

● Bulletin of the Tohoku University Museum

Bulletin of the Tohoku University Museum

● Bulletin of the Tohoku University Museum

No.18 2019

No.18
2019

Bulletin of the Tohoku University Museum

Editors

- Ryusaku NAGAOKA** Professor of Art History
Department of Historical Science, Graduate School of Arts and Letters, Tohoku University
- Kaoru AKOSHIMA** Professor of Archeology
Department of Historical Science, Graduate School of Arts and Letters, Tohoku University
- Hiroshi NISHI** Professor of Geology and Paleontology
The Tohoku University Museum, Tohoku University
- Atsushi FUJISAWA** Professor of Archeology
The Tohoku University Museum, Tohoku University

March, 2019

© **The Tohoku University Museum, Tohoku University**
6-3 Aoba, Aramaki, Aoba-ku, Sendai 980-8578, Japan

Printed by

Sendaikyodo Printing Co., Ltd
*2-4-2, Hinodemachi, Miyaginoku,
Sendai 983-0035, Japan*
Telephone : 022-236-7161

Cover image: Body design of Final Jomon Pottery drawn by the technique of "erased-over cord impressions". Original photograph by Miki Kikuchi.

Contents

Shuji Niko and Royal H. Mapes : <i>Grafordites mcleodi</i> , a new Pennsylvanian cephalopod from Texas, southern Midcontinent, North America	1
Masayuki Ehiro : Late Triassic ammonoid <i>Arcestes</i> from the Saragai Group in the South Kitakami Belt, Northeast Japan	5
Yoshitaka Kanomata, Andrey V. Tabarev, Alexander N. Popov, Boris V. Lazin, Jorge G. Marcos : Flake Tool Functions in Early Ceramic Culture at the Real Alto Site in Coastal Ecuador	11
Shinsuke Sato : The study on technique of clay figurines based on analysis of internal structure using X-ray CT	31
Atsushi Fujisawa, Tomoki Nagahara, Ayana Imanishi : Three-dimensional measurement of the Atagoyama Tumulus in Miyagi prefecture	65

***Grafordites mcleodi*, a new Pennsylvanian cephalopod from Texas, southern Midcontinent, North America**

Shuji Niko* and Royal H. Mapes**

* Department of Environmental Studies, Faculty of Integrated Arts and Sciences, Hiroshima University, Higashihiroshima 739-8521, Japan, ** American Museum of Natural History, Central Park West at 79th Street, New York, 10024-5192, U.S.A.

Abstract: A unique specimen of middle Missourian (Late Pennsylvanian; Late Carboniferous) orthoconic cephalopod was collected from the Lake Bridgeport Shale of the Graford Formation in north-central Texas, southern Midcontinent, North America. On the basis of this specimen we describe *Grafordites mcleodi* gen. et sp. nov., whose important diagnostic features are imbricated surface bands, very deep and conical septum, and narrow siphuncle having a supracentral position. The higher taxonomic placement of *Grafordites* is unclear.

Introduction

The Pennsylvanian Graford Formation (Plummer, 1919; Plummer and Moore, 1921) is a shallow marine deposit consisting mainly of shale and limestone with minor amounts of sandstone. It is widely exposed in Palo Pinto, Jack and Wise Counties, north-central Texas, southern Midcontinent, North America. Scott and Armstrong (1932) subdivided the formation into five units on the basis of lithologies; these are the Lake Bridgeport Shale, the Rock Hill Limestone, the Jasper Creek Shale, the Chico Ridge Limestone, and the Devil's Den Limestone. The purpose of this paper is to describe a unique specimen of orthoconic cephalopod from the Lake Bridgeport Shale which represents the lowest unit of the formation and belongs to the *Preshumardites* Ammonoid Zone indicating middle Missourian (early Kasimovian; Late Carboniferous) age (Boardman et al., 1994). The new specimen was obtained from a low-water outcrop of nodular reddish-brown shale exposed along the southwest shore of Lake Bridgeport at Runaway Bay, Wise County (Figure 1). Together with orthoconic nautiloid cephalopods, this locality also yields a molluscan dominated invertebrate fauna including gastropods (*Worthenia*, *Trepostira* and *Glabrocingulum*), coiled nautiloids, and goniatitid ammonoids (McLeod, personal communication). This new cephalopod and the Graford fauna described by previous workers (e.g., Petty, 1975; Hoare et al., 1996; Rigby et al., 2008) represent a biotic community that lived in the neritic zone along the southern margin of Laurentia (Erxleben, 1973).

Systematic Paleontology

Class Cephalopoda Agassiz, 1847

Subclass and order uncertain

Family Dentoceratidae Ruzhentsev and Shimansky, 1954?

Genus *Grafordites* gen. nov.

Type species.—*Grafordites mcleodi* sp. nov., by monotypy.

Diagnosis.—Orthoconic longicone having moderate conch expansion, subcircular cross sections and very long body chamber; transverse imbricated bands of surface ornamentation indicate dorsolateral (= ocular) and ventral (= hyponomic) sinuses; septum very deep, conical; siphuncle narrow, supracentral located near midway between center of conch and dorsal margin.

Etymology.—The generic name is derived from the Graford Formation.

Discussion.—The living orientation of the present specimen can be inferred by the sinuses on the exterior surface of the conch. The specimen has subcircular cross sections which bear two kinds of sinuses; one is at the anti-siphuncular side of the conch and the other is on the lateral side of the conch. The counterpart of the lateral sinus is not observable because the bilaterally symmetrical part of shell is embedded in concretionary matrix. We determined that the former is the ventral hyponomic sinus and the latter forms an ocular sinus.

Very deep and conical septum with bluntly pointed apex of *Grafordites* gen. nov. excludes it from almost all known Late Palaeozoic genera of longiconic cephalopods. The only known exception is the Permian genus *Dentoceras* Ruzhentsev and Shimansky, 1954, which has similar septal

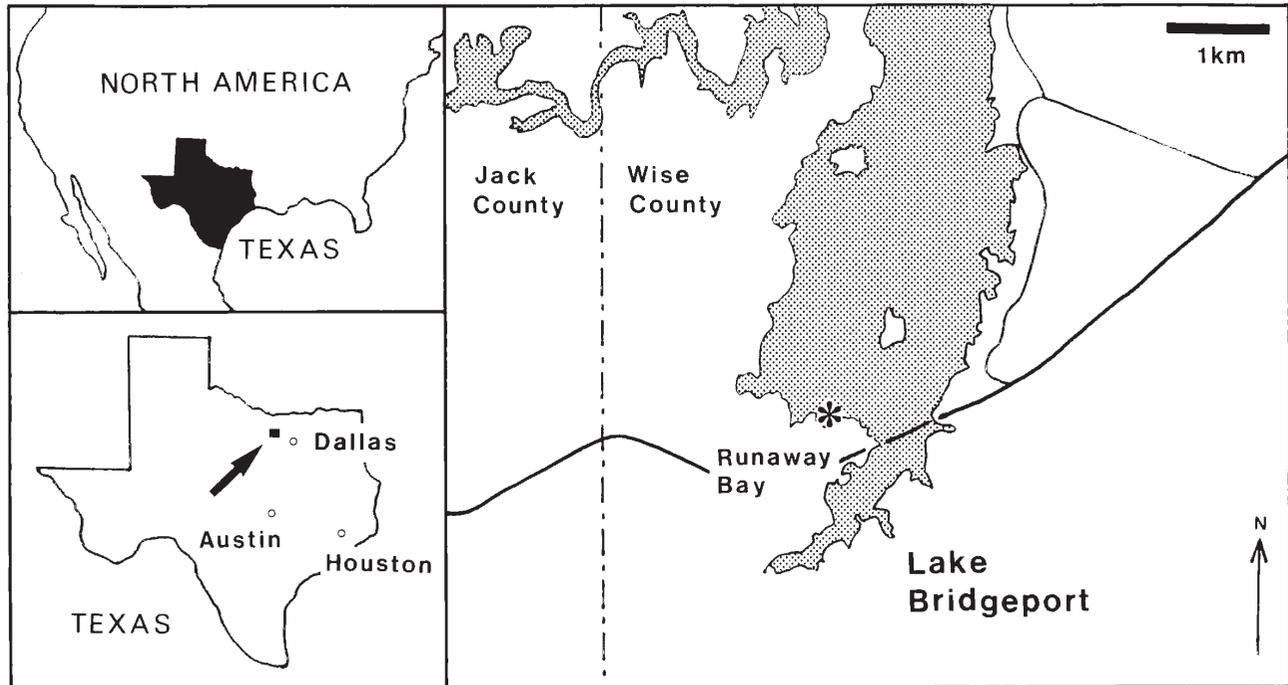


Figure 1. Location map showing fossil locality (asterisk) on the southwest shore of Lake Bridgeport in Wise County, north-central Texas. Inset maps indicate the general position of the area.

character as *Grafordites*. The higher taxonomic placement of *Dentoceras* is currently uncertain. Ruzhentsev and Shimansky (1954) originally assigned the genus to the family Dentoceratidae of the Nautiloidea. Subsequently, Kummel (1964) placed the genus in the Scyphoceratidae, whose family also belongs to the Nautiloidea. On the other hand, Flower (*in* Gordon, 1964) treated it as a genus of the Oncocerida. Although *Dentoceras* is distinguished from *Grafordites* at the generic (and familial?) level by the possession of a gently cyrtoconic conch and a single longitudinal groove on the ventral side of septum, they may belong to an identical group (family?). Therefore, the higher taxonomic placement of *Grafordites* is also unclear and additional and more complete specimens of *Dentoceras* and *Grafordites* are required to solve these questions.

***Grafordites mcleodi* sp. nov.**

Figure 2

Diagnosis.—As for the genus.

Description.—An incomplete longiconic orthocone was available for study; it is 45.5 mm in length, consisting of the last septum and very long body chamber, the latter of which indicates moderate expansion of approximately 5°; cross sections of conch are subcircular and may have faintly angulate ventrolateral and dorsolateral corners;

dorsoventral diameter at the apical end is 7.0 mm; peristome not preserved; ratios of preserved length of body chamber per dorsoventral conch diameter at the adoral end are approximately 5.5. Shell surface ornamented by imbricated and relatively wide bands, 0.6–1.3 mm in width; the bands are roughly transverse and with a very shallow to shallow dorsolateral (= ocular) sinus and a very shallow ventral (= hyponomic) sinus; each band has gentle adapical slope and steep adoral one. Suture is not observable; septum very deep, conical with bluntly pointed apex; ratio of septal depth per maximum septal width is approximately 0.8; weak adapical projection occurs on septum at siphuncular foramen; siphuncle supracentral and located near midway between center of conch and dorsal margin; diameter of siphuncle is narrow, approximately 0.6 mm at foramen; septal neck and connecting ring are not preserved; neither endosiphuncular and cameral deposits are observable. Shell ultrastructure not preserved.

Material examined.—Holotype, AMNH 6015, which is deposited in the American Museum of Natural History in New York.

Etymology.—The specific name honors Mr. John McLeod, who discovered the holotype.

Age.—Middle Missourian (Late Pennsylvanian; Late Carboniferous).

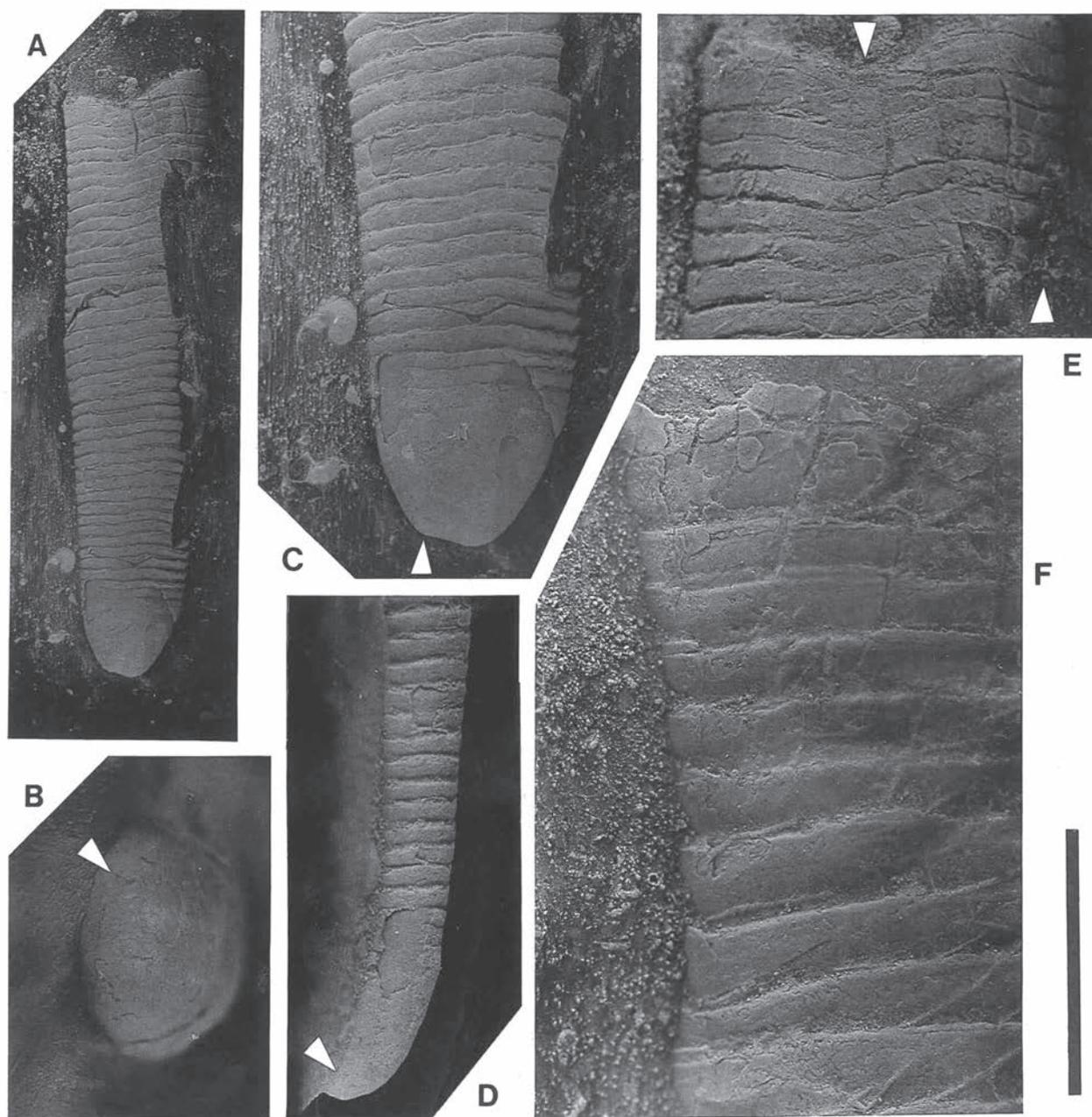


Figure 2. *Grafordites mcleodi* gen. et sp. nov., holotype, AMNH 6015. **A.** Lateral view, venter on right. **B.** Septal view of apical end, venter down, arrow indicates siphuncle. **C.** Details of apical shell, partial enlargement of A, arrow indicates siphuncular position. **D.** Details of apical shell, dorsal view; arrow indicates siphuncle. **E.** Details of adoral shell, partial enlargement of A, arrows indicate respectively ocular (left) and hyponomic (right) sinuses. **F.** Details of adoral shell, partial enlargement of A, note surface ornamentation consisting of imbricated bands. Scale bar is 20 mm in A; 8 mm in B and E; 10 mm in C and D; 4 mm in F.

Acknowledgements

We gratefully acknowledge Mr. John McLeod, of Tulsa, Oklahoma, who kindly donated the holotype of *Grafordites mcleodi* gen. et sp. nov. and provided geologic information on the Lake Bridgeport Shale. Our thanks are also due to Dr. Masayuki Ehiro for his helpful comments on the manuscript.

References

- Agassiz, L., 1847, *An Introduction to the Study of Natural History, in a Series of Lectures Delivered in the Hall of the College of Physicians and Surgeons*, 58 p. Greeley and McElrath, New York.
- Boardman, D. R., Work, D. M., Mapes, R. H. and Barrick, J. E., 1994, Biostratigraphy of Middle and Late Pennsylvanian (Desmoinesian- Virgilian) ammonoids. *Kansas Geological Survey, Bulletin 232*, p. 1–121.
- Erxleben, A. W., 1973, Depositional systems in the Pennsylvanian Canyon Group of north-central Texas. In Brown L. F. et al., eds., *Guidebook 14. Pennsylvanian Systems in North Central Texas: A Guide for Interesting Terrigenous Clastic Facies in a Craton Basin*, p. 43–56. University of Texas, Bureau of Economic Geology, Austin.
- Gordon, M. Jr., 1964, Carboniferous cephalopods of Arkansas. *United States Geological Survey Professional Paper*, no. 460, p. 1–322, pls. 1–30.
- Hoare, R. D., Mapes, R. H., Yancey, T. E. and Nestell, M. K., 1996, Late Paleozoic turrilepadid machaeridians from North America. *Acta Palaeontologica Polonica*, vol. 41, p. 127–145.
- Kummel, B., 1964, Nautiloidea—Nautilida. In Teichert, C. et al., eds., *Treatise on Invertebrate Paleontology, Part K, Mollusca 3*, p. K383–K457. Geological Society of America, New York, and University of Kansas Press, Lawrence.
- Petty, A. J. Jr., 1975, *Biostratigraphy of the Graford Formation, Missourian, Wise County, Texas*. Unpublished MS Thesis, the University of Texas at El Paso, 76 p.
- Plummer, F. B., 1919, Preliminary paper on the stratigraphy of the Pennsylvanian formations north-central Texas. *Bulletin of the American Association of Petroleum Geologists*, vol. 3, p. 133–145.
- Plummer, F. B. and Moore, R. C., 1921, Stratigraphy of the Pennsylvanian formations of north-central Texas. *The University of Texas Bulletin*, no. 2132, p. 1–237.
- Rigby, J. K., McKinzie, M. G. and Britt, B. B., 2008, Pennsylvanian sponges from the Graford Formation, Wise County, Texas. *Journal of Paleontology*, vol. 82, p. 492–510.
- Ruzhentsev, V. E. and Shimansky, V. N., 1954, Lower Permian coiled and curved nautiloids of the southern Urals. *Akademiya Nauk SSSR, Trudy Paleontologicheskogo Instituta*, vol. 50, p. 1–152, pls. 1–15. (in Russian)
- Scott, G. and Armstrong, J. M., 1932, The Geology of Wise County, Texas. *The University of Texas Bulletin*, no. 3224, p. 1–77.

Late Triassic ammonoid *Arcestes* from the Saragai Group in the South Kitakami Belt, Northeast Japan

Masayuki Ehro

The Tohoku University Museum, Sendai 980-8578, Japan

Abstract: Late Triassic ammonoid *Arcestes* sp. is described from the Chonomori Formation (Saragai Group), crop out at Haizaka, Minamisanriku Town in the South Kitakami Belt, Northeast Japan. It was collected from the *Monotis scutiformis* Zone, which occupies the lower part of the formation. Although it is ill-preserved, based on the general shell morphologies, it can be compared with some *Arcestes* species described from the lower Norian of Austria, being the Norian age of the Chonomori Formation became more probable.

Introduction

Naumann (1881) reported the occurrence of Late Triassic bivalve *Monotis* at Saragaizaka, Utatsu area, Minamisanriku district in the South Kitakami Belt, Northeast Japan, which was the first discovery of the Triassic fossils from Japan. Subsequently, Mojsisovics (1888) described some Japanese ammonoids (Middle Triassic ammonoids) for the first time from Japan. Most of them were collected from Inai and its environs, to the south of Utatsu. Yokoyama (1904) described first Jurassic ammonoids of Japan from Hosoura, on the south of Utatsu. Through these works, the Minamisanriku district came to attract attention as a representative locality of shallow marine Mesozoic strata, especially Triassic and Jurassic ones.

The *Monotis*-bearing Saragai beds (Shimizu and Mabuti, 1932, 1941) were regarded as the type strata of the Upper Triassic Saragian Stage (Ichikawa, 1950). Onuki and Bando (1958) subdivided the beds (Saragai Group) into the lower Shindate and the upper Chonomori formations. Molluscan fossils from the Saragai Group are all from the Chonomori Formation. The Saragai Group has been considered to be correlated with the Carnian to Norian stages, but opinion is divided on the precise correlation of it. It is partly due to scarce number of age-diagnostic fossils, such as ammonoid. Recently an ammonoid specimen collected from the Chonomori Formation was brought to the present author. This paper describes this ammonoid and discusses its stratigraphic significance.

On the geological age of the Saragai Group

The Saragai Group is mainly distributed in the Motoyoshi and Utatsu areas in the southern part of the Southern Kitakami Massif, Northeast Japan (Figure 1), overlying the Lower–Middle Triassic (Olenekian–Ladinian) Inai Group and while underlying the Lower Jurassic Shizugawa Group both with unconformity. Shimizu and Mabuti (1932, 1941) correlated the Saragai beds (the Chonomori Formation) with the Norian Stage based on the occurrence of two ammonoids, *Arcestes* aff. *oligosarcus* Mojsisovics and *Placites* aff. *oxyphyllus* Mojsisovics. Ichikawa (1951) also considered that his Saragian Stage is roughly correlated with the Norian. Onuki and Bando (1958) divided the Chonomori Formation into four *Monotis* zones: C₁ to C₄ in ascending order, and considered that two ammonoids reported by Shimizu and Mabuti (1932, 1941) were come from the C₂ zone (*Entomonotis densistriata* Zone = *Monotis ochotica densistriata* Zone of Ando, 1983). They placed the Carnian/Norian boundary between the C₁ (*Entomonotis scutiformis* Zone = *Monotis scutiformis* Zone of Ando, 1983) and C₂ zones, based on the *Monotis* fauna and the above-mentioned ammonoids. These ammonoids, however, have not yet been described and the whereabouts of them are unknown. Nakazawa (1964a) established six molluscan zones in the Chonomori Formation: the *Tosapecten* Zone, *Dictyoconites* Zone, *Monotis typica* Zone, *M. ochotica densistriata* Zone, *M. ochotica* Zone and *M. zabaikalica* Zone, in ascending order, and considered that the horizon of the above-mentioned ammonoids to be the *M. typica* Zone or *Dictyoconites* Zone. Ando (1983) renamed the *M. typica*

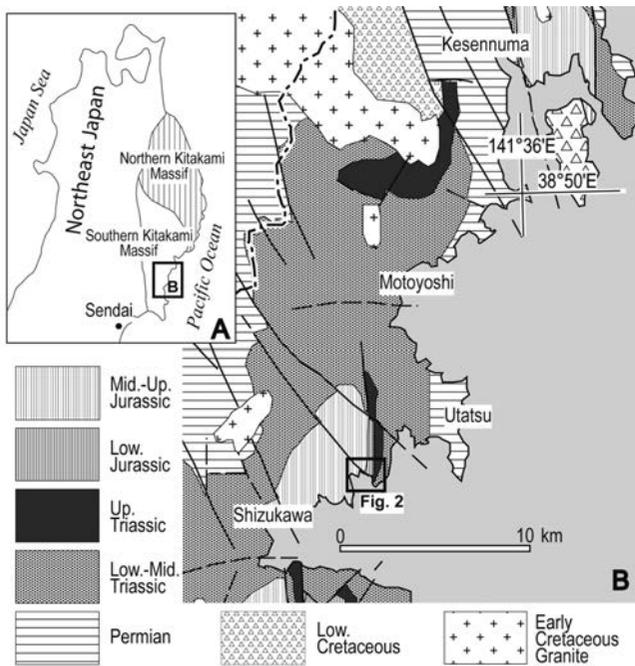


Figure 1. Index map (A) and generalized geologic map of the Utsu area and its environs in the South Kitakami Belt, Northeast Japan (B).

Zone to the *M. scutiformis* Zone, but did not mention the precise position of the Carnian/Norian boundary.

Nakazawa (1964a) described newly discovered ammonoids, *Rhacophyllites* sp. (one specimen) and *Arcestes* sp. (two specimens), from the *M. typica* Zone at Haizaka, small pass between Hosoura and Nirano-hama (Figure 2). According to Nakazawa (1964a), *Rhacophyllites* from Haizaka somewhat resembles some Carnian species known from Kyushu, Japan and New Zealand, and his specimens of *Arcestes* are similar to *A. oligosarcus* Mojsisovics, 1875 from the Norian of Austria and *A. trauthi* Diener, 1921 from Carnian-Norian mixed fauna of Austria. He also discussed the age of the *Dictyoconites* Zone and considered that it is probably Carnian in age, because the zonal fossil *Dictyoconites nipponicus* Shimizu and Mabuti, 1941 was considered to be similar to Carnian–Norian *D. multisulcatus* Bulow from Timor and *D. aff. haueri* Mojsisovics from the Carnian of Himalayas (Shimizu and Mabuti, 1941). Based on these fossils, Nakazawa (1964a) tentatively correlated the lower two zones (the *Tosapekten* and *Dictyoconites* zones) and upper four zones (above the *M. typica* zone) with the upper Carnian and lower Norian, respectively, but later, he (Nakazawa, 1964b) considered the age of the lower two zones to be lower Norian rather than late Carnian, based on the correlation of the *Monotis* fauna. Recently, new genus *Miyagiteuthis* was proposed (Niko and

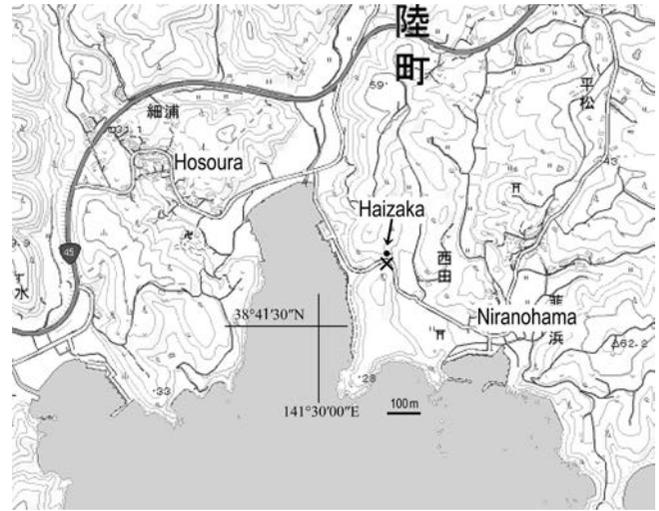


Figure 2. Locality map of Hosoura–Nirano-hama area showing the fossil locality (Haizaka). The base map is the Digital Map of Japan issued by Geospatial Information Authority of Japan.

Ehro, 2018) for *D. nipponicus*, and, therefore, the Carnian age of the *Dictyoconites* Zone needs to be reconsidered.

The present specimen of *Arcestes* was collected from the *Monotis scutiformis* Zone (*M. typica* zone of Nakazawa, 1964a) at Haizaka (Figure 2). It is ill-preserved and deformed by tectonic deformation, making it difficult to identify at the specific level. However, as discussed in the systematic section, based on the estimated shell form and its characteristic rostrum, the present species can be compared with some *Arcestes* species, such as *Arcestes oxycephalus* Mojsisovics and *A. dicerus* Mojsisovics both from the lower Norian of Austria. Therefore, the early Norian age of *M. scutiformis* Zone became more probable.

Systematic description

Order Ceratitida Hyatt, 1884
 Superfamily Arcestoidea Mojsisovics 1875
 Family Arcestidae Mojsisovics 1875
 Genus *Arcestes* Suess 1865

***Arcestes* sp.**
 Figures 3a–e

Material: One specimen; IGPS coll. cat. no. 112167, collected by Yudai Torihata, 2018.

Description: A small, partly squashed specimen is at hand. It is involute with completely closed umbilicus. The shell shape is looks like extremely discoidal, but this discoidal form is due in part to the tectonic deformation. It

is squashed, and the lateral sides are dented irregularly (Figure 3a) and the ventral part is collapsed in a narrow roof shape (Figure 3b). The living chamber is long and occupies about 1.25 volution. Near the apertural end the ventral part is projected forward as forming a prominent rostrum. The cross section of the rostrum is sub-rectangular, the ventral side of which is flattened and become concave near the nose, having sharp corners at both sides (Figures 3c, 3d). The shell surface is smooth without any ornamentation. The shell diameter (D) attains 42.3 mm, and its corresponding height (H) is ca. 27 mm. The maximum width of shell in the deformed state is near the peripheral end (frontal part of the rostrum) and measures 12.5 mm ($WR/D = \text{ca. } 0.3$; WR: width of the rostrum). Except for the rostrum, the apparent

maximum width (W_a) is near the middle part of the sides and ca. 7.5 mm ($W_a/D = 0.18$).

The septa are partly destroyed and the suture lines are only partly observable. The first lateral to the fourth lateral saddles are preserved (Figure 3e). Although the second is crashed, it is *Arcestes*-type, and lateral saddles are high with sub-parallel, denticulate prongs.

Discussion: The specimen described is deformed by severe tectonic deformation and lateral compaction, and its shell width and ratio of W_a/D above are not original values. It is estimated that the actual maximum width (W) is at the umbilicus and is equal or larger than that of the peripheral end (WR), and the original shell cross section is thought to be thinly discoidal with slightly converging sides and

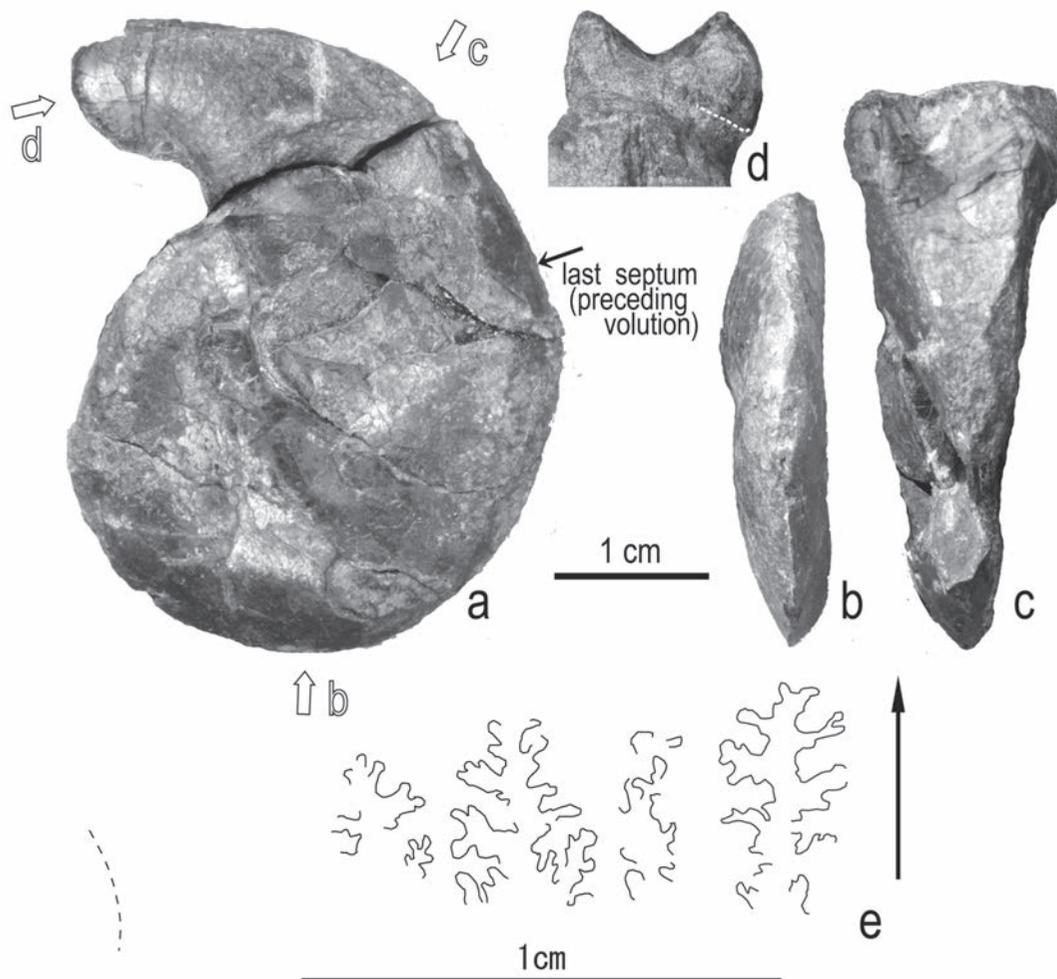


Figure 3. *Arcestes* sp. collected from the *Monotis scutiformis* Zone of the Chonomori Formation at Haizaka (IGPS coll. cat. no. 112167). **a.** lateral view; **b.** ventral view; **c.** ventral view including the peripheral end (rostrum); **d.** frontal view of the rostrum, white dotted line shows the lower margin of the rostrum; **e.** external suture line of the last septum. Open arrows show view line directions of figure b, c and d.

narrowly rounded venter.

In having discoidal shell, the genus *Arcestes* somewhat resembles the genus *Proarcestes* Mojsisovics, 1893. These two genera, however, easily distinguished by their shell morphology: The periodic constrictions of the genus *Arcestes* are confined to the phragmocone and the living chamber shows some mature modifications, while the living chamber of the genus *Proarcestes* possesses constrictions and shows no modification (Diener, 1921; Spath, 1951). Because it has a prominent rostrum at the peripheral end, the present species is considered to belong to the genus *Arcestes*.

The shell widths (W) of already-known species of *Arcestes*, having flattened to concave venter at the peripheral end of the living chamber, described by Mojsisovics (1875) and Diener (1921), are nearly the same as those of flattened venter (WR) to ca. 1.3 times larger than WR. Because the WR of the present specimen is very narrow, with WR/D value of ca. 0.3, its original ratio of W/D is estimated to be about or less than 0.4 (thinly discoidal). Although the precise comparison with the known species of *Arcestes* is difficult, I attempt to compare the present species with known ones based on the estimated shell form and a characteristic rostrum with sub-rectangular cross section and concave ventral side.

In the shell shape having extremely discoidal to discoidal shell cross section, closed umbilicus and narrow (WR/D = 0.4 or smaller) flattened venter at the apertural end with sharp corners, it resembles *Arcestes oxycephalus* (Mojsisovics, 1875, P. 141, pl. 38, figs. 2a–c) and *A. dicerus* (Mojsisovics, 1875, p. 122, pl. 47, figs. 1a–c, pl. 53, fig. 20) from the lower Norian of Austria. The apertural ends of latter two species, however, do not form a rostrum and slightly wider than the present species (WR/D = 0.37–0.40).

A. oxystomus (Mojsisovics, 1875, p. 130, pl. 48, figs. 2a–c) from the lower Norian of Austria has a rostrum-shaped peripheral end, but the rostrum has a tapered end. *A. piaae* (Diener, 1921, p. 352, pl. 1, figs. 4–6) from the mixed Carnian-Norian fauna of Austria has a thinly discoidal shell with prominent rostrum comparable to the present species, but the living chamber of the former has a hook-shaped bend. *A. aff. frechi* (Diener, 1921, p. 359, pl. 1, figs. 8a–c) from the Carnian of Austria has a discoidal shell with a strong rostrum, but differs from the present species by having a small but distinct umbilicus. *Arcestes* sp. described from the same locality and horizon at Haizaka (Nakazawa, 1964a) is distinguished from the present species by having rather wide shell.

Occurrence: From the *Monotis scutiformis* Zone (*M. typica* Zone) of the Chonomori Formation (Saragai Group), distributed at Haizaka, Minamisanriku-cho, Miyagi Prefecture.

Acknowledgements

The author wishes to express his deep gratitude to Yudai Torihata and Ryohei Hashimoto for providing the ammonoid specimen. The manuscript was greatly improved by the constructive review of Dr. Yasunari Shigeta.

References

- Ando, H., 1983, Paleontological significance of late Triassic Bivalve *Monotis* Part 1: A review. *Fossils*, no. 33, p. 13–27. (In Japanese with English abstract)
- Hyatt, A., 1884, Genera of fossil cephalopods. *Proceedings of the Boston Society of Natural History*, vol. 22, p. 253–338.
- Ichikawa, K., 1950, Chronological classification of the Triassic Period in Japan. *Journal of the Geological Society of Japan*, vol. 56, p. 17–22. (In Japanese with English abstract)
- Ichikawa, K., 1951, Chronological classification of the Triassic Period in Japan. In: *Geology of the Triassic System in Japan*. Report Geological Survey of Japan, Spec. No., p. 1–4. (In Japanese)
- Diener, C., 1921, Neue Ammonoidea leiostraca aus den Hallstätter Kalken des Salzkammergutes. *Denkschriften der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften, Mathematisch-Naturwissenschaftliche Classe*, vol. 97, p. 341–389.
- Mojsisovics, E. von, 1875, Das Gebirge um Hallstatt. Eine geologisch-paläontologische Studie aus den Alpen. Teil I, Die Mollusken-Faunen der Zlambach- und Hallstätter-Schichten. *Abhandlungen der Kaiserlich-Königlichen Geologischen Reichsanstalt*, vol. 6, no. 1, p. 83–174, pls. 33–70.
- Mojsisovics, E. von., 1888, Ueber einige Japanische Triasfossilien. *Beiträge zur Paläontologie Österreich-Ungarns und des Orients*, Bd. 7, p. 163–178, pls. 1–4.
- Mojsisovics, E. von., 1893, Das Gebirge um Hallstatt, Theil I, Die Cephalopoden der Hallstätter Kalke. *Abhandlungen der Kaiserlich-Königlichen Geologischen Reichsanstalt*, vol. 6, no. 2, p. 1–835, pls. 71–200.
- Nakazawa, K., 1964a, On the *Monotis typica* Zone in Japan. *Memoirs of the College of Science, University of Kyoto, Series B*, vol. 30, no. 4, p. 21–39, pls. 3–5.
- Nakazawa, K., 1964b, On the Upper Triassic *Monotis* Beds, especially, on the *Monotis typica* Zone. *Journal of the Geological Society of Japan*, vol. 70, p. 523–535. (In Japanese with English abstract)
- Naumann, E., 1881, Ueber das Vorkommen von Triasbildungen im nördlichen Japan. *Jahrbuch der geologischen Reichsanstalt, Wien*, Bd. 31, p. 519–528.
- Niko, S. and Ehro, M., 2018, Aulacocerid coleoids from the

- Triassic of the South Kitakami Belt, Northeast Japan. *Bulletin of the Tohoku University Museum*, no. 17, p. 1–8.
- Onuki, Y. and Bando, Y., 1958, On the Saragai Group of the Upper Triassic System (Stratigraphical and palaeontological studies of the Triassic System in the Kitakami Massif, Northeastern Japan:-1). *Journal of the Geological Society of Japan*, v. 64, p. 481–493. (in Japanese with English abstract)
- Shimizu, S. and Mabuti, S., 1932, Upper Triassic System in the Kitakami Mountainland. *Journal of the Geological Society of Japan*, vol. 39, p. 313–317. (In Japanese)
- Shimizu, S. and Mabuti, S., 1941, First discovery of *Dictyoconites* from the Upper Triassic of the Kitakami Mountainland, Northeast Japan. *Jubilee Publication in the Commemoration of Professor H. Yabe, M.I.A., Sixtieth Birthday*, vol. 2, p. 919–926, pls. 48 .
- Suess, F. E., 1865, Über Ammoniten. *Sitzungsberichte der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften, mathematisch-naturwissenschaftliche Klasse*, vol. 52, p. 71–89
- Yokoyama, M., 1904, On some Jurassic fossils from Rikuzen. *Journal of the College of Science, Imperial University of Tokyo*, vol. 18, no. 6, p. 1–13.

Flake Tool Functions in Early Ceramic Culture at the Real Alto Site in Coastal Ecuador

Yoshitaka Kanomata¹⁾, Andrey V. Tabarev²⁾, Alexander N. Popov³⁾, Boris V. Lazin³⁾ and Jorge G. Marcos⁴⁾

¹⁾ Tohoku University, Japan

²⁾ Institute of Archaeology and Ethnography, Novosibirsk, Russia

³⁾ Far Eastern Federal University, Vladivostok, Russia

⁴⁾ Escuela Superior Politécnica del Litoral, Guayaquil, Ecuador

Introduction

The tropical forest environment sustained ancient occupants in coastal Ecuador in South America. Called “Las Vegas,” the first such culture has been thoroughly studied based on archaeological artifacts, natural remains, and features such as burials and shell mounds. Based on radiocarbon dating from Las Vegas site OGSE-80 on the Santa Elena Peninsula, the culture first developed around 10,800 BP (un-calibrated) and ended around 6,600 BP (Stohtert et al. 2003). The local subsistence system was efficiently adapted to an ecologically complex environment along the tropical coast after occupants transitioned to a sedentary lifestyle. A nearby preceramic midden contained shells, animal bones, artifacts, charcoal, phytoliths, and pollen. This indicates that subsistence was generally based on hunting, gathering, and fishing with later developments exhibiting experimental plant domestication. Stohtert (1985) concluded that early Las Vegas inhabitants concentrated on finding land animals such as deer before later integrating fishing activities. Locals were also using bottle gourds (*Lagebaria siceraria*) as early as 10,000 BP. The bony remains of fish and mammals from the early and late Las Vegas periods found at Site 80 indicate that occupants consumed both large and small mammals (e.g., deer, rodents, and opossum) in addition to fish during the early phase, but later consumed more fish (Stohtert et al. 2003). Further, the composition of molluscan remains provides evidence of an increase in the use rock-subsisting species and a decrease in the gathering of estuarine and mangrove species. These strategic changes were likely adaptations based on environmental changes during the Terminal Pleistocene and Early Holocene.

The earliest known ceramic culture, Valdivia, was discovered at one of the most famous sites in Formative

Ecuador (Estrada 1956). B. J. Meggers and C. Evans conducted extensive scientific investigations in this area. They determined that the Valdivia culture existed from approximately 5,000 to 3,500 BP. There thus appears to be a period of inactivity in the archaeological sequence between the Las Vegas and Valdivia settlements. The Valdivian people have been interpreted as agriculturalists that arranged a larger village with an open central plaza, monumental architecture on a mound, and peripheral domestic dwellings. Drastic village developments occurred during phase III of the Valdivia pottery chronology. We thus posit that there were several epochs in the Early Formative period in coastal Ecuador.

This paper precisely compares lithic tool functions from the preceramic and early ceramic periods according to changes in settlement and subsistence strategies at the Real Alto site. The authors excavated many lithic materials at Real Alto from 2014 to 2017. These were dated to the preceramic and early ceramic periods. This collection was therefore the most suitable for use in this study.

Background to the Preceramic and Early Ceramic Periods in Coastal Ecuador

Practical investigations at the Valdivia, Loma Alta, and Real Alto sites have revealed physical evidence about the settlement and subsistence processes of the Valdivia culture. Starch and phytolith analyses on stone grinding tools and potteries at the Real Alto and Loma Alta sites revealed a high relative frequency of plant foods (e.g., maize, jack beans, and chili peppers), thus indicating the common domestic use of cultivated plants during the early Valdivia phase (Pearsall et al. 2004, Zarillo et al. 2008). This is sufficient information for interpreting the functions of local potteries and stone grinding tools.

