

23. 小諸附近に分布する浅間火山軽石の粒度組成

津屋 弘 達
地震研究所 村 井 勇
細 谷 与 七

(昭和33年4月22日発表—昭和33年6月30日受理)

I ま え が き

火山噴出物のうちで、碎屑性の噴出物の研究は、従来とかくなおざりにされがちであつた。ところが、最近に至り、噴火型式の1つである *nuée ardente* の現象が、火山学上極めて重要なものとして注目されるようになり、*nuée ardente* の堆積物の研究がしだいに行われるようになった。これらの研究の先駆をなしたのは、FENNER, Clarence N. の Valley of Ten Thousand Smokes の凝灰岩の研究である¹⁾。

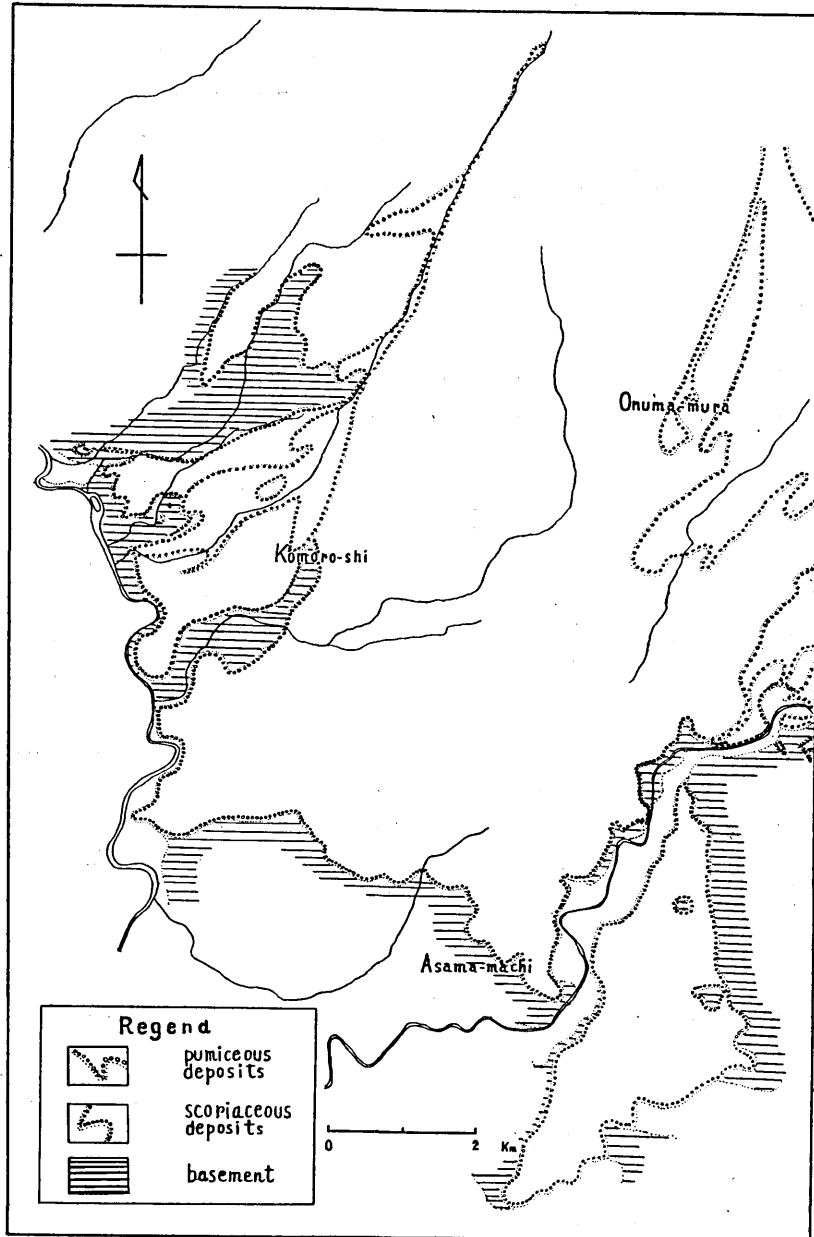
又、MOORE, Bernard N. は、Crater Lake 地域の軽石の研究を行い、“Older Pumice” と呼んだ軽石層を *nuée ardente* の産物であると結論した。この MOORE の研究においては、軽石の粒度組成が論ぜられ、“Older Pumice” が *nuée ardente* 堆積物の粒度組成の特徴を示すものとされた²⁾。日本でも、最近、*nuée ardente* 或いは pyroclastic flow の堆積物であると認められるものが各地で報告されており、詳細な研究がしだいに行われるようになった。それらの研究の中で、種子田定勝の南九州の“しらす”の研究は、粒度組成の特徴が、“Older Pumice” と共通であるとして、“しらす”を *nuée ardente* 或いは pumice flow の堆積物であると結論し、注目される³⁾。このように火山碎屑堆積物の研究は、*nuée ardente* 堆積物からはじめられ、多くの成果があげられている。筆者等は浅間火山において火山碎屑堆積物の研究を行い、いくつかの成果を得ることができた。とくに小諸附近に分布する軽石質堆積物の粒度組成について興味ある結果を得たので、ここに報告する。

II 軽石層の分布と構造

浅間火山の南側中腹より山麓部一帯にわたつて、軽石質の火山碎屑堆積物の層が非常に

- 1) Clarence N. FENNER, “The Origin and Mode of Emplacement of the Great Tuff Deposit of the Valley of Ten Thousand Smokes”, *National Geog. Soc. Contr. Tech. Papers, Katmai Ser.*, No. 1 (1923)
- 2) Bernard N. MOORE, “Deposits of Possible Nuée Ardente Origin in the Crater Lake Region, Oregon”, *Jour. Geol.*, 42 (1934), 358~375.
- 3) Sadakatu TANEDA, “Geological and Petrological Studies on the Shirasu in South Kyushu, Japan, Part I. Preliminary Note”, *Memoirs of the Faculty of Sci., Kyushu Univ. Series D. Geol.*, 4 (1954), 167~177.

広い範囲にわたって分布している(第1図参照)。特に小諸市東部では広い分布を示し、これを開析する小谷(“田切り”と呼ばれている)の谷壁に、その断面を見ることができる。



第1図 小諸附近における軽石の分布を示す地質概略図

分布の西端は小諸駅南の懐古園の西側まで達し、南端は南佐久郡中込町北部にまで延びている。東方の北佐久郡小沼村では、岩滓質の火山碎屑堆積物（八木貞助はこれを追分火山弾流と呼んでおり⁴⁾、又荒牧重雄は *nuée ardente* 堆積物と考えて追分熱雲と呼んでいる⁵⁾）によつておおわれている。蛇堀川の谷に沿つて、同様の岩滓質堆積物が軽石層の上をおおっている。八木はこれを蛇堀岩屑流と呼んでいる。南方の軽井沢町伍賀附近、及び東方の中軽井沢附近にも同様の軽石質の火山碎屑堆積物が分布しており、これもおそらく小諸附近に分布するものと一連のものと思われる。この軽石質火山碎屑堆積物は、基盤の第三紀或いは更新世の地層や熔岩流、火山碎屑堆積物（千曲層、信州熔岩、岩尾層等）の上の不整合的のつている。層厚はだいたい 20~25m で、分布範囲全体にわたつてあまりいちぢるしく変化しない。ただし、基盤の表面はかなりの起伏を示すために、その谷の部分を埋めている場合には 40 m、あるいはそれ以上の厚さに達している。又基盤の丘稜状の突出部の上にはのつていない。分布の限界は判然としており、“田切り”もその限界の部分で消えている。

軽石層の内部には層理のような構造はほとんど見られず、全体を通じて概して均質である。ただし、部分的に粒径の大きな軽石の集積したポケット状の部分や、砂丘の構造のような偽層状の構造が認められる。層の中央部附近（表面より約 10 m 附近）に水磨された巨大な礫が並んでいるのを認められる場合があり、だいたいにおいてこの部分を境にして上下2層に分れるようである。しかし場所によつては層内がさらに複雑に幾層にも分れている場合も見られる。分布範囲の南部では最上部の層が細粒の火山灰質の薄層になつている。最南端の中込町北部では、この細粒の層が全層厚の半分以上を占めている。層内は概して均質であるが、軽石の含み方が部分的に又地域的に異なることも多い。たとえば、小諸市の市街部より四ツ谷にかけての部分では特に大粒径の軽石が多量に含まれている。このような層内の細かい分層の場所ごとの変化や、その相互関係については、綿密な調査を行つて明らかにしなければならず、その詳細な検討は別の機会に譲ることとする。

