

種実圧痕の定量分析に関する予察

—補填材重量の検討—

守屋 亮

要旨

現在広く普及している種実圧痕の調査に関して、定量分析による異なる遺跡間、時期間における比較検討をおこなう必要性が説かれている。本稿は、土器重量の計測による種実圧痕の定量分析を実施する場合に、計測重量に土器の復元や補修に使用される補填材の重量が含まれる問題を解決するため、この補填材の重量を除くための計算式を求めることを目的とした。土器及び補填材として使用される素材について平均的な密度を算出し、補填材の素材ごとの式を求めた。特に石膏は製品や練和方法によって密度が異なるが、石膏密度の差異は、少なくとも従来の表出圧痕を対象としたレプリカ調査による圧痕検出数を比較する場合には影響がない程度であることが判明した。

I. はじめに

種実圧痕の分析における定量分析の必要性は複数の研究者によって主張されているが（小畑 2012 等）、近年はシリコン樹脂によるレプリカ法以外に、対象土器を直接 X 線 CT 装置や軟 X 線装置によって分析する方法も行われている。特に小畑弘己は「表出圧痕」だけではなく土器中に存在する「潜在圧痕」も含めて軟 X 線装置を用いて分析する方法を用い、観察土器の単位面積あたりの検出数を比較した（小畑 2015）。一方、従来の表出圧痕に対するレプリカ法による定量分析の試みとしては、観察土器点数あたりの「圧痕検出率」を算出する（遠藤 2014）方法や、土器の単位重量あたりの検出数を比較する方法（安藤 2012）等が挙げられる。しかしこうした方法は小畑（2015）が指摘するように土器内部に存在する圧痕全体を比較することができないため、正確な定量分析の方法としては不適切であり、本来は潜在圧痕を全て調査することが望ましい。しかし全ての調査者が軟 X 線装置等を用いて潜在圧痕調査を実施するのは難しいと考えられる。また、潜在圧痕調査の事例数が蓄積し、潜在圧痕を含めた全ての圧痕に占める表出圧痕の割合が定まっていけば、表出圧痕数から潜在圧痕数を推測することも可能となると考える。

また本来、特に潜在圧痕については観察単位は体積にするべきである。体積は土器の密度がわかれば重量から換算可能であり、潜在圧痕調査と表出圧痕調査のどちらでも重量計測は有効な方法といえる。筆者は以

前、表出圧痕のレプリカ法による調査の際に観察土器の重量計測を実施したが（守屋 2014）、重量計測の際に土器の補修・復元に用いられる石膏等の補填材の重量が含まれることが問題となった。したがって本稿では、今後の定量分析のための一助として、補填材を含まない土器重量を算出する計算式を用いて、本来の土器重量に換算する方法を考えたい。

II. 先行研究と問題の所在

II-1. 先行研究

種実圧痕の分析に関して、シリコンを用いるいわゆるレプリカ法を確立させたのは丑野毅であり（丑野・田川 1991）、現在では多くの研究者が実施している（小畑 2011；中沢 2014；中山 2010 等）。

種実圧痕の定量分析に関連する研究も多様な視点から実施されており、ここでは定量分析に関連する先行研究について述べる。

潜在圧痕 潜在圧痕に関して、中山誠二は把手中からダイズ種子圧痕が検出された山梨県酒呑場遺跡出土の縄文土器を X 線 CT 装置等を用いて分析し、把手内部から別のダイズ状種子の潜在圧痕を発見した（中山 2010）。

小畑は、富山県小竹貝塚及び平岡遺跡出土土器について表出圧痕分析に加え、軟 X 線装置を用いた潜在圧痕の調査も実施した（小畑 2015）。小竹貝塚出土土器では表出圧痕 66 点に対して潜在圧痕 526 点という個体も報告されている。加えて単位面積当たりの検出数の復元、検出数の類型化による種実の混入が偶

然か意図的かの判断基準、作業初心者と熟練者、軟X線装置を用いた場合による表出圧痕検出率の相違等を検討した。これらの結果から小畑は軟X線装置を用いた潜在圧痕調査の重要性を強く指摘している。

他に潜在圧痕に関連して、那須浩郎らは圧痕形成過程の検討の必要から、植物種実を混入させた素地土を用いて土器製作・焼成実験を行った。結果として、エゴマ 1,800 点を混入させた土器の焼成実験では 115 点 (6.4%) が表出した (那須ほか 2015)。

