

東北歴史博物館 研究紀要

[報告]

相原 淳一・植松 暁彦・

阿部 芳郎・東京大学総合研究博物館放射性炭素年代測定室・

黒住 耐二・樋泉 岳二・野口真利江

山形県酒田市飛島西海岸製塩遺跡の考古学的調査

— 古代製塩遺跡と古津波堆積層Ts1・2 — …………… 1

及川 規・芳賀 文絵・森谷 朱

水損被災資料由来の揮発成分についてⅢ

— 真空凍結乾燥法の問題点と対処 — …………… 29

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 — …………… 35

森谷 朱 東日本大震災の被災物について(2)

— 南浜つなぐ館所蔵被災リュックの被災痕跡劣化調査 —

…………… 39

相原 淳一・飯塚 義之

宮城県栗原市上堤遺跡出土「の」字状石製品と

大崎市根岸遺跡出土の管玉ほか玉類 …………… 45

[資料紹介]

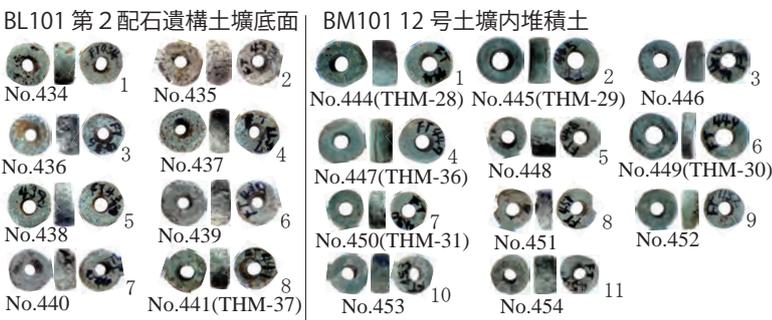
大久保春野 新出の小池曲江筆仏涅槃図について …………… 60

口絵 1: 宮城県栗原市上堤遺跡出土の「の」字状石製品と大崎市根岸遺跡出土の管玉ほか玉類

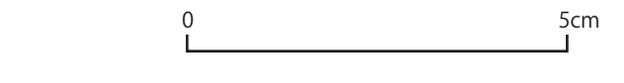
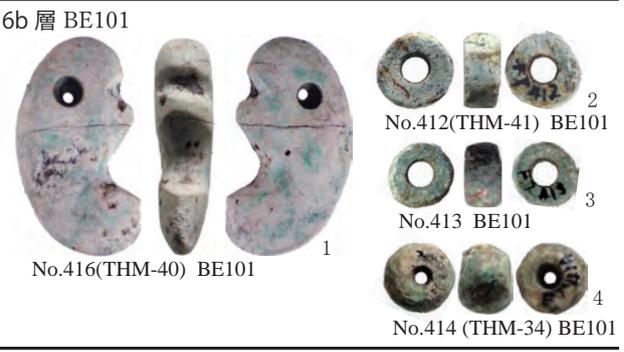
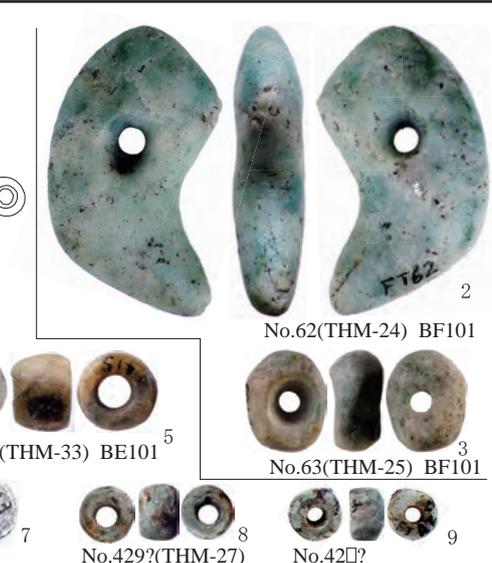
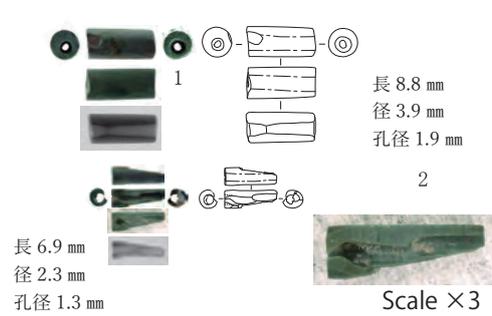
① 栗原市上堤遺跡出土「の」字状石製品 (THM-66)



② 大崎市根岸遺跡出土玉類



③ 仙台市高田B遺跡出土管玉



口絵 2：山形県酒田市飛島西海岸製塩遺跡の考古学的調査



①飛島西海岸製塩遺跡

八幡崎展望台から南西方向の荒崎を望む。製塩遺跡は最も低い第4段丘面に、荒崎を越えて、さらに南へと広がっている。

今回の調査は直下の袖の浜地区A地点で行った。



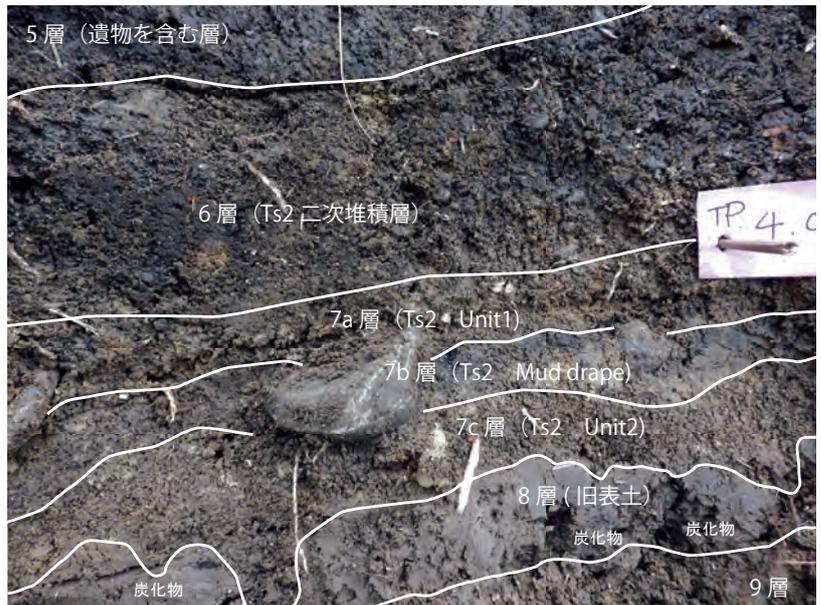
②オバフトコロ地区D地点(相原ほか 2013)



③袖の浜地区B地点(相原ほか 2013)

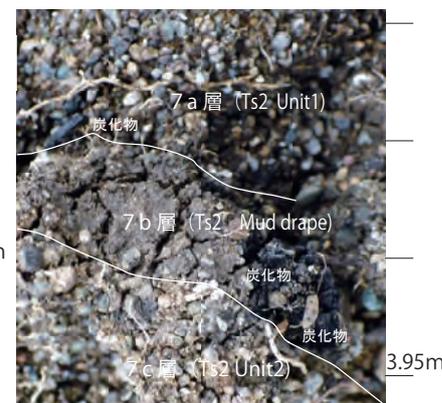
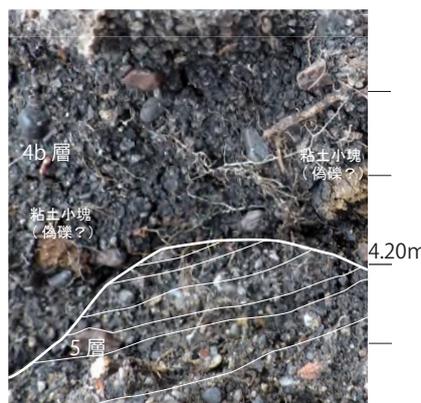
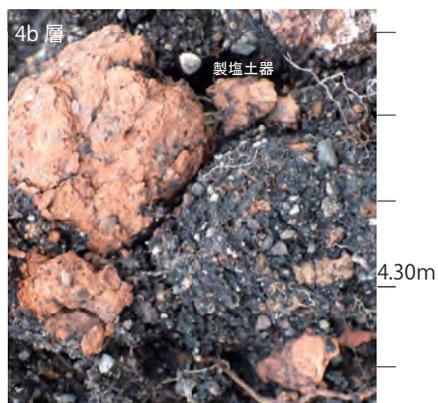
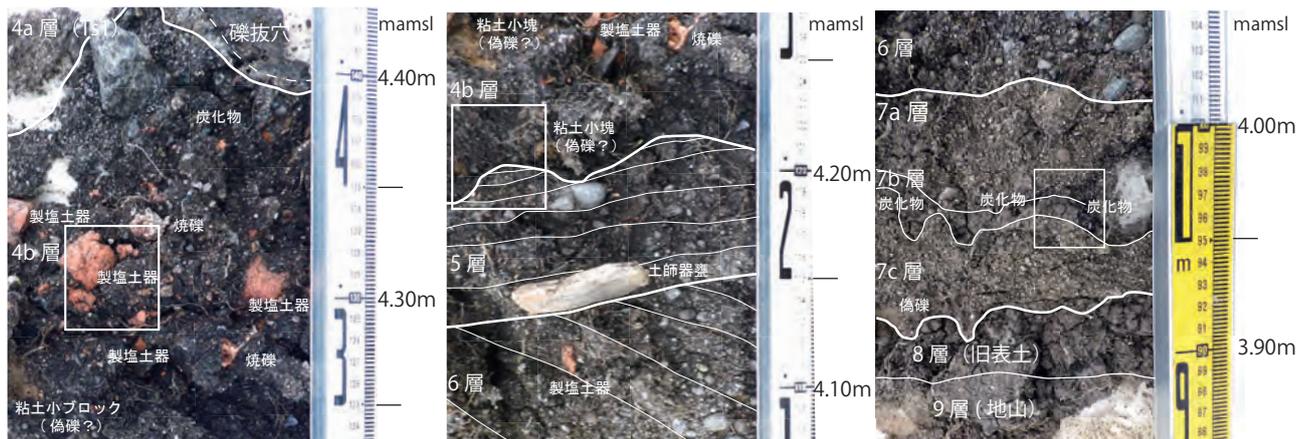


④袖の浜地区A-1地点の基本層序(今回 2019年調査)



⑤袖の浜地区A-2地点の基本層序と Ts2 詳細 (今回 2019年調査)

口絵 3：山形県酒田市飛島西海岸製塩遺跡の考古学的調査



4a層 (Ts1) は扁平礫が並ぶ。4b層中位の製塩土器は細かく砕け、製塩土器微小片が多量に含まれている。割れ口は新鮮で、ほとんどの土器片は立っている。4b層上部は製塩土器片はほとんどなく、炭化物が含まれている。

4b層底面は凹凸をなし、5層を侵食して堆積している。4b層下部は製塩土器をほとんど含まず、4b層下部は粘土小塊 (偽礫?) を疎らに含んでいる。5層はわずかに傾いて堆積しており、やや摩滅した土師器破片等が含まれている。

7層 (Ts2) は7a層がUnit 1、7b層が泥質のMud drape、7c層Unit 2に相当する。8層 (旧表土) は7c層に侵食されている。7c層底面は凸凹で、偽礫を含み、ラミナ状をなす。7a層上部から6層津波堆積物二次堆積層に漸移する。

①袖の浜地区 A-2 地点層位剥ぎ取り詳細

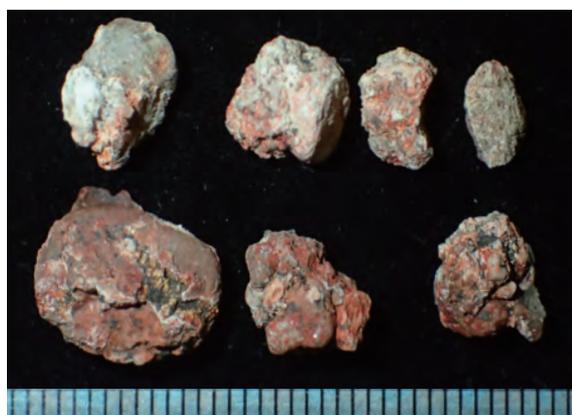


(1) A-1 地点の堆積物サンプルから抽出された脊椎動物遺体

1. タイ科顎骨 (前上顎骨または歯骨), 2. タイ科? 歯, 3. 硬骨魚類 (真骨類) 鱗棘



上段：現在の海岸打上げ



(3) A-1 地点の堆積物から抽出された白色物質の付着する“焼け礫片” V層 (サンプル②) 目盛りは1mm



中段：遺跡現地表 (サンプル⑥)

下段：左：Ⅲ層 (サンプル④), 右：Ⅴ層 (サンプル②) 目盛りは1mm

②袖の浜地区 A-1 地点の自然遺物ほか

口絵 4 : 新出の小池曲江筆仏涅槃図について



小池曲江筆 仏涅槃図 文政 5 年 (1822) 個人蔵

はじめに

東北歴史博物館は、宮城県を中心にしながら、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、考古学から報告2編、保存科学から報告3編、美術から資料紹介1編を収録しています

相原と山形県埋蔵文化財センター植松暁彦氏・明治大学阿部芳郎氏・東京大学総合研究博物館放射性炭素年代測定室・千葉県立中央博物館黒住耐二氏・早稲田大学樋泉岳二氏・(株)パレオ・ラボ野口真利江氏の共同研究によって行われた山形県酒田市飛鳥西海岸製塩遺跡の考古学的調査の報告をします。飛鳥西海岸では古代製塩遺跡とともに、古津波堆積層が北海道大学名誉教授の平川一臣氏によって確認されており、その堆積層の特徴や出土遺物の年代に関する考察、自然遺物の分析、炭化物からの年代測定、珪藻分析を行っています。

及川らは水損資料から生じる揮発成分について継続して調査しており、今回は真空凍結乾燥法の問題点とその対処、応急処置とその後の処理方法について具体的な提案を行います。また、低エネルギー・低コストの持続可能な文化財保管空間を構築するために、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について報告します。森谷は2011年3月11日の東日本大震災で被災したリュックの変色をはじめとする被災痕跡の劣化について調査しています。

相原と中央研究院地球科学研究所・金沢大学国際文化資源学研究センターの飯塚義之氏は、当館所蔵の宮城県栗原市上堤遺跡出土「の」字状石製品と大崎市根岸遺跡出土の管玉ほか玉類の再検討および蛍光X線分析による石材調査について報告します。

大久保は新出の小池曲江筆仏涅槃図について、東園寺本・雲上寺本と比較しながら、図様の選択には谷文晁らの影響があった可能性や制作時期等について検討し、資料紹介します。

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2年3月27日

東北歴史博物館長 笠原信男

山形県酒田市飛島西海岸製塩遺跡の考古学的調査

— 古代製塩遺跡と古津波堆積層 Ts1・2 —

相原 淳一 (東北歴史博物館)・植松 暁彦 (山形県埋蔵文化財センター)

阿部 芳郎 (明治大学)・東京大学総合研究博物館放射性炭素年代測定室

・黒住 耐二 (千葉県立中央博物館)・樋泉 岳二 (早稲田大学)

・野口 真利江 ((株)パレオ・ラボ)

I. はじめに	VI. 袖の浜地区 A-1 地点の堆積物水洗選別結果
II. 研究史とその課題	VII. 7b 層中炭化物の年代測定
III. 袖の浜地区 A-1、2 地点の遺物出土状況	VIII. 堆積物中の珪藻化石群集
IV. 土器類の破損の特徴	IX. 本調査における成果と課題
V. 出土遺物の年代	X. おわりに

I. はじめに

山形県酒田市飛島は北緯 39° 12′、東経 139° 33′ の日本海上、秋田県象潟港の真西に位置する離島である (図 1)。島は北東から南西にわたる長軸と、それに直交する鼻戸崎、八幡崎の支節からなる丁字形をなす総面積 2.75 ㎢ の小島である。最高点の高森山 (海拔 68m) を取り巻くように、4 段の段丘地形が発達している。南西部の荒崎 - 賽の河原には離水ベンチが発達し、第 4 段丘の形成後も隆起運動が継続している (宮内・山下 1992)。

本稿は、2019 年 7 月 20～21 日、10 月 26～27 日に行った山形県酒田市飛島西海岸製塩遺跡に関する調査報告である。調査参加者は 7 月が東北歴史博物館相原淳一・山形県埋蔵文化財センター植松暁彦・秋田大学地方創生センター地域協働・防災部門鎌滝孝信氏、10 月参加が相原・植松および明治大学阿部芳郎・千葉県立中央博物館黒住耐二・早稲田大学樋泉岳二、福島県立博物館高橋満氏、明治大学考古学研究室学生竹林香菜氏である。



図 1 飛島の位置



図 2 飛島の遺跡分布と調査 (国土地理院「電子国土」から作成)

分担執筆は次のとおりである。Ⅲ章 A-1 地点とⅤ章を植松暁彦、Ⅵ章の脊椎動物遺体は樋泉岳二、Ⅵ章その他は黒住耐二、Ⅶ章を東京大学総合研究博物館放射性炭素年代測定室、Ⅷ章を野口真利江、そのほかは相原淳一が執筆し、協議の上、全体を相原が編集した。

Ⅱ. 研究史とその課題

山形県酒田市飛島西海岸製塩遺跡は、北海道大学名誉教授の平川一臣氏が2012年11月の津波堆積物調査で発見した(平川2013a)。調査は飛島北端の八幡崎を中心に、西海岸袖の浜地区をLoc. ①、東海岸オボゲの浜地区をLoc. ②として実施され、この2地点で古津波堆積層が検出された(図2)。調査では、製塩土器や須恵器ほかの遺物が出土し、相原は出土遺物の年代特定について依頼を受け、飛島の津波堆積物調査に関わることとなった。

飛島西海岸の製塩遺跡は、島の西海岸北部の袖の浜から田下、ミヤダ浜、中部に突き出す荒崎を越えてオバフトコロの浜の西海岸中部の第4段丘面上に立地する(口絵2①)。製塩土器の分布自体は南部のゴトロ浜付近まで確認されるが、露頭での遺構は確認されない。

平川の調査では、上位の津波堆積層 Ts1 は「表層有機質土壌の発達程度から1833年天保出羽沖地震(あるいは庄内沖地震)による津波堆積物で

あろう。」(平川2013c)とされた。その後、相原はこの礫を含む黒褐色砂層の調査も行っているが、人工遺物を確認するには至っていない(相原ほか2013)。下位の Ts2 は「大量の須恵器、土師器の土器片を含み、製塩土器を産するとともに、生活面も認められ(東北歴史博物館の相原淳一主任研究員との共同での現地調査)、9世紀中葉の津波によって破壊された製塩集落遺跡と考えられる。津波をもたらした歴史地震は嘉祥3(AD850)年「出羽国庄内嘉祥地震」の可能性がある。」とされた。のちに「Ts2は、人為的に著しく影響を受けているが、場所によっては2層の津波堆積物からなるようにも見える。考古遺物の層序・編年からは、9世紀代に二つの津波が想定されるという。飛島の南東側海岸には、標高5m付近にはテキ穴と呼ばれる、人間が定住した洞穴遺跡があり、9世紀中葉から10世紀代に二度壊滅したことが知られている。これらは津波の襲来による可能性、すなわち Ts2 のもうひとつの津波を想定する根拠としての検討課題として残しておく。」(平川2013c) 1) とした。

この時の論文の本文では以上のように、Ts1 を1833年天保出羽沖地震、Ts2 を850年出羽国庄内嘉祥地震としているが、その付表(表1①)では異なる表記を用いている。「1833庄内沖、Ts1 10C. ?、Ts2 850AD ?、Ts3 ?、Ts4 2.8ka」としており、本稿では、この平川付表の Ts 番号に従う。

奥尻島	西津軽(小泊)	西津軽(椿山)	男鹿半島	飛島	佐渡
1993 北海道南西沖	1983 日本海中部	1983 日本海中部		1833 庄内沖	(1833 庄内沖)
Ts1 1741 渡島大島	Ts1		Ts1	Ts 1 10C. ?	(1762 佐渡沖)
Ts 2 13~14C.?(1.0ka?)	Ts2	Ts 1 9C. ?	Ts2	Ts 2 850 AD?	Ts 1 10~11C. ?
Ts 3 AD/BC				Ts 3	Ts 2 9C. ?
Ts 4 (2.9 ka ?)				Ts 4 2.8 ka	Ts 3
Ts 5 (3.5 ka ?)				?	Ts 4
Ts 6 ? (5.0 ka ?)				?	Ts 5

① 日本海東縁各地の津波堆積物 (平川2013c から)

表: 日本海沿岸各地の古津波堆積物層と年代(c-14、考古遺物に基づく)

北海道南西沖	日本海中部	庄内沖	佐渡北方沖
奥尻島(西・東岸)	西津軽(深浦・椿山)	男鹿	飛島
佐渡外海府			
1993(沈降・X)	1983	1833	(1833庄内沖?)
(1741渡島大島)X		15 C	1762
11~13 C.	—	11 C (10~13 C.)	11 C.
—	9 C.(椿山)	(隆起 Event?) AD850 ?	9 C.
AD/BC	AD/BC (隆起Event?)	(隆起Event)	AD/BC ?
2.5~2.7 ka	2.7 ka	2.8 ka	2.4ka
3.5 ka	3.6 ka	○	○
5.0 ka	4.9 ka	○	○
○	5.3 ka	?	

— 存在しない、? 存在するらしいが未確定、○ 存在するが年代未確定

(c-14、考古遺物に基づく)

③ 日本海沿岸各地の古津波堆積物層と年代 (平川2016 から)

袖の浜地区 Loc.①	ゴトロ浜地区北 Loc.⑤	ゴトロ浜地区南 Loc.⑥
Ts:1833	Ts1833はない?	Ts1:1833?
泥炭(有機)質粘土層	・1168~1217AD Ts 12C~13Cにあった?	soil soil Ts2 soil・1225~1269AD
	Ts? ・1266~1286AD	
Ts 10~11C? ~9C中葉の土師器、須恵器 ・875~971AD	Ts 9C? 10C?	Tsありそう
Ts 9C? ・890~981AD 湿地性堆積物 ・561~643AD	・778~896AD	
基盤	隆起ビーチ、ベンチ AD/BCころ? 基盤 3m+	Ts3 soil・896~830BC 隆起ビーチ、ベンチ 3kaころ? 基盤 7m+

※東海岸 テキ穴洞穴:11~12世紀に家族全員が洞穴で死亡(津波による?)

② 飛島西海岸の津波堆積物層 (平川2014 から作成)

表1 平川一臣による日本海東縁の古津波堆積物層

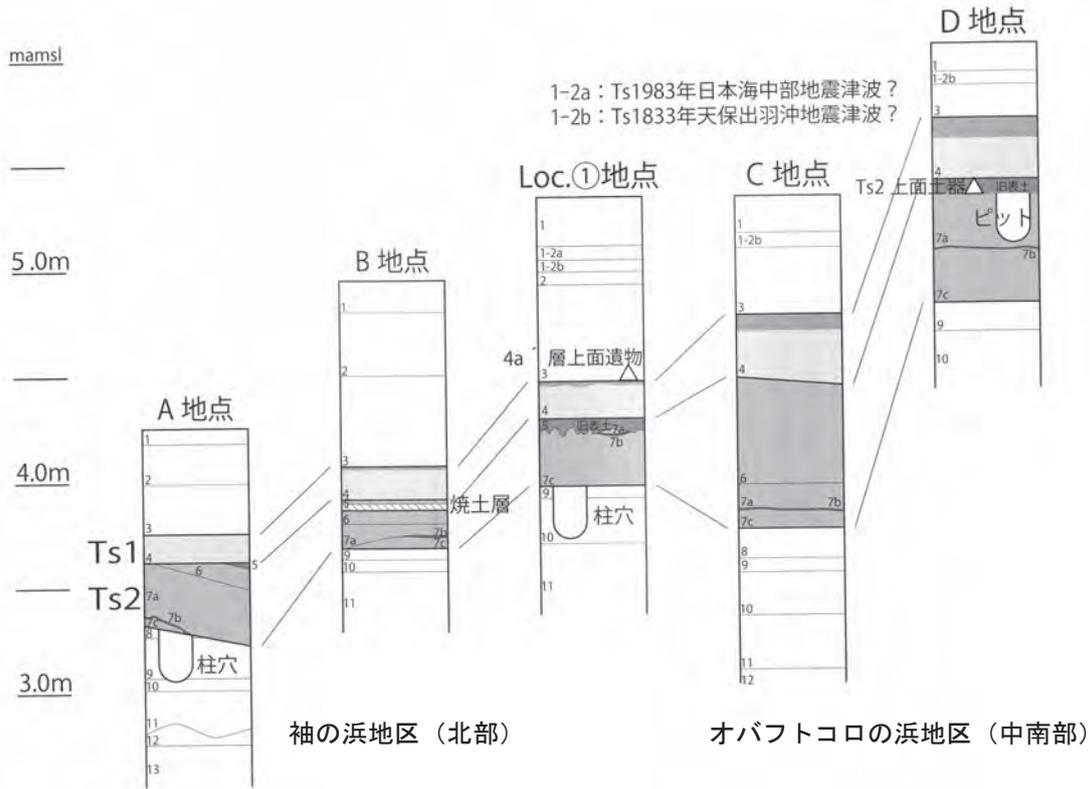


図3 飛島西海岸遺跡の遺構と津波堆積層の関係 (相原 2014 から)

2013年3月調査に相原・駒木野智寛・大畑雅彦、5月には平川の飛島調査に合流する形で上記3名に阿部明彦(山形県埋蔵文化財センター)・矢口裕之(群馬県埋蔵文化財調査センター)が加わり、調査を実施した(相原ほか2013、相原2014a)。

東海岸のオボゲの浜地区 Loc. ②地点では古津波堆積層中からは製塩土器1片を確認した。しかし、ほかに人工遺物を確認することはできず、津波堆積層に巻き込まれた漂着瓦礫の一部と判断された。

西海岸では、平川が調査した袖の浜地区 Loc. ①

地点からさらに南に遺跡及び古津波堆積層は広がっていくことを確認した(図3)。袖の浜地区の調査では、A地点(図4①)でTs2の下位から2個の柱穴、B地点(図4②)でTs1の下から製塩土器・焼土層を確認し、Ts2の上下に二つの遺構面があるものと考えられた(相原ほか2013)。特に、B地点の製塩土器はほぼ水平に並び、焼土層を伴い、直下には粘土質の安定面があることが確認され、遺構面と認定した。後述の今回調査のA-2地点の製塩土器の出土状況とは、様相が異なっている。



①袖の浜地区A地点の調査



②袖の浜地区B地点の調査

図4 飛島西海岸遺跡袖の浜地区の調査 (相原ほか2013)

荒崎から南側のオバフトコロの浜D地点でも、ピットとともに、製塩土器を面的に確認した(口絵2②)。さらに上位の表土直下付近には、1983年日本海中部沖地震津波、1833年天保出羽沖地震津波に相当する可能性のある砂質層を平川とともに確認したが、人工遺物は含まれてはおらず、考察からは除外した。

以上の調査から、以下のような結論が得られた。

Loc. ①地点ではTs1の層群の上位から土壌化した遺物を包む層(4a'層)が検出され、その上面から良好な状態で遺物がまとまって出土した。このうち須恵器は山形県酒田市山海窯跡群第3窯跡(山形県教育委員会1991)出土資料に類似し、9世紀第3四半期の特徴をもつものであり、この年代がTs1の上限年代と考えられる。Ts1層中出土遺物も、同じく9世紀第3四半期の特徴を持つものであり、9世紀第4四半期あるいはそれ以降と見られる遺物は含まれていない。

Ts2層中で最も新しい遺物はB地点の須恵器壺(6層中上部)・土師器タタキ甕(6層中)がある。須恵器壺は、山形県酒田市生石瀬山第1号窯(川崎1966・1979、佐藤・佐藤1971)出土資料に類似し、9世紀第1四半期の特徴を持つものである。土師器タタキ甕は8世紀後半から9世紀前葉の北陸系長胴甕の特徴と一致する。これらより後出と見られる遺物は今のところなく、Tsの年代は9世紀第1四半期ないしは9世紀前葉と考えられる。

文献に残る地震との関係から、Ts1は850年出羽国庄内嘉祥地震(『日本文徳天皇実録』『日本三代実録』)、Ts2は830年出羽国秋田天長地震(『類聚国史』)と考えられた(相原ほか2013・相原2014a)。

2011年に政府によって「津波防災地域づくり」が策定され、「日本海における大規模地震に関する調査検討会」(座長:阿部勝征東京大学名誉教授)が組織され、この中で2014年時点まで公表・未公表の津波堆積物データの網羅的な収集・整理が進められた。しかし、この調査検討会では「収集された津波堆積物データの特徴や認定根拠、その妥当性の評価はなされなかった。」(川上ほか2017)とされる。この調査検討会の中で、平川一臣は2012年11月調

査のデータに¹⁴C年代測定の結果を合わせて、公表(平川2014)した(表1②)。

袖の浜地区Loc. ①の基盤直上の湿地性堆積物が561～643AD、下位のTs2直下で890～981AD、Ts1とTs2の間の遺物を包む層で875～971ADの測定結果から、Ts2を9C?、Ts1を10～11C?とした。Ts1を10～11C?とした年代的な根拠としては東海岸のテキ穴洞穴遺跡の「11～12世紀に家族全員が洞穴で死亡(津波による?)」に由来するものと思われる。テキ穴洞穴の解釈では、「穴居人の全滅(佐藤禎宏1990)が採用され、「生活の場ではなく、ある種の埋葬場所としての可能性が強い。」(川崎1981)とする解釈は吟味されていない。さらに年代観は、報告では落石下部の上層が10世紀前後(赤焼土器5点)、さらに深い下層がロクロ使用のない土師器で9世紀前後とされ、この年代観はYamaguchi・Ishida 2000および安達ほか2006の人骨分析にも引き継がれ、現在でも異論の余地はない。平川のLoc. ①のTs1とTs2の間に形成された遺物を含む層(口絵1③参照)およびTs1上面から検出された土器には、10世紀前後の土器は含まれておらず、Ts1を10～11C?まで新しくしなければならぬ根拠は見当たらない。Ts2に関してもその上下の¹⁴C測定年代は875～971AD・890～981ADとほぼ同じ値を示している。

一方、この2枚の津波堆積層は島の南側でははつきりしなくなり、隆起量の大きいLoc. ⑤(ゴトロ浜地区北)では1枚(Ts 9C? 10C?)、さらに南のLoc. ⑥(ゴトロ浜地区南)ではTsの存在自体があまりないものとなっている。露頭で製塩遺跡の遺構を確認できるのは西海岸オバフトコロの浜D地点までで、遺物の散布自体は平川のLoc. ⑤地点付近まででは認められたが、遺構の存在は確認されていない。

逆に、島の南側のゴトロ浜では、北側の袖の浜では確認されない津波堆積層が検出されている。Loc. ⑤では1266～1286ADの上に1～2枚のTs、Loc. ⑥では1225～1269AD上に1枚のTsが検出されており、この年代測定値に基づくのであれば、13C頃の中世の津波堆積層と考えられる。ゴトロ浜の北側のオバフトコロの浜(口絵1②)では、表土直下の

Ts1833 と製塩土器の面やピットのある遺構面上位の Ts1 の間に無遺物の Ts 津波堆積層を 1 枚確認しており、この 13 C の津波堆積層に相当するものと思われる²⁾。Ts1833 天保出羽沖（庄内沖）地震津波も南側ほど層厚を伴い、明瞭化するのに対して、北側の袖の浜地区では薄い層か、その存在を確認することができない。

¹⁴C データも併せて検討すると、飛島西海岸に重層して認められる津波堆積層も決して一様に堆積しているのではなく、製塩遺跡のある北部～中部と隆起量が大きく製塩遺跡が分布しない南部とでは異なる様相を呈している。

平川はこれらの調査成果に基づき、「日本海沿岸各地の古津波堆積物層と年代」（平川 2016）として総括した（表 1 ③）。カッコ書きの津波堆積層の年代は ¹⁴C 年代、考古遺物によるとされた。飛島では津波堆積層は 1833、(10～13C.)、AD850？、AD/BC ころ（隆起 Event）、2.8ka とし、以下にも存在するが、

年代未確定とした。また、「9 世紀中葉あるいは AD/BC 頃のように地震が集中して発生した時期があったことを示す。」とし、必ずしもひとつの巨大地震による津波の所産によるものではないことも示唆している。年代推定に用いられた考古資料との年代観の齟齬については上述のとおりであり、ここでは繰り返さない。ただし、考古資料からは古代とみられる Ts1・Ts2 が島の北側では 2 枚認められ、南側では 1 枚ないしは判然としなくなる点、あるいは 13 世紀ころの中世とみられる津波堆積層は北側には認められない点については、Ts1：(10～13C.)、Ts2：850？という年代には反映されてはおらず、課題を残している。

一方、平川が 9 世紀の津波堆積層を検出したとする青森県西津軽椿山（相原・駒木野 2014）、秋田県男鹿半島双六、新潟県佐渡春日崎（相原・駒木野 2013、相原・加藤学 2014 調査）（図 1）における礫主体ないしは砂質の津波堆積層中にいずれも製



①青森県深浦椿山の津波堆積層



②新潟県佐渡春日崎の津波堆積層

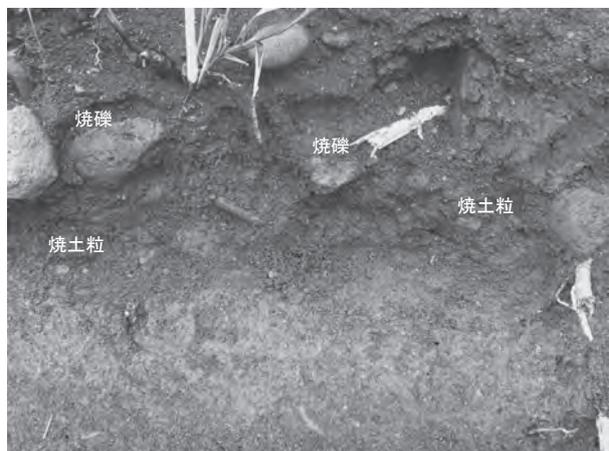


図 5 青森県深浦椿山と新潟県佐渡春日崎の津波堆積層と製塩遺跡

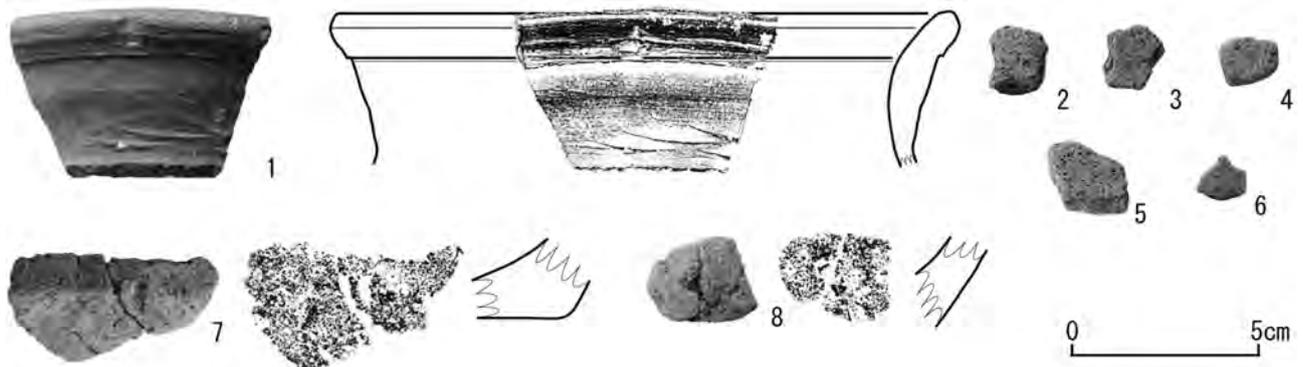


図6 新潟県佐渡春日崎かまんど遺跡

塩土器片が含まれていることを確認している。平川2013年調査の佐渡春日崎の資料(図6)には、6～7世紀の須恵器壺破片1点と9世紀の製塩土器が含まれている。出土地点層位については不詳である。

