

宮城県追戸横穴墓出土 トンボ玉の自然科学的研究

1 はじめに

宮城県涌谷町に所在する追戸横穴墓群から斑点紋のトンボ玉が出土している。本資料について製作技法の推定および化学組成の非破壊分析を実施した。以下、その結果について述べる。

2 資料と方法

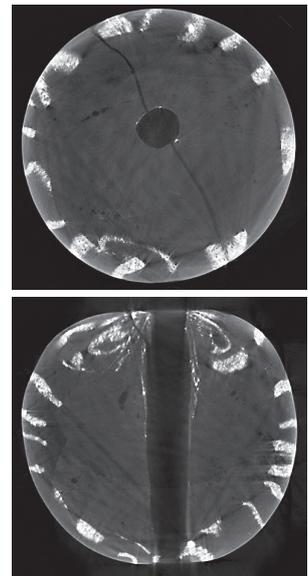
本研究の対象とした資料は、追戸横穴墓群A地区1号墓出土の斑点紋トンボ玉1点である。紺色透明の母体に白色不透明の斑点紋が施されている(巻頭図版2)。斑点紋は不完全な形態のものを含め48個をかぞえる。斑点紋の内側は母体と同色の紺色である。

本資料について、実体顕微鏡観察ならびにマイクロフォーカスX線CT撮影(島津製作所製X線CT装置SMX-100CT-Dを使用)をおこない、製作技法を検討した。基礎ガラスおよび着色剤の調査には、蛍光X線分析法を適用した。励起用X線源はMo管球、管電圧は、FP法を用いた定量分析では20kVに設定し、20keV以上のスペクトルを検出する場合には、50kVに設定した。管電流は100 μ A、X線照射径は112 μ m、計数時間は300秒とし、真空中で測定した。測定結果は、ガラス標準試料を用いて補正したFP法により規格化し、酸化物重量百分率で表した。また、ガラス中に含まれる結晶物質の同定にはX線回折分析を用いた。励起用対陰極は銅(Cu)、管電圧は40kV、管電流は30mAであった。

3 結果と考察

顕微鏡観察の結果、母体の大部分は紺色透明であるが、一部に淡緑色透明を呈する箇所が認められた。また、斑点紋の白線部には白色不透明粒子が散在する。X線CT画像を図I-50に示す。斑点紋の白線部は母体や斑点紋内の紺色透明ガラス部分よりもX線の吸収が大きい。斑点紋は基本的に母体の表面にのみ施されており、いわゆるモザイク貼付珠¹⁾である。斑点紋は、重層構造ではなく、白色と紺色の同心円のガラス棒を輪切りにしたものを貼り付けたと考えられる。斑点紋には白線部の太

いもの(斑点紋(太))と細いもの(斑点紋(細))がある。前者には環の一部が欠損しているものが存在し、両者は製作技法が異なる可能性がある。また、斑点紋は一方の端面(上面)では孔に向かって細長く伸びるが、もう一方の端面(下面)

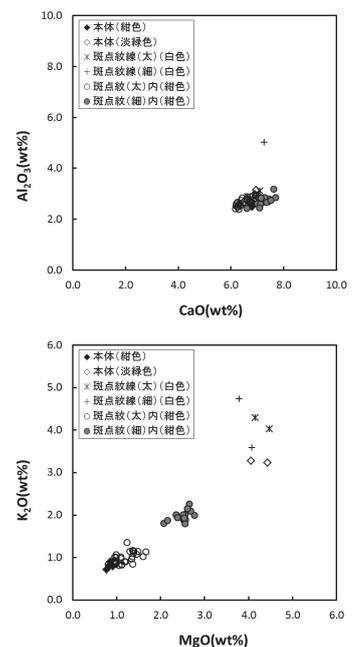


図I-50 X線CT画像

では孔に切られるものの、斑点紋自体の変形は認められない。X線CT画像では、上端面部分は比較的深部まで斑点紋が入り込んでおり、孔内壁にも痕跡が認められる。全体に斑点紋を施した後に上端面側から下端面側に向かって芯棒を刺し込んで孔を作出した可能性が考えられるが、さらなる検討が必要である。

