

令和 6 年 6 月 20 日現在

機関番号：13801

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2019～2023

課題番号：19K01112

研究課題名（和文）欠損痕跡の形態分析と欠損面のフラクチャー・ウィング分析による台形様石器の研究

研究課題名（英文）Study of trapezoids by morphological analysis of broken traces and fracture wing analysis of impact fractures

研究代表者

山岡 拓也（Yamaoka, Takuya）

静岡大学・人文社会科学部・教授

研究者番号：30514608

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 2,800,000円

研究成果の概要（和文）：初期現生人類が遠隔射撃による狩猟を行っていた証拠を得るために、本研究では、使用方法、柄の重さ、着柄方法、衝突対象物の情報が記録された実験資料と、本州中央部の後期旧石器時代前半期前葉の3つの遺跡から出土した黒曜石製台形様石器を対象として、欠損痕跡の形態分析と欠損面のフラクチャー・ウィング分析を行った。その結果、欠損面の形態分析によって、衝撃剥離痕の特定することができ、フラクチャー・ウィング分析では、石製狩猟具が装着された狩猟具の使用方法を明らかにする情報が得られることがわかった。遺跡出土資料の分析では、それらの遺跡に、遠隔射撃による狩猟で欠損した石器が残されていることが明らかになった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

使用方法、柄の重さ、着柄方法、衝突対象物の情報が記録された実験資料を用いて、欠損痕跡の形態分析と欠損面のフラクチャー・ウィング分析をともに行った研究はこれまでになく、本研究によってはじめて実施されることとなった。それによって、遠隔射撃による狩猟の証拠をどのように得るのかより多くの情報に基づいて検討し、初期現生人類が遠隔射撃による狩猟を行っていたより確実な証拠を得ることができた。こうした初期現生人類の技術や行動をめぐる研究は、人間とは何かについて、その誕生に立ち戻って明らかにしようとする取り組みであり、本研究はそうした人間の根源的な特性を明らかにしようとする研究に貢献したということができる。

研究成果の概要（英文）：To obtain reliable evidence of complex projectile technologies, this study conducted morphological analysis of broken traces such as impact fractures and fracture wing analysis of impact fractures for experimental specimens with recorded information on delivery modes, weight of shafts, methods of hafting, and objects to be struck and archaeological specimens of obsidian trapezoids from three sites of the initial phase of the Early Upper Paleolithic in central Japan. The analyses of the experimental specimens clarified that morphological analysis of broken traces is indispensable for identifying impact fractures and the fracture wing analysis of impact fractures is valid for identifying delivery modes of hunting weapons. The analyses of the archaeological specimens clarified that hunting weapons equipped with obsidian trapezoids from the three EUP sites were used with complex projectile technology.

研究分野：先史考古学

キーワード：日本列島 後期旧石器時代前半期前葉 台形様石器 投射・刺突実験 欠損痕跡の形態分析 欠損面のフラクチャー・ウィング分析 遠隔射撃による狩猟

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属します。

様式 C - 19、F - 19 - 1 (共通)

1. 研究開始当初の背景

現在、現生人類の出現と拡散をめぐる、形質人類学・遺伝人類学・先史考古学を中心として一大学際領域が形成され、先史考古学の分野においては、抽象的な思考や高度なコミュニケーション能力を基礎とする現代人的行動の出現過程を解明するために、世界各地で研究が進められている。近年、投射技術や着柄技術と関連した狩猟方法の変化に関する研究が、この研究分野で注目を集めている。北米民族資料の狩猟具の横断面の面積と外周の長さのデータに基づき、アフリカ・西アジア・ヨーロッパの石器資料を検討したところ、現生人類はおよそ4.5万年前以降に投槍器のような補助具を使用した遠隔射撃による狩猟を開始し、それによって先行するネアンデルタール人よりも生態的に有利な立場に立つようになったとされた(Shea 2006, Sisk & Shea 2011)。南アフリカの石器資料を対象とした研究では、石器の大きさ、使用痕、民族例などに基づき、およそ6.4万年前に弓矢が使用されていたという解釈が示された(Lombard & Phillipson 2010)。その後、複製石器を用いた投射・刺突実験(突き・手投げ・投槍器・弓矢)から得られた実験資料に基づいて、遠隔射撃が行われていたかどうか検証する研究が主に2つの方法で別々に進められてきた。そのうちの1つは実験資料と考古資料の欠損痕跡の形態を分析する研究である。日本列島の台形様石器(佐野ほか 2012, Sano 2016, Yamaoka 2017)を対象にした研究などが行われている。それらは、衝撃剥離痕と呼ばれる狩猟具先端部として使用されたときに形成される欠損痕跡の形態を分析し、投槍器あるいは弓矢の使用で生じる特徴的な痕跡を見出すとする研究であり、実際に遠隔射撃の証拠とされる痕跡が提示されている。もう一つの研究は、実験資料と考古資料の欠損面のフラクチャー・ウィングを分析する方法である。フラクチャー・ウィングとは、黒曜石などガラス質の石器石材の剥離面に観察される、夾雑物などから広がる逆V字形の模様であり、その角度計測値から剥離面の亀裂速度(剥離面の形成に関わったエネルギー負荷の指標となる)を算出することができる。この分析方法はこれまで主に石器製作技術研究で利用されてきた(高倉・出穂 2004)が、近年、石製狩猟具研究にも応用され、使用方法の推定に利用されている(Hutchings 2011)。投射・刺突実験から得られた実験石器とパレオインディアン期の石器を分析した結果、投槍器が使用されていたことが示された(Hutchings 2015)。