飛島西海岸については、これらの研究のほかに、駒木野智寛が2015～16年に行った地中レーダ測量と3D画像による調査研究がある。津波堆積層中に含まれる打ち上げ礫の地下の分布状況から、津波被災の遡上域を明らかにしようとする実験的な取り組みがなされた(駒木野ほか2015・駒木野2016)。

Ⅲ. 袖の浜地区 A-1、2 地点の遺物出土状況

2019年の飛島西海岸製塩遺跡袖の浜地区の調査は相原らが2013年調査した袖の浜A地点付近である。ただし、2013年の調査地点を特定することはできず、今回の調査2地点をA-1、A-2地点とした。

A-1地点は、袖の浜の砂浜部(前浜)北端から南へ59m、A-2地点は同じく南へ約40mの地点である。A-1地点とA-2地点は約19m離れている。汀線(10月26日午前11時)から両地点ともに約20mの第4段丘の段丘崖を調査地点とした。製塩遺跡はこの第4段丘の段丘面に広がっている。

1. A-1 地点

(1) 基本層序

A-1地点では、幅約2.5m、高さ約1mの基本層序を作成(図7上)し、断面の主な遺物(P1～9)を発見順に登録した。標高は海水面から計算した。基本層序は、前回B地点(相原ほか2013 P.40)に類似している。

I層：表土。黒褐色(10YR2/2)粘土。

II層：旧表土。黒褐色粘土(10YR2/2)粘土。Ts1833

に相当する砂礫層は確認されなかった。

III層：黒褐色(10YR2/2)砂層。やや褐色を帯びる。旧4a・4b層(暗褐色砂質シルト層)に相当する。下部に人頭大から拳大の扁平礫を含む。Ts1に相当する。土器・製塩土器微小片・炭化物を若干含んでいる。

IV層：黒色(10YR2/1)微砂質粘土。層の上部には扁平礫を含んでおり、III層の須恵器と接合関係も確認され、Ts1下部に相当する。土器・製塩土器・炭化物を多く含む。旧4c層(黒褐色砂層：人頭大～拳大の円礫、円礫、小礫、粗砂～細砂を含む。炭化物(木質)や焼土粒・焼礫片、製塩土器破片を含む)に相当する。赤焼土器甕片(図7IV層4・5)と土師器甕片(同6)は摩滅している。焼礫片に混じって、若干の製塩土器が出土している。製塩土器には、やや摩滅した破片を含んでいる。須恵器3点(図7IV層1・2・3)の割れ口は新鮮でやや水磨の痕跡を残している。

V層：黒褐色(10YR3/2)細砂。北側上部の焼土粒を含む層・旧表土を侵食している(図7上)。Ts1下部に相当する。ほとんど摩滅していない割れ口の新鮮な製塩土器片や炭化物が出土している。

北側下部の黒色砂質層は、前回調査の6層(黒色砂質シルト)旧表土に相当する。

VI層：暗褐色(10YR3/3)粗砂。人頭大から拳大の扁平礫を中位に含んでいる。Ts2相当。相原2013では炭化物を含む泥質の薄層7b層が検出され、7a層・7b層・7c層に細別できたが、この地点では7b層は判別できなかった。

VII層：黒褐色(10YR3/2)粘土。旧表土。

VIII層：にぶい黄橙色(10YR6/3)砂礫。地山。

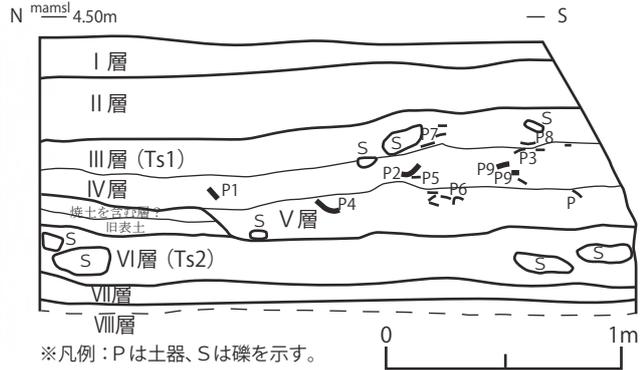
(2) 出土遺物 (図7下・8)

上層から概述する。登録土器 (P1～9) に複数破片がある場合は、P3-1、P3-2……の枝番を付した。なお、登録土器のほかに、実測困難な製塩土器小片が一定量ある。

Ⅲ層 (Ts1) : 須恵器坏 (P7) は、底部を欠き小破片ながら口径 13.2cm、器高は約 3 cm 以上を測る碗状の供膳用の坏形態を呈し、口縁部を強く引き出す。

須恵器甕 (P8) は大型品 (頸部径約 20 cm) の胴上部で、外面・内面は条線状のタタキ・アテを施す。

Ⅳ層 (Ts1 下部) : 須恵器坏 (P2) は、口径 13.3 cm、器高 41 mm で、緩やかなやや深身の台形状を呈する。口縁部がほぼ底部付近まであり、底径はやや広い約 6.8 cm と推測される。同坏 (P1) は口径 13.0 cm、器高 3.5 cm、底径 5.5 cm のへら切り離しで、身の浅い台形状を呈する。須恵器甕 (P3-1) は、須恵器甕 (P8)



基本層序

- I : 黒褐色 (10YR2/2) 粘土 (表土)
- II : 黒褐色 (10YR2/2) 粘土 (旧表土)
- III : 黒褐色 (10YR2/2) 砂 (Ts1)。土器・製塩土器・炭化物を若干含む。
- IV : 黒色 (10YR2/1) 微砂質粘土 (Ts1 下部)。土器・製塩土器・炭化物を多く含む。
- V : 黒褐色 (10YR3/2) 細砂 (Ts1 下部)。土器・製塩土器・炭化物を若干含む。
- VI : 暗褐色 (10YR3/3) 粗砂 (Ts2)。礫を多く含む。
- VII : 黒褐色 (10YR 3 /2) 粘土 (旧表土)
- VIII : にぶい黄橙色 (10YR6/3) 砂礫 (地山)

飛鳥西海岸袖の浜地区 A-1 地点 基本層序

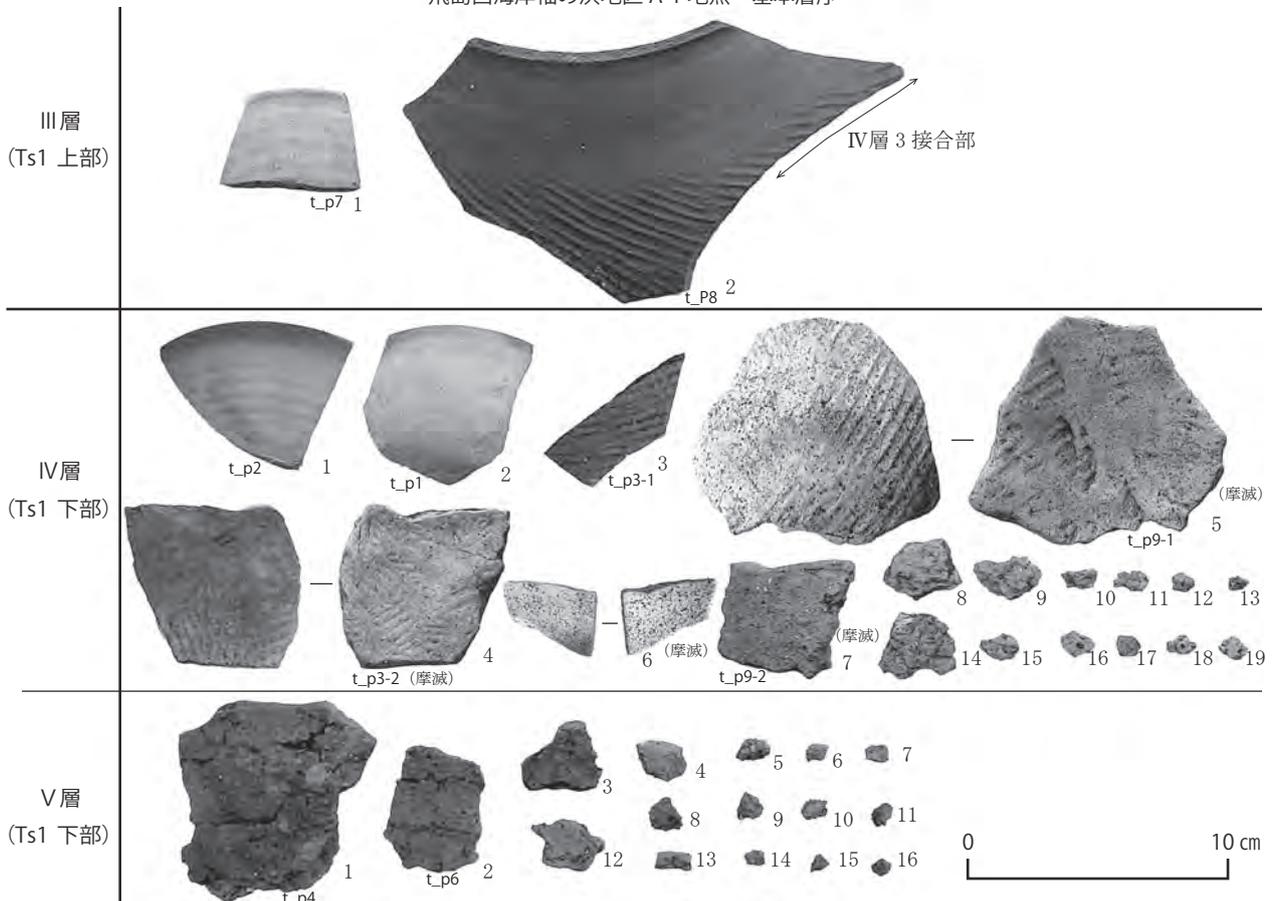


図7 飛鳥西海岸袖の浜地区 A-1 地点の調査

に接合する。摩滅した赤焼土器甕は、胴部 (P3-2)・底部 (P9-1) で丸底を呈する。これは、庄内地方で特有の須恵器と同じタタキとアテによる成形技法で酸化炎焼成のいわゆる北陸系とされる煮炊き用の長胴甕で、外面と内面に須恵器と同じ幅広の条線状のタタキ・アテを施す。

やや摩滅した製塩土器 (P9-2) は、厚さ約 0.8 cm とやや薄手の口縁部である。口唇部は幅約 4 mm の平坦面を設け、粘土紐は幅約 1～1.6cm である。外面は粘土紐痕跡を残し、内面は横ハケメで調整する。

V 層 (Ts1 下部) : 製塩土器のみが出土している。P4・6 は、口縁部 (P4) が器高約 1 cm 前後とやや熱く、粘土紐幅は約 2～2.5 cm と幅広で、口縁部に平坦面がある。胴部 (P6) が器高約 0.8 cm、粘土紐幅は約 1.5 cm である。内面はハケメ・ナデ調整する。判然とはしないが、同一個体の可能性がある。

2. A-2 地点

(1) 基本層序

A-2 地点では、A-1 地点では検出できなかった Ts2 の細別層位である炭化物を含む泥質薄層 7b 層の識別を調査の最重要課題とした。この 7b 層は、相原ほか 2013 の調査で飛島西海岸製塩遺跡のほぼ

全地点で検出された Ts2 の鍵層であり、Ts2 の堆積構造を理解するうえでも不可欠と考え、試料の剥ぎ取りも行った (口絵 2 ⑤、3 ④)。

1 層 : 表土。

2・3 層 : 旧表土。上位段丘崖から供給された崖錐性堆積物である。Ts1983・Ts1833 は今回もここでは、確認できなかった。

4a 層 : A-1 地点 III 層 / Ts1 に相当する。旧 4a・4b 層 (暗褐色砂質シルト層) に相当する。砂層、下部に人頭大から拳大の扁平礫が並ぶ。

4b 層 : A-1 地点 IV・V 層 / Ts1 下部に相当する。4b 層底面は 5 層を侵食して堆積しており、不整合面をなしている (口絵 3 ①)。4b 層上部には拳大の礫、炭化物が含まれ、製塩土器片はほとんどない。4b 層中位の製塩土器は細かく砕け、製塩土器微小片が多量に含まれている。割れ口は新鮮で、ほとんどの土器片は立っている。焼礫は確認されるが、焼土粒は確認されない。4b 層下部は製塩土器片をほとんど含まず、粘土小ブロック (偽礫?) を疎らに含んでいる。

5 層 : A-1 地点の北側 V 層下部の黒色砂質層 / 前回調査の 6 層 (黒色砂質シルト) 旧表土に相当するも

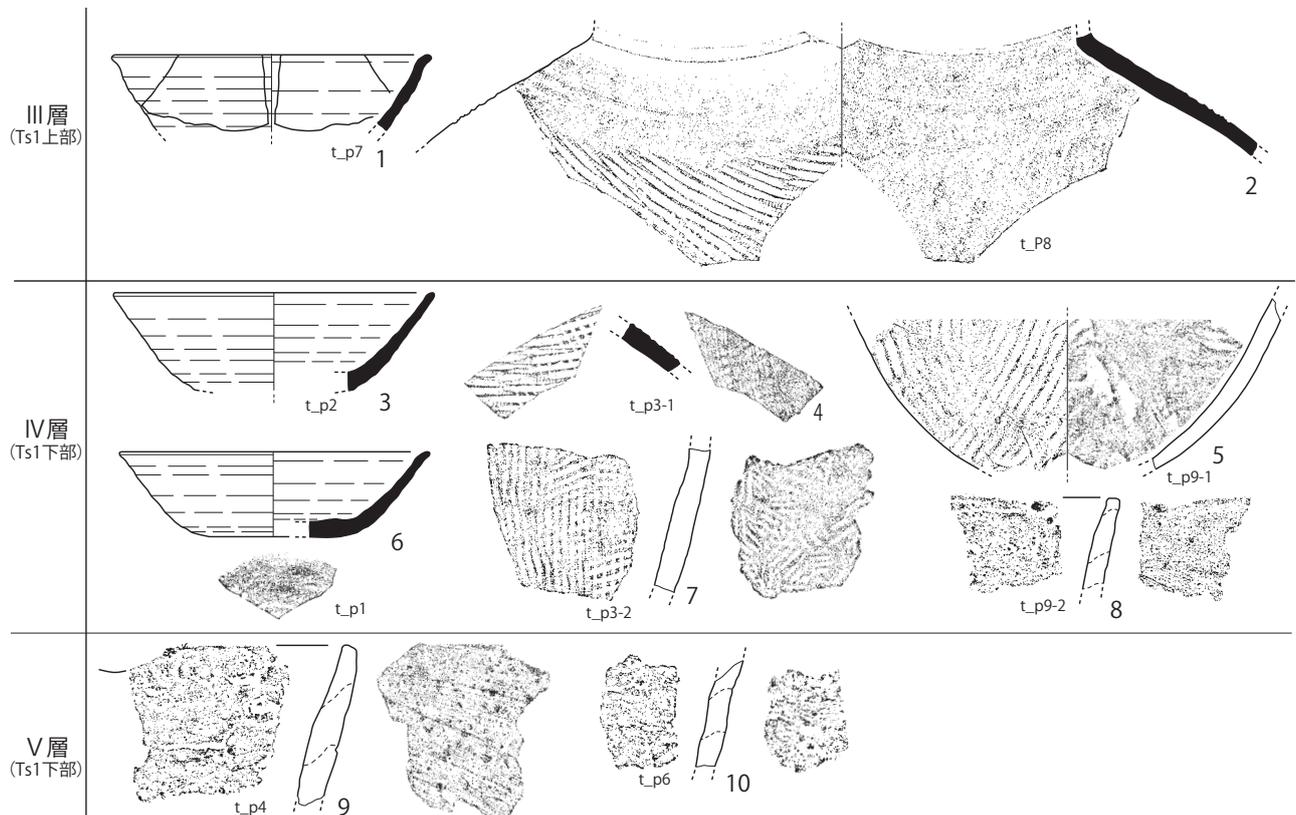


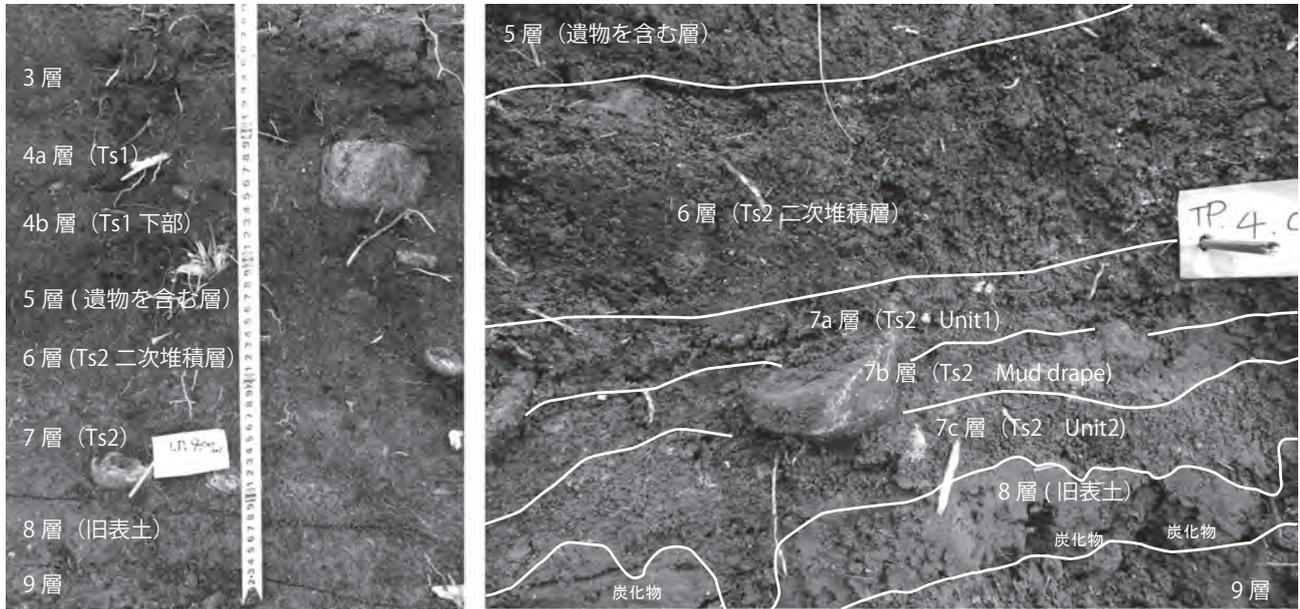
図 8 飛島西海岸袖の浜地区 A-1 地点の調査

のと思われる。ほぼ水平に堆積しており、土器片・製塩土器が含まれ、ともにやや摩滅している。上面に遺構面が想定されるが、侵食によってなくなっている。

6層：小礫・粗砂に富んでおり、下位の7層 (Ts2)

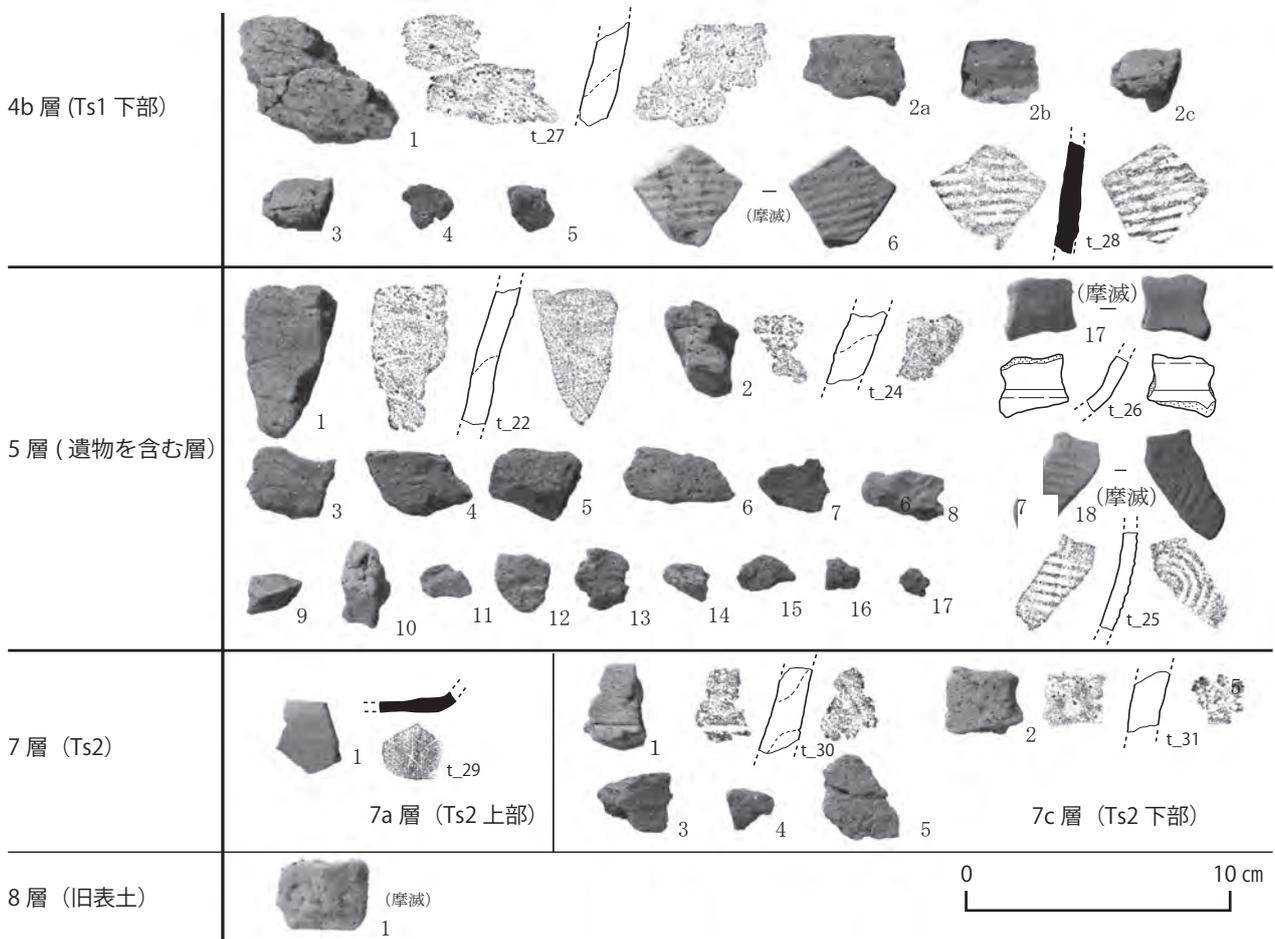
の津波堆積物の二次堆積層とみられる。

7層：A-1地点のVI層 /Ts2に相当する。水成堆積の津波固有の構造（藤原 2015）を残しており、7a層がUnit1(引き波堆積物)、7b層が泥質のMud drape(津波の停滞)、7c層Unit2(押し波堆積物)



①A-2 地点基本層序

②A-2 地点 Ts2 詳細



③A-2 地点出土遺物

図9 飛島西海岸袖の浜地区 A-2 地点の調査

に相当する。土壌化した8層(旧表土)は7c層に侵食されている。7c層底面は凹凸で、偽礫を含み、砂粒の粒度によってラミナ状をなしている。仙台湾で観察された砂鉄のラミナ(相原ほか2019)は確認されない。7b層は炭化物を含んでおり、年代測定を行った(第七章)。7a層上部からは6層の津波堆積物二次堆積層に漸移的に変化している。

遺物は少なく、7a層中から須恵器小片1点が出土した。割れ口は新鮮で、ほとんど摩滅していない。扁平礫下の7c層からは製塩土器の小片が出土している。8層:旧表土である。地山が土壌化している。炭化物を含み、摩滅した製塩土器が1点出土している。

(2) 出土遺物(図9③)

A-2地点の出土遺物には、t(飛鳥)番号を付した。

4b層(Ts1下部):製塩土器(t27)は、胴部で器高1cm前後と熱く、粘土紐幅は1.5~2cmである。口縁部3点の同一個体を含んでいる。須恵器甕(t28)は著しく摩滅している。薄手で内外面に条線状のアテとタタキを施す。

5層(遺物を包む層):製塩土器(t22・24)は、胴部の薄手(t22)と厚手(t24)があり、粘土紐幅は前者が約2.5cmと広く、後者は1~1.5cmと狭い。内面ハケメやナデで整える。

赤焼土器片は2点ともに摩滅している。赤焼土器坏(t26)は、胴部の小破片で、形態や傾きなどから碗状を呈するタイプと考えられる。赤焼土器甕(t25)は、胴部下半片で、外面は条線状のタタキ、内面は同心円状のアテを施す。

7a層(Ts2 Unit1):須恵器坏(t29)は、へら切り離しの底部片で、小破片で詳細不明であるが、やや底径の大きいA-1地点のP1に類するタイプと考えられる。

7c層(Ts2 Unit2):製塩土器(t30・31)は、厚手で、粘土紐幅は約2cmで厚さの割に、幅が狭い。

IV. 土器類の破損の特徴

考古学が主な対象とする現位置にある土器には、埋設や一括廃棄、あるいは火災住居における遺物などがあり、こうした一括遺物の場合、完形、ないしは土圧によって壊れても、割れ口が良好な状態で保

たれている場合が多い。ここで対象としている津波堆積層などのイベント堆積物におけるごく短時間のうちに原位置を失い、埋没する土器類には、固有の壊れ方があり、すでに相原はいくつかの報告においてその割れ口の特徴について述べている(相原ほか2019)が、ここで改めて検討する。

比較検討の対象として、宮城県山元町熊の作遺跡の津波堆積層(「白砂層」)(相原ほか2019)からブロック・サンプリングした試料中に含まれていた土器破片を用いる。

1. 宮城県熊の作遺跡の土器の破損状況

図10は宮城県山元町熊の作遺跡の貞観津波(869年)堆積層から出土した土器である。ここでは、津波堆積層から出土する土器の共通する特徴を抽出するために、特にブロックサンプリング中に含まれていた土器(図10-1~28)を観察の対象とする。

いずれも、未分解植物質のスクモを含む低湿地層の上部に堆積した津波堆積層の白砂(5a層:相原ほか2019図18参照)中から出土した土器である。

1~12が須恵器、13~27が土師器、28が焼けた小礫である。硬質の須恵器は割れ口が新鮮な状態であるが、軟質の土師器は摩滅が著しく、破片の形状そのものが丸くなっている。

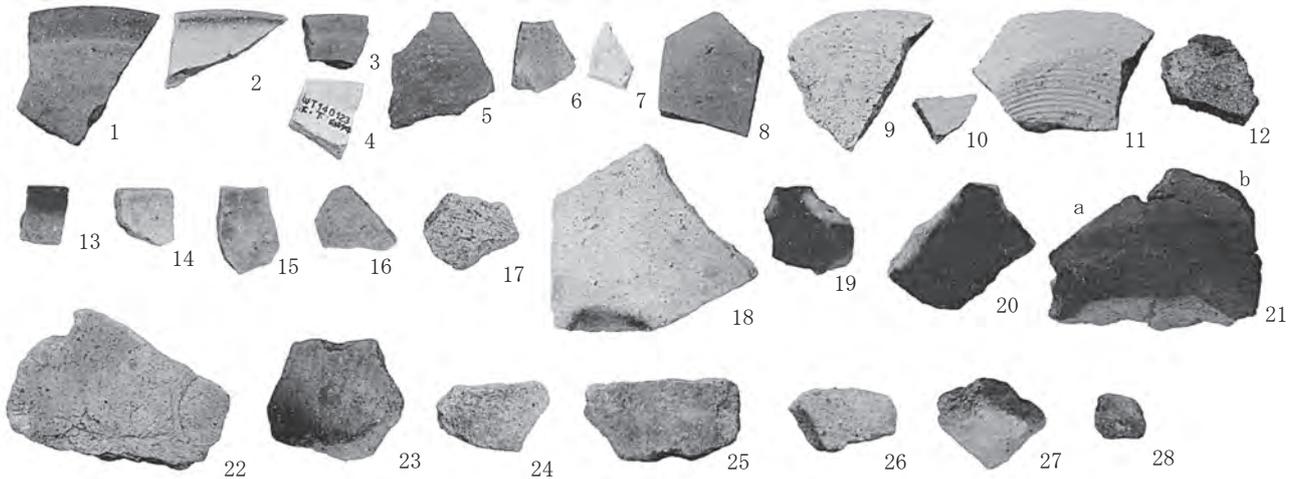
1~12は須恵器坏の破片である。すべて別個体で、割れ口は新鮮である。1・4・8・10・11の割れ口縁辺にはさらにリタッチ状に細かな剥離がある。11はさらにその小剥離がスレた状態となっている。13は須恵器甕破片である。割れ口から大きくリタッチ状の剥離が入っている。

13~21が土師器坏である。21は接合した。接合面の割れ口は新鮮である。全体的に摩損が著しい。割れ口からのリタッチ状の小剥離が17・19・20・21にみられる。20・21は小剥離そのものがスレた状態となっている。17・21の小剥離面は新鮮である。22~26が土師器甕である。破片そのものが摩滅しており、特に割れ口縁辺はスレた状態となっている。割れ口からのリタッチ状の小剥離がすべてに認められ、22・23・25には新鮮な小剥離面を伴っている。27は7世紀の高坏脚部破片とみられ、二次堆積物とみられる。

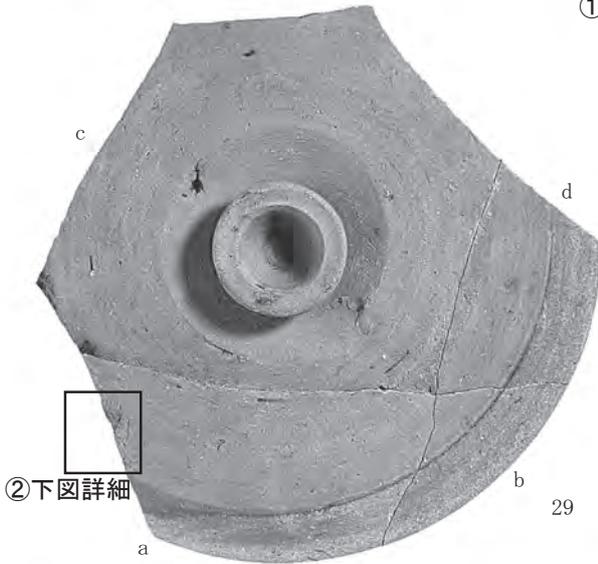
28は色調が赤褐色(5YR4/6)を呈する焼けた小礫である。形状は全体に丸くなっている。

ある程度接合した須恵器が②・③である。両者は発掘調査を再開した2014年8月14日・18日の出土で、同じく津波堆積層の続き(遺物カードの注記

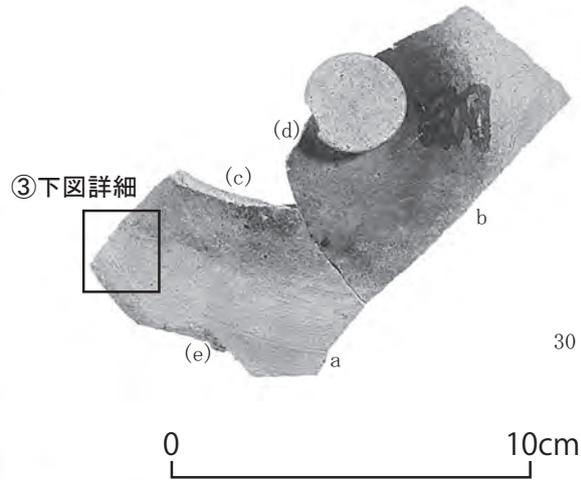
参照)である。②の須恵器蓋はa・bとc・dで色調が異なっており、大きくa・bとc・dにふたつに割れ、さらにabcdに割れたものとみられる。Aの割れ口縁辺にはリタッチ状の小剥離が連続し、さらにスレた状態となっている。③の須恵器蓋はやや軟質の須



①ブロックサンプリング中の土器
1～12: 須恵器 13～27: 土師器 28: 焼けた小礫
遺物カード「5a層白色砂混じり層中」



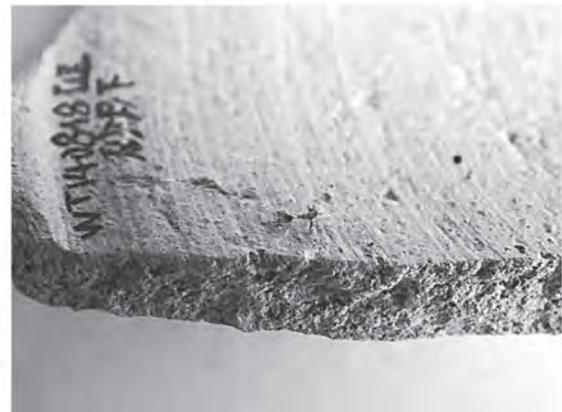
②下図詳細



③下図詳細



②須恵器蓋(報告書図版36-5)の割れ口
遺物カード「3層灰色砂層(ラミナ状堆積層下部)」



③須恵器蓋(報告書図版37-15)の割れ口
遺物カード「3層灰色砂層下位」

図10 宮城県山元町熊の作遺跡の貞観津波堆積層中の土器

恵器であるが、割れ口はいずれも新鮮で、破片 a の割れ口縁辺はややスレた状態となっている。欠損部の (c)、(d) の割れ口、(e) の小さな交互剥離面はいずれも新鮮である。

