

レプリカ法による土器圧痕の観察

丑野 毅¹⁾・田川裕美²⁾

1. はじめに

「土器の表面に故意又は偶然に付けられた種々の物体の陰像に基き、粘土、油土、石膏、モデリング、溶融点低い合金類等によって既に廃滅に帰した生物体或は人工品の陽像を復原することは、その時代の研究上甚だ必要であることは勿論、諸種の学術に対しても価値ある資料を提供する。」これは長谷部言人博士の示された手本を引き写したとされる、山内清男博士の大正14年に書かれた論文の冒頭である(山内:1967a)。筆者のおこなっているレプリカ法もこの考え方に基礎を置いている。

土器に残されている圧痕は、大きく2つの種類に分けられる。土器製作者に依って意図的につけられた圧痕—紋様—と製作者の意志とは関わりなくついてしまった圧痕とである。これらの圧痕に関しては、これまでに数々の研究がなされてきた。紋様については山内清男博士による紋様原体の研究(山内:1964, 1967b)がなされて以来、多くの研究者によって数々の成果があげられているのは周知の通りである。一方、製作者の意図とは関係なくついてしまった圧痕に関しては、指頭圧痕に依って土器製作者に関わる問題が指摘され、動・植物の圧痕は当時の生活環境や土器作りの季節を知る手がかりになるものとして大きな関心がもたれている。稲作農耕との関わりから、とりわけ粃や米の圧痕に対する観察・計測は古くから多くの注目を集めていた(八木:1902, 山内:1925, 樋口:1935, 佐藤:1971)。圧痕を観察する際、石膏(山内:1925)や油粘土などの印象材によって形どりなされた例(渡辺:1983)もあるが、手軽であることの反面、印象材の材質的な制約もあって、その利用は積極的ではなかった。資料を傷めないという観点からも、圧痕をそのまま観察されることが多かったのである。土器に残されている圧痕には、土器胎土の状況からみてそれほど細かな情報が転写されているとは思われていなかったことも大きく影響をしていたのであろう。指頭や粃・米などの植物や一部の虫類など、比較的判別しやすい圧痕が観察の対象にされてきたのは当然のことかもしれない。しかしながら、レプリカ法による複製を観察した結果は、土器の胎土はきわめて細かなものであり、そこに残されている原体の表面上の情報がかなり詳細に転写されているのがわかった。条件の良いレプリカでは、数ミクロンの単位までの分解能を示している。この方法は適用範囲が広いため、ここに示したような土器に残された圧痕のみでなく、石器や骨角器の製作技法、使用痕の分析研究にも応用できる方法である。

1) 東京大学教養学部:153 東京都目黒区駒場3-8-1

2) 東京大学総合研究資料館:110 東京都文京区本郷7-3-1

2. レプリカ法とは

失われた剥片・石核、土器に残された圧痕など、その部分を形作っていたものが失われたことによりある空間が残される。そこに印象材を充填することによって得られたものがレプリカであり、空間を残したものの原体にきわめて忠実な複製である。この方法をもっと広く考古学の研究に利用してゆこうとするものである。

似た方法は化石の研究にも使われている（大森：1971）が、ここで言うレプリカ法は、筆者が石器の研究の一助とする目的で実験を重ねてきた方法を基にしている。剥片や石器の接合資料があった場合、完全に接合するのはきわめて希であり、かなりの数の剥片や、あるいは石核の欠落している場合が大方である。それら欠落している剥片や石核を実体化するのに、これまでいろいろなタイプの印象材を使って実験を行ってきた。その結果、埼玉大学の小池裕子氏から紹介していただいた米国 Caulk 社製の歯科用印象材 Jelcone というシリコーン・ゴム製品が形の再現性、保持性、弾性、硬化速度などの点できわめて優れていることが解った。実体化された剥片や石核は、リングやフィッシャーの細部まできわめて精度の高い復元がなされて、実測したり写真撮影を行うなどの観察に十分耐えられるレプリカであった。石器の製作技術の解明や使用痕の研究に相当有効な方法として利用できることが解ったのである。

一方この方法は、土器に残されている様々の圧痕に対しても同様の結果が得られるのではないかと考えた。土器自身ざらざらした胎土を持つ資料であるが、そこから取り出されるレプリカは、圧痕の原形をどこまで正確に復元しているのか、どこまで細かい情報を持っているのかという興味があった。最初は実体顕微鏡で観察（丑野：1983）をした。ついで実体顕微鏡でのステレオ写真（丑野：1988）。走査型電子顕微鏡を使用しての観察（丑野：1990、都立学校遺跡調査会：1990 a, b）を行ってきた。このような結果、走査電顕を使用しての観察にも充分耐えられることが解ったので、ここに具体的な方法と得られたレプリカを紹介してみたい。なお、今回使用した印象材は、同じ Caulk 社製の Reprosil というビニル・シリコーン製品である。形の保持性、弾性共に Jelcone よりも数段優れているように思われる。

3. 具体的な方法

3. 1. 資料について

基本的には凹凸のある資料なら何でも対象にすることができる。試みに芽生えの時期の植物に印象材をかぶせて型どりしたところ、細胞の形や気孔までもつぶれることなく復元できた。従ってある程度の柔らかさを持った物でも良いのだが、遺跡から出土した生物の遺存体では脆くてこの作業には適さない。

土器に残されている圧痕は、そのほとんどの場合においてレプリカを作ることが可能である。ただし、洗浄したときに刷毛跡がついてしまうもの、さわったとき手指に胎土がつくような脆い土器では

器面の剥落するおそれがある。どうしても作業を行う場合には、現状での写真撮影など十分な記録をさきにとっておく方がよい。保護のためにバインダーなどを利用するのも一法である。焼きも堅く胎土のしっかりした土器ならば、同じ圧痕から数個のレプリカを作ることにも可能である。

一般的に考古学の資料は調査から報告書を作るまでに多くの過程を経るが、レプリカを取る作業を行うためには、土器の接合・復元にかかる時が能率的でまとまりのあるサンプルを得やすい。これは、土器の断面中にも多くの圧痕が残されていること、小さな破片に圧痕のある場合では土器片が接合復元されることによってより正確な土器形式、器形、部位などが記録できるからである。水洗いや注記の段階などでもこまめに圧痕の有無をチェックしておく方がよい。

3. 2. レプリカの取り方

レプリカの取り方に付いて、いくつかの注意事項を以下に記したい。

手順は

- 1) 圧痕の残る資料を揃える。
- 2) 洗浄。
- 3) 離型材の塗布。
- 4) 印象材の攪拌と充填。
- 5) 離型。
- 6) レプリカの清掃。

と言う順序になる。以下、作業の進行にしたがって説明をしてゆきたい。

1) 手近に資料を揃えるのは当然だが、記載がきちんとなされているかどうか調べ、土器が作業に耐えられることも確かめる。その上で目的の圧痕がどこにあるのか目印を付けておく。ルーペなどで圧痕の状況を確認するのも、この段階で済ませておいたほうがよい。ただし、レプリカを取れば解ることであるから、圧痕の種類を気にする必要はない。時には思い込んでいたのとは違った結果を得ることがある。レプリカを取ることも自身はたいして手間のかかることではない。ここで注意しておきたいのは、圧痕面に微細な亀裂がみられる資料の場合である。このレプリカを顕微鏡などで観察したとき、表面に亀裂が転写されてできたケバ状のものがいっぱい見えることになる（写真24）。

2) 揃えられた資料は対象となる圧痕部分を清掃する。細かなものや彫りの深い圧痕は、通常の水洗いでは落ちにくい汚れが付着しているので良くみなければならない。ここで注意をしなくてはならないのが、圧痕の中の炭化物である。ルーペなどでよく観察して、この圧痕の基となった原体の炭化した物が残っているようなら洗浄するのを見合わせ、そのまま印象材を充填してレプリカを炭化物と共に取り出す。このようにすれば炭化物の保存条件にもよるが、圧痕を残した物の形が解ると同時に細胞の細かな部分まで観察可能なレプリカができよう。特に土器断面中に残る圧痕内には、炭化した原体の一部が残っていることがあるので注意したい。泥などの汚れは、筆・刷毛・ブロアブラシ等

の圧搾空気・超音波洗浄器などを使って資料を壊さないように洗浄する。堅く強度のある資料の場合は、一度印象材を充填しレプリカを取るようにして圧痕内面の清掃をすると効果的である。印象材が器面にしっかりと付くため、微細なゴミまで取り去ることができる。

