

## 〔報告〕 ポータブル蛍光X線分析装置による 沖縄県所在ガラス製品の現地調査

早川 泰弘

### 1. はじめに

沖縄本島を中心に奄美群島から先島諸島までの広範囲な領域は、15世紀初めから19世紀末まで琉球王国の支配下にあり、日本本土をはじめ中国、朝鮮、さらには南方諸国の国々とも交易を行って、日本本土とは異なる独自の文化圏を形成していた。海外の多彩な品々や技術がもたらされ、本土ではほとんど類するものがない美術品、工芸品も数多く作られていた<sup>1, 2)</sup>。1871年の廃藩置県により琉球が鹿児島県の管轄化に置かれても、これらの文化財の多くは大切に護り伝えられてきたが、20世紀の太平洋戦争末期の沖縄戦によって壊滅的な打撃を受け、多くの文化財資料が焼失・散逸することとなった。

平成20～22年度にかけて、沖縄県教育委員会では「沖縄のガラス・玉等製品関係資料調査」を実施し、沖縄県を中心にその周辺域を含めた地域に所在しているガラス・玉製品の悉皆調査を行って、その所在状況を把握するとともに保管状況などを詳細に調査した。各資料について調査が作成され、いくつかの重要な資料については材質や化学組成あるいは鉛同位体比分析などの科学調査が併行して実施された<sup>3)</sup>。これまで沖縄のガラス・玉製品に関して、系統的な調査が行われたことはほとんどなかったが、今回の調査によって現存しているガラス・玉等製品の状況が明らかになり、今後の保管・保存対策を考えていく上でも重要な基礎資料の集積が行われた。悉皆調査の対象は琉球王国時代のものに限ったわけではないが、調査対象の多くはこの時代のものである。博物館・美術館等の所蔵資料とともに、個人が所有する資料も調査対象とされた。調査対象の中には、琉球王国時代に国王や大君から家臣に下賜されたものや地域の神女（ノロ）に代々伝えられてきたものも少なくない。これらの中には現在でも祭祀の際に実際に使われている資料もあり、所蔵先（個人）からの持ち出しが禁じられているものもある。

一方、沖縄県内の遺跡からは多数のガラス小玉（ビーズ）が出土し<sup>4, 5)</sup>、ガラス小玉を多用した製品もいくつか伝世されている<sup>6-9)</sup>。しかし、これらのガラスがどこで作られ、どのようなルートで沖縄にもたらされたのかはまったく解明されていない。そこで今回、これらのガラス製品の材質的な特徴や材料の流通に関する知見を得ることを目的として科学的調査が実施された。本報告では、これらの調査の中から、ガラス小玉を多用した伝世品を中心に、ポータブル蛍光X線分析装置を用いて現地で初めて行われた材質調査結果の概要を述べる。

### 2. ポータブル蛍光X線分析装置による材質調査

平成20～22年度に「沖縄のガラス・玉等製品関係資料調査」の一環として実施された現地材質調査は以下の3回である。2009年7月に実施された浦添市美術館での調査では、美術館所蔵資料だけでなく近隣に所在する資料を運び込んで調査を行った。2010年10月に調査が行われた伊是名島は琉球国王第二尚氏の始祖尚円王の生誕の地と言われており、島からの持ち出しが難しい資料などについて現地調査を実施した。

①2009年7月16-17日、浦添市美術館

②2009年12月15日、沖縄県立博物館・美術館

③2010年10月13日-15日、伊是名島ふれあい民俗館

さらに、著者らはこれらの調査に先立ち、2000年12月13日に那覇市歴史資料館分館で琉球王朝尚家の関係資料の科学調査を実施し、2005年1月12日には浦添市美術館で御玉貫二資料の材質調査を実施した。本稿ではこれらの調査を含めた5回の現地調査によって分析された全11資料のガラス製品の材質調査結果を報告する。

