

## 石器の研究法

### —報告文作成に伴う分析法②b—

町田 勝則

#### I. はじめに

#### II. 報告文作成に伴う研究方法

##### ☆科学的分析法（b 外的分析法）

##### ☆実践

##### A 使用痕分析法

1. 使用痕跡の種類
2. 分析の視点と器具

1. 石鏃・石槍
2. 刃器
3. 磨石・敲石・凹石

##### B 付着物分析法

1. 付着物の種類
2. 分析の視点と器具

4. 磨製石斧
5. 打製石斧
6. 石錐

#### III. おわりに

#### I. はじめに

報告文作成に伴う手法「遺物の整理法」には、観察法・記録法・分析法がある。観察法と記録法は、便宜的に①観察と計測、②図化と撮影、③出土状況と分布に区分し、①と②については、すでにまとめた〔町田1995・1996〕。分析法は①統計的処理法と②科学的分析法に区分し、①は観察と記録法にて整理された遺物(石器)個々の属性につき、考古学的研究法に見合った解析法・提示法を検討するものである。②は石器の属性記録を補正・応用するもので、現在試行されている化学的手法についてである。化学的手法にはa 内的分析法とb 外的分析法があり、a には岩石名の分類や産地の推定分析、さらには年代の測定分析などが含まれる。一方、b の外的分析法には使用痕の分析や付着物の分析などを挙げることができる。今回は②科学的分析法の中で、b 外的分析法に関してまとめておく。

#### II. 報告文作成に伴う研究方法

##### ☆科学的分析法（b 外的分析法）

##### A 使用痕分析法

##### 1. 使用痕跡の種類

石器に観察される使用痕跡には、損傷や損耗がある。これらは、その状況や程度などから2つの型に区別して扱われている。欠(折)損・表裏面の剥落・亀裂(ひび)など石器本体に認められる致命的な破損状態と、器面の摩耗や微細な剝離痕(刃こぼれ)など使用に耐えうる程度の損傷状態である。S.A.セミョーノフの分類による第一型(石器の顕著な変形)と第二型(微細変

形)である(1)。第一型は一般に肉眼観察で十分識別できる範囲にある。第二型は簡単な凸面レンズから顕微鏡観察によって確認できる範囲にあり、顕微鏡レベルのものは、さらに実体顕微鏡など低倍率で観察できる範囲と金属顕微鏡など高倍率な領域が必要なものに区別されている。

本来使用痕跡の研究は、ある特定の作業を行った場合、石器の操作方法と作業対象物の種類によって、それらに応じた特徴的な痕跡が発達すると言った仮説に基づいたものである。我々が実際に道具を用いて何らかの作業を行ったとしても、化学的あるいは物理的な変化は必ずや生成されるのであり、この意味で“使用痕跡”は現われる。ただ、その痕跡をその都度見極めていくことと違って、石器に現われた痕跡は、使用結果の累積である。対象物の材質、石器機能部の状況、作業内容や時間などによって、表面変化の状況は多岐にわたると予想される。特に高倍率下で、それらひとつひとつを“使用痕跡”として判別し、類別していくことは至極難しい(2)。この課題を解消する糸口として、「実験使用痕研究」(3)が位置付けられている。複製石器を用いた使用実験により、痕跡の種類や状況に一定の見通しを立て、全く別の見地から生成された痕跡との比較によって、その痕跡の種類や状況の規則性を見出していく。この正しさを証明する実験として、ブラインド・テストを繰り返す〔文献1〕。現在この「実験使用痕研究」によって、判別可能とされる痕跡の種類は6つある〔文献2〕。イ微小剝離痕・ロ光沢・ハ線状痕・ニ摩滅・ホ破損・ヘ残滓である。ただし実際にはそれらが個々独立して存在するわけではなく、複合して観察される場合が多い(4)。文献2が示すように、使用痕跡を総合的に判断するための基準である。この基準型を実践上に載せると、使用痕跡の2つの型である第一型がホに第二型がイ～ニに相当し、ヘは以下に述べる付着物に該当する。一般的に第二型は“摩耗・摩滅”と呼ばれる現象に集約され、報告文作成段階での類別は、この観察を主眼とする。“摩耗”は面的な広い範囲の変形であり、“摩滅”は立体的な局部範囲の変形と捉えておきたい。具体的には刃部の観察には摩耗を、刃先の観察には摩滅を使い分ける。すなわち第二型の細別にはイ～ニを基本的には援用するものの、ロ光沢・ハ線状痕は“摩耗痕跡”に、ニの摩滅はイ微小剝離痕を含めて“摩滅痕跡”として扱うことにする。

#### 《第二型の細別》

##### a. 摩耗痕・光沢(polish)

使用対象物との接触により引き起こされた、石器表面の摩耗(wear)。摩耗は原則的に線状痕を伴うと考えられるが、顕微鏡レベルで、特に500倍以上でしか観察できない程の微細な線状痕は、凹凸が均質で面的に発達した摩耗部を形成する。この部分に自然光または人工光を当てた時に、反射し光った状況を俗に光沢(polish)と呼ぶ。したがって電子線の反射を利用した電子顕微鏡では、光沢面はすべて摩耗面として観察される。

##### b. 摩耗痕・線状痕(striations)

使用対象物との接触により引き起こされた、石器表面の摩耗。摩耗部を形成する線状痕の内大きく線的に削れ、凹凸の激しい状況、特に200倍以下で観察が可能なものを扱う。

##### c. 摩滅痕・微小剝離痕(microflaking)

使用対象物との接触により引き起こされた、石器機能部の摩滅・損傷。細かな剝離痕跡を伴

うような刃こぼれ(fracture)を微小剝離痕(2)あるいは刃部損傷(edge damage)と呼び、剝離痕跡が明瞭ではない損傷状況・潰れ(rounding)を摩滅とする。

## 2. 分析の視点と器具

石器使用痕の内、第一型は肉眼観察で十分対応できる程度のものである。観察の視点は石器器種の全体形を念頭に置いて、観察と計測法の要点に基づき実施する。第二型は観察すべき器種さらには痕跡の種類によって、凸面レンズ(ルーペ)から走査電子顕微鏡(SEM)まで幾つかの段階に分けて対応する必要がある。すなわち磨石や砥石の観察にはルーペ、打製石斧や磨製石斧では実体顕微鏡程度、石鏃や石匙には金属顕微鏡程度を併用し観察を進める。

| 器具の種類と倍率<br>石器の種類 | ルーペ |     | 実体顕微鏡 |      | 金属顕微鏡 |     |      | 走査電顕 |      |
|-------------------|-----|-----|-------|------|-------|-----|------|------|------|
|                   | <3  | <20 | <40   | <100 | 200   | 500 | 1000 | 500  | 1000 |
| 石鏃・石錐・(磨斧)        | △   | ○   | ○     | ◎    | ◎     | ○   | △    |      |      |
| 石匙・刃器(UF)・みがき石    | △   | △   | ○     | ○    | ◎     | ◎   | ○    | ◎    | ◎    |
| 打製石斧・磨製石斧         | ○   | ◎   | ◎     | △    |       |     |      |      |      |
| 磨石類・台石・砥石         | ◎   | ○   |       |      |       |     |      |      |      |