Although archaeological investigations have found significant evidence of numerous fruits in prehistoric coastal Ecuador, there are several problems concerning the related settlement and subsistence strategies. The first is the gap between the Las Vegas and Valdivia periods. The authors also discovered an earlier settlement at the Real Alto site in 2014 (Tabarev et al. 2016). Pre-ceramic sediment was recognized below the early Valdivia cultural layer containing Valdivia I-II potteries. Charcoal from this layer was radiocarbon dated to 5800 \pm 30 BP (Table 1). We must therefore reconsider whether items older than 5,000 BP at the Real Alto site can be attributed to pre-ceramic sediments or if pottery was introduced at Real Alto later than at other sites.

The second problem is the lack of a precise date for the emergence of pottery in Ecuador. Three radiocarbon dates were determined based on charred ceramic residues at Loma Alta from 4470 \pm 40 to 4460 \pm 40 BP (Zarillo et al. 2008), while three dates were determined from a charcoal and two charred inner-ceramic residues at Real Alto from 4620 \pm 30 to 4450 \pm 30 BP (Tabarev et al. 2016). Thus, there are no known dates from charred ceramic residue older than 5,000 BP. This makes it necessary to determine a precise date for the emergence of pottery in Ecuador.

The third problem is related to pottery function. That is, starch analyses from potteries contradict stable isotope measurements from food residues (the $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ ratios of charred inner-ceramic residues containing maize starch at Loma Alta range from -24.8 to -25.0). These values indicate that residues were basically composed of C3 plants other than maize and/or land animals (Hart et al. 2007). Any evaluations must be based on starch and phytolith analyses as well as stable isotopic measurements of pottery residues.

The fourth problem involves stone tool function. Starch/phytolith analyses of stone grinding tools (i.e., *metate* and *mano*) were conducted at the Valdivia, Real Alto, and Loma Alta sites. Results indicated that the systematic cultivation of maize emerged around 5300 – 4950 cal BP. However, the functional analysis of local flake tools was insufficient. The

authors analyzed lithic function using a high power approach (Keely 1980) and presented primary results (Kanomata et al. 2014, Tabarev and Kanomata 2016). In this paper, we provide new information based on a use-wear analysis of flake tools excavated from the Real Alto site in 2015 and 2017 and summarize the functional tendencies of the early ceramic period.

Archaeological Research from 2014 to 2017 at the Real Alto site

New excavations were conducted at the Real Alto site by Russian, Ecuadorian, and Japanese archaeologists in 2014, 2015, and 2017. The first goal was to discover the oldest cultural layer from the early ceramic period. New trenches were thus established near trench C, where the oldest radiocarbon dates were recorded and the earliest potteries were unearthed (Figure 1). The investigations involved a multidimensional approach that included GIS mapping, paleogeography and landscape modeling, georadar scanning, physical anthropology and DNA analyses, lithic functional analyses, experimental archaeology, AMS dating, and paleofaunal analyses. A pre-ceramic cultural layer was recognized for the first time at Real Alto in 2014. Two elongated trenches were established in the north and east in 2015. Since there were no traces of pre-ceramic sediments (level 4), it was evident that the stratigraphy of the section most distant to the central unit was quite different from that of the central unit itself, which was enlarged in 2017. Finally, **more than 5,000** pottery fragments were unearthed from a 104 square-meter section. Artifacts from Valdivia I-II comprised more than 80% of the total (Popov et al. 2017). However, pottery fragments from the fourth cultural level comprised less than 5% of the total. This implies that the fourth cultural level belonged to the pre-ceramic period, but was contaminated by pottery fragments. In addition, more than 50% of the San Pedro pottery was found in the upper part of the fourth cultural level, while only 0.5% of the total pottery was found in the lower part. More than **16,000** lithic

Tab.1 Radiocarbon determination of charcoal in pre-ceramic layer at the Real Alto

Lab Number	Sample Code	Sample Provenance	Material Type	Pre-treatment	Carbon recovery	$\delta^{13}\text{C}$ (‰) (AMS)	Data with $\delta^{13}\text{C}$ Correction			
							Libby Age		pMC (%)	
IAAA-151361	no.2	Real Alto site, Unit 1, N291-W145 grid, Cleaning 3, Depth - 95cm 3rd layer	charcoal	AAA	69	-24.54 \pm 0.56	5,800 \pm 30		48.58 \pm 0.18	
Lab Number	Data without $\delta^{13}\text{C}$ Correction			Age for Calibration (yrBP)	Calibrated Age (1 σ)	Calibrated Age (2 σ)				
	Age (yrBP)	pMC (%)								
IAAA-151361	5,790 \pm 30	48.63 \pm 0.17		5,798 \pm 29	6655calBP - 6563calBP (68.2%)	6668calBP - 6504calBP (95.4%)				

tools were also unearthed from these trenches (the preceramic level contained more than 4,000).

Our excavations also found reamers made of sand stone (Figure 2) next to the Valdivia I-II potteries. Such tools had previously been referred to as “reamers for the manufacture of shell fishhooks” in previous studies at the Valdivia site (Meggers et al. 1965). Shell fishhooks were unearthed with reamers at this site, and were thus assumed to have a functional relationship. The reamers found in our excavation pits ranged from 74.2 to 42.6 mm in length and were between 25.6 and 25 mm wide. Since the diameters of the areas that contacted the worked material ranged from 24 to 31 mm, the diameters of all worked material holes were smaller. These items were manufactured by flaking/knocking with a hammer stone before grinding was performed with a sanding stone. They were likely used with handles. There are now known items with morphologically similar characteristics to the reamers (i.e., stone rotary bearings from Neolithic Asia) (Tang eds. 2015). Rotary bearings were used to make nephrite rings beginning around 7,500 - 7,000 cal BP in northern China. Such tools spread to the south between 7,000 - 5,000 cal BP. They were then distributed more widely to the south and east between 4,000 - 2,500 cal BP. Rotary bearings are thought to have been used on the axes pipes of turn-tables with liquid lubricant. Such morphological similarities must be examined from a functional perspective.

The authors also found four stone figurines that could be reconstructed to original size and forms (Figure 3). These figures were made from rectangular siltstone and mudstone before slits were placed on their shorter sides. There was no evidence of facial or female elements despite the existence of elaborate surface polishing. Sizes varied greatly, ranging from 72.5 to 15.5 mm in length (as if to reflect family members). While the morphological characteristics are known, precise manufacturing techniques must be determined using a microscope.

Although we found many important materials, this paper focuses on use-wear analyses of the flake tools excavated between 2015 and 2017 at the Real Alto site. This study was based on a functional investigation conducted by Kanomata at the Archaeological Museum of Real Alto (*Museo Arqueológico Real Alto*) from October to November of 2017.

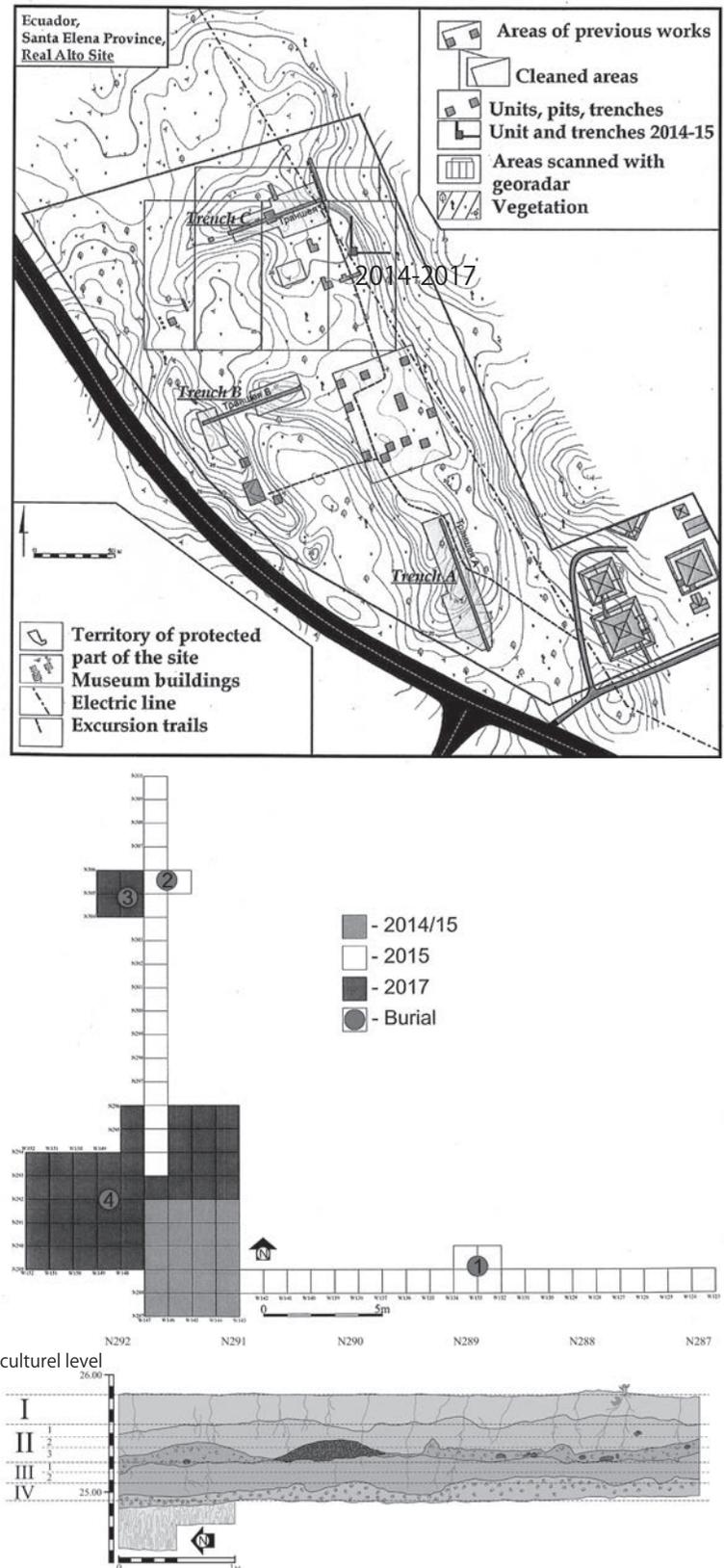


Fig.1 Excavation trenches, grids and stratigraphy at the Real Alto site.

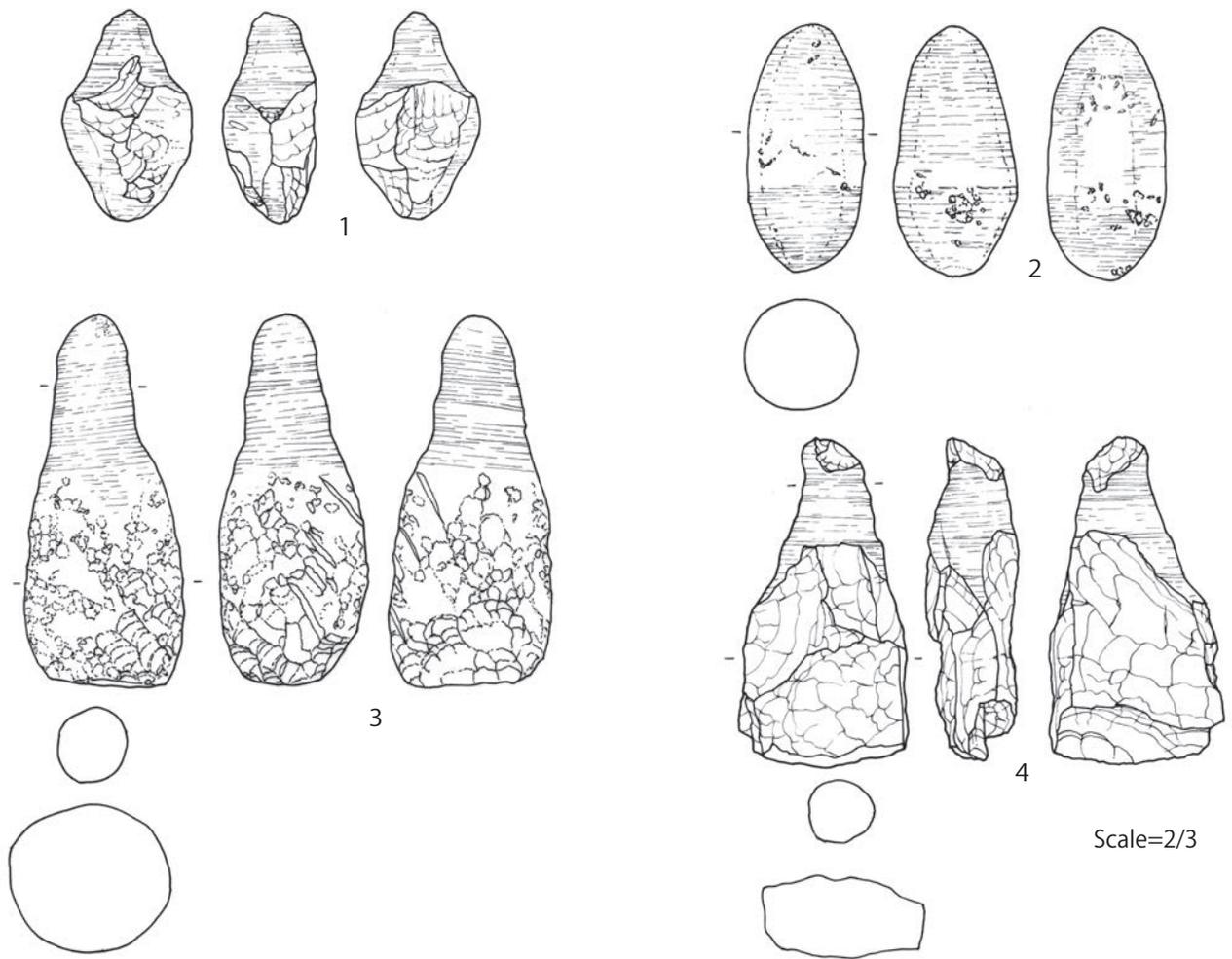


Fig.2 “Reamer for the manufacture of shell fishhooks” at the Real Alto site.



Fig.3 Stone figurines at the Real Alto site .

Use-Wear Analysis of Lithic Tools at Real Alto in 2017

1) Methods

Since all materials were excavated by the authors in 2014, 2015, and 2017, the items of study were carefully selected just after discovery and cleaning (fig. 4, 5 and 6). The lithic flake tools found at the Real Alto site were made of chalcedony, chert, and quartzite. The authors examined these lithic artifacts for evidence of retouching, micro-flaking, and abrasion. The materials (N=46, Table 2) were then carefully examined under a metallurgical microscope (**OLYMPUS BH**). Smaller sections of the selected materials were excluded from functional analyses because of unsuitable conditions. Because most lithic artifacts showed no apparent traces of wear, only **seven** flake tools with relatively distinct and diagnostic signs of use-wear polish were found (Table 4). A polished tool and two stone figurines were also subjected to use-wear analyses. Micro-wear polishing was determined based on a standard microscopic investigation using 100, 200 and 400X magnification power. Systematic analyses of lithic function were then conducted using the Keely method or the high power approach to identify worked materials and operations (Keely 1980, Akoshima 1989).

2) Results

Morphological reamers for the manufacture of shell fishhooks were made of rough sand stones except for one instance of basalt (no.1). Since sand stone tools are unsuitable for use-wear analysis, the basalt reamer was observed under a microscope. Flat polishing marks with parallel striations were identified on both sides of the reamer. Although the parallel striations were detectable with the naked eye, the polished zones were limited (Figure 8, no.1). The polished areas were characterized by limited distributions at higher elevations, flat/smooth reflections, clear borders, and apparent striations (fig.8-1, 2, 3 and 4). These characteristics indicate that these areas were worked with harder materials such as shell, bone, antler, or wood. A relatively curved and domed polish was present as seen in Figure 8-3. In contrast, flatter surfaces were in areas such as those seen in Figure 8-4. The material of the former is assumed to have been wood, while the latter seems to have been bone, antler, or shell. Shell polishing is typically flatter than bone or antler polishing and produces many severe striations and occasionally results in surface cracking. Such cracking is absent from the polish seen on this tool. Harder materials (e.g., stone) would have resulted in flatter and wider polished areas. My experiments indicate that a very similar type of polish can be produced using hard wood in wet conditions. If these artifacts were used for wood workings, then it is inaccurate to refer to them as "reamers for the manufacture of shell fishhooks." Rather, rotated tools

of this type would make continuous contact with wooden objects in 20 mm diameter holes. However, it is impossible to precisely classify this polish on unusual raw material based on such experimentation.

The stone figurines exhibited abraded surfaces with linear striations (Figure 8-5, 6, and 7). Although the striations were observed in random formations, those on the inner legs of the figurines were in parallel configurations because of the carved slit (Figure 8-8).

Unretouched flake no. 23 exhibited traces of use such as those seen in Figure 9-1 and 2. It contained a polish characterized by a bright, smooth, curved, and domed surface. We classified this as a B-type polish, which is strongly connected with woodworking. A wider polishing was distributed on the edge of the dorsal surface. The dorsal face of this flake tool was thus in continuous contact with wood during use. Vertical striations and polishing were produced by whittling or scraping in a transverse motion. Wear can easily be seen on this flake tool because a higher quality of chert was used.

Flake no. 38 has extremely rounded and abrasive edges on both sides (Figure 9-3, 4, 5, and 6). The used surface is relatively rough due to micropitting that appears to have resulted from sandstone/siltstone cutting/sawing activities in longitudinal motions. This flake thus appears to have been used to make the slit in the stone figurine shown in Figure 3. The raw material is very hard chalcedony that was suitable for cutting hard materials such as siltstone.

Typological end scraper no. 22 contains three independent use zones on its distal end. Each polished area is situated independently at the center of a concave edge formed by a removal stroke. Three concave edges thus constitutes a denticulate edge. Such polishing is characterized by bright/smooth/flat/pitted surfaces and limited distributions on the higher relative elevations (Figure 9-7 and 8). This typological end scraper is thus regarded as denticulate from a functional viewpoint.

Perforator no. 50 exhibits a bright, flat, and smoothly polished tip. The manufacturer retouched the tool to form a drilling tip, which was efficiently simplified using the original flake form. A polished area is distributed along the ridges between removal faces (Figure 10-1, 2, 3, and 4). The polished surfaces were very flat and smooth except for occasional cracking and intense striations. These elements indicate that a hard working material was applied, such as ivory, shell, or stone. The nature of the polishing implies that it was conducted in wet conditions.

B-type wood polishing was recognized on two flake tools (nos. 58 and 31) (Figure 10-5, 6, 7, and 8). Primitive use-wear formations reflect a lower degree of usage. No. 31 was likely used for cutting/sawing, while no. 58 was likely used for scraping/whittling.

Tab.2 Object of use-wear analysis

Trench	No.	Grid	Layer	Tool type	Length (mm)	Width (mm)	Thickness (mm)	Raw material
North	1	N305/W146	1	reamer	5	2.5	2.24	basalt
	8	N302/W146	1	retouched flake	4.25	2.6	1.32	chert
	10	N293/W146	1	drill	4.45	1.41	0.79	charcedony
	14	N294/W146	2	retouched flake	3.25	2.04	0.64	charcedony
	15	N308/W146	2	retouched flake	3.56	2.84	1.11	charcedony
	16	N308/W146	2	retouched flake	1.81	1.85	0.85	charcedony
	17	N308/W146	2	flake	3.38	1.9	0.98	charcedony
	18	N295/W146	2	flake	4.06	3.54	1	charcedony
	19	N298/W146	2	flake	4.14	3.04	1.58	charcedony
	21	N305/W146	2	core	4.11	3.73	2.87	charcedony
	22	N296/W146	2	end scraper	4.29	3.09	1.14	charcedony
	23	N298/W146	2	flake	5.88	2.99	1.47	chert
	24	N309/W146	2	flake	3.33	5.3	0.85	charcedony
	25	N299/W146	2	retouched flake	3.05	2.93	0.82	charcedony
	27	N307/W146	3	flake	3	2.33	1.33	charcedony
	28	W299/W146	3	flake	3.06	2.43	0.98	charcedony
29	W309/W146	3	flake	3.17	3.47	0.78	chert	
East	30	N288/W127	1	retouched flake	3.96	3.06	1.29	charcedony
	31	N288/W127	1	flake	3.76	2.93	1.18	charcedony
	32	N288/W132	1	drill	4.67	2.43	0.97	charcedony
	33	N288/W132	1	flake	2.75	1.73	0.88	chert
	34	N288/W129	bank1	flake	2.39	2.87	0.56	chert
	35	N288/W124	1	drill	3.1	1.61	0.81	charcedony
	36	N288/W124	1	piece esquie	4.73	4.01	1.93	charcedony
	37	N288/W134	1	hummer stone	4.65	2.54	1.8	charcedony
	38	N288/W126	2	flake	4.53	3.32	0.86	charcedony
	39	N288/W126	2	notch	2.22	2.38	1.69	chert
	40	N288/W126	2	piece esquie	2.63	1.33	0.53	charcedony
	41	N288/W133	2	drill	2.41	0.75	0.53	charcedony
	42	N289/W133	2	drill	2.28	0.78	0.45	charcedony
	43	N288/W135	2	axe	4.83	4.26	1.45	diorite
	44	N288/W135	2	grinding stone	2.1	5.36	0.68	sand stone
	45	N288/W140	2	flake	2.17	2.26	0.77	charcedony
	46	N289/W132	2	drill	2.92	0.87	0.5	charcedony
	47	N289/W132	2	drill	2.44	0.75	0.37	charcedony
	49	N288/W140	2	denticulate	3.86	3.43	1.75	charcedony
	50	N288/W132	2	drill	4.03	2.54	1.15	charcedony
	52	N288/W127	2	end scraper	2.17	2.24	0.79	chert
	53	N288/W125	2	scraper	3.13	2.27	1.25	chert
	54	N288/W132	2	piece esquie	3.17	1.36	0.46	charcedony
55	N288/W133	2	flake	4.93	4.04	1.28	charcedony	
56	N288/W133	2	flake	3.87	3.1	1.38	chert	
57	N288/W137	2	hummer stone	6.4	5.91	2.86	charcedony	
58	N288/W138	2	drill	4.18	1.7	0.46	charcedony	
59	N288/W140	3	flake	4.39	4.15	0.95	charcedony	
2017unit	60	N294/W195	bank3	flake	4.39	3.81	1.06	charcedony

Tab.3 Other artifacts analyzed from technological aspect.

Trench	No.	Grid	Layer	Tool type	Length (mm)	Width (mm)	Thickness (mm)	Raw material
North	2	N304/W146	bank2	reamer	7.42	3.4	3.11	sand stone
	3	N289/W132	1	flake	3.72	1.53	0.62	charcedony
	4	N300/W146	1	flake	2.87	4.94	0.72	charcedony
	5	N300/W146	1	piece esquie	1.95	1.39	0.68	charcedony
	6	N300/W146	1	drill	2.82	1.42	0.78	charcedony
	7	N294/W146	1	notch	2.75	1.81	1.03	charcedony
	9	N298/W146	1	flake	4.4	2.75	1.24	charcedony
	11	N308/W146	1	peble	2.77	2.36	1.56	sand stone
	12	N292/W146	2	flake	1.98	1.25	0.64	charcedony
	13	N310/W146	2	drill	2.26	1.22	0.45	charcedony
	20	N294/W146	2	flake	3	4.14	1.26	chert
	26	N299/W146	bank2	reamer	6.53	3.56	1.89	sand stone
East	48	N289/W132	2	piece esquie	2.25	0.75	0.5	charcedony
	51	N288/W132	2	retouched flake	3.28	2	0.85	charcedony
2017unit	61	N295/W195	bank3	reamer	4.26	2.55	2.06	sand stone

Tab. 4 Use traces on lithic tools at the Real Alto site in 2015 and 2017.

Layer	No.	Lithic type	Material type	position	polish type	worked material	Striation	identification	Usage degree
1	1	reamer	fine stone	both tips	B (or D1)	wood	vertical	perforating	heavy
	31	flake	charcedony	ventral, right, low	B	wood	parallel	cutting	middle
	35	drill	charcedony	tip	B or D1	wood or bone/horn	vertical	perforating	light
2	22	end scraper	charcedony	notched areas on distal end	D1	shell	vertical	whittling	light
	23	flake	chert	dorsal, right edge, middle	B	wood	vertical	scraping/whittling	heavy
	24	flake	charcedony	-					not used
	25	flake	charcedony	-					not used
	38	flake	charcedony	both sides	stone	soft stone	parallel	cutting	heavy
	50	drill	charcedony	pit	D1	ivory/shell or stone	vertical	perforating	heavy
	55	flake	charcedony	-					not used
58	flake	charcedony	flat edge on distal end	B or D1	wood or bone/horn	?	scraping/whittling	light	



Fig.4 Lithic artifacts from the 1st layer at the Real Alto site in 2015.

Trench E:1-10, trench N: 30-37

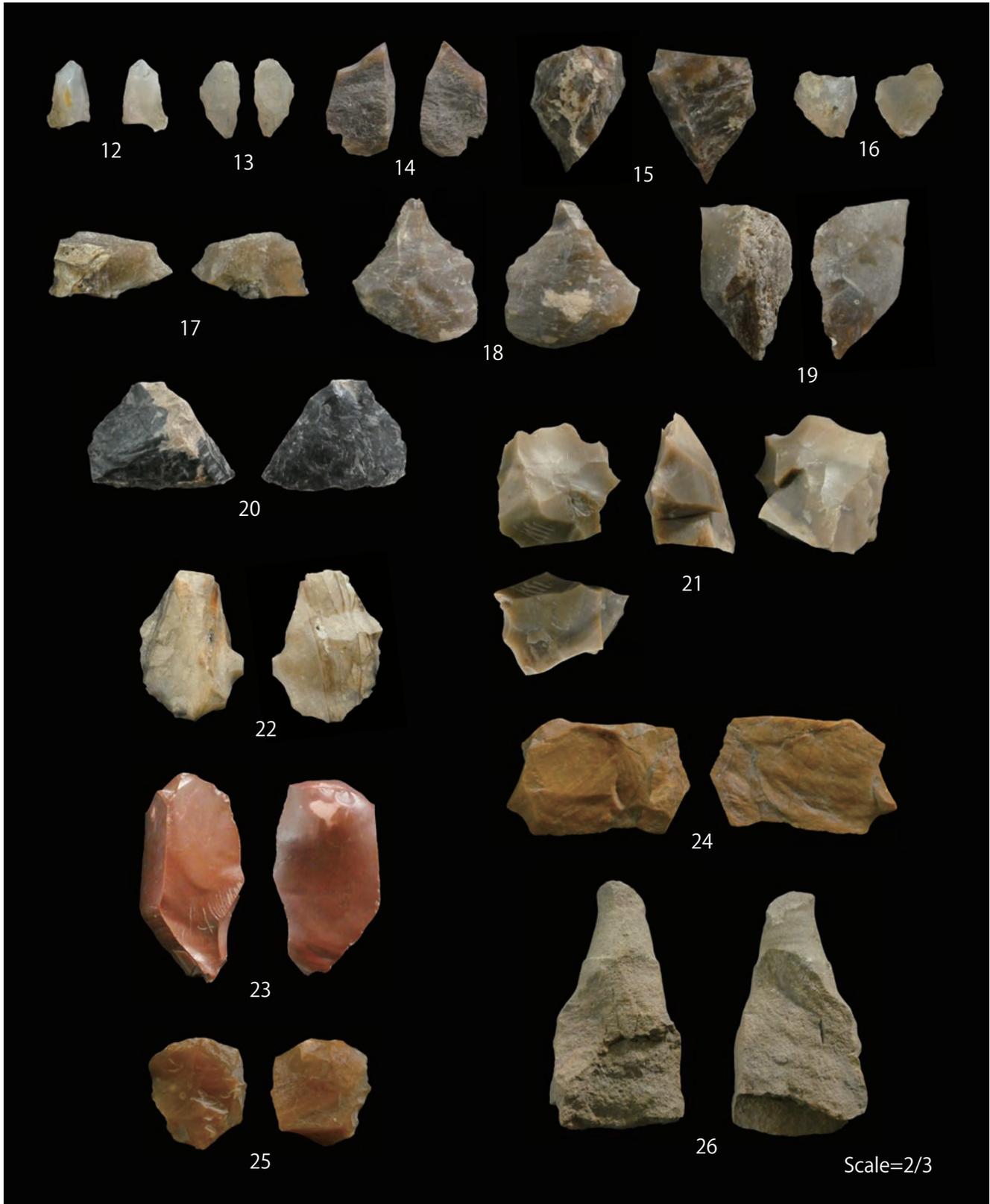


Fig.5 Lithic artifacts from the 2nd layer at the Real Alto site in 2015.

Trench N: 12-26

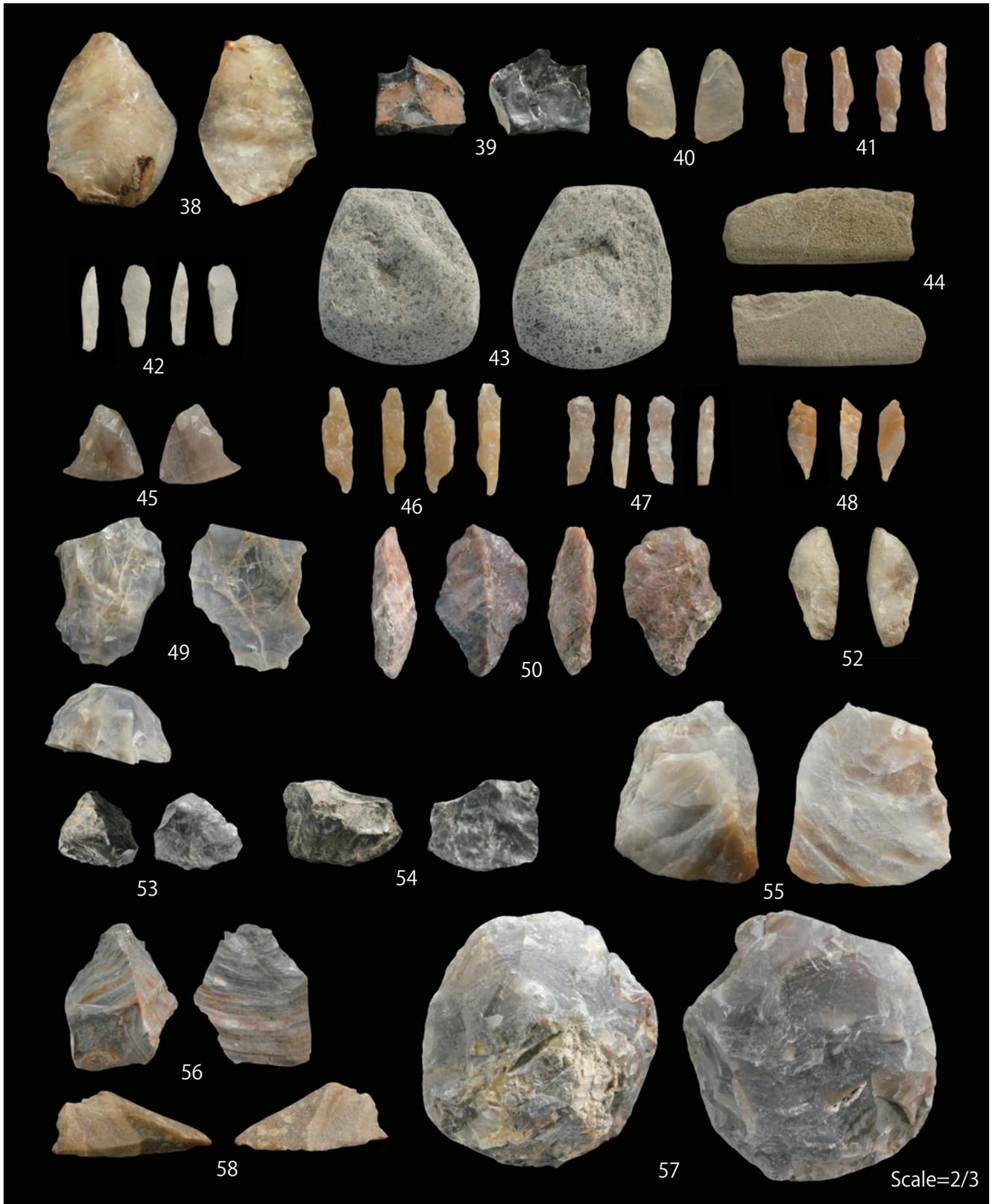


Fig.6 Lithic artifacts from the 2nd layer at the Real Alto site in 2015.

Trench E: 38-58

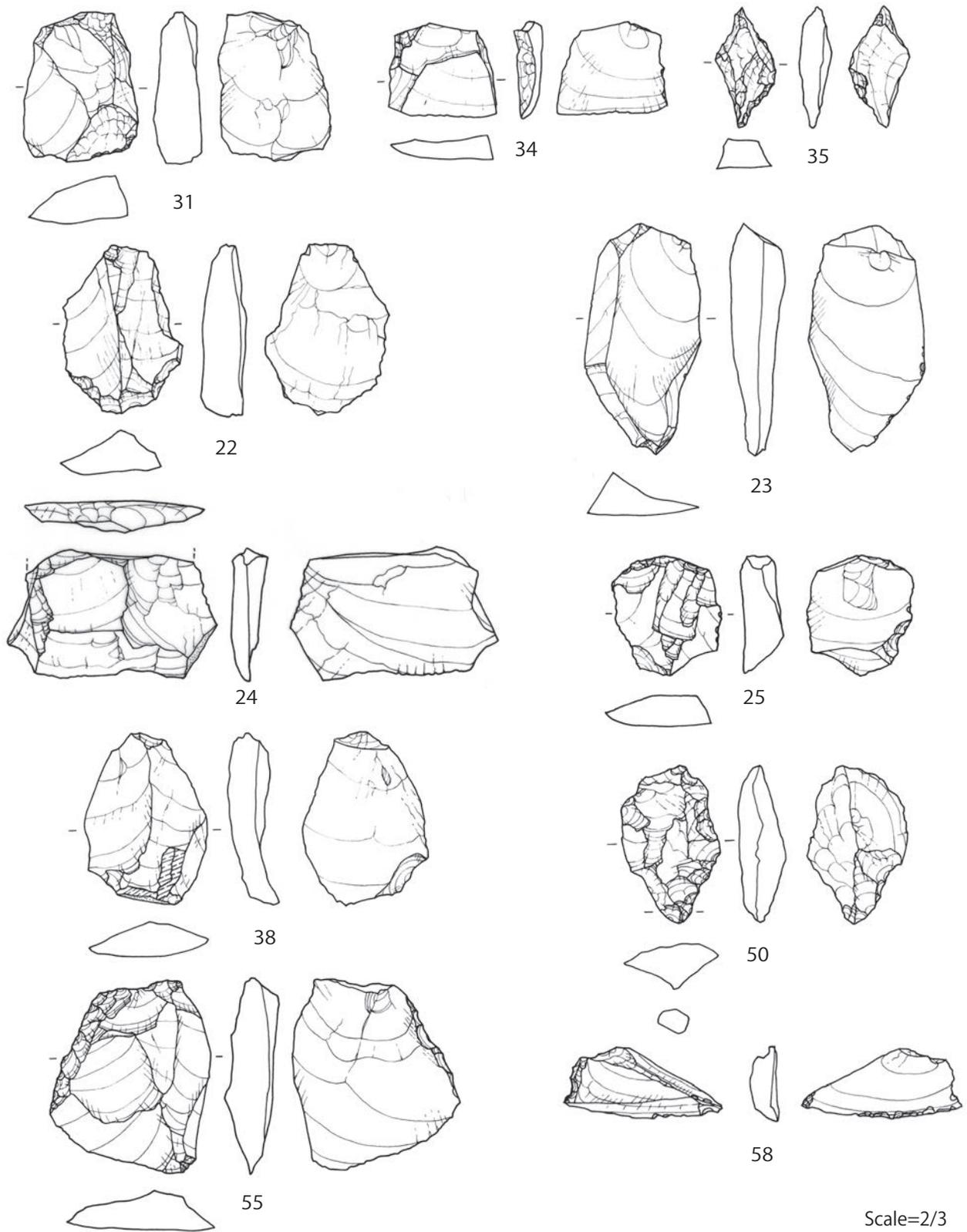


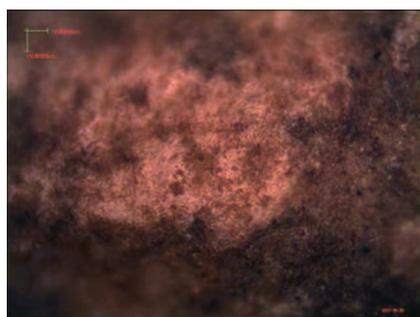
Fig.7 Lithic artifacts at the Real Alto site.



1 wood polish and parallel striation (x200)



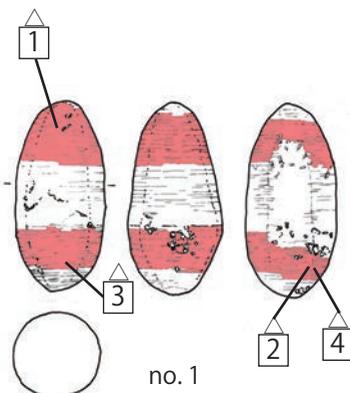
3 wood polish and parallel striation (x200)



5 abrasion and parallel striation (x200)



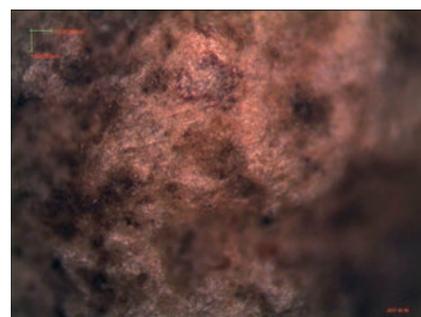
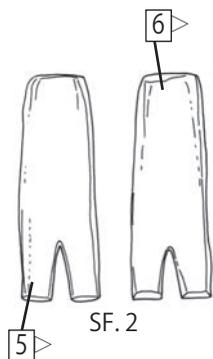
7 abrasion and vertical striation (x200)



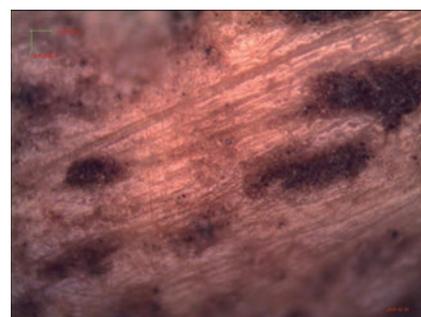
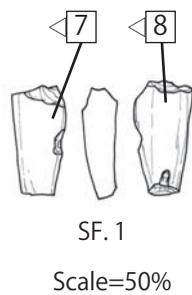
2 wood polish and parallel striation (x200)



4 wood polish and parallel striation (x200)



6 abrasion and parallel striation (x200)



8 abrasion and parallel striation (x200)

Fig.8 Use-wear on lithic artifacts at the Real Alto site in 2015 and 2017.

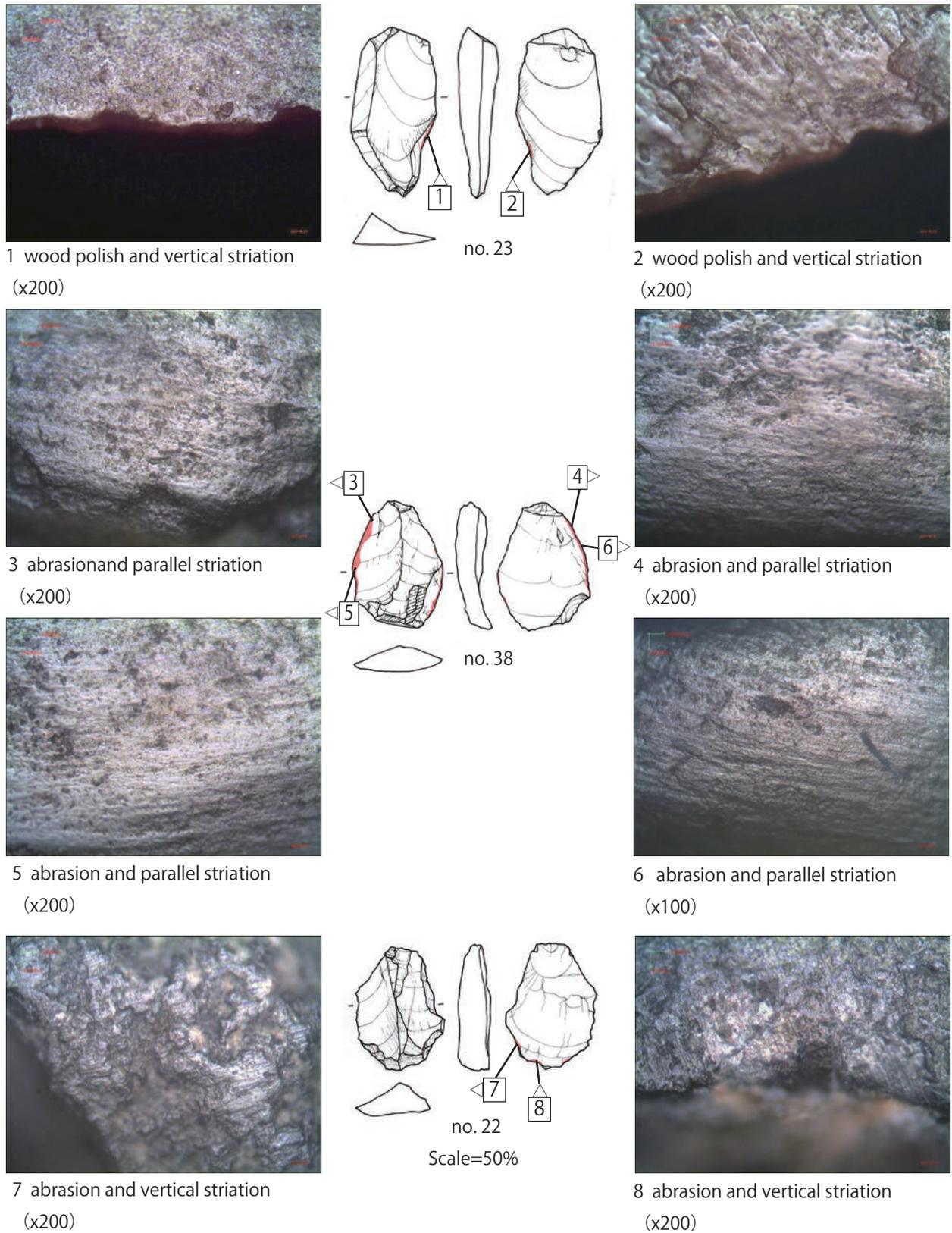


Fig.9 Use-wear on lithic artifacts at the Real Alto site in 2015.



