

古墳時代ガラス玉の製作技法とその痕跡

福島 雅儀

●キーワード：古墳時代 (Kofun-period), ガラス製品 (glass artifact), ガラス小玉 (glass beads), 製作痕跡 (manufacturing traces), 製作技法 (manufacturing technique), 管切技法 (tube-cutting technique), 巻き技法 (winding technique), 熔融技法 (melting technique), 気泡 (bubbles in glass), 脈理 (glass veins)

1. はじめに

古墳時代のガラス玉は、宝石である。西方世界から運ばれてきたガラスの器は、王者の宝器となった。朝鮮半島で作られた華麗なガラス付き装身具は、首長層の間で珍重されていた。そうして後期になると、首長は金銀とガラスの装身具を身に着けて、その地位や権威を表徴するようになる。人々がガラスに、金銀にも等しい価値を認めていたからである。そうした意味からガラス遺物は、古墳時代の政治状況や文物の交流を解明する上で、重要な研究の対象であるといえよう。

考古遺物の研究では、製作方法を知ることが基本である。これによって作られた年代や製作者、製作集団、生産地などが明らかになる。小さなガラス玉も、ガラスを生成することからはじめて、基本的な形の成形、それを整える整形など、いくつもの作業工程を経て作られた。この工程は、ガラス玉自体に製作痕跡として伝えられている。ガラス自体の形状や表面の状態、腐食の痕跡、気泡と脈理である。これらから製作技法を復元することは、ガラス遺物を考古学的に研究する第一歩である。

ところが日本考古学において、この方面で研究が進展したのは、最近になってからである。古墳時代ガラス遺物の製作方法には、わからないことが数多く残されている。そこで小論では、製作痕跡が生じた状況を復元的に考え、ガラス玉製作実験の成果とあわせて、古墳時代ガラス玉および装飾品の作り方について考察を加えた。

2. 古墳時代ガラス小玉製作技術研究の課題

研究の開始 青柳種信の『柳園古器略考』において、福岡県三雲遺跡出土の璧を「硝子」と認識していたことから、奈良時代以前の日本列島にガラス製品が存在していたことは、江戸時代後期には知られていた（小林行雄 1964）。この後、1930年代までに、東アジアにおける古代ガラスについての文献が整理され、またガラス玉の成分分析も開始された（後藤 1927・中尾 1931 など）。

戦後、ガラス玉の成形技法を判別する上で、いち早く気泡と脈理の重要性に着目したのは、朝比奈貞一と小田幸子である。朝比奈と小田は、中心孔と平行して延びる気泡から管切技法、中心孔と直交する方向にのびる脈理から巻き技法の存在を明らかにした（朝比奈・小田 1954）。あわせて、管切技法で作られたガラス玉の小口は、加熱整形によって滑らかに仕上げられたことも指摘している。

小林行雄は、1964年に刊行した『続古代の技術』（小林 1964）において、それまでの研究成果を総括し、ガラスと関係する古代文献の検討、出土ガラスの種類、ガラス材料と成分分析、生成されたガラスの種類、製作技法など、多岐にわたる論点の整理を行っている。当時における研究の現状が的確にまとめられ、その後の指針となった。

製作技法の解明 1980年代になって、製作痕跡の分析や実験により、ガラス玉製作技術の解明が急速に進めら

れた。製作実験から新山栄・田中輝和・本村豪章は、ガラス勾玉の鑄型技法による成形は、熔けたガラスを流し込むのではなく、ガラス粉末を使用した開放鑄型による鑄造方法（熔融技法）が最も可能性のある方法であるとした研究成果を発表した（新山・田中・本村 1980）。

続いて小瀬康行は、ガラス玉を加熱処理により整形する実験を行った。この結果、気泡筋・気泡列・点在する気泡の3者は、製作技法を解明する重要な観察点であり、気泡筋は気泡列を経て散在する気泡に変化することを確認した（小瀬 1987）。これとともに、ガラス玉の小口や側面が球体に変形することも指摘した。さらにガラス表面には、経年変化により、蝕像という浸食痕跡が発生することも明らかにした。これにより、管切技法によるガラス玉製作方法の基本点が解明されたといえよう。

1990年代になって、関東地方より西の地域でガラス玉の鑄型発見が相次ぎ、製作方法の検討が活発に進められた（奥田 1990, 山内 1991, 清水 1992, 奈良国立文化財研究所 1992, 酒巻 1998 など）。このうち山内紀嗣は、熔解したガラスを玉の鑄型に流し込むことが、技術的に不可能なことを指摘した（山内 1991）。このことは、岩永圭輔によっても追認されている（奈良国立文化財研究所 1992）。さらに酒巻忠史は、ガラス粒を熔融して成形した後、木灰の上に並べて加熱する方法で、整ったガラス玉の製作に成功している（酒巻 1998）。また藤田等により刊行された『弥生時代ガラスの研究』（藤田 1994）では、気泡や脈理、中心孔の特徴などから製作技法の分析が行われ、古墳時代のガラス研究にも大きな影響を与えている。

2000年になって、ガラス玉に遺存する製作痕跡を踏まえた分析から、管切り技法（管切技法）、巻き付け技法（巻き技法）、鑄型作り技法（熔融技法）の3者についての考察が、福島県弘法山古墳群の報告書（福島県教育委員会 2000）で行われた。その後、この考察をまとめた横須賀倫達により、鑄型作技法の熔融状態に詳細な検討が加えられた（横須賀 2001）。これを受けて福島雅儀は、基本的な形を作る成形段階、形を整える整形段階に分けて、ガラス玉の製作痕跡に分析を加えた。あわせて、ガラス飾り鉾などの製作に型作り技法（熔融技法）が応用されていること、製作技法を踏まえない理化学的

な成分分析の危険性を指摘した（福島 2000）。

現在の研究課題 近年、ガラスの成分分析とともに、製作技法の重要性がより認識されるようになった。なかでも大賀克彦は、管切技法、巻き技法、型作り（熔融技法）以外にも、いくつかの成形技法があることを示して、これとガラス成分の特徴、玉の形態を合わせた研究の必要性を説いている（大賀 2002a・b など）。これと合わせて検査機器の発達により、ガラス製品の詳細なレントゲン写真、各種分析による理化学的な方面からの研究が、肥塚隆保を中心に進められている（肥塚ほか 1995・肥塚 2000・肥塚 2003 など）。

これまでの研究によってガラス玉の成形方法には、管切技法、巻き技法、熔融技法のあることが明らかになった。また各技法には、特徴的な製作痕跡がのこされることも認識された。その製作痕跡から、各技法の具体的な復元が求められている段階に至ったといえよう。

3. 管切技法

管切技法は、吹きガラスの技術で作ったガラス管を小さく割って、ガラス玉を作る方法である。

製作痕跡 図1の1～12は、管切技法のガラス玉である。1は宮城県岩沼市の横穴出土資料（岩沼市教育委員会保管）、2～11は福島県弘法山古墳群の資料（福島県教育委員会 2000）、12は群馬県綿貫観音山古墳（群馬県埋蔵文化財調査事業団 1989）の資料である（永嶋正春提供写真）。1～11は終末期、12は後期の資料である。

1は、ガラス管を割り折った小口の両端に、研磨を加えて形を整えた例である。2は、ガラス管の側面に両方向から加撃を加えて割り取られた痕跡である。4～6は、加熱整形と小口面に研磨が加えられた資料である。5は、研磨面の端が変形しているので、研磨の後に加熱整形が施されたのであろう。6の小口は、特に丁寧に仕上げられている。また研磨面に加熱の痕跡がないので、加熱整形の後に研磨により仕上げられたことを示している。

8では、中心孔から放射状の脈理がのびている。9の中心孔は、壁面が平滑である。10の上面は、加熱を受けて球面に変形している。11は、加熱により球状に変化したガラス玉の小口に、切り目を入れた例である。12では、真っ直ぐに延びる中心孔と平行する気泡筋、加熱

