

小白水谷下流で発見された白山火山起源の降下スコリア堆積物

東 野 外志男 石川県白山自然保護センター
田 島 靖 久 日本工営株式会社

A scoria fall deposit from Hakusan volcano found at the lower reaches of Kohakusuidani river, central Japan

Toshio HIGASHINO, *Hakusan Nature Conservation Center, Ishikawa*
Yasuhisa TAJIMA, *Nihon Koei CO., LTD.*

はじめに

白山を起源とするテフラは山頂周辺の弥陀ヶ原や南竜ヶ馬場の平坦地を中心に広く分布し、その周辺の登山道（平瀬道、中宮道など）沿いでも確認できる（遠藤，1985；高柳・守屋，1991；他）。遠方では、白山のほぼ東北東約 50 km に位置する、岐阜県飛騨市の池ヶ原湿原に産出する数層の火山灰層が、重鉱物の 75～95% を紫蘇輝石・角閃石が占めることから白山火山起源と考えられている（下畑，1977）。また、構成鉱物などの記述はないが、白山東方約 8 km の大白川沿いに分布する、白山火山起源の岩屑なだれ堆積物の上位に分布する薄い数層の降下堆積

物層が白山火山起源とされている（守屋・酒寄・東野，2001）。今回報告する降下堆積物は、白山東方の大白川支流の小白水谷下流で確認されたもので、スコリアを主体とする。スコリアを含む堆積物は白山火山を起源とするものとして産出が少なく、本スコリア堆積物の産出状況、粒子分布特性などを報告する。

地質・地形概要

該当の堆積物は、白山の東南東約 4.5 km に位置する大白川支流小白水谷下流の左岸段丘に産出する（図 1）。“白川自然休養村”地内で、この周辺地域には、白山の剣ヶ峰（2,677 m）から白山東方約 7

