技術資料

有珠山における降下堆積物の浸透特性

環境研究室　　佐藤耕治*　渡邊康玄**

はじめに

北海道胆振支庁西部に位置する有珠山は、平成 12 年 3 月 31 日 13 時 10 分頃、写真-1 にあるように、およそ 23 年ぶりに噴火した。

有珠山周辺では、数日前から多発していた火山性地震により、付近を通る道路、鉄道などの交通規制はもとより、虻田町、壮瞥町、伊達市の周辺住民も避難を噴火前に終えていた。このため、幸いにも負傷者などの報告はない。噴火から既に 1 年以上を迎え、有珠山は噴煙を上げてはいるものの、火山活動は終息に向かっている。

この技術資料は、噴火に伴って大量に噴出した火山灰が地表面に降り注ぎ、覆ってしまうことで生ずる地表面の浸透特性の変化を把握することを目的としている。現地から火山灰と原地盤試料を採取して、浸透試験などを実施したので、その結果について報告する。

写真- 1　　噴火の様子（2000 年 4 月 2 日 15 時 37 分）

1.　有珠山の概要

有珠山は図-1 に示すように、北海道胆振支庁西部に位置する標高 729m の活火山であり、直径 1.5 ㎞のカルデラである。その中に中央火口丘の大有珠と小有珠がそびえている。山頂近くの展望台へはロープウェイが運行し、写真-2 に示すように、眼下に洞爺湖をはじめ、昭和新山、内浦湾を望むことができる北海道有数の観光地である。

図 - 1　　有珠山位置図

写真- 2　有珠山（洞爺湖上空から）

2.　試料の採取

試料の採取地点は、図-2 に示す A～C の 3 地点である。

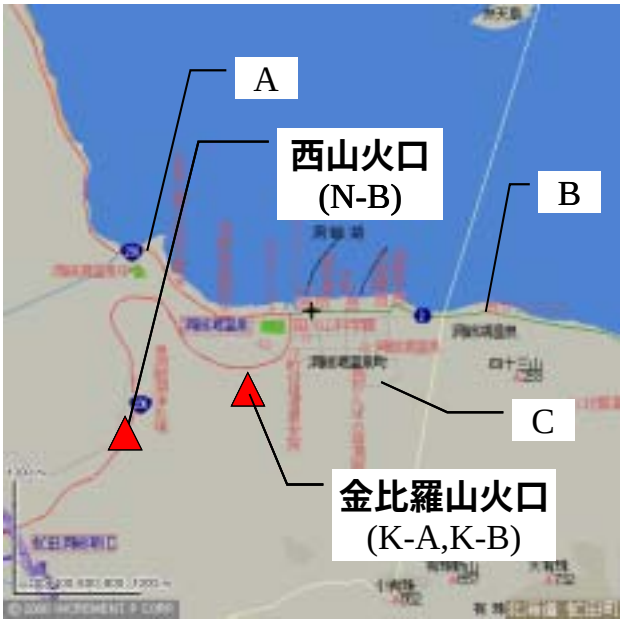

図 - 2　試料採取位置図

A：洞爺湖温泉中学校付近
B：洞爺パークホテルサンパレス西隣の公園内
C：全日空保養所付近

現地での火山灰試料の採取時期は試料 A 及び B が噴火後 1 ヶ月以内、試料 C が 3 ヶ月後程度の 2000 年 6 月 22 日である。また、試料 C に関しては、火山灰試料との比較を行うために 2001 年 6 月 15 日に原地盤試料 C'も採取している。

表- 1　分析項目

分析項目＼試料名	A	B	C	C'
浸透試験	-	-	○	○
透水試験	-	-	○	○
土粒子の密度試験	○	○	○	○
粒度試験	○	○	○	○

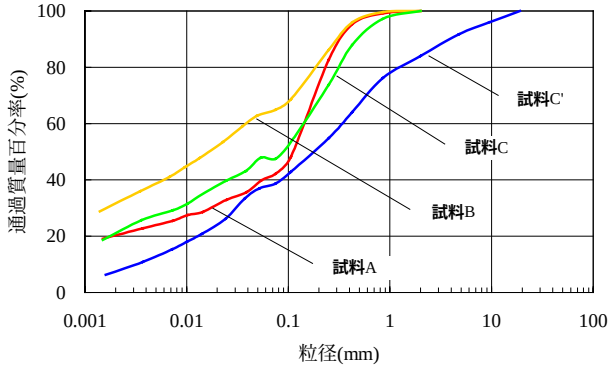

図 - 3　試料の粒径分布

採取した試料の分析項目について、表-1 に示す。

表-1 において、○で示す項目に関して分析を行った。○を付していない項目については、試料の採取量が少なかったために試験することができなかったものである。透水試験を実施することができた試料は、C 地点の 1 地点のみで、火山灰試料と原地盤試料 1 試料ずつである。

