

報 文

1977年有珠山噴火の地質学的研究—序報—

勝井義雄* 新井田清信* 大場与志男** 鈴木建夫*** 近堂祐弘****

I. ま え が き

1977年8月6日早朝3時すぎ、有珠山は火山性地震を頻発し始め、翌7日9時12分、デーサイト（石英安山岩）の激しい軽石噴火を起した。噴火は8月14日未明まで断続したが、その後火山性地震は一向に終息せず、火口原内外の地殻変動は、なお顕著に進行中で、この活動は長期化すると予想されている。

有珠山の地下におけるマグマの活動は依然として活発であり、今回の火山活動はまだ終わっていないが、これまでの活動の推移、噴出物の分布とその性質、火口原の地形変化について述べたい。

この研究は、著者のほかに多数のメンバーの協力によって行われた（Katsui *et al.*, in press ; 近堂ほか、印刷中）。本稿はこれらによるところが多い。

II. 有珠山形成史の概要

更新世末期、洞爺地方では多量の火砕流の噴出があり、その結果、洞爺カルデラが形成された。有珠山は、このカルデラの南壁に生じたもので、火山体は外輪山火山と多数の溶岩円頂丘および潜在円頂丘から構成されている（図-1）。外輪山火山は、完新世早期（約1万年前）にソレライト質玄武岩および苦鉄質安山岩の溶岩およびスコリアの噴出により作られた成層火山が、その後の爆発で山頂部が崩壊されたものである。このとき岩セツ流

（善光寺泥流）が南側に広く流下している。最近のテフロクロノロジー（火山灰編年学）による調査では、善光寺泥流と後述のUb降下軽石の間には有珠起源の火山灰がなく、その後数千年の活動の休止期があったことが明らかにされている。この間に有珠火山のマグマの性質は極端にケイ長質となり、ついで過去約3世紀にわたる歴史時代の活動が再開されている。

歴史時代の活動は、まず1663年の大規模なブリー式噴火に始まり、大量の流紋岩質軽石（Ub降下軽石）が放出され、ついでデーサイトの溶岩円頂丘と潜在円頂丘がつぎつぎに形成され、火山灰の放出や熱雲の発生も伴っている（表-1）。以上、有珠山の地質、岩石、噴火史等については、Minakami *et al.*, (1951), Ōba (1966), 横山他 (1973), その他に詳述されている。

表-1 有珠山の噴火記録

噴火年代 (西暦)	休止期 (年)	噴火に先立つ 火山性地震の 継続期間	主な火山活動
1663	-105-	3 日 間	軽石および火山灰噴火、小有珠円頂丘の形成
1769	-52-	? *	火山灰噴火
1822	-30-	3 日 間	火山灰噴火および立岩熱雲
1853	-56-	10 日 間	火山灰噴火および文政熱雲、大有珠円頂丘の形成
1910	-30-	6 日 間	水蒸気爆発および明治新山潜在円頂丘の形成
1943~1945	-32-	約6カ月間	水蒸気爆発および昭和新山円頂丘の形成
1977		30 時 間	軽石および火山灰噴火

* 噴火に先立つ地震の記録はあるがその継続期間は不明である。

* 北海道大学理学部（かつい よしお、にいた きよあき）

** 山形大学理学部（おおば よしお）

*** 職業訓練大学校（すずき たけお）

**** 帯広畜産大学（こんどう ゆうこう）

歴史時代における有珠山は、大規模な1663年の噴火のあとを除くと、ほぼ30~50年の休止期を経て噴火を繰返しており、長期的な活動の予測に目安を与えている。今回の噴火は、昭和新山が形成してから32年後に起った。また、有珠山ではマグマがケイ長質なため粘性が高く、噴火に先がけて局地的な火山性地震を頻発している。こ

の継続期間は、昭和新山の場合を除くと、一般に短く3~10日であって、今回は非常に短くわずか30時間であった。しかし、このような火山の特性が分っていたので、北大理学部および気象庁では噴火前日から地震観測ならびに地表パトロールを開始した。

III. 噴火の推移

今回の噴火の推移は北大理学部の調査記録と札幌管区気象台の資料を照合した結果、図-2 のような図表にまとめられた。この図表には若干の気象データのほかに、各噴火に対応した火口および噴出物層の名称を付記してある。

8月7日9時12分に始まる最初の噴火は約2時間30分続き、11時40分一たん休止した。噴火の当初、火口原にいた人の談話によると、小有珠東南ろくから突然白い湯気が立ち昇り、間もなく激しい噴火に移行したという。この間、大きな爆発音は聞かれなかった。翌日、空中からは小有珠頂丘の東南ろくに直径約100mの新しい第1火口が確認された。その後8日15時37分~18時00分、およびその夜半23時40分~9日2時15分に大きな噴火が続発し、小有珠東ろくに第2、第3火口が開かれた。このとき、折からの低気圧の接近により風向が変わり、噴出物は近くでは北西方に、遠くでは東方にまわって降灰した。その後9日5時30分~9時25分に断続した中小噴火は、おもに北方に降灰をもたらした。これらの8日午後から9日早朝の噴火は降雨の中で起った。降雨中の降灰現象には、いくつかの特徴が認められた。遠方まで飛行するはずの火山灰は、雨滴とともに軽石や火山レキに混じって山体近くに降灰したのである。このセメントミルク状の降灰は樹木にへばりつき、その重みで枝や幹を折り、森林や農作物に多大の被害を与えた。小雨模様の

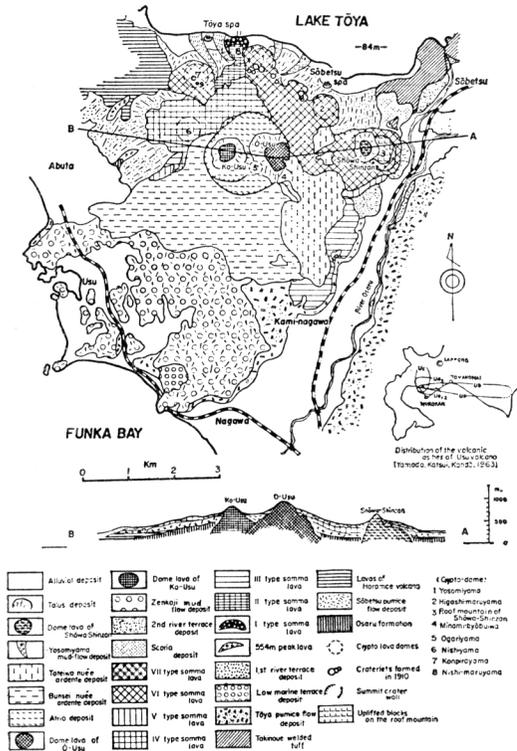


図-1 有珠火山の地質図 (大場, 1966 ; 一部改変)

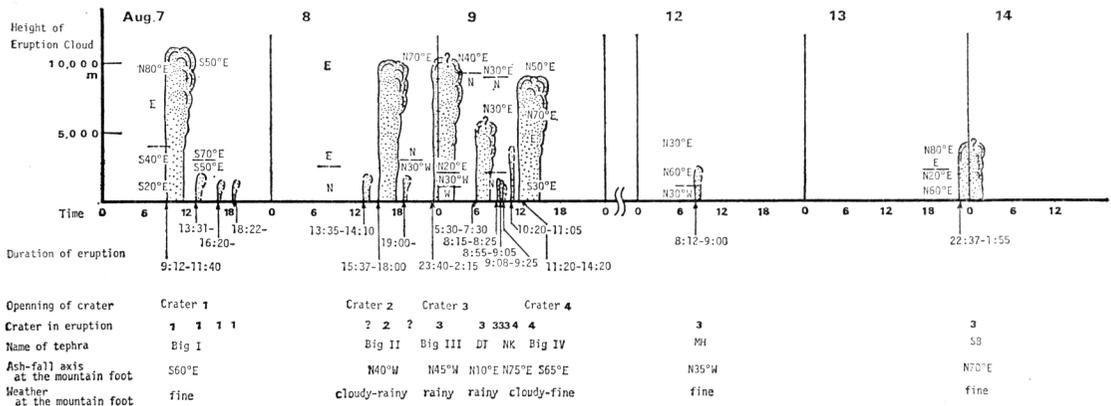


図-2 1977年8月有珠山噴火の推移 (Katsui et al. in press) (風向は風下を示す)

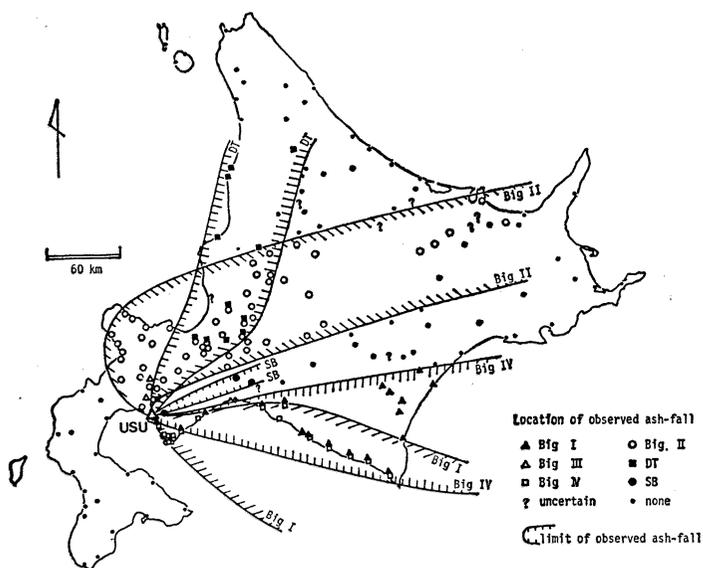


図-3 1977年8月有珠山噴火の降灰域

表-2 有珠山1977年輕石の化学組成

試料	Big I	Big II	Big III	Big IV
SiO ₂	68.74	69.34	68.77	68.57
TiO ₂	0.45	0.46	0.48	0.50
Al ₂ O ₃	15.52	15.34	14.87	15.58
Fe ₂ O ₃	1.42	1.45	1.53	1.45
FeO	2.39	2.00	2.34	2.49
MnO	0.08	0.12	0.14	0.16
MgO	0.84	0.75	0.69	0.79
CaO	3.78	3.56	3.93	4.06
Na ₂ O	4.62	4.63	4.77	4.46
K ₂ O	1.10	1.02	1.07	1.13
P ₂ O ₅	0.28	0.32	0.38	0.27
H ₂ O(+)	0.47	0.21	0.27	0.24
H ₂ O(-)	0.10	0.20	0.06	0.12
計	99.79	99.40	99.30	99.82

分析者：大場与志男

ときには火山豆石も降った。

9日10時20分～11時05分に火口原北部で小噴火が発生し、ついで同じ場所で11時20分～14時20分の大噴火が発生した。この噴火で火口原北部に直径約

100 m の深い第4火口が開かれた。このとき軽石・火山灰は、再び東南東方に降灰したが、火口近くにはそれほど厚くタイ積しなかった。これは軽石噴火の特徴であり、人々は第4火口が単なる陥没で生じたのではないかと疑ったほどである。その後、12日8時12分～9時00分に小噴火があり、13日22時37分～14日1時55分に中噴火があった。

IV. 噴出物の分布

1. 火山岩塊・火山弾の分布

直径約30 cm以上の火山岩塊・火山弾は、火口から水平距離にして最大2 kmの範囲まで落下していた。これらは、一般に火口からある方向に射出している。とくに第4火口から射出された火山岩塊は南方に偏って分布しており、このような方向性は火口の構造に支配されたものと考えられる。多数の火山岩塊について、火口からの距離と落下角を測定した結果、飛行中の空気抵抗を考慮しなければならず、その場合岩塊の初速は220～240 m/secと求められた。

2. 軽石・火山灰の分布

噴煙柱となって高く上昇した軽石・火山灰は、風下に流され、北海道の各地は降灰に見舞われた。図-3は、北大理学部が道内180カ所の各市町村および消防署にお願いし、降灰状況を調べた結果をまとめたものである。各噴火に対応する降灰域は、図-2の上層および下層の風向に支配されている。すなわち、Big I・IVおよびSB

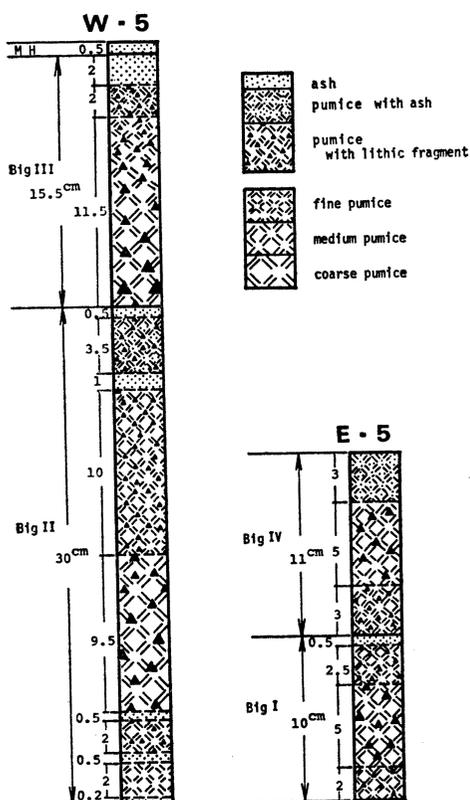


図-4 有珠1977年降下軽石・火山灰の標準柱状図

E-5：大平，火口から南東3.5 km

W-5：木の実団地，同北西2.5 km

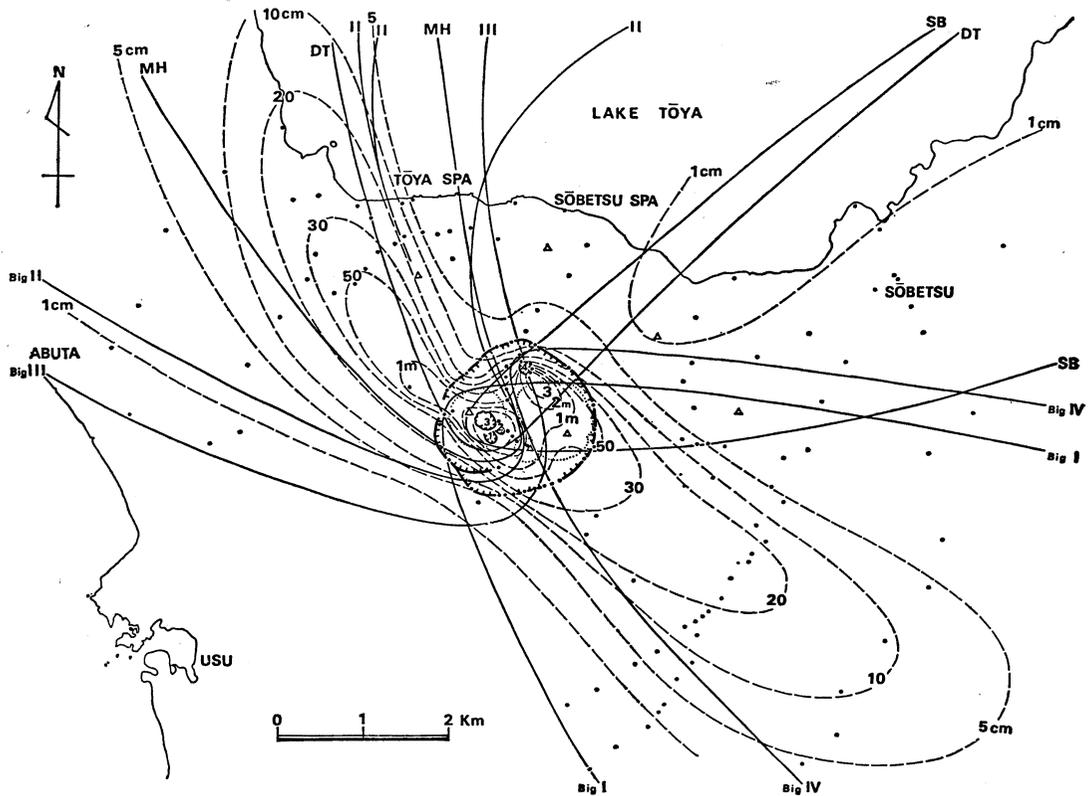


図-5 有珠山1977年降下軽石・火山灰の分布図 (破線は積算等厚線) (Katsui *et al.* in press)