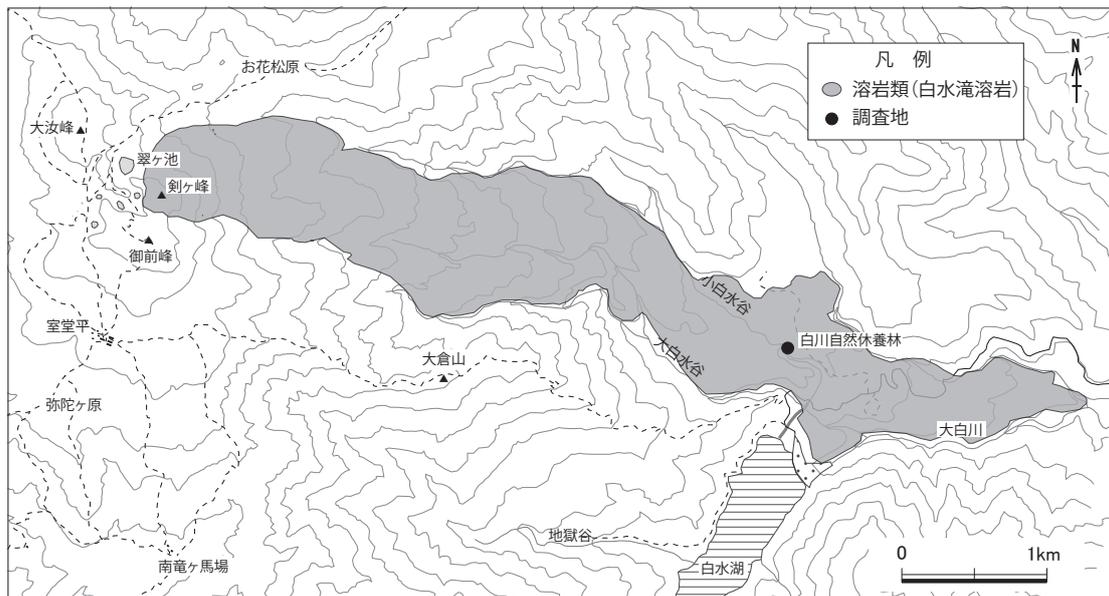


図 1 降下スコリア堆積物の産出位置と溶岩類（白水滝溶岩）の分布

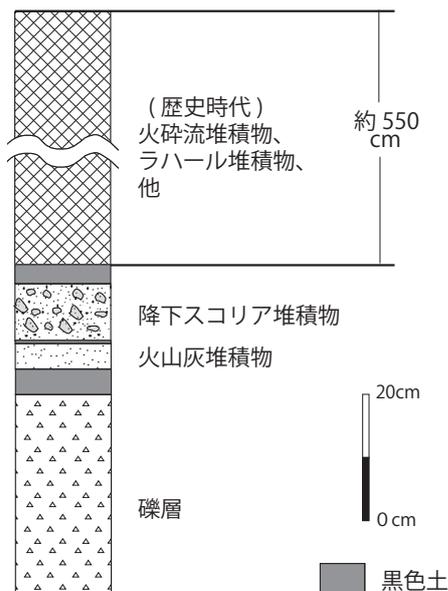


図2 降下スコリア堆積物を産出する露頭の柱状図

kmの大白川中流まで流出した溶岩類（通称白水滝溶岩）が分布する（長岡・清水・山崎，1985；図1）。スコリア堆積物を産出する段丘はこの溶岩類の上位に形成されている。溶岩類下位の火砕流堆積物中の木片については，2,270 yBPと2,050 yBPの¹⁴C年代が得られている（北原ほか，2000）。溶岩類の分布地域は，比較的緩やかな斜面を形成し，スコリア堆積物を産出するあたりはほぼ平坦な地形をなす。スコリア堆積物を含む露頭は標高が約1,300 mで，大半が歴史時代に噴出した火砕流とそれに伴う堆積物からなる。

降下スコリア堆積物を産出する露頭の概要

小白水谷段丘では，地表から高さ約6 mの草本に覆われていない露頭を見ることができる（図2）。そのうち大半を占める上部の堆積物（層厚約550 cm）は，歴史時代の噴火に伴って噴出したもので，主なものは火砕流堆積物とラハール堆積物である。火砕流堆積物中の炭化木について得られた¹⁴C年代をもとに計算した暦年較正值は，11～13世紀を示す（田島・東野，2015）。

歴史時代に噴出した火砕流堆積物とラハール堆積物を主とする堆積物の最下位には薄い降下火砕堆積物が分布し，最下位面は一部凹凸をなす。その下位に層厚3 cmの黒色土があり，その下位にある約9 cmのテフラ層が，該当の降下スコリア堆積物である。色は褐色，肉眼でもスコリア粒子を確認できる

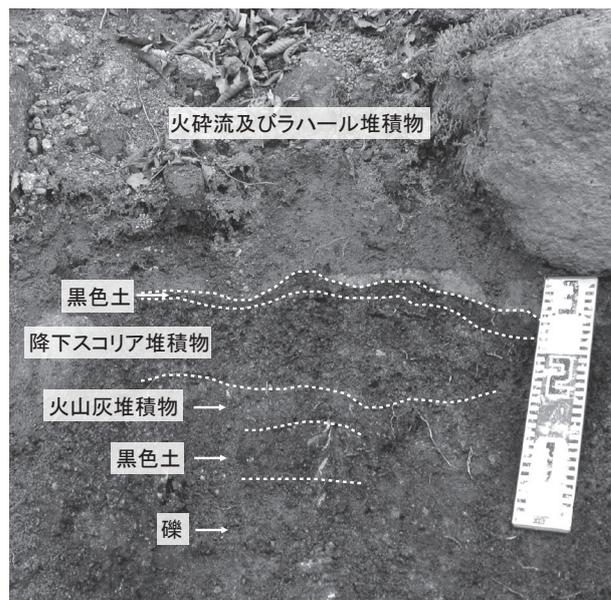


写真1 降下スコリア堆積物の露頭

降下スコリア堆積物の下位の黒色土は薄層（0.5cm）で明瞭でないため，文字では示していない。スケールは30cm。

（写真1）。本層は露頭内の一部に見られるが，火砕流堆積物下位の黒色土の直下位に，ほぼ同じ層厚で分布することより，降下性の堆積物と考えられる。スコリア堆積物の下位には，層厚0.5 cmの黒色土，層厚4 cmの火山灰層が続く。その下位には，黒色土（層厚4 cm）を挟み，層厚が30 cm以上あり基質が火山灰からなる礫層が見られ，本地点の最下位層となる。

