

黒色安山岩の原産地試料

—— 群馬周辺を中心として ——

津島 秀章 桜井 美枝 井上 昌美

- | | |
|------------------------|---------------|
| 1 問題の所在 | 3 黒色安山岩の原産地試料 |
| 2 各原産地の地質学的概要と試料採取に関して | 4 成果と問題点 |

—— 要 旨 ——

旧石器文化研究では、黒色安山岩製石器を対象とした原産地分析が盛んにおこなわれている。当時の社会を考察する上で、原産地分析の結果は重要な情報をもたらすと考えられる。本稿では、群馬周辺地域出土の黒色安山岩製石器を、偏光顕微鏡の通常観察によって原産地同定することを射程にすえて、群馬周辺の各原産地(荒船山、八風山、武尊山、武子川水系)の黒色安山岩試料を偏光顕微鏡で観察し、その岩石学的特徴を記載した。原産地分析のための基礎データを提示することを目的とする。

これまでの地質学的・岩石学的研究成果から、黒色安山岩の供給源と考えられる溶岩流や層準を厳密に特定し、現地調査により外見的特徴を把握した後、分析試料をサンプリングした。

偏光顕微鏡によりそれらの試料を通常観察した結果、供給源ごとの岩石学的特徴は一部類似する部分もあるが、複数の特徴をとらえることによって分類は可能であった。なかでも、「荒船山溶岩」と「八風山溶岩」の黒色安山岩については、その特徴がとらえやすく他の産地との分類が比較的容易であった。

キーワード

対象時代 旧石器時代

対象地域 中部日本

研究対象 石器石材、黒色安山岩

1. 問題の所在

現在、旧石器文化研究では、黒色安山岩¹⁾製石器を対象とした原産地分析が盛んにおこなわれている。当時の社会を考える上で、原産地分析の結果が重要な情報をもたらすことは、誰もが認めるところであろう²⁾。群馬県内の旧石器時代の遺跡を概観すると、黒色安山岩製石器を高い割合で組成する石器群が数多く認められる。そこに同石材の原産地分析を適用することは、旧石器社会を考える上で寄与するところは大きいと予想される。

黒色安山岩製石器の原産地³⁾に注目した中東耕志・飯島静男は、遺物の岩石学的な特徴を観察することによって、群馬県武尊山に黒色安山岩の原産地があることをいち早く指摘した(中東・飯島1984)。その後、石器の原産地分析を通して、群馬県荒船山に原産地があること、また、群馬・長野県境の八風山西麓の香坂川で転石として採取可能であることが指摘された(柴田・上本・山本1991)。さらに、群馬県に近接する地域としては、栃木県の武子川水系においても河床礫の黒色安山岩が確認されている(田村1994、荒川・芹澤1995、山本1999)(図1)。

これまでに、いくつかの黒色安山岩製石器の原産地分析がなされてきているが、最近では、蛍光X線分析法といわゆる「プレパラート法⁴⁾」による原産地推定結果のクロスチェックがおこなわれている(柴田 1997、山本 1997)。その中では、26点の「ガラス質黒色安山岩」製石器が分析の対象となっている。「プレパラート法」では7

点の資料が原産地不明とされている。しかし、それを除く19点の資料では、この二方法による推定結果の相違は1点にとどまり、他の18点は全て推定原産地が一致している。これは、蛍光X線分析法のみならず、偏光顕微鏡下の通常観察によっても原産地分析がある程度有効であることを示しており、前述のような異なる分析法によるクロスチェックの機会を増やすことによって、その結果に対する信頼度が高まるといえよう。

一方、群馬県内の石器群をみると、黒色安山岩製石器を対象とした原産地分析例はごく僅かであり(磯貝1995、井上・桜井1999)、旧石器時代の同地域を考察する上で、それが寄与するところはまだまだ少ない。今後、旧石器文化探求を目的として、原産地分析の機会を増やしその結果を取り込む必要がある。それと同時に、偏光顕微鏡による分析方法に関しては、原産地同定に至った判断基準を明確にしていくことが第一に求められ、推定結果に対する信頼度を向上させる努力が必要であろう。

以上のような問題意識から、本稿では群馬周辺の各原産地(荒船山、八風山、武尊山、武子川水系)における黒色安山岩試料を提示する。各試料を偏光顕微鏡下で通常観察し、その岩石学的特徴を記載する。群馬周辺地域出土の黒色安山岩製石器を、偏光顕微鏡下の通常観察によって原産地同定することを射程にすえて、その第一歩として、原産地データを提示することが本稿の目的である。

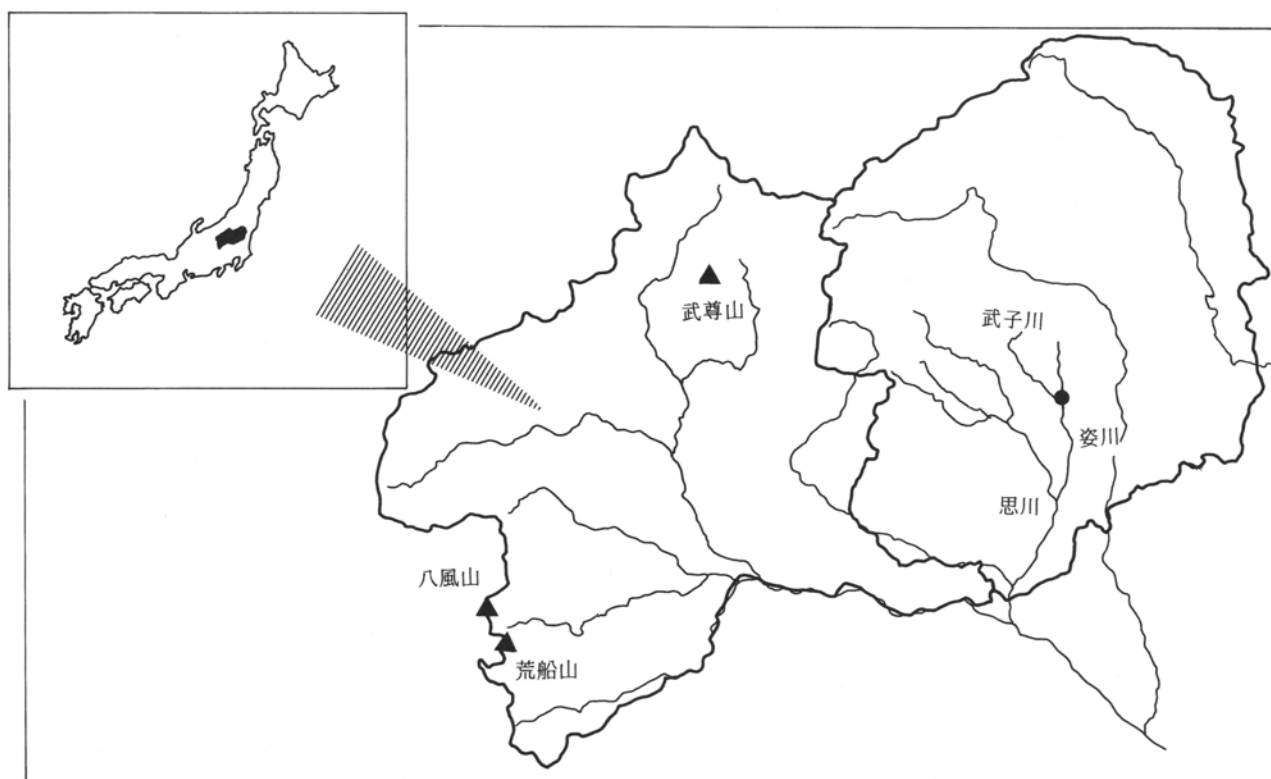


図1 群馬周辺の黒色安山岩の原産地

なお、本分析を進めるにあたっては、特に次の点に留意した。たとえば、武尊山を原産地とする黒色安山岩のように、一つの出産地で、異なる岩石学的特徴をもつ試料が認められる場合がある（井上・桜井1999）。これは、黒色安山岩の出産起源となる溶岩流が複数枚存在するといったように、それを産出する層準の数の多さに対応する可能性がある。つまり、ある原産地域で、たとえば複数の溶岩流が存在する場合、それに対応した異なる岩石学的特徴を備えた黒色安山岩が存在する可能性も想定される。よって、まず各原産地域において、これまで蓄積されてきた地質学的な成果を理解し、黒色安山岩が産出すると考えられる層準を把握した。そして、それが複数存在する場合は、できうる限り黒色安山岩の供給起源となる層準の露頭においてももちろん試料を採取した。各原産地において、黒色安山岩の岩石学的特徴を網羅的に把握するよう努めた。

