

エルサルバドル共和国ヌエバ・エスペランサ遺跡から出土した  
粗製土器付着白色物質ならびに土壌の化学分析  
**Chemical analysis of white residue attached on coarse pottery and soil  
from Nueva Esperanza archeological site, El Salvador**

南 雅代<sup>1\*</sup>・市川 彰<sup>2</sup>・八木宏明<sup>3</sup>

Masayo Minami<sup>1\*</sup>, Akira Ichikawa<sup>2</sup>, Hiroaki Yagi<sup>3</sup>

<sup>1</sup>名古屋大学年代測定総合研究センター・<sup>2</sup>国立民族学博物館・<sup>3</sup>愛媛大学

<sup>1</sup> Center for Chronological Research, Nagoya University, Chikusa, Nagoya 464-8602, Japan.

<sup>2</sup> National Museum of Ethnology, 10-1 Senri Expo Park, Suita, Osaka 565-8511, Japan.

<sup>3</sup> Ehime University, 3 Bunkyo-cho, Matsuyama, Ehime 790-8577, Japan.

*\*Correspondence author. E-mail: minami@nendai.nagoya-u.ac.jp*

**Abstract**

Salt has been an important natural resource throughout human history. Ichikawa et al. (submitted) reported the evidence of Prehispanic salt production on the Pacific coast of southeastern Mesoamerica, based on archeological investigations carried out at Nueva Esperanza, El Salvador. They indicated that white residue attached on coarse pottery could be  $\text{CaCO}_3$ , which was probably originated from salt production activity, because the while residue had high Ca concentration and showed X-ray diffraction of calcite. In this paper, after summarizing shortly the result described in Ichikawa et al. (submitted), we present analytical data of soil, which was collected from layer containing a lot of coarse potteries, to find further evidence of salt production.

**Keywords:** *El Salvador; salt production; chemical analysis;  $\text{CaCO}_3$*

**1. はじめに**

塩は人体に必要不可欠であり、古代から、さまざまな製塩方法が開発されてきた。しかし、塩は溶解し、地中に残らないため、製塩活動を立証するには、間接的な証拠を積み重ねる必要がある。市川らは、エルサルバドル共和国ヌエバ・エスペランサ遺跡発掘調査出土資料（先古典期後期から古典期前期頃：AD100–400）を基に、メソアメリカ太平洋沿岸部における先スペイン期製塩活動に関する分析を行い、①大量の粗製土器片、炭化物、焼土塊を含むマウンド状遺構の存在、②無文で粗雑、かつ被熱変色を受け小片化した粗製土器の存在、③粗製土器の内外面に付着した白色物質が炭酸カルシウムを主成分とする物質であること、などから、土器製塩が営まれていた可能性を指摘している（市川 2014; 市川ほか, 2011; Ichikawa 2011, 2014）。本稿においては、製塩の痕跡を残していると考えられる粗製土器に付着した白色物質についてさらに理解を深めるため、さらに粗製土器が埋没していた土壌を分析した結果について述べる。

**2. 研究対象地域**

エルサルバドル共和国は中央アメリカの西部にあり、西側をグアテマラ、北と東側をホンジュラスと国境を接している（図 1）。エルサルバドルの中部から南部には、第四紀火山岩類が東西に広く分布して成層火山体を形成している。これらの火山の裾野においては、主として安山岩質や玄武岩質溶岩からなる現世溶岩

流が分布し、軽石や火山灰で覆われた肥沃な土壌の中央台地が広がっている。

ヌエバ・エスペランサ地点は海岸平野であり、第四紀沖積層の砂礫層からなる。ヌエバ・エスペランサ遺跡は、エルサルバドル東部レンパ川下流域に位置し、イロパンゴ火山灰（噴火年代: AD 400 年頃）に覆われた状態にある。現地表面の標高は約 4 m である。2007、2011、2014 年に発掘調査が行われ、大量の粗製土器片他、19 点の副葬品を伴う複合埋葬や、粗製土器の一括埋納遺構、焼土片などが出土している (Ichikawa, 2011)。ヌエバ・エスペランサから南に約 15 km のヒキリスコ湾周辺には、1990 年代まで使われていた塩田跡が残っている (市川・八木 2014)。