表出圧痕 遠藤英子は圧痕検出数を観察土器総点数で割ることにより圧痕検出率を求めている (遠藤 2014)。また小畑弘己・真邊彩は「定量的な分析において、土器作りに関する技術や意識などの文化的背景が同じであれば、圧痕として出てくる栽培植物の比率は一定の意味を持つ」(小畑・真邊 2014) という前

提のもと、同様に検出率を算出している。

一方、安藤広道は「レプリカ法による圧痕を定量的に評価するためには、まず一定数の資料を悉皆的に観察することが必要である。すでに知られている圧痕資料や複数の窪みのなかから可能性の高いものだけを任意にピックアップしたレプリカの採取では定量化は難しい。そのうえで、調査した土器の総重量を提示することが重要になる。重量のデータがあれば、土器の点数と比重から、土器胎土の総体積を提示することが可能となり、そこに土器の平均的な厚さのデータを加えることで、調査した土器の器面の総面積も算出できる。いずれにしても、重量のデータは、土器胎土の体積、器面の総面積と相関するものであるため、まずは重量と圧痕の点数の関係を基礎的なデータとして提示していくことが大切になる」として土器重量の計測

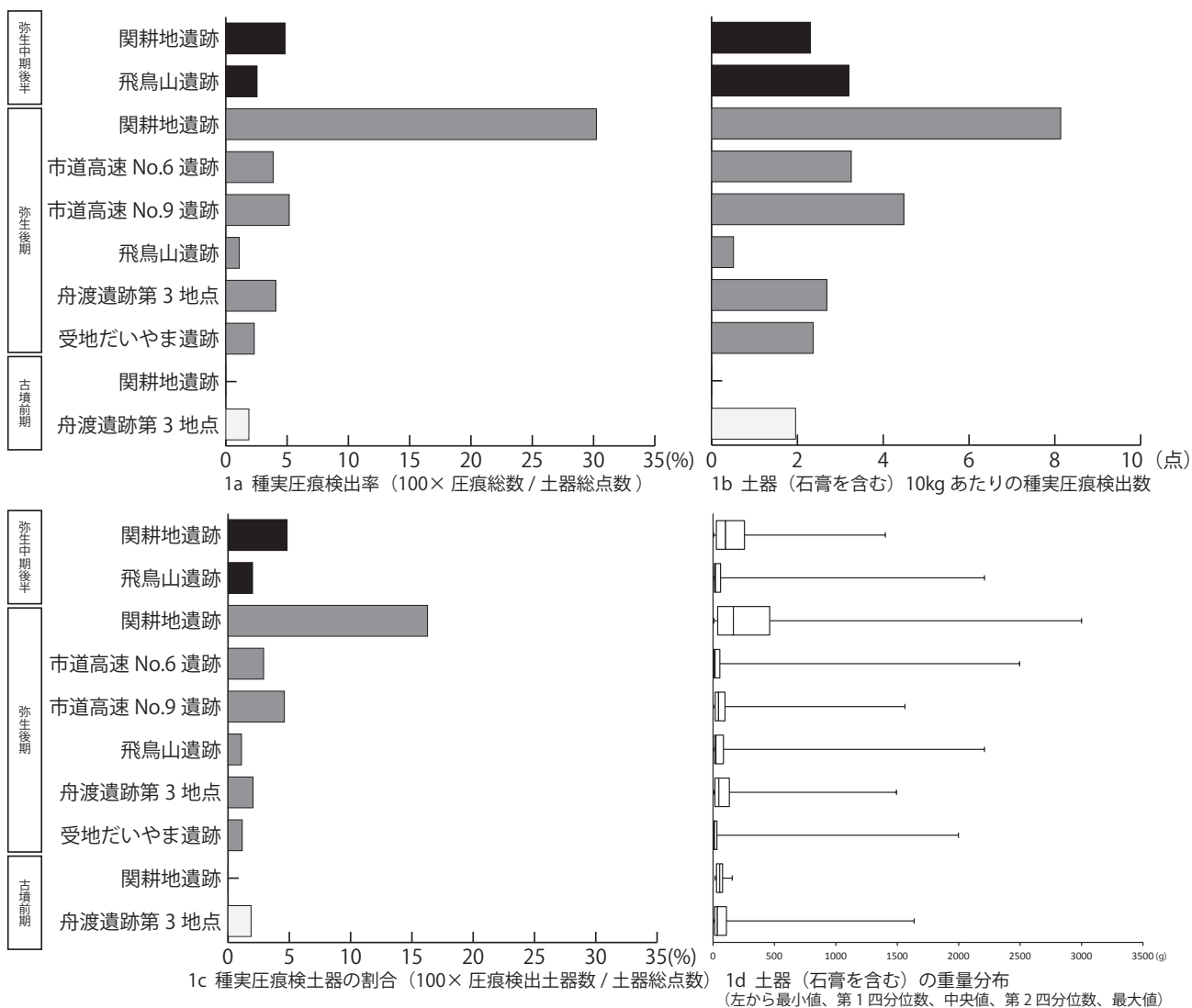


図1 土器片数を用いた場合と土器重量を用いた場合の定量分析の比較

を提案した(安藤 2012)。筆者も同様な手法を用いて、南関東の弥生時代中期後半から古墳前期の土器の圧痕調査の際に観察土器の全て重量を計測した(守屋 2014)。

II -2. 問題の所在

定量分析の試みとしては、先行研究では観察土器点数や表面積、体積、重量を単位として検出数を扱ったものが挙げられる。本来なら潜在圧痕であれば体積、表出圧痕であれば表面積を用いるのが適切であるが、悉皆調査した多量の土器の体積や表面積を全て調査時に直接測定することは困難である。したがってこれに代わる簡便な方法としては、安藤が述べたように重量から換算する方法が現実的である。ここでは点数と重量によるものについて、従来のレプリカ法調査のデータを用いて問題点を検討する。

図 1 は筆者が種実圧痕調査を実施した遺跡毎の圧痕検出数をグラフ化したものである。1a 図は観察土器の総点数に対する圧痕検出数によって算出した圧痕検出率である。1b 図は観察土器重量 10kg あたりの圧痕検出数を表す。1c 図は観察土器の総点数に対する圧痕を有する土器の点数の割合を表したものである。1d 図は観察土器の重量分布を表したものである。1b 図と 1d 図は石膏等の補填材を含む重量であることに注意したい。