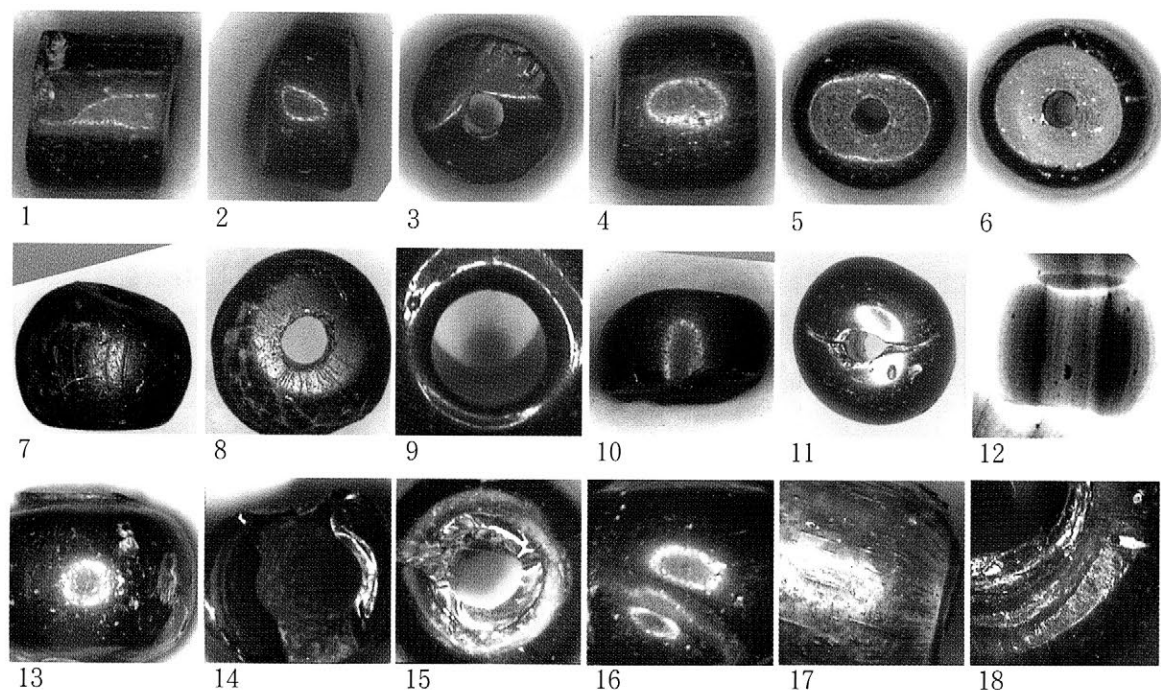


図1 管切技法の玉
Fig. 1 Glass Beads of Tube-cutting Technique

により湾曲した側面が明瞭である。

気泡筋と脈理の形成 ガラス管のもとになるガラス球は、金属製竿管の先端に溶けたガラス巻き取り、形を整え、さらに竿管を回しながら息を吹き込んで作られる。この回転に合わせて、ガラス球の器壁には螺旋状の脈理が形成される。同様にガラス中の気泡も、ガラス球の回転にあわせて螺旋状に連なる気泡列となる。回転を止めると、ガラス球は重力によって垂れ下がる。

次にガラス球の先端、螺旋状気泡列の中心を挟み、竿管の主軸に合わせて引っ張ると、ガラス球の中空部は細長い中心孔に変化してガラス管となる。この中心孔の壁面は、平滑である（図1の9）。また気泡は、細長い気泡筋に変化する（図1の12）。そうしてガラス管には、中心孔の周辺を回る螺旋状の細かな脈理が生じる。通常の管切技法によるガラス玉の脈理である。

これに対して少数ではあるが、ガラス管の中心孔に対して放射状（図1の8）や板状の脈理が形成されたガラス玉がある。ガラス球の螺旋脈理の主軸とずれた方向に引っ張られた痕跡である。放射脈理は、ガラス球側面の中央を挟んで、竿管に直交する方向に引っ張って作られたのであろう。ガラス球からガラス管を作る方法は、現在の工房でも、当時と基本的な違いはない。

ガラス管の小割 ガラス管から玉を作る方法は、ガラス管の断面に石器の剥片と同じ凹面（図1の2左小口）と凸面（図1の2右小口、図1の3）がみられることから、冷えて固まった後に、加撃を加えて小割にされたことを示している。割れた玉の形状は、加撃具、加撃方向とそれを受ける支点、ガラス管の太さや形状によって異なる。このうちV字状になった割れ口（図1の3）は、支点が加撃点としても作用した結果である。小割にされたガラス管の断面は、鋭い角と凹凸ができることから、整形が必要になる。

整形処理 首飾り等、ガラス玉の中心孔に糸通をして連結する製品では、小口面の形を整えて連ねた玉を安定させることが大切である。比較的大型の玉では、丁寧な研磨処理がなされている（図1の4～6）。この方法で仕上げられた小口面は平滑で、削り出された気泡筋や気泡の断面が表面に出ている（図1の6）。ただし、小さなガラス玉を整形するのは手間がかかり、大量の処理には向かない方法である。ガラス玉を整形する効率的な方法があったはずである。

ガラス玉をまとめて整形するには、加熱による整形処理を施す方が効率的である。泉森皎は、未整形のガラス玉と木炭粒を加えて、鉄製フライパンで焙る方法を提案

している（泉森 1999）。ガラス玉に熱を加えて軟化させると、玉全体が球形を指向して変形する（小瀬 1987）。図 1 の 4・5・7 は、その痕跡である。加熱が進むことによって、表面近くの熔融が進行し、皮膜状の表皮層が形成される（図 1 の 14・16）。またガラス内部の熔融が進み、気泡筋が気泡列や気泡玉に変化する（小瀬 1987）。

加熱がガラス玉の全体に及べば、玉の内部も熱変を受けるが、古墳から出土するガラス玉の中心孔は、ほとんど変形していない（図 1 の 12）。変形しない工夫がなされたのであろう。原田淑人は、中心孔に土を詰めて加熱する方法を紹介している（原田 1949）。砥石粉などの離型剤は、耐火温度が 1,000 度以上もある。これに対して、ガラスの軟化に必要な温度は、700 度であれば十分である。小割にしたガラス管の中心孔に泥土を入れ、内部が詰まるようにする。つぎに表面の泥土を除去する。このガラス玉を加熱しても、詰めた泥土によって形が保たれる仕組みである。仕上げたガラス玉は、泥土を除去して完成である。古墳から出土する管切技法のガラス玉も、これと近似した方法で加熱整形が施されたのであろう。

このほか、未整形ガラス玉の中心孔に金属線を通して、加熱整形する方法も想定されている（中尾 1931・小瀬 1987）。しかし比較的大きな丸玉の場合、ガラス玉の自重によって、中心孔の形状が変形する可能性が高くなる。また金属線に吊るす個数も限定されることから、効率的な方法ではない。

加熱整形のほかに由水常雄は、革袋に長石砂と未整形のガラス玉を入れ、研磨を加えて整形する方法を提案している（由水 1978）。この場合、研磨が全体に及ぶことになるが、筆者はその例を確認していない。ガラス玉の側面が研磨されることは、例外的な方法である。表面の光沢が失われるからである。

特殊な玉 図 1 の 13～18 には、特殊な管切技法の玉を示した。13～16 は、ガラス管を変形させて、連続する丸玉を連ねた形である。仮に管切連玉としておく。後期の奈良県石光山 8 号墳（奈良県立橿原考古学研究所 1976a）から出土した。13 は、側面である。加熱による表皮層の発達によって、ガラスの内部を観察することは難しい。14 は、中心孔が球体になっている。この形に

対応して、気泡筋も湾曲している。15 は小口で、折り取りの割れ口が残っている。割れ口の周りの平坦面に、凹線状の痕跡がある。16 は、側面に凹線状の痕跡がある。17・18 は、後期初頭の高井田 1 号墳（柏原市教育委員会 1986）の金箔入りガラス玉である。18 の小口は、石光山 8 号墳の切り連玉と同じ特徴を持っている。管切連玉は、内部に中空部があるので、大きさの割に軽くなる。

吹きガラスの技術でガラス球を作るとき、ガラス球を膨らませた後で、竿管を回してガラス球の一部を捻り、息の吹入れ口を塞ぐことは不可欠である。ガラス球の変形を防ぐためである。これを引き延ばして作られたガラス管は、先と元が閉じられた状態となる。

このガラス管の一部を加熱して軟化させ、それを針金で締めると、ガラス管にくびれを作ることができる。このときガラス管は閉じた状態にあるので、内部の気圧が高くなる。その圧力によって、軟化したガラス管は、針金の左右が半球体に変形する。これを連続して施せば、管切連玉となる（図 1 の 13～16）。間隔を開ければ、ガラス管の膨らみが緩い橢形の玉になる（図 1 の 18）。小口面や側面にある凹線状の痕跡は、針金によりガラス管を締めたことにより生じたのであろう。

