原著

小畑弘己¹:脱穀・風選実験と現生果実の形態比較に基づく アワ土器圧痕の母集団の推定

Hiroki Obata¹: Assessment of foxtail millet impression assemblages based on threshing and winnowing experiments and grain morphology

要 旨 日本・朝鮮半島・中国の新石器時代から青銅器時代の土器圧痕として検出される雑穀(アワ)資料の中には、野生種のエノコログサ属に似た、アワよりも細長い果実が含まれている。このような果実はアワ島に生えていたエノコログサ属の雑草の果実が、アワ穂の収穫時に紛れ込んだものと考えられてきた。しかし、現生アワ穂の脱穀実験の結果、野生種のエノコログサ属型の細長い有粰果はアワの同じ穂内の果実の形態変異の一部であり、頴果が未成熟であることが多いこと、脱穀後の試料の中にもこのタイプの有粰果が含まれることが明らかになった。現生アワとエノコログサ属果実の形態比較に基づいて、これまで野生種のエノコログサ属と同定された圧痕を再検討した結果、その大部分がアワに同定された。脱穀・風選別実験後の、頴果を含む果実の状態とその産出割合に基づくと、アワ圧痕の母集団が脱穀後の生産物である可能性を示唆していた。

キーワード:アワ、雑穀圧痕、未成熟種子、穀物加工段階、脱穀実験

Abstract Impressions of slender grains similar to those of wild *Setaria* species are often concomitant with foxtail millet impressions on pottery from the Neolithic to Bronze Age sites in Japan, Korea, and China. They have been identified as grains of weed species in millet fields that were mixed with harvested crop grains. However, results of threshing experiments showed that the slender floret of the wild *Setaria* type was a variation with unripe caryopses in cultivated foxtail millet grains and was included in the threshed and winnowed products of the experiments. Based on the morphological comparison with modern wild millets, most impressions of the slender type grains were identified as the cultivated foxtail millet. The characteristics and occurrence of grains in threshed and winnowed products including caryopses indicate that impression assemblages of foxtail millet grains originated from threshed products.

Keywords: Setaria italica, impression of foxtail millet, immature grains, stages of crop processing, threshing experiment

はじめに

栽培穀物を含む土器圧痕資料では、野生植物を含む種組成と種実の産出状況は、人間による栽培から食利用までの営為を明らかにする上での情報の二本柱と言える。種組成に関する情報として、アワ Setaria italica (L.) P. Beauv. やキビ Panicum miliaceum L. などの雑穀の圧痕が検出されている遺跡の土器からは、野生種のエノコログサ Setaria viridis (L.) P. Beauv. とされる果実の圧痕が報告される場合が多い。これは、農耕の初期段階においては、野生植物(祖先種)から栽培植物への栽培化過程を考える上での資料ともなり得るし、その後の段階においては、栽培地への雑草混入および根刈りという、栽培状況や収穫法を知る上でも貴重な資料となりうる。また、もう一つの柱であるイネ科種実の状態、つまり小穂、有料果、頴果ごとの組成は、収穫から精白までの穀物の加工過程に関する情報を与えてく

れる。よって、考古遺跡出土種実の正確な同定と状態の把握は、圧痕資料に限らず、作物の栽培技術や加工技術、さらには保存法や保存場所を復元する上でもきわめて重要な基本作業といえる。一般に穀類の収穫から調理までの過程は、収穫(穂首刈り・根刈り)<穂や茎の切断>→乾燥→脱穀→かき集め→選別(風選;手箕などによる振るい分け)→貯蔵→脱粰という順序で展開する。生産物(product)であるイネ科穀粒は、これらの諸段階において、果穂(果実序)・小穂・有粰果・潁果と、その状態を変化させるし、さらには、加工処理の各段階に応じて、副産物(byproduct)として藁(稈)・小梗・小軸・護頴・粰(内頴・外頴)・胚が生み出される。また、収穫法の違いによっては、雑草種実の混入も考えられる。

東北アジアを含む日本列島の考古遺跡から出土する種 実は、その検出される方法と属性の違いから、未炭化資料、

Department of History, Faculty of Letters, Kumamoto University, 2-40-1, Kurokami, Kumamoto City, Kumamoto Prefecture, 860-8555, Japan

¹〒 860-8555 熊本県熊本市黒髪 2-40-1 熊本大学文学部歴史学科

炭化資料, 圧痕資料の三つのタイプに分類が可能である。 圧痕種実は炭化種実に比較すると, 種実自体の形状はほと んど変形を受けず, 土器胎土混入時の形状や組成をほぼ完 全にとどめている (小畑, 2013a)。穀物の場合, 種実の土 器混入に人為的な選択がなかったとすれば, その組成は土 器が作られた場所におかれていた穀物の加工過程の諸段階 や保存状態を映し出している可能性が高い。

筆者は韓国新石器時代のアワ・キビ圧痕資料を評価す る中で, 朝鮮半島のみでなく日本列島の弥生時代初期の土 器に含まれる雑穀種実が、有粰果状態で検出される比率 が圧痕の9割以上と、きわめて高いことを指摘した(小畑、 2013b; 小畑・真邉, 2014)。それらは、脱穀粒の状態で 保存されていたものが土器に混入した(された)ものであ り、そこにわずかながら検出されている頴果状態のものは 内・外頴を除去した脱粰状態のものであると想定した。また、 アワの種実に混じって発見される細長い有粰果状態のエノ コログサ属果実は、栽培地の雑草がアワの収穫時に一緒 に収穫されたものと考えていた(小畑・真邉, 2014)。も ちろん、これら圧痕資料の中でエノコログサ属と報告され た資料には、エノコログサと同定されたもの(中山・網倉、 2010;中山・佐野, 2012;小畑・真邉, 2013;中山ほか, 2013; 小畑・真邉, 2014) とアワかエノコログサか不明 なため属レベルで同定されたもの(佐々木ほか、2010;中 村ほか,2013) の2義があり、この前者の場合が問題となる。 最近、現生アワの穂や有粰果を詳細に観察して、これらの 評価や同定に疑問をもつようになった。

本論文は、アワ種実の状態組成およびアワとエノコログ

サの有粰果の同定根拠の比較とアワ穂の脱穀実験を通じて 把握した種実の状態や形態の組成から,これまでの同定結 果や解釈に対する再考を行ったものである。

使用する用語の解説

アワなどのイネ科植物の小穂の各部名称は図鑑ごとに異なっている。考古学の分野においては椿坂 (1993) で使用された笠原 (1985) による名称がもっとも普及していると思われるため、ここではその名称に準じることとし、長田 (2002) や桑原 (2008) で補足した (図1)。