ただし、群馬県内出土の旧石器時代の黒色安山岩製石器を見ると、筆者らが観察する限りでは、自然面の状況から円磨度の高い資料だけが認められる。つまり、当時の黒色安山岩の採取地点に関しては、溶岩露頭とそれに近接した地点ではなく、礫層や河原で採取することが常であったと考えられる。しかし、原産地分析を進めるにあたって、特に、原産地での黒色安山岩の岩石学的特徴を網羅的に把握するためには、その地域の地質学的な様相を理解し、供給起源となる溶岩及び露頭に分析試料を求めることが必要であると考えた。

ところで、特に溶岩露頭で試料を採取する場合、そのサンプリングに関する問題点が指摘できよう。ひとつの溶岩流のガラス質の部分が、すべて同じ岩石学的な特徴を示すという保障がない以上、溶岩流の特徴をもれなく把握するためには、ひとつの溶岩からどの程度の頻度で試料をサンプリングする必要があるのか、という点である。偏向顕微鏡の通常観察による原産地分析を推進する上で、これは絶えず考えていかねばならない重要な問題であるとしてとらえている。本分析では、原産地試料を提示する第一段階として、ひとつの溶岩流のガラス質の部分から、ひとつの試料をサンプリングし分析試料とすることにした。

2. 各原産地の地質学的概要と試料採取に関して

(1) 荒船山周辺

荒船山周辺では、考古学的な見地から、河川における河床礫の調査がおこなわれている（桜井・井上・関口1993）。そこでは、黒色安山岩は、荒船山北方を流れる市ノ萱川で多産し、さらに下流の鍋川でも少量採取可能であることが確認されている。そのことから、黒色安山岩の推定原産地は荒船山北麓にあると結論づけた。

一方、地質学的な成果をみると、「荒船山溶岩」が「ガ

ラス質安山岩」としての特徴を備えていること（友野・曾我・荻須・河内1997）、「荒船溶岩」が「黒色、ガラス質の輝石安山岩」であること（野村・小坂1987）が示されている。ここで「荒船山溶岩」あるいは「荒船溶岩」とされている部分は、同一の溶岩流を指し示している。これとは別に、荒船山周辺では、「ガラス質安山岩」を特徴とする溶岩流が4層準存在する、という研究成果もある（地質調査所1969、本宿団体研究グループ1970）（図2、3）。前述の「荒船山溶岩・荒船溶岩」とされた層準は、この4層準のうち、最上位に相当する層準つまり兜岩山頂から荒船山頂を経て毛無山に至る一帯に分布する溶岩流に相当する（図2、3）。

よって、荒船山周辺については、黒色安山岩の供給起源は、この4枚の溶岩流に求められる可能性がある。以上のことから、4層準全てを網羅しようよう調査地点を設定し（1～4地点）（図2）、各地点で、黒色安山岩製石器と同じ特徴を備えた石材が認められるか肉眼観察した⁵⁾。以下に、各地点の調査結果を記す。

1 地点 内山峠から荒船山頂に向かう登山道途中の標高約1250m付近。「荒船山溶岩」（友野・曾我部・荻須・河内1997）、「荒船溶岩」（野村・小坂1987）と呼称される層準に相当する。溶岩露頭において、石器石材に利用されているものと同程度の黒色、ガラス質の安山岩を確認した。当該溶岩が、黒色安山岩の供給起源である可能性は十分考えられる。

2 地点 相沢から荒船山頂に向かう登山道途中の標高約1100m付近。溶岩露頭において、安山岩を確認した。本地点で確認されたものは、石器石材に利用されている黒色安山岩と比較すると、ガラス光沢に乏しいものである。黒褐色で、多くの斑晶を含む（1cm²あたり10～20個程度）安山岩である。よって、当該溶岩には、黒色安山岩の供給起源は求められないと判断した。

3 地点 小屋場から荒船山頂方面に向かう登山道途中の標高約1000mの地点。溶岩露頭において、安山岩を確認した。本地点で確認されたものは、石器石材に利用されている黒色安山岩と比較すると、著しくガラス光沢に乏しいものである。灰色で、非常に多くの斑晶を含む（1cm²あたり20～30個程度）。よって、当該溶岩には、黒色安山岩の供給起源は求められないと判断した。

4 地点 国道254号から分かれ馬居沢の集落に向かう道路途中の標高約480mの地点。溶岩露頭において、安山岩を確認した。本地点で確認されたものは、ガラス光沢の全く認められない安山岩である。灰色で、非常に多くの斑晶を含む（1cm²あたり20～30個程度）。なお、4地点の直下を流れる馬居沢において河床礫を調査したところ、溶岩露頭で確認された石材と同質の角礫が多量に認められ、黒色安山岩は全く確認できなかった。よって、当該溶岩には、黒色安山岩の供給起源は求められないと

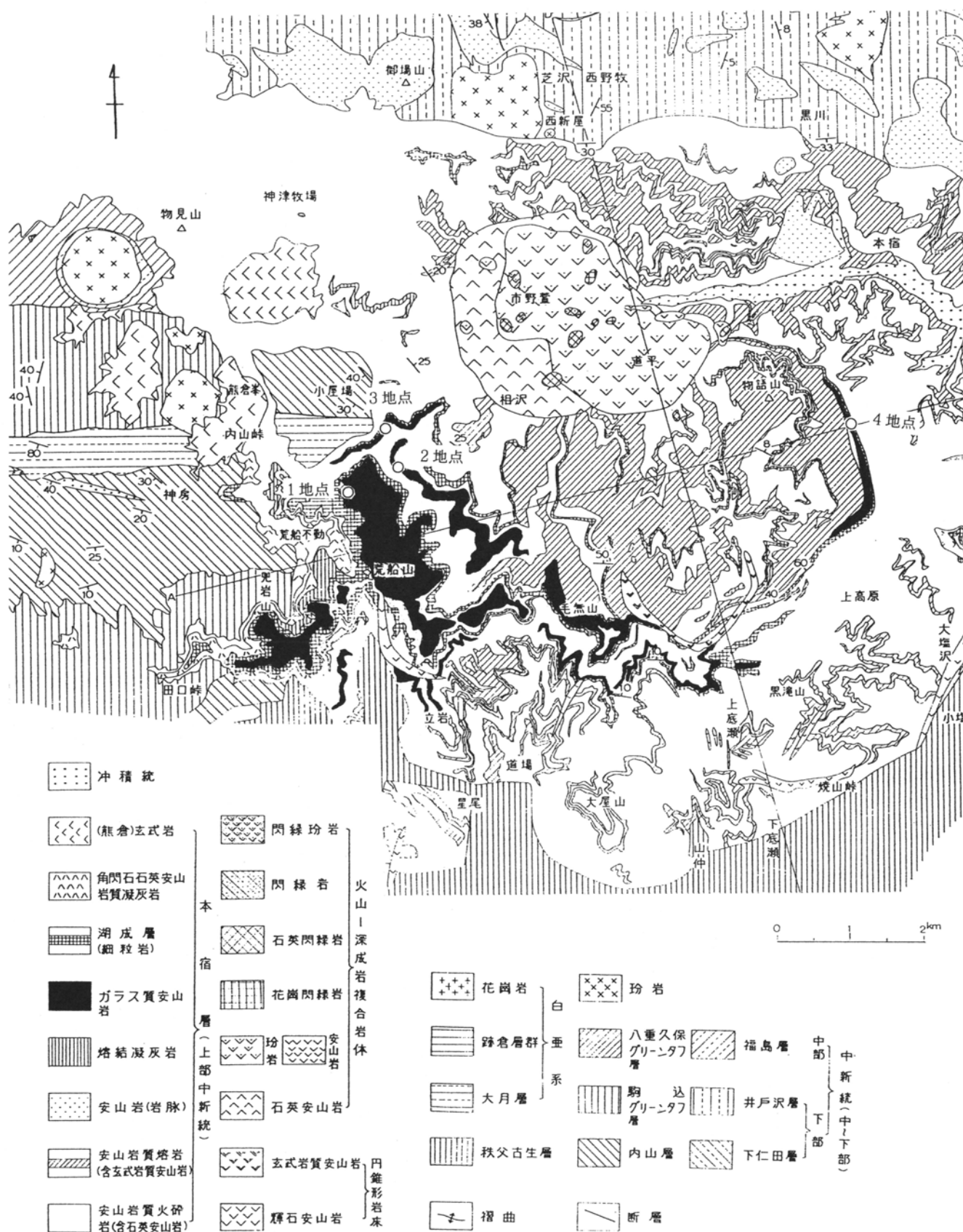


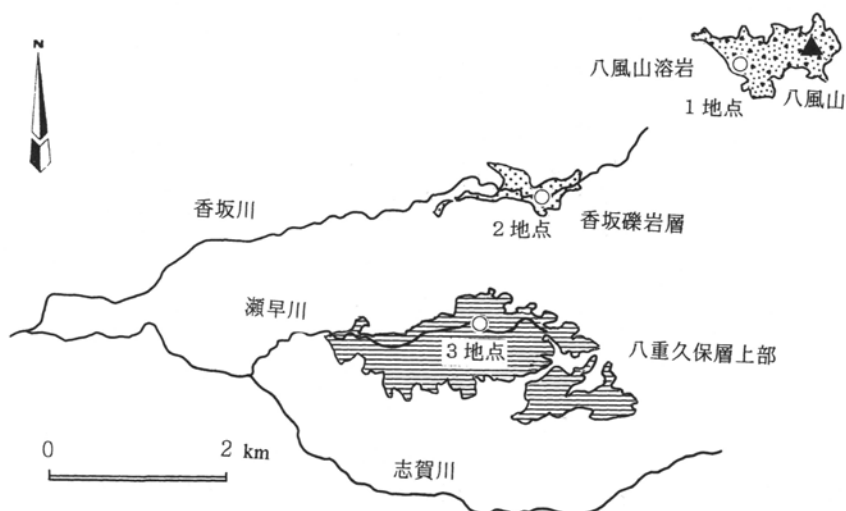
図2 荒船山周辺の地質(本宿団体研究グループ1970に加筆)