これと関連したガラス玉の作り方に、ガラスの内部に金箔を挟んだサンドヴィッチ玉がある。透明なガラスが出現してから、西アジア方面で作られた玉である。このガラス玉について谷一尚は、二本のガラス管を入れ子にした間に金箔を挟み、これを切断するという製作方法を提案している（谷一 1999）。奈良時代の岩手県長沼 4 号墳から出土した金箔入りガラス玉（福島 1985）は、表面に気泡筋があることから、この方法で作られたと考えて矛盾はない。

しかし高井田 1 号墳の金箔入りガラス玉は、側面の表層に、中心孔方向に合わせて細長い紡垂形の気泡と楕円形の気泡が形成されている（図 1 の 17）。管切技法のガラス筋は、細長い管状（図 1 の 12）である。高井田 1 号墳の金箔入りガラス玉の側面気泡列とは、明らかに異なった形状である。別の原因により生じた製作痕跡であろう。

古代中近東方面では、ガラス炉内で金属棒などにガラ

スを付着させる技法があった（由水 1978）。この方法であれば、金箔を貼り付けたガラス管をガラス炉内部の熔けたガラスに差し込み、引き抜く方向に並ぶことが予想される。これは、高井田 1 号墳の金箔入りガラス玉側面の気泡列と近似した形状ではないだろうか。

4. 巻き技法

巻き技法は、離型剤を塗った金属棒に、軟化したガラスを巻き付けてガラス玉を成形する方法である。離型剤は、砥石の砥ぎ汁などである。

製作痕跡 図 2 の 19～32 は、巻き技法で成形されたガ

ラス玉である。19 は後期の福島県中田横穴（いわき市教育委員会 1971）、20～23 は福島県弘法山 1 号横穴（福島県教育委員会 2000）から出土した資料である。19 には、不純物の集った灰白色の筋がある。中心孔を軸にした螺旋を描いているが、側面の中央を境に回転方向が異なっている。また、ガラス玉の上半部に乱れがある。

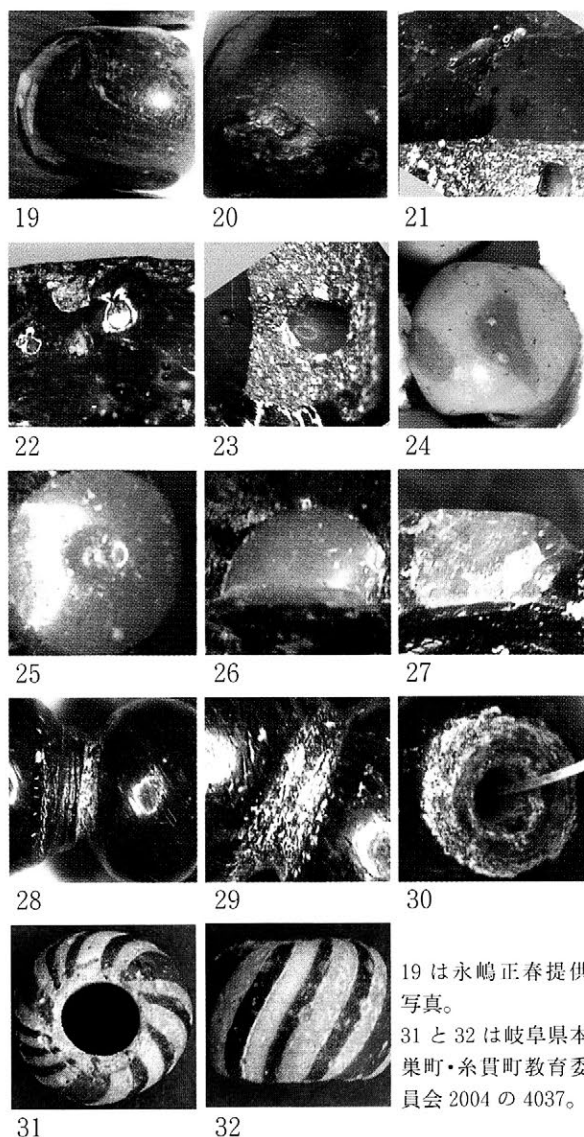
20 は側面で、中心孔と直交する方向に気泡筋が延びている。下端部の表層が、赤褐色に変色している。これは、金属棒の鉄錆がガラスに付着したことが原因であろう（永嶋正春の教示）。21～23 は破断面である。中心孔の表面には、細かい凹凸がある。23 には、中心孔に大型の気泡がある。21・22 は、上端が表層側である。薄皮状の表皮層が生成している。ガラス内部の中心部では、蛇行する脈理があり、そのなかに気泡が点在している。表面の近くで、微細な気泡が層状に集まっている。

成形・整形方法 巻き技法のガラス玉では、中心孔の壁面に、金属棒に塗布された離型剤を反映した凹凸が形成される（図 2 の 21・23）。中心孔の形状は、金属棒を引き抜く支障とならないように、円柱状である。

金属棒にガラスを巻き付けるときは、ガラス棒を加熱して細長く引き延ばし、巻き付け回数を増やして、形を整えたと推定される。最も少なく「の」字に巻けば、必要な大きさにするには、引き延ばすガラスを太くしなければならない。このとき、巻き始めと終わりで、ガラスが重なるので、玉の一部が突出した歪みとなる。歪みが大きければ、整形工程の負担が大きくなる。

大型のガラス玉、たとえば後期の奈良県藤ノ木古墳の足玉（榎原考古学研究所 1993）は、直径 2.5cm 以上もある。古墳時代で最大のガラス玉である。この玉は、ガラスを円盤形に巻き付け、これを合わせて 1 個の玉としている。円盤形にガラスを巻き付けるのは、一見不自然のように思われるかもしれないが、実際に作ってみるとそれほど難しくはない。実見した足玉では、白色系のガラスが巻き付けられ、これを覆って、瑠璃色のガラスが被せられていた。比較的大きな丸玉やトンボ玉の親玉、たとえば後期の岐阜県船木山 272 号墳出土（4081）（岐阜県本巣町・糸貫町教育委員会 2004）資料なども、円盤形に巻き付けたガラスを合わせて作られている。

金属棒に巻き取ったガラス塊は、軟らかいために垂れ



19 は永嶋正春提供写真。
31 と 32 は岐阜県本巣町・糸貫町教育委員会 2004 の 4037。

図 2 巻き技法の玉

Fig. 2 Glass Beads of Winding Technique

下がって変形する。そこで、金属棒を水平に保って回転させ、これを巻き取りながら形を整えることになる。金属棒を斜めにすると、ガラス塊が流れて形が整わない。ガラス塊が垂れ下がるとき、両端が遅く、中央部が速く流れ落ちる。この速度差と加熱による不純物の生成とが合わさって、ガラス玉表面に筋状の微細な皺と不純物の集まりが生じ、これが螺旋を描く痕跡となる。この痕跡は、側面の中央を境にして、その左右で回転方向が逆になる（図2の19）。これはガラスを巻き付けた痕跡として報告される場合もあるが、整形段階の痕跡である。

整形段階で加熱を続けると、ガラスの表面には、皮膚状の表皮層が生成される（図2の22など）。この表皮層は平滑で、光沢を持っている。巻き技法のガラス玉では、表面に研磨を加えて平滑な面に仕上げる必要はない。ただし小口部分は、研磨を施して形が整えられることもある。

ガラス玉の表面が研磨により仕上げられるのは、表面の光沢よりも、管玉など、整った形を重視する場合である。巻き技法で管玉を作るには、まず土管状の原形が作られる。金属棒を回転させながら加熱して整形作業を続けると、巻き付けた痕跡は目立たなくなる。そうして重力とガラス自体の表面張力によって管玉の中央部が膨らみ、両端の小口が痩せたエンタシス柱状に変形する。これに研磨を加えて、整った円筒形に仕上げられたのであろう。研磨の痕跡は、表皮層が失われ、切断された気泡の断面が表出する状態として確認できる。後期の福岡県寿命王塚古墳（梅原・小林 1920）出土の管玉などである。