蛍光X線分析の結果を表I-9に示す。測定を実施した箇所はすべて低アルミナ高石灰のソーダガラスであった(図I-51上)。母体の紺色部分と斑点紋(太)内部がMgOとK₂Oの含有量がともに少ないナトリウムガラスに相当するのに対し、斑点紋の白線部と母体の淡緑色部分はMgOとK₂Oの含有量が多い典型的な植物灰ガラスである。さらに、斑点紋(細)の内部はその中間的な値であった(図I-51下)。これらのことから、本資料は異なる種類のガラスを寄せ集めて作られていることがあきらかとなった。

着色技法については、紺色部分にはCoOが0.1%前後含まれていることから、コバルトイオンによる着色である。一方、白線部については、散在する白色粒子をX線回折法により分析したところ、酸化錫(SnO₂)が検出された(図I-52)。酸化錫を添加することで白色不透明ガラスを作り出していると考えら



図I-51 各部分のCaO-Al₂O₃含有量(上)およびMgO-K₂O含有量(下)

表 I-9 蛍光X線分析結果

番号	色調	斑点紋線	備考	重量濃度 (%)																
				Na ₂ O	MgO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	TiO ₂	MnO	Fe ₂ O ₃	CoO	CuO	PbO	Rb ₂ O	SrO	ZrO ₂	SnO ₂
本体01	紺色透明			13.7	0.9	2.5	72.6	n.d.	0.8	6.9	0.18	0.33	1.50	0.14	0.23	0.12	0.01	0.04	0.09	2.44
本体02	紺色透明			10.1	0.9	2.6	77.1	n.d.	0.9	6.3	0.15	0.17	1.30	0.14	0.17	0.11	0.01	0.04	0.00	3.48
本体03	紺色透明			16.3	0.8	2.5	70.4	n.d.	0.7	6.8	0.18	0.34	1.48	0.13	0.23	0.11	0.02	0.04	0.07	2.18
本体04	紺色透明			11.2	0.9	2.6	75.1	n.d.	0.8	6.8	0.18	0.33	1.45	0.13	0.21	0.11	0.01	0.05	0.10	6.38
本体05	淡緑色透明			15.4	4.1	3.0	65.8	n.d.	3.3	6.9	0.16	0.09	1.10	0.02	0.04	0.04	0.02	0.04	0.11	1.04
本体06	淡緑色透明			14.9	4.4	3.2	65.8	n.d.	3.2	7.0	0.15	0.09	1.08	0.03	0.04	0.03	0.01	0.04	0.09	0.92
斑点紋線01	白色不透明	太		15.2	4.2	2.9	56.4	0.3	4.3	6.6	0.14	0.07	0.89	0.03	0.02	0.05	0.02	0.04	0.12	8.77
斑点紋線02	白色不透明	太		12.9	4.5	3.1	56.1	0.4	4.0	7.1	0.15	0.08	0.92	0.05	0.03	0.06	0.02	0.05	0.09	10.49
斑点紋線03	白色不透明	細		15.1	4.1	2.5	55.6	0.3	3.6	6.4	0.14	0.08	0.86	0.03	0.04	0.07	0.02	0.06	0.13	10.93
斑点紋線04	白色不透明	細		7.4	3.8	5.0	58.2	0.6	4.7	7.3	0.30	0.09	1.20	0.04	0.05	0.05	0.03	0.06	0.18	11.00
斑点紋内05	紺色透明	太		12.5	1.4	3.0	72.5	n.d.	1.2	7.0	0.22	0.28	1.53	0.14	0.21	0.11	0.02	0.04	0.03	5.25
斑点紋内06	紺色透明	太		17.4	1.6	2.7	68.1	n.d.	1.0	6.7	0.20	0.28	1.42	0.11	0.19	0.11	0.00	0.04	0.11	4.92
斑点紋内08	紺色透明	太		14.5	1.0	2.7	71.6	n.d.	0.9	6.8	0.19	0.30	1.51	0.14	0.20	0.13	0.00	0.04	0.03	4.09
斑点紋内09	紺色透明	太		14.6	1.4	2.9	70.9	n.d.	1.2	6.6	0.21	0.28	1.44	0.12	0.19	0.09	0.00	0.02	0.10	5.28
斑点紋内10	紺色透明	太		18.0	1.0	2.5	68.9	n.d.	0.8	6.4	0.19	0.29	1.46	0.12	0.18	0.08	0.01	0.04	0.03	4.74
