

ドイツ最大のフリント採掘場跡の発掘  
ミヒャエル M. リント, ゲオルク ロート著

小野 昭

資源環境と人類 第12号 133-141頁 2022年3月  
Natural Resource Environment and Humans  
No. 12. pp. 133-141. March 2022

翻訳

# ドイツ最大のフリント採掘場跡の発掘

ミヒャエル M. リント, ゲオルク ロート著

(訳) 小野 昭<sup>1・2\*</sup>

本稿はMichael M. Rind und Georg Roth (2007) *Ausgrabungen in Deutschlands größtem Feuersteinbergwerk. Archäologie in Deutschland. Nr.4, SS.8-13*の翻訳である。

ドイツのニーダーバイエルン (バイエルン州北東部地方), アルンホーフェンの新石器時代フリント採掘現場跡は, 20年以上まえに M. モーザーによって発見されたのであるが, 鉱山考古学の埋蔵記念物として国際的に重要である。深さ8mにも達する無数の立坑(シャフト)が, 原料を求める石器時代の人びとによって採掘されたのである。およそ20000箇所があると推定される立坑のうち600箇所が発掘された。フリントの採掘は中部ヨーロッパで最初の農耕民が定住する紀元前約5650年のころに始まったのである<sup>1)</sup>。

アルンホーフェンは, 南ドイツ・バイエルン州ケールハイム郡のインゴルシュタットとレーゲンスブルクの間, アルトアーベンス川に臨むアーベンスベルク市の近くにある。最初の調査は1984年と1986年の間におこなわれた。その後, 砂礫の採掘が進んで遺跡破壊の危険が迫ったため, 1998年以降ケールハイム郡の考古学者 M.M. リントとバイエルン州記念物保護局の K. アイゼレによって緊急発掘がおこなわれた。2001年には, ケルン大学考古学研究所の A. ツィンマーマン, G. ロート等との共同研究が実現してドイツ学術振興会の研究助成によって発掘調査が実施された。調査は「ハルツ - IV - 措置」という雇用促進のための労働力の支援によって継続されることになった。2006年までに新石器時代の採掘の立坑が非常に差し迫った状態となって, 600基以上が完掘では

ないが部分的にはあれ調査された。近い将来も, 同じように膨大な数にのぼる新石器時代の立坑が, 現在の砂利採掘作業により犠牲にさらされる事態に対しては, ごく粗いみとおしと対応が可能なのである。

## 石器時代の原材料

アルンホーフェンはドナウ-イザール丘陵地帯の北の端に位置している。遺跡地は典型的な残留鉱床で, アーベンスブルク-ブルアッカー堆積盆にあり, フリントはその中でジュラ紀の後期(マルム期, 約1.57億~1.46億年前)に形成された。アルンホーフェンの北西に広がるフランケン・アルプの南端では通常は板状の石灰岩が堆積しているが, ここではすでにそれが二次的に変位している。そこでは著しく縞模様状を呈するいわゆる板状角岩や, また塊状, 腎臓形, レンズ状を呈する礫が形成された<sup>2)</sup>。中部ヨーロッパのほかの多くのフリント採掘場とちがって, アルンホーフェンの新石器時代の人びとは固い岩盤に苦勞して取り付くのではなく, 砂礫の層に深さ8mにもおよぶ垂直の立坑を掘り下げることだけが必要だった。

鉱床学的, 土木地質学的な問題を明らかにするためにミュンヘン工科大学の St. グリュンダーは地層の調査と実験をおこなった。その結果は鉱床学的関係からする

1 東京都立大学名誉教授

2 明治大学黒耀石研究センター客員研究員

\* 責任著者: 小野 昭 (ono@tmu.ac.jp)



図1 2001年の発掘地点の航空写真。

写真の左側，発掘区の下方半分は砂利の採取が伸びてきて，フリント採掘跡が危険にさらされている。



図2 「石器時代の鋼鉄」ともいべきフリント。

ケールハイム郡のアルンホーフェンの近くには，ジュラ紀後期のいわゆる縞模様を成す板状のフリントと球状を呈するフリントの両方が特に多く産する。

と，驚くほどの多様な違いをしめし，ある部分は1980年代の研究結果とはかなり違うものとなった。残っているマルム石灰岩までの深さは，2000年から2006年までの発掘区の範囲では場所によってたいそう違っていて，およそ3m～8mの深さがあり，岩層を成す多くのマルム石灰岩中には分離・離脱したフリントだけがふくまれている。

