、価格などで選べばよかろう。

５．極限の現場から

極限状況は、真価の一端を知る手がかりを与えるものかもしれない。いわゆる水中考古学での3D計測の普及は早かったようである。SfMが多用されているが、潜水して作業するため陸上よりはるかに危険で、行動も制限される。潜水時間の制限も大きく、悠長に実測するわけにはいかない。迅速な作業で、リアルで正確なモデルが得られるため、3D記録ということであろう。ここには切実な理由がある。ちなみに、日本では水中遺跡の調査は一般的というにはほど遠いが、海外では非常に盛んで活気がある。日本でも発展が見込まれ、また発展すべき分野といえよう。

また、海外調査の場合も、限られた期間を有効に使いたいという切実な動機がある。帰ってからしっかり検討する必要があるし、遺物の持ち出しも難しいため、3D記録が大いに活用されている。他国のチームにひけをとってはならないという意識もあるかもしれない。さらに、多国籍からなるチームでは、帰国後、世界各地のメンバーで記録を共有し検討するとなると、3Dデータは非常に役立つし、そうする必然性がある(Forte et al. 2015)。

筆者は、鹿児島県三島村黒島にある黒島平家城遺跡(中世)の調査が印象深い。海に面した崖を、道なき道を通って比高差で百数十mも下った所にあり、アクセスだけで相当の体力と時間を費やさざるを得ず、そもそも危険を伴う。限られた装備しか持ち込めず、電気もなく発電機の搬入も

図２　調査区と石列の3Dモデル（SfM、黒島平家城遺跡）

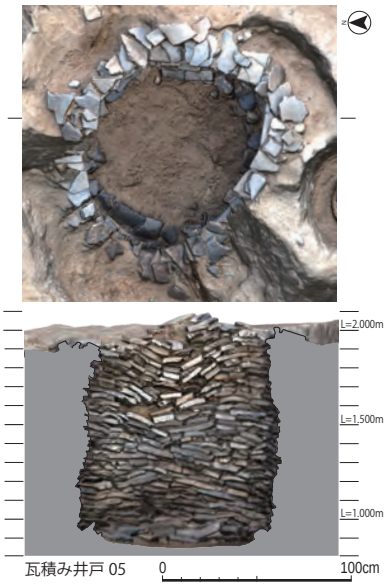

図３　中世の瓦積井戸（SfM、明石・大蔵中町遺跡）

難しい。山かげで夕方はすぐ暗くなるため、長居もできない。過酷な現場だったが、５次にわたる調査を実施できた。このような難しい所は必然的に知恵を絞る。地上を歩き回って撮影した写真からSfMで3Dモデルを作成し、地形の把握と複雑な石列の記録に役立った（図２）。また、この調査では途中から本格的にSfMを使用したが、それ以前に撮影していた多くの写真からも3Dモデルが作成できた。トレンチや土層図の作成もSfMを活用した。

以来、「地上」の発掘調査でもSfMを中心に3D計測を多用している。狭く長いトレンチの土層を真横から見ることなど実際には不可能で、そのような写真も撮れない。しかし、3Dでは歪みのない画像でそれが実現できるほか、周囲の土層との関係を自由な角度から見て検討できるなど大きなメリットがある。これは石室や下記の井戸などでも同様で、不可能が可能になる意義は大きい。

極限の現場ではないが、中世の瓦積井戸で実施したことがある（図３）。瓦を積んだ壁面を真横からも任意の角度からも見ることができ、「井の中の蛙」になって底から見上げることもできる。3Dモデルは瓦の瓦当文様もわかり、色調による瓦の分類も容易である。現場では最初に３基計測したが、念のためレーザーでの計測も併用し、SfM用の撮影もした。試行錯誤の時間を入れても実動５時間の現場

