

実験 古代の塩づくり

安 英樹

はじめに

当センターが平成13年10月27日（土）に実施した「古代体験ひろば 収穫まつり」（以下、収穫まつり）の中には、「実験 古代の塩づくり」というコーナーがあった。このコーナーは、収穫まつりで扱われたような諸々の食材を加工し調味・保存する上で深く関係するであろう古代の塩について、一般の参加者に理解を深めてもらうことを目的として企画したものである。当センターでは過去にも種々の公開実験を行ったことがある⁽¹⁾が、古代の塩づくりについては初めての試みであり、準備から手探りの状態であった⁽²⁾が、何とか目的を果たして無事終了することができた。

小文ではその内容をまとめることで、少しでも古代の生活復元に役立てたい。また、今後、同種の実験が容易に行えるように、経過と要点を記録するものもある。なお、小文は、実験を企画した当センター企画課ほか関係者の了解を得て筆者がまとめ、文責を負うものとする（以下、敬称略）。

1 実験の準備

実験の方法は、遺跡からの出土品をモデルに復元製作した古代の製塩土器を使用して、海水を濃縮した鹹水を煮詰めることによって、塩を得るものである。当日までの準備作業については、製塩土器の製作、鹹水の確保、予備実験の三項目に分けて整理できる。以下は、項目別の概要を記す。

製塩土器の製作

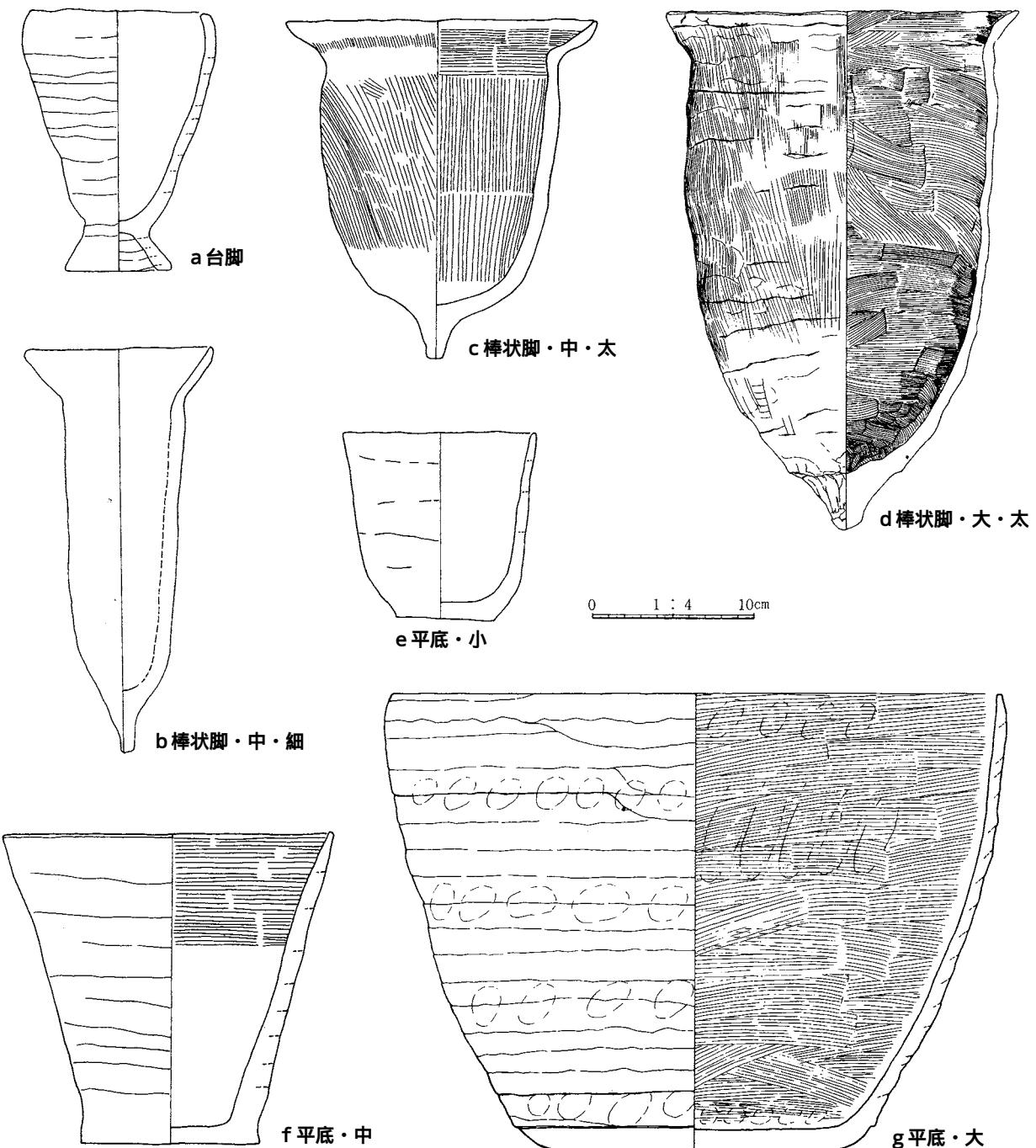
実験に使う製塩土器の製作は、川畠誠と柿田祐司を中心となって9月の末ごろから着手した。胎土は砂礫30%を混和した瀬戸の陶土を用い、技法は回転台を使用して紐積みで成形した。基本的な調整はナデで、大型のものはハケを施している。乾燥には1～2週間を費やした。焼成は本来なら野焼きを試みるところであるが、期間が限られており、失敗をさけるため電気窯で行った。作成したのは台脚の付いたタイプ1点、棒状脚の付いたタイプ15点、平底タイプ7点の合計23点である。詳しく言うと台脚タイプは小型1点、棒状脚タイプは小型で細身が4点、中型で細身が6点、中型で太身が1点、大型で細身が2点、大型で太身（中島町ヤトン谷内遺跡モデル）が2点で、平底タイプは小型が2点、中型が3点、大型（羽咋市寺家遺跡モデル）2点であった（第1図）。ちなみに土器編年上では、台脚、棒状脚、平底の順に推移し、鉄釜に切り替わるものとされる。

