

澄川温泉水蒸気爆発噴出物の構成物

伊藤順一¹⁾・川辺禎久¹⁾・吉田明博²⁾・福山佳之²⁾・
長澤 昭²⁾・高橋裕史²⁾・佐々木耕造²⁾

1. はじめに

秋田県鹿角市の赤川上流で1997年5月初旬から大規模な地すべりが発生し、5月11日午前8時頃には地すべりブロックの先端部から土石が流下すると共に、水蒸気爆発が発生した(千葉ほか, 1997; 遠藤・高橋, 1997; 塚本, 1997)。

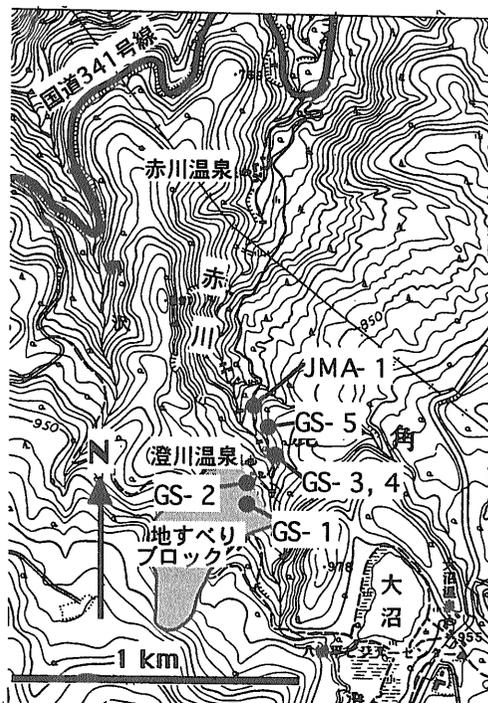
秋田地方気象台の5名は5月12日に現場周辺に調査に入り、国道341号線から澄川温泉に至る道路上で水蒸気爆発による噴出物を採取した。この試料は構成物の分析のために、直ちに地質調査所に送付された。また同月18・19日には地質調査所の所員2名が現地調査と試料採取を行った。地質調査所所員の野外調査および採取した水試料の分析結果については本号にまとめられている(遠藤・高橋, 1997; 高橋・遠藤, 1997)。本報告には、秋田地方気象台より送付された試料および地質調査所所員が採取した水蒸気爆発噴出物の構成物についての分析結果をまとめた。

2. 試料及び試料調製

秋田地方気象台が5月12日に採取した火山灰(試料番号; JMA-1)は澄川温泉の北方約250mの道路際から採取されたもので、澄川温泉から北東に延びる降灰域にあたる(降灰の分布について遠藤・高橋, 1997を参照)。試料は薄い緑灰色～白色粘土に、粒径1～2mmの粒子が混じったもので、地質調査所に送付されてきた時点ですでに乾燥しており、粘土を凝集材として砂粒粒子が固着していた。調査所所員が採取した水蒸気爆発噴出物

は、地すべりブロックの表面、爆発孔周辺および澄川東岸から採取された。試料の採取位置を第1図に、産状等の一覧を第1表に示す。また、秋田地方気象台が火山灰を採取した地点での降灰の状況を第2図に示す。

試料調整として、JMA-1およびGS-4, 5については、試料の一部を水中に投げ、水に浮遊する極細粒粒子(粘土鉱物を主体とする)と沈降するより粗粒な粒子とに分離した後、両者を分析試料とした。