斑点紋内11	紺色透明	太		12.6	1.0	2.9	72.9	n.d.	1.0	7.0	0.22	0.28	1.54	0.12	0.21	0.10	0.01	0.03	0.09	4.89
斑点紋内12	紺色透明	太		14.3	1.4	2.7	71.2	n.d.	1.1	6.8	0.23	0.28	1.49	0.12	0.19	0.11	0.01	0.05	0.03	7.52
斑点紋内13	紺色透明	太	一部欠損	9.2	1.2	2.9	75.6	n.d.	1.4	6.9	0.20	0.31	1.54	0.13	0.21	0.11	0.02	0.05	0.12	7.00
斑点紋内21	紺色透明	太		11.3	1.4	2.8	74.5	n.d.	0.9	6.6	0.20	0.29	1.49	0.13	0.19	0.11	0.01	0.03	0.10	未測定
斑点紋内23	紺色透明	太		12.1	0.9	2.8	74.2	n.d.	0.9	6.6	0.20	0.29	1.43	0.13	0.19	0.08	0.01	0.05	0.04	未測定
斑点紋内24	紺色透明	太		18.1	1.0	2.4	69.0	n.d.	1.0	6.3	0.17	0.26	1.36	0.12	0.18	0.09	0.01	0.03	0.08	未測定
斑点紋内25	紺色透明	太		12.7	1.2	2.8	73.0	n.d.	0.9	6.9	0.20	0.30	1.51	0.13	0.20	0.07	0.01	0.04	0.04	未測定
斑点紋内27	紺色透明	太		12.7	1.5	2.9	72.1	n.d.	1.2	7.1	0.23	0.29	1.58	0.13	0.20	0.10	0.01	0.02	0.04	未測定
斑点紋内28	紺色透明	太		15.1	1.2	2.7	71.0	n.d.	0.9	6.6	0.20	0.30	1.44	0.12	0.19	0.09	0.00	0.03	0.09	未測定
斑点紋内29	紺色透明	太		13.4	0.9	2.8	73.1	n.d.	0.9	6.4	0.19	0.28	1.42	0.12	0.19	0.13	0.01	0.02	0.00	未測定
斑点紋内30	紺色透明	太		8.6	1.0	2.8	76.2	n.d.	1.1	7.5	0.24	0.33	1.78	0.15	0.22	0.12	0.02	0.06	0.03	未測定
斑点紋内31	紺色透明	太		17.8	1.5	2.7	67.8	n.d.	1.1	6.7	0.22	0.26	1.47	0.11	0.19	0.10	0.01	0.04	0.07	未測定
斑点紋内32	紺色透明	太		17.9	1.0	2.5	69.2	n.d.	0.9	6.2	0.19	0.29	1.39	0.12	0.18	0.09	0.01	0.03	0.09	未測定
斑点紋内33	紺色透明	太		17.0	0.8	2.5	70.2	n.d.	0.8	6.3	0.19	0.27	1.38	0.12	0.19	0.12	0.02	0.04	0.10	未測定
斑点紋内35	紺色透明	太		13.9	1.4	2.7	71.7	n.d.	1.2	6.7	0.20	0.26	1.45	0.12	0.19	0.12	0.02	0.05	0.10	未測定
斑点紋内36	紺色透明	太	不完全	13.4	1.0	2.7	73.1	n.d.	0.9	6.5	0.18	0.28	1.42	0.13	0.20	0.10	0.01	0.02	0.10	未測定
斑点紋内37	紺色透明	太		10.9	1.1	2.8	74.1	n.d.	1.0	7.2	0.23	0.34	1.62	0.13	0.22	0.11	0.01	0.04	0.13	未測定
斑点紋内38	紺色透明	太		14.1	1.1	2.6	72.5	n.d.	0.8	6.5	0.19	0.30	1.42	0.12	0.19	0.10	0.01	0.04	0.04	未測定
斑点紋内40	紺色透明	太		13.9	1.1	2.8	71.6	n.d.	1.0	7.0	0.22	0.30	1.48	0.13	0.20	0.10	0.01	0.04	0.13	未測定
斑点紋内41	紺色透明	太	一部欠損	17.1	1.1	2.5	69.9	n.d.	0.8	6.2	0.19	0.26	1.36	0.11	0.19	0.10	0.02	0.04	0.05	未測定
斑点紋内43	紺色透明	太		18.0	1.3	2.7	68.6	n.d.	1.0	6.2	0.19	0.22	1.34	0.12	0.17	0.08	0.00	0.03	0.10	未測定
斑点紋内44	紺色透明	太	不完全	18.3	1.7	2.7	67.5	n.d.	1.1	6.4	0.21	0.26	1.38	0.11	0.16	0.11	0.01	0.03	0.09	未測定