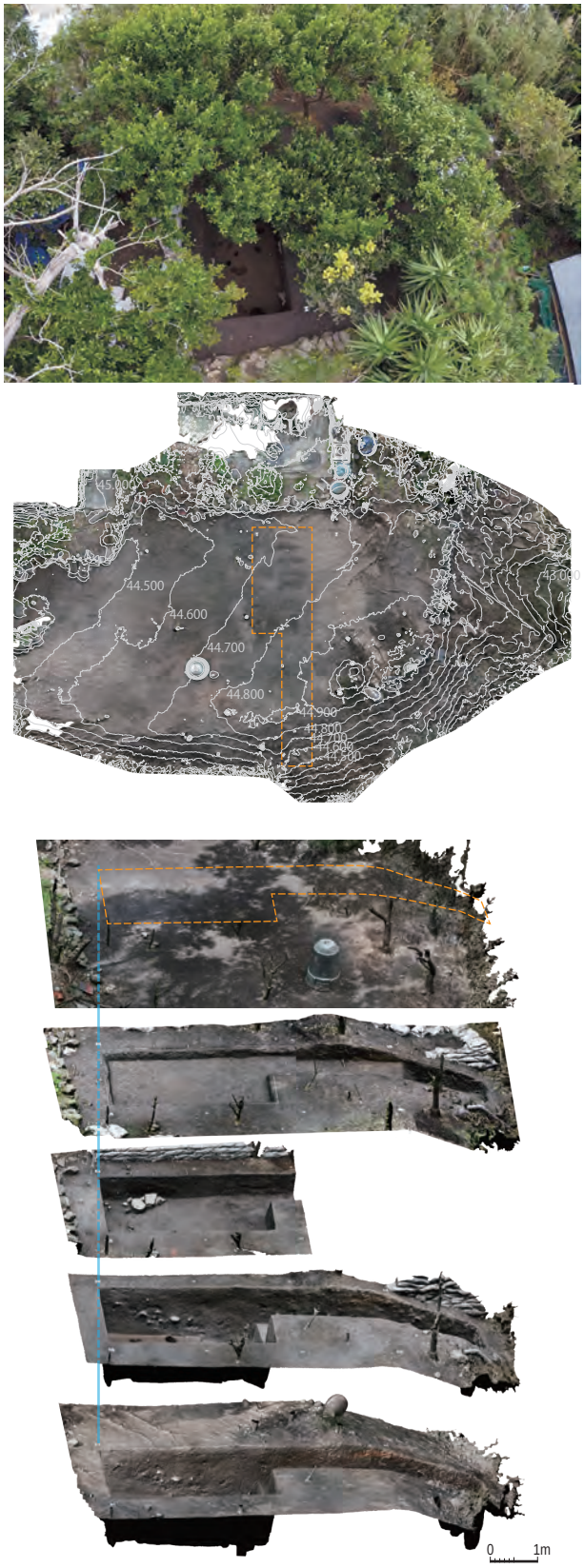

図４　発掘調査の記録（SfM、黒島・大里遺跡）
上：調査区俯瞰写真、中：同区の3Dモデル、下：トレンチの記録。

作業だった。その後、新たに２基検出され再度出向いたときは、1668枚撮影して２時間足らずで済んだ（中園ほか2015b）。一般に、こうした狭く深い遺構の実測には、人的・時間的に多大なリソースを費やすが、cm単位のずれや、つじつまの合わないところが出やすい。現場で気付かなかった情報を含む桁違いの正確さと表現力があり、後々にも利

用できるデータであることを確信した。

蜜柑など低い木が生い茂る民家の敷地内を発掘した際、伐採できないため、上からの写真が撮れずに困った。仕方なく腰をかがめて地面の写真を撮った。できた3Dモデルは上から見ると空撮にも見えるが、ソフト上で木を「伐採」したものである。等高線の自動生成も容易である。また、調査の進展ごとに調査区の3D記録を行った（図４）。自己満足ではなく、現場の効率化と将来に残せる高品質のデータが両立できるのが3Dの特徴でもある。

６．3D計測の特長

ここで少し、3D計測の特長を述べたい。まず、取得したデータやモデルを劣化することなくコピーできることなど、デジタルのもつ一般的な特長があてはまる。蓄積する重たいデータをどう保存し続けるか、いかに管理していくかなど課題も多いが、長所はそれをはるかに凌ぐ。

