

東北歴史博物館 研究紀要

[論文]

AKOSHIMA Kaoru, HONG Hyewon, WOO Jong-yoon, LEE Yung-jo

(阿子島 香・洪 惠媛・禹 鍾允・李 隆助)

The Function of Tanged Points from the Suyanggae Site, Korea,
and the Early Upper Palaeolithic

(韓国スヤンゲ遺跡出土スンベチルゲの機能と後期旧石器時代前半期)

..... 1

小林 謙一・小野 章太郎

宮城県北小松遺跡出土土器の年代と変遷

—土器付着物の AMS 炭素 14 年代測定および安定同位体比分析—

..... 21

[報告]

相原 淳一・小野 章太郎・安達 登・神澤 秀明

宮城県北小松遺跡出土人骨の NGS によるミトコンドリア DNA 解析

..... 37

相原 淳一・二瓶 雅司

宮城県涌谷町日向館跡・中野遺跡の調査

43

及川 規・森谷 朱

木質材料の循環による低エネルギー・低コストの文化財保存環境
構築のための基礎調査

—湿る収蔵庫・乾く収蔵庫 II —

49

及川 規・森谷 朱

合成樹脂の遮蔽効果による被災物の臭気抑制法の検討

—被災物の保存処理 II —

57

はじめに

東北歴史博物館は、宮城県を中心に東北地方の歴史・文化に関わる資料の収集と保存、研究に努めています。また、その成果を広く世界に発信することにより、社会との交流を促進し、国際化時代にふさわしい地域づくりと地域活性化に貢献することを使命としています。

本紀要は、そうした使命のもと博物館自らが研究し、その成果を還元できるように、当館職員の研究活動の一端を公にするものです。今回は、考古学から論文2編・報告2編、保存科学から報告2編を収録しています。

阿子島は、東北大学の洪 惠媛氏と韓国先史文化研究院（禹 鍾允氏・李 隆助氏）との共同研究で韓国スヤング遺跡の石器使用痕分析を行い、その成果の総括と東北考古学研究への意義について比較文化的視野で論じています。本論文は、当館の社会的使命を鑑み、また国際的な共同研究成果は共通言語で表現されるべきとの歴史認識から、英語で記述しましたが、日本語による解説も掲載しましたので、広く活用されることを願います。

小野は、中央大学の小林謙一氏との共同研究で、縄文時代晩期から弥生時代前期の遺跡である宮城県北小松遺跡から出土した土器付着物の AMS 炭素 14 年代測定および炭素・窒素安定同位体比分析を実施し、その測定結果を報告します。また、これらの分析結果と、発掘調査での土器の層位的出土事例を総合的に検討し、遺跡における縄文時代晩期の土器の変遷について考察しています。

相原・小野は、山梨大学の安達 登氏と国立科学博物館の神澤秀明氏との共同研究で、前号で報告した北小松遺跡出土人骨のミトコンドリア DNA 解析を引き続き行いました。今回の報告では、次世代シーケンサーによる解析を行い、現代人 DNA の混入による汚染の影響のない古人骨由来のミトコンドリア DNA データを取得し、縄文時代晩期前葉の人骨の遺伝的特徴について報告します。

相原は、宮城県日向館跡の調査研究を継続して行い、その成果の一部は当館研究紀要 20（2019）で公表しています。今回は、遺跡の所在する涌谷町教育委員会の二瓶雅司氏との共同研究で、2009年に当館で実施した日向館跡分布調査の採集資料の調査について報告し、また、近隣の中野遺跡採集資料についてもあわせて報告することで、両遺跡の関連について考察しています。

及川・森谷は、収蔵材料自体の性能を活かした持続可能な文化財保管空間の構築のために、空調機や除湿器などをできるだけ使用せず、木質材料自体がもつ調湿性能を活用した低エネルギー・低コストでの文化財保存環境構築の可能性について検討した結果を報告します。また、被災物の展示・保存のための検討も継続して進めています。被災物は、自然災害の実態と脅威を示し、防災教育の観点からも重要な資料ですが、展示・保存にあたっては資料の劣化の進行や臭気などの課題も多くあります。それらの被災痕跡を樹脂処理により固定する方法とその性状について検討した結果を報告します。

職員一同、今後とも新たな一歩を刻むよう一層の研鑽を重ねる所存ですので、変わらぬご指導を賜りますよう、お願い申し上げます。

令和4年3月25日

東北歴史博物館長 阿子島 香

The function of tanged points from the Suyanggae site, Korea, and the Early Upper Palaeolithic

Kaoru Akoshima (Tohoku History Museum)

Hyewon Hong (Tohoku University, Graduate School of Arts and Letters)

Jong-yoon Woo (Institute of Korean Prehistory, Korea)

Yung-jo Lee (Institute of Korean Prehistory, Korea)

1. Introduction

2. Analytical procedures

3. Analytical results of tanged points

4. Tanged point function

5. Conclusions

付編：韓国スヤンゲ遺跡スンベチルゲの機能と
後期旧石器時代前半期

1. Introduction

The purpose of the present article is three fold. First, it aims at establishment of a new methodology for lithic microwear analysis. Two major trends of use-wear analysis have been “the low power school” and “the high power school”. A new methodology is to combine “the mid power” approach to them toward a more synthetic method. Secondly, it aims at further clarification of the function of tanged points at the Suyanggae site, Locality VI, Korea. It will be a new addition to so-far published site reports with the mid power approach. Thirdly, it aims at further comparative research between Tohoku District of Japan (日本東北地方) and the Korean Peninsula on lithic artifacts from respective regions in terms of the emergence of modern human population arrivals.

Tohoku History Museum (東北歴史博物館) is a general historical museum established by Miyagi Prefectural government. It was founded in 1999, succeeding its former Prefectural museum of Tohoku Historical Material Museum (東北歴史資料館) which was founded in 1974. It is located in Tagajo City, neighboring the ancient fort site of the Tagajo castle (多賀城跡). The Tagajo castle was first built in A.D.724 according to the Tagajo Stele (多賀城碑). The castle area and accompanied Temple remains

are designated as special historical relics by the Japanese government. The Tagajo site has maintained reputation as one of three distinctive historical relics of Japan, with the Dazaihu site in Kyushu and the Heijo capital palace site in Kinki District during the Ritsuryo system period around 8th century A.D. and after.

Tohoku History Museum announces its three missions in the society. The first mission includes its broad globally notified recognition of Tohoku District, as the Northeastern part of Japan. There are two reasons why this particular article is mainly in English. One is because of this mission. The other is the historical recognition by the first author as Director of a history museum, that the cooperative research results between institutions of Korea and Japan should be expressed in the common language, contemplating the 20th century international history in Asia, not to mention its details here. However, the general reader in Miyagi Prefecture may refer to the supplementary chapter in Japanese, which also explains research backgrounds for the specialized area of lithic use-wear analysis.

The current research was conducted based on the institutional agreement of research cooperation between Tohoku University, Department of Archaeology (TU

hereafter), and the Institute of Korean Prehistory (IKP hereafter). The agreement was signed on August 4, 2017 by Professor Akoshima and President Lee, both being co-authors here. Figure 1 shows the scene of agreement ceremony at IKP. We desire the present article will further contribute to the mutual academic exchange between two countries.



Figure 1. Academic exchange agreement between Tohoku University and Institute of Korean Prehistory

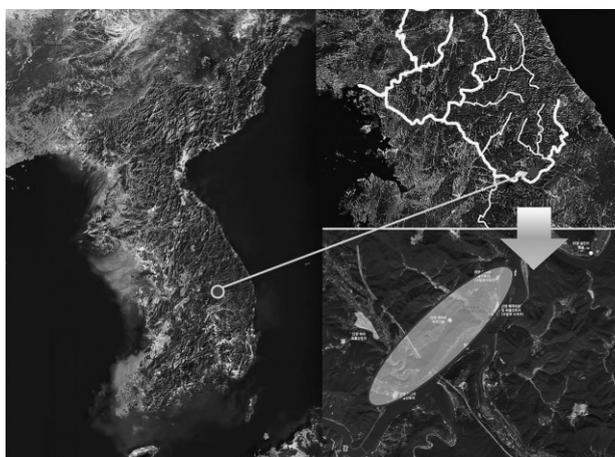


Figure 2. Location of the Suyanggae site (courtesy of IKP)

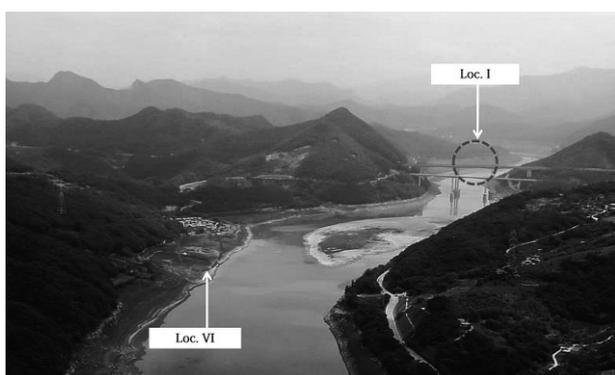


Figure 3. View of Locality I and Locality VI (courtesy of IKP)

2. Analytical procedures

(1) The Suyanggae site, Locality VI

The Suyanggae site is located at Aegok-ni and Hajin-ri, Jeokseong myeon, Danyang County, Chungbuk Province, Korea. The site is 125m to 132m above sea level (Figure 2, courtesy of IKP). The site has been very famous for a representative Palaeolithic site in the Korean Peninsula. Already 13 excavations were conducted at the site, since 1983 to 2015. From the 1st excavation to the 8th excavations, the research was conducted by the Chungbuk National University Museum. From the 9th to the 13th excavations, the research was conducted by Institute of Korean Prehistory. There are three different localities where the Palaeolithic cultural layers are identified, namely, Locality 1, Locality 3, and Locality 6 (Also writes Licality I, Locality III, Locality VI, Figure 3, courtesy of IKP).

The tanged points for the present analysis were excavated during the 11th campaign (2013), 12th campaign (2014 to 2015), and 13th campaign (2014 to 2015) conducted by IKP respectively. There are 4 cultural layers of the Palaeolithic period. There are abundant radiocarbon AMS data of charcoal samples from the site. The cultural layer 4 at the Suyanggae site, Locality VI was AMS dated to the period of the first portion of the Upper Palaeolithic age. Namely, averaged dates with 95.4% probability is, 41874-41254 cal BP (Lee, Yung-jo and Woo, et al. 2018, Lee, Kyong-woo 2019).

We had cooperative sessions in July, August, and September 2017, each for one week of analysis at IKP. The analytical results of these sessions were published in 2018 for the official site report by IKP (Lee, Yung-jo and Woo, et al. 2018). During the cooperative sessions, a total of 96 tanged points were examined for microwear analysis from Locality I and VI (cultural layers 3 and 4).

For the present paper, as was mentioned before, one week of cooperative session was conducted at IKP in September 2019. The tanged points are from Locality VI, cultural layer 4.

(2) Use-wear method

Functional interpretation of lithic artifacts has been a major focus of stone tool analysis ever since the late 19th century. Microwear analysis developed after 1970s when Keeley (1980) revealed that different worked materials produced various micro-polishes. For general reviews, refer to Akoshima (1989, 2010). There have been two dominant trends of microwear analysis. One is “the high power method” which mainly focuses on micro-polish developments. It is also often called as “Keeley method” and practiced mostly in Europe. Another is “the low power method” which mainly focuses on microflaking developments (Akoshima 1987). It was popular in the Processual Archaeology in America, as the method is suitable for relatively large sample sizes.

In Japan, Tohoku University Microwear Research Team (TUMRT hereafter) was among the first endeavors in this field of analytical method. The team was led by the late Professor Chosuke Serizawa and it has kept actual practices up to the present time with a large scale experimental reference collection. Application of TUMRT methodology has recently broadened to many sites around Tohoku District, Japanese Archipelago, and such foreign countries as Korea, China, Russia, Mongolia, Honduras and Guatemala, Ecuador, France, and U.S.A. (e.g., Akoshima 1995, Frison and Akoshima 1996, Kanomata 2011, Gunchinsuren and Kanomata et al. 2013, Akoshima and Kanomata 2015, Aoyama 2021). For recent trends, refer to Akoshima, ed. (2020). Cooperation with administrative sectors of cultural properties protection was widely practiced. For example, with Miyagi Prefecture Board of Education, Cultural Properties Protection Section (宮城県教育委員会文化財課、旧文化財保護課), several cooperative researches have been practiced (Kanomata 2014, 2021, Kanomata et al, 2010, 2018) in the excavation reports including the Kajisawa site, Zao Township (鍛冶沢遺跡), the Kitakomatsu site, Osaki City (北小松遺跡), and the Nakazawa site, Ishinomaki City (中沢遺跡) which was for restoration projects after the Great East Japan Earthquake disaster.

Tohoku University method (TUMRT) has adopted both high power and low power methods together from the outset of its activity in 1976. By integrating the two different systems of analysis, not only reliability of interpretation increases, but also a wider application to actual variable situations became feasible. For example, the integrated method is applicable to situations where there is great variability in lithic raw materials, variations in the degree of surface alteration including patination phenomena.

For the analysis of the Suyanggae site materials in 2017, TUMRT strategy was fully applied as combination of high power and low power methods. The patination phenomena on shale materials at the Suyanggae site restricted full application of the high power method, but fortunately microflaking scars brought a certain level of meaningful results. Details of analytical results were published in the official site report by Institute of Korean Prehistory (Akoshima and Hong 2018b).

Subsequent to the site report publication, Akoshima attempted a new method for the same specimens, with the financial support by the Japanese government research funding (KAKENHI, grant-in-aid for scientific research).

It is the “mid power method” using a digital microscope. Mid power means the magnifications around 100 times in order to focus on edge rounding and striations. By re-evaluating the original work by Sergei Semenov in Russia (Semenov 1964 in English), it was considered that phenomena of edge rounding and striations might be detected on the tanged points to bring new insights into this unique type of tools in the Korean Peninsula throughout the Upper Palaeolithic period. During the analytical sessions at IKP in 2017, we noticed a remarkable pattern of microwear around the tang part depression. Heavy to medium degrees of edge rounding were often observed on the notched depression parts of the tang area, irrespective of the functions of working edge parts. However, the actual method of use as IUZs (independent use zone by Vaughan 1985) was not necessarily clear for the tang portion. We postulated that the rounding phenomena along

the tang may have been related to the hafting behavior by inhabitants at the site of Suyanggae.

In order to further clarify the hypothesis that the tanged points were actually hafted, the cooperative session in September 2019 was devised. A new technique always requires some trials and errors. TUMRT had integrated high power and low power methods, but since 1970s we almost dropped the “Semenov method”, so to speak. We analyzed 13 specimens as pilot study in 2019 and made preparations for next cooperative sessions. Then the Covid-19 pandemic came in and our plans for March 2020 was cancelled, and still opportunities remain disappeared due to regulations on moving across the border. The pandemic still continues and we decide to publish the first results of our new integration of three methods, Low, Mid, High for the present paper.

A little before the pandemic in December 2019, we had valuable opportunities in China to explicate our new method of digital mid power analysis as Japan and Korea international team, at the 24th Suyanggae International Symposium “Zhoukoudian and Suyanggae” which was also held as the 90th anniversary of the first skull discovery of Beijing man (Akoshima, Woo, Hong, Otani, Lee, and Lee 2019).

In 2020, we had another opportunity to cooperate for the Korean Society of Museum Studies (韓国博物館学会) in the special issue for Suyanggae research. In the Journal, techniques and implications of the mid power method for Asian archaeological studies were explicated (Akoshima, Hong, Woo, Ahn 2020).

The methodology of TUMRT has been widely published and reference collections are open access publicized, domestically and internationally (e.g., Akoshima 1989, 2010, Frison and Akoshima 1996, Akoshima and Hong 2014, 2016, 2017b, 2018a). The reader may refer to the details there and we refrain from redundant repetition here.

For the low power analysis, a stereoscopic microscope of 30X (times) magnification (Vixen Microboy SL-30cs) was used. For the high power analysis, a metallurgical

microscope (Olympus BH-FM) was used at magnifications of 50X, 100X, and 200X with incident light attachment. For the mid power analysis, a portable digital microscope (“Dino-lite”) was used at mainly 100X. No pre-treatment of the tool surface was necessary for either analysis.

3. Analytical results of tanged Points

(1) Description framework

The results of low power and high power analytical combination were already fully published in the official excavation report by IKP (Lee, Yung-jo and Woo, et al. 2018, a chapter by Akoshima and Hong), and it is not repeated here. The results of mid power from 13 specimens (9 with micro-photographs) are integrated with the previous results in the site report. The observation in 2019 concentrated on the tang portion of the tool, and some specimens were not necessarily analyzed for use method (for IUZs). Emphasis is laid on the retouched tang parts for detection of edge rounding and striations.

Somewhat summarized explanations of tool use interpretation are provided first and then explanations for the tang portion observation continue for the present paper.

Right and Left, Ventral and Dorsal

In the description, “right” or “left” denotes each side edge when the tool is viewed on the dorsal face, pointed tool tip up on the figure. So, “right lateral side” denotes left side edge on the ventral photo figure. This description is because both faces of the specific edge should be considered at the same time to make use-wear interpretation. For example, transverse motion will produce microflaking scars more on one face and less on the other face (e.g., Akoshima and Hong 2014, 2016).

Independent Use Zone

The concept of Independent Use Zone was devised by Vaughan (1985). It is abbreviated as “IUZ”. One tool is often utilized on its various edge portions (pointed end, proximal base, tip and a side, and so on). Each utilized

portion is called IUZ. One IUZ includes both ventral face and dorsal face. IUZ is a unit of analysis for actual utilization, thus several different IUZs can be existent for a single tool. Different IUZs may indicate different episodes of tool use for the same tool piece. In the present method, microflaking scars, micro-polish surface, striations, and edge rounding are all observed together for the same IUZ, using three different microscopic devices. Interpretation of use is based on all of these traces.

Artifact numbers

The artifact number is the recording number during the excavation procedure. Actually they mean Suyanggae Locality VI, CL (Cultural Layer) 4. For example, 33928 means Loc.VI-4-33928. Subsequent three digit numbers are the one given in the excavation report in 2018. For tanged points, they are shown in the implement number table from p.810 to p.821 which also refer to illustrations and photographs. Tanged points are implement numbered between 824 and 888. They are in the table at page 820.

(2) Artifact number 33928

Artifact No.33928 (Figure 4 –excavation report figure 2, p.124) is tool list 825 in the final excavation report published by IKP. The tanged point is made of black shale with slightly banded texture. The rock type resembles andesite quality and coarse-grained. There are two IUZs.

Left lateral edge (part A) was used in transverse motion, with the ventral surface as its leading face. Worked materials were possibly of soft to medium hardness. The sharp unretouched lateral side retains microflaking scars toward the tip of the point. They are intermittent rectangular or scalar micro types on ventral face, and continuous scalar micro deep types on dorsal face. Clear striations are detected perpendicularly to the sharp edge on ventral face.

Right lateral edge (part B) was used in both transverse and longitudinal motions. Worked materials for the dorsally denticulated edge was probably mixed. Edge rounding is found on ventral face at projections overhang.

Striations are detected both parallel and perpendicular to the edge with connections of micro-polish patches.

The proximal portion of both lateral edges (part C) exhibits rounding and crushing on the ventral surface. Base rounding are seen more on overhang portions than notched concavities. The base portion is interpreted as traces of haft related behavior. There is a modern break at the tip of the point tool.

(3) Artifact number 39356

Artifact No.39356 (Figure 4 –excavation report figure 9, p.128) is tool list 888 in the final excavation report published by IKP. This specimen is made of fine-grained black shale. It can be classified as a backed knife on blade. It has two IUZs.

Left lateral edge (part A) was used in transverse motions, the ventral surface of the tool as leading face. The worked materials probably include bone/antler, inferred from microwear polish patches of D1 type. Perpendicular striations are seen at retouched denticulated backing parts indicating transverse movements. The ventral face shows slight rounding of edges at retouch scars. Technologically the side was unifacially, dorsally retouched or notched, considered as lateral backing.

Right lateral edge (part C) was used in longitudinal motion, on worked materials of soft to medium hardness. Polish patches are found on elevated portions, but they are rough and bright, and difficult to classify by Tohoku Univ. categories. Microflaking scars of scalar, micro, deep type are found alternately continuous on both faces.

The base (part B) shows more intense traces of use on the proximal portion at the end. Technologically the base retouch was only partial and on alternated sides. There is rounding of edges on the initiation face of alternate retouch, especially heavy rounding at projection parts. But almost no rounding is detected in notch depression or base line parts. Possible hafting was inferred in the site report, but with the mid power observation this time, the tool is rather classified as a knife shaped tool with no haft.

(4) Artifact number 34144

Artifact No.34144 (Figure 5 –excavation report figure 17, p.132) is tool list 826 in the final excavation report published by IKP. It is reported in the Museum Studies in 2020 (figure 4) to show effective merits of the mid power method. The tanged point is made of fine-grained banded shale, patinated to whitish grey color. Low power observation could identify 2 IUZs.

The tip portion (part A) has traces of possible impact fracture as a projectile. Right lateral tip also shows microflaking scars of continuous, triangular, small, step type.

Right lateral unretouched side (part B) was possibly used in longitudinal motion on relatively soft materials. Sporadic microflaking scars of scalar, micro, deep type are seen on both faces partially alternating, suggesting parallel movements to the edge.

The base portion (part C) exhibits possible wear from haft related behavior. The base is dorsally notch retouched along both sides. Rounding is found on ventral overhang of notches for both sides. With mid power analysis, edge rounding and striations are more clearly observed. Striations vertical to the edge are also detected with mid power, so is heavy rounding. However, a lateral side (part B) is not found rounded with the same method nor are striations. Differences between the lateral side (B) and notched tang (C) is noteworthy for this piece, indicating effective merits of integrating 3 methods.

(5) Artifact number 34258

Artifact No.34258 (Figure 5 –excavation report figure 19, p.133) is tool list 827 in the final excavation report published by IKP. The tanged point is made of fine-grained banded shale, whose surface has been heavily patinated to grey color. Low power observation detected 3 IUZs. The tip part exhibits no clear impact traces.

Right lateral side, distal half (part A) is a dorsally denticulated edge. The part was inferred as utilized edge, but its motion or worked materials are un-identified. Some denticulated projections are rounded on ventral face

and side face. Some striations are detected there. Right lateral, middle portion (part B) was probably used mainly in longitudinal motion. Microflaking scars are found to be continuous, mostly of scalar, micro, deep type, and often distribute alternating between ventral and dorsal faces. Also, rounding accompanies microflaking edge scars.

Left lateral side (part C) was also probably used mainly in longitudinal motion. Microflaking scars are found intermittently on ventral face. Along distal half they are trapezoidal, micro, step type, and along proximal half they are scalar, micro, deep type. On dorsal face microflaking scars are also found intermittently. They are scalar, tiny to micro, deep and stepped types. When the side is viewed from lateral direction, scars distribute alternatingly between two faces, suggesting parallel movement of the edge.

The base (part D) shows traces from hafting related behavior. Along the proximal tang depression, medium to heavy rounding, often with edge crushing, are detected with vertical (perpendicular to edge) striations. Heavy rounding is also found at the base tip and a corner with right lateral side. Namely projections along the tang are heavily rounded with striations. Here again, mid power method is an effective measure to identify some sorts of hafting behavior. This piece was well hafted, used on both lateral sides as knife, but probably was not projected as weapon.

(6) Artifact number 34627

Artifact No.34627 (Figure 6 –excavation report figure 22, p.134) is tool list 853 in the final excavation report published by IKP. It is reported in the Journal of Museum Studies in 2020 (figure 2) to show effective merits of the mid power method. The tanged point is made of banded shale of dark grey color with good surface conditions for high power observation. The point tip retains no wear traces of possible use.

Right lateral side is dorsally denticulated. On ventral face at notched depressions, only slight rounding is seen. This may have been traces from retouch. The edge is fresh

sharp and virtually no microflaking is found. This edge was probably un-used.

Left lateral side shows virtually no wear traces under magnifications of 100X and 200X, suggesting no use. No rounding, no striations, no polish patches are detected.

With low power analysis, the base (part A) exhibits edge rounding, on ventral face (100X) at base retouch distal portion. However, the other side (right side) of the base is sharp, and shows no rounding. With mid power analysis, edge rounding with crushing and striations are clearly observed along the tanged depression on both sides, especially on the ventral face. The tanged point was denticulate retouched, prepared and hafted, but probably was not put to use.

(7) Artifact number 35602

Artifact No.35602 (Figure 6 –excavation report figure 24, p.135) is tool list 861 in the final excavation report published by IKP. The tanged point is made of medium grained shale. The break at the point tip is of snapped off type and not clear as DIF (diagnostic impact fracture). The tool was made from a thin blade as blank and both lateral sides are not retouched, retaining sharp edges. Low power observation could reconstruct its usage. There are 2 IUZs.

Right lateral side (part A) was probably used in longitudinal motion, on relatively soft worked materials. Microflaking scars are found with slight rounding of edge. The scars are mainly on ventral face in the middle portion of part A, while they are mainly on dorsal face in the distal and proximal portions of part A. Shapes of scars are variable, scalar, trapezoidal, triangle, both deep and stepped, micro sized. Their distribution is partially alternating.

Left lateral side (part B) was probably used in transverse motion, possibility is on relatively hard (medium to hard) worked materials. Its moving direction was the ventral face as its leading aspect. Microflaking scars of various shapes (trapezoidal, rectangular, scalar) and sizes (small to middle), some with stepped termination are found mainly on dorsal face. Striations in perpendicular

direction are also found along part B edge on both faces, ventral and dorsal (observable at 30X), again suggesting transverse motion on relatively hard materials. Mid power observation did not detect edge rounding, but found perpendicular short striations.

Mid power observation found clear striations perpendicular to the edge along the tang. They are both long and short. There are also rounded edges on ventral concavities of tang notches which were retouched uniaxially on both sides. At the tip of the tang, oblique direction striations are found on edge rounding. The base exhibits wear traces from hafting behavior.

(8) Artifact number 36801

Artifact No.36801 (Figure 7 –excavation report figure29, p.138) is tool list 830 in the final excavation report published by IKP.

The tanged point is made of medium grained shale but it is patinated. The base tang is pointed by retouch, while lateral sides of the tool remain sharp with no retouch. Two IUZs are recognized. Effective merits of mid power method are emphasized for this specimen.

Left lateral side (part B) was probably used in longitudinal motion. Along the sharp edge, microflaking scars of scalar, micro, deep type continuously distribute on both ventral and dorsal faces alternating. Right lateral side exhibits no clear use-wear traces with only sporadic microflaking scars.

The point tip (part C) exhibits possible wear traces as projectile use. There are 3 small burin-like fractures from the tip. There are also irregular angular chipping scars near the tip on the left lateral side (more distal portion than part B aforementioned). They need closer examination as DIF (diagnostic impact fracture) by Sano (2012) or not.

With low power method, the base partially shows heavy rounding on the concavity of base notch retouch (ventral to side face) at part A. However, with mid power method, a lot of microwear traces were found all around the tang portion as are shown in micro-photographs taken at 100X magnification. Traces are variable and more distinctive

on the ventral surface. Mostly, there are perpendicular (sometimes oblique) striations on heavy rounding of edge. Some accompany edge crushing and/or nibbling. At the tip of the tang, heavy rounding and randomly running striations are found.

(9) Artifact number 37499

Artifact No.37499 (Figure 7 –excavation report figure 31, p.139) is tool list 832 in the final excavation report published by IKP.

The tanged point is made of medium-grained shale of banded texture, patinated to dark grey color. The point has 2 IUZs.

Left lateral side (part A) was used. There is a possibility of varied (mixed) utilization. Microflaking scars are found on both dorsal and ventral faces. Their distribution is intermittent, and types are variable, mainly micro to small, scalar and trapezoidal.

Right lateral side (part B) of denticulated edge was also used. There is a possibility of relatively hard materials. On ventral face, varied degrees of rounding are found along the denticulate especially at projection parts. On dorsal face, microflaking analysis is difficult due to the denticulate retouch.

The base (part C) exhibits heavy rounding on ventral face along both left and right sides. Low power method found the rounding, but mid power method this time clarified the characteristics of these traces. They are shown in Figure 7 (bottom). There are perpendicular striations (sometimes parallel) dominantly on projection parts of tang retouch. Striations are on the rounded edge, often heavily rounded. The traces at the base are interpreted as hafting related behavior. This example again testifies the usefulness of mid power method.

(10) Artifact number 34087

Artifact No.34087 (Figure 8 –excavation report no figure) is tool list 847 in the final excavation report published by IKP.

This specimen is not reported in the use-wear section of

site report (Akoshima and Hong 2018b), but it is introduced in the Journal of Museum Studies article as Figure 1 for an example of heavy edge rounding and striations along the tang portion (Akoshima, Hong, Woo, Ahn 2020, p.228). It is described here to reveal the efficacy of the “mid power method”.

On the ventral face along tanged edges (both right and left), a number of striations are found mainly in perpendicular direction. Some are deep and long. There are portions where striations cross in perpendicular and longitudinal directions (mixed orientation). Striations are formed on top of heavy (often extremely) rounding of the edge.

On the other hand, left lateral side of the tool shows relatively light (or slight) rounding. Striations are observed in mixed directions along the left lateral. A photo is shown at the corner of left lateral side and the end of tang notch (ventral). The sharp contrast of slight rounding on the lateral side and heavy rounding on the tang notch depression parts (part B) are notable.

Left lateral side (IUZ, A) exhibits slight rounding plus striations in various directions indicating mixed use orientation. Perpendicular striations are found more numerous than longitudinal ones. Microflaking scars are tiny and sporadic (at 100X). Worked materials are unidentified, motion was possibly mixed. Right lateral side exhibit no traces of use. The edge is naturally denticulated (not retouched) and remains sharp.

4. Tanged point function

The present analysis revealed some characteristics of the tanged point. Application of the new method, mid power analysis, contributed to the findings. As is explained for the individual specimen, a dominant trend emerged as to the function of tanged point. The majority of tanged points retains regular patterns at the base portion.

Heavy edge rounding is often observed along the depression parts of the tang. In the case of unifacial tang retouch, ventral surface exhibits heavier rounding. Rounding is more eminent at the projected portions

of the secondary retouch platform. The tendency is eminent when the retouched edge represents somewhat denticulated form. On the other hand, the depression parts of the retouch which represent small concavity form in their shape, generally exhibit less degrees of rounding. Inside the secondary retouch scars, rounding is less frequently observed. Some examples show overlapping of edge rounding and microflaking, where microflaking scar parts show less degrees of rounding, compared to the neighboring edge parts.

The tip part of proximal tang also shows rounding phenomena as well as adjacent tip sides. This indicates that the very tip of the tang was also an integral part of the proximal tang rounding. On the other hand, distal portions apart from the end of the tang part (which are actually projectile point lateral side edge), are variable on a case by case basis. In other words, the lateral side edges are integral parts of a projectile shape and their usage was very variable. Thus, the functional diversity is represented in the group of tanged points for the lateral side edges. The diversity is shown as the individual functional interpretation of IUZs.

Striations exhibit other distinctive characteristics for most of analyzed pieces. The directions of striations are dominantly perpendicular (vertical) to the edge. There are some obliquely running cases and longitudinally running cases, but as a whole they are rather exceptional. The processes of producing perpendicularly running striations are yet unclear. We actually lack experimental experience about the hafting behavior of projectile point. However, the fact is the consistent pattern that perpendicular striations are abundant on rounded edges. Edge rounding and striations exist as sets. They are probably the result of one behavioral pattern of making hafted tool.

The mid power method is also suitable for observation of minute striations. Both rounding and striations can be observed better at the magnification of about 100X. The magnification is just between the examination paucity by either low power or high power. Here are major merits of using the mid power method, we would like to emphasize.

Examination of specimens would be more time-consuming to use the third type equipment. However, the analysis certainly obtains effects of cross checking the results.

The present analysis revealed sharp contrasts between the uniformity in the microwear traces on the tang portion, and the diversity in the microwear traces along the lateral edges and/or the projectile point tips. In conclusion, the tang part uniformity is interpreted as the result of uniform transaction procedures by the inhabitants, irrespective of individual utilization of the tanged point as a tool.

Our hypothesis was that the microwear traces along and around the tang portion of points represent some sort of hafting behavior. The present analysis strengthened the probability of the hypothesis.

The present analysis even strengthened our original observation by low power and high power together. We had some examined cases with mid power analysis, besides tanged portions. They are explained in the individual cases, but generally mid power results are very confirmative to our previous results in 2017.

Lastly, we summarize the results of our analysis for the official site report here to ascertain the integrity of our methodology.

1. The results are inferences in terms of four dimensions. Namely, 1) used, unused or unknown, 2) which part of the artifact was used (IUZ), 3) for what kind of motions they were used, longitudinal, transverse, mixed, or unidentified, 4) on what type of worked materials they were used, soft, medium, hard, or more specific type such as bone/antler or wood.
2. Out of 96 tanged points from the Suyanggae site, 47 specimens were analyzed and the majority of them are suitable for use-wear analysis, irrespective of their rock type, or the degree of patination. However, surface conditions from the post depositional surface modification processes (also termed as PDSM) prevented from identification of microwear polish types in many cases.
3. The method of use exhibits diversity. The tanged points were not necessarily projectile weapons, but they were

utilized in a variety of tasks, such as cutting/sawing, scraping/whittling.

4. The tips of tanged points do not show traces as point projectiles in the majority of cases. Rather, lateral sides were often utilized as tool edges. Both right lateral edges and left lateral edges were utilized. In many cases, both sides were utilized, not only along the sharp side, but also the denticulated side and/or retouch blunting side. Some denticulated lateral sides were used in transverse motion of use. Some sharp lateral sides were used in both longitudinal and transverse motions.
5. The base of tanged points exhibits a particular clear pattern of microwear traces. The tanged points were hafted. (This point 5 result was strengthened with the present analysis).
6. Above observations are from about a half of the tanged points. They were selected as the result of initial screening process using very low magnifications of the hand lenses. If all specimens were examined with high power method, unused tools could possibly be identified as related to site structural and behavioral analysis.

(Akoshima and Hong 2018b, p.120-121).

All in all, the three different methods observe the same phenomena of edge damage in different scales of magnification and lighting. However, without using three devices, we are unable to obtain meaningful patterns of use-wear as a whole.

5. Conclusions

Theoretically, the processes of “Upper Palaeolithization”, so to speak, have been one of the central themes in prehistoric archaeology today. The migration of modern *Homo sapiens* groups into East Asia is generally considered to have been the main factor leading to the transformation from the Middle Palaeolithic to the Upper Palaeolithic industries. Changes in lithic technology and typological composition have been the integral parts of the wide ranging cultural revolution which accompanied deepening of the “planning depth” on the part of the

modern population. A conclusion of the present analysis is that the tanged point well represents the deepening planning depth in lithic technological complex in the middle part of the Korean Peninsula.

A remarkable finding is that the tanged points were evidently hafted implements. Methodologically, adoption of the “mid power approach” testified our original hypothesis in the official site report in 2018. It is notable that the hafting behavior was a prerequisite to making and using this class of tool. Some examples indicate that even if they were not utilized, the hafting was applied to the base part.

Also, their utilization episodes were quite variable, probably depending on the actual situations at various locations on the landscape. As is shown in the site report (2018) and additional mid power analysis here, lateral sides of tanged points were rather major working parts of the tool. The class of tool has been called “points”, and general assumption is that their major function was that of the projectile weapon. Our analysis provides a different interpretation for utilization.

Modern human population at the Suyanggae site during the years between 41874 and 41252 calBP, produced tanged points in anticipation of future use as the composite tool. They were produced as composite tools with stone tip and haft shafts. The length of shafts or the raw material of them is yet unknown, but the composite tools were around their daily activities of various kinds including domestic activities in the migrating camp locations. It is possible that seasonal patterns of migration and planned subsistence activities were already established as modern hunter gatherers.

The overall lithic technology was basically relied on emergent blade or elongated flake techniques. At the Suyanggae site, Cultural Layer 4 which is the target of our present analysis, is dominated with the tanged point assemblage. It is also reasonable here to postulate that tanged “points” were in wide use for their daily life. The assemblage and technology transformed from Cultural Layer 4, to Cultural Layer 3, 2, and 1. The assemblage

composition became more variable toward the top of the strata.

Here it may be pointed out that the function of tanged points also underwent a considerable degrees of transformation toward the Middle and Late parts of the Upper Palaeolithic period. Future analysis of the tanged points belonging to the later time periods will shed light on this problem. Already previous results are known from the use-wear analysis by Sano indicating the projectile usage of tanged points at the Jingeuneul site, Jinan-gun, along the Geum River. They point out a strong possibility of mechanically propelled weaponry (Lee, Gikil and Sano 2019).

