

# エジプト学研究第 20 号 2014 年

The Journal of Egyptian Studies Vol.20, 2014

## 目次

〈序文〉	吉村作治	3
〈調査報告〉		
2013 年 太陽の船プロジェクト 活動報告	黒河内宏昌・吉村作治	5
エジプト ダハシュール北遺跡発掘調査報告－第 19 次発掘調査－	吉村作治・矢澤 健・近藤二郎・西本真一・和田浩一郎	13
第 6 次ルクソール西岸アル＝コーカ地区調査概報	近藤二郎・吉村作治・柏木裕之・河合 望・高橋寿光	43
〈論文〉		
エジプト先王朝時代の穿孔技術に関する実験考古学的研究 －フリント製小型ドリルの切削能力と形状変化の観察－	長屋憲慶	59
〈研究ノート〉		
クシュの碑文を母系制として読む －即位の記録と「アララとアメン・ラーの契約」－	齋藤久美子	83
エジプト先王朝時代における石製容器の地域性	竹野内恵太	99
オブジェクト・フリーズ ( <i>frise d'objets</i> ) と出土遺物の比較 －装身具およびアミュレットを中心に－	山崎世理愛	115
〈動向〉		
争乱の中の大エジプト博物館建設と文化財保存修復をめぐる国際協力	高木規矩郎	131
〈活動報告〉		
2013 年度 早稲田大学エジプト学会活動報告		145
2013 年 エジプト調査概要		149
〈編集後記〉	近藤二郎	155

# The Journal of Egyptian Studies Vol.20, 2014

## CONTENTS

Preface .....	Sakuji YOSHIMURA.....	3
Field Reports		
Report of the Activity in 2013, Project of the Solar Boat .....	Hiromasa KUROKOCHI and Sakuji YOSHIMURA.....	5
Preliminary Report on the Waseda University Excavations at Dahshur North: Nineteenth Season .....	Sakuji YOSHIMURA, Ken YAZAWA, Jiro KONDO, Shinichi NISHIMOTO and Koichiro WADA.....	13
Preliminary Report on the Sixth Season of the Work at al-Khokha Area in the Theban Necropolis by the Waseda University Egyptian Expedition .....	Jiro KONDO, Sakuji YOSHIMURA, Hiroyuki KASHIWAGI, Nozomu KAWAI and Kazumitsu TAKAHASHI.....	43
Articles		
An Experimental Approach to the Drilling Technology in the Predynastic Period: Cutting Capability and Reduction Patterns of Flint Micro-drills .....	Kazuyoshi NAGAYA.....	59
Reading the Kushite Texts in the Matrilineal Context: Enthronement Records and the Covenant between Alara and Amen-Re .....	Kumiko SAITO.....	83
Regional Variation of Stone Vessels in Predynastic Egypt .....	Keita TAKENOUCI.....	99
Comparison between the <i>frise d'objets</i> and Burial Goods: Focused on the Ornaments and Amulets .....	Seria YAMAZAKI.....	115
Report .....	Kikuro TAKAGI.....	131
Activities of the Society, 2013-14.....		145
Brief Reports of Fieldworks in Egypt, 2013.....		149
Editor's Postscript.....	Jiro KONDO.....	155

# エジプト先王朝時代の穿孔技術に関する実験考古学的研究 － フリント製小型ドリルの切削能力と形状変化の観察 －

長屋 憲慶\*

An Experimental Approach to the Drilling Technology in the Predynastic Period:  
Cutting Capability and Reduction Patterns of Flint Micro-drills

Kazuyoshi NAGAYA\*

## Abstract

Drilling technology is one of the most common methods using in craft production during the Predynastic and Early Dynastic periods. There is no doubt that the holes made in beads and palettes, the handles of stone vessels and in fittings for wooden furniture were by perforation. The flint tools used in this technology are mainly represented by micro-drills which are small drills mainly made from bladelets. They appear to be well-developed by the mid Naqada II period. Hundreds of the micro-drills were found around the ceremonial courtyard of HK29A at Hierakonpolis and in caches in the Early Dynastic town mound of Nekhen.

While both the final products and the tools for making the perforations are well-known in the Predynastic contexts, the actual function of micro-drills has not been adequately discussed so far.

In this paper, I conducted an experiment aiming to reveal the perforation method of micro-drills, and to evaluate materials, such as stones, bones, wood or leathers, on which micro-drills might work, and how they would morphologically be changed through perforation.

As a result of the experiment, the flint micro-drill with bow-method demonstrated its cutting capability for any materials which have been used in the craft productions in the Predynastic Period. Moreover, microscopic observation on the surface of drills detected several negatives of removal (damages), which might be caused by particular actions or bow operations, and due to the particular hardness of materials. Coincidence of the damages observed both on the experimental and the archaeological samples may indicate that the micro-drills found from Hierakonpolis were actually used for perforation works on hard stones, such as carnelian beads.

## 1. 序論

本研究は、もの作りにおける基礎的技術の一つである穿孔技術について、実験考古学的手法からアプローチする。穿孔技術は、古代エジプトの工芸品製作において不可欠である。ビーズ・パレットの孔、石製容器の把手、家具部材の接合部の孔など数多くの品々の製作に、この技術は用いられている。

\* 早稲田大学文学学術院 助手（文化構想学部）

\* *Research Associate, Faculty of Letters, Arts and Sciences, Waseda University*

こうしたエジプト固有のもの作りの始まりを想起させる資料として、先王朝時代の中心的遺跡であるヒエラコンポリスからは、多数のフリント製小型ドリル（micro-drill）や紅玉髓製ビーズ、原石等が出土している。しかし、このドリルを如何に用いて種々の素材が加工されたのか、その具体的方法は明らかになっていない。

また、同遺跡出土の小型ドリルの形状にはいくつかのバリエーションが認められる。では、ドリルの形状差は如何にして生じるのであろうか。

本研究は、複製したフリント製小型ドリルで様々な物質に穿孔し、その切削能力を検証する。さらに、使用前後のドリルを観察・比較することにより、穿孔作業によって起こる形状変化パターンを明らかにし、考古資料の機能あるいは加工対象材を推定するのに有効な指標の抽出を目指す。以上により、エジプト先王朝時代におけるフリント製小型ドリルを用いた穿孔技術を解明したい。

## 2. 研究略史

### (1) 錐の穿孔原理と分類

錐による穿孔（ドリル加工）とは、回転運動と軸方向の送り運動を与えることによって工作物に穴を削孔していく加工法である（砥粒加工学会 1995: 165）。一般的に錐は、直に手に持って使用されるか（手拵法）、棒状の木柄の先端に装着して使用される。着柄する場合の分類（図1）は、発火具と同様の道具見立てで説明され、揉錐、弓錐、舞錐に分類される（宮原 2009: 4）。

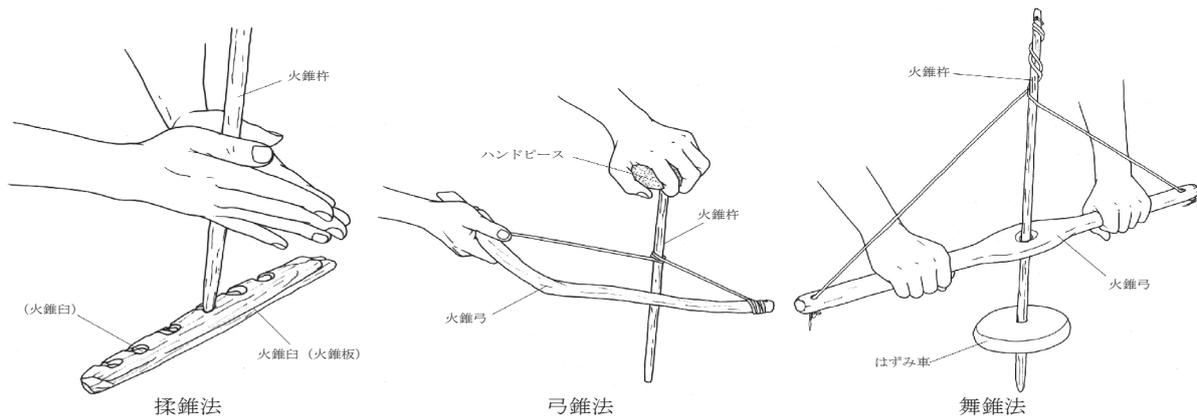


図1 錐の分類（宮原 2009 図 1-3 を一部改変）

Fig.1 Classification of perforation methods

### (2) エジプトにおける穿孔技術

穿孔技術が工芸品製作に欠かせない技術であることは既に述べた。しかし、その作業がどのような道具あるいは方法で実施されていたのかを示す資料は少ない。以下では、穿孔作業の様子を窺い知ることができる資料について、1) フリント製小型ドリルが出土している先王朝時代ヒエラコンポリス遺跡<sup>1)</sup>、2) 穿孔技術に関する既往の遺物研究、3) 古代の穿孔法に関する画像および考古資料、の点から概観する。

#### ①ヒエラコンポリス遺跡出土のフリント製小型ドリルと紅玉髓製ビーズ

ヒエラコンポリス（図2）は上エジプトのナイル川西岸に位置し、先王朝時代を代表する遺跡である。この遺跡のいくつかの地区では、フリント製小型ドリル、加工物（被削材）である紅玉髓原石や製品（ビーズ）等、穿孔技術に繋がる一連の資料が出土している。