研究代表者が実施した投射・刺突実験では、「狩猟具の使用方法(衝突速度)の違い」に加えて柄の重量の違い、衝突対象物の性質(硬さ)の違い、着柄方法の違いも考慮していた。実験の結果、狩猟具の使用方法の違い以外の項目(柄の重量・衝突対象物の性硬さ・着柄方法の違い)も、石器の欠損痕跡の形成に大きく影響することがわかっていた(Yamaoka 2014, Yamaoka 2017)。先行研究では、遠隔射撃(投槍器や弓矢を用いた射撃)が行われた場合、衝突時により高いエネルギー負荷がかかるために、先端部の石器に大規模な欠損痕跡が形成されることが欠損痕跡の形態分析(佐野ほか 2012, Sano 2016)で示されるとともに、より早い速度で石器に残される欠損面が形成されていることが明らかにされていた(Hutchings 2011, 2015)。しかし、研究代表者が実施した実験では、非常に重い柄に装着して手で投げて対象物に衝突した場合や、非常に硬い対象物(コンクリートブロック)に衝突した場合などでも、実験資料には、投槍器や弓矢を用いた実験資料に生じるような大規模な欠損痕跡が生じることがわかった。こうしたことは、これまでの先行研究では考慮されておらず、狩猟具の使用方法の違い以外の因子(柄の重量・衝突対象物の硬さ・着柄方法の違い)によって類似した欠損痕跡が生じないのかということや、早い亀裂速度での欠損面が形成されることはないのかということが検討されていなかった。

2. 研究の目的

こうした研究の背景を踏まえて、本研究では、初期現生人類が遠隔射撃の技術を持っていたのかを明らかにする方法について検討し、その方法や基準を明らかにすることを目的とした。そのため、様々な因子を条件に加えた独自の投射・刺突実験資料に基づいて、これまで別々に進められてきた欠損痕跡の形態分析と欠損面のフラクチャー・ウィング分析を組み合わせて行い、遠隔射撃の証拠をどのように見出すことができるのか検討するとともに、同様の分析を遺跡出土資料でも実施し、遠隔射撃の技術があったかどうかについて、どのように示すことができるのか検討した。

3. 研究の方法

台形様石器の実験資料について欠損痕跡の形態分析と欠損面のフラクチャー・ウィング分析を行った。それらのデータに基づいて、遺跡出土資料の分析を行った。欠損痕跡の形態分析は、研究代表者の山岡が担当し、これまで衝撃剥離痕として提示されていた痕跡の種類を参考にしながら、実験資料を整理し、遺跡出土資料と比較した。欠損面のフラクチャー・ウィング分析は、研究分担者の高倉が担当し、実験資料及び遺跡出土資料の欠損面のフラクチャー・ウィングの角度計測を行い、その剥離面の亀裂速度を算出して比較した。研究代表者が実施した投射・刺突実験で実験では、使用方法(突き・手投げ・投槍器・弓矢)柄の重さ、着柄方法、衝突対象物(ターゲット<骨+肉+毛皮>・木製ボード・コンクリートブロック)の情報が記録されており、それぞれの項目と欠損痕跡の形態や欠損面の亀裂速度を比較することで、使用方法を明らかにする方法を整理し、それに基づいて、後期旧石器時代前半期前葉の3つの遺跡(静岡県沼津市土手

