

下呂石の石質分類からみた原産地の産状と全岩化学組成

平井義敏・隅田祥光

資源環境と人類 第13号 113-122頁 2023年3月

Natural Resource Environment and Humans

No. 13. pp. 113-122. March 2023

下呂石の石質分類からみた原産地の産状と全岩化学組成

平井義敏^{1・2*}・隅田祥光³

要 旨

下呂石は岐阜県下呂市にある湯ヶ峰を原産地とし、旧石器から弥生時代にかけて中部地方を中心に利用された石器石材である。これまでの研究で下呂石には複数の石質があることが指摘されており、執筆者の一人である平井は実体顕微鏡の観察から下呂石を4つの類型に分けた。また複数の研究者によって蛍光X線分析も行なわれており、その化学組成は概ね一致した結果が得られている。しかし湯ヶ峰全体を対象としたまとまった試料に基づいた化学分析は行なわれておらず、また下呂石の石質と化学組成の関係についても明確にされていない。そこで筆者らは、湯ヶ峰全体を調査対象として採集した14地点25試料の石質分類と波長分散型蛍光X線分析(WDXRF)による全岩化学組成分析(定量分析)を行ない、石質ごとに化学組成に差がないのかを調べた。また平井の石質分類で用いた試料の岩石薄片を作成し、各類型の斑晶(特に斜長石と黒雲母)の大きさ(面積)も計測した。その結果、石質では類型ごとに斑晶の大きさに違いが認められ、斑晶の大きさが分類のための定量的な基準となる見通しを立てることができた。さらにWDXRFの分析では、下呂石が石質の多様性を超えて極めて均一な化学組成を持った岩石であることがわかった。このような均一性高い化学組成からは、下呂石が単体の火山活動によって形成された岩石であること、また石質の多様性はマグマ噴出後の冷却過程や環境の違いによって生じた可能性があることが示唆された。

キーワード：下呂石、石質分類、岩石薄片、WDXRF、全岩化学組成

1. はじめに

下呂石とは、岐阜県下呂市にある湯ヶ峰(標高1067m)から産する石器の石材で、岩石名は「ガラス質黒雲母流紋岩」とされている(岩田1995)。中部地方を中心に旧石器時代から弥生時代まで利用されており、これまでの研究で遠方では新潟県や千葉県まで移動していることが分かっている(岩田2012)。下呂石はその名称が提唱された当初から「緻密で黒色の強いもの」、「縞模様が明らかなもの」、「原石は円形をしていて黒色がやや弱いもの」等の複数の石質があることが指摘されている(岩田1980;石原1981)。このような石質の違いについてその後も、原産地を流れる谷ごとに石質が異なるという

指摘(齊藤1993)や、原産地遺跡から出土した石器群の技術や器種によって使われている石質の違いがあるといった指摘(後藤2002)がある¹⁾。これらの指摘は、本格的な石器研究への応用にまで至らなかったが、石質分類の重要性を予想させるものであった。

近年改めて下呂石の細分が試みられており、村瀬らによって比重を使った細分とそれに基づく原産地利用の时期的な変化について言及されている(村瀬ほか2021;村瀬2022)。執筆者の一人である平井も主に実体顕微鏡の観察と色調、斑晶の大きさ、流理構造などの属性分析から、下呂石を4つの石質に分類している(平井2021:図1)。一方、杉原編(2014)による日本列島全体の黒曜石の総論では、下呂石は「微晶質流紋岩」とされ黒曜石²⁾の範疇として定量分析値が公表されている(杉原編2014)。

1 明治大学黒曜石研究センター 〒386-0601 長野県小県郡長和町大門3670-8

2 みよし市教育委員会 〒470-0224 愛知県みよし市三好町陣取山44-1

3 長崎大学教育部地学教室 〒852-8521 長崎県長崎市文教町1-14

* 責任著者：平井義敏 (hirai44104@gmail.com)

も用いて石質を踏まえた露頭の産状および石質と化学組成との関連について予察する。

	特 徴	斜長石 (中央値 μm^2) (四分位範囲)	黒雲母 (中央値 μm^2) (四分位範囲)
I 型  試料 No. 5	<ul style="list-style-type: none"> 新鮮面は黒味があり、ガラス光沢をもつ。 基質はガラス質。 表層クラック、滑面、すじ雲状流理が特徴的にみられる。 観察できる斑晶の大半は微細な長石類。また流理内では、自形の黒雲母が多く観察できる。 	小さい (341. 3) (213. 6)	大きい (1236. 0) (1138. 9)
II 型  試料 No. 24	<ul style="list-style-type: none"> 新鮮面は黒味が強く脂光沢をもつ。 ガラス質。 帯状流理が少ないか非常に薄く、風化しないと流理が観察できないものが多い。 主に流理と流理の間に挟まれた黒色部分の石質。 	小さい (385. 5) (195. 6)	小さい (898. 9) (668. 7)
III 型  試料 No. 10	<ul style="list-style-type: none"> キラキラと光る長石類が目立つ。 表面にざらつきがあり、新鮮面でも黒味が弱い。 帯状流理を多く含む。 個体によっては全体が流理部分のみからなるものもある。 	大きい (421. 1) (184. 9)	小さい (932. 7) (834. 6)
IV 型  試料 No. 1	<ul style="list-style-type: none"> 粗粒な長石類多く含む。表面がざらつく。 新鮮面でも黒味が弱いものが多い。 中には黒味が特に弱く、新鮮面で黒雲母が観察できるものもある。 表面が亜角礫から亜円礫状を呈するものが多く、線状流理をもつ。 	大きい (603. 6) (414. 0)	大きい (1321. 1) (1856. 7)

図1 下呂石の分類

この分析では、乗政川の採集試料が用いられている。また南山大学による湯ヶ峰の調査では、上下2カ所の下呂石露頭のWDXRFによる定量分析が行なわれ、杉原編の公表値と大きく変わらないとしている(村瀬ほか2021)。さらに執筆者の一人である隅田らは、黒耀石研究センター設置のWDXRFを用い乗政川の下呂石の定量分析を行ない(隅田・池谷2021)、先行分析と概ね一致する結果を得ている。

