

# 土器種実圧痕の焼成実験報告

那須 浩郎<sup>1\*</sup>・会田 進<sup>2</sup>・山田 武文<sup>3</sup>・輿石 甫<sup>4</sup>  
佐々木由香<sup>5</sup>・中沢 道彦<sup>6</sup>

## 要 旨

本実験では、種実を混入した土器を野焼きにより焼成し、混入方法による土器の焼け方の違いと混入前後での種実サイズの変化を調べた。粘土に種実を練り込んだ後に土器を成形、乾燥させて焼成した場合は、マメ類30～50粒、エゴマ1800粒を混ぜた場合でも破損することなく焼成することができた。一方、土器を成形した後にダイズを埋め込んだ場合は、種子が膨張し、土器表面にひびが入ることが分かった。土器焼成前後の種実のサイズは、ダイズ、ヤブツルアズキ、アズキでは体積が増加し、ツルマメ、アオジソ、エゴマでは変化がないことが明らかになった。

キーワード：土器焼成実験、種実圧痕、レプリカ法、ダイズ、アズキ、エゴマ、シソ

## 1. はじめに

近年、丑野穀によって開発されたレプリカ法（丑野・田川1991）による土器種実圧痕研究の普及により、縄文時代の土器から植物の種実圧痕が相次いで発見されるようになった。精力的に進めたのは中沢道彦の一連の後・晩期を中心とした粃圧痕やアワ・キビ圧痕の追及、縄文時代植物質食料の研究である（中沢・丑野1998, 2009；中沢2009ほか）。また、山崎純男により土器資料の全点調査（悉皆調査）の重要性が指摘されたことも、レプリカ法の普及に貢献してきた（山崎2005ほか）。そうした活動のなか、特に注目されているのが、ダイズ属とアズキ亜属のマメ類の種子圧痕である。小畑弘己らによる、九州における縄文時代後・晩期の栽培ダイズ大の種子圧痕発見以来（小畑ほか2007）、各地でダイズ属やアズキ亜属の種子圧痕が見つかるようになってきた。特に中部山岳地では、中山誠二らによって、縄文時代中期か

ら現在の栽培種と同様のサイズのダイズ属種子圧痕が確認され（中山ほか2008ほか）、縄文時代中期におけるダイズとアズキの栽培化が議論されるようになってきた。

その一方で、ダイズとアズキがいつ頃、どのように栽培化されたのか、当時の食料の中でどの程度重要な植物資源であったのか、等のマメ類栽培の実態に迫るような疑問には、まだ答えられていない。また、なぜ土器胎土にダイズ属やアズキ亜属の種子が入っているのか、といった素朴であるが重要な疑問に対しても、答えるためのデータが無く、偶然に混入したものか、それとも意図的に入れられたものか、想像の域を超えていないのが現状である。

筆者らは、平成21～23年度に明治大学大久保忠和考古学振興基金の助成を受け、長野県岡谷市目切遺跡等で炭化種実分析とレプリカ法による土器種実圧痕調査を実施した（会田ほか2012）。この研究では、復原土器の種実圧痕調査により、1個体の1/8程度残存する土器胎土に6点のアズキ亜属の圧痕を発見した。これが土器1個

1 総合研究大学院大学先端科学研究科生命共生体進化学専攻

2 明治大学研究・知財戦略機構

3 岡谷市教育委員会

4 長野県考古学会

5 岡谷市土師の会

6 株式会社パレオ・ラボ

\* 責任著者：那須 浩郎 (nasu\_hiroo@soken.ac.jp)

体に均等に入っていたならば、土器1個に対し、50粒程度のマメが入っていた計算になり、意図的にマメを入れていた可能性が高くなる。

本研究では、マメが人為的に入れられた場合、土器製作時のどのようなタイミングでマメが混入したのかを知るための基礎実験として、野焼きによる土器焼成実験を2012～2014年の3回にわたって実施してきた。今回は2013年の実験について、1) マメなどの種実を粘土に練り込んだ場合と土器成形後に埋め込んだ場合で土器が破損なく焼けるかどうか、2) 土器焼成前後で、マメなどの種実サイズに変化があるかどうかを調査したので報告する。

## 2. 実験の方法

### 2-1 土器の製作

実験用の土器はA～Iの9個体作製した(表1)。土器A～Eの5個体については、土器を成形後に種実を埋め込んだ。土器F～Iの4個体は、粘土にあらかじめ種実を練り込んでから、土器を製作した。それぞれの土器に埋め込み、または練り込んだ種実の種類と量は表1の通りである。

土器製作に使用した粘土は、市販の赤土Cを使用し、体積の約1/3量の花崗岩質砂利を混ぜて練った粘土を

ベースとした。土器1個体の粘土重量は平均で約2.6kgである。

土器の成形は、岡谷市梨久保遺跡(縄文時代中期)の606土器をモデルにして、実物の1/2の大きさで作成した。この土器は、前述したアズキ亜属の圧痕が6点見つかった土器である。口径20センチ、高さ30センチである。成形方法は、手捏ねによる粘土紐積み上げ法による。種実を粘土に練り込む場合は、土器製作前日に練り込んでおいて、一晩寝かせてから成形を行った(図1.2)。

種実の埋め込みは、土器を成形し、施文を完了させた直後に行った。全形が見えなくなるまで埋め込み、ヘラ研磨によって整形し、埋め込んだことが、全くわからない状態に仕上げた。土器製作後は、約1ヶ月間日陰で乾燥させた。

### 2-2 種実サイズの計測

土器A～Dには、あらかじめサイズを計測した種実を埋め込み、焼成前と焼成後のサイズ変化を調べた。土器Aにはツルマメとヤブツルアズキの種子を各10粒、土器Bにはエゴマとアオジソの果実を各10粒、土器Cには長野県原村産と岡谷市産のアズキの種子を各10粒、合計20粒、土器Dには長野県原村産と北海道産のダイズの種子を各10粒、合計20粒をそれぞれ土器成形後に埋め込んだ(表1)。焼成後に各個体を識別できるように、