以上、津波堆積層中に含まれる「被災物」としての土器の特徴は、以下のように整理されよう。軟質の土師器は摩滅が著しく、破片の形状そのものが丸くなり、須恵器は新鮮な割れ口を持つものが多い。割れ口には、リタッチ状の小剥離がみられるものがあり、さらにスレた状態になっているものがある。これらは津波によって激しく攪拌され、津波堆積物の砂や泥によって摩損した状態とみることができよう。こうしたキズだらけの状態は、耕作によって地表に露出する表面採集品に類似するが、表面採集品には褐鉄鉱（鉄製農具の接触痕）が観察（菊池 2001）されることが多く、石器だけではなく、土器にも付着している場合がある（相原ほか 2005）。

2. 袖の浜 A-1、2 地点の土器の破損状況

(1)A-1 地点（図 7 下）

Ⅲ層：1 須恵器坏破片、割れ口は新鮮、割れ口縁辺は摩滅。2 須恵器甕破片、割れ口は新鮮、割れ口に泥状被膜が付着する面としない面がある、左側縁辺にリタッチ状の小剥離とややスレた痕跡がみられる。Ⅳ層 3 と接合する。

Ⅳ層：1 須恵器坏破片、割れ口は新鮮、割れ口縁辺は摩滅。2 須恵器坏破片、割れ口は新鮮、割れ口縁辺及び器表全面はやや水磨の痕跡がある。3 須恵器甕破片、割れ口は新鮮、Ⅲ層 2 と接合。4 赤焼土器甕破片、割れ口は新鮮、特に内側縁辺が大きく摩滅している。全体に水磨の痕跡がみられる。5 赤焼土器甕破片、割れ口は新鮮、特に内側縁辺が大きく摩滅している。全体に摩滅しており、タタキ痕・アテ痕も凹凸が丸くなっている。6 土師器甕破片、摩滅が著しく、割れ口全体が丸くなっている。7～19 製塩土器破片、割れ口は新鮮、7・8・9 はやや摩滅している。8・14 は割れ口に泥が付着している。

Ⅴ層：1～16 製塩土器破片である。割れ口は新鮮である。1・2・3 は同一個体か。割れ口縁辺がやや摩滅するものがあるが、Ⅳ層製塩土器と比べて軽微である。他に焼礫片がある。

(2)A-2 地点（図 9 下）

4b 層（Ts1 下部）：1～5 製塩土器破片である。割れ口は新鮮である。1 は割れ口縁辺がやや摩滅している。2a - c は同一個体とみられる。6 は非常に摩滅した須恵器破片である。流れ込みとみられる。

5 層（遺物を包む層）：1～16 製塩土器破片である。割れ口は新鮮である。1・2・8・10 割れ口縁辺がやや摩滅している。3・4・5・6・7 ほかはほとんど摩滅していない。17 土師器甕破片・18 赤焼土器破片は摩滅が著しく、全体の形状も丸みを帯びおり、流れ込みとみられる。

7a 層（Ts2 Unit1）：1 須恵器坏破片である。割れ口は新鮮である。

7c 層（Ts2 Unit2）：1～5 製塩土器破片は扁平礫の下から出土した。割れ口は新鮮である。1・2・5 はやや摩滅し、3・4 はほとんど摩滅していない。

8 層（旧表土）：粘土層から出土した 1 製塩土器破片である。全体的に摩滅している。

V. 出土遺物の年代

今回の調査で出土した袖の浜地区 A-1 地点・A-2 地点出土土器を概述し、これまでの調査成果（相原ほか 2013・相原 2014a）もあわせて、土器類の変遷について整理する（図 11）。

1. 製塩土器

前回調査のオバフトコロの浜 D 地点（口絵 2 ②）では、製塩土器のみの出土だったのに対し、今回調査の袖の浜地区両地点では、製塩土器のほかに須恵器や赤焼土器、土師器など多様な種別や、坏・甕等の器種も出土した。袖の浜地区では Ts2 直下（相原ほか 2013）および Ts2 直上（駒木野ほか 2015・駒木野ほか 2016）から柱穴が検出されており、居住域としても機能していたことが想定され、土器組成からは本土の製塩を伴わない一般集落とほぼ同様な様相が窺われた。製塩土器単体では、厚手と薄手の二種が共存すること以外に、形態変化に乏しく、今回の調査でも層位ごとの変遷を明らかにすることはできなかった。

2. 4a' 層上面の土器

袖の浜地区における最も新しく位置づけられる土器は、B地点からさらに10m南のLoc. ①地点の4a' 層上面から出土している。(相原ほか2013)。Ts1の最上部の土壌化した層にあたり、今回の調査地点では検出されていない。製塩土器は出土せず、漁具(土錘)を伴っていることから、生業そのものがすでに大きく変更になっている可能性が高い。出土した須恵器坏には、底径6.4cm・底部糸切り離しの須恵器坏(6)が確認され、酒田市山海窯跡第3号窯跡(山形県教育委員会1991)との類似が指摘(相原ほか2013)されており、9世紀第3四半期と推定されている。

3. Ts1 層中の土器

Ts1からは多くの遺物が出土している。大きく

上部と下部に分けられるが、A-1地区Ⅲ層とⅣ層には接合関係があり、Ⅴ層もTs1の下部とみられ、土器の破損の状況や割れ口の新しい製塩土器片が大量に含まれるなど、A-2地点ともほぼ共通する一連の堆積層とみられる。一方、下位のTs2のような津波固有の堆積構造は明瞭ではない。

1の須恵器坏は口縁部に強いつまみ出しを伴っており、底部切り離しは不明ながら、9世紀後半代とみられる。2の須恵器坏は口径などは3の須恵器坏に類似するが、器高等はやや高くなり、底部切り離しは不明ながら、底径もやや縮小するようで、全体的な特徴としては3よりは後出でとみられる。底部糸切り離しの須恵器坏はLoc. ①の須恵器坏(9)で確認され、底径は5.8cmである。これらは同じく酒田市山海窯跡第3号窯跡出土の9世紀第3四半期の

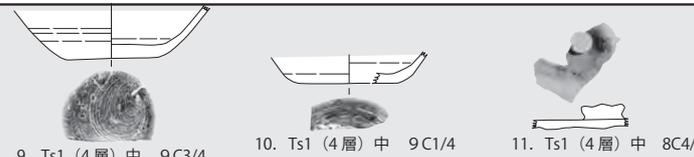
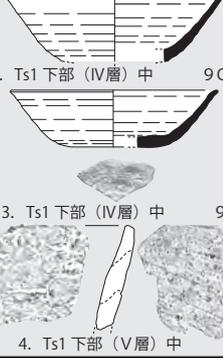
	A-1・2 地点 (2019)	Loc.①・B 地点 (相原ほか 2013)
4a' 層 上面		 <p>6. Ts1 上面 (4a' 層上面) 9C3/4 7. Ts1 上面 (4a' 層上面) 9C3/4 8. Ts1 上面 (4a' 層上面) 9C3/4</p>
Ts1 (Ⅲ/4a 層) 中	 <p>1. Ts1 上部 (Ⅲ層) 中 9C 後半</p>	 <p>9. Ts1 (4層) 中 9C3/4 10. Ts1 (4層) 中 9C1/4 11. Ts1 (4層) 中 8C4/4</p>
Ts1 下部 (Ⅳ・Ⅴ/ 4b・5 層) 中	 <p>2. Ts1 下部 (Ⅳ層) 中 9C3/4</p> <p>3. Ts1 下部 (Ⅳ層) 中 9C2/4</p> <p>4. Ts1 下部 (Ⅴ層) 中</p>	
焼土層 (5-6a 層) 上面		 <p>12. 焼土層 (5-6a 層) 上面</p>
Ts2 (7abc 層) 中	 <p>5. Ts1 上部 (7a 層) 中 9C1/4</p>	 <p>13. Ts2 二次堆積層 (6 層中上部) 9C1/4 14. Ts2 二次堆積層 (6 層中上部) 8C 後半～9C 前葉</p> <p>15. Ts2 下部 (7c 層) 中 8C3/4</p>

図 11 飛島西海岸遺跡袖の浜地区出土土器の年代

須恵器坏と類似している。一方、3・10の須恵器坏は底部切り離しが回転ヘラ切りで、底径のやや広い台形状をなしており、9世紀前半に位置づけられるものである。10は城輪柵創建瓦を製作した酒田市泉森窯跡（山形県埋蔵文化財センター2004）出土須恵器と類似しており、9世紀第1四半期の年代が比定（相原ほか2013）され、3の須恵器坏は底径の縮小や器高の上昇が認められ、10の須恵器坏よりは後出の9世紀第2四半期に属するものとみられる。11の須恵器蓋は胎土の特徴から酒田市泉谷地窯跡（阿部・高桑2001）第1号窯産とみられ、8世紀第4四半期の年代が与えられている。なお、須恵器の年代は生産窯を基準資料として生産年代が概ね四半世紀ごとに特定されているが、消費地では優品ほど長く使用、あるいは伝世するという伝世品の問題が残る。宮城県熊の作遺跡で貞観津波（869年）堆積層から出土した須恵器坏（図10）の底部切り離しには、回転ヘラ切り（8・9・10）と回転糸切り（11）が混在した様相を呈しており、袖の浜地区のTs1出土須恵器の出土状況に類似する。さらに摩滅の状況によっては、古い遺物の再堆積の可能性も考慮しなければならず、難しい問題を残している。

総じて、Ts1のイベント発生年代は、Ts1中の須恵器あるいは4a'層上面の須恵器年代から、9世紀第3四半期頃と考えられる。

4. 焼土層上面の土器

B地点では、Ts1の下から、製塩土器が水平に堆積する焼土層（図4②）およびその直下の安定面が検出されたが、今回の調査ではこうした層は確認されなかった。出土土器は9世紀代の製塩土器（12）のみであり、詳細な年代は不明である。

5. Ts2層中の土器

Ts2の出土遺物は、Ts1と比べると多くはない。Ts2のUnit1に相当する7a層から出土した5の須恵器坏破片は小片ながら、割れ口は新鮮であり、イベント発生年代を考える上で、重要である。底部切り離しは回転ヘラ切りで底径が大きく、これは前述の9世紀第1四半期の願瀬山資料に類似している。B地点6層中上部からは須恵器碗（13）が出土している。B地点では、この6層の下にTs2(7a・7b・7c層)

が検出されており、今回の所見から厳密にはTs2を覆う津波堆積物起源の二次堆積層とみられる。この須恵器碗は胎土の特徴は酒田市願瀬山1号窯（川崎1966・1979、佐藤・佐藤1971）に類似し、年代的には9世紀第1四半期と考えられている。同じく6層出土の外表面平行タタキ・内面円形アテのタタキ甕（14）は8世紀後半から9世紀前葉の北陸系長胴甕（利部1997）と特徴を持つものである（相原ほか2013）。Loc. ①地点7c層中からは、須恵器坏（15）1点が出土している。底部を欠くものの、器形や製作技法、胎土の特徴から酒田市泉谷地窯跡2号窯（阿部・高桑2001）に類似しており、8世紀第3四半期の年代に位置づけられる（相原ほか2013）。

6. Ts1・Ts-2のイベント発生年代

以上、Ts2のイベント発生年代は、Ts2中の須恵器年代から、9世紀第1四半期あるいは9世紀前葉頃と考えられる。

年代的に最も古い遺物から、飛島西海岸製塩遺跡袖の浜地区での土器製塩の操業開始時期は、8世紀第3四半期頃と考えられよう。また、須恵器に関しては酒田周辺の在地産と考えられたが、その初期の段階から北陸系長胴甕を伴っており、北陸からの技術移転が官主導のもとで行われた可能性が出土遺物の検討から窺われる。

VI. 袖の浜地区 A-1 地点の堆積物水洗選別結果

1. はじめに

飛島西海岸製塩遺跡は、山形県酒田市飛島西岸に位置する古代遺跡であり、遺跡には2回の津波堆積物層が存在すると考えられている（平川2013abc・2014・2016、相原ほか2013、相原2014a）。

古代の製塩遺跡からは、海草のアマモ葉上等に付着する微小な巻貝状の棲管を持つウズマキゴカイ類の焼けた殻が大量に抽出され、藻塩焼き製塩が確認されている（渡辺1991、山崎1993）。この焼けたウズマキゴカイ類の出土から、アマモを焼いた藻灰として縄文時代の製塩に利用したことが示されつつあり（阿部2016・2019ほか）、また焼けた微小貝の検から枯死した葦も製塩に関連するのではないかとはいう想定もしている（黒住1994・2018a）。

今回、これまで詳細に微小貝類の抽出・検討が行われていなかった日本海の製塩遺跡である飛島西海岸製塩遺跡の堆積物を採取し、微小種を含めた貝類遺体からの藻塩焼きの検討を含む動物遺体等から本遺跡での在り方を検討した。

2. サンプルの採取と処理方法

2019年10月、飛島西海岸袖の浜地区A-1地点の断面の各層から1～2リットル程度の堆積物を採取した。現地での観察では、僅かに小貝殻片が散在している程度で、骨類は認められなかった。

堆積物の採取地点と層序は、口絵2④、図7の南端部分であり、相原ほか(2013)に示された層序に対応させて、混入(コンタミネーション)を減らすために一面を少し削り、ブロックとして採取した。そのため、現生のイネ科等の根等の現生のものも含まれている。詳細な層序を含め、処理結果を表2に示した。なお、下部のサンプル番号⑥-①は相原ほか(2013)の津波堆積層(Ts2)のVI層に、④は同様に津波堆積層(Ts1)に対応している。この津波堆積層の珪藻分析の結果では、海生珪藻が少数抽出されている(VII章)。また、⑥は枯死した草本を除いた現地表面の堆積物を上部から0.5cm程度の深さで採取したものであり、“現在”の状況を示し、下部の堆積を理解するためのものである。

各層の堆積物は、これまでに行ってきた黒住(1996)の方法に準じて、処理・分析を行った。具体的には、堆積物を十分に乾燥させ、9.5・4.0・2.0・1.0の各メッシュで水洗選別し、沈殿部分(HF)からと、浮遊部分(LF)を0.5mm未満のメッシュで回収し、それぞれから抽出したものの分類・カウント・観察等を行った。なお、⑥の現地表面のサンプルの処理方法は、水洗選別ではなく、同様なサイズのメッシュを用いた乾式フルイである。

3. 結果および考察

抽出・分類したものの詳細を表2に示した。動物遺体の抽出数は少なく、骨類は微小なものが多く、全て焼けていた。一方、貝類は比較的多く抽出されたが、海岸に打上げられて磨滅(水磨)を受けた破片がほとんどで、その多くが現在の色彩/質感を持ち、古代の遺物と想定されるものは認められなかつ

た。飛島では、縄文時代中期の蕨山遺跡から海獣類のアシカ科の焼けて細片化した骨が大量に出土しているが、貝類の記述はない(西本1993)。これらのことから、飛島の地質状況では、多くの場合、時に焼骨は残存するが、貝類は溶けてしまうと考えられる。最初に筆者らの専門とする脊椎動物遺体(樋泉)と貝類遺体(黒住)の結果を示し、製塩土器等の人工遺物や堆積環境等についても触れることとしたい。

①脊椎動物遺体

同定結果を表3に示した。脊椎動物遺体はVI層上部(サンプル①)から3点、IV層(サンプル③)から2点、合計5点が抽出された。すべて強く焼けて白色化しており、人為的に廃棄された遺体の可能性が高い。

VI層上部(サンプル①)ではタイ科顎骨(前上顎骨または歯骨)破片、硬骨魚類(真骨類)の鱗棘破片および魚骨と思しき破片が各1点確認された。タイ科顎骨とした資料(口絵3②(1)-1)は円形の歯の脱落痕がみられ、放射状の微細条溝がみられたことからタイ科に同定した。鱗棘破片(口絵3②(1)-3)も、確実ではないがマダイの第2臀鱗棘に類似する。

IV層(サンプル③)ではタイ科と思われる歯および魚骨と思しき破片が各1点確認された。歯(口絵3②(1)-2)は卵形のドーム状を呈し、中央で括れるような変形が認められるが、被熱によるものと推測され、本来は円形-楕円形を呈していたと考えられることからタイ科の可能性が高い。

出土したタイ科についてはマダイ亜科(マダイ・チダイ)またはクロダイ属の可能性が高いが、遺体の形態による判別は困難である。

なお、上記の通り飛島では縄文時代中期の蕨山遺跡からアシカ科の焼骨が大量に出土しているが(西本1993)、今回の資料では確実に哺乳類と判別される資料は確認されなかった。ただし資料数が少なすぎるため、海獣類を含む狩猟活動の有無については判断できない。

②貝類遺体

前述のように、今回確認された海産貝類では、海

岸に打上げられて磨滅（水磨）を受けた破片がほぼ全てであり（表2で、f：破片、e：磨滅）、同定不能のものも多かったが、同定できた種では巻貝のホソウミニナ・スガイ（フタ）が目立っており、これらは現在の海岸にも多く打ち上げられていた（口絵3②）。そのいくつかのものでは、明らかに現在のものである色彩の残ったもの（表2で、c：後代のもの／現生）であった。溶けていたとしてもサザエのような大形種の破片も認められなかった。

海産貝類片は、表2に示したように、現地表面に多く、少数ながら下部（サンプル①）から上部（⑤）にかけて抽出されており、特に津波堆積層と想定されている層準に多いわけではなかった。

本遺跡でも、海草／海藻を利用した藻塩焼き製塩が行われていたとすると、ウズマキゴカイ類やその他の葉上性微小貝類が抽出される可能性も想定された。しかし、2.0mmメッシュまでしか詳細に抽出を行わなかったが、1.0mmメッシュ残滓も実体顕微鏡下でウズマキゴカイ等の磨滅していない微小貝の存否は確認したが、葉上性の微小貝類は含まれていなかった。ただ現地表面のサンプル⑥では1.0mmメッシュから磨滅した葉上性微小巻貝のチャツボ類が比較的多く得られた。この仲間は、製塩遺跡として著名な茨城県広畑貝塚の製塩残滓（白色結核体）からも得られている（阿部ほか2013）。また、ウズマキゴカイ類は1.0mmメッシュ未満の沈殿部分で確認される例が多いものの、上述の水洗選別の浮遊部分でも得られる場合のあることが示されている（黒住2018b）ので、やはり存在していないと考えられる。結論として、本遺跡では古代の貝類遺体は確認できず、魚類が出土していることから海産貝類の食用利用は存在していたと考えられるものの、溶けてしまったと判断される。藻塩焼き製塩の証拠となる葉上性の微小貝類もやはり溶けてしまって検出できなかった。また、製塩遺跡等で焼けた貝殻片も同時に得られることが多いと考えているが（例えば黒住2016）、そのような状況も確認できなかった。飛島の西岸は急崖が連続し、遮蔽された海岸線ではないため、海草のアマモはほとんど生育できないと考えられ、今後もし状態の良い貝塚等が確認された場合、

藻塩焼きに用いられたのはアマモではなく、ガラモ（≡ホンダワラ類）葉上に生息するチャツボ等が優占するものと想定される。

陸産貝類も同様に、⑥の現地表面では9種と多数の種が抽出され、サンプル③ - ⑤からホソオカチョウジガイの生きた個体（a1）が、最下部の⑥からは同種の中位に古い死殻が得られた。特に、ホソオカチョウジガイは他の陸産貝類よりも浅いながらも土壤中で生息できるグループに属している（黒住2012）。逆に言うと、殻の薄い陸産貝類は、飛島では過去の堆積物中のものは溶けてしまっている訳であり、確認されたものは混入と判断される。類似した例に、伊豆諸島・三宅島のココマ遺跡の火山性の堆積物からなる堆積物層から遺跡形成時の弥生時代の微小陸産貝類が得られ、一方サンプリング断面の混入としてトクサオカジョウジガイの現生殻が抽出された例（黒住2009）がある。貝殻が溶けやすい火山性の堆積物中でも周囲に貝殻が存在していると、数mmの微小な堆積時の陸産貝類が残存することもあり、今回のように抽出された貝殻の新旧の状態と現在の地表や海岸での貝類組成の2つから、貝殻の年代測定を行わなくとも抽出サンプルのおよその年代がわかる例を示している。

微小貝を中心に、微細な“自然遺物”の帰属年代の決定には、対象層位のみならず、特に現在を含む上部のサンプルの同じ処理によって、混入等の判断に大いに役立つであろう。

③白色物質

今回、VI層上部（①）からIV層（③）にかけて、焼けて赤く変色し、破片化した礫が得られた（表2／“焼け礫片”）。この礫には、薄く白色の物質が付着しているのが認められた（口絵3②（3））。この白色の物質は、表2に示した9.5mmメッシュ上の土器片では確認できなかった。

土器製塩を行っている遺跡では、様々な様式で“白色物質”が確認されることは、近藤（1962）の最初期からの指摘以来、多くの研究がある。近年でも、阿部ほか（2013）・高橋（2014）などが詳細に論じており、瀬戸内海の古墳時代の製塩遺跡である愛媛県・宮ノ浦遺跡では、様々な方法で検討が行われて

表2. 飛鳥西海岸の袖ヶ浜A-1地点から採取した堆積物サンプルからの抽出詳細

サンプル番号	① VI層下部(Ts2下部)				② VI層上部(Ts2上部)				③ IV層(旧表土~Ts1下部)				④ Ⅱ層(Ts1上部)				⑤ Ⅱ層				⑥ 露地表面(-0.50m)							
	9.5	4.0	2.0*	1.0**	LF	9.5	4.0	2.0	1.0	LF	9.5	4.0	2.0	1.0	LF	9.5	4.0	2.0	1.0	LF	9.5	4.0	2.0	1.0	LF	9.5	4.0	2.0
層序等	1500cc/1544g				1300cc/1404g				2000cc/1694g				1250cc/1314g				1250cc/1274g				410cc/472g							
処理量	1500cc/1544g				1500cc/1734g				2000cc/1694g				1250cc/1314g				1250cc/1274g				410cc/472g							
メッシュサイズ/mm等	1500cc/1544g				1500cc/1734g				2000cc/1694g				1250cc/1314g				1250cc/1274g				410cc/472g							
残滓量	45cc/80g	140cc/118g	300cc/196g	251g/251g	ca. 80cc/72g	120cc/160g	230cc/294g	10cc/294g	ca. 100cc/114g	55cc/66g	52cc/66g	125cc/180g	ca. 10cc/16g	25cc/22g	53cc/81g	230cc/295g	ca. 16cc/10g	62cc/22g	230cc/90g	15cc/15cc	ca. 2cc/2g	15cc/2g	54cc/1g	110cc/147g	ca. 65cc/65cc			
骨類					1fB 2fB				2fB																			
海産貝類等					1fc								1fc				5fe 43fe 11fe 4sje											
ホソウミニナ					1fc								1fc				5fe 43fe 11fe 4sje											
スガイフタ					1fc								1fc				5fe 43fe 11fe 4sje											
キクスズメ					1sje												5e											
クサトクサ					1sje												5e											
チャツボ類																	2fe											
巻貝(同定不能)																	2fe											
ムラサキイノコ									V14:AC19 V14:AC20								5jue/0											
マルタガイ科?									1ju/o																			
二枚貝(同定不能)																	2fe											
分類・同定不能																	1fe											
フジツボ類																												
陸産貝類等																												
ホソカチヨウジガイ																	3(al)											
胸/ホリホリウツシ																	3(al)											
ヒメカマメタニシ																	7(al)											
トビシマケマイマイ																	6(al)											
ハリマキビ																	3(nd)											
ヒタリマキマイマイ																	2(nd)											
ニホンケツガイ																	1(nd)											
ヒメコハクガイ																	1(od)											
ヤマキサゴ																	1(od)											
マメマイマイ																	18f											
昆虫																												
蝶類																												
等脚類																												
楕>5mm	ca. 200				ca. 350				ca. 700				ca. 450				ca. 270				ca. 1							
炭化物>3mm	ca. 200				ca. 350				ca. 700				ca. 450				ca. 270				ca. 1							
製塩土器	3f				3f				3f				3f				3f				3f							
焼け土?																												
土師器?																												
須置器																												
ガラス																												
“焼け残片”					1f				12f																			
磁石(ハズ)	5				7(1B)				6				3				3				41							
円盤	NC				10(4g) 223g				NC				7(2g) 3(6g) 12B?				NC				4(15g) 4(40g) NC							
“非円盤”	NC				10(4g) 223g				NC				7(2g) 3(6g) 12B?				NC				4(15g) 4(40g) NC							

*: 標等は未カウント, ** : 対象となるもののみ抽出, LF: 浮遊部分, NC: 未カウント.
 詳細 al: 生貝, B: 焼け, c: 後代のもの, 現生, e: 磨滅/水磨, f: 破片, i: 幼貝, j: 貝, nd: 新鮮な死殻, md: 中に古い死殻, od: 古い死殻, u: 殻頂, u: 殻頂, 二枚貝は左/右.

表3. 飛島西海岸の袖ヶ浜地区A-1地点から抽出した堆積物サンプルから検出された脊椎動物遺体

サンプル番号	層準	メッシュサイズ	種類	部位	残存位置	左右	数	備考
③	IV層	2.0mm	タイ科?	歯		?	1	おそらく焼
			硬骨魚類(真骨類)?	不明	破片	?	1	焼
①	VI層上部	4.0mm	硬骨魚類(真骨類)	鱗棘	破片	-	1	焼. マダイ亜科第2腎鱗棘の可能性あり
		2.0mm	タイ科	前上顎骨/歯骨	破片	?	1	焼
			硬骨魚類(真骨類)?	不明	破片	?	1	焼

いる（愛媛大学法文学部考古学研究室 2016、黒住 2018b、パレオ・ラボ 2019）。しかし、未だその物質の明確な組成や形成過程に関しては明瞭にされたとは言えないと思っている。

今回“焼け礫片”としたものは、礫の同定も経ておらず、当然白色物質の組成も不明である。ただ、この白色物質は希塩酸をかけても発泡しなかったことから、炭酸カルシウムはほとんど含まれていないのではないかと考えられた。

また、本飛島西海岸製塩遺跡では面的な発掘が行われておらず、製塩遺構も未確認であり、この焼け礫片としたものの利用形態および白色物質の付着状況も不明であり、今後新たな発掘が行われれば、これまでと異なった知見が得られる可能性もあるように思われる。

④堆積環境と人間活動

製塩土器片等がVI層下部 (⑩) からIII層 (④) まで連続して抽出され、特にV層 (②) とIV層 (③) に多く、IV層では須恵器等も得られており、この地点ではIV層で人間活動の痕跡が強いようであった (表 2)。

土器片等を含むため通常の粒度分析とは異なるが、4.0mm メッシュ以下の重量比として堆積物の粒度を図 12 に示した。IV層では 1.0mm 未満のものの割合が 80% を超えている。同時に、前述の記述通り、浮遊部分の炭化物量も他のサンプルより一桁多い

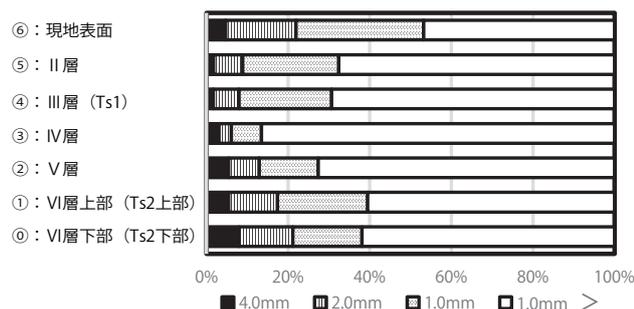


図 12 袖の浜地区 A-1 地点における堆積物粒度の変化

(表 2)。僅かに抽出された焼けた骨として、魚類の歯も抽出されており、この点も人間活動が大きかったことを示していよう。今回は確実なものは抽出できなかったが、同じ処理方法によって、炭化穀類も抽出することが可能であり (黒住 2018b)、地点や処理量を増やすことによって、当時の穀類を含む植物利用も明らかにできるものと期待される。

今回の採取サンプルの下部であるVI層上下では、1.0mm 未満の割合が 60% と粗くなり、魚類の骨が 2 点得られたものの、遺物・炭化物はごく僅かか認められなかった。人間活動の大きかったIV層の上下のV層・III層・II層は、1.0mm 未満のものが 70% 程度で類似した粒度であり、特にIII層とII層はほとんど同じ組成を有し、前者のIII層でのみ、これまでの観察・報告と同様に人工遺物が得られた。

IV層を除き、人間活動に由来すると考えられる炭化物が少なかったことは、強い風により軽いものは飛ばされてしまった可能性も考えられる。黒住 (2018b) は前述の宮ノ浦遺跡で、同様な考察を行った。

また表 2 に示したように、草本の根は極めて多く、昆虫や等脚類 (ダンゴムシ等) もいくつものサンプルから抽出された。これらの生育・枯死や活動により、地表面や断面には様々な大きさの間隙/孔が形成され、小さな貝殻片等は下へ移動したことも十分に想定される。

標高 4.5 m 程度の現地表面のサンプル⑥は、他と大きく異なり、1.0mm 未満の割合は半分以下と最も粗く、また表 2 のように磨滅した貝殻片も極めて多かった。ただ、貝殻片に 9.5mm メッシュに残る大きなものはなかった。

このサンプル⑥の貝殻片は、前述のように海岸に打上げられていたものが標高 4.5m の高さまでもたらされた訳であり、風によるものとは考えられず、

波浪に由来するものと思われる。今回のサンプル中の貝殻片の一部には地表面からの落下の他にも、波の営力により波打ち際から運ばれたものも含まれている可能性も高い。この波浪が、津波であるのか、荒天候時のものなのかの判断はできなかったが、大形貝殻片が得られなかった点は経験的にストーム堆積物として大形厚質の貝殻がまとまって打上げられる状況とは異なっている印象を受けた。

4. まとめ

今回の処理によって当時の生活を復元できる動物考古学的な資料は少数の魚骨のみということになった。ただ、海辺の製塩遺跡であっても動物遺体の得られない遺跡も多い中、タイ科魚類の利用が確認されたことには意味があると考えられる。貝類は、上部からの植物や土壌動物による間隙を通っての、あるいは波浪時の波の営力による海浜からの移動による混入と判断した。堆積物中から得られる微小な動物に関しては、このような様々な由来を想定し、検証することが必要である。また、製塩に由来すると想定される白色物質が焼けた礫に付着していることが確認できた。

VII. 7b 層中炭化物の年代測定

1. 分析試料

飛鳥西海岸袖の浜地区 A-2 地点 7b 層中の炭化物(材) 1 点を 2019 年 10 月 26 日に採取し、年代測定を行った(表 4-1)。

2. 前処理方法

酸アルカリ酸処理 (de Vries & Barendsen 1954)

①表面から異物を除去して、純水中で超音波洗浄

②塩酸 1.2M 80℃ 16 時間

③水酸化ナトリウム 0.001M 80℃ 20 分

④塩酸 1.2M 80℃ 16 時間

⑤中性化：純水

⑥乾燥>秤量

3. 前処理結果

AAA 処理結果 表 4-2

4. 炭素精製およびグラファイト化

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℃で 6 時間加熱して実施した(Omori et al. 2017)。

グラファイト化の結果 表 4-3

5. AMS 測定結果

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 $\delta^{13}\text{C}$ 値は AMS にて同時測定した値を用いている(Stuiver and Polach 1977)。

放射性炭素年代測定の結果 表 4-4

推定される較正年代と注記(cal BP 表記) 表 4-5

推定される較正年代と注記(BC/AD 表記) 表 4-6

表4-1. 受付分析資料のリスト

資料名	資料 ID	種別	注記
製塩遺跡炭化物	S-15007	炭化物	

表4-2. 前処理の結果

資料名	前処理 ID	処理前試料	処理後試料	回収率
製塩遺跡炭化物	PAA-2607	1075.21 mg	642.50 mg	59.8%

表4-3. グラファイト化の結果

資料名	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
製塩遺跡炭化物	GR-9922	2.96 mg	78.9%	0.66 mg	1.90 mg	0.347

表4-4. 放射性炭素年代測定の結果

資料名	測定 ID	^{14}C 年代	補正用 $\delta^{13}\text{C}$
製塩遺跡炭化物	TKA-22008	1309 ± 19 BP	-25.5 ± 0.2 ‰

^{14}C 年代の誤差は 1 標準偏差を示す。

表4-5. 推定される較正年代と注記(cal BP表記)

資料名	較正年代(1SD)	較正年代(2SD)	較正データ	注記
製塩遺跡炭化物	1285 cal BP(51.3%)1259 cal BP 1201 cal BP(16.9%)1189 cal BP	1290 cal BP(70.6%)1233 cal BP 1208 cal BP(24.8%)1184 cal BP	IntCal13	

表4-6. 推定される較正年代と注記(BC/AD表記)

資料名	較正年代(1SD)	較正年代(2SD)	較正データ	注記
製塩遺跡炭化物	665AD(51.3%)691AD 749AD(16.9%)761AD	660AD(70.6%)718AD 742AD(24.8%)767AD	IntCal13	

較正年代の算出には、OxCAL4.2 (Bronk Ramsey, 2009) を使用し、較正データにはIntCal13 (Reimer et al. 2013) を用いた。

表 4 袖の浜地区 A-2 地点 7b 層中炭化物の年代測定

VIII. 堆積物中の珪藻化石群集

1. はじめに

珪藻は、10～500 μmほどの珪酸質殻を持つ単細胞藻類で、殻の形や刻まれた模様などから多くの珪藻種が調べられ、現生の生態から特定環境を指標する珪藻種群が設定されている（小杉 1988、安藤 1990）。一般的に、珪藻の生育域は海水域から淡水域まで広範囲に及び、中には河川や沼地などの水成環境以外の陸地においても、わずかな水分が供給されるジメジメとした陸域環境（例えばコケの表面や湿った岩石の表面など）に生育する珪藻種が知られている。こうした珪藻群集の性質を利用して、堆積物中の珪藻化石群集の解析から、過去の堆積物の堆積環境について知ることができる。

飛島西海岸製塩遺跡は、山形県酒田市飛島に所在する遺跡である。ここでは、袖の浜地区 A-1 地点および A-2 地点から採取された土層堆積物の珪藻化石群集を調べ、堆積環境およびイベントの可能性について検討した。

2. 試料と方法

試料は、津波堆積物の可能性が高いイベント堆積物を含むブロックサンプルから、分割採取した土層堆積物 6 点（分析 No. 1～6）である（表 5）。分析した試料 6 点が採取された地層は、津波堆積物（平川 2013a）で、出羽国嘉祥庄内地震（Ts1）と出羽国秋田天長地震（Ts2）で堆積した可能性があると考えられている（相原ほか 2013、相原 2014a）。

各試料について以下の処理を行い、珪藻分析用プレパラートを作製した。

(1) 湿潤重量約 1.0g を取り出し、秤量した後ビーカーに移して 30% 過酸化水素水を加え、加熱・反応させ、有機物の分解と粒子の分散を行った。(2) 反応終了後、水を加え 1 時間程してから上澄み液を除去し、細粒のコロイドを捨てる。この作業を 20 回