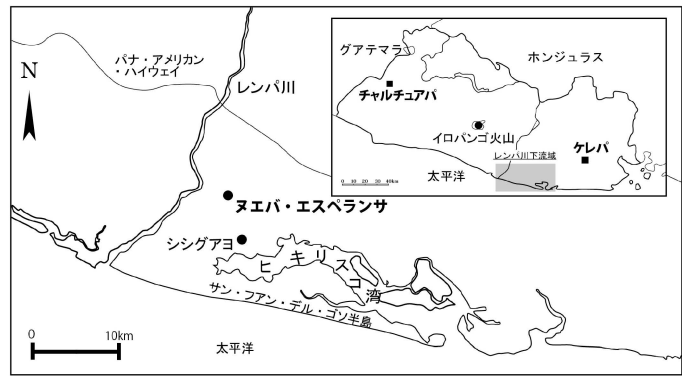


Fig. 1 Location of Nueva Esperanza archeological site, El Salvador

図 1 ヌエバ・エスペランサ遺跡の位置  
(市川・八木 2014 図 1 を一部改変)

### 3. 粗製土器片の特徴

Ichikawa (2012) は、ヌエバ・エスペランサ遺跡から出土した遺物 (図 2 の第 16~20 層ならびに 1・2 号土坑から出土した遺物) の分析を行い、粗製土器が大量に出土し (全出土土器の約 90% が粗製土器)、かつ全て破片であること、炉体残がいと思われる焼土片や炭化物を含む土器層が広範囲に形成されていることを報告している。このことから、粗製土器は、使用頻度が高く、壊れるまで使用されたと推測され、さらに、粗製土器資料全体の約 90% が外面より内面の調整が入念であること、内面に薄い膜状あるいは層状の剥離が目立つことから (特に底部に顕著)、土器に漏水予防を施し、塩分濃度の高い鹹水を煮沸していた可能性を指摘している。

さらに器面には白色物質が付着しており、以下のような特徴が見られる。

- 1) 粗製土器にのみ、内外面に炭化層 + 白色物質が付着している。
- 2) 付着している部位は、口縁部よりやや下、または胴部から底部にかけてである。
- 3) 薄い膜状に付着している場合とブロック状に付着している場合の 2 種類がある。
- 4) いずれも水洗をしても土器表面から乖離することなく、極めて固い。

器面に付着している白色物質は、製塩遺跡と考えられている遺跡から出土した土器片にも付着しており (e.g. Drennan 1976; Pye 1995)、 $\text{CaCO}_3$  の可能性が考えられる。

