土器製塩研究と実験考古学

― 加曽利貝塚博物館による製塩実験 ―

中 村 敦 子

はじめに

日本列島では、古くより海水を土器で煮詰めて塩の結晶を得る製塩が行われていた。製塩工程は、海水の塩分濃度を上げ濃縮した鹹水(注1)を得る「採鹹」、採鹹によって得た鹹水を煮沸し塩の結晶を抽出する「煎熬」、煎熬抽出して得た塩に更に熱を加えて精製塩を作る「焼き塩」(注2)に大きく分かれる。煎熬用に特殊化された土器が「製塩土器」(注3)であり、この土器を用いて行う製塩が「土器製塩」と呼ばれている。塩そのものは潮解性が強く遺物として出土することはないが、製塩土器やそれを伴う炉などの遺構から製塩活動の痕跡を求めることができ、その始まりは縄文時代後期後葉にまで遡る。縄文時代の製塩土器を出土する遺跡は、関東地方と東北地方にみられ、最近では東海地方からも報告例がある（岩瀬1994）。関東地方では、霞ヶ浦及び利根川下流域の旧海浜部を中心に、121遺跡（常松1997）から製塩土器が出土しており、土器製塩は後期後葉に始まると晩期前葉に盛行し、晩期中葉まで続けられた。

縄文時代関東地方の製塩土器は、大部分が深鉢形を呈し、底部は尖底ないし小型の平底で、復元される口径は20～25cm、高さは約20～30cm、厚みは3～5mmと薄手であり、外面の粗い調整に比して内面は丁寧に仕上げられた無文粗製土器である。この他に製塩土器として、二次的な加熱痕、独特の色調、器壁の剥離性、灰白色物質(注4)、多くは細片化した状態で出土し完形品は稀であることなどの諸特徴を持っている。

土器製塩研究では、製塩土器の編年研究や塩の生産と流通の問題などが盛んに論じられている。しかし、製塩土器の製作技法や使用方法などについては、遺物の観察と遺構から類推されているものの、その具体的な内容について不明な点が多い。そこで、これらを明らかにするための方法の一つとして製塩実験が行われているのであるが、製塩実験の成果は土器製塩研究に対して、充分に活かされているだろうか。

加曽利貝塚博物館では、加曽利貝塚土器づくり同好会を中心に、縄文時代関東地方の土器製塩を対象とした製塩実験を行っている。筆者はこの製塩実験に参加したことがあり、今回、報告する機会を与えられた。本稿では、まず実験の報告を行い、次に製塩土器の使用痕について実験結果をふまえて考察を行い、土器製塩研究に対する製塩実験の意義について述べたい。さらに、実験考古学の導入に関する基本的問題についても、若干触れたいと考える。

1　製塩実験の報告

近年、加曽利貝塚博物館では、加曽利貝塚土器づくり同好会を中心に、製塩土器の製作技法の復元に取り組んでいる。筆者は1995年から1997年にかけて実施された、千葉県千倉町商工会青年部有志との共催による製塩実験に２度ほど参加した[註5]。いずれも煎熬実験のみの参加であり、土器の製作技法について詳しく触れる立場にはないので、ここでは1995年10月21日に行われた煎熬実験を中心に報告する。

煎熬実験は、太平洋を臨む千葉県安房郡千倉町白子海岸の砂浜で行われた（写真１）。天候は快晴であったが、常に海側から強い風が吹くので、準備はまず木板を組んで風よけをつくることから始まった。実験用土器は、茨城県霞ヶ浦および利根川下流域を中心に出土する縄文時代後・晩期の製塩土器をモデルに、加曽利貝塚土器づくり同好会によって製作されたものである。また、燃料には廃材を用い、海水は千倉町白子瀬戸漁業協同組合の協力を得て、白子海岸の沖合から採取された海水を使用した[註6]。当初はホンダワラなどの海藻を使用した採鹹実験も計画していたが、藻の乾燥が間に合わなかったので、採取した海水60ℓを鉄釜で10ℓまで煮詰め、塩分濃度を20%に近づけた鹹水を用意した。実験用土器は縄文時代の製塩土器を模した土器（A）の他に、愛知県知多半島を中心に出土する７～９世紀の知多式製塩土器をモデルに製作した土器（B）も用意した。実験は、煎熬によって実験用土器に生じる諸現象の観察に重点をおいて行われた。

(1)　土器（A）の煎熬

煎熬用の火床を用意し約50分空焚きした後に、土器５個を火床に設置した。１個は濃縮していない海水を入れ（写真２の左端）、２個には鹹水を入れて沸騰させた（写真２の中央）。それぞれ海水と鹹水は容量の半分ほど入れ、吹きこぼれない程度に随時注ぎ足した。残る２個には少量の鹹水を注ぎ、土器の熱で瞬間蒸発させる方法によりどの程度塩の結晶化がみられるかを観察した（写真２の右端）。しかし、鹹水を注いで瞬間的に水分が蒸発する際には、土器の温度が急激に低下するので、鹹水をかける毎に土器を熱し直さねばならず、さらに瞬間的に蒸発する量はごく限られているので、非常に効率の悪い方法であることがわかった。そこで、この方法は途中で断念し、先の２個と同様に鹹水を注ぎ足して煎熬を続けた。