香坂礫岩層 河床に露出して見える層準が香坂礫岩層



香坂礫岩層中の黒色安山岩

図4 長野県香坂川周辺の黒色安山岩産出層準
(小坂・鷹野・北爪1991をもとに作成)

ると、八風山の黒色安山岩は、「八風山溶岩」に供給起源があるものと予想される(図4)。「八風山溶岩」に関しては、地質学サイドからの記述がある⁹⁾(野村・小坂1987、友野・曾我部・荻須・河内1997)。

また、八風山周辺の地質学的研究成果をみると、香坂川水系には、「八風山溶岩」以外にも黒色安山岩を産出する可能性がある層準が見受けられる。香坂川上流域に分布する「香坂礫岩層⁷⁾」に関しては、「黒色ガラス質安山岩・複輝石安山岩の亜円～亜角礫が多い」(小坂・鷹野・北爪1991)という記述がある。一方、香坂川支流の瀬早川流域に分布する「八重久保層上部層⁸⁾」については、「おもに黒色で緻密な複輝石安山岩溶岩・同質の凝灰角礫岩からなる。暗青黒色粗粒な凝灰質砂岩をはさむ。安山岩溶岩は黒色で、ややガラス質・樹脂状光沢を呈するものがおい」(小坂・鷹野・北爪1991)とある。

以上のことから、これまで香坂川で採取可能とされてきた黒色安山岩の供給起源として、「八風山溶岩」、「香坂礫岩層」、「八重久保層上部層」の3層準を指摘することができる(図4)。以下、この3層準の調査地点および調査結果を記す。

1 地点 「八風山溶岩」の調査地点。佐久市妙義荒船林道途中の標高約1150mの地点。溶岩露頭において、石器石材に利用されているものと同程度の黒色、ガラス質の安山岩を確認した。当該層準に黒色安山岩の供給起源が求められると判断し、分析試料を採取した(試料名：八風山溶岩)。

2 地点 「香坂礫岩層」の調査地点。佐久市東地の香坂川と霞ヶ沢との合流付近。石器石材に利用されているものと同程度の黒色、ガラス質の安山岩の礫を多く確認した。礫は亜角礫～亜円礫のものが多く、長軸5～20cm程度である⁹⁾。これらの礫は、石材に認められる諸特徴(色、ガラス光沢の度合い、斑晶量)が、黒色安山岩と同程度と判断されることから、「香坂礫岩層」が黒色安山岩の供給起源である可能性が想定される。よって、当該層から採取した礫の中から、任意に5個体を分析試料に加えることにした(試料名：香坂礫岩層の亜角礫1～5)。

3 地点 「八重久保層上部層」の調査地点。香坂川支流の瀬早川上流域標高約900mの地点。溶岩露頭において、石器石材に利用されているようなガラス質の黒色安山岩を確認した。また、凝灰角礫岩の露頭においても、石器石材に利用されているものと同程度の黒色、ガラス質の安山岩礫が含まれているのを確認した。それらは、長軸20cm程度であり、おおむね角礫～亜角礫で



八重久保層上部層凝灰角礫岩の露頭

ある。

よって、当該層が黒色安山岩の供給起源である可能性が想定されることから、溶岩露頭で採取したもの（試料名：八重久保層上部層溶岩）と、凝灰角礫岩の露頭で採取したもの（試料名：八重久保層上部層凝灰角礫岩）を分析対象試料とした。

(3) 武尊山周辺

武尊火山に関しては、山口尚志氏の論考がある（山口1981）。それによると、武尊火山から噴出した溶岩はすべて安山岩であり、外観や化学組成の違いから、それらの溶岩は五つに分類されている（前武尊グループ、鹿俣沢グループ、天神グループ、無斑晶質安山岩グループ、天狗岩グループ）（図5、6）。各グループには、数枚から数十枚の溶岩流が含まれている。とくに、「無斑晶質安山岩グループ」の溶岩流は、「斑晶量5%以下の無斑晶質安山岩」（山口1981）と記載されていることから、これらの溶岩が黒色安山岩の供給源である可能性が示唆される。

一方、武尊山周辺の河川における河床礫の調査によれば、武尊山東麓を流れる塗川（中束・飯島1984）、同じく北麓を流れる木の根沢（井上・桜井1999）で黒色安山岩が多産することが確認されている。この結果から、黒色安山岩の原産地は武尊山の特定の場所に限定することはできず、それは武尊山周辺の広い地域にわたっている可能性が考えられる。このことと、「無斑晶質安山岩グループ」の溶岩流が「山体全体に広く分布」（山口1981）

することを考え合わせると、この溶岩流は、黒色安山岩の供給源である条件を備えていると考えられる。

以上のことから、「無斑晶質安山岩グループ」の溶岩に、黒色安山岩の供給起源が求められると判断し、この溶岩露頭を調査し試料を採取することとした。ただし、武尊火山に詳しい中村正芳氏からは、「無斑晶質安山岩グループ」には3枚の溶岩流が認められること、この3枚の溶岩流は特徴が似ているので、各地点で観察された溶岩が何枚目の溶岩であると決めつけられないこと、をお教えいただいた。武尊山を原産地とする黒色安山岩が、複数の岩石学的特徴をもつこと（井上・桜井1999）を考慮すれば、その差異が、この3枚の溶岩流の差異に対応していることも考えられる。よって、「無斑晶質安山岩グループ」の3枚の溶岩流を網羅しよう試料採取するために