(◎適当 ○可 △どちらでもよい)

使用痕の観察は、鏡下で石器表面を精査することから始める。検査に先立ち、石器表面を清浄化することが大切で、アセトンやエタノール等簡単な薬品洗浄を行う場合もある。ただし土や埃、手油などが極度に付着した資料以外は、通常の場合、金属顕微鏡(200倍)程度の観察には水洗洗浄で支障をきたさない(5)。むしろ注意すべきは、報告文作成段階での基礎整理の中にあり、ごく普通に行われる注記作業、ポスターカラーなどによる書き込みやニス塗布、あるいは作図作業に伴うチョークや手油によって、検鏡を妨げてしまう場合が多い。したがって使用痕観察を行う場合には、それを予め「整理の方針と手順」に組み込んで、目的が十分達成できるように配慮する必要がある。この意味では、一部破壊を伴うような化学分析との順序も考慮しておかなければならない。

痕跡の観察は、類別として設定したa～cまでを検査し、その種類と確認できた部位を示すことが第1段階である。第2段階はa～cを、それぞれに検討する一より細かく類型化していく一作業で、痕跡の状況(形態的特質・発達度など)を整理・記録することである。記録は観察者が同一の視点に立って進められることが前提であり、観察結果は追試による変更をきたさないものでなければならない。細別型の同定や認定には、通常、「実験使用痕研究」によって裏付けられた成果を、ひとつの基準型として該当させる手法をとるが、実際には経験の度合いによる個人差に左右されることが多く、共通の視点で実施することが難しい状況にある(6)。また実験の成果そのものに対する疑義も提示されている時点〔文献1〕で、痕跡のタイプから対象物を推定することには、少なくとも報告書作成段階では、慎重であるべきであろう。現状では報告者各々が、痕跡の状況を自らの視点で観察・記録し、決して勇み足にならないように提示していくことである(7)。ひとつの手段として、観察写真を添付することで、成果の共有化を図ることも大事である。

### a. 凸面レンズ（ルーペ）

一枚の凸面レンズを使用し、自然光下で観察する。操作は最も平易で、資料を手に取って、あらゆる部位を観察できる利点がある。使用痕第一型から第二型の第1段階程度の観察、特に5倍以下での観察に適する。10倍を越えるレベルでの観察も可能ではあるが、資料の大きさに制限されなければ、顕微鏡装置に切り替えるほうが適切である。磨製石斧や打製石斧などの大形剥片石器や磨石類のような礫核石器の観察に有効である。

### b. 実体顕微鏡

二枚の凸面レンズ(対物・接眼)を使用し、自然光あるいは人工光源(ハロゲンランプ)を用いて観察する。通常、一眼の対物レンズと双眼の接眼レンズによって構成され、各々のレンズを組み替え、観察倍率を上げることが可能である。ズームレンズを挟む型式のものは、さらに高倍率化をはかることができる。使用痕第二型の第1段階及び第2段階、特に10倍～60倍程度の観察に適している。ただしa摩耗痕跡中、光沢の確認には適さない。100倍前後、あるいはそれを越えるレベルでの観察も十分可能であるが、実際には試料台(ステージ)が固定式である場合が多く、凹凸の激しい器面に対して、低い分解能・浅い焦点深度で、石器を手で動かしながら観察を続けることは、非常に困難である。むしろ低倍率で分解能を高く保ち、視野数を広げて、石器を自由自在に動かし、第二型第1段階の作業を進めることを主意とすべきであろう。S.A.セミョーノフによる使用痕観察の成果は、この機能性を十二分に生かした結果であったと言える。現状では、大形剥片石器や礫核石器の器面観察・記録化に有効な機材である。

また写真撮影は落射照明付きの型式を利用しても良いが、低倍率の場合、電圧を調節し視野の明度を上げるには限界がある(8)。落射光源を切って、外部から補助光源を用いることによって痕跡部を一層明瞭にできるが、反面、光沢などの痕跡の確認は難しくなる。

### c. 金属顕微鏡

対物・接眼レンズを使用し、自然光あるいは人工光源(ハロゲンランプ)を用いて観察する。使用痕観察には、人工光源を用いた落射投光管用装置と、5穴レボルバーによる3つ以上の対物レンズを備えた型式が便利である。使用痕第二型の第1段階及び第2段階の観察に適している。特に100倍～200倍程度の観察に優れ、実体顕微鏡では難しいa摩耗痕・光沢の観察が可能である。L.H.キーリーの使用痕観察は、この点に着目した成果であったと言える。レンズを組み替え、観察倍率を500倍・1000倍と上げることが可能であるが、凹凸のある石器表面の使用痕を、水平に保って視野絞り内いっばいに移し込むのは仲々難しい作業である。またノマルスキー微分干渉装置のついた型式を使用すれば、微分干渉プリズムにより、背景の干渉色を灰色系から赤紫系(-100～600nm)まで変化させることができる。灰色系を使用すればコントラストのある立体的な観察が得られる。ステージは通常、X軸・Y軸方向に回転可能であるから、接眼レンズを覗きながら、資料の観察スポットを自由に移動できる利点がある。ただし市販のものはステージの高さとクレンメルに固定できるスライド板の大きさに制限があり、観察資料が制約されてしまう。可能ならば石器観察用に改造することを薦める。小形剥片石器の器面観察・記録化に有効な機材である。

写真撮影は三眼鏡筒の落射照明付きの型式であれば十分可能である。注意するのは他の機器も同様であるが、直筒部に入る撮影用レンズの倍率によって、観察倍率と撮影倍率に差異が生じることである。通常はスケールをミクロンメートル( $1\mu\text{m}=1\times 10^{-3}\text{mm}$ )単位で表示すればよいが、撮影倍率さらには引伸し倍率を明記することも必要であろう。

#### d. 走査電子顕微鏡

光よりも波長の短い電子を使うことにより、光学顕微鏡では観察しづらい、あるいは観察不可能(9)な微細な表面変化を観察することができる。原理的には、電子を電子銃によって発生させた後、集束レンズで電子線束を作り、磁界型偏向器(走査コイル)を用いて、この電子線束の照射位置を操ることにより、資料上を走査させる。電子発生装置の違いにより、フィラメントを加熱した熱電子放射型電子銃による走査電子顕微鏡(SEM)と、タングステン冷陰極を放射源とする冷陰極電界放射型電子銃による走査電子顕微鏡(FE-SEM)に区別される(10)。資料に照射された電子線は、二次電子・反射電子・X線・オージェ電子・光などを発生させるが、この内最も信号量の多い二次電子の量比を照射位置と対応させて、ブラウンカン上に明るさの度合いとして表示させる。使用痕第二型の第2段階の観察に適しており、100倍～1000倍の観察倍率、全てに適用可能である。特に摩耗部の観察には優れ、光の乱反射もないため、光沢部の形状や線状痕の存在が明瞭に観察できる。ただし電子線を使用するので、資料表面に付着したガスを取り除き真空にする作業や、資料表面の帯電を防ぎ、二次電子の放出量を確保するための蒸着作業(11)など、準備に時間がかかる。また通常の場合、資料室の大きさには限界(12)があり、検鏡できる資料に限られるなどの難点もある。

