

● Bulletin of the Tohoku University Museum

# Bulletin of the Tohoku University Museum

● Bulletin of the Tohoku University Museum

No.17 2018

No.17  
2018

## Bullitin 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, 2018**

© **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

<b>Shuji Niko and Masayuki Ehiro</b> : Aulacocerid coleoids from the Triassic of the South Kitakami Belt, Northeast Japan .....	1
<b>Yoshitaka Kanomata, Shizuka Satomura and Hisashi Kimura</b> : Practical Studies of Transition from Palaeolithic to Jomon Period: Tazawa site in Tokamachi City, Niigata Prefecture .....	9
<b>Kaoru Akoshima and Hyewon Hong</b> : Standard use-wear chart of TUMRT (4): Microwear Polish (2) .....	115
<b>Harumasa Kano, Hiroshi Nishi, Atsushi Fujisawa, Osamu Sasaki, Reishi Takashima and Jun Nemoto</b> : Progress Reports of the Program for Archives and Publication of 3-D Point-cloud Data of the Great East Japan Earthquake for Tsunami Disaster Ruins .....	139



# Aulacocerid coleoids from the Triassic of the South Kitakami Belt, Northeast Japan

Shuji Niko\* and Masayuki Ehiro\*\*

\* Department of Environmental Studies, Faculty of Integrated Arts and Sciences, Hiroshima University, Higashihiroshima 739-8521, Japan, \*\* The Tohoku University Museum, Sendai 980-8578, Japan

**Abstract:** Three species of aulacocerid coleoids from the South Kitakami Belt of Northeast Japan deal herein. *Miyagiteuthis* gen. nov. is proposed for a Norian (Late Triassic) aulacoceratid species *Dictyoconites nipponicus* Shimizu and Mabuti, 1941, by taxonomic revisions of the original material and newly collected topotypes. The original two specimens of a Ladinian (Middle Triassic) xiphoteuthidid species *Atractites hatai* Bando, 1963, are revised and assigned this species to *Choanoteuthis*. A new xiphoteuthidid species *Calliconites? shimizui* is described from the Olenekian (Early Triassic) mudstones of the Osawa Formation in the Utatsu area.

## Introduction

Aulacocerida is an order of coleoid cephalopods characterized by the possession of aragonitic rostrum, longiconic phragmocone with relatively low expansion angle, long body chamber and prochoanitic (or achoanitic in specialized taxa) in adult septal necks, and the absence of proostracum and hyperbolar zone. It comprises three families, namely Aulacoceratidae, Dictyoconitidae, and Xiphoteuthidae (Jeletzky, 1966; Keupp and Fuchs, 2014). Although aulacocerids occur widely in the Upper Permian to the Upper Jurassic strata in the Tethyan region (Doyle, 1990), reports in Japan are scarce and restricted in the Triassic of the South Kitakami Belt. Previously only two species have been known. The first aulacocerid species from the area described by Shimizu and Mabuti (1941), who reported *Dictyoconites nipponicus* on the basis of specimens collected from the early Norian (Late Triassic) sandstones of the Chonomori Formation, Saragai Group at the Niranohama locality (38° 41' 26" N, 141° 30' 11" E; loc. A in Figure 1), western coast of Niranohama in the Hosoura area, Minamisanriku Town, Miyagi Prefecture. Subsequently, Bando (1963) described *Atractites hatai* from the early Ladinian (Middle Triassic) sandy mudstones of the Rifu Formation. Collecting site of the type specimens of *A. hatai* is a quarry (38° 21' N, 141° 2' E, the second time scales unknown because detailed documentations about collecting site did not note in an original designation and this quarry has a span of ca. 0.7 km; loc. B in Figure 1) in the Rifu area, Rifu Town, Miyagi Prefecture. The main objectives of this contribution are to revise their taxonomic

position. In addition, we describe *Calliconites? shimizui* sp. nov. to further knowledge of the aulacocerid fauna of the South Kitakami Belt. The new species is recovered from the late Olenekian (Early Triassic) laminated mudstones of the Osawa Formation at the Tatezaki locality (38° 42' 50" N, 141° 32' 07" E; loc. C in Figure 1; see Ehiro et al., 2015, 2016 for its stratigraphy and fauna) in the Utatsu area, Minamisanriku Town, Miyagi Prefecture.

Abbreviation: IGPS (Institute of Geology and Paleontology, Faculty of Science, Tohoku University, Sendai; kept in the Tohoku University Museum).

## Systematic Paleontology

Subclass Coleoidea Bather, 1888

Order Aulacocerida Stolley, 1919

Family Aulacoceratidae Mojsisovics, 1882

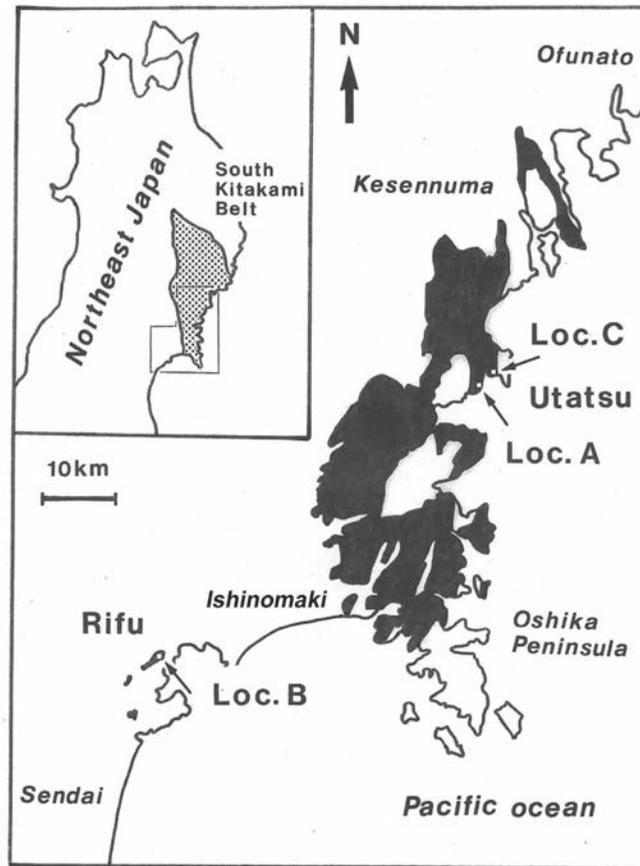
Genus *Miyagiteuthis* gen. nov.

*Type species.*—*Dictyoconites nipponicus* Shimizu and Mabuti, 1941, by monotypy.

*Diagnosis.*—Aulacoceratid genus with cylindrical rostrum having strongly compressed panduriform to sub-elliptical cross sections and well-developed paired dorsolateral depressions in apical and stem regions; dorsal part of rostrum forms protrusion having fan-shaped cross section; surface ribs coarse.

*Etymology.*—The generic name is combination of prefecture of the type locality, named Miyagi, and a suffix *teuthis* meaning squid.

*Discussion.*—*Miyagiteuthis* gen. nov. resembles a Late



**Figure 1.** Map of southern part of the South Kitakami Belt from which aulacocerids were collected. Black areas represent distributions of Triassic sedimentary rocks.

Triassic genus *Aulacoceras* Hauer (1860; type species, *A. sulcatum* Hauer, 1860) that was an only representative of the family. However, strongly compressed rostrum at the apical and stem regions with panduriform to sub-elliptical cross sections of the new genus is the most distinctive feature from *Aulacoceras*, whose cross sections of rostrum are invariably subcircular. Laterally compressed rostra are common features in the more primitive genera (such as *Calliconites* Gemmellaro, 1904, and *Metabelemnites* Flower, 1944) belonging to the family Xiphoteuthididae. *Miyagiteuthis* may be an ancestor of *Aulacoceras*.

Two dictyoconitid genera *Prographularia* Frech (1890; type species, *P. triadica* Frech, 1890) and *Dictyoconites* Mojsisovics (1902; type species, *Orthoceras reticulatum* Hauer, 1847) are easily separated from *Miyagiteuthis* by their significantly finer ribs. This difference warrants a familial assignment of *Miyagiteuthis*.

***Miyagiteuthis nipponica*** (Shimizu and Mabuti, 1941)

Figures 2.1–2.12

*Dictyoconites* sp. nov., Shimizu and Mabuti, 1932, p. 314; Inai, 1939, p. 237.

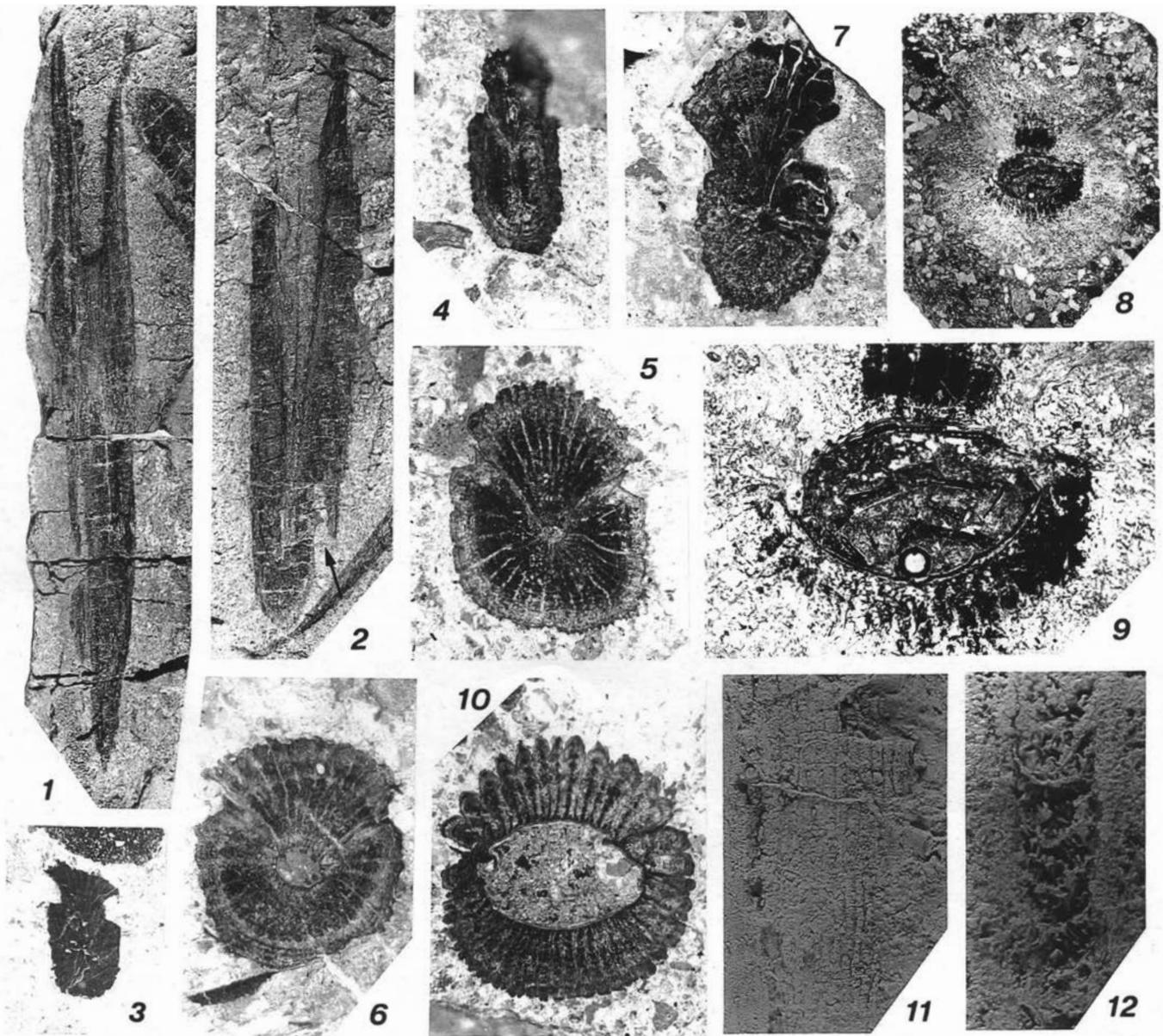
*Dictyoconites nipponicus* Shimizu and Mabuti, 1941, p. 923–925, pl. 48, figs. 1, 2, 3a, b, 4a, b, 5a, b, 6, 7a–c, 8, pl. 49, figs. 1–7; Ichikawa, 1951, p. 19; Onuki and Bando, 1958, p. 488; Bando, 1964, p. 12; Nakazawa, 1964a, p. 23; Nakazawa, 1964b, p. 524.

*Dictyoconites japonicus* [sic]. Ando, 1986, p. 41; Kamada, 1993, p. 36.

*Prographularia nipponica*. Doyle, 1990, p. 269.

*Diagnosis*.—As for the genus.

*Description*.—Rostrum cylindrical, large, more than 132 mm in length and 25 mm in diameter; a distinct transverse constriction may develop at alveolar region; in apical to stem regions cross sections of rostrum are panduriform to sub-elliptical with strong lateral compression and a well-developed dorsolateral depression with bilateral distribution,



**Figure 2.** *Miyagiteuthis nipponica* (Shimizu and Mabuti, 1941). **1.** Lectotype, IGPS coll. cat. no. 49600-1, longitudinal section of rostrum, weathered surface. **2.** Paralectotype, IGPS coll. cat. no. 49600-2, dorsoventral section of rostrum, weathered surface, venter on left, arrow indicates dorsolateral depression. **3.** Paralectotype, IGPS coll. cat. no. 49600-34, cross section at apical region of rostrum, polished surface, venter down. **4.** Topotype, IGPS coll. cat. no. 111755, cross section at stem region of rostrum, polished surface, venter down. **5, 10.** Paralectotype, IGPS coll. cat. no. 49600-41, alveolar region of rostrum: **5,** cross polished section at apical end, polished surface, venter down; **10,** cross section at adoral end, polished surface, venter down. **6.** Topotype, IGPS coll. cat. no. 111753, cross section at alveolar region of rostrum, polished surface, venter down. **7.** Paralectotype, IGPS coll. cat. no. 49600-18, cross section at stem region of rostrum, polished surface, venter down. **8, 9.** Paralectotype, IGPS coll. cat. no. 49600-47, alveolar region of rostrum: **8,** cross thin section, venter down; **9,** partial enlargement of Figure 2.8 to show details of siphuncle. **11.** Paralectotype, IGPS coll. cat. no. 49600-11, external view of rostrum, silicon rubber replica, coated by ammonium chloride. **12.** Paralectotype, IGPS coll. cat. no. 49600-16, longitudinal section of phragmocone, weathered surface, coated by ammonium chloride. Scale bar is 30 mm in Figures 2.1, 2.2; 10 mm in Figures 2.3–2.8, 2.10, 2.11; 3 mm in Figure 2.9; 5 mm in Figure 2.12.

then they shift to subcircular and depressions become diminished in their width and depth in alveolar region; dorsal part defined by dorsolateral depressions forms protrusion having fan-shaped cross section; surface of rostrum marked by coarse longitudinal ribs and narrow furrows; no apex of rostrum and body chamber preserved. Alveolus cylindrical with approximately 10° in dorsoventral section, dorsoventrally depressed cross sections and dorsolateral grooves; length of alveolus is less than half of total rostrum length. Phragmocone is not well preserved, but relatively long camerae with deep and adapically concaved septa and marginal siphuncle are discernible; wall of siphuncle probably contact with ventral wall of phragmocone.

*Material examined.*—In the original description of this species by Shimizu and Mabuti (1941), no holotype was designated. Subsequent authors also have not designate a lectotype. Therefore, we designate IGPS coll. no. 49600-1 as the lectotype, and forty-six specimens 49600-2–47 become the paralectotypes. In addition, thirteen newly collected specimens (topotypes), IGPS coll. cat. no. 111745–111757, from the type locality were also examined.

*Occurrence.*—Early Norian, the Chonomori Formation, Northeast Japan.

Family Xiphoteuthididae Naef, 1922

Genus **Calliconites** Gemmellaro, 1904

*Type species.*—*Calliconites dieneri* Gemmellaro, 1904.

***Calliconites? shimizui*** sp. nov.

Figure 3.1–3.7

*Diagnosis.*—Rostrum asymmetrical subhastate in profile, and cylindrical in outline; cross sections of rostrum laterally compressed elliptical; surface of rostrum marked by ventral and lateral grooves.

*Description.*—Two external molds of imperfect rostra are available for study; they relatively small, respectively 39 mm (holotype) and 33 mm (paratype) in length; profile of rostrum asymmetrical subhastate and outline cylindrical; apex slightly displaced toward dorsum; cross sections of rostra are elliptical having lateral compression; form ratios (lateral diameter/dorsoventral diameter) of rostrum are approximately 0.7; the most inflated part of rostrum in the holotype is 5 mm in dorsoventral diameter; surface of rostrum is smooth, except for three grooves consisting of a distinct median ventral groove and a very shallow lateral groove on each flank. Internal structure unknown.

*Material examined.*—Holotype, IGPS coll. cat. no. 111759. Paratype, IGPS coll. cat. no. 111758.

*Occurrence.*—Late Olenekian, the Osawa Formation, Northeast Japan.

*Etymology.*—The specific name honors the late Dr. Saburo

Shimizu, in recognition of his early work of aulacocerids from the South Kitakami Belt.

*Discussion.*—Its general rostrum shape of this species suggests affinity with *Calliconites*, but the presence of a ventral groove deviates the diagnosis of the genus. In addition, grooves on each flank of *Calliconites* occur at the ventrolateral and dorsolateral positions forming a pair. A lateral groove on each flank is also diagnostic character in *Atractites* Gumbel (1861; type species, *A. alpinus* Gumbel, 1861), but the rostrum of the genus is extremely narrow-waisted and circular to subcircular in cross sections. The generic assignment is indicated with question, because no internal structure is preserved in the type specimens. *Calliconites? shimizui* sp. nov. represents the first Early Triassic and oldest records of aulacocerids in Japan.

Genus **Choanoteuthis** Fisher, 1951

*Type species.*—*Choanoteuthis milleri* Fisher, 1951.

***Choanoteuthis hatai*** (Bando, 1963)

Figures 4.1–4.9

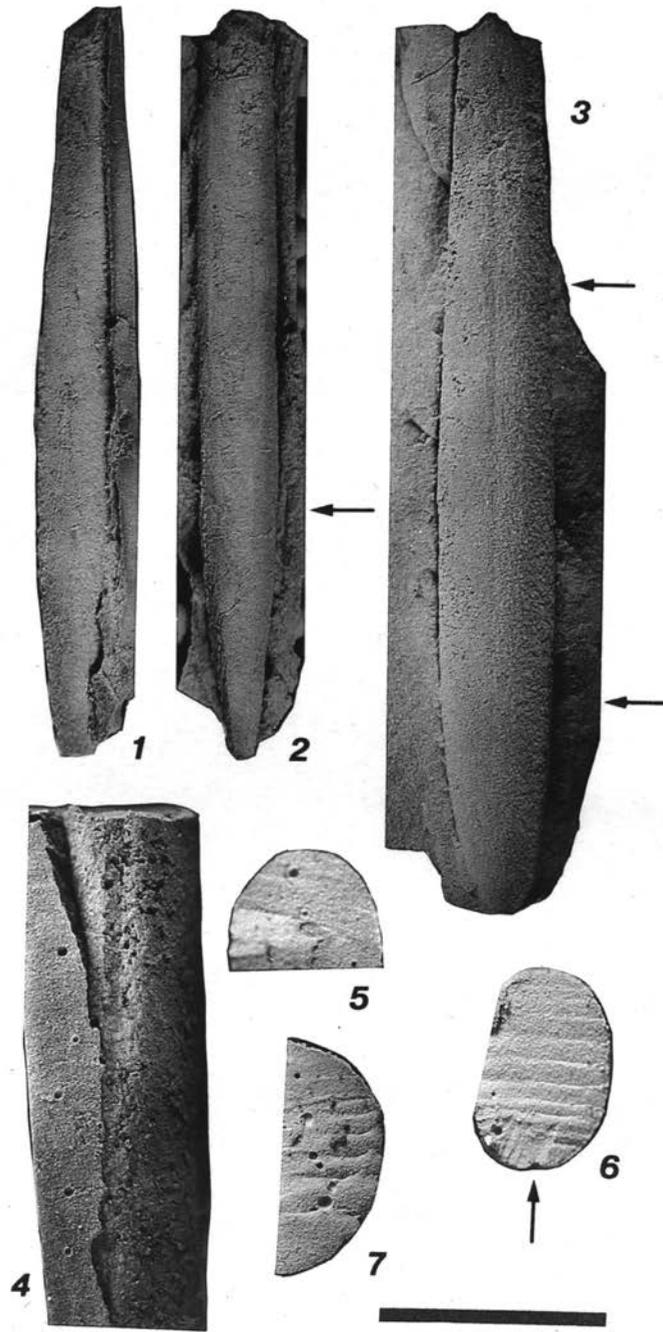
*Atractites hatai* Bando, 1963, p. 48, 49, pl. 8, figs. 1–6.

*Description.*—The original two specimens represent imperfect stem and alveolar regions of rostrum that is nearly cylindrical with a shallow transverse constriction near junction of these regions; no apical region preserved; cross sections of rostra are elliptical indicating slight lateral compression in stem region and nearly circular in alveolar region; adoral end of alveolar region in a larger specimen (lectotype, see below, IGPS coll. cat. no. 79170-1) is 18 mm in diameter; surface of rostrum is smooth lacking groove; no apical part of rostrum and body chamber preserved. Alveolus very deep, more than 32 mm in depth. Phragmocone orthoconic with expansion angle of approximately 10° in dorsoventral section and nearly circular to slightly compressed cross sections; septa deep, concave adapically; septal spacing relatively wide; there are 2–4 camerae in corresponding phragmocone diameter; siphuncular position is close to ventral margin; ventral septal necks retrochoanitic and straight (holochoanitic?); dorsal septal necks bifurcate into prochoanitic and retrochoanitic parts, the latter of which recurved (cyrtchoanitic); connecting rings thickened and cylindrical.

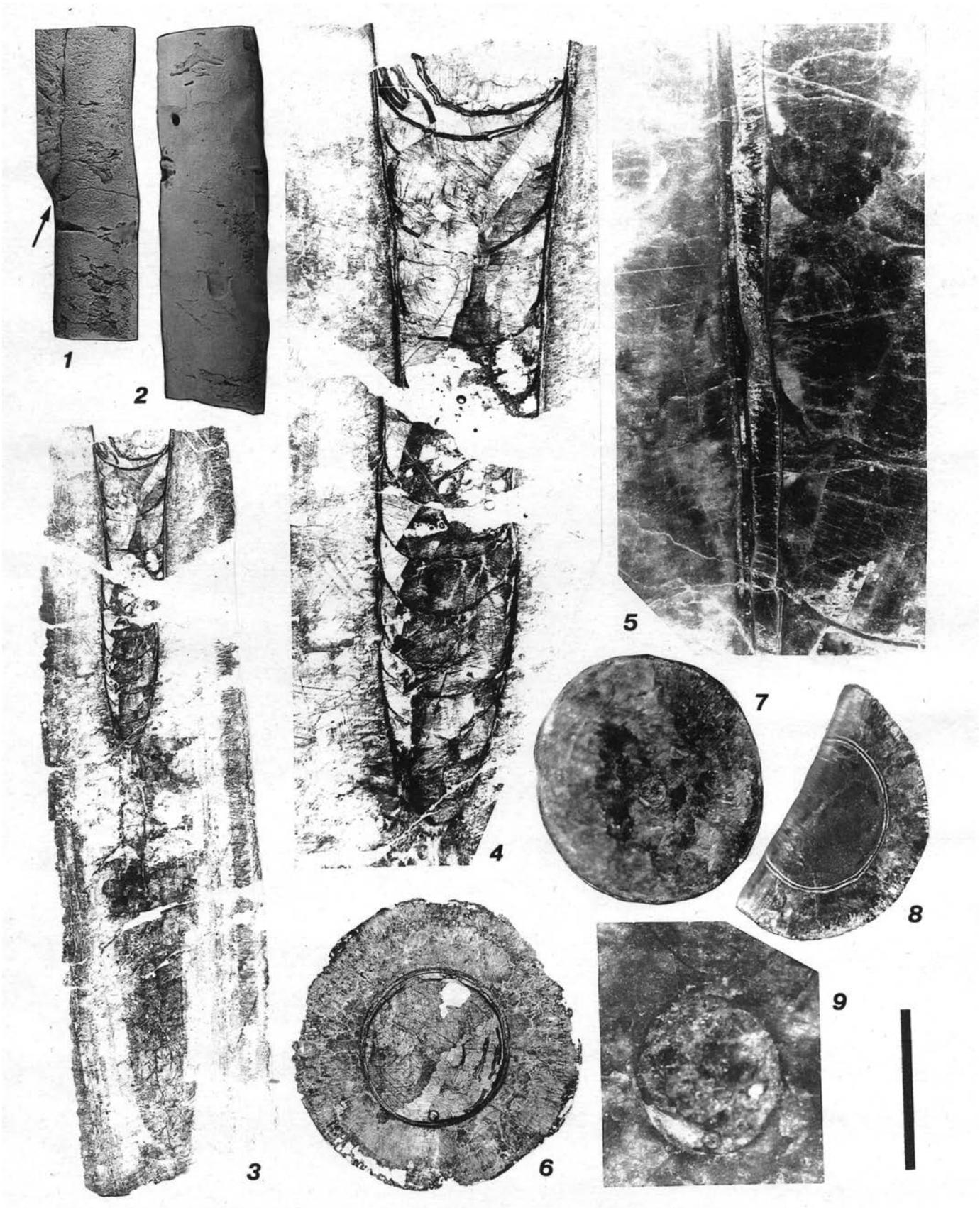
*Material examined.*—In Bando's (1963) original description of this species, he did not designate a holotype. Therefore, we designate IGPS coll. cat. no. 79170-1 as the lectotype and, a specimen 79170-2 becomes the paralectotype.

*Occurrence.*—Early Ladinian, the Rifu Formation, Northeast Japan.

*Discussion.*—Although Bando (1963) assigned this species



**Figure 3.** *Calliconites? shimizui* sp. nov. **1, 2, 5.** Paratype, IGPS coll. cat. no. 111758, silicon rubber replica of rostrum, coated by ammonium chloride: 1, lateral view, venter on right; 2, dorsal view, arrow indicates position of Figure 3.5; 5, cross section, venter down. **3, 4, 6, 7.** Holotype, IGPS coll. cat. no. 111759, silicon rubber replica of rostrum, coated by ammonium chloride: 3, lateral view, venter on left, upper and lower arrows indicate positions of respectively Figure 3.6 and 3.7; 4, ventral view; 6, cross section, venter down, arrow indicates ventral groove; 7, cross section, venter down. Scale bar is 10 mm in Figures 3.1–3.3; 5 mm in Figures 3.4–3.7.



to *Atractites*, it is removed from the genus and placed in *Choanoteuthis* from the following morphological respects: nearly cylindrical shape in the stem and alveolar regions of rostrum that does not exhibit extremely narrow-waist; very deep rather than shallow alveolus; and the absence of lateral grooves. *Choanoteuthis milleri* Fisher (1951, p. 387, 388, 390, pl. 1, figs. 1-3, pl. 2, figs. 1, 2, text-fig. 1) from the Norian of Nevada differs from *C. hatai* by its more longer camerae. Mariotti and Pignatti (1992) advocated a new genus, *Crassiatractites*, based on *Atractites crassirostris* Hauer, 1888, whose species occurs from the Anisian to Ladinian of Bosnia, Albania and Austria, and has similar features with *C. hatai* except for its conical stem region of rostrum. There is a possibility that *Crassiatractites* is a junior subjective synonym of *Choanoteuthis*.

### Acknowledgements

We are grateful to Dr. Jun Nemoto for assistance in examining the original type series. We thank the Educational Committee of Minamisanriku Town and Abei-Gumi Co. Ltd. for permissions to excavate fossiliferous beds at the Tatezaki locality. The manuscript has been improved by an anonymous reviewer for which we are also appreciative.

### References

- Ando, H., 1986, On the Upper Triassic Saragai Group in the Utatsu area of Miyagi Prefecture, Northeast Japan. *The Scientific Researches, Biology·Geology, The School of Education, Waseda University*, no. 35, p. 35–49. (in Japanese with English abstract)
- Bando, Y., 1963, A dibranchiate cephalopod from the Rifu Formation (Triassic) near Hamada, Shiogama City, Miyagi Prefecture, Japan. *Transactions and Proceedings of the Palaeontological Society of Japan, New Series*, no. 50, p. 46–50, pl. 8.
- Bando, Y., 1964, The Triassic stratigraphy and ammonite fauna of Japan. *Science Reports of the Tohoku University, Second Series*, vol. 36, p. 1–137, pls. 1–15.
- Bather, F. A., 1888, Professor Blake and shell-growth in Cephalopoda. *The Annals and Magazine of Natural History, Sixth Series*, vol. 1, p. 421–427.
- Doyle, P., 1990, The biogeography of the Aulacocerida (Coleoidea). In, Pallini, G. et al., (eds.), *Atti del Secondo Convegno Internazionale, Fossili, Evoluzione, Ambiente*, p. 263–271. Editore Comitato Centenario Raffaele Piccinini, Pergola.
- Ehiro, M., Sasaki, O., Kano, H., Nemoto, J. and Kato, H., 2015, Thylacocephala (Arthropoda) from the Lower Triassic of the South Kitakami Belt, Northeast Japan. *Paleontological Research*, vol. 19, p. 269–281.
- Ehiro, M., Sasaki, O. and Kano, H., 2016, Ammonoid fauna of the upper Olenekian Osawa Formation in the Utatsu area, South Kitakami Belt, Northeast Japan. *Paleontological Research*, vol. 20, p. 90–104.
- Fisher, A. G., 1951, A new belemnoid from the Triassic of Nevada. *American Journal of Science*, vol. 249, p. 385–393.
- Flower, R. H., 1944, *Atractites* and related coleoid cephalopods. *The American Midland Naturalist*, vol. 32, p. 756–770.
- Frech, F., 1890, Die Korallenfauna der Trias. *Palaeontographica*, vol. 37, p. 1–116, pls. 1–21.
- Gemmellaro, G. G., 1904, I cefalopodi del Trias superiore della regione occidentale della Sicilia. *Giornale di Scienze Naturali ed Economiche, Palermo*, vol. 24, p. 1–319, pls. 1–30.
- Gümbel, C. W., 1861, *Geognostische Beschreibung des Bayerischen Alpengebirges und Seines Vorlandes*, 950 p. Justus Perthes, Gotha.
- Hauer, F. R. von, 1847, Neue Cephalopoden aus dem rothen Marmor von Aussee. *Naturwissenschaftliche Abhandlungen*, vol. 1, p. 257–277, pls. 7–9.
- Hauer, F. R. von, 1860, Nachträge zur Kenntniss der Cephalopoden-Fauna der Hallstätter Schichten. *Sitzungsberichte der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften. Mathematisch-Naturwissenschaftliche*, vol. 41, p. 113–150, pls. 1–5.
- Hauer, F. R. von, 1888, Die Cephalopoden des Bosnischen Muschelkalkes von Han Bulog bei Sarajevo. *Denkschriften der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften. Mathematisch-Naturwissenschaftliche Classe*, vol. 54, p. 1–50, pls. 1–8.
- Ichikawa, K., 1951, Triassic System in the southern Kitakami Mountainland. *Geological Survey of Japan, Special Report*, p. 7–23. (in Japanese)
- Inai, Y., 1939, Geology of the environs of Shizugawa-machi, Miyagi Prefecture. *Journal of the Geological Society of Japan*, vol. 46, p. 231–242. (in Japanese)
- Jeletzky, J. A., 1966, Comparative morphology, phylogeny, and classification of fossil Coleoidea. *The University of Kansas Paleontological Contributions, Mollusca, Article 7*, p. 1–162.
- Kamada, K., 1993, *Geology of the Tsuya District: With Geological Sheet Map at 1:50,000*, 70 p. Geological Survey of Japan, Tsukuba. (in Japanese with English abstract)
- Keupp, H. and Fuchs, D., 2014, Different regeneration mechanisms in the rostra of aulacocerids (Coleoidea) and their phylogenetic implications. *Göttingen Contributions to Geosciences*, vol. 77, p. 13–20.
- Mariotti, N. and Pignatti, J. S., 1992, Systematic remarks on *Atractites*-like coleoid cephalopods: *Crassiatractites* gen. nov., *Breviatractites* gen. nov. *Paleopelagos*, vol. 2, p. 109–141.
- Mojsisovics, E. von, 1882, Die Cephalopoden der Mediterranen

←

**Figure 4.** *Choanoteuthis hatai* (Bando, 1963). **1, 7–9.** Paralectotype, IGPS coll. cat. no. 79170-2, stem and alveolar regions of rostrum: 1, ventral view, arrow indicates position of Figures 4.7, 4.9, coated by ammonium chloride; 7, cross section at alveolar region, fracture surface, venter down; 8, cross section near adoral end, polished surface, venter down; 9, partial enlargement of Figure 4.7 to show cross section of phragmocone. **2–6.** Lectotype, IGPS coll. cat. no. 79170-1, stem and alveolar regions of rostrum: 2, lateral view, venter on right, coated by ammonium chloride; 3, longitudinal thin section; 4, partial enlargement of Figure 4.3 to show details of phragmocone; 5, dorsoventral section, polished surface, showing structure of siphuncle, venter on left; 6, cross thin section at alveolar region, venter down. Scale bar is 30 mm in Figures 4.1, 4.2; 15 mm in Figure 4.3; 6 mm in Figure 4.4; 3 mm in Figure 4.5; 10 mm in Figures 4.6–4.8; 2 mm in Figure 4.9.

- Triasprovinz. *Abhandlungen der Kaiserlich-Königlichen Geologischen Reichsanstalt*, vol. 10, p. 1–322, pls. 1–94.
- Mojsisovics, E. von, 1902, Das Gebirge um Hallstatt. I. Abtheilung. Die Cephalopoden der Hallstätter Kalke. I. Dibranchiata. *Abhandlungen der Kaiserlich-Königlichen Geologischen Reichsanstalt, Supplement*, vol. 6, p. 177–199, pls. 13–16, 20, 21, 23.
- Naef, A., 1922, *Die Fossilien Tintenfische*, 322 p., Gustav Fisher, Jena.
- Nakazawa, K., 1964a, On the *Monotis typica* zone in Japan. *Memoirs of the College of Science, University of Kyoto, Series B*, vol. 30, 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)
- Onuki Y. and Bando, Y., 1958, On the Saragai Group of the Upper Triassic System. *Journal of the Geological Society of Japan*, vol. 64, p. 481–493. (in Japanese with English abstract)
- Shimizu, S. and Mabuti, S., 1932, The Upper Triassic beds of the Kitakami Mountainland. *Journal of the Geological Society of Tokyo*, vol. 29, 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. 919–925, pls. 48, 49.
- Stolley, E., 1919, Die Systematik der Belemniten. *Jahresberichte des Niedersächsischen Geologischen Vereins*, vol. 11, p. 1–59.

旧石器時代から縄文時代への  
移行に関する実践的研究  
—新潟県十日町市 田沢遺跡—

**Practical Studies of Transition from Palaeolithic to Jomon Period:  
Tazawa site in Tokamachi City, Niigata Prefecture**

鹿又喜隆 里村 静 木村 恒

Yoshitaka Kanomata, Shizuka Satomura, Hisashi Kimura

2018

東北大学大学院文学研究科考古学研究室

Department of Archaeology Graduate School of Arts and Letters Tohoku University

## Preface

### 1 Introduction

The excavation at the Motonoki site by Prof. Chosuke Serizawa in 1956 caused much controversy on the contemporaneous with bifacial points and cord impressed potteries. Prof. Serizawa thought that bifacial points had belonged to the Upper preceramic period and was not contained in the upper layer where cord impressed potteries were unearthed. In opposite, Prof. Sugao Yamanouchi pointed out on the 2<sup>nd</sup> term expedition at the Motonoki site in 1957 that these potteries had been accompanied with bifacial points characterized by “Motonoki type”. Furthermore, their chronological viewpoints were completely opposed to each other. Prof. Serizawa was convinced that the emergence of pottery was about 12,000 BP according to radiocarbon dating at Fukui cave and transitional term from Palaeolithic to Jomon period was equal to “the Final Palaeolithic period” of the Continent. On the other hand, Prof. Yamanouchi regarded this period as the beginning of Jomon period and named it as “Incipient Jomon”. In addition, he assumed the oldest pottery would have been 6,000 BP in comparison to archaeological materials in Siberia.

Prof. Serizawa tried to discover new evidence for supporting his thought. In 1965, the crews of Tohoku University Archaeology Laboratory (TUAL) conducted the excavation at the Nakabayashi site under strong leadership of Prof. Serizawa. Since no pottery was unearthed despite more than 100 bifacial points were discovered there, he convinced his idea was almost right except for chronological position of Motonoki type point which would belong to the transitional term from Palaeolithic to Jomon period according to accumulated stratigraphic data for several years.

In 1968, a local archaeologist brought Prof. Serizawa new information that linear relief potteries and bifacial points had been collected on the ground surface near the Nakabayashi site. Therefore, the investigation at the Tazawa site was carried out to understand stratigraphic relationship between bifacial points and linear relief potteries.

Since fifty years have already passed since TUAL members excavated the Tazawa site, we don't have precise information on the process of the excavation. However, we could carry out several analysis with modern technology such as three dimension measuring by one-shot scanner, radiocarbon AMS dating, the carbon-nitrogen stable isotope ratio analysis and so on. Therefore, the excavation report was edited from two distinct archaeological standpoints from fifty years ago and now. The chief editor was Dr. Yoshitaka Kanomata, associate professor of Department of Archaeology. Special thanks are to Shizuka Satomura and Hisashi Kimura, graduate students of TUAL.

### 2 Excavation of Tazawa site

The Tazawa site is located at the western portion of Tokamachi city, Niigata Prefecture (37°03'05"N, 138°41'08"E, Fig. 2.1). It is situated at the junction of the Shinano and Kiyotsu Rivers. The elevation of the site is 208 meter above sea level and 33 meter above the river level of the Shinano.

Potteries and lithic artifacts were collected by Mr. Yasuhisa Shimada on the ground surface near the Nakabayashi site in 1968. Mr. Toraji Ishizawa send Prof Serizawa a letter on this information. Prof. Serizawa visited there and observed these materials in August, and decided to excavate there. The research was conducted from 21<sup>st</sup> of October to 2<sup>nd</sup> of November, 1968 by Prof. Serizawa with participation of TUAL crews. Three trench pits were dug to discover distribution areas within the Final Palaeolithic cultural layer (Fig. 3.1 and 3.2). Finally, the 1<sup>st</sup> and 2<sup>nd</sup> trench pits were connected into one excavation trench (82.75 m<sup>2</sup>). There is no artifact at the 3<sup>rd</sup> trench pit.

The stratigraphy at the site is as follows (Fig.4.1):

- Stratum 1: modern cultivated layer
- Stratum 2: transitional layer
- Stratum 3: yellow sandy silt
- Stratum 4: terrace gravel layer

In total, 284 potteries and 1689 lithic artifacts were discovered from the 1<sup>st</sup> and 2<sup>nd</sup> trench pit located in relatively peripheral area of the hill along the Kiyotsu River (Tab. 4.1 and 4.3). About 30 percentage of artifacts were recorded three dimensional positions with a plane table. The other artifacts were collected according to layer and grid. Two artifact concentrations were detected at the trench (Fig. 4.5). Northern concentration is located at the center of the 1<sup>st</sup> trench pit. It would be divided into the northern distribution around BC grid and southern one around EG grid. Since artifact composition in each concentration is almost common, these concentrations would be formed contemporary. Exactly, the southern concentration in the 2<sup>nd</sup> trench is characterized by the existence of bifacial points and plain potteries, and the absence of linear relief potteries and adzes.

Upper part of pottery was decorated with horizontal wide linear relief with repetitive vertical impression by a kind of spatula (Plates 1 and 2, Photo Plates 1, 2 and 3) or with horizontal narrow zigzag reliefs (Plate 2, Photo Plate 3). The former

is classified as type I (N=91) which was concentrated around E grid. The latter is classified as type II (N=23) which also overlapped the distribution of the former. 123 ceramic fragments were unearthed from the 1st layer and 129 were from the 2nd layer. Only 15 fragments were excavated from the 3rd layer. Plane potteries limitedly distributed in the 2nd trench. Some fragments of ceramic bottom were discovered there. Since these potteries were chiefly contained in the 2nd and 3rd layers, it has possibility that they belonged to older age than linear relief ones.

The lithic assemblage composition is shown in Tab. 4.3. They are characterized as follows: bifacial points (N=28), adzes (5), an end-scraper (1), scrapers (10), a drill (1), retouched flakes (5), cores (7) and flakes (1633). The total weight of lithic artifacts is 9,540.83g. Siliceous shale was mainly utilized as raw material to make lithic tools. Andesite was utilized as second raw material for stone tool manufacture.

### 3 Stratigraphic relationship between potteries and lithic artifacts

Distributions of each type of artifact according to grid and stratigraphy are shown from Figs 4.3 to 4.10. The most important problem was whether linear relief pottery was accompanying with bifacial point or not. These figures imply that it is difficult to divide horizontal and vertical distribution of potteries and bifacial points. Fifty years old data shows that they were contemporaries. Modern radiocarbon AMS determination gave new information on the date that one of linear relief pottery belonged to 12,490±40 BP (Tab. 5.2, Fig. 5.1). The calibrated date is from 12,964 calBC to 12,537 calBC (58.5%) and from 12,385 calBC to 12,301 calBC by the program OxCal ver.4.1.7. It shows the site belonged to relatively warm period “Bølling/Allerød” just before Younger Dryas in the Late Glacial.

### 4 Pottery

There are three types of linear relief potteries at the Tazawa site.

Type 1: (Plates 1 and 2-1~7): decoration was composed of wide linear reliefs with vertical cuts at equal intervals. Thickness of pottery is about 5 mm. Color of pottery is mainly yellow brown or red brown.

Type 2: (Plate 2-9~16): the surface of pottery is decorated with narrow reliefs formed as zigzag. The thickness of pottery is about 5 mm in average.

Type 3: (Plate 2-16): Narrow relief formed as a line with vertical cuts at equal intervals. Only one fragment of type 3: was discovered at the site. <sup>14</sup>C age of it is 12,490±40 BP.

Plane potteries were concentrated limitedly at the southern part of the excavation pit. Their characteristics are similar to “Jin site lower layer pottery”.

### 5 Lithic manufacture techniques

In the course of lithic artifact analysis, 47 refitted materials were recognized. Several refits indicate different process of bifacial point manufacture sequence. The early stage was shown in refit material no. 31 (Plate 23-5, Photo Plate 14-2) and the middle stage is in refit no. 24 (Plate 24-1, Photo Plate 14-3). No retouching on platform and top of removal face was carried out just before bifacial removal in these refitted materials. In opposite, no. 11 shows the final stage of bifacial point production and precise retouch flaking was practiced on the top of the removal face and the platform edge (Plate 20-1, Photo Plate 16-1). It is composed of a bifacial point and seven retouch flakes.

Furthermore, manufacture processes of large flakes were reconstructed by several refits. Blade (elongated flake) removal was reconstructed in refit no. 2, 5, 13 and 15 (Plates 16-1, 16-8, 21-10 and 22-7, Photo Plates 17-6, 20-4 and 24-1). On the other hand, no. 1, 6 and 14 was limitedly composed of wide flakes (Plates 18 and 22-4, , Photo plates 19 and 20-8).

### 6 Bifacial points

Bifacial points were generally made by retouching both surface of flakes of flat cobbles (Plates 3 and 4, Photo Plates 5 and 6). There are three formal varieties of bifacial points. Type 1 bifacial point was narrower than the other types and classified as “Motonoki type tanged point”. Pressure flaking method was precisely adapted to complete the form. Type 2 is regarded as a typical bifacial point and occupied a larger portion of points at the Tazawa site. The removal method is thought as direct percussion with organic or soft stone hummer. Type 3 has shoulder and is smaller than type 2.

### 7 Adzes

Adzes has triangle profile and some of them were limitedly grinded on its use edge (Plates 7 and 8, Photo Plate 7). This form was called “Mikoshiba type adze”.

Refit no. 23 shows good example for understanding the first stage of adze manufacture (Plates 24 and 25, Photo Plate

15). Flat raw material was selected for it. This flat surface was utilized as platform to remove flakes along both sides and to form triangle profile. An adze preform was produced through this manufacture sequence. In addition, refit no. 25 gives us much information on resharpening/reduction sequence after breakage of an adze which was 16 cm in length (Plate 14, Photo Plate 14-1). Complete adze was broken during usage and divided into two pieces. The edge piece was reformed to an adze by retouching on its base. The base piece was reshaped on its edge for making new use edge. The edge has numerous micro-flaking and sever abrasion caused by usage.

## 8 Lithic tools

We discovered an end-scraper manufactured by making retouched edge on the distal tip of the flake with cortex of cobble (Plate 9-1, Photo Plate 9-2). Three blade tools with continuous retouch was recognized (Plate 9-2~4, Photo Plate 9-3~5). A drill was manufactured by being retouched bifacially on its tip (Plate 9-5, Photo Plate 9-1).

## 9 Discussion

The data of carbon-nitrogen stable isotope ratio with adherent residue inside of a clay container shows a proof that residents at the Tazawa utilized some kinds of aquatic resources as river fish eating flesh and/or salmon. Function of pottery was commonly combined with boiling river fish and/or salmon in several sites along the Shinano River. This is one reason why there were so many archaeological sites belonging to the late glacial stage approximately from 15,000 to 13,000 cal BP. The environments during this stage was relatively warm than the period just before and after. That is why people lived at the place near the waterside of rivers and utilized aquatic resources. On the same river terrace, artisans usually made sufficient linear relief ceramics and lithic tools as bifacial points and adzes. We could reconstruct numerous refits which shows manufacture sequence of bifacial point and adze at the Tazawa site. Manufacture of bifacial point was especially concentrated at Nakabayashi and Kainosawada sites near Tazawa. Compared to these sites, Tazawa is thought to have been more residential. Refitted materials of adzes at Tazawa suggested that those adzes were used for repeatedly with resharpening and reshaping. Although almost all the bifacial points was broken, use-wear traces were observed on the edges of two bifacial points. These facts imply that broken points could be utilized secondarily. It means that the site was not workshop only for tool manufacture but a residential space accompanying with variety of activities.

## 10 Table of Contents

English translation of Table of Contents is as follows.

Chapter 1. Objectives of investigation (p.15).

Chapter 2. Historical backgrounds and Natural settings of the site (p.15).

Chapter 3. Excavation research summary (p.18).

Section 1. Processes before investigation.

Section 2. Investigation processes.

Chapter 4. Results of the excavation (p.21).

Section 1. Basic stratigraphy.

Section 2. Pottery.

Section 3. Lithic tool.

Section 4. Spatial distributions of artifacts according to three demensional measurement.

Section 5. Spatial distribution of artifacts according to grid.

Chapter 5. Analysis of the artifacts (p.40).

Section 1. Decoration of pottery analyzed by 3D measurement microscope.

Section 2. Manufacture method and technique of lithic tools.

Section 3. Functional analysis of lithic artifacts.

Section 4. Radiocarbon dating and C-N stable isotope ratio.

Chapter 6. Discussion (p.44).

Section 1. Chronological evaluation of the Tazawa site.

Section 2. Spatial structure in the site.

Section 3. Settlement pattern around Tazawa site.

Conclusions (p. 48).

Bibliography (p. 48).

Plate (p. 50).

Photo plate (p. 89).

## 目次

### 本文目次

Preface	10
例言	14
第1章 発掘調査の目的	15
第2章 田沢遺跡の歴史的・地理的環境	15
第3章 発掘調査の経緯	18
第1節 発掘に至る経緯	
第2節 発掘調査の経過	
第4章 発掘調査の成果	21
第1節 基本層序	
第2節 出土土器	
第3節 出土石器	
第4節 点取り遺物による空間分布	
第5節 グリッドごとの空間分布	
第5章 出土資料の分析	40
第1節 3D スキャナーを用いた土器表面の分析と土器の製作技術	
第2節 剥片生産技術と、尖頭器と石斧の製作	
第3節 石器の使用痕分析	
第4節 田沢遺跡における放射性炭素年代（AMS 測定）および炭素・窒素安定同位体分析	
第6章 考察	44
第1節 田沢遺跡の編年的位置づけ	
第2節 遺跡内の空間構造	
第3節 信濃川流域における隆線文土器期のセトルメントパターン	
第7章 総括	48
引用・参考文献	48
図版	50
写真図版	89

## 例言

1. 本論は、新潟県十日町市（旧中魚沼郡中里村）田沢遺跡の発掘調査結果をまとめた報告書である。
2. 田沢遺跡の発掘調査は、1968年に東北大学考古学研究室（調査担当：芹沢長介）が実施した。その後、同研究室にて整理を行い、本論をまとめるに至った。発掘後50年が経過しているため、アーカイブとして本誌に掲載した。
3. 発掘を行うにあたって、当時、石沢寅二氏、島田靖久氏、樋口和一氏（中里村教育委員会）、江口貫一氏（地権者）から多大なるご協力を得た。また、本論の作成にあたり、十日町市教育委員会、津南町教育委員会、芹沢恵子氏、須藤隆氏、横山英介氏、平口哲夫氏、柳田俊雄氏、阿子島香氏、藤澤敦氏、笠井洋祐氏、佐藤雅一氏、佐藤信之氏、今井哲哉氏からご協力を賜った。
4. 遺物の整理は、橋本勝雄、三國良一、熊谷宏靖、若松かおり、高橋大輔、里村静らの卒業論文、高橋大輔、里村静らの修士論文を経て進化した。その論文指導には、芹沢長介、須藤隆、阿子島香、鹿又喜隆があたった。最終的には、鹿又が里村、木村恒の協力を得て、本論を編集した。遺物の実測図は、若松と高橋のものを鹿又が追加・修正してトレース図を作成し、レイアウトした。石材名については、高橋の分類に従った。本論で安山岩とされるものは、ほとんどが無斑晶ガラス質安山岩に対応すると考えられるが、微碎片については分類が困難であったため、単に安山岩と記載している。
5. 図版の遺物の縮尺は、土器が50%、石器が75%を原則とした。図版中の（ ）内の番号は、遺物の登録番号である。
6. 遺物写真は、土器を里村が、石器を鹿又が撮影した。
7. 放射性炭素年代測定は、（株）加速器分析研究所に依頼した。炭素・窒素安定同位体比分析は、同社から（株）SIサイエンスに委託して分析された。その結果を第5章第4節に掲載した。同第1節の分析では、（株）キーエンスのご協力のもと、ワンショット3D測定マイクロスコープの計測と、その後の分析を実施した。
8. 本論の執筆分担は、第2章と第4章第2節を里村が、第4章第4節を木村と里村が、その他を鹿又が担当した。
9. 「第5章第3節 石器使用痕分析」は平成29年度科研費（16K03149）の成果の一部であり、「第5章第4節 田沢遺跡における放射性炭素年代（AMS測定）および炭素・窒素安定同位体分析」は平成25年齋藤報恩会助成（齋学申発2511-03号）による成果の一部である。

## 第1章 発掘調査の目的

1956年12月に芹沢長介が中心となって新潟県本ノ木遺跡の発掘を実施した。そこでは、旧石器時代を特徴づける尖頭器と、縄目が押圧された文様をもつ土器と一緒に出土し、芹沢は両者を別時期とみなした。一方、山内清男は、翌年8月に同遺跡を再発掘し、「石槍」と押圧縄文土器が共存するとの結論を述べた。この対立した見解が、「本ノ木論争」と呼ばれ、活発な議論が展開された。

今や本ノ木論争から半世紀が過ぎ、当該期に関わる出土資料が多く蓄積され、我々の得た情報も多くなった。現在の視点から、本ノ木論争の状況を見直せば、解決した部分と、未解決の部分があることに気づく。まず、尖頭器については、後期旧石器時代の尖頭器ではなく、芹沢が「晩期旧石器時代」と後に呼称した時期、そして山内が「縄文時代草創期」とした時期に該当することは明らかである。芹沢自身、新潟県中林遺跡の発掘調査などを経験し、自ら尖頭器の編年の位置づけについて修正をおこなっている（芹沢1966）。しかしながら、厳密な意味での「本ノ木ポイント」の編年の位置づけには、未だに議論の余地があり、研究者の見解の一致をみない。

一方、当該期の年代的な位置づけについては、芹沢が支持した「長期編年」が妥当であると一般には評価されている。近年は、環境史との関係で理解されることが多くなり、人類の適応行動を検討する視座が強くなった。しかしながら、晩氷期にあたるこの時期、ユーラシア大陸の広い範囲で、「晩期旧石器時代」あるいは「中石器時代」と呼称され、時代の変革期であったことが認識されているのに対して、日本では山内の提唱した「縄文時代草創期」という呼称が広く用いられ、一時代の始まりと評価されている。

本ノ木遺跡の発掘調査については、近年報告書が刊行された（小林ほか2016）。これが一つの契機となり、改めて「本ノ木論争」を捉えなおす試みが始まっている（津南町教育委員会2017）。こうしたタイミングの中、本論にて田沢遺跡の発掘調査成果が公表される運びとなった。田沢遺跡は、まさに本ノ木論争に終止符を打つべく、中林遺跡（1965年）に続いて1968年に発掘された遺跡である。芹沢自身は、その後、田沢遺跡に関して多くを論じてこなかったし、田沢遺跡の内容も『考古学ジャーナル』誌上に要旨（芹沢・須藤1968）が掲載された以降、全く報告されていない。唯一、田沢遺跡に焦点をあてて報告されたのが、1968年11月に山形県鶴岡市で開催された東北考古学会であった。これは、発掘が終わってから僅か一週間後である。芹沢は、「新潟県中魚沼郡中里村田沢遺跡出土の隆線文土器」と題して発表をおこなっている。残念ながら、その発表要旨集には、タイトルと発表者の芹沢の名が記されているのみであり、報告の内容をうかがい知ることはできなかった。

当時の時代背景としては、山内の重視した層位的調査法

に、平板測量に基づく三次元測量が加えられた頃である。長崎県福井洞穴（鹿又ほか2015）や田沢遺跡では、まさに土器と石器の共存関係の解明が最大の課題であり、芹沢は詳細な平板測量をおこなうことによって、層位関係に加えて、遺物の空間情報を検討しようと試みたと考えられる。その意味で、当時の本ノ木論争に対して当時の分析法で検討を試みることができる。

筆者は、長崎県福井洞穴や、今回の田沢遺跡の再整理と報告書の作成にあたり、当時の発掘記録を公表することの重要性を改めて強く感じた。さらに、現代的視点では、今日の分析技術があるために実施できるものがいくつかある。本論中で取り入れた土器付着物の放射性炭素年代AMS測定や炭素・窒素安定同位体比分析もそのひとつである。それ以上に、半世紀の研究成果が蓄積された現代であるから、できる考察があるはずである。

当時の調査記録は既に残っていないものも多くあり、調査関係者の記憶も薄らいでしまった部分もあるが、多くの関係者からご協力をいただいたことで、本論を完成することができた。

## 第2章 田沢遺跡の歴史的・地理的環境

田沢遺跡が所在する新潟県十日町市と、その西に隣接する津南町は、信濃川が複数の河川と合流する地域である。とりわけ信濃川が形成した河岸段丘が発達しており、後期旧石器時代から縄文時代にかけての人びとの生活痕跡が多く残り、特に田沢遺跡と同時期の遺跡が密集している（図2.1）。

河岸段丘は信濃川右岸に発達しており、高位より11面に区分される。最も高位の谷上面の離水時期は約50万年前であり、最も低位である大割野面の離水時期は1万年前以降、正面面では3万年前ごろと推測されている（谷口ほか2010）。縄文時代草創期の遺跡は標高200~300mの低位段丘に立地する傾向が強く、離水直後の段丘もしくは河川に近接した土地を活動場所として選択していたと推測される。

次に、田沢遺跡と同時期の各遺跡を概説する。まず、信濃川と清津川の合流点に当たる清津川右岸に壬遺跡・田沢遺跡・中林遺跡がある。最も信濃川に近接するのが壬遺跡であるが、そこから東側の平坦面にかけて三つの遺跡が連続して立地している。直線距離で壬・田沢遺跡間は約70m、田沢・中林遺跡間が100m程とかなり近接している。壬遺跡は、田沢遺跡よりも比高差で1.5m低いが、それは信濃川に面した壬遺跡の南西側が緩斜面となり低くなっているからである。この段差は段丘形成時の自然堤防を反映したものであると考えられている（小林ほか1980）。壬遺跡は自然堤防が信濃川に面する斜面上に立地している。一方、田沢遺跡や中林遺跡は自然堤防の平坦面に立地する。

壬遺跡は1979年から國學院大学や津南町教育委員会によって継続的に調査が行われており、「壬下層式」と称され

る無文土器をはじめ隆線文土器・円孔文土器・爪形文土器・多縄文系土器などの縄文時代草創期の土器が多数出土したことで知られる（小林ほか 1980）。遺物集中地点は自然堤防の河川側の斜面と、堤防の内側の平坦面とに分けられ、平坦面では石器や剥片が多く、斜面からは土器がまとまって出土している（小林 1980）。國學院大学より刊行された報告書によると、円孔文土器の出土量が最も多く、土器全体の5割を占める。次いで多縄文系土器と隆線文土器が多い。多縄文系土器は調査区南側の平坦面に集中しており、他の土器と分布範囲が異なる。石器組成は尖頭器に比べ石鏃が多いことが後述する田沢遺跡や中林遺跡との違いである。

壬遺跡から南東 70 m の自然堤防中央部に位置するのが田沢遺跡である。内容は本論にて詳述するが、1968 年に東北大学考古学研究室によって発掘調査が行われ、隆線文土器と尖頭器、石斧が出土している。

田沢遺跡の南東 100 m に位置する中林遺跡は、1965 年に東北大学考古学研究室による発掘調査が行われ、有舌尖頭器・木葉形尖頭器・有肩尖頭器が多数出土したことで知られる（芹沢 1966）。尖頭器は、段丘礫層の上に堆積した砂質粘土層に包含されるが、芹沢は段丘礫層直上にのった石器の上に砂質粘土が堆積したと解釈し、当時の人々は礫が露出した河原で石器づくりを行っていたと推測している（芹沢 1966）。田沢遺跡や壬遺跡とは異なり、草創期の土器が全く出土せず、尖頭器が 100 点余り出土している。尖頭器には、一部安山岩製や黒曜石製のものが見られるが、大半は頁岩製である。尖頭器に次いで多く出土しているのが挟入石器であり、芹沢はこれらを一括して搔器として扱っている。

清津川・信濃川合流点から約 400m 南西方面には、信濃川に面して、本ノ木、卯ノ木、卯ノ木南遺跡がある。本ノ木遺跡は 1956 年に芹沢によって、1957 年に山内によって調査が行われた（芹沢・中山 1957、山内 1960）。芹沢による調査の際に出土した尖頭器と押圧縄文土器の共伴関係をめぐる「本ノ木論争」の舞台となった遺跡である。芹沢と山内の調査を合すると 1000 点余りの尖頭器や 191 点の土器が出土した（小林ほか 2016）。挟入石器が尖頭器に次いで多く 54 点出土している。土器類は押圧縄文土器を主体とし、爪形文を併用するものや無文土器も出土しており、複数個体存在すると考えられる。なお押圧縄文土器と無文土器の内面には調整の際の「搔き上げ痕跡」が顕著に残っており、佐藤雅一（2003）はこの手法が 3km 北東の小丸山遺跡やおざか清水遺跡の土器にも散見されると述べている。

本ノ木遺跡より一段下の段丘面が大割野 1 面である。そこには、卯ノ木・卯ノ木南遺跡が所在し、爪形文土器や押圧縄文土器が出土している（佐藤 2007）。活動痕跡は大きく 5 段階に分けられ、1 期は縄文時代草創期後半の押圧縄文土器の段階、2 期は早期前半の押型文土器段階である。その後は縄文時代中期～晩期、弥生時代後期までの段階が確認されている。卯ノ木南遺跡からは貯蔵穴と考えられるフ

ラスコ状ピットが発見された。草創期後半の多縄文系土器は 7 種類に大別されるが、押圧縄文が主体であり、爪形文の一部に併用される。石器は剥片・砕片を除くと安山岩主体の不定形石器がほぼ 9 割を占める。不定形石器は、縦長あるいは横長の剥片を素材とし、縁辺に加工が施されたものが多い。

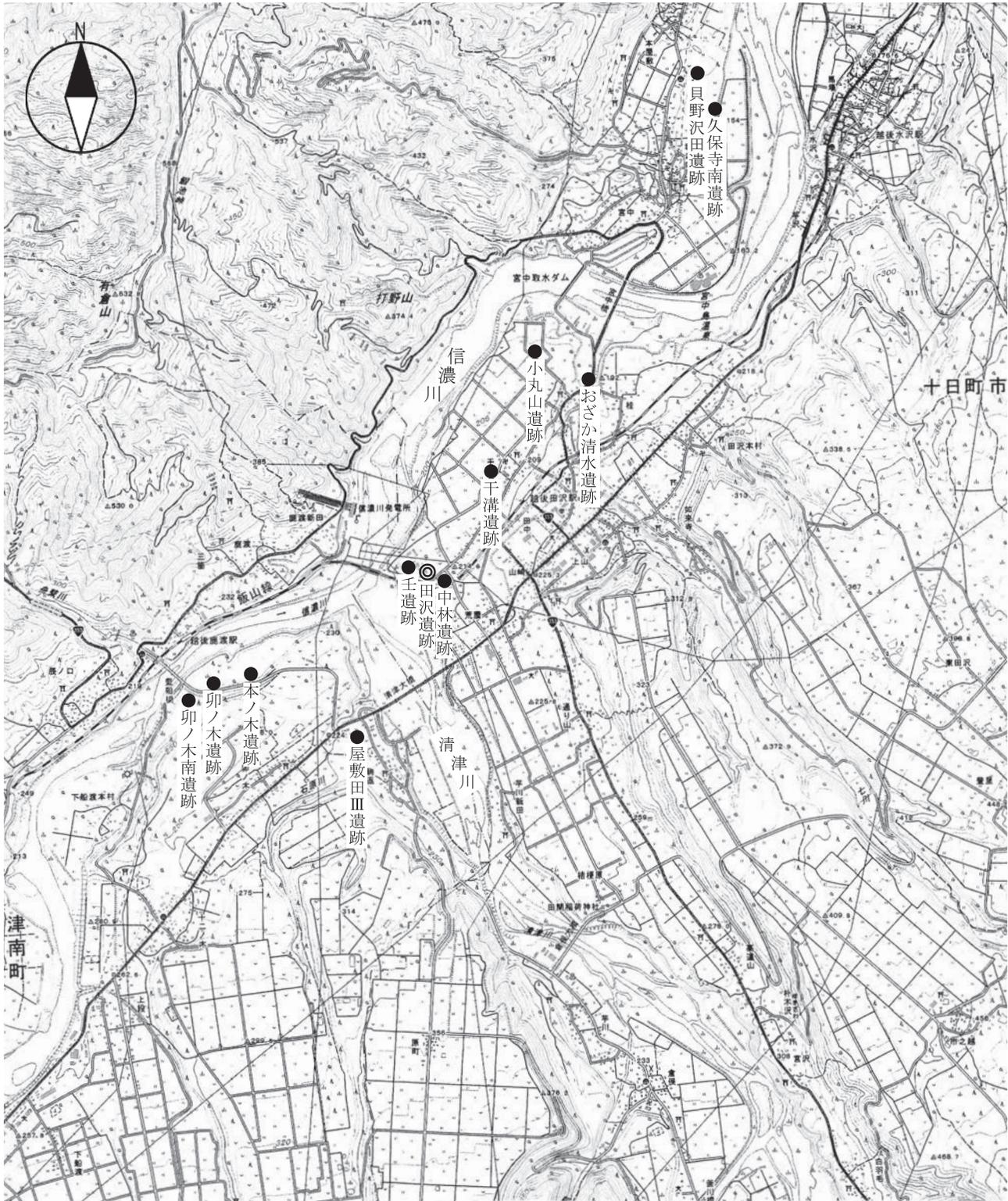
本ノ木遺跡の東には隆線文土器が出土した屋敷田川遺跡があり、卯ノ木遺跡等と同じ大割野 1 面に立地している。草創期の遺物集中地点が 4 カ所確認されており、無文土器や隆線文土器と石器が共に出土した（江口 1998）。中でも多くの遺物が出土した集中地点からは無文土器に有舌尖頭器が伴っている（中澤ほか 1998）。土器は 16 個体が確認されており、細い隆線文で横位に加飾される種類の個体は、清津川の対岸に位置する干溝遺跡から出土した個体と類似する（江口 1998）。

干溝遺跡は、清津川・信濃川合流点の北東に位置し、縄文時代の草創期・早期・前期・中期、弥生時代の活動痕跡が確認されている。草創期の遺物は隆線文土器に代表される。大きく 4 つの個体に分けられ、最も出土量の多い個体 1 は丸底に器形が復元されている。文様は胴部上半に横位の細い隆線を 17 条前後施し、下半には斜行する隆線の組み合わせによって幾何学状の文様が施されている。その他の個体においても胴部に横位の細い隆線が確認され、口唇部を工具で押圧し刻み目を施しているものも見られる。現在の干溝遺跡は信濃川から 500 m 離れた場所に立地しているが、かつての流路は遺跡近くを流れていたと推測され、隆線文土器が出土したのは信濃川の支流が合流していたと考えられる場所であった（富樫 1994）。石器類は縄文時代草創期から中期後葉までのものが出土し、全体の 9 割が剥片である。細石刃核と尖頭器それぞれ 1 点が単独で出土している。

干溝遺跡から 300m 北東側には信濃川に面して小丸山遺跡とおざか清水遺跡がある。小丸山遺跡はやや離れた 3 地点が調査され、B・C 地点から草創期の土器がまとまって出土した。二つの調査区は隣接するが、間に谷を挟んでおり、これはかつての信濃川の流路であったと推測されている。B 地点がより高位であり、河川流域に近接した自然堤防上の高まりから遺物が多く発見されている。ハの字爪形文土器、隆線文土器、押圧縄文土器、絡条体圧痕文土器が出土しており、隆線文土器は屋敷田川や干溝遺跡のものと類似し、細い隆線を横位に幾条も施文したものである。一方、押圧縄文土器と絡条体圧痕文土器には、内面に条痕状の搔き上げ痕跡が確認され、本ノ木遺跡出土の土器と類似した調整方法である（佐藤 1994a）。

おざか清水遺跡は小丸山遺跡より 150 m 東に位置する。草創期の土器類は爪形文、押圧縄文、絡条体圧痕文土器が出土している。押圧縄文土器の内面には小丸山遺跡同様の調整痕が確認される（佐藤 1994b）。また、舟底形石器が 1 点単独で出土している。

対岸の信濃川左岸の自然堤防上には久保寺南遺跡が立地



(国土地理院発行 1万5千分の1地図「大刈野」より作成)

図 2.1 田沢遺跡と周辺遺跡の位置 (1:15,000)

Fig.2.1 Location of archaeological sites around Tazawa site.

する。草創期の土器や尖頭器等を保有する 17ヶ所のブロックが確認された（佐藤・笠井 2001）。1000 点以上出土した隆線文土器は 21 個体に分類される。土器は文様だけでなく器形が個体ごとに大きく異なっており、最も大きいものは口径 400mm の復元がなされている。一方、小型のものは口径 200mm ほどである。文様は、直線または波状の細い隆起線を器面に施したものが多い。石器は 1800 点余り出土し、半数以上が剥片である。尖頭器が未成品を含め 30 点出土しており、佐藤雅一はそれぞれの最大厚に着目して分類し、遺跡内への資料の持ち込まれ方の違いを指摘している。

久保寺南遺跡の北西側に貝野沢田遺跡が発掘され、正式報告は未刊ながら、尖頭器の集中的な製作址であることが分かってきた（笠井 2015）。

このように、当地域には当該期の遺跡が多く発掘されており、表面採集資料のある遺跡を含めると、全国でも有数の密集地と言える。このような遺跡の集中と発掘件数の多さは、当該期の居住パターンや、河川沿いの生業活動を考える上で、重要は情報を提供してくれる。また、「本ノ木論争」の舞台でもあり、様々な角度からの議論を展開できる。

### 第 3 章 発掘調査の経緯

#### 第 1 節 発掘に至る経緯（芹沢・須藤 1968 より）

「昭和 40 年、9 月私たちは新潟県中魚沼郡中里村田沢仁 1231-2 通称干溝・中林遺跡の調査を行なった。中林遺跡の第 III 層からは、有舌尖頭器・有肩尖頭器・木葉形尖頭器などが出土したが、土器片は全く伴出しなかった。そのさい、約 100 m 北方の一地点から、石沢寅二氏が 1 個の有舌尖頭器を発見したので、そこを中林 B 地点と呼ぶことにした。ところが、十日町市在住の島田靖久氏が B 地点から隆線文土器を採集していることを、昭和 43 年になって石沢氏の書簡によって知ることができた。同年 8 月 22 日私たちは十日町市の島田氏宅を訪れ、実際にその土器片と、それに伴って同地点から採集された石器・尖頭器の破片などを実見することができた。土器片は写真のようなものであり、あきらかに隆線文土器の特色を備えている良好な資料であった。尖頭器は破片ばかりであって、全形を窺知しえなかったが、大部分が木葉形を呈するらしいことが推定された。この B 地点出土資料は、おそらく昭和 40 年調査の中林遺跡に直接連続し、しかも隆線文土器の発現がみられるという、きわめて重要な意味をもっているのではないかと思われた。同日午後、石沢・島田氏らと現地を実査し、翌日は中里村教育委員会の樋口和一氏に会い、遺跡発掘にかんしての協力方を依頼した。9 月中頃、地主の承諾がえられたという樋口氏からの連絡があり、10 月 21 日から（13 日間）の発掘調査が実現したのであった。なお新遺跡は、これまで中林 B 地点とよんでいたのが、まえの中林遺跡と混同されやすい

ので、正式の地名をとって田沢遺跡と命名することにした。遺跡の発見から発掘調査まで、前記の石沢寅二・島田靖久の両氏ならびに樋口和一氏からは、ひとかたならぬお世話をこうむった。また、このたびの発掘調査は、すべて東北大学考古学研究室の仕事として計画され、伊東信雄教授は終始激励と協力を惜しまれなかった。さらに、研究室の助手および学生諸君の努力によって 13 日間の発掘調査は十分に意義あるものとなった。上記の方々に深甚の謝意を表する次第である。」

#### 第 2 節 発掘調査の経過

調査主体：東北大学文学部考古学研究室

調査担当者：芹沢長介

調査参加者：須藤隆、横山英介、藤沼邦彦、八巻正文、平口哲夫、岩淵康治、岩本圭輔、小林博昭、戸田正勝

調査協力：伊東信雄

調査期間：1968 年（昭和 43 年）10 月 21 日～11 月 2 日

発掘調査は、1968 年 10 月 21 日から 11 月 2 日まで上記の体制で実施された。発掘の目的は、採集された有舌尖頭器と隆線文土器の層位的関係と空間分布を把握することにあつた。

地表には剥片や土器が 2m × 2m の範囲に集中的に散布していたので、その場所を中心に東西にのびるトレンチを設定した（A～D 区：第 1 調査区）（図 3.1、3.2）。遺物の出土状況に応じて、この発掘区を南に拡張した（E～I 区）。その後、さらに西（J 区）、東（M 区）、北（L～O 区）へと拡張した。また、南側では別の調査区（第 2 調査区）を 3m × 4m の範囲に設定した（2A・2B 区）。この部分は、北側の調査区が拡張された際に、I 区によって繋がった。さらに北側と南側の中間に、2 × 3m の範囲にトレンチ（1P 区）が設定された。その後、南側の調査区と繋ぐためにベルト部分（2P 区）が掘削された。この第 1・2 トレンチは、最終的には大きな一つの調査区となり、総面積は 82.75㎡である。

この調査区の南東側に（東へ 8m、南へ 2m 離れて）東西 3m × 南北 2m の第 3 トレンチが設定された（図 3.1）。この調査区では遺物が出土しなかった。

第 1・2 トレンチのグリッド名は、拡張に伴って付与されたため、一定の規則に則ったものではない。そのため、グリッド名は、当初のベルト部分に当たるもの（BC、EG、FH、CG、BE）や、さらにその延長部分（BCNL）などがあり、複雑になっている。また、各グリッドの面積も一定ではない。

遺物の取り上げは、平板測量による点取りと、上述のグリッドごとの取り上げの 2 種類がある。点取りのものには、通し番号が土器と石器に分けて、それぞれ付されている。また、グリッドあげの遺物に関しては、調査後にグリッドと層位のまとまり毎に、通し番号が付けられた。

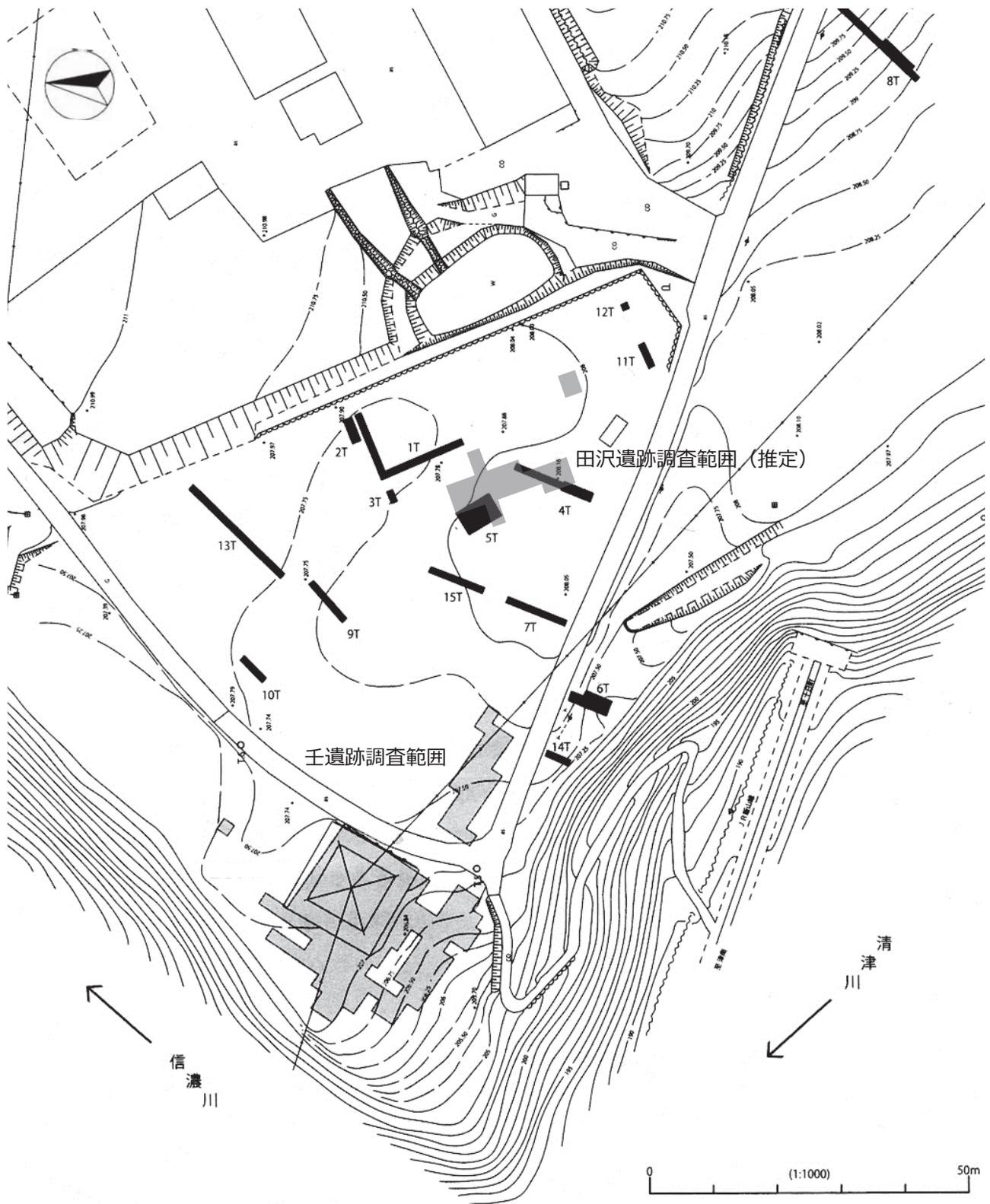


図 3.1 田沢遺跡と壬遺跡の調査区配置図 (笠井 2017 に加筆)

Fig.3.1 Location of excavation trenches at Tazawa and Jin sites.

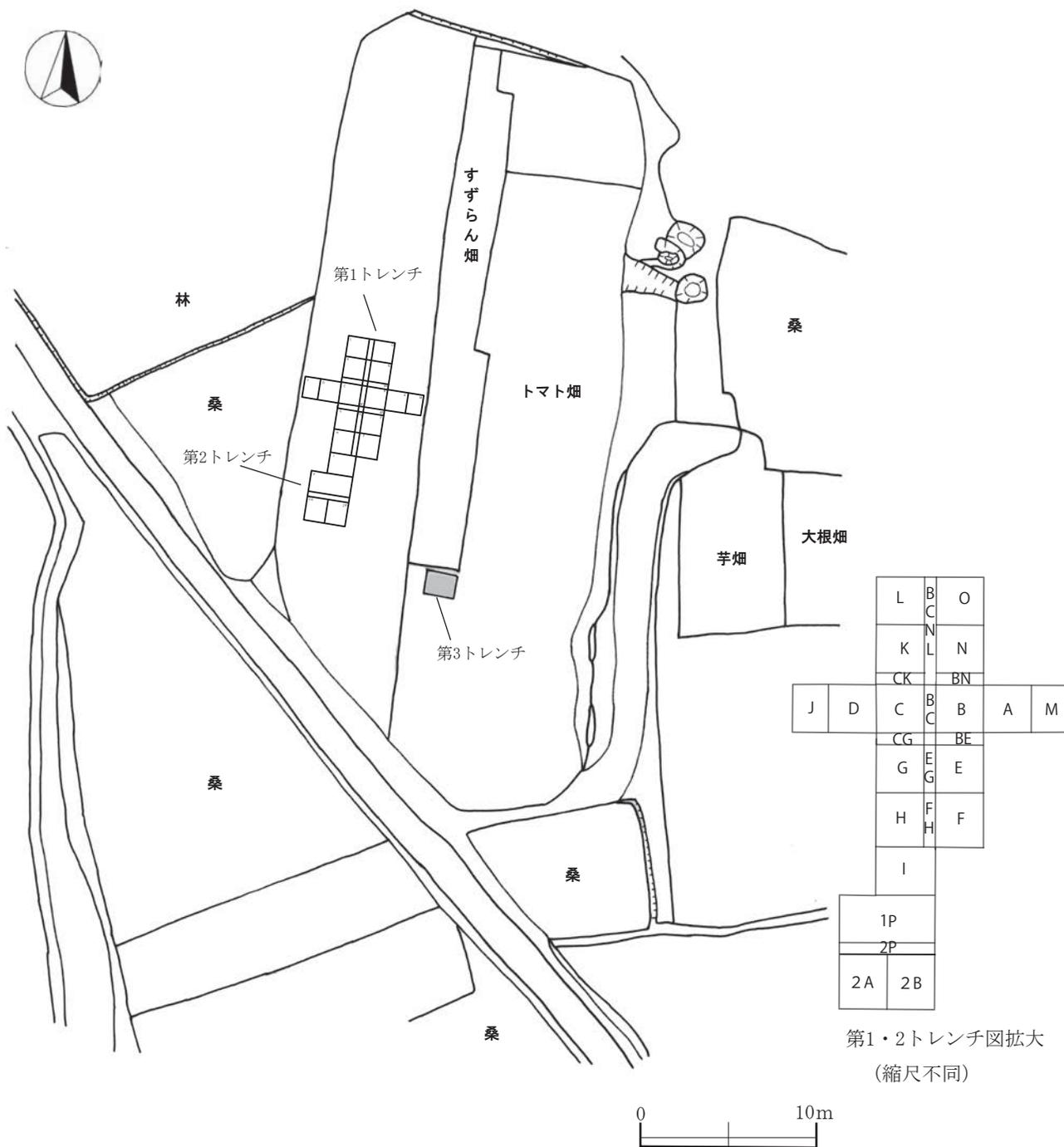


図 3.2 田沢遺跡の調査区とグリッドの配置図 (1968 年当時)  
Fig.3.2 Location of excavation trenches and grids at Tazawa site.

## 第4章 発掘調査の成果

### 第1節 基本層序

第1トレンチと第2トレンチの層位はほぼ同じである。第1トレンチでは部分的に3層が欠如し、汚れた砂質粘土層下に段丘礫層が表れる。このような堆積の部分は、遺物が非常に少ない。第1トレンチの西寄りの部分と、第2トレンチでは、第1層と第2層が後世の攪乱を受けている。3層は上部がやや攪乱を受けるのみで、比較的安定している。第1層から第4層上面までの深さは約50cmであり、いずれのトレンチでもほぼ一定で、傾斜もみられない。ただし、礫層上面は、発掘区から東へ3～4m離れると、急傾斜をなして深くなること、ボーリング調査によって確認されている。第3トレンチは、この傾斜の始まる地点に位置する。

#### 第1・2トレンチ (図4.1)

##### 【C, CG, G, H, I区西壁】

- 1a層：黒色腐植土（表土・耕作土）。厚さ20～30cm。石器、土器を多く含む。
- 1b層：石の抜き跡に、黄色粘土と黒土の混じった土が落とされる。
- 1c層：黄色粘土をブロック状に含む。
- 1d層：下の黄色粘土が浮き上がったブロック状の部分。  
本論では、1a～d層を一括して図化した。
- 2層：チョコレート色あるいは明るい黄褐色の砂質粘土。土器・石器を含む。
- 3層：黄色砂質粘土。均質の粘土層で礫層を覆っている。
- 4層：礫層

##### 【K, L区西壁】

- 2層：やや明るい褐色を呈し、下部に行くにつれて黄色味を増す砂質土層。厚さ15cm。土器、石器を含む。  
1層と3層の間で、ブロック状に黄色土か黒色土の混入あり。1層や3層との境界線は漸移的である所が多い。
- 3層：明るい黄色砂質土層。厚さ15cm。極めて砂っぽい。均質の土層で礫層を覆っている。剥片のみを確認。
- 4層：段丘礫層。

#### 第3トレンチ

- 1層：耕土
- 2層：3層の浮いた暗褐色土層。
- 3層：軟質の黄色砂質ローム。
- 4層：硬質の青灰色砂層。
- 5層：砂利と軟質の赤褐色砂質土の混合層。
- 6層：段丘礫層

### 第2節 出土土器

縄文時代草創期に帰属する土器片は計284個が出土した(表4.1)。他の時期の土器片は含まれていない。出土層位が不明なものを除くと、1層から123点、2層から129点、3層から15点が出土している。完形の個体は無く、全て破片での出土である。接合する破片については「接合個体」として扱った。そのため以下で「個体」と称される破片は2つ以上が接合しているもの、「田(数字)」と称される破片は単体のものを指す。接合したものは計21個体であったが(表4.2)、胎土や文様の特徴から、直接的な接合関係がみられないというだけで同一個体の可能性がある破片も多いと考えられる。

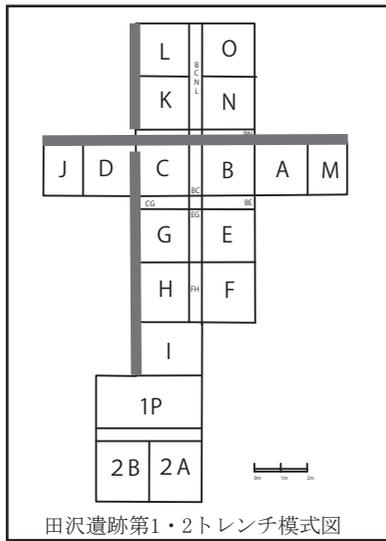
土器は文様の特徴から大きく二種類に分類することができる。Ⅰ類は器面に太い直線の粘土紐を貼り付けた上を加飾するもの(図版1、2-1～7、写真図版1、2、3-1～11)、Ⅱ類は波状の細い隆線文が施されるもの(図版2-9～15、写真図版3-13～19)を指す。なお文様が施文されていない無文の土器片で第1トレンチから出土したものは、胎土や器面の特徴からⅠ・Ⅱ類いずれかの無文部分に当たるものと考えられる(写真図版4-1～7)。一方、第2トレンチでは無文土器のみが出土しており、無文土器の個体があった可能性がある(図版2-16～20、写真図版4-8)。

文様の特徴からⅠ類と判断した土器は、調査区中央付近の第1トレンチEG区周辺から43点がまとまって出土している。また、Ⅱ類22点の分布はⅠ類と重複するため、2つの土器群の間に時期差はないものと考えられる。なお、第2トレンチからは、無文土器のみが出ており、隆線文土器との同時性については検討の余地がある。

底部付近に相当すると考えられる土器片は少なく、いずれも無文である。薄手の平底と思われるもの(図版2-20・21)や、やや厚手の丸底の可能性のあるもの(図版2-18)、底部に近い位置と思われるもの(図版2-17・19、写真図版4-2)がある。いずれも、第2トレンチから出土している。

土器の器厚は平均5.2mm程度であり、胎土には1～2mmの透明または白色の砂礫を多く含んでいる。口縁部はやや外側に開くかたちで直上し、口唇部もやや外反するものが多い。口唇部は粘土紐を貼り付けた上を押圧することによって波状に作出されている。Ⅰ・Ⅱ類の厚さ、胎土の特徴は、ほぼ同じである。なお、底部破片がないため全体の形状を復元することは難しいが、個体5などの断面から口縁部が広い深鉢形であることが予想される(図版1-1、写真図版1-1)。口縁部の残存状況が良い接合個体6の口径は300mm程度である(図版1-6、写真図版1-6)。

文様は幅7～8mmの粘土紐を器面に貼り付けた上を押圧することによって形成されている。外面・内面ともにヨコナデによる器面調整が行われており、特に外面に関しては隆線がナデの調整痕に重なる形で施文されていることから、



### 第1・2トレンチ

#### 【C～I区西壁】

- 1a層：黒色腐植土（表土・耕作土）。厚さ20～30cm。石器、土器を多く含む。
- 1b層：石の抜き跡に、黄色粘土と黒土の混じった土が落とされる。
- 1c層：黄色粘土をブロック状に含む。
- 1d層：下の黄色粘土が浮き上がったブロック状の部分。本論では、1a～d層を一括して図化した。
- 2層：チョコレート色あるいは明るい黄褐色の砂質粘土。土器・石器を含む。
- 3層：黄色砂質粘土。均質の粘土層で礫層を覆っている。
- 4層：礫層

#### 【K～L区西壁】

- 2層：やや明るい褐色を呈し、下部に行くにつれて黄色味を増す砂質土層。厚さ15cm。土器、石器を含む。
- 1層と3層の間で、ブロック状に黄色土が黒土の混入あり。1層や3層との境界線は漸移的である所が多い。
- 3層：明るい黄色砂質土層。厚さ15cm。極めて砂っぽい。均質の土層で礫層を覆っている。剥片のみを確認。
- 4層：段丘礫層。

### 第3トレンチ

- 1層：耕土
- 2層：3層の浮いた暗褐色土層。
- 3層：軟質の黄色砂質ローム。
- 4層：硬質の青灰色砂層。
- 5層：砂利と軟質の赤褐色砂質土の混合層。
- 6層：段丘礫層

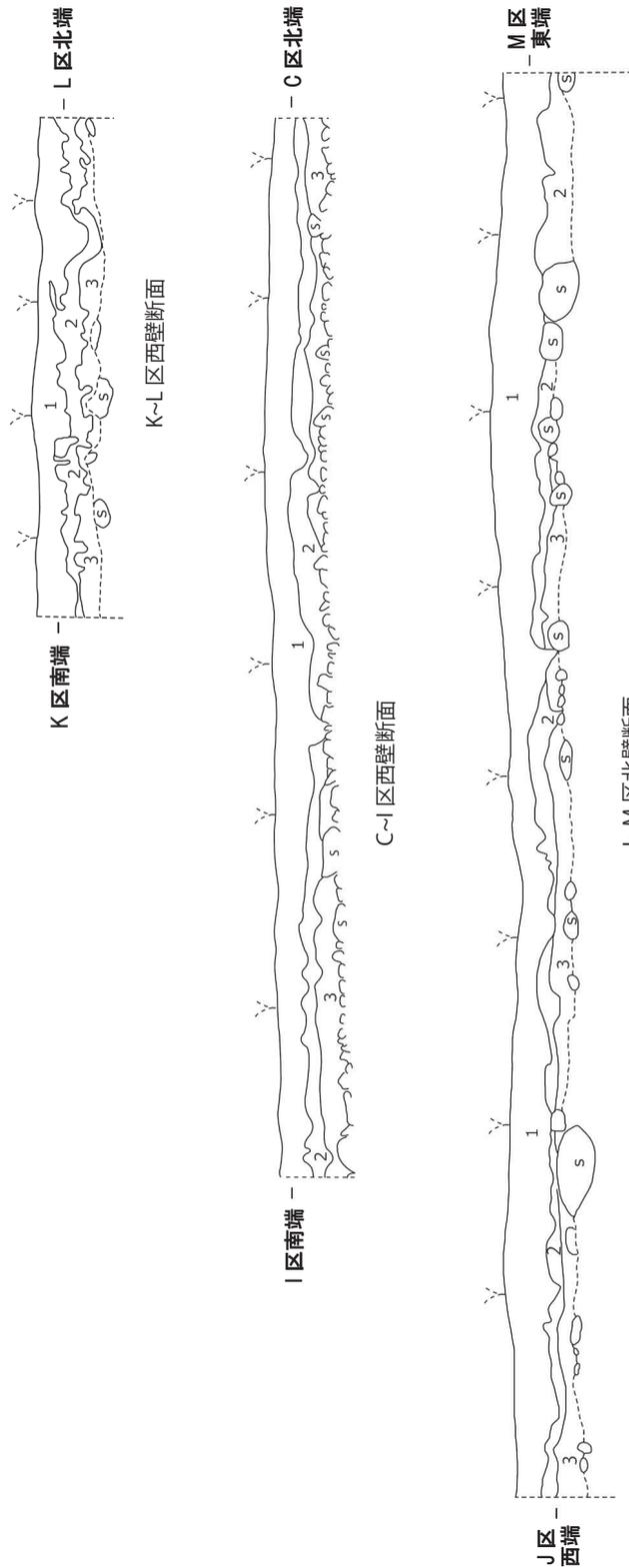


図 4.1 田沢遺跡の地層断面図

Fig.4.1 The stratigraphic section of Tazawa site.

表 4.1 層位別の土器組成

Tab. 4.1 Assemblage of potteries according to decoration and layer.

