

64 道南地方に分布する粗粒火山灰の粒度組成特性について

土木試験所 矢野 義治
 " 吉田 享
 " 高宮 信章

ま え が き

北海道西南部に広く分布している第四紀の火山碎屑物は「粗粒火山灰」という名称で一括されている。これらは樽前火山、有珠火山、駒ヶ岳火山を噴出源とする降下軽石堆積物であるが、噴出年代および噴出物の形態などは似通っている。これらの詳細な分布や類別は長沼・浦上ら(1933)、山田(1958)、山田ら(1963)により報告されている。しかし分布と粒径の関係や三火山の分布と諸性質の比較検討はいまだなされていない。わずかに有珠火山の降下軽石堆積物について大場・近堂(1965)が、支笏降下軽石堆積物について勝井(1959)がそれぞれ噴出源からの距離の変化と粒径との関係をあきらかにしようとした。これらは火山学の立場からの検討であり分析点数も少なく充分な議論をするまでにはいたっていない。

著者らが降下軽石堆積物の粒度組成を調べようとした動機は粗粒火山灰地帯の野外調査において、粒度組成が各火山により特徴ある状態を示すこと、および噴出源からの距離による変化に規則的なものが見られたからである。(矢野ら1966)

粒度組成を三火山について比較検討することにより、堆積の特徴、堆積後の変化、風化の程度などこの地帯の土壤分類の基本的データに役立たせようとした。またこの地帯における土地利用とくに農業上の利用において粗粒質のために多くの障害があるとされて来たが、通気、通水、保水、養肥分の保持などの性質と粗粒な粒度組成とがどのように関連して劣悪な土壤となつていているかを明らかにするために粒度分析は役立つものと思う。

1 試料採取地点

供試試料は現在地表または地表近くにあり、分布や層厚などが容易に確認出来るものを用いた。樽前火山では一番新しい噴出物(1739年降下)で最も分布範囲の広い樽前a降下軽石堆積物(以下Taと略す)を、有珠火山では350~500 B. P. に降下したものとされている有珠b降下軽石堆積物(以下Ubと略す)を、駒ヶ岳火山では1640年降下の駒ヶ岳d降下軽石堆積物(以下Kdと略す)を各火山の代表として選んだ。図64-1~3に採取した地点の柱状図と実験にもちいた試料の採取層位を示した。採取地点は分布の中心軸の方向にそつて、火山より一定距離に選定した。柱状図のKmは火山からの直線距離数を記入した。なお中心軸の方向は、Taでは火山を西端としN60°E, UbではN100°E, KdはN50°Wである。