3) 離型材は印象材と資料の剥離性をよくするために使用するものであるが、土器など吸湿性に優れている資料を扱う場合には、印象材や離型材の成分が土器に吸収されないことが重要な条件になる。このような理由で、市販されている離型材ではなかなか満足のゆくものはなかったが、これまでの実験結果では、水が先の条件を満たし手軽に扱える離型材であることが解った。きれいに清掃した資料はしばらく水につけて、充分に水分を含ませる。これは土器が充分に水分を含んでいないと印象材を圧痕に充填している最中に土器の乾燥が始まって、抽出した印象材の油分などが土器に吸い取られてしまうことを避けるためである。資料が充分水を含んだら取り出して表面の水分を丁寧に取り去る。このとき、布やティッシュペーパーのように、細かな繊維の混入するおそれのあるものは使用しない。高倍率で観察するとき問題が起こる。ブローアなど圧搾空気を利用して表面の水分を飛ばすのがよいようである。印象材は硬化速度の関係からこの直後に充填するので、表面の水分を飛ばすときには印象材の充填準備が終わっていることが望ましい。

4) 印象材の攪拌は、3)で述べたように、資料に含まれている水分の渴き具合と印象材の硬化速度の関係から、資料がまだ水に浸かっている段階で進めるのがよい。

印象材は、今回使用したもの他にいろいろな種類が市販されているが、いずれのタイプの物でも必ず硬化時間が指定されているので事前によく調べておかななくてはならない。Reprosilのように二剤を混ぜ合わせるタイプの印象材では、硬化時間を考慮しながらも、むらを無くすことと気泡を混入させないことがレプリカをきれいに取ることの重要な条件となる。写真の1と5は正面に大きな気泡が入ってしまった例である。レプリカ取りの工程のなかでは、このところが最も手際を良くしなければならないところである。気泡の対策としては真空脱泡機の利用もよいだろう。二剤を混ぜ合わせるのに用いるヘラは、腰の幾分強めのものが使いやすい。ここではパレットナイフを使っている。印象材が充分混ざりあったところで、水分を拭き取った圧痕に詰め込む作業にはいる。ここで神経を使うのは圧痕の入口よりも内側空間の方が大きい、いわゆる袋状になっているものの場合である。事前にライト付きのルーペなどでよく内側を調べ、内部の大きさと形状をよく知っておく必要がある。弾性に富んだ印象材と言っても限度を持っているので、資料を壊さずに印象材を出し入れする工夫をしなければならない。

混和された印象材を圧痕に詰め込む作業の成否は、いかに内部の隅々まで充填できるかにかかっている。このための小道具としてプラスチックの棒をつま楊子のように削ったものとブローアのように圧搾した空気を吹き込むもの、そしてカップいっぱいの水を用意しておく仕事やりやすい。まず、表面の水滴を吹き飛ばし、圧痕の入り口部分を覆うように印象材を置いたら、指先を充分濡らして印象材を圧痕のなかに押し込む。周りに押し広げられた印象材を集めてさらに押し込んでやる。こ

のようにするとなかにあった空気は圧痕の入り口部分に大きな気泡となって膨らんでくる。それを、これも濡らしたプラスチックの棒の先で突いて空気を逃がし、ついでにこの棒で印象材を内部の隅々まで押し込む。圧痕の入り口部分の形によっては圧搾空気を吹き付けて押し込んでやる方が効果的な場合がある。押し込むことに依ってできたくぼみには印象材を補充し、入口部の外側には観察するときレプリカを安定して置けるように支えを台状に作っておく。この台は圧痕からレプリカを取り出す時の手がかりにもなる。特に、紋様帯の部分に圧痕のある場合には、この台を広く作って紋様も一緒に型どりしておけば紋様帯と圧痕の関係がポジの状態で観察できる。印象材の硬化は二材を混和し始めたときから始まるので、Replosil の場合、充填作業は2分前後で終わるようにした方がよいだろう。

紋様帯や木葉痕・網代痕などのような広い範囲を対象にしたときは、一度にかたづけようとするとう印象材の量が多くなり、混和・充填に時間がかかることから、作業途中で硬化が始まって失敗しやすい。このような失敗は、印象材の継ぎ足しを行うことで避けられる。それは、作業のしやすい量づつを継ぎ足しながら大きくしてゆく方法である。こうすれば、土器一個体というような広い面でも、一つのレプリカとして取り上げることができる。印象材の継目は、しっかり押し込んでやれば印象材の混合比を違えない限り目につかないし、印象材同士も全体を一度に作ったのと同じような強度を持つ。このようにして充填作業を終えたなら、後はしっかり硬化するのを待つだけである。10分位でしっかり硬化するが、気温が低くなるのに従って硬化速度は遅くなる。硬化状況は、パレットに残った印象材をさわってみることで確認した方がよい。

5) 印象剤の硬化を確認した後、資料からレプリカを取り出す作業にはいる。圧痕の入り口部分の小さいときには、よほど注意して取り出さないと台から切れてしまう。ゆっくり前後左右に揺り動かしながら圧痕から印象材を剥し、無理に力を加えることのないように引き出さなければならない。入り口部分が大きく、従って台とレプリカの繋がりがしっかりしたものならここでぬけでてくる。どうしても取り出せない場合、資料が少しでも壊れて困るときは、なかに残った印象材を針などで切り刻み細かくして出すことになる。やむをえず少々資料の壊れるのを覚悟するならば、ディバイダーの針先などで少しずつ入り口部分を広げながら引き出すを試みることになる。このようなケースになるのは入り口部がかなり小さく奥の広い場合であって、圧痕そのものも見つけづらい。普通に気の付く圧痕では、それほど無理をすることなく取り出すことができることが多い。硬化した印象材を取り出すと、圧痕を土器に残したものがレプリカとして実体化されたことになる。取り出されたレプリカはルーペなどを使って丁寧に表面観察する。圧痕を残した原体の炭化したものが付着している場合にはそのまま炭化物が剥落しないように保存する。気泡のできてしまったものも捨てないで、部分的な観察や断面の観察に使えば有効に利用できよう。洗浄が不十分で、レプリカの表面に汚れが残ってしまった場合には、次いで

6) レプリカの洗浄を行う。きれいになっていると思ったものでも、走査電顕等で観察する場合に

は洗浄したほうがよい。筆者はやや堅めの毛を植えたブラシを利用して水洗しているが、レプリカに傷の付かない方法であれば何でもよいだろう。あとは水分をよく拭いて小型のケースなどに収納することになるが、この時、細かな繊維がレプリカに付着する恐れのあるものは使用しないことである。一度付着した微細なゴミや繊維は除去しづらく、細かな観察の防げになる。これで計測や観察に耐えられるレプリカの出来上りとなる。なお、走査電顕の使用など観察・計測の目的によっては、レプリカを裁断した方がよい場合がある。資料の状態が良好ならば、同じものをもう一度取っておくとよい。

4. 計測と観察

4. 1. 計測の方法

計測の可能な、といってもレプリカであるので重量などの計測には不向きである。土器圧痕から得られたレプリカの計測対象は、長さ・幅・厚み・径などである。しかし印象材の注入口となったところは、圧痕原体の情報に欠け落ちている部分であるため、計測不能な場所となっている。また土製品が共通に持つ縮みのことも念頭においておく必要がある。圧痕原体がいつの時点で失われたかということにも依るが、作られた土器が乾燥・焼成の過程を経ている以上、元の圧痕原体と圧痕を媒介にして得られたレプリカとでは厳密な意味で大きさが違うのは当然である。しかし、大ききの違いが計測誤差の範囲を上回るような値でなければ、さして重要な問題とはならないだろう。筆者は大ききを測るのにノギスで5/100mmまで3回測って平均値を四捨五入し、1/10mmまでを記載している。印象材が弾性体であるために計測は意外とやっかいであるが、生の原体や炭化したものを計測するときのように壊れる心配がないのはむしろレプリカの利点とすることができる。

4. 2. 計測と観察

東京都江戸川区の上小岩遺跡の表面採集資料から、200点余り圧痕の有る土器を確認している。そのなかで資料の保存状態からみて安全と思われる110点に関してレプリカを採取した(丑野：1990)。土器に残されている圧痕の様子をある程度うかがうことのできる例として、紋様以外のデータを一覧表にまとめたものを掲げた(表1)。

4. 3. 観察の方法

4. 3. (1)走査電子顕微鏡の利用

走査電子顕微鏡(SEM)はその開発と商品化の動機が材料の表面観察にあり、光学顕微鏡の μm (マイクロメーター, 1/1000mm)レベルよりさらに3桁ないし4桁小さいnm(ナノメーター, 1/1000 μm)レベルの2つの点の間隔を見分けることを可能にする高い分解能をもち、その機能はおおよそ物を観察しようとする人が使いたいと思わないことのない手段となっている(日本電子顕微鏡学会関東支部編：1983)。考古学においても既に広く調査研究に利用され、その重要性や利点も周知のことである。