SEMで欠かすことのできない機能は、「実験使用痕研究」で定められた基準のひとつ、残滓、すなわち石器表面に固着したと考えられるような付着物についての観察である。石器表面に、使用に直接関与したと考えられる残滓が存在するか否かは、光沢(Polish)の形成過程(13)とからめて、いまだに研究上の課題である。報告文作成段階では、十分な成果を待って取り扱うべきであろう。残滓が固着したものであれば、付着物分析でIR法以外に該当すべき手段はない。ただし元素レベルでも一定の判断基準を示すことはできると考えられるので、以下に元素分析の方法につき簡単にふれておく。

#### ①元素分析法

資料に電子線を照射し、発生した特性X線・反射電子・オージェ電子(14)などによって、物質を形造っている原子(元素)を分析する方法である。特性X線は元素に固有な情報を持ち、これを検出して元素を判定する装置が、電子プローブX線マイクロアナライザー(EPM)である。X線の検出には、エネルギー量を測定する分光器と波長を測定する分光器があり、共に元素分析を行うことができる。EPM装置は通常波長分散型のX線分光器を搭載しており、資料の点分析・線分析・面分析が可能である。また二次電子を拾うことのできる電子線検出器も搭載されており、SEM同様に表面形状の観察(300倍程度以上)を行うことができる。さらには反射電子を半導体検出器に導き、電圧パルス(電気信号)に変換したものを加算・減算することにより、組成像・凹凸像を分離観察することが可能である。組成像の示す信号量の多少(明暗)が

原子番号の大小に相当することから、資料表面の元素濃度の定量表示(マッピング)も可能である。このように、E PMA装置は、固体資料の表面観察から、表層部の元素の定性・定量分析まで幅広く行うことができる。もちろん、この場合には資料表面の清浄・真空蒸着作業は厳密に実施されなければならない。

#### a. エネルギー分散型X線分光法 (E D S)

資料より発生した特性X線は、すぐさま半導体検出器に導かれ、エネルギーの大きさを電気信号に変換して、元素を判定する。通常は走査型の電子顕微鏡に搭載される。SEMにE D S装置を搭載すれば重元素(Na~U)が、F E - SEMに搭載すれば軽元素(B~Ne)の分析までが可能である。

#### b. 波長分散型X線分光法 (W D S)

発生した特性X線は、分光結晶により反射(回折)し、ある特定の波長を持つX線のみがX線検出器に導かれる。X線は電気信号に変えられて、元素を判定する。

註

- (1) 用語は田中琢抄訳「石器の用途と使用痕」『考古学研究』第14巻第4号1968による。
- (2) 使用痕観察を妨げる要因として、自然での表面変化(aパティナ・b埋没光沢・c輝斑)の複合が挙げられるが、使用痕(光沢)とは明瞭に区別できるものであると言う〔文献3〕。また磨製石斧や玉類に認められる製作痕としての“研磨痕”も、使用結果の線状痕とは区別して考えるべきものである。同様に石器製作に伴う偶発的な剝離痕なども、使用行為以外の要因によって生じた痕跡であるから、やはり使用痕跡とは区別して扱うべきであるが、これについては判別の難しい場合がある。使用・否使用を含め、全てを「微細剝離痕」と総称すべきとの意見もある。

鈴木康二1995「道具」としての石器を考える」『旧石器考古学』50

- (3) 「実験使用痕研究法」は、実験と顕微鏡観察を組み合わせた分析方法を指す。

梶原洋・阿子島香「頁岩製石器の実験使用痕研究 — 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 1981

- (4) (3)の文献によれば、摩滅は光沢や線状痕を伴い進行すると考えられ、摩滅とは量的な物で、光沢・線状痕は表面の状態として区別されている(P.3)。
- (5) 弥生時代・縄文時代の石器資料の大部分は、水洗洗浄だけで十分観察可能と思われるが、観察結果の正当性を示す意味に於いては、薬品洗浄が好ましいであろう。
- (6) 観察者個人による経験をできるだけ排除する意味では、東北大学使用痕研究チームのような共同研究体制が必要である。1995年度より行政的立場にいる若手研究者が中心となって「使用痕研究会」なる勉強会が発足し、基準型の検討を進めている。現状では80年代と同様、光沢(polish)の分類に留まっている。また、ニューカマーとグレースはポリッシュ研究に際して、光の反射量に着目した“texture analysis”を導入し、明るさの度合いを客観的に表示する方法を発表していると言う。

Newcomer, M. H., Grace, R. and Unger-Hamilton, R., 1988 "Microwear methodology: a reply to Moss, Hurcombe and Bamforth", J. A. S. 15

阿子島香・梶原洋1984「石器の使用痕分析の客観化」考古学ジャーナル 227

- (7) 石器表面の遺存状況や観察の方法・状態(使用機器・所要時間など)を明示する。痕跡タイプの認定を行なう場合は、推定の根拠・確かさなどを提示することも必要である。
- (8) 写真撮影をより効果的に行うには、落射照明以外の光りを遮断して一暗室内での撮影を実施すべきである。

- (9) 光学顕微鏡の分解能の限界は $2000\text{\AA}$ とされている。使用痕跡の観察には十分過ぎる能力を本来は持っているが、適当な顕微鏡装置が身近かに存在しない。電子の波長は短いため分解能は高く( $2.2 \sim 1.7\text{\AA}$ )、真空中を走査するので、得られる映像は焦点深度が深く、立体的に鮮明である。さらに元素分析などの化学的な分析を併用できると言う利点を持っている。
- (10) 走査電子顕微鏡の区分は、文献 6 による。
- (11) 通常の観察程度では、特に蒸着作業をしなくても使用痕の判別は可能である。蒸着する場合には、後処理の有効性を考慮し、銀が適切であると言う〔文献 3〕。
- (12) 通常、SEMで直径 $15\text{cm}$ ・高さ $6\text{cm}$ 前後、FE-SEMで直径 $6\text{cm}$ ・高さ $2\text{cm}$ 前後である。
- (13) 光沢の形成過程に関する学説には、①摩耗融解説・②シリカ・ゲル説・③摩耗説がある。御堂島正「石器の使用痕分析」第1回使用痕研究会 発表要旨 及び文献 3 による。
- ① Witthoft, J. 1967 Grazed polish on flint tools. American Antiquity, 32
- ② Anderson, P. 1980 A testimony of prehistoric tasks: diagnostic residues on storn tool working edges. World Archaeology, 12
- Tringam, R., G. Cooper, G. Odell, B. Voytek, and A. Whitman 1974 Experimentation in the formation of edge damage: a new approach to lithic analysis. Journal of Field Archaeology, 1
- ③ Meeks, N., G. Sieveking, M. Tite, and J. Cook 1982 Gloss and use-wear traces on flint sickles and similar phenomena. Journal of Archaeological Science, 9
- (14) 原子に高速度で電子を衝突させた時、原子の持つK順位の電子が欠落し、より内核にあるエネルギー量の高いL順位の電子で補正することにより、余分な電子が原子の外に飛び出す。これがオージェ電子と呼ばれるもので、付加エネルギーは固体中で数十 $\text{\AA}$ 程度しか作動できないため、資料の極めて表層の電子のみが検出できることになる。この原理を利用して、イオン銃で物質表面を削りながら、垂直方向に元素を分析していくことができる。光沢の成因追究に活用できる可能性があると考えられるが、実施例はない。