鹹水の確保

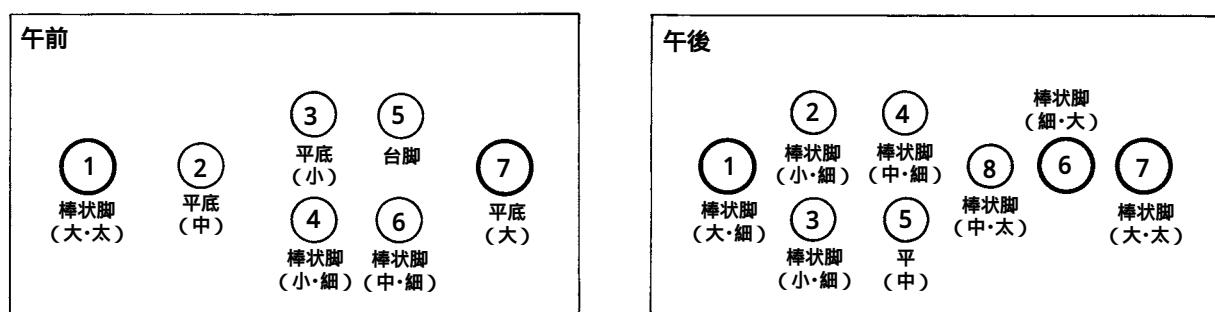
鹹水は海水を採取して煮沸し、濃縮することで確保した。鹹水の生成は、製塩土器の製作と並行して行われ、主に中島俊一、中山由美が担当した。具体的には海水を大鍋に入れてガスコンロで煮詰めることによって、300ℓを超える量の海水から約60ℓの鹹水が得られた。単純計算であるが塩分濃度3.8%の海水を約5倍に濃縮していることから、鹹水の塩分濃度は15～20%程度と予測される。大鍋1杯（有効容量約10ℓ）の海水を濃縮するにはほぼ日中が費やされており、きわめて多くの時間と熱量、燃料が必要であった。また、これ以上煮詰めると水中に塩の結晶があらわれることがあり、このあたりが濃縮の限界に近いということも明らかになっている。