斑点紋内45	紺色透明	太		16.7	1.4	2.8	69.0	n.d.	1.0	6.7	0.22	0.29	1.46	0.12	0.19	0.08	0.02	0.02	0.04	未測定
斑点紋内46	紺色透明	太		18.2	1.1	2.4	69.1	n.d.	0.8	6.2	0.17	0.28	1.38	0.11	0.19	0.11	0.02	0.04	0.03	未測定
斑点紋内48	紺色透明	太		16.4	1.3	2.6	70.0	n.d.	1.1	6.2	0.21	0.24	1.41	0.12	0.18	0.08	0.01	0.04	0.13	未測定
斑点紋内01	紺色透明	細		17.5	2.5	2.7	66.1	n.d.	1.9	7.1	0.17	0.29	1.24	0.08	0.15	0.10	0.02	0.04	0.10	2.93
斑点紋内02	紺色透明	細		14.0	2.8	2.8	68.6	n.d.	2.0	7.5	0.17	0.32	1.35	0.09	0.15	0.10	0.03	0.06	0.17	2.98
斑点紋内03	紺色透明	細		16.0	2.5	2.6	67.7	n.d.	1.9	7.1	0.17	0.29	1.26	0.08	0.15	0.12	0.01	0.04	0.00	3.08
斑点紋内04	紺色透明	細		17.2	2.5	2.7	66.3	n.d.	1.9	7.2	0.17	0.31	1.28	0.09	0.16	0.08	0.01	0.04	0.11	2.83
斑点紋内07	紺色透明	細		15.1	2.6	2.7	68.0	n.d.	2.0	7.4	0.18	0.31	1.29	0.08	0.15	0.06	0.02	0.05	0.10	2.60
斑点紋内14	紺色透明	細		9.3	2.7	3.2	72.5	n.d.	2.3	7.6	0.23	0.33	1.44	0.09	0.17	0.10	0.02	0.05	0.09	6.78
斑点紋内15	紺色透明	細		14.1	2.7	2.9	68.8	n.d.	2.1	7.3	0.18	0.30	1.27	0.08	0.15	0.11	0.03	0.05	0.00	5.24
斑点紋内16	紺色透明	細		13.0	2.6	2.8	69.3	n.d.	2.2	7.7	0.19	0.32	1.36	0.09	0.16	0.11	0.02	0.04	0.12	未測定
斑点紋内17	紺色透明	細		17.4	2.5	2.7	66.3	n.d.	1.9	7.1	0.17	0.29	1.23	0.08	0.14	0.06	0.01	0.04	0.08	未測定
斑点紋内18	紺色透明	細		17.0	2.5	2.6	66.7	n.d.	1.9	7.1	0.16	0.29	1.25	0.08	0.16	0.12	0.02	0.05	0.05	未測定
斑点紋内19	紺色透明	細		16.9	2.6	2.8	66.6	n.d.	1.9	7.1	0.18	0.28	1.22	0.08	0.15	0.09	0.02	0.06	0.00	未測定
斑点紋内20	紺色透明	細		15.8	2.4	2.7	67.5	n.d.	2.0	7.4	0.19	0.30	1.28	0.08	0.16	0.11	0.01	0.05	0.08	未測定
斑点紋内22	紺色透明	細		16.3	2.5	2.7	66.7	n.d.	2.0	7.5	0.18	0.31	1.32	0.09	0.16	0.10	0.01	0.05	0.04	未測定
斑点紋内26	紺色透明	細		17.4	2.6	2.6	66.5	n.d.	1.8	7.0	0.16	0.29	1.22	0.09	0.15	0.11	0.03	0.05	0.00	未測定
斑点紋内34	紺色透明	細	不完全	18.0	2.4	2.6	65.8	n.d.	1.9	7.1	0.18	0.30	1.26	0.08	0.15	0.09	0.00	0.02	0.07	未測定
斑点紋内39	紺色透明	細		12.6	2.1	2.4	72.4	n.d.	1.8	6.6	0.16	0.28	1.23	0.08	0.14	0.10	0.01	0.03	0.09	未測定
斑点紋内42	紺色透明	細		17.1	2.2	2.4	67.2	n.d.	1.9	7.1	0.17	0.30	1.23	0.09	0.15	0.09	0.00	0.03	0.09	未測定
斑点紋内47	紺色透明	細		17.8	2.5	2.8	65.7	n.d.	1.9	7.1	0.18	0.30	1.25	0.07	0.14	0.10	0.01	0.04	0.04	未測定