アワやキビの種実を収穫し食用として利用する場合,加工処理過程を経るに従い,果穂(果実序)→(果軸から剥離)→果穂の一部→(剛毛・総梗が剥離)→小穂→(小梗・苞譲・外頴・小軸が剥離)→有粰果→(内頴・外頴が剥離)→頴果という順序で果実の状態が変化する(図1)。なお,圧痕として検出されるキビの場合は,穂の状態の圧痕と解釈されている例もまれに存在する(遠藤・伊藤,2013)が,アワの場合は有粰果がほとんどである(小畑,2013b)。よって,考古資料としての種実の基本状態は小穂・有粰果・頴果の三つの状態であり,小穂と有粰果の間に「小軸付有粰果」が,有粰果と頴果の間に内外頴の一部が残存した「内外頴残渣付頴果」が入る(図1)。

本論では、種実の外形や断面の形状、長さ、幅、厚さと 長さと幅の比、表面の構造といった形態を記載し、それを もとに同様の形態の種実を3つの「粒形」に分類した。す なわち、実験で用いた現生アワの脱穀粒を、背面観および 側面観が丸い丸型粒形と、それに比べると幅がやや細めで

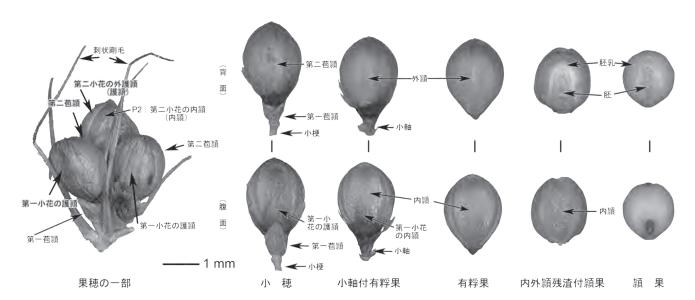


図1 アワ小穂(左)の各部の名称と脱穀後に出現するアワ果実の各状態(右).

Fig. 1 Morphological terms of the spikelet and grain of Setaria italica used in this paper.

厚さも薄い粒形に分類し、さらに、後者を背面観がやや細い細型粒形と、それよりも幅が細い細長型粒形に細分した。これらは小穂から頴果までの各状態においても区別可能であり、この粒形の異なる種実の共存は実験に用いたすべてのアワで観察された。

本論では、脱穀(threshing)を穂から小穂を物理的に加圧して脱粒させることに限定して用いた。その際、芒や苞頴・内外頴などがとれる場合があるが、それらを物理的に除去し頴果状態にする作業を「脱粰」(dehusking)と呼び、頴果から果実表皮や胚などをとる「精白」(polishing)と区別した。

試料と方法

本論では、種実の状態・粒形組成と種実の同定について 検討を行った。種実の状態・粒形組成に関しては、脱穀に よる状態・粒形組成とその後の加工、つまり風選による組 成の変化を追跡する。種実の同定に関しては、エノコログ サとアワの粒形(丸型、細型、細長型)に加え、それ以外 の外部形態を比較することによる同定の根拠を提示する。

1. 脱穀実験

脱穀実験は、二つの方法で行った。第1の方法は穂を指でつまむことによる脱粒で、2009年秋に収穫された熊本県旭志村栽培のアワ(現生アワA、購入品)を試料とし、2014年3月に行った。実験の後で、穂に残った果実と脱粒した果実の個数を数え、脱粒した果実を、小穂(小軸付有稃果を含む)、有粰果(内外頴残査付頴果を含む)、頴果に分けてそれぞれ計数を行った(脱穀実験A)。

もう一つの方法は、より民族例に近い打撃による脱穀で、 岩手県農業研究センターから分譲された、2013 年秋に収 穫されたアワ穂(現生アワB;品種名、大槌10)を試料 に用いた。雑穀の脱穀は民族例(佐々木、1998;Song et al., 2013)によると、蓆の上に乾燥した穂を置き、木の棒 や専用の木製の脱穀道具で叩いて脱粒を促す。それに従い、 実験用の穂を1つ、種実が飛散しないようにビニール袋に 入れ、机上に厚さ2 mmの布巾を敷いた上に置き、厚さ7 mm、幅3 cm、長さ25 cmの板で叩いた。叩いた回数は、 叩いても脱粒しないようになるまでとし、結果的に110 回 叩いた。実験は2013年10月に実施した。より詳細な果 実の状態を調べるため、果穂の一部、小穂、小軸付有粰果、 有粰果、内外頴残渣付頴果、頴果(図1参照)に分類し、 状態と粒形ごとの計数を行った(脱穀実験B)。

アワ有粰果の粒形の違いと頴果の成熟度合いとの関係 を調べるため、指による脱穀実験で使用した有粰果を丸型、 細型、細長型それぞれ10個ずつ選択して内外頴を指で剥 離し、頴果の成熟度合いを観察した。

2. 風選実験

市販の目の詰まった網代編みの竹笊(直径 22 cm,深 22 cm)を用いて、打撃による脱穀実験 B で用いた小花以外の果実をすべて入れ、笊の上で 20 cm ほどの落差をつけて 30 回上下させた。その際、作業者前面に軽量な果実の不要部分が落ち、笊の中に重量のある果実そのものが残るように笊を前後に回転させるように動かした。その後、脱穀後の時と同じく、果実の状態別、粒形別に再度計数を行った。

3. 有料果圧痕の同定基準と遺跡出土圧痕の同定

アワとエノコログサの有粰果の区別点として用いられている長さと幅の比(Nasu et al., 2007)について再検討を行った。上記の脱穀実験で用いたアワ A 穂とその比較のために市販の鳥用餌のアワ穂 C および採集したアキノエノコログサ Setaria faberi R.A.W. Herrm. とエノコログサをそれぞれ $10 \sim 20$ 個ずつ選別し,長さ,幅,厚さをKEYENCE マイクロスコープ(VHX-2000)の 2 点間測定機能を用い計測し,長さを縦軸,長さ/幅を横軸としたグラフ上にプロットした。比較に用いたエノコログサとアキノエノコログサ B は 2013 年 10 月熊本市龍田山で採集したもの,アキノエノコログサ A は 2010 年 10 月に宮崎市佐土原町で採集したものである。

大きさや長さと幅の比以外の同定基準として、エノコログサ有粰果の外額の乳頭状突起の有無とその大きさがアワのものより大きい点などが挙げられている(Nasu et al., 2007)が、これは有粰果の外額側にみられる特徴であり、内額側を向いた圧痕にはそのまま適用できない。しかも圧痕の場合、土器表面の風化によってこのような微細な組織がレプリカに反映されないこともあり、この場合同定が困難となる。圧痕資料にはこのような状態のものが高い比率で出現しており、これ以外の同定根拠が必要とされため、背面観または腹面観と内額側の窪み(小畑、2013b)を両者の区別の基準として採用した。この基準をもとに、8遺跡から出土した「エノコログサ?」、「エノコログサ近似種」、または「エノコログサ属」と同定された圧痕資料を再同定した。