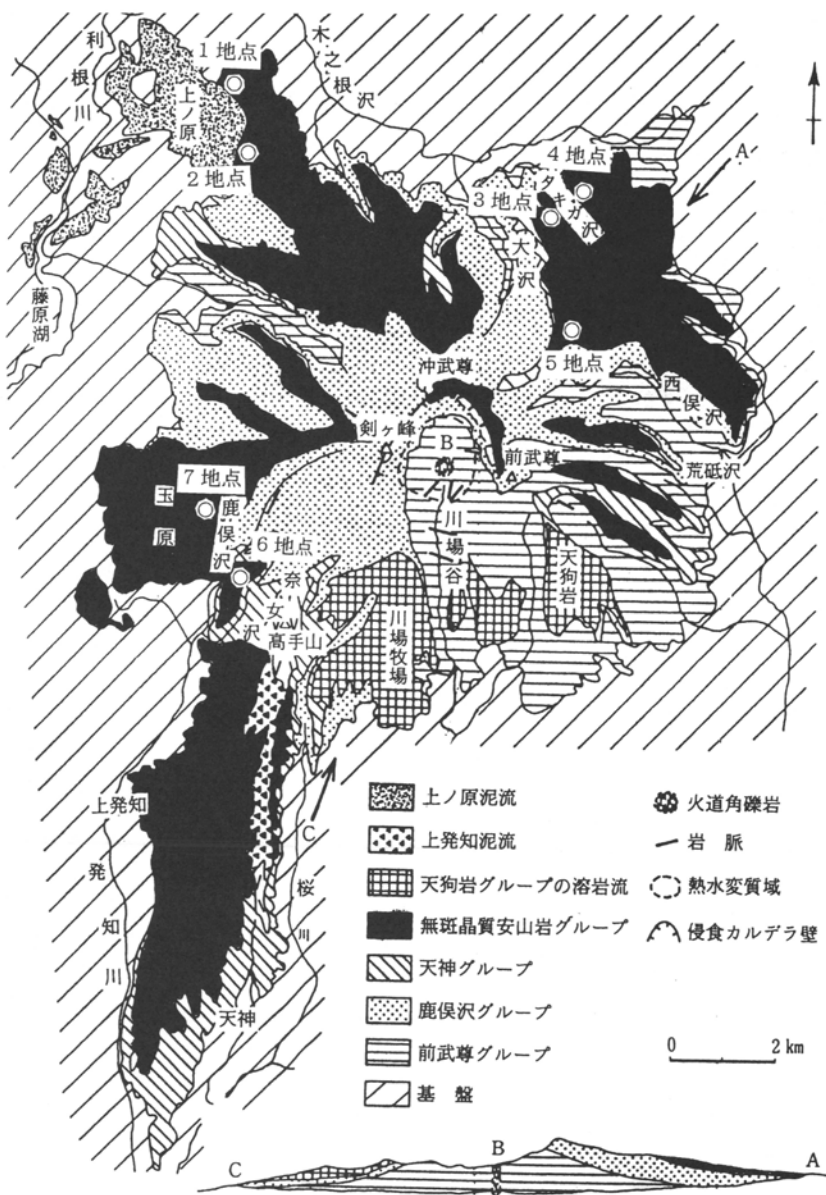


図5 武尊火山の地質（久保・川端1995に加筆、元図は山口1981による）

は、3枚の溶岩を分別把握することが困難である以上、出来るだけ多くの溶岩露頭に分析試料を求める必要があると判断した。溶岩露頭の位置については、中村氏に御教授いただいた¹⁰⁾。以下に、各地点の調査結果を記す(図5)。

1地点 水上高原スキー場内での標高約1000～1200mの地点。「無斑晶質安山岩グループ」の2枚の溶岩が認められる。その上位の溶岩露頭において、石器石材に利用されているものと同程度の黒色、ガラス質の安山岩を確認し、分析試料として採取した(試料名：武尊山・水上高原スキー場上位溶岩)。

また、下位の溶岩では、灰色でガラス光沢の認められないもので、斑晶量が1cm²あたり10個程度の安山岩が認められた。これは、石器石材として利用されている黒色安山岩とは全く異なることから、この溶岩は黒色安山岩の供給起源でないと判断した。

2地点 水上高原ゴルフ場の東側、標高約1100～1250mの地点。「無斑晶質安山岩グループ」の溶岩が2枚認められる。上・下位の溶岩の露頭では、共に、灰～黒色でガラス光沢の認められないもので、斑晶量1cm²あたり1～数個程度の安山岩が観察された。これは、石器石材に利用されているものとは全く異なる。ところが、下位溶

岩の下方約10m付近の斜面地に、長軸約10～50cm程度の極角礫が多量に存在するガレ場を発見し、その礫中に、石器石材に利用されているものと同程度の特徴を備えた黒色安山岩が認められた。溶岩露頭の観察では、黒色安山岩は確認できなかったわけであるが、このガレ場と溶岩露頭の位置関係からすると、ガレ場の黒色安山岩礫は、明らかに上・下位の溶岩から崩落したものと考えられる¹¹⁾。つまり、上・下位溶岩の一方にあるいはその両方に、黒色安山岩の供給起源が求められるものと考えられる。よって、そのガレ場中に認められた黒色安山岩の極角礫を採取し、分析対象試料とした(試料名：武尊山・水上高原ゴルフ場溶岩下の極角礫)。

3地点 木の根沢支流のタキガ沢流域、標高約1440mの地点。「無斑晶質安山岩グループ」の溶岩が1枚認められた。溶岩露頭では、黒色でガラス光沢の認められないもので、斑晶量1cm²あたり1～数個程度の安山岩が観察された。これは、ガラス光沢が認められない点で、石器石材に利用されているものとは異なる。ところが溶岩直下のタキガ沢には、長軸30cm前後の角礫の黒色安山岩が多く認められた。この黒色安山岩の角礫は河床にあるという条件を考慮すれば、この溶岩露頭から沢に崩落したものとは直截的には判断できない。しかし、地質図を見

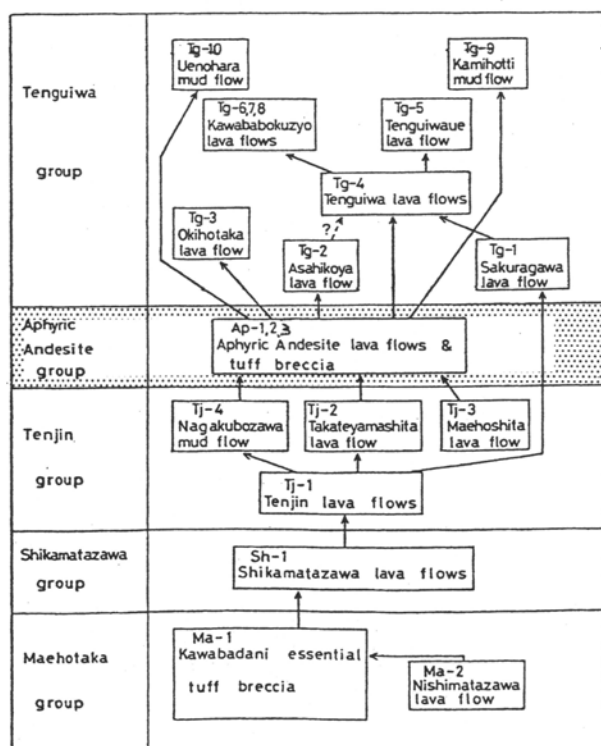


図6 武尊火山の層序関係(山口1981に加筆)
「無斑晶質安山岩グループ」をスクリントーンで表してある
「矢印は露頭の観察ないし堆積物の分布から確認できる被覆関係を表す」(山口1981)



武尊山・水上高原スキー場上位溶岩の露頭

る限り(図5)、タキガ沢周辺には「無斑晶質安山岩グループ」が広く分布していること、タキガ沢に認められる黒色安山岩が大形の角礫であり、沢を長距離にわたって移動しているとは考えられないこと、の二点から、この黒色安山岩は、少なくともタキガ沢付近の「無斑晶質安山岩グループ」の溶岩に起源が求められると判断し、分析試料に加えることにした(試料名:武尊山・タキガ沢の角礫)。

4 地点 木の根沢支流のマキバの沢流域、標高約1430m付近。「無斑晶質安山岩グループ」の溶岩が1枚認められた。この溶岩露頭において、石器石材に利用されているものと同程度の黒色、ガラス質の安山岩を確認し、分析試料として採取した(試料名:武尊山・マキバの沢溶岩)。

5 地点 武尊牧場から武尊山頂に向かう登山道途中、通称、セビオス岳の北東麓の標高約1830mの地点。長軸30cm程度の極角礫の黒色安山岩が、表土中に多量に認められた。この付近で、「無斑晶質安山岩グループ」の溶岩露頭を発見することはできなかった。しかし、地質図(図5)を見る限り、5地点周辺には広く無斑晶質安山岩グループが認められること、この地点で確認されたものが極角礫で大きく移動しているとは考えられないことから、本地点で確認された黒色安山岩は、「無斑晶質安山岩グループ」の溶岩に起源があるものと判断し、試料採取した(試料名:武尊山・セビオス岳の極角礫)。

6 地点 奈女沢と鹿俣沢に挟まれた尾根上の標高約1190mの地点。「無斑晶質安山岩グループ」の溶岩が2枚認められた。上・下位の溶岩の露頭では、灰色でガラス光沢の認められないもので、斑晶量1cm²あたり10個程度の安山岩が観察された。これは、石器石材に利用されているものとは全く異なる。しかし、これらの溶岩露頭の下方を流れる奈女沢において、長軸10~20cm程度の亜角礫の黒色安山岩が、少量に認められた。よって、これを分析試料に加えることにした(試料名:武尊山・奈女沢の亜角礫)。

7 地点 玉原スキー場の南東側、鹿俣山より南西に延びる尾根上の標高約1400mの地点。「無斑晶質安山岩グループ」の溶岩が1枚認められた。溶岩露頭では、灰色でガラス光沢の認められないもので、斑晶量1cm²あたり1~数個程度の安山岩が観察された。これは、色が灰色であること、ガラス光沢が認められないこと、の二点で、石器石材に利用されているものとは全く異なる。しかし、溶岩露頭の下方において、長軸約10~50cm程度の極角礫が多量に存在するガレ場を発見し、その礫中に、石器石材に利用されているものと同程度の特徴を備えた黒色安山岩が多く認められた。溶岩露頭では、黒色安山岩は認められなかったわけであるが、このガレ場と溶岩露頭的位置関係からすると、ガレ場の黒色安山岩は、明らかに