予備実験

以上のように準備した製塩土器と鹹水の一部を使って、実験前々日の10月25日（木）の午後1時から5時まで、中島、中山、安で予備実験を行った。山砂を盛って炉床とし、製塩土器（棒状脚タイプの小型細身1点、平底タイプの中型1点）を置き、薪を並べて実際に点火してみたものである。



第1図 製塙土器実測図 (a~c・e・fは当センター製作品、dはヤトン谷内遺跡出土品、gは寺家遺跡出土品)



第2図 製塙土器の配置

その結果、塩づくりには成功したものの、点火から沸騰までは約40分と時間がかかる、棒状脚タイプと平底タイプでは平底タイプの沸騰が遅い、棒状脚タイプが激しく沸騰するのに対して平底タイプは穏やか、水分をほとんど蒸発させてしまえば一定量の塩が得られるが、かなり時間がかかる、など熱効率に関わる問題が明らかになった。については炉床の山砂が湿っていたことが関係すると思われ、実験当日までに乾燥させておくこと、については土器の形状で火の当たり方が異なるようであり、平底タイプには支脚を使用して底上げすること、といった対策が講じられ、・については当日もっと観察してみようということで、実験本番にのぞむことになった。

2 実験の経過

実験条件

収穫まつり当日の10月27日（土）は明け方冷え込んだがよく晴れ、暖かい一日となった。当日の気象は、金沢市の記録では「天候快晴、湿度50%、風速4 m/s、気圧1024hpa、最高気温20.9、最低気温9.8」となっている。実験の時間は、収穫まつりの行程上、午前と午後の2回とし、1回目を午前10時から12時まで、2回目を午後1時から3時までに設定した。

実験コーナーの状況は、約3m × 1mの長方形の範囲に乾いた山砂を盛って炉を設営した（写真5）。山砂の厚さは製塩土器の棒状脚を沈めて安定する程度とした。燃料にはナラなど広葉樹雜木の薪を使用し、予備実験で必要とされた支脚には耐火レンガを使用した。この他、製塩土器と鹹水以外で準備した物品は、火ばさみ、軍手、バケツ、計量カップ、デジタルカメラ、柄杓、タオル、救急箱、筆記用具、記録用紙などである。

当日の実験は中島、中山、安が担当した。以下は、1回目と2回目の状況を記す。

1回目（午前）

製塩土器は7点を第2図～のように配置した。とについては支脚を使用した（写真7）。着火はまずとの周辺（10:07）に行われ、順次とに挟まれた～の範囲へ広がっていった（10:30）。沸騰はまず（10:42）、次いで（10:45）で、さらに（10:48）、（10:49）（10:52）と進む。については沸騰を書き漏らしてしまった。予備実験の時と比べると製塩土器のタイプによる熱の伝わり方に大きな差はないようであり、支脚の効果がわかる。しかし、全般に棒状脚タイプは対流が起きやすく沸騰が強いが、平底タイプは穏やかでなかなか強くならなかった。一方、大きさについても中小型は沸騰が早いが、大型もそれほど時間差が開かない。については水漏