1a 図と 1b 図を比較すると、それぞれ遺跡間で相対的に比較した場合に関耕地遺跡の弥生中期後半と弥生後期の様相が異なることがわかる。1a 図では特に関耕地遺跡の弥生後期の検出率が突出し、中期後半の検出率も他遺跡と比較すると高い率である一方、1b 図では関耕地遺跡の弥生後期の検出数は突出してはいるものの、次に多い横浜市道高速 No.9 遺跡の 2 倍よりは少ない。中期後半については他遺跡と比較しても少ない水準である。この差異の原因は遠藤が指摘するように「観察土器点数は、大型の完形品も小破片も 1 点とカウントしているため」(遠藤 2014) である。このことは 1d 図の観察土器の重量分布とも整合的である。関耕地遺跡は中期後半と後期ともに比較的重量の大きい土器が多いことがわかる。すなわち、関耕地遺跡以外で観察した土器は小破片が多かったのに対し、関耕地遺跡のものは完形あるいは完形に復元された土器が多かったために、上述の相違が生じたのである。

この結果を見ると、小破片のみを観察した遺跡を比較する場合に限れば、点数と重量で同様な結果を示すことが見て取れるため、一見すると接合された土器片についても接合された元の破片数をそれぞれ 1 点と数

えれば重量を計測する必要はないように思われる。しかし、土器片を 1 点観察するという行為はその破片の断面全てを観察するという行為を含むため、観察した土器片数も非常に重要な要素を持っている。接合された複数土器片では当然接合面の観察は不可能であるため、断面全てを観察したことにはならない。この点から、圧痕調査における土器の観察点数は「すべての断面を観察した破片」の数とすべきであり、その破片数と土器重量とは性格の異なるものであるといえる。

また、1c 図についても、1a 図と比較した場合、1a 図よりは 1b 図に近い結果を示していると考えられるが、やはり正確とはいえない。

以上の点を考慮すると、定量分析を実施するためには点数よりも土器の重量を計測することが有効であるといえる。

ここで、先に指摘した土器復元に用いられる補填材の重量が問題となる。補填材によって復元された部分の重量を除く必要があるが、調査時にその場で補填材を取り外すことは現実的ではないため、代わりに復元土器に占める補填材の割合から補填材重量を推測する方法が考えられる。具体的な方法として、目測によって全体に占める補填材の体積の割合を推定する方法が考えられる。より正確な割合を算出するためには表面積を計測する必要があるが、本稿の趣旨から外れるためここでは目測による推定を前提として考える。

