

## 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 真彦(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) バレオ・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. 土器類の被損の特徴              | 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 $39^{\circ}12'$ 、東経 $139^{\circ}33'$ 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2.75ha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曉彦・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 飛鳥の遺跡分布と調査（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満岳二、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、東海岸オボガの浜地区を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、露頭での構造は確認されない。

平川の調査では、上位の津波堆積層Ts1は「表層有機質土壤の発達程度から1833年天保出羽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、相原らはこの疊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層の津波堆積層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)<sup>1)</sup>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。

東北島	津波層(小字)	西津軽(津山)	西津軽(津山)	南房(千島)	南房(千島)	南房(千島)
1993 北海道西北沖	1833 日本海中部	1833 日本海中部	1833 庄内沖	(1833 内海内)		
Ts1 10C. 遺跡大島	Ts1	Ts1	Ts1 10C?	(1766 震度?)		
Ts2 17.740±1.184(7)	Ts2	Ts2 9C?	Ts2 850 AD?	Ts2 10C?		
Ts3 AD? 9C?	Ts3					
Ts4 2.8 ka	Ts4	Ts4 2.8 ka	Ts4	Ts4		
Ts5 2.8 ka	Ts5					
Ts6 1.8 ka	Ts6					

① 日本海東縁各地の津波堆積層(平川2013cから)

表:日本海沿岸各地の古津波堆積物層と年代(例-14、考古遺物に基づく)					
北海道西北沖 日本国中部 庄内沖 長波北海岸					
奥尻島(舟、東引) 古津波(奥尻・津山) 男鹿 岩手 仙台南海岸					
1993(沈没X) 1983 1833(EP)津山					
(774) 船島大島					
13 C		13 C			
11-13 C.	—	11 C (10-13 C)	11 C		
—	9 C(津山)	(津波 Event) AD850?	9 C.		
AD/BC	AD/BC(津波Event?)	(津波Event?)	AD/BC?		
2.5-2.7 ka	2.7 ka	2.8 ka	2.8 ka		
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)
--------------------------------

日本の沿岸区	ゴトロ浜地区北	ゴトロ浜地区南
Loc.①	Loc.⑤	Loc.⑥
Ts1 1833	Ts1833はない?	Ts1 1833?
		soil
	* 1168~1217AD	soil
	Ts2 120~130(あった?)	Ts2
		soil 11~1225~1296AD
	Ts3	
	* 1266~1296AD	
Ts4 10C~11C?		
	~9C-10Cの土器、須恵器	
	~971AD	
Ts5 9C?	Ts9C 9C?	Tsありそう
	* 890~981AD	
	堆積性堆積物	
	* 501~613AD	
基盤	堆積物、ペース AD/BCに? 基盤 3m+	Ts3
		soil 896~830BC
		堆積物、ペース 896~830BC
		基盤 7m+

④ 東海岸 テキ穴渓谷 11~12世紀に豪族全員が渓谷で死亡(津波による?)

⑤ 飛島西海岸の津波堆積物層(平川2014から成)

表1 平川一臣による日本海東縁の古津波堆積物層

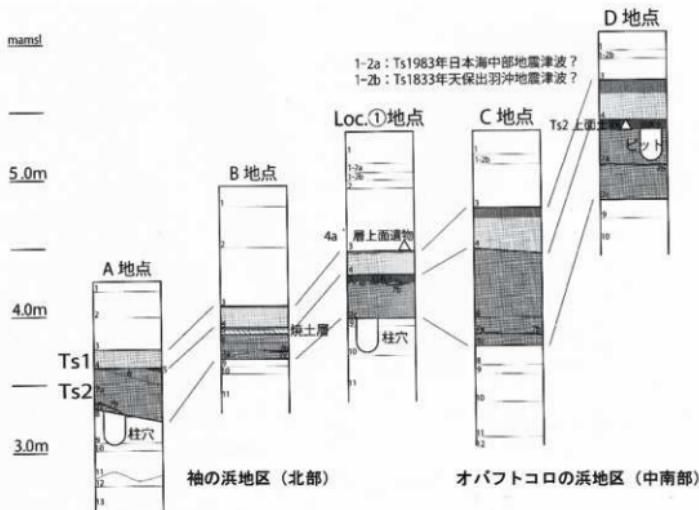


図3 飛島西海岸遺跡の造構と津波堆積層の関係（相原 2014 から）

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）。

東海岸のオボグの浜地区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）。袖の浜地区的調査では、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の上下に二つの造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、造構面と認定した。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的調査（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年天保出羽冲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壤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。このうち須恵器壺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、山形県酒田市生石願瀬山第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(『日本文德天皇実錄』『日本三代実錄』)、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、この中に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。この調査検討会の場で、平川一臣は2012年11月調