スコリア堆積物の特性

試料の処理と観察方法

降下スコリア堆積物を超音波洗浄機で水洗，乾燥後，構成粒子の実体顕微鏡での観察，偏光顕微鏡での薄片観察，粒度分析を行った。実体顕微鏡での観察は，主に -2.0ϕ （4 mm）以上の粒子を中心に行った。偏光顕微鏡用の薄片は，比較的粗粒のスコリア粒子6個（薄片での各粒子の長径は，12 mm（3個），10 mm，9 mm，8 mm）について作成した。粒度分析は 5.0ϕ （0.032 mm）以上の粒子（約34 g）を対象とした。試料は乾式篩を用いて手篩いで 0.5ϕ ごとに分別し，それぞれの粒径について，重量の相対度数と累積相対度数を求めた。

構成粒子

本降下スコリア堆積物には，スコリア，軽石，安

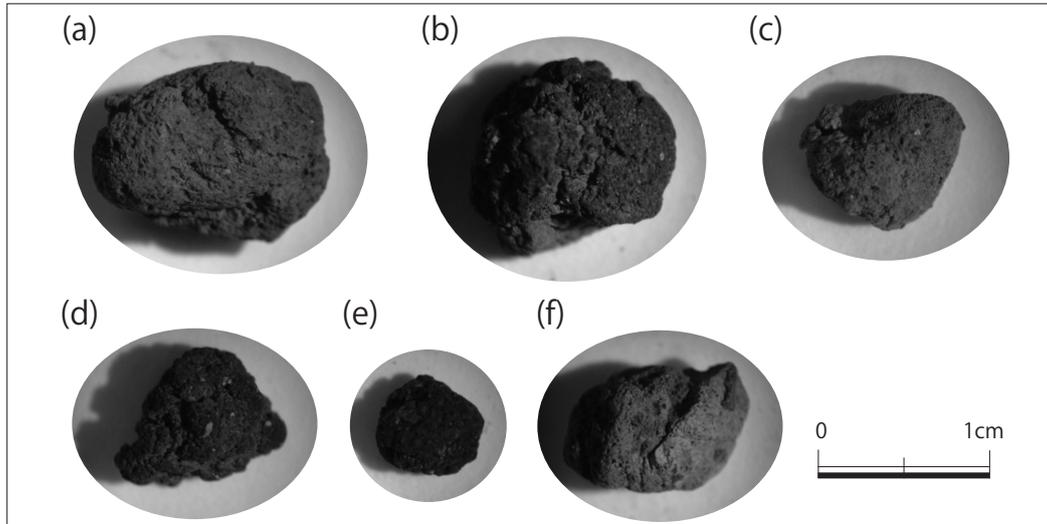


写真2 降下スコリア堆積物中のスコリア ((a)~(e)) とスコリアと軽石が接しているもの ((f) : 左がスコリア, 右が軽石)

山岩片, 変成岩と推定される石質岩片が認められ, 他に, 判別できない岩片がある。堆積物を構成する粒子の大部分を占めるのが, スコリアである。色は黒, 暗褐色, 黄褐色などを呈する (写真2)。黄褐色のものは, 堆積後の変質によって変色したものと推測される。スコリアの外形は丸くなっているのが多く, 発泡程度は粒子により多少異なる。スコリアとの区分が必ずしも明瞭でないところがあるが, 灰白色の発砲したものを軽石とした。黄褐色のスコリアと灰白色の軽石が接している粒子もある (写真2 (f))。