装飾/層 decoration/layer	1層 1st layer	2層 2nd layer	3層 3rd layer	不明 ind.	合計 total
土器 pottery	123	129	15	17	284
隆線Ⅰ類 linear relief 1	34	52	2	1	43
隆線Ⅱ類 linear relief 2	8	14			22
他の隆線 other linear relief			1		1
無文 plain	81	63	12	16	218

表 4.2 田沢遺跡出土土器の属性表

Tab.4.2 Attributes of potteries at the Tazawa site

個体No.	図版 No.	写真図 版No.	部位	厚さ (mm)	文様	文様の特徴	器面調整		接合している個体
							外面	内面	
個体1	2-1	2-3	口縁部から胴部	5.5	Ⅰ類	胴部に隆帯3条	ナデ	ナデ	4・28・37・70・92・181
個体2		1-5	胴部	5	Ⅰ類	隆帯文の一部	ナデ	ナデ	8・9
個体3	2-6	2-5	胴部	5.5	Ⅰ類	隆帯2条	ナデ	ナデ	11・15・151
個体4	1-7	1-4	口縁部から胴部	5.5	Ⅰ類	波状口縁、胴部に隆帯3条	ナデ	ナデ	27・45・47・75
個体5	1-1	1-1	口縁部から胴部	5.5	Ⅰ類	波状口縁、胴部に隆帯6条	ナデ	ナデ	29・30・46・81・82・83・84・113・114・115・117・118・119・120・125・148・155・田1BE1・田1BE1・田1BE1
個体6	1-4	1-6	口縁部から胴部	5.5	Ⅰ類	波状口縁、胴部に隆帯3条	ナデ	ナデ	32・43・133・134・135・149・163
個体7	1-5	2-2	口縁部から胴部	5	Ⅰ類	隆帯3条	ナデ	ナデ	35・39・53・162
個体8		4-1	胴部	5	不明	無文		ナデ	38・41・60・61・田B1
個体9	1-3	1-3	胴部	5	Ⅰ類	隆帯2条	ナデ		65・109
個体10	1-6	2-1	口縁部から胴部	5	Ⅰ類	波状口縁、胴部に隆帯6条	ナデ	ナデ	88・127・128・129・130・131・138・150・167・168
個体11	2-7	2-6	胴部	5	Ⅰ類	隆帯2条	ナデ		100・142
個体12	2-2	2-4	胴部	5	Ⅰ類	隆帯4条	ナデ	ナデ	110・137・139・184
個体13	2-5		胴部	5.5	Ⅰ類	隆帯2条	ナデ	ナデ	132・146
個体14			胴部	5	不明	無文	ナデ	ナデ	93・田E1・田E1
個体15		2-9	胴部	4.5	Ⅰ類	隆帯1条	ナデ	ナデ	180・183
個体16	2-16	4-8	胴部	7.5	不明	無文	ナデ	ナデ	188・189
個体17	2-8	3-13	胴部	5.5	Ⅱ類	波状口縁、胴部に細隆起線1条	ナデ	ナデ	1・3・25・105・143・144・田1B1
個体18	2-10	3-15	胴部	5.5	Ⅱ類	波状口縁、胴部に細隆起線1条	ナデ	確認できず	6・26・124・145
個体19	2-13	3-16	胴部	5.5	Ⅱ類	細隆線1条	ナデ	ナデ	48・52・59・62・63
個体20	2-11	3-14	胴部	5.5	Ⅱ類	細隆線2条	ナデ	ナデ	49・74
個体21	2-14	3-17	胴部	5.5	Ⅱ類	細隆線2条	ナデ	ナデ	64・76・160

器面をナデつけることによって調整を施した後に粘土紐を貼りつけていたと考えられる。器面調整は念入りに行われており、器面に粘土の接合痕が残っていることは稀である。

個体 5 (図版 1-1、写真図版 1-1) は計 20 個の破片が接合し、接合個体の中では最も大きいものである。口縁部から胴部下半にかけて残存しており、文様の全体的な構成を把握することができた。胴部には 6 条の隆線が確認でき、上部から 4 条はおそらく器面を一周するが下部の 2 条は器面を一周せず一定の長さの単位ごとに分割されて施文されているものと思われる。

田 186 (図版 2-15、写真図版 3-12) の文様は I 類に類似するが、I 類ほど強い押圧は加えられておらず粘土紐を貼り付けた上に軽く刻みを加えたようなものである。この種類の文様が施された土器片は、ほかに出土しておらず、文様の全体的な構成等を把握することはできなかった。

個体 17 (図版 2-8、写真図版 3-13) は II 類であり、その推測される口径は約 200mm であるため、I 類よりも小さいと考えられる。また、II 類の胴部の波状隆線は、細い粘土紐を器面に貼り付けた後に、指を用いて上下から摘まむように押圧を加えることでおおまかな形態を作った可能性がある。最終的には、ジグザグ模様が明瞭になるように、棒状の工具の先端を押し付けて仕上げる。

I 類と II 類の土器は、厚さ・胎土・色調等の文様以外の特徴が類似している。ただし I 類の土器群が底部に向かって緩やかに湾曲する砲弾形の丸底であることが予想されるのに対し、II 類の土器は縦方向の湾曲が少ないという点が特徴であり、器形が異なる可能性がある。しかしいずれの種類の土器についても底部片との接合がなく、全体の復元が困難である。

製作技法という観点で考えると、特に I 類の土器において器体の整形段階に特徴が見られる。断面に残った輪積みの痕跡から、約 30mm 単位で粘土を積み上げていき、粘土が重なる部分は底部から口縁部に向けて引き上げるように調整していたと考えられる。個体 7 の内面には、この掻き上げの痕跡が残存している (図版 1-5、29 中央、写真図版 2-2)。この積み上げ痕は文様帯 (隆線) の内側に該当していることが多く観察されるため、文様が器体を構成する粘土の接合部分に貼り付けられている状況がうかがえる。成形の際に不安定な接合部分に補充した粘土が文様として用いられた可能性もあるのではないだろうか。なお、この粘

土紐接合の痕跡は I 類土器の内面に顕著であり、II 類土器では数例 (図版 2-8・9・13) が見られるが、I 類ほど多くない。I 類と II 類では、器径が大きく異なるが、隆線間の距離はほぼ同じであり、粘土の積み上げ方が共通するのであれば、同様の技術が用いられたと言える。この成形段階における特徴は、田沢遺跡の 100m 北西に位置する壬遺跡から出土した土器群にも観察されている。壬遺跡から出土した第二群土器 (隆線文土器) の一部には、粘土帯の接合部分が上下で傾斜を持つ形態となっており、田沢遺跡における巻き上げたような痕跡と類似している。

### 第 3 節 出土石器

田沢遺跡の発掘調査では、尖頭器 28 点 (うち 1 点が有舌尖頭器)、打製片刃石斧 5 点、スクレイパー 10 点、ドリル 1 点、石核 7 点、二次加工ある剥片 5 点、剥片 1633 点、合計 1689 点の石器が出土した (表 4.3)。また、多くの接合資料が確認されている (表 4.4)。118 点 (全体の 7.0%) が接合資料に含まれ、折面の接合を含めると 142 点 (全体の 8.4%) になる。石質の特徴から非常に多くの同一母岩を認定したが、接合の結果、同一母岩に複数の原石に由来する資料が含まれるものや、異なる母岩の間での接合も確認できたため、原石に対応するような母岩認定は困難であると判断された。そこで、本論では接合資料を中心に扱うことにした。

#### 【有舌尖頭器】

確実な「本ノ木型」の尖頭器は、1 点のみである (図版 3-4、写真図版 5-4)。長さ 94.8mm、幅 21.6mm、厚さ 6.5mm、重さ 12.2g。尖頭器に比べると薄く幅狭で、3 分の 1 程の軽量である (図 4.2)。先端部が僅かに欠けるが、完形であれば長さ 100mm ほどのものである。細身で両側縁が平行し、基部は三角形に尖る。押圧剥離による調整加工では、打点 が明瞭に残され、ジグザグの縁辺を形成する。頁岩製である。

同様に基部が尖るものは、図版 4-2、4-6、5-10・11、6-1 があるが、上述の有舌尖頭器のような押圧剥離の特徴や、鋸歯状縁辺をもたないため、別種のものと考えたい。

#### 【尖頭器】

有舌尖頭器を除くと、尖頭器は未成品も合わせて 27 点が

表 4.3 田沢遺跡の石器組成

Tab. 4.3 Assemblage of lithic artifacts at the Tazawa site

組成 assemblage	尖頭器 points	石斧 adzes	スクレイパー scrapers	ドリル a drill	石核 cores	二次加工ある剥片 retouched flakes	剥片 flakes	合計 total
点数 number	28	5	10	1	7	5	1633	1689

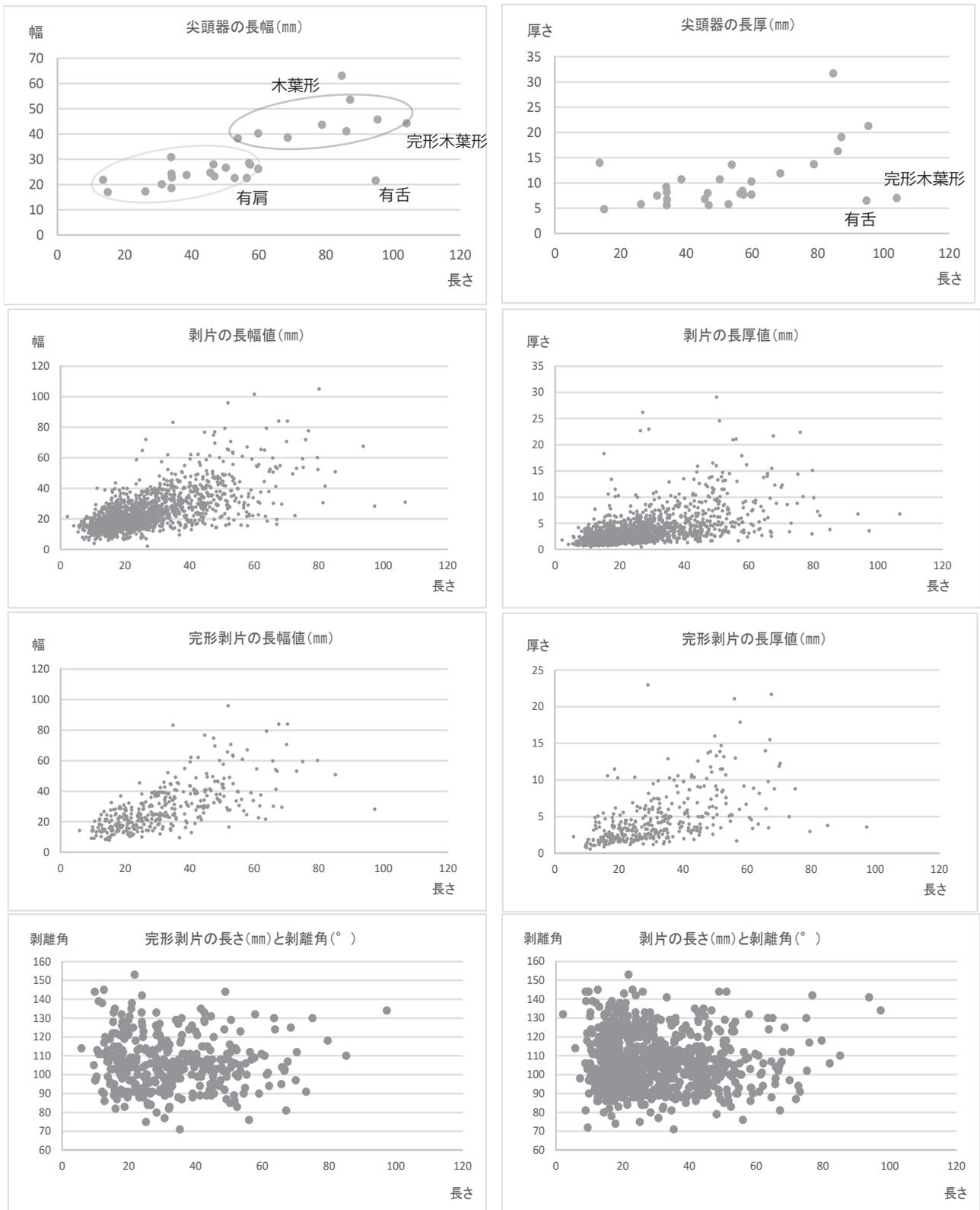


図 4.2 田沢遺跡出土尖頭器の法量と剥片の法量・剥離角

Fig. 4.2 Size of Bifacial points and flakes excavated from the Tazawa site

表 4.4 田沢遺跡出土 接合資料の内容

Tab. 4.4 Contents of refitted materials at the Tazawa site

接合 No.	図版	写真 図版	資料No.	点数	母岩 No.	石材	目的	集 中	空間的關係	層位的關係
1	15	21	9+100+165+BCNL27+1C1:16+ BCNL II+1C1:20+1G1:25+1CG1: 1+BCN	10	-	真岩	自然面除去	N	BCNL(3) +C(2)+BC(1)+CG(1)+G(2) )+H(1)	1層(4)+2層(4)+表 土(2)
2	16	20	1P区1層:2+1BC土堤1:86+1BC土 堤1:2	3	-	真岩	やや縦長剥片	NS	BC(2)+1P(1)	1層(3)
3			1C1:29+CG1層:8	2	-	真岩	小型剥片	N	C(1)+CG(1)	1層(2)
4			1C1:4+1C1:6	2	26	安山岩	小型剥片	N	1C(2)	1層(2)
5	22		311+1H1:33+2P1:17	3	-	真岩	縦長剥片	NS	2P(2)+H(1)	1層(2)+2層(1)
6	22	18	182+1H1:1+1G1:2+1E1:9	4	6	真岩	大型剥片	N	E(1)+G(1)+H(1)+EG(1)	1層(3)+2層(1)
7	21	17	P区1層:11+2P1:3	2	27	真岩	縦長剥片	S	1P(1)+2P(1)	1層(2)
8			1H1:2+BCNL:44	2	32	凝灰岩		N	1B(1)+BCNL(1)	1層(2)
9			PIII:4+1-O-1:1	2	58	真岩		NS	1P(1)+O(1)	1層(1)+3層(1)
10		21	N区1層:4+P1:56	2	58	真岩		NS	N(1)+1P(1)	1層(2)
11	20	16	15+18+164+204+1BC1:44+ 1BC1:42+1BC1:54+1C1:14	8	21	真岩	尖頭器(仕上げ)	N	C(3)+BC(3)+EG(1)	1層(4)+2層(3)
12	21	18	1BC1:52+144+1BC土堤1:11	3	42	真岩	両面調整	N	BC(2)+N(1)	1層(3)
13	16	24	BCNL II:5+BCNL1:47+1D1:27+ 1G1:36+表採+1C1:51+1D1:43+ 1E1:30	8	29	真岩	縦長剥片	N	BCNL(2)+D(2)+G(1)+E(1)	1層(6)+2層(1)
14	18	19	268+269+270+320+1P1:6+1i1: 1+1P1:4	7	9	真岩	幅広大型剥片	S	1P(6)+I(1)	1層(3)+2層(4)
15	19	22	107+188+1EG1:1	3	5	真岩	やや縦長の大型 剥片	N	G(1)+EG(2)	1層(3)
16	19		1G1:5+CG1層	2	5	真岩	自然面除去	N	G(1)+CG(1)	1層(2)
17	17	23	83+110+222+247+1BCEG1:6+ 1H1:5	6	2	真岩	やや縦長剥片	N	BCEG(1)+H(1)+EG(1)+G(2)	1層(2)+2層(3)+3 層(1)
18			2A1:64+P1:35	2	46	真岩		S	2A(1)+1P(1)	1層(2)
19	20		BCNL1:34+1G1:24	2	46	真岩	小型剥片	N	G(1)+BCNL(1)	1層(2)
20	20	22	133+1E1:35	2	46	真岩	小型幅広剥片	N	E(1)+G(1)	1層(1)+2層(1)
21			1K1:14+1BC・EG1:2	2	46	真岩		N	K(1)+BCEG(1)	1層(2)
22	17	21	BCNL II 22+1BC1:55	2	28	真岩	両面調整	N	BCNL(1)+BC(1)	1層(1)+2層(1)
23	24- 25	15	3+181+1B1:7+1E1:2+1C1:21+ K1:33+BCNL1:20+CG-L-1	8	23	安山岩	石斧/石核	N	CG(1)+C(1)+BCNL(1)+E(1)+ 1B(1)+K(1)+EG(1)	1層(5)+2層(1)
24	24	14	215+309+2P2:5	3	25	安山岩	両面調整(尖頭 器未成品)	S	2P(2)+2A(1)	1層(1)+2層(2)
25	14	14	150+326+N区1層22+同23	4	20	真岩	石斧(再加工)	N	1B(1)+N(2)	1層(1)+2層(2)
26	23	20	192.1+1G1:15	2	62	安山岩	両面調整?	N	G(1)+EG(1)	1層(1)+2層(1)
27			P区1層+2A1:47	2	41	真岩		S	1P(1)+2A(1)	1層(2)
28		10	122+253	2	2	真岩	折面(石刃)	N	CG(1)	2層(1)+3層(1)
29		10	1B1:10+1BC1:63	2	52	真岩	折面(石刃)	N	1B(1)+1BC(1)	1層(2)
30			1FH1:16+1FH1:19	2	50	真岩	折面(石刃)	N	FH(2)	1層(2)
31	23	14	2A1:41+P区1層89	2	54	真岩	両面調整(初)	S	2A(1)+1P(1)	1層(2)
32	16	18	166+189	2	37	真岩	両面調整?	N	BCEG(1)+EG(1)	1層(1)
33	22	20	2A1:13+2A1:7	2	24	真岩	幅広剥片	S	2A(2)	1層(2)
34	21	17	137+169+307+321	4	7	真岩	大型剥片	N	K(1)+N(1)+BN(2)	1層(1)+2層(2)
35		24	243+1E1:3+1E1:8+1E1:10	4	11	真岩	幅広剥片	N	E(3)+BC(1)	1層(4)
36	23	10	87+1L1:11	2	17	砂岩	折面(石刃)	N	I(1)+H(1)	1層(2)
37		13	76+BCNL1	2	-	真岩	折面(石刃)	N	BCNL(1)+C(1)	1層(1)+3層(1)
38		13	1B1:7+1BC1:?	2	-	安山岩	折面(石刃)	N	1B(1)+BC(1)	1層(2)
39		13	29+118	2	3	真岩	折面(石刃)	N	C(1)+CG(1)	2層(2)
40			305+表採10	2	49	真岩	折面(石刃)	S	1P(1)	2層(1)
41			2A1:6+表採	2	47	真岩	折面(剥片)	S	2A(1)	1層(1)
42	3	5	85+1H1:65	2	-	真岩	折面(尖頭器)	N	H(2)	1層(2)
43	5	6	216+2A1:158	2	-	真岩	折面(尖頭器)	S	2A(2)	1層(1)+2層(1)
44	8	8	1G4+200	2	19	真岩	折面(石斧)	N	G(1)+EG(1)	1層(2)
45		13	187+CG1層	2	-	真岩	折面(石刃)	N	EG(1)+CG(1)	1層(1)+2層(1)
46			1i1+1i1	2	57	真岩	折面(剥片)	N	I(2)	1層(2)
47			142+1B1:18	2	45	凝灰岩	自然面付き小型 剥片	N	1B(1)+N(1)	1層(2)

出土した。完形の木葉形尖頭器は、1点のみである（図版3-1、写真図版5-1）。長さ104mm、幅44.3mm、厚さ7mm、重さ38gであり、他の未成品に比べて扁平で薄い（図4.2）。基部側の稜線が擦れており、着柄に伴う摩滅の可能性はある。無斑晶ガラス質安山岩製である。遺跡内にはこの同一母岩はなく、搬入品と考えられる。

同様の幅広の木葉形を成すものは少なく、未成品ながら3点（図版3-2・3、4-1、写真図版5-2・3、6-1）があげられる。いずれも長さ75～95mm、幅40～45mmであり、似たプロポジションをもつ。

尖頭器の先端部は多く確認されており、幅25mm前後が中心で、40mm前後の幅広のものと二分される（図3.4）。それらは柳葉形尖頭器と木葉形尖頭器にそれぞれ対応すると思われる。

尖頭器の石材は、20点（74.1%）が頁岩製、7点（25.9%）が安山岩製である。

### 【石斧】

打製片刃石斧は完形品4点、未成品1点が出土した。完形品は1点（図版8-2、写真図版8-2）が砂岩製、3点が頁岩製である。それらの法量は、平均値で長さ109.5mm、幅33.05mm、厚さ22.33mm、重さ94.68gである。図版7-1（写真図版8-4）と7-2（写真図版8-3）は接合する。図版14-1（写真図版14-1）にあるように、ももとの大型石斧は、横長剥片を素材とし、扁平なその剥離面を打面として両側縁が調整され、細長くなると共に、出来上がった表面の稜からも剥離が加えられ、断面三角形に整形される。刃部の整形は、表面が中心であり、縦方向の細長い剥離が連続的に加えられる。また、2点の破損面を観察すると、石斧を縦断する方向で刃部側から力が加わって、途中で欠損したことが分かる。おそらく使用による破損と考えられる。図版7-1では、階段状になった裏面を加工し、その過程で剥片（図版14-2）が剥離される。その後、刃部も再加工され、完形の石斧となる。一方、図版7-2では、基部側の両側縁が再加工され、短いながら完形の石斧となる。この資料の存在から、石斧は繰り返し、再加工されながら使用されることが窺える。

図版8-1（写真図版8-1）は、両側縁から裏面が加工された後で、裏面を打面とし表面に剥離が加えられ、断面三角形に整形されている。刃部側では両面で縦方向の細長い剥離が加えられた後に、細かい剥離が丁寧に加えられ、刃部形状が整えられている。また、途中で欠損し、刃部側には折れ面から生じた剥離面が観察される。基部側にも、潜在的なヒビ割れが認められ、使用による破損と考えられる。

図版8-2（写真図版8-2）は、風化して剥離面が見難くなっているが、質量が高く、石斧に適した石材（砂岩）を用いたものと思われる。最初に両側縁から裏面に加工を加え、平坦にし、その後、裏面を打面に両側縁に加工を加えて、断面三角形に整形する。出来上がった稜にも幾つか剥離が

加えられ、整形される。刃部側では表面を中心に縦方向の剥離が加えられる。刃縁には潰れが認められ、使用されたものと考えられる。

安山岩製の未成品1点については、接合資料の項で後述する。

### 【ドリル】

剥片の末端側に錐部を作出したドリルが1点出土している（図版9-5、写真図版9-1）。背面の左側縁の基部側と、右側縁の中央部を細かな剥離によって整形している。錐部と基部は黒色を呈し、被熱している。

### 【エンド・スクレイパー】

自然面をもつ剥片を素材にしたエンド・スクレイパーが1点出土した（図版9-1、写真図版9-2）。素材形状を上手く使い、背面の左側縁と下縁に剥離を加え、整形している。自然面をもつものの、頁岩の質が良いため、ツールに加工したと思われる。

### 【スクレイパー】

エンド・スクレイパー1点を除くと、スクレイパーは9点が出土した。石刃あるいは縦長剥片に連続的な二次加工を加えたものが3点ある。図版9-2（写真図版9-3）と図版9-3（写真図版9-4）は、背面の右側縁の基部側に連続的な二次加工を加え、打面部を除去したものである。図版9-4（写真図版9-5）は、背面・腹面の末端側を中心に二次加工が加えられており、何らかの器種の未成品かもしれない。図版10-5（写真図版10-1）は、石斧状の刃部をもち、技術的・形態的に図版7-2に似ている。その他にもスクレイパーに分類したものがあるが、不整形である（図版9-6、10-1～4、写真図版9-6～7、10-2～5）。

### 【石核】

石核は7点が出土した。高さ7～8cm、幅4cm程の小型の転礫から、剥片を剥がし取った残核がある（図版11-1・2、写真図版11-1・3）。比較的良質の頁岩が素材でとなっている。縦方向の剥離が主体となるものと、横方向の剥離が主体となるものがあるが、後者は尖頭器の未成品かもしれないが、厚くサイズが小さいため、石核とした。

典型的な石核には、表裏面の周縁から剥片を剥がしたものがあ（図版11-3、写真図版11-2）。円盤状石核といえる。その他の石核は、接合資料に含まれるため、後述する。

### 【剥片】

剥片は1633点ある。石材は、1413点（86.5%）が頁岩、112点（6.9%）が安山岩、102点が凝灰岩であり、そのほか玉髓2点、砂岩2点、不明3点となる。本遺跡の尖頭器や石斧の主たる石材も頁岩であることから、頁岩が主とし

表 4.5 田沢遺跡出土 ツールの属性表

Tab.4.5 Attributes of lithic tools at the Tazawa site

No.	図版 plate No.	グリッド grid	層位 layer	器種 type	母岩(接合) refit no.	残存部位 part	長さ(mm) length	幅(mm) width	厚さ(mm) thickness	重さ(g) weight	受熱 burned	石材 raw material
300	3-1	FG	3	尖頭器	62	1	104	44.3	7	38	0	安山岩(黒)
85+1H:65	3-2	H	1	尖頭器	(接42)	1	86.1	41.1	16.3	39.3	0	頁岩
89	3-3	G	2	尖頭器		1	78.8	43.7	13.7	45.7	0	頁岩
77	3-4	E	1・2	有舌尖頭器		2	94.8	21.6	6.5	12.2	0	頁岩
1	4-1	-	-	尖頭器		1	95.4	45.8	21.3	60.4	0	頁岩
164	4-3	BC	1	尖頭器	21 (接8)	2	59.8	40.3	10.3	18.2	0	頁岩
8	4-4	-	-	尖頭器	7	2	68.6	38.6	11.9	30.7	0	頁岩
308	4-5	CK	1	尖頭器		2	53.8	38.3	13.6	22.3	0	頁岩
259	4-6	1P	2	尖頭器	27	2	57.4	27.9	7.7	11.6	0	頁岩
7	5-1	-	-	尖頭器		4	34	18.6	5.6	2.9	0	頁岩
208	5-2	2A	1	尖頭器		2	34.1	22.8	6.7	3.94	0	安山岩(黒)
210	5-3	2A	2	尖頭器		2	46.8	23.3	5.6	5.3	0	頁岩
211	5-4	2B	2	尖頭器		2	34	24.3	8.2	4.69	0	頁岩
257	5-5	1P	1	尖頭器		2	46.5	28	8	6.62	0	頁岩
327	5-6	1P	2	尖頭器	62	3	31.1	20.1	7.5	2.95	0	安山岩(黒)
86	5-7	I	1	尖頭器	62	4	33.9	30.9	9.2	10.3	0	安山岩(黒)
216+158	5-8	2A	2	尖頭器	(接43)	4	52.8	22.6	5.8	7.88	1	頁岩
(10/28)I2A1	5-9	2A	1	尖頭器	18	2	56.4	22.6	7.9	10.1	0	頁岩
(11/1)積土	5-10	-	-	尖頭器		2	45.6	24.7	6.8	6.55	0	頁岩
209	5-11	2A	1	尖頭器	55	2	59.8	26.2	7.7	10.8	1	頁岩
214	5-12	2B	1	尖頭器	21	2	50.2	26.7	10.7	13.7	0	頁岩
74	4-2	F	1	尖頭器	37	2	57.1	28.5	8.4	13.4	0	頁岩
2	6-2	-	-	尖頭器(未)		1	87.2	53.6	19.1	70.4	0	頁岩
E1:39	6-3	E	1	尖頭器		3	15	17	4.8	0.92	0	頁岩(白)
325	6-1	BN	2	尖頭器(未)		3	84.7	63.1	31.7	134	0	頁岩
BC土堤1-12	6-4	BC	1	尖頭器		3	26.2	17.3	5.8	1.71	0	頁岩
BC土堤1-85	6-6	BC	1	尖頭器	21	3	38.5	23.8	10.7	5.39	0	安山岩
302	6-5	2P	2	尖頭器(未)		-	13.6	21.9	14	8.7	0	頁岩
326	7-1	BN	2	石斧	20 (接25)	1	128	31.2	26.6	114	0	頁岩
150	7-2	N	1	石斧	20 (接25)	1	76	39.4	16.1	66.1	0	頁岩
1G:4+200	8-1	G,EG	1	石斧	19 (接44)	1	126	27.7	19.7	86.6	0	頁岩
88	8-2	G	1	石斧		1	108	33.9	26.9	112	0	砂岩
CG1(10/25)	24-5	CG	1	石斧(未)	接23	1	119.6	39.3	31	168.38	0	安山岩
72	9-5	F	2	ドリル		1	43.7	32	6.9	7.77	1	頁岩
287	9-1	1P	2	スクレイパ-		1	53.1	32.7	11	18.7	0	頁岩
表採5	9-2	-	-	スクレイパ-		1	82.6	31.9	8.6	19	0	頁岩
E1:55	9-3	E	1	スクレイパ-		1	90.3	27.7	1.3	30.1	0	頁岩
H:64	9-4	H	1	スクレイパ-		1	82.1	37.6	14.8	35.3	0	頁岩
213	9-6	2B	1	スクレイパ-		1	37.5	30.8	14.1	18	0	頁岩
330	10-1	1P	1	スクレイパ-		1	67.6	60.3	16	55.1	0	頁岩
299	10-2	2B	3	スクレイパ-		1	50.6	36.3	24.7	43.7	0	安山岩
1G1:6	10-3	1G	1	スクレイパ-		1	45.7	36.2	19	21.43	0	頁岩
1P1:108	10-4	1P	1	スクレイパ-		4	57.1	45.5	13.3	22.9	0	頁岩
201	10-5	EG	2	スクレイパ-		1	51.5	38.5	13	33.3	0	頁岩
258	11-1	1P	1	石核		1	49.7	29.1	18.6	21.7	0	頁岩
124	11-2	L	1	石核		1	45.5	36.6	27	47.4	0	頁岩
C:70	11-3	C	1	石核		1	71.1	60.6	32.9	120	0	安山岩
1H:1	12-1	1H	1	石核		1	75.3	70.8	51.2	197.65	0	頁岩
3	12-2	-	-	石核	23 (接23)	1	102.3	52	52.3	275	0	安山岩
215	13-1	2A	1	石核	25 (接24)	1	82.9	53.6	53.6	94.3	0	安山岩(黒)
P1:89	13-2	1P	1	石核	54 (接31)	1	115	58.5	26.3	179	0	頁岩

て用いられたと考えられる。完形の剥片 (N=356) の法量の平均は、長さ 32.37mm、幅 29.61mm、厚さ 4.73mm、重さ 7.62g である (図 4.2)。剥離角の平均は 107.0°。打面調整のあるものが 52.8% を占める。背面構成では、腹面の打点と反対側からの剥離面をもつものが 23.8%、側方からの剥離面をもつものが 53.2% を占め、両面調整に伴って生じた剥片が多いことを示している。剥片の末端はフェザーエンドになるものが 82.6% であり、ヒンジになるものが 12.5% となる。自然面をもつものは、14% ほどである。法量や剥離角などの剥片の特徴に、石材ごとの差はほとんど無い。

### 【接合資料】

#### ①縦長剥片の剥離

田沢遺跡では、真正な石刃技法などの規格的な剥片生産技術は認められない。例えば、ツールの素材が特定の形状をもつ訳ではなく、多様な形状の剥片が素材となっている。しかしながら、縦長剥片を志向する接合資料が目立ち、縦長剥片を意図的に多く剥離したものが多く存在する。接合 13 では、不定形ながら、縦長剥片が複数剥離されている (図版 16-8 ~ 13、写真図版 24-1 ~ 6)。また、接合 5 でも小型の縦長剥片が連続剥離される (図版 22-7 ~ 10)。接合 7 を見ると、作業面の形状が不整形であっても、縦長剥片を意図的に剥離しており、柔軟な製作法を採用していたと考えられる (図版 21-10 ~ 12、写真図版 17-6 ~ 8)。ツールに利用されるようなサイズの縦長剥片は、接合資料の中には少なく、接合 2 (図版 16-1 ~ 4、写真図版 20-4 ~ 7) や接合 15 (図版 19-1 ~ 4、写真図版 22-1 ~ 4) のような自然面が残る大型の剥片がツール素材となる候補であろう。

接合 17 も、節理面が多く、良好な剥離がおこなわれていないが、打面を固定し、一方向から連続的に縦長剥片を剥離しており、縦長志向の剥離といえる (図版 17-1 ~ 7、写真図版 23)。

単独母岩の資料には、多くの縦長剥片が認められ、遺跡外から持ち込まれたものが多く存在したものとと思われる (写真図版 13)。中には、二次加工が施され、ツールとなったもの (図版 9-2 ~ 4、写真図版 9-3 ~ 5) や、微小剥離痕が見られるもの (図版 23-4、写真図版 10-3 ~ 5) があり、遺跡内で利用された可能性がある。こうした縦長剥片の製作の場合には、頁岩が専ら利用されている。

このような縦長剥片は、平均で、長さが 62.88mm (完形 N=4)、幅が 21.10mm (全体 N=21)、厚さ 3.80mm (全体)、重さ 9.49g (完形)、剥離角 100.13° (打面有り N=12) となる。

#### ②幅広剥片の剥離

接合 14 (図版 18、写真図版 19) や接合 6 (図版 22-1 ~ 3、写真図版 18-1 ~ 3) では、大きめの幅広剥片が剥離されている。背面に大きく自然面を有するものが多く、原石から

剥離された最初の段階のものが多いと言える。また、打点から垂直割れが生じたものがあり、打点やバルブの特徴を踏まえると、ハードハンマーによる直接打撃によって、この大型の幅広剥片が剥離されたと推定される。尖頭器の中には、幅広剥片を素材とするものがあり (図版 4-1 など)、尖頭器素材としての供給が目的のひとつであったと考えられる。

幅広剥片には、小型のものもあり (図版 22-4 ~ 6、写真図版 20-8 ~ 10)、良質な石材ならば、小型の原石であっても、有効に活用したことが分かる。

#### ③尖頭器製作

接合 31 は、尖頭器製作の初期工程を示すものである (図版 23-5、写真図版 14-2)。片面に自然面を大きく残し、最初にその裏面で周縁からの求心的な剥離が進む。続いて、自然面側でも剥離が開始される。再び裏面側で剥離がおこなわれるが、その途中で作業が終了している。これらの剥離に際して、打面調整や頭部調整はおこなわれない。

接合 24 は、中間工程と呼べるようなもので、残された尖頭器 (残核) は、厚みを持ち、下端が欠損している (図版 24-1、写真図版 14-3)。調整剥片の接合する付近から折れており、剥離の失敗によって、廃棄されたものだろう。一連の求心的剥離の前に、打面や頭部の調整はなされていない。

接合 11 では、尖頭器に 7 点の調整剥片が接合する (図版 20-1、写真図版 16-1)。尖頭器の形状は整っており、最終段階に近い。生じた剥片には頭部調整と打面調整のいずれもが認められる。

両面調整に関わる接合資料は、それ以外にも接合 12 (図版 21-1 ~ 4、写真図版 18-4) や接合 22 (図版 17-8 ~ 10、写真図版 21-4) などに確認でき、入念な頭部調整や打面調整が認められることから、尖頭器製作の最終段階に近いと考えられる。こうした尖頭器の製作が遺跡内での中心的な活動の一つだったと思われる。

#### ④石斧製作

接合 23 は、石斧の製作の初期工程を示す良好な接合資料である (図版 25-1、写真図版 15)。一面に広い節理面をもつ素材を用いている。長さ 20cm 以上となる素材を用いて、最初に節理面を打面にして剥離をおこない、断面三角形となるように整形する。一方で、稜線からの剥離もおこなわれる。その過程で、上部が折損する。その後、残された下部で節理面からの剥離が続き、折損面も整形されると共に、全体の形状が整えられる。その後、節理面の除去が開始される。石斧自体は完成形にならず、長さ 119.6mm、幅 39.3mm、厚さ 31mm となったところで製作が終了している (図版 24-5、写真図版 15-2)。

一方、接合 25 では、完成した石斧の再加工の様子を窺うことができる (図版 14-1、写真図版 14-1)。大型の石斧が、

使用によって、潜在的な節理に沿って刃部側から剥離が生じ、上下のパーツに分断される。この時の刃部には裏面にも剥離痕があり、使用による刃こぼれと思われる。その後、基部側のパーツでは、再加工が行われ、刃部裏面側を平らにしている。その際に生じた剥片1点（図版 14-2、2点が折面で接合したもの）が接合する。この石斧の刃部の両面には剥離が加えられ、刃部には摩滅が認められることから、使用されたことが窺える（図版 7-1、写真図版 8-4）。一方、短くなった刃部側のパーツには、その基部が再加工され、再び使用された可能性がある（図版 7-2、写真図版 8-3）。

#### ⑤自然面除去

接合 1 では、縦 15cm、幅 10cm 程の原石から、縦横 5cm 程の剥片が多く剥がし取られている（図版 15、写真図版 21）。原石の表皮部分がほとんどであり、石核となる中心部分が遺跡から持ち出された様子が窺える。

### 第 4 節 点取り遺物による空間分布

点取りされた遺物は合計で 546 点あり、その中で X, Y, Z 座標の記録が全て残っている 498 点の分布を示した（図 4.3）。分布図において、Z 座標の記録がないものについては、平面分布のみに示し、垂直分布には反映していない。

#### 石器の空間分布（図 4.3, 4.4）

点取りされた石器は合計で 216 点あり、その中で X, Y, Z 座標の記録が全て残っているものは 210 点ある。

石器は、主に B, BC, BCEG, BE, EG 区と、1P 区にそれぞれ分布する。前者にあたる北側の分布を N 地点と呼び、その中の密集を a 地点とした。また、後者の南側の集中を S 地点とした。a 地点の中では、BE 区西側と、EG 区北側に分かれて密集が認められる。S 地点では、a 地点に比べ全体的に散漫な分布となっている。

垂直分布では、概ね -0.5m ~ -1.0m の間にまとまりが見られ、a 地点と S 地点の間には大きなレベル差は確認されないが、a 地点の北半は遺物全体の垂直分布と比較して高いレベルにある。この位置が調査直前に表面採集できた場所にあたり、包含層の一部が壊されていたことを示している。

#### 層位別分布（図版 4.5）

石器は、1 層、2 層から大半が出土した。a 地点を中心とした N 地点では、1 層、2 層の石器でほぼ構成され、1 層の石器は全体に分布するが、2 層の石器の分布では密集箇所がより明確になる。一方、S 地点では、2 層の石器が主体となっているが、1P 区より南側では 3 層の石器が中心となる。

#### 石器分類別分布と接合関係（図 4.5）

無文石器は、石器全体の分布と重なっており、N・S 両地

点に分布する。I 類石器、II 類石器はともに、N 地点のみに分布が見られる。

点取りされた石器を含む接合資料は合計 19 個体ある。I 類が 14 個体、II 類が 5 個体確認され、それぞれ N 地点で接合関係が認められ、石器が密集する箇所と重複する。

#### 石器の空間分布（図 4.6）

点取りされた石器は合計 330 点あり、その中で X, Y, Z 座標の記録が全て残っているものは 288 点ある。

石器全体の分布は、石器と同様、南北 2 つの集中地点に分けられる。北側（N 地点）では、BC, C 区付近を密集の中心として南北に細長く広がり、東西の J, D, A, M 区ではほとんど分布が見られない。南側（S 地点）では、1P, 2P, 2B, 2A 区に分布している。南北の集中の境界は、両集中の分布が周縁で疎らになる I 区の付近である。

垂直分布は、全体で -0.5m ~ -1.2m の幅に分布する。南北の集中の中心となる密集は各々、およそ -0.5m ~ -1.0m の間に収まる。調査区北端の付近ではやや傾斜が見られるが、全体としては均一な深さをもつ面的な分布となっている。

#### 層位別分布（図 4.7）

点取りされた石器の中で、層位の記録があるものの内訳は、1 層 55 点、2 層 191 点、3 層 65 点となる。1 層では、K, N, EG, 2B, 2A 区を中心に散漫に分布する。2 層は点数が最も多く、石器全体で見たときの分布とおおよそ一致する。BC, C 区の石器密集部が明確になり、南北 2 つの集中が確認できる。3 層は、N 地点では石器密集部を中心に分布が重なり、S 地点では 2 層では見られなかった 2B 区に分布が確認される。

#### 各器種の分布（図 4.7）

ツール類は調査区の全体に分布し、南北の集中両方で確認できる。N 地点では、石器密集部に分布が重なるものの他は、集中の周縁に散漫に分布する。S 地点では集中の全体に見られ、北側に比べ密度が高い分布となっている。垂直分布では、南北の集中ともに、ツール類は剥片に比べて特にレベル差は認められないが、2 つの集中の境界付近の分布が疎かになる部分では、比較的高いレベルに位置している。

尖頭器は、南北の集中両方で広く見られ、石器全体の分布が希薄になる I 区の付近でも確認される。S 地点では、石器集中の内部から、周辺にかけて全体に分布している。S 地点では、剥片に比べると集中の周縁に位置し、比較的高い分布となっている。尖頭器の完形品や準完形品は Ns 地点に多く見られ、比較的高い幅広、大形のものが Nn 地点に集まる。S 地点では幅の狭いものが多く分布する。特徴的な形態をもつ 77 は、Ns 地点の中の a 地点（石器密集）の位置に重なり、垂直分布では 2 層の直上となっている。点取りされた石器で尖頭器に関係する接合資料は 3 点あり、そのうち 2 点が尖頭器の調整に関連した資料である。接合 11 は

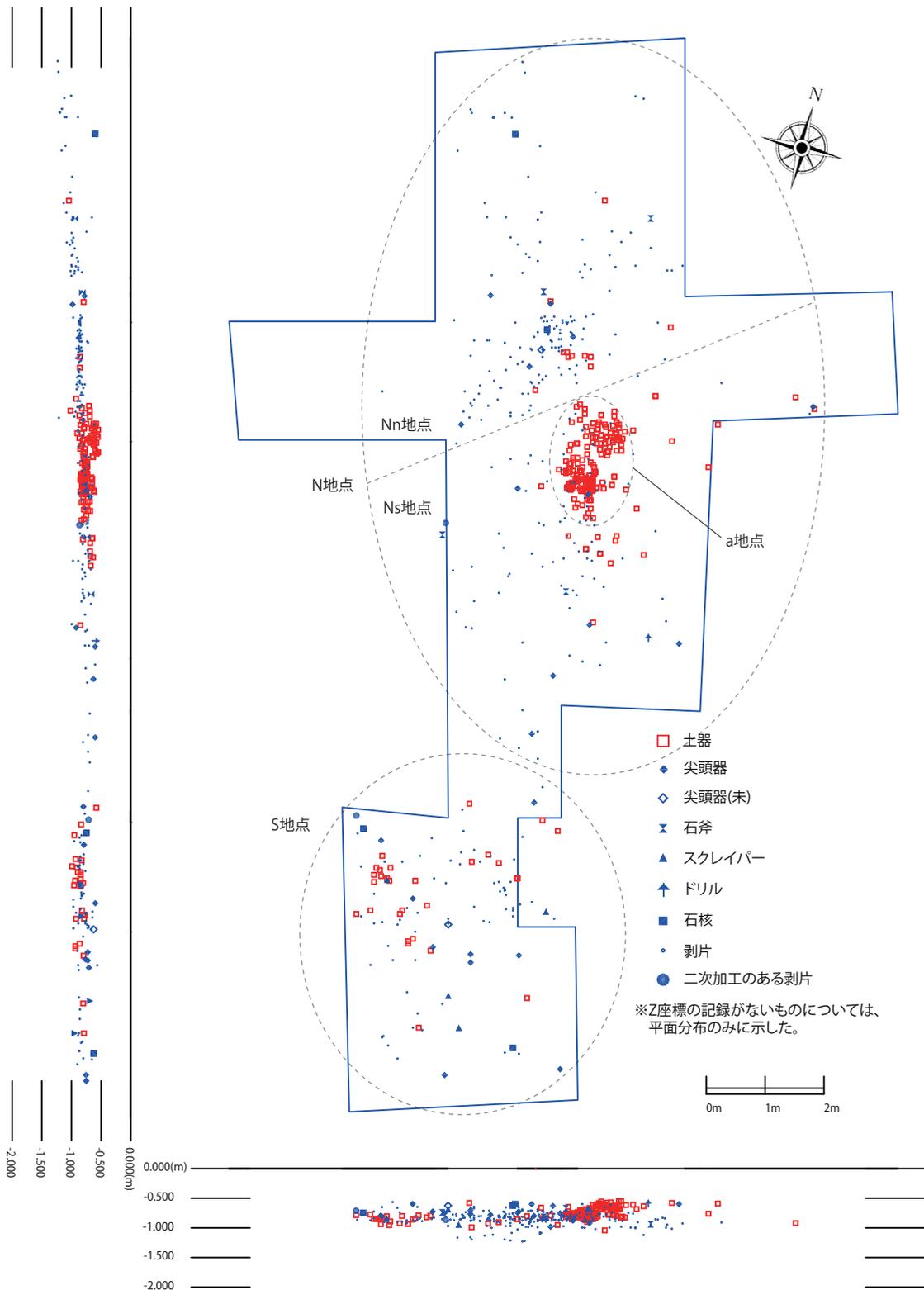


図4.3 田沢遺跡出土遺物 平面・垂直分布  
Fig. 4.3 Distribution of artifacts at Tazawa site.

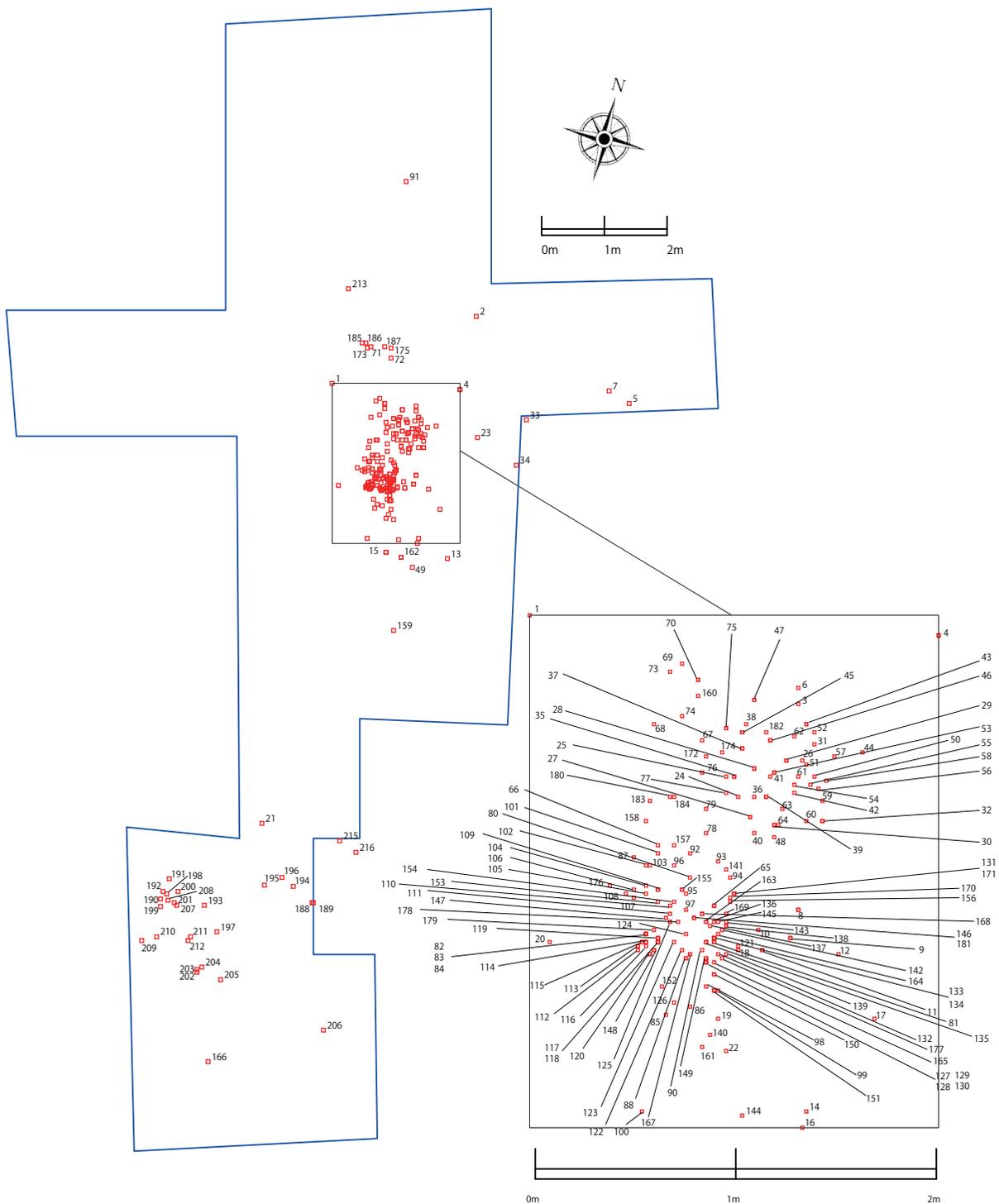
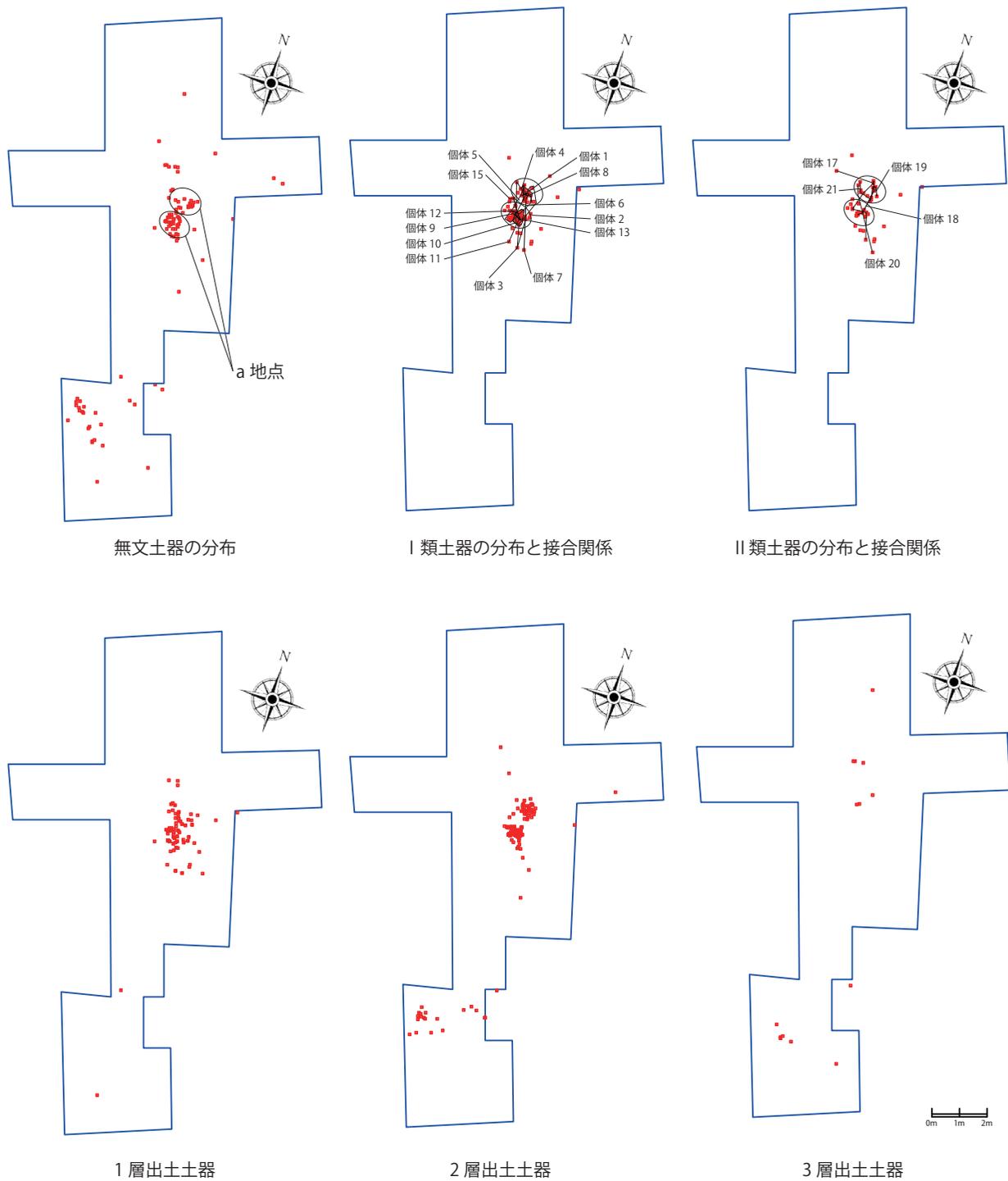


图 4.4 田沢遺跡出土土器 平面分布  
Fig. 4.4 Distribution of potteries at Tazawa site.



図版 4.5 田沢遺跡土器 類型別分布と接合関係 / 層位別分布  
Fig. 4.5 Distribution of potteries according to decorations and layers.

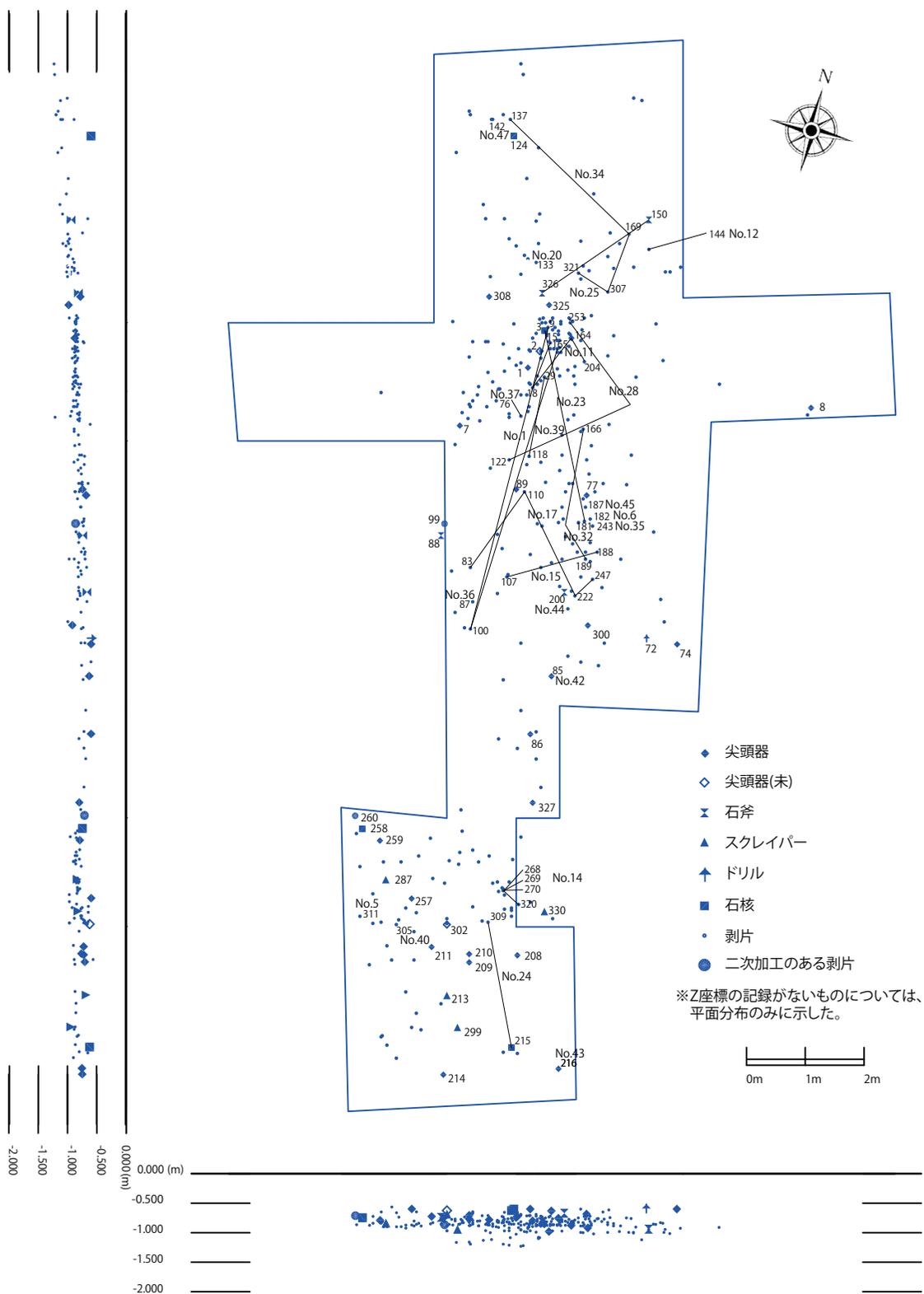


図 4.6 田沢遺跡石器 平面・垂直分布

Fig. 4.6 Distribution of lithic artifacts at Tazawa site.



Nn 地点の石器密集部に位置する。接合 24 は尖頭器未成品と剥片、石核の接合であり、S 地点の周縁に分布している。接合 43 は尖頭器と折れ面で接合するものであり、調査区の南東端に位置する。

石斧は、N 地点のみで確認され、剥片の集中に比べると周辺に分布する。CK, N 区付近では石斧の再加工の接合資料 (No.25) が見られる。また、石斧と石核、剥片の接合資料 (No.23) は、Nn 地点の石器密集部の内側に位置する。その他に、石斧と折れ面で接合する接合資料 (No.44) があり、Ns 地点の周縁に位置する。

スクレイパーは、S 地点でのみ確認される。剥片の分布に比べ、集中の周辺に位置するものが多い。

ドリルは、F 区に 1 点のみの出土である。Ns 地点の周縁に位置する。

石核は、N 地点と S 地点にそれぞれ 2 点分布している。N 地点では、1 点が石器密集部の内部に見られ、もう 1 点が Nn 地点の北端付近に位置する。S 地点では集中の周縁に 2 点の石核が位置している。

剥片は、調査区の全体に見られる。N 地点では、B, BC 区に特に分布が密集する石器集中があり、南北に細長いまとまりが確認できる。S 地点では、1P, 2P, 2B に多く見られ、Nn 地点ほどの密集部分は見られない。接合資料としては縦長剥片や幅広剥片を目的としたものが NS 両地点で見られ、大型のものも含まれる。

二次加工のある剥片は、NS 両地点に 1 点ずつ分布しており、いずれも調査区の輪郭付近に位置する。

点取りされた石器を含む接合資料は、全部で 25 点あり、そのうち 9 点が折れ面での接合資料である。南北の集中の両方で接合資料が確認されるが、南北の集中を跨いで接合するものはない。

北側の集中には 20 点の接合資料があり、折れ面で接合する資料はその内 7 点である。作業の内容としては、やや縦長剥片 (No.17)、幅広剥片 (No.20,35)、大型剥片 (No.6,15,34)、自然面除去 (No.1)、石斧の加工 (No.23,25)、両面調整 (No.12,32)、尖頭器の調整 (No.11)、その他剥片 (No.47) を目的としたものがある。B, BC, C 区以北の資料と、接合するグリッド上げ資料の出土区を合わせてみると、接合関係は No.12→BC, No.20→E, No.25→N, No.47→B となっており、北側の集中全体で接合関係があるといえる。

南側の集中には 5 点の接合資料があり、折れ面で接合する資料はその内 2 点 (No.40,43) である。作業の内容としては、縦長剥片 (No.5)、幅広剥片 (No.14)、両面調整 (No.24) を目的としたものが見られ、集中の周縁の方に位置している。

石材でみると、N 地点では頁岩 (17 個体)、安山岩 (1 個体)、凝灰岩 (1 個体)、砂岩 (1 個体) の各種の接合資料が認められ、S 地点では頁岩 (4 個体)、安山岩 (1 個体) が見られる。

## 土器と石器の空間分布

最後に、土器と石器の分布の関係について見ていきたい。N 地点では、石器密集部と土器密集部 (a 地点) が接するよう分布しており、それぞれが最も密になる箇所同士は重複しない。石器の接合関係の範囲と比較しても、全体的な傾向として a 地点の西側で重複しながら外接している。垂直分布では、土器と石器は基本的に重複するが、石器の分布が比較的散漫になる a 地点の北半付近では、周囲に比べ高いレベルにある土器が確認される。S 地点では、特に石器と土器の分布に差は認められず、垂直分布でもレベルに大きな差は見られない。こうした垂直分布より、土器と石器に明確に時期差を見出すことはできず、平面分布と層位別分布の傾向から、NS 両地点間にも時期差を指摘することは難しい。

一方で、NS 両地点の内容には異なる様相が確認された。N 地点では、石器と土器の明確な密集箇所がそれぞれに認められるが、S 地点では N 地点に比べると明確な密集は認められない。N 地点にのみ分布するものとして、I 類、II 類土器、石斧関連資料がある。S 地点では、ツールの分布の密度が高く、スクレイパーは S 地点のみにあり、土器には無文土器のみ確認される。このように、点取り遺物の分布の検討からは、調査区内の分布密度の差、石器組成や土器の種類の違い、各種石器製作の内容が確認され、2 つの集中にそれぞれ異なる特徴があることが指摘できる。

## 第 5 節 グリッドごとの空間分布

グリッドごとの遺物分布は、出土遺物全体の 87% の位置を反映している。記録が無いものや、遺物の注記が不鮮明なもの、注記が台帳と齟齬があるものがあり、それらを除外している。

全体としては、BC 区を中心とした北側の遺物集中地点 (N 地点) と、1P 区を中心とした南側の遺物集中地点 (S 地点) に別れる (図 4.8)。両者の分布域は H~I 区付近で重なっており、明確に区分できる状況では無い。

土器は、EG 区に最大の集中があり、107 点が 2m<sup>2</sup>に含まれている。この箇所では、2 層から出土したものが最も多く 68 点 (63.6%) ある (図 4.9)。3 層のものは 6 点 (5.6%) のみである。本遺跡の土器文様は、幅広の隆線文 (I 類) と、細い波状の隆線文 (II 類) の 2 種があるが、いずれも EG 区を中心とした北側の集中地点に含まれる。層位別の垂直分布では、1 層から 2 層に多く、3 層にはほとんど含まれない。したがって、この両者は時期差が無いものと思われる。一方、第 2 トレンチであった南側にも土器が分布するが、こちらは無文土器に限られる。層位別にみると、2~3 層に多く、北側とは異なる傾向になる。

次に石器の分布を見ると、C 区、BC 区、BCNL 区 (南半) と、1P~2A 区にかけて 2 つの集中がある (図 4.10)。土器

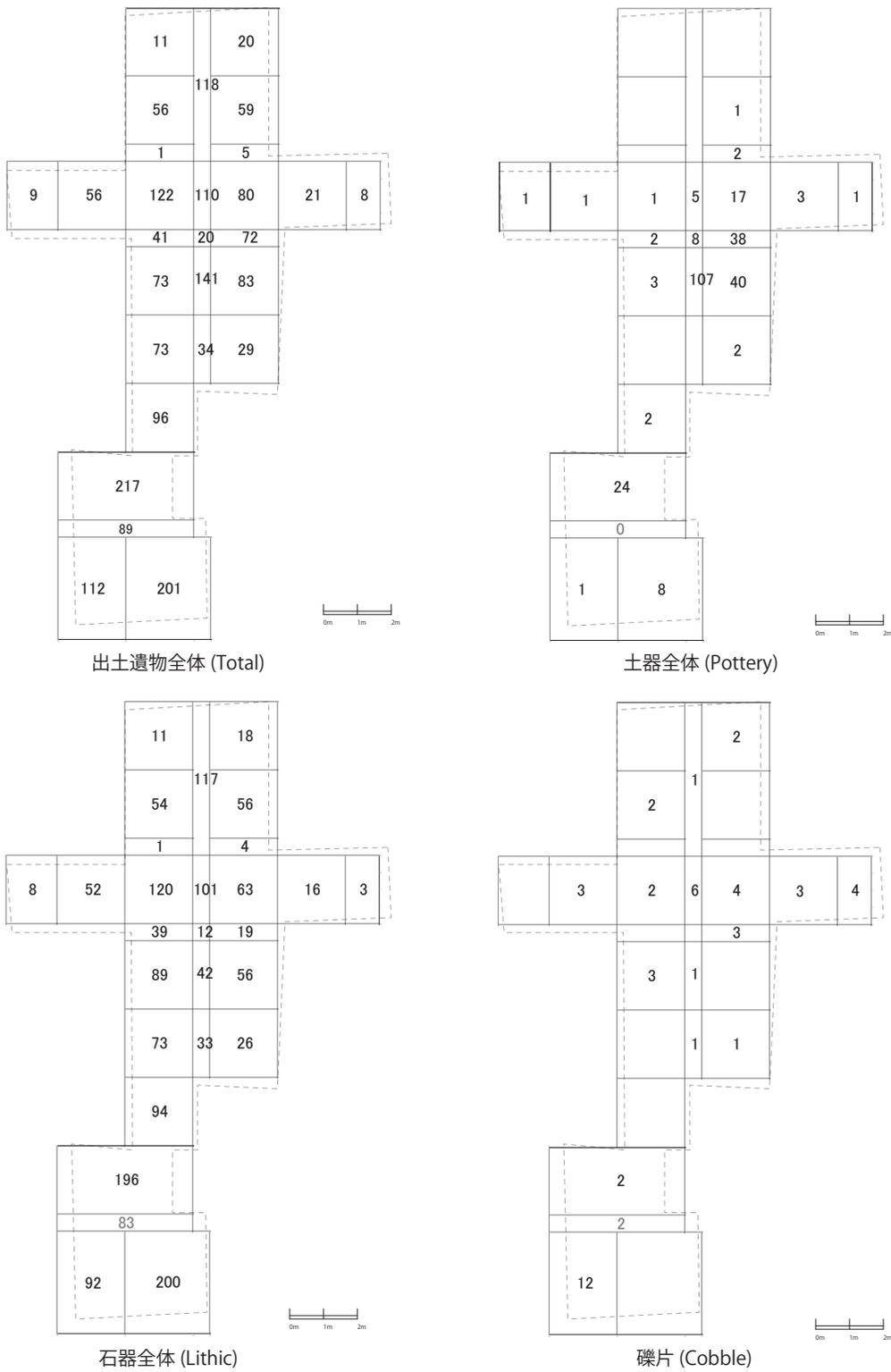


図 4.8 グリッドごとの出土点数  
Fig.4.8 Number of artifacts from each grid.



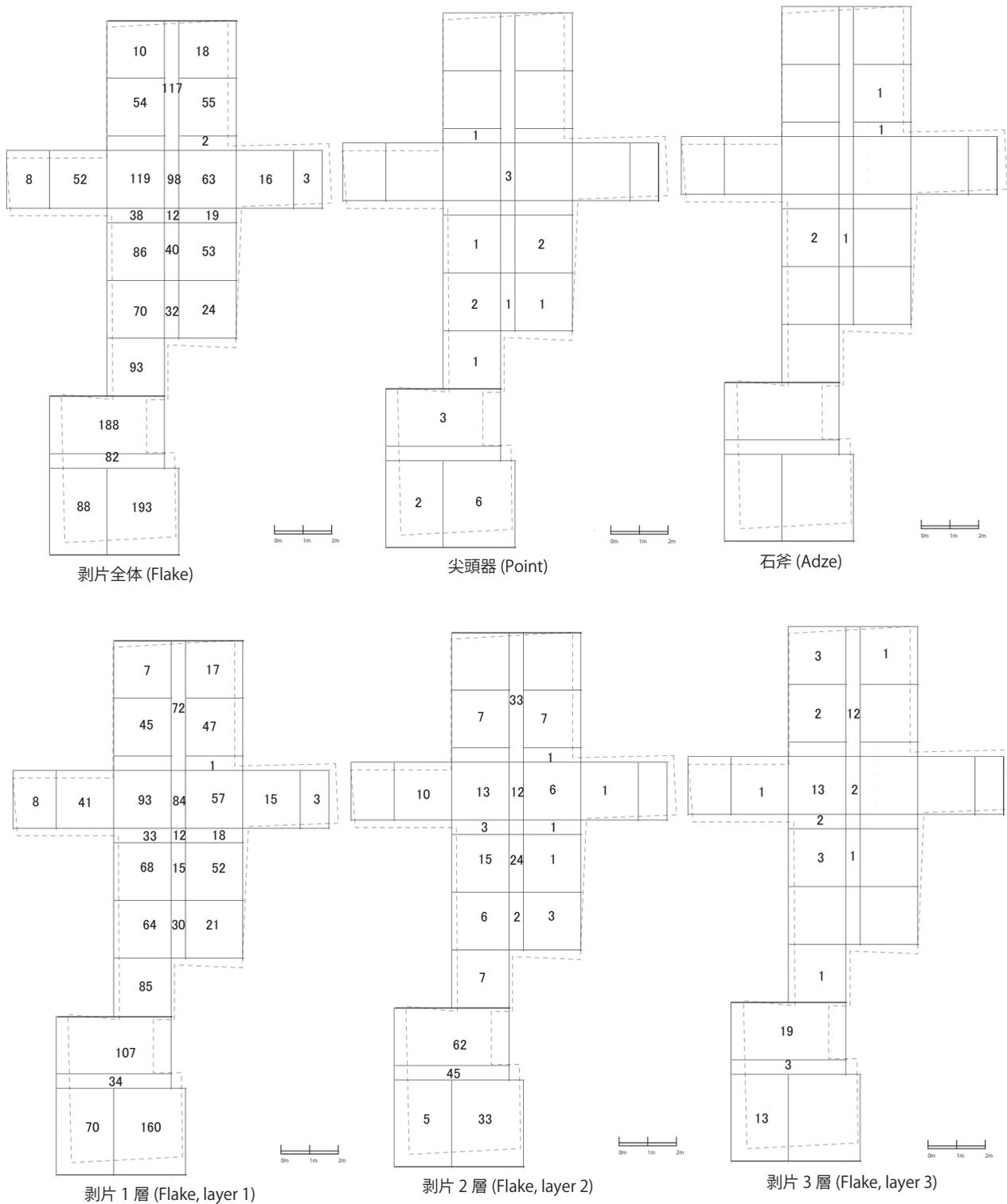


図 4.10 グリッドごとの石器点数

Fig.4.10 Number of lithic artifacts in each grid

の集中とは若干の違いがあり、重複傾向にあるN地点の中でも、石器の密集箇所は、土器の位置よりもやや北側(Nn地点)に当たる。また、石器の密度は、土器に比べてS地点で高いことが特徴である。器種別にみると、剥片の分布は、石器全体の分布とほぼ一緒である。その層位ごとの出土数をみると、1層が最も多く、下層になるほど減少する。この層位的な状況は、S地点の土器の状況とは特徴が異なる。次に、石斧をみると、N地点にのみ分布し、S地点には見られない。一方、尖頭器は2つの集中地点ともに分布しているが、剥片の密集地点とは位置がやや異なり、やや南側に重心があり、土器密集箇所(a地点)の周囲に散漫に分布する状況と言える。接合資料では、基本的には南北いずれかの分布範囲に分かれる(表3.4)。接合2、9、10のみが南北を横断して接合する。ただし、この3つは、1P区とBC、N、O区の間で接合であり、石器の密集箇所である3つのグリッドに入るのは僅か1例である。

次に接合資料の作業内容別に見ると、尖頭器の製作は、南北で行われるが、尖頭器の仕上げ工程(接合11、12、22)がN地点にあり、前半工程(接合31、24)はS地点にある。次に石斧の製作を見ると、製作初期工程(接合24)と使用による折損(接合44)、破損後の再加工(接合25)がいずれもN地点で行われている。S地点には石斧関連の資料がない。そのほか、縦長剥片の剥離や、幅広剥片の剥離は、南北のいずれの地点でも認められる。

このように器種ごとに、グリッド別の空間分布の様相は、幾つかの特徴を見出すことができ、各集中地点の性格を物語る重要な鍵となる。

## 第5章 出土資料の分析

### 第1節 3D スキャナーを用いた土器表面の分析と土器の製作技術

田沢遺跡から出土した土器の表面を、ワンショット3D測定マイクロスコープ(KEYENCE VR-3000)を用いて計測し、表面の高低差が分かるように色調を変えて表示した(図版26～37)。田沢遺跡の土器は装飾性に乏しい反面、器面には様々な痕跡が残されており、製作法を復元する上で重要な情報をもっている。この分析法は、長崎県福井洞穴の土器に対しても実施し、実測図では表現しきれない立体感や、指頭圧痕などの痕跡を視覚的に分かり易く表現できた(鹿又ほか2015)。

最初に幅広の隆線文が施された土器を見る(図版26～32)。幅広の粘土紐が水平に貼り付けられた後、棒状工具による押圧が連続的に施される。棒状工具は断面円形で、直径3～4mm程、先端が丸みを帯びる。文様の印象としては、連続的な押圧キザミによって装飾するというよりは、縦の隆起をその両側への押圧によって作り出しているように見

える。この縦の隆起部分で粘土紐の幅が広がる傾向にある。縦の隆起は、左右対称に見えるが、いくぶん左側につぶれており、左側に粘土の重なりが見られる。特にその下半部に粘土が多く残り、左側への捩れが見られる。隆起の高さは、高い所で1.5mmほどになる。

口縁部の刻みは、器面に対して垂直ではなく、左奥から右手前へやや傾けて工具を動かすことによって装飾されている。そのため、正面から見ると、刻みが左上から右下へと傾いているように見える。外面の器面調整は、横方向のナデであり、平行する線状の窪みが見られる。隆線の貼り付けや、口縁の刻みの前におこなわれたと考えられ、隆線の下に潜り込む部分もあり、隆線の上下に擦痕が平行している。左から右へと混和物が移動した形跡があり(図版26-中央・外面)、一定の方向で調整した可能性がある。一方、内面は、そのような擦痕が少なく、なだらかな表面を呈することから、指によるナデが主体であったと考えられる。ただし、入念に撫でられたというには表面が粗く、器面の凹凸や粘土が粒状に残る部分が見られる。

次に、細い波状の隆線文の土器を見ると(図版33～35)、器面調整は幅広の隆線文と共通する。文様部分では、隆線の最突部でも器面から1mm未満であり、低い隆線であることが分かる。また、隆線の上位にのみ縦方向の細かな筋が連続して見られ、何らかの工具を用いたと考えられる(図版33上)。工具痕跡が明瞭な部分では、先が丸い棒状工具であり、断面が円形、直径3～4mm程だったと思われる(図版34上下・外面)。隆線の下側は、左上から右下への規格的な窪みがみられ、棒状の工具を押し当てたと考えられる(図版33上下・外面)。この工具の痕跡は、隆線の上のものと同じである。このように、細い波状隆線文の装飾技法は規格性が高く、接合しない資料であっても、同一個体であるか同一工人によるものであった可能性が高いと言えるのでは無いだろうか。

これら2種類の文様の土器には、それらの器面から何らかが剥落した痕跡があり、細長い混和材が含まれていたことが窺える(図版29下・外面、図版34下・外面)。このように、両者は使われる胎土の特徴だけでなく、焼成の程度や粘土の積み上げ方(第4章第2節参照)、文様施文に使われた工具の形状も共通し、製作技法の特徴は共通点が多い。

### 第2節 剥片生産技術と、尖頭器と石斧の製作

田沢遺跡の接合資料には、縦長剥片を作るものと、幅広剥片を作るもの、尖頭器を作るもの、石斧を作るものの4種が特徴的にみられる。ここでは、この4種の石器製作技術の特質をまとめ、田沢遺跡の石器製作者が有した技術の総体について考察をおこないたい。

田沢遺跡では、主に頁岩と安山岩が利用されている。前者は清津川とその支流、後者は志久見川が原産地とされ、

遺跡から5～15km圏内で採取される(佐藤・石岡 2015)。そのため、完全な原産地遺跡というわけではなく、一定距離の石材採取行動が必要であったと考えられる。当地域の頁岩は、東北地方の日本海側で採取できるような珪酸分の非常に高いものではなく、やや軟質であり、節理面を多く含んでいる。中には砂質に近い粗粒の頁岩もある。それらの特徴は、節理に沿って板状に割れることであり、石斧の母岩には、そうした節理の平坦面をもった原石が有効に利用されている。安山岩は、黒色の無斑晶ガラス質安山岩が中心であり、チャートや黒曜石、珪質頁岩に比べれば、板状に割れる性質をもつ。この2種類の石材は、両面加工の道具を製作するのに適しており、田沢遺跡では頁岩を第一の石材として利用している。

最大の原石素材を必要とした道具は石斧と考えられる。接合資料に基づくサイズは、最大長が約17cm(接合No.23)と約16cm(接合No.25)であり、大きな素材から作られたことがうかがえる。また、接合No.23では、節理面が片面を広く覆い、加工の進んだ裏面にも一部みられるため、節理面によって形作られた素材の形態が、石斧の製作に適しており、選択されたと考えられる。接合No.25では、片面に横長の剥離面が残されるが、節理に沿って割れた可能性があり、節理の影響を受けた破損面と平行する。遺跡内では、このような大型剥片の生産は行われておらず、いずれも遺跡外で確保された素材といえる。

尖頭器では、縦長剥片と横長剥片の両者を素材としている。遺跡内で行われた剥片生産の中には、このような大型剥片を含むものもみられる(接合No.6・14・15・34)。しかしながら、尖頭器サイズを超える長さ7cm、幅4cm以上の剥片となると、出土した剥片全体の中で14点(0.85%)しかみられない。したがって、本遺跡では尖頭器素材剥片の生産はわずかであり、基本的には遺跡外から搬入された素材をもとに製作が進められたものと考えられる。また、尖頭器自体も完形品は1点のみ(3.57%)であり、破損品の搬入や、その二次的利用についても検討する必要がある。一方で、遺跡内で生産された比較的大型の剥片については、遺跡内での便宜的使用が無かったかを確認する必要がある。

縦長剥片の生産については、接合資料の説明で述べているが、長幅比3:1程度のものが中心であり、一部はツール素材として利用されている。遺跡内には、多くの縦長剥片が残されているのに対して、縦長剥片素材のツールは非常に少ない。この状況から、縦長の剥片が二次加工されないまま、利器として使用された可能性を検討する必要がある。

### 第3節 石器の使用痕分析

田沢遺跡から出土した石器は、頁岩や安山岩を主たる石材としている。後者は風化が顕著で、高倍率法による使用

痕分析は困難である。前者では、比較的良好な場合に、使用痕分析が可能であった。石斧に使用された風化の顕著な頁岩では、使用痕の判定が難しかったため、それらは分析対象外とした。

尖頭器や主要なツールに関して、分析を試みたが、信頼性の高い分析結果を提示できるものは限られる。最終的に尖頭器13点(46.4%)、エンド・スクレイパー1点(100%)、ドリル1点(100%)、スクレイパー8点(88.8%)が顕微鏡下での観察が可能であった(表5.1)。尖頭器は、うち2点(15.4%)に使用痕の可能性のある痕跡を確認したが、いずれも微弱な痕跡であった。そのほか、ドリル1点とスクレイパー1点(12.5%)に使用痕の可能性のある痕跡を確認した。

以下では、表面状態が比較的良好で、風化や表面変化が少ない石器の中から、使用痕の可能性のある痕跡を確認できたものを取り上げ、個々に観察結果を記載する。

有舌尖頭器No.77の縁辺には、鋭い線状痕を伴って明るい光沢面が確認できた。線状痕が不明瞭な部位(図版38-1)や、直交の線状痕を伴う部位(図版38-2・3)、平行の線状痕を伴う部位(図版38-4・5)がある。ポリッシュの分布は縁辺の凸部に限られ、明るく鋭い線状痕を伴うため、D2またはD1タイプに分類できる。ただし、特定の箇所はこのポリッシュが集中するのではなく、両側縁の先端から基部にかけて、点々と見られる。そのため、使用痕と考えても、一定の保持法に基づく使用ではなく、各縁辺を用いた骨角の切断や削り作業を実施したと推定される。狩猟具としての使用や着柄を想定できる使用痕ではなく、尖頭部の破損後の二次的な使用による痕跡かもしれない。

尖頭器No.259には、その一端の片側縁にわずかに平行の線状痕が確認できる(図版38-7)。若干の摩滅を伴い、その部分にのみ線状痕が認められる。何らかの対象物の切断に用いられた可能性があるが、線状痕は稜線の高所に僅かにみられるのみであり、使用度の高いものではない。

ドリルNo.72は、その錐部にのみ光沢が認められる。滑らかで、縁辺が丸くなるものの、線状痕が不明瞭である(図版39-1・3～5)。通常の使用痕のタイプには当てはまらないが、石器のほとんどの部分には光沢が無い(図版39-2)、使用痕の可能性があると判断した。ただし、錐部や打面部に被熱があるため、熱による二次的な変化の可能性も完全には排除できない。

スクレイパーNo.201は、その下縁にパッチ状の光沢が点々と認められる(図版39-6・7)。線状痕は不明瞭ながら、光沢面の分布状況から判断して直交と考えられる。ポリッシュ自体はBタイプに該当するが、発達度が低く、断定できない。使用痕であれば、木のスクレイピングに軽度で使用されたと推定される。

以上のように、分析数は23点と少ないが、一部に使用痕を確認できた。特に折損した尖頭器類(有舌尖頭器を含む)

表 5.1 石器使用痕の観察結果

Tab.5.1 List of use-wear on lithic tools.

No.	図版 plate No.	器種 type	刃部 used edge	ポリッシュ polish type	線状痕 striation	作業 operation	被加工物 object material	備考 note
77	38-1~6	有舌尖頭器	両面・両側	D1・D2	平行・直交	切削	骨角牙	疎らながら広い範囲に使用痕
259	38-7	尖頭器	右面・右下縁	不明	平行	切	-	局所的な使用痕
85+1H:65	-	尖頭器				なし		輝斑が所々に
89	-	尖頭器				なし		鉄サビが付着
1	-	尖頭器				なし		風化が強い部分は観察不可
8	-	尖頭器				なし		僅かに輝斑や平滑なパッチ光沢
308	-	尖頭器				なし		やや縁辺摩滅。パッチ光沢が点々
7	-	尖頭器				なし		使用痕なし
211	-	尖頭器				なし		輝斑とパッチ光沢が一部に
257	-	尖頭器				なし		被熱のため、観察に不適
216+158	-	尖頭器				なし		使用痕なし
(11/1) 積土	-	尖頭器				なし		端部の剥離は衝撃剥離ではなく加工
2	-	尖頭器(未)				なし		剥離稜に平坦光沢。多段階表面変化
72	39-1~5	ドリル	両面・錐部	不明	不明	-	-	光沢は丸みがある。被熱あり
201	39-6~7	スクレイパ	右面・下縁	B	直交?	削	木	パッチ状に点々と
287	-	スクレイパ				なし		エッジの摩滅があるが、白色風化部
表採5	-	スクレイパ				なし		表面状態はよい
H:64	-	スクレイパ				なし		面的な反射光沢があるが、埋没光沢
213	-	スクレイパ				なし		埋没光沢は強いが縁辺摩滅はない
330	-	スクレイパ				なし		素材剥片の縁辺はやや丸い
1G1:6	-	スクレイパ				なし		すべての縁辺がやや丸い
1P1:108	-	スクレイパ				なし		部分的な稜上摩滅あり

に使用痕を見出した点は、その二次的利用を裏付ける証拠と言える。一方で、各種のツールには顕著な使用痕がないため、遺跡内での石器使用活動は活発ではなかったと言える。その点は、遺跡の性格を反映しており、何らかの集中的な工芸の場や専門的なワークショップではなく、日常生活の場であったことを示している。なお、石斧は風化しており、高倍率法では分析が不可能であったが、それらの刃縁に見られる刃こぼれなどから、使用された可能性が高いと推定され、遺跡内での製作や使用、破損、再加工・刃部再生、再利用などの様相を踏まえれば、遺跡内で用いられた主たる道具であった可能性がある。なお、尖頭器には衝撃剥離痕がなく、残された部位が基部に限定されることもないため、一般的な狩猟具としての使用痕やコンテキストの特徴とは異なっている。田沢遺跡の尖頭器の多くは、狩猟具としての機能を有していなかった可能性が高く、使用痕分析の結果もそれを裏付けている。

#### 第4節 田沢遺跡における放射性炭素年代 (AMS 測定) および炭素・窒素安定同位体分析

(株) 加速器分析研究所

##### 1 測定対象試料

田沢遺跡は新潟県十日町市 (旧中魚沼郡中里村) に所在する。測定対象試料は、土器付着炭化物 (図版 2-15、写真図版 3-12、No.186:IAAA-120329) 1点である (表 5.2)。

炭化物は土器の体部内面より採取された (図 5.1)。この土器は隆線文土器とされる。さらに炭素と窒素の安定同位体比、含有量を測定する。なお、図版 1-7 (写真図版 1-4) の外面には黒色の付着物が認められたので、ピックアップをおこなったが、試料量が不足し (22.88mg、砂混じり)、測定はできなかった。

##### 2 化学処理工程

###### (1) 年代測定試料の化学処理

- 1) メス・ピンセットを使い、根・土等の付着物を取り除く。
- 2) 酸-アルカリ-酸 (AAA: Acid Alkali Acid) 処理により不純物を化学的に取り除く。その後、超純水で中性になるまで希釈し、乾燥させる。AAA 処理における酸処理では、通常 1mol/l (1M) の塩酸 (HCl) を用いる。アルカリ処理では水酸化ナトリウム (NaOH) 水溶液を用い、0.001M から 1M まで徐々に濃度を上げながら処理を行う。アルカリ濃度が 1M に達した時には「AAA」、1M 未満の場合は「AaA」と表 1 に記載する。AAA 処理後の試料を 2 つに分け、一方を年代測定用、他方を安定同位体分析用の試料とする。
- 3) 試料を燃焼させ、二酸化炭素 (CO<sub>2</sub>) を発生させる。
- 4) 真空ラインで二酸化炭素を精製する。
- 5) 精製した二酸化炭素を鉄を触媒として水素で還元し、グラフアイト (C) を生成させる。

表 5.2 年代測定と炭素・窒素安定同位体比分析の結果

Tab.5.2 result of radiocarbon determination and stable isotope analysis

測定番号	試料名	採取場所	試料形態	処理方法	$\delta^{13}\text{C}$ (‰) (AMS)	$\delta^{13}\text{C}$ 補正あり	
						Libby Age (yrBP)	pMC (%)
IAAA-120329	田 186	田沢遺跡	土器附着炭化物	AaA	-22.91 ± 0.64	12,490 ± 40	21.14 ± 0.12

測定番号	$\delta^{13}\text{C}$ 補正なし		暦年較正用(yrBP)	1 $\sigma$ 暦年代範囲	2 $\sigma$ 暦年代範囲
	Age (yrBP)	pMC (%)			
IAAA-120329	12,450 ± 40	21.23 ± 0.11	12,485 ± 44	12964calBC - 12537calBC (58.5%) 12385calBC - 12301calBC (9.7%)	13092calBC - 12247calBC (95.4%)

試料名	$\delta^{13}\text{C}$ (‰) (MASS)	$\delta^{15}\text{N}$ (‰) (MASS)	C 含有量 (%)	N 含有量 (%)	[#5122]
田 186	-24.3	10.3	45.0	5.72	

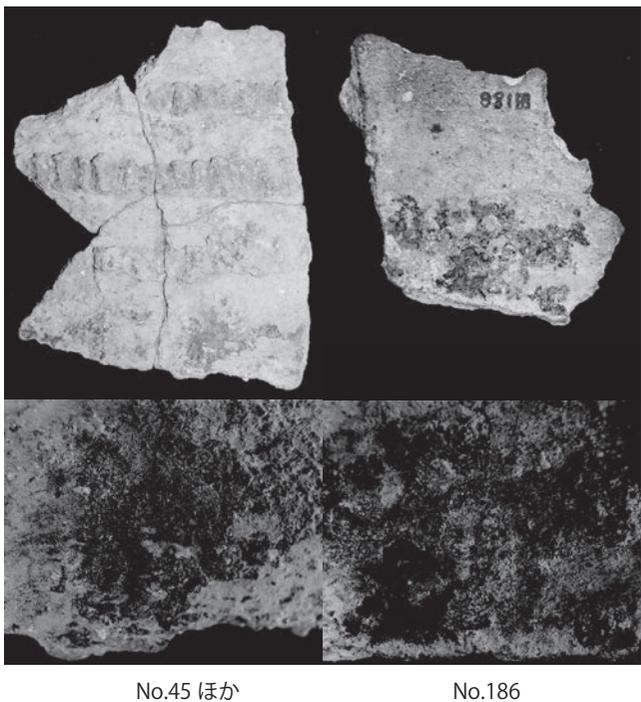
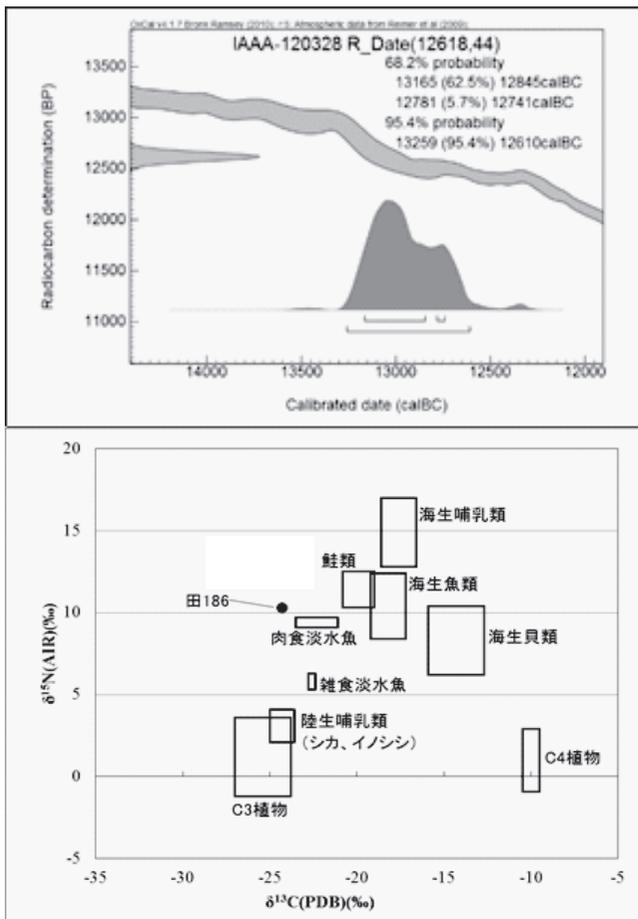


図 5.1 暦年較正年代 (左上)、C/N 値対応図 (左下)、分析対象の写真  
 Fig.5.1 Calibrated date, C/N isotope ratio and objects for analysis

6) グラファイトを内径 1mm のカソードにハンドプレス機で詰め、それをホイールにはめ込み、測定装置に装着する。

(2) 炭素・窒素安定同位体分析試料の化学処理

1)、2)まで(1)と同じ処理を行う。

3) スズコンテナに封入した試料を、超高純度酸素とともに EA (ガス化前処理装置: Thermo Fisher Scientific 社製 Flash EA1112) 内の燃焼炉に落とし、スズの酸化熱を利用して 1000°C の高温で試料を燃焼・ガス化させ、酸化触媒で完全酸化させる。

4) 680°C の還元カラムで窒素酸化物を還元し、水を過塩素酸マグネシウムでトラップ後、45°C の分離カラムで N<sub>2</sub> と CO<sub>2</sub> を分離する。この時、TCD で各々検出し、C 含有量、N 含有量を求める (表 5.2)。

5) 分離した N<sub>2</sub> と CO<sub>2</sub> はそのまま He キャリアガスとともにインターフェースを通して質量分析計に導入する。

### 3 測定方法

年代測定には、加速器をベースとした <sup>14</sup>C-AMS 専用装置 (NEC 社製) を使用し、<sup>14</sup>C の計数、<sup>13</sup>C 濃度 (<sup>13</sup>C/<sup>12</sup>C)、<sup>14</sup>C 濃度 (<sup>14</sup>C/<sup>12</sup>C) の測定を行う。測定では、米国国立標準局 (NIST) から提供されたシュウ酸 (HOx II) を標準試料とする。この標準試料とバックグラウンド試料の測定も同時に実施する。

安定同位体分析は、元素分析計 - 安定同位体比質量分析計システム (EA-IRMS: Thermo Fisher Scientific 社製 Flash EA1112- DELTA V ADVANTAGE ConFlo IV System) を使用し、炭素の安定同位体比 ( $\delta^{13}\text{C}$ ) と窒素の安定同位体比 ( $\delta^{15}\text{N}$ ) を測定する。 $\delta^{13}\text{C}$  の測定では IAEA の Sucrose ANU を、 $\delta^{15}\text{N}$  の測定では N1 を標準試料とする。

一般に土器付着炭化物の場合、薄い付着物を採取する際に胎土などが若干混入し、結果として炭素の含有量を示す数値が小さくなることもある。これらの試料については、測定値の扱いに注意を要する。

### 4 測定結果

田沢遺跡から出土した土器の内面付着炭化物の年代は、12,490 ± 40BP であった。炭素含有率は 45% と高く、前処理の内容も AaA 処理であるものの、問題ないと考えられることから、妥当な年代と判断される。C/N 安定同位体比分析の結果は、肉食淡水魚の値に最も近く、鮭類の可能性も含まれるが、いずれにしても河川漁撈に関連する内容物と考えられる。

### 引用文献

Bronk Ramsey, C. 2009 Bayesian analysis of radiocarbon dates, Radiocarbon 51(1), 337-360

小林達雄編 2008 総覧縄文土器, 総覧縄文土器刊行委員会, アム・プロモーション

Reimer, P.J. et al. 2009 IntCal09 and Marine09 radiocarbon age calibration curves, 0-50,000 years cal BP, Radiocarbon 51(4), 1111-1150

Stuiver M. and Polach H.A. 1977 Discussion: Reporting of <sup>14</sup>C data, Radiocarbon 19(3), 355-363

Yoneda, M. et al. 2004 Isotopic evidence of inland-water fishing by a Jomon population excavated from the Boji site, Nagano, Japan, Journal of Archaeological Science, 31, 97-107

吉田邦夫 2006 煮炊きして出来た炭化物の同位体分析, 新潟県立歴史博物館研究紀要 7, 51-58

## 第 6 章 考察

### 第 1 節 田沢遺跡の編年的位置づけ

田沢遺跡から出土した隆線文土器には、平坦口縁に小波状の口縁装飾をもち、6 条以上の幅広の粘土帯によって構成された I 類と、2 条の細い波状の隆線によって装飾された II 類がある。両者は同一地点 (EG、E、F、グリッド) の直径 3m ほどに集中し、平面・垂直分布で区別できないため、同一時期と考えられる。

年代測定が実施できた土器 No.186 は、この 2 種類とは特徴が異なるが、空間分布は一致しているため、同時期と考えてよいだろう。その <sup>14</sup>C 年代が 12,490 ± 40BP であることから、隆線文土器の年代値として採用できよう。したがって、これらの資料は、晩氷期の一時的温暖期 (ベーリング・アレレード期) の前半に相当する。

次に、無文土器であるが、第 2 トレンチの 1P ~ 2A・2B グリッドに主として分布する。その出土層位は 2 ~ 3 層であり、隆線文土器や石器群とは空間位置がやや異なる。3 次元測量による垂直分布図では、明確に 2 つの文化層に分けることは難しいものの、層位的に隆線文土器に先行する可能性がある。編年的には神子柴・長者久保石器群に伴う無文土器や、当地域で「壬下層式」と呼ばれる土器と考えて良いだろう。このように田沢遺跡には 2 時期が存在した可能性がある。

さて、田沢遺跡は、本ノ木論争を発端として発掘された。そこで、本ノ木遺跡との比較 (あるいは本ノ木論争) の視点から若干の考察を加える。田沢遺跡の尖頭器の特徴は、本ノ木遺跡や中林遺跡と共通する。中でも注目すべきは本ノ木遺跡で多数確認された「本ノ木ポイント」であるが、田沢遺跡では確実なものが 1 点出土している。この 1 点の本ノ木ポイントは、まさに隆線文土器が集中する地点 (EG グリッド付近の 1 ~ 2 層) から出土しており、隆線文土器の時期のもと考えて問題ない。また、この周囲からは石斧や他の尖頭器、ドリルなどの主要な器種が全て出土しており、一括資料に含まれる。つまり、田沢遺跡の本ノ木ポ

イントは、12,490 ± 40BP という隆線文土器の年代に近いと考えられる。一方、本ノ木遺跡の本ノ木ポイントは、押圧縄文土器に伴うか否かが議論されているが、他の遺跡の押圧縄文土器の <sup>14</sup>C 年代を参照すれば、押圧縄文土器は、隆線文土器より 1000 年ほど新しいと考えられる。したがって、本ノ木遺跡でポイントが押圧縄文土器と共伴したと仮定すれば、本ノ木ポイントが 1000 年を超える時間幅で存続していたことになる。反対に、本ノ木遺跡のポイントが田沢遺跡と同年代のものであれば、本ノ木遺跡では、ポイントと押圧縄文土器が共伴していないことになる。筆者はこの 2 つの仮定のいずれかに立つのではなく、中間的な立場をとっており、本ノ木ポイントは 1000 年を超える時間幅で存続し、隆線文土器期には尖頭器の組成の中で客体的な存在であった（少なかった）のが、押圧縄文土器期になると中核的な存在となった（多くなった）と考えている。本ノ木遺跡では、押圧縄文土器の集中に多くの本ノ木ポイントが含まれるのに対して、土器の集中から離れた位置では、幅広の木葉形尖頭器の割合が高くなっている。