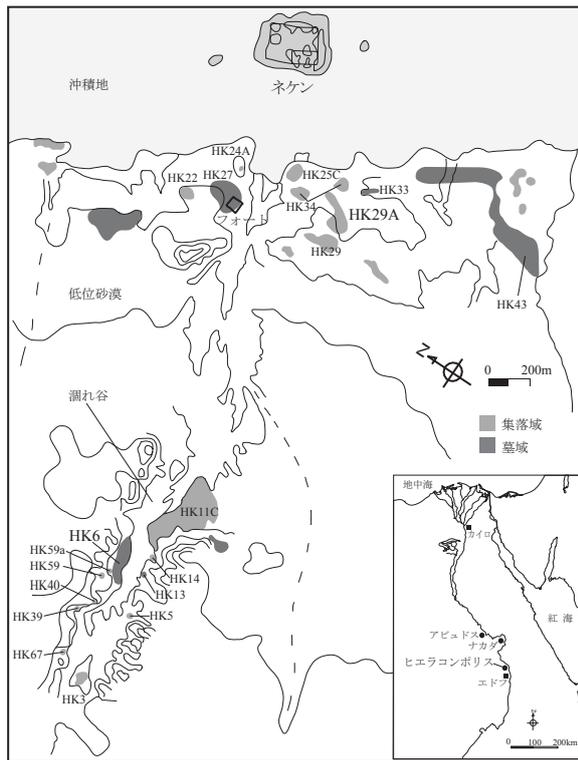


図2 ヒエラコンポリス遺跡  
Fig.2 General map of Hierakonpolis

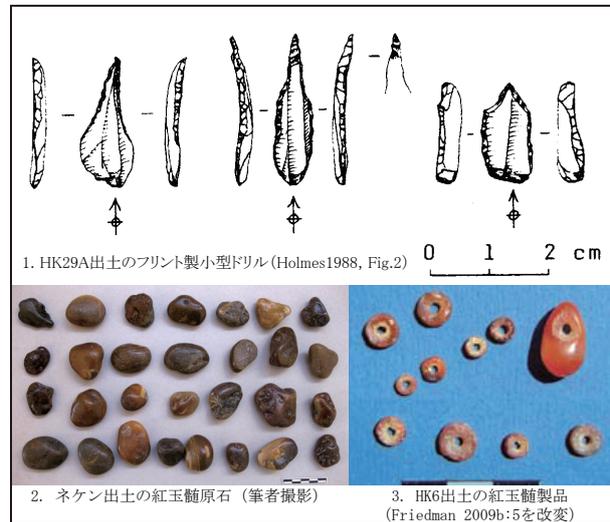


図3 ヒエラコンポリス出土の穿孔技術関連資料  
Fig.3 Flint drills, carnelian pebbles and beads from Hierakonpolis

#### <初期神殿：HK29A 地区>

HK29A 地区は、初期神殿とそれに附属する工房址から成る。年代は、ナカダ IIA 期～第 1 王朝にあたる。神殿址は、幅 45m 奥行 13m に及ぶ前庭と、4 本の巨大な木柱が備えられた入口で構成される。神殿外部には廃棄用ピットあり、そこからは 4 万点近い動物骨（家畜、野生動物、魚等）が見つかった。こうした特殊な遺構と出土遺物の状況から、様々な儀礼的活動の存在が推定されている (Friedman 2009a; 2011)。

石器についても、種々の剥片石器、両面加工石器とその製作剥片等が出土している。中でも注目すべきが、フリント製小型ドリルである (図 3-1)。1980 年末、D.L. ホルムズによりこの資料は報告されている (Holmes 1988:6-7)。紅玉髓製の剥片、チップ、ピース未製品などがドリルと共に出土していることから、穿孔作業がこの神殿に付帯する工房で行われていた可能性が示されている (Holmes 1992: 43-44)。また、根拠は示されていないが、穿孔には弓錐法が用いられたとホルムズは推定している (Holmes 1988: 6)。

#### <集落址：ネケン>

ネケンは、ナカダ III 期から初期王朝時代にかけて営まれた集落遺跡である。

20 世紀初頭の J. E. キベルと F. W. グリーンによる調査で、フリント製小型ドリルと紅玉髓（原石、成形・穿孔途中のピース未製品）、その他貴石の欠片（アメジスト、水晶、黒曜石）から成るデポジットが発見されている。ドリルの用途は共伴する貴石類への穿孔であったと、出土状況をもとに想定されている。但し、穿孔方法は詳しくは述べられていない。デポジットの年代は古王国時代とされ、本稿が扱う資料よりも 1000 年近く新しい (Quibell and Green 1902: 12)。

1960 年代以降になると、M. A. ホフマンや W. A. フェアサーヴィスらにより、集落の本格的な調査が行われる (Fairservis 1986; Hoffman et.al. 1987)。特に、1984 年にホフマンによって行われた 10N5W 地区の発掘

調査では、新石器時代のバダリ文化から初期王朝時代に至るまでの連続する8層位が確認され大きな成果を上げた (Hoffman et.al. 1987)。

同地区からは、ドリルを含む多量の石器や、紅玉髓原石 (図 3-2) が出土している。出土石器の詳細は、2000年以降になって T. ヒカデや筆者らによって報告された (Hikade 2000, 2004; Nagaya 2012)。特にヒカデは、同地区が前述の HK29A 地区と同様に、工人達による専門的な石器・ビーズ製作工房であったと考察している (Hikade 2004: 191-193)。

#### <エリート墓地：HK6 地区>

エリート墓地 (HK6) は、1979年から現在に至るまで調査が行われている (Adams 2000a, 2000b; Friedman 2000, 2005, 2006, 2011)。遺跡の性格は、支配者層の墓地とされ (Friedman et al. 1999)、ナカダ IC-III 期に年代づけられる (Adams 1998: 3)。この墓地からは近年、副葬品として納められた紅玉髓製ビーズやペンダントが出土している (Friedman et al. 2011: 171) (図 3-3)。

#### ②遺物研究例

出土遺物を対象とした穿孔技術の研究は、製品 (ビーズ) の観察や、穿孔実験、複製実験などが挙げられる。

製品の研究では、A. J. グイネットと L. ゴレリック (Gwinnett and Gorelick 1993) による顕微鏡観察が代表的である。彼らは先王朝時代から末期王朝までのビーズの切削面に対して、シリコン樹脂を用いたレプリカ・セム法で観察し、各時代に利用されたドリルの材質と形状を推定した。この中で、バダリ期とナカダ期を含む先王朝時代の紅玉髓製ビーズの穿孔には、フリント製ドリルが用いられたとしている (Gwinnett and Gorelick 1993: 127, 131)。穿孔手順としては、表面を研磨し穿孔の切っ掛けを形成した後、研磨剤を用いた回転運動によって穿孔する方法が想定されている。使用されたドリルの形状については、孔の形状と一致する円錐形であったとしている (Gwinnett and Gorelick 1993: 127)。

実験的手法を用いた研究では、遠藤仁 (Endo 2009; 遠藤 2013) がフリント製小型ドリルを用いて紅玉髓製ビーズの穿孔実験を行っている。遠藤によると、紅玉髓のような硬度の高い石材に対してフリント製ドリルで穿孔することは容易ではなく、石英砂を研磨剤として用いたとしても回転運動では傷を付けることが出来ないとの実験結果を示している。また、その解決策として、回転ではなく敲击により表面に凹みを作成し、その上で回転運動による穿孔を施すという、新たな穿孔法の可能性を提示している (遠藤 2013: 46)。

最後に研磨剤について記述する。フリント製小型ドリルを用いた穿孔における研磨剤の使用に関する研究や記述はごく限られる。先述のグイネットとゴレリックは、イラクの新石器遺跡であるジャルモ (Jarmo) 出土ビーズについて、破碎した石英 (石英砂) を平たい刃部のフリントドリルと共に用いることで穿孔が可能になると指摘し、エジプトの新石器バダリ文化期においても、同様の方法での穿孔を想定している (Gwinnett and Gorelick 1993: 126)。また、石製ドリルしか存在しないバダリ期からナカダ期においては、硬質石材への穿孔には研磨剤が必要であるとも述べている (Gwinnett and Gorelick 1993: 131)。

また、石製ドリル以外の場合では、D. A. ストックスは、葦製円筒形ドリルと銅製鋸を用いた石材への穿孔、切断実験を行い、乾燥石英砂と湿潤石英砂を研磨剤に用いた際の切削能力を比較している。ストックスの実験では、乾燥石英砂 (dry sand abrasive) の方が切削能力は高く、また道具の消耗度が低いことが示されている (Stocks 2003: 111-116)。ただし、彼の用いた湿潤石英砂は、砂に水を混ぜただけのものであることを付記しておきたい。この点を勘考し、湿潤石英砂を用いたペースト状研磨剤について、第5章で検証する。

### ③ 図像および考古資料に見る古代の穿孔方法

王朝時代におけるドリルを用いた最古の穿孔の例は、図像資料と考古遺物の双方から確認できる（図4）。最古の図像はサッカラにある第5王朝ティ墓（Wild 1966）に見られ、そこには職人が錐を使い木箱に付ける把手用の穴を穿つ場面が描かれている（図4-a）。新王国時代の例では、テーベに位置するレクミラの墓（Davis 1953）において、職人が木製椅子の部材に穿孔する様子が描かれている（図4-b）。同墓の別場面には、職人が3本組の弓錐を用いてビーズに孔を穿つ様子が見られる（図4-c）。興味深いのは、どの図像でも弓錐が描かれている点である。

考古遺物に目を向けると、最古の弓錐には中王国時代のものが挙げられる（図4-d-1）。杵と弓は木材で作られている。新王国時代になっても同様の物が継続して利用されていたようである（図4-d-2, 3）。また新王国時代には、銅製のドリルが存在していたようである。

以上、図像資料および出土遺物からみると、少なくとも古王国時代の時点で弓錐を用いた穿孔法が採用されていたようである。また、揉錐や舞錐の使用例は認められない。穿孔を用いて製作されるのは、図像資料をみた限りでは家具およびビーズが挙げられる。材質で見ると、軟質材（木材等）、硬質材（石材等）の双方に対して同じ穿孔方法が用いられていたようである。また、ドリル本体の材質は、新王国時代には銅が用いられていたようである<sup>2)</sup>。

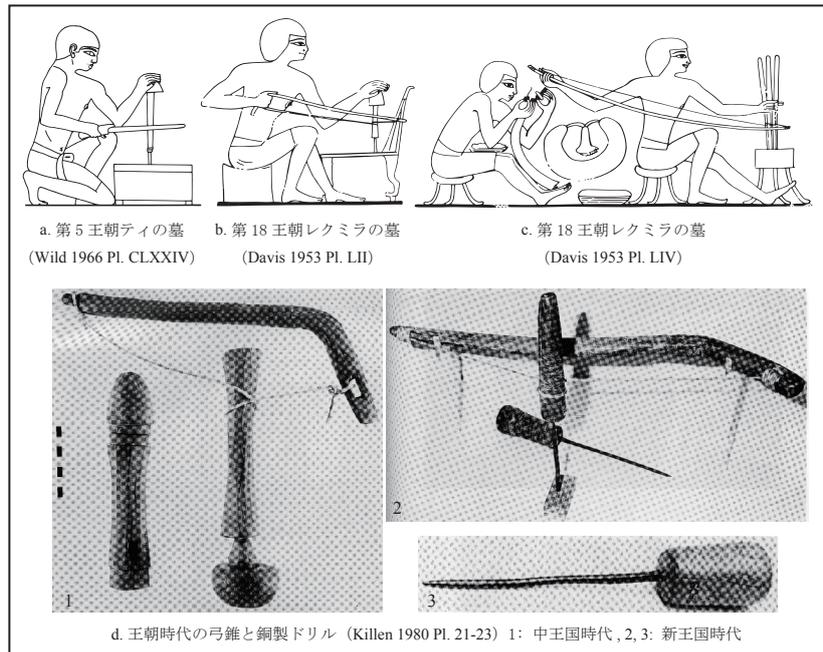


図4 王朝時代の穿孔技術に関する図像・考古資料

Fig.4 Bow-drills in the Dynastic Period

## 3. HK29A 地区出土フリント製小型ドリル

ヒエラコンポリス遺跡 HK29A 地区出土のフリント製小型ドリルについて、その形態的特徴に着目して概略する。筆者は、過去に HK29A 地区出土の石器資料の一部を分析した（長屋 in press）。この中には 118 点の小型ドリルが含まれている。本章では、上記ドリルの特徴を明らかにし、実験用に複製するドリルの形態と寸法の目安を付けることを目的とする。以下に、石材、素材剥片、先端部平面形、刃部選択位置、長側縁二次加工、寸法を整理する（表1、図5）。