は西風によって東側に降灰したが、DT は南風により北方に降灰している。最も複雑なのは Big II・III であり、下層の南東の風と上層の南から西寄りの風に運ばれ、結果として 図-3 のようなコースをたどった。遠隔地における降灰開始時間は、時速 50~60km で伝バしており、これは上層の風速にほぼ相当している。

今回の噴火では、図-4 の標準柱状図にみられるように、各噴火に対応した噴出物の層序・分布が降灰のたびに詳細に調査された。各噴出物の厚さを積算すれば、図-5 の破線のような等厚線が引かれる。この等厚線は Big II・III と Big I・IV の分布に支配され、北西-南東に伸

びているが、火口原内ではかなり複雑である。噴出物はストロンボリー式噴火のように、火口付近にそれほど厚くタイ積していない。これはプリニー式のような軽石噴火の特徴である。北西・南東の山腹、とくに北西山腹では、噴出物が厚くタイ積しており、しかも植生が破壊されているので、豪雨に際して二次的な泥流がしばしば発生している。

3. 噴出物の総量

以上、今回の噴火による噴出物の総量は、約 8×10^{13} cm³ と概算された。この値は十勝岳1962年の噴出物の量に近い。

表-3 有珠1977年火山灰の性質 (近堂ほか, 印刷中)

試料	色	火山灰の粒径 (mm)	So					液性限界 (%)		
			2.0~0.2mm	0.2~0.02mm	0.02mm~2μ (2mm以下の量比)	2~0.2μ (重量%)	<0.2μ (重量%)	液性限界 (%)		
Big I 火山灰	暗灰黄色(10Y 3/1)	0.42	3.54	30.90%	42.97%	20.08%	1.72%	4.33%	—	
SB 火山灰	" (10Y 4/1)	1.18	3.27	53.82	23.30	18.63	2.15	2.10	17.0	
試料	SiO ₂ (%)	pH(H ₂ O)	水溶性および置換性陽イオン (mg/100g)					水溶性陰イオン (mg/100g)		CEC* (mg/100g)
			K ⁺	Na ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Mn ²⁺	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	
Big I 火山灰	58.15	8.17	21.4	80.7	259.3	16.2	11.0	10.3	28.2	10.71
SB 火山灰	64.25	7.32	15.2	31.9	86.9	17.5	4.7	6.9	29.2	4.29

* CEC=陽イオン置換容量

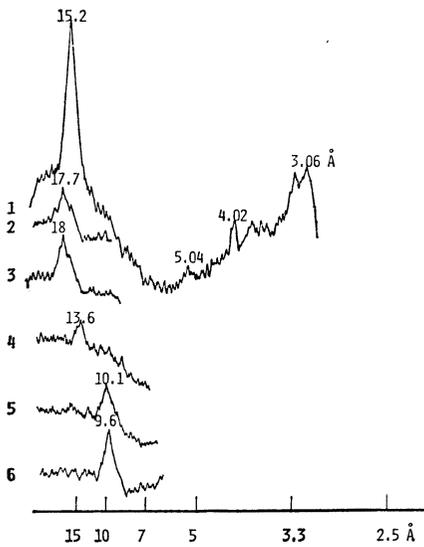


図-6 有珠山1977年火山灰 (Big I) 中の粘土試料 ($<0.2\mu$) のX線回折パターン, 1: 無処理, 2: グリセロール処理, 3: 水飽和処理, 4: K飽和処理, 5: 400°C 加熱, 6: 550°C 加熱

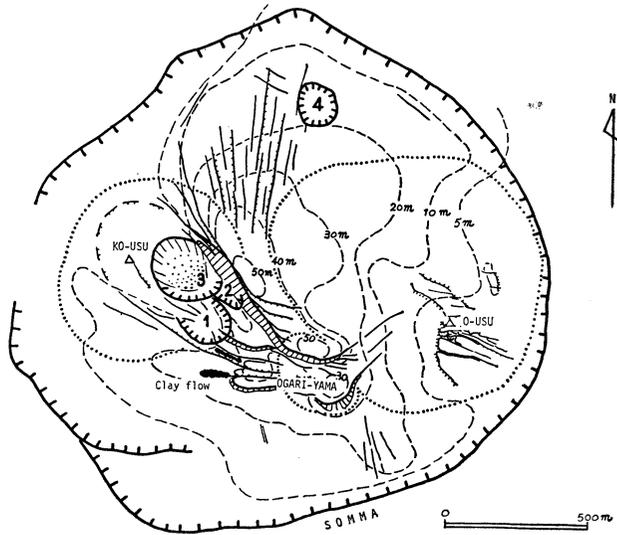


図-7 有珠山火口原における地形変化 (1977年8月23日) 現在: 実線断層およびキ裂, 破線: 隆起量 (m)

V. 噴出物の性質

今回の噴出物の大部分は新しいデーサイト質マグマに由来する軽石・火山灰である。その組成は歴史時代の有珠山の噴出物によく似た紫蘇輝石デーサイトで、シリカ量は約68~69%である (表-2)。軽石は、最初の Big I が最も発泡がよくて白色を呈する。Big II・III・IV では、それぞれ噴火の進行とともに白色軽石に灰色の軽石を混じえるようになり、後期には灰色軽石が主体となっている。このような変化は、化学組成よりもむしろ火山ガラス中の晶子の量によるらしく、灰色軽石は多数の晶子を含み、一般に発泡が悪く硬い。さらに今回の軽石の特徴は、いずれも降下中に冷却割目がいって、容易に壊れることである。

火山灰は灰色を呈し、歴史時代の有珠火山灰および火山泥流のように粘土を数%含んでいた (表-3, 図-6)。粘土は 2: 1型モンモリロナイト鉱物を主成分としており、このため今回の有珠火山灰は高い陽イオン置換能と吸着性、粘性および大気や水中での高い分散性を示す。したがって、8月8日午後から9日早朝の降雨中の降灰では、既述のように森林・農作物の被害が大きかったのである。この粘土は、変質した火口原タイ積物に由来したもので、事実8月20日ごろになって火口原では2条の割目から粘土流が絞り出されているのが目撃された

(図-7)。この粘土も、ほぼ純粋なモンモリロナイトからなっている。

以上の他、新しいマグマに由来する火山岩塊およびパン火火山弾も放出された。これらの大部分は Big III・IV の後期および最後の SB とともに放出されたものである。とくに SB は多量の本質岩片 (マグマ起源の岩片) に富み、マグマの発泡が悪くなっている。このほか、小有珠を作っているデーサイトの円頂丘溶岩や外輪山の苦鉄質安山岩、まれには基盤をつくる第三紀の変質安山岩や凝灰岩も火山岩塊や岩片として放出されている。

VI. 地形変化

有珠山の歴史時代の噴火の特徴の一つは、嘉永 (1853年)、明治 (1910年)、昭和 (1943~45年) の活動にみられるように、顕著な地殻変動が起ることである。これはマグマの粘性が著しく高いためである。今回の活動では、8月13~14日の噴火のあとも現在まで強い地震の発生を伴いながら火口原内外で地殻変動が起っている。

最も著しい変動は、小有珠東ろくからオガリ山にかけて生じた大きな断層である。この断層は、目撃者によると8月7日朝の噴火直前にすでに生じ始め、そのとき落差は約40cmであったという。8月8日早朝には、この断層が小有珠東ろくからオガリ山にかけて、さらに発達しているのが空中から確認された。しかし、その落差はまだ2~3m程度で、北あがりであった。8月10日以降、この断層は北西-南東に走る大きな正断層として

の性格を表わし、さらにその南側にはほぼ平行した断層と、北部および東南部火口原に数条のキ裂が発達し始めた。これらは、明らかに火口原の隆起に伴うものであり、地下で粘性の大きなマグマが上昇しつつあることを反映したものである。8月23日現在の火口原の地形変化は図-7に示す。国土地理院による同日の空中写真測量図を参照して隆起量を求めると最大50mに達している。このような変動により、オガリ山は南北に分割されて、北側が著しく隆起し、小有珠の山頂部は沈降し、大有珠は多数のキ裂が開いてかなり破壊された。

火口原における地殻変動はその後進行し、9月5日ごろからは火口原北部の隆起が目立ち、外輪山は北部から東部にかけて外側にふくらみ始め、断層・キ裂が発達し、外側斜面で崩落が起っている。一方、北部から東部にかけての山ろくでも、8月15日ごろから地割れ・建造物の破損が始まっている。火山体の南西部にはこのような変動はみられない。このように、火山体の南西部は比較的安定し、北東部が著しく変動しつつある理由としては、有珠山の下洞爺カルデラ壁の存在があげられる。マグマの上昇による変動は地盤の弱いカルデラ内壁

側に集中して発生していると考えられるのである。

VII. おわりに

1977年有珠山の活動はデーサイトの激しい軽石噴火に始まった。その後、火口原下のマグマは揮発成分をかなり消費して急に粘性を増し、強い地震と地殻変動を伴いながらゆっくり上昇するといった有珠型本来の活動に入ったように思われる。(1977年10月29日記)

参考文献

- 1) Katsui, Y. and others (in press): Preliminary report of the 1977 eruption of Usu Volcano. J. Fac. Sci., Hokkaido Univ., Ser. IV.
- 2) 近堂裕弘・近藤鏡三・勝井義雄(印刷中): 1977年8月噴出の有珠火山灰の粘土鉱物, 土壤肥科学雑誌
- 3) Minakami, T., I. Ishikawa, and K. Yagi: The 1944 eruption of Volcano Usu in Hokkaido, Japan. Bull. Volc., Ser. II, 11, pp.45~157. (1961)
- 4) Ōba, Y.: Geology and Petrology of the Usu Volcano, Hokkaido, Japan. J. Fac. Sci, Hokkaido Univ., Ser. IV, 13, pp.183~236. (1966)
- 5) 横山 泉・勝井義雄・大場与志男・江原幸雄: 有珠山一火山地質・噴火史・活動の現況および防災対策, 北海道防災会議, pp.254 (1973)

[1977. 10. 31. 受稿]



有機質土に関する文献目録 (第1集)

土質工学会有機質土研究委員会編

有機質土は、年を追って諸工事の対象になることが多くなってきているが、その種類も、ピート(泥炭)、黒泥、火山灰質有機質土、洪積性有機質土というように広範囲にわたっている。

このような有機質土について研究の進展を知るために「有機質土に関する文献目録」が、土質工学会有機質土研究委員会によってまとめられた。

なお、同研究委員会では「有機質土の工学的諸問題」の講座をとりまとめて、英文で発表している。

「有機質土に関する文献目録」に収録された文献は、

延 490 編もあり、農業土木学会誌・論文集、土木学会誌・論文集、土と基礎など、広く土木、土質、土壤、地質、地理関係の印刷物を対象としており、今後の研究の指針となるものと思われる。

構成は、利用の手引、1. 生成と分類・判別、2. 試験法および調査法、3. 物理的および工学的性質、4. 深層工事における設計・施工上の問題点、5. 浅層工事における設計・施工上の問題点、著者索引となっている。

体 裁: B5判, 120ページ
発行所: 土質工学会
発行年: 1976年11月
定 価: 1,200円

(駒 村 正 治)

表-1 有珠山噴火農作物被害面積, 同金額および農地被害

項目	農作物畑別被害面積 (ha)			同作物被害金額 (千円)				農地被害面積 (ha)		
	田	畑	計	田	畑	果樹	計	田	畑	計
登別市	8	952	960	845	57,531	—	58,376	—	—	—
伊達市	104	2,877	2,981	119,919	2,892,933	—	3,012,852	185	1,228	1,413
豊浦町	36	609	645	19,987	191,469	—	211,456	—	—	—
虻田町	27	927	954	25,870	470,929	—	503,399	14	706	720
洞爺村	121	1,646	1,767	83,887	1,250,943	—	1,334,830	21	1,616	1,637
壮瞥町	270	1,204	1,474	215,348	698,332	6,600	913,680	7	42	49
白老町	—	95	95	—	3,545	—	3,545	—	—	—
大滝村	—	297	297	—	4,579	—	4,579	—	—	—
小計(胆振)	566	8,607	9,173	465,856	5,570,261	6,600	6,042,717	227	3,592	3,819
ニセコ町	528	1,698	2,226	58,552	106,160	—	164,712	—	—	—
真狩村	73	2,221	2,294	10,134	526,740	—	536,874	—	—	—
留寿都村	11	1,611	1,622	5,067	781,347	—	786,414	—	200	200
喜茂別町	37	763	800	1,971	51,144	—	53,115	—	—	—
京極町	—	311	311	—	12,789	—	12,789	—	—	—
小計(後志)	649	6,604	7,253	75,724	1,478,180	—	1,553,904	—	200	200
合計	1,215	15,211	16,426	541,580	7,048,441	6,600	7,596,621	227	3,792	4,019

(注) 昭和52年9月24日現在, 北海道災害対策本部資料による。

軽石と岩片を主体としており, 灰状のものが少ないのが特徴である。

農地での両噴出物の累積層厚は最も厚い伊達市大平で32 cm であり, 山ろくから遠ざかるに伴い漸減し, 主軸から離れるに従い急減しており, 比較的狭長な分布を示す。しかし, 先端部では第4次噴出物の主軸が北寄りにわん曲しているため, 分布域が北側にやや広がっている。

層厚の減少に伴い, タイ積する軽石, 岩片は細粒化しており, 一方, 分布の広がる先端北東部の気門別, 志門気方面ではタイ積の主体が第4次噴出物の灰状のものに急変している。

8月8日15時過ぎの第2次, ならびに同日23時過ぎの第3次の大噴火による噴出物は有珠山の北ないし北北西方向に降下し, ほぼ重なってタイ積しているが, 第3次噴出物の降下タイ積主軸は第2次噴出物よりやや東寄りである。両噴出物とも, 噴火時の風向が下空ではやや西向き, 上空ではやや東向きであったため, 東側にわん曲して分布している。

分布域は南東方面に降下タイ積した第1次, 第4次噴出物の場合よりも広く, やや円形をなし, 虻田町, 洞爺村, 豊浦町のほか, さらに, 留寿都村, 真狩村の一部に及んでいる。

第2次, 第3次両噴出物は, 山ろくの虻田町泉の農地で, それぞれ6層, 3層程の累層としてタイ積し, これらの累積層厚は30 cm 以上に達している(口絵写真参照)。累積層厚とタイ積噴出物の粒径は山ろくならびに主軸から遠ざかるに伴い減少している。