海水直煮法を行った土器では相当量の海水を煮沸したが、結晶化した塩は少量で、土器の内壁面に固く張り付いていた。鹹水を用いた４個の土器は、結晶塩が土器一杯になるまで鹹水を足して煮詰めるのではなく、底に２～３㎝の厚さに溜まって結晶化した時点で塩の採取を行った（写真３，４）。塩を取り出す際には、耐火手袋を用いて焼成中の火床から土器を取り出し、やや水分が残り湿った状態の結晶塩を箸で掻き出してタッパーに移した。土器の内壁面に固く付着した塩は、箸では掻き取ることができなかったのでそのまま残しておいた。土器は再び焼

成中の火床に戻し、鹹水を注いで煎熬を続けた。塩の採取のために土器が火床から離れていた時間は、およそ1～2分である。このように結晶化させた塩を土器から取り出し、土器に再び鹹水を注いで煎熬作業を行うことを数回繰り返した。この間、土器の口縁部から胴部にいたる部分に亀裂が生じ、鹹水が亀裂から漏れ出すものもあったが、漏れ出した鹹水が熱を受けて亀裂部分で結晶化すると、同時に漏れも止まった。また、器壁の剥離現象はみられず、繰り返し行われた煎熬にも全ての土器が耐えた。

煎熬作業終了後、土器を火床から取り出して放置しておくと、冷却が進む過程で再び亀裂が生じ、中には割れて破損してしまうものもみられた（写真5）。亀裂は主に口縁部から胴部にいたる部分に生じ、煎熬中に亀裂が生じた部分が再び亀裂を起こしたものもあれば、新しく亀裂したものもある。この時点でも、剥離現象は観察されなかった。使用後の土器には、一部に白色、灰色、赤褐色などの色調変化がみられたが、外壁面の大部分は煤に覆われ、充分な観察はできなかった。なお、土器の外面底部周辺に、火床の砂と灰、燃料が炭化したもの、そして土器から吹きこぼれて結晶化した白色の物質とが混ざり合い、固化した状態で付着する土器が認められた（写真6）。火床にも土器底部の圧痕を残して、同様に火床が固化した状態のものが観察された（写真7）。固化した火床は指で強くつまむと崩れる程度の硬さであり、内部には気泡状の空隙がみられた。

(2) 土器（B）の煎熬

煎熬用の火床は畝状に形成した。理由は、これまでの経験から平地よりも高低差を付けた方が土器に対する火の当たり方が良いとのことであった。火床を約40分空焚きした後、畝の高い方に間隔をつめて土器の脚部を差し込み、30個の土器を10個ずつ3列に並べた。畝の低い方にはオキ火を敷き、その上に細い薪を重ねた（写真8）。土器を10分ほど熱した後に鹹水を注ぎ、その後は少量ずつ随時注ぎ足した（写真9）。土器は火床から動かさず、鹹水を足し続け、最後に塩を結晶化させた。土器は容量が小さいので吹きこぼれやすく、結晶化した塩分は僅かであった。

土器（A）と同様、煎熬中の土器には大きな亀裂や剥離はみられず、色調、煤の付着についても同様である。煎熬作業終了後、土器（A）にみられた土器の破損を伴うような亀裂は、あまり起きなかった。また、火床の固化と土器への付着は、土器（A）よりも顕著であった。

実験に使用された土器は、川鉄テクノリサーチ株式会社に自然科学的調査が依頼され、元素を測定する分散型蛍光X線分析、化合物を同定するX線回折測定が行われた。臭素（Br）の測定も行われ、実験用土器の胎土中から0.12%が検出された。臭素（Br）については、製塩土器を判別する指標元素としての可能性が指摘されている（小澤1984，富沢・富永1982）が、考

古資料との対比も含めて、さらなる検証が期待される。なお、詳細については、本誌に別枠で掲載されている岡原正明、伊藤俊治による報告を参照して頂きたい。

2　製塩土器の使用痕

製塩土器の特徴として、器壁の剥離性、細片化するものが多いこと、二次的な加熱痕、独特の色調、灰白色物質などがあげられる。これらは製塩土器の使用痕であり、製塩土器を他の土器と判別する際の指標ともなっている。しかし、これまでこの使用痕について検討を行ったものは少なく、想定が先行している感がある。以下、今回報告の実験成果もふまえて、使用痕について取り上げる。

(1)　剥離と細片化

製塩土器は、細片化または粒状化した状態で出土することが多く、他の土器と比較して破損率が非常に高い。細片化は主に胴部から底部にかけて顕著にみられ、口縁部付近は比較的大きな破片として出土する。また、胴部から底部にかけて器壁が剥落する製塩土器が多くみられる。外壁面が剥落するものがほとんどであり、中には底部付近を中心に内壁面が剥落するものもあるが、口唇部付近と底部の外面にはあまりみられない（近藤1962）。このような剥離と細片化現象については、近藤義郎が煎熬実験によってその原因を求めている。

近藤は、煎熬によって土器の器壁内さらには器表面まで浸透して濃縮された鹹水が、土器が冷却する過程で結晶化し、その際の膨張エネルギーによって器壁の剥離破砕がもたらされると考えた。剥離と細片化がみられない口唇部付近などの箇所は、鹹水が浸透しない部分あるいは浸透しても熱が充分に当たらないためであろうと説明した。淡水を煮沸した場合には剥離と細片化現象はみられず、海水の場合でも徹底して煮詰めない限り影響は弱いとしている（近藤1962、1980）。この解釈をもとに、土器製塩研究では剥離と細片化現象は、海水を煮沸した土器に生じる特有な現象であると捉えられており、製塩土器は一度の使用にしか耐えられない使い捨ての土器であるとのイメージが定着している。

