

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成 25 年 6 月 14 日現在

機関番号：84604

研究種目：若手研究（B）

研究期間：2010～2012

課題番号：22700851

研究課題名（和文）東アジアにおけるインド・パシフィックビーズの材質と流通に関する科学的研究

研究課題名（英文）Scientific Research on the Chemical Composition of the Indo-Pacific Beads Found in East Asia.

研究代表者 田村 朋美（TAMURA TOMOMI）

独立行政法人国立文化財機構 奈良文化財研究所・埋蔵文化財センター・研究員

研究者番号：10570129

研究成果の概要（和文）：日本で出土するインド・パシフィックビーズは色調によって出現時期が異なり、弥生時代と古墳時代の両時期に出現するのは、黄緑色、赤褐色、淡紺色など一部の色調に限られる。本研究で、これまで分析事例の少なかった弥生時代のインド・パシフィックビーズの分析を進めた結果、黄緑色と赤褐色のものは、弥生時代と古墳時代で基礎ガラスの化学組成が異なることが明らかとなった。生産地の変化を示唆する重要な知見である。

研究成果の概要（英文）：The purpose of this research is to classify Indo-Pacific beads excavated in Japan from the relation between the glass system and colorant, and to clarify about the historical transition. As a result of analysis of the beads found in Yayoi and Kofun period, it turned out that yellow-green and reddish-brown beads of Yayoi period are different in the chemical constitution from those of Kofun period.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2010 年度	600,000	180,000	780,000
2011 年度	600,000	180,000	780,000
2012 年度	600,000	180,000	780,000
年度			
年度			
総計	1,800,000	540,000	2,340,000

研究分野：文化財科学

科研費の分科・細目：文化財科学・文化財科学

キーワード：インド・パシフィックビーズ、化学組成、着色剤、非破壊分析、歴史的変遷、東アジア

1. 研究開始当初の背景

古代におけるガラス玉の材質や製作技法に関する情報は、ガラス玉の生産地や流通に関する研究を進めるうえで極めて重要である。西アジアで発明されたガラスは北アフリカ、地中海周辺から東ヨーロッパへと拡散し、さらに南アジアや東アジアへ伝えられ、アジアの一部地域でもガラスの製造が始められたと考えられている。

これまでの考古学的な調査から、西はアフ

リカ大陸東岸部からインド南部を経て、東南アジア各地に至るまでの地域には、いくつかの特徴を共有したガラス製の小玉が大量に流通したことが知られている。それらは引き伸ばし法によって製作され、単色で、直径が約6mmを越えないような小玉で、インド・パシフィックビーズと呼ばれている。そしてこうしたガラス小玉の流通は日本列島にまで及んでいることが知られている。

インド・パシフィックビーズの生産は、南

インドの東海岸に位置するアリカメドゥ遺跡の成立によって紀元前3世紀頃に始まり、その生産地は東南アジア各地に拡散したと考えられている。このようにガラス製品は、東南アジアや南インドといった南方の地域との関係が深く、海路による遠距離交易の存在を示す資料であるため、これら南方地域において時期的な消長が整理され、製作地遺跡の様相が明らかになれば、交易ルートの時期的な変遷などにも言及が可能となると期待されている。

これまでの研究により、日本で発見されるインド・パシフィックビーズと呼ばれるガラス小玉の基礎ガラスの材質が歴史的に変遷していることが明らかにされてきた。しかし、一方で着色材に関しては、基礎ガラスの材質とどのような関係が成り立っているのかについて明らかにされていない。これらの関係を明らかにするには、多数のガラス小玉の観察と色調の区別、そして多量のガラス小玉の分析によるデータの蓄積が必要とされる。近年、ガラス小玉の分析事例は大幅に増加したが、いっぽうで分析事例に時期的な偏りが大きく、とくに2世紀から5世紀にかけてのガラス小玉の基礎ガラスの材質および着色材のバリエーションおよびその歴史的変遷については不明な点が多い。これらのガラス小玉の起源や生産地、交易ルートなどについても重要な課題として残されている。