このように下呂石には複数の石質があることが指摘され、また化学組成に大きな差はないことが示されている。しかし、湯ヶ峰全体を対象とするようなまとまった形の化学分析は行われていない。また下呂石の石質差を考慮した上での化学分析も行われていない。そこで本稿では、現在までに行なった湯ヶ峰の調査で得た下呂石露頭を中心とする14地点25試料を用いてWDXRFによる定量分析を行ない、化学組成に差がないのかを改めて検討する。また石質分類については、平井の4分類(平井2021)を用いる。現在、各類型の岩石薄片の作成と偏光顕微鏡での観察を進めており、本稿ではその成果の一部

2. 下呂石の石質分類と原産地の産状

2-1 下呂石の石質と斑晶の大きさ

平井(2021)で、下呂石をI~IVの4つの型に分類した(図1)。その際、分類基準となる複数の属性を提示したが、本稿では特に斑晶の大きさ(面積)について岩石薄片の観察から改めて検討する。

2-1-1 斑晶の計測方法

下呂石の主な斑晶鉱物である斜長石と黒雲母の面積を計測するため、岩石薄片を作成し偏光顕微鏡での観察を行なった。薄片は平井(2021)で取り上げた試料から14点を選び、1試料につき流理方向に対して直行する方向(逆目)と平行する方向(順目)の2枚の薄片を作成し、前者を斜長石、後者を黒雲母の観察に使用した。偏光顕微鏡に設置したデジタルカメラで撮影した画像から、Adobe Photoshop 2022の計測機能を使って斑晶の面積を大きいものから50点抽出し計測した。なお本稿では紙面の都合から、作成・観察した薄片の内、各類型を代表する以下の4点の結果を示す。

試料 No.5(以下、試5)はGPS Point 3094(図5・6)の斜面下方で採集した試料であり、I型に分類される。試料 No.24(以下、試24)はGPS Point 3088で採集した試料であり、II型に分類される。試料 No.10(以下、試10)はGPS Point 3089の直下で採集した試料であり、III型に分類される。試料 No.1(以下、試1)はGPS Point 3082の斜面下方で採集した試料であり、IV型に分類される。

2-1-2 斜長石

ヒストグラム(図2)をみると全ての試料が正規分布を示していないこと、また箱ひげ図(図4)をみると外

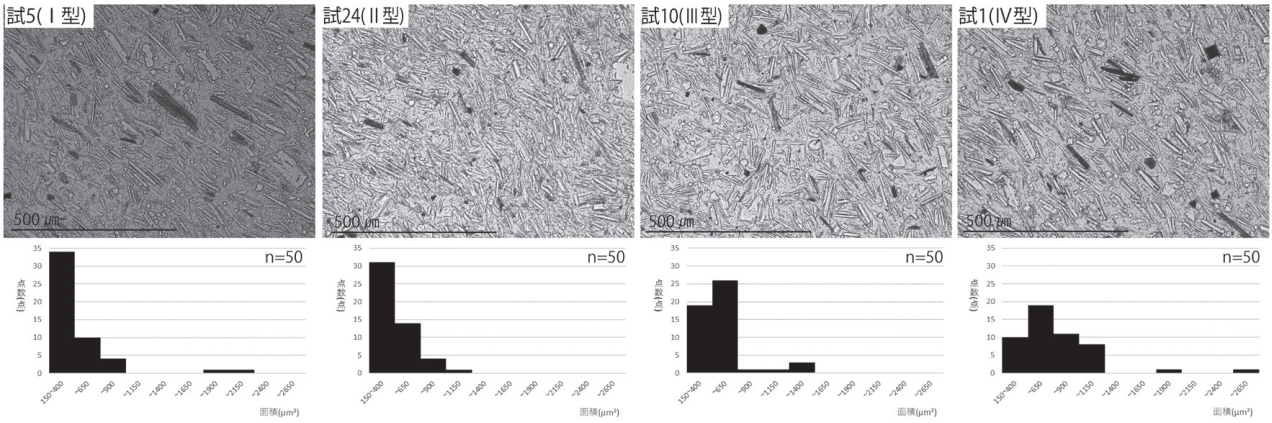


図2 類型別の偏光顕微鏡写真(逆目)と斜長石の面積のヒストグラム

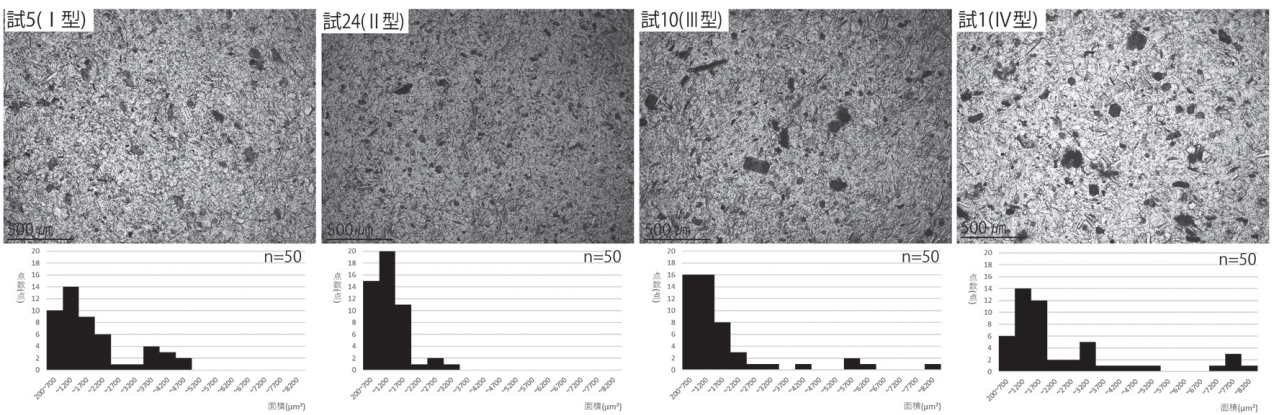


図3 類型別の偏光顕微鏡写真(順目)と黒雲母の面積のヒストグラム

表1 斜長石の面積の基礎統計量

分類\代表値	平均値	中央値	最頻値	最大値	最小値	範囲	分散	標準偏差	四分位範囲
試5 (I型)	435.1	341.3	275.0	2104.2	165.4	1938.8	125404.7	354.1	213.6
試24 (II型)	414.9	385.5	275.0	1053.6	175.1	878.5	34785.0	186.5	195.6
試10 (III型)	479.6	421.1	525.0	1217.6	158.5	1059.2	53414.1	231.1	184.9
試1 (IV型)	689.2	603.6	525.0	2621.1	231.1	2390.0	162260.6	402.8	414.0