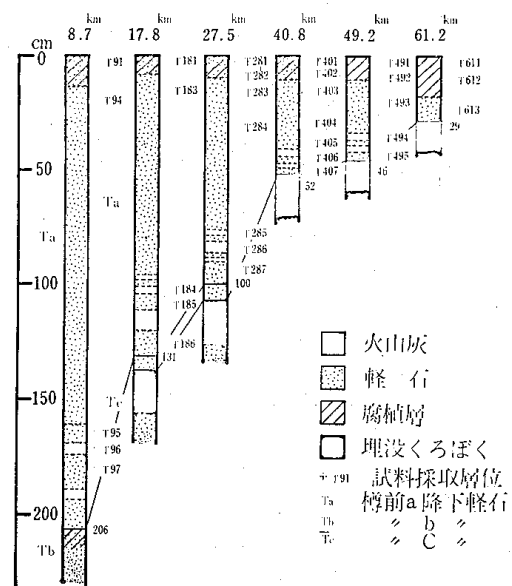


図64-1 樽前a降下軽石堆積物の柱状図と試料採取層位

試料採取地点は次の通りである。

樽前火山, 8.7 km地点; 樽前山麓, 標高 180 m

1 7.8 km地点; 樽前山麓イケシリマチ川分岐点付近, 標高84 m

2 7.5 km地点; 千才飛行場の西側

4 0.8 km地点; 追分町中安平・標高50 m

4 9.2 km地点; 由仁町川端

6 1.2 km地点; 夕張市紅葉山, 標高200 m

有珠火山, 4 km地点; 伊達町五軒沢

1 6 km地点; 杜警町黄溪

2 6 km地点; 登別町橘湖

3 5 km地点; 白老町萩野

9 6 km地点; 門別町緑町

1 1 1 km地点; 門別町賀張

1 2 0 km地点; 門別町東川

1 3 0 km地点; 新冠町新栄

1 4 6 km地点; 三石町富沢

1 5 9 km地点; 萩伏村上野沢

1 9 4 km地点; 広尾町絞別

駒ヶ岳火山, 6.6 km地点; 森町姫川国道ばた

8.9 km地点; 森町森川

1 1.5 km地点; 森町鳥崎町高压送電線下

2 2.5 km地点; 八雲町茂無部, 神社裏

2 3.1 km地点; 森町笹岱。

2 7.4 km地点; 八雲町台の上。

3 0.2 km地点; 八雲町野田生。

3 4.3 km地点; 八雲町山越, 開拓地。

3 8 km地点; 八雲町熱田, 小学校裏

4 6.7 km地点; 八雲町ペンケルベシベ川合流点

5 1.2 km地点; 八雲町上八雲

6 0.0 km地点; 今金町旭台

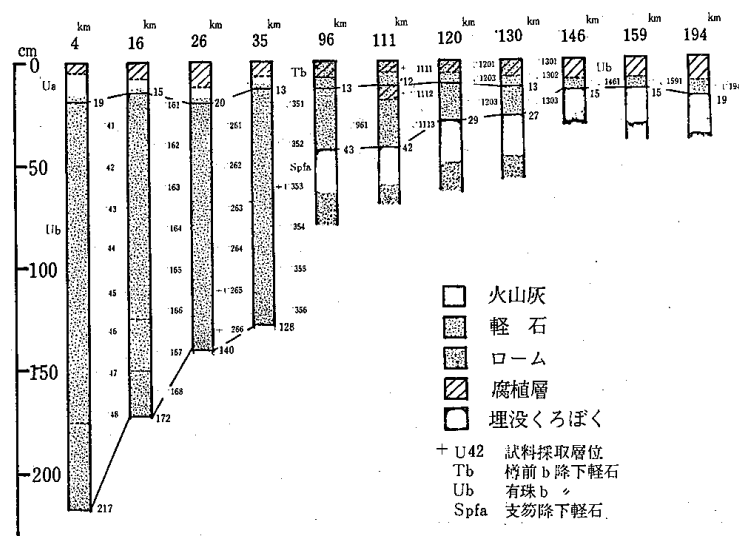


図64-2 有珠b降下軽石堆積物の柱状図と試料採取層位

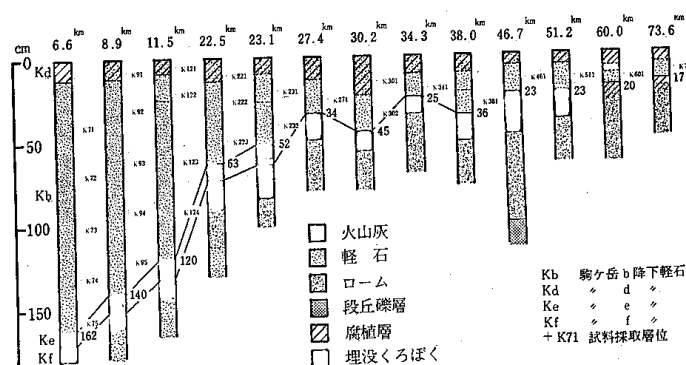


図64-3 駒ヶ岳d降下軽石堆積物の柱状図と試料採取層位

2 実験方法

粒径 250μ 以上の粗粒部分はタイラー (Tyler) の標準篩をもちい篩い分けた。 250μ 以下の部分はピベット法で分析した。

実験操作を示せば次のようになる。

- (1) 採取した試料は室温で風乾し風乾土とする。
- (2) タイラーの標準篩で15分間しんとし、各粒度階にわけろ。
- (3) 篩い分けしたものを水洗し粒子のまわりに付着している粘土などの細粒土壌を取り除く。
- (4) 洗浄後の試料は 105°C の乾燥したのち粒度階ごとに秤量した。

250μ 以下のピベット法の操作は次のようである。

- (1) 30%過酸化水素水で酸化分解して有機物を除去する。
- (2) $\frac{1}{2}\text{N}-\text{HCl}$ で1時間処理したのち、 Cl の反応がなくなるまで水洗し、分散剤は $\text{N}-\text{NaOH}$ 5mlをもちい、往復しんとし器で3時間しんとしたのち、ピベット法で国際法の粒径区分にしたがいシルト、粘土の含量を算出した。