大きな特長は、人間の解釈のフィルターをほとんど通していない記録だということである。本物ではないが、「三次元コピー」とも表現でき、あたかも現物のように心ゆくまで検討ができる。これは将来的な活用も期待できることを意味する。遺物の棄損や紛失への備えともなろう。破壊される遺構はなおさら、テクスチャ（近似的な色情報）付きの3Dデータとしての保存が期待される。ただし、解像度など3Dデータの品質について、どの程度のレベルで記録するかは常に問われるべきである。

「三次元コピー」と表現したが、普通の実測図では丸石や円磨された礫を用いたものなど、立体的で稜線が見えないものは表現が難しく、実測者による変異も甚だしい。また、埴輪の顔のように実測図にすると実物とのギャップがあるものも多い。壁と床の境がわからないルーズな竪穴住居跡を調査したことがあるが、平面図のどこに境のラインを引くか悩んだ。描く人によって数十cmも変わってしまう。そもそも引くべきなのか？　以上のように、曲面を影も付けない白黒二階調の線だけで表現するには限界があり、筆者自身、無理やり描いた罪作りな図があるのではないかと反省する。3Dならば、ありのままを計測できる。線画による表現の限界を超えて、複雑なものにも、単純すぎて特徴が捉えにくいものにも適用できるメリットは大きい。

ともあれ、情報量の多い記録を沢山残したい、正確に記録したい、限られた時間を他のことにも振り向けたい、といった様々な願いに応えることも可能にするのが3Dかもしれない。既述のように実測作業が苦労のわりに報われないことがあるとすれば、そこに比重をかけすぎず、より高次の考古学研究や埋蔵文化財の幅広い業務などやるべきことに力を振り向けることも、考える余地はあろう。

遺物の実測の場合、１個当たり数点～せいぜい数百点の計測点をmm単位で計測するのに対し、3Dでは数十万～数百万点を細かな単位で計測／生成し、場合によっては数億点のこともある。情報の密度や精確さでは比べようもない。形の情報だけでなく、テクスチャを付けることで重要な情報となる。テクスチャを外すことで文様が理解しやすくなったり、石造物の銘文が判読できたりすることもある。

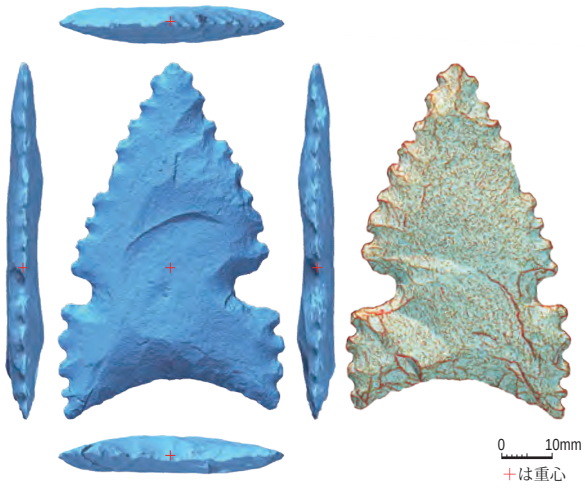

図５　縄文時代の石銛（レーザー計測、黒島・赤鼻遺跡）
重心位置の表示と曲率表示による可視化。

さらに、取得したデータを解析することで様々な検討に使用できる。例えば、見えにくい細かな線をフィルター処理で可視化することも可能である。そうした機能を備えたフリーの編集ソフトもある。ライティングをパソコン上で変えながら観察できるのも便利である。そうして土器表面に残った未知の技法の検討に役立てたこともあり、重宝している。前述のPEAKITは考古学に特化した優れたものであるが、すでに発掘報告書で膨大な資料にそれを適用した例が出ており（岩手県文化振興事業団埋蔵文化財センター2018など）、新たな局面を迎えつつある。また、後述のように、様々な定量的分析への応用が容易である。三次元的な重心位置の計算（図５）、任意の部位間の距離の精密な計測、体積計算などもソフト上で容易にできる。デジタルであるため、統計解析やGISなどとも親和性が高い。