2. 研究の目的

古代におけるガラス玉の材質や着色材に関する情報は、ガラス玉の生産地や流通に関する研究を進めるうえで極めて重要である。近年、北アフリカからインド南部を経て東南アジア各地に至るまでの地域で大量に流通したインド・パシフィックビーズと呼ばれるガラス小玉が日本においても流通していたことが明らかとなっている。

本研究では日本で出土するインド・パシフィックビーズについて非破壊元素測定をおこない、材質と着色材の関係からその歴史的変遷について明らかにすることを目的とする。さらに東アジアを中心とする周辺諸国の事例と比較検討することで生産地や当時の交易ルートについても検討する。

3. 研究の方法

日本で出土したガラス小玉について、基礎ガラスの材質および着色材の時期的な変化を整理する。その後、東アジアを中心とした周辺諸国の資料と比較検討をおこない、生産地や交易ルートについて検討する。

基礎ガラスの材質および着色材の調査は、蛍光X線分析装置をもちいた非破壊元素測定によっておこなう。カリガラスの判別にはイメージングプレートを用いたオートラジオ

グラフィ法 (AR法) も併用する。また、実体顕微鏡下での観察や不透明ガラスについてはX線透過撮影による内部状態の観察をおこない、ガラス小玉の製作技法についても調査する。

4. 研究成果

(1) カリガラス

日本列島で出土するインド・パシフィックビーズには、カリガラス、ナトロン主体ガラス、高アルミナソーダ石灰ガラス製のものがある。このうち、カリガラスは、酸化カリウムと二酸化ケイ素を主成分とし、酸化アルミニウム、酸化カルシウム、酸化ナトリウムなどを少量ともなう単純な組成のガラスで、一種類のみが流通していたように考えられてきたが、日本で出土するカリガラスの化学組成を詳細に検討すると、酸化アルミニウムと酸化カルシウム含有量から大きく2種類が存在していたことを明らかにした (図1)。

これらのカリガラスに含まれる酸化アルミニウムや酸化カルシウムは、原料の石英 (砂) に伴う不純物成分と考えられ、これらの含有量が異なることは、原料やその生産地が異なる可能性を示している。

酸化アルミニウム含有量が多く、酸化カルシウム含有量が少ないタイプは、銅イオンによって着色された淡青色を呈するカリガラスとして一つのグループを成す。カリガラスの化学組成による細分をおこなった先行研究 (Lankton and Dussubieux 2006) によると、このタイプは、ベトナム中部から中国南部を中心に分布することが知られ、これらの地域で生産された可能性が考えられる。

一方、酸化アルミニウム含有量が少なく、酸化カルシウム含有量が多いタイプは、コバルトイオンによって紺色に着色されたものにまとまっている。着色材料に用いられたコバルト原料には必ず数%の酸化マンガン

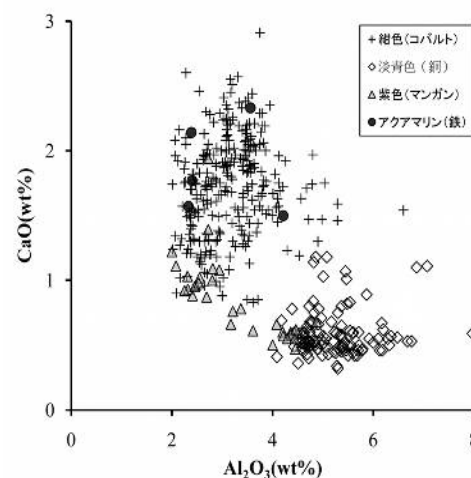


図1 カリガラスのAl₂O₃-CaO含有量

伴うことが特徴である。このタイプのカリガラスは、南アジアから東アジア一帯の広域に分布しており、生産地に関してははっきりしていない。インドのアリカメドゥにおいて生産遺跡が発見されていることからインドで生産されていた可能性が高いが、一方で酸化マンガンの多いコバルト原料は中国産のコバルト原料の特徴であると考えられていることから、中国で生産されたとも考えられている。