補填材の素材については、石膏が広く使用されているが、現在は他にもバイサム等の多様な製品が使用されているため、それぞれの特性についても確認する必要がある。

したがって、本稿は補填材重量の問題を解決するために、補填材の重量を除く計算式を求めることを目的とする。

III . 対象と方法

III -1. 計算式

まず、目測によって推定された補填材の体積の割合から重量を算出する計算式について考える。

W_1 : 土器重量

W_2 : 補填材重量

W_3 : 土器と補填材の合計重量

p : 補填材の体積の割合 ($0 \leq p < 1$)

ρ_1 : 土器密度

ρ_2 : 補填材密度

と置くと、体積 = 重量 / 密度であるから、土器の体積は W_1 / ρ_1 、補填材の体積は W_2 / ρ_2 と表される。また $W_2 = W_3 - W_1$ であるから、以下の式が成り立つ。

$$1 - p : p = \frac{W_1}{\rho_1} : \frac{W_3 - W_1}{\rho_2}$$

$$\frac{W_1 p}{\rho_1} = \frac{(1 - p)(W_3 - W_1)}{\rho_2}$$

$$\therefore W_1 = \frac{W_3 \rho_1 (1 - p)}{\rho_1 - p(\rho_1 - \rho_2)} \quad \dots \textcircled{1}$$

①式の ρ_1 (土器密度)、 ρ_2 (補填材密度) を定数として求めれば、個々の種実圧痕調査の際には W_3 (土器と補填材の合計重量) と p (補填材の体積の割合) を計測することにより、補填材を除いた土器のみの重量 W_1 を算出することができる。したがって、定数 ρ_1 及び ρ_2 の値を求める。

III -2. 対象

III -2-1. 土器

土器については、群馬県西新井遺跡出土土器(縄文晩期)と長野県離山遺跡出土土器(縄文晩期)、東京都弥生二丁目遺跡出土土器(弥生後期)を対象とした。土器密度は実際には使用する胎土や混和材の種類(砂粒、有機物)によって変動するものであり、本来は同一のものとして扱うことは適切でないが、本稿の目的に則り、目安として定数を算出する。

III -2-2. 石膏

対象として、文化財関連用品業者で扱われている石膏のうちサンエス石膏社製「歯科用焼石膏 E」(標準混水比 0.46) を用いた。

ここで石膏とは、粉末状の焼石膏(半水石膏 $\text{CaSO}_4 \cdot 1/2\text{H}_2\text{O}$) が水和して二水石膏 ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) となったものであり、化学式は以下の通りである。



また、焼石膏の α 型と β 型の差異、混水量や水温、練和時間や攪拌速度、添加物等によって膨張率が異なるため(無機マテリアル学会編 1996)、同一の体積の石膏でもこれらの要因により密度が異なるが、土器と同様に定数を算出する。

III -2-3. バイサム

バイサムはエポキシ樹脂系の補填材の商品名である。近年は石膏に代わりこのような樹脂系補填材が使用されることも多くなっている。バイサムは主剤と硬化剤を 1 : 1 の重量で混合するものであり、石膏のように混合比の変動を考慮する必要はない。バイサムには赤褐色、灰色、白色の 3 種類が存在し、それぞれ性質は異なるようである。ここでは赤褐色のバイサム

を対象とした。

III -3. 方法

土器の密度を計測する方法として、水中秤量法を用いてかさ密度を求めた。密度には真密度、見掛密度、かさ密度等があるが、土器は多孔質であるため開気孔や閉気孔を体積に含めたかさ密度を用いるのが適切であると考えられる。数値は以下の式を用いて算出した。

$$\rho_1 = \frac{W_4}{W_5 - W_6} \times \rho_3 \quad \dots \textcircled{2}$$

ρ_1 : 土器密度 (g/cm^3)
 W_4 : 土器乾燥重量 (g)
 W_5 : 土器飽水重量 (g)
 W_6 : 土器水中重量 (g)
 ρ_3 : 水密度 (g/cm^3)¹⁾

石膏については、まず「歯科用焼石膏 E」の標準混水比 0.46 で試験片を作成した(方法 1)。石膏の練和方法としては他に、任意量の焼石膏に任意量の水を加え、一定時間経過後に上澄みを捨て、練和する方法(方法 2) や、任意量の水に上澄みが無くなるまで焼石膏を加えた後、練和する方法(方法 3) があり、これらの方法でも試験片を作成した。密度は土器密度と同様に水中秤量法を用いて求めた。