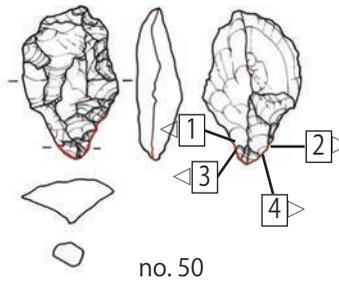
1 Polish and vertical striation (x200)



2 Polish and vertical striation (x200)



3 Polish and vertical striation (x200)



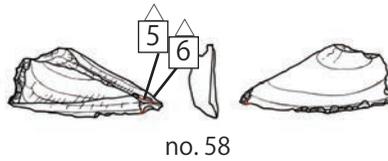
no. 50



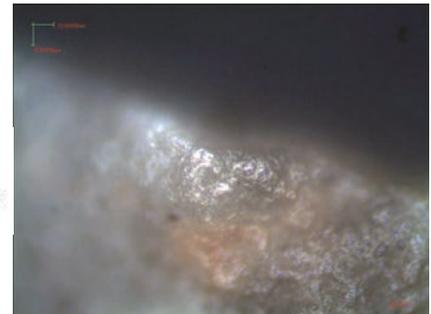
4 Polish and vertical striation (x200)



5 wood polish and parallel striation (x200)



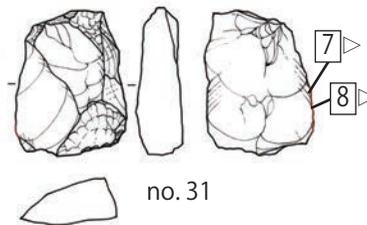
no. 58



6 wood polish and parallel striation (x200)



7 wood polish and parallel striation (x200)



no. 31

Scale=50%



8 wood polish and parallel striation (x200)

Fig.10 Use-wear on lithic artifacts at the Real Alto site in 2015.

Summary and Further Prospects

The authors previously discussed functional analysis results from the Las Vegas (Kanomata et al. 2014) and Real Alto (Tabarev and Kanomata 2015) sites. The lithic materials at the Las Vegas and fourth-level Real Alto sites can be attributed to the preceramic period based on non-apparent use-wear caused by light activities involving bone/antler, hide, and shell. On the other hand, apparent wear patterns were observed on the early ceramic period lithic tools at the Real Alto site. Developed use-wear was observed on 50% of all utilized stone tools. Furthermore, worked material diversity was formed due to the additions of wood and stone.

Since this timing is parallel to the emergence/actual existence of pottery in coastal Ecuador, these aspects likely indicate that many craftworks were simultaneously developed according to changes in economic/social systems during the formation of bigger settlement villages in the area. We therefore reemphasize the efficient technology of the “Tropical Package” (Tabarev and Kanomata 2016). Although lithic manufacturing technology was not very developed despite the social and economic changes seen during the Las Vegas and Valdivia cultures, the produced lithic tools were sufficient for coping with increasing applications and use. They were manufactured for a short time using direct percussion. This was due to a lack of complex flaking strategies. Several tools without elaborate secondary retouching were used to produce a variety of distinct craftworks (e.g., wood, shell, bone, antler, and stone works) over a long-term working cycle during the early ceramic period at Real Alto. This evidence implies that a wide range of materials were used as raw materials to create practical tools in the early Valdivia culture.

Acknowledgement

Researches were supported by Grants-in-Aid for Scientific Research from the Japan Society for the Promotion of Science (No. 16K03149 and 16KK0020).

References

- Akoshima, K. 阿子島香 (1989) 『石器の使用痕』 ニューサイエンス社
- Binford, L. R. (1979) Organization and formation processes: Looking at curated technologies. *Journal of Anthropological Research*, vol. 35(3), pp. 255-273.
- Estrada, E. (1956) *Valdivia, un sitio arqueológico formativo en la costa de la Provincia del Guayas, Ecuador*. Publicación del Museo Víctor Emilio Estrada, no. 1.
- Estrada, E., B. J. Meggers and C. Evans. (1962) Possible transpacific contact on the coast of Ecuador. *Science*, vol. 135 (3501), pp. 371-372
- Feldman, R. A. and Moseley, M. E. (1983) The Northern Andes. *Ancient South Americans*. Edited by Jennings, J. D. pp.139-177
- Hart, P. J., W. A. Lovis, J. K. Schulenberg and G. R. Urquhart (2007) Paleodietary implications from stable carbon isotope analysis of experimental cooking residues. *Journal of archaeological science*, 34, pp. 804-813
- Kajiwara K. and K. Akoshima 梶原洋・阿子島香 (1981) 「頁岩製石器の実験使用痕研究ーポリッシュを中心とした機能推定の試みー (東北大学使用痕研究チームによる研究報告 その2)」『考古学雑誌』 67 (1) pp. 1-36
- Kanomata, Y., Tabarev, A. V., Tabareva, J. V. and Stothert, K. E. (2014) Functional analysis of prehistoric artifacts from coastal Ecuador. *Bulletin of the Tohoku University Museum*, No.13, pp.31-42
- Keeley, L. H. (1980) *Experimental Determination of stone tool Uses*. University of Chicago Press.
- Marcos, G. J. (1988) *Real Alto: La Historia de un Centro Ceremonial Valdivia (Primera parte, Segunda parte)*. ESPOL.
- Meggers, B. J. and C. Evans. (1966) A transpacific contact in 3000 B.C. *Scientific American*, vol. 214-1, pp.28-35.
- Meggers, B. J., C. Evans and E. Estrada. (1965) *Early formative period of coastal Ecuador: the Valdivia and Machalilla phases*. (Smithsonian Contributions to Anthropology vol.1.)
- Pearsall, D. M., K. Chandler-Ezell and J. A. Zeidler (2004) Maize in ancient Ecuador: results of residue analysis of stone tools from the Real Alto site. *Journal of Archaeological Science*, 31, pp. 423-442.
- Popov, A., A. Tabarev, B. Lazin and M. Rudenko (2017) *Real Alto-Old and New Questions, Excavations of 2014-2015, 2017- Various Models of Neolithization*. (Handbook at Real Alto 2017.)
- Stothert, K. E. (1985) The preceramic Las Vegas culture of coastal Ecuador. *American Antiquity*. vol. 50, pp.613-637.
- Stothert, K. E. (2011) Coastal resources and the early Holocene Las Vegas adaptation of Ecuador. In: *Trekking the Shore. Changing Coastlines and the Antiquity of Coastal Settlement*. New York: Springer, pp.355-383.
- Stothert, K. E., D. R. Piperno, and T. C. Andres (2003) Terminal Pleistocene/Early Holocene human adaptation in coastal Ecuador: the Las Vegas evidence. *Quaternary International*, vol.109-110, pp.23-43.
- Tabarev A.V., Kanomata Y. 2015. “Tropical package”: Peculiarities of the lithic industries of the most ancient cultures, coastal Ecuador, Pacific basin. *Archaeology, Ethnology & Anthropology of Eurasia*, 43 (3): 64-76.
- Tabarev A.V., Kanomata Y., Marcos J.G., Popov A.N. Lazin B.V. 2016. Insights into the earliest formative period of

coastal Ecuador: New evidence and radiocarbon dates from the Real Alto site // *Radiocarbon*, DOI: 10.1017/RDC.2015.23, Published online: 13 January 2016.

Tang C. eds. 鄧 聰 編 (2015) 『澳門黑沙史前輪軸機械 国際会議論文集』

Vaughan, P. C. (1985) *Use-wear analysis of flaked stone*

tools. The University of Arizona Press.

Zarrillo S. et al. (2008) Directly dated starch residues document early formative maize (*Zea mays* L.) in tropical Ecuador. *PNAS*, April 1, 2008, vol. 105 no. 3, pp. 5006-5011

和文要旨

エクアドル沿岸部のリアルアルト遺跡における前期土器時代の剥片石器の機能

鹿又喜隆¹⁾・アンドレイ V. タバレフ²⁾・アレクサンダー N. ポポフ³⁾・ボリス V. ラジン³⁾・ホルヘ G. マルコス⁴⁾

¹⁾ 東北大学

²⁾ ロシア科学アカデミーシベリア支部考古学民族学研究所

³⁾ ロシア・極東連邦大学

⁴⁾ エクアドル・沿岸工科大学

導入

熱帯林環境はエクアドル沿岸部の古代人を育んだ。「ラスベガス」と呼ばれるその最初の文化は、考古学的な人工遺物や自然遺物、埋葬、貝塚などの遺構から再構築された。この文化は、ラスベガス OGSE-80 遺跡の放射性炭素年代に基づくと、約 10,800 年 ¹⁴C BP (非校正) に始まり、約 6,600 BP に終わる (Stoother et al. 2003)。人々が定住的な生活スタイルに移る過程で、その地域の生業システムは熱帯沿岸部の生態的に複雑な環境に効果的に適応していった。貝や動物骨、遺物、炭化物、プラントオパール、花粉を含む先土器時代のマウンドは、彼らの生業が狩猟、採集、漁労によって基本的に構成され、後に初期的農耕の発達を伴うことを示している。K. Stoother (1985) は、前期ラスベガスの人々がシカなどの陸棲動物の探索に集中し、後に漁労活動がより多く行われるようになったと結論付けた。さらに、ヒョウタン (*Lagebaria siceraria*) は、約 10,000 BP には早くも利用されていた。80 遺跡のラスベガスの前期から後期にかけての堆積物における魚や哺乳類の骨資料によれば、居住者は前期には大型・小型哺乳動物 (シカ、げっ歯類、フクロネズミなど) と魚類が共に消費され、後期にはより多くの魚を獲るようになった (Stoother et al. 2003)。ラスベガス期における軟体動物遺体 (貝類など) の構成は、岩礁性種の利用の増加と河口・マングローブ棲種の採集の減少の

証拠を提示した。これらの戦略の変化は、更新世末期と完新世初頭の間の環境変化への適応行動とみなされる。

バルディビア遺跡で発見された最初の土器文化「バルディビア」は、エクアドル形成期の遺跡の中でも最も有名な文化のひとつである (Estrada 1956)。B. J. Meggers と C. Evans は科学的調査を実行し、約 5,000BP から約 3,500 BP までがバルディビア文化であることを明らかにした。したがって、ラスベガスからバルディビアへの考古学的連続性において一つの断絶が認められる。バルディビアの人々は、中央広場とその周辺の家庭的住居を伴うより大きな村落を整備した農耕民であると解釈されてきた。集落の急激な発展がバルディビア土器編年の 3 期に生じた。したがって、我々はエクアドル沿岸部の形成期前期に幾つかの画期を認めることができる。

本論は、リアルアルト遺跡における居住・生業戦略の変化に応じた、先土器時代と前期土器時代の間の石器の機能の正確な比較を目的とする。筆者らは、2014～2017 年にリアルアルト遺跡の発掘調査区において膨大な石器を発掘した。さらに、それらは基本的に先土器時代と前期土器時代の年代である。したがって、この資料は本研究に最も適したものである。

エクアドル沿岸部の先土器時代と前期土器時代に関する背景

バルディビア、ロマルタ、レアルアルト遺跡における実践的研究は、バルディビア文化における居住・生業戦略の発展に関する具体的な証拠を明らかにした。レアルアルトとロマルタ遺跡の磨製石器と土器のデンプンとプラントオパール分析によれば、植物食料（トウモロコシやジャック豆、チリペッパーなど）の高い相対頻度は、前期バルディビア期における栽培植物の一般化した家庭の利用を示している (Pearsall et al. 2004, Zarillo et al. 2008)。そして、これは土器と磨製石器の機能を解釈するための十分な情報である。

先史時代のエクアドル沿岸部での考古学的調査のたくさんあるけれども、居住・生業戦略に関する幾つかの問題がある。ひとつめは、ラスベガス期とバルディビア期のギャップである。筆者らは、レアルアルト遺跡でより古い居住痕跡を発見した (Tabarev et al. 2016)。その先土器時代の居住は、バルディビア 1-2 期の土器を含む前期バルディビア文化層の下位に認められた。この層から出土した炭化物が放射性炭素年代測定の対象となり、その年代が 5800 ± 30 BP と測定された (表 1)。したがって、レアルアルト遺跡の 5000BP よりも古い年代が先土器時代の堆積物に属するのか、あるいはレアルアルトへの土器の導入が他の遺跡の場合よりもより新しいのかどうかを、我々は考慮しなければならない。

二つ目は、エクアドルの土器出現に関する正確な年代の不足である。我々はロマルタ遺跡の土器付着炭化物 3 点の放射性炭素年代 ($4470 \pm 40 \sim 4460 \pm 40$ BP) を知っており (Zarillo et al. 2008)、レアルアルト遺跡では 2 点の土器付着炭化物の年代 ($4620 \pm 30, 4450 \pm 30$ BP) を得た (Tabarev et al. 2016)。つまり我々は 5,000 BP より古い土器付着炭化物の年代を未だ知らない。そのため、共存炭化物の場合にはコンタミのおそれや、同時性の保証の問題がある可能性があるため、我々はエクアドルにおける土器出現の正確な年代を把握する必要がある。

土器の食料残滓を対象としたデンプン分析と安定同位体比分析の間には矛盾があるため、3 つ目の課題は土器の機能の解明である。ロマルタにおけるトウモロコシのデンプン粒を含む土器内面付着残滓は、 $13C/12C$ 比で $-24.8 \sim -25.0$ であった。これらの値は、その残滓がトウモロコシではなく、C3 植物や陸棲動物から基本的に成ることを表している (Hart et al. 2007)。我々は、土器残滓のデンプンやプラントオパール分析だけでなく、安定同位体比測定も利用して総合的に評価しなければならない。

4 つ目は、石器の機能である。バルディビアやレアルアルト、ロマルタ遺跡のメタテやマノなどの磨製石器のデンプン・プラントオパール分析が実施された。これらの研究

は、トウモロコシのシステムティックな農耕が少なくとも 5,300 ~ 4,950 年前までに出現したことを表している。それに対して、剥片石器の機能分析が十分に実践されていない。筆者らは、高倍率法 (Keely 1980) を使った石器機能分析を行い、初期的な結果を示している (Kanomata et al. 2014, Tabarev and Kanomata 2016)。我々は、今回、レアルアルトの 2015 年と 2017 年の調査で出土した剥片石器を分析し、前期土器時代における剥片石器の機能について、総括する。

2014 ~ 2017 年のレアルアルト遺跡における考古学的調査

2014、2015、2017 年にレアルアルト遺跡における新たな発掘がロシア・エクアドル・日本の考古学者によって実行された。最初の目的は、前期土器時代の最古の文化層を発見することである。したがって、新たなトレンチは、最古の放射性炭素年代が記録され、70 年代の調査で最古段階の土器が出土したトレンチ C の近くに設けた (図 1)。調査には GIS マッピングや景観モデリングなどの古地形学、地下探査、形質人類学と DNA 分析、実験考古学、使用痕分析、AMS 年代測定、古生物学分析などの多面的な分析が導入された。2014 年には本遺跡で初めて先土器文化層の存在が認識された。2015 年には 2 つのトレンチが北と東へと延長された。中央の調査区から離れた所では、先土器時代の堆積物 (level 4) の痕跡がなかったため、そのような場所の地層が中央調査区のそれとは異なっていることを我々は理解した。2017 年には、この中央調査区が拡張された。最終的に、5000 点以上の土器片が $104m^2$ から出土し、バルディビア 1-2 期のものが全体の 80% 以上を占めている (Popov et al. 2017)。さらに、第 4 文化層からの土器片は、全体の数の 5% 未満である。それは、わずかなコンタミがあるものの、第 4 文化層が先土器時代に属する可能性を示唆している。さらに、サンペドロ土器の 50% 以上は、第 4 文化層上半に含まれている。土器全体の 0.5% しか第 4 文化層の下半には含まれていない。石器に関しては、16000 点以上が我々の調査区から出土し、先土器文化層には 4000 点以上が含まれている。

我々の調査は、バルディビア 1-2 期の土器に伴う、砂岩製の穿孔具など新たな遺物を提供した (図 3)。これらの道具は、バルディビア遺跡における先行研究によって「貝製釣針製作のための穿孔具」と呼ばれた (Meggers et al. 1965)。貝製釣針は穿孔具と一緒に出土し、機能的関係をもつと考えられた。我々の調査区から出土した穿孔具の長さ、 $74.2 \sim 42.6$ mm であり、その幅は $35.6 \sim 25$ mm である。被加工物との接触範囲の直径が $24 \sim 31$ mm なので、被加工物の穴の直径はそれより小さかった。それらは、石のハンマーを使った剥離と敲打の後、砂岩を用いた研磨で作られた。それらは、柄をつけて使われたに違いない。現在、我々は、

これらの穿孔具について形態的な類品を知っている。例えば、アジア新石器時代の石製ロクロ軸である（鄧編 2015）。ネフライトのリングを作るために使われたロクロ軸は、約 7500～7000 年前に中国北部に出現した。この種の道具は、7000～5000 年前にかけて、南方へ広がり、その後、4000～2500 年前にかけて、南や東へより分布を拡大した。ロクロ軸は回転テーブルとの間に潤滑油を介在させ、中軸パイプの中で軸芯として使われたと推定される。このような形態的な類似性については、機能的観点から検討されなければならない。

筆者らはまた元々のサイズと形を復元できる 4 点の石偶を発見した（図 3）。長方形のシルト岩や泥岩がその製作のために選ばれ、短辺の中央に 1 つの切れ込みが入れられた。表面の入念な研磨にも関わらず、顔や女性要素の表現が無い。そのサイズは長さ 72.5～15.5mm とバラエティーがあり、まるで一家族の構成員を反映しているかのようだ。

上記のように、我々は多くの重要な資料を見つけただけで、本論は 2015 年と 2017 年に発掘された剥片石器の使用痕分析に特に焦点を当てている。この研究は、筆者のひとり（鹿又）が 2017 年 10～11 月にリアルアルト考古学博物館（*Museo Arqueologico Real Alto*）で実施した石器機能研究の結果である。

2017 年のリアルアルトでの石器使用痕分析

1) 方法

資料の全てが筆者らによって 2014、2015、2017 年に発掘されたので、対象資料は発見され、洗浄された直後に、注意深く選択された（図 4～6）。筆者らは石器を観察し、二次加工や微小剥離痕、摩滅がある石器を探すよう努めた。その後、これらの資料（46 点、表 2～3）が金属顕微鏡（OLYMPUS BH）下で注意深く観察された。選択された資料のうちの一部は、表面状態が適さないため、使用痕分析の対象から外された。リアルアルトの剥片石器は、玉髓、チャート、石英岩製である。石器の殆どには明らかな使用痕がみられなかったが、比較的明瞭な使用痕光沢がある 7 点の剥片石器が最終的に抽出された（表 4）。さらに、磨製石器 1 点と石偶 2 点を使用痕分析の対象に加えた。100～400 倍の倍率をもつ顕微鏡が使用痕光沢を分類するために用いられた。「キーリーメソッド」または、「高倍率法」を用いたシステムティックな使用痕分析が、被加工物と操作法を識別するために応用された（Keely 1980, 阿子島 1989）。

2) 結果

形態学的穿孔具は、1 点の玄武岩製（No.1）を除き、粗い砂岩で作られた。砂岩製の道具は、使用痕分析の対象には適していないので、玄武岩製の穿孔具 1 点を顕微鏡下で観察した。平行の線状痕を伴った平坦なポリッシュが穿孔

具の両側に認められる。平行の線状痕は、肉眼でも認識できるが、光沢の範囲は図 8（no.1）に示されるように限定的である。光沢の範囲は、より高い標高の場所への限定的な分布や、平坦で滑らかな反射面、明瞭な境界、明らかな線状痕で特徴付けられる（図 8-1～4）。これらの特徴は、被加工物が貝や骨、角、木などの硬いものである可能性を示す。図 8-3 のように、相対的に湾曲し、ドーム状になったポリッシュが形成されている。それとは対照的に、より平坦な表面が図 8-4 のように形成された。前者の被加工物は木と推定され、後者は骨角または貝と推定される。貝の光沢は、骨や角よりも基本的に平坦で、多数の鋭い線状痕と時おり表面のクラックを伴う。そのようなクラックは、この石器のポリッシュには認められない。石のようなより硬い物質は、より平坦で、広い光沢域を形成するだろう。私自身の実験によれば、最も類似するポリッシュタイプは、水漬け状態での硬い木に対する作業によって生じる。被加工物が木の場合、機能的観点から、「貝製釣針の穿孔具」という名称はふさわしくない。この回転する道具は、木製の物の直径約 20mm の穴の中で連続的に接触しただろう。この原材料は標準的ではなく、私の実験には見られないものなので、現段階では、被加工物をより正確に分類することは不可能である。

石偶の表面は、直線的な線状痕をもった摩耗面である（図 8-5～7）。線状痕の方向は基本的にランダムで、不明瞭であるが、石偶の脚部間の線状痕は、脚間の溝を彫り込むので、一方向で平行である（図 8-8）。

二次加工のない剥片 1 点（no.23）は、図 9-1～2 のような使用痕を示す。このポリッシュは、明るく、滑らかで、湾曲したドーム状の表面によって特徴付けられる。B タイプと分類され、木の作業と強く結びつく。縁辺の腹面側により広くポリッシュが分布するので、この剥片石器の腹面は使用時には、木と長時間接触していた。垂直の線状痕とポリッシュの分布は、直交の操作であるホイットリングやスクレイピングで生じる。この剥片の原材料は、非常に質の良いチャートなので、発達した使用痕が形成された。

no.38 の剥片 1 点は、極めて丸く、摩耗した縁辺を両側にもつ（図 9-3～6）。使用された表面は、微小な窪みを伴い、相対的に粗く、平行運動となる砂岩やシルト岩の切断行為で生じたのだろう。図 7-8 に示されるように、そのような剥片は石偶の溝を彫るために使用されたに違いないと推定される。原材料は、とても硬い玉髓であり、シルト岩のような硬い物質を切るのに適している。

型式学的なエンドスクレイパー（no.22）は 3 つの独立した使用域をその遠位端にもつ。それぞれのポリッシュ域は、鋸歯縁を構成する剥離の一撃で作られた、内湾した縁辺の中央に独立して位置する。これらのポリッシュの特徴は、明るく、滑らかで、平坦で、ピットの多い表面であり、標高の高い場所に限定した分布である（図 9-7～8）。したがっ

て、この型式学的エンドスクレイパーは、機能的観点では鋸歯縁石器とみなされる。

ドリル1点 (no.50) は、とても明るく、平坦で、滑らかなポリッシュをその端部にもっている。錐部を作るための二次加工は簡略化され、元々の剥片の形態を効率的に利用している。ポリッシュ域は、剥離面間の稜線上に分布する (図 10-1 ~ 4)。光沢面は、時おりのクラックと高密度の線状痕を伴い、とても平坦で滑らかである。これらの要素は、被加工物が牙や貝、石のような、とても硬い物質であったことを示している。このポリッシュの特徴は、その活動が潤滑下で実施されたことを示唆している。

平行の線状痕を伴う B タイプの木のポリッシュが、2 点の剥片石器 (no. 58, 31) に認められた (図 10-5 ~ 8)。使用痕形成過程における初期的様相は、それらが使用度が低かったことを反映する。No. 31 は切断作業に、no.58 はスクレイピングやホイットリングに使われた。

結論と展望

筆者らは、既にラスベガス遺跡とリアルアルト遺跡での石器使用痕分析の結果を公表している (Kanomata et al. 2014, Tabarev and Kanomata 2015)。先土器時代に属するラスベガスとリアルアルト 4 文化層の石器は、骨や角、皮、貝に対する軽度の使用行為によって生じた不明瞭な使用痕を示していた。それに対して、リアルアルトの前期土器文化期には、明瞭な使用パターンを観察することができた。発達した使用痕は、使用痕をもつ石器の 50% を占める。さらに、被加工物の構成は、木や石が加わるため、より大き

くなる。

このタイミングは、エクアドル沿岸部における土器の出現期・実地的な存在時期と並行するので、これらの諸側面は、たくさんの工芸が、エクアドル沿岸部のより大きな村落を形成する過程での経済・社会システムの変化に応じて、同時に発達したことを反映している。本論では、我々は「トロピカルパッケージ」(Tabarev and Kanomata 前掲) の効率的な技術を改めて強調する。ラスベガスとバルディビア文化の社会・経済的变化にも関わらず、石器製作技術は、何ら進化したけれども、石器は使用活動の増加に十分に対応した。それらは、複雑な剥離戦略がないので、短時間で、直接打撃によって作られた。リアルアルトの前期土器文化の、入念な二次加工のない幾つかの石器は、様々な異なる工芸 (木、貝、骨、角、石の作業) に長時間にわたって使われた。これらの事実は、前期バルディビア文化において、広範な物質が実用の道具の材料のために、優先的役割として使われたことを示唆している。本論では、「トロピカルパッケージ」の効率的な技術を改めて我々は強調できる。石器製作技術は、ラスベガスからバルディビア文化への社会・経済的变化に関わらず、変化しなかったけれども、石器は使用活動の増加に十分に対応した。それらは、複雑な剥離戦略を欠いたので、直接打撃によって短時間で作られた。リアルアルト遺跡の前期土器文化の入念な二次加工のない 7 点の石器は、たくさんの異なる工芸 (木、貝、骨、角、石を材料にした作業) に、長期間の作業サイクルの中で使用された。これらの事実は、広範な材料が前期土器文化の実用的な道具の材料として役割を果たしたことを示唆する。

X線CTを用いた内部構造の分析に基づく土偶製作技術の研究

佐藤信輔

弘前市教育委員会

The study on technique of clay figurines based on analysis of internal structure using X-ray CT

Shinsuke Sato

Hirosaki City Board of Education

Clay figurines were often made through Jomon period in Japan. Clay figurine in initial jomon period is simple structure, and, from the middle of jomon period, molding and decoration of clay figurines became complicated. We studied making technique of clay figurines of late jomon period in northeast japan by analysis of internal structure of them using X-ray CT. X-ray CT is used in many areas of archaeological studies recently. Materials to analyze are in Tohoku University, and they were excavated from Numazu shell midden, located in Ishinomaki city, Miyagi Prefecture from 1909 to 1929 by Soshichiro Mori and Genshichi Endo.

We took the internal structure of clay figurines using X-ray CT. The apparatus is installed in Tohoku university museum.

As a result of analysis, we found that clay figurines are made by binning some clay blocks. And, focusing in molding of legs, two types of making techniques of clay figurines are found. One is a method that clay block of leg is combined each other. The other way is to connect the clay block of each leg to clay block of body.

Besides that, it is found that organic matter is included in a few clay figurines. One case of them is assumed intentional contamination. Such a case seems to suggest a part of the role of clay figurines in Jomon period.

Furthermore, making technique and decoration of clay figurines seem to be related each other. This relation shows a kind of structure of making clay figurines in jomon period. There is a possibility that clay figurines were made under a kind of rules.

It is demonstrated that X-ray CT is effective to analyze archaeological material like clay figurines to study their making technique.

はじめに一研究の目的と背景—

縄文時代の土偶は、その分布や数量に時期的・地域的差異があるものの、縄文時代草創期から晩期までを通じてその存在が確認されている遺物である。滋賀県相谷熊原遺跡（松室他編 2014）や三重県粥見井尻遺跡（中川他編 1997）で出土した草創期の土偶は、手足の表現や文様がなく、頭部と胴体を手捏ねで造形した簡素なものであるが、早期以降には出土する地域や数量が拡大・増加していき、また手足の表現や文様装飾など造形にも大きな変化を生じていく（三上 2014）。

土偶を対象とした研究は、型式学的方法を用いた編年研究（上野 1997、江坂 1960、金子 1990 など）や機能・用途をめぐる研究（磯前 1987、瀬口 2011、2013、2014、水野 1974 など）、製作技術の研究など多岐にわたるが、本論は、土偶の製作技術に注目して研究を行ったものである。製作技術に着目したものは、小野美代子氏による埼玉県赤城遺跡出土土偶の分析（浜野 1991）や成田滋彦氏による青森県出土土偶の分析（成田 2002）などがある。これらは、外面で観察できる破損面の状況から土偶の製作技術を分析したものである。この破損面は、土偶製作の痕跡の一部を示すに過ぎず、あくまでも外面に見えてい

るわずかな痕跡から得られる情報は多くはない。本論では、土偶の製作技術について、X線CTを用いた内部構造の分析を通して、これまで外面の観察のみで語られていた製作技術研究よりも多くの情報を基にした技術分析を行い、土偶の製作技術の構造や類型についてその存否を含めて明らかにすることを目的とする。

第1章 X線CTを用いた考古学的研究の歴史

考古学においては、年代測定、材質分析などの分野において様々な理化学的分析の手法が用いられているが、X線CTを用いた考古資料の分析についても、その対象において多岐にわたる。

X線を用いた分析の走りとしては、軟X線を用いたものがある。軟X線を利用した分析は錆に覆われた金属製品の内部調査に多く用いられている。土偶を対象としたものでは、報告書の付編として掲載されている場合が多く、また対象とする資料も出土品のなかでも目を引くもの、優品とされるものがほとんどである。その例としては、現在国宝に指定されている、長野県棚畑遺跡出土の「縄文のビーナス」が挙げられる（鶴飼編 1990）。小野正文氏による分割塊製作法の論拠となるデータもレントゲンにより得られた画像に基づいている（小野 1984a, b）。

棚畑遺跡出土の中空土偶の事例のほか、土偶の事例についていくつか挙げる。青森県朝日山（2）遺跡出土の中期の板状土偶では、底部に穿孔があることから撮影が行われ、口まで届く貫通孔であることが判明した（白鳥 2003）。

従来のレントゲンに比して高精度かつ操作性が格段に向上したX線CTを用いた研究が登場し、また、画像処理技術の向上により、得られた断層像から3次元グラフィックス(3DCG)を得ることが可能となり、これにより任意の方向から物体の内部構造を観察することが可能となった。考古資料に対するこのような分析の事例としては、主に漆製品などの有機質遺物や鉄製品などが対象に製作技術に焦点を当てた研究が注目される。片岡太郎氏は、藍胎漆器や漆櫛などの漆製品についてX線CTにより分析を行い、ベースとなる編組や櫛歯の構造について明らかにしている（片岡他 2015a, b）。そのほか、植物考古学の分野では潜在圧痕と呼ばれる痕跡の検出においてX線CTが用いられており、小畑弘己氏や中山誠二氏は、土器の胎土中にダイズやエゴマなどの種子が含まれていることを明らかにした（小畑他 2014、中山 2010）。そのほか、脆弱な状態の遺物について、発掘調査現場から土壌ごと取り上げて、保存処理を行いつつ遺物の取り上げを行う際に、X線CTを用いて内部の状況を把握することも保存処理の一環として行われている。

土偶の分析事例としては、現在国宝に指定されている北海道著保内野遺跡出土の中空土偶の事例があり、病院での検査に用いられているX線CTを用いて分析がなされている。

その結果、輪積みによって製作されており、腕と体部の接合部などの部分に補強を目的とした粘土が見られることが分かり、土偶を壊れにくいようにした工夫であるとの指摘がなされている（阿部 2009）。

研究史をさかのぼると、理化学的分析を用いた研究では、その目新しさや貴重な資料を用いたものが多く、テーマを持った事例は少ない。しかし、当時の最新の技術を用いて、貴重な事例から多くの新しい知見が得られていることは確かである。

本研究は、手法や視点としてはこれまでの研究史の一連の流れの中にあるものであるが、幸いにもX線CTの装置を使用して、多くの資料を対象に土偶の内部構造に基づいた製作技術を分析出来たものであり、また、技術の進展により、更に多くの情報を得ることが可能となっている。それらの情報を基に、土偶の製作技術についての観察結果を提示することに、本研究の意義はあると考える。

第2章 分析対象資料の概要

第1節 沼津貝塚について

沼津貝塚は、宮城県石巻市沼津字外・八幡山に所在する（第1図）。遺跡周辺は沖積地となっており、遺跡東方の京ヶ森から西へ伸びる半島状の丘陵の鞍部一帯に立地する（三宅他 1995）。遺跡の一帯は、縄文時代中期のころには海面の上昇により海水が内陸に侵入しており、その後、北上川により土砂が排出され陸地化が進んだとされる（松本 1996）。沼津貝塚の貝層は、縄文時代中期後半から弥生時代中期にかけて形成され、主体を占める貝類がハマグリなどの海水産のものからヤマトシジミなどの汽水産のものへと変化していることはそのような立地環境の変化を反映している（三宅他 前掲）。遺跡周辺には、東北地方南部の後期初頭の標式遺跡となっている南境貝塚や、屋敷浜貝塚、二斗田貝塚といった大規模な遺跡のほか、万石浦周辺には縄文時代早期の遺跡である梨木畑貝塚などの貝塚が多数所在する。

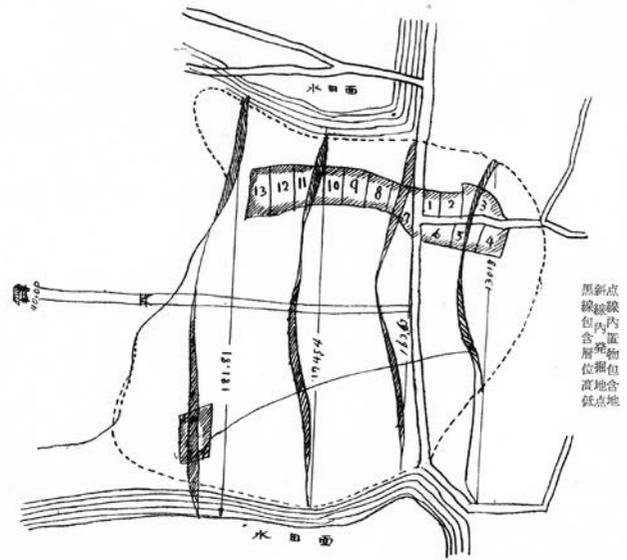
沼津貝塚は、1909年から1930年にかけて毛利総七郎・遠藤源七両氏により断続的に行われた発掘を端緒として、過去に数度の発掘調査がなされている。毛利・遠藤両氏の発掘は、遺跡北斜面と南斜面にて行われ、そのうち北斜面が大部分を占めている（第2図）。図示された発掘区のほか、遺跡脇を通る道路から遺跡内に鎮座する神社へ続く参道へ分かれる箇所にも2か所発掘区が設けられた。この調査では、縄文土器をはじめ、土偶などの土製品、骨角製品、石器、石製品などの多くの遺物が出土した（毛利・遠藤 1953）。また、毛利・遠藤の両氏は出土遺物について常に公開するという立場をとっており、研究者らに公開するだけでなく、毛利邸に石巻考古館を設立して資料の蒐集、保管、一般への公開もしていた（三塚他 1976）。

戦後の1958年には多摩考古学会により発掘調査が行われた。この調査では、沼津貝塚における縄文時代後晩期の文化様相と東京都の三多摩地区における資料の比較検討を目的として行われた。2枚の貝層が確認され、毛利・遠藤両氏の発掘時と同様の遺物が出土した。詳細な調査地点は図示されてなく不明である(井上他 1965)。

1963年には、東北大学考古学研究室により発掘調査が行われた。この調査は毛利・遠藤両氏による発掘出土品が東北大学に寄託されたことを契機としており、遺跡の北斜面において行われた(伊東 1963)。調査地点付近では、縄文時代中期後葉から晩期後葉までの包含層が堆積しているが、調査においては後期中葉・晩期中葉の包含層が検出されず、出土遺物は後期後葉を中心としていた(林 1984)。

1967年には遺跡の中央部を南北に横断する市道の拡張工事に伴い、宮城県教育委員会を調査主体、東北大学考古学研究室を調査担当として緊急発掘調査が行われた。北斜面と南斜面にトレンチが設定され、北斜面では貝層の発達が見られ、縄文時代中期末から後期初頭にかけてのものと晩期後半のものが主体を占めており、南斜面では貝層は無く、遺物は縄文時代中期末のものが主体を占めていた(藤沼 1967)。

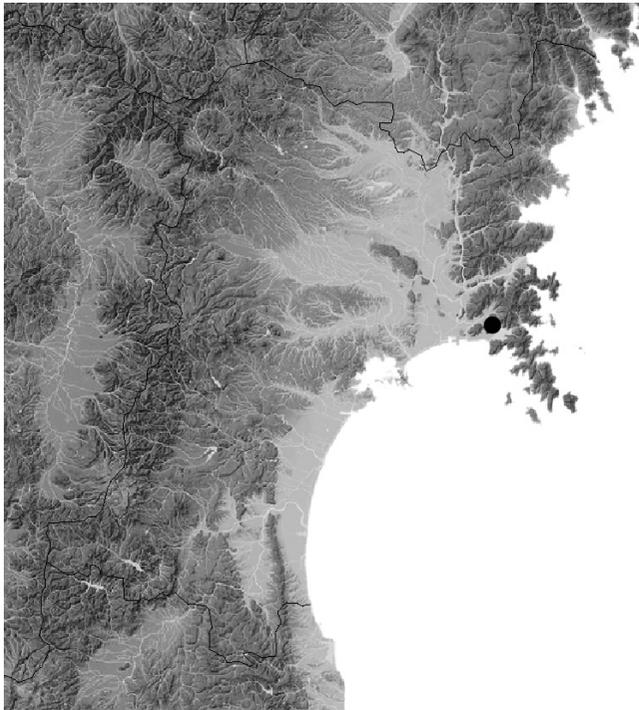
石巻市教育委員会による調査では、地形測量と遺物の表面採集による遺跡内の地点ごとの時期比定がなされ、各時期の遺物包含層の位置の把握がなされた(三塚他編 1976)。



(13)	(12)	(11)	(10)	(9)	(8)	(7)	(1)	(2)	(3)
縄文時代 完全品無	1 2 3	1 2 3 4 5 6 7 8	1 2 3 4 5 6 7 8	1 2 3 4 5 6 7 8	1 2 3 4 5 6 7 8	1 2	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 90 91 92 93 94 95 96 97 98 99	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 90 91 92 93 94 95 96 97 98 99	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 90 91 92 93 94 95 96 97 98 99

遺物出土番号と発掘時代別

第2図 沼津貝塚の発掘調査地点(毛利・遠藤 1953)



第1図 沼津貝塚の位置
(川だけ地形地図を基にカシミール3Dを用いて作成した)

第2節 分析資料の概要

第1項 資料の来歴

分析対象とした資料は、東北大学に所蔵されている、毛利・遠藤両氏の発掘による資料である。これらの資料は、東北大学に寄託された資料である。寄託に当たっては、一括して永久保存し、学術資料とすることが条件とされていた。内訳は、縄文土器 350 点、土偶 142 点、石器 350 点、骨角器 1150 点、貝輪 50 点、小型土製品 185 点であり、総計 2219 点となる。これらは、縄文時代後期から晩期に属するものである(伊東 1962)。

本論では、所在の確認された 99 点を象資料とし、図示している。このうち全点数を内部構造の分析資料とはしていないが、資料体の構成を提示する為に全体を図示している。資料の時期判定については、これまでの型式学的研究の蓄積に拠っている(手塚他編 1986、中村他編 1979、手塚 1994 など)。

なお、第3図から第9図の中で、破損部はドットによるトーンで示している。また、整理番号が記されたシールにより文様等が隠れている資料については、シールの範囲を実線で示している。

第2項 後期の資料

縄文時代後期に属する資料は78点確認された。概要については、頭、胸などの部位ごとに大きく分類して記載する。なお、複数の部位が残存している資料については、基本的に胴体を優先して分類している。すなわち、胴体と脚部が残存している場合には、胴部と分類している。

①頭部 (第3図1～9)

頭部は9点確認されている。1、2は首が長く、前方に突き出す形態をしており、顔面がY字状の連続する眉と鼻のみで表現される。後期初頭のものと考えられる。そのほかは、それぞれ細かい形態は異なるものの、T字あるいはY字状の隆帯で表現される眉と鼻を持ち、目・口は横一線の沈線のみで表されている。

②胴部 (第3図10～14、第4～6図、第7図49～53)

胴部は44点確認されている。すべて中実である。資料の傾向としては、以下のことが言える。まず、腹部の表現についてであるが、細長い隆起帯とその下端に半球形の盛り上がり組み合わされて胴体に貼り付けられるもの(A種)と腹部が全体的に盛り上がるもの(B種)の2種が存在する。腹部が盛り上がった部分に刺突が加えられるものが複数あるが、これについては両種問わずに認められる。B種では、正中線上に刺突列が加えられることが多い。乳房の形状は、球状のものや楕円球状のもの2種がある。腰の文様を見ると、無文のもの、垂下沈線と横位の沈線によるもの、鋸歯状文、垂下沈線の下端に刺突が加えられるもの、不規則に沈線が施されるものがある。

③脚部 (第7図54～67)

脚部は14点確認されている。左右の区別が確実につくものは無い。すべて中実である。装飾についてみると、無文のもの、沈線のみもの、縄文のみもの、沈線と刺突によるもの、沈線と縄文によるものがある。形態について見ると、湾曲具合から推定するに、脚部が腰からまっすぐ伸びるものと、湾曲してO脚状になるもの2種に分かれると考えられる。

④腕部 (第8図68～78)

腕部は11点確認されている。左右の区別がつくものでは、左腕が6点、右腕が4点である。すべて中実である。装飾をみると、沈線のみもの、刺突のみもの、沈線と刺突によるもの、沈線と縄文によるものがある。刺突には円形のもの、縦長のもの、方形のものがある。形態について見ると、肩が張り出して腕が内湾するもの、肩が緩やかに外反するもの、肩からやや張り出して腕が下へ伸びるものがある。

第3項 晩期の資料

縄文時代晩期に属する資料は19点確認された。晩期の資料については、時期を前葉・中葉・後葉の3つに大別して内容を記述する。

①晩期前葉の資料 (第8図79～84)

晩期前葉に属するのは6点である。すべて遮光器土偶と称される形態に分類される。つくりをみると、中空が4点、中実が1点である。79は、眼部の残存状態が良好ではないものの、頭頂部の形状や眉・鼻の形態から、遮光器土偶の出現期に相当する晩期初頭に位置づけられる。つくりは中空である。第82は遮光器土偶の頭部装飾である。つくり、調整ともに丁寧であり、大きさからみても大型品の一部とみていいだろう。83は遮光器土偶の腕部であり、つくりは中空である。84は遮光器土偶の脚部であり、つくりは中空である。80は、中実の腕部であり、81は中実の遮光器土偶の足先と思われる。

②晩期中葉の資料 (第9図85～95)