実験および観察の結果

1. 脱穀実験の結果

手の加圧による脱粒方法では、果穂(果実序)から脱粒した果実 1762 個 (89.2%) には、複数の小穂や剛毛が付着した果穂の一部の状態は見られず、小穂が 539 個 (27.3%), 有粰果が 1213 個 (61.4%), 頴果が 10 個 (0.5%)と、有稃果の状態が多数を占めており、 頴果はごくわずかだった (表1)。一方、打撃による脱粒方法では、脱粒し

表1 2種類の方法によるアワ果実の脱穀状況

Table 1 Types and proportion of *Setaria italica* grains in two threshed samples

		ア	ワA	アワB			
穀粒の状態		(指に。	よる加圧)	(打撃)			
		個数	割合 (%)	個数	割合 (%)		
未脱料	<u> </u>	214	10.8	443	7.7		
脱粒		0	0	1058	18.5		
	小穂	539	27.3	2218	38.8		
	小軸付有稃果	-		2	0.0		
	有稃果	1213	61.4	1801	31.5		
	内外頴残査付穎果	_		195	3.4		
	穎果	10	0.5	2	0.0		
	脱粒果実計	1762	89.2	5276	92.3		
合計		1976	100	5719	100		

指による加圧実験では、小軸付有稃果と内外頴残査付穎果を識別していない。

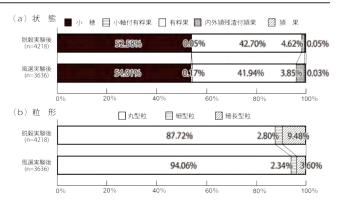


図2 現生アワB穂脱穀実験・風選実験後の種実の状態・粒形の組成変化.

Fig. 2 Change in grain composition of *Setaria italica* after threshing and winnowing.

た 5276 個 (92.3%) のうち, 果穂の一部の状態で脱粒 した個体が 18.5% も含まれていた (表 1)。小穂の状態が 38.8%で, 有稃果の状態よりも割合が大きかった。小軸付 有稃果は0.03%とわずかながら含まれていた。内外頴残査付頴果は3.4%含まれており、その比率は0.03%の頴果よりも大きかった。

表 2 風選前と風選後の穀粒の状態の変化

Table 2 Change in numbers and ratios of different types of grains after a winnowing experiment

果実の状態	粒 形	風選前	(脱穀後)	風	選後	個数の増減	割合の増減	
	_	個数	割合 (%)	個数	割合 (%)	(%)	(%)	
小 穂	丸 型	2013	47.7	1880	51.7	-6.6	4.0	
	細 型	12	0.3	12	0.3	0.0	0.0	
	細長型	193	4.6	72	2.0	-62.7	-2.6	
	計	2218	52.6	1964	54.0	-11.5	1.4	
小軸付有稃果	丸 型	2	0.0	6	0.2	200.0	0.1	
	細 型	0	0.0	0	0.0	0.0	0.0	
	細長型	0	0.0	0	0.0	0.0	0.0	
	計	2	0.0	6	0.2	200.0	0.1	
有稃果	丸 型	1526	36.2	1411	38.8	-7.5	2.6	
	細 型	89	2.1	62	1.7	-30.3	-0.4	
	細長型	186	4.4	52	1.4	-72.0	-3.0	
	計	1801	42.7	1525	41.9	-15.3	-0.8	
内外頴残査付穎果	丸 型	157	3.7	122	3.4	-22.3	-0.4	
	細 型	17	0.4	11	0.3	-35.3	-0.1	
	細長型	21	0.5	7	0.2	-66.7	-0.3	
	計	195	4.6	140	3.9	-28.2	-0.8	
頴 果	丸 型	2	0.0	1	0.0	-50.0	-0.0	
	細 型	0	0.0	0	0.0	0.0	0.0	
	細長型	0	0.0	0	0.0	0.0	0.0	
	計	2	0.0	1	0.0	-50.0	-0.0	
果実の合計	丸 型	3700	87.7	3420	94.1	-7.6	6.3	
	細 型	118	2.8	85	2.3	-28.0	-0.5	
	細長型	400	9.5	131	3.6	-67.3	-5.9	
	合計	4218	100	3636	100	-13.8	0.0	

個数の増減では平均値よりも高い減少率を太字で、割合の増減では増加した値を太字で示す。 類果には内頴、外頴のどちらかやその一部が付着しているものが含まれる。

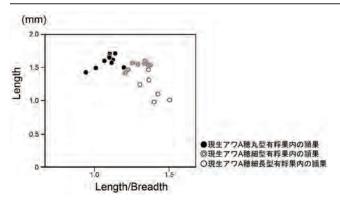


図3 現生アワ有粰果の粒形別の穎果形態比較.

Fig. 3 Morphological comparison of caryopsis in the different floret types of *Setaria italica*.

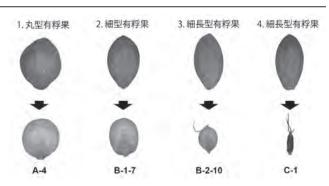


図4 アワ有粰果の各タイプと頴果の形態。

Fig. 4 Comparison of *Setaria italica* grains with the inner caryopsis.

2. 風選実験の結果

風選による個数の変化は、小軸付有粰果が増加し、頴果、 内外頴残渣付頴果、有粰果、小穂の順で大きく減少していたが、大きな組成の変化は見られなかった(図 2、表 2)。 一方、丸型・細型・細長型粒形のうち、丸型の個数の減少は7.6%と最も小さく、細型が28.0%、細長型が67.3%で最も減少率が大きかった(表 2)。組成比も丸型の割合が6.3%増加しているのに対し、細型は-0.5%減少し、細長型が-5.9%と大きく減少した。

3. アワ細型・細長型有粰果の成熟状況

このアワ有粰果の細型・細長型粒は, アワ穂の果実序ごとに一定量含まれていた (表 2)。脱穀実験 A で使用した有粰果から, 丸型, 細型, 細長型の有稃果をそれぞれ 10