この溶岩から崩落したものと考えられる。よって、その極角礫を採取し分析対象試料とした(試料名:武尊山・玉原スキー場溶岩下の極角礫)。

(4) 武子川・姿川・思川流域

群馬県に近接する地域では、近年、栃木県の武子川水系において河床礫の黒色安山岩が確認されている(田村1994、荒川・芹澤1995、山本1999)。ところで、黒曜石製石器の原産地分析から、群馬地域に、東方面つまり栃木方面(高原山)から石材が流入している結果が報告されている(鈴木・熊谷・榎本1999)。黒色安山岩を対象とした原産地分析に関しても、今後、群馬の東方地域の石材の動向が、群馬周辺の旧石器社会を考える上でのキーポイントになると予想される。以上のことから、本論では、栃木県の武子川水系の黒色安山岩を試料に加えることにした。

ただし、栃木県立博物館学芸員の荒川竜一氏からは、武子川水系の黒色安山岩については、その供給起源となる層準は未確認であることを御教授いただいた。現段階では、露頭採取試料を分析することが不可能であるため、武子川と姿川の合流点付近において黒色安山岩の産状を調査し分析試料を採取することとした(図1)。調査の結果、この地点では、長軸20cm以下の円礫の黒色安山岩が多量に認められた。この中から、任意に5個体を抽出し分析試料とした(試料名:武子川・姿川合流点円礫1~5)。

3. 黒色安山岩の原産地試料

試料を記載し分類するにあたっては、岩石組織の立体的な構造を把握する必要性があるという問題意識から、これまで相直交する二方向の岩石薄片を作成してきた経緯がある(井上・桜井1999)。ここではさらにそれをおし進め、各試料ごとに相直交する三方向の岩石薄片を作成し、より一層立体的な構造を復元理解するよう努めた。

岩石薄片の作成手順は以下の通りである。まず、試料から一辺約2cm程度の直方体の切片を切り出す。次に、その直方体切片に対して、相直交する三つの面からそれぞれ岩石薄片を作成する。

以下、各原産地の黒色安山岩試料について記載する(文末のカラー写真参照)。

(1) 荒船山周辺

荒船山溶岩 斑晶量が多く、斜長石の斑晶は大型で内部には汚れが目立つ。単斜輝石と斜方輝石では、単斜輝石の方が多い傾向にある。単斜輝石・斜方輝石・鉄鉱物は他の鉱物と結合している場合が多い。またアメーバ状の不定型な二次鉱物がある。石基部分は粗粒で、斜長石・輝石・鉄鉱物が方向性を持たずに存在しその間を暗褐色の不透明な物質が埋め、直交ニコルでは輝石の粒子の黄色が目立つ。薄片を作成した方向による大差は見られな

かった。

(2) 八風山周辺

八風山溶岩 斑晶量は少なく、大きな斑晶は汚れがあるものの全体的にきれいである。単斜輝石と斜方輝石では、斜方輝石の方が多い傾向にある。斑晶と石基部分の中間的な大きさの斜長石は、二方向の薄片で長柱状と方形の二種類が混在し、残りの一方向の薄片ではその斜長石がすべて長柱状で、結晶の縁に細かな粒子が重なり石基部分との境界が不明瞭となる。石基部分は針状と方形の斜長石があり、弱いながら一定方向に配列する傾向がある。

香坂礫岩層の亜角礫 1 斑晶量が多く、集斑状を呈する。斑晶の斜長石は内部の汚れがひどく、輝石も虫食い状に抜け落ちており、二次的と思われる不定型な鉱物がある。石基部分は他の試料と比べガラス部分が多く、淡い褐色を呈する。斜長石は針状、輝石は薄片を作成した方向により粒状の場合と短柱状の場合がある。

香坂礫岩層の亜角礫 2 斑晶量が多く、集斑状で大きな斑晶は内部が汚れている。石基はガラス部分がほとんどない。二方向では斜長石が長柱状～針状で一定方向に配列するが、他の一方向では短柱状となる。また不透明鉱物の粗密により、まだら模様が顕れている。

香坂礫岩層の亜角礫 3 斑晶量が多く、集斑状で大きな斑晶は内部が汚れている。石基部分は間を暗褐色の不透明な物質が埋め、薄片作成方向による差は見られない。

香坂礫岩層の亜角礫 4 斑晶量はやや多いが上記1～3の試料の半分程度で、大きな斑晶は内部が汚れており、輝石の量が他よりも多い。杏仁状の二次鉱物が見られる。石基部分の斜長石は長柱状～針状であるが配列に

方向性はなく、斜長石や輝石などの間を褐色のガラスが埋める。薄片作成方向による差は見られない。

香坂礫岩層の亜角礫 5 斑晶量はやや多く、集斑状で大きな斑晶は内部が汚れている。杏仁状の二次鉱物が見られる。石基部分は細かい粒状で鉱物の識別が困難である。薄片作成方向による差は見られない。

八重久保層上部層溶岩 斑晶量は少なく、斜長石の斑晶は内部に汚れが目立つ。単斜輝石、斜方輝石はごくわずかしかない。石基部分は二方向の薄片で斜長石と輝石が長柱状であるが、他の一方向は斜長石が針状で配列に方向性を持ち、輝石は粒状となる。

八重久保層上部層凝灰角礫岩 斑晶量が多く、斜長石の斑晶は内部に汚れが目立ち、集斑状となるものもある。単斜輝石、斜方輝石はごくわずかしかない。石基部分は粗粒で二方向の薄片で輝石が粒状で、他の一方向では長柱状となる。

(3) 武尊山周辺

武尊山・水上高原スキー場上位溶岩 斑晶量はやや多く、集斑状である。斜長石の斑晶は累帯構造を示すものが多く、内部がわずかに汚れる。石基部分は細粒で、斜長石は針状で一定方向に配列する。薄片作成方向による差は見られない。

武尊山・水上高原ゴルフ場溶岩下の極角礫 斑晶量は少なく、単独で小さな斑晶で汚れは見られない。ガスの抜けた孔と思われる円～楕円形の空隙が多く見られる。石基部分は粗粒で、斜長石は長柱状～針状であるが、方向性のある配列を示すのは一部分である。薄片作成方向による差は見られない。

武尊山・タキガ沢の角礫 斑晶量は少なく、斜長石は

黒色安山岩の観察表

	試料名	斑 晶								石 基					斑晶量 %
		Pl	最大mm	Cpx	最大mm	Opx	最大mm	Mt	最大mm	組織	Pl	輝石	不透明	ガラス	
1	荒船山溶岩	◎	1.5	○	0.6	△	0.4	○	0.3	Ig	◎	○	○	△	11.1
2	八風山溶岩	◎	0.8	△	0.3	○	0.4	△	0.2	Hp	◎	△	△	△	2.6
3	香坂礫岩層の亜角礫1	◎	1.9	○	0.6	○	0.6	△	0.2	Hp	◎	○	△	○	15.0
4	香坂礫岩層の亜角礫2	◎	1.8	△	0.7	△	0.6	△	0.4	Ig	◎	○	○	△	12.8
5	香坂礫岩層の亜角礫3	◎	1.7	○	0.8	○	0.5	△	0.6	Is	◎	○	△	△	15.2
6	香坂礫岩層の亜角礫4	◎	1.8	○	0.6	△	0.4	△	0.4	Ig	◎	○	△	△	6.0
7	香坂礫岩層の亜角礫5	◎	1.3	○	0.7	○	0.8	△	0.2	Is	◎	△	△	△	6.3
8	八重久保層上部層溶岩	◎	1.0	△	0.3	△	0.1	△	0.3	Is	◎	○	○	△	4.8
9	八重久保層上部層凝灰角礫岩	◎	1.8	△	0.2	△	0.2	△	0.3	Ig	◎	○	△	△	10.3
10	武尊山・水上高原スキー場上位溶岩	◎	1.1	○	0.4	○	0.4	○	0.3	Hp	◎	△	○	△	5.5
11	武尊山・水上高原ゴルフ場溶岩下の極角礫	◎	0.6	△	0.1	△	0.1	△	0.1	Is	◎	○	○	△	1.7
12	武尊山・タキガ沢の角礫	◎	0.9	△	0.1	△	0.1	△	0.1	Hp	◎	△	△	△	3.3
13	武尊山・マキバの沢溶岩	◎	0.9	△	0.2	△	0.3	○	0.1	Is	◎	○	○	△	3.1
14	武尊山・セビオス岳の極角礫	◎	0.6	△	0.4	△	0.4	○	0.2	Hp	◎	○	○	△	2.8
15	武尊山・奈女沢の亜角礫	◎	1.0	△	0.2	△	0.5	○	0.3	Hp	◎	○	△	△	2.8
16	武尊山・玉原スキー場溶岩下の極角礫	◎	1.2	○	0.2	○	0.2	△	0.3	Hp	◎	○	○	△	1.0
17	武子川・姿川合流点円礫1	◎	1.8	○	1.1	○	0.7	○	0.2	Is	◎	○	△	△	2.7