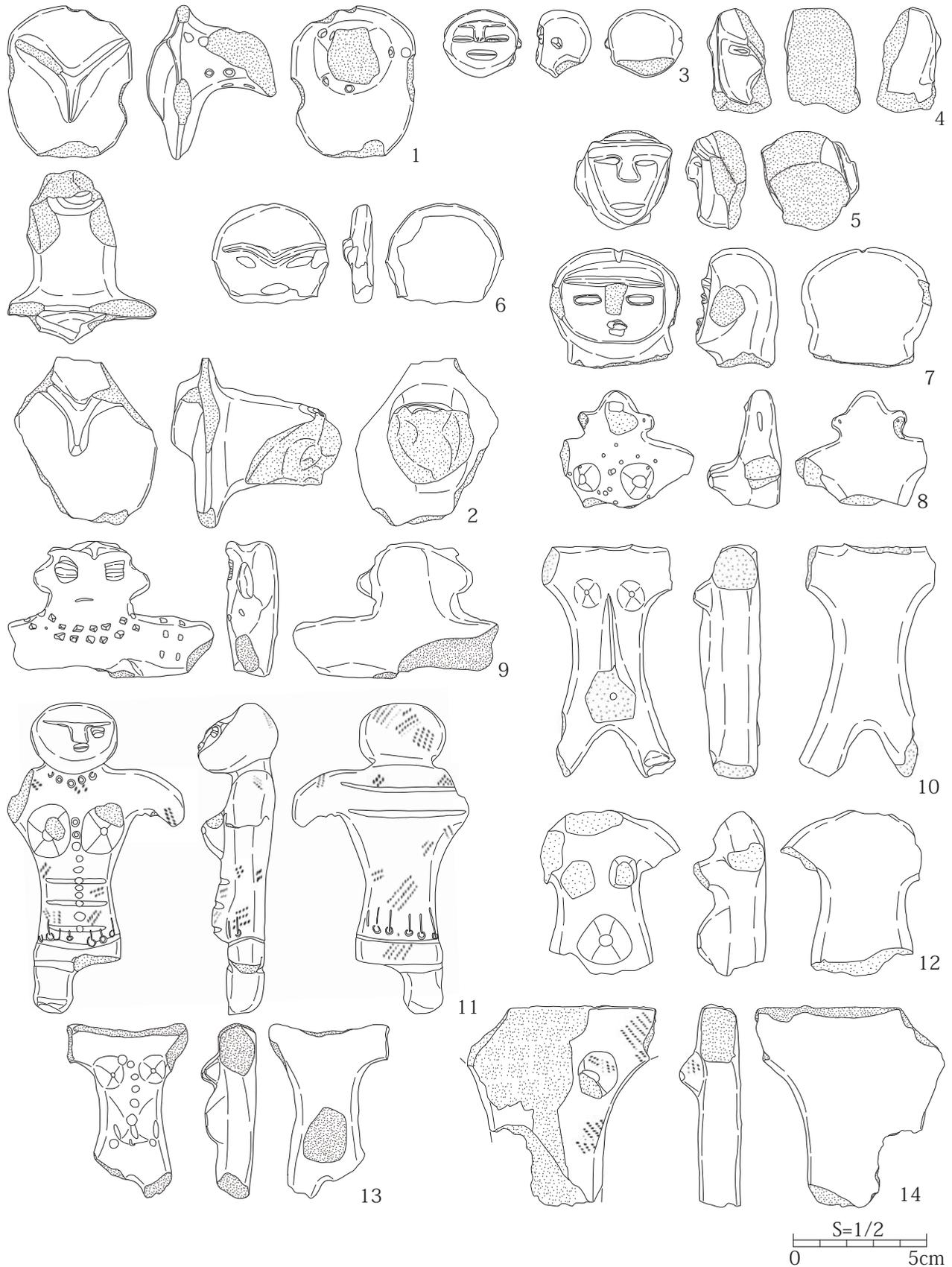
晩期中葉に属するのは11点である。遮光器土偶に後続する中空土偶の破片やX字形土偶がある。つくりをみると、中空が3点、中実が9点である。92・93はX字形土偶である。93は大型品の破片である。91は小型のもので、赤彩がなされている。84～91、94・95は遮光器土偶に後続するタイプの土偶である。85は中空の頭部破片、87・88は中空の胴部および腕部の破片、86、89～91は中実の腕部破片、94・95は中空の脚部破片である。

③晩期後葉の資料 (第9図96・97)

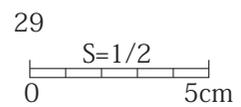
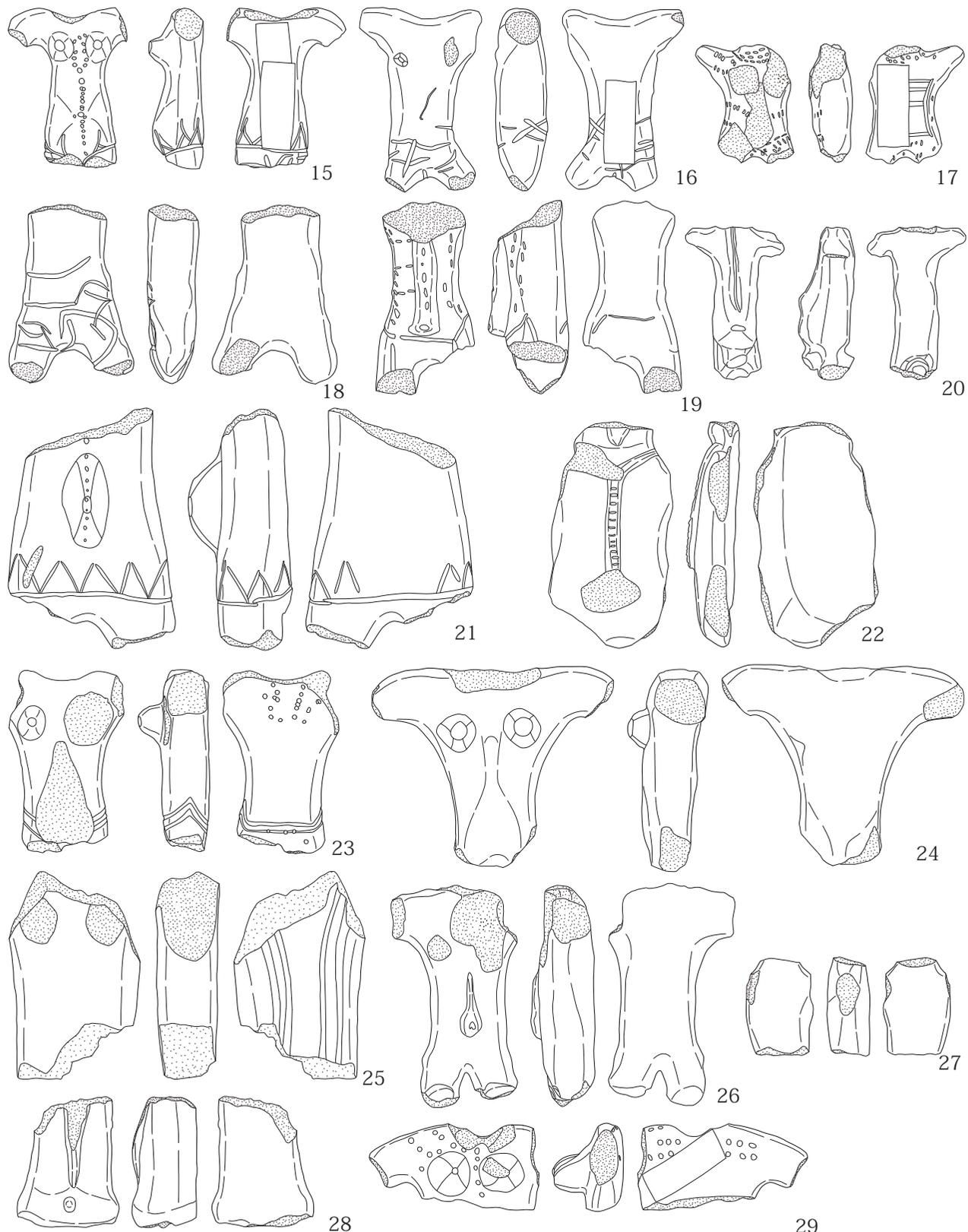
晩期後葉に属するのは2点である。97は、つくりは中空であり、腰部のみが残存している。脚部との付け根部分および腰のくびれ部分に区画の沈線が施され、その内側に刺突が充填される。また、胸に近接する箇所には6字状文と思われる沈線が施される。縄文時代晩期後葉の土偶は結髪土偶および刺突文土偶が主体となる(会田 1979)。また、6字状文はそれらの背中に施されることが多い(佐藤 1996)。これらの特徴から大型の刺突文土偶の破片と思われる。96は頭部のみ資料であり、扁平な形状である。眉は横方向の隆帯に刻みが施され、目、口は沈線のみで表されている。後頭部には、土器にも見られる工字文が施されており、この文様から晩期後葉に分類した。

第4項 時期不明の資料 (第9図98・99)

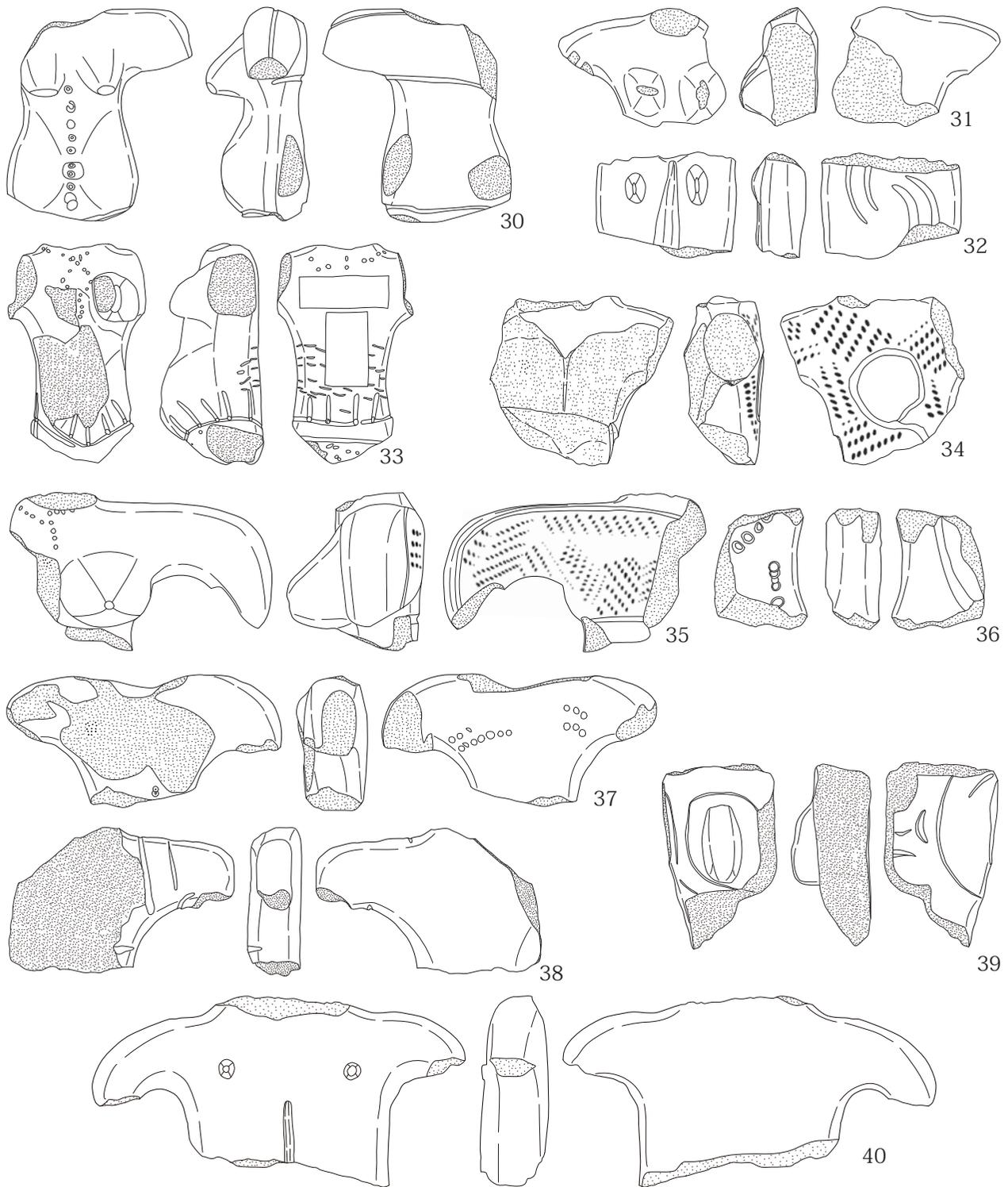
時期が不明のものは2点確認された。いずれも同時期の土偶の形態と類似するものではなく、ここでは土製品として扱うこととする。98は先端が破損した2本の脚のようなものを有する土製品である。色調は白色に近く、胎土は粗い。両側縁に竹管文が縦に並び、前後に貫通孔が穿たれている。



第3図 後期の資料実測図(1)

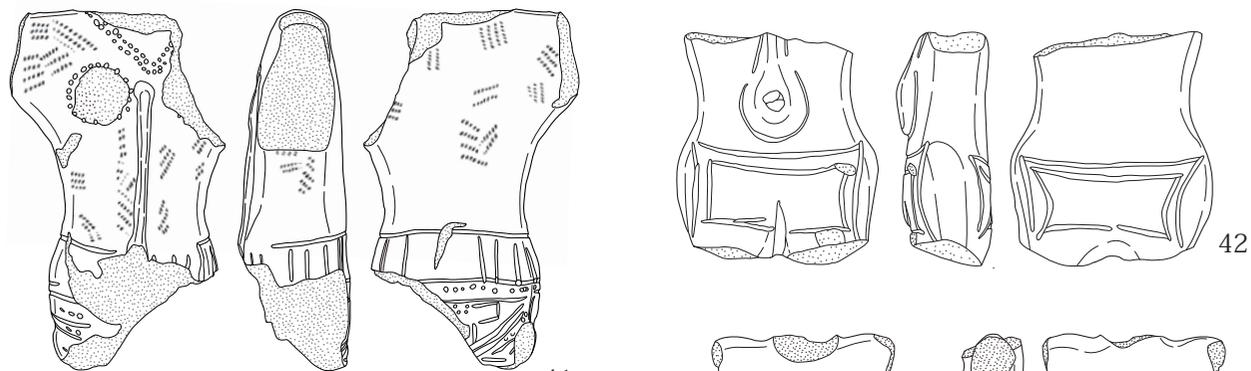


第4図 後期の資料実測図(2)



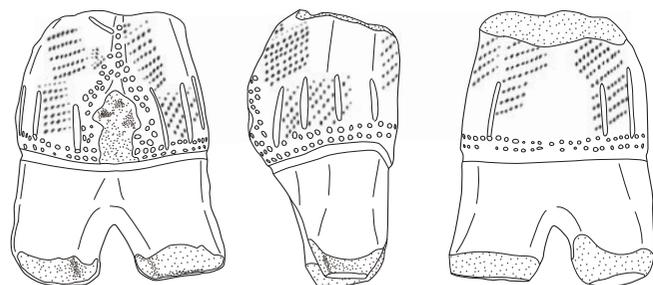
S=1/2
0 5cm

第5図 後期の資料実測図(3)

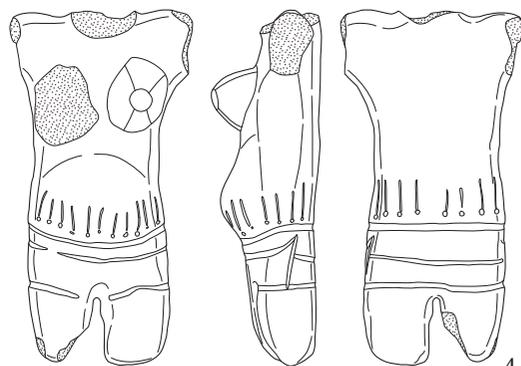


41

42



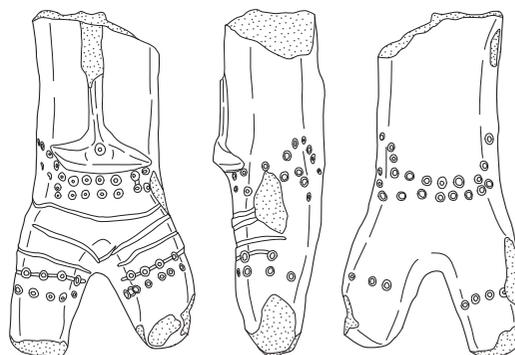
43



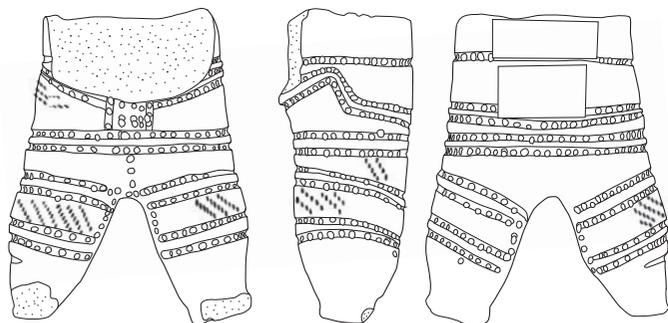
44



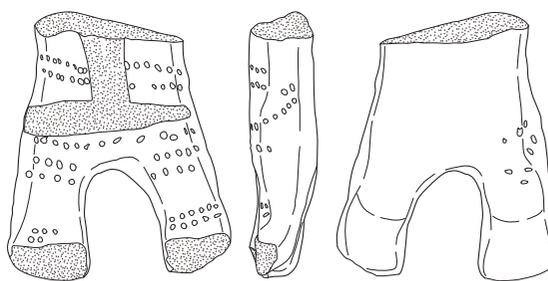
45



46



47



48

40: $\frac{S=1/2}{0 \quad 5\text{cm}}$

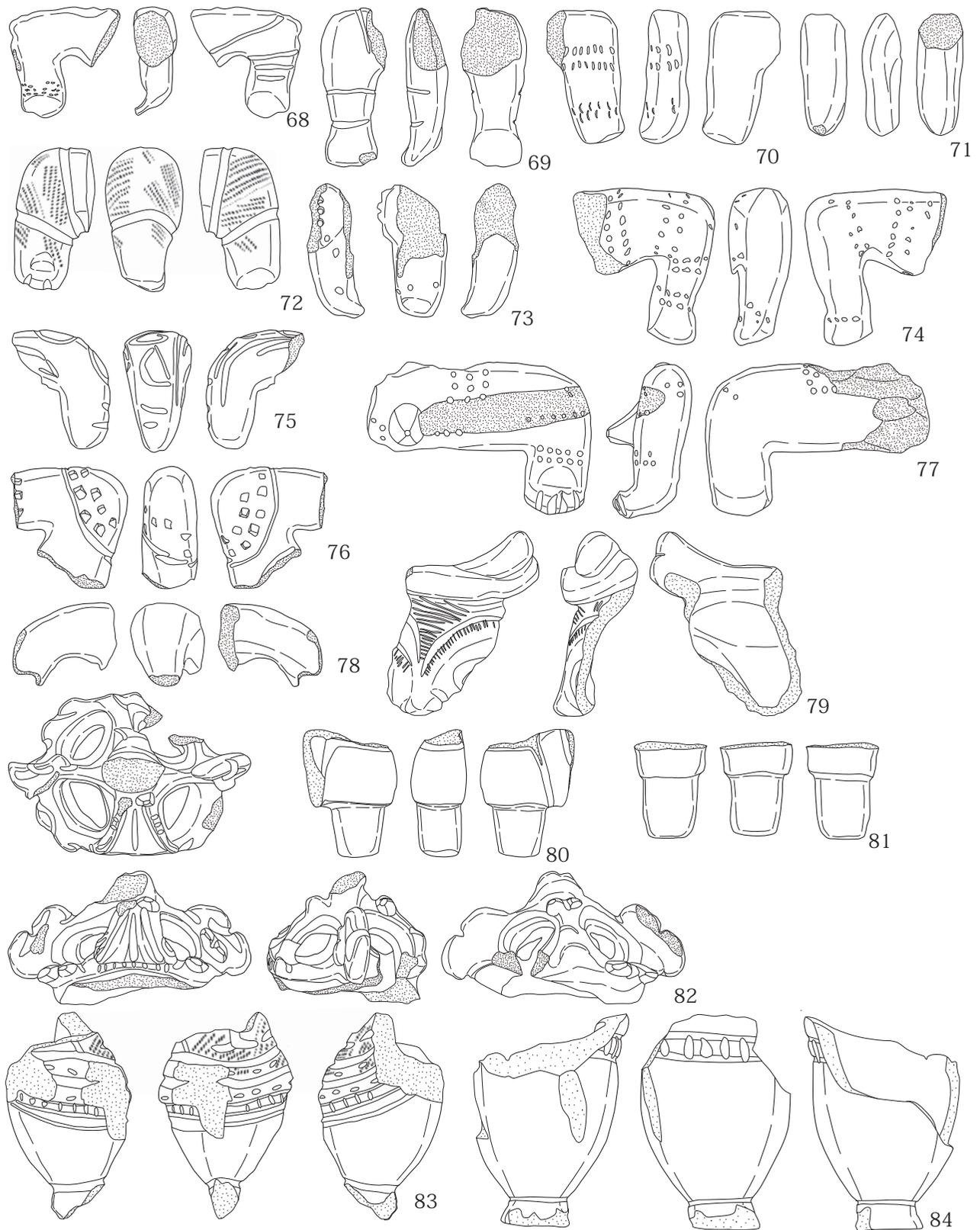
41~47: $\frac{S=1/2}{0 \quad 5\text{cm}}$

第6図 後期の資料実測図(4)



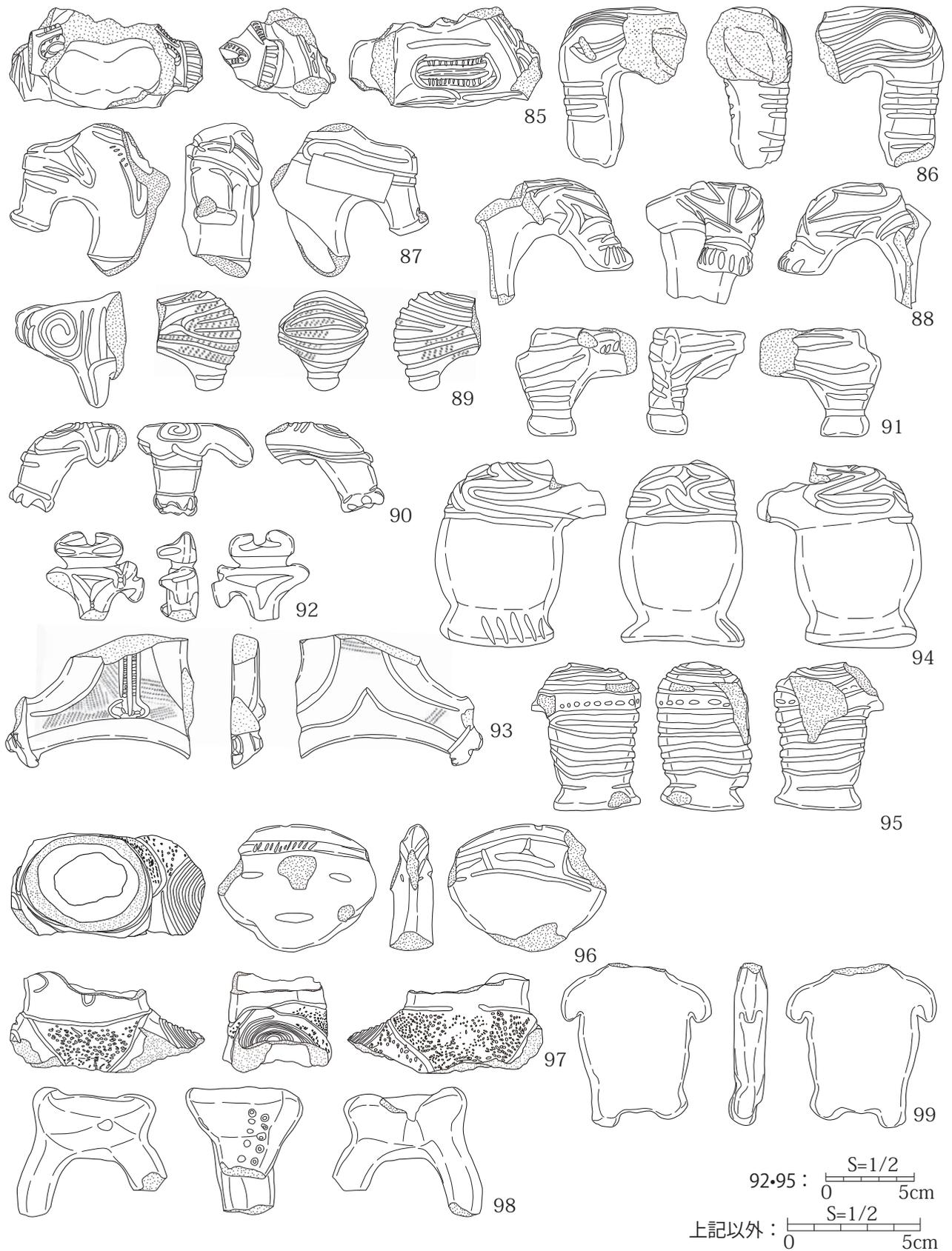
S=1/2
0 5cm

第7図 後期の資料実測図(5)



S=1/2
0 5cm

第8図 後期の資料実測図(6)・晩期の資料実測図(1)



第9図 晩期の資料実測図(2)

99は扁平な形状の土製品である。土偶でいうところの頭部にあたる部分が欠損している。四肢にあたる部分がつまみ出されている。文様はないが、胎土は精緻である。また、表面のミガキ調整が丁寧になされている。

第3節 資料体のまとめ

資料のほとんどが後期に属するものであり、晩期の資料は後期に比べ4分の1程度である。資料には残存状態の良好なものが多い存在し、内部構造の分析に耐えうる資料であると考えられる。毛利・遠藤コレクションの土偶は、出土位置や層位などの詳細な記録が存在しないという点があるものの、当該時期における土偶の形態を知るには十分な数量があり、本研究の資料として用いるに適切であると考えられる。

第3章 土偶製作技術の分析

第1節 分析の方法

本論ではX線CTを用いた土偶の内部構造に基づいた製作技術の分析を方法としている。X線CT装置(ScanXmate-D180RSS270 高出力大型標準用装置、コムスキャンテクノ株式会社)は、東北大学総合学術博物館に設置されている(第10図)。断層像の再構成にはconCTexpress(有限会社ホワイトラビット)を使用し、撮影データの表示、解析にはMolcerおよびMolcerPlus(ともに有限会社ホワイトラビット)を使用した。

X線CT装置の概要について、模式図を第11図に示した。X線CTでは、X線管からX線が放射されている間に、ターンテーブル上に設置された資料が360度回転し、検出器により検出されたX線の透過度により内部の密度や構造が計算され、断層像が得られる。得られた断層像をコンピュータで再構成することにより、3次元コンピュータグラフィック(3DCG)が得られる。この3DCGを用いて、任意の方向から内部構造を観察・分析することが可能となる。

第2節 土偶の内部構造

本節では、土偶の内部構造に基づく製作技術についての分析について述べていく。個々の事例について詳述し、最後にそれらをまとめるという内容となる。分析に用いた資料については資料○(○内には算用数字が入る)と名称を記し、また内部構造を示す図版、実測図の参照番号を付す。

それぞれの図版では、内部に見られる空隙の位置を白い破線で示している。また、製作過程について模式図を提示しているが、過程を示す番号の段階で新たに追加される粘土の塊をグレートーンで示している。

資料1 (CT: 第12図、実測図: 第3図10)

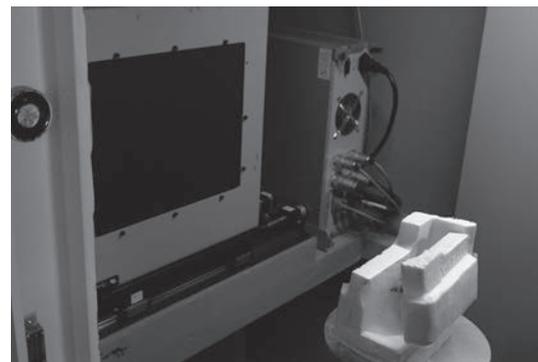
後期の土偶である。破損部の形状から、A種の腹部表現をとると思われる。頭部および両腕を欠損し、両脚も先端



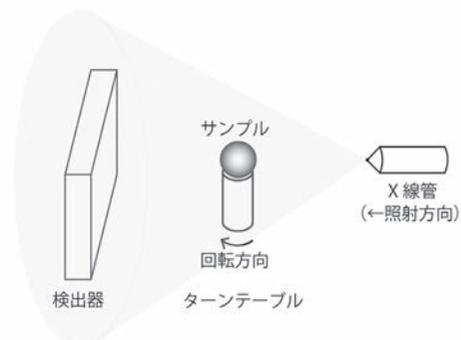
① X線CT装置全景



② X線CT装置内部 資料設置の様子



③ X線CT装置内部 X線検出器
第10図 X線CT装置



第11図 X線CTスキャンの模式図

を欠損している。内部構造のデータは、第12図の通りである。胴体の製作では、左右に粘土を組み合わせている。胸の部分は、胴体を形作る2つの粘土の間に粘土を挟み込んで成形されており、また首の接合部の土台ともなっている。脚の成形では、両脚をそれぞれ接合するように、逆のV字状に成形をしている。製作技術について、工程を簡易的にまとめると、第12図6のようになると考えられる。大きく、胴体、腕部、脚部の3つのブロックに分けられていることが分かった。

資料2 (CT: 第13図、実測図: 第6図46)

後期の土偶である。胸部より上の部分が欠損しており、胴体は細長い。貼付タイプであるA種の腹部表現をとっている。第13図は、内部構造のデータである。胴体と脚部の接合の痕跡を認めることが出来る。胴体の製作では、おそらく前後に粘土を組み合わせる方法をとっていると思われる。脚部の成形は、両脚をそれぞれ接合するようにされている。製作過程について簡易的にまとめると、第13図5のようになると考えられる。

資料3 (CT: 第14図、実測図: 第4図19)

後期の土偶である。貼付タイプであるA種の腹部表現をとる。内部構造について見ると、接合痕は不明瞭であるが、比較的明瞭に観察できる脚部の成形について見てみると(第14図8)、両脚の粘土の間に、股の部分となる粘土が加えられて両脚の方へ伸びており、3本の粘土の組み合わせという構造により脚部が成形されている。胴体については、複数の粘土塊の組み合わせにより成形されており、大きくみると前後に組み合わせていることが、観察可能な空隙から分かる。製作過程について簡易的にまとめると、第14図9のようになると考えられる。

資料4 (CT: 第15図、実測図: 第4図23)

後期の土偶である。他の資料に比して混和剤の割合が多い。かすかに接合痕を観察することが出来、複数の粘土の塊を組み合わせた胴体があり、そこに四肢となる粘土を接合している。両脚は、それぞれが胴体に接合されている。腕は曲線を描くような成形方法である。製作過程について簡易的にまとめると、第17図左のようになると考えられる。

資料5 (CT: 第16図、実測図: 第6図48)

後期の土偶である。腰部と脚部が残存している。腹部表現は、剥落痕から貼付タイプであるA種と考えられる。胴体と脚部の間と両脚の間に空隙があり、それぞれ粘土の接合痕と考えられる。両脚がそれぞれ接合し、胴部と組み合わせられて製作されている。製作過程について簡易的にまとめると、第17図右のようになると考えられる。

資料6 (CT: 第18図、実測図: 第4図18)

後期の土偶と考えられる。腰部および脚部が残存している。沈線により乱雑な文様が描かれている。正面からの断面をみると、大きく6つの粘土の塊が認められる。脚部に成形についてみると、両脚をそれぞれ接合して組み合わせられている。製作過程について簡易的にまとめると、第20図左のようになると考えられる。

資料7 (CT: 第19図、実測図: 第3図13)

後期の土偶である。膨隆するタイプであるB種の腹部表現をとる。内部構造をみると、中心となる胴体の粘土塊を成形し、そこに四肢となるパーツの粘土を付け足していく方法をとっている。脚部の成形をみると、両脚をそれぞれ胴体に接合し、その間の股の部分に粘土を加えている。脇の部分には滑らかな形状に調整することを目的とした粘土が付されている。パーツが付けられたのちに、全体の調整として表面を覆う粘土が付加されている。

内部の空隙には、特徴的なものがある。1つは、刺突状の痕跡である。断面が弧状を呈する空隙が左脚の付け根付近にある。この空隙の一部は表面に出ており、そのことから製作の最後の過程、施文段階で生じたものであることが推定される。最終的に腹部の粘土により大部分が覆い隠され、一部分しか見えていないことにより、外面の観察のみでは刺突とされてしまうものである。もう1つは、小畑らの研究で指摘されているような潜在圧痕の可能性のある空隙である。第19図3は、内部の空隙を可視化したものであり、四角で囲った部分を拡大したものが同図4である。幅は約2mmであり、長さは約8mmである。非常にサイズが小さいが、何らかの植物の痕跡が想定される。その場合、恐らくは製作時の混入であることが考えられる。

製作過程について簡易的にまとめると第20図右のようになると考えられる。

資料8 (CT: 第21図、実測図: 第3図12)

後期の土偶と考えられる。頭部と四肢が欠損しており、膨隆するタイプであるB種の腹部表現をとる。内部構造をみると、頭部と胸部、胸部と両腕、胸部と腰部、腰部と両脚と、それぞれのパーツごとに接合痕が認められる。また、腹部は球形の粘土を貼り付けることにより成形されている。内部構造から分かることは、大きく2点ある。1点目は、胸部と首の接合部に、大きく窪みがあることである。先行研究においても、土偶の各パーツの接合の際に、一方の粘土に対して窪みを入れて接合をする方法があることは指摘されているが、この資料も同様のものと考えられる。首の他、両脚についても、胴体の方に窪みが入れている。2点目は、表面では観察することのできない刺突の痕跡が内部に見られることである。第21図6は、正面からの断面の中で、左肩に焦点を当てたものであるが、5つほどの長方形

状の空隙が認められた。内部にある空隙を可視化し、拡大したものを示すのが同図7である。空隙の形状は、半裁竹管に似ていることが分かる。同図8は、腹部を拡大したものであるが、同様の刺突が施されていることが分かる。これらの刺突は、外面からは観察不能であり、刺突が施された後、さらに粘土を付加することで隠されていると思われる。この土偶は、胴体に窪みが入れていることから、胴体に各パーツを接合する方法が用いられていると考えられ、製作過程について簡易的にまとめると、第21図9のようになる。

資料9 (CT: 第22図、実測図: 第7図53)

後期の土偶である。腰部以下が残存しており、腹部は膨隆するタイプであるB種の表現をとる。腰には沈線による装飾がなされる。分析資料の中では、接合痕を比較的明瞭に観察できる資料である。内部構造を見ると、腰部は3段の粘土塊を積み重ねて製作しており、そこに脚部と腹部の粘土の塊を付け足して各部分を作っている。脚部の成形は、両脚それぞれを単独に腰部に接合している。各部の接合の後に、粘土を足すなどして表面を調整するという製作工程を復元することが出来る。製作過程を簡易的にまとめると第23図のようになると考えられる。

資料10 (CT: 第24図、実測図: 第6図43)

後期の土偶である。膨隆タイプであるB種の腹部表現をとる。腰から下が残存している。脚部は、それぞれが単独に腰に接合するタイプである。それぞれ脚の軸となる粘土が中心に据えられ、そこに補助となる粘土が付加されて全体が成形される。製作過程を簡易的にまとめると第24図5のようになると考えられる。

資料11 (CT: 第25図、実測図: 第3図11)

後期の土偶である。膨隆するタイプであるB種の腹部表現をとる。右腕と左脚を欠損している。首と胸部との接合は、胸部に窪みを入れて差し込む形で成形されている。胴体は少なくとも2つ以上の粘土を組み合わせて製作されており、脚はそれぞれが腰部に接合するように成形されている。補助的に粘土が付加されて、全体が成形されている。製作過程を簡易的にまとめると第25図4のようになると考えられる。

資料12 (CT: 第26図、実測図: 第4図16)

後期の土偶と考えられる。頭部を欠損し、四肢も付け根を残すが欠損している。腹部は膨らまずに、胸には粘土粒の貼り付けによる乳房の表現がなされている。腰部には沈線が不規則に施されている。頭部と胸部の接合部は滑らかな状態を残しており、粘土の接合部が露出しているものと思われる。胴体と腕、脚との間に接合痕が認められ、パー

ツごとの接合により製作されていることが分かる。脚部はそれぞれを単独に腰部に接合されている。

この資料では、特徴的な事例として炭化物の存在がある。内部には、長さ約7mm、幅約4mmほどの空間が存在し、空間内に炭化した種実と思われるものが残存していた。残存物の断面を拡大してみると、その組織の形状が保持された状態で残存していた。残存物を含んでいる空間が、炭化する前の種実の大きさを示すのではないかと予想される。粘土の接合痕跡をみると、この種実を包むように成形されており、意図的な混入が想定される。製作過程を簡易的にまとめると第26図6のようになると考えられる。

資料13 (CT: 第27図、実測図: 第4図26)

後期の土偶である。頭部および両腕を欠損している。粘土帯の貼り付けタイプであるA種の腹部表現をとる。文様は施されていない。内部構造を見ると、胴体と腕、脚との間に接合痕が認められる。第27図2をみると、胴体の粘土に挟まれるように脚部が接合されている。脚部はそれぞれが胴体に接合する方法で接合されている。本資料では、内部に大型の礫状の混入物が確認されている。第27図3は、胴体を拡大したものである。周囲の粘土のように、細かな空隙が確認されず、少なくとも粘土の塊ではないことが分かる。また、周囲の粘土と密度は同程度であり、粘土と同じような性質の物質であることが想定される。製作過程を簡易的にまとめると第27図4のようになると考えられる。

資料14 (CT: 第28図、実測図: 第6図44)

後期の土偶である。頭部と両腕を欠損している。膨隆するタイプであるB種の腹部表現をとる。腰には垂下する沈線が施文され、沈線の下端には円形の刺突が加えられる。脚には横方向に1条の沈線。腰に横方向の2条の沈線が巡る。第28図2は、正面からの任意の位置での断面を示しており、複数の粘土の塊を組み合わせることにより成形していることが分かる。胴体と四肢にパーツに分かれている。首は胴体に凹みを作って接合する方式をとっており、首の破片が一部接合部に残存している。脚の成形方法をみると、両脚をそれぞれ胴体に接合し、さらに粘土を付加して全体を成形している。製作過程を簡易的にまとめると第30図右のようになると考えられる。

資料15 (CT: 第29図、実測図: 第6図47)

後期の土偶である。腰部および脚部が残存している。沈線とその内部に施される刺突、RL縄文により装飾される。内部構造をみると、小さな粘土を組み合わせて製作しているようである。脚部の成形においては、軸となる粘土に小さい粘土を付加していき、肉づけをするように成形している。両脚はそれぞれ胴体に接合しており、股にあたる部分に、両脚を介する粘土を置いている。右脚の粘土には、細長

く繊維状を呈する空隙がみられる（第29図3の矢印）。厚さはほぼなく、樹皮のようなものが想定される。製作過程について簡易的にまとめると第30図右のようになると考えられる。

資料16（CT：第31図、実測図：第5図37）

後期の土偶である。胸と両肩が残存している。胴体となる粘土塊は複数の粘土を組み合わせて作られている。そこに肩から腕へと延びる粘土が付けられ、それら支えるように、脇の部分と両肩にかけて粘土が付加される。首は胴体にくぼみが入れられて差し込みによって接合する方法が採られ、その痕跡が胴体に残る。また、内部に残る空隙を可視化させると、胴体の左下の部分、および左肩の部分に繊維状に延びる細長い空隙が存在することが分かる。断層像を確認する限りでは、空隙内に残存物はみられない。繊維状の空隙の幅はおよそ3mmであり、断面系は三角形を呈している。意図的なものかは判断できない。製作過程について簡易的にまとめると第31図6のようになると考えられる。

第3節 分析結果のまとめ

第2節では、個々の分析事例を記述してきた。本節では、それらの分析結果を総合し、内部構造から見た土偶の製作技術の傾向について述べていきたい。

胴体の成形方法は、複数の粘土塊を組み合わせて製作しているものがほとんどである。均整のとれた接合がなされているものは数少なく、縦に段階を分けて粘土塊が積み上げられることで胴体が成形されているものがあるくらいである。

胴体と四肢の接合では、パーツとして腕や脚が接合されて成形されている。胴体から粘土を引き伸ばして、手捏ねで成形されているものは確認されなかった。四肢を成形する際に、パーツの中心となる粘土塊に、細かな粘土が付加されている。この細かな粘土は、腕や脚などのパーツの成形の最終段階の調整として行われていると考えられ、脇や股などの付け根の部分に丸みを持たせる意味合いを持つと考えられる。細かい粘土の役割は、四肢の成形を微調整するためと考えるべきであろう。

脚部の接合には大きく2つのパターンが存在する。1つは第35図左のように、脚の軸となる粘土がそれぞれ単独に胴体に接合し、その間を充填する粘土が介在するものである。もう1つは同図右のように、両脚が互いに接合して脚部となり、胴体に接合するものである。前者の中には、資料7のように、胴体側に窪みを入れて脚部を接合する方法をとるものもある。

腕部の接合では、単純に粘土を胴体に接合して成形するパターンの他、同様の手順を追った後、両肩に渡る粘土を組み合わせるパターンがあり、この場合肩の粘土に首の接合部の調整がなされる。単純な接合パターンには、胴体に

くぼみを入れたのちに腕となるパーツを差し込むパターンが含まれている。これはこれまでの研究でも指摘されているソケット式と呼ばれるものと同一のものである。

また全体的な傾向として、土偶製作の過程のなかで、部材となる粘土の調整をすることは稀のようである。内部に見られる粘土の接合痕は、資料9のように滑らかに丸みを帯びた形状で観察できるものもあるが、大半は接合痕が粗雑である。すなわち、各パーツを構成する粘土の塊を丸めるなどして調整することは少なく、粗雑な表面形状のまま粘土を組み合わせてパーツを形作っているようである。

以上のような製作技術の傾向のうち、脚部の成形には外面の装飾と関連性を有する可能性がある。分析対象資料のうち、腹部の表現について、A種とB種の2種の表現方法があるが、これらと第35図に示した脚部の成形方法の傾向に関連性を窺うことができる。この関連性については、第36図に示す通りである。細長い粘土と円形の粘土を貼り付けるA種の腹部表現をとる土偶は、脚部が互いに接合するように成形されており、膨隆するタイプのB種の腹部表現をとる土偶は、脚部がそれぞれ胴体に接合するように成形されている。前者の例としては、資料1・2・5がある。後者の例としては、資料4・7・8・9・10・11・14・15がある。これらの傾向に当てはまらないものとしては、資料3・6・12・13がある。