査のデータに<sup>14</sup>C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ない根拠は見当たらない。Ts2に関してはその上下の<sup>14</sup>C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 자체があいまいなものとなっている。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<sup>2)</sup>。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。

<sup>14</sup>C 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 <sup>14</sup>C 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つたことを示す。」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）における縦主体ないしは砂質の津波堆積層中にいざれも製

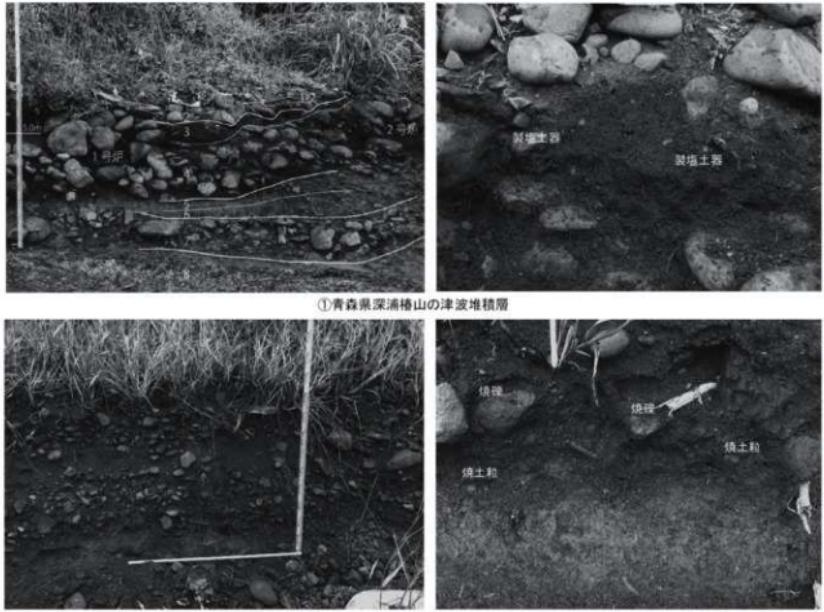


図 5 青森県深浦椿山と新潟県佐渡春日崎の津波堆積層と製塩遺跡

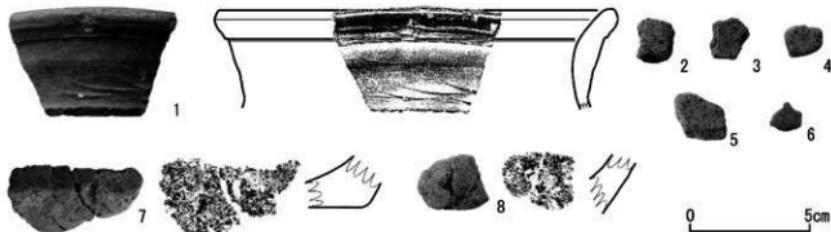


図6 新潟県佐渡春日崎かまんど遺跡

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磯の地下の分布状況から、津波被災の週上域を明らかにしようとする実験的な取組みがなされた(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的調査は相原らが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日前午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。標高は海平面から計算した。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。下部に入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。赤焼土器壺片(図7 IV層4・5)と土師器壺片(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7 IV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。入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。

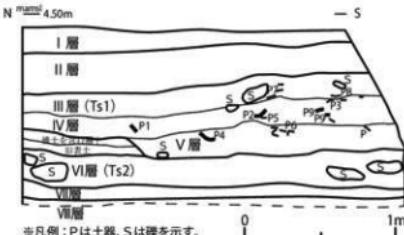
## (2) 出土遺物 (図7下・8)

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

須恵器壺 (P8) は大型品（頸部径約 20cm）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)**：須恵器壺 (P2) は、口径 13.3cm、器高 41mm 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 6.8cm と推測される。同壺 (P1) は口径 13.0cm、器高 3.5cm、底径 5.5cm のヘラ切り離しで、身の浅い台形状を呈する。須恵器壺 (P3-1) は、須恵器壺 (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) 砂質 (Ts1) 表土。土器・製塩土器・炭化物を若干含む。
- IV : 黒色 (10YR2/1) 砂質粘土 (Ts1 下部)。土器・製塩土器・炭化物を多く含む。
- V : 黑褐色 (10YR3/2) 砂質 (Ts2)。砂を多く含む。
- VI : 黑褐色 (10YR3/2) 粘土 (旧表土)
- VII : にじみ黄橙色 (10YR6/3) 砂質 (地山)