日本におけるこれら2種類のカリガラスはそれぞれ異なる消長を示す。このことからこれらのカリガラスの生産地が異なることが示唆される。弥生時代後期の1世紀頃には両方のカリガラスが流通していたが、古墳時代に入ると一旦コバルト着色の紺色カリガラスの流通が中断する。いっぽう、銅着色による淡青色カリガラスは古墳時代前期前半にも多量に流通するが、5世紀頃までには流通が途絶えた。その後、コバルト着色の紺色カリガラスが5世紀前半頃に再び一時的に流入するものの、5世紀後半になるとガラス全体に占めるカリガラスの割合は激減し、6世紀後半はほぼその流通は途絶えたと考えられる。

カリガラス製のインド・パシフィックビーズの中には、基礎ガラスの化学組成と着色剤のいずれかの点で、以上の2種類とは異なるものも存在する。これらは極めて少量であるが、生産地の所在を検討する上では注目される。福岡県三雲・井原遺跡ヤリミゾ地区出土のガラス小玉には、鮮やかな赤紫色透明を呈するインド・パシフィックビーズが存在する。分析調査の結果、マンガンによって紫色に発色していることが明らかとなった。コバルト原料に付随する不純物としてではなく、マンガンが単独の着色材として用いられた稀な資料として注目される。基礎ガラスの材質は、主流となる2種類のカリガラスを混合したような中間的な値を示す。

もう一つ、カリガラスの生産地を考えるにあたって、興味深い資料が存在する。北朝鮮の楽浪土城址や中国広西省の後漢墓から出土した、赤褐色不透明を呈するガラス小玉である。着色には銅のコロイド技術が用いられている。酸化アルミニウムの含有量が比較的多いが、酸化マグネシウムを3%程度以上含有するなど、上記のいずれのカリガラスとも区別される可能性がある。現在のところ日本での確認例はない。

同様に、高アルミナソーダ石灰ガラスに一般的な着色法を適用したカリガラスとして、人工の黄色顔料と銅イオンで複合的に着色された黄緑色不透明を呈する福岡県桑原金屎一号墳例が存在する。

以上のように、カリガラスには少なくとも中心となる二つのグループに対応する生産

地が想定され、それ以外にも存在した可能性が高い。

(2) ソーダ石灰ガラス

ソーダ石灰ガラスのうち、高アルミナソーダ石灰ガラス製のインド・パシフィックビーズには、コバルト着色による淡紺色、錫酸鉛と銅イオンによる黄緑色、銅コロイドによる赤褐色を呈するものが弥生時代および古墳時代の両時期に流通した(図2)。