上遺跡、長野県信濃町日向林 B 遺跡、群馬県安中市古城遺跡) から出土した黒曜石製の台形様石器を検討した。

4. 研究成果

(1) 投射・刺突実験で得られた実験資料の分析

欠損痕跡の形態分析

研究代表者が行った投射・刺突実験と実験資料の欠損痕跡の形態分析で、様々な欠損痕跡が生じることが確認され、使用方法や柄の重さに加えて、衝突対象物や着柄方法が異なることでも、欠損痕跡の種類や規模の違いが生じることがわかっていった。その中で、横断的な折れなどで残された基部部分の欠損資料の状態から、着柄方法や使用方法を推定できることが可能であり、台形様石器の場合は、横断的に折れた資料で、なおかつ側縁に資料に伴う欠損が認められない資料は、より強い衝撃で、使用されて欠損したものであると推定された。具体的には、投槍器や弓矢で投射された実験資料で認められたほか、非常に思い柄に装着して手で投げた資料でも認められた (Yamaoka 2017)。これらを踏まえて、いくつかの形態的特徴を組み合わせるなどして、投槍器や弓矢で投射されて欠損した資料のみに生じる欠損痕跡の組み合わせがないか実験試料を再検討した。しかし、弓矢や投槍器で投射された資料のみに認められる特徴的な欠損痕跡だけでなく特徴的な欠損痕跡の組み合わせについても、現状では見いだすことができていない。

欠損面のフラクチャー・ウィング分析

フラクチャー・ウィング分析では、153 点の実験中で、53 点の実験資料の欠損面 (衝撃剥離痕) でフラクチャー・ウィングを検出することができた。ターゲット (骨) と木製ボードに当たって欠損した資料の欠損面でのみ、フラクチャー・ウィングが検出され、その角度を計測することができた。コンクリートブロックに当たって欠損した資料の欠損面ではフラクチャー・ウィングの角度を計測することができなかった。また、フラクチャー・ウィング分析では、投槍器及び弓矢で投射して欠損した資料では、突いたり手で投げたりして欠損した資料と比べて、フラクチャー・ウィングの亀裂速度が相対的に速いということがわかった。

欠損痕跡の形態分析と欠損面のフラクチャー・ウィング分析からわかること

欠損痕跡の形態分析では、投槍器及び弓矢で投射した資料で認められる特徴的な欠損痕跡や特徴的な痕跡の組み合わせは今のところ認められていない。それに対して、欠損面のフラクチャー・ウィング分析においては、投槍器及び弓矢で投射した資料の欠損面の亀裂速度が相対的に速いことがわかった。先行研究の中では、基部が残る欠損資料の状態から、弓矢や投槍器で投射された実験資料と非常に重い柄に装着して手で投げた資料で、特徴的な痕跡が形成されることがわかっていったが、フラクチャー・ウィング分析では、弓矢や投槍器で投射された実験資料の欠損面の亀裂速度は、非常に重い柄に装着して手で投げた資料の欠損面の亀裂速度よりも相対的に速いことも確認できている。また、形態分析では、コンクリートブロックに衝突した資料については、より大規模な欠損痕跡が認められるが、それらの資料ではフラクチャー・ウィングの角度を計測することができなかった。これらから、欠損面のフラクチャー・ウィング分析は、投槍器や弓矢を用いた遠隔射撃による狩猟で用いられた狩猟具先端部を検出するためのより信頼できる分析手段になると考えられる。以上の検討から、欠損痕跡の形態分析で衝撃剥離痕を特定し、その衝撃剥離痕のフラクチャー・ウィング分析を行うことで、遠隔射撃による狩猟が行われていたのか明らかにできると考えられる。

(2) 遺跡出土資料の分析

土手上遺跡、日向林 B 遺跡、古城遺跡から出土した台形様石器の分析を行った。それぞれの遺跡から出土した資料から衝撃剥離痕のある台形様石器を抽出し、それらの欠損面のフラクチャー・ウィング分析を実施した。その結果、3 つの遺跡から出土した台形様石器で認められたフラクチャー・ウィング分析で得られた亀裂速度のデータは、いずれも、投槍器や弓矢で投射された資料の欠損面のみで認められる亀裂速度を示すことがわかった。そのため、それらの遺跡から出土した台形様石器は、投槍器あるいは弓矢によって投射されて欠損したと考えられる。