表面観察(外形観察)の手段としての走査電子顕微鏡のもう1つの利点は、光学顕微鏡と比較して焦点深度が非常に深いことである。このことによって後に述べるステレオ立体視に使用する写真も観

表 1

粃

No.	種 類	ダ メー ジ	長 さ	幅	厚 み	長 さ/幅	器 種
42-09	粃	> T	5.0	3.8	2.5	1.32	甕
42-26	粃	> T	6.0	3.3	1.6	1.82	甕
42-30	粃	> T	6.8	3.8	2.3	1.79	壺
42-46	粃	> T	7.0	3.2	1.7	2.19	甕
42-17	粃	> T	7.0	3.8	2.0	1.84	壺?
42-28	粃	> L.W.T	4.1	3.7	2.2		壺
42-13	粃	> L.W.T	5.9	1.9	2.5		?
42-40	粃	> L.W.T	6.1	1.9	2.7		?
83-05	粃	> L.T	6.4	4.0	1.5		

米

No.	種 類	ダ メー ジ	長 さ	幅	厚 み	長 さ/幅	器 種
42-36	米	> T	5.2	3.2	2.2	1.63	壺
44-57	米	> W	3.8	2.0	2.1		壺
44-65	米	> L.W.T	3.9	2.0	1.7		甕
42-12	米?	> L	5.9	3.0	2.0		?
42-14	米?	> W.T	5.5	2.5	1.8		壺
42-15	米?	> L.W.T	5.4	3.4	2.3		壺

種子

No.	種 類	ダ メー ジ	長 さ	幅	厚 み	長 さ/幅	器 種
43-69	種子?	> L.T	3.5	3.0	2.1		甕?
43-01	種子?	> L.W.T	3.3	3.1	0.7		壺
44-43	種子?	> T	2.0	1.7	1.2	1.18	甕
43-73	種子?	> T	4.6	3.1	1.4	1.48	壺?
43-47	種子	> T	3.7	3.0	2.6	1.23	甕
43-21	種子?	> T	2.5	2.6	0.9	0.96	甕
44-30	種子	> T	3.7	1.8	0.9	2.06	甕
43-33	種子?	> T	3.1	2.8	0.7	1.11	甕
43-64	種子?	> W	4.6	2.2	2.3		甕
42-10	種子?	> W.T	3.9	2.4	1.4		壺?

枝状

No.	種 類	ダ メー ジ	長 さ	幅	厚 み	長 さ/幅	器 種
44-44	枝 状	> T	3.9	1.9	0.7		壺?
44-31	枝 状		4.4	1.8	0.0		壺
44-14	枝 状		4.8	1.5	0.0		甕
44-06	枝 状	> T	5.3	2.6	1.2		甕
44-64	枝 状		5.6	2.1	0.0		甕
42-05	枝 状		6.0	2.6	0.0		甕
43-19	枝 状	> T	6.5	1.4	1.3		甕
44-61	枝 状?		6.9	1.9	0.0		壺?
44-60	枝 状		7.2	1.4	0.0		壺?
44-72	枝 状		8.4	1.4	0.0		壺?
44-55	枝 状		9.2	2.3	0.0		甕
43-32	枝 状	> T	11.1	2.8	1.4		壺?

木片

No.	種 類	ダ メー ジ	長 さ	幅	厚 み	長 さ/幅	器 種
43-39 a	木片状	> T	2.9	1.6	1.6		甕
43-40 a	木片状	> T	3.7	1.9	1.7		甕
43-60	木片状	> T	4.0	2.6	1.1		埴?
42-41	木片状	> T	4.4	2.6	0.6		甕
42-49	木片状	> T	5.1	3.0	1.7		甕
44-29	木片状	> T	5.2	1.9	0.9		甕
44-62	木片状	> T	5.9	2.2	1.1		甕
44-69	木片状	> T	6.0	2.9	2.9		甕
42-44	木片状	> T	6.2	2.4	1.8		甕
44-58	木片状	> T	6.6	3.3	1.5		壺?
42-37	木片状	> L.W.T	4.4	4.4	1.2		甕
42-47	木片状	> L.W.T	5.6	2.0	2.2		?
44-56	木片状	> L.W.T	6.7	2.4	1.0		甕?
42-11	木片状	> L.W.T	8.5	3.3	2.3		?
44-46	木片状	> L.W.T	10.2	3.8	1.6		甕

砂粒

No.	種 類	ダ メー ジ	長 さ	幅	厚 み	長 さ/幅	器 種
44-54	砂粒	> W.T	3.7	3.2	2.2		甕
42-38	砂粒	> W.T	5.3	3.6	1.6		甕
42-07	砂粒?	> W.T	6.6	2.7	2.1		埴?
44-53	砂粒	> W.T	6.8	5.5	3.4		甕
43-16	砂粒	> T	1.8	1.1	0.7	1.64	壺
44-42	砂粒?	> T	2.2	1.6	1.3	1.38	甕
44-36	砂粒	> T	2.2	1.6	0.7	1.38	甕
43-08	砂粒	> T	2.5	1.5	1.1	1.67	壺
43-14	砂粒	> T	2.8	2.6	0.0	1.08	甕?
44-37	砂粒	> T	3.0	1.6	0.6	1.88	甕
43-11	砂粒	> T	3.0	2.2	2.2	1.36	甕
43-37	砂粒	> T	3.0	2.7	0.9	1.11	壺?
43-04	砂粒	> T	3.2	2.5	1.4	1.28	甕
43-23	砂粒?	> T	3.2	2.6	0.9	1.23	甕
43-38	砂粒?	> T	3.2	2.7	1.3	1.19	壺
44-05	砂粒	> T	3.3	2.1	0.6	1.57	甕
43-40 b	砂粒?	> T	3.3	2.2	1.2	1.50	甕
43-41	砂粒?	> T	3.3	3.0	1.8	1.10	壺?
43-51	砂粒	> T	3.3	3.1	0.8	1.06	壺?

表に記載したレプリカの測定値は、ノギスで0.05mmまで計り、最終単位を四捨五入したものである。

表中〔ダメージ〕欄のL.W.Tは、それぞれの長さ、幅(枝状では直径)、厚みを表している。

扱った資料の所属時期は、土器片の特徴からすべて弥生時代末～古墳時代前期までに属す。

察される材料のすみずみまでピントが合い、特に立体視に用いた場合、その効果は他にこれにまさる写真撮影の手段を挙げることが難しいほどである。またステレオ立体視を行わない場合でも、走査電子顕微鏡像は、資料を手にとってルーペで観察している場合や、実体顕微鏡で観察している場合と非常によく似た立体感を与える。

さて、今回、歯科用印象材—ビニル・シリコーン—で制作した試料を走査電子顕微鏡で観察する必要が生じた理由には、この印象材が光を若干透過する性質であったことも大きい。普通に写真撮影する場合には、レプリカ表面からわずかに内部へ透過する光と表面で反射する光が相互に影響しあって、写真として得られる像は表面の凹凸を明確に見せていないことが多かったのである。走査電子顕微鏡の試料表面の凹凸を忠実に描写する特性によって、より正確な観察が可能となった。

4. 3. (2)ステレオ写真による立体視

ここで行うステレオ写真の撮影と立体視の原理は、地理学などで地形の把握のために行われてきたステレオ立体視と全く同じである。

立体視は走査電子顕微鏡観察の応用としても重要で、走査電子顕微鏡の技法書には必ずといってよいほど紹介されている。これらの技法書類ではステレオ写真を撮影する場合に、観察される物体の角度を変える方法がすすめられている。これは走査電子顕微鏡の数多くある機種のひとつが試料を傾斜する機構を備えていることにもよるものであり、この方法を利用するのが便利であろう。

撮影の実際は、まず、全く傾斜しない状態で必要な画面を撮影し、つぎに試料を傾斜する機構を用いて、小さくとも 5° 大きくて 15° ぐらいの傾きを加えた画面を撮影する(このとき倍率を変化させてしまわないようにフォーカスの合わせ直しなどの操作に注意する)。本報では傾斜の角度には $8^{\circ}\sim 10^{\circ}$ を用いている。(写真7)。このようにして2枚1組に撮影した写真をそれぞれ左目用、右目用に撮影時の傾斜を考慮して間違いなく並べ、立体視めがねを用いたり、ついたてを用いたり、またそれのできる人は裸眼のままで立体視を行うのである。また、筆者は試料を傾斜させず位置を水平に移動させるだけの方法も用いている。これでもわずかに角度を変えたのと同じ効果が得られる(写真5, 6, 10, 13, 16, 23)。ただし、こちらの方法だと試料がいつも画面の中央にバランスよく収まる構図での撮影ができないので、トリミングなどの手間をかけなければならない場合も出てくる。