3.　粒度試験・密度試験結果

各試料の粒度分布を図-3 に示す。最大粒径は火山灰試料においてはいずれの試料とも 2mm であった。原地盤試料の最大粒径は 19mm であり、今回の噴火により堆積した火山灰に比べ、原地盤が粗粒であることがわかった。それぞれの試料の粒度特性と土粒子の密度を表-2 に示す。

表- 2　粒度特性と土粒子の密度

試料名			A	B	C	C'
土粒子の密度		g/cm^3	2.692	2.688	2.760	2.520
粒度特性	礫	%	0.0	0.0	0.0	16.0
	砂	%	57.8	35.1	52.0	45.0
	シルト	%	18.4	26.2	21.0	26.0
	粘土	%	23.8	38.7	27.0	13.0

写真- 3　　試料 C’採取地点

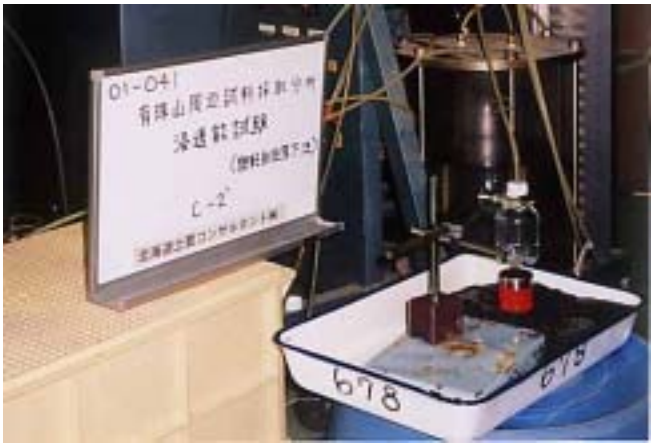

写真- 4　　浸透試験状況

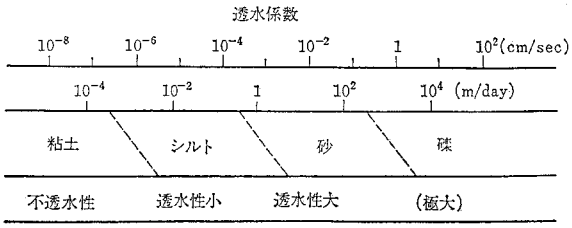

図 - 4　　土質と透水係数の関係[1)]

表-2 において、原地盤試料 C’の土粒子の密度が 2.520g/cm^3 と若干小さな値を示している。これは現地試料採取場所が写真-3 のように植生が繁茂している地点であったため、採取試料に植生の草根などが混入して、若干小さな値を示したものと考えられる。

さらに、試料 C 及び C’については透水試験を行った。結果を表-3 に示す。

表- 3　　透水試験結果

試料名		火山灰 C	原地盤 C’
透水係数 k(cm/sec)	試験値	2.6×10^{-3}	1.3×10^{-4}
	推定値	7.2×10^{-6}	4.4×10^{-7}
20%粒径 D_{20}(mm)		0.0080	0.0018

表-3 において、透水係数の推定値とは粒度試験結果の 20%粒径を用いて概略値を推定する Creager[2)] の方法で計算した結果であり、計算式は以下のようである。

$$k = D_{20}^{\ 1.87} \times 10^{-1.22} \qquad (D_{20} \le 0.03mm)$$
$$k = D_{20}^{\ 2.38} \times 10^{-0.44} \qquad (D_{20} > 0.03mm)$$

表-3 から、いずれの試料とも試験値は、粒度より推定した値より大きな値を示した。これは細粒分が炉乾燥により団粒化したため、見かけ上粗粒土の透水性を示したものと考えられる。

また、透水試験結果を基に図-4 の土質と透水係数の関係を参考にそれぞれの試料を判別すると、いずれの試料とも透水性が小さく、土質としては砂あるいはシルト程度に相当する。

4.　浸透試験手順

今回の噴火によって堆積した火山灰と原地盤との浸透能にどの程度の差があるかを把握する目的で浸透試験を実施した。浸透試験は、雲仙で小橋ら[3, 4)] が行った浸透試験の方法に準拠して、以下の手順で行った。

① 乾燥機を用いて試料を 24 時間 110℃で乾燥させる。
② 乾燥させた試料を 2mm ふるいで自由落下させ、円筒形モールドに充填する。モールドの形状は内径 50mm、高さ 5.1cm（容積 100cc）である。
③ 写真-4 のように試料の入ったモールドを砂の上に置き、供試体の上面から水が溜まらないように、すなわち給水量と浸透量が等しくなるように散水する。このときの経過時間と給水量を計測する。