写真1 予備実験遠景



写真2 予備実験近景



写真3 予備実験の塩生成状況（棒状脚タイプ）

れがひどく、加水を繰り返しても全くたまることがなかった。

沸騰が強くなると土器内面の喫水線に白色の固形物がリング状に付着し広がり始めた。塩の生成である。以降、鹹水を加えていったが、水分を蒸発させるのは思った以上に時間がかかり、次々と何回も加水できたのは中小型のみで、大型のものは1回加水したのみであった。終了の時間が迫り、薪を除けて(11:50)、火を消した(12:00)が、この時点では・・・はほとんど水分が残らず、・・・は少し残った。しかし・・・も炉と土器自体の余熱によってほとんど干上がっている(12:30)。煮詰めて生成したものは、土器の側面に生じた固形塩と底面に生じた結晶塩であり、棒状脚タイプでは前者がより顕著であった。1回目の実験で消費した鹹水は9.9ℓ、燃料は薪8束であった。

2回目(午後)

製塩土器は8点を第2図～のように配置した。については不注意で経過を記録できなかつた。着火はまずの周辺(13:17)で、次いで～まで広がつた(13:37)。この時点でには細かい泡が対流し沸騰が始まっており、次いで(13:42)、(13:45)、(13:49)と沸騰が始つた。とについては書き漏らしてしまつたが、ほとんど変わらない時間に沸騰が始まつてゐる。については火力が強すぎて鹹水が吹きこぼれる一幕もあつた。1回目と比べると、沸騰の状況は同様であるが、時間は明らかに早くなつてゐる。炉が暖まり乾燥が進んだ効果であろうか。

以降は鹹水を加えていったが、については水漏れが多かつた。終了の時間が迫り、水分が蒸発して干上がりかけたものから順に薪を除けて火を消していった(～15:00)。～については、火力と余熱でほとんど干上がつたが、大型のはある程度水分が残り、余熱でも干上がらせるることはできそうになかつた。塩のでき方については1回目とあまり変わることろがなかつた。2回目の実験で消費した鹹水は11.8ℓ、燃料は薪3～4束であった。

その他

なお、実験にあたり、塩づくりの工程や、製塩土器の変遷、製塩遺跡の分布をパネルで表示し、遺跡から出土した製塩土器破片や、実験で生じた塩、実験には使用しなかつたが海藻などを展示した(写真15)。塩は味見できるように盛り付けられており、コーナーを訪れるまつり参加者の反応は上々で



写真4 実験コーナー遠景



写真5 炉の設営状況



写真6 1回目(午前)実験の着火状況

土器 番号							
土器 種類	棒・大・太	平・中	平・小	棒・小・細	台	棒・中・細	平・大
当初 水量	2,500cc	1,000cc	300cc	200cc	500cc	500cc	3,000cc
10:00	開始	開始	開始	開始	開始	開始	開始
10:07	着火						着火
10:13							
10:30		着火	着火	着火	着火	着火	
10:42	沸騰						
10:45	沸騰(強)						沸騰
10:48		沸騰					
10:49				沸騰			
10:52						沸騰	
10:54				+100cc		+200cc	
10:57							沸騰(強)
10:59						+200cc	
11:00				+100cc			
11:02						沸騰	
11:04					+200cc		
11:10						+100cc	
11:15		+400cc					
11:16	+400cc						
11:18			+200cc	+200cc			
11:23						+100cc	+400cc
11:50	薪除ける	薪除ける	薪除ける	薪除ける	薪除ける	薪除ける	薪除ける
12:00	終了	終了	終了		終了		終了
12:30				終了		終了	
実験 結果	成功	成功	成功	成功	水漏れ 失敗	成功	成功
合計 水量	2,900cc	1,400cc	500cc	600cc	700cc	1,100cc	3,400cc

第1表 塩づくり実験チャート(午前)