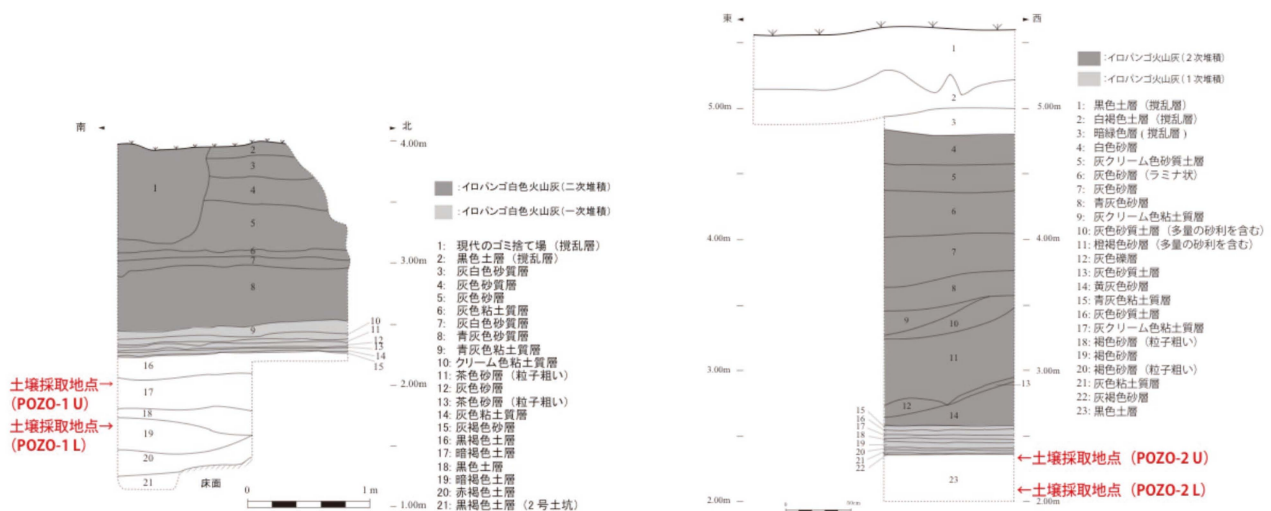


Fig. 2 West and south wall sections of No. 1 test pit in Nueva Esperanza archeological site

図 2 ヌエバ・エスペランサ遺跡 1 号試掘坑の西側および南側断面図  
市川ほか (2011) の図 2・4 に追記

#### 4. 粗製土器付着白色物質の化学分析

分析に供した粗製土器付着白色物質を図3に示す。化学分析結果の詳細については別稿(市川ほか, 投稿中)に譲り、ここでは以下、簡潔に述べる。

蛍光 X 線による元素組成分析の結果、白色物質の Ca 含有量は 24–25% と非常に多く(表 1)、さらに、粉末 X 線回析の結果、

内外面ともにカルサイト(Cal:  $\text{CaCO}_3$ )の明瞭なピークが検出された(図 4)。このことから、白色物質には  $\text{CaCO}_3$  が多く含まれていることが明らかになった。

また、白色物質を 10% 酢酸でリーチングして得られた酸可溶成分を原子吸光分析した結果、Ca 含有量が 18–20% であった。酸可溶成分の Ca は  $\text{CaCO}_3$  に由来すると考えられるので、白色物質中の Ca の 70–80% が  $\text{CaCO}_3$  であり、20–30% が他の形態で含まれていることがわかる。白色物質には  $\text{SiO}_2$  が 23–25%、 $\text{Al}_2\text{O}_3$  が 5–6% 含まれていること、石英(Qz)、カリ長石(Kf)、斜長石(Pl)のピークも認められることから、 $\text{CaCO}_3$  として存在する Ca 以外の Ca は海砂もしくは土器の胎土に由来している可能性がある。

さらに、土器内面付着の白色物質をリン酸と反応させて発生した  $\text{CO}_2$  の  $\delta^{13}\text{C}_{\text{VPDB}}$  は  $-14.4\text{‰}$ 、外面付着の白色物質は  $-16.7\text{‰}$  であった。この  $\delta^{13}\text{C}$  値は、海水中に含まれる海洋性植物プランクトン( $-28\text{‰}$ – $-18\text{‰}$ )の値よりも若干高く、海洋性植物プランクトンが海水中の溶存無機炭素( $\sim 0\text{‰}$ )を固定した結果生じた混合値である可能性が考えられる。太平洋沿岸、ユカタン半島北部、カリブ海沿岸といった海に近接する地域においては、海水を原料としており(e.g. Andrews, 1983; McKillop, 2002; Murata, 2011)、沿岸に位置しているヌエバ・エスペランサにおいても、塩の原料として、海水を用いた可能性が高いと考えられる。

サカプーラス村の民族学的調査によれば、良質な塩を採るために煎熬中にトウモロコシをすり潰し、ペースト状にした塊を入れると報告されている(Reina and Monaghan, 1981)。トウモロコシは  $\text{C}_4$  植物であり、その  $\delta^{13}\text{C}$  値は  $-15\text{‰}$ – $-11\text{‰}$  を示すので、土器付着白色物質がトウモロコシ起源の物質を含む可能性も考えられる。実際に、木村・渡邊 (2010) はイロパング火山周辺の土壌有機物中の  $\delta^{13}\text{C}$  値が  $-15\text{‰}$ – $-14\text{‰}$  であることから当時  $\text{C}_4$  植物が栽培されていた可能性を指摘しており、南ほか(2013)も、ヌエバ・エスペランサ遺跡 1 号試掘坑の第 16 層(図 2)下から出土した骨の  $\delta^{13}\text{C}$  値が  $-18\text{‰}$  であることから、 $\text{C}_4$  植物への高い寄与率(83–90%の寄与率)を指摘している。つまり、当時の人々が  $\text{C}_4$  植物を栽培し、多く食していたと推定され、トウモロコシが日常的に存在する状況において、塩の煎熬中にトウモロコシを加えた可能性も有り得る。

