

古代の技術を探る ―考古資料から読み解く回転運動の応用―

東海大学考古学研究室 官原 俊一

はじめに

現代人を象徴する身の周りの道具や装置、機械には、人力や火力、電力といった動力の違いこそあれ、あらゆるかたちで回転運動が応用されている。今や、回転が生み出す力や効果は、私たちの生活には欠かすことができないものとなっている。

しかし、はるか昔から人間はこの回転が生み出す力やその効果を、意識的あるいは無意識的に利用してきた。動力は人力であっても、回転が生み出す力を累積的な経験と知識によって、あらゆる道具に応用し、作業効率を高め、生活をより豊かなものにしてきたのである。

本講座ではかつて回転することによって機能していた5つの道具、^{ひきりぐ}火鑽具、錐：ドリル、ロクロ、紡錘車、石臼に焦点をあて、古代の技術の一端にふれてみたいと思う。

回転運動と回転方向

- ・ **定向回転運動** : ひとつの工程が終了するまで、一定方向のみに回転する運動。
- ・ **反復回転運動** : ひとつの工程が終了するまで、左右反復して回転方向が変わる回転運動。

右回転（右回り） : 時計の針が時を刻みながら進む方向。その逆は**左回転（左回り）**としておく。

^{ひきりぐ}火鑽具

反復回転運動 → 摩擦熱 → 発火

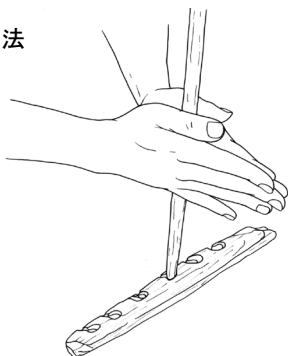
発火方法については古来より、摩擦や打撃によって生じる熱や火花から火種を得る方法が知られているが、火打石と火打金を使う打撃式以前は、摩擦式発火法による方法が主流であったと考えられている。摩擦法とは、木と木をこすり合わせて生じる摩擦熱によって火種を獲得する方法であり、効率よく摩擦熱を得るために回転運動が応用された。まっすぐな丸棒を板に押し当て棒を急速に回転させる方法、すなわち火鑽である。回転する棒を使用した発火具の総称を火鑽具と呼ぶ場合もある。

火鑽具の構造

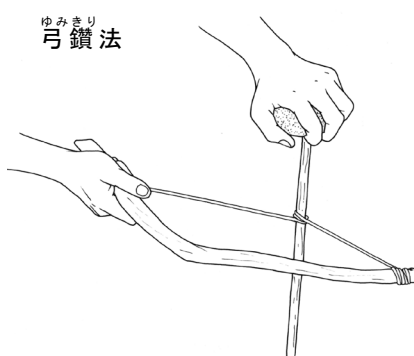
考古学ではまっすぐな丸棒を^{ひきりきね}火鑽杵と呼びこれを押しつける受け板を^{ひきりうす}火鑽臼または火鑽板と呼ぶ。火鑽臼は板材の側縁にV字の溝が彫られ、杵の先端を受けるためのくぼみを溝近くに設ける。杵と臼の摩擦によって生じた熱を帯びた木屑が火鑽臼の溝にたまり、徐々に熱を蓄積していき溝中に火種が生じる。