この軽石層の中にはしばしば自然木炭が含まれている。これは堆積当時かなりの高温であつたことを物語っている。層の表面には一般に 30 cm ほどの土壌層が形成されている。この土壌層の下 1~1.5 m ほどの部分は、酸化されて赤褐色ないし黄褐色に変色している。蛇堀川及び追分原の岩滓質火山碎屑堆積物はこの土壌層の上のつており、これらの堆積物が軽石層の堆積にくらべてはるかに新期の噴火によるものであることを示している。軽石層の表面はまだいちぢるしい侵蝕を受けていないが小諸市より東南の地域では小さな開析谷“田切り”の発達が顕著である。

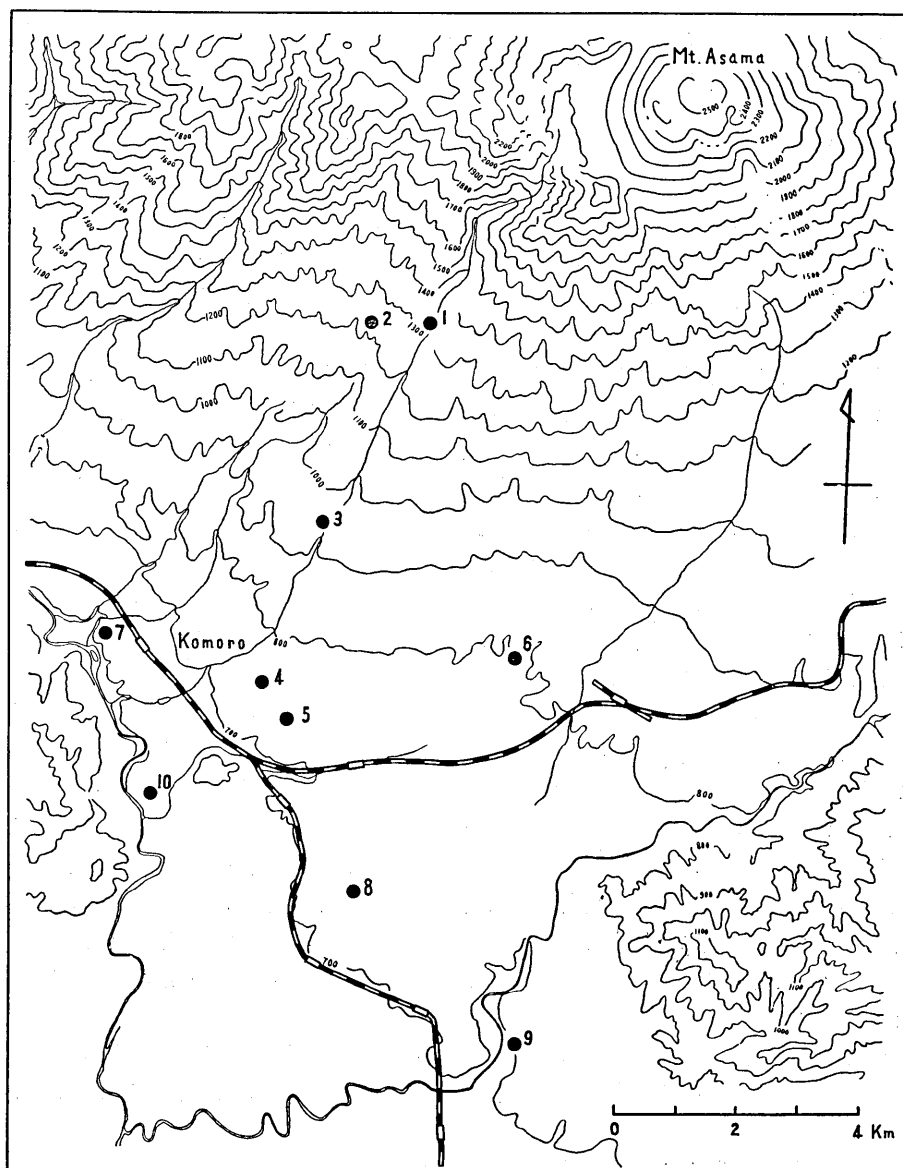
浅間火山の北麓、吾妻川の南岸にそつても、小諸附近と同じように基盤の上に同様の軽石層が分布している。その分布範囲は、東は北軽井沢北方、西は田代湖南方姥が原にまで

4) 八木貞助「浅間火山」長野県北佐久教育会 (1930)。

5) S. ARAMAKI, "The 1783 activity of Asama Volcano", *Part I, J. J. G. G.*, **27** (1956), 189~229.

達している。この軽石層も小諸附近の軽石層と一連のものである可能性が大きい。

これらの軽石層は、その分布の状態などから判断して、普通の降下軽石とは異なる様相を示している。八木貞助はこれに対して“灰流 ash flow”と呼び、1930年の Stromboli の



第 2 図 試料の採集地点を示す図

噴火に相当するような第二次熱流によるものであらうと述べている。又、荒牧重雄は仏岩火山体より噴出した軽石流であるとしている。

この軽石質火山砕屑物は、1つの試料を検査したところでは、複輝石安山岩質のもので、glassの屈折率は低く(1.498₆)、斑晶に当る斜長石の粒はいずれも累帯構造が著しい。

III 機械分析のための試料の採取

試料の採取にあつては、できるかぎり条件のよいところをえらんで行つた。即ち、新しい道路の切り割りや“田切り”の谷壁などのような層全体を見渡すことのできる大きな露頭面をえらび、その中で特別の構造が認められない均質な部分から試料を採取した。かつ採取した試料の中でも、特に新鮮なものを用いて機械分析を行つた。試料は2~4kg程度採集し、この中で約50gを保存用試料として予め分け、残りの全量を分析にあてた。露頭面で粒径の特に大きな軽石塊を多く含むと認められる場合には、その粒径について現場で実測を行い、機械分析の補助的資料とした。

試料を採取した場所は第2図に示す通りである。又、各試料の層内の位置は第I表の備考欄に記載してある。

IV 機械分析の方法

保存用試料を予め分け、残りの全量を分析にあてたが、このうち50~80gを取りだして全粒度についての分析を行い、残り全部は8メッシュ(網目の径約2mm)以上を水洗いしたのち篩分けを行つた。全粒度の分析は2段階に分けて行つた。即ち傾瀉法により直径1/32mm以下の粒子とそれ以上の粒子とに分け、粗粒部分は乾燥したのち篩分けを行い、細粒部分は口径10cm、高さ15cmのガラス円筒瓶に入れてピベット法により分析した。この方法の詳細については、ここでは省略する⁵⁾。以上の8メッシュ以上の粒度についての分析の結果と全粒度の分析の結果をまとめて機械分析の結果とした。これは、少量の試料について行う全粒度の分析においては粗粒部分の分析結果に大きな誤差が入りやすいのを避けるためである。

V 機械分析の結果

機械分析の結果は第1表に示す。これをヒストグラム及び累積和曲線で示せば第3図及び第5図のようになる。つぎに累積和曲線上で5%、16%、25%、50%、75%、84%、95%にあたる粒径を ϕ スケールで読みとり、夫々 ϕ_5 、 ϕ_{16} 、 ϕ_{25} 、 $\phi_{50} = Md_{\phi}$ 、 ϕ_{75} 、 ϕ_{84} 、 ϕ_{95} とする。ただし $\phi = -\log_2 \xi$ (ξ は粒径をmmで表わしたもの)である。さらに、これらの値を用いて粒度分布のパラメーター Q' 、 Q'' 、 M_{ϕ} 、 σ_{ϕ} 、 α_{ϕ} 、 $\alpha_{2\phi}$ 、 β_{ϕ} を計算する。ただし

5) 村井勇「江戸川河口附近の三角州上の干潟堆積物」地震研究所彙報 34 (1956), 97.