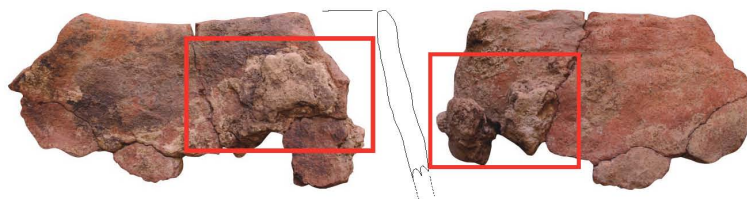


Fig. 3 White residue attached on coarse pottery

図 3 粗製土器付着白色物質

Ichikawa2014 Fig.3 に追記

Table 1 Major element concentrations of white residue on coarse pottery and soils collected from layer containing the pottery  
表 1 エル・サルバドル土壌の主成分元素含有量

(wt.%)	内面付着 白色物質	外側付着 白色物質	POZO-1 U	POZO-1 L	POZO-2 U	POZO-2 L
$\text{SiO}_2$	23.0	25.0	47.0	60.3	50.3	56.7
$\text{TiO}_2$	0.23	0.39	0.66	0.85	0.77	0.92
$\text{Al}_2\text{O}_3$	4.99	5.95	12.9	15.4	13.8	17.1
total- $\text{Fe}_2\text{O}_3$	2.84	3.14	4.72	5.58	5.54	6.85
MnO	2.70	0.74	0.18	0.06	0.18	0.25
MgO	4.45	3.33	1.68	0.85	1.79	1.08
CaO	34.2	35.4	11.7	1.73	9.41	1.41
$\text{Na}_2\text{O}$	0.26	0.57	1.79	2.33	1.91	1.98
$\text{K}_2\text{O}$	0.56	0.68	1.54	2.01	1.65	1.90
$\text{P}_2\text{O}_5$	4.39	2.09	0.80	0.06	0.56	0.08
LOI	23.1	22.8	16.4	9.01	13.7	11.1
Total	100.7	99.9	99.4	98.1	99.6	99.4