### (1) 石材

ドリルの石材には、目の粗い灰褐色のフリントが用いられている（Holmes 1992: 41-42; Hikade 2004: 190; Takamiya and Endo 2011: 741）。筆者が扱う資料も、これと同様の特徴を持つ。

表1 HK29A 地区出土フリント製小型ドリルの基本データ  
 Pl.1 Dimensional and morphological features of micro-drills (HK29A, Hierakonpolis)

形状		寸法 (mm)							
剥離物 (N=104)		刃部選択位置 (N=117)		長さ (N=74)		幅 (N=76)		厚さ (N=76)	
細石刃	99.0%	端部側	81.2%	15mm	4.1%	5mm	3.9%	2mm	13.2%
石刃	1.0%	基部側	18.8%	16mm	9.5%	6mm	10.5%	3mm	38.2%
剥片	0.0%	計	100.0%	17mm	14.9%	7mm	22.4%	4mm	36.8%
計	100.0%			18mm	10.8%	8mm	31.6%	5mm	9.2%
		長側縁二次加工 (N=118)		19mm	21.6%	9mm	17.1%	6mm	2.6%
先端部平面形 (N=110)		両側縁	47.5%	20mm	12.2%	10mm	13.2%	計	100.0%
尖頭	68.2%	右側縁	16.1%	21mm	12.2%	11mm	1.3%		
斜向(右)	18.2%	左側縁	5.9%	22mm	5.4%	計	100.0%		
斜向(左)	13.6%	未加工	30.5%	23mm	4.1%				
計	100.0%	計	100.0%	24mm	0.0%				
				25mm	2.7%				
				26mm	1.4%				
				27mm	1.4%				
				計	100.0%				

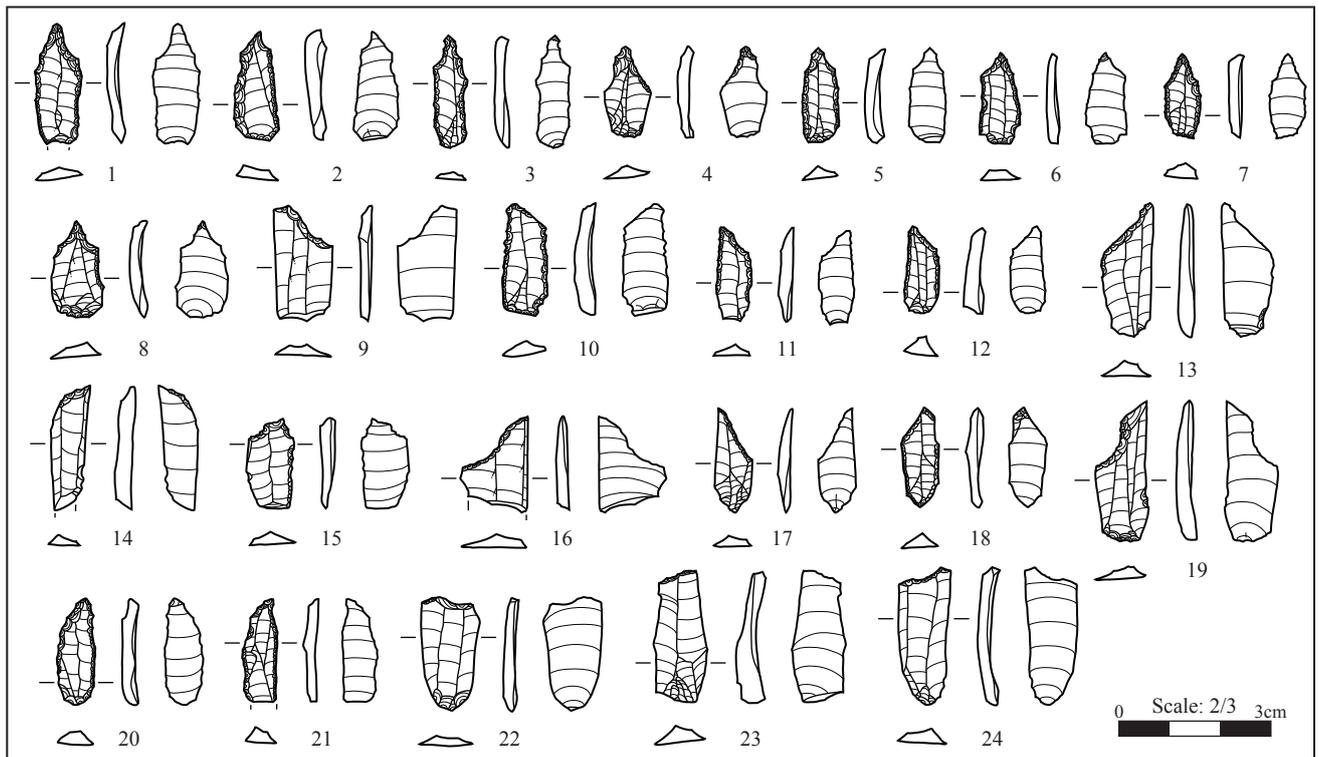


図5 フリント製小型ドリル (ヒエラコンポリス遺跡HK29A 地区出土)

Fig.5 Flint micro-drills found from HK29A at Hierakonpolis

(2) 素材剥片

主に細石刃を素材にして製作され、稀に小型の不定形剥片も素材となる (Holmes 1992: 41; Hikadde 2004: 191)。筆者が扱った資料では、99%が細石刃で、石刃が1%だった。

(3) 先端部平面形

平面形については、T. ヒカデ (2004) が 10N5W 地区出土ドリルを用いた分類を行っている。ヒカデは平

面形を3分類し、1) 最長で4cmに達する細長いもの、2) 先端部が尖り、基部が幅広のもの、3) 先端部がやや尖り、全体的に短くて作りの粗雑なもの、としている。また、その他として破損品を挙げている(Hikade 2004: 191)。ただし、ヒカデの分類は刃部に着目したものではなく、むしろ全体の形とプロポーシオンを重視している。また、破損品には特に注意が払われていない。

しかし本稿では、こうしたドリル先端部のバリエーションが使用による形状変化を反映するとの見通しのもと、先端部平面形のみによる分類を行う。そこには、ヒカデが「その他」とする破損品(尖頭形でないもの)も含まれる。以上の観点から、先端部平面形を、1) 尖頭: 刃部が尖頭形を呈するもの、2) 斜向/右: 刃部が斜め右に傾くもの、3) 斜向/左: 刃部が斜め右に傾くもの、に3分類した。

最も多いのは尖頭形で、68.2%を占める。斜向タイプは、右が18.2%、左が13.6%で、合わせて31.8%となった。

#### (4) 刃部選択位置

刃部選択位置は、ドリルの刃部が素材剥片の基部側(打点側)にあるのか、剥離が抜けた端部側にあるのかによる分類である。

端部側に刃部を持つものが圧倒的に多く81.2%を占める。一方、基部側は18.8%である。剥片剥離の原理として、折損しない限り剥片の端部は尖頭形になる。端部側に刃部が選択されるのは、それをそのまま刃部に二次加工するのが最も合理的であるからと考えられる。

#### (5) 長側縁二次加工

長側縁二次加工については、1) 両側縁に加工のあるもの、2) 右側縁のみに加工のあるもの、3) 左側縁のみに加工のあるもの、4) 未加工のもの、に4分類した。

両側縁が最も多く47.5%を占め、右側縁16.1%、左側縁5.9%、未加工30.5%となった。

#### (6) 寸法

ドリル寸法は、概ね長さ17-21mm、幅7-9mm、厚さ3-4mmの範囲に集中する。

#### (7) フリント製小型ドリルの形態的特徴

考古資料の観察から、ヒエラコンポリス遺跡HK29A地区出土のフリント製小型ドリルの代表的な形態は、1) 目の粗いフリント、2) 細石刃素材、3) 尖頭形の刃部平面形、4) 素材端部への刃部作出、5) 両側縁への二次加工、6) 長さ17-21mm、幅7-9mm、厚さ3-4mmのサイズ、であることが示された。

### 4. 先王朝時代の石器・石製品研究の問題点と実験の目的

エジプト先王朝時代の石器研究では、主に遺物の分類とその体系化に注意が払われ、一方で石器の用途やそれに要する技術を具体的に検証する試みは極めて少ない。

本稿が扱うフリント製小型ドリルについては、1世紀以上前からその存在が認識されているものの、ドリルそのものへの詳細な観察は行われておらず、またこれを用いた穿孔方法や切削能力、加工対象物についてはほとんど明らかになっていない。また研磨材についても、先・初期王朝時代の石製品製作における利用が想定されている一方で、その材料や配合、使用した場合の切削能力などは検証されていない。

ヒエラコンポリス出土のフリント製小型ドリルは、神殿に付随する場所や、遺跡内でもごく一部の地区な

ど、限られた場所から出土する特殊遺物である。また、これを用いて製作されたとおぼしき製品（紅玉髓製ビーズやペンダント）がエリート墓地から出土している。このような道具、材料、製品の、地区を跨いだ繋がりは、初期国家形成期における威信材あるいは奢侈品の製作と分配の流れおよびその背後にある社会の様態を考察する上でも重要と考える。

一方、ドリル自体に目を向けると、その形態は多様である。この形態的バリエーションは、①未使用品、②使用中のもの、③摩耗品・欠損品（廃品）といった、状態を異にする様々な遺物の集合と考えられる。では、実際にどのような穿孔作業（方法、対象材）によってドリルの形状変化をもたらされるのであろうか。

以上の観点から、本稿では、複製ドリルを用いた穿孔実験を行い、1) フリント製小型ドリルを用いた穿孔方法とその切削能力、2) 加工対象物の材質の違いによるドリルの形状変化パターン、3) 研磨剤の材料・配合とその有効性、という3点を検証し、考古遺物の分類に有機的な意味を与えることを目指す。