今回報告の実験では、前述の通り、煎熬中に亀裂が生じても、土器の破損をもたらすまでには到らなかった。実験用土器は繰り返し行った煎熬にも耐え、使用後に生じた亀裂によって初めて使用不可能な状態となった。実験中および実験直後にも器壁の剥離現象はみられなかったが、実験の約４ヶ月後に再び実験用土器を観察したところ、外壁面のほぼ全面に付着していた煤のうち、胴部から底部にいたる部分の煤が剥落していた。肉眼による観察では、針状の透明な結晶が外壁面にみられ、器表面を覆っていた煤を箔のように持ち上げて剥落させていた。結晶が外壁面の上から生じているのか、壁中から生じているのかまではわからなかった。おそらく、胎土中に析出された塩分が何らかの要因で再結晶したのではないかと思われるが、結晶が

何であるのかを確認したわけではない。ただ、土器胎土中に析出した塩分の多いことは、海水中に含まれる塩分と煎熬実験により採取される結晶塩の量的な差から指摘されており（小澤1984, 後藤1988)、本誌別掲の岡原・伊藤による報告でも、実験用土器の断面写真により胎土中の結晶化した塩分の多さが視覚的に明らかにされている。

実験後、数日を経て土器に変化が生じたという報告は他にもみられる。後藤和民は、煎熬実験の数日後、器壁が鱗片状にはがれ土器全体が脆くなり、やがて細片に崩壊したことを報告し、器壁に浸透した塩基類の酸化による急速な風化現象として説明している（後藤1988)。近藤も、実験から数ケ月あるいは一、二年の間に、水や炭酸ガスの作用で器壁中の炭酸塩の結晶が成長し、器壁の剥離破砕が起こると述べている（近藤1980a)。筆者も、1982年に小澤清男が煎熬実験（小澤1984）を行った際の実験用土器を、実験から12年経った時点で観察する機会を得たが[注7]、土器は全体に脆弱化し、指で触れるとボロボロと崩れるほどであった。

煎熬後、実験用土器が時間をおいて剥離、細片化現象を起こす直接の原因については、器壁に浸透した塩基類の酸化によるのか、水や炭酸ガスの作用で器壁中の炭酸塩の結晶が成長するのか、それとも他に原因があるのか、今のところ定かではない。土器の口縁部付近の剥離は温度の変化に起因し、器底部を中心とする細片は組織構造の変化に起因するという考察もある（岡本1968)。また、土器の内壁面に固く付着した塩を掻き取るために、土器が割られたという考えもある（渡辺1996)。しかし、今回の実験では、土器の破損をもたらすような亀裂は火床から土器を取り出し、土器が冷却する過程で生じており、製塩土器の剥離、細片化現象は、煎熬中ではなく、煎熬終了後あるいは廃棄された後に自然発生的に起こった可能性が高いと言える。

さて、先に触れたとおり、製塩土器には一度きりしか使えないというイメージがあり、それ故、大量に生産され廃棄されたのであると考えられている。しかし、何をもって一度きりとするのであろうか。塩分が結晶化するまで（渡辺1996）を指すのだろうか。今回報告の実験では、一つの土器を用いて繰り返し煎熬を行い、数回にわたって土器底に溜まった結晶塩を採取することができた。一つの土器で結晶化までの作業を繰り返し行うことは可能であるという実験結果は、対象とする時代と地域は異なるが他の報告にもみられる（松浦1996)。つまり、塩分が結晶化した時点で、土器が使用不可能になるとは言い切れない。むしろ、一度きりの使用とは、土器が火床からはずされて冷却するまでを指すのではないだろうか。勿論、実験用土器の復元技術について検討を行う必要もあるが、製塩土器の耐久性と土器一個当たりの塩の生産量について、今後、改めて考えてみる必要がありそうである。

(2) 二次加熱による色調の変化

製塩土器の特徴の一つである独特の色調には、白色、灰色、桃色、紫色、橙色、赤色、黒色などがあり、それぞれ濃淡がみられ、他の土器と比べて出現頻度が高く、変色の多様さも比で

はない。この独特な色調について、近藤は「長時間煮沸に伴う海水中の各種の金属などの作用によって生じたもの」(近藤1980a：p.118) と推定している。色調の変化については、製塩実験ではあまり注意が払われていないようで報告されることもない。今回報告の実験では、煎熬後の実験用土器の一部に白色、灰色、赤褐色の色調がみられたが、桃色、紫色といった色調は認められなかった。色調について検討できるほどの実験データが得られていないので、ここで検討を行うには到らないが、近藤の推定を検証するためには、出土する製塩土器の色調が部位によって何らかの傾向を示すのか、土器断面に色調変化がどのように及んでいるのかといった考古資料側の観察データを検証した上で、改めて海水の金属成分に起因するのかどうか、土器胎土中に含まれる鉱物の影響があるのかどうかなどの検討を行っていく必要があるだろう。