飛島西海岸袖の浜地区 A-1 地点 基本層序

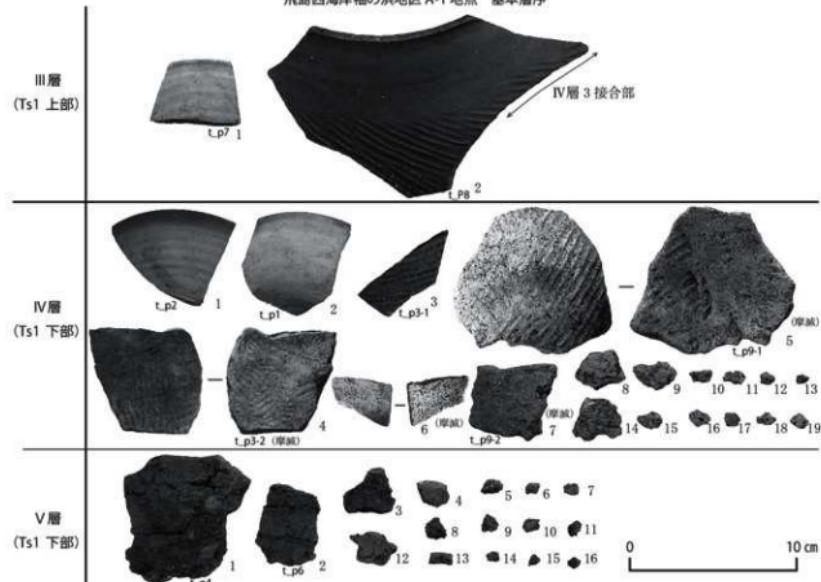


図7 飛島西海岸袖の浜地区 A-1 地点の調査

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0.8cmとやや薄手の口縁部である。口唇部は幅約4mm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1cm前後とやや高く、粘土紐幅は約2~2.5cmと幅広で、口縁部に平坦面がある。胴部(P6)が器高約0.8cm、粘土紐幅は約1.5cm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（図絵 2⑤、3①）。

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（図絵 3①）。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碎け、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

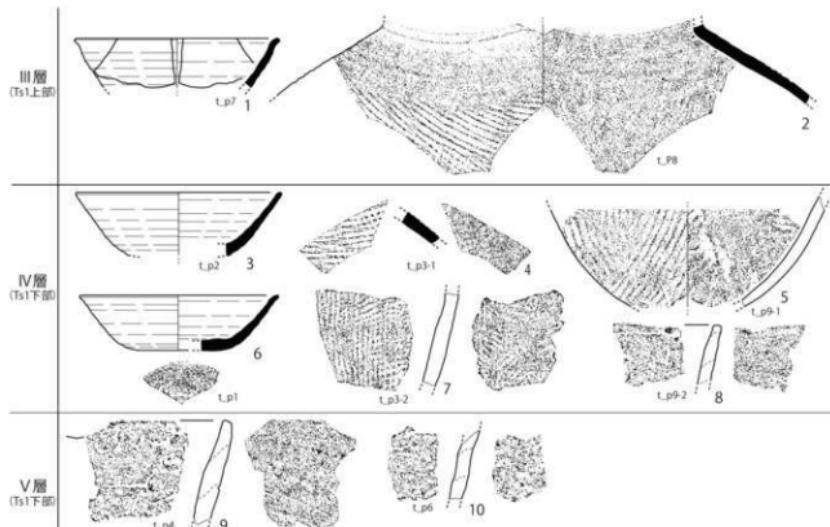


図 8 飛島西海岸袖の浜地区 A-1 地点の調査

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。上面に構造面が想定されるが、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。

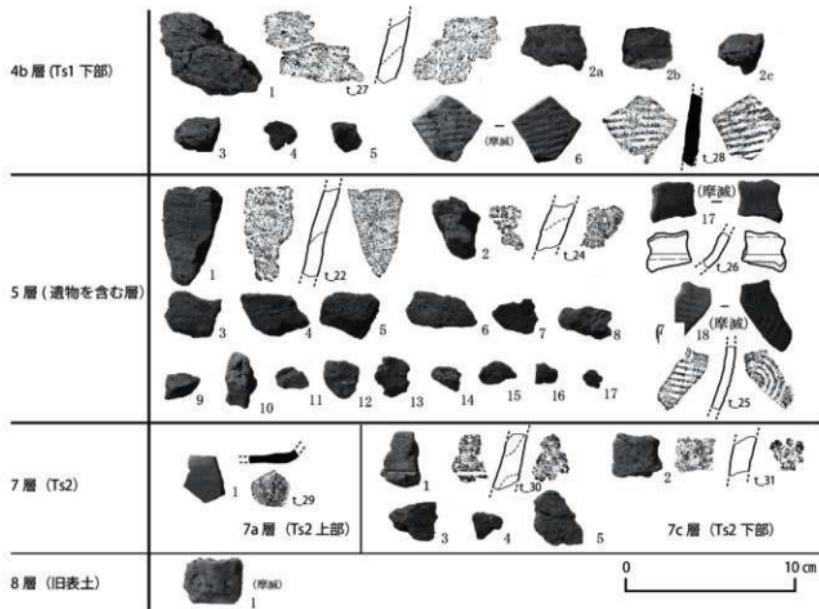
7層：A-1地点のVI層/Ts2に相当する。水成堆積の津波固有の構造（藤原2015）を残しており、7a層がUnit1(引き波堆積物)、7b層が泥質のMud drape(津波の停滞)、7c層Unit2(押し波堆積物)



