

新燃岳噴火に伴う火山灰の化学的性状

立山諒 中村公生 杉本恵¹⁾ 赤崎いずみ 岩佐美紀子²⁾ 河野通宏 森下敏朗

Chemical Property of the Volcanic Ashes from the Eruption of Shinmoedake Volcano

Ryo TACHIYAMA, Kimio NAKAMURA, Megumi SUGIMOTO¹⁾, Izumi AKAZAKI
Mikiko IWASA²⁾, Michihiro KAWANO and Toshiroh MORISHITA

Abstract

Shinmoedake volcano caused explosive eruption for the first time in 52 years on January 27th, 2011. Large amount of volcanic ashes descended into Miyazaki prefecture by the eruption. In order to investigate the influence on environmental contamination with volcanic ashes, we examined monitoring survey on the water quality of the river and the ground water, and elution test from the volcanic ashes. As a result, elution of fluorine was detected from volcanic ashes. However, there were few amounts of elution of fluorine and most toxic substances were not detected. Moreover, the influence of the water quality of the river and the ground water was transitory. Therefore, there is almost no influence of the environment on volcanic ashes, although depending on situations, such as a future eruption and a mudflow, it needs to be cautious of elution of the fluorine from volcanic ashes.

Keywords : eruption of Shinmoedake volcano, volcanic ash, elution analysis, water quality, fluorine

はじめに

宮崎県と鹿児島県にまたがる霧島連山の新燃岳(1,421m)は、平成23年1月26日から本格的なマグマ噴火が始まり、翌日の1月27日には昭和34年以来52年ぶりの爆発的噴火が観測された。以降、爆発的噴火を伴う火山活動は約2カ月間継続した(Table 1)。平成23年12月にはマグマだまりへのマグマ供給は鈍化・停滞し、噴火は観測されていないが、再び活発化する可能性があり注意が必要な状態である^{1), 2), 3)}。

噴火に伴い宮崎県内の広い範囲で大量の降灰が観察され、火山灰の堆積による環境への影響が懸念された。降灰による環境・健康への影響として、灰の水溶性成分による河川水・地下水の汚染や灰の直接摂食による健康被害等が考えられる。また、これまで降雨に伴う大規模な泥流・土石流の発生は観測されていないが、現在も新燃岳周辺には大量の火山灰が堆積している状態であり、大規模な泥流・土石流が発生する可能性は残っている。こ

のようなことから、火山灰の化学的性状を把握することは重要である。今回、火山灰の水溶性成分や1mol/L塩酸溶出成分、溶出パターン及び新燃岳周辺の河川水・地下水のモニタリングについて、金属類や無機元素の調査結果を報告する。

Table 1 Time and a scale of the eruption of Shinmoedake volcano

噴火日時	噴煙高	灰の噴出量
	7:31	
	14:49	
1/26	16:10 7000m以上	約2400万トン
	18:50 2000m以上	
	不明	
1/27	4:40	爆発的噴火
	15:41 2500m以上	
	17:35 3000m以上	
1/28	12:47 1000m以上	爆発的噴火
1/30	13:57	不明 爆発的噴火
	7:54	2000m 爆発的噴火
2/1	23:19 2000m以上	爆発的噴火
	5:25 2000m以上	爆発的噴火
2/2	10:47 500m以上	爆発的噴火
	15:53 3000m	爆発的噴火
2/3	8:09 1500m	爆発的噴火
2/4	9:42 3000m	
	22:03	不明
2/6	3:18	不明
H23	6:07 1500m	
2/7	18:39 1600m	
2/9	13:22 600m	
2/10	1:00 300m	
2/11	11:36 2500m	爆発的噴火
2/14	5:07	不明 爆発的噴火
2/18	18:16 3000m	爆発的噴火
2/24	3:38 600m	
2/28	7:33	不明
2/28-3/1	17:08-6:00	不明 小規模噴火連続
3/1	19:23	不明 爆発的噴火
3/3-3/4	15:15-14:00	1500m 小規模噴火連続
	2:50 1000m	
3/8	13:29 100m	約20万トン
3/13	17:45 4000m	
3/23	8:23 1000m	約8千トン
3/29	3:33 500m	3千トン未満
	5:16 500m	
4/3	8:41 3000m	約4万トン
4/18	19:22 2000m	約2万トン

