

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

Yoshitaka Kanomata<sup>1)</sup>, Andrey V. Tabarev<sup>2)</sup>, Alexander N. Popov<sup>3)</sup>, Boris V. Lazin<sup>3)</sup> and Jorge G. Marcos<sup>4)</sup>

<sup>1)</sup> Tohoku University, Japan

<sup>2)</sup> Institute of Archaeology and Ethnography, Novosibirsk, Russia

<sup>3)</sup> Far Eastern Federal University, Vladivostok, Russia

<sup>4)</sup> Escuela Superior Politécnica del Litoral, Guayaquil, Ecuador

## Introduction

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

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

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

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

## Background to the Preceramic and Early Ceramic Periods in Coastal Ecuador

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

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

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

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

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

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

### Archaeological Research from 2014 to 2017 at the Real Alto site

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

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

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

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

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

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

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

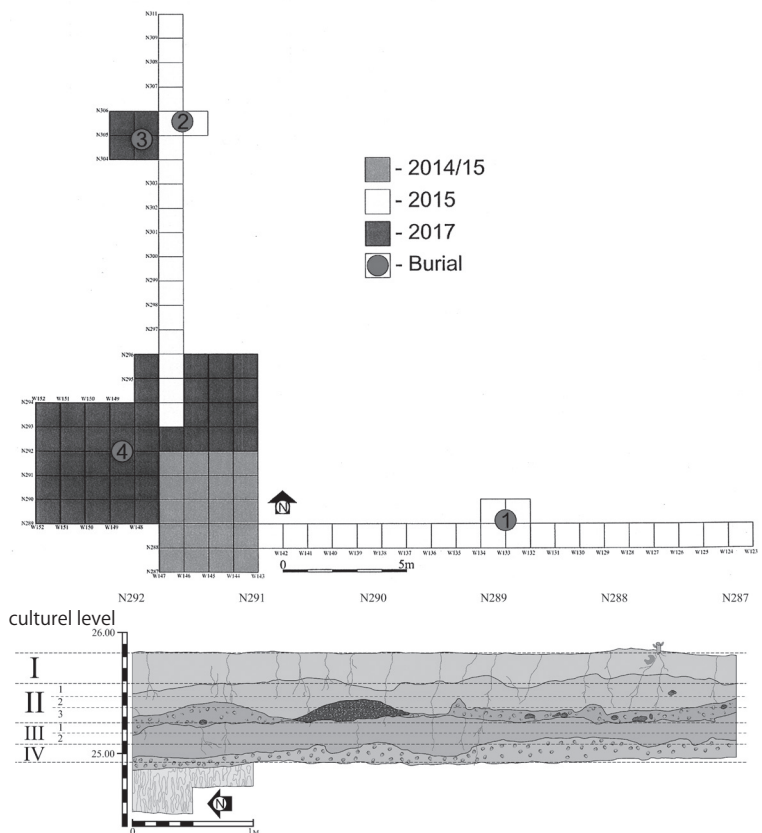
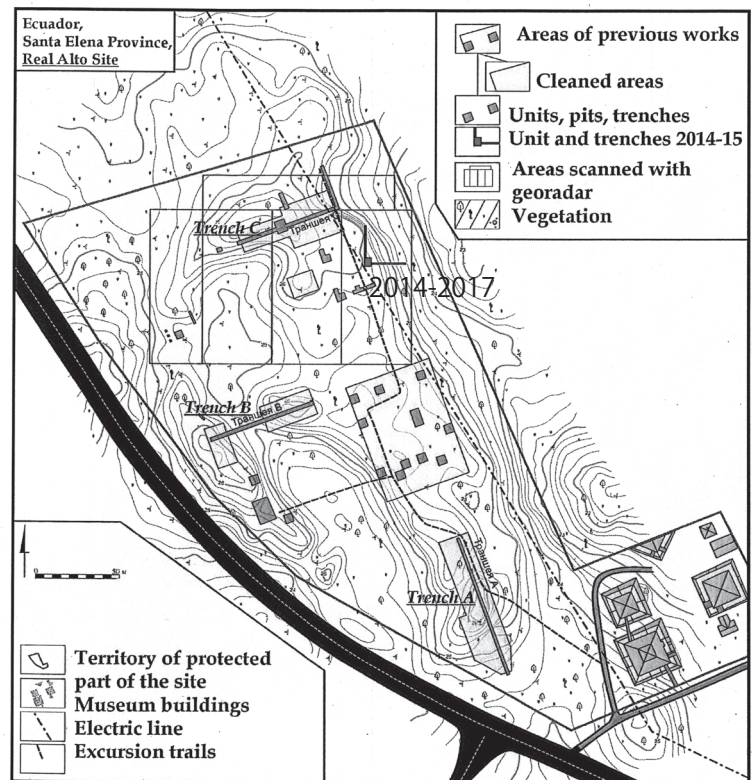


Fig.1 Excavation trenches, grids and stratigraphy at the Real Alto site.