最頻値は度数の最も多い区間の中心値を記載, n = 50, 単位 = μm^2

表2 黒雲母の面積の基礎統計量

分類\代表値	平均値	中央値	最頻値	最大値	最小値	範囲	分散	標準偏差	四分位範囲
試5 (I型)	1669.2	1236.0	950.0	4673.5	412.4	4261.1	1450895.7	1204.5	1138.9
試24 (II型)	1008.4	898.9	950.0	3126.6	281.5	2845.1	307282.2	554.3	668.7
試10 (III型)	1512.2	932.7	950.0	8061.9	338.2	7723.7	2537726.1	1593.0	834.6
試1 (IV型)	2206.6	1321.1	950.0	7902.6	421.1	7481.5	4168601.6	2041.7	1856.7

最頻値は度数の最も多い区間の中心値を記載, n = 50, 単位 = μm^2

れ値が多くみられることから, ここでは基礎統計量のうち主に中央値と四分位範囲を用いてに各試料を比較する.

中央値をみると試5 (I型) が $341.3\mu\text{m}^2$, 試24 (II型) が $385.5\mu\text{m}^2$ なのに対し, 試10 (III型) が $421.1\mu\text{m}^2$, 試1 (IV型) が $603.6\mu\text{m}^2$ と値が大きい (表1). ヒストグラムか

らも試5・24 (I・II型) の最頻値が最も面積の小さい区間 (中心値 $275\mu\text{m}^2$) なのに対し, 試10 (III型)・試1 (IV型) の最頻値はより値の大きい区間 (中心値 $525\mu\text{m}^2$) に分布している. 特に試1 (IV型) は中央値も四分位範囲も突出して大きい. 以上から斜長石は試5・24 (I・

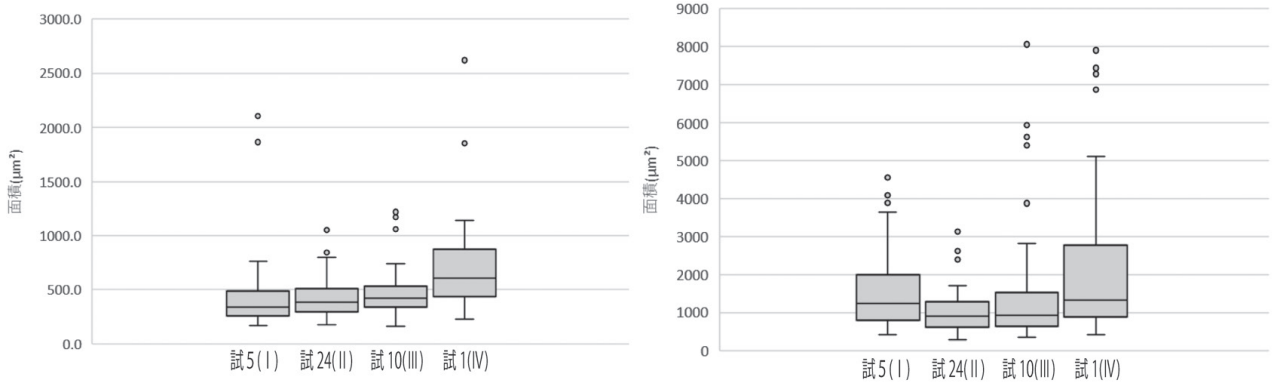


図4 類型別斜長石（上）と黒雲母（下）の面積の箱ひげ図

II型) → 試10(III型) → 試1(IV型)の順に斑晶が大き
いことが分かる。

2-1-3 黒雲母

斜長石同様、中央値と四分位範囲を用いてに各資料を比較すると、中央値は試24(II型)が $898.9\mu\text{m}^2$ 、試10(III型)が $932.7\mu\text{m}^2$ なのに対し、試5(I型)が $1236.0\mu\text{m}^2$ 、試1(IV型)が $1321.1\mu\text{m}^2$ と値が大きい(表2)。ヒストグラムをみると(図3)最頻値は変わらないが、試24(II型) → 試10(III型) → 試5(I型) → 試1(IV型)の順により面積の大きい区間に度数が分布しており、四分位範囲も同じ順序で値が大きくなる。以上から黒雲母は、試24(II型) → 試10(III型) → 試5(I型) → 試1(IV型)の順に斑晶が大き
いことが分かる。

2-1-4 小結

斜長石と黒雲母の斑晶の大きさを、類型ごとにまとめると図1の左のようになる。これをみると、実体顕微鏡で斑晶を観察して得た傾向とよく一致していることが分かる。I・II型はガラス質な外観の通り、斑晶の大半を占める斜長石は小さいものが多い。特にII型は黒雲母も小さく、4類型の中で最も良質な石材といえる。また実体顕微鏡の観察でも指摘できた通り、I型の黒雲母が大きい傾向にあることが岩石薄片からも確認できた。III型はI・II型に比べると斜長石がやや大きい、黒雲母はII型同様小さい。IV型は斜長石・黒雲母とも他のどの類型よりも大きく、斑晶質であることが特徴である。

2-2 原産地の産状と石質

2022年4～5月にかけて湯ヶ峰の調査を行なった。主な調査対象を岩田(1995)に記されている下呂石露頭および散布地としたが、今回の調査で新たに発見したポイントもある。試料採集ポイントを発見したら、まず国土地理院の電子地形図で場所を確認・記録し、WDXRF用のサンプルとして1つのポイントから拳大以上の礫を3点以上採集した。以下、調査したポイントのうちGPS Point 3082～3095の14ヵ所について、下呂石の産状と石質を記載する。