バイサムについても、石膏と同様に試験片を作成して密度を計測した。

IV . 結果

西新井遺跡出土土器の密度平均は $1.859 \text{ g}/\text{cm}^3$ 、離山遺跡出土土器の密度平均は $1.826 \text{ g}/\text{cm}^3$ 、弥生二丁目遺跡出土土器の密度平均は $1.861 \text{ g}/\text{cm}^3$ となった(表 1)。それぞれの平均はおよそ $1.85 \text{ g}/\text{cm}^3$ のあたりにあり、三者で大きな相違はないことがわかる。

石膏(「歯科用焼石膏 E」)の密度は方法 1 で平均約 $1.543 \text{ g}/\text{cm}^3$ 、方法 2 で平均 $1.209 \text{ g}/\text{cm}^3$ 、方法 3 で平均 $1.236 \text{ g}/\text{cm}^3$ となった(表 2)。方法 1 の密度は、方法 2 と方法 3 と比較して大きい。

バイサム(赤褐色)の密度は平均約 $0.791 \text{ g}/\text{cm}^3$ となった(表 2)。標準偏差から、石膏と比較してばらつきが小さいことがわかる。

V . 考察

結果から、土器密度については仮に $\rho_1 = 1.85$ とする。

石膏(「歯科用焼石膏 E」)については、方法 2 と方法 3 の場合、標準の混水比で練和する方法 1 と比べると混水量が多くなり、結果的に体積が増大して密度

表 1 土器密度

資料	地域	時期	標本数	平均値	標準偏差
西新井遺跡	群馬県前橋市	縄文晩期	98	1.859	0.071
離山遺跡	長野県安曇野市	縄文晩期	193	1.826	0.081
弥生二丁目遺跡	東京都文京区	弥生後期	47	1.861	0.107

表 2 補填材密度

素材	製品	練和方法	標本数	平均値	標準偏差
石膏	歯科用焼石膏E	方法1	12	1.543	0.083
石膏	歯科用焼石膏E	方法2	31	1.209	0.095
石膏	歯科用焼石膏E	方法3	13	1.236	0.038
エポキシ系樹脂	バイサム(赤褐色)	1:1	13	0.791339	0.015

表 3 石膏密度 (吉野石膏製品)

素材	製品	混水比	硬化体比重(密度)
石膏	ハイストーンHLP型	0.30	1.77
石膏	ハイストーンN型・B型	0.42	1.50
石膏	ハイストーンKM型	0.50	1.36
石膏	特級	0.62	1.20
石膏	A級	0.72	1.09
石膏	B級	0.76	1.04

が小さくなったと考えられる。

ここで、他社製品についても考えたい。吉野石膏販売株式会社のウェブサイトの造形用製品に関する「よくある質問」のページ²⁾には、主な造形用製品の硬化体比重(密度)が記されており、これをまとめたものが表3である。製品によって標準の混水比が異なり、結果的に硬化後の体積・比重(密度)が異なることがわかる。

製品や練和方法によってばらつきが大きいために石膏をひとくくりにして密度を決定することは困難である。そこで、先述の結果と以上のデータから石膏の密度はおおむね 1.0 ~ 1.8 g/cm³程度であることがわかるため、便宜的に $\rho_2=1.1$ の場合と $\rho_2=1.3$ の場合、 $\rho_2=1.5$ の場合、 $\rho_2=1.7$ の場合の 4 通りに場合分けして考える。それぞれの値を①に代入すると、以下の計算式が求められる。

i) $\rho_1=1.85$ 、 $\rho_2=1.1$ の場合

$$W_1 = \frac{37W_3(1-p)}{37-15p} \dots \textcircled{3}$$

ii) $\rho_1=1.85$ 、 $\rho_2=1.3$ の場合

$$W_1 = \frac{37W_3(1-p)}{37-11p} \dots \textcircled{4}$$

iii) $\rho_1=1.85$ 、 $\rho_2=1.5$ の場合

$$W_1 = \frac{37W_3(1-p)}{37-7p} \dots \textcircled{5}$$

iv) $\rho_1=1.85$ 、 $\rho_2=1.7$ の場合

$$W_1 = \frac{37W_3(1-p)}{37-3p} \dots \textcircled{6}$$

となる。

バイサムについては、対象の項で述べたように主剤と硬化剤を 1:1 の重量で混合するものであって、石膏のように混合比の変動を考慮する必要はないと考えられ、結果としてもばらつきは小さい。ここで密度 0.8 g/cm³とし、①に $\rho_1=1.85$ 、 $\rho_2=0.8$ を①に代入すると、