土器 番号								
土器 種類	棒・大・細	棒・小・細	棒・小・細	棒・中・細	平・中	棒・大・細	棒・大・太	棒・中・太
当初 水量	1,000cc	300cc	300cc	500cc	500cc	2,000cc	4,000cc	未記入
13:00	開始	開始	開始	開始	開始	開始	開始	開始
13:17						着火	着火	
13:37	着火	着火	着火	着火	着火		沸騰	着火
13:42					沸騰			未記入
13:43					沸騰(強)			未記入
13:45		+100cc		沸騰				未記入
13:48				+200cc			沸騰(強)	未記入
13:49	沸騰							未記入
13:52	沸騰(強)							未記入
13:53	+200cc				+200cc			未記入
13:56			+100cc	+200cc				未記入
13:58	+1000cc			+100cc				未記入
14:08			+100cc	+100cc	+100cc	+100cc		未記入
14:11						+300cc		未記入
14:26					+400cc			未記入
15:00	終了	終了	終了	終了	終了	終了	終了	終了
実験 結果	成功	成功	成功	成功	水漏れ 失敗	成功	水分残 成功	成功
合計 水量	2,200cc	400cc	500cc	1,100cc	1,200cc	2,400cc	4,000cc	-

第2表 塩づくり実験チャート(午後)

*1 第1表と第2表は沸騰時間を書き漏らしたものであり、実際は他と大きく変わらない状況で沸騰している。
 *2 実験結果の「成功」は塩A・塩Bとも生成したものであり、生成した量は問わない。



写真7 平底タイプ(午前)の耐火レンガによる支脚



写真8 平底タイプ(午前)の沸騰状況



写真9 棒状脚タイプ(午前)の沸騰状況



写真10 平底タイプ(午前)の実験終了状況



写真11 1回目(午前)実験の土器配置



写真12 2回目(午後)実験の水漏れ



写真13 2回目(午後)実験の土器配置



写真14 棒状脚タイプ(午後)の吹きこぼれ

あった。

また、午前と午後の実験を通して感じたことだが、火前で作業を行ったため、火熱を受けて顔の皮膚などがひりひりした。この症状がひどくなると熱射病になるかもしれない。中でも火前で行う薪の調節と鹹水を投入する作業は最もつらいものであった。かぶりものや柄の長い柄杓は必ず備えておくべきであろう。今回はタオルや棒などを応急的に使ってしのいでいる。

さらに余談であるが、まつり参加者の中から「私もむかし塩水を煮詰めたことがある」「むかし近所の海岸で塩田を見た」という内容のお話を複数うかがうことができた。場所は北加賀の海岸で、戦中戦後のころという条件が一致していた。近代の塩つくりは能登地方が有名であるが、食糧難の時代には加賀地方でも身近なものだったようである。



写真15 パネル・展示状況

3 実験の成果から

今回の実験では、私たちの経験不足もあり、水漏れや記録ミスなどの至らなかった点は多いが、それでも古代の塩づくりを復元する上で手がかりとなりそうな結果が得られ、一定の成果があったと感じている。以下は、あれこれ考えてみたことについて、実験の手順に沿って記す。

製塩土器と鹹水づくり

製塩土器づくりで最も苦心したのは棒状脚タイプであり、棒状脚をどのように付けるかという点であった。棒を最初に作ると置けなくなって製作しづらくなるが、最後に付けようすると大型のものでは体部を支えられないし、細身のものは内部に手が入りにくいのである。また、正位で立てることができないため、乾燥させる時は逆位に置かざるを得ない。出土品の口縁端部に面ができるものが多いのはこれと関係している可能性があろう（製作者談）。

鹹水づくりについては、岩塩が少ない日本においては塩づくりの重要な工程の一つである。この工程をはさまずに海水を直接煮詰めていけば、確実に塩は得られるであろうが、実に多くのエネルギーを消費することも確実であり、効率の悪さはすでに指摘されている〔小澤1984〕。今回は海水を濃縮する「採鹹」^{さいかん}と呼ばれる工程を煮詰めて行ったが、おそらくはこの後の土器で鹹水を煮詰める「煎熬」^{せんごう}と呼ばれる工程以上に時間と熱量を費やしている。このように全ての行程を煮詰めて行うと、「塩山」と呼ばれた山林〔廣山1983〕に依存していたらしい燃料はすぐに尽きてしまうだろう。少なくとも採鹹の工程には、調査成果や文献で見るよう塩田法〔富山大・石考研1991、廣山1983〕や藻塩法〔森1991、廣山1983〕といった、燃料を低減できる方法がとられたと考えるのは自然なことではないだろうか。