スコリアの斑晶・微斑晶

本報では, 結晶の長径が0.5 mm 以上を斑晶, 0.05

~0.5 mm を微斑晶とした。6個のスコリアをまとめて以下に記す。斑晶は有色鉱物としてカンラン石, 斜方輝石, 角閃石, 無色鉱物として斜長石が認められた。確認された71個の斑晶のうち, 60個がカンラン石, 9個が斜長石で, 斜方輝石と角閃石はそれぞれ異なる粒子で1個確認されたのみである。カンラン石の数は斜長石の6~7倍である。微斑晶は, 有色鉱物としてカンラン石, 単斜輝石, 斜方輝石, 角閃石, 無色鉱物として斜長石が認められる。有色鉱物では, カンラン石と単斜輝石がその大半を占め, カンラン石微斑晶は単斜輝石微斑晶より一般に大きい (写真3)。斜方輝石と角閃石の微斑晶はまれで, 角閃石微斑晶で確認できたのは1個のみである。

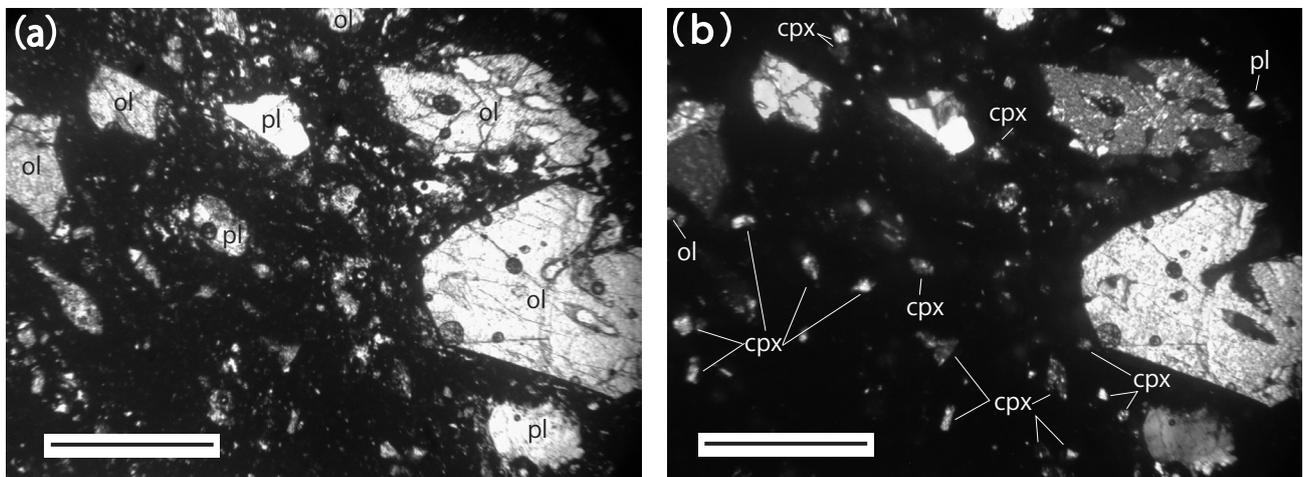


写真3 スコリアの偏光顕微鏡写真

(a) は下方ポーラーのみ, (b) は直交ポーラー。 ol : カンラン石, cpx : 単斜輝石, pl : 斜長石。スケールは1 mm。

表1 降下スコリア堆積物の各粒径の相対度数（重量%）と累積相対度数（重量%）

粒径 (ϕ)	相対度数 (重量%)	累積相対度数 (重量%)
> -4.5	0.00	0.00
> -4	7.76	7.76
> -3.5	8.09	15.85
> -3	11.79	27.63
> -2.5	23.74	51.38
> -2	16.25	67.63
> -1.5	13.76	81.39
> -1	6.54	87.93
> -0.5	3.67	91.61
> 0	1.80	93.41
> 0.5	1.14	94.55
> 1	1.06	95.61
> 1.5	0.76	96.38
> 2	0.14	96.52
> 2.5	0.50	97.01
> 3	0.81	97.83
> 3.5	0.63	98.45
> 4	0.65	99.11
> 4.5	0.30	99.41
> 5	0.59	100.00