#### 文献

1. 岡崎 里美 1989「石器使用痕ポリッシュ研究の疑問」季刊考古学第29号
2. 阿子島 香 1989『石器の使用痕』考古学ライブラリー-56
3. 山田しょう 1986「⑤使用痕分析」『東北大学埋蔵文化財調査年報 2』  
 〃 1986「使用痕光沢の形成課程—東北大学使用痕研究チームによる研究報告 その6—」考古学と自然科学第19号
4. 御堂島 正 1993「日本における使用痕研究の展開」『神奈川県考古学の問題点とその展望 埋蔵文化財センター開所10周年記念』

※なお、使用痕研究に関する著作・論文は、文献 2～4 に詳しく整理されている。本稿紙数の都合もあり、残念ながら割愛する。

## B 付着物分析法

### 1. 付着物の種類

石器表面に観察される付着物には、油脂状や膠質状・赤色粉状(顔料)・煤状(炭化物)などがある。付着している物質の追跡と言う意味では、他にも様々な例が予想されるが、実際には石器の使用及び装着に関連する物質の究明が一義的な課題となる。現在検定されている装着に由来する例では、アスファルト(土瀝青)があり、使用に由来する例では残留脂肪酸及び弁柄(ベンガラ)がある。アスファルト状の物質は、2つの可能性があり、石油鉱床地帯から産出した

天然アスファルト(脂肪族・脂環族などの飽和炭化水素成分優勢)と石炭から得られたコールタール(芳香族成分優勢)である〔文献7〕。残留脂肪酸には、脂肪酸・ステロール・糖脂質が知られている。脂肪酸にはパルチミン酸・ステアリン酸など獣肉や食肉脂に関係する飽和型とオレイン酸・リノール酸など植物油や魚油に関する不飽和型がある。ステロールは動物性コレステロールと植物性のシトステロールに区別され、これらを基に動物種を決定する〔文献8〕。赤色顔料には朱(硫化水銀 $\text{HgS}$ )、弁柄(酸化鉄 $\text{Fe}_2\text{O}_3$ )・褐鉄鉱( $\text{FeO}(\text{OH})$ )、四三酸化鉛( $\text{Pb}_3\text{O}_4$ )が知られている〔文献9〕。

## 2. 分析の視点と器具

石器に付着した物質は、そのまま、あるいは付着物の一部を削り取って分析する。付着物分析の場合、石器自体を破壊することは稀なので、検査の精度を高めるためには後者を選択することが望ましい。装着に由来する付着物の追跡には、以下に述べるMS法やIR法を用いる。使用に由来する痕跡(付着物?)の場合は、器面自体に化学的な変化が生じているか、あるいは残滓が石器表面に残存付着しているのかが証明された時点で、適用を考慮すべきと考えるが、①で述べたE PMA法ないしは以下のMS法による分析が、すでに試験的に導入されているので、簡単にふれておく。

物質は、原子どうしが結合した分子より成り立っている。したがって物質の性質は、根幹である原子の種類や結合力で決定される。原子固有の重さである質量に着目し、分子量を測定するのが質量分析法であり、原子の結合力に着目し、分子運動を測定するのが分光光度分析法である。以下、石器の付着物分析に適用できる方法について、まとめる。

### ②成分濃度(色層)分析法

物質を構成する化合物を単一成分に分離し、それぞれの濃度を測定することによって成分名を特定する。成分の分離は、試料をカラムと呼ばれるパイプ内を特定媒体と共に移動させ、媒体あるいはパイプ内充填材との吸着・分配係数の違いによる速度差で送出させることによる。時間の経過とともに分離送出された成分は、媒体中の濃度差としてピーク位置や大きさの違いとして計測され、あらかじめ設定された標準値と比較して特定される。

#### a. ガスクロマトグラフィー (GC)

化合物を気化(気)させて、キャリアーガス(窒素やヘリウムガスなど)によってカラム内へ移動させる。気化させた試料は、カラム内でパイプ内充填材とガスとの間で吸着・脱離を繰り返して、吸着係数差に応じた速度差で分離されてカラム外へ送出される。このようにして化合物の混成成分を単一成分ごとに分離する装置がガスクロマトグラフである。送出された成分は、検出器によって濃度変化を測定し、濃度ピークの位置・大きさを読み取る。検出器は有機化合物(特に窒素・燐・硫黄などを含む化合物)の測定に便利な水素炎イオン化検出器(FID)、アルカリ熱イオン化検出器(NPD)・炎光度型検出器(FPD)を用いる。

【例】窒素・燐・硫黄などを含む有機化合物

#### b. 高速液体クロマトグラフィー (HPLC)

化合物を溶媒中に溶解し、カラム入り口部の固定相に吸着させる。溶媒をカラム内へ流し込

み、吸着させた試料の成分を移動相として分配係数に応じた速度で移動させる。分離されてカラム外へ送出された成分の濃度変化を計測し、濃度ピークの位置・大きさを読み取る。溶媒とカラム内充填材との組み合わせにより、2つの方法がある。高極性充填材(シリカゲルなど)と低極性溶媒(n-ヘキサンなど)に高極性溶媒(アルコールなど)を混合した移動相を使用する「順相クロマトグラフィー」、低極性充填材(シリカ-ODSなど)と高極性溶媒(水をベースとしたアルコールなど)を移動相として使用する「逆相クロマトグラフィー」(16)である。高温で分解し、気化し難い高分子化合物の測定に適する。

【例】アスファルト・漆・脂肪酸・ステロールなど

### ③質量分析法

物質を構成する化合物の質量を測定し、化合物の種類と量を調べるのが、質量分析計(マス・スペクトロメータ=MS)である。質量の測定は、化合物を構成している単一成分をイオン化(17)し、一定速度で磁場を通過させるることにより、イオンの持つ質量数の違いによってスペクトルを得るものである。イオンは質量数の軽いものから順に、磁場内で軌道を曲げて検出されるのであるが、実際には磁場の強さを操作することによって、ひとつの軌道・ひとつの検出器で、イオンの種類と量を検出する。通常イオン化は、試料を加熱気化することによるが、数千単位以上の質量数の大きな化合物の場合には、加熱気化による分子の分解を防ぐため、液体のままでのイオン化が必要となる。液体では、電子による衝撃法(EI法)は使用できないし、質量分析自体は真空中でイオン化されなければならないことから、高速で原子を衝突させ、二次イオンを抽出することによって分析する。すなわち中性高速粒子衝撃法(FAB法)による大形の質量分析計を用いた分析法が必要となる。

#### a. ガスクロマトグラフ質量分析計(GC-MS)

ガスクロマトグラフにより分離された単一のガス成分は、直接導入によりインターフェース内でキャリアガスが除かれて、濃縮された状態でイオン源に送られる。イオン源では成分をイオン化して加速し分析部へ送り込む。イオンは質量数の大きさによって順次分離されて、検出器で質量スペクトル(18)を得ることができる。この装置の分解能・感度は極めて高く、特に有機化合物の測定には有効である。