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、偽縫を含み、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VII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。扁平縛下の7c層からは製塙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、摩滅した製塙土器が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（飛島）番号を付した。

**4b層（Ts1下部）：**製塙土器（t27）は、胴部で器高1cm前後と高く、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）：**製塙土器（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、ヘラ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）：**製塙土器（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觀津波（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が焼けた小縫である。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。全体的に摩滅が著しい。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abedに割れたものとみられる。Aの割れ口縁辺にはリタッヂ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

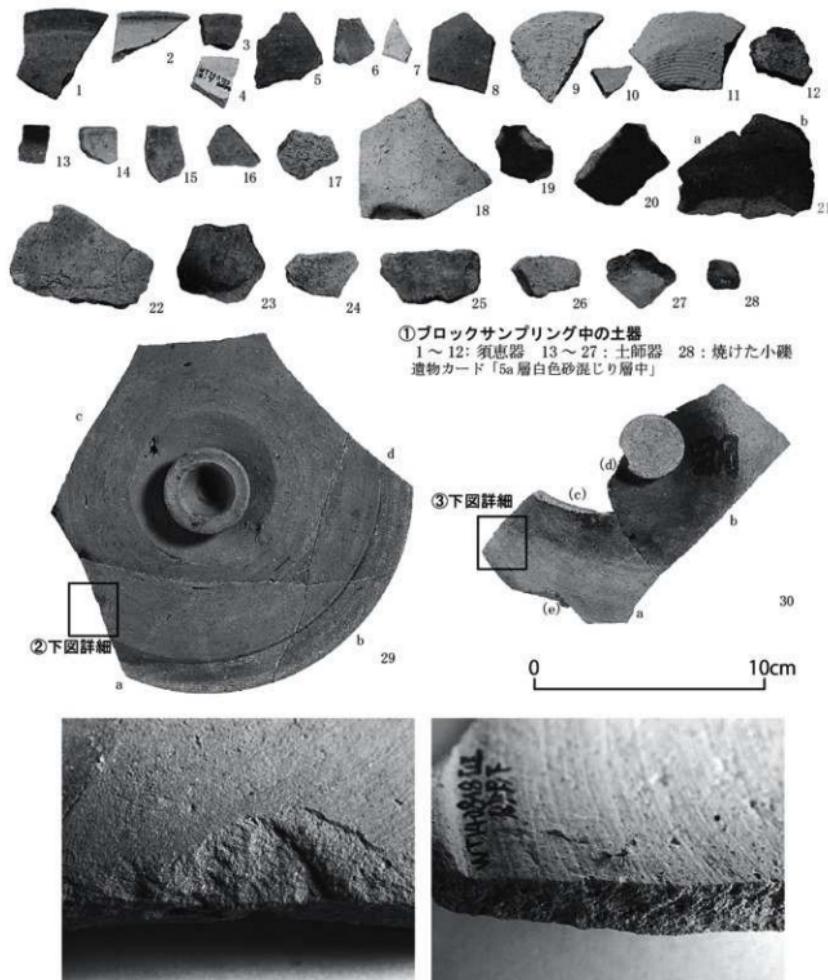


図10 宮城県山元町熊の作遺跡の貞觀津波堆積層中の土器

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、耕作によつ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須恵器壊破片、割れ口は新鮮、割れ口縁辺は摩滅。2須恵器壊破片、割れ口は新鮮、割れ口に泥状被膜が付着する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須恵器壊破片、割れ口は新鮮、割れ口縁辺は摩滅。2須恵器壊破片、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須恵器壊破片、割れ口は新鮮、III層2と接合。4赤焼土器壊破片、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赤焼土器壊破片、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土師器壊破片、摩滅が著しく、割れ口全体が丸くなっている。7～19製塙土器破片、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製塙土器破片である。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層製塙土器と比べて軽微である。他に焼薬片がある。

### (2) A-2 地点（図9下）

4b層（Ts1 下部）：1～5製塙土器破片である。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製塙土器破片である。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土師器壊破片・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須恵器壊破片である。割れ口は新鮮である。