両噴出物とも山ろくに近いところでは灰状のものを伴うレキ状の軽石, 岩片を主体にタイ積し, さらに, その上に灰の層を被覆して, 第1次, 第2次両噴出物の場合より全般に灰のタイ積の多いのが特徴である。山ろくからやや遠くなると灰と砂レキ状の軽石, 岩片主体の互層に, さらに遠くなると灰と砂の互層になっているとともに, 漸次灰が優位なタイ積に変わっている。

8月13日22時過ぎからの噴火による噴出物(壮瞥噴出物と略称)は, 有珠山のほぼ東方, 壮瞥町滝の町方面に降下タイ積している。灰を主体にタイ積しており, その層厚は薄く, 2 cm 以下で, 山ろくから遠ざかるに伴い漸減している。分布域は狭長である。

有珠山西方の虻田町入江方面には, 小面積ではあるが噴火後の降雨のために山腹にタイ積した噴出物が泥流となって移動再タイ積しているところがある。泥流タイ積物はところにより様ではないが, 一般にレキ状の軽石, 岩片を主体とし, 灰を混入してやや緊密にタイ積している。

泥流のタイ積層厚は, 末端部では15 cm 程度であるが, 中央部等の厚いところでは50 cm 以上に達している。また, 地表に巨岩の散乱しているところもある。

図-2 に各地域の噴出物タイ積状況を噴出源からの距離による推移で示した。

以上, 農地における噴出物の分布とタイ積状況を概説したが, これら農地の復旧改良対策の基礎資料とするため, 表-1 の基準による噴出物類別とタイ積層厚区分とを組合せて, 噴出物タイ積地域に, ①極厚層レキ地(略記号I a—以下同じ), ②極厚層灰レキ地(II a), ③極厚層砂レキ地(III a), ④極厚層灰砂レキ地(IV a), ⑤厚層砂レキ地(III b), ⑥厚層灰砂レキ地(IV b), ⑦薄層砂レキ地(III c), ⑧薄層灰砂レキ地(V c), ⑨極薄層灰レキ地(II d), ⑩極薄層砂レキ地(III d), ⑪極薄層砂地(V d), ⑫極薄層灰砂地(VI d)の12基本類型を設定し, その分布を 図-1 に示した。

主要な基本類型の代表的タイ積断面形態を示すと以下のとおりである。

I a 極厚層レキ地 (調査地点10, 伊達市大平)

0~4.5 cm; 灰色(5 Y 5/1)のレキ土。2~4 mm の灰色軽石と1~3 mm の岩片。

~5.0 cm; 灰色(5 Y 4/1)のレキにすこぶる富む砂

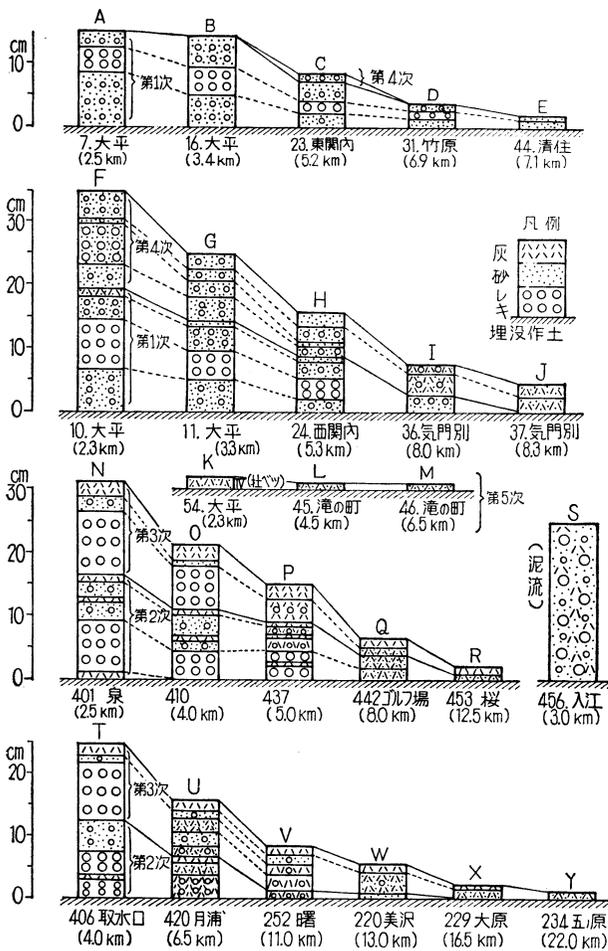


図-2 噴出源からの距離による噴出物タイ積状況の推移

表-2 基本類型の類別区分基準

項目	略記号, 名称	基準
タイ積噴出物の類別	I レキ	軽石に岩片を混合し, 2mm以上の粒径が50%以上のもの
	II 灰レキ	同上のものに灰の混入, 被覆が多いもの
	III 砂レキ	軽石に岩片を混合し, 2mm以上の粒径が50%未満のもの
	IV 灰砂レキ	同上のものに灰の混入, 被覆が多いもの
	V 砂	軽石と岩片からなり, 粒径が2mm以下のもの
	VI 灰砂	同上のものと灰をタイ積したもの
タイ積層厚区分	a 極厚層	噴出物の累積層厚が15cm以上
	b 厚層	同上が10cm以上15cm未満
	c 薄層	同上が5cm以上10cm未満
	d 極薄層	同上が1cm以上5cm未満

土。2~4mmの灰色軽石に灰を混入。

~12.0cm; 灰色(5Y5/1)のレキ土。2~10mmの

硬い灰色軽石に2~5mmの岩片を混入。

~15.7cm; 灰色(7.5Y4.5/1)のレキ土。2~4mm

の軽石と1~3mmの岩片。以上第4次噴出物。

~16.7cm; オリーブ黒色(7.5Y3.5/1)の砂土。細砂。盤状を呈する。本層以下第1次噴出物。

~20.5cm; 黄灰色(2.5Y3.5/1)のレキ土。2~4mmの褐色に汚染された軽石および1~3mmの岩片。

~28.5cm; 灰黄(2.5Y6/2)と黄灰(2.5Y4.5/1)の混色のレキ土。4~30mmの白色軽石および2~4mmの岩片。

~35.0cm; 暗灰黄(2.5Y5/2)と灰(N4.5/1)の混色のレキ土。2~6mmの軽石と2~4mmの岩片。

II a 極厚層灰レキ地 (調査地点 401, 虹田町泉)

0~2.0cm; 灰色(N5/0)の砂土ないし砂壤土。火山灰。上部はややピンク色を帯びる火山灰薄層。

~4.0cm; 灰色(7.5Y4/1)のレキを含む砂土。灰をわずかに混入。

~15.0cm; レキ土。粒径10mm内外の軽石。灰色(N6/0)と灰白色(N8/0)のものを混在。2~5mmのレンガ色岩片あり。以上, 第3次噴出物。

~15.7cm; 灰色(7.5Y4.5/1)の砂壤土。火山灰。以下, 第2次噴出物。

~22.0cm; 灰色(5Y5/1)のレキを含む砂土。中間に灰色(5Y4.5/1)の火山灰薄層を挟在。

~31.0cm; レキ土。10~20mmの灰白色(5Y7/1)または灰色(N6/0)の軽石。2~4mmのレンガ色岩片あり。

~31.5cm; 灰色(5Y4.5/1)の砂壤土。火山灰。

III a 極厚層砂レキ地 (調査地点 24, 伊達市西関内)

0~2.2cm; 灰色(7.5Y5/1)の砂土。粗砂が主体で2~3mmの軽石と岩片を混入。

~4.7cm; 灰オリーブ色(5Y4/1.5)のレキ土。2~3mm, まれに7~15mmの灰色軽石主体。

~5.7cm; 灰色(5Y3.5/1)の砂土。粗砂に灰を混入。

~7.0cm; 灰色(5Y5/2)のレキ土。軽石主体。上部に砂を混入。以上, 第4次噴出物。

~7.3cm; オリーブ黒色(5Y3.5/1)の砂土。粗砂。以下, 第1次噴出物。

表-3 噴出物の一般化学性

試料名	採取部位 (cm)	主要構成物	pH (H ₂ O)	塩基置換容量 (me/100g)	置換性塩基 (mg/100g)				塩基飽和度 (%)	リン酸吸収係数	有効態リン酸 (mg/100g)	全硫黄 (mg/100g)	容積重風乾土g/100cc	細土率 (2mm %)
					CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O						
上長和-1	0 ~ 3.5	軽石	7.70	1.38	57.3	2.5	4.6	6.7	179	176	17.6	9.6	98	63.7
	3.5~12.8	軽石, 岩片	8.08	0.99	25.8	0.8	3.2	5.1	120	163	13.2	11.5	83	45.7
	12.8~13.0	灰	8.95	10.00	381.4	17.9	27.4	23.2	158	480	36.9	57.5	—	92.5
	13.0~17.5	岩片, 軽石	8.90	4.24	92.4	3.8	9.9	12.2	98	335	17.7	44.5	96	45.1
	17.5~22.5	軽石, 岩片	7.80	1.98	44.6	9.3	5.3	10.6	126	150	15.3	25.2	75	47.5
	22.5~27.5	岩片, 軽石	7.90	2.56	40.8	1.7	3.5	7.8	73	176	13.6	8.6	77	62.4
取水ロー-1	0 ~ 3	灰	8.55	3.56	186.3	10.9	21.7	21.1	234	231	33.7	117.7	117	95.6
	3 ~14	軽石	7.75	0.79	33.9	1.7	3.5	6.7	200	177	21.3	27.0	78	31.8
	14 ~20	軽石, 岩片	8.05	1.98	59.9	4.3	7.7	7.4	139	218	30.6	14.5	102	47.7
	20 ~25	軽石	8.11	1.77	67.8	1.7	9.0	10.0	170	216	20.8	21.1	81	29.5
東 関 内	0 ~ 8.0	軽石, 岩片	8.20	2.57	106.0	6.7	7.6	10.8	180	244	20.9	11.5	94	99.5
花 和	0 ~ 3.6	灰	7.85	2.52	87.5	6.3	10.0	9.5	157	188	29.1	28.8	97	83.2
香 川	0 ~ 3.2	灰	7.40	1.98	48.1	2.9	4.8	7.8	112	285	36.1	14.5	86	96.3

(注) 試料は8月10~11日に採取したもので、全土について分析。

~10.5 cm; 砂土。褐色に汚染された軽石を含む。

~14.0 cm; 黄灰色 (2.5Y 5/1) のレキ土。3 mm 内外, まれに10 mm の灰白色軽石が主体。

~15.5 cm; 黄灰色 (2.5Y 5/1) のレキにすこぶる富む砂土。レキは20~30 mm の軽石。

IV b 厚層灰砂レキ地 (調査地点420, 虹田町月浦)

0 ~ 1.1 cm; 灰色 (7.5Y 4.5/1) の砂壤土。火山灰。上部0.1 cm はややピンク色を帯びる。

~ 2.0 cm; 灰色 (7.5Y 4.5/1) の砂土。軽石細レキを含む。

~ 8.5 cm; 黄灰色 (2.5Y 6/1) のレキに富む砂土。レキは灰をまぶした2~5 mm の軽石が主。以上, 第3次噴出物。

~ 9.3 cm; 灰色 (7.5Y 4.5/1) の砂壤土。火山灰。以下, 第2次噴出物。

~11.0 cm; 灰色 (5 Y 4.5/1) のレキに富む砂土。灰をまぶした2~7 mm の軽石。

~12.6 cm; 灰色 (7.5Y 4.5/1) のレキに富む砂土。灰をまぶした2~5 mm, まれに7 mm の軽石。

VI c 薄層灰砂地 (調査地点442, 虹田町ゴルフ場)

0 ~ 0.5 cm; 灰色の砂壤土。火山灰。

~ 1.3 cm; 灰白色の砂壤土。火山灰。灰白色の砂層を挟在。以上, 第3次噴出物。

~ 4.0 cm; 灰色の砂壤土。火山灰。以下, 第2次噴出物。

~ 5.0 cm; 灰白色の砂土。灰色の火山灰を挟在。

VI d 極薄層灰砂地 (調査地点453, 豊浦町桜)

0 ~ 0.2 cm; 砂壤土。灰色火山灰と灰白色火山灰の累層。第3次噴出物。

表-4 噴出物の水溶性成分

試料名	抽出液 EC (ミリモ-)	陰イオン (me/100g)		陽イオン (me/100g)				
		Cl ⁻	SO ₄ ⁻²	Ca ⁺²	Mg ⁺²	K ⁺	Na ⁺	
上長和-1	0.27	0.25	0.45	0.38	0.07	0.03	0.34	
	2	0.21	0.14	0.42	0.40	0.04	0.03	0.39
	3	0.19	0.17	0.55	0.15	0.04	0.06	0.49
	4	0.15	0.12	0.44	0.09	0.02	0.03	0.40
	5	0.21	0.32	0.43	0.26	0.05	0.08	0.43
	6	0.19	0.25	0.35	0.26	0.08	0.04	0.39
取水ロー-1	0.49	0.46	1.47	1.23	0.12	0.09	0.58	
	2	0.15	0.22	0.31	0.19	0.02	0.03	0.28
	3	0.13	0.12	0.25	0.18	0.01	0.02	0.25
	4	0.19	0.25	0.58	0.25	0.02	0.04	0.34
東 関 内	0.24	0.21	0.49	0.31	0.03	0.03	0.36	
花 和	0.16	0.18	0.36	0.26	0.03	0.03	0.291	
香 川	0.17	0.18	0.33	0.18	0.03	0.03	0.31	

(注) 抽出条件: 5倍水により抽出。

~ 0.8 cm; 砂壤土。灰色火山灰。以下, 第2次噴出物。

~ 1.0 cm; 砂土。灰色と灰白色の互層。

噴出物タイ積の断面形態は, ウネ, あるいは生育作物の影響で同一ホ場の中でも必ずしも画一でなく, 一般に, 当初の降下タイ積物が微地形での凹地を埋め, 以後のものは均平な層を形成する傾向が認められる。

また, 灰を主体とするタイ積層は, 降下時に降雨が伴っていたため, セメント状に近い緊密層を形成している。一方, 噴出物の累積層厚は, 降下タイ積後に全般に, 幾分緊縮したようである。とくに, 第1次噴出物の表層にあった膨軟な灰の層は, その後の降雨によって3分の1以下の厚さに緊縮し, 薄い盤層となって第4次噴出物との間に挟在しているのが認められた。

III. 噴出物の化学性

緊急に行った噴出物の分析成績を表-3, 4に示した。

タイ積噴出物には灰状のものと軽石、岩片を主体とするものがあるが、灰の方が塩基置換容量大きく、置換性塩基含量も多い。一方、いずれも塩基過飽和で高いpHを示し、塩基のうちNa₂Oが多いのが特徴的である。リン酸吸収係数が小さく有効態リン酸含量が比較的多い。水溶性成分のうちではNaが最も多く、このことがpHを高めている要因と考えられる。

過飽和の塩基類は雨水によって流亡しやすく、今後、塩基飽和度、pHは漸次低下してゆくものとみられる。

IV. 農地被害状況

1. 水田の農地被害状況

当地域の水田はいずれもホ場整備工事は行われておらず、旧来の小区画田であり、耕土深も11~13cmと一般に浅い。このため噴出物層は5cmの厚さを基準にして5cm以下の場合には耕土層と混合し、5cm以上は5cmを残して排土する復旧工法をとることにしている。噴出物の降下タイ積により、一つは化学性の変化に伴う肥培、管理上の改善があげられ、他の一つは土木的工事となる。