第1図 試料採取地点の位置図。

1) 地質調査所 環境地質部
2) 秋田地方気象台

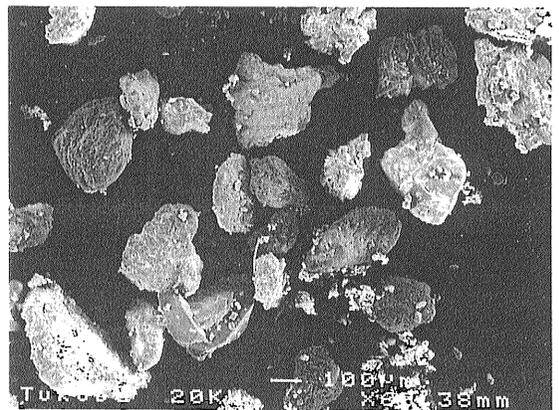
キーワード: 八幡平、澄川温泉、赤川温泉、地すべり、水蒸気爆発、熱水性爆発

第1表 採取試料一覧。

試料番号	試料	採取場所	産状
JMA-1	薄い緑灰色～白色粘土 (砂粒サイズの粒子混じり)	澄川温泉の北方約250mの道路脇 (帯状降灰地域内)	雑草の上に、降り積もる。 層厚は2cm以下
GS-1	灰白色の変質した岩片 (粒径1～7cm)	地すべりブロックの上	落ち葉の上に落下
GS-2	薄い緑灰色～白色粘土 (砂粒サイズの粒子混じり)	水蒸気爆発噴出物の爆発孔周辺	周辺一帯を覆う
GS-3	同上 成層構造が認められる	澄川東岸	立木の幹に吹き付けられる
GS-4	同上 明瞭な堆積構造は認められない	澄川東岸	地表を覆う
GS-5	同上 明瞭な堆積構造は認められない	澄川東岸	落ち葉の上を覆う



第2図 澄川温泉の北方約250m地点における降灰の状況 (5月12日午後4時頃、道路脇、吉田撮影)。



第3図 水蒸気爆発噴出物に含まれる比較的粗粒な粒子のSEM画像。

変質作用が進行した岩片であるGS-1については、水を入れたピーカーの中で素手によりこれを破壊し、水中に浮遊した粘土分のみを分析試料とした。なお、GS-2については粘土分に吸着されている水分を抽出し化学的な分析を行った(結果は高橋・遠藤, 1997)。また、成層構造を示すGS-3については試料全体を樹脂で固化させた後に切断し、断面の堆積構造を詳細に観察した(結果は遠藤・高橋, 1997)。

水中で沈降した粗粒な粒子は、乾燥の後、開口径0.25mmおよび0.15mmのメッシュクロスにて篩分け、開口径0.15mmのメッシュ上の残留物を双眼実体顕微鏡により観察した。代表的な粒子はハンドピッキングにより、両面テープを張り付けたスライドガラスに固定し、これを走査電子顕微鏡(SEM)で観察した。必要に応じてエネルギー分散スペクトロメータ(EDS)を用いて、定性・定量分析を行った。また、X線回折法(XRD)による鉱物鑑定も行った。

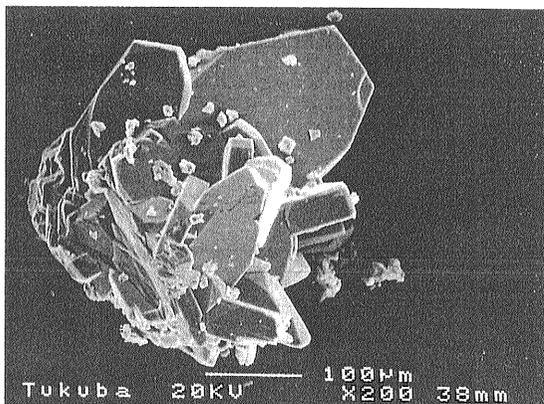
3. 水蒸気爆発噴出物の構成物

a) 粗粒な粒子

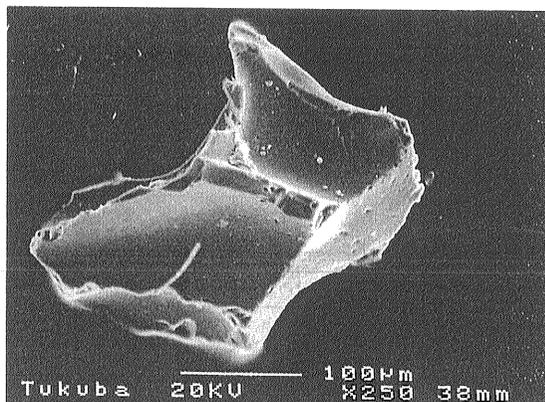
粗粒な粒子は、岩片および鉱物片からなり、極少量の火山灰(火山ガラス)の混入が認められた。分析した試料毎に構成物の相対比が微妙に異なるようだが、相違点はほとんどなかった。