いずれにせよステレオ写真は凹凸の把握だけに限らず、考古遺物の観察に新しい視点を与える、もっと利用されてよい技法であると考えている。

4. 3. (3)土器胎土と印象材の分解能

圧痕の元となった原体から第一に土器胎土へ、第二に印象材へ、と2段階の転写を経て、原体のレプリカが観察されるわけであるが、原体の表面の凹凸はどの程度再現されるであろうか？レプリカで観察した土器圧痕の粃と現世の水稻うるち米の粃実物の一例を比較すると、圧痕から採取したレプリカ(写真1, 3)にも粃実物(写真2, 4)に観察できるのと同様の微細な突起などを見ることができ、圧痕の原体の凹凸は、胎土から印象材へと2度の転写を経てもかなり細部まで再現されている

様に見える。

試みに一例として観察した粃実物の構造を測定してみると、その表面に生じている顆粒状の突起の幅は約 $20\mu\text{m}$ (写真4)である。その周囲の溝はさらに小さく、状態さえよければ表面の構造は $10\mu\text{m}$ ($1/100\text{mm}$)のレベルぐらいまでは再現され得るといえよう。

4. 4. 観察の実例

これまでに土器圧痕から1000点を越すレプリカを取り、300点余りに関して走査電顕写真を撮ってきた。レプリカ法によって復原された圧痕が走査電顕でどのように観察できるのか。以下に、その例をできるだけ多種類にわたって示してゆきたい。写真の説明に(S)と記して有るものは平行移動によって写したステレオ写真、(ST)とあるものは $8^{\circ}\sim 10^{\circ}$ のティルトを写したステレオ写真である。走査電顕は日立電界放射型S-700を使用した。

- 1) 稲粃。芒から茎付着部まで観察できる。古墳時代(和泉式)。東京都：高島平北遺跡
- 2) 現生の稲粃
- 3) 稲粃。茎付着部の拡大。弥生時代中期末。埼玉県：用土・平遺跡
- 4) 2)と同じものの部分拡大。
- 5) (S)稲粃。土器の断面に入っていたもの。写真中央部を走っているヒラヒラは土器断面の合わせ目にできたバリである。中央の黒い穴は気泡。古墳時代(和泉式)。東京都：高島平北遺跡
- 6) (S)土器断面中の稲粃圧痕。茎付着部。弥生時代中期末。埼玉県：用土・平遺跡
- 7) (ST)玄米。胚の部分もよく膨らんでいる。弥生時代後期。東京都：田園調布南遺跡
- 8) 同上。胚の部分拡大写真。
- 9) 同上。側面形。この程度の袋状となっているものなら、印象材の弾力で簡単に取り出すことができる。
- 10) (S)豆類と思われる種子。へその反対側が壊れている。縄紋時代中期。東京都：千駄木遺跡C地点
- 11) 種子の全景。弥生時代中期末。埼玉県：用土・平遺跡
- 12) 同上。付着部の拡大。
- 13) (S)種子と植物繊維。古墳時代(和泉式)。東京都：高島平北遺跡
- 14) 種子。弥生時代末～古墳時代。東京都：上小岩遺跡
- 15) 同上。付着部の拡大。
- 16) (S)種子。古墳時代(和泉式)。東京都：高島平北遺跡
- 17) 種子。下側に茎付着部が見える。奈良時代～平安時代。狛江市：弁財天池遺跡
- 18) 同上。茎付着部の拡大。
- 19) 材。弥生時代末～古墳時代。東京都：上小岩遺跡
- 20) 材。弥生時代末～古墳時代。東京都：上小岩遺跡

- 21) 壺の内面に残っていた指頭圧痕。古墳時代（和泉式）。東京都：高島平北遺跡
- 22) 同上。部分拡大したもの。
- 23) (S) S字状結節。弥生時代後期。東京都：千駄木遺跡
- 24) 縄紋。表面微隆起状に見えているのは土器自身にある細かな亀裂が転写されたもの。縄紋時代前期。東京都：岡本前耕地遺跡
- 25) 珪藻。繊維土器内面のレプリカを取って観察していたところ、このような珪藻が現れた。珪藻が熱によって変質しにくいものならば、これらは土器に残っていたものが印象材によって取り出されてきた可能性がある。縄紋時代前期。東京都：岡本前耕地遺跡
- 26) 打製石包丁の刃部。印象材で雌型を取り、石膏で雄型になおしたもの。弥生時代中期末。埼玉県：用土・平遺跡
- 27) 26)と同じ方法で作った剥片の縁辺部。弥生時代中期末。埼玉県：用土・平遺跡
- 28) 有孔磨製石鏃の孔。穿孔具の軌跡がみられる。弥生時代中期末。埼玉県：用土・平遺跡
- 29) 同上。斜め上からみている。レプリカの突出部上面がしわ状に見えているのは、印象材がたれないように抑えていた紙の痕がついたもの。弥生時代中期末。埼玉県：用土・平遺跡

5. レプリカ法の利点と限界

土器圧痕はまさに土器に残された圧痕であるから、土器のなかに圧痕として残っていたということと土層中から検出された遺存体よりも確かな時期決定ができる。形式名のわかる土器ならば、表面採集されたものでも有効に利用できる。土器に残された圧痕はその土器のいまだ乾かないうちに付けられたものであることから、土器の製作された季節、環境などを研究する上での大いなる指標となろう。

土器に残された圧痕を調査・研究する上でレプリカ法の有効な点は、圧痕を残した原体にきわめて忠実な複製が得られることである。原体をレプリカ法に依って実体化するのは、単に圧痕そのものを観察することとはまったく違う観察対象を持つことになる。今までの圧痕による観察ではうまく行えなかった、大きさの計測や走査電顕による細かな観察ができるようになり、原体の実感をステレオ写真によってより身近にすることができるようになった。圧痕ではないが、失われた剥片・石核では実測図を作ることも可能になったのである。大きさの計測に関しても、土器の圧痕から取り出されたものということを共通項とし、一つの基準のもとに数値を求めることができる。

印象材の性質から、安全剃刀などで簡単に切り取ることができるのも利点としてあげられる。大きな紋様帯の場合、最もその特徴を現している部分を切り取って走査電顕の試料としたり、断面の形状を調べるために必要部分の切断を行うような場合である。生の資料と違い、圧痕やそれから得られたレプリカは保存するのに特別な条件は要らないことも有利なことである。

これまで圧痕が微視的な方向であまり研究されなかったのは、土器の胎土が粗いという印象があったからと思われる。土器胎土が粗いという印象は、粘土に混ぜられた混和材のせいであろう。土器胎

土のかなりの部分を1/256mm以下(国立天文台編:1990)という粘土粒子が占めており、土器に残された圧痕には細かな原体の特徴まで印象されているのは当然かも知れない。ビニル・シリコーン印象材のように弾性度の高い材料を用いれば、少々袋状になった圧痕でも原資料を傷めることなくレプリカを取り出すことができる(写真9)。印象材が弾性体であることによって複雑な凹凸面にも傷を付けにくく、そのため数回のレプリカ取りも可能である。先述のように、計測する場合も壊れる心配のないだけに扱いやすい。目的の圧痕さえわかっているれば、特殊な作業場も技術も必要なく短時間で作業を終えられる。資料に対する慎重ささえあれば、よその研究機関の資料に対しても安心してレプリカ取りを行うことができよう。このようにしてレプリカ法は、比較的大型のものを対象にした今までの靱圧痕や紋様の観察にとどまらず、微細な種子(写真13など)や珪藻(写真25)の観察までも可能にした。また、石器の製作(写真28, 29)・使用痕(写真26)の研究などさらに広い応用範囲を対象にすることのできる方法である。