化学性としては噴出物のpHは当初8内外と高かったが、降雨などにより経時的に低下傾向にあり、旧耕土層と混合されるのでpHの小数点1けた目が4~5ぐらい上昇する程度と予想され、栽培上問題ないものと考えられている。次に噴出物はトルオールグ法による可溶性リン酸は多いが、ポット試験ではリン酸の供給度は少なく混合により、従来の耕土層におけるリン酸含量の低下が考えられ、リン酸資材の施用改善を要しよう。また、塩基についてカリに比して苦土含量も低い傾向があり、その施用改善を要しよう。窒素についても一応慣行量で様子を見て追肥を行うなどの配慮を必要としよう。塩基のうちソーダが多いが、カンガイ水質について調査を継続中で、それによる水稻影響はないものと考えられる。これらは今後の試験で明らかにされるものと考えている。

土木的工事として、田面が高くなることによる水がかりの改良工事を必要とするが、段差が大きいため、2~3枚の区画拡大で解消しうる。同時にケイハンのカサ上げを要しよう。噴出物で水に浮上する軽石があり、代カキ時に除去を要する。

2. 畑の農地被害状況

畑の耕土層は大型機械の導入も進み20~25cmと一般に深い。このため噴出物層は10cm以上は耕土層と混合しない復旧工法をとることにしている。噴出物のタイ積により水田と同様、化学性の変化に伴う肥培、管理上の改善と耕土層との混合とがある。



写真-1 復旧工事後の噴出物と旧作土の混合状況

化学性については、噴出物の分析およびポット試験等から水田と同様の改善を要するものと予想され、混合割合によるさらに詳細な検討を進めつつある。

耕土層との混合については、旧作土と噴出物とが十分混合せずに写真-1に示すように固まった状態が認められる。このことは根菜類(ダイコン、テン菜等)は奇形となるおそれがあり、また噴出物が固まって存在することが“バレイショ”では“そうか病”、テン菜では“そうこん病”が従来より発生が多くなるおそれが懸念されている。また、噴出物は水の分散率が高く、灰状のものは多水分で泥状となりやすく、少水分で固結しやすく、固結すると山中式硬度計で26内外を示していた。この性状を改善する方策としては有機物の施用が必要であり、また作物にとってもその効果は顕著であることが一部で認められる。水の分散率が高いために、山林の傾斜地では、下草が噴出物で埋没されたため、わずか30mm前後の降雨で、ガリが生成し噴出物はもちろん、その下部の石レキをも農地にタイ積する二次災害を引起している。

次にアスパラガス等の永年作物は機械による排土が行われる計画であるが、ウネ間の凹凸に対しては噴出物は残り、人力排除によらざるをえないところもある。したがって、作物被害の著しい場合は作物の転換も検討され、現在その推移を追跡調査中である。その他野菜畑でのビニールマルチの埋没、インゲン豆の手竹の折損等の雑

表-5 営農施設の被害

区分	畜舎	倉庫	農舎・収納庫	ビニールハウス・温
伊達市	2棟(全壊2)	5棟(全壊4 大破1)	8棟(全壊8)	10棟(全壊10)
虹田町	6 (大破3 中破3)	—	—	7 (大破7)
洞爺村	—	—	—	132 (全壊95 大破6 中破14 小破17)
計	8	5	8	149

物混入が今後の農作業の支障となることも予想される。

3. 営農施設の被害

営農施設の被害は、とくに降灰の多かった伊達市、虹田町、洞爺村の3市町村に限られている。これらのうち、とくに被害の著しかったのは、洞爺湖温泉街の対岸にある洞爺村のビニールハウス栽培地帯で約132棟のビニールハウスが破損（~~約~~5棟全壊）している（表-5）。

この地帯のビニールハウスは、主として間口15m前後、長さ25m前後の大型ハウスと呼ばれている単棟ハウスと、間口4~6m、長さ20~50mのD型ビニールハウスと呼ばれている小型単棟ハウスである。このハウス類の中でも大型ハウスは骨組にトラスを組んでいるものが多かったので積載荷重に対して強く、全壊はわずか2棟のみであった。これに対してD型ビニールハウスは骨組に径約20mmのパイプを使用しているため積載荷重に弱く、10mm以上の降灰地帯では屋根の部分降灰の重みによって逆D字形に変形し全壊したものが多かった。伊達市の破損ハウスについても同様にこのD型ビニ

ールハウスが主であった。

さらに施設で被害が目立ったのはD型ハウスと呼ばれている収納庫である。これは間口9~11m、長さ約18mの大きさで、骨組は径2.5~3インチ（肉厚3.2~4.2mm）の丸パイプを用い、屋根には波形鉄板（厚さ0.27mm）を使用した収納庫である。伊達市の有珠山近くに点在していた8棟がほぼ全壊していた。

また畜舎に関しても、降灰の著しかった地域の豚舎やミンク舎などが被害を受けている。

これら営農施設は破壊されたものを取除き、新設する以外に方法はないものと思われる。

以上応急対策的な面、あるいは復旧工法にも一部ふれたが、今年、来年と土壌変化の推移、作物被害と回復の推移、作物栽培上の施肥、管理等追跡調査、現地試験を通じて研究を進めると同時に、今後かかる災害に対して適切な処置をとれるよう対策を含めた記録を作成しておく必要がある。

[1977. 10. 31. 受稿]



システムズアプローチによる工事管理

石川六郎 著

施工管理は、われわれ農業土木技術者にとって、非常に種々の情報がある。これらの情報を取捨選択して総合的に組立ててゆくのは、大変な作業であり、たぶんその工事にたずさわる人々の経験や勘にたよるところが大きい。それゆえ、施工計画、管理は科学的な体系化した見方が必要とされ、それによって情報を整理することができる。

最近の土木工事の施工計画、施工管理に要求されているものは、著者によると「施工能力の増強を中心としたハードウェアの改善から、資源の有効利用、土木工事が周辺環境へ及ぼす影響の的確なアセスメントとコントロール、安全、品質、工程、原価などに関する緻密な計画、管理を基本としたソフトテクノロジーの充実だ」としている。そしてこれらニーズに対応して解答を引出すために、工事管理は施工計画と施工管理の両プロセスを統合するソフトテクノロジーであると考え、これら両プロセスを密接に結合することによって、工事管理の質を高める方法を検討している。これらの具体的な検討資料として、関係する要素が複雑、多様なために、体系化、

標準化が比較的遅れている土工工事を具体的対象として取上げている。また、その手段として、現状を、工事管理に関するアンケート調査を実施して、その資料を利用して分析している。工事管理における情報は

- ①契約関係情報—(工事内容の規定)
- ②自然環境情報—(施工計画立案の資料)
- ③社会環境情報—(施工方法を規制する資料)
- ④その他の情報—(実績データおよび経験)

の4種類に分類し、具体例を上げ利用の実態について述べて、問題点が基本的な計画手法が確立していない点だとし、そこでこれらの問題点を解明するための方針を検討し、具体的な方法を上げている。

この方法が科学的にはシステム概念の導入であり、計数的な把握である。つまり、システムズアプローチということはこれら情報の体系化である。われわれにとっては、適正な積算をするためにも合理的な施工を行うためにも、この整理された見方は必要になる。

体裁：B5版、278ページ
 定価：5,400円
 発行所：鹿島出版会
 発行年：1977年7月20日

(黒崎 肇)

報 文

有珠山噴火による被災農地の復旧

片岡 隆四* 梅田 安治* 皆川美智也** 林 正**

I. はじめに

有珠山噴火による農地・農業施設の被害は、広範囲に甚大なものである。冬を目前にして収穫皆無の地帯も多く、農民は経済的、精神的に大きな打撃を受けている。これら被災の復旧は焦眉の急務である。

これら農地の復旧は、一般的には被災以前の状態に復元することである。したがって、噴火による降灰全量を排除するのが原則であり、理想的な方法である。しかし、膨大な量となる降灰の捨場所の確保の困難さ、また土捨場の保全維持、それらのための復旧費の増大などから、現実的方法とはいいいがたい。

今回の降灰は質的に作物への悪影響はあまりないので降灰物をかなりの量まで、既存の耕土、心土に混合しても農地としての利用が可能とみられる。そのようなことから降灰物を完全除去するなどの単なる復旧ではなく、土層改良に類似した方法で、それぞれの農地で、耕土としての機能を回復することに重点をおいて、農地の復旧工法を検討した。

施工手段の策定にあたっては、農作物収穫の皆無、復旧工事に係る負担など、農民の当面の経済的困窮を考えると、法の許容範囲内で最大限の救済的な行政配慮も求められる。いま、時間的、工事的制約のある農地の復旧工事の作業工程の中では農家所有の農機具を最大限に利用しつつ、早急に農地としての機能を有するホ場に復元する工法であることが望まれるのである。

* 北海道大学農学部 (かたおか たかし, うめだ やすはる)

** 北海道農地開発部 (みながわ みちや, はやし ただし)

また、農地の背後の上流域にあたる林地原野にも多くの降灰をみており、これが今後の降雨によって流出してきて、農地が被害を受けるおそれがある。これらの農地の保全のための施設も早急に必要なのである。

いま、3,814 haにわたる農地、35カ所の農業用施設の被害は、およそ25億円に及び、その復旧工事がすすめられている。

火山噴出物による農地災害は前例もないことであり、多くの困難、未知の問題をかかえているが、現在進行中の復旧工事に関して報告する。

II. 農地復旧方式

火山噴出物のタイ積した農地の復旧方式としては、原形復旧もあわせて、次のような方式が考えられる。

A. 反転混層耕方式

降灰量が少なく(原則的に15 cm以下とする)、既存心土が今後の営農によって耕土になりうる土質で、所要の反転作業深以上の深さを有する場合に適用できる方式。

B. 埋込み排土方式

降灰量が多く(原則的に15 cm以上)、既存耕土とのカクハン混合では耕作土としての機能を回復しえず、さらに既存耕土が適当に、すなわち表土扱い作業過程で耕土が多少消失しても支障ないだけの耕土量があるにもかかわらずその下層の心土が、旧火山レキ、砂利混じり土などで、今後の営農によっても耕土になりえない土質となっている場合、また、土捨場も周辺に求められない場合に適用する。

C. 運搬排土方式

降灰量が多く、既存耕土が薄く、表土扱い作業過程での耕土消失により、今後の営農に必要な耕土深が確保できないような状態で、反転混層耕方式も埋込み排土方式も実施できないが、ホ場外に土捨場を確保できる方式であり、いわゆる原形復旧方式である。

D. 層厚調整工的方式

降灰量が非常に多く、ホ場内の低位部にまとめて集積し、高位部の切土として耕土になりうる土を流用し覆土する方式。このためには、ある程度の傾斜地であること、耕土化可能な土を確保できることなどが必要である。

これらの基本的方式は、降灰量の多少、既存耕土・心土の土質、立地条件などによって折衷、または複合方式化される必要がある。実施に際しては、十分な現地調査に基づいて、より効果的で経済的な方式の選定につとめなければならない。その大部分は、A反転混層耕方式で復旧可能であることが分っているが、なお一部は今後の試験結果をまたねばならないものもある。

III. 反転混層耕

復旧工法の基本的考え方として、洞爺村・伊達市などにおける試験および地元農民・関係機関との協議の結果として、原則的には、

1. 有珠山噴火による降灰は、作物に悪影響を及ぼす因子は少ない。したがって、農地としての機能の回復を評価するのに、単なる完全復旧ではなく、作物栽培の場として許容される耕土状態を限度として、降灰を既存耕

表-1 降灰深と反転混層深

型	降 灰 深	混 合 割 合	所要混合深	反転混層深
I	5 cm 未満	1 : 3.0	20cm	25cm
II	5 cm 以上 10cm 未満	1 : 2.5	35cm	35cm
III	10cm 以上 15cm 未満	1 : 2.0	45cm	45cm

土に混合することによって復旧とする。

2. 降灰と既存耕土の混合割合は1 : 2~3であれば許容される耕土状態とみなしてよいとして、復旧作業深を決め、これに相応する機種を選定する。

3. 耕土としての完全回復、すなわち被災前の耕土に回復するには、復旧工事後の営農努力にゆだねることがあるのもやむをえないとする、ことなどを得ることができた。

これらのことから、降灰深別の反転混層深を表-1のように分類した。なお、降灰深15cm以上のところは原則として除灰するが、残灰量については、除灰の処理方法、除灰後の反転混層耕パターンなどによる経済比較の上決定することにした。

この反転混層耕は作業工程としては原則的に主体作業の前に碎土の、また後に整地の実施が必要である。すなわち、

碎土→反転混層耕→整地となる。

碎土は混層耕の前処理作業である。プラウによる反転混層だけでは復旧の目的を達することができないことが試験の結果から判断されたことから、①降雨などによってコンクリート化している降灰レキを破碎することによって塊状で混合することを防ぎ、既存耕土との均等な混

表-2 条件別作業工程と適用機種

畑区分	降 灰 深	傾斜区分	碎 土	反 転 す き 込 み	整 地		
普通畑	I	A	6 t級トラクター ~22"×24 ディスクハロー (1回掛)	65PS級トラクター~22" ボトムプラウ	傾斜区分A 65PS級トラクター ~ローターベーター (1回掛)		
		B				8 t級トラクター~22" ブラッシュブレイカー	
	II	A		75PS級トラクター~22" ボトムプラウ			
		B		15 t級トラクター~22" 混層耕プラウ			
	III	A		16 t級湿地用トラクター ~28" ブラウイングハロー (1回掛)		65PS級トラクター~22" ボトムプラウ	傾斜区分B 6 t級トラクター ~22"×24 ディスクハロー (2回掛)
		B					
牧草畑	I	A	75PS級トラクター~22" ボトムプラウ				
		B	15 t級トラクター~22" 混層耕プラウ				
II	A		65PS級トラクター~22" ボトムプラウ				
	B					8 t級トラクター~22" ブラッシュブレイカー	
III	A		75PS級トラクター~22" ボトムプラウ				
	B		15 t級トラクター~22" 混層耕プラウ				

* 傾斜区分 A=5°未満, B=5°以上。

** 反転すき込みは 1回掛とする。

合を図る、②降灰が層状にすぎ込まれるのを防ぐため初期カクハンをする、③反転作業および今後の農作業に支障を与えない程度にまで、被災農作物を切断する、などのためハローによる碎土作業を実施することにした。

また、碎土に続いて実施される反転混層耕の作業を確実なものにするために、反転された既存耕土・心土の乱塊状のものを碎土し、さらに表層15~18cm程度の部分についてカクハン混合をより均等にするには、営農機械による耕起など、通常の営農作業ができる状態にまで整地することが必要である。

IV. アスパラガス畑対策

アスパラガスは新規栽培をすると、収穫可能になるのは3~5年後となる。一方、降灰によってかなりの被害を受けているように見えるホ場でも、アスパラガスの場合は除灰によって再生可能であるとみられる。

降灰深5cm以上のところでは5cm以上の部分を16ton湿地ブルドーザーで除去し、残量のうち100m³/haは残して、400m³/haに相当する量は人力によって除去する。その作業時に現在栽培中のアスパラガスを傷めないように、小運搬にはベルトコンベアー、65PSトラクター~2tonトレーラー、手車などを使用する。除去した降灰土砂は各ホ場内での処理が望ましいが、搬出はダンプトラックによることとする。また、100m³/haの残量は作土とカクハンするが、ウネ幅1.8mには25PSトラクター、1.2mには9PS耕運機によることとした。