Pl……斜長石、Cpx……単斜輝石、Opx……斜方輝石、Hp……ガラス基流晶質、Ig……間粒状、Is……填間状

集斑状でわずかな汚れを含む。斑晶というよりも全体的に粗い石基のようである。単斜輝石、斜方輝石はごくわずかしかなく、円～楕円形の空隙が多く見られる。石基部分の斜長石は柱状～短い針状で、方向性のある配列は示さない。薄片作成方向による差は見られない。

武尊山・マキバの沢溶岩 斑晶量は少なく、集斑状で汚れは見られない。他の試料に比べ鉄鉱物の量が多い。円～楕円形の空隙が多く見られる。石基部分の斜長石は長柱状～針状で、一方向の薄片で一定方向の配列を示すが、他の二方向では特に方向性はない。

武尊山・セビオス岳の極角礫 斑晶量は少なく、集斑状でわずかな汚れを含む。斜長石は累帯構造を持つものがある。石基部分は非常に細かく、斜長石は針状で二方向の薄片で弱い方向性がある。

武尊山・奈女沢の亜角礫 斑晶量が少なく、集斑状でわずかな汚れを含む。単斜輝石、斜方輝石はごくわずかしかない。石基部分の斜長石は粗く、長柱状で若干方形のものがある。二方向の薄片では一定方向の配列を示すが、他の一方向では方向性はなく形状がはっきりしない。

武尊山・玉原スキー場溶岩下の極角礫 斑晶量は少なく、大きな斑晶は内部に汚れがある。二方向の薄片では単斜輝石、斜方輝石の形状は隅丸方形であるが、他の一方向では長方形を呈する。少量ではあるが円～楕円形の空隙が見られる。石基部分の斜長石は針状だが細粒のため配列の方向性ははっきりしない。薄片の作成方向による差は見られない。

(4) 武子川・姿川・思川流域

武子川・姿川合流点円礫 1 斑晶量は少なく、大きな斑晶は内部に汚れがある。単斜輝石、斜方輝石の量が他の試料よりも多く、大型である。円～楕円形の空隙が少量見られる。石基部分の斜長石は二方向の薄片で長柱状～針状であるが方向性は弱く、他の一方向では長柱状の他に正方形に近いものも含まれる。輝石はどの方向でも細かい粒状で、間を黄褐色のガラスが埋める。円礫 2～5 の試料も円礫 1 に類似し、石基部分の斜長石の方向性の強弱とガラス部分の量に多少の差がある程度である。

(5) 小 結

各産地の特徴をまとめると以下のようである。

・**荒船山溶岩** 斑晶量が多く、斑晶が大きく内部に汚れが目立つ。石基部分は粗く、暗褐色の不透明物質が間を埋め、直交ニコルで輝石の黄色が目立つ。

・**八風山溶岩** 斑晶は少なく、比較的きれいで斑晶は小さい。薄片を作成する方向によって、斜長石が長柱状と方形を呈する場合とそうでない場合がある。

・**香坂礫岩層** 斑晶量が10%を超えるものと、6%台のものに分かれる。斑晶は大きく、内部に汚れが目立ち、杏仁状の二次鉱物が含まれる。石基部分は試料によって差が大きい。

・**八重久保層上部層** 斑晶量は凝灰角礫岩中の試料では多い。斜長石の斑晶は汚れが目立つ。単斜輝石、斜方輝石はわずかしか含まれない。石基部分は薄片を作成する方向により、輝石の形状が異なる。

・**武尊山溶岩** 斑晶量は少なく、きれいである。円形の空隙が見られる。石基部分は針状の斜長石が主で構成されるが、その形状や配列などによって a 水上高原スキー場上位溶岩・セビオス岳の極角礫・玉原スキー場溶岩下の極角礫、b 水上高原ゴルフ場下の極角礫・タキガ沢の角礫、c マキバの沢溶岩、d 奈女沢の亜角礫の 4 種類に分けることができる。

・**武子川・姿川円礫** 斑晶量は少ないが、大きな斑晶が見られ、単斜輝石・斜方輝石の大型斑晶がある。円形の空隙が少量見られる。石基部分の斜長石は針状である。

各産地のうち、香坂礫岩層と武尊山はパリエーションが多く、特に、石基部分のみを見ると奈女沢の試料は八風山のものと似ているなど、他の産地と特徴が重なる場合がある。しかし、各産地間で斑晶の特徴と石基の特徴の両方が類似することはなく、斑晶と石基部分を総合的に観察できれば産地の同定は可能であると思われる。

4. 成果と問題点

今回我々は、群馬県周辺の黒色安山岩原産地について、供給源と考えられる溶岩流や層準をより厳密に特定し、それぞれの岩石学的な特徴を把握することを目標とした。

各産地での露頭の調査の結果、荒船山については 1 枚の溶岩流が、八風山では 1 枚の溶岩流と 2 枚の層準が供給源としてあげられた。これらの原産地については、下流域の河川における採取可能地域の特定と、河川採取資料の偏光顕微鏡観察を行っている(桜井・井上・関口1993、桜井1995、井上・桜井1999)。今回観察した荒船山と八風山の溶岩流の試料については、以前に観察した、原産地流域の河川で採取した試料の岩石学的特徴によく一致する。このことは、二つの原産地の供給源となる溶岩流が、それぞれ単一のものであることと矛盾しない。

一方、武尊山では、試料に 4 つのタイプが認められた。前述のように武尊山には、黒色安山岩の供給源と考えられる溶岩流が 3 枚存在する。その違いによって岩石学的な特徴も異なるものと考えられるが、溶岩流の数と採取試料のタイプ数が一致しない。この原因としては、いまだ知られていない 4 枚目の溶岩流が存在するか、あるいは一つの溶岩流内の変異を別々のタイプとして捉えてしまったかの二つが考えられよう。

八風山麓の香坂礫岩層や八重久保層上部層では、複数のタイプが認められた。これは、各々の層に含まれる黒色安山岩の供給源として、複数の溶岩流が存在するためと考えられる。ただし、同じように起源となる溶岩流が

特定できない武子川・姿川の資料では、サンプル間の変異が小さく、同一の特徴としてまとめられる。供給源となる溶岩流が単独である可能性が想定できよう。

これらの供給源ごとの岩石学的特徴は、一部類似する部分もあるが、複数の特徴を捉えることによって、およそ分類は可能である。なかでも、荒船山溶岩と八風山溶岩の黒色安山岩についてはその特徴が捉えやすく、他の産地との分類が比較的容易である。また、武子川・姿川の試料は、大型の輝石の斑晶によって特徴付けられ、岩石薄片中に輝石の斑晶が観察できれば分類は可能と考えられる。

今回の分析では、より厳密な意味での原産地試料の提示を目的としたため、一次的な供給源となる溶岩露頭などから分析試料を採取した。しかし、遺跡に持ち込まれる黒色安山岩はほとんどが円礫で、河床や段丘礫層から採取されたものである。そのため、今後遺跡出土の黒色安山岩製石器の産地同定を行うためには、溶岩流の試料と流域河川からの採取試料との比較を行い、各供給源の黒色安山岩の、流域河川における産出状況を把握することが求められる。特に、八風山麓の香坂礫岩層、八重久保層上部層については、これまで未調査の供給源であり、河川での採取可能地域の調査が不可欠である。

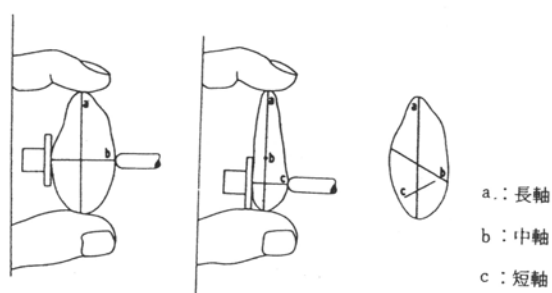
また、1度に生成した溶岩流ではその基本的な成分や岩石学的特徴の変異は小さいとの予測に基づき、1枚の溶岩流については分析試料を1点に限った。しかし、武尊山の試料において、溶岩流の数と試料のタイプ数が一致せず、1枚の溶岩流内で特徴が変化している可能性が想定された。このことから、今後試料数を増やし、各々の溶岩流ごとに岩石学的特徴の変異の幅を捉えることが必要である。