(3) 灰白色物質

遺跡から出土する製塩土器の中には、灰白色物質が付着するものがあり、灰白色物質は単体でも存在している。灰白色物質は土器の外面、内面を問わず固化した状態で付着し、中には土器の断面を覆うように付着するものもある（近藤1962)。化学分析の結果、多量の炭酸カルシウム（$CaCO_3$）が検出されたことから、近藤は灰白色物質は煎熬過程で溢出したまたは廃棄されたスケール[注8]の残存物質であるとの説を提示した（近藤1958)。

以来、灰白色物質は煎熬過程で海水から析出されるカルシウム化合物が残存したものと受けとめられ、器壁の剥離性などの諸特徴と共に、その存在は製塩土器の認定要素の一つとなっている。しかし、この灰白色物質が何に由来するのかということについては、実のところ明らかになっているとは言えず、これまでの製塩実験の報告でも、灰白色物質に関する記述はみられない。今回報告の実験でも、灰白色物質の生成やスケールの析出状況については判然としなかったが、煎熬後の火床が実験用土器の底部周辺に付着していたことは、灰白色物質の生成について何らかの示唆を与えるものではないかと考える。付着した火床は、位置的にふきこぼれた鹹水が火床に浸透した部分であると思われ、発泡状の空隙がみられることから熱を受けて固化したものと推定される。製塩土器への灰白色物質の付着状態との比較などと合わせて、さらに検証される必要がある。

3　製塩実験の意義

さて、筆者の管見する限り、縄文時代の製塩を対象にした実験の報告は小澤清男、岡村道雄、後藤和民、本多昭宏による４例である（小澤1984，岡村1988，後藤1988，本多1995)。これらの成果を縄文時代の土器製塩研究にさらに活かしていくためには、実験内容の一層の充実をはかると共に、検証作業を積み重ねて行かねばならない。土器製塩研究に貢献してこそ、製塩実験の意義を見出すことができると考える。

まず、製塩工程について取り上げてみると、宮城県里浜貝塚の調査をもとにした復元（東北歴史資料館編1988, 岡村1994）が一つの到達点と言えるであろう。関東地方でも、煎熬作業に伴う製塩炉や膨大な量の製塩土器、焼土、そして灰が出土しているが、作業の中身や、採鹹、焼き塩の有無についてはあまり論じられていない。しかし、製塩工程の復元は、これまで論じられてきた塩の生産に関する具体的な様相について、安易な想定で済ませてきた部分をより説得力をもって説明するためにも避けては通れない作業である。以下、採鹹→煎熬→焼き塩の工程順に、問題点の抽出と実験考古学的課題について述べたいと思う。

(1) 採　鹹

採鹹による海水の濃縮は、あとに続く煎熬の作業効率を大きく左右する。土器製塩の採鹹法としては海藻を利用して海水を濃縮する藻塩法[注9]が想定されてきたが、古代の製塩遺跡である愛知県松崎遺跡から海藻に付着する珪藻[注10]とウズマキゴカイ等の動物遺体が検出され、藻塩法は考古学的にも実証されることとなった（森1991, 渡辺1991）。縄文時代に関して言えば、宮城県二月田貝塚からローム貼りのピットが検出され、鹹水を溜めておく「潮溜」の機能を持つ遺構ではないかという報告がある（宮城県塩釜女子高等学校社会部1972）。同じく宮城県里浜貝塚西畑北地点では、動物遺体の分析から採鹹が砂浜で行われ海藻が利用されたことが推定されている（東北歴史資料館編1988）。現在のところ関東地方では、採鹹に関わる明確な遺物や遺構は発見されていないが、労働力の削減、燃料の節約などの利点を考えると、採鹹作業は縄文時代にまで遡ると思われる。また、採取したままの海水を煮詰めて塩を結晶化させる海水直煮法は、その効率の悪さが実験によって指摘されている（後藤1988）。

採鹹法の具体的な内容については採鹹実験が積極的に実施されており、海藻付着生物の被熱から海藻を焼いて利用したとする説が有力となっている[注11]。しかし、本来ならば海水に多量に含まれていると考えられる浮遊生の珪藻の検出率が低いなど、検討課題は多く残されている。製塩遺跡から海藻付着生の珪藻がほとんど検出されない例（柴田・相原編1994）もあり、藻塩法以外の採鹹法についても検討が必要と思われる。また、濃縮効率についてもその低さが実験によって指摘される一方で、効率を左右する決定要因が何にあるのかは不明のままである。磯部利彦のように採鹹時期、天候、海藻の種類など濃縮効率に関係する条件を、一つ一つ検証していくことが大切である（磯部1995）。この他に、海藻の灰がそのままの形で運搬、消費された可能性や、内陸地で加工された可能性がないかという点も、今後追究すべき課題である（山崎1993）。

(2) 煎　熬

海水を土器で煮て塩を得るという煎熬は、土器製塩の中核をなす作業である。縄文時代関東

地方には、焼土や灰、炉に伴って多量の製塩土器が検出される広畑貝塚、法堂遺跡、前浦遺跡といった製塩遺跡が霞ヶ浦沿岸の旧海浜部に存在し、集約的な作業を行っていたことがうかがわれる（近藤1962，戸沢・半田1966，金子・川崎・寺門1972）。検出された炉は、皿状の窪みを呈し製塩土器と灰が層状に堆積しており、煎熬に使用されたと考えられている。このような炉の構造と焼土や灰、製塩土器との関係から、具体的な煎熬方法について復元する試みが幾つかなされているが、不明な点が多く残されている。そこで、実験によって当時の作業内容の復元が試みられているのであるが、煎熬実験は実験の経過報告が中心となりがちである。煎熬作業については、鹹水の濃度、土器の耐久性、火の扱いなどの諸条件が複雑に絡み合い条件設定が難しく、個々のデータが取りにくいためと考えられるが、以下のような知見も得られている。