最大粒径平均、分析試料を採取する際各層位ごとに 1m^2 の区画を作りその面に露出している軽石を大きい方から30個を取り、長径を測定しその平均値であらわした。

3 実験結果および考察

粒度組成の分析結果は累積頻度曲線であらわし、図64-4~6に示した。これらの図から粒径中央値(Md)・分級度(Sc)・歪度(Sk)・尖鋭度(K)を求め表64-1~3に示した。

表61-1 檜前a降下軽石堆積物の累積頻度曲線より求めた値

試料番号	粒径中央値 (Md)mm	分級値 (So)	歪度 (Sk)	尖鋭度 (K)	試料番号	粒径中央値 (Md)mm	分級度 (Sc)	歪度 (Sk)	尖鋭度 (K)
T 91	1.50	1.00	0.25	0.25	T 286	0.56	1.31	1.37	0.16
T 93	3.50	2.81	0.93	0.40	T 287	1.40	1.67	1.23	0.19
T 94	4.50	2.61	0.76	0.23	T 401	0.95	1.44	1.05	0.25
T 95	2.20	2.79	1.30	0.22	T 402	1.03	1.28	1.08	0.20
T 96	0.07	3.27	5.65	0.83	T 403	1.02	1.41	1.49	0.19
T 97	6.00	2.01	0.70	0.20	T 404	0.70	1.84	0.75	0.24
T 181	1.60	2.56	1.26	0.20	T 405	0.65	1.26	0.95	0.18
T 182	1.80	2.51	1.29	0.18	T 406	0.50	1.28	1.02	0.19
T 183	4.20	2.69	0.80	0.22	T 407	0.80	1.46	1.01	0.25
T 184	0.60	2.56	0.12	0.16	T 491	0.50	1.15	1.12	0.15
T 185	0.85	1.74	0.42	0.16	T 492	0.83	1.35	1.29	0.35
T 186	5.00	1.95	0.95	0.27	T 493	0.55	1.29	1.17	0.19
T 281	1.00	1.32	1.26	0.15	T 494	0.52	1.20	0.99	0.21
T 282	0.94	1.37	1.10	0.15	T 495	0.66	1.29	1.38	0.18
T 283	1.70	1.69	1.24	0.18	T 611	0.52	1.38	0.96	0.16
T 284	1.85	2.17	0.99	0.23	T 612	0.55	1.48	0.83	0.18
T 285	0.80	1.38	0.90	0.15	T 613	0.38	1.75	0.63	0.25

表64-2 有珠b降下軽石堆積物の累積頻度曲線より求めた値

試料番号	粒径中央値 (Md) m	分級度 (Se)	歪 度 (Sk)	尖鋭度 (K)	試料番号	粒径中央値 (Md) m	分級度 (Se)	歪 度 (Sk)	尖鋭度 (K)
U 41	9.00	1.85	0.98	0.27	U 266	5.10	1.60	1.21	0.26
U 42	9.00	1.70	0.96	0.28	U 351	5.00	1.41	0.98	0.24
U 43	9.50	1.87	1.09	0.28	U 352	5.90	1.56	1.00	0.26
U 44	9.50	1.80	1.00	0.25	U 353	6.50	1.48	0.87	0.25
U 45	6.60	1.80	1.20	0.19	U 354	5.70	1.55	0.96	0.27
U 46	7.20	1.52	0.95	0.22	U 355	4.60	1.57	1.05	0.26
U 47	7.00	1.80	1.06	0.23	U 356	3.60	1.41	1.08	0.23
U 48	10.05	1.81	0.98	0.27	U 961	0.75	1.66	1.08	0.22
U 161	5.80	1.61	1.11	0.23	U1111	0.43	1.43	0.01	0.18
U 162	7.00	1.65	1.08	0.25	U1112	0.39	1.61	0.10	0.22
U 163	6.50	1.62	0.90	0.22	U1113	0.77	1.39	0.09	0.21
U 164	7.00	1.75	0.96	0.25	U1201	0.50	1.65	0.12	0.24
U 165	7.00	1.73	0.98	0.23	U1202	0.42	1.39	1.05	0.18
U 166	6.70	1.73	1.07	0.21	U1203	0.69	1.47	0.88	0.22
U 167	6.50	1.76	1.06	0.23	U1301	0.42	1.56	1.01	0.21
U 168	7.60	1.69	0.95	0.24	U1302	0.41	1.39	1.11	0.19
U 261	6.80	1.59	0.87	0.23	U1303	0.76	1.61	0.82	0.26
U 262	7.50	1.51	0.94	0.20	U1461	0.85	1.45	1.36	0.23
U 263	6.50	1.68	1.02	0.26	U1591	0.70	1.53	0.88	0.25
U 264	7.00	1.65	1.08	0.23	U1941	0.51	1.47	0.75	0.30
U 265	6.00	1.62	0.95	0.26					