7c層（Ts2 Unit2）：1～5製塙土器破片は扁平碟の下から出土した。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製塙土器破片である。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. 製塙土器

前回調査のオバフトコロの浜D地点（図2②）では、製塙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、製塙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、壺・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塙を伴わない一般集落とほぼ同様な様相が窺われた。製塙土器単体では、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 の最上部の土壤化した層にあたり、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(土錐)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く可能性が高い。出土した須恵器坏には、底径 6.4 cm・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 5.8 cm 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

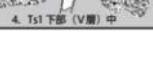
	A-1・2 地点 (2019)	Loc.①・B 地点 (相原ほか 2013)
4a' 層 上面		 <p>6. Ts1 上面 (4a' 層上面) 9C3/4 7. Ts1 上面 (4a' 層上面) 9C3/4 8. Ts1 上面 (4a' 層上面) 9C3/4</p>
Ts1 (III・4a 層) 中	 <p>1. Ts1 上部 (III 層) 中 9C 後半</p>	 <p>9. Ts1 (4 層) 中 9C3/4 10. Ts1 (4 层) 中 9C1/4 11. Ts1 (4 层) 中 8C4/4</p>
Ts1 下部 (IV・V・ 4b・5 層) 中	 <p>2. Ts1 下部 (IV 層) 中 9C3/4</p>  <p>3. Ts1 下部 (V 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 層上部) 9C1/4 14. Ts2 二次堆積層 (6 層上部) 8C 後半～9C 前期</p>
		 <p>15. Ts2 下部 (7c 層) 中 BC3/4</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は城輪樋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觀津波（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1四半期の順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。この須恵器塊は胎土の特徴は酒田市順瀬山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層出土の外側平行タタキ・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革も製塩に関連するのではないかと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・検討の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つた。

堆積物の採取地点と層序は、図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、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①-⑥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、海生珪藻が少數抽出されている(Ⅷ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”的状況を示し、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リイである。

## 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(桶泉)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ることしたい。

### 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)ではタイ科頸骨(前上頸骨または歯骨)破片、硬骨魚類(真骨類)の鱗鱗破片および魚骨と思しき破片が各1点確認された。タイ科頸骨とした資料(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。鱗鱗破片(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・梢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つた。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／海藻を利用して藻塩焼き製塩が行われていたとする、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顯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つた。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つた。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つた。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からホソオカチヨウジガイの生きた個体（al）が、最下部の⑩からは同種の中位に古い死殻が得られた。特に、ホソオカチヨ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説であり、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、微細な“自然遺物”的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つた。

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、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. 飛島西海岸の抽ヶ浜A-1地点から採取した堆積物サンプルからの抽出詳細

、性等は未公表。・・・：対象となるもののみ抽出。LF：浮遊態分。NC：未クラフト

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	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 2.0mm	硬骨魚類(真骨類)	鰓蓋	破片	-	1	焼、マダイ亜科第2鰓蓋骨の可能性あり
			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思われた。

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、製塩構造も未確認であり、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と思われる。

#### ④堆積環境と人間活動

製塩土器片等がVI層下部(①)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%を超えており、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

(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る。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・炭化物はごく僅か認められなかつた。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4.5m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つた。ただ、貝殻片に9.5mmメッシュに残る大きなものはなかつた。

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の高さでもたらされた訳であり、風によるものとは考えられず、

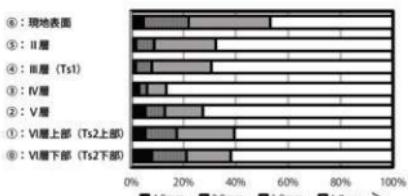


図12 袖の浜地区A-1地点における堆積物粒度の変化

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多い。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る。貝類は、上部からの植物や土壤動物による間隙を通つての、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縁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

飛島西海岸袖の浜地区 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、年代測定を行つた（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°C 16 時間
- ③水酸化ナトリウム 0.001M 80°C 20 分
- ④塩酸 1.2M 80°C 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°C 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 <sup>14</sup>C 年代（BP 年代）を算出するために、同位体分別の補正に用いる δ<sup>13</sup>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	<sup>14</sup> C 年代	補正用 δ <sup>13</sup> C
製塩遺跡炭化物	TKA-22008	1309 ± 19 BP	-25.5 ± 0.2 ‰

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	1290 cal BP(70.6%)	1233 cal BP
	1201 cal BP(16.9%)	1189 cal BP	1208 cal BP(24.8%)	1184 cal BP

<sup>14</sup>C 年代の単位は 1 標準偏差を示す。

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	660AD(70.6%)	718AD
	749AD(16.9%)	761AD	742AD(24.8%)	767AD