また角岩の堆積条件は，近くの砂利採掘地にある古い発掘区の様相とは明らかに異なっていた。多くの角岩は

残留粘土の中にはなく，マルム石灰岩の上に直接堆積して残っている淡水モラッセの砂層中に不規則に散在して発見された<sup>3)</sup>。調査区の北の部分では角岩だけでなく二次的に堆積したアルトアーベンス川の河川礫もみつかった。

最初の計測によると，残留粘土1立方メートルからは石材原料が約46.8kg手に入った。淡水モラッセの砂からは5種類の精査の手段によって平均約90.3kgの石材



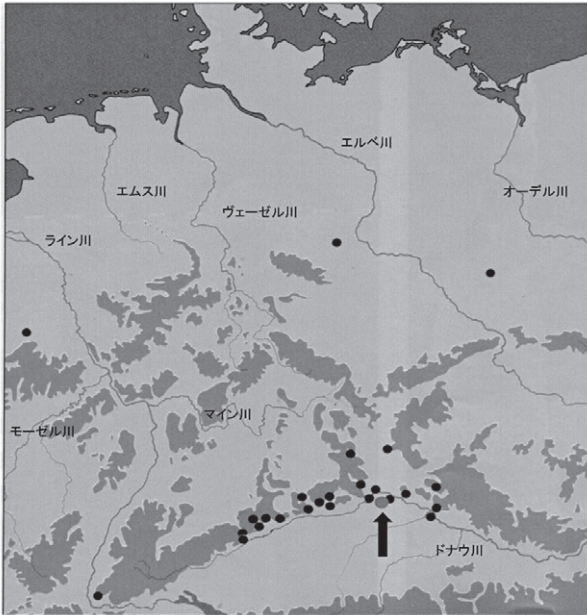


図3 フリント採掘場跡はドイツの特にジュラ累層地帯にある。アーベンスブルク-アルンホーフェンは図中の矢印の地点である。Weisgerber 1993を改変。

原料が獲得できた。このように新石器時代の人びとにとってブランドルの砂礫採掘の穴からは、直近のプーヘンリーダー砂礫採掘場の場合と同じように、残留粘土層の場合に比して2倍近く多くの角岩を獲得できたのである。とはいえ、新たに原材料を探索することに関しては、淡水モラッセ中の埋蔵量は地点ごとにたいそう違っていた。採掘に従事した新石器時代の人びとにとっては新しい立坑をどこに設けるべきかの見当は、予測することができなかつただろう。また、角岩の質はすこぶる差が大きいの、見た目だけで見当をつけることは難しかつただろう。手にすることができた素材で石材として活用できたのは最大でも31%程度であつただろう。

### 狭く深い立坑

最近の発掘調査では、ある調査区で角岩素材の密集が何層にもわたって堆積している立坑に遭遇した。慎重な調査法によって、どの立坑が同時期のものなのか、つまりおよそ同時期に掘削され、どれとどれが相互に切り合っているのかという、採掘の新旧の帰属をはっきりさせることができた。