岩片の大部分(体積比95%以上)は乳白色～緑灰色で、変質が著しく進行しており原岩の認定も困難であった。粒子の外形は丸く、SEMを用いた観察では粒子表面に小さな穴が無数に開いている(第3図)。これは変質に伴う溶脱作用によって生じたと思われる。このほか、比較的新鮮な暗緑色～暗灰色を呈する火山岩(おそらく安山岩質)の岩片も少量含まれる。

鉱物片として硫化鉄鉱、シリカ鉱物、非晶質シリカ、沸石、炭酸塩鉱物が認められた。硫化鉄鉱の



第4図 水蒸気爆発噴出物から確認された湯河原沸石のSEM画像。

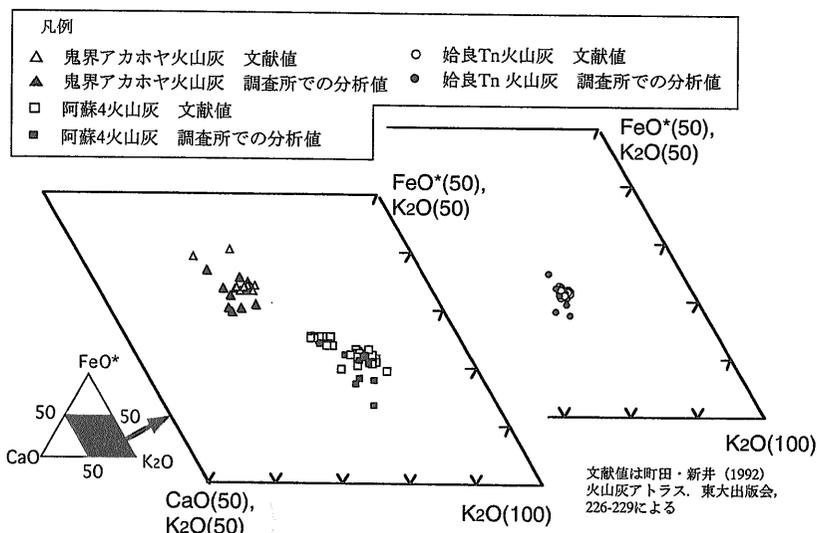


第5図 水蒸気爆発噴出物から確認された火山灰のSEM画像。

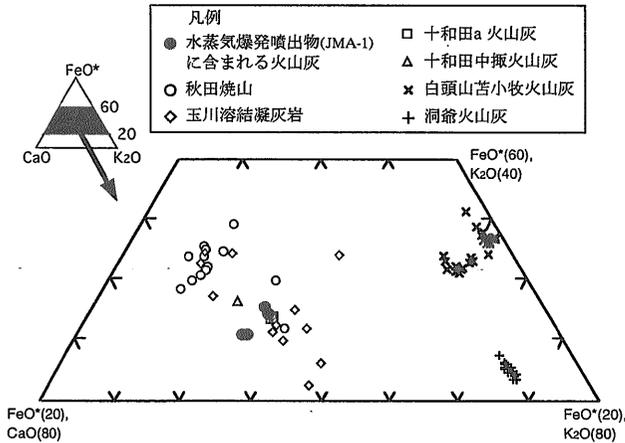
ほとんどは黄鉄鉱で、数10～数100 μm の自形結晶の集合体として産する。硫化鉄鉱は乳白色の岩片に内包されているものも多い。シリカ鉱物としては、輝石、石英等が少量含まれるが、いずれも破片状である。沸石は100-200 μm 程度の自形結晶の集合体(石英と共存するものもある)で、輝沸石と湯河原沸石(第4図)の存在が確認された。炭酸塩鉱物は方解石と思われる。

火山ガラスは極めて少量で、試料10数gにつき数粒子しか確認されなかった。火山ガラスの形態は比較的肉厚のバブル型および繊維状の軽石型で、色は無色透明～薄い黄褐色であった。SEMによる観察では、火山ガラス表面は比較的平滑である