$$W_1 = \frac{37W_3(1-p)}{37-21p} \dots \textcircled{7}$$

となる。

結果的に以上の計算式③~⑦が得られた。このうち、特に石膏の計算式③~⑥の相違が種実圧痕数の比較検討に与える影響の程度について検討したい。

参考事例として、先に挙げた筆者の調査結果(守屋 2014)を扱う³⁾。各遺跡の出土土器で使用された補填材はすべて石膏であった。土器 10kg あたりの圧痕検出数について、石膏を含む場合と計算式③~⑥の場合の計 5 通りについて計算した結果が表 4、グラフ化

表 4 石膏を含む場合と各計算式で補正した場合の土器 10kg あたりの圧痕検出数

調査遺跡	石膏含む	計算式③($\rho_2=1.1$)	計算式④($\rho_2=1.3$)	計算式⑤($\rho_2=1.5$)	計算式⑥($\rho_2=1.7$)	
弥生中期後半	関耕地遺跡	2.305	2.617	2.666	2.713	2.758
	飛鳥山遺跡	3.199	3.269	3.279	3.288	3.297
弥生後期	関耕地遺跡	8.138	8.868	8.951	9.025	9.094
	市道高速No.6遺跡	3.256	3.781	3.849	3.911	3.968
	市道高速No.9遺跡	4.479	4.877	4.929	4.977	5.022
	飛鳥山遺跡	0.511	0.534	0.538	0.541	0.544
	舟渡遺跡第3地点	2.686	2.985	3.031	3.075	3.118
古墳前期	受地だいやま遺跡	2.370	3.056	3.154	3.247	3.336
	関耕地遺跡	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	舟渡遺跡第3地点	1.957	2.109	2.131	2.151	2.170