特に立坑の断面ごとに発掘した遺構の部分を写真測量

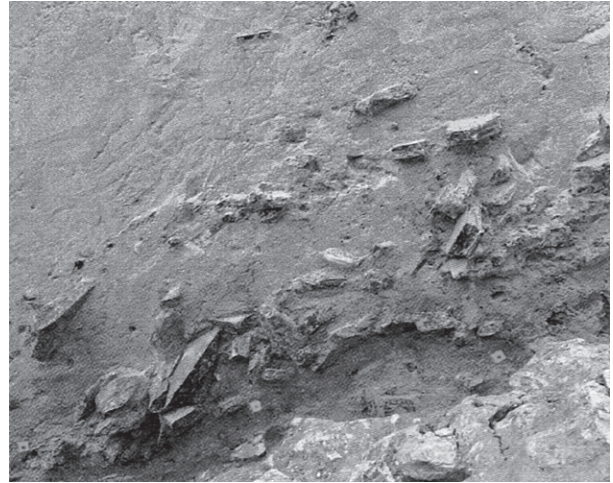


図4 立坑の底の上部、淡水モラッセの砂の中に二次的に堆積した角岩が見える。

によるひずみ補正をおこない、4基の立坑の完全な断面図を掘削口から底部まで7mを記録することに成功した。その結果、立坑の掘り込み口が漏斗状に開いているものから円錐形や円筒状にいたるまで様ざまでありながら立坑の直径はおよそ70cmくらいであるという、採掘技術の変異を現わしていることがわかった。若干の立坑では廃土の層が重なり、他方からはそれを切りこんでいる。重ならず孤立している立坑の場合だけ、当時の採掘者たちは特別な工夫をしなくても掘り進めれば鉱床に到達できたのである。というのは、カルスト地形の基盤は砂利の密度が粗く容易に切り削ることができたので、途中で作業を止め時間をかけて掘削する必要はなかつたからである。

目立つのは、深さ3m~7mに達する立坑でも直径はわずか80cm~90cmしかなく、ある立坑では70cmにも満たなかつた。深さ約5mに位置するフリントの堆積層では、たいてい横方向に腕の長さほど立坑が拡張されていた。拡張されたさまざまな形の立坑で、上層の淡水モラッセの砂層には採掘時の痕跡が壁面にはっきりと認められた。こうした観察の根拠は、縦方向の浸食のスジがわずかの深さで壁にみられることである。それは立坑の口が開かれた状態のもとで激しい雨が降ったことに起因するものだ。だからモラッセの部分に何らかの建物の痕跡の証拠が認められないのも不思議ではない。アルトアーベンスの礫層とモラッセの砂層について、原料素材としての安定性を精査する必要があつた。そのために、1m ×



図5 淡水モラッセの砂に掘削された立坑には充填物がくっきりと見える。

1m 四方の大きな調査ピットを開けて、アルトアーベンス礫層中の砂層の安定性を「立坑と類似の条件のもと」に、3か月間埋めずに観察しテストした。その結果テストピットの壁は極端な気候条件下にもかかわらず破壊されることなく、驚くべきことにまったく変形しないことをしめしたのであった。砂礫についてでさえ、従来からの予想に反して、さまざまな気候条件にも非常にしっかりした状態を保っていた。

立坑 No.92の壁の端で新石器時代の加工痕の詳細がはじめて認められ、その痕跡から計測できたスコップ状の採掘具の幅は20cmだった。こうした掘削の痕跡はもっぱら上部の淡水モラッセ層にだけ認められた。2005年と2006年の発掘では、初めて上部まで覆われている立坑の遺構が明らかとなった。このような例外的な場合でなければさらに下の珪質頁岩部分を確認するためにマルム期の石灰岩を掘り抜いてみることはなかっただろう。

### 廃土—新石器時代の環境変化の結果か？

発掘調査では、腐植土の直下に新石器時代の採掘者たちの活動によって掘りあげられた覆土層、いわゆる「廃土」の面にでくわす。こうした廃土は50cm～60cmの厚さで、主として砂とアルトアーベンス礫層の礫からなり、角岩の破片と微細片を含んでいる。いくつもの立坑は、

地下採掘の過程で生じた新旧の立坑を覆う廃土を貫いていた。

腐植土の下にある廃土のような覆土の形成と変容に関する多くの問いには、昔からいくつもの答えが可能であったろう。そこで、土壌学、堆積学の調査がレーゲンスブルク大学のJ.フェルカーとM.レオポルドによって実施された。その結果、新石器時代の地表面は今日の腐植土層の上部付近と一致していたと判断されたが、新石器時代以降の耕作と林業によって、当時の地表層はすでに削平されたことがわかった。