写真-1 アスパラガス畑 (降灰深 10 cm)

V. 水田対策

降灰の被害を受けた水田は227haと、全被災農地の約5%である。その復旧工法は、試験ホ場での工法試験などの結果から、降灰深が5cm未満のところは、火山レキなどでとくに支障のある場合以外は、降灰を排除せず以前の作土と完全に混合するようにする。そのために

は62PSトラクターによるローターベーターカクハン2回掛とすることとした。降灰深15cm以上では16ton湿地ブルドーザーで全量を排除する。そのときに2.5cmまで表土が持ち出されることを前提として50m³/10aの客土を施し、この客土と排除残の火山灰、在来の耕土のカクハン混合のために65PSトラクターによるローターベーターの1回掛を行う。

VI. 農地保全施設

農地の上流側後背地としては林地原野があり、この地域にも多くの降灰のあったことは当然である。これらに保全に関しては林業関係などで鋭意すすめられている。しかし、それらの林地などからの農地への火山灰流入を防止するための谷止工、土砂抑止工、承水路、これに付帯する排水路の新設または改修もすすめられている。

流出してくる降灰の大部分は土砂抑止工で止めるが、ピーク流出時にはその一部が流去水とともに流出してくるため、これを承水路で受けて流下してしまふ必要がある。承水路は流出降灰を処理する手段ともなるのである。また、流域中の農地は復旧作業によって流域特性も復旧して流出率も被災前と同じになると考えられるが、林地原野部分は降灰により浸透能は減少し流出率も大きくなるため、承水路・排水路を新設する必要がある。これらの計画に際しては1/10年確率雨量として41.86mm/hrを使用した。流出率は

表-3 有珠山周辺流出率

	水田	畑	林地
被災前	0.70	0.55	0.30
被災後	0.70	0.55	0.40

この地域の地質構造、表層タイ積土などの特質、過去の災害復旧計画などを考慮して、水田、牧草地を含む畑、原野を含む

林地について表-3のような値によった。

土砂抑止工はネットさく工とふとんかご工の2種を原則としている。ネットさく工はほぼ一定した傾斜面の末

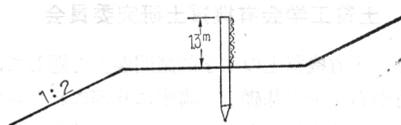


図-1 ネットさく工

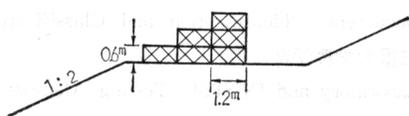


図-2 ふとんかご工

表-4 土砂抑止工寸法

工 法	ネットさく工		ふとんかご工		
	0.20 ~0.65	0.65 ~1.20	0.20 ~0.90	0.90 ~1.60	1.60 ~2.50
1m当りの 土砂流出量 ^{m³}					
土砂抑止工の高さ (m)	0.60	1.00	2段 0.80	3段 1.20	4段 1.60
山側の切土幅 (m)	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
谷側の切土幅 (m)	1.00	1.00	3.00	4.00	5.50
クイの間隔 (m)	1.50	1.50	寸法		
クイの径 (m)	0.15	0.15	高さ0.40×幅1.20×長2.00		
クイの根入 (m)	1.20	1.70	線径8# 網目13cm		
クイの長さ (m)	1.80	2.70	栗石使用		

端に、ふとんかご工は凹地になっていて地表流去水が集中して流れ、土砂流出の著しく多くなる可能性のあるところ、または、すでに土石流の生じているところ、木グイの施工が困難なところで、被災農地の上流端に設置するのを原則とするが、土砂流出のおそれのない場合は設置しなくともよいことにする。また、効果判定によっては農地外にも設置する。いずれにしても林地、原野から流入する年間流入土砂量を貯留する規模でなければならない。いま、流出土砂量は22.7m³/ha・年と算出している。

承水路は土砂抑止工を透過した流出水、または直接のときには土砂抑止工を越流した水を排水路または自然排水路へ接続するものである。構造はコンクリート水路とし、流入した土砂を掃流しうる急コウ配水路として設計している。

排水路の構造は鉄筋コンクリート水路で、流入土砂の

掃流が可能のように急コウ配水路として設計している。

自然河川では虹田町内の入江川とトコタン川が降灰後の降雨で、いままでにない流出を生じ、各所に降灰の流出ガリの発生をみているので、農地関係では入江川の延長2,300mにわたって三面張装工の流路工を実施中である。

VI. あとがき

火山噴火の降灰による農地災害の復旧工事は、わが国において未だ前例がなく、制度的にも、設計方針、諸元に関しても未知のものが多く、とまどうことが多くあった。一方、生産活動を停止させられた農地を復旧再生させなければならぬことは絶対的命題である。火山活動の続く中での地元民、関係各位の不眠不休の活動の結果としてその災害復旧の方針が決定し実施に入っていることを関係した者の一員として喜ぶものである。

火山噴火というきわめて特異の現象でありながら、再発のおそれをまったくしないわが国において、事例報告と記録の意味で、ここにその復旧方策について一応とりまとめた。もちろん、これらの大部分は、これから実施されていくものであるから、その結果については別途報告する予定である。

この報告をまとめるにあたり、多くの方々から資料を提供していただいた。いずれも昼夜を分かたぬ忙しい業務の中からである。心からの謝意を表するものである。

[1977. 10. 26. 受稿]



ENGINEERING PROBLEMS OF ORGANIC SOILS IN JAPAN

土質工学会有機質土研究委員会

本書は、「有機質土の工学的諸問題」と題して、昭和51年11月から「土と基礎」の講座に6回にわたって掲載されたものの英文化である。目次および著者は次のとおりである。

PREFACE 山内豊聡 九州大学工学部教授

I. Occurrence, Identification and Classification 長田昇 (三重大学農学部教授)

II. Laboratory and IN-SITU Testing Methods 大平至徳 (防衛大学校教授)

III. Physical and Mechanical Properties (PART 1)

(PART 2) 竹中肇 (東京大学農学部教授), 安原一哉 (西日本工業大学講師)

IV. Design and Execution of Works in Depth 渡辺進 (国鉄鉄道技術研究所土質研究室長)

V. Design and Execution in Shallow Works 山内豊聡, 河野洋 (鳥取大学農学部教授)

Closing Address 山内豊聡

有機質土に対応する場面の多い農業土木関係者にとって、研究をすすめるに当り、是非とも参考とすべき資料と思われる。

体 裁 : A4判, 100ページ

発行所 : 土質工学会

発行年 : 1977年7月

定 価 : 2,000円

(駒 村 正 治)

報 文

有珠山周辺火山灰農地の土層改良と
新火山灰の理工学性の一側面

前田 隆* 矢沢 正士* 相馬 尅之*

有珠山周辺の今回の降灰は、降雨を伴い、降灰がセメント状になって農作物、樹木などに付着し、倒伏、折損させるに至っている。それゆえ、新火山灰の理工学性を調査し、合せて過去の数度の大爆発による降灰物でおおわれている有珠山周辺農地の土層改良法とその理工学性からみた問題点をふり返ることは、今後の土地改良に有益であろうと思い、本報を記した次第である。

I. 有珠山周辺農地の土壌

今期降灰により被害を受けた有珠山周辺農地の土壌は、地下1m以内を対象とすると、大部分は有珠火山灰と羊蹄火山灰から成立っており、これら両火山灰のタイ積状態から有珠山周辺農地の土壌は、おおよそ次のように区分しうる。

1. 有珠火山灰 a 層（今から 34~350 年前に噴出降灰

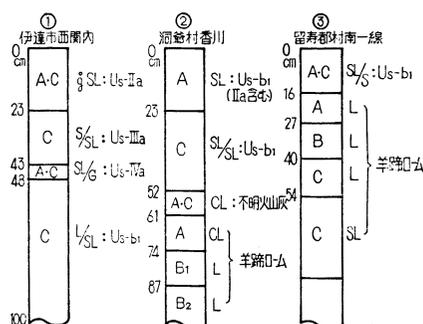


図-1 代表的土壌断面（北農試土性調査報告書による）

* 北海道大学農学部（まえだ たかし、やざわ まさを、そうま かづゆき）

タイ積）を主体とする地域（図-1-①）

2. 有珠火山灰 b 層（今から約 400 年前に噴出降灰タイ積）を主体とする地域（図-1-②）
3. 有珠火山灰と羊蹄火山灰を主体とする地域（図-1-③）

有珠火山灰 a 層の粗粒部分は真比重がやや大きく、間ゲキの少ない堅硬な未風化溶岩片である。細粒部分は比較的均一な灰状で堅密にタイ積し、透水性良、保水性小で、窒素、リン酸の吸収力および置換容量が小さく、置換性塩基も乏しい未風化土壌である。

有珠火山灰 b 層のうち広範囲に分布している b₁ 層は青灰色の特徴ある色相を呈し、粒径が均質な灰状で真比重も大きい。堅密にタイ積し盤層を形成しやすいために「青パン」とも呼ばれる。また、透水性は良好であるが堅密なために下層への根の伸長が阻害されている。保水性はあまり良好ではないが、窒素、リン酸の吸収力および置換容量が大きく、pH も中性に近いことから、この有珠 b₁ 層が表層近くにタイ積しているところは一般に生産力が高いとされている。

羊蹄火山灰については降灰年代の古いためもあり、分布、層序および性状もつまびらかではない。

以上有珠山周辺農地の土壌を概観したが、詳細は北海道農試土性調査報告¹⁸⁾ および山田の報告⁹⁾ を参照されたい。

次に上述の 3 地域について、土壌構成上から耕地としての問題点について述べる。

1 の地域では有珠 a 層が堅密にタイ積しているために根の伸長が阻害され、また透水性は良好であるが、保水

表-1 混層耕試験例(道立中央農試による)

試験地	幌別郡登別町札内	虻田郡喜茂別町字留産	虻田郡洞爺村香川
試験年度	不明	昭和41~44年	昭和43~46年
混層前の土壌断面	0~11 cm, \bar{h} SL } U_s-b 11~25 \bar{h} SL } 25~32 G } U_s-C 32~42 \bar{g} S (G) } 42~65 \bar{h} C } $\bar{p}-A$ 65~ \bar{h} C }	0~13 cm, CL } 13~28 CL } 28~32 SL } 羊蹄ローム 32~50 SL } 50~84 G } 84~ G }	0~19 cm, SL U_s-II_a, U_s-b_1 19~55 SL U_s-b_1 55~65 LiC 不明火山灰 65~78 L } 78~90 L } 羊蹄ローム 90~ L }
目的	表土が流亡のため浅くなり、さらに施肥管理が不十分のため3要素欠乏のほかマンガク欠、ホウ素欠などの症状がみられるので、混層耕を行ったのちの土壌管理法について検討。	粗粒火山灰は含まれていないのであるが、羊蹄ローム層のみの混層耕がすでに事業として取上げられているのでその効果要因について検討。	表層の U_s-b_1 層は密化しているため、この地帯に作付されるのは浅根性の豆類に偏向している。このため下層土の埋没腐植との混層耕を行ってその作物増収に対する要因解析と混層後の施肥法の確立。
混層方法	42cm 以下に存在する埋没火山灰層を利用するため大型混層耕プラウで約60cmの深さまで反転耕起。	けん引式大型ボトムプラウにより深さ60cmまで耕起。	大型ディスクプラウにより深さ80cmまで耕起。
栽培作物	テン菜, デントコーン, バレイショ	テン菜, バレイショ	テン菜, バレイショ, アズキ
混層耕の効果	普通栽培法では3作物とも混層区で増収となった。しかし、混層後の土壌管理として炭カル、リン酸肥料とともに牧草をすき込むか多量のたいきゅう肥を施用することによりテン菜は混層区で増収となった。	混層耕により初期生育は著しく良好となった。収量はテン菜では1年目は20%、2年目は11%、3年目7%の増収で年次の経過とともに漸減。バレイショについては低温多雨年では混層区で良好であったが平年では差はなかった。	混層区はテン菜が6~20%、バレイショ15~25%、アズキ10~60%といずれも顕著な増収となった。
効果要因と問題点	作土の土性改善、有効水分量の増加、0.5mm以下の耐水性団粒は混層により減少。問題点としては下層土の埋没腐植層の性状のため一時的に減収する。混層後の適切な土壌管理が必要。	混層耕は土層を膨軟にし地温を高めている。しかし粗孔ギキ量が過大となり有効水分量は減少。土壌中の有害糸状菌密度は混層により減少。作物により混層耕の効果要因が異なるので混層耕後の土壌肥よく度のきめ細かな管理が必要。	作土の U_s-b_1 層が下層の埋没腐植層と反転混層されることにより、密な U_s-b_1 層が膨軟化し、かつ下層土壌の易有効水分量が増加して乾燥期における下層からの水分供給が容易となる。混層後の施肥法として初年目はリン酸肥料を重点とし、2年目からは窒素肥料を重点とする。

性が低いために乾燥期に干害を受けやすいことがあげられる。したがって、堅密層を膨軟化し、また保水性を高めることが必要となる。

2の地域では有珠 b_1 層が堅密層を形成し、耕運後もしまりやすい性状を有し、下層への根の伸長が阻害される問題がある。しかし、この有珠 b_1 層の下層には腐植に富む軽しゅうで保水性が高い埋没腐植層が存在している。したがって、この地域でも有珠 b_1 の堅密層の膨軟化が必要であるが、下層の埋没腐植層の活用も同時に考えることが必要である。

3の地域では有珠 b_1 層が比較的薄いことから、土層構成上とくに問題はない。

II. 有珠山周辺農地における土層改良工の実施例

前項で述べた3地域のうち、土層改良を必要とする地域は1および2の地域と思われ、その改良方法は次のようなものが考えられる。

1の地域では有珠 a, b_1 層が厚くタイ積し、下層土の利用は無理で、心土耕や心土破砕などにより堅密層を膨

軟にする方法がある。

2の地域では有珠 b_1 層の下層土の埋没腐植層を利用する混層耕や反転客土耕などの土層改良法がある。

さて道立中央農試が今回の降灰以前に実施した混層耕および反転客土の試験例^{1),4),5)}を表-1にまとめた。

表-1には混層、反転客土がただちに増収効果をもたらさない場合もあることが示されているが、土層改良工がその効果を十分に発揮するためにはその後の土壌管理(土壌改良資材や有機物の投入など)や施肥対策が必要であることを示している。

III. 土の理工学性からみた土層改良の問題点

一般に土層改良を実施すると生産力は向上するのが通常であるが、耕地として新たに問題を生ずる場合もある。ここでは洞爺村成香の改良反転客土工について土の理工学性の関連で触れる。

本地区は従来、高級菜豆を中心とした営農が行われてきたが、連作などのために生産力が低下し、改良反転客土工を実施して生産力の回復を図った地帯である。実施後生産力は回復したが、数年後、波状地形の凹所に降雨

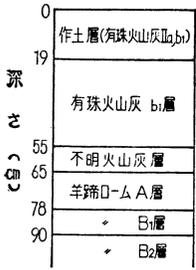


図-2 成香地域の基本的な土壌断面

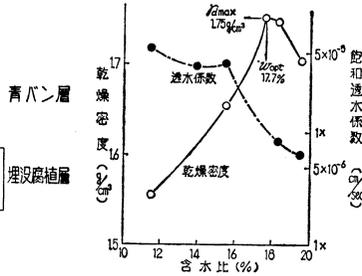


図-3 有珠火山灰 b1 層の締固め曲線および飽和透水係数の含水量変化

後一週間以上の停滞水が生ずるところや土壌侵食が見られるようになり、作物が枯死し土が流亡するようになった。この点について土壌構造と土層改良実施後の土の理工学性の変化の観点から触れる。