第1表 機械分析の結果

1, 2~12, 13 は試料の番号。1~10 は軽石, 11, 12 は蛇堀岩屑流, 13 は天明噴火の降下軽石である。欄内の数字は各区間の占める重量%を示す。各試料の採集地点は第1図に示してある。

ϕ	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
~6				4.0									6.6
-6~5				3.4	6.3	0.7	4.9						4.9
-5~4				2.7	4.0	3.7	6.4	1.2	2.6				4.7
-4~3	4.2	8.1	3.1	2.6	8.4	3.7	6.7	1.9	6.9				4.1
-3~2	4.9	5.7	5.4	2.2	7.6	4.0	6.2	2.5	12.3		0.7		23.8
-2~-1	7.1	6.5	8.5	3.4	7.3	6.2	7.4	3.6	9.8	0.1	1.2	4.3	17.9
-1~0	11.0	13.0	15.4	14.7	10.4	11.5	11.5	12.5	11.2	0.2	2.4	10.3	15.4
0~1	21.6	21.8	23.8	23.0	17.2	25.9	18.8	21.5	17.5	4.4	10.2	18.9	12.6
1~2	16.7	19.0	15.6	15.8	13.7	17.1	11.8	15.2	11.7	13.2	17.8	16.5	1.6
2~3	11.2	14.1	10.5	11.0	9.2	9.9	8.3	10.9	7.9	19.5	23.4	12.2	0.3
3~4	8.4	6.1	5.7	5.8	4.7	5.5	4.6	8.0	5.1	19.2	21.2	7.5	1.3
4~5	4.9	2.2	3.1	2.5	2.6	3.0	2.4	6.2	4.2	12.0	12.6	3.2	1.6
5~6	4.0	0.7	1.7	1.9	1.8	3.6	3.1	6.5	5.6	9.2	9.0	0.5	4.9
6~7	1.2	1.1	2.9	2.4	2.7	1.9	3.2	3.9	2.8	7.4	0.9	1.9	3.4
7~8	1.8	0.8	2.0	2.5	2.1	1.7	2.7	3.0	1.0	5.6	0.3	0.6	1.5
8~9	1.4	0.2	1.1	0.6	1.2	0.9	1.0	1.7	1.4	3.3	0.3	0.2	1.3
9~	1.6	0.7	1.2	1.5	0.8	0.9	1.0	1.4		5.9		0.4	0.1

$$Q' = (\phi_{75} - \phi_{25})/2$$

$$Q'' = (\phi_{75} + \phi_{25} - 2\phi_{50})/Q'$$

$$M_\phi = (\phi_{16} + \phi_{84})/2$$

$$\sigma_\phi = (\phi_{84} - \phi_{16})/2$$

$$\alpha_\phi = (M_\phi - \phi_{50})/\sigma_\phi$$

$$\alpha_{2\phi} = \frac{\frac{1}{2}(\phi_5 + \phi_{95}) - \phi_{50}}{\sigma_\phi}$$

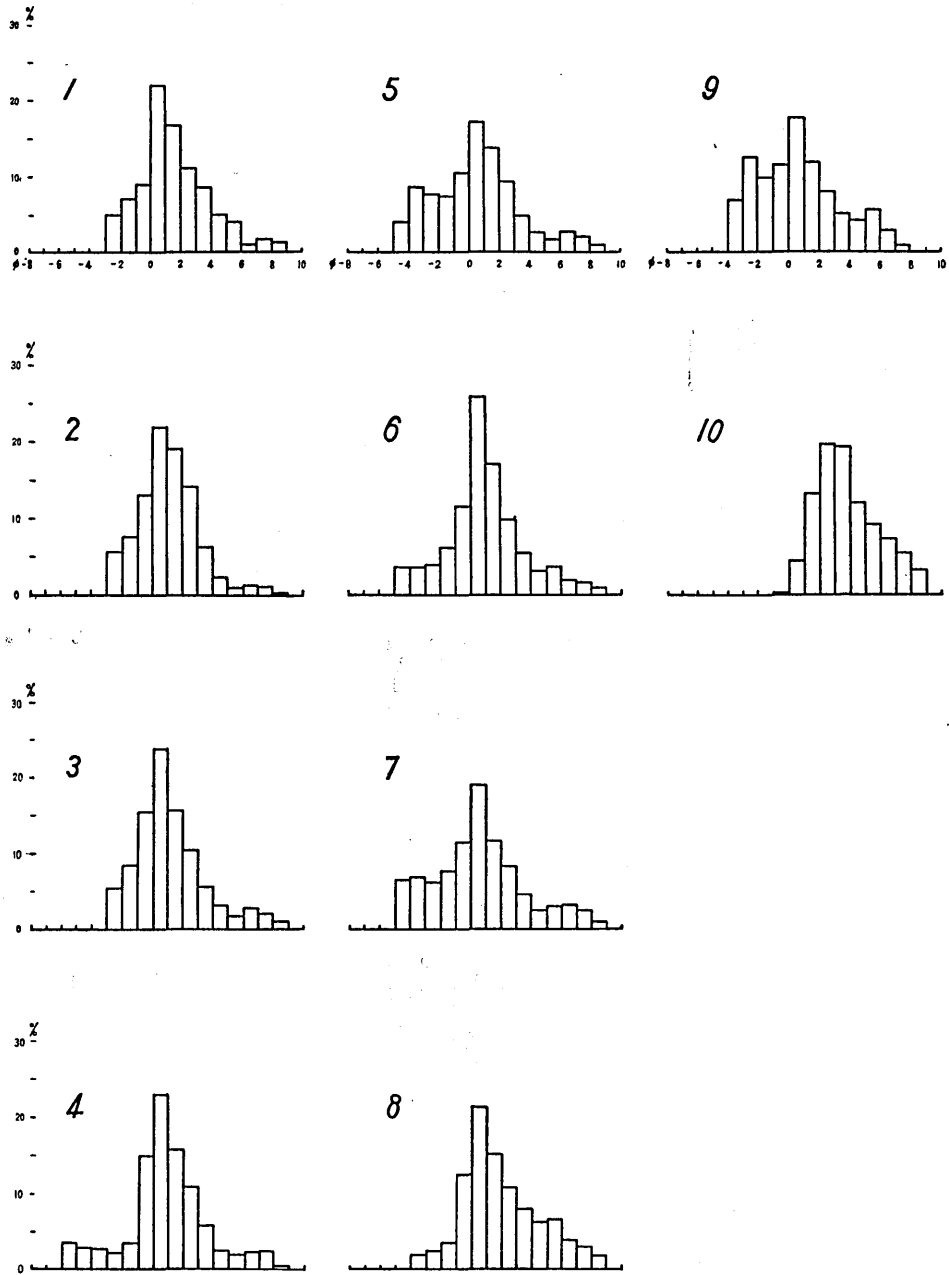
$$\beta_\phi = \frac{\frac{1}{2}(\phi_{95} - \phi_5) - \sigma_\phi}{\sigma_\phi}$$

M_ϕ ; σ_ϕ ; α_ϕ ; $\alpha_{2\phi}$; β_ϕ は、夫々 INMAN, D.L. (1952) による平均値, 偏差, 歪度, 尖度の近似値である⁶⁾。又 Md_ϕ , Q' , Q'' は普通に用いられる中央値, 及び偏差, 歪度の近似値である。実際に積率を計算してこれらの近似値と比較した結果では、偏差は σ_ϕ に、又歪度は $\alpha_{2\phi}$ にほぼ一致するが多いようである。以上のような粒度分布のパラメータの値を第2表に示す。