表64-3 駒ヶ岳a降下軽石堆積物の累積頻度曲線より求めた値

試料番号	粒径中央値 (Md) mm	分級度 (So)	歪 度 (Sk)	尖鋭度 (K)	試料番号	粒径中央値 (Md) mm	分級度 (So)	歪 度 (Sk)	尖鋭度 (K)
K 71	0.80	1.98	0.67	0.18	K 221	0.35	2.36	4.11	0.32
K 72	1.70	3.16	1.05	0.21	K 222	0.41	1.84	1.26	0.17
K 73	2.60	2.88	1.23	0.24	K 223	0.51	1.71	1.45	0.16
K 74	2.20	2.47	1.02	0.14	K 231	0.55	1.23	0.97	0.15
K 75	2.40	2.45	0.88	0.20	K 232	0.48	1.55	1.21	0.21
K 91	0.50	1.53	1.09	0.22	K 271	0.43	1.43	1.12	0.21
K 92	1.00	2.13	1.38	0.16	K 301	0.39	1.53	1.11	0.26
K 93	1.70	2.62	1.26	0.17	K 302	0.44	1.43	1.23	0.19
K 94	1.28	2.18	1.23	0.19	K 341	0.42	1.39	1.12	0.25
K 95	1.37	1.99	1.09	0.24	K 381	0.38	1.38	1.03	0.70
K 121	0.44	2.09	0.18	0.16	K 461	0.39	1.29	0.98	0.15
K 122	0.90	3.02	0.12	0.18	K 511	0.40	1.25	1.00	0.15
K 123	1.90	2.89	0.65	0.21	K 601	0.37	1.41	0.64	0.16
K 124	1.00	1.80	1.24	0.82	K 741	0.26	0.69	0.01	0.30

T a の粒径変化を噴出
源からの距離別に見れば、
各地点同層位と思われる
T 9 4 → T 1 8 3 → T 2 8 3 →
T 4 0 3 → T 6 1 3 および T 9 7
→ T 1 8 6 → T 2 8 7 →
T 4 0 7 → T 4 9 5 →
T 6 1 3 で粒径中央値はそ
れぞれ 4.5 → 4.2 → 1.7 →
1.02 → 0.38 mm, 6.00
→ 5.00 → 1.40 →

0.80 → 0.66 → 0.38 mm
と火山をはなれるにしが
い小さくなっていることが
わかる。粒度の減少率は
18 km から 28 km の間で非
常に大きな値を示すが、
それより遠距離では減少率
は小さい。これは野外にお
ける最大粒径平均直の変化
(図 64-7) と一致した
傾向を示している。

T 9 6 (Md = 0.065),
T 1 8 4 (Md = 0.60),
T 1 8 5 (Md = 0.85)
は図 64-2 および図 64-
8 に示すように、T a 層
中に見られる灰状物の層
(佐々木 1960) といわ
れているもので、下部に 3
層見られる山体の近くでは
T a 層に 5~6 層見られる。
これらの存在から T a は一
度の噴出によつて堆積した
ものでなく、軽石と火山灰
が 2~3 回交互に噴出して
形成されたものと思われる。
このような灰状物の層は樽