本地区の代表的土壌断面は 図-2 に示すように、作土層は有珠 IIa 層と b1 層であるが、長い間耕作した関係もあり軽しうで土の物理性からは耕作上問題はない。その下に「青バン」といわれる有珠 b1 の堅密層があり、さらに下層に埋没腐植層がある。II 層の有珠 b1 の堅密層には自然に形成された大間ゲキがあり、降雨後の過剰水はこの大間ゲキを通じて排水されるが、作物に有用な水分は II 層の透水性が低いために下層に排出されずに作土層に保たれ、もともと寡雨地帯である本地帯は干害も生ずることなく耕地として使用されてきた。

作土の地力低下を改善する目的で、下層の有珠 b1 層を膨軟にし、さらに、下層の埋没腐植層を作土と混合して地力を向上させる目的で改良反転客土を実施したが、実施後の II 層の乾燥密度は 1.34g/cm³ で実施前の 1.42g/cm³ に比べ確かに膨軟になっている。しかし、前述したように停滞水が生ずる問題などが発生したので、前田ら⁹⁾ は土層改良実施地区と未施工地区の物理性を調査し、実験室で締固め試験を行い、混層により停滞水の生ずる問題について次のように述べている。

表-2 は現場の乱さない試料の乾燥密度と飽和透水係数を示したもので、堅密な有珠 b1 層の透水係数が混層された表土およびその下層土よりもきわめて高い (10⁻³ cm/sec) ことが分る。これは有珠 b1 層が自然に形成された大間ゲキのために透水性が良好であるのに反し、乱した試料による有珠 b1 層の締固め土では最大乾燥密度は 1.75g/cm³ にも達し、透水係数は 10⁻⁶~10⁻⁶cm/sec に低下する (図-3)。すなわち、有珠 b1 層は乱して締固めると自然の構造を破壊し非常に堅密化する

表-2 成香地区の乱さない試料の乾燥密度および透水係数

供試土	自然含水比 (%)	現場乾燥密度 (g/cm ³)	飽和透水係数 (cm/sec)
混層土層	30.7	1.34	4.1×10 ⁻⁵
未混層下層土層	32.5	1.34	2.6×10 ⁻⁴
有珠火山灰 b1 層	29.8	1.42	4.6×10 ⁻³

性質を有する。したがって、土層改良工の実施により地力は向上したが、その後の耕運や収穫のための大型機械の走行により有珠 b1 と混層された表土および自然構造を破壊された心土が堅密化し、透水性を低下させ、停滞水を生じさせるようになったのである。したがって、土層改良工については生産力のみならず、土の理工学性の面からもその効果得失を事前に調査する必要があることをこの例は示しているといえよう。

IV. 新火山灰の理工学性の一側面

今次の降灰のうち第 2 回および第 3 回の爆発により有珠山から北北西方向の地域にタイ積した火山灰と降灰以前の表土およびその下層の有珠 b1 層の理工学性について若干のデータが得られたのでここに報告し、今後の土層改良に役立てたいと思う。

供試土は洞爺村大原と同村成香地区より採取した。大原では降灰深 5 cm、成香では 10 cm であった。

1. 新火山灰のタイ積状態

乱さない試料の理化学性を表-3 に示した。

表-3 をみると、新火山灰は降雨を伴ってタイ積し、セメント状の固結状態になっているにもかかわらず、従来の表土や有珠 b1 層よりも乾燥密度は小さく、粗砂が多く、シルトが少ない。しかし、大原地区の三相分布を調査した結果 (表-4)、新火山灰の固相率は従前の表土に比べて非常に大きく、堅密層の有珠 b1 と同程度の高い値を示しており、降雨に伴い固結状態でタイ積した影響がこの面で現われている。

pH は降灰直後はアルカリ性を示したと報告されたが、10月5日の調査によると弱酸性を示し、降灰後の降雨により変化したことを示している。しかし、従前の表土や有珠 b1 よりもなお高い pH を有している。

表-3 供試土の理化学性

供試土	採取地	自然含水比 (%)	乾燥密度 (g/cm ³)	真比重	液性限界 (%)	pH		粒度組成			
						H ₂ O	KCL	粗砂 (%)	細砂 (%)	シルト (%)	粘土 (%)
新火山灰前表土	大原	28.3	1.247	2.406	NP	6.71	6.36	34	50	13	3
		39.6	1.020	2.567	57.8	5.44	4.74	17	44	30	9
新火山灰前表土	成香	29.1	1.191								
		23.9	1.422								
有珠火山灰 b1 層	成香	29.8	1.421	2.760		6.00	5.00	20	46	26	8

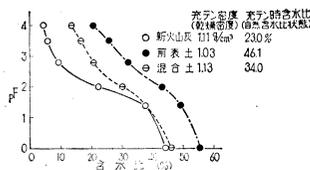


図-4 供試土の pF-水分曲線 (大原地区)

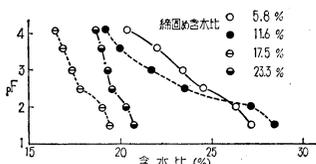


図-5 締固め土の pF-水分曲線 (有珠火山灰 b₁層)

表-4 供試土の三相分布 (大原地区)

供試土	自然含水比 (%)	乾燥密度 (g/cm ³)	三相分布		
			固相 (%)	液相 (%)	気相 (%)
新火山灰	28.3	1.247	51.8	35.3	12.9
前表土	39.6	1.020	39.7	40.4	19.9
有珠火山灰 b ₁ 層	29.8	1.421	51.4	42.3	6.3

表-5 不かく乱土と締固め土の乾燥密度 (大原地区)

供試土	不かく乱土		締固め土	
	自然含水比 (%)	乾燥密度 (g/cm ³)	締固め含水比 (%)	乾燥密度 (g/cm ³)
新火山灰	28.3	1.247	5.0	1.249
			10.8	1.238
			16.5	1.233
			22.6	1.234
前表土	39.6	1.020	27.6	1.115
			36.9	1.175
			46.8	1.118
混合土 (重量比 1:1)			16.9	1.193
			26.0	1.211
			33.5	1.249

表-6 不かく乱土の乾燥密度および飽和透水係数 (成香地区)

供試土	乾燥密度 (g/cm ³)	透水係数 (cm/sec)
新火山灰	1.191	8.7 × 10 ⁻⁵
前表土	1.422	5.6 × 10 ⁻⁴

表-7 締固め土の乾燥密度および飽和透水係数 (大原地区)

供試土	乾燥密度 (g/cm ³)	透水係数 (cm/sec)	締固め含水比 (%)
新火山灰	1.249	2.3 × 10 ⁻⁴	5.0
	1.234	2.2 × 10 ⁻⁴	22.6
前表土	1.115	1.3 × 10 ⁻⁵	27.6
	1.175	5.6 × 10 ⁻⁷	36.9
混合土 (重量比 1:1)	1.193	4.7 × 10 ⁻⁵	16.9
	1.249	2.0 × 10 ⁻⁶	33.5

2. 締固めおよび透水性

新火山灰を乱したり、表土と混合した場合に、乾燥密度がどのように変化するかを締固め試験により調査した。

締固め後の乾燥密度 (表-5) をみると、新火山灰は乱した状態で締固めても乱さない状態と変化はないが、表土や表土と新火山灰を 1:1 に混合したものは従来の表土よりも高い乾燥密度になり、混層耕を実施すると乾燥密度が高くなり透水性が低下する危険性がある。このこ

とは表-6 および表-7 の結果からも分る。

3. 保水性

大原地区の供試土について、新火山灰、表土および新火山灰と表土の混合土の水分特性曲線 (遠心法) を図-4 に示す。また、図-5 には有珠 b₁ 層の締固め土 (乾燥法) の水分特性曲線 (加圧板法) を 4 種の締固め含水比の試料について示した。

図-4 および図-5 をみると、新火山灰の保水性は一般のローム質火山灰に比べると低いけれども、有珠 b₁ 層より非常に高い。しかし、従来の表土に比べると新火山灰の保水性は小さく、したがって、新火山灰と表土の混合を行うと保水性は表土よりも低下する。また、図-4、図-5 から易効性有効水分 (pF 1.8 から pF 3.8 までに保持される水分) を求めてみると、新火山灰は 25%、表土 23%、混合土は 19%、有珠 b₁ は 2~8% になる。すなわち、新火山灰と表土は有効水分の面では同程度であるが、混合すると有効水分は低下する。これは新火山灰と表土の混合により大間ゲキが減少し、小間ゲキが増加して有効水分が減少することを表わしていると思われる。

以上、有珠山周辺農地の土壌および土層改良について述べ、土の理工学性の面からみた問題点を提出し、また、今期の火山灰についても、理工学性などの測定結果を示した。

上述の理工学性の測定結果からみて、土層改良の方法は単なる混層耕では将来、透水性、保水性が低下する危険が存すると思われ、本号の復旧対策で述べられている排土方法が最良と思われ、次いで改良反転客土工がよいと思われるが、測定結果は数少ないものであり、今後、研究機関、行政機関の協力により、地力対策のみならず土の理工学性の面からもさらに研究を重ねて、最良の土層改良工を見出すことが必要であろう。

引用文献

- 1) 北海道農業試験場：北海道農業試験場土性調査報告，第18編，胆振国土性調査報告 (1968)
- 2) 山田 忍：火山噴出物の堆積状態からみた沖積世における北海道火山の火山活動に関する研究，地研専報，8 (1958)
- 3) 野村 聡，中山利彦：粗粒火山性土の地力増進に関する研究，第1報，登別町における混層耕後の土壌管理について，北海道立農業試験場集報，15，pp.72~83 (1967)
- 4) 平井義孝，高尾敏弥，後藤計二：羊蹄系腐植質火山性土における混層耕の効果—主としてアネ菜に対する効果とその要因について—，北海道立農業試験場集報，21，pp.78~88 (1970)
- 5) 小林 茂，宮脇 忠，山口正栄，後藤計二：有珠火山性土壌における混層耕の効果，北海道立農業試験場集報，34，pp.23~31 (1976)
- 6) 前田 隆，木下 彰：成香地区営農改善対策調査報告書，昭和47年度営農改善対策資料，No.18 (北海道農地開発部耕地計画課)，pp.37~51 (1973)

[1977. 10. 31. 受稿]

表-1 北海道の地表を覆うテフラとその特徴

テフラ名	分布区域	特 徴
渡島大島 a 統	松前町, 上ノ国町方面	灰白色の細粒火山灰, 腐植層あり。
恵山 a 統	南茅部町, 榎法華村, 戸井町, 尻岸内町方面	淡灰褐~灰色の細粒火山灰, 腐植層あり。
駒ヶ岳 a 統	鹿部村方面	軽石レキ, 上部は灰色, 細粒火山灰の薄層に覆われている。鹿部 100cm 内外 (粒径 2~4 cm) 礫谷 60cm (2~3 cm) 尾札部 10cm (4 cm) 泥流
駒ヶ岳 b 統	森町土橋方面	軽石レキ (粒径 2~3 cm~10cm) 下層に岩片の混入多し
駒ヶ岳 c 統	砂原町沼尻方面	二つに分かれ d ₁ は細粒火山灰, d ₂ は軽石砂レキ, 姫川 200cm, 姥谷 100cm, 落部 60cm, 八雲 30cm, 国縫 10cm
駒ヶ岳 d 統	七飯町, 大野町の一部, 森町, 八雲町山越方面	黄褐色, 細粒火山灰, 腐植層あり, 森 10~15cm, 知内 10cm
駒ヶ岳 e 統	函館市, 上磯町, 知内町方面	白黄灰色の細粒火山灰
乙部層	江差町, 乙部町, 熊石町方面	軽石レキ, 溶岩レキ, 岩片, 火山灰の累積する a I, ローム様火山灰風化物に上記の小レキ, 黒色砂層を夾在または混入する a II レキ含量の少ない黒色砂層をほとんど伴わない a III がある。
羊蹄 a 統	倶知安町, ニセコ町, 京極町, 喜茂別町, 留寿都村, 真狩村方面	今回の爆発 (昭和52年8月) で東方および北西方の2方向にタイ積があるが, これを別としてそれ以前の昭和和新山形成時, 四十三山形成時, また, さらにそれ以前の三つのテフラ合計五つのテフラを総称する I a~V aに分けられ, 灰褐色の灰状物, ならびに灰状物に石質岩片を混じえたものがある。
有珠 a 統	有珠山周辺	青灰褐色の細粒火山灰に 1~2 mm 内外の軽石砂を混ぜる。
有珠 b 統	伊達市, 蓋別町, 大滝村, 喜茂別町方面	灰白色の軽石レキ。
有珠 c 統	登別市, 苫小牧市, 門別町, 大樹町方面	灰黄褐の軽石砂レキ, 樽前山より南々東方向のもの, 樽前山周辺のもの, 北々東方向のもの
樽前 a 統	苫小牧市, 千歳市, 早束町, 厚真町, 追分町, 夕張市, 長沼町, 栗山町, 広島町方面	の三種があり, 北々東方向のものが最も層厚が大である。腐植層あり。
樽前 b 統	穂別町, 厚真町, 鶴川町, 富川町, 門別町, 新冠町, 帯広市, 中札内村方面	下部は灰白, 黄褐色などの角レキ状岩片, 上部は同色の軽石からなる。腐植層あり。
樽前 c 統	穂別町, 占冠村, 日高町方面	灰色, 黄褐色の軽石および角レキ状岩層よりなる。腐植層あり。
十勝 a 統	美瑛町, 富良野市, 中富良野村, 上富良野町方面	灰色および黄灰色の火山灰, 美瑛川, 富良野川に沿って流下した1926年度の泥流火山灰, 強酸性。
十勝 b 統	富良野市方面	灰色~黄褐の細粒火山灰, 腐植層あり。
十勝 c 統	新得町, 清水町, 鹿追町, 音更町, 芽室町, 帯広市, 幕別町, 池田町方面	褐色~黄褐色の細粒火山灰, 2層に別れそれぞれ腐植をもつ。
離阿寒 a 統	阿寒町, 鶴居村, 標茶町方面	黄灰色~灰白色の軽石質細粒火山灰 (従来摩周統と云われていたものも含む)
離阿寒 b 統	主として山地に降灰	
離阿寒 c 統	足寄町, 浦幌町, 釧路支庁, 根室支庁方面	黄褐色の細粒火山灰
神威 a 統	弟子屈町, 標茶町, 中標津町, 斜里町小清水町方面	淡黄灰軽石, 灰褐色の細粒火山灰, 溶岩片等から成る神威 1 a~5 aに分かれる。従来, フトサ火山灰, 摩周 b 火山灰, 摩周 c 火山灰, m, n, y 火山灰等と呼ばれていたもの。
摩周 f 統	阿寒郡, 白糠郡, 釧路村, 釧路市, 厚岸郡, 弟子屈町, 中標津町, 標津町, 別海町, 根室市方面	発泡のあまりよくない軽石砂レキを混じえた火山灰熱質の噴出物, 溶結している所あり。
豊徳火山灰層	天塩町, 稚内市, 浜屯別町, 枝幸町	黒粒色の火山細砂, 黄粒色の細粒軽石を含む褐色ロームが主体。