個ずつ選択して頴果を取り出し、長さと長さ・幅の比を比較した(図3)。丸型有粰果に含まれる頴果は、長さと幅の比の分布は比較的まとまっており、1点のみ細型有粰果と認定した一群のものと重なるが、長さが1.43~1.71 mmで、長さと幅の比は0.94~1.20と、細型や細長型に含まれる頴果よりも大型で丸みを帯びていた(図4-1)。一方、細型の有稃果に含まれていた頴果は、8個とも丸形有粰果と長さの範囲は重なるが、長さ・幅比では1.20~1.38とより細長かった(図4-2)。残りの3個は長さがより小さく、そのうちの2個は子房が成長せず花柱がついたままの状態(図4-3)で干からびていた。細長型の有稃果に含まれる頴果については、丸型と同じ長さの範囲に含まれる頴果が2個とより少なくなり、長さ・幅比もより細長いものが多かった。丸型の頴果よりも小型の頴果は5個で、このうちの4

表 3 エノコログサ属およびアワ有粰果の計測値 Table 3 Size of caryopsis of *Setaria* ssp. and *S. italica*

植物の種類と果実の状態	長さ (mm)			1	幅(mm)	厚	〔さ(mn	1)	長さ/幅		
恒初の性短と米美の仏態	平均值	最小値	最大値	平均值	最小值	最大値	平均值	最小值	最大値	平均值	最小值 氧 1.64 1.68 1.79 1.04 1.35 1.57 1.16 1.42 1.66 0.94 1.20	最大値
エノコログサ有粰果 (n=20)	1.78	1.65	1.86	0.98	0.92	1.05	0.71	0.62	0.78	1.81	1.64	1.96
アキノエノコログサ A 有粰果 (n=10)	2.86	2.70	2.97	1.46	1.29	1.72	1.00	0.88	1.19	1.98	1.68	2.30
アキノエノコログサ B 有粰果(n=20)	2.73	2.57	2.92	1.30	1.03	1.47	0.96	0.85	1.06	2.12	1.79	2.50
アワ C 穂丸型有粰果(n=38)	2.15	1.95	2.28	1.81	1.70	1.89	-	-	-	1.19	1.04	1.34
アワ C 穂細型有粰果(n=6)	2.33	2.28	2.45	1.58	1.52	1.69	-	-	-	1.48	1.35	1.61
アワ C 穂細長型有粰果(n=16)	2.44	2.29	2.55	1.39	1.27	1.50	-	-	-	1.76	1.57	1.96
アワ A 穂丸型有粰果(n=10)	2.03	1.98	2.08	1.65	1.42	1.73	1.23	1.00	1.38	1.24	1.16	1.43
アワ A 穂細型有粰果(n=10)	2.16	2.05	2.31	1.33	1.27	1.44	0.93	0.86	1.03	1.63	1.42	1.76
アワA 穂細長型有粰果(n=10)	2.21	2.09	2.34	1.22	1.13	1.28	0.85	0.79	0.89	1.82	1.66	2.00
アワ A 穂丸型有粰果の頴果(n=10)	1.60	1.43	1.71	1.47	1.26	1.54	1.07	0.85	1.16	1.09	0.94	1.20
アワ A 穂細型有粰果の頴果(n=8)	1.54	1.42	1.59	1.19	1.12	1.25	0.74	0.69	0.85	1.29	1.20	1.38
アワ A 穂細長型有粰果の頴果(n=7)	1.24	0.98	1.55	0.89	0.67	1.14	0.57	0.24	0.77	1.39	1.31	1.51

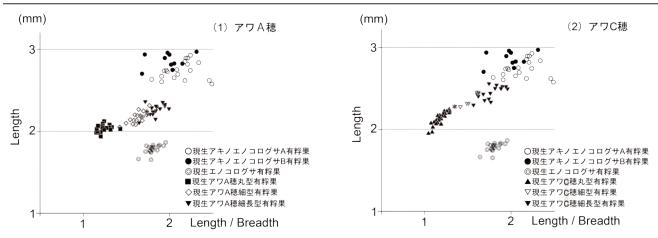


図5 アワ有粰果とエノコログサ・アキノエノコログサ有粰果の形態比較.

Fig. 5 Morphological difference of florets of Setaria italica and wild S. viridis and S. faberi.

個は子房が成長しないで干からびていた(図 4-4)。アワ B 穂では細型・細長型粒の割合は約 10%であった。アワ A 穂では粒形別の計数を行っていなかったので,アワ A 穂と同じ品種で同時期に同じ場所で収穫された別の穂を観察したところ,有稃果 1577 個中に 510 個(32%)の細型・細長型有稃果が含まれていた。

4. アワとエノコログサ属野生種の粒形比較

有粰果の長さ・幅・厚さの平均値は、丸型から細型、細長型へと長さの平均値がより大きくなるとともに幅と厚さの平均値はより小さくなっていた(表 3)。有粰果の長さと長さ・幅比の関係のグラフ(図 5)では、アワ A 穂とアワ C 穂とも丸型粒形の分布は細型と細長型の分布とはほとんど重ならないが、細型と細長型の分布は重なっており、肉眼での粒形の区別が困難であることが明らかになった。これに比べるとエノコログサ有粰果の長さの平均は 1.78 mmと、アワより小さいが、長さ・幅比は 1.81 で、アワの細長型有粰果の 1.82 に近い値を示していた。一方、アキノエノコログサ (現生アキノエノコログサ A および B) 有粰果は、長さの平均は 2.77 mmで、アワやエノコログサの有粰果よりかなり大きいが、長さ・幅比は 2.07 と、より細めだった。アワの細長型有粰果はエノコログサやアキノエノコログサの有粰果とは大きさは異なるが、長さ・幅比の値は近かった。

5. 粒形以外の形態の違い

アワの細型・細長型有粰果とエノコログサやアキノエノ コログサの有粰果の背面観を比べてみると, アワ有粰果の 場合最大幅が胴中位よりやや上位にあるのに対し, エノコ ログサやアキノエノコログサ有粰果の場合胴中位より下方 に最大幅があった(図 6)。それとともに、エノコログサやアキノエノコログサの上半部では先端に向けて幅が徐々に細くなっているのに対し、アワの上半部は丸味を帯び、先端で幅が急に細くなっていた。このアワとエノコログサ属の有粰果の外形的特徴の違いは、Nasu et al. (2007)のFig. 6 に掲載された多様な種でも確認できる。さらにアワの有粰果は、内頴上端部(図 6 のア)が大きく深く緩やかなV字状に窪み、さらに内頴の中央部(図 6 のイ)も縦方向の溝状に浅く窪むという特徴をもっている。これらの窪みはエノコログサやアキノエノコログサ有粰果にはあまり顕著ではなく、その内頴面はほぼ平坦もしくはやや凸型である(小畑、2013b)。このように、アワ有粰果の細型・細長粒の粒形以外の形態的特徴は、エノコログサやアキノエノコログサよりも、アワの丸型粒形の有粰果に似ている。