ほど繰り返した。(3) 懸濁残渣を遠心管に回収し、マイクロピペットで適量取り、カバーガラスに滴下し、乾燥させた。乾燥後は、マウントメディアで封入し、プレパラートを作製した。

作製したプレパラートを顕微鏡下 400 - 1000 倍で観察し、プレパラートの面積の 2/3 以上について同定・計数した。珪藻殻は、完形と非完形（原則として半分程度残っている殻）に分けて計数し、完形殻の出現率として示した。さらに、試料の処理重量とプレパラート上の計数面積から堆積物 1g 当たりの殻数を計算した。また、保存状態の良い珪藻化石を選び、写真を図 13 に載せた。

3. 珪藻化石の環境指標種群

珪藻化石の環境指標種群は、主に小杉（1988）および安藤（1990）が設定し、千葉・澤井（2014）により再検討された環境指標種群に基づいた。なお、環境指標種群以外の珪藻種については、海水種は海水不定・不明種 (?) として、海 - 汽水種は海 - 汽水不定・不明種 (?) として、汽水種は汽水不定・不明種 (?) として、淡水種は広布種 (W) として、その他の種はまとめて不明種 (?) として扱った。また、破片のため属レベルの同定にとどめた分類群は、その種群を不明 (?) として扱った。以下に、小杉（1988）が設定した海水 - 汽水域における環境指標種群と、安藤（1990）が設定した淡水域における環境指標種群の概要を表 6 に示す。

4. 結果

堆積物から検出された珪藻化石は、海水種が 4 分類群 4 属 3 種、淡水種が 6 分類群 6 属 5 種であった（表 7）。これらの珪藻化石は、海水域における 2 環境指標種群 (C1、D1) と、淡水域における 2 環境指標種群 (K、Qa) に分類された（表 7）。珪藻化石の産出数が少ないため、珪藻分布図は作成していない。

以下では、試料ごとに珪藻化石の特徴と堆積環境

	分析No.	試料名	平川2013c付表	堆積物の特徴	備考
A-1地点	1	III層	Ts1	黒色 (10YR 2/1) 礫混じり砂質シルト	砂質部分を分析
	3	VI層	Ts2	黒褐色 (10YR 3/2) シルト混じり砂	
A-2地点	2	4層	Ts1	黒褐色 (10YR 3/1) 礫混じり砂質シルト	円礫を含む
	4	7a層 (粗砂・泥)	Ts2	オリーブ黒色 (5Y 3/1) 礫混じりシルト質砂	泥部分を分析
	5	7b層 (炭化物を含む薄層)		オリーブ黒色 (5Y 3/1) 炭化物混じりシルト	
6	7c層	オリーブ黒色 (5Y 3/1) シルト混じり砂礫			

表 5 袖の浜地区の堆積物の特徴

について述べる。

(1) A-1 地点

Ⅲ層 (Ts1 相当) : 分析 No. 1

堆積物は礫混じり砂質シルト層である。堆積物 1g 中の珪藻殻数は 1.8×10^3 個、完形殻の出現率は 33.3% である。淡水種と海水種が検出された。堆積物中の珪藻殻数は非常に少ない。環境指標種群では、陸生珪藻 A 群 (Qa) と、海水藻場指標種群 (C1) 1 個体が検出された。

珪藻化石の産出数が少ないため、過大・過小評価をしている可能性があるが、海水藻場の影響をわずかに受ける、ジメジメとした陸域環境が考えられる。

Ⅵ層 (Ts2 相当) : 分析 No. 3

堆積物はシルト混じり砂層である。堆積物 1g 中の珪藻殻数は 1.7×10^2 個、完形殻の出現率は 100% である。海水種のみが検出された。堆積物中の珪藻殻数は非常に少ない。環境指標種群では、海水砂質干潟指標種群 (D1) のみが検出された。

珪藻化石の産出数が少ないため、過大・過小評価をしている可能性があるが、海水砂質干潟環境が考えられる。

(2) A-2 地点

4 層 (Ts1 相当) : 分析 No. 2

堆積物は円礫混じり砂質シルト層である。堆積物 1g 中の珪藻殻数は 6.7×10^2 個、完形殻の出現率は 62.5% である。淡水種のみが検出された。堆積物中

の珪藻殻数は非常に少ない。環境指標種群では、陸生珪藻 A 群 (Qa) のみが検出された。

珪藻化石の産出数が少ないため、過大・過小評価をしている可能性があるが、ジメジメとした陸域環境が考えられる。

7a 層 (Ts2 上部相当) : 分析 No. 4

堆積物は礫混じりシルト質砂層である。堆積物 1g 中の珪藻殻数は 4.9×10^3 個、完形殻の出現率は 58.8% である。淡水種と海水種が検出された。堆積物中の珪藻殻数は非常に少ない。環境指標種群では、陸生珪藻 A 群 (Qa) と、中-下流性河川指標種群 (K) 1 個体が検出された。

珪藻化石の産出数が少ないため、過大・過小評価をしている可能性があるが、海水の影響をわずかに受ける、ジメジメとした陸域環境が考えられる。

7b 層 (Ts2 (炭化物を含む薄層) 相当) : 分析 No. 5

堆積物は炭化物混じりシルト層である。堆積物 1g 中の珪藻殻数は 1.8×10^3 個、完形殻の出現率は 100% である。淡水種のみが検出された。堆積物中の珪藻殻数は非常に少ない。環境指標種群では、陸生珪藻 A 群 (Qa) のみが検出された。

珪藻化石の産出数が少ないため、過大・過小評価をしている可能性があるが、ジメジメとした陸域環境が考えられる。

7c 層 (Ts2 下部相当) : 分析 No. 6

堆積物はシルト混じり砂礫層である。堆積物 1g

環境指標種群	特 徴
外洋指標種群 (A)	塩分濃度が35%以上の外洋水中を浮遊生活する種群である。
内湾指標種群 (B)	塩分濃度が26~35%の内湾水中を浮遊生活する種群である。
海水藻場指標種群 (C1)	塩分濃度が12~35%の水域の海藻や海草 (アマモなど) に付着生活する種群である。
海水砂質干潟指標種群 (D1)	塩分濃度が26~35%の水域の砂底 (砂の表面や砂粒間) に付着生活する種群である。この生育場所には、ウミノナ類、キサゴ類、アサリ、ハマグリ類などの貝類が生息する。
海水泥質干潟指標種群 (E1)	塩分濃度が12~30%の水域の泥底に付着生活する種群である。この生育場所には、イボウミナ主体の貝類相やカニなどの甲殻類が見られる。
汽水藻場指標種群 (C2)	塩分濃度が4~12%の水域の海藻や海草に付着生活する種群である。
汽水砂質干潟指標種群 (D2)	塩分濃度が5~26%の水域の砂底 (砂の表面や砂粒間) に付着生活する種群である。
汽水泥質干潟指標種群 (E2)	塩分濃度が2~12%の水域の泥底に付着生活する種群である。淡水の影響により、汽水化した塩性湿地に生活するものである。
上流性河川指標種群 (J)	河川上流部の渓谷部に集中して出現する種群である。これらは、殻面全体で岩にびったりと張り付いて生育しているため、流れによってはぎ取られてしまうことがない。
中~下流性河川指標種群 (K)	河川の中~下流部、すなわち河川沿いで河成段丘、扇状地および自然堤防、後背湿地といった地形が見られる部分に集中して出現する種群である。これらの種には、柄またはさやで基物に付着し、体を水中に伸ばして生活する種が多い。
最下流性河川指標種群 (L)	最下流部の三角洲の部分に集中して出現する種群である。これらの種には、水中を浮遊しながら生育している種が多い。これは、河川が三角洲地帯に入ると流速が遅くなり、浮遊生の種でも生育できるようになるためである。
湖沼浮遊生指標種群 (M)	水深が約1.5m以上で、岸では水生植物が見られるが、水底には植物が生育していない湖沼に出現する種群である。
湖沼沼沢地指標種群 (N)	湖沼における浮遊生種としても、沼沢地における付着生種としても優勢な出現が見られ、湖沼・沼沢地の環境を指標する可能性が大きい種群である。
沼沢地付着生指標種群 (O)	水深1m内外で、一面に植物が繁殖している所および湿地において、付着の状態が優勢な出現が見られる種群である。
高層湿原指標種群 (P)	尾瀬ヶ原湿原や霧ヶ峰湿原などのように、ミズゴケを主とした植物群落および泥炭層の発達が見られる場所に出現する種群である。
陸域指標種群 (Q)	上述の水域に対して、陸域を生息地として生活している種群である (陸生珪藻と呼ばれている)。
陸生珪藻 A 群 (Qa)	耐乾性の強い特定のグループである。
陸生珪藻 B 群 (Qb)	A 群に随伴し、湿った環境や水中にも生育する種群である。

表 6 珪藻化石の環境指標種群

中の珪藻殻数は 7.6×10 個、完形殻の出現率は100%である。淡水種が1個体のみ検出された。堆積物中の珪藻殻数は非常に少ない。環境指標種群は陸生珪藻A群 (Qa) が検出された。

珪藻化石がほとんど産出していないため、基本的に乾燥した陸域環境が考えられる。

5. 考察

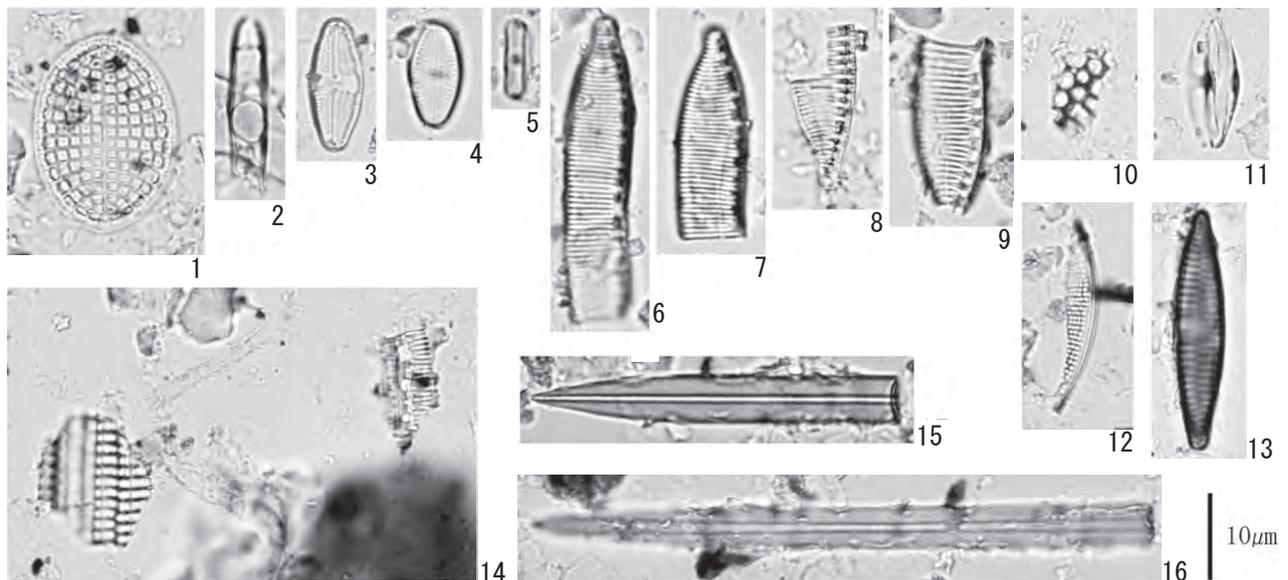
分析の結果、A-1・A-2 地点とも全試料から珪藻化石が検出されたが、産出数が少なすぎるため、群集組成から堆積環境の推定はできない。しかしながら、堆積物はいずれも砂礫を含むイベント堆積層と考えられており、砂礫を含む点から考えても、堆積速度は速かったと推察される。よって、堆積速度が速かったために、珪藻化石が捕獲されにくかった可能性がある。

飛島は、台地上には段丘堆積物が薄く覆っているが、基盤はすべて西黒沢階—台島階の火山岩類（いわゆる緑色凝灰岩）により形成されているため（大沢ほか1982）、たとえば宮城県仙台平野に比べると、元々海成堆積物が乏しい地形である可能性が高

い。したがって、袖の浜地区で津波などのイベントで島内の地層が侵食・運搬されると、飛島層上部の玄武岩火砕岩層（砂岩及び礫岩を伴う）などが母材となって希釈効果が働き、珪藻化石の含有量が少なくなる可能性がある。

ここで、産出数は少ないが、珪藻化石の産出傾向に着目すると、ほとんどの試料で陸生珪藻が検出している。また、A-1 地点Ⅲ層 (Ts1 相当) と同Ⅵ層 (Ts2 相当) と、A-2 地点7a層 (Ts2 上部相当) で海水種がわずかに検出されている。陸生珪藻の産出からは、礫を運ぶような強い営力によって、島内の土壌が再堆積した可能性が考えられ、海水種の産出からは、海水の影響が考えられる。

ただし、特に海水種は1-2個の検出数に留まっているため、過大評価をしている可能性がある。イベントが津波であるかどうかの判定には、珪藻分析の他に、硫黄分析や堆積構造、島内でのイベント層の分布状況なども合わせて、さらに総合的に議論する必要があるだろう。



1. *Cocconeis scutellum* (Ⅲ層)
2. *Grammatophora marina* (7a層)
3. *Luticola mutica* (4層)
4. *Luticola mutica* (7a層)
5. *Diadesmis contenta* (7b層)
6. *Hantzschia amphioxys* (Ⅲ層)
7. *Hantzschia amphioxys* (7a層)
- 8-9. *Hantzschia amphioxys*の破片 (7a層)
10. 不明珪藻化石の破片 (7a層)
11. *Amphora montana* (7a層)
12. 不明珪藻化石の破片 (7a層)
13. *Fragilaria vaucheriae* (7a層)
14. 不明珪藻化石の破片 (7a層)
15. 骨針化石 (7a層)
16. 骨針化石? (7a層)

図 13 堆積物中の珪藻化石の顕微鏡写真

表7 堆積物中の珪藻化石算出表 (種群は、千葉・澤井 2014 による)

No.	分類群	種群	A-1		A-2			
			Ⅲ層	Ⅵ層	4層	7a層	7b層	7c層
1	<i>Cocconeis</i>	<i>scutellum</i>	C1	1				
2	<i>Denticulopsis</i>	spp.	?			1		
3	<i>Grammatophora</i>	<i>marina</i>	?			1		
4	<i>Planolithidium</i>	<i>delicatulum</i>	D1	2				
5	<i>Amphora</i>	<i>montana</i>	Qa			1		
6	<i>Diadesmis</i>	<i>contenta</i>	Qa		1	2	5	
7	<i>Fragilaria</i>	<i>vaucheriae</i>	K			1		
8	<i>Hantzschia</i>	<i>amphioxys</i>	Qa	2		6		
9	<i>Luticola</i>	<i>mutica</i>	Qa		4	5		1
10	<i>Navicula</i>	spp.	?		3			
11	Unknown	?	?					
	海水藻場	C1	1					
	海水砂質干潟	D1		2				
	海水不定・不明種	?				2		
	中～下流性河川	K				1		
	陸生A群	Qa	2		5	14	5	1
	淡水不定・不明種	?			3			
	その他不明種	?						
	海水種		1	2		2		
	海～汽水種							
	汽水種							
	淡水種		2		8	15	5	1
	合計		3	2	8	17	5	1
	完形殻の出現率(%)		33.3	100.0	62.5	58.8	100.0	100.0
	堆積物1g中の殻数(個)		1.8E+03	1.7E+02	6.7E+02	4.9E+03	1.8E+03	7.6E+01

IX. 本調査における成果と課題

飛島西海岸製塩遺跡の袖の浜地区の2019年調査の成果と課題について、論点を整理する。

1. Ts2について

平川一臣の観察によって見いだされた二つの津波堆積層 Ts1・Ts2のうち、下位のTs2については水成堆積であることを示すラミナが確認された。最下部の7c層 (Unit2) 底面は火炎状構造をなし、偽礫 (rip-up clasts) を含んでいる。中位には津波の停滞を示す Mud drape も確認することができた。上部堆積層の7a層 (Unit1) は、津波堆積物を母材とする二次堆積層 (6層) へと漸移的に変化していることも確認された。珪藻分析でも、検出される珪藻そのものが少ないということはあるものの、2地点ともに海水種が検出されている。

奥尻島の津波堆積物調査 (加瀬ほか 2016) では、Ts 1～5の5枚の津波堆積層の珪藻分析では、「全ての試料において淡水生種珪藻が優勢であり、その産出割合は約70-95%である」とされ、「海生種から汽水生種の産出割合とイベント堆積物の層準の間には明瞭な相関関係は認められない」としている。野口は本稿で、堆積速度が速く珪藻化石が捕獲されにくかった可能性と元々海成堆積物が乏しい地形であった可能性を指摘している。

A-2地点の7b層 (Mud drape) 中の炭化物 (材) の暦年較正年代は、AD660-718、AD742-767 ($\pm 2\sigma$) (TKA-22008) である。7c層 (Unit2) からは8世紀第3四半期の須恵器破片も出土しており、さらに8層 (旧表土) 中にも製塩土器片や炭化物が混じっていることを今回、確認している。年代測定した7b層中の炭化物は、古い炭化物の再堆積と考えられる³⁾が、人間の活動が行われた遺跡における炭化物による年代測定の難しさを示すとともに、さらに試料を増やす必要性があろう。Ts2 (7層) 中には、8世紀第3四半期から9世紀第1四半期・9世紀前葉の土器が含まれており、最も新しい9世紀第1四半期・9世紀前葉頃がイベント発生時期と考えられる。この年代観は前回報告 (相原ほか 2013、相原 2014a) を追認するものである。

その後の津波堆積物調査では、飛島対岸の山形県遊佐 (図1参照) で確認された「北部イベント」 (山野井ほか 2016) と称される津波堆積層に対応する。このイベント層は十和田テフラ (To-a: 915年頃) の下で確認され、イネ科種子から年代測定が行われ、AD769-885 ($\pm 2\sigma$) の数値が算出され、最適値とされており、飛島西海岸袖の浜地区のTs1の年代観とも調和的である。秋田県にかほ市三森で確認された津波堆積物 En 2 (鎌滝ほか 2015) の年代

は、イベント堆積物中の材化石から行われ、AD720-740、AD765-895 ($\pm 2 \sigma$) の数値が得られており、やはり調和的である。袖の浜地区 Ts2 は飛島西海岸北側でしか、今のところ、確認されておらず (平川 2014)、山野井のいう「北部イベント」や En2 に対応している可能性が高い。一方、男鹿半島の双六で津波堆積物の調査が行われてはいるものの、詳細は公表されておらず、津波浸水域の北側は定かではない。

天長7年(830)の出羽国秋田天長地震は『類聚国史』巻171 災異5に被災第1報が残されている。それによると、正月三日に発災し、秋田城周辺のごく限られた地域の被災状況だけが記され、沿海部の状況については全く記されていない。あげく、官舎も雪に埋もれて記録することができなるとまで記されている。この地震を秋田城周辺の「直下型地震」で津波は発生しなかったとする論調が有力ではあるが、さきの論考で示した見解(相原 2014a)の成否については、今後の調査データの充実を待ちたい。

2. Ts1 について

上位の津波堆積層 Ts1 については、下位の津波堆積層のような Unit1-Mud drape-Unit2 のような構造は把握できなかった。ただし、すべての津波堆積層にこのような構造が残されるものではなく、扁平礫が並ぶ砂礫層(口絵2③)は、下位の Ts2 と同様であり、津波によるイベント層である可能性が高い(平川 2013abc・2014・2016)。

今回の珪藻分析では、かろうじて A-1 地点から海水種が見つかっているが、A-2 地点からは検出されなかった。野口が Ts2 で指摘するのと同様の理由が考えられるが、さらに調査地点を増やしてみる必要性があろう。

Ts1 は扁平礫を含む砂礫層であり、これまでの調査所見(相原ほか 2013、相原 2014a)から、A-1 地点ではⅢ層、A-2 地点では4層として理解した。ただし、現地では下位の Ts2 のような明確な Unit1-Mud drape-Unit2 は確認されず、どの層準までが津波堆積層として捉えられるかについては、結論が出ていなかった。

遺物の整理過程で、まずⅢ層とⅣ層には接合関係

があり、Ⅳ層上部には扁平礫も含まれ、同一層の層相の違いに過ぎない可能性があること、土器には非常に摩滅したもののほかに、割れ口が新鮮な単独破片が含まれており、宮城県熊の作遺跡の貞観津波(869年)堆積層中から出土した土器の破損あるいは摩滅状況に似ていること、さらに剥ぎ取り試料の調査では、一見焼土層に見えたのは、すべて製塩土器の微小片で、しかもほとんどの製塩土器片が立っており、割れ口も新鮮であること(口絵3①)が判明した。原位置(麻生 1969・1975、林 1973)を留めた狭義の「遺物包含層」(遺物的人為的廃棄層:大野・鳥居 1894)とはみることができず、貝塚における破碎貝層のように自然の営力にさらされた堆積層として理解された。製塩土器を多く含む層の下位には、粘土塊を疎らに含んでおり、偽礫のようにも観察された。これらの人工遺物や炭化物、焼礫などをすべて巻き込んだ A-1 地点Ⅳ層・Ⅴ層、A-2 地点4b層全体を Unit2(押し波堆積物)、A-1 地点Ⅲ層、A-2 地点4a層を Unit1(引き波堆積物)と考えることができよう。袖の浜地区では、柱穴が検出(駒木野 2016)されており、居住域が想定されるが、当時の生活面そのものはすべて侵食され、流失しているものと判断された。居住域の解明のためには、露頭の調査では限界があり、平面的な発掘調査が必須であり、今後の大きな課題である。

イベントの発生時期については、土器の分析から9世紀第3四半期頃と考えられた。この年代観は前回報告(相原ほか 2013、相原 2014a)を追認するものである。史料的には『日本文徳天皇実録』『日本三代実録』に記録が残る嘉祥3年(850)の「出羽国庄内嘉祥地震」に伴う津波堆積層と考えられる。

前回調査後の飛島周辺における津波堆積物調査では、9世紀代の2枚の津波堆積層は確認されていない。飛島西海岸においても、荒崎から南のオバフトコロの浜では薄い1枚(口絵2②)となっており、さらに南のゴトロ浜ではほとんど不明瞭となっている。津波としては Ts2 よりも小規模である可能性も考えられよう。山野井らの調査で検出された庄内南部砂丘を中心とする「南部イベント」(山野井ほか 2016)は十和田 a テフラ(To-a:915年頃)より新しく、

草本種子の年代測定から AD986-1154 年をイベント層の最適値としており、出羽国庄内嘉祥地震に伴う津波は本土には到達していない可能性もあろう。

嘉祥三年（850）出羽国庄内大地震は、『日本文徳天皇実録』の嘉祥三年十月十六日条に「出羽国言上、地大震裂、山谷易_レ處、圧死者衆。」、十一月廿三日条に「出羽州壤、偏應_レ銅龍之機_レ、邊府黎毗、空被_レ鳥禽之害_レ、邑居震蕩、蹈_レ厚載_レ而不_レ安、想_レ難虞_レ而益恐、…」とあり、大地震があったことは記録されているが、津波の有無については記されていない。その 37 年後に国府の高敞之地への移転を申し出る奏上で、「去嘉祥三年地大震動、形勢改变、既成窪泥。加之、海水漲移、迫府六里所、大川崩壊、去隍一町余。…」(『日本三代実録』)で、再び史書に現れる。この「海水漲移」が津波を指しているか、窪泥（低湿地）の地へのその後の海水逆流を指しているかについては議論（松岡・今村 2015）がある。先の論考（相原 2014a）では後者の説を取り、嘉祥三年の大地震では本土側ではその後も地盤の沈降と海水逆流に苦しんだと解した。今のところ、本土側の庄内平野では 9 世紀中頃の津波堆積物は検出されていない⁴⁾。いずれにしても、今後の調査を待ちたい。

3. 製塩土器と製塩遺跡について

長年、宮城県内で製塩遺跡を調査した後藤勝彦は遺跡から出土する製塩土器について、次のように記している。

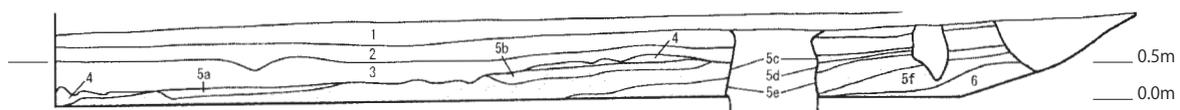
「製塩土器片が、遺構の回りからざくざくと検出されたことは、煎熬（煮沸）の過程で、はくり、ひびわれが生じ、1・2 匁の煎熬で使用不能になったものが棄てられたものであって、製塩土器は一つの消耗品の生産用具ではなかったのではないかと思われる。そのために整形の際の叩き痕のほか、文様な

どの非実用的要素を持たず、多量に生産するために粗雑に作られている。」(後藤 1968)

おそらく、こうした見解が公式的な理解として広がる一方で、後藤は「ほとんど完形品で発掘されることなく、破碎破片がべつとりと層になって出土し、調査者にとっては迷惑千万な土器群である。」(後藤 1972)と述べ、「破碎」についても言及している。

その後の宮城県松島町瑞巖寺境内の製塩遺跡の調査（後藤 2009）では、後藤は「遺物は炉跡からの検出は極めて少なく、ほとんど包含層から出土した。」と報告する。この「8 世紀後半から 9 世紀を下る」とされる「包含層」（砂-粘土層）⁵⁾は標高 0.7 m 以下に形成され、標高 0 m 以下については調査が及んではない。「製塩土器は破碎して廃棄されたと考えられ、小破片が多く、原形を示す遺物は少ない。」「製塩土器は先例が示すとおり破碎されて廃棄されている。次の煎熬の邪魔にならないよう処理したものであろう。」としている、ここでいう先例は後藤が 1959 年に調査した同じく松島町西の浜貝塚（後藤 2001）の C6 第一混土層（「ほとんど破碎されて原形を知るものはない。」）を指している。瑞巖寺境内製塩遺跡では破片総数は 6,966 点とされ、最も遺物が出土した 5a 層は標高 0.1～0.2m に形成され、「多くの遺物、炭化物、焼土、焼結凝灰岩礫を含み、I-J・7-10 区にかけ幅 2-5m の帯状に検出」されたと記している。

2011 年の東日本大震災後の後藤の論考に直接、製塩土器の人為的な破碎に関わるものはない。唯一、宮戸島梨木囲貝塚の破碎貝層について「破碎貝層は津波襲来による貝粉碎であろうか。」(後藤 2016)と、一言だけ書き遺している。「破碎」をもたらず自然の営力について、津波等の観点から再検討してみる



中央壁 2 5a～f 層詳記

層序	色調	土質	註記 (単位: mm)
5a	5Y3/1 オリーブ黒	粘土	炭化物・焼土・焼けた凝灰岩粒を多く、製塩土器を極めて多く含む
5b	2.5GY3/1 暗オリーブ黒	粘土	炭化物・焼土を多く含む
5c	2.5GY2/1 黒色	砂質シルト	所々に20～50の焼けた凝灰岩礫を含む 炭化物を多く含む
5d	5Y3/1 オリーブ黒	砂	所々に炭化物・焼けた凝灰岩粒を含む
5e	2.5Y3/1 黒褐色	シルト質砂	所々に炭化物・焼けた凝灰岩粒を含む
5f	5Y3/1 オリーブ黒	シルト質砂	僅かに炭化物・焼土を含む

図 14 宮城県松島町瑞巖寺境内遺跡の破碎製塩土器を含む層 (後藤 2009 から)

必要性があるだろう。

平川一臣が見出した古代の津波堆積層中には、ほとんどの場合、製塩土器片が含まれているという事象は重要な意味を持つ。2011. 3. 11 津波堆積層中には、ほぼ必ずプラスチック片や発泡スチロール片が含まれているのと同じように、製塩土器破片が古代津波堆積層のメルクマールのひとつになる可能性を示している。これまで宮城県松島湾における製塩遺跡の研究では、製塩土器が現在の砂浜から表面採集されれば、そこには製塩遺跡が存在するものとされ、どんな小さな浜でも土器製塩が行われてきたという解釈が流布してきた。こうした散布地では、発掘調査をしても、ほとんどの場合、遺構は確認されることはなく、津波あるいは高潮などの自然の営力によって製塩土器が運ばれるという視点そのものが欠落してきたために生じた憶説の可能性が高い。

藻塩を人が運び、内陸でも藻塩焼きによって土器製塩を行うことはもちろん可能であり、重要な視点である。ただし、過去の津波浸水域から出土する製塩土器片については、遺構の存在も含め、土器の出土状況や堆積層の詳細な検討、あるいは津波も含めた自然の営力による土器の移動についてもあわせて吟味してみる必要がある。

最後に、日本列島における土器製塩の動態（図15：阿部 2016）を示した。今後の調査の進展によって空隙が埋まっていく可能性はあるものの、断絶もまた著しい。製塩は津波被災から最も影響を受けやすい生産活動のひとつであり、その復興には技術移転も含めた人の移動も欠くことができない（相原 2014b）。巨大津波による広域被災と製塩の関係から、文化の動態と社会変動が明らかとされる可能性があり、今後の課題としたい。

	青森	岩手	宮城	茨城	能登	若狭	但馬	渥美	知多	和歌山	大阪	備前瀬戸	山口	九州
縄文晩期														
弥生前期														
中期														
後期														
古墳前期														
中期														
後期														
奈良														
平安														

図 15 日本列島における土器製塩の動態（阿部 2016 から）

X. おわりに

本研究の第1次調査は「東日本大震災を契機とする歴史的災害展示の構築に係る研究」（基盤研究C：課題番号 17K12634、研究代表：小谷 竜介）の東北歴史博物館考古部門の第3年次の研究として実施した。第2次調査は明治大学文学部教授阿部芳郎（研究代表）の「日本列島における製塩技術史の解明」（基盤研究A：研究課題／領域番号 19H00545）の研究の一部をなすものである。

試料採取にあたっては、山形県知事から庄総環第288号・第502号の許可を得た。

報告をまとめるにあたり、前回の飛島調査に同行した阿部明彦氏・駒木野智寛氏、佐渡の調査に同行した加藤学氏・駒木野智寛氏からは当時の記録など特段のご配慮を賜った。また、酒田市教育委員会、致道博物館、鳥海山・飛島ジオパーク推進協議会、川崎利夫・船木義勝・高橋学・小菅徹也・鎌滝孝信・春日真実・鈴木正博・齋藤瑞穂・伊藤邦弘・千田政博・柳澤和明・芳賀文絵の各氏からは種々のご教授やご配慮を賜った。記して、謝意を申し述べるものである。

【註】

- 1) テキ穴洞穴遺跡（川崎 1960・1981、酒井 1971・佐藤禎宏 1971）には埋葬説（川崎 1981）と穴居・異狄説（佐藤禎宏 1990）がある。発掘調査にも参加した酒井忠一 致道博物館前館長の仲介によって実現した人骨の再調査では、埋葬人骨がその後の海水による攪乱のために散乱したとする解釈を採用（Yamaguchi・Ishida 2000、安達ほか 2006）している。
- 2) 相原ほか 3013b では、津波堆積層がここでは1枚多くなっていることをとらえてはいるが、最上層の4c-1層については無遺物であり、Ts1の一つの津波がここでは第1波・第2波のようにUnit構造をとるものと解した。ゴトロ浜の年代測定で、古代津波と近世津波の間に中世津波があることが確認された以上、Ts1とは別の中世津波堆積層と考えるのが最も妥当であろう。訂正する。
- 3) Ts2直下の年代測定では、890～981ADの数値（表1②：平川 2014）も得られている。
- 4) 「北部イベント」・En2の年代測定値（±2σ）には830年あるいは850年の両方が含まれるが、年代幅の中央値は9C前葉にある。
- 5) この「包含層」には多くの土師器・須恵器も混在し、須恵器には「ロクロ技法の坏も多く、底部調整は回転糸切り、回転ヘラ切り、手持ち篋削りが存在する。」とされる。発掘調査ではまとめて「27層」（中央壁5層に対応）として取り上げられており、詳細は不明である。