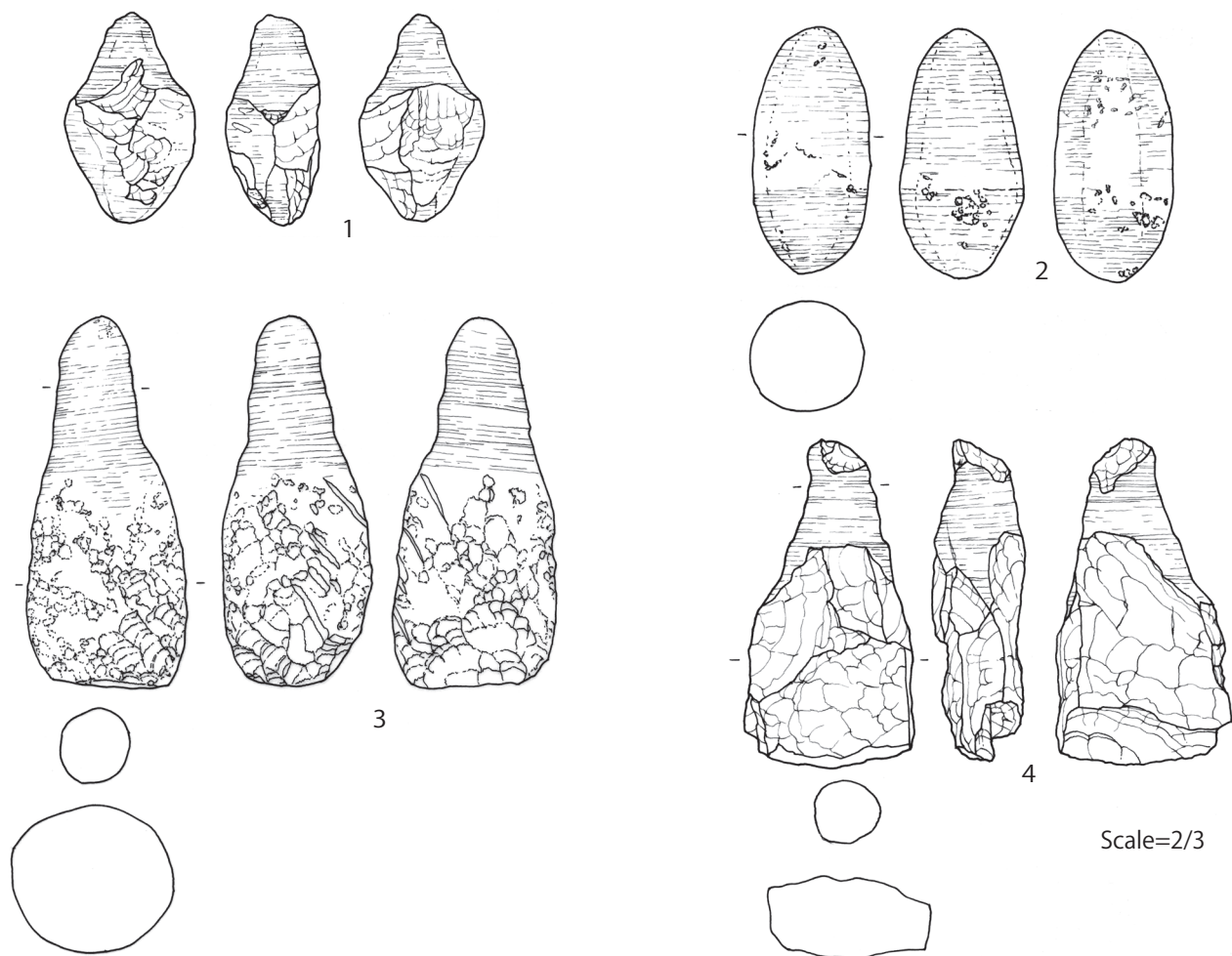


Fig.2 “Reamer for the manufacture of shell fishhooks” at the Real Alto site.



Fig.3 Stone figurines at the Real Alto site .