Comparatively, implications of the present analysis to the archaeology of Tohoku District include also the emergence of modern human population into the Tohoku landscape. The time period is close to the Suyanggae CL4, as between 30000 and 38000 years ago, a number of sites are found and some were meticulously excavated. They include the Sasayamahara (笹山原) No.16 site in Fukushima Prefecture (e.g., Hong 2018), Jizoden(B) (地蔵田) site in Akita Prefecture (e.g., Kanda 2021, Kanomata 2011), and the Yakurai-san (薬菜山) No.17 site in Miyagi Prefecture (e.g., Hong 2021).

Lithic technology and assemblage composition are quite different from those in the Korean Peninsula. However, the research themes belong to the same category of prehistoric pursuit. Namely, the arrival of early modern human population and thereof emergence of revolutionary behavioral transformation from the pre-existent Middle Palaeolithic populations in the Japanese Archipelago (e.g., Yanagida and Akoshima 2015), need to be pursued. Generally, the period in Tohoku District belongs to the age division system of the Early Upper Palaeolithic. The period precedes the fall of the Aira Tazawa pumice (AT) layer which is a wide-spread tephra throughout the Japanese Archipelago. Yanagida found a key stratum of “dark soil band layer” below the AT and established a chronological scheme in Tohoku District (Yanagida 2013).

During the EUP of Tohoku, distinctive blank production method of the Yonegamori technique (米ヶ森技法) which consecutively makes relatively round flakes with a positive scar on dorsal face. Elongated blanks to emergent blades were also produced. Trapeze artifacts (台形石器) and trapezoidal artifacts (台形様石器) are main typological components for the period, as well as knife shaped tools (ナイフ形石器). An important research domain should be the functional interpretation of thus classified tools. One viewpoint should be the question of hafting behavior and projectile utilization. Hand held tools or hafted tools are a fundamental division. There is also a related question about the meaning of secondary retouch. It is a question between secondary retouch to produce working edges, or secondary retouch to make tools more usable such as making back edges to hold. All these research topics necessitate the field of traceological analyses. Further in-depth functional studies in Tohoku District for the same time period as the present article would shed important light on the nature of the Early Upper Palaeolithic. Comparative studies on the period is urgently necessary for insights into the modern human behavior which presupposes much deeper planning depth than before.

Methodologically, it is demonstrated that the new technique of “mid power analysis” is an important addition to the “low power” and “high power” analyses. By combining three different techniques, much more reliable functional inferences become feasible. The combination also has strength for dealing with variations in samples, such as surface alteration, raw material diversity, site structure, and dichotomy of “curated” versus “expedient” type of tools.

Typologically, the type tool “tanged point” in Korean Peninsula has been related to the “flake point” (剥片尖頭器) tools especially in the Kyushu island. The assumption is based on geographical closeness and typological similarity. Temporally, there were abrupt influx of the almost identical tools after the eruption of the Aira caldera in Kagoshima Prefecture. The evidence supports the direct

contact hypothesis.

However, we would like to point out that typologically similar artifacts are also existent in other regions including Tohoku District. Lee examined the “knife shaped tools” in Tohoku District and compared some specimens to Korean tanged points. His investigation revealed that some “knife shaped tools” can well be included in the category of “tanged points in Korea”, although there are some differences such as the size of the blank blade (Lee, G. 2014).

In conclusion, the prehistory of Tohoku District must be interpreted in an explicitly comparative framework with the Asian continent, especially with adjacent regions such as the Korean Peninsula, the Chinese Northeastern provinces, the Sakhalin island, and the Russian Maritime region. Tohoku is not just Tohoku on its own isolation ever since the first inhabitants came in. The present paper in English takes a new perspective in Miyagi Prefecture archaeology (宮城県考古学の新視角).

Funding information

Our research was partially supported by Grant-in-aid for Scientific Research by JSPS (KAKENHI), granted to Akoshima (No.17K03204).

References

- 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. 1995, Analyse Tracéologique d'Artefacts en Silex. Les Derniers Chasseurs de Rennes du Monde Pyrénéen, L'Abri Dufaure: un Gisement Tardiglaciaire en Gascogne. *Mémoire de la Société Préhistorique Française*. Vol.22, pp.147-164.
- Akoshima, K. 2010, 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., 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 2017a, Toward the Standardized Identification of Lithic Use-wear, for Universal East Asian Criteria. *The 22 (2nd) International Symposium: SUYANGGAE and Her Neighbours in Sakhalin*, pp. 44-51.
- Akoshima, K., and H. Hong 2017b, Standard Use-wear Chart of TUMRT (3): Microwear Polish (1). *Bulletin of the Tohoku University Museum*, No.16, pp.69-86.
- Akoshima, K., and H. Hong 2018a, Standard Use-wear Chart of TUMRT (4): Microwear Polish (2). *Bulletin of the Tohoku University Museum*, No.17, pp.115-138.
- Akoshima, K., and H. Hong 2018b, Use-wear analysis of tanged points from the Suyanggae site, Locality 1 and Locality 6. Report on the Excavation of Suyanggae Site (Loc. I and VI), Danyang. *Research Report, Institute of Korean Prehistory*, Vol. 90, pp.103-141.
- Akoshima, K., H. Hong, J-y. Woo, J. Ahn 2020, Micro-traceology of the Suyanggae tanged points for East Asian archaeological studies. *Journal of Museum Studies*, vol.39, pp.221-235. The Korean Society of Museum Studies.
- Akoshima, K. and Y. Kanomata 2015, Technological Organization and Lithic Microwear Analysis: An Alternative Methodology. *Journal of Anthropological Archaeology*, vol.38, pp.17-24.
- Akoshima, K., J-y Woo, H.Hong, K.Otani, S-w. Lee, and Y-j.Lee 2019, Function of tanged points from the Suyanggae site, locality 6, and its implications for emergence of modern human behavior. *The 24th Suyanggae International Symposium for Commemoration of the Anniversary of the First Skull's Discovery of Peking Man and Late Prof. Abraham Ronen: ZHOUKOUDIAN and SUYANGGAE*.
- Binford, L.R. 1983, *Working at Archaeology*. New York: Academic Press.
- Frison, G.C. and K. Akoshima 1996, Lithic microwear analysis of the Mill Iron tools. *The Mill Iron Site*, edited by G.C.Frison, Univ. of New Mexico Press, pp.71-86.
- Gunchinsuren, B., S. Gladyshev, A. Tabarev, Y. Kanomata, A. Khatsenovich, 2013, Use-wear analysis on Palaeolithic artifacts of Northern Mongolia. *Bulletin of the Tohoku University Museum*, No.12, pp.8-24.
- Keeley, L. H. 1980, *Experimental Determination of Stone Tool Uses*. University of Chicago Press.
- Lee, Gi-kil, and K. Sano 2019, Were tanged points mechanically delivered armatures? Functional and morphometric analyses of tanged points from an Upper Paleolithic site at Jingeuneul, Korea. *Archaeological and Anthropological*

- Sciences, vol.11, pp.2453-2465.
- Lee, Kyong-woo 2019, The results and their implications of the excavation of Suyangae site (Locs. 1 and 6), Korea. *Variabilities in Prehistoric Human Cultural Adaptations in Northeast Asia, Part 2*. Tohoku University, February 13, 2019. (TFC: Tohoku Forum for Creativity program).
- Lee, Yung-jo, Woo, Jong-yoon, et al. 2018, Report on the Excavation of Suyangae Site (Loc. I and VI), Danyang. *Research Report*, Institute of Korean Prehistory, Vol. 90 (in 2 books), Institute of Korean Prehistory.
- Sano, K. 2012, *Functional Variability in the Late Upper Palaeolithic of North-Western Europe*. Universitätsforschungen zur prahistorischen Archäologie, Band 219. Verlag Dr. Rudolf Habelt GmbH, Bonn.
- Semenov, S. A. (translated by M. Thompson) 1964, *Prehistoric Technology*. London: Cory, Adams & Mackay.
- Vaughan, P. C. 1985, *Use-wear Analysis of Flaked Stone Tools*. The University of Arizona Press.
- 青山和夫 2021 「マヤ文明と石器使用痕分析」『考古学ジャーナル』No.749, 14-17 頁
- 阿子島香 1989 『石器の使用痕』考古学ライブラリー 56 ニュー・サイエンス社
- 阿子島香 2021 「特集・石器使用痕分析の到達点 総論・人間行動復元の、その先へ」『考古学ジャーナル』No.749, 3-4 頁
- 鹿又喜隆 2011 「付編 3 地蔵田遺跡出土石器の機能研究と環状ブロック群形成の解釈」『秋田市地蔵田遺跡—旧石器時代編—』秋田市教育委員会, 182-192 頁
- 鹿又喜隆 2014 「第 9 章 北小松遺跡出土石器の機能と色」『北小松遺跡 — 田尻西部地区ほ場整備事業に係る平成 21 年度発掘調査報告書 第 2 分冊 分析編』宮城県文化財調査報告書第 234 集, 111-130 頁
- 鹿又喜隆 2021 「第 17 章 北小松遺跡出土資料における痕跡学的分析」『北小松遺跡 — 田尻西部地区ほ場整備事業に係る平成 22 年度発掘調査報告書 第 2 分冊 分析編』宮城県文化財調査報告書第 254 集, 363-385 頁
- 鹿又喜隆・小暮圭哉 2018 「第 1 節 中沢遺跡の石器の機能と評価」『中沢遺跡 — 小寺地区防災集団移転促進事業に係る発掘調査報告書 第 2 分冊』石巻市文化財調査報告書第 14 集, 86-116 頁
- 鹿又喜隆・村田弘之・傳田恵隆 2010 「付章 4 鍛冶沢遺跡出土石器の使用痕分析」『鍛冶沢遺跡ほか』宮城県文化財調査報告書第 222 集, 274-281 頁
- 神田和彦 2021 「雄物川下流域における後期旧石器時代前半期の技術組織研究」『東北大学博士学位論文 11301 甲第 19588 号』
- 佐野勝宏・洪惠媛・張思燿・鹿又喜隆・阿子島香・柳田俊雄 2013 「山形県高倉山遺跡出土ナイフ形石器に残る狩猟痕跡の研究」『Bulletin of the Tohoku University Museum』No.12, 45-76 頁
- 洪惠媛 2018 「東北地方後期旧石器時代前半期の特性—日本列島・韓半島の基部加工石器再考—」『東北大学博士学位論文 11301 甲第 17818 号』
- 洪惠媛 2021 「東北地方における前半期石器群と台形様石器に関する考察—葉菜山 No.17 遺跡出土台形様石器を通して—」『宮城考古学』第 23 号, 29-41 頁
- 柳田俊雄 2013 「日本列島の東北地方と九州地方の後期旧石器時代石器群の比較研究」『Bulletin of the Tohoku University Museum』No.12, 25-44 頁
- 柳田俊雄・阿子島香 2015 「群馬県鶴ヶ谷東遺跡発掘調査の研究報告—日本前期旧石器時代の研究—」『Bulletin of the Tohoku University Museum』No.14, 201-274 頁
- 李起吉 2014 「日本東北地域出土のスンベチルゲ（剥片尖頭器）の研究—製作技法、型式、大きさ、年代を中心に—」『Bulletin of the Tohoku University Museum』No.13, 1-11 頁

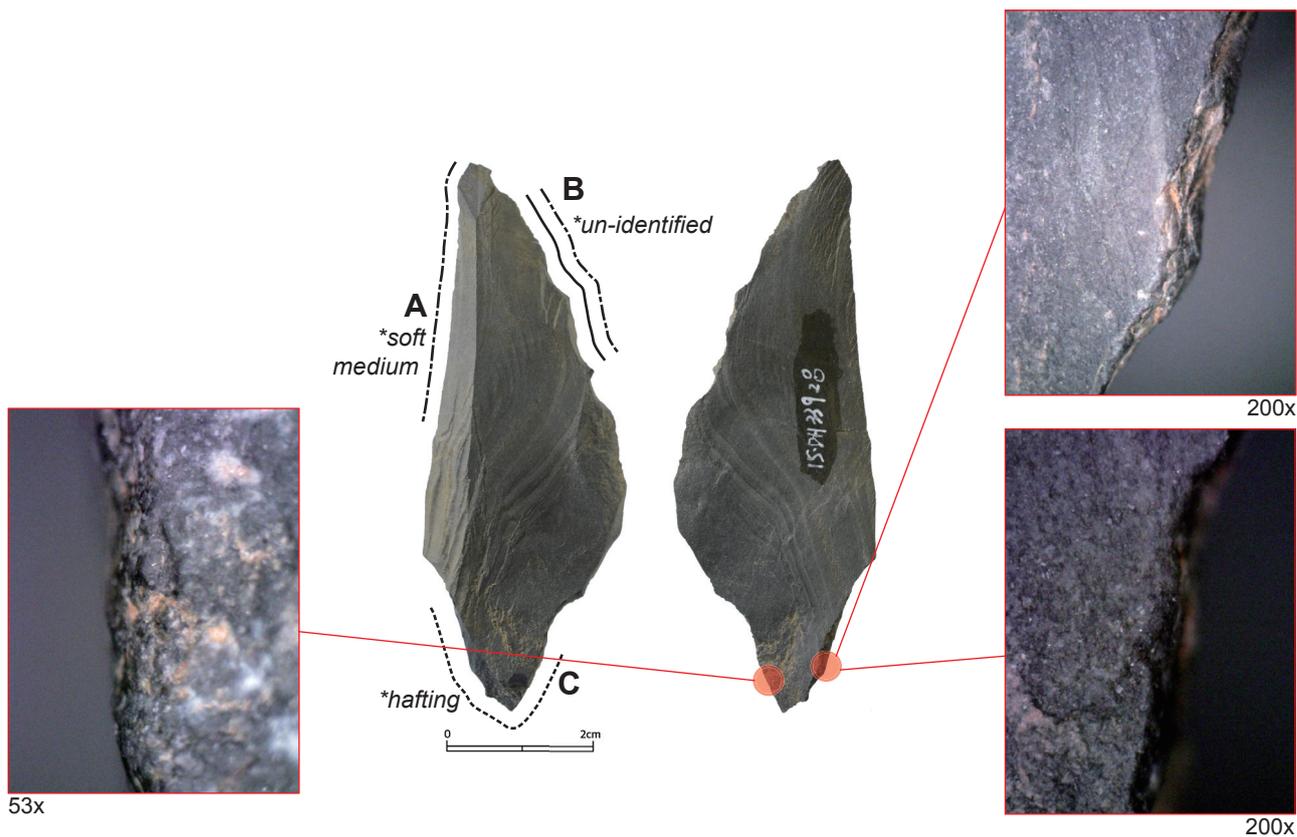
【付編】

韓国スヤンゲ遺跡スンベチルゲの機能と後期旧石器時代前半期

阿子島香・洪惠媛・禹鍾允・李隆助

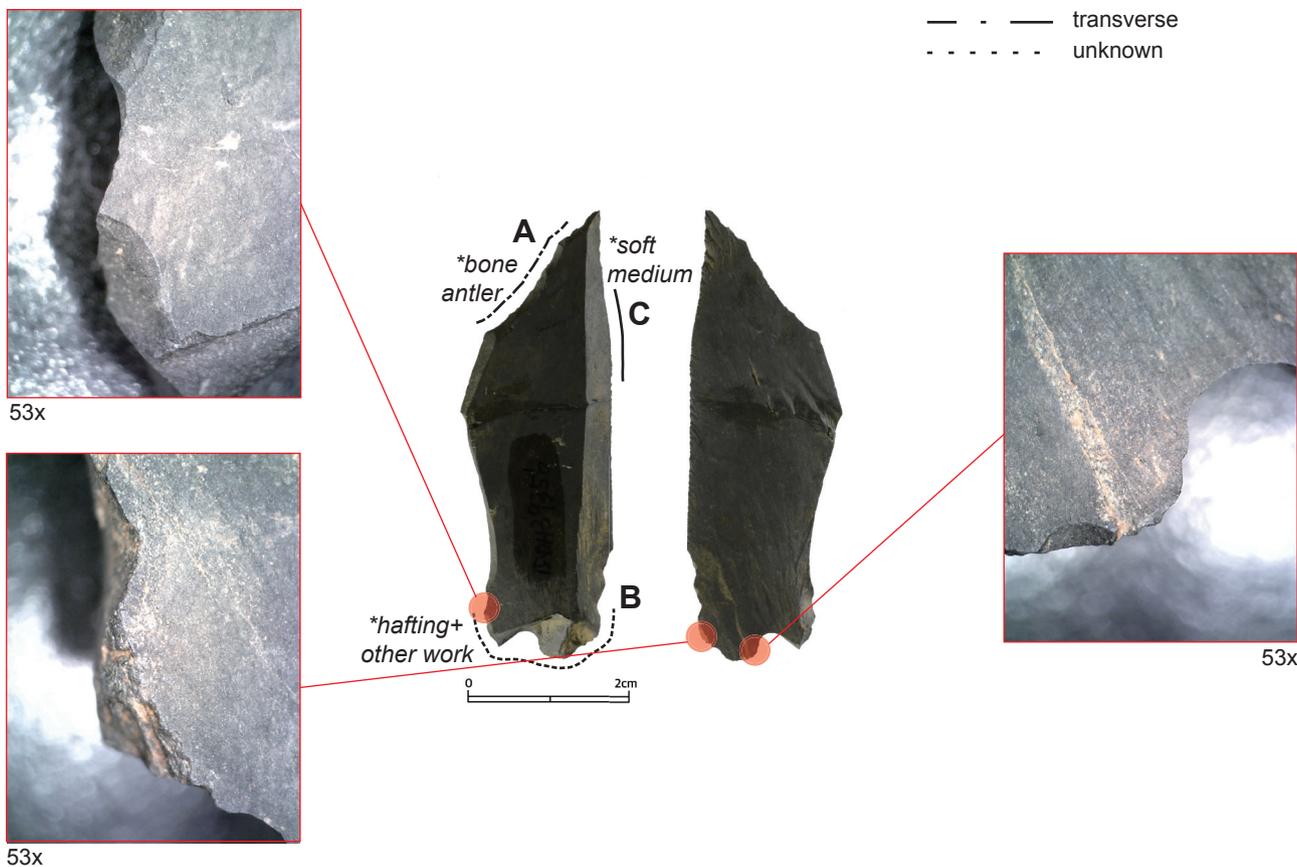
東北地方の考古学・古代史は、東北地方内部で完結するものではなく、日本列島の各地はもとより、広く東アジアの中において考察されなければならない。本論は、そのような観点から、韓半島（朝鮮半島）と東北日本の比較を念頭に、後期旧石器時代の開始期すなわち現生人類が初めて両地域に渡来定着した時期の文化変化について、石器の使用痕分析という分野の研究を通して考察しようとするものである。

本論の課題である tanged point は、韓国語の茎（なかご）を有する突き刺す道具、「有茎刺突具」といった名称である。韓国の後期旧石器時代を通しての、代表的な石器器種という位置を有する。日本考古学での tanged point は、後期旧石器時代終末頃の「有舌尖頭器」を指すことが多いので注意が必要である。スンベチルゲは、日本考古学では「剥片尖頭器」という石器器種名が与えられて、特に九州後期旧石器時代での出土事例が、韓半島と比較されてきた研究史がある。一方で、日本考古学で「ナイフ形石器」という器種名で一括して総称されている石器の中にも、技術形態学的にスンベチルゲとして分類しても差し支えないような石器も含まれている。東北地方では、石刃石器群の中のナイフ形石器



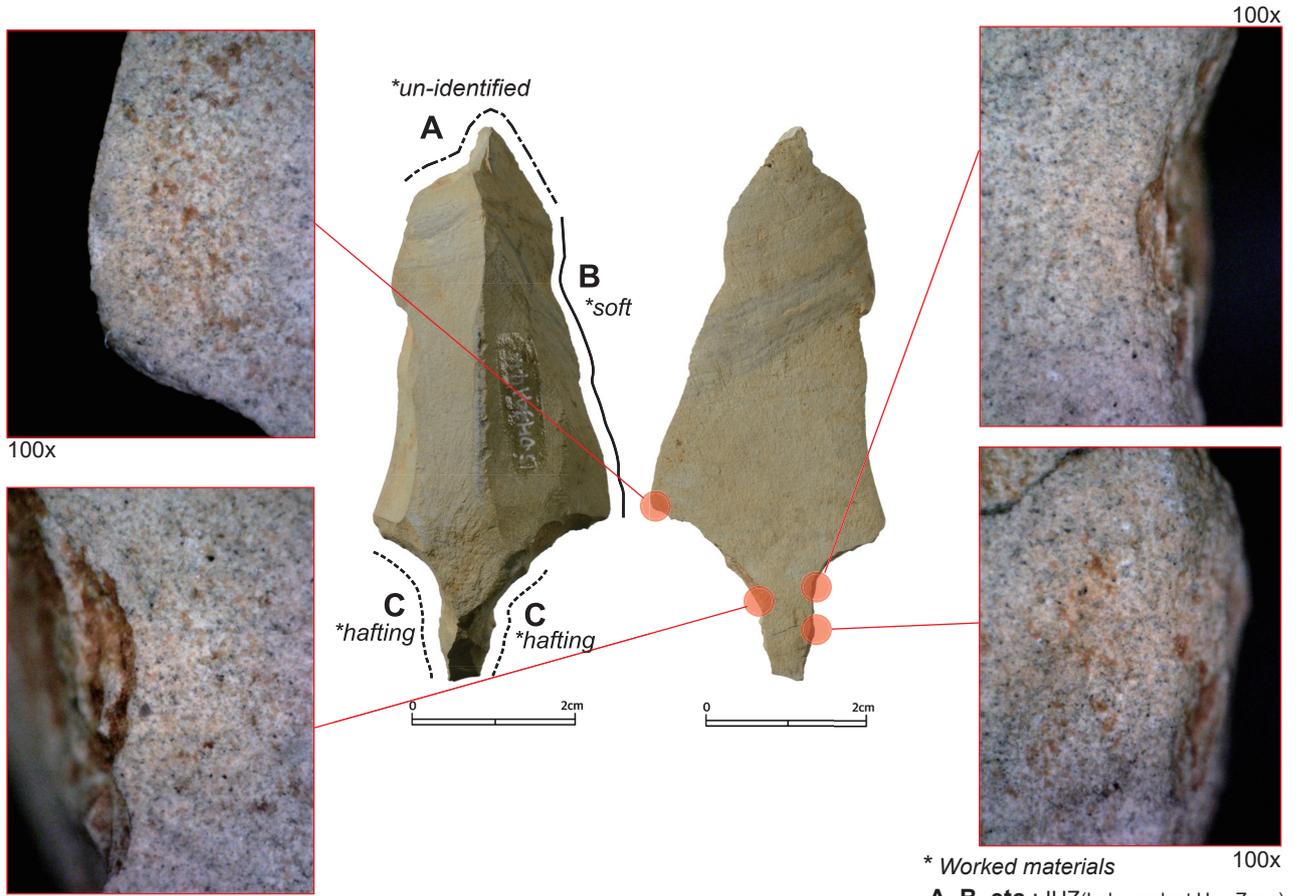
Artifact No. 33928.

* Worked materials
A, B, etc : IUZ(Independent Use Zone)
 ● IUZ(photo area)
 — longitudinal
 - - - transverse
 unknown

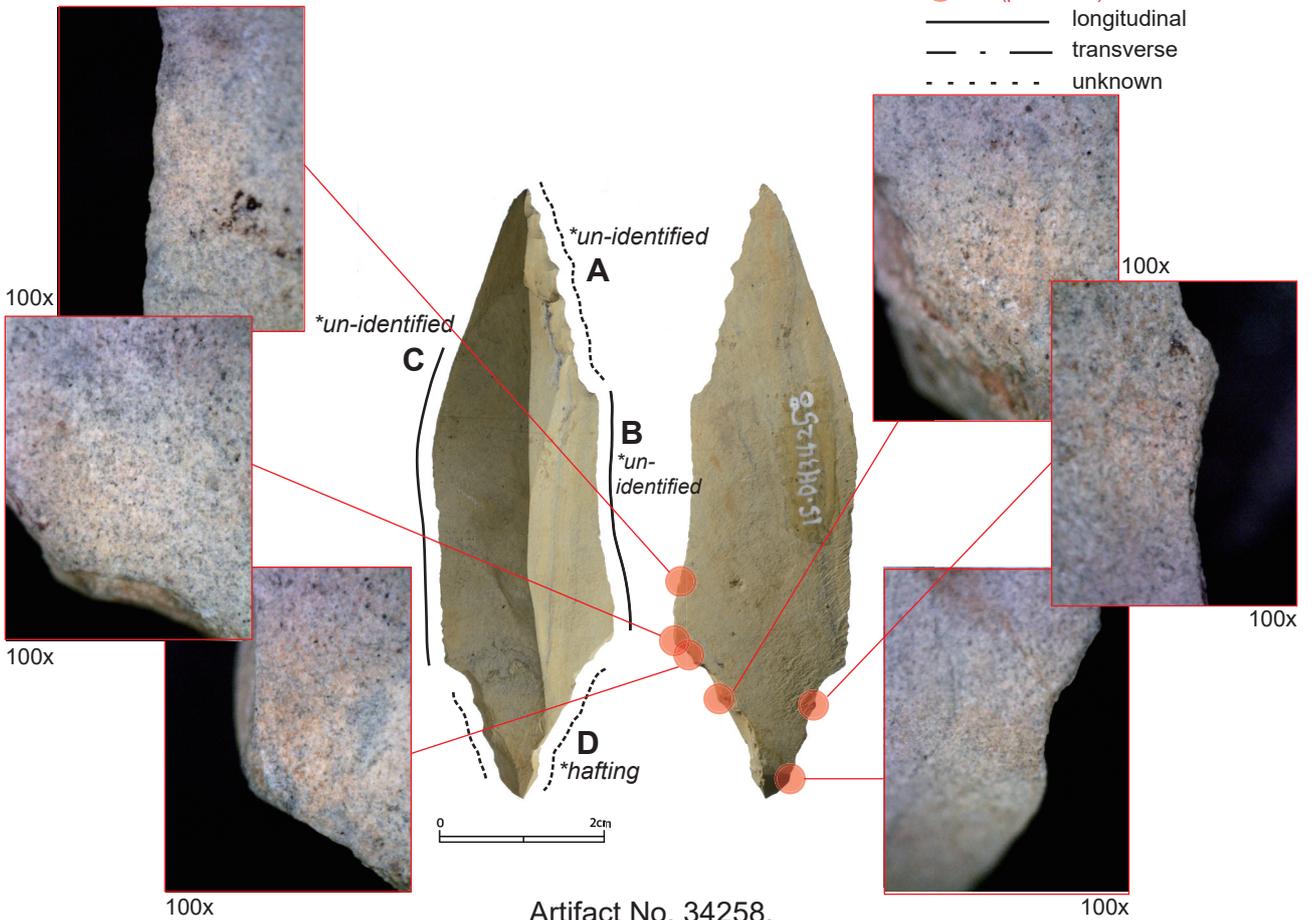


Artifact No. 39356.

Figure 4. Artifact No. 33928, 39356.



Artifact No. 34144.



Artifact No. 34258.

Figure 5. Artifact No. 34144, 34258.

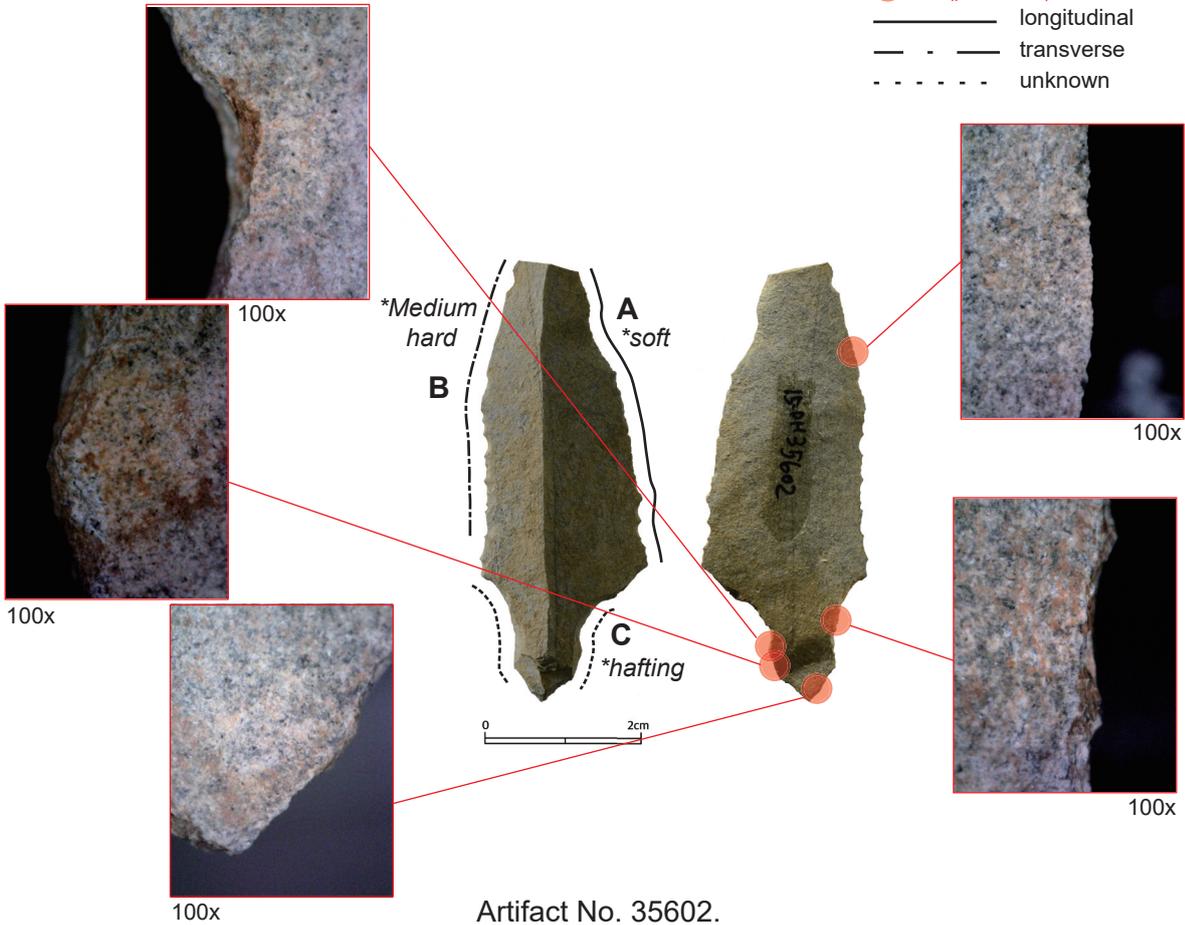
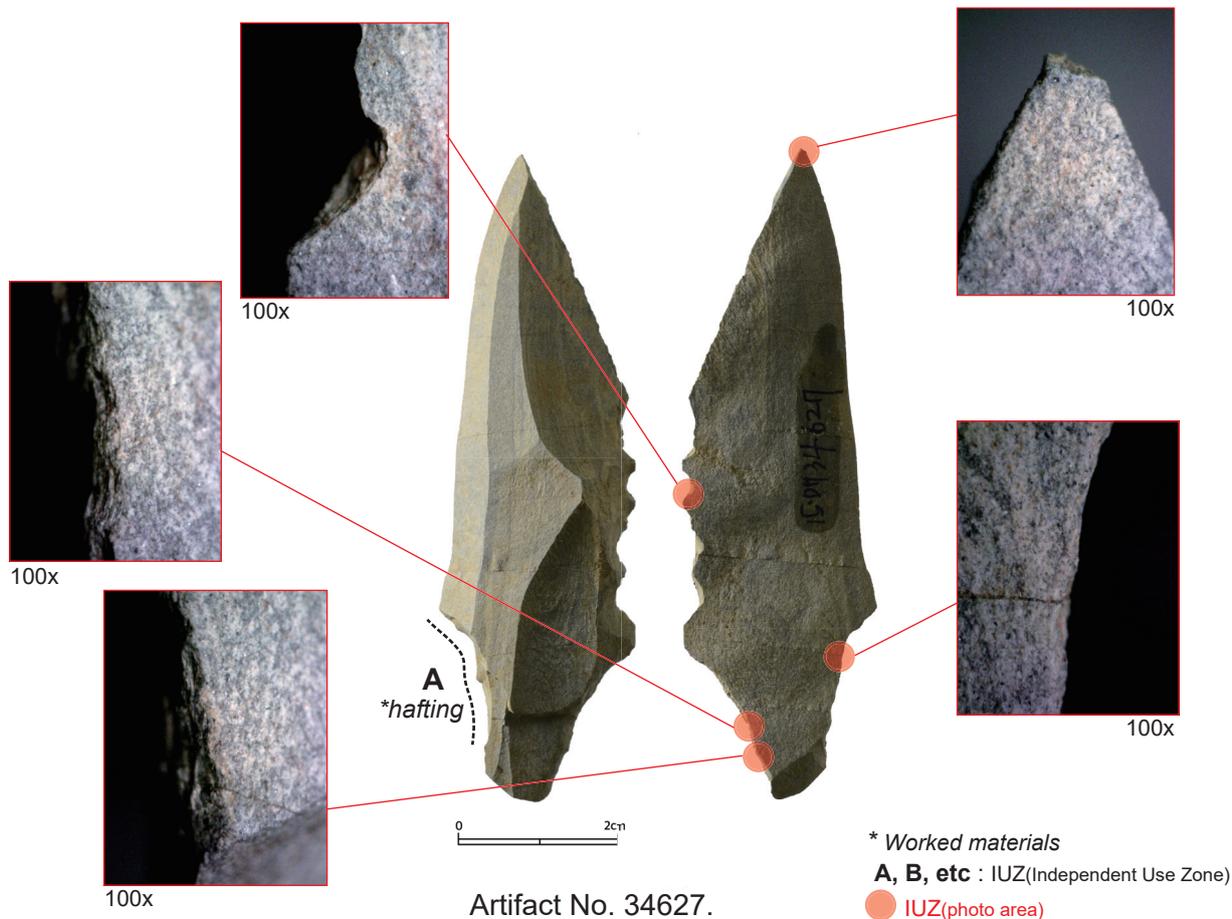


Figure 6. Artifact No. 34627, 35602.