3Dという手段が加わると多様な視点が生まれる。文化財の保存の面では、例えば石室、石垣、その他石造物を計測して変化を長期的にモニタリングすれば、保存方法の策定にも役立つ。なお、石造物の各部が変動を繰り返しながらバランスを保ってきたことが3Dで確かめられれば、安易にコンクリートで固定することなく、そうした歴史的来歴を尊重する保存方法も考えられる（津村2017）。新たな発想を生む可能性もあるのである。

７．応用研究の例

遺物の例を述べたい。3Dマッチングなどいくつかの応用に触れたが、目的に応じて様々な活用が可能である。3D計測はごく小さなものや部分でも可能である。デジタル顕微鏡など3Dモデルを生成する機能が備わった機器もあるが、原理的に大きさを問わないSfMは、接写や顕微鏡写真にも適用できる。土器に残った籾圧痕などにも適用可能である（永見2018；山口2017）。つまり、3Dを一貫して大きなものから小さなものまで幅広く適用できる。

筆者も細部を問題にすることが多いが、弥生土器表面のハケメを比較するためにSfMで3Dモデルを取得したこと

がある。0.1㎜ピッチのレーザースキャナではやや粗いため、接写リングを付け、対象をメカニカルステージで少しずつ動かしながら平行法で撮影した。その結果、ハケメの条線間の微細な線も捉えることができた(図６)。

吉備(岡山)を中心に分布する特殊器台は、埴輪の起源として重要な遺物である。筆者らは完形品１個体に6000枚の写真を撮り、3Dモデルを作成した。非常識な数だが、細部の研究に要した。重要文化財のため制約が多く、許された時間はほぼ撮影に費やした。解析の結果、自由に形態を観察できるようになっただけでなく、文様の展開図を生成することで、透し孔やヘラ描文の配置、黒斑の位置関係などが確認できた。大きな成果は、文様の筆順や孔の開け方などが明らかになったことであり、システマチックな装飾手順が復元できた。内面のケズリ痕から、工具と製作者の身体の三次元的な動きも把握でき、全ての透し孔の断面を生成することで、透し孔のある段ごとに固有の角度があることも発見した。孔を開けるときの製作者の姿勢が反映しており、途中で大きく姿勢が変化したことが推定された(中園ほか2018)。着想しだいで様々な応用ができる。

中世の国際貿易都市である博多遺跡群では、日本では珍しい中国南宋様式の瓦が出土している。日本製説と、中国製で中国に同笵瓦(同じ型で文様を作成した瓦)があるはず、という説があったが、筆者らはついに浙江省の寧波でその可能性のある瓦を発見した。3Dマッチングで文様や傷が一致し、同笵が確定できた(図７)。胎土分析と合わせて、日宋貿易の中国側の拠点、寧波から1000㎞の海を越えて船で運ばれたことが判明した(中園ほか2015a,中園2017)。日宋貿易について、文献史料からはうかがえない部分の解明に多少とも貢献したことになる。

単に形を見たり、作図の下絵としたりするだけでなく、様々な研究に活用できる。3Dを前提とした、従来ない研究も出るようになった。定量的分析への応用例はすでにいくらかあるが、3Dデータをもとに既存の計測点や展開法などに縛られない自由な表示や解析も可能であり、石器形態の解析などで興味深い試みがなされつつある(e.g. 野口2019; Sholts et al. 2017)。2019年９月にヨーロッパ以外で初めて、仙台で考古学・人類学の形態測定学に関する国際会議Morph2019が開催され、そうした研究の機運が高まっている。3Dの進展とともに、感覚的・定性的な分析から定量的な分析へと幅を広げつつある。

８．パブリック考古学

3Dは普及面でも優れている。スミソニアンや大英博物館をはじめ、全資料の3D化に取り組む博物館があり公開されつつある。そうすることによるリスクとメリットを天秤にかけて公開が決断されたもので、欧米を中心に文化財を出し惜しみせず真に公共化する動きともいえよう。現在、文化財を取り巻く状況は世界的に変わりつつある(平川2017)。日本でも自治体などで文化財(遺跡・遺物)の3Dモデルの公開を始めたところも散見され、今後、世界の潮流に少しでも追いつき、追い越すように期待したい。