謝辞 本稿を記すにあたり、飯島静男氏には、地質学的、岩石学的内容に関して様々ご教授頂いた。中村正芳氏には、武尊火山に関して、特に「無斑晶質安山岩グループ」の溶岩露頭の位置をご教授頂いた。地質学あるいは岩石学に不案内な者たちが、かりにも拙稿をまとめ上げることができたのは、ひとえにお二人のご教授のおかげである。岩崎泰一氏には、本研究に関して考古学的な側面から様々アドバイスしていただいた。荒川竜一氏には、武子川の黒色安山岩についてご教授頂いた。水田稔氏には、武尊火山についてご教授頂いた。山村英二氏、牧野裕美氏には、黒色安山岩の試料採取をご協力頂いた。紙上を借りて感謝いたします。

註

- 1) 黒色安山岩という石材名は、中束・飯島により命名された(中束・飯島1984)。「黒色緻密の岩石で、極細粒でややガラス質の基質中に、少量の微斑晶を含む。斑晶量は標本によって多少ばらつきがあり、1cm²あたり1〜数個程度の量である」。本論中では、これと同等の特徴を備えた安山岩を、黒色安山岩と表記した。
- 2) 石器石材の原産地分析が旧石器社会を考察する上で重要であることの一例として、原産地分析の結果が、遺跡構造の解釈に重要な情報を提供することを示したことがある(津島1999)。
- 3) 山本薫氏は、原産地を「石材を採集できる所」と広い意味でとらえ、「露頭のみならず礫層や河床・河原などの河川流域を含めた広い場所」を原産地ととらえている。一方、本論の筆者である桜井と井上は、露頭を「原産地」そして河川流域を「採取可能地域」と分離して理解したことがある(桜井・井上・関口 1993)。本論では、この桜井・井上の考察に準じ、溶岩露頭の認められる箇所や溶岩直下の崩落岩石のように確実にそこに石材起源が求められる箇所、あるいは黒色安山岩の産出起源となる層準の認められる露頭を「原産地」として限定してとらえる。
- 4) いわゆる「プレバート法」については、山本薫氏の説明がある(山本1997)。
- 5) これまでの複数の地質学関係者との対話から、地質学サイドで「ガラス質」あるいは「無斑晶質」と呼ばれている石材が、必ずしも石器石材に利用されている良質の石材と一致しないことを確認してきた。したがって、地質学関係の文献中に、「ガラス質」あるいは「無斑晶質」と記載されていた場合でも、それが石器石材に利用されている石材と同等の特徴を備えたものであるか、現地調査する必要がある。
- 6) 「八風山溶岩」は、「軽井沢南方に八風山(1315m)をつくる溶岩流で、分布は山頂から西側へ1.5km、北側へ1km程度である。新鮮で無斑晶質のデイサイトからなり、分布の南側は比高30〜40mの垂直の崖をつくっている。」(友野・曾我・萩須・河内1997)。
- 7) 「香坂礫岩層」の命名は、(鷹野1986)による。ただし、この論文は、信州大学理学部卒業論文であるため、入手不可能であった。本論では、「香坂礫岩層」の諸特徴は、(小坂・鷹野・北爪1991)を参照した。
- 8) 「八重久保層上部層」の命名は、(笠井1934)による。ただし、この論文は、東北大学理学部卒業論文であるため、入手不可能であった。本論では、「八重久保層上部層」の諸特徴は、(野村・小坂1987)、(小坂・鷹野・北爪1991)を参照した。
- 9) 礫の大きさ及び円磨度の基準については、次頁のとおりである。
- 10) 中村正芳氏からは、「無斑晶質安山岩グループ」以外の溶岩、つまり「天神グループ」の「天神溶岩」(山口1981)にもガラス質の部分が認められることを御教授いただいた。武尊山南麓の川場村の通称「天神の石切り場」において、「天神溶岩」を調査したところ、それは灰色〜黒色の安山岩で、石器石材に使用されているものと比較すると著しくガラス光沢に乏しく、斑晶量も1cm²あたり20個程度と非常に多く、石器石材に利用されている黒色安山岩とは異なるものと判断した。
- 11) 中村正芳氏から、火口から高温で流れ出した溶岩は、空気や地面に

礫の三軸の測定



円磨度



「地学ハンドブック(第6版) 築地書館」より

接する部分で急冷され、結晶ができずにガラス質になる場合があること、を御教授いただいた。このことは、通常、一つの溶岩流においてガラス質の部分が形成されるのは限定された箇所であって、石器石材に適したガラス質の部分は溶岩の上部あるいは下部に存在することを意味する。これまでに筆者達がおこなった溶岩の調査によっても、確かに全体が均質なガラス質の溶岩は全く存在せず、ガラス質の部分が認められる場合でも、それは溶岩の上部か下部に部分的に存在するにとどまることを確認してきた。

よって、「無斑晶質安山岩グループ」の溶岩露頭で黒色安山岩が確認できず、その溶岩直下のガレ場の礫中に黒色安山岩が存在するということは、溶岩の一部には石器石材に適したガラス質の部分があるにも関わらず、我々がその部分を発見することができなかったことを表していると考えられる。

引用文献

- 荒川竜一・芹澤清八 1995「栃木における石器石材について」『第3回岩宿フォーラム/シンポジウム予稿集 石器石材～北関東の原石とその流通を中心として～』 41-45頁。
- 磯貝基一 1995「群馬における石器石材」『第3回岩宿フォーラム/シンポジウム予稿集 石器石材～北関東の原石とその流通を中心として～』 7-12頁。
- 井上昌美 桜井美枝 1999「第4文化層出土黒色安山岩の分析」『三和工業団地I遺跡(1)-旧石器時代編- 群馬県埋蔵文化財調査事業団調査報告第246集』 222-225頁。
- 笠井章 1934「荒船火山付近の地質及び地形について」東北大学理学部地質学古生物学教室卒業論文(未見)。

- 久保誠二・川端経男 1995「武尊火山」『沼田市史自然編』 101-111頁。
- 小坂共栄・鷹野智由・北爪牧 1991「関東山地北西部の第三系(その1)-長野県東部香坂川～内山川流域、特に駒込帯の地質とその地質学的意義について-」『地球科学』 45-3 43-56頁。
- 桜井美枝・井上昌美・関口博幸 1993「群馬県における石器石材の研究(1)-碓氷川流域における石器石材の調査-」『財)群馬県埋蔵文化財調査事業団研究紀要』 111-14頁。
- 桜井美枝 1995「河川における石器石材のあり方」『第3回岩宿フォーラム/シンポジウム予稿集 石器石材～北関東の原石とその流通を中心として～』 13-16頁。
- 柴田徹・上本進二・山本薫 1991「付編II 宮ヶ瀬遺跡群および神奈川県内出土の緻密黒色安山岩製石器の石器産地」『神奈川県立埋蔵文化財センター調査報告21 宮ヶ瀬遺跡群II』 393-406頁。
- 柴田徹 1997「柏ヶ谷長ヲサ遺跡出土のガラス質黒色安山岩についての岩石学的検討」『柏ヶ谷長ヲサ遺跡』 440-449頁。
- 鈴木正男・熊谷昌史・榎本義宏 1999「三和工業団地I遺跡出土黒曜石の分析」『三和工業団地I遺跡(1)-旧石器時代編- 群馬県埋蔵文化財調査事業団調査報告第246集』 216-220頁。
- 須藤隆司 1995「八風山黒色安山岩原産地遺跡」『第3回岩宿フォーラム/シンポジウム予稿集 石器石材～北関東の原石とその流通を中心として～』 28-31頁。
- 鷹野智由 1986「関東山地北西縁の新第三系」信州大学理学部卒業論文(未見)。
- 田村隆・澤野弘 他 1987「千葉県文化財センター 研究紀要」11。
- 田村隆 1994「第6章 大網山田台遺跡群の旧石器時代」『大網山田台遺跡I-旧石器時代篇-』 411-418頁。
- 地質調査所 1969『日本油田・ガス田図8 本宿』。
- 津島秀章 1999「石器石材と遺跡構造-石器石材からみる環状ブロック群の構造-」『群馬県埋蔵文化財調査事業団 研究紀要』 17 1-12頁。
- 友野裕一・曾我部綾・萩須友子・河内晋平 1997「関東山地北西部の鮮新世火山岩類」『信州大学教育学部附属志賀自然研究施設研究業績』 341-9頁。
- 中束耕志・飯島静男 1984「群馬県における旧石器・縄文時代の石器石材-黒色頁岩と黒色安山岩-」『群馬県立歴史博物館報』 528-36頁。
- 野村哲・小坂共栄 1987「群馬県南西部の新第三系の地質構造発達史」『群馬大学教養部紀要』 21 51-68頁。
- 本宿団体研究グループ 1970「本宿グリーンタフ層の層序学的研究」『地研専報』 16 1-13頁。
- 山口尚志 1981「武尊火山の地質」『地質学雑誌』 87-12 823-832頁。
- 山本薫 1993「緻密黒色安山岩製石器の石材原産地推定方法について」『筑波大学 先史学・考古学研究』 445-69頁。
- 山本薫 1997「神奈川県海老名市柏ヶ谷長ヲサ遺跡における石器石材の入手について」『柏ヶ谷長ヲサ遺跡』 450-472頁。
- 山本薫 1999「南関東地方のV～IV層下部段階における石器石材の入手について(2)-大洗産および武子川・姿川産のガラス質黒色安山岩の利用から見た下総台地における地域性について-」『日本考古学協会第65回総会研究発表要旨』 32-35頁。

Summary

A basic study of the lithic sources used for Palaeolithic stone artifacts

by TSUSHIMA Hideaki¹, SAKARAI Mie², INOUE Masami³

In the central Japan black glassy andesite is one of the major lithic sources used for Late Palaeolithic stone artifacts. It is well-known that in this area such andesite is present in several places Mt. Arafune, Mt. Happu, and the Takeshi River area. Mt. Hotaka is located on the northern part of Gunma Prefecture. We found that at this place there are several lava flow layers containing this andesite. Mt. Arafune and Mt. Happu are situated on the western part of the same Prefecture. We noticed that each of these mountains has only one lava flow layer containing andesite. The Takeshi River flows through the northern part of Tochigi Prefecture. We observed that in this river area there are many cobbles of the same quality.