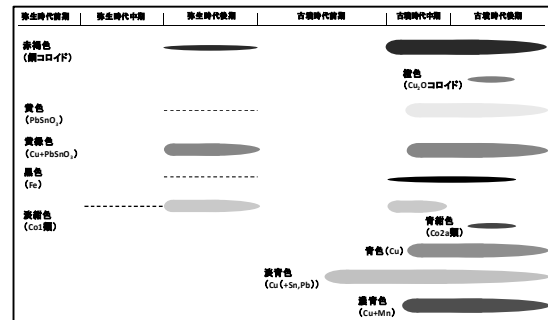


図2 高アルミナソーダ石灰ガラスの色調別消長

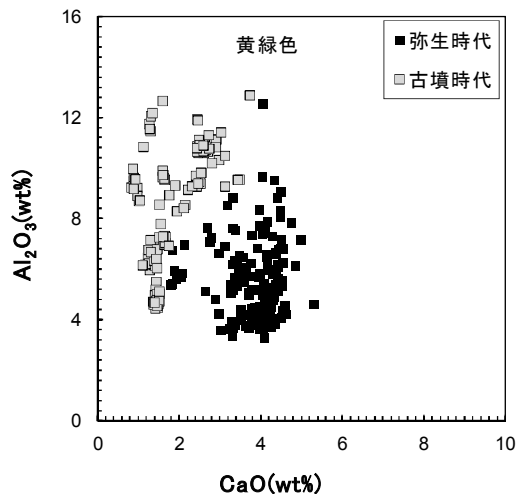


図3 黄緑色ガラスのAl₂O₃-CaO含有量

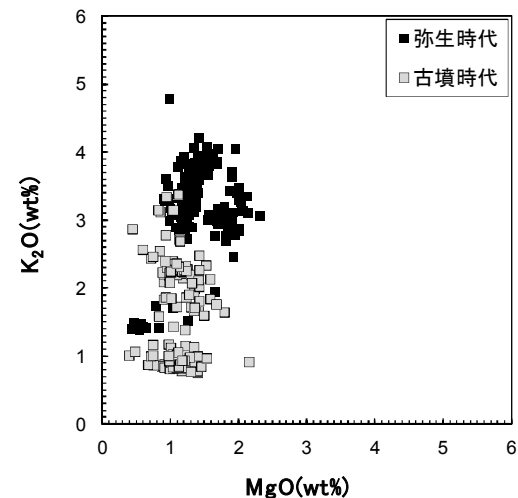


図4 黄緑色ガラスのMgO-K₂O含有量

このうち、黄緑色と赤褐色のものは、弥生時代と古墳時代で基礎ガラスの化学組成に差異が認められた。日本列島に流入した高アルミナソーダ石灰ガラス小玉の生産地が時期によって異なる可能性が考えられる。とくに、弥生時代の黄緑色および赤褐色を呈するインド・パシフィックビーズは、典型的な高アルミナソーダ石灰ガラスに比べて酸化アルミニウムがやや少なく、酸化カルシウムがやや多い(図3)。さらに、酸化カリウムと酸化マグネシウムの含有量が多いという特徴を有する(図4)。

このような弥生時代の黄緑色および赤褐色ガラス小玉と類似の特徴をもつガラス小玉がインドのアリカメドゥで特徴的に出土している。これらはアリカメドゥタイプのソーダ石灰ガラスと呼ばれ、一般的な高アルミナソーダ石灰ガラス(High-alumina mineral-soda glass: mNA)との差異が強調されている(Lankton and Dussubieux 2006)。アリカメドゥタイプのソーダ石灰ガラスには黄緑色、赤色、および黒色が多いとされており、弥生時代の類例も黄緑色および赤褐色であることから、アリカメドゥタイプに対応する可能性がある。さらに、同じく弥生時代後期に黒色のインド・パシフィックビーズが少量存在することも注目される。

(3) 韓国出土のインド・パシフィックビーズとの比較

インド・パシフィックビーズは韓国でも大量に出土しており、分析データも蓄積されている。本研究では、多くのインド・パシフィックビーズが出土した韓国忠清南道公州市に所在する武寧王陵出土品と日本列島出土品との比較検討を行った。

武寧王陵出土のガラス小玉は南アジア～東南アジアに起源をもつと考えられるインド・パシフィックビーズが主体を占める。そ

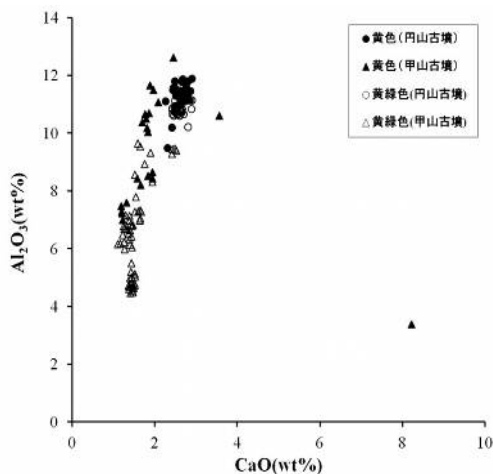


図5 黄色・黄緑色ガラス小玉のCaO-Al₂O₃含有量(日本 滋賀県円山古墳・甲山古墳)

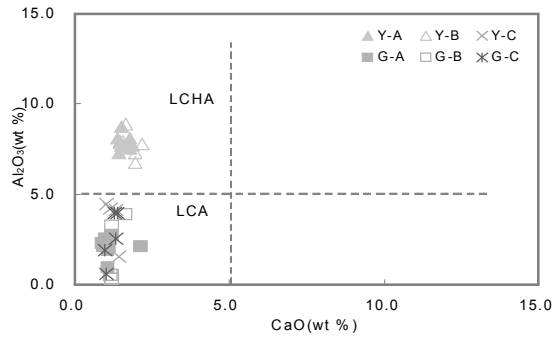


図6 黄色・黄緑色ガラス小玉のCaO-Al₂O₃含有量(韓国 武寧王陵)(召ほか2007より抜粋)