## 第 2 節 遺跡内の空間構造

第 4 章第 4・5 節にて、遺物の空間分布の詳細を述べた。ここでは、遺跡内の空間構造について、L. R. Binford (1983) の民族考古学的な概念を援用し、遺跡構造 (site structure) を検討する。特に、活動痕跡の中心である隆線文土器の時期を対象とする。

遺跡内では、竪穴住居や土坑、配石遺構などの遺構は確認されていない。そのため、サイトフレームワークと呼ばれる構造の枠組みを認識し難い。当地域の隆線文土器期には遺構がほとんど見られないことから、セトルメントパターンの特徴を反映しているとも言える。

しかしながら、田沢遺跡では、土器が径 3m 程の範囲に密集し、少なくとも 2 個体が存在していることから、そこ (EG グリッド付近: a 地点) を活動の中心と考えることができ、それらの一部には使用によるスス・コゲが付着しているため、この場での煮沸作業があったと推測される (図 6.1)。尖頭器や石斧、ドリルなどの主たるツールの多くは、a 地点を含む半型 2m の範囲に散漫に分布し、ひとつの集中地点 (Ns 地点) を形成する。特に完形に近い尖頭器 (No.300、89、85) と有舌尖頭器 (No.77)、石斧 (No.88、200)、ドリル (No.72) の各器種が含まれる点は注目に値する。

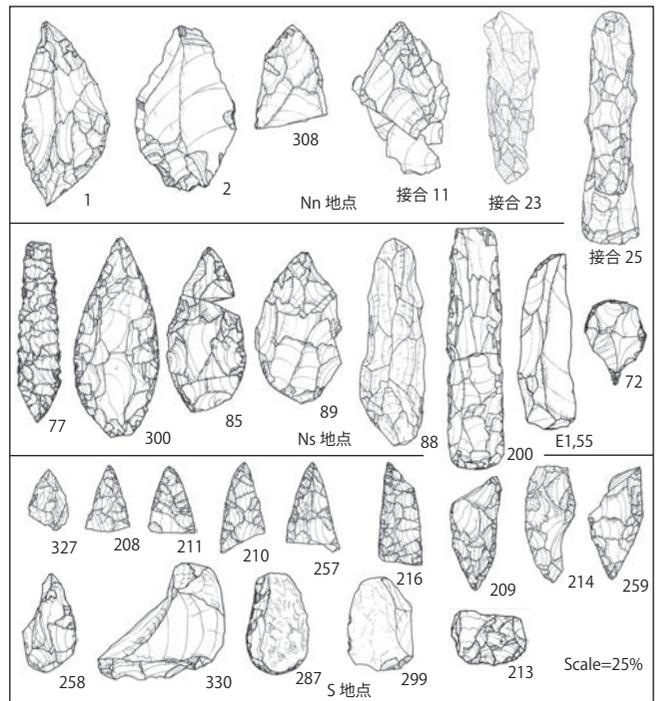
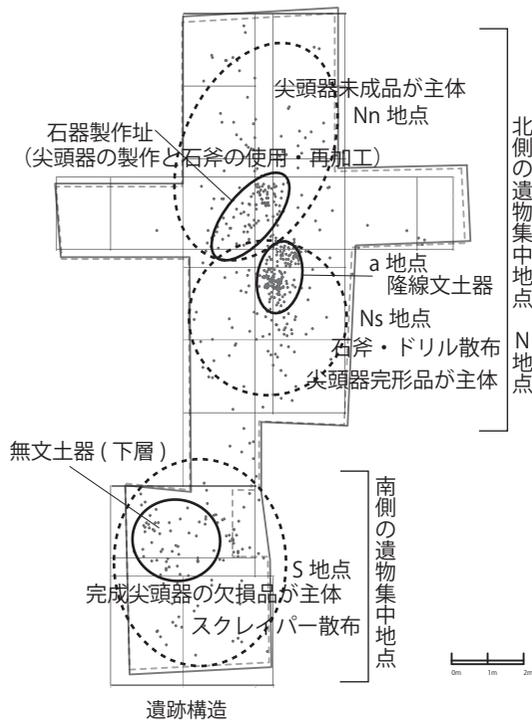


図 6.1. 田沢遺跡の内部構造

Fig.6.1 Site structure of Tazawa site.

a 地点から 3m 北側の BC グリッドとその付近には、剥片・碎片を中心としたもう一つの集中地点 (Nn 地点) がある。接合資料の多くが含まれ、この場所が石器製作址であったと考えられる。その中には接合 No.25 のような石斧の使用と破損、刃部再生と再加工を示すものがある。一方で、接合 23 のような石斧製作の初期工程を示すものもある。また、接合 11 のような尖頭器 (No.164) の製作最終工程を示すものがあり、単品の尖頭器をみても、未成品が多い (No.1、2、308、325)。つまり、尖頭器の製作の最終工程や、石斧の製作と使用・再加工など、様々な作業がおこなわれた場所であることがうかがえる。なお、Nn 地点と Ns 地点には接合関係をもつ資料があり、同時存在したと考えてよいだろう。

一方、Ns 地点から南に 5m 程の第 2 トレンチには、もう一つの集中地点 (S 地点) がある。無文土器の分布範囲が平面的には重複するが、層位的には石器群より下位の可能性があるため、区別して考えておく。石器群には、尖頭器とスクレイパーが見られるものの、特徴的な器種や形態が少ない。尖頭器には完成後の欠損品が多く (No.208、209、210、211、214、216、257、259)、スクレイパーも多いため (213、287、299、330)、それらの石器を用いた作業場であったと推察される。特に欠損した尖頭器の二次的使用が行われた可能性を指摘できる。また、Nn 地点に比べれば少ないものの、接合資料がみられ、一定の石器製作活動を伴う場であったと考えられる。

使用痕分析の結果では、いずれの地点のツールにも明瞭な使用痕跡が確認できなかった。したがって、発達した使用痕が残される傾向にある専門的なワークショップのような場ではなく、一時的な居住場所あるいは遺跡外での活動の準備の場と考えられる。遺跡内の空間構造は、Ns 地点の土器を中心とした直径 4m 程の空間と、南北の Nn 地点、S 地点という 2 つの製作・作業場から構成される。特に尖頭器の内容は、Ns 地点に完形品が、Nn 地点には未成品が、S 地点には折損品が多いという相違が見られた。他のツールの構成や接合資料の内容も 3 箇所異なるため、それぞれの場の性格や作業内容が異なると考えられる。一方で、土器や石器の接合関係が認められ、同時存在であったことが裏付けられた。

田沢遺跡では、遺物集中地点の数は少なく、それらが重複した様相もみられない。したがって、通年居住や季節的・反復的居住でもないと考えられる。近年おこなわれた田沢遺跡の範囲確認調査の成果を踏まえれば (笠井 2017)、同時期の隆線文土器期に該当する居住痕跡は、周囲にみられないことが明らかになり、田沢遺跡が比較的短期間の居住地であることが一層明確になった。一方で、本遺跡とは特徴の異なる微隆起線文土器や、爪形文土器、押圧縄文土器などが出土しており、当該期に繰り返し居住されたことが分かってきた。

### 第 3 節 信濃川流域における隆線文土器期のセトルメントパターン

信濃川上流域の本地域には、当該期の遺跡が特に密集する。その意味では、当時のセトルメントパターンを理解するのに最適なケーススタディーを実践できる。民族考古学的な観点では、当時の自然環境や資源分布、季節的サイクルが人々の活動パターンに影響したと考えられ、各遺跡の性格を評価し、それらを結びつけることで、当該期のセトルメントパターンを推測できる。

隆線文土器の時期に絞れば、当地域には田沢遺跡のほか、中林、壬、久保寺南、貝野沢田、屋敷田Ⅲ、干溝、小丸山遺跡などが認められる (図 6.2 右)。編年的な対応関係をつかむのが難しいものの、単品の尖頭器の出土地を含めれば、遺跡数をもっと増える。これらの遺跡は、隆線文土器に付着した炭化物の  $^{14}\text{C}$  年代測定の結果から、約 500 年の時間幅に収まると考えられる。

これらの遺跡を出土遺物から単純に比較すれば、一括土器の有無で差がみられる。出土した土器の破片数で評価するのは問題かもしれないが、田沢、久保寺南、壬、屋敷田Ⅲ、干溝ではまとまった土器片数が確認され、器形復元ができる程度の一括資料が認められる。これらの遺跡の石器組成をみると、尖頭器が 30 点ほど出土する遺跡 (田沢、久保寺南) と、数点しかみられない遺跡 (壬、屋敷田Ⅲ、干溝) に区別できる。前者には石斧や他のツールが多く、後者では少ない。

一方、中林と貝野沢田遺跡では土器がみられない。この 2 遺跡では尖頭器が 100 点以上出土しており、尖頭器の集中的な製作址と評価できる。なお、本ノ木遺跡では隆線文土器が出土していないが、尖頭器の特徴は田沢遺跡と共通する部分もあり、その一部が同時期と評価されれば、尖頭器が 1000 点以上出土していることから、集中的な尖頭器の製作址のひとつと位置づけることが可能かもしれない。それに対して、尖頭器の単独出土の遺跡 (別当 A、貝坂樋ノ木平 C、屋敷田Ⅱ遺跡など) もあり、その中には相対的に高い段丘に位置するものもある (図 6.2 右)。これらの尖頭器は、狩猟活動の結果残されたと推定することができる。

次に当地域に遺跡が集中する要因について考えてみたい。上述のように、遺跡間の差異を顕著にするのは、尖頭器と土器の 2 要素である。剥片・碎片の数量は、尖頭器製作の多寡に比例して変化するが、それ以外のツールが集中することはない。つまり、尖頭器の製作以外、何らかの専門的工芸が行われた形跡が無いと言える。言い換えれば、当地域に遺跡が集中する理由には、第一に、尖頭器製作があり、その背景には材料となる頁岩・安山岩の入手の容易さがある。尖頭器は持ち運ばれ、関東地方との繋がりも想定されている (橋本 2012)。そのため、当時域に遺跡が密集する背景には、尖頭器の製作拠点地域としての位置づけがあっ

たとえられる。

第二に、土器の使用機会が多い地域であったことがあげられ、その背景には豊かな漁場（鮭類）の存在があったと推定される。周辺遺跡の分析結果を含めれば（Yoshida et.al 2013）、土器内容物のC/N安定同位体比分析では、共通して鮭類を第一候補とする水産資源の煮沸が想定されている。もし、土器の使用が鮭の煮沸に特化していたとすれば、人々の居住が秋季に限定されると共に、土器の使用場所は河川沿いに集中したに違いない。実際に、一括土器が残された遺跡の多くは河川沿いに立地する（図6.2右）。このように捉えると、石器製作址である貝野沢田や中林遺跡の河川寄りには、一括土器が出土した田沢、久保寺南遺跡が位置する。さらに信濃川に最も近い位置には壬や干溝遺跡が立地し、清津川沿いには屋敷田Ⅲ遺跡が位置する。これらの河川最寄りの遺跡では、尖頭器の出土数は少なく、まとまった数の土器が出土する。

最後に、田沢遺跡の空間構造を参考にして、当地域のセトルメントパターンについてまとめたい。田沢遺跡では、土器を使用した場所や、完形の尖頭器とツールが多い場所、欠損した尖頭器とスクレイパーが多い場所、尖頭器の未成品と接合資料が多い場所などがあり、狭い空間内で様々な活動が行われたことが推測できた。翻って言えば、活動痕跡の過度な重複がないため、場の機能を容易に理解でき

る。通常の縄文時代の遺跡であれば、居住痕跡が重複し、一方で活動空間を維持するための清掃が行われるため、場の機能を読み取ることが困難になる。あるいは、清掃が行われない場合でも、同じく信濃川流域にある後期旧石器時代の荒屋遺跡のように、個々の活動履歴を復元することが困難なほどの遺物の密集状況となる（芹沢・須藤ほか2003）。つまり、当地域では、各遺跡において遺物集中が重複することは少なく、同一地点（同一遺跡）に戻ってくるような回帰的居住や長期居住ではなかったと考えられる（図6.2左上）。さらに、当地域の隆線土器期には、竪穴住居跡やキャッシュのような兵站・貯蔵遺構がないことも、長期的居住や同一地点の反復的居住がなかったと暗示している。一方で、当地域には当該期の遺跡が数多く残されているため、当地域のどこかに再び戻ってくるような形での回帰的居住パターンが認められ（図6.2左下）、当地域が居住核地域（residential core area）であったとすることができる。

このような反復居住がない点を有効に利用すれば、各遺跡の性格や、個々の活動の場を復元することができるため、個別遺跡を対象に詳細な分析を進めていくことによって、より具体的なセトルメントパターンを復元できると考えられる。

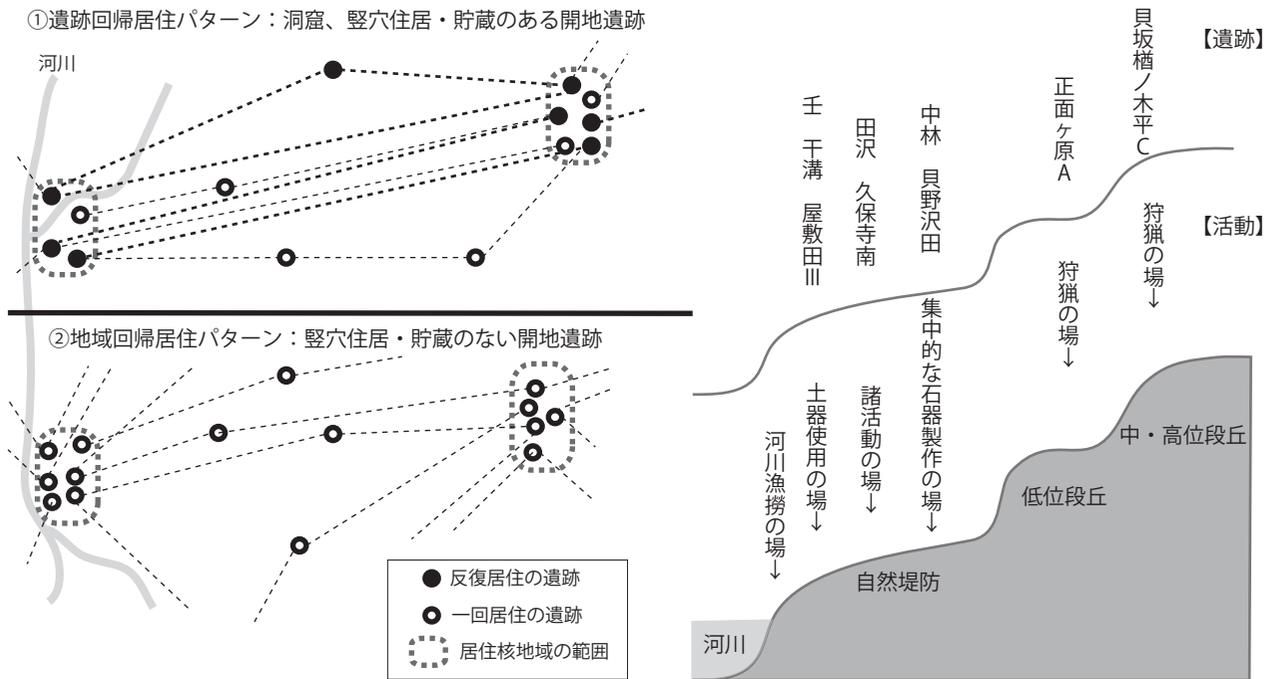


図 6.2. 田沢遺跡周辺の遺跡複合  
Fig.6.2 Site complex around Tazawa

## 第7章 総括

田沢遺跡の発掘の目的は、本ノ木論争の解決に向けた新たな証拠を探すことにあったと考えられる。当初の調査の目的は、中林遺跡にみられたような尖頭器に隆線文土器が伴うか否かを確認することにあったが、発掘によって両者が平面的、層位的に同一地点から出土することが確認された。芹沢が示した「中林遺跡に直接連続し、しかも隆線文土器の発現がみられる」という当初の見通しは、概ね妥当と考えるが、筆者は中林遺跡と田沢遺跡は同時期に存在し、土器の有無は遺跡の性格の差を反映するという立場である。本論では、さらに尖頭器や石斧、他のツールを含めた各器種と、隆線文土器との共伴関係の把握に努めた。田沢遺跡では、隆線文土器にほとんどの石器器種が伴い、Nn・Ns・Sの3つの遺物集中地点が同時存在であったと理解された。さらに、S地点の下層には無文土器文化層が存在した可能性があることが新たに指摘できた。

現代的な視座では、石器の使用痕分析や、土器の3D測定による表面形状の表示と解析、土器付着炭化物のAMS-<sup>14</sup>C年代測定、炭素・窒素安定同位体比分析の援用など、新たな技術によって新知見をもたらすことができた。具体的には、折損した尖頭器の副次的利用の実態、土器の施文・装飾における客観的データの提示、12,490 ± 40BP という<sup>14</sup>C年代、土器が淡水魚や鮭類の煮沸の機能をもったこと、などを具体的に示すことができた。

考古学的方法論の点では、遺跡の性格を把握するために、民族考古学的な概念 (site structure, site framework, settlement pattern) を取り入れ、遺跡内の空間構造を把握し、遺跡間を比較するとともに、当地域におけるセトルメントパターンの抽出に取り組んだ。その結果、集団が有した様々な活動の中に本遺跡の性格を位置づけることが可能になり、方法自体の有効性を示すこともできたと考えられる。具体的には、土器の使用に特化した遺跡と、尖頭器の製作に特化した遺跡があり、本遺跡はその中間的な様相を示している。そして、田沢遺跡では生活痕跡の重複が少ないことから、通年居住や長期的・反復的居住ではなく、短期的・単発性の居住地であったと推定した。一方では、当地域には同時期の遺跡が多く存在するため、ひとつの居住核地域であり、地点を特定しない形での反復的・回帰的居住があった可能性を示唆した。

本論の課題として、下層文化層の編年的・年代的位置づけの根拠が乏しい点や、隆線文土器の主たる2種類の具体的な年代を提示できなかった点、縦長剥片や大型剥片を含めた総合的な石器使用痕分析ができなかった点などがあげられる。これらの課題に対しては、長期的視野で取り組んでいきたい。

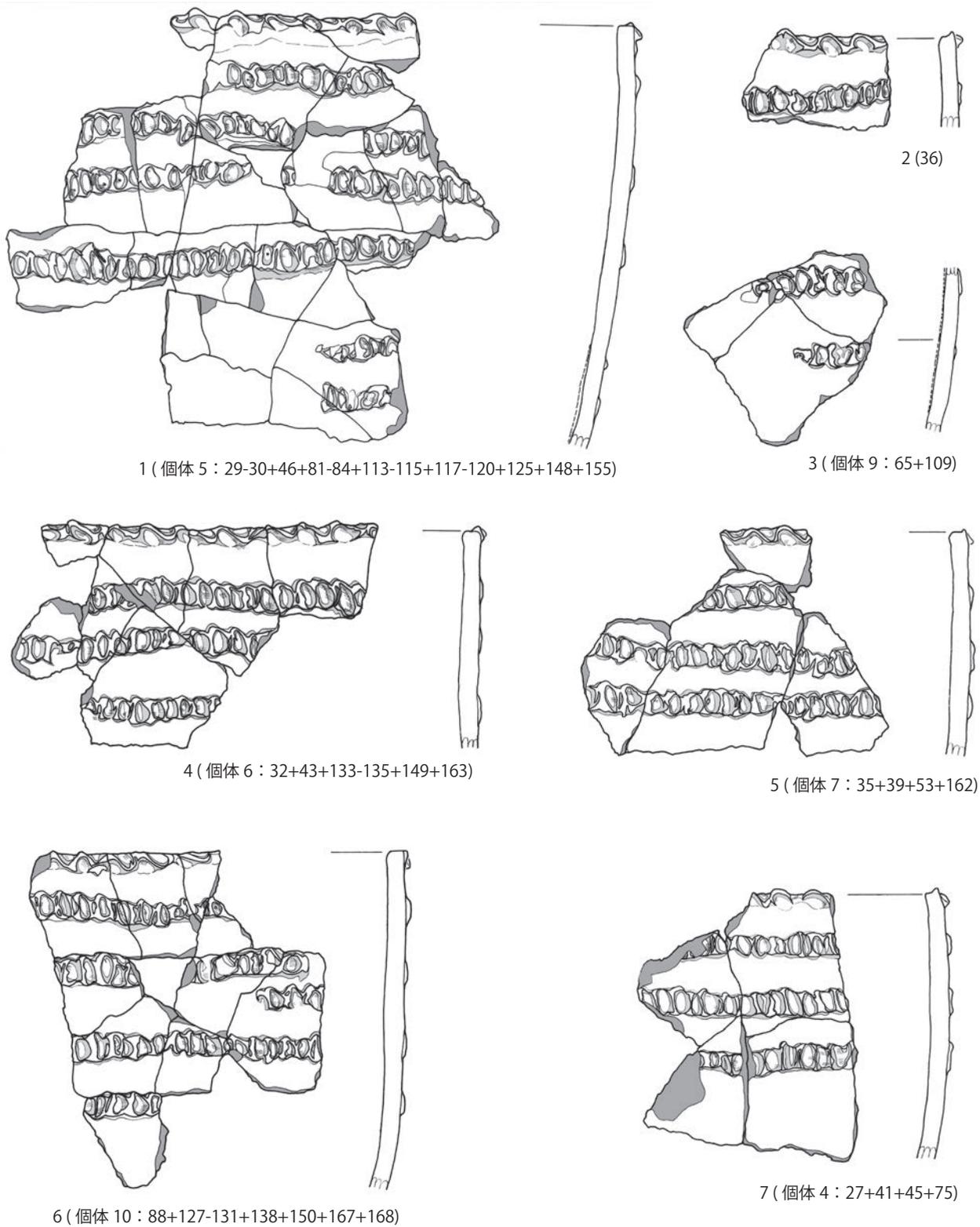
最後に、発掘後半世紀が経ち、調査日誌などが残っていないこともあり、調査経緯について正確に記載できなかった

反省もある。しかしながら、多くの関係者のご協力のもと、本論を完成することができたことは、何よりの喜びと言える。

## 引用・参考文献

- 石坂圭介 1994「第III章 発掘調査の成果 1. 調査方法と経過」『小丸山・おざか清水遺跡』中里村文化財調査報告書 第7輯 pp.37-40
- 江口友子 1998「第VIII章 まとめ 4 石器」『屋敷田川遺跡』新潟県埋蔵文化財調査報告第88集 pp.59-61
- 笠井洋祐 2015「新潟県十日町市貝野沢田遺跡の発掘調査成果について」『第29回東北日本の旧石器文化を語る会予稿集』pp.43-50
- 笠井洋祐 2017「十日町市 田沢遺跡の調査成果」『新潟県考古学会 第29回大会 研究発表会発表要旨』pp.31-38
- 鹿又喜隆ほか 2015「九州地方における洞穴遺跡の研究—長崎県福井洞穴第三次発掘調査報告書—」『Bulletin of the Tohoku University Museum』No.14, 5-19
- 小林達雄ほか 1980『壬遺跡』國學院大學文学部考古学研究室
- 小林達雄ほか 1987『壬遺跡 1987』國學院大學文学部考古学研究室
- 小林達雄ほか 1983『壬遺跡 1983』國學院大學文学部考古学研究室
- 小林達雄ほか 1982『壬遺跡 1982』國學院大學文学部考古学研究室
- 小林達雄ほか 1981『壬遺跡 1981』國學院大學文学部考古学研究室
- 小林達雄・岡本東三・佐藤雅一・渋谷賢太郎・久保田健太郎 2016『本ノ木遺跡第一次・第二次発掘調査報告書』津南町文化財調査報告第70輯
- 佐藤雅一 1994a「第III章 発掘調査の成果 2. 小丸山遺跡 C. 草創期土器集中地点」『小丸山・おざか清水遺跡』中里村文化財調査報告書第7輯 pp.55-65
- 佐藤雅一 1994b「第III章 発掘調査の成果 5. おざか清水遺跡 (3) 出土遺物」『小丸山・おざか清水遺跡』中里村文化財調査報告書第7輯 pp.119-144
- 佐藤雅一 2003「遺跡の立地と集団の動き—新潟県・信濃川上流域における活動痕跡の様相—」『季刊考古学』第83号 雄山閣 pp.37-41
- 佐藤雅一 2007『卯ノ木南遺跡—第3次発掘調査報告書—』津南町文化財調査報告書第51輯
- 佐藤雅一・笠井洋祐 2001『久保寺南遺跡』中里村文化財調査報告書第9輯
- 佐藤雅一・山本克 2006『貝坂樋ノ木平遺跡群〈旧石器時代編〉』津南町文化財調査報告書第50輯
- 佐藤信之・石岡智武 2015「信濃川・魚野川上流域の地質・石材環境」『第29回東北日本の旧石器文化を語る会予稿集』pp.99-106
- 芹沢長介 1966「新潟県中林遺跡における有舌尖頭器の研究」『日本文化研究所研究報告』第2集 pp.1-67
- 芹沢長介 1967「日本における旧石器時代の層位的出土例と<sup>14</sup>C年代」『日本文化研究所研究報告』第3集 pp.59-109

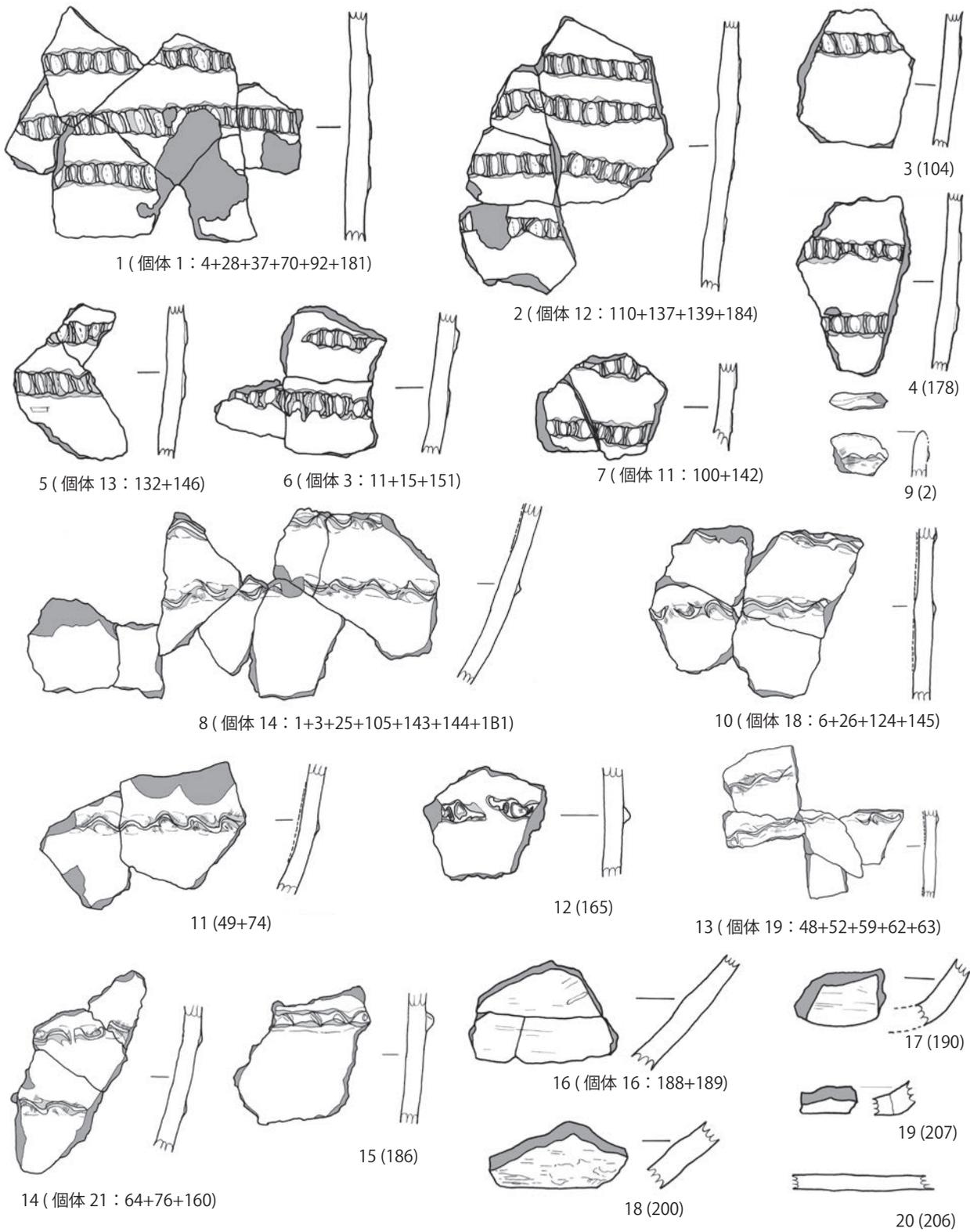
- 芹沢長介 1994「縄文時代の成立とその源流」『縄文にみる東北のこころ』pp.10-38
- 芹沢長介・中山淳子 1957「新潟県津南町本ノ木遺跡調査予報」『越佐研究』pp.1-19
- 芹沢長介・須藤隆 1968「田沢遺跡調査予報」『考古学ジャーナル』27 pp.6-8
- 芹沢長介・須藤隆ほか 2003『新潟県荒屋遺跡第2・3次発掘調査報告書』東北大学大学院文学研究科考古学研究室
- 谷口康浩ほか 1999『大平山元Ⅰ遺跡の考古学的調査』大平山元Ⅰ遺跡発掘調査団
- 谷口康浩ほか 2010『新潟県中魚沼郡津南町 本ノ木遺跡・卯ノ木泥炭層遺跡 2008年度発掘調査報告書』國學院大學文学部考古学実習報告 第43集 國學院大學文学部考古学研究室
- 津南町教育委員会 2002『正面中島遺跡』津南町文化財調査報告第37輯
- 津南町遺跡発掘報告書刊行会 2014『日本遺産認定記念 魚沼地方の先史時代』
- 津南町教育委員会 2016「第Ⅳ章 第一次・第二次発掘調査出土資料」『本ノ木遺跡 第一次・第二次発掘調査報告書』津南町文化財調査報告書第70輯 pp.47-292
- 津南町教育委員会 2017『本ノ木 調査研究の歩みと六十年目の視点』津南学叢書第30輯
- 富樫雅彦 1994「3. 出土遺物」『干溝遺跡』中里村文化財調査報告書第6輯
- 中澤毅ほか 1998『屋敷田Ⅲ遺跡』新潟県埋蔵文化財調査報告書第88集
- 橋本勝雄 2012「本ノ木型尖頭器総論—槍と植刃器のかかわり—」『研究紀要』9 pp.1-30 (財) 印旛郡市文化財センター
- 山内清男 1960「縄文文化のはじまる頃」『上代文化』30 pp.1-2
- 山内清男・佐藤達夫 1967「下北の無土器文化—青森県上北郡東北町長者久保遺跡発掘調査報告—」『下北』pp.98-109
- 山内清男 1969「縄紋草創期の諸問題」『MUSEUM』224 pp.4-22
- Yoshida, K., D. Kunikita, Y. Miyazaki, Y. Nishida, T. Miyao and H. Matsuzaki 2013 Dating and Stable Isotope Analysis of Charred Residues on the Incipient Jomon Pottery (Japan). Radiocarbon, vol 55, Nr 2-3, pp. 1322-1333
- Binford, L. R. 1983 In pursuit of the past. Thames and Hudson



図版 1 田沢遺跡出土器

Scale=50%

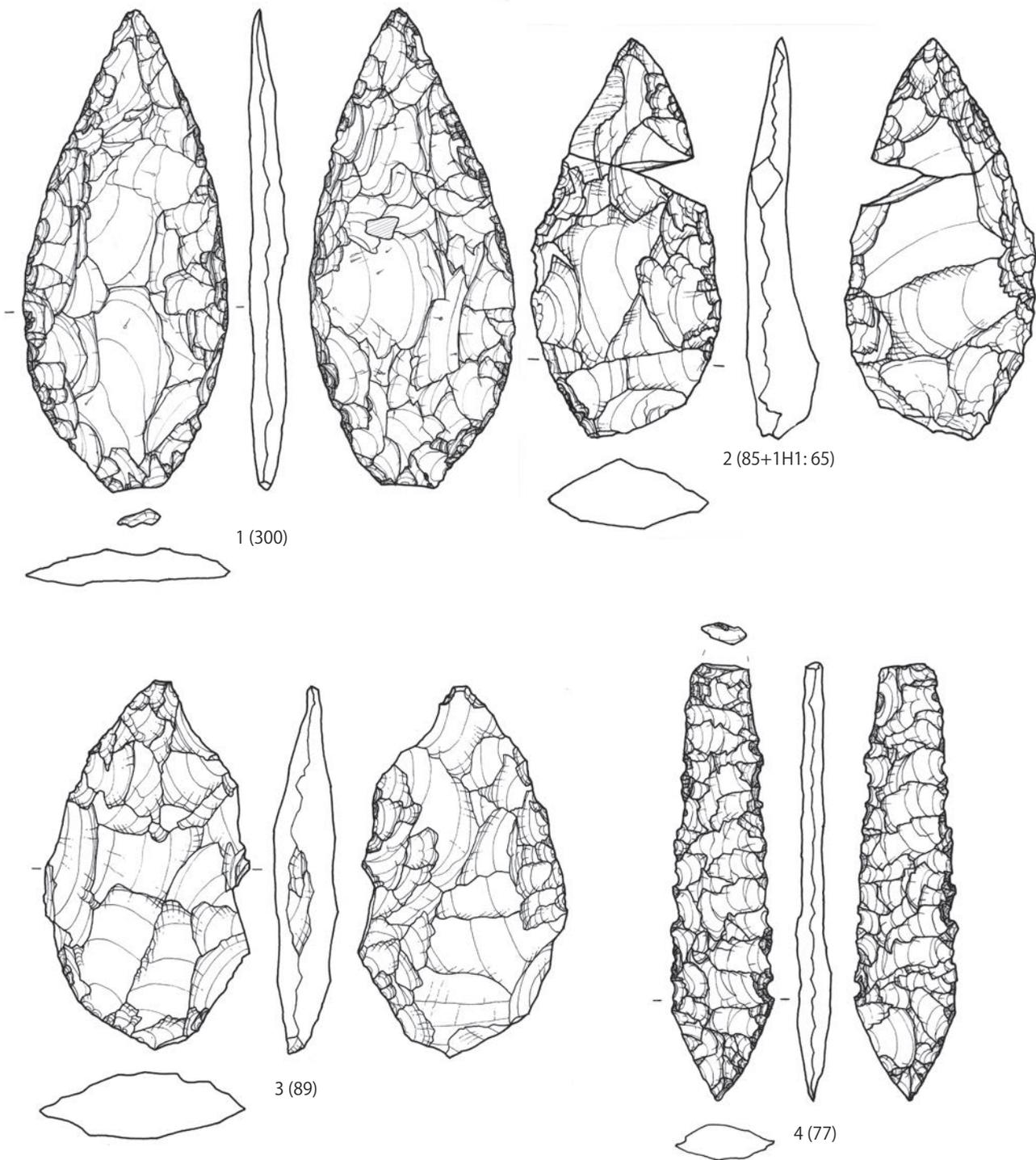
Plate 1 Potteries excavated from the Tazawa site



図版 2 田沢遺跡出土器

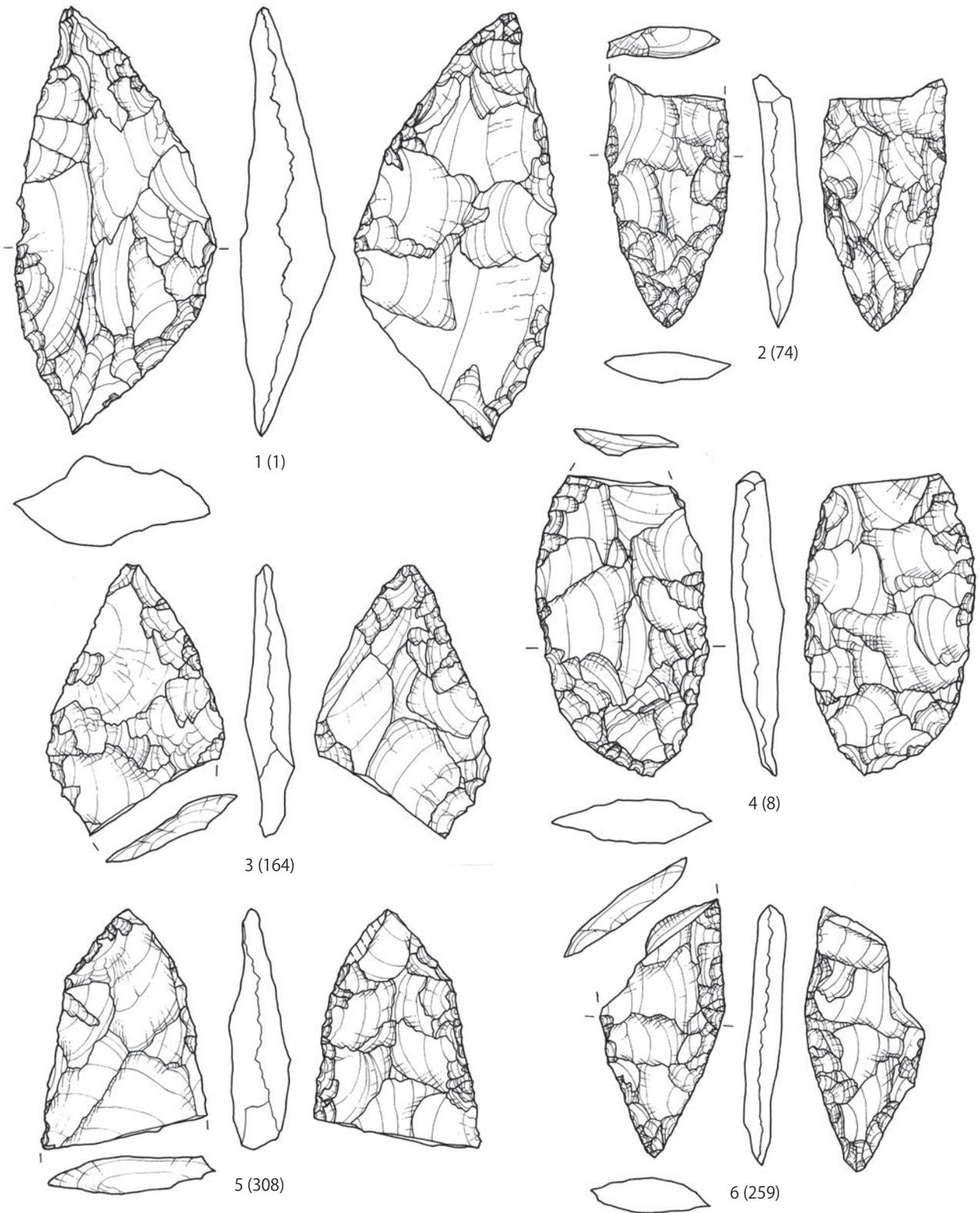
Scale=50%

Plate 2 Potteries excavated from the Tazawa site



図版 3 田沢遺跡出土尖頭器  
 Plate 3 Bifacial points excavated from the Tazawa site

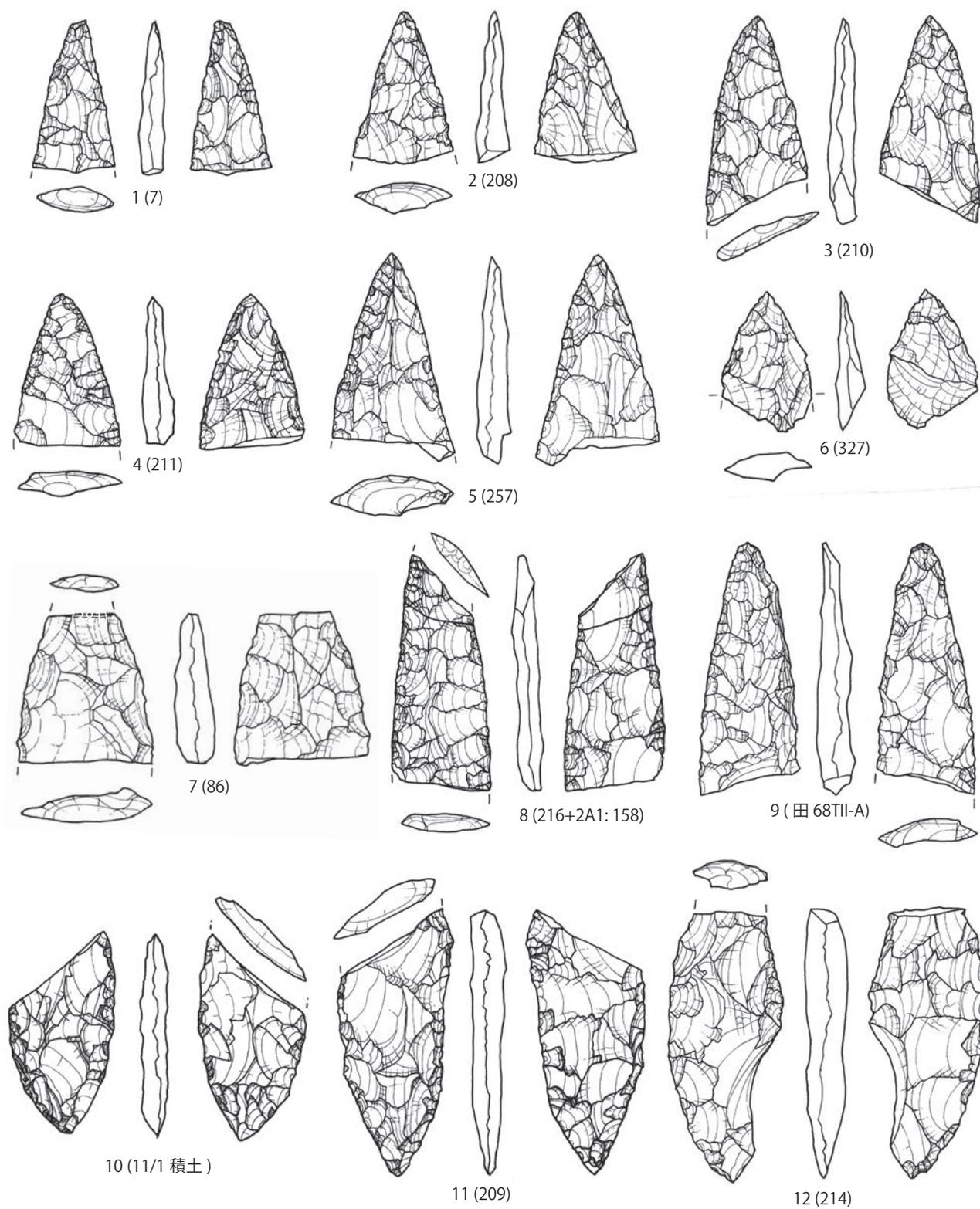
Scale=75%



図版 4 田沢遺跡出土尖頭器

Scale=75%

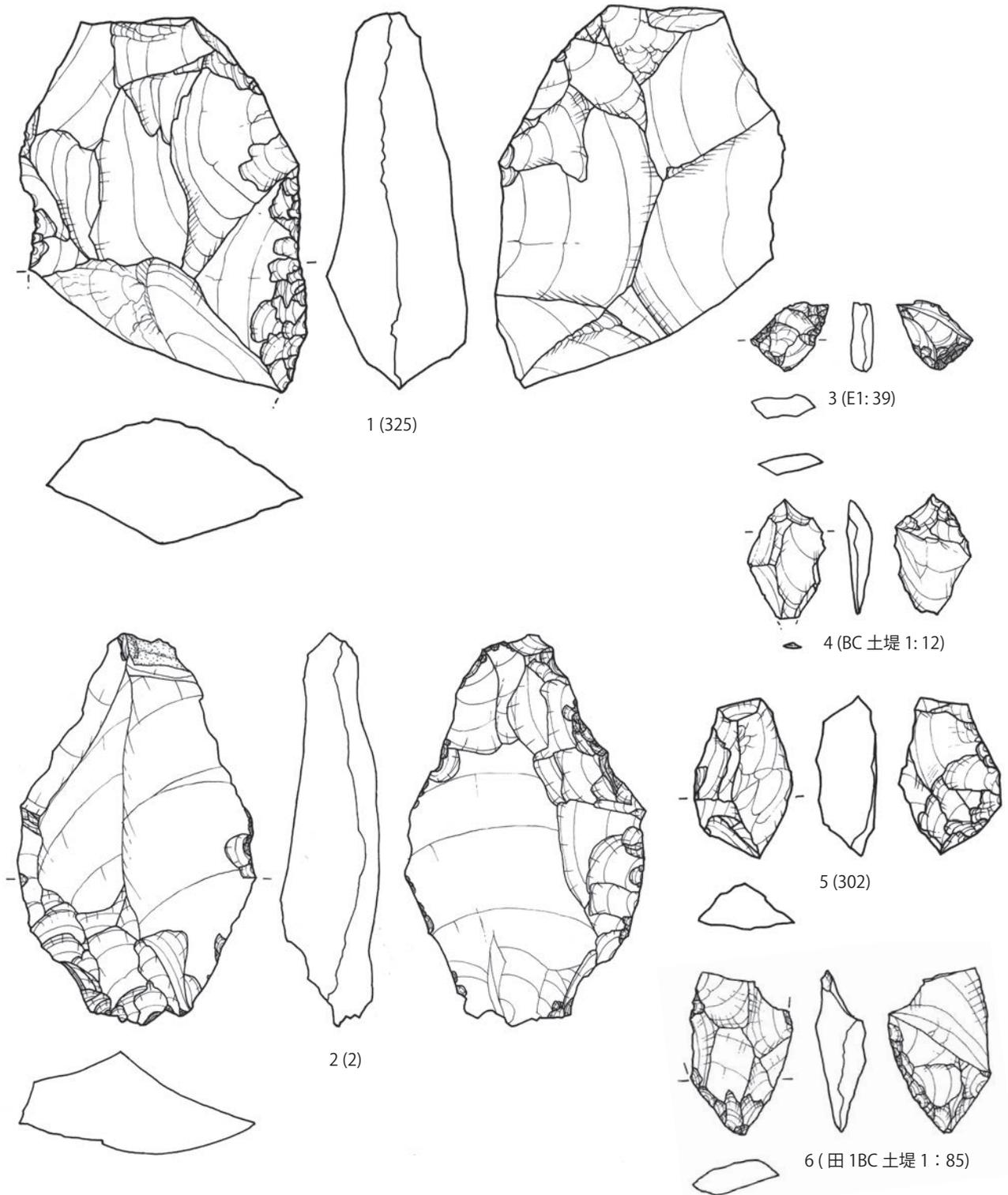
Plate 4 Bifacial points excavated from the Tazawa site



図版 5 田沢遺跡出土尖頭器

Scale=75%

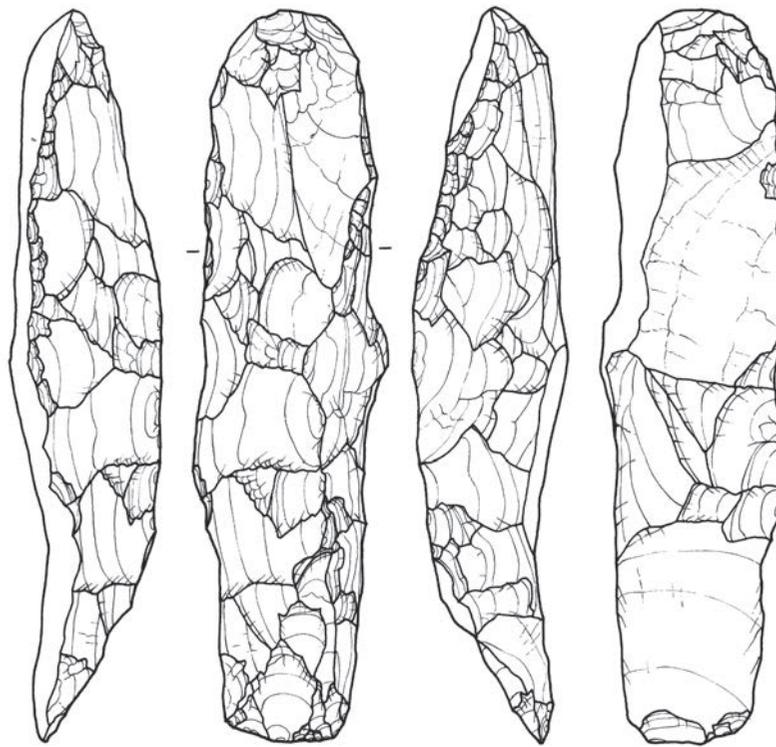
Plate 5 Bifacial points excavated from the Tazawa site



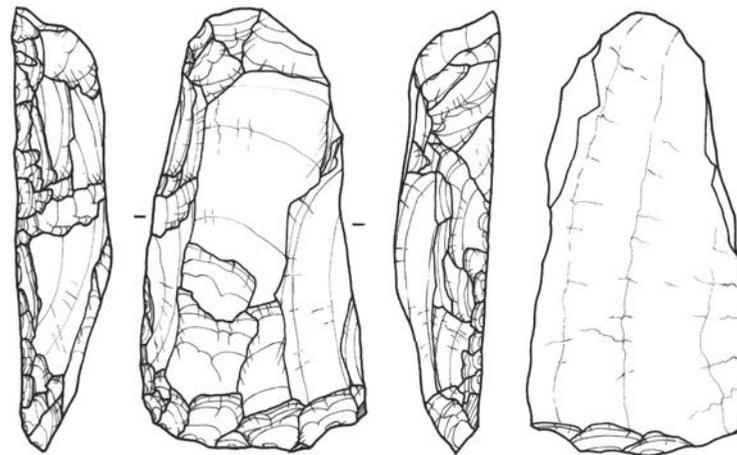
図版 6 田沢遺跡出土尖頭器

Scale=75%

Plate 6 Bifacial points excavated from the Tazawa site



1 (326)



2 (150)

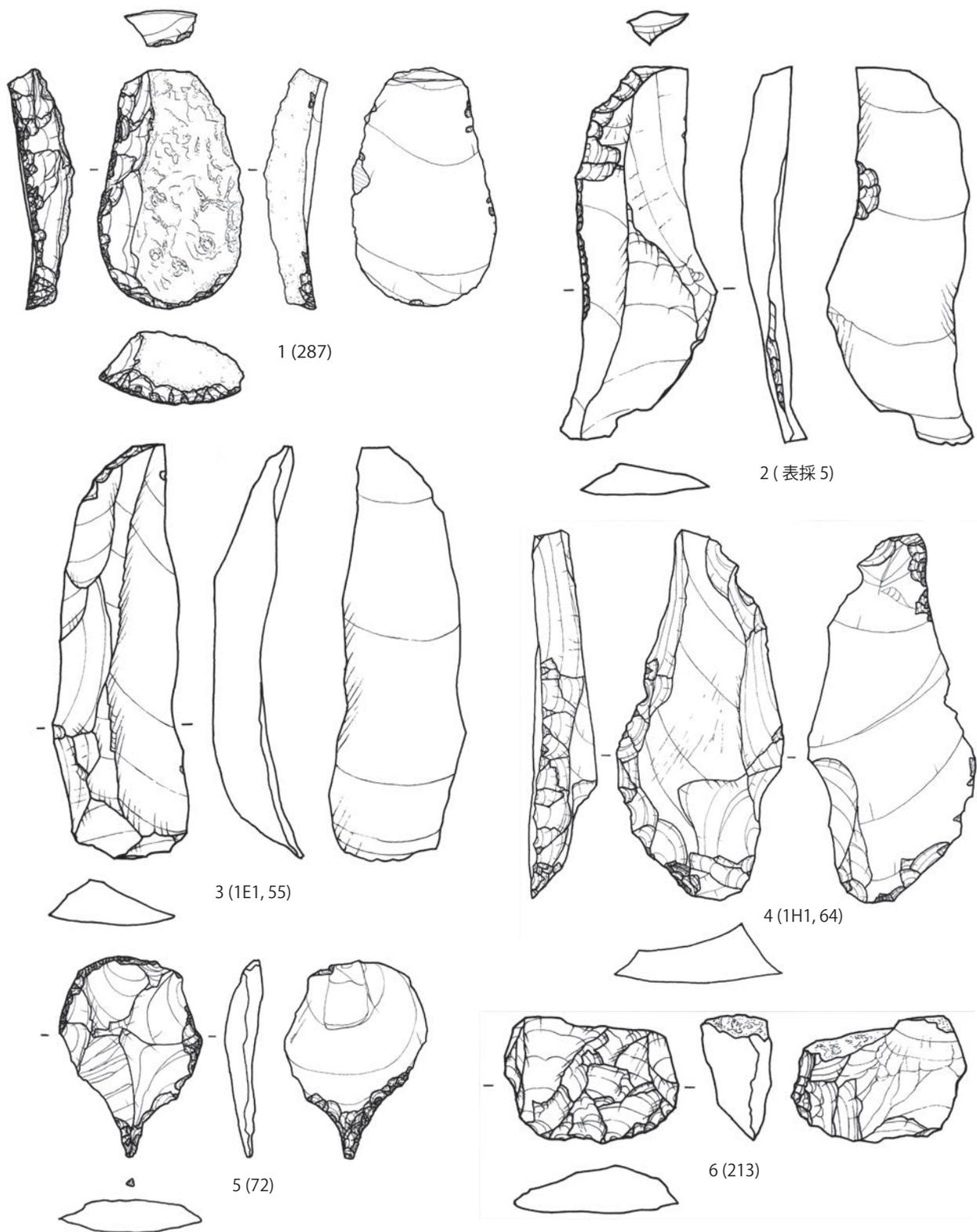
図版 7 田沢遺跡出土石斧  
Plate 7 Axes excavated from the Tazawa site

Scale=75%



図版 8 田沢遺跡出土石斧  
Plate 8 Axes excavated from the Tazawa site

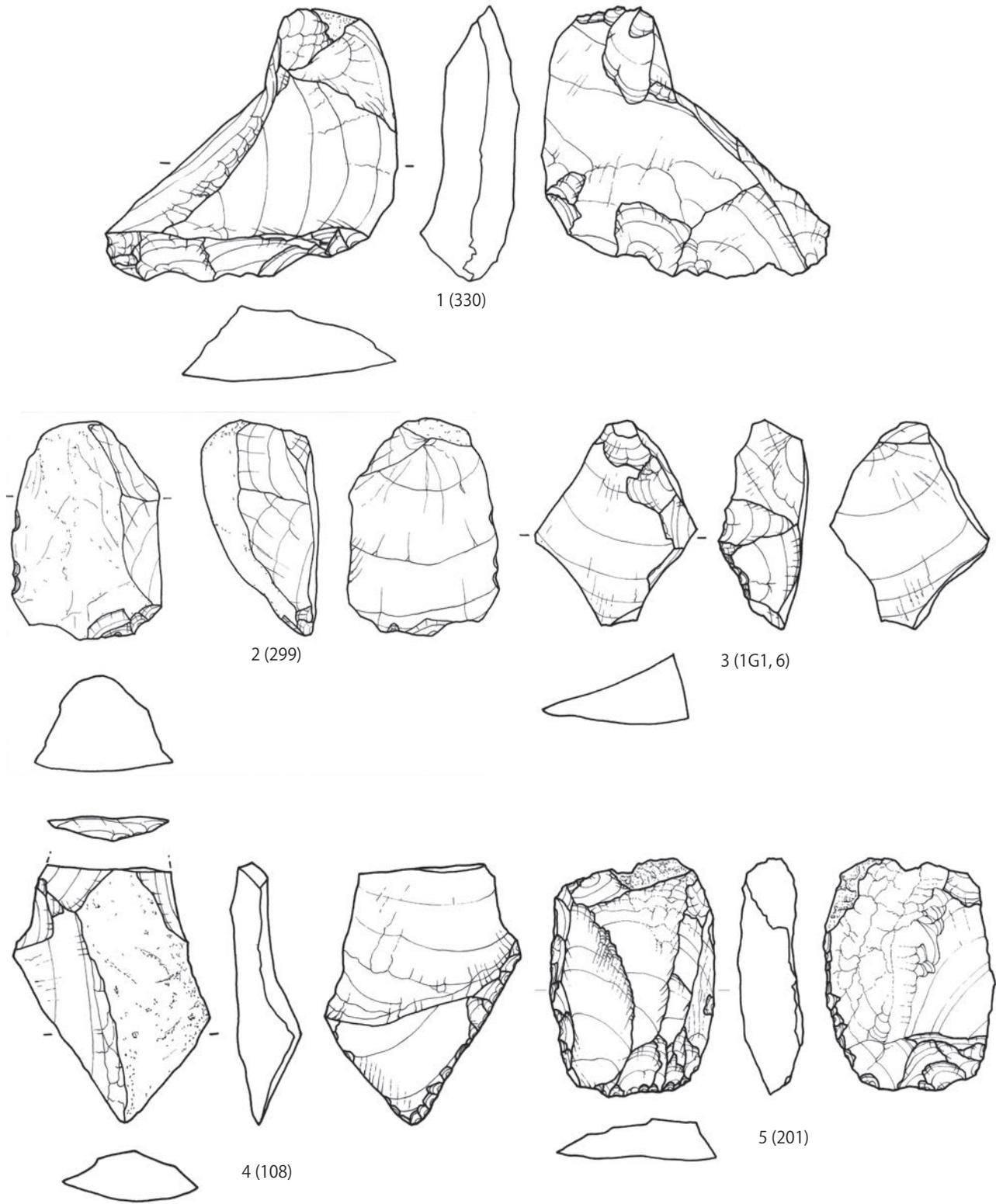
Scale=75%



図版 9 田沢遺跡出石器

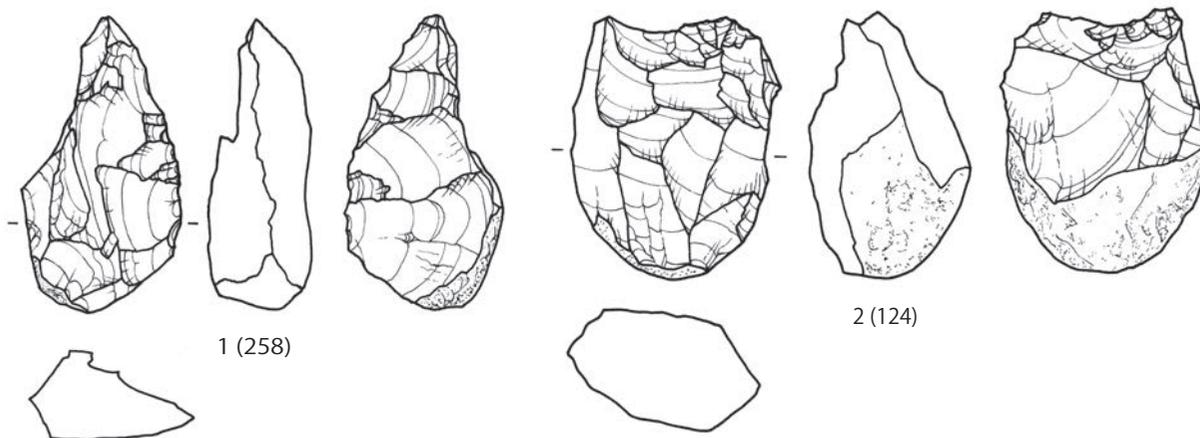
Scale=75%

Plate 9 Lithic artifacts excavated from the Tazawa site



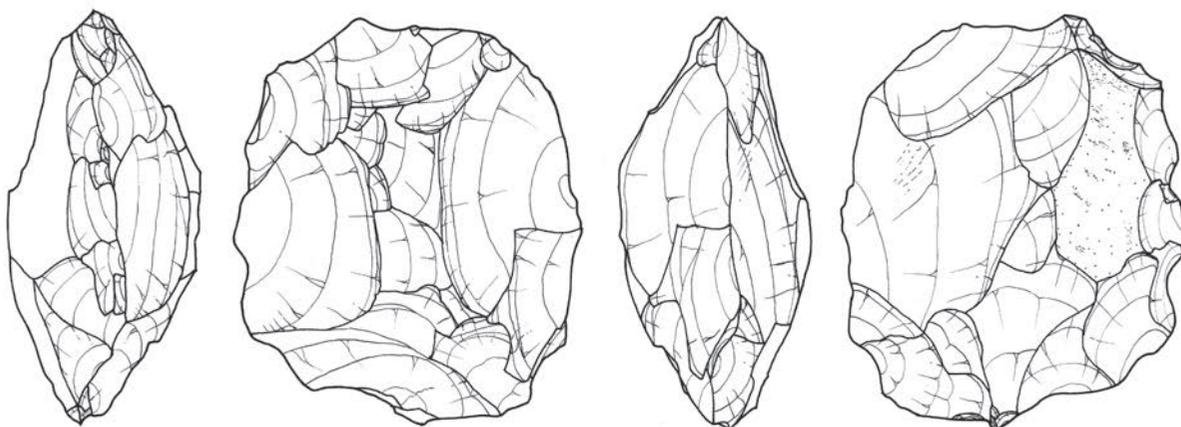
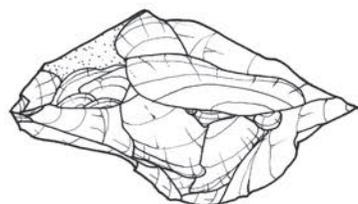
図版 10 田沢遺跡出土石器  
Plate 10 Lithic artifacts excavated from the Tazawa site

Scale=75%



1 (258)

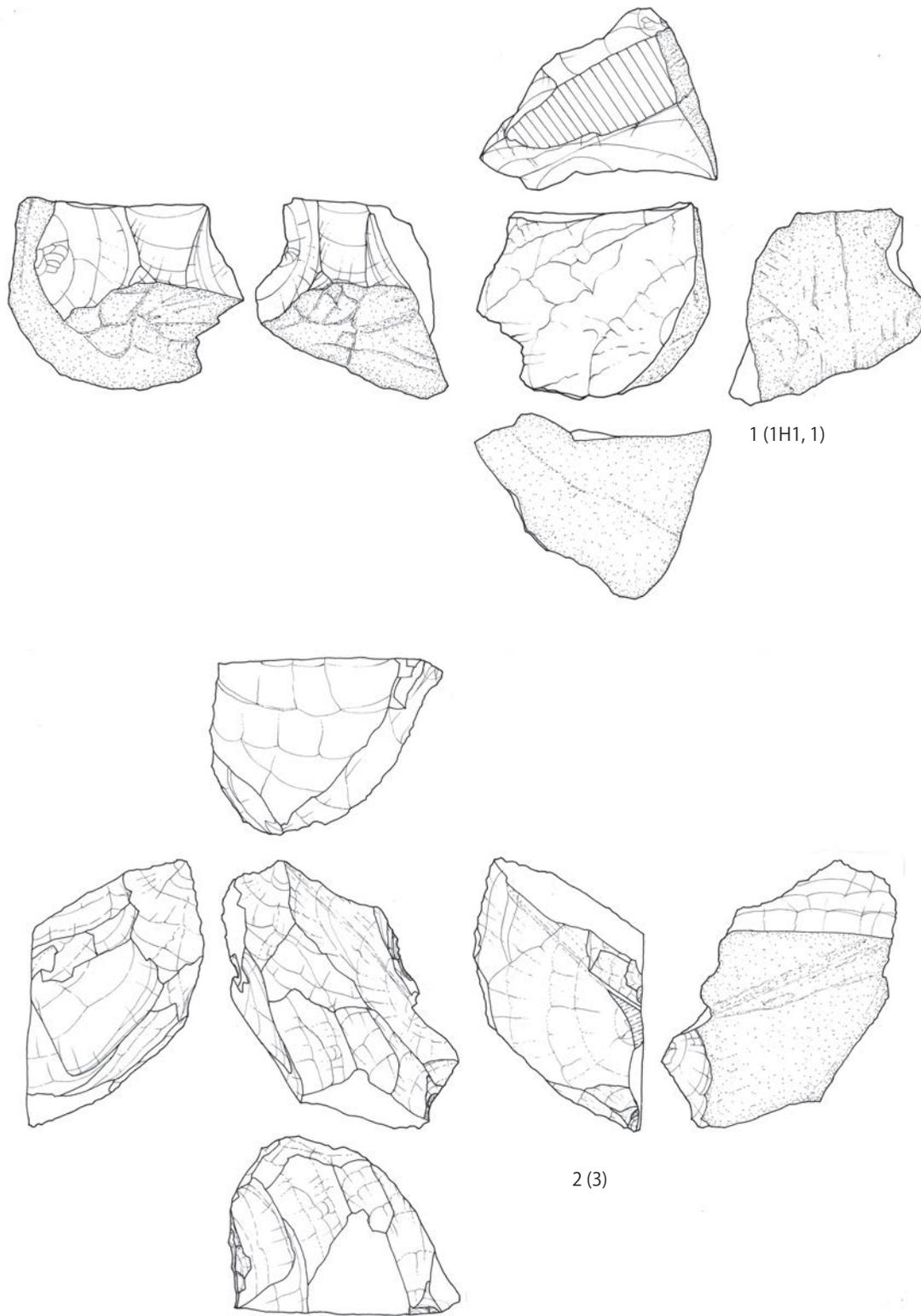
2 (124)



3 (C1, 70)

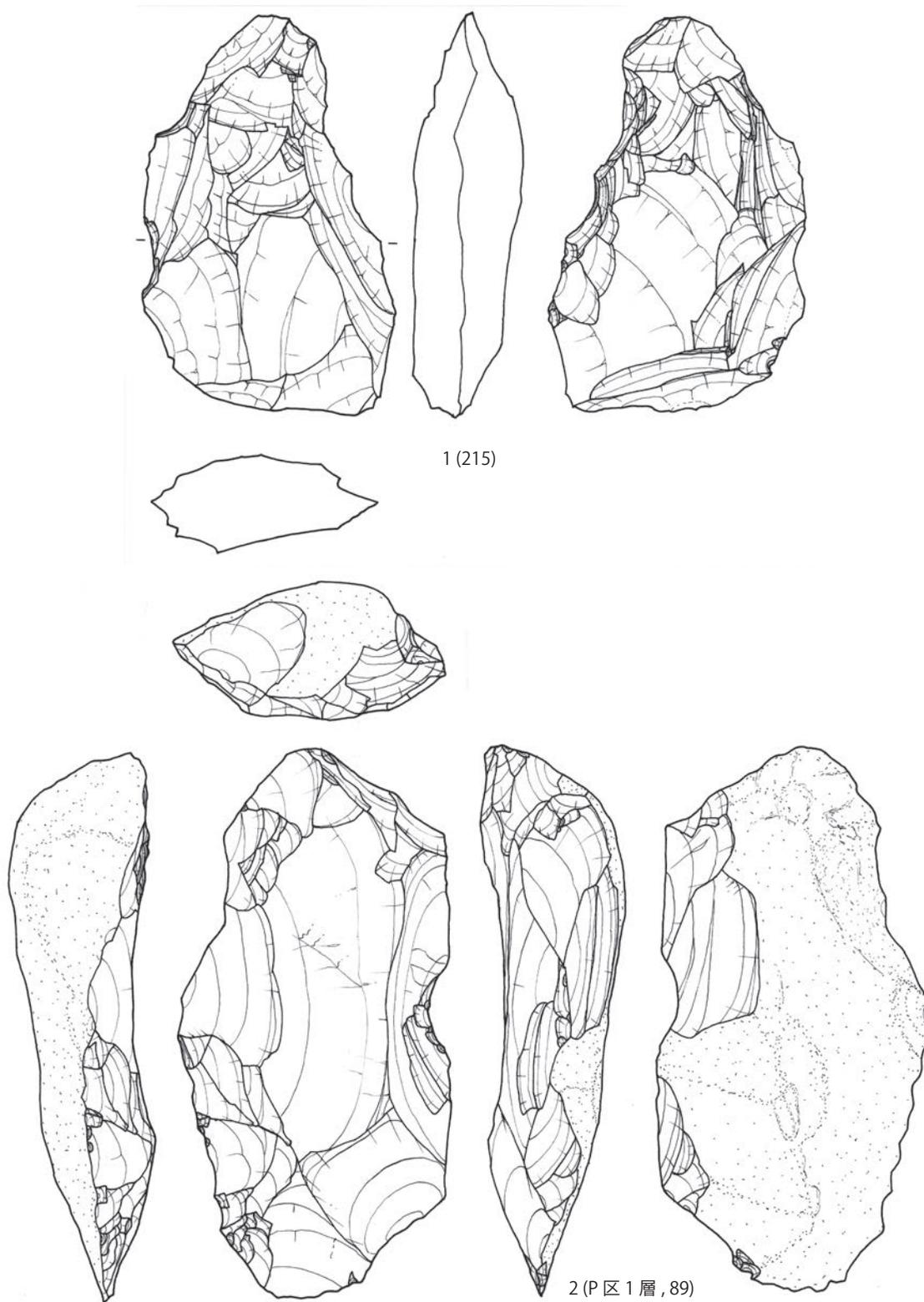
図版 11 田沢遺跡出土石核  
Plate 11 Cores excavated from the Tazawa site

Scale=75%



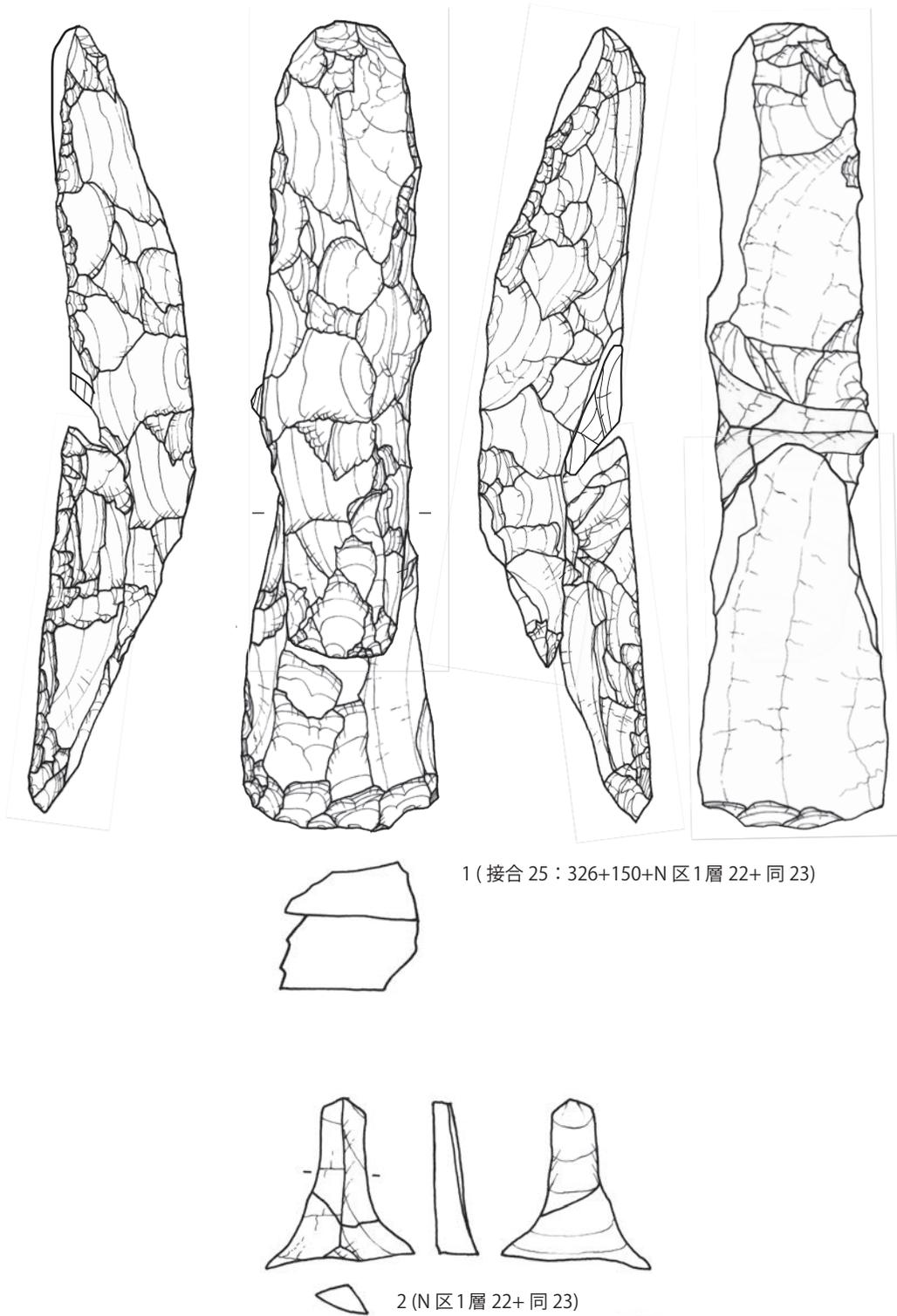
図版 12 田沢遺跡出土石核  
Plate 12 Cores excavated from the Tazawa site

Scale=50%



図版 13 田沢遺跡出土石核  
 Plate 13 Cores excavated from the Tazawa site

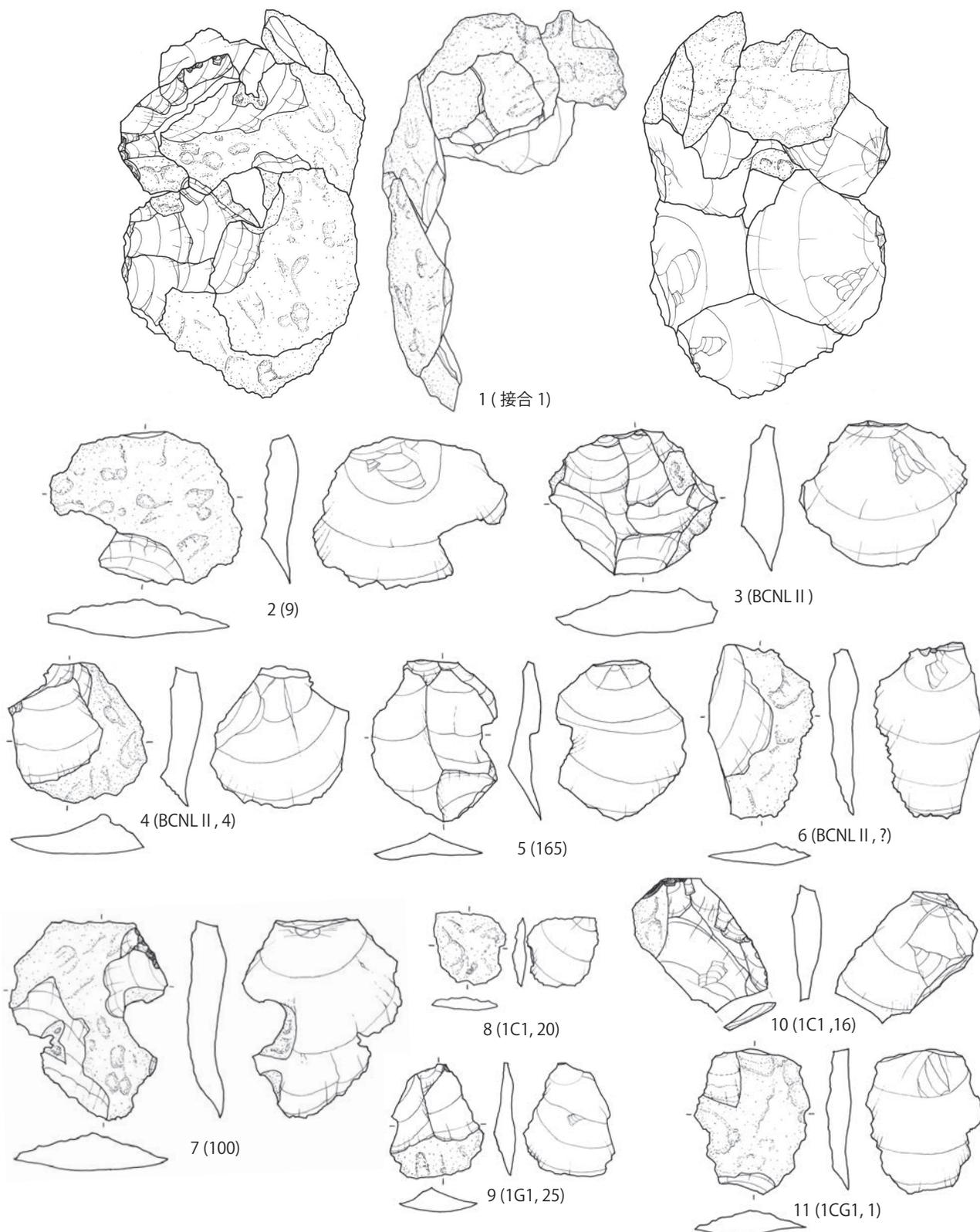
Scale=75%



図版 14 田沢遺跡出土接合資料 25

Scale=75%

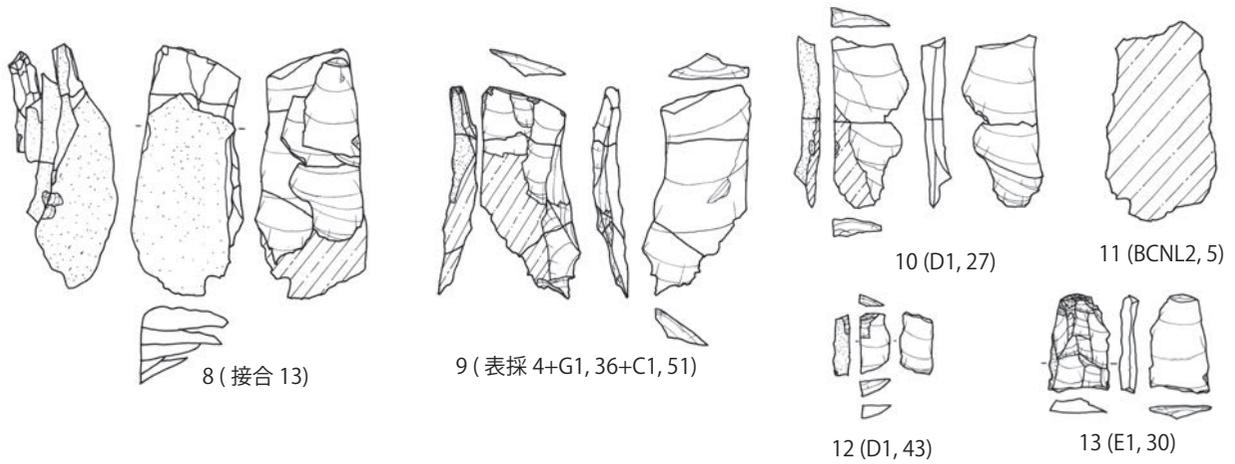
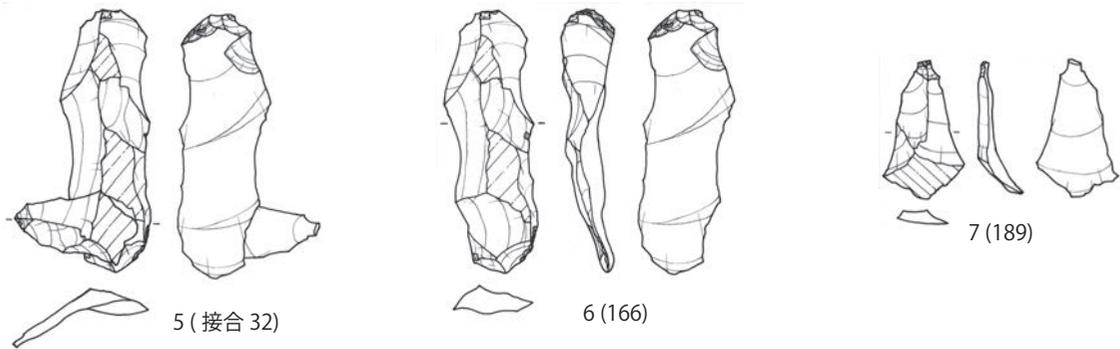
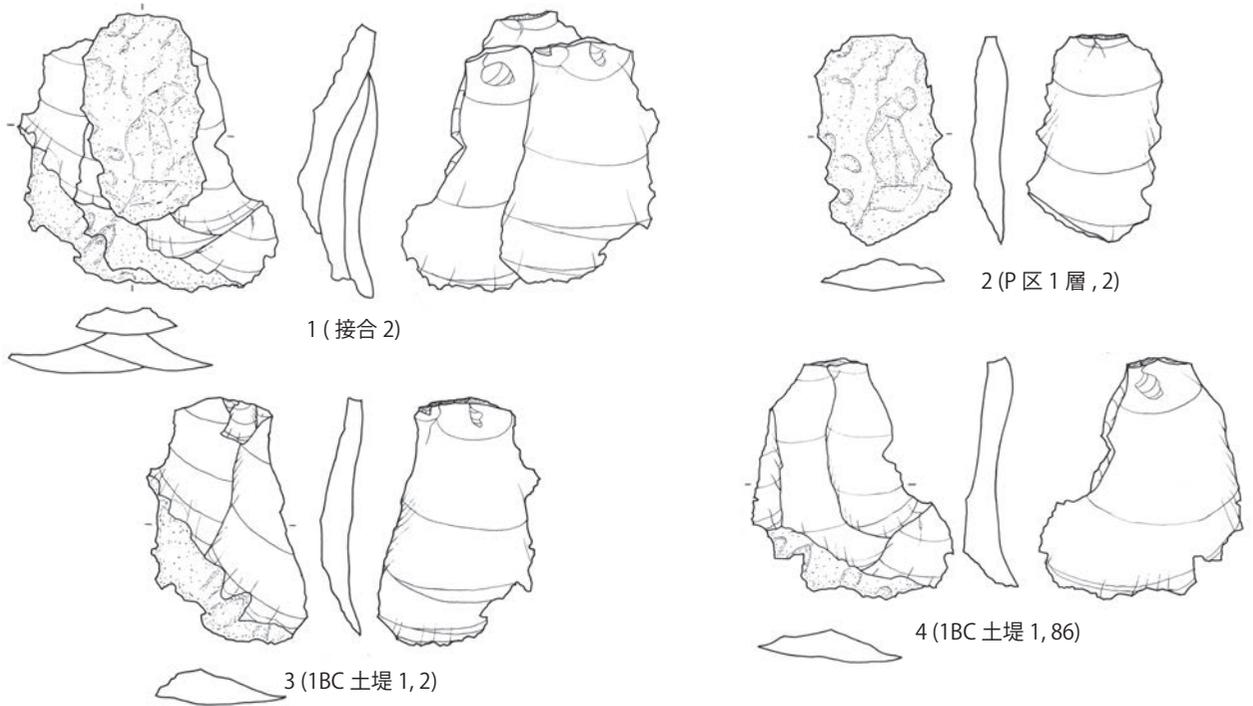
Plate 14 Refitted materials no. 25 excavated from the Tazawa site



図版 15 田沢遺跡出土接合資料 1

Scale=50%

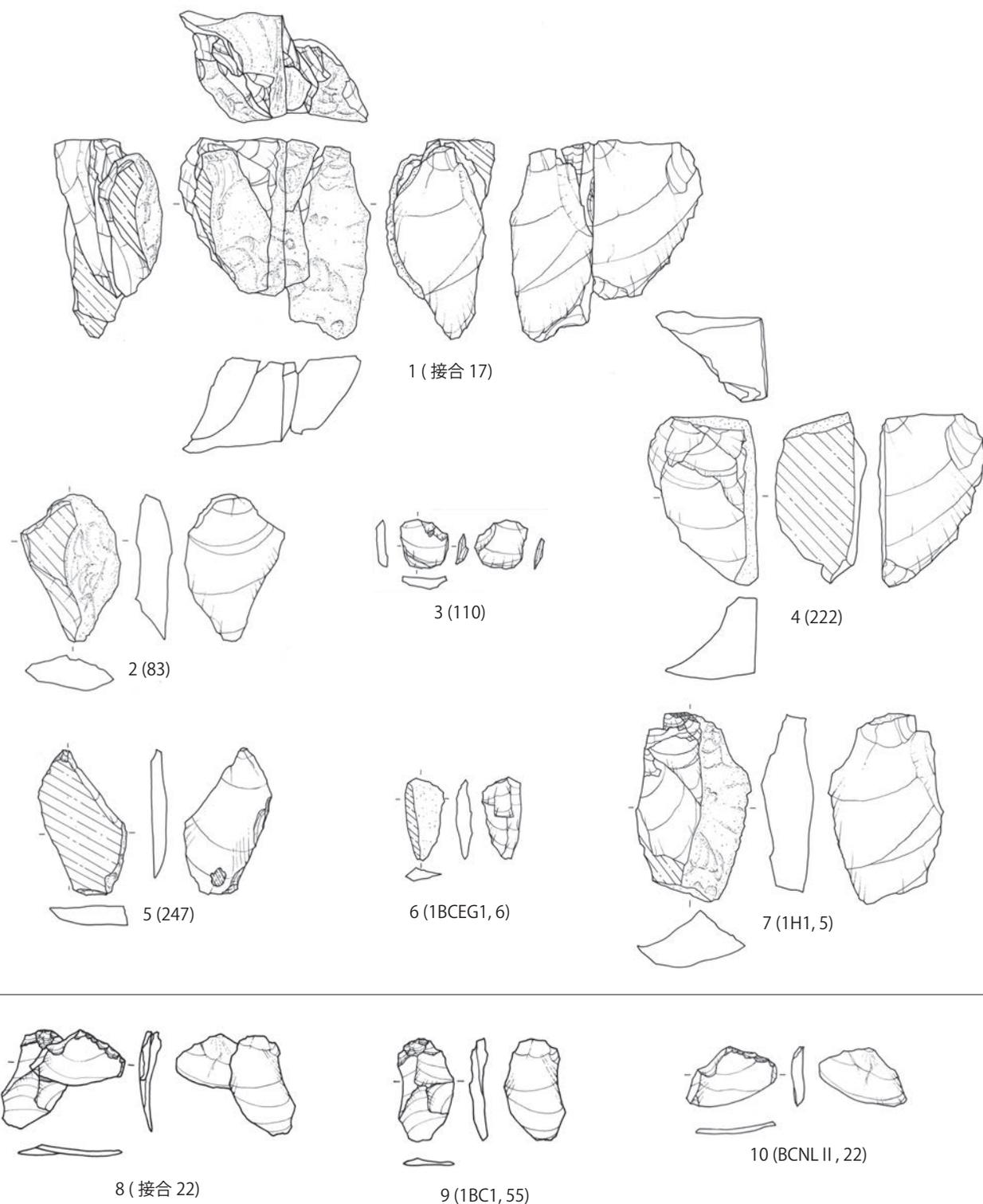
Plate 15 Refitted materials no. 1 excavated from the Tazawa site



図版 16 田沢遺跡出土接合資料 2、13、32

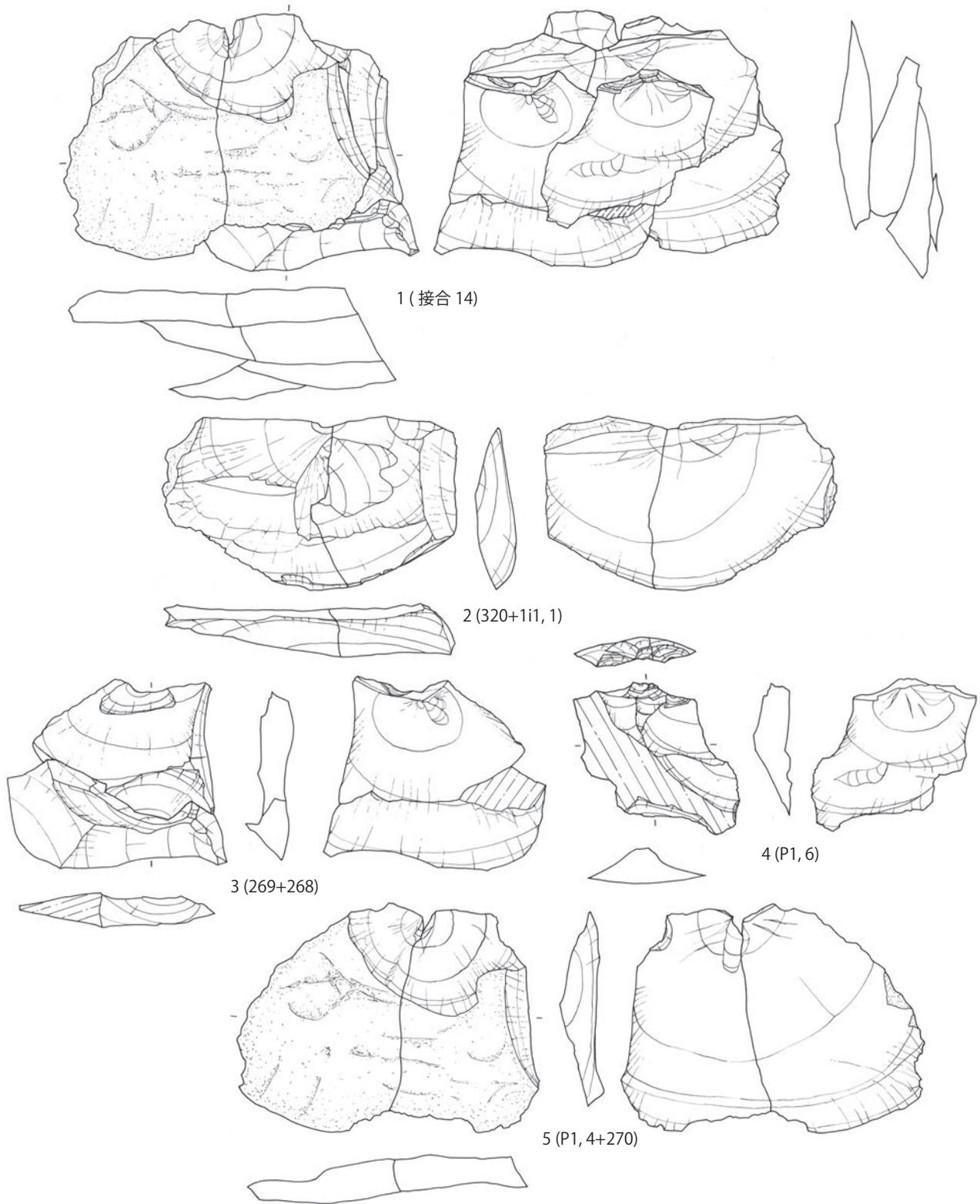
Scale=50%

Plate 16 Refitted artifacts no. 2, 13 and 32 excavated from the Tazawa site



図版 17 田沢遺跡出土接合資料 17、22  
 Plate 17 Refitted materials no. 17 and 22 excavated from the Tazawa site