煮詰めてできた塩

実際に鹹水を製塩土器に入れて煮詰めてみると、中でできてくる塩状の物質は、側面に帯状に付着する固形塩（塩A）と、底に沈殿する結晶塩（塩B）が見分けられた（第3図）。塩Aはまず鹹水の喫水線に沿って環状に白色化が始まり、煮詰め続けると喫水線が下がるのに連動して帯状に広がり、下方ほど濃く厚みを増していくが、厚い部分はフジツボ状に固まり、薄い部分は皮膜状で、ともに器面に強く貼り付いており、きれいに採取するのは難しい状況であった。塩Bは底にできるため水分

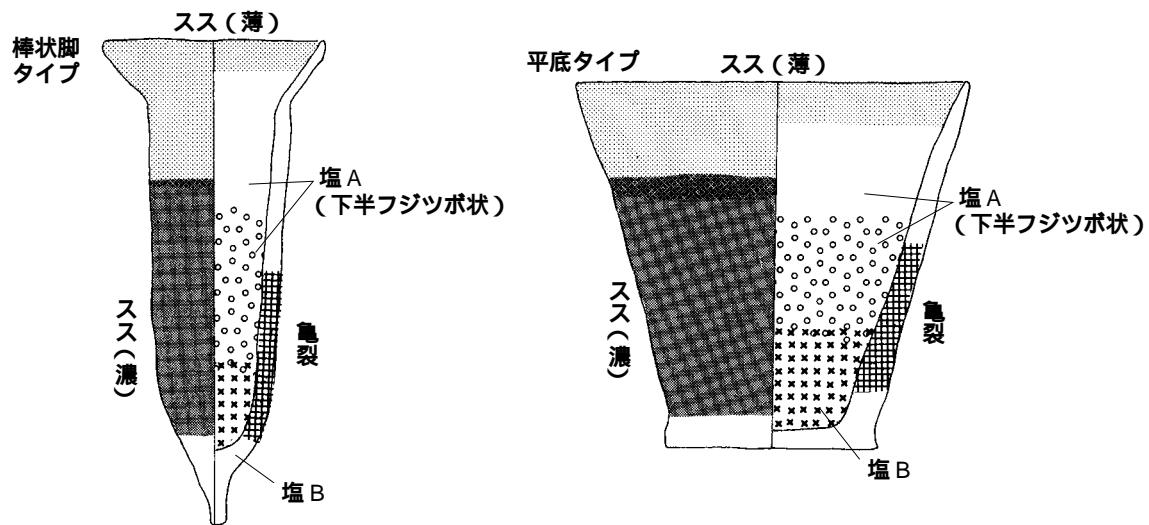
が多いときは取り出しにくいが、水分が減ってくると容易に採取される。味はどちらもとても塩辛くてうまいがあるが、個人的には塩Bの方が上質な感じがして好ましい。成分としては、塩Aは沸騰時に鹹水中のマグネシウムMgかカルシウムCaが不純物を含む塩分を凝固させた〔近藤1984〕ものと思われ、塩Bはにがりとして若干のマグネシウムMgを含むが結晶塩NaClと思われる。