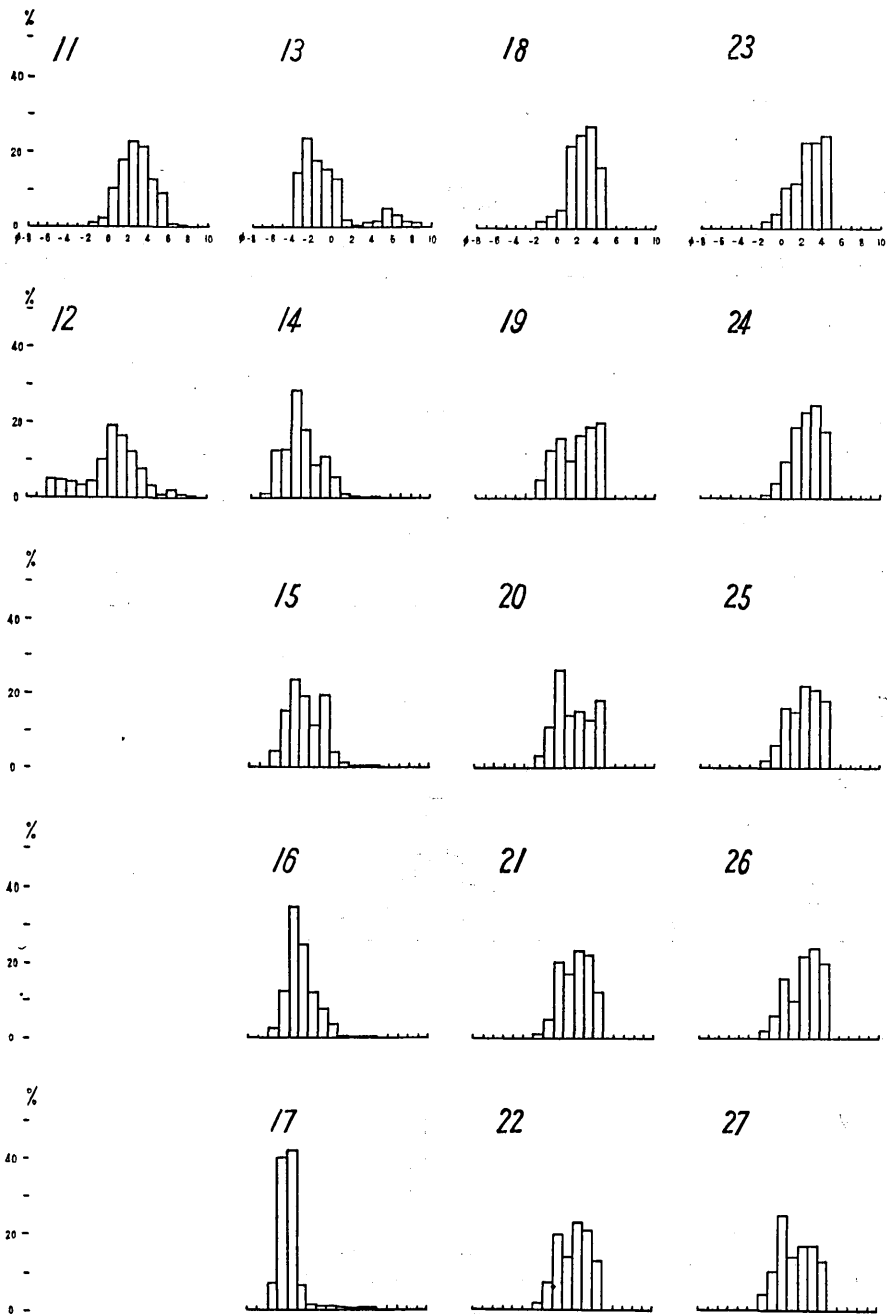
軽石の試料 10 個についての分析の結果は、細粒の“試料 10 番”を除いた他のものについては、以下に列記するような特徴が認められる。

1) Md_ϕ の値は 0.3~1.5 (1~3 mm に相当) で、火山灰 (4~1/4 mm) の粒度に相

6) D. L. INMAN, "Measures of describing the Size Distribution of Sediments", *Jour. Sed. Petrol.*, **22** (1952), 125~145.

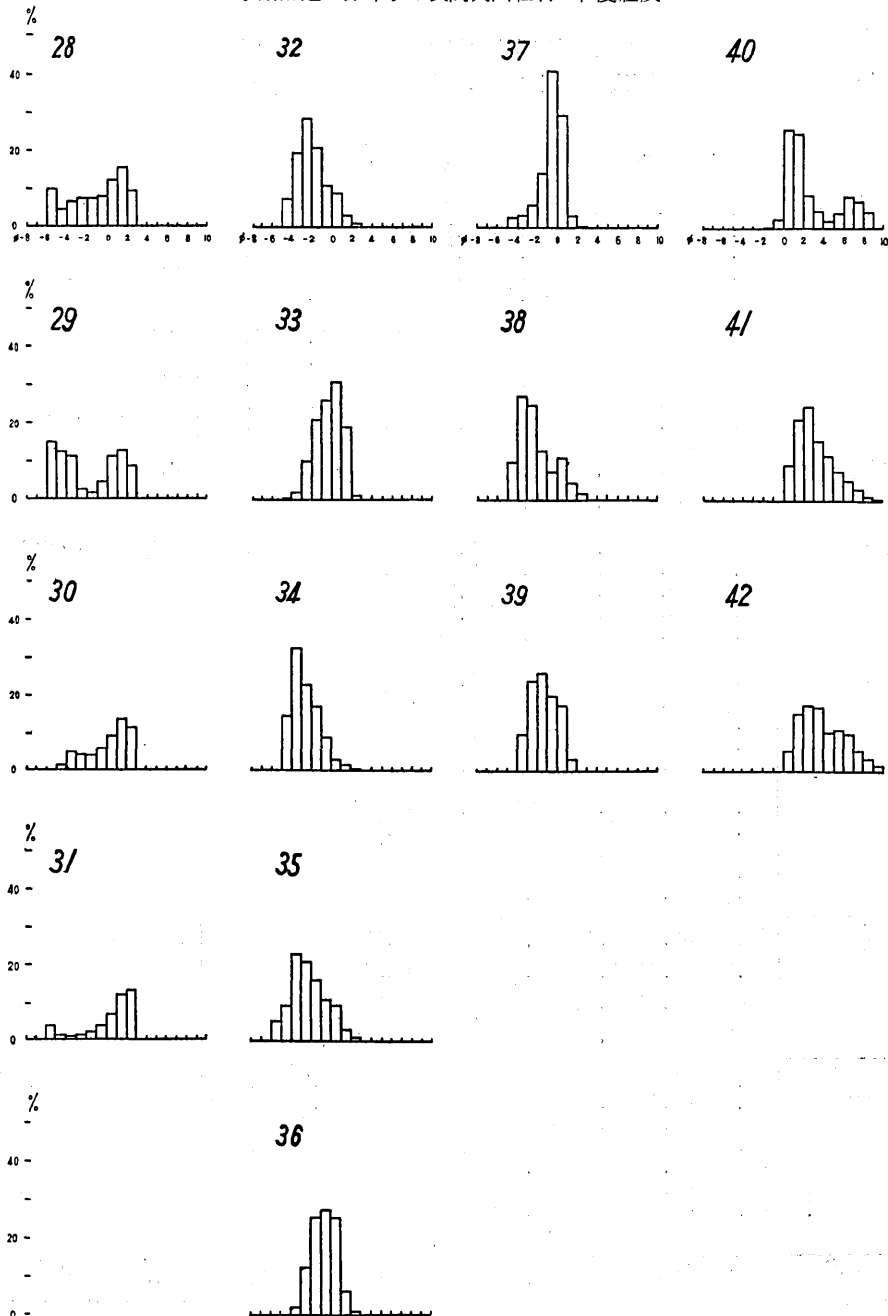


第3図 軽石の粒度分布のヒストグラム



第4区a 他の火砕堆積物の粒度分布のヒストグラム

11, 12; 蛇掘岩屑流, 13~17; 天明噴火の降下軽石, 18~27; 南九州の“しらす”。



第4図 b 他の火砕堆積物の粒度分布のヒストグラム
 28~31; Crater Lake 地域の "Older Pumice"
 32~39; "Younger Pumice",
 40; 関東ローム中の軽石質火山灰, 41, 42; 第三系の凝灰岩。