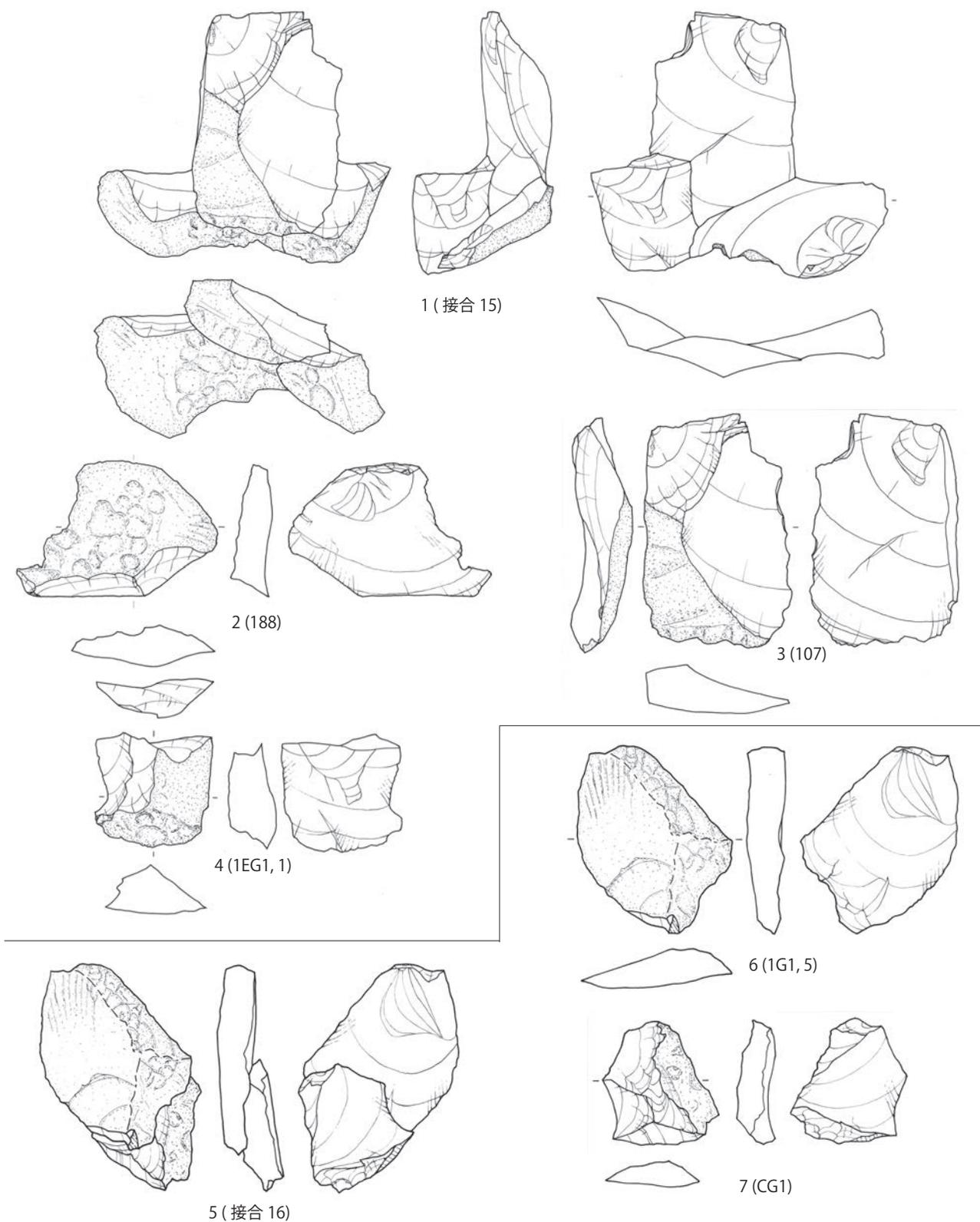
Scale=50%



図版 18 田沢遺跡出土接合資料 14

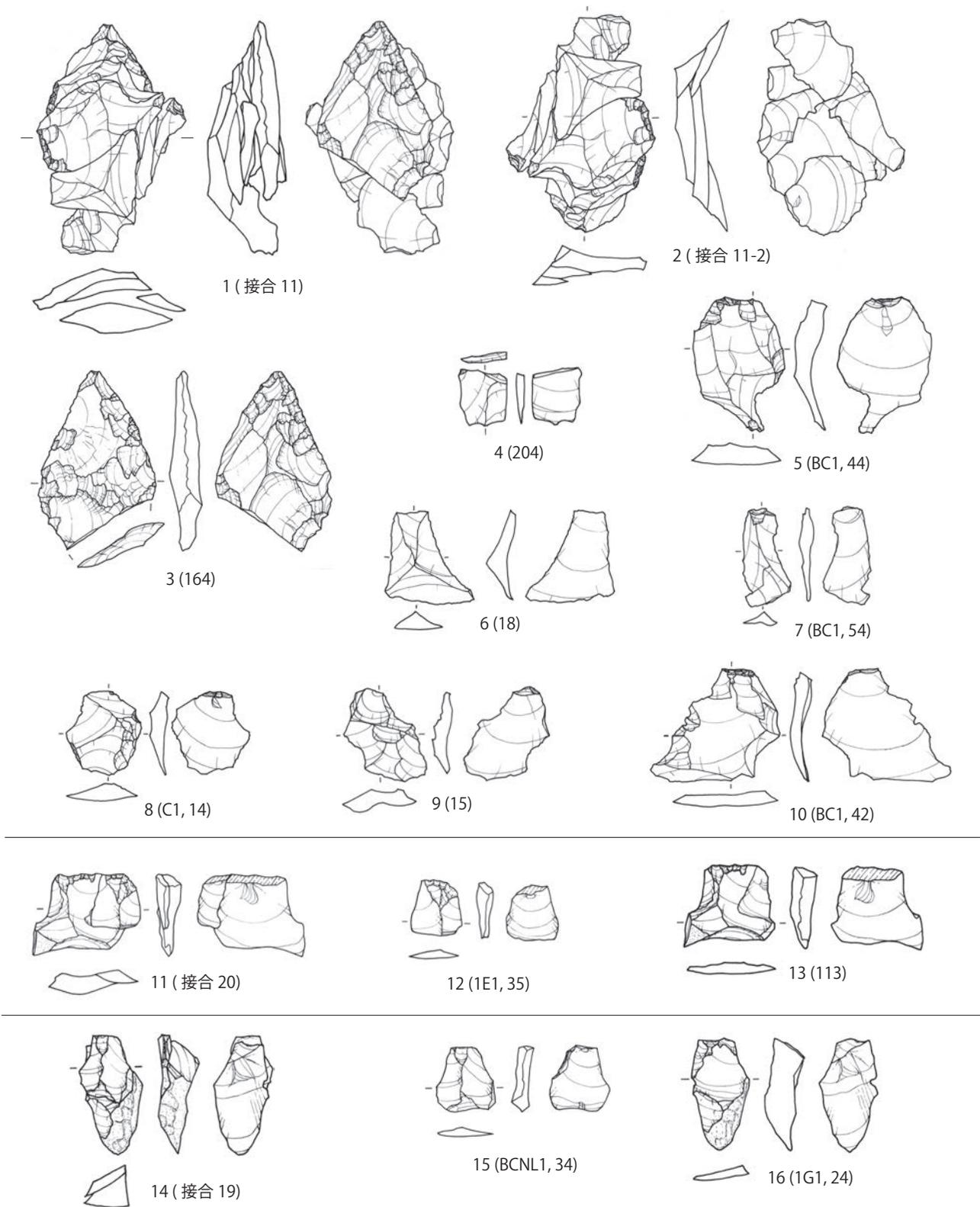
Scale=50%

Plate 18 Refitted materials no. 14 excavated from the Tazawa site



図版 19 田沢遺跡出土接合資料 15、16  
 Plate 19 Refitted materials no. 15 and 16 excavated from the Tazawa site

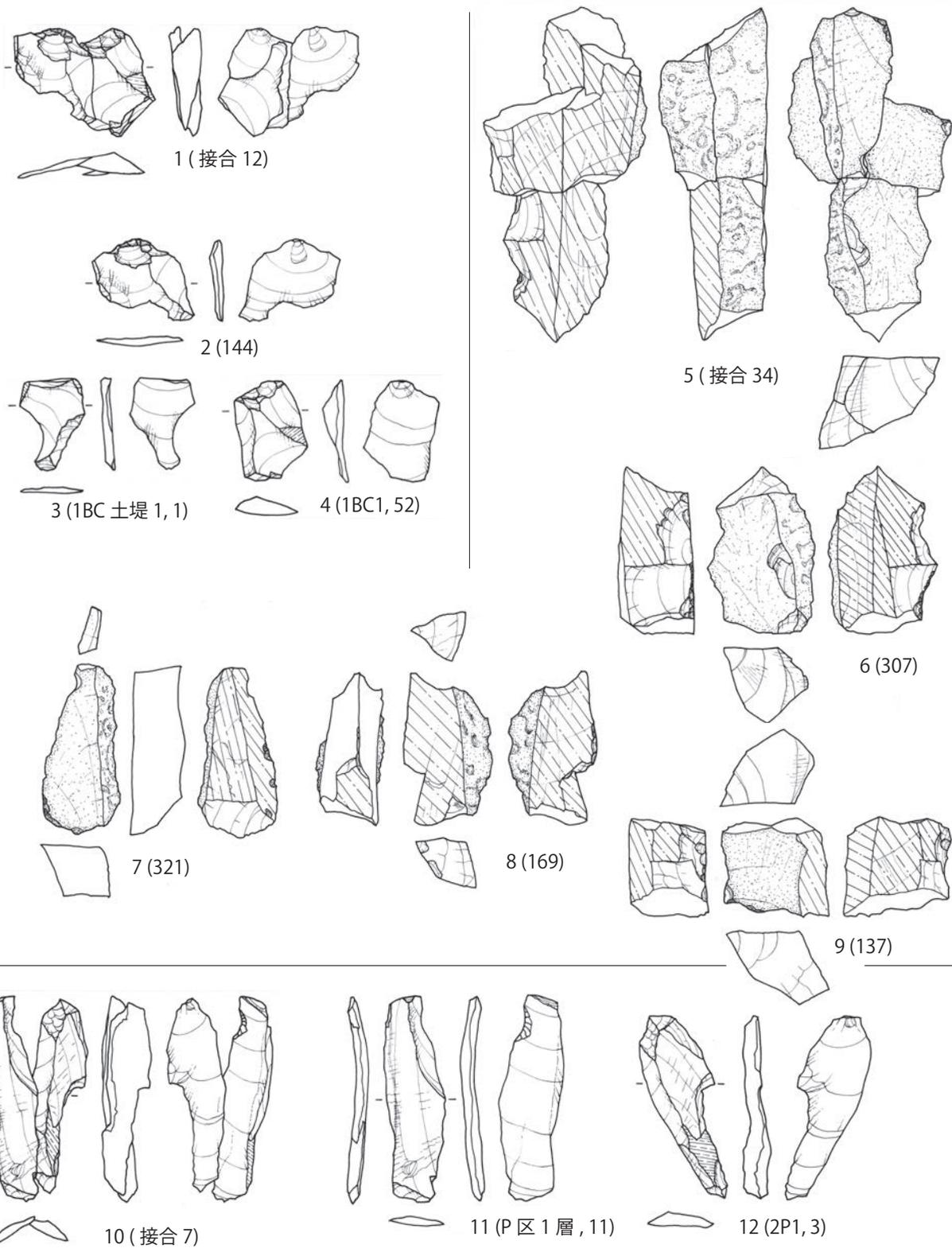
Scale=50%



図版 20 田沢遺跡出土接合資料 11、19、20

Scale=50%

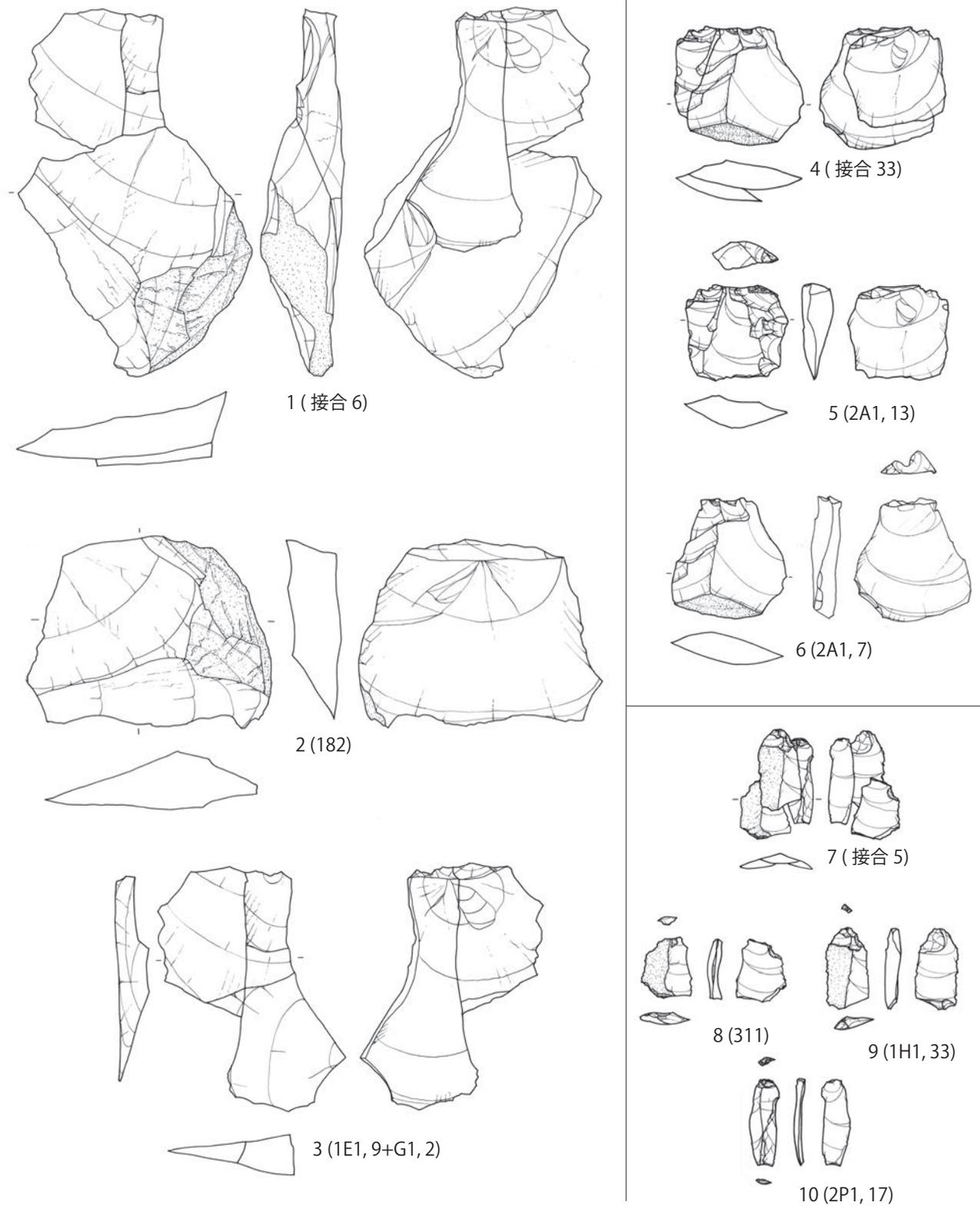
Plate 20 Refitted materials no. 11, 19 and 20 excavated from the Tazawa site



図版 21 田沢遺跡出土接合資料 7、12、34

Scale=50%

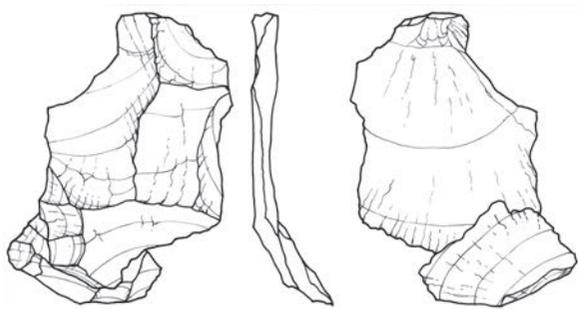
Plate 21 Refitted materials no. 7, 12 and 34 excavated from the Tazawa site



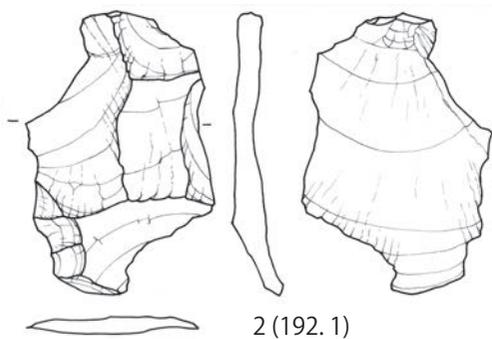
図版 22 田沢遺跡出土接合資料 5、6、33

Scale=50%

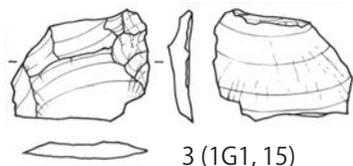
Plate 22 Refitted materials no. 5, 6 and 33 excavated from the Tazawa site



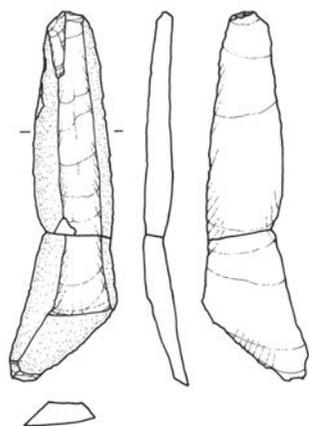
1 (接合 26)



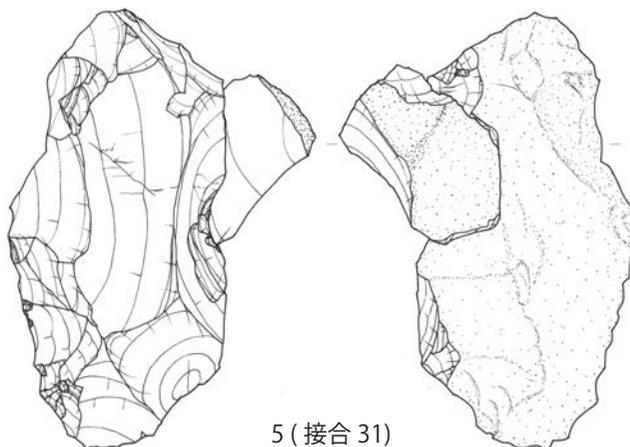
2 (192.1)



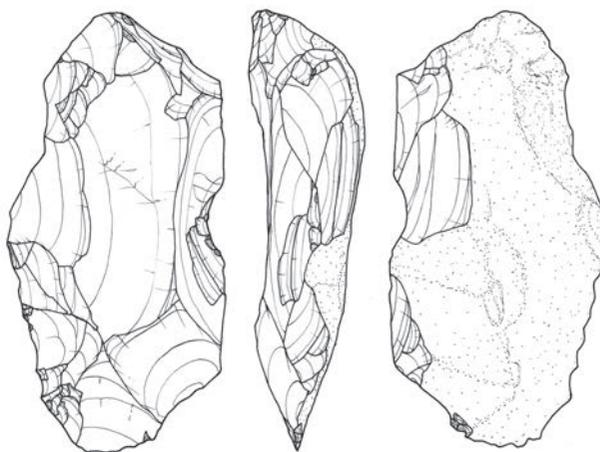
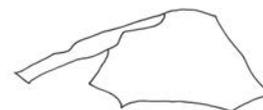
3 (1G1, 15)



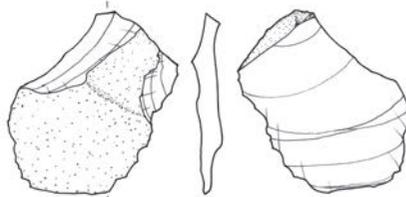
4 (接合 36 : 87+1L1: 11)



5 (接合 31)



6 (P区1層, 89)

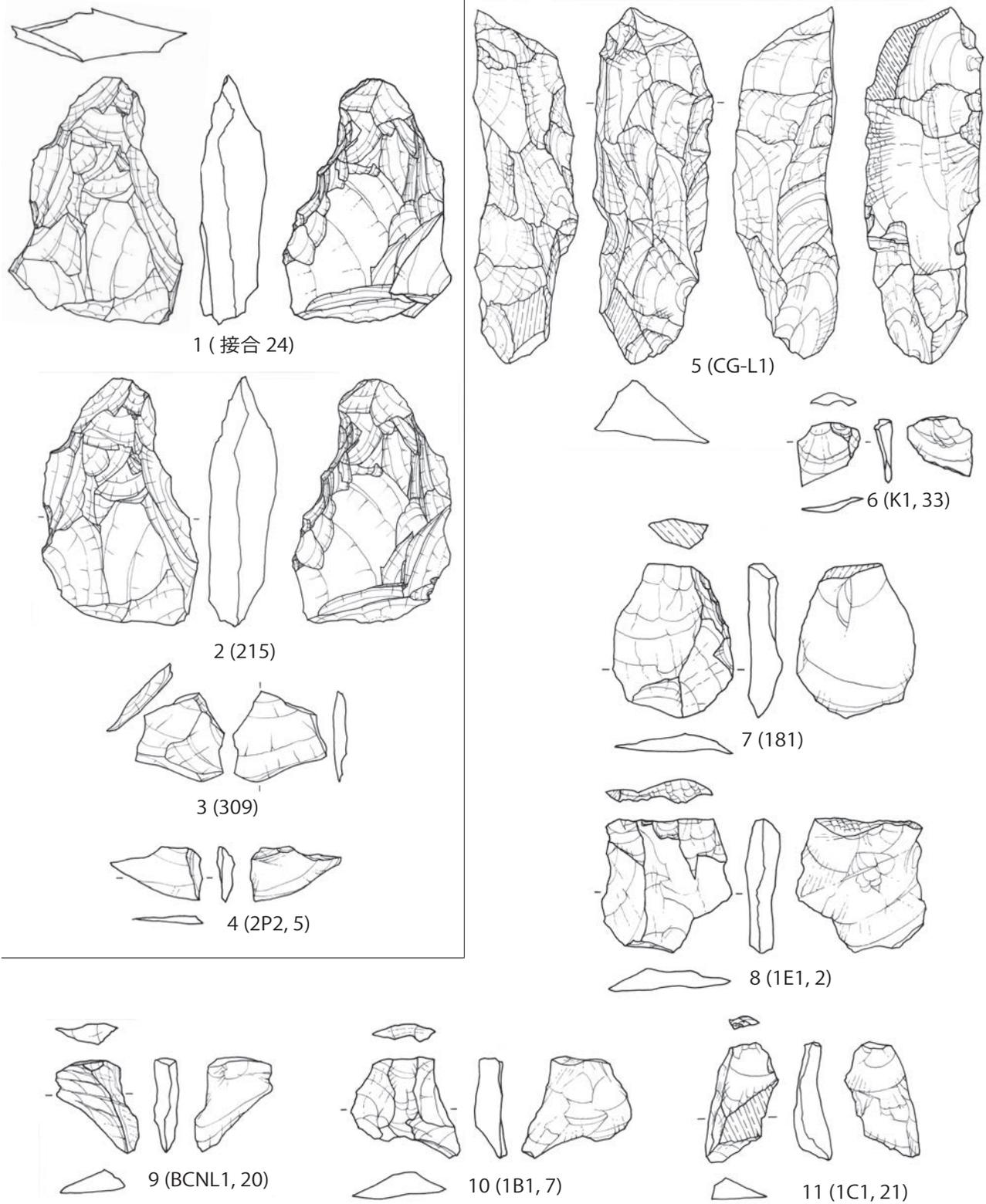


7 (2A1, 41)

図版 23 田沢遺跡出土接合資料 26、31、36

Scale=50%

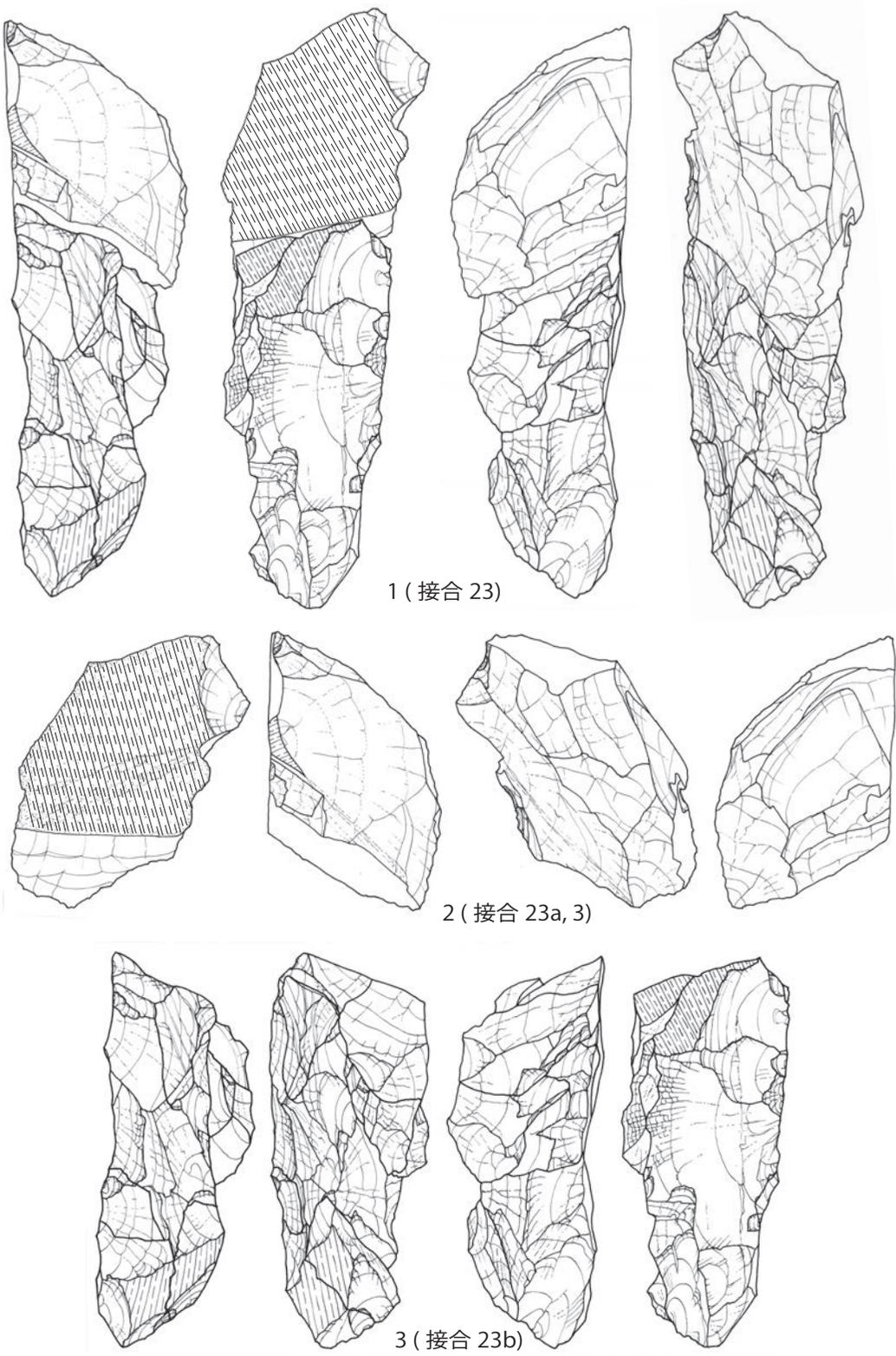
Plate 23 Refitted materials no. 26, 31 and 36 excavated from the Tazawa site



図版 24 田沢遺跡出土接合資料 23、24

Scale=50%

Plate 24 Refitted materials no, 23 and 24 excavated from the Tazawa site



1 (接合 23)

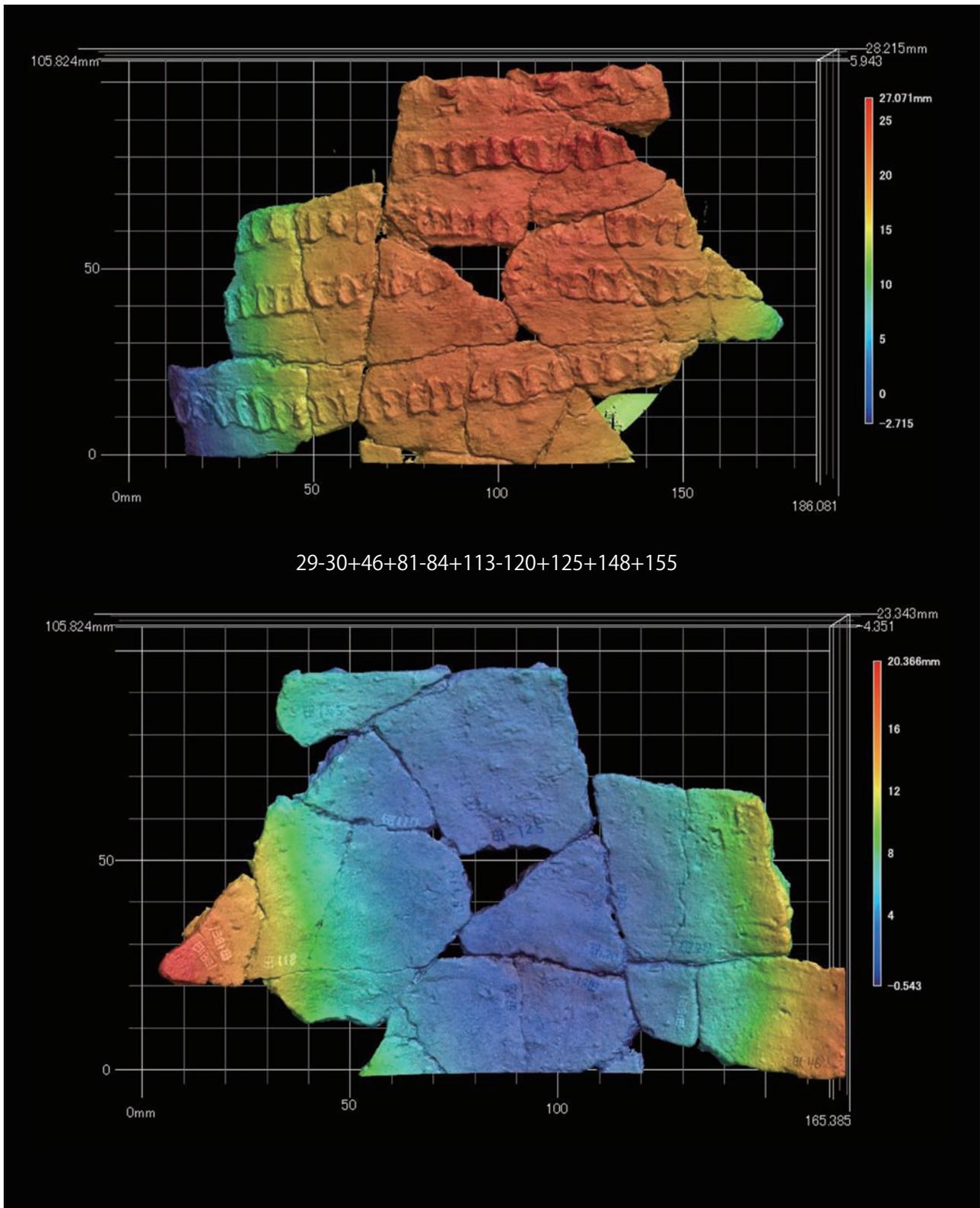
2 (接合 23a, 3)

3 (接合 23b)

図版 25 田沢遺跡出土接合資料 23

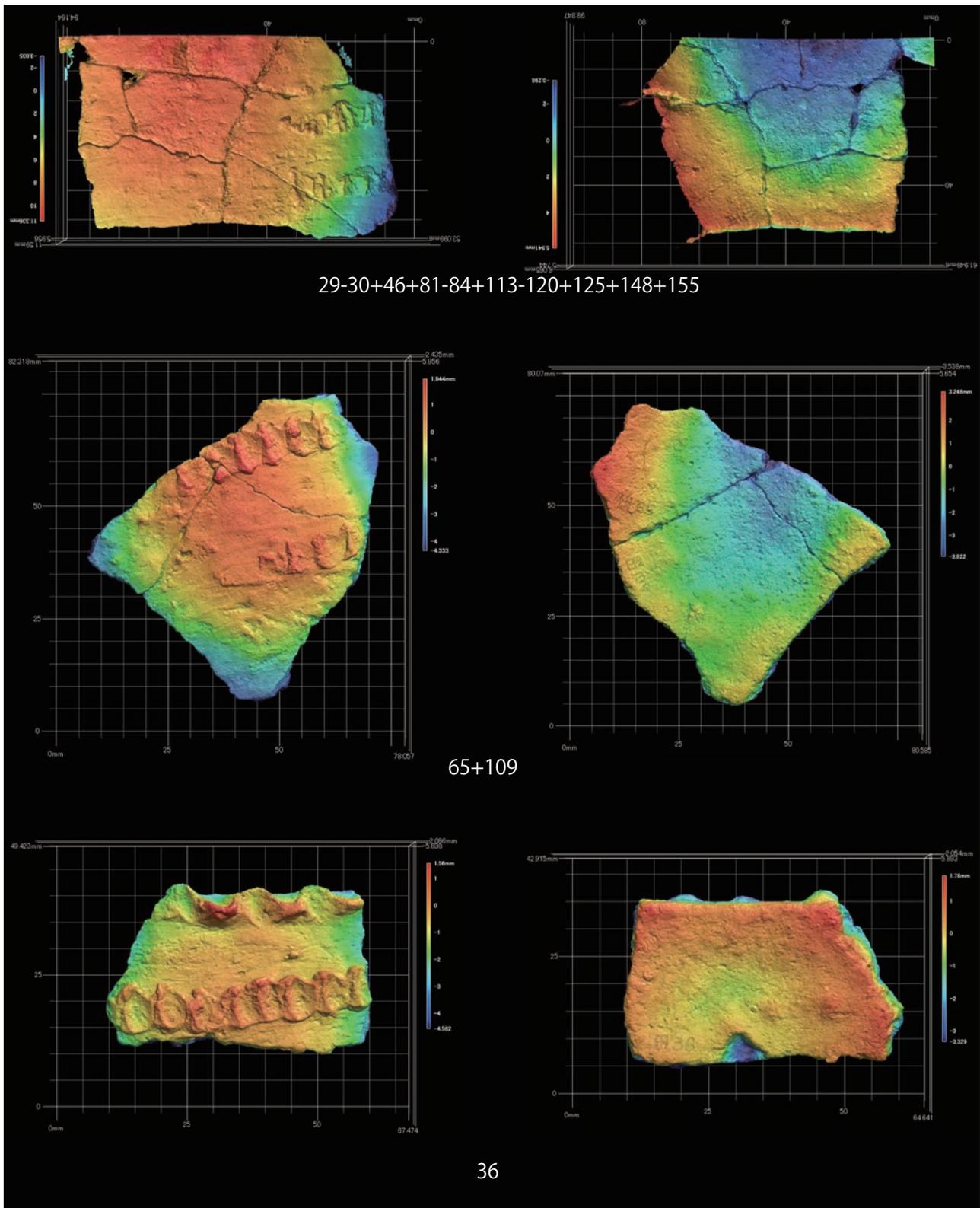
Scale=50%

Plate 25 Refitted materials no. 23 excavated from the Tazawa site



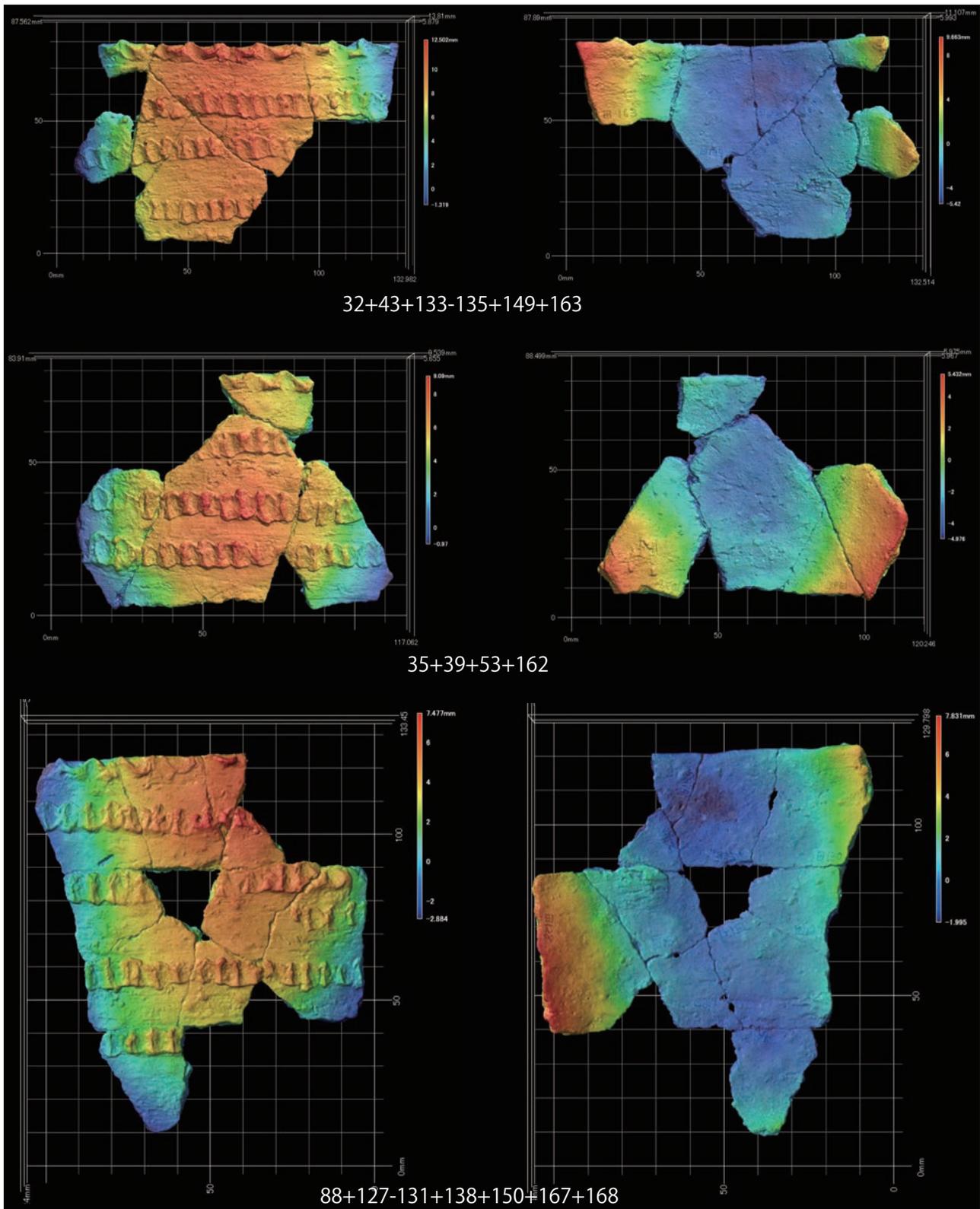
図版 26 田沢遺跡出土土器の 3D データ

Plate 26 3D data of potteries excavated from the Tazawa site



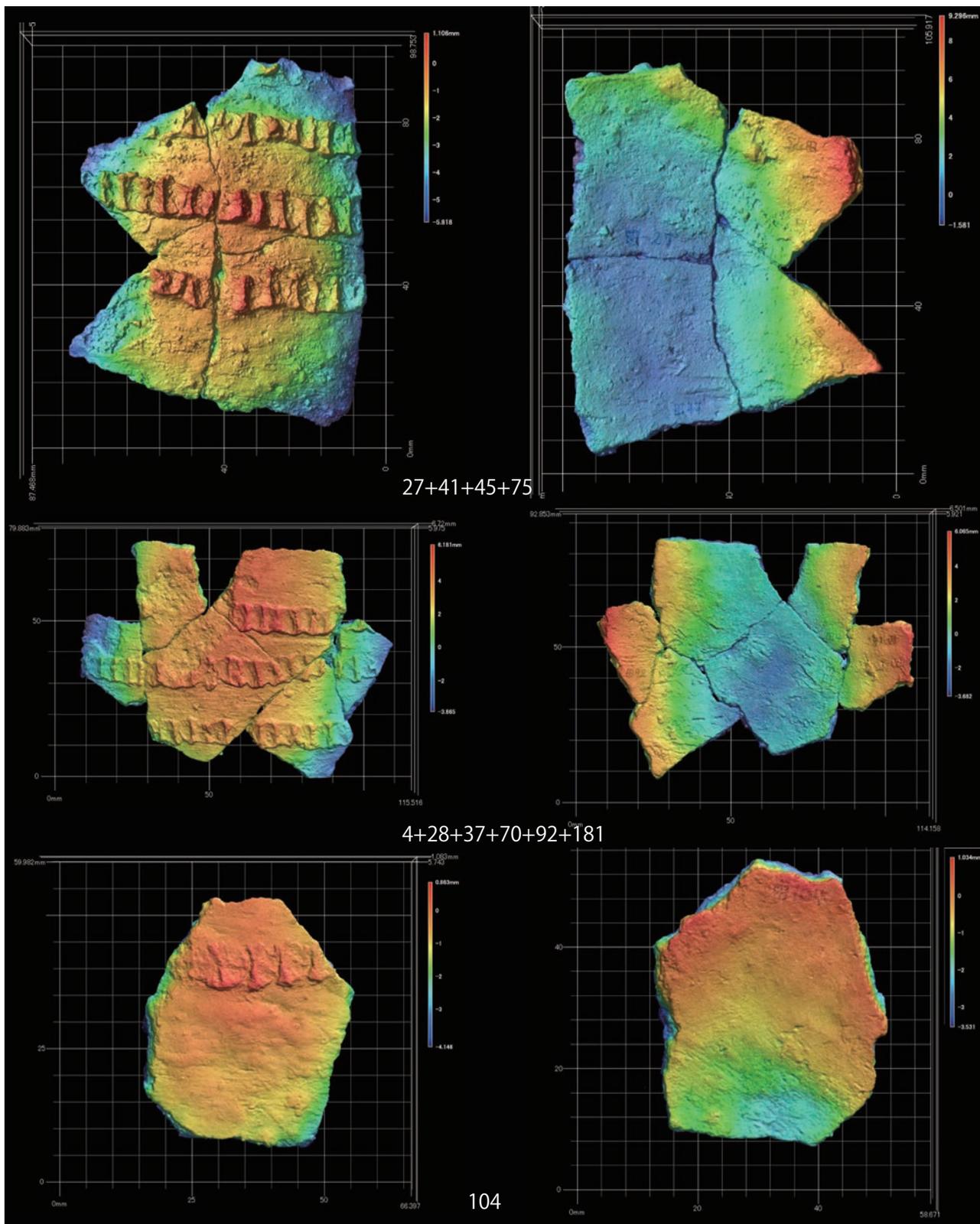
図版 27 田沢遺跡出土土器の 3D データ

Plate 27 3D data of potteries excavated from the Tazawa site



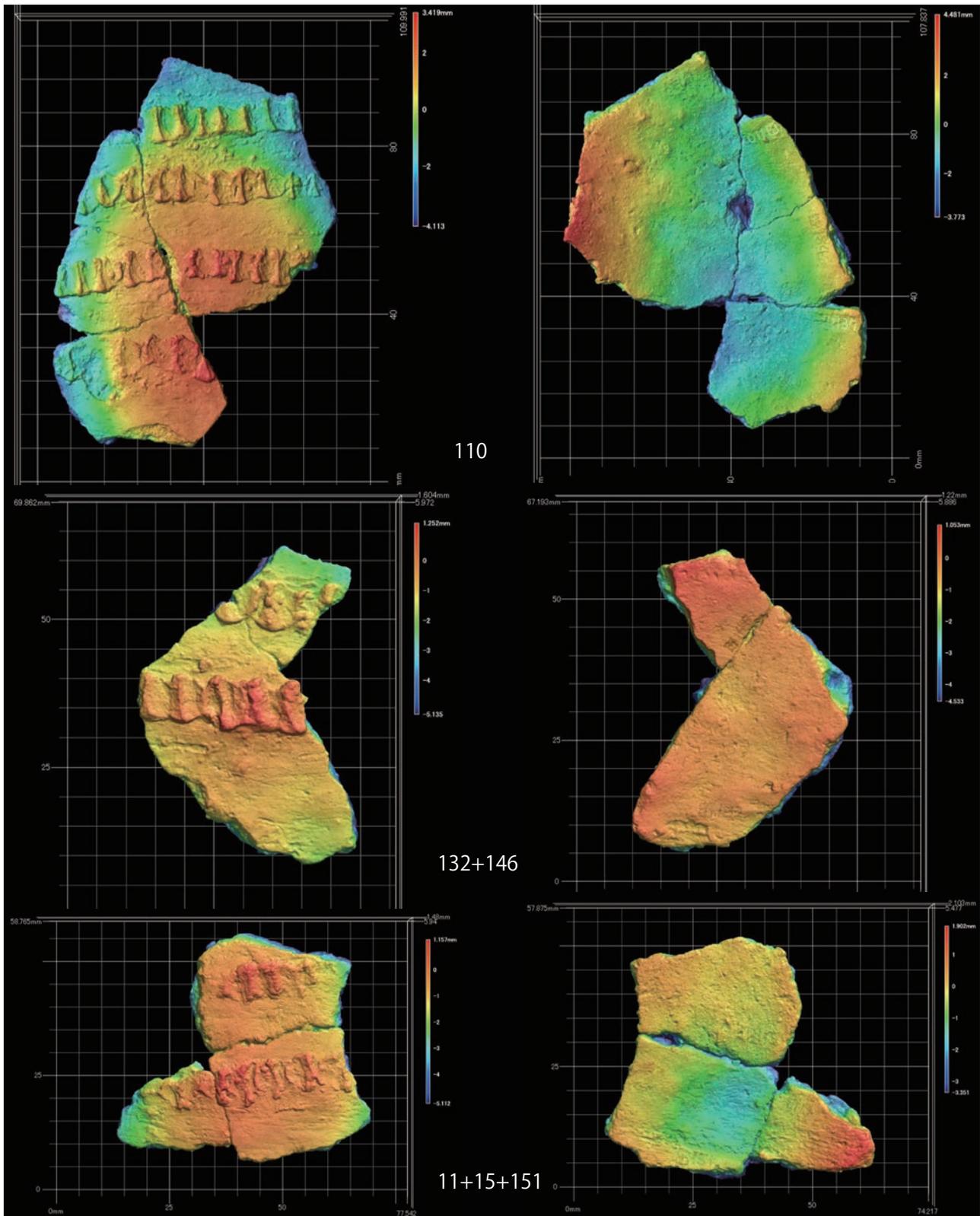
図版 28 田沢遺跡出土土器の 3D データ

Plate 28 3D data of potteries excavated from the Tazawa site



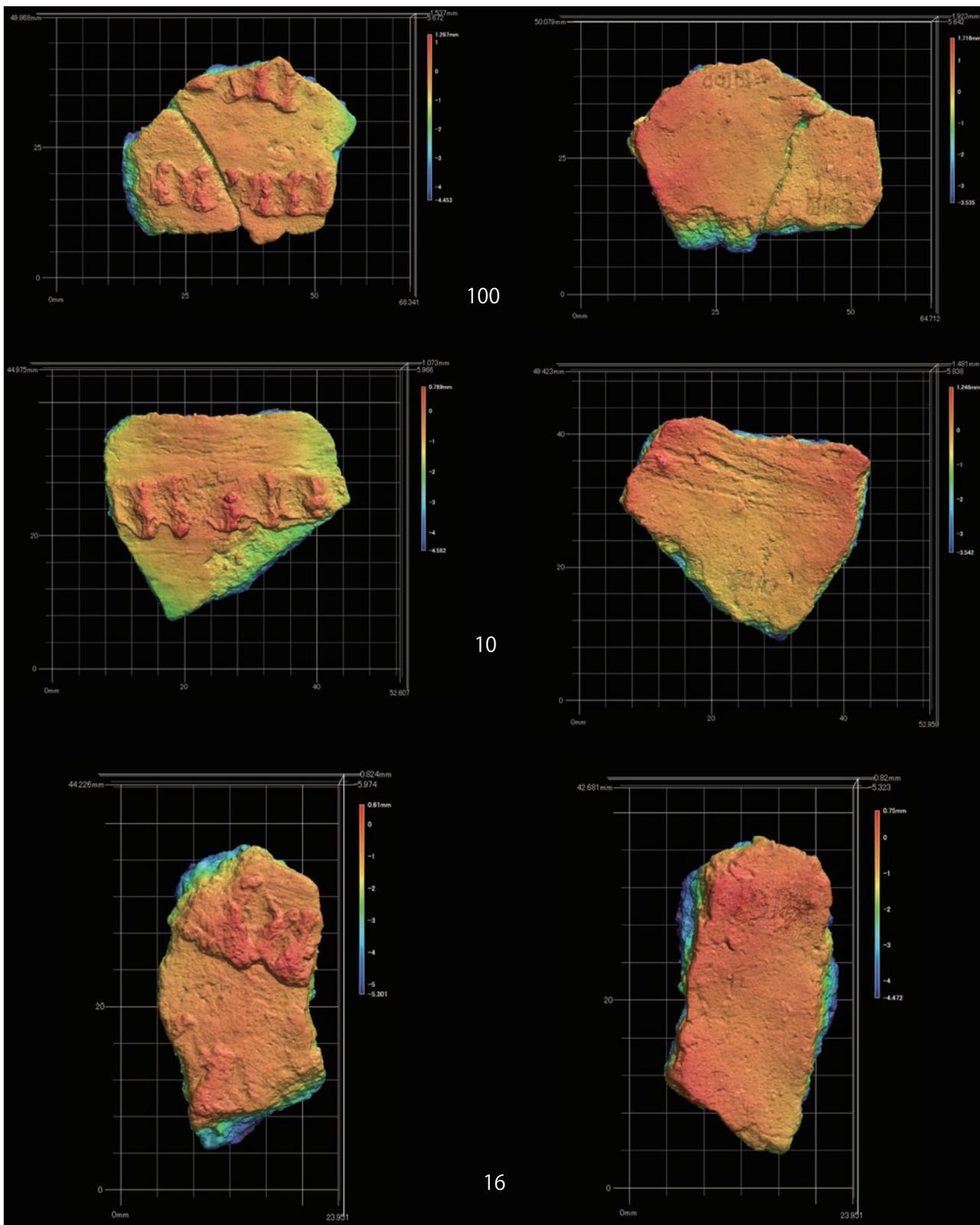
図版 29 田沢遺跡出土土器の 3D データ

Plate 29 3D data of potteries excavated from the Tazawa site



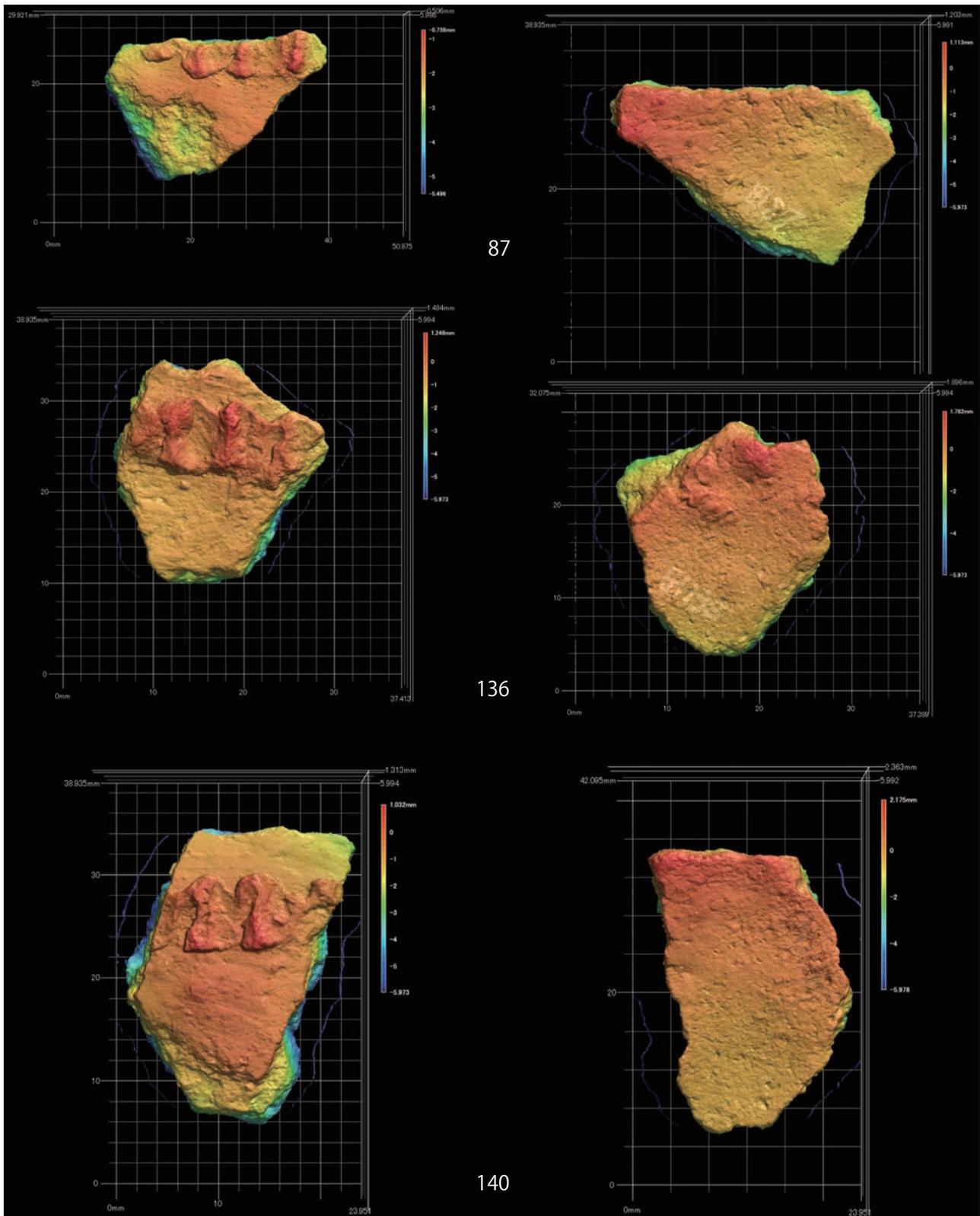
図版 30 田沢遺跡出土土器の 3D データ

Plate 30 3D data of potteries excavated from the Tazawa site



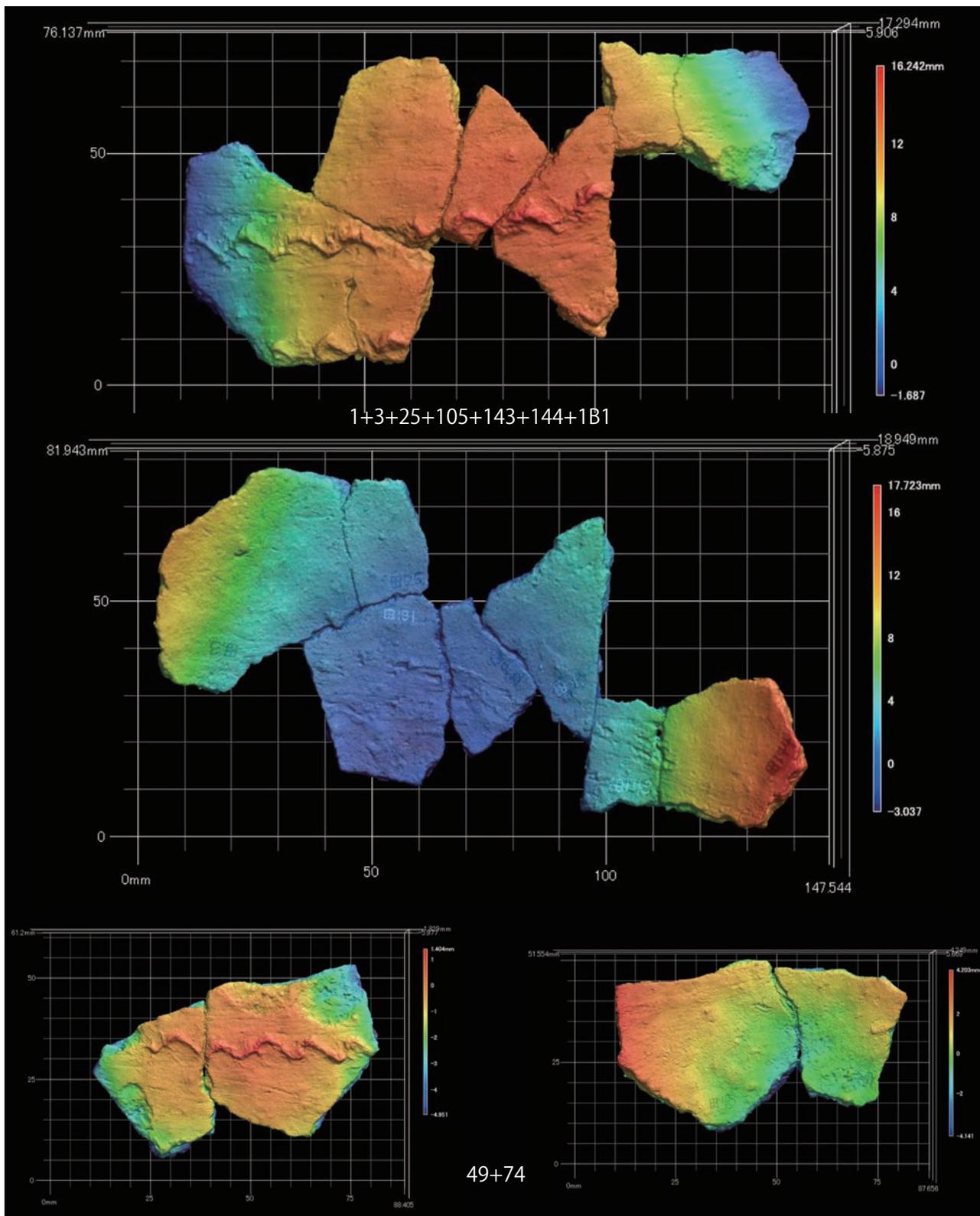
図版 31 田沢遺跡出土土器の 3D データ

Plate 31 3D data of potteries excavated from the Tazawa site



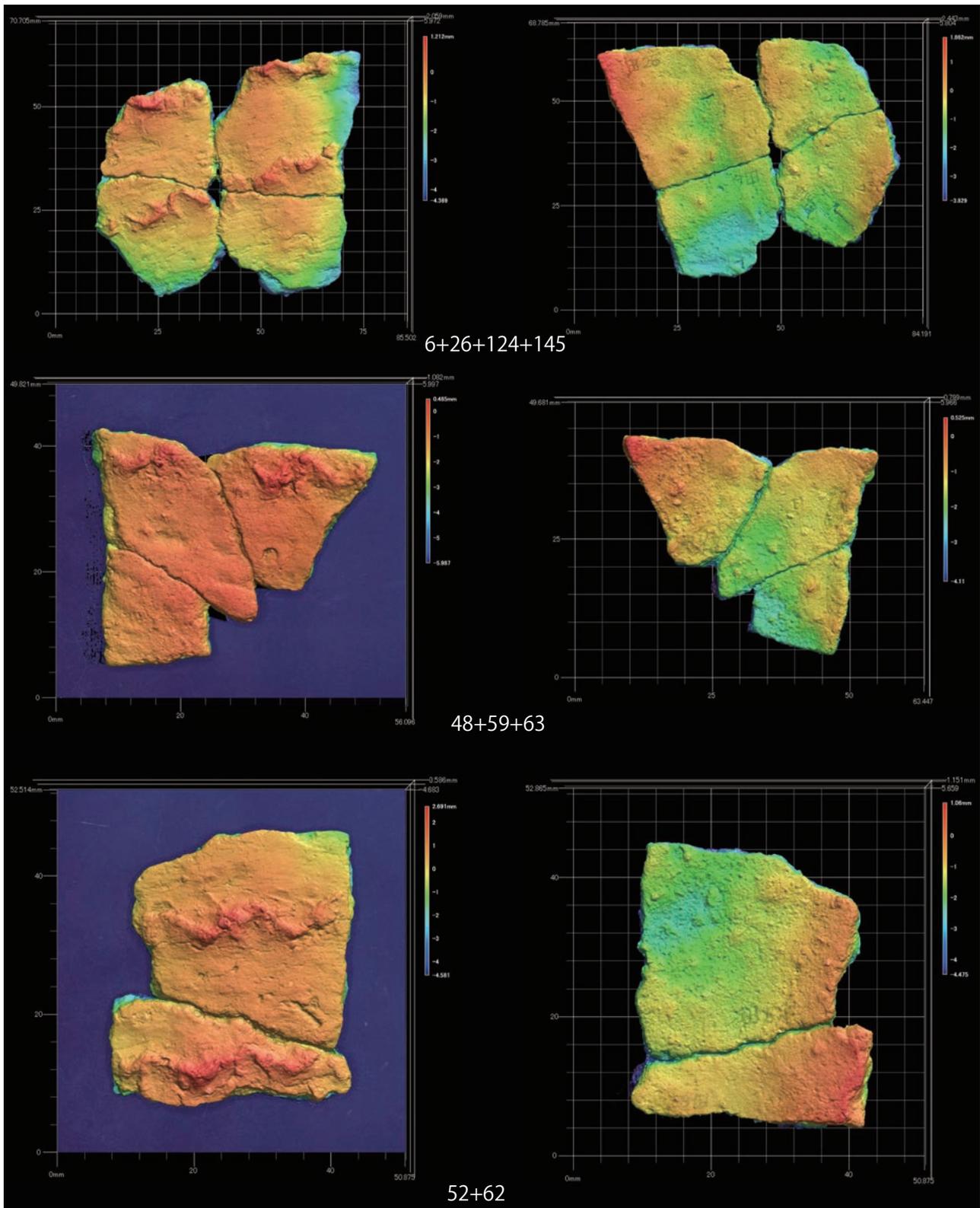
図版 32 田沢遺跡出土土器の 3D データ

Plate 32 3D data of potteries excavated from the Tazawa site



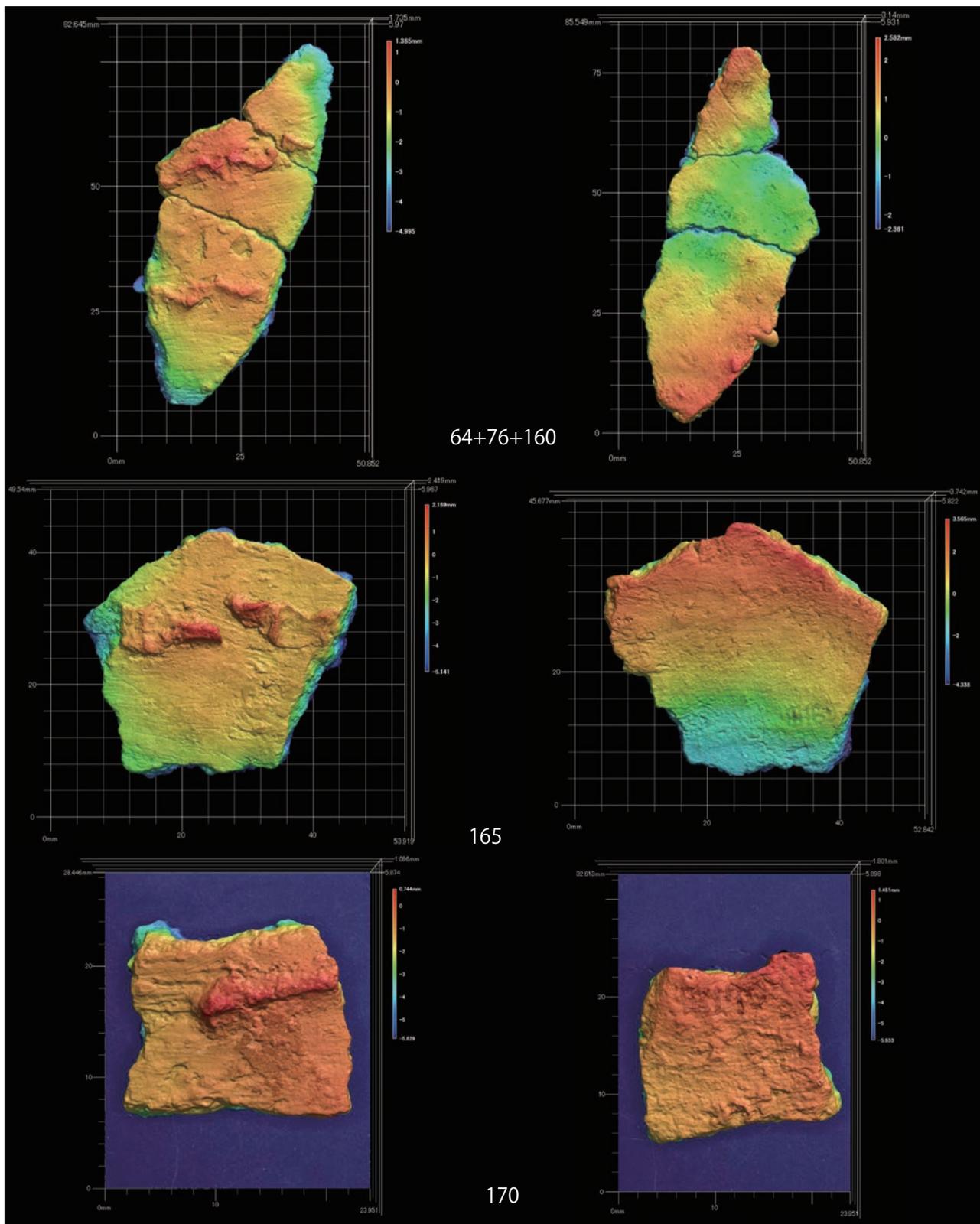
図版 33 田沢遺跡出土土器の 3D データ

Plate 33 3D data of potteries excavated from the Tazawa site



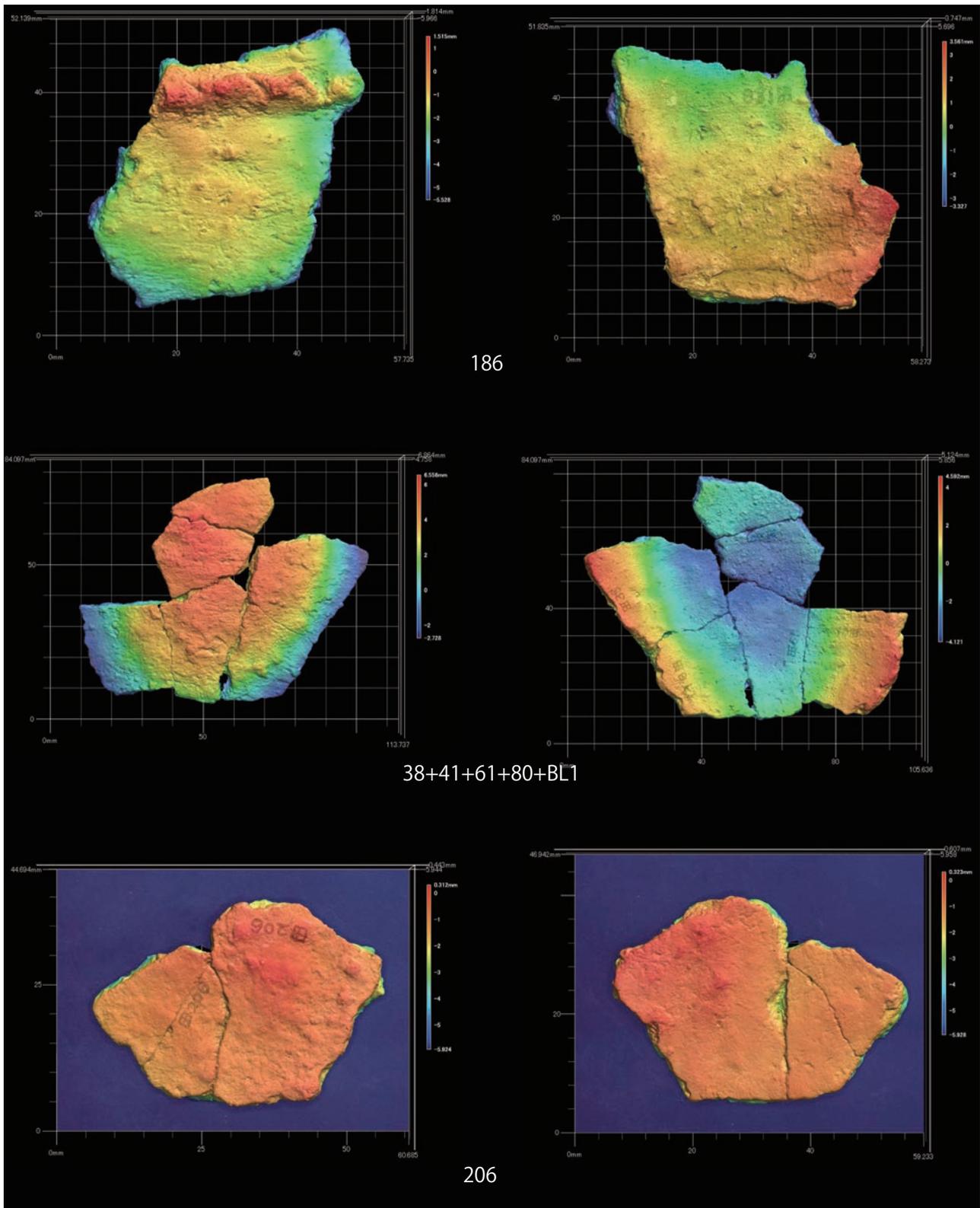
図版 34 田沢遺跡出土土器の 3D データ

Plate 34 3D data of potteries excavated from the Tazawa site



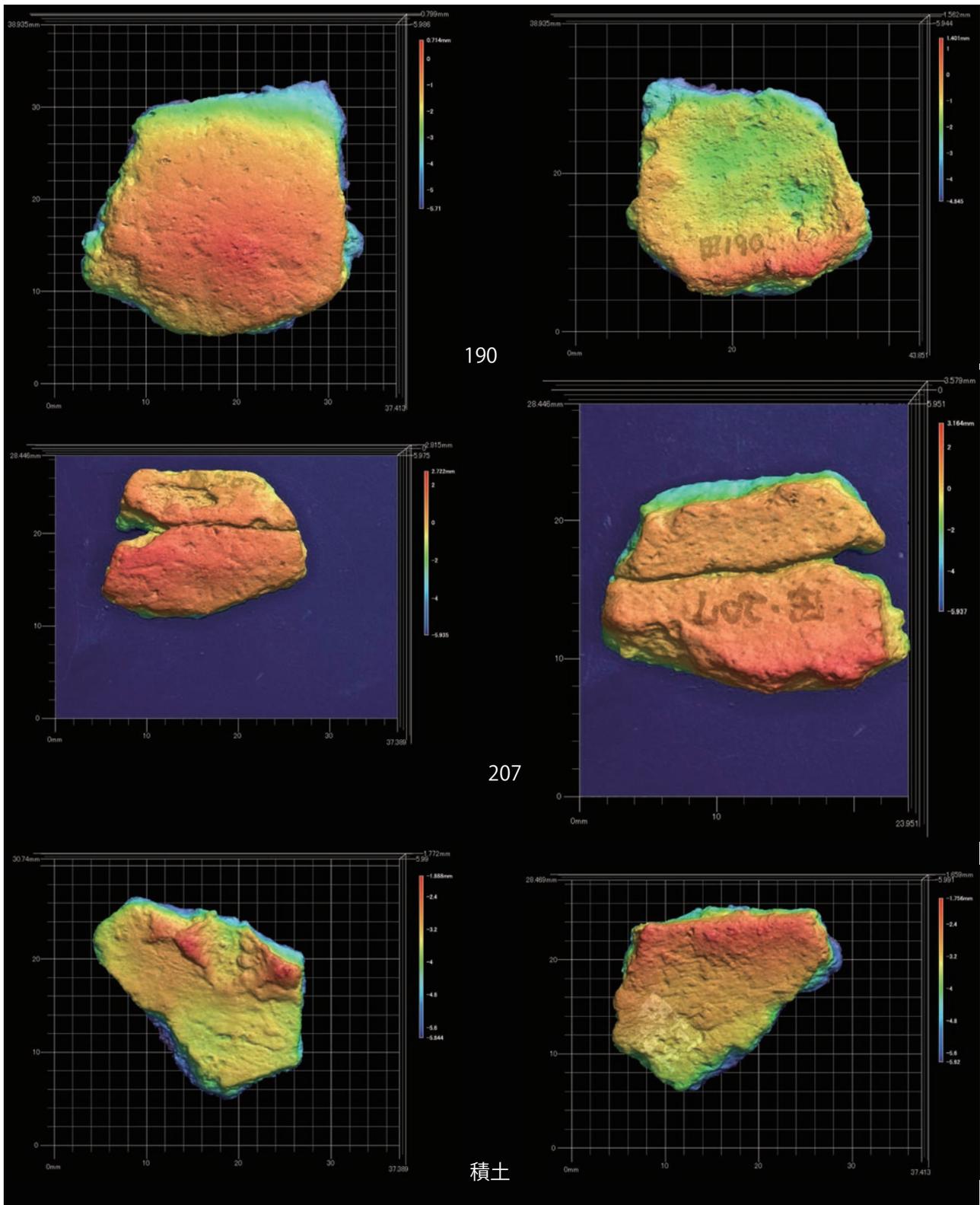
図版 35 田沢遺跡出土土器の 3D データ

Plate35 3D data of potteries excavated from the Tazawa site

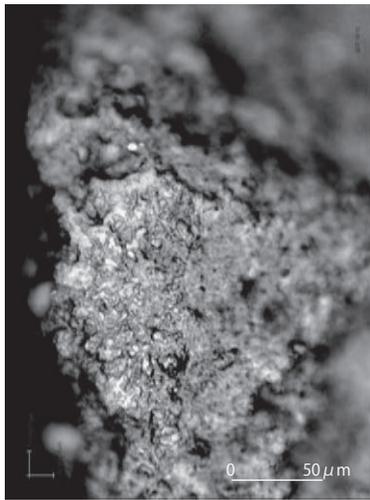


図版 36 田沢遺跡出土土器の 3D データ

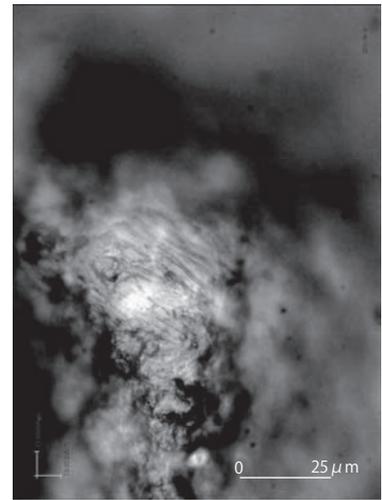
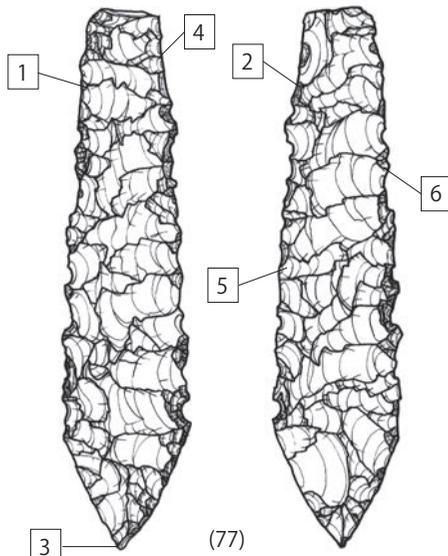
Plate 36 3D data of potteries excavated from the Tazawa site



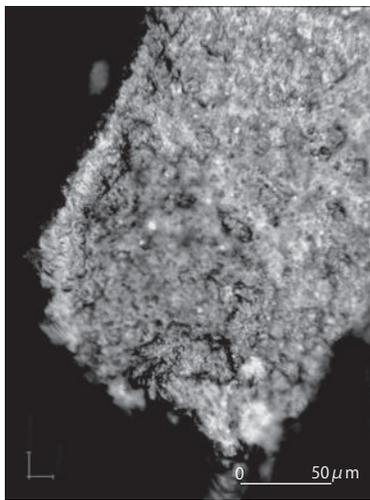
図版 37 田沢遺跡出土土器の 3D データ  
Plate 37 3D data of potteries excavated from the Tazawa site



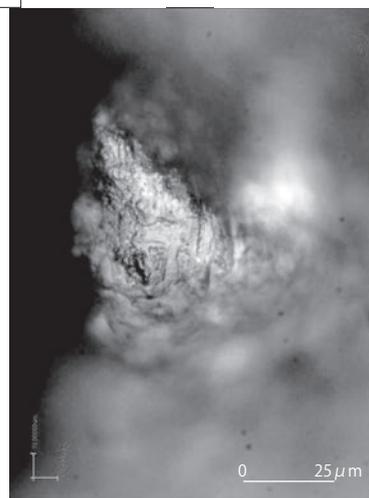
1 パッチ状の光沢面 (200×)



2 直交の線状痕と光沢 (400×)



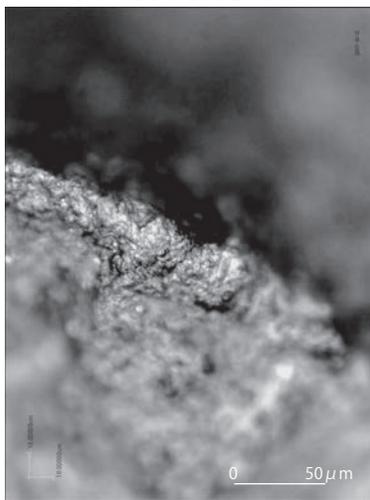
3 直交の線状痕と光沢面 (200×)



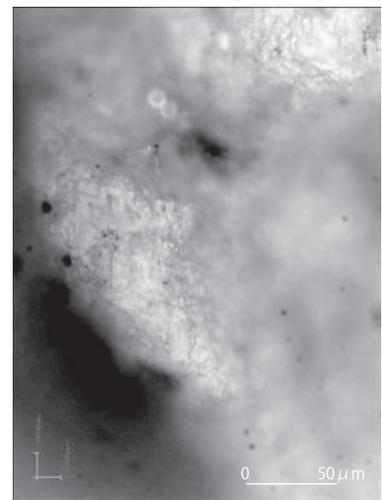
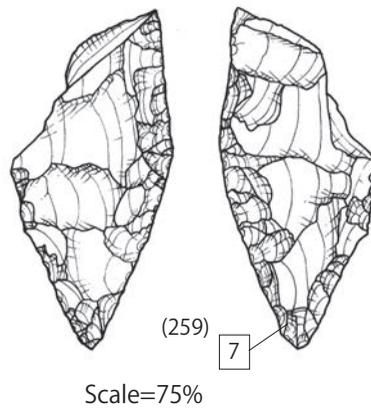
4 平行の線状痕と光沢 (400×)



5 平行の線状痕と光沢 (200×)



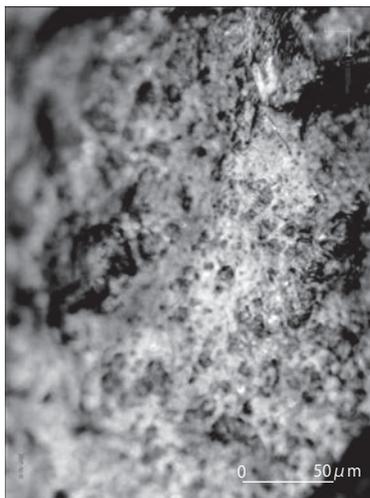
6 平行の線状痕と光沢面 (200×)



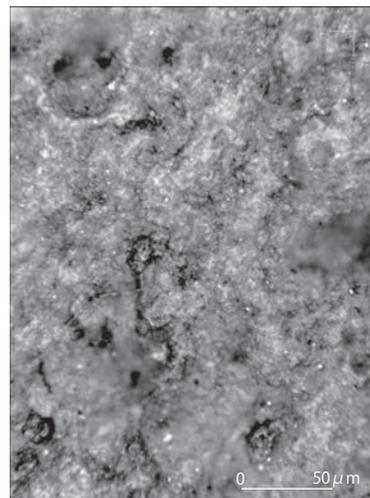
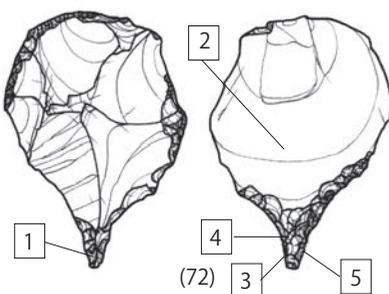
7 平行の線状痕と光沢 (200×)

図版 38 田沢遺跡出土石器の使用痕

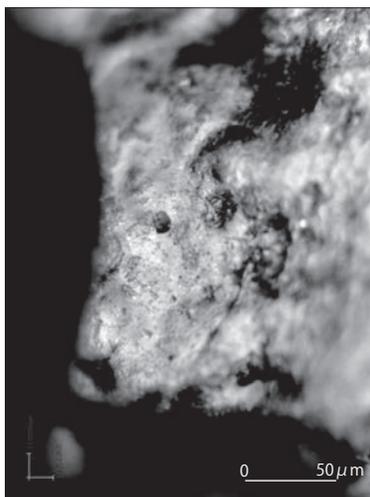
Plate 38 Use-wear of Lithic artifacts excavated from the Tazawa site



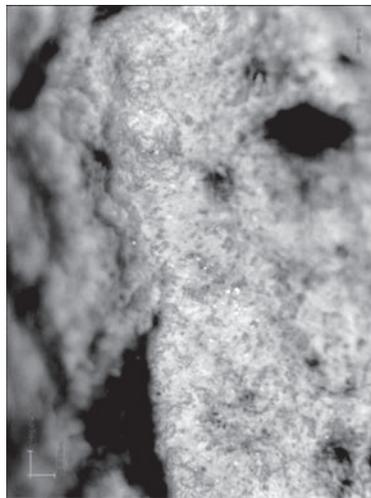
1 パティナ状の光沢面 (200×)



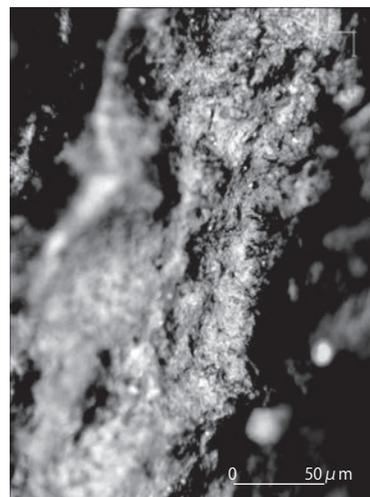
2 光沢なし (200×)



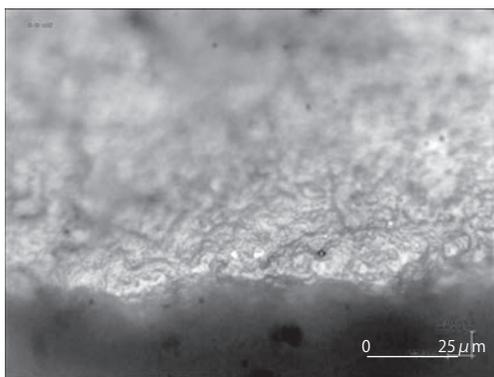
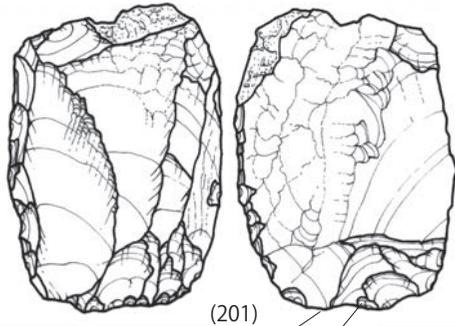
3 パティナ状の光沢面 (200×)



4 パティナ状の光沢面 (200×)

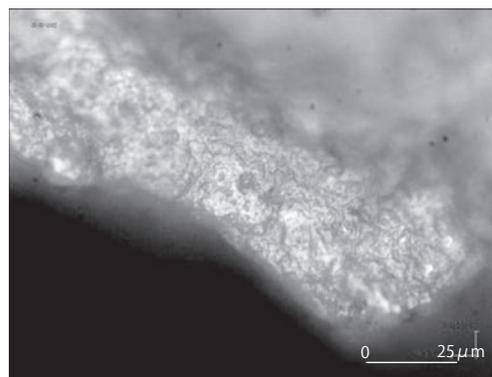


5 パティナ状の光沢面 (200×)



6 直交の線状痕と光沢面 (400×)

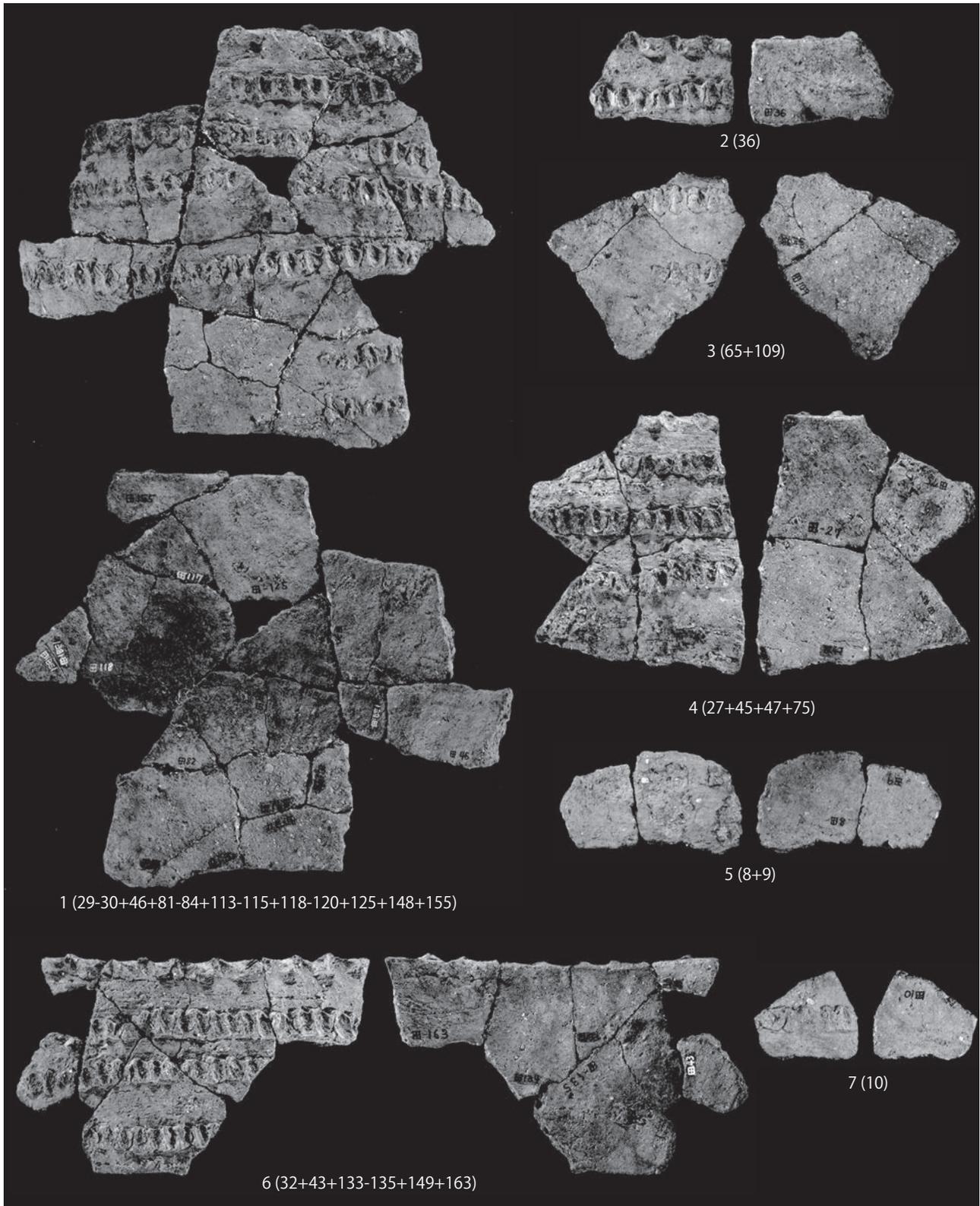
Scale=75%



7 直交の線状痕と光沢 (400×)

図版 39 田沢遺跡出土石器の使用痕

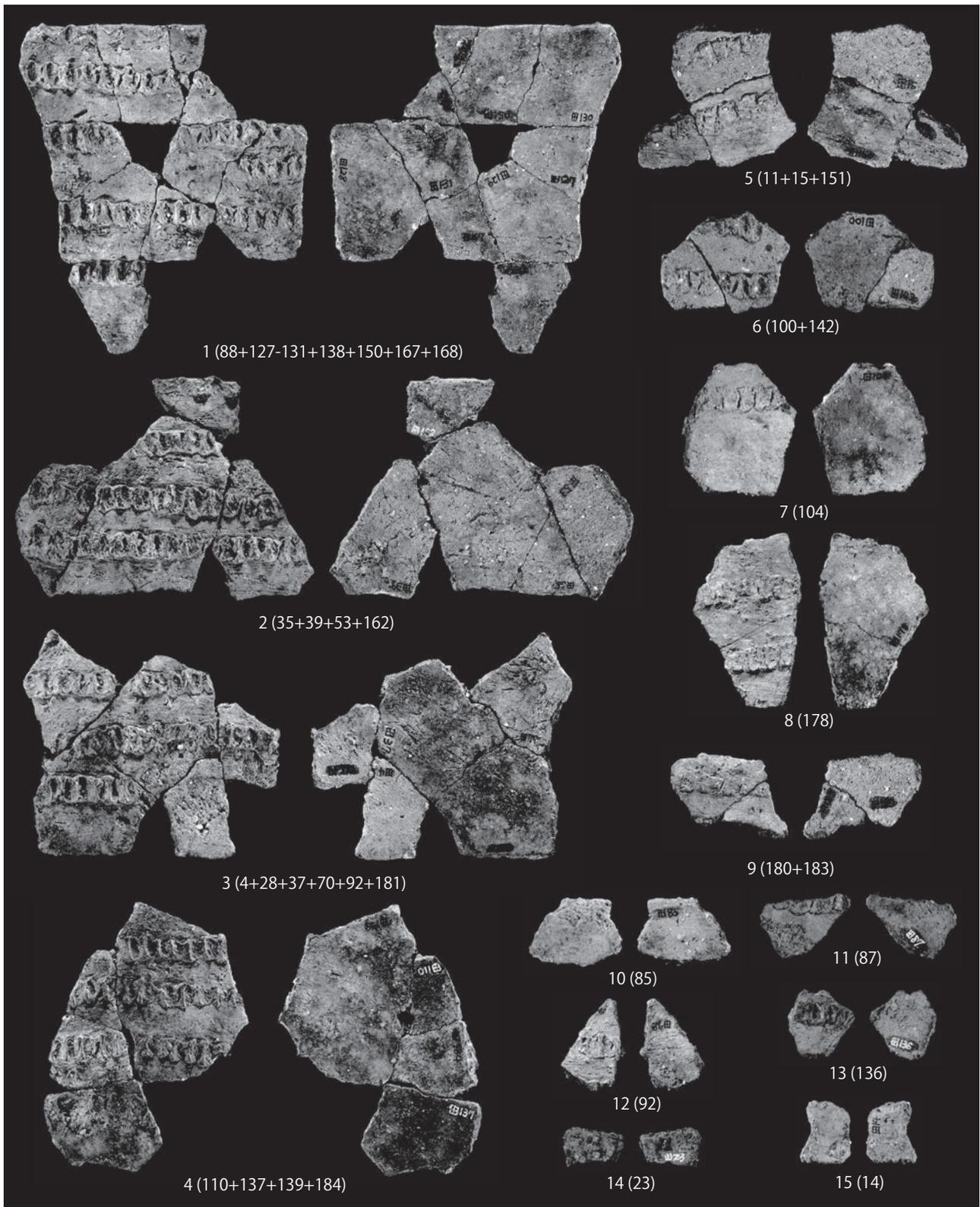
Plate 39 Use-wear of Lithic artifacts excavated from the Tazawa site



写真図版 1 田沢遺跡出土土器

Scale=50%

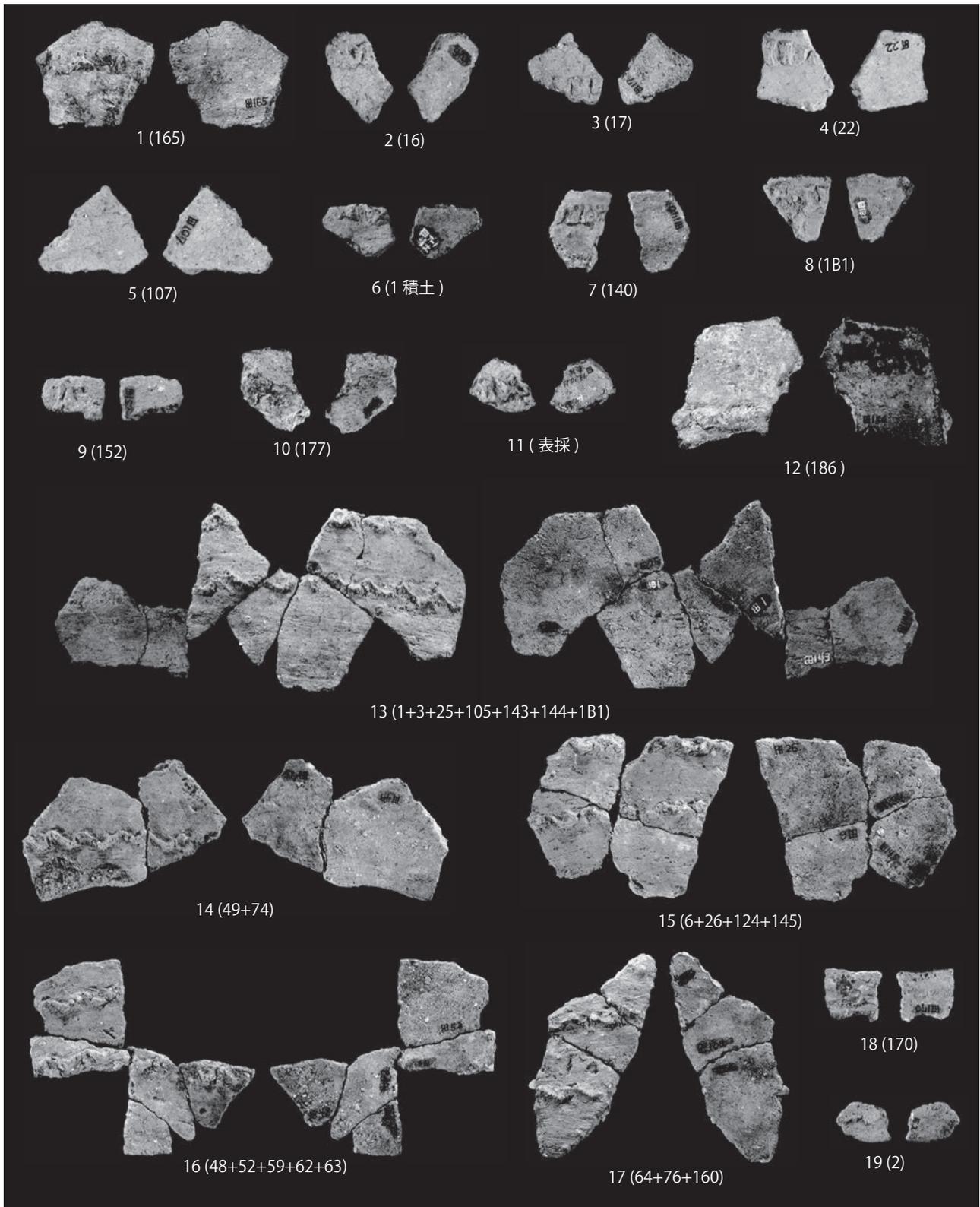
Photo plate 1: Potteries excavated from the Tazawa site