例えば火の用い方は、煎熬に要する時間や、薪の消費量などを大きく左右するので、重要な問題である。数々の実験の結果、土器への火の当て方については、強すぎる火は瞬間的に鹹水をふきこぼし中身を半減させてしまうと同時に土器の破壊につながるので、燃料はまんべんなくしかも絶やすことなく少量ずつ補給することがよしとされている（近藤1976，小澤1884，松浦1996）。なお、火の扱い方は難しいので、実験を行うに当たっては、常に一定した作業を行うことの出来る技術の確立が必要である。

鹹水を注入する方法については、少量ずつ不断に注ぎ足していく方法が最も効率が良く、大量に注ぎ足すことは急激な温度低下を招き、土器の破壊をもたらす結果となるという実験報告がある（近藤1976，小澤1884，松浦1996）。また、結晶塩が土器一杯になるまで鹹水を注いで煮詰め続けるよりは、数回に分けて結晶化させた方が早く土器一杯分の塩が得られるとの報告もある（松浦1996）。

しかし、確認された遺構と遺物の関係を重視したうえで、煎熬方法について復元する試みは、幾つかの論考を除いてあまりなされていない（近藤1980b，高橋1996）。今回報告の実験でも、砂浜という当時の環境に近いと思われる場所で実験を行ったものの、炉の形態については考慮しなかった。遺跡で確認された炉の下部に製塩土器が堆積し、その上に灰が厚く堆積することについても明らかにして行かなければならない。

(3) 焼き塩

煎熬によって析出されたままの塩は、ニガリ[四]を含むために潮解度が高く液化しやすい。そこで、塩そのものの保存性と運搬性を高めるために、焼き塩が必要とされたと考えられる。焼き塩は、焼き塩専用の土器や天井部を持つ製塩炉の存在から、考古学的に立証されている（近藤1976，1980a）が、縄文時代の場合、焼き塩専用とみられる炉は確認されておらず、製塩土器に煎熬用と焼き塩用に分類されるような明瞭な形態差を見いだせないので、殆ど論じられることもなかった。しかし関東地方では、製塩土器が出土する遺跡は広く内陸部に分布してお

り、その背景については交易に伴う土器の移動というよりは、製塩工程の差として捉えるべきではないかと思う（高橋1996，中村1996，1997）。つまり遺跡の立地や出土状況から、直接煎熬を行ったとは考えにくい遺跡から出土する製塩土器は、煎熬によって析出された塩の結晶を再加熱して焼き塩にするために使用されたのではないだろうか。考古学的な根拠としては、遺跡毎の製塩土器の破損率と量的な違いがあげられる（高橋1996）。あるいは、塩分の付着した海藻を燃やして灰にした状態（藻灰）で入手したものを、水に溶かして煮沸し塩を得るために使用されたとも考えられる。縄文時代を対象とした焼き塩の実験が報告された例は無いが、他の焼き塩実験では、結晶化直前のシャーベット状にまで煮詰めた段階で別の容器に移して加熱すると、容易に固形の精製塩が得られると報告している（福岡1991，永田1993，松浦1996）。この固形塩はそのまま保存しても再度水分を吸収して潮解現象をおこさないので、長時間の保存と移動に適している（永田1993）。また、焼き塩に使用された土器は痛みが少なく、土器ごと運搬、保存されるのに適しているとの指摘もある（森1997）。今後の課題としては、焼き塩実験に使用された土器と関東地方の内陸部出土の製塩土器とを比較検討してみる必要があるだろう。

以上、製塩工程の復元についてみてきたが、この他にも実験考古学の有効性を活用できる様々な課題がある。例えば、製塩土器の製作技術の復元もその一つである。土器のつくりは、煎熬実験の成否に大きな影響を与えるので、外見上類似した土器を使用した実験では、その成果を限られた中でしか活かすことができない。復元された実験用土器を用いる場合には、その製作技法について吟味することが大切である。縄文時代関東地方の製塩土器の製作実験としては、小澤と後藤による報告がある（小澤1984，後藤1980，1988）。また、本多昭宏は、煮沸効率と土器の形態や口径、器厚との関係を検証する実験を行い、遺跡から出土した製塩土器の口径と器厚の相関関係を比較している。その結果、器壁の薄手化は熱効率よりも土器の大量消費による粘土の節約が背景にあったことを示唆し、製塩土器の器壁が薄く口径が小さいのは煮沸効率を高めるためであるというこれまでの考えに対して疑問を投げかけている（本多1995）。また、対象とする時代と地域は異なるが、石川県ヤトン谷地遺跡の調査では、製塩土器の個々の破損状況や顕微鏡による観察から土器製作工程の復元を行い、実際に復元製作された土器に出土した製塩土器と同じ状況がみられるかを検証している。さらに製作技法の復元に基づいて、それまでの外形的な底部形態中心の編年研究を見直している（四柳1995）。このような方法や研究方針は大いに参考にすべきと思う。