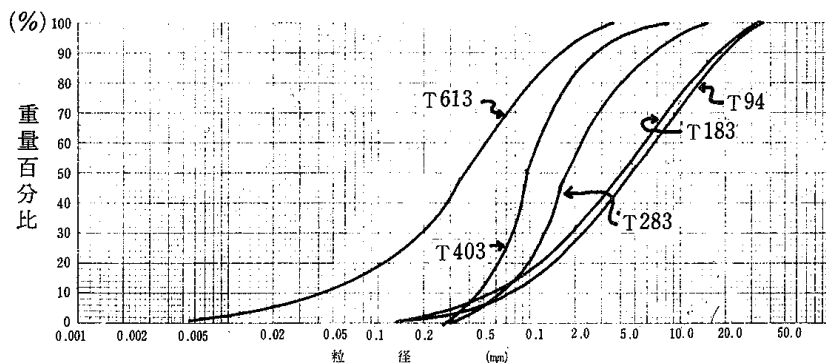


表 64-4 樽前 a 降下軽石堆積物の累積頻度曲線

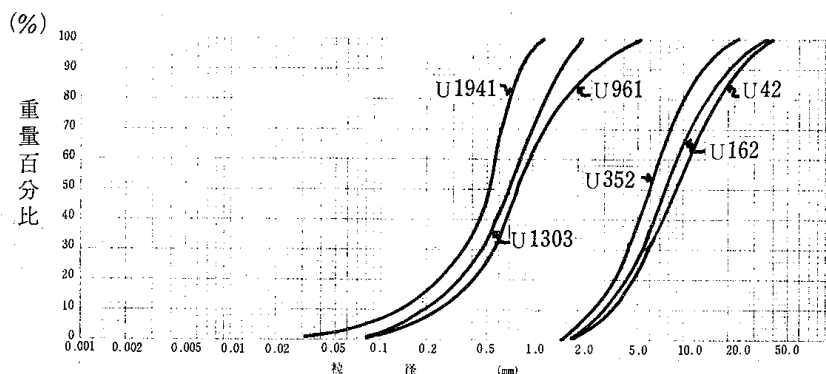


表 64-5 有珠 b 降下軽石堆積物の累積頻度曲線

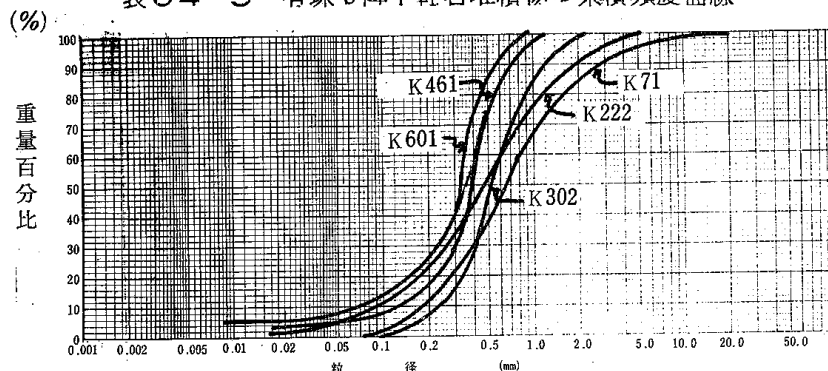


表 64-6 駒ヶ岳 d 降下軽石堆積物の累積頻度曲線

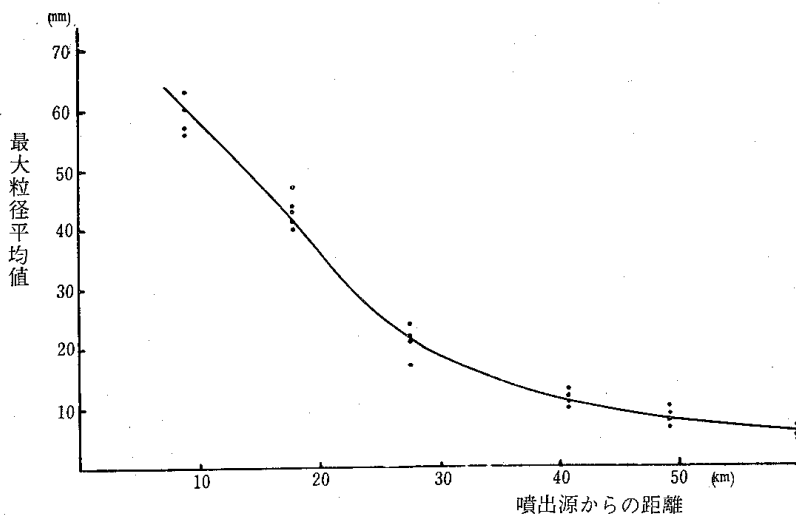


図 64-7 樽前 a 降下軽石堆積物の粒径変化

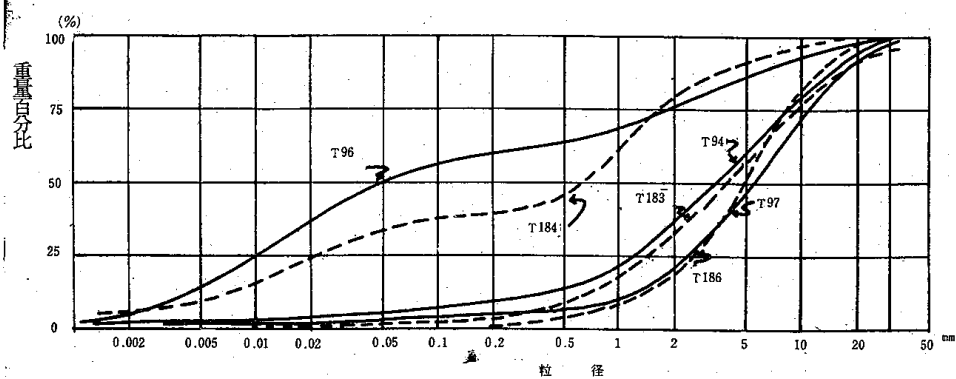


図64-8 樽前a 降下軽石堆積物の灰状物層位の累積頻度曲線

前b 降下軽石堆積物にも見られるが、U b, K d には見られないことなどから樽前火山の噴出時の特徴と思われる。

U b の粒径中央値は噴出源をはなれるにしたがい漸減している。3.5 km から 9.6 km の間が海洋のため試料採取ができず詳細な変化の検討はできないが、T a のように山体からの一定距離で急激に粒径を減少することはないようである。100 km 以上の遠距離では粒径の変化はほとんど見られず $M_d = 0.5 \text{ mm} \sim 0.8 \text{ mm}$ である。U 1461 より山体に近い U 1203 の方が M_d が小さい値になっているが、これは試料採取地点が分布の中心軸からはなれているためであると思われる。