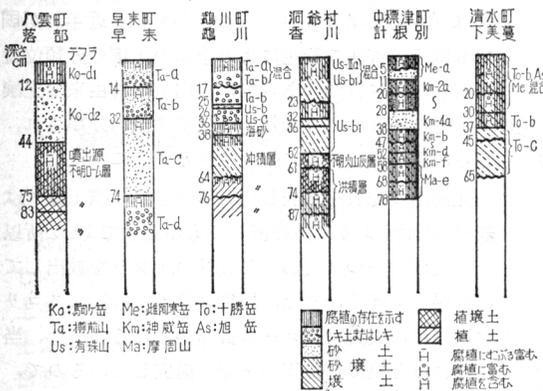


図-2 北海道の主要火山灰地の層序

の他に洪積世の噴出に関するものもある。これらの火山灰地の中から代表的な層序をもつものを示すと 図-2 のようである。

II. テフラと土地利用

火山の噴火に際してはその噴出物は一般に広い面積を覆うので, 種々の地形, 地質の場所が同一の火山噴出物で覆われ, かつ他種の火山噴出物がまたその一部をさらに被覆することも多い。したがって, これらの火山噴出物はそれぞれの環境に応じて乾燥状態で風化が進んだり, また湿潤状態を維持したりすることになり, 場所によって同一火山噴出物から発達した土壌でも腐植層の発達に著しい差が生ずる。また, 比較的浅く沖積土や洪積

表-2 北海道における火山性土の類別とその分布面積

支 庁	(100ha)										計
	火山 未熟 放物土	湿出 物未 熟放土	未熟 火山 性土	褐色 火山 性土	黒色 火山 性土	厚山 層黒 色火 土	湿山 性未 熟火 土	湿山 性黒 色火 土	湿性 厚層 黒色 火土	その他	
宗谷				79.5				0.6			80.1
網走	108.4	6.0	15.1	562.9	117.4	39.1	39.1	1.6	27.5		917.1
上川			9.0		105.4		6.0		3.0		123.4
空知	87.0		16.0				22.9			9.2	135.1
留萌											—
石狩	130.0	0.3	13.0	117.0			26.0		0.9		287.2
根室			383.9		656.5	490.6	11.9		298.6		1869.9
釧路	48.6	3.5	395.0		692.0	1051.4	39.0	13.0	256.8		2499.3
十勝			140.7	269.3	1037.2	48.2	104.5	168.8	345.7		2114.4
日高	149.5	5.2	81.4	2.2		120.6	52.5				411.4
胆振	482.5	193.2			211.3	9.0		1.1			897.1
後志				47.0	260.4			27.9	17.8		353.1
松山			94.6		51.9		33.4	6.2	11.4		197.5
渡島	178.4		122.4		30.4	176.0			24.0		531.2
計	1184.4	208.2	1271.1	1077.9	3162.5	1934.9	335.3	247.6	985.7	9.2	10416.8

土が出現することも、火山噴出物層が厚くて容易に下層の土壌が出現しない場合もある。

北海道に分布するテフラ由来の土壌の面積は表-2に示すように農牧適地 262 万 2000 ha⁴⁾ (従来330万 haといわれたが、山地を除き北海道農業試験場での再計算の結果この数字となっている) の39.7%に当る約104万 haである。テフラに由来する土壌について簡単に説明する。

1. 火山放出物未熟土(湿性火山放出物未熟土を含む)

軽石や岩片からなる火山砂レキ層が20 cm 以上地表にタイ積しているもので未風化でかつ腐植含量の少ないものをいう。全道で約 14 万 ha に及び網走、石狩、日高、胆振、渡島等に多い。粒径の粗大なる場合は保水性が悪く劣悪な土壌条件のため原野として放置されることが多い。しかし、地表下 50~60 cm 程度以内に腐植層や沖積層等が埋没している場合には混層耕、反転客土等により著しい生産性の増大が図られる。洞爺湖付近には粒径の細かい(今回の有珠山爆発による噴出物の中にもこのようなものもかなりの面積を占めていると考えられる)、地味の高いものも存在する。近年は、この種の火山性土は原野のまま放置されている所もあるが、駒ヶ岳山ろくでは草地として利用されたり、また、カン水施設の設置によりソ菜、果菜の作付が進められている⁹⁾¹⁰⁾。胆振、日高方面では反転客土による草地、畑地の造成、利用が進んでいる。湿性火山放出物未熟土はこの種の火山性土で排水不良地のものでまず排水が要求される。

2. 未熟火山性土(湿性未熟火山性土を含む)

約 16 万 ha に及び根室、釧路、十勝、日高、渡島、檜山等に存在する。前項のものよりは細粒で腐植も 5%以上存在するが、一般に層厚が厚くないので下層土の影響

が強く現われる。多くは山ろくに近く、草地として利用されていることが多いが畑作にも用いられている。もちろん、混層耕や反転客土により改良される場合が多い。

3. 褐色火山性土

腐植含量はあまり多くないが、風化の進んだ乾燥型の火山性土で下層が褐色を呈するものである。10 万 ha 以上のものが網走、十勝等に分布している。火山灰土の通性とされる高いリン酸固定力があり、それが農業利用上の一つの阻害要因とも考

えられている。一般に古期の火山灰に由来するものは通気性、透水性が悪く、植物養分的にも不良なものが多いが、新期の火山灰に由来するものは比較的軽しょうで、リン酸吸収係数が高い点を除けば決して悪い土ではない。主として畑作に利用され、豆類、麦類、テン菜、パレイショ等の作付の他、草地としても利用が広い。

褐色火山性土でも、また、次の黒色火山性土でも腐植層が十分厚くない場合は、その腐植層を失うような農地造成が行われると土壌の団粒化に大きな影響を与えている腐植の欠除をきたし、下層の火山灰土が直接トラクター等に圧碎されるようになる。とくに水分の多い状態(降雨直後など)での施工は土壌をこねる状態となり、往々にして土壌の分散を引起し河川の汚濁の原因となる。また、このような施工は土壌侵食の原因となるので注意が必要である。

4. 黒色火山性土(湿性黒色火山性土を含む)

20~30 cm の厚さの黒色の腐植層をもつ風化の進んだ火山性土で根室、釧路、十勝、胆振、後志等に多く、全道で 35 万 ha に及び褐色火山性土とほとんど同様な土地利用がなされている。腐植が多いだけに褐色火山性土よりも地力が高いと考えられている。すなわち、酸性は弱く、土層は膨軟で畑作地としてよく利用されている。しかし、古期火山灰に由来するものの中には粘性が強く、通気性、透水性の悪いものがある。また、やや凹地になっている所では排水不良な湿性黒色火山性土が出現するが、排水により地力の高い農地が造成されている。

5. 厚層黒色火山性土(湿性厚層黒色火山性土を含む)⁹⁾

30 cm 以上の厚い黒色の腐植層を有するもので従来墾

(ろ)土と呼ばれてきた。釧路、根室、渡島、日高、網走等に30万ha程度分布する。きわめて腐植含量が高いので保水性過多であるとともに土壌が軽く植生に好ましからぬ影響を与えている。そこで下層の腐植の少ない土層との混層により腐植含量を調節することによりこの不良性を改善する方策がとられ効果を上げている⁷⁾⁸⁾。湿性厚層黒色火山性土では排水の効果が高い。草地として利用されている所が多いが道南や上川では水田となっている所もある。また、道南ではソ業畑としての利用も大きい。このような過剰すぎる位の腐植の含有はアロフェンの存在に帰せられているが、網走地方のものは主粘土鉱物がハロサイトて他地方のものより地力が高いように思われる。

III. あとがき

上述のように北海道はほとんど全域にわたって火山灰の影響のないところはないといって過言ではなく、火山噴火の際の条件により種々のテフラが放出されているから、きわめて複雑な土壌が形成されている。これらテフラは灰状のものから軽石、スコリヤにいたるまでさまざま、その風化により生じた土壌も腐植の集積状況、粘

土の状態はもちろん、元来のテフラそのものの塩基状態の違いから地力の高いもの、低いもの、透水過良のもの、排水不良のものなどさまざまのものが存在する。したがって、各テフラの特徴を把握した上で土地利用を計画すべきであり、農地の管理を行うべきであるとともに、施工面においても種々の配慮が必要であろう。

引用文献

- 1) 北海道火山灰命名委員会：北海道の火山灰分布図 (1972)
- 2) 山田 忍、勝井義雄、近堂祐弘：北海道における第四紀火山砕屑物の分布とその編年，第四紀研究 3，pp. 80～87 (1963)
- 3) 石塚喜明監修：北海道農業と土壌肥料，北農会 (1969)
- 4) 山田 忍、出井嘉光、松代平治監修：土づくりのすべて，北海道協同組合通信社 (1976)
- 5) 十勝支庁：火山性畑地の反転客土技術調査報告書 (1971)
- 6) 北海道開発局農業水産部：昭和41～44年度ろ土地開発方式調査 (1967～70)
- 7) 池田兼徳：混層耕の作物根に及ぼす影響，北農 8 (11) (1941)
- 8) 上田秋光：火山灰土に対する混層耕並びに心土混層耕の効果，北農 20 (2) (1953)
- 9) 宮沢春香、山内正視、高田 亨：駒ヶ岳統火山灰地における畑地かんがいの研究，北農 26 (10) (1959)
- 10) 北海道開発局函館開発建設部，北海道道立道南農業試験場：昭和42～44年度国営綜合駒ヶ岳土改良事業調査における畑地かんがい基礎調査報告 (1968～70)

[1977. 10. 28. 受稿]



農村集落論

阿部雅雄著

農村計画は農村社会の全般の改善計画，すなわち地域住民の生活向上，福祉の招来を目指す計画であるが，現代の農村は都市と分離しては考えられず，農村地域にも中小都市，あるいは中核都市が大きく関連する広域圏の中で捉えなければならない。著者は，集落を人間生活の拠点であり，人間福祉の集約される場所であるという観点に立って，農村計画の集落論を組立てた。そのうちで，とくに都市と農村を結合集団とし，両集団間の均衡は，それぞれの距離と活力との間に存する数学的關係によって決定されることを認め，これを用いて，両集団間の均衡と産業の適正分布の決定可能なことについて説明し，具体例について詳細に述べている。

著者は県耕地課長，部長としてこの方面の技術，行政に経験をもち，さらに鹿児島大学教授として多年にわた

り，これらの研究，教育にたずさわり，農業土木分野の方の参考になるとともに，広く農村計画に関係のある他の分野の方々にも参考となるところが多いであろう。

主な内容はつぎのようである。

1. 農業計画総論
2. 集落計画
3. 集落の構造と立地
4. 集落の発展過程
5. 農村集落施設，特に生活環境整備施設の設定規準
6. 基盤の整備
7. 交通通信計画
8. 農村工業
9. 土地利用論

体裁：A 5版，326ページ

定価：3,400円

発行所：九州大学出版会

(福岡市東区箱崎 6—10—1 九州大学内) 振替 福岡3677

発行年：1977年10月20日

(田 辺 邦 美)

報 文

粗粒火山灰地の土地改良

赤 沢 伝* 矢 野 義 治*

I. はじめに

北海道の南部には「粗粒火山灰」といわれる第4紀の火山砕セツ物が広く分布している。これらは主に樽前山、有珠山および駒ヶ岳の各火山を噴出源とする降下軽石タイ積物である。降灰範囲は約43.5万haに及ぶが¹⁾、全般に表層は降灰年代の新しい未熟土が多く、地力も低い。このため、地形や気象による制約もあって、農牧適地内の耕地化率は25%弱に止まっている。

「粗粒火山灰地」で行われる土地改良は排水、客土、土層改良などであるが、中でも、北農事試²⁾、金³⁾、山田⁴⁾らの提案以来、混層耕を中心とした土層改良に主眼が置かれている。近年、農業機械の発達とともに深部土層(地表下1m内外)までの耕運による改良が可能となり、土層改良用機械も大型化、多様化の傾向にある。したがって、下層の埋没土を利用する「粗粒火山灰地」の土層改良では、種々の土層構成に応じた施工方式の確立が必要となっている。筆者らは、1964年から「粗粒火山灰地」の開墾方式に関する調査・試験を行ってきたが、その中で、埋没土の性質による土壌類別と土層改良工法の適応性について検討を加えた。ここではそれらの概要を報告する。

なお、「粗粒火山灰」の名称は山田⁵⁾が樽前火山灰に初めて用いたもので、浦上⁶⁾によれば、アワ粒大以上の火山砂を「粗粒」としたようであるが、その後も明確な規定はされていない。筆者らの現地調査では一応、第4

紀の火山性放出物で、レキから細砂(国際法)のうち、Atterberg区分のFimmaまでのフラクシオンが半分以上を占める独立層を「粗粒火山灰層」として扱った。この下限粒径は火山学の粗粒火山灰⁷⁾と異なるが、Wentworthの細砂⁸⁾や土質工学の粗粒部⁹⁾のそれと近似する。最近の土性区分では、土層の上部50cmの平均が国際法でS、LS、SLのものを「粗粒」としている¹⁰⁾。

また、本稿では土層の理化学性を改良するために行う耕運作業として「土層改良」を取扱っている。

II. 粗粒火山灰地の土壌類別

1. 粗粒火山灰の分布

樽前山、有珠山および駒ヶ岳を噴出源とする火山砕セツ物は、樽前山系が4種(Ta-a, b, c, d)、有珠山系が3種(Us-a, b, c)、そして駒ヶ岳系が8種(Ko-a, b, c, d, e, f, g, h)に大別されている。これらは大部分、火山性砂レキからなり粗粒火山灰として扱われている。一部には細粒火山灰に属するものもあるが、単一土層としては薄層である。各火山灰の多くは東方に主軸をもつが、中には北～西方への降灰もみられる。降灰範囲は各層別にほぼ確認されており、樽前山系が石狩、胆振支庁の多くと空知、上川、日高、十勝支庁の一部、有珠山系が胆振、日高支庁の多くと後志、渡島、十勝支庁の一部、そして駒ヶ岳系が渡島支庁のほぼ全域に及んでいる。

2. 埋没土の特性とその類別

火山噴出物は、噴火のつど前回の噴出物を被覆して順次タイ積される。噴火の休止期間が長ければ有機物の集積量が増え、短ければ違う種類の噴出物が連続的に累積

* 北海道開発局土木試験所(あかざわ つとお)

** " 農業調査課(やの よしはる)

表-1 粗粒火山灰の理化学性

(早来町フモンケ)

火山灰名	深さ (cm)	層名	粒径組成 (%)					容積重 (g/cm ³)	真比重	三相分布 (%)		
			レキ	粗砂	細砂	シルト	粘土			固相	液相	気相
Ta-a	0~9	IA 1	42.0	65.0	15.6	11.1	8.3	0.99	2.81	35.2	34.8	30.0
	9~28	IB	67.0	90.0	5.0	2.5	2.5	1.07	2.72	39.4	16.6	44.0
Ta-b	28~42	II C	12.7	83.5	11.6	4.4	0.5					
Ta-c ₁	42~63	III A 1	6.0	33.1	31.9	27.7	7.3	0.65	2.89	20.8	44.7	34.5
	63~71	III A 3	3.7	69.2	17.3	10.5	3.0	0.83	2.85	29.1	39.4	31.5
Ta-c ₂	71~82	III C	13.5	76.8	13.7	7.8	1.7	1.10	2.79	39.4	24.9	35.7
	82~88	IV C	67.5	84.0	8.0	6.5	1.5					
Ta-d	88~100	V A 1	17.2	32.9	31.5	26.9	8.7					