表1 作製した土器の一覧

土器ID	種実番号	種実名	野生/栽培の区別	産地名	個数	混入方法	粘土量(kg)	種実の成形後の状況	種実の焼成後の状況	土器の焼成具合
A	1	ツルマメ	野生種	熊本県阿蘇市	10	埋め込み	2.60		きれいな圧痕を残す	良好, 赤褐色
	2	ヤブツルアズキ	野生種	熊本県山都町	10	埋め込み		1粒脱落	〃	〃
B	3	エゴマ	栽培種	長野県岡谷市川岸	10	埋め込み	2.47		〃	〃
	4	アオジソ	栽培種	市販(タキイ種苗)	10	埋め込み			〃	〃
C	5	アズキ	栽培種	長野県岡谷市川岸	10	埋め込み	2.51	2粒は落ちそうな状態	〃	〃
	6	アズキ	栽培種	長野県原村	10	埋め込み			〃	〃
D	7	ダイズ	栽培種	長野県原村	10	埋め込み	2.86	マメ周囲にヒビが入る	〃	〃
E	8	ダイズ	栽培種	北海道	30	埋め込み	2.76	6粒脱落, D7よりヒビが激しい	〃	〃
F	9	アズキ	栽培種	長野県岡谷市川岸	30	練り込み	2.61	マメは全く見えない	圧痕は露出しない	〃
G	10	ダイズ	栽培種	北海道	30	練り込み	2.70	1粒芽が出る	20粒圧痕が露出	〃
H	11	エゴマ	栽培種	長野県岡谷市川岸	1800	練り込み	2.55	エゴマが入っているかわからない	115粒圧痕が露出	〃
I	12	アズキ	栽培種	長野県岡谷市川岸	50	練り込み	2.26	マメは全く見えない	9粒圧痕が露出	〃



図1 土器の製作と野焼きの様子

1:粘土とアズキ, 2:粘土の練り, 3:土器の成型, 4:埋め込みダイズの乾燥時のひび割れ, 5:発芽したダイズ種子, 6:野焼き場と焼成前の土器, 7:野焼き(炙り), 8:野焼き(攻め), 9:野焼き(終了), 10:焼成後の土器

埋め込んだ位置は番号を付した。種実を埋め込んだ直後には、土器表面に種実が露出しないように整形していたが、後で結果でも述べるように、約1ヶ月後の乾燥後にはほとんどの種実が表面に露出した。ただし、数点の種実については、焼成後も圧痕が見えないものがあり、これらについては、土器表面をヤスリで削って圧痕を露出させてレプリカを採取した。

種実のサイズは、個体ごとに長さ、幅、厚さの値をデジタルマイクロSCOPE（㈱キーエンス社製 VHX-2000）を用いて計測した。体積は、厳密な体積を測定することが困難なので、以下の楕円体の体積を求める公式を利用して、長さ、幅、厚さから簡易体積として求めた。

$$\text{体積 (V)} = \text{長さ} / 2 \times \text{幅} / 2 \times \text{厚さ} / 2 \times 4/3 \times \pi$$

焼成後の種実サイズは、レプリカ法（丑野・田川 1991）により圧痕からレプリカを採取して、デジタルマイクロSCOPEで計測した。シリコン印象材は、㈱ニッシンのJM シリコンインジェクションタイプを使用した。それぞれのサイズ変化はt検定にて5%水準での有意差を検定した。

### 2-3 土器の焼成

土器の焼成は、以下の手順で野焼きにより行った（会田編 1990）。

**薪の用意：**太い丸太の玉切り（10～30cm）、ボヤ、大小の枝、廃材（細い角材の切れ端、薄い板の切れ端など）、薪ストーブに使う良質の薪は使用しない。

**野焼き場：**径3m、深さ40cmの浅いくぼ地を掘り、掘り上げた土は周囲に土手状に盛り上げて堰堤をつくった。くぼ地の中はなべ底状であるが中間に段を設けてそこに土器を並べた。9個体を一列円形に並べて、中央のくぼみで薪を燃やして土器を炙る構造である。

**炙り：**点火時は弱火にして、徐々に火勢を強くし、炙りはおよそ4時間。その間、10～15分おきに、土器を半回転、横倒し、転倒をくりかえした。つまり、口縁部、底部、側面を交互に温めて、全体をまんべんなく炙った。

**攻め：**薪の量を多くして燻を十分に作り、攻めに入る。炙りと同じ操作を繰り返して、土器の肌が燻されて黒ずんだ色に代わるまで行う（煙にいぶされた色ではないので注意）。

**大きくべ：**いったん火を落としてから、土器それぞれの周囲に薪を井桁に積み上げるように置いて燃やした。薪は土器の高さ以上に積み上げて上を覆うほどに載せ、徐々に薪全体に燃え上がりあとは一気に燃え尽くすまで燃やし、火が沈まるまで放置。そのまま自然に冷ました。

## 3. 結 果

### 3-1 土器製作時の状況

成形後に土器に種実を埋め込んだ場合は、種実が見えなくなるまで整形しても、焼成前の乾燥段階でダイズはすべて大きく膨らみ、覆っている粘土を弾き飛ばして、ダイズの姿が露出した（図1.4）。半数のダイズが土器から飛び出して落下した。ダイズの周囲の胎土はひび割れて、粘土が剥落状態になった箇所もあった。アズキとヤブツルアズキは、ダイズほどではないが、膨張し、落下するものがいくつかあった。ツルマメ、アオジソ、エゴマは土器の乾燥による収縮の影響か、ほとんどが表面に露出していた。ただし、アオジソで2点、エゴマで2点のみ露出しなかった。

成形前の粘土に種実を練り込んだ場合も、栽培種のダイズはすぐふやけて大きくなったが、成形時の粘土のひねりや紐作りで割れたり砕けたり皮がむけるということもなくそのままの姿を保っていた。アズキ、エゴマは、ダイズのように大きくならず、成形時に割れたりすることもなかった。ダイズ30粒を前日に練り込んでつくった土器Gは、発芽して3センチ伸びて枯れた（図1.5）。

### 3-2 土器の焼成状況

焼成の結果、9個体とも完全な形で焼き上がり、破損は一切無かった。焼き上がりの状態もよく、色調はやや焼き過ぎの赤褐色が多かった（図2）。成形後に埋め込んだ種実は、一部炭化して残存するものもあったが、ほとんどが全部焼けて灰化していた。ダイズを埋め込んだ