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

### 1) Methods

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

### 2) Results

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

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

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

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

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

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

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

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

Tab.2 Object of use-wear analysis

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

Tab.3 Other artifacts analyzed from technological aspect.

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

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

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



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

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



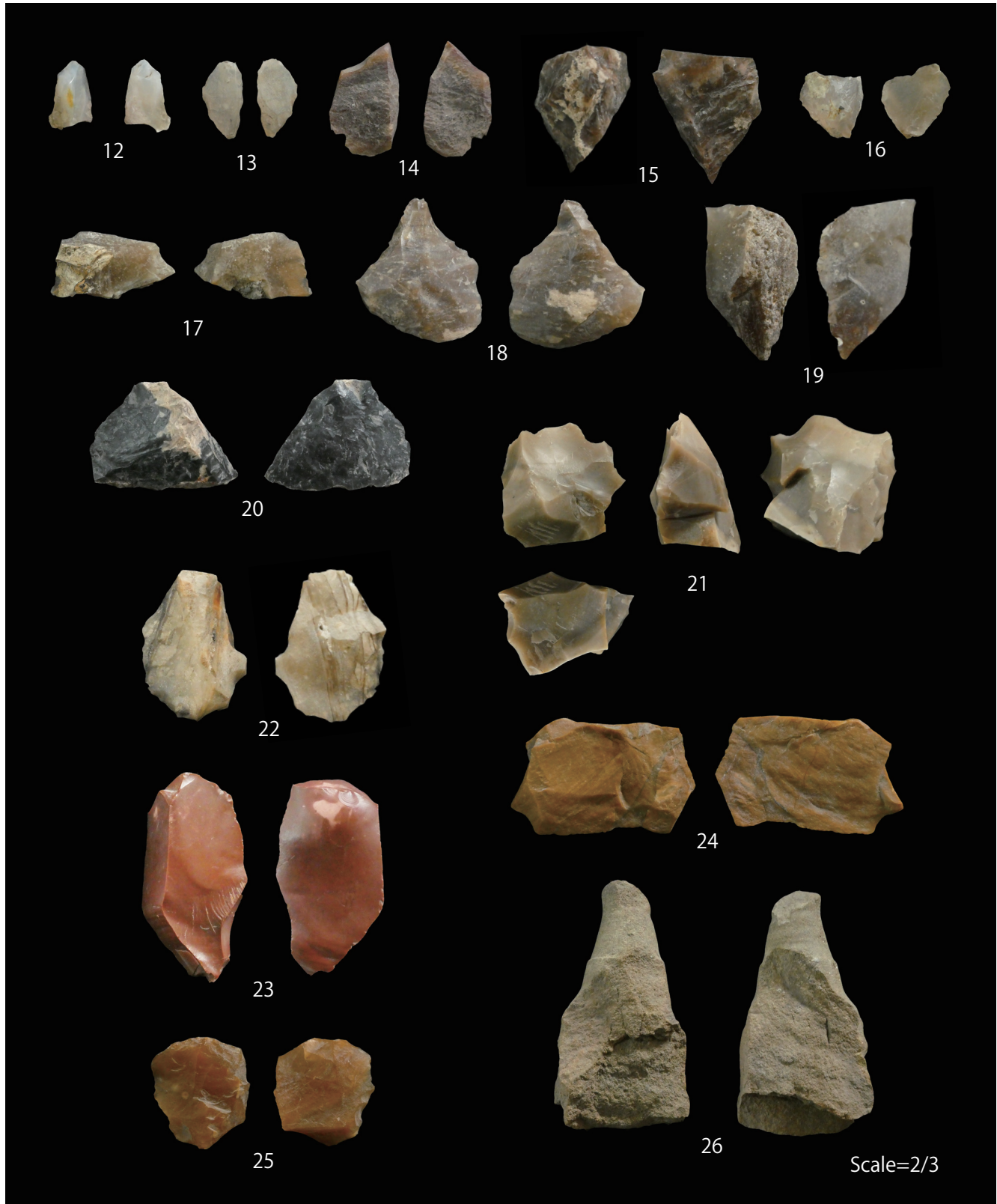


Fig.5 Lithic artifacts from the 2nd layer at the Real Alto site in 2015.