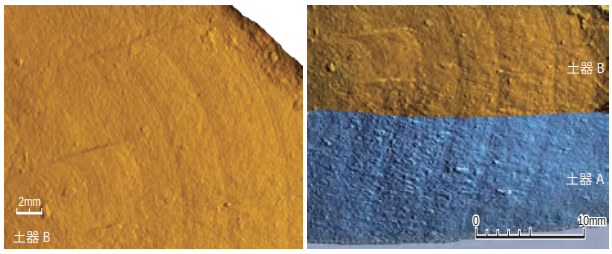

図６　ハケメのマッチング(SfM)

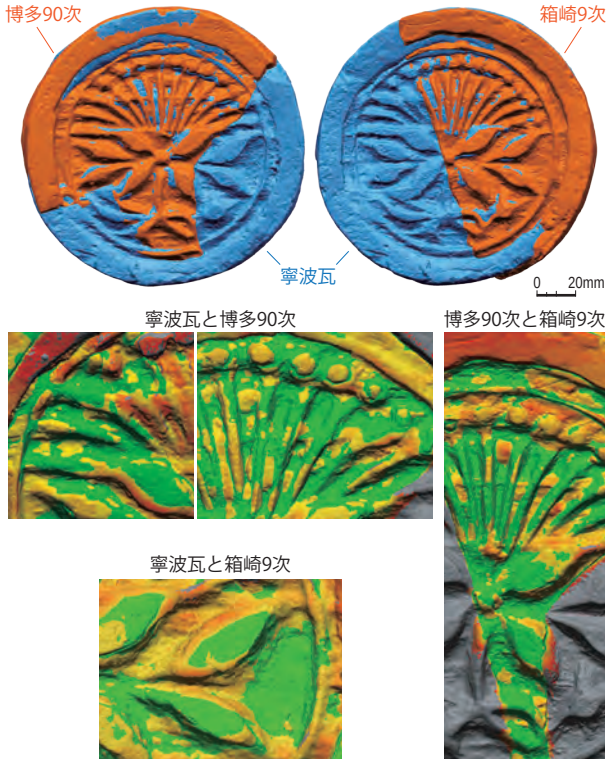

図７　中国南宋様式の同笵瓦のマッチング(SfM)

筆者の教え子の川宿田好見さんは、香川県小豆島で活動している。そこには大坂城築城の石切丁場跡があり、文化財を利用した地域おこしや博物館活動をしている。割られたまま現地に残った「残石」をSfMで3D計測し、それを3Dプリンタで縮小出力したレプリカをその石の場所で接合して見せている。この3Dモデルの解析やレプリカ作成は、やはり教え子の太郎良真妃さんが尽力した。割られた石どうしが接合するのは理解できるが、レプリカで実際にやってみることができ、接合することは百も承知の専門家でさえ、試すと感銘を覚えるそうである(川宿田2017)。

日本学術振興会の「ひらめき☆ときめきサイエンス」事業で、中・高生向けのプログラムを開催する中で、筆者はSfMにチャレンジしてもらっている(図８)。また、川宿田さんの指導で、小豆島の神社の石灯籠や祭りに用いる獅子頭を小学生が3D化した。文化財の記録は誰もが実施できるようになったことを如実に示しており、行政や専門家が独占的に行う必然性さえ揺らいでいると感じる。

欧米では「3D考古学」を標榜するむきがあり、3D計測は調査の標準となりつつある。トルコの有名な遺跡であるチャタルヒュユクでは本格的な取り組みがなされている

(Forte et al. 2012)。主導しているフォルテ教授にうかがったところ、3D記録を全てとるのは当たり前にしており、むしろその後のデータの保存が課題とのこと。バーチャルによる発掘追体験などの教育活動も行われている。

筆者らも発掘調査で3D記録を多用しているが、今後さらに徹底した記録をするよう計画中である。現地での説明会や展示会でも3Dの活用が有効であることを確かめており、今後はVRなども多用しつつ活動を進めていきたい。