第2表 粒度分布曲線の各パラメーターの値

1~13 及び 40~24 は筆者等の資料による。14~39 は荒牧、種子田及び MOORE の資料を用いて算出したもの。

	Md_ϕ	M_ϕ	Q'	Q''	σ_ϕ	α_ϕ	$\alpha_{2\phi}$	β_ϕ	備 考			
軽 石	1	1.07	1.435	1.49	0.389	2.425	0.150	0.389	0.973	表面より 4 m 下 上部 最上部 表面より 2.5 m 下 表面より 7 m 下 上部 最上部 表面より 3 m 下 上部 表層部の細粒部分		
	2	0.77	0.525	1.31	-0.030	2.105	-0.116	-0.187	0.807			
	3	0.73	1.08	1.32	0.287	2.15	0.162	0.632	1.162			
	4	0.73	0.82	1.32	0.287	2.33	0.021	-0.100	1.658			
	5	0.33	-0.175	2.075	-0.409	3.155	-0.160	0.115	0.887			
	6	0.79	0.98	1.28	0.250	2.25	0.084	0.162	1.251			
	7	0.36	0.035	1.99	-0.231	3.285	-0.089	0.171	0.788			
	8	1.40	2.405	1.775	0.400	2.745	0.366	0.440	0.763			
	9	0.46	0.685	2.04	0.117	3.245	0.069	0.248	0.480			
	10	3.60	4.33	1.625	0.516	2.45	0.297	0.638	0.687			
蛇堀岩屑流	11	2.77	2.805	1.125	-0.044	1.705	0.020	0.029	0.612	小諸市芦の平		
	12	0.66	-0.615	1.81	0.375	3.455	-0.369	-0.072	0.551	小諸市松林		
天明の軽石	13	-1.34	-0.96	1.38	0.246	1.96	0.193	1.395	1.487	軽井沢町一ノ字山 荒 牧 " " "		
	14	-3.15	-2.80	1.175	0.297	2.02	0.173	0.252	0.480			
	15	-2.73	-2.19	1.41	0.524	1.92	0.281	0.276	0.432			
	16	-2.99	-2.595	0.845	0.414	1.365	0.289	0.516	0.791			
	17	-3.95	-3.94	0.44	-0.045	0.71	0.014	0.443	1.684			
し ら す	18	2.70	2.65	0.975	-0.051	1.35	-0.037			種子田, Sp. no. 1 " " " " " " " " "		
	19	2.40	2.075	1.15	0.434	2.175	-0.149					
	20	1.70	2.15	1.55	0.322	2.05	0.219					
	21	2.30	2.15	1.215	-0.189	1.65	0.060					
	22	2.30	2.10	1.325	-0.264	1.75	-0.114					
	23	2.90	2.70	1.15	-0.086	1.75	-0.114					
	24	2.70	2.60	1.075	-0.046	1.50	-0.066					
	25	2.50	2.29	1.275	-0.196	1.29	0.031					
	26	2.75	2.40	1.375	-0.400	1.80	-0.194					
	27	1.75	1.975	1.40	-0.214	1.875	0.066					
Older Pumice	28	0.62	-0.025	2.455	-0.386	3.655	-0.176			MOORE, Sp. no. 34 " " "		
	29	0.38	-0.665	3.31	-0.311	4.235	-0.246					
	30	2.65	2.04	2.01	-0.009	3.035	-0.200					
	31	3.28	2.98	1.715	-0.169	2.57	-0.116					
Younger Pumice	32	-2.20	-1.90	0.995	0.311	1.60	0.187	0.337	0.587	MOORE, Sp. no. 1 " " " " " " " " "		
	33	-0.35	-0.485	0.925	-0.162	1.285	-0.105	-0.163	0.525			
	34	-2.86	-2.565	1.09	-1.376	1.415	0.201	0.424	0.526			
	35	-2.40	-2.525	1.245	0.168	1.72	-0.072	0.337	0.860			
	36	-0.65	-0.70	0.915	-0.076	1.075	-0.046	-0.093	0.795			
	37	-0.40	-0.56	0.625	-0.080	1.04	-0.153	-0.687	0.908			
	38	-2.56	-1.84	1.165	0.557	1.91	0.376	0.476	0.439			
	39	-1.38	-1.265	0.62	-1.548	1.465	0.023	0.112	0.389			
	軽石質火山 灰 凝 灰 岩	40	1.76	0.95	2.70	1.348	3.34	0.655	0.923		0.408	関東ローム中 (川崎市 日吉) 房総半島清澄砂岩層中 "
	"	41	2.73	3.295	1.495	0.428	1.945	0.290	0.585		0.619	
"	42	3.61	4.135	1.775	0.411	2.425	0.216	0.461	0.554			

当する。 $\phi < -2(4\text{mm})$ の部分は全体の 5~30% を占め、一方 $\phi > 2(1/4\text{mm})$ の部分は 25~40% に達している。従つてこの火山碎屑物は粒度の点からは軽石質火山灰といふことができる。

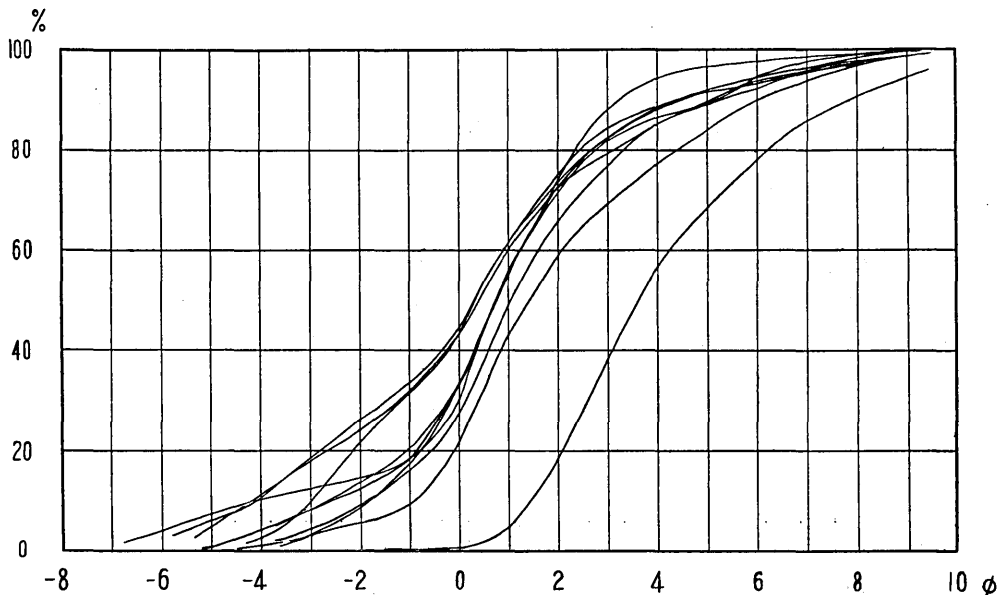
2) Md_ϕ の値はどの試料も大きな差は見られない。又粒度分布のモードは常に $\phi = 0 \sim 1$ のところに現われている。従つて場所ごとの粒度の差は全く見られないといえる。

3) σ_ϕ の値は 2.1~2.3 で、普通の水成堆積物の、ほぼ同様の Md_ϕ の値をもつものでは $\sigma_\phi = 0.5 \sim 2.5$ 程度であるのにくらべて、分級はかなり悪い。又風分級作用を受けて堆積した火山灰や砂丘砂などにくらべれば、著しく悪い。粒度分布の形を見ると、粒度の粗い部分及び細かい部分にかすかに副次的なモードが認められ、かつ両端に向つて長く尾を引いている、

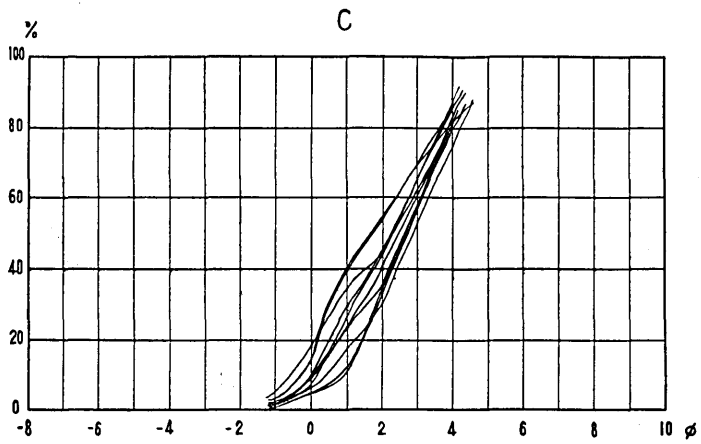
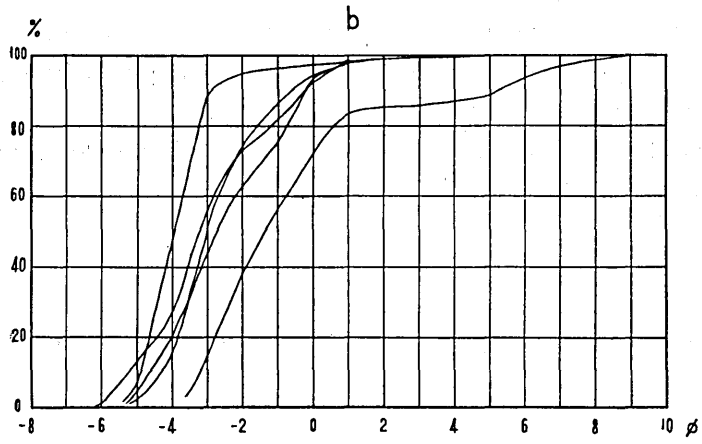
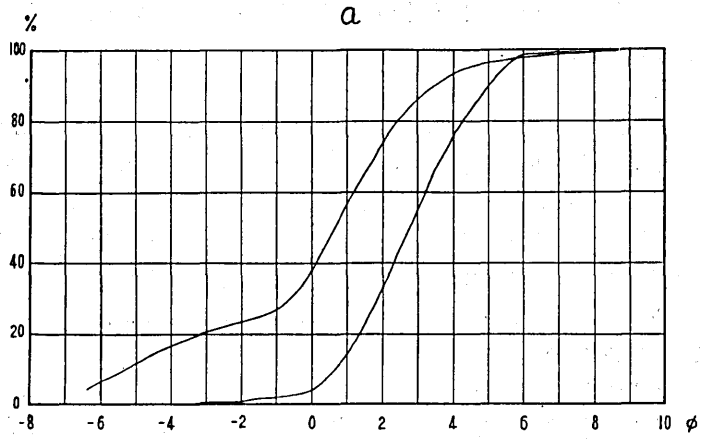
4) 歪度については、 $\alpha_\phi = -0.16 \sim 0.37$ 、 $\alpha_{2\phi} = -0.19 \sim 0.64$ で、正と負の両方の場合がある。これは、粗粒部分と細粒部分の占める割合が、試料によつてかなり変動するためである。