6. 圧痕の観察結果

東アジアの考古遺跡から検出された「エノコログサ?」または「エノコログサ近似種」、「エノコログサ属」と同定された圧痕資料が含まれるアワ圧痕群は表 4 の 37 資料中11 例 (全体の約 3 割) である。このうち写真および記述 (サイズ) で判断したものは以下の資料である。

屋敷平遺跡(山梨県:縄文時代晩期)(中山・佐野, 2012)からは2点の圧痕(YSD01, YSD12-3)が報告されているが、長さが2mm以上で幅が1.3mmと細長く、内頴側の腹面観は下半部が細く狭まり、上半部が丸い。さらに(YSD 12-3;図7-2)にみられるように、内頴先端部が深く広く窪んでいる。これらは先に述べたアワ有粰果の特徴を示している。天正寺遺跡(山梨県:弥生時代前期~中期)(中山・網倉, 2010)からは1点の「エノコログサ?」

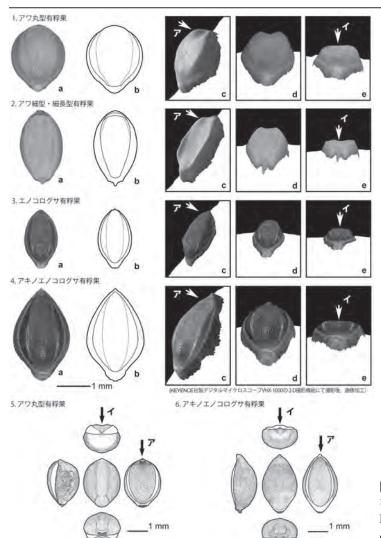


図 6 アワ有粰果とエノコログサ・アキノエノコログサ 有粰果の同定基準と比較点。

Fig. 6 Criteria to distinguish the florets of *Setaria italica* from those of wild *S. viridis* and *S. faberi*.

と同定された圧痕(TEN 0001-2; 図 7-3)が報告されているが、幅が 1.1 mm と細く、写真からみて全体的なプロポーションはアワ有粰果の細型・細長型粒に似る。韓国の智佐里遺跡(韓国:新石器時代後期~青銅器時代前期)と大平里 B 遺跡(韓国:青銅器時代前期)から各 1 点ずつの報告がある(中山ほか、2013)。智佐里例(JJR 12;図 7-19)は先端が欠損しており表面組織も不明である。また大平里 B 遺跡例(DPRB 09;図 7-20)は外頴側の圧痕であり、内頴側の形態が観察できない。しかし、いずれも最大幅は中央より上位にあり、DPRB 09 の平面形は上半が丸く、先端が弧を描くことから、アワ有粰果の細型・細長型粒であると思われる。

以下は、筆者の手元にレプリカがあり、直接観察可能な 資料である。黒土遺跡(宮崎県:縄文時代晩期~弥生時代 早期)(中村ほか、2013) からは 5 点のアワ/エノコログ サ属圧痕が報告されているが、このうち4点(KRT 1003, 1008-2, 1005-2, 0004-3;図7-4~7-7)については、上半部が丸い楕円形に近い平面形態と持つ点と、内頴先端部に深く大きな窪みを持つ点から、アワ有粰果の細型・細長型粒と判断される。これに対し弥生中期のアワと同定された圧痕(KRT 1013;図7-21)は外頴側の圧痕であるが、表面が荒れており、乳頭状突起を観察できない。ただし長さが2.8 mmとアワ有粰果より大きく、さらに胴中位より下に最大径をもち、先端へ向けて直線的にすぼまる点もアキノエノコログサによく似る。東三洞貝塚(韓国:新石器時代)(小畑・真邉、2013)からは新石器時代中期(DSD 1022;図7-8)と同後期(DSD 1002;図7-9)に各1点ずつのエノコログサ属と同定した圧痕と同晩期にアワと同定した圧痕(DSD 0007;図7-10)がある。いずれも内領側の圧痕であるが、全体的な楕円形に近い平面形態をもつ

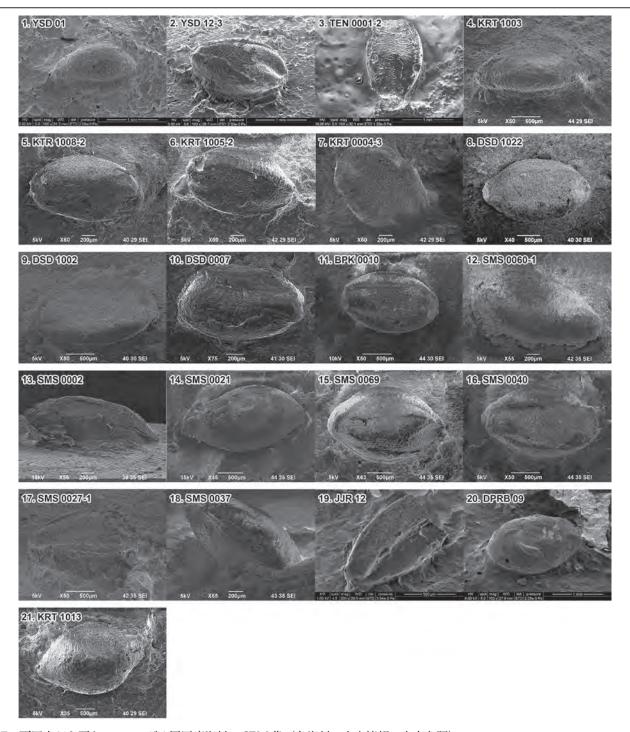


図7 再同定が必要なエノコログサ属圧痕資料の SEM 像(各資料の出土情報は本文参照). Fig. 7 SEM images of grain impression replicas of *Setaria* spp. to be reidentified (see text for their description).