Trench N: 12-26

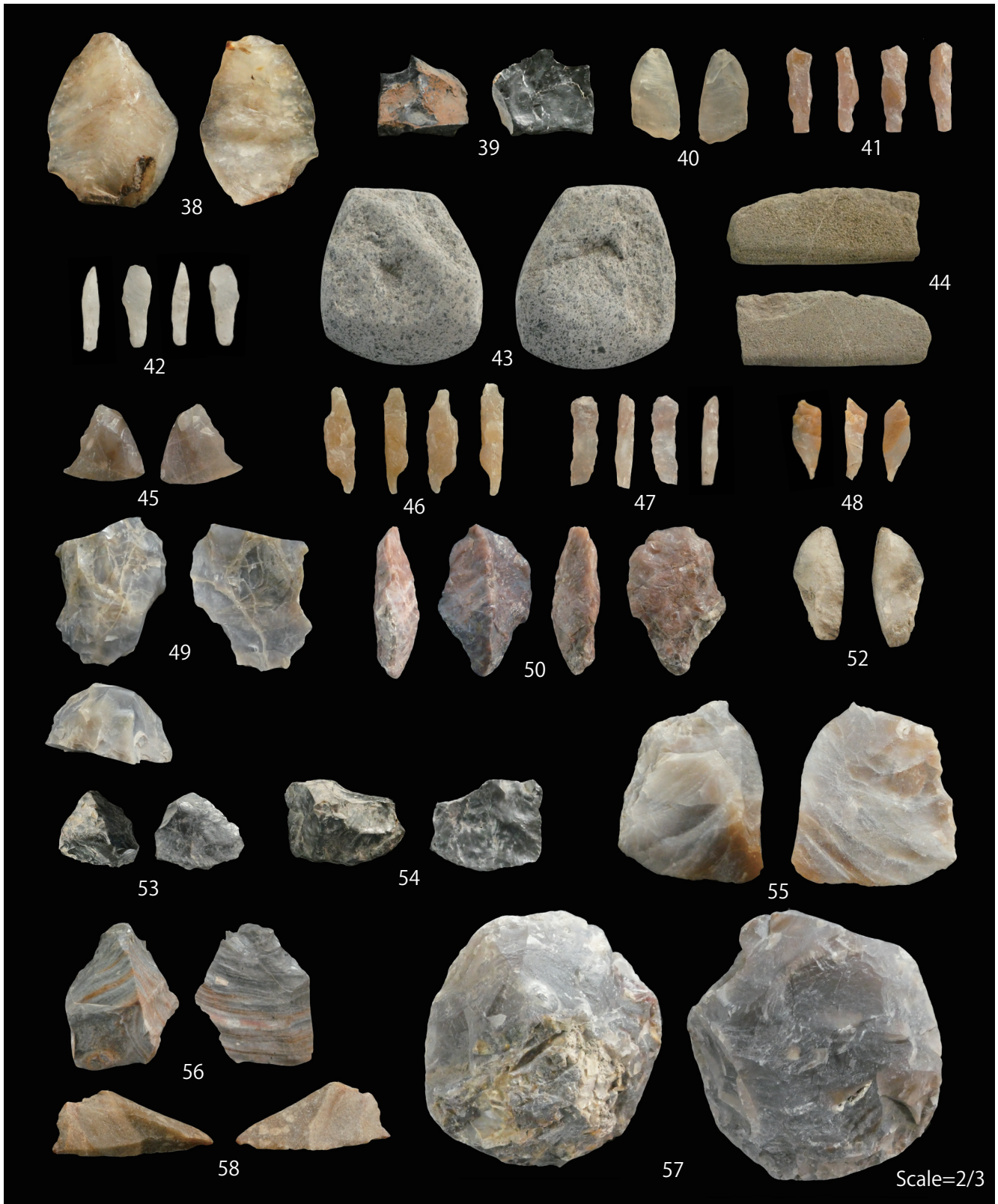


Fig.6 Lithic artifacts from the 2nd layer at the Real Alto site in 2015.