製塩土器のタイプ別で比べてみると、台脚タイプは水漏れで使えなかったが、棒状脚タイプと平底タイプでは、沸騰の状況と塩のでき方に違いが見られた。棒状脚タイプでは沸騰が早く対流が顕著であるが、平底タイプはやや遅れ、穏やかである。また、沸騰の状況とも関連して棒状脚タイプは前述した塩Aの付着が多く、土器側面から外反する口縁部にまで及ぶものも珍しくないが、これに対しても平底タイプでは少ない傾向がある。沸騰の状況は土器の形に起因して異なることが明らかであり、棒状脚タイプの熱効率が良いことになる。ただし、それは棒状脚の存在ばかりでなく縦長の器形による影響も大きい。両タイプの器形と新古関係を考えると、棒状脚タイプは熱効率の良さで伝統的に選択された器形のように思われる。一方、平底タイプは容量を大きくすることが容易な器形であり、熱効率は劣るが支脚を使用することによってかなり改善できることから、不純物を含んだ塩Aの生成を抑えて良質な塩Bを多く取り出すことを主な目的として採用された器形のように思われる。

製塩土器の使われ方

実際に製塩土器を使ってみて気が付いたのは、それほど強火で煮続けなくても、一度沸騰してしまえばオキ火でもそれを維持できるし、余熱でもある程度は水分を蒸発させることができるということであった。古代の塩づくりの光景として、縄文土器野焼きのようにガンガン火をたいて鹹水を激しく沸騰させることを漠然とイメージしていたが、現実的にはかなり火加減をコントロールして進めた方が不純物を含む塩Aを少なくすることができ、燃料消費も押さえられ、結果として効率がよいことになりそうである。ただし、この場合だと時間は確実に長くかかるので、今回のように2時間程度で終わるものではなく、もっと長時間のサイクルで行われた可能性があろう³。季節的には気温が高く、天候が安定する夏が最も行きやすく、それ以外の季節は考えにくいだろう。

また、実験後に製塩土器を観察すると、外面はススが付着するが、上半は薄く均一に黒色化し、下半は厚く多く付着しており、底にはほとんど何も付着していない(写真16・18)。内面は上半が塩Aの薄い部分、下半が厚い部分、底には塩Bが生じている(写真17・19)。何も付着していない部分についても、熱を受けたことにより、全体に赤く変色している。また、器面は外面下方から継ぎ目とそれに直交してアミダクジ状の亀裂が入るものが多く、部分的に剥離したものも見られた。いずれの土器も繰り返し使うことは不可能であろう。以上が、今回の実験で生じた製塩土器の使用痕跡パターンである(第3図)。遺跡から出土したものと比較すると、塩は溶出して残らないものとしても、赤変、剥離、亀裂、器面の薄い黒色化、灰白色の皮膜はよく観察されるものであり、共通する特徴である。そして、遺跡から出土する製塩土器に細かく碎けたものが多いことには、今回の実験で行ったような集中的な被熱と塩分の浸入・収縮が作用している〔近藤1984〕ことも器面の損耗から推定できる。しかし、ススが厚く付着したものについては、遺跡から出土したものにはほとんど全く見ることができない場合には注意を促したい。今回の実験でも見られた(写真14)が、繰り返しの加熱でススが酸化して消えたり〔小林2001a〕、吹きこぼれがススを消すようなことはある〔小林2001b〕が、すべてのススが消えるとはとうてい考えられない。製塩遺跡の立地するような塩分が多い土壤ではススも消えてしまうのであろうか。それとも前述したような火加減や燃料⁴によりススの消長も異なるのだろうか。あるいは実は塩づくりに使われたものではない〔中口1982〕のだろうか。素朴な疑問が残った。