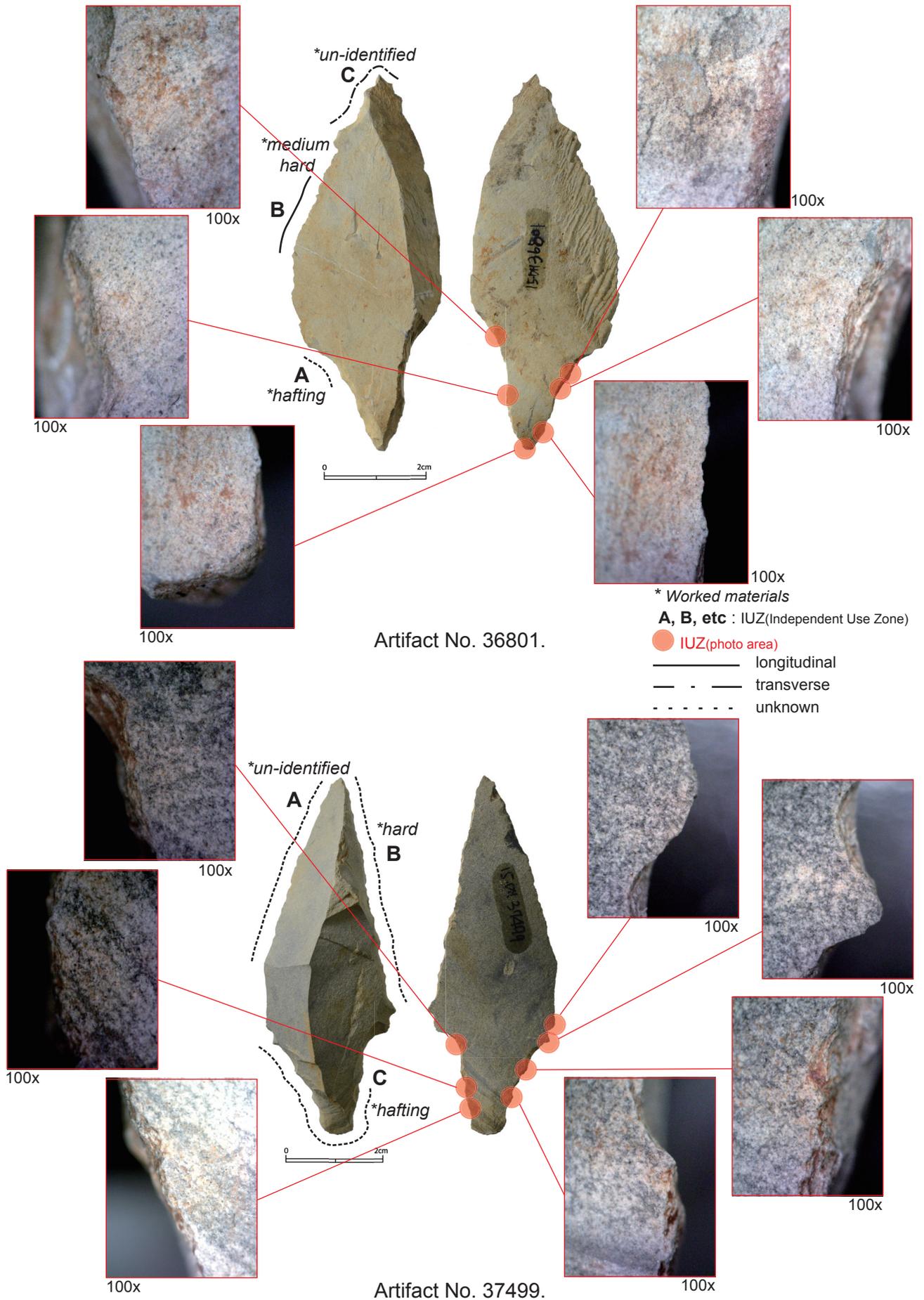
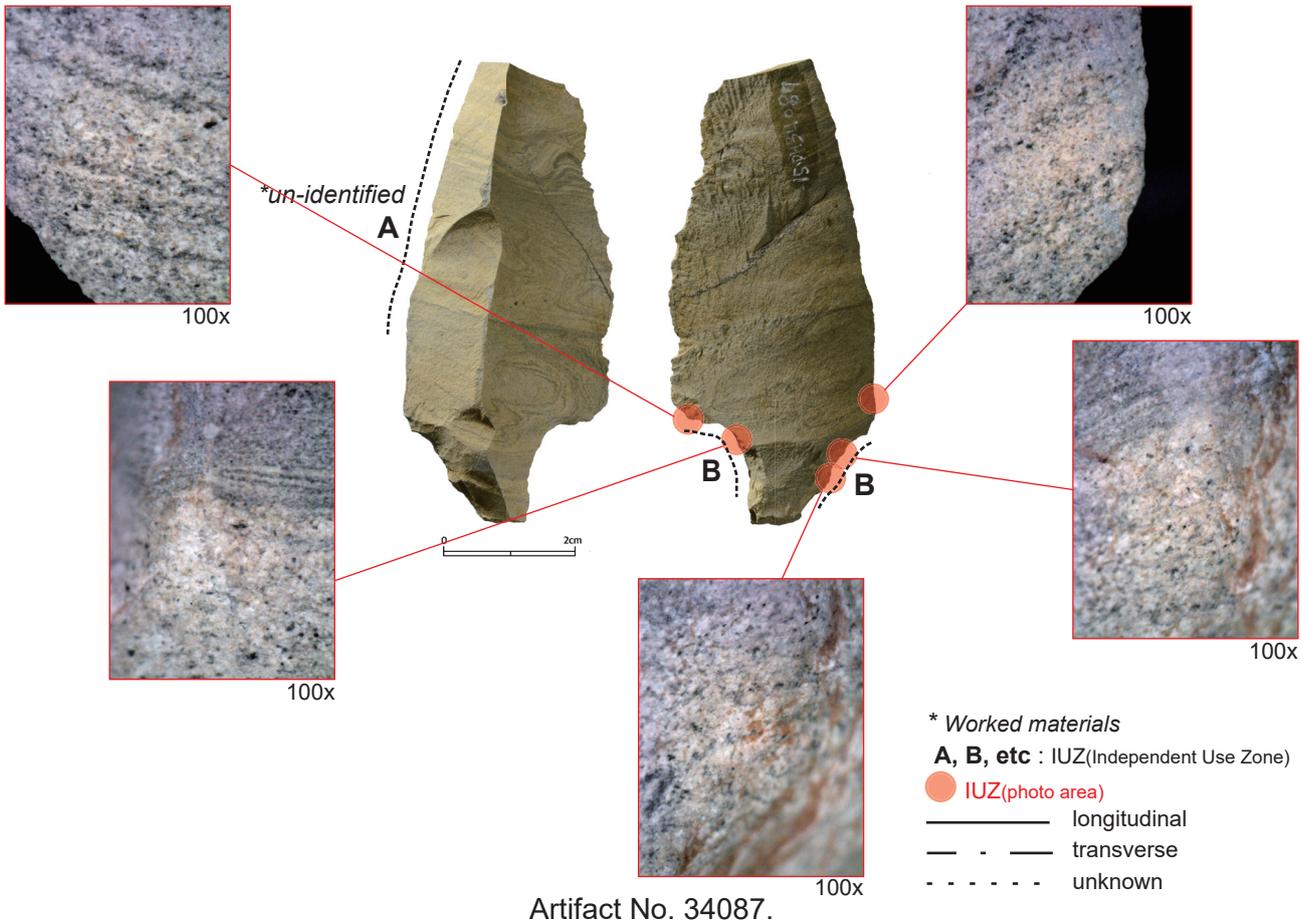


Figure 7. Artifact No. 36801, 37499.



Artifact No. 34087.

Figure 8. Artifact No. 34087.

に、韓半島のスンベチルゲと類似する出土事例もあり、比較研究が進められてきた（李起吉 2014）。東アジア各地での出土石器の比較研究は重要なことであるが、理論的には型式的、また技術形態的な類似と、機能における類似および相異とを、それぞれ別の次元として捉え分析していくことが必要であろう。

今回の使用痕分析は、韓国先史文化研究院と東北大学大学院文学研究科考古学研究室との研究協力協定（2017年8月4日締結）に基づいて、共同研究として実施することができた。2017年7月、8月、9月、2018年の発掘調査報告書準備と刊行、2019年9月の各期間に、協力関係をもって研究を実施できたことは、両国間の友好と考古学学术交流にとっても、大きな意義を有する。その後も追加分析を予定していたが、コロナ禍により機会は失われたままである。本研究の枠組みの中心は、東北地方先史考古学との比較研究にあるので、まずこれまでの共同研究成果を総括し、今後の東北考古学への具体的な展望を探ることとした。

スヤング遺跡は、忠清北道丹陽郡に所在する、韓国を代表する旧石器遺跡として著名である。忠北大学校博物館、韓国先史文化研究院により、李隆助教授を中心に1983年から2015年まで、13次に及ぶ発掘調査が実施されてきた。今回の分析は、2013～2015年

の第11次～第13次調査による、第I地区出土の13点、第VI地区第3・第4文化層出土の83点、計96点を対象とした。使用痕分析では、石器の石材、製作技術、型式と組成、出土層位と空間分布などの背景情報を十分に考慮したうえで、最適な具体的分析手法を選択していくことが重要である。使用痕分析は、多大な時間を要する研究である。まず各種方法を試し、スヤング遺跡の石材の種類、石器表面の状態などを観察検討した。全点を、複数分析者（阿子島と洪）が独立に観察し、使用痕の可能性ある資料を選択し、一方で各種石材と表面状況に対しての、各法の効果を検討した。分析方法として、高倍率法と低倍率法を併用する手法が最適と判断された。高倍率法は、主として微小光沢面を観察し、低倍率法は主として微小剥離痕に着目する。線状痕と縁辺摩滅は、それぞれ倍率により観察できる現象が異なる。使用機器として、高倍率法はオリンパスBH-FM金属顕微鏡（落射照明付き）により50倍から200倍、低倍率法はVixen Microboy SL-30cs実体顕微鏡により30倍で観察を行なった。報告書刊行後に、さらに新方法として中倍率法を導入し、デジタル顕微鏡を使用して、特にスンベチルゲの基部周辺の観察を約100倍で行なった。

対象資料のうち、47点は使用痕分析に有望と判断され、詳細な観察を行なった。スヤング遺跡の石材は多く

が「頁岩」(shale)と分類されており、日本東北地方の頁岩と類似する。しかし、現状の表面が灰色や灰褐色のような明色、また縞模様を有する石材では、高倍率下での微小光沢面があまり検出できないことが判明した。石器の欠損部分で確認されるが、もともと暗色の表面が風化進行した要因が考えられた。高倍率、低倍率ともに、東北大学使用痕研究チームによる参照実験資料が適用できると判断され、検出された痕跡の解釈を進めた。方法・基準資料の解説とデータは、阿子島(1989)、Akoshima(2010)、Akoshima and Hong(2014, 2016, 2017a, 2017b, 2018a)を参照されたい。

調査報告書(韓国先史文化研究院刊行2018)においては、石器1点ごとに個別に事実記載と解釈を述べた。使用痕分析の結果提示では、一覧表や記号化のような提示方法もあり得るが、今回のように石器の表面状態に多様性が認められ、検出痕跡と判定の確実さの程度にも多様さがある場合、一覧表のような記載をすれば逆に重要な情報を失わせる懸念が大きい。またスベチルゲの形態や大きさ、調整加工の状態など、石器の型式学的・技術学的理解と、使用痕という機能論的情報を、一体的に理解していくことが重要と考えられる。使用痕分析では、確実に判断できる部分と、やや可能性にとどまる部分とが、ともに存在する。以下に英文報告書での結論を要約したい。

- 1) 機能の解釈とは、観察事実と参照基準資料とによる、推論であること。石器が使用されたか非使用か、不明か。石器のどの部分が使用部位か、これはIUZ(independent use zone, 独立使用部分)として概念化できる。どのような動作に使用されたか、刃部に並行方向、直交方向、混在、不明。どのような加工対象物に使用されたか、軟らかい、中程度、硬い、あるいは特定の加工対象物の大別(骨角、木材のように)。
- 2) 96点のスベチルゲのうち、分析した資料47点の多数から、何らかの使用に関する情報が得られた。石材の多様な種類や、表面の風化状況にもかかわらず、成果が得られた理由として、低倍率法と高倍率法とを併用したという方策がある。しかし埋没後の表面変化(PDSM)のために、微小光沢の検出例が限られて、加工対象物の特定は限定的成果にとどまった。比較的暗色の材質で表面変化が少ない石器に、微小光沢の残存が確認された。
- 3) スベチルゲの使用方法は、多様性を示す。それは、必ずしも投射具としての槍先というわけではない。多くの種類の作業に用いられた。切断、鋸引き(双方向切断)、搔き取り、削り、などである。
- 4) 多数の事例では、尖頭器先端部には投射具としての形跡は確認されなかった。むしろ、石器の側辺部が、作用刃部として機能した証拠が多かった。右側辺と左側辺の両方が使用されている。両側辺が使用されている場合、鋭利な縁辺(型式学的には刃部とされる)も、

刃潰し加工や鋸歯縁加工が認められる対側辺も、その両方が使用されている事例もある。特に、鋸歯縁加工がある側辺部分には、刃部に直交方向の使用痕跡が認められることがある。鋭利な縁辺は、平行方向にも、直交方向にも使用されている。

- 5) スベチルゲの基部には、明確なパターンが認められた。基部を形成する凹んだ部分に、摩滅が多く認められた。とくに、調整加工による凹み部分のオーバーハング(リタッチの打面側の縁)上に、顕著な摩滅がある事例が多かった。その摩滅は、石器の使用にまつわる結果であるか、製作上の形跡であるか(着柄のために縁辺をグラインドするなど)については、現状では断言できないが、何らかの「着柄行動」に起因するものと判断される。すなわち、スベチルゲは、柄に装着されていた石器であったのだ。

調査報告書の刊行を準備するにあたって、我々の共同研究チームは、現在の世界学界での使用痕研究の中でも、高度な水準の分析を実施できたと考えている。しかしながら、未解決の課題もあり、新たな共同研究の可能性を求めて、報告書刊行後にさらに新しい分析方法開発を試行した(2019年9月)。デジタル顕微鏡を使用した「中倍率法」の分析であり、一定の成果を得ることができた。本論の資料提示の内容である。この方法は、将来的に東北地方の石器分析にも応用が可能である。

石器使用痕分析には流派があって、各国の研究史とも関連している。たとえば、フランス、イギリス、日本では、高倍率法が重視されてきた。1970年代にキーリーによって開発された方法なので、キーリー法とも呼ばれている。金属顕微鏡で微小光沢面を重点的に観察して、加工対象物の特定から、旧石器遺跡での人間活動の復元を目指す研究方向である。一方で、アメリカを中心に、低倍率法も発展している。実体顕微鏡で微小剥離痕を重点的に観察して、多数の資料観察結果を統計的に考察し、文化変化や人間集団の適応プロセスを解明しようとする研究方向である。1976年からの東北大学使用痕研究チームは、故・芹沢長介名誉教授によって確立されたが、研究開始当時から、世界各国の研究動向を見て、高倍率法、低倍率法の両者を総合する方針を示された。同チームの分析方法は、韓国、中国、ロシア、モンゴル、アメリカ、フランス、ホンジュラス、グアテマラ、エクアドルなど、各時代の資料にも広く応用されてきた。宮城県内でも、県教委文化財課、関係市町村との連携が進められ、蔵王町鍛冶沢遺跡、大崎市北小松遺跡、石巻市中沢遺跡において応用がなされており、膨大な収蔵資料を有する東北歴史博物館においても、今後の進展も期待される。使用痕分析は標準的な石器研究法に含まれるもので、特殊な分野ではない。型式学、技術学、機能論は、石器研究の三大分野とも言える。

スヤング遺跡の資料分析により、スベチルゲの基部形態とその機能的な役割に関して、有力な仮説が得られ

た。より正確な解明のため、使用痕分析の新たな手法を試みたのが本論の意義である。低倍率は30倍、高倍率は200倍を中心に観察したのであったが、顕微鏡のタイプによる画像の特徴もあって、摩滅や線状痕の状況が十分に把握されない課題を残していた。研究史を振り返ると、1964年に旧ソ連のセミヨノフによって、使用痕分析の基礎が作られたころ、線状痕や摩滅の観察は重要な要素であり、100倍前後の倍率を主にして検出されていた。このことは、彼の主著「先史時代の技術」(英訳1964)でも論じられていたが、その後の使用痕研究の動向の中で、あまり重視されない流れとなっていた。高倍率法と低倍率法の「隙間」になってしまっていて、実際には存在する痕跡が十分に分析対象になっていないことが考えられた。

そこで、高倍率と低倍率の中間の倍率で、線状痕や摩滅を主として観察するために、いわば「中倍率法」を再評価して復活させたのである。微小剥離痕の状況も、中間倍率でとらえられ、製作に関する痕跡の分析にも有効と考えられる。使用機器は、米国製の比較的安価で可搬性にも優れたデジタル顕微鏡(Dino-Lite)で、Windows 7上で画面観察した。セミヨノフは、表面を炭素や金属でコーティングしたうえで斜光照明していたが、その必要はない。倍率ズームと内蔵照明の方向調整で、今回の目的には有効であった。

中倍率法で13点を観察した。基部、側辺、先端部を含めて、スンベチルゲ全体の観察も含めた。石器によって多様性があるが、全体的な傾向としては、基部の凹み部分の摩滅が顕著で、リタッチのオーバーハング部分がとくに摩滅している。鋸歯縁状に加工されている場合、凸部分が凹部分よりも摩滅している事例があった。基部に線状痕が検出されるのが通例で、縁辺に対して直交方向の場合が多い。基部に顕著な摩滅や線状痕が検出されても、石器の側辺(刃部)の状況とは、一致しない。両者は別である。これらの事実は、スンベチルゲの使用方法についての仮説を補強するものといえる。すなわち、スンベチルゲは柄に装着されて、そのうえで使用されたと考えられるのである。

しかし、基部の摩滅や線状痕が、製作から、着柄、使用に至る、どの段階で、どのような作用で痕跡となったのかは、今後の課題として残っている。製作時の加工具、リタッチの方法、着柄の時の固定方法、さまざまな使用、着柄部分の固着と動きなど、諸条件をコントロールした実験研究(ミドルレンジ研究)が必要である。

スヤング遺跡の調査の中で、文化層による石器組成の相異が指摘されている。今回対象としたスンベチルゲは、下部の第3文化層、第4文化層に属しており、そのような編年的、通時的脈絡で、使用痕に表れている人間行動を解釈していく必要がある。下部の文化層において石器組成で多数を占めるスンベチルゲは、使い方としては多様な用途に供されて、しかも着柄を前提としていた

石器であった可能性が高まった。すなわち、製作から使用までの工程段階をもつ、複合的な計画的道具使用の実例といえるだろう。ホモ・サピエンスが東アジアに渡来して、比較的初期の人類集団においてという脈絡で、韓半島でのスンベチルゲをめぐる行動が考察されるべきであろう。第4文化層の暦年較正年代は、41874-41254 calBPとされている。

この脈絡において、東北地方の後期旧石器時代前半期の研究との接点は、非常に大きく重要である。東北地方では、年代測定および「暗色帯」の下部と上部を基準に編年が進められており、台形石器、台形様石器、初現期の石刃、素材の連続剥離技法などを巡り、活発な研究が進められている。韓国など東アジアと、石器群の様相自体は相異するとしても、石器群が有する全体的構造の在り方に、ホモ・サピエンスの「現代人的行動」(Modern Human Behavior)を認識し、その比較研究を志向するべきである。今後の方向としては、型式学、技術学とともに、機能論を前提としての、石器群の「技術組織研究」(e.g., Binford 1983)の一層の進展が望まれる。現代人的行動としての「計画性の程度」(planning depth)を課題のひとつとした本研究が、そのために有意であることを希望して筆を擱く。

宮城県北小松遺跡出土土器の年代と変遷

— 土器付着物の AMS 炭素 14 年代測定および安定同位体比分析 —

小林 謙一 (中央大学)・小野 章太郎 (東北歴史博物館)

- | | |
|-------------------|-------------------------|
| 1. はじめに | 6. AMS 測定結果 |
| 2. 北小松遺跡について | 7. 既報告資料について |
| 3. 分析試料 | 8. 年代的考察 |
| 4. EA-IRMS 測定結果 | 9. 大洞 C2 ~ A 式における土器の変遷 |
| 5. 炭素精製およびグラファイト化 | 10. おわりに |

1. はじめに

宮城県北部に位置する北小松遺跡では、ほ場整備事業に伴う発掘調査により、湖沼や湿地に隣接する丘陵裾部やその周囲に広がる低地部において、縄文¹⁾時代晩期を主体とする遺構や遺物を多く検出した。これら一連の調査成果は発掘調査報告書としてまとめられ(宮城県教育委員会 2021b ほか)、東北地方中南部の内陸部における縄文時代晩期の低湿地遺跡の様相が明らかとなってきた。

発掘調査では、北小松遺跡およびその周辺の愛宕山遺跡・諏訪遺跡・宮沼遺跡を含めて、多くの地点で縄文時代晩期の遺物包含層を検出しているが、その多くが複数の時期にまたがって形成されたものである。なかでも晩期中葉(大洞 C1 式)から弥生時代前期(山王 IV 上層式)²⁾までのものが多くあり、複数の地点の遺物包含層で、これらの時期の遺物が層位的に出土している状況が確認できる。

これらの遺跡ではこのような出土状況であるため、遺物包含層で層位的・型式学的な遺物の変化を捉えることが可能である。これらの実年代の解明と、層位的・型式学的に得られた土器変遷の検証のために、土器付着物や共伴する有機質遺物を対象として AMS 炭素 14 年代測定および安定同位体比分析を適宜実施し、発掘調査報告書で報告してきた(加速器分析研究所 2021、小林ほか 2021 など)。

本稿では、北小松遺跡の東 8・9・10・11 地点(2010 年度発掘調査、宮城県教育委員会 2021a) から出

した土器付着物について、新たに測定を行ったことから改めて報告するものである。本研究は小林の科研費を用いて、小林と小野の共同研究としておこない、測定は東京大学総合研究博物館年代測定室との共同研究として実施した。

2. 北小松遺跡について

(1) 遺跡の立地と発掘調査

北小松遺跡は、宮城県北部の大崎平野北縁部に位置し、大崎市田尻小松に所在する縄文時代晩期主体の遺跡である(図 1)。本遺跡のほか、周辺に位置する愛宕山遺跡、諏訪遺跡、宮沼遺跡を含む 4 遺跡は、2007 年度から 2010 年度にかけて宮城県教

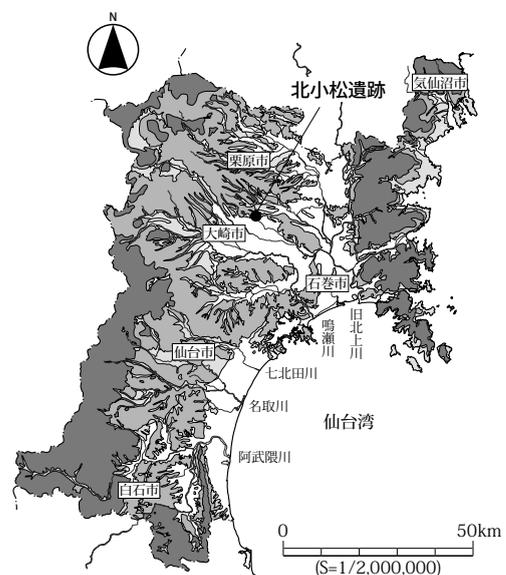


図 1 北小松遺跡の位置

育委員会により発掘調査が行われ、2021年3月までにすべての発掘調査報告書が刊行された（宮城県教育委員会 2021bほか）。発掘調査は、ほ場整備事業に伴うものであり、水田等整備のための工事がおこなわれる丘陵裾部およびその周囲に広がる低地部がおもな調査対象となっている。

北小松遺跡を含む4遺跡は、低地部（谷底平野）の東西の丘陵上に立地する（図2）。これらの遺跡に囲まれた谷底平野は、北には奥羽山脈から続く清滝丘陵が東に延び、南には自然堤防が形成されることから、湖沼のように閉じられた環境にある。実際に発掘調査や文献による記録から、人間の活動痕跡が残る縄文時代から近世まで、湖沼や湿地であったことが判明している（宮城県教育委員会 2021b）。

4箇年にわたる発掘調査の結果、これら4遺跡の

立地する丘陵裾部から低地部にかけて、縄文時代晩期を主体とする遺構や遺物包含層を多くの地点で検出し、膨大な量の遺物が出土した。遺物包含層の形成を確認した地点は4遺跡で19地点あり（図2）、湖沼を囲むように複数の集落が営まれていたものとみられる。なかでも、湖沼の東側に位置する北小松遺跡では、掘立柱建物群などの居住・倉庫域と、土坑墓や埋葬犬骨、集石遺構などの祭祀関連遺構、遺物包含層が組み合わされた集落を、2地点（東7・9地点）で確認している。この2地点は、遺構の種類や数に加えて、遺物の種類や量も他の地点と比べて格別に豊富である。遺物包含層の形成期間もまた他の地点と比べて長期間にわたることから、湖沼の周りの集落は一様に形成・分布しているものではなく、一つないし複数の拠点集落を中心に、相互に

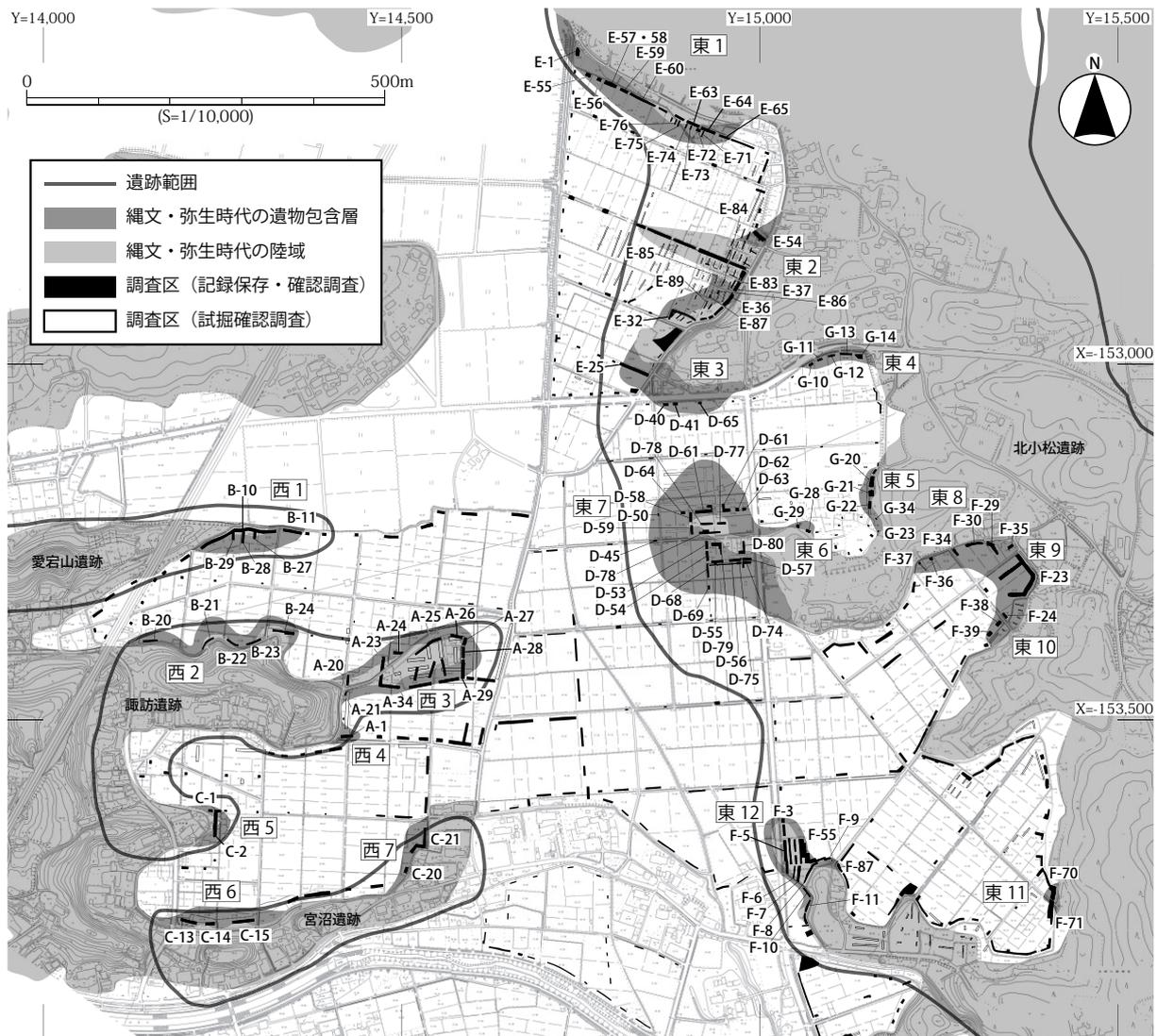


図2 発掘調査区と遺物包含層の位置

関連性をもって形成されたものと考えられる。

(2) 東9地点の概要

北小松遺跡を含む4遺跡では、遺構や遺物包含層から出土した土器付着物および有機質遺物のAMS炭素14年代測定や安定同位体比分析を実施してきたが、遺構や遺物が特に豊富な北小松遺跡ではより多くの試料を測定してきた。なかでも、掘立柱建物群と祭祀関連遺構、遺物包含層で構成され、遺構や遺物の種類や数が他の地点と比べて格別に豊富な東7地点と東9地点出土資料については特に多くの資料を測定対象とした。

本稿では、これら2地点のうち、東9地点およびその南北に隣接する東8・10地点から出土した土器付着物を中心に分析している。なかでも、資料の中心となるのは東9地点である。ここでは、掘立柱建物跡43棟、石斧集積遺構1基、埋葬犬骨5

基などを検出し、丘陵上から丘陵裾部にかけて、居住・倉庫域とみられる掘立柱建物群が弧状に分布し、その外側に遺物包含層が形成される状況が確認される(図3)。丘陵に接続する部分には遺物包含層の堆積により平坦な微高地が形成され、そこに埋葬犬骨が点在して分布する。付近ではヒト胎児骨も出土していることから、その墓域も隣接して形成された可能性もある。遺物は、縄文時代後期前葉から弥生時代前期(青木畑式)のものが出土しているが、遺構や遺物包含層の主体は晩期中葉(大洞C1式)以降である。なかでも晩期中葉では、同様の集落構造をもつ東7地点よりも遺構が多く、本地域における拠点的な役割をもった地点であると考えられる。

また、東9地点で形成された遺物包含層からは、晩期中葉から弥生時代前期の遺物が層位的に連続して出土しており、いずれの時期においても遺物量は

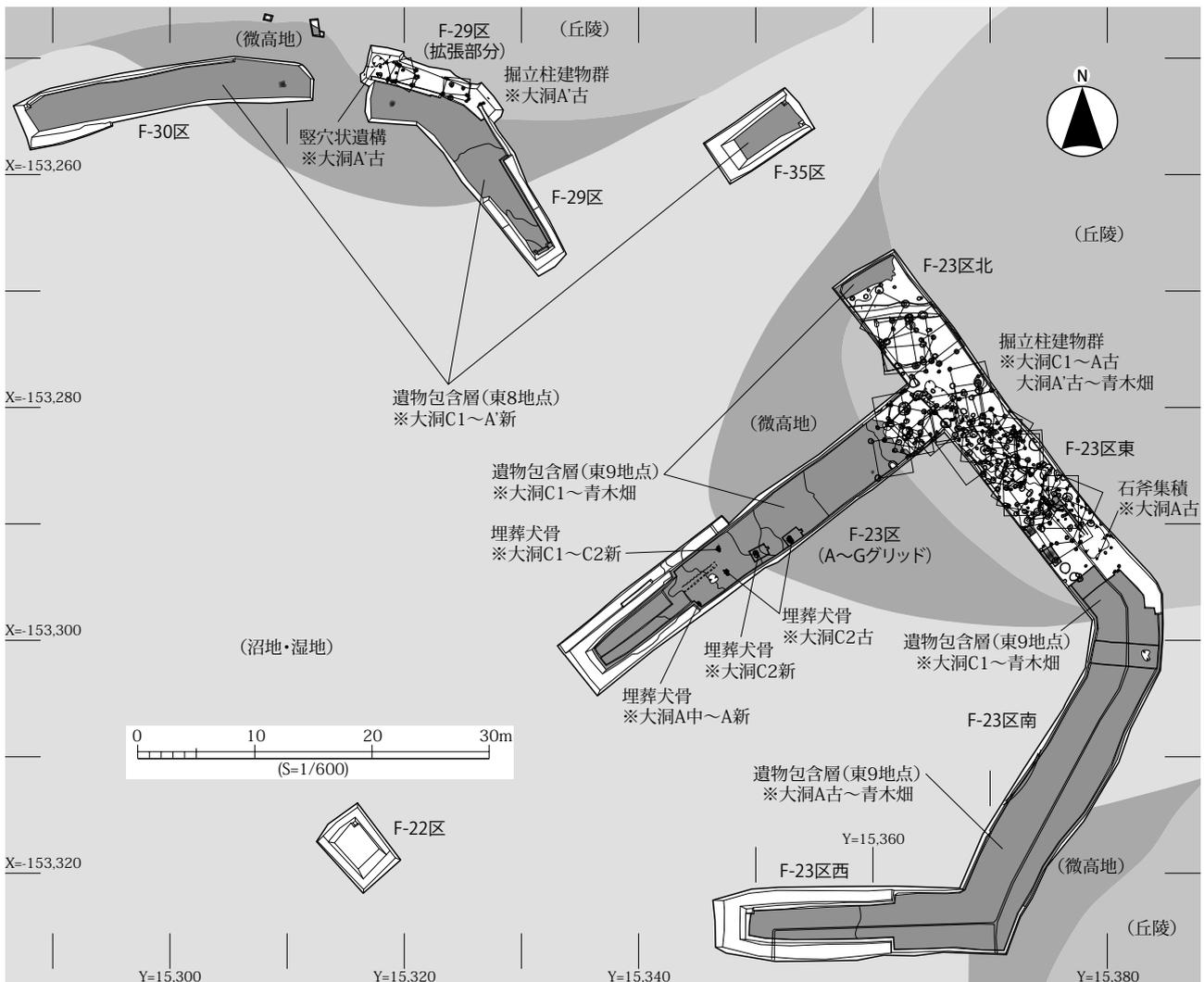


図3 東9地点周辺の遺構分布模式図

豊富である。このように、東9地点は晩期中葉から弥生時代前期の遺物が層位的に連続して出土する状況が良好に確認できる地点であり、土器の変遷を検討する上でも特に有効な地点であると言える。

3. 分析試料

2020年7月10日に、AMS炭素14年代測定用試料として宮城県教育庁文化財課分室において、小

林が小野とともに土器付着物から採取した。これらについては、MGMBKK- 試料番号としてナンバリングした。その後2020年8月25日に脂質分析用の資料をサンプリングしたが、その資料において付着物が検出された試料についてMBKK- 試料番号として別途に採取した。試料番号は通しNo. であり、aは土器内面付着物、bは土器外面付着物である。

2020年度に採取した試料のうち20点を先行し

表1 2021年度分析試料

図No.	試料名	遺物登録番号	調査区	層位	部位	土器型式	報告書掲載
第4図1	MGMBKK-3	10Po3260	F-23区南ト	VI d	口縁内	大洞 A'	254集231図11
第4図2	MGMBKK-5	10Po3619	F-35区	VI a	胴上外	大洞 A	254集33図14
第4図3	MGMBKK-6	10Po3381	F-23区南	VI d	口縁内	大洞 A'	254集231図18
第4図4	MGMBKK-16	10Po2982	F-23区南イ+南	VI d1・2+ VI d1	口縁外	大洞 A'	254集231図9
第4図5	MGMBKK-18a	10Po2328	F-23区Da	VI d	胴内	大洞 C1	254集99図8
第4図5	MGMBKK-18b	10Po2328	F-23区Da	VI d	口縁外	大洞 C1	254集99図8
第4図6	MGMBKK-20a	10Po1739	F-23区Fa	VI c3	口縁内	大洞 C2	254集124図13
第4図7	MGMBKK-22	10Po2140	F-23区Eb	VI c7	胴内	大洞 A	254集108図11
第4図8	MGMBKK-29	10Po154	F-23区	排土	口縁内	弥生前	254集161図4
第4図9	MGKK-18a		F-23区南二	V	胴内	粗製深鉢	-
第4図9	MGKK-18b		F-23区南二	V	胴外	粗製深鉢	-
第4図10	MGKK-38a		F-23区西	VIb・d	胴内	大洞 A	-
第4図10	MGKK-38b		F-23区西	VIb・d	胴外	大洞 A	-
第4図11	MGKK-39a		F-23区A-北	VI イカク	口縁内	大洞 A	-
第4図11	MGKK-39b		F-23区A-北	VI イカク	口縁外	大洞 A	-
第4図12	MGKK-52		F-23区Fa	VIa	口縁外	大洞 A	-
第4図13	MGKK-56		F-23区Ga	VIc1-2	口縁内	大洞 A-A'	-

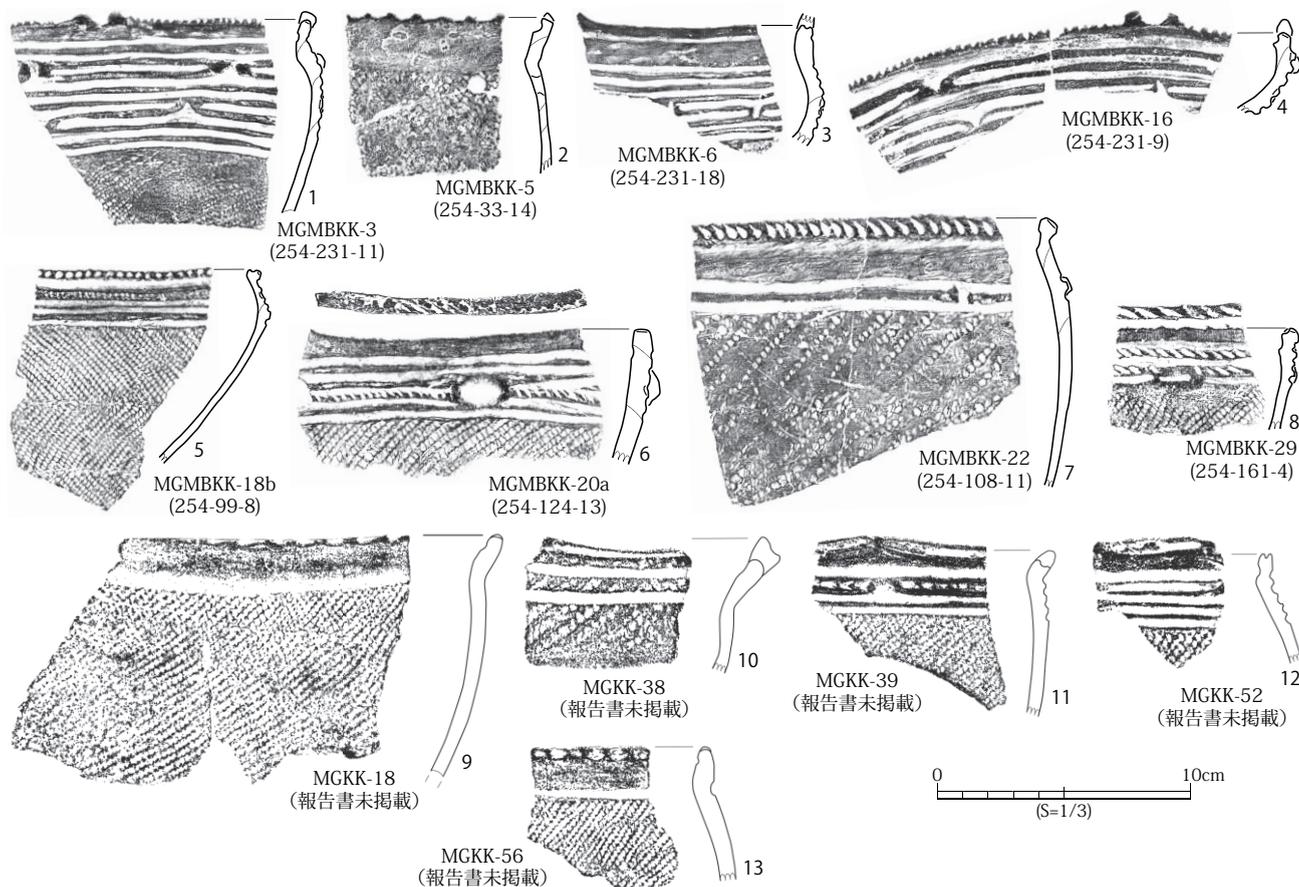


図4 2021年度分析試料

て測定し、その結果についてはすでに発掘調査報告書に掲載している(小林ほか 2021)。今回新たに、2020年度採取試料のうち表1に示す17点について、AMS炭素14年代・安定同位体比の測定をおこなったことから、本稿においてその測定状況と測定結果を報告するものである(表1、図4)。