発掘調査区内の北側、ケルン大学が担当した発掘作業は、いままで十分な調査がおこなわれてこなかった廃土の構造に注意が注がれた。10m×10mの調査区の覆土は手掘りで掘削し、珪質頁岩の面まで詳細に調べたのである。G.ロートはケルン大学へ提出する博士論文に関連する調査として経済史的な背景をあきらかにすべくこの遺跡を研究した。例えば、採掘が個別化した専門的な活

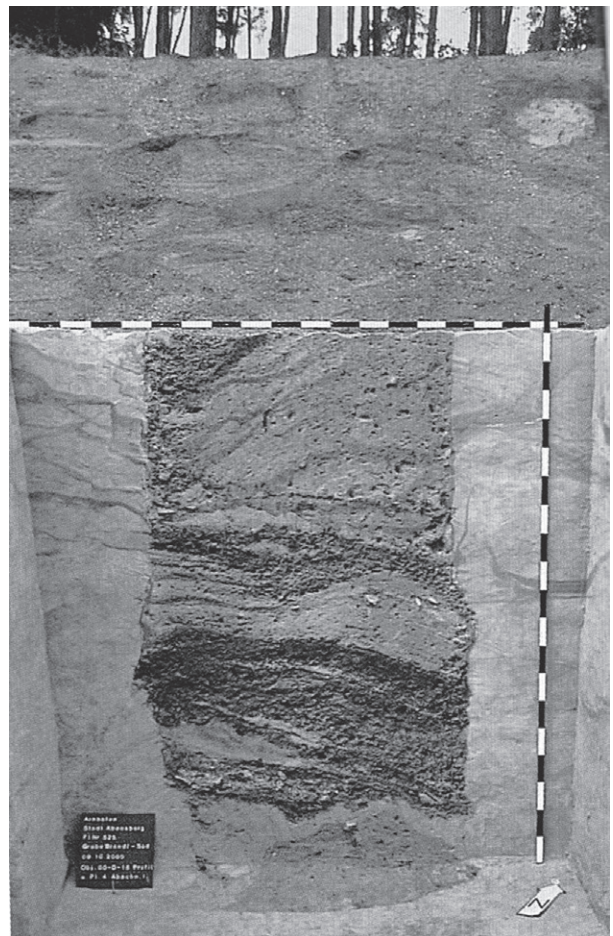


図6 立坑の底はマルム石灰岩まで深く延び、深さ3m～6mに達する。



動だったのか、またそうした生業形態の解体、居住集落での加工作業、原料素材の交換と製品の関係などの問題についてである。

### シカの角製ピッケル

フリントをどんな物で掘ったのだろうか。注目すべきことであるが、アルンホーフェンでは採掘とフリント製石器の加工に関する道具について記載できるような状態ではほとんどない。立坑を充填している堆積物の中からは、いままでの全ての発掘調査においても二次加工を施した石器はなに一つ発見されていない。ただ、若干の残核、石刃、剥片があるだけだ。廃土からは敲き石でもなく骨器でもないが、わずかに部分的に枝角を人為的に切断したシカの角の断片がある。少なくともそのうちのあるものは採掘に供されたものであろう。

2001年には多くの地点で腐植土の直下からフリントの剥片とチップの集中個所が明らかになった。採掘された素材の質をここで点検したのか、あるいは後の使用のために採掘の現場で加工の準備をしたのだろうか。こうし

た遺物の詳細な評価は、ここが石材を打ち割る初期の段階の場であったのか、それとも廃土の地形が生成される際に石の集中個所が形成されたのか、それ次第で道具に仕上げるための素材の適性について大きな意味をしめすことになるのである。剥離作業のこととならんで、採掘現場で発見されたわずかの角岩加工の遺物についての問題がある。つまり固い石に対する剥離技法についてである。それは削剥された状態になっていた廃土の表面で出土した9cm×5cmの卵形の大きな礫のことで、これはハンマーストーンに転用されたと思われる。

### ヨーロッパ最大で最古の採掘場

磁気探査と遺跡地の地表の悉皆的な巡回調査によって、採掘遺構のさらなる広がりについて新たな知見もたらされた。ミュンヘンにあるバイエルン州立記念物保護局のJ.ファースビンダーが2001年と2002年に実施した機械探査で、主要道16号線の西側で興味ある調査結果が得られた。調査した場所は、航空写真で場所をつきとめた立坑の一部分の近くで、西側に続くエリアにあた