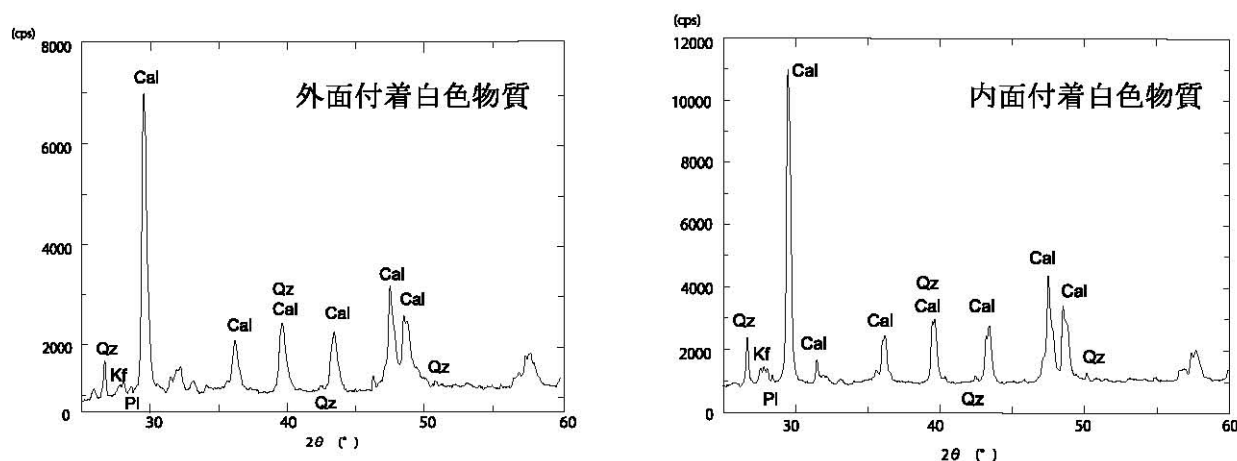


Fig. 4 X-ray diffraction patterns of white residue attached on coarse pottery

図4 粗製土器付着白色物質のX線回折パターン

市川ほか(投稿中)の図10を一部改変

## 5. 土壌の化学分析

土壌の採取地点を図2に示した。POZO-1 U、POZO-1 Lは、西側の第17層、19層から、POZO-2 U、POZO-2 Lは、南側の第23層の上部と下部から、それぞれ採取した。土壌の色は、上層(U)試料は茶色、下層(L)試料は暗褐色であり、明らかにL試料のほうが黒かった。化学分析の結果、U試料はL試料に比べて、CaO、 $P_2O_5$ 、MnOの含有量が高く、CaOは約7倍、 $P_2O_5$ は7-10倍であった。さらに、粉末X線回折の結果、U試料は石英(Qz)、カリ長石(Kf)、斜長石(Pl)とともにカルサイト(Cal)の明瞭なピークが検出されたのに対し、L試料はカルサイトのピークがほとんど検出されなかった(図5)。つまり、粗製土器が多く出土する層の土壌には $CaCO_3$ が多く含まれており、製塩による痕跡を残していると考えられる。