多様な形の玉 巻き技法では、玉の形状に変化をつけることも可能である。この技法で、棗玉、平玉など、多様な形のガラス玉が作られている。作り方は単純であるが、高級品を作ることに適した方法である。奈良時代、東大寺正倉院の瑠璃雉玉には、蜜柑玉、捩り玉、梔子玉などの変形玉がある。これらは、金属の挟み工具で加工されたと考えられている（正倉院事務所 1965）。加熱により軟化したガラスは、室温に近い温度の金属工具で加工しても、これと付着することはない。ガラス玉を切る、押さえる、曲げる、つまむ、捩ることにより、目的とする形を作ることができる。

トンボ玉 異なるガラス色を組み合わせたトンボ玉も、巻き技法で作られている。図2の25～27は、後期の京都府物集女車塚古墳（向日市教育委員会 1988）のトンボ玉である。26は、瑠璃色の親玉と子玉の黄色ガラスである。表面には、加熱による表皮層が形成されている。親玉と子玉の境界線を挟んで、お互いが表面張力によって盛り上がっている。親玉に子玉を押し込んだ後で、加熱整形が施された結果である。

図2の27は、親玉と子玉が割れた破断面である。衝撃を受けると親玉は、子玉の周囲から弾けて壊れることが多い。親玉と子玉では、固まるときの収縮率が異なっているため、受けた衝撃による歪みが生じ、割れ易くなっているためである。

金属棒に巻きあげた半熔融状態の親玉に子玉を付着させ、これをヘラで押し込めば、図2の27のように、親玉のなかに子玉が嵌め込まれたようになる。作業台に子玉を置いて、これに親玉を叩き入れても同じである。これを象嵌玉と呼ぶこともあるが、金属の象嵌技法とは区別して考えなければならない。子玉には、ガラス破片やガラス小玉、ミレフィリ玉が使われている。

京都府物集女車塚古墳の報告書（向日市教育委員会 1988）では、親玉を素手の指先で整形する方法が、第122図に示されている。しかし、軟化するまでに加熱したガラス玉を素指で扱うのは難しい。さらに耳掻き状の小さな用具で、ガラス片を納める穴を親玉に作る工程も想定されているが、軟化したガラスには強い粘性がある。この方法で、親玉からガラス塊を掻き取ることは困難である。

また菊池逸夫は、子玉の表面にある凹みから、先の尖った金属針で親玉に子玉となるガラス片を押し込む方法を想定している（菊池 2003）。しかし菊池が指摘した痕跡は、子玉にガラス小玉を使用したときに生じる痕跡であろう。ガラス小玉の中心孔を表面に出して熔融すると、中心孔が変形して凹んだ痕跡となる。図2の25は、この痕跡と近似している。圧力を加えて変形するほど軟かいガラスの子玉を金属針の先で押せば、子玉が親玉に押し込まれるのではなく、針先自体が子玉に突き刺さることになる。

後期の愛知県磯部王塚古墳（豊橋市教育委員会 1998）

では、丸玉にガラス線を巻き付けたトンボ玉が出土している。これも筋状の象嵌と報告されているが、丸玉に引きのばしたガラスを巻き付け、これを金属板などに押しつけて作られたと考えた方が合理的である。

古墳出土のトンボ玉には、複雑な作りの多色ガラス玉を子玉とした例もある。後期の香川県カンス塚古墳の玉である（東京国立博物館 1978 など）。この子玉を作るには、ガラス加工の高い技術が要求される。高級品である。この技術が当時の東アジアにあれば、もっと多様なガラス製品が作られたはずである。西アジア方面の製品であろう。

このほか、親玉の表面に異なった色のガラスを付着させて色付けする方法のトンボ玉もある。この種の玉は、群馬県綿貫観音山古墳（群馬県埋蔵文化財調査事業団 1999）や京都府府物集女車塚古墳（向日市教育委員会 1988）など、広く分布している。ただしこの方法で付着させた色ガラスは、形に乱れを生じていることが少なくない。図 2 の 24 は、綿貫観音山のトンボ玉（永嶋正春提供）である。黄色の親玉に緑のガラスを付けているが、流れたような形である。

雁木玉 異なる色ガラスを合わせた雁木玉も、巻き技法で作られている。中期の奈良県新沢 126 号墳（奈良県立橿原考古学研究所 1976b）や後期の岐阜県船木山古墳群（岐阜県本巣町・糸貫町教育委員会 2004）の玉である。図 2 の 31・32 は、白色、赤色、黄色、青色のガラスが、縦縞で Z 字形になった文様である。これは、加熱したガラス棒を回転させながら金属のヘラで切れ目を入れることによって、ガラス玉の側面が引きずられるように振れた結果であろう。日本から出土する雁木玉には、側面の両端で文様が振れているもの、あるいは中心孔の主軸方向に合わせて巻き付けた文様がある。

この玉に関連して平野裕子は、マレー半島西岸のクートム遺跡で、同様な玉が作られたことを紹介している（平野 2004）。金属棒にガラスを巻き付けて管玉を作り、これを芯にして、その上に白色や黄色の細いガラス棒を貼り付ける。つぎに、この棒ガラスを切断して雁木玉を作る方法である。同遺跡の最盛期は 4～9 世紀で、年代的に問題はない。ただし、平野が紹介した製作技法で図示された雁木玉は、側面の縞模様が端部まで真っ直ぐに

なっている。この点は、日本で出土している雁木玉と異なっている。小口は、研磨により整形された形状である。**特殊な玉** 図 2 の 28～30 は、奈良県石光山 8 号墳（奈良県立橿原考古学研究所 1976a）の資料である。また、後期の島根県上塩治築山古墳（島根県古代文化センター 1999）などからも出土している。形を管切連玉に似せて作られた玉である。側面の S 字状細筋が特徴的である。仮に巻き連玉としておきたい。

小口近くには、2 種類の異なる整形痕跡がある。滑らかな細い線が重なる痕跡は、加熱して軟らかくなった状態のガラスを回転させながら、ヘラで絞るように加工したときに生じたのであろう（図 2 の 28）。これに対して、粗く削ったような痕跡は、温度が低下してガラスの硬化が進行した段階で施されたのであろう（図 2 の 29・30）。後者は、前者より後に施されている。30 は小口部が破損した状況である。中心孔の壁面に細かな凹凸があり、巻き技法で作られたことを示している。

側面の発達した S（Z）字状細筋は、ガラス塊を金属棒に巻き付けた痕跡ではないこと（大賀 2002b）に注意しなければならない。この痕跡は、巻き技法で作ったガラス管に、切り目を入れて連玉とするときに生じたと推定される。整形加工を施すためにガラスを高温に保つと、表皮状の皮膜が形成されると共に、くすみが生じて透明性を失ってゆく。この表面をヘラ状の工具で引っ張ることにより、表皮層がヘラの動きに引き込まれ、S（Z）字形の微細な皺が形成されたと考えられる。

勾玉 成形技法の違いから小瀬康行は、古墳時代のガラス勾玉を鑄型技法による第Ⅰ群、方法の不明な第Ⅱ群、巻き技法の第Ⅲ群に分類している（小瀬 1989）。このうち第Ⅲ群のガラス勾玉は、気泡や脈理が紐孔の周囲を取り巻いている。小瀬の指摘するように、巻き技法で勾玉の頭部となる丸玉を作り、この一部を引き延して尻部が作られた玉である。第Ⅲ群の勾玉には、研磨による仕上げは施されていない。そのままの状態でも表面が平滑で、光沢を発するからである。

第Ⅱ群の勾玉は、頭部から尻部に至る気泡列に特徴があり、微小気泡が直線状に連鎖している。この痕跡を小瀬康行は、引き延ばしの痕跡と推定している（小瀬 1989）。さらに腹部の上下端には、圧痕が確認できると

いう。この圧痕は、ガラス棒をC字形に変形させたときに生じたのであろう。またガラス表面には、研磨によって断ち切られた気泡がある。第Ⅱ群の勾玉は、ガラスを加熱して軟化させて加工する方法と研磨という攻玉の方法とを合わせて作られている。研磨により形を整える点は、ガラス管玉の製作方法と共通している。

5. 熔融技法（型作り技法）

鑄造技法と熔融技法 鑄型を用いたガラス玉の成形には、ふたつの方法が考えられている。ひとつは熔けたガラスを鑄型に流し込む鑄造技法（大賀 2002a・b など）である。『飛鳥の工房』（奈良国立文化財研究所 1992）では、ガラスを鑄型に流し込む様子が図示されている。また、ガラス玉の小口にある角状の小さな突起を流し込みの痕跡と紹介している。この痕跡について横須賀倫達は、鑄型の周辺にあったガラス粒が付着して、加熱により変形した結果と推測している（横須賀 2002）。