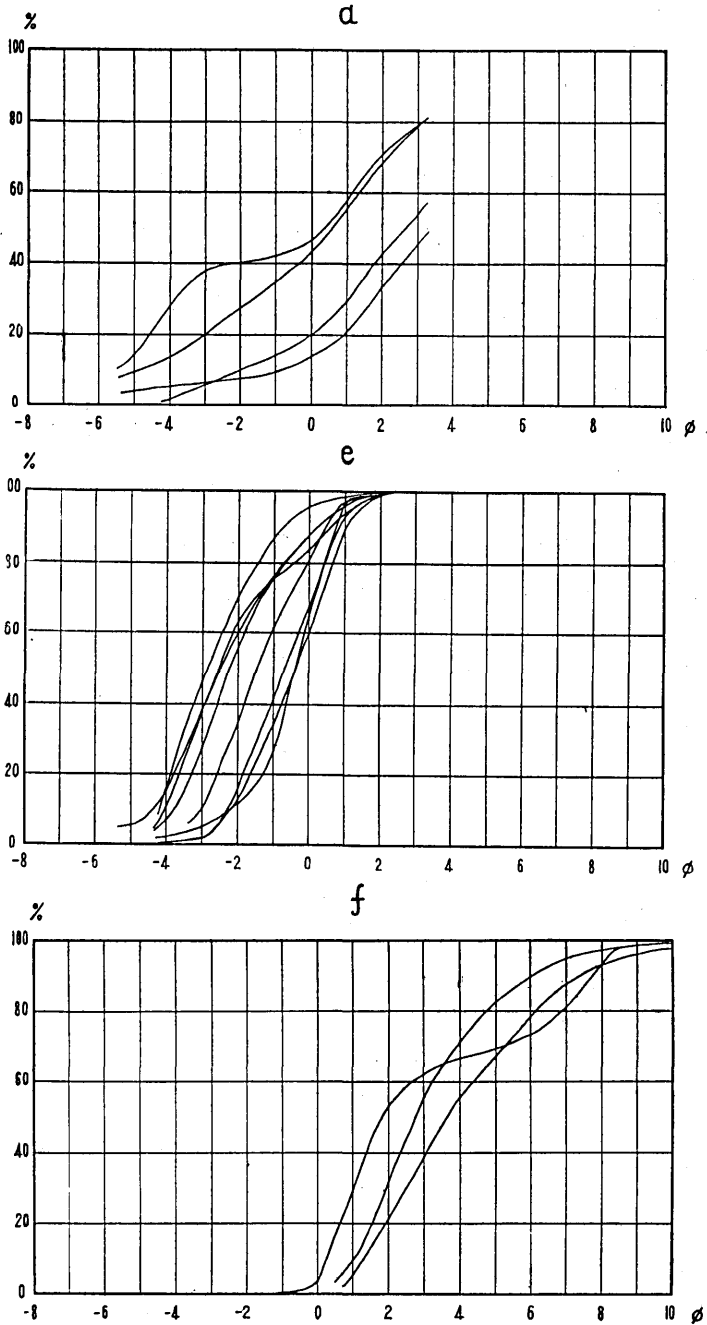
5) どの試料の分析の結果も、ほとんど共通の粒度分布型を示している。このことは“試料 10 番”についてもいえることで、 Md_ϕ の値及びモードの位置が他の試料とずれていることを除けば、他の特徴は共通である。

6) β_ϕ の値は 0.5~1.6 であるが、ほとんど 1 前後のものが多い。従つて尖度はほぼ正規分布の場合に近いと考えられる。



第5図 軽石の粒度分布の累積和曲線





第6図 他の火砕堆積物の粒度分布の累積和曲線

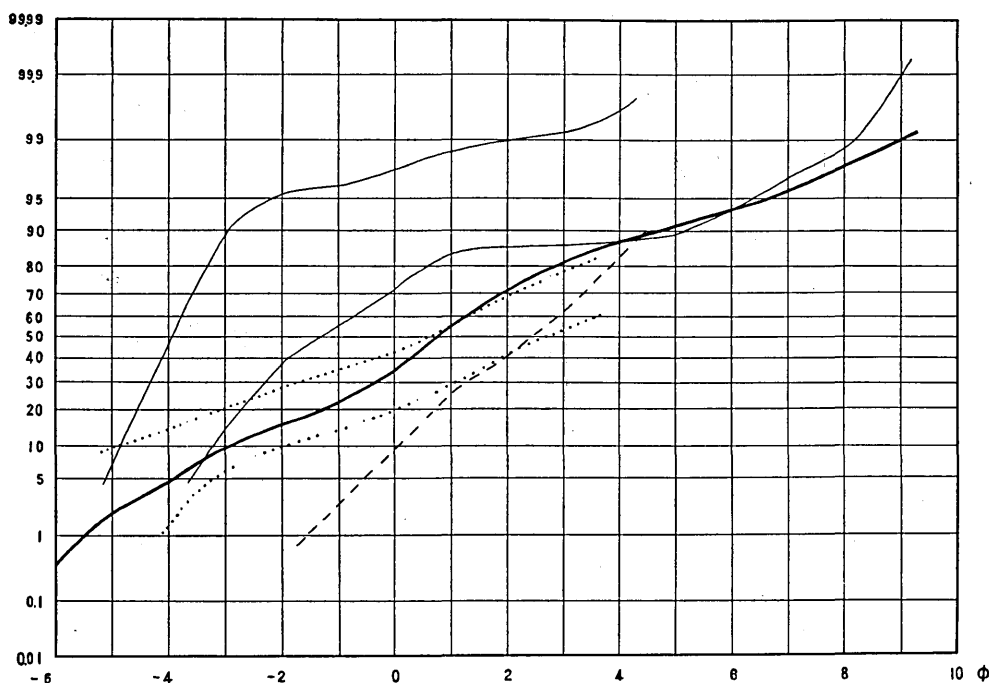
a; 蛇掘岩屑流, b; 天明の降下軽石, c; しらす, d; Older Pumice, e; Younger Pumice, f; 関東ローム中の軽石質火山灰及び第三系の凝灰岩.