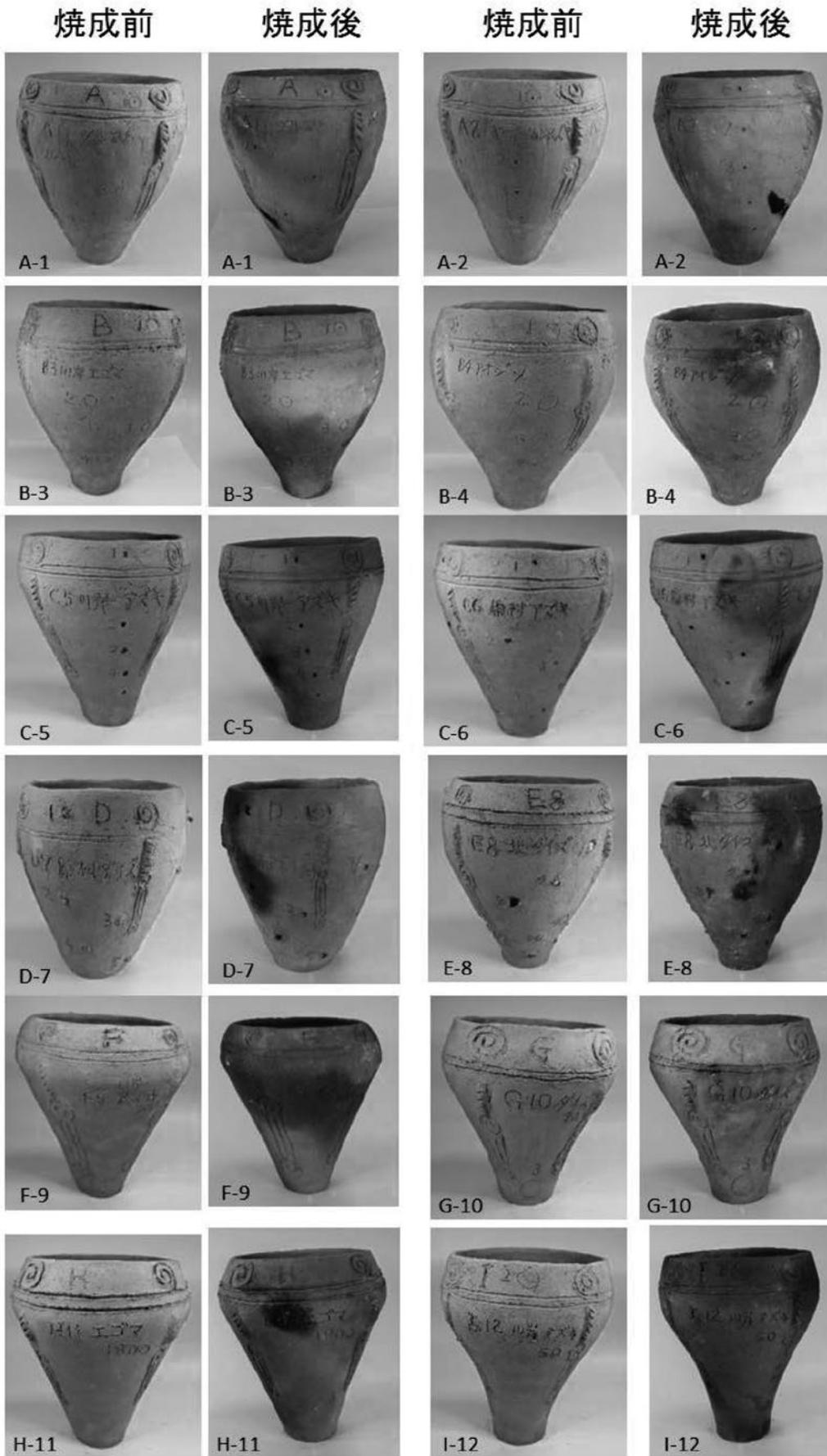


図2 焼成前後の土器

10cm

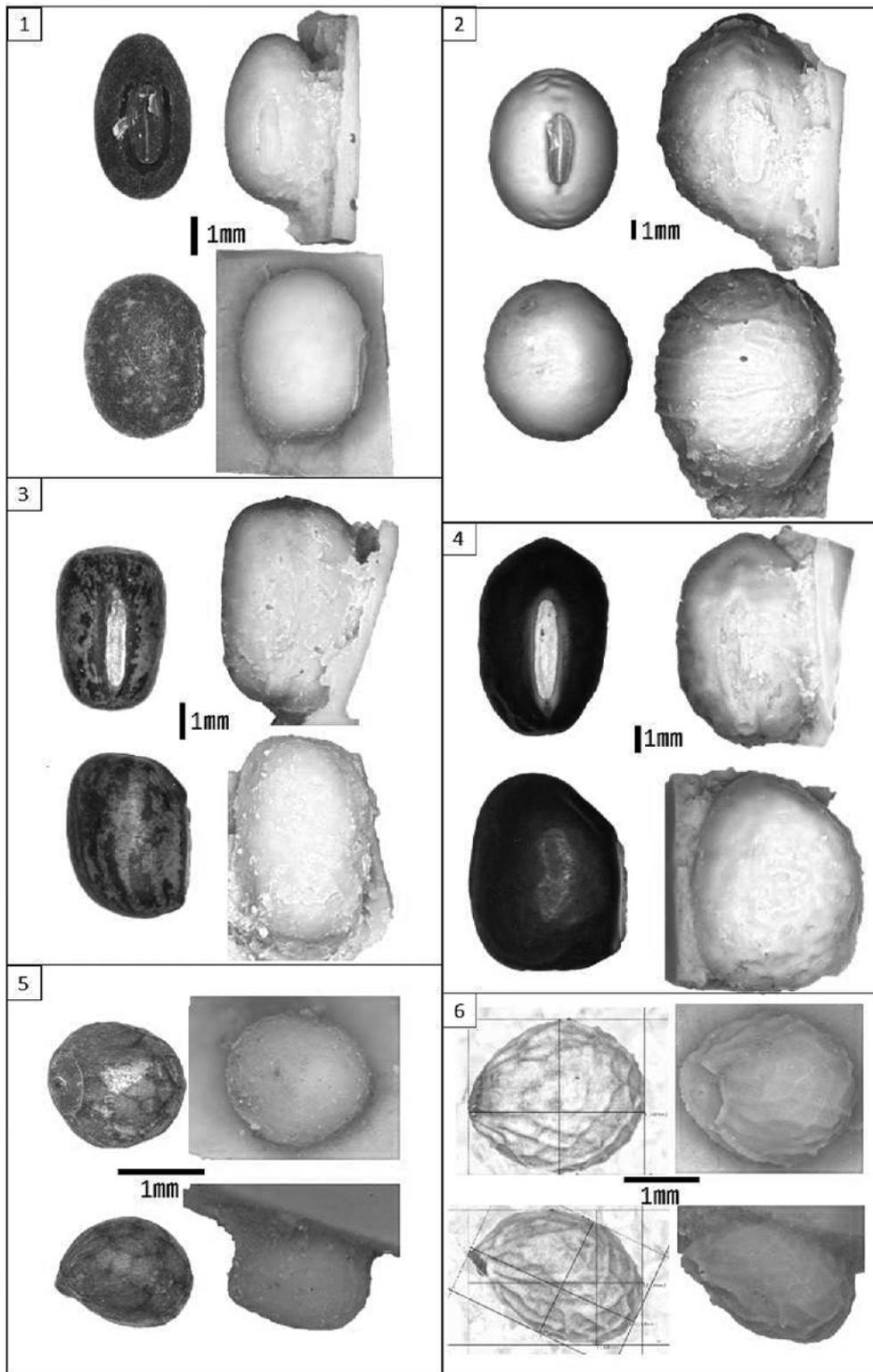


図3 焼成前の種実と焼成後のレプリカの比較

1: ツルマメ (土器 A1), 2: ダイズ (土器 D7), 3: ヤブツルアズキ (土器 A2), 4: アズキ (土器 C6), 5: アオジソ (土器 B4), 6: エゴマ (土器 B3). 各種実の左が土器に埋める前の乾燥状態, 右が土器焼成後の圧痕から採取したレプリカ, 上部はへそ (腹) 面観, 下部は側面観.

表2 土器焼成実験後の種実サイズの変化(1)

種名	標本番号	元の種子サイズ				土器焼成後のレプリカのサイズ				膨張・収縮率(%)			
		長さ (mm)	幅 (mm)	厚さ (mm)	体積 (mm <sup>3</sup> )	長さ (mm)	幅 (mm)	厚さ (mm)	体積 (mm <sup>3</sup> )	長さ (%)	幅 (%)	厚さ (%)	体積 (%)
ソルマメ	<i>Glycine max subsp. soja</i>												
	1	4.15	3.01	2.38	15.56	4.09	2.94	2.39	15.04	99	98	100	97
	2	4.93	3.61	2.58	24.03	4.93	3.68	2.28	21.65	100	102	88	90
	3	4.62	3.32	2.71	21.75	4.77	3.48	2.62	22.76	103	105	97	105
	4	4.38	3.19	2.48	18.13	4.40	3.12	2.26	16.24	100	98	91	90
	5	4.22	3.29	2.71	19.69	4.09	3.29	2.57	18.10	97	100	95	92
	6	4.22	3.21	2.48	17.58	4.18	3.11	2.37	16.12	99	97	96	92
	7	4.30	3.19	2.43	17.44	4.40	3.24	2.49	18.58	102	102	102	106
	8	4.36	3.14	2.63	18.84	4.57	3.27	2.57	20.10	105	104	98	107
	9	4.50	3.35	2.67	21.06	4.54	3.37	2.68	21.46	101	101	100	102
	10	4.30	3.09	2.37	16.48	4.26	3.14	2.17	15.19	99	102	92	92
	平均 (Average)	4.40	3.24	2.54	19.06	4.42	3.26	2.44	18.52	101	101	96	97
	中央値 (Median)	4.33	3.20	2.53	18.49	4.40	3.26	2.44	18.34	100	101	96	94
	最大値 (Max)	4.93	3.61	2.71	24.03	4.93	3.68	2.68	22.76	105	105	102	107
	最小値 (Min)	4.15	3.01	2.37	15.56	4.09	2.94	2.17	15.04	97	97	88	90
ダイズ	<i>Glycine max subsp. max</i>												
	1	9.24	7.39	7.31	261.22	10.97	9.13	7.98	418.27	119	124	109	160
	2	7.73	7.01	6.31	178.94	10.24	9.24	7.62	377.32	132	132	121	211
	3	8.79	8.01	7.06	260.14	12.40	10.07	8.31	543.04	141	126	118	209
	4	7.63	7.11	6.25	177.44	10.49	9.28	7.43	378.52	137	131	119	213
	5	9.74	7.50	7.19	274.87	11.98	9.98	8.45	528.72	123	133	118	192
	6	8.86	7.92	7.05	258.90	10.34	9.46	8.95	458.16	117	119	127	177
	7	8.61	8.26	7.53	280.26	9.97	8.96	8.04	375.87	116	108	107	134
	8	8.96	7.62	7.13	254.76	10.73	8.76	7.86	386.64	120	115	110	152