土偶の内部の状況を見ると、粘土の接合痕を示す空隙の他にも空隙は見られる。それらの中には、粘土以外の物質が内在していた可能性を示すと思われる空隙を複数確認することが出来た。

第4節 レプリカ製作による検証実験

第1項 検証の概要

X線CTにより得られた内部構造のデータの解析により、内部に空隙が存在することが認められた。筆者は内部に残るこの空隙を製作痕跡、すなわち粘土と粘土の接合痕であるという仮説を立てた。この仮説を検証することが実験の目的となる。検証の際には、レプリカを製作し、内部構造を比較する実験考古学的手法が有効となるのである。

この実験の目的は、X線CTにより得られた内部構造のデータの解析に当たって、観察される事項について、その妥当性を検証することにある。その手法として、土偶のレプリカを作成し、データ解析の対照資料として用いることを採用した。なお、土偶を含めた粘土を原料とする製品は、焼成という大きな化学変化の過程を経ている。そのため、撮影に当たっては、作成後の乾燥状態で1回、焼成後に1回、それぞれ撮影を行い、内部構造に変化が見られるかどうか、内部構造を構成する事象が何かを突き止めることに焦点をあてている。

このような実験的試みは、理論的背景としてミドルレンジセオリーに依拠している。ミドルレンジセオリーとは、現

在から過去へという面と、静態から動態へという面の2つの面について、検出された考古学的記録のパターンを、当時の人間行動という脈略に変換していくための方法論的体系を指す(阿子島 1983, 2004)。本研究の場合では、X線CTによって観察される土偶内部の空隙の生成要因について、実験的手法を用いて解釈を行うための方法として機能する。

第2項 レプリカ資料について

検証に用いるレプリカ資料は5点製作している。すべて沼津貝塚資料のうちの1点をモデルとして製作している。使用した粘土は、一般に販売されている野焼き用粘土を用いた。また、混和剤として宮城県を流れる広瀬川下流の牛越橋下の河川敷にて採取した川砂を用いている。製作にあたっては、粘土と粘土の接合痕が実験資料ではどのように観察できるか、また、粘土を繋ぎ合わせずに引き延ばすという行為により粘土の内部構造はどのような状態になるかということを観察するために、それぞれ資料を製作した。資料1は粘土を繋ぎ合わせて製作した資料である。資料2、3は粘土を引き延ばして製作した資料である。資料1の製作過程は第32図に示している。

次に資料の焼成について述べる。焼成は、仙台市内の牛越橋下の広瀬川河川敷にて行った。方法は、縄文土器の焼成方法にならい、所謂開放型の野焼きという方法を採用した。燃料は、広葉樹のナラの木、および針葉樹のスギの木を用いた。ともに市販品である。また、補助的に河川敷付近で採取できる流木を使用している。本実験では、野焼き方法の検証ではなく、資料が熱を受けることにより、内部構造に変化が生じるかどうか検証することに目的を設定しているため、粘土や混和材の種類、樹種については厳密に考慮していない。

焼成実験は2016年10月5日に行った。午前9時より開始し、その時の気温は摂氏17度であった。以下に示すのは焼成の過程である。なお、番号については第33図の写真に付している番号と一致する。なお、今回の焼成時には土器も一緒に焼成をしているが、そこに明確な意図は存在しない。

1. 燃料を地面に置き、点火する。
2. 資料を火の周囲に置き、温める。
3. 資料を火の中に設置し、焼成を始める。
4. 火の勢いが落ち着いたら土器などを倒す。
5. 火の勢いがなくなり、自然に冷却されるのを待って、取り出す。

焼成終了後に資料の状態を確認したところ、2点が破損していた(第33図5の写真右側2点)。残り3点については表面の状態に差異はあるものの、破損することなく無事であった。破損した資料は、粘土を繋ぎ合わせて製作したも

のと粘土を引き延ばして製作したものとそれぞれ1点ずつであり、前者の破損部分は膨らんだ腹部を表現するために張り付けた粘土がはがれるように破損していた。破損面の大部分は滑らかな状態であり、接合面が露出している。後者の場合は、原型は留めるものの、ばらばらに破損している。破片をすべて回収することは出来なかったため、完全に復元は出来ない。

第3項 実験のデータ

本節では、製作した資料について個別にデータを提示し、焼成による影響について検証していく。撮影条件の設定については、管電圧および管電流は基本的に固定しており、拡大率および解像度は、各資料の大きさに従ってなるべく高解像度のデータを得ることが出来るように設定している。また、焼成前後で撮影条件に変更はない。

①資料1

第7図53の土偶をモデルとしたレプリカ資料である。製作過程については、第12図に示しており、製作方法はX線CTにより得られたデータに基づいている。撮影は、管電圧120kV、管電流200 μ A、拡大率3.1790倍、解像度39.950 μ mの条件で行った。第34図1は、同資料の3DCGである。第34図2は、製作後乾燥が十分に進み、焼成する前の段階で撮影したデータである。第34図3は、焼成後に撮影したデータである。2および3の白い矢印で示した部分が空隙であり、このような空隙が粘土の接合の痕跡に当たる。製作時の粘土の接合の痕跡は明瞭に残っており、また、焼成後に新たに発生した空隙は確認されないことが分かる。

②資料2

①とは異なり、製作の際に、粘土を繋ぎ合わせず、1つの塊の粘土を引き延ばすことで脚部を製作したものである。管電圧120kV、管電流200 μ A、拡大率2.1870倍、解像度58.070 μ mの条件で撮影を行った。第34図4は同資料の3DCGである。第15図5は、乾燥が十分に進み、焼成する前の段階で撮影したデータであり、6は焼成後に撮影したデータである。両者とも、内部の空隙を可視化した状態の画像を提示している。両者を比較して、空隙の位置に相違はなく、新たに発生したものもないことがわかる。

③資料3

②と同様の工程で製作したものである。③と同時に撮影したため、条件は③に準じる。第34図7は焼成前に撮影した同資料の3DCGであり、10は焼成後の3DCGである。8、9は乾燥が十分に進み、焼成する前の段階で撮影したデータであり、8は内部の空隙を可視化したもの、9は任意の断面を示す。11、12は、焼成後に撮影したデータである。11は、内部の空隙を可視化したもの、12は任意の断面を

示す。本例は、焼成中に破損しており、破片を全て回収できなかつたため、焼成後のものは不完全な形となっている。破損の原因については、詳細は不明である。8と11、および9と12をそれぞれ比較しても、焼成後に新たに発生した空隙はないことがわかる。

第4項 検証実験の成果

前項での3つのレプリカ資料を用いた検証に基づく、①粘土の接合痕跡は、焼成の前後で消失することはなく、明瞭に残る、②焼成の前後で新たな空隙が生成されることは無い、ということが指摘できる。これらのことから、X線CTを用いて観察できる内部の空隙は、製作段階に発生したものであることがわかる。また、資料1のように、複数の粘土の塊を組み合わせることで製作した資料の場合、観察できる空隙を追跡することで、内部の土偶の塊の範囲を認識することが可能となり、それにより粘土の組み合わせ方についてもわかる。土偶の製作技術について分析をするにあたり、内部に残る空隙に着目することは有効であることが、本検証により言えるのではないかと考える。

第4章 考察

第1節 土偶の製作技術から見えること

内部構造の分析により、沼津貝塚の後期に属する中実土偶には大きく2種類の製作技術の類型が認められた。X線CTを用いた分析に供した資料は少数であるものの、資料選定の段階で胴体と四肢の残存状態の良いものを選択しており、対象とした資料は形態的にまとまりのあるものである。そのようなまとまりのある資料の中で、2種類の製作技術の類型と最終的な形態との間に関連性を窺うことが出来た。すなわち、土偶の製作において最終的な完成形を見据えた製作の計画性および一種の規格を窺う事が出来るのである。

先行研究の中で、特に破損面に焦点を当てた研究では、「破損面に見える滑らかな面」が製作における接合面であるという指摘が受け入れられたことに端を発し、以降の土偶研究や発掘調査報告書の土偶の所見記載において、破損面に着目している記述が散見された。しかし、内部構造について分析すると、土偶の破損面がそのまま胴体と四肢の接合部であるという資料は少なく、胴体に四肢を接合して成形している土偶のほとんどは、胴体に細かい粘土を少しずつ付け加えていくパターン、もしくは脇と肩のパーツとなる粘土にはさなれる状態で成形されていくものである。すなわち、土偶の破損面の形状がそのまま土偶製作におけるパーツの接合状況を示しているとは言えなくなることを指摘する事ができる。

第2節 胎土に内包されるもの

今回の分析を通じて、初めて明らかとなったこともある。

その最たるものは種子と思われるものであろう。縄文土器の胎土内に潜在する種実の痕跡についての研究は近年発展の様相を見せている。土器での研究では、破損のリスクを負ったうえで意識的に混在させていることを指摘している。本研究で観察されるものは、第26図3で示すような粘土の接合状況を見る限り、種子と思われるものを包み込むように粘土が接合されており、土器での事例と同様に意識的に混ぜ込んだものであると思われる。

このような粘土とは異なる材質の混入物について、意図的な混入であるかどうかはその行為の意味を考えるうえで重要となる。中山誠二氏や小畑弘己氏らによる、土器の潜在圧痕の研究では、土器の把手部分という壊れやすい部分に混入していることから意図的なものという見方をしている(中山 2010、小畑他 2014)。小畑らは、混入した部位が接合部という脆弱な箇所であること、また、ダイズ属種子が水分を含むと膨張する性質を有しており、水分の多い粘土中では膨張により亀裂が生じ、焼成中の破損の可能性も高くなることを指摘しており、そのようなリスクの中で把手という特定の部位に同一の種実が見られることの背景に、意図的な混入の可能性を指摘している(中山 前掲、小畑 前掲)。

早期から前期における繊維土器以外にも、有機質の物体が意図的に混入される事例は存在している。本研究で確認された資料12の種実と思われる痕跡の場合は意図的な混入が想定されるが、それ以外の繊維状に痕跡などについては、製作時の周辺環境など、無意識に混入される場面を想定することが可能であり、意図的なものかどうかは判断できない。

第3節 土偶を作るという行為

今回の分析を通して、土偶は細かな粘土の組み合わせで成形されて製作されていることが分かった。また、成形方法と装飾において関連性があることを指摘した。これらにより、土偶の製作においては、製作者の念頭にある完成形を目指して、細かく段階を経て粘土を組み合わせることで成形し、また、形態と粘土の接合方法に規則を有しながら、製作を進めていたという様相を窺うことができる。そして、時には混和材となるもの以外の物質を混ぜ込み、何かしらの意味合いを土偶に持たせようと製作する場合も想定される。土偶の製作においては、一貫した規則性は無いものの、成形に当たっては規則のようなものがあつたと考えられる。

終わりに

本論では、土偶の製作技術について論じてきた。X線CTを用いて内部構造を詳細に観察・分析し、多くの情報を基に製作技術について復元を試みた。X線CTを用いることにより、内部の構造や混和材の分布など多くの情報を得るこ

とができ、分析手法としては大きな効果があるものと考えられる。

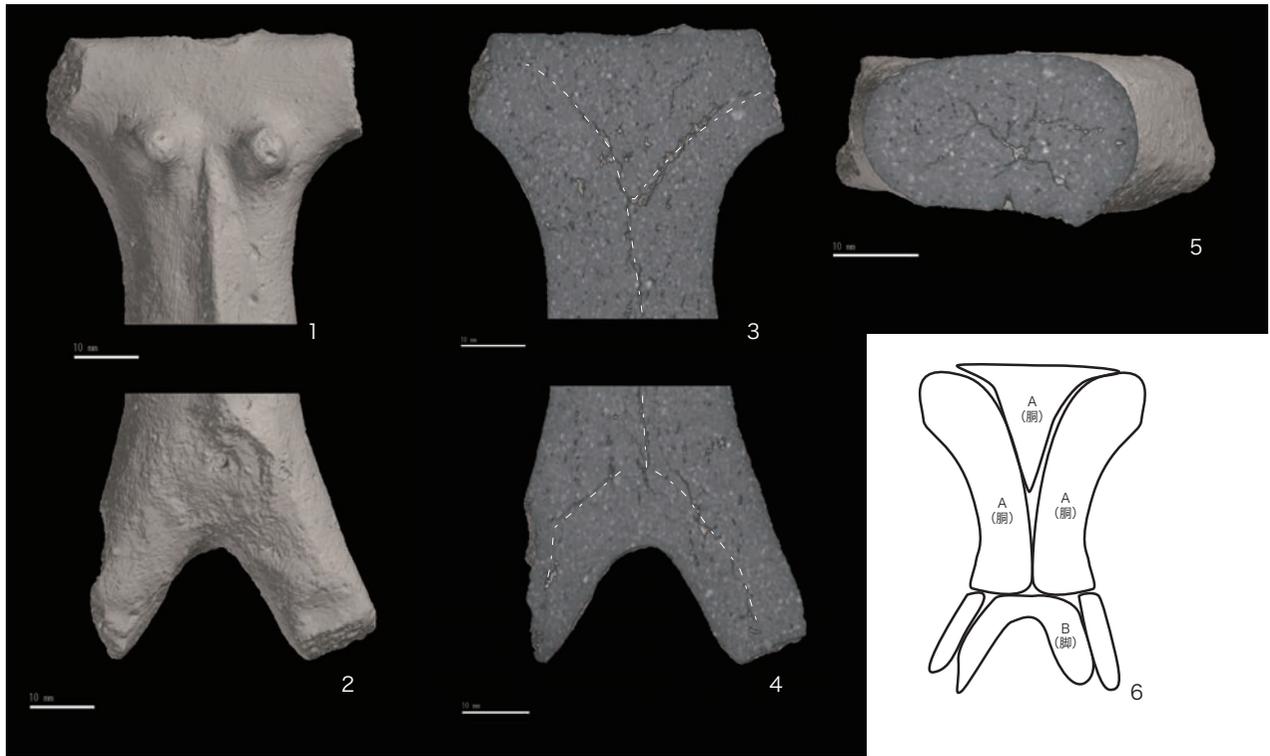
本論では、対象とした土偶の編年観についてまとめることができず、確認できた製作技法の種類の時間的位置付けができなかったことが今後の課題としてあげられる。沼津貝塚の土偶が、東北地方あるいは遺跡周辺地帯の中で、どのような性格を持つものであるのか、類例の検討などを踏まえて、沼津貝塚の土偶の位置付けを行うことで、本論で確認できた製作技術について、どのような意味を持つのかさらに探っていきたい。

本論は、平成 28 年度に東北大学大学院文学研究科に提出した修士論文を基にしたものである。研究を進めるにあたり、指導教官である東北大学大学院文学研究科考古学研究室の阿子島香教授、鹿又喜隆准教授、東北大学総合学術博物館の藤澤敦教授には、日頃より多くのご指導、ご鞭撻を頂きました。また、同館の佐々木理准教授、鹿納晴尚氏には、X線 CT の使用およびデータの解析に際し、データの見方から揭示の方法、分析の視点に至るまで多くのご指導を頂きました。また、東北大学学際科学フロンティア研究所の有松唯助教（当時）、田村光平助教、考古学研究室の洪惠媛研究助手（当時）にも、日頃より多くのご指導を頂きました。考古学研究室の皆様には、在学中多くの励ましを頂きました。末筆ながら、ここに記して深く感謝申し上げます。

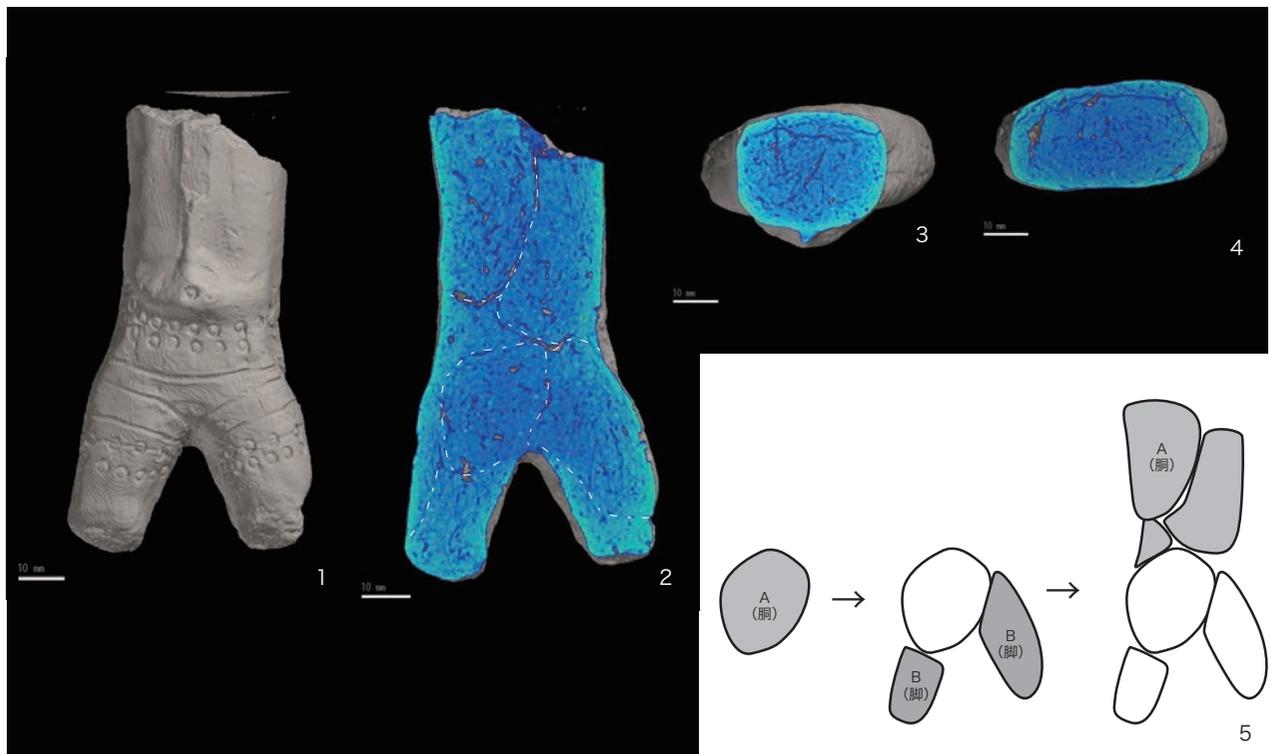
引用・参考文献リスト

- 会田容弘 1979「東北地方における縄文時代終末期以降の土偶の変遷と分布」『山形考古』3-2 pp.27-43
- 阿子島香 1983「ミドルレンジセオリー」『考古学論叢』1 pp.171-197 東出版寧楽社
- 阿子島香 2004「中範囲理論」『現代考古学事典』pp.312-316 同成社
- 磯前順一 1987「土偶の用法について」『考古学研究』34-1 pp.87-102
- 伊東信雄 1962「解説」『沼津貝塚出土石器時代遺物』考古資料第1集 p.2 東北大学文学部東北文化研究室
- 井上郷太郎他 1965「宮城県牡鹿郡稲井町沼津貝塚調査報告」『多摩考古』7 pp.25-36
- 上野修一 1997「東北地方南部における縄文時代中期後葉から後期初頭にかけての土偶について」『土偶研究の地平』1 pp.73-101「土偶とその情報」研究会
- 鶴飼幸雄編 1990『棚畑』茅野市教育委員会
- 江坂輝弥 1960『土偶』校倉書房
- 小野正文 1984a「土偶の製作法について」『甲斐路』50 pp.19-22 山梨郷土研究会
- 小野正文 1984b「土偶の分割塊製作法資料研究(1)」『丘陵』11 pp.26-34 甲斐丘陵考古学研究会
- 小野正文編 1986『釈迦堂Ⅰ』山梨県埋蔵文化財センター調査報告書第17集 山梨県教育委員会他
- 小野正文編 1987『釈迦堂Ⅱ』山梨県埋蔵文化財センター調査報告書第21集 山梨県教育委員会他
- 小畑弘己他 2014「圧痕レプリカ法からみた下宅部遺跡の植物利用」『国立歴史民俗博物館研究報告』187 pp.279-295
- 小畑弘己 2015「エゴマを混入した土器」『日本考古学』40 pp.33-52
- 片岡太郎他 2015a「宮城県大崎市根岸遺跡出土藍胎漆器の製作技法」『東北歴史博物館研究紀要』16 pp.53-58 東北歴史博物館
- 片岡太郎他 2015b「X線 CT 分析による秋田県南秋田郡五城目町中山遺跡出土土器の製作技術」『日本文化財科学会第32回大会研究発表要旨集』pp.16-17 日本文化財科学会
- 片岡太郎他 2016「岩手県盛岡市科内遺跡出土漆櫛の材質・技法研究」『日本文化財科学会第33回研究発表要旨集』pp.210-211 日本文化財科学会
- 金子昭彦 1990「いわゆる遮光器土偶の編年について(1)」『岩手考古学』2 pp.1-32
- 金子昭彦 1991「いわゆる遮光器土偶の編年について(2)」『北奥古代文化』21 pp.11-33
- 楠本政助 1973「第一編先史第二章縄文時代」『矢本町史』1 pp.53-231 矢本町
- 佐藤嘉広 1996「東北地方の弥生土偶」『考古学雑誌』81-2 pp.31-60
- 白鳥文雄 2003「エックス線透過撮影の各種遺物への応用」『研究紀要』8 pp.21-26 青森県埋蔵文化財調査センター
- 瀬口眞司 2011「土偶の機能・用途に関する理解の移ろい」『紀要』24 pp.15-27 滋賀県文化財保護協会
- 瀬口眞司 2013「土偶とは何か」『紀要』26 pp.8-20 滋賀県文化財保護協会
- 瀬口眞司 2014「土偶の意味と機能」『考古学研究60の論点』pp.15-16 日本考古学協会
- 瀬口眞司 2015「初期土偶の根本的性質と展開過程」『古代文化』67-3
- 高柳圭一 1988「仙台湾周辺の縄文時代後期後葉から晩期初頭にかけての編年動向」『古代』85 pp.1-40 早稲田大学考古学会
- 手塚均他編 1986『田柄貝塚』宮城県文化財調査報告書第111集 宮城県教育委員会
- 手塚均 1994「東北地方南部の後期後半の土偶」『土偶シンポジウム2秋田大会 東北・北海道の土偶Ⅰシンポジウム発表要旨』pp.74-80『土偶とその情報』研究会
- 中川明他編 1997『粥見井尻遺跡発掘調査報告書』三重県埋蔵文化財調査報告 156 三重県埋蔵文化財センター
- 中村良幸他編 1979『立石遺跡』大迫町埋蔵文化財報告書第3集 大迫町教育委員会
- 中山誠二 2010『植物考古学と日本の農耕の起源』同成社
- 那須浩郎他 2015「土器種実圧痕の焼成実験報告」『資源環境と人類』5 pp.103-115 明治大学黒耀石研究センター
- 成田滋彦 2002「土偶の製作」『研究紀要』7 pp.15-28 青森県埋蔵文化財調査センター
- 芳賀英実他編 2002『沼津貝塚隣接地』石巻市文化財報告書第9集 石巻市教育委員会他
- 浜野美代子 1990「縄文土偶の基礎研究」『古代』90 pp.53-73
- 浜野美代子 1991「土偶の製作技法」『埼玉考古学論集』pp.435-444 埼玉県埋蔵文化財調査事業団

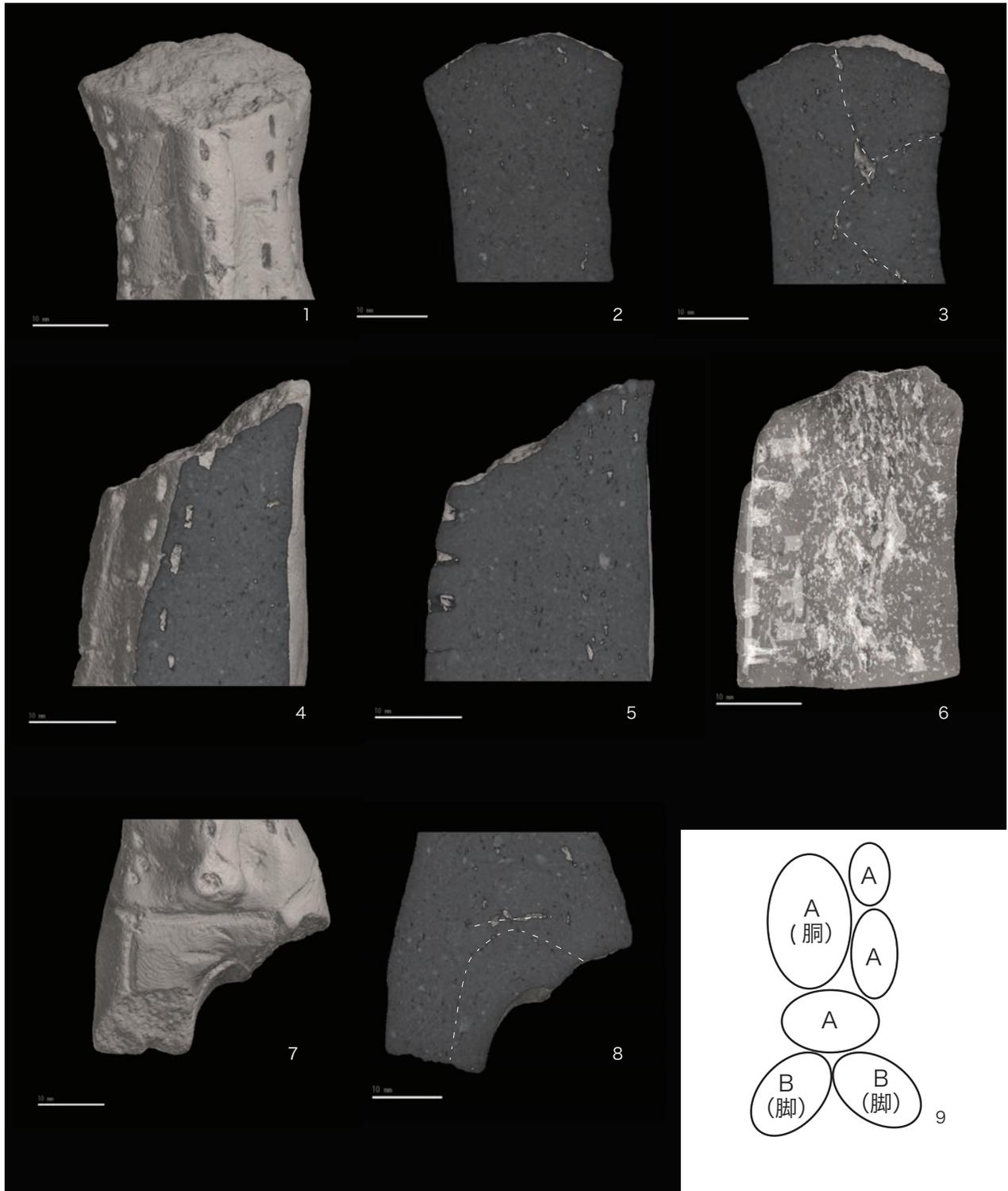
- 林謙作 1984 「宮城県下の縄文貝塚群」『宮城の研究』1
考古学篇 pp.110-172 清文堂出版
- 藤沼邦彦 1967 「宮城県石巻市沼津貝塚」『日本考古学年報』
20 pp.88-89
- 藤沼邦彦 1995 「縄文時代」『石巻の歴史第1巻通史編(上)』
pp.44-109 石巻市
- 藤沼邦彦・小井川和夫 1989 『宮城県の貝塚』東北歴史資
料館資料集 25 東北歴史資料館
- 藤村東男 1983 「岩手県九年橋遺跡出土土偶の損壊につい
て」『萌木』18 pp.207-220 慶應義塾女子高校
- 松室孝樹他編 2014 『相谷熊原遺跡I』農地環境整備事業
関係遺跡発掘調査報告書1 滋賀県教育委員会
- 松本秀明 1996 「石巻の地形環境」『石巻の歴史第1巻通史
編(上)』 pp.7-13 石巻市
- 三上徹也 2014 『縄文土偶ガイドブック』新泉社
- 水野正好 1974 「土偶祭式の復元」『信濃』62-4 pp.1-21 信
濃史学会
- 三塚敏明他編 1976 「沼津貝塚の考古学調査」『沼津貝塚保
存管理計画策定事業報告書』 pp.8-60 石巻市教育委員
会
- 三宅宗議他 1995 「沼津貝塚」『石巻の歴史第7巻資料編1
考古篇』 pp.279-409 石巻市
- 毛利総七郎・遠藤源七 1953 『陸前沼津貝塚骨角器図録解
説』



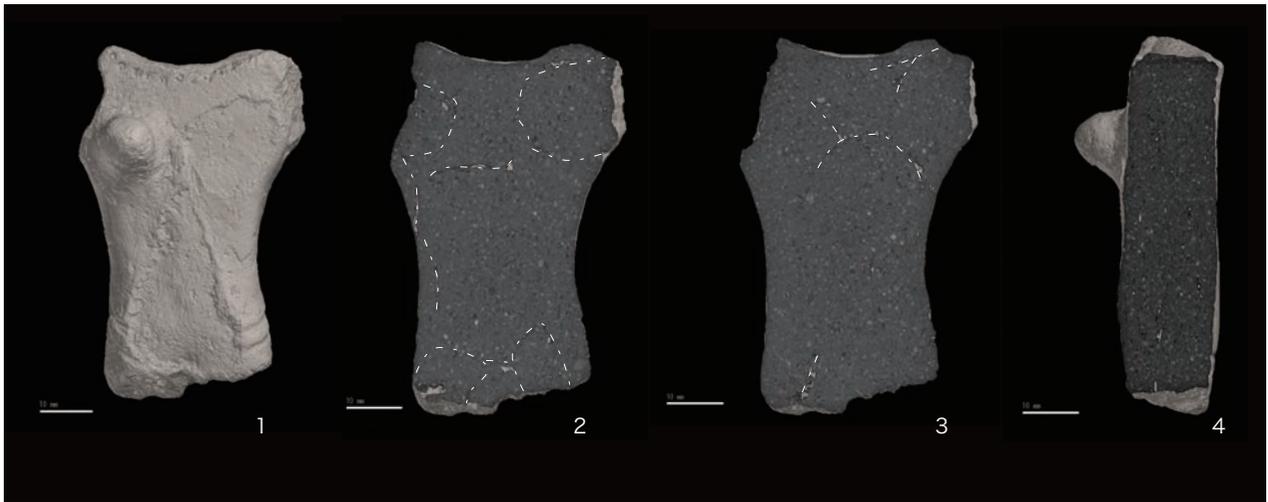
第 12 図 資料 1 の内部構造分析



第 13 図 資料 2 の内部構造分析



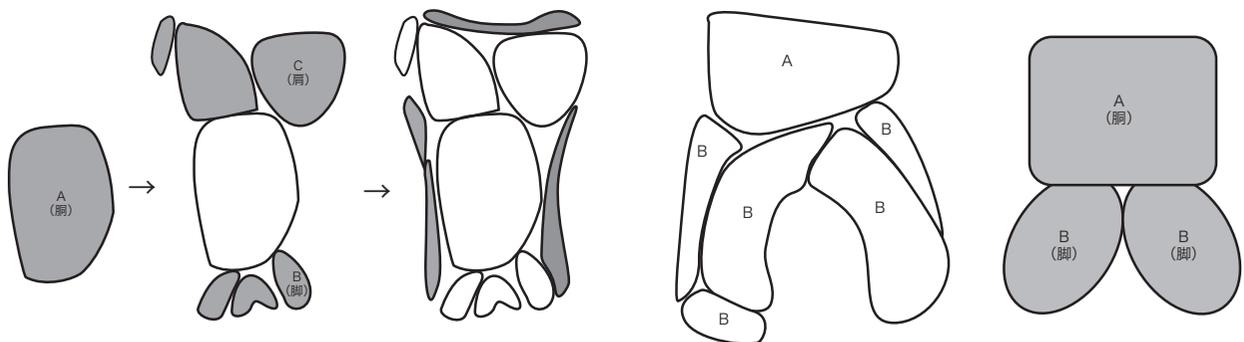
第 14 図 資料 3 の内部構造分析



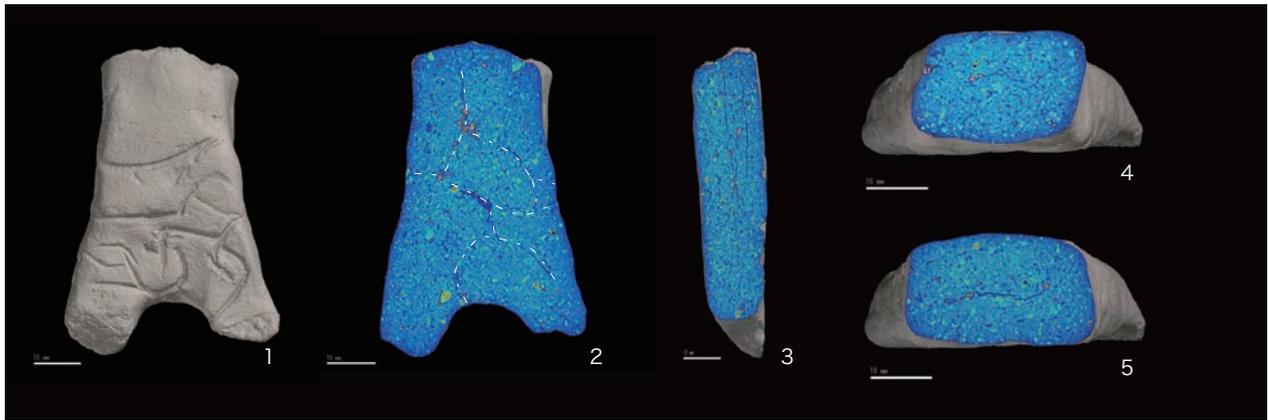
第 15 図 資料 4 の内部構造分析



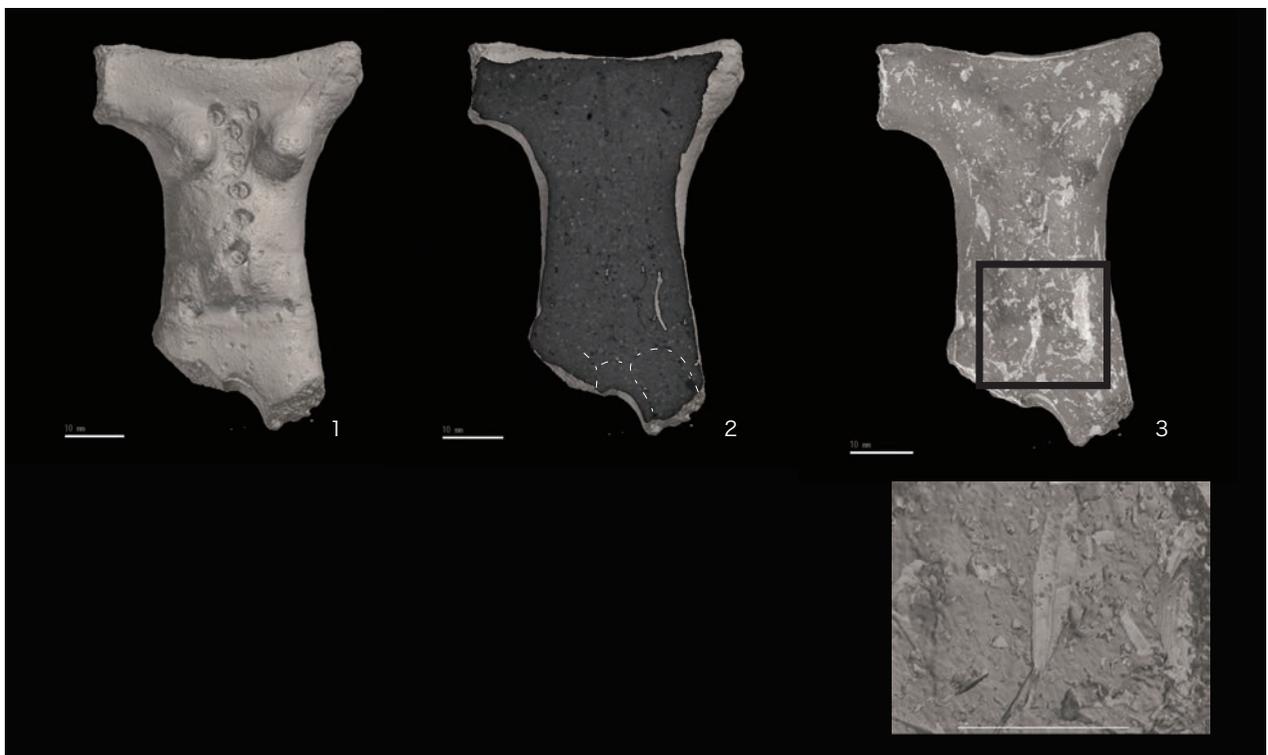
第 16 図 資料 5 の内部構造分析



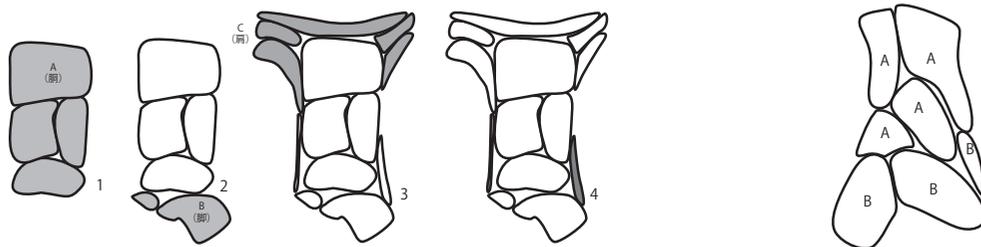
第 17 図 資料 4・5 の製作過程



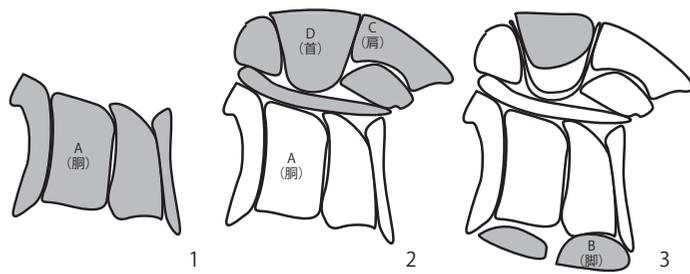
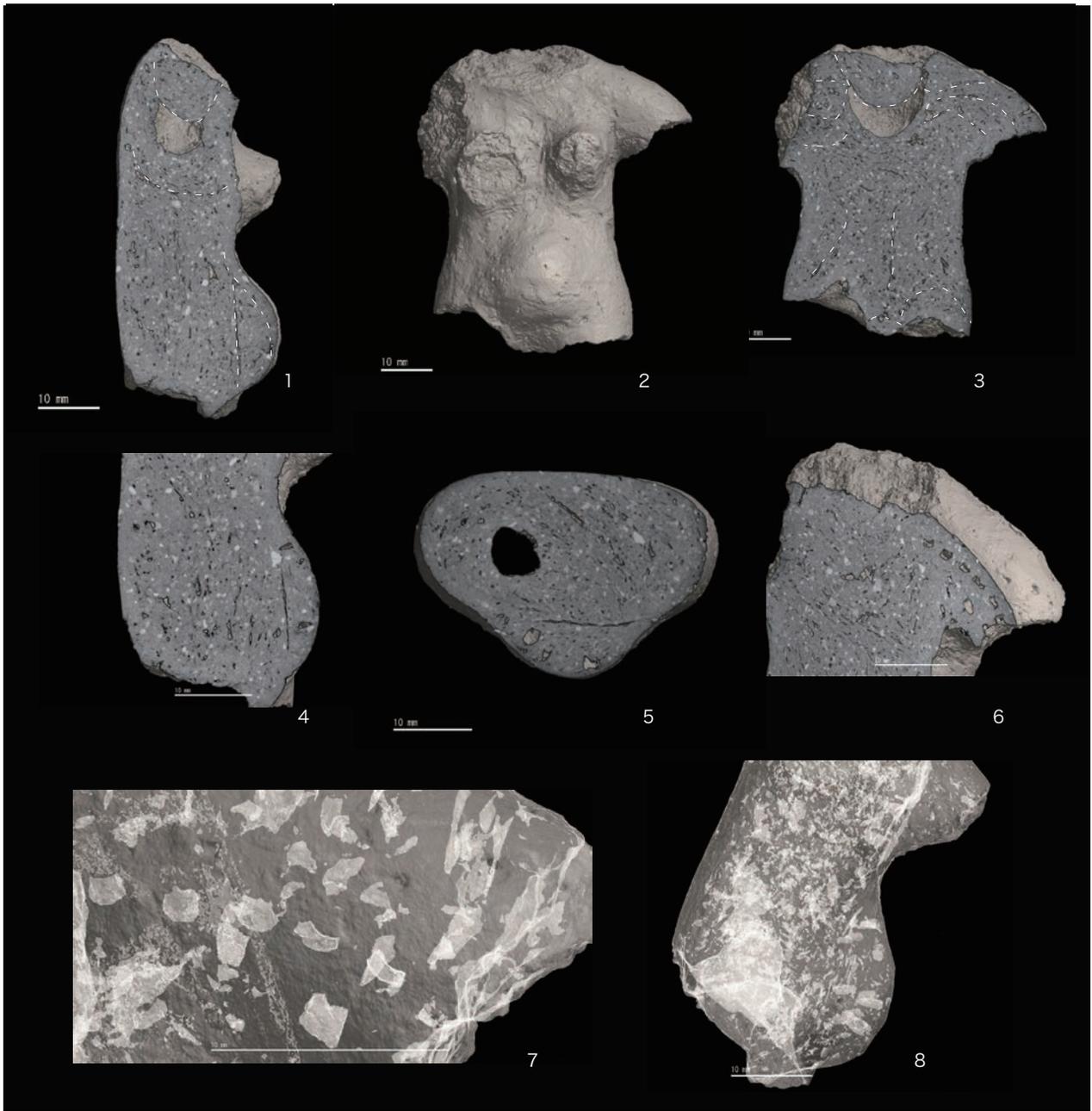
第18図 資料6の内部構造分析