レプリカ法で実体化されたものには上記のような利点はあるが、一方ではレプリカであるための限界も持っている。土器に残された圧痕は、その圧痕を残した原体の全てを表現しているものではない。したがって、そこから復元されたレプリカも土器に残された圧痕内に転写されている情報に限定されたものとなる。具体的には印象材の注入口の部分は圧痕原体が本来持っていた情報を欠く部分であり、どこまで細かく復元されるのかは土器胎土の緻密さなど圧痕原体が取り込まれるときの条件に左右されよう。そしてまさにレプリカであることの限界であるが、圧痕原体の色や内部構造まで再現されることはない。レプリカ法で復元されるのはあくまで圧痕原体の外形と表面に形成されていた情報である。このようにレプリカ法で得られた圧痕原体の複製は実物を比べた場合いろいろな限界を持っている。しかし、圧痕を圧痕として観察するのに比較すればきわめて大きな可能性を有する方法であることも理解されよう。

6. 将来的な展望

これまで述べてきたように、レプリカ法での観察はいくつかの限界を持つものの、将来的には広く発展性のある方法であると考えている。レプリカ法は土器という確実な層位から得られた圧痕、即ちネガティブの状態のものをレプリカというポジティブの状態にすることであり、あたかも圧痕を残した原体がそこにあるかのように観察研究できることを大きな利点とするものである。それは、印象材が弾性体であるのと同時に超微粒子でできていることから計測が可能となり、走査電顕の利用、さらにステレオ写真という3次元的な表現をすることによって圧痕原体の細部にわたる観察がより精密に行えるようになったことである。

これまでに、ダニ(重住:1975)、ヤスデ(篠原:1976)、クモ(原田・久貝:1968)、カツオブシムシ(藤の台遺跡調査団:1980)などの小動物、貝類、獣骨などのほか、幾種類かの堅果やエノコロ草などの種子類(小林編:1977)、木や草の葉・茎など多くの種類の圧痕が観察され、土器の作られた季

節や、彼らの生活を取り巻く環境を究明するのに重要なデータを提示する資料となっている。今後、さらに多くの種類の圧痕がでてこよう。レプリカ法で復元し走査電顕で観察すれば、さらに細かな情報を知ることができる。

紋様原体に対してもこれまでより細部にわたる観察が可能となり、原体の構造や組成に関する研究は大きく進捗しよう。そのために、できるだけ多くの資料に接してレプリカを取り、体系的なデータとして分析を試みなければならないだろう。この方法は、前述のように石器・骨角器の研究にも大きく貢献する手段である。

これからの問題として圧痕原体の種同定がある。ここで例示した粃と米以外の種子類も、はっきりした種名が解っていない。できるだけ早い時期に、関連する分野の研究者の方々に種同定に対する協力をお願いしたいと思っている。

謝 辞

最後になってしまったが、今回この小論を発表するにあたって、多くの方々にご協力をいただいた。

小田静夫、蚊爪康昌、小宮恒雄、菅原 道、中津由紀子、新里 康、武井則道、對比地秀行、和田信行、東京都都立学校遺跡調査会の諸氏には土器資料に大いなる便宜を計っていただいた。また国際基督教大学の小日置晴展氏には英文アブストラクトでお世話になった。記して感謝の意を表したい。

参 考 文 献

- 丑野 毅(1983) 寄居町用土・平遺跡—寄居町史— 原始・古代・中世編, 寄居町教育委員会。
- 丑野 毅(1988) 土器に残された圧痕—江戸川区上小岩遺跡— 東京都埋蔵文化財調査報告 第14集, 東京都教育委員会。
- 丑野 毅(1990) 上小岩遺跡の土器片にみられた圧痕—上小岩遺跡II—, 上小岩遺跡調査会。
- 大森昌衛編(1971) 化石の研究, 共立出版。
- 都立学校遺跡調査会(1990 a) 岡本前耕地遺跡。
- 国立天文台編(1990) 理科年表 第63冊, 丸善。
- 小林達雄編(1977) 日本原始美術体系1 縄文土器, 講談社。
- 佐藤敏也(1971) 日本の古代米 雄山閣考古学選書1, 雄山閣。
- 重住 豊(1975) ダニ圧痕の土器を出した松ノ木遺跡 月刊考古学ジャーナル No.113, ニューサイエンス社。
- 篠原圭三郎(1976) 千葉県僧御堂遺跡出土の縄文土器片内混入のヤスデ圧痕 —千葉県市中野僧御堂遺跡—, 日本道路公団・千葉県文化財センター。
- 都立学校遺跡調査会(1990 b) 高島平北遺跡。
- 坪井正五郎(1985) 貝塚土器底面の網代紋 東京人類学雑誌 第十巻 第112号, 東京人類学会。

日本電子顕微鏡学会関東支部編(1983) 走査電子顕微鏡の基礎と応用. 共立出版.

原田 修・久貝 健(1968) クモの圧痕ある土器片 河内考古学2. 河内考古学会.

樋口清之(1935) 各大きさを異にする粃痕のある大和及び三河発見の土器 史前学雑誌 第7巻第1号. 史前学会.

藤の台遺跡調査団(1980) 昆虫圧痕のみられる土器片について 藤の台遺跡Ⅲ. 藤の台遺跡調査会.

八木獎三郎(1902) 増訂版 日本考古学.

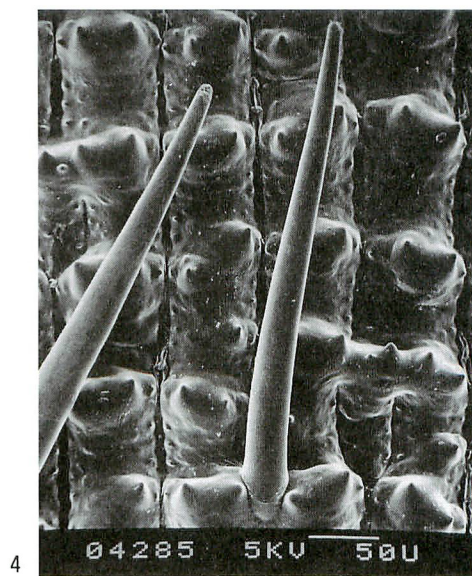
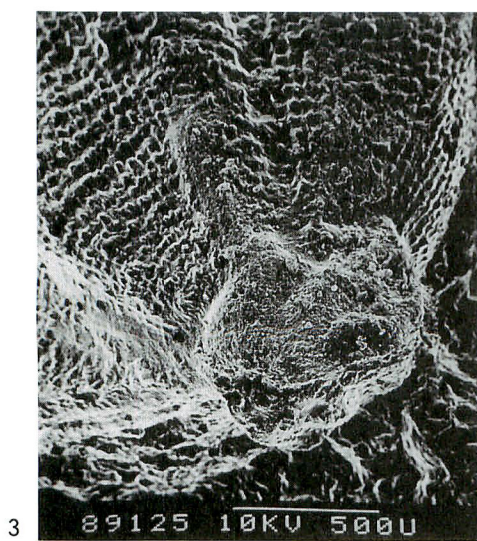
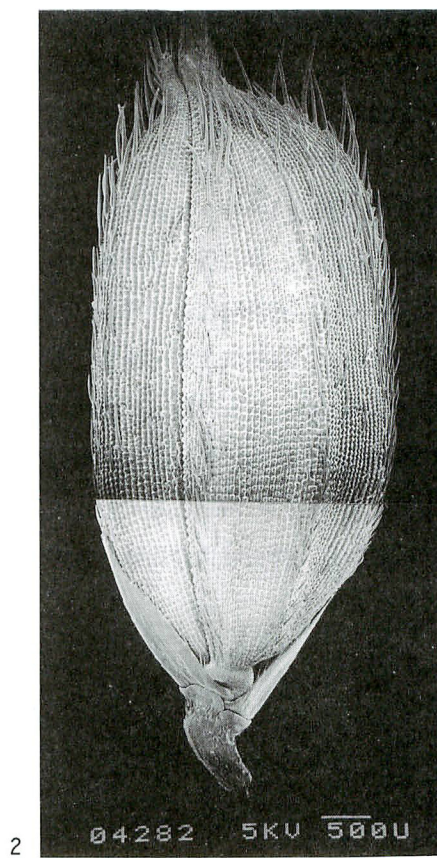
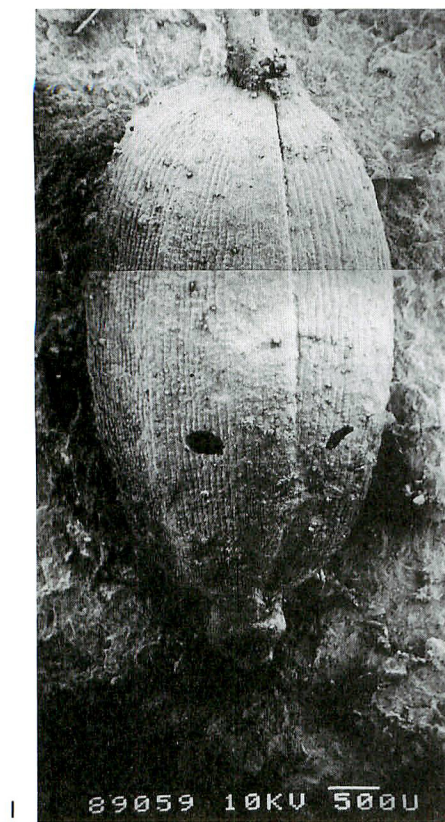
山内清男(1925) 石器時代にも稲あり 人類学雑誌 第40巻第5号. 東京人類学会.