写真図版 2 田沢遺跡出土土器

Scale=50%

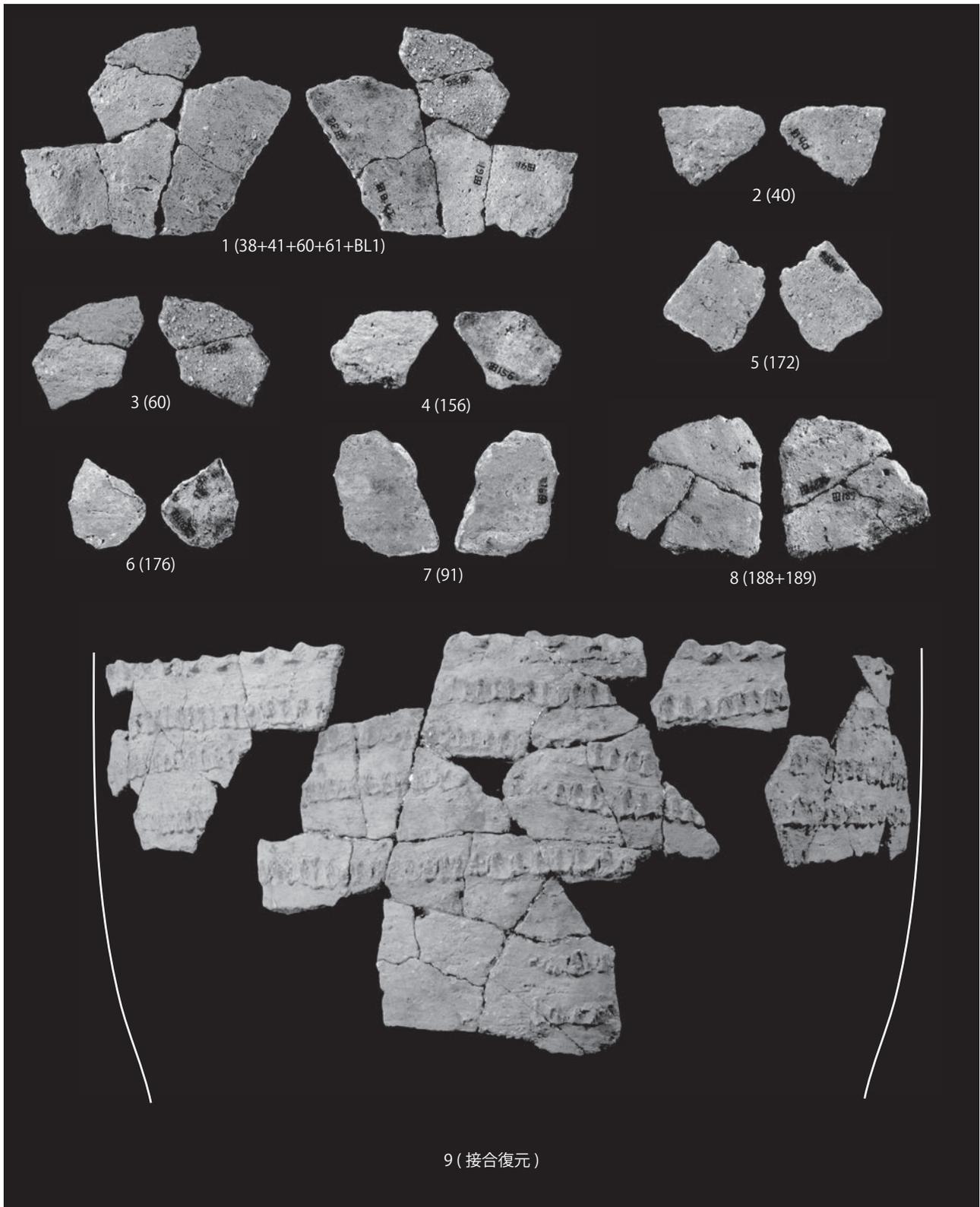
Photo plate 2: Potteries excavated from the Tazawa site



写真図版 3 田沢遺跡出土土器

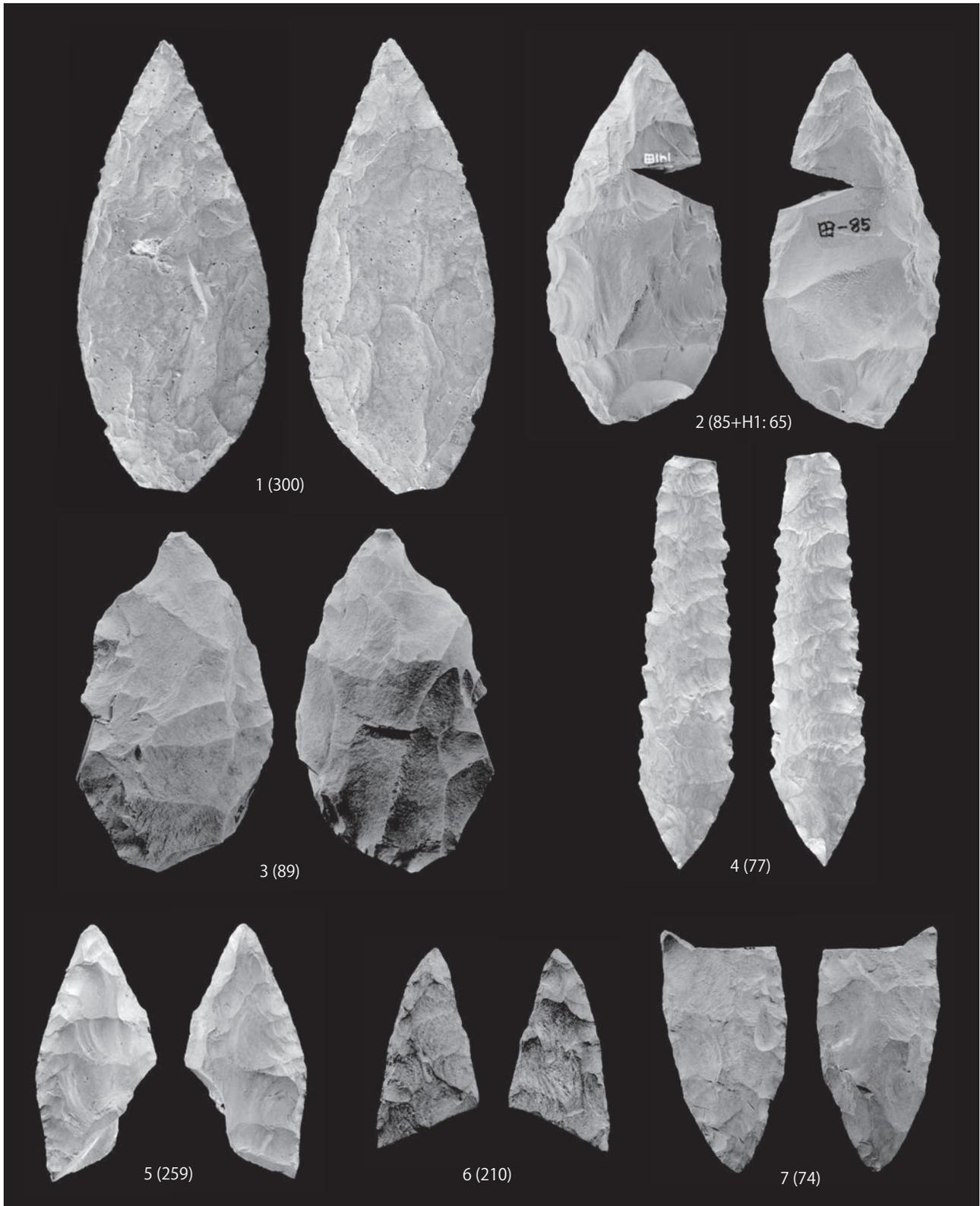
Scale=50%

Photo plate: 3: Potteries excavated from the Tazawa site



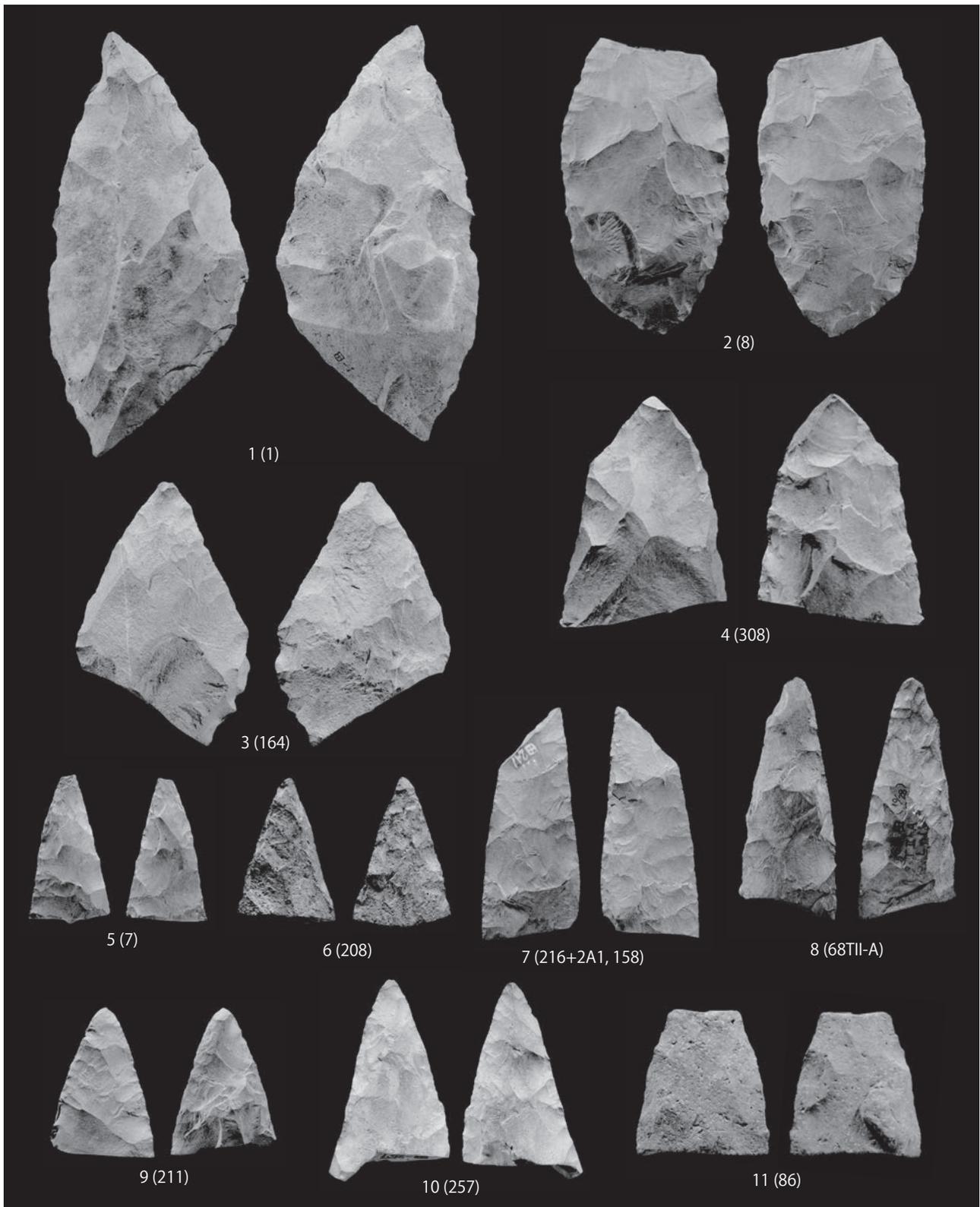
写真図版 4 田沢遺跡出土土器  
Photo plate: 4: Potteries excavated from the Tazawa site

Scale=50%



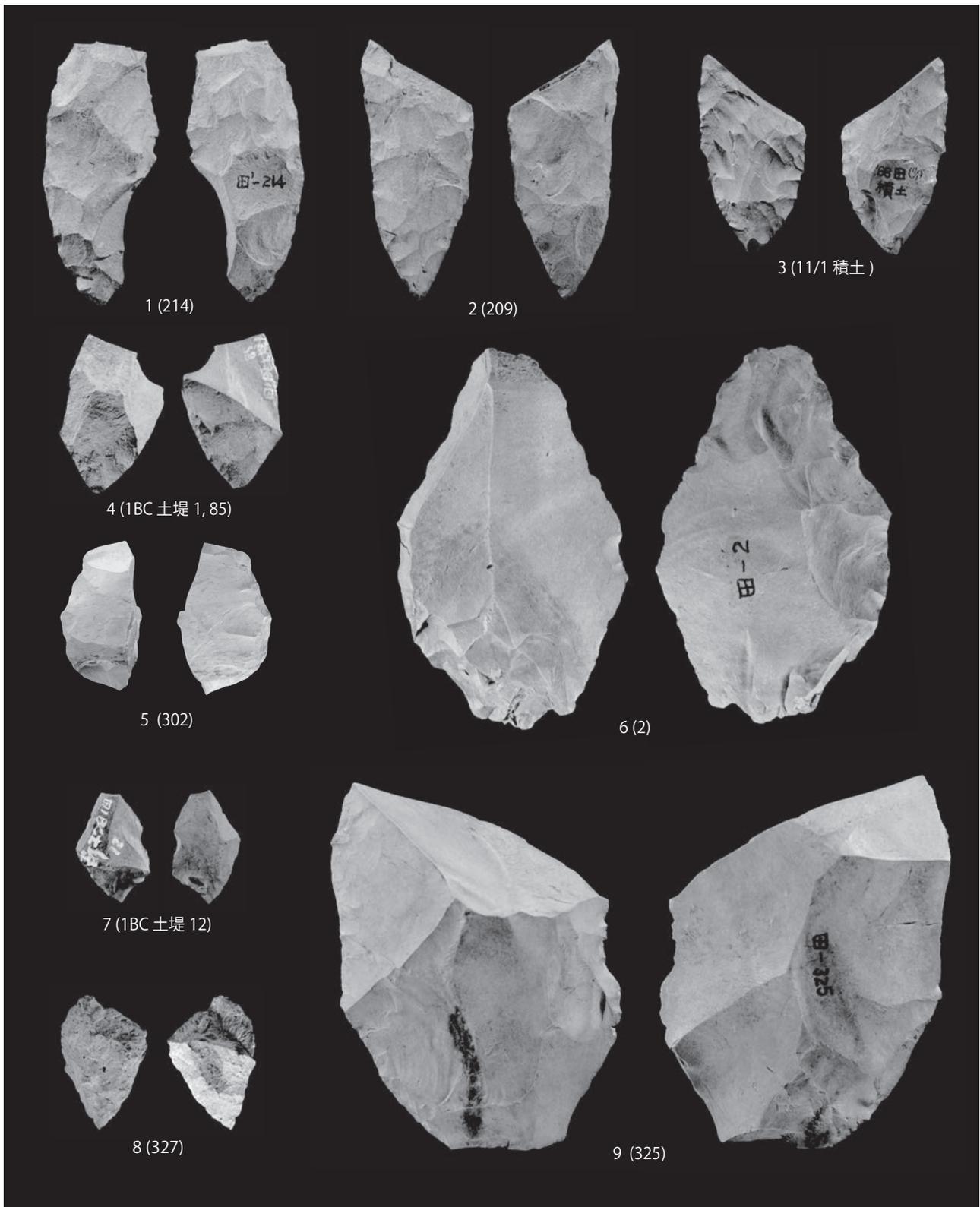
写真図版 5 田沢遺跡出土尖頭器  
Photo pate 5: Points excavated from the Tazawa site

Scale=75%



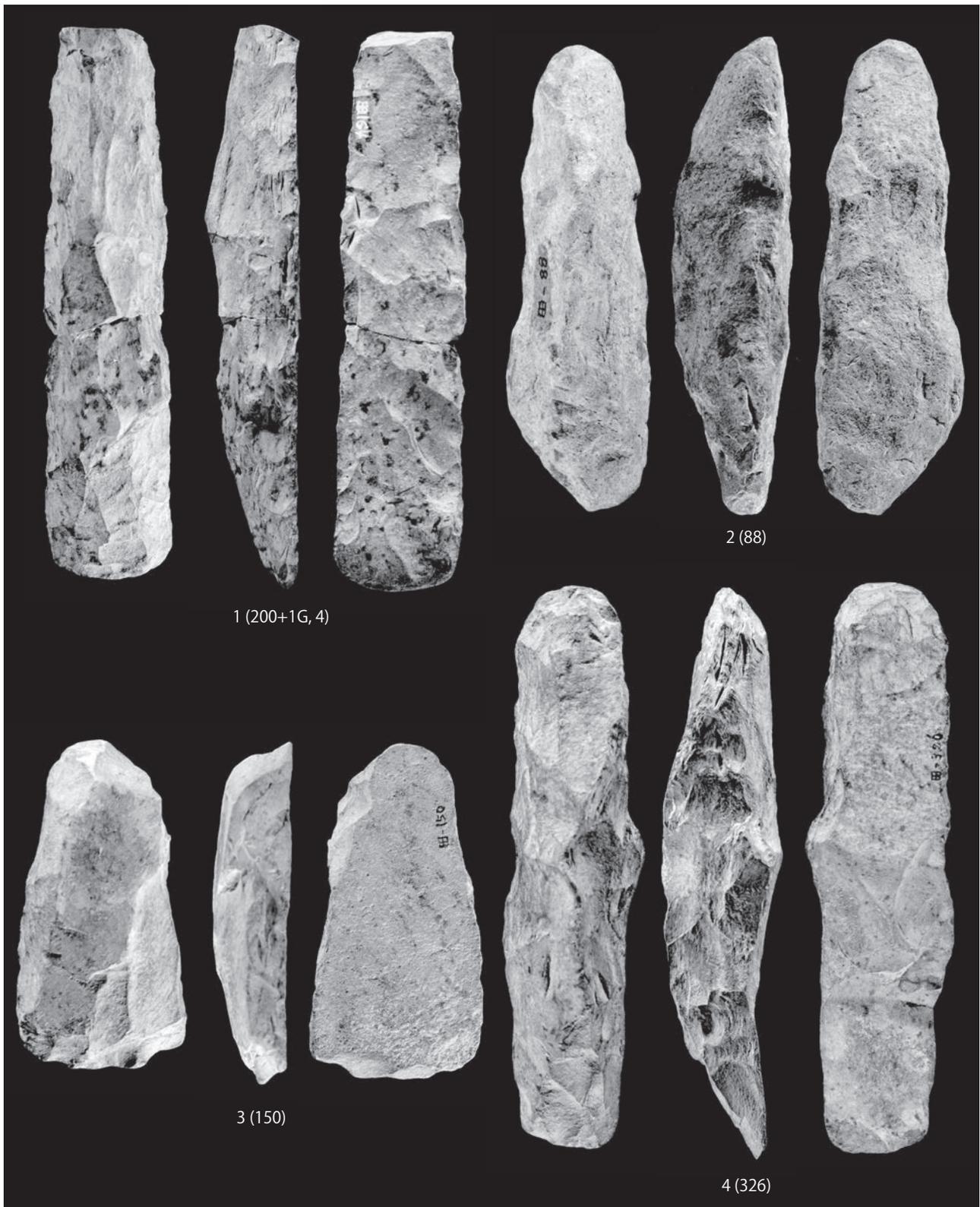
写真図版 6 田沢遺跡出土尖頭器  
 Photo plate 6: Points excavated from the Tazawa site

Scale=75%



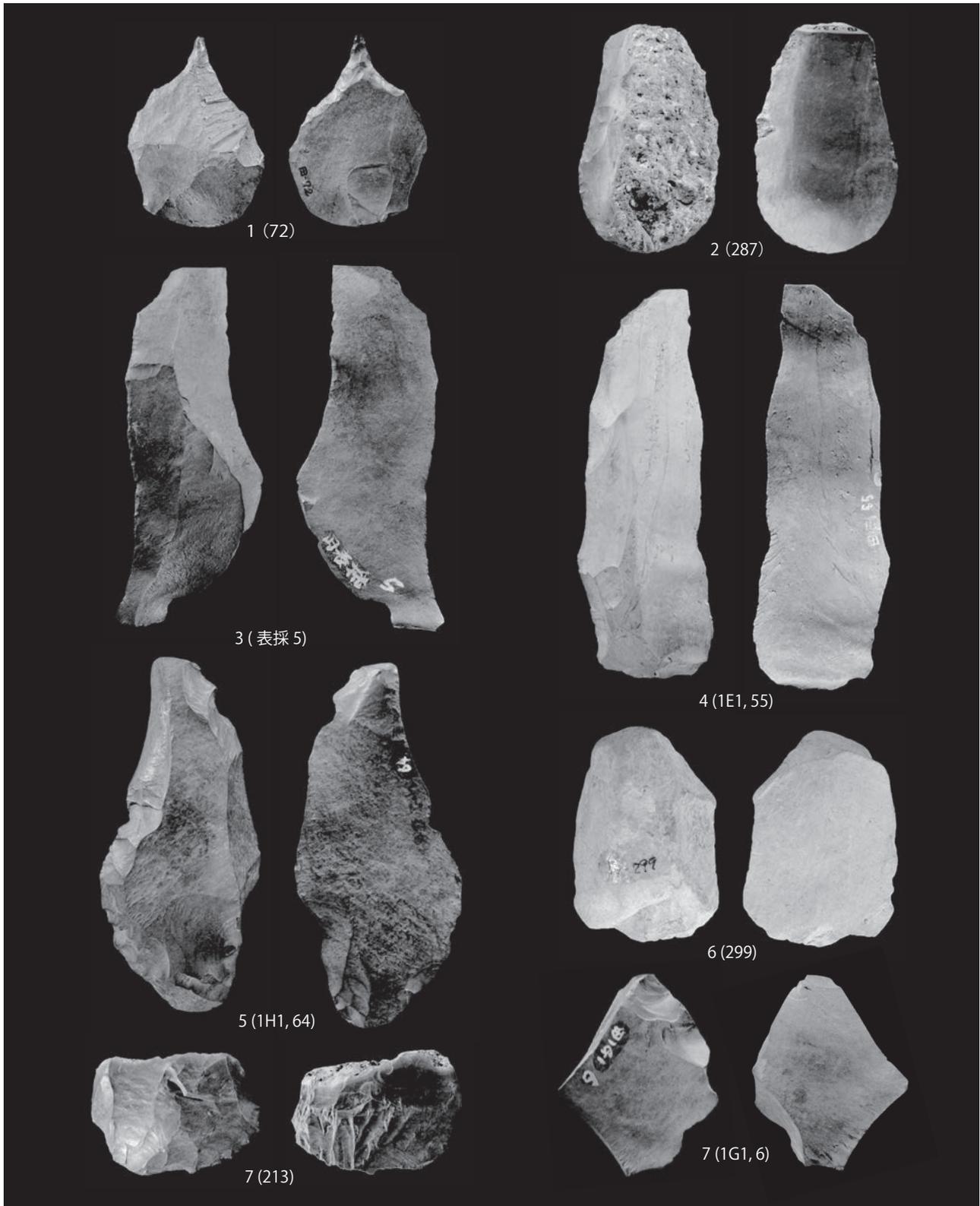
写真図版 7 田沢遺跡出土尖頭器  
Photo plate 7: Points excavated from the Tazawa site

Scale=75%



写真図版 8 田沢遺跡出土石斧  
 Photo plate 8: Axes excavated from the Tazawa site

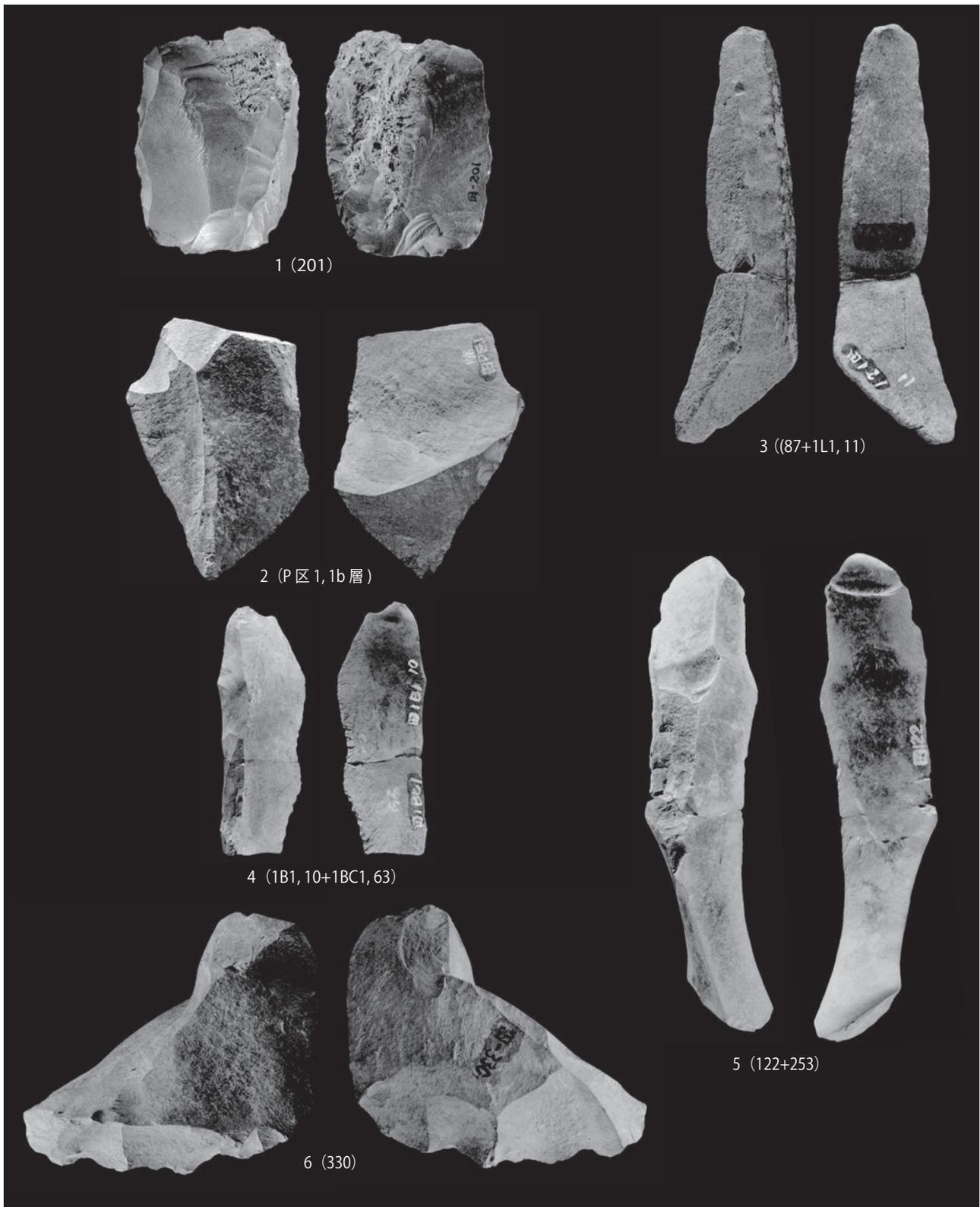
Scale=75%



写真図版 9 田沢遺跡出土ツール

Scale=75%

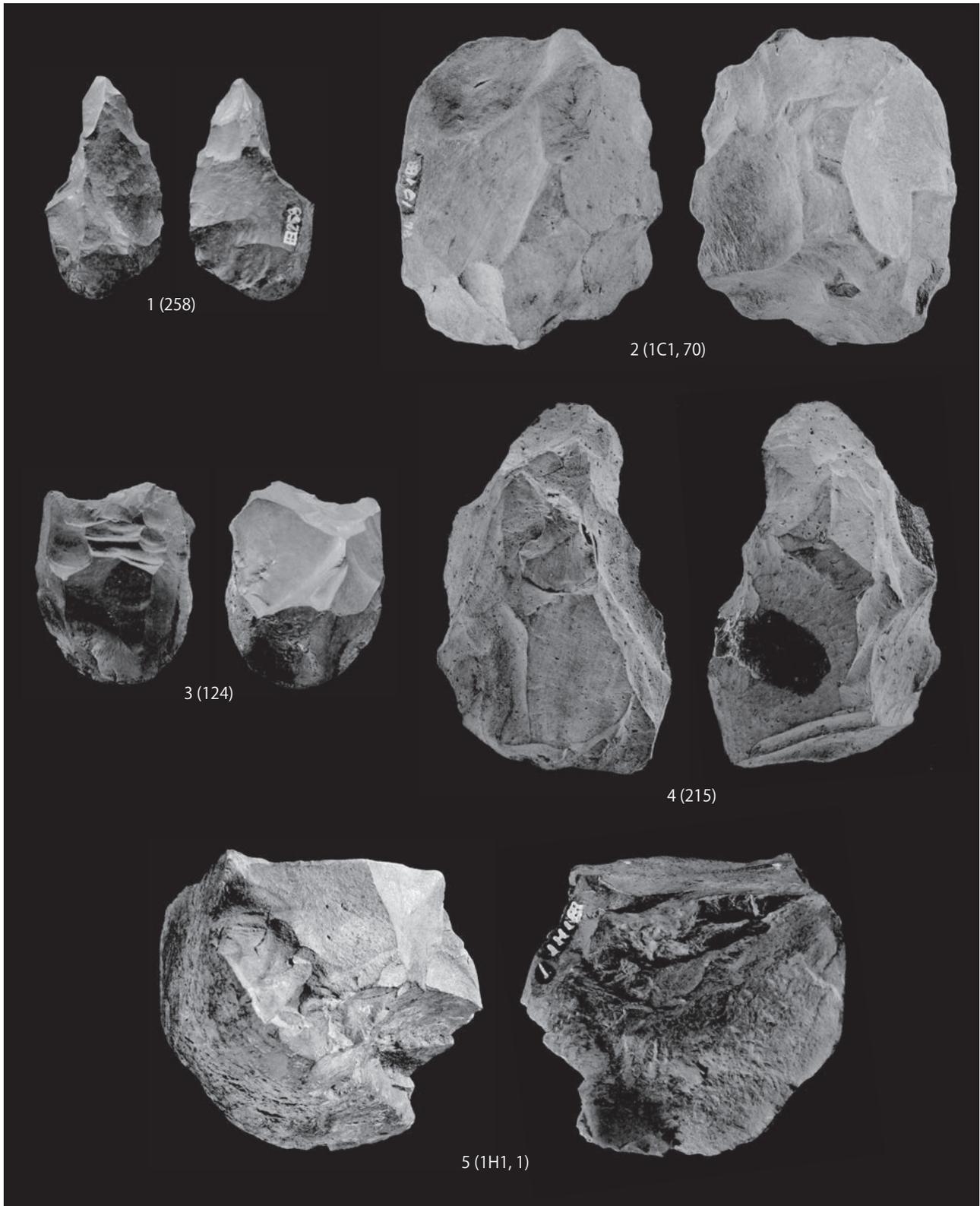
Photo plate 9: Lithic tools excavated from the Tazawa site



写真図版 10 田沢遺跡出土ツール

Scale=75%

Photo plate 10: Lithic tools excavated from the Tazawa site



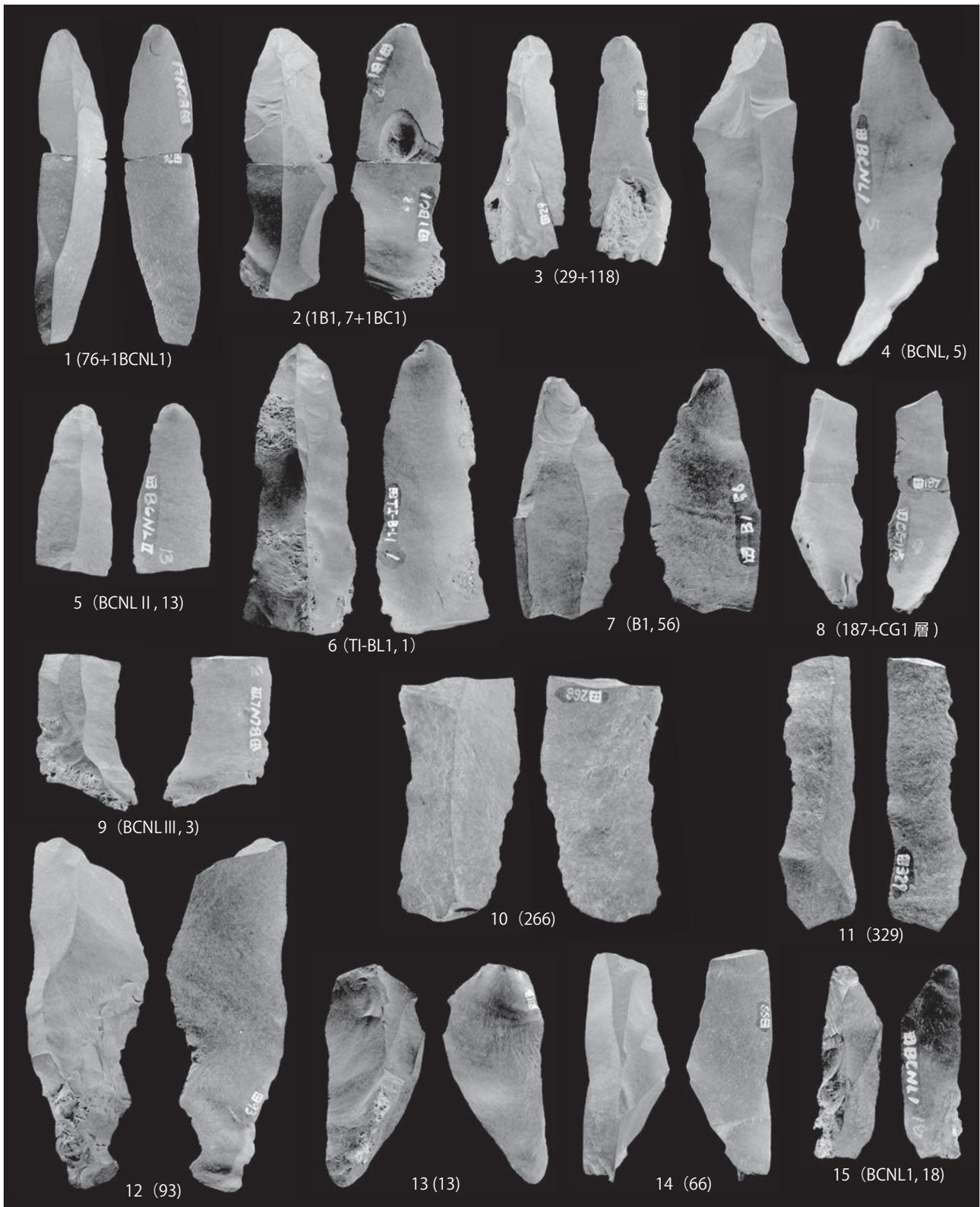
写真図版 11 田沢遺跡出土石核  
Photo plate 11: Cores excavated from the Tazawa site

Scale=75%



写真図版 12 田沢遺跡出土石核  
Photo plate 12: Cores excavated from the Tazawa site

Scale=75%



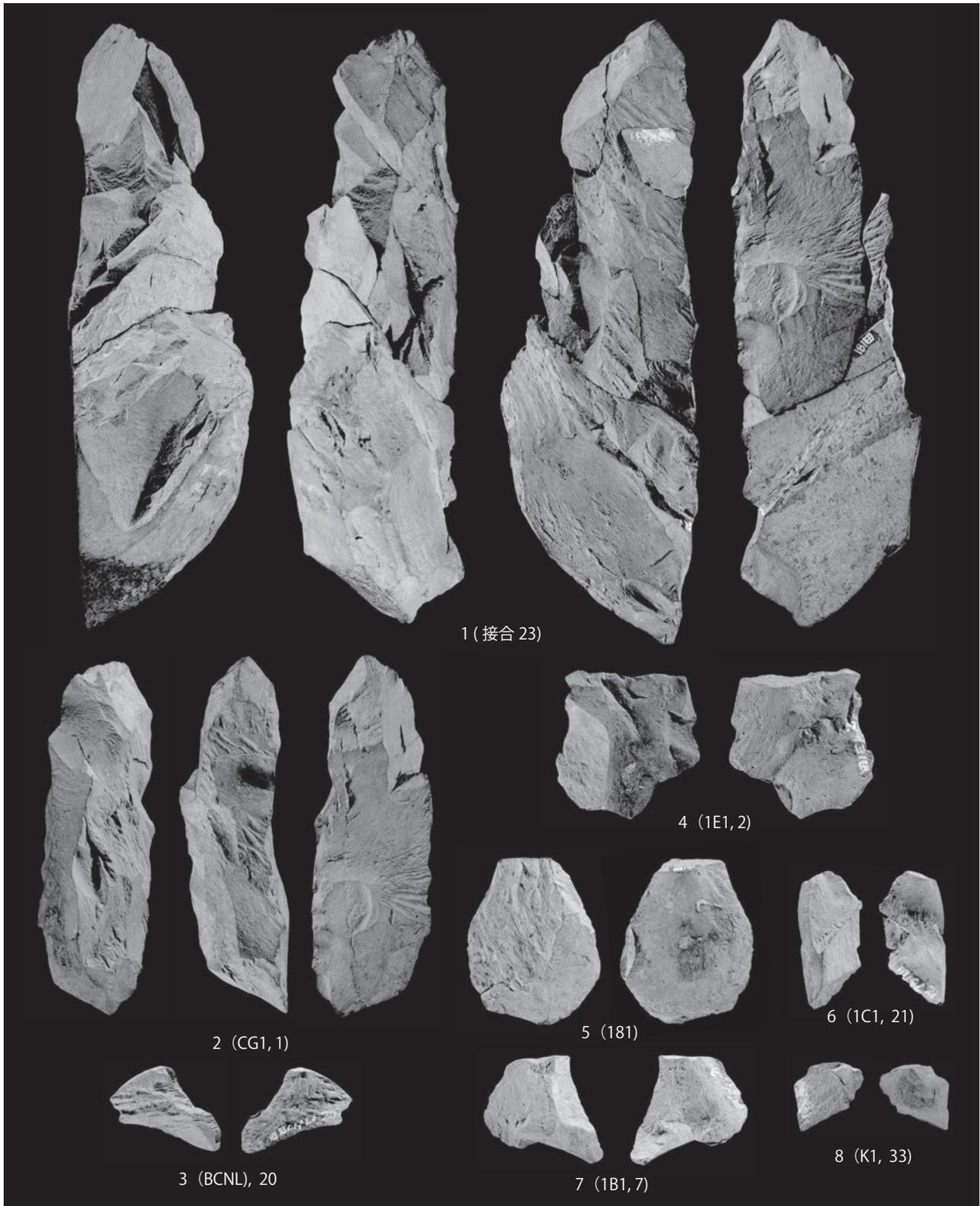
写真図版 13 田沢遺跡出土縦長剥片

Scale=75%

Photo plate 13: Blades excavated from the Tazawa site



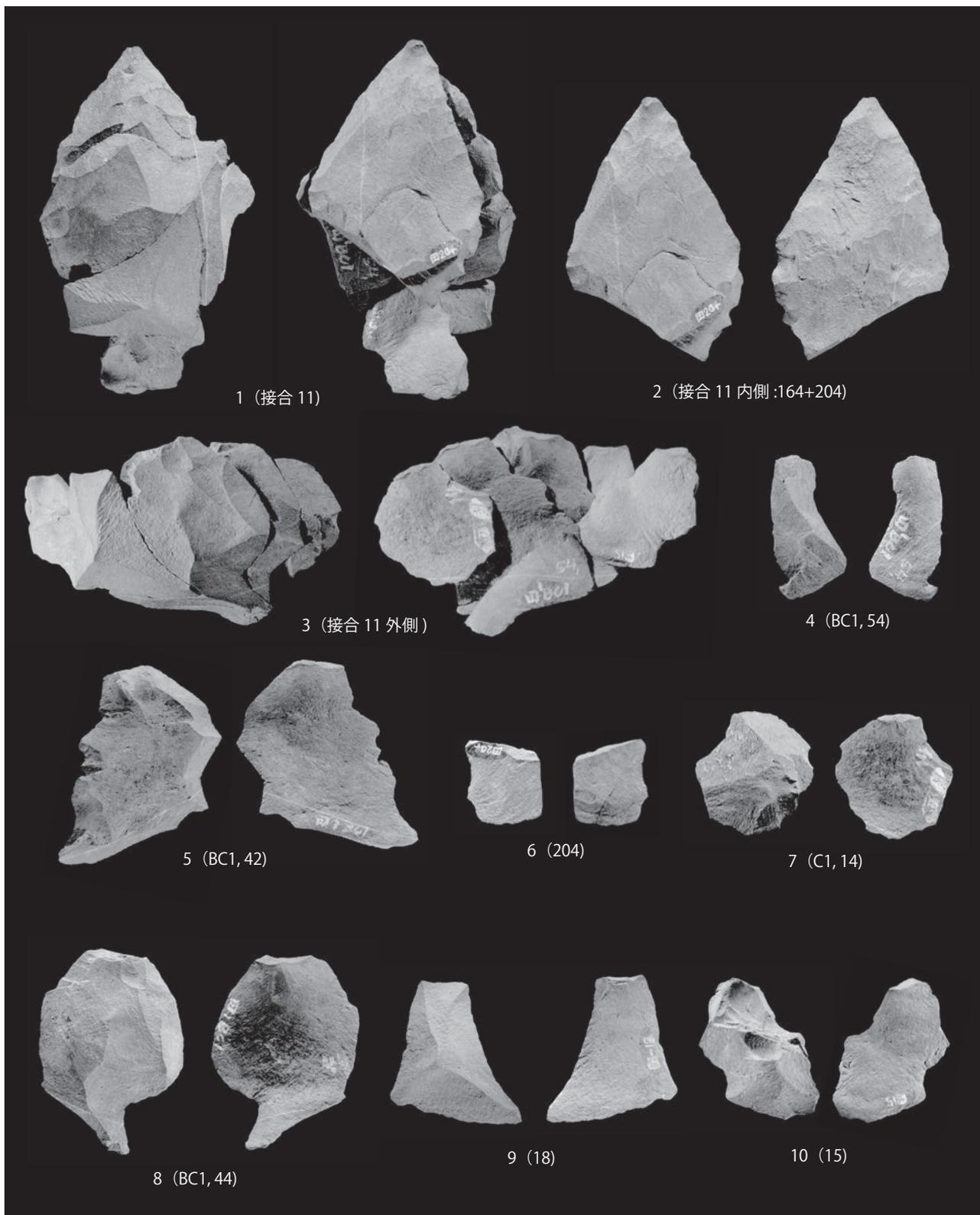
写真図版 14 田沢遺跡出土接合資料 24、25、31 Scale=75%  
Photo plate 14 : Refitted materials no. 24, 25 and 31 excavated from the Tazawa site



写真図版 15 田沢遺跡出土接合資料 23

Scale=50%

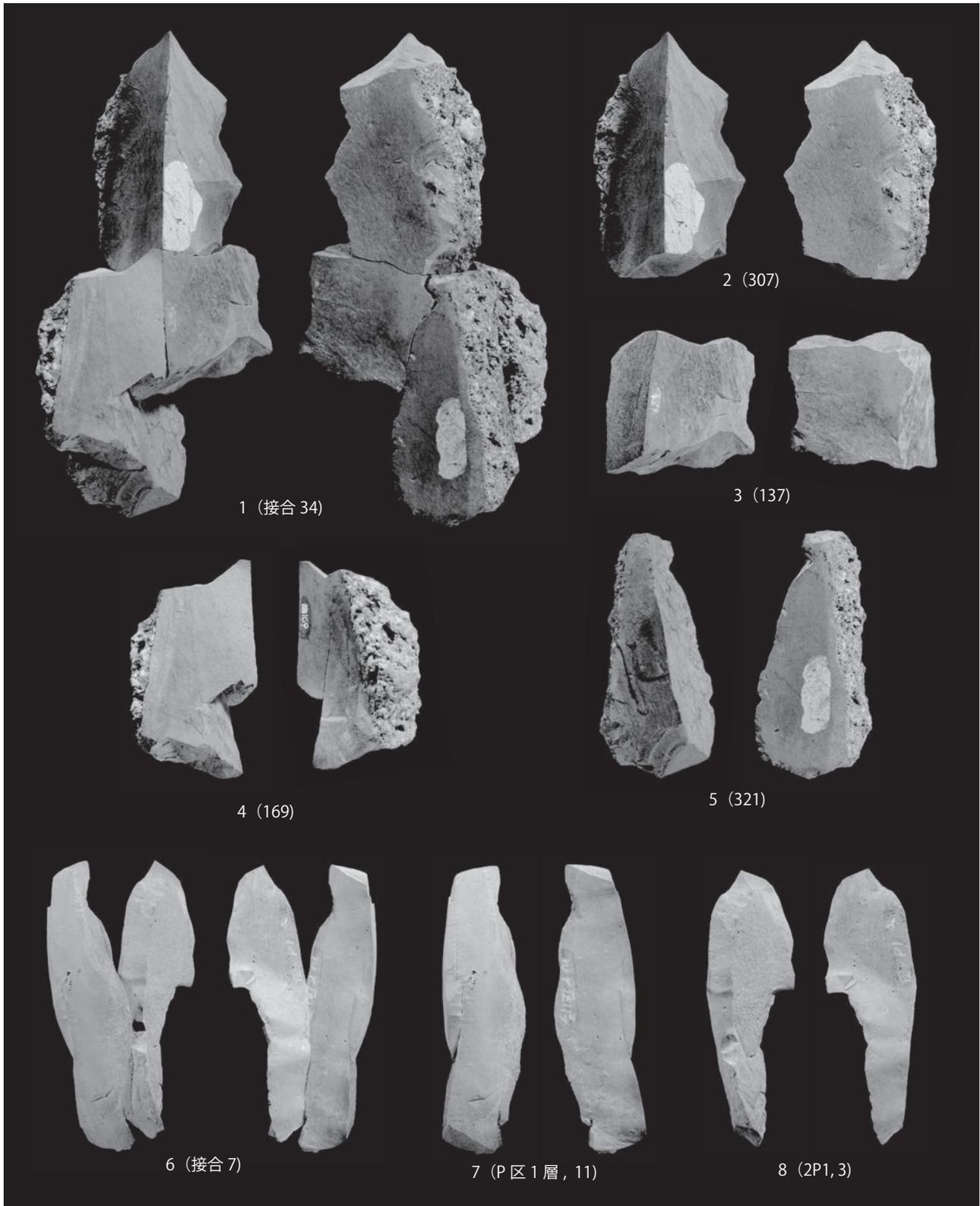
Photo plate 15: Refitted materials no. 23 excavated from the Tazawa site



写真図版 16 田沢遺跡出土接合資料 11

Scale=75%

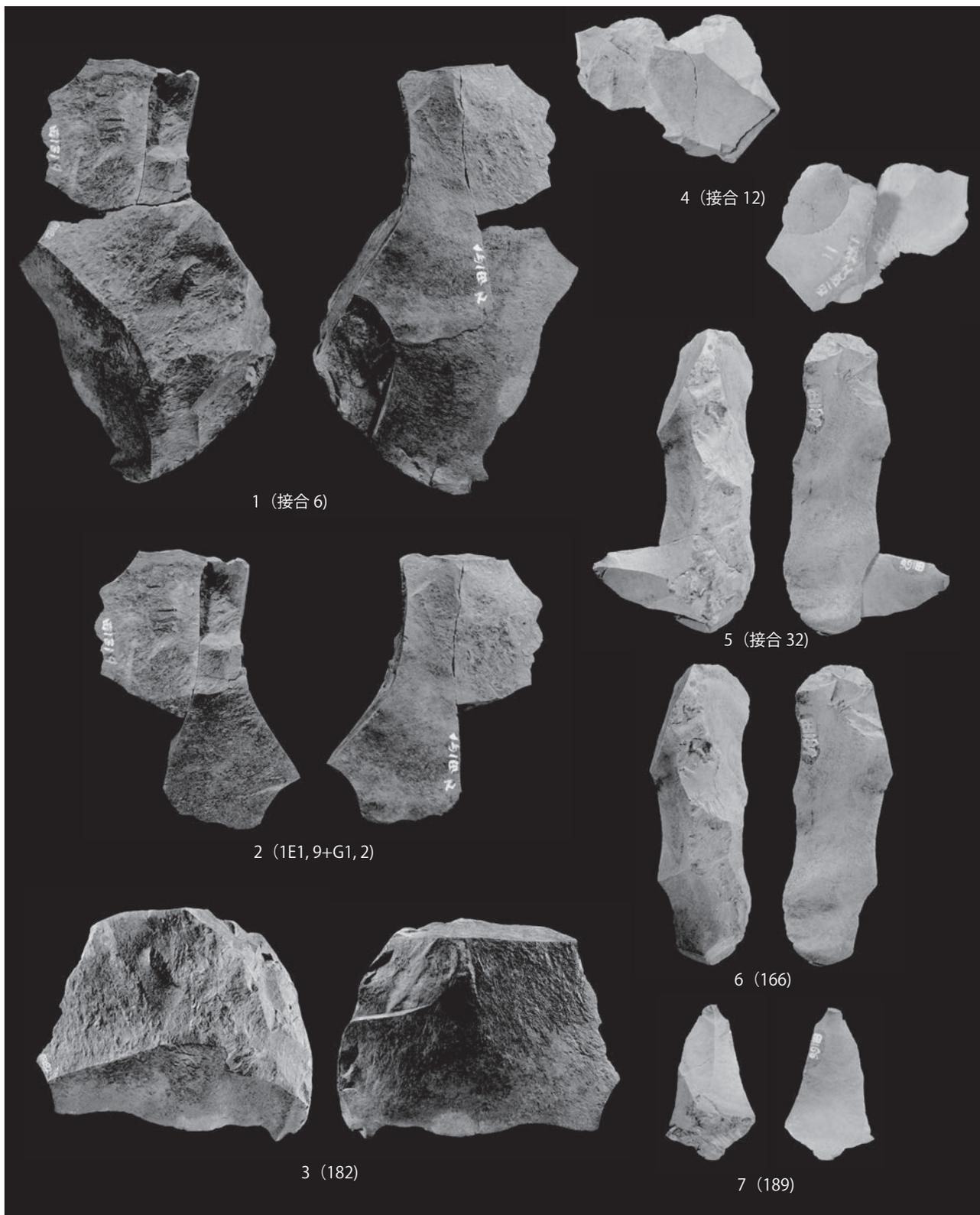
Photo plate 16: Refitted materials no. 11 excavated from the Tazawa site



写真図版 17 田沢遺跡出土接合資料 7、34

Scale=75%

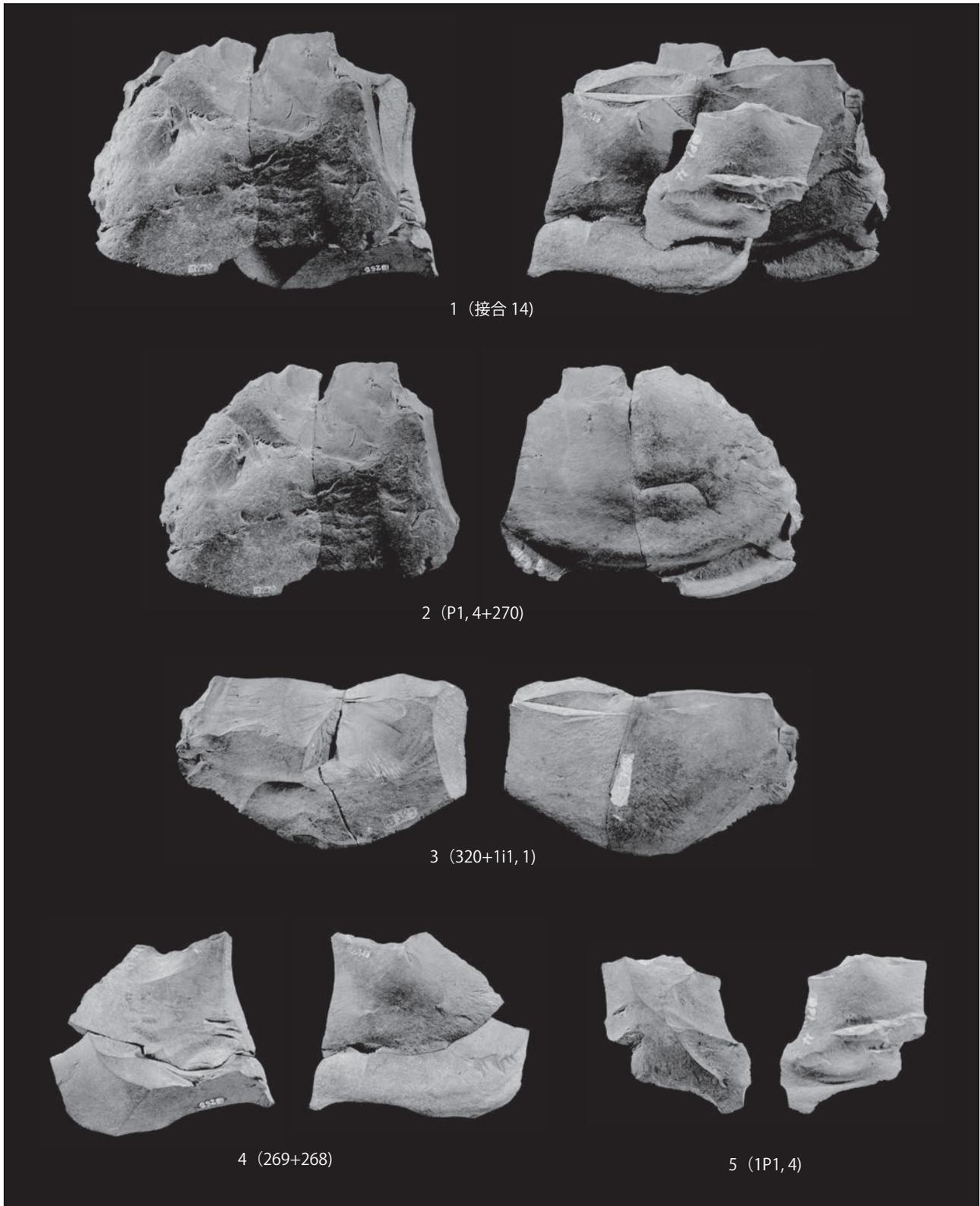
Photo plate 17: Refitted materials no. 7 and 34 excavated from the Tazawa site



写真図版 18 田沢遺跡出土接合資料 6、12、32

Scale=75%

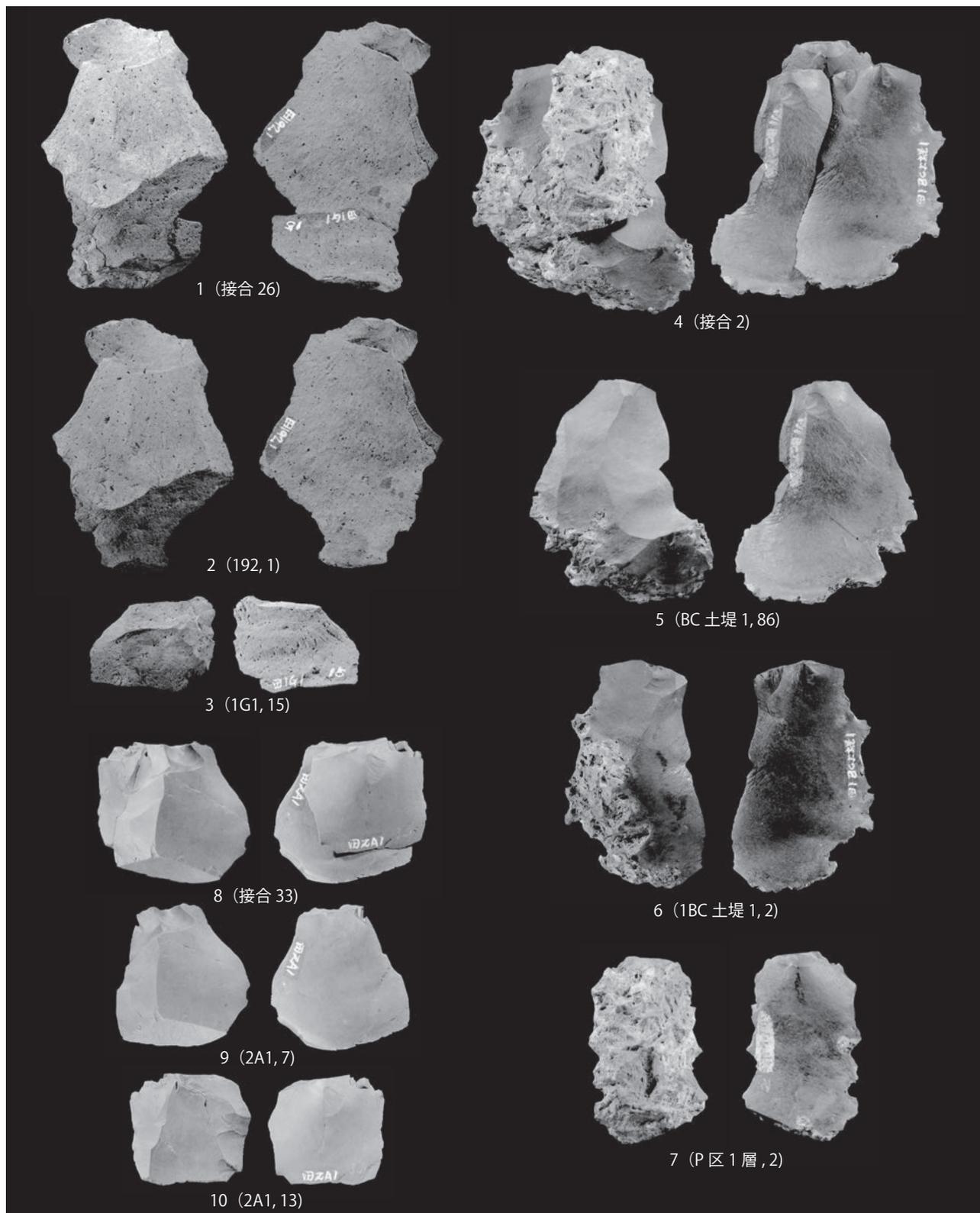
Photo plate 18: Refitted materials no. 6, 12 and 32 excavated from the Tazawa site



写真図版 19 田沢遺跡出土接合資料 14

Scale=75%

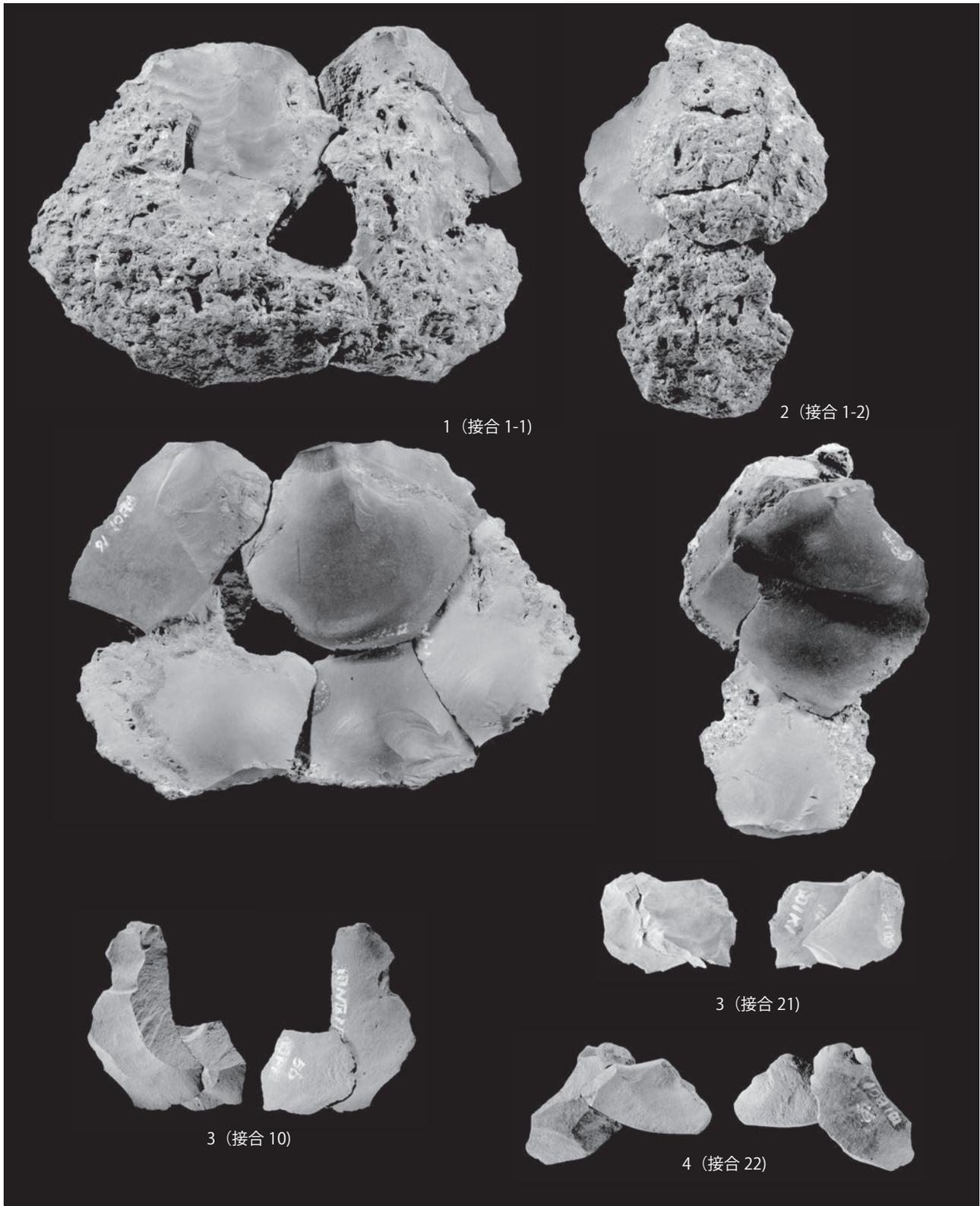
Photo plate 19: Refitted materials no.14 excavated from the Tazawa site



写真図版 20 田沢遺跡出土接合資料 2、26、33

Scale=60%

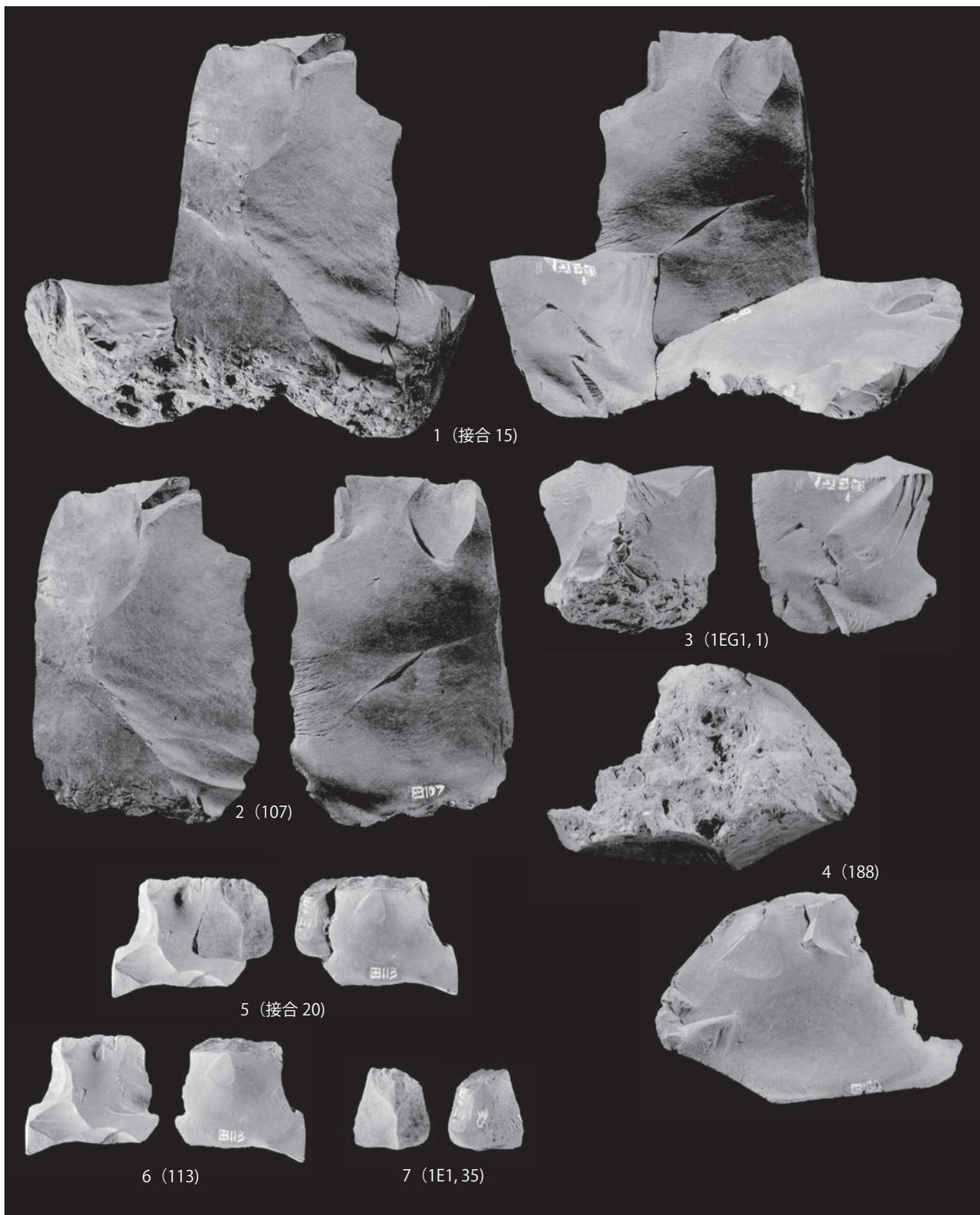
Photo plate 20: Refitted materials no.2, 26 and 33 excavated from the Tazawa site



写真図版 21 田沢遺跡出土接合資料 1、10、21、22

Scale=75%

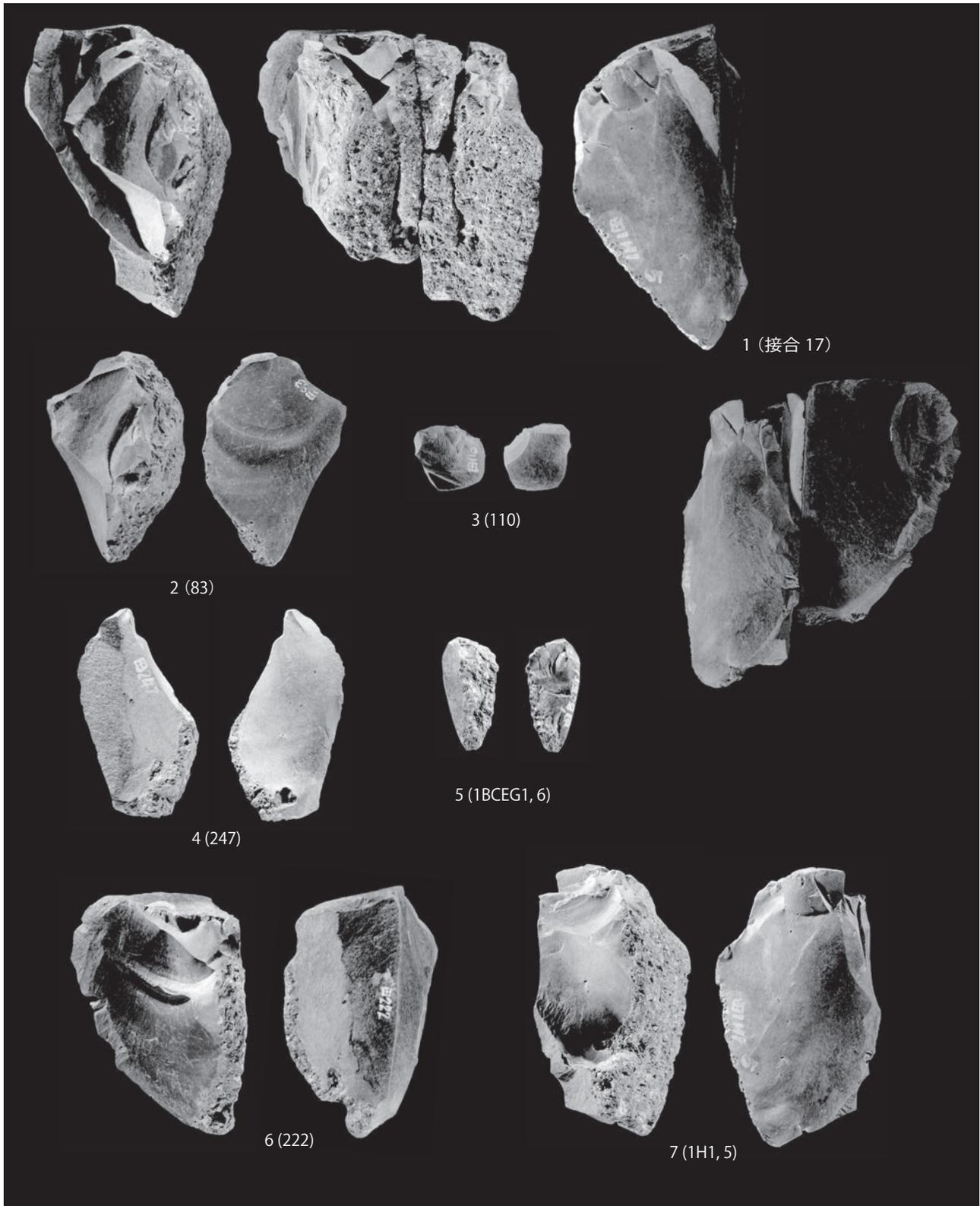
Photo plate 21: Refitted materials no.1, 10, 21, and 22 excavated from the Tazawa site



写真図版 22 田沢遺跡出土接合資料 15、20

Scale=75%

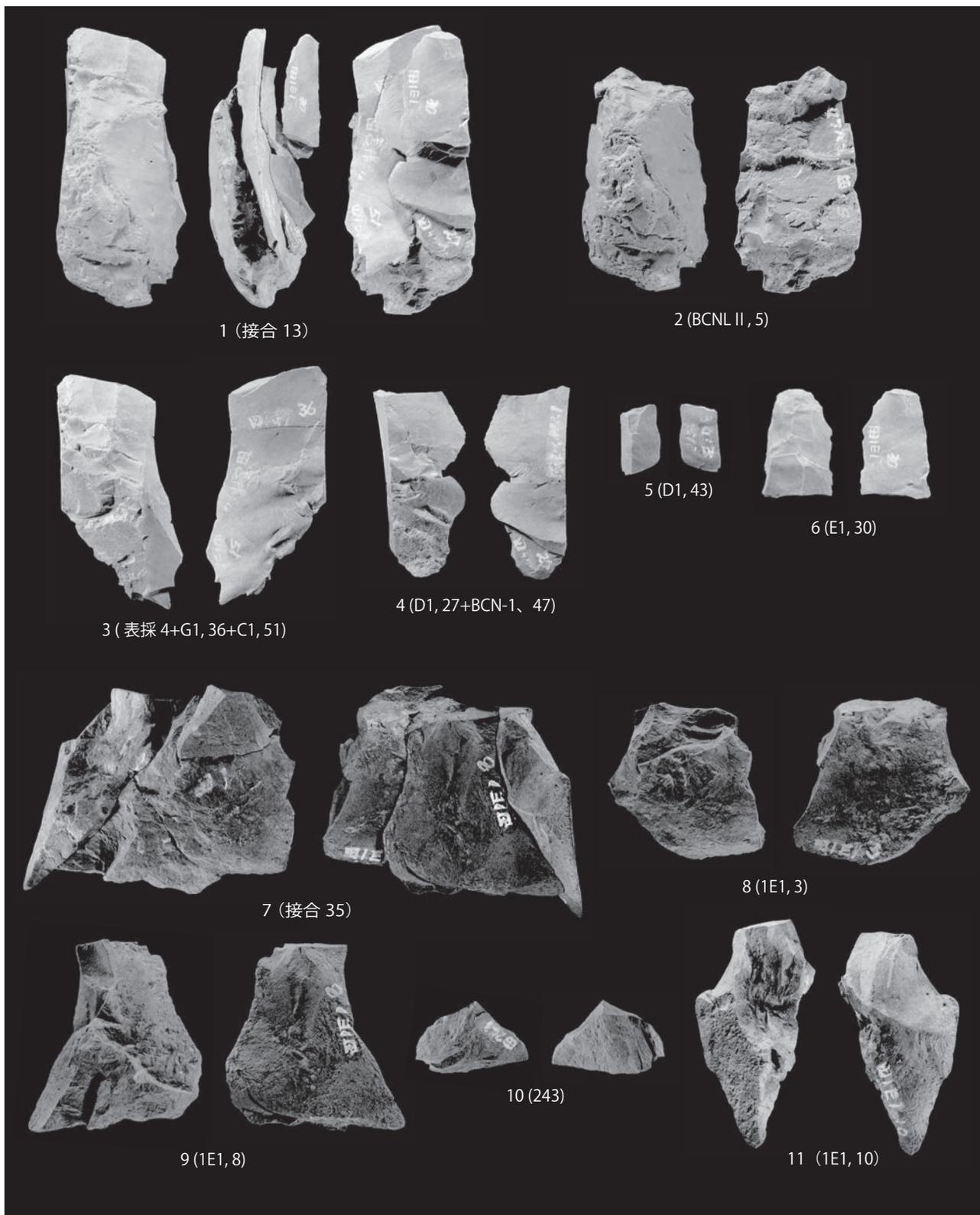
Photo plate 22: Refitted materials no.15 and 20 excavated from the Tazawa site



写真図版 23 田沢遺跡出土 接合資料 17

Scale=75%

Photo Plate 23: Refitted materials no. 17 excavated from the Tazawa site



写真図版 24 田沢遺跡出土 接合資料 13、35

Scale=75%

Photo plate 24: Refitted materials no. 13 and 35 excavated from the Tazawa site



1 田沢遺跡の発掘調査風景（北東から）



2 田沢遺跡の発掘調査風景（南から）



3 田沢遺跡の発掘調査風景（南から）



4 地元の生徒たちによる発掘調査の見学



5 掘調査風景（南から、手前がGH区）



6 発掘調査風景（南から、手前が第2トレンチ）

写真図版 25 田沢遺跡の発掘調査風景  
Photo plate 25: Excavation at the Tazawa site



## Standard use-wear chart of TUMRT (4): Microwear Polish (2)

*Kaoru Akoshima, Hyewon Hong*

*Department of Archaeology, Graduate School of Arts and Letters, Tohoku University*

### INTRODUCTION

The present paper is the number 4 of the results of microwear analysis by Tohoku University Microwear Research Team (TUMRT). It constitutes the second part of explanation for standard identification criteria of microwear polish. The part 1, 2, and 3 of TUMRT standard were published in the Bulletin of the Tohoku University Museum, No. 13 (Akoshima and Hong 2014), No. 15 (Akoshima and Hong 2016), and also No.16 (Akoshima and Hong 2017). The present article is to be utilized with part 1 to 3, which will be available through the Tohoku University Library website (TOURS). Part 1 and 2 presented a wide range of macro-photograph database by TUMRT to explain the analytical framework of microflaking scar patterns and their variability, for the basis of statistical analysis as had been summary published in Japanese (Akoshima 1981) and English (Akoshima 1987).

The part 3 of our reports reviewed fundamental classification systems of microwear polish, named “Tohoku classification” and widely used by many Japanese analysts since 1981. The polish types were presented with typical micro-photographs and their range of appearances were shown with a number of sample micro images. In the previous volume, images of microwear polish produced with soft contact materials were included. Here in the present report, the polish images produced with various medium and hard worked materials are presented.

### EXPERIMENTAL DATABASE

Here at No.4 report, we continue to introduce fundamental criteria of microwear interpretation accumulated by TUMRT since 1976. The team was initiated by the late Prof. Chosuke Serizawa of Tohoku University at the Faculty of Arts and Letters (now the Graduate School of Arts and Letters). For its initial history, please refer to Akoshima (2008) in English.

The database is from the first series of TUMRT project directed by Serizawa. Microwear polish data were analyzed by Kajiwara and Akoshima (Kajiwara and Akoshima 1981, Akoshima 1989). Micro-photographs were color printed

and served on file at the Department of Archaeology during 1980s. More recent results of experimental archaeology at Tohoku University will be introduced in our future reports.

The procedure and order of photographic data presentation here is basically the same as our previous reports (Akoshima and Hong 2014, 2016, 2017), so we would avoid redundancy. Representative images were chosen for presentation of “microwear polish types” for polish type A to type F2 in Akoshima and Hong (2017) in Figure 1 to 4. And the wider range of microwear polish patterns was shown for better recognition of overall wear varieties. By referring the typical polish type photos with image data from various worked materials (Figure 5 to Figure 12 for soft contact materials, that is, meat, rawhide, leather, and soft plant), the overall ranges of microwear polish patterns are recognized. The initial series of controlled experiments covered basic framework of use-wear interpretations (Kajiwara and Akoshima 1981, Akoshima 1989).

Here from Figure 13 on, experimental micro-photographs are arranged in the order from working medium (wood, bamboo), to hard materials (bone, antler). Within the category of similar hardness, they are sub-divided and arranged by the method of use, from parallel motions (cutting, sawing) to perpendicular motions (scraping, whittling). The main raw materials in our experimental project for polish analysis were the shale as in our previous report. The method of data presentation is the same as before, and we begin with the worked material category 4 (wood) to 9 (antler), from Figure 13, to Figure 30.

The Figures are captioned with the category of worked materials and working edge motions. At the end of the caption, identified polish type(s) and the experimental specimen number are shown. Microwear polish often appears as combination of multiple types (for example, D1 type surrounded by F1 type), and in such cases, type names are combined (D1F1, and so on). Micro-photographs are shown in the same order as in Akoshima and Hong (2014, 2016, 2017), with the same worked material and motion category number. For quick reference of the reader, the relevant experimental coding is reproduced here.

4. Wood, 4.1 paulownia, 4.2 cedar, 4.3 pine, 4.4 alder, 4.5

zelkova, 4.6 others

5. Bamboo

6. Gourd

7. Shell

8. Bone, 8.1 raw, fresh, 8.2 wet and boiled, 8.3 boiled

9. Antler, 9.1 soaked, 9.2 dry, 9.3 others

For the third digit of each photo caption number, the type of motion in use is indicated as follows.

Longitudinal, -1 cutting, -2 sawing

Transversal, -3 whittling, -4 scraping

Varied, -5 chopping, -6 butchering

Incising, -7 graving

The sizes of micro-photographs are mostly kept constant, the same as our previous report (ca.700 microns from right to left of the photo in the case of 200 X). Photos with no magnification number were taken at 200 X when being observed. Photos with the number of "400 X" at the end of caption were taken at 400 X when being observed (the width of photo is thus ca.350 microns). These numerous photographs can be utilized as "standard polish chart" for lithic use-wear analysts. We believe it is meaningful to publicize the standard photos, with polish type classification for each image. A use-wear analyst of course needs to conduct controlled experiments for the purpose of reliable interpretation, but the type of database presented here will serve as broader reference materials.

## POLISHES ON DIFFERENT CCS ROCK TYPES

We would like to discuss the relationship of micro-polish formation between the two major raw materials in northeast Japan and Europe, that is, between Shale and Flint. During decades of use-wear research, the problem of polish differences among different rock types has also been an important topic. Our team began experimental work with Shale artifacts because the raw material was in prevalent use throughout the Paleolithic and the Jomon period in northeastern Japan. As was mentioned in our previous report (2017, pp.70-71), first discovery of micro-polish formation on shale was in 1978 during the Early Paleolithic excavation at the Hoshino site (Akoshima 2008), and the polish was classified into Tohoku Univ. types by 1980 in Kajiwara and Akoshima (1981). Then similar polish was recognized on chert and other CCS (crypto-crystalline) rock types. The micro-polish types were almost identical in their appearance to those on flint rocks which had been already published a few years before by Keeley (1977). After Akoshima and Keeley met at SAA in 1981, Akoshima attempted to classify photo images of polish on flint (on publications) into the Tohoku Univ. types with a degree of success. It is our own re-classification according to the Tohoku system, independent of Keeley method of calling polishes with the

name of the worked materials (wood polish, etc.).

In this early stage of polish identification, it was already well confirmed that the correlation between the polish appearances (or types) and the type of the worked materials was not exclusive. The relationship was rather probabilistic between the two. Most reports were written in the Japanese language at that time, so this fact was only recognized later in the global research community in indirect fashion, especially by the time of the "polish type controversy" in the late 1980s which was initiated by the London University group (Grace et al. 1985). The relationship was, however, very positive and the micro-polish classification was adopted as one of important criteria for identification of the worked material(s), at least in Japan.

We take the position that micro-polishes should be described and classified first and then their relations to the worked materials should be investigated. In the global scene of micro-polish analysis, still the influence of the "Keeley method" has been very strong in many analysis reports, probably from the historical factors. We present the classification of micro-polishes in Keeley's book and Vaughan's book, according to the Tohoku criteria here. Keeley's book (1980) has many microphotographs and they were recognized in a sense the global historical standard. Table 1 indicates our Tohoku classification types and particular micro-photographs in his volume, with their plate numbers. The reader might be familiar with the traditional polish nomenclature and aware of the existent variability, for example, the range of "antler polish". The table is not, however, the result of consultation with Dr. Keeley, but the relationship is from the TUMRT view, the responsibility being ours.

We would like to present Table 2, which is the relationship between the Tohoku classification and numerous micro-photographs in the book by Vaughan (1985). The volume entails a number of extremely clear and fine-grained micro-photographs of polishes, both experimental and archaeological, observed on the surface of European flint tools. Dr. Vaughan visited Japan in 1984 for the purpose of academic exchange with Tohoku University, Professors Serizawa and Suto who was conducting a shell midden excavation, and also made a short stay at Akoshima's residence in Shiroishi. We had very intensive discussions about the directions of use-wear analysis. He observed TUMRT experimental specimens and we agreed that the standard metallurgical microscope should be the main tool for microwear analysis. He also made a short visit to Tokyo University to see the late Prof. Fujimoto who wrote a general review of use-wear analysis in Japanese in 1976 (Fujimoto 1976). Regrettably, it was years later that we heard the sad news of his passing away. Many micro-photographs in Vaughan (1985) are still one of the best set of use-wear

polishes in our opinion. (Table 1 and Table 2 are adapted from Akoshima 1993, pp.56-57).

It is indicated that the varieties of micro-polishes exhibit close similarities between two major lithic raw materials, Shale and Flint. The micro-photographs presented in this article and those in the previous volume, mostly represent the entire range of polish varieties produced in the experimental framework. Typical type specimens of polish were also presented. The type classification of TUMRT, typical micro-photographic images, actual relationships with the worked materials, and related methodological problems were partially discussed in Japanese (e.g., Kajiwara and Akoshima 1981, Serizawa, Kajiwara, and Akoshima 1982, Akoshima 1989), in English (Akoshima 1993, 2010a with Korean summary, Akoshima and Frison 1996), in French (Akoshima 1995), and in Chinese (Akoshima 2010b). The detailed data-base in this volume would help to better understand the nature of polish analysis. There are still many problems including cases with other CCS rock such as Chert, Post depositional processes, Multiple stage surface alteration, Multiple stage edge abrasion, and more objective measures of polish description and classification, especially measures by attribute level analysis of micro-polishes. We would like to discuss these issues in our next report.

## CONCLUSIONS

In the present article, the standard use-wear charts of microwear polish on shale artifacts are shown for medium to hard worked materials. The varieties of polish appearances are recognizable with these micro-photographs. Relevance of microwear on shale materials to that on European flint materials are also shown with tables which is related to "classic" achievements by Keeley (1980) and Vaughan (1985). We plan to continue the publication of standard use-wear criteria including cases of chert and other rock materials and recent controlled experiments.

From the very beginning of our research in 1980s, we took a consistent strategy that both the "low power" approach (e.g., Tringham, et. al. 1974), and the "high power" approach (e.g., Keeley 1977) need to be integrated into a synthetic methodology of "traceology" (e.g., Semenov 1964). In the history of Japanese use-wear analysis, however, it is only recently that the potential of the low power approach has been fully recognized (e.g., Sano, et. al. 2016). This tendency of over-emphasis on microwear polish observation using the metallurgical microscope has been a peculiar phenomenon, considering the global trends of use-wear analysis especially in both America and Europe. Keeley himself paid careful attention to the phenomena of microchipping (Keeley 1980). We began the presentation of TUMRT identification criteria from the microflaking database,

partially because of this reason of research history in Japan.

On the other hand, there was a serious controversy among microwear analysts, on the reliability of polish type identification with worked materials differentiation. The controversy was initiated at London University and spread worldwide, projecting dark skepticism on the potential power of the high power approach. In hindsight, the debate (Grace, et al. 1985, Moss 1987) was considered serious because of the strategic direction of use-wear approach in which behavioral reconstruction was aimed at for its objective. With a more synthetic approach with the low power method and also theoretical refinements such as introduction of concepts of "technological organization" into use-wear analysis (Akoshima and Kanomata 2015), this sort of pessimistic perspective can be overcome. Actually, during 1990s, accumulation of steady case studies led to re-evaluation of use-wear analysis (in Japan, Akoshima 1989, Midoshima 2005, Yamada 2007, for general review and methodological developments).

Use-wear on every working edge of stone tools is in a sense the palimpsest traces from repeated use episodes by human activities. They are often overlapped, and overwritten traces. However, the organized nature of human activities at least from the advent of modern man behavior on the earth certainly retained structural traces which can be detected.

There are also a lot of factors which intervene between activities and traces, such as, post-depositional processes. Yamada (2008) points out difficulties in the case of the Early Paleolithic chert artifacts in the North Kanto area (known as "*Keigan-sei Kyusekki*") for surface alteration phenomena from active geological processes and the long duration of time passed since their deposition. Yamada (1993) also discusses the attritional processes of micro-polish formation.

Rock differences, accumulation of traces, post-depositional processes, and a number of other factors might prevent from precise identification of use-wear traces. However, one of the most fundamental measure of analysis is conducting "actualistic studies" as Middle Range Research in the sense of Binford (e.g., 1981), that is, in this realm of study, open publication of results of controlled experiments. Here we are convinced that data bases such as this would be one meaningful addition to our archaeological knowledge.

## ACKNOWLEDGEMENT

Prof. Hiroshi Kajiwara of Tohoku Fukushi University actually conducted many of the replicative experiments with the first author while he was at Tohoku University. His collaboration with Akoshima virtually placed the founding blocks for early research history of use-wear in Japan. We are also grateful to Prof. Atsushi Fujisawa of the Tohoku University Museum for continuing support for publication of

our TUMRT results in its Bulletin series. Otherwise, database reports of this size would face difficulties to find their space to be printed. Lastly, this article is a result of KAKENHI (Grant-in-aid for Scientific Research) by the Japanese government (JSPS), which was granted to Akoshima (2017, number 17K03204).