腐植 (%)	pH		置換酸度	C. E. C. (me/100g)	塩基飽和度 (%)	置換性塩基 (me/100g)		リン酸吸収係数 (mg/100g)
	H ₂ O	KCl				Ca	Mg	
8.8	5.6	5.5	3.0	16.3	50.9	11.4	2.6	607
0.4	6.3	5.9	0.1	3.3	72.0	1.0	0.2	307
0.4	5.9	5.5	0.3	3.0	88.0	1.1	1.0	624
17.0	6.1	5.5	0.2	22.3	71.1	7.8	1.0	1589
12.0	6.3	5.9	1.0	10.2	38.6	2.6	1.9	1026
0.8	6.2	5.9	0.3	2.9	52.4	0.9	0.5	386
0.2	6.1	5.8	0.2	2.6	56.3	0.5	0.1	452
17.9	6.0	5.5	0.6	40.0	50.2	10.2	2.3	2082

表-2 埋没土層による土壤類別と土層改良

類型	埋没土の深さ (cm)	埋没土の層厚 (cm)	埋没土の母材	埋没土の乾湿	分布面積 (ha)			類別面積 (ha)	土層改良法	
					樽前系	有珠系	駒岳系			
I型	埋没土なし						7,300	7,300	不適	
II型	100<	20>	新期火山灰	乾性	15,600	15,700	4,400	35,700	75,000	不適
		20<			35,000		4,300	39,300		
III型	60~100	20>	新期火山灰	乾性	22,500	1,900	10,700	37,700	56,500	不適
			溶結凝灰岩		2,600					
		20<	新期火山灰	湿性	8,500			18,800		
			古期火山灰			5,200				
		溶結凝灰岩	湿性		2,400	2,700				
IV型	40~60	20>	新期火山灰	乾性	42,700		3,200	49,700	86,800	混層耕
			溶結凝灰岩			3,800				
		20<	古期火山灰	湿性		22,300	6,200	37,100		
			溶結凝灰岩				1,100			
		第三紀	乾性	7,500						
V型	20~40	20>	新期火山灰	乾性	7,500		2,400	18,400	70,900	混層耕
			溶結凝灰岩		14,500	1,500				
		20<	新期火山灰	湿性	28,100	3,000	5,200	52,500		
			古期火山灰				16,200			
		適潤								
VI型	20>	20>	溶結凝灰岩	乾性	4,500			4,500	139,200	深耕
			新期火山灰				1,900			
		20<	湿性			2,000	94,200			
			古期火山灰	適潤		14,000		5,000		
		第三紀	乾性	38,600	32,700					
計					260,600	118,700	56,400	435,700		

されてゆく。一般に、火山灰地で現地表の火山灰層が薄い場合には、タイ積した場所に応じて、下層に別の火山灰や非火山性の鉱質土あるいは有機質土などが現われる。これらの下層土の種類や土層の分化はその土地環境で異なり、その結果、複雑な土層構成を示してくる。

道南地方の粗粒火山灰地で、地表や地表近くを構成する主な火山灰は Ta-a, b, c, Us-b, c および Ko-d である。Us-a や Ko-a, b, c などは各火山山ろくやその周辺に限られている。また、各火山灰は同一火山系だけが累積するとは限らない。埋没された下層土として主なものは Ta-b, c, d, Us-b, c, Ko-e, 支笏降下軽石タイ積物 (Spfa), 支笏軽石流タイ積物 (Spfl), および非火山性鉱質土などである。これらの埋没土は噴出源からの距離やタイ積する土地の地形、地質によって深さ、層厚および理化学性などが異なる。表-1 に樽前山系火山灰の理化学性を例示した。

埋没腐植層は細粒質部分、有機物および可給態養分など表層と同程度もしくはそれ以上のものが多い。筆者らは各火山灰別の発芽生育試験から、埋没腐植層に表層とは同様の生産力が期待できるような結果を得ている¹¹⁾。

北海道の火山灰地では、以前から、埋没土を利用した土層改良の効果が認められているが、実際の施工にあたっては埋没土の出現形態や地域的な分布が問題となる。

筆者らは有用な埋没土について、①土層内の出現位置、②層厚、③母材、④乾湿状態の4因子による土壤類別を試みた。これらの因子はいずれも農用地の土層改良を行う場合の機械施工と密接に係る重要なものである。利用可能な埋没土層の地域的な分布を表-2 に示した。

III. 粗粒火山灰地の土層改良

1. 埋没土の利用工法

粗粒火山灰地の下層に存在する埋没土を利用する形態は、おおむね次のように

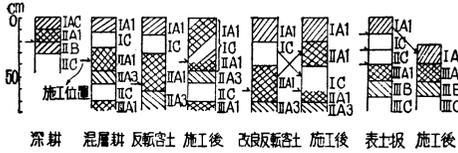


図-1 土層改良による土層の変化 (模式図)

考えられる。

①埋没土を含めた土層全体をカクハン混合する。②埋没土を反転露出させ、できる限り埋没土までのもとの層序を逆転した状態に近づける。③心土部で反転し、埋没土層の位置を作土直下に置き換える。④埋没土層までの土層別に削りとり、任意の層序に埋戻す。

①は混層耕, ②は反転客土, ③は改良反転客土, そして④は表土扱いはまたは層厚調整工などの土層改良に相当しよう。狭義の深耕は①, ②のいずれかの形態であり, また, プラウの形により混層耕や反転客土の形態も変動する。

各工法による土層の変化は, 図-1 のように示される。なお, 現在広く行われている工法は①, ②であって, ③, ④は局部的な範囲に止まっている。

2. 土層改良による土層配列の変化

粗粒火山灰地では, 混層耕や反転客土によって作土の肥よく性や水分条件の好転あるいは根圏域の拡大などから作物の増収がもたらされる^{13), 14), 15)}。これらはいずれも埋没土の作土への混入程度に左右される。したがって, 土層改良では, 目的とする土層変化が得られるような機械の選定, 施工が最も重要である。

筆者らは 表-2 のⅢ・Ⅳ型に相当する早来町の火山灰について, 数種のプラウによる土層改良後の土層状態を調査した。図-2, 3 にはプラウの進行方向に直角の断面を, 表-3, 4 には断面における各火山灰層の混合割合を示した。

混層耕では土壌がレキ溝壁に沿って上方に放てきされるため, 埋没火山灰層が斜めのシマ状を呈する。Ta-c-A層が現われる反面, Ta-b-C層も表面に多くなり, Ta-a-A層は下層に埋めこまれる。改良反転客土では, Ta-b-C層を混入しながら Ta-a-A層が作土としてよく保たれ, かつ, もち上った Ta-c-A層を包むような形となる。Ta-a-C層や Ta-b-C層の多くは下層に落ちこんで, 全体として心土部はほぼ反転状態を示している。常松ら¹⁶⁾はこの試験で使用した格子形心土プラウの改良を試み, ハツ土板形心土プラウA形の効果がより高いことを明らかにしている。

Ⅲ型に対する反転客土では, 表-4 のようにハツ土板

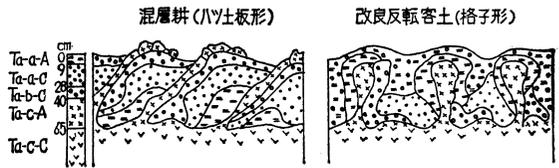


図-2 土層改良後の断面 (Ⅳ型, 早来)

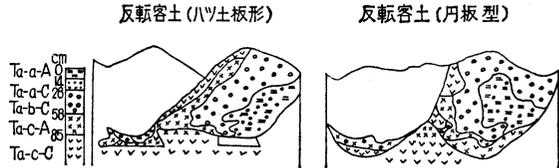


図-3 土層改良後の断面 (Ⅲ型, 早来)

表-3 処理による土層の混和率

処 理	層 厚 (cm)	(%)			
		Ta-a A 層	Ta-a C 層	Ta-b C 層	Ta-c A 層
混 層 (ハツ土板形)	0~10	0	0	21	79
	10~20	0	25	55	20
	20~30	0	71	15	14
	30~40	11	64	14	11
	40~50	32	36	7	25
	0~50	8.6	39.2	22.4	29.8
改良反転客土 (格子形)	0~10	11	36	25	28
	10~20	14	46	14	26
	20~30	36	34	15	15
	30~40	50	29	7	14
	40~50	0	39	50	11
	0~50	22.2	36.8	22.2	18.8

注) 土壌類別はⅡ型。各プラウの耕深は60cm。けん引トラクターは各 Country Super-6。

表-4 処理による土層の混和率

処 理	層 厚 (cm)	(%)			
		Ta-a A+C 層	Ta-b C 層	Ta-c A 層	Ta-c C 層
反 転 客 土 (ハツ土板形)	0~10	0	49	0	51
	10~20	0	67	16	17
	20~30	0	68	20	12
	30~40	0	69	20	11
	40~50	24	47	14	15
	0~50	4.8	60.0	14.0	21.2
反 転 客 土 (円板形)	0~10	0	97	0	3
	10~20	0	92	0	8
	20~30	10	77	0	13
	30~40	26	54	0	20
	40~50	31	51	0	18
	0~50	13.4	74.2	0.0	12.4

注) 土壌類別はⅢ型。各プラウの耕深は90cm。けん引トラクターは各小松D35A。

形, 円板形とも, 埋没腐植層の作土への混入がほとんどみられなかった。土層状態に応じた使用機種や施工法に
なお検討の余地を残しており, 深部薄層の埋没土利用に

おける難しさが認められた。鹿部町の駒ヶ岳系火山灰(Ⅲ型)についても、同様の結果が得られている³⁾。

なお、Ⅳ型に対する反転客土は鶴川町¹⁷⁾、門別町¹⁴⁾の試験で埋没土の高い混合割合が認められており、とくに円板形プラウの効果が著しい。

3. 土層改良の作業方式

前述した埋没土による土壌類型ごとの基本的な土層改良工法は表-2に併示したとおりである。Ⅱ～Ⅳ型の層厚20cm以下では、施工精度からみて埋没土利用の効果が小さく、表土利用に止めるべきであろう。Ⅱ型の反転客土は超大型プラウの使用が可能であるが、埋没土層のかなり厚い場合に限られよう。Ⅲ型の反転客土も機械性能を吟味して慎重な施工が肝要である。また、Ⅳ～Ⅵ型では有用な埋没土層がより下層にも出現する場合があり、1m以内に占める埋没土層の割合を考慮した施工でなければならない。

農用地造成(山成工, 牧草畑)において障害物除去後、土層改良のために行われる標準作業工程は次のようである。

耕起→均平→土壌改良資材散布→

→混和砕土→鎮圧→施肥ハ種→覆土・鎮圧

耕起作業では利用しようとする埋没土の深さ、層厚によって、トラクター、作業機の規格・型式が決まる。一般に、障害物除去後の地表面はかく乱され、表土のハク離移動が激しい。斎藤ら¹⁸⁾は粗粒火山灰地の慣行抜排根作業で13～17cm程度の表土移動を認めている。したがって、施工時の埋没土の深さは必ずしも原土層どおりではない。また、同一ホ場内でも埋没土の分布が一樣とは限らない。とくに、微地形に伴った土層変化を精査確認しておく必要がある。

耕起深が深いほど大型プラウが使われ、耕幅も広くなる。このため、跡地の地表面はレキ条と直角方向にかなりの凹凸を示す。筆者らは0.9m深の反転客土でレキ土冠の間隔1.2m、中間の谷部との高低差0.5m、0.6m深の混層耕でそれぞれ0.6m、0.2mの波形を認めた。このような状態のまま後続作業として散布作業などを行うことはその作業精度を落すことになり、また、埋没土の混和のためにも地表面の均平作業が必要である。反転客土や改良反転客土の跡地ではレーキドーザーか重ディスクハローが、混層耕跡地ではディスクハローが効果的である。

混和砕土の施工は、主に埋没土の混入量、母材、乾湿などで異なるが、ロータリー耕運が望ましく、ディスクハロー耕運では回数が増える。鎮圧は少なくともハ種前後にそれぞれ必要であり、軽しような埋没土のハ種床や

斜面では十分に転圧しなければならない。

IV. おわりに

粗粒火山灰地の耕運による土層改良は、下層の良質な埋没土を利用して耕土層の永続的な改善を図ろうとする方法であるが、現在のところ未だ目的とする埋没土層を任意に利用できるまでには至っていない。とくに有用な埋没土が深く、薄層の場合に困難を伴う。耕土層における埋没土の不十分な混和は、発芽・生育ムラの原因ともなる。また、埋没土の中には酸性、パン土性および還元性の強いものがあって、土層改良効果の発現もそれらによって異なってくる。いずれにしても土層改良では、施工前に埋没土の理化学性を十分に把握し、適正な機械施工と土壌改良を併行させ、さらに有機物補給を伴った周知な土壌管理が必要である。

本報の現地調査に際し、ご指導を賜った北海道大学農学部常松栄名誉教授、佐々木清一教授、専修大学北海道短大山田忍教授、同農業機械科の各位に謝意を表します。

引用文献

- 1) 北海道開発局: 昭和39～46年度粗粒火山灰地利用方式調査報告書, (1965～1972)
- 2) 北海道農事試験場: 火山灰地と其農業, イ報13, pp.12～14, (1913)
- 3) 金 鉄司: 勇弘, 千才, 夕張郡方面火山灰地における土地改良並に耕種肥培上の注意, 北農2(4), pp.12～15 (1935)
- 4) 山田 忍: 根剝原野火山灰地地方における混層耕, 北農3(8), pp.15～19 (1936)
- 5) 山田 忍: 火山灰土の長所と短所, 北農1(4), pp.5～8, (1934)
- 6) 浦上啓太郎: 土壌の話, 北農1(4), p.24 (1934)
- 7) 大久保雅弘, 藤田至則: 地学ハンドブック, p.171, 築地書館, (1968)
- 8) 地学団体研究会編: 地学事典: p.1300, 平凡社 (1970)
- 9) 土質工学会編: 土質工学ハンドブック, pp.68～71, 技報堂(1965)
- 10) 北海道土壌分類委員会: 北海道の農牧地土壌分類, 第2次案, (1975)
- 11) 矢野義昭, 赤沢 伝: 累積火山灰地の土層改良と牧草の初期生産, 第19回開発局技研論集, pp.823～836 (1976)
- 12) 山田 忍: 北海道における火山灰地土地改良法発展の経過と今後の問題点, 北海道開拓地の土壌, pp.21～28, 開発局 (1969)
- 13) 高田 亨: 駒ヶ岳火山性土に対する混層耕の効果, 北農28(8), pp.8～10 (1961)
- 14) 昆 忠男: 粗粒火山灰地の混層耕, 北海道土壌肥料研究通信58, pp.28～50 (1967)
- 15) 大垣昭一: 火山灰土の反転客土, 近代農業における土壌肥料の研究, 第1集, pp.55～60 (1970)
- 16) 常松 栄, 石谷栄一, 田中貞美, 工藤正義: 粗粒火山灰地における耕土改良用心土反転プラウに関する研究(第1～6報), 農機学会第29回, 30回講要 (1970, 1971)
- 17) 北農試農業物理部: 昭和43年度試験成績, pp.57～72 (1969)
- 18) 斎藤万之助, 吉田 亨, 赤沢 伝, 沖田良隆, 矢野信貞: 農用地造成に伴う土壌の理化学性の変化(第1報), 土木試験所報告 65, pp.31～33 (1976)

[1977. 10. 27. 受稿]