機械分析の結果知られた事実は以上の通りであるが、篩分けした試料を顕微鏡下で検査して、その構成物質の占める割合を調べれば、だいたい次のようになる。a) $\phi = -2$ 以上は軽石粒（粗粒の鉱物粒とガラスとよりなる多孔質の碎屑粒子）が多く、特に $\phi = 3$ 以上は殆んど軽石粒によつて占められている。b) $\phi = -2 \sim -1$ の間では軽石粒と熔岩片及び捕獲岩片などとの割合がほぼ等しくなっている。c) $\phi = -1 \sim 0$ では軽石粒は少くなり、かわりに鉱物粒が少量入ってくる。d) $\phi = 0 \sim 2$ では鉱物粒が圧倒的に主成分を占めている。e) $\phi = 2$ 以下ではガラス片が多く見られ、細粒になるにつれてガラス片の占める割合は増加している。

以上のような検査の結果知れるように、この軽石質火山碎屑物の粒度分布のうち、常にモードとして現われる $\phi = 0 \sim 1$ の部分は鉱物粒が主成分をなす部分であり、粗粒部分 ($\phi = -2$ 以上) は軽石粒が主成分をなす部分に、又細粒部分 ($\phi = 4$ 以下) はガラス片が主成分をなす部分に相当している。副次的モードとして現われる部分はこの軽石粒の部分とガラス片の部分である。分級の著しく悪いのはこうしたことが原因の一つとなつている。

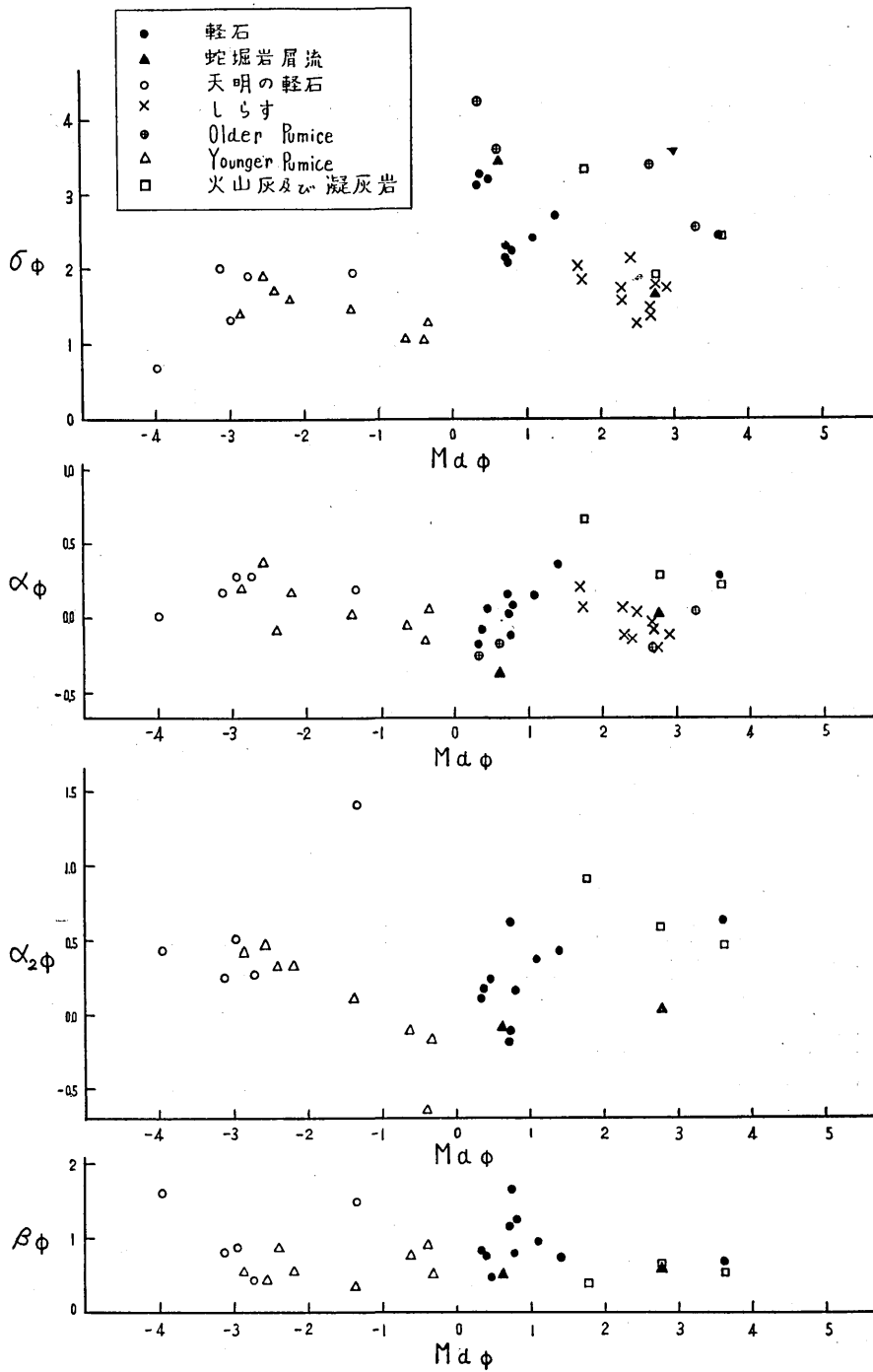
VI 他の資料との比較

火山碎屑物の粒度組成の資料はきわめて少い。特に全粒度について完全な機械分析を行つた例はごく限られている。浅間火山の他の火山碎屑堆積物、及び他の火山のものについて



第7図 確率紙上に描いた粒度分布の累積和曲線

太い実線；軽石の平均，細い実線；天明の降下軽石(13, 17)，
点線；Older Pumice(28, 30)，破線；しらすの平均。



第8図 $Md\phi$ と $\sigma\phi$, $\alpha\phi$, $\alpha_2\phi$, $\beta\phi$ との関係を示す図

ての資料と比較して見た結果は次の通りである (第Ⅱ表, 第3図, 第4図, 第5図, 第6図, 第7図及び第8図参照)。

1) 熱雲堆積物ではないかと考えられている南九州の“しらす”及び Crater Lake 地域の“Older Pumice”の資料と比較したところでは, 小諸附近の軽石質火山碎屑物は多くの点で“Older Pumice”と共通の特徴を示すようである。ただし, “Older Pumice”は軽石塊を多量に含み (ある個所では 25~75%が $\phi = -6$ 以上であると報告されている), これと比較すれば浅間の軽石は分級の程度がよい。(MOORE の“Older Pumice”の機械分析の資料は $\phi = -6$ 以上を除いてある)。種子田定勝の“しらす”の機械分析の資料は $\phi = -2$ 以上をはぶいてあり, かつ $\phi = 4$ 以下も分析されていないので, 詳しい検討はできないが, むしろ分級は浅間の軽石よりよいものと見られる。歪度については, “Older Pumice”の4つの資料がすべて負であり, 粗粒部分が長く尾を引いていることを示すのに対して浅間の軽石及び“しらす”は正, 負両方の場合があり, 粗粒部があまり尾を引かない場合のあることを示している。

2) 浅間火山の他の火山碎屑堆積物については, 機械分析の資料がほとんどないので十分比較することができない。筆者等の行つた機械分析の資料によれば, 岩屑質火山碎屑堆積物の1つである蛇堀岩屑流の試料は, 軽石質火山碎屑物と全く同様の粒度分布を示した。

3) 浅間火山の降下軽石の例として天明3年(1783年)の噴火による軽石を取りあげて比較したところでは, 顕著な相異を認めることができた。即ち, 降下軽石の粒度組成は, 分級がよく, 粒度分布の型が著しく非対称的で, 歪度 ($\alpha_\phi, \alpha_{2\phi}$) が常に正であり, 粗粒部分が鋭く切られる傾向を見せているという点で小諸附近の軽石の粒度組成とは全く異つている。又細粒部分も少なく, 場所ごとに粒度は規則的に変化し, 風による分級作用が十分行われたことを示している。なお, 他の降下火山灰の例として, 関東ローム中の軽石質火山灰と, 房総半島の第三系中の凝灰岩との資料を取りあげて比較したが, これらはいずれも粗粒部分が鋭く切られ, 歪度正の非対称的な降下火山灰の特徴的な粒度分布を示し, 小諸附近の軽石とは粒度組成の特徴が全く異つていた。なお, Crater Lake 地域の“Younger Pumice”は普通の降下軽石と解釈されているが, 粒度分布は典型的な降下軽石の場合とは多少異なり, 分級がいく分悪く, 歪度も正, 負両方の場合がある。しかし, “Older Pumice”や小諸附近の軽石の粒度組成と比較すれば, はるかに普通の降下軽石の場合に近い様相を示している。

VII 要 約

小諸附近の浅間火山軽石の粒度組成は, 分級の悪いこと, 粗粒部及び細粒部に長く尾を引くこと, 粒度の変化が分布の全範囲にわたつてほとんど認められないこと, 等の点で, 降下軽石の粒度組成とは全く異つている。概して Crater Lake 地域の“Older Pumice”の粒度組成に見られるような特徴を示しているが, しかし“Older Pumice”ほど分級は

悪くなく、又それほど多量の大粒径の軽石を含んではない。このような粒度組成の特徴と、分布状態とから判断して、典型的な降下軽石とは堆積の機構が全く異なるものと見られる。おそらくは火山碎屑流の状態で山腹を流下して堆積したものであらうと考えられる。

23. *Size Characteristics of the Pumice Deposits distributed in the Vicinity of Komoro on the Southwest Foot of Asama Volcano.*

By Hiromichi TSUYA, Isamu MURAI and Yoshichi HOSOYA,
Earthquake Research Institute.