## REFERENCES

- Akoshima, K. 1981, An Experimental Study of Microflaking. *Kokogaku Zasshi*, (Journal of the Archaeological Society of Japan), vol. 66, no. 4, pp. 1-27. (in Japanese)
- Akoshima, K. 1987, Microflaking Quantification. *The Human Uses of Flint and Chert*, edited by Sieveking, G. de G., and M. H. Newcomer, pp. 71-79. Cambridge University Press.
- Akoshima, K. 1989, *Use-wear of Stone Tools*. Archaeological Library 56, New Science Co. (in Japanese)
- Akoshima, K. 1993, *Microwear Patterns and Distributional Variability in Terminal Palaeolithic Site Structure*. Unpublished Ph.D. Dissertation, The University of New Mexico, Department of Anthropology. U.M.I. No.9424834.
- Akoshima, K. 1995, Analyse Traceologique d'Artefacts en Silex. *Les Derniers Chasseurs de Rennes du Monde Pyreneen, L'Abri Dufaure: Un Gisement Tardiglaciaire en Gascogne*, edited by L. G. Straus, pp.147-164. Memoir S.P.F., Tome 22.
- Akoshima, K. 2008, Emergence of High-power Microwear Analysis in Japan, 1976 to 1983: Prof. Serizawa's Legacy and beyond. *Papers in Archaeology, Ethnology, and History, in Memory of Prof. Chosuke Serizawa*, pp.189-207. Rokuichi Shobo.
- Akoshima, K. 2010a, Lithic Use-wear Analysis: Method and Theory Now and Then. The 15th International Symposium: SUYANGGAE and Her Neighbours, edited by Yung-jo Lee and Jong-yoon Woo, pp.99-115. Institute of Korean Prehistory and Danyang County Office. (English with Korean summary)
- Akoshima, K. 2010b, Recent Developments of Micro Use-wear Studies on Stone Tools in Japan. *Southeastern Archaeological Studies*, vol.4, pp.73-87. Xiamen University Press. (in Chinese)
- Akoshima, K., and G. C. Frison 1996, Lithic Microwear Studies of the Mill Iron Site Tools. *The Mill Iron Site*, edited by G. C. Frison, pp.71-86. University of New Mexico Press.
- Akoshima, K., and H. Hong 2014, Standard Use-wear Chart of TUMRT (1): Microflaking (1). *Bulletin of the Tohoku University Museum*, No.13, pp.43-76.
- Akoshima, K., and H. Hong 2016, Standard Use-wear Chart of TUMRT (2): Microflaking (2). *Bulletin of the Tohoku University Museum*, No.15, pp.127-193.
- Akoshima, K., and H. Hong 2017, Standard Use-wear Chart of TUMRT (3): Microwear Polish (1). *Bulletin of the Tohoku University Museum*, No.16, pp.69-86.
- Akoshima, K. and Y. Kanomata 2015, Technological Organization and Lithic Microwear Analysis: An Alternative Methodology. *Journal of Anthropological Archaeology*, vol.38, pp.17-24.
- Binford, L. R. 1981, *Bones: Ancient Men and Modern Myths*. Academic Press.
- Fujimoto, T. 1976, Technology and Function. *Palaeolithic Cultures in Japan*, vol.5, pp.71-145. Yuzankaku. (in Japanese)
- Grace, R., I.D.G. Graham, and M.H. Newcomer 1985, The Quantification of Microwear Polishes. *World Archaeology*, vol.17, pp.112-120.
- Keeley, L. H. 1977, The Function of Paleolithic Flint Tools. *Scientific American*, vol.237(5), pp.108-126.
- Keeley, L. H. 1980, *Experimental Determination of Stone Tool Uses*. University of Chicago Press.
- Kajiwara, H., and K. Akoshima 1981, An Experimental Study of Microwear Polish on Shale Artifacts. *Kokogaku Zasshi*, vol. 67, no. 1, pp. 1-36. (in Japanese)
- Midoshima, T. 2005, *The Study of Use-wear on Stone Tools*. Doseisha. (in Japanese)
- Serizawa, C., H. Kajiwara, and K. Akoshima 1982, Experimental Study of Microwear Traces and Its Potentiality. *Archaeology and Natural Sciences*, No.14, pp.67-87. (in Japanese)
- Moss, E.H. 1987, A Review of 'Investigating Microwear Polishes with Blind Tests'. *Journal of Archaeological Science*, vol.14, pp.473-481.
- Sano, K., Y. Denda, and M. Oba 2016, Experiments in Fracture Patterns and Impact Velocity with Replica Hunting Weapons from Japan. *Multidisciplinary Approaches to the Study of Stone Age Weaponry*, edited by K. Sano and R. Iovita, pp.29-46. Springer.
- Semenov, S.A. 1964, *Prehistoric Technology*, translated by M.W. Thompson. Moonraker Press.
- Tringham, R., G. Cooper, G. Odell, B. Voytek, and A. Whitman 1974, Experimentation in the Formation of Edge Damage: A New Approach to Lithic Analysis. *Journal of Field Archaeology*, vol. 1, pp. 171-196.
- Vaughan, P. C. 1985, *Use-wear Analysis of Flaked Stone Tools*, The University of Arizona Press.
- Yamada, S. 1993, The Formation Process of "Use-wear Polishes". *Traces et Fonctions: les gestes retrouvés. Colloque International de Liege, Edition ERAUL*, vol. 50. pp.433-445.
- Yamada, S. 2007, Chapter2 Functions of Stone Tools. *Seminar Palaeolithic Archaeology*, edited by H. Sato, pp. 32-49. Doseisha. (in Japanese)
- Yamada, S. 2008, *Keigan-sei Kyusekki* (Paleolithic chert tools) and use-wear. *The Archaeological Journal*, No.618, pp.7-11.(in Japanese)

Table 1. Tohoku University Polish Classification and Keeley's Polish Types

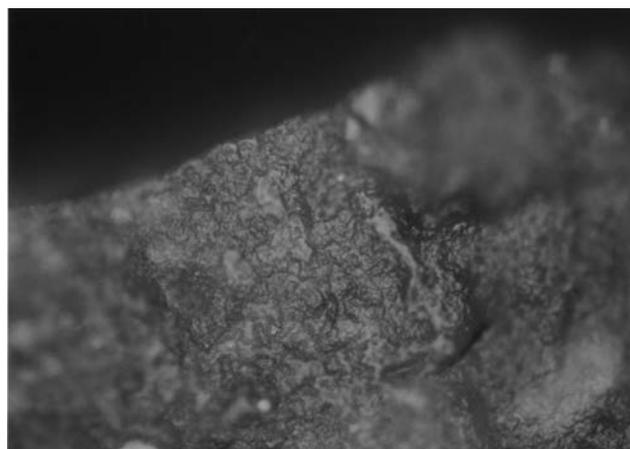
TOHOKU UNIVERSITY CLASSIFICATION	KEELEY'S(1980) PHOTOGRAPHS
(PLANT/WOOD VARIETY)	
A	54, 55
B	18, 19, 21(B-F1), 22, 23, 24, 25, 27, 49, 56(B-F1), 58(B-F1), 70, 78, 80, 82, 92, 96, 97
(BONE/ANTLER VARIETY)	
C	30, 34, 53
D1	26, 29(D1-F1), 33(D1-F1), 35(D1-F1), 50, 51, 52(D1-F1), 67, 114
D2	64
(RAWHIDE/MEAT/DRY HIDE VARIETY)	
E1	36, 41, 42, 43(edge E1, interior F2), 45, 46, 48, 60, 63, 72, 84(E1-E2), 89
E2	4, 37, 38(E2-E1), 39, 40, 83, 100, 106, 115
(INDETERMINATE/GENERIC TYPES)	
F1	20, 31, 32, 49, 61, 71, 74, 86, 94
F2	44, 47, 81
(POSTDEPOSITIONAL SURFACE ALTERATION)	
SS (Soil Sheen)	11, 16, 17, 87(?)
X	14, 65
BS (Bright spot)	8, 10, 75, 110

Table 2. Tohoku University Polish Classification and Vaughan's Polish Types

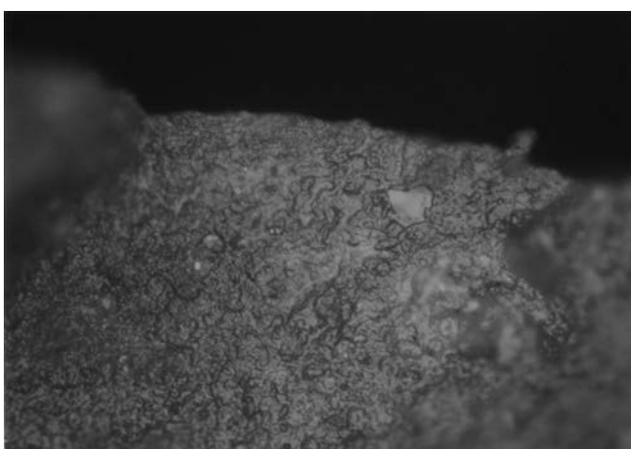
TOHOKU UNIVERSITY CLASSIFICATION	VAUGHAN'S(1985) PHOTOGRAPHS
(PLANT/WOOD VARIETY)	
A	52, 54, 64, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 103
B	37(edge B, interior F1), 43(left B, right F1), 44, 45, 46, 47(edge B, interior F1), 49(elevated parts B, depression F1), 50, 51, 55, 56, 57, 58(55 through 58 are bamboo-type variety of B), 60, 63, 66(left B, right D1), 72
(BONE/ANTLER VARIETY)	
C	21
D1	22, 28(edge D1, interior F1), 29(D1-D2), 32, 33, 34, 35(edge D1, interior F1), 36, 38, 61(D1-B), 62(D1-B), 67, 99(D1-F1)
D2	12, 13, 24(edge D2, interior F1), 25, 26, 27(edge D2, interior F1), 30, 39, 40, 41(edge D2, interior F1), 42
(RAWHIDE/MEAT/DRY HIDE VARIETY)	
E1	15(E1-F2), 94(E1-F1), 95, 96, 97(E1-F2), 98
E2	87, 89(elevated parts E2, depression F1), 90, 91, 92
(INDETERMINATE/GENERIC TYPES)	
F1	16(interior F1, edge E1), 17(interior F1, edge B), 18, 31, 117(interior F1)
F2	Undeveloped portion of "Generic Weak Polish" (e.g., 15-interior part, 17-right end)
(POSTDEPOSITIONAL SURFACE ALTERATION)	
SS (Soil sheen)	109, 119(SS-F1), 123, 124, 125, 130, 131, 132(interior SS, edge D2), 133(interior SS, edge D2), 134, 135, 140
X	102(X-E2), 136, 137, 138, 141
BS (Bright spot)	23, 68, 159, 160, 161, 165, 166, 167, 168



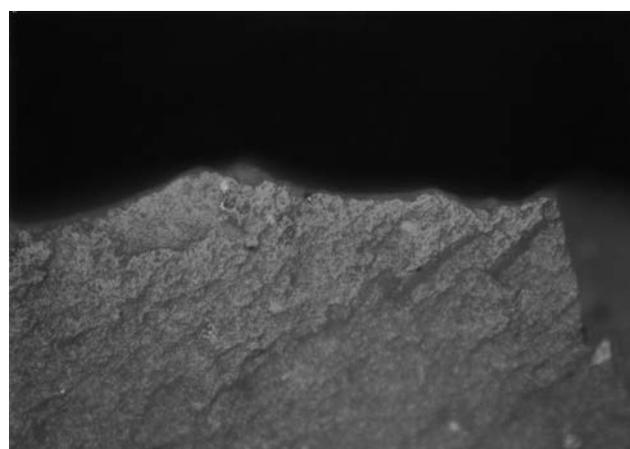
(1) 4.1-2. wood saw 1000st. type B. (SH115) 400x



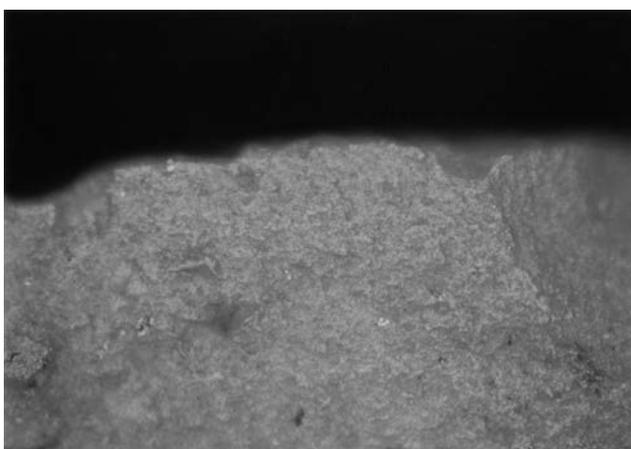
(2) 4.1-3. wood whittle 500st. type BF1. (SH114) 400x



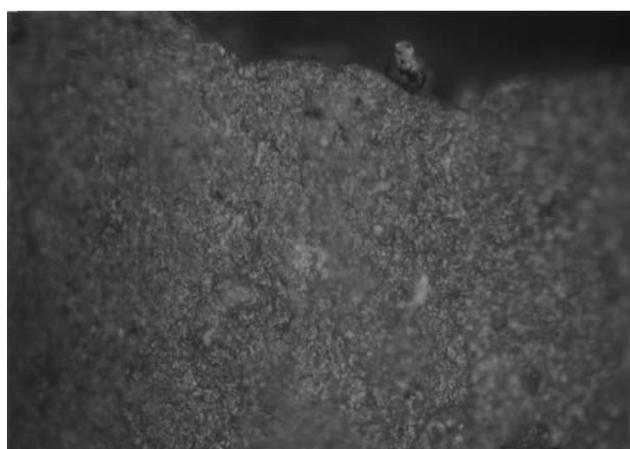
(3) 4.1-3. wood whittle 500st. type F1. (SH114)



(4) 4.2-3. wood whittle 1000st. type BF1. (SH96)

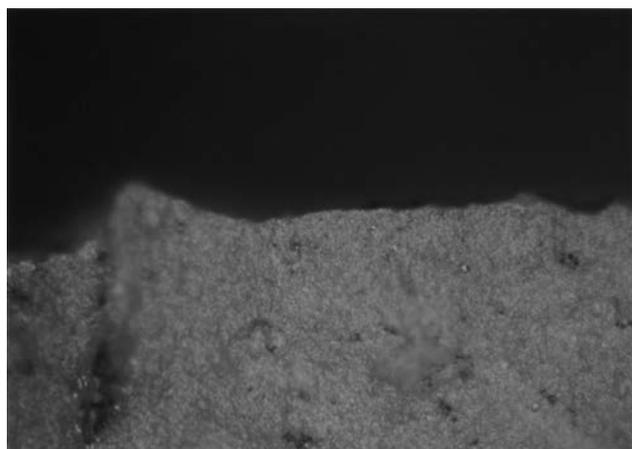


(5) 4.2-4. wood scrape 1000st. type B. (SH151)

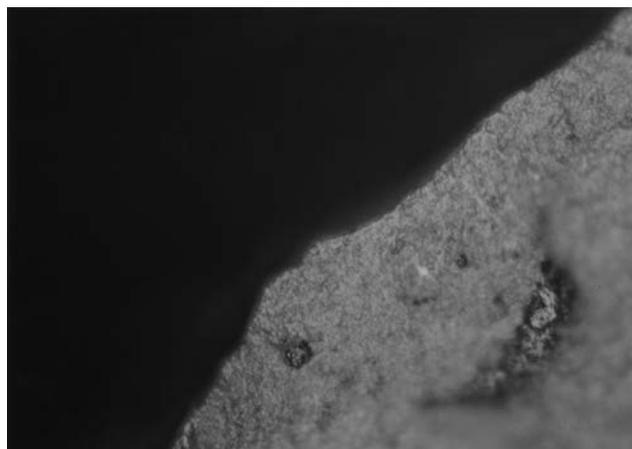


(6) 4.3-4. wood scrape 1000st. type F1. (SH20) 400x

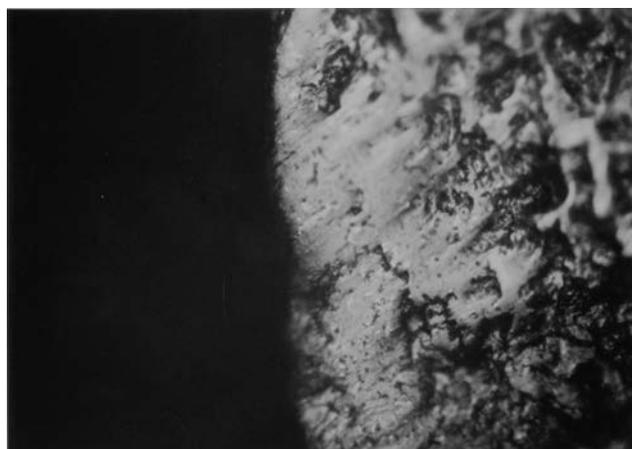
Figure 13. Experimental microwear polishes. (medium worked materials)



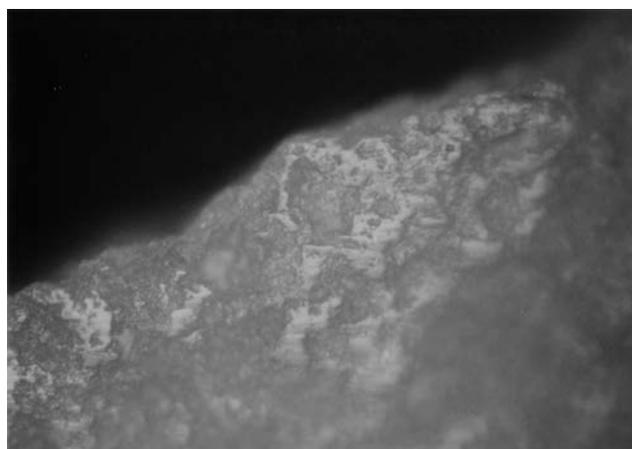
(1) 4.3-4. wood scrape 1500st. type F1. (SH158)



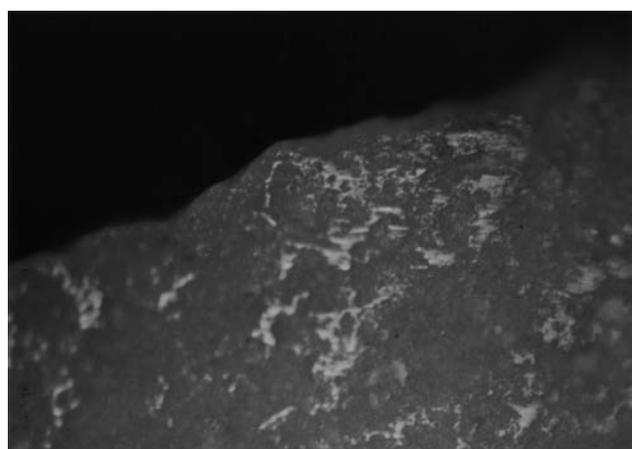
(2) 4.3-4. wood scrape 1500st. type F1. (SH158)



(3) 4.4-1. wood cut 500st. type B. (SH12)



(4) 4.4-2. wood saw 5000st. type B. (SH49)

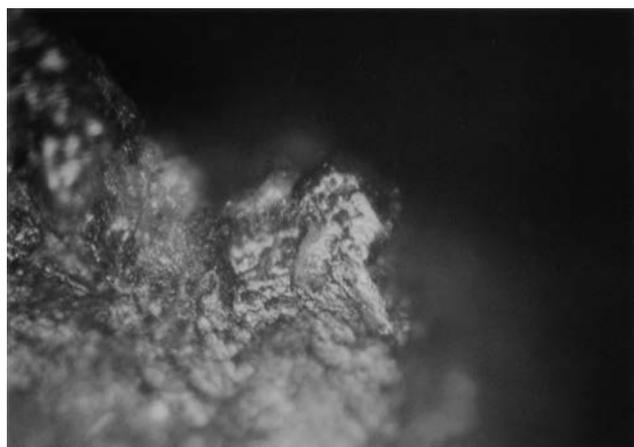


(5) 4.4-2. wood saw 5000st. type B. (SH49)

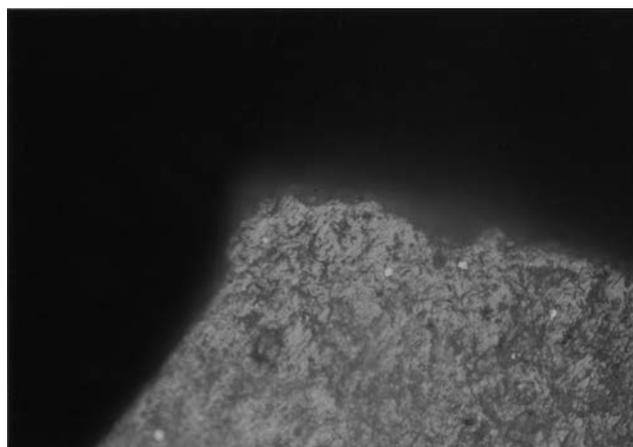


(6) 4.6-1. wood saw 1000st. type B. (SH36)

Figure 14. Experimental microwear polishes. (medium worked materials)



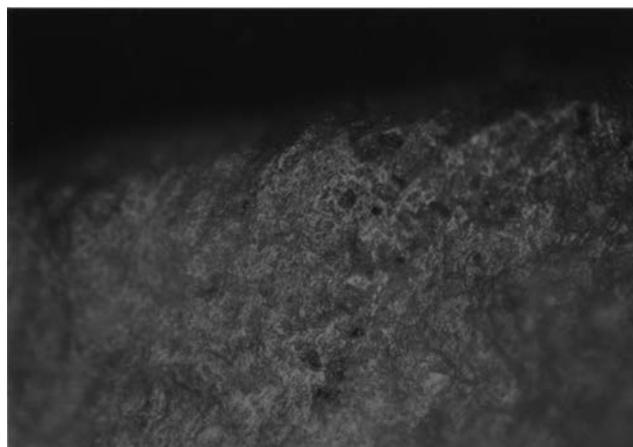
(1) 4.6-1. wood cut 1000st. type B. (SH36)



(2) 4.6-1. wood cut 2500st. type B. (SH102)



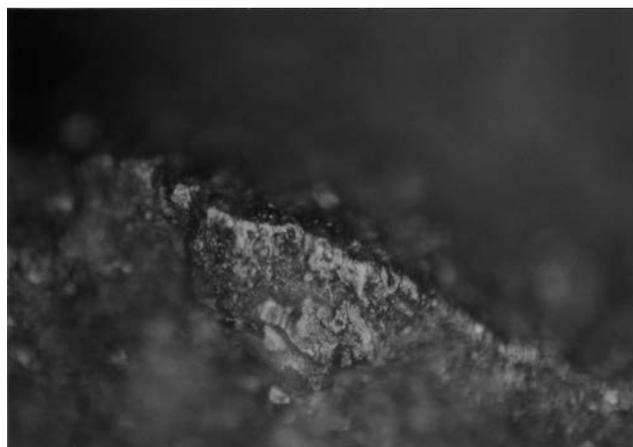
(3) 4.6-1. wood cut 2000st. type F1. (SH105) 400x



(4) 4.6-1. wood cut 2000st. type F1. (SH105)

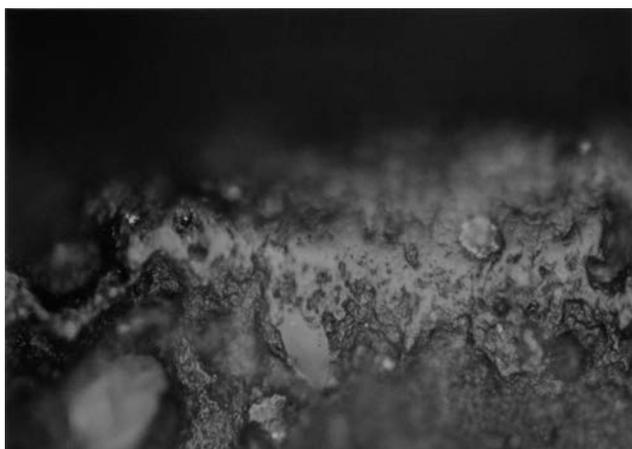


(5) 4.6-3. wood whittle 500st. type B. (SH147) 400x



(6) 4.6-3. wood whittle 500st. type B. (SH147)

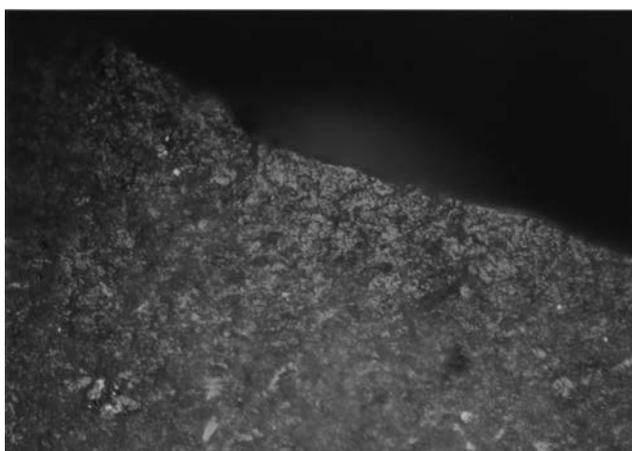
Figure 15. Experimental microwear polishes. (medium worked materials)



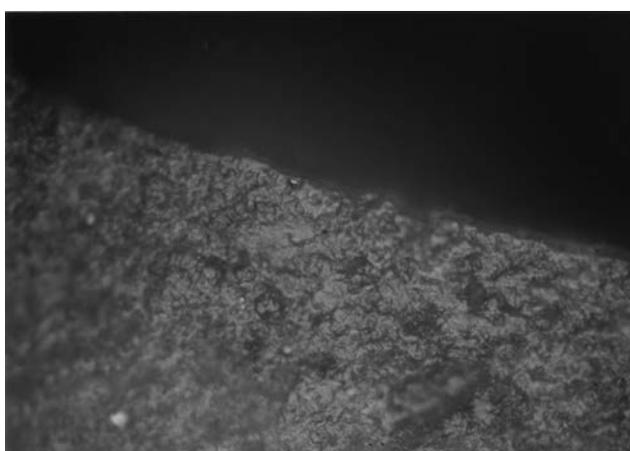
(1) 4.6-3. wood whittle 1000st. type B. (SH147) 400x



(2) 4.6-. wood shave 2000st. type F1. (SH39)



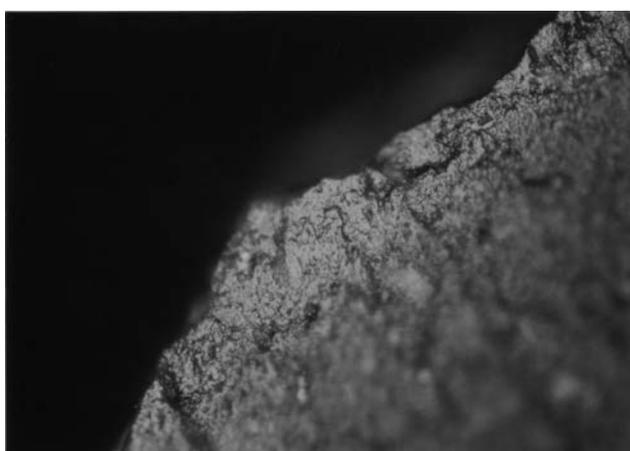
(3) 4.6-4. wood scrape 2000st. type F1B. (SH69)



(4) 4.6-4. wood scrape 2000st. type F1B. (SH69)



(5) 4.6-4. wood scrape 1000st. type BF1. (SH73)



(6) 4.6-4. wood scrape 500st. type BF1. (SH110)

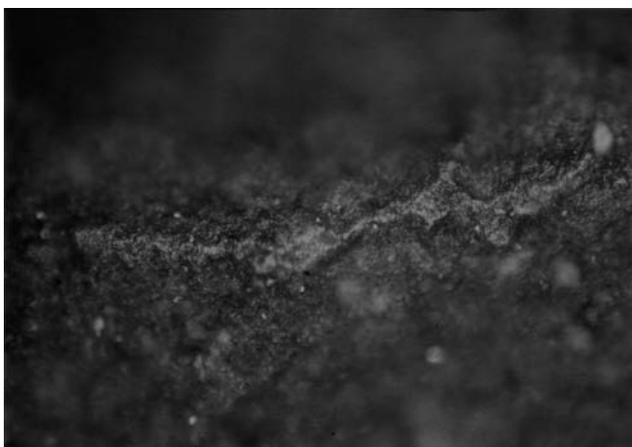
Figure 16. Experimental microwear polishes. (medium worked materials)



(1) 4.6-4. wood scrape 1000st. type F1D1. (SH110)



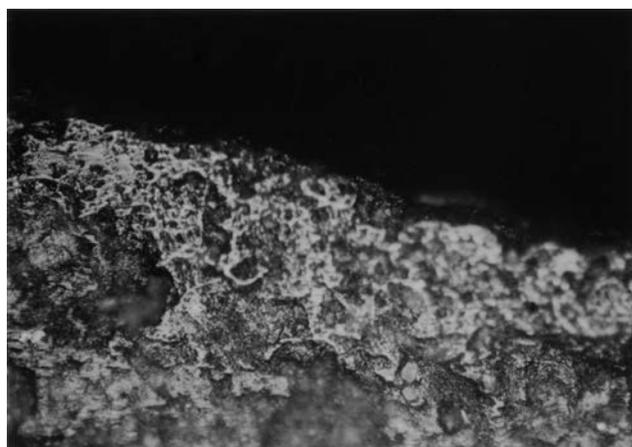
(2) 4.6-4. wood scrape 2000st. type BD1. (SH110)



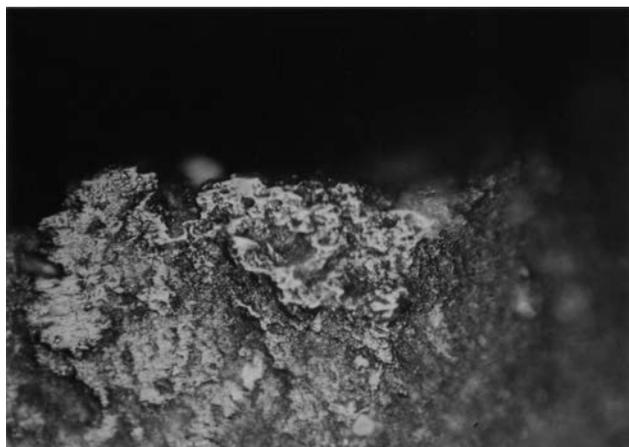
(3) 4.6-5. wood chop 5600st. type BF1. (SH144)



(4) 4.6-7. wood grave 1000st. type D1. (SH36)

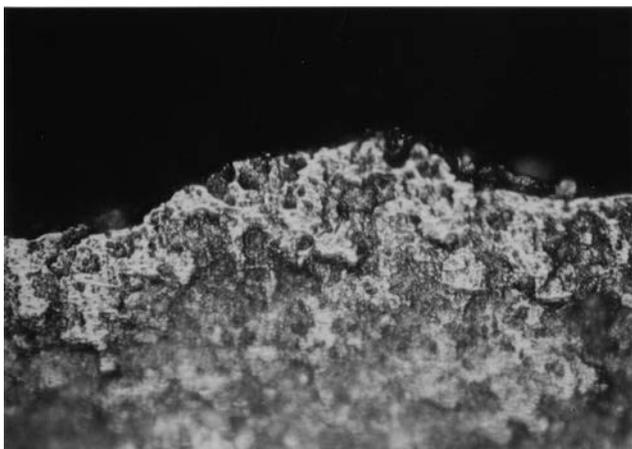


(5) 5.0-2. bamboo saw 4000st. type B. (SH80)

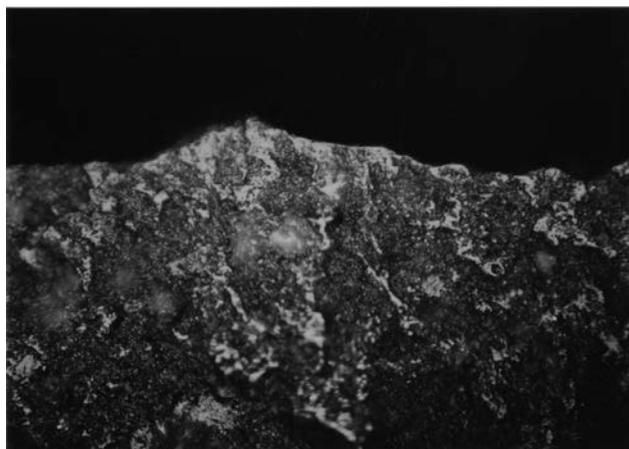


(6) 5.0-2. bamboo saw 4000st. type B. (SH80)

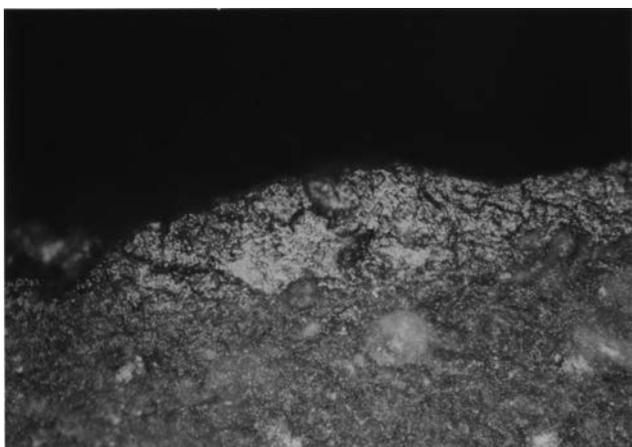
Figure 17. Experimental microwear polishes. (medium worked materials)



(1) 5.0-2. bamboo saw 4000st. type B. (SH80)



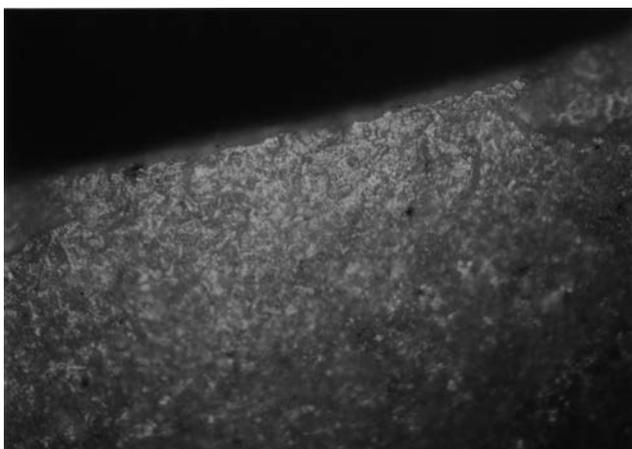
(2) 5.0-2. bamboo saw 4000st. type B. (SH80)



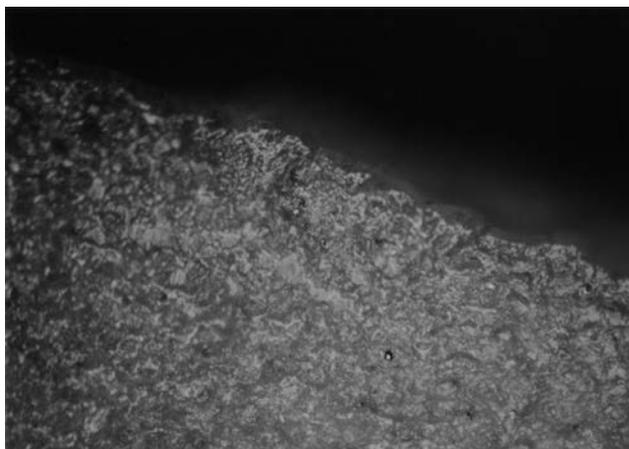
(3) 5.0-3. bamboo whittle 1000st. type F1. (SH84)



(4) 5.0-3. bamboo whittle 1000st. type B. (SH84) 400x

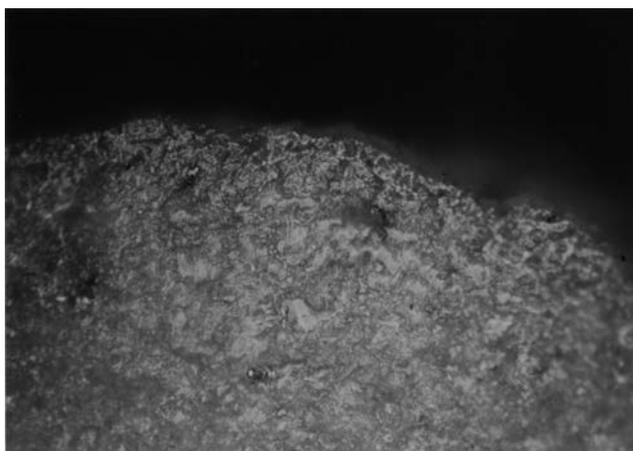


(5) 5.0-4. bamboo scrape 4000st. type B. (SH82)



(6) 5.0-4. bamboo scrape 1000st. type B. (SH83)

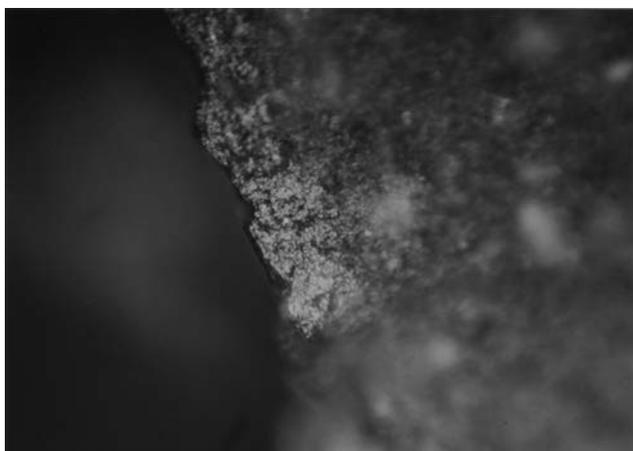
Figure 18. Experimental microwear polishes. (medium worked materials)



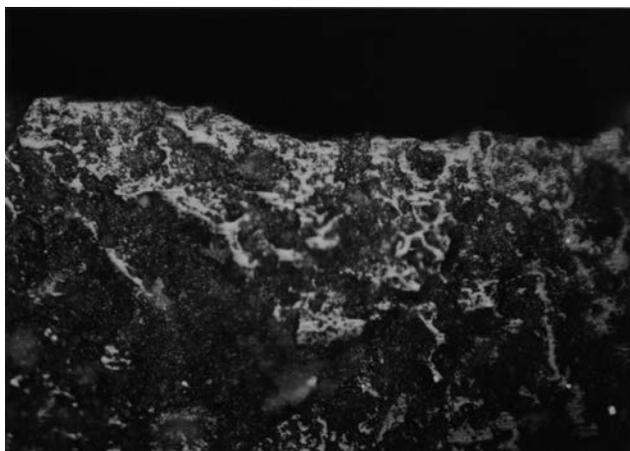
(1) 5.0-4. bamboo scrape 1000st. type B. (SH83)



(2) 5.0-4. bamboo scrape 2000st. type B. (SH84) 400x



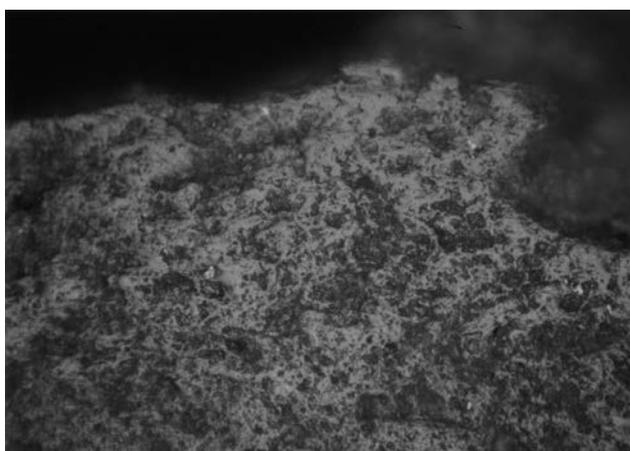
(3) 5.0-7. bamboo grave 1000st. type F1. (SH81)



(4) 6.0-2. gourd saw 3000st. type B. (SH77)

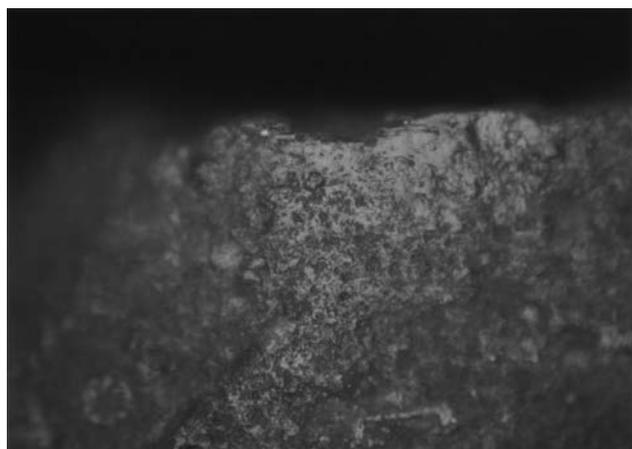


(5) 8.1-2. bone saw 3000st. type C. (SH86)



(6) 8.1-2. bone saw 3000st. type C. (SH86)

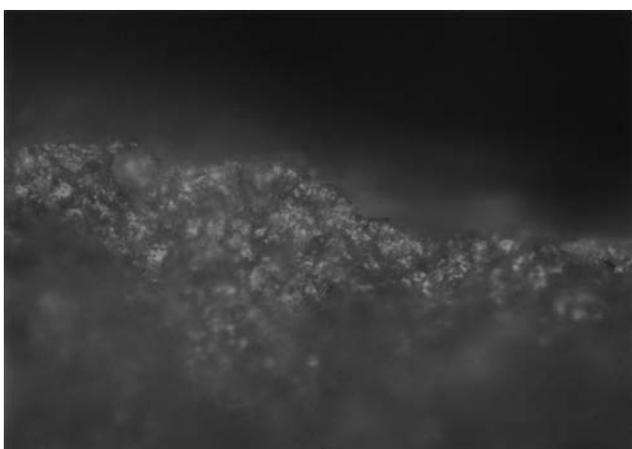
Figure 19. Experimental microwear polishes. (medium to hard worked materials)



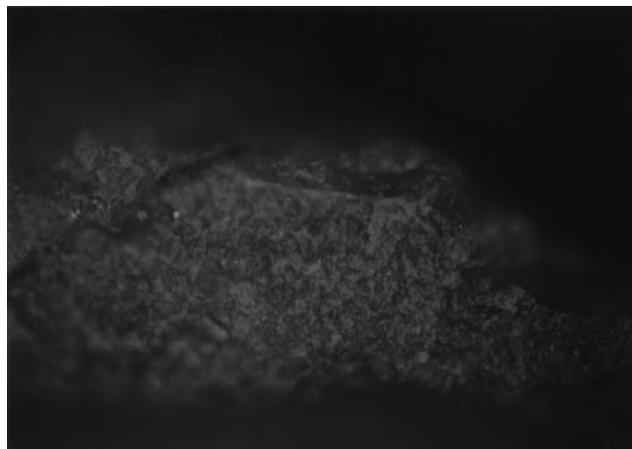
(1) 8.1-2. bone saw 3000st. type D2. (SH86)



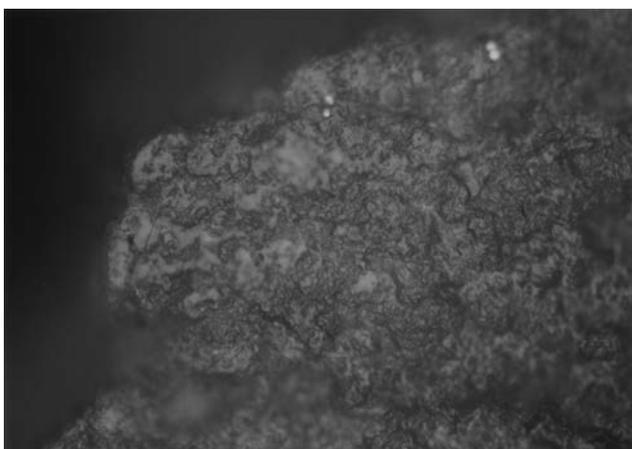
(2) 8.1-2. bone saw 3000st. type D2. (SH92)



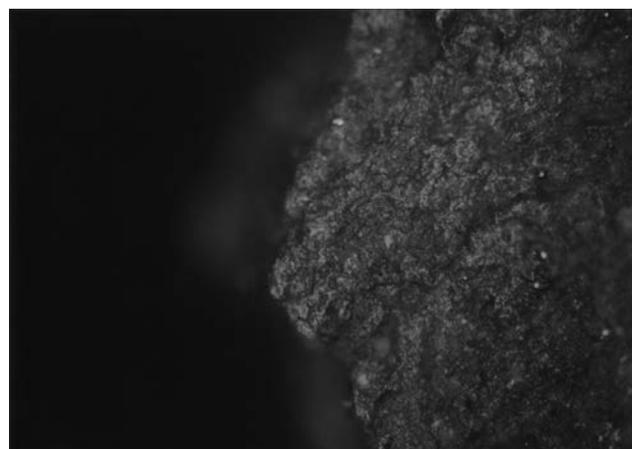
(3) 8.1-3. bone whittle 1000st. type F1. (SH19) 400x



(4) 8.1-3. bone whittle 2100st. type D1. (SH89) 400x

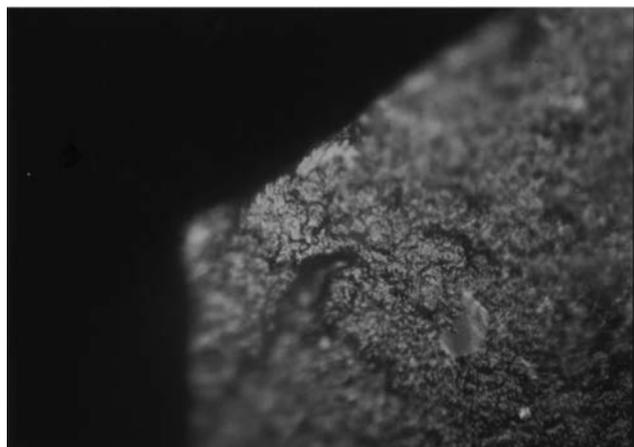


(5) 8.1-4. bone scrape 2000st. type D1F1. (SH87)

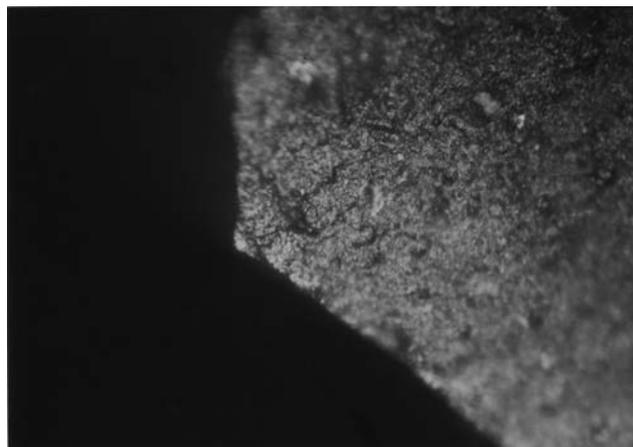


(6) 8.1-4. bone scrape 2000st. type D1. (SH87)

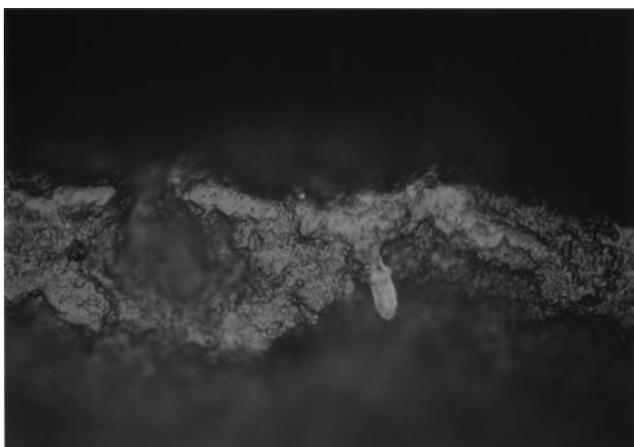
Figure 20. Experimental microwear polishes. (hard worked materials)



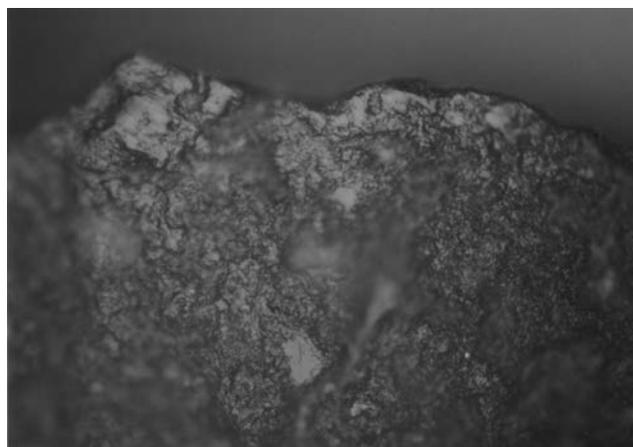
(1) 8.1-7. bone grave 1000st. type F1. (SH37) 400x



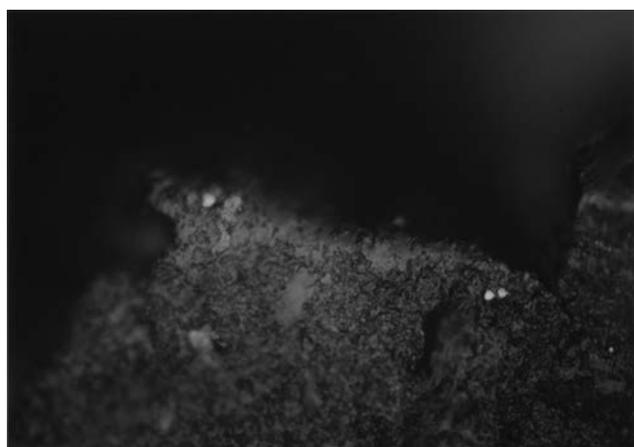
(2) 8.1-7. bone grave 1000st. type F1. (SH37)



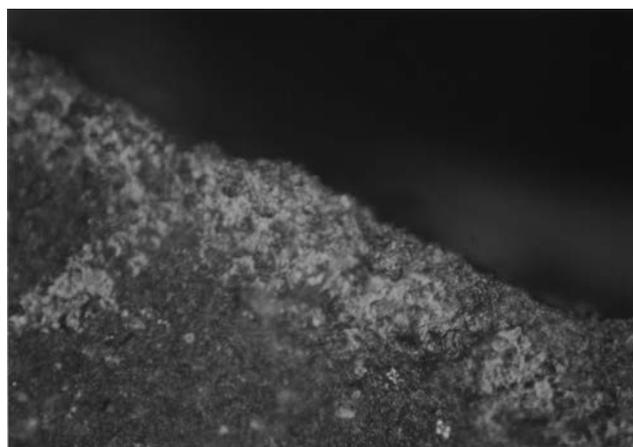
(3) 8.1-7. bone grave 1000st. type D1. (SH38) 400x



(4) 8.1-7. bone grave 1000st. type D1. (SH38) 400x

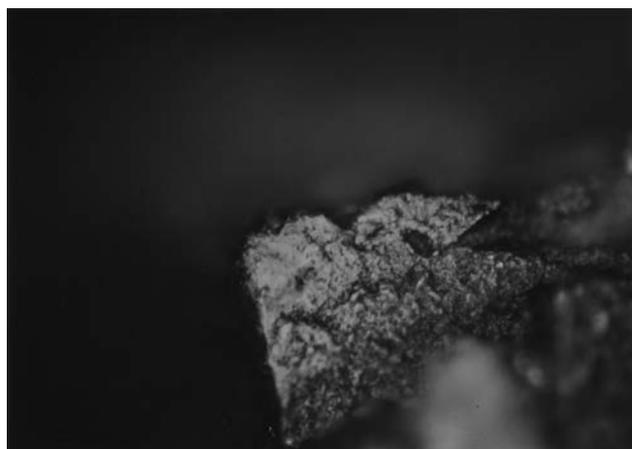


(5) 8.1-7. bone grave 2000st. type D1. (SH88) 400x



(6) 8.1-7. bone grave 2000st. type F1D1. (SH88)

Figure 21. Experimental microwear polishes. (hard worked materials)



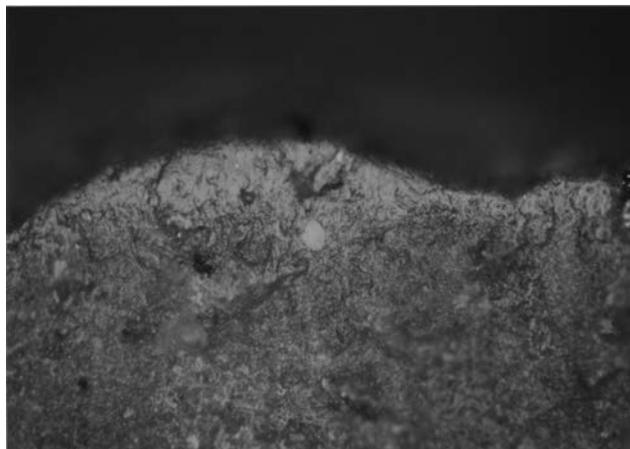
(1) 8.1-7. bone grave 2000st. type D1. (SH88)



(2) 8.1-7. bone grave 2000st. type F1. (SH88)



(3) 8.3-2. bone saw 5000st. type D2. (SH92)



(4) 8.3-4. bone scrape 2000st. type D2. (SH91)



(5) 8.3-4. bone scrape 2000st. type D2. (SH91)

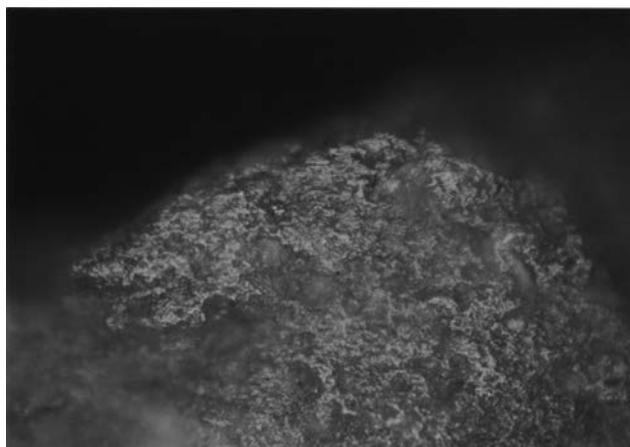


(6) 8.3-4. bone scrape 1500st. type D1. (SH93)

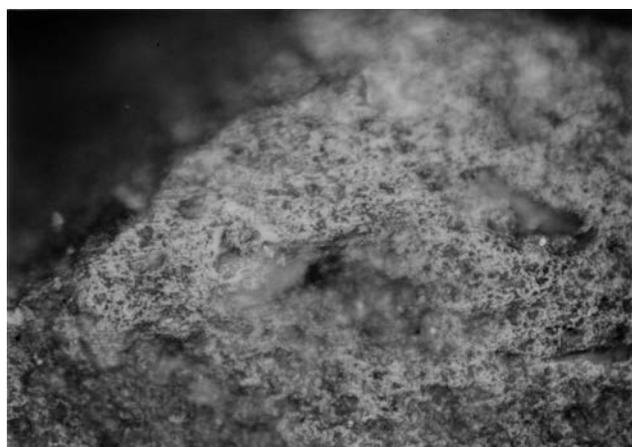
Figure 22. Experimental microwear polishes. (hard worked materials)



(1) 8.3-4. bone scrape 1500st. type D1. (SH93)



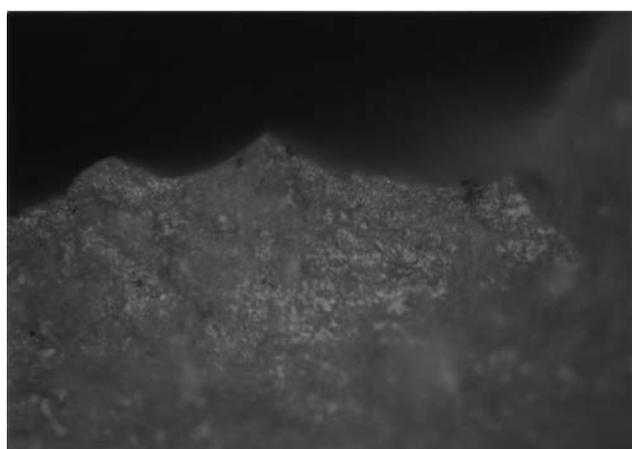
(2) 9.1-1. antler cut 4000st. type D1. (SH106)



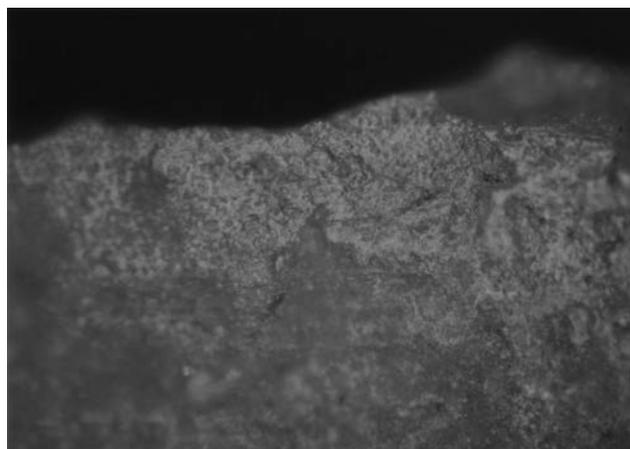
(3) 9.1-2. antler saw 15000st. type C. (SH48)



(4) 9.1-2. antler saw 4300st. type C. (SH68)



(5) 9.1-2. antler saw 1100st. type D1. (SH71)

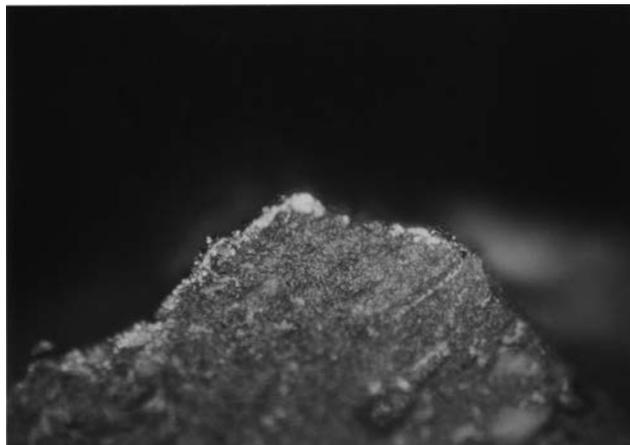


(6) 9.1-2. antler saw 1100st. type E2. (SH71)

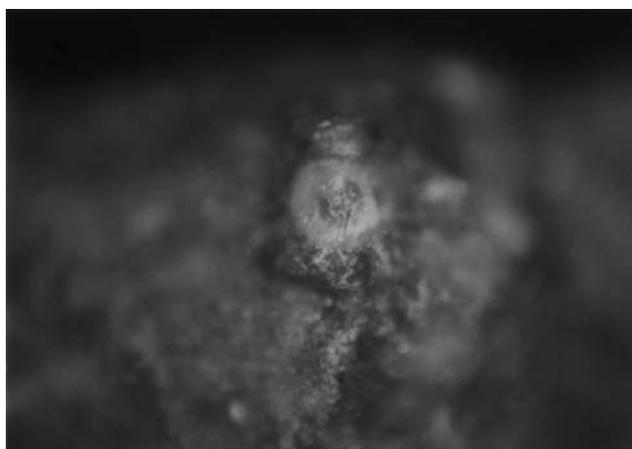
Figure 23. Experimental microwear polishes. (hard worked materials)



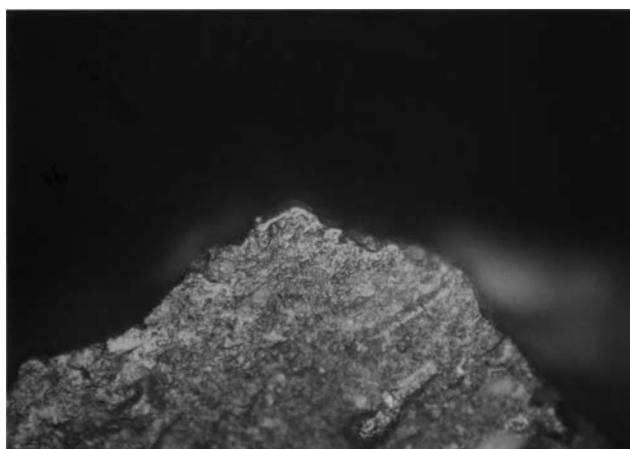
(1) 9.1-2. antler saw 100st. type F1. (SH229)



(2) 9.1-2. antler saw 100st. type F1. (SH229)



(3) 9.1-2. antler saw 500st. type F1. (SH229)



(4) 9.1-2. antler saw 500st. type F1D1. (SH229)



(5) 9.1-2. antler saw 1000st. type BD1. (SH229)



(6) 9.1-2. antler saw 1000st. type D1F2. (SH229)

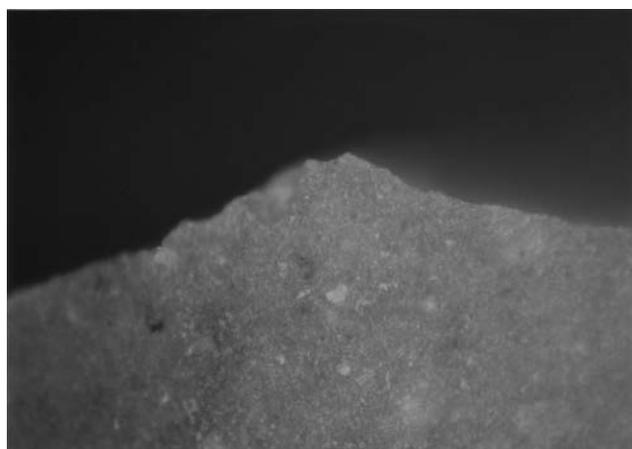
Figure 24. Experimental microwear polishes. (hard worked materials)



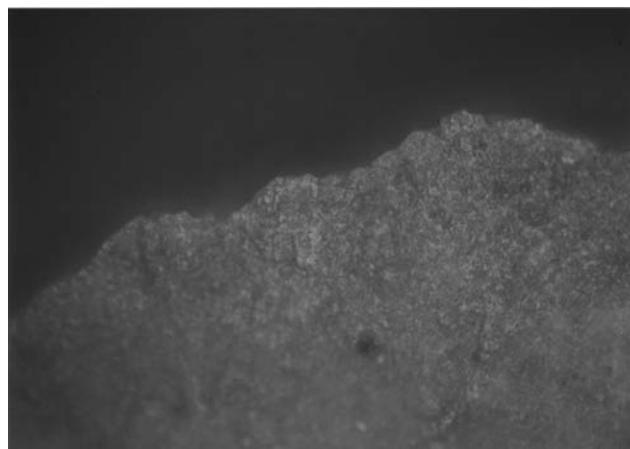
(1) 9.1-2. antler saw 1500st. type D1B. (SH229)



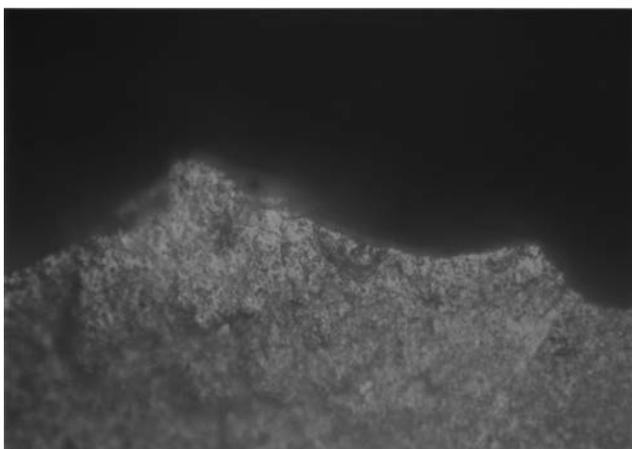
(2) 9.1-2. antler saw 1500st. type D1D2. (SH229)



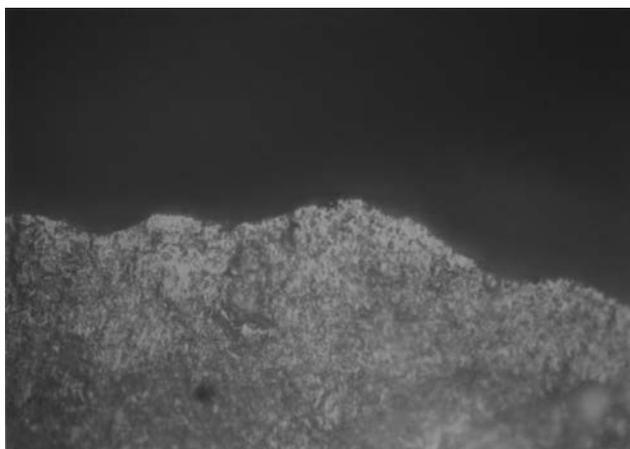
(3) 9.1-0. antler unused. (SH157)



(4) 9.1-4. antler scrape 100st. type F1. (SH157)

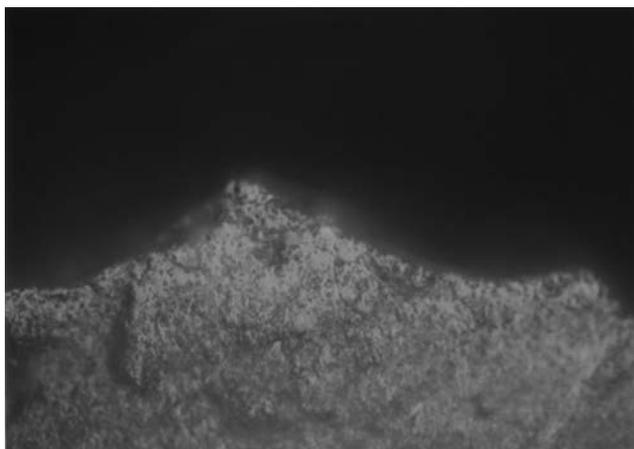


(5) 9.1-4. antler scrape 2000st. type D1F1. (SH157)



(6) 9.1-4. antler scrape 2000st. type D1. (SH157)

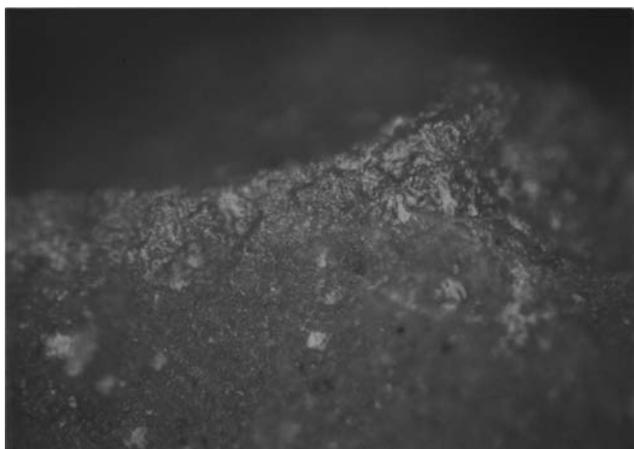
Figure 25. Experimental microwear polishes. (hard worked materials)



(1) 9.1-4. antler scrape 3000st. type D1F1. (SH157)



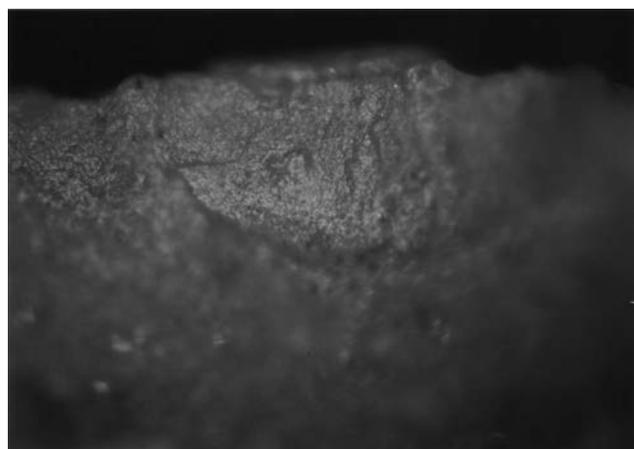
(2) 9.1-4. antler scrape 3000st. type D1. (SH157)



(3) 9.2-2. antler cut 2000st. type F1D1. (SH72)



(4) 9.2-3. antler whittle 2000st. type F1. (SH70)



(5) 9.2-3. antler whittle 2000st. type F1. (SH70)

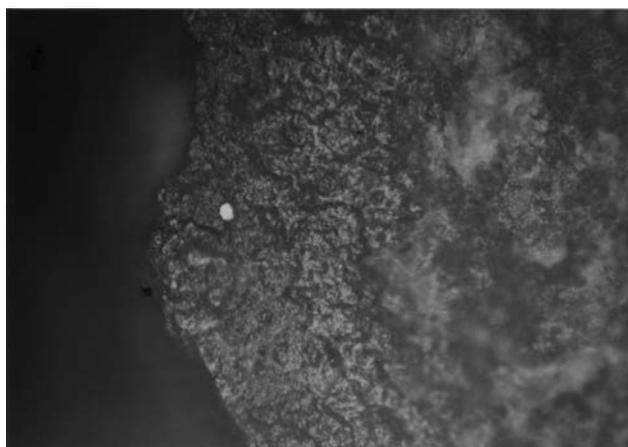


(6) 9.2-4. antler scrape 2000st. type F1. (SH70)

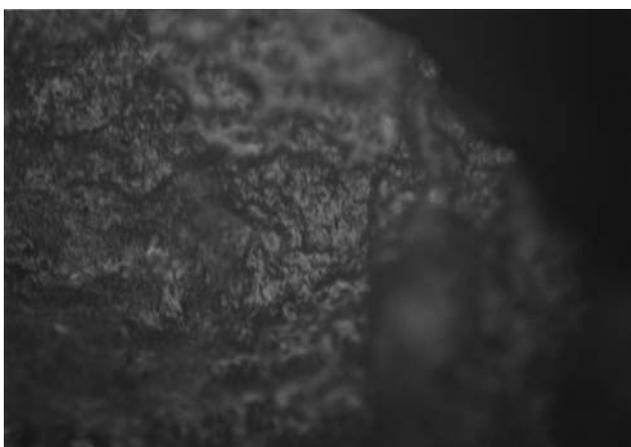
Figure 26. Experimental microwear polishes. (hard worked materials)



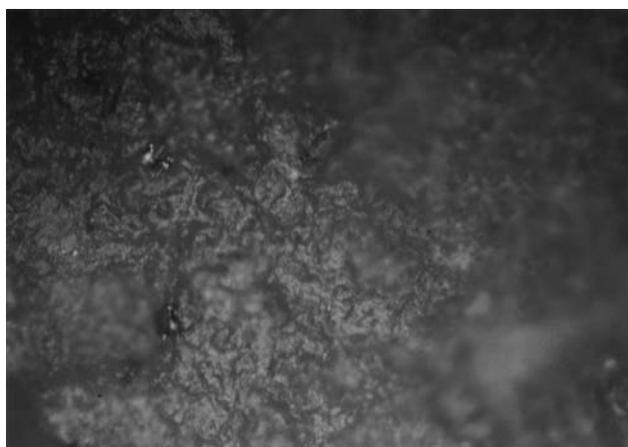
(1) 9.2-4. antler scrape. type F1. (SH70)



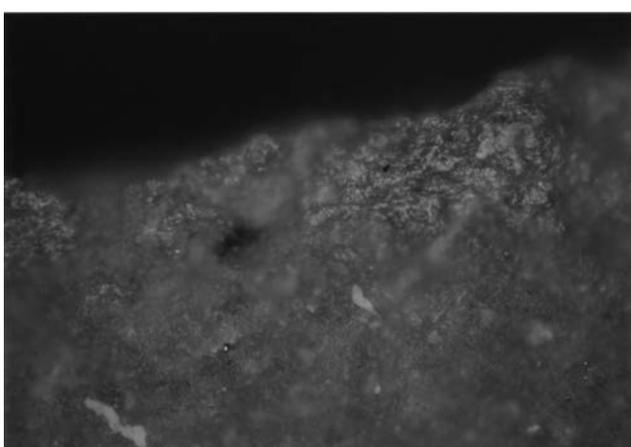
(2) 9.2-4. antler scrape 1000st. type F1. (SH72)



(3) 9.2-4. antler scrape 1000st. type F1. (SH72)



(4) 9.2-4. antler scrape 2000st. type F1. (SH72)

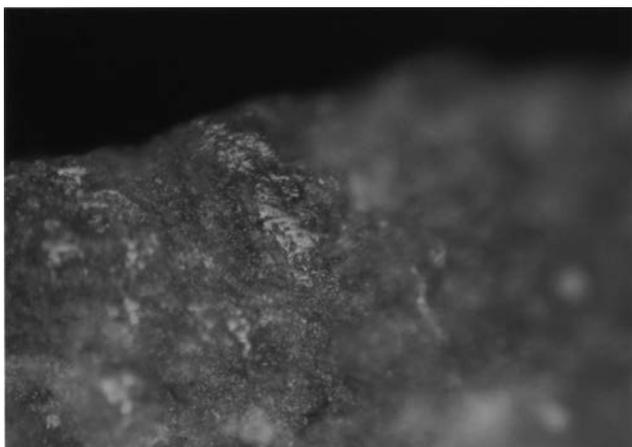


(5) 9.3-1. antler cut 1500st. type F1. (SH16)

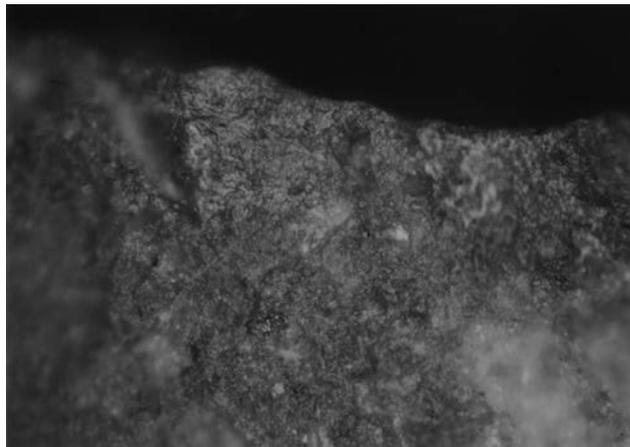


(6) 9.3-1. antler cut 1000st. type D1. (SH21) 400x

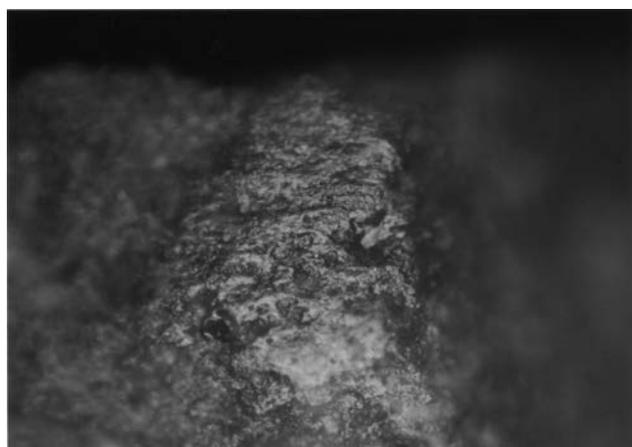
Figure 27. Experimental microwear polishes. (hard worked materials)



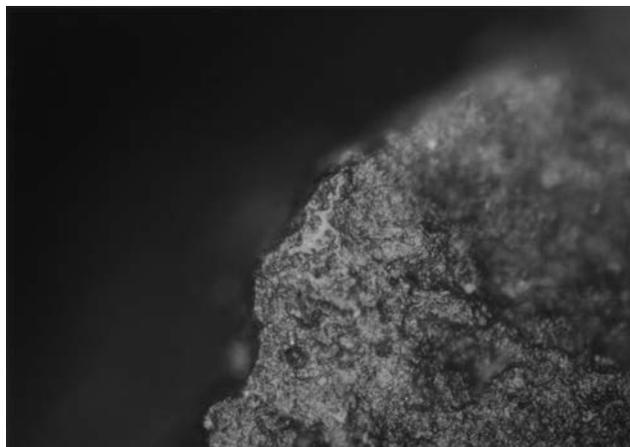
(1) 9.3-1. antler cut 1000st. type D1. (SH21)



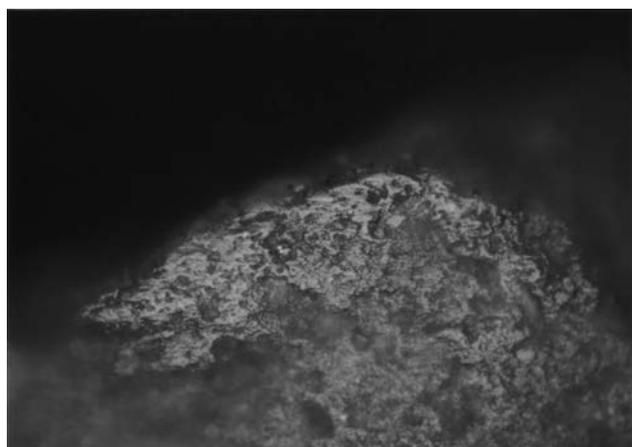
(2) 9.3-1. antler cut 500st. type F1D1. (SH22)



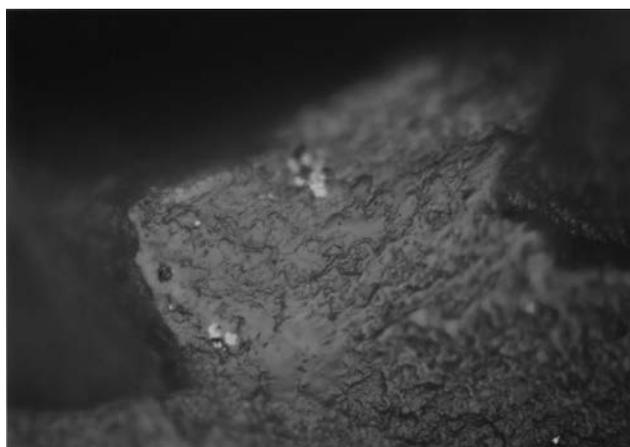
(3) 9.3-1. antler cut 500st. type F1D1. (SH22)



(4) 9.3-1. antler cut 500st. type F1. (SH94)

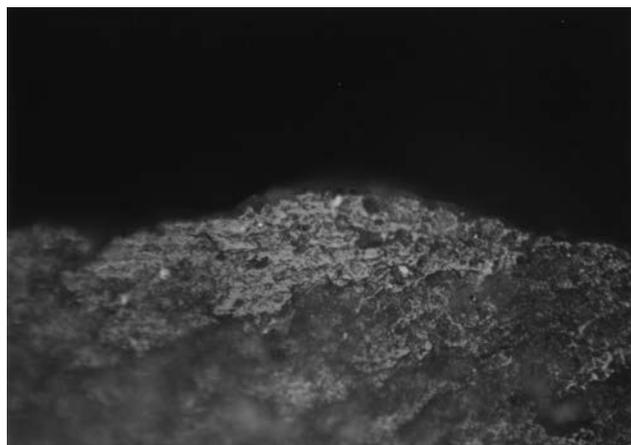


(5) 9.3-1. antler cut 4000st. type D1. (SH106)

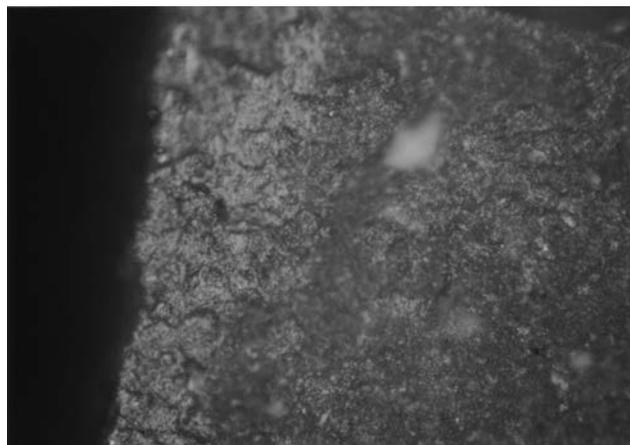


(6) 9.3-1. antler cut 1000st. type D1. (SH109) 400x

Figure 28. Experimental microwear polishes. (hard worked materials)



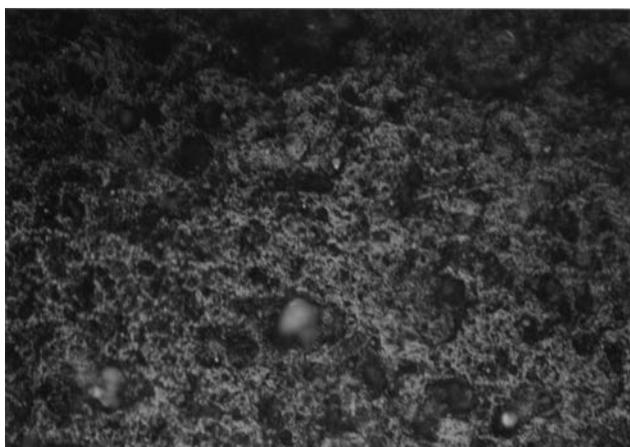
(1) 9.3-3. antler whittle 4000st. type D1. (SH106)



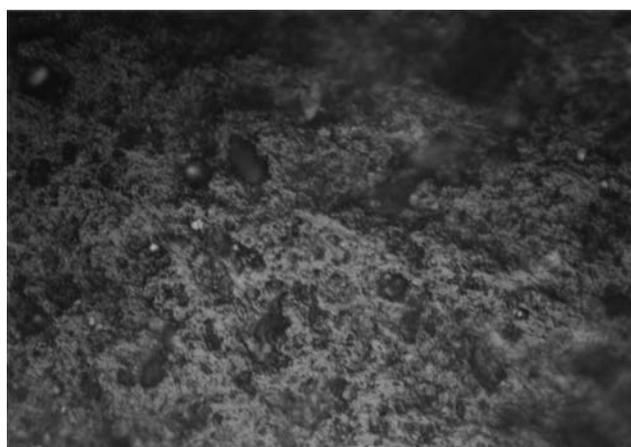
(2) 9.3-7. antler grave 500st. type F1. (SH50)



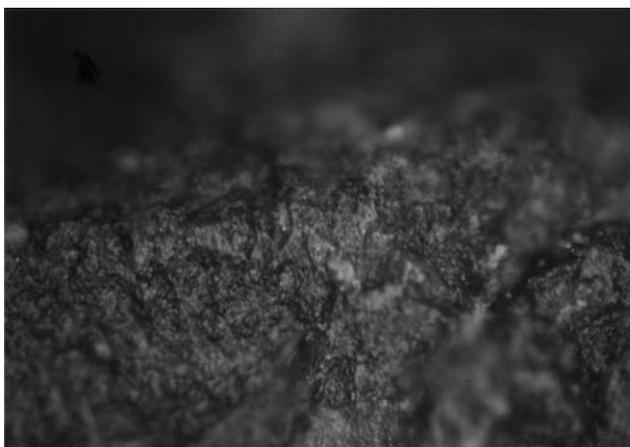
(3) 10.0-. soil polish. (SH64)



(4) 10.0-8. soil dig. (SH61) 400x

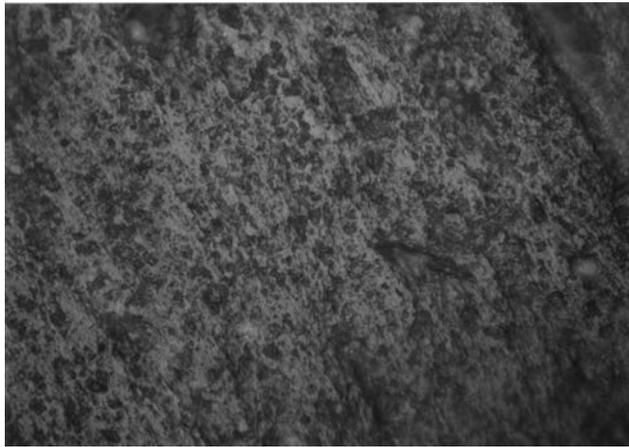


(5) 10.0-8. soil dig. (SH61)



(6) 10.0-8. soil dig 1000st. (SH135) 400x

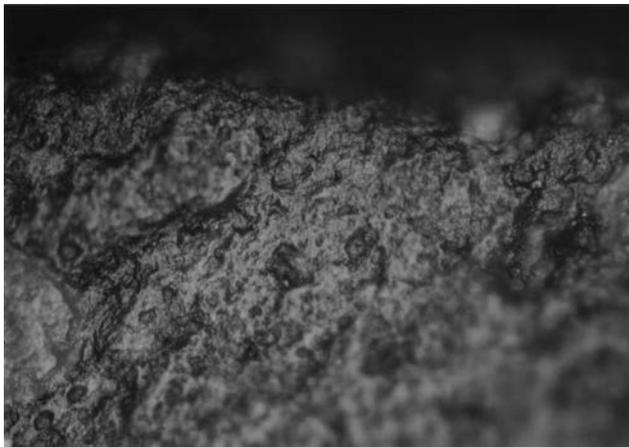
Figure 29. Experimental microwear polishes. (hard worked materials)



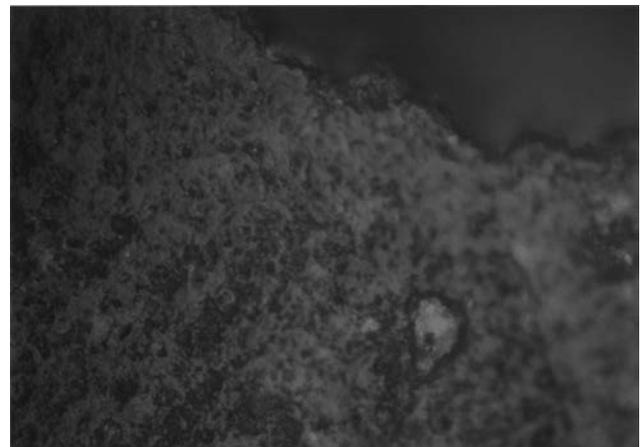
(1) 10.0-8. soil dig 1000st. (SH142)



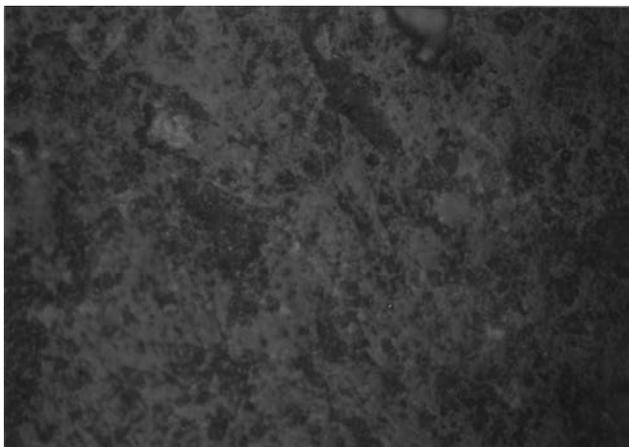
(2) 10.0-8. soil dig 1000st. (SH142)



(3) 10.0-8. soil dig 1000st. (SH145)



(4) 11. natural polish. (SH142)



(5) 11. natural polish. (SH142) 400x

Figure 30. Experimental microwear polishes. (hard worked materials)

# 東日本大震災遺構 3次元クラウドデータアーカイブ構築 公開事業中間報告

鹿納晴尚<sup>1)</sup>・西 弘嗣<sup>1)</sup>・藤澤 敦<sup>1)</sup>・佐々木理<sup>1)</sup>・高嶋礼詩<sup>1)</sup>・根本 潤<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> 東北大学総合学術博物館、<sup>2)</sup> 東北大学大学院理学研究科

## Progress Reports of the Program for Archives and Publication of 3-D Point-cloud Data of the Great East Japan Earthquake for Tsunami Disaster Ruins

Harumasa KANO<sup>1)</sup>, Hiroshi NISHI<sup>1)</sup>, Atsushi FUJISAWA<sup>1)</sup>, Osamu SASAKI<sup>1)</sup>,  
Reishi TAKASHIMA<sup>1)</sup> and Jun NEMOTO<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup>The Tohoku University Museum, <sup>2)</sup>Graduate School of Science, Tohoku University

**Abstract:** The big earthquake and the following huge tsunami waves occurred in the Great East Japan Earthquake, on March 2011, and gave the strong damage for the extensive areas along the Pacific coast of Tohoku district. This earthquake was associated with the Fukushima Daiichi nuclear disaster, and their influences have not yet been finished at present, after seven years later. Although the reconstruction activity in these areas are still continued, the damaged and collapsed constructions and debris materials have been removed from these coast areas in Iwate, Miyagi and Fukushima Prefectures. The Tohoku district experienced huge tsunami waves at several times in the past, and these historical earthquakes had been recorded in references, pictures, photographs and video images. In order to keep the memory of the disaster from fading, we started a new archive project based on virtual 3-D digital methods to reserve the digital historical references, and to apply antidisaster lessons for the next generation.

In particular, the Fukushima Prefecture was recognized as a composite disaster among the earthquake, tsunami and nuclear accident. The residents near the power station do not return to their home town at present because of radioactivity influence. This long-time evacuation caused not only a crush of local life, but also lost of regional traditional culture in these areas. For Fukushima Prefecture, hence, we also focused on preservation of cultural properties. At present, we finished getting total 58 images since 2012 through August 2017. In the present study, these subjects of digital images are reported and we explain digital 3-D methods for these archives.

As the digital measurements methods, we used the Terrestrial Laser Scanner (TLS), Mobile Mapping System (MMS), and Structure from Motion (SfM) technic with Unmanned Aerial Vehicles (UAV). The 3-D archive images are also used as exhibition contents of Mixed Reality System (MR) and finally as materials of lessons of antidisaster and local culture. The present MR system can display cloud data over ten hundred million of points with software, but it is not sufficient for showing original digital data that consist of about one hundred million of point-clouds. Hence, we need to develop a new advanced operation program for enough ability of these huge cloud 3-D data.