	9	7.68	6.86	5.39	148.61	9.37	8.02	6.26	246.19	122	117	116	166
	10	7.71	6.77	5.71	155.98	10.99	7.80	6.12	274.55	143	115	107	176
	11	10.25	8.81	7.14	337.42	13.01	9.99	7.74	526.46	127	113	108	156
	12	8.33	8.07	7.03	247.32	12.24	9.82	8.58	539.71	147	122	122	218
	13	10.10	8.54	6.86	309.66	15.36	10.85	8.49	740.47	152	127	124	239
	14	9.28	8.47	6.67	274.37	14.28	10.48	9.98	781.62	154	124	150	285
	15	9.28	8.26	6.49	260.35	13.99	9.87	8.55	617.84	151	119	132	237
	16	10.23	8.96	7.10	340.58	14.18	10.41	8.35	645.05	139	116	118	189
	17	10.02	8.94	7.32	343.16	12.59	10.18	7.32	490.98	126	114	100	143
	18	10.04	9.17	7.58	365.22	14.54	10.60	8.98	724.31	145	116	118	198
	19	9.92	8.54	6.83	302.81	11.60	9.76	7.65	453.26	117	114	112	150
	20	9.54	8.55	6.55	279.60	12.67	9.98	9.07	600.20	133	117	138	215
	平均 (Average)	9.10	8.04	6.83	265.58	12.10	9.63	8.09	505.36	133	120	119	191
	中央値 (Median)	9.26	8.17	7.04	267.80	12.11	9.85	8.18	508.72	133	118	118	191
	最大値 (Max)	10.25	9.17	7.58	365.22	15.36	10.85	9.98	781.62	154	133	150	285
	最小値 (Min)	7.63	6.77	5.39	148.61	9.37	7.80	6.12	246.19	116	108	100	134
ヤブツルアズキ	<i>Vigna angularis var. nipponensis</i>												
	1	4.46	2.74	2.66	17.01	-	-	-	-	-	-	-	-
	2	5.07	3.31	2.97	26.08	6.26	3.75	3.58	43.98	123	113	121	169
	3	5.30	3.57	3.39	33.57	6.65	4.10	4.01	57.22	125	115	118	170
	4	4.46	3.56	3.06	25.43	5.67	3.95	3.73	43.72	127	111	122	172
	5	5.13	3.86	3.38	35.03	5.18	3.97	3.40	36.59	101	103	101	104
	6	4.49	3.30	3.03	23.50	4.42	3.53	3.16	25.80	98	107	104	110
	7	4.39	2.95	2.67	18.10	4.50	3.43	2.72	21.97	103	116	102	121
	8	5.31	3.60	3.16	31.61	5.52	3.81	2.90	31.92	104	106	92	101
	9	4.41	3.24	3.09	23.11	4.49	3.52	3.16	26.14	102	109	102	113
	10	4.53	3.24	3.00	23.04	5.67	3.70	3.62	39.74	125	114	121	172
	平均 (Average)	4.76	3.34	3.04	25.65	5.37	3.75	3.36	36.34	112	110	109	137
	中央値 (Median)	4.51	3.31	3.05	24.46	5.52	3.75	3.40	36.59	104	111	104	121
	最大値 (Max)	5.31	3.86	3.39	35.03	6.65	4.10	4.01	57.22	127	116	122	172
	最小値 (Min)	4.39	2.74	2.66	17.01	4.42	3.43	2.72	21.97	98	103	92	101