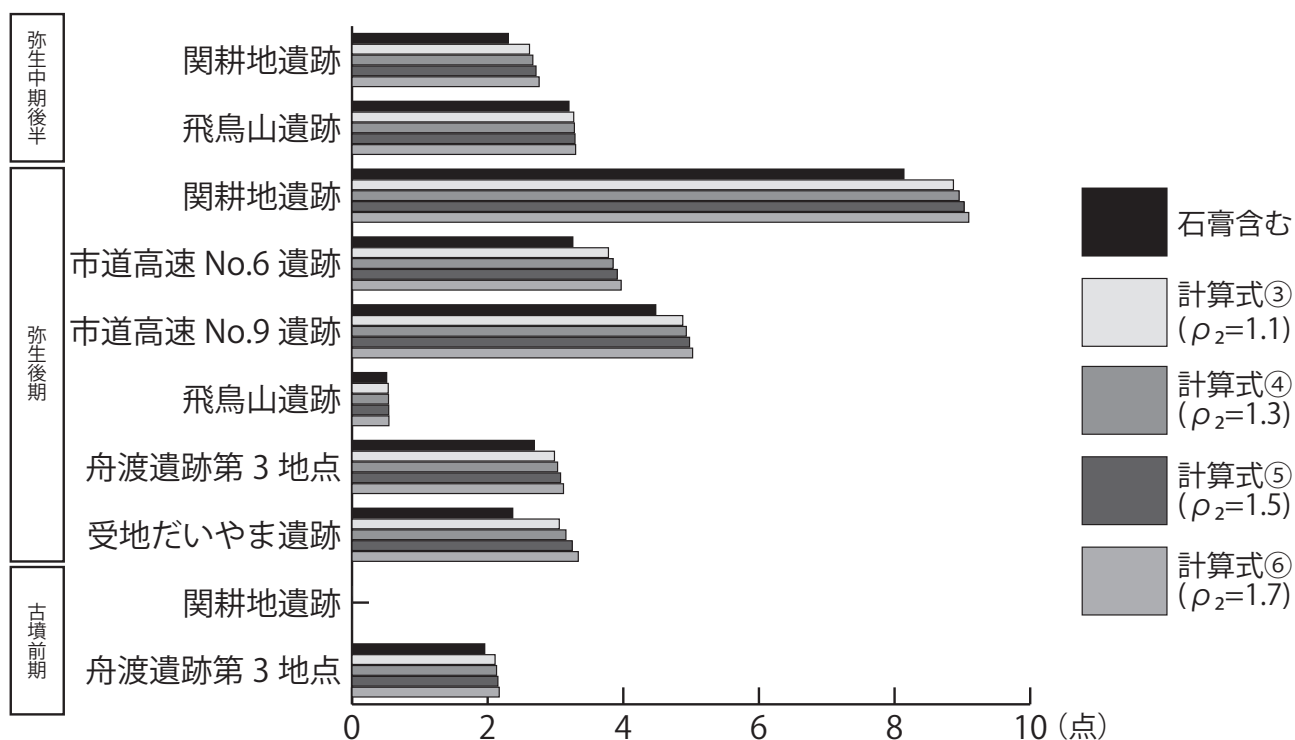


図 2 石膏を含む場合と各計算式で補正した場合の土器 10kg あたりの圧痕検出数

したものが図 2 である。

図 2 を見ると、すべての遺跡で各計算式を用いた場合の圧痕検出数が石膏を含む場合より多くなっていることがわかる。これは石膏分の重量を除外して結果的に補正後の分母の値が小さくなったためである。また各計算式の中でも石膏の密度が大きくなるほど圧痕検出数が多くなっている。これは石膏の密度が大きくなるほど除外する補填材重量の値が大きくなるためである。

また、計算式③～⑥による数値の相違は、遺跡間における圧痕検出数の比較をする上で、比較が不可能なほどの影響を与えないことがわかる。現状では、計算式③～⑥のすべての場合を想定して値を算出しておけば問題ないと考えられる。

次に計算式③～⑥の計算式によって補填材重量を除いた土器重量あたりの圧痕検出数と、先に示した土器片数を用いた種実圧痕検出率のグラフ (図 1a) を比較した (図 3)。両者の相違が図 1 の 1a 図と 1b 図の比較よりもさらに大きくなっていることがわかる。このように、本稿で算出した計算式を用いることにより、少なくとも従来の表出圧痕の分析においては正確性の高い定量分析が可能となると考えられる。

VI. まとめ

本稿では補填材の密度測定に既存の製品データも加え、補填材の重量を含まない土器重量を算出する計算式を求めた。石膏の密度の差による土器重量の誤差は圧痕検出状況を遺跡間で比較するような場合には影

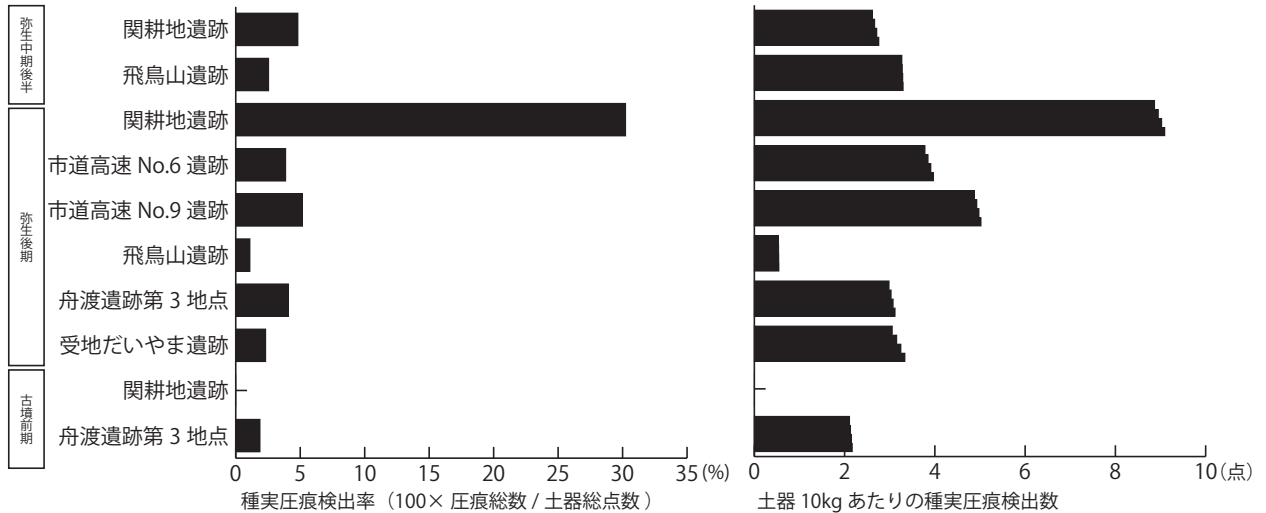


図 3 土器片数による圧痕検出率と補正重量による圧痕検出数の比較

響がない程度であることが判明した。

厳密な計算が必要な場合には圧痕調査の際に土器の密度や補填材の密度を計測するか、あるいは担当者に補填材として使用されている素材や製品名を確認することにより、 ρ_1 と ρ_2 の値を実際に即した値に変更することで対応可能である。今後は、今回扱った補填材以外にも多様な製品について計算式を求めたい。