調査に使用した機器は、東京文化財研究所が所有するポータブル蛍光X線分析装置（セイコーインスツルメンツ（株）SEA200）である。今回の調査に際して設定した測定条件は次の通りである。

X線管球 : Rh（ロジウム）ターゲット

管電圧, 管電流 : 50kV, 100 $\mu$ A

X線照射径 :  $\phi$  2 mm

測定時間 : 100秒

測定雰囲気 : 大気

蛍光X線分析は空気中では窒素や酸素の影響で軽元素を検出することができず、軽元素を多く含むガラスや玉製品については、その化学組成を求めることは困難である。今回の現地調査の目的は、沖縄県所在のガラス・玉製品の正確な化学組成を求めるのではなく、これまでほとんど科学的調査が行われたことのないこれらの資料に関して、その大まかな元素組成を明らかにしてガラスの種類や着色由来元素の特定を行い、それらに琉球という地域的な特徴が現れるのかどうか、さらには時代や地域によってそれらに違いがあるのかどうか等の情報を得ることが狙いである。

### 3. 調査結果

#### 3-1. 御玉貫（おたまぬぎ、うたますぎ）

御玉貫とは王府や御殿で祭事などの際に酒を入れる容器として使用された酒器で、金属製の瓶子の表面に色とりどりのガラス小玉（直径3～5 mm程度）の編み物を被せたものである。同様の小玉で編んだ蓋が付いたものもある。現存している作例は少なく、琉球王国時代の文化財の中でも貴重な資料の一つである。これまでの現地調査で沖縄県内に所在する7資料を調査することができた。調査対象資料を図1～7（口絵カラー）に示す。

蛍光X線分析による調査結果を表1に示す。表1には各資料に使われているガラス玉から検出された特徴的な元素を示すとともに、測定結果から鉛ガラスかどうかを判断した結果も明示した。鉛ガラスかどうかの判断は、検出された元素の中で鉛の検出強度が最も大きいものに限って鉛ガラスと明示した。一般に、鉛ガラスと分類されている古代から近世のガラス中のPbO濃度は20～70%程度とかなり大きな差が認められ、風化や変質によっては表面のPbO濃度が90%を超える場合もあることが報告されている<sup>10, 11)</sup>。表1には蛍光X線の検出強度は示さなかったが、鉛ガラスと判断したガラスは他の検出元素に比べて各段に大きな検出強度を示しているものがほとんどである。また、ガラスの含有成分と着色との関係、あるいはその発色のメカニズムなどに関しては、多くの参考文献が著わされているので、それらを参照されたい（例えば参考文献12), 13) など）。

以下に御玉貫7資料に関する材質調査結果を記す。御玉貫7資料については、表1の右欄に瓶子本体の金属組成を併記した。

(1) 錫製五色玉瓶子（沖縄県立博物館・美術館，18-19世紀）（図1）

左右一対の資料に対して、それぞれの瓶子本体の金属部2箇所および10個のガラス玉を測定した。本体金属は錫-鉛合金であり、その組成はSn60%-Pb40%程度であった。瓶口部と高台部でその組成に違いはなく、二本の瓶子とも同じ組成であった。ガラス玉については、色調に関わらず、左右の瓶子のすべての玉から大量のPbが検出され、鉛ガラスが使われていることがわかった。白色玉は他に比べてPb検出量が小さくKが検出される傾向があるが、乳白色玉からKはまったく検出されなかった。緑色玉、青緑色玉からはCuが、黒色玉からはFeとMnが同時に検出される特徴があった。これらの特徴は左右の瓶子について共通していた。