## 5. フリント製小型ドリルを用いた穿孔実験

### (1) 実験の方法

第3章までに明らかにしたエジプト先王朝時代の小型ドリルの諸特徴をもとに、ドリルを復元製作する。穿孔方法としては、王朝時代の図像および出土資料から想定される弓錐法を用いる。これらを用いて、木材や石材に対して穿孔する。

尚、製作の癖や穿孔の力加減を一定にするために、ドリル製作から穿孔に至る全ての主作業は筆者一人の手で行った。

### (2) 穿孔具の復元製作<sup>3)</sup>

穿孔具を構成するドリル、補助具、研磨剤について以下に詳述する。

#### ①フリント製小型ドリルの製作

##### <石材>

石材は、エジプト産のフリントを用いる。フリントは、日本のウェブサイト（美濃考古学研究会<sup>4)</sup>より購入した。当サイトによると、フリントはカイロの東150kmで採集されたナイル川の転石とされる。大きさは拳大で、色調は乳白色、茶、グレーと様々である。質感も目の粗い物から細かなものまで様々ある。石材の大きさは、長径が10cm～15cm程度であるが、細石刃を剥離するための石核としては十分に事足りる。石質については、できる限り遺物と同質の目の粗い灰褐色フリントを選んだ。

##### <素材剥片の剥離> (図6)

素材剥片の剥離は、上記フリントで単設打面石核を準備し、銅塊を木柄に装着した軟質ハンマーを用いて直接打撃によって行った。

小型ドリルの素材剥片には、細石刃の他に石刃と不定形剥片も選択する<sup>5)</sup>。寸法については、第3章(7)で示した計測値を目安にして素材剥片を選別する<sup>6)</sup>(表1)。長さは、二次加工および使用時に少なからず減少するため、素材の時点で20mm以上のものを選ぶ。幅については二次加工による微調整が可能のため重視しなかった。事実、ヒエラコンポリス遺跡出土資料の中には、長側縁に二次加工が施されたものが一定数存在する。厚さは、2mm以上6mm未満のものに限る。

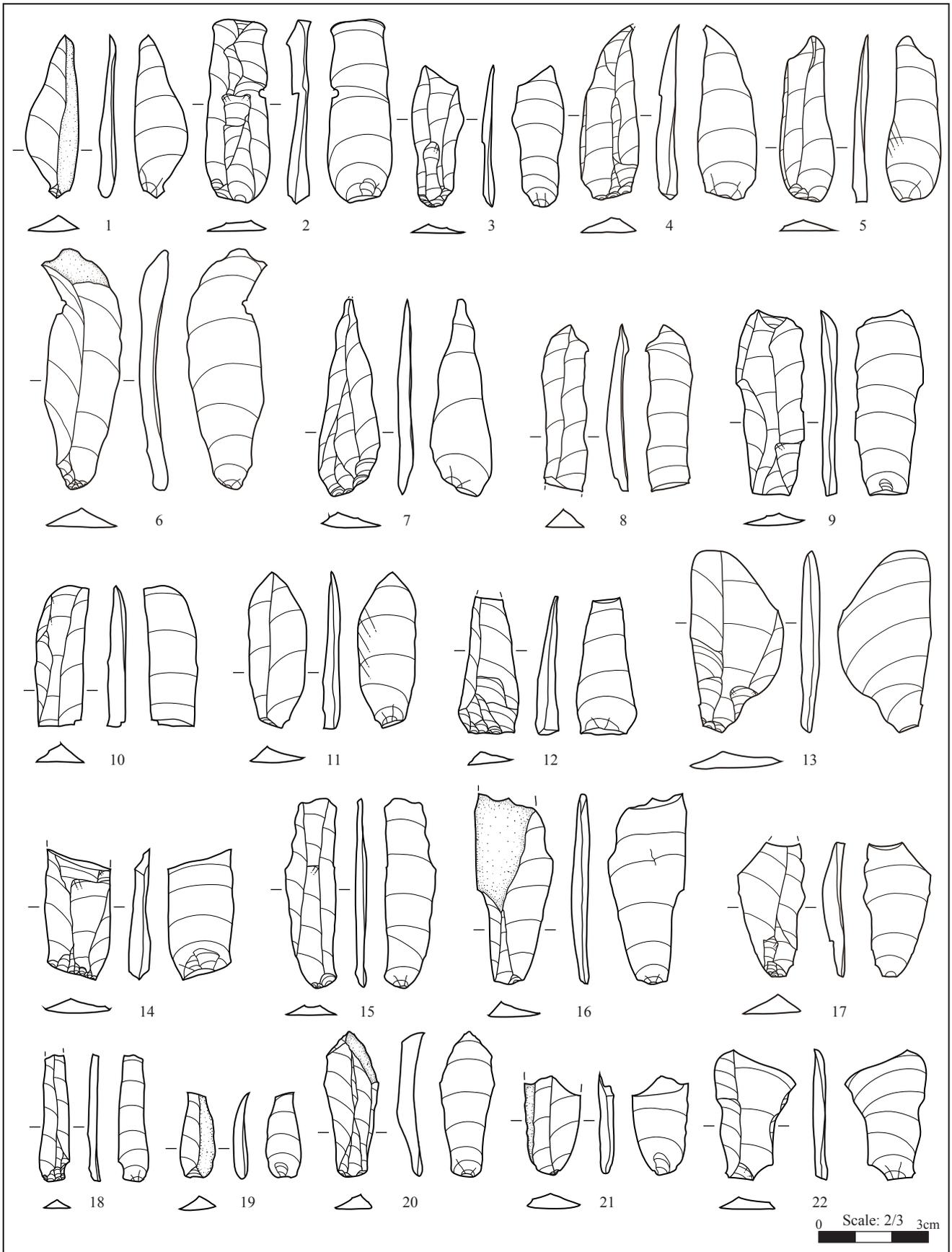


図6 複製素材剥片実測図  
Fig.6 Replicated blanks

＜小型ドリルの製作（二次加工）＞

考古遺物の観察から得られたフリント製小型ドリルの諸特徴を参考に、22点のドリルを複製した（図7）。製作には、銅製釘をプラスチック製の柄に固定した押圧具を用いた。平面形で見ると、ヒカデ（Hikade 2004）や第3章の分類のように、ドリルの平面形は3ないし4分類できる。しかし、ドリル加工の原理を勘案すると、作業効率の最も高いと考えられるのは尖頭形である。逆に傾斜した刃部形状は使用によって起こる変化であると予想される。こうした見立てのもと、本実験では尖頭タイプを用いる<sup>7)</sup>。刃部選択では、端部を選ぶものが圧倒的に多い。剥離物端部の尖った部分をそのままドリル刃部に加工するのが合理的と思われる。よって、本実験では、端部を刃部に加工することを計画した。ただし、加工途中で剥片が折損（失敗）した場合には、計画変更して基部側を刃部に加工した<sup>8)</sup>。長側縁への加工の有無については、本実験では比較的大型の剥片もドリル素材に選んでいるため、加工有りのものが必然的に増加した。

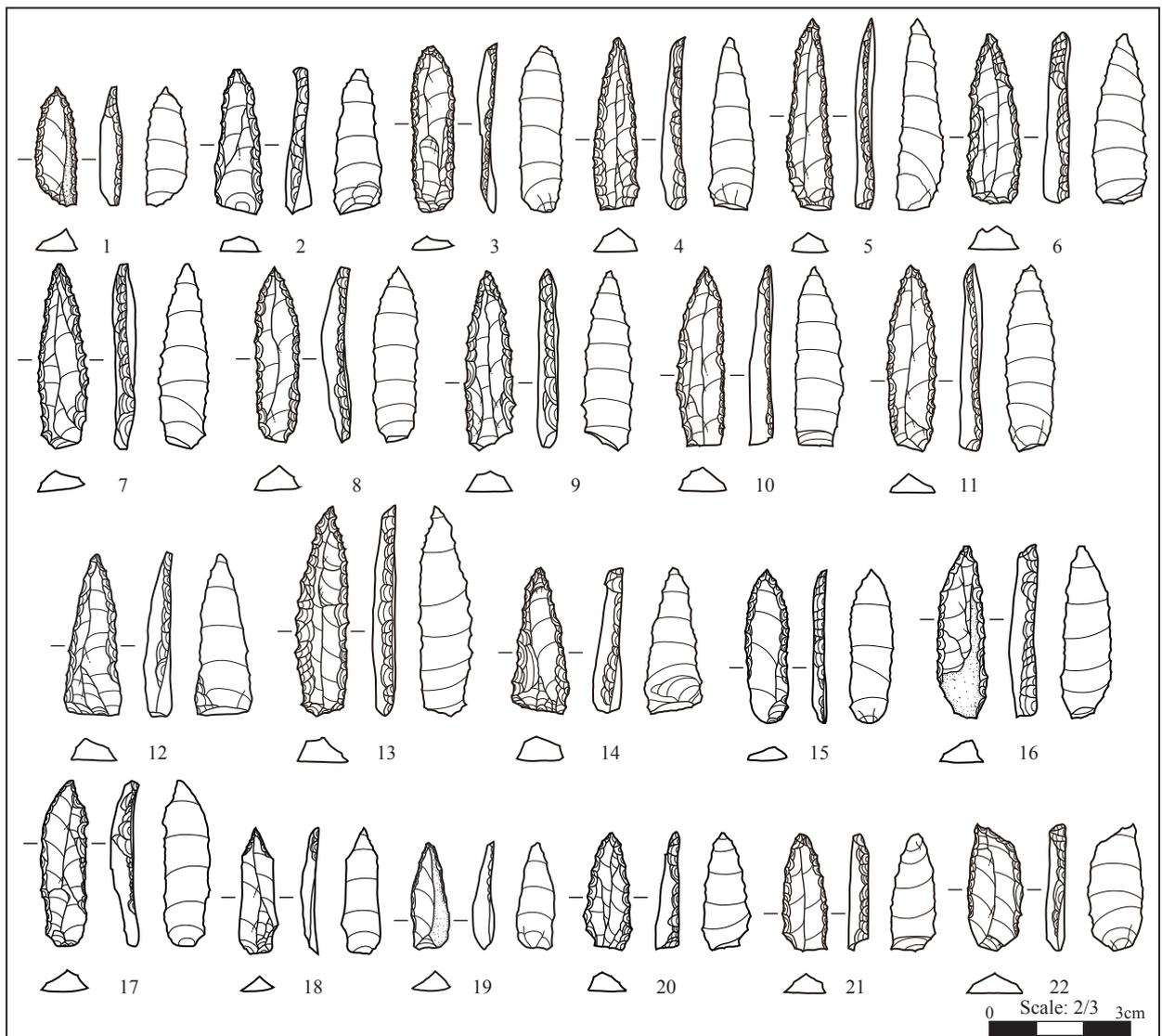


図7 複製ドリル実測図

Fig.7 Replicated drills

## ②穿孔補助具（柄、弓、当て具）の製作

第2章で示したように、エジプトにおける錐を用いた穿孔の最古例は、第5王朝ティ墓に描かれている弓錐法である。本実験においても弓錐法を用いる。

弓錐を構成する部材である火錐杵、火錐弓、当て具（ハンドピース）をそれぞれ製作した（図8）。火錐杵には、長さ30cm、太さ2cmの木製の角棒<sup>9)</sup>を用いた。先端部にはドリルを埋め込むための溝を設けた。その際、異なる長さのドリルを装着できるように、溝の深さの異なる3種類（1.0cm、2.0cm、2.5cm）を準備した。杵の基部（当て具との接触部）は、回転しやすいよう半球状に加工した。杵とドリルは、皮紐で結んで固定する。弓には長さ60cmの湾曲した木の枝を用い、両端に綿製のロープ（太さ約5mm）を結びつけた。製作にあたり、弓1ストローク（1往復）につきドリルが10回転するように設計した。実験時には弓のストローク数をカウントし、これを10倍してドリル回転数を求める。最後に、当て具には球形の木材（直径6cm厚さ3.6cm）を用い、杵との接触部に凹み（直径7mm深さ7mm）を施した。当て具は、回転する杵から掌を保護する役割を果たす。