### 1. はじめに

2011年3月11日に発生した東日本太平洋沖地震で発生した地震・津波により、東北地方太平洋沿岸では多大な災害が発

生した。さらにその影響により、東京電力福島第一原子力発電所で事故が発生し、メルトダウンと水素爆発により大量に放射性物質が放出され、福島県浜通りをはじめとして広範囲に放射性物質が飛散し、原稿執筆の2017年の末時点でもいまだに空

間線量が高く住民が帰還できない地域が福島第一原子力発電所周辺の浪江町、双葉町、大熊町や富岡町などに存在する。

東北大学学術資源研究公開センター総合学術博物館（以下総合学術博物館）では、「東日本大震災遺構3次元クラウドデータアーカイブ構築公開事業」（以下本事業）として、東北大学グローバル安全学トップリーダー育成プログラムと共同でこれらの被災地域、特に岩手県、宮城県、福島県において、津波被災を物語る建物や地域、さらに、原子力災害被災地域の福島県では津波被災建物・地域、当時のまま残された避難所、地域を代表する文化財等の三次元アーカイブを協力企業や地方自治体の協力のもと作成してきた（たとえば鹿納、2013）。本報告では、総合学術博物館が主導して震災後から2017年8月にかけて取得してきた57箇所の三次元アーカイブについての概要を報告する。なお、本事業を始めるきっかけとなった岩手県陸前高田中央公民館・体育館の三次元計測データは株式会社中庭測量コンサルタントが2012年7月に計測したものであり、本論では同社から提供していただいたデータについても報告する。さらに、これらの三次元データを用いて、防災教育や普及活動をしており、これまでの概要等を記述する。

## 2. 事業のあらまし

東日本大震災遺構3次元クラウドデータアーカイブ構築公開事業（以後「アーカイブ事業」とする）は、当館に導入が決まっていたキャノン製MREALシステム（以後MRとする）で、東日本大震災の被害の様子を三次元3Dで見ることができれば、将来の防災教育に資することができるのではないか？との共著者の西教授の発案により中庭測量コンサルタントで取得していた陸前高田中央公民館のレーザースキャナで計測された三次元点群データをMRで表示テストを行ったことがはじまりである。当初は点群データをvrm12.0形式に変換し、それをMR用ソフトウェアMR visualizerで読み込んで表示することから始めた。陸前高田中央公民館のデータ量は、比較的計測点および点群数が少ないことから、読み込みして一度表示させれば問題なくMRで三次元体験ができた。このように震災遺構の三次元ポイントクラウドデータを三次元で体験できることが確認できたため、まずは将来に残すアーカイブであることを念頭に、できるだけ高精度でかつ短時間で被災地・被災施設等の3Dアーカイブを作成することに注力することとした。なお、MR Visualizerではすべての点群をビデオメモリに読み込むという仕様から、およそ1億数千万点の色付き点群データの表示が限界であることも分かった。点群数が多くなるにつれ、点群を間引くなど手間がかかることから、新たなソフトウェアの開発が必要となった。

また、2013年には震災遺構3DデジタルアーカイブをMRにて体験展示をすることにより、広く本アーカイブ事業の有効性を認知させることを目的とし、宮城県議会や仙台市議会をはじめ各地に出向き体験展示を行った。その結果、

宮城県のみやぎ地域復興支援助成金、さらに東北大学総長裁量経費の獲得が実現し、2013年度から本格的に三次元計測を開始することができた。

2014年には、MRに（株）エリジオン社製InfiPoints for MRを導入し、さらに多くの点群データをMRで体験できるようになった。InfiPointsは、レーザ計測で得られた点群データについて、合成処理、ノイズ処理、軽量化処理ができるソフトウェアであり、計測データの各種処理を博物館独自にできるようになった。一方で、2014年8月に、福島県立博物館に事務局を置く「ふくしま震災遺産保全プロジェクト実行委員会」から接触があり、福島県内の津波被災地および原子力事故被災地域に関する三次元アーカイブ作成について協力依頼があった（鹿納、2015）。2015年初頭から福島県富岡町のJR富岡駅をはじめとして福島県内の被災地の計測を本格的に実施することとなった。また、同時期、東北大学災害科学国際研究所アーカイブ分野の柴山研究室がFARO社製レーザースキャナ（Focus3D 120）を導入し、これを用いて共同で三次元計測を実施することにより、費用を抑えて三次元アーカイブを取得できるようになってきた。

2016年になり、津波で被災した富岡町の子安観音堂の三次元データをMRによる体験展示を福島県立博物館で実施した際、原子力災害により避難を余儀なくされた富岡町の住民に非常に好評で、ふるさとを思い出す効果が非常に高いことが分かった。地域の文化を代表する三次元アーカイブの作成と活用は、被災地の文化を継承することにもなることが分かったため、計測対象を文化財にも本格的に広げることとした。2017年2月には福島県双葉町の国史跡清戸迫横穴墓の装飾壁画等を三次元アーカイブ化した。2017年4月からは、ライカジオシステムズ（株）の協力により、帰還困難区域が残る福島県において三次元アーカイブ化を続けている。

## 3. データ取得手法

本アーカイブ事業では、大きく3つの手法でデジタルアーカイブを作成した。地上型レーザースキャナ（Terrestrial Laser Scanner: 以下 TLS）、移動型レーザースキャナ（Mobil Mapping System: 以下 MMS）、そして無人航空機（Unmanned Aerial Vehicle: 以下 UAV）や手持ち撮影による三次元写真計測（Structure from Motion (SfM) 技術）である。ただし、福島県双葉町の清戸迫横穴墓については構造化光3Dスキャナ（Structured-light 3D scanner: 以下 デジタイザ）も使用している。デジタイザについては計測に使用した各論の清戸迫横穴墓の項で述べる。以下に各計測手法について概略を述べる。

### 3-1. 地上型レーザースキャナ（Terrestrial Laser Scanner: 以下 TLS）

これまで使用している機材で、最も使用頻度が高いものが TLS である（図1）。三脚で固定し、計測機が360度回転しな

からレーザー計測をし、足元以外の全天周三次元点群データおよび色データを取得するものである。使用した主な機材として FARO 社製 FARO Focus3D 120 (以下 FARO)、Trimble 社製 GS200 (以下 GS200)、Leica Geosystems 社製 P40 (以下 P40)、同 MS60 (以下 MS60) である。TLS で三次元計測をする場合、FARO と P40 で、機材から 20 ~ 30m 以内の範囲を詳細に取得し、より遠距離の 30m ~ 150m の範囲を重点的に計測する必要がある場合は GS200 と MS60 を用いて計測を実施した。

FARO での計測では、建物内であれば、5m ~ 10m ごとに計測を実施しているが、瓦礫の散乱状況が広範囲に渡り、詳細なデータを残すべきと考えられる場合は、できる範囲で配置間隔が 3m 程度のメッシュ配置になるように心がけている。

### 3-2. 移動型レーザースキャナ (Mobile Mapping System: 以下 MMS)

MMS は車両の上にレーザースキャナと 360 度カメラを搭載し、GPS や車速センサなどで補正しながら三次元計測ができるものである (図 2)。次に述べる UAV の写真計測が主体になるまで、広範囲にわたる被災地の三次元計測に使用した。

### 3-3. UAV および手持ち撮影による写真計測 (Structure from Motion 技術: 以下 SfM)

UAV では、空中からデジタルカメラにより多視点の地上

撮影を行う。得られた多視点の画像から SfM 技術で三次元再構成 (三次元化) を行う。UAV を使った SfM では、短時間で平面的な対象物を三次元化する場合に効果的である。ただし、標定点を設置し別に計測するか、または、スケールなどがわかる物を入れて撮影し、補正する必要がある。本手法は、広範囲の被災地の様子をアーカイブする際に使用することが多い (図 3)。UAV 以外での SfM の使用例として、後述の福島県双葉町国史跡清戸迫横穴の玄室床部分と福島県富岡町の中央商店街の道路沿いの町なみの道路から見える部分で使用し、手持ちのカメラで対象を撮影して三次元化している。

## 4. アーカイブ作成箇所

表 1 に東日本大震災後、東北大学総合学術博物館が主導して取得した 57 箇所の三次元デジタルアーカイブに中庭測量コンサルタントから提供のあった一か所 (岩手県陸前高田市中央公民館・体育館) の合計 58 対象のリストを示す。表には、使用した三次元計測手法も示した。

以下に表 1 にあげた三次元アーカイブの対象についてそれぞれの対象が持つ背景や特徴などを北から南へ県および自治体ごとに記述する。各自治体で複数三次元計測の対象がある場合は計測日順に示す。なお、対象ごとに合計取得点群数を示しているが、TLS の計測では各種のノイズや複数

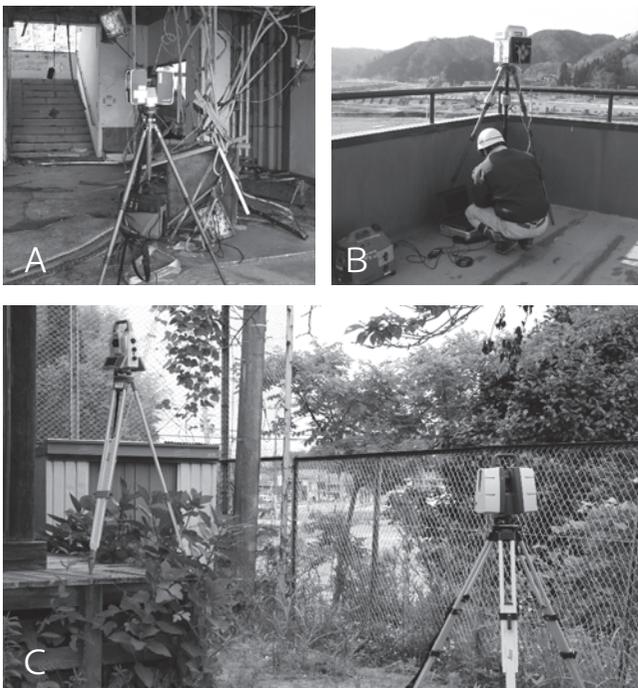


図 1. 計測に使用した地上型レーザースキャナ (TLS)。  
A: FARO Focus3D。B: Trimble GS200。C: 左 MS60、右 P40。



図 2. 計測に使用した車載レーザースキャナシステム (MMS)  
左: 女川町市街地で使用。右: 女川町以外の宮城県・岩手県で使用。屋根についている機器に、レーザー計測機および 360 度カメラが内蔵されている。



図 3. 計測に使用した UAV。A: 富岡町仏地区で使用した UAV。B: 富岡町仏地区での計測状況。

表 1. 三次元ポイントクラウドデジタルアーカイブ作成対象リスト

県	市町村	対象名等	計測日	位置図および図番号	手法	備考	
岩手県	宮古市	たろう観光ホテル	2014年1月21日～23日	図4-①、図5	TLS		
		田老地区第二防潮堤	2014年1月21日～23日	図4-②、図5	TLS		
	陸前高田市	陸前高田市中央公民館・体育館	2012年7月20日	図4-③、図6	TLS	(株)中庭測量コンサルタント提供	
宮城県	気仙沼市	陸前高田市街地	2013年11月19日	図4-④、図7	MMS		
		第十八共徳丸	2013年3月4日～5日	図8-①、図9	TLS		
		気仙沼市街地	2013年11月18日	図8-②、図10	MMS		
	南三陸町	気仙沼処理区災害廃棄物処理施設	2013年11月18日	図8-③、図11	MMS	気仙沼向洋高校敷地	
		南三陸町防災対策庁舎	2013年3月4日、2014年10月28日再計測	図8-④、図12	TLS		
		志津川市街地	2013年11月15日	図8-⑤、図13	MMS		
		八幡川防潮水門および防潮堤	2014年1月18日	図8-⑥、図14	TLS		
	女川町	水尻川防潮水門	2014年1月18日	図8-⑦、図15	TLS		
		女川町市街地	2013年7月12日	図8-⑧、図16	MMS		
		旧女川交番	2013年7月17日	図8-⑨、図17	TLS		
		江島共済会館	2013年7月17日	図8-⑩、図18	TLS		
石巻市	女川サブメントビル	2013年7月19日	図8-⑪、図19	TLS			
	石巻市立旧門脇小学校	2013年3月1日、2015年10月8日、14日、15日	図8-⑫、図20	TLS			
	門脇～南浜地区ほか石巻市街地	2013年11月21日	図8-⑬、図21	MMS			
東松島市	石巻市立旧大川小学校	2014年1月16日～17日	図8-⑭、図22	TLS			
	JR旧野蒜駅	2014年10月29日～30日	図8-⑮、図23	TLS			
	仙台市	仙台市立旧荒浜小学校	2013年2月22日～23日	図8-⑯、図24	TLS		
		仙台市立旧中野小学校	2013年2月24日～25日	図8-⑰、図25	TLS		
		若林区荒浜地区	2013年11月21日	図8-⑱、図26	MMS		
	亘理町	亘理町荒浜～鳥の海地区	2013年11月22日	図8-⑲、図27	MMS		
	山元町	山元処理区災害廃棄物処理施設	2013年11月22日	図8-⑳、図28	MMS		
		山元町立旧中浜小学校	2014年1月14日～15日	図8-㉑、図29	TLS		
	福島県	南相馬市	小高川河口周辺	2013年11月23日	図30-①、図31	MMS	
			井田川河口周辺	2015年12月6日	図30-②、図32	UAV+TLS	
浪江町		相馬双葉漁業協同組合旧請戸支所	2015年2月19日	図30-③、図33	TLS		
		浪江町立荻野小学校体育館	2015年10月21日	図30-④、図34	TLS		
		浪江町立浪江中学校体育館	2015年10月21日	図30-⑤、図35	TLS		
		JR浪江駅前～陸前浜街道中央商店街	2015年12月1日～2日	図30-⑥、図36	TLS		
		浪江町請戸地区集会所	2015年12月2日～3日	図30-⑦、図37	TLS		
		浪江町南棚塩集会所	2015年12月2日～4日	図30-⑧、図38	TLS		
		浪江町中央公民館荻野分館	2015年12月3日	図30-⑨、図39	TLS		
		泉田川漁業協同組合およびサケ孵化場	2015年12月4日	図30-⑩、図40	TLS	(株)中庭測量コンサルタント協力	
		福島いこいの村なみえ	2015年12月3日～4日	図30-⑪、図41	TLS	(株)中庭測量コンサルタント協力	
		藤橋不動尊	2017年3月3日、5月9日	図30-⑫、図42	TLS		
		初発神社	2017年3月4日～5日、5月10日	図30-⑬、図43	TLS		
国玉神社		2017年3月5日、5月10日	図30-⑭、図44	TLS			
双葉町		原子力標語看板	2015年10月21日	図30-⑮、図45	TLS		
		双葉町海の家(マリンハウスふたば)	2015年10月22日	図30-⑯、図46	TLS		
		国史跡清戸迫横穴	2017年2月9日～10日	図30-⑰、図47	デジタルサイフ+SfM+TLS		
大熊町		福島県緊急事態応急対策拠点施設(旧大熊オフサイトセンター)	2017年3月6日～7日	図30-⑱、図48	TLS	2018年2月再計測予定	
		福島県原子力センター	2017年3月6日～7日	図30-⑲、図4	TLS	2018年2月再計測予定	
富岡町		JR旧富岡駅	2015年1月6日～7日	図30-⑳、図50	TLS		
		子安観音堂	2015年2月16日	図30-㉑、図51	TLS		
		相馬双葉漁業協同組合旧富熊支所荷捌所	2015年2月16日	図30-㉒、図52	TLS		
		富岡町災害対策本部	2015年2月16日	図30-㉓、図53	TLS	(株)中庭測量コンサルタント協力	
	(富岡町文化交流センター学びの森 2F)						
	仏浜周辺	2015年2月17日	図30-㉔、図54	UAV			
	被災バトカー	2015年3月25日	図30-㉕、図55	TLS			
	富岡町中央商店街	2015年12月6～7日	図30-㉖、図56	UAV			
	夜の森桜並木	2016年4月6日	図30-㉗、図57	TLS	(株)中庭測量コンサルタント協力		
	福島県立富岡高校三階教室群	2016年4月20日、5月25日	図30-㉘、図58	TLS			
	富岡町立富岡第二中学校体育館	2016年5月18日	図30-㉙、図59	TLS			
いわき市	大原本店旧店舗	2016年10月17日	図30-㉚、図60	TLS	C-lab 研修		
	薬師堂	2017年6月27日	図30-㉛、図61	TLS	ライカジオシステムズ(株)協力		
	宝泉寺	2017年6月27日	図30-㉜、図62	TLS	ライカジオシステムズ(株)協力		
	いわき市立豊間中学校旧校舎	2015年4月27日～29日	図30-㉝、図63	TLS			

の計測で重なる部分も含まれており、ノイズの消去や重なり部分の除去といった最適化処理をすると、点群数の値は計測手法にもよるが、2割以上点群数が減少する。

#### 4-1. 岩手県での調査概要

岩手県では、東日本大震災の発生後、三年をめぐりに瓦礫の撤去がすすめられた。本事業を始めた2013年に岩手県陸前高田市～岩手県宮古市田老まで被災地の現状を確認するために自動車での現地調査を実施した。結果、岩手県宮古市田老地区と岩手県陸前高田市において三次元計測を3対象において実施することにし、2013年と2014年に三次元計測を行った。中庭測量コンサルタントが三次元計測を実施した岩手県陸前高田市中心公民館・体育館を含む計測場所については図4に示す。なお、調査を続けるうち、岩手県釜石市鶴住居の防災センター及びその周辺については、釜石市が三次元計測を実施していることを確認している(河北新報2013年11月2日朝刊。解体予定の釜石・鶴住居防災センター 3D映像化へ測量開始)。

#### 4-1-1. 宮古市の調査概要

宮古市中心部には、2013年に行った事前調査では三次元アーカイブの対象となりえるものが残されておらず、市の北方の田老地区には、震災遺構として保存されている田老観光ホテルと破壊された防潮堤が残されていたため、計測対象とした。宮古市田老地区は、明治三陸地震津波や、昭和三陸地震、チリ地震津波など、過去に何度も津波被害を受けた歴史があり、長大な防潮堤を整備してきた。その中で、田老漁港に面する第二防潮堤は東日本大震災により、そのほとんどが破壊された。第二防潮堤の陸側の野原地区には市街地が広がり、その一角にたろう観光ホテルが位置していた。計測時の野原地区には、たろう観光ホテルのほかは、震災以前の建物は解体され残されていなかった。

#### ・たろう観光ホテル(図4-①、図5)

計測日:2014年1月21日～23日。計測手法:TLS。計測点:FARO:83測点。GS200:5測点。取得点群数 1,752,003,418点。

たろう観光ホテルは、宮古市田老野原に位置し、土地は宮

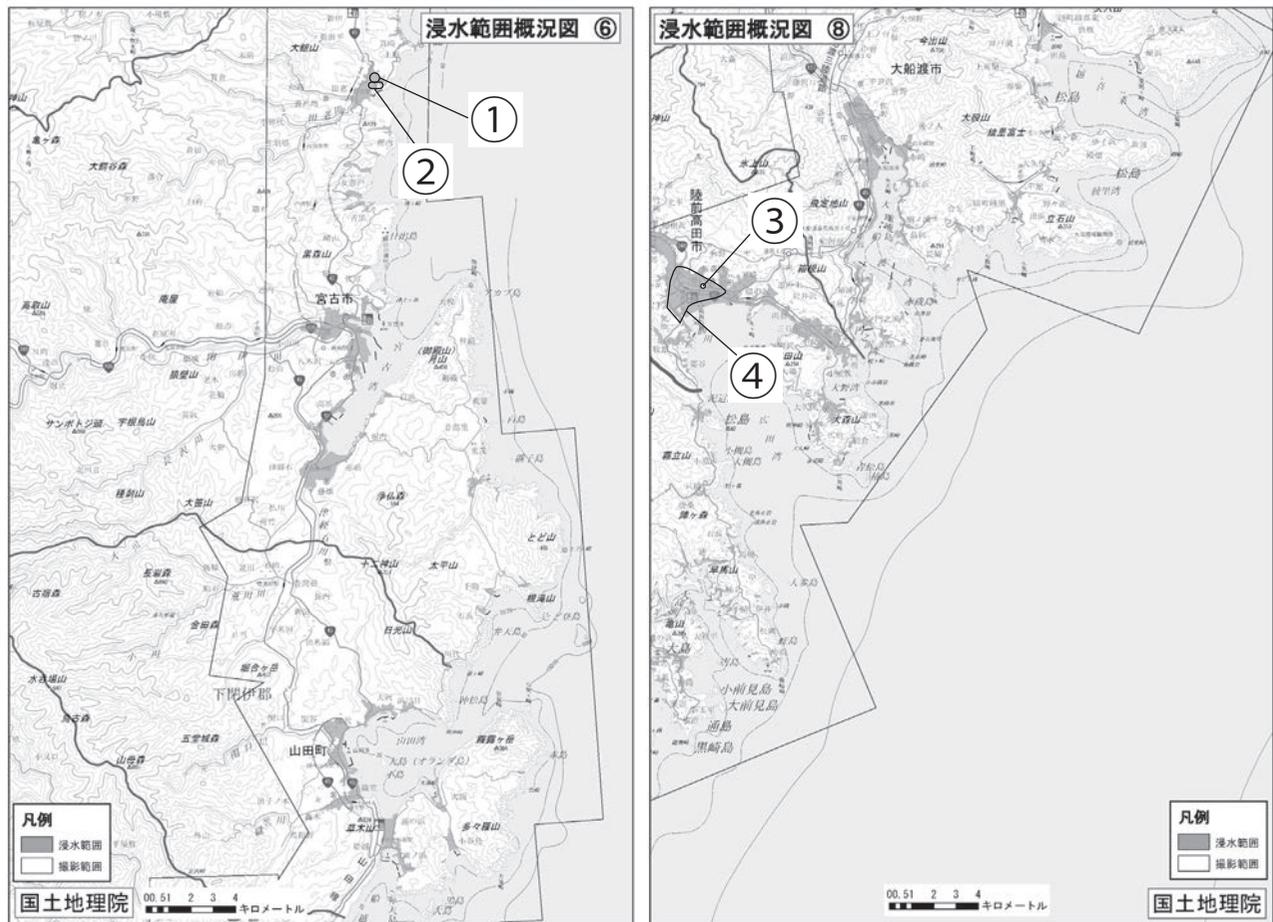


図4. 岩手県内の三次元計測実施場所。国土地理院10万分の1浸水範囲概況図⑥と⑧に加筆。①：宮古市田老のたろう観光ホテル。②：田老地区第二防潮堤。③：陸前高田市中心公民館・体育館。④：陸前高田市街地。

古市が買い取り、建物は宮古市へ譲渡された後、復興交付金により整備され震災遺構として保存されている。ホテルは第二防潮堤の内陸側に位置する(図5)。津波は4階まで到達した。建物2階までは壁がほぼ破壊されており、3階の一部も床が抜けていたり、窓が流されていたりする(図5B)。

計測は、FAROで建物外および津波により大きく破壊された1階、2階、3階で計測を実施した。屋上からはGS200により2点から計測した。また、たろう観光ホテルと田老地区第二防潮堤の間で、両方がデータに含まれるように高所作業車によるGS200での計測も実施した。

#### ・田老地区第二防潮堤(図4-②、図5)

計測日:2014年1月21日~23日。計測手法:TLS。計測点:FARO:151測点、GS200:2測点。合計点群数:1,427,576,126点。

第二防潮堤は、宮古市田老野原の田老漁港に沿って設置されたものである。そのほとんどが津波により破壊されたが、水門やコンクリートブロックで作られたトンネル部分の一部は残されていた(図5C)。一方で、第一防潮堤はほとんど残されており、第二防潮堤との接続部分からGS200による計測も実施した。取得データでは、防潮堤から北側の野原地区の広い範囲の様子を確認することができる(図5A)。なお、第二防潮堤の西側の一部については震災遺構として保存されている。

#### 4-1-2. 陸前高田市の調査概要

陸前高田市は震災前、高田松原から陸側の平野部に市街地が広がっており、津波は、その市街地を飲み込んだ。陸前高田市では、「奇跡の一本松」や気仙中学校、タピック45などの震災遺構を保存、活用することとしている(復興庁ほか、2015)。一方で、中心部にあった文教地区の建物群(博物館・体育館・中央公民館など)は2013年には解体されていた。

東日本大震災の津波で陸前高田市中心部の文教地区に位置した陸前高田市博物館も被災し、史資料・標本等に多大な被害が出た。博物館レスキューを進めていた国立科学博物館の真鍋真博士をはじめとするメンバーが、博物館を含む文教地区にあった中央公民館事務室の壁に、亡き母親へあてた

メッセージを見つけ、そのメッセージに感銘を受け、保存運動を開始した。その時、真鍋氏が専門とする恐竜化石に関する三次元計測で協力をしていた(株)中庭測量コンサルタントが真鍋氏から依頼を受け公民館の事務室と多くの人が避難して亡くなった体育館の一部について三次元計測をしていた。このデータの存在を東北大学総合学術博物館が同大広報課と共に母親へ宛てたメッセージに関するパネル展示を行う際に提供を受け、その後MRによる展示ができないかテストを中庭測量コンサルタント、(株)電通国際情報サービス、キヤノンマーケティングジャパン(株)、キヤノンITソリューションズ(株)の協力のもと実施した。実際に三次元で見ることができることを確認できたため、本事業が始まったものである。

計測対象は、かさ上げ工事が始まったばかりの、瓦礫がほとんど片付けられた平野部とし、MMSにより計測を実施した。ここでは、中庭測量コンサルタントが計測し、データを提供していただいた陸前高田市中央公民館・体育館と市街地の計測データについて記述する。

#### ・陸前高田市中央公民館・体育館(図4-③、図6、中庭測量コンサルタント計測・提供)

計測日:2012年7月20日。計測手法:TLS。測定点設置数:FARO:19測点。合計点群数:224,233,728点。

陸前高田市中央公民館・体育館は、陸前高田市高田町字砂畑に位置し、海岸から800mほど離れた平野部に位置していた。計測は株式会社中庭測量コンサルタントにより、1階の事務室および玄関、さらに体育館につながる廊下と、避難所となっていた体育館内の1か所から実施した(図6)。

本公民館の事務室には、震災当時ここで働いていて、津波の犠牲になった母親に当てたメッセージが残されていた(図6B)。この壁は建物の解体前に切り取られ、旧生出小学校で保管されている。一方、棟続きの中央体育館は、震災当時、避難所とされ、近所の人など約100名程度が避難していた。津波は、体育館まで入り込み、多数の方が犠牲になった。体育館には、外壁を突き破って軽自動車流れ込んでおり、津波の破壊力を物語っている(図6C)。



図5. 宮古市田老地区の計測データ。A: 田老地区で計測した範囲。B: 田老観光ホテル外観。C: 田老地区第二防潮堤。

壁に残されたメッセージは FARO での計測のほかにデジタルカメラにて撮影され、テキストチャマッピングによる三次元表示も可能となっている。壁は切り出された後、内陸部の廃校になった旧生出小学校に運ばれ、保存されたとの報道があるものの、現在はどのようなになっているか未確認である。

中央公民館と体育館があった陸前高田市の文教地区にあった図書館、博物館を含めたすべての建造物は前述のとおり、MMS での計測時には取り壊されており、文教地区には災害廃棄物処理施設が設置されていた。

#### ・陸前高田市街地 (図4-④、図7)

計測日:2013年11月19日。計測手法:MMS。合計点群:976,550,498点。

陸前高田市街地は、広い平野部に発達した町であり、そのすべてが津波にのみこまれた。MMSにより計測を実施し、

範囲は主に平野部である(図7)。計測時には、市街地中央部でもいくつかの建物が残されていたが、現在はかさ上げ工事が進み、震災遺構として残されたもの以外はその影を見ることもできない。陸前高田市中央公民館、体育館、図書館、博物館があった文教地区には、災害廃棄物処理施設があり、壁に覆われ、中は確認できない(図7B)。気仙川の河口には、隣接する山地からかさ上げ用土砂を運搬するためにベルトコンベアが設置されたが、その設置途中の様子が記録されている。なお、高田松原については復旧・嵩上げ工事のため車で入ることができなかったため、データを取得できなかった。

#### 4-2. 宮城県での調査概要

宮城県は、岩手県同様、発災後三年を目処に瓦礫撤去がすすめられた。計測の開始は、2013年2月に、仙台市荒浜小学



図6. 陸前高田市中央公民館・体育館の計測データ(中庭測量コンサルタント提供データより作成)。A:右から体育館、時計塔、中央公民館、図書館と並んでおり、左手前に博物館が配置していた。B:中央公民館事務室の様子。右端には、メッセージが書かれた壁がある。C:陸前高田市体育館内部。

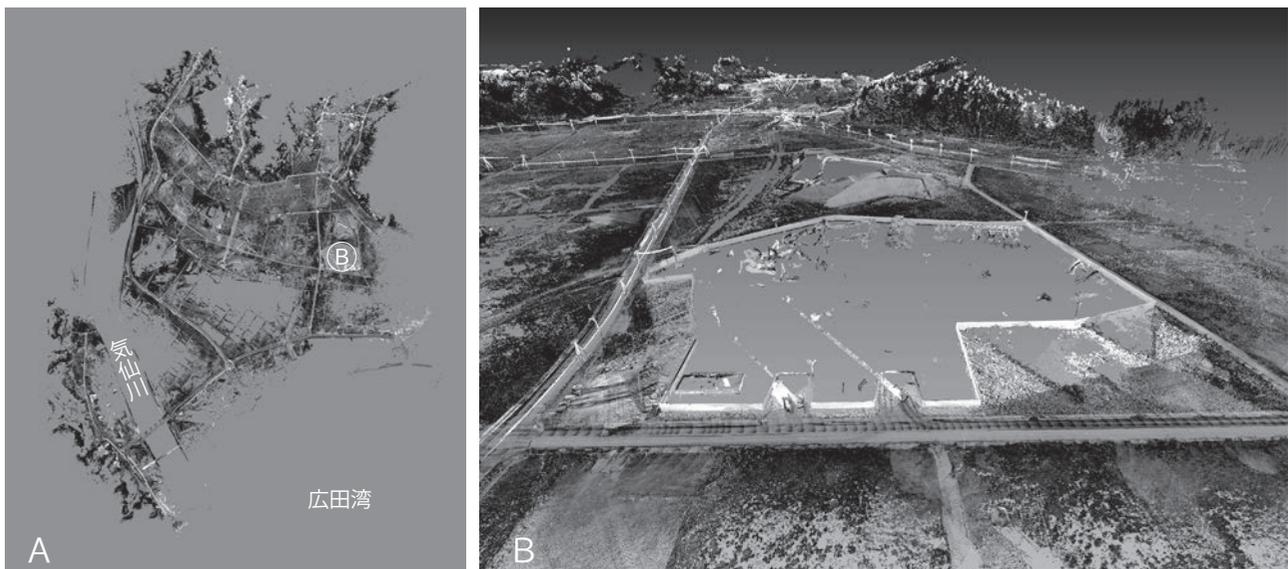


図7. 陸前高田市街地のMMSデータ。A:計測範囲全体図。北が上。南西に気仙川の河口部と気仙大橋が位置する。B:陸前高田市文教地区があった場所のMMSデータ。瓦礫処理施設が設置されており、内部の様子は不明。

校の体育館と中野小学校が 2012 年度内に撤去されるとの情報があったため、前記 2 つに加え石巻市立門脇小学校、南三陸町防災対策庁舎、気仙沼市第十八共徳丸について博物館の経費を用いて急いで実施したものである。その後、宮城県内の平成 25 年度第 2 回 みやぎ地域復興支援助成金や東北大学の

総長裁量経費を用いて、女川町の転倒ビル群や被災地域、大量の災害廃棄物を処理する処理場など、震災を物語る対象について 2015 年にかけて、気仙沼市、南三陸町、石巻市、女川町、東松島市、仙台市、亶理町、山元町の合計 21 箇所ですべて計測を実施した（表 1）。図 8 に宮城県内の計測箇所を示す。

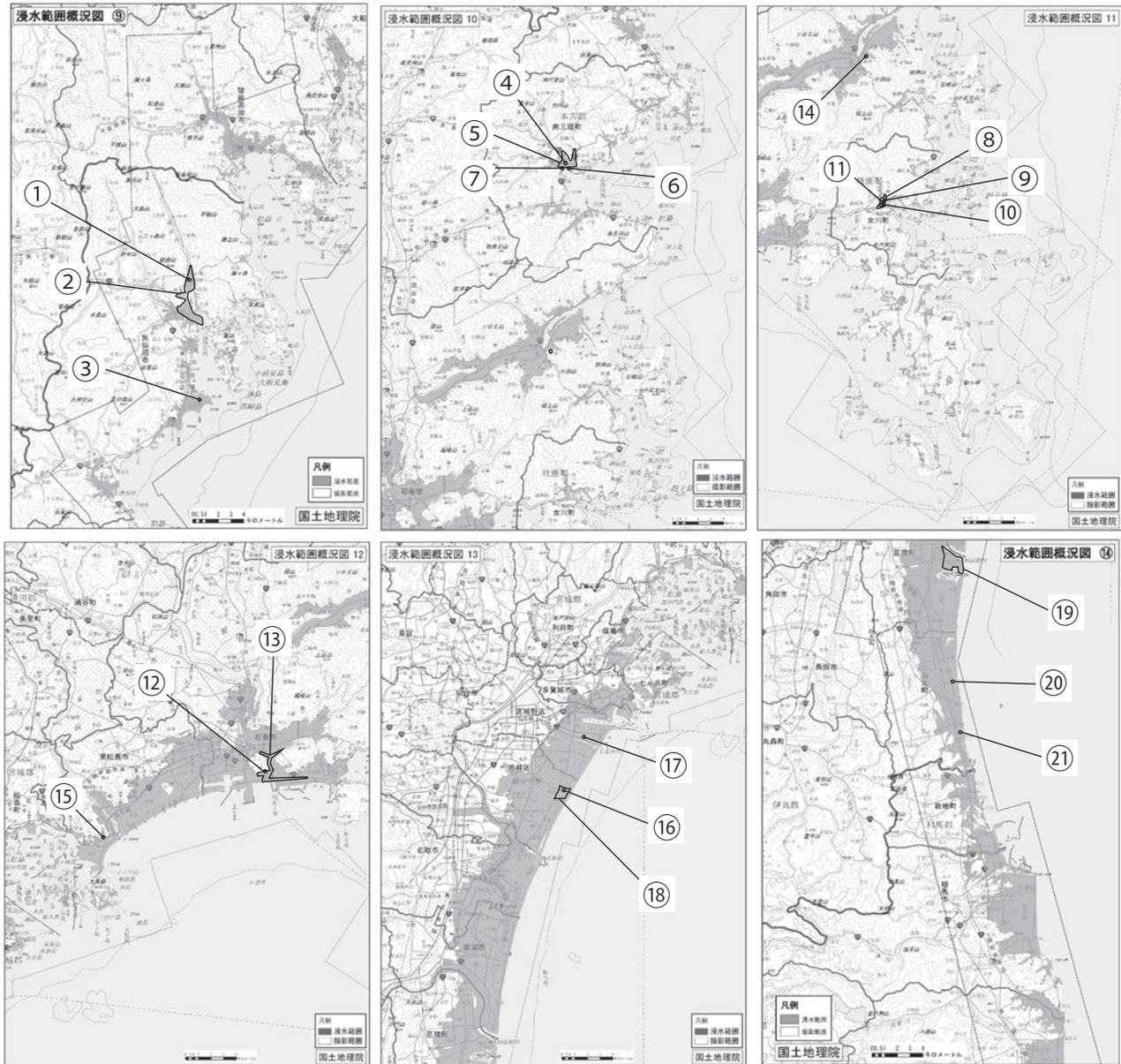


図 8. 宮城県内の三次元計測実施場所。国土地理院 10 万分の 1 浸水範囲概況図⑨～⑭に加筆。番号は宮城県内での本文中の記載順である。浸水概況図で重なる部分に位置する計測対象は、いずれか 1 枚の概況図に示す。①：第十八共徳丸。②：気仙沼市街地。③：気仙沼処理区災害廃棄物処理施設。④：南三陸町防災対策庁舎。⑤：志津川市街地。⑥：八幡川防潮水門および防潮堤。⑦：水尻川防潮水門。⑧：女川町市街地。⑨：旧女川交番。⑩：江島共済会館。⑪：女川サプリメントビル。⑫：石巻市立旧門脇小学校。⑬：門脇～南浜地区ほか石巻市街地。⑭：石巻市立旧大川小学校。⑮：JR 旧野蒜駅。⑯：仙台市立旧荒浜小学校。⑰：仙台市立旧中野小学校。⑱：若林区荒浜地区。⑲：亶理町荒浜～鳥の海地区。⑳：山元処理区災害廃棄物処理施設。㉑：山元町立旧中浜小学校。

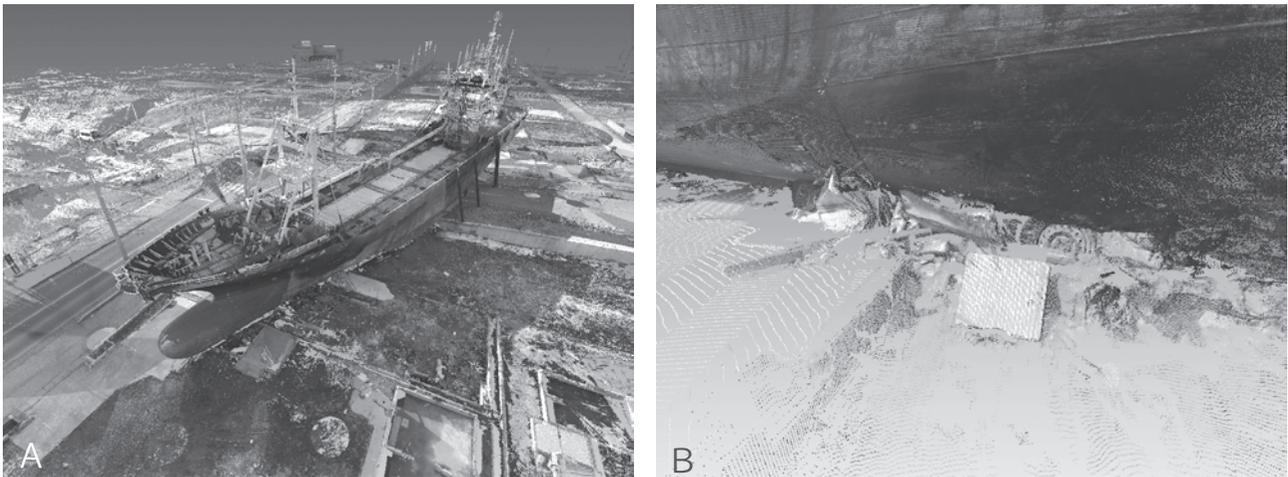


図9. 第十八共徳丸。A：全景。B：第十八共徳丸に押しつぶされた軽自動車。

#### 4-2-1. 気仙沼市の調査概要

気仙沼市は、リアス式海岸が発達し、津波の被害が大きくなった地域である。新浜町に打ち上げられた第十八共徳丸、被災した気仙沼市街地（特に気仙沼湾西岸と鹿折地区）と気仙沼処理区災害廃棄物処理施設（波路上地区）について三次元計測を実施した。

##### ・第十八共徳丸（図8-①、図9）

計測日：2013年3月4日～5日。計測手法：地上型レーザースキャン。測定点設置数：FARO：31測点、GS200：4測点。合計点群数：368,638,346点。

気仙沼港のドックに入るために気仙沼港に係留されていた第十八共徳丸は、津波によりJR大船渡線鹿折唐桑駅前の新浜町に打ち上げられた（図9A）。船体の長さは約60mで幅は約8.7m、プロペラスクリューの直径は約3mである。船体の下に軽自動車が押しつぶされていた（図9B）。船体は2013年度中に解体されている。なお、後述するMMSによる市街地のデータには、第十八共徳丸は存在しない。

##### ・気仙沼市街地（図8-②、図10）

計測日：2013年11月18日。計測手法：MMS。合計点群数：2,802,222,377点。

北は鹿折地区から南は気仙沼港西岸地区の朝日町、西は気仙沼市役所前～大川左岸にかけて計測を実施した（図10）。計測時には、瓦礫はほとんど片付けられ、住宅の基礎が残る程度であった。鹿折地区にあった第十八共徳丸は解体されていた。なお、計測範囲の一部はアジア航測株式会社が2011年4月22日にMMSで三次元計測し、データの提供を受けている。

##### ・気仙沼処理区災害廃棄物処理施設（図8-③、図11）

計測日：2013年11月18日。計測手法：MMS。合計点群数：402,287,594点。

気仙沼市波路上地区にある旧気仙沼向洋高校の敷地に設置された災害廃棄物処理施設内をMMSにより計測した（図11）。

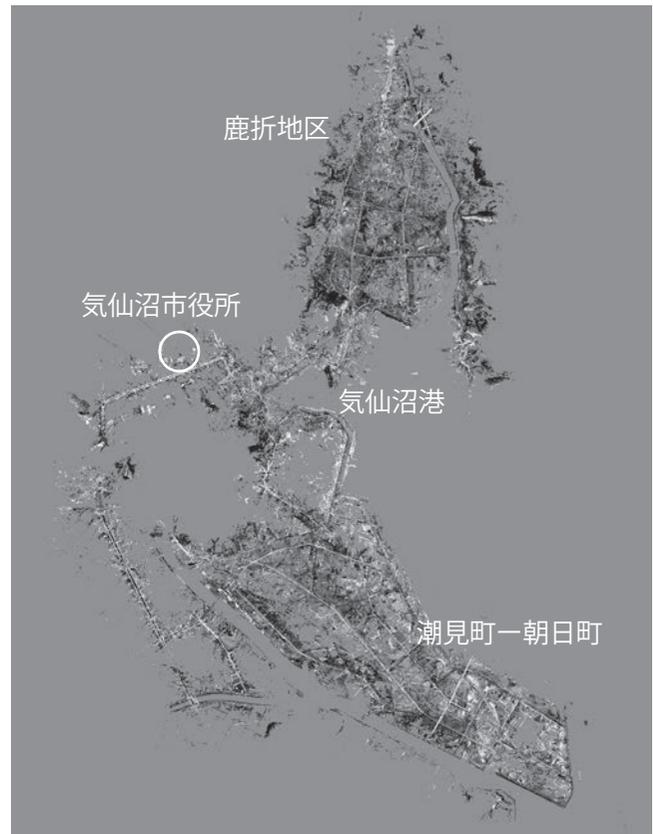


図10. MMSによる気仙沼市街地の計測データ。上が北。

宮城県気仙沼向洋高校の旧校舎の一部が確認でき（図11B）、校舎は震災遺構として保存が決定したものである（杉安、2016）。処理施設を取り巻くように壁が設置されており、全体

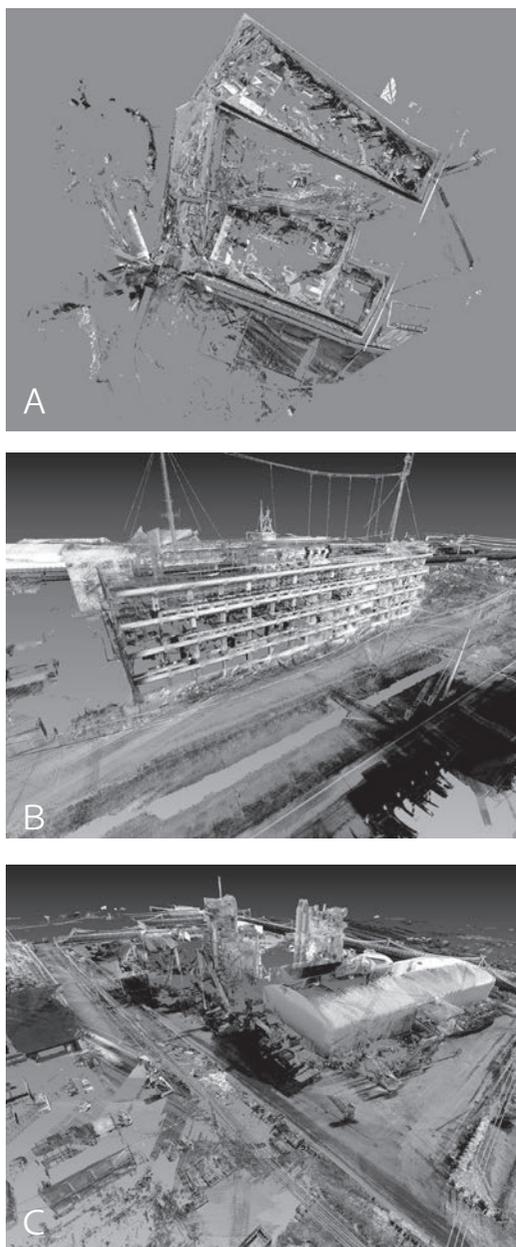


図 11. MMS による気仙沼処理区災害廃棄物処理施設。A：計測範囲全体。B：気仙沼処理区災害廃棄物処理施設内に位置した気仙沼向洋高校の校舎。C：気仙沼処理区災害廃棄物処理施設のプラント。

を把握するデータの取得が難しかったものの、プラントについては基部を除き確認することができる(図 11C)。

#### 4-2-2. 南三陸町の調査概要

南三陸町は、リアス式海岸に位置し、外洋に面した石浜地区や志津川湾に面した一帯で大きな被害があった。三次元計測

については被害の大きい志津川地域で実施している。計測は震災遺構の候補として宮城県が震災から 20 年の間保存を決めた南三陸町防災対策庁舎、志津川の市街地、八幡川防潮水門および防潮堤、水尻川防潮水門を対象とした。なお、アジア航測株式会社が MMS により 2011 年 4 月 22 日に志津川市街地の主要道路から三次元計測を実施し、データの提供を受けている。

##### ・南三陸町防災対策庁舎(図 8-④、図 12)

計測日：2013 年 3 月 4 日(第 1 回)、2014 年 10 月 28 日(第 2 回：再計測)。計測手法：TLS。測定点設置数：FARO：17 測点、GS200：3 点(第 1 回)、FARO：53 測点 GS200：3 測点(第 2 回)。合計点群数 198,722,976(第 1 回)、1,133,216,419 点(第 2 回)。

防災対策庁舎は、南三陸町志津川塩入にあり、志津川中心部を流れる八幡川の河口からおおよそ 500m の右岸に位置する。南三陸町の防災対策庁舎は震災時に災害対策本部が置かれており、津波はその屋上を超える高さまで押し寄せた。庁舎では町職員や町民ら 43 人が犠牲になったとされる(宮城県震災遺構有識者会議、2015)。

1 回目の計測では不安定な高所作業車の作業台上から FARO にて計測を行っており、さらに計測点の設置数も少なかったため、データ量不足と色データの若干のずれが生じていた。図 12A,B に、1 回と 2 回目の全景を示すが、1 回目の屋上部分のデータが少ないことが分かる。そのため、2014 年に再計測を実施し、作業員は 2 階より上の階では建物内に立たないようにして高所作業車から TLS を各階の床に設置して測定点を増やし計測を実施したものである。各階の計測結果を図 12C～F に示す。津波が押し寄せるまで防災無線で避難を呼びかけた部屋は 2 階にあったとのことであるが、計測時には構造物は何も認められなかった(図 12E)。

##### ・志津川市街地(図 8-⑤、図 13)

計測日：2013 年 11 月 15 日。計測手法：MMS。合計点群数：1,606,494,004 点。

志津川市街地については、津波で被災した市街地中心部のほか、避難場所となった志津川中学校や志津川高校へ上る道も計測対象としている(図 13)。市街地には、防災対策庁舎のほか、一部に高野会館といった被災建物が残されている(図 13B、C)ほか、かさ上げ工事が始まっている様子が記録されている。2011 年 4 月 22 日にアジア航測株式会社の MMS により主要道路沿いで計測されたデータが存在し、提供を受けている。

##### ・八幡川防潮水門および防潮堤(図 8-⑥、図 14)

計測日：2014 年 1 月 18 日。計測手法：TLS。測定点設置数：FARO：66 測点、GS200：3 測点。合計点群数：694,778,337 点。

南三陸町志津川市街地の中心部を南北に流れる八幡川の河口にある防潮水門と防潮水門から東へ伸びる防潮堤を計測対象とした(図 14A)。防潮水門の水門ゲートは 4 つあり、そのうち、東側二つが下がっており、西側 2 つが上がった状態である(図 14B)。防潮堤はほとんど津波によって破壊されている(図 14C)。破壊された防潮堤周辺は、土嚢で仮設の防潮堤が作られている。防潮堤があった陸側の地形は、

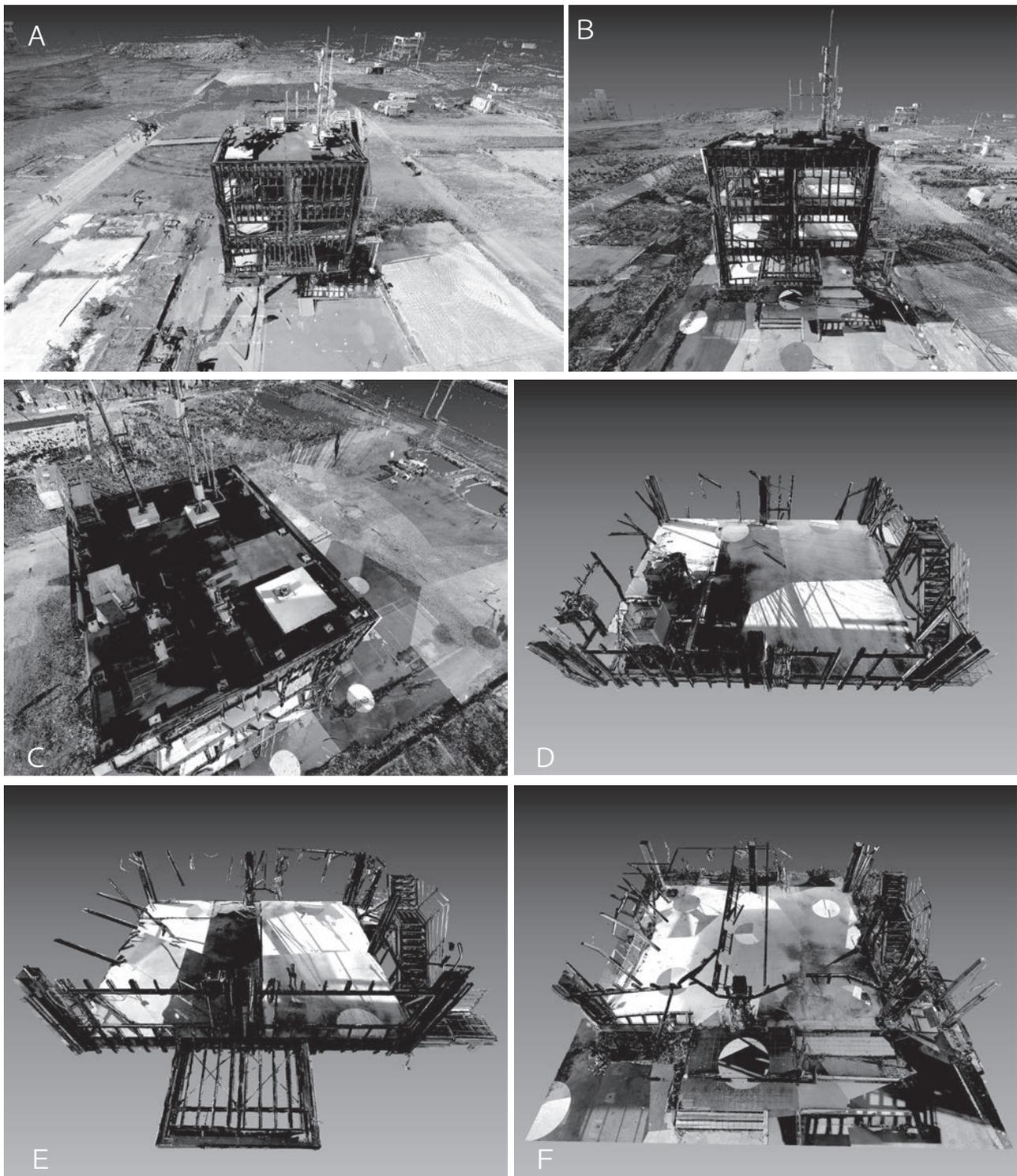


図 12. 南三陸町防災対策庁舎。A：計測 1 回目。B：計測 2 回目。C：計測 2 回目屋上。1 回目で取得できなかった部分が計測できている。D：計測 2 回目 3 階。E：計測 2 回目 2 階。F：計測 2 回目 1 階。

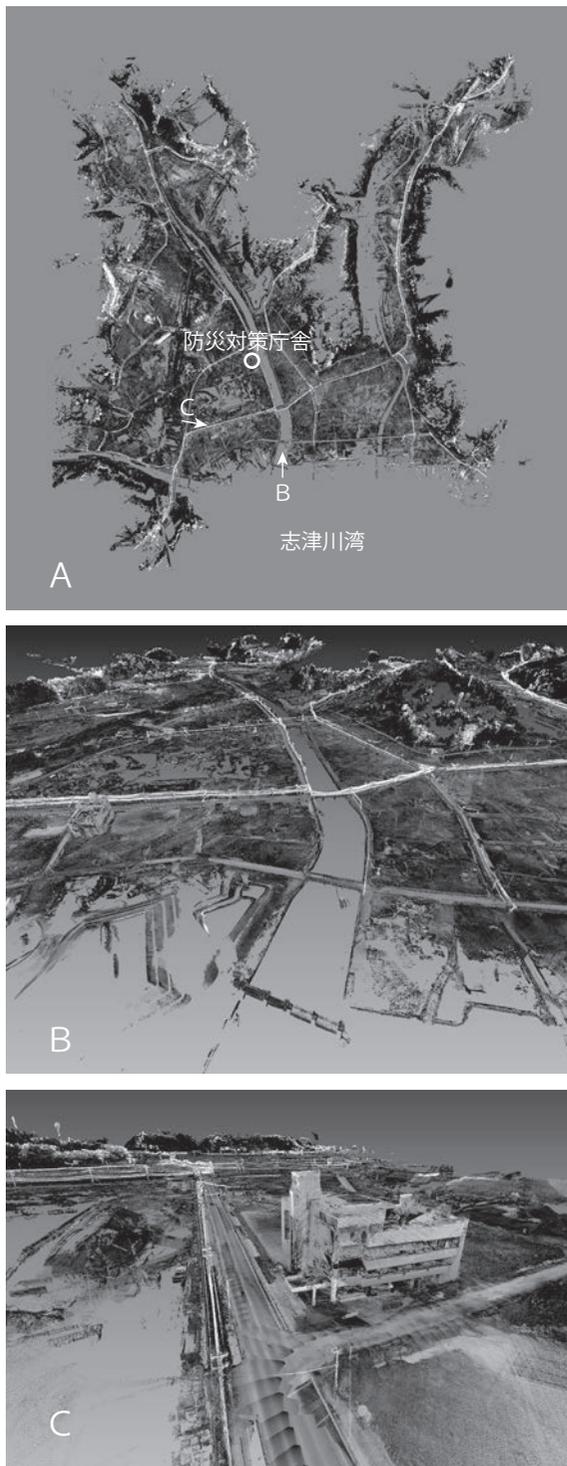


図 13. MMS による南三陸町志津川市街地。A:計測範囲。B:八幡川河口から見た志津川地区。C:国道45号線沿いに残された高野会館。

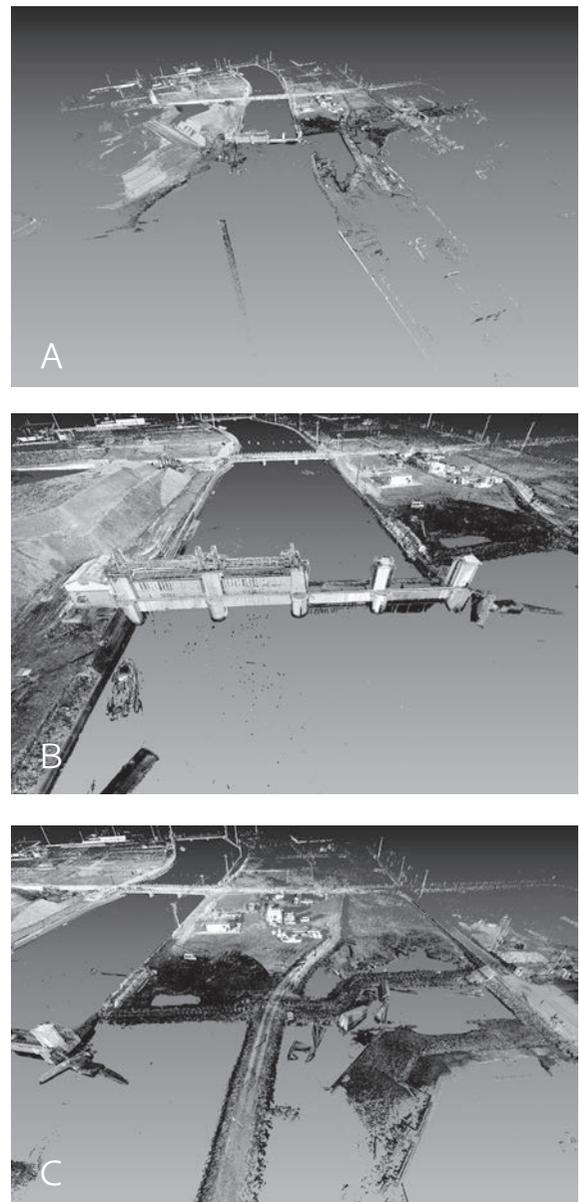


図 14. 八幡川防潮水門および防潮堤の遠景。手前は志津川湾。

越流の影響で地面が削られている様子もわかる。また、広範囲で地盤沈下の影響で水たまりが認められる。なお防潮水門の西側ではかさ上げ工事が始まっていた。

・水尻川防潮水門 (図 8-⑦、図 15)

計測日:2014年1月18日。計測手法:TLS。測定点設置数:FARO:22測点、GS200:1測点。合計点群数:288,097,333点。

志津川市街地南西に位置し、西から東へ流れる水尻川河口に位置する。水門のすぐ上流側にある国道45号線の橋は、津波のため破壊され、計測時には仮設の橋が架かっている状態である。水門ゲートは3つあるが、そのうち南側のひ

とつは完全に破壊され、残りの二つは下がった状態である(図15)。

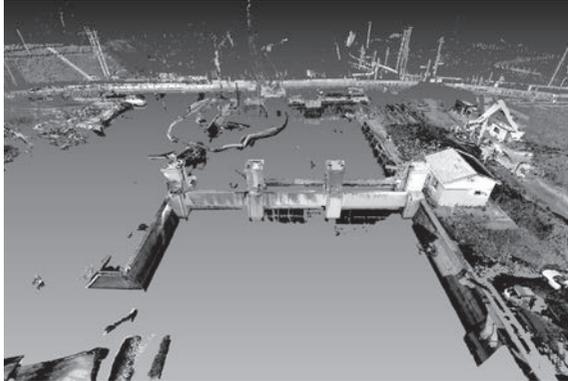


図15. 水尻川防潮水門。奥に国道45号線の仮設橋が架かる。

#### 4-2-3. 女川町の調査概要

牡鹿半島の付け根のリアス式海岸に位置する女川町では、市街地全体が津波により被災した。鉄筋コンクリート建物が3棟転倒するという珍しい現象が見られた。震災遺構として転倒ビルの保存が検討されていたが、現在では女川交番が震災遺構として残されるのみとなっている。三次元計測は女川市街地、転倒した以下の旧女川交番、江島共済会館、女川サブプリメントビルで実施した。

##### ・女川町市街地 (図8-⑧、図16)

計測日：2013年7月12日。計測手法：MMS、TLS。測定点設置数：GS200：3測点、熊野神社周辺：FARO：4測点。GS200：2測点(1点は福祉センター屋上より)。慰霊碑前：FARO：1測点。GS200：1測点。合計点群数：全体：554,342,317点(内訳：MMSおよびGS200による市街地：495,293,518点、熊野神社周辺：46,133,298点、慰霊碑前：12,915,501点)。

津波によって被災した女川町市街地の大部分をMMSにより、本格的なかさ上げ工事が始まる前に計測を実行した

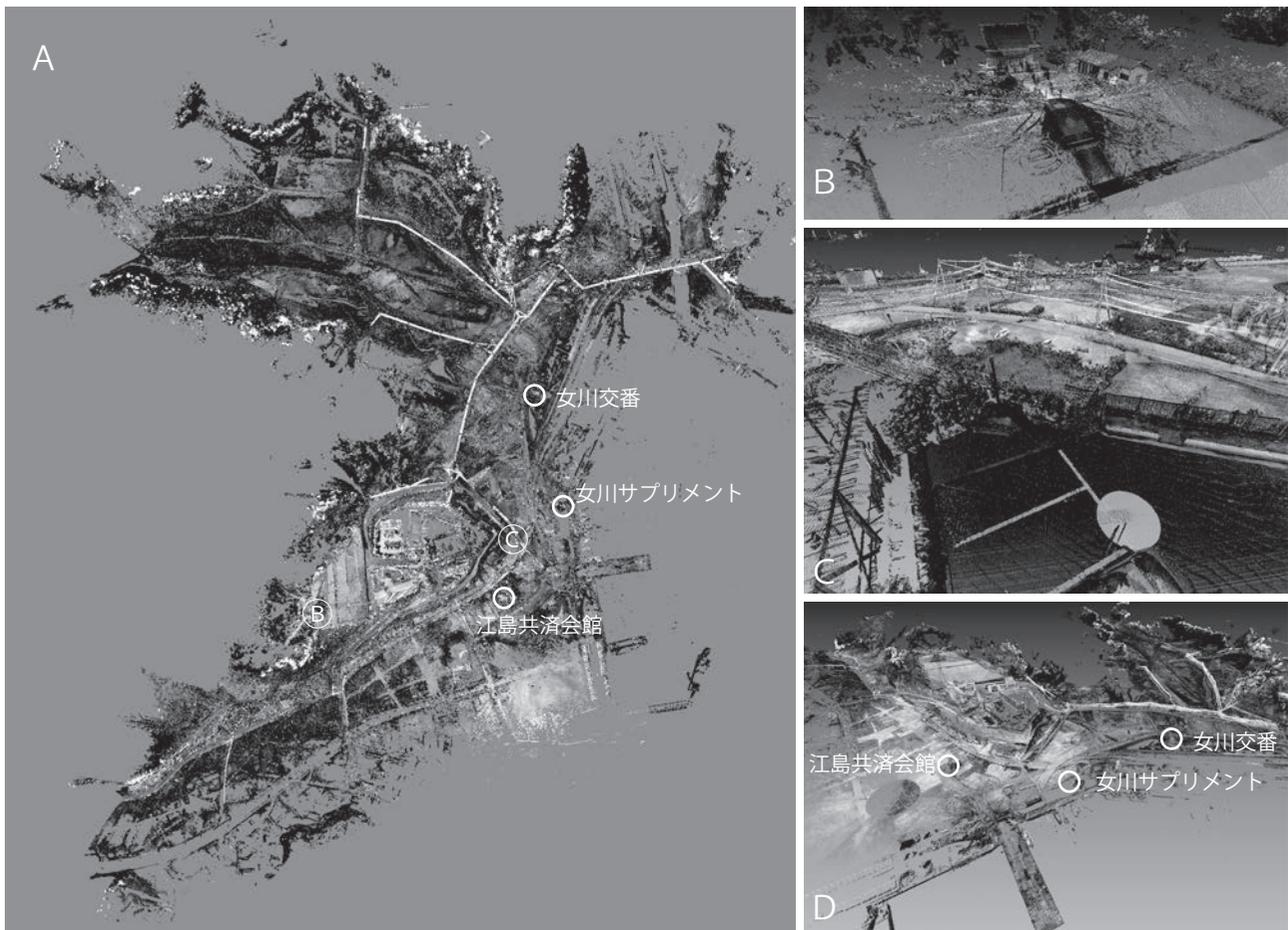


図16. MMSによる女川町市街地。A：計測範囲。B：熊野神社遠景。C：高台の東端にある慰霊碑。D：女川湾上空からの計測範囲遠景。

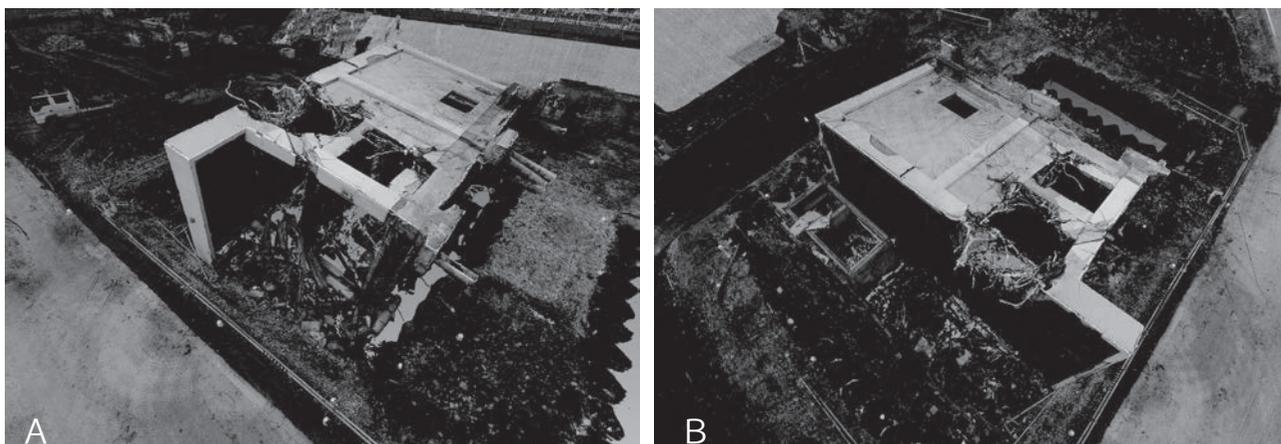


図 17. 旧女川交番。奥に見える白いものは海側におおる国道の斜面である。A：南西側上空からの旧女川交番。杭が残されている様子が見える。B：屋上面が見える方向（北西側）からの様子。壁面から天井にかけて、漂流物がぶつかって破壊されたと思われる痕跡が見られる。

(図 16)。また、避難した人が多かった熊野神社の周辺 (図 16B) を、神社および市街地中ほどの高台にある女川町地域福祉センターの屋上から計測を実施した。高台にある女川町地域医療センターの敷地東端に位置する慰霊碑前から TLS による計測も実施した (図 16C)。

市街地の大部分でがれきの撤去が進み、更地になっている。市街地北方の伊勢地区では、かさ上げ工事が進んでいる。計測時点では転倒した三棟のビルは残されており、位置関係がわかる (図 16A,D)。

#### ・旧女川交番 (図 8-⑨、図 17)

計測日：2013 年 7 月 17 日。計測手法：TLS。測定点設置数：FARO：17 測点。合計点群数 188,862,377 点。

女川町宿浜十二神に位置し、海岸から 100m ほど離れている。建物の転倒と共に抜けた基礎杭の長さは約 1.8m、直径は 30cm であり、支持層である砂礫層に届いていたとみられる。しかしながら、建物が建っていたと思われる窪地には水面が認められ、海水面の高さと同様と考えられるので、透水性の高い砂や礫層からなる地盤であったと考えられる。危険なため TLS は建物内部には設置していない。建物側面から屋上にかけて漂流物が当たって壊れたと思われる跡 (図 17) があり、この衝撃により北北東側の底面を支点として横倒しになった可能性が考えられる。

#### ・江島共済会館 (図 8-⑩、図 18)

計測日：2013 年 7 月 17 日。計測手法：TLS。測定点設置数：FARO：21 測点。合計点群数：249,139,058 点。

女川町の沖にある江島出身者向けの施設で、四階建てのビルである (図 18)。海岸にある埠頭の付け根から 120m ほど離れている。津波により転倒した鉄筋コンクリート建物の中で一番規模が大きいものである。2014 年 12 月 11 日に解体が始まった。屋上は陸側 (西南西方向) に倒れており、

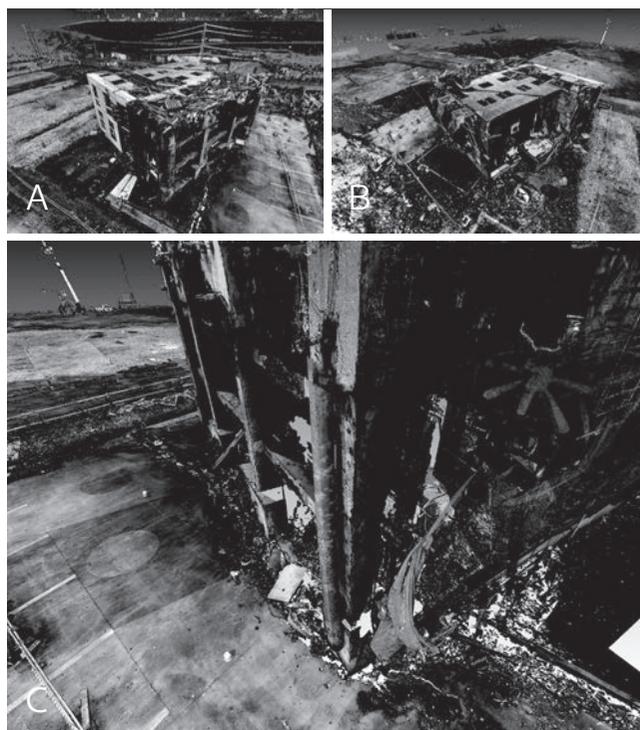


図 18. 江島共済会館。A：南東側から。B：北西側から。C：円柱状の基礎杭がぶら下がっている様子。

押し波によって転倒したと考えられる。崩落等の危険あったため、TLS は内部には設置していない。基礎の一番北側には約 5.5m の折れた杭がぶら下がっていた (図 18C)。上を向いている側面には、瓦礫が取り残されていた。

・女川サプリメントビル (図 8-⑪、図 19)

計測日：2013年7月19日。計測手法：TLS。測定点設置数：FARO：15測点。合計点群数：167,089,378点。

女川町女川浜大原の女川サプリメントという薬局のビルであったが、津波で転倒したものである。転倒方向は北東方向で、海岸方向である。海岸から5mほど離れている。建物内には車が入り込んでいる様子もわかる(図19)。2014年3月3日に解体が始まった(河北新報2014年3月4日朝刊第16版(30)。記憶に刻んで 女川の被災薬局ビル解体始まる)。倒壊や崩落等の危険性があったため、TLSは内部には設置していない。

4-2-4. 石巻市の調査概要

石巻市は、東日本大震災で死者が3,552名(平成29年9月8日現在:消防庁災害対策本部、2017)と最も人的被害が多かった自治体である。北上川河口や旧北上川河口といった平野部で被害が大きく、北上山地が形作るリアス式海岸の内湾沿いにも被害が認められる。三次元計測は、津波の襲来後に火災に見舞われた旧石巻市立門脇小学校、市街地南部で最も被害の大きかった門脇市街地を含むその周辺、さらに児童・職員40名余りが死亡した石巻市立大川小学校旧校舎の三か所で行った。

・石巻市立旧門脇小学校 (図 8-⑫、図 20)

計測日：2013年3月1日、2015年10月8日、14日、15日。計測手法：TLS。測定点設置数：FARO：241測点、GS200：6測点。合計点群数：6,029,762,578点。

石巻市立旧門脇小学校は石巻市門脇に位置し、北側は日和山(標高54.3m)の急な崖がせまり、南側は開けた平野部で、その先に石巻湾が広がっている。校舎は海岸から約600m離れて



図 19. 女川サプリメントビル。画像右側は海岸である。屋上を海側に向け倒れている。

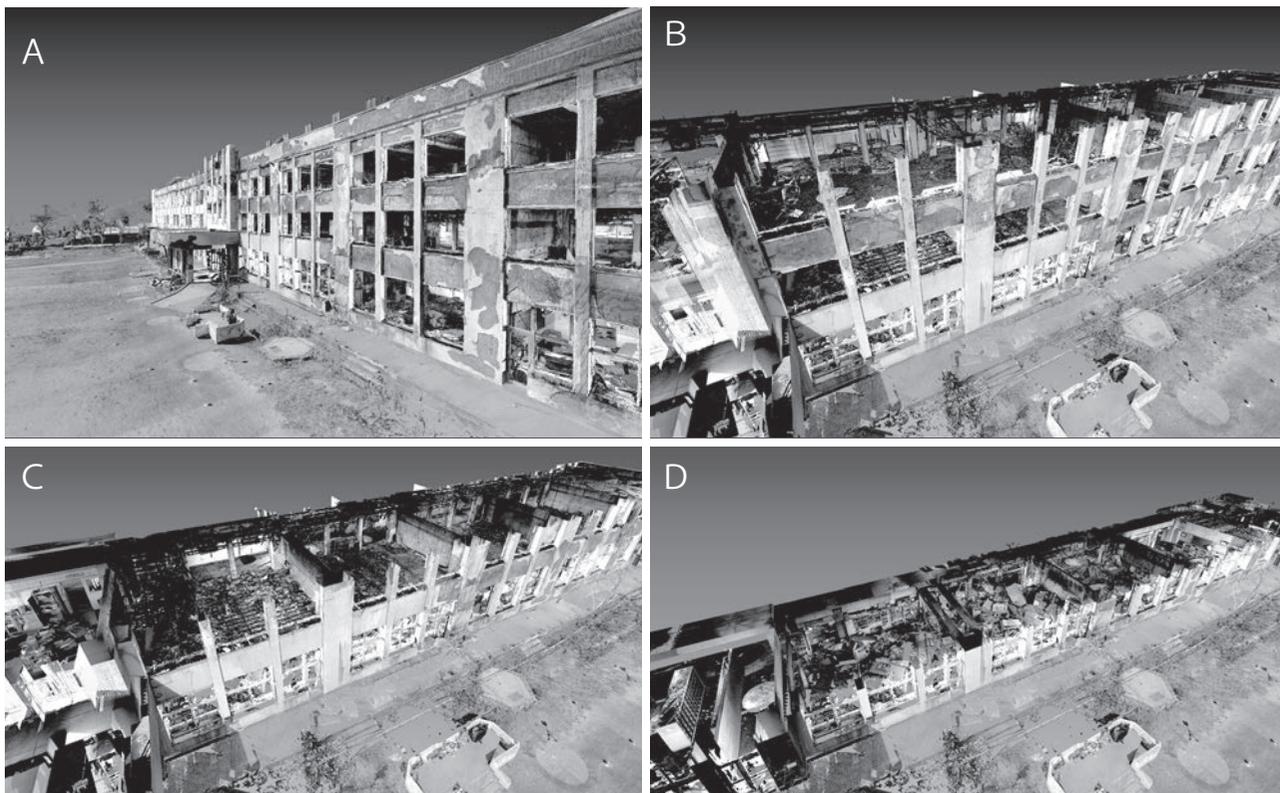


図 20. 石巻市立旧門脇小学校。A：校舎東側からの遠景。B：校舎東側3階の天井を取り払った映像。C：校舎東側2階の天井を取り払った映像。D：校舎東側1階の天井を取り払った映像。

いる。計測は本校舎を対象とした。2013年3月に第一回計測に入り、外周、正面玄関から屋上までの階段、屋上および1階の一部教室などを計測した。なお、GS200での計測は、1回目の計測時のみである。2016年10月に3日に分けて、校舎内の残りの教室や廊下部分の計測を石巻市の協力のもと実施した。

津波は1階の廊下の床面から1.8m程度の高さまで押し寄せたことがわかる痕跡が認められた。津波で襲われた後の火災により、1階は東側の一部、2階も東側全体、3階は西端の階段と教室を仕切る防火扉より東側で火災が延焼していることがわかる(図20)。

・門脇～南浜地区ほか石巻市街地(図8-⑬、図21)

計測日：。2013年11月21日。計測手法：MMS。合計点群数：1,319,716,097。

石巻市南浜町、門脇小学校周辺、旧北上川右岸、石巻市役所前の県道の商店街沿いをMMSによって計測した(図21)。日和山南方の門脇町、南浜町は、大きな工場以外の住宅などはほとんど取り壊された状態である。門脇小学校の校舎は、覆いがかかっており、2013年3月以降に周辺住民の要望により設置されたものである。この門脇、南浜地域には復興記念公園が整備されることになっており、一角

に、県と市の震災アーカイブ関連施設が設置される予定である(復興庁・宮城県・石巻市、2015)。

・石巻市立旧大川小学校(図8-⑭、図22)

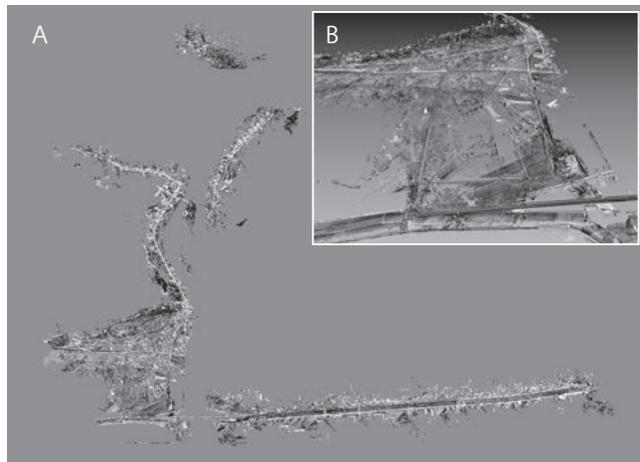


図21. 門脇～南浜地区ほか石巻市街地 MMS データ。  
A：計測範囲。B：門脇周辺地域。

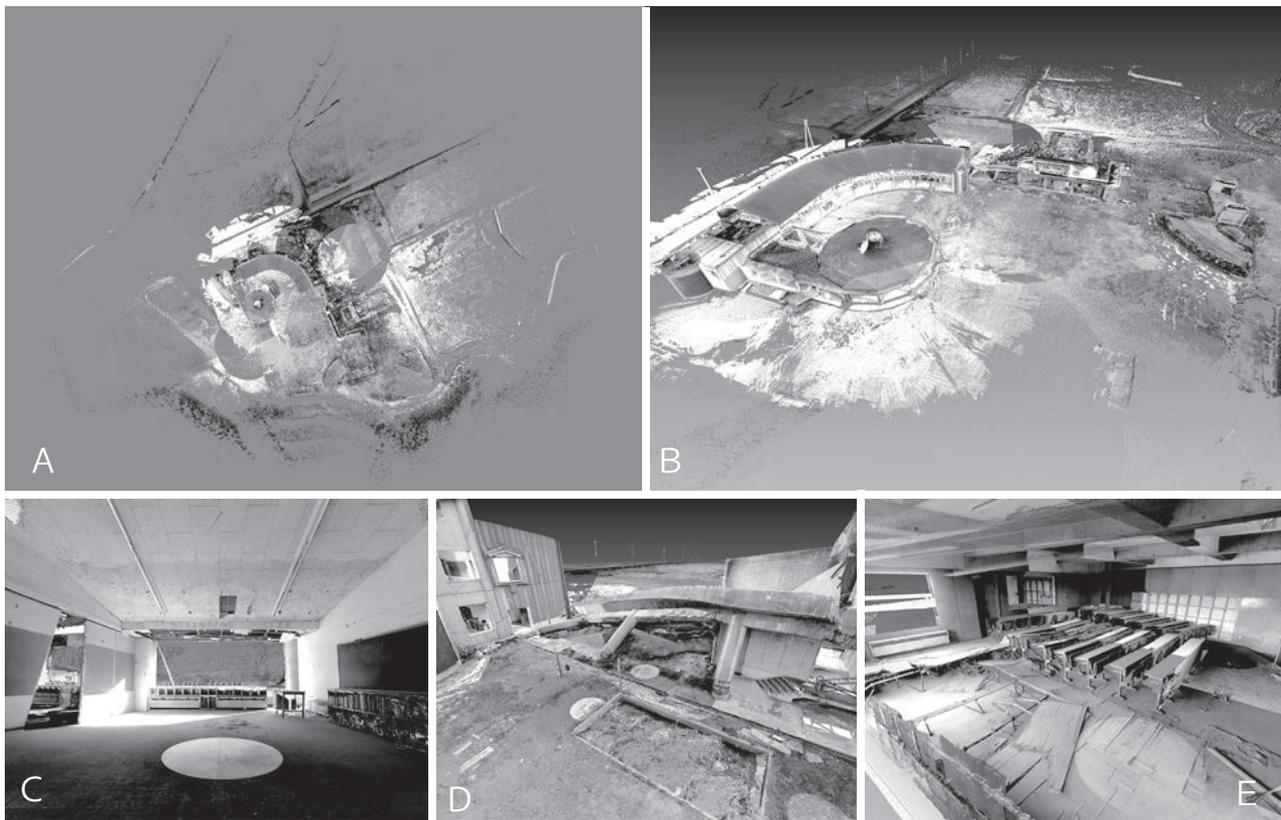


図22. 石巻市立旧大川小学校。A：計測範囲。B：校舎遠景。C：校舎2階4-1教室。斜めの天井に津波の浸水深を示す痕跡が見られる。D：倒れたコンクリート製渡り廊下。E：1階視聴覚室。

計測日：2014年1月16日～17日。計測手法：TLS。測定点設置数：FARO：156測点、GS200：3測点。合計点群数：3,749,993,507点。

石巻市立旧大川小学校は石巻市釜谷山根の北上川河口からおおよそ4kmの南側（右岸）の山のふもとに位置し、北上川の河岸から約200mに位置する（図22）。多くの小学生や教員が避難途中で犠牲になった。津波は2階天井付近まで到達している（図22C）。2階床面の高さからおおよそ3.4mの高さ（校舎1階床面からおおよそ7.2m）に津波の跡が見られる。なお、校舎屋上には退避スペースは存在しない。校舎二階から渡り廊下がプールおよび体育館方面に延びていたが、根本から折れ曲がっていた（図22D）。倒れた方向は東であり（陸から河口・海方面）、引き波の力の影響が大きかった可能性がある。小学校の校庭の南側には山が迫っている様子も記録している。

#### 4-2-5. 東松島市の調査概要

東松島市では、野蒜～東名浜地区での被害が甚大であった。JR仙石線は津波により、車両が流されている。JR野蒜駅は震災遺構として保存されている。2011年4月23日にアジア航測株式会社が野蒜地区の主要道路沿いでMMSを使った計測を実施し、データの提供を受けている。三次元計測は旧JR野蒜駅で実施した。

##### ・JR旧野蒜駅（図8-⑮、図23）

計測日：2014年10月29日～30日。計測手法：TLS。測定点設置数：FARO：98測点、GS200：4測点。合計点群数：1,265,955,052点。

JR旧野蒜駅は東松島市野蒜北余景に位置した移設前のJR仙石線の駅である。仙石線は震災後に東名運河周辺で内陸側の高台に移設された。JR旧野蒜駅プラットホームは震災遺構として保存されており、駅舎だったところには、東松島市震災復興伝承館が平成28年10月1日にオープンしている。計測当時は線路が残されており、駅北側にできた震災記念公園

もまだない状態である（図23）。JR旧野蒜駅は、海岸から800m弱の距離があり、駅舎南側に東名運河が東西方向に流れている。プラットホーム西側の照明の支柱が東側に倒れており（図23B）、津波の強い流れが西から東へかかったものと考えられる。海岸の方向は南東方向であるため、周辺の地形的な影響で、津波の流向が変化した可能性があると考えられる。

#### 4-2-6. 仙台市の調査概要

仙台市では、太平洋沿岸地域に広がる仙台平野の海岸よりの宮城野区と若林区に甚大な被害が出た。津波は仙台東部道路まで達し、一部は東部道路より内陸側まで達した。津波で被災した若林区の仙台市立旧荒浜小学校体育館および宮城野区の仙台市立旧中野小学校を2012年度中に解体を始めるという情報が2013年1月24日に仙台市教育委員会の委員であった永広昌之東北大学名誉教授（東北大学総合学術博物館協力研究員）から一報が入ったため、解体前に旧中野小学校と旧荒浜小学校について急遽三次元計測を計画・実施したものである。旧中野小学校、旧荒浜小学校体育館の解体は2013年6月末に終了している（仙台市教育委員会 総務課、2014）。旧荒浜小学校が立地する仙台市若林区荒浜地区については、MMSにより2013年11月に計測を実施した。

##### ・仙台市立旧荒浜小学校（図8-⑯、図24）

計測日：2013年2月22日～23日。計測手法：TLS。測定点設置数：FARO：78測点、GS200：4測点。合計点群数：1,581,174,070点。

仙台市立旧荒浜小学校は、仙台市若林区荒浜新堀端に位置し、海岸から約700m離れた海岸平野に位置し、震災当時、児童や住民など約320名が避難したところである。現在、仙台市立旧荒浜小学校校舎が震災遺構および伝承施設として公開されている。計測は、解体される前の体育館と校舎外周、校舎内1階と2階廊下を対象とした（図24A）。

体育館の床は支柱があるところ以外は大きく沈み込み、

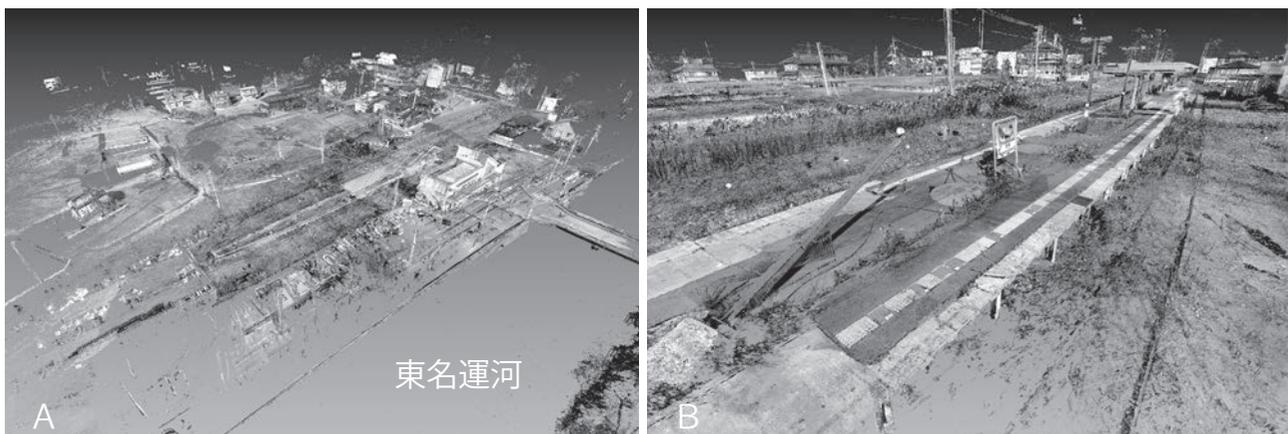


図23. JR旧野蒜駅。A：全景。B：ホーム西側。鋼鉄製の柱が東へ向かって倒れている。



図 24. 仙台市立旧荒浜小学校。A：旧荒浜小学校遠景。B：体育館内部を南側から見た様子。C：校舎 2 階廊下に残された津波の浸水跡（矢印）。D：校舎東側の破壊された 2 階の手すり。

波打っている様子がわかる。体育館東側の壁が西側へ傾いて破損しており、津波が海の方から来たことがわかる（図 24B）。校舎内は、主に 1 階と 2 階の廊下部分および屋上から計測を実施している。2 階の廊下に津波の浸水跡が認められ、2 階の床からおよそ 38cm の高さであった（図 24C の矢印）。また、校舎東側 2 階の手すり部分が津波により破壊されていた（図 24D）。

・仙台市立旧中野小学校（図 8-⑩、図 25）

計測日：2013 年 2 月 24 日～25 日。計測手法：TLS。測定点設置数：FARO：101 測点。GS200：6 測点。合計点群数：2,228,248,350 点。

仙台市立旧中野小学校は宮城野区中野字西原の仙台湾に流れ込む七北田川左岸の河口から約 1km の川沿いにあった（図 25）。震災時、児童、教職員、付近の住民など約 600 名が避難したところである。津波は校舎 2 階床上まで達した。

前記の通り、旧中野小学校の校舎と体育館は 2013 年 6 月末に解体された（仙台市教育委員会総務課、2014）。

校舎 1 階は、いくつか壁が破壊されており、特に窓が広い開口部が大きいところで被害が大きい。校舎 2 階は、海岸側にある階段の壁で確認すると、2 階床上 60cm ほどまで津波が押し寄せた痕跡が認められた（図 25C）。しかし校舎 2 階では大きな被害は見られない。なお、機材の不調で、2 階の 2 箇所でカラーデータの取得ができていない。体育館は床が抜けており、体育館中央部にある支えとなっていたコンクリートのブロックが床を突き破って顔を出している（図 25D,E）。津波の海水が床下より先に床上に押し寄せたことを示している。この現象は、他地域の津波で被災した体育館にも見られることが多い。体育館の海岸方向に面した 2 階部分の窓周辺が破損しているが、そのほかの 2 階部分の窓は破壊されておらず、津波の破壊力が海岸側に集中していたと考えられる（図

25D)。なお、計測日の初日（2013年2月24日）の夜に雪が降ったため一部で校庭などに雪が残り、色が白くなっている。

・若林区荒浜地区（図8-⑱、図26）

計測日：2013年11月21日。計測手法：MMS。合計点群数：1,151,380,995点。

荒浜地区は震災以前、住宅地が形成され、仙台市唯一の海水浴場である深沼海水浴場があった場所でもある（図26A）。瓦礫がほぼ撤去され、住宅の基礎が残されている（図26B）。計測範囲は長辺南北約1.1km、短辺東西約900mの範囲である。計測時には、旧荒浜小学校の体育館は解体されていた。

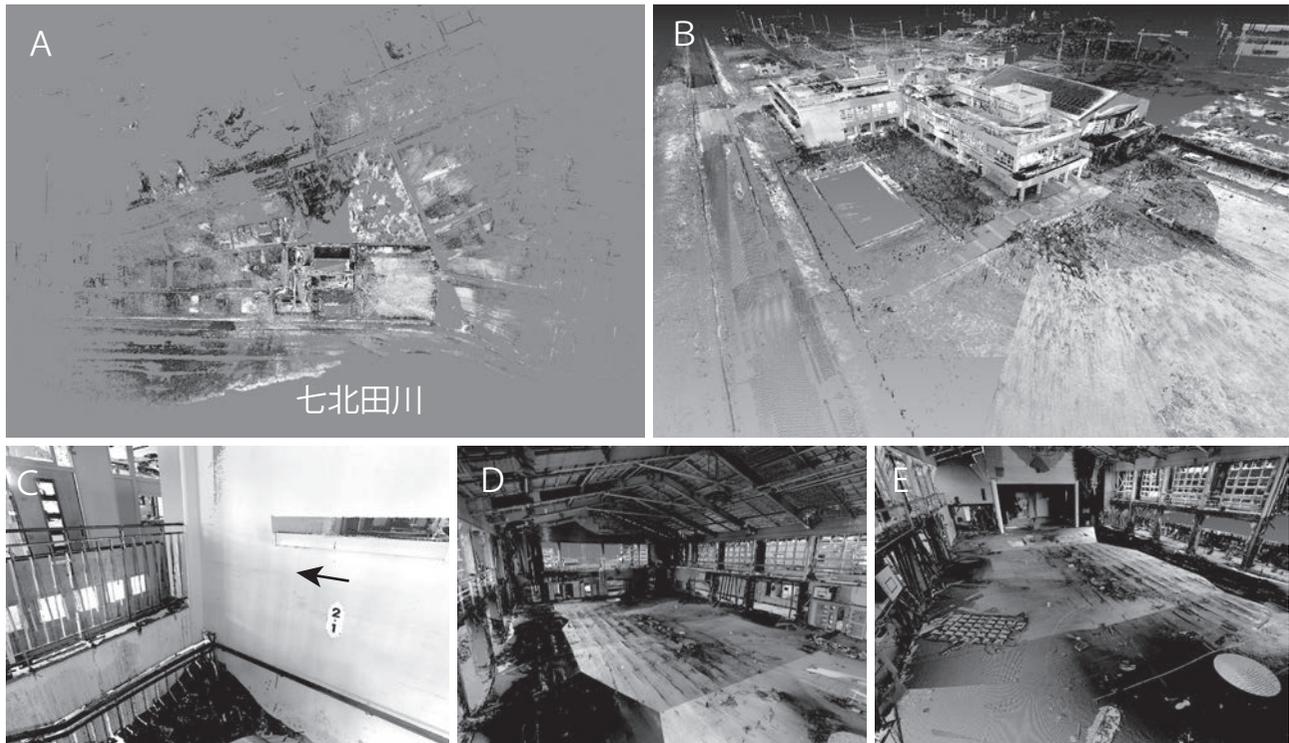


図25. 仙台市立旧中野小学校。A：計測範囲。上が北。B：旧中野小学校東側からの遠景。C：旧校舍東側にある階段。矢印は津波の浸水の。D、E：旧中野小学校体育館。Dが西側から東を、Eが東から西を望む。

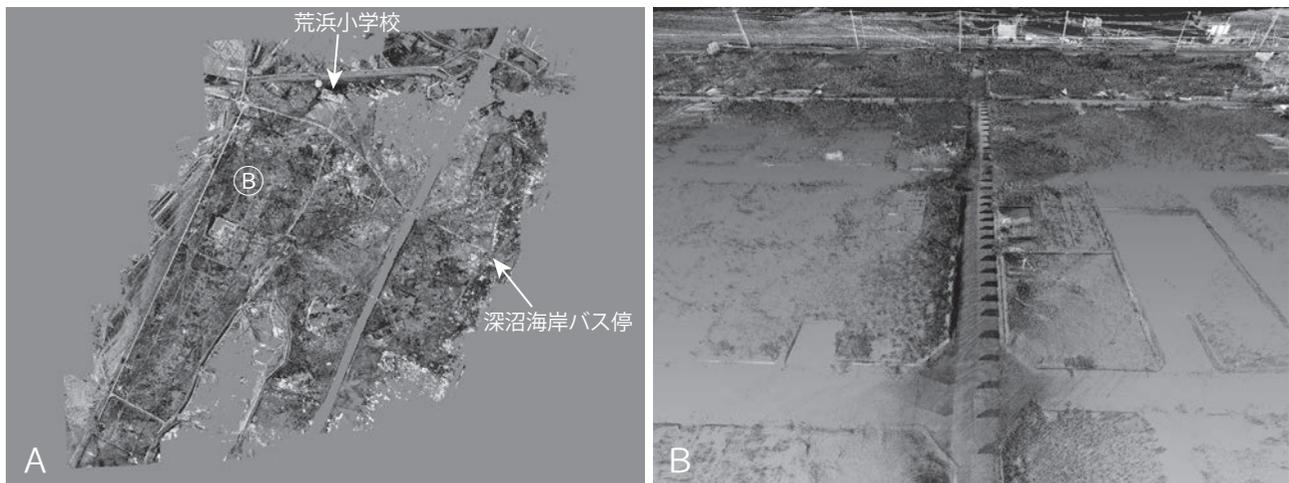


図26. 仙台市若林区荒浜地区。A：計測範囲。B：住宅地の基礎が残されている様子。

#### 4-2-7. 亶理町の調査概要

亶理町では、沿岸部の広範囲で津波の浸水被害があった。鳥の海周辺の荒浜地区を中心に海岸や阿武隈川河口にあった集落が津波の被害を受けた。亶理町では、鳥の海北側の荒浜地区を中心に MMS を使用して、被災地域の三次元計測を実施した。

##### ・亶理町荒浜～鳥の海地区 (図 8- ⑱、図 27)

計測日:2013 年 11 月 22 日。計測手法:MMS。合計点群数:1,370,808,838 点。

本地域では、鳥の海北側の荒浜港から荒浜地区および阿武隈川右岸の亶理大橋より下流側の県道等で計測を実施した (図 27)。鳥の海公園周辺で防潮堤の工事が実施されていた。住宅地では一部基礎が残されたままになっている。

#### 4-2-8. 山元町の調査概要

山元町は宮城県最南端の太平洋岸の町で、沿岸部に散点的に住宅地が存在していた。JR 常磐線は津波で破壊され、陸側に移設の上再開している。山元処理区災害廃棄物処理施設と山元町立旧中浜小学校において三次元計測を実施した。

##### ・山元処理区災害廃棄物処理施設 (図 8- ⑳、図 28)

計測日:2013 年 11 月 22 日。計測手法:MMS。合計点群数:156,086,485 点。

山元町高瀬に設置された山元処理区災害廃棄物処理施設 (図 28) は現在解体され、見る影もない。防護壁などでレーザーが届かなかったため、瓦礫置場はあまりデータが取れていないが、主要な処理プラントはデータが取れている (図 28B)。

##### ・山元町立旧中浜小学校 (図 8- ㉑、図 29)

計測日:2014 年 1 月 14 日～15 日。計測手法:TLS。測定点設置数:FARO:175 測点。GS200:8 測点。合計点群数:4,010,009,113 点。

中浜小学校 (図 29) は山元町坂元久根にあり、海岸から

400m ほど離れた海岸平野に位置する。津波は、校舎 2 階天井近くまで押し寄せ、学校に残っていた生徒、職員など約 90 人は、屋上にある倉庫 (図 29B) に逃げて無事であった。また校舎以外の体育館などはすでに取り壊された後であった (図 29A)。校舎のデータを確認すると、校舎の屋根の一

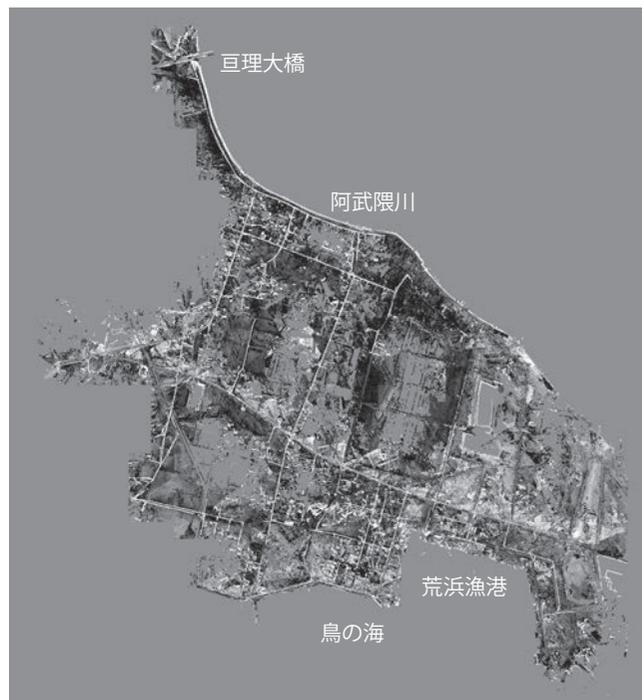


図 27. 亶理町荒浜～鳥の海地区の MMS による計測範囲。北が上。

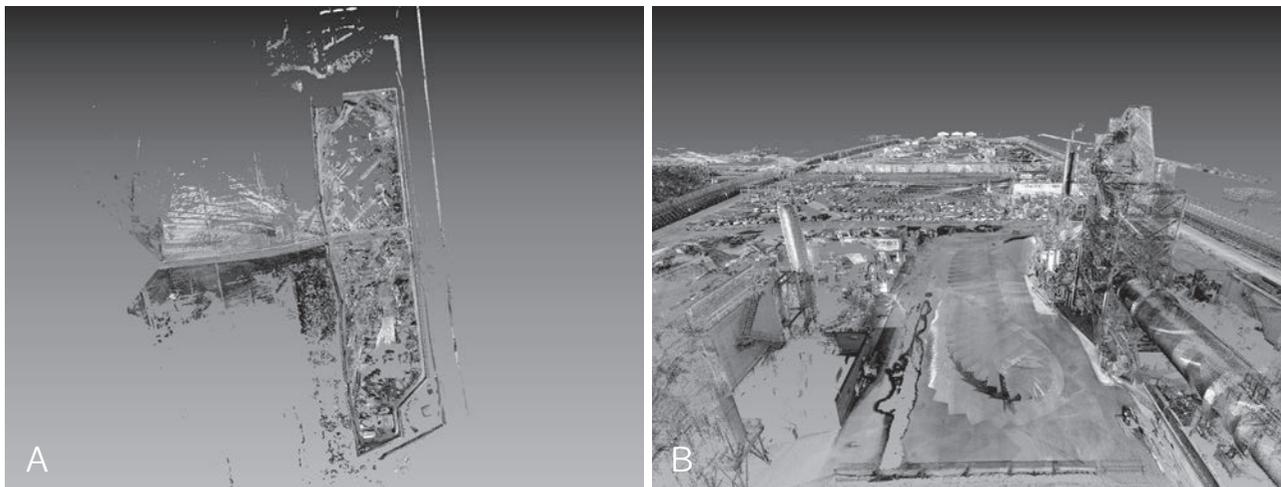


図 28. 山元処理区災害廃棄物処理施設。A:山元処理区災害廃棄物処理施設全景。上が北。B:処理プラント南側からの様子。

部が破損しており（図 29C）、流されたものがぶつかったものと推定される。校舎一階のホール状の部分には、木の根などのがれきが一部残されていた（図 29D）。

### 4-3. 福島県での調査概要

福島県では、原子力発電所事故のため、長期間立ち入りが制限され、2017年4月1日現在も双葉町、大熊町、富岡町等に帰還困難区域が設定されている。福島県相双地域での一回目の三次元計測は2013年11月に南相馬市小高区でMMSにより実施している。その後の2014年の前半までは、予算の都合や避難指示区域内の被災地の様子が総合学術博物館独自では詳細に把握することが難しかったことなどから、計測を進めることが難しかった。しかし、福島県内ふくしま震災遺産保全プロジェクト実行委員会事務局から2014年8月に三次元アーカイブ化の協力依頼があったことから、本格的な三次元計測を2015年から開始している（鹿納、2015）。三

次元計測は、南相馬市、浪江町、双葉町、大熊町、富岡町、いわき市で実施した（表1）。主に浪江町、富岡町で重点的に三次元計測を実施しているが、南相馬市、双葉町、大熊町では実施個所が少ない。これは、本事業では当初、津波の被災地域や建物を主眼に置いていたこと、南相馬市では、地域を代表する公的な建築物が沿岸被災地では特に認められなかったこと、双葉町と大熊町の沿岸域には福島第一原子力発電所があり放射線量も高く、立ち入りが難しかったことによる。図30に計測位置を示す。なお、浪江町、双葉町、大熊町では、平成28年3月18日に交付対象事業として決定された地方創生加速化交付金の「震災アーカイブ事業」により、独自に計測を実施している。浪江町と双葉町が取得したデータの一部は総合学術博物館と共有している。

#### 4-3-1. 南相馬市の調査概要

福島県南相馬市は、津波被災を受けた沿岸域は田畑が多

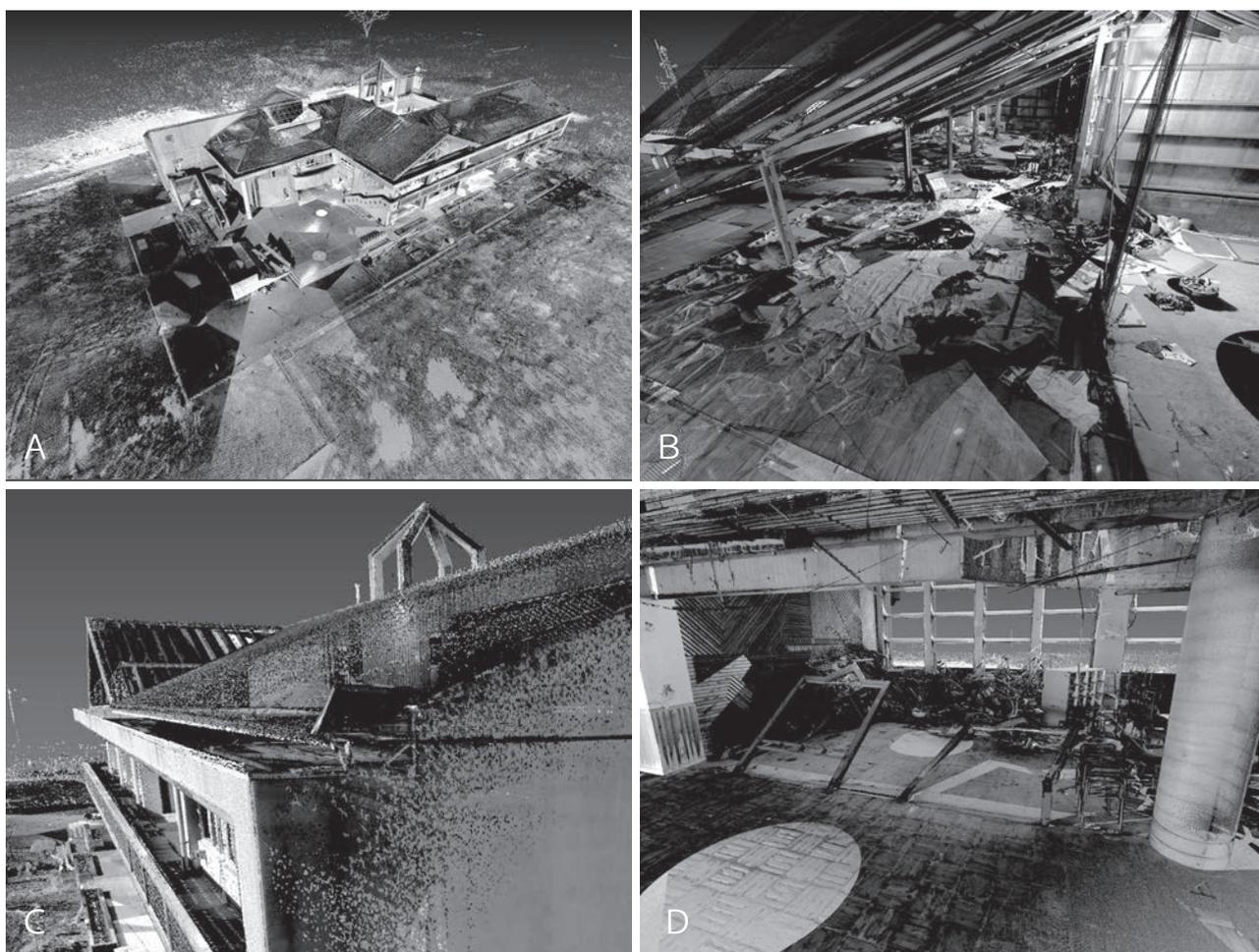


図 29. 山元町立旧中浜小学校。A：山元町立旧中浜小学校遠景。B：生徒や教職員などが逃げ込んだ屋上にある倉庫。C：校舎南東のめくれ上がった屋根。D：校舎1階ホール部分。