が、風化作用によると思われる数～数10 μm のピット状の傷がまばらに認められるものもある(第5図)。これらの火山ガラスはその色調や表面のピット状の傷などから、若干の風化作用を被った広域火山灰が混入したものと考えられ、同定のためにエネルギー分散型スペクトロメータ(EDS)による半定量分析を行った。使用した分析装置は、地質調査所の走査電子顕微鏡(JEOL JSM-6400)にエネルギー分散型スペクトロメータ(EDAX-PV9900)を組み合わせたものである。分析条件は、加速電圧20kV、フィラメント電流60 μA で、分析倍率200-400倍でスポット分析を行った。成分計算はEDAX社のSupQソフト(non-standard)による半定量分析



第6図 阿蘇4火山灰、始良Tn火山灰、鬼界アカホヤ火山灰の分析値と文献値との比較。



プログラムを用いた。試料の調整法などは、西田(1993)にほぼ準拠している。分析の精度のチェックのため、阿蘇4火山灰、始良Tn火山灰、鬼界アカホヤ火山灰を同一手法にて分析し、その結果を文献値(町田・新井, 1992)と比較した。その結果SiO₂とNa₂Oの分析精度は悪いが他の成分はほぼ妥当な結果を得た。第6図にFeO*-CaO-K₂O成分の対比による対比結果を示す。

今回の分析した試料において見出された火山ガラスの組成を、八幡平付近に分布域をもつ広域火山灰(白頭山苦小牧火山灰、洞爺火山灰、十和田a火山灰、十和田中樞火山灰)の組成と比較した。また、秋田焼山を構成する溶岩および仙岩地域の基盤として広く分布する玉川溶結凝灰岩の全岩分析値も参考値として、同一図上にプロットした(第7図)。これによると、今回見いだされたガラスの組成は、玉川溶結凝灰岩、十和田a火山灰および十和田中樞火山灰と良く似た組成を示している。

b) 粘土鉱物

X線回折法による分析は、地質調査所の理学電機製RAD-γAを使用した。分析条件は加速電圧40kV、電流100mA、スリット幅は1°-1°-0.3mmである。分析試料はJMA-1およびGS-1, 5で、それぞれ蒸発乾固した細粒部分と噴出物全体をメノウ乳鉢で再度すり潰したものについて行った。試料毎の違いはほとんど認められなかった。

いずれの試料でもピークが大きい順に、モンモリロナイト、石英、黄鉄鉱が検出された(第8図)。このほかに噴出物全体の試料では方解石が、細粒部

第7図

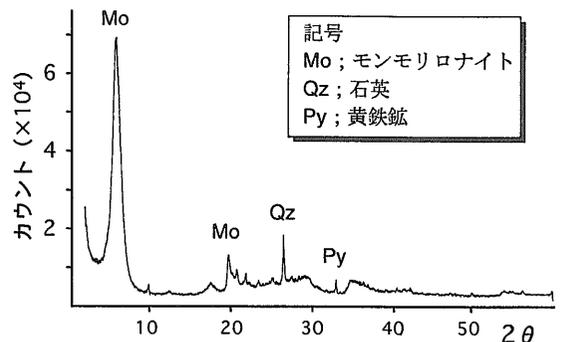
水蒸気爆発噴出物に含まれる火山灰と広域火山灰および秋田焼山・玉川溶結凝灰岩の主成分分析値の比較。澄川周辺で採取された試料(JMA-1)から抽出した火山灰を波長分散型スペクトロメータ(EDS)を用いて分析した。1粒子につき3-5点をスポット分析し、その平均値を代表値とした。白頭山苦小牧火山灰・洞爺火山灰の分析値は町田・新井(1992)、十和田a火山灰・十和田中樞火山灰の分析値は八木・早田(1989)、秋田焼山火山の溶岩の全岩分析値は大場(1993)、玉川溶結凝灰岩の全岩分析値は須藤・玉生(1978)による。

試料ではカオリナイト、トリディマイトが認められた。いずれもモンモリロナイトのピークは他の鉱物に比べてはるかに大きく、噴出物のほとんどがモンモリロナイトで構成されていると判断される。