【例】アスファルト・漆・脂肪酸・ステロールなど

#### b. ファスト・アトム・ボンバードメント質量分析計(FAB-MS)

水溶性化合物とグリセリンを混合した試料体に、キセノン原子と呼ばれる中性粒子を衝突させて、真空中に二次イオン(試料イオン)を放出させる装置が、ファスト・アトム・ボンバードメントである。この装置は複雑な機能を持った質量数の大きな化合物の測定に有効である。

【例】アミノ酸・タンパク質・脂質など

### ④分光光度分析法

物質に光エネルギーを照射し、分子運動(回転・振動・並進運動)を測定する方法。赤外線を使用して分子振動(吸光)スペクトルを得る赤外分光計や、レーザー光を照射してラマン散乱光(19)を測定するラマン分光計などがある。前者は肉眼では見えない波長域、赤外領域(0.75

～2000 $\mu\text{m}$ )を使用し、後者は可視光領域(0.1～0.4 $\mu\text{m}$ )を使用する。因にX線は0.1 $\mu\text{m}$ 以下の波長領域である。

#### a. フーリエ変換赤外分光光度計 (FT-IR)

グローバー光源(1000 $^{\circ}\text{C}$ )より発せられた赤外線を、マイケルソン干渉計(半透鏡・固定鏡・移動鏡)に導く。光は半透鏡で $\frac{1}{2}$ ずつ反射する光は移動鏡へ、透過する光は固定鏡に分けられて、再び反射し、半透鏡を通じて合成される。移動鏡を動かすことにより、それぞれに光の距離差(光路差)が生じ、合成された光は干渉波形(インターフェログラム)となって送出され、試料上に焦点を結ぶ。試料は物質特有な波長(波数)<sup>(20)</sup>の光りを吸収し、透過あるいは反射させて検知器で測定される。干渉波形はフーリエ変換し、横軸に波数、縦軸に吸光度(透過率ほか)を表示したスペクトルとして表され、基準光の干渉波形と比較することによって、吸光度の差を読み取る。測定手法には透過測定・反射測定・発光測定などがあり、通常は前2者を用いる。

この装置は高感度・短時間分析が可能で、しかも試料の状態(固体・気体・液体など)を変えずに測定できる簡易さがある。有機化合物の測定には有効である。

#### 註

- (15) 試料のガス化には、バイアル瓶中で密閉・加熱し揮発性有機化合物を採取するヘッドスペース法、強制的にHeガスを送り込み揮発性有機化合物と置換させ、トラップ管内で冷却・加熱させるページ&トラップ法がある〔文献6〕。
- (16) ②で用いた用語は、すべて文献5・6による。
- (17) イオンとは電気を帯びた原子・分子のことを指す。
- (18) 成分濃度分析で示される時間経過と濃度の関係(トータルイオンクロマトグラフ)では、濃度ピークに重なりが生じることがあり、化合物を分離することが難しい場合もある。MSによる質量スペクトルは、イオンが質量数の大きさ(軽いものから)によって検出器に到達し、横軸に質量数・縦軸にイオン強度として表示されるため、分離が可能である。
- (19) 特定振動数のレーザー光を試料に照射すると、レーザー光と同じ振動数を示すレイリー散乱光と分子運動エネルギーを加減算したラマン散乱光が生成される。
- (20) 赤外分光は、波長(cm)表示ではなく波数( $\text{cm}^{-1}$ )の単位で表示する。

#### 文献

- 5, 『みんなの製品ーやさしい科学ー日本電子株式会社社内報 あゆみ別冊』  
日本電子株式会社総務本部広報室
- 6, 『組成分析法 利用ガイド』川崎テクノリサーチ分析・評価センター  
『物理試験法 利用ガイド』川崎テクノリサーチ分析・評価センター
- 7, 神谷佳男ほか『石炭と重質油ーその化学と応用』講談社 1973  
安孫子昭二「アスファルト」『縄文文化の研究 8 社会・文化』雄山閣 1986  
小笠原正明ほか「豊崎N遺跡出土の天然アスファルト」考古学ジャーナル373, 1994
- 8, R.C.A.Rottlander and H.Schichtherle:「Food Identification of Samples from Archaeological Sites」,  
ARCHAEOROPHYSIKA,10  
中野益男「残存脂肪酸による古代復原」『新しい研究法は考古学に何をもたらしたか』  
第3回「大学と科学」公開シンポジウム 1989  
小林正史ほか「VI土師器の脂肪酸分析」『上落合二丁目遺跡』新宿区上落合二丁目遺跡調査団 1995

- 9, 本田光子「赤色顔料—西から東へ—」『東日本における鉄器文化の受容と展開』第4回鉄器文化研究集会  
発表要旨集 1998
- 門倉武夫「第4節 米泉遺跡出土漆塗土器・漆器の彩色顔料の分析」『金沢市米泉遺跡』石川県埋蔵文化財  
センター 1989
- 四柳嘉章「付章2 外堀跡(2号堀跡)出土漆器の科学分析」『国営会津農業水利事業関連遺跡調査報告Ⅷ  
神指城跡』福島県文化センター 1992
- 三ツ井朋子「酸化鉄系赤色顔料の製法に関する復元的実験」新潟考古学談話会報 第16号 1996
- 田中耕作「縄文時代における鉄鉱石の利用—阿賀野川以北の遺跡を中心として—」北越考古学 第7号  
1996
- 徳島県立博物館「辰砂生産遺跡の調査—徳島県阿南市若杉山遺跡—」1997
- ※なお、文献8では中野益男氏により数々の報告が提示されており、文献9には本田光子氏の報告がある。本  
来ならば、すべて記載すべきであるが、紙数の都合上、割愛した。

## ☆実践

### 1. 石鏃・石槍

#### A 使用痕分析

使用痕跡は先端部・基部・側辺部に着目し、a～cまでの痕跡を観察する。機器はルーペまたは実体顕微鏡(×20以下程度)を用いる。現在報告されている例では、先端部でa～c・基部にaないしはbがある。先端部のa(摩耗痕)、そしてb(線状痕)には、側辺に平行して認められるタイプと直行して認められるタイプが知られている。後者については、石鏃への器種転用または器種判別上の誤認である可能性が高い。平行するタイプには、飛翔行為の結果との推定が示されているが〔文献1〕、石鏃の出土総数に占める絶対量が極めて低い点(1)など、検討すべき課題は残されている。先端部のc(微細な剝離痕)では、衝撃剝離痕としての「彫器状剝離」「縦溝状剝離」(2)が実験的研究を基に報告されている〔文献2〕。

側辺部で確認された例は今のところない〔文献3〕。

基部では、剝離(稜)線を中心とした部位にaまたはbが認められている。ただし装着に伴う痕跡か否かの証明はなされていない〔文献4・5〕。

痕跡部の撮影は、痕跡の種類に応じて倍率を選択すべきであるが、大旨25倍から50倍程度の撮影倍率で比較が可能となる。

実際の報告事例では、先端部a・bにつき文献1・4・5が、cにつき文献2・3、基部a・bにつき文献4・5などがある。観察は、拡大鏡レベルでは比較的確認が容易であり、まずは資料の蓄積を進めることが肝要である。