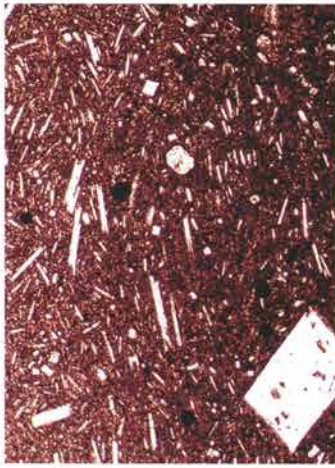
In this article we indicated the specimens of black glassy andesite sampled at each of these sources. All samples were studied under a polarizing microscope.

In conclusion it was found that we can classify each of the source specimens by identifying the structure of groundmass, the quantity of glass and magnetite, the size of pyroxene, and the existence of microscopic holes. The sourcing method based on polarizing microscopic observation is thought to have sufficient reliability for the sourcing of stone tools made by this andesite. It is hoped that with further studies the stone implements manufactured by this method can help us identify the sources.

* Equivalent to the European Upper Palaeolithic

^{1,2}Gunma Archaeological Research Foundation

³Gunma Historical Museum

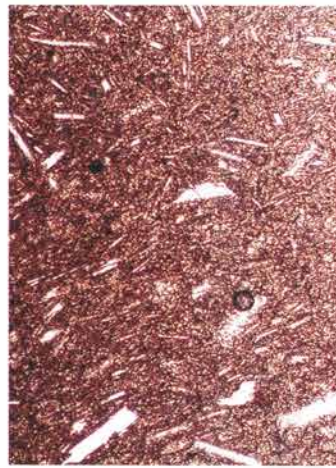


八風山溶岩

a



a'



b



b'



香坂礫岩層の亜角礫 1

a



a'



b



b'



香坂礫岩層の亜角礫 2

a



a'



b



b'



香坂礫岩層の亜角礫 3

a



a'

黒色安山岩の薄片の偏光顕微鏡写真 (1)

a , b : 平行ニコル

a' , b' : 直行ニコル×50



香坂礫岩層の垂角礫4

a

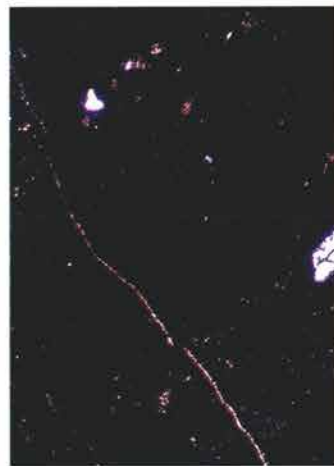


a'



香坂礫岩層の垂角礫5

a



a'



八重久保層上部層溶岩

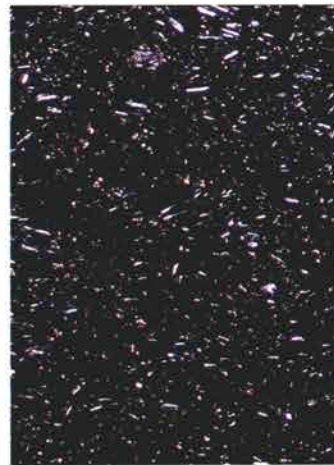
a



a'



b



b'



八重久保層上部層凝灰角礫岩

a



a'



b

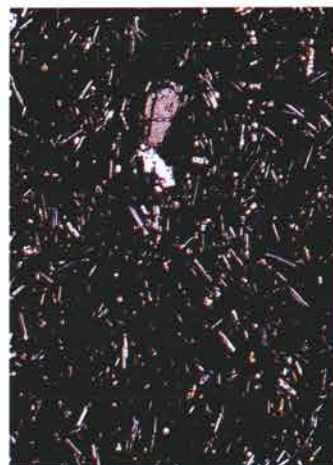


b'



荒船山溶岩

a



a'

黒色安山岩の薄片の偏光顕微鏡写真 (2)

a , b : 平行ニコル

a' , b' : 直行ニコル×50



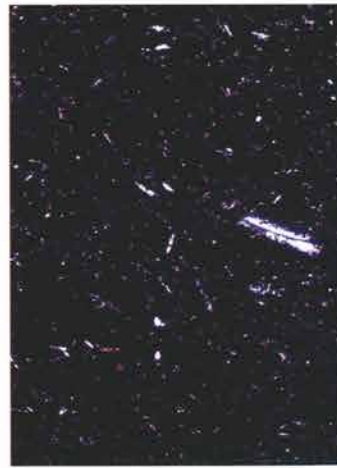
武尊山・セビオス岳の極角礫 a



a'



b



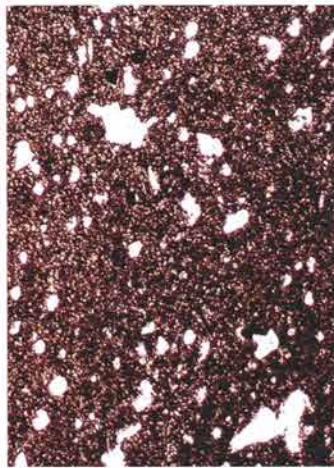
b'



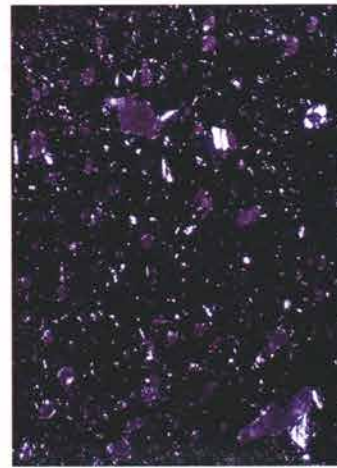
武尊山・マキハの沢溶岩 a



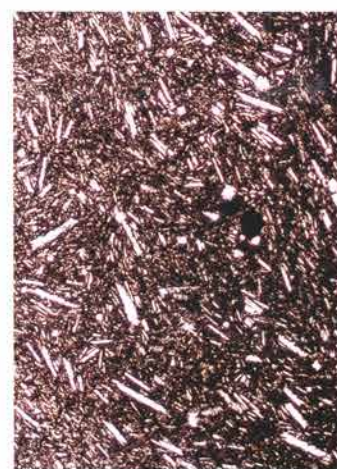
a'



b



b'



武尊山・タキガ沢の角礫 a



a'



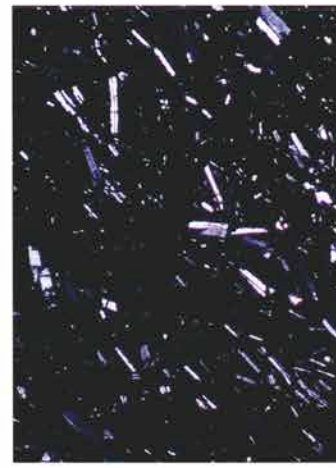
武尊山・水上高原スキー場上位溶岩 a



a'



武尊山・水上高原ゴルフ場溶岩下の極角礫 a



a'

黒色安山岩の薄片の偏光顕微鏡写真 (3)

a , b : 平行ニコル

a' , b' : 直行ニコル×50



武尊山・奈女沢の垂角礫

a



a'



b



b'



武尊山・玉原スキー場溶岩下の極角礫

a



a'



b



b'



武子川・姿川合流点円礫1

a



a'



b



b'

黒色安山岩の薄片の偏光顕微鏡写真(4)

a , b : 平行ニコル

a' , b' : 直行ニコル×50