【引用参考文献】

- 相原淳一・佐川正敏・吉岡恭平 2005 「宮城県における土器出現期の現状と課題－旧石器発掘掘造問題後の覚書」『宮城考古学』7, pp. 7-56, 宮城県考古学会
- 相原淳一 2012 「縄文・弥生時代における超巨大地震津波と社会・文化変動に関する予察－東日本大震災津波の地相から」『東北歴史博物館研究紀要』13, pp. 1-20
- 相原淳一・駒木野智寛・大畑雅彦 2013 「山形県酒田市飛島西海岸製塩遺跡の調査－特に、遺跡と古津波堆積層の関係について」『山形考古』43, pp. 346-374, 山形考古学会
- 相原淳一 2014a 「〔補説〕山形県酒田市飛島西海岸製塩遺跡－特に、文献史料と東海岸テキ穴洞穴遺跡について－」『山形考古』44, pp. 8-15, 山形考古学会
- 相原淳一 2014b 「考古学の理論と方法－移住と社会変動」『考古学研究 60 の論点』pp. 123-124, 考古学研究会
- 相原淳一・駒木野智寛 2014 「日本海東縁における津波履歴と遺跡－青森県深浦町椿山の調査－」『青森県考古学』22, 177-188, 青森県考古学会
- 相原淳一・高橋守克・柳澤和明 2016 「東日本大震災津波と貞観津波における浸水域に関する調査－多賀城城下とその周辺を中心に－」『宮城考古学』18, pp. 111-128
- 相原淳一 2017 「多賀城城下とその周辺におけるイベント堆積物」『宮城考古学』19, pp. 107-126, 宮城県考古学会
- 相原淳一 2018 「多賀城と貞観津波」『考古学雑誌』101-1, pp. 1-53, 日本考古学会
- 相原淳一・野口真利江・谷口宏充・千葉達朗 2019 「貞観津波堆積層の構造と珪藻分析－宮城県多賀城市山王遺跡東西大路南側溝・山元町熊の作遺跡からの検討－」『東北歴史博物館研究紀要』20, pp. i - ii, pp. 17-44
- 麻生優 1969 「「原位置論」序説」『上代文化』38, pp. 1-5, 國學院大學考古学会
- 麻生優 1975 「「原位置」論の現代的意義」『物質文化』24, pp. 1-14, 物質文化研究会
- 安達登・坂上和弘・梅津和夫 2006 「山形県酒田市飛島の狄穴洞窟出土人骨についてのミトコンドリアDNA多型解析」『庄内考古学』22, pp. 96-102, 庄内考古学研究会
- 阿部明彦・高桑弘美 2001 「願瀬山・泉谷地古窯跡出土の須恵器」『庄内考古学』21, pp. 119-143, 庄内考古学研究会
- 阿部芳郎・河西学・黒住耐二・吉田邦夫 2013 「縄文時代における製塩行為の復元－茨城県広畑貝塚採集の白色結核体の生成過程と土器製塩－」『駿台史学』149, pp. 135-137-159, 駿台史学会
- 阿部芳郎 2016 「「藻塩焼く」の考古学」『考古学研究』63-1, pp. 22-41, 考古学研究会
- 阿部芳郎 2019 「日本列島における製塩技術史の解明 I－縄文から古代まで拡張してみられるもの－」『製塩研究の課題と展開－縄文時代製塩技術史の展開と課題－』pp. 9-16, 明治大学資源利用史クワスター
- 安藤一男 1990 「淡水産珪藻による環境指標種群の設定と古環境復元への応用」『東北地理』42, pp. 73-88
- 植松曉彦 2017 「庄内北部の嘉祥地震について」『山形考古』47, pp. 49-62, 山形考古学会
- 植松曉彦 2018 「庄内地方の平安時代の二つの津波イベントと周辺遺跡の様相」『研究紀要』10, 公益財団法人山形県埋蔵文化財センター
- ト部厚志・加藤善洋・川上源太郎・仁科健二・小安浩理 2019 「MIS12-P09 北海道・奥尻島南部の津波堆積物と津波波源の推定」日本地球惑星科学連合 2019 年度大会
- 愛媛大学法文学部考古学研究室編 2016 『宮ノ浦遺跡Ⅱ』愛媛大学法文学部考古学研究室報告 11, pp. 1-193, 27 pls.
- 大沢禮・池辺穰・荒川洋一・土谷信之・佐藤博之・垣見俊弘 1982 「象潟地域の地質(酒田地域の一部、飛島を含む)」『地域地質研究報告 (5 万分の 1 地質図幅)』地質調査所
- 大野延太郎・鳥居龍三 1894 「武蔵国北多摩郡国分寺村石器時代遺跡」『東京人類学会雑誌』9-102, pp. 475-478
- 加瀬善洋・仁科健二・川上源太郎・林圭一・高清水康博・廣瀬亘・嵯峨山積・高橋良・渡邊達也・興水健一・田辺淳・大津直・ト部厚志・岡崎紀俊・深見浩司・石丸聡 2016 「北海道南西部奥尻島で発見された津波堆積物」『地質学雑誌』122-11, pp. 587-602, 日本地質学会
- 利部修 1997 「出羽地方の丸底長胴甕をめぐって」『秋田県埋蔵文化財センター研究紀要』12, pp. 1-18
- 加藤学 2013 「貞観五年越中・越後地震に関する一考察」『研究紀要』7, pp. 19-40, 新潟県埋蔵文化財調査事業団
- 鎌滝孝信・阿部恒平・黒澤秀樹・三輪敦史・今泉俊文 2015 「秋田県沿岸の沖積低地にみられるイベント堆積物」『第四紀研究』54-3, pp. 129-138, 日本第四紀学会
- 鎌滝孝信・高瀬慎也・松富英夫・阿部恒平・黒澤英樹 2016 「秋田県男鹿市および八峰町における津波堆積物調査」『土木学会論文集 B2 (海岸工学)』72-2, I -pp. 1693-1698
- 川上源太郎・加瀬善洋・ト部厚志・高清水康博・仁科健二 2017 「日本海東縁の津波とイベント堆積物」『地質学雑誌』123-10, pp. 857-877, 日本地質学会
- 川崎利夫 1960 「飛島の考古学的調査(予報)」『羽陽文化』45, pp. 5-10, 山形県文化財保護協会
- 川崎利夫 1966 「酒田市願瀬山第 1 号古窯址の調査概要」『庄内考古学』1, pp. 11-16, 庄内考古学談話会
- 川崎利夫 1979 「酒田市願瀬山 1 号窯跡の須恵器」『さあべい』3-2, pp. 17-29, さあべい同人会
- 川崎利夫 1981 「山形県飛島の遺跡とテキ穴の調査」『日本考古学年報』21・22・23, pp. 115-116, 日本考古学協会
- 菊池強一 2001 「石器の産状は何を語るか－検証の一步前進のために－」『科学』71-2, pp. 160-165, 岩波書店
- 黒住耐二 1994 「柱状サンプルから得られた微小貝類遺存体」『上高津貝塚 A 地点』pp. 291-317, 3 pls. 慶應義塾大学文学部民族学・考古学研究室小報 9
- 黒住耐二 1996 「用見崎遺跡のコラムサンプルから得られた貝類遺存体(予報)」『用見崎遺跡』, pp. 31-37, 熊本大学文学部考古学研究室活動報告 31
- 黒住耐二 2009 「ココマ遺跡の貝類学的研究」『東京都三宅島ココマ遺跡発掘報告書』pp. 73-86, p1. 20., 島の考古学研究会調査報告書 1
- 黒住耐二 2012 「トクサオカチョウジガイ」『原色図鑑 外来害虫と移入天敵』pp. 293-294, 全国農村教育協会
- 黒住耐二 2016 「微小貝類遺体」『山野貝塚総括報告書』pp. 172-179, 袖ヶ浦市教育委員会
- 黒住耐二 2018a 「微小貝類から想定される「葦灰」製塩の可能性」『日本動物考古学会第 6 回大会講演要旨集』p8
- 黒住耐二 2018b 「貝類遺体からみた宮ノ浦遺跡－第 6・7 次

- 発掘調査一』『愛媛県越智郡上島町宮ノ浦遺跡Ⅲ—第6・7次発掘調査報告一』pp. 87-106, 愛媛大学法文学部考古学研究室報告 14
- 小杉正人 1988 「珪藻の環境指標種群の設定と古環境復元への応用」『第四紀研究』27, pp. 1-20, 日本第四紀学会
- 後藤勝彦 1968 「宮城県塩釜市浦戸石浜梅ヶ浜製塩遺跡の発掘調査」『貝輪』3, 宮城県塩釜女子高等学校
- 後藤勝彦 1972 「東北に於ける古代製塩技術の研究—研究の現状と問題点—」『宮城史学』2, pp. 1-14, 宮城教育大学歴史研究会
- 後藤勝彦 2009 「瑞巖寺境内の製塩遺跡について」『瑞巖寺境内遺跡—新宝物館建設に伴う発掘調査報告書』第2分冊付編3, pp. 189-214, (宗) 瑞巖寺
- 後藤勝彦 2016 「宮戸型式についてと、その後の進展について—陸前地方の縄文文化中期末から後期・晩期の編年学的研究—」『仙台湾貝塚の基礎的研究—後藤勝彦の考古学』
- 駒木野智寛・易利・相原淳一 2015 「古津波堆積層の考古学的研究—学際的アプローチの試み—」第61回考古学研究会総会・研究集会ポスターセッション, 考古学研究会
- 駒木野智寛 2016 「東北地方における古津波堆積層の考古学的研究—古津波災害科学の提唱—」サントリー文化財団
- 近藤義郎 1962 「縄文時代における土器製塩の研究」『岡山大学法文学部紀要』15, pp. 1-28
- 齋藤瑞徳・鈴木正博 2019 「縄文三陸地震津波再論」『2019年前近代歴史地震史料研究会講演要旨集』pp. 1-5, 前近代歴史地震史料研究会
- 酒井忠一 1971 「飛鳥洞窟発掘調査報告 調査の概要」『庄内考古学』10, pp. 7-10, 庄内考古学研究会
- 佐藤禎宏・佐藤潤子 1971 「酒田市願瀬山四号古窯跡」『山形史学研究』7, pp. 86-101, 山教史学会
- 佐藤禎宏 1971 「飛鳥洞窟発掘調査報告 「調査日誌」より」『庄内考古学』10, p. 18, 庄内考古学研究会
- 佐藤禎宏 1990 「飛鳥の洞窟遺跡」『海と列島文化』1, 小学館
- 高橋満 2014 「製塩活動の展開と技術」『縄文時代の資源利用と社会』pp. 58-65, 『季刊考古学』別冊21, 雄山閣
- 千葉崇・澤井裕紀 2014 「環境指標種群の再検討と更新」『Diatom』30, pp. 7-30, 日本珪藻学会
- 西本豊弘 1993 「動物遺体」『巖山遺跡発掘調査報告書』山形県埋蔵文化財調査報告書 189 集
- パレオ・ラボ 2019 「自然科学分析の成果」『愛媛県越智郡上島町宮ノ浦遺跡Ⅳ—第8次発掘調査報告一』pp. 105-130, 愛媛大学法文学部考古学研究室報告 15
- 林謙作 1973 「層序区分—その現状と問題点—」『物質文化』20, pp. 1-17, 物質文化研究会
- 平川一臣 2013a 「日本海東縁の津波堆積物古津波履歴」(資料-3) 第2回日本海における大地震に関する調査検討会, 国土交通省
- 平川一臣 2013b 「日本海東縁の津波堆積物: 巨大津波履歴と課題」『第30回歴史地震研究会講演要旨集』p. 41
- 平川一臣 2013c 「日本海東縁の古津波堆積物」『地震予知連絡会 会報』90, pp. 537-541, 地震予知連絡会
- 平川一臣 2014 「日本海東縁の津波堆積物: 巨大津波履歴と課題」『歴史地震』29, p. 272, 歴史地震研究会
- 平川一臣 2016 「日本海東縁の古津波堆積物: 時・空間分布概観」『日本地質学会学術大会講演要旨』日本地質学会
- 藤原治 2015 『津波堆積物の科学』東京大学出版会
- 宮内崇裕・山下佐祐美 1992 「飛鳥の海岸段丘」『地学雑誌』101-1, pp. 71-78, 東京地学協会
- 松岡裕也・今村文彦 2015 「嘉祥三年(850)出羽地震に関する論点の整理—「海水漲移」をどう解釈するか—」『津波工学研究報告』32, pp. 259-262
- 山形県教育委員会 1991 『山谷新田遺跡 山海窯跡群発掘調査報告書』山形県埋蔵文化財調査報告書 170
- 山形県埋蔵文化財調査センター 2004 『泉森窯跡 坂ノ下遺跡発掘調査報告書』山形県埋文センター調査報告書 129
- 山崎純男 1993 「出土遺物各論Ⅳ—自然遺物—」『海の中道遺跡Ⅱ』pp. 96-108, pls. 16-20. 朝日新聞社・海の中道遺跡発掘調査実行委員会
- 山野井徹・門叶冬樹・加藤和浩・山田努・鎌田隆史・今野進 2016 「山形県庄内砂丘に挟まれる2層の古津波堆積物」『地質学研究』122-12, pp. 637-652, 日本地質学会
- 渡辺誠 1991 「松崎遺跡におけるブロックサンプリングの調査報告」『松崎遺跡』pp. 67-76, 愛知県埋蔵文化財センター調査報告書 20
- Bronk Ramsey, C. (2009). Bayesian analysis of radiocarbon dates. *Radiocarbon* 51(4), pp.337-360
- de Vries, H., and G.W. Barendsen (1954). Measurements of age by the carbon-14 technique. *Nature* 174, pp.1138-1141.
- Murakami T.(1996). Silicious Remains Dissolution at Sphagnum-bog of Naganoyama Wetland in Aichi Prefecture, Central Japan, 『第四紀研究』35, pp. 17-23, 第四紀学会
- 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., E. Bard, A. Bayliss, J.W. Beck, P.G. Blackwell, C. Bronk Ramsey, C.E. Buck, H. Cheng, R.L. Edwards, M. Friedrich, P.M. Grootes, T.P. Guilderson, H. Hafliðason, I. Hajdas, C. Hatte, T.J. Heaton, D.L. Hoffmann, A.G. Hogg, K.A. Hughen, K.F. Kaiser, B. Kromer, S.W. Manning, M. Niu, R.W. Reimer, D.A. Richards, E.M. Scott, J.R. Southon, R.A. Staff, C.S.M. Turney, and J. van der Plicht (2013). IntCal13 and Marine13 radiocarbon age calibration curves 0–50,000 years cal BP. *Radiocarbon*, 55(4), pp.1869-1887.
- Sawai Y., Shishikura M., Namegaya Y., Fujii Y., Miyashita Y., Kagohara K., Fujiwara O. and Tanigawa K.(2012)Diatom assemblages in tsunami deposits in a paddy field and on paved roads from Ibaraki and Chiba Prefectures, Japan, generated by the 2011 Tohoku tsunami,Diatom,28,pp.19-26
- Stuiver, M., and H.A. Polach (1977). Discussion: Reporting of ¹⁴C data. *Radiocarbon* 19(3), pp.355-363.
- Takashimizu, Y., Urabe, A., Suzuki, K., and Sato, Y.(2012) Deposition by the 2011 Tohoku-oki tsunami on coastal lowland controlled by beach ridges near Sendai, Japan. *Sedimentary Geology*,vol.282, pp.124-141.
- Yamaguchi,B,Ishida,H(2000)Human Skeletal Remains of the Heian Period from the Tekiana Cave Site on Tobi-shima,Yamagata Prefecture,Bulletin of the National Science Museum,Series D,vol.26,pp.1-16

水損被災資料由来の揮発成分についてⅢ

—真空凍結乾燥法の問題点と対処—

及川 規・芳賀 文絵・森谷 朱 (東北歴史博物館)

- | | |
|-----------------------|-------------------------------------|
| 1. はじめに | 4. エチルベンゼン、キシレン、2-エチル-1-ヘキサノール等について |
| 2. 真空凍結乾燥した水損紙資料の二次処理 | |
| 3. 二次処理した水損紙資料の空気質 | 5. まとめ |

1. はじめに

東日本大震災発災以降、筆者らは被災した文化財施設とその被災資料を保管している施設の空気環境、被災資料由来の揮発成分等について継続して調査している¹⁾。水損紙資料の保存処置を実施する中で、乾燥処理法のちがいによって被災資料の状態が異なり、真空凍結乾燥 (FD) 資料では自然乾燥に比較して多くの揮発成分が検出され、特に洪水被災資料では多量の有機酸類が残存し、資料への影響が懸念されることなどを報告した²⁾。今回、多くの揮発成分が残存するFD処理資料に、再度清浄空気通風など二次的な処理を施し、その効果を調査したので報告する。

2. 真空凍結乾燥した水損紙資料の二次処理

二次処理は、清浄な空気を通風して揮発成分の放散を促す「清浄空気通風 (CD)」と、加熱水蒸気で除去する「飽和水蒸気加熱脱臭 (SD)」を行った。

2.1 対象資料

対象資料として、津波は東日本大震災、洪水は2004年台風23号の水損紙資料のFD処理資料群を用いた。対象資料の概要を表1に示した。津波被災資料はFD処理資料をそのまま二次処理して比較した。洪水被災資料は、FD処理資料を3群に分け、2群は二次処理 (CD、SD) に供した。1群は対照として非処理とした。

2.2 清浄空気通風 (CD)

対象資料をステンレスバットに入れ、それを軟質塩ビフィルムで被覆したステンレスシェルフ (4段、210×90×45cm) に設置した。

シェルフの上部にケミカル除去フィルタ (有機成分用、酸成分用、アルカリ成分用の3種、日本無機株) を装着したフィルタファンユニット (日本無機株) を設置した。この装置で、清浄空気をファン直下風速0.3 m/s、60日間通風した (図1)。

2.3 飽和水蒸気加熱脱臭 (SD)

洪水被災資料について実施した。対象資料をレーヨン紙で養生し、市販の調理用蒸し器 (オブジェ蒸し器、φ25cm、OJ8-3、宮崎製作所、鉄芯三層銅、サイズ357×258×244mm) の上鍋に入れ、水を入れて沸騰させ、IH調理器 (ZOJIRUSHI、EZ-HG26) で加熱した。蒸し器から蒸気が出るようにして30分処理した (図2)³⁾。

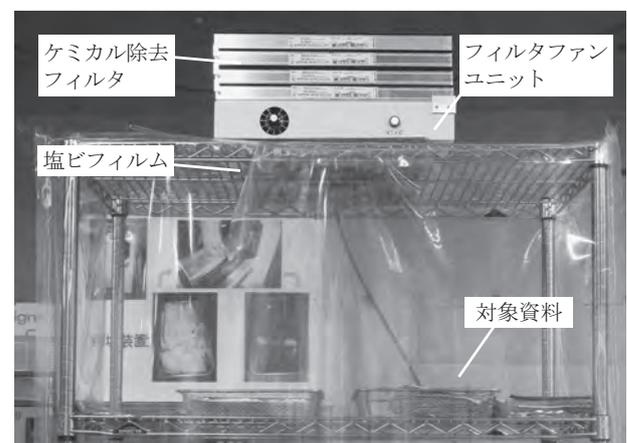


図1 清浄空気通風装置



図2 飽和水蒸気加熱脱臭

3. 二次処理した水損紙資料の空気質

3.1 集気と分析方法

対象資料をポリフッ化ビニリデンガスバッグ (30L) に入れ、活性炭フィルターを通した窒素ガス (24L) を封入し28日間室温で静置した。

集気した揮発成分は、超純水捕集-イオンクロマト法、TENAX管捕集-質量検出器付ガスクロマト法で分析した。臭気強度は筆者らの官能試験により6段階 (相対強度 0=ほぼなし、1=感知できる、2=わずか、3=弱、4=中、5=強) で評価した。

3.2 測定結果と考察

臭気強度および定量分析結果を表2に示した。洪水FD処理資料については、参考として、FD処理後再度水に浸漬しスクウェルチ法で乾燥したもの (WS) も比較した。

臭気は、いずれの二次処理でも十分に低下した。通常の取り扱いでは問題ないレベルである。脱臭効果は、 $[WS] > CD > SD$ だった (WS処理は参考のため [] で示した。以下同じ)。

定量分析結果では、酢酸は、津波被災資料では二次処理前でもかなり小さい値を示した。空間の基準値⁴⁾のほぼ1/10程度であった。そのため、CD処理による減少量は小さかった。洪水被災資料は、二次処理前ではきわめて大きな値を示した。基準値の15倍であった。これは二次処理により著しく減少した。除去効果は $[WS] > CD > SD$ の順で大きかった。

ギ酸は洪水被災資料からのみ検出された。やはり二次処理前は基準値の30倍近くと非常に大きな値を示した。二次処理後は大幅に減少したが、SD処理では基準値をわずかに上回った。除去効果は、 $[WS] \div CD > SD$ の順で大きかった。

アンモニアは、元々少量で基準値以下だったが、SD以外の二次処理によりさらに減少した。SD処理では増加した値を示しているが、誤差の範囲と考えている。除去効果は、 $CD > [WS] > SD$ である。

揮発性有機化合物 (VOC) の総量 (TVOC) は、津波被災資料、洪水被災資料とも、二次処理前は非常に大きな値を示した。これらはいずれの二次処理でも減少し、除去効果は $[WS] > CD > SD$ だった。

二次処理前後の揮発成分のGC-MSスペクトルを、津波被災資料については図3に、洪水被災資料については図4に示した。二次処理前は、自身の劣化または他資料に影響を与える可能性のある成分として、津波被災資料ではアルデヒド類やアルコール類が、洪水被災資料では有機酸類が多く検出されていた。また筆者らが被災特異成分として着目している2-エチル-1-ヘキサノール (2E1H) や、洪水被災資料では防虫剤由来と推定しているパラジクロロベンゼン (pDCB) も検出された。

津波被災資料のCD処理 (津FC) では、ほとんどの成分が減少していたが保持時間 (RT) 14分前後の炭化水素 (エチルベンゼン=EB、キシレン=Xy) が残存した。洪水被災でも、CD処理 (洪FC) ではRT 13分以下の有機酸類およびRT 15分以上の成分が除去されたが、津波被災と同様にEB等は残存したままだった。SD処理 (洪FS) ではRT 13分以下の成分は除去されたが、やはりEB、XyをはじめとするRT 13分以上の炭化水素に加え2E1HやpDCB等も残存した。WS処理 (洪FW) は、SD処理と組成が類似していた。

疎水性のpDCBや炭化水素類は水を用いるSD処理やWS処理では効果が小さかったためと考えている。

CD処理ではこれらの疎水性の成分も効果的に除去した。

以上の結果から、一度FD処理した資料に対する二次処理は、迅速性では主たる工程が30分程度で

終了するSD処理が優れているが、処理に長期間を要するものの効果・簡便性を考慮するとCD処理が有効と考える。

4. エチルベンゼン、キシレン、2-エチル-1-ヘキサノール等について

EBやXyはシックハウス原因物質として厚生労働省で室内濃度の指針値が定められている物質である。通常の建造物の室内揮発成分としてもよく検出され、文化財への影響は小さいと考えていたことから、これまであまり重視してこなかった。しかし今回の調査では、二次処理後の資料からもこれらが多く検出された。

今回の資料で共通しているのは、いずれも水損被害を受けFD処理を行っていることであるが、筆者らのこれまでの調査では、水損被災した施設内にはあったものの直接的な水損を受けていない資料やFD処理を行っていない資料からも多く検出される場合があった。そのため、EB等が多く残存する理由は不明であり、今後検討する予定であるが、もし実際にこれらの成分が被災資料に多く残存しており、しかも除去されにくいとすれば、取り扱う人間の安全面から注意が必要である。2E1Hは、室内環境汚染物質として昨今特に問題が顕在化している物質で、筆者らは、被災した文化財施設で多く検出され、被災資料に吸着しその一時保管施設で再放出される物質として着目⁵⁾していた。これに対してはCD処理は有効だったが、一方で、やはり保管空間濃度に留意する必要がある。

5. まとめ

FD処理は、大量の水損紙資料を比較的短時間で一時保管に適した状態にできるので、応急処置としては非常に有効である。しかし、特に洪水被災では、大量の有機酸が残存している場合も多く、これを密封保管すると資料自身に対して影響を与える可能性がある。また、開放下では他資料に影響を与える可能性もある。そのため水損被災資料は、一度、

FD処理など応急処置が完了した後、一段落した段階で二次的処理を実施することが強く望まれる。方法としては、長時間を要すがCD処理が簡便で効果も高い。また被災資料にはEBなどシックハウス原因物質が吸着している可能性があり、取り扱いにおいてはその点にも注意を要する。今後これらについて精査し、被災文化財保全の一助にできればと考えている。

謝辞

本研究を進めるにあたり筑波大学教授 松井敏也氏、国立歴史民俗博物館特任准教授 天野真志氏、神戸大学准教授 松下正和氏、東北大学助教 安田容子氏、日本無機株式会社に多大なご協力をいただきました。記して謝意を表します。

本研究の一部は科学研究費補助金(基盤A) [課題番号26242021]により行われた。

【註】

- 1) 松井敏也、及川規、河崎衣美、跡見洋祐、増田竜司、中島文男、新沼仁、芳賀英実「津波により被災した博物館の空気質調査－石巻文化センターの事例－」『文化財保存修復学会第34回大会研究発表要旨集』(2012) p.36
- 2) 及川規、芳賀文絵、松井敏也、河崎衣美、天野真志、栗原駿一、伏見拓朗「乾燥方法・災害種別の異なる被災水損資料の揮発成分について」『文化財保存修復学会第39回大会研究発表要旨集』(2017) p.26
- 3) 松下正和、天野真志、内田俊秀「飽和水蒸気加熱による汚損古文書の脱臭」『文化財保存修復学会第39回大会研究発表要旨集』(2017) p.158
- 4) 佐野千絵、呂俊民、吉田直人、三浦定俊「空気質の望ましい基準値」『博物館資料保存論』(みみずく舎、2010) p.66
- 5) 及川規、芳賀文絵「津波被災文化財施設・被災資料保管施設の空気環境とその文化財材質への影響－2-エチル-1-ヘキサノールについて－」『東北歴史博物館研究紀要17』(2016) p.49

表1 対象資料の概要

資料番号(略号)	津F	津F	津FC	津FS	津FW	
災害種別 写真	津波(2011. 3. 11)					
救出時の状況(時期)	2012. 7. 10 被災1年4月後	台風(2004. 10. 20) 2004. 11. 7 被災19日後	台風(2004. 10. 20) 2004. 11. 7 被災19日後	台風(2004. 10. 20) 2004. 11. 7 被災19日後	台風(2004. 10. 20) 2004. 11. 7 被災19日後	
(場所)	避難施設	浸水建物(倉B)内	浸水建物(倉B)内	浸水建物(倉B)内	浸水建物(倉B)内	
(状態)	湿潤(クリアール中)	湿潤	湿潤	湿潤	湿潤	
乾燥処置までの保管法	凍結	凍結	凍結	凍結	凍結	
乾燥法 ^{*1}	FD	FD(2005. 4, 推定)	FD(2005. 4, 推定)	FD(2005. 4, 推定)	FD(2005. 4, 推定)	
その他(乾燥後の処置等) ^{*2}	-	くん蒸	くん蒸	くん蒸	くん蒸→水洗→AD	
分析時までの保管法 ^{*3}	密封+脱酸素(20日)	ビニール袋+文書箱	ビニール袋+文書箱	ビニール袋+文書箱	薄葉紙+文書箱	
分析時の状態(臭気) (汚損度)	わずか(古書臭) 大	中(発酵臭) 中	中(発酵臭) 中	中(発酵臭) 中	わずか(古書臭)	
分析時重量(g)	229	118	296	98	313	

*1 FD=真空凍結乾燥 *2 「-」=特になし, くん蒸=酸化エチレン, *3 密封+脱酸素=ガス不透過性フィルム+脱酸素剤(水分中立型)

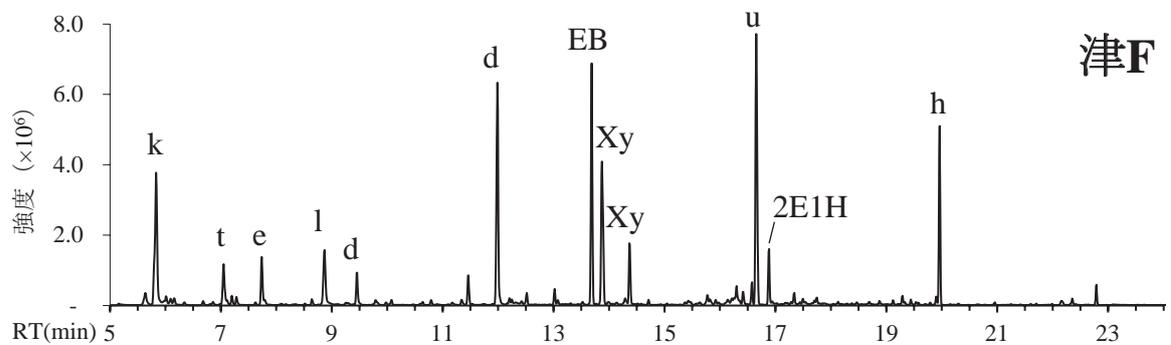
表2 津波被災・洪水被災それぞれの真空凍結乾燥処置資料の二次処理前後の空気質定量分析結果*1

災害種別	津波		洪水			参考	
資料記号	津 F	津 FC	洪 F	洪 FC	洪 FS	洪 FW	
二次処理*2	なし	CD	なし	CD	SD	WS	基準値*3
臭気強度	感知できる	ほぼなし	中	感知できる	わずか	感知できる	
酢酸 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	44.9	40.2	6,981.3	80.7	963.4	7.4	430
ギ酸 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	ND	ND	561.2	ND	32.6	ND	20
アンモニア $\mu\text{g}/\text{m}^3$	3.9	ND	16.2	3.4	20.2	10.6	22
TVOC $\mu\text{g}/\text{m}^3$	2,703.9	306.9	1,369.0	354.7	754.8	224.0	-

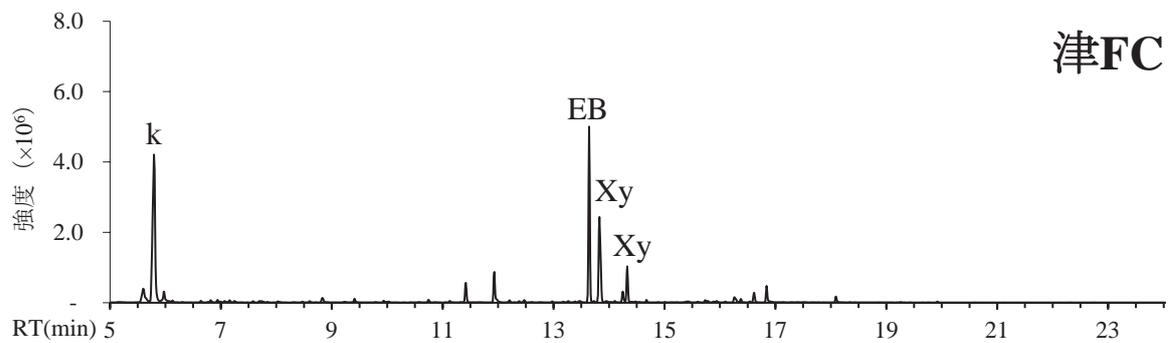
*1 酢酸, ギ酸, アンモニア, TVOC について, 各資料重量を 100 g に換算した値で示した

*2 CD=清浄空気通風, SD=飽和水蒸気加熱脱臭, 参考 WS=水洗してスクウェルチ法で乾燥

*3 空気質の望ましい基準値:佐野千絵, 呂俊民, 吉田直人, 三浦定俊, 「博物館資料保存論」(みみずく舎, 2010) p66



(a) 二次処理前



(b) 二次処理後：清浄空気通風

図3 津波被災真空凍結乾燥処置資料の二次処理前後のGC-MSスペクトル

c = 有機酸類, d = アルデヒド類, e = エステル類, h = 炭化水素類, k = ケトン類, l = アルコール類, t = その他, u = 不明物質

2E1H = 2-エチル-1-ヘキサノール, EB = エチルベンゼン, Xy = キシレン

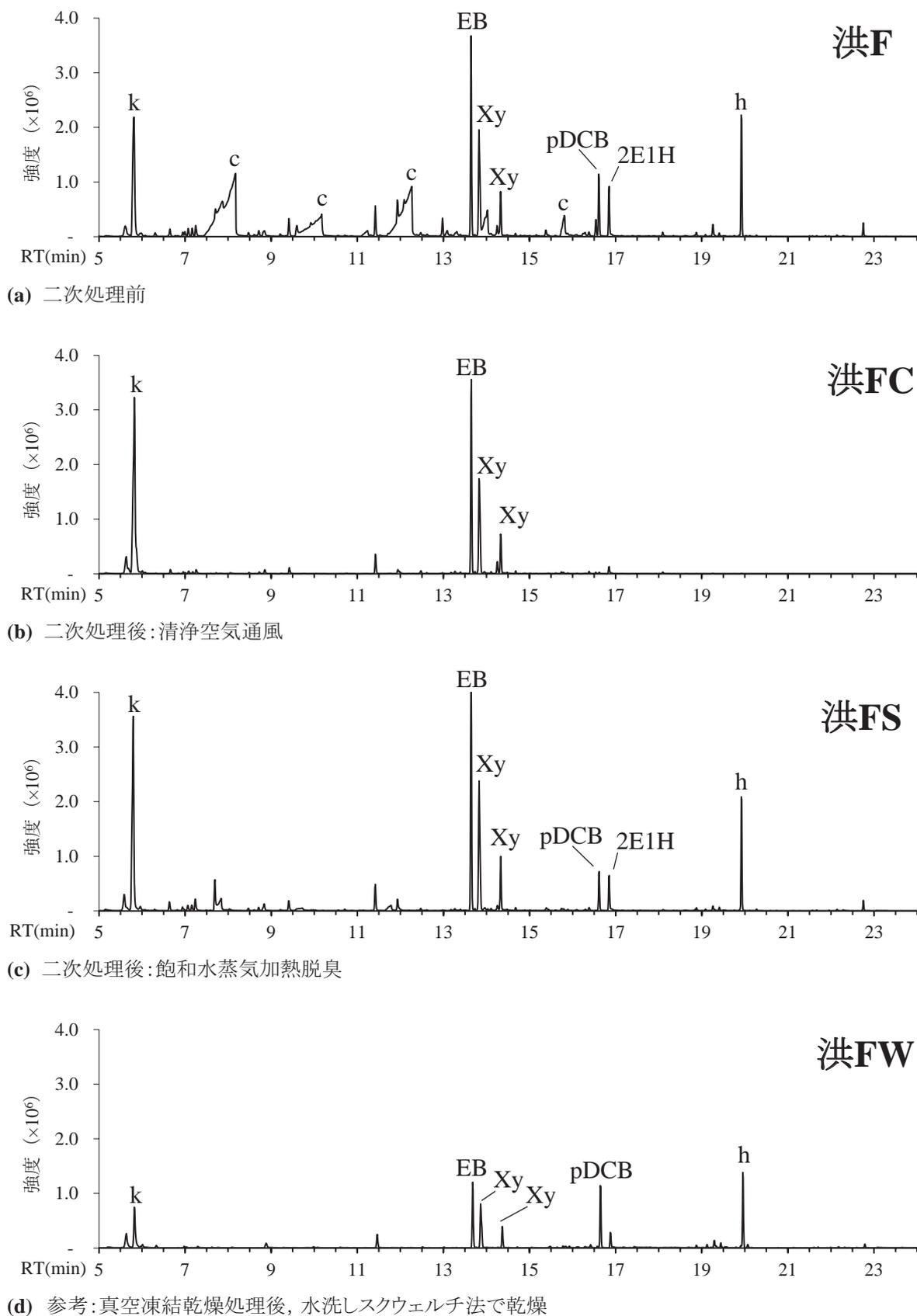


図4 洪水被災真空凍結乾燥処置資料の二次処理前後のGC-MSスペクトル

c = 有機酸類, h = 炭化水素類, k = ケトン,

2E1H = 2-エチル-1-ヘキサノール, EB = エチルベンゼン, pDCB = パラジクロロベンゼン, Xy = キシレン

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 —

及川 規・芳賀 文絵・森谷 朱 (東北歴史博物館)

- | | |
|---|---------------------------------------|
| <p>1. はじめに</p> <p>2. 空調が稼働していない木質系内装材収蔵庫における湿度対策と温湿度・含水量の関係</p> | <p>3. 木質材料の含水量の年間収支</p> <p>4. まとめ</p> |
|---|---------------------------------------|

1. はじめに

全国的に文化財保管空間は逼迫しており、人が常駐せず空調が稼働していない施設（無人施設）で保管せざるを得ない場合も多くなっている。そのような場所では、除湿器などは、排水処理などの労力的な問題に加え、漏電による火災リスクの懸念もあることから、その使用はできるだけ避けたい。

そのため筆者らは、収蔵材料自体の性能を活かして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）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。

その一つが、木質系収蔵材料に着目し、それをうまく循環的に運用することによる低エコな環境構築である¹⁾。これは自館および他機関の保存環境調査を行う中で、無人施設でも木質系内装材を用いた収蔵庫は、多くは高湿度だが非常に安定している、長期間除湿を継続すると年々除湿量が減少する等の知見を得たことから構想した。