山内清男(1964) 縄紋式土器・総覧 日本原始美術1. 講談社.

山内清男(1967a) 石器時代土器底面に於ける稲粃の圧痕(未発表草稿, 大正14年4月 長谷部博士に提出) 山内清男・先史考古学論文集・第4冊. 先史考古学会.

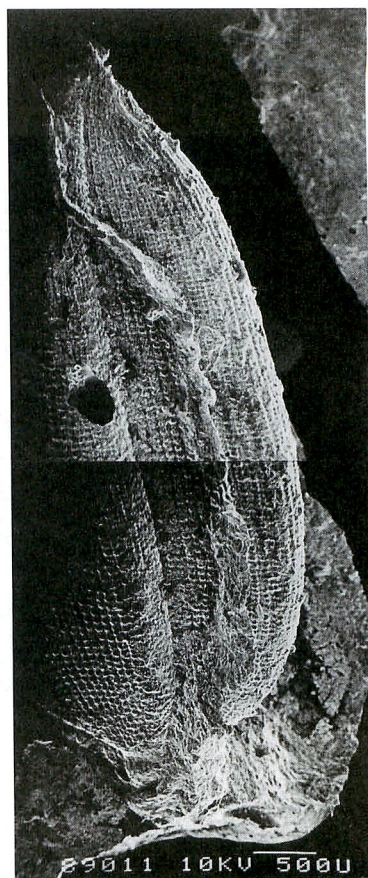
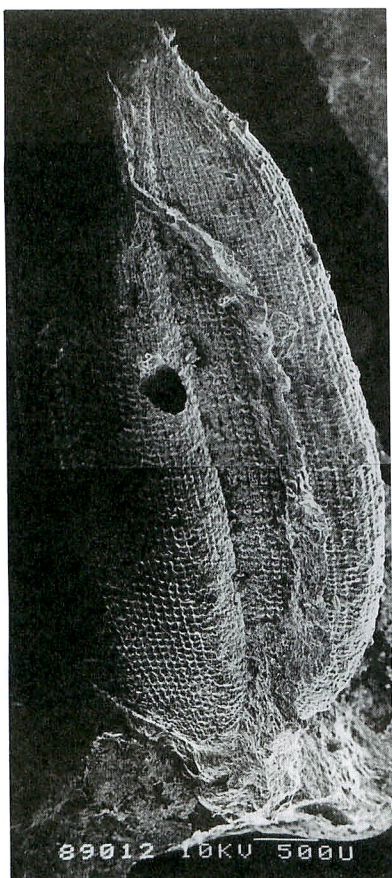
山内清男(1967b) 日本遠古之文化 山内清男・先史考古学論文集・第1冊. 先史考古学会.

渡辺 誠(1983) 縄文時代の知識 考古学シリーズ4. 東京美術.

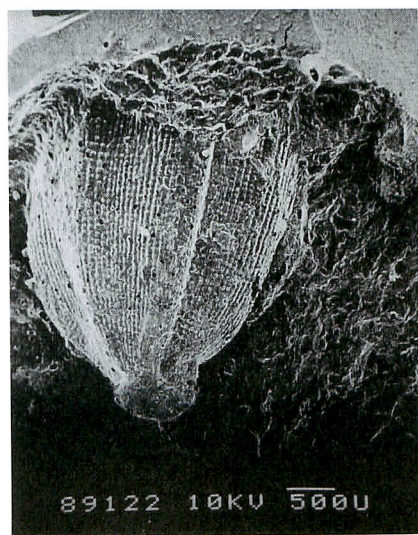
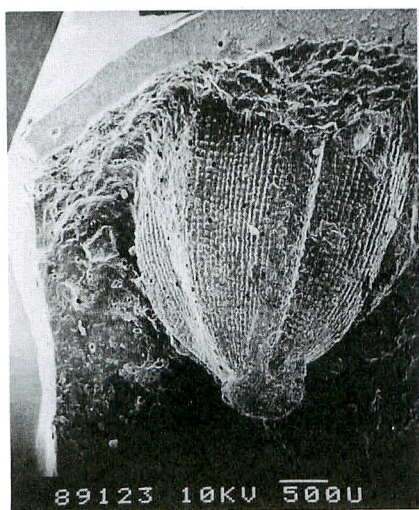


榧 の 例

5



6



翅 の 例

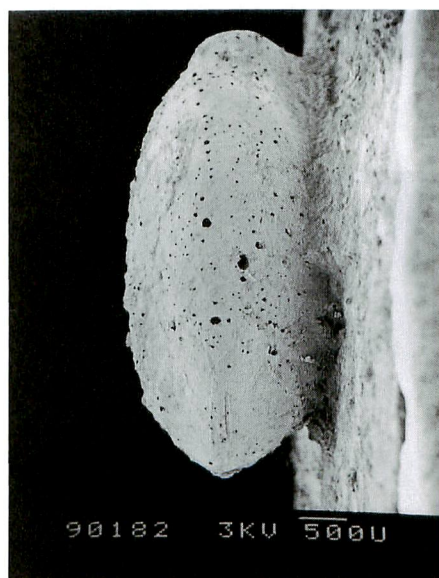
7



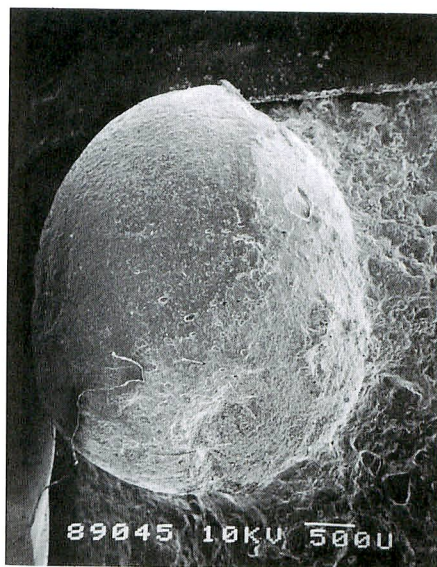
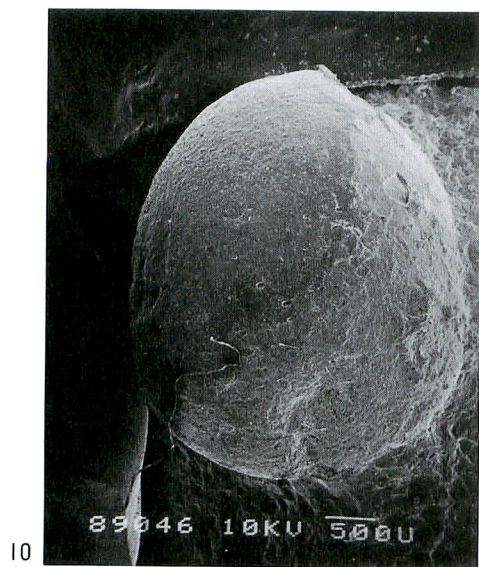
8