2-2-1 標高1000前後の露頭および散布地(図5・6)

GPS Point 3082(標高1052m)は、湯ヶ峰山頂付近の西側斜面にあたる。下呂石は、大きいもので $30\times 30\text{cm}$ 以上の垂角礫から垂円礫を呈する。ブロック状の礫がある程度まとまった状態で地表面に露出しているため、露頭と思われる。ブロック状を呈するのは、溶岩が自破碎したためと考えられる。斜面下方には崩落した下呂石が散布しており、試1はこの散布地で採集したものである。

GPS Point 3083(標高986m)は湯ヶ峰山頂の東側斜面で、登山道(北口)から湯の平に至る林道の途中にある露頭である。次のGPS Point 3084とは山頂を挟んでちょうど反対側に位置する。自破碎してブロック状となった長径 $15\sim 20\text{cm}$ 前後の垂角礫や垂円礫が、まとまって土層中に包含されている。

GPS Point 3084(標高988m)は山頂直下東側の崩落地北側縁のポイントである。大きいもので長径 $15\sim 20\text{cm}$

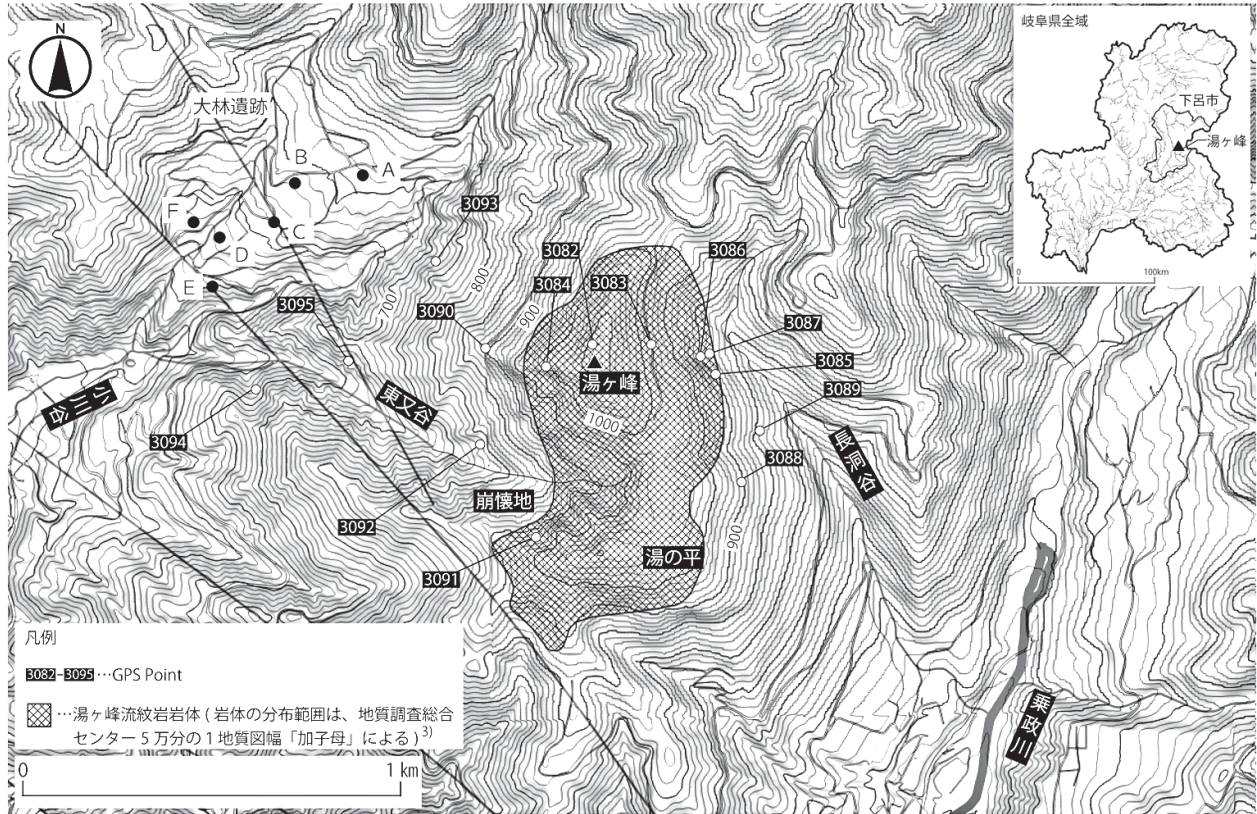


図5 下呂石の試料採集地点と周辺地形図
(地形図は地理院タイル(標高タイル)を「Web等高線メーカー」サイトで図化したものに加筆)