試料の前処理は、国立歴史民俗博物館年代実験室で2021年3月および7月に小林が以下の手順でおこなった。

アセトン中で5分間の超音波洗浄をおこなった後、クロロホルムとメタノールを容量2対1で混合した溶媒(CM混液)による30分間の還流を2回おこなった。次いで、アセトン中で5分間の超音波洗浄を2回おこなった。この操作で、油分や接着剤などの成分が除去されたと判断できる。

酸-アルカリ-酸(AAA: Acid Alkali Acid)処理として、MGKK-18ab・38ab・39ab・52・56については、自動AAA処理装置(Sakamoto et al. 2004)を用い、80℃の温度下で、1.2N塩酸溶液による1時間の加熱を2回、1N水酸化ナトリウム溶液による1時間の加熱を5回、1.2N塩酸溶液による1時間の加熱を3回繰り返し、最後に純水による30分の加熱を6回繰り返した。

その他の試料については、マニュアルで酸-アルカリ-酸処理をおこなった。酸処理は、1mol/l(1M)の塩酸(HCl)を用いて80度で60分の処理を2回おこなった。アルカリ処理は1回目は0.01Mの水酸化ナトリウム(NaOH)水溶液を用い、2回目は0.1M、3回目以降は1Mを用いて各60分の処理をおこない、溶液に着色がほぼなくなるまで3回繰り返した。さらに、1Mの塩酸(HCl)を用いて60分の処理を2回おこなった。最後に純水により30分の洗浄を4回おこない中和していることを確認し、乾燥させて試料を回収した。前処理の回収率を表2に示す。

以上の操作で、試料が埋没中に受けた汚染が除去されたと判断できる。測定試料の前処理の結果は表2のとおりである。

4. EA-IRMS 測定結果 (表3)

炭素および窒素の重量含有率および安定同位体比の測定は、放射性炭素年代測定室において、Thermo Fisher Scientifics社製のFlash2000元素分析を前処理装置として、ConFlo IVインターフェースを経由して、Delta V安定同位体比質量分析装置で測定する、EA-IRMS装置を用いておこなった。約0.5mgの精製試料を錫箔に包み取り、測定に供した。測定誤差は、同位体比が値付けされている二次標準物質(アラニン等)を試料と同時に測定することで標準偏差を計算した。通常の測定では、 $\delta^{13}\text{C}$ の測定誤差は0.2‰、 $\delta^{15}\text{N}$ の誤差は0.2‰である。

5. 炭素精製およびグラフアイト化 (表4)

試料は、銀カップに秤量し、elementar社製 vario ISOTOPE SELECT 元素分析計に導入し、燃焼後、精製された二酸化炭素を真空ガラスラインに導入し、あらかじめ鉄触媒約2mgを秤量したコック

表2 前処理の状況

試料名	採取 mg	処理 mg	回収 mg	回収率 %
MGMBKK-3	18	18	2.77	15.4%
MGMBKK-5	64	64	23.86	37.3%
MGMBKK-6	45	45	22.05	49.0%
MGMBKK-16	31	31	4.83	15.6%
MGMBKK-18a	78	37	16.77	45.3%
MGMBKK-18b	9	9	1.1	12.2%
MGMBKK-20a	170	44	23.36	53.1%
MGMBKK-22	70	70	7.53	10.8%
MGMBKK-29	49	49	8.45	17.2%
MGKK-18a	17	17	1.79	10.5%
MGKK-18b	34	34	11.34	33.4%
MGKK-38a	19	19	2.34	12.3%
MGKK-38b	40	40	11.61	29.0%
MGKK-39a	34	34	2.3	6.8%
MGKK-39b	39	39	5.38	13.8%
MGKK-52	32	32	13.14	41.1%
MGKK-56	37	37	11.52	31.1%

表3 元素および安定同位体比の分析結果

試料名	測定 ID	$\delta^{13}\text{C}$	$\delta^{15}\text{N}$	炭素濃度	窒素濃度	C/N 比
MGMBKK-5	YL43266	-26.5‰	9.7‰	63.5%	2.7%	27.5
MGMBKK-6	YL43267	-26.1‰	9.0‰	56.7%	8.2%	8.1
MGMBKK-18a	YL43271	-26.9‰	4.6‰	65.7%	4.6%	16.6
MGMBKK-20a	YL43272	-26.2‰	8.7‰	64.1%	5.3%	14.1
MGMBKK-22	YL43268	-25.3‰	3.8‰	56.0%	3.9%	16.7
MGMBKK-29	YL43270	-26.5‰	4.8‰	60.6%	5.2%	13.5
MGKK-18a	YL44151	-27.7‰		6.3%	0.4%	17.5
MGKK-18b	YL44152	-26.3‰	8.9‰	64.7%	3.2%	23.7
MGKK-38a	YL44153	-25.3‰	10.0‰	48.7%	4.7%	12.2
MGKK-39a	YL44155	-27.2‰	5.0‰	55.4%	4.3%	14.9
MGKK-39b	YL44156	-26.4‰	5.8‰	58.2%	4.3%	15.7
MGKK-52	YL44159	-24.7‰	4.8‰	61.2%	5.4%	13.3
MGKK-56	YL44160	-25.7‰	8.0‰	58.8%	5.3%	13.0

MGKK-18aは窒素不足のため、 $\delta^{15}\text{N}$ 値は測定できず

表4 グラファイト化の結果

試料名	グラファイト ID	試料重量	グラファイト化率	グラファイト重量	Fe 重量	C / Fe 比
MGMBKK-3	GR-12452	2.11 mg	73.3%	0.91 mg	2.09 mg	0.435
MGMBKK-5	GR-12453	2.54 mg	100.6%	1.25 mg	1.93 mg	0.648
MGMBKK-6	GR-12454	2.43 mg	92.8%	1.32 mg	1.96 mg	0.673
MGMBKK-16	GR-12455	2.04 mg	98.0%	0.55 mg	1.91 mg	0.288
MGMBKK-22	GR-12456	2.47 mg	87.9%	1.27 mg	2.09 mg	0.608
MGMBKK-29	GR-12457	2.52 mg	91.0%	1.10 mg	1.92 mg	0.573
MGMBKK-18b	GR-12458	0.70 mg	95.6%	0.18 mg	3.85 mg	0.048
MGKK-18b	GR-12937	2.40 mg	88.3%	1.03 mg	2.17 mg	0.475
MGKK-38b	GR-12938	2.39 mg	91.0%	1.13 mg	2.14 mg	0.528
MGKK-39b	GR-12939	2.29 mg	89.1%	1.22 mg	1.95 mg	0.626
MGKK-52	GR-12940	2.43 mg	90.4%	1.04 mg	2.01 mg	0.517
MGKK-56	GR-12941	2.28 mg	70.6%	0.95 mg	1.96 mg	0.485

MGMBKK-18bについては、燃焼後、炭素精製の際に確認された炭素量が400 μ g以下であったため、同等量の標準試料を用意し、微量炭素用のプロトコル（大森ら 2017）にてセメントタイトを生成し、AMS測定を行った。表中のグラファイト量欄にはセメントタイト生成後の秤量値ではなく、炭素精製の際に見積もられた炭素量を記した。

付き反応管に水素ガス（炭素モル数の2.2倍相当）とともに封入して、650 $^{\circ}$ Cで6時間加熱して実施した（Omori et al. 2017）。

6. AMS 測定結果（表5・6、図5・6）

グラファイト化した炭素試料における放射性炭素同位体比の測定は、東京大学総合研究博物館が所有する加速器質量分析装置（AMS）を用いて測定した。慣用 14 C 年代（BP 年代）を算出するために、同位体比分別の補正に用いる δ^{13} C 値は AMS にて同時測定した値を用いている（Stuiver and Polach 1977）。

7. 既報告資料について

北小松遺跡を含む4遺跡では、これまでに176点（測定数）についてAMS年代測定を実施し、発掘調査報告書において報告してきた（小林ほか 2021、加速器分析研究所 2021 など）。これらのうち、本稿で新たに報告した試料と同じ地区（F区、東8～11地点）から出土したものの報告は121測定分ある。そこから土器付着物（炭化物や漆等）のみを抜粋し、本稿の新規測定分を加えた測定結果（76測定分）の一覧を表7に示した。

8. 年代的考察

北小松遺跡出土土器付着物について、炭素14年代値または安定同位体比を測定した事例は、小林ほ

表5 放射性炭素年代測定の結果

試料名	測定 ID	14 C 年代	補正用 δ^{13} C
MGMBKK-3	TKA-23937	2543 \pm 20 BP	-26.8 \pm 0.3 ‰
MGMBKK-5	TKA-23938	2540 \pm 21 BP	-27.1 \pm 0.3 ‰
MGMBKK-6	TKA-23939	2687 \pm 21 BP	-26.3 \pm 0.3 ‰
MGMBKK-16	TKA-23940	2609 \pm 21 BP	-29.7 \pm 0.2 ‰
MGMBKK-18b	TKA-23870	2888 \pm 25 BP	-23.5 \pm 0.3 ‰
MGMBKK-22	TKA-23941	2563 \pm 20 BP	-25.3 \pm 0.2 ‰
MGMBKK-29	TKA-23942	2557 \pm 23 BP	-25.0 \pm 0.4 ‰
MGKK-18b	TKA-24191	2464 \pm 22 BP	-28.9 \pm 0.7 ‰
MGKK-38b	TKA-24192	2487 \pm 22 BP	-29.6 \pm 0.8 ‰
MGKK-39b	TKA-24193	2436 \pm 22 BP	-26.5 \pm 0.8 ‰
MGKK-52	TKA-24194	2444 \pm 21 BP	-22.8 \pm 0.7 ‰
MGKK-56	TKA-24195	2521 \pm 22 BP	-26.5 \pm 0.8 ‰

14 C 年代の誤差は1標準偏差を示す。

表6 推定される較正年代と注記（cal BP 表記）

試料名	較正年代 (1SD)	較正年代 (2SD)
MGMBKK-3	2737 cal BP (51.7%) 2705 cal BP 2629 cal BP (9.1%) 2620 cal BP 2555 cal BP (7.4%) 2546 cal BP	2743 cal BP (59.0%) 2698 cal BP 2635 cal BP (13.9%) 2615 cal BP 2585 cal BP (21.0%) 2537 cal BP 2529 cal BP (1.5%) 2520 cal BP
MGMBKK-5	2735 cal BP (46.7%) 2705 cal BP 2629 cal BP (11.3%) 2619 cal BP 2556 cal BP (10.2%) 2545 cal BP	2742 cal BP (50.6%) 2697 cal BP 2635 cal BP (15.4%) 2614 cal BP 2589 cal BP (29.4%) 2518 cal BP
MGMBKK-6	2838 cal BP (6.6%) 2833 cal BP 2783 cal BP (61.6%) 2757 cal BP	2848 cal BP (24.4%) 2813 cal BP 2795 cal BP (71.0%) 2752 cal BP
MGMBKK-16	2753 cal BP (68.2%) 2738 cal BP	2757 cal BP (95.4%) 2729 cal BP
MGMBKK-18b	3060 cal BP (55.4%) 2993 cal BP 2982 cal BP (12.8%) 2967 cal BP	3140 cal BP (1.7%) 3127 cal BP 3107 cal BP (1.8%) 3095 cal BP 3077 cal BP (91.9%) 2952 cal BP
MGMBKK-22	2740 cal BP (68.2%) 2721 cal BP	2750 cal BP (91.3%) 2705 cal BP 2629 cal BP (2.4%) 2619 cal BP 2555 cal BP (1.7%) 2546 cal BP
MGMBKK-29	2743 cal BP (68.2%) 2711 cal BP	2750 cal BP (77.1%) 2700 cal BP 2634 cal BP (7.7%) 2616 cal BP 2584 cal BP (10.7%) 2539 cal BP
MGKK-18b	2698 cal BP (35.5%) 2635 cal BP 2616 cal BP (13.5%) 2588 cal BP 2536 cal BP (1.2%) 2532 cal BP 2519 cal BP (14.7%) 2487 cal BP 2478 cal BP (3.3%) 2469 cal BP	2705 cal BP (37.4%) 2628 cal BP 2620 cal BP (21.0%) 2555 cal BP 2546 cal BP (35.8%) 2420 cal BP 2383 cal BP (1.2%) 2372 cal BP
MGKK-38b	2705 cal BP (9.8%) 2685 cal BP 2644 cal BP (7.5%) 2629 cal BP 2619 cal BP (2.8%) 2613 cal BP 2598 cal BP (21.7%) 2556 cal BP 2545 cal BP (26.5%) 2495 cal BP	2718 cal BP (95.4%) 2490 cal BP
MGKK-39b	2668 cal BP (5.8%) 2658 cal BP 2610 cal BP (4.4%) 2602 cal BP 2492 cal BP (49.0%) 2411 cal BP 2387 cal BP (9.0%) 2370 cal BP	2694 cal BP (18.0%) 2639 cal BP 2615 cal BP (7.6%) 2594 cal BP 2500 cal BP (69.8%) 2359 cal BP
MGKK-52	2683 cal BP (20.0%) 2645 cal BP 2612 cal BP (7.8%) 2599 cal BP 2495 cal BP (38.3%) 2426 cal BP 2380 cal BP (2.1%) 2375 cal BP	2698 cal BP (25.4%) 2636 cal BP 2615 cal BP (10.0%) 2591 cal BP 2517 cal BP (60.0%) 2362 cal BP
MGKK-56	2724 cal BP (21.8%) 2700 cal BP 2634 cal BP (14.9%) 2616 cal BP 2584 cal BP (31.5%) 2538 cal BP	2729 cal BP (25.5%) 2692 cal BP 2640 cal BP (18.4%) 2612 cal BP 2595 cal BP (51.5%) 2498 cal BP

較正年代の算出には、OxCal4.4 (Bronk Ramsey 2009) を使用し、較正データには IntCal20 (Reimer et al. 2020) を用いた。

かによる測定分および加速器分析研究所による測定分をあわせて76測定である。同一個体土器の内外面を測定した事例が17個体においておこなっているので、土器個体としては59個体となる。このうち、10Po442 および 10Po763 の2個体2測定は付着アスファルト、10Po1888 および 10Po2077 の2個体2測定は漆容器の漆を測定している。それら

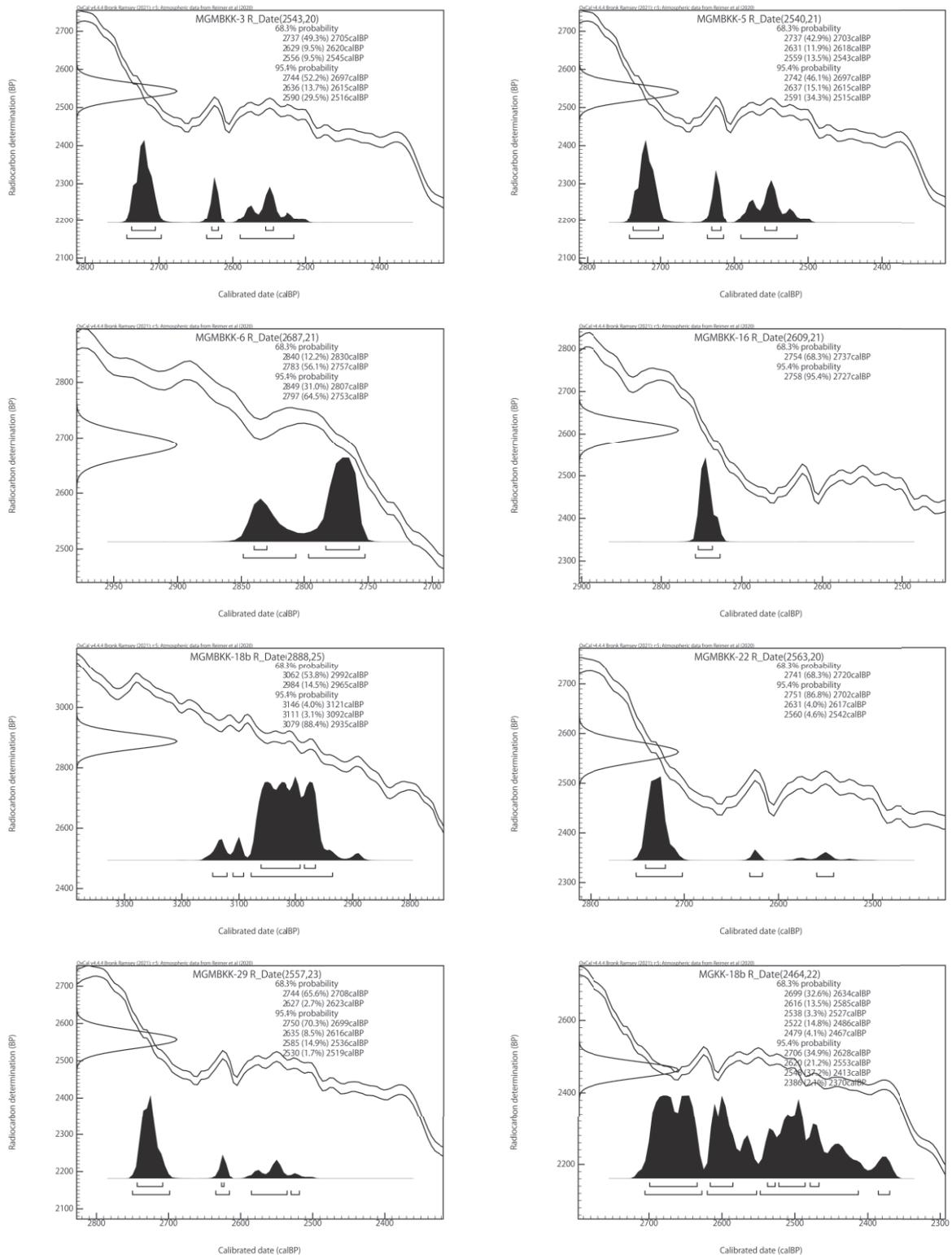


図5 較正年代確率分布密度 (IntCal20, Oxcal4.4) (1)

を除いた土器の外表面または内面付着炭化物を測定した55個体72測定のうち、炭素14年代測定のみをおこなった事例が7測定、安定同位体比のみを測定した事例が9測定含まれる。以下に、付着物の起源物質と、較正年代からの実年代比定について

検討を加える。なお、炭素14年代や較正年代については、較正のために測定値をそのまま表に記しているが、通常は1の位を0または5に丸めて表記することになっている。よって、以下では1の位を切り下げ・切り上げした数値で表記する。また、

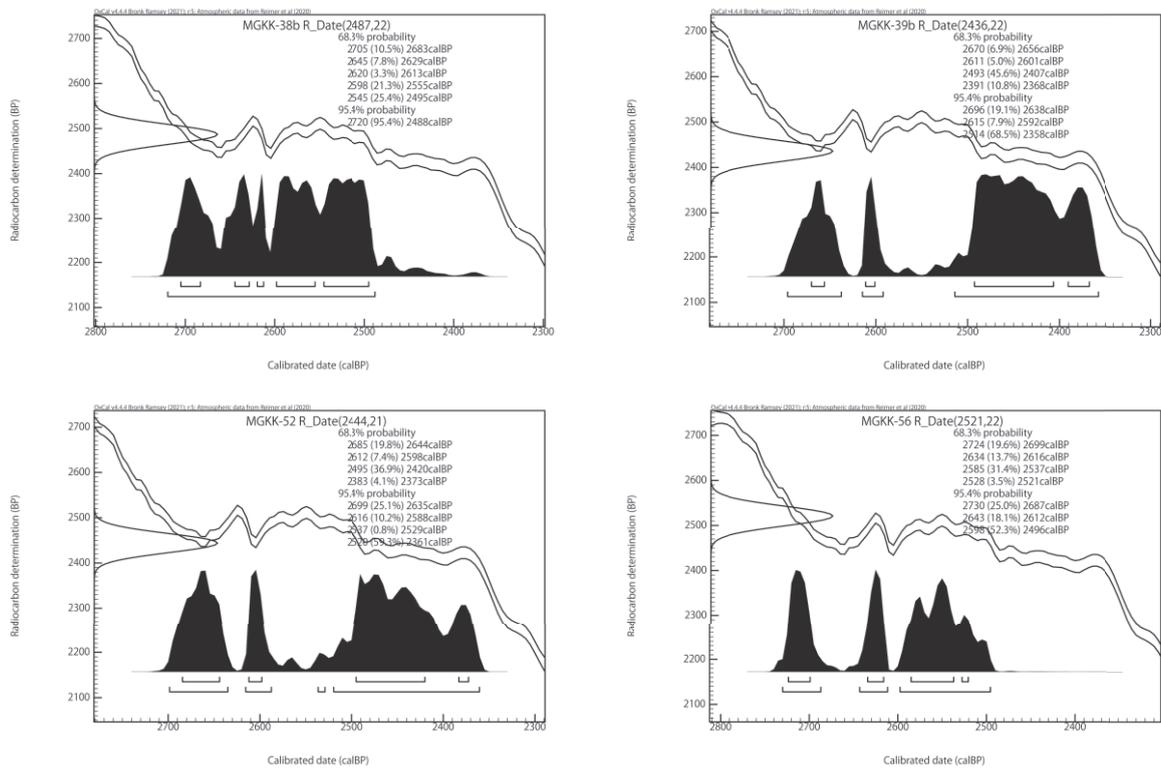


図6 較正年代確率分布密度 (IntCal20, Oxcal4.4) (2)

年代を検討する際に、土器内外を測定している例では、リザーバー効果の影響が及びにくいス付着物と想定できる外面付着物（符号bの試料）の炭素14年代値を主に用いる。

(1) 安定同位体比・C/N比による起源物質の検討

安定同位体比・炭素窒素比について、小林ほかによる既報告分の16点および今回測定分の13点に、加速器分析研究所による測定分をあわせて65測定をおこなっている。それをみると、 $\delta^{13}\text{C}$ 値が-25～-28‰台であり、炭素窒素比(C/N比)が最も小さい値が8.2で最も大きいものは104.1という値をとる例があるが、ほとんどが12以上30以下の数値を示す。 $\delta^{15}\text{N}$ 値も最大は11.8(MGKK-12、ただし外面付着)で12より大きい数値は見られないことから、ほぼすべて陸性の植物質起源の物質に由来する可能性が高い。少なくとも海産物などの海洋リザーバー効果が疑われる試料はみられなかった。

外面付着物は燃料材のスの可能性が高いが、内面付着物34例については陸性の植物質食料の煮コゲである可能性が高いと考える。

なお、土器付着物について、同一個体の内面(a)・外面(b)それぞれについて年代値または同位体比

を測定した事例はMGMBKK-4・7・8・12・15・18・27・28・30・31・32、MGKK-12・18・38・39・61・62の17個体であるが、内外面で、同位体比または測定された炭素14年代値において大きく異なる事例はなく、内面の煮コゲ(a)・外面のスまたは吹きこぼれ(b)ともに、植物質の物質を起源とすることで矛盾はないと指摘できる。

以上の点より、北小松遺跡の縄文時代晩期を主体とする土器による煮炊きのほとんどは、植物質食料の煮炊きであった可能性が高いと言える。

(2) 年代的位置付け

大洞C1式に比定されるIAAA-191324(2880±25)は較正年代で3080～2925calBP、MGMBKK-15b(2820±20)は較正年代で2965calBP(95.4%)2865calBPと、大洞C1式に対比される年代(小林2019)として矛盾がない。大洞C2式に比定されるMGMBKK-18b(2890±25)については、較正年代で3075calBP(89.8%)2925calBPに含まれる可能性が最も大きく、年代値の上からは大洞C1式のIAAA-191324(2880±25)と近い値を示す。

上記のMGMBKK-18bを除く大洞C2式に比定されるMGMBKK-20a、IAAA-171637・171646・

表 7 北小松遺跡（平成 22 年度調査）出土土器付着物の年代測定および安定同位体比分析結果

試料名	種類	部位	土器型式	測定 ID	^{14}C	AMS $\delta^{13}\text{C}$	IRMS $\delta^{13}\text{C}$	$\delta^{15}\text{N}$ (‰)	炭素 量 (%)	窒素 量 (%)	C/N 比	報告書 (254 集) 図番号	地点 / 調査区 / 遺構・層	遺物登録 番号
MGMBKK-1b	土器付着物	胴外	大洞 A? 粗製	IAAA-171659	2417 ± 23 BP	-24.42 ± 0.23 ‰	-25.9	8.65	63.7	3.7	20.1	266 図 28	東 11 / F-70 南 / SX151F・堆積土	10Po3780
MGMBKK-3	土器付着物	口縁内	大洞 A	TKA-23937	2543 ± 20 BP	-26.8 ± 0.3 ‰						231 図 11	東 10 / F-23 南ト / VI d	10Po3267
MGMBKK-4a	土器付着物	口縁内	大洞 A	TKA-22887	2620 ± 20 BP	-26.1 ± 0.2 ‰	-25.7	6.6	53.1	5.4	11.4	283 図 1	- / F-80 / VI	10Po3690
MGMBKK-4b	土器付着物	口縁外	大洞 A	TKA-22888	2523 ± 21 BP	-27.5 ± 0.3 ‰						283 図 1	- / F-80 / VI	10Po3697
MGMBKK-5	土器付着物	胴上外	大洞 A	TKA-23938	2540 ± 21 BP	-27.1 ± 0.3 ‰	-26.5	9.7	63.5	2.7	27.5	33 図 14	東 8 / F-35 / VI a	10Po3619
MGMBKK-6	土器付着物	口縁内	大洞 A	TKA-23939	2687 ± 21 BP	-26.3 ± 0.3 ‰						231 図 18	東 10 / F-23 南ト / VI d	10Po3381
MGMBKK-7a	土器付着物	胴内	粗製	TKA-22889	2573 ± 21 BP	-27.7 ± 0.5 ‰	-28.1	5.3	50.2	3.3	17.9	237 図 9	東 10 / F-23 南二 / VI d	10Po3109
MGMBKK-7b	土器付着物	胴外	粗製	TKA-22890	2520 ± 21 BP	-26.9 ± 0.4 ‰	-26.9	7.0	47.5	2.5	22.0	237 図 9	東 10 / F-23 南二 / VI d	10Po3109
MGMBKK-8a	漆	口縁内	大洞 A'	IAAA-171657	2409 ± 26 BP	-25.40 ± 0.28 ‰	-26.8	3.58	50.2	1.8	33.5	33 図 10	東 8 / F-30 / VI c	10Po3561
MGMBKK-8b	土器付着物	口縁内	大洞 A'	TKA-22891	2466 ± 20 BP	-26.2 ± 0.4 ‰	-27.2	10.4	62.7	1.8	40.6	33 図 10	東 8 / F-30 / VI c	10Po3561
MGMBKK-9	土器付着物	胴中外	大洞 A 粗製	IAAA-171655	2473 ± 25 BP	-26.79 ± 0.23 ‰	-27.4	6.09	73.0	0.8	104.1	236 図 5	東 10 / F-23 南口 + 南 / VI d	10Po3338
MGMBKK-10	土器付着物	胴外	大洞 A'	IAAA-191330	2533 ± 24 BP	-27.60 ± 0.28 ‰	-26.9	8.6	54.8	2.3	27.8	234 図 9	東 10 / F-23 南ト / VI d	10Po3380
MGMBKK-11	土器付着物	口縁内	大洞 A	IAAA-171654	2536 ± 23 BP	-25.66 ± 0.30 ‰	-26.2	6.03	67.8	5.9	13.4	226 図 7	東 10 / F-23 南ト / VI d	10Po3238
MGMBKK-12a	土器付着物	口縁内	大洞 A	TKA-22892	2563 ± 22 BP	-27.3 ± 0.5 ‰	-26.5	5.4	56.3	5.5	12.1	226 図 5	東 10 / F-23 南口 / VI d	10Po3040
MGMBKK-12b	土器付着物	口縁外	大洞 A	IAAA-171653	2516 ± 24 BP	-25.53 ± 0.28 ‰	-26.3	8.87	62.2	3.5	20.6	226 図 5	東 10 / F-23 南口 / VI d	10Po3040
MGMBKK-13b	土器付着物	口縁外	弥生前~中	IAAA-171651	2252 ± 22 BP	-26.09 ± 0.29 ‰	-27.4	8.17	72.0	1.3	66.3	235 図 7	東 10 / F-23 南イ + 南 / VI d	10Po2912
MGMBKK-14	土器付着物	口縁内	大洞 C2-A	IAAA-191325	2790 ± 25 BP	-25.579 ± 0.25 ‰	-25.5	9.87	63.0	5.6	13.1	239 図 11	東 10 / F-23 西 / VI b・d	10Po2821
MGMBKK-15a	土器付着物	胴内	大洞 C1	IAAA-171649	2801 ± 25 BP	-28.39 ± 0.29 ‰	-27.4	8.13	60.5	8.6	8.2	89 図 12	東 9 / F-23Cb / VI e3	10Po2558
MGMBKK-15b	土器付着物	胴外	大洞 C1	TKA-22893	2819 ± 21 BP	-27.4 ± 0.3 ‰						89 図 12	東 9 / F-23Cb / VI e3	10Po2558
MGMBKK-16	土器付着物	口縁外	大洞 A	TKA-23940	2609 ± 21 BP	-29.7 ± 0.2 ‰						231 図 9	東 10 / F-23 南イ + 南 / VI d1・2	10Po2982
MGMBKK-18a	土器付着物	胴内	大洞 C2	IAAA-171645	2946 ± 24 BP	-27.47 ± 0.25 ‰	-26.9	4.6	65.7	4.6	16.6	99 図 8	東 9 / F-23Da / VI d	10Po2328
MGMBKK-18b	土器付着物	口縁外	大洞 C2	TKA-23870	2888 ± 25 BP	-23.5 ± 0.3 ‰						99 図 8	東 9 / F-23Da / VI d	10Po2328
MGMBKK-20a	土器付着物	口縁内	大洞 C2	IAAA-171638	2589 ± 25 BP	-24.45 ± 0.30 ‰	-26.2	8.7	64.1	5.3	14.1	124 図 13	東 9 / F-23Fa / VI c3	10Po1739
MGMBKK-22	土器付着物	胴内	大洞 A	TKA-23941	2563 ± 20 BP	-25.3 ± 0.2 ‰	-25.3	3.8	56.0	3.9	16.7	108 図 11	東 9 / F-23Eb / VI c7	10Po2140
MGMBKK-23	土器付着物	胴内	大洞 A	IAAA-171644	2534 ± 23 BP	-27.38 ± 0.31 ‰	-26.6	5.87	70.1	4.6	17.9	110 図 2	東 9 / F-23Eb+Fa / VI c7	10Po2131
MGMBKK-25	土器付着物	口縁内	大洞 A	IAAA-171641	2612 ± 25 BP	-26.31 ± 0.23 ‰	-26.4	7.75	58.6	6.4	10.7	118 図 3	東 9 / F-23Fa / VI c4-6	10Po1917
MGMBKK-27a	土器付着物	胴内	大洞 A'				-27.4	4.9	66.8	3.0	25.7	149 図 2	東 9 / F-23Fb / VI b1	10Po524
MGMBKK-27b	土器付着物	胴外	大洞 A'	TKA-22895	2470 ± 20 BP	-26.4 ± 0.2 ‰	-26.4	9.7	48.6	2.6	22.0	149 図 2	東 9 / F-23Fb / VI b1	10Po524
MGMBKK-28a	土器付着物	胴内	大洞 A 粗製	TKA-22896	2526 ± 22 BP	-27.5 ± 0.5 ‰	-28.4	5.9	61.7	5.9	12.1	157 図 20	東 9 / F-23F / VI a	10Po105
MGMBKK-28b	土器付着物	胴外	大洞 A 粗製	IAAA-171630	2515 ± 25 BP	-28.25 ± 0.28 ‰	-27.1	7.95	63.5	4.9	15.1	157 図 20	東 9 / F-23F / VI a	10Po105
MGMBKK-29	土器付着物	口縁内	大洞 A	TKA-23942	2557 ± 23 BP	-25.0 ± 0.4 ‰	-26.5	4.8	60.6	5.2	13.5	161 図 4	東 9 / F-23 / 排土	10Po154
MGMBKK-30a	土器付着物	胴内	粗製				-26.7	5.7	62.3	3.2	22.5	158 図 4	東 9 / F-23Fb+F / VI a	10Po207
MGMBKK-30b	土器付着物	胴外	粗製	IAAA-171631	2454 ± 25 BP	-27.43 ± 0.21 ‰	-26.7	11.0	69.5	1.9	42.3	158 図 4	東 9 / F-23Fb+F / VI a	10Po207
MGMBKK-31a	土器付着物	胴内	大洞 A'	IAAA-171633	2476 ± 25 BP	-26.31 ± 0.22 ‰	-26.7	4.43	62.3	6.5	11.1	149 図 14	東 9 / F-23Fb / VI b1	10Po547
MGMBKK-31b	土器付着物	胴外	大洞 A'	TKA-22897	2502 ± 21 BP	-26.9 ± 0.2 ‰	-26.8	7.3	51.8	2.0	30.2	149 図 14	東 9 / F-23Fb / VI b1	10Po547
MGMBKK-32a	土器付着物	口縁内	大洞 A'	IAAA-191322	2661 ± 24 BP	-28.62 ± 0.24 ‰	-27.4	8.0	62.5	8.9	8.2	149 図 13	東 9 / F-23Fb / VI b1	10Po555
MGMBKK-32b	土器付着物	口縁外	大洞 A'	TKA-22894	2489 ± 20 BP	-27.4 ± 0.4 ‰	-27.2	7.3	45.2	3.9	13.4	149 図 13	東 9 / F-23Fb / VI b1	10Po555
MGKK-12a	土器付着物	胴内	大洞 A-A'	TKA-22826	2429 ± 30 BP	-26.4 ± 0.7 ‰						-	東 9 / F-23F-G / VI イカク	-
MGKK-12b	土器付着物	胴外	大洞 A-A'				-26.5	11.8	66.7	2.2	35.0	-	東 9 / F-23F-G / VI イカク	-
MGKK-18a	土器付着物	胴内	大洞 A				-27.7		6.3	0.4	17.5	-	東 10 / F-23 南二 / V	-
MGKK-18b	土器付着物	胴外	大洞 A	TKA-24191	2464 ± 22 BP	-28.9 ± 0.7 ‰	-26.3	8.93	64.7	3.2	23.7	-	東 10 / F-23 南二 / V	-
MGKK-38a	土器付着物	胴内	大洞 A				-25.3	10.0	48.7	4.7	12.2	-	東 10 / F-23 西 / VI b・d	-
MGKK-38b	土器付着物	胴外	大洞 A	TKA-24192	2487 ± 22 BP	-29.6 ± 0.8 ‰	-26.8	7.31	67.3	2.6	30.7	-	東 10 / F-23 西 / VI b・d	-
MGKK-39a	土器付着物	口縁内	大洞 A-A'				-27.2	4.97	55.4	4.3	14.9	-	東 9 / F-23A-北 / VI イカク	-
MGKK-39b	土器付着物	口縁外	大洞 A-A'	TKA-24193	2436 ± 22 BP	-26.5 ± 0.8 ‰	-26.4	5.84	58.2	4.3	15.7	-	東 9 / F-23A-北 / VI イカク	-
MGKK-52	土器付着物	口縁外	大洞 A'	TKA-24194	2444 ± 21 BP	-22.8 ± 0.7 ‰	-24.7	4.75	61.2	5.4	13.3	-	東 9 / F-23Fa / VI a	-
MGKK-56	土器付着物	口縁内	大洞 A	TKA-24195	2521 ± 22 BP	-26.5 ± 0.8 ‰	-26.0	8.0	58.8	5.3	13.0	-	東 9 / F-23Ga / VI c1-2	-
MGKK-61a	土器付着物	口縁内	大洞 A'				-26.8	4.0	67.7	3.4	23.3	-	東 9 / F-23Eb / VI b2	-
MGKK-61b	土器付着物	口縁外	大洞 A'				-26.6	6.4	70.2	3.2	25.9	-	東 9 / F-23Eb / VI b2	-
MGKK-62a	土器付着物	口縁内	大洞 A-A'	TKA-22827	2435 ± 29 BP	-27.5 ± 0.6 ‰	-26.8	6.0	61.9	4.6	15.7	-	東 9 / F-23Ga / VI b2	-
MGKK-62b	土器付着物	口縁外	大洞 A-A'				-25.5	6.9	65.6	4.5	17.2	-	東 9 / F-23Ga / VI b2	-
IAAA#8813-3	アスファルト	底内	不明	IAAA-171632	26326 ± 103 BP	-21.86 ± 0.23 ‰						150 図 10	東 9 / F-23Ga / VI b1	10Po442
IAAA#8813-5	アスファルト	胴~底内	大洞 A	IAAA-171634	28992 ± 119 BP	-22.51 ± 0.30 ‰						139 図 15	東 9 / F-23Eb / VI b2	10Po763
IAAA#8813-6	土器付着物	口縁外	大洞 C2-A	IAAA-171635	2498 ± 25 BP	-25.83 ± 0.26 ‰	-25.3	7.74	51.3	4.6	12.9	140 図 2	東 9 / F-23Ea / VI b2	10Po954
IAAA#8813-7	土器付着物	口縁外	大洞 A-A'	IAAA-171636	2453 ± 23 BP	-26.73 ± 0.24 ‰	-26.7	6.44	63.0	3.7	20.0	134 図 21	東 9 / F-23Ga / VI c1	10Po1480
IAAA#8813-8	土器付着物	口縁外	大洞 C2	IAAA-171637	2485 ± 24 BP	-27.60 ± 0.28 ‰	-26.7	8.57	65.1	2.7	27.8	128 図 12	東 9 / F-23Fa / VI c2	10Po1618
IAAA#8813-10	土器付着物	口縁内	大洞 C2-A	IAAA-171639	2553 ± 25 BP	-25.47 ± 0.28 ‰	-25.5	4.68	41.5	4.2	11.7	126 図 1	東 9 / F-23Eb / VI c3	10Po1776
IAAA#8813-11	漆	口縁内	不明	IAAA-171640	2466 ± 26 BP	-32.24 ± 0.28 ‰						123 図 4	東 9 / F-23Fa / VI c4-6	10Po1888
IAAA#8813-13	漆	胴内	大洞 A	IAAA-171642	2454 ± 24 BP	-30.96 ± 0.27 ‰						120 図 17	東 9 / F-23Eb / VI c4-6	10Po2077
IAAA#8813-14	土器付着物	胴内	大洞 C2-A	IAAA-171643	2542 ± 28 BP	-26.30 ± 0.36 ‰	-25.5	6.39	59.5	6.3	11.0	107 図 14	東 9 / F-23Eb+Fa / VI c7	10Po2128
IAAA#8813-17	土器付着物	口縁外	大洞 C2	IAAA-171646	2777 ± 25 BP	-28.04 ± 0.21 ‰	-28.7	7.64	64.4	5.0	15.0	99 図 4	東 9 / F-23Cb / VI d	10Po2383
IAAA#8813-18	土器付着物	胴外	大洞 C2	IAAA-171647	2517 ± 26 BP	-25.32 ± 0.26 ‰	-25.8	5.41	45.7	5.0	10.7	94 図 7	東 9 / F-23Db / VI e1	10Po2482
IAAA#8813-19	土器付着物	口縁内	大洞 C2	IAAA-171648	2772 ± 24 BP	-27.68 ± 0.29 ‰	-27.9	7.4	64.7	6.1	12.3	92 図 8	東 9 / F-23Db / VI e2	10Po2506
IAAA#8813-21	土器付着物	胴内	大洞 C2-A	IAAA-171650	2658 ± 24 BP	-24.33 ± 0.27 ‰	-25.5	8.91	56.6	6.1	10.9	239 図 10	東 10 / F-23 西 / VI b・d	10Po2845
IAAA#8813-23	土器付着物	口縁外	大洞 C2-A	IAAA-171652	2548 ± 25 BP	-24.04 ± 0.23 ‰	-25.2	8.3	56.2	5.1	13.0	224 図 7	東 10 / F-23 南イ / VI d2	10Po3022
IAAA#8813-27	土器付着物	胴外	大洞 C2	IAAA-171656	2757 ± 24 BP	-25.56 ± 0.32 ‰	-26.9	7.45	62.6	1.6	47.1	35 図 3	東 8 / F-29 / VI	10Po3435
IAAA#8813-29	土器付着物	口縁外	不明	IAAA-171658	2264 ± 23 BP	-24.92 ± 0.27 ‰	-25.8	8.78	63.3	3.7	19.8	236 図 3	東 10 / F-23 南ハ / VI d	10Po3068
IAAA#9910-1	土器付着物	口縁内	大洞 A'	IAAA-191320	2633 ± 24 BP	-26.67 ± 0.23 ‰	-26.1	6.67	60.1	4.9	14.3	157 図 11	東 9 / F-23F / VI a	10Po138
IAAA#9910-2	土器付着物	口縁内	大洞 A'	IAAA-191321	2598 ± 25 BP	-29.76 ± 0.25 ‰	-27.8	6.45	62.1	7.3	10.0	156 図 16	東 9 / F-23G / VI a	10Po253
IAAA#9910-4	土器付着物	口縁内	大洞 A	IAAA-191323	2653 ± 25 BP	-27.81 ± 0.30 ‰	-26.4	7.12	61.7	6.4	11.3	129 図 1	東 9 / F-23Fa / VI c2・3	10Po1826
IAAA#9910-5	土器付着物	口縁外	大洞 C1	IAAA-191324	2879 ± 26 BP	-26.12 ± 0.27 ‰	-26.7	6.83	51.4	2.7	22.0	114 図 8	東 9 / F-23Fa / VI c4-6	10Po1902
IAAA#9910-7	土器付着物	口縁内	大洞 C2-A	IAAA-191326	2620 ± 24 BP	-26.36 ± 0.32 ‰	-25.9	6.22	51.8	5.2	11.7	117 図 15	東 9 / F-23Eb / VI c4-6	10Po2044
IAAA#9910-8	土器付着物	口縁内	大洞 A	IAAA-191327	2635 ± 24 BP	-26.01 ± 0.29 ‰	-26.6	9.92	51.1	3.1	19.4	117 図 13	東 9 / F-23Eb / VI c4-6	10Po2057
IAAA#9910-9	土器付着物													