Trench E: 38-58

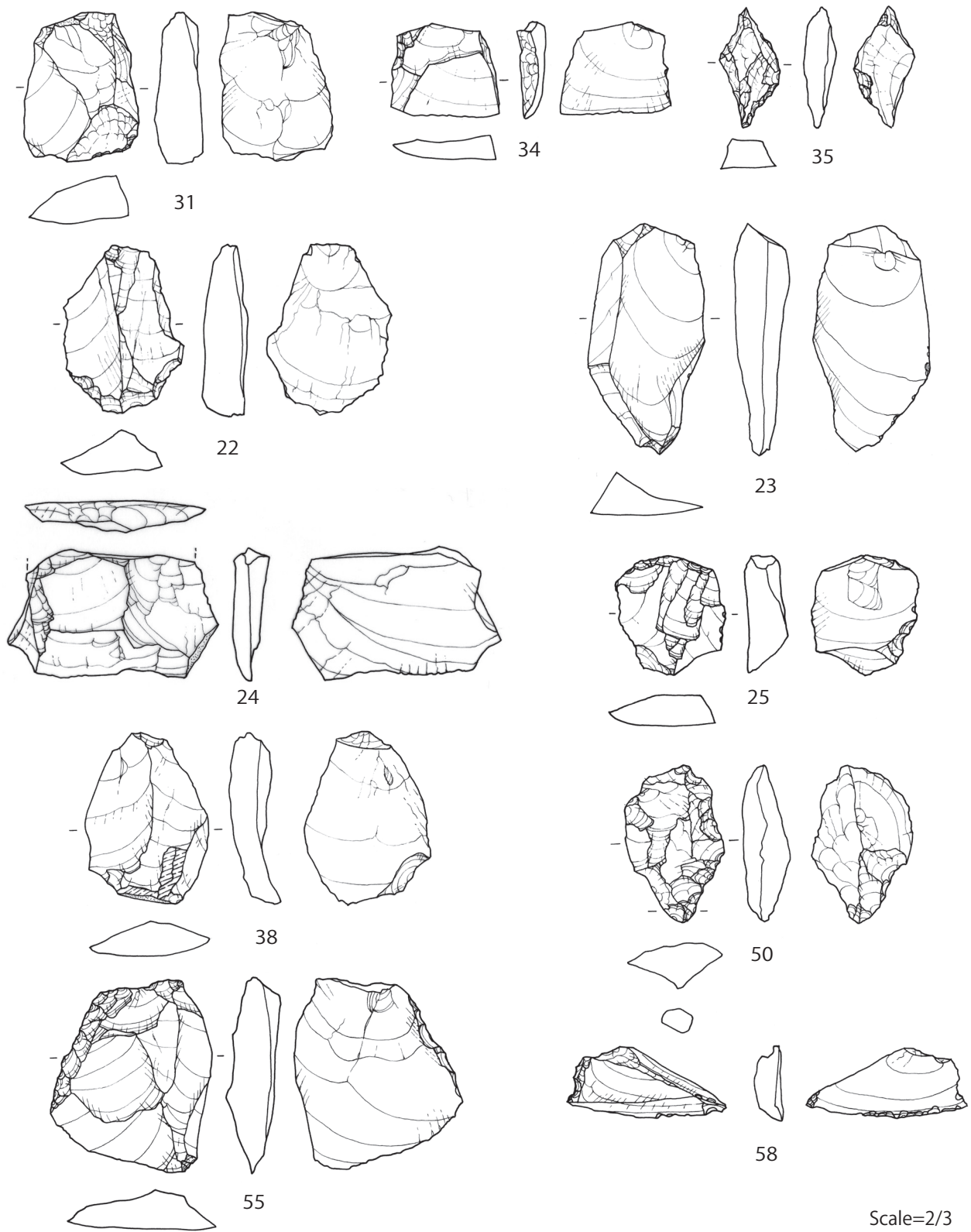
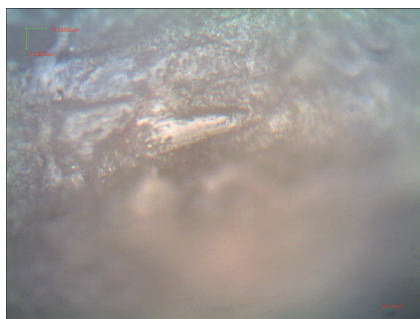


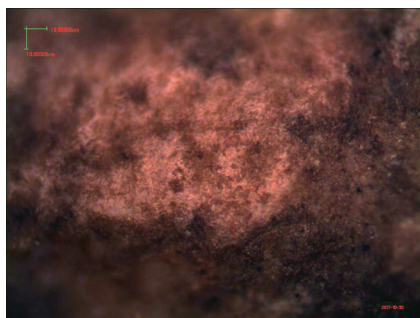
Fig.7 Lithic artifacts at the Real Alto site.