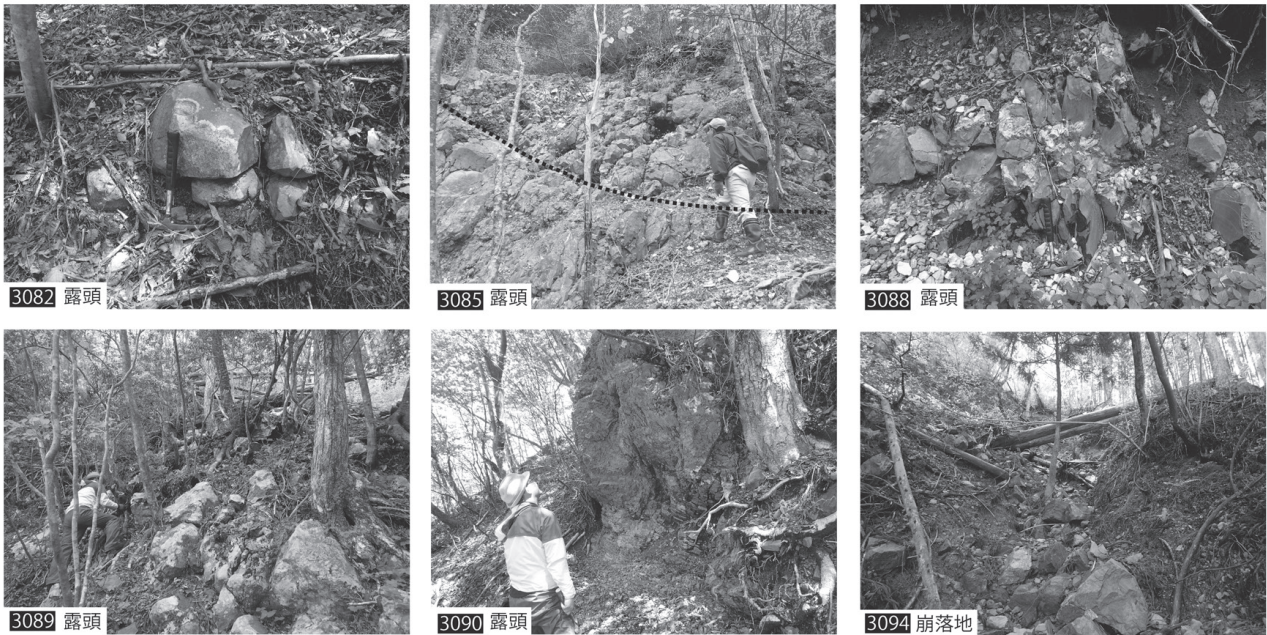


図6 下呂石の試料採集地点の状況写真

前後の亜角礫や亜円礫の下呂石が土中に埋没している。
8032・8033に比べると礫の集中度が低いため、二次堆積の可能性もある。3082～3084の下呂石はどれも試1と同じ斑晶質で、線状流理をもち亜円礫状のものを含むこと

からIV型の石質である。

2-2-2 標高900m前後の露頭および散布地(図5・6)
GPS Point 3085(標高897m)は、湯ヶ峰東側斜面の長

洞谷最上流部にある露頭である。露頭上部（図6，3085露頭の破線より上部）では露頭がブロック状に破碎されているのに比べ、露頭下部（図6，3085露頭の破線より下部）では縦方向の破碎が目立つ。これは上部の露頭が柱状節理に加え流理構造も発達しているのに対し、下部の露頭は流理が少なく柱状節理（写真の縦方向）で破碎されているためと考えられる。流理の多い上部露頭はⅢ型、流理の少ない下部露頭はⅡ型が多い。

GPS Point 3086（標高910m）は、3085から北側へ66m離れたポイントにある露頭である。3085のような明確な層位の境界は認められないが、露頭の上方に流理の少ない柱状の岩塊が目立つのに対し、露頭の下方に流理の発達したブロック状の岩塊が多い。露頭上方がⅡ型、下方がⅢ型。

GPS Point 3087（標高888m）は、3086から斜面を約20m下った下位の露頭である。凝灰質な層中に自破碎した20～10cm前後の垂円礫状の礫が包含されている。多くが帯状の流理をもつⅢ型である。

GPS Point 3088（標高901m）は、3085から南へ290m離れた林道沿いの露頭である。3085の露頭下部、3086の露頭上部に類似しており、流理が少なく柱状の岩塊で漆黒色を呈したⅡ型である。試24はここから採集した。

GPS Point 3089（標高848m）は、3088と同じ林道沿いにある炭焼き窯跡の斜面上方に位置する露頭である。流理構造が発達しており、ブロック状の岩塊を呈することからⅢ型を主体とする露頭である。試10はこの露頭直下で採集した試料である。

GPS Point 3090（標高889m）は、「湯ヶ峰くずれ」（崩壊地）に続く林道の終着点にある露頭である。流理や節理が発達しているため、露頭をハンマーで打ち欠いても5～15cm程度の岩片しか採ることができない。帯状流理がみられることや、黒味が弱く新鮮面が粗い点からⅢ型に類似する。

GPS Point 3091は、崩壊地の南側端の標高908mに位置する。露頭は確認できていないが、崩れた凹地周辺に灰白色で長径5cm前後の垂円礫状を呈する下呂石礫が散布している。線状流理がみられ斑晶質な点からⅣ型に類似する。

2-2-3 標高700m前後の露頭および散布地（図5・6）

GPS Point 3092は崩壊地の谷底（東又谷）、標高783mに位置する散布地である。3091はこの地点の上方に位置する露頭であるが、採集したサンプルは3091のものよりも硬く緻密で、拳大以上の大きな垂角礫状を呈しているため、別の露頭があると考えられる。帯状流理がみられること、黒味が弱く斑晶質であることからⅢ型とする。

GPS Point 3093（標高719m）は湯ヶ峰の西側斜面に位置し、露頭としては最も標高の低い位置にある。帯状や線状の流理が発達しており、打ち割ると流理（節理）に沿ってバラバラと割れてしまうほど脆い。しかし流理のない部分は黒味が強く、Ⅱ型に類似する。

GPS Point 3094は崩壊地の南側端の標高625mにある崩れた凹地で、下呂石礫が多量に散布している。凹地の上方も調査したが、露頭を確認することはできなかった。当地点ではガラス質ですじ雲状の流理を特徴とするⅠ型が産するが、散布する礫の中にはⅢ型もみられる。試5はこの凹地の下方で採集した。

GPS Point 3095は、崩壊地北側端の標高669mにある崩れた凹地で、東又谷の中で最も大きな下呂石の垂角礫が、集中して散布している。凹地の上方の尾根まで調査したが、露頭は確認できなかった。しかし尾根上にも下呂石が散布していることから、尾根を形成する土中に多量の下呂石が包含されているものと思われる。線状流理がみられ、斑晶も大きいことからⅣ型に類似する。

2-2-4 小結

現地調査を踏まえ湯ヶ峰における各類型の分布をみると、まずⅠ型は現状では3094でしか確認できておらず、露頭も確認できない。極めて局所的に分布する石質で、二次堆積の可能性もある。Ⅱ型は主に標高900m前後の長洞谷側で産する石質であり、Ⅲ型は標高900m前後の長洞谷、小川谷側両方に分布している石質である。Ⅳ型は山頂に近い標高1000m前後に分布する石質で、900m前後に分布する3091や700m前後に分布する3095は山頂付近のⅣ型が二次堆積したものと考えられる。