4. まとめ

噴出物の構成物の分析からは、地下深部から新たなマグマの供給があった証拠を見いだすことはできなかった。すなわち、噴出物の大部分は熱水変質を被った岩片および二次鉱物からなり、これ以外には秋田焼山を構成する火山岩の破片と、極少量ながら八幡平北部地域に分布域を持つ火山灰の混入が認められたにすぎない。

八幡平北部地域は全国地熱精密調査、サンシャイン計画により数多くの孔井が掘削され、この地域の地熱変質鉱物の分布、地下温度の実測値などデ



第8図 澄川温泉降下火山灰の粉末X線回折チャート。分析試料は水簸(すいひ)により濃集させた極細粒部(粘土分および極細粒子)。

ータが蓄積されている。例えば、窪田(1979)は澄川温泉近傍(澄川温泉の東方約80m, 試錐番号0-5T)で実施された試錐調査によって確認された地下の地質および変質鉱物の分布を示している。それによると、モンモリロナイトとカオリナイトが認められるのは掘削深度100m以浅で、100m以深では絹雲母が検出されている。水蒸気爆発噴出物からは絹雲母が検出されないことから、今回の水蒸気爆発の力源となった水蒸気溜まり(あるいは熱水溜まり)は地下浅所(地表下100m以浅)にあったと推定することができるだろう。

謝辞：地質調査所資源エネルギー地質部青木正博博士、地質標本館豊 遙秋館長には、沸石の鑑定をしていただいた。波長分散型スペクトロメータによる分析作業については、地質標本館奥山(楠瀬)康子主任研究官に指導していただいた。また、アジア航測防災部および、秋田大学教育学部林 信太郎助教授らがインターネット上に公表されている澄川温泉地すべり及び水蒸気爆発の状況・空中写真・現場写真等は、本報告をまとめるにあたって参考になりました。記して感謝します。

参 考 文 献

- 千葉達朗・林 信太郎・小野田 敏・栗原和弘・藤田浩司・星野実・浅井健一(1997)：1997年5月11日に発生した澄川地すべりと水蒸気爆発，地質学雑誌，vol. 103，口絵XXI-XXII。
- 遠藤秀典・高橋正明(1997)：秋田県澄川温泉における地すべりと水蒸気爆発・岩屑なだれ堆積物，地質ニュース，no.515，35-43。
- 窪田康宏(1979)：八幡平北部地区の地熱変質，地熱，vol.16(no.4)，p.15-31。
- 町田 洋・新井房夫(1992)：火山灰アトラス，東大出版会，276p。
- 西田史朗(1993)：エネルギー分散型EPMA法(EDS)，第四紀試料分析法-2 研究対象別分析法-，日本第四紀学会編，東大出版会，p.189-198。
- 大場 司(1993)：秋田焼山火山の地質学的・岩石学的研究：2. マグマ組成の変化，岩鉱，vol.88，p.1-20。
- 須藤 茂・玉生志郎(1978)：秋田県小又川・玉川上流域の玉川溶結凝灰岩の岩石学的研究(予報)，地調月報，vol. 29，p.531-544。
- 高橋正明・遠藤秀典(1997)：1997年5月11日に発生した秋田県澄川温泉地すべりに関連した緊急温泉・鉱泉水質調査，地質ニュース，no.515，49-52。
- 塚本 斉(1997)：秋田県澄川温泉における地すべりと水蒸気爆発に伴う土砂災害の発生プロセス，地質ニュース，no.515，53-67。
- 八木浩司・早田 勉(1989)：宮城県中部および北部に分布する後期更新世広域テフラとその層位，地学雑誌，vol. 98，p. 871-885。

ITO Jun'ichi, KAWANABE Yoshihisa, YOSHIDA Akihiro, FUKUYAMA Yoshikyuki, NAGASAWA Akira, TAKAHASHI Hiroshi and SASAKI Kouzou (1997) : Components of hydrothermal eruption deposits at Sumikawa spa, the northern foot of Akita Yakeyama volcano.

< 受付：1997年6月10日 >