ガラスは、坩堝から流し出すと、温度の低下によって急速に凝固する。それ以上に、細く流し出すこと自体が難しい。熔けたソーダガラスは粘性が高く、直径数ミリのガラス玉鑄型に連続して正確に滴下させることは、限りなく不可能に近い（山内 1991）。

もうひとつは、ザラメ状のガラスを鑄型に詰めて、これを熔融した後に、固める方法である（新山・田中・本村 1980 など）。ガラス玉の表面にある金平糖状の突起や半熔融状態のガラス粒は、鑄型に詰めたガラス粒が完全に熔解しなかったことを示している（図3の35）。鑄型を用いて成形を行うことに変わりはないが、熔けたガラスを鑄型に流し込むのではなく、鑄型のなかでガラス粒を溶かして成形するという点を重視して、これを熔融技法とした。

製作痕跡 図3の33～35は京都府物集女車塚古墳（向日市教育委員会 1988）、36～42は、福島県弘法山古墳群（福島県教育委員会 2000）の資料である。33は、上下でガラスの状態が異なっている。下半部は、ガラス粒が半熔融状態で固まり、金平糖の様な突起が生じている。上半部は、融解が進み、ガラス自体の表面張力により整った半球状になっている。滑らかに凹凸のある表皮層が、特徴的である。34はガラス玉の上面で、35は下面である。35で、黄色の部分は付着している泥土である。

36は、破碎断面である。中心孔の壁面に、大きな凹凸面がある。またガラスの内部は、ガラス粒が半熔融状態になっている。41・42は、加熱が不十分で、ガラス粒が完全に熔解しなかった例である。全体に不定形な亀

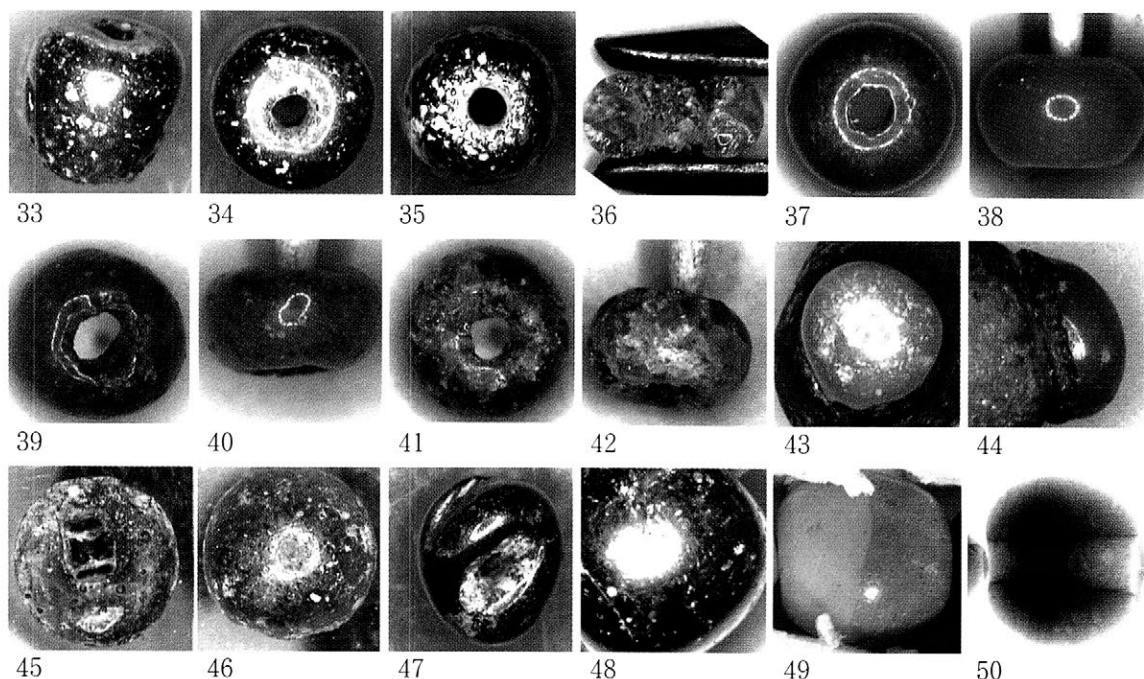


図3 熔融技法の玉

Fig. 3 Glass Beads of Melting Technique

裂がある。39・40の表面は平滑であるが、ガラス粒を反映した凹凸が残っている。37・38は、加熱整形によって整えられたガラス玉である。熔融技法に特徴的な、上部と下部の歪みが解消されている。しかし、中心孔の壁面には大きな凹凸がある。

成形方法 ガラス玉を熔融技法で作るには、表面張力の高い方が有利である。鑄型に詰め、さらに盛り上げたガラス粒を球形に変形させるためである。そのためにこの技法では、ソーダガラスが多用されている。鉛ガラスでは粘性が乏しく、十分な表面張力が得られないからである。また鑄型に詰めるガラス粒は、適度に粒の粗い方が望ましい。細粉状態のガラスでは、表面に十分な盛り上がりが生じない。これが熔けて固まれば、粉粒の間隙が詰まって、容積が減じる。藤田等が、指摘した熔融技法の問題点である。(藤田 1994 PP.228-254)。

中心孔の形状は、裁頭円錐形(横須賀 2001)になることが指摘されている(図3の50)。これは、ガラス玉の中心孔を作るために、鑄型に立てた芯材の形を写した形状である。壁面には、ガラス粒が熔けて固まった形状を反映して凹凸がある(図3の36・39)。

小林行雄は芯材について、東大寺正倉院文書の天平6年『造仏作物帳』に記載されたガラスの原料から「可路草茎について刺玉調度と明記し、他に鉄線の類の使用をあげていないので、あるいは、破砥の泥土を塗って巻きガラスの心棒に使用することができたかもしれない。」としている(小林 1964)。この時点で知られていたガラス玉の作り方は、巻き技法と管切技法であり、熔融技法は、知られていなかった。「可路草茎」は、熔融技法の芯材に使われたと考えられる。「可路草」が草本であれば、草茎に巻き技法の心棒とする強度はない。「刺玉」という名称も、作り方の反映とすれば、熔融技法の特色に合致している。

また奥田尚は、ウニの棘(奥田 1990)を芯材に使用したことを推定しているが、具体的な出土例は確認されていない。貝殻や骨など、動物カルシウム材はガラスよりも耐火性が高いことから、芯にしても問題はない。ただし、材料の入手や加工に手間がかかる。

ガラス玉の鑄型底面に設けられた孔には、裏面まで突き抜けているものがある。鑄型の孔に心棒を差し込むの

であれば、裏面まで貫通する必要はない。鑄型を突き抜ける孔は、離型剤を薄く塗布するためであろう。薄く溶いた離型剤の溶液を適量流し込む。つぎに、鑄型の上側から息を吹きかければ、付着した離型剤は、底部の貫通孔から適度に排出される。ガラス玉の小さな鑄型に、溶かした離型剤を刷毛やヘラで均等に塗布するのは、手間のかかる作業である。この孔について大賀克彦は、底面から裏面まで突き抜ける西日本と突き抜けていない東日本という地域差の存在を指摘している(大賀 2002b)。

熔融技法でガラス玉を成形すると、鑄型に詰められたガラス粒の上半部は、加熱により熔けて、表面張力により球状に盛り上がる。これに対して下半部のガラスは、温度が上がらないために、ガラス粒の表面のみが熔融した状態となる。ガラス粒の間にある空気の塊は閉じこめられて気泡となる(図3の36・42)。成形時の加熱が不十分なときには、ガラス玉全体にヒビが入り、強度が不足して不定形に割れ易くなる(図3の41・42)。

加熱処理 成形段階の歪や熔融の不足を補うために、再度の加熱処理が施される。適正な加熱によって表面に滑らかな表皮層が形成され、熔融が進んで内部も強固になる。しかし加熱が過ぎると、沸騰による気泡の破裂が生じて荒れた表面となり、光沢も失われる。