(2) 玉貫錫瓶（沖縄県立博物館・美術館，18-19世紀）（図2）

瓶子本体の金属部2箇所と15個のガラス玉を測定した。本体金属の瓶口部と高台部の測定結果はほとんど同じであり、Sn45%-Pb55%程度の錫-鉛合金であった。上述の錫製五色玉瓶子（沖縄県立博物館・美術館）の本体金属とは異なる組成である。ガラス玉は、Pbが大量に検出されるものとほとんど検出されないものに大別できるが、色調との関係はつかめなかった。乳白色玉および多くの透明玉からPbはほとんど検出されなかったが、白色玉からはPbが多く検出された。一方、緑色透明玉や緑色玉からはPbが大量に検出されるが、青緑色玉からPbはほとんど検出されなかった。この青緑色玉からはCuとZnが他より多く検出される特徴があった。黒色玉からはCuとFeが多く検出された。錫製五色玉瓶子（沖縄県立博物館・美術館）の黒色玉からはMnが検出されているが、この資料の黒色玉からMnは検出されなかった。



図1 錫製五色玉瓶子  
（沖縄県立博物館・美術館）



図2 玉貫錫瓶  
（沖縄県立博物館・美術館）

表 1 沖縄県所在ガラス資料からの検出元素

| 資料名                  | 所蔵先         | 透明    | 白     | 白濁・乳白        | 赤    | 橙 | 茶 | 黄    | 緑  | 青緑(薄緑) | 水         | 青透明            | 青      | 紫 | 黒          | 押玉真本体組成(%) |    |  |
|----------------------|-------------|-------|-------|--------------|------|---|---|------|----|--------|-----------|----------------|--------|---|------------|------------|----|--|
|                      |             |       |       |              |      |   |   |      |    |        |           |                |        |   |            | Sn         | Pb |  |
| 鑄製五色玉菓子              | 沖縄県立博物館・美術館 |       | K, Ca | (Fe)         | (Fe) |   |   | (Fe) | Cu | Cu     |           |                |        |   |            | 60         | 40 |  |
| 玉貫錫瓶                 | 沖縄県立博物館・美術館 | K, Ca | K, Ca | (Fe)         | (Fe) |   |   | (Fe) | Cu | Cu, Zn | (Cu, Zn)  |                |        |   |            | 45         | 55 |  |
| 黄色地巴紋御玉貫 一对          | 銘苅家         |       |       |              |      |   |   | Fe   | Cu |        | Cu/Cu, Zn | Cu             |        |   | Fe, Mn     | 53         | 47 |  |
| 緑地御玉貫 一对             | 名嘉家         |       |       | K, Ca        | (Fe) |   |   | (Fe) | Cu |        |           | Ca, Fe, Cu, Zn |        |   | Fe         | 43         | 57 |  |
| 御玉貫 (国宝「琉球国王尚家関係資料」) | 那覇市         |       | K, Ca | (Fe, Cu, Zn) |      |   |   | (Fe) | Cu |        |           |                | ?      |   | Fe, Mn, Cu | 63         | 37 |  |
| 緑地巴紋御玉貫              | 浦添市美術館      |       |       |              |      |   |   |      | Cu | Cu, Zn |           |                |        |   |            | 54         | 46 |  |
| 御玉貫                  | 首里城公園管理センター |       |       | (Fe)         |      |   |   | (Fe) | Cu | Cu, Zn | Cu, Zn    |                | Co     |   | Cu, Fe     | 46         | 54 |  |
| 黒漆ビードロ入り山水楼閣螺鈿硯屏     | 浦添市美術館      |       |       |              |      |   |   | Fe   |    |        | Cu        |                | Co     |   |            |            |    |  |
| 朱漆竹虎車珠辻金螺鈿座屏         | 浦添市美術館      |       |       | (Fe, Cu)     | (Fe) |   |   | Fe   |    |        |           |                | Cu, Zn |   | Fe, Mn, Cu |            |    |  |
| 南京玉盆                 | 沖縄県立博物館・美術館 |       |       |              |      |   |   | Fe   | Cu | Cu     |           |                |        |   |            |            |    |  |
| 袖玉①、②                | 名嘉家         | K, Ca |       |              |      |   |   |      |    |        | Cu        | Cu             |        |   |            |            |    |  |