環境科学部 ¹⁾現 都城保健所 ²⁾現 中央保健所

方法

1 調査地点及び概要

調査地点を Fig.1 及び Table 2 に示す。

新燃岳の噴火による火山灰は、噴火時期の新燃岳上空の風向が北から西であったことから、新燃岳の北東から南方向の広い範囲で大量の降灰が観察された。特に新燃岳の麓に位置する高原町や都城市では1月27日の爆発的噴火直後に火山灰の堆積が数センチ観察されている。

今回の調査地点として、火山灰については新燃岳の南東部に位置する都城市内の6地点及び日南市内の1地点を選定し、それぞれ橋の上に堆積している火山灰を採取した。河川水については新燃岳周辺に源流をもつ河川の3地点および日南市内の1地点とし、火山灰による河川への影響が最も顕著と考えられる降雨時に採水を行った。また、地下水については都城市内の浅井戸5地点を定期的に採水した。

2 調査項目及び測定方法

1) 火山灰

a) 水溶性成分

火山灰から水で溶出される成分は、土壤の汚染に係る環境基準について掲げられる項目のうち金属類や無機元素を測定対象とした。検液は平成3年環境庁告示第46号付表1に掲げる方法に準じて調製し、測定は、水銀については昭和46年環

境庁告示第59号付表2の方法を用い、その他の元素はJIS K0102に準じて行った。

b) 1mol/L 塩酸溶出成分

火山灰から1mol/L 塩酸で溶出される成分は、平成15年環境庁告示第19号付表2に掲げる方法に準じて検液を調製し、測定項目及び測定方法は水溶性成分と同様に行った。

c) 火山灰中のフッ素の水による溶出パターン及び風乾処理による経時変化

火山灰中のフッ素の溶出パターンを調べるため、下堤橋(1/28採取)の火山灰20gをろ紙上にとり、水を滴下浸透させ、ろ液が50mLとなった時点で1フラクションとした。計12フラクション作成し、各検液のフッ素濃度を測定した。

また、風乾によるフッ素の経時変化を調べるため、志比田橋(1/28採取)、下堤橋(1/28採取)および楠原井堰(2/2採取)の火山灰を風乾し、一定期間ごとのフッ素溶出量を調べた。検体の調製は水溶性成分試験と同様に行った。

2) 河川水

火山灰による河川への影響を調べるため、pH、浮遊物質(SS)、フッ素の3項目をJIS K0102に準じて測定を行い、噴火後の2月から5月までの降雨時と新燃岳噴火前後とを比較した。