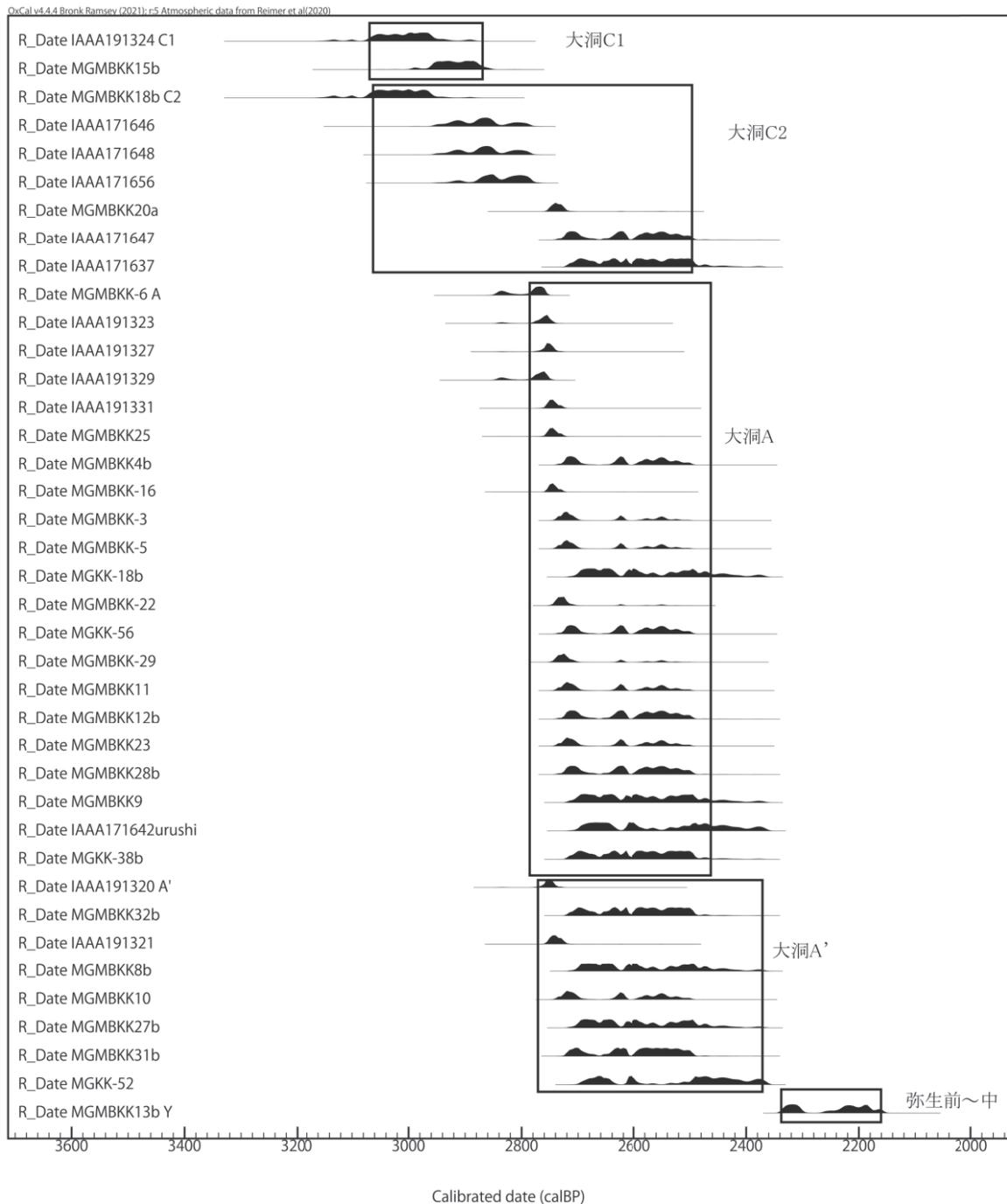


図7 土器附着物の土器型式順に並べた較正年代 ※内外面附着物については外面附着物の測定値を提示

171648・171656・171647・171637 は、大きく2つの年代グループに分かれる。古い一群は IAAA-171646 (2775 ± 25)・171648 (2770 ± 25)・171656 (2755 ± 25) で、較正年代で 2950 ~ 2775cal BP に含まれる。新しい方の一群は MGMBKK-20a (2590 ± 25)・171637 (2485 ± 25)・171647 (2515 ± 25) で、較正年代では MGMBKK-20a が 2760 ~ 2710cal BP、IAAA-171647 が 2730 ~ 2495cal BP、IAAA-171637 が

2720 ~ 2465cal BP と、後述する大洞 A 式に比定される年代を含んでいる。型的に時期差が認められるか検討が必要である。

大洞 A 式に比定される MGMBKK-3・4・5・6・9・11・12・16・22・23・25・28・29、MGKK-18・38・56、IAAA-191323・191327・191329・191331、漆である IAAA-171642 については、年代では大きく2つに分かれる。やや古い MGMBKK-6 (2685 ± 25)・16 (2610 ± 20)

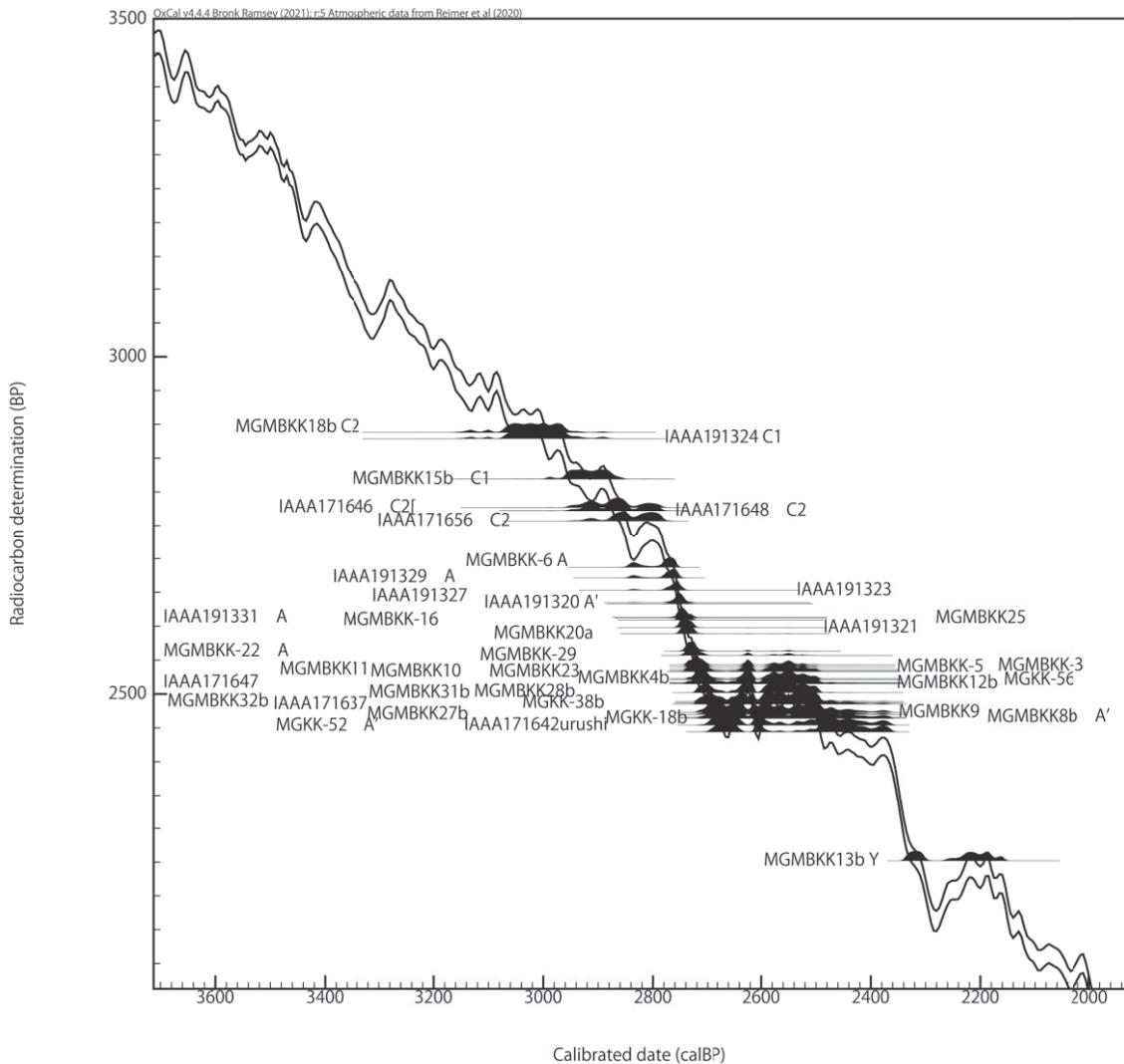


図8 測定値と較正曲線 (IntCal20)

・ 25 (2610 ± 25)、IAAA-191323 (2655 ± 25)
 ・ 191327 (2635 ± 25)・ 191329 (2670 ± 25)・
 191331 (2615 ± 25)はおおむね $2655 \sim 2700^{14}\text{C}$
 BP 付近の測定値で、較正年代では $2790 \sim$
 2720cal BP 付近を含む。この年代は較正曲線が落
 ち込むところである特性から、ピンポイントに年代
 が絞り込みやすい年代であり、これまでの測定では
 岩手県九年橋遺跡などの大洞 C2～A 式、大洞 A1
 式土器に比定される試料が相当するが多い (小
 林 2019)。

新しいグループとしては、MGMBKK-4 (b: 2525
 ± 20)・ 9 (2475 ± 25)・ 11 (2535 ± 25)・ 12 (b:
 2515 ± 25)・ 23 (2535 ± 25)・ 28 (b: 2515 ± 25)、
 MGKK-18 (b: 2465 ± 20)・ 38 (b: 2485 ± 20)・ 56
 (2520 ± 20)、漆である IAAA-171642 (2455 ± 25)
 が相当する。MGMBKK-3 (2545 ± 20)・ 5 ($2540 \pm$

20)・ 22 (2565 ± 20)・ 29 (2555 ± 25) は両者の中
 間でわずかに新しい年代値であるが、較正曲線が横
 に寝る時期 (いわゆる「 2400 年問題」に当たる
 時期) で、細かな年代差は弁別が難しく、ここ
 では新しいグループとして一括する。較正年代とし
 ては $2740 \sim 2520\text{cal BP}$ と幅広い年代が可能性とし
 て示される。

なお、MGMBKK-4 は内面付着の a が較正年代で
 2760cal BP (95.4%) 2730cal BP と大洞 C2 式から
 大洞 A 式の年代を示すが、同じ土器の外表面付着の b
 (2525 ± 20) は $2730 \sim 2495\text{cal BP}$ とやや新しい
 年代を示す。内面付着物に若干のリザーバー効果が
 影響を与えている可能性もあり、例えばわずかな海
 産物が混和された食材を煮込んだ際の煮コゲなどの
 可能性について検討する必要があるが、現段階では
 検討材料が不足している。

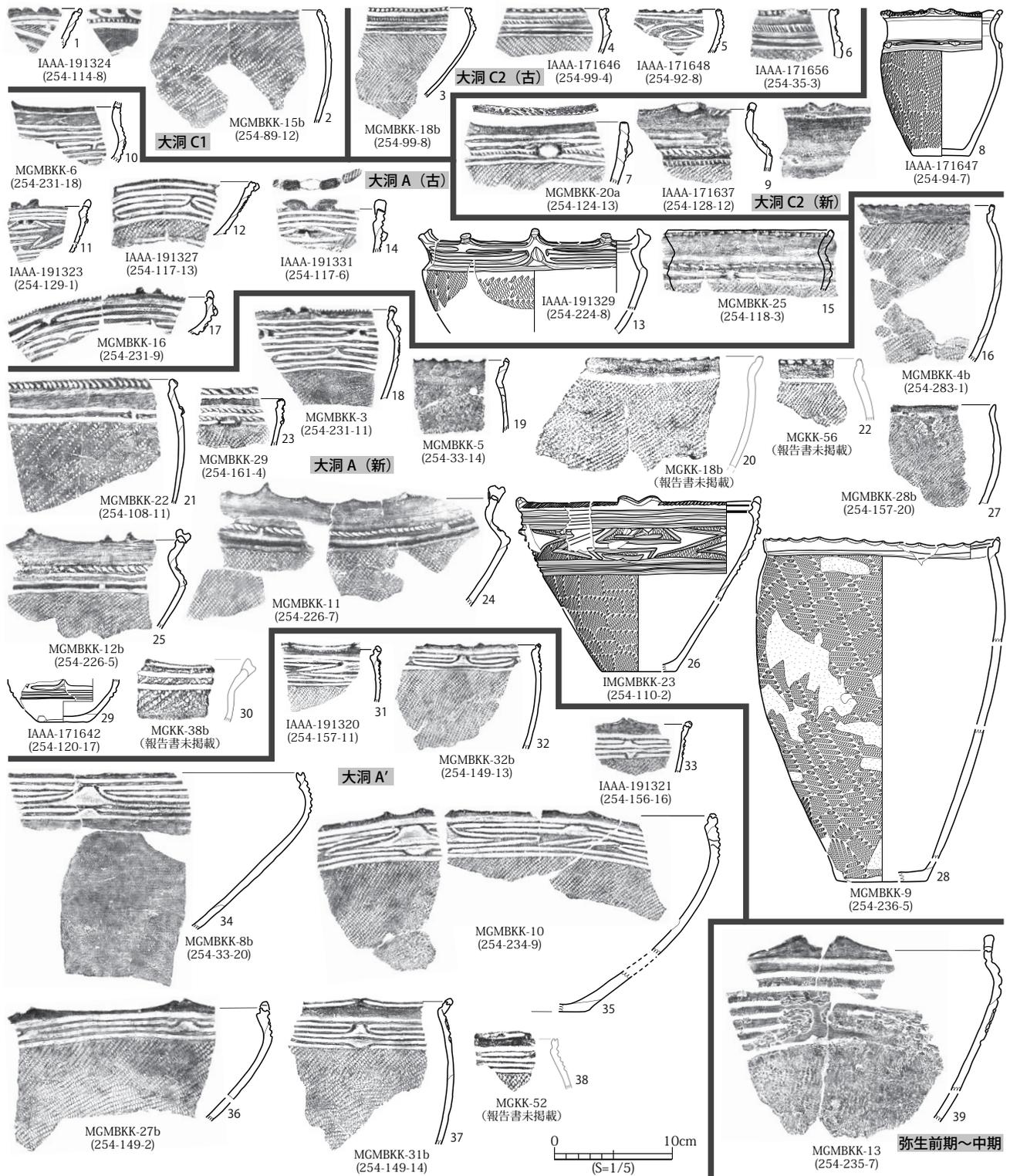


図9 北小松遺跡（平成22年度調査）年代測定資料 ※各型式のグループは本文に対応。型式名は表7に対応。

粗製土器である MGMBKK-7 は MGMBKK-4 に次ぐやや古い年代を示し、大洞 C2 式から大洞 A1 式にかけての年代に比定される可能性がある。

大洞 A' 式に比定される MGMBKK-8 (b: 2465 ± 20) ・ 10 (2535 ± 25) ・ 27 (b: 2470 ± 20) ・ 31 (b: 2500 ± 20) ・ 32 (b: 2490 ± 20)、MGKK-52 (2445

± 20)、IAAA-19320 ・ 19321 も 2 つに区分される可能性はある。やや古く大洞 A 式に近い IAAA-191320 (2635 ± 25) ・ 191321 (2600 ± 25) とそれ以外のグループに分かれる可能性がある。しかしながら、上述のように、「2400 年問題」と称されるように当該時期の年代差は検討しにくい時期に当た

り、これらの年代も較正年代の上では大洞 A 式期の試料の年代と区分することはできない。

大洞 A ~ A' 式と想定される MGKK-12 (a: 2430 ± 30)・39 (b: 2435 ± 20)・62 (a: 2435 ± 30) はやや新しく、較正年代で 2500cal BP 年代から 2350cal BP の間に含まれる年代で、晩期終末~弥生時代前期末の大洞 A' 式期を中心とした時期に比定される年代である。このあたりは過去における炭素 14 の生成量が長期にわたり変動しており、「2400 年問題」と称される細かな年代を比定しにくい時期に当たる。今後も測定例を増やして検討していく必要がある。

東北地方の縄文時代晩期の大洞式土器については、青森県是川遺跡群、岩手県九年橋遺跡など北上市内の遺跡、岩手県大橋遺跡や金附遺跡、さらには秋田県内や山形県内の遺跡群の測定結果を集計し、下記のような型式別の推定年代を仮設している（小林 2019）。

- B1 期 大洞 B 式 3220 ~ 3100cal BP
(1270-1150 cal BC) ころ
- B2 期 大洞 B-C 式 3100 ~ 2990cal BP
(1150-1040 cal BC) ころ
- B3 期 大洞 C1 式 2990 ~ 2880cal BP
(1040-930 cal BC) ころ
- B4 期 大洞 C2 式 2880 ~ 2680cal BP
(930-730 cal BC) ころ
- B5 期 大洞 A 式 2680 ~ 2460cal BP
(730-510 cal BC) ころ
- B6 期 大洞 A' 式 2460 ~ 2385cal BP
(510-435 cal BC) ころ
- 弥生前期末 砂沢式・青木畑式
2400 ~ 2305cal BP
(450-355 cal BC) ころ

北小松遺跡の土器付着物は、大きくは上記の年代比定と重なる部分が多い。

縄文時代各段階の実年代比定については、測定事例の土器型式比定を検証しつつ、地域差などを勘案して検討していく必要があることと、IntCal が 20 に改訂されたことを受けて、再検討をおこなっていないかなくてはならないと考えている。北小松遺跡の事

例は、同一遺跡で大量に測定をおこなうことができ、かつ海洋リザーバー効果の影響を考慮する必要性が低いことが利点であると言える。大きくはこれまでの型式別年代比定と合致するが、「2400 年問題」と称される 2700 ~ 2400cal BP ころの細かな年代差を求めにくい特性から、今後年輪の読める出土木材を用いたウイグルマッチングや酸素同位体比による高精度年代体系化を検討していく必要がある。

弥生時代前期~中期に位置づけられる試料は MGMBKK-13b の 1 点のみであるが、 $2250 \pm 25^{14}\text{C}$ BP と上記の縄文時代晩期資料群よりも明らかに新しい年代で、較正年代では 2340 (33.5%) 2300cal BP または 2260 (62.0%) 2155cal BP に含まれる年代で、弥生時代中期に属する年代と捉えられる（小林 2009）。

9. 大洞 C2 ~ A 式における土器の変遷

北小松遺跡出土土器付着物の AMS 年代測定から、大洞 C1 式から大洞 A 式までの較正年代をおおむね確認し（図 7・8）、また、大洞 C2 式や A 式では、較正年代で新旧 2 グループにそれぞれ分かれることも確認した。ここで、遺物包含層での層位的出土状況や土器の型式学的検討を加えて、これらの時期における土器の変遷について検討する。

(1) 大洞 C2 式土器

大洞 C2 式は、発掘調査報告書（宮城県教育委員会 2021a）では 2 段階に区分しており、本稿資料の主体をなす東 9 地点（以下、本地点とする）では、古段階が VI e 層、新段階が VI e ~ VI d 層に相当する。

年代測定を実施した大洞 C2 式土器のうち、古いグループの出土層の最下層は、本地点の VI e2 層（図 9-5）である。この土器には、大洞 C2 式の古い段階から見られる装飾とされる C 字状文（須藤編 2007）が施される。半精製の深鉢や鉢（同図 3・4・6）は、平坦口縁で口唇部に沈線を施し、外反する端部には細かな刻み目を施す装飾が共通する。このような装飾要素をもつ半精製土器は、本地点では VI e2 層から出現し、大洞 C2 式古段階に特徴的に見られる雲形文（VII b 類）と共伴する（図 10・11）。

一方で、新しいグループの出土層の最下層は VI

e1層(図9-8)であり、古いグループより層位的にも上位に位置づけられる。この土器にはメガネ状浮文(VIII類)が施されている。メガネ状浮文は、本地点ではVI e1層からVI c3層まで見られる装飾であり(図10)、雲形文(VII b類)よりも後出のものである。また、この土器を含む新しいグループの口縁部(図9-7~9)は、細かな刻み目が施されるものの、より上方を向き、沈線を伴わない点において古いグループとの差異が認められる。

以上から、2つグループの土器群には型式学的な差異が確認され、これらは東9地点において層位的な前後関係が認められることから、較正年代による差はこれらを反映しているものと考えられる。

(2) 大洞 A 式土器

大洞 A 式は、発掘調査報告書(宮城県教育委員会 2021a)では3段階に区分し、東9地点では古段階がVI d~VI c7-13層、中段階がVI c7-13~VI c4-6層、新段階がVI c4-6~VI c2-3層となる。

較正年代により分けられた各グループの土器型式に着目すると、いずれのグループにおいてもπ字文(匹字文、IX類)および工字文(X類)が存在する(図9)が、古いグループで工字文がやや目立つ。各類型の層位別出現状況(図10)を見ると、工字文がより下位のVI d層から出現する³⁾ことから、較正年代のグループとおおむね整合するものと考えられる。

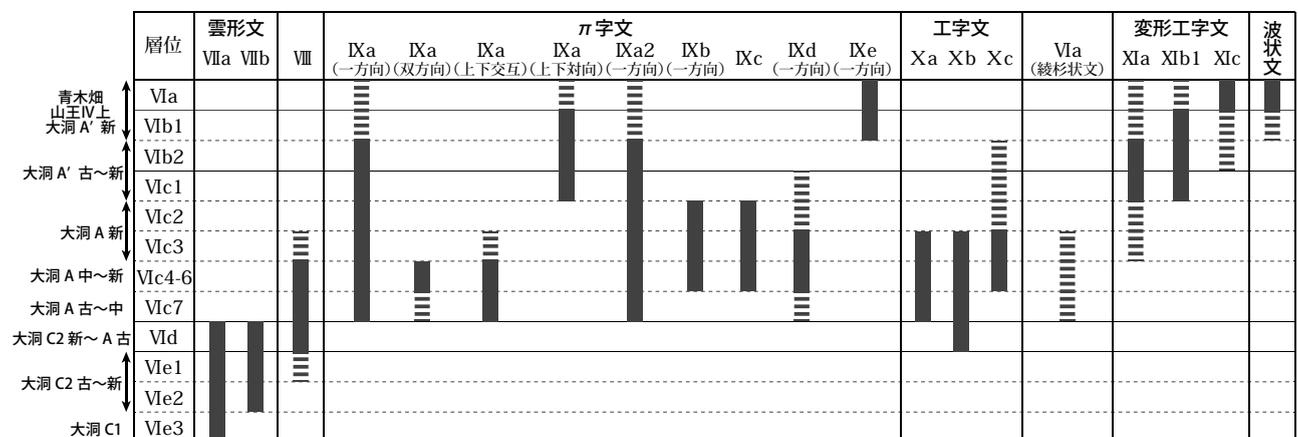
なお、大洞 A 式の装飾の主体をなす工字文およびπ字文は、いずれも層位的な変化が捉えられる。

工字文ではVI c7-13層で磨消縄文による帯状のもの(図11-18)、VI c4-6層では工字部に斜位の隆線が付くもの(同図8・9)が出現する。π字文ではVI c4-6層で瘤状のものが付くもの(同図6)が見られるようになる。さらに、その上位のVI c2-3層では変形工字文(XI類、同図3~5)が出現し、これに類似するπ字文(同図1・2)も見られる。

一方で、較正年代による新旧いずれのグループにも属する装飾も確認される(例えば帯状の工字文である図9-11・14と26)。図10に示したように、各装飾類型の出土は複数の層準にまたがるものが多い。埋没後の遺物の二次的な移動も考慮する必要があるが、同じ装飾の年代幅が広いことも確認されることから、装飾の存続期間に一定の長さがあり、これに伴って複数の装飾の土器が並行して製作・使用されたことも十分に考えられる。年代差や層位的出土状況を踏まえ、複数の類型の組み合わせを検討して土器の変遷を捉えていく必要があると考える。

10. おわりに

北小松遺跡出土遺物のAMS炭素14年代測定から、大洞 C1 式から大洞 A 式の年代がおおむね判明した。これをもとに、東9地点における土器の層位的・型式学的変遷を組み合わせ、大洞 C2~A 式における変遷過程を捉えた。特に大洞 A 式では、複数の装飾類型が時期を違えて出現し、その組み合わせを変化させながら推移していく可能性を考え



・ローマ数字は発掘調査報告書で設定した装飾類型である(宮城県教育委員会 2021a)。
 ・図中の太いグレー実線は各類型が多く出現する範囲、太いグレー破線は各類型がわずかに出土する範囲。いずれも本来の出土層準と判断される範囲である。
 ・遺物包含層堆積の性質上、本来の出土層準よりも上位から遺物が出土することはよくある現象である。したがって、出現のピークを過ぎた範囲については、本来の出土層準から移動したものと判断し、太い実線/破線は記入していない。

図10 北小松遺跡東9地点における各装飾類型の出現状況
 (宮城県教育委員会 2021a を一部改変)

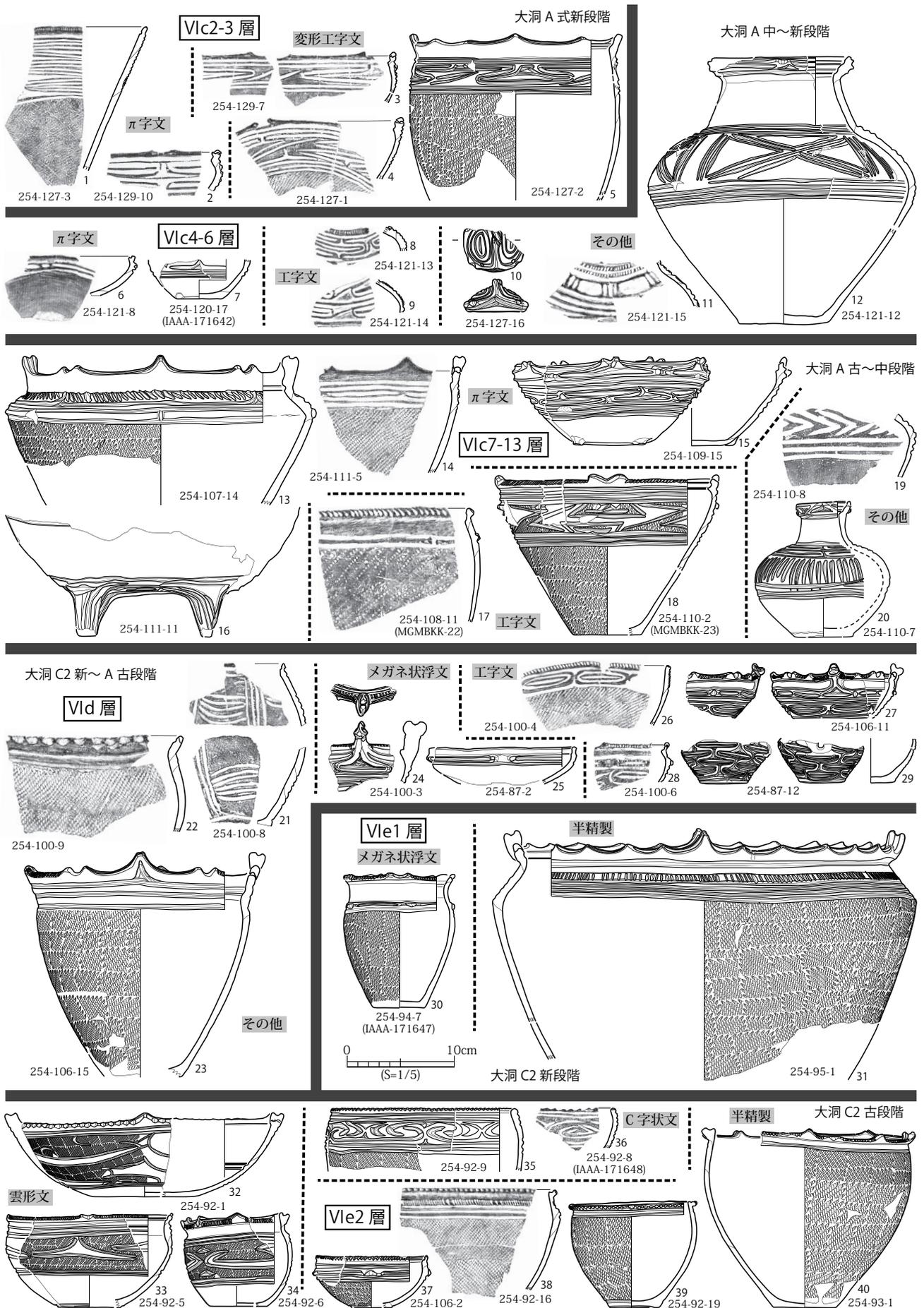


図 11 北小松遺跡東 9 地点における土器の層位別出土状況 (VI e2 層~VI c2・3 層)
 ※各装飾が出現する層準を表している (図 10 に対応)。ただし、わずかに出土するものを除く。

た。今後測定数や地点数を増やして、年代測定と層位的出土例を組み合わせた検討を行う必要がある。

本稿は 1・2・9・10 節を小野、3 から 8 節を小林がおもに執筆した。また、4 から 6 節は、東京大学測定試料について東京大学総合研究博物館放射性炭素年代測定室が報告した稿に、小林が前処理の状況および年代的考察を追記し、まとめ直した稿である。測定は 2020 年度日本学術振興会科学研究費助成事業（基盤 B）「東アジア新石器文化の実年代体系化による環境変動と生業・社会変化過程の解明」（研究代表者小林謙一 課題番号 18H00744）、2021 年度学術変革領域研究 (A) 計画研究 B02 班「土器型式と栽培植物の高精度年代体系構築」（研究代表者小林謙一 領域番号 20H05814）および MBKK とした試料については、ひらめきときめきサイエンス 2020 年度・2021 年度科学研究費助成事業（科学研究費補助金）（研究成果公開 促進費）（研究成果公開発表（B））「君も考古学の最新研究に挑戦！縄文土器を研究する・年代を測る」（代表小林謙一）の経費による。試料前処理には国立歴史民俗博物館坂本稔、箱崎真隆、山本絵里、AMS・IRMS 測定には東京大学米田穰教授、尾寄大真および大森貴之特任研究員、ひらとき事業には中央大学および西本志保子、金子悠人、田代直也、柴田実季、小林尚子ほか各氏および参加者の教示・協力を戴いた。

【註】

- 1) 本稿では「縄文」の標記で統一する。
- 2) 北小松遺跡出土土器の型式学的な時期区分は、宮城県北部地域における先行事例である栗原市山王団遺跡における調査成果（伊東・須藤 1985）および、これをもとに設定された須藤隆による変遷案（須藤 1983・1996）を参考とした。
- 3) π 字文は VI d 層からも出土しているが、工字文と異なりわずかな出土にとどまる。

【引用文献】

伊東信雄・須藤 隆 1985 『山王団遺跡調査図録』宮城県一迫町教育委員会
大森貴之・山崎孔平・椛澤貴行・板橋 悠・尾寄大真・米田 穰 2017 「微量試料の高精度放射性炭素年代測定」第 20 回 AMS シンポジウム
(株) 加速器分析研究所 2021 「北小松遺跡における放

射性炭素年代 (AMS 測定) および炭素・窒素安定同位体比分析」(1) (2) 『北小松遺跡』第 2 分冊分析編 宮城県文化財調査報告書第 254 集 宮城県教育委員会 pp. 181-219

- 小林謙一 2009 「近畿地方以東の地域への拡散」『弥生農耕のはじまりとその年代』新弥生時代のはじまり 第 4 巻 西本豊弘 (編) 雄山閣 pp. 55-82
小林謙一 2019 『縄文時代の実年代講座』同成社
小林謙一・東京大学総合研究博物館放射性炭素年代測定室 2021 「北小松遺跡出土土器付着物の炭素 14 年代測定・同位体比」『北小松遺跡』第 2 分冊分析編 宮城県文化財調査報告書第 254 集 宮城県教育委員会 pp. 229-238
須藤 隆 1983 「東北地方の初期弥生土器—山王Ⅲ層式—」『考古学雑誌』68-3 pp. 1-53
須藤 隆 1996 「亀ヶ岡文化の発展と地域性」『日本文化研究所研究報告別巻』33 東北大学日本文化研究所 pp. 93-132
須藤 隆 (編) 2007 『東日本縄文・弥生時代集落の発展と地域性』東北大学大学院文学研究科
宮城県教育委員会 2021a 『北小松遺跡』宮城県文化財調査報告書第 254 集
宮城県教育委員会 2021b 『北小松遺跡ほか』宮城県文化財調査報告書第 255 集
Bronk Ramsey, C. 2009. Bayesian analysis of radiocarbon dates. *Radiocarbon* 51 (4), 337-360.
Omori, T., Yamazaki, K., Itahashi, Y., Ozaki, H., Yoneda, M. 2017. Development of a simple automated graphitization system for radiocarbon dating at the University of Tokyo. *The 14th International Conference on Accelerator Mass Spectrometry*.
Reimer, P. J., Austin, W. E. N., Bard, E., Bayliss, A., Blackwell, P. G., Bronk Ramsey, C., Butzin, M., Cheng, H., Edwards, R. L., Friedrich, M., Grootes, P. M., Guilderson, T. P., Hajdas, I., J Heaton, T., Hogg, A. G., Hughen, K. A., Kromer, B., Manning, S. W., Muscheler, R., Palmer, J. G., Pearson, C., J. van der Plicht, C., Reimer, R. W., Richards, D. A., Scott, E. M., Southon, J. R., Turney, C. S. M., Wacker, L., Adolphi, F., Büntgen, U., Capano, M., Fahrni, S. M., Fogtmann-Schulz, A., Friedrich, R., Köhler, P., Kudsk, S., Miyake, F., Olsen, J., Reinig, F., Sakamoto, M., Sookdeo, A., Talamo, S. 2020. The IntCal20 Northern hemisphere radiocarbon age calibration curve (0–55 cal kBP). *Radiocarbon* 62 (4), 725-757.
Sakamoto, M. et al. 2004. An Automated AAA preparation system for AMS radiocarbon dating. *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research B* 223-224: 298-301.
Stuiver, M., and Polach, H. A. 1977. Discussion: Reporting of ^{14}C data. *Radiocarbon* 19 (3), 355-363.