 : 鉛ガラス

 : 鉛ガラスでない

 : 鉛ガラス、鉛ガラスでないものが両方存在

 : その色のガラスは使われていない

? : その色のガラスは使われているが、測定せず。

( ) : 検出量は少ない

(3) 黄色地巴紋御玉貫一対 (伊是名村銘苅家, 18-19世紀) (図3)

左右一対の瓶子それぞれの高台部金属および全15個のガラス玉を測定した。本体金属は錫-鉛合金であり、その組成はSn53%-Pb47%程度であった。左右の瓶子本体は同じ材料である。ガラス玉については、ほとんどの玉から大量のPbが検出されたが、左瓶子の水色玉だけPbが検出されなかった。右瓶子の水色玉からはPbが検出された。紫色玉からだけMnが検出され、Fe検出量も多い傾向にある。黒色玉からはFe, Cu, Znが多く検出された。緑色玉からはCuが多く検出された。赤色玉からはPb以外の特徴的な元素は何も検出されなかった。

(4) 緑地御玉貫一対 (伊是名村名嘉家, 18-19世紀) (図4)

左右一対の瓶子それぞれの高台部金属および全12個のガラス玉を測定した。本体金属は錫-鉛合金であり、その組成比はSn43%-Pb57%程度であった。左右の瓶子本体は同じ材料である。同じ伊是名村に所蔵される上記の黄色地巴紋御玉貫(伊是名村銘苅家)とは本体金属の組成が異なる。ガラス玉については、白濁玉からはPbはほとんど検出されず、Kが高い傾向にあった。白色玉からはPbが大量に検出され、鉛ガラスと判断できる。青色透明玉からもPbはほとんど検出されず、Ca, Fe, Cu, Znが検出されることが特徴的である。黄色地巴紋御玉貫(伊是名村銘苅家)にもこれと色調に近い透明青色玉が使われているが、組成はまったく異なる。黒色玉は鉛ガラスであり、Feが多く検出されるが、Cu, Znは検出されない。黄色地巴紋御玉貫(伊是名村銘苅家)の黒色玉からはCu, Znが多く検出されている。緑色玉も鉛ガラスであり、Cuが多く検出される。赤色玉も鉛ガラスであるが、Pb以外の特徴的な元素はほとんど検出されなかった。

(5) 御玉貫(那覇市, 国宝「琉球国王尚家関係資料」, 18-19世紀) (図5)

大小一対の御玉貫のうち、小さい御玉貫の本体高台部金属および蓋部のガラス玉5個を測定した。本体金属は錫-鉛合金であり、その組成はSn63%-Pb37%程度であった。ガラス玉については、蓋の頂部の緑色玉, 黄色玉, 赤色玉, 白色玉, 黒色玉を測定した。すべての玉からPbが比較的多く検出され、鉛ガラスが使われていると考えられる。ただし、白色玉だけ、他よりPb検出量が小さく、K, Caが多い特徴があった。Kは緑色玉や黒色玉でも検出された。



図3 黄色地巴紋御玉貫一対 (銘苅家)



図4 緑地御玉貫一対 (名嘉家)

緑色玉ではCuが、黒色玉ではFe, Cu, Mnが特徴的に検出された。赤色玉からは少量ではあるがCuとZnが検出された。黄色玉からはPbと少量のFe以外に検出された元素はなかった。

(6) 緑地巴紋御玉貫 (浦添市美術館, 18-19世紀) (図6)

一本の御玉貫の本体金属部3箇所と8個のガラス玉を測定した。本体金属の瓶口部と高台部の測定結果はほとんど同じであり、Sn54%-Pb46%程度の錫-鉛合金であった。どの色のガラス玉からも比較的多くのPbが検出され、鉛ガラスであると判断できるが、青色玉だけはPb検出量がわずかで鉛ガラスが使われていない。この青色玉からはK, Caが比較的多く検出され、同時にMn, Fe, Cuも少量検出されている特徴があった。黒色玉からもFe, Cuが多く検出されるが、Mnは検出されなかった。濃緑色玉からはCuが、薄緑色玉からはCuとZnが検出された。一方、白色玉、乳白色玉、黄色玉、赤色玉からはPb以外に検出される元素はほとんどなかった。