3) 地下水

火山灰による地下水への影響を調べるため、pH、フッ素、電気伝導度(EC)の3項目をJIS K0102に準じて測定を行い、噴火後から約1年間の変動を調べた。

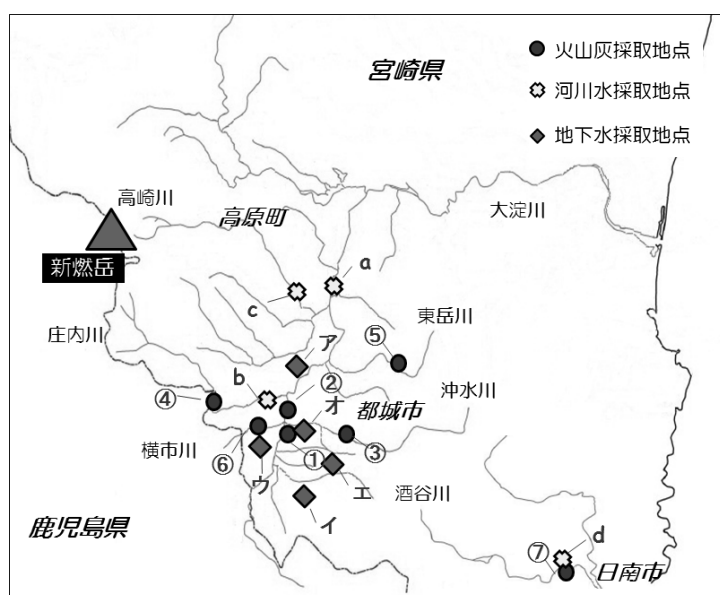


Fig.1 The investigation spot

Table 2 The investigation spot name

火山灰採取地点 ※橋の上に堆積した灰を採取		採取時期	河川水採取地点	
①	志比田橋	H23.1.28、1.31	a	大淀川 橋渡橋
②	乙房橋	H23.1.28、1.31	b	庄内川 鵜の島橋
③	今市橋	H23.1.28、1.31	c	高崎川 巢立橋
④	下堤橋	H23.1.28、1.31	d	酒谷川 楠原井堰
⑤	野々宇都橋	H23.1.28、1.31		
⑥	横市橋	H23.1.28、1.31		
⑦	楠原井堰	H23.2.2		
			地下水採取地点	
			ア	都城北部観測井戸
			イ	都城南部観測井戸
			ウ	都城西部観測井戸
			エ	都城東部観測井戸
			オ	都城中央観測井戸

結果及び考察

1 火山灰の性状

a) 火山灰の水溶性成分

各地点で採取した火山灰の水溶性成分分析結果を Table 3 に示す。参考として土壌の環境基準値との比較を行った。基準値との比較では、フッ素を除く元素は基準値以下であり、そのほとんどは不検出であった。フッ素については 1.2mg/L から 5.6mg/L 検出され、地点や採取日によってバラツキがみられた。なお、フッ素については、桜島や雲仙普賢岳の火山灰からも溶出するという報告があり⁴⁾⁵⁾、新燃岳の火山灰特有の成分ではない。

なお、データは示さないがその他の火山灰からの水溶出成分として、硫酸イオンが 48mg/L から 220mg/L 検出されたほか、pH の低下がみられた。

b) 火山灰の 1mol/L 塩酸溶出成分

各地点で採取した火山灰の 1mol/L 塩酸溶出成分分析結果を Table 4 に示す。参考として土壌汚染対策法（土対法）の含有量基準値との比較を行った。この試験は土壌の直接摂食リスクを評価するものである。試験の結果、フッ素は全ての地点の火山灰で 47 から 110mg/kg 検出され、ホウ素、ヒ素、鉛が数 mg/kg 検出されるものがあったが、それらの値は土壌汚染対策法の含有量基準値を大きく下回るものであった。

c) 火山灰中のフッ素の水による溶出パターン及び風乾処理による経時変化

火山灰からのフッ素溶出パターンの結果を Fig. 2 に、風乾による火山灰中のフッ素の経時変化の結果を Fig. 3 に示す。

Table 3 Water-soluble components of the volcanic ashes

採取場所	採取日	mg/L								
		F	B	As	Se	Cd	Pb	Cr	Hg	CN
志比田橋	1/28	2.1	<0.1	<0.001	0.001	<0.001	<0.001	<0.005	<0.0005	ND
	1/31	1.8	<0.1	0.001	0.001	<0.001	<0.001	<0.005	<0.0005	ND
乙房橋	1/28	2.3	<0.1	<0.001	0.001	<0.001	<0.001	<0.005	<0.0005	ND
	1/31	1.7	<0.1	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.005	<0.0005	ND
今市橋	1/28	1.8	<0.1	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.005	<0.0005	ND
	1/31	4.9	<0.1	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.005	<0.0005	ND
下堤橋	1/28	5.6	0.1	0.001	0.001	<0.001	<0.001	<0.005	<0.0005	ND
	1/31	1.2	0.1	0.002	0.001	<0.001	<0.001	<0.005	<0.0005	ND
野々宇都橋	1/28	3.5	<0.1	<0.001	0.001	<0.001	<0.001	<0.005	<0.0005	ND
	1/31	3.5	<0.1	<0.001	0.002	<0.001	<0.001	<0.005	<0.0005	ND
横市橋	1/28	2.4	<0.1	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.005	<0.0005	ND
	1/31	1.8	<0.1	<0.001	0.001	<0.001	<0.001	<0.005	<0.0005	ND
楠原井堰	2/2	1.6	<0.1	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.005	<0.0005	ND
(参考)土壌の汚染に係る環境基準		0.8	1.0	0.01	0.01	0.01	0.01	0.05	0.0005	検出されないこと