4　製塩実験の在り方

今回、報告した実験では、煎熬に用いた鹹水の量や、塩分濃度、温度の推移、その他諸々の数値的なデータについてはほとんど記録していないので、ここに示すことができなかった。ま

た、数値以前に、実験における詳細な観察も不十分であった。これは、筆者の準備不足のためであり、第三者による検証を望めない点で反省が残る。

本稿を草するにあたって過去の様々な実験報告について学んだことは、土器製塩研究における実験考古学の役割を改めて見直す機会となった。土器製塩研究における製塩実験の位置づけや基本姿勢について考慮し、既に行われた実験成果の検討を経たうえで、個々の実験が進められるべきであることを痛感した。また、考古資料と対比させて実験結果を検証することも忘れてはならない。

実験考古学は、何を明らかにすべきで、その為に選択すべき方法は何かということを常に念頭に置いて行わねばならない。実験考古学を世に広く紹介しているコールズ（John M. Coles）は、実験を4段階のレベルに分類している。

レベル① 模造

② 適正な材料と技術の使用

③ 機能を調べる

④ 社会そのものの考察

①の模造は、最も初歩的レベルであるが視覚効果は大きいので、一般大衆へのアピールや教育的価値が見いだせる。これはさらに進んだ段階の実験に、理解と支持をもたらすことにつながる。②の適正な材料とは遺物と同じ特徴を持つもので、適正な技術とは当時の技術水準に出来る限り従うことを指す。③の機能を調べるとは、使用法や使用痕を調査することであるが、レベル②の段階での精密性と適切性を欠いたまま、機能検証を進める実験はほとんどありえない。道具を巧みに操作することと環境条件の差についても考慮が必要である。④の社会そのものの考察とは、社会全体の領域にまで実験を拡大することであり、遺物を考古学的に評価する際にその社会的要因について考察するところに必然的に向うものである（コールズ1985）。

現在、各地で行われている製塩実験には、レベル①が多く見られる。特に最近では、考古学の普及活動の一つとして土器焼成実験などと共に製塩実験が行われる例が増加している。復元実験が考古学を視覚的に大衆にアピールする方法として有効であることは周知の通りであり、一層の充実が望まれる。しかし、一方でこれらの製塩実験の基礎となるべき、出土資料に基づいた学究的実験がどれほどの進展をみせているのかという点にも留意せねばならない。

製塩実験ではレベル③の機能を調べる実験が主に行われているが、レベル②の十分な吟味と検討が行われているのかどうか、今一度確認してみる必要がある。レベル②の適正な材料と技術の使用とは、考古資料の徹底した検証があって初めて可能となる。実験はあくまでも考古資料をもとに提示された仮説を検証する方法であって、実験そのものが目的ではない。実験考古学の基本原理は「検証」である（コールズ1985）ことを、常に念頭において実験に望みたい。

実験考古学は、その成果を考古学的解釈に取り入れるに当たって様々な問題をはらんでいる。

得られた実験結果をもとに、当時の細かい技術水準まで証明されたと考えてはならない。しかし、反復実験を行い、「率直に」正しく記述されることで、実験の信頼性は高められていく（コールズ1985）。今後、製塩実験を有効に活用しつつ、生業における製塩の位置づけを明確にし、縄文時代を生きた人々にとって塩作りとは何であったかを追究して行きたいと思う。本稿が製塩実験に対して何らかの問題提起となり、実験に関する議論が高まり、土器製塩研究のさらなる進展へとつながれば幸いである。忌憚のないご意見、ご批判をお願いしたい。

謝　辞

今回、報告させて頂いた製塩実験においては、また本稿を草するにあたっては、以下の方々に大変お世話になると同時に、有益なご教示を頂きました。

伊藤俊治、岡原正明、佐藤順一、スチュアート ヘンリ、高橋満、常松成人、樋泉岳二、福原徳康、村田六郎太、加曽利貝塚博物館、加曽利貝塚土器づくり同好会、川鉄テクノリサーチ株式会社、千倉町商工会青年部有志、千倉町白子瀬戸漁業協同組合（敬称略）。

特に村田氏には本稿の執筆を勧めて頂いただけでなく、暖かいご指導と励ましを頂きました。以上、末筆ながら、記して心より感謝申し上げます。

（早稲田大学大学院）

註

(1) 本来、鹹水には海水という意味も含まれるが、本稿では海から採取した状態のものを「海水」、海水を意図的に濃縮して塩分濃度を上げたものを「鹹水」として用いる。

(2) 先史・古代のニガリの残る固形塩に対しては、「焼き塩」または「焼塩」ではなく、「粗塩」または「堅塩」という名称を用いるべきだという指摘もある（渡辺1987）が、本稿では「焼き塩」を用いる。

(3) 「製塩土器」は、本来、煎熬用に特殊化された土器を指すが、実際には焼き塩に使用される土器も含めて「製塩土器」と呼ばれている。

(4) 一般に「付着物」と総称されているが、茨城県広畑貝塚などのように、遺跡によっては土器に付着したものだけでなく単体で多数存在する場合がある（中村1996）ので、本稿では「灰白色物質」という呼称を使用する。主成分がカルシウム化合物であることに疑いはないが、その性格については鹹水からの析出物、漆喰などの説（近藤1958, 中口 1966）があり決着がついていないので、客観的な色調や形状を表す「灰白色物質」という呼称が現時点では相応しいと考える。なお、近藤義郎の表現には「鮑色膜状物質」と「灰白色の物質」の二通りがあり、両者を一括して付着物として扱っている（近藤1962）が、「鮑色膜状物質」は貝