較正年代の算出には、OCAIA2 (Brennan Ramsey, 2009) を用い、較正データは 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

## VII. 堆積物中の珪藻化石群集

### 1. はじめに

珪藻は、10 ~ 500  $\mu\text{m}$  ほどの珪酸質殻を持つ單細胞藻類で、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、珪藻分析用ブレバートを作製した。

(1) 濡潤重量約 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、マイクロビペットで適量取り、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、ブレバートを作製した。

作製したブレバートを顕微鏡下 400 - 1000 倍で観察し、ブレバートの面積の 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、試料の処理重量とブレバ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、保存状態の良好な珪藻化石を選び、写真を図 13 に載せた。

### 3. 硅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 層	Ts1	黒色 (10YR 2/1) 糯混じり砂質シルト	砂質部分を分析
	3 VI層	Ts2	黒褐色 (10YR 3/2) シルト混じり砂	
	2 4層	Ts1	黒褐色 (10YR 3/1) 糯混じり砂質シルト	円礫を含む
A-2地点	4 7a層 (粗砂・泥)	Ts2	オリーブ黒色 (5Y 3/1) 糯混じりシルト質砂	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 袖の浜地区的堆積物の特徴

について述べる。

### (1) A-1 地点

#### Ⅲ層 (Ts1相当) : 分析 No.1

堆積物は疊混じり砂質シルト層である。堆積物 1g 中の珪藻殻数は  $1.8 \times 10^3$  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と、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  $1.7 \times 10^2$  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と、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

堆積物は円疊混じり砂質シルト層である。堆積物 1g 中の珪藻殻数は  $6.7 \times 10^2$  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と、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

堆積物は疊混じりシルト質砂層である。堆積物 1g 中の珪藻殻数は  $4.9 \times 10^3$  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と、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  $1.8 \times 10^3$  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と、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疊層である。堆積物 1g

環境指標種群	特徴
外洋性種群 (A)	海分濃度が 35‰ 以上の外洋水中で浮遊生活する種群である。
内湾性種群 (B)	海分濃度が 26~35‰ の内湾水中で浮遊生活する種群である。
海水干潟種群 (C1)	海分濃度が 12~35‰ の水底の海苔や海藻 (アマノリなど) に付着生活する種群である。
海水砂質干潟種群 (D1)	海分濃度が 26~35‰ の水底の砂地帯 (砂の表面や砂粒間に) に付着生活する種群である。この生息場所には、ウミクニタチの貝類相やカニなどの甲殻類相が見られる。
海水干潟干潟種群 (E1)	海分濃度が 12~30‰ の水底の泥炭に付着生活する種群である。この生息場所には、イボウミニア主体の貝類相やカニなどの甲殻類相が見られる。
海水藻場指標種群 (C2)	海分濃度が 4~12‰ の水底の泥炭や海藻に浮遊生活する種群である。
海水干潟付着種群 (D2)	海分濃度が 5~26‰ の水底の泥炭 (泥の表面や砂粒間に) に付着生活する種群である。
海水干潟干潟種群 (E2)	海分濃度が 4~12‰ の水底の泥炭に浮遊生活する種群である。淡水の影響により、汽水化した地帯に生活するものである。
上流性河川指標種群 (J)	河川上流域の渓谷部に集中して出現する種群である。これらは、陸生植物で前にびったりと張り付いて生育しているため、流れによってはぎれられてしまうことが多い。
中-下流性河川指標種群 (K)	河川の中-下流域、すなわち河川沿いでは河床埋没、崩落および自然崩壊、後背崖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、終またはさやで茎葉に付着し、体を水中に伸ばして浮遊する種が多い。
下流性河川指標種群 (L)	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、河川が三角洲地形に入ると流れが弱くなり、浮遊の種でも生育できるようになるとされる。
海水浮遊性指標種群 (M)	水深が約 1.5m 以上で、底では水生植物が見られるが、水面上には植物が生育しない深い淵に出現する種群である。
潮間帶水生植物種群 (N)	潮間における浮遊植物として、沿岸地帯における付着種としても重要な出現が見られた。潮間・沿岸地の潮間を指標とする可能性が大きい種群である。
沿岸帯付着性指標種群 (O)	小潮 1m 内で、一部が植物が繁殖している所における付着種としても重要な出現が見られた。潮間・沿岸地の潮間を指標とする可能性が大きい種群である。
高濃度泥沼指標種群 (P)	底泥ケヨ泥沼やカキケヨ泥沼などによく、ミズガマを中心とした植物群落および泥沼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)	上述の水質に対して、陸域を生態系として生活している種群である (陸生種類と呼ばれている)。
陸生珪藻 A 群 (Qa)	耐塩性の高い特徴のグループである。
陸生珪藻 B 群 (Qb)	A 群に隣接し、干いた海藻や水にも生育する種群である。