計測は 6～30 秒間隔とし、試験開始後 600 秒まで行った。また、各試料の最終的な浸透能を把握するため、試験開始から 480～600 秒間の平均浸透能を最終浸透能として扱った。なお、試験は初期の給水量を 800mm/hr、480mm/hr、310mm/hr の 3 パターン実施した。

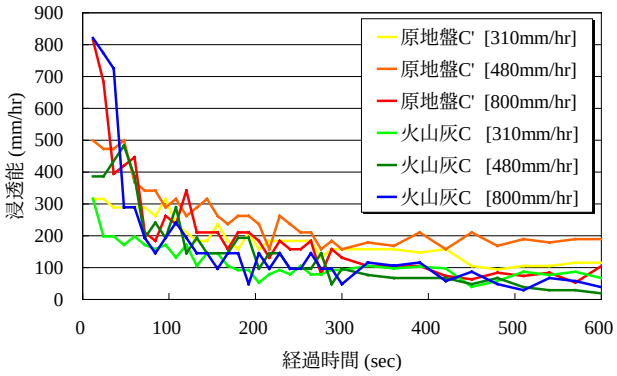

図 - 5　浸透能時間変化

5.　浸透試験結果

浸透試験は表-1 に示した通り、採取試料の関係で C 地点に関してのみ、火山灰と原地盤の試験を行った。

浸透試験で得られた浸透能の時間変化を図-5 に示す。

図-5 から、火山灰、原地盤いずれの試料とも初期給水量を 480,800mm/hr とした場合では最初の 60～100 秒で浸透能が 200mm/hr 程度まで急激に低下し、その後は緩やかに低下し続けていることがわかる。一方、初期給水量が 310mm/hr とした場合では約 30 秒で浸透能が 200mm/hr まで低下した。その後は同様に緩やかに低下し続けている。

最終浸透能は、初期給水量の強度に関係なく火山灰試料では 30～80mm/hr の範囲にある。一方、原地盤試料では 80～190mm/hr となり、いずれの試料とも若干のばらつきはあるが、初期給水量の強度が異なっていても、最終浸透能は同程度となっていることがわかる。

6.　考察

今回の調査は、噴火に伴って噴出した火山灰が周辺斜面に降り積もることで、浸透特性がどのように変化するか把握するために行ったものである。

有珠山における火山灰の最終浸透能を小橋ら[3]の雲仙での調査結果と比較すると、雲仙で 14mm/hr に対し、有珠山では 30～80mm/hr となっている。試料の粒度特性としては、雲仙がシルトや粘土の割合が多いことに比べ、有珠山では砂が半分近くを占めていることがわかった。このことにより、有珠山の最終浸透能の方が雲仙に比べ、多少大きな値となっていると考えられる。

また、池谷ら[4]の火山噴出物の影響をあまり受けていない地点の試料に対して行った浸透試験結果と比較するために、有珠山の原地盤試料を採取して同様な実験を行った。その結果、雲仙における調査結果と同様に火山噴出物が堆積していない原地盤での最終浸透能の値の方が火山灰試料と比較して大きくなっていることがわかった。このことは、火山噴火や火砕流発生にともなって火山灰が地表面に堆積すると浸透能がそれ以前に比べて小さくなることを示唆している。

おわりに

雲仙での研究報告を基に、同様な方法で調査試験を行った。その結果、有珠山の試料が雲仙の試料に比べ粗粒ではあるが、火山灰が地表面に降り積もることで地盤の浸透能が低下するという雲仙の研究報告と同様な傾向が有珠山でも見られた。この結果から、地表面では以前よりも表面流が発生しやすくなり、急勾配の斜面や谷などで土石流が発生しやすくなることが考えられる。

参考文献

1)土質試験法：土質工学会編、pp.352
2)土質基礎工学ライブラリー3　掘削のポイント:土質工学会編、pp.303、1975
3)小橋澄治、水山高久、小杉賢一朗、ヘンドロヤント：雲仙火山における降下堆積物の浸透特性、砂防学会誌 Vol.47 №1（192）pp.47～50、1994.5
4)池谷浩、ヘンドロヤント、小杉賢一朗、水山高久：火山噴火物の被服による浸透能の減少－雲仙における比較試験－、雲仙火山砂防研究報告第 2 号、（社）砂防学会、1996.5

佐藤　耕治*
Koji SATO
北海道開発土木研究所
環境水工部
環境研究室
研究員

渡邊　康玄**
Yasuharu WATANABE
北海道開発土木研究所
環境水工部
河川研究室
室長　　博士（工学）