こと、10 は顕著ではないが内頴先端が広く深く窪む点から、アワ有粰果の細型・細長型粒に改める。凡方貝塚(韓国:新石器時代)(小畑・真邉, 2014) からは新石器時代早期のエノコログサ属と同定した圧痕(BPK 0010; 図 7-11)

があるが、先端部の平面観が丸く、内頴胴部の溝状の窪みと先端の深い窪みの存在からアワ有粰果の細型・細長型粒と改める。上馬石遺跡(中国:新石器~青銅器時代)からは新石器時代4点、青銅器時代2点、時期不明1点の

表 4 東アジアの遺跡出土アワ圧痕資料群における種実の状態別個数

Table 4 Collections of foxtail millet impressions and numbers of grains from prehistoric sites in East Asia

番号	遺跡名	所在	時 期	苞頴	小軸付 有粰果	有粰果	内外頴残 渣付頴果	頴果	細長粒	備考	文	献	
1	沖II	群馬	弥生前期後半		1	7					遠藤,	2011	
2	田 原	東京	縄文晩期末~弥生中期			10					Takas	se et al., 2011	
3	籠 峰	新潟	縄文晩期末			1					中沢,	2013b	
4	矢 崎	長野	縄文晩期末			7			3	* *	遠藤	・高瀬, 2011	
5	石 行	長野	縄文晩期末			3				* *	遠藤	・高瀬, 2011	
6	権現堂前	長野	縄文晩期末			2				* *	遠藤	・高瀬, 2011	
7	屋敷平*	山梨	縄文晩期末~弥生前期		1	14			2		中山	・佐野, 2012	
8	中道*	山梨	縄文晩期末		2	4(1)		1			中山	・閏間, 2012	
9	天正寺 *	山梨	弥生前期~中期			10			1		中山	・網倉, 2010	
10	中屋敷 *	神奈川	弥生前期後葉			13		4	6(2)		佐々ス	木ほか, 2010	
11	清水天王山*	静岡	弥生前期・中期			2					篠原に	まか, 2012	
12	天神山下Ⅱ*	静岡	弥生中期			2					篠原に	まか, 2012	
13	佐渡*	静岡	弥生中期			1						まか, 2012	
14	山 王	静岡	縄文晩期末~弥生前期		1	7					中沢,	2013a	
15	大西貝塚	愛知	縄文晩期末~弥生前期			1					中沢	・松本, 2012	
16	京都大学構内	京都	縄文晩期末~弥生前期			5 ⁽³⁾					遠藤	・伊藤, 2013	
17	上出 A	滋賀	弥生早期			3					遠藤,	2013	
18	三 谷	徳島	縄文晩期末			1					中沢	まか, 2012	
	星 原*	宮崎	縄文晩期末~弥生早期			1						まか, 2013	
20	星 原*	宮崎	弥生後期			1						まか, 2013	
21	星 原*	宮崎	古墳後期~古代			1						まか、2013	
22	坂元 B*	宮崎	縄文晩期末~弥生早期			1					中村は	まか、2013	
23	黒 土*		縄文晩期末~弥生早期			10			5			まか、2013	
	黒 土*	宮崎				1			$1^{(4)}$			まか、2013	
	東三洞貝塚 *	韓国	新石器早・前期			18						・真邉, 2013・小	畑、2013년
	東三洞貝塚 *	韓国	新石器中期~晚期			10			2			・真邉, 2013・小	
	凡方貝塚 *	韓国	新石器早期			1			1			・真邉, 2014	.,
	凡方貝塚 *	韓国	新石器時代~晚期			2						・真邉, 2014	
	凡方遺跡 *	韓国	新石器前期			1						・真邉, 2014	
	飛鳳里*		新石器前期			4						· 真邉, 2013 · 小	畑. 2013h
	金泉智佐里*	韓国			2	•			1			まか、2013	, _0100
			青銅器前期		_	2			1			まか、2013	
	松潭里*	韓国	青銅器前期			2			-			ふ。, 2015 高・中村・百原, 2	010
	華城石橋里*	韓国	新石器中期			1						まか、2013	.0.10
	上馬石 *	中国	新石器後期		6	18	1	6	4			周査中	
	上馬石*		青銅器		Ü	7		3	2			周査中	
	上馬石*		時期不明		1	5		,	1			周査中	

^{*} 種実の計測値の提示されている遺跡.

計7点のアワ有粰果の細型・細長型粒と思われる圧痕(図7-12~7-18)がある。図7-12~7-14は外頴側の圧痕であるが明瞭な乳頭状突起が観察できないが、平面形態と大きさからみてアワ有粰果の細型・細長型粒と思われる。図7-15~7-18は内頴側の圧痕であり、平面観が、先端が丸く、内頴先端の窪みなどの特徴からみてアワ有粰果の細型・細長型粒と判断した。

アワの加工過程のうち、小穂は圧痕としては確認されなかった(表 4)。遺跡出土アワ関連圧痕の内訳は、有粰果が最も多く、231点のうち 202点(87%)が有粰果であった。この中にはアワに再同定した有粰果の細型・細長型粒が 23点(10%)含まれる。これに対し、頴果は 15点(6%)、小軸付有粰果 14点(6%)、内外頴残渣付頴果 1点(0.4%)の比率は少なかった(図 8a)。6点以上を出土した資料群

^{**} 詳細な報告がなされていない, 点数のみ.

 $^{^{(1)}}$ この中にはアワ近似種 1 点を含む,キビとアワが同一個体土器にあり.

⁽²⁾ アワとの判別がつかないため6点がエノコログサ属と同定される。よって計数からは除外する。

⁽³⁾ この中にはアワ不明1点を含む.

⁽⁴⁾ アワ有粰果として報告されているが、アキノエノコログサである.

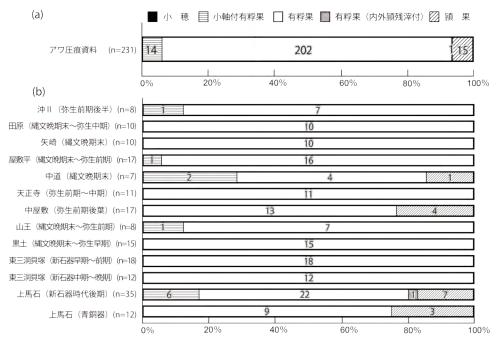


図8 アワ圧痕資料全体 (a) および遺跡ごと (n > 6) (b) の状態組成.

Fig. 8 Ratio of grain types of Setaria italica from archaeological sites with impressions (n > 6) (a: total, b: ratio at each site).

間の比較では、有粰果のみで構成される資料群もあれば、小軸付有粰果や頴果を含む資料群もあり、資料群ごとに組成に違いが見られた(図 8b)。

考 察

1. 脱穀・風選別実験の結果と圧痕資料との比較

脱穀実験では、指による加圧よりも打撃による加圧のほうが、果穂の一部の状態で脱粒した果実が多く、小穂や有 程果の割合が少なかった。これは、果軸に加わる力とその 方向が2つの方法によって異なり、打撃による加圧では果 軸からの果穂の一部の脱落が先に進行したためと考えられ る。本実験では脱粒がこれ以上進まない段階で加圧を終了 したが、打撃を継続することで小穂や有程果の割合が増加 する可能性がある。

脱穀実験では、わずかではあるが、いずれの方法でも穎果が生じた。これは脱粰作業を経ない状態の果実群にも一定量の頴果が含まれることを示しており、頴果が必ずしも脱粰行為のみで発生するものではないことを示している。しかしながら、アワ穂Bの脱穀実験で生成される頴果の大部分に内外頴のどちらかが付着していたことは、それが剥離した頴果の生産には脱稃作業が必要であることを示している。内外頴残渣付頴果の圧痕資料(図9-1)はわずか1例しか確認されていないが、その原因として、圧痕のほとんどが内外頴の片方しか復元できないこともその検出率の