図８　生徒たちによる三次元計測

左：ひらめき☆ときめきサイエンスでの中・高生の実習、
右：小豆島の小学生による撮影とレプリカ。

９．おわりに

日常生活に幅広く、奥深くまで3Dをはじめとするデジタル技術が浸透している現在、国内には先進的かつ高度な技術があり、条件的には恵まれている環境にある。述べてきたように、3D技術は考古学、埋蔵文化財の調査、研究、保存、管理、公開・共有、教育・普及など、関係するあらゆる場面に活用でき、実際に、それなりに進みつつあるといえよう。欧米先進国の考古学では先進的で徹底した取り組みが行われ、一方インフラの整備もままならない発展途上国の考古学では3Dによる記録と活用と教育に大きな望みを託すむきがある。

国内では実践例が増えているが、どこか今一歩の感もある。私たちは何を果たせるのか。考古学・埋蔵文化財に関係する多様な人・組織が、それぞれの背景をもちながらも、しっかりと対話を進め、仕組みと哲学を早急に構築していく必要があると思っている。そのようなとき、民間調査機関の果たす役割はとりわけ大きいものがあろう。

本稿は、2019年11月30日に福岡市(福岡商工会議所)で行った第２回技術研修会での講演に基づき加筆修正した。当日貴重なご意見やご感想をいただいた方々に感謝いたします。(MEXT科研費JP19H05733による成果を含む)

文献

岩手県文化振興事業団埋蔵文化財センター 2018『浜川目沢田Ⅰ遺跡発掘調査報告書』岩手県文化振興事業団埋蔵文化財調査報告書689,山田町建設課・(公財)岩手県文化振興事業団.

川宿田好見 2017「地域コミュニティと博物館活動と三次元記録」『季刊考古学』140(特集 3D技術と考古学),pp. 72-75.

金田明大 2017「遺跡・遺構の計測」『季刊考古学』140(特集 3D技術と考古学),pp. 46-49.

津村宏臣 2017「文化財の“保存・修復”から3Dモニタリングへ」『季刊考古学』140(特集 3D技術と考古学),pp. 89-91.

中園聡 2002「土器の実測」『博物館実習マニュアル』pp. 187-201.

中園聡 2017「九州出土の中世中国系瓦の三次元記録と検討」『季刊考古学』140(特集 3D技術と考古学),pp. 34-37.

中園聡編2017『季刊考古学』140(特集 3D技術と考古学),雄山閣.

中園聡・太郎良真妃・平川ひろみ・下小牧潤・楊　帆 2015a「超・遠隔地交渉における同笵関係の検討―中国と日本出土の中世中国系瓦―」『日本情報考古学会講演論文集』15(通巻35),pp. 64-68.

中園聡・太郎良真妃・平川ひろみ 2015b「大蔵中町遺跡の瓦積み井戸の三次元計測」『大蔵中町遺跡』明石市文化財調査報告書５,pp. 81-85,明石市.

中園聡・太郎良真妃・平川ひろみ・春成秀爾 2018「宮山式特殊器台の3D計測とその検討」『日本考古学協会第84回総会』,pp. 42-43.

永見秀徳 2018「土器の種子圧痕同定におけるSfM/MVSの有効性」『文化財の壺』６,pp. 42-47.

野口淳 2019「石器形態情報の要約方法―3D計測データ解析のために―」『日本情報考古学会第42回講演論文集』22(通巻42),pp. 34-36.

平川ひろみ 2017「普及する三次元記録とその応用―日本と海外―」『季刊考古学』140(特集 3D技術と考古学),pp. 64-67.

山口欧志 2017「遺物の微細痕跡の資料化」『文化財の壺』５,pp. 16-19.

Forte, M., Dell'Unto, N., Issavi, J., Onsurez, L. and Lercari, N. 2012. 3D Archaeology at çatalhöyük. *International Journal of Heritage in the Digital Era*, 1: pp. 351-378.

Forte, M., Dell'Unto, N., Jonsson, K. and Lercari, N. 2015. Interpretation Process at çatalhöyük. using 3D. In Hodder, I. and Marciniak, A. (Eds.), *Themes in Contemporary Archaeology: Assembling Çatalhöyük* (pp. 43-57). Leeds: Maney Publishing.