#### B 付着物分析

石鏃表面に付着する物質の追究は、一義的には石鏃(身)を矢柄に固定する時の「膠着材」との関連で進められることが望ましい。一般にはアスファルトなどの物質が知られており、報告例は多い。付着物の位置や状態、範囲などの記録はもちろんのこと、物質名の検証もぜひ行なっておきたい(3)。器面に付着すると言う意味では、意外な物質が存在することも事実であり

〔文献5〕、物質名の究明はもちろんのこと、第3・第4の膠着剤の可能性を追究していく必要はある。分析法は目的とすべき検査結果あるいは物質の状態により、質量分析法(GC-MS, FAB-MS)・赤外分光法(FT-IR)・元素分析法(EPMA)を使い分ける。EPMAは、純粋に器面に付着した物質の分析ばかりでなく、上述した使用痕の観察を併用することも可能である。

実際の報告事例は、肉眼的観察で見られる程度の場合、古くから発表がなされている〔文献6〕。手続きを経た分析報告としては、FT-IR法を用いた文献5がある。

| 器 具      | 分析箇所 | 使用痕 | 付着物 | 分 析 内 容         |
|----------|------|-----|-----|-----------------|
| 実体・金属顕微鏡 | 器面全体 | ◎   |     | 使用痕観察(部位・程度・方向) |
| EPMA     | 痕跡部位 | ○   | ◎   | 痕跡部特定元素の抽出      |
| FT-IR    | 付着物  |     | ◎   | 付着物の分子振動スペクトル   |
| GC-MS    | 付着物  |     | ◎   | 化合物の質量スペクトル     |

註

(1) 文献1では石鏃2015点中1点、文献4でも55点中僅かに3点の確認例に過ぎない。

(2) 文献2によれば、試射実験による痕跡タイプの類別は、バーグマンとニューカマーによる。

Bergman, C.A. and M.H. Newcomer, 1983 "Flint Arrowhead Breakage: Examples from Ksar Akil, Lebanon." *Journal of Field Archaeology* 10.

(3) 文献6以前にも羽柴雄輔「石器彙報」『東京人類學會雑誌第9號』1886を始め、幾つかの報告がある。アスファルトの付着する石器については東北・北海道そして北陸地域で報告文に記載される場合が多いが、記載事項は佐藤傳藏氏の「精密の化学分析を施したる後にあらざれば之を確言するを得ざる」(P474)との姿勢にも拘らず、付着物の有無と部位の図示に終始し、物質名を科学的に分析した例は意外に少ない。またアスファルトの付着状態を整理した文献7では、使用法あるいは時期差による相違を想定している。

文献

- 1, 小池 孝「第4章第3節3)使用痕」『長野県中央道埋蔵文化財包蔵地発掘調査報告書—原村その5—昭和51・52・53年度』長野県教育委員会 1982
- 2, 御堂島正「石鏃と有舌尖頭器の衝撃剥離」『古代』第92号 早稲田大学考古学会 1991
- 3, 御堂島正「第2部 3出土石器群の使用痕分析, 第2回ラウンド・テーブル「旧石器時代の石鏃?」」『東海大学校地内遺跡調査団報告7』 1997
- 4, 町田勝則「第4章第7節(2)使用痕分析」『中央自動車道長野線埋蔵文化財発掘調査報告書 16—長野市その4—篠ノ井遺跡群』長野県埋蔵文化財センター 1997
- 5, 町田勝則「第6章第3節ほか」『上信越自動車道長野線埋蔵文化財発掘調査報告書 16—長野市3—松原遺跡』長野県埋蔵文化財センター 1998
- 6, 佐藤傳藏「本邦石器時代の膠漆の遺物に就いて」『東京人類學會雑誌第138號』1897
- 7, 佐藤禎宏「神矢道遺跡出土の石鏃」『山形考古第2巻第3号』山形考古学会 1978

## 2. 刃器 {石匙・搔器・削器・横刃形石器}

刃器類の使用痕分析は、石器中で最も頻繁に、そして最も多くの痕跡種が分析されている。今回は、残念ながら掲載紙数の都合により割愛する。

### 3. 磨石・敲石・凹石

#### A 使用痕分析

使用痕跡は表裏面に a～c までの痕跡を観察する。機器はルーペあるいは実体顕微鏡で10倍以下程度を用いるとよい。a (摩耗痕)の観察は、肉眼で判別できる程度のものと、その不明瞭な例があり、後者例の判別がひとつの課題である。方法としては、実体顕微鏡による石基の摩耗度あるいは鉋物間の間隙の潰れ度を観察することにより、未使用な河原石との識別を行うのがよい。現在の研究レベルでは「研磨加工による摩耗」と「使用による摩耗」の区別までが可能である〔文献8〕。b (線状痕)は作用対象物の表面によって引き起こされるキズであり、その方向性により、運動方向を推定する手だてとなる。拡大鏡下、さらには肉眼で確認できる場合もある。特に長さ4cm未満に属する極小型ないしは「みがき石」と呼称される石器では、器面に明瞭な線状痕を確認し易い。顕微鏡下では、条の太さや単位を観察できる場合があり、研磨対象物の違いを想定することができる〔文献4〕。c (剝離痕)では、加撃による剝離あるいは潰れを観察できるが、痕跡の型を整理し提示した例は少ない。所謂凹部には使用に伴う痕跡ばかりではなく、意図的な制作の可能性を含む類のものが存在するが、cの範疇で扱うのが実態に則している。現在cの類型は5つ程度に大別できる。「アバタ状1」・「アバタ状2」(4)・「溝状」・「漏斗状」・「石斧・礫器等の刃部様」などである〔文献4・5・8〕。「アバタ状2」には「微細な剝離痕」または「平滑な摩耗面」を伴う例があり細別可能である。

痕跡部の撮影は、試料比較が原寸(1倍)程度で十分なことから、顕微鏡装置よりもむしろ35mmレンズを使用すべきである。

実際の報告事例では、摩耗の有無・器種の認定に於いて不確実性が高く、機器を使用しての判断基準を明示した例は殆どない。cは観察が容易であることから報告例は多く、文献4・8・9・10などで痕跡の類別・痕跡部写真の提示がある。低倍率での痕跡部写真は、第3者でも比較検討が容易く、積極的な提示が必要であろう。

#### B 付着物分析

石器表面に付着する物質は、顔料やアスファルトなど、特定対象物に関する追究が主意とされる。しかしながら実際には、摩耗痕(光沢)・線状痕はもちろんのこと、食物に関連したであろう残滓さえも明瞭に確認できる器種であり、痕跡部の分析は多岐に及ぶ必要がある。特定対象物の場合にはFT-IRを中心に、物質の特徴によって分析手法を選択すべきである。元素分析はEDS装置を組み込んだSEMを使用するが、通常の機器では試料室が小さく、磨石類の小型以下(5)、あるいは小さな極小型に限定されてしまうので注意する。

| 器 具       | 分析箇所 | 使用痕 | 付着物 | 分 析 内 容         |
|-----------|------|-----|-----|-----------------|
| ルーペ・実体顕微鏡 | 器面全体 | ◎   |     | 使用痕観察(部位・程度・方向) |
| EPMA      | 痕跡部位 | ◎   | ◎   | 痕跡部特定元素の抽出      |
| FT-IR     | 付着物  |     | ◎   | 付着物の分子振動スペクトル   |