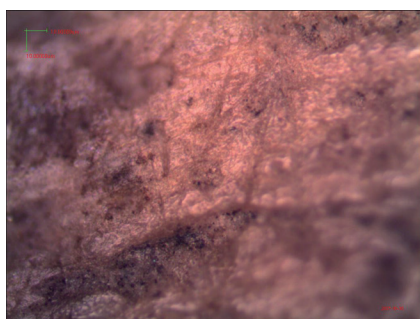
1 wood polish and parallel striation (x200)



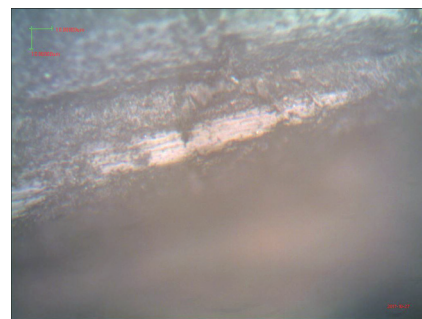
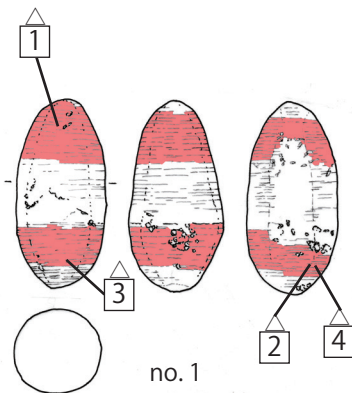
3 wood polish and parallel striation (x200)



5 abrasion and parallel striation (x200)



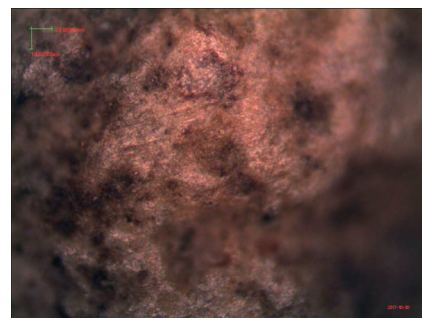
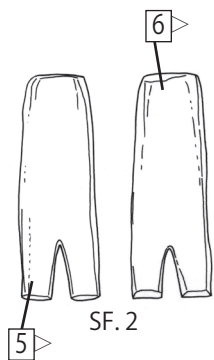
7 abrasion and vertical striation (x200)



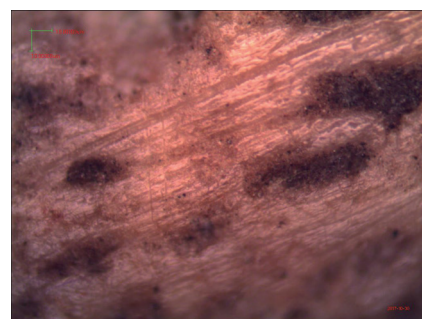
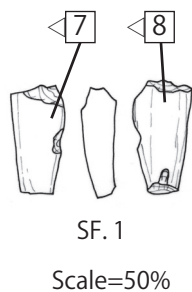
2 wood polish and parallel striation (x200)



4 wood polish and parallel striation (x200)

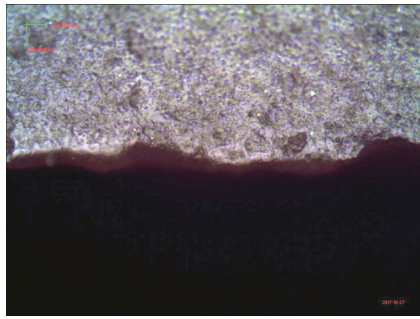


6 abrasion and parallel striation (x200)

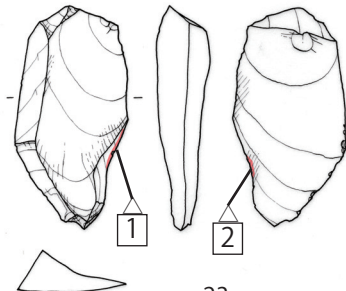


8 abrasion and parallel striation (x200)

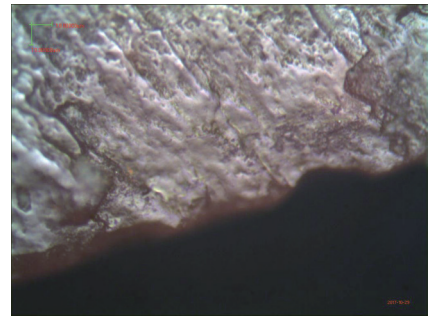
Fig.8 Use-wear on lithic artifacts at the Real Alto site in 2015 and 2017.