塚出土遺物には普遍的にみられもので、貝殻から流出したカルシウム分が固着したものと考える（中村1996）。

(5) 1995年10月21日～22日と1997年7月20日に行われた実験に参加した。

(6) 塩分濃度の測定では、3.6ボーメという値が得られたが、簡便な比重計による測定であり、多少の誤差が見込まれる。

(7) 加曽利貝塚博物館のご好意によって実見させて頂いた。

(8) スケール（scale）とは、海水を煮沸する過程で析出するカルシウム化合物（主に $CaCO_3$ と $CaSO_4$）で、加熱面などに固着し熱伝導を阻害する（杉田1994）。

(9) 塩田が開始される7～8世紀以前については、『常陸国風土記』や『万葉集』に「藻塩焼く」という表現がみられるため、塩田法以前の採鹹法として「藻塩法」の存在が想定されている。藻塩法については語句の解釈を中心に文献史学的追究が行われ様々な説が出されており、広山堯道によって整理、分類されている（広山1983, 1986）。

(10) 珪藻は10～100ミクロンの単細胞の植物プランクトンで、示相化石として、遺跡の立地や周辺の水域環境の復元に重要な役割を果たす（森1991）。中でも、一般にコバンケイソウと呼ばれる *Cocconeis scutellum* は製塩の指標となっている。これは小杉正人が「海水藻場指標種群」の代表種の一つとしたもので、塩分12～35‰の海域に生息し海藻に付着して生活する珪藻である（小杉1988）。

(11) 採鹹実験の結果、海藻の脱色により黒くまた苦い塩が採集されたことから藻塩法による採鹹に疑問をなげかけたものがあるが（大森・森川1978）、海水に浸した海藻を焼いた灰（藻灰）を海水に入れ、上澄みを鹹水として使用することにより脱臭、脱色が行われ、同時に苦みがとれて味も良くなったという報告もある（松浦1996）。藻塩法については藻を焼いたのかどうか、松崎遺跡の調査で珪藻分析を行った森勇一と小動物遺体を分析した渡辺誠の間に議論が生じたが、磯部利彦が海藻の焼却実験によって珪藻殻の被熱による残存率の検証を行い、海藻を焼いたとする後者を支持している（磯部1995, 1996）。福岡県海の中道遺跡では、多量の海藻付着生の動物遺存体と微量の海藻遺体が検出され、どのような作業過程の中で残されたのかを明らかにすべく、実際に調査地で製塩実験を行っている。その結果、砂浜で海藻を焼いた箇所が遺跡の各所にみられる砂の焼けた部分と極めて類似していること、実験による被熱した海藻付着生動物の遺体出現率と、遺跡から検出された被熱した遺存体の出現率とが類似することを指摘している（山崎1993）。

(12) ニガリ（苦汁）とは煎熬過程において析出されるマグネシウム化合物（$MgCl_2$）を主成分とするもので、潮解性が著しく、塩全体を湿化潮解させる（近藤1980）。

引用・参考文献

近藤義郎　1958 「師楽式遺跡における古代塩生産の立証」『歴史学研究』223号 岩波書店

近藤義郎　1962 「縄文時代における土器製塩の研究」『岡山大学法文学部学術紀要』第15号 岡山大学法文学部：pp.1－19

戸沢充則・半田純子　1966 「茨城県法堂遺跡の調査 －「製塩址」をもつ縄文時代晩期の遺跡－」『駿台史学』第18号 駿台史学会：pp.57－95

中口　裕・平野　旭　1966「いわゆる師楽式遺跡製塩説の科学的検討 －特に鉄の分析について－」『石川考古学研究会々誌』第10号 石川考古学研究会：pp.66－78

岡本明郎　1968 「製塩土器の破壊現象に関する考察 －師楽式土器にみられる剥落現象の場合」『日本塩業の研究』11集 塩業組合中央会：pp.109－115

金子浩昌・川崎純徳・寺門義範　1972 「関東地方の縄文時代製塩の研究とその現状」『日本考古学協会昭和47年度大会 研究発表要旨』日本考古学協会

宮城県塩釜女子高等学校社会部　1972 「宮城県七ヶ浜町 二月田貝塚（Ⅱ）」『貝輪』7

近藤義郎　1976 「上器製塩と焼き塩」『考古学研究』第22巻第3号 考古学研究会：pp.85－91

大森　宏・森川昌和　1978 「若狭の土器製塩」『考古学雑誌』第64巻第2号 日本考古学会：pp.179－193

後藤和民　1980 『縄文土器をつくる』中央公論社

近藤義郎　1980a 「土器製塩の話2」『考古学研究』第26巻第4号 考古学研究会：pp.112－118

近藤義郎　1980b 「土器製塩の話3」『考古学研究』第27巻第1号 考古学研究会：pp.117－127

富沢　威・富永　健　1982 「縄文時代製塩土器の放射化分析」『第28回放射化学討論会講演予稿集』

広山堯道　1983 『日本製塩技術史の研究』雄山閣出版

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－」『月刊考古学ジャーナル』№240 ニュー・サイエンス社：pp.9－14