(7) 御玉貫 (首里城公園管理センター, 18-19世紀) (図7)

左右一対の瓶子の全9個のガラス玉と、一本の瓶子の口部と本体部の金属を測定した。本体金属は錫-鉛合金であり、その組成比はSn46%-Pb54%程度であった。ほとんどの色のガラス玉からPbが大量に検出されており、鉛ガラスが使われていると判断できる。ただし、薄緑色玉だけPbがほとんど検出されず、鉛ガラスではなかった。この薄緑色玉からはCa, Cu, Znが比較的多く検出されることが特徴である。上記の緑地巴紋御玉貫(浦添市美術館)では青色玉が鉛ガラスではなかったが、本資料では青色玉は鉛ガラスであり、薄緑色玉だけが鉛ガラスでないという結果であった。緑色玉は鉛ガラスであり、Cuは検出されるが、Znは検出されなかった。水色玉からはCuとZnが検出されるが、薄緑色玉より検出量は小さかった。青色玉からはFeとともに少量ではあるがCoが検出された。黒色玉から検出されるのはFe, Cuであった。赤色玉, 黄色玉からPb以外に検出されるのは少量のFeだけであった。乳白色玉, 白色玉からはPb以外に検出される元素はほとんどなかった。



図5 御玉敷 (那覇市, 国宝「琉球国王尚家関係資料」)



図6 緑地巴紋御玉貫 (浦添市美術館)



図7 御玉貫 (首里城公園管理センター)

### 3-2. 硯屏, 座屏

硯屏とは硯の頭の上方に置いて、ほこりが硯の中に入るのを防ぐ道具であり、座屏とは床置き衝立状道具である。浦添市美術館に所蔵されるそれぞれ1作品について調査を行った。調査結果を表1に示すとともに、以下に調査結果の概略を記す。

#### (1) 黒漆ビードロ入り山水楼閣螺鈿硯屏（浦添市美術館, 17-18世紀）（図8）

何種類かの棒状ガラスを配列して面状部を作り出しており、総体は黒漆塗り、支柱の一部に朱漆塗りが施されている。ガラス棒にはひねりの施されたものもあり、色調や形状の異なるガラス11箇所を測定した。どのガラスからもCaが比較的多く検出されたが、Pb検出量は少ない。Pbが大きく検出されたのは水色の平面状のガラスだけである。青色系のガラスでは、捻りのある青色ガラスの発色はCoに由来するが、水色ガラスの発色はCuに由来していた。水色のガラスであってもPb検出量が大きく異なるものがあり、複数の材料が使われていると考えられる。薄黄色ガラスについても、平面状のガラスの発色はFeに由来するが、捻りのあるガラスからFeはほとんど検出されず異なる材料が使われていた。薄茶色のガラスについてもCaとPbを含んでいるものと、CaとPbをほとんど含んでいないものが見出された。

#### (2) 朱漆竹虎連珠沈金螺鈿座屏（浦添市美術館, 17-18世紀）（図9）

何色かのガラス小玉を繋ぎ合わせて表面に竹虎の図、裏面に詩文を描き出している。面枠と脚部は朱漆塗りに沈金で文様が施されている。色調の異なる16個のガラス玉を測定したところ、すべてのガラス玉からPbが大量に検出され、鉛ガラスが使われていることがわかった。いずれもCa検出量はわずかであった。上述の黒漆ビードロ入り山水楼閣螺鈿硯屏（浦添市美術館）で使われているガラスとは化学組成は大きく異なっている。虎の身体を描き出すために黄色系のガラスが多く使われているが、これらのガラス玉からはFeが多く検出された。黒色ガラス玉からもFeが多く検出されるが、黒色玉からはMn, Cuも検出されることが特徴である。青色ガラス玉からはCuとともにZnが検出された。Znが検出されたのは青色玉だけであり、他の色調のガラス玉からはまったく検出されなかった。