低さに影響を与えている可能性がある。

一方、脱穀によって多く生産される小穂が圧痕資料に見つからないことは、本実験で行った程度以上のさらなる加圧や、本実験とは異なる方法の加圧が加わった可能性、あるいは脱穀後の別の加工行為が加わった可能性を示す。小穂は風選実験でも最も風選後の減少率が小さいため、風選ではなく加圧でしか生産されないと考えられるからである。本脱穀・風選実験ではごくわずかにしか生産されなかった小軸付有稃果が圧痕資料の6%を占めていることからも、圧痕資料の果実の組成が本実験よりも加工行為が進んだ状態を示しているといえる。指による加圧では、小穂の状態で落脱する有稃果は少なく有稃果や穎果の割合が多いので、有稃果が大部分を占め、穎果の割合も資料群によっては2割程度と多い圧痕の組成割合は、指による丁寧な脱穀の結果を示すのかもしれない。

風選実験では、小穂、有稃果、穎果といった果実の状態の割合には大きな変化が見られなかったのに対し、粒径別の比較で細型、細長型の順でより大きく減少していることからは、風選は穎果の外側の組織の剥離よりもむしろ種実の重量による選別に大きな影響を与えていることがわかる。内部の穎果の状態は丸型粒形の有稃果には長さ、幅とも大きく、重い成熟した穎果が含まれており、細型粒形の有稃果には長さは同じであるがより細く、成熟していてもより軽い穎果が含まれていた。さらに、細長型粒形の有稃果

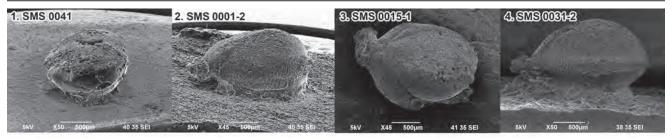


図9 圧痕資料中のアワ内外頴残渣付頴果(1)と小軸付有粰果(2-4)(上馬石遺跡).

Fig. 9 SEM images of impression replicas of *Setaria italica* caryopsis with upper lemma or palaca (1) and grains with rachilla (2–4) to be reidentified (from the Shangmashi site).

に含まれている頴果の多くは、子房の成熟段階で成長が止まったと考えられる果実から構成されているため、有稃果の重量が丸型や細型粒形の有稃果よりも小さいと考えられる。すなわち、風選実験では重量の軽い未成熟の穎果や小型の頴果が淘汰された結果、丸型粒形、細型粒形、細長型粒形の順で生産物中に増加したと考えられる。Song et al. (2013) は、頴果が未成熟であるほど風選別によって除去されることで、風選別後の生産物には成熟した穎果が大部分をしめ、副産物には未成熟の穎果が多くなることを実験で確認している。本実験では、この現象を有稃果の組成変化で確かめることができた。しかしながら、アワ圧痕資料中の細型・細長型有稃果の割合は10%程度で、アワ穂B中の細型・細長型有稃果の割合と同程度であることを考えると、圧痕の組成は風選別を経ていない状態を示す可能性がある。

2. 有稃果の形態と粒形による同定について

現生アワ有稃果の粒形分布(図5)では細長型の有稃果は、幅に対する長さの比の分布範囲が、野生種のエノコログサやアキノエノコログサの分布と重なっていた。現生アワ有稃果の長さの分布は、アキノエノコログサやエノコログサの分布とは重ならなかったが、野生種の小穂の大きさには変異がある(長田、2002)ので、さらに試料数を増やしてサイズ分布の検討を加える必要がある。

一方,背面観で有稃果の中央から上半部に最大幅があって丸みを帯び,下半部が狭くなるという形質や,内額の先端部から中心に窪みがあるという形質は,丸型粒形だけではなく細型・細長型粒形の現生アワ有稃果に共通して見られた。これらの形質と有稃果の長さとを考慮することで,細型・細長型粒形のアワ有稃果とエノコログサ,アキノエノコログサとは明瞭に区別が可能と考えられる。この視点で圧痕資料中のエノコログサと同定された資料を検討してみた結果,細型・細長型のアワ有粰果の特徴を具えるものがほとんどであった。

結 論

今回、アワ穂中に含まれる未成熟や成長途上の種子を 含む有粰果の観察から、一部を除き、これまでエノコログ サもしくはアキノエノコログサなどの雑草と考えられてき た圧痕資料がアワの有粰果であることを立証した。そして, 実験結果と圧痕資料の状態・形態組成との比較を行った結 果, 実験資料 (図 2a) には約半数の小穂状態の種実が含 まれるが、圧痕資料(図8)には、小穂状態の果実は含ま れず、小軸付有粰果以降の状態の種実が含まれていた。打 撃と指による加圧による脱穀を比較した場合、小穂の比率 が低いのは指による加圧法の方であり、同時に頴果の比率 も増えている。これは、指による加圧が脱粰の効果ももっ ていたことを示しており、Song et al. (2013) の民族事例の ような打撃による脱穀に加え、指による脱穀も行われた可 能性が高い。粒形比率においても、圧痕資料には細型・細 長型が10%含まれており、この数値は脱穀実験後の組成 (図 2b) とほぼ近いものであった。圧痕資料中の頴果が脱 穀によっても発生することや、風選が穎果の外側の組織の 剥離にはほとんど影響を及ぼさなかったことを考慮すると, アワ圧痕資料の母体となった集団は、脱穀を経た段階の産 物に由来したものであった可能性が高い。

ただし、圧痕資料そのものも遺跡ごとに状態組成や粒形 組成が異なっており、その母集団の性格がすべて同じで はなかったことも考慮せねばならない。また、Song et al. (2013)の民族事例に示されるように、通常脱穀行程と風選 行程は連続して行われる場合が多い。今回の結果は風選行 為を示す積極的な証拠は得られなかったが、今後は、母数 として遺跡ごとの検出点数を増やしながら、種実以外の藁 や茎・葉などの副産物の痕跡を意識的に探し出す努力が必 要とされるであろう。

謝 辞

本論を草するにあたり、山梨県立博物館の中山誠二氏に 圧痕の SEM 画像や文献を提供いただき、長野県庁の中沢 道彦氏にも文献や情報を提供していただいた。また、実験に用いたアワ・キビの試料は岩手県農業研究センター県北農業研究所小菅裕明氏のお世話になった。また、ロンドン大学 D. Q. Fuller 氏には未成熟粒について議論する中で貴重な意見をいただいた。また、本論の査読において、2名の匿名査読者の方々によって論文が大きく改善された。査読者の方々をはじめ皆様に感謝の意を表したい。