火鑽具の種類と発火法

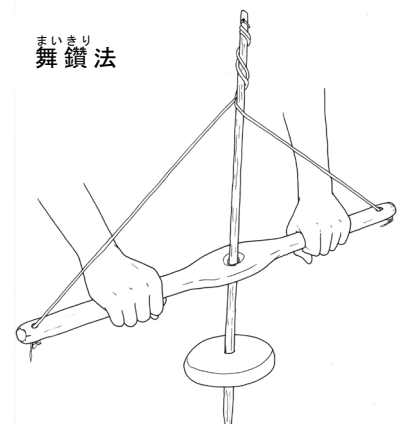
^{もみきり}揉鑽法



^{ゆみきり}弓鑽法

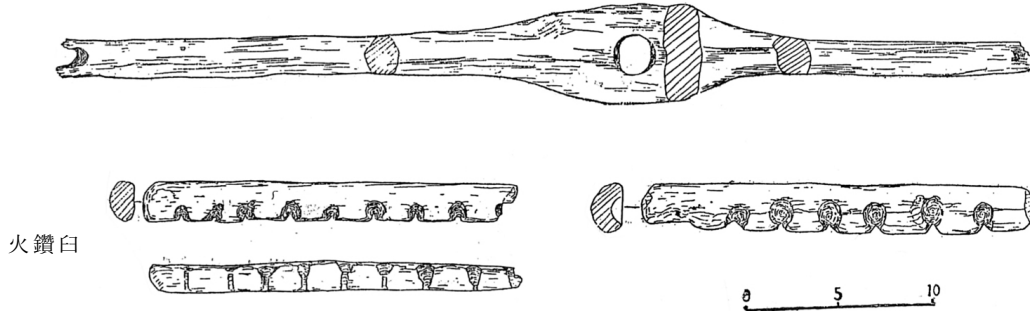


^{まいきり}舞鑽法



出土木製品にみる火鑽具

現在のところ、北海道忍路土場遺跡出土の縄文後期の火鑽具が最古と考えられている。静岡県登呂遺跡出土の舞鑽は、国内でもただ一例のみである。樹種については火鑽杵・臼ともにスギが多く、全般的に針葉樹が多用される。



登呂遺跡出土木製品

古代発火法の推定 ー岩城正夫氏による実験成果よりー

火鑽杵の直径は9～10mm、火鑽臼の厚さは7～13mmが最適であり、出土した資料もこの数値に近いものが多い。このことから、国内で出土する火鑽具については揉鑽式に用いられたものと考えられている〔岩城・関根 1983〕。

きり
錐：ドリル

反復回転運動 → 摩擦破壊 → 穿孔

穴をあける道具（穿孔具）にも回転運動が利用されている。もっとも簡単な方法が片手に持った先端鋭利な道具を、手首を回したり指先で回転させたりして穴をあける方法である。これは手抉（たくじり）法と呼ばれる穿孔方法のひとつである。

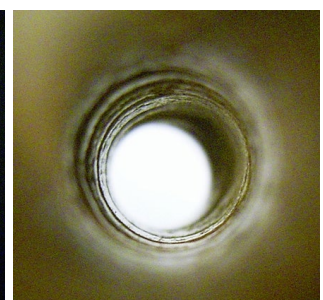
手抉法は道具をもつ手・腕の力がそのまま道具に伝わり、直接作用していたことになる。錐または揉錐器と呼ばれる剥片の一部を打ち欠き、鋭く尖らせてこれを錐先とした打製石器が旧石器時代から確認されている。縄文時代以降、同様の石器を^{せきすい}石錐と呼ぶ場合もあるが、やはりこれも穿孔用に使用された石器と考えられている。穿孔する対象はあらゆるものが想定できるが、縄文時代については出土遺物から土器や土製品、石製品、木製品、骨角製品、貝製品などがあげられる。

土器への穿孔

補修孔：土器の修復。「穿孔接合」

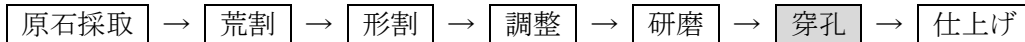
石への穿孔

玉（勾玉、丸玉、管玉）、石製品：抉状耳飾り、翡翠大珠、環状石斧、有孔石斧、石包丁、石製紡錘車、有孔石剣



(神奈川県平塚市王子ノ台遺跡：縄文時代)