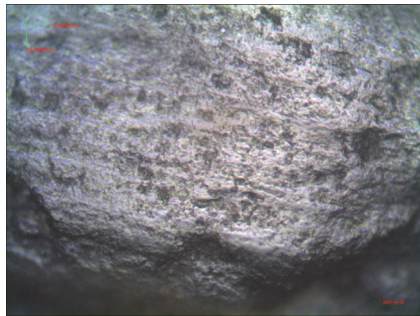
1 wood polish and vertical striation (x200)



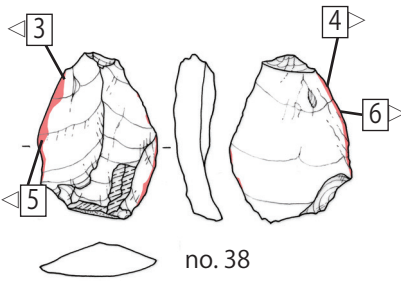
no. 23



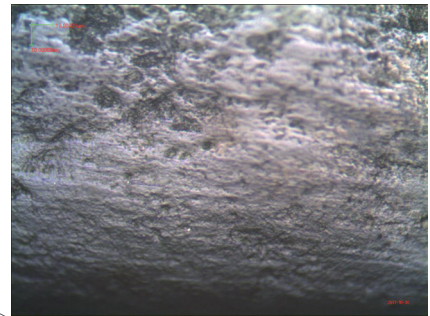
2 wood polish and vertical striation (x200)



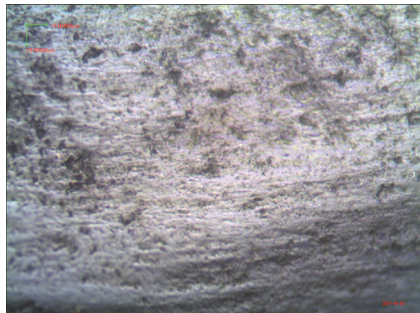
3 abrasion and parallel striation (x200)



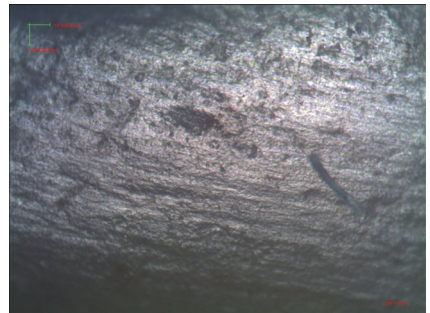
no. 38



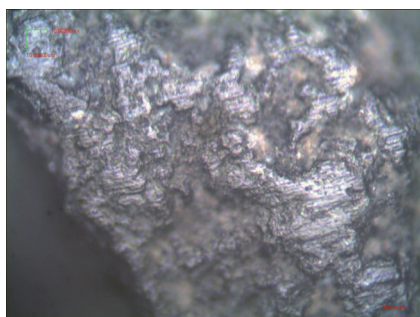
4 abrasion and parallel striation (x200)



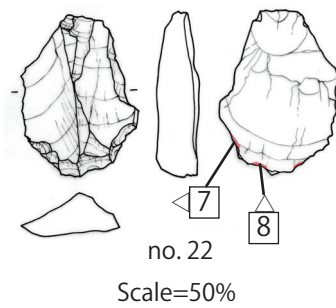
5 abrasion and parallel striation (x200)



6 abrasion and parallel striation (x100)

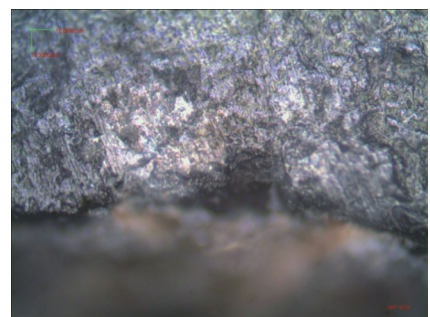


7 abrasion and vertical striation (x200)



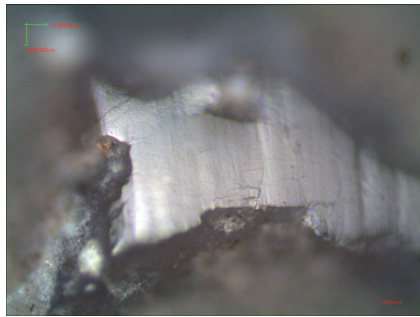
no. 22

Scale=50%

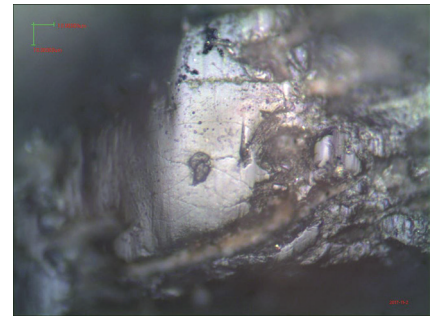


8 abrasion and vertical striation (x200)