図8 穿孔補助具  
Fig.8 Replication of bow-drill

## ③研磨剤

研磨剤とは、「遊離砥粒を水や油などの研磨液に分散させた溶液状のものの総称（砥粒加工学会 1995: 63）」である。砥粒とは、これに含まれる「高硬度の粒状または粉末状の物質（砥粒加工学会 1995: 164）」を指し、本実験では石英砂が相当する。研磨剤を用いた切削原理は、「砥粒が微細破砕を生ずると鋭い切れ刃が現れたり脱落すると隣接した新砥粒が表面に現れ、砥石表面に新たな切れ刃を構成する（砥粒加工学会 1995: 93）」ことによる。この現象は「自生発刃」と呼ばれる。重要なのは、現代的なものの作りの世界で研磨剤といえば、それは砥粒と液体の混合物（ペースト状）を指すという点である。一方のエジプト考古学の領域では、「研磨剤＝石英砂単体（あるいはそれに水を加えたもの）」という認識が一般的である。上記に研磨剤の切削原理を示したように、研磨剤とは液状であるが故にその能力が発揮される。そのため、古代の穿孔技術の解明のためには、研磨剤の材料や配合比率、砥粒の大きさの違いによる切削能力を検証する必要があるだろう。

本実験では、水、アカシア樹液、石英砂<sup>10)</sup>を混合して研磨剤を作成する。いずれの材料も先王朝時代のエジプトで入手可能なものである。実験には、石英砂の量を変えた3種類の研磨剤を使用する。すなわち、水とアカシア樹液を10gずつ1:1の割合で混合した粘性のある溶媒を3セット用意し、それぞれに石英砂を10g、20g、30gずつ加える。

## (3) 穿孔対象材

穿孔の対象物質には、4材（皮革、木、骨角、石）11種を選んだ（図9左）。

皮革には牛革を選んだ。エジプト先王朝時代に限らず、皮革は先史時代のあらゆる地域で様々な用途に利用された材質であると考えられる。

木材にはアカシア、ヤナギ、スギの3種を選んだ。G. キレンによると、エジプトは先王朝・王朝時代を

問わず木材に乏しい地域である。在地で入手可能な木材は、アカシア、タマリスク、ヤナギ等が挙げられる。中でも最も一般的に利用された木材はアカシアであったと考えられ、用途は家具や建材など多様である。タマリスクは、アカシアに比べると小型の木で、節が多く品質的に劣る。これは材木として使用されず、用途は家屋の風砂よけに限られる。ヤナギの用途は家具に限られる。また、より良質の木材（スギ、カシ等）が他地域から輸入されるようになるのは王朝時代になってから（Killen 1994: 7-9）ではあるが、今回の実験ではスギも対象とした。

骨角類には、牛骨（肩胛骨）と鹿角<sup>11)</sup>の2種を選んだ。骨角は、エジプト先王朝時代に限らず、多くの地域で石器時代から利用されてきた加工材である。

石材には、砂岩、石灰岩、粘板岩、角礫岩、紅玉髓の5種を選んだ。これらは石製容器、パレット、ビーズといった小型の孔を伴う製品の素材となるものである。

これら対象材を、厚さ2～14mm程度の切片に加工し、穿孔する（図9右）。

尚、実験条件の統一を図るために、4材11種への穿孔には研磨剤を使用しない。そもそも浸水性の高い皮革や木への研磨剤の使用は素材の品質を著しく損なうため、過去においてもこうした軟質材の孔あけに研磨材が利用された可能性は低いと考える。研磨剤の切削能力については、角礫岩1種を用いた検証結果を別項（6-3）にて記述する。



①牛革、②牛肩胛骨、③鹿角、④アカシア、⑤ヤナギ、⑥スギ、⑦砂岩、⑧石灰岩、⑨粘板岩、⑩角礫岩、⑪紅玉髓

図9 穿孔対象材

Fig.9 Workpieces before perforation

#### (4) 実験の手順

以下の手順で作業、観察を行う。

① 4材11種の切片に対し、ドリルが貫通するまで回転摩擦を加える<sup>12)</sup>。本稿は穿孔による形状変化の観察を目的の一つとしているため、ドリルの刃部再生は行わない。ドリルが摩耗・折損するなどして作業の継続が困難になった場合には、回転数を記録した上で新しいものに取り替える。

② 貫通後、穿孔コスト（物質1mmの穿孔にかかるドリル回転数）と、ドリルの減少度（物質1mmの穿孔によるドリル長さの消耗）を算出する。

③ 使用後のドリル表面を、低倍率のデジタル顕微鏡（サンコー社製 Dino-lite Basic DINOAM2001）を用い、30倍程度の倍率で観察・撮影し、穿孔作業による形状変化や刃こぼれのパターンを探る。

④ 上記とは別に、石英砂の配合率を変えた研磨剤を3通り準備し、角礫岩<sup>13)</sup>への切削能力の違いを観察する。

6. 実験結果

(1) フリント製小型ドリルの切削能力

実験の結果、4材11種すべての貫通に成功した(表2, 図10, 11)。これにより、フリント製小型ドリルを用いた穿孔が先王朝時代の工芸品に利用された大凡の物質に対して有効であることが示された。さらに、その方法については弓錐法の蓋然性が高い。

穿孔コスト(物質1mmの穿孔に要するドリル回転数)については、大局的に見ると、皮革や木など軟質の物ほど穿孔は容易であり、一方で骨角や石など硬質の物質には労力がかかる傾向にあることがわかった。つまり、穿孔コストは物質の硬さに相関する。個別に見ると、ビーズの原材料でもある紅玉髓のみ、1mm穿孔するために30000回転以上という極端なコストがかかった。木材の中でスギだけが極端に穿孔しやすかった理由には、水分の含有量の少ない古木であったため物理的強度が低くなっていたことが考えられる。

表2 実験結果一覧  
Pl.2 Experimental results: machinability of materials

材質	種類	原産地	切片厚さ (mm)	回転数	穿孔コスト (1mmあたり)	ドリル長さ (mm)		
						使用前-後	減少値	減少度 (1mmあたり)
皮革	牛革	不明	3.7	330	89.19	25.6-25.6	0.0	0.00
木	アカシア	日本	10.7	870	81.31	30.7-30.7	0.0	0.00
	ヤナギ	日本	14.0	720	51.43	*1 72.7-70.0	2.7	0.19
	スギ	日本	8.3	80	9.64	40.8-40.7	0.1	0.01
骨角	牛肩胛骨	日本	4.1	1240	302.44	36.3-34.8	1.5	0.37
	鹿角	日本	5.5	960	174.55	39.6-39.6	0.0	0.00
石	砂岩	エジプト	7.0	60	8.57	37.1-37.1	0.0	0.00
	石灰岩	エジプト	4.4	1060	240.91	38.3-38.1	0.2	0.05
	粘板岩	日本	5.0	2680	536.00	38.4-37.3	1.1	0.22
	角礫岩	エジプト	4.4	17540	3986.36	39.7-39.0	0.7	0.16
	紅玉髓	マダガスカル	2.6	92220	35469.23	*2 319.1-296.5	22.6	8.69

\*1: ドリル2本使用, \*2: ドリル11本使用だが、先端部を紛失したNo. 19を除外して計算



①牛革, ②牛肩胛骨, ③鹿角, ④アカシア, ⑤ヤナギ, ⑥スギ, ⑦砂岩, ⑧石灰岩, ⑨粘板岩, ⑩角礫岩, ⑪紅玉髓

図10 貫通後の切剖面

Fig.10 Workpieces after perforation

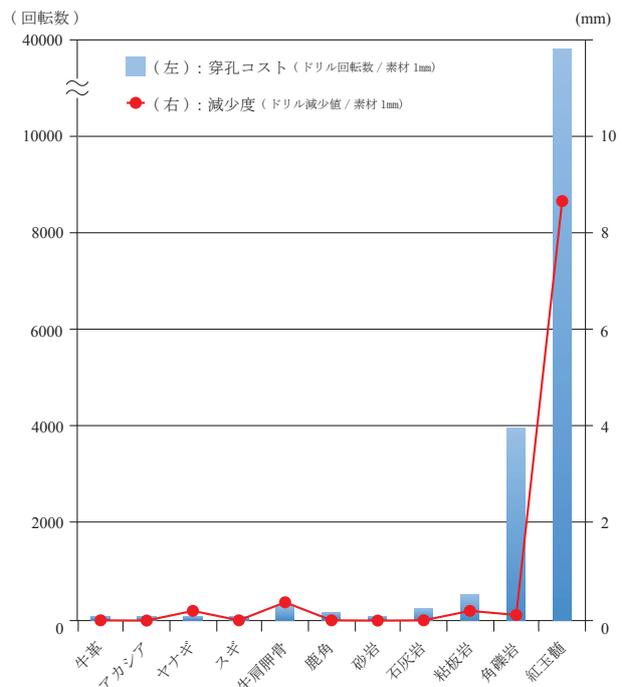


図11 材質別穿孔コストとドリル消耗度

Fig.11 Cutting capability and lost length of micro-drills by materials

また、ドリルの減少度（物質1mmの穿孔によるドリル長さの消耗）は、ドリル素材と対象材との硬さの関係を反映すると思われる。対象が硬い石であっても、ドリル素材であるプリントそのものよりも硬度が低ければ減少度は低くなる。一方で、硬い紅玉髓に穿孔する場合には減少度が高くなる。