図8 黒漆ビードロ入り山水楼閣螺鈿硯屏  
（浦添市美術館）



図9 朱漆竹虎連珠沈金螺鈿座屏  
（浦添市美術館）



図10 南京玉盆  
(沖縄県立博物館・美術館)

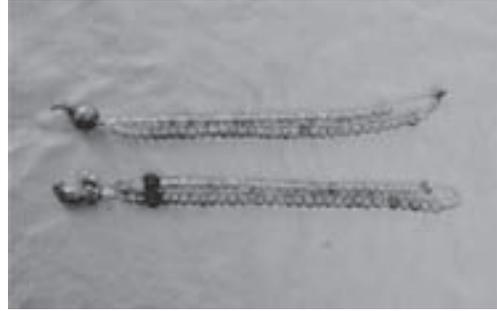


図11 袖玉①, ② (名嘉家)

### 3-3. 玉盆

沖縄県立博物館・美術館所蔵の南京玉盆(17-18世紀)(図10)の金属部2箇所とガラス玉10個を測定した。調査結果を表1に示した。周縁の金属材料は銅-亜鉛合金(真鍮)であり、その組成比はCu75-Zn25%程度であった。螺旋状の金属部分も同じ材料が使われている。ガラス玉については、色調に関わらず、すべての玉からPbが大量に検出されており、鉛ガラスが使われている。緑色玉や青緑色玉の発色はCuに、黄色玉や黄金色玉の発色はFeに由来する。紫色玉の着色元素は判断できなかった。脱落白色玉についても測定したが、本資料中の白色玉とほとんど同じ組成であり、本資料から脱落した玉であると判断できる。

### 3-4. 曲玉, 袖玉, 玉飾

伊是名村名嘉家所蔵の二本の環状袖玉(18-19世紀)(図11)の資料①については5個のガラス玉と勾玉を、資料②については2個のガラス玉と橙色勾玉を測定した。調査結果を表1に示した。多くのガラス玉でK, Ca含有率が他のガラス資料より高い傾向にあることが本資料の特徴である。青色透明玉, 水色玉からPbはほとんど検出されなかった。これらのガラス玉の青色発色元素としてCuが検出された。一方、濃青色玉からは大量のPbが検出されたが、Cuは検出されなかった。透明玉からもPbは検出されなかった。一方、透明濁玉からは大量のPbが検出され、組成がまったく異なることがわかる。勾玉からはCaとFeが主として検出され、軟玉( $\text{Ca}_2(\text{Mg,Fe})_5(\text{Si}_8\text{O}_{22})(\text{OH})_2$ )の一種が使われていると考えられる。これまでに、沖縄県内に伝世する勾玉に関して科学的分析が行われた例はほとんどないが、石質鑑定によって緑色片岩と鑑定された資料があり<sup>4)</sup>、その類品と位置づけることのできる本資料に緑色片岩に含まれることの多い軟玉が使われている可能性が得られたことは、資料の関連性を検討する上でも重要な結果である。一方、橙色勾玉からはK, Ca, Feが検出されただけであり、材料の推定は難しい。

## 4. 考察

今回の調査からは、沖縄のガラス資料の多くは鉛ガラスによって構成されており、一部に鉛ガラスでないガラス玉が使われていることが明らかになった。表1を見ると、赤色, 黄色, 緑色のガラス玉については、資料が異なっても使われているガラスはすべて鉛ガラスであり、着色元素もほぼ共通していることがわかる。それに対し、青緑色, 水色, 青色のガラス玉については、資料によって鉛ガラスが使われているものとそうでないものがあり、さらに着色元素も