3. 下呂石の全岩化学組成について

3-1 分析方法

本研究では25点の下呂石についての全岩化学組成分析を行った。石質別ではI型が1点、II型が4点（1点

の細かい節理が多いが良質な部分がII型に近いものを含む）、III型が12点、IV型が8点である。これらの分析は、隅田・角縁（2019）に従い長崎大学教育学部地学教室で希釈率5のガラスビードを作製したのち、隅田・池谷（2021）に基づいて明治大学黒耀石研究センター設置のWDXRF（Rigaku ZSX primus III+）を用いて実施した。分析元素は主要元素（Si, Ti, Al, Fe, Mn,

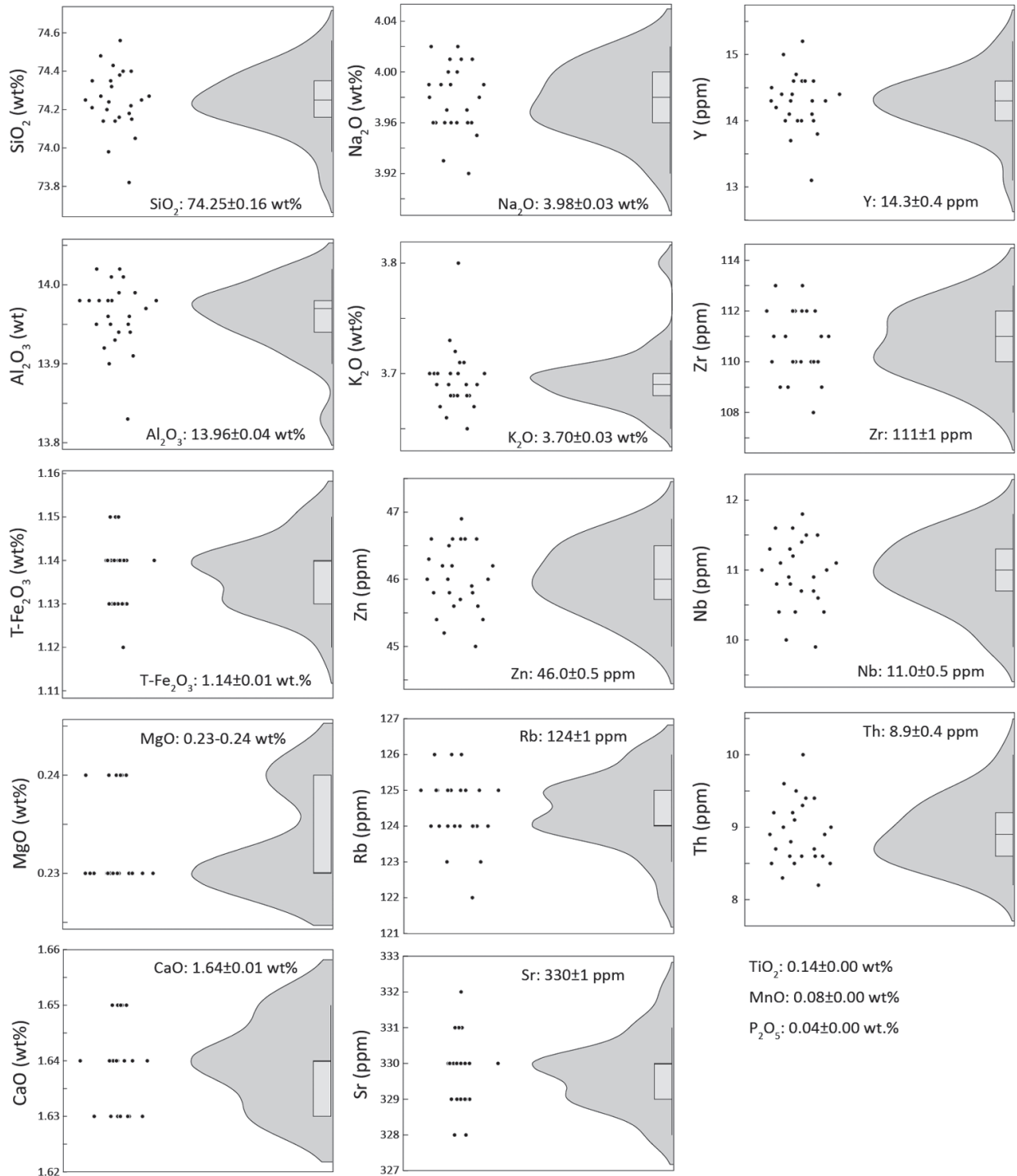


図7 下呂石の全岩化学組成のレインクラウドプロット（図中に各元素の平均値と誤差（ σ ）を示す）

表3 下呂石の全岩化学組成分析値

GPS	No.	類型	北緯 (度)	東経 (度)	SiO ₂ (wt%)	TiO ₂ (wt%)	Al ₂ O ₃ (wt%)	T-Fe ₂ O ₃ (wt%)	MnO (wt%)	MgO (wt%)	CaO (wt%)	Na ₂ O (wt%)	K ₂ O (wt%)	P ₂ O ₅ (wt%)	Zn (ppm)	Rb (ppm)	Sr (ppm)	Y (ppm)	Zr (ppm)	Nb (ppm)	Th (ppm)
3082	1	IV	35.8064	137.2806	74.2	0.14	13.99	1.14	0.08	0.23	1.64	4.01	3.68	0.04	45	123	330	14.6	112	10.9	8.5
3082	2	IV	35.8064	137.2806	74.14	0.14	13.98	1.13	0.08	0.23	1.65	3.92	3.69	0.04	45.4	124	330	14.3	111	11.0	8.5
3083	1	IV	35.8063	137.2823	74.16	0.14	13.98	1.13	0.08	0.24	1.63	3.96	3.69	0.04	46.0	124	330	14.3	111	11.5	8.7
3084	1	IV	35.8058	137.2791	74.27	0.14	13.96	1.14	0.08	0.24	1.64	4.02	3.70	0.04	46.0	124	330	14.4	110	11.0	8.8
3085	1	II	35.8055	137.2842	74.4	0.14	14.01	1.13	0.08	0.23	1.64	3.99	3.70	0.04	46.6	126	329	14.1	112	11.6	9.6
3085	2	III	35.8055	137.2842	74.15	0.14	13.91	1.14	0.08	0.23	1.63	3.93	3.80	0.04	45.8	124	330	14.0	108	10.7	9.4
3085	3	III	35.8055	137.2842	74.32	0.14	13.94	1.13	0.08	0.24	1.64	4.00	3.66	0.04	45.8	125	331	14.4	112	11.6	9.1
3086	1	II	35.8060	137.2837	74.18	0.14	13.95	1.15	0.08	0.23	1.63	3.96	3.69	0.04	45.8	123	330	14.6	109	9.9	9.5
3086	2	III	35.8060	137.2837	74.38	0.14	14.02	1.14	0.08	0.23	1.64	3.96	3.70	0.04	46.2	125	330	13.7	109	11.1	8.2
3087	1	III	35.8060	137.2840	74.48	0.14	13.96	1.14	0.08	0.24	1.65	3.95	3.68	0.04	46.9	125	329	14.5	110	11.3	8.3
3087	2	III	35.8060	137.2840	74.35	0.14	13.93	1.14	0.08	0.23	1.64	3.99	3.70	0.04	46.6	125	330	14.0	113	11.1	8.6
3088	1	II	35.8029	137.2849	74.43	0.14	13.95	1.13	0.08	0.24	1.64	3.99	3.67	0.04	46.2	125	330	14.0	110	11.2	9.0
3089	1	III	35.8042	137.2855	74.14	0.14	13.98	1.14	0.08	0.23	1.64	4.00	3.73	0.04	46.3	124	329	14.6	113	10.6	9.4
3090	1	III	35.8063	137.2774	74.25	0.14	13.99	1.14	0.08	0.23	1.64	3.98	3.65	0.04	45.6	124	330	14.3	111	10.4	8.5