Table 4 HCl(1mol/L)-soluble components of the volcanic ashes

採取場所	採取日	mg/kg								
		F	B	As	Se	Cd	Pb	Cr	Hg	CN
志比田橋	1/28	65	0.8	0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.0005	ND
	1/31	51	0.5	<0.5	<0.5	<0.5	1.2	<0.5	<0.0005	ND
乙房橋	1/28	54	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.0005	ND
	1/31	61	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.0005	ND
今市橋	1/28	50	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.0005	ND
	1/31	110	0.4	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.0005	ND
下堤橋	1/28	110	2.4	1.4	<0.5	<0.5	0.5	<0.5	<0.0005	ND
	1/31	47	1.6	0.7	<0.5	<0.5	0.5	<0.5	<0.0005	ND
野々宇都橋	1/28	73	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.0005	ND
	1/31	68	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.0005	ND
横市橋	1/28	57	0.6	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.0005	ND
	1/31	57	0.8	<0.5	<0.5	<0.5	0.6	<0.5	<0.0005	ND
楠原井堰	2/2	57	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.0005	ND
(参考)土対法の含有量基準		4000	4000	150	150	150	150	250	15	50

火山灰中のフッ素は水との接触で初期に多く溶出するが、風乾では揮発しにくいことが明らかとなった。火山灰中のフッ素は水で溶出しやすいため、降雨による洗浄効果が期待できるが、他方で火山灰が多く堆積している地域内の河川や地下水においては降雨時にフッ素濃度の上昇が懸念された。なお、河川や地下水のモニタリング結果については後述する。

2 降灰による河川水への影響

降雨時における河川水のモニタリング結果を Fig. 4 に示す。降灰による河川への影響として、過去の噴火（昭和 34 年）における降灰が強い酸性であったことから⁶⁾、火山灰の混入による pH の低下や SS の上昇、水溶性試験の結果からフッ素の上昇が考えられる。

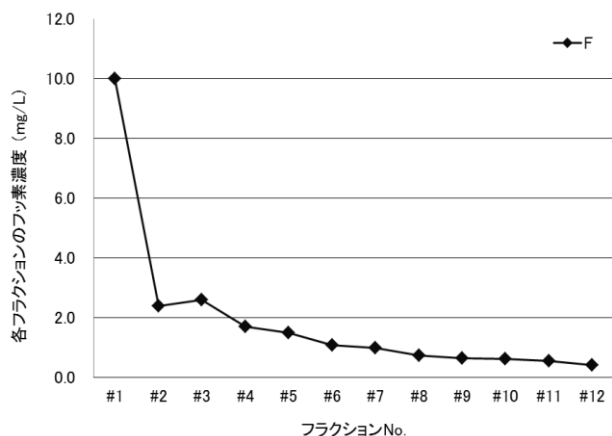


Fig. 2 Fluorine elution pattern from the volcanic ashes (The sample was Shimotutumi on January 28th)

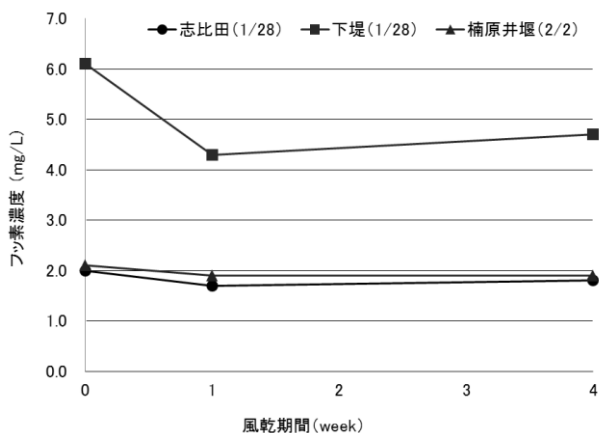


Fig. 3 Change of fluorine in the volcanic ashes by the air-drying treatment (The sample was Shibita on January 28th, Shimotutumi on January 28th and Kusubaruseki on February 2nd)