表2 土器焼成実験後の種実サイズの変化(2)

種名	標本番号	元の種子サイズ				土器焼成後のレプリカのサイズ				膨張・収縮率(%)			
		長さ (mm)	幅 (mm)	厚さ (mm)	体積 (mm <sup>3</sup> )	長さ (mm)	幅 (mm)	厚さ (mm)	体積 (mm <sup>3</sup> )	長さ (%)	幅 (%)	厚さ (%)	体積 (mm <sup>3</sup> )
アズキ <i>Vigna angularis</i> var. <i>angularis</i>													
	1	7.27	6.00	5.79	132.17	7.50	6.26	5.94	145.95	103	104	103	110
	2	7.00	5.97	5.60	122.47	7.51	6.26	5.73	140.98	107	105	102	115
	3	7.22	5.88	5.86	130.19	7.52	6.24	5.97	146.61	104	106	102	113
	4	7.31	6.06	5.63	130.52	7.64	6.26	5.58	139.66	105	103	99	107
	5	8.14	6.21	5.30	140.21	8.95	6.60	5.40	166.93	110	106	102	119
	6	6.91	6.39	5.50	127.09	7.42	6.63	5.66	145.72	107	104	103	115
	7	7.39	5.74	4.98	110.55	7.85	5.91	5.18	125.77	106	103	104	114
	8	7.72	6.12	5.03	124.37	8.44	6.76	5.32	158.85	109	110	106	128
	9	6.49	5.64	5.41	103.63	6.83	5.77	5.15	106.21	105	102	95	102
	10	5.69	5.66	4.99	84.10	6.35	6.55	5.71	124.29	112	116	114	148
	11	6.81	4.79	4.44	75.80	6.88	4.97	4.63	82.85	101	104	104	109
	12	6.27	4.42	4.18	60.62	6.94	4.97	5.01	90.43	111	112	120	149
	13	6.89	4.97	4.37	78.31	7.57	5.47	4.21	91.23	110	110	96	116
	14	6.31	4.80	4.56	72.28	6.86	5.28	5.11	96.86	109	110	112	134
	15	6.73	4.65	4.06	66.49	7.36	5.13	4.56	90.10	109	110	112	136
	16	6.58	5.15	4.63	82.11	6.81	5.39	4.74	91.05	103	105	102	111
	17	7.15	4.87	4.29	78.18	7.39	5.16	4.47	89.20	103	106	104	114
	18	6.95	4.97	4.65	84.06	7.36	5.37	4.80	99.28	106	108	103	118
	19	6.74	4.84	4.43	75.63	7.02	5.31	4.89	95.39	104	110	110	126
	20	6.46	5.15	4.86	84.62	6.95	5.53	5.05	101.57	108	107	104	120
	平均 (Average)	6.90	5.41	4.93	98.17	7.36	5.79	5.16	116.45	107	107	105	120
	中央値 (Median)	6.90	5.40	4.92	84.36	7.38	5.65	5.13	103.89	107	106	104	116
	最大値 (Max)	8.14	6.39	5.86	140.21	8.95	6.76	5.97	166.93	112	116	120	149
	最小値 (Min)	5.69	4.42	4.06	60.62	6.35	4.97	4.21	82.85	101	102	95	102
アオジソ <i>Perilla frutescens</i> var. <i>crispa</i> f. <i>viridis</i>													
	1	1.69	1.51	1.34	1.79	1.71	1.52	1.30	1.77	101	101	97	99
	2	1.69	1.46	1.30	1.68	1.72	1.52	1.17	1.60	102	104	90	95
	3	1.53	1.37	1.23	1.35	1.62	1.36	1.13	1.30	106	99	92	97
	4	1.36	1.28	1.15	1.05	1.36	1.27	0.90	0.81	100	99	78	78
	5	1.43	1.35	1.21	1.22	1.42	1.37	1.16	1.18	99	101	96	97
	6	1.44	1.21	1.09	0.99	1.41	1.29	1.07	1.02	98	107	98	102
	7	1.80	1.64	1.41	2.18	1.81	1.60	1.35	2.05	101	98	96	94
	8	1.64	1.51	1.32	1.71	1.65	1.54	1.11	1.48	101	102	84	86
	9	1.66	1.67	1.42	2.06	1.66	1.68	1.23	1.80	100	101	87	87
	10	1.69	1.64	1.35	1.96	1.67	1.64	1.38	1.98	99	100	102	101
	平均 (Average)	1.59	1.46	1.28	1.60	1.60	1.48	1.18	1.50	101	101	92	94
	中央値 (Median)	1.65	1.49	1.31	1.69	1.66	1.52	1.17	1.54	100	101	94	96
	最大値 (Max)	1.80	1.67	1.42	2.18	1.81	1.68	1.38	2.05	106	107	102	102
	最小値 (Min)	1.36	1.21	1.09	0.99	1.36	1.27	0.90	0.81	98	98	78	78
エゴマ <i>Perilla frutescens</i> var. <i>frutescens</i>													
	1	2.33	2.31	1.74	4.90	2.29	2.39	1.59	4.55	98	103	91	93
	2	2.20	2.03	1.54	3.60	1.94	2.00	1.44	2.92	88	99	94	81
	3	2.26	2.11	1.74	4.34	2.21	2.10	1.51	3.67	98	100	87	84
	4	2.23	2.08	1.63	3.96	2.19	2.03	1.54	3.58	98	98	94	91
	5	2.46	2.12	1.68	4.59	2.38	2.12	1.63	4.30	97	100	97	94
	6	2.26	2.10	1.64	4.07	2.34	2.19	1.66	4.45	104	104	101	109
	7	2.34	2.20	1.72	4.63	2.34	2.21	1.53	4.14	100	100	89	89
	8	2.23	2.21	1.67	4.31	2.27	2.23	1.50	3.97	102	101	90	92
	9	2.27	2.20	1.68	4.39	2.25	2.24	1.55	4.09	99	102	92	93
	10	2.35	2.16	1.65	4.38	2.41	2.32	1.45	4.24	103	107	88	97
	平均 (Average)	2.29	2.15	1.67	4.32	2.26	2.18	1.54	3.99	99	101	92	92
	中央値 (Median)	2.27	2.14	1.68	4.36	2.28	2.20	1.54	4.11	99	101	92	93
	最大値 (Max)	2.46	2.31	1.74	4.90	2.41	2.39	1.66	4.55	104	107	101	109
	最小値 (Min)	2.20	2.03	1.54	3.60	1.94	2.00	1.44	2.92	88	98	87	81