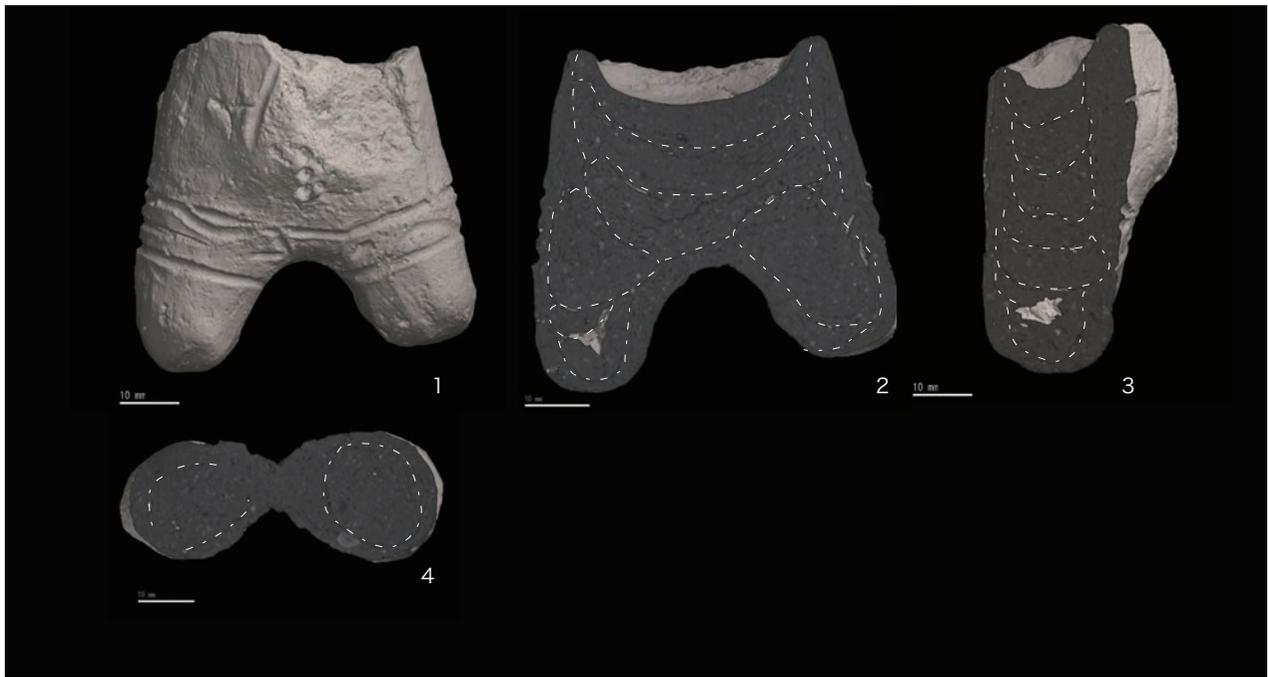
第19図 資料7の内部構造分析



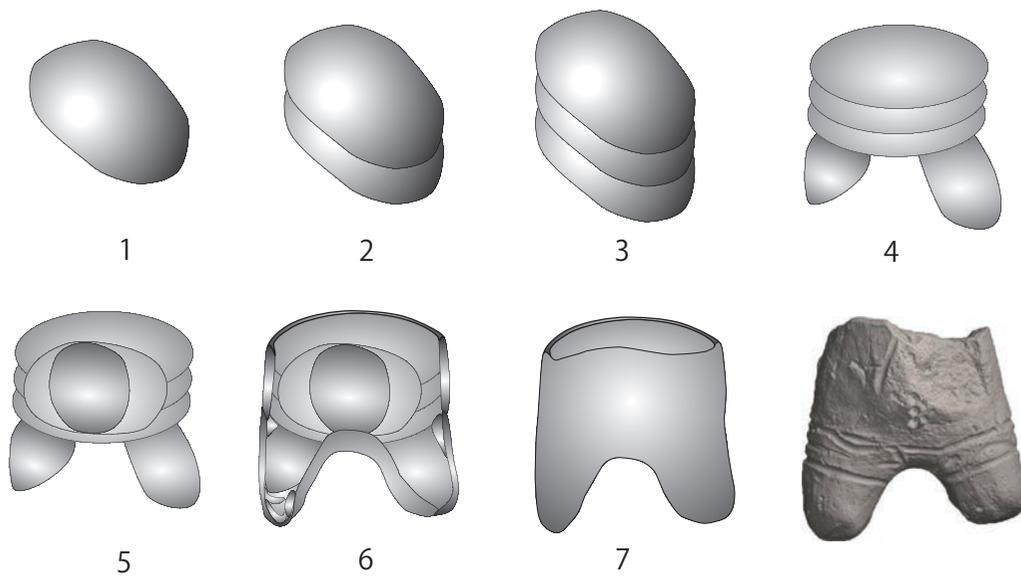
第20図 資料7・8の製作過程



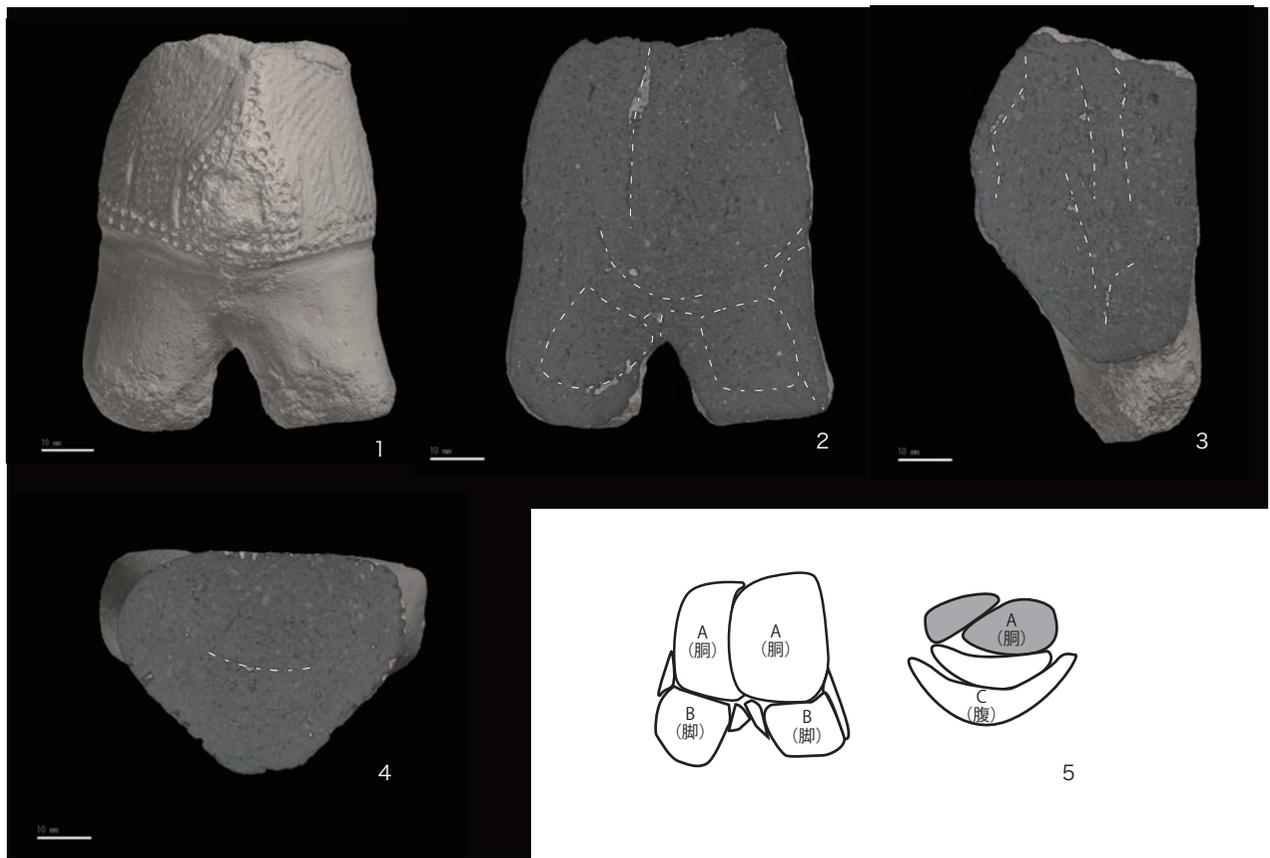
第 21 図 資料 8 の内部構造分析



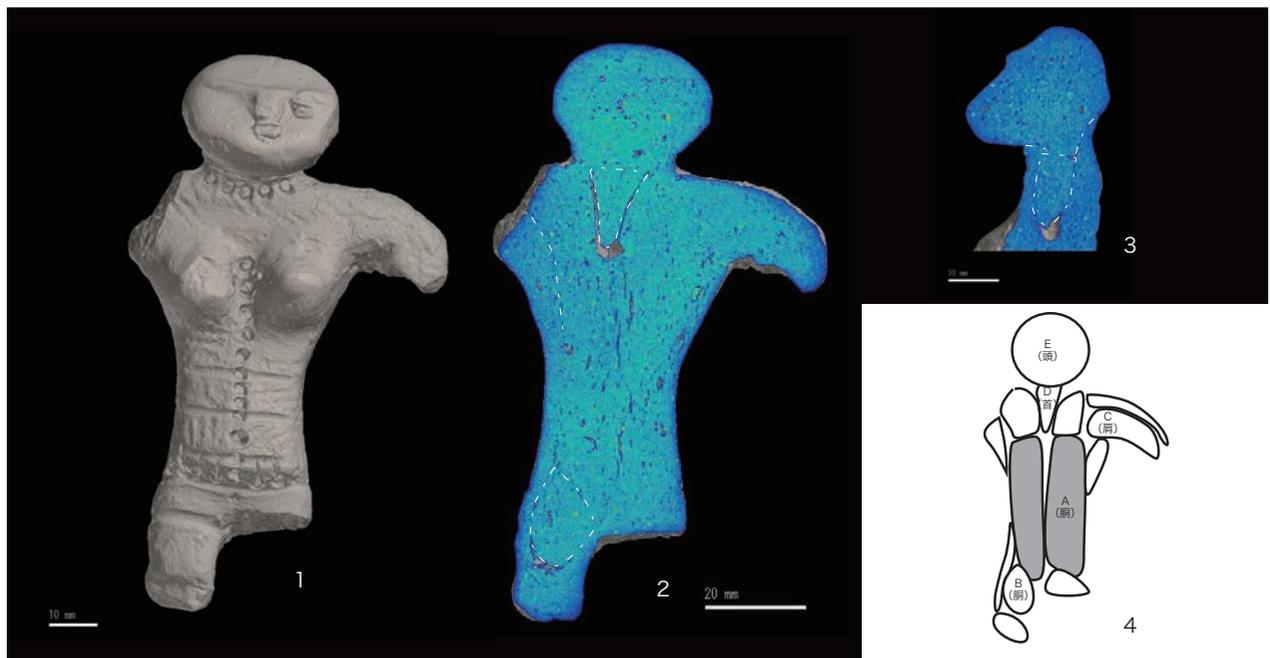
第 22 図 資料 9 の内部構造分析



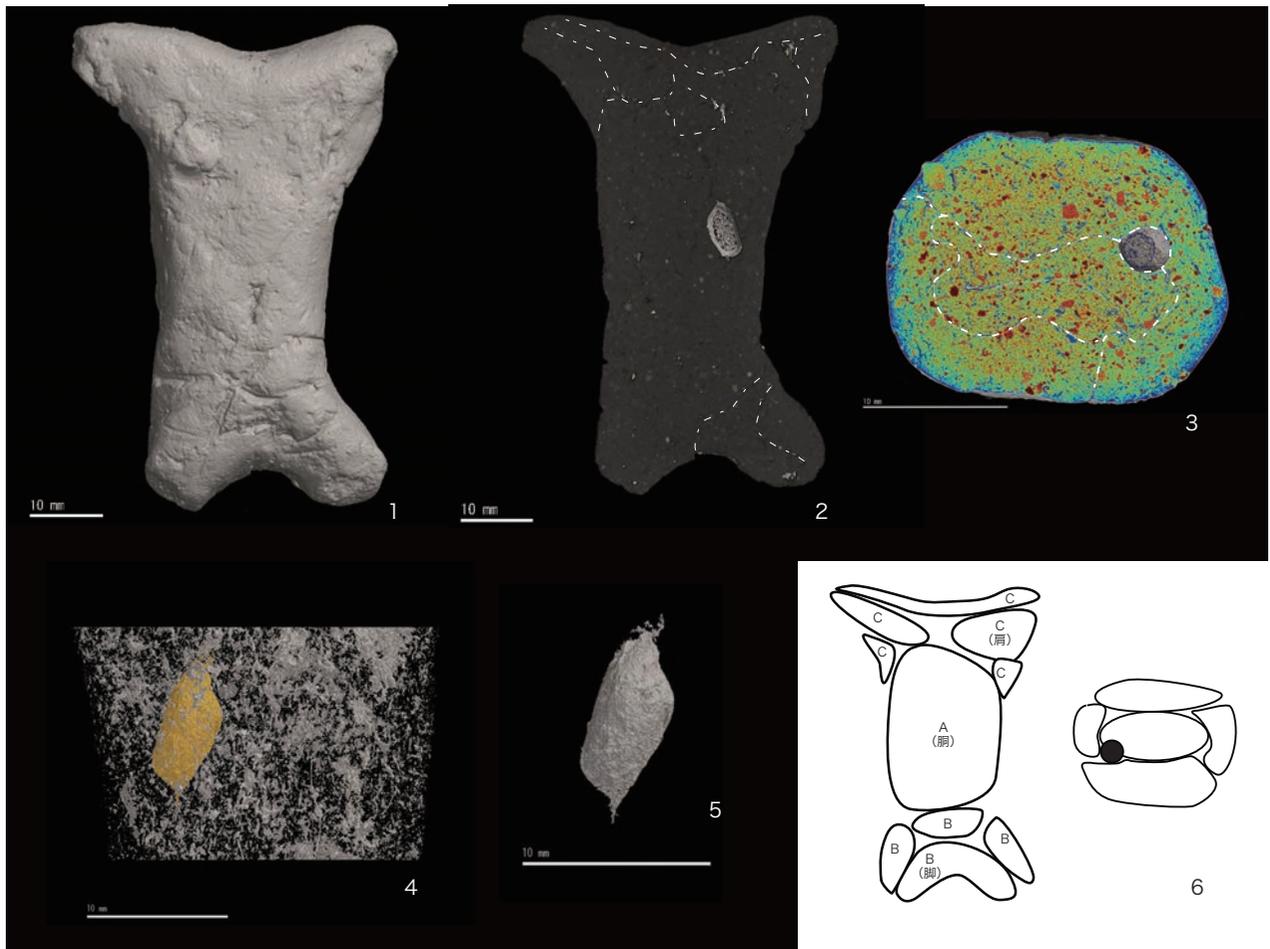
第 23 図 資料 9 の製作過程



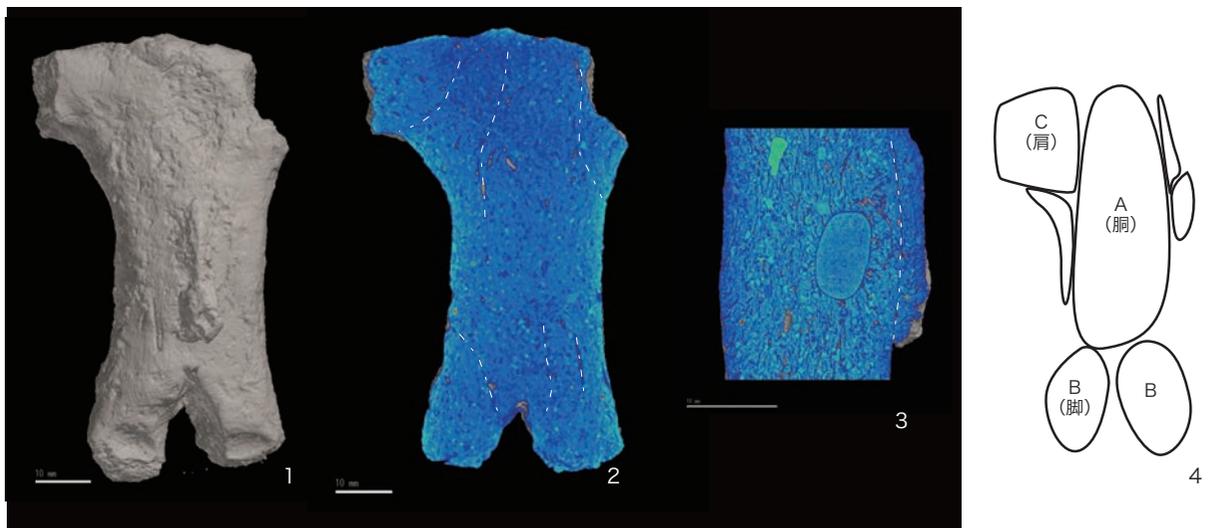
第 24 図 資料 10 の内部構造分析



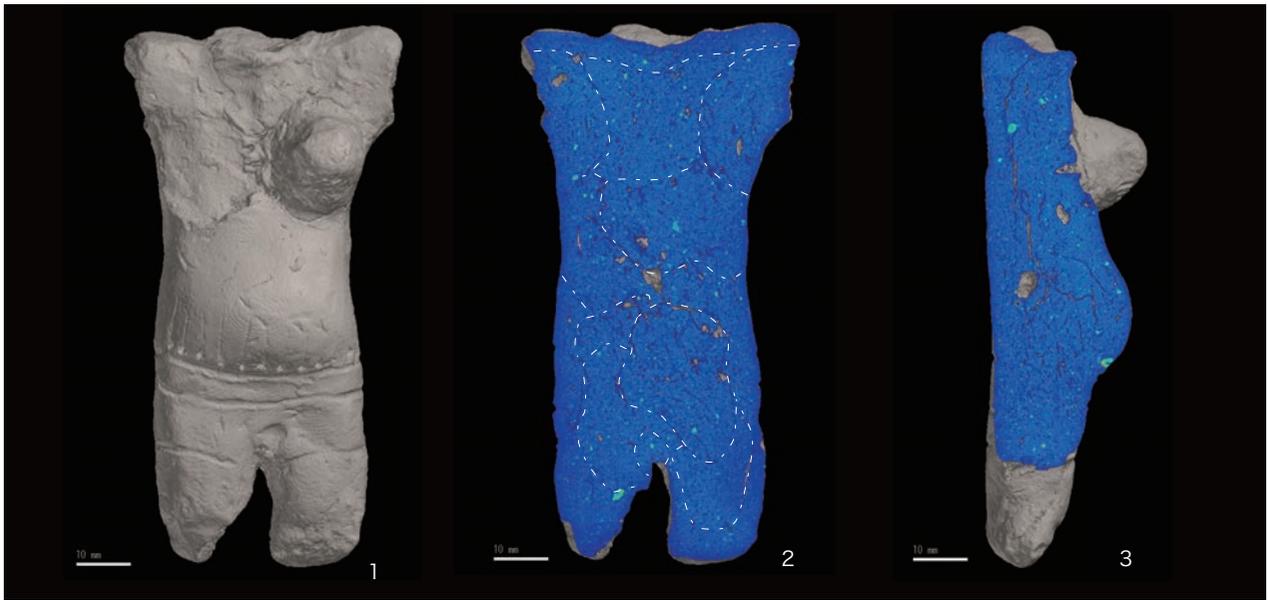
第 25 図 資料 11 の内部構造分析



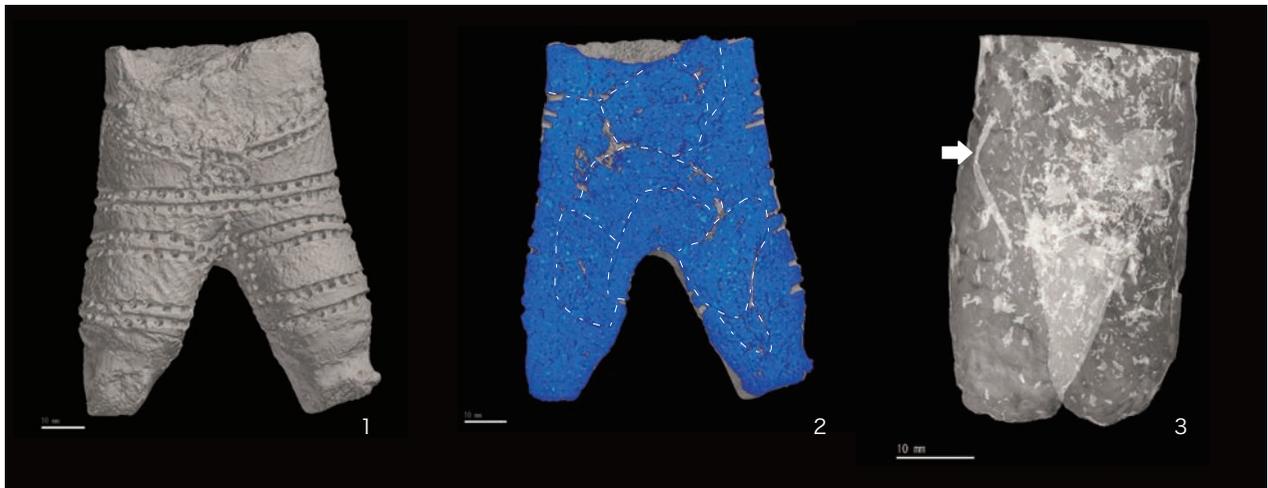
第 26 図 資料 12 の内部構造分析



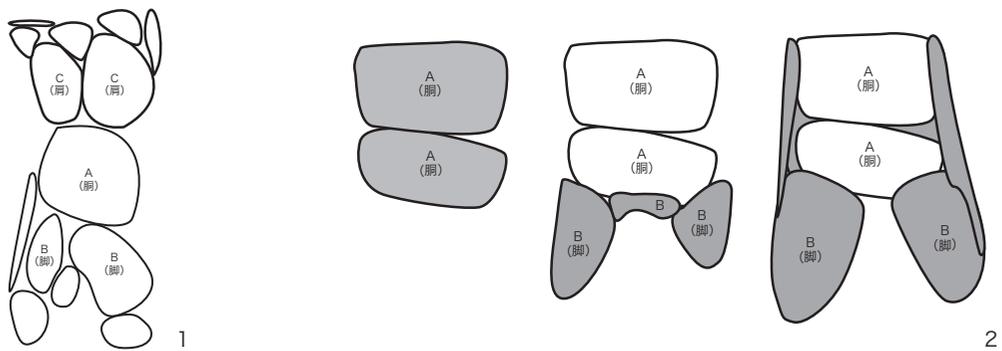
第 27 図 資料 13 の内部構造分析



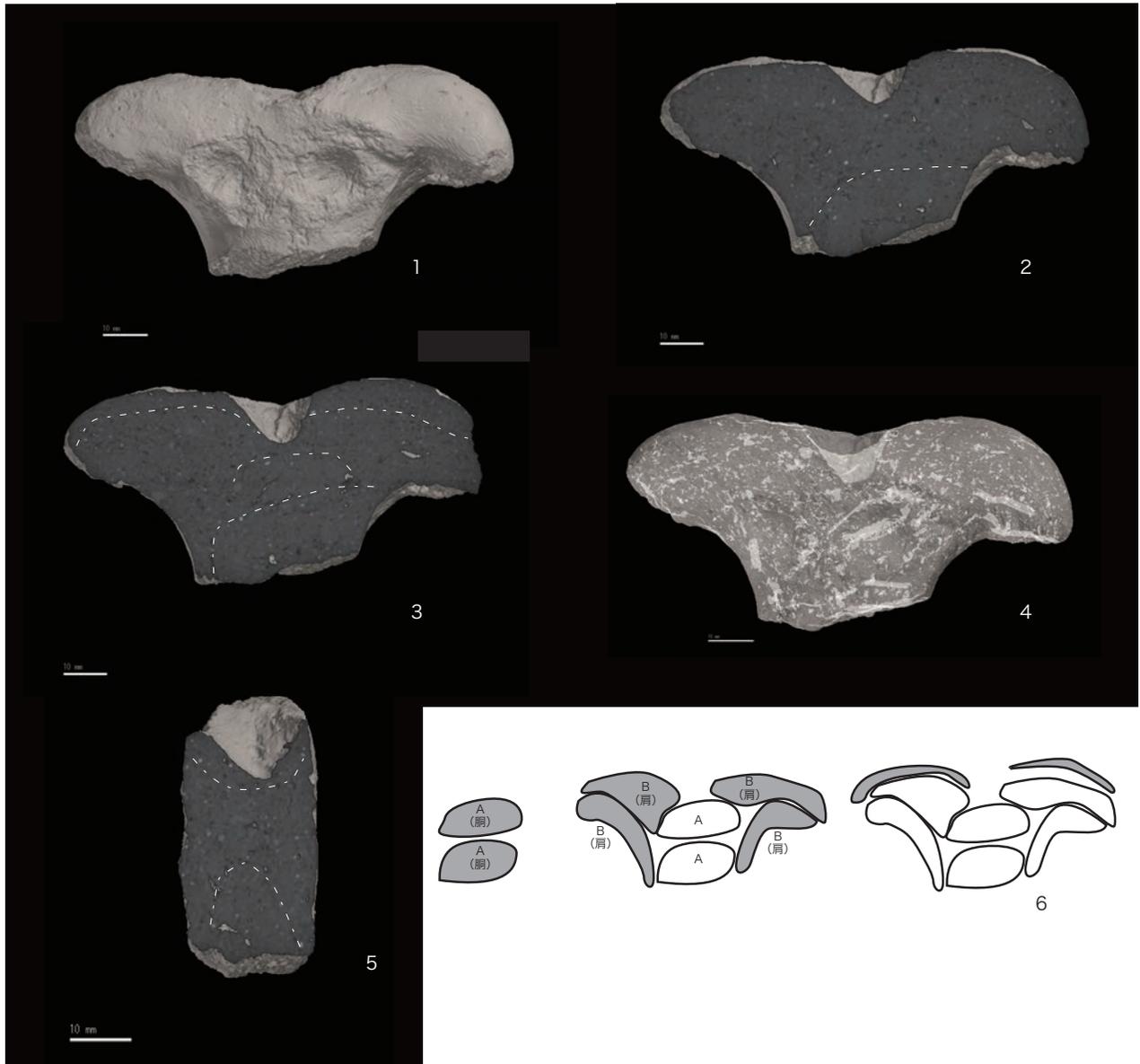
第 28 図 資料 14 の内部構造分析



第 29 図 資料 15 の内部構造分析



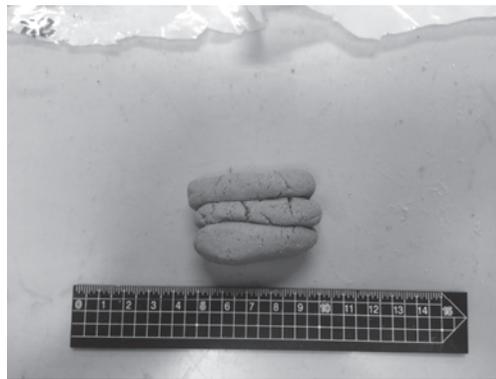
第 30 図 資料 15・16 の製作過程



第31図 資料16の内部構造分析



1



2



3



4



5



6



7



8

第 32 図 レプリカ資料の製作過程



レプリカ資料一覧



1



2



3

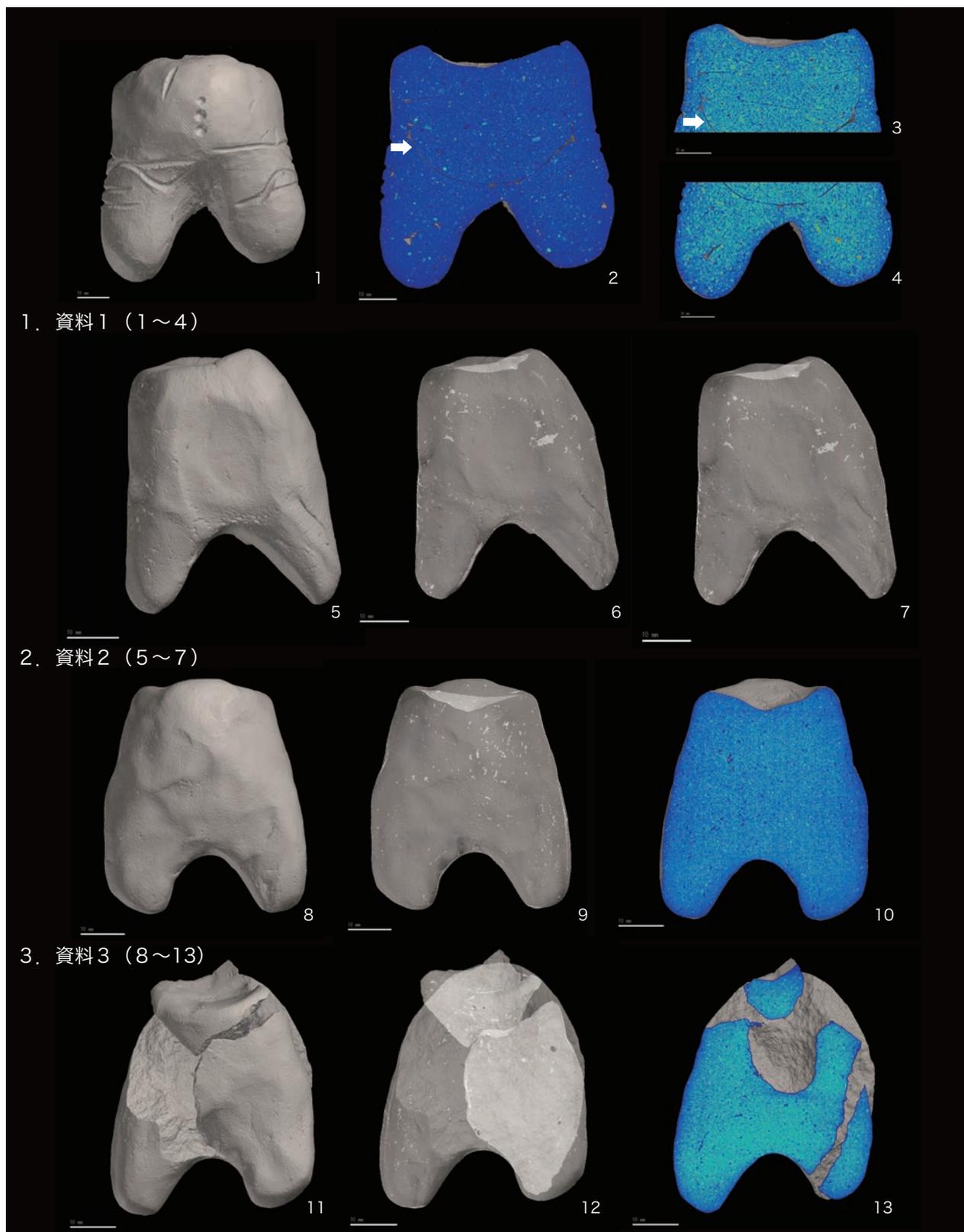


4

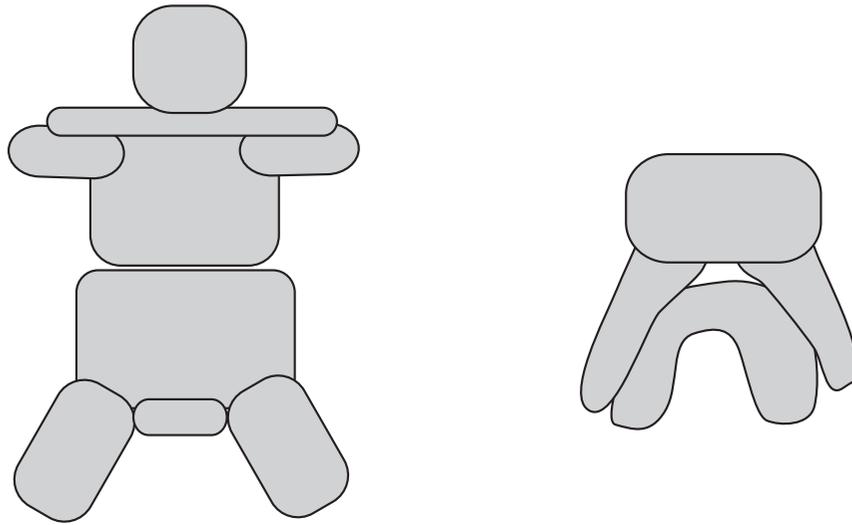


5

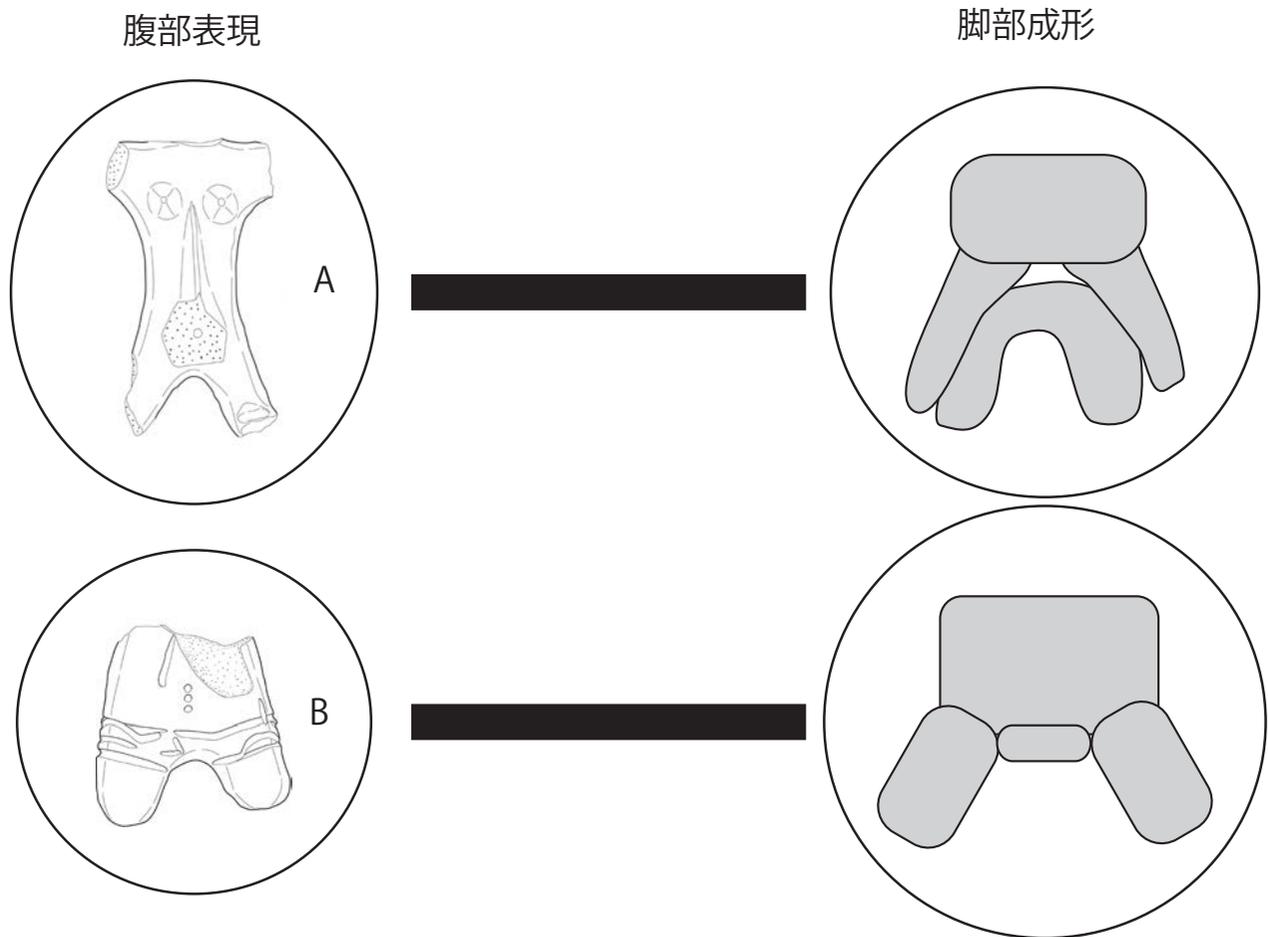
第33図 レプリカ資料の焼成過程



第34図 レプリカ資料の内部構造



第 35 図 製作技術の種類



第 36 図 土偶の腹部表現と製作技術の関係模式図

宮城県愛宕山古墳の3次元計測

藤沢 敦¹⁾・永原智輝²⁾・今西純菜³⁾

¹⁾ 東北大学総合学術博物館

²⁾ 東北大学文学部卒業生

³⁾ 東北大学大学院文学研究科修士課程

Three-dimensional measurement of the Atagoyama Tumulus in Miyagi prefecture

Atsushi Fujisawa¹⁾, Tomoki Nagahara²⁾, Ayana Imanishi³⁾

¹⁾ The Tohoku University Museum

²⁾ Graduate, Faculty of Arts and Letters, Tohoku University

³⁾ Graduate Student, Graduate School of Arts and Letters, Tohoku University

The Atagoyama Tumulus is a keyhole-shaped burial mound with the length of 90 meters, which is dating to the fourth century A. D. and located in Murata Town, Miyagi Prefecture, Japan. Many *haniwa* cylinders were collected at the surface of the tumulus.

The Tohoku University Museum, in cooperation with the Department of Archaeology of Okayama University, scanned the Atagoyama Tumulus in December 2015, using three-dimensional scanning technology with a terrestrial laser scanner (TLS).

Based on the three-dimensional data, we generated various figures, including contour plans, sections, and projections. To examine the accuracy of our data and explore further applications, we manufactured a 1/500 scale three-dimensional printed model of the tumulus. Our attempts described detailed morphological features of the Atagoyama Tumulus.