異なっている。例えば、青色の着色に関して、黄色地巴紋御玉貫（伊是名村銘苺家）や袖玉（伊是名村名嘉家）はCuに由来していると考えられるが、緑地巴紋御玉貫（浦添市美術館）はMn, Fe, Cuに、黒漆ビードロ入り山水楼閣螺鈿硯屏（浦添市美術館）や御玉貫（首里城公園管理センター）はCoに由来している。Coによる着色が見出された資料はこの二資料だけであったが、前者の青色ガラスは鉛ガラスでないのに対し、後者の青色ガラスは鉛ガラスである。

さらに、御玉貫7資料に着目してみると、興味深い傾向が見えてくる。7資料の瓶子本体の金属組成は驚くほど一致せず、これは一時に製作されたものではないことを示唆しているが、その本体組成は次の3つに大別できそうである。

- ① Sn含有率が60%以上
- ② Sn含有率が50～60%
- ③ Sn含有率が50%以下

この①～③の分類で整理してみると、①に分類される錫製五色玉瓶子（沖縄県立博物館・美術館）と御玉貫（国宝「琉球国王尚家関係資料」, 那覇市）に使われているガラスはすべて鉛ガラスである。②に分類される黄色地巴紋御玉貫（伊是名村銘苺家）と緑地巴紋御玉貫（浦添市美術館）については、使われている数は少ないものの青色系のガラス玉に鉛ガラスでないものが見出される。③に分類される玉貫錫瓶（沖縄県立博物館・美術館）、緑地御玉貫一對（伊是名村名嘉家）、御玉貫（首里城公園管理センター）については、鉛ガラスでないものの数や種類が多くなり、青～緑色系のガラスに鉛ガラスでないものが使われている。また、青色や黒色のガラスに含まれるMnに着目すると、①に分類される錫製五色玉瓶子（沖縄県立博物館・美術館）と御玉貫（国宝「琉球国王尚家関係資料」, 那覇市）では両資料とも黒色ガラスにMnが含まれるが、②の分類では緑地巴紋御玉貫（浦添市美術館）の青色ガラスに少量のMnが含まれるだけで、黄色地巴紋御玉貫（伊是名村銘苺家）からは見出されない。③に分類される玉貫錫瓶（沖縄県立博物館・美術館）、緑地御玉貫 一對（伊是名村名嘉家）、御玉貫（首里城公園管理センター）からMnはまったく検出されない。

鉛ガラスでないガラス玉は、使われている数も少なく、御玉貫や他資料の製作当初から使われていたものかどうか、後の時代の補修の際に新たに作られて付け加えられたものではないか、という点に関して十分な検討が必要である。製作当初から使われていたとしたならば、なぜ一部のガラス玉にだけ鉛ガラスでないものが使われているのか、その理由を考えなければならない。ガラス玉の製作地、製作技法に関する調査とともに、材料の供給先についても検討が必要と思われる。

## 5. まとめ

以上、沖縄県所在のガラス製品について、ポータブル蛍光X線分析装置を用いて現地で行われた材質調査の結果を報告した。平成20～22年度にかけて実施された「沖縄のガラス・玉等製品関係資料調査」によって調査されたガラス資料は膨大な数にのぼり、そのうち科学的手法を用いて材質調査が行えたのは、ほんのごく一部の資料だけである。琉球王国時代を中心に、沖縄県内の遺跡からは多数のガラス玉やガラス製品が出土している。しかし、沖縄県内でガラス工房跡は未だ発見されておらず、この膨大な数のガラスがどこで作られていたのか、またその材料はどこから供給されていたのかなどは依然として謎のままである。

今回の現地でのポータブル蛍光X線分析装置による材質調査は、御玉貫など沖縄を代表するガラス製品について、その材料的な特徴を化学組成という側面から探ろうとしたものである。