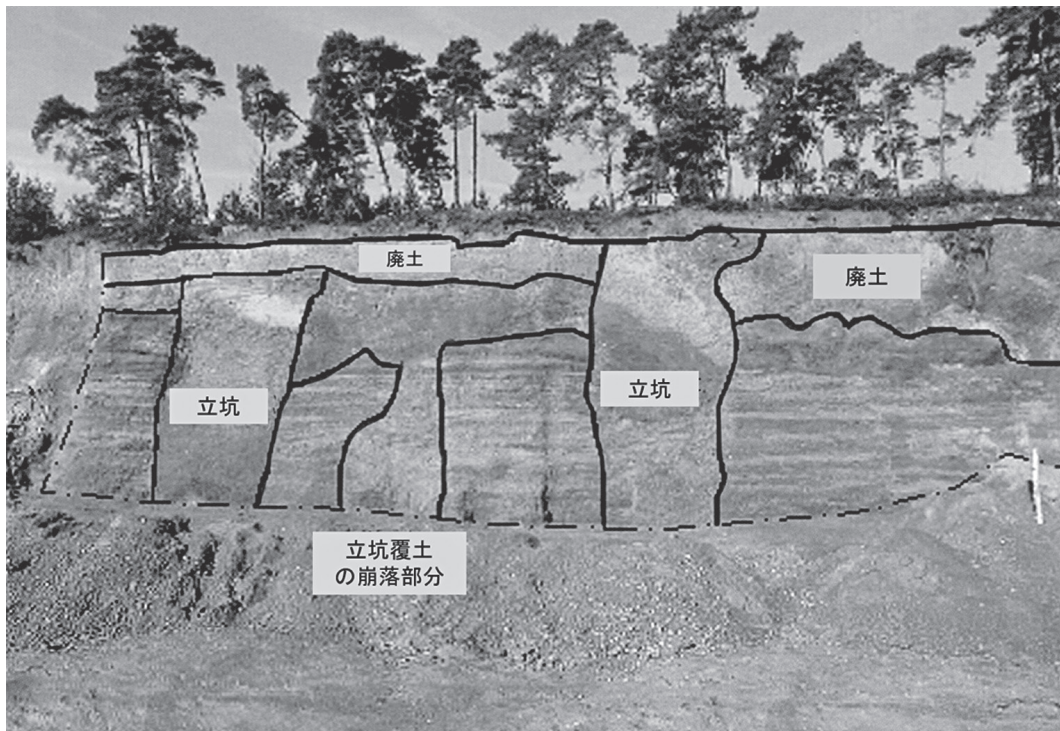


図7 ブランドルの砂利採掘場の断面。2001年に削剥されて偶然現れた2つの立坑の断面と新石器時代の採掘による廃土層。左の立坑の上面は廃土に覆われている。



図8 2005年のアーベンスベルクーアルンホーフエンの発掘。明るく白いモラッセ砂層中に黒ずんだ充填物が立坑を埋め、遺構の密集状態がきわだって見える。

る。浅く小規模で立掘りの新石器時代の掘削工法による採掘坑の広がりについては、西の分布域をあらかじめ突きとめたと思っていたのであるが、その場所を A. ビンシュタイナーと K. エルンストソンの援助のもとに、ハンマーブロー屈折振動法で調査した。ビンシュタイナーとエルンストソンの理解によれば、マルム石灰岩の浸水部分、地表下の深さ約8mの等深線にそって新石器時代の人びとの採掘限界ラインがあるらしいとのことだった。それは「石器時代の採掘者たちの技術的達成の限界」のためだっただろう。ファースビンダーによる磁気探査は調査された立坑の西側部分全体がさらに広がることをしめしていた。航空写真によって遺構であると判定した指標がうまくいかず誤りであることが分かった。採掘地区の西方への拡大の規模の判断がビンシュタイナーによって修正された。発掘地区の広がりは今まで考えられてきたよりもはるかに大規模であることがわかった。