n.d.: 未検出
斜字: スタンダードレスのFP法により算出

れる。ただし、元素分析では白線部以外の部分からも錫 (Sn) が検出されており、その理由については今後の検討課題である。

最後に本資料の生産地について考察する。本資料は異なる種類のガラスを組み合わせて製作されており、生産地の特定は困難であるものの、いずれもいわゆる「西のガラス」からなることが示されたことは重要である。

近年、朝鮮半島の新羅地域で出土した本資料と類似の

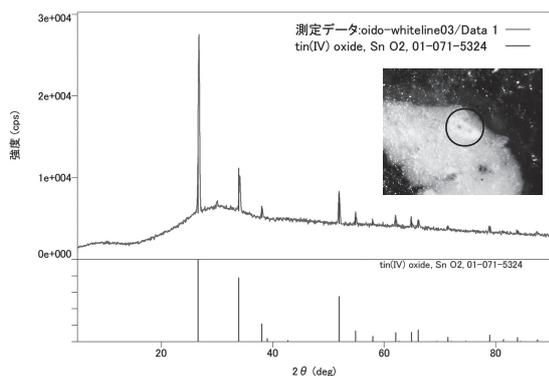


図 I-52 白色粒子のX線回折スペクトル

斑点紋のトンボ玉等について、製作技法やモチーフの類似性からインドネシアのジャワ島産である可能性が提起されている²⁾。しかしながら、本資料に関しては、複数の種類のガラスが用いられているにもかかわらず、東南アジアでもっとも多く流通していたAl₂O₃含有量の多いソーダガラスが用いられていない。さらに、酸化錫による着色技法も地中海周辺や西アジアで生産されたガラスには一般的に知られているが、南～東南アジア産のガラスには適用されない。以上のことから、本資料がジャワ島産である可能性は低く、むしろ地中海周辺から西アジア等の西方地域で作られた可能性が高いと考えられる。

(田村朋美・星野安治)

註

- 1) 谷一尚『ガラスの考古学』同成社、1999。
- 2) Lnkton, J.W., Lee, I.S., Allen, J.D. 2003 Javanese (Jatim) beads in late 5th to early 6th century Korean (Silla) tombs. *Annales du 16^e Congrès de l'Association Internationale pour l'Histoire du Verre.*