最後に、穿孔コストと減少度を合わせて見た場合、辻褃の合わない点がある。すなわち、穿孔は容易だが道具は消耗する場合（ヤナギ：穿孔コスト51.43回転/mm, 減少度0.19mm）と、逆に穿孔は困難だが道具は消耗しにくい場合（鹿角：穿孔コスト174.55回転/mm, 減少度0.00mm）（角礫岩：穿孔コスト3986.36回転/mm, 減少度0.16mm）とが確認された。この一見矛盾したように見える結果は、1点毎に状態の異なるドリル先端部の形状・強度に由来するのかもしれない。矛盾解消のためには、対象物質別の実験数を増やし、データをより一般化する必要があるだろう。

## (2) ドリルの形状変化パターン

使用後のドリル表面の状態を観察・撮影した（表3, 図12）。今回の実験では、1）タテ型の剥離痕、2）ヨコ型の剥離痕、3）半球状摩耗、4）先端部平面形の変化という4パターンの形状変化が観察された。注目すべきは、各形状変化の成因に規則性が認められる点である（図13<sup>14</sup>,14）。以下、形状変化パターン別にその特徴、対象材、成因を記述する。尚、牛革、鹿角、砂岩に使用したドリルには上記いずれの形状変化も見られなかった。

### ①タテ型の剥離痕<sup>15)</sup>

タテ型の剥離痕は、ドリル先端部から基部へ向かって走る、石器腹面への剥離である。この剥離は、ドリルが対象物に対して垂直あるいはそれに近い角度で衝突することによって起こる。石製ドリルは1点1点が

表3 ドリル別形状変化の詳細  
Pl.3 Experimental results: cutting capability and reduction patterns of micro-drills

No.	対象材	回転数	貫通	長さ (mm)			形状変化	
				使用前	使用后	前-後	先端部	剥離痕
1	牛革	330	+	25.6	25.6	0.0	-	-
2	アカシア	870	+	30.7	30.7	0.0	-	ヨコ型 (平坦)
3	ヤナギ	70	-	35.5	35.4	0.1	潰れ	ヨコ型 (平坦)
4	ヤナギ	650	+	37.2	34.6	2.6	潰れ	タテ型
5	スギ	80	+	40.8	40.7	0.1	潰れ	タテ型
6	牛肩胛骨	1240	+	36.3	34.8	1.5	潰れ	ヨコ型 (平坦, 階段状)
7	鹿角	960	+	39.6	39.6	0.0	-	-
8	砂岩	60	+	37.1	37.1	0.0	-	-
9	石灰岩	1060	+	38.3	38.1	0.2	潰れ	ヨコ型 (階段状)
10	粘板岩	2680	+	38.4	37.3	1.1	潰れ	ヨコ型 (階段状)
11	角礫岩	17540	+	39.7	39.0	0.7	潰れ	ヨコ型 (階段状)
12	紅玉髓	20000	-	34.5	32.0	2.5	半球状摩耗	タテ・ヨコ型 (階段状)
13	紅玉髓	30300	-	45.0	34.6	10.4	扁平	ヨコ型 (平坦)
14	紅玉髓	20000	-	31.9	30.7	1.2	半球状摩耗	ヨコ型 (階段状)
15	紅玉髓	200	-	32.5	32.3	0.2	潰れ	ヨコ型 (階段状)
16	紅玉髓	5000	-	36.8	35.1	1.7	半球状摩耗	-
17	紅玉髓	15000	-	35.5	34.0	1.5	半球状摩耗 (光沢)	ヨコ型 (階段状)
18	紅玉髓	470	-	26.6	23.0	3.6	斜向 (左)	タテ・ヨコ型 (階段状)
19	紅玉髓	150	-	22.5	15.4	(7.1)	折損 (先端紛失)	-
20	紅玉髓	560	-	24.6	23.3	1.3	半球状摩耗	ヨコ型 (階段状)
21	紅玉髓	340	-	25.1	25.1	0.0	半球状摩耗	-
22	紅玉髓	200	+	26.6	26.4	0.2	潰れ	ヨコ型 (階段状)



図 12 実験に使用したドリル（使用前後比較）  
 Fig.12 Experimented drills (before and after perforation)

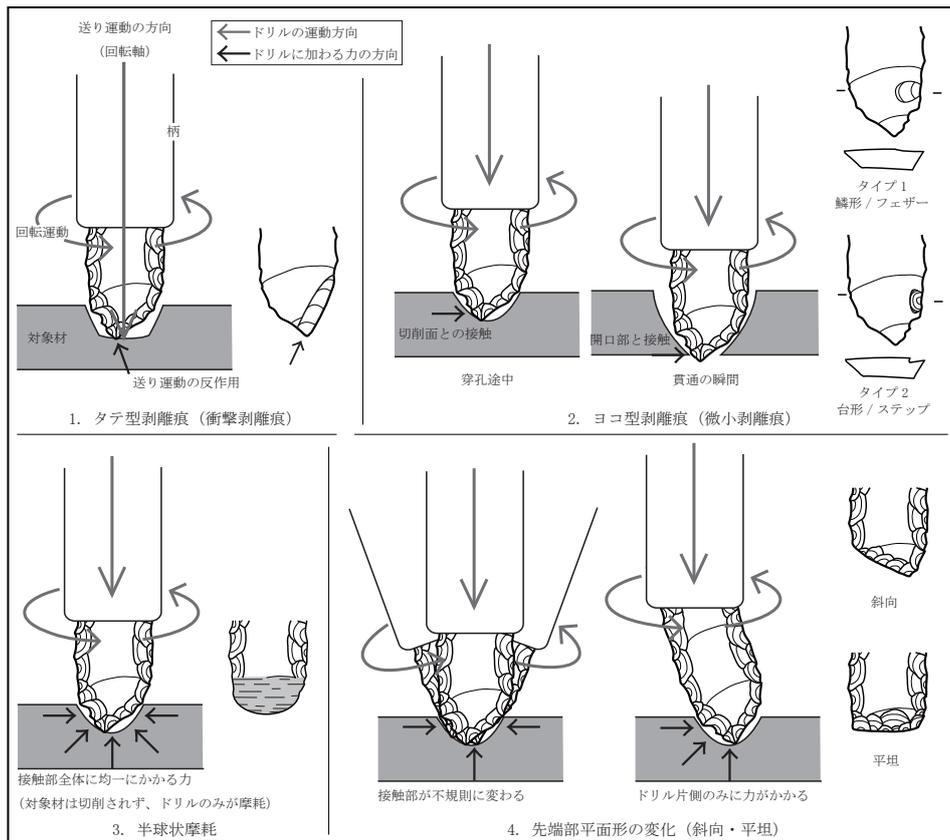


図13 ドリル形状変化の分類と成因

Fig.13 Classification of reduction patterns and their formative factors

手製であるため、先端部を回転軸線上に寸分違わず装着することは事実上不可能である。その結果、ドリル先端部と回転軸にずれが生じ、そのずれた部分に反作用がかかり欠損が起こる（図13-1）。

この現象は錐杵（軸）とドリルの装着時の位置関係に依るため、両者が馴染んでいない穿孔作業の初期（回しはじめ）に起こりやすいと思われる。言い換えれば、加工材の硬さを問わず、いずれの材質にも起こりうる現象であると言える。材質別には、タテ型剥離痕はヤナギ、スギ、紅玉髓に使用したドリルに認められた（No. 4,5,12,15,18）。

## ②ヨコ型の剥離痕

ヨコ型の剥離痕は、ドリル側面が対象物切削面に接触し、ドリル側面に対して横向きに働いた力によって生じた剥離である。この成因は2パターン想定できる。一つは穿孔途中での接触であり、もう一つが貫通の瞬間である（図13-2）。石器表面の一部が極端な圧力を受けた場合にこの剥離は起こりうる。そのため、穿孔途中の場合にはドリル側面の特に脆弱な部分に剥離が生じる。また、貫通の瞬間には対象物開口部の鋭利なエッジがドリルに接触し擦れ合うことによって剥離が生じる。この点を勘案すると、前述のタテ型剥離が穿孔初期に起こりやすいのに対し、ヨコ型剥離は穿孔作業の終盤により生じやすいと考えられる。

さらに、ヨコ型剥離痕を詳細に観察すると、形態的に2分類できる<sup>16)</sup>。第一は、平面形が鱗形を呈し、剥離末端部がスムーズに収束する（タイプ1：鱗形 / フェザ）。第二は、平面形が台形を呈し、末端部が階段状の急角度を呈する（タイプ2：台形 / ステップ）。興味深いのは、タイプ1が軟質材に使用されたドリルに多く認められ（No.2,3,6,13）、一方のタイプ2が牛骨や石材といった比較的硬い材を穿孔したドリルに多

く認められたことである (No.6,9,10,11,12,14,15,17,18,20,22)。このような微小剥離痕の形成の傾向は、御堂島の記述を借りれば、「特定の操作法で、ある硬さの作業対象物に対して作業された場合に特徴的に生じる(御堂島 2005: 74)」(Odell 1977; 阿子島 1981)という原則が、本稿の観察結果にも適用されうるだろう。すなわち、穿孔という石器の使用法においても同様に、ヨコ型剥離痕の形状差は、対象材の硬さと錐の操作(回転摩擦・貫通)に関係すると考えられる。ヨコ型剥離痕は、実際の出土遺物がどんな材質に対して用いられたのかを推定するための重要な指標になると思われる。



図14 ドリル先端部腹面の拡大写真 (No. 19 は先端部紛失のため除外)

Fig.14 Close-up photo on the ventral surface of drills

### ③半球状摩耗

ドリル先端部が半球状に摩耗した状態である(図13-3)。ドリルがこの状態になると加工物は切削されず、空回りするだけである。ドリルの方が加工物に削られる現象と言い換えることもできる。紅玉髓に対して使用した6点に認められた(No.12,14,16,17,20,21)。早いものでは300~500回程度の回転で半球状摩耗が生じる(No.20,21)。15000回転したサンプル(No.17)には光沢が生じた。半球状への変化は、ドリルの回転回数に関係するというよりも、ドリルの材質よりも硬いあるいは同等の物質に穿孔した場合に起こりやすいと考えられる<sup>17)</sup>。

### ④先端部平面形の変化

本来尖頭形だった刃部が、斜めもしくは平坦に変形する現象である。紅玉髓に使用した2点のサンプル(No.13,18)に認められた。No.13は、20000回転の時点では光沢のある半球状だった。そこから過度に力を加えた結果、逆に加工物(紅玉髓)によって刃が削られ、最終的に30030回転して刃部が平坦に変形した。No.18の回転数はそれよりもかなり少ない。470回転で刃部の右半分のみが削られ、左側に偏った(斜向/左)。