K d においても山体から遠ざかるにしたがい粒径は小さくなる傾向は T a, U b と同じである。しかし K d の M_d は 3 mm 以下で T a, U b の $\frac{1}{2}$ 以下である。一方野外測定による最大粒径平均では、例えば K 94 では 60 mm 程度で T a, U b と変りない値を示すのであるが、累積頻度曲線にあらわれる M_d は非常に小さい値を示している。これは後にのべる分級度にもあらわれる値であるが、野外観察では大部分が細粒質な軽石であるが、これに少量の粗大な軽石が混じっていると云った感じの堆積物で T a, U b とは著しく異なっている。

分級度 (S_o) は噴出時の様子を知る値としても重要である。大場・近堂 (1965) は U b の分級度から少なくとも 1.1 ~ 1.2 km の対流圏と成層圏との界面を越えた降下軽石は、空中で十分な分級作用をうけるため、 $S_o \geq 2.0$ であることは少ないであろうと述べている。また勝井 (1956) は支笏降下軽石堆積物の分級度を求め噴出源から遠のくにしたがい淘汰がよくなり分級度は小さくなることを指摘している。

T a では噴出源から離れるにしたがい分級はよくなっている。しかし 9 km, 1.8 km 地点では $S_o > 2$ で降下堆積物としてはよい分級度ではない。灰状物の層と云われる T 96, T 184 では $S_o = 3.27$, $S_o = 2.56$ と高い値を示す。これは火山灰層に後から降下した軽石が混ざりこんだためと思われ火山灰層の分級度と解釈することはできない。

U b は分析した全試料が $S_o < 2.0$ で淘汰の非常によいことを示している。噴出源から 4 km 地点で $S_o = 1.8$ と最高値をしめし、日高方面の 100 km より遠くでは $S_o = 1.3 \sim 1.6$ と遠距離になるにしたがい淘汰がよくなっている。しかし日高山脈をこえた十勝の U 1941 においても $S_o = 1.47$ と日高方面のそれとほとんど変化がみられない。