近藤義郎　1984 『土器製塩の研究』青木書店

ジョン・M・コールズ　1985 『古代人はどう暮らしていたか －実験考古学入門－』河合信和訳 どうぶつ社

広山堯道　1986 「古代製塩についての二、三の想定 －考古学との接点を求めて－」『日本考古学論集』5　吉川弘文館：pp.260－290

渡辺　誠　1987 「粗塩・堅塩と焼塩のこと」『月刊考古学ジャーナル』№284 ニュー・サイエンス社：p.3

岡村道雄　1988 「東北地方の縄文時代における塩の生産 －松島湾の土器製塩－」『月刊考古学ジャーナル』№298 ニュー・サイエンス社：pp.28－32

小杉正人　1988　「珪藻の環境指標種群の設定と古環境復原への応用」『第四紀研究』第27巻第1号 日本第四紀学会：pp. 1－20

後藤和民　1988　「縄文時代の塩の生産」『月刊考古学ジャーナル』№298 ニュー・サイエンス社：pp. 21－27

東北歴史資料館編　1988　『東北歴史資料館資料集22里浜貝塚Ⅶ －宮城県鳴瀬町宮戸島里浜貝塚西畑北地点の調査－』宮城県文化財保護協会

福岡晃彦　1991　「Ⅳ 考察」『愛知県埋蔵文化財センター調査報告書 第20集 松崎遺跡』愛知県埋蔵文化財センター

森　勇一　1991　「松崎遺跡における古代製塩法について」『愛知県埋蔵文化財センター調査報告書 第20集 松崎遺跡』愛知県埋蔵文化財センター

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」『愛知県埋蔵文化財センター調査報告書第20集松崎遺跡』愛知県埋蔵文化財センター

永田誠吾　1993　「Ⅴ．淡路島の土器製塩実験について」『兵庫県生産遺跡調査報告 第2冊 製塩遺跡Ⅰ（津名郡）』兵庫県教育委員会：pp. 54－56

山崎純男　1993　「第8章 海の中道をめぐる諸問題の検討1 海の中道遺跡の製塩をめぐって」『海の中道遺跡Ⅱ』朝日新聞社・海の中道遺跡発掘調査実行委員会

岩瀬彰利　1994　「東海地方における縄文晩期土器製塩の可能性 －大西貝塚出土例をどう捉えるか－」『三河考古』第7号 三河考古刊行会：pp. 21－38

岡村道雄　1994　「塩作りと社会的な分業 －里浜貝塚人の生業と暮らし－」『日本の歴史を読み直す1 縄文物語 海辺のムラから』朝日新聞社

近藤義郎編　1994　『日本土器製塩研究』青木書店

柴田昌児・相原清志編　1994　『多々羅製塩遺跡』愛媛県埋蔵文化財調査センター

杉田静雄　1994　「海－1 スケールとスラッジ」『海水の科学と工業』東海大学出版会 日本海水学会・日本ソルト・サイエンス研究財団編

磯部利彦　1995　「土器製塩における採鹹の季節性 －伊勢湾・三河湾を中心として－」『知多古文化研究』9　知多古文化研究会：pp. 19－68

本多昭宏　1995　「土器製塩の実験考古学」『筑波大学先史学・考古学研究』第6号 筑波大学歴史・人類学系：pp. 79－86

四柳嘉章　1995　「尖底製塩土器製作技法の復元」『ヤトン谷内遺跡能登における古代製塩遺跡の調査』石川県中島町教育委員会

磯部利彦　1996　「採鹹実験からの一考察」『知多古文化研究』10 知多古文化研究会：pp. 169－178

高橋　満　1996　「土器製塩の工程と集団 －製塩土器分布圏の成り立ち－」『季刊考古学』第

55号 雄山閣出版：pp. 38－43

中村教子　1996「縄文時代土器製塩に関する一試論 －遺構による製塩工程の復元－」『史観』早稲田大学史学会：pp. 82－94

松浦宣秀　1996「蒲刈町の歴史と古代の塩づくりについて」『広島県蒲刈町町制施行40周年記念1996　古代の塩作りシンポジウム －蒲刈をめぐる瀬戸内の古代土器製塩を考える－』蒲刈町・蒲刈町教育委員会

渡辺　誠　1996「縄文土器の器形と食文化」『月刊考古学ジャーナル』№409 ニュー・サイエンス社：pp. 20－23

常松成人　1997「古鬼怒湾「製塩遺跡」を中心とした安行式集団の動態」『茨城県史研究』第78号 茨城県立歴史館

中村教子　1997「縄文時代製塩土器をめぐる諸問題 －関東地方を中心に－」『シンポジウム 製塩土器の諸問題 －古代における塩の生産と流通－』塩の会シンポジウム実行委員会

森　泰通　1997「東海地方における消費地出土の製塩土器 －特に固形塩の問題をめぐって－」『シンポジウム 製塩土器の諸問題 －古代における塩の生産と流通－』塩の会シンポジウム実行委員会

図版 1

写真 1

写真 2

写真 3

図版 2

写真 4

写真 5

写真 6

図版 3

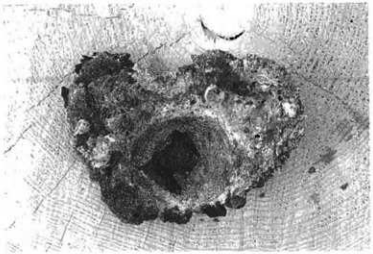

写真 7

写真 8

写真 9