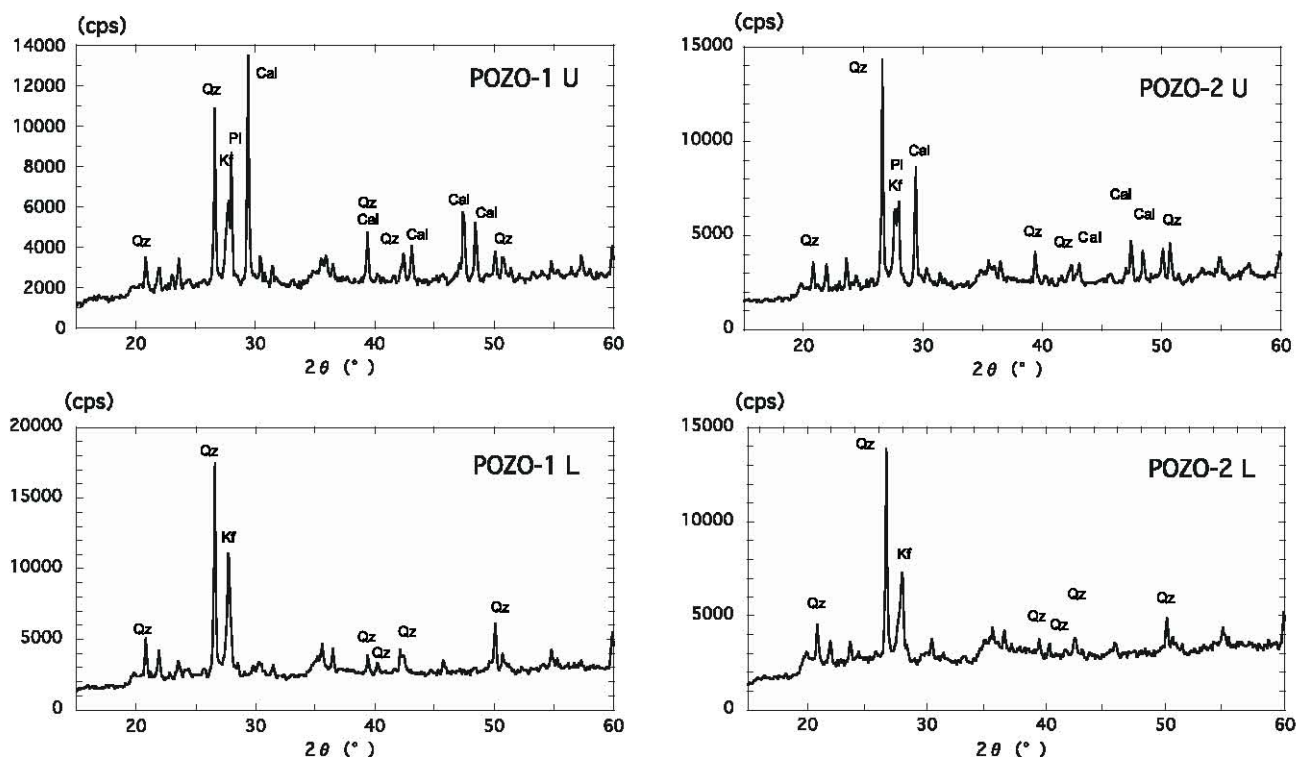


Fig. 5 X-ray diffraction patterns of soils at Nueva Esperanza archeological site

図5 ニューエバ・エスペランサ遺跡の土壌のX線回折パターン

土壌と粗製土器付着白色物質の関係を探るために、上層の土壌、ならびに土器の内面と外面に付着した付着白色物質の元素組成を、下層の土壌の化学組成 (POZO-1 L と POZO-2 L の平均値) で規格化して示した (図 6)。この図から、上層土壌は、下層土壌に比べて Mn、Mg、Ca、P の含有量が高く、特に Ca、P の含有量が 10 倍程度であることがわかる。さらに、粗製土器付着白色物質も上層土壌と同様、下層土壌に比べて Mn、Mg、Ca、P の含有量が高いが、特に Mn、P の含有量が高いのが特徴的である。白色物質が海洋性植物プランクトンあるいはトウモロコシ起源の物質を含んでいた場合、いずれも P 含有量の高い理由は説明がつくが、Mn 含有量が高い理由はトウモロコシ起源では難しい。海藻は Mn 含有量が高いことから、白色物質は海水を煎熬する過程で付着した海水、海洋性植物プランクトン、海砂等の混合物であると考えられる。今後、白色物質の脂質分析等を通じて、起源を明らかにしていきたい。

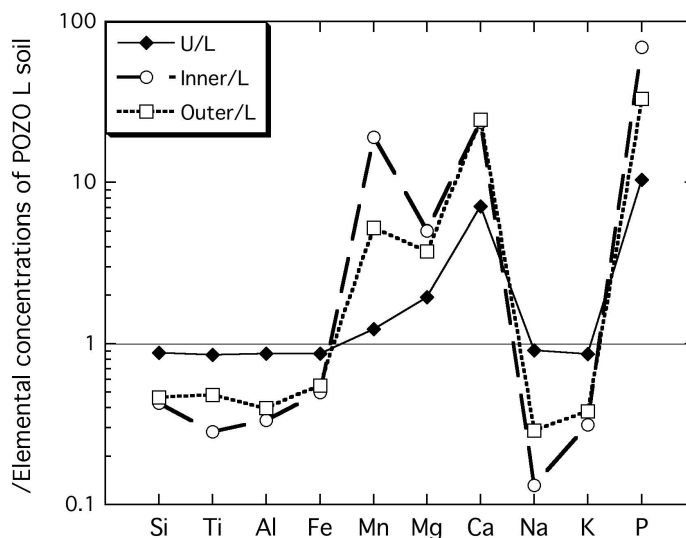


Fig. 6 Elemental concentrations of upper soils and white residues attached on inner and outer coarse pottery normalized to those of lower soils

図 6 下層土壌の化学組成で規格化した上層土壌ならびに粗製土器の内外面に付着した白色物質の化学組成  
U: 上層土壌、L: 下層土壌、Inner: 土器内面付着白色物質、Outer: 土器外面付着白色物質

## 謝辞

蛍光 X 線分析、X 線回折分析においては、名古屋大学年代測定総合研究センターの鈴木和博名誉教授、加藤丈典准教授、城森由佳博士にお世話になった。研究の一部は、日本学術振興会特別研究員奨励費「紀元後 5 世紀イロパング火山噴火前後の太平洋沿岸部の生業と社会の研究」(課題番号 25・824) および、パレオ・ラボ若手研究者を支援する研究助成(課題名「マヤ南東地域の広域編年確立のための年代学的研究」)の成果を含むものである。

## 引用文献

- Andrews, A.P. (1983) *Maya Salt Production and Trade*. University of Arizona Press, Arizona.
- Drennan, R. (1976) *Fabrica San José and Middle Formative Society in the Valley of Oaxaca*. *Memoirs of the Museum of Anthropology* 8, University of Michigan, Ann Arbor.
- Ichikawa, A. (2011) *Estudio Arqueológico de Nueva Esperanza, Bajo Lempa, Usulután*. Colección Arqueología 2. Secretaría de Cultura de la Presidencia, El Salvador.
- Ichikawa, A. (2012) *Informe Final Proyecto Arqueológico Nueva Esperanza, Bajo Lempa, Usulután Etapa*

2011-2012. San Salvador, El Salvador.