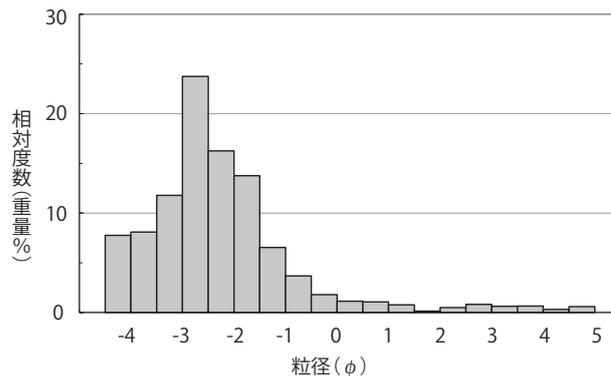


図3 降下スコリア堆積物の各粒径 (ϕ) の相対度数 (重量%)

毎に示した粒径の相対度数 (重量%) 分布はほぼユニモーダルで、 -2.5ϕ (5.7 mm) の篩に残された粒子が最も頻度が高く (23.7%), 0ϕ (1 mm) 以上の粒子が93.4%を占める (表1, 図3)。

各粒径毎の累積相対度数を結んだ直線をもとに、Inman (1952) の ϕ スケールでの Md_ϕ ($=\phi_{50}$; 中央粒径) と σ_ϕ ($=(\phi_{84} + \phi_{16})/2$; 淘汰) を計算した。計算結果は、 Md_ϕ が -2.53 , σ_ϕ が 1.10 で、 1.10 の σ_ϕ 値は淘汰がよいことを示す (Cas and Wright, 1988)。Walker (1971) が示した $Md_\phi - \sigma_\phi$ 図における火砕流堆積物と降下堆積物の領域図で、降下堆積物の中では分布密度が最も高い8%の区域内にプ

粒度分析

5.0ϕ (0.032 mm) 以上の粒子を対象に行った粒度分析で、最大粒子は 1.9×1.5 cmである。 0.5ϕ

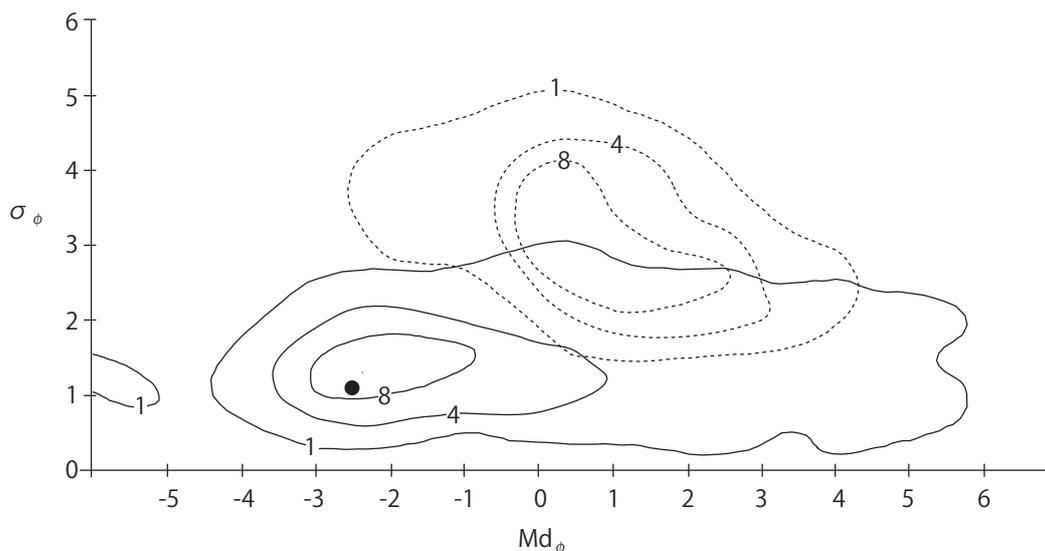


図4 Walker (1971) の $Md_\phi - \sigma_\phi$ 図での降下スコリア堆積物のプロット

$Md_\phi = \phi_{50}$, $\sigma_\phi = (\phi_{84} + \phi_{16})/2$ 。実線と破線はWalker (1971) が示した降下火砕堆積物と火砕流堆積物の分布密度の領域。例えば、降下火砕堆積物の8%の領域は、直径 1ϕ の円内にWalker (1971) が収集した降下堆積物 (1,300試料) の8%以上がプロットされる。詳細は、Walker (1971) を参照せよ。Walker (1971) が示した降下火砕堆積物の2%, 火砕流堆積物の2%, 16%の境界線は省略。

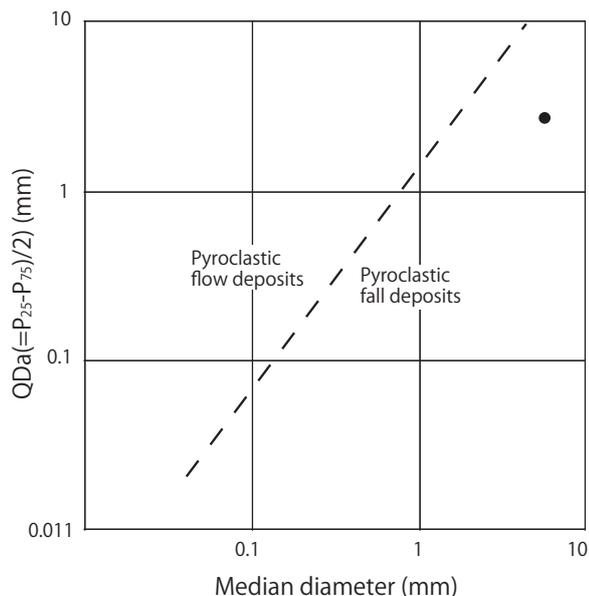


図5 Buller and Mcmanus (1973) のMd (median diameter) - QDa図での降下スコリア堆積物のプロット

$Md = P_{50}$, $QDa = (P_{25} - P_{75})/2$ 。破線は火砕流堆積物と降下火砕堆積物の境界。

ロットされる (図4)。

Buller and Mcmanus (1973) の $Md (= P_{50})$ と $QDa (= (P_{25} - P_{75})/2)$ (P_{50} , P_{25} , P_{75} は mm スケール) についても、上記と同様に累積相対度数を結んだ直線をもとに求めた。計算結果は、Md が 5.78, QDa が 2.67 で、Buller and Mcmanus (1973) の Md - QDa の火砕流堆積物と降下堆積物の区分図で、降下堆積物の領域にプロットされる (図5)。

考 察

今回報告するスコリア堆積物は露頭では一部に見られるが、その層厚はほぼ一定であり、露頭観察から降下火砕堆積物と判断できる。Walker (1971) の $Md_{\phi} - \sigma_{\phi}$ 図と Buller and Mcmanus (1973) の Md (median diameter) - QDa 図にプロットされた堆積物の位置も、観察事実を支持する。

噴出時期は産出層準から溶岩類が噴出した約 2000 年前より後で、上位の火砕流等が噴出した 11 ~ 13 世紀より前であると考えられる。白山火山の噴出物は主に安山岩であるが、数少ないながらスコリアの産出も報告されている (高柳・守屋, 1991; 酒寄・中塚・東野, 2003; 東野, 2006; 東野・酒寄, 2007)。Fisher (1964) の図9に示されたテフラ粒子の中央粒径値 (median diameter) と供給源までの

距離の関係で、スコリア堆積物の - 2.53 の中央粒径値に対応する供給源までの距離は最大で約 65 km であり、その範囲には白山火山以外に 2000 年前以降に活動した火山は存在しない。また、このスコリア堆積物が白山火山の溶岩や火砕流の分布地に産出することからも、白山火山起源とすることに異論はない。

噴出源である白山山頂から約 4.5 km でのスコリア堆積物の 9 cm の層厚は、早川ほか (1984) が示した三宅島 1983 年噴火のメンバー 2 P と同程度もしくはやや厚い層厚となる。1 地点の観察であることや、風速などの気象条件の影響などがあることから、このスコリア堆積物の噴火規模の推定は難しいが、三宅島 1983 年噴火を参考に類推すると (早川ほか (1984) によるメンバー 2 P の噴出量の見積もりは $2.98 \times 10^6 \text{ m}^3$), 火山爆発指数 (VEI) は 2 クラスで、ストロンボリ式噴火では中程度の噴火 (Simkin and Siebert, 1994) であった可能性がある。

今回報告する小白水谷の降下堆積物のように、構成物のほとんどがスコリアからなるものではないが、これまで白山火山のテフラでスコリアの産出が報告されているのは、遠藤 (1985) が確認したテフラ層の層準に従うと、弥陀ヶ原の最下位の Hm-1 層、山頂東方の平瀬道や展望歩道沿いの南竜火山灰 (Hm-10) 相当層、南竜ヶ馬場の弥陀ヶ原火山灰 (Hm-4) からのもの (Hm の後の数値が大きくなるほど、上位のテフラで、年代が若くなる) である。南竜火山灰は剣ヶ峰から大白川方面に流出した溶岩類とほぼ同時期に噴出したものとされていること (酒寄・中塚・東野, 2003) から、本降下スコリア堆積物は、南竜火山灰より上位層準になると考えられる。Hm-1 と弥陀ヶ原火山灰は南竜火山灰より古い時代のものであり、溶岩類の上位に位置するスコリア堆積物とは明らかに層準が異なる。白山山頂周辺の弥陀ヶ原や南竜ヶ馬場において、南竜火山灰より若い年代のテフラは Hm-11 ~ Hm-16 までの 6 層のテフラが知られている (遠藤, 1985) が、その中にはスコリアを含むものは記載されていない。このことから、小白水谷下流地域にスコリアを噴出した活動は、噴出物の分布が山頂東方に限られ、山頂南方の弥陀ヶ原や南竜ヶ馬場へは、テフラを供給しなかった可能性が高い。

スコリアの斑晶と微斑晶について、小白水谷のスコリア堆積物とこれまで報告されたものを比較したのが表2である。南竜火山灰 (Hm-10) 相当層のも

表2 小白水谷の降下スコリア堆積物のスコリアとこれまで報告されたスコリアの斑晶・微斑晶の比較

スコリアを含む地層 (文献)	場所	斑晶					微斑晶					備考
		ol	opx	amp	pl	qz	ol	cpx	opx	amp	pl	
降下スコリア堆積物* (本研究)	小白水谷	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	ol斑晶の数はplの6~7倍。有色鉱物の微斑晶では、ol・cpxが多い。opx・amp斑晶とamp微斑晶は、確認されたのはそれぞれ1結晶のみ。
陀ヶ原火山灰(Hm-4)* (東野・酒寄, 2007)	南竜ヶ馬場	+	-	-	+	-	+	+	+	-	+	長径0.3mm以上のolとplは同数。cpx・olの微斑晶は他の微斑晶より多い。
南竜火山灰(Hm-10)相当層 (酒寄・中塚・東野, 2003)	展望歩道	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	斑晶・微斑晶で最も多いのがpl。斑晶としてはamp, olが、微斑晶としてはcpx, olが、順にplに続く。

ol: カンラン石, cpx: 単斜輝石, opx: 斜方輝石, amp: 角閃石, qz: 石英, pl: 斜長石, +: 存在, -: 存在しない

*: 6粒子を一つとしてまとめた。

のについては、酒寄・中塚・東野(2003)には“安山岩岩片”と記されているが、“安山岩岩片”には発砲の顕著なもの(スコリア)も含むとされていることから、この表に南竜火山灰相当層のスコリアとして記した。小白水谷の降下堆積物のスコリアは、斑晶と微斑晶の鉱物種は比較的多く、鉱物種は南竜火山灰相当層のものと似ているが、斜方輝石と角閃石の斑晶の産出が非常にまれで、カンラン石斑晶と有色鉱物の微斑晶として単斜輝石とカンラン石に富むところが異なる。小白水谷のスコリアで産出がきわめてまれな斜方輝石・角閃石斑晶と角閃石微斑晶を無視すれば、小白水谷と弥陀ヶ原火山灰のスコリアは斑晶と微斑晶の鉱物構成や微斑晶にカンラン石と単斜輝石に富んでいるところが似ている。しかしながら、弥陀ヶ原火山灰のスコリアでは、比較的粗粒(0.3 mm以上)の斜長石とカンラン石がほぼ同数であるのに対して、小白水谷のスコリアでは、カンラン石斑晶の数は斜長石斑晶の6~7倍で、著しくカンラン石斑晶に富む。岩石記載学的には、これまで報告されたスコリアの中では、小白水谷のスコリア堆積物のスコリアは、カンラン石斑晶に著しく富むのが特徴といえる。