実際の報告事例では、肉眼観察での付着物の有無と名称を記載した例が古くからある。EDS分析を実施した例に文献4・5がある。

註

- (4) アバタ状の痕跡は、粒状(0.1~0.5cm)の単位が集合した結果であり、痕跡の形成過程により、視覚的には幾種類にも種別可能である。ただし現状では、機能・用法上の見地から大別して2つ程度に分けておくのがよい。「アバタ状1」は、粒状の単位が局所的に集中し、凹部を形成したもので、「アバタ状2」は凹凸が激しく広い範囲に「あばた痕」が認められるもの。「実験使用痕研究」に基づけば、前者に固定具が、後者に敲き具が想定できる〔文献8・11〕。
- (5) 磨石類は大きさ(長さ)から、5つ程度に区分して考えられるが、4cm以上6cm未満を小型とし、それ未満を極小型とする。俗称「みがき石」「玉石」は極小型が中心である。

文献

- 8、町田勝則「第3章第3節(2)石器・他」『中央自動車道長野線埋蔵文化財発掘調査報告書11—明科町内—北村遺跡』長野県埋蔵文化財センター 1993
- 9、阿部朝衛「第3節石器と石製品」『鳥屋遺跡Ⅰ・Ⅱ—新潟県豊栄市鳥屋遺跡発掘調査報告—』豊栄市史資料編1(考古編)抜刷 1988
- 10、八木光則「いわゆる「特殊磨石」について」信濃第28巻第4号 1976
- 11、桃野真晃「石器を作るハンマー」『考古学論考』小林行雄博士古稀記念論文集 1985

#### 4. 磨製石斧

##### A使用痕分析

使用痕跡は刃部・基部・側辺部に着目し、a~cの痕跡を観察する。痕跡は肉眼で確認できる程度に発達している場合もあるが、磨製石器である以上、外面の研磨痕跡と区別する意味に於いて、拡大鏡(ルーペ10倍以下)を併用すべきである。また磨製石斧には、法量上4つないしは5つの大きさの度合いがあり、小型あるいは極小型(6)に属する資料の観察、特にb(線状痕)やc(剝離痕)の状況や発達度(痕跡の強弱)の記録には、顕微鏡装置を用いるのが適当である。実体顕微鏡で60倍程度、金属顕微鏡で100倍以下程度で観察するのがよい。痕跡は、石斧の主軸に対して斜め方向に走る「主軸斜交」型が縦斧に、平行して走る「主軸平行」型が横斧に相当すると考えられている〔文献13〕。横斧の線状痕は、石斧後主面(裏面)で長く明瞭で、前主面(表面)で弱く短い傾向にある〔文献1・13〕。また刃部には刃潰れ・刃こぼれ状の痕跡が確認される場合があり、通常の使用例もさることながら、器種転用の可能性を考える必要がある。この意味に於ては、痕跡の観察を欠くべきではない。

痕跡部分の撮影は、線状痕の単位(ひとつの条線)を取り上げることも、もちろん可能であるが、現状では撮影倍率を落として、実体顕微鏡で5倍程度、金属顕微鏡で10倍程度の比較写真を示すことができれば十分である。

基部の痕跡は、石斧(身)を柄に緊縛した時点での使用状況を反映すると考えられるが、特別な場合(7)を除き、aまたはbの確認は難しい。a摩耗痕の観察報告を提示した例もあるが〔文献5〕、使用に伴う痕跡であるか判別は難しい。

実際の報告事例では、刃部のa・bについて言及した文献は多い。実体顕微鏡での観察・

撮影も低倍率で容易なため、報告事例も少なくないが、痕跡部 a～c の状況につき、詳しく記録化されたものは少ない〔文献 1・4・5・8・12〕。

#### B 付着物分析

石斧表面に付着した物質の追究は、石鏃と同様、装着方法との関連で進める。石斧身の装着は、柄(木質部)の形態分析によって検討されるべき点はもちろんであり、類型化された柄タイプとの照合を欠くべきではない。この点に於いては、刃部使用痕跡の追究も、然りである。現状では、装着に伴うと考えられる基部の変色?、身部を挿入した痕跡や紐を緊縛した痕跡などが報告されているが、科学的分析の裏付け(付着物の存否など)がなされた例はない。

| 器 具       | 分析箇所 | 使用痕 | 付着物 | 分 析 内 容         |
|-----------|------|-----|-----|-----------------|
| ルーペ・実体顕微鏡 | 器面全体 | ◎   |     | 使用痕観察(部位・程度・方向) |
| EPMA      | 痕跡部位 | ○   | ◎   | 痕跡部位特定元素の抽出     |
| FT-IR     | 付着物  |     | ◎   | 付着物の分子振動スペクトル   |
| GC-MS     | 付着物  |     | ◎   | 化合物の質量スペクトル     |

#### 註

- (6) 磨製石斧は大きさ(長さ)から、5つまたは6つ程度に区分して考えられるが、5 cm以上 8 cm未満を小型、それ未満を極小型とする。
- (7) 柄に装着された状況、もしくは緊縛した痕跡が紐状に残ったり、あるいは変色した場合など〔文献13～16〕。

#### 文献

- 12, 高坂一夫「第2節縄文時代の石器 磨製石斧」『売場遺跡』青森県教育委員会 1983
- 13, 佐原 眞「石斧論—縦斧から横斧へ—」『考古論集』慶寿 松崎寿和先生六十三歳論文集 1977
- 14, 佐原 眞「石斧再論」『古文化論集』森貞次郎博士古稀記念論文集 1982
- 15, 立平 進「弥生時代, 片刃石器の実態(再考)」『人間・遺跡・遺物2』1983
- 16, 大森隆志「小淵沢町上平出遺跡出土の装着痕のある磨製石斧」『山梨縣考古學會誌第4号』 1991

## 5. 打製石斧

#### A 使用痕分析

使用痕跡は刃部・基部・側辺部に着目し、a～cの痕跡を観察する。痕跡は肉眼レベルでの確認が容易であり、拡大鏡(ルーペ10倍以下)で検査すれば十分である。

痕跡部の撮影には実体顕微鏡(5倍以下程度)を用いる。報告事例は多く、刃部先端そして側辺部にa(摩耗痕)そしてb(線状痕)がある。剥離(稜)線を潰すように摩耗しており、顕微鏡下ではbが確実に認められる。痕跡の種類・状況(方向)・分布範囲(大きさ)などから、器種形態による用法差を推理した事例〔文献4・8・17・18〕があり、観察・記録に重点を置いた分析が要求される。

基部ではaが認められるが、刃部に比して僅かである。痕跡の形成が対象物との摩擦によって生じる経緯から推定すると、柄部がしっかりと緊縛され、痕跡の生成が緩やかであったためであると考えられる。bについての報告事例は、現在のところ知らない。また基部側辺には敲打痕が認められる場合があり、装着痕跡あるいは装着用加工との報告があるが〔文献19・20〕、