Ichikawa, A. (2014) Nueva Esperanza Archaeological Project: Prehispanic Villageers under the TBJ Tephra. SAA Current Research 175. Society for American Archaeology.

市川 彰(2014)エルサルバドル共和国レンパ川下流域 2014 年調査速報. 古代アメリカ, 17, 89-100.

市川 彰・八木宏明(2014) エルサルバドル共和国太平洋沿岸部集落における 20 世紀の製塩活動. 貝塚, 69, 25-29.

市川 彰・松崎大嗣・八木宏明(2011) エルサルバドル共和国ヌエバ・エスペランサ遺跡 2011 年調査速報. 古代アメリカ, 14, 83-88.

市川 彰・南 雅代・八木宏明 メソアメリカ南東部太平洋沿岸における先スペイン期製塩活動-エルサルバドル共和国ヌエバ・エスペランサ遺跡を中心に-. 日本考古学(投稿中).

木村眞人・渡邊健史 (2010) 過去に栽培された作物種の土壌有機物炭素同位体による推定, 古代アメリカの考古資料を用いた学術的発展研究(平成 21 年度総長裁量経費報告書), 名古屋大学大学院文学研究科 pp.31-36.

McKillop, H.I. (2002) Salt: White Gold of the Ancient Maya. University Press of Florida, Gainesville.

南 雅代・市川 彰・坂田 健・森田 航・伊藤伸幸 (2013) エル・サルバドル共和国から出土した先スペイン期埋葬人骨の同位体分析-人の移動と食性復元に向けて-. 考古学と自然科学, 64, 1-25.

Murata, S. (2011) Maya Salter, Maya Potter: The Archaeology of Multicrafting on Non-residential Mounds at Wits Cah Ak'al, Belize. Ph.D. Dissertation Thesis of Boston University.

Pye, M.E. (1995) Settlement, Specialization, and Adaptation in the Rio Jesus Drainage, Rethalhuleu, Guatemala. Ph.D. Dissertation thesis of Vanderbilt University.

Reina, R.E. and Monaghan, J. (1981) The Ways of the Maya: Salt Production in Sacapulas, Guatemala. Expedition, 23. pp.13-33.

## 日本語要旨

塩は人体に必要不可欠であり、古代から、さまざまな製塩方法が開発されてきた。しかし、塩は溶解し、地中に残らないため、製塩活動を立証するには、間接的な証拠を積み重ねる必要がある。市川ほか(投稿中)は、エルサルバドル共和国ヌエバ・エスペランサ遺跡発掘調査出土粗製土器(先古典期後期から古典期前期頃:AD100-400)の考古学的見地ならびに化学分析から、土器製塩が営まれていた可能性を指摘した。本稿においては、粗製土器に付着した白色物質に加え、粗製土器が埋没していた土壌を分析し、製塩の痕跡を探った。蛍光 X 線による元素組成分析の結果、白色物質の Ca 含有量は 24-25%と非常に多く、粉末 X 線回析の結果、カルサイト( $\text{CaCO}_3$ )の明瞭なピークが検出された。このことから、白色物質には  $\text{CaCO}_3$  が多く含まれていることが明らかになった。白色物質の  $\delta^{13}\text{C}$  が -17‰~-14‰であることから、白色物質は、海水を煎熬する過程で付着した海水、海洋性植物プランクトンの混合物であることが示唆された。さらに、遺跡土壌の化学分析の結果、粗製土器が多く出土する層の土壌には Ca が多く含まれており、Mn、P の含有量も高いことから、土壌には製塩によると思われる痕跡が残存していた。以上の結果から、先スペイン期のメソアメリカ太平洋沿岸部において、海水を原料とした土器製塩が行われていたことが示された。