今回、実際の収蔵空間について、収蔵材料等が保

持する対象空間の水分量（含水量）を指標に、1) 無人施設の木質系収蔵庫の湿度対策の経過と含水量の関係、2) 無人施設と、人が常駐し業務を行っている施設（厳密な温湿度管理は行っておらず高温低温高湿低湿期があるが適宜暖房や冷房を使用している空間、以下 有人施設）における木質材料の含水量の差異などの調査に基づく、低エコな循環型環境構築の実現可能性と課題点について報告する。

2. 空調が稼働していない木質系内装材収蔵庫における湿度対策と温湿度・含水量の関係

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。別館の1室（容積＝260m³、内装材＝木質、繊維系資料を保管、以下 木質庫）を対象

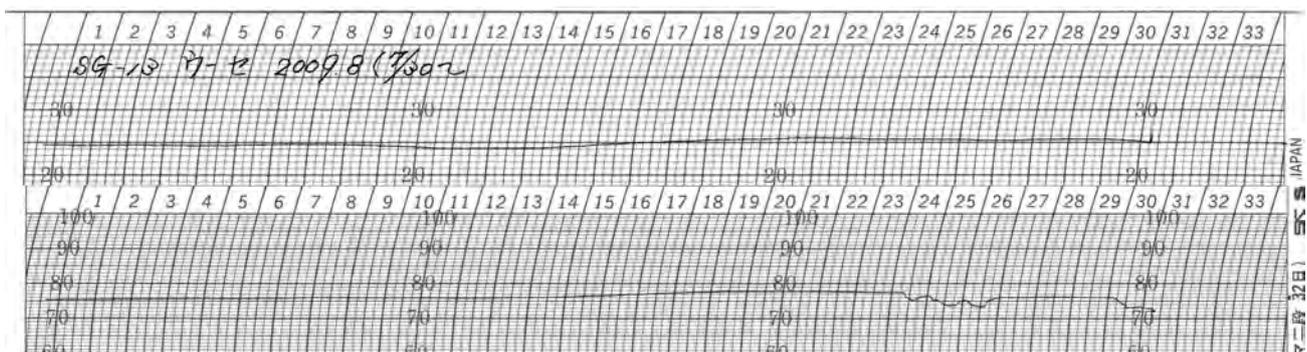


図1 木質庫の温湿度 除湿対策前（2009年8月）（上段＝温度，下段＝湿度，毛髪式温湿度計の記録紙を加工表示）

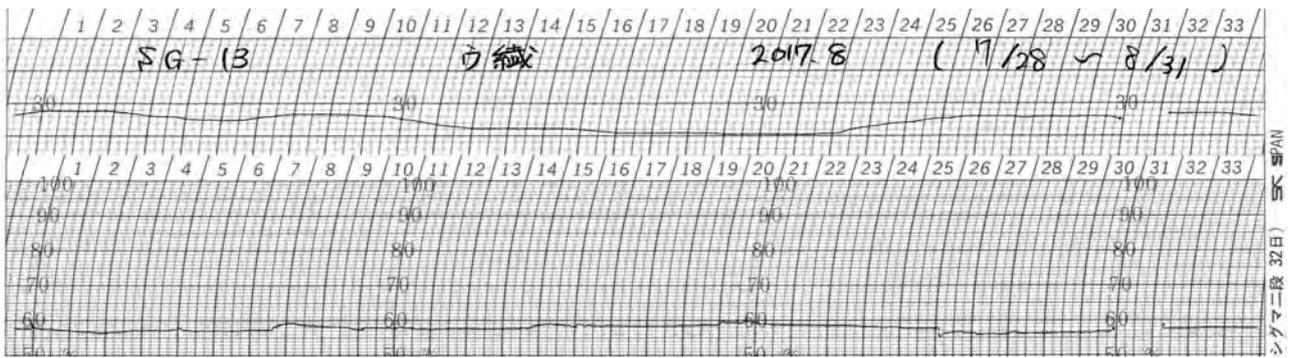


図2 木質庫の温湿度 連続除湿(2017年8月) (上段=温度, 下段=湿度, 毛髪式温湿度計の記録紙を加工表示)

表1 木質庫(木)と仙台地方(仙)の毎年8月の温湿度*1

年*2	温度		湿度		絶対湿度*3		除湿*4
	木	仙	木	仙	木	仙	
2000	29	25.3	70	78	17.7	15.9	なし
2001	26	21.8	67	83	14.2	13.6	
2002	28	24.4	65	77	15.5	14.8	
2003	29	22.2	70	87	17.7	14.6	
2007	28	25.6	77	77	18.4	15.9	
2008	25	23.1	75	86	15.0	15.3	
2009	30	22.9	77	82	20.7	14.4	
2010	30	27.2	70	77	18.8	17.6	満水
2011	29	24.9	57	82	14.4	16.3	停止
2012	29	26.2	53	80	13.3	17.2	
2013	29	25.6	51	76	12.8	15.7	
2014	30	24.6	51	85	13.6	16.6	
2015	30	24.3	57	79	15.2	15.1	連続
2016	30	25.7	56	78	15.0	16.2	
2017	27	23.0	59	87	13.2	15.4	
2018	29	24.9	62	81	15.6	16.1	停止
2019	29	26.2	66	82	16.7	17.6	

*1 木質庫は毛髪式温湿度計の記録紙の目測値, 仙台は仙台地方の気象庁のデータによる月平均値 *2 2004-2006年は木質庫のデータ欠損で不記載 *3 重量絶対湿度(g/kgDA)*4 満水停止=湿度設定なし 連続=設定湿度60%以下では自動停止

2.1 湿度対策の経過と温湿度

空調停止後、木質庫の湿度は増減を繰り返しながら緩やかな上昇傾向を示した。その間、小型の家庭用の除湿器を外気の状態に応じて随時稼働したが、高湿化は抑制されずピーク時は75%超に達した(図1)。2010年度以降は、大型除湿器(除湿性能15.5L/日)を導入し、夏季(年によって異なるが、概ね6月から9月)に毎日稼働した。当初は除湿水を内蔵タンクに排水していたため、半日程度で満水停止

となり、そのたびに湿度の変動が認められたが、年を経るごとに徐々に除湿量が減少し、2013年以降は満水停止はまれになった。2015年度からは排水ドレンの設置により連続排水が可能となり、一定湿度を維持した(設定湿度60%、図2)。

2.2 絶対湿度の推移

除湿量の減少と含水量の関係について検討するため、木質庫の絶対湿度(g/kgDA)を仙台地方の外気(対象施設近傍の外気の温湿度データがないため、気象庁統計データを便宜的に用いた)と比較した(表1)。空調停止当初は、木質庫の相対湿度は外気より低いにも関わらず、絶対湿度は概ね外気より高く、木質庫の含水量が増大している(湿っている)ことが示唆された。その状態は大型除湿器稼働1年目は変わらなかったが、2年目以降は逆転した。継続した除湿により木質庫の含水量が低下した(乾いた)と考えられ、含水量の減少と除湿量の減少は連動することが示唆された。

2.3 除湿停止下における温湿度の経過

除湿量が減少したことは除湿の必要性が低下したことを意味する。そこで含水量が減少した木質庫について、除湿を停止した状態での温湿度の経過を調査した。



図3 木質庫の温湿度 除湿停止 (2018年8月) (上段=温度, 下段=湿度, 毛髮式温湿度計の記録紙を加工表示)

表2 無人施設と有人施設における木質サンプル重量変化の比較 (3片の平均値, 単位 = g)

樹種	無人Eに設置			有人Xに設置		
	初期値	1年後重量	初期値との差	初期値	1年後重量	初期値との差
スギ	6.90	7.18	0.28	7.01	6.90	-0.11
スプルー	8.89	9.17	0.28	8.99	8.85	-0.14
キリ	5.05	5.29	0.23	5.22	5.22	0.00
ベイスギ	6.31	6.51	0.20	6.52	6.52	0.00

除湿停止1年目は最大湿度64%程度 (図3) で、カビ抑制の一つの目安とされる湿度65%以下を維持できた。

2年目となる2019年は猛暑 (仙台地方の8月平均温湿度は26.2℃、82%) の影響か、最大湿度は67%まで達した。しかし2年目でも絶対湿度は外気より低く、除湿実施前の状態と比較すると、空間としてはまだ水分を吸収する余地はあると推定される。それにもかかわらず前年より高湿化しており、その理由と対策が今後の課題の一つである。

3. 木質材料の含水量の年間収支

1) 実際の無人施設における宮城県多賀城地方 (施設所在地) の気候下での木質材料の含水量の挙動と、2) 湿潤化した木質系材料の含水量を特段の乾燥処置を講じなくても (すなわち低エコで) 低下させることができるかを検証するため、木質材料の1年間の含水量の変化について無人施設と有人施設で比較した。無人施設は別館のエントランス (無人E)、有人施設は東歴博の調査室 (有人X) を対象とし、木質材料サンプル (以下 木サンプル) の重量変化で調査した。木サンプルはスギ、スプルー、キリ、

ベイスギの4樹種を用いた (大きさ = 10 × 2 × 1 cm、3片)。

結果を表2に示した。無人Eでは重量が増加し、1年間で水分が蓄積され含水量が増加する傾向が確認された。増加量はスギ = スプルー > キリ > ベイスギで、樹種により差異が認められた。

一方有人Xでは、わずかな減少 (スギ、スプルー) または変化なし (キリ、ベイスギ) で、含水量に大きな変化はなかった。

次に無人Eで湿潤化した木サンプルを有人Xに移設し、1年間の重量変化を測定した。有人Xに設置していた木サンプルは同じ場所に継続して設置した (表3)。

湿潤化した木サンプルはいずれも初期値の重量より減少した。重量の到達点はやはり樹種により異なり、スプルー > スギ > キリ = ベイスギだった。到達点は有人Xに継続して設置されていた場合とほぼ同じ値になった。すなわち減少量が一定なのではなく、樹種の特性に応じて当該空間の湿度環境に対応した含水量に到達することが確認された。樹種による吸放湿挙動の相違が実環境の湿度維持にどのように作用するかについて今後精査する必要がある。

表3 無人施設で湿潤した木質サンプルを有人施設に移設した場合と、有人施設に継続して設置していた場合の重量変化の比較
(3片の平均値, 単位 = g)

樹種	無人Eで湿潤したサンプルを有人Xに設置			有人Xに継続して設置		
	初期値	1年後重量*1	初期値との差	初期値	2年後重量*2	初期値との差
スギ	6.90	6.74	-0.16	7.01	6.84	-0.16
スプルー	8.89	8.69	-0.20	8.99	8.77	-0.22
キリ	5.05	5.02	-0.03	5.22	5.20	-0.02
ベイスギ	6.31	6.27	-0.03	6.52	6.49	-0.03

*1 有人Xに移設後1年(無人Eに1年, 有人Xに1年=通算2年) *2 通算2年

4. まとめ

今回の調査により

- 1) 無人施設の高湿化した木質庫の含水量は増大しているが、除湿の継続で減少できる。
- 2) 収蔵空間の含水量が減少すれば一定期間は高湿化を抑制できる。
- 3) 多賀城地域の気候下では、無人施設の木質材料の含水量は増加するが、それを有人施設に放置するだけで含水量を減少(乾燥)させることができる。
- 4) 吸放湿量は樹種により差があり、含水量の到達点は樹種に依存する。

などの知見を得た。

以上から、低エコで収蔵材料循環型の保存環境構築は可能と考えるが、課題も多い。

適湿環境を実現し、それを維持するための収蔵材料の調製条件(設定含水量、使用量、形状、樹種など)に加え、許容湿度(空間の含水量によりカビ発生リスクが変化する可能性がある)や現実的な運営方法など実務面についても検討する必要がある。

本研究は、既存施設の環境改善を念頭に行っているものであるが、施設を新設する場合も、低エコで持続可能な運営方法を考慮した設計・構造が強く望まれる。

謝辞

本研究の一部は科学研究費補助金(基盤C)[課題番号16K01185]により行われた。

【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など
 - 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

東日本大震災の被災物について (2)

—南浜つなぐ館所蔵被災リュックの被災痕跡劣化調査—

森 谷 朱 (東北歴史博物館)

-
- | | |
|-------------|----------|
| 1. はじめに | 4. 結果と考察 |
| 2. 対象資料 | 5. おわりに |
| 3. 調査の目的と方法 | |
-

1. はじめに

本研究においては、「被災物*」は、自然災害により被災した現代のあらゆる物を指す言葉とする。

東日本大震災から8年が経過し、被災地では鎮魂の場として、また自然災害の脅威を後世に伝え、防災・減災教育に役立てるための場として、震災遺構や震災伝承施設の整備が進んでいる¹⁾。このような施設の整備に伴い、被災の痕跡を留め、見る人に被害の実態を効果的に伝える被災物の活用が期待されている。近年、震災遺構や被災物に関する調査・研究の成果が発表されてきている²⁾が、被災物の具体的な保存活用に関する研究はこれまでほとんど行われていない。筆者は、被災物の保存活用方法を解明するための基礎調査として被災物を収集・保管・展示している施設・団体を対象にヒアリング調査を実施³⁾しており、その結果、被災物の劣化として、金属製品の腐食の進行やゴム製品の弾力性の低下等のほか、津波痕跡である土や砂、植物、フジツボ等付着物の剥落による希薄化、標識の塗膜の剥落等が生じていることがわかった。中でも津波痕跡は、津波の到達水位や浸水被害を示すものであり、その劣化は被害の実態を伝えるという被災物が持つ役割や効果を損なうものである。被災物の被災痕跡が付着物の落下や剥落により希薄化し劣化している現象は確認できたが、正確な劣化状態は把握できておらず、把握する方法もまだ確立されていない。そこで今回、被災痕跡の正確な劣化状態を評価する方法を検討するための基礎調査として、震災伝承施設で展示

されている布製の被災リュックサック(以下、被災リュック)と、同製品で同時期に購入されたリュックサック(以下、未被災リュック)について色の変化に着目し、調査を行った。本稿ではその結果を報告する。

※施設・団体により名称は異なるが、本稿では「被災物」と表現する。

2. 対象資料

2-1. 南浜つなぐ館

今回調査した被災リュックが展示されているのは、公益社団法人3.11みらいサポートが運営する震災伝承施設、南浜つなぐ館である。東日本大震災の津波により甚大な被害を受けた宮城県石巻市の南浜・門脇地域に2015年11月に開館し、開館日は金曜午後・土日祝日と毎月11日で、現在7点の被災物が展示されている(図1)。



図1 南浜つなぐ館(北から)

2019年7月16日筆者撮影

2-2. リュックについて

調査対象としたのは南浜つなぐ館で展示されている被災リュック（個人蔵、綿製、黒色プリント、H500×W300×D130mm）と、同製品で未被災のもの（個人蔵）の2点である。被災リュックは東日本大震災の際に津波被害を受け、表面には泥や砂等が付着している。専用に作成されたケース（アクリル製、H535×W390×D390mm）内で展示されており（図2）、閉館時は遮光のためのカバーで覆われている（図3）。被災が由来と考えられる臭気はなく、展示台の上に少量の砂が落下しているのが目視で確認できた。



図2 被災リュック展示状況
2019年7月16日筆者撮影



図3 遮光カバーの設置状況
2019年7月16日筆者撮影



図4 未被災リュック 2020年1月27日筆者撮影

3. 調査の目的と方法

3-1. 被災リュックの測色調査

被災物の被災痕跡の劣化状態を評価する方法を検討するため、基礎データを収集することを目的に、分光測色計（コニカミノルタジャパン株式会社製、CM-700d, 測定径Φ3mm）を用いて被災リュックと未被災リュックを測色した。被災リュックは3回（1回目：2019年7月16日、2回目：2019年8月27日、3回目：2019年12月19日）、11地点で測色（図4・5、表1）し、未被災リュックは、被災リュックの測色地点と同位置を選定して測定した。資料の測色には表色系はL*a*b*表色系を使用し、これらのL*a*b*値をもとに未被災リュックと被災リュックの1回目、被災リュックの1回目と2回目、2回目と3回目の ΔL^* 、 Δa^* 、 Δb^* の値および ΔE^*_{ab} の値を求めた。

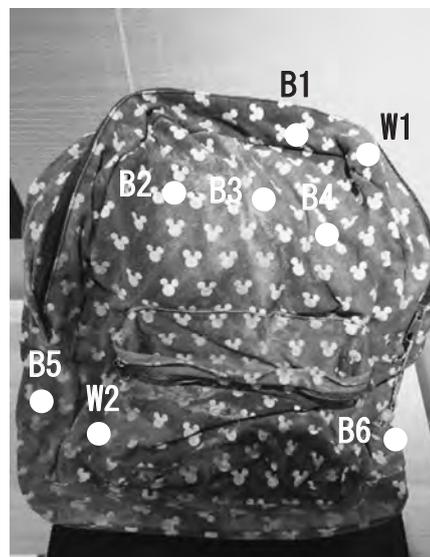


図4 測色地点 2019年7月16日筆者撮影



図5 測色地点(底部) 2019年7月16日筆者撮影

表1 測色地点 ()内は未被災リュックの測色地点

測色地点	布色	位置	付着物
W1 (W1')	白	上部	少ない
W2 (W2')	白	下部	有り
B1 (B1')	黒	上部	少ない
B2 (B2')	黒	上部左	有り
B3 (B3')	黒	上部中央	有り
B4 (B4')	黒	上部右	有り
B5 (B5')	黒	下部左側面	有り
B6 (B6')	黒	下部右側面	有り
B7 (B7')	黒	底部左	多い
B8 (B8')	黒	底部中央	有り
B9 (B9')	黒	底部右	多い

3-2. L*a*b*表色系

本稿では、色を定量的に表す方法としてL*a*b*(エルスター・エースター・ピースター)表色系を用いた。L*a*b*表色系は、L*a*b*色空間とも言い、明度(色の明るさ)をL*値、色相(赤や青等の色味)と彩度(色の鮮やかさ)を示す色度をa*値とb*値で表す。L*値は0から100までで、数値が大きい程明るくなる。a*値とb*値では、a*がプラスの方向になるほど赤みが強くなり、マイナスの方向になるほど緑みが強くなり、またb*がプラスの方向になるほど黄みが強くなり、マイナスの方向になるほど青みが強くなる。色差(色の違い)を表すために使われる ΔE^*ab (デルタ・イースター・エー・ビー)の値は、測色地点①のL*a*b*値をL*1、a*1、b*1とした場合、測色地点②のL*a*b*値をL*2、a*2、b*2とすると以

下の式によって求めることができる。

$$\Delta E^*ab = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{1/2}$$

$$\Delta L^* = L^*2 - L^*1$$

$$\Delta a^* = a^*2 - a^*1$$

$$\Delta b^* = b^*2 - b^*1$$

ΔE^*ab 値はL*a*b*色空間の中での測色地点①と②の距離を表しており、数値が大きければ距離が離れ、色差が大きいことを示す。

4. 結果と考察

4-1. 未被災リュックと被災リュックの比較

未被災リュックと被災リュックの色差は全ての測色地点で値が ΔE^*ab 3.0以上であった(図6)。これは明確に色の違いを知覚できるレベル(表2)で、被災リュックの測色地点の中で、付着物が多い地点ほど色差の値が高くなり、目視観察の結果ともほぼ一致した。

生地白色部分では付着物の多いW2で明度が低下して赤味と黄味が増加した(図7・8・9)。これは泥や砂の付着量が増加すると明度が低下し赤味と黄味が増加した農作業服を対象とした既往研究⁵⁾の結果と一致する。W1では未被災のW1'の方が明度の値が低く赤味と黄味が増しており、未被災リュックの方が変色が大きい結果となった(図7)。既往研究⁴⁾では、綿は紫外線照射時間の増加に伴い黄変して色差が増加するが、この時明度の大きな変化はないことが明らかとなっている。そのため、未被災リュックの明度の低下の原因としては、光による劣化等ではなく、使用による汚損等が考えられる。

生地黑色部分では、B1を除き被災リュックの方が明度の値が高く、赤味と黄味が増加した。被災リュックの測色地点の中でも底部の泥や砂等の付着物が多いB7やB9の方が上部の付着物の少ないB1よりも明度の値が高かった。これは白色部分とは逆の結果であり、生地黑色部分では泥や砂の付着量が多いと明度が高く、付着量が少ないと明度が低下する傾向を示した。これは生地黑色部分では付着物が白っぽく目立つ、目視観察の結果と一致する。

4-1. 被災リュック生地の白色部分

白色部分の経時変化による色差は、いずれも目視によりごくわずかに色の違いが知覚できるレベルで、どちらの地点でも軽微な変色が起きている可能性が示唆された(図10)。しかし、これは測色時の目視観察では判断できなかった。

明度はW1より付着物のあるW2の方が値が小さく、経時変化ではわずかだがどちらも低下傾向であった(図11)。色味については、a*値、b*値ともにW2の方が値が大きく、経時変化はa*値ではほとんど見られなかったが、b*値ではW1もW2もわずかに増加傾向を示した(図12, 13)。

白色部分の経時変化による軽微な変色は明度の低下と黄味の増加によるものと考えられる。被災リュックと被災リュックの測色調査の結果、付着物が多い地点ほど色差の値が高く、明度が低下して赤味と黄味が増加する傾向が確認された。原因としては、周囲の落下した埃、粉塵の堆積の状況から、上部の付着物が落下したものや埃等の堆積による付着物の増加、または照明や外光等による生地の変色が考えられる。

4-2. 生地 of 黒色部分

黒色部分の経時変化による色差は、測色地点B1、B2、B3で高い数値が算出された(図10)。これは明度の変動によるものと思われるが、特にB3では2回目のみ明度が増し、1回目と3回目の値がほぼ同程度であることから2回目測色時の測定ミスの可能性が考えられる。さらに、色差の知覚レベルからすると目視により十分に判別可能な範囲に該当するが、目視観察では明確な変色を確認できなかった。その他の測色地点では、いずれも目視によりわずかに知覚できるレベルの色差が算出され、被災リュックの黒色部分全体ではごくわずかに変色が起きている可能性が示唆された。これは、白色部分同様、測色時の目視観察では判断できなかった。

明度の経時変化では、B3、B4地点で低下し、それ以外の7地点で増加する傾向を示した(図14)。色味については、経時変化でB1、B5、B9で赤味と黄味が低下し、それ以外の地点で赤味と黄味が増す

傾向を示した(図15・16)。

黒色部分の軽微な変色は明度の増加と赤味、黄味の増加によるものと考えられ、特にB2、B6、B7、B8でその傾向が顕著であった。被災リュックと被災リュックの測色調査の結果、付着物が多い地点ほど明度が増加し赤味と黄味が増加する傾向が確認されていることから、B2、B6、B7、B8でも白色部分同様、付着物が増加している可能性があり、原因として上部の付着物が落下したものや埃等の堆積や付着物自体の変色、または照明や外光等による生地の変色が考えられる。明度は増加傾向を示したが赤味と黄味が低下したB1、B5、B9では付着物の落下が疑われるが、付着物自体の変色の可能性も考えられる。

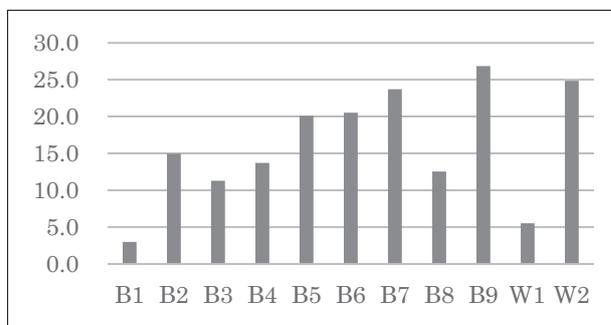


図6 被災リュックと被災リュックの色差 ΔE*ab

表2 色の許容差の事例⁶⁾

色差	摘要
~0.2	(測色不能領域)
0.3	同一物体の測色再現精度
0.6	各種の誤差要因を考えた場合の実用的な許容差の限界
1.2	並べて判定した場合にほとんどの人が容易に色差を認めることができる
2.5	離間して判定した場合、ほぼ同一と認めることができる
5.0	経時比較した場合に、ほぼ同一と認めることができる

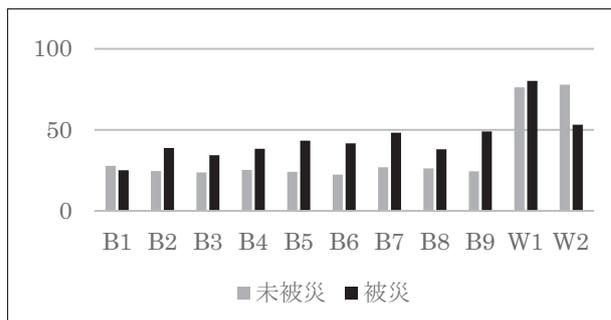


図7 被災リュックと被災リュックのL*値(明度)

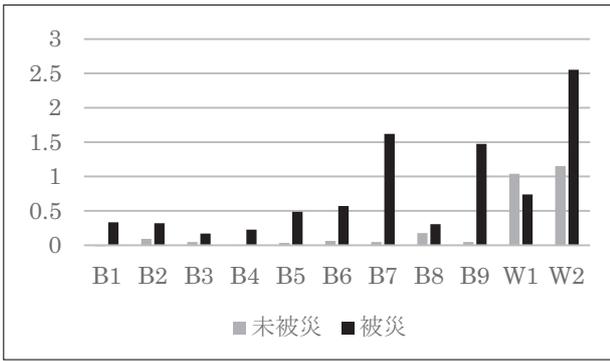


図8 未被災リュックと被災リュックのa*値

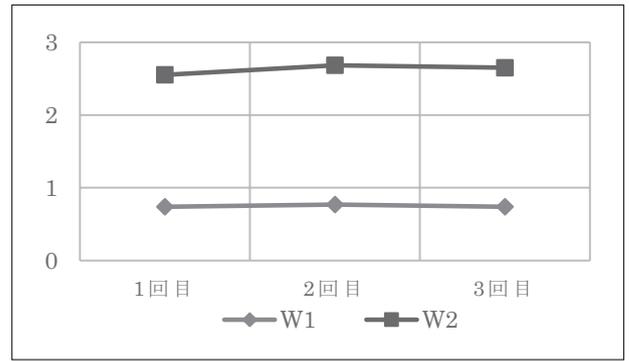


図12 被災リュック生地白色部分のa*値

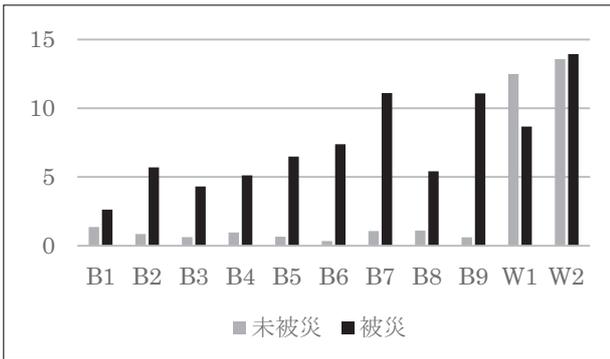


図9 未被災リュックと被災リュックのb*値

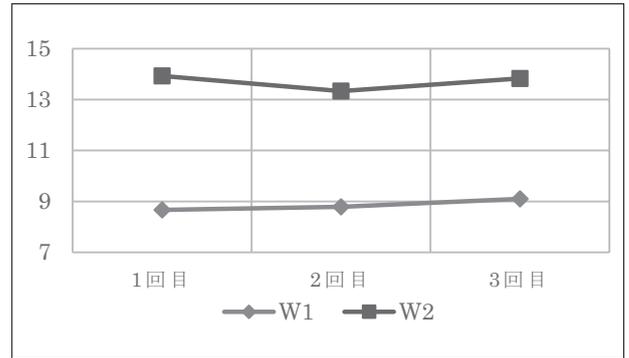


図13 被災リュック生地白色部分のb*値

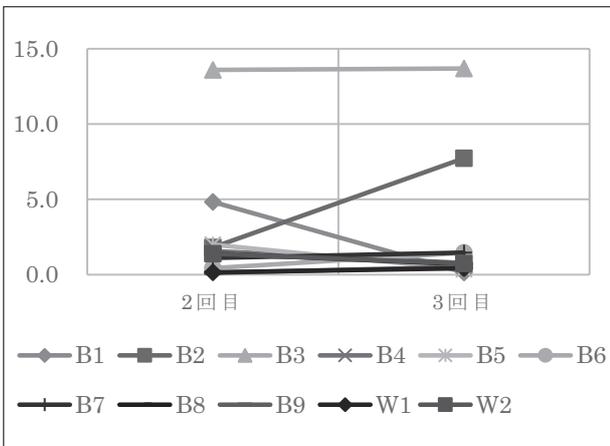


図10 被災リュックの経時変化による色差ΔE*ab

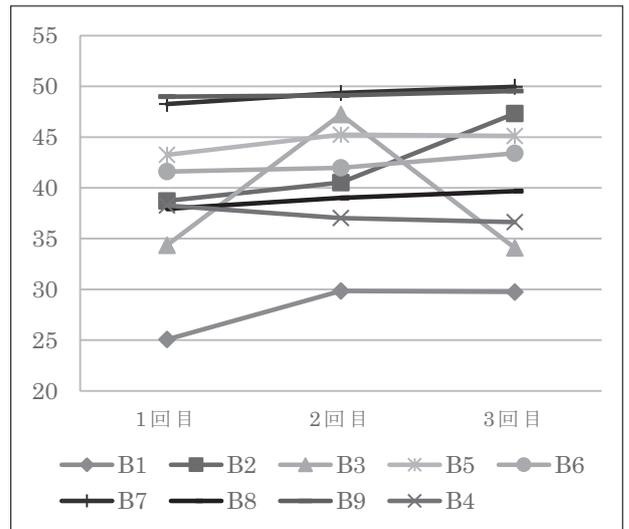


図14 被災リュックの生地黒色部分のL*値(明度)

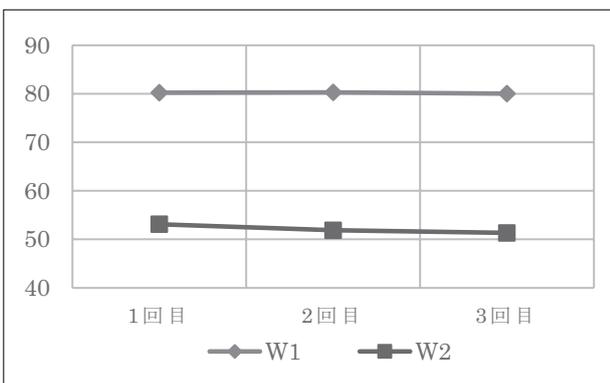


図11 被災リュック生地白色部分のL*値(明度)

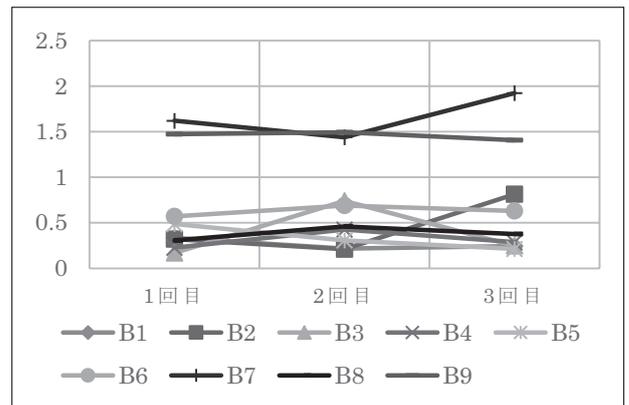


図15 被災リュック生地黒色部分のa*値

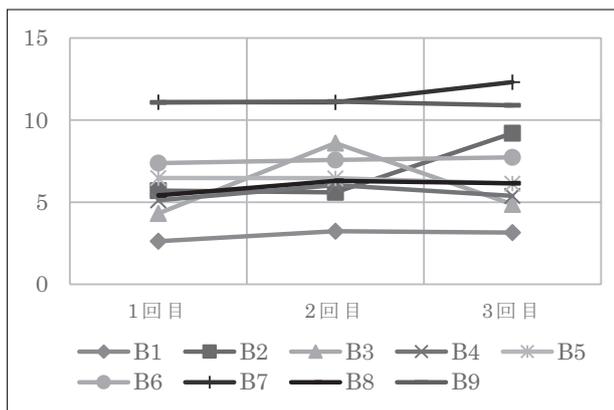


図16 被災リュック生地黒色部分のb*値

5. おわりに

今回、被災痕跡の劣化を評価する方法を検討するための基礎データを収集することを目的に、震災伝承施設で展示されている被災リュックと未被災の同製品について測色調査を行った。その結果、泥や砂等の付着物により生地の白色部分では明度が低下、黒色部分では明度が増加し、どちらの部分においても赤味・黄味が増加する傾向が被災リュックの目視観察の結果と一致することが確認された。また、被災リュックの白色部分および黒色部分について、軽微ではあるが経時変化で変色していることがわかり、目視観察ではわからなかった被災物の状態変化について情報を得ることができた。しかし、今回調査対象とした被災リュックの主な付着物である泥や砂等は湿度によっても色味が変化し、生地自体が照明や外光によって変色している可能性もある。また、被災物は被災前の汚損や劣化等によりすでにオリジナルの色から変色している可能性もある。被災物の被災痕跡について科学的な根拠を持った正確な劣化状態の評価を行うためには、そのような様々な要素を考慮し、他の材質の被災物についても調査を行い、より多くのデータを収集していく必要がある。

また、今回の測色調査ではまだ1年分の経時変化のデータが得られておらず、一部のデータは信頼性が低い。今後は測定値の再現性を高める工夫を行い、調査を継続していく。

謝辞

本研究を進めるにあたり、公益社団法人3.11みらいサポート 藤間千尋氏、伊藤聖子氏にご協力をいただきました。深く感謝申し上げます。

本研究の一部は科学研究費補助金(基盤C)〔課題番号18K01095〕により行われた。

【註】

- 1) 例えば、震災遺構 仙台市立荒浜小学校(宮城県仙台市)2017年4月30日より公開開始
- 2) 例えば、山内宏泰「博物館展示における震災資料展示の課題と可能性」『国立歴史民俗博物館研究報告』第214集, pp.13-44, 2019
- 3) 森谷朱, 芳賀文絵, 及川規, 「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』第20号, pp.73-78, 2019
- 4) 菊池裕子, 齊藤昌子, 柏木希介「絹および綿の光による劣化」『日本家政学会誌』Vol.38, No.1, pp.33-38, 1987
- 5) 桑原宣彰, 尾畑納子, 岡本嗣男「農作業服による作業性と快適性の定量化に関する研究(第3報)-農作業服素材の紫外線透過性に及ぼす泥汚れの影響-」『農業機械学会誌』59(4), 1997, pp.29-37
- 6) 日本電色工業株式会社
https://www.nippondenshoku.co.jp/web/japanese/colorstory/08_allowance_by_color.htm
- 7) 三浦定俊, 佐野千絵, 木川りか『文化財保存環境学』, 朝倉書店, 2004