3090	2	III	35.8063	137.2774	74.40	0.14	13.98	1.13	0.08	0.23	1.64	4.01	3.68	0.04	45.9	124	331	15.2	112	10.8	10.0
3091	1	IV	35.8017	137.2787	74.25	0.14	13.98	1.15	0.08	0.24	1.65	3.97	3.72	0.04	46.0	124	328	14.4	112	11.8	8.6
3091	2	IV	35.8017	137.2787	74.22	0.14	14.02	1.14	0.08	0.24	1.65	4.02	3.71	0.04	46.2	125	330	13.1	110	10.9	9.2
3092	1	III	35.8040	137.2771	74.27	0.14	13.94	1.14	0.08	0.23	1.65	3.98	3.69	0.04	46.6	125	329	14.6	110	11.3	9.3
3092	2	III	35.8040	137.2771	74.35	0.14	14.01	1.14	0.08	0.23	1.64	3.96	3.70	0.04	45.7	126	329	14.2	110	11.4	8.7
3093	1	II※	35.8084	137.2759	73.98	0.14	13.90	1.13	0.08	0.23	1.63	3.97	3.68	0.04	46.6	124	328	14.0	110	10.0	8.6
3094	1	III	35.8054	137.2704	74.21	0.14	13.95	1.13	0.08	0.23	1.63	3.96	3.70	0.04	45.6	125	329	13.8	109	11.5	8.9
3094	2	III	35.8054	137.2704	74.05	0.14	13.92	1.13	0.08	0.23	1.63	4.01	3.68	0.04	45.2	122	329	14.3	110	10.8	9.2
3095	3	I	35.8054	137.2704	73.82	0.14	13.83	1.12	0.08	0.24	1.63	3.96	3.67	0.04	46.6	124	329	14.7	112	10.4	9.0
3095	1	IV	35.8060	137.2732	74.24	0.14	13.97	1.14	0.08	0.23	1.64	3.99	3.70	0.04	46.5	125	331	15.0	111	10.7	8.6
3095	3	IV	35.8060	137.2732	74.56	0.14	13.98	1.15	0.08	0.23	1.65	3.96	3.71	0.04	45.4	126	332	14.1	112	10.4	8.9

※ 細かい節理が多いが良質な部分がII型に近い

Mg, Ca, Na, K, P) と微量元素 (Zn, Rb, Sr, Y, Zr, Nb, Th) である。主要元素は酸化物で表記し、鉄は全鉄3価の酸化物 (T-Fe₂O₃=1.111FeO+Fe₂O₃) として表す。分析値の誤差や精度は隅田・池谷 (2021) に示す通りである。

3-2 分析結果

全岩化学組成分析結果を表3に示す。まず、I型からIV型の石質ごとの化学組成の差異は見られない。全ての分析値を元素ごとに標準偏差と変動係数を算出すると、いずれの元素も変動係数は4.5%以下である。また、全ての元素の変動係数は明治大学黒曜石研究センターにおいて合計41回のSRM278の黒曜石標準試料を用いた繰り返し分析により見積もられている精度の範囲内である。また、これらの全ての分析値を元素ごとにレインクライドプロット上に示すと (図7)、Al₂O₃とK₂Oにおいて一点ずつ、集団から外れたものがあり、MgOは0.23wt%

と0.24wt%のものに分かれるが、いずれも誤差は0.01wt%以内で分析精度の範囲内である。その他の元素はいずれも平均値を中心とした正規分布をおおよそ示している。以上のことから分析を行なったいずれの下呂石も分析精度の範囲内で同じ全岩化学組成を有するものと判断できる。

4. おわりに

湯ヶ峰岩体の中で、石器石材として利用できるガラス質部分=下呂石は、1%もないと言われている (岩田1995)。このような限られた産状であるにもかかわらず下呂石は多様な外観を呈しており、岩石薄片の検討からこの見た目の石質の違いが、斑晶の大きさの違いとして捉えることができることが分かった。またWDXRFの分析では、明確な位置情報を伴う下呂石の露頭および主

要な散布地14地点から、総数25点というまとまった試料を基とした下呂石の化学組成を提示することができたことも大きな成果といえる。そして下呂石が外観の多様性を超えて、化学組成的に極めて均一な岩石であることも本分析結果で初めて示すことができた。