(3) 研究成果のまとめ

本研究では、使用方法、柄の重さ、着柄方法、衝突対象物の情報が記録された実験資料を用いて、欠損痕跡の形態分析と欠損面のフラクチャー・ウィング分析を行った。その結果、欠損面の形態分析によって、衝撃剥離痕の特定することができ、フラクチャー・ウィング分析では、石製狩猟具が装着された狩猟具の使用方法を明らかにするための情報が得られるということがわかった。遺跡出土資料の分析では、フラクチャー・ウィング分析によって、3 つの後期旧石器時代前半期のそれらの遺跡に、遠隔射撃による狩猟で欠損した石器が残されていることが明らかにできた。これらによって、遠隔射撃の技術があったかどうかについて明らかにする方法や基準を示して、より確実な方法に基づいてその存在を確かめるといふ、本研究の目的を果たすことができる。

これらの成果については、今後、論文として公表していく予定である。

引用文献

Hutchings, W.K. 2011 Measuring use-related fracture velocity in lithic armatures to identify spears, javelins, darts, and arrows. *Journal of Archaeological Science*, 38, pp. 1737-1746.

- Hutchings, W.K. 2015 Finding the Paleoindian spearthrower: quantitative evidence for mechanically-assisted propulsion of lithic armatures during the North American Paleoindian Period. *Journal of Archaeological Science*, 55 pp. 34-41.
- Lombard, M., Phillipson, L. 2010 Indications of bow and stone-tipped arrow use 64000 years ago. *Antiquity*, 84 pp. 635-648.
- 佐野勝宏・傳田惠隆・大場正善 2012 「狩猟法道程のための投射実験研究(1)-台形様石器-」『旧石器研究』8, pp45-63.
- Sano, K. Evidence for the use of the bow-and-arrow technology by the first modern humans in the Japanese islands. *Journal of Archaeological Science: Report*, 10, pp. 130-141.
- Shea, J. J., 2006. The Origins of Lithic Projectile Point Technology: Evidence from Africa, the Levant, and Europe. *Journal of Archaeological Science*, 33, pp.823-846.
- Sisk, M. L., Shea, J. J., 2011. The African origin of Complex Projectile Technology: An analysis Using Tip Cross-Sectional Area and Perimeter. *International Journal of Evolutionary Biology* (Article ID 968012)
- 高倉純・出穂雅実 2004 「フラクチャー・ウィングによる剥離方法の同定研究」『第四紀研究』43-1, pp.37-48.
- Yamaoka, T. 2017 Shooting and stabbing experiments using replicated trapezoids. *Quaternary International*, 442 pp.55-65.
- Yamaoka, T. 2014 CHAPTER 42 Use and maintenance of leaf-shaped points in the late Upper Paleolithic in the Japanese Islands. *International Conference on Use-Wear Analysis: Use-Wear 2012* (Cambridge Scholars Publishing). pp.496-507.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計1件（うち査読付論文 1件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 山岡拓也	4. 巻 15
2. 論文標題 東京都府中市武蔵台遺跡から出土した剥片に残された剥離痕	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 旧石器研究	6. 最初と最後の頁 147-153
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計5件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 1件）

1. 発表者名 Takakura, J., and Yamaoka, T.
2. 発表標題 Hunting strategy and projectile technology during the dispersals of modern humans into Asia: an experimental approach.
3. 学会等名 The 28th Annual Meeting of the European Association of ArchaeologistsHungary (National Museum and Online) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 山岡拓也
2. 発表標題 愛鷹山麓の後期旧石器時代前半期における狩猟行動の変遷
3. 学会等名 第35回考古学研究会東海例会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 高倉 純
2. 発表標題 愛鷹山麓のBBV層期での狩猟技術
3. 学会等名 第35回考古学研究会東海例会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 山岡拓也
2. 発表標題 武蔵台遺跡立川ローム 層から出土した不定形剥片にみとめられる剥離痕跡
3. 学会等名 文部科学省科学研究費補助金・新学術領域研究2016-2020：パレオアジア文化史学第7回研究大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Takakura, J. and T. Yamaoka
2. 発表標題 Analyzing use-related fracture velocity on trapezoids in the Early Upper Paleolithic of Japan to evaluate the projectile delivery modes.
3. 学会等名 The 25th Annual Meeting of the European Association of Archaeologists
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計1件

1. 著者名 御堂島 正編	4. 発行年 2020年
2. 出版社 同成社	5. 総ページ数 282
3. 書名 石器痕跡研究の理論と実践（研究代表者が執筆した論者がpp.85-110に掲載されている）	

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究 分担者	高倉 純 (Takakura Jun) (30344534)	北海道大学・埋蔵文化財調査センター・助教 (10101)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8 . 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------