採掘地では考古学的な遺物が乏しく、立坑の充填物のなかにふくまれる炭化物の放射性炭素の年代測定が唯一年代を知る助けとなる。1980年代の発掘とは対照的にここでは多くの木炭片が発見され、集落における耕作地の

焼き払いによるものかもしれないと推定されたが証明されていない。立坑の充填物から得られた膨大な数の木炭片の試料は、発掘区が限定されているものの驚くほど広く分布している。ケルン大学の B. ヴェーニンガーの放射性炭素年代測定によると、最古の線帯紋土器（紀元前約5650年）から新石器時代後期の開始期のミュンヒスヘーフェン・グループ（紀元前約4250年）の間にまたがっている。今まで報告された10近くの測定値は新石器時代の中期（紀元前4900-4300年）にあてはまる。

### 新石器時代農耕民の副次的生業

石器時代における採掘の組織は採掘に従事した人々の社会と経済のシステムにヒントをあたえる。そこではコンピュータを用いた研究が新しい道を開いた。ケルン大学考古学研究所と共同でこの方法がドイツ語圏ではじめて採掘活動という対象に応用された。アーベンスベルクーアルンホーフエンの採掘に関するデジタル化計画で G.I.S. ソフトを使ってどのような結果が引き出せるか分析がおこなわれた。数学モデルを使って、立坑の一群の成立を組み立てたのである。採掘坑内部の活動を数週間



図9 アルンホーフエンで2001年に調査された採掘坑の全体図。新石器時代の立坑で同時期に採掘されたと考えられるものは黒い線で結んでいる。(© & © Georg.Roth.2007)



とみて、掘りあげ、その後はただちに埋め戻すと仮定するのである。立坑のグループは例外的には多少おおい場合があっても基本は少なくとも3基とし、図上で3基の立坑を黒い線で結ぶ。このような前提で作業するとその結果は、フルタイムの専業で採掘に従事する人びとは存在せず、新石器時代の小規模な農耕集団が繁忙期以外に採掘に従事したと理解できるのである。廃土中の遺物の平面的な分布の結果は、G.I.S.による分析によって解明が促進された。密集したフリント製の遺物は明らかに立坑の開口部付近に集まっており、いずれにせよ帰属すると思われる立坑にそれを示すことができる（赤い丸で示す）<sup>4)</sup>。立坑のセットでしめす採掘の単位の問題と遺物の分布に関する G.I.S. 分析の結果は相互にその方法を支持し、ドイツにおける鉱山考古学に正確なフィールド統計的手法の適用を促進させた。

## 石器の自給

角岩の破断片はどのような形態で広く供されたのであろうか。原石の形でか、石核あるいは完成された形態においてであろうか。石核を整え、石刃を製作するときには多数の剥片やチップが生ずる。この石刃は目的とする生産物であった。石刃は必要に応じて多様な石器に変形することができた。剥片石器は短時間のうちに使えなく

なって取り換えや付け替えしなくなると。住居跡を発掘するとさまざまな製作中の石器の破片、使用によって損耗した石器、使い尽くされて残核となった石核などが出土する。そこで、どんな形の角岩が住居のなかでみられ、そこで製作されたのが住居における石材の持ち分の違いをしめすのである。

こうした石器の組成のありかたの事例はヘッセン州南部のラインハイムの近くにある集落（紀元前約4800年）で見ることができる。ここではアルンホーフェンの石材が全体で241点集められていた。最も多いのが剥片で36.1%で、また完成された石器は少ないが石刃から作られたものが主である。原石素材または石核の調整や剥離の作業はこの住居の前面でおこなわれたのである。これは同じようにニーダーバイエルンやボヘミアで出土する石器のありかたからも明らかにされることで、偶然ではない。この時期の著名な多くの集落の住居には石のチップがともなっている。新石器時代の最初の1000年間くらいの間は、石製道具の手工業的の専門化はありえないことであった。專業的「石器製作工房」は存在せず、農耕民の男女が角岩の交換を自分たちのための需要に応じておこない、石器の製作をおこなっていたのであった。