はじめに

愛宕山古墳は、宮城県柴田郡村田町大字関場字愛宕山ほかに所在する墳長90mの前方後円墳で、宮城県の史跡に指定されている。岡山大学の新納泉教授を研究代表者とした、2015～2017年度の科学研究費補助金基盤研究(B)「前方後円墳の三次元計測とそれにもとづく設計原理の検討」(課題番号15H03265)の一環として、研究分担者の藤沢が担当して、愛宕山古墳の三次元計測を実施した。科学研究費の研究成果報告書において、愛宕山古墳の計測結果についても報告しているが、諸般の事情から概略に留まっている(新納編2018)。そのため、ここで調査成果を詳細に報告して責を果たすとともに、調査成果から明らかとなったいくつかの課題について検討してみたい。なお、東北地方においては、大型前方後円墳の三次元計測は、愛宕山古墳が初めての事例となる。

愛宕山古墳の三次元計測データは、永原智輝が2017年度

の東北大学文学部卒業論文において使用し、検討を加えている。本論で報告する計測図面などの内、図5・8・10・11は永原が作成したものを使用した。4. 調査成果にもとづく墳丘の特徴については、永原の卒業論文の当該部分を、一部の語句を修正して使用している。5. 墳丘形態の復元は、永原の検討結果を踏まえ、藤沢と永原が協議した内容をもとに、藤沢が原稿を作成した。7. 採集埴輪については、今西純菜が整理・図化を担当して、当該部分の原稿と図14を作成した。これら以外の原稿は、藤沢が担当している。

1. 愛宕山古墳の概要とこれまでの調査

愛宕山古墳は、宮城県柴田郡村田町大字関場字愛宕山ほかに所在する墳長90mの前方後円墳である。東側に、墳長28mと小型の前方後円墳である薬師堂古墳が存在する。愛宕山古墳は、薬師堂古墳を合わせて、宮城県の史跡に指定

されている。

愛宕山古墳の所在する村田町は、福島県から南流し宮城県南部で太平洋に注ぐ阿武隈川流域にある(図1)。阿武隈川の支流である白石川から、さらに分かれた荒川沿いに開けた小盆地が村田町の中心部で、この小盆地を便宜的に村田盆地と呼んでおく。村田盆地内の丘陵には、愛宕山古墳・薬師堂古墳に加えて、方領権現古墳(64m)、千塚山古墳(85m)という前方後円墳が存在する。千塚山古墳の近くには、柴田町域に入るが嶋館古墳が存在し、改変が大きいため確実ではないが、墳長35m程度の前方後円墳になる可能性が指摘されている。また、下ノ内圃古墳、小塚古墳も前方後円墳の可能性が指摘されているが、大きく改変を受けており実態は不明である。さらに村田町の西側の蔵王町との境の尾根上には、前方後円墳である古峰神社古墳(38m)、夕向原1号墳(64m)が存在する(藤沢2000)。これらを合わせると、確実なものだけで6基の前方後円墳が、村田盆地とその周辺に存在している(図2)。阿武隈川下流域全体では、帆立貝形古墳の白石市亀田古墳を合わせると、前方後円墳は12基が知られているが(藤沢2001)、その内の半数がこの村田盆地周辺に集中しており注目される(表1)。愛宕山古墳は、これら阿武隈川下流域の中でも、最も規模の大きな前方後円墳である。

愛宕山古墳は、村田盆地のほぼ中央に、西から迫り出す丘陵の最高所に立地している。現在は山林となっているが、盆地内の各所から望むことができる。丘陵のやや低い所には、小規模円墳群や横穴墓群が存在している(図3)。坂下古墳では、箱式石棺が発見されている(佐々木1982)。横穴墓は、終末期にくだるものと考えられる。

愛宕山古墳と薬師堂古墳は、宮城県教育委員会によって1970年に測量調査が実施され、宮城県文化財調査報告書第53集において報告されている(熊谷幹男1978・図4)。愛宕山古墳では、前方部の北側などで川原石が多数散布しており、葺石が存在したのと考えられる。円筒埴輪が採集できることが早くから知られていた。墳丘の各所に平坦面が存在し、後世の改変を受けているが、もともとは段築が存在したのと考えられてきた。

愛宕山古墳の後円部墳頂は、中央部が大きくくぼみ、周囲が土手状に高くなっている。愛宕山古墳の所在する丘陵一帯には、中世に無畏山靈感寺という寺院が存在し、各所に堂宇が建てられていたと考えられている。愛宕山古墳後円部墳頂のくぼみも、以前に堂宇が建てられていたものと推測される。この中央部にピン・ポールを刺すと、かなりの範囲にわたって石にあたるのが村田町在住の佐々木安彦氏によって確かめられていた。そのため1990年に、千塚山古墳測量調査団が、西村康氏(奈良文化財研究所・当時以下同様)、亀井宏行氏(千葉大学工学部)、工藤博司氏(桜小路電機)らの協力を得て、後円部墳頂において地下レーダー探査を実施した。あわせて、ピン刺しによって石にあ

たる範囲を確認している。その結果、後円部の墳頂平坦面のほぼ中央に、主軸方向に沿って主体部が存在する可能性が指摘されている。探査の報告では、石を使用した構造物が存在すると推定されたことから、築造時期も踏まえ竪穴式石槨が存在した可能性が指摘されている(藤沢・亀井1992)。ただし、乱掘を受けていたとしても、側壁の存在を示すようなレーダー反射像が得られておらず問題が残っており、別な主体部構造となる可能性もある。

この主体部確認調査の報告に際して、採集された円筒埴輪の資料化と公表が行われた(図15)。2次タテハケ・有黒斑で、三角形スカシ孔のものである。関東地方などでは2次タテハケが残る事例もあることや、凸帯の形状も踏まえ、前期末頃の埴輪と推定される(車崎1992)。なお7.で報告するように、今回の3次元計測の際に採集した円筒埴輪片には、2次ヨコハケを施すものが確認できた。

愛宕山古墳では、上述のように測量調査図面が公表されてきたが、等高線の間隔は50cmと、やや粗いものであった。また、宮城県教育委員会での古墳測量調査を推進した故氏家和典氏からは、一宮城県内の測量業者に委託して測量を実施してきたが、愛宕山古墳はその中でも最初に測量を実施したものであるため、測量業者が慣れておらず、図面の仕上がりにも問題が残っている。—という証言を得ている。筆者は1980～1990年代に、村田町で古墳の測量調査を行ってきたが、愛宕山古墳の再測量調査は実施できないままであった。当時は、愛宕山古墳の墳丘上に生えていた松の大木が、松食い虫の被害を受けて多数立ち枯れていた。それらの中には周囲の木に掛かって傾いたものも多く、作業に危険が伴うと考えられたこともあり、再測量は行えないままであった。

愛宕山古墳は、段築・葺石・埴輪のいわゆる「3点セット」がそろって、東北地方の前期古墳では数少ない事例と考えられてきた。このように近畿地方との関係が問題となる重要な前方後円墳でありながら、測量図に課題が残っている愛宕山古墳を、3次元計測の対象とすることとした。

2. 3次元計測の実施方法と経緯

2015年9月27日に、科研費の研究メンバーで現地視察を行い、調査方法などを検討した。それを踏まえて、地上レーザーによって3次元計測を行うこととした。

3次元計測に先立って、基準点測量をシン技術コンサルに委託した。基準点の位置関係は図5に、基準点の測量成果は表2に示している。古墳とその周囲は樹木が繁茂していることから、古墳の立地する丘陵下の、神社参道入口付近に基準点を設け(K1・2)、GPS計測によって国土座標値および標高を測量した。そこから、参道を通って古墳まで基準点を延ばし(T1～4)、古墳全体を取り巻くように基準点を設置した(A1～14)。

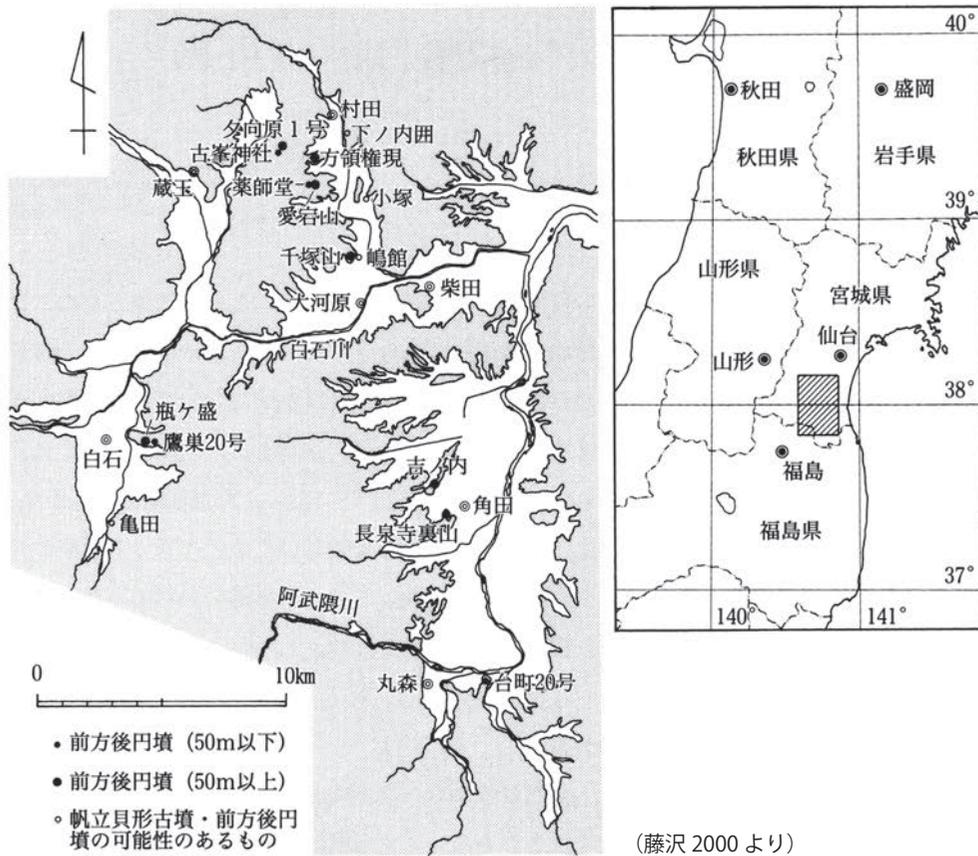


図1 阿武隈川下流域の前方後円墳の分布

表1 阿武隈川下流域の前方後円墳一覧

(藤沢 2000 より)

古墳名	所在地	墳形	規模	備考
愛宕山古墳	柴田郡村田町関場字愛宕山	前方後円墳	90m	埴輪・葺石
千塚山古墳	柴田郡村田町沼辺字千塚	前方後円墳	85m	
吉ノ内古墳 (横倉7号墳)	角田市横倉字吉ノ内	前方後円墳	約70m	
長泉寺裏山古墳	角田市角田字長泉寺	前方後円墳	65m	
方領権現古墳	柴田郡村田町薄木字金原	前方後円墳	64m	造り出し
夕向原1号墳	柴田郡村田町薄木字夕向原 刈田郡蔵王町沢	前方後円墳	57m	
瓶ヶ盛古墳 (鷹巣12号墳)	白石市鷹巣	帆立貝形古墳	56m	埴輪・葺石
亀田古墳	白石市斎川字弥平田	帆立貝形古墳	42m	埴輪・葺石
古峯神社古墳	柴田郡村田町薄木字由ヶ沢 刈田郡蔵王町沢	前方後円墳	38m	
嶋館古墳	柴田郡大河原町字千塚前	前方後円墳?	約35m	
薬師堂古墳	柴田郡村田町関場字愛宕山	前方後円墳	28m	
台町20号墳	伊具郡丸森町字台町	前方後円墳	27m	横穴式石室?
鷹巣20号墳	白石市鷹巣	前方後円墳	18m	
下ノ内圃古墳	柴田郡村田町村田字下ノ内	前方後円墳?	不詳	埴輪
小塚古墳	柴田郡村田町沼辺字長塚	前方後円墳?	不詳	



(国土地理院発行 2万5千分の1地形図「村田」「大河原」を使用、藤沢 2000 より)

図2 村田盆地周辺の前方後円墳の分布

墳丘上の刈り払い等の作業は、村田町シルバー人材センターに委託した。あわせて、東北大学考古学研究室の大学院生・学生諸氏などの参加を得て、墳丘表面の落ち葉などを、熊手を用いて清掃する作業を、11月20・23・24日に行った。12月3日にも、計測作業と併行しつつ、清掃作業を行っている。¹⁾

3次元計測は、研究代表者の新納泉氏がこれまで計測を委託してきた、有限会社関施工管理事務所の関賢二氏に依頼し、2015年12月3～6日に実施した。計測器は、FARO社製のFocus3Dである。

調査の際に、古墳を管理している龍泉院の佐藤住職の依頼を受けて、地元関場地区の中学生を対象として、愛宕山古墳についての学習会を実施した。関場地区では、愛宕山古墳へ至る道の清掃を、中学生が中心となって毎年行っている。また、測量調査の概要は11月28日、学習会の概要は12月

1日の『河北新報』において報道がなされている。

3次元計測後の2016年3月18・23・24日に、補足の測量作業を行っている。古墳の周囲をめぐる道の輪郭を、トータルステーションを用いて計測した。この作業も、東北大学考古学研究室の大学院生・学生諸氏の参加を得て行った。これは、計測対象として清掃を行った範囲を認識するための目安とすることと、計測結果から傾斜変換線を認識する際の対象資料として利用する目的で実施した。また、後に行った3Dプリンターでの造形の際にも参考とした。図6に見られるように、計測対象の周辺部分ではノイズが現れる。3Dプリンターの造形の際には、これらノイズ部分を除去し、確実に地表面データが計測できている範囲で造形することが望ましい。その範囲を判断する材料としても利用している。



(宮城県報告書第 53 集掲載の測量図に主体部の推定位置を記入したもの、藤沢・亀井 1992 より)

図4 愛宕山古墳・葉師堂古墳の墳丘測量図

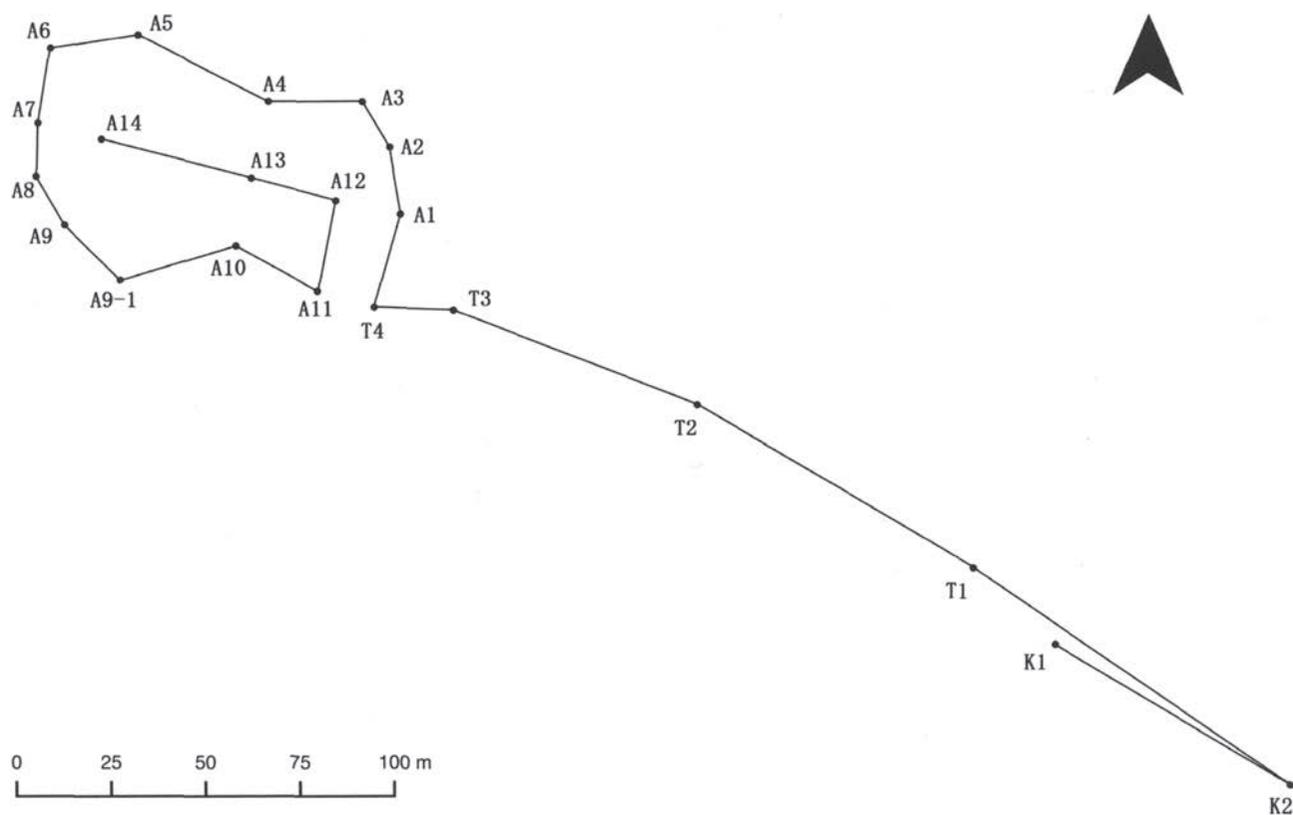


図5 愛宕山古墳測量基準点配置図

表2 愛宕山古墳測量基準点成果表

世界測地系 (測地成果2011)				
点名	X座標 (m)	Y座標 (m)	標高 (m)	備考
【新点】				
K-1	-211,875.047	-10,078.990	37.035	GNSS測量による
K-2	-211,912.174	-10,016.639	34.481	GNSS測量による
T-1	-211,854.676	-10,100.895	42.548	TS測量による
T-2	-211,811.724	-10,174.005	70.581	TS測量による
T-3	-211,786.669	-10,238.602	78.857	TS測量による
T-4	-211,785.913	-10,259.588	80.965	TS測量による
A1	-211,761.249	-10,252.677	79.138	
A2	-211,743.501	-10,255.578	80.390	
A3	-211,731.496	-10,262.803	80.097	
A4	-211,731.438	-10,287.681	81.526	
A5	-211,713.830	-10,322.175	82.669	
A6	-211,717.272	-10,345.372	81.312	
A7	-211,737.085	-10,348.625	85.855	
A8	-211,751.257	-10,349.059	85.051	
A9	-211,764.107	-10,341.544	83.999	
A9-1	-211,778.675	-10,326.866	81.520	
A10	-211,769.658	-10,296.248	81.854	
A11	-211,781.640	-10,274.598	80.769	
A12	-211,757.674	-10,269.797	87.019	
A13	-211,751.751	-10,292.098	87.157	
A14	-211,741.365	-10,331.852	92.381	

※K-1～T-4の標高値は間接水準による値

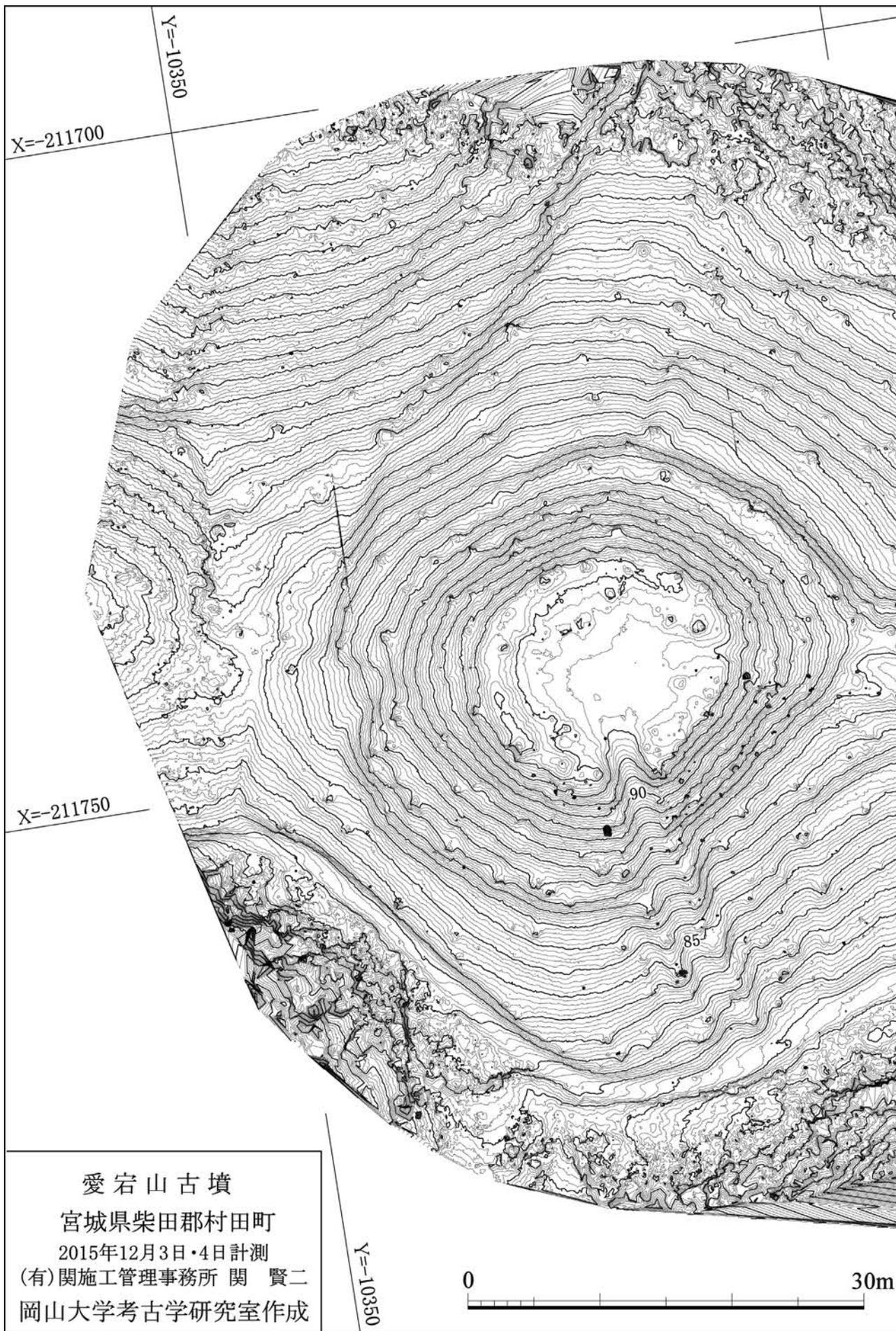


図6 a 愛宕山古墳測量図1 (西半部、縮尺 1/400)

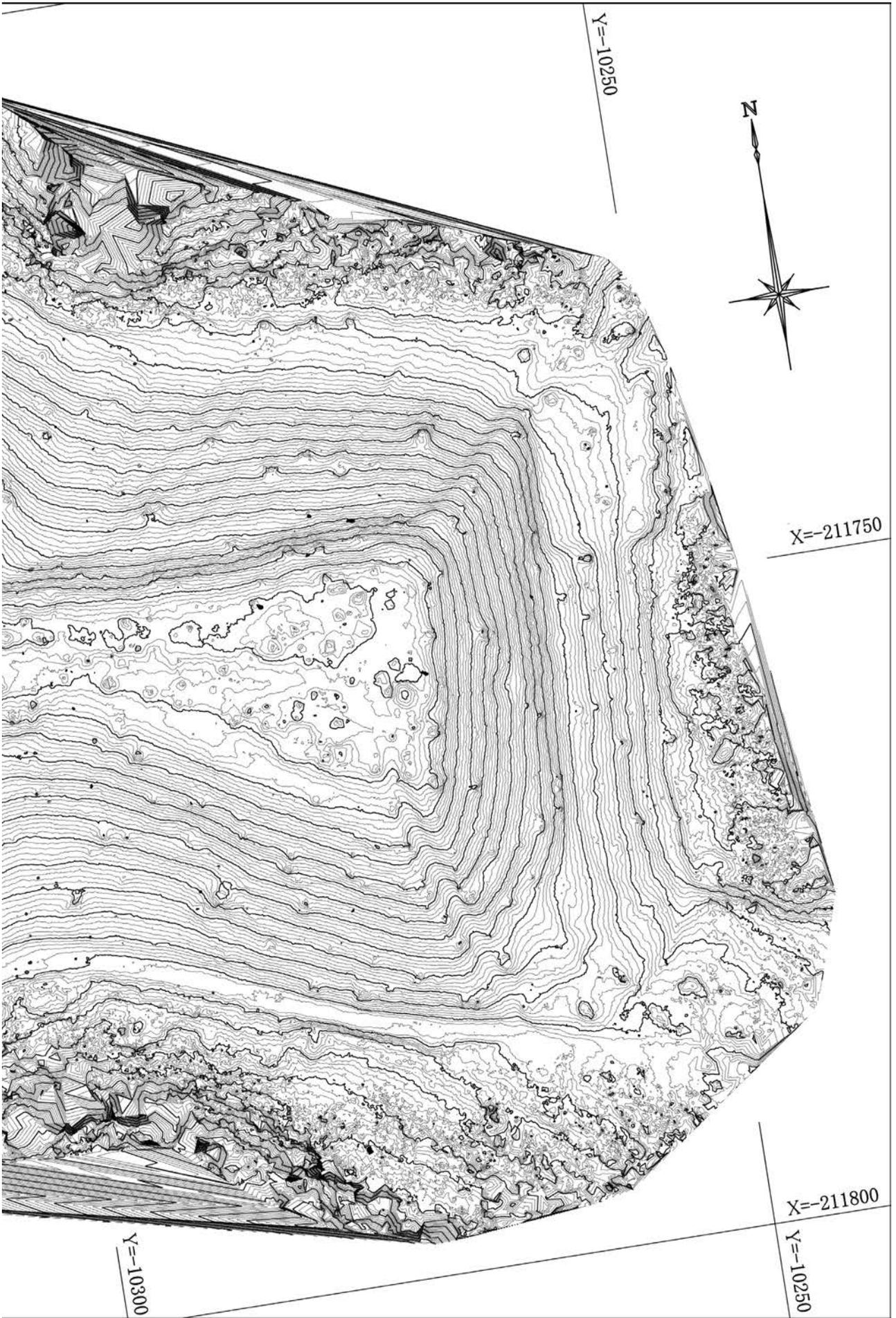


図6 b 愛宕山古墳測量図1 (東半部、縮尺 1/400)

3. 三次元計測データの処理方法

三次元計測で得られたデータの処理方法は、基本的に新納氏が行ってきた方法によっている。これについては、新納氏が科研費報告において解説している（新納編 2018）、詳細はそちらに譲るが、それに従い概略をここでは述べておく。

計測で得られたデータは、関施工管理事務所によって、基本的な処理が行われて、成果として納品されている。複数の計測点からのデータをつないで、国土座標によるXYZの値をもった測点とした上で、地表面を抽出し10cm四方に1点を抽出したデータとして納品されている。

この納品されたデータを使用して、新納氏は等高線図の作成と、鳥瞰図の形での3D表示を行われてきている。等高線図作成では、アメリカのクラーク大学が作成した地理情報システムのソフトウェアであるIDRISIを使用している。ASCIIテキストファイルのデータを読み込み、地表面を三角形の集合で表現するTNIに変換し、TNIからラスターデータを作成し、ラスターデータから等高線を生成させる方法である。愛宕山古墳についても、新納氏によって、このIDRISIを用いて等高線図が作成され、提供していただいた（図6）。鳥瞰図の形での3D表示では、フリーのGISソ

フトであるGRASSを利用されている。愛宕山古墳の分析でも、新納氏からGRASSの使用方法をご教示いただき、それによって鳥瞰図を作成し検討素材とした（図7）。

一方、図8に示した等高線図は、フリーのオープンソース地理情報システムであるQGISを使用して、永原智輝が東北大学文学部卒業論文において作成したものである。後述する3Dプリンターでのモデリングに際して、周辺のノイズ部分の除去を委託したが、その除去後のデータを使用したものである。新納氏が使用してきたIDRISIによる等高線図と比べると、QGISによる等高線図はスムージングが行われており、かなり滑らかな線として表現されている。この二つの等高線図に、以前に宮城県が委託して作成した測量図を加えて、比較したものが図9である。従来の測量図と比べると、3次元計測データをもとに作成した等高線図では、かなり細かな特徴まで表現されていることが判る。また三次元計測による同じデータを使用しているも、データの処理方法次第で、等高線の表現は大きく変化することが判る。考古学的検討に適したデータ処理方法はいかなる方法であるかを、遺跡の特質に応じて検討しておく必要がある。古墳の墳丘測量においては、新納氏が「TNIを介在させる方法が現状では最もデータに忠実である」との指摘が正鵠を得ていると考える。ただ、永原が使用したQGISで作成

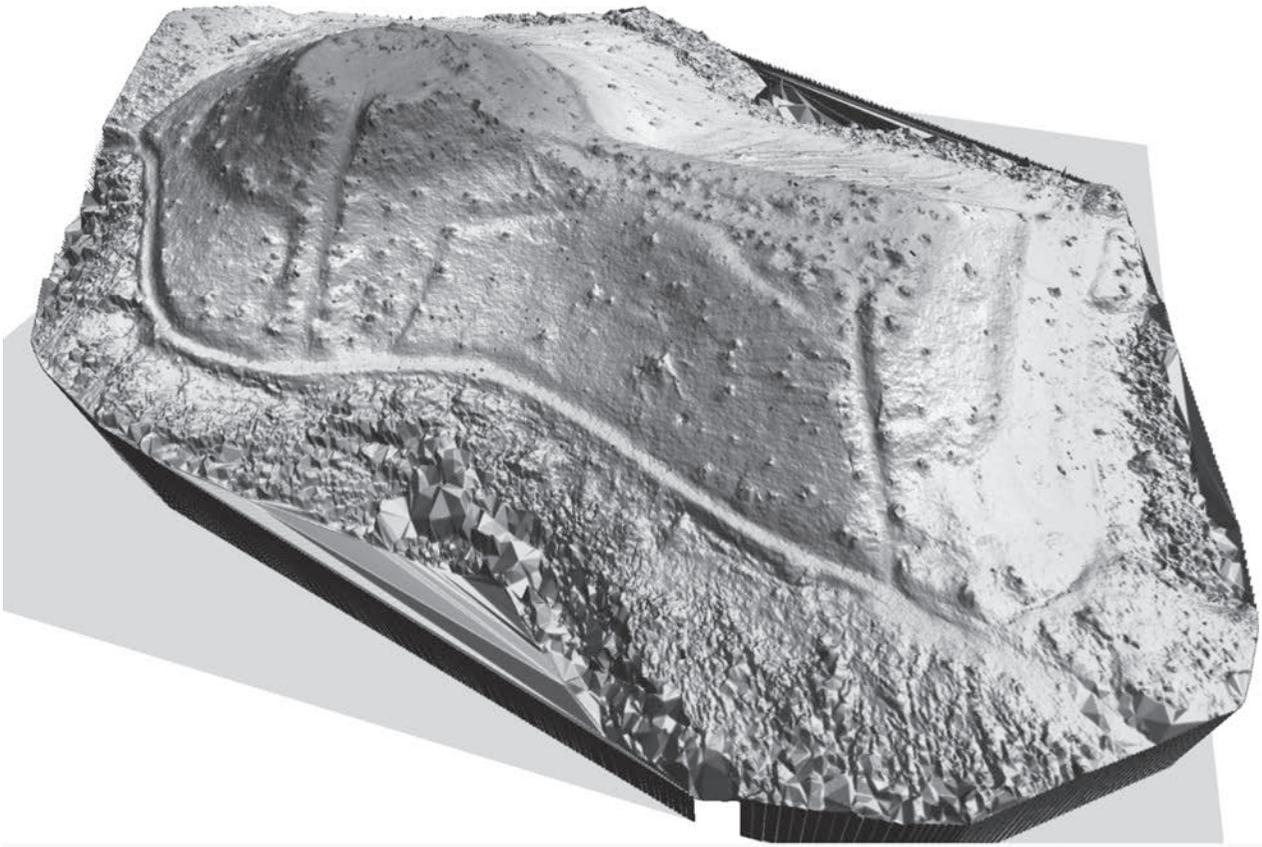


図7 愛宕山古墳の鳥瞰図

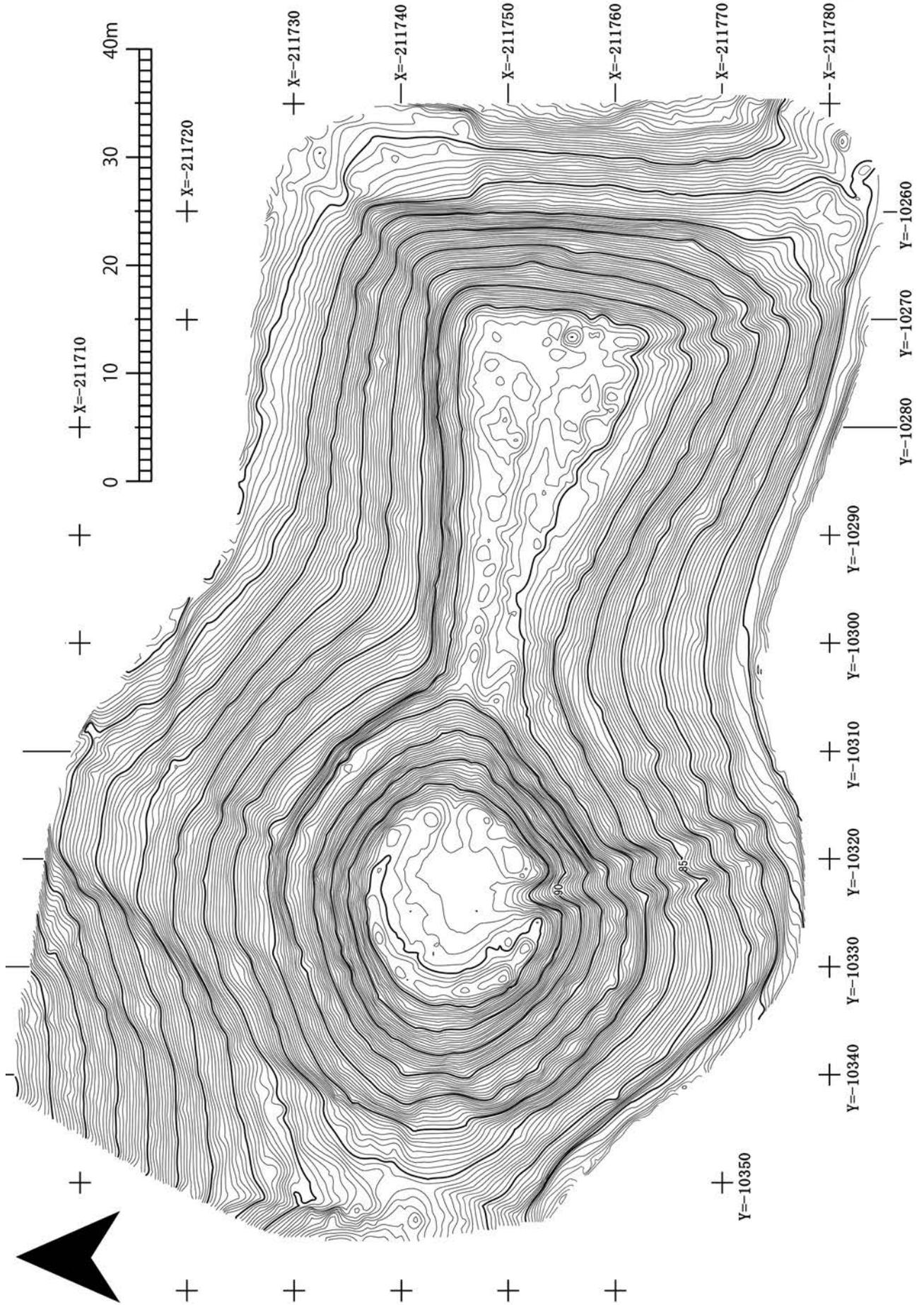


図8 愛宕山古墳測量図2 (縮尺 1/500)

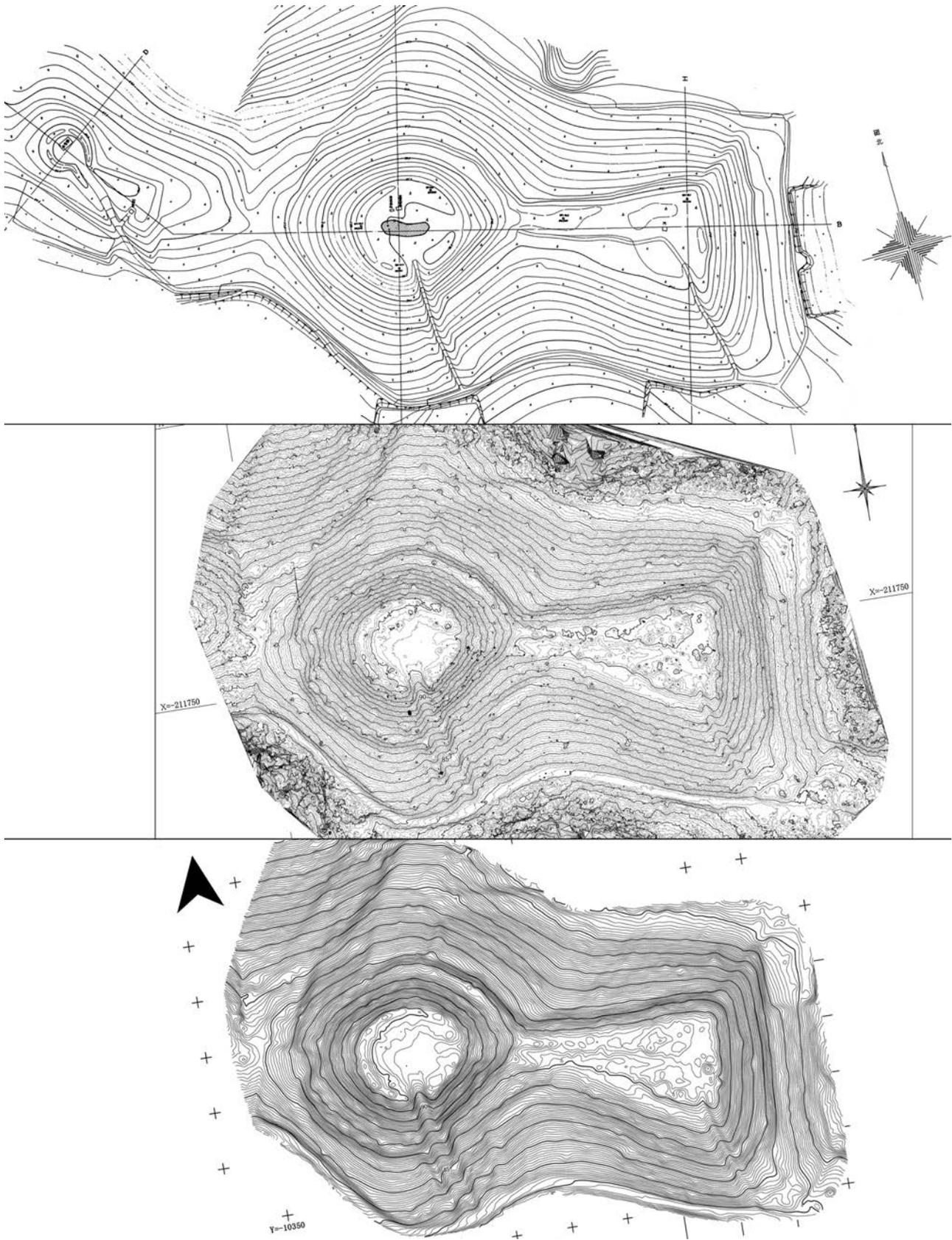


図9 測量図の比較 (縮尺 1/1000)

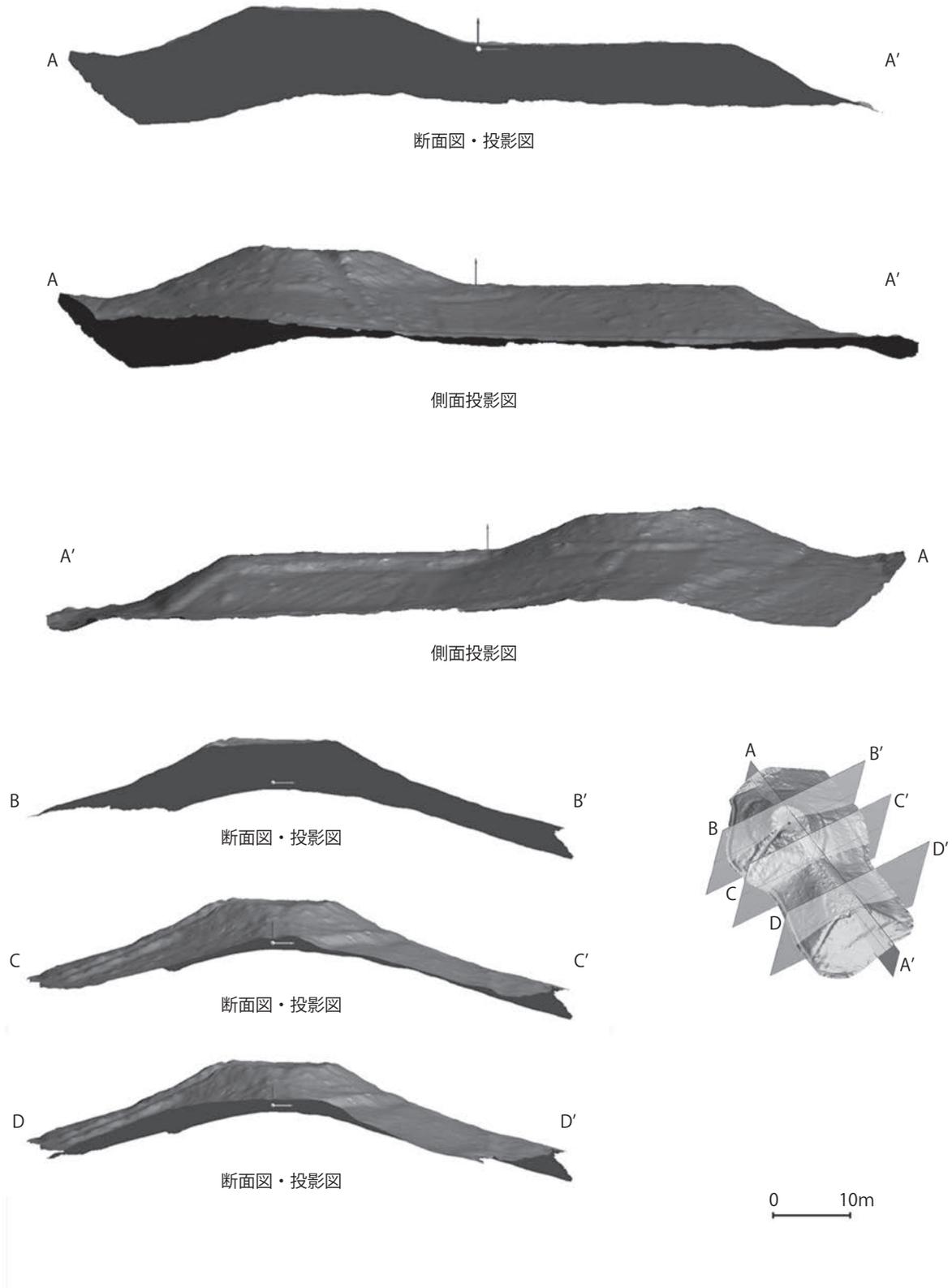


図10 愛宕山古墳断面図・投影図 (縮尺 1/800)

した等高線図でも、検討にあたっては十分な内容を備えており、フリーソフトという利点もある。今後も、各種処理ソフトの特質を比較検討していくことが必要である。

図 10 に示した断面・投影図は、東北大学学際科学フロンティア研究所の田村光平氏が導入し、総合学術博物館に備え付けられている、CREAFORM 社（カナダ）の高精度ポータブル 3D スキャナー HANDYSCAN 3D に附属する 3D ソフトウェアプラットフォームの VXelements 6 を使用して、永原が作成したものである。傾斜の緩急を、陰影として表現できる。任意の位置での断面と、その背後の部分の投影図を合わせて表現ができる。平坦面がどのようにつながっていくかなどを検討する際には、有効な表現方法である。

今回の三次元計測では、従来の測量図では認識できなかったような詳細な特徴が把握できている。後円部北側の標高 84.2～87.2 m のところに、舌状の高まりが認識できる。現地を確認すると、礫が集積したもので、後世の改変の際に葺石が集められた可能性がある。今回の計測の際に、刈り払いと地表面の清掃を行って、初めて認識できた程度の高まりであるが、等高線図にも明確に現れている。詳細な表面形状を把握するには、刈り払いと地表面に堆積した落ち葉などの除去が重要であることを示すものと言えよう。

前方部の北側に、前方部北東コーナーの稜線にほぼ平行した低い畝状の高まりが 10 条ほど並んでいる。そのくびれ部側には、くびれ部の谷線に平行した高まりが数条確認できる。等高線図では認識しづらいところもあるが、3D プリンターによるモデルでは、明確に認識できる（図 13）。この平行したわずかな高まりが、何を示しているかという問題がある。一つの可能性は、計測時のノイズである。もう一つの可能性は、地表面の清掃時の痕跡である。地表面の清掃は、墳丘の高い方から低い方向へ、熊手を使用して落ち葉や細かな枝などを掃き下ろす形で実施した。前方部の北側は、作業の最後に近い時期に実施し、時間の余裕がなくなっていたため、比較的粗く掃き下ろした区域にあたる。数人が並んで作業をしたため、作業した人間の歩いた部分、微妙なくぼみとして残った可能性が否定できない。部位によって、掃き下ろす方向を変えたので、くびれ部に近い部分のみ方向が異なっている可能性がある。どちらが原因であるか、今回のデータから決することはできないが、同様の事象が生じないか注意しておく必要がある。

4. 調査成果に基づく墳丘の特徴

3次元計測データをもとに、上記した方法で処理した等高線図、俯瞰図、断面図・投影図、3Dモデルを利用して、調査成果にもとづく墳丘の特徴を、場所ごとに見てみたい。図 11 に、道、急傾斜面を示すとともに、段築の認識の際の問題となる平坦面を示しているのので、参照されたい。

【後円部】

①墳頂部

後円部墳頂には、かつて堂宇が建てられていたと考えられ、中央部がやや窪んでおり、縁側に土が押し出されている。したがって、およそ平坦な中央部の標高は 91 m 後半程度だが、西側の縁は 92 m を超えている。南側斜面と西側斜面には、裾から上る道が取り付けられているが、後者は明確ではない。東側の前方部墳頂からも道が登ってくる。墳頂平坦面と墳丘斜面の傾斜変換線は、標高 91～92 m に認められ、最高点は、墳頂南西側の縁で、92.68 m である。

②南側斜面

後円部南側では、先述したように、裾から幅 3～5 m の道が墳頂面まで続いている。裾から後円部中央に向かっていくが、ややくびれ部よりから始まり、若干屈曲した形になっている。

墳頂面の縁付近は、等高線が密になっている。これらは後円部頂に堂宇を建てた際、土を外周に向けて押し出したことによって、本来の傾斜より急になったものと考えられる。標高 87 m 付近においては、幅 1 m の急傾斜面が、中央部から後円部後端まで 1/4 周をめぐる形で続いている。これに沿う形で、88 m 付近と 86 m 付近の等高線は緩やかとなっており、この両者の平坦面をテラスとして、段築を認めるかどうかの問題となる。

南側のくびれ部付近の等高線の流れを見ると、82 m あたりまでは明瞭な屈曲線が見られるが、それ以下の等高線はやや直線的になる。この屈曲を前方部と後円部の交点とすると、82 m の等高線を目安とした墳端がひとつ考えられる。また裾部の道に沿って傾斜変換線を確認することができ、81.3 m の等高線を目安に墳端を考えることができる。くびれ部は、前方部と後円部の双方から崩れた土がたまる場所であり、本来のくびれ部は、現状よりもやや内側に食い込んだ位置にあったと考えられる。

くびれ部から後円部に入った部分の、標高 85～86 m 付近に、小規模な平坦面が認められる。これが段築の痕跡と見なすか否かが問題となる。

③西側斜面

後円部西側斜面にも道が取り付けられている。道は、後円部中心に向かって、ほぼ東西方向に伸びているが、全体的にやや不明瞭で、86 m 以上は明確であるが、それ以下ははっきりしない。西斜面の裾の谷部に、道が南北に伸びており、標高 84～86 m 付近の等高線は V 字状となっている。西側斜面の道の北側において、86～87 m 付近に確認できる急傾斜面は後世の段切りによるものと考えられる。植林もしくは畑に利用されたものと考えられる。このように北西部斜面は、大きく改変されている。