宮城県北小松遺跡出土人骨の NGS によるミトコンドリア DNA 解析

相原 淳一・小野 章太郎 (東北歴史博物館)
安達 登 (山梨大学)・神澤 秀明 (国立科学博物館)

- | | |
|------------------|--------------------------------|
| 1. はじめに | 3. 出土人骨の NGS によるミトコンドリア DNA 解析 |
| 2. 北小松遺跡の概要と調査人骨 | 4. おわりに |

1. はじめに

2020 年度に東北地方における縄文時代晩期から弥生時代にかけての社会変動を考える上で、人骨のミトコンドリア DNA 解析は高い有効性があると考え、山梨大学法医学講座に共同研究を申し出た。特に東北地方の縄文晩期末から弥生初頭にかけては、岩手県熊穴洞穴 (岩手県立博物館 1985) の分析例 (安達ほか 2008) があるのみで、宮城県大崎市北小松遺跡の集団墓に埋葬された人骨のミトコンドリア DNA 解析は東北地方における弥生時代の成り立ちを解明する大きな契機となることが期待された。

試料採取にあたり、人骨の目立たぬ部位とすること、高解像度の写真を記録として残すこと、試料採取箇所は修復すること、研究成果の公表は当館研究紀要とすることを山梨大学医学部法医学講座と協定し、共同研究を行った。

2020 年 4 月 6 日に、北小松遺跡出土人骨のミトコンドリア DNA 解析のための悉皆的な調査を行った。北小松遺跡は内陸遺跡であるだけに、人骨がかろうじて残存している状況で、ほとんどすべての人骨が分析に堪えないことが判明した。SK46 土壇墓埋葬人骨側頭骨と遊離歯の上顎左第 1 小白歯 (ヒト 44) 2 点が分析に供されることとなった。

その結果、SK46 埋葬人骨からは DNA を得ることはできず、ヒト 44 からハプログループ D に属する DNA とハプログループ N9b1 の 2 種類の DNA が検出された。このことは古人骨由来の DNA と現代人による汚染 DNA の混在の可能性を示しており、さらに次世代シーケンサー (NGS, next generation

sequencer) による検証が必要であることが指摘された。今回の報告はその続報である。

第 1・4 章を相原淳一、第 2 章を小野章太郎、第 3 章を安達登・神澤秀明が執筆する。

2. 北小松遺跡の概要と調査人骨

北小松遺跡は宮城県北部の大崎平野北縁部に位置し、大崎市田尻小松ほかに所在する。遺跡の位置する大崎平野北縁部では、奥羽山脈から東へ延びる清

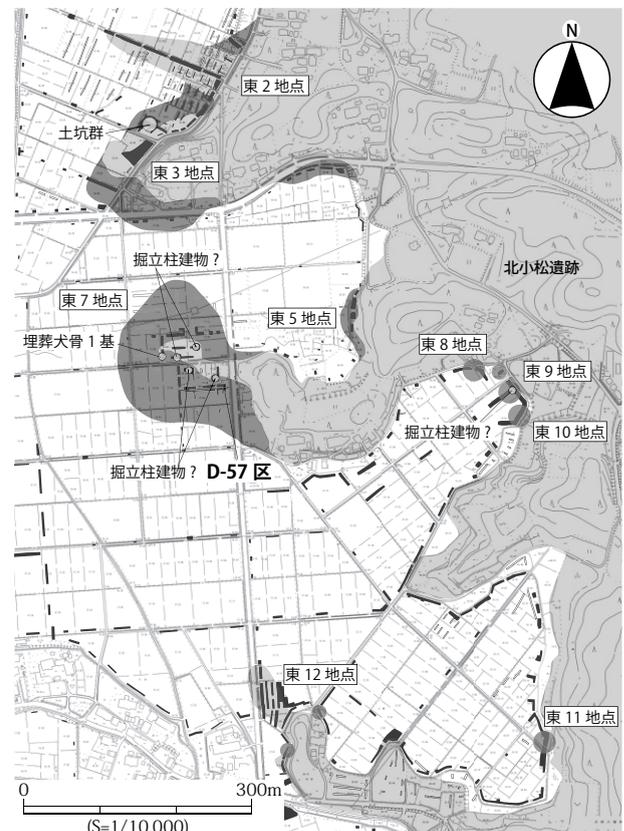


図 1 北小松遺跡の遺構・遺物包含層の分布 (晩期前葉)
※宮城県教育委員会 2021b (第 351 図) を一部改変

滝丘陵が低くなり、低丘陵が南にさらに樹枝状に延びている。これらの低丘陵の裾部および周囲に広がる低地部に遺跡は立地する。2007年から2010年にかけて行われた発掘調査では、周辺の遺跡も含めて19地点で縄文時代晩期を主体とする遺構や遺物包含層を検出し、掘立柱建物跡や人骨を伴う土坑墓、埋葬犬骨などを多数検出するとともに、動植物遺存体などの有機質遺物を含む膨大な量の遺物が出土した（宮城県教育委員会 2021b ほか）。遺構や遺物包含層は隣接する低地部を囲むように分布し、その規模も大小さまざまである。この低地部は縄文時代当時湖沼域であり、これを囲むように多様な規模の集落が展開したと考えられる。

今回、NGSによりミトコンドリア DNA 解析をおこなった人骨は、北小松遺跡 D-57 区西（東 7 地点、2009 年度調査）VI i-k 層（南 4 B 層群）出土の上顎左第 1 小白歯（ヒト 44）である（写真 1）。東 7 地点は、湖沼に岬状に延びる低丘陵の突端部に位置する。晩期末葉には、丘陵上の広場の周りに居住・倉庫域とみられる掘立柱建物群がつくられ、さらにその周りには遺物包含層が形成される。これと重複する丘陵南斜面には土坑墓などの祭祀関連遺構が展開する。このような集落構造をもつ地点は本地域では他に確認されなかったことから、本地域における拠点的な役割をもった地点と言える。

分析に供した人骨はそれよりも下位の晩期前葉の層準から出土した資料である。本地点は、北小松遺跡とその周辺地域の遺跡では遺物が最も豊富に出土している。遺構についても、丘陵上では掘立柱建物が複数存在していた可能性があり、またその周囲で埋葬犬骨を検出するなど（図 1）、晩期末葉と同様の場の機能が想定される。人骨は丘陵南斜面から出

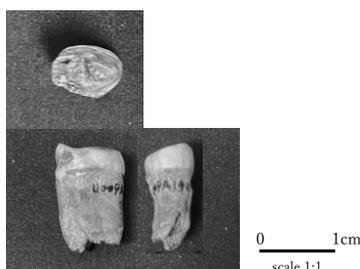


写真 1 解析対象とした人骨（ヒト 44）

土していることから、この想定を補強する材料ともなり、この時期においても、拠点的な役割をもった地点の可能性が十分に考えられる。

3. 出土人骨の NGS によるミトコンドリア DNA 解析

(1) 序言

我々は、これまで、北海道および本州東部の縄文時代人のミトコンドリア DNA (mtDNA) を解析することにより、これらの地域では現代日本人では 2% 程度しかみられないハプログループ（ミトコンドリア DNA の遺伝子型）N9b が約半数あるいはそれ以上を占めることを明らかにしてきた¹⁷⁾。しかし、縄文時代人の遺伝的データは未だ多いとはいえ、また、出土地が海岸の貝塚遺跡に集中しているため、上記の仮説を検証するためには可能な限り個体数を増加させ、分析地域を内陸部に広げる必要がある。

昨年度の報告⁸⁾で、我々は宮城県内陸部に位置する北小松遺跡から出土した 2 個体の縄文人骨について APLP 法³⁾を用いた mtDNA 分析をおこない、ヒト 44 人骨の遺伝子型が N9b のサブハプログループである N9b1 である可能性を指摘した。ただし、DNA の変性が極めて高度で、かつ、現代人 DNA による試料汚染の可能性も否定できなかったことから、信頼性には不安の残る結果だった（図 2・表 1 参照）。

近年、古人骨の DNA 分析に次世代シーケンサー (NGS) という機器を用いることが普及してきている。NGS の大きな利点として、現代人による汚染 DNA がどれくらい溶液中に存在しているのかを割り出すことができる。今回我々は、北小松遺跡ヒト 44 人骨（写真 1）から昨年度に抽出した DNA 溶液の残余を用いて、NGS 解析をおこなう機会を得たので、結果を報告する。

(2) 試料および方法

① 試料

2021 年に北小松遺跡ヒト 44 縄文人骨の上顎左第 1 小白歯より抽出された DNA 溶液⁸⁾を試料として用いた。

② NGS を用いたミトコンドリア DNA 解析

抽出 DNA を NGS で分析するために、Rohland et al. 2015⁹⁾ の "partial uracil-DNA-glycosylase treatment"（以下、half-UDG）および "no uracil-DNA-glycosylase

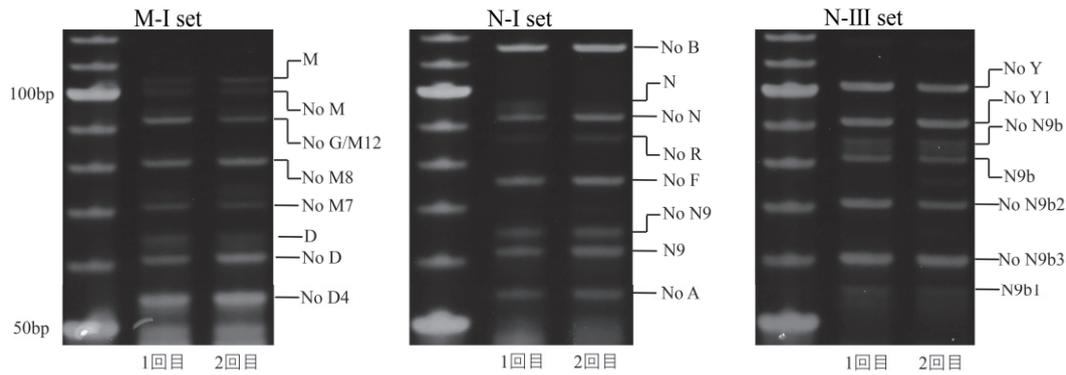


図2 北小松遺跡ヒト 44 の APLP 解析結果 (相原・小野・安達 2021)

表1 APLP 法による分析結果 (相原・小野・安達 2021)

M- I セット	15043 (M)	14569 (G, M12)	7196 (M8)	6455 (M7)	5178 (D)	3010 (D4)
標準塩基配列 ^{a)}	G	G	C	C	C	G
変異型	A	A	A	T	A	A
SK-46	増幅なし	増幅なし	増幅なし	増幅なし	増幅なし	増幅なし
ヒト 44	G と A の混合	G	C	C	C と A の混合	G

N- I セット	9bp deletion (B)	10873 (N)	12705 (R)	6392 (F)	5417 (N9)	4248 (A)
標準塩基配列 ^{a)}	欠損なし	C	T	T	G	T
変異型	欠損あり	T	C	C	A	C
SK-46	増幅なし	増幅なし	増幅なし	増幅なし	増幅なし	増幅なし
ヒト 44	欠損なし	C と T の混合	T	T	G と A の混合	T

N- III セット	14178 (Y)	3834 (Y1)	13183 (N9b)	16294 (N9b2)	14996 (N9b3)	12501 (N9b1)
標準塩基配列 ^{a)}	T	G	G	C	G	G
変異型	C	A	A	T	A	A
SK-46	増幅なし	増幅なし	増幅なし	増幅なし	増幅なし	増幅なし
ヒト 44	T	G	G と A の混合	C	G	A

a) Reconstructed Sapience Reference Sequence¹⁵⁾

treatment" (以下、no-UDG) の方法に一部修正を行い、NGS 分析用ライブラリの作成を行った。作成後の DNA ライブラリは、MYbaits Expert Mito (H. sapiens Representative Global Diversity Panel) (Daicel Arbor Biosciences 社) にてミトコンドリア DNA を濃縮し、MiSeq (Illumina 社) にて 150 塩基ペアエンドでシーケンシングした。得られた DNA 配列データの解析は、篠田ら 2017¹⁰⁾ の方法に一部修正を加えて行った。取得したミトコンドリアゲノムデータの信頼性を確認するために、古代 DNA に見られる DNA 配列のシトシン塩基末端部の脱アミノ化および低断片化の有無を検証した。

続いて、ミトコンドリア DNA のハプログループを決定するために SNPs (一塩基多型、single nucleotide polymorphisms) の検出を行った。検出された SNPs から PhyloTree-Build 17 (van Oven and Kayser 2009)¹¹⁾ を参照してハプログループを判定し、また、HaploGrep ソフトウェア (2.1.14) (Weissensteiner et al. 2016)¹²⁾ によるハプログループ推定も合わせて行った。最後に、判定されたハプログループの結果を APLP 法で得られた結果と比較した。最後に、決定したハプログループの信頼性を確認するために、Kanzawa-Kiriyama et al. 2017¹³⁾ の手法を用いて現代人 DNA による汚染率を推定した。

(3) 結果

今回、残存する DNA が極少量だったため、可能な限り多くのデータを得るべく合計 3 つの DNA ライブラリを作成し、ミトコンドリアゲノムのターゲットエンリッチメントを実施した。それにより、ミトコンドリアゲノム由来の DNA 断片配列が 1,343 配列分得られた。得られた断片配列が古代人に由来するかを調べるために、その長さおよび C/T、G/A の置換率を調べた。古代人の DNA であれば、経年変化によって DNA 断片の長さは短くなり、さらに、断片の末端部分には、脱アミノ化の結果としての C(シトシン)から T(チミン)、および G(グアニン) から A(アデニン) への、塩基配列の変化が多く断片で観察されることになる。今回の結果についても、リード長のピークは 40～55 bp と非常に短く (図 3)、また古代 DNA の特徴である C/T、G/A の置換も明瞭にみられた (図 4)。

以上の結果から、得られた DNA 配列には、この個体が本来持っていたものであるものを含むと判断された。続いて、現代人 DNA の混入による汚染率を推定したところ、汚染の割合は低いことが確認された (0.031 [0-0.171])。そのことから、取得データは基本的に古人骨由来であり、現代人による汚染の影響は、あったとしても限られると言える。

取得データに基づいて推定されたミトコンドリア DNA ハプログループは N9b1 であったが、現在までに報告されている N9b1 の 3 つのサブハプログループ (N9b1a, N9b1b, N9b1c) のいずれにも分類されないものであった。また、ハプログループを規定する遺伝子変異の他に、北小松遺跡ヒト 44 は、16248 番目の塩基がヒト標準塩基配列¹⁴⁾におけるシトシンから、チミンに変異していた。

(4) 考察

今回の NGS を用いた解析によって、北小松遺跡ヒト 44 から抽出した DNA に現代人 DNA 汚染の影響はほとんどみられないことが明らかとなった。また、昨年度の APLP 解析⁸⁾ でみられた結果の不明瞭さは、DNA の高度の変性に起因することが証明された。さらに今回、ヒト 44 の mtDNA ハプログループは N9b1 であり、しかも現在までに報告されている N9b1 の 3 つのサブハプログループ (N9b1a, N9b1b, N9b1c) の

いずれにも分類されないものであることが明らかとなった。以上の結果は、古人骨 DNA 解析における NGS の有用性を明白に示すものである。上記の通り、今回ヒト 44 から得られた mtDNA のハプログループはこれまで報告例のないものだが、今後縄文人骨の遺伝的解析を積み重ねていくことで、同様の遺伝子型を持つ個体が発見される可能性は十分ある。

試料中の DNA の状態が極めて不良であるため、残念ながらヒト 44 については核 DNA の分析まではおこなうことができなかった。しかし今後、東北地方の内陸部から DNA の保存状態の良い縄文時代人骨が発掘され、核 DNA の分析をおこなうことが出来れば、東北地方沿岸部と内陸部の縄文時代人の遺伝的比較が可能となり、縄文時代人の遺伝的特徴について新しい知見を加えることができるものと考えられる。

4. おわりに

当初目的とした縄文晩期末葉から弥生前期にかけてのミトコンドリア DNA 解析は、埋葬人骨の遺存状況が良好ではなく、見送らざるを得なかった。

一方、縄文晩期前葉のヒト 44 はハプログループ N9b1 に属することが明らかとなった。N9b は沿海州先住民集団に特徴的な北方系要素とされ、宮城県内では青島貝塚 3 個体・里浜貝塚 3 個体の 6 個体中、N9b3 個体、M7a (大陸南部・東南アジア島嶼部の南方系) 2 個体、D4b (中国東北部から朝鮮半島) 1 個体の検出例 (安達ほか 2008) に貴重な 1 例を加えることができた。

縄文時代後期中葉ころの気仙沼市前浜貝塚出土人骨からの DNA 調査では、分析に耐える DNA を採取することはできなかったが、ヒト・イヌの食性分析では興味深い結果が得られた。ヒトは陸獣動物に近く、イヌは海産魚類に近い点が指摘され、前浜貝塚のイヌの飼育には、魚のアラなど北方諸民族の飼育法に近いことが指摘された (相原ほか 2013)。

日本人の起源を考える上で、今後ともミトコンドリア DNA 解析は重要な方法であり、さらに多方面からの自然科学分析を加えることによって、より確実性が担保されることは言を俟たず、今後の学際的な展開を期待したい。

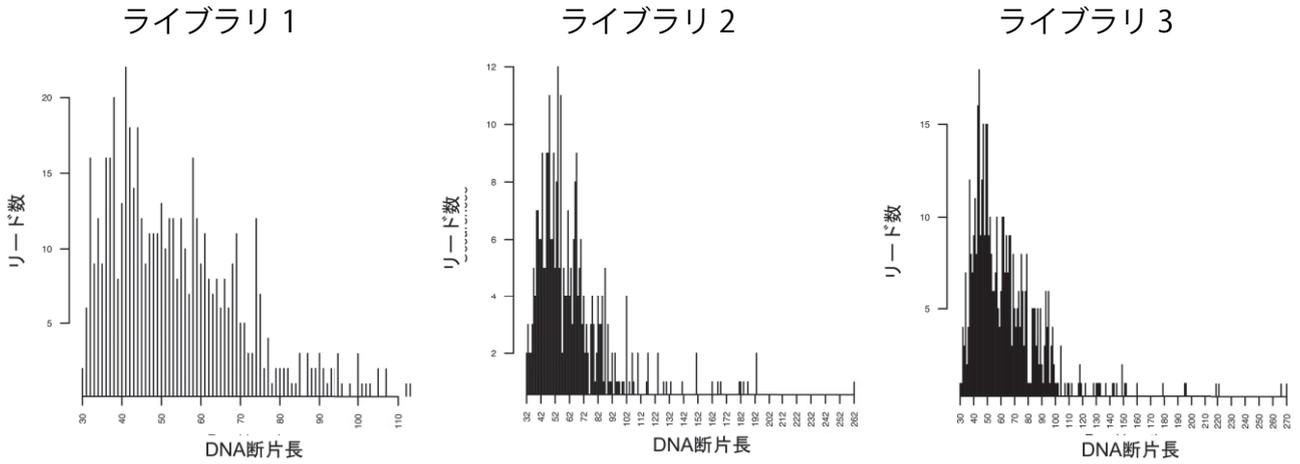


図3 DNAの断片長

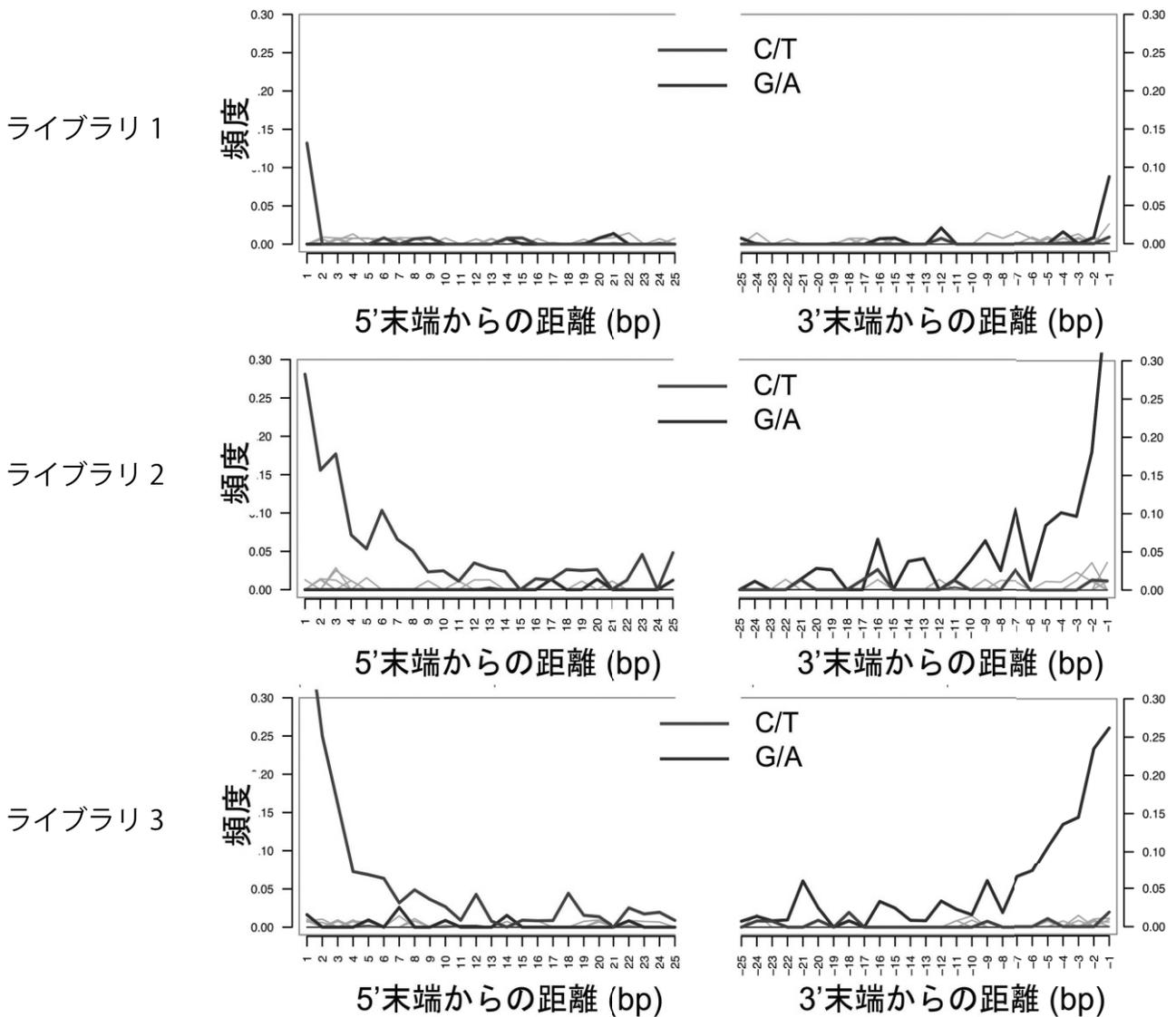


図4 DNA変性の状況

最後に、試料とした人骨は2021年4月28日に東北歴史博物館に返却されたことを付記する。

【註】

- 1) 安達 登・篠田謙一・梅津和夫 2009 「ミトコンドリアDNA多型からみた北日本縄文人」『DNA多型』vol.17, 265-269

- 2) Adachi N, Shinoda K, Umetsu K, et al. 2011. Mitochondrial DNA analysis of Hokkaido Jomon skeletons: Remnants of archaic maternal lineages at the southwestern edge of former Beringia. *American Journal of Physical Anthropology* 146: 346-360
- 3) Kakuda T, Shoji H, Tanaka M, et al. 2016. Multiplex APLP system for haplogrouping extremely degraded East-Asian mtDNAs. *PLoS ONE* 11 (6): e0158463.
- 4) 佐伯史子・安達 登・米田 穰, 他 8 名 2016 「大船渡市野々前貝塚縄文時代人骨の形態人類学および理化学的分析」『*Anthropological Science (Japanese series)*』124-1, pp.1-17.
- 5) 安達 登 2018 「神明貝塚出土人骨についてのミトコンドリア DNA 解析」『*埼玉県春日部市神明貝塚包括報告書*』春日部市埋蔵文化財発掘調査報告書第 20 集 pp.214-216, 春日部市教育委員会
- 6) 安達 登 2018 「野々前貝塚および長谷堂貝塚群第 14 次調査出土人骨の DNA 分析」『*岩手県大船渡市長谷堂貝塚群平成 26 年度緊急発掘調査報告書*』pp.199-201, 大船渡市教育委員会
- 7) Takahashi R, Koibuchi R, Saeki F, et al. 2019. Mitochondrial DNA analysis of the human skeletons excavated from the Shomyoji shell midden site, Kanagawa, Japan. *Anthropological Science* 127 (1): 65-72.
- 8) 相原淳一・小野章太郎・安達 登 2021 「宮城県大崎市北小松遺跡出土人骨についてのミトコンドリア DNA 解析」『*東北歴史博物館研究紀要 22*』pp.37-42, 東北歴史博物館
- 9) Rohland N., Harney E., Mallick S., et al. 2015. Partial uracil-DNA-glycosylase treatment for screening of ancient DNA. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 370 (1660): 20130624.
- 10) 篠田謙一・神澤秀明・角田恒雄・安達 登 2017 「佐世保市岩下洞穴および下本山岩陰遺跡出土人骨のミトコンドリア DNA 分析」『*Anthropological Science (Japanese Series)*』Vol.125, pp. 49-63
- 11) Van Oven M, Kayser M. 2009. Updated comprehensive phylogenetic tree of global human mitochondrial DNA variation. *Hum Mutat* 30 (2): E386-E394. <http://www.phylotree.org>.
- 12) Weissensteiner H, Pacher D, Kloss-Brandstatter A, Forer L, Specht G, et al. 2016. HaploGrep 2: mitochondrial haplogroup classification in the era of high-throughput sequencing. *Nucleic Acids Res* 44: W58-63. <https://doi.org/10.1093/nar/gkw233>
- 13) Kanzawa-Kiriyama H, Kryukov K, Jinam TA, Hosomichi K, Saso A, et al. 2017. A partial nuclear genome of the Jomons who lived 3000 years ago in Fukushima, Japan. *Journal of Human Genetics* 62: pp.213-221.
- 14) Andrews RM, Kubacka I, Chinnery PF, et al. 1999. Reanalysis and revision of the Cambridge reference sequence for human mitochondrial DNA. *Nature Genetics* 23:147.
- 15) Behar D, Van Oven M, Rosset S, Metspalu M, Loogväli EL, Silva NM, et al. 2012. A “Copernican” reassessment of the human mitochondrial DNA tree from its root. *American Journal of Human Genetics* 90, pp. 675-684

【引用参考文献】

- 相原淳一・須藤 隆・百々幸雄・五十嵐由里子・安達 登・西本豊弘・金 憲爽・小林正史・早瀬亮介 2013 「宮城県気仙沼市前浜貝塚の学際的研究—東北地方における縄文時代の葬制—」(『SAITO HO-ON KAI MUSEUM OF NATURAL HISTORY RESEARCH BULLETIN』No.77 (separate volume), 齋藤報恩会自然史博物館
- 伊東信雄 1957 「古代史」『*宮城県史*』第 1 巻, 宮城県
- 安達 登・篠田謙一・梅津和夫 2008 「縄文人に遺伝的地域差は存在するのか—北海道縄文人と東北縄文人の比較—」『*DNA 多型*』第 16 号, pp.287-290, 日本 DNA 多型学会
- 岩手県立博物館 1985 『*熊穴洞穴遺跡発掘調査報告書—岩手県東山町—*』岩手県立博物館調査研究報告書第 1 冊, 岩手県立博物館
- 興野義一 1958 「*迫川流域の石器時代文化*」『*仙台郷土研究*』第 18 巻第 3 号, pp.20-30, 仙台郷土研究会
- 篠田謙一 2012 「DNA による日本人の形成—ミトコンドリア DNA と Y 染色体」『*季刊考古学*』第 118 号, pp.79-84, 雄山閣
- 宮城県教育委員会 2005 「*北小松遺跡*」『*壇の越遺跡ほか*』pp.67-72, 宮城県文化財調査報告書第 202 集
- 宮城県教育委員会 2008 『*北小松遺跡ほか—平成 19 年度発掘調査概報—*』宮城県文化財調査報告書第 216 集
- 宮城県教育委員会 2010 『*北小松遺跡ほか—田尻西部地区ほ場整備事業に係る平成 19 年度発掘調査報告書—*』宮城県文化財調査報告書第 223 集
- 宮城県教育委員会 2011 『*北小松遺跡—田尻西部地区ほ場整備事業に係る平成 20 年度発掘調査報告書—*』宮城県文化財調査報告書第 226 集
- 宮城県教育委員会 2014 『*北小松遺跡—田尻西部地区ほ場整備事業に係る平成 21 年度発掘調査報告書—*』宮城県文化財調査報告書第 234 集
- 宮城県教育委員会 2021a 『*北小松遺跡—田尻西部地区ほ場整備事業に係る平成 22 年度発掘調査報告書—*』宮城県文化財調査報告書第 254 集
- 宮城県教育委員会 2021b 『*北小松遺跡ほか—田尻西部地区ほ場整備事業に係る発掘調査総括報告書—*』宮城県文化財調査報告書第 255 集

宮城県涌谷町日向館跡・中野遺跡の調査

相原 淳一（東北歴史博物館）・二瓶 雅司（涌谷町教育委員会）

- | | |
|-------------------|---------|
| 1. はじめに | 4. 考察 |
| 2. 涌谷町日向館跡出土遺物の調査 | 5. 付記 |
| 3. 涌谷町中野遺跡出土遺物の調査 | 6. おわりに |

1. はじめに

2019年3月に当館研究紀要20に、アジア航測株式会社の千葉達朗氏が考案した航空レーザー測量技術に基づく赤色立体地図により、石巻市桃生城跡と涌谷町日向館跡の周辺を、従来までは難しかった広域的な視野から検討を行った。

本稿では、日向館跡の追加資料の紹介と、日向館跡の東方約2kmの中野遺跡出土瓦が酷似することが判明し、両遺跡の実物資料を突き合わせての比較検討、さらにその後の現地調査と2021年12月11日に涌谷公民館で行った有志による検討会を踏まえ、報告するものである。

本稿の第1・2、4・5章を相原淳一、第3章を二瓶雅司が分担し、相原が全体を編集した。

2. 涌谷町日向館跡出土遺物の調査

東北歴史博物館の考古分野では2008年度から宮城県大崎市から東松島市、石巻市にかけて8世紀を中心に設置された城柵官衙関連遺跡の外郭・防塁線を確認するための分布調査を行って来た。東日本大震災のため、2011年3月に予定した調査は中止となり、その成果をまとめる機会も失った。職員の異動や震災後の混乱のために所在不明となっていた2009年11月26日の最初の踏査資料を報告する。

(1) 遺跡の位置とこれまでの調査

日向館跡は、JR涌谷駅北東へ約1.1kmに位置する(図1-7)。遺跡は、涌谷町の中央に北西から南東に連なる麓岳丘陵の南端部にあり、神明社(元妙見宮、明治時代に改称)が鎮座している。日向館跡はこの標高45mの丘陵とその裾部に広がる。

丘陵の最も低い裾部では2014～15年に発掘調査で奈良・平安時代の4棟の掘立柱建物跡、区画施設(SA6～8材木堀跡・掘立柱列)、溝跡等が検出され、瓦・土壁・土師器・須恵器が出土(涌谷町教育委員会2016)している。主な遺構の年代は灰白色火山灰(To-a:915年頃)との関係から、降灰以前と考えられている。出土遺物には、非ロクロ調整土師器坏・須恵器甕・瓦の小片がある。

神明社が所在する頂部平場の発掘調査は行われていない。

(2) 2009年の東北歴史博物館による調査

日向館跡から北方約0.5kmには、2009・2010年に涌谷町教育委員会により発掘調査が行われた城山裏土塁跡(11)がある。この土塁状の高まりは東側では、八方谷遺跡(13)側に大きく折れ、南側に延びると考えられていた。西側は涌谷城ほか、中近世以降の削平・改変が著しいものの、コ字状に外郭施設が延びる可能性(佐々木1965)がある。