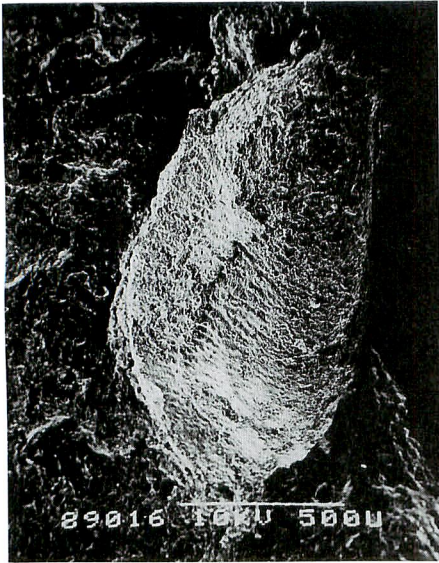
9



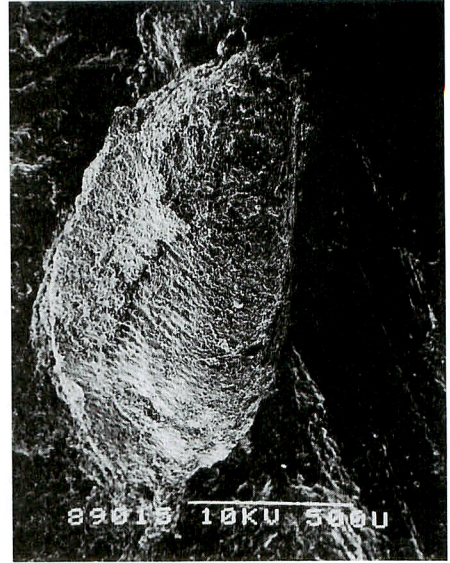
米 の 例



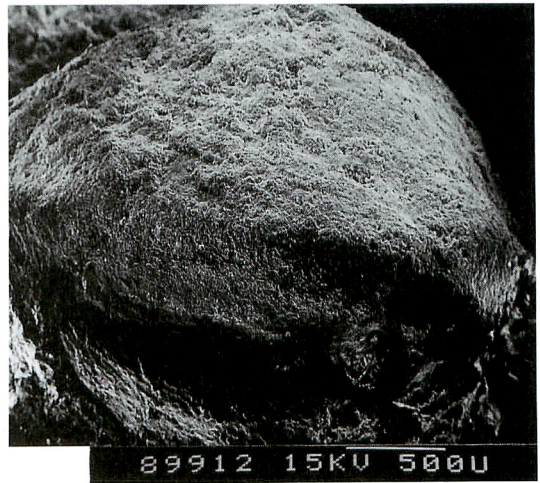
種子の例



13

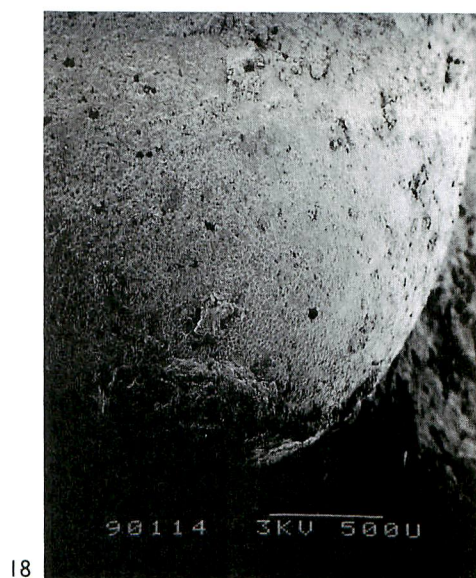
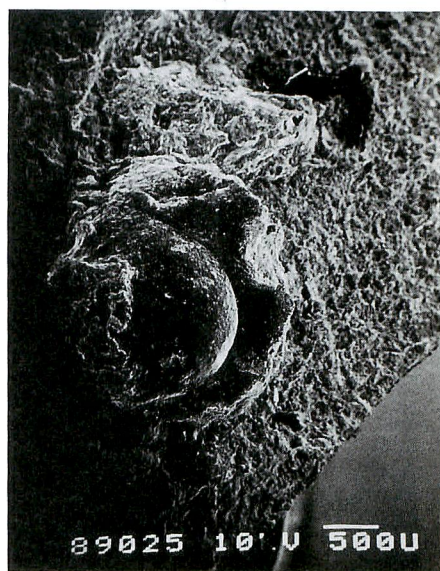