熔融技法でガラス玉を成型した場合、下半部が著しく不整形になるのであれば、木灰の上にガラス玉を並べて加熱する方法(酒巻 1998)は効率的である。この方法で、下半部に集中した整形を施すことができる。小口の片面のみが熱変化を受けたガラス玉は、熔融技法ばかりではなく管切り技法にもある(図1の10)。この整形方法が、多用されていたことを示している。

加熱処理が施された整美なガラス玉は、後期初頭の大阪府峯ヶ塚古墳(羽曳野市 2002)や中期の和歌山県大谷古墳(樋口隆康ほか 1959)、中期の兵庫県宮山古墳(松本正信ほか 1970)など、朝鮮半島系の優品が副葬された古墳から出土している。このなかには、直径2mm程度の著しく小型のガラス小玉も含まれている。表面に光沢があり、内部の熔融も進んでいる。それ自体が装身具であるほかに、金銀と組み合わせた装飾品としても使われている。朝鮮半島からの輸入品であろう。

合わせ玉 図3の48~50には、熔融技法を応用した特

殊な例を示した。49 は、群馬県綿貫観音山古墳（群馬県埋蔵文化財調査事業団 1999）から出土した黄色と青色の合わせ玉である。色の異なるガラス粒を分けて詰め、これを熔融技法によって結合する方法である。50 は、その X 線写真である（永嶋正春提供）。色の異なるガラスが平坦面で接していることから、二回に分けて成形がなされたと考えられる。

合わせ玉には、管切技法のガラスの玉と合わせた例もある。図 3 の 48 である。奈良県石光山 8 号墳（奈良県立橿原考古学研究所 1976a）から出土した資料である。資料の右上部には、中心孔と平行する気泡筋が認められ、管切技法で作られた玉であることを示している。これに対して左半分では、気泡筋を確認することが出来ない。平滑な表面は、熔融技法によるガラス玉の上半部の特徴である。

勾玉 小瀬康行は、第 I 群とした鋳型作りガラス勾玉の特徴をつぎのようにまとめている（小瀬 1989）。①、整美な形態の勾玉で、内部に球形の微小気泡が充溢して、熔けた状態でいかなる方向にも引っ張られていない。②、表面は平滑な光沢面で、気泡が断ち切られた痕跡がない。そして①と②から小瀬は、原料の熔融と成形が同時に行われる熔范の存在を推測している。①と②の特徴は、熔融技法であることを示している。熔融技法の勾玉は、鋳型内部と外部の温度差から、ガラス玉と同じように上半部と下半部で形の整い方に格差が生じたと想定される。これを解消するために、成形したガラス勾玉の上下を逆転して、再加熱による整形が施されたのではないだろうか。

このほか中口裕は、ガラスを詰める漏斗状の空間を設け、これを閉鎖鋳型と結合する二段構造の鋳型を想定してガラス勾玉の製作実験を行った（中口 1960）。上側で熔けたガラスが、下側の鋳型に流れ込む工夫である。この方法でガラス勾玉を作ることでもできるであろうが、勾玉のガラス鋳型が閉鎖構造であった例はない。また勾玉鋳型の上面で広範囲な被熱変化があることも、熔融技法の加熱痕跡と考えると矛盾はない。

ガラス頭飾金具 図 3 の 43～47 に示した。43 は、後期の奈良県慈恩寺古墳群の銀製勾玉（奈良県立橿原考古学研究所 1988）に装着されたガラス飾りである。43 が上

面、44 は側面である。ガラス自体の形は、座金の形状に合わせて変形している。座金に嵌め込まれたのではなく、熱を加えてガラス粒を変形させたのである。45 は、大阪府峯ヶ塚古墳のガラス頭鉈で、鉈脚がガラスに刺さったような状態になっている（羽曳野市教育委員会 2002）。46 はその上面である。47 は、京都府物集女車塚古墳出土ガラス頭鉈の下部で、金属鉈脚が欠落した状態である（向日市教育委員会 1988）。

京都府物集女車塚古墳（向日市教育委員会 1988）のガラス鉈頭は、球体や下膨れで、形が整わない特徴がある。これは鋳型を使用しない方法で成形されたことを示している。またガラス鉈頭内部の気泡は球形で、引っ張られた様子はない。表面には滑らかな凹凸があり、内部は半熔融状態になっている。これは、ガラス粒が熔融した特徴である。

熱した針金の先をガラス粒の中に差し入れて、適量を付着させ、つぎに熱を加えてこれを溶かすことを繰り返して、目的とする大きさにする。これを台に刺して立てると、軟化している鉈頭のガラスは、重力により垂れ下がり、サクランボを逆さにしたような形になる。ガラスが固まった後に、金属棒を適当な長さに切断すれば完成である。

ガラス鉈頭を作るときのガラスは、粒よりも、粉の方が合理的である。ガラス粒の量を調節することが容易で、鉈頭の大きさを揃えることができる。使用するガラス粉は、ガラス小玉などを粉砕して作られたのであろう。ガラス棒を作る必要もないので、材料の節約にもなる。

これまでガラス飾を鉈頭や座金に装着する方法には、熔融したガラスを銅板に付着させる方法（依田 2002）や、穴の開けた金属にガラスを埋め込む方法（鈴木・松林 1995）が提示されている。しかし前者では、炉から取り出したガラスは急速に固まることから、目的とする部分へ適量のガラスを正確に付着させることは困難である。後者では、細密で難しい作業が想定され、技術的な困難から量産は難しい。

また、ガラス頭鉈と近似する露玉の作り方について朝比奈貞一は、埴埴のなかでガラスを溶かし、これに金属棒を入れてガラスを付着させる方法を提案している（正倉院事務所 1965）。奈良時代にはガラスが生成されてい

たので、可能な方法ではある。しかし、古墳時代にガラス炉で熔けたガラスを作る技術が存在していた痕跡は乏しい。それに加えてこの方法では、ガラスの巻き取り痕跡があるはずである。

下山恵子は、大阪府峰ヶ塚古墳のガラス飾り鉾について、成形と取り付け方法からカシメ式と割りピン式があり、両方とも「ガラスを溶かしつける。」と指摘している（下山 2002）。また同資料について肥塚隆保は、ガラスの装着方法に 2 種類があると考えている。「ガラスの中にリボン状の鉄板を挿入してこれをピン状の止め金具として利用する方法とガラスに銀製の環をかしめて装着する方法である」（肥塚 2002）。続いて、鉄製リボン状ピンと銀製リングの装着されたガラスの実体顕微鏡写真と CR イメージを示している。

肥塚の考えでは、ガラスの中にピンをどのように差し込んだのであろうか。また銀製リングの装着されたガラスは、リングの形状に合わせてキノコ状に変形している。このガラス鉾頭自体の作り方が問題となる。さらに、銀製リングをガラスにかしめる方法、ガラス熔かし付ける具体的な方法が問われよう。

座金や孔にガラス飾りを装着するには、熔融技法を応用するのが合理的である。つまり、適当な型台の上に鉾脚を置き、これにガラス粒を載せて加熱すれば、熔けたガラスは鉾脚形に合わせて変形し、しかも強固に融着する。図 2 の 43~44 や奈良県藤ノ木古墳の馬具に施されたガラス飾り（奈良県立橿原考古学研究所 1993）は、この方法で装着されている（福島 2000・2003）。この馬具には、ガラスが装着された金銅板に、鑿を用いて金属に嵌め込んだ加工痕はない。肥塚隆保が示した写真（肥塚 2002）は、ここで筆者が説明した熔融技法で作られたガラス鉾頭の特徴と大きく異なる点はない。ガラス表面の表皮層、気泡の特徴、ガラス下面の形状などである。

ガラス付装身具 後期の大阪府一須賀 D-4 号墳からは、ガラス付の釵子出土している（小浜 2005）。ガラス表面の特徴は、熔融技法で成形された玉と同じである。この飾りガラスは、ガラス小玉の中心孔が熔けて固まった図 2 の 25 の表面と共通する特徴である。

飾りガラスの装着方法は、次のとおりであろう。銅板のガラス小玉を置く場所に、反対側から鉄釘等の工具で

孔を穿つ。すると突き抜けた側の孔には、周辺に小さな突起ができる。この突起にガラス小玉の中心孔を引っ掛けて安定させる。これに熱を加えて熔融し、小さな突起がガラスに食い込むように融着させる。