宮城県栗原市上堤遺跡出土「の」字状石製品と 大崎市根岸遺跡出土の管玉ほか玉類

相原 淳一（東北歴史博物館）
飯塚 義之（中央研究院地球科学研究所
・金沢大学国際文化資源学研究所センター）

- I. はじめに
- II. 宮城県栗原市上堤遺跡出土「の」字状石製品
- III. 宮城県大崎市根岸遺跡出土の管玉ほか玉類
- IV. 宮城県大崎市根岸遺跡出土玉類と栗原市上堤遺跡出土「の」字状石製品の非破壊化学分析
- V. おわりに

I. はじめに

2019年7月16日から19日まで、飯塚義之によるポータブル型蛍光X線分析装置を用いた石器石材の非破壊化学分析が行われた。これまで当館所蔵の石器石材の同定は標本資料との肉眼による比較検討によって行われており、蛍光X線による調査ははじめてである。今回の調査は、宮城県文化財調査報告書に掲載された既報告資料を中心に行われた。特に重要と考えられる資料については、未報告資料の調査も行っている。

ここに、栗原市上堤遺跡出土「の」字状石製品と大崎市根岸遺跡出土の管玉ほか玉類の再検討と蛍光X線分析結果（第IV章：飯塚義之）を報告する。

II. 宮城県栗原市上堤遺跡出土「の」字状石製品

1. 遺跡の位置と来歴

当館収蔵の「の」字状石製品（口絵1①）は「亘理弘¹⁾コレクション」の一部である。昭和53年度に、妻の亘理五月氏から寄贈されている。コレクションの大半は、氏自身も編纂委員を務めた『若柳町史』（1974年刊行）に関わる収集資料から成り立っている。受け入れ時の記録では、完形土器20点、石器100点、その他破片等平箱50箱である。ほぼすべての資料には、出土遺跡名と採集年月日の注記が施されている。昭和22年（1947）5月の新田糠塚遺跡（「昭和22年5月11日、栗農生とともに採集。栗原農高保管」亘理1974）から、昭和45年（1970）の



宮城県教育委員会 1976『宮城県遺跡地図』から



宮城県 1984『土地分類基本調査 若柳・一関』から

図1 宮城県栗原市若柳上堤遺跡の位置

岩沼市金剛寺貝塚の踏査までの20年以上に及ぶ。

「の」字状石製品は、栗原市若柳町上堤遺跡から出土した(亙理 1974)。

上堤遺跡の初出は『宮城県史』第1巻古代史(伊東 1957)中の「県内縄文式遺跡所在地」一覧である。「若柳町上^(ママ)町堤防下 前・後・晩期 土器(大木6・金剛寺・大洞A') 石斧・石槍・耳飾」と掲載されている。ここに記される「耳飾」が「の」字状石製品である。若柳町内の他の2遺跡もすべて亙理の収集資料に基づいている。

昭和32年(1957)ころ、鳴子町東北大鳴子分院勤務の医師興野義一が「古川市で講演し、その際、若柳高校の亙理弘氏と再会する。氏は中学時代の恩師という」(藤沼 2013)。興野義一は昭和8年(1933)から14年(1939)に旧制宮城県第一中学校に在籍している。興野の「迫川流域の石器時代文化」(興野 1958)中に亙理弘の名が見え、亙理が調査収集した若柳町上堤遺跡・柴脇遺跡、石越町丸輪堂遺跡・花泉町白浜貝塚の資料を迫川流域の編年一覧表(昭和32年5月31日現在、興野原図)に用いている。

亙理は『若柳町史』(亙理 1974)に上堤遺跡について、以下の報告を掲載している。

「昭和26年4月29日に迫川右岸堤防の護岸工事の現場から、小学生の少女が拾って来た土器片がこの遺跡発見の動機となった。其処は琴平神社裏の迫川堤防を三〇米程上に行った処で、現在のコンクリート護岸壁の尽きるあたりの堤防下部及び堤外地である。当時コンクリートを打つため堤防の基礎部

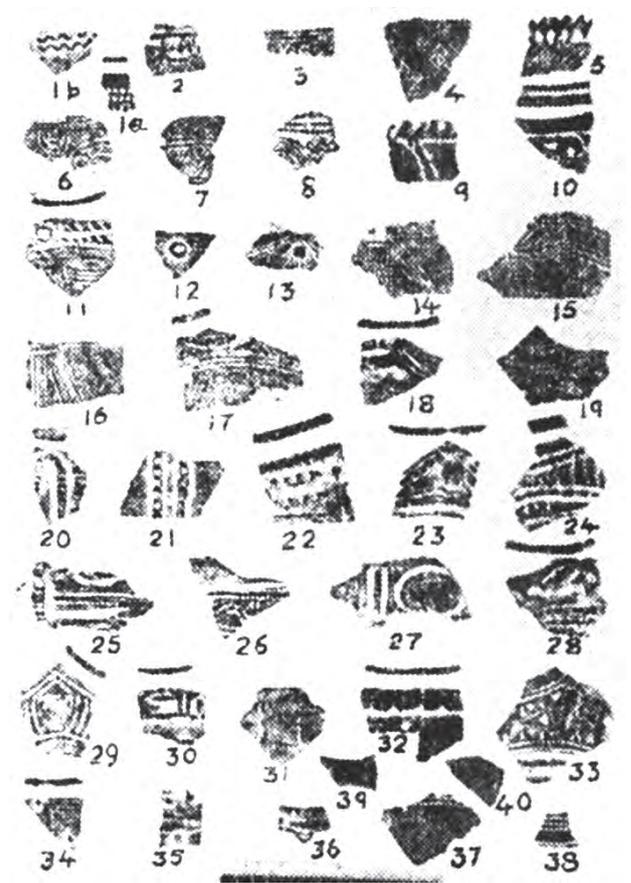


迫川南岸堤外地、堤防補強工事の際に、遺跡を発見

図2 上堤遺跡(『若柳町史』より)

が掘り起こされ、はからずも多数の土器片・石器類が発見されるに至った。遺跡は縄文時代前期に属し、町内最古のものとなった。」

遺跡(図1)は、当時、亙理が勤務していた宮城県栗原農業高等学校と同じく、若柳町字川南上堤に所在する。学校からごく近くの迫川堤防改修工事で土器や石器などが出土し、遺跡として登録されている。遺跡は地形分類図では迫川の自然堤防上に立地する。ただし、遺跡の西側にある新井山館跡(25)が独立丘陵(標高39.1m)上に位置しており、その裾部が東側に緩やかに延びており、上堤遺跡の自



大木3式1a, 大木4式1b, 大木5式2・3・5・6? 17・26, 大木6式7・8・11~16・18? 19? 23・24・27・28, 大木7a式33, 宝ヶ峯式34, 金剛寺式35・36, 大洞A式37・38, 土師器39・40, 不明4・30(大木5式~6式?)

図3 上堤遺跡出土土器拓影(『若柳町史』より)



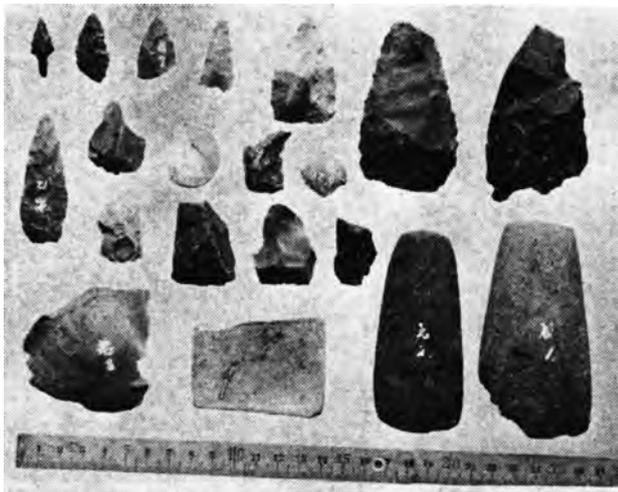
図4 内面に「大木7」と表記された土器

然堤防直下にはこの丘陵の延びが存在する可能性が高い。

「遺物は専ら筆者等が工事現場に赴き、迫川の流に抛り出された土塊の中から土器を拾う始末であったので、資料の散逸は免れたようである。」堤防工事に並行して、資料採取が丁寧に行われた様子がうかがわれる。

出土遺物は土器破片（600点以上）、石器、装身具である。「土器は拓本図版に示したように大木5・6・7式が大部分を占め、大木2b式が1点、大木3式が1点、大木4式が1点検出されたのみである。」このほか、少数ながら、金剛寺式14点、大洞A式5点、土師器片7点、須恵器破片2点が出土している。図示された拓影（図3）では、大木6式が大半を占め、大木7a式は1点（33）のみに過ぎない。亘理収集資料を精査すると、土器内面に「大木7」と鉛筆で書き込まれた土器は3点ある（図4）。亘理は「糠塚論争」についても言及しており、ここでは現在大木7a式土器に伴出することが明らかとなっている「糠塚式」相当土器（相原2018b）はすべて「大木6式」に分類されている。

『若柳町史』では、考古資料の鑑別をお願いした



上段左より1・2・3・4・5石鏃, 6搔器(スクレーパー) 7 7(?) 二段8石槍, 9縦型石匙, 10耳飾, 11・12(?) 三段13・14・15・16(?) 下段17・18(?) 19石斧(アツズ) 20石斧(アックス) 石材, 1・2珪質頁岩, 3~8硬質頁岩, 9珪質頁岩(珪化の進行せるもの), 10軟玉, 11木蛋白石, 12玉髓, 13珪質頁岩, 14珪進珪質頁岩, 16真珠岩, 17硬質頁岩, 18頁岩, 19凝灰質砂岩, 20珩岩

(東北大学理学部竹内常彦教授鑑定)

図5 上堤遺跡出土石器及び耳飾（『若柳町史』より）

方として、興野義一・伊東信雄・芹沢長介・伊藤玄三・林謙作・工藤雅樹・加藤孝・氏家和典の各氏が列挙されている。

参考までに、石器（図5）には石鏃・搔器・石槍・縦型石匙・石斧（アツズ）・石斧（アックス）がある。石製装身具は「軟玉製扁平曲玉状耳飾残欠」と特筆され、比重2.977、高3.15cm、厚さ1.75mm、両面穿孔」と記されている。石材は東北大学理学部竹内常彦教授鑑定と明記されている。

2. 観察所見

法量・比重は亘理計測。わずかに緑褐色を帯びる乳白色を呈し、石材はネフライト（第IV章参照）である。小孔と抉入部で折損している。欠損面は磨滅している。小孔・中央穿孔部ともに両側から穿孔され、穿孔部には擦痕が残っている。

3. 類例

縄文前期末から中期初頭にかけて、分布は関東・中部地方を中心にはるか八丈島（八丈町倉輪遺跡調査団1987・川崎1996）まで及ぶものの、全国でわずかに20例余りに過ぎない。東北地方では、青森県三戸町泉山遺跡（青森県教育委員会1976、福田1999）、福島県大越町牛頭場遺跡・岡平遺跡（大竹1990・1998ほか）の3遺跡3点知られている。

石材の肉眼観察では、多くは「蛇紋岩」製とされているが、蛍光X線分析を経てはいない。上堤遺跡例は研究史上でも最も初期の段階から、「軟玉」製扁平曲玉状耳飾と指摘されてきたが、「耳飾」とされた上に、写真も不鮮明であり、学界で広く共有される知見とはならなかった。

4. 課題

「の」字状石製品の出現時期はちょうど「五領ヶ台系土器」が拡散する時期（相原2018b）に相当する。型式学的検討から璇璣（牙壁）と関係する大陸系遺物とする見解（大竹2002・2016ほか、川崎2002ほか）が示されている。

また、中期初頭に玦状耳飾の製作自体は終焉を迎え、垂飾として再利用されるものが急増し、「の」字状石製品が出現することから、この時期に装身の主体が耳飾から首飾へと変化したとする論考（水ノ江2019）がある。

Ⅲ. 宮城県大崎市根岸遺跡の管玉ほか玉類

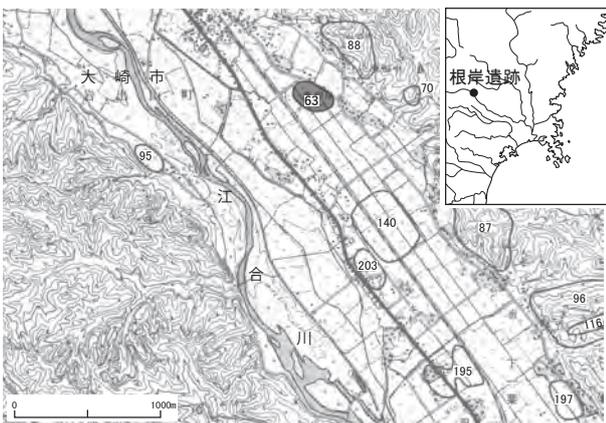
1. 遺跡の位置と来歴

根岸遺跡は大崎市岩出山池月字上一栗根岸に所在する。本遺跡は、荒雄岳に源を發し、北部の築館丘陵、南部の玉造丘陵を開析しながら東流する江合川によって形成された5群の河岸段丘のうち、下位段丘である竹原面上の北端に立地している。遺跡の標高は77～81mであり、北西から南東に緩やかに傾斜している。現況は水田である(図6)。

根岸遺跡は『宮城県史』第1巻「古代史」(伊東1957)には登載されず、初出は『岩出山町史』下巻「宮城県玉造郡岩出山町の考古学的遺跡」(興野・遠藤1970)である。

一栗地区の県営圃場整備事業が計画され、昭和54年(1979)度から遺跡の範囲確認とその内容把握を主な目的として、発掘調査が実施された(宮城県教育委員会1980・1981)。

調査の結果、縄文時代晩期の遺物包含層、配石遺構・土壇・埋設土器・石囲炉・フラスコ状ピット・焼面・ピット群の遺構が検出された(図8)。遺物は、縄文土器・石製品・土製品・骨角器・漆器など、土器を中心に平箱500箱が出土し、遺構を中心に一部の遺物が報告書に掲載されたに過ぎない。



遺跡名	立地	時期
63 根岸遺跡	段丘	縄文晩期(大洞BC・C1・C2・A・A')
70 渡の沢遺跡	丘陵	縄文早期(大寺、素山上層)
87 一栗城跡	丘陵	室町時代
88 岩上館跡	丘陵	室町時代
95 下鴨目遺跡	段丘	縄文晩期(大洞C1・C2)
96 古館跡	丘陵	中世
116 古館塚群	丘陵	中近世
140 玉造遺跡	段丘	縄文中～晩期(大木10・南境・金剛寺・大洞C1～A')、弥生(十三塚)、古代
195 一本杉遺跡	段丘	縄文中(大木9・10)・古代
197 片岸遺跡	段丘	弥生(樹形圃・十三塚)
203 中高田遺跡	段丘	縄文中～後期(大木10・南境)

図6 宮城県大崎市根岸遺跡の位置

今回、ここに取り上げる管玉は報告書には未掲載の資料である。初出は、仙台市富沢遺跡保存館(1998)『地底の森ミュージアム平成10年度特別企画展 アクセサリーの考古学』である。「大陸系管玉としては、宮城県根岸遺跡から出土した縄文晩期後葉～末葉の管玉1点が知られる。時期は、大洞A～A'式期である。」と概ね報告書の年代観に基づいて、西北九州や山陰地方の管玉との類似性を指摘している。

2. 基本層序

大別して8層ある(図7)。第I層表土、第II層黒色シルト層下に低い部分を中心に第III層：灰白色火山灰層が堆積している。この厚い水成堆積の火山灰層は、現在の知見でいう十和田aテフラ(To-a: 915年頃)に相当する。第III層以下、イベント層になり、第IV層は流木を含む黒褐色シルト層、地点によってはにぶい黄橙色礫～砂層である。第V層は未分解の植物遺存体を含む黒褐色粘土層である。

第VI層が遺物包含層である。

第VIA層は大洞BC～A'式が混在しており、層上面に大洞A'式の遺構面があることから、層の堆積時期は「大洞A'式かそれに近い時期」とされた。

第VIB層はさらに10数枚に細別され、上部層群が「大洞A'式」、下部層群が「大洞A式」とされた。

第VIC層も、さらに10数枚～20枚に細別され、「大洞C2式」に属するとされた。

第VID層も、さらに5～6枚に細別され、「大洞C1式」に属するとされた。

第VII層は遺跡の北西区に分布し、「大洞B式かそれ以前」、第VIII層は地形砂礫層(無遺物)とされた。

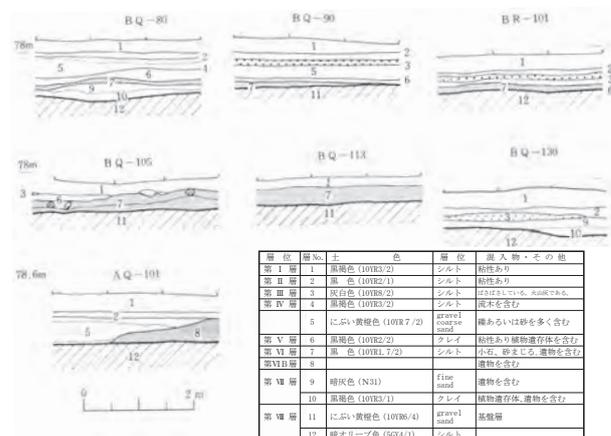


図7 根岸遺跡の基本層序

3. 管玉

(1) 観察所見

管玉（口絵1② 6a層その他1）は、遺物台帳によると、「登録番号 847：AR100 6a層 管玉 完形品 80.9.6」²⁾の記録が残されている。

石材は淡くくすんだ緑色を帯びる緑色凝灰岩（THM-38、第IV章参照）である。やや軟質で、微細な斑点があり、透明感はない。長さ13.1mm、径5.1mm、孔径2.8mmである。径に対し、穿孔径が大きい。両側辺は平行し、にぶい稜線が長軸方向に走っており、大陸系の施溝分割技法（河村2017・2018）によって製作されている。穿孔は両側から行われ、穿孔部はわずかにくぼんでいる。参考までに弥生中期柵形囲式期の高田B遺跡（宮城県教育委員会1994）出土の管玉（口絵1③）と比較する。遺物包含層から2点出土しており、1点は長軸方向に破損している。濃い緑灰色で透明感はない。石質は緻密で、碧玉製である。両側辺は平行し、断面はわずかにいびつな円形を呈しており、施溝分割技法によるものと思われる。穿孔は両側から行われている。穿孔部には穿孔具の回転時についたとみられる条線が横方向に残

されている。2は小型品で、穿孔具の径は1.3mm、徐々に細くなり、先丸の形状となっている。

根岸遺跡の管玉と高田B遺跡の管玉を比べると、ともに施溝分割技法によって製作されたとみられるが、材質・大きさ・穿孔具は全く異なっている。

(2) 伴出土器

報告書には、包含層出土土器は掲載されていないため、今回、AR100・6a層出土土器の調査を行った。同層からは土器が平箱1箱出土していた（図9）。

報告書の指摘の通り、磨滅した縄文晩期の土器片が多く、ほとんど接合もしない。ある程度、接合ないしはまとまる土器に、3の高坏と4の深鉢がある。

3は大型の高坏脚部で、ごく薄手に作られている。脚部下端には5条、上部に3条の平行沈線がめぐり、赤彩の痕跡を残している。4は山形状の小突起の付される深鉢である。口縁部は緩やかに内湾し、口縁直下には幅の狭い無文帯がめぐり、ごく細い縄文（LRR、あるいはLR-0段4条）が横走し、指巾1本分ほどで斜位に施文されている。

7は赤彩の施された大型の浅鉢片である。2本の平行沈線下には、附加条（RL+L）ないしは縄文（RL-1

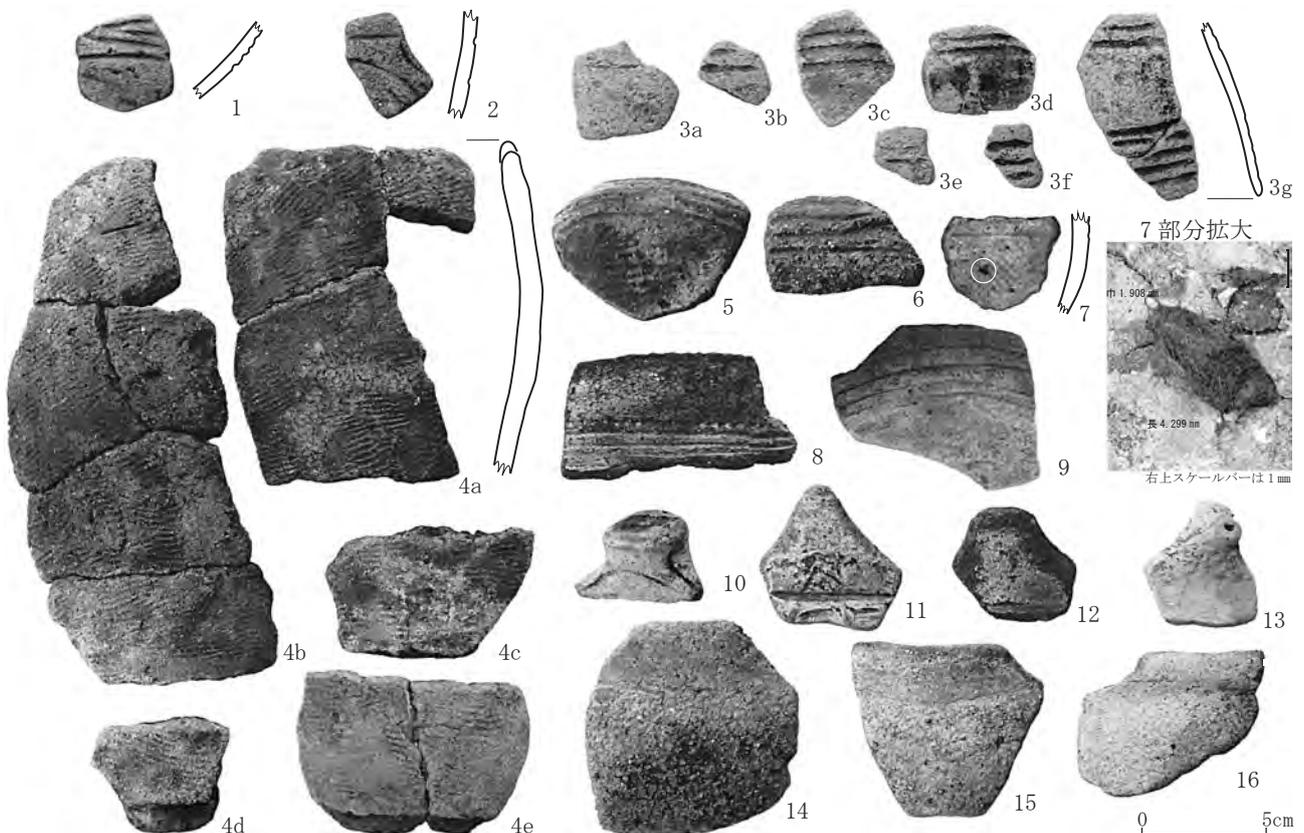


図9 根岸遺跡 AR100 6a層出土土器

段3条)が斜行する。胎土には炭化物が夾雑物として多く含まれ、長4.299mm×巾1.908mmのイネ科種実? 圧痕が斜め方向に入り込んでいる。2・9は磨消縄文が施されている。胎土に金雲母は含まない。

これらの土器は弥生前期に属するものとみられる。3の高坏は山王IV上層式(須藤1997)、単独の破片では、1は変形工字文が配される青木畑式(宮城県教育委員会1982、佐藤1996)である。

4. その他の6a層玉類

(1) BL101 第2配石遺構土壌底面

第VI A層上面で検出された。配石内の土壌には土器が倒位に伏せられ、土壌底面から白玉9点が出土した。白玉は連をなしている(図10②)。

白玉は現在8点(No. 434～441)確認される。

No. 442の一部欠損とされた白玉は所在不明である。

白玉の石材はやや粗粒で白い粒々が目立つ緑色凝灰岩である。No. 438・439のように両側辺がほぼ平行するものと樽状に中位が膨らむものがある。截断の後に、両側から穿孔されている。

(2) BM101 12号土壌内堆積土

第VI A層中が確認面である。第VI A層を掘り込んだ12号土壌内から白玉15点、小玉2点、サメの歯1点が出土した。遺物台帳に登録されているのは、図示した白玉11点(No. 444～454)のみである。

白玉の石材は緑灰色を呈し、すべて緑色凝灰岩である。石質のキメは細かい。No. 448～454のように両側辺がほぼ平行するものが大半を占めている。截断し損なつたとみられる横傷がNo. 445・447・

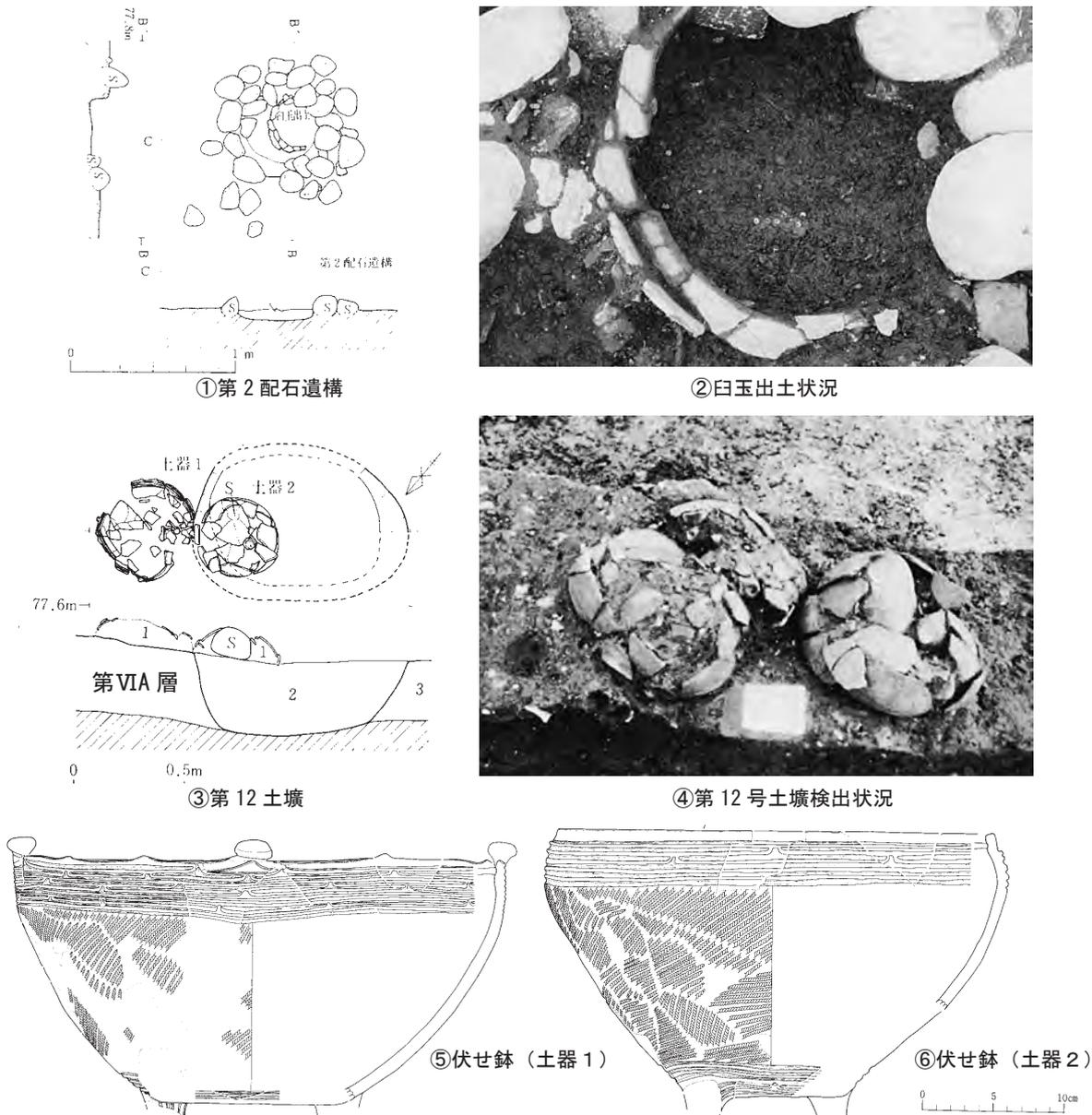


図10 根岸遺跡第2配石遺構・第12号土壌

448に残されていることから、施溝分割技法によって切り出された棒状の石材を細い円筒状に整え、連続して截断したものとみられる。截断後に両側から穿孔を施している。

伏せ鉢には、大型の四脚付きの浅鉢が2点用いられていた。類例は大崎市北小松遺跡（宮城県教育委員会 2014）で複数が確認され、晩期末葉大洞A'式とされているが、「なかでも、遺構掘り込み面の遺物包含層から弥生前期に位置づけられる土器もわずかに出土している」とされ、土器に付着した炭化物の年代測定では、 $2,460 \pm 20\text{yrBP}$ 、 $2,440 \pm 20\text{yrBP}$ と縄文晩期から弥生前期の移行期の年代を示しているとされた。また、青木畑式の匹字文は限定的であり、弥生最初頭の山王IV上層式では匹字文は貼付表現も伴い隆盛（須藤 1997、山形県埋蔵文化財センター 2011・2019）しており、根岸例はその層位からも、弥生前期山王IV上層式の範疇に含まれる。

(3) BK101 6a層

BK101 6a層から白玉がまとまって出土している。遺物台帳では10月17日に出土し、残りの1点No. 417が10月22日に採取されている。遺構は確認されていない。台帳でも「欠けている」「だいぶ欠けている」とあり、表面の劣化等が著しく、すでに注記された文字が判読できないものもある。

白玉の石材は、やや粗粒で白い粒々が目立つ緑色凝灰岩（第2配石遺構出土白玉に類似）とキメが細かく緑灰色を呈する緑色凝灰岩（12号土壇出土白玉に類似）が1点（No. 461）ある。No. 458・459、No. 461・462の両側辺はほぼ平行している。いずれも截断の後に両側から穿孔している。

(4) その他の6a層出土玉類

① BF101 6a層 勾玉1点と丸玉1点が一緒に出土している。勾玉No. 62 (THM-24) は、緑色石英質岩（いわゆる碧玉）である。穿孔部が角頭状を呈し、両側から穿孔されている。丸玉No. 63 (THM-25) はヒスイ輝石岩である。楕円形の玉にほぼ単一方向から穿孔されている。

② BI101 6a層 丸玉No. 207 (THM-32) が1点出土している。緑色凝灰岩である。ほぼ球形の玉に両側から穿孔している。

③ BE101 6a層 丸玉No. 415 (THM-33) が1点出土している。緑泥石岩である。円形の玉に両側から大きく穿孔している。

④ BG101 6a層 白玉No. 225 が1点出土している。石質はやや粗い第2配石遺構白玉タイプのものである。截断の後、両側から穿孔している。

⑤ その他 6a層 表面劣化が著しく、注記の文字の判読が難しい。白玉No. 429? (THM-27) は緑色凝灰岩である。いずれも石質はやや粗い。成形の後、両側から穿孔している。

5. 6b層以下の玉類

報告書では、VI B層は上部層群が縄文晩期末葉「大洞A'式」、下部層群が「大洞A式」とされている。玉類の出土は少ない。

(1) AR101 6b層

単独で大型の勾玉No. 443 (THM-39) が1点出土している。石材は緑色凝灰岩である。石質はやや粗く、第2配石遺構白玉タイプのものである。穿孔部が角頭状を呈し、両側から穿孔されている。

(2) BE101 6b層

勾玉No. 416 (THM-40) 1点、丸玉No. 414 (THM-34) 1点、平玉No. 412 (THM-41)・No. 413 2点がまとまって出土している。石材は勾玉がヒスイ輝石岩、丸玉が緑泥石岩、平玉が緑色凝灰岩である。勾玉頭部は円頭状をなし、挟入が加えられている。

(3) AT101 6m層上面

丸玉No. 430 (THM-26) が1点出土している。緑色石英質岩である。

6. 小結

遺物包含層出土土器の再検討から、6a層は山王IV上層式～青木畑式の弥生前期に形成されている。

6a層出土の東日本最古級の緑色凝灰岩製管玉は、大陸系の施溝分割技法によって製作され、伴出土器からも弥生前期に属するものと考えられる。緑色凝灰岩製白玉にも同様の技法が用いられたものがある。

出土状況から、勾玉は単独ないしは丸玉・平玉とセットになり、管玉・白玉とはセットにならない。角頭状の勾玉は6b・a層ともに同型であり、6a層勾玉は伝世品の可能性もあろう。

IV. 宮城県大崎市根岸遺跡出土玉類と栗原市上堤遺跡出土「の」字状石製品の非破壊化学分析

埋蔵文化財の中でも石製の道具や装飾品は長年の風化や腐食に耐え、先史時代当時の姿そのものを現代に伝える貴重な遺物である。石製遺物から得られる情報は当時の生活様式や文化を理解するのみに限らず、石材（岩石）を正しく理解できるのであれば、その用途や製作技術、地域間の交流を知る上で非常に有用である。日本の縄文時代には世界に類を見ないヒスイを用いた装飾品や黒曜石を用いた剥片石器が作られ、かつ広い流通範囲を持っていたことがわかっている。また一方で、多様な岩石を利用する石器文化が存在することも知られている。しかしながら、非破壊のまま肉眼による岩石の種類を判別（同定）するには限界があり、必ずしも正しい石材の記録が行われているわけではない。近年の分析技術の進歩によって、携行型の蛍光 X 線分析装置（p-XRF）による軽元素の分析が可能になった。この技術を石器遺物に応用し、軽元素で、かつ岩石・鉱物の主成分である珪素、マグネシウム、アルミニウム、カルシウムを含めた化学組成分析を行い、肉眼鑑定が難しい石器石材、特に、ヒスイ・ネフライト・蛇紋岩・滑石・緑泥石岩などの分類を試みている。

根岸遺跡出土の一連の玉類、及び上堤遺跡から出土した「の」字状石製品は、東北歴史博物館にて、携行型（ポータブル）ハンドヘルド蛍光エックス線分析装置（以下「p-XRF」とする）を用いて、大気雰囲気下で非破壊化学分析を行った。分析にはオックスフォード・インストルメンツ社製 X-MET7500 を用い、岩石・鉱物分析に対応できる軽元素分析用の Mining LE-FP（パラメータ）法を使用した。照射される X 線ビーム径は 9mm で、軽元素分析を加速電圧 13kV で 4 秒間、重元素分析を加速電圧 40kV で 1 秒間とし、それを 12 回繰り返した計 60 秒間のエネルギー分散型 X 線スペクトル（EDS）の測定を行った。