The phenomena of *nuées ardentes* or burning clouds have attracted much attention by volcanologists since the eruption of Mount Pelée in 1902, inducing some of them to do a detailed study of pyroclastic deposits, especially of *nuées ardentes* deposits. Among those, Fenner (1923) studied the origin of the tuff deposits in the Valley of Ten Thousand Smokes, Katmai. MOORE (1934) described the recent pumice deposits of the Crater Lake region and discussed their origin. He concluded that, judged from the size characteristics and other features, one of them, the "Older Pumice", is apparently different in origin from the pumice deposits of the normal projected type, being regarded as a product of *nuées ardentes*. Recently, in Japan, products of *nuées ardentes* or of pyroclastic flows have been reported from several volcanic regions. TANEDA (1954) studied the "Shirasu" in Southern Kyushu and concluded that it may be regarded as the *nuées ardentes* products showing size characteristics similar to those of the "Older Pumice" of the Crater Lake region.

This paper presents, as a part of the writers' study on the pyroclastic deposit of Asama Volcano, the results of mechanical analyses of the pumice deposits distributed in the vicinity of Komoro on the southwest foot of the volcano.

Pumiceous pyroclastic deposits of various ages are distributed extensively on the mountain side from near the top to the foot of Asama Volcano. The deposits which are developed in the vicinity of Komoro City form a ground nearly flat but slightly slope southwestward, and are cut with the walls of U-shaped gullies called "Tagiri". The western border of their distribution area is on the west side of Komoro Railway Station, and the southern border in the northern part of Nakagomi-machi (town). In the eastern part of the area they are overlain by the scoriaceous pyroclastic deposits, YAGI's "Oiwake Bomb Flow" (1930) or ARAMAKI's "Oiwake Nuée Ardente" (1956). They are also partly overlain by another scoriaceous deposit (YAGI's "Jabori detritus Flow") along the valley of the River Jabori. Pumice deposits similar to those just mentioned are developed in Goka and Naka-karuizawa, on the southeastern foot and also on the northern foot of the volcano. These deposits rest unconformably on the basement composed of Tertiary and Pleistocene sediments and lava flows (cf. fig. 1). The thickness of the pumice deposits is 20~25 m, and generally constant throughout the distribution area, though in some localities it varies remarkably because of the irregularities of the surface of the basement. In the places where they are deposited in the pre-existing depression of the basement, it may exceed 40 m, whereas on the ridges of the basement there is no deposit of the pumice. The boundaries of distribution of the deposits are very sharp and definite. Generally speaking, there is neither remarkable stra-

tification nor structure of special meaning, in the deposits, although large blocks of pumice some times occur in pockets and cross beddings are often seen. In some localities rounded boulders occur in a layer at the middle horizon dividing the deposits into two parts. Moreover, fine stratifications are locally developed. Natural charcoals are often found in the deposits, showing that these pyroclastics were very hot when they were deposited.

With the object of carrying out mechanical analyses, samples of 2~4 kg weight of the deposits were collected from the homogeneous part in the large outcrop such as new roadcuts or walls of gullies. Localities of sampling are shown in fig. 2. If very large blocks of pumice were embedded in the outcrop, their diameters were measured on the spot. Each sample was divided into three parts: one, about 50gr weight, was put aside for preservation; another, 50~80gr weight, was prepared for thorough mechanical analysis; and the rest was used for analysis of grains coarser than 8 mesh (about 2mm in diameter). Mechanical analyses were carried out by means of the sieving, decantation and pipette methods. In thorough analyses the specimens were sized by the decantation method and divided into two parts: one coarser and the other finer than 1/32mm in grain diameter. The coarser part was dried up and was sized by means of sieving with woven wire screens. The finer part was analysed by the pipette method. The weight of each fraction separated by the sieving and pipette method was calculated as the percentage in the total weight of the specimen. Analyses have been made on ten specimens of the pumice deposits, and the results are shown in table 1 and fig. 3 and fig. 5.

The diameters of particles in millimeters ξ are replaced here by ϕ as expressed $\phi = -\log_2 \xi$ for convenience. Approximate value of every sort of parameter of the size distribution, that is mean M_ϕ , median $M_{d\phi}$, deviation or sorting Q and σ_ϕ , skewness Q' , α_ϕ and $\alpha_{2\phi}$, and kurtosis β_ϕ , in ϕ scale are obtained from the following relations.

$$\begin{aligned} M_\phi &= (\phi_{16} + \phi_{84})/2, & M_{d\phi} &= \phi_{50}, \\ Q' &= (\phi_{75} - \phi_{25})/2, & \sigma_\phi &= (\phi_{84} - \phi_{16})/2, \\ Q'' &= (\phi_{75} + \phi_{25} - 2\phi_{50})/Q', \\ \alpha_\phi &= (M_\phi - \phi_{50})/\sigma_\phi, & \alpha_{2\phi} &= \{(\phi_5 + \phi_{95})/2 - \phi_{50}\}/\sigma_\phi, \\ \beta_\phi &= \{(\phi_{95} - \phi_5)/2 - \sigma_\phi\}/\sigma_\phi \end{aligned}$$

Here, $\phi_5, \phi_{16}, \dots, \phi_{95}$ are the ϕ values of the percentiles, or the size associated with the percentage values on the cumulative curves. The values of these parameters are listed in table 2.

The results of the mechanical analyses of nine specimens of the pumice deposits, except sp. no. 10, are summarized as follows: 1) The median diameters of the pumice deposits are exclusively within a range of 0.3 to 1.5 in ϕ scale, and these deposits may be called pumiceous ash. 2) The variation of coarseness with distance from the source could not be found, for the values of median diameters are almost constant and the mode of the size distribution always lies in the fraction of 0~1 in ϕ scale. 3) The sorting is rather bad, as the values of σ_ϕ are 2.1 to 2.3. Tailingout of both the coarser and finer fractions are found in every case, and the secondary maxima may be sometimes found in these tailingout parts. 4) The degree of skewness varies widely, as the values of α_ϕ are -0.16 to 0.37, and the values of $\alpha_{2\phi}$ are -0.19 to 0.64. 5) The size distribution of every specimen shows quite similar feature. This is also true for sp. no. 10, the median diameter of which is far smaller than those of the other specimens. (Sp. no. 10 was collected from the uppermost fine layer.) 6) The values of β_ϕ , the pa-

parameter of kurtosis, is 0.5 to 1.6.

It may be recognized that the pumice deposits consist of several different constituents, when observed under the microscope. The material above $\phi = -2$ consists dominantly of pumice. Pumice itself is composed mainly of finely vesicular or fibrous glass, and phenocrysts of plagioclase, augite and hypersthene are present. The finer particles are of grains of minerals and of glass. The material from $\phi = 0$ to 2 consists largely of mineral grains, and below $\phi = 2$ the particles are mainly angular fragments of glass.

In general, the pumice deposits concerned show size characteristics similar to those of the "Older Pumice" (cf. table 2, 28~31, fig. 4b, fig. 5d), in that both show fairly bad sorting, tailingout of both the coarser and finer fractions, lack of the variation of coarseness and the other features. The "Shirasu" also may have similar characteristics, but the sorting is rather good (cf. table 2, 18~27, fig. 4a, fig. 5c).

The size characteristics of the pumice deposits are quite different from those of the normal pumice fall. For example, the size characteristics of pumice fall of the 1783 activity of Asama show good sorting, lack of tailingout of the coarser fractions, regular variation of coarseness with distance from the crater and other features (cf. table 2, 13~17, fig. 4a, fig. 5b). These features may be the typical characteristics of the normal projected pyroclastic deposits. The "Younger Pumice" of the Crater Lake region also shows the similar size characteristics (cf. table 2, 32~39, fig. 4b, fig. 5e). Other examples of ash and tuff also show the similar features (cf. table 2, 40~42, fig. 4b, fig. 5f).

There are few data of mechanical analyses of other pyroclastic deposits of Asama. The writers have tried the analyses of two specimens of the "Jabori Detritus Flow", the results being similar to those of the pumice deposits (cf. table 2, 11, 12, fig. 4a, fig. 5a).

The pumice deposits which are distributed in the vicinity of Komoro may be entirely different in origin from that of the normal pumice fall, as may be judged from their size characteristics, distribution and other features, and are regarded as the products of pyroclastic flows.