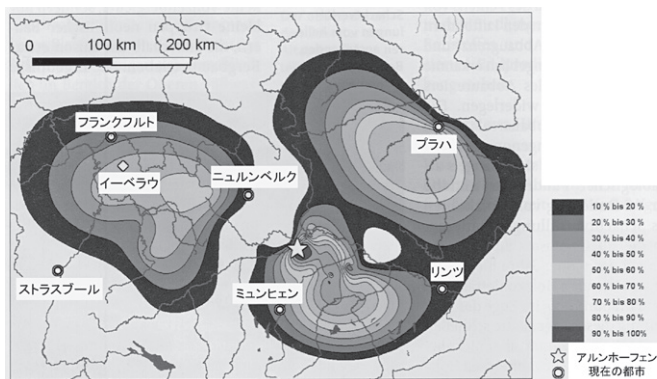


図10 アルンホーフェンのフリントはヘッセン州南部、ボヘミア、オーストリアまでいきわたっている。

この図は新石器時代中期（紀元前約4950年～紀元前約4700年）の集落におけるフリントの量的関係をしめす。(© & © Georg.Roth.2007)

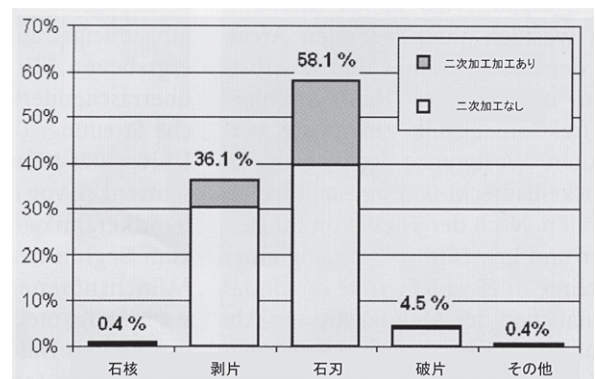


図11 特にドイツ中部の州ヘッセンの新石器時代集落に搬入されたアルンホーフェンのフリント。

ヘッセン州全体の集落遺跡における形態学的に明らかな241点の石器の分布から逆に推定するならば、完成された石器はほとんどなく、採掘の場で加工されずに搬入された素材形態のままか、あるいは石核をつくるために荒削りしたと思われる石器があるだけである。(© & © Georg.Roth.2007)



## 中部ヨーロッパ全域へのフリントの供給

石器素材の拡散と分布は、採掘技術と原石素材の加工技術との関係で先史時代における鉱山採掘研究の第3番目の重点を形成する。割り当てられた量、場合によっては一定の規則にしたがって示される素材の分布の範囲は、専門化した商人の活動の結果を示すのか、あるいはよく知られているように民族誌例にある対象物資の順送りの流れの結果なのであろうか。その分布の結果は、新石器時代の集落においてつきとめることができる。数理統計による分布量の算出は等値線カード (Isolinien-Karte) を使うことで可能である。それはどの地域でどのくらいの量が認められるのかという関係で示すことができるのである。

新石器時代の中期初頭 (紀元前約4950年～紀元前約4700年) になると、アルンホーフエンの角岩は周辺地域だけでなく中部ヨーロッパの南部にまで供給域が広がる。供給の量や、また保有の増加や減少についての特有な様態は、この時期の石材の消費者たちによるアルンホーフエンへの石材獲得のための移動の旅程を証明するのである。交易という仕方による交換は、職業的な専門の商人によって担われたのではなかった。もっと正確にいうならば、民族誌例でよく知られているように、小規模集団が原産地におもむき、そこで素材を手に入れて持ち出し、途中でかなりの部分を素材のコストを上昇させるような仕方をとりながら帰路につくという現象を考えなければならないのである。