Sholts SB, Gingerich JAM, Schlager S, Stanford DJ, Wärmländer SKTS 2017. Tracing social interactions in Pleistocene North America via 3D model analysis of stone tool asymmetry. *PLOS ONE* 12(7): e0179933. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0179933

調査士会 概要

総務委員会　委員長　　橋本眞紀夫

国内に先駆けて、2005年４月に公益社団日本文化財保護協会の前身である一般社団法人日本文化財保護協会は、設立総会において資格委員会を設置し埋蔵文化財調査士と埋蔵文化財調査士補の資格付与の検討を始めていた。2007年４月には資格制度が完成し、同年７月には、埋蔵文化財調査士補の指定講習会を開始した。同年９月には試験を実施し、同年12月には合格した資格者の登録がなされ、埋蔵文化財調査士と埋蔵文化財調査士補の誕生となった。

この制度は、毎年７月から11月にかけて講習会と試験を実施し、有識者による第三者委員会の試験管理委員会が合否判定を行い、今年度で14回目となる。2010年に当協会は、内閣府認定による公益社団法人となり、新たなスタートと共に埋蔵文化財調査士と埋蔵文化財調査士補は内閣府認定の法人格を持つ組織の資格者となったのである。13回目となった2019年度での合格者が加わり、現在は埋蔵文化財調査士が398名、埋蔵文化財調査士補が359名となり合計のべ757名の資格者数となっている。

この資格制度について日本文化財保護協会では、「国民共有の財産である埋蔵文化財の発掘調査に携わる者に必要な専門技術や技能を育成するための資格認定制度を実施している」と説明し、さらに「埋蔵文化財調査に携わる者の知識及び技術の向上を図り、埋蔵文化財調査の円滑化を促進し、もってわが国の文化財保護に寄与することを目的としたものです。」と謳っている。この精神や資格要件については制度の基本は開始から変わっておらず、この14年間踏襲したものとなっている。

資格者たちは、日常の調査業務や研究にも関わることから資格を取得すれば良いというものではなく、知識や技術、調査力の向上のため CPDシステム（継続教育）が義務付けられている。５年毎にCPDポイントの申請更新が条件とされ、厳しいものとなっている。

この様な経緯を経て2018年３月の理事会では、埋蔵文化財調査士と埋蔵文化財調査士補から構成される「調査士会」の発足が決議され、組織化（調査士会準備委員会）と活動計画が検討された。

２年が経過する中、全国で調査業務を行なっている埋蔵文化財調査士・士補達が容易に日本文化財保護協会（東京）に招集できないことから、「調査士会」の発足は停滞していた。しかし、今後はWeb会議システムを活用することによって、方針や計画を協議し、活動する可能性を高めたい。

全国の会員会社に所属する埋蔵文化財調査士・士補の方々を、北海道・東北、関東、中部・北陸、近畿・中・四国、九州・沖縄の各地域の会員会社から２名程度推薦していただき、10名程度の執行部による新たな活動を計画・協議していきたい。

例えば、「紀要」の構成･編集参加、考古検定検討委員会への協力、技術研修会への提案や会場協力、調査ハンドブック・安全衛生マニュアル作成協力、講演会参加協力、地域の文化財関連イベント参加協力など、活動範囲は広い。さらに、埋蔵文化財調査士・調査士補の人達同士の情報共有や交流を通じて、考古学研究や埋蔵文化財調査・研究の協力関係を構築していきたい。

編集後記

この号がお手元に届く頃は、「盛夏の候」という言葉が似合う季節かと思われますが、今年は春先以降の新型コロナウィルス感染症の拡大を受けて、日々の生活も深刻さを増すばかりで、改めて生きるという尊さを思い知らされた昨今ではないでしょうか。

さて、『紀要』第４号は如何でしたでしょうか。コロナ禍のなかにあって、今号の作成にご協力いただきました皆様に改めて感謝申し上げます。第４号は、このたび『飛天』より分離上梓され、新しいスタートとなりました。

創刊号に坂詰秀一会長は、「紀要の刊行は会員各社の「調査力」の実際を報知するとともに「企業内研究者」の実践射行を具現する企てである」と記しています。また、『紀要』は、組織の顔であるとよく言われますが、目次を眺めるだけでも、その組織の取り組みを知ることができるからでしょう。