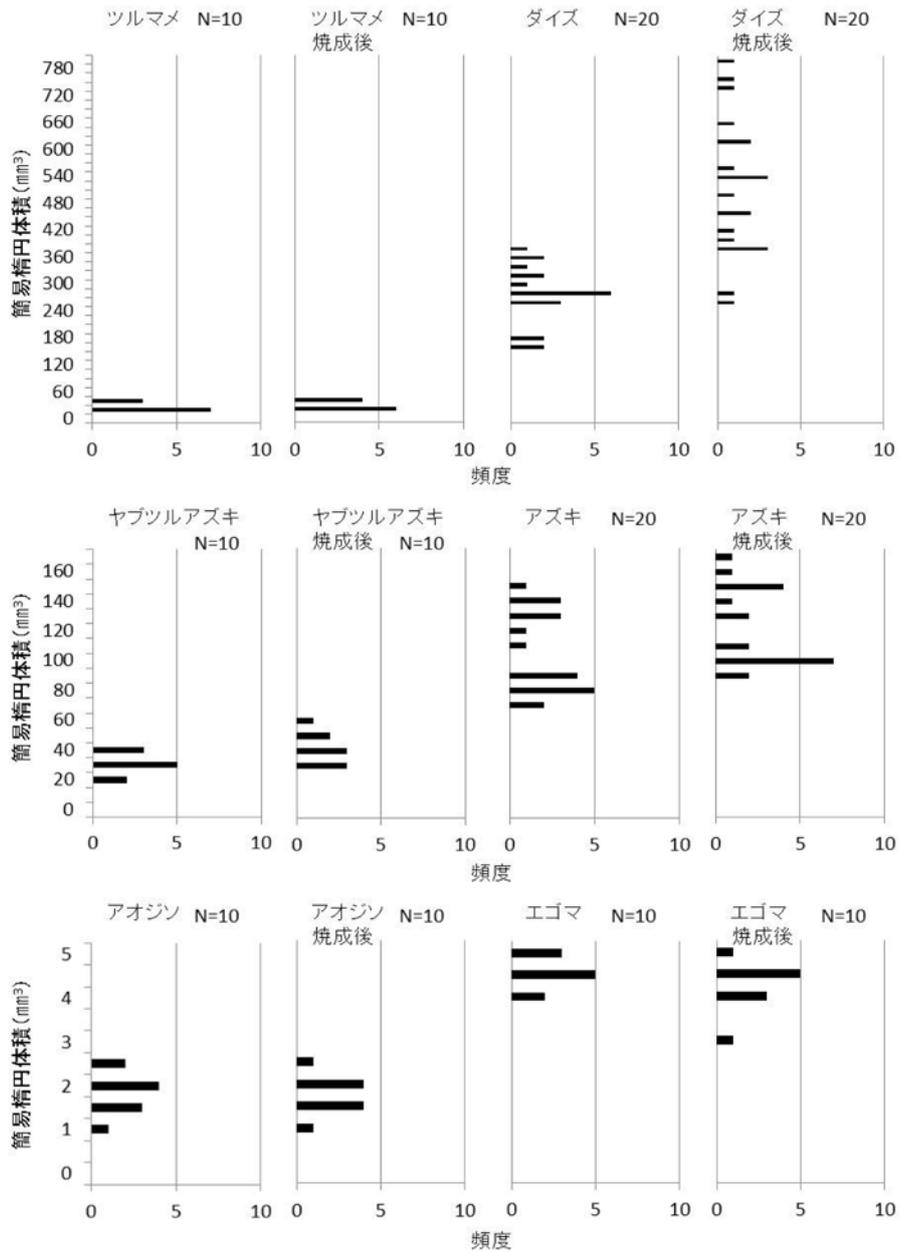


図4 焼成前後の種実簡易体積の頻度分布変化

土器では、破裂したのか、器表面が弾け飛んだように剥落した例が数粒あった。土器整形時には表面に見えないようにした埋め込み種実は、ほぼ全てが焼成後には圧痕が露出していた。ただし、乾燥時にも露出していなかったエゴマ2点とアオジソ2点は、焼成後も露出していなかった。

種実を成形前の粘土に練り込んだ土器でも、焼成後の破損は見られなかったが、圧痕が露出するものがあった。アズキ30粒を粘土に練り込んだ土器Fでは、焼成後の土器表面には全く圧痕が確認できなかったが、アズキを

50粒粘土に練り込んだ土器Iでは、9粒(18%)の圧痕が露出していた。ダイズ30粒を練り込んだ土器Gでは、20粒(66.7%)も露出した。エゴマ1800粒を練り込んだ土器Hでは115粒(6.4%)が露出した。

### 3-3 混入(埋め込み)種実のサイズ変化

焼成前の種実と焼成後のレプリカの比較を図3に、焼成前後の各種実のサイズ変化を表2に示す。サイズの変化は、長さ、幅、厚さ、簡易体積について、計測値と膨張・縮小率を示した。また、簡易体積の変化をヒストグ

ラムで図4に示す。

ツルマメの膨張・収縮率は、長さ105 - 97% (平均101%)、幅105 - 97% (平均101%)、厚さ102 - 88% (平均96%)、簡易体積107 - 90% (平均97%)となり、t検定の結果、焼成前後での有意差はなかった。

ダイズは、長さ154 - 116% (平均133%)、幅133 - 108% (平均120%)、厚さ150 - 100% (平均119%)、簡易体積285 - 134% (平均191%)となり、焼成前後で有意に差があり、全体に膨張していた。

ヤブツルアズキは、長さ127 - 98% (平均112%)、幅116 - 103% (平均110%)、厚さ122 - 92% (平均109%)、簡易体積172 - 101% (平均137%)となり、焼成前後で有意に差があり、全体に膨張していた。