第3図 実験製塩土器の使用痕跡パターン



写真16 実験後の棒状脚タイプ(午前) 外面



写真18 実験後の平底タイプ(午前) 外面

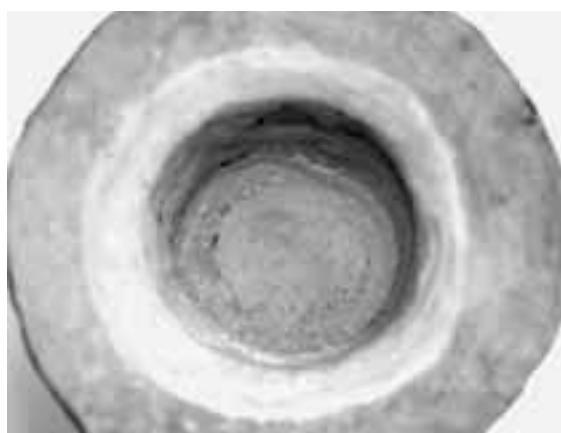


写真17 実験後の棒状脚タイプ(午前) 内面



写真19 実験後の平底タイプ(午前) 内面

おわりに

以上のように、実験は常に手探りの状態であったが、進めていくうちにコツがつかてきて、今後に生かせる経験となった。また、実験結果からは古代の塩づくりについて考える多くの視点が与えられた。実験で検討すべき問題は、土器づくりから塩ができるまでの過程で実に多いが、特に海水の濃縮や火加減などについては、遺跡の調査・研究だけではなかなか得られない内容である。残念ながら個々の問題解明を目的として環境条件を厳密に設定していないため、不明な部分、曖昧な部分が多い。しかし、古代の塩づくりの実態を具体的に示す考古資料がほとんど存在しない現在、その成果は重要であろう。

最後に、現在、各地の埋蔵文化財関係機関で盛況を博している一般向けの古代生活体験企画についてふれたい。このような企画は考古学の調査・研究成果を社会に還元するものであるが、実際に体験してみると理屈をぬきにして具体的な仕組みやコツを体感できる。それは考古学の知識があって企画を立案し準備する側である私たちでも同じであると思う。今回のような体験企画に盛り込まれた公開実験は珍しいケースであろうが、一般向けに公開しつつも実験として調査・研究に還元できる十分な成果があり、私たち自身も新鮮な体験ができたことを記しておきたい。企画者の発想と努力に敬服するとともに、小文が少しでもその慰労となれば幸いである。

注

- 1 当センターが平成11年度から実施している「古代体験まつり」の中で、平成11年度と平成12年度にガラス玉製作を行っている【(財)石川埋文2001・2002】
- 2 同種の催しを先駆的に行っている中島町の唐川明史氏、能都町の加藤三千雄氏に教示を得た。
- 3 事実、当日の実験よりも長い時間をかけて煮詰めた予備実験のほうがよく塩が生成している(写真3)。
- 4 塩づくりの燃料についても実態は不明であり、大きな疑問である。木炭の使用も想定すべきかもしれない。

参考文献

- 石川県中島町教育委員会 1995 『ヤトン谷内遺跡 能登における古代製塩遺跡の調査』
石川県立埋蔵文化財センター 1988 『寺家遺跡発掘調査報告』
小澤清男 1984 「縄文時代土器製塩の復元 - 土器製作・製塩実験・中性子放射化分析 -」『考古学ジャーナル』240
ニュー・サイエンス社
小林正史 2001a 「土鍋のコゲから何が分かるか(その2)」『石川考古』第263号 石川考古学研究会
小林正史 2001b 「土鍋のコゲから何が分かるか(その3)」『石川考古』第266号 石川考古学研究会
近藤義郎 1984 『土器製塩の研究』 青木書店
財団法人石川県埋蔵文化財センター 2001 『年報2(平成11年度)』
財団法人石川県埋蔵文化財センター 2002 『年報3(平成12年度)』
富山大学人文学部考古学研究室・石川考古学研究会 1991 『能登滝・柴垣製塩遺跡群 - 古代揚浜式塩田・鉄蓋炉・土器製塩炉の調査 -』
中口 裕 1982 「土器製塩説との論争」『実験考古学』 雄山閣出版
廣山堯道 1983 『日本製塩技術史の研究』 雄山閣出版
森 勇一 1991 「珪藻分析によって得られた古代製塩についての一考察」『考古学雑誌』第76巻第3号 日本考古学会