中期から後期の有力古墳からは、飾りガラスの使われた装飾品の出土例が急増する。和歌山県大谷古墳の四葉の金具（樋口ら 1959）や奈良県慈恩寺 1 号墳の銀製勾玉（奈良県立橿原考古学研究所 1988）、群馬県下芝谷ツ古墳の飾履（田口 1988）、熊本県江田船山古墳（梅原 1922）や福井県西塚古墳の垂飾付耳飾（上田 1290）である。これらはすべて、熔融技法で作られている。この種のガラス飾りが、首長層の装身具として重要であったことを示している。

6. おわりに

古墳時代のガラス玉を成形技法には、管切技法、巻き技法、熔融技法の 3 者があり、各技法それぞれに特徴的な痕跡が残されている。成形技法を識別する方法は、中心孔の壁面の特徴で見分けるのが最も明瞭である。光沢のある平滑面の管切技法、金属棒を覆った離型剤の細かな凹凸面を反映した巻き技法、熔融技法ではガラス粒の隙間に起因する大きな凹凸面という違いがある。

管切技法は、吹きガラスの技術が前提となる方法であり、多くの研究者も古墳時代に存在していたとは考えていない。ガラス製品を作る一連の技術が確立されていないと困難な技法である。吹きガラスの技術が存在していれば、古墳時代のガラス生産はもっと豊かになっていたであろう。

管切技法で作られたガラス玉は、大半が量産品である。作られた技法が高度であっても、その製品が稀少品であったとは限らない。むしろ安価な量産品であったからこそ、広い範囲に流通したのである。インド方面や西方世界から運ばれてきた製品である。

巻き技法ではガラス玉をひとつずつ作ることから、生産効率は管切技法や熔融技法より劣る。しかし丁寧に仕上げて、多様な形の玉を作れる点で有利であり、高級品の製作にも有効である。しかも、ガラス棒（ガラス片）があれば、比較的簡便な施設で作ることが可能である。古墳時代でも、行われていた製作方法である。

巻き技法のガラス玉は、古墳時代後期から増加する。大賀克彦は、巻き技法で作られた緑色の鉛ガラス製丸玉が、古墳時代後期から終末期の西日本に集中していること（大賀 2002a）を指摘している。東日本でも同種のガラス玉は出土している。東北地方では、AD600 年前後の古墳から出土の例が確認されている。福島県中田横穴（いわき市教育委員会 1971）と福島県弘法山古墳群（福島県教育委員会 2000）の緑色丸玉は、レントゲン撮影の特徴から鉛ガラスと推定されている（永嶋正春の教示による）。

熔融技法によるガラス玉の製作は、東京都豊島区馬場遺跡などから出土している鋳型（富樫・徳澤 1995）から、古墳時代前期の東国でも行われていたのは明らかである。この技法は西方からの伝播も考えられるが、むしろ吹きガラス技術の存在していない東アジアで、生み出されたのではないだろうか。少なくとも、古代の東アジアにあった技法である。

ガラス粒の原料は、当時の日本列島でガラスの生成が行われていないことから、流通品の再利用である。この利点は、不揃いなガラス玉を均一な大きさと形態と色調に統一すること、破損したガラス製品の再生を行えること、大量生産が可能なことである。

古墳時代のガラス玉は、つぎのように変化する。前期は、管切技法の玉が中心である。熔融技法や巻き技法は、当時から存在していたが、主流にはなっていない。管切技法のガラス玉は、古墳時代を通して安定して出土している。また弥生時代の多様なガラス製品（藤田等 1994）は、古墳時代には流通しなくなる。中国におけるガラス生産の一時的な途絶を反映した現象であろうか。

熔融技法のガラス玉は、古墳時代中期から出土数が急激に増加する。これは、金銀工芸品と連動した動きであ

る。この頃、東アジアでガラス製品を作る上で、大きな技術革新があったと推測される。さらに終末期になると、熔融技法のガラス玉は、管切技法のガラス玉を凌駕するまでに増加する。また巻き技法のガラス玉は、鉛ガラスの高級品を中心に、後期末から終末期にかけて増加する。そうして 7 世紀後半には、日本列島でも鉛ガラスの生成が開始された（奈良国立文化財研究所 1992）。

筆者はガラス製品を観察するために、ガラスを割り、熔かし、巻き付けて、その状態を確認し（福島 2000）、小瀬康行がおこなった実験（小瀬 1989）結果などを追認した。ただし古墳時代と現代では、ガラスの素材、製作設備、製作方法に違いがある。遺物に刻まれた製作痕跡は、実験のそれと全く同じというわけではない。この相違を解明することが求められている。ガラス遺物の製作方法が、より具体的に明らかになることを期待したい。

謝 辞

小論は、2000 年の第 17 回日本文化財科学会で研究発表した「ガラス玉等の製作痕跡と技法の復元」をもとに、している。この研究を進めるにあたり、永嶋正春先生、白石太一郎先生、藤本強先生、西本豊弘のご指導をいただきました。さらに町田章先生から、多くの資料をいただきました。また職場の福島県文化財センター白河館職員をはじめ、つぎの機関と個人にお世話になりました。榎原考古学研究所、羽曳野市教育委員会、大阪府柏原市教育委員会、向日市教育委員会、兵庫県歴史博物館、豊橋市立博物館、岩沼市教育委員会、岩原 剛、岡田文男、神崎一昌、木村有作、桑野一幸、小林元男、小林園子、千賀 久、豊岡卓之、中塚 良、平野裕子、福田秀生、村本耕三、横須賀倫達、吉澤則男、渡辺清子

参考文献

- 朝比奈貞一・小田幸子 1954 「日本古代ガラス玉の成形について」『古文化財之科学』7 pp.10-13
泉森 皎 1999 「古墳時代のガラス玉復元」『近畿の古墳文化』学生社 pp.494-507
衣田香桃美 2002 「真野古墳群 A 地区 20 号墳出土金銅製双魚佩のワッシャーと日玉を復元する」『福島県文化財センター白河館 研究紀要 2001』 pp.282-291
いわき市教育委員会 1971 「中田装飾横穴」『いわき市史』別巻
上田三平 1920 「西塚及び其付近の古墳」『福井県史蹟勝地調査報告』1

- 宇治市教育委員会 1988 「宇治市遺跡群」『宇治市埋蔵文化財発掘調査概報』11 pp.33-35
- 梅原末治 1922 「玉名郡江田船山古墳調査報告」『熊本県史蹟名勝天然記念物調査報告』1
- 梅原末治・小林行雄 1940 「筑前國嘉穂郡王塚装飾古墳」『京都帝国大学文学部考古学研究報告』5
- 大賀克彦 2002a 「島根県下のガラス製品」『島根県考古学会誌』島根県考古学会 19 pp.99-122
- 大賀克彦 2002b 「日本列島におけるガラス小玉の変遷」『福井県清水町埋蔵文化財発掘調査報告書』V pp.127-145
- 奥田 尚 1990 「ガラス玉作り」『古代学研究』120 古代學研究会 pp.21-32
- 小田幸子 1972 「小田部古墳から出土したガラス玉の化学的研究」『古墳時代研究』I pp.84-90
- 小浜 成 2005 「一須賀D4号墳の釵子」『大阪府立近つ飛鳥博物館 館報』9 pp.43-48
- 柏原市教育委員会 1986 「高井田山古墳」『柏原市文化財概報』1995-II
- 菊池逸夫 2003 「宮城県内のトンボ玉について」『東北歴史博物館紀要』4 pp.27-39
- 北詰榮男・高橋佐久 1952 「第二章 遺物 玉類」『上総金鈴塚古墳』早稲田大学考古学研究室 pp.48-53
- 岐阜県本巣町教育委員会・糸貫町教育委員会 2004 『船木山古墳群』
- 肥塚隆保 1995 「古代珪酸塩ガラスの研究－弥生～奈良時代のガラス材質の変遷－」『奈良国立文化財研究所創立40周年記念論文集 文化財論集II』pp.926-967
- 肥塚隆保 1996 「化学組成からみた古代ガラス－日本・韓国・中国のガラスに関して－」『古代文化』48-8 pp.47-57
- 肥塚隆保・木暮律子 1998 「4. 磯部王塚古墳出土のガラス製品の自然科学的調査」『豊橋市埋蔵文化財調査報告書』43 pp.105-112
- 肥塚隆保 2000 「無機質遺物の考古学的研究（出土ガラス）」『考古科学の総合的研究活動報告書』奈良国立文化財研究所 pp.1-124
- 肥塚隆保 2002 「峰ヶ塚古墳出土ガラス遺物の科学的調査 峰ヶ塚古墳後円部発掘調査報告書」『羽曳野市埋蔵文化財調査報告書』48 pp.251-263
- 肥塚隆保 2003 「鉛バリウムガラスより発見された珪酸銅バリウム」『考古科学の総合的研究』奈良文化財研究所 pp.251-261
- 小瀬康行 1987 「管切り法によるガラス小玉の成形」『考古学雑誌』73-2 pp.83-95
- 小瀬康行 1989 「古墳時代ガラス勾玉の成形法について」『考古学雑誌』75-1 pp.40-59
- 小瀬康行 1994 「勾玉鎔範の構造と系譜」『日本と世界の考古学』雄山閣出版株式会社 pp.216-225
- 後藤守一 1927 「我が上古時代に於けるガラス」『考古学雑誌』17-12 pp.761-790
- 小林行雄 1964 「瑠璃」『続古代の技術』塙書房 pp.187-298
- 小林行雄 1978 「弥生・古墳時代のガラス工芸」『MUSEUM』No.324 東京国立博物館 pp.4-13
- 静岡県埋蔵文化財調査事業団 1999 「綿貫観音山古墳II」『静岡県埋蔵文化財調査事業団発掘調査報告書』255
- 埼玉県江南町教育委員会 1999 『塩古墳群狸塚27号墳発掘調査報告書』
- 酒巻忠史 1998 「東国における古墳時代の鋳造技術について」『叻君津市文化財センター研究紀要』VIII pp.59-76
- 島根県古代文化センター 1999 「上塩治築山古墳の研究」『島根県古代文化センター調査研究報告』4
- 清水真一 1992 「ガラス小玉鋳型についての一考察」『同志社大学考古学シリーズ』V pp.225-234
- 下山恵子 2002 「金銅製品に取り付けられたガラス玉について 峰ヶ塚古墳後円部発掘調査報告書」『羽