表 6 硅藻化石の環境指標種群

中の珪藻殻数は $7.6 \times 10^6$ 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

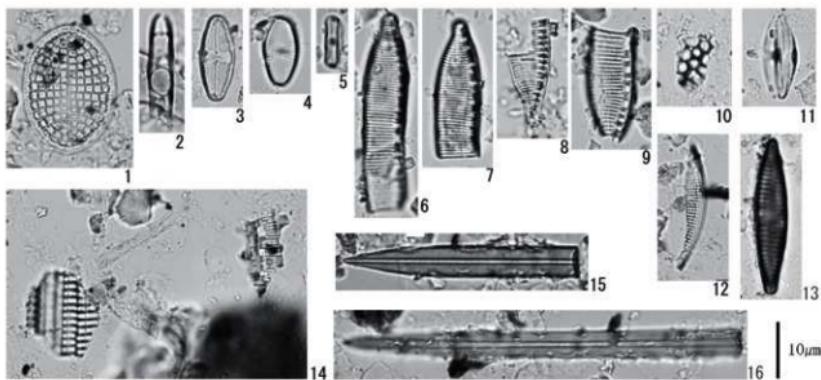
分析の結果、A-1・A-2地点とも全試料から珪藻化石が検出されたが、産出数が少なすぎるため、群集組成から堆積環境の推定はできない。しかしながら、堆積物はいずれも砂礫を含むイベント堆積層と考えられており、砂礫を含む点から考えても、堆積速度は速かったと推察される。よって、堆積速度が速かったために、珪藻化石が捕獲されにくかった可能性がある。

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)、たとえば宮城県の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碎岩層(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 vaucheriæ* (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>Planothidium</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>vaucleræ</i>	K				1		
8 <i>Hantzschia</i>	<i>amphioxys</i>	Qa		2		6		
9 <i>Luticola</i>	<i>mutica</i>	Qa			4	5		
10 <i>Navicula</i>	spp.	?			3			1
11 <i>Unknown</i>		?						
海水灘場		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			
その他の不明種		?						
海水種			1	2			2	
海～汽水種								
汽水種								
淡水種			2					
合計			3	2	8	15	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	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、偽縫 (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<sup>3)</sup>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的 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 (鎌瀧ほか 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(±2σ)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、詳報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い今まで記されている。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、扁平疊が並ぶ砂疊層(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は扁平疊を含む砂疊層であり、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層上部には扁平疊も含まれ、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親津波(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、すべて製塙土器の微小片で、しかもほとんどの製塙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」(遺物の人为的廃棄層:大野・鳥居1894)とはみるとことができず、貝塚における破碎貝層のように自然の營力にさらされた堆積層として理解された。製塙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、焼穀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要であり、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『日本文徳天皇実錄』『日本三代実錄』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る。

嘉祥三年（850）出羽国庄内大地震は、『日本文徳天皇実錄』の嘉祥三年十月十六日条に「出羽国言上、地大震裂、山谷易處、圧死者衆。」、十一月廿三日条に「出羽州壙、偏應・銅龍之機、邊府黎貯、空被・梟禽之害、邑居震蕩、陷・厚載・而不・安、想・難虞・而盆恐、…」とあり、大地震があつ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、形勢改變、既成崖泥。加之、海水漲移、迫府六里所、大川崩壊、去陞一町余。…」（『日本三代実錄』）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、崖泥（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<sup>4)</sup>。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 図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）<sup>5)</sup>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いない。「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 ~ 0.2 m に形成され、「多くの遺物、炭化物、焼土、焼結凝灰岩棟を含み、I - J・7 - 10 区にかけ幅 2 - 5 m の帶状に検出」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」をもたらす自然の営力について、津波等の観点から再検討してみる

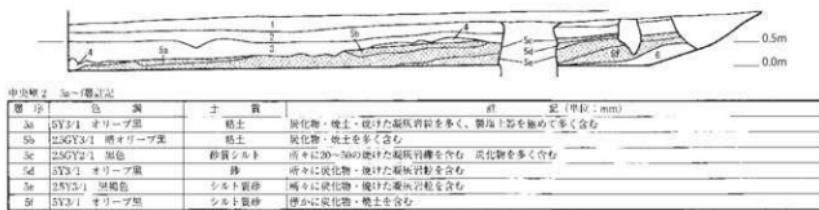


図 14 宮城県松島町瑞巖寺境内遺跡の破碎製塩土器を含む層（後藤 2009 から）

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ではなく、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つ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	福島	宮城	福島	岩手	福島	仙台	福島	宮城	山形
縄文初期													
前生糞期													
中糞													
後糞期													
中糞													
後糞													
自糞													
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）の研究の一環をなすものである。