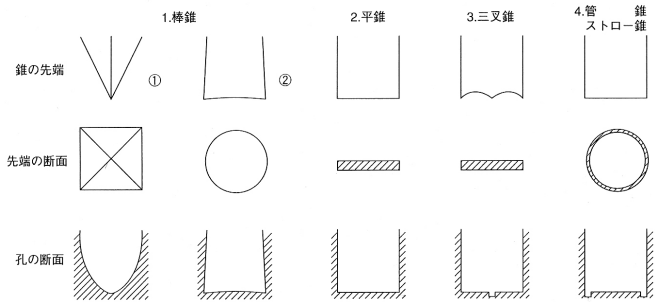
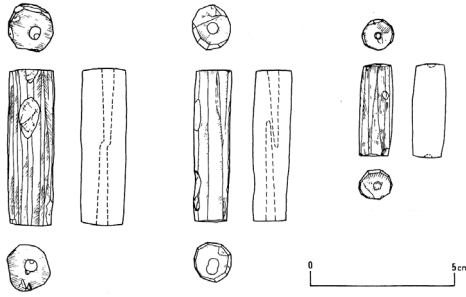
管玉にみる穿孔法 — 弥生時代から古墳時代の管玉・勾玉の製作工程〔寺村 1966〕 —



錐の先端

棒錐（尖錐）、平錐、管錐（くだきり）など先端形状による種別がある。

錐糞（きりくそ）：錐による穿孔にともなって出る削りかす。

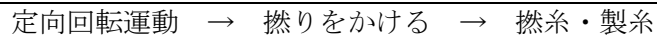


仕上げ直前の管玉にみる穿孔

(神奈川県海老名本郷遺跡: 古墳時代 寺村 1990 より転載)

各種の錐先 (寺村 1998 より転載)

ぼうすいしゃ
紡錘車



布を織るには糸が必要であり、十分な長さの糸を効率よくつくる道具として使用されたのが紡錘車である。紡錘車は定向回転を維持するはずみ車の役割をはたす**ぼうりん**の中心に、**ぼうじく**（紡莖ともいう）と呼ばれる心棒が一本通る。紡輪を回転させることで紡軸も回転し、紡軸先端にある鉤によって繊維素材に撚りが伝えられる。紡錘車によって撚られた素材は、適度な強さと均等な太さをもつ糸に生まれ変わるのである。

縄文時代：土製の有孔円板や土器片を円形に加工し、中央部に孔をあけた土器片製の有孔円板などが出土していることから、これを紡錘車と考える研究者もいる。

弥生時代以降：土製紡錘車に加え、石製・木製・骨角製の紡錘車が使用される。

古墳時代中期以降：断面台形の滑石製紡錘車の出土が目立つようになる。線刻によって文様がほどこされたものも使用される。

奈良時代以降：鉄製の紡錘車が使用されるようになる。

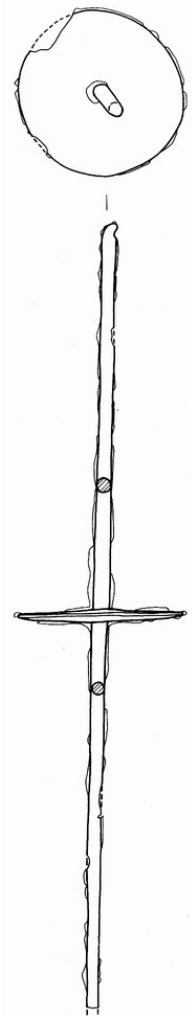
糸の素材

- ・長繊維：絹糸、ナイロンなどの化学繊維
- ・準長繊維：麻や樹皮といったある程度の長さをもつ植物繊維
- ・短繊維：木綿（綿花）、羊毛などの短い繊維

繊維素材がもつ性質によって、使用する紡錘車の形態や糸のつくり方も異なるとされている。日本では木綿の栽培が中世後半以降にはじまることから〔永原 2004〕、これ以前の糸はそのほとんどが絹糸か麻糸（または植物繊維）ということになる。



滑石製紡錘車



鉄製紡錘車

(神奈川県平塚市王子ノ台遺跡)