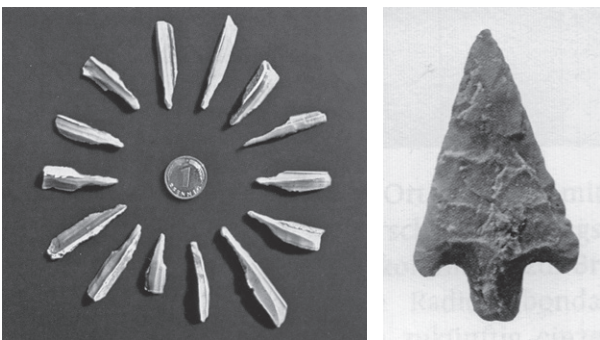


図12 錐器と石鎌。

アルンホーフエンのフリントは加工しやすい素材であったので新石器時代の石器に好んで使われた。

## 訳註

- 1) この文頭の部分は掲載誌の編集部が刊行時2007年につけた前文である。そのため、冒頭にある「20年以上まえ」は、今から「35年以上まえ」のことになる。
- 2) 角岩 (Hornstein) は石灰岩中に層状～団塊状を成す珪質岩で、フリント (Feuerstein, Silex) とほとんど同義である (端山1996)。
- 3) モラッセ (Molasse)。もとはスイス西部で水車小屋の石臼をつくる素材の砂岩のことであった (ラテン語の molere = 製粉する / 挽く / 碾き臼にかける)。こんにち概念としては、浅海から陸成層にいたる種々の環境下で形成された堆積物の岩相に対する記載用語で、山岳の前面地の碎屑状の堆積物を意味するものとして広く使われている (Veit 2002; 磯見・公文1996)。
- 4) 本訳稿はモノクロームで印刷されているので赤丸の表示はできない。図9の黒い線で結んだ3基の立坑の部分に○印を打ってあるが、それが元の図では赤丸で示されている。調査区2から11と記してある部分では赤丸が2重、3重になっているところが多い。

## 訳者あとがき

本訳文は冒頭に記したように雑誌『ドイツの考古学』2007年4号に掲載された新石器時代のフリント採掘の紹介である。この雑誌は学会誌ではないが、ドイツ連邦共和国の邦考古学者連盟によって編集され、専門家から一般の読者層にも広く読まれていて、考古学関係の書籍出版の大手であるコンラート・タイス出版社から刊行されている。刊行年は少々古いが、信州における縄文時代の黒曜石採掘にかかわる現象の理解に比較の観点から参考になると判断し訳出を試みた。

本稿との関係で採掘坑の地下構造のレーダー探査で参考になるのは、Welc, F., Mieszkowski, R., Conyers, L. B., Budziszewski, J., Jedynek, A. 2016 Reading of ground-penetrating radar (GPR) images of prehistoric flint mine; Case study from Krzemionki Opatowskie archaeological site in Central Poland. *Studia Quaternaria*, Vol.33, No.2: 117-130であろう。また先史時代のヨーロッパにおけるフリント採掘に関する書籍や論文は膨大にあるが、採掘方法の多様な姿の概要を知るには、Allard, P., Bostyn, F., Giligny, F., Lech, J.(eds) 2008 *Flint Mining in Prehistoric Europe*. BAR International

Series 1891が便利である。ブリテン島を中心にヨーロッパ全域にも目を配って新石器時代から鉄器時代まで概観したものには Shepherd, R. 1980 *Prehistoric Mining and Allied Industries*. Academic Press, London がある。

訳出にあたり、許可をいただいた雑誌の出版元にまずお礼を申し述べたい。『ドイツの考古学』*Archäologie in Deutschland* の編集者の Annine Fuchs 氏には翻訳許可に関わる事務上の手続きでお世話になった。あわせてお礼を申し上げる。また、掲載誌の本文の許可とは別に写真と図版の使用許可も別途必要との指示があった。写真の許可をいただいた Klaus Leitdorf 氏とケールハイム考古学の Joachim Zuber 博士、図版の許可をいただいた2人の著者、景観協会ウエストファリアーリッペ

の Michael M. Rind 教授と、ベルリン自由大学の Georg Roth 博士に謝意を表する次第である。Roth 博士には許可の件とは別に、参考になる論文の教示と、訳者にとって不明であった先史時代の採掘に関わる特殊な用語についてご教示いただいた。この点も感謝申し上げたい。

#### 引用文献

- 端山好和 1996「角岩」『新版地学事典』平凡社  
磯見博・公文富士夫 1996「モラッセ」『新版地学事典』平凡社  
Veit, H. 2002 *Die Alpen: Geoökologie und Landschaftsentwicklung*. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart.