

新白山火山Hm-1テフラの構成物

東野 外志男 石川県白山自然保護センター

COMPONENT MATERIALS OF HM-1 TEPHRA FROM SHIN-HAKUSAN VOLCANO

Toshio HIGASHINO, *Hakusan Nature Conservation Center, Ishikawa*

はしがき

白山火山が現在の山頂から活動を開始したのが3, 4万年前で、歴史時代にも噴火活動を行っている(東野, 1989; 粕野, 2001)。白山火山は西暦1659年の噴火以降静穏を保っているが、将来噴火を再開する可能性のある火山である。遠藤(1985)は弥陀ヶ原や南竜ヶ馬場などの泥炭地において、¹⁴C年代で約11,000年前(以後、年代は断りがない限りは¹⁴C年代)以降のテフラを18層確認し、そのほとんどが白山起源とされている。テフラの構成物について、遠藤(1985)は概略的な記載を行っているが、噴火様式などについては言及していない。一方、南竜火山灰については、高柳・守屋(1991)や酒寄・中塚・東野(2003)は構成物などの特徴から噴火様式を論じたが、ほかのテフラについて、層厚が薄く灰白色の火山灰(テフラ)は水蒸気爆発によるものであろうとの見解(守屋, 1992)のほかは、噴火様式などを構成物などをもとに論じたものはない。

テフラの構成物及びその形態などから得られる、過去の噴火様式やマグマ物質の関わりなどについての情報は、将来の噴火様式やその推移を検討する上で重要な情報となる。本稿は白山火山のテフラで最下位とされているHm-1に対応すると考えられるテフラの構成物を予察的に記載したもので、本質マグマとの関わりや噴火様式などを推定する際の基礎資料とするものである。

Hm-1の層序学的位置

白山山頂部のテフラはこれまで遠藤(1985)、高柳・守屋(1991)、辻・東野・清水(1998)などによって調査されている。遠藤(1985)は18層のテ

フラを確認しているが、最近の調査によるとテフラの数はそれより多いと考えられている(田島ほか, 2005)。山頂部のテフラのほとんどが白山を起源とするが、他に鬼界アカホヤテフラ(K-Ah)が確認されており(遠藤, 1985)、最近になり、鬱陵島起源の可能性の高いアルカリ岩質テフラが報告された(東野・辻森・板谷, 2005)。

今回検討したテフラは、アルカリ岩質テフラ(遠藤(1985)のHm-2)の下位のテフラで、遠藤(1985)によってHm-1と命名されたものに対応すると考えられる。Hm-1テフラは遠藤(1985)が山頂部で確認したテフラのなかで最下位のもので、弥陀ヶ原の数か所で確認されている。それより上位のテ

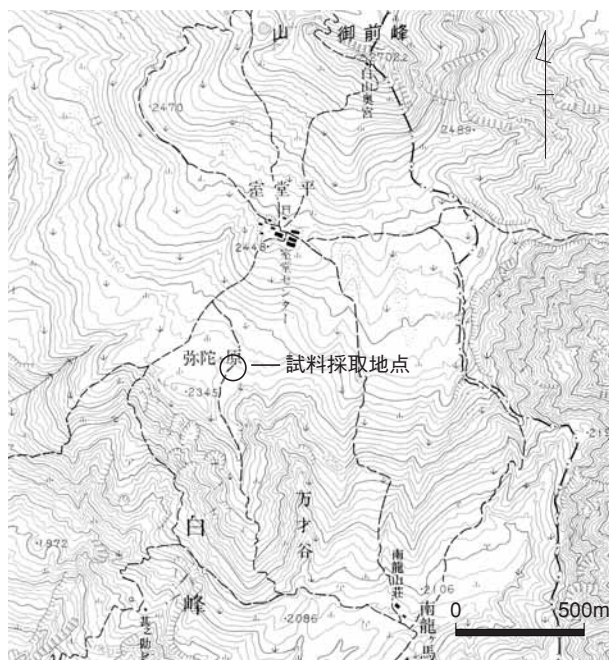


図1 試料採取位置図

国土地理院発行2万5千分の1地形図「白山」を使用

フラについては、下位から上位へHm-2, Hm-3 のように命名されている。辻・東野・清水 (1998) は、Hm-1 より下位にテフラを1つ認めているが、詳細については未検討である。

Hm-1 の年代については、遠藤 (1985) は β 線法により、弥陀ヶ原のHm-1 下位の泥炭 (泥炭層基部) について $6,950 \pm 170$ y. BP, Hm-1 とHm-2 の間の泥炭について $6,830 \pm 840$ y. BPを得ている。しかし、それらの年代値が、白山山頂北北東約 5kmに位置する小桜平でのHm-4 の下位 (泥炭層底部) の泥炭について得られた $10,960 \pm 390$ y. BPと有意な差があり、測定試料を検討した結果、小桜平の年代値が信頼性が高いとし、Hm-4 をおよそ10,000年前頃と推定した。これをもとにすると、Hm-1 の年代は10,000年前より古いことになる。一方、辻・東野・清水 (1998) は弥陀ヶ原のHm-1 直下の泥炭の ^{14}C 年代をAMS法で測定し、 $8,520 \pm 70$ y. BP ($\delta^{13}\text{C}$ 値で補正) の年代値を得ている。この年代値は上述の遠藤 (1985) の考えと有意な差があり、噴出年代を確立するには、今後測定数を増やし検討する必要がある。

Hm-1と上位テフラの岩相

今回 2 地点において、該当のテフラを検討した (図 1)。2 地点 (弥陀ヶ原-I, 弥陀ヶ原-V) とともに登山道 (通称エコーライン) 沿いで確認されたもので、2 地点間の距離は約20mで、弥陀ヶ原-Vの方が室堂

よりである。野外での観察の他、このテフラと上位のテフラも含む試料を野外から採取し、室内においても観察した。テフラの層厚が 2 地点で多少異なるなどの他は、外観は肉眼的に大きく異なることはない (写真 1)。

今回検討したテフラの上位のHm-2 は層厚が約1cm弱で、淡褐色を呈しガラス質様な光沢を有する。アルカリ長石に富み、鬱陵島を起源とする可能性の高いアルカリ岩質テフラである (東野・辻森・板谷, 2005)。その上位のHm-3 は層厚がおおよそ0.5~1cmで、灰~灰白色を呈する。Hm-4 は弥陀ヶ原火山灰と命名されており、層厚は25~30cm (遠藤, 1985) で、写真 1 にはその最下部が認められる。弥陀ヶ原-I地点では白色火山灰が、弥陀ヶ原-V地点では約1.5cmの礫を含む灰褐色火山灰が、その部分を構成する。

今回検討したテフラ (Hm-1) は灰褐色を呈し、層厚は約2.5cmである。径が 1mm以上の比較的粗い白色や灰色、褐色などの火山碎屑物粒子を含み、粗い粒子は層の中央付近に多くみられる傾向がある。上部や下部では粗い粒子がみられるがその量は中央付近より少なく、1mm以下の細かい粒子が大半を占める。層全体としては、粒度の分級は良くない。

Hm-1テフラの構成物

試料の処理と観察方法

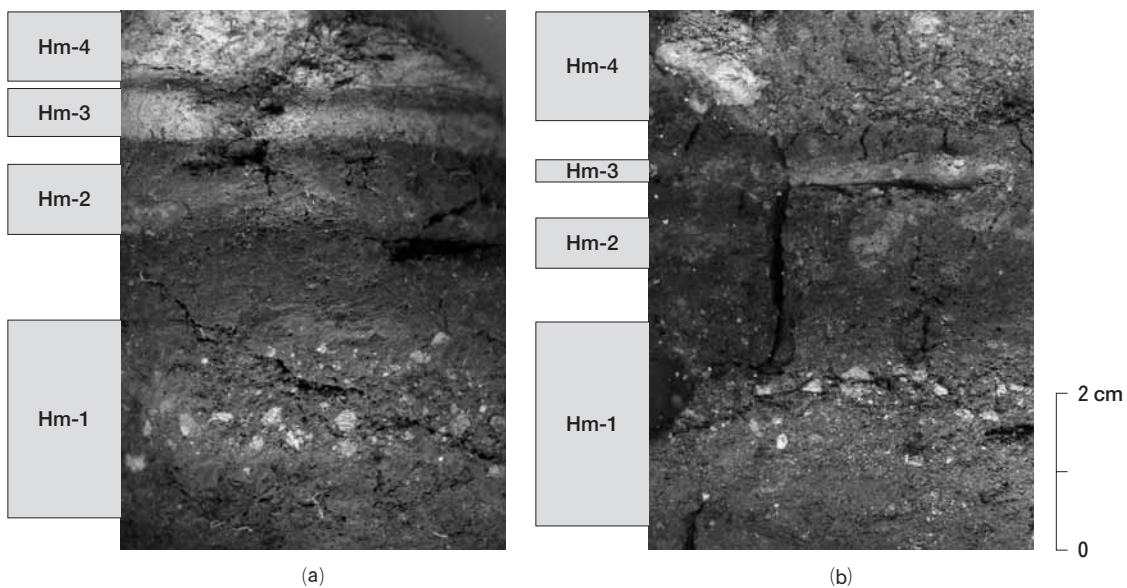


写真 1 試料採取地点のテフラ

(a)は弥陀ヶ原-I地点、(b)は弥陀ヶ原-V地点。Hm-1, Hm-2 などのテフラの名称は遠藤 (1985) による。野外から採取した試料をスキャナーで撮影。

弥陀ヶ原-Iと弥陀ヶ原-Vの2地点から採取した試料を、超音波洗浄機で水洗した。その際、ヘキサメタリン酸ナトリウムを洗浄助剤として適宜加えた。超音波洗浄機で水洗を行った後、粒子は1mm以上、1mm～0.06mm (250mesh)、0.06mm未満に大別し、0.06mm未満の粒子は観察の対象としなかった。1mm～0.06mmの粒子のうち、0.15mm (100mesh)～0.06mmの粒子については、ペトロポキシ154に封入した薄片を作成した。

粒子の観察は、主に1mm以上の粒子を対象に実体顕微鏡で行った。鉱物の同定には、上述したペトロポキシ154で封入した薄片の偏光顕微鏡下での観察を併用した。

1mm以上の構成物は、多孔質粒子、石質岩片、結晶片、変質岩片に大別される。1mm以上の粒子では、多孔質粒子と石質岩片が大半を占め、結晶片は少量で、変質物は微量である。1mm以下の細かな粒子になると、結晶片の占める割合が多くなる。以下に各粒子の特徴を示す。

多孔質粒子

多孔質粒子は、白色、灰色、褐色、黒褐色など様々の色を呈し、気孔 (vesicle) の大きさや密度も様々である。代表的な気孔を有する粒子を写真2の(a)～(g)に示す。(a)～(d)が白色系統のもので、(e)～(g)が褐色系統のものである。多孔質粒子は典型的な軽石やスコリアに比較して概して気孔の密度は低い、広い意味では軽石やスコリアに属すると考えられる。

粒子の表面は一般に不規則な形をしているが、(b)のような白色系統の粒子で、比較的平滑な面を有するものがある。気孔は丸や楕円が一般的である。粒子によっては、長方形の孔を有するものがあり (b), (c), (f)など、それらは鉱物の抜けた跡であると考えられる。多孔質粒子に、比較的粗粒の有色鉱物や無色鉱物が見られることが多い。(a)の粒子には長径約4.5mmの有色鉱物 (恐らく細粒輝石の集合体) が含まれている。

石質岩片

石質岩片は淡灰色、淡褐色、黒色などの色を呈し、流紋岩～安山岩質 (一部玄武岩質?) 火山岩である。代表的な粒子を写真2の(h)～(j)に示す。石質岩片の中には、表面がガラス状の光沢を有するものもある ((i)・(j))。また、比較的粒い孔を有することがある ((i)・(j))。

結晶片

1mm以上の結晶片では、斜長石や輝石が確認できる。0.15mm～0.06mmの粒子を偏光顕微鏡下で確認した結果、斜方輝石、角閃石、単斜輝石、不透明鉱物の有色鉱物が認められた。無色鉱物は斜長石と石英である。

変質岩片

ここで変質岩片としたものは、表面が赤茶けた色を呈しているもので、熱水もしくは風化作用等により変質し、もともとの岩質が判別できないものである。写真2の(k)に示したものは比較的大きな孔も見られる。

考 察

火山砕屑物はその起源をもとに通常、本質、類質、異質に区分される (久野, 1976) が、それらの区分は必ずしも容易でない (東宮ほか, 2001; 宮城・東宮, 2002; ほか)。ここでは、多孔質粒子を中心に、その起源を論じる。

今回検討した多孔質粒子は、白色系統のものと褐色系統のものがあり、これらは広い意味では軽石やスコリアに属するものと考えられ、本質物である可能性が示唆される。しかしながら、Hm-1噴出以前の山体を構成していた既存噴出物が、再堆積した可能性も考えられるので、多孔質粒子が全て本質物である場合と、本質物と既存噴出物の再堆積したものの混在物である場合を検討する必要がある。

白色系統と褐色系統の多孔質粒子が、全て本質物である可能性を示唆するものとして、以下のことが挙げられる。白山火山では、軽石とスコリアが混在することはこれまで報告されていないが、最近、酒寄 (2006, 私信) により、御前峰南方約400mに位置する凹地のスコリア露出地点で、幅約4cmの軽石がスコリア中に層状に挟まれているのが確認されている。また、白山火山の安山岩質マグマの起源について、酸性マグマと塩基性マグマの混合が上げられている (東野, 1990・1994・1995; 酒寄ほか, 2002)。これらのことは、異なる色の粒子の化学組成が異なっていたとしても、それらはマグマ混合前の物質であると解釈可能で、軽石やスコリアなどが本質物として混在する可能性があることを示唆している。

軽石やスコリアが混在することは、これまで日本のいくつかの火山から報告されている。山元・坂口 (2000) は安達太良火山のテフラから軽石とスコリアの混在を報告し、化学特性の異なる3つの端成分

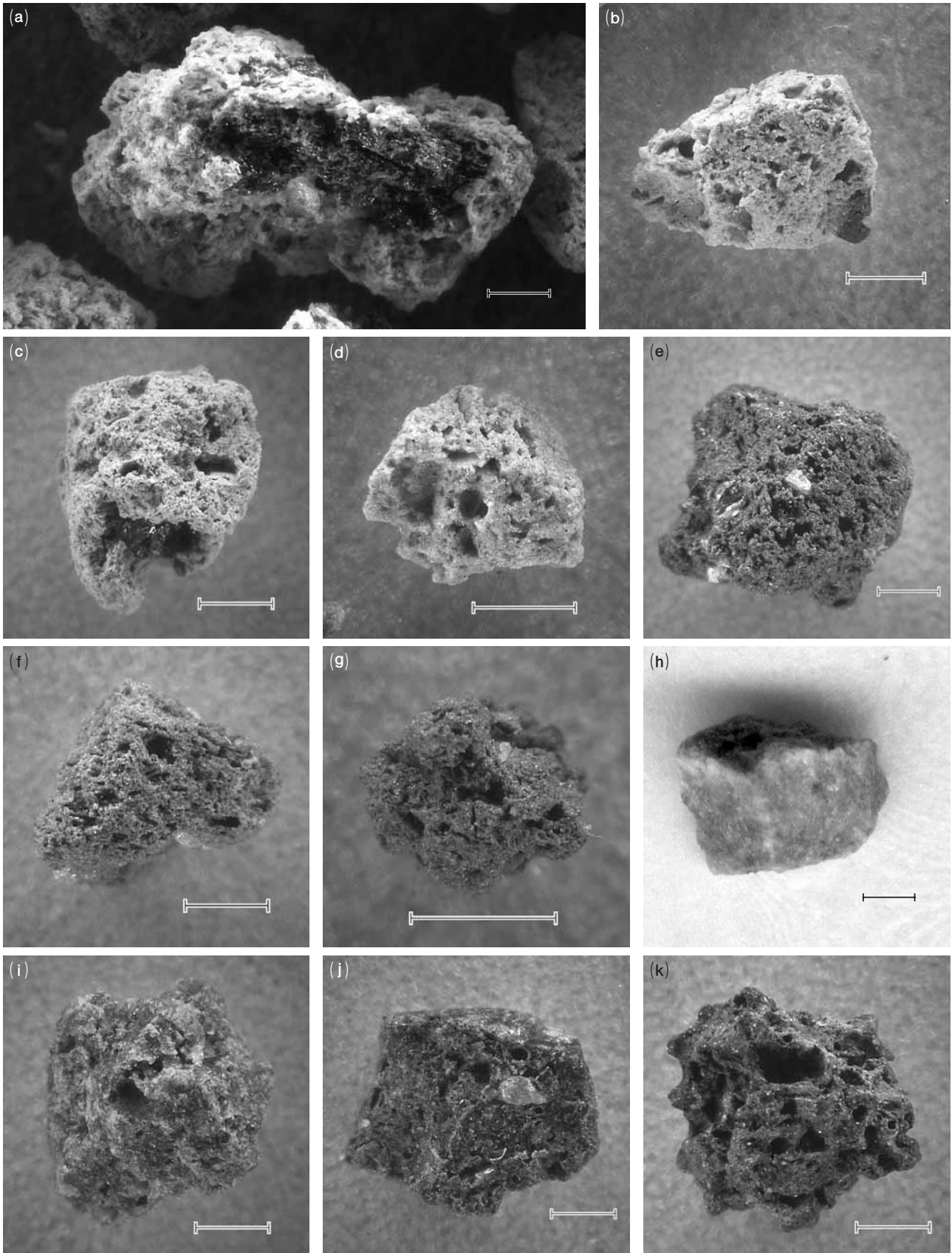


写真2 Hm-1テフラに含まれる代表的粒子

(a)~(g)は多孔質粒子, (h)~(j)は石質岩片, (k)は変質岩片。(a)・(b)・(d)・(f)・(g)・(h)・(j)・(k)は弥陀ヶ原-I地点の粒子で, (c)・(e)・(i)は弥陀ヶ原-V地点の粒子。(h)以外はキーエンス(株)製のデジタルマイクروسコープVHX-600(可変照明アダプター使用)で撮影。(h)はスキャナーで撮影。スケールは全て1mm。

マグマが存在し、互いに十分混じり合うことなく噴出したと考えた。藤縄ほか(2004)は秋田駒ヶ岳で混在する褐色軽石とスコリアを化学分析し、褐色軽石の組成がスコリアと異なり平均的ソレイトトレンドからはずれているが、その組成上の特徴はマグマの局部的不均質化によるものとしている。

粒子の色が変われば、通常化学組成が異なることが予想されるが、必ずしも化学組成の違いを示さないこともある。石崎・青野(2005)は沼沢火山の火砕流堆積物中に混在する白色軽石と灰色軽石は化学組成的には違いがなく、火道における位置の違いによってその差ができた論じた。2004年9月の浅間火山噴火の際に放出されたスコリアと軽石の化学組成が同じ組成領域にはいり、組成的に違いがないことも報告されている(三宅ほか, 2005)。これらの火山の例も、今回検討した多孔質粒子がすべて本質物である可能性を否定するものではない。

一方、多孔質粒子の全てが本質物ではなく、本質物と既存噴出物の再堆積したものが混在していると考えるのは、色や形などについて多様な粒子が存在するためである。その場合、多孔質粒子のうちいずれの粒子が本質物で、いずれの粒子がそうでないかは、これまで得られているデータからは推測できないが、既存噴出物は山体を構成していたものと考えられる。また、今回検討したテフラは粒度の分級はよくなく、周辺の砂や泥が混在した可能性も必ずしも否定できない。

以上、多孔質粒子の起源について、2つの可能性を示したが、それぞれの粒子の起源を決めるには、今後、構成粒子の化学組成、含有鉱物の種類と化学組成などをもとにして総合的に検討する必要がある。

結晶片については、鉱物種がこれまで白山火山の噴出物から報告されているもの(長岡, 1972; 長岡・東野・岩田, 1990)と同じであることから、白山火山のマグマ中で生成されたものと考えるのに矛盾はない。石質岩片は様々な色を呈するが、外見上の色は多孔質粒子と似ており、白山火山を起源とする可能性が高い。しかしながら、これらの起源を明らかにするためには、多孔質粒子と同様に、全岩組成や鉱物組成などから検討する必要がある。

摘 要

白山火山のテフラのなかで最下位のHm-1に対応すると考えられるテフラの構成物を調べたところ、

多孔質粒子、石質岩片、結晶片、変質岩片に大別される。1mm以上の粒子では、多孔質粒子と石質岩片が大半を占めるが、細かな粒子になると結晶片の占める割合が多くなる。多孔質粒子は白色、灰色、褐色、黒褐色など様々な色を呈し、典型的な軽石やスコリアと比較して概して気孔の密度は低い、広い意味では軽石やスコリアに属すると考えられる。石質岩片は流紋岩質～安山岩質火山岩で、結晶片は白山火山の造岩鉱物と同種である。これらの粒子の起源については、今後、全岩組成、鉱物種、鉱物組成などから総合的に検討する必要がある。

謝 辞

日本工営(株)の田島靖久氏には、白山のテフラについて日頃から議論いただいております。本論文の草稿を読んでご意見をいただいた。本論文を改善するのに役立った。写真2のほとんどがキーエンス(株)の中野良昭氏が、デジタルマイクロスコープVHX-600(可変照明アダプター使用)で撮影したものである。両氏に謝意を表す。

文 献

- 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, 11-30, 石川県白山自然保護センター。
- 藤縄明彦・巖崎正幸・本田恭子・長尾明美・和知剛・林信太郎(2004)秋田駒ヶ岳火山, 後カルデラ活動期における噴火史: 火山体構成噴出物と降下テフラ層の対比。火山, 49, 333-354。
- 東野外志男(1989)白山火山の歴史時代の活動に関連ある資料。石川県白山自然保護センター研究報告, 17, 13-21。
- 東野外志男(1990)反射電子像で観察される白山火山噴出物のカンラン石・紫蘇輝石・斜長石斑晶の累帯構造。石川県白山自然保護センター研究報告, 16, 1-8。
- 東野外志男(1994)白山火山噴出物の斜方輝石の化学組成。石川県白山自然保護センター研究報告, 21, 1-6。
- 東野外志男(1995)白山火山噴出物の汚濁帯を有する斜長石斑晶と汚濁帯を有しない斜長石斑晶の化学組成の比較。石川県白山自然保護センター研究報告, 22, 1-10。
- 東野外志男・辻森樹・板谷徹丸(2005)白山の弥陀ヶ原から発見されたアルカリ岩質テフラ。石川県白山自然保護センター研究報告, 32, 1-7。
- 石崎泰男・青野泰大(2005)沼沢湖噴火(紀元前3400年)で噴出した2種類の本質デイサイト質軽石(ポスターセッション)(演旨)。日本火山学会講演予稿集, 2005, 141。
- 粕野義男(2001)石川県地質誌・補遺。194pp。石川県。
- 久野久(1976)火山及び火山岩。第2版。283p。岩波書店。
- 宮城磯路・東宮昭彦(2002)三宅島2000年火山灰粒子の特徴

- と本質物の特定. 火山, **47**, 27-31.
- 三宅康幸・高橋康・津金達郎・牧野州明・角前久子壽一・西来邦章・福井喬士・信州大学浅間火山04年噴火調査グループ (2005) 浅間火山2004年9月噴火の本質噴出物について. 火山, **50**, 333-346.
- 守屋以智雄 (1992) 白山-噴火と浸食, 最近一万年の噴火史. 白山総合学術書編集委員会 (編), 白山-自然と文化-, 50-70, 北國新聞社.
- 長岡正利 (1972) 白山火山の地質およびその岩石学的研究. 金沢大学理学部修士論文 (MS).
- 長岡正利・東野外志男・岩田次男 (1990) 白山火山の全岩組成. 石川県白山自然保護センター研究報告, **17**, 1-11.
- 酒寄淳史・山田磨未・小林力・小林宏光 (2002) 新白山火山, 剣ヶ峰および白水滝溶岩における岩石学的多様性. 金沢大学教育学部紀要 (自然科学編), **51**, 1-10.
- 酒寄敦史・中塚妙子・東野外志男 (2003) 新白山火山南麓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, **30**, 1-6.
- 田島靖久・井上公夫・守屋以智雄・長井大輔 (2005) 白山火山の最近1万年間の噴火活動史. 地球惑星科学関連学会2005年合同大会予稿集, G017-P002.
- 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, 75-92. 石川県白山自然保護センター.
- 東宮昭彦・宮城磯路・星住英夫・山本孝広・川辺禎久・佐藤久夫 (2001) 有珠火山2000年3月31日噴火と本質物. 地質調査研究報告, **52**, 215-229.
- 辻誠一郎・東野外志男・清水登美子 (1998) 白山地域の完新世層序と植生史. 平成9年度生態系多様性地域調査 (白山地区) 報告書, 101-112, 岐阜県・石川県.
- 山本孝広・阪口圭一 (2000) テフラ層序からみた安達太良火山, 最近約25万年間の噴火活動. 地質学雑誌, **106**, 865-882.