14

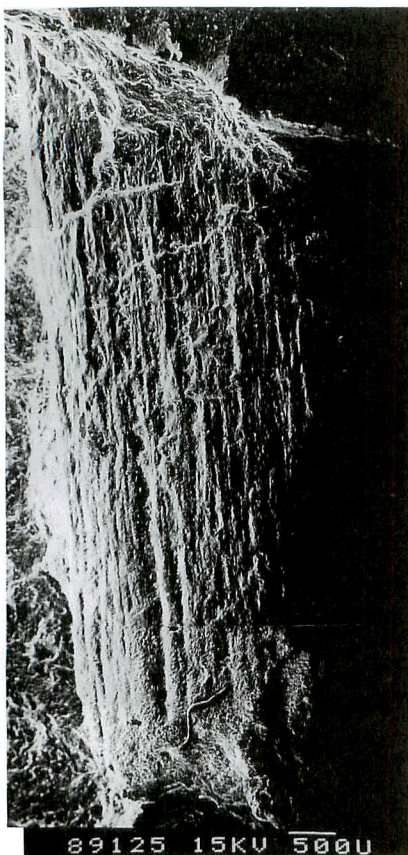


15

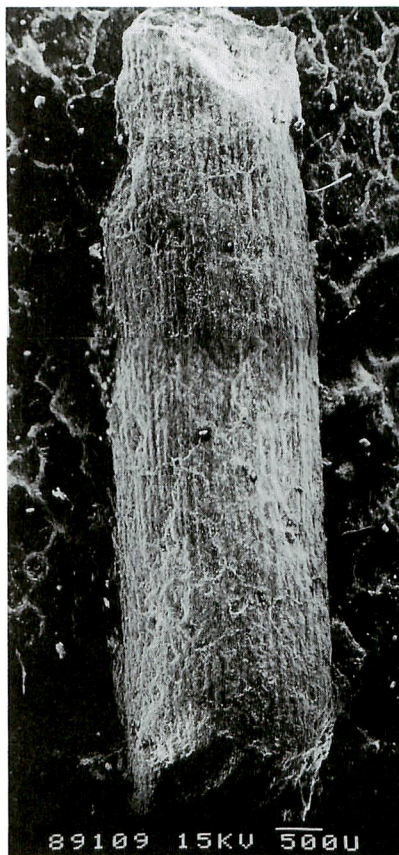
種子の例



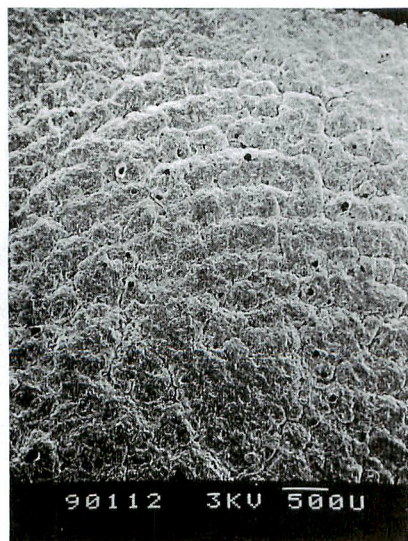
種子の例



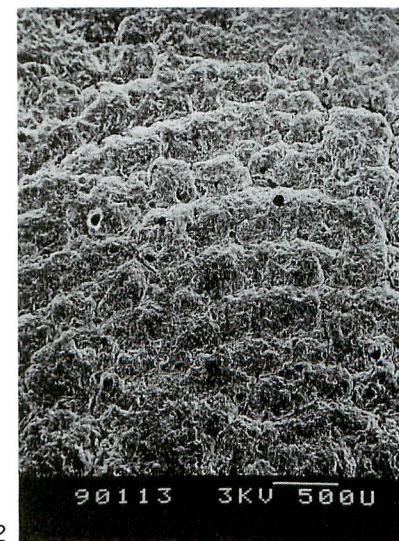
19



20



21



22

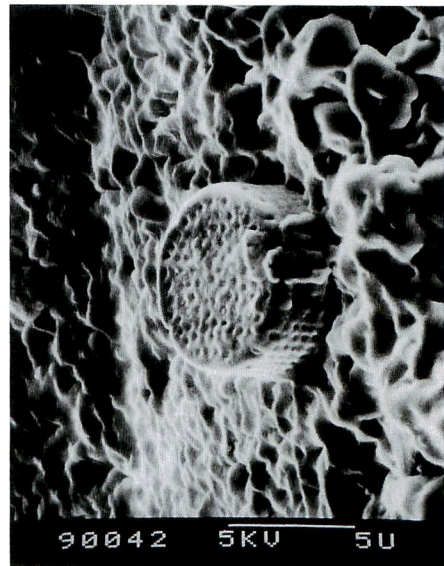
材・指頭圧痕の例



23

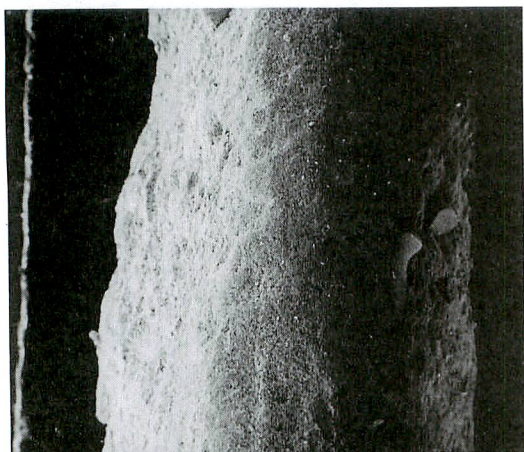


24



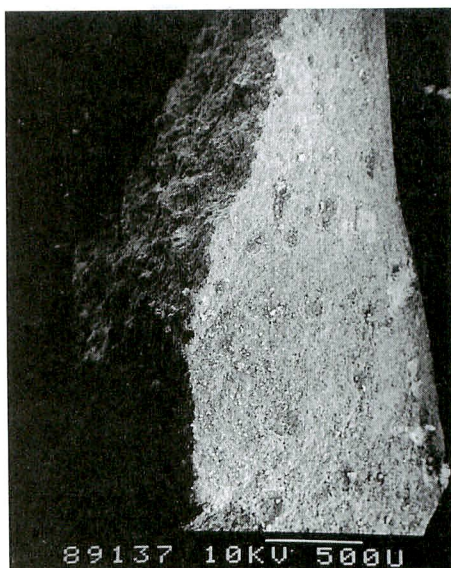
25

紋様・珪藻の例



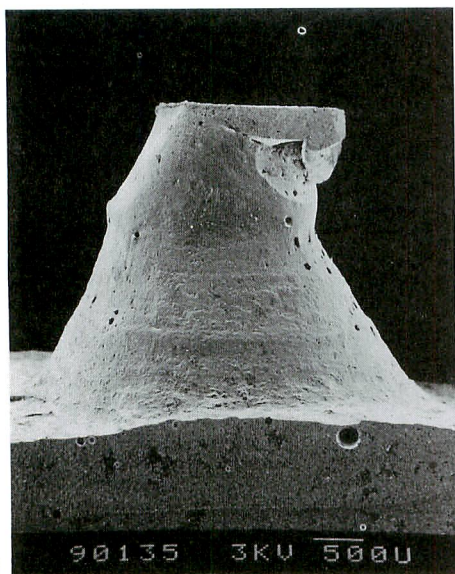
26

89136 10KV 500U



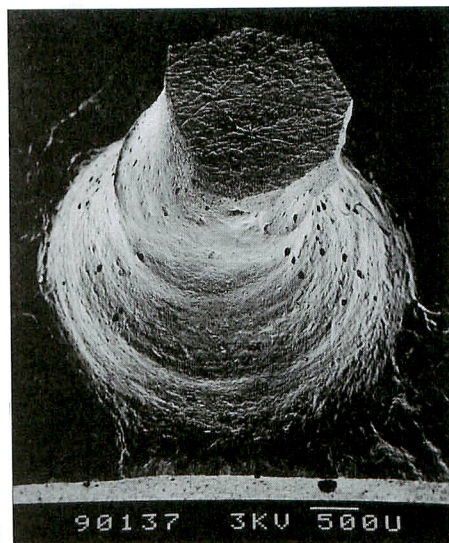
27

89137 10KV 500U



28

90135 3KV 500U



29

90137 3KV 500U

石 器 の 例

List of Plates

- 1) An example of Rice with husks. An arista and a trace of cauline can be observed. Izumi typed pottery, Kofun period. Takashimadaira-kita site, Tokyo.
- 2) An acutural specimen of a rice with husks.
- 3) Detail of a portion of rice with a trace of cauline. Latest phase of Middle Yayoi period. Yodo-Taira site, Saitama prefecture.
- 4) The same detail on an actual specimen. Latest phase of Middle Yayoi period, Saitama prefecture.
- 5) (S) An example of rice with husks found on a broken section of pottery. A partition line formed along a cleft between the sherds is running through the center. A dark spot also at the center is a blowhole. Izumi type pottery, Kofun period. Takashimadaira-Kita site, Tokyo.
- 6) (S) Impression of rice with husks on a broken section of a sherd. A portion has a trace of cauline. Latest phase of Middle Yayoi period. Yodo-Taira site, Saitama prefecture.
- 7) (ST) An example of unmilled rice with bulged out embryo. Late Yayoi period. Denenchofu-Minami site, Tokyo.
- 8) *ditto*. Enlarged view of an embryo.
- 9) *ditto*. The side view. Hollow cavity to such degree can be perfectly replicated, due to the elasticity of compound.
- 10) (S) Been-like seed, An other side of the umbilicus is destroyed. Middle Jomon period. Sendagi site Location C, Tokyo.
- 11) An overall view of a seed. Latest phase of Middle Yayoi period. Yodo-Taira site, Saitama prefecture.
- 12) *ditto*. Enlarged view of a trace of cauline.
- 13) (S) A seed and vegetable fiber tempering. Izumi type pottery, Kofun period. Takashimadaira-Kita site, Tokyo.
- 14) A seed. Latest Yayoi to Kofun period. Kamikoiwa site, Tokyo.
- 15) *ditto*. Enlarged view of a trace of cauline.
- 16) (S) A seed. Izumi type pottery, Kofun period. Takashimadaira-Kita site, Tokyo.
- 17) A seed. A trace of cauline can be seen at the bottom. Nara to Heian period. Benzaiten-Ike site, Komae, Tokyo.
- 18) *ditto*. Enlarged view of a trace of cauline.
- 19) Wooden artifact. Latest Yayoi to Kofun period. Kamikoiwa site, Tokyo.
- 20) Wooden artifact. Latest Yayoi to Kofun period. Kamikoiwa site, Tokyo.
- 21) An imprint of finger head on the inner surface of a jar. Izumi type pottery, Kofun period. Takashimadaira-Kita site, Tokyo.
- 22) *ditto*. Enlarged view.
- 23) (S) "S" shaped knot. Late Yayoi period. Sendagi site, Tokyo.
- 24) Cord-mark. Small projections on the surface are the traces of fissure on the clay. Early Jomon period. Okamoto-Maekochi site, Tokyo.
- 25) Diatom found while observing a replica of the inner surface of fibertempered pottery. If diatom shell can resist the heat of the firing, this example could have been buried in the clay since when this vessel was made. Early Jomon period. Okamoto-Maekochi site, Tokyo.
- 26) A edge of a chipped stone reaper. A plaster replica using silicone compound as a cast. Latest phase of Middle Yayoi period. Yodo-Taira site, Saitama prefecture.
- 27) A simmlar technique applied on the edge of a stone flake. Latest phase of Middle Yayoi period. Saitama prefecture.
- 28) An hole on a perforated ground arrowhead. Traces or scars of a perforating utensil can be observed. Latest phase of Middle Yayoi period. Yodo-Taira site, Saitama prefecture.
- 29) *ditto*. An oblique view. Wrinkles at the top are the trace of a paper mark which prevented the compound solution from dripping out. Latest phase of Middle Yayoi period. Yodo-Taira site, Saitama prefecture.

Replication Method of the Impression on the Pottery Surface

Tsuyoshi USHINO¹⁾ and Hiromi TAGAWA²⁾

- 1) College of arts and sciences, The University of Tokyo, Komaba 3-8-1, Meguro-ku, Tokyo 153, Japan
- 2) The University Museum, The University of Tokyo, Hongo 7-3-1, Bunkyo-ku, Tokyo 110, Japan

The replication method is to reproduce the original form of impressing material, which is accomplished by applying a compound of elastic vinyl-silicone over impressed mark or pattern left on the surface of the pottery.

A benefit of this method is that it is able to produce a finely detailed reproduction of an impressing material, so that an completely different approach for the observation can be taken compared to the study of an impression itself. Aprecision observation instruments such as scanning electron microscope or stereo camera can be used to study the structure of the impressing material. Even by a conventional method, much precise measurement can be taken. Collected numerical data from various specimens may be analyzed under a unique standard considering acurtailment of the compound.

Material which left the impression can be identified through the study of the replica. If, for example, an impression was made by a plant fiber the plant which yielded the fiber may be confirmed. If the condition of an impression is good enough, the smallest seed or even a diatom carcass can be obtained. And by studying the native of the plant, a series of the informations about the pottery itself can be extracted ; The season of when the pottery was made, an environment, the cultural period or even the type of the culture of which the pottery belonged. Because the impression must be made while the pottery itself is being made, a material which left an impression and the pottery is contemporal. And there is absolutely no chronological error between the two, as it sometimes occur when the plant remain was unearthed around the artifact. As mentioned at the beginning, the same method can be used for the study of the wear mark on the stone tools.