図1 遺跡の位置

この想定される外郭施設内部中央、すなわち日向館跡に照準を定めて、2009年に分布調査を行った。

なお、妙見宮は涌谷館主巨理伊達家の鎮守で、妙見宮の東に塩釜神社、西に多賀神社が祀られており、涌谷伊達家入部以前の地主神（佐々木 1965）と考えられている。塩釜神社は天平年中に陸奥国から初めて黄金を献上した国守百済王敬福が産金を祈願して祀った塩釜神社の旧地（横山 1965）とも伝えられ、二社ともに天平 18 年以前に遡るとみられる小田軍団設置と深く関わる（佐々木 1965）とされる。

2009 年 11 月の分布調査は神明社がある標高約 45m の頂部平場で行った。この平場は「妙見宮縁起」によると、1696（元禄 9）年秋に伊達安芸宗元・村元親子が十丈の山嶺を削って、妙見宮の社壇を構えたとされ、すでに大きく削平を受けている。

(3) 発見された遺物

境内の多賀神社と社務所付近で、新しい瓦破片^(註)に混じって、古瓦などの遺物（図 3）が採集された。

1 は平瓦、凸面は格子目叩き、凹面は布目痕を残す。格子目は 1 辺の長さが 8 × 8mm の正格子目である。凹面は約 6 ~ 7mm 幅の竹状模骨痕の凸凹を密に残している。端面は光沢を帯びる。

2 は平瓦、凸面は格子目叩き、凹面は布目痕を残す。格子目は 1 辺の長さが 12 × 12mm の大型の正格子目である。凹面には 7 ~ 8mm 幅の竹状模骨痕の凹凸を残している。側端部はヘラケズリによる面取りが施され、3 面から構成されている。1・2

の焼成・色調は類似している。

3 は平瓦、凸面は文様叩き、凹面には布目痕を残す。叩き目の重複のため、判然としないが、文様は平行線に斜位直線を配したものと直交方向に配したものの 2 種が併用されているようである。凹面の模骨痕は幅 6mm 程の平板状を呈している。破断面には粘土板合せ目痕跡が残されており、粘土板巻作りである。色調は灰白色である。

4 は平瓦、凸面は縄叩き目、凹面には布目痕、わずかに糸切り痕を残している。側端部はヘラケズリによる面取りが施され、3 面から構成されている。色調は灰オリーブ色である。割口の色調を見ると、灰オリーブ色の内側には赤変部が広がっており、凸面側の方が赤変部が厚く、被熱の痕跡を残している。

5 はかわらけ小皿の小片である。

(4) 前回報告資料との比較検討

2019 年に報告した瓦と比較する。前回資料は境内周りの参道石段や西側木立のものが含まれ、より広範に遺物の分布調査を行っている。

前回採集した瓦は丸瓦（凸面：平行叩き目、縄叩き目→スリ消し）、平瓦（凸面：平行叩き目、縄叩き目）である。このうち、平行叩き目の丸瓦は幅狭の蒲鉾状を呈する凸型調整台を製作に用いたものであり、大崎市下伊場野窯跡や東松島市亀岡遺跡に類例があり、多賀城創建の初期段階に相当する。下伊場野窯瓦は、系統的には 7 世紀末から 8 世紀初頭の大蓮寺窯瓦の影響を強く受けて製作されたと考えられて



① 神明社（妙見宮）拜殿（南から） 涌谷館主涌谷伊達鎮守妙見宮の右側に塩釜神社、左側に多賀神社が祀られている。



② 多賀神社（北から） 合祀された多賀神社や社務所付近で古代瓦などの遺物が採集された。

写真 日向館跡の神明社（妙見宮）境内

いる（宮城県多賀城跡研究所 1994）。また、下伊場野窯跡からは「小田郡□子部建万呂」のへら書瓦も出土しており、その関連性も考えられよう。黄金山産金遺跡から出土する瓦は「すべて縄叩き」（伊東 1960）とされており、明らかにそれよりは古い瓦が発見されたことになる。

今回、報告の瓦のうち大小の正格子目が施され、内面に竹状模骨痕を残す平瓦は、前回報告資料中には含まれない。文様叩き目瓦とともに、後述する。

縄叩き目を残す瓦は、前回・今回報告資料ともに、赤変しており、被熱の痕跡を残している。

3. 涌谷町中野遺跡出土遺物の調査

(1) 資料来歴と経過

2005年に、長年にわたり涌谷町教育委員会文化財保護委員を務められた佐々木茂楨氏の收拾資料が涌谷町に寄贈された。その中に、今回報告する中野

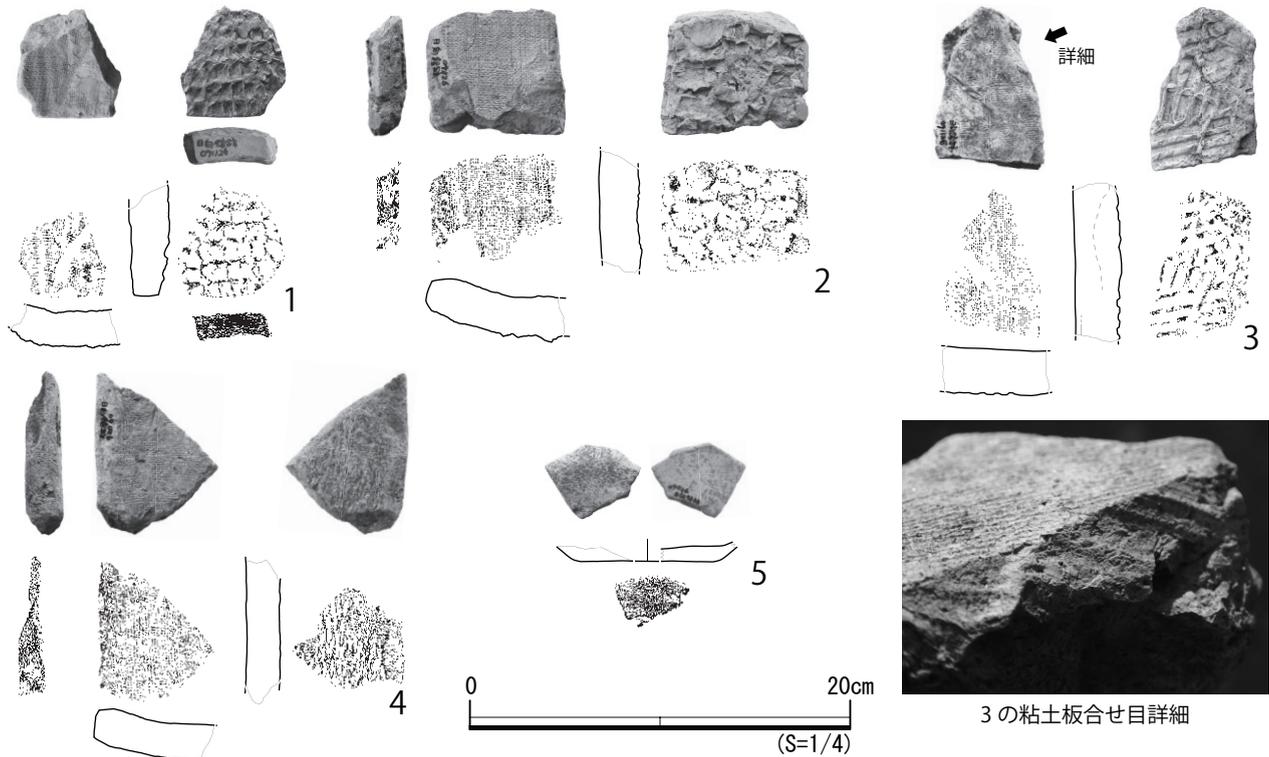
遺跡出土瓦がある。

遺跡地は昭和40年代までは畑地であり、「畑の耕作時によく瓦片を採集した」という地権者からの聞き取りが埋蔵文化財パトール時の調査カード（2004（平成16）年12月15日／調査員：佐々木茂楨・福山宗志）に残されている。図3-1・4・7の瓦は佐々木茂楨が1968（昭和43）年12月8日に採集したものである旨が同カード裏面には記されている。

2016年8月6日には、涌谷町内出土古瓦の共同調査が島根大学教授大橋泰夫氏・南相馬市教育委員会藤木海氏・東松島市教育委員会佐藤敏幸氏・大崎市教育委員会大久保弥生氏・石巻市教育委員会佐藤佳奈氏によって行われた。この会において竹状模骨痕を残す瓦は、多賀城以前の陸奥国府と考えられる仙台郡山遺跡に類例があることが指摘された。

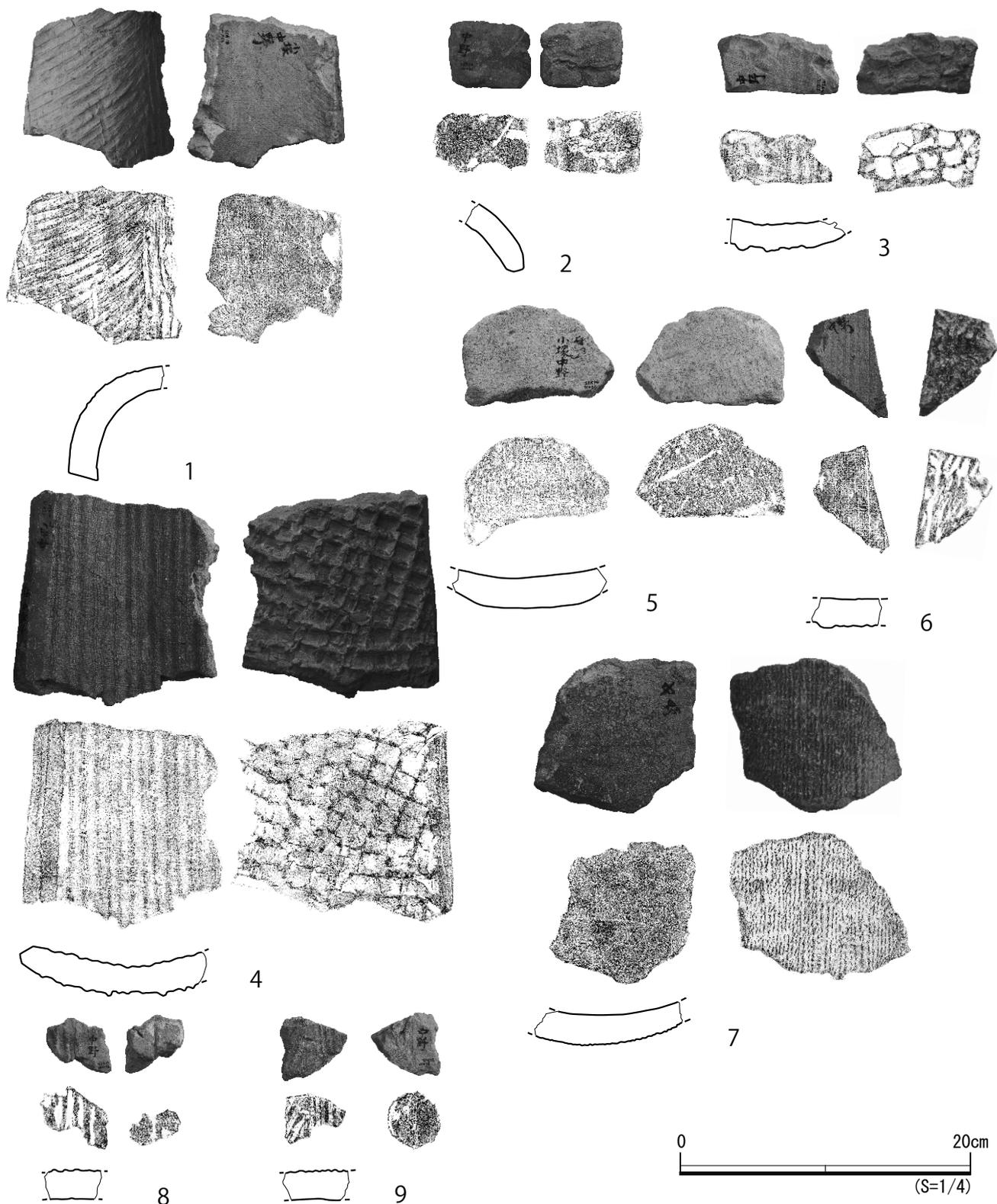
(2) 遺跡の位置と現況

中野遺跡は涌谷町小塚字中野二に所在し、標高



番号	種別	器形	調整		製作方法	色調		含有物	残存
			凸面	凹面		凸面	凹面		
1	瓦	平瓦	格子叩き目	竹状模骨痕・布目痕	粘土板巻作り	暗紫灰色 (5RP4/1)	暗紫灰色 (5P4/1)	白色砂粒	小片
2	瓦	平瓦	格子叩き目	竹状模骨痕・布目痕	粘土板巻作り	明オリーブ灰色 (5GY7/1)	オリーブ灰色 (5GY6/1)	白色砂粒	小片
3	瓦	平瓦	文様叩き目?	模骨痕・布目痕	粘土板巻作り	灰白色 (N8/0)	灰白色 (5Y8/1)	白色砂粒	小片
4	瓦	平瓦	縄叩き目	布目痕	粘土板巻作り	灰オリーブ色 (5Y6/2)	灰黄色 (2.5Y7/2)	白色砂粒	小片
番号	種別	器形	調整		製作方法	色調		含有物	残存
			外面	内面		外面	内面		
5	かわらけ	小皿	底面：回転糸切	コテナデ	ロクロ	橙色 (7.5YR6/6)	橙色 (7.5YR7/6)	砂粒	小片

図2 日向館跡から発見された遺物



番号	種別	器形	調整		製作方法	色調		含有物	残存
			凸面	凹面		凸面	凹面		
1	瓦	丸瓦	平行叩き	糸切痕・布目痕	粘土板巻作り	黄灰色 (2.5Y6/1)	黄灰色 (2.5Y6/1)	白色砂粒	小片
2	瓦	丸瓦	ナデ	布目痕	粘土紐巻作り	灰色 (5Y5/1)	灰色 (5Y5/1)	白色砂粒	小片
3	瓦	平瓦	格子叩き	竹状模骨痕・布目痕	—	暗灰黄色 (2.5Y5/2)	灰黄色 (2.5Y6/2)	石英	小片
4	瓦	平瓦	格子叩き	竹状模骨痕・布目痕	—	黄灰色 (2.5Y5/1)	黄灰色 (2.5Y5/1)	白色砂粒	小片
5	瓦	平瓦	平行叩き→ナデ	布目痕	—	浅黄橙色 (10YR8/3)	浅黄橙色 (10YR8/3)	石英	小片
6	瓦	平瓦	平行叩き	布目痕	—	オリーブ黒色 (7.5Y3/1)	灰黄色 (2.5Y6/2)	白色砂粒	小片
7	瓦	平瓦	縄叩き	ナデ	—	灰色 (N4/)	灰色 (N4/)	白色砂粒	小片
8	瓦	不明	平行叩き	布目痕	—	灰色 (5Y5/1)	灰黄色 (2.5Y6/2)	白色砂粒	小片
9	瓦	不明	平行叩き	布目痕	—	黄灰色 (2.5Y6/1)	黄灰色 (2.5Y6/1)	—	小片

図3 中野遺跡出土遺物

42 mの丘陵上に立地する(図1-17)。日向館跡と中野遺跡の間には、追戸・中野横穴墓群が広がる。

現在は杉林となっており、地権者の案内により、かつて瓦が出たという箇所のボーリングを行ってみたが、焼土や炭化物も含め、何も確認することはできなかった。相原は赤色立体地図による調査も行ったが、小平場が広がるのみで人工的な地形の改変と認められる箇所は確認できなかった。

(3) 発見された遺物

寄贈された資料(図3)は10点である。丸瓦・平瓦が7点、不明な瓦が2点、須恵器が1点である。

丸瓦は2種ある。1は粘土板巻作りで、凸面が平行叩き、凹面が糸切痕と布目痕である。2は粘土紐巻きかと思われる作りで、凸面がナデにより叩き痕跡は不明、凹面が布目痕である。

平瓦は桶巻き、一枚作りか不明であるが、叩き目などの状況により4種ある。3・4は凸面が格子叩き、凹面が竹状模骨痕と布目痕とみられるものである。5は、凸面を平行叩き後にナデ、凹面が布目痕である。6は、凸面を平行叩き、凹面が布目痕である。7は、凸面は縄叩き目、凹面が布目痕である。

この他、8・9は凸面が平行叩き、凹面が布目痕の瓦片であるが、小片のため丸瓦か平瓦か確定しえない。

その他、須恵器甕(外面:平行叩き→ナデ、内面:ナデ)の小片がある。

4. 考察

平行叩きの丸瓦は、日向館跡・中野遺跡ともに幅狭の蒲鉾状を呈する凸型調整台を製作に用いたものであり、側端部の調整はヘラケズリ1回のみで、面取りは行われていない。瓦の厚さや色調・胎土ともに似ており、同じ窯で焼かれた製品の可能性がある。大崎市下伊場野窯跡や東松島市亀岡遺跡に類例があり、多賀城創建の初期段階に相当する。

正格子目叩きの平瓦はいずれも竹状模骨痕を残している。大型の正格子目の叩きを残す平瓦が日向館跡・中野遺跡の両方から採集されており、瓦の厚さや色調・胎土ともに似ており、同じ窯で焼かれた製品の可能性がある。側端部は再調整が行われている。

現在、このような平瓦を出土する瓦窯は県内では未発見である。類似する瓦は仙台郡山遺跡(仙台市教育委員会2005)から出土している(図4)。いずれも多賀城以前の陸奥国府とされる方四町Ⅱ期官衙内南東部からの出土である。

図4-1(G75-1)は第5土壌から出土した。8号建物跡(東西棟N-6°-E)と9号建物跡(南北棟N-3°-E)は、新旧不明である。瓦はロクロ挽き重弧文軒平瓦である。凸面にわずかに格子目叩きの痕跡を残し、凹面には竹状模骨痕を残している。2(G-111)はSI1975 竪穴住居跡1層からの出土である。凸面格子目叩き、凹面に竹状模骨痕を残している。北カマドの向きがN-3°-Eとほぼ真北方向であることから、Ⅱ期官衙の時期とされている。さらに東カマドのSI1980がSI1975を切る。3・4は攪乱からの出土である。

凹面に竹状模骨痕を残す凸面格子目叩きの平瓦は仙台郡山Ⅱ期官衙の時期(7世紀末葉～8世紀初頭)の多賀城創建以前の年代が考えられる。

文様叩きの平瓦は名生館官衙遺跡や伏見廃寺跡から出土しているが、ともに放射状をなす花文であり異なる。日向館跡の文様は平行叩きの変異形とみられるが、類例は不明である。仙台郡山遺跡にも類例はない(及川2021)。

以上、コ字状の外郭施設に囲まれた日向館跡は、採集された瓦から仙台郡山Ⅱ期官衙の時期に創建された城柵官衙遺跡の可能性が考えられる。また、一般集落から瓦は出土しないことから、中野遺跡はその附属寺院など関連施設と考えられよう。

今後さらに精緻な分布調査や発掘調査による検討が待たれる。

5. 付記

2021年10月18日に行った中野遺跡の調査にあわせて、前回確認された愛宕神社付近の土塁状の高まりの間のボーリング調査も行っている。結果はいずれも表土直下に溝などを確認することはできなかった。その後、宮司の一条明美氏から氏子の伝承として愛宕山神社から新山速玉雄神社を抜け、籠岳山麓寺に至る参詣路(図1)があった旨を伺った。

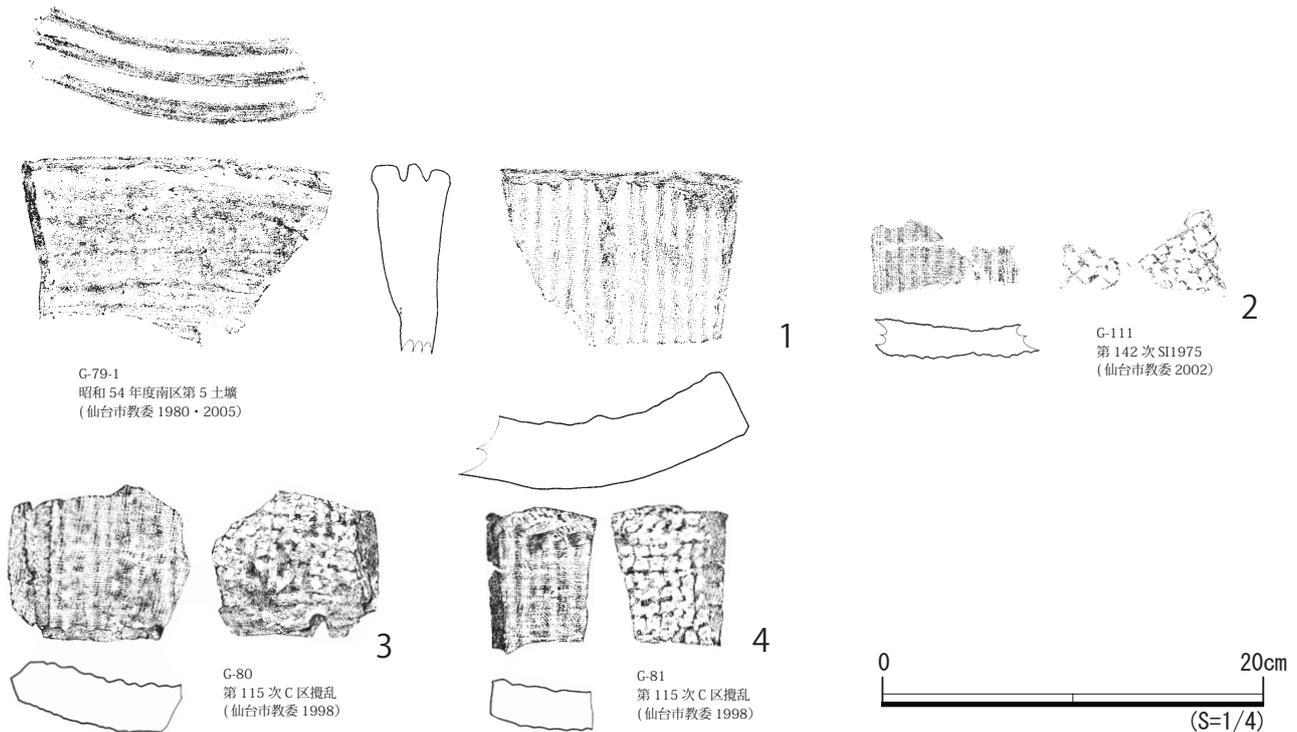


図4 仙台郡山遺跡の竹状模骨痕の残る平瓦

籠岳丘陵を東に延びる尾根筋には、加護山国家安楽寺跡や土塁状の高まりなどが分布し、人工的な改変が加えられている。東山遺跡・城生遺跡・新田柵跡の外側で発見された防塁施設の延長の可能性も考えられ、今後の発掘調査に期待したい。

6. おわりに

本稿を草するにあたり、仙台市教育委員会・黄金山神社・宮城県多賀城跡調査研究所、特に及川謙作氏・車田敦氏、大橋泰夫氏・藤木海氏・佐藤敏幸氏・大久保弥生氏・佐藤佳奈氏からは、特段のご教授を賜った。記して、謝意をするものである。

【註】 前回報告した図 11-9 は、近現代瓦であることが判明した。お詫びして、訂正する。

【引用参考文献】

- 相原淳一・谷口宏充・千葉達朗 2019「赤色立体地図・空撮写真からみた城柵官衙遺跡」『東北歴史博物館研究紀要』20
- 伊東信雄 1960『天平産金遺跡』涌谷町・黄金山神社
- 及川謙作 2021「陸奥国国府における造瓦技術の受容と変遷(1)」『宮城考古学』23
- 佐々木茂楨 1965「古代史」『涌谷町史』上巻
- 仙台市教育委員会 1980『年報1』第23集
- 仙台市教育委員会 1998『郡山遺跡18』第227集
- 仙台市教育委員会 2002『郡山遺跡22』第258集
- 仙台市教育委員会 2005『郡山遺跡発掘調査報告書—総括編—』第283集
- 宮城県多賀城跡調査研究所 1994『下伊場野窯跡群』多賀城関連遺跡発掘調査報告書第19集
- 横山秀哉 1965「涌谷妙見宮の建築」『涌谷町史』上巻
- 涌谷町教育委員会 2016「日向館跡・城山裏土塁跡ほか」『第42回古代城柵官衙遺跡検討会資料』



図5 日向館跡と同時代の遺跡

木質材料の循環による低エネルギー・低コストの 文化財保存環境構築のための基礎調査

－ 湿る収蔵庫・乾く収蔵庫 II －

及川 規・森谷 朱（東北歴史博物館）

1. はじめに

2. 調査の対象と方法

3. 結果と考察

4. おわりに

1. はじめに

エネルギーや維持コストをできるだけ抑制した（低エネルギー・低コスト＝低エコ）文化財保存環境の構築・維持の実現は、社会的にも重要かつ喫緊の課題である。筆者らは、この観点で収蔵材料自体の性能を活かした持続可能な文化財保管空間の構築について検討している¹⁾。その中で、1) 木質系内装材を用いた収蔵庫は、無人施設など、人の出入りが少なく空調や加・除湿器などによる温湿度管理が停止した収蔵庫は徐々に高湿化しはじめる、2) しかしその空間を長期間（年単位）、連続的に除湿器を稼働させ、収蔵空間の含水量を低下させると、その後除湿を停止しても一定期間は適湿範囲を維持できる、3) 人の出入りのある施設（有人施設）では直接的な温湿度制御が行われていない空間でも高湿化することはない などを確認し報告した²⁾。

これらの知見を元に、筆者らは、まず乾燥した木質材料を収蔵空間に設置し、それにより除湿器なしで一定期間適湿に維持する。そして木質材料が湿潤化した時点でそれらを有人施設に移設して乾燥させる。収蔵空間には別途もう一組の低湿化した木質材料を設置する、ということを繰り返す「木質材料循環型」の保存環境システムの構築を構想している。

今回、構造や内装材、使用目的、運用状況（有人・無人）など属性の異なる文化財施設の空間（以下 庫室）を対象に、実際に木質材料サンプルを設置して、その重量の増減を2年間毎月測定した。それを指標に庫室の内装材や什器、収蔵資料の含水量に起因する空間の「湿潤度」の挙動を調査し、それに

基づく「木質材料循環型」の文化財保存環境構築の実現可能性を検討した結果について報告する。

2. 調査の対象と方法

2.1 対象

東北歴史博物館（東歴博）は、本館のほかに、離れた場所に位置する施設（旧東北歴史資料館、以下 別館）でも多くの考古資料や民俗資料を収蔵している。別館は東歴博新設（1999年）以降、職員は常駐しておらず、空調は停止した状態で収蔵庫として使用されている。別館（無人施設）と本館（有人施設）のそれぞれ一部の庫室を対象に調査を行った。

対象庫室を表1に示した。

2.2 方法

プラスチック製の網カゴに木質材料試験片（スギ、キリ、各10×2×1cm×8片、または10×5×1cm×2片 各開始時期により試験片の形状と数量は異なる）を入れ、網カゴ上面は塵埃防止としてテフロンシートで被覆した。側面および底面は格子状ですき間があり通気性は確保されている。毎月15日前後の重量を測定した（最小単位0.01g、CJ-6200S 新光電子株式会社）。網カゴは庫室の状況に応じて床面20～120cmの高さに配置した。

別途、基準重量として、木質試験片を定温乾燥機で100℃、2日間乾燥し、その重量を測定した。

3. 結果と考察

本稿では、試験片の重量の変化の尺度を「重量増加率」として、次式で定義した値を用いる。

重量増加率 = ((測定重量 - 基準重量) / 基準重量) × 100 (基準重量: 100 °C で、2 日間定温乾燥したときの重量)

また木質系内装材を用いた収蔵庫を「木質庫」、それ以外を「非木質庫」、建物や空間の持つ含水量の尺度を「湿潤度」、その増減の傾向を「湿潤化」と表現する。

対象空間のスギとキリの重量増加率を表 2・3 に示した。網掛け部分は前月より増加した期間、太字部はスギとキリで増減の傾向が逆転した期間、枠線部分は除湿器を稼働した期間をそれぞれ示した。

無人施設 (A ~ N) では庫、室、開放系など空間の属性にかかわらず夏季 (6 ~ 8 月) と冬季 (1 ~ 2 月) に重量が増加傾向を示した。当該無人施設的环境では冬季も吸湿し湿潤化が進行することが改めて確認された。

ほとんどの除湿器の稼働が必要な木質庫 (C 繊維・E 旧伝木・F 新民) は、除湿なしで長期間 (4 年以上) 適湿を維持している木質庫 (A 文書・B 金属) よりも 1 ヶ月前から重量の増加傾向が認められるという特徴を示した。理由は不明であるが、その説明は低エコでの保存環境構築要件を抽出する際の重要な情報の一つになると考えており、精査する予定である。

有人施設においては、24 時間空調の収蔵庫 (O 収 1) でも重量変化が認められたが、外気の挙動とは異なった。温度のみ制御している収蔵庫 (P 収 6) は冬季の乾燥傾向が顕著だった。

ごく一部の空間と時期で、スギとキリで増減の傾向が逆転した。吸放湿特性の樹種による差異で、内装材の選択に影響する可能性があることから、温度、相対湿度、絶対湿度の挙動とあわせて今後さらに検討する予定である。

重量増加率の平均値と標準偏差を表 4 に示した。

無人施設の庫室 (A ~ N) では重量増加率の平均値は築年数が長いほど大きく、湿潤化が進行していることが示された。

除湿不要の木質庫 (A 文書・B 金属) は高い安定性を示し、標準偏差は有人施設の 24 時間空調の収蔵庫 (O 収 1) と同程度だった。

築年数が同じ無人施設において、木質庫と非木質庫を比較すると、重量増加率の平均値は、木質庫の方が非木質庫より小さく、空間の湿潤化を抑制していることが確認された。

用途属性で比較すると、ほとんどの場合、収蔵庫の方が一般室や開放系より湿潤度は小さく、安定性も大きかった。改めて収蔵庫の仕様 (断熱性、気密性、内装材等) の重要性が示された。

ただ 2 階の開放系空間 (M 2F 廊下) は例外で、湿潤度が小さく、安定性は大きかった。これが階層構造だけの影響によるものか、それ以外の要因があるのかについてさらに調査したいと考えている。

有人施設では、24 時間空調の収蔵庫 (O 収 1) を除いて、湿潤度が無人施設より小さく、乾燥していることが確認された。

無人施設の属性の異なる空間 (A 文書・G 旧土・J ロッカー室) と外気の重量変化率を図 1 に示した。さらにそれぞれ年ごとの湿潤度の傾向を直線近似で示した。太点線が外気、細点線がそれ以外である。

外気は自然環境 (気象) の影響を受けるので当然年により増減の傾向が変化する (今回の調査では 1 年目は増加、2 年目は減少)。しかし建物内は空間属性にかかわらず 2 年目も増加傾向を示した。無人施設が湿潤化することが本調査でも確認された。湿潤化の度合いは収蔵庫仕様と比較して一般室仕様の方が大きかった。

築年数が同じ無人施設の木質庫でも湿度制御を必要としない空間 (A 文書・B 金属) と必要とする空間 (C 繊維・D 伝木) がある。それらの重量増加率を比較した (図 2)。1 年目は、除湿をしていない期間は、除湿不要の場所同士と必要な場所同士はそれぞれ類似した挙動を示した。しかも意外にも重量増加率は除湿器が稼働していない場所の方が小さかった。2 年目は C (繊維) を通年除湿に切り替えた。重量増加率の変化の挙動は通年除湿の C (繊維) と除湿不要の A (文書)・B (金属) が類似した傾向を示した (値そのものは C の方が小さい)。通年除湿でも外気の影響を反映することが示唆された。

除湿を必要とする場所に共通するのは本格的な夏季に入る前の急激な湿潤度の増加である (1 年目の

C、D)。その理由についてA・BとC・Dを比較することで低エコの保存環境構築実現の参考になる知見が得られる可能性がありその要因についてさらに精査したいと考えている。

無人施設の内装材の種類が異なる収蔵庫の挙動を比較した(図3)。非木質系に比較して木質系は変動が小さく安定していることが示された。築年数が同じA(文書)・B(金属)とG(旧土)を比較すると、湿潤度も小さく木質系の優位性が示された。ただ築年数が短いH(新土2)よりは湿潤度は大きかった。しかしHの湿潤度の増加傾向(直線近似)はGよりも大きいことから建物全体が徐々に湿潤化していき、一定期間後に飽和して平衡状態になることが示唆された。

有人施設では温度制御のみの収蔵庫(P収6)は空調のある一般室(RX内)と類似した傾向を示した(図4)。特に冬季の乾燥傾向が顕著だった。空調のない開放空間(QX前)は冬季の湿潤度が年により異なった。有人施設で湿潤化した木質材料を乾燥させるときのタイミングの重要性が示唆された。

4. おわりに

木質重量を測定することで単純な温湿度測定からは見えにくい対象室や建物の湿潤度の傾向が明らかになった。

今回の調査により

- 1) 無人施設では経年により徐々に建物、庫室の湿潤度が増大する(=高湿化、すなわち湿りやすい)。
- 2) 内装材の種類観点では木質系の方が非木質系(コンクリート等)よりも安定性が高いだけでなく、湿潤度自体も低い(=湿りにくい)。
- 3) 無人施設の湿度を制御していない木質収蔵庫の温湿度安定性は大きく、24時間空調収蔵庫(O収1)に匹敵する。
- 4) 湿度の制御がなくても適湿が維持されている収蔵庫は、湿潤度は大きい、値はほぼ一定である。
- 5) それに対して除湿器の稼働が必要な収蔵庫は変動が大きい。
- 6) 有人施設では一般室でも空調の稼働の有無に関わらず湿潤化は認められず乾燥している。

などの知見を得た。

以上のことから、乾燥した木質材料を収蔵空間に配置して当該空間を適湿に維持し、湿潤化した木質材料は有人施設で乾燥させるということを繰り返す「木質材料循環型」の保存環境構築の実現可能性は高いと判断している。

一方で、同じ木質庫でも除湿なしで運用が可能な期間に長短があり、また、まだ水分を吸収する余地があると推定されるにもかかわらず除湿を必要とする空間がある。その理由の解明も本法の効果的な実現に有用な知見になると考える。

今後は、モデル空間において、実際に乾燥調製した木質材料を設置して、本法による環境構築を実践し、さらにそれを効果的に実現するための庫室の仕様や運営体制等の基準を確立したいと考えている。

謝辞

本研究の基礎的部分は東京文化財研究所の芳賀文絵研究員と共同の成果である。記して謝意を表します。

【註】

- 1) a) 芳賀文絵、及川規「低コスト・低エネルギー型収蔵環境構築について - 木質収蔵庫及び木材調湿性についての基礎調査 -」『東北歴史博物館研究紀要18』(2017) p.77.
- b) 芳賀文絵、及川規、森谷朱「低コスト・低エネルギー型収蔵環境構築について - 木材設置による一般室の湿度環境変化についての基礎調査 -」『東北歴史博物館研究紀要20』(2019) p.69.
- c) 芳賀文絵、及川規、森谷朱「低コスト・低エネルギー型収蔵環境構築について - 木材による収蔵室湿度環境改善のための基礎調査 -」『東北歴史博物館研究紀要19』(2018) p.89. など
- 2) a) 及川規、芳賀文絵、森谷朱「空調機が稼働していない木質系内装材収蔵庫の湿度特性 - 湿る収蔵庫・乾く収蔵庫 -」『東北歴史博物館研究紀要21』(2020) p.35.
- b) 芳賀文絵、及川規、森谷朱「空調機が稼働していない木質内装材収蔵庫の湿度特性 - 乾く収蔵庫・湿る収蔵庫 -」『文化財保存修復学会第42回研究発表集』(2020) P043.