試料採取にあたっては、山形県知事から庄總環第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・齋藤瑞徳・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・佐藤慎宏1971）には埋葬説（川崎1981）と穴居・異狄説（佐藤慎宏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擾乱のために散乱したとする解釈を採用（Yamaguchi・Ishida2000、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90年前後にある。

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、底部調整は回転系切り、回転ヘラ切り、手持ち箋削りが存在する。」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—旧石器発掘推進問題後の見解」『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平から」『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塙遺跡の調査—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 「<sup>(補説)</sup>山形県酒田市飛島西海岸製塙遺跡—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, 宫城県考古学会
- 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・山元町熊の道跡からの検討—」『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・坂上弘・梅津和夫 2006 「山形県酒田市飛島の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 「頸瀬山・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 「調文時代における製塙行為の復元—茨城県広畠貝塚採集の白色結核体の生成過程と土器製塙—」『駿台史学』149, pp. 135-137-159, 駿台史学会
- 阿部芳郎 2016 「「蒸塙焼く」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塙技術史の解明 I—縄文から古代まで拡張してみるもの—」『製塙研究の課題と展開—縄文時代製塙技術史の展開と課題—』, pp. 9-16, 明治大学資源利用史クラスター
- 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」『東北大』42, pp. 73-88
- 植松曉彦 2017 「庄内北部の吉祥地震について」『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, 公益財團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.
- 大沢穣・池辺穣・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地図図幅)『地質調査所
- 大野延太郎・宇垣龍三 1894 「武藏国北多摩郡国分寺石器時代遺跡」『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・廣瀬直・嵯峨山積・高橋良・渡邊達也・輿水健一・田辺淳・大津直・ト部厚志・岡崎紀俊・深見浩司・石丸聰 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 「貞觀五年越中・越後地震に關する一考察」『研究紀要』7, pp. 19-40, 新潟県埋蔵文化財調査事業団
- 継濱孝信・阿部恒平・黒瀬秀樹・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, 日本国第四紀学会
- 継濱孝信・高瀬慎也・松富英夫・阿部恒平・黒瀬英樹 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 「酒田市頸瀬山第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 「酒田市頸瀬山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 2001 「石器の産状は何を語るか—検証の一歩前進のために—」『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 「コママ遺跡の貝類学的研究」『東京都三宅島コママ遺跡発掘報告書』pp. 73-86, p1. 20., 島の考古学研究会調査報告書 1
- 黒住耐二 2012 「トクサオカチヨウジガイ」『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 「微小貝類遺存体」『山野貝塚絶括報告書』pp. 172-179, 補々浦市教育委員会
- 黒住耐二 2018 「微小貝類から想定される「葦灰」製塙の可能性」『日本動物考古学会第6回大会講演要旨集』p8
- 黒住耐二 2018b 「貝類遺存体からみた宮ノ浦道路—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 「宮城県塙市浦戸石浜梅ヶ浜製塩遺跡の発掘調査」『貝輪』3, 宮城県塙女子高等学校
- 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 「瑞巌寺境内の製塩遺跡について」『瑞巌寺境内遺跡—新宝物館建設に伴う発掘調査報告書』第2分冊付3, pp.189-214, (宗)瑞巌寺
- 後藤勝彦 2016 「宮戸型式について、その後の進展について—陸前地方の縄文文化中期から後期・晚期の編年学的研究』『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ー」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ー」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 「繩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 「飛島洞窟発掘調査報告 調査の概要」『庄内考古学』10, pp.7-10, 庄内考古学研究会
- 佐藤祐宏・佐藤潤子 1971 「酒田市鶴瀬山四号古窯跡」『山形史学研究』7, pp.86-101, 山教史学会
- 佐藤祐宏 1971 「飛島洞窟発掘調査報告 調査日誌」より『庄内考古学』10, p.18, 庄内考古学研究会
- 佐藤祐宏 1999 「飛島の洞窟遺跡」『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」『蔵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
- ペレオ・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: 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』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: 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 「飛島の海岸段丘」『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)出羽地震に關する論点の整理—「海水溢流」をどう解釈するかー」『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 山海塗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 払ノ下遺跡発掘調査報告書』山形県埋蔵文化財調査報告書129
- 山崎純男 1993 「出土遺物各論 IV—自然遺物ー」『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, 爱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). Siliceous 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. Haflidason, I. Hajdas, C. Hatte, T.J. Heaton, D.L. Hoffmann, A.G. Hogg, K.A. Hughen, K.F. Kaiser, B. Kramer, 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 <sup>14</sup>C 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