調査の結果、SS については降雨時に高い値を示す地点があった。pH、フッ素については 2 月上旬まで、降雨時に pH の減少とフッ素濃度の上昇がみられた地点があったが、環境基準値 (pH : 6.5 以上 8.5 以下, フッ素 : 0.8mg/L 以下) を超える値ではなく、3 月以降は降雨時にほとんど変化していないことから、降灰による河川への影響は一過性のものと推定された。また、国土交通省九州地方整備局が実施した水質調査結果でも、新燃岳火山灰による河川への影響は一時的なものであり、河川環境への影響は現時点ではみられないと報告されている⁷⁾。

以上のことから、これまでのところ、降灰による河川水への影響は問題のないレベルであったと推定された。

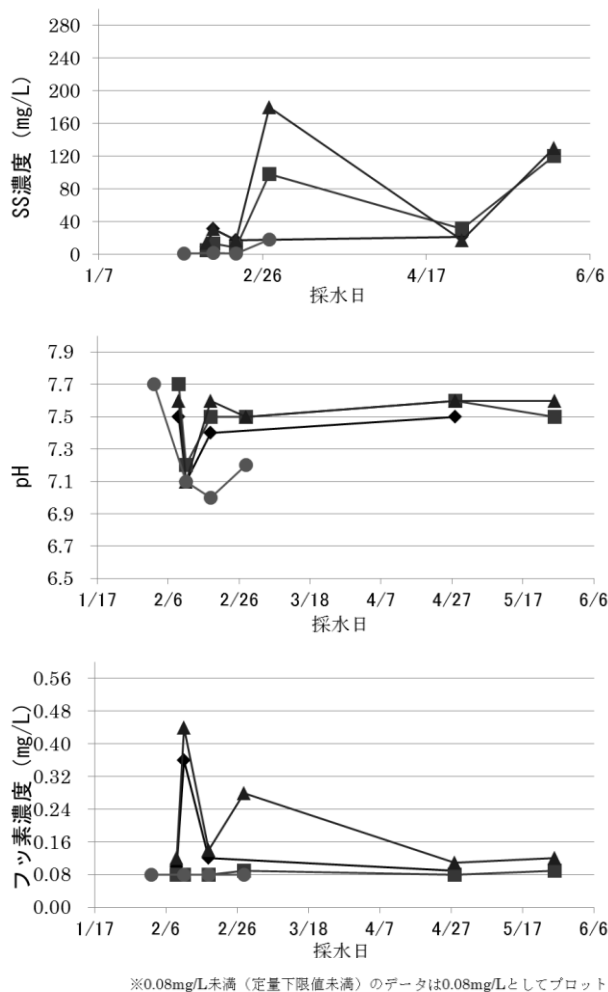


Fig. 4 Water quality of the river after the eruption (Data in case of rainy weather)
※0.08mg/L未満 (定量下限値未満) のデータは0.08mg/Lとしてプロット

3 降灰による地下水への影響

地下水は地表からの汚染による影響が蓄積しやすく、汚染状況を評価するには長期的なモニタリングが必要とされる。Table5 に新燃岳噴火前後の都城市内浅井戸計 5 地点の pH, EC, フッ素のモニタリング結果を示す。各井戸の pH や EC は年間変動があるものの、新燃岳噴火前後での変化はみられず、また、フッ素はすべて不検出であった。なお、データは示さないが高原町内の地下水（10 地点）でも同様に調査を行い、新燃岳噴火前後での変化は都城市内の 5 地点と同様の結果であった。多くの降灰があった都城市や高原町で影響がみられなかったことから、火山灰による地下水の pH の低下や EC, フッ素濃度の上昇といった影響はほとんどないと推定された。しかし、新燃岳の麓には現在も多くの火山灰が堆積した状況であるため、そのような地域では今後も地下水の pH や EC の変動に注意する必要があると考えられた。