【注】

1. 標準物質として約 20℃の水道水を用いたが、20℃の純水の密度は 0.9982 g/cm³であるから、ここでは 1 g/cm³として計算した。
2. 吉野石膏販売株式会社「よくある質問」ページ (http://yoshino-gypsum-sales.com/modeling/faq_modeling.html)
3. 関耕地遺跡 11 号住居址出土土器 (弥生後期) については補填材の割合のデータがないため、石膏重量を含んだ値を使用する。

【謝辞】

本研究を行うに当たり、設楽博己先生にご指導いただいた。末筆ではありますが、記して感謝申し上げます。また、本研究は日本学術振興会特別研究員奨励費 (25・10162) の助成を受けたものである。

【引用文献】

安藤広道 2012 「大倉精神文化研究所内遺跡 (太尾遺跡) 及び出土遺物の考察」平井誠二・増田恒男・高橋 健編『大倉精神文化研究所内遺跡出土資料報告書』横浜市歴史博物館, 37-57

丑野 毅・田川裕美 1991 「レプリカ法による土器圧痕の観察」『考古学と自然科学』24: 3-36, 日本文化財科学会
 遠藤英子 2014 「種実由来土器圧痕の解釈について」『考古学研究』60(4): 62-72
 小畑弘己 2011 『東北アジア古民俗植物学と縄文農耕』同成社
 小畑弘己 2012 「東アジアの新石器時代からみた縄文時代の植物利用—最近の古民族植物学の成果と問題点—」中沢道彦編『長野県考古学会 50 周年記念プレシンポジウム 縄文時代中期の植物利用を探る 予稿集』30-45, 長野県考古学会縄文中期部会
 小畑弘己 2015 「エゴマを混入した土器—軟 X 線による潜在圧痕の検出と同定—」『日本考古学』40: 33-52, 日本考古学古協会
 小畑弘己・真邊 彩 2014 「韓国櫛文土器の土器圧痕と食農耕」『国立歴史民俗博物館研究報告』187: 111-160
 中沢道彦 2014 『日本海学研究叢書 先史時代の初期農耕を考える—レプリカ法の実践から—』富山県観光・地域振興局 国際・日本海政策課
 那須浩郎・会田 進・山田武文・興石 甫・佐々木由香・中沢道彦 2015 「土器種実圧痕の焼成実験報告」『資源環境と人類』5: 103-115, 明治大学黒耀石研究センター
 無機マテリアル学会編 1996 『セメント・セッコウ・石灰ハンドブック』技報堂出版
 守屋 亮 2014 「東京湾西岸における弥生時代の栽培植物利用 —レプリカ法を用いた調査と研究—」『東京大学考古学研究室研究紀要』28: 81-107, 東京大学大学院人文社会系研究科・文学部考古学研究室

A preliminary study of the quantitative analysis of plant seed impressions in pottery: An investigation of weight of filling materials

Ryo MORIYA

The purpose of this study is to create a numerical formula for calculating weight of a pottery except for a filling material, and a following formula was created.

$$W_1 = \frac{W_3 \rho_1 (1-p)}{\rho_1 - p(\rho_1 - \rho_2)}$$

W_1 : weight of pottery except for a filling material

W_2 : weight of a filling material

W_3 : weight of pottery and a filling material

p : proportion of a filling material ($0 < p < 1$)

ρ_1 : density of pottery

ρ_2 : density of a filling material (plaster)

In addition, density of potteries (ρ_1) and a filling material (ρ_2) was calculated. The result was as follows.

$$\rho_1 = 1.85$$
$$1.00 < \rho_2 < 1.80$$

And these numerical values were substituted $\rho_1(1.85)$ and $\rho_2(1.10, 1.30, 1.50$ and $1.70)$ for a above formula. For reference, a number of plant seeds impressions per 10kg of potteries from one site were calculated to compare with another site by using this formula. As a result, the difference between the numerical values of filling materials ($1.00 < \rho_2 < 1.80$) had little influence on comparison between them.