本研究には小畑が研究代表者として受けている平成 25 年度日本学術振興会科学研究費補助金基盤研究 (A)「先端技術を用いた東アジアにおける農耕伝播と受容過程の学際的研究」(課題番号 24242032) の一部を使用した。

引用文献

- 遠藤英子. 2011. レプリカ法による, 群馬県沖Ⅱ遺跡の植物利用の分析, 古代文化 **63**(3): 122–132.
- 遠藤英子. 2013. 栽培植物からみた近江盆地における農耕開始期の様相-滋賀県安土町上出 A 遺跡・草津市烏丸崎遺跡のレプリカ法調査から-. 日本考古学 No. 35: 97-112.
- 遠藤英子・伊藤淳史. 2013. 比叡山西南麓における栽培穀物出現期の様相-レプリカ法による京都大学構内遺跡出土資料の種実圧痕調査-、「京都大学構内遺跡調査研究年報 2010 年度」(京都大学文化財総合研究センター編), 181-200. 京都大学文化財総合研究センター, 京都.
- 遠藤英子・高瀬克範. 2011. 伊那盆地における縄文時代晩期の雑穀、考古学研究 58(2): 73-86.
- 笠原安夫. 1985. 日本雑草図説. 518 pp. 養賢堂, 東京.
- 桑原義晴. 2008. 日本イネ科植物図譜. 503 pp. 全国農村教育協会,東京.
- 中村直子・真邉 彩・大西智和・寒川朋枝・福井俊彦・桒畑光博 2013. 都城市における土器圧痕調査 – 栽培植物の導入に 関連して – 宮崎考古 No. 24: 15-29.
- 中山誠二・網倉邦生. 2010. 弥生時代初期のイネ・アワ・キビ 圧痕-山梨県天正寺遺跡の事例-. 山梨県立博物館研究紀 要 No. 4: 1-14.
- 中山誠二・佐野 隆. 2012. 縄文時代終末期のアワ・キビ圧痕 ー山梨県屋敷平遺跡の事例-. 山梨県考古学会誌 No. 21: 85-97
- 中山誠二・庄田慎矢・外山秀一・網倉邦生・兪 炳琭・金 炳 燮・原田 幹・植月 学 2013. 韓国内における雑穀農耕 起源の探求. 山梨県立博物館研究紀要 No. 7: 1-21.
- 中山誠二・閏間俊明. 2012. 縄文時代晩期終末期のアワ・キビ 圧痕. 山梨県立博物館研究紀要 No. 6: 1–26.
- 中沢道彦. 2013a. レプリカ法による近畿・東海・北陸・中部 高地の調査成果とその評価.「シンポジウム レプリカ法の 開発は何を明らかにしたのか-日本列島における農耕の伝 播と受容の研究への実践」(明治大学日本先史文化研究所 編), 2-9. 明治大学日本先史文化研究所,東京.
- 中沢道彦. 2013b. 新潟県上越市籠峰遺跡出土氷 I 式土器の種 実圧痕について. 新潟考古学会談話会会報 No. 35: 27-28. 中沢道彦・中村 豊・遠部 慎. 2012. レプリカ法による徳

- 島県三谷遺跡出土土器の種実圧痕の研究. 青藍 No. 9: 25-37.
- 中沢道彦・松本泰典. 2012. レプリカ法による愛知県大西貝塚 出土土器の種実圧痕の観察と派生する問題. 縄文時代 No. 23: 143-161.
- Nasu, H., Momohara, A., Yashuda, Y. & He, J. 2007. The occurrence and identification of *Setaria itallica* (L.) P. Beauv. (foxtail millet) grains from the Chengtoushan site (ca. 5800 cal B.P.) in central China, with reference to the domestication centre in Asia. *Vegetation History and Archaeobotany* 16: 481–494.
- 小畑弘己. 2013a. 圧痕法で探る先史古代の植物栽培と人々の くらしー三内丸山遺跡における圧痕調査とその分析を通じ てー. 「北海道考古学会 2013 年度研究大会発表要旨集 先史時代の植物利用戦略ー栽培植物からみた考古学的研究 ー」(北海道考古学会編), 17-28. 北海道考古学会, 札幌.
- 小畑弘己. 2013b. 동삼동괘총・비봉리유적 출토 기장・조 압흔의 동정과 그 기준. 韓國新石器研究 25: 105-155. (韓 国語:東三洞貝塚・飛鳳里遺跡出土のキビ・アワ圧痕の同 定とその基準)
- 小畑弘己・真邉 彩. 2013. 東三洞貝塚出土土器の圧痕調査報告(日本語).「東三洞貝塚浄化地域 櫛文土器附録」(福泉博物館編), 1-21. 福泉博物館,釜山.
- 小畑弘己・真邉 彩. 2014. 韓国櫛文土器文化の土器圧痕と 初期農耕. 国立歴史民俗博物館研究報告 187: 111-160.
- 長田武正. 2002. 増補 日本イネ科植物図譜. 777 pp. 平凡社, 東京
- 佐々木 章. 1998. おばあさんの山里日記. 248 pp. 葦書房, 福岡. 佐々木由香・米田恭子・那須浩郎. 2010. レプリカ法による土器種実圧痕の同定.「神奈川県足柄上郡大井町中屋敷遺跡発掘調査報告書II 第7・8次調査」(昭和女子大学人間文化学部歴史文化学科中屋敷遺跡発掘調査団編), 43-56. 昭和女子大学人間文化学部歴史文化学科中屋敷遺跡発掘調査団, 東京.
- 篠原和大・真鍋一生・中山誠二. 2012. 植物資料から見た静岡・ 清水平野における農耕の定着過程-レプリカ・セム法によ る弥生土器の種実圧痕の分析を中心に-. 静岡県考古学研 究 No. 43: 47-68.
- Song, J., Zhao, Z. & Fuller, D. Q. 2013. The archaeobotanical significance of immature millet grains: an experimental case study of Chinese millet crop processing. *Vegetation History and Archaeobotany* 22: 141–152.
- Takase, K., Endo, E. & Nasu, H. 2011. Plant use on remote islands in the final Jomon and Yayoi periods: an examination of seeds restored from potsherds in the Tawara site, Niijima Island, Japan. No. 16: 21–39.
- 椿坂恭代. 1993. アワ・ヒエ・キビの同定. 「先史学と関連化学」 (吉崎昌一先生還曆記念論集刊行会編), 261-281. 吉崎昌 一先生還曆記念論集刊行会, 札幌.

(2014年11月16日受理)