見かけの色調や質感がほとんど同じであっても、化学組成がまったく異なるガラスが存在していることや、青色や黒色ガラスにいくつかの発色元素が存在していることなどが明らかになった。今回の調査結果を踏まえ、製作年代による化学組成や鉛含有率の変化を検討し、さらに鉛同位体比分析による材料の産地推定結果を考え合わせていくことで、沖縄県内に所在するガラス製品に関する特徴がさらに明確になるものと期待される。

#### 参考文献

- 1) 鎌倉芳太郎『沖縄文化の遺宝』, 岩波書店 (1982)
- 2) 久保智康『琉球の金工』, 日本の美術533, 至文堂 (2010)
- 3) 『沖縄のガラス・玉等製品関係資料調査報告書』, 沖縄県教育委員会 (2011)
- 4) 今帰仁村文化財調査報告書第20集『今帰仁城跡周辺遺跡Ⅱ—今帰仁城跡周辺整備事業に伴う緊急発掘調査報告—』, 沖縄県今帰仁村教育委員会 (2005)
- 5) 沖縄県立埋蔵文化財センター調査報告書第49集『首里城跡—京の内跡発掘調査報告書(Ⅱ)—』, 沖縄県立埋蔵文化財センター (2009)
- 6) 『国宝「琉球国王尚家関係資料」のすべて』, 尚家資料／目録・解説』, 那覇市歴史博物館編, 沖縄タイムス社 (2006)
- 7) 『館蔵 琉球漆芸』, 浦添市美術館 (1995)
- 8) 『琉球王朝の華—美・技・芸—』 首里城公園開園10周年記念企画展図録, 首里城公園管理センター (2002)
- 9) 『東照宮寶物志』 東照宮社務所編纂 (1927)
- 10) 肥塚隆保: 出土考古遺物の材質調査—日本で出土した古代ガラスの研究—, 理学電機ジャーナル30, pp.33-40 (1999)
- 11) T.Koezuka, K.Yamasaki: Chemical Composition of Ancient Glasses found in Japan, Proceedings of 18th International Congress on Glass, 6, pp.469-474 (1995)
- 12) D.G.Holloway 著, 大井喜久夫訳: モダンサイエンスシリーズ『ガラスの物理』, 共立出版 (1977)
- 13) 『ガラス工学ハンドブック』 朝倉書店 (2010)

キーワード: ガラス (glass); 沖縄 (Okinawa prefecture); 琉球王国 (Kingdom of Ryukyu); 蛍光 X線分析 (X-ray fluorescence analysis); 材質調査 (material analysis)

# On-site Analysis of Glass Objects Existing in Okinawa Prefecture Using a Portable X-ray Fluorescence Spectrometer

Yasuhiro HAYAKAWA

Okinawa was originally called Ryukyu; it was an independent kingdom with a unique culture. Located southwest of Japan, it flourished as a base for trade among China, Korea and Japan. Ryukyu was placed under the control of the Shimazu domain in the Edo period and was colonized by Japan during the Meiji period. During the Second World War, Okinawa was the only battlefield in Japan where Americans landed. A large number of cultural objects existing in Okinawa were catastrophically damaged by the War.

The Okinawa Prefectural Board of Education carried out a survey of glass and bead objects existing in Okinawa prefecture in 2008-2010. This report describes the results of on-site analysis of glass objects in Okinawa using a portable X-ray fluorescence spectrometer. Some unique glass objects using several kinds of beaded glass existed in Okinawa. Bottle-shaped objects, partition objects, tray-shaped objects and necklaces were analyzed in the present survey.

The results showed that most beaded glass was classified into lead-glass group despite the differences of lead contents. All of red, yellow and green-colored glass was categorized as lead-glass. Red and yellow glass was colored with iron oxide, and green glass with copper oxide. However, some blue-colored glass was categorized as lead glass, while some was not. The coloring materials for blue-colored glass were found to have been copper oxide and cobalt oxide.

Detailed characteristics of glass objects in Okinawa is expected to be made clear by further investigation of the distribution of materials and place of production.