本号では、はじめて二題の論考を掲載することができました。また、技術研修会での講演録を論考という形で杉山真二先生と中園聡先生にまとめていただきました。これからも『紀要』を通じて、日文協の独自性を表現していきたいと考えています。

埋蔵文化財調査士・調査士補の皆様の日々の証として、調査力が反映され、それを糧として当協会の『紀要』に著書として結実できることを願っています。

技術研修委員会委員長　河合 英夫

投稿規程

１．投稿資格
公益社団法人日本文化財保護協会の埋蔵文化財調査士・調査士補の資格を有する者。
２．募集原稿
次の３分類とします。
①調査遺跡報告　２ページ
会員会社が業務として関わった遺跡の紹介。発掘調査報告書刊行済みの遺跡であること。
※支援業務等であっても報告書作成に関わった場合は、所管教育委員会の許可が得られれば投稿可とします。また、各地域の遺跡発表会等で報告した原稿も同様の許可が得られれば再掲可とします。
②研究ノート　２－４ページ
Ａ　遺構・遺物の資料紹介　※未発表の資料の場合も掲載可能ですが、所有者の許可を必ず得るようにしてください。
Ｂ　考察・小論考。自然科学分析による考察・小論考も含む。
③論考　10 ページ以内
考古学に関連する内容の論考
３．体裁
①原稿の字数は、25 字× 48 行の横２段組とし、２段の間隔は５㎜。図版類（図・表・写真）を含めて、A4 版仕様で上記の上限ページ数とする。本文の文字サイズは９ｐ。
②タイトルは 14 ｐ、所属会社名・氏名は 11 ｐ、資格番号は 10 ｐで（士－ 000）のようにカッコ書きしてください。
③見出しは 10.5 ｐとし、見出し番号と見出しをつけ、改行してください。
例）１．調査の経緯と経過
小見出しは本文と同様９ｐとし、小見出し番号をつけ、改行はしないでください。
例）①基本層序
④余白は、印刷サイズで上 10㎜ 下左右 20㎜　原稿募集時に添付するフォーマット（Word データ）を参照ください。
⑤図版類はカラー可。「.jpg」「.tiff」「.psd」「.eps」「.ai」などの形式で保存して､各図版番号を明記して、個別ファイルとして提出してください。
⑥本文中に図版の挿入場所をご指示下さい。 例）石器 50 点が出土している（図１）。
⑦図版類の掲載場所などに指定がある場合は、ＰＤＦにて組見本を添えてください。ない場合は、縮尺変更など編集委員会で適宜おこないます。
⑧文章表記は「である体」で執筆し、度量衡は㎝・ｍ・㎡等の記号、数量は算用数字（半角）、一桁のみ全角を使用する。
⑨タイトルのルビは文字上部に、本文中のルビはカッコ書きで執筆してください。
４．原稿〆切等
紀要５号は令和３年度に刊行予定です。令和３年度の年度初めに埋蔵文化財調査士・調査士補・会員会社へ通知し、投稿希望者を募ります。
５．入稿後に校正を１回行い、紀要編集委員会による査読を行います。
６．投稿上の注意事項
①「調査遺跡報告」（場合によっては「研究ノート」も）の投稿にあたっては、所管教育委員会に掲載許可を得てください。
②所属会社の文化財担当責任者に『紀要』に投稿する旨を伝えてください。
③掲載する図版類の版権所有者・機関からの許諾は執筆者の責任において事前に取得してください。
７．著作権等侵害、個人の誹謗中傷があると判断した場合は掲載しませんので、ご注意ください。

公益社団法人日本文化財保護協会『紀要』　第４号　2020.8

令和２年８月　発行

発　行　公益社団法人日本文化財保護協会
所在地　東京都中央区日本橋富沢町 10-13-301
電　話　03-6206-2190　HP　http://www.n-bunkazaihogo.jp/

発行者　長谷川　渉

編　集　技術研修委員会　編集部会

印刷所　有限会社平電子印刷所
所在地　福島県いわき市平北白土字西ノ内 13
電　話　0246-23-9051

※本誌記載の文章・写真・図版類の無断転載はご遠慮ください。