表 1 調査空間の属性

記号	対象室 略称	施設 有無	建設 有無	用途 ^{*2}	内装仕様			資料 ^{*3}	温湿度制御 ^{*4}	外界面 ^{*5}	
					内壁材	棚材	系統			主な材質	階
A	文書	無	無	47 庫	木板	木(スプルス)	歴史 紙, 木	なし (4年)	2	0	-
B	金属	無	無	47 庫	木板	鉄	民俗 金属	なし (4年)	2	1	北西
C	繊維	無	無	47 庫	木板	木(スプルス)	民俗 木, 繊維	除湿(前2年=なし)	2	0	-
D	伝木	無	無	47 庫	木板	木(スプルス)	民俗 木	除湿(前2年=なし)	2	1	南東
E	旧出木	無	無	47 庫	木板	木(スプルス)	考古 木	除湿(前2年=なし)	2	1	南東
F	新民	無	無	29 庫	木板(ツガ)	木(ツガ)	民俗 木, 繊維, 金属, 土石	除湿	2	2.5	南東, 北西, (北東)
G	旧土	無	無	47 庫	コンクリート	鉄	考古 土石	なし	2	2.5	南東, 北西, (北東)
H	新土2	無	無	29 庫	コンクリート	鉄	考古 土石	なし	2	3.5	南東, 北西, (南西)
I	新出木	無	無	29 庫	木板(ツガ)	木(ツガ)	(-) -	なし (1年)	1	2	南東, _ 南西
J	ロッカー室	無	無	47 室	合板	-	-	なし	1	0	-
K	階段下	無	無	47 室	コンクリート	-	-	なし	1	0	-
L	1F 写前	無	無	47 開	コンクリート	-	-	なし	1	0.5	(北西)
M	2F 廊下	無	無	47 開	コンクリート	-	-	なし	2	0	-
N	浮エントラ	無	無	47 開	タイル, ガラス	-	考古 土石	なし	1	2	南西, 北東
O	収1	有	有	23 庫	木板(ベイスギ)	木(ベイスギ)	歴史 紙, 木	空調 (24時間)	1	0	-
P	収6	有	有	23 庫	コンクリート	鉄	考古 土石	温度 (24時間)	1	0	-
Q	X 前	有	有	23 開	コンクリート, ガラス	-	-	なし	1	1	南
R	X 内	有	有	23 室	コンクリート, ガラス	-	-	空調 (在室時)	1	3	南, 北, 東
Z	外	外	-	-	-	-	-	-	-	-	-

*1 有=有人施設, 無=無人施設。築後=築後経過年数 (竣工年: 47=1974, 29=1992, 23=1998) *2 本来の用途: 庫=収蔵庫, 室=一般室, 開=開放空間 *3 = 資料なし, (-)= 調査期間中は資料なし
 *4 「なし」の() = 非制御期間, () がないものは無人化後22年以上。除湿=高湿度に除湿, 除湿(前2年=なし)=本調査開始前2年間非制御。温度=20.24℃(季節による: 低温期=20℃, 高温期=24℃)
 *5 数=外と接する面の数, 0.5=1面の半分程度が外と接し, 他は別の部屋と接している。向き=外に面している面の向き。半分程度外と接している面を()で示した

表2 調査対象空間におけるスギの重量増加率*1

場所 記号	2020年												2021年												
	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月
A 文書	12.35	12.24	12.26	12.28	12.39	12.43	12.41	12.35	12.28	12.33	12.39	12.52	12.22	12.15	12.11	12.20	12.35	12.39	12.37	12.20	12.13	12.26	12.39	12.26	12.04
B 金属	12.28	12.24	12.30	12.30	12.38	12.47	12.38	12.17	12.07	12.22	12.32	12.42	12.22	12.19	12.13	12.24	12.40	12.42	12.40	12.24	12.05	12.17	12.42	12.15	12.07
C 繊維	11.85	11.65	11.59	11.53	11.71	11.77	11.75	11.47	11.61	11.79	11.79	12.20	11.71	11.53	11.31	11.45	11.69	11.75	11.75	11.61	11.53	11.75	11.98	11.85	11.67
D 伝木	11.97	11.81	11.68	11.56	11.76	11.93	11.81	11.48	11.48	11.72	12.21	11.30	10.95	11.01	10.95	11.20	11.42	11.52	11.30	11.26	11.10	11.56	12.27	11.03	11.05
E 旧出木	11.91	11.78	11.87	11.74	11.76	11.91	11.78	11.44	11.50	11.72	11.97	12.13	11.30	11.36	11.20	11.38	11.58	11.66	11.52	11.52	11.40	11.78	12.27	11.36	11.34
F 新民	10.83	10.88	10.88	10.88	10.96	11.10	11.06	10.98	11.08	11.39	11.59	11.18	10.94	11.02	10.79	10.90	11.02	11.06	11.02	10.98	10.98	11.22	11.28	11.08	11.08
G 旧土	13.40	13.20	13.18	13.12	13.24	13.49	13.45	13.26	13.34	13.53	13.18	13.69	13.20	13.24	13.06	12.98	13.24	13.40	13.38	13.20	13.14	13.30	13.51	13.32	13.06
H 新土2	8.75	9.48	9.51	9.43	9.66	9.97	9.56	9.30	9.27	9.79	10.44	11.28	10.39	10.10	9.40	10.00	10.44	10.55	10.08	10.29	10.18	10.70	11.48	10.83	10.44
I 新出木													9.85	10.20	10.25	10.36	10.46	10.50	10.53	10.46	10.08	10.46	10.46	10.46	10.57
J ロック一室	15.48	14.45	13.85	13.57	13.94	14.45	14.08	13.51	14.25	15.34	16.37	17.92	15.68	14.05	13.19	13.39	14.11	14.34	14.02	13.91	14.42	15.51	17.32	16.97	14.94
K 階段下	16.92	16.37	15.77	15.77	16.15	16.23	16.40	15.91	16.21	16.70	17.00	17.90	16.92	16.23	15.63	15.96	16.18	16.51	16.48	16.43	16.07	16.59	17.30	17.16	16.64
L 1F写前	14.58	12.76	12.20	11.41	11.61	13.06	11.49	11.75	12.50	15.45	16.88	19.99	15.25	12.05	11.33	11.55	12.05	12.28	11.72	11.75	13.74	15.78	19.46	18.47	13.68
M 2F廊下	10.68	10.43	10.46	10.30	10.60	11.06	10.27	10.19	10.03	10.49	11.36	11.41	10.79	10.27	10.30	10.68	11.09	11.09	10.65	10.33	10.68	11.01	11.90	11.11	10.63
N 浮エントラ	15.40	14.93	14.67	14.59	15.11	15.42	14.43	13.87	13.69	14.65	16.62	17.50	15.88	14.87	15.01	15.27	15.72	15.78	14.79	14.19	14.69	15.42	17.32	16.52	14.35
O 収1	10.14	10.18	10.20	10.20	10.24	10.36	10.26	10.38	10.14	10.32	10.30	10.24	10.24	10.20	10.14	10.14	10.24	10.36	10.36	10.20	10.22	10.30	10.14	10.12	9.94
P 収6	8.82	8.79	8.50	6.86	6.86	7.04	6.80	6.60	7.10	7.89	9.14	9.20	9.00	8.56	7.65	6.63	6.45	6.43	6.13	6.43	7.01	8.24	9.49	9.55	8.82
Q X前	6.96	8.35	7.65	7.81	8.35	8.17	8.15	7.48	7.50	8.25	9.87	9.30	9.26	8.62	7.58	7.81	7.32	7.34	6.17	7.24	7.38	8.37	9.53	8.96	8.17
R X内	10.01	10.08	9.61	7.26	6.73	7.03	6.52	6.44	7.36	8.94	11.00	10.58	10.87	9.59	7.89	6.44	6.35	5.89	6.29	6.67	8.01	9.36	10.94	10.77	10.05
Z 外	15.52	16.66	15.70	15.56	15.77	16.74	14.49	13.80	12.40	12.02	20.95	17.65	18.82	15.30	16.21	17.26	16.76	16.88	14.41	13.17	13.86	15.70	18.22	16.68	15.04

*1 重量増加率 = ((測定重量 - 基準重量) / 基準重量) × 100。測定日はおおよそ各月の半ばとした。網掛け部 = 前月より増加。太字 = スギとキリで増減の傾向が逆転。枠線部 = 除湿器稼働期間

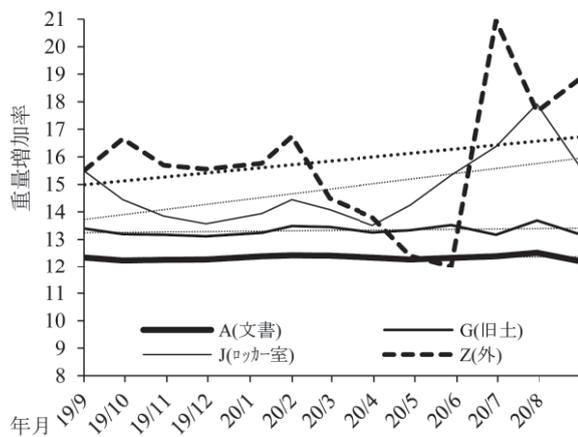
表3 調査対象空間におけるキリの重量増加率*1

場所	2020年												2021年												
	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月
A 文書	9.26	9.17	9.20	9.23	9.31	9.37	9.34	9.26	9.20	9.26	9.34	9.45	9.20	9.15	9.12	9.20	9.34	9.37	9.34	9.17	9.15	9.26	9.39	9.26	9.06
B 金属	8.89	8.86	8.92	8.92	8.99	9.06	8.99	8.86	8.72	8.86	8.92	9.10	8.96	8.92	8.89	8.99	9.10	9.13	9.10	8.99	8.82	8.92	9.13	8.96	8.89
C 繊維	9.64	9.48	9.42	9.37	9.51	9.59	9.56	9.34	9.45	9.59	9.61	9.99	9.51	9.34	9.18	9.29	9.51	9.56	9.56	9.42	9.40	9.61	9.80	9.67	9.48
D 伝木	9.62	9.46	9.38	9.28	9.44	9.59	9.49	9.22	9.20	9.44	9.89	9.09	8.77	8.80	8.75	8.98	9.14	9.25	9.06	9.04	8.91	9.30	9.99	8.85	8.85
E 旧出木	9.46	9.35	9.43	9.29	9.32	9.46	9.35	9.08	9.13	9.32	9.54	9.73	8.97	9.00	8.86	9.05	9.21	9.27	9.16	9.16	9.08	9.38	9.86	9.05	9.02
F 新民	9.12	9.17	9.17	9.17	9.25	9.38	9.33	9.27	9.33	9.64	9.82	9.46	9.22	9.27	9.09	9.20	9.30	9.35	9.30	9.27	9.27	9.48	9.53	9.38	9.35
G 旧土	10.96	10.75	10.75	10.70	10.80	11.01	10.99	10.83	10.88	11.09	10.77	11.31	10.77	10.80	10.64	10.56	10.80	10.93	10.93	10.75	10.75	10.88	11.07	10.91	10.59
H 新土2	7.68	8.05	8.08	8.02	8.22	8.49	8.12	7.88	7.88	8.35	8.96	9.83	8.99	8.72	8.08	8.62	9.03	9.13	8.72	8.89	8.82	9.30	10.04	9.40	9.06
I 新出木													8.27	8.68	8.68	8.78	8.89	8.92	8.95	8.92	8.92	8.55	8.95	8.95	9.09
J ロッカー室	14.53	13.35	12.66	12.37	12.73	13.29	12.93	12.30	13.16	14.57	15.94	17.72	14.30	12.50	11.65	11.78	12.50	12.73	12.43	12.34	12.93	14.14	16.63	15.91	13.19
K 階段下	17.08	16.24	15.46	15.46	15.83	15.87	16.07	15.60	15.97	16.54	16.94	18.02	16.34	15.43	14.72	14.99	15.19	15.56	15.53	15.46	15.16	15.73	16.50	16.40	15.60
L 1F写前	13.26	11.53	10.98	10.26	10.50	11.74	10.43	10.64	11.36	14.40	15.75	18.68	13.50	10.57	9.88	10.08	10.64	10.81	10.32	10.43	12.22	14.26	17.99	16.68	11.84
M 2F廊下	9.68	9.35	9.35	9.18	9.46	9.93	9.18	9.07	8.96	9.39	10.32	10.39	9.64	9.14	9.10	9.43	9.82	9.85	9.43	9.18	9.53	9.85	10.82	10.03	9.43
N 浮エントラ	13.39	13.01	12.70	12.68	13.15	13.48	12.62	12.07	11.88	12.76	14.58	15.33	13.67	12.84	12.81	13.12	13.48	13.59	12.70	12.07	12.65	13.20	15.05	14.25	12.10
O 収1	8.58	8.58	8.63	8.61	8.63	8.74	8.66	8.74	8.58	8.72	8.72	8.66	8.69	8.61	8.55	8.55	8.63	8.74	8.74	8.61	8.63	8.72	8.63	8.58	8.39
P 収6	7.68	7.29	7.05	5.65	5.65	5.79	5.58	5.41	5.90	6.59	7.71	7.71	7.54	7.12	6.32	5.44	5.27	5.23	4.99	5.27	5.76	6.91	8.06	8.13	7.36
Q X前	5.93	7.18	6.56	6.69	7.13	7.02	6.99	6.47	6.45	7.13	8.49	7.98	7.98	7.40	6.50	6.64	6.34	6.31	5.33	6.23	6.42	7.24	8.19	7.68	7.02
R X内	8.03	8.11	7.81	5.83	5.42	5.75	5.20	5.23	5.97	7.37	9.16	8.72	9.02	7.89	6.35	5.12	5.12	4.76	5.17	5.34	6.66	7.84	9.13	8.97	8.31
Z 外	13.24	14.61	13.73	13.66	13.86	14.87	12.70	12.05	10.69	10.35	18.40	15.20	16.13	13.19	13.81	14.74	14.51	14.51	12.39	11.07	11.77	13.42	15.69	14.17	12.62

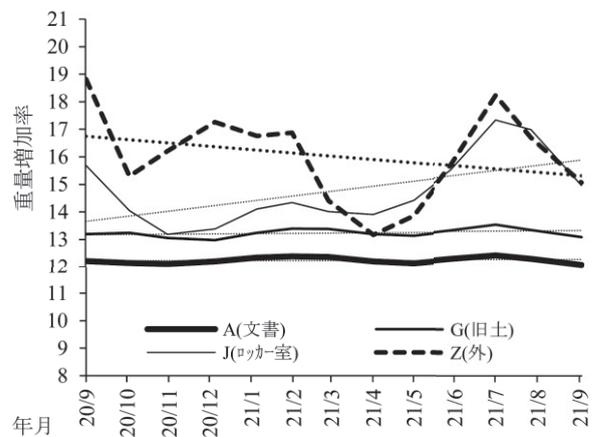
*1 重量増加率 = ((測定重量 - 基準重量) / 基準重量) × 100。測定日はおおよそ各月の半ばとした。網掛け部 = 前月より増加。太字 = スズギとキリで増減の傾向が逆転。枠線部 = 除湿器稼働期間

表4 重量増加率の平均値・標準偏差

場所	スギ			キリ									
	平均	標準偏差		平均	標準偏差								
記号	略称	1年目	2年目	全年	1年目	2年目	全年	1年目	2年目	全年	1年目	2年目	全年
A	文書	12.34	12.24	12.29	0.08	0.11	0.11	9.28	9.23	9.26	0.08	0.10	0.09
B	金属	12.29	12.24	12.27	0.10	0.13	0.12	8.92	8.98	8.95	0.10	0.10	0.10
C	繊維	11.72	11.66	11.69	0.17	0.17	0.18	9.54	9.49	9.52	0.16	0.16	0.16
D	伝木	11.67	11.28	11.49	0.31	0.35	0.37	9.37	9.05	9.23	0.26	0.32	0.33
E	旧出木	11.75	11.51	11.65	0.22	0.27	0.27	9.34	9.16	9.26	0.19	0.24	0.23
F	新民	11.06	11.03	11.05	0.21	0.12	0.18	9.33	9.31	9.32	0.20	0.11	0.16
G	旧土	13.33	13.23	13.28	0.16	0.14	0.16	10.89	10.80	10.85	0.17	0.14	0.16
H	新土2	9.76	10.38	10.05	0.62	0.47	0.64	8.35	8.98	8.65	0.57	0.44	0.61
I	新出木	-	10.36	10.36	-	0.20	0.20	-	8.81	8.81	-	0.21	0.21
J	ロッカー室	14.84	14.76	14.76	1.23	1.23	1.24	13.83	13.31	13.54	1.51	1.47	1.54
K	階段下	16.48	16.47	16.46	0.58	0.45	0.52	16.26	15.59	15.91	0.71	0.52	0.72
L	1F写前	13.76	13.78	13.71	2.47	2.60	2.57	12.54	12.25	12.35	2.41	2.53	2.52
M	2F廊下	10.62	10.81	10.71	0.41	0.43	0.44	9.53	9.63	9.58	0.43	0.44	0.45
N	浮エントラ	15.14	15.37	15.23	1.02	0.85	0.95	13.18	13.19	13.17	0.91	0.80	0.87
O	収1	10.25	10.20	10.22	0.07	0.11	0.10	8.66	8.62	8.64	0.06	0.09	0.08
P	収6	7.89	7.72	7.76	1.00	1.22	1.11	6.58	6.42	6.46	0.90	1.11	1.01
Q	X前	8.24	7.98	8.06	0.79	0.91	0.85	7.08	6.87	6.93	0.69	0.78	0.73
R	X内	8.65	8.39	8.43	1.72	1.87	1.77	7.05	6.90	6.89	1.46	1.62	1.52
Z	外	15.85	16.02	15.82	2.36	1.59	1.97	13.81	13.69	13.66	2.09	1.42	1.76

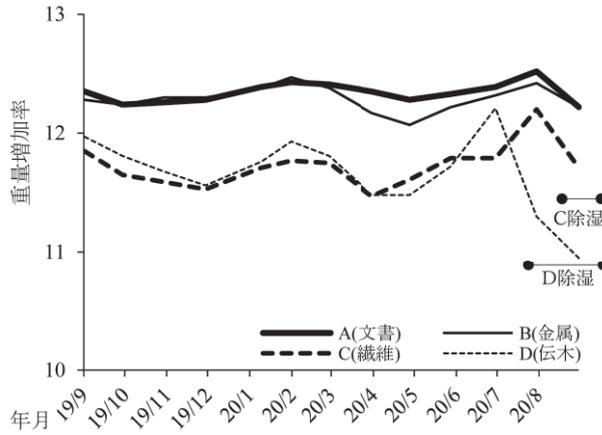


a 1年目

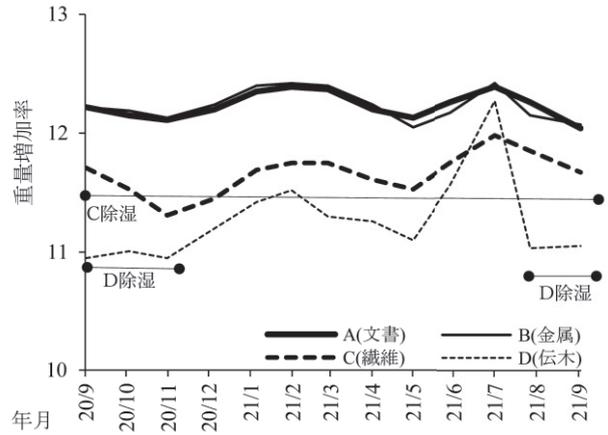


b 2年目

図1 無人施設の収蔵庫・一般室と外気の重量増加率の傾向比較
(点線：増加傾向の直線近似、太=外気、細=外気以外)

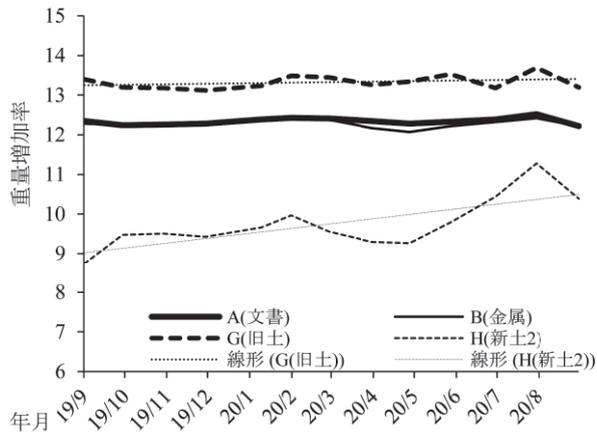


a 1年目

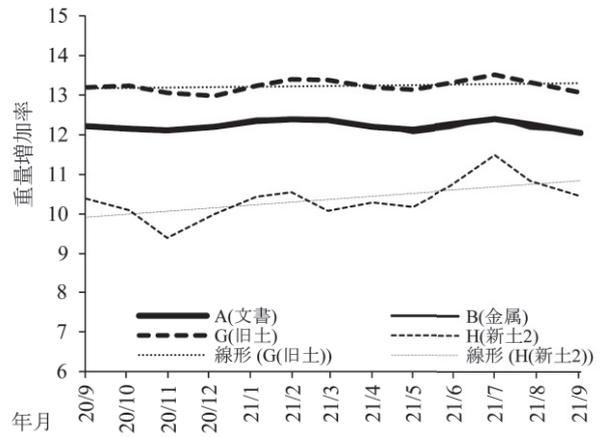


b 2年目

図2 築後年数の等しい無人施設の除湿不要の木質庫 (A・B) と除湿を要する木質庫 (C・D) の重量増加率の挙動の比較

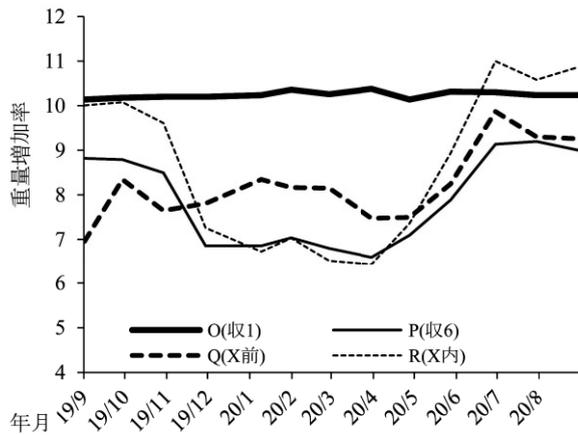


a 1年目

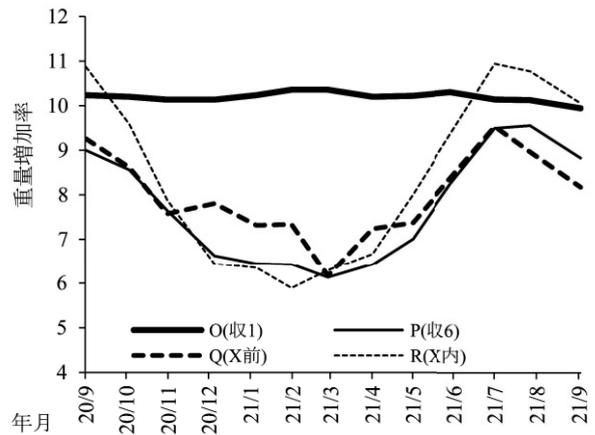


b 2年目

図3 内装材および築後年の異なる無人施設収蔵庫の重量増加率の増減傾向の比較 (点線: 直線近似)
(木質=A・B、非木質=G・H、築後47年=A・B・G、築後29年=H)



a 1年目



b 2年目

図4 有人施設の温湿度制御が異なる収蔵庫と一般室、開放空間の重量増加率の増減傾向の比較
(仕様: 収蔵庫=O・P、一般室・空間=Q・R 24時間温湿度制御=O、24時間温度制御=P、在室時温度制御=R、制御なし=Q)

合成樹脂の遮蔽効果による被災物の臭気抑制法の検討

－ 被災物の保存処理 II －

及川 規・森谷 朱（東北歴史博物館）

1. はじめに	3. 結果と考察
2. 対象と方法	4. おわりに

1. はじめに

東日本大震災からは 10 年以上が経過したが、近年、災害が頻発し防災教育の重要性はますます高まっている。防災教育の拠点となる震災遺構や震災伝承施設において「災害の痕跡をとどめる『もの』（以下、被災物）」の展示は自然災害の実態と脅威を示し、永く記憶にとどめるアイテムとして非常に有用な資料である。しかし被災物の態様（規模、材質、被災・汚染状況）はきわめて多様であり、劣化の進行や臭気など保存上の課題も多い¹⁾。その中で筆者らは「小型・紙・津波」の被災物を対象に揮発成分の観点から検討を行っている。その一環として、包接化合物や酸化剤等を付与することによる簡便な臭気抑制処理を試みたが十分な抑制効果は認められなかった²⁾。そこで今回、樹脂を含浸しコーティングすることによる臭気抑制効果を検討した。また樹脂を含浸させることで表面状態や脆性、剥落抑止性にも影響があることから、それらについてもあわせて報告する。

2. 対象と方法

2.1 対象

津波被災紙製品を対象とした。対象試料の概要を表 1 に示した。

2.2 方法

文化財の保存に多く用いられる樹脂の中から水系 3 種、非水系 4 種を選び検討した。樹脂の概要と処理条件を表 2 に示した。

処理は噴霧法と塗布法で行った。噴霧法では、対象試料を約 45°に傾けた状態で、約 10cm の距離か

ら、各面均等に噴霧し複数回反復した。塗布法では対象試料を水平に保持して筆でしみ込ませるように塗布することを複数回反復した。

処理後の状態は、筆者らの目視・官能試験により評価した。

臭気は試料を揮発成分採取用のガスバックに入れ開口部を開けて嗅ぐことにより評価した。7 名のパネラーにより、6 段階臭気表示法(0 = 無臭、1 = やっと検知できる臭い、2 = 何の臭いかわかる弱い臭い、3 = 楽に感知できる臭い、4 = 強い臭い、5 = 強烈な臭い) で示した。臭気質は、文献³⁾の表 -3「にの質の評価に用いた記述語」の中から最も近いものを選択するという方法で表示した。

3. 結果と考察

3.1 処理後の状態

処理後の状態を表 3 に示した。

一部の樹脂で表面状態が著しく変化した。水系のアクリルエマルジョン樹脂 (B17) で樹脂が表面に析出し部分的に白色化した。同様に非水系のステアリンアルコール (SA) で全体に白色化した。これは、これらの樹脂の含浸速度が遅く、十分にしみ込む前に水や溶媒が蒸発したためと推定している。

メチルセルロース (MC) で部分的に樹脂光沢を、フィキサチフ (FIX) でややマット調を呈した以外は大きな変化は認められなかった。

脆性はフィキサチフ (FIX) 以外で若干改善した。

剥落抑止性はメチルセルロース (MC)、フィキサチフ (FIX)、非水系アクリル樹脂 (B72) で若干改善した。樹脂が析出した水系アクリル樹脂 (B17)、

ステアリルアルコール (SA) は評価対象外とした。

表面状態、脆性改善、剥落抑止性の観点からは、今回の調査範囲ではポリエチレングリコール (PEG) と非水系アクリル樹脂 (B72) が適していると判断された。

3.2 臭気の官能評価

臭気の官能評価結果を表 4 に示した。

臭気強度は、密封下かつ試料に近接しての官能試験の結果である。パネルーにより試料間の相対強度が逆転している場合も認められたが、平均値では非水系アクリル樹脂 (B72) が最も小さかった。

2 番目に小さかったのは非処理系だった。使用する樹脂の種類や施工法により逆に臭気強度が増加する可能性があることが示された。

最も臭気強度が大きかったのは水系アクリル樹脂 (B17) だった。前報²⁾で、被災物に水を付与すると、臭気強度が強まり臭気質も変化する場合があること、さらに質量検出器付ガスクロマトグラフィーによる揮発成分分析で、非処理の資料には検出されなかったブタナール系誘導体が新たに検出され、水分の付与により揮発成分組成が変化して文化財材質に影響を与える物質の量が増加する場合があることを指摘したが、今回も同様の現象が起きている可能性もあり精査したいと考えている。

臭気強度の標準偏差を比較すると、非水系より水系の方が大きく、水系は感受性の個人差に大きく依存していることが示唆された。これは臭気の原因に由来している可能性もありさらに検討したいと考えている。

臭気強度とともに臭気質も観覧者の快適性・鑑賞の質に影響を与える要素である。臭気認識は、個人ごとの嗅覚受容体遺伝子の配列に影響を受けている可能性があり、さらに匂いの好みは過去の経験や学習によって形成されることが多いことから個人差が大きい。また同じ臭気でも濃度の大小により快・不快が逆転することも指摘されている。

本調査でも、パネルーによって試料群を快と感じるパネルーと不快と感じるパネルーに分かれた。本調査の濃度程度であれば被災物の臭気は必ずしも全員が「不快」と感じるわけではなかった。しかし、

一般に不快とされる「どぶ」、「カビ」、「埃」などは、いずれの処理系でも 1～2 名は指摘していることから、処理系の良否を臭気質の快・不快の観点で評価することはできなかった。

非水系の樹脂では試料自体の臭気に加え樹脂や溶剤の影響もあることが臭気質表現（「ロウ様」、「薬品様」、「揮発性の」など）から示唆された。これは臭気強度にも影響を与えていると考えられる。

臭気の官能評価の観点でも、今回の調査の範囲では、非水系アクリル樹脂 (B72) が適すると判断された。

4. おわりに

被災物の展示・保存における課題の中から水損紙製品の臭気および表面状態、脆性、剥落抑止性などに着目し、樹脂処理による方法を検討した。

今回の調査範囲では、非水系アクリル樹脂 (B72) が最も有効と結論された。官能評価は密封下で試料にきわめて近接した状態での結果であり、実際の空間ではかなり緩和されると思われるが、それでもやはりまだ臭気の抑制が十分ではないと考えている。さらに、この樹脂 (B72) は出土金属製品などの保存処理では一般的であるが、紙素材にはあまり用いられず溶媒蒸発後は硬化する。そのため、資料の風合いを保ちながら臭気や剥落を抑制できる、より効果的な処理条件の検討が必要である。

また臭気の観点とは別に、文化財材質への影響の面からの評価が不可欠である。今後、その観点から揮発成分の種類と量について検討する予定である。

臭気評価においては、赤間三重子、小川由美子、藤澤久民枝、笠原仁美、小玉功が協力し、資料調製は赤間三重子、小川由美子が協力した。

本研究の一部は科学研究費補助金 (基盤 A) [課題番号 20H00021] により行われた。

【註】

- 1) 森谷朱、及川規、芳賀文絵「東日本大震災の被災物について - 収集・保管・展示の現状 -」『東北歴史博物館研究紀要 20』(2019) p.73. など
- 2) 及川規、森谷朱「被災物の保存処理 - 簡便な臭気抑制法の検討とその揮発成分への影響 -」『東北歴史博物館研究紀要 22』(2021) p.51. など
- 3) 斉藤幸子「悪臭と日常生活臭を表現する」『におい・かおり環境学会誌 44』(2013) p.363

表 1 対象試料の概要 *1

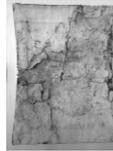
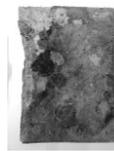
資料番号	1 (た 1-5 ⑥)	2 (た 1-5 ③)	3 (た 1-5 ④)	4 (1-5 ⑤)	5 (た 1-5 ⑦)	6 (た 1-5 ⑧)	7 (た 1-5 ⑩)	8 (た 1-5 ⑪)
								
重量 (g)	60.9	46.7	54.4	48.0	57.3	57.5	59.7	54.2

*1 東日本大震災で被災した紙製品で処理法調査用にご提供いただいたもの

表 2 処理薬剤（樹脂）の概要と処理法

樹脂 名称	処理			使用量 (g)
	略号	系統	方法	
ポリエチレングリコール (PEG4000)	PEG	水	20% 水溶液を噴霧処理	47.5
アクリルエマルジョン樹脂 (バインダー No.17)	B17	水	5% 水溶液を噴霧処理	36.5
メチルセルロース	MC	水	3% 水溶液を噴霧処理	31.8
ステアリルアルコール	SA	非水	5% エタノール溶液を塗布処理	80.2
ポリビニルブチラール (アルタイン G)	AG	非水	アルタイン G のエタノール 1:1 溶液を塗布処理	43.8
フィキサチフ (O630, ホルベイン)	FIX	非水	市販品 (合成樹脂のエタノール溶液, 主成分等詳細不詳) をそのまま噴霧処理	76.4
アクリル樹脂 (パラロイド B72)	B72	非水	5% アセトン溶液を塗布処理	65.5

表 3 処理後の状態

資料番号	1 (た 1-5 ⑥)	2 (た 1-5 ③)	3 (た 1-5 ④)	4 (1-5 ⑤)	5 (た 1-5 ⑦)	6 (た 1-5 ⑧)	7 (た 1-5 ⑩)	8 (た 1-5 ⑪)
処理記号	非処理	PEG	B17	MC	SA	AG	FIX	B72
								
表面状態	変化なし	大きな変化なし	薬剤析出により部分的に白色化を呈する	部分的に樹脂光沢を呈する	薬剤析出により全体に白色化を呈する	大きな変化なし	大きな変化はないがややマット調を呈する	大きな変化なし
脆性	変化なし	やや改善	- ¹	やや改善	- ¹	わずかに改善	大きな変化なし	わずかに改善
剥落抑止性	変化なし	大きな変化なし	- ¹	やや改善	- ¹	大きな変化なし	わずかに改善	やや改善

*1 樹脂が析出したため評価対象外

表 4 処理後の臭気の官能評価

資料番号	1 (た 1-5 ⑥)	2 (た 1-5 ③)	3 (た 1-5 ④)	4 (1-5 ⑤)	5 (た 1-5 ⑦)	6 (た 1-5 ⑧)	7 (た 1-5 ⑩)	8 (た 1-5 ⑪)	
処理記号	非処理	PEG	B17	MC	SA	AG	FIX	B72	
臭気強度 ^{*1}	パネラー 1	1	2.5	3	1	2	2	2.5	2.5
	パネラー 2	2.5	2.5	3.5	3.5	3.5	4	2.5	2.5
	パネラー 3	2.5	3	4	3	2	2.5	2	1
	パネラー 4	2	2	2	2	2	2.5	2	2
	パネラー 5	3	4	4	3	3	3	3	2
	パネラー 6	2	3	3	2.5	2	3	3.5	2
	パネラー 7	1	1.5	2	1.5	1.5	2	2	0.5
	平均	2.0	2.6	3.1	2.4	2.3	2.6	2.6	1.8
臭気弱順 ^{*2}		2	5	8	4	3	5	5	1
標準偏差		0.71	0.74	0.78	0.83	0.65	0.69	0.49	0.70
臭気質表現 ^{*3}	パネラー 1	樹脂香(植物)	みそ様	アーモンド様	キャベツ様	海苔様	キノコ様	ロウ様	玉ねぎ様
	パネラー 2	ピーナツ様	トロロ昆布様	パン焼き様	パン焼き様	パン焼き様	揮発性の	パン焼き様	ピーナツ様
	パネラー 3	漂白剤様	どぶ様	漂白剤様	どぶ様	漂白剤様	焦げ臭	カビ様	埃様
	パネラー 4	もやもや	干し草様	埃様	干し草様	もやもや	干し草様	土様	干し草様
	パネラー 5	埃様	土様	カビ様	酸っぱい	軽い	埃様	埃様	セロイ様
	パネラー 6	乾物様	乾物様	乾物様	乾物様	薬品様	ペンキ臭	土様	乾物様
	パネラー 7	土様	土様	土様	土様	甘い	薬品様	揮発性の	土様

*1 臭気強度はパネラーの表現を 6 段階臭気強度表示法 (0 = 無臭, 1 = やっと検知できる臭い, 2 = 何の臭いかわかる弱い臭い, 3 = 楽に感知できる臭い, 4 = 強い臭い, 5 = 強烈的な臭い) に変換して示した。
 *2 平均値に基づき臭気の弱い順に順位付けをおこなった。
 *3 臭気質表現は文献 (齊藤幸子「悪臭と日常生活臭を表現する」『におい・かおり環境学会誌 44』(2013) p.363) の表-3「においの質の評価に用いた記述語」の中から最も近いものを選択して示した。

東北歴史博物館研究紀要 23

発行／令和4年3月25日

編集発行／東北歴史博物館

〒985-0862 宮城県多賀城市高崎一丁目22-1

TEL.022-368-0101(代表)

印刷／株式会社 イメージパーク

〒984-0001 仙台市若林区鶴代町4番12号

TEL.022-236-7202 FAX.022-284-8895

BULLETIN OF TOHOKU HISTORY MUSEUM

[Articles]

- The Function of Tanged Points from the Suyanggae Site, Korea, and the Early Upper Palaeolithic
AKOSHIMA Kaoru, HONG Hyewon, WOO Jong-yoon,
LEE Yung-jo 1
- The Stage and Transition of Jomon Potteries from the Kitakomatsu Site, Miyagi Prefecture, Japan
- AMS Radiocarbon Dating and Stable Isotope Analysis of Charred Materials on Potsherds -
KOBAYASHI Kenichi, ONO Shotaro 21

[Reports]

- Mitochondrial DNA Analysis of Final Jomon Skeletons by NGS in the Kitakomatsu Site, Osaki City, Miyagi Prefecture, Japan
AIHARA Junichi, ONO Shotaro, ADACHI Noboru,
KANZAWA Hideaki 37
- Archaeological Survey on Hinatatate Site and Nakano Site, Wakuya Town, Miyagi Prefecture, Japan
AIHARA Junichi, NIHEI Masashi 43
- Basic Investigation of Energy-saving Cultural Property Preservation Environment by Circulating System of Wood-Based Materials
- Wet Storages, Dry Storages II -
OIKAWA Tadashi, MORIYA Aya 49
- Investigation of Odor Control Method by Using Synthetic Resin
- Preservative Treatment of Objects Damaged by the Disaster II -
OIKAWA Tadashi, MORIYA Aya 57