アズキは、長さ106 - 98% (平均101%)、幅107 - 98% (平均101%)、厚さ102 - 78% (平均92%)、簡易体積102 - 78% (平均94%)となり、厚さでは有意差が無かったが、長さ、幅、簡易体積で有意差があり、主に長さと同幅方向に膨張していた。

アオジソは、長さ106 - 98% (平均101%)、幅107 - 98% (平均101%)、厚さ102 - 78% (平均92%)、簡易体積102 - 78% (平均94%)となり、厚さが若干収縮して有意差があったが、長さ、幅、簡易体積では有意差は無かった。

エゴマは、長さ104 - 88% (平均99%)、幅107 - 98% (平均101%)、厚さ101 - 87% (平均92%)、簡易体積109 - 81% (平均92%)となり、アオジソと同様に厚さで若干収縮して有意差があったが、長さ、幅、簡易体積では有意差は無かった。

## 4. 考 察

### 4-1 種実混入 (埋め込み・練り込み) 土器の破損について

長野県岡谷市目切遺跡の圧痕調査では、土器1個体の1/8の破片から6点の大型のマメ圧痕が見つかった (会田ほか2012)。これが土器1個体に均等に入っていると仮定した場合、50粒程度のマメが入っていた計算になる。今回の結果では、目切遺跡の土器例のように、ダイズ30粒、アズキ50粒程度を練り込んだ状態で、破

損なく土器を焼くことができることを証明することができた。ただし、成形前の粘土に乾燥した栽培ダイズを練り込んだ場合でも、30粒中20粒が圧痕として表面に露出していた。現在の栽培ダイズは吸水による膨張率が大きいいため、粘土に練り込んだとしても大きく膨張して、焼成後に表面に露出しやすいと考えられる。成形後に埋め込んだ場合は、完全に粘土で覆ったとしても、乾燥時に膨張し、覆った土器表面の粘土がはがれて圧痕が大きく露出し、周囲に亀裂が入ることになった。この結果は、土器胎土に栽培種のダイズが大量に入っている場合は、成形後の埋め込みではなく、成形前の粘土に練り込まれた可能性が高いことを示している。

エゴマ型のシソ属果実が大量に土器に入っている例として、梨久保遺跡の浅鉢 (会田編1986、詳細は発表の準備中)がある。今回の実験により、エゴマ1800粒を混入した場合でも全く問題なく土器を焼くことができることが証明できた。粒の小さいシソ属果実を土器成形後に大量に埋め込むことは考えにくいので、おそらくシソ属についても、成形前の粘土に練り込まれていた可能性が高い。このように、マメやシソ属が大量に土器に混入していることの原因については、今後もさらなる実験によって解明しなければならない課題である。

### 4-2 土器焼成前後での種実サイズの変化について

今回の実験により、土器焼成前後で種実サイズが大きく変化したのは、ダイズ、ヤブツルアズキ、アズキの3種である。ツルマメの種皮は蠟質の物質 (ろう粉) にコーティングされているため、土器に埋めて約1ヶ月間放置しても吸水せず、膨張することはなかった。その一方で、今回使用した栽培ダイズでは、種皮やへそから直接水分を吸収しやすくなっていたため、土器に埋めると粘土中の水分をいち早く吸収し、膨張率が高くなったと考えられる。

アズキの仲間は、種皮ではなく種瘤から水分を吸収することが知られている (佐藤1959)。ヤブツルアズキもアズキも硬い種皮をもつが、種瘤からじわじわと水分を吸収し、土器の乾燥中に膨張したと考えられる。このことは、同じマメ科の野生種であるツルマメとヤブツルアズキでは、土器に埋められた後の水分吸収動態に違いが

あることを示しており、圧痕資料のサイズを検討するうえで注意すべき点である。

エゴマとアオジソについては、土器焼成後に体積の変動はなかった。この結果は、アオジソが土器内で吸水して膨張し、エゴマと同じようなサイズにまで膨張することは無いことを示している。したがって、圧痕資料でエゴマサイズのシソ属果実が見つかった場合は、そのままエゴマサイズであると見なしてよい。しかし、これらがエゴマという種だったかどうかは、また別問題である。当時のシソ属は、エゴマでもアオジソでもなく、それらの共通祖先、あるいは近縁の絶滅種である可能性もあるからである。当時、エゴマとアオジソが変種として分化していたかどうかは、厳密には古DNA解析による遺伝学的な調査で確認する必要がある。このことは、ダイズとアズキについても同様に言えることで、特に栽培化初期の資料については種概念を慎重に捉えておく必要がある。

マメの圧痕の膨張・収縮率については、既に小畑(2008)や中山(2009)の研究でも示されている。これらの研究では、マメの吸水による膨張率と粘土板の焼成実験による土器の収縮率をそれぞれ別に求め、そこから圧痕資料の膨張・収縮率を求めている。小畑では、ダイズ属の場合、黒平豆(栽培ダイズの一品種)の扁平形が縄文のダイズ属に近似する理由により、黒平豆の吸水率が採用されており、長さ125.1%、幅109.5%、厚さ110.8%の膨張率(圧痕比率)と土器の収縮率89.5%(土器比率)が採用されている。中山では、長さ156.7%、幅123.8%、厚さ118.3%の膨張率と89.2%の土器の収縮率が採用されている。これら、小畑(2008, 2011)と中山(2009)の係数を用いて今回の焼成後の圧痕から元の種子の長さを求めてみると、ダイズでは、小畑係数では平均1.71mm長く、中山係数では0.44mm短く見積もられた。

アズキ亜属については、小畑(2008, 2011)の膨張率(圧痕比率)で長さ97.7%、幅100.7%、厚さ101.6%が採用されており、土器の収縮率89.5%(土器比率)はダイズと同様である。これも同様に今回の焼成後のアズキ圧痕に適用すると、長さの平均で1.51mm長く見積もられることが明らかになった。

以上のように、圧痕比率などの係数を利用して元の種

子サイズを復元するには、各実験結果によってバラツキが大きいので、係数を設定するにはより多くの条件下で実験を行い、それに基づいたものを利用する必要がある。

## 5. 実験のまとめと課題

これまで行ってきたレプリカ法による種実圧痕の調査により、土器1個体に多数のマメ類種子やエゴマ型のシソ属果実が混入する例があることがわかってきた。こうした事例については、従前より古い縄文土器に含繊維土器が存在することは周知の通りである。しかし、細い繊維質と違って厚みのあるマメ類がたくさん入れれば、破損の原因となり土器焼成において支障となるのではないかと推察されることもあった。しかし今回一連の実験で明らかとなったように、マメ類50粒、エゴマ1800粒ぐらいの多量の種実を練り込んだ場合は、成形後の十分な乾燥によって、土器焼成には問題がないことがわかった。使用中の土器の強度については、今後の実験により明らかにしていく必要がある。