まとめ

1. 火山灰の水溶性成分および 1mol/L 塩酸溶出成分としてフッ素が検出されたが、その他の重金属類のほとんどは不検出であった。
火山灰中のフッ素は水との接触で容易に水中に移行するが、空気との接触ではほとんど変化しないことが明らかとなった。
2. 河川水モニタリングの結果、降灰の影響と考えられる pH の低下とフッ素濃度の上昇が見られる時期もあったが、いずれも環境基準値の範囲内であり、また一時的であったことから、降灰による河川水への影響は問題のないレベルであったと推定された。

3. 地下水モニタリングの結果、降灰による地下水の pH の低下や EC, フッ素濃度の上昇といった影響は認められなかった。

謝辞

本調査に関しましてご協力いただきました都城保健所、日南保健所の皆様に深謝いたします。

参考文献

- 1) 気象庁：霧島山（新燃岳）噴火関連情報、<http://www.jma.go.jp/jma/menu/shinmoe-menu.html> , (2011.2-2012.6)
- 2) 産業技術総合研究所：霧島山新燃岳 2011 年噴火 産総研地質調査総合センターによる調査結果、<http://www.gsj.jp/kazan/kirishima2011/>, (2011.1.26-2012.2.2)
- 3) 第 120 回火山噴火予知連絡会資料, (2011.6.7)
- 4) 中内孝雄, 宝来俊一：桜島火山周辺における雨水中のイオン成分調査, 鹿児島県環境センター所報, 1, 158-166, (1984)
- 5) 赤木誠司・山本雅弘：雲仙火山 1990～94 年の火山活動に伴う火山灰水溶性物質, OKAYAMA University Earth Science Reports, 2, 55-62, (1995)
- 6) 井村隆介・小林哲夫：霧島火山群新燃岳の最近 300 年間の噴火活動, 火山, 36, 135-148, (1991)
- 7) 国土交通省 九州地方整備局：霧島山（新燃岳）水質調査について、http://www.qsr.mlit.go.jp/s_top/shinmoe/suishitutyousa.pdf, (2011.6.14)

Table 5 Water quality of the ground water

調査地点	期間	調査回数	pH	EC (μS/cm)	フッ素 (mg/L)
			最小～最大	最小～最大	最小～最大
ア 都城北部観測井戸	平成22年6月から平成23年1月	8 (1ヶ月ごと)	6.3～6.9	160～230	<0.08～<0.08
	平成23年2月から平成24年3月	14 (1ヶ月ごと)	6.1～6.6	160～220	<0.08～<0.08
イ 都城南部観測井戸	平成22年6月から平成23年1月	8 (1ヶ月ごと)	6.2～6.9	190～210	<0.08～<0.08
	平成23年2月から平成24年3月	14 (1ヶ月ごと)	6.1～6.6	180～270	<0.08～<0.08
ウ 都城西部観測井戸	平成22年6月から平成23年1月	8 (1ヶ月ごと)	6.0～6.6	220～260	<0.08～<0.08
	平成23年2月から平成24年3月	14 (1ヶ月ごと)	6.0～6.3	220～260	<0.08～<0.08
エ 都城東部観測井戸	平成22年6月から平成23年1月	8 (1ヶ月ごと)	6.2～7.9	38～100	<0.08～<0.08
	平成23年2月から平成24年3月	14 (1ヶ月ごと)	5.9～7.0	77～100	<0.08～<0.08
オ 都城中央観測井戸	平成22年6月から平成23年1月	8 (1ヶ月ごと)	6.3～7.1	77～170	<0.08～<0.08
	平成23年2月から平成24年3月	14 (1ヶ月ごと)	6.4～7.0	130～170	<0.08～<0.08