このような均一性の高い化学組成からは、下呂石が単体の火山活動によって形成された岩石であること、また石質の多様性はマグマ噴出後の冷却過程や環境の違いによって生じた可能性があることを示唆している。今後は本分析結果に加え、岩石薄片の観察・検討を進め、湯ヶ峰山体における下呂石の形成過程を復元すること、そして先史時代人の原産地利用について検討を進めていきたい。

謝辞

湯ヶ峰の調査にあたり、岩田修氏には露頭の位置や下呂石の岩石薄片の見方について詳しくご教授いただき、神取龍生・野村啓輔の両氏には現地調査に同行してもらい様々なご助言を頂きました。また愛知県埋蔵文化財センターの堀木真美子氏には、岩石薄片の作成と偏光顕微鏡での観察についてご指導を頂きました。末筆ながら記して感謝いたします。

註

- 1) 齊藤は小川谷と長洞谷(図5)では、前者が「灰白色」の下呂石が多く、後者が「黒味の強い」ものが多いとしている。後藤は、大林遺跡の試掘調査を経て尖頭器を主体とする石器群には「横剥ぎしやすい石材」が、石刃を主体とする石器群には、「緻密で縞模様や節理などの不純物を含まない良質なもの」が選ばれているとした。
- 2) 一連の分析では黒曜石を次のように定義している。「地学分野で定義された「黒曜岩」のなかで無斑晶質なものを狭義の「黒曜岩」とし、黒曜岩と類似する玻璃質(ガラス質)火山岩を含めた総称として黒曜石の名称を使用する。(杉原編2014)」。
- 3) 山田1961では「湯ヶ峰石英安山岩」とされているが、その後、山田ほか1992で「湯ヶ峰流紋岩」とされた。

引用文献

- 後藤信幸 2002「第3章 下呂石の風化と土壌」『大林遺跡試掘調査報告書』, pp50-51, 岐阜, 下呂市教育委員会
- 平井義敏 2021「研究ノート 湯ヶ峰における下呂石の石質と分類について」『斐太紀』27: 57-71
- 石原哲弥 1981「飛騨下呂石を原材とした石器の研究—益田郡下呂町湯ヶ峰産のハリ質黒雲母安山岩—」『飛騨史学』2:26-35
- 岩田 修 1980「下呂石原産地を調査」『どっこいし』8: 1-3
- 岩田 修 1995「湯ヶ峰流紋岩と下呂石」『飛騨と考古学 飛騨考古学会20周年記念誌』: 295-308
- 岩田 修 2012「下呂石研究の現状(一) 第4回下呂石シンポジウムの成果から」『斐太紀』6: 105-114
- 村瀬早紀・上峯篤史・竹原弘展 2021「下呂石の細分とその考古学的可能性」『日本文化財科学会第38回大会研究発表要旨集』, pp186-187, 岡山, 日本文化財科学会
- 村瀬早紀 2022「比重測定に基づく石器石材原産地の推定: 下呂石原産地・湯ヶ峰における事例研究」『更新世末の西南日本における環境変動と人類活動』日本旧石器学会第20回研究発表・シンポジウム予稿集, pp25-40, 東京, 日本旧石器学会
- 齊藤基生 1993「下呂石—飛騨・木曾川水系における転石のあり方—」『愛知女子短期大学研究紀要 人文編』26: 137-157
- 杉原重夫編 2014『日本における黒曜石の産状と理化学分析—(資料集)—』明治大学文学部
- 隅田祥光・池谷信之 2021「明治大学黒曜石研究センター設置の波長分散型蛍光X線分析装置による黒曜石の定量分析値の評価と定量分析」『資源環境と人類』11: 1-23
- 山田直利 1961『5万分の1地質図幅「加子母」及び同説明書』地質調査所
- 山田直利・柴田 賢・佃 栄吉・内海 茂・松本哲一・高木秀雄・赤羽久忠 1992「阿寺断層周辺地域の火成岩類の放射年代と活断層の活動時期」『地調月報』43: 759-779

Occurrence of outcrops and whole-rock compositions of Gero stone based on the stone quality classification

Yoshitoshi Hirai^{1·2*}, Yoshimitsu Suda³

Abstract

Gero stone is distributed around the Mt.Yugamine in Gero City, Gifu Prefecture, and was used mainly in the Chubu region from the Paleolithic period to the Yayoi period. Previous studies have pointed out that there are multiple the stone qualities of Gero stone. and divides it into four types based on stereo microscopic observations. The previous works has indicated that the whole-rock compositions of the Gero stone are not diverse. However, the whole-rock analysis based on comprehensive fieldwork and the stone quality has not yet been performed. Therefore, the authors conducted a quantitative analysis by wave-dispersive X-ray fluorescence spectrometer (WDXRF), and the conducted stone quality classification of 25 samples collected from 14 locations around the Mt.Yugamine, and indicated their chemical compositions for each of the stone qualities. In addition, the size (area) of phenocrysts (especially plagioclase and biotite) of each type was measured by making thin sections of samples used in Yoshitoshi Hirai's the stone quality classification of Gero stone. The results indicate that the differences in the size of phenocrysts were observed for each type of the stone quality, and it was possible to establish the prospect that the size of phenocrysts would serve as a quantitative criterion for classification. In addition, WDXRF analysis revealed that Gero stone has a uniform chemical composition. There is no relation with the stone qualities. This suggests that Gero stone may be a rock formed by a single instance of volcanic activity, and that the diversity of the stone quality may have been caused by differences in the cooling process and geomorphic environment after the eruption of magma. Kiridashi-shaped tools (Kiridashi-gata-sekki) in the south Kanto region were discussed.

Keywords : Gero stone, stone quality classification, thin section, WDXRF, whole rock chemical composition

(Received 18 December 2022 / Accepted 17 January 2023)

1 Center for Obsidian and Lithic Studies, Meiji University, 3670-8 Daimon, Nagawa-cho, Chiisagata-gun, Nagano 386-0601, Japan
2 Miyoshi City Board of Education, 44-1 Jintoriyama, Miyoshi-cho, Miyoshi, Aichi 470-0224, Japan
3 Department of Geology, Faculty of Education, University, 1-14 Bunkyo-machi, Nagasaki 852-8521, Japan
* Corresponding author: Yoshitoshi Hirai (hirai44104@gmail.com)