撚りの方向と紡錘車の回転

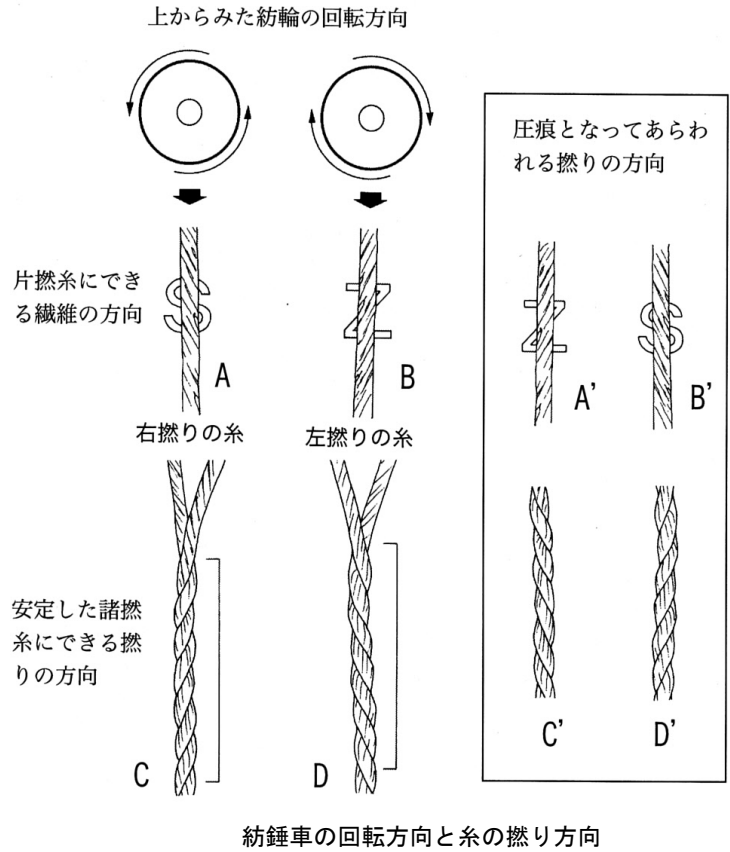
紡錘車でつくられる糸には左右の二種の撚りが考えられ、これは紡輪の回転方向によって違ってくる。

右撚り (S撚り) : 糸を垂直にみて、繊維の方向が左上から右下に傾いてみえる。これは紡輪を上からみた場合、左方向に回して撚られる糸である。

左撚り (Z撚り) : 繊維の方向が右上から左下へ流れるものという。紡輪を上からみて、右方向に回してできる糸である。

なぜ右撚り糸が多いのか？

- ・ 紡錘車の回し方が大いに関係している。
→ 「原始撚法」 [太田英蔵 1966]
- ・ 利き手 (右利き優勢)
→ 右利きの人間がより自然に紡錘車を回す行為では、紡輪は左回転となる。
- ・ 補助具の使用 (ヨリシロ・テシロギ) → この方法でもやはり紡輪は左回転となる。
- ・ 糸車の出現により、撚りの方向に変化が現れる。



ロクロ (轆轤)

定向回転運動 → 粘土成形・整形・施文 → 製陶

ロクロは土器や陶磁器の成形、調整、施文などに用いられる陶車の一種である。ロクロは5世紀前半には須恵器の製作技術とともに日本へもたらされたと考えられている。かつて、近畿地方を中心に中部地方にまで広がりを見せる弥生時代中期の楯描文土器の施文が、ロクロによるものとする考えがあったが、後に回転台を利用したものとし [佐原 1959]、須恵器生産などに用いられたロクロとは区別されている。

しかし、弥生時代の土器製作に使用された回転台についてはその実態が明らかではなく、ロクロとの機能的境界が不明瞭であり、かつ技術的側面においては使用する民族・個人によってもロクロそのもの使用方法が大きく異なっている。ここでは、惰性による連続回転をある程度維持しながら、可塑性をもった粘土を成形・調整することができる道具をロクロとし、おもに古墳時代後半から奈良・平安時代に使用されたロクロを対象に話を進めていきたい。

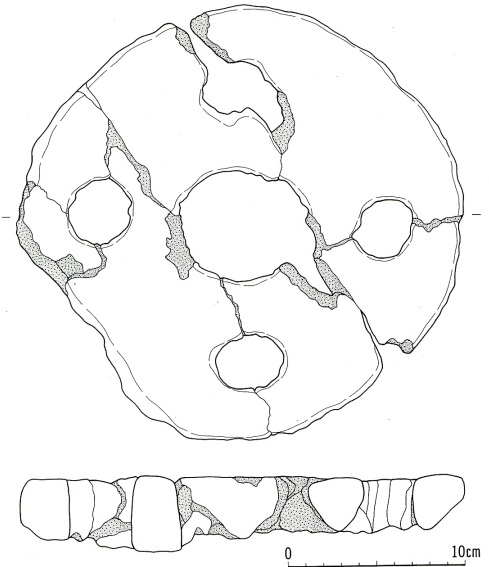
須恵器の製作技術とロクロ製作による痕跡

古代のロクロが完全な形として出土した例はないが、須恵器をはじめとするロクロ製品には「水びき」の跡や「回転ヘラケズリ」、ロクロから製品を切り離す際の「ヘラ切り」「回転糸切り痕」など、ロクロ使用にともなう特有の痕跡を認めることができる。一般にロクロはその構造から、手ロクロ (手回しロクロ) と蹴ロクロ (複盤ロクロ) に二分できる。

青森県野木遺跡出土の木製品

9世紀前半から10世紀後半までの遺物が出土する水場遺構から、蹴ロクロの部品と考えられる木製品が出土した。これは直径約25cm、厚みが4cmほどの円板の中心に、直径7cmほどの円孔があけられており、さらにその周縁には等間隔に径3cmほどの孔が4箇所穿たれている。報告者の中嶋友文氏は近世以降の蹴ロクロなどを参考に古代のロクロの復原を行ない、この木製品をロクロ（回転板）の回転を維持させるため、足で操作する回転盤であると推定した。

野木遺跡では、ロクロピットをもつ住居址も複数軒確認されており、ロクロ土師器とともに土器焼成遺構が発見されていることから、出土木製品がロクロの部品であることはほぼ間違いないであろう。



青森県野木遺跡出土のロクロ回転盤
(中嶋 2000 より転載)

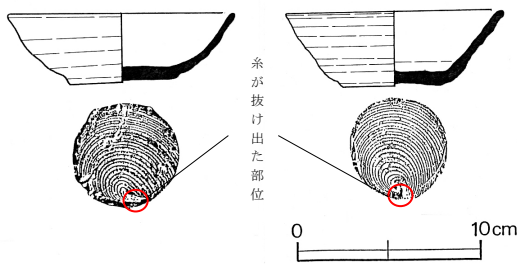
ロクロの回転

田辺昭三氏による大阪府陶邑窯出土の須恵器（坏類）に残る回転ヘラケズリの観察では、5世紀代はロクロ左回転による製品が主体。6世紀には右回転による製品が主体。7世紀には右回転のみになる。この変化が漸移的であることから、朝鮮半島から受容したロクロによる製作技術が、次第に日本化していく過程を示すものであるとした〔田辺 1966〕。

糸切底にみるロクロの回転方向

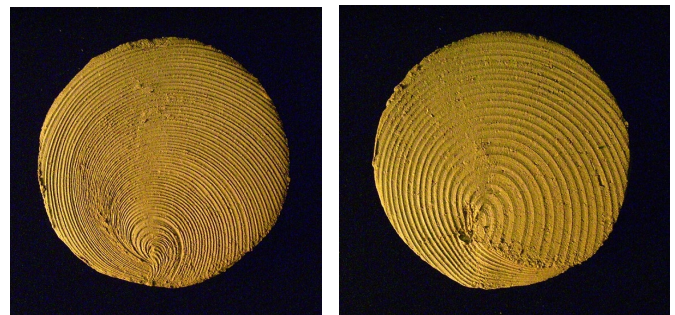
糸切り：一本の糸によって、ロクロから須恵器や土師器などの製品を分離する際に用いられる手法

糸切底：糸による切断面によって現われる指紋状の痕跡。糸切底の外周付近で個々の曲線が途切れる所が、糸が切断面から抜け出した所であり、これを見極めることにより、切り離し段階でのロクロの回転方向を判断することができる。「静止糸切り」と「回転糸切り」の別がある。



須恵器坏の糸切底

(神奈川県伊勢原市弥杉・上ノ台遺跡:9世紀中ごろ)



同じ諸燃糸による糸切りの痕跡（右回転）

いしうす
石臼

定向回転運動 → 粉碎 → 製粉・粉化

石臼は円盤状の二つの石を上下に重ね、その接触面で穀類などを挽きつぶす製粉（粉化）道具である。挽臼・碾臼（ひきうす）とも呼ばれ、その原型は今から約3000年ほど前に古代オリエントに現れたロータリーカーン（回転挽臼）に求められるという。中国を経て日本へ伝わり、中世後半から近世にかけて広く普及するようになる。現在でも使用されており、臼の研究で知られる三輪茂雄氏は、広義の石臼（くぼみをもつ石製の臼など）と区別するため「粉挽き臼」と称しているが、ここでは考古学用語として使用されている石臼で解説を進めていく。

臼と杵

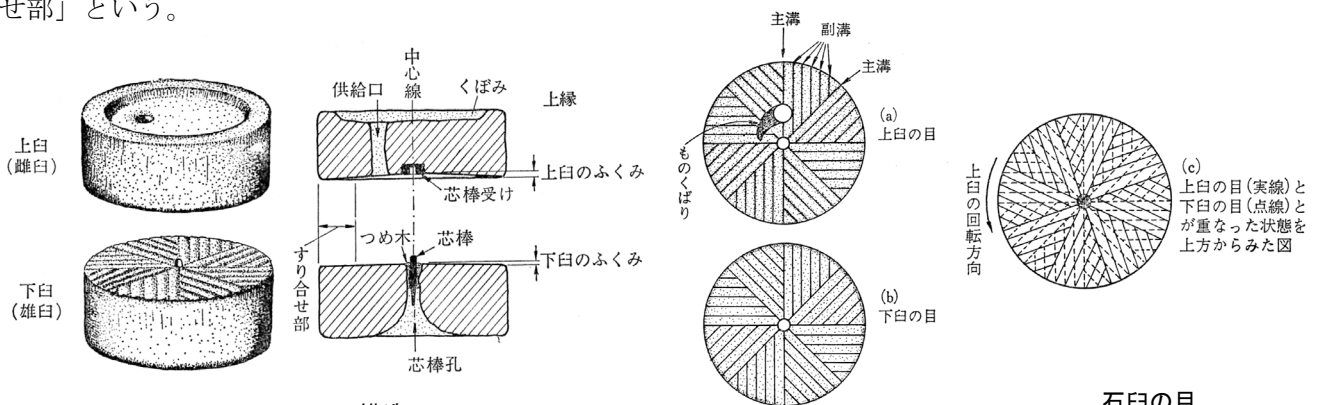
人類は食物加工の工程で、穀類や堅果類を粉碎し製粉する道具に臼と杵、またはこれに相当するさまざまな道具を使用してきた。

西アジアでは初期農耕の開始以降、小麦製粉用の石器としてサドルカーン（鞍形石皿）の使用が知られている。左右に長い上石が、扁平な石皿の上を反復直線運動することで小麦などの穀類を製粉することができる。やがて上石の反復運動から回転運動への移行、すなわち上石の自重と回転運動の慣性を利用したロータリーカーンへと発展し、より効率よく穀類を製粉することを可能にした。

日本では縄文時代に石皿と磨石によるすり潰しや製粉加工がはじまり、弥生時代以降も石皿と磨石は使用され、古墳時代前期まで認められている。しかし、その後は木製の臼や杵、またはすり鉢が用いられ、中世にいたってようやく石臼が普及していく。

石臼の構造

石臼は上臼（雌臼）と下臼（雄臼）の二つの石で構成され、上臼の下面はやや凹面となり目が刻まれ、下臼上面は水平かやや凸面となり、上臼と同じ目が刻まれている。上下の臼を重ね、凹面と凸面によってできる隙間を「ふくみ」という。上下の臼面は、周縁部に近いほど密に接触しており、これを「すり合わせ部」という。



石臼の構造
(三輪 1978 より転載)

石臼の目
(三輪 1978 より転載)

上臼には中心からややずれたところに「供給口」があり、ここから送られた原料が、ふくみによる隙間に入り込むようになっている。下臼の中央には「芯棒孔」が貫通しており、ここに「芯棒」（主に鉄製）を差し込んでつめ木などで固定し、上臼中央には芯棒を受ける「芯棒受」けがある。

また、上臼を回転用しやすくするための工夫として、上臼側面に「挽き木」（握り）を装着するためのほぞ孔や、縦方向の溝が彫られている場合がある。

臼の目は「主溝」と「副溝」からなっている。上臼・下臼ともに中心から放射状に8本の主溝が刻まれており、それぞれの主溝に平行して等間隔に5本の副溝が刻まれている。8本の主溝によって8等分された区画を、さらに5本の副溝で区画していることから、8分画5溝式のパターンという。

上下の臼を重ね合わせれば、上図(a)の上臼が裏返しになり(b)に重なるため、(c)の透視図のようになる。実線が上臼、点線が下臼の目である。上臼を左方向に回転させることで、主溝は45°ごとに重なり合うが、副溝はまったく重なり合うことがない。そして、上下の副溝が交差する点は、左方向の回転に従い、周縁部へと移動していくことがわかる。

こうした仕組みをもつことによって、供給口から入れられた原料は粉碎され、さらに下臼の溝につまった粉は、上臼の溝によって斜めの方向から徐々に外側へと押し出されながら粉化していくのである。これを臼の目の運搬作用というが、とくに供給口付近では大粒の原料が入り込むことから、これを臼面に均等

にいきわたらせるため、「ものくばり」が供給口下部（上臼下面）にもうけられている。

石臼の目と回転方向

日本の石臼（民俗資料・考古資料）には4～8分画が確認されており、中でも8分画と6分画が主体である〔三輪 1975〕。8分画は近畿地方を中心に分布し、6分画は主に九州地方と関東地方から長野県を中心とする中部地方にかけて分布している。

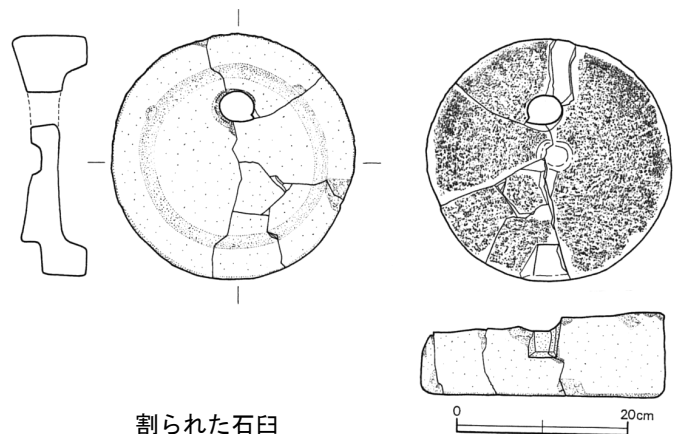
通常、石臼は右方向に回しても粉は出てこない。これは目の運搬作用が内側へと働いているためである。一部の例外をのぞき、石臼は左に回転することではじめて機能する。

割られた石臼

中・近世の遺跡から出土する石臼は、そのほとんどが破片の状態で見つかることが知られている。通常の使用法では、破片となって割れることはないため、故意に壊されたものと考えられている。神奈川県内で出土した石臼の破損状態を分析した小池 聡氏によれば、上臼は下臼に比べ磨耗が早いことから、上臼が磨り減って極限に達した段階で、上臼・下臼はともに2分割もしくは4分割を意識して壊され、廃棄された可能性が高いとしている〔小池 2000〕。そして、臼を故意に壊す理由として、「魂ぬき」が考えられている。

石臼の「魂ぬき」については、三輪氏が収集した各地に残る古い石臼の処分方法などでも知ることができる。古来、日本では使い古した道具を廃棄する時に、必ずある種の礼を尽くした。特に石臼は、食物加工の工程で、粉化・製粉の効率を高める道具でもあったことから、その生産性が神聖視され、ときには「たたり」を畏れることすらあった。神聖観や畏敬の念によって生まれた意識の中で、「魂ぬき」という神聖化停止を目的とした行為が、割って破壊することであり、破片にすることによってただの石として石臼を捨てることのできるのである。

この「魂ぬき」説に従えば、かつて日常生活の中で石臼が果たしていた役割がいかに大きく、尊重されていた道具であったかというのを、その出土状況からも知ることができる。



割られた石臼

(神奈川県平塚市今宮遺跡: 中世地下式坑)

《参考文献》

- 岩城正夫・関根秀樹 1983年「古文献に見られる古代発火技術について」『和光大学人文学部紀要』第18号
 太田英蔵 1966年「織物」『古代史講座13 古代における交易と文化交流』p.264～302 学生社
 小池 聡 2000年「石臼は何故壊れるか—神奈川県下近世遺跡出土石臼からの考察—」『竹石健二先生・澤田大多郎先生還暦記念論文集』
 後藤守一 1954年「発火具」『登呂 本編』p.199-201 日本考古学協会編
 佐原 真 1959年「弥生式土器製作技術に関する二、三の考察—櫛描文と回転台をめぐる—」『私たちの考古学』第5巻第4号
 田辺昭三 1966年『陶器古窯址群Ⅰ』平安学園創立九十周年記念研究論集10 真陽社
 寺村光晴 1966年「第二章 二、弥生時代の攻玉技術」『古代玉作の研究』p.45-57, 吉川弘文館
 寺村光晴 1990年「IV 付編 本郷遺跡の玉作 —1986年の調査から—」『海老名本郷(VI)』p.113-147, 本郷遺跡調査団
 寺村光晴 1998年「玉造とその流通」『ものづくりの考古学—原始・古代の人々の知恵と工夫—』p.202-230, 大田区立郷土博物館
 中嶋友文 2000年『野木遺跡Ⅲ(第四分冊)』263頁 青森県教育委員会
 永原慶二 2004年「II 古代・中世における苧麻と麻」IV 苧麻から木綿へ『苧麻・絹・木綿の社会史』p.24～98 吉川弘文館
 布目順郎 1988年『絹と布の考古学』雄山閣
 三輪茂雄 1975年「ひき臼の形態と目のパターンの全国的分布について」『民具マンスリー』8巻1号 日本常民文化研究所
 三輪茂雄 1978年『臼—ものと人間の文化史25—』法政大学出版局



割られた石臼

(神奈川県平塚市今宮遺跡:中世地下式坑)

※この石臼は東海大学湘南キャンパス内の遺跡〔今宮遺跡〕から出土しました。中世地下式坑から出土したのですが、目（溝）の刻まれ方が通常のものとは異なります。また、直径も約 55 cm 復元できることから、サイズも一般的な石臼と異なります。類例を探しているのですが、なかなか見つかりません。