変形の要因は、穿孔中のアクシデントに求められる(図13-4)。平坦と斜向どちらの場合も、ドリル先端が加工物に対し垂直に接しなかったことにより生じた。具体的には、弓錐操作中の1)回転軸のズレ、2)あるいはドリルと柄との装着部分のズレ、が起こったためと考えられる。

また、先端部平面形の変化は、紅玉髓以外の素材への穿孔では生じなかったため、ドリル素材と同等の硬さの物質に穿孔した場合に特有のものでもありと思われる。

### (3) 研磨剤の切削能力：角礫岩の場合

水とアカシア樹液を1対1で混合した溶媒に石英砂の配合率を変えた3種類の研磨剤を用いて、角礫岩に穿孔した。

結果、水・樹液・石英砂を同比率(1:1:1)で配合した研磨剤が最も優れた切削能力を持つことが分かった(図15)。研磨剤不使用の場合の角礫岩への穿孔コストが3986回転/mmであるのに対し、同率配合(1:1:1)の研磨剤使用時には195回転/mmとなる。その切削能力は、実に20倍にまで向上する。

また、石英砂の配合率によって切削能力に差があることもわかった。能力差が生じる理由には、研磨剤の粘度の違いが考えられる。配合率が1:1:1の研磨剤は、流動性のある液状(ハチミツ程度の粘り)を呈しており、穿孔時にドリルと対象物の間に留まりやすい。換言すれば、回転時にドリルの遠心力を受けても、研磨剤が切削面に残留する。その結果、回転摩擦と送り運動によって砥粒の自生発刃が起こり、高い切削能力が発揮される。一方、石英砂を3倍配合した研磨剤は、流動性のない固体状(ダンゴ程度の粘り)を呈する。この場合、数回の回転運動のみで、研磨剤は全て切削面から掻き出されてしまう。結果、効果的な自生発刃が起こらず、切削能力は低下する。

## 7. 予察：ヒエラコンポリス出土ドリル

本章ではヒエラコンポリス出土資料に目を向けて、複製ドリルの観察で得られた種々の痕跡との若干の比

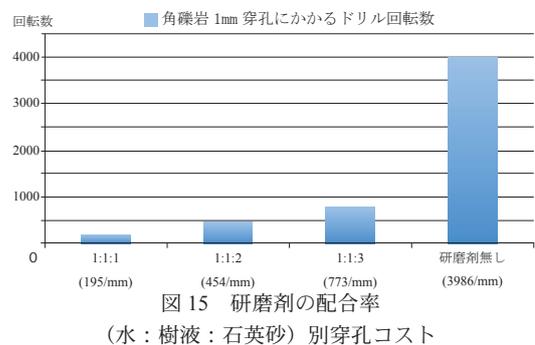


図15 研磨剤の配合率 (水:樹液:石英砂) 別穿孔コスト

Fig.15 Cutting capability of abrasive sand paste for breccia

較を述べたい。

タテ・ヨコ型剥離痕（衝撃剥離痕・微小剥離痕）については、現在のところ、実際の出土遺物の顕微鏡観察を行うには至っていない。現状では実測図を確認することしかできないが、HK29A 地区出土ドリルの中には、腹面にこれらの剥離痕を有するものが存在する（図 16）。

ドリル平面形の変化については、本来は尖頭形であったドリルが穿孔中のアクシデント（回転軸あるいは着柄部のずれ）による変形で生じることが確認できた。第 3 章で既に述べたが、考古資料ではこの斜向タイプが一定の割合（31.8%）を占める（図 5- 11, 12, 21）。ただし、刃部側縁に二次加工時の剥離痕がなく、この所見には必ずしも符合しない遺物も存在する。したがって、過去においてもこうした斜向タイプが意図的に製作された可能性は残る（図 5-9, 13, 14, 17, 19）。事実、本実験において唯一使用した斜向タイプ（図 7-22）は、穿孔器として機能した。以上のことから、平面形の変化成因の全てをこの現象に求めることは当然できないが、一つの可能性として提示することはできるだろう。また、今後は更に、刃部形状の違いによる切削能力差についても検証する必要があるだろう。

半球状に摩耗したドリルについては、考古資料には認められない。この不一致は、考古遺物の用途を推定する上で残された問題である。しかし、摩耗したドリルはもはや利器としての用をなさないため、過去には刃部再生がその都度行われ、作業途中の痕跡が現在には残されていない可能性も、ここに付け加えておきたい。

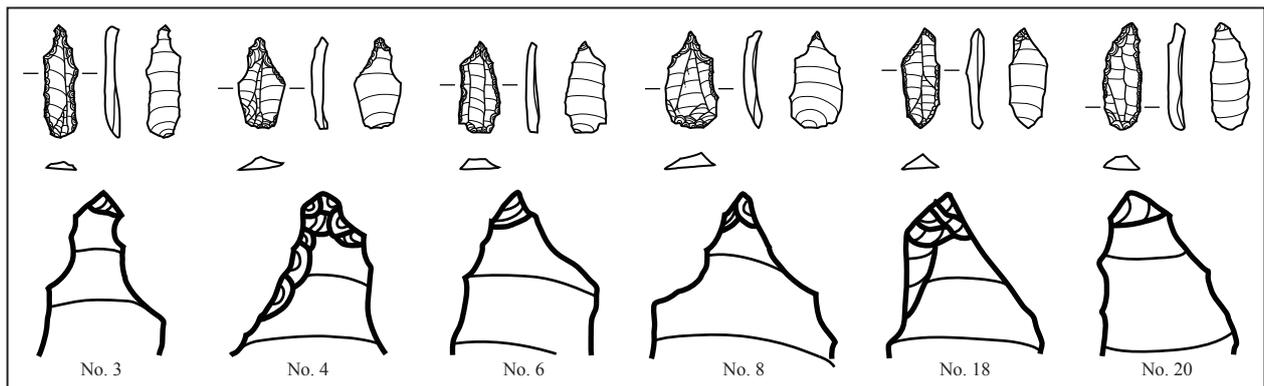


図 16 考古遺物（HK29A 出土資料）に認められるタテ・ヨコ型剥離痕  
Fig.16 Damages observed on the archaeological finds (HK29A, Hierakonpolis)

## 8. 結論

本稿では、エジプト先王朝時代の穿孔技術について、実験的手法による検証を試みた。その内容は、フリント製小型ドリルを用いた種々の材質への穿孔がそもそも可能であるのか、可能であるならば如何なる方法が想定しうるのかという問いに始まり、更に、穿孔作業によってドリルに生じる様々な形状変化を観察し、その類型化と成因の考察を図るものである。

本実験からは、以下の点が指摘できるだろう。

- 1) フリント製小型ドリルと弓錐を用いた穿孔は、先王朝時代に工芸品の素材として利用された基本的な材質に対して有効である。
- 2) 弓錐法は、図像資料に認められる古王国時代を遡り、先王朝時代に既に存在していた可能性が高い。
- 3) ドリルの穿孔コストと減少度は、対象材によって異なる。

4) 使用後のドリルの顕微鏡観察によると、加工物の硬さや作業段階、操作法に規定される固有の剥離痕（衝撃剥離痕・微小剥離痕）がドリル腹面に形成される。

5) 特に、ヨコ型剥離痕の形状の違い（鱗形/フェザー・台形/ステップ）は、対象物の硬さに由来する場合が多い。

6) 回転軸からずれた刃部を持つドリル（斜向、平坦タイプ）のいくつかは、本来は尖頭形であったものが作業時のアクシデントにより変形した可能性がある。

7) 顕微鏡観察の必要性が残るものの、上記4) 5) 6) の痕跡がヒエラコンポリス遺跡出土ドリルとも一部一致する。

8) 研磨剤（水・樹液・石英砂）を用いた穿孔は最大で20倍の切削能力を発揮する有効な手法であり、特に石材（硬質で浸水性が低い）の加工には、この方法が過去にも利用されていた可能性は高い。

## 8. 展望

本稿は、フリント製小型ドリルの切削能力と、穿孔によって生じる形状変化について、実験的手法を用いて検証した。

残された課題は3点ある。すなわち、1) 実験結果と同一基準での考古遺物の検証、2) より高倍率での顕微鏡観察による形状変化の抽出と類型化、3) 工芸品製作技術の一つを担う穿孔技術を、エジプト初期国家形成期という脈絡の中で位置づけること、である。

## 謝辞

本稿を草するにあたり、早稲田大学理工学術院名誉教授の宇田応之先生には、研磨剤の材料や実験方法に関するご教示を賜った。美濃考古学研究会（岐阜県）の後藤信幸氏には、エジプト産のフリントをはじめ実験用石材を破格でお譲りいただいた。竹野内恵太さん（早稲田大学大学院修士課程）には、エジプト産の石材（角礫岩、石灰岩、砂岩）をご提供いただいた。渡辺玲さん（早稲田大学文学部考古学コース・学部生）には、作業の補助をしていただいた。末尾ながらここに記して感謝いたします。

尚、本論文は「早稲田大学2013年度特定課題研究助成費B」（課題番号：2013B037）による研究成果の一部である。

## 註

- 1) ヒエラコンポリス以外の遺跡では、先王朝時代のアビドス遺跡の集落址から、300点あまりのフリント製小型ドリルと紅玉髓（あるいは瑪瑙）が見つかっている（Peet 1914: 3-4, pl. IIIa upper half）。
- 2) ドリル自体の出土例はないものの、銅製ドリルは初期王朝時代（0-2王朝）には利用されていたことが、ガイネットとゴレリックの研究から明らかになっている（Gwinnett and Gorelick 1993: 131）。
- 3) 素材剥片の剥離およびドリルへの二次加工には、現代的な石器作りで用いられている道具（銅製ハンマー、銅製押圧具、セメント製砥石等）を使用した。これらの道具は、ウェブサイト [Flintknappingtools.com](http://www.flintknappingtools.com) (<http://www.flintknappingtools.com/>) から購入した。
- 4) 美濃考古学研究会 (<http://www.geocities.jp/horado1841/>)。
- 5) 石器製作者（筆者）の技術の拙さ故に細石刃を量産できなかつたため、ドリル素材には不定形剥片も含まれる。
- 6) 考古遺物には使用により摩耗したものも含まれることが想定される。そのため、これらのデータは必ずしも使用前の寸法を示すわけではない。あくまで、実験で複製する際の目安として提示するものである。
- 7) ただし、ドリル No.22 のみ尖頭形ではなく斜向（左）である。この理由は、紅玉髓の穿孔に思いがけず多くのド