後円部の南側から西側にかけての墳裾には、古墳外周をめぐる道がある。道の脇は、小さな急傾斜面となっているところが多く、道によって削られているものと考えられる。

道の内側には、明確な裾のラインを見て取ることは難しい。一方、道を挟んだ外側では、等高線は自然地形に沿っており、墳丘の裾のラインは、外側には出ないと思われる。そのため、後円部南側から西側にかけての墳裾は、ほぼ道に沿ったところに本来あったと考えるべきであろう。標高を見ると、くびれ部から後円部後端に向けて標高は上がっていく。後円部南側では83m前後となり、後端では86m近くまで上がっていくと考えられる、なお西側斜面では、段築の可能性のある平坦面は確認できない。

④北側斜面

標高88～89mあたりに幅1mに満たない平坦面が見られる。この平坦面は、北側くびれ部のあたりから始まり、後円部墳頂面を囲むようにして伸び、後円部北西側で不明瞭となる。この平坦面に沿って、87～88mの部分は急傾斜面となっている。その下側の86～87m付近においても、やや平坦な状態となっている。この2つの平坦面を、段築に関わるものと判断するかが問題となる。

北側斜面には、植林や畑作の目的と思われる段切りが、斜面を斜めに横切るように、複数認められる。北側斜面北東部にも、81～82mの付近に急傾斜面があり、後世の改変によると考えられる。

等高線の密度を見てみると、北側くびれ部では81.4mあたりから、北側斜面中央部では83mあたりから傾斜が変化しており、墳丘裾がこの高さにあった可能性が考えられる。くびれ部にある程度土が流れ込んでいることを考慮すると、実際のくびれ部の墳裾の位置は、これより内側に入り込んでくると予想される。くびれ部から後円部北側にかけて、墳丘裾のレベルが高くなっていく可能性ある。

北側斜面中央部の標高84.2～87.2mのところには、前述した高まりがあり、葺石と思われる石材が集中している。何らかの理由で、後世に移動させられたものと考えられる。

【前方部】

①墳頂部

墳頂部は南半の土の流れが大きく、若干レベルが低くなっているが、全体的にはほぼ平坦である。くびれ部から前方部前端にかけて直線的に拡がる形をとっており、両者における幅の差は10m程度である。墳頂面は凹凸が激しく、特に前端付近は凹地が目立つが、これは抜根の跡であると考えられる。傾斜変換線は、西側以外の三辺は87m付近である。後円部との境界ははっきりしないが、後円部斜面にむけてスロープ状に若干高くなっていく可能性があり、傾斜が大きく変わるの88m付近である。

②北側斜面

北側斜面は、後述する道以外に大きな削平もなく、等高線の間隔を見る限り崩落も少ないと考えられる。墳端は、等高線の間隔が狭まり始める81～82m付近に設定して差し支えないだろう。ただし、前端に近い部分では、下にいくほど傾斜が強くなり、等高線の方向が墳頂付近とはこと

なっていく。前端付近では、次に述べる道の関係で、裾付近が若干削平されている可能性もある。

北東部コーナーから標高85m附近にかけて、道が設置されている。この道は等高線に沿って、後円部に向かって続いているが、くびれ部付近で不明瞭となる。道の上側は急傾斜面となっており、この部分に葺石石材が多数認められる。採集された埴輪のほとんどは、この区域で発見している。この道で造られた平坦面が、本来の段築の平坦面を利用したかどうかは問題となる。これ以外には、等高線が緩やかになる部分は認められない。

なお前方部北側斜面では、等高線に斜めに交わる形で、併行する複数の畝状の高まりが確認できるが、前述のように、墳丘清掃作業時の痕跡か、計測によるノイズの可能性がある。

③東側斜面

東側斜面は、両コーナーに改変を受けている。北側コーナー付近では、等高線が密な急傾斜面が方形にめぐっており、後世の削り込みによるものと考えられる。ただし、墳丘を大きく削平したものではないため、墳端の設定に大きな影響はない。南側コーナーは、83m以下から大きな改変をうけており、大きく崩れてしまっている。中央部は、下部の傾斜がやや急になっておりため、若干削られている可能性も残るが、大きな改変ではないと思われる。墳端は、81.5m前後で傾斜の変化がはっきりと確認できるため、前方部前端線の設定は、これを基準とすべきであろう。段築となりうる平坦面は見出すことは難しい。

④南側斜面

北側斜面と比べて全体的に土が流れており、本来の傾斜よりも緩くなっていると予想される。墳裾部分に、古墳南半を外周する道が設置されており、前端付近では墳丘裾が削り込まれ、急傾斜面となっている。前方部北側斜面、東側斜面との整合性も考慮すると、南側斜面においても標高82mをやや下回るレベルに墳端を設定することが適切と考えられる。

南側コーナーには裾部から墳頂面まで続く、幅3m程の道が取り付けられている。テラスと認められるような平坦面を見出すことは難しい。

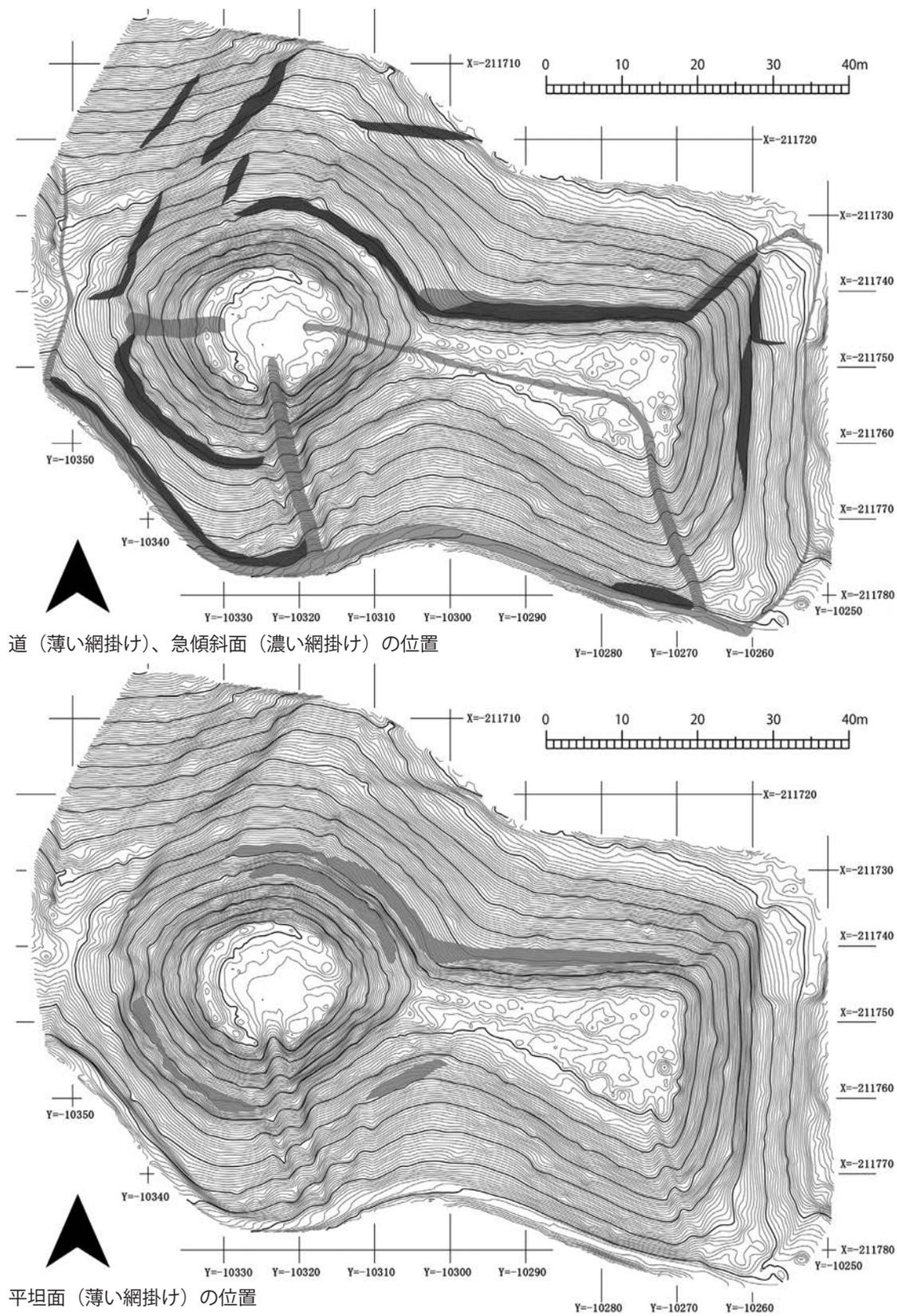


図 11 愛宕山古墳墳丘に見られる道・急傾斜面・平坦面の位置 (縮尺 1/800)

5. 墳丘形態の復原

前項で述べた認識をもとに、愛宕山古墳の墳丘形態を考えてみたい(図12)。

【墳頂平坦面】

後円部、前方部ともに、墳頂平坦面は、若干の変更を受けているが、大きな変更ではないと考えられる。そのため現状を踏まえて、平坦面の形状を考えることができる。前方部南側は、土が流出していると考えられるため、墳丘斜面の等高線の方向を参考にして、平坦面の端のラインを想定している。

前方部墳頂平坦面が後円部斜面に取り付くところには、若干高くなっていく。そのため、小さなスロープ状の斜面が存在したと推定して復元した。

【墳丘裾ライン】

前方部の前端は、裾付近が若干削られている可能性はあるものの、81.5m前後の高さの所で考えて良いであろう。前方部からくびれ部にかけても、おおむね81.5m前後の高さに墳端があったと考えられる。前方部の高さは、前端からくびれ部まで平坦であったと考えられることから、前方部斜面の傾斜が途中で変化しないかぎり、平坦面の端のラインと、墳端のラインは平行していたと考えられる。前方部北側のコーナー近くでは、裾付近の等高線の方向が変化

しているため、墳頂平坦面の端のラインと平行にならない。前方部北側コーナーに取り付く道によって改変された可能性を考え、墳頂平坦面のラインと平行に墳裾のラインを想定した。なお前方部の両コーナーについては、後世の改変を受けており、本来の細かな特徴は判らない。そのため、前方部側辺と前端ラインを伸ばして交差させて推定した。前方部は、主軸をはさんで対称となるように復元を試みたが、正確な対称形と見なすことは難しく、若干南側が大きくなっている。

後円部は、後端に向かって、墳丘基底面の標高が上がっていく。前方部前端からくびれ部までは、おおむね81.5m前後と考えられるが、後円部の中心から主軸に直交するライン上では、おおむね83mのところは墳端が想定される。後円部後端では、86m前後が墳端と考えられる。

愛宕山古墳は、東西に延びる尾根を利用して築造されている。後円部後端にあたる部分では、尾根を切断して築造されていると考えられる。この尾根を切断する深さを、他の部分の墳端のレベルまで行わず、前方部と比べると4.5m程高いところで止めていることが、このような形態となった理由であろう。

【段築の有無】

愛宕山古墳では、前方部北側斜面、後円部北側斜面、後円部南側斜面、南側くびれ部斜面から後円部南側斜面にか

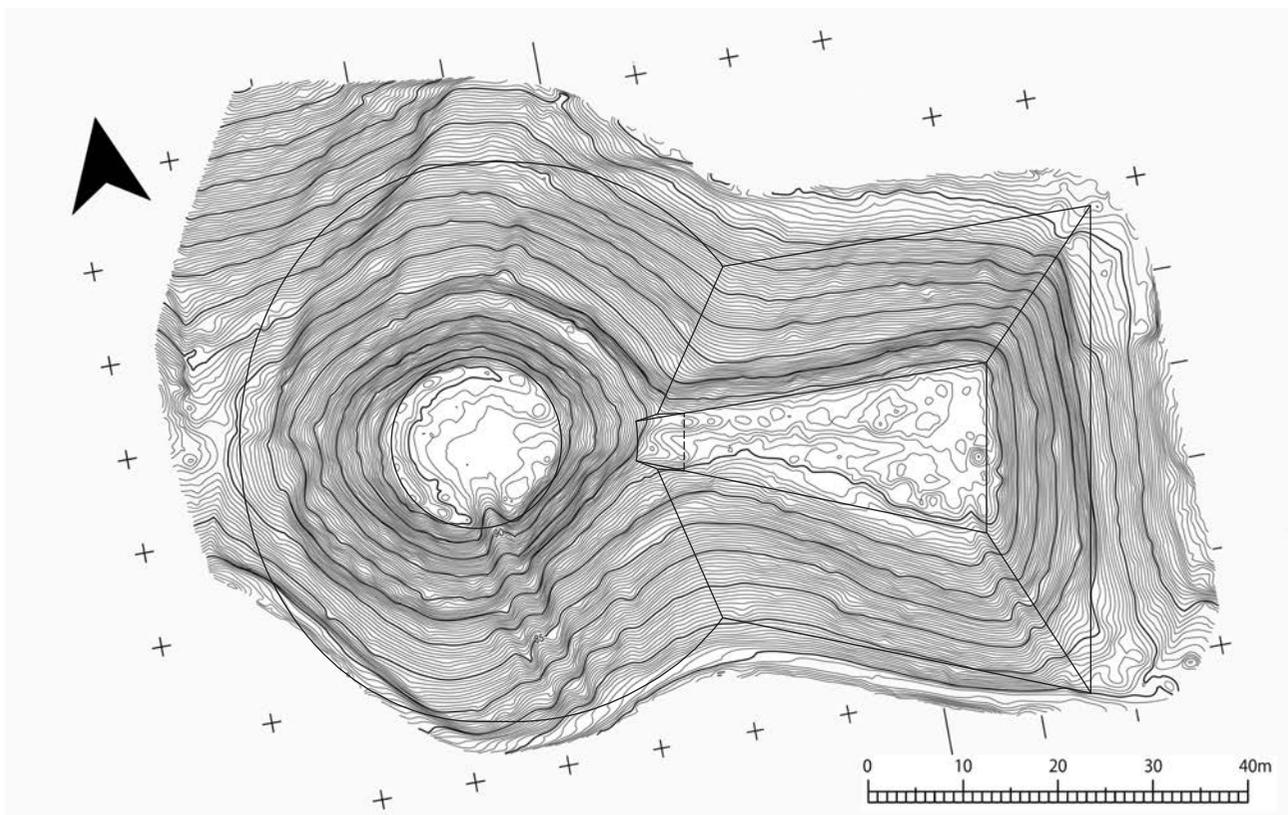


図12 愛宕山古墳墳丘復原図(縮尺1/800)

けて平坦面が確認されている。前方部北側斜面の平坦面は、前方部北側コーナーから登ってくる道につながっていることから、道として利用されたことは明らかである。しかし、もともと存在した平坦面が、道として利用されている場合も考慮して検討する必要がある。

この前方部北側の平坦面とほぼ同じ高さで、南側くびれ部から後円部にかけて平坦面がある。これが本来の平坦面を残しているという可能性もある。しかし、北側の平坦面は、後円部に進むと2mほど標高が上がっていき、後円部の平坦面につながっていく。ところが南側くびれ部の平坦面は、逆に後円部側に向かって、標高が下がっていく。等高線の流れを見ると、前方部墳頂から、くびれ部を通過して、後円部側へ降りていく道のようなものである。後円部に見える平坦面も、北側と南側では標高が合わず、前方部やくびれ部の平坦面とも高さがずれていく。また後円部の平坦面は、急傾斜面とセットになっており、墳丘斜面を削り込んで造られた可能性が高い。以上の点から、墳丘各所で見られる平坦面を、一連の平坦面とみなすことは難しく、段築が存在した可能性は低いと言わざるを得ない。比較的幅の狭い平坦面が存在し、後世の改変によって判りづらくなっている可能性を完全に否定することは難しいが、段築の存在を確実に示す状況は読み取り難いと考ええる。

後述のように愛宕山古墳は、本来の墳丘規格としては、100mクラスの前方後円墳と考えて良い。これだけの大型前方後円墳で、葺石・埴輪が伴うにもかかわらず、段築が無いことは考え難いことから、これまでは墳丘各所に認められる平坦面を、後世の改変を受けていても、段築による平坦面を反映したものと考えてきた。今回の調査結果によって、段築が存在しない可能性を考えなければならなくなったと言えるであろう。

【愛宕山古墳の規模】

保存状況が良くない部分も多いため、上記のように復元的に墳丘形態を推定した。それにもとづく規模を、ここでまとめておきたい。

墳長：90m

後円部径：主軸に直交する部分では59m

後円部墳頂平坦面の直径：18m

後円部の後端からの高さ：6m

前方部長：39m

前方部前端幅：52m

くびれ部幅：37m

前方部墳頂平坦面の幅は：前端側18m、くびれ部側6m

平坦面の長さは32m程度

後円部に取り付くスロープ状の斜面は長さ5m程

前方部前端からの高さ：6m

後円部と前方部墳頂の高低差：前方部が4.5m低い

主軸の向き：N-100°-E

なお、後円部径については、主軸に直交する部分での半

径が29.5mであるため、直径59mとしているが、くびれ部での半径は32m、後端での半径は25mである。くびれ部までの墳裾の標高で、後円部全体を築造していた場合には、墳長は97m程度となるであろう。本来の墳丘規格としては、100m近い前方後円墳と考えて良いであろう。

6. 3Dプリンターでの造形

愛宕山古墳の3次元計測データをもとに、3Dプリンターでの再現性と、模型での墳丘形態の検討の可能性を検討するため、縮尺500分の1で、3Dプリンターでの造形を2016年度に行った(図13)。合同会社アイオフィスの岩部吉成氏に、周辺のノイズ部分の除去と、立木部分の余分なデータ除去を行っていただき、そのデータをもとに3Dプリンターでの造形を依頼した。3Dプリントにあたって使用した機器などの情報は以下のとおりである。今回使用した機器では、フルカラーでの3Dプリントが可能であるが、形状の検討を行うためにグレーの単色での造形とした。

造形実施業者：ピースルー

造形使用機器：3Dシステムズ社(米国)

Projet 660 3Dプリンター

最大造形サイズ：254mm × 380mm × 200mm

造形ピッチ：100ミクロン

造形材料：石膏パウダー

モデル編集に使用したソフトウェア：GEOMAGIC XOS

3Dプリンターで作成した模型を観察すると、平坦面の形状などの再現性は、検討に十分耐えうるものであると言えるであろう。造形にあたってピッチは、最小の100ミクロンとしたが、積層痕はさほど目立たないものの観察できる。展示などでの利用の際には課題が残るが、積層痕を手がかりに水平を認識できるので、墳丘形態の検討にあたっては有利な面もある。今回は単色での造形であるが、1mごとの等高線に対応する層だけ色を変えるという方法も有効かもしれない。また今回は1基のみの造形であるが、類似した古墳の模型を複数並べて検討するならば、これまでの認識が難しかった立体的な類似性や違いを認識することは可能であろう。またその作業を、複数の研究者が、共同で行うことも可能である。今後の比較検討にあたって、新たな可能性を示すものと言えるであろう。展示公開での活用にあたっては、様々な方法が可能である。

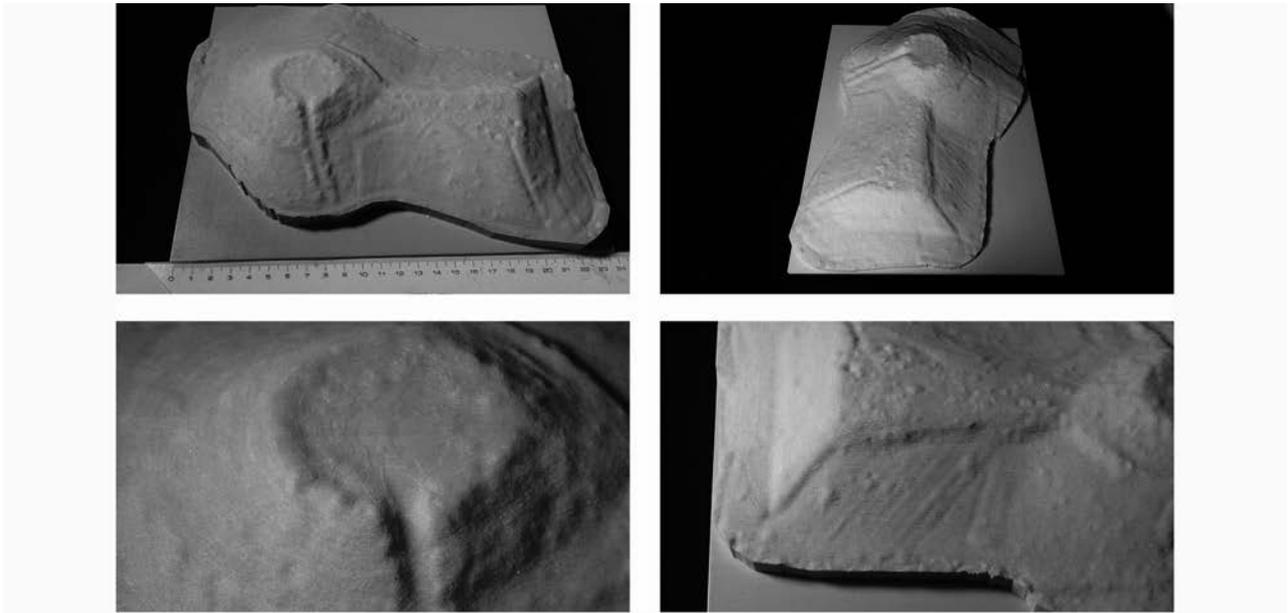


図13 3Dプリンター造形による愛宕山古墳の模型

7. 採集埴輪

今回の調査で採集した埴輪は40点あるが、全て破片資料であり特徴がよくわかるものは少ない。以下、特徴がよく判明するもの4点を中心に述べる(第14図)。これらの埴輪は、前方部北側と後円部北側で採集したものである²⁾。

採集された資料は円筒埴輪と朝顔形埴輪と考えられるものである。外面調整はタテハケで、1のみヨコハケが確認される。また1はスカシ孔が残っており、直線的に穿孔されていることとハケメの方向から、スカシ孔の形態は三角形になるものと考えられる。3は円筒埴輪であると考えられ、突帯が剥離した面にタテハケが良く残っている。突帯は断面がM字形を呈する突出度の高いものである。断面の観察から、突帯を付ける際、粘土ひもの下側の器面との接合部に別の粘土を充填するように付け足していることが判る。同様の痕跡は愛宕山古墳出土の他の円筒埴輪でも見られることから(図15、藤沢・亀井1992)、本墳出土円筒埴輪の特徴であると言える。また、突帯端面のナデには微細な条線が見られ、布または皮革のようなものでナデたと推測される。外面には一部朱彩が残っている。内面調整は縦方向のナデである。

2・4は朝顔形埴輪である。2は頸部の三角突帯、4は頸部の上側に付く凸帯の付近の破片である。4の突帯は器面に対して比較的広範囲に貼り付けている。内面の一部で微細な条線が入ったナデが一部確認できるが、範囲等は判然としない。復元された直径は31cmである。突帯の位置が一般的な朝顔形埴輪よりも低い位置に付いている。2は

器面との上方の接合面に、4は器面が剥離した突帯の裏面にそれぞれ器面から転写されたタテハケが認められる。

図示した4点以外の資料は円筒埴輪で、いずれも突帯は断面がM字形を呈する突出度の高いものである。外面調整はタテハケであり、内面調整はヨコハケ、ナナメハケが確認された。また外面に一部朱彩が残っているものも複数存在する。

今回採集された埴輪によって、愛宕山古墳に朝顔形埴輪が存在することが確認できた。また円筒埴輪には、外面に二次調整ヨコハケを有するものが含まれることが明らかとなった。ただし、これまで指摘されてきた前期末という認識を、変更する必要はないであろう。

8. 愛宕山古墳の三次元計測から提起される課題

愛宕山古墳は、後円部後端の丘陵の切断にあたって、墳裾のレベルが他より高い位置で終わっている。その分、墳長が短くなっているが、墳丘の規格としては、100mクラスの前円後円墳であると評価することができる。これは、地方の前期古墳としては、大型の部類に入る。しかし今回の調査結果では、段築を確認することができなかった。このことは、地方の前期大型前方後円墳における段築の有無について、あらためて検討する必要があることを示している。

表3に、東北地方の80mを超える前方後円墳の一覧を示した。墳長90mの名取大塚山古墳が、埴輪の特徴からTK208型式期に下る中期古墳であるのを除くと、全て前期に遡る可能性の高い古墳である。これらの前期大型前方後

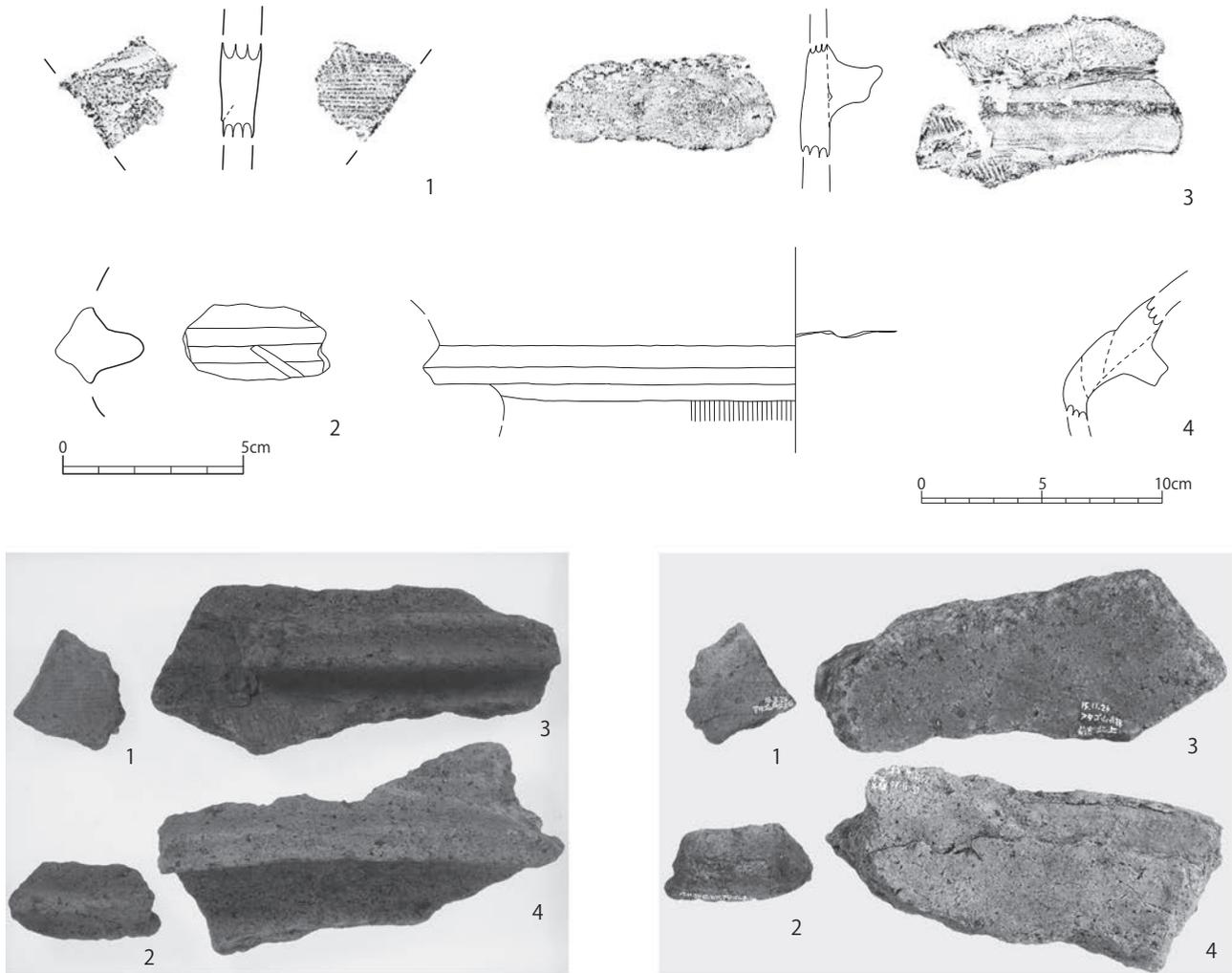


図14 愛宕山古墳 2015 年度調査時採集の埴輪

円墳のいくつかについては、段築の有無について問題が残っている。

宮城県名取市の雷神山古墳は、墳長 168 m で東北地方最大の前方後円墳である。史跡整備による調査が行われているが、1977 年度に実施された調査のうち、東側くびれ部では比較的広い面積で調査が実施されている（恵美・丹羽 1978）。この調査の際の、くびれ部前方部側斜面は、後世の溝で一部破壊されているが、葺石が途切れずに続いているようにも見える³⁾。そのため、前方部に段築が存在したか否か、なお問題が残っている。後円部にだけ段築を伴い、前方部には段築が無い場合も想定しておく必要がある。

宮城県仙台市の遠見塚古墳も、史跡整備に伴う調査が行われ、後円部 2 段、前方部は 1 段で整備されている。しかし、後円部の段築をまたぐ形では、調査区は設定されていない。前方部でも、墳端から墳頂まで通る形で調査区は設けられ

ていない。比較的広い範囲を調査している、1980 年度の第 17 トレンチでは、段築は認められていない（工藤 1981）。このように遠見塚古墳では、前方部には段築が存在しなかった可能性が高く、後円部の段築は未確定であると考えべきであろう。

これら以外にも、段築が存在するか否か、問題が残っている大型の前方後円墳は多い。それぞれについて、段築の有無を確認していくことが、今後の課題である。いずれにせよ、段築・葺石・円筒埴輪の、いわゆる「3 点セット」を備えた前期前方後円墳が、極めて限定されるということは間違いない。大型前方後円墳でありながら、段築が認められないものについて、どのような墳丘規格がモデルとされ、波及していったのかを、多方面から検討することが必要となる。

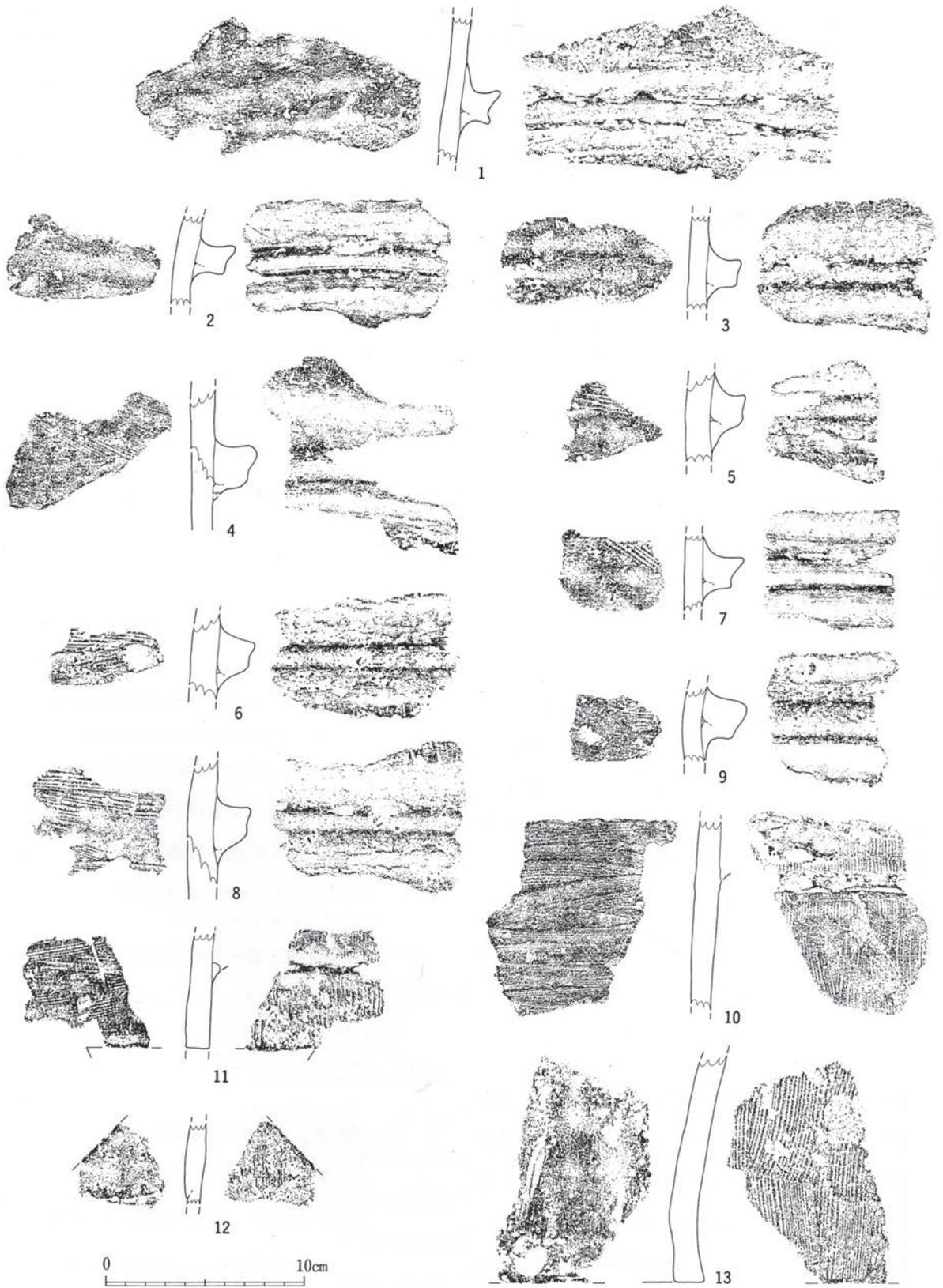


図 15 愛宕山古墳 1990 年度調査時採集の埴輪 (藤沢・亀井 1992 より)

表3 東北地方の墳長80 m以上の前方後円墳

古墳名	所在地	規模	段築	葺石	埴輪
雷神山古墳	宮城県名取市	168m	?	有	壺形埴輪
亀ヶ森古墳	福島県会津坂下町	127m	有	有	円筒埴輪
玉山古墳	福島県いわき市	118m	有?	有	無
会津大塚山古墳	福島県会津若松市	114m	有	無	無
遠見塚古墳	宮城県仙台市	110m	?	無	無
青塚古墳	宮城県大崎市	約100m	?	無	無
稲荷森古墳	山形県南陽市	96m	有?	無	無
愛宕山古墳	宮城県村田町	90m	無	有	円筒埴輪
名取大塚山古墳	宮城県名取市	90m	有	有	円筒埴輪
一箕山古墳	福島県会津若松市	約90m?	?	?	?
千塚山古墳	宮城県村田町	85m	?	?	無

おわりに

愛宕山古墳は、段築・葺石・円筒埴輪が備わった前期前方後円墳と考えられてきた。しかし今回の計測結果からは、段築が存在した確証は得られなかった。最終的には、発掘調査で確認することが必要となるが、100 mクラスの大型前方後円墳で段築が認められない場合、その墳丘企画の由来など、派生する問題は多い。今後、さらに詳細な比較検討が必要となる。いずれにせよ、3次元計測によって、詳細な墳丘形態を明らかにできたことが、このような検討を可能にしたと評価できるであろう。

これまで、古墳の墳丘企画の検討は、等高線図をもとに墳丘の輪郭などを復原し、それを比較して行われてきた。立体的な比較も試みられてきたが、ほとんどは、立体物を2次元の図面に転換し、輪郭など一部の情報を比較していたに留まる。「解析の対象となる比較的少数の計測点を研究者が選定し、他の多くの形態情報を捨ててしまっている」(田村・松木 2017)。詳細な3次元計測は、これまでの方法的限界を超え、立体物を立体物として比較していくことへ道を開くものである。立体物として比較していく方法の開拓が望まれるであろう。その中で、今回試みた3Dプリンターによる造形は、巨大な立体物を、人間が視覚的に認識可能な大きさの立体物として再現し、立体物として比較していく可能性を示すものであろう。

謝辞

本論は、藤沢が研究分担者として交付を受けた、2015～2017年度の科学研究費補助金基盤研究(B)「前方後円墳の3次元計測とそれにもとづく設計原理の検討」(課題番号15H03265・研究代表者岡山大学新納泉)の成果の一部に基づくものである。

研究代表者の新納泉氏と研究分担者の寺村裕史氏、野崎貴博氏、光本順氏には、現地での検討をはじめ、3次元測量の様々な面でご教示をいただいた。科研費の共同研究に加えていただいたことで、今回の調査が実現した。東北大学の田村光平氏にも、様々な御教示をいただいた。深く感謝申し上げる。

本論で報告した一連の調査にあたっては、村田町教育委員会および村田町歴史みらい館、龍泉院、関場地区の方々のご多大な御協力をいただいた。記して、心より感謝申し上げます。

註

- 2015年度の3次元計測、および3月の補則調査に参加した東北大学の教職員・大学院生・学生は以下のとおりである。なお、身分は2015年度当時のものである。藤沢敦(総合学術博物館教授)、有松唯(学際科学フロンティア研究所助教)、川口亮(大学院文学研究科助手)、石橋宏(埋蔵文化財調査室調査員)、山口貴久・山田凜太郎(文学研究科修士2年)、青木要祐・荒木昂大・梅川隆寛・佐藤信輔(文学研究科修士1年)、里村静(文学部4年)、木暮圭哉・木村恒・佐藤ちひろ・鈴木秋平・館内魁生(文学部3年)、石川湧香・今西純菜(文学部2年)。
- 1990年のレーダー探査の際に採集された埴輪は、村田町歴史みらい館にて収蔵保管され、常設展示においても展示されている。今回の調査で採集した埴輪についても、一括して収蔵保管された方が良いとの判断から、村田町歴史みらい館にて収蔵保管していただくこととした。
- この点については、丹羽茂氏からご教示をいただいた。

引用文献

- 恵美昌之・丹羽茂 1978 『史跡雷神山古墳—昭和52年度発掘調査概報』名取市文化財調査報告書第5集
- 工藤哲司 1981 『史跡遠見塚古墳昭和55年度環境整備予備調査概報』仙台市文化財調査報告書第26集
- 熊谷幹男 1978 「IV古墳（測量調査）」『宮城県文化財発掘調査略報（昭和52年度分）』宮城県文化財調査報告書第53集、216～237頁
- 車崎正彦 1992 「埴輪からみた前期古墳から中期古墳へ」『前期古墳から中期古墳へ』第3回東北・関東前方後円墳研究会、45～54頁
- 佐々木安彦 1982 『坂下古墳』村田町文化財調査報告書第3集
- 田村光平・松木武彦 2017 「幾何学的形態測定学による前方後円墳の墳丘形態の定量的解析」『文化進化の考古学』63～88頁、勁草書房
- 新納泉編 2018 『前方後円墳の3次元計測』科学研究費基盤研究(B)研究成果報告書、岡山大学大学院社会文化科学研究科
- 藤沢敦 2000 「阿武隈川下流域の前方後円墳（その1）」『宮城考古学』第2号、25～44頁、宮城県考古学会
- 藤沢敦 2001 「阿武隈川下流域の前方後円墳（その2）」『宮城考古学』第3号、31～52頁、宮城県考古学会
- 藤沢敦・亀井宏行 1992 「付編2 愛宕山古墳主体部確認調査報告」『千塚山古墳測量調査報告書』宮城県村田町文化財調査報告書第11集、33～52頁

東北大学総合学術博物館紀要 (Bulletin of the Tohoku University Museum)

編集委員会規定

2004年1月31日

(設置)

第1条 東北大学総合学術博物館(以下「博物館」という。)に東北大学総合学術博物館紀要編集委員会(以下「委員会」という。)を置く。

(任務)

第2条 委員会は、館長の求めに応じ、『東北大学総合学術博物館紀要』(以下「紀要」という。)に掲載する論文等の審査及び編集に当たるとともに、これに関する事項について審議する。

(組織)

第3条 委員会は、次に掲げる者をもって組織する。

- 一. 博物館の教官で館長が指名した者。
- 二. 博物館の運営委員及び兼任教官で館長が委託した者。
- 三. その他、特に館長が必要と認めた者。

(委員長)

第4条 委員会に、委員長を置く。

- 一. 委員長は、第3条第1項、及び第2項の委員の互選によって定める。
- 二. 委員長は、委員会を召集し、その議長となり、会務を掌理する。

(任期)

第5条 第3条に定める委員の任期は、1年とし、再任を妨げない。

(議事)

第6条 委員会は、委員の過半数の出席がなければ会議を開くことができない。

2. 委員会の議事は、出席入数の過半数をもって決し、可否同数の時は、委員長が決するところによる。

(論文等の審査)

第7条 委員会は、寄稿された論文等について審査をおこなう。

2. 審査は掲載の可否、修正範囲、掲載分類等とする。
3. 審査にあたって、査読を実施する。

(委員以外の出席)

第8条 委員長が必要と認めた時は、委員以外の者を委員会に出席させ、意見を求めることができる。

(査読者の委託)

第9条 委員会は、論文等の審査にあたり、委員以外の者に査読を委託することができる。

(審議結果の報告)

第10条 委員会は、審議結果について、館長に報告する。

(庶務)

第11条 委員会の庶務は、博物館の事務において処理する。

(雑則)

第12条 この規定に定めるもののほか、論文等の審査及び編集に関し必要な事項は、委員会が別に定める。

附則

この規定は、2004年1月31日から施行する。

東北大学総合学術博物館『紀要』寄稿要項

- 1 東北大学総合学術博物館紀要(以下「紀要」という。)は総合学術博物館(以下「博物館」という。)に関連する諸科学に関する研究報告、調査報告等を掲載・発表することにより、それらの学問の発展に寄与するものである。
- 2 紀要に寄稿することができる者は、次の通りとする。
 - ① 東北大学の教職員(同客員教官を含む)
 - ② 東北大学の名誉教授
 - ③ その他、博物館において適当と認められた者
- 3 原稿執筆における使用言語は英語・日本語を原則とする。
- 4 寄稿する原稿には英文要旨(300語程度)を添付する。
- 5 原稿はA4判横書き、1ページ1段組で1,000字(40字×25行)とし、十分な余白を取る。英文の場合はこれに準ずる。(図、写真、表、図版などはそれぞれ別ページとして準備する。さらにそれらのキャプションを別途準備する。)図、写真類のできあがりの最大の大きさは1ページ縦22cm×横17cmとする。
- 6 原稿はデジタルデータで提出する。
- 7 原稿の提出は10月末とする。
- 8 原稿の提出は、紀要編集委員会とする。
- 9 原稿は編集委員会から委託した査読者の審査を経て編集委員会が採択する。
- 10 掲載した一論文につき、別刷り30部まで無償とし、それ以上は著者の負担とする。
- 11 紀要に掲載された論文等の著作権は、博物館に帰属するものとする。