化学分析結果は表 1 に示す。測定値は酸化物として計算し記録した。本分析は大気雰囲気下で行ったため原子番号 11（ナトリウム）以下の軽元素の X 線エネルギーは大気中での減衰が著しく測定出来ない。また対象の玉類の中には、照射される X 線ビー

ム内に穿孔穴があったり、曲面にしか X 線を照射できなかったり、また表面が著しく風化していたりと、化学分析には理想的な状態と言えないものが多かった。しかし、分析結果は、今後の参考資料として、その総量を 100% に再計算せず、そのままです。

分析から得た化学組成は予め指標として分析してある岩石試料と比較し、石材の岩石名を決めた。表 2 に石材の解釈を示す。今回分析を行った根岸遺跡の玉類計 18 点のうち、ヒスイ輝石岩（jadeitite）製、緑色石英岩（いわゆる碧玉）製、緑泥石岩（chloritite）製のものはそれぞれ 2 点であった。その他 12 点は緑色凝灰岩（green tuff）製と解釈した。ヒスイ輝石岩（jadeitite）は、ヒスイ輝石（Jadeite 化学式： $\text{NaAlSi}_2\text{O}_6$ ）から構成される岩石で概ね白色を呈す。これと固溶体をなす同種のオンファス輝石（化学式： $[\text{Ca}, \text{Na}][\text{Mg}, \text{Fe}^{2+}, \text{Al}, \text{Fe}^{3+}]\text{Si}_2\text{O}_6$ ）は緑色を呈す事が多い。本 p-XRF 分析では、ナトリウムの分析は出来ないが、分析した 2 資料（THM-25, -40）の肉眼観察による表面状態、またシリカ（ SiO_2 ）、アルミナ（ Al_2O_3 ）、およびライム（ CaO ）の値からオンファス輝石を含むヒスイ輝石岩製と判別した。緑色石英質岩（THM-24, -26）は、主として石英（ SiO_2 ）から構成されるが、アルミナや鉄成分（ FeO ）も検出されている。緑泥石岩（THM-33, -34）は、緑泥石（chlorite $[\text{Mg}, \text{Fe}, \text{Mn}, \text{Ni}]_{6-x-y}[\text{Al}, \text{Fe}^{3+}, \text{Cr}, \text{Ti}]_y \square_x [\text{Si}_{4-x}\text{Al}_x]\text{O}_{10}[\text{OH}]_2$ ）からなる岩石である。カリウム（ K_2O ）の検出が認められたため、緑泥石岩中には雲母あるいは粘土鉱物が共存しているものと考えている。緑色凝灰岩、いわゆるグリーントフ製とした資料の多くは、表面に風化が認められ、また化学組成にもばらつきも認められた。化学組成のばらつきが風化の影響によるものか、あるいは天然グリーントフの持つばらつきなのか、あるいは産地に由来するものであるのか、という解釈は今後の課題である。

上堤遺跡から出土した「の」字状石製品（THM-66）は、ネフライト（nephrite）製と認められた。ネフライトはカルシウム角閃石の透閃石あるいは緑閃石（tremolite-actinolite $\text{Ca}_2[\text{Mg}, \text{Fe}]_5\text{Si}_8\text{O}_{22}[\text{OH}]_2$ ）から構成される岩石である。本分析から得られた Mg/（Mg+Fe）比は 0.9^{2 3)}であった。ネフライトは、透閃

岩と記述されることもあるが、肉眼ルーペ観察でも表面の鉱物組織が確認できないことから、東アジアや東南アジアの石製品の岩石名として使用されている「ネフライト」とした。ネフライトは、一般では「軟玉」と称されることもあるが、ヒスイ岩を指す「硬玉」とともに学術的な用語ではないため使用は避ける。上述した根岸遺跡からもネフライト製の磨製石斧の存在を認めているが、分析報告やネフライトをめぐる石材解釈やその産地同定の議論は別の機会に譲りたい。

V. おわりに

本研究は基盤研究C：研究代表飯塚義之「非破壊化学分析による石器石材の研究：ネフライト製石器遺物の再認識とその源岩推定」（研究課題／領域番号18K01088）の一部をなし、日本学術振興会科研費の助成を受けて行われた。

報告をまとめるにあたり、須藤隆、河村好光、鈴木克彦、大竹憲治、鈴木正博、斎野裕彦、藤澤敦、関根達人、上條信彦、植松暁彦、菅原哲文、大場亜弥、小野章太郎、芳賀文絵の各氏から御教授を賜った。記して、謝意を申し述べるものである。

表1. p-XRFによる化学分析結果

THM-	根岸遺跡																	上堤遺跡	
	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40		41
wt.%																			
SiO ₂	92.7	61.6	87.6	60.7	62.1	62.6	65.1	65.0	58.6	39.9	46.7	64.0	66.6	59.5	70.9	69.3	66.4	66.4	55.8
TiO ₂	0.0	0.1	0.1	1.3	1.8	1.0	1.2	0.8	0.1	0.1	0.1	1.3	1.4	1.0	0.6	0.4	0.1	1.5	
Al ₂ O ₃	2.5	21.1	5.2	18.6	18.1	17.9	17.9	20.4	21.1	33.1	31.5	20.9	18.5	21.1	16.3	16.0	23.8	17.1	2.2
Cr ₂ O ₃			0.6						0.1	0.1	0.3						0.0		
FeO	0.1	1.7	1.8	6.1	3.3	5.2	3.7	2.0	2.4	1.7	2.4	1.0	1.9	5.8	2.9	4.9	1.1	3.1	3.4
MnO		0.0		0.1	0.1		0.0		0.0	0.2	0.0	0.0	0.1	0.1	0.0	0.1		0.1	0.1
MgO	0.0	4.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	11.2	14.4	6.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	24.9
NiO		0.0							0.1	0.0	0.0						0.0		0.0
ZnO		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		0.0	0.0
CaO	0.0	5.9	0.2	2.8	3.8	2.8	2.4	3.1	1.7	0.1	3.2	3.3	2.7	1.9	0.8	1.7	4.0	3.0	8.8
Na ₂ O																			
K ₂ O				4.4	2.5	4.4	3.6	2.6		5.3	3.8	3.3	2.3	4.9	3.5	2.2		1.7	
P ₂ O ₅	0.0	0.0	1.3	0.0	2.1	1.5	0.4	0.5	0.1	0.0	0.1	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.1	0.6	0.0
SO ₃	0.3	0.3	0.8	1.1	1.4	2.5	0.9	0.6	0.5	1.0	1.1	0.8	0.5	0.5	0.8	0.9	0.3	1.0	0.2
Total	95.6	95.5	97.6	95.0	95.2	97.9	95.2	95.0	95.9	95.9	96.0	94.7	94.3	94.8	95.9	95.5	95.8	94.6	95.5

p-XRF分析は大気雰囲気下で行っているためナトリウム (Na) 成分は測定できない。分析値の総量は100%に再計算せずに示す。

表2. p-XRFによる化学分析による石材判別結果

分析番号	形状	岩石名	主たる構成鉱物	備考
THM-24	勾玉	緑色石英質岩	石英	いわゆる碧玉 (Green jasper)
THM-25	丸玉	ヒスイ輝石岩	オンファス輝石	いわゆるヒスイ
THM-26	丸玉	緑色石英質岩	石英	いわゆる碧玉 (Green jasper)
THM-27	白玉	緑色凝灰岩		いわゆるグリーンタフ
THM-28	白玉	緑色凝灰岩		いわゆるグリーンタフ
THM-29	白玉	緑色凝灰岩		いわゆるグリーンタフ
THM-30	白玉	緑色凝灰岩		いわゆるグリーンタフ
THM-31	白玉	緑色凝灰岩		いわゆるグリーンタフ
THM-32	丸玉	緑色凝灰岩		表面状態不良
THM-33	丸玉	緑泥石岩	緑泥石	雲母あるいは粘土鉱物を含む
THM-34	丸玉	緑泥石岩	緑泥石	雲母あるいは粘土鉱物を含む
THM-35	白玉	緑色凝灰岩		表面状態不良
THM-36	白玉	緑色凝灰岩		表面状態不良
THM-37	白玉	緑色凝灰岩		表面状態不良
THM-38	管玉	緑色凝灰岩		いわゆるグリーンタフ
THM-39	勾玉	緑色凝灰岩		いわゆるグリーンタフ
THM-40	勾玉	ヒスイ輝石岩	オンファス輝石	いわゆるヒスイ
THM-41	平玉	緑色凝灰岩		いわゆるグリーンタフ
THM-66	「の」字状	ネフライト	透閃石	Mg/(Mg+Fe)=0.92

【註】

- 1) 亙理弘は仙台出身の洋画家亙理寛之助の次男で、大正15年(1926)3月東京美術学校を卒業、昭和8年から14年頃に宮城県第一中学校で美術を教え、興野義一はこの時の教え子である(藤沼2013)。昭和17年には東京府大森の私立立華高等女学校に奉職した(金子2019)。昭和20年3月の東京大空襲のち、疎開した(亙理1971)。同年6月から32年まで宮城県栗原農学校(昭和23年から宮城県栗原農業高等学校)に奉職した。昭和22年10月から宮城県若柳高等女学校(翌23年宮城県若柳高等学校)を兼任し、昭和38年3月まで教鞭をとっている。昭和40年から43年6月には美術講師として仙台三高に勤務した。若柳には「昭和二十年初夏から二十年程」(亙理1971)居住し、仙台三高時代は仙台市へと転居した。昭和60年に他界している(亙理1991)。
- 2) ここではすべて遺物台帳の取り上げ層位のとおり報告する。遺物台帳では6a～6n層、7・8・9層から遺物が出土している。報告書の大別層位VIA～VID層、VII層に対応するが、細別層位の対応は不詳である。
- 3) 鉱物学的に0.9以上は透閃石、0.9以下は緑閃石と定義されているが、これらは固溶体で連続的に存在する。天然のばらつきは、0.9をまたぐことが多く厳密な定義付けは意味を持たない。

【引用参考文献】

- 相原淳一 2010 「宮城県における玦状耳飾」『東北歴史博物館研究紀要』11, pp. 1-10
- 相原淳一 2018a 「縄文から続縄文・弥生への移行期における葬送と社会」『季刊考古学』別冊25, pp. 96-101
- 相原淳一 2018b 「縄文時代前期末葉から中期初頭の土器編年」『東北歴史博物館研究紀要』18, pp. 1-20
- 青森県教育委員会 1976 『泉山遺跡発掘調査報告書』青森県埋蔵文化財調査報告書31
- 伊東信雄 1957 「古代史」『宮城県史』1
- 伊東信雄・須藤隆 1985 『山王遺跡調査図録』宮城県一迫町教育委員会
- 大竹憲治 1990 「いわゆる「の」字状石製品について」『史峰』15, 新進考古学研究会
- 大竹憲治 2002 『東アジア文化交流の考古学』第一書房
- 大竹憲治 2016 「東北地方南部における縄文時代玉類研究序説」『福島考古』57, pp. 1-20, 福島県考古学会
- 金子一夫 2019 「大正・昭和戦前期全国中等学校図画教員の総覧的研究(6)」『茨城大学教育学部紀要(教育科学)』68, pp. 117-137
- 川崎保 1996 「「の」字状石製品と倉輪・松原型装身具のセットについて」『長野県の考古学』pp. 27-48
- 川崎保 1998 「玦状耳飾と管玉の出現」『考古学雑誌』83-3, pp. 1-29, 日本考古学会
- 川崎保 2002 「東アジアの中で見た玦状耳飾の起源と展開」『長野県の考古学』II

- 河村好光・H.A. クリューエフ・Yuri.G. ニキーチン 2016 「ロシア沿海地方の玉」『中国とロシア沿海地方における渤海の考古学的研究』pp. 118-151
- 河村好光 2017 「碧玉管玉と装身文化の大陸化」『九州考古学』92, pp. 35-55, 九州考古学会
- 河村好光 2018 「日本諸島における弥生時代」『考古学研究』65-3, pp. 61-80, 考古学研究会
- 興野義一 1958 「迫川流域の石器時代文化」『仙台郷土研究』18-3, pp. 20-30, 仙台郷土研究会
- 興野義一・遠藤智一 1970 「宮城県玉造郡岩出山町の考古学的遺跡」『岩出山町史』下巻
- 佐藤信行 1996 「縄文式直後」『日本土器事典』pp. 539-540, 雄山閣
- 須藤隆 1973 「土器組成論」『考古学研究』19-4, pp. 62-89・124, 考古学研究会
- 須藤隆 1997 「東北地方における弥生文化成立過程の研究」『歴史』89, pp. 44-82, 東北史学会
- 仙台市富沢遺跡保存館 1998 『地底の森ミュージアム平成10年度特別企画展図録 アクセサリーの考古学』八丈町倉輪遺跡調査団 1987 『東京都八丈町倉輪遺跡』東京都八丈町教育委員会
- 福田友之 1999 「本州北端の玦状耳飾り」『研究紀要』4, pp. 17-30, 青森県埋蔵文化財調査センター
- 藤沼邦彦 2013 「興野義一氏の考古学を中心とした年譜」『興野義一著作集 時を語る』pp. 260-286
- 水ノ江和同 2019 「日本列島の玦状耳飾」『考古学雑誌』102-1, pp. 1-45, 日本考古学会
- 宮城県 1984 『土地分類基本調査 若柳・一関 国土調査』宮城県教育委員会 1980 「根岸遺跡」宮城県文化財調査報告書64
- 宮城県教育委員会 1981 「根岸遺跡」宮城県文化財調査報告書75
- 宮城県教育委員会 1982 『青木畑遺跡』宮城県文化財調査報告書85
- 宮城県教育委員会 1994 『高田B遺跡』宮城県文化財調査報告書164
- 宮城県教育委員会 2014 『北小松遺跡』宮城県文化財調査報告書235
- 宮城県栗原農業高等学校編 2000 『栗農百年史』
- 宮城県仙台第三高等学校編 2014 『仙台三高50年史』
- 山形県埋蔵文化財センター 2011 『作野遺跡』山形県埋蔵文化財センター調査報告書194
- 山形県埋蔵文化財センター 2019 『上竹野遺跡』山形県埋蔵文化財センター調査報告書234
- 若高七十年史編纂委員会 2000 『若高七十年史』
- 亙理五月 1991 『句集 縄文の壺』紅書房
- 亙理弘 1971 「金成耕土と雁の俳句」『日曜随筆』16-4, pp. 8-10, 日曜随筆社
- 亙理弘 1974 「原始及び古代の遺跡」『若柳町史』若柳町

新出の小池曲江筆仏涅槃図について

大久保 春野（東北歴史博物館）

はじめに

江戸時代後期に活躍し、仙台四大画家の一人に数えられる絵師・小池曲江（二七五八―一八四七）には、生まれ故郷の塩竈の寺院に奉納された二点の仏涅槃図があることが知られている。一点はもと鹽竈神社の別当である法蓮寺に奉納された一幅である（図1）。本図は絹本着色、本紙縦一九五・五×一四四・八センチで、落款に「文政辛巳秋仲寫竟曲江平維則」[維則]「曲江」(白文連印)とあることから文政四年（一八二二）の秋、曲江六十四歳の年に完成されたものとわかる。また、曲江による墨書が表具裏に貼付られており、それによると、塩竈で酒造を営む佐浦家（小島家）の五世家右衛門徳義が亡くなって数年の後、妻の津屋子が夫や子の菩提を弔うために曲江へ依頼し、完成翌年の二月はじめに奉納したとある^{〔註1〕}。法蓮寺は明治の廃仏毀釈運動を受けて廃寺となり、現在は同家の檀家寺である東園寺に所蔵されている（以下東園寺本）。

もう一点は、曲江自身が実家の菩提寺である雲上寺に奉納した一幅である（図2、以下雲上寺本）。こちらも絹本着色で、本紙縦一三三・五×七一・二センチと東園寺本よりも小幅ではあるが、会衆や動物群を画面に合わせて整理しつつ、ほぼ同様の構図で描かれている。本図の落款には「文政壬午春二月奉納小池曲江平維則」[曲]「江」(白文連印)とあり、東園寺本の完成翌年、同本が奉納されたのと同じ文政五年（一八二二）二月に完成され、納められたものとわかる。

近年、この雲上寺本と時を同じくして制作された同様の仏涅槃図が新たに発見された（口絵4）。本図は県内の個人が所蔵するもので（以下個人本）、先の二幅とは異なり制作の経緯や来歴等は不明である。だが、二幅と二連のなかで制作されたことは明らかであり、二幅と同様に当地域の寺院に納められていた可能性も考えられる。未だ明らかでない点も多いが、曲江の制作活動と当地域との関わりを示す資料として、また曲江の仏画学習を知る上でも興味深いことから、今後その詳細が明らかとなることを期待してここに紹介する。紹介にあたって

は、先の二点も含めた曲江の仏涅槃図の図様について改めて確認していく。

一、基礎データと画面構成

仏教の開祖である釈迦の入滅を描く仏涅槃図は、毎年二月十五日に行われる涅槃会の本尊として、平安時代以降、その普及とともに現代に至るまで数多く制作されてきた。その情景は『大般涅槃經』（四十卷本）、『大般涅槃經後分』、『摩訶摩耶經』などの記述を典拠に絵画化され、特に近世に描かれる仏涅槃図は、鎌倉時代に定型化したとされる形式に沿って描かれることが多い^{〔註2〕}。またその図様は、絵師各々が様々な先行作例から選択・融合することで展開しており、各時代的特徴を示す「型」などは希薄になっていくことが指摘される^{〔註3〕}。こうしたことを踏まえて個人本の画面構成を確認する。

個人本は絹本着色の軸装一幅で、本紙は縦一三五・五×横七〇・六センチと雲上寺本とほぼ同サイズである。落款には「文政壬午春写曲江維則」[曲]「江」(白文連印)とあり、雲上寺本と同じ文政五年の春に制作されたとわかる。

画面構成をみると、釈迦は縦長の画面のほぼ中央に配置された宝床上に瞑目して横たわり、その周囲を八本の沙羅双樹が囲んでいる。沙羅双樹は向かって右の四本は青葉を茂らせ、左の四本は枯葉をつけるが、いずれの木にも白い花が咲いている。このうち左から二本目の幹の枝には、鉢多羅囊を括り付けた錫杖がかかっている。宝床の向こうには湧雲が立ち上り、木々の間からは釈迦入滅の舞台となったインドのクシナガラに流れる跋堤河が見える。夜空には带状の雲がたなびき、その切れ間には白く光る十五夜の月が浮かんでいる。左上に飛来するのは、釈迦の臨終を聞き、切利天から阿那律に先導されて三人の侍女とともに駆けつけた摩耶夫人である。宝床の周囲には菩薩、八部衆、十大弟子、在家信者など会衆の姿があり、画面下部には動物や昆虫などが参集している。これらはいずれも、鎌倉時代以降の定型に沿ったもので、特に通例と大きく異なる特徴は見出せない。ただ、枯葉の沙羅双樹四本と、摩耶夫人一行をいずれも左側（釈迦の頭側）に配置する組み合わせは、右側に配される場合が主流である中では比較的珍しい例といえる。曲江が参照した作例を探る手がかりとなるが、現在それらしき作例は見つかっていない。

二、図様の確認と東園寺本との比較

本図の前年に完成された東園寺本とも比較しながら、図様を確認していく。

まず、釈迦如来は右手枕とし、両膝をゆるやかに屈してして横臥する。頭部は細かく毛描きされて一部に群青が掃かれ、肉身は肌色の濃淡と薄墨で陰影を付け、肉髻も朱を入れず肌色に表現している。皆金色、または肉身を金色とする例も多いなかで、こうした身体表現としている点は本図の特色と言えよう。宝床の描写も含め、細部の描写を除いては東園寺本と大きな差異はない。

続いて、背景の描写に注目する。東園寺本と比較すると、個人本はより縦長の画面となったことで上部の空間がゆったりと取られ、沙羅双樹も上方により高く伸びている。夜空に薄墨や群青がやや濃く施されている点や、沙羅双樹の花の描写などに相違はあるが、構成の大きな違いはない。ただし、沙羅双樹の木の空間的な配置に変更がみられる。八本の幹は画面平面上ではいずれも垂直に等間隔で立ち並んでいるが、空間上の配置を確認すると、東園寺本では宝床の四辺に沿うように東西南北、各二本ずつが配されているのに対し、個人本では青葉の四本が画面手前から右奥へ向かって斜め一列に生えるやや不自然な配置となっている。この配置は他の仏涅槃図にも見られるものの、同図様を繰り返し描く場合空間上の不自然さなどが整理されることも多いなかで、逆の変更がされている。これには会衆の図像の変更が影響しているようである。

では、その会衆の図像がどのようなかを見ていく。個人本には画面サイズの制約もあつてか、東園寺本の五十三体からはやや減少した四十八体の会衆の姿がある。衣装は鮮やかな着彩の上に金泥で細かな装飾を施すほか、曲江の他の人物画にも多く見られるように輪郭線や衣紋線に沿って金泥を引いている。それぞれの尊名等については、多面多臂で日月を掲げる阿修羅、頭に鳥を戴く迦楼羅、赤い肉身に宝棒を備える金剛力士らなど特定が可能な姿もあるが、すべての特定は難しい。名称の表記がある仏涅槃図でも同形の図様に異なる名称を記載する例が既に中世の仏涅槃図に見られるなど^(註4)、図像と名称の対応は厳密でなかったようである。そうした中でも特定が可能な主要モチーフとして宝床の前で卒倒する阿難、そこに水を注ぎ介抱する阿泥樓駄(阿那律)、宝床の手前に座る迦葉童子などの姿は、東園寺本と個人本でやや相違があるも

の概ね同様であり、同系統に属する図様を参照したと思われる。

一方で、両図の会衆の多くは図様が一致しない。例を挙げると、個人本では青葉の沙羅双樹の一本にすがりついて嘆く僧形人物の姿(図3)があるが、東園寺本では描かれない。この僧形の採用により幹の位置が手前になったことが、先に述べた樹木の並びの要因となっている。僧形の姿は東園寺本の十六体に対し二十一体と占める割合が増え、一方で仏涅槃図にしばしば登場する食物を捧げる純陀(図4)が東園寺本では左端に描かれているのに対し、個人本では描かれない。こうした変更には、どのような図様の参照があつたのであろうか。

東園寺本と会衆の描写に共通点の多い早期の例としては南北朝時代の作である正法寺(岐阜)所蔵の仏涅槃図^(註5)などがあり、これらから枝分れしたいずれかの作例を参照したと思われる。

一方の個人本は、先の阿難や迦葉童子の図様に加え、阿難の足下に呆然として座る中国貴人風の人物やその左の空を仰ぐ人物など、複数の図像が鎌倉時代の作とされる遍明院(岡山)、自性院安養院(同)、万寿寺(京都)等所蔵の各「八相涅槃図」と共通する。万寿寺蔵の作等には先にみた幹にすがりつく僧形の姿もある。涅槃図を中心に釈迦の生涯の主要な事跡七つを描く八相涅槃図では、その一相に純陀捧飯の場面があることから涅槃部分には純陀が描かれない例が多く、個人本に純陀の姿がないことも納得される。また、本図と涅槃部分が酷似する興味深い例として、曲江と交流のあつた絵師・谷文晁(一七六三―一八四〇)による「仏涅槃図」(図5)がある。本図は享和二年(一八〇二)に文晁が福島県白河市大統寺の依頼を受けて制作したものである(以下大統寺本)。縦一四三・五×横一一五・五センチの掛幅で、鮮やかな濃彩と陰影表現を活かした写実的な動物描写が印象的である。本図は象と獅子など動物群も含め先の「八相涅槃図」群の図像と共通すること、また、羅漢のような仏弟子の描写等に松平定信の命で編纂し本図の二年前に完成した『集古十種』のための古画学習が活かされた可能性が指摘されている^(註6)。会衆の図様は配置等が異なるものの、その多くが曲江の個人本及び雲上寺本と酷似する(図6、7)。

ここで摩耶夫人一行の描写を確認すると、東園寺本(図8)と個人本(図9)とは翳を持つ侍女の体の向きなどいくつかの相違がみられるが、大統寺本(図10)と比較すると摩耶夫人らの衣装の装飾、先導する阿那律の履物など細かな

部分もよく一致している。さらには、沙羅双樹の花も東園寺本の大きく華やかな表現から変更された小ぶりの花の表現も、大統寺本と共通するものである。

曲江と文晁との交友は長く、寛政六年（一七九四）に文晁が松平定信の命を受け鹽竈神社に代参した際、月見の宴で曲江と同席したという。以後、曲江の江戸滞在期に交流があったとみられ、文政十年（一八二七）、曲江七十歳の年には文晁らに古稀の賀詞を贈った記録が残り、その親交が窺われる。涅槃図奉納の翌年には、曲江は文晁門人の喜多武清の鶏図を雲上寺に奉納している。

両者の仏涅槃図制作を直接に結びつける記録は現在のところ確認されない。だが、両図の図様の酷似には、曲江の仏涅槃図への挑戦にあたり、文晁及びその周辺の絵師から参考となる資料を示される機会はなかったかと想像され、曲江の仏涅槃図の学習、そして谷派との交友を考える上でも注目される。

なお、釈迦と宝床、背景、動物群などは大統寺本とは一致しないが、これらの部分は東園寺本と共通する点が多く、先に東園寺本で参照した手本から引き継いだものと思われる。手前に伏して嘆く僧形と菩薩、錫杖のかかる木の傍に見える多面の天部形など、大統寺本にはみえない会衆の描写のいくつかも、東園寺本の手本に拠っているようである。一方で、金剛力士など数体は東園寺本ともやや相違のある図像が採用されており、複数の粉本の存在も考えられる。

最後に、画面下部に描かれた動物群の図像を見る。釈迦上半身の垂直下に白象、獅子、牛を逆三角に配置し、ここを中心に釈迦の姿を仰ぐように他の動物たちが配される。ほかに、迦陵頻伽、犀、馬、駱駝（番）、鹿、山羊、虎、豹、猪、猿、白狐（番）、鼬、犬、猫、兎、鼠、鳳凰、孔雀、山鳥、雉、鷹、鶏（番）、鴛鴦（番）、鶯鳥、雁、鵠（カ）、鳩、瑠璃鷄（カ）、鶴鴿、小禽、燕、雀、亀、蛇、蛙、蜥蜴、蟹、蝸牛、蠅螂、蝶、蜻蛉、蜂、螢の計四十六種五十個体が描かれている。小禽の種類が東園寺本よりやや減少するが、種類やその図像の多くがが共通している^{（註7）}。動物群は細部まで細かく毛描きされており、特に鳳凰や孔雀などの鳥類には、南蘋派を修め花鳥画を得意とした絵師・曲江の本領が発揮されている。白象、獅子、牛の配置や姿勢は、京都・長福寺蔵の「仏涅槃図」（中国・南宋時代）に連なる系統の図像を参照しているようである。

三、雲上寺本との比較

先に紹介したとおり、雲上寺本と個人本は一部の配置や着彩等を除いて全く同様の図像を描いている。その中でも、細かな差異を比較していく。

まず、雲上寺本では向かって左下にある落款が個人本では右下に配される。これにあたり、雲上寺本では右下の豹の奥にやや隠れるように描かれている兎が、個人本では下方に出されて独立して描かれ、配置が整理された印象を受ける。また、宝台の左で後方に倒れ込む天人を見ると、雲上寺本では片袖が筒袖状にみえ、天衣の流れもやや不自然であるが、個人本では天衣であった部分に袂が表現されている。これは、転写した図像から衣装の構造を理解し直したともみえる。衣装の配色・装飾や、目や口の開閉などはバランスを見ながら全体的に多数の変更がされている。個人本の方が若干墨線と夜空や人物の陰影等の薄墨が濃く、沙羅双樹の枯葉は教典の説く白に近い色となり、抑えられた色味が増え、華やかな配色のなかにも月明かりに照らされた夜の静かで厳かな雰囲気が増強されているようである。両図の制作の前後は明らかでないが、こうした描写上の整理や彩色の工夫は、個人本の方が後に制作された可能性を思わせる。

なお、雲上寺本では落款に「奉納」の文字があるほか、曲江が自身の塩竈松島図が京都で三度天覧の栄誉を受けて以降使用した「三経天覧」の遊印が捺されている。これらは曲江自身による奉納のための制作であったことを強調している。対して、個人本にはこれらが無い点は、自身による奉納のためとして、なく、東園寺本と同様に依頼等を受けての制作であった可能性を想像させる。

おわりに

以上、個人本の仏涅槃図について他の二点と比較し、特徴を整理しながら紹介してきた。また、図様の選択に谷文晁らの影響があった可能性や、雲上寺本との制作の前後について若干の考察を行った。

東園寺本の奉納文には完成の年の春に依頼を受けたことが記され、約半年をかけて制作されたことがわかる。華やかな仏涅槃図は、後に自身の菩提寺のためにも制作された一幅と合わせ、いまま地域の人々の信仰の場を鮮やかに荘嚴

している。故郷の風景に寄り添うこうした曲江の絵画とその制作活動が、今後さらに明らかとなっていくことを期待する。

〔註〕

1. 全文を掲載する。なお「雲万移」は曲江の別号。「信受軒随法亮縁居士 小島富右衛門 徳義／清操院賢宝妙貞大姉 妻津屋子／小島氏の家は世々聖の酒をつくりひさくを業とせり、五世の富右衛門名徳義、其婦は仙臺大城の下に住る相澤氏の娘にて名八津や子といふ、徳義歳四十あまり九にて身まかりぬ、其妻跡をつきて今年文政といふ年の五年まで八年の春秋を過けるに探たたくして其なりはひをよく治め酒造る業も年々にいやまさりて家富さかえける、されは法蓮精舎に住給ふ慶海尊者のせうと徳義ありし世にハあはれにめておもほし給へれハ此尊者の御世に夫や子の菩提のために涅槃會の尊像をさめ奉らむ事をねきおもひけるは去年の春なりけり、はた曲江は夫のあひむつひたる人なれハとてかの尊像の絵をこひけるにあまたの月日を経てうつしおはりてかけものによそひなして筆にをさめ文政壬午の年のきさらきはしめつかたをさめ奉る、いさ、かことはりかひてよとこふいなみの、いなむへくもあらてつたなき筆をとりにてかきつくるに南無く、千賀の浦の 雲万移 しるす」(読点は適宜追加した)
2. 中野玄三『涅槃図』一九八八(日本の美術)二六八、至文堂

中野氏は涅槃図の図様を鎌倉時代以前に多く見られる第一形式(古様)、鎌倉時代以降に定着した第二形式(新様)の大きく二つに整理された。曲江の仏涅槃図は、縦長の画面で会衆や動物の数が多く、宝床の左側面を見せる視点であるなど、近世に一般的であった第二形式の特徴に則って描かれる。

3. 赤澤英二『涅槃図の図像学―仏陀を囲む悲哀の聖と俗 千年の展開―』二〇一一(中央公論美術出版)
4. 渡邊里志「仏涅槃図における参集者の人名と機能―岐阜・崇福寺本仏涅槃図の紹介を兼ねて―」二〇一四(『仏教美術論集』第五巻 機能論、竹林舎)
5. 本図は鎌倉時代の作例である甚目寺(愛知)蔵の仏涅槃図などの系統に連なる。なお、図様の通じる近世の例の地域的な分布傾向は不明だが、享保二年(一七二七)作の西来寺(愛知)蔵八相涅槃図など東海地方に複数確認される。
6. サントリー美術館特別展図録『生誕二五〇周年 谷文晁』二〇一三
7. 迦陵頻伽、虎、豹などは別図様に扱っている。なお、虎の図は以降に複数枚描かれた「橋下虎仙図」(個人蔵ほか)の虎と図様が通じる。

〔写真提供〕 図5・7・10 白河市歴史民俗資料館、その他 当館撮影

〔謝辞〕 本稿を成すにあたっては、個人本ご所蔵者様、雲上寺住職・東海林良雲氏、東園寺住職・千坂成也氏、大統寺住職・渡邊宗徹氏にご高配とご協力を賜りました。ここに記して感謝申し上げます。



図1 小池曲江筆 仏涅槃図 文政4年(1821) 東園寺蔵



図2 小池曲江筆 仏涅槃図 文政5年(1822) 雲上寺蔵



図5 谷文晁筆 仏涅槃図 享和2年(1802) 大統寺蔵



図3 個人本部分 木に上がる僧形



図4 東園寺本部分 純陀



図7 大統寺本部分 釈迦及び会衆



図6 個人本部分 釈迦及び会衆



図10 大統寺本部分 摩耶夫人一行



図9 個人本部分 摩耶夫人一行



図8 東園寺本部分 摩耶夫人一行

東北歴史博物館研究紀要 21

発行／令和2年3月27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／社会福祉法人 共生福祉会 萩の郷福祉工場

〒982-0804 仙台市太白区鉤取御堂平38
TEL. 022-244-0117

BULLETIN OF TOHOKU HISTORY MUSEUM

[Reports]

Archaeological Investigation of Salt Production Site on The West Coast of
Tobishima Island, Sakata City, Yamagata Prefecture, Japan

— Ancient Salt Production Site and Tsunami Deposits Ts1&2 —

…………… AIHARA Junichi, UEMATSU Akihiko,
ABE Yoshiro, Laboratory of Radiocarbon Dating,
The University Museum, The University of Tokyo,
KUROZUMI Taiji, TOIZUMI Takeji, NOGUCHI Marie
…………… 1

Investigation of Volatile Substances from Various Types of Water Damaged
Cultural Assets after Being Treated by Different Drying Methods III

— Problem and Solutions —

…………… OIKAWA Tadashi, HAGA Aya, MORIYA Aya …………… 29

Humidity Characteristics of a Storage Room Using Wood-based Interior Materials

…………… OIKAWA Tadashi, HAGA Aya, MORIYA Aya …………… 35

The Objects Damaged by The Great East Japan Earthquake (2)

— Investigation of Traces Disaster of Damaged Rucksacks in Minami-Hama
Tsunagukan Memorial Hall —

…………… MORIYA Aya …………… 39

Japanese Hiragana Character of 'の' (no) - shaped Stone Ornament of The Middle
Jomon Period, Collected from Kamitsutsumi Site, Tome City, and *Kuda-tama* Bead
with Neat Tubular Shape of The Yayoi Period, and Others Excavated from Negishi
Site, Osaki City, Miyagi Prefecture, Japan

…………… AIHARA Junichi, IIZUKA Yoshiyuki …………… 45

[Document introduction]

The Nirvana Painting by KOIKE Kyokko

…………… OKUBO Haruno …………… 60