最近、梨久保遺跡出土の土器以外にも、もっと種実が多量にふくまれる土器を再調査する機会が得られた。報告書によると推定器高52cm、口径32cmの深鉢型土器に、185粒の種子圧痕が見られると報告されている(酒井1977)。含繊維土器のような、混和剤としての意味があるのかもしれない。たとえば、種実を入れた分だけ空洞が生じることになるが、それによって熱伝導が良くなる、あるいは保温性が高まる、水分が抜けやすくなるなどが考えられようか。しかしそれほどに土器本体はもろくなるというリスクを抱えてする意味はなんであろうか。今後とも、マメ類やシソ属以外にも、ミズキやサンショウなど他の種実でもより多くの事例を調査、確認し、実験を重ね、土器粘土に種実を入れることの意味を考えて行く必要がある。

## 謝 辞

本研究では、以下の多くの方にお世話になった。赤羽千雲、石川禎二、牛山晴幸、神尾明、齋藤眞理、丹野悦子、新村優子、山本郁子、山本恵嗣の各氏には、土器の製作と野焼きによる焼成実験、レプリカ採取で大変お世話になった。また酒井幸

則氏には、資料提供にご尽力いただき、丑野毅先生には、レプリカ採取の方法をご指導いただいた。記して感謝を申し上げます。匿名査読者の指摘によって本論文の内容は改善された、謝意を表したい。なお本研究は、日本学術振興会科学研究費補助金基盤研究（B）「中部山岳地縄文時代におけるマメ栽培化過程の解明」（代表者 会田 進：課題番号 25284154）の研究成果の一部である。

#### 引用文献

- 会田 進編 1990 『太鼓の足音』, 48p., 長野, 岡谷市土師の会
- 会田 進編 1986 『梨久保遺跡：中部山岳地の縄文時代集落址 梨久保遺跡第5次～第11次発掘調査報告書』, 256p., 長野, 長野県岡谷市教育委員会
- 会田 進・中沢道彦・那須浩郎・佐々木由香・山田武文・奥石 甫 2012 「長野県岡谷市目切遺跡出土の炭化種実とレプリカ法による土器種実圧痕の研究」『資源環境と人類』2：49-64
- 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』24：13-36
- 中山誠二 2009 「縄文時代のダイズ属の利用と栽培に関する植物考古学的研究」『古代文化』61：40-59
- 中山誠二 2010 『植物考古学と日本の農耕の起源』, 302p., 東京, 同成社
- 中山誠二・長沢宏昌・保坂康夫・野代幸和・櫛原功一・佐野隆 2008 「レプリカ・セム法による圧痕土器の分析（2）—山梨県上ノ原遺跡, 酒呑場遺跡, 中谷遺跡—」『山梨県立博物館研究紀要』2：1-10
- 中沢道彦 2009 「縄文農耕論をめぐって—栽培種植物種子の検証を中心に—」『食糧の獲得と生産』, 弥生時代の考古学, 設楽弘己・藤尾慎一郎・松木武彦編, pp.228-246, 東京, 同成社
- 中沢道彦・丑野 毅 1998 「レプリカ法による縄文時代晩期土器の種子状圧痕の観察」『縄文時代』9：1-28
- 中沢道彦・丑野 毅 2009 「レプリカ法による山陰地方縄文時代晩期土器の粒状圧痕の観察」『まなぶ2』, pp.17-42, 東京, 吉田学記念論文集刊行会
- 小畑弘己 2008 「古民族植物学からみた縄文時代の栽培植物とその起源」『極東先史古代の穀物3』小畑弘己編, pp.43-94, 熊本, 熊本大学
- 小畑弘己 2011 『東北アジア古民族植物学と縄文農耕』, 309p., 東京, 同成社
- 小畑弘己・佐々木由香・仙波靖子 2007 「土器圧痕からみた縄文時代後・晩期における九州のダイズ栽培」『植生史研究』15：97-114
- 酒井幸則 1977 「パン状炭化物・伴野原遺跡 長野県下伊那郡」『季刊どるめん』13：64-74
- 佐藤次郎 1959 「小豆における種瘤の研究」『福島大学芸学部理科報告』8：24-29
- 山崎純男 2005 「西日本縄文農耕論」『第6回韓・日新石器時代共同学術大会発表資料集 韓・日新石器時代の農耕問題』慶南文化財研究院編, pp.33-67, 韓国新石器学会・九州縄文研究会

(2014年12月26日受付／2015年1月26日受理)

# Report on pottery-burning experiments to make seed impressions

Hiroo Nasu<sup>1\*</sup>, Susumu Aida<sup>2</sup>, Takefumi Yamada<sup>3</sup>  
Hajime Koshiishi<sup>4</sup>, Yuka Sasaki<sup>5</sup>  
and Michihiko Nakazawa<sup>6</sup>

## Abstract

This experimental study used pottery burning to understand the timing of mixing seeds into pottery and the changes in seed size before and after burning. When seeds were kneaded into clay before molding, the clay could be burned without damage even when mixed with 30–50 pulse seeds (soybean: *Glycine max* subsp. *max*, azuki bean: *Vigna angularis* var. *angularis*) or 1800 egoma (perilla herb: *Perilla frutescens* var. *frutescens*) seeds. Conversely, if soybean seeds were embedded after the pottery was molded, seed expansion caused some cracks on the pottery's surface. Seed volume expansion was observed with soybeans, azuki beans, and wild azuki beans (yabutsuruazuki: *V. angularis* var. *nipponensis*); however, wild soybeans (tsurumame: *Glycine max* subsp. *soja*), aojiso (*Perilla frutescens* var. *crispa* f. *viridis*) and egoma caused no significant changes.

**Key words:** Pottery burning experiment, Seed impression, Replication method, Soybean, Azuki bean, Perilla (Egoma and Shiso)

(Received 26 December 2014 / Accepted 26 January 2015)

---

1 Department of Evolutionary Studies of Biosystems, School of Advanced Sciences, SOKENDAI (The Graduate University for Advanced Studies), Japan  
2 Organization for the Strategic Coordination of Research and Intellectual Properties, Meiji University, Japan  
3 Education Board of Okaya City, Nagano Prefecture, Japan  
4 Hajinokai, Okaya city, Japan  
5 Paleo Labo co., Ltd., Japan  
6 Archaeological Society of Nagano Prefecture, Japan  
\* Corresponding author: H. Nasu (nasu\_hiroo@soken.ac.jp)