のなかで橙色や大部分の黄色ガラス小玉のように日本で出土するガラス小玉と類似の化学組成を示す種類もある一方、緑(黄緑)色のガラス小玉など両者のあいだで基礎ガラスの化学組成に差異が認められる種類も存在する(図5・図6)。以上のことから、日本で出土するガラス小玉の一部は百済を経由して持ち込まれた可能性も否定されないが、百済を経由しない独自の交易ルートで入手していた可能性も検討する必要がある。すなわち、東南アジア等の南方地域との対外交渉がおこなわれていた可能性が考えられる。

参考文献

Lankton, J.W. and Dussubieux, L.E. (2006), Glass in Asian Maritime Trade: A Review and an Interpretation of Compositional Analyses., *Journal of Glass Studies*, 48., pp.121-144.

김규호, 강형태, 이윤희, 2007, 「유리제품의 특성분석(Ⅲ)」, 『武寧王陵-출토유물 분석보고서(Ⅱ)-』, 국립공주박물관, (韓文), 104-131頁.

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計8件)

① 田村朋美、「ガラスからみた古代の交易ルート-武寧王陵出土品と日本出土品の比較を中心に-」, 『百済文化』, 第46輯, 公州大学校附設百済文化研究所, pp.103-144, 2012年、査読有。

② 田村朋美、「日本列島における植物灰ガラスの出現と展開」『文化財論叢Ⅳ』, 奈良文化財研究所, pp.1367-1384, 2012年、査読無。

③ 田村朋美、「カンボジア王国クラン・コ
ー遺跡出土のガラス小玉の自然科学的調査」、
『奈良文化財研究所紀要 2012』、奈良文化財
研究所、 pp.12-13、2012 年、査読無。

④ 上野真由美・田村朋美、「埼玉県反町遺
跡出土のガラス小玉とガラス小玉鋳型につ
いて」、『研究紀要』第 26、財団法人埼玉県埋
蔵文化財調査事業団、pp.1-14、2012 年、査
読無。

⑤ 芝康次郎・田村朋美、「興福寺鎮壇具の内
容物」、『奈良文化財研究所紀要 2011』奈良文
化財研究所、pp.28-29、2011 年、査読無。

⑥ 田村朋美、「東大寺鎮壇具のガラス小玉の
考古科学的研究」、『鹿園雑集』奈良国立博物
館、pp.124 (11)～94 (41)、2011 年、査読
無。

⑦ 田村朋美、「弥生時代のソーダ石灰ガラス
小玉」、『奈良文化財研究所紀要 2010』、奈良
文化財研究所、pp.28-29、2010 年、査読無。

⑧ 肥塚隆保・田村朋美・大賀克彦、「材質と
その歴史の変遷」、『月刊文化財』566 号、第
一法規、pp.13～25、2010 年、査読無。

[学会発表] (計 4 件)

① 田村朋美・高妻洋成、「弥生・古墳時代
のナトロンガラス製玉類の考古科学的研究」、
日本文化財科学会第 29 回大会、2012 年 6 月
23 日、京都大学。

② 田村朋美、「ガラスからみた武寧王時代
の国際関係」、武寧王陵発掘 40 周年国際学術
会議 百済の国際性と武寧王、2011 年 10 月
28 日、大韓民国 公州大学校百済文化研究所。

③ 田村朋美・肥塚隆保・高妻洋成、「日本
出土ソーダ石灰ガラス製小玉の種類とその
変遷」、日本文化財科学会第 28 回大会、2011
年 6 月 11 日、つくば大学。

④ 田村朋美・江崎靖隆・肥塚隆保、「紫色
ガラスの分析科学的研究」、日本文化財科学
会第 27 回大会、2010 年 6 月 26 日、関西大
学。

6. 研究組織

(1) 研究代表者

田村 朋美 (TAMURA TOMOMI)

独立行政法人国立文化財機構 奈良文化
財研究所・埋蔵文化財センター・研究員

研究者番号：10570129

(2) 研究分担者 ()

研究者番号：

(3) 連携研究者 ()

研究者番号：