K d は 2.2 km まで $S_o > 2$ で噴出源近くで分級の悪いことを示している。これは T a と同様の傾向である。遠距離になるにしたがい淘汰がよくなるのは T a, U b に見られる傾向と同じであるが、K d においては先に述べたように粗大な軽石粒が見られなくなる 2.2 km あたりから分級がよくなっている。

次に野外の測定値である最大粒径と、累積頻度曲線からもとめた中央値を示したものが表 64-4 である。最大粒径平均直と粒径中央値との間にはほとんど関係は見られない。粗粒火山灰地帯では最大粒径平均値で等粒線図などを作り粒度特性を考察する場合が多い。しかし K d のところで述べたように

最大粒径平均値が大きいから全体に粗粒質なものであると結論することは大きなあやまちをおこすおそれがある。したがって粒度分布を論ずる場合は等粒線のみでなく、粒度組成の分析値が不可欠である。

ここにあげた粗粒火山灰は降下年代が新しく表土の腐植集積も少なく、野外で観察した範囲では下層土の軽石粒に比べ表土のものが丸みをおびているとか、細粒部分が多いとかいう事実はほとんど見られなかつた。ところがT aについて表土と下層土の粒径中央直を見れば表64-5のようになり、いずれも表土より下層土の粒径が大きい。特に8.7km, 17.8kmの粒径の大きい地点において表土と下層土の差が大きい。27.5kmより遠くでは表土、下層土の粒径差は小さい。一方U bのように表土がU aとかT bによりおおわれ、地表部として存在した期間の短かつたもの、例えばU 41, U 261と下層土のU 42, U 262では粒径中央値の差がT aのように大きくない。このようなことから見てT aの表土の粒径中央値の小さいのは堆積後の風化作用によるものと思われる。軽石のように孔隙の多い粒子では、その間にたまった水の凍結などの機械的作用により崩壊が一層進められたものと思われる。

4 要約

北海道西南部に分布する粗粒火山灰のうちT a, U b, K aにつき噴出源からの距離の変化と粒径の関係を明らかにした。

(1) 各降下軽石堆積物は噴出源を遠ざかるにしたがい粒径は小さくなる。

(2) T aにおいては18kmから28kmに粒度の減少率の大きいところがあるが、U b, K dにおいては噴出源を遠ざかるにしたがい粒径は漸次小さくなる。

(3) T aには灰状物の層が見られるが、U b, K dには見られない。

(4) U bの分級度は山体の近くでも $S_o < 1.8$ で淘汰が非常によい。T a, K dは山体から20km以内で $S_o \geq 2.0$ でU bに比べて淘汰がよくなる。

(5) 最大粒径平均値と粒径中央値には何ら関連性はなくどちらか一方の値で粒径特性を論ずることはK dに見られるごとく適当でない。

(6) 表土と下層土の粒径の違いは、T aにおいては粒径の大きい地点で差が大きい、これは堆積後の風化作用によるものと思われる。

表64-4 火山における最大粒径平均値と粒径中央値の関係

試料番号	粒径中央値	最大粒径平均値
U 41	8.8 mm	37 mm
U 42	8.8	43
U 43	9.6	41
U 44	9.6	42
U 45	8.2	40
U 46	7.5	36
U 47	7.5	42
U 48	10.6	39
T 91	1.5	39
T 94	4.5	56
T 95	2.2	46
T 97	6.0	44
K 72	1.7	61

表64-5 樽前a降下軽石堆積物の各地点における表土・下層土の粒径中央値

試料地点	表 土	下 層 土
8.7 km	1.5 mm	3.5 mm
17.8	1.6	4.2
27.5	1.0	1.7
40.8	0.95	1.0
49.2	0.50	0.55
61.2	0.52	0.55

引 用 文 献

井尻正二編著；地学入門（1958）

勝井義雄；火山，4，33～48（1959）

長沼祐二郎・浦上啓太郎・富樫利八；火山，1，81～94（1933）

大場与志男・近堂祐弘；火山，9，75～86（1965）

佐々木清一；北海道土壤地理論（１９６０）

山田忍；地団研專報，８，（１９５８）

山田忍・田村昇市・近堂祐弘；土肥誌，２９，４８９～４９３（１９５９）

山田忍・勝井義雄・近堂祐弘；第四紀研究，３，８０～８９（１９６３）

矢野義治・吉田享；土肥学会講演要旨集，１１，１５（１９６６）