製作時での痕跡の可能性も含めて、十分な検証はなされていない(8)。

実際の報告例では、刃部及びその側辺部の a・b について言及した文献は多く、枚挙に暇がない。ただし報告例には地域的な偏り(使用対象となる土壌の違いか?あるいは石材に由来する違いか?)があるようで、石英や曹長石等ケイ素を多く含有する鉱物に由来する砂あるいはシルト質の土壌または石材に顕著であるらしい。基部に認められる a は、石器表裏のいずれか片面に観察される場合に限られ、柄の装着が紐による緊縛である可能性は高い。

#### B 付着物

石器表面に付着する物質の追究は、石鏃と同様、柄に装着する場合の「膠着材」との関連で進められるべきであるが、現在の時点で報告された例はない。文献 5 では、SEM による元素分析(EDS)を試みてはいるが、何ら物質の抽出には至っていない。「膠着材」を追求できる可能性を持つ付着物が確認できた場合に限り、FT-IR あるいは GC-MS を実施すべきであろう。

| 器 具               | 分析箇所         | 使用痕 | 付着物 | 分 析 内 容                        |
|-------------------|--------------|-----|-----|--------------------------------|
| ルーペ・実体顕微鏡<br>EPMA | 器面全体<br>痕跡部位 | ◎   | △   | 使用痕観察(部位・程度・方向)<br>痕跡部位特定元素の抽出 |

#### 註

- (8) 側面部を中心に認められる敲打痕跡は、製作用あるいは着装用をめくり数々の論考がある。残念ながら紙数の都合上、割愛した。

#### 文献

- (17) 小林公明『曾利 第三、第四、第五次発掘調査報告書』富士見町教育委員会 1978  
 (18) 和田博秋ほか「第IV章第1節3 縄文時代の石器」『長野県中央道埋蔵文化財包蔵地発掘調査報告書―茅野市 その5―昭和52・53年度』長野県教育委員会 1982  
 (19) 高橋 敦「着柄部位を想定させる打製石斧」『研究紀要2』富士見市遺跡調査会 1982  
 (20) 高桑俊雄「第IV章第1節7 縄文時代の石器」『長野県中央道埋蔵文化財包蔵地発掘調査報告書―原村 その4―昭和51・52年度』長野県教育委員会 1981

## 6. 石 錐

#### A 使用痕分析

使用痕跡は先端部・基部・側辺部に着目し、a～c までの痕跡を観察する。痕跡は肉眼レベルで確認できる場合が多く、痕跡の有無を簡単な拡大鏡(ルーペ)で検査し、細部に及び実体顕微鏡(×40以下程度)を用いる。現在報告されている痕跡では、先端部そして側辺部に a そして b がある。いずれも剥離(稜)線上を中心に確認でき、b が明瞭に判断できる場合もある。ただし黒曜石など特定の材質は、通常の観察では a (摩耗痕)のみしか認められない。b は錐部側辺に直行して認められるタイプが中心であるが、平行して確認されるタイプも報告されている〔文献1〕。S.A.セミョーノフの観察報告では、b が正面・側面に認められる例と全周程度に認められる例を区別し、前者に手持ち錐を、後者に弓きり錐を想定するが、縄文時代の石錐に

は回転痕跡(9)は認められても、錐部全周を摩滅させる程度の痕跡は確認できていない。

基部に確認された例は今のところない。

痕跡部の撮影は、痕跡の種類に応じて倍率を選択すべきであるが、おおむね25倍から50倍程度の撮影倍率で比較が可能となる。

実際の報告例では、先端と側辺(機能部)のa・bにつき、文献1・4・5・8・21がある。文献8では、機能部に認められたaの位置と痕跡の強弱につき、40倍の見取り図が作成されている。文献1・21では、痕跡の状況から判断された使用方法についてまとめがなされている。

### B 付着物分析

石錐表面に付着する物質の追究は、石鏃と同様、柄に装着する場合の「膠着材」との関連で進められるべきであるが、現在の時点で報告例はない。

| 器 具      | 分析箇所 | 使用痕 | 付着物 | 分 析 内 容         |
|----------|------|-----|-----|-----------------|
| 実体・金属顕微鏡 | 器面全体 | ◎   |     | 使用痕観察(部位・程度・方向) |
| EPMA     | 痕跡部位 | ○   | ◎   | 痕跡部特定元素の抽出      |
| FT-IR    | 付着物  |     | ◎   | 付着物の分子振動スペクトル   |
| GC-MS    | 付着物  |     | ◎   | 化合物の質量スペクトル     |

### 註

- (9) 文献8では、錐部の左右両側面にbが明瞭に観察されたが、正面・裏面には顕著ではない(図版143)。これに対して、弥生時代中期後半に属する文献4には、明らかな全周回転痕が確認されている(PL226-4)。また文献8の観察結果から、つまみ部付き石錐(¼回転程度)の摩耗痕跡は左右側面いずれかが強い傾向にあり、石器の持ち替えが行なわれなかったか、もしくは石器に表裏(利き腕の追跡が可能か?)が存在した可能性が示唆される(P487, 図版142)。

### 文献

- 21, 小池 孝ほか「3 4)イ縄文時代の石器・石製品について」『長野県中央道埋蔵文化財包蔵地発掘調査報告書—諏訪市 その4—』長野県教育委員会 1976

## III. おわりに

我々の身体では読み取ることの難しい微視的な、そして化学的な要素の判読・記録化が石器の科学的分析である。化学分析には、それ相応の分析機器と費用を伴うので、報告文の作成では分析の目的を明らかとし予算措置をこうじるべきことは、もちろんである。分析の種類は目的によって選択されるが、分析の単価は高額であり、すべての資料を余すところなく実施することは、通常の場合、不可能である。報告文は、現状までの研究成果の援用であり、追試である。しかしながら、化学的方法の成否を追究する実験ではない。石器から読み取ることのできる最大限の情報を、特定分析にかたよることなく均質に実施することが望ましい。発掘より得た石器は半永久的に保管されるのであるから、分析法個々の成果を、遺跡内で普遍化する作業は、十分な分析時間と予算が確保できた場合に限り、あるいは純粋に『石器研究』として実施する場合に委ねることが肝要であろう。

**文献**

- 1995 町田勝則「石器の研究法—報告文作成に伴う観察・記録法②—」『長野県埋蔵文化財センター紀要4』  
1996 町田勝則「石器の研究法—報告文作成に伴う観察・記録法①—」『長野県の考古学Ⅰ』長野県埋蔵文化財センター研究論集Ⅰ

**追記**

本稿の校正中、田口勇・斎藤努編『考古資料分析法』考古学ライブラリー65.1995を知った。広く講読され知名度の高いニュー・サイエンス社の新刊に気づかない愚かさは大きい。長野の大型書店には入荷がなく、取り寄せの期間、同僚の河西克造氏に拝借した。草稿にあたっては、報告書を丹念に検索したつもりではあるが、管見にして見落とし、あるいは重要な分析結果が報告されているにも拘らず愚論を繰り返した点、あるやも知れない。『考古資料分析法』に於ては、分析機器の概要・原理につき、分かりやすい説明がなされているにも拘らず、先の理由にて屋上屋を架してしまった。また原稿枚数の制限から、幾つもの関連文献を割愛したことも事実である。深くお詫び申し上げます。