- 曳野市埋蔵文化財調査報告書』48 pp.174-175
- 正倉院事務所 1965 『正倉院のガラス』日本経済新聞社
- 杉江重誠 編 1950 『日本ガラス工業史』日本ガラス工業史編集委員会 pp.1-41
- 鈴木 勉・松林正徳 1993 「石棺内出土金属製品の金工技術」『斑鳩藤ノ木古墳第二，三次調査報告書』
pp.58-109
- 高橋進一 1992 「玉作遺跡と玉製品」『古代吉備の考古学的研究』（下） pp.79-100
- 高橋進一 1999 「古墳出土のサンドイッチガラス玉について」『地域に根ざして』 pp.123-132
- 田口一郎 1986 「群馬県下芝谷ツ古墳」『日本考古学年報』39 pp.420-425
- 谷一 尚 1988 「金層ガラス珠の技法と伝播」『民族芸術』14 pp.102-109
- 谷一 尚 1999 『ガラスの考古学』同成社
- 富樫雅彦・徳澤啓一 1995 「弥生時代におけるガラス小玉の研究」『東京考古』13 pp.39-63
- 東京国立博物館 1978 『東洋古代ガラス』
- 豊橋市教育委員会 1998 「磯部王塚古墳」『豊橋市埋蔵文化財調査報告書』43
- 中尾万三 1931 「東洋古代の硝子と釉」『考古学雑誌』21・4・5 pp.245-268, 337-354
- 中口 裕 1960 「練りガラス法による古代ガラスの製造技術について」『九州考古学』29・30 pp.20-22
- 奈良国立文化財研究所 1992 『飛鳥の工房』
- 奈良県立橿原考古学研究所 1976a 『葛城・石光山古墳群』奈良県史跡名勝天然記念物調査報告書 31
- 奈良県立橿原考古学研究所 1976b 『新沢 126 号墳』
- 奈良県立橿原考古学研究所 1988 『櫻井市外鎌山北麓古墳群』奈良県史跡名勝天然記念物調査報告書 34
- 奈良県立橿原考古学研究所 1990 『斑鳩藤ノ木古墳第一次調査報告書』
- 奈良県立橿原考古学研究所 1993 『斑鳩藤ノ木古墳第二，三次調査報告書』
- 新山栄・田中輝和・本村豪章 1980 「ガラス製勾玉の成形方法について」『古文化財の科学』第 25 号
pp.1-18
- 野上丈助 1983 「日本出土の垂飾付耳飾について」『古文化論叢』古代を考える会 pp.237-279
- 羽曳野市教育委員会 2002 「峯ヶ塚古墳後円部発掘調査書」『羽曳野市埋蔵文化財調査報告書』48
- 原田淑人 1949 『古代ガラス』小宮山書店
- 樋口隆康・西谷真治・小野山節 1959 『大谷古墳』和歌山市教育委員会
- 平野裕子 2004 「東南アジアの古代ガラスから見た域内交流とその展開」『日本ガラス工芸学誌』47
pp.52-66
- 福島県教育委員会 2000 『弘法山古墳群』福島県文化財調査報告書 396
- 福島雅儀 1985 「ゴールドサンドウィッチガラスの玉・一例」『同志社大学考古学シリーズ』Ⅱ pp.79-85
- 福島雅儀 2000 「ガラス玉等の製作痕跡と技法の復元」『日本文化財科学会第 17 回研究発表要旨』 pp.26・27
- 福島雅儀 2003 「古墳時代のガラス飾り金具」『同志社大学考古学シリーズ』Ⅷ pp.243-253
- 藤田 等 1994 『弥生時代のガラス研究』名著出版
- 松本正信 1970 『宮山古墳発掘調査概報』姫路市文化財調査報告 1
- 向日市教育委員会 1988 「物集女車塚古墳」『向日市埋蔵文化財調査報告書』23
- 安永周平 2001 「二色重ねガラス玉」『花園大学考古学研究論叢』花園大学考古学研究室 pp.94-101
- 由水常雄 1978 「古代東洋のガラス技法」『MUSEUM』No324 東京国立博物館 pp.14-23
- 横須賀倫達 2001 「古墳時代ガラス小玉の製作技法」『日本考古学の基礎研究』茨城大学考古学研究室

pp.95-112

Dorothy Blair 1973 『A HISTORY OF GLASS IN JAPAN 日本之硝子史』 Kodansha International
Ltdand The Corning Museum of Glass

(2005 年 11 月 19 日受付, 2006 年 8 月 23 日受理)

Manufacturing Traces Found on Kofun-period Glass Beads and Manufacturing Techniques Associated with them

Masayosi FUKUSHIMA

Fukushima Cultural Property Center, Shirakawa Fukushima Prefectural Culture Foundation
86 Ichiridan Shirasaka, Shirakawa, Fukushima Prefecture 961-0835, Japan

This paper draws attention to the manufacturing traces found on the Late-Kofun Period glass beads in order to deduce their possible manufacturing methods. The following three points sum up its principal findings ;

1. The glass beads manufacturing consists of two separate processes : forming and finishing. There are three different methods for forming : tube-cutting technique, winding technique, and melting technique. On individual beads I find characteristic features produced by the manufacturing processes and specify used technique. The appearance of the inner surface of the hole is notably an important observation point to specify a used manufacturing technique, for each of the three techniques leave distinctive traces : it characteristically becomes smooth and shiny with tube-cutting technique, rough with tiny bumps – caused by release agent that covers the metal rod – with winding technique, and irregular with larger bumps – reflecting the shape of glass granules – with melting technique.
2. There are two methods for finishing : heating and polishing. The former is a method to make glass beads malleable by heating. With this method, a skin-like membrane is formed on the glass surface. The glass interior is also transfigured : in glass beads through tube-cutting technique, veins are fractured into bubbles ; in beads through melting technique, glass granules melt more completely and the glass beads become more transparent. The polishing method is mostly applied in order to smoothen the cut-surface. With this method, bubbles inside the glass become exposed on the surface and make it irregular ; hence there is shining surface left.
3. Among these techniques, tube-cutting method did not introduced to East Asia in Kofun-period. So this objects found in remains of this age were imported from outside of East Asia. Likewise, the objects involving complex winding techniques were also presumed to be import products. Melting, on the other hand, was a manufacturing technique specific to North-East Asia ; it is also adopted in manufacturing high-class jewelry and ornaments such as luxurious harness, sword ornaments, decorative shoes, and personal accessories. These artifacts are also important in studying cultural exchange and political relation in East Asia.