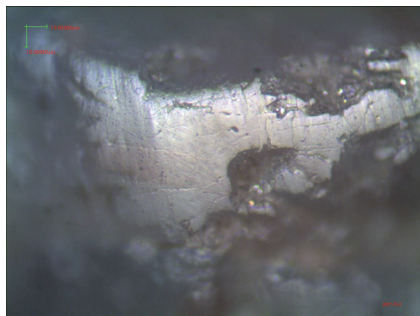
Fig.9 Use-wear on lithic artifacts at the Real Alto site in 2015.



1 Polish and vertical striation (x200)



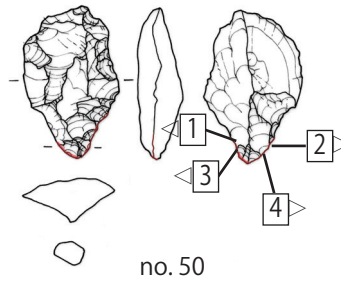
2 Polish and vertical striation (x200)



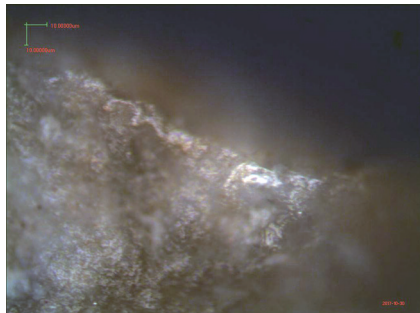
3 Polish and vertical striation (x200)



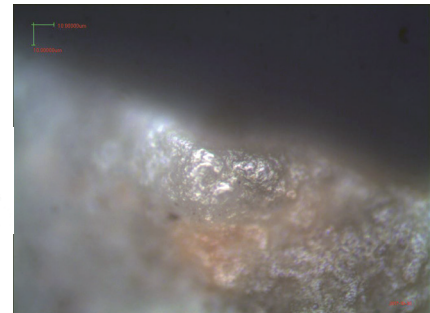
4 Polish and vertical striation (x200)



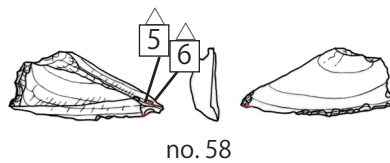
no. 50



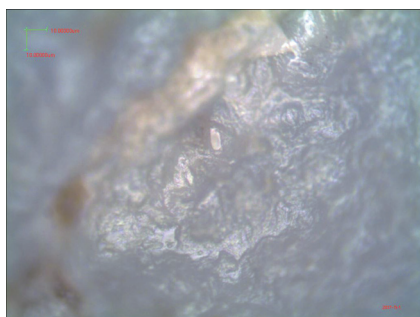
5 wood polish and parallel striation (x200)



6 wood polish and parallel striation (x200)



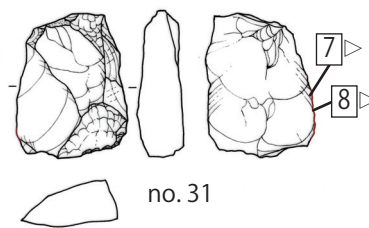
no. 58



7 wood polish and parallel striation (x200)



8 wood polish and parallel striation (x200)



no. 31

Scale=50%

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

## Summary and Further Prospects

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

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

## Acknowledgement

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

## References

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

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

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

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

*tools*. The University of Arizona Press.

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

## 和文要旨

# エクアドル沿岸部のリアルアルト遺跡における前期土器時代の剥片石器の機能

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

<sup>1)</sup> 東北大学

<sup>2)</sup> ロシア科学アカデミーシベリア支部考古学民族学研究所

<sup>3)</sup> ロシア・極東連邦大学

<sup>4)</sup> エクアドル・沿岸工科大学

## 導入

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

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

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

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



## エクアドル沿岸部の先土器時代と前期土器時代に関する背景

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

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

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

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

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

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

## 2014 ~ 2017 年のレアルアルト遺跡における考古学的調査

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

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

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

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

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

## 2017 年のリアルアルトでの石器使用痕分析

### 1) 方法

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

### 2) 結果

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

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

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

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

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

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

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

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

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

### 結論と展望

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

くなる。

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