リルを費やし、準備していた尖頭形のものを使い切ってしまったためである。

- 8) その結果、復元製作したドリル 22 点中 4 点 (No.13,16,20,21) は、剥片の基部側に刃部を有する。同様のものは考古資料でも約 2 割を占める。興味深いのは、そのどれも端部側が折損している点である。復元製作中に実感したことだが、二次加工に失敗し剥片が折損した場合、先端部側は四角くなり加工が困難になる。しかし、そのまま捨ててしまうのは勿体ない。そこで、比較的丸みのある基部側に二次加工し直して尖頭形に仕上げた。印象の域を超えないが、先王朝時代においても、基部側に刃部を持つ考古資料は、このような加工失敗とやり直しに由来するのかもしれない。
- 9) 錐杵には角棒を用いた方が弓との相性が良くうまく回転する。逆に丸棒の場合、弓紐と棒との接触部分が滑ってしまい、ドリルが回転しづらい。考古遺物との整合性 (図 5) はないものの、本実験ではドリルの回転数を正確にカウントする必要があるため、角棒製の錐杵を使用する。
- 10) アカシア樹液は、フクロモモンガの餌として販売されているもの (日本産) を利用した。石英砂は、石英含有率 99.9% の高純度の砂 (オーストラリア産) を用いた。
- 11) シカは、エジプトでは稀な動物である。本来であれば、先王朝時代に存在した象牙や河馬牙を加工対象材として準備するべきではあるが、どちらの材もその希少性から入手できなかった。そのため今回は代用材として鹿角を用いた。
- 12) 貫通時にドリルが地面に接触し破損するのを避けるために、作業は厚みのあるゴム製板の上で行った。また、各材は、ビニール製の透明テープで板上に貼り付けて固定した。
- 13) 角礫岩は、硬すぎず柔らかすぎない材質であるため、研磨剤の配合比率による切削能力差が出やすいと考えた。また、貫通までに極端に長時間を要さないため作業にも適している。角礫岩は研磨剤未使用で 1mm 穿孔に 4000 回転程度の穿孔コストを示した (表 2, 図 11)。これは作業時間にすると 30 分程度である。因みに、最も硬い紅玉髓の貫通には 9 時間半を要した。また、本実験は気温が 10 度以下の日本の真冬に行ったため、作業が長期化すると研磨剤に含まれる樹液が凝固してしまう問題があった。これらの条件を考慮した上で、研磨剤の実験では角礫岩を用いた。
- 14) 図 13-2,4 に挙げた各 2 タイプの錐操作概念図とドリルの形状変化の組み合わせは、必ずしも排他的な 1 対 1 の対応関係にあるわけではない。
- 15) 狩猟具の破損痕跡のひとつで、石槍を刺突した際にできる彫器状の衝撃剥離痕 (岩瀬 2013: 7) と似た原理で形成されると考えられる。
- 16) 御堂島正による微小剥離痕の分類 (2005: 52 図 6) を参照した。御堂島はまた、微小剥離痕の大きさを最大幅によって大・中・小・極小 (2mm 以上、2 ~ 1mm、1 ~ 0.5mm、0.5mm 以下) に 4 分類している (御堂島 2005: 52)。本稿がヨコ型剥離痕と呼ぶ剥離痕の大きさは、上記に当てはめると大・中に分類される。
- 17) フリントと紅玉髓のモース硬度はともに 7 である。

## 参考文献

Adams, B.

1998 "Something Very Special down in the Elite Cemetery", *Nekhen News* 10, pp.3-4.

2000a *Excavations in the Locality 6 Cemetery at Hierakonpolis 1979-1985*, Egyptian Studies Association Publication 4, British Archaeological Reports Int. Ser. 903. Oxford: Archaeopress.

2000b "Some Problems Solved in the Locality 6 Cemetery", *Nekhen News* 12, pp.4-6.

Davis, N. de G.

1953 *Tomb of Rekh-Mi-Re*, New York.

Endo, H.

2009 "Beads Aren't Boring," *Nekhen News* 21, p.22.

Fairservis, W. A. Jr.

1986 *The Hierakonpolis Project No. 3: Excavation of the Archaic Remains East of the Nitched Gate, Season of 1981*, Occasional Papers in Anthropology, Vassar College, Poughkeepsie, New York.

Friedman, R.

2000 "Figures in Flint", *Nekhen News* 12, p.14.

2004 "Predynastic Kilns at HK11C: One Side of the Story", *Nekhen News* 16, p.18.

2005 "Excavating Egypt's Early Kings", *Nekhen News* 17, pp.4-5.

- 2006 "Bigger Than an Elephant. More Surprises at HK6", *Nekhen News* 18, pp.7-8, 16.
- 2009a "Hierakonpolis Locality HK29A: The Predynastic Ceremonial Center Revisited," *Journal of American Research Center in Egypt* 45, pp.79-103.
- 2009b "A Tour of the Palace," *Nekhen News* 21, pp.4-5.
- 2011 "4. Hierakonpolis," in Teeter, E. (ed.), *Before the Pyramids*, Oriental Institute Museum Publications 33, The Oriental Institute of the University of Chicago, pp.33-44.
- Friedman, R., Maish, A., Fahmy, A. G., Darnell, J. C. and Johnson, E. D.  
1999 "Preliminary Report on the Field Work at Hierakonpolis", *Journal of American Research Center in Egypt* 36, pp.1-35.
- Friedman, R., Van Neer, W. and Linseele, V.  
2011 "The Elite Predynastic Cemetery at Hierakonpolis: 2009-2010 Update," in Friedman, R. and Fiske, P. N. (eds.), *Egypt at its origins* 3, *Orientalia Lovaniensia Analecta* 205, Peeters, pp.157-191.
- Friedman, R., Baba, M., Linseele, V., Nagaya, K., Hardtke, F. and Jaeschke, R.  
2013 "Report on the 2009 Season at Hierakonpolis," *Annales du Service des Antiquités de l'Égypte* 85, pp.141-164.
- Gwinnett, A. J. and Gorelick, L.  
1993 "Beads, Scarabs, and Amulets: Methods of Manufacture in Ancient Egypt," *Journal of the American Research Center in Egypt* 30, pp.125-132.
- Hikade, T.  
2000 "From Chiefdom to Kingdom and Back: A Contribution Based on the Lithic Analysis from Square 10N5W at Nekhen," *Nekhen News* 12, pp.15-19  
2004 "Urban Development at Hierakonpolis and the Stone Industry of Square 10N5W," in Hendrickx, S., Friedman, R. F., Cialowicz, K. M. and Chlodnicki, M. (eds.), *Egypt at Its Origins: Studies in Memory of Barbara Adams*, *Orientalia Lovaniensia Analecta* 138, pp.181-197.
- Hoffman, M. A.  
1970 *Culture History and Cultural Ecology at Hierakonpolis from Palaeolithic Times to the Old Kingdom*, Ph.D. dissertation, Department of Anthropology, University of Wisconsin, Madison.
- Hoffman, M. A., Hamrrouch, H. A and Allen, R. O.  
1987 "The Environment and Evolution of an Early Egyptian Urban Center: Archaeological and Geochemical Investigations at Hierakonpolis," *Geoarchaeology: An International Journal* 2-1, pp.1-13.
- Holmes, D. L.  
1988 "Beads, Borers and Bifaces: The Stone Technology of a Temple," *Nekhen News* 4-1, pp.5-7.  
1989 *The Predynastic Lithic Industries of Upper Egypt: A comparative study of the lithic traditions of Badari, Naqada and Hierakonpolis*, BAR (15), Oxford.  
1992 "Chipped Stone-Working Craftsmen, Hierakonpolis and the Rise of Civilization in Egypt," in Friedman, R. and Adams, B. (eds.), *The Followers of Horus: Studies Dedicated to Michael Allen Hoffman*, Egyptian Studies Association Publication No. 2, Oxbow Monograph 20, pp.37-44.
- Killen, G.  
1980 *Ancient Egyptian Furniture, Vol. I: 4000-1300 BC*, Aris & Phillips, Warminster.  
1994 *Egyptian Woodworking and Furniture*, Shire Egyptology Series No. 21, Buckinghamshire.
- Nagaya, K.  
2012 "Square 10N5W: Technological Renovation of Lithic Production at Hierakonpolis," *Nekhen News* 24, pp.14-15.
- Odell, G. H.  
1977 *The Application of Micro-Wear Analysis to the Lithic Component of an Entire Prehistoric Settlement: Methods, Problems and Functional Reconstructions*, Ph. D. Dissertation, Harvard University.
- Peet, T. E.  
1914 *The Cemeteries of Abydos, Part II, 1911-1912*, Egypt Exploration Fund 34, London.
- Quibell, J. E. and Green, F. W.  
1902 *Hierakonpolis II*, Egypt Research Account 5, London: Bernard Quaritch.
- Stocks, D. A.  
2003 *Experiments in Egyptian Archaeology: Stoneworking Technology in Ancient Egypt*, Routledge, London.
- Takamiya, I. and Endo, H.  
2011 "Variations in lithic production at Hierakonpolis: A preliminary report from the excavation of HK11C square A6-

A7", in Friedman, R. and Fiske, P. N. (eds.), *Egypt at its origins 3*, *Orientalia Lovaniensia Analecta* 205, Peeters, pp.727-744.

Wild, H.

1966 *Le Tombeau de Ti*, Institut français d'archéologie orientale, Le Caire.

阿子島香

1981 「マイクロフレイキングの実験的研究—東北大学使用痕研究チーム研究報告その1」『考古学雑誌』66(4)、1-27頁.

岩瀬 彬

2013 「杉久保石器群の石器使用痕分析 (2) —長野県セツ栗遺跡・貫ノ木遺跡高速道等第2地点出土資料を対象に—」『資源環境と人類』第3号、明治大学黒曜石研究センター紀要、1-19頁.

遠藤 仁

2013 「エジプト先—初期王朝時代におけるビーズ製作」『日本西アジア考古学会第18回総会・大会要旨集』日本西アジア考古学会、45-48頁.

砥粒加工学会編

1995 『切削・研削・研磨用語辞典』、工業調査会.

長屋憲慶

2014 「エジプト先・初期王朝時代の石刃剥離技術の発達と展開」『古代』第136号、早稲田大学考古学会(印刷中).

御堂島正

2005 『石器使用痕の研究』、同成社.

宮原俊一

2009 『第17回足もとに眠る歴史展 回せ! —回転運動から考古資料を考える—』東海大学校地内遺跡調査団(編)、東海大学文学部展示活動委員会.

エジプト学研究 第20号

2014年3月31日発行

発行所 / 早稲田大学エジプト学会

〒169-8050 東京都新宿区戸塚町1-104

早稲田大学エジプト学研究所内

発行人 / 吉村作治

The Journal of Egyptian Studies No.20

Published date: 31 March 2014

Published by The Egyptological Society, Waseda University

1-104, Totsuka-chyo, Shinjyuku-ku, Tokyo, 169-8050, Japan

© The Institute of Egyptology, Waseda University