摘 要

白山の東南東約4.5 kmの大白川支流小白水谷下流の左岸段丘に、スコリアを主とする白山火山起源の層厚約9 cmの堆積物が分布し、野外での観察や粒度分析から降下火砕物と判断される。噴出年代は約2000年前より後で、11~13世紀以前であると考えられる。岩石記載学的には、これまで報告されたスコリアと比較して、カンラン石斑晶に著しく富む特徴がある。

謝 辞

スコリアの薄片観察で、酒寄敦史氏にご助力いただいた。謝意を表する。

文 献

- Buller, A.T. and Mcmanus, J. (1973) Distinction among pyroclastic deposits from their grain-size frequency distributions. *Journal of Geology*, vol.81, p.97-106.
- Cas, R.A.F. and Wright, J.V. (1988) *Volcanic successions: modern and ancient*. Unwin Hyman, London, 528pp.
- 遠藤邦彦(1985) 白山火山地域の火山灰と泥炭層の形成過程. 白山高山帯自然史調査報告書, p.11-30, 石川県白山自然保護センター.
- Fisher, R.V. (1964) Maximum size, median diameter, and sorting tephra. *Journal of Geophysical Research*, vol.69, p.341-355.
- 早川由紀夫・荒牧重雄・白尾元理・小林哲夫・徳田安伸・津久井雅夫・加藤隆・高田亮・小屋口剛博・小山真人・藤井敏嗣・大島治・曾屋龍典・宇都浩三(1984) 1983年10月3・4日三宅島火山噴出の降下堆積物. *火山*, 第2集, vol.29, 三宅島噴火特集号, p.208-220.
- 東野外志男(2006) 新白山火山Hm-1テフラの構成物. 石川県白山自然保護センター研究報告, 第33集, p.1-6.
- 東野外志男・酒寄淳史(2007) 南竜ヶ馬場のカンラン石に富むスコリアを含む新白山火山の火山灰. 石川県白山自然保護センター研究報告, 第34集, p.1-9.
- Inman (1952) Measures for describing the size distribution of sediments. *Journal of Sedimentary Petrology*, vol.22, p.125-145.
- 北原哲郎・堀伸三郎・小川義厚・前川秀和・石田孝司(2000) 新白山火山の層序区分-年代測定結果による検討-. 日本火山学会2000年秋季大会講演要旨, p.153.
- 守屋以智雄・酒寄淳史・東野外志男(2001) 白山火山の岩層なだれ堆積物. 日本地質学会第108年学術大会 見学案内書, p.1-15.
- 長岡正利・清水 智・山崎正男(1985) 白山火山の地質と

- 形成史. 石川県白山自然保護センター研究報告, 第 12 集, p.9-24.
- 酒寄淳史・中塚妙子・東野外志男 (2003) 新白山火山南竜火山灰中のスコリアを含む火山灰層の岩石学的特徴. 石川県白山自然保護センター研究報告, 第 30 集, p.1-6.
- 下畑五夫 (1977) 池ヶ原湿原の研究 (その 1) —昭和 51 年度科研費 (奨励研究〔B〕) による—. 岐阜県地学教育, vol.13, p.10-17.
- Simkin, T. and Siebert, L. (1994) *Volcanoes of the world: Second edition*. Geoscience Press, Tuscan, Arizona, 349pp.
- 田島靖久・東野外志男 (2115) 白山火山における歴史時代に発生した火砕流. 2015 年度秋季大会 日本火山学会講演予稿集, p.116.
- 高柳一男・守屋以智雄 (1991) 白山火山の火山灰層. 白山火山噴火活動調査報告書, p.75-92, 石川県白山自然保護センター.
- Walker, G. P. L. (1971) Grain-size characteristics of pyroclastic deposit. *Journal of Geology*, vol.79, p.696-714.