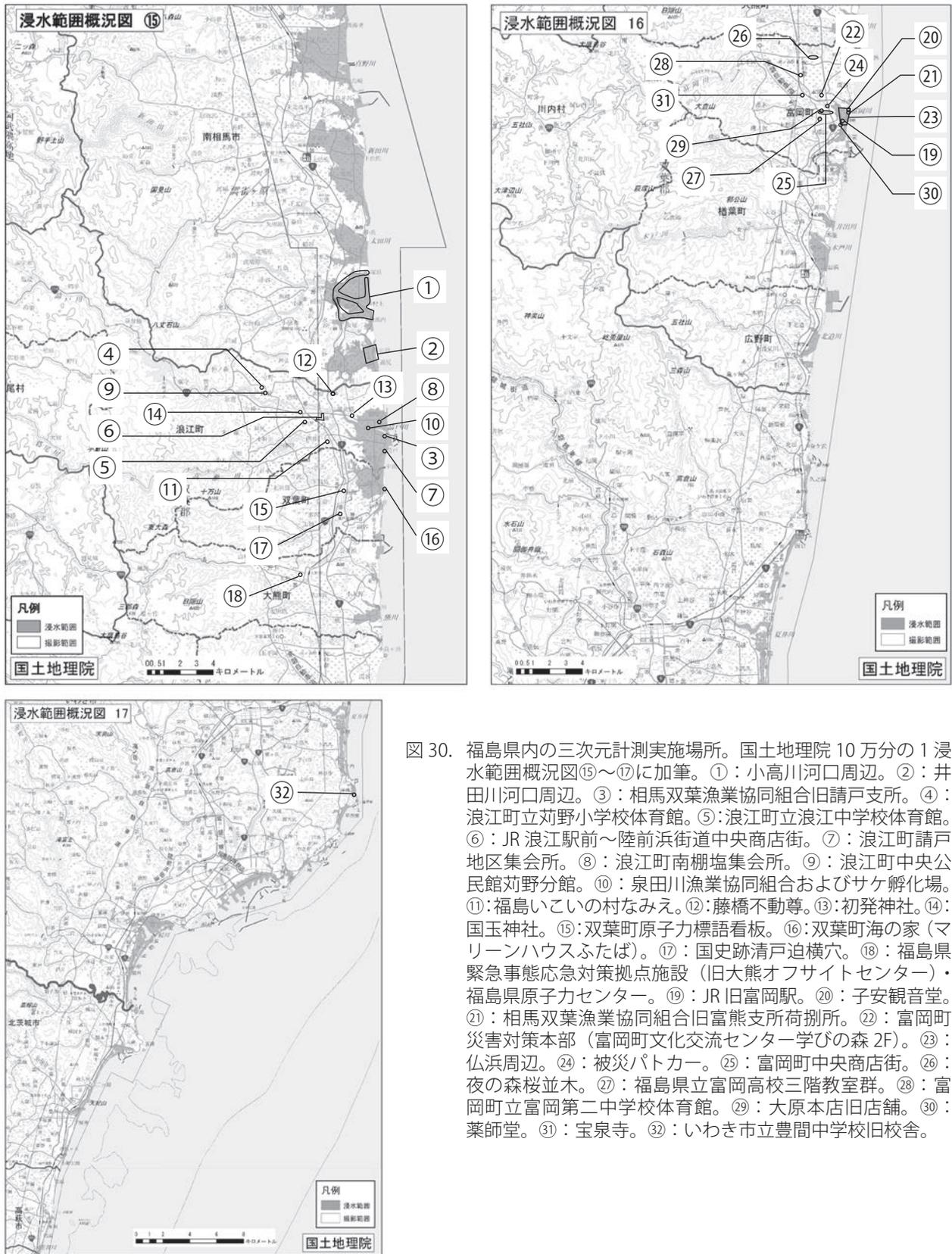


図 30. 福島県内の三次元計測実施場所。国土地理院 10 万分の 1 浸水範囲概況図⑮～⑰に加筆。①：小高川河口周辺。②：井田川河口周辺。③：相馬双葉漁業協同組合旧請戸支所。④：浪江町立苅野小学校体育館。⑤：浪江町立浪江中学校体育館。⑥：JR 浪江駅前～陸前浜街道中央商店街。⑦：浪江町請戸地区集会所。⑧：浪江町南棚塩集会所。⑨：浪江町中央公民館苅野分館。⑩：泉田川漁業協同組合およびサケ孵化場。⑪：福島いこいの村なみえ。⑫：藤橋不動尊。⑬：初発神社。⑭：国玉神社。⑮：双葉町原子力標語看板。⑯：双葉町海の家（マリーナハウスふたば）。⑰：国史跡清戸迫横穴。⑱：福島県緊急事態応急対策拠点施設（旧大熊オフサイトセンター）・福島県原子力センター。⑲：JR 旧富岡駅。⑳：子安観音堂。㉑：相馬双葉漁業協同組合旧富熊支所荷捌所。㉒：富岡町災害対策本部（富岡町文化交流センター学びの森 2F）。㉓：仏浜周辺。㉔：被災パトカー。㉕：富岡町中央商店街。㉖：夜の森緑並木。㉗：福島県立富岡高校三階教室群。㉘：富岡町立富岡第二中学校体育館。㉙：大原本店旧店舗。㉚：薬師堂。㉛：宝泉寺。㉜：いわき市立豊間中学校旧校舎。

く、一部に宅地が広がっていた。計測を始めた2013年では、主に南相馬市沿岸南部では避難指示解除準備区域が設定されており（内閣府原子力被災者生活支援チーム、2013）、MMSによる計測を小高区の小高川周辺地域で実施するにとどまった。2015年になると、広い地域で立ち入り制限が緩和されていたが、津波被災を物語る対象が除染の関係もあり少なくなっていた。そこで、市で一番南側に広がる津波被災地である小高区井田川でUAVによる計測を実施することとした。

#### ・小高川河口周辺（図30-①、図31）

計測日：2013年11月23日。計測手法：MMS。合計点群数：1,087,875,773点。

南相馬市小高区の小高川河口周辺地域は福島県で初めて三次元計測を実施した場所である。計測を実施した2013年当時は、すぐ南側の浪江町境まで原子力発電所事故の影響

で立ち入りが制限されていた。小高川河口南側には南北に伸びた砂州に沿って海水浴場があったものの、砂地が続いており、車が入らずデータの取得はできていない。また、瓦礫置き場も河口部の砂州沿いにあったが、これも防護壁のため、良好なデータは取れていない。津波の被害にあった住宅地は、塚原地区、村上地区、谷地地区などである。村上地区には、瓦礫の仮置き場が設置されていた（図31）。

#### ・井田川河口周辺（図30-②、図32）

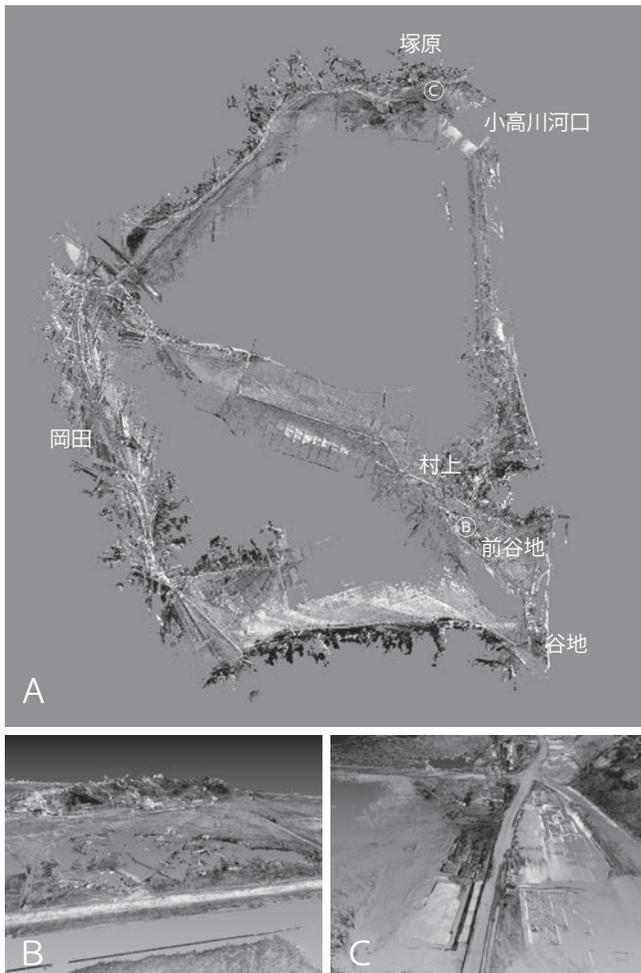


図31. 小高川河口周辺。A：MMSによる計測範囲。B：小高区村上地区の瓦礫置き場。C：小高区塚原の基礎が残された住宅地。

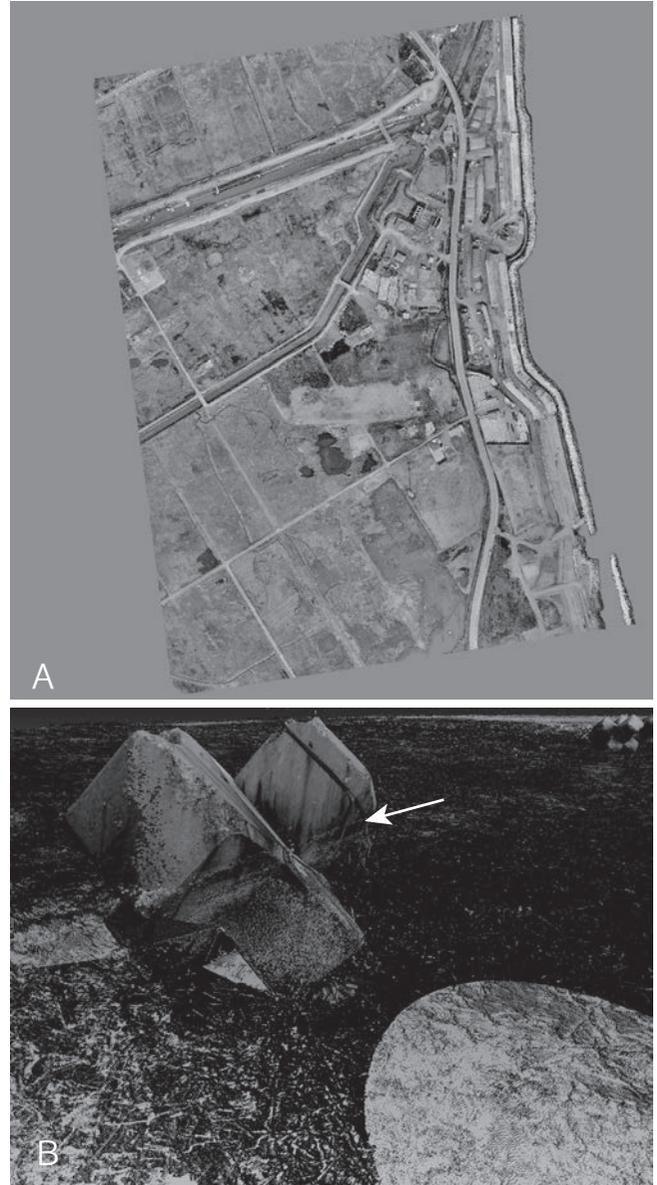


図32. 井田川河口周辺。A：UAVで計測したデータ取得範囲 上が北。B：TLSによるコンクリート製消波ブロックの近景。地面から80cmほどの高さにはフジツボが張り付いた上限が認められる（矢印）。

計測日：2015年12月6日。計測手法：UAV+TLS。測定点設置数：FARO：18測点。UAV撮影枚数：2,570枚。合計点群数：1,210,181,649点。

井田川河口は、南相馬市小高区井田川に位置し、河口から南南西方向に広い低地帯が伸び、水田が広がる地域であった。震災直後の地盤沈下の影響と排水機場の被災のため、この低地帯に長期間海水が入り込むようになっていた。本地域ではUAVにより、海岸から陸側へ約650m、南北約930mの範囲を計測した(図32)。震災直後は海岸から津波によって運ばれたコンクリート製消波ブロックが大量に散乱していたものの、計即時には保存を決めた6個の消波ブロック以外はほとんど片付けられた状態である。テトラポッドにはフジツボがついており、長期間海水につかっていた様子をうかがい知ることができる(図32B)。フジツボが付いた最も高い位置は地面からの高さが約80cmである。海岸沿いは防潮堤とかさ上げ工事がおこなわれていた。

#### 4-3-2. 浪江町の調査概要

浪江町は、福島第一原子力発電所の北に位置し、2017年末でもなお、町の間部部に帰還困難区域が設定されている。計測は、浪江町、漁協の方や地区の方の協力のもと実施した。

また、浪江町独自で地方創生加速化交付金による三次元計測も実施され、例えば請戸小学校、マリパークなみえ、ドローンによるそれら周辺の三次元データ等が存在する。なお、2017年3月31日に町の沿岸部および中心部については、避難指示が解除されている。浪江町では、漁協請戸支所、南棚塩集会所、請戸集会所、泉田川漁協建屋および孵化場、浪江中学校体育館、苅野小学校体育館、中央公民館苅野分館、いこいの村なみえ、中心部の町なみ、国玉神社、初発神社と藤橋不動尊について三次元計測を実施した。

##### ・相馬双葉漁業協同組合旧請戸支所(図30-③、図33)

計測日：2015年2月19日。計測手法：TLS。測定点設置数：FARO：82測点。合計点群数：1,662,648,178点。

相馬双葉漁業協同組合旧請戸支所は浪江町請戸北久保にあり、浪江町で一番はじめに三次元計測を行ったものである。請戸川河口に接続する請戸漁港の南側に位置し、2階建ての建物である(図33)。はじめの現地調査時(2014年10月)では、2階に小型の漁船が突き刺さっていたが、2015年2月19日の計測時には撤去されていた。その作業のためか、2階の部屋は瓦礫がほとんどなかった(図33C)。一方、1階のほとんどは、おそらく被災当時のままと考えられる(図33B)。

##### ・浪江町立苅野小学校体育館(図30-④、図34)

計測日：2015年10月21日。計測手法：TLS。測定点設置数：FARO：7測点。合計点群数：187,620,631点。

浪江町立苅野小学校体育館(図34)は震災当日、卒業式が実施され、その後の地震で、そのまま避難所となったものである。ここも、浪江中学校と同様に、翌3月12日の避

難指示により、特に片付けられることもなく当時の様子が残されていたものである。計測後、除染作業のために平成27年度中に片付けられている。片付ける前に、ふくしま震災保全プロジェクト実行委員会により調査がされ、避難時に使用したストーブや椅子などいくつかの物品が保管され



図33. 相馬双葉漁業協同組合旧請戸支所。A：全景。B：支所1階の様子。C：支所2階の様子。



図34. 浪江町立苅野小学校体育館。

ている。計測は、体育館内部のみである。

・浪江町立浪江中学校体育館（図 30- ⑤、図 35）

計測日：2015年10月21日。計測手法：TLS。測定点設置数：FARO：10測点。合計点群数：270,389,072点。

浪江中学校体育館は浪江町川添にあり、苅野小学校と同様に震災当日に卒業式が執り行われた場所である。体育館はその後の東北地方太平洋沖地震の発生により避難所となった（図 35）。避難所は福島第一原子力発電所の事故により、翌日には移動を強いられており、ほぼ当時のまま残されている状態である。植木鉢などがそのまま残されており、花は枯れていた。

・JR 浪江駅前～陸前浜街道中央商店街（図 30- ⑥、図 36）

計測日：2015年12月1日～2日。計測手法：TLS。測定点設置数：FARO：82測点。合計点群数：1,234,366,106点。

本格的に帰還が始まる前の市街地商店街のアーカイブであるが、MMS での計測ではなく道路の歩道沿いに据え置き型レーザースキャナを配置して計測を実施したものである。



図 35. 浪江町立浪江中学校体育館。

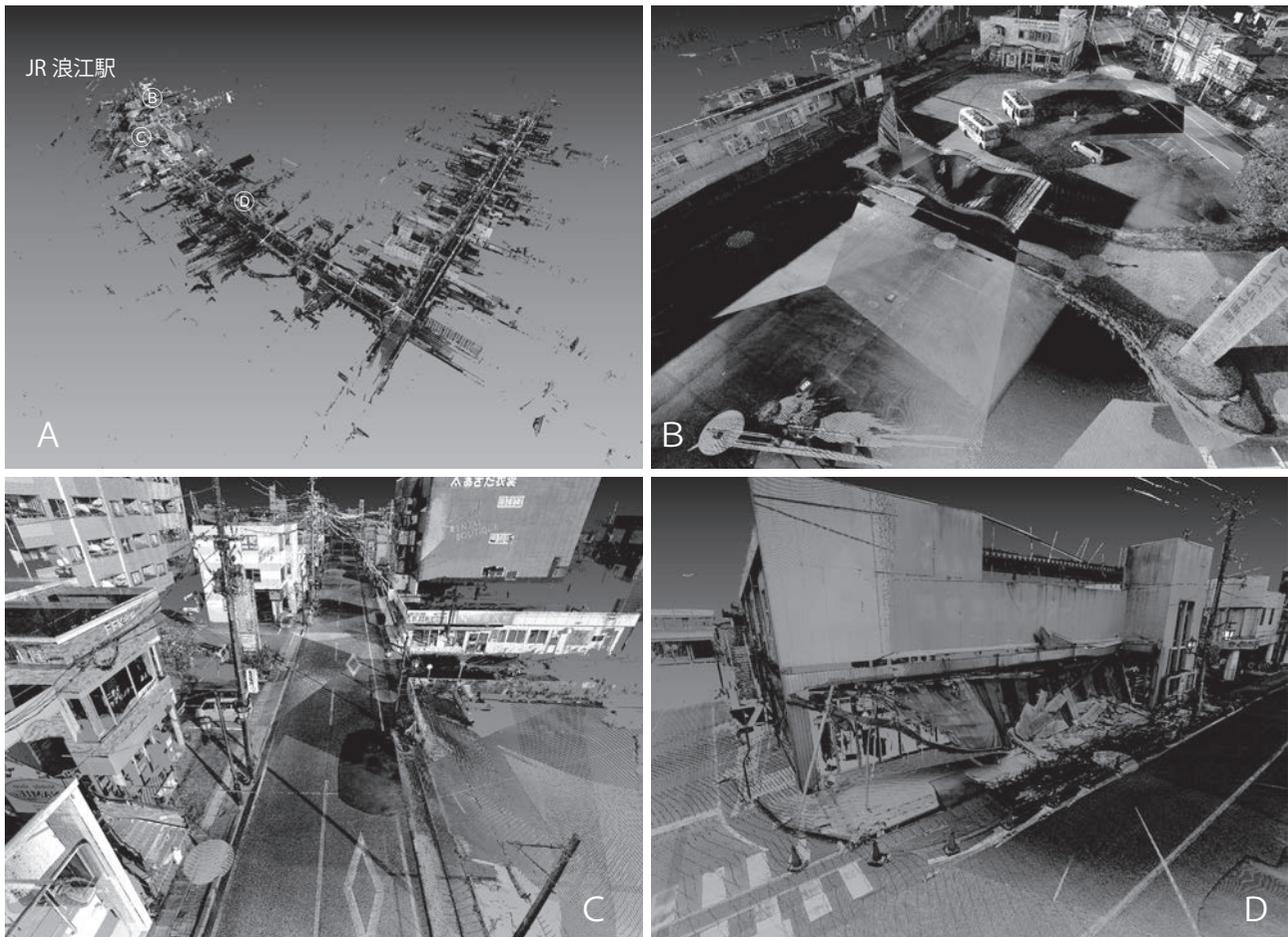


図 36. JR 浪江駅前～陸前浜街道中央商店街。A：計測範囲。B：JR 浪江駅前。ロータリーに町民バスが二台残されたままになっている。C：JR 浪江駅東側に位置する新聞販売店（右中央）。D：JA ふたば農産物直売所の外壁が落ちている様子。

JR 浪江駅前から東へ続く県道 167 号道沿いの商店街と、県道 167 号と同 253 号との交差点から北へ総距離約 800m (図 36) の道路沿いを記録した。2015 年 12 月の計測当時は、立ち入り制限があり、除染作業用にガソリンスタンドのみ営業しているだけで、そのほかは除染作業や解体作業が実施されている程度であった。

浪江駅前には、町民バスが 2 台取りに戻ることができず残されていた (図 36B)。浪江駅から西に延びる道の南側に新聞販売店があるが (図 36C)、配達されずに残された新聞などがふくしま震災遺産保全プロジェクト実行委員会により保存されている。JA ふたば農産物直売所の壁が落ちている (図 36D) など、建物の損傷状況がそのまま残されていた。

#### ・浪江町請戸地区集会所 (図 30-⑦、図 37)

計測日：2015 年 12 月 2 日～3 日。計測手法：TLS。測定点設置数：FARO：45 測点。合計点群数：861,806,605 点。

浪江町請戸地区集会所は浪江町請戸小谷地にあり、津波で被災した浪江町立請戸小学校校舎の北東約 350m に位置する 2 階建ての建物である (図 37)。1 階の破損が激しく (図 37B)、2 階も天井の一部まで破損が認められる (図 37C) が、屋上には、瓦礫は存在しない (図 37A)。このことから、屋上の縁 (地面からの高さは約 8.4m) までは津波が達していない可能性がある。

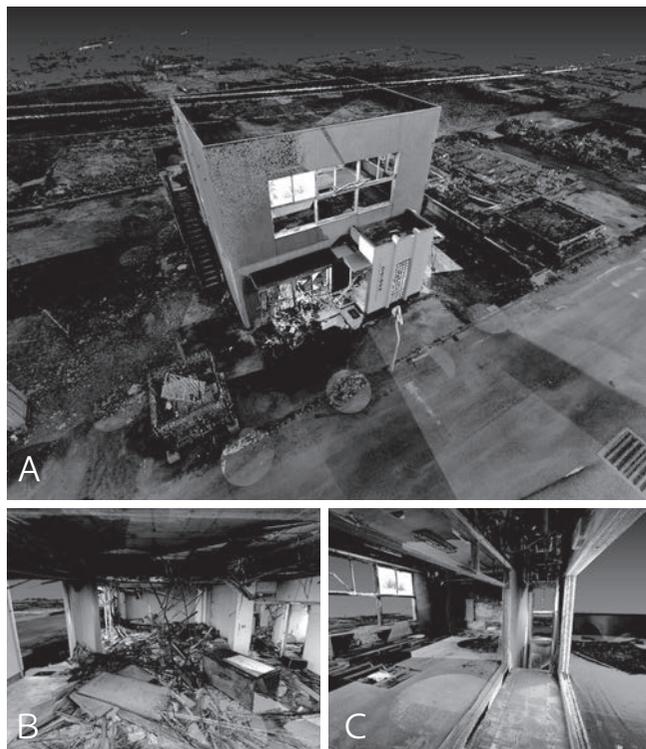


図 37. 浪江町請戸地区集会所。A: 全景。B: 1 階の様子。C: 2 階の様子。

#### ・浪江町南棚塩集会所 (図 30-⑧、図 38)

計測日：2015 年 12 月 2 日～4 日。計測手法：TLS。測定点設置数：FARO：148 測点。合計点群数：3,096,129,550 点。

南棚塩集会所 (図 38) は浪江町棚塩荒井前 17-1 にあり、海岸からおよそ 450 m 離れた請戸川左岸に広がる平野部に位置する。2 階まで津波で破壊されているが (図 38C, D)、屋上部分は大きな破損はない。津波の浸水高さと思われる

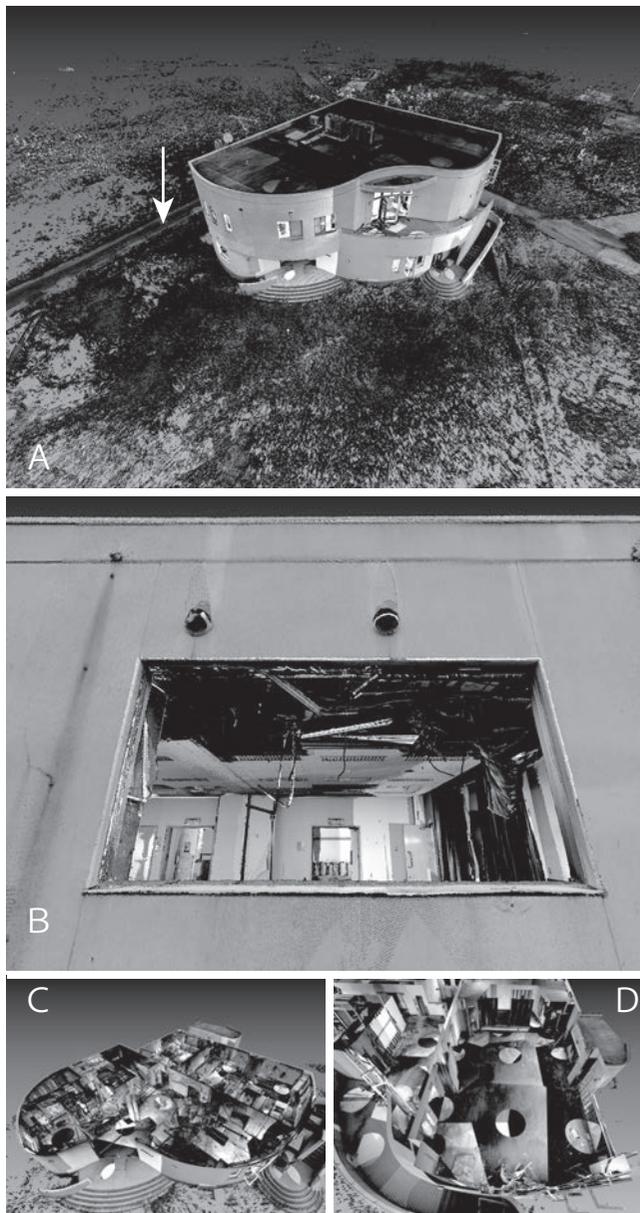


図 38. 浪江町南棚塩集会所。A: 全景。矢印は本文中に記載した津波の浸水深の基準となる道路面。B: 建物外から見た 2 階ホールの天井の様子。C: 1 階の様子。D: 2 階ホールの様子。

跡が、2階の各所に確認でき、その高さは、部屋により異なる。浸水深は建物西側の道路面（図38Aの矢印）からの高さがおおよそ7～7.5mの幅で認められる。一方、2階のホールでは、海岸側の窓近くの天井が破壊されており（図38B）、2階の天井付近（道路面から約8.6mの高さ）まで漂流物が当たった可能性がある。

・浪江町中央公民館荻野分館（図30-⑨、図39）

計測日：2015年12月3日。計測手法：TLS。測定点設置数：FARO：16測点。合計点群数：436,989,838点。

浪江町荻野地区の荻野宮下にある公民館で、近傍に位置する浪江町立荻野小学校体育館に避難した人々のために炊き出しを行ったところである。炊き出し途中の状態がそのまま残されていた（図39B）。計測は、玄関前から事務室、日本間、調理室、ホールといった室内のみである（図39A）。

・泉田川漁業協同組合およびサケ孵化場（図30-⑩、図40、中庭測量コンサルタント協力）

計測日：2015年12月4日。計測手法：TLSおよび写真計測。測定点設置数：FARO：37測点（泉田川漁業協同組合17測点、孵化場：20測点）。合計点群数：980,156,792点。

泉田川漁業協同組合は請戸川左岸の河口からおおよそ

1.2kmの浪江町北幾世橋荒井前に位置する。震災前は築場として鮭が遡上する時節に観光でにぎわっていたところである。漁協の建屋は、堤防のすぐ横にあり、津波は建屋1階の中ほどまで達している（図40A）。計測は、小雨が時折降ったため室内のみである。

鮭孵化場は、組合建屋からさらに上流100mほど上流側に位置し、堤防より一段低いところに位置する。孵化場は屋内のみTLSで計測を実施した。孵化場内部には瓦礫が散乱しているようすが残されていた（図40B）。

・福島いこいの村なみえ（図30-⑪、図41、中庭測量コンサルタント協力）

計測日：2015年12月3日～4日。計測手法：TLS。測定点設置数：FARO：65測点。合計点群数：1,763,750,114点。

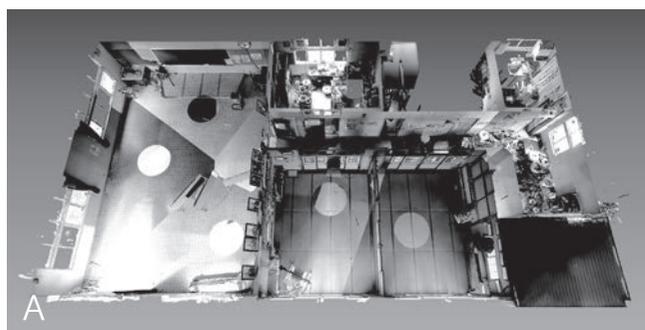


図39. 浪江町中央公民館荻野分館。A：荻野分館内部。B：調理室。炊き出しの途中のまま残されている。



図40. 泉田川漁業協同組合およびサケ孵化場。A：漁協1階の直販所の様子。B：孵化場内部の様子。



図 41. 福島いこいの村なみえ。A：1階エントランスロビーの様子。メモ書きが残されていた。B：客室内の様子。小動物により、畳がかじられている。

福島いこいの村なみえは浪江町高瀬丈六にあった保養施設で、結婚式や宴会などのイベント会場にもなった宿泊もできる施設である。震災当日、近所の住民が避難していた様子が張り紙などで残されていたが（図 41A）、翌日には全町避難となった。客室には、ネズミなどの小動物が入り込み、畳がぼろぼろになっている様子が残されていた（図 41B）。

・藤橋不動尊（図 30-⑫、図 42）

計測日：2017年3月3日。2017年5月9日再計測。計測手法：TLS。測定点設置数：FARO：95 測点。合計点群数：2,505,763,788 点。

福島県双葉郡浪江町藤橋字山居前にある藤橋不動尊では毎年旧暦1月28日に「藤橋不動尊大祭」がおこなわれ、参道や境内には露店が並び、春を告げる祭りが開催されていた（浪江町ウェブサイトより）。計測範囲を図 42A に示す。手水社が倒壊しており、本殿は瓦が落ち破片が散乱している状態である（図 42B, C）。本堂北側にある小さなお堂もかなり破損が激しく、おそらく地震動のほか、手入れができなかったため、荒廃が進んだものと考えられる。本データは参道から本殿まで含まれており、参道は平野部からで、本堂が丘の上に位置する。参道の階段を上りきったところにある石灯籠は一部落ちているものもある。

・初発神社（図 30-⑬、図 43）

計測日：2017年3月4日～5日。2017年5月10日再計測。計測手法：TLS。測定点設置数：FARO：139 測点。合計点群数：4,151,081,016 点。

初発神社（図 43）は町中心部から東方の北幾世橋に位置し、福島県の重要文化財（建造物）として初発神社本殿 附 棟札 15 枚が登録されている。社殿内部の重要なものは片付けられていたが、本殿（図 43B）はほぼそのままの状態であったが、天井に蜘蛛の巣が大量にあった。そのため、レーザー

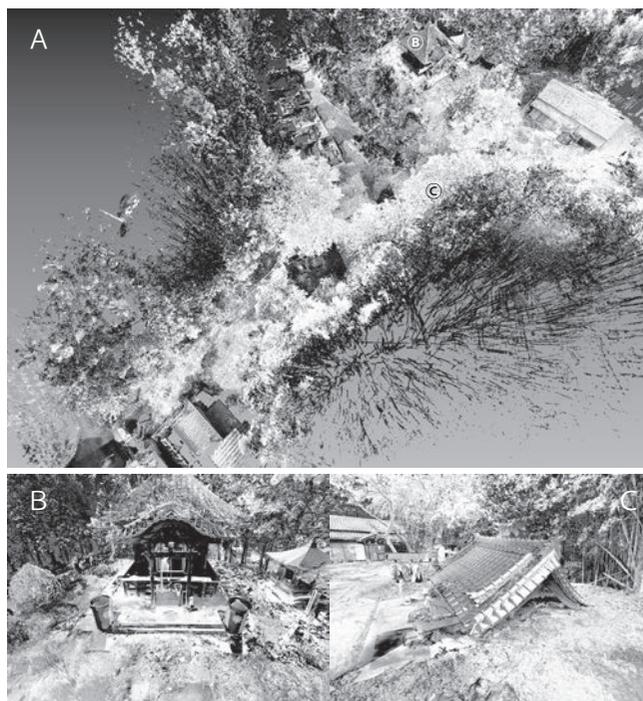


図 42. 藤橋不動尊。A：計測範囲。平地の参道から不動尊周辺。B：本堂。C：倒壊した手水舎。

計測ではノイズが大量に発生しており、今後、文化財の三次元アーカイブ化では気をつけなければならない点の一つである。

社殿および社務所は若干傾いており、社殿については、丸太の支持棒により支えられていた。社務所については大正時

代の建物であるそうだが、現時点で解体が決まっている。

・**国玉神社** (図 30- ⑭、図 44)

計測日：2017年3月5日。2017年5月10日再計測。計測手法：TLS。測定点設置数：FARO：60測点。合計点群数：1,552,642,467点。

国玉神社は国道144号線沿いの浪江町川添清信に位置している。2015年に浪江町ではじめた現地調査の頃から傾いており、計測した結果5°東へ傾いていることがわかった(図44A)。社殿は傾いた影響からか、障子戸が一部外れており、内部に植生が認められ(図44B)、震災後の月日を感じさせるものである。社殿の屋根が一部剥がれ落ちていた。

4-3-3. 双葉町の調査概要

双葉町は町の南東部の沿岸に福島第一原子量発電所が立地する。津波は町の沿岸部に押し寄せ、沿岸部で津波被害があっ

た。現在も町の北東部の一部を除いて帰還困難区域に指定されている。双葉町では、双葉海水浴場のマリンハウスふたば、JR双葉駅前から伸びる陸前浜街道にあった原子力標語看板、国史跡清戸迫横穴墓で三次元計測を実施している。

・**原子力標語看板** (図 30- ⑮、図 45)

計測日：2015年10月21日。計測手法：TLS。測定点設置数：FARO：9測点。合計点群数：136,086,124点。

原子力標語看板は双葉町長塚のJR双葉駅前から東へ伸びる陸前浜街道の国道6号線と交差点の中央から西へ約80mの双葉町生涯学習センター前にかかけられていた原子力推進に関する標語の書かれた看板である。看板両面にはそれぞれ違う言葉が書かれている(図45)。この看板は解体後、ふくしま震災遺産保全プロジェクト実行委員会により保存処理され、現在は双葉町で保管されている。

・**双葉町海の家(マリンハウスふたば)** (図 30- ⑯、図 46)

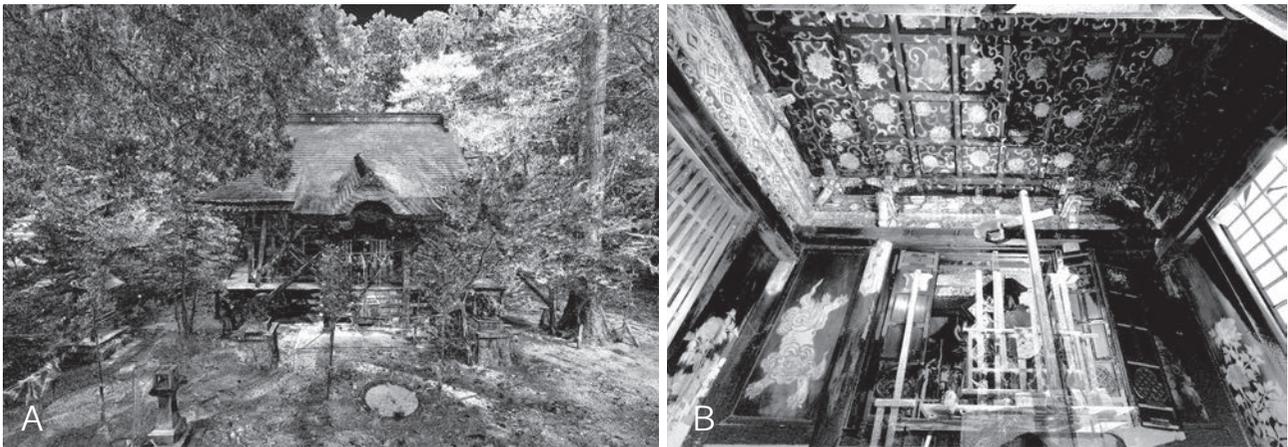


図 43. 初発神社。A：社殿遠景。B：本殿内部の様子。



図 44. 国玉神社。A：社殿遠景。B：社殿内部の様子。

計測日：2015年10月22日。計測手法：TLS。測定点設置数：FARO：49測点。合計点群数：1,196,050,599点。

双葉町海の家（マリンハウスふたば）は双葉町大字郡山字北磯坂にあり、福島第一原子力発電所1号機から北へ約3.5kmに位置する双葉海水浴場の施設である（図46）。津波は、3階のひざ上ほどの高さまで来た跡が見られる。1階は資材置き場、2階（図46B）が受付とシャワー室、更衣室、トイレなどがあり、3階（図46C）に畳敷きの休憩スペースがある。3階の畳が浮いて陸側へ移動していたため、板張りの靴を履きかえる高さ（建物前のブロック敷きの高さからおおよそ6.8m）を津波は超えたはずである。また、周辺住民がこの建物の屋上へ避難し、難を逃れている（福島県双葉町、2017）。

・国史跡清戸迫横穴（図30-⑰、図47）

計測日：2017年2月9日～10日。計測手法：デジタイザ+TLS+SfM。測定点設置数：FARO：27測点。床面写真撮影：267枚。デジタイザショット数：212。合計点群数：1,860,339,708点。

国史跡清戸迫横穴は、双葉町新山清戸迫にあり、福島第

一原子力発電所1号機から北西へ約3.2kmの丘陵の中腹に位置する。清戸迫横穴は昭和42年（1967）に双葉町立双葉南小学校造成時に発見され、横穴の奥にベンガラで書かれた人物や渦巻き、動物画等が認められる。清戸迫横穴は、震災以前は双葉町教育委員会により管理されていた。福島第一原子力発電所事故後、立ち入りが制限され、現在も帰還困難区域に指定されている。震災以前は春と秋に一般公開を行っていたが、現在は実施されていない。

玄室内の計測方法は、主にデジタイザを使用し、横穴の玄室壁面および天井部を計測した。玄室の床面はすでに人が歩いているため、SfMで計測を実施した。前室から地上への階段、史跡を示す石碑周辺および、前室の上方斜面については地上型レーザースキャナ（TLS）での計測を実施した（図47）。

玄室内での計測には、細心の注意を払い、入室する人員は最低限とし、カビ孢子の侵入を防ぐため、タイベックススーツを着用した。ケーブルは養生し、三脚の下にもスポンジを敷く等の対策をとった（図47）。玄室内の温度と湿度の管理も同時に行い、2度以上の温度上昇が起きないように計測を実施した。

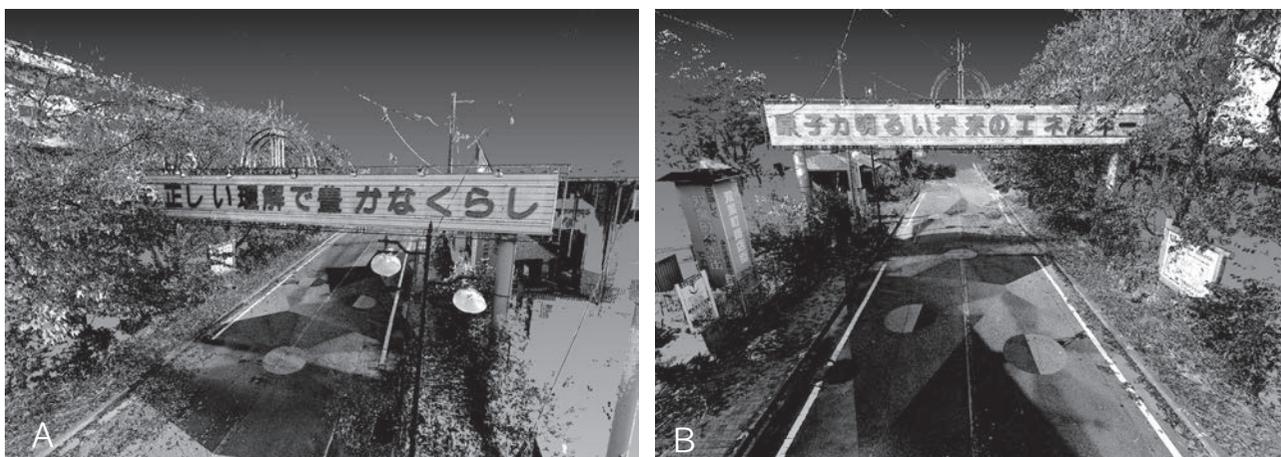


図45. 双葉町原子力標語看板。A：西側（双葉駅側）から。B：西側（6号線側）から。



図46. 双葉町海の家（マリンハウスふたば）。A：全景。B：2階受付付近の様子。C：3階の様子。



図 47. 国史跡清戸迫横穴。A：計測範囲。B：清戸迫横穴の前室から玄室を望む。C：デジタルサイザによる計測状況。D：前室周辺のデータ。E：壁画のオルソン画像。

デジタイザでの計測は、AICON 社製 smartSCAN-HE C8-8.0Megapixel を用い、玄室内の詳細形状計測及びカラーデータの取得を行った。また、玄室内床面などのデータは SONY 社製  $\alpha 7 s II$  を用い画像解析用データの取得も行った。

使用したデジタイザおよび SfM の機器の諸元等は下記の通りである。

デジタイザ本体：smartSCAN-HE C8-8.0Megapixel。使用レンズ：FOV650。計測範囲 525 × 400mm。平面分解能 159 $\mu$ m。精度 42 $\mu$ m。1 ショットのデータ量 約 650 万点。

SfM での使用機材：カメラ本体： $\alpha 7 s II$ 。使用レンズ：ZEISS Batis2.8/18。RAW 現像ソフト：アドビシステムズ社製 Light Room。解析ソフト：Agisoft 社製 PhotoScan。

#### 4-3-4. 大熊町の調査概要

大熊町での三次元計測は、福島県が管理する福島県緊急事態応急対策拠点施設（旧大熊オフサイトセンター）および隣接する福島県原子力センターについて実施した。しかしながら、1 台の TLS が不調だったため、2018 年 2 月に再計測を実施する予定である。オフサイトセンターは原子力発電所の事故時に、国、県および関係機関の最前線できりまとめをしていたところである。

・福島県緊急事態応急対策拠点施設（旧大熊オフサイトセンター）（図 30-⑱、図 48）

計測日：2017 年 3 月 6 日～7 日（再計測を 2018 年 2 月に予定）。計測手法：TLS。測定点設置数：200 測点。合計点群数：5,387,382,880 点。

福島県緊急事態応急対策拠点施設（旧大熊オフサイトセンター）は大熊町下野上大野にある 2 階建ての建物（図 48）で、1 階は普通の事務所と、2 階に対策本部が置かれた様子が残されていた。1 階と 2 階の天井の一部が落ちており、地震動の激しさを物語っている。国の文書はすでに国が回収済みであるが、県などの文書は残されていた。これらの文書等の調査がふくしま震災遺産保全プロジェクト実行委員会によって実施されている。

・福島県原子力センター（図 30-⑱、図 49）

計測日：2017 年 3 月 6 日～7 日（再計測を 2018 年 2 月に予定）。計測手法：TLS。測定点設置数：FARO：41 測点。合計点群数：1,137,025,291 点。

原子力センターは原子力発電の PR を兼ねた建物であり、オフサイトセンターの西隣に位置する。2 階会議室および展示室のデータを取得した。2 階の会議室は一部の公的機関により使用され、展示室の奥にあるホールに、寝泊まりした形跡が残されていた（図 49）。こちらも、ふくしま震災遺産保全プロジェクト実行委員会によって残された文書等の調査が実施されている。

#### 4-3-5. 富岡町の調査概要

富岡町は、福島第一原子力発電所の南に位置し、町の南側

には福島第二原子力発電所が位置する。津波により仏浜地区および毛萱地区で大きな被害が出た。発災翌日の 3 月 12 日に福島第一原子力発電所の事故のため避難指示がでて、町民は川内村へ避難した。富岡町では、JR 旧富岡駅、子安観音堂、相馬双葉漁業協同組合 富熊支所荷捌き所、仏浜周辺地区、夜ノ森の桜並木、富岡町災害対策本部（富岡町文化交流センター 学びの森 2 階）、被災パトカー、富岡町立富岡第二中学校体育館、福島県立富岡高校 3 階一般教室、富岡町中央商店街、大原本店、薬師堂、宝泉寺について三次元計測を実施している。今後もさらに計測を実施する予定となっている。



図 48. 福島県緊急事態応急対策拠点施設（旧大熊オフサイトセンター）。右奥が福島県原子力センター。

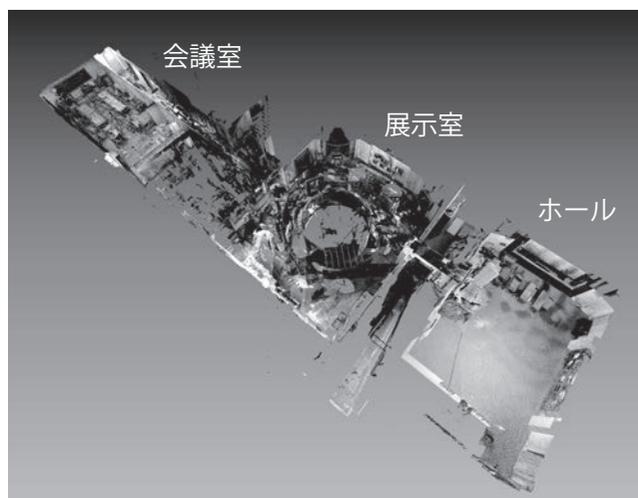


図 49. 福島県原子力センター 2 階。右のホールには、仮眠時にベッドにしたソファが並んでいる。

・JR旧富岡駅 (図 30-⑱、図 50)

計測日：2015年1月6日～7日。計測手法：TLS。測定点設置数：FARO：135測点。合計点群数：1,663,858,257点。

JR旧富岡駅は、富岡町仏浜釜田にあり、海岸からおおよそ300m離れているが、福島県内で津波に被災した常磐線で最も海岸近くに位置する駅である。駅舎は津波で破壊され、跨線橋とホームの屋根、トイレ等が残されている程度である(図50)。駅舎にあった金属パイプ製の改札口(図50B)や表札などは、ふくしま震災遺産保全プロジェクト実行委員会により取り外され保存されている。また、駅前にあった郵便ポストが津波に流され、駅前の中華料理屋で発見されている。その移動前後の直線距離は30mである(図50C)。この郵便ポストもふくしま震災遺産保全プロジェクト実行委員会により回収され、保存されている。なお、2017年に再開した現JR富岡駅の駅舎は以前のホームの北よりに移動した。被災駅舎の解体は2015年2月に実施されたため、後述する仏浜周辺のUAVによる計測では駅のプラットホーム以外は存在しない。

・子安観音堂 (図 30-⑳、図 51)

計測日：2015年2月16日。計測手法：TLS。測定点設置数：FARO：34測点。合計点群数：793,278,885点。

子安観音堂は富岡川左岸河口の河岸段丘上の富岡町小浜に位置したが、現在は解体されている。子安観音堂は、地元で子宝祈願などに古くから信仰を集めていた。津波は回廊部分、特に南東側を破壊している(図51A、B)。観音堂前の震災前にふさがれていた古井戸が津波によりふたが外れ落ち、口を開けていた(図51A)。津波は、観音堂内部まで侵入したが、漆喰の壁には特に大きな損傷は認められないため、本堂内部での浸水深は低かったと考えられる(図51C)。

・相馬双葉漁業協同組合旧富熊支所荷捌所 (図 30-㉑、図 52)

計測日：2015年2月16日。計測手法：TLS。測定点設置数：FARO：41測点。合計点群数：477,982,771点。

子安観音堂から富岡川を挟んで南側の河口に接続した漁港の西側、富岡町仏浜釜田にあるする富熊漁協の施設である。漁港そばに立つ鉄骨造りの建物であり、津波により壁は破壊され残っておらず、鉄骨は大きな力で曲げられていることがわかる。周辺の防潮堤やテトラポッドなどが散乱している様子が見える(図52)。

・富岡町災害対策本部 (富岡町文化交流センター学びの森2F、図 30-㉒、図 53、株式会社中庭測量コンサルタント協力)

計測日 2015年2月16日。

計測手法：TLS。測定点設置数 FARO：18測点。合計点群数：498,467,796点。

富岡町役場に隣接する富岡町文化交流センター2階にある会議室で、発災当日に対策本部となった場所である。避難指示が出る翌2011年3月12日の昼頃まで使用されていた。発災当日は、ヒューマンエラーに関する講演会が開かれており、その名残が認められる。ホワイトボードには、刻々と入ってくる情報が書かれて、部屋の後方には食事でご飯がそ

のままになっていた(図53)。2017年現在、文化交流センターは大規模改修され、災害対策本部の面影はない。

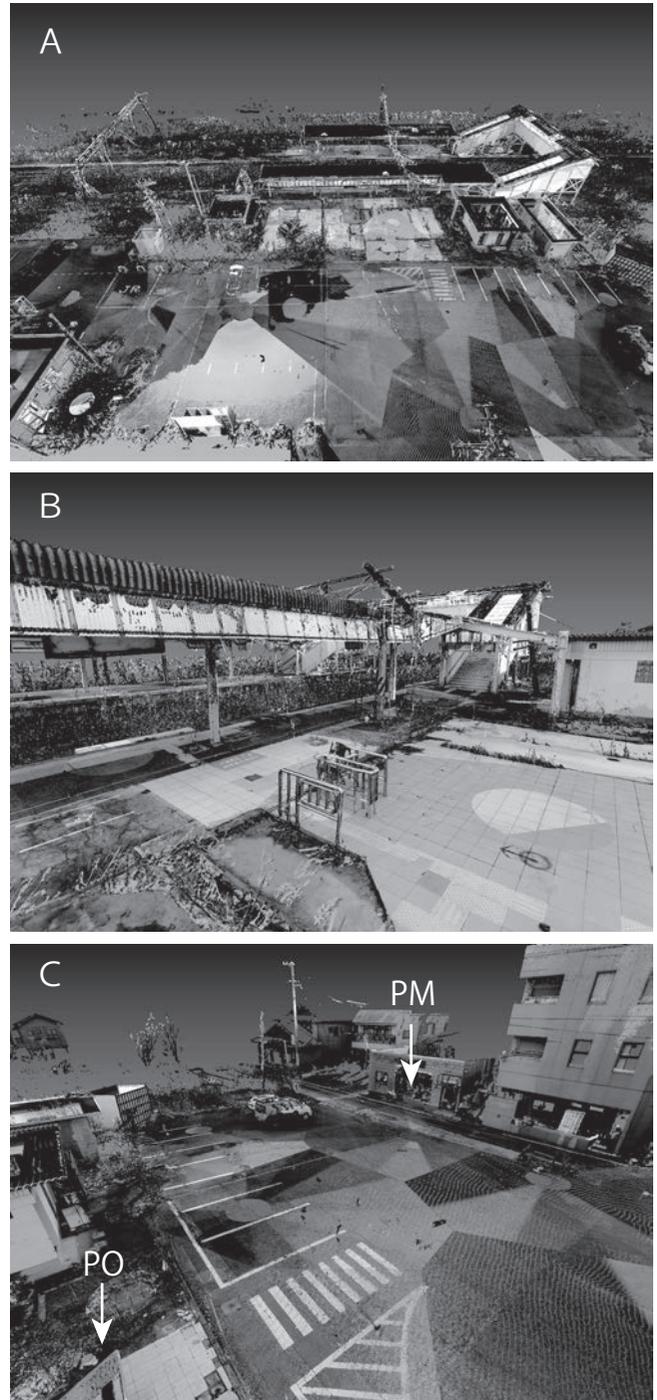


図 50. JR旧富岡駅。A：遠景。B：改札周辺。C：駅前の様子。POは郵便ポストが設置されていた元の場所。PMは郵便ポストが津波に流された後で見つかった場所。



図 51. 子安観音堂。A: 遠景。左下の穴が古井戸である。B: 東側からの遠景。C: 観音堂内部。

・ 仏浜周辺 (図 30-⑳、図 54)

計測日: 2015年2月17日。計測手法: UAV。カメラによる撮影枚数: 1,618枚。合計点群数: 580,686,100。

旧 JR 富岡駅から富岡川河口周辺の南北約 800、東西

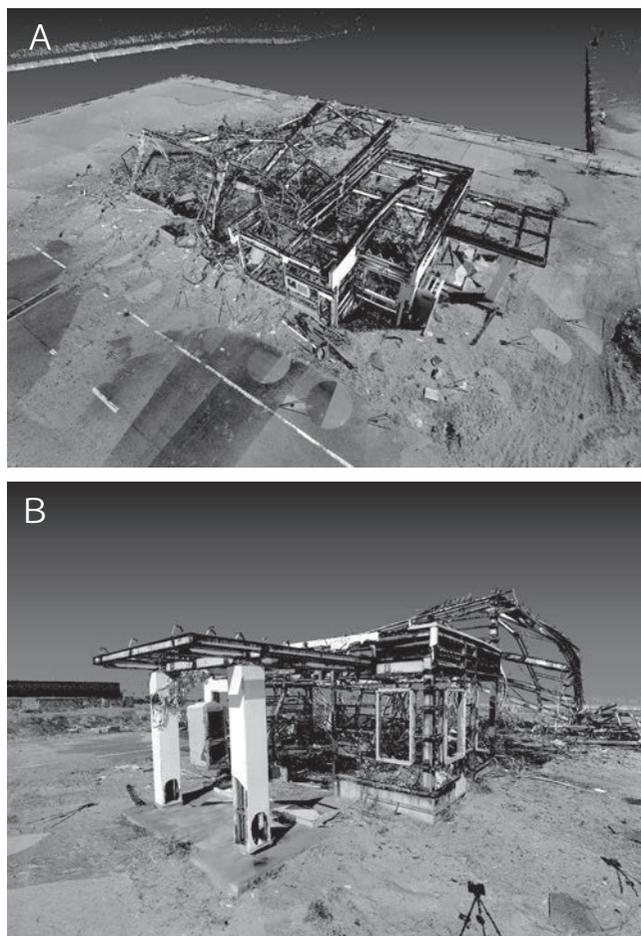


図 52. 相馬双葉漁業協同組合旧富熊支所荷捌所。A: 遠景。B: 近景。

400~700 mの範囲でデータを取得している (図 54A、B)。UAV による撮影飛行高度はおよそ 90 mで、使用システムは一眼レフカメラ CANON 製 EOS 5D Mark II レンズは EF 24mm である。

JR 富岡駅東側には、白い建物があり、災害廃棄物処理施設である。一方、周辺には、除染廃棄物が入ったフレキシブルコンテナバッグがうず高く積み重ねられている様子が認められる (図 54B)。富岡川河口および富岡漁港周辺では、防潮堤が破壊され、消波用コンクリートブロックが散乱している様子が認められる。建物側面については、斜めからの撮影が不足していたため、再構築されていない。計測範囲の北東に子安観音堂と相馬双葉漁業協同組合 富熊支所荷捌き所、南西に JR 旧富岡駅が位置する。

・ 被災パトカー (図 30-㉔、図 55)

計測日: 2015年3月25日。計測手法: TLS。測定点設置数: FARO: 9測点。合計点群数: 199,867,357点。

東北地方太平洋沖地震発生後、津波が来るため沿岸から

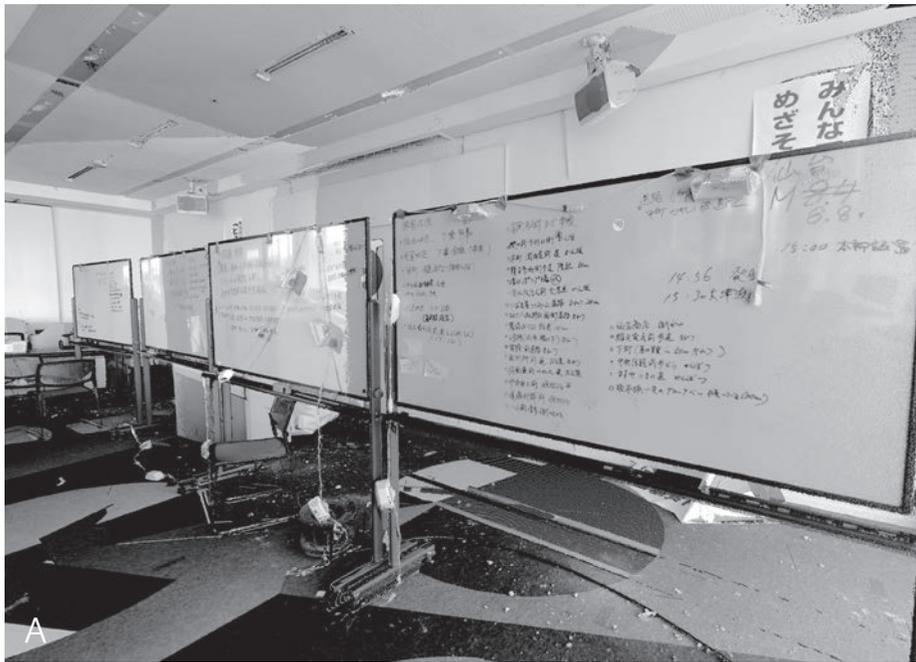


図 53. 富岡町災害対策本部（富岡町文化交流センター学びの森 2F）A：情報が書かれたホワイトボード。B：様々な資料が残されたテーブル。C：本部後方には、カップラーメンの空容器などのごみがそのまま残されていた。

避難を呼びかけて回っていたパトカーであり、津波にのまれ乗車していた警察官 2 名が殉職した（富岡町、2015）。一時、富岡川右岸の仏浜釜田に他の被災車両と共に積み上げられていた。その後、町民による被災パトカーの保存運動の後、町で保存することとなり、2015 年 3 月 16 日に富岡町にある双葉警察署北の岡内東児童公園に移転（富岡町、2015）、保存されている（図 55）。レーザースキャナによる三次元計測は児童公園に移動、設置後である。

・富岡町中央商店街（図 30-㉔、図 56）

計測日：2015 年 12 月 6～7 日。計測手法：UAV+手持ち撮影。徒歩による写真撮影枚数：3426 枚。合計点数群：

247,682,818 点。

富岡町中央商店街は富岡町で最も古い商店街であり、県道 163 号沿いの富岡駅前から富岡町中央までのびる。計測範囲は、東側は富岡町立第一中学校南側の県道 163 号を起点とし、西は県道 163 号の終点までである（図 56）。2015 年 1 月の旧 JR 富岡駅の計測を実施する時点で本商店街は住居制限区域に相当しており、この地域では避難指示区域解除に向け、除染作業が行われていた。さらに倒壊の恐れのある建物の取り壊し申請が富岡町に出されており、震災当時の様子が徐々に無くなっていく状態であった。そこで、富岡町の要望で震災当時の様子が数多く残されている商店

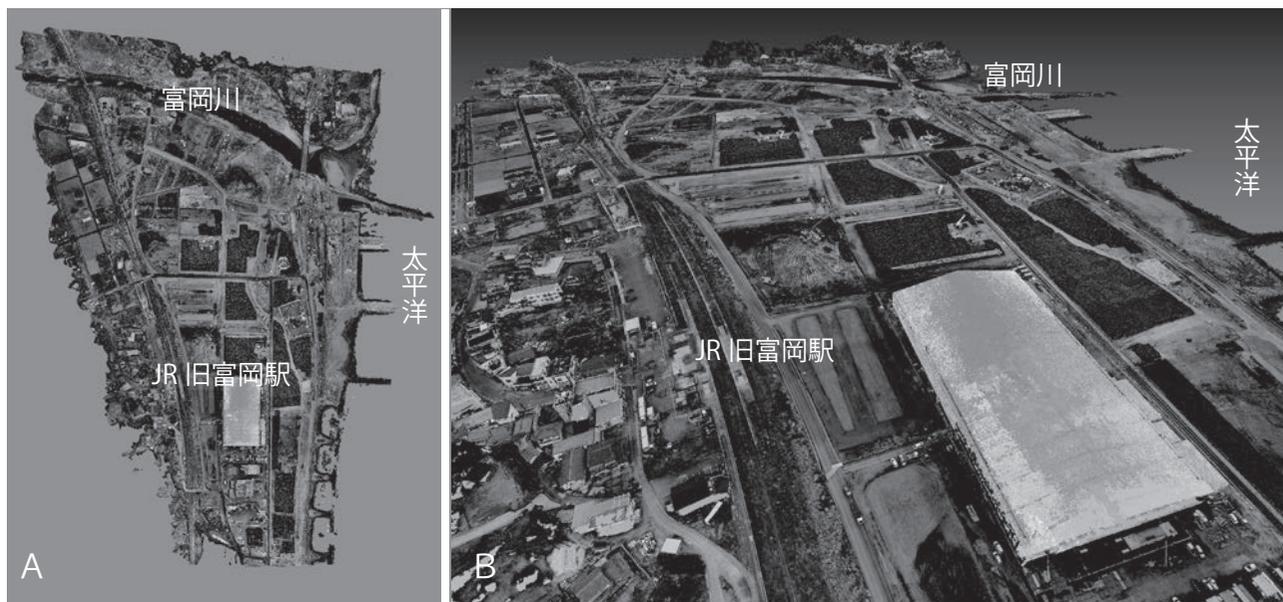


図 54. 仏浜周辺の UAV によるデータ。A：計測範囲。B：鳥瞰図。



図 55. 富岡町岡内東児童公園に移設された双葉警察署被災パトカー。

街の町なみを、UAV と徒歩による写真撮影を使った SfM 技術により三次元計測を実施した。下で述べる大原本店旧店舗も範囲に含まれる。UAV と徒歩による歩道からの撮影であるため、基本的に構造物外側の形状のみのデータとなっている。

・夜の森桜並木 (図 30-㉔、図 57、中庭測量コンサルタント協力)

計測日：2016 年 4 月 6 日。計測手法：TLS。同時期に富岡町の事業で、MMS および UAV を用いて三次元計測されている。

測定点設置数：FARO：82 点。合計点群数：1,926,417,566 点。

富岡町夜の森は桜並木で有名で、震災前は春の花見の時期に様々なイベントが開催されていた。富岡町を代表する名所である桜並木のうち、町道市の沢原線の満開となった東側の 340m ほどの道路について株式会社中庭測量コンサルタントの協力の元、地上型レーザースキャナ 3 台により計測を実施したものである (図 57)。ほかの桜並木部分については、富岡町が主体として計測を実施している。帰還困難区域を除く避難指示区域が解除された 2017 年 4 月 1 日時点でも帰還困難区域に設定され、立ち入り制限が続いている。

・福島県立富岡高校三階教室群 (図 30-㉕、図 58)

計測日：2016 年 4 月 20 日、5 月 25 日。計測手法：TLS。

測定点設置数：FARO：60 点。合計点群数：1,614,568,450 点。

福島県立富岡高校は富岡町大字小浜字中央にあり、震災当日のままになっている本校舎三階の 1 年生から 3 年生の合計 6 教室およびその前の廊下を計測した。書籍の散乱状況やロッカーの移動が当時の様子を伝えている (図 58)。ここでもふくしま震災遺産保全プロジェクト実行委員会の調査が実施された。

・富岡町立富岡第二中学校体育館 (図 30-㉖、図 59)

計測日：2016 年 5 月 18 日。計測手法：TLS。測定点設置数：FARO：31 測点。合計点群数：750,065,112 点。

富岡町立富岡第二中学校は富岡町大字小浜字中央にあり、震災当日、周辺の住民が避難してきたところである。震災当日は福島県浪江町立浪江中学校と同様に卒業式が執り行われ、その後、避難所となった。翌日の 2011 年 3 月 12 日には富岡町に福島第一原子力発電所事故のため避難指示が

出され、避難所として使われたのは一晩限りである。避難当時の様子がそのまま残されていた（図 59）。

・大原本店旧店舗（図 30-㉔、図 60）

計測日：2016年10月17日。計測手法：TLS。測定点設置数：FARO：41 測点。合計点群数：1,001,908,249 点。

大原本店旧店舗は富岡町中央1丁目にあり、昭和初期の近代建築で、富岡町内で残されているレンガ造りの近代建築の中でもっとも古い建物であり、商店街の顔でもある（図 60）。本対象は、東北大学安心安全学トップリーダー育成プログラムのC-lab研修の一環として計測を実施した。1階、

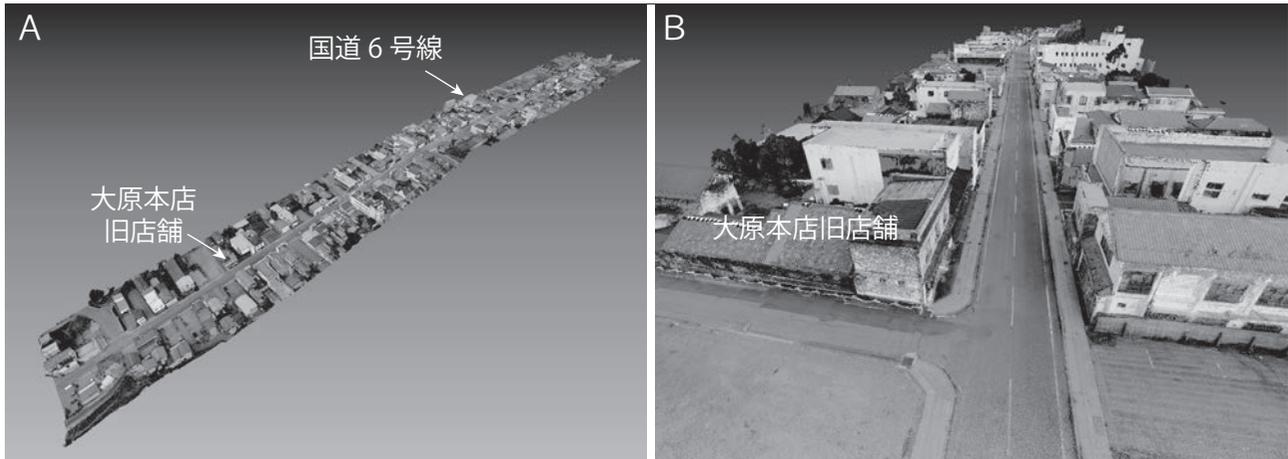


図 56. 富岡町中央商店街。A：UAVによるデータ計測範囲。B：大原本店旧店舗近くからの様子。



図 57. 夜の森桜並木の様子。



図 58. 福島県立富岡高校三階教室群。A：校舎三階教室計測範囲。B：1-B 教室内の様子。C：1-B 教室前の廊下の様子。

2 階とも大きく傷んでおり、床が抜け、天井が落ちている部分も存在した。大原本店の旧店舗部分の壁は、近くで作られていた富岡煉瓦が作成した耐火煉瓦を積み上げて建築さ



図 59. 富岡町立富岡第二中学校体育館。A：全景。B：舞台上の様子。



図 60. 大原本店旧店舗外観。

れており、その上をモルタルで覆ったものである。レンガは、ひび割れた外壁から見る事ができる。旧店舗は、一時解

体申請が富岡町に出されたものの、町が文化財として保存することとなった（読売新聞 2017年2月6日、解体予定の「れんが」店舗、復興発信へ保存）。

・薬師堂（図 30-㉔、図 61、ライカジオシステムズ株式会社協力）

計測日：2017年6月27日。計測手法：TLS。測定点設置数：FARO：16 測点。P40：9 測点。MS60：1 測点。合計点群数：676,718,657 点。

薬師堂は旧 JR 富岡駅の南西の富岡町仏浜字西原の小さな公園の端に位置するお堂である（図 61）。津波は本堂床下あたりまで来たとのことであるが、本堂内部は破壊された様子は認められない。内部には、手掘りの小さな仏像（高さ 15cm 程度）が複数並べられていた（図 61B）。2017年11月16日時点で更地となっていた。

・宝泉寺（図 30-㉕、図 62、ライカジオシステムズ株式会社協力）

計測日：2017年6月27日。計測手法：TLS。測定点設置数：FARO：23 測点。P40：10 測点。MS60：1 測点。合計点群数：841,270,474 点。

宝泉寺は富岡町本岡字大塚にある寺で、町指定文化財の宝泉寺の枝垂れ紅桜がある。枝垂れ紅桜は、計測範囲の南西に位置する。本堂（図 62）は昭和期に建立されたものであるが、富岡町に解体申請が出されたため、富岡町教育委員会からの依頼で三次元計測を実施した。

#### 4-3-6. いわき市の調査概要

いわき市では、2015年4月になって、いわき市立豊間中学校旧校舎が5月の連休明けに解体されるとの連絡が、福島県立博物館からあり、できれば3D計測を実施してもらえないかとの打診があったため、旧校舎の三次元計測を実施した。いわき市では豊間中学校以外の三次元計測は実施していない。



図 61. 薬師堂。A：外観。B：内部の様子。木彫りの仏像が並べられていた。



図 62. 宝泉寺。A：外観。B：内部の様子。

・いわき市立豊間中学校旧校舎（図 30-㉔、図 63）

計測日：2015年4月27日～29日。計測手法：TLS。測  
定点設置数：FARO:148 測点。合計点群数：3,523,645,518点。

いわき市立豊間中学校旧校舎（図 63）はいわき市東部の  
平薄磯の海岸近くに位置し、南方近くには塩谷崎灯台が位  
置する。津波は、旧校舎1階天井付近まで達しているが、



図 63. いわき市立豊間中学校旧校舎。A：計測範囲。B：校舎北東側から。C：校舎1階。D：1階の部屋に集められた時計や看板などの保存物品。E：1階放送室前。表示灯が曲がっている。F：3階美術室。黒板に卒業生などのメッセージが書かれている。

明瞭な痕跡はなく、放送室前に天井からつりさげられていた表示灯が変形していたことで推測される（図 63E）。

校舎は一時震災遺構として保存が検討されたものの解体が決定した。そのため、いわき市からの要請で計測を実施した。新校舎は旧校舎から約 300m 内陸側の高台にある豊間小学校西側に建設された。計測範囲は旧校舎の全体と、旧校舎屋上からレーザーが届く範囲の、南側の校庭、北側 100 m 程度、東側は防潮堤、西側は旧校舎から 100m 程度先の丘までである（図 63A）。計測は FARO1 台により実施し、3 日間を要した。計測実施日は、旧校舎の見納め式（2015 年 4 月 26 日）が開かれた後であり、かなり片付けられており、震災で止まった時計や学校の看板などの保存物品が一つにまとめられていた（図 63D）。教室の黒板には、多くのメッセージが残されていた（図 63F）。旧校舎南側の校庭には、瓦礫が一時的に積み上げられていた（図 63A、B）。

## 5. 各種計測に関する注意点

これまで震災で被害を受けた建築物や文化財など様々な対象について、三次元計測を実施してきた。手法は前述したとおりであるが、各手法の注意点について記述する。

### 5.1 TLS における注意点

TLS による三次元計測を主とした震災遺構等の計測では、点群数（密度）と色データの精度が重要である。点群数は、経験的に 1 か所のレーザースキャン計測で機器の足元を除く全天周で最低限必要な点群数は最低 2 千万点以上、できれば 5 千万点程度は必要である。このデータ量に見合った色データが必要であり、全天周の色データの元となるパノラマ画像データの画素数も、同様に計測点群数程度（2 ～ 5 千万画素以上）となる。しかしながら、条件を満たしたとしても、現在の技術では色彩マッチングの問題がまだに残されている。現時点では地上型レーザースキャナでは、それぞれのメーカーから、ハイダイナミックレンジ（HDR）対応や、計測機から直接 LED など照明を照射する手法等で改善・対策がなされてきているが、環境光の影響が大きく、まだ十分なものではない。現状で暗い場所で TLS 計測する場合は、照明を使用するなどの工夫が必要である。また、色の調整は手動で対応することもできるが、多大な時間とコストが必要であり、色調整作業の実施は現時点で見送っている。

また、TLS 計測では、震災遺構のような瓦礫が大量にある場合では、できるだけ対象物に影ができないように計測点の配置をする必要がある。文化財では、その対象の状態を記録するため、蜘蛛の巣などの障害物がある場合は障害物を移動・除去するなどして、計測をするように配慮する必要がある。

### 5.2 MMS における注意点

MMS のデータについては、360 度カメラの色データデー

タとレーザー計測点群をうまくマッチングしなければ出力される色データが本来の位置から大きくずれる現象が認められる。MMS に関しては、どうしても UAV の使用ができない状況、例えば悪天候等で UAV の飛行ができない場合等に限りて使用する方が賢明であると考えられる。

### 5.3 SfM における注意点（UAV を含む）

SfM による 3D アーカイブについては、撮影対象に対して、万遍なく多視点の画像が得られるように撮影をする必要がある。さらに撮影時の露出やシャッタースピード、F 値の設定など、できるだけ一定にした方が三次元化には良いが、特に明暗が大きい場合や対象の形状が複雑な場合などは、うまく再構成ができない場合がある。より現場に近い形状および色データを得ようとするなら、撮影時にはノイズが少ない ISO 感度を使用し、RAW データで保存、その後色補正を実施してからソフトウェアで三次元化処理をするべきである。また、SfM で三次元の精度を求めらるならば撮影方向だけでなく標定点の設置場所や設置数が重要となる。標定点は最低 3 か所以上必要であるが、できるだけ多くの標定点を設置し、しかもそれぞれの標定点は間隔をあけて設置されることが理想である。各標定点を計測前に測量しておくと共に、撮影枚数や、撮影方向、撮影位置を考慮してデジタルカメラで撮影することが求められる。なお、SfM が不得意な対象として、水面の波のように形状が変化するもの、光が反射したり屈折したりするもの、特徴点をつかみにくい色の変化が少ないもの等があげられる。なお、UAV で広範囲にわたる地域データを取得する際は、薄曇りがかつ風が弱い条件が良い事がわかった。UAV の飛行には、各種法令を順守することが求められる。

## 6. 震災遺構等の三次元アーカイブデータの活用とその課題

総合学術博物館では、取得した震災遺構等三次元アーカイブの MR 体験会を 2013 年度から開催してきた（表 2）。三次元アーカイブ活用当初は、本事業の意義を知っていた、各方面の協力を得るためのイベントが占めた。各方面の協力を得られるようになると、次に三次元アーカイブを防災教育コンテンツの一つとして活用することを目指し、MR での体験会を 2014 年度から企画・開催するようになった。これらのイベントにおいて、MR 体験者の感想や反応を集め、改良が求められる点をまとめた。結果、①遺構データ（コンテンツ）の切り替え時間が長い、②点群の表示密度が低い、③一人ずつの体験のため、待ち時間が長い、の三点に集約された。①に関しては、本論 2. 事業のあらましでも触れているが、改良前は MR の標準ソフトである MR Visualizer を使用しており、本ソフトは点群数が多くなるにつれ、読み込み時間が数分以上かかるという状態であった。②に関して、改良前の MR Visualizer では 1 点 1 ピクセルの

表 2. デジタルアーカイブを使った主要な体験展示等イベントのリスト (2013 年～ 2017 年 8 月)

開催日	場所	対象	イベントタイトル (*) またはイベント内容
2013 年 7 月 8 日	宮城県議会棟 1 階ラウンジ	村井宮城県知事 宮城県議 宮城県職員	宮城県知事へのデモンストレーション
2013 年 7 月 4 日	東北大学総合学術博物館・自然史標本館	女川町長他	女川町長へのデモンストレーション
2013 年 8 月 28 日	片平キャンパス エクステンション教育 研究棟	東北大総長・理事・広報課 職員・一般市民・ミニコミ 紙取材	総長・理事へのデモンストレーション
2013 年 10 月 12 日	東北大学萩ホール	東北大学 OB・OG・萩友会 関係者・国会議員	* ホームカミングデー
2014 年 3 月 9 日	仙台ウエスティンホテル	シンポジウム参加者	*2014 年 東北大学災害復興新生研究機構シン ポジウム～「東北復興・日本新生の先導」を 目指して～
2014 年 3 月 16 日	片平キャンパス さくらホール 1F	シンポジウム参加者	* 東北大学片平レクチャー 2014 震災のこす べき記憶と私たち
2014 年 3 月 23 日	高知県高知市 高知県立追手前高校 芸術ホール	シンポジウム参加者・国会 議員・高知県知事ほか	* 高知から南海・東南海地震を考える 災害に 対して国土を強靱化するにはどうすべきか
2014 年 7 月 26 日	東北大学総合学術博物館・自然史標本館	小田原市 中高生	* 東北大震災被災地スタディツアー in 東北大 学
2015 年 1 月 17 日	神奈川県立 生命の星地球博物館	シンポジウム参加者・神奈 川県知事・国会議員ほか	* 地震津波シンポジウム～かながわ発！地震・ 津波から「いのち」を守る！～
2015 年 1 月 22 日	東北大学総合学術博物館・自然史標本館	福島県浪江町長ほか	浪江町長へのデモンストレーション
2015 年 3 月 14～18 日	東北大学総合学術博物館・自然史標本館 / 萩ホール	一般市民・国連防災世界会 議参加者	* 第 3 回国連防災世界会議 関連展示 「未来へと語り伝える大震災の記録」
2015 年 7 月 25 日	東北大学総合学術博物館・自然史標本館	小田原市 中高生	* 東日本大震災スタディツアー
2016 年 2 月 11 日～3 月 21 日	福島県立博物館	一般市民	* 震災遺産を考えるーガレキから我歴へ
2016 年 2 月 24 日～3 月 3 日	宮城県議会棟 1 階ラウンジ	一般市民	* 東日本大震災アーカイブ ～あの時を忘れな いたために～
2016 年 5 月 9 日	東北大学総合学術博物館・自然史標本館	福島県双葉町長ほか	双葉町長へのデモンストレーション
2016 年 12 月 20～25 日	せんだいメディアテーク	一般市民	* 震災と暮らしー震災遺産と人々の記録からふ りかえるー
2017 年 1 月 21 日、22 日、28 日、 29 日、2 月 4 日、5 日。	明治大学博物館	一般市民	* 震災遺産とふくしまの経験 ー暮らし・震災・ 暮らしー
2017 年 3 月 10-12 日	福島県立博物館	一般市民	* 「震災遺産を考える III」会津セッション 震 災遺産展～6 本の年輪～
2017 年 3 月 25 日	清水テルサ	一般市民	* 地震津波シンポジウム「東海・南海巨大地震 を考える in SHIMIZU」
2017 年 8 月 22 日	東北大学総合学術博物館・自然史標本館	高知県南国市小中学生	平成 29 年度南国市・岩沼市小中学校交流事業
2017 年 8 月 30 日	東北大学総合学術博物館・自然史標本館	復興副大臣・復興庁職員	土井復興副大臣・復興庁職員へのデモンスト レーション

表示であり、対象との距離が近くなると隙間が目立つものであった。さらに、1億数千万点の表示が限界であり、数億～数十億点に上る震災遺構のデータを表示するためには相当量の点群を間引く処理が必要であった。③に関しては、MRの様なヘッドマウントディスプレイ（以下HMDとする）を使う限り、ついて回る問題である。

優先的に改善する必要のある①と②については、3次元コンテンツ作成ソフトのUnityにキヤノンITソリューションズ株式会社のMR Plug-in for Unityを適応してコンテンツを作成してみたものの、特段の改善は見られなかった。協力企業とさらに検討を重ね、既存のソフトウェアで、大量点群データを扱えるものをMRに対応させるということにした。株式会社エリジオン社製InfiPointsにMRに対応させたところ、4億点程の点群データであれば30秒程度でコンテンツの変更が可能となった。本ソフトでは、さらにより大量の点群の表示と点の表示サイズの変更が可能となった。大量点群の例として、点群の分布範囲が数m程度と狭い双葉町清戸迫横穴の14億点からなる点群データは、2分程度時間がかかるものの、一度ソフトウェアのバッファに読み込ませることにより、ほぼストレス無く全データをMRで体験することができるようになった。しかしながら、点群の分布範囲が広く、大規模な学校の校舎のようなデータでは、ソフト導入後、間引き処理をしても表示がもたつく状態である。以上のことから更なるハードウェア、ソフトウェア両面からの改良が課題となっている。

残された③の改良点であるが、HMDでの体験で多人数への体験を実現するためには、複数台HMDとそのシステムを用意する必要がある。最近、普及価格帯のHMDが様々なメーカーから出てきている。これら比較的安価なHMDを複数で採用することにより、一度に多人数の体験を実現できるよう、株式会社エリジオンとシステムを開発中である（図64B）。

3次元データのMRまたはVR体験展示での注意点であるが、体験者が3次元酔いをする場合がある。体験イベント時には常に注意を払い、具合が悪くなった体験者ができた場合は早急に体験を中止し、横になるなどして休んでもらう必要がある。

以上の改善点を踏まえて、我々は、3次元アーカイブを実践的に防災教育プログラムへ組み込んだスタディーツアーを2014年の夏から実施している。このツアーは、2011年10月から東北大学片平キャンパス エクステンション教育研究棟広報展示スペースで開催されたパネル展示「東日本大震災 ～何が起こったか～ その記録と解析」で使用された展示パネル（鹿納、2011）、東北大学理学部自然史標本館に展示している津波堆積物、さらには東北大学災害科学国際研究所の「減災ポケット『結』プロジェクト」、MRで震災遺構の体験等をプログラム化したものである。これまでに、神奈川県小田原市や高知県南国市の小中学生に実施してきた。このプログラムは非常に好評であるが、HMDの関係で、時間がかかることが課題であるが、複数台のVR体験展示ができるようになれば、より効率的に実施できるであろう。一方で、パネル展示スペースや「結」プロジェクトを実施するスペースが必要であり、東北大学理学部自然史標本館を活動拠点としている総合学術博物館単独では、実施にあたり活動スペースが不足している。そこで現在では展示するパネル数を減らしたり、標本館を休館する措置をとったり、理学部の講義室を借りるといった対応をしており、活動スペース等の確保が課題となっている。

さらに、3次元アーカイブを使ったイベントとして、地震津波シンポジウムの開催と合わせて体験展示を実施している。このシンポジウムは、今後発生が予想されている南海トラフを震源とした巨大地震で被害が予想されている地域で、地震と津波のリスクを一般の方に再認識していただくことを

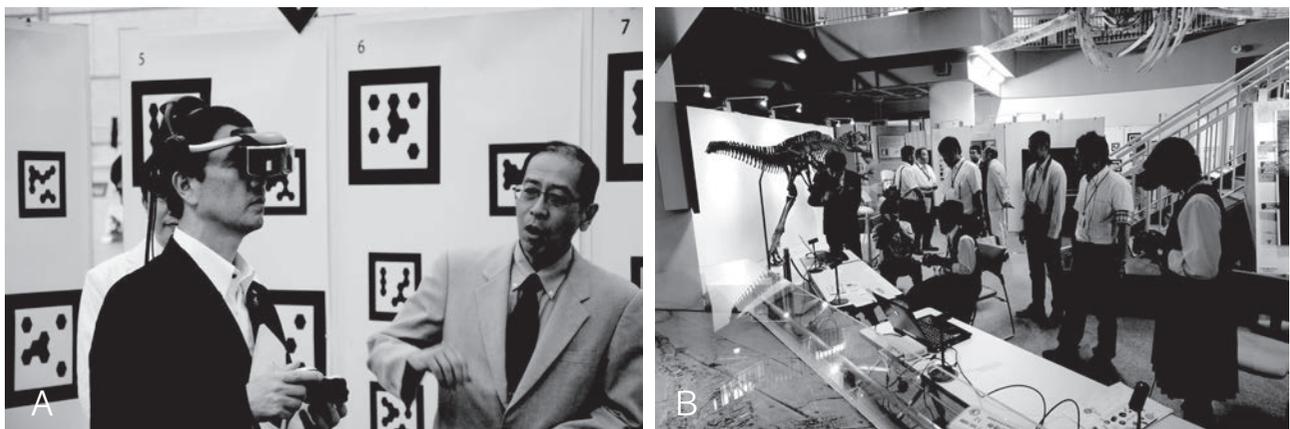


図 64. 3D アーカイブを使った体験イベント。A：宮城県議会棟で開催したイベント。村井知事が体験している様子。B：高知県南国市の小中学生への防災研修。安価なHMDを使ったシステムのテストを兼ねている。

目的に開催している（例えば鹿納、2017）。MRでの体験展示で、東日本大震災の被災地へ行ったことのない方々へ、津波の威力や津波の高さ等を体験してもらうことで、より一層防災意識を高めることができることが分かった。

一方、東日本大震災の被災資料等と共にMRで震災被災地に戻るといった体験ができるイベントを2016年2～3月と2017年3月に、ふくしま震災遺産保全プロジェクト実行委員会と共に福島県立博物館で実施している（例えば鹿納、2016）。これは一般向けの展示プログラムであり、被災自治体の震災アーカイブ施設の見本となるような展示プログラムとなった。ここでMRまたはVRの体験について恒久的な展示をする場合に課題となる点は、職員が体験中付き添う必要があるところである。将来VR技術が一般市民へ広がっていけば、職員が付き添う必要性が減る可能性もあるが、現時点では三次元酔いが発生する可能性がある点からも人員を配置した方がよい。また、この展示プログラムでは、福島県内各被災地域のいろいろな物や場所（MR展示）の展示を企画展示室内に凝縮して展示したため、それぞれの展示資料が持つ背景の解説が不十分なものであった可能性がある。被災物が物語る被災地域の記憶や震災の記録をより深く知ることができる展示施設には、十分な展示スペースや人員配置が求められる。さらに展示コンテンツの定期的なリニューアルや企画展等が可能となるようなスペースと人材の配置、様々な資料を保管できる収蔵庫等の確保も課題となるであろう。

## 7. まとめ

本論は、東日本大震災後、総合学術博物館が持つ三次元技術を生かした震災の新しいアーカイブ方法として実施してきた「東日本大震災遺構3次元クラウドデータアーカイブ構築公開事業」の中間報告である。2013年2月から2017年8月までの間に、総合学術博物館では岩手県、宮城県、福島県において、合計57に上る対象の三次元ポイントクラウドアーカイブを作成してきた。本事業の開始当初は、計測や体験展示で手探りの部分も多く、計測機材の特性やデータ形式、計測精度や密度など、協力会社や各団体等と共に試行錯誤して今日に至っている。改善された部分もあるが、体験展示に関する課題は今も残されている。今後も残された課題を改善しながら、東日本大震災の被災地、特に福島県内を中心に三次元計測を続けるとともに、後世へ東日本大震災がどのような災害であったかを伝え続けることが、被災地にある大学博物館の使命であると心に留め、本事業を続けていく。

## 謝辞

本事業は、東日本大震災の被災地自治体や関係者の皆様の協力の上で実施が初めて可能となったものである。宮城県には、三次元計測のために平成25年度第2回みやぎ地域復興支援助成金を援助頂いた。また、東北大学災害科学国際研究所アーカイブ分野の柴山明寛准教授には本論の査読のほか、FARO社製Focus3DとMRシステムの貸し出しや、2015年3月に開催された福島県立博物館でのシンポジウムにも講演者・パネリストとして協力をさせていただくなど多大なご協力いただいた。東北大学グローバル安全学トップリーダー育成プログラムには、MRシステムの提供、各種イベント等への支援、C-lab研修への協力などをいただいた。東北大学災害科学国際研究所の保田真理氏には、スタディーツアーにおいて、減災ポケット「結」プロジェクトの実施や指導をいただいた。東北大学には、本事業の計測やシンポジウム開催に関する予算を総長裁量経費により拠出していただいた。地震・津波対策を考える都道府県議会議員連盟には、高知県、神奈川県、静岡県での地震津波防災シンポジウムへの後援や様々なご協力をいただいた。株式会社中庭測量コンサルタントと同社の渡邊 淳氏、岩部吉成氏（現合同会社アイオフィス）には陸前高田中央公民館・体育館のデータの提供や、福島県内でのボランティアでの計測など多大な協力をいただいた。アジア航測株式会社および同社の南 幸弘氏には、車載レーザーデータについて、様々な助言をいただき、また、震災1か月後の車載レーザーのデータを提供していただきました。株式会社シン技術コンサルには、横穴墓での計測について様々な助言をいただいた。キヤノンマーケティングジャパン株式会社およびキヤノンITソリューションズ株式会社には、MRの運用に関する助言や協力をいただいた。株式会社電通国際情報サービスには、MRに関するソフトウェアについて助言や協力をいただいた。有限会社 アノン・ピクチャーズには、UnityでのMRコンテンツ開発にご協力いただいた。ライカジオシステムズ株式会社には、2017年から富岡町での計測に多偉大なご協力をいただいた。株式会社エリジオンには、点群データ処理に関してのソフトウェアやMRでの表示ソフトの開発など様々な所でご協力をいただいた。岩手県宮古市、たろう観光ホテル、宮城県、気仙沼市、南三陸町、女川町、石巻市、東松島市、東日本旅客鉄道株式会社仙台支社、仙台市教育委員会、山元町教育委員会、福島県、福島県立博物館、ふくしま震災遺産保全プロジェクト実行委員会、浪江町、双葉町、大熊町、富岡町、東日本旅客鉄道株式会社水戸支社、いわき市には、三次元計測時に多大なご協力をいただいた。ここに記して感謝いたします。

## 参考文献

- 鹿納晴尚 2011 「東日本大震災 ～何が起こったか～ その記録と解析」片平キャンパス・エクステンション教育研究棟広報スペースでパネル展示を開催中。東北大学総合学術博物館ニュースレター Omnividens、No.40, pp4-5.
- 鹿納晴尚 2013 東日本大震災遺構 3次元クラウドデータアーカイブ構築公開事業。東北大学総合学術博物館ニュースレター Omnividens、No.44, p.8.
- 鹿納晴尚 2015 ふくしま震災遺産保全プロジェクトへの協力を始めました。東北大学総合学術博物館ニュースレター Omnividens、No.47, p.8.
- 鹿納晴尚 2016 連携展示「震災遺産を考えるーガレキから我歴へ」3D デジタル震災遺構アーカイブ体験展示報告。東北大学総合学術博物館ニュースレター Omnividens、No.51, p.6.
- 鹿納晴尚 2017 「地震津波シンポジウムー東海・南海巨大地震を考える in SHIMIZUー」を開催しました。東北大学総合学術博物館ニュースレター Omnividens、No.54, p.6.
- 消防庁災害対策本部 2017 平成 23 年 (2011 年) 東北地方太平洋沖地震 (東日本大震災) について (第 156 報)。 <http://www.fdma.go.jp/bn/higaihou/pdf/jishin/156.pdf>
- 杉安和也 2016 東日本大震災連続ワークショップ 2015 in 気仙沼開催報告。地域安全学会ニューズレター 第 94 号 pp.24 - 36、地域安全学会事務局。
- 仙台市教育委員会 2014 教育要覧 仙台。仙台市教育委員会 総務課、2014 年 9 月。
- 富岡町 2015 津波被災バトカーを町内に保存 震災の記憶を後世に。広報とみおか No.630, p.14.
- 内閣府原子力被災者生活支援チーム 2013 避難指示区域の見直しについて。2013 年 10 月 [http://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/pdf/131009/131009\\_02a.pdf](http://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/pdf/131009/131009_02a.pdf)
- 復興庁・岩手県・陸前高田市 2015 高田松原津波復興記念公園 基本計画。 [http://www.reconstruction.go.jp/topics/main-cat1/sub-cat1-15/20150821\\_4\\_kihonnkeikaku\\_iwate\\_honnbunn.pdf](http://www.reconstruction.go.jp/topics/main-cat1/sub-cat1-15/20150821_4_kihonnkeikaku_iwate_honnbunn.pdf)
- 復興庁・宮城県・石巻市 2015 石巻市南浜地区復興記念公園 (仮称) 基本計画。 [http://www.reconstruction.go.jp/topics/main-cat1/sub-cat1-15/20150821\\_5\\_kihonnkeikaku\\_miyagi\\_honnbunn.pdf](http://www.reconstruction.go.jp/topics/main-cat1/sub-cat1-15/20150821_5_kihonnkeikaku_miyagi_honnbunn.pdf)
- 福島県双葉町 2017 双葉町 東日本大震災記録誌 後世に伝える震災・原発事故。
- 宮城県震災遺構有識者会議 2015 宮城県震災遺構有識者会議報告書。 <https://www.pref.miyagi.jp/uploaded/attachment/288105.pdf>



## 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 原稿はワープロ、パソコンで作成し、印字原稿2部(図表、写真等も含める。)とCD、フロッピーディスク等を添えて提出する。
- 7 原稿の提出は11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。