

III-6 阿蘇の山崩れに就て (昭和32年度文部省科学研究費交付)

正會員 熊本大学 園田 頼 孝

I 要 旨

阿蘇山は現在噴煙している中岳を中心に、高岳、根子岳、烏帽子岳、杵島岳、往生岳、楯尾岳、オカマド山、丸山等の諸峯より成っているが、それ等の山頂部岩山を除く山腹一帯は概ねヨナ(阿蘇火山灰)で覆われた茅野である。(第1図参照)

この阿蘇山には従来多くの山崩れを生じている。即ち昭和25年7月のグレイス、9月のキジャ台風には阿蘇谷側の山腹に、殊に昭和28年6月の白川大災害の折は南郷谷側に極めて多くの山崩れを生じ、比類稀な泥害を現出した。

このような災害は程度こそ違え、従来幾度となく繰返えされており、今後も亦繰返えされる懼れがある。而してこれ等災害の対策を講ずるに当つては先づ以てその基をなす山崩れの現象を究明理解することが最も肝要であると信ずる。

II 山崩れ災害の概要

阿蘇一帯に生起する山崩れ等の崩壊現象は凡そ次の4に分けられるようである。

- (1) 岩山の崩壊
- (2) ヨナ質土山腹の崩壊
- (3) 温泉餘土の崩壊
- (4) 激流或は土石流による河岸の洗掘或は崩壊

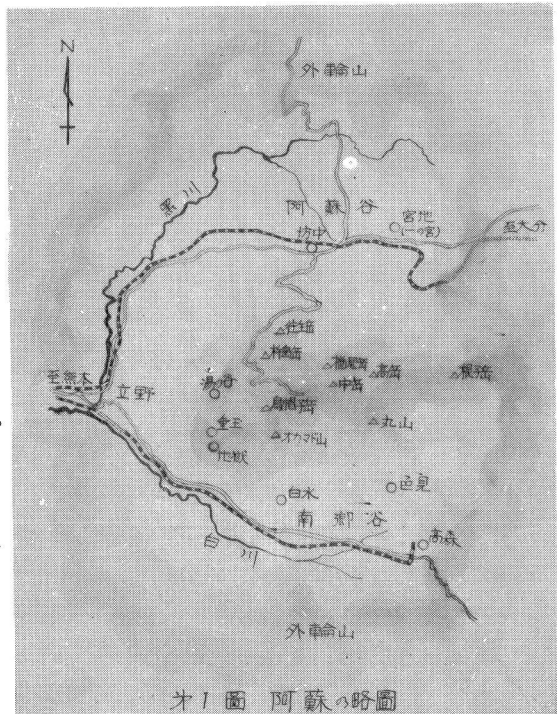
この中(1)は私り阿蘇に限つて存するものではなく、又その範囲も比較的狭い。(3)は地獄垂玉の温泉地区に見られるが、これ亦その範囲は局部的である。而して阿蘇の山崩れとしてその大部分を占め、且つ特異性をもつものは(2)であり、又その生起によつて激成される(4)が重視されねばならぬ。以下主としてこの両者を対象とする。

既に述べたように阿蘇の山腹は概ねヨナ質土で覆われているが、地表より凡そ0.3~1.0mの範囲は一般に灰色或は暗灰色のヨナ(比較的新しいヨナ)にして、多くは黒色ヨナ(茅等の炭化したものを含むヨナ)の薄層を挟み、その下は漸次褐色のヨナ質土(比較的風化の進んだヨナ)に亙っている。(2)の山崩れはこのヨナ質土に生起するものにして、外観上よりこれを

A型 山腹のヨナ質土斜面の崩壊

B型 溪流に沿うヨナ質土斜面の崩壊

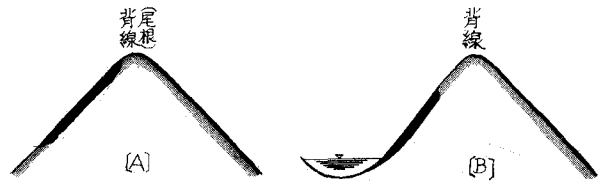
の2つの型に分けることが出来る。(第2図参照)



第1図 阿蘇の略圖

A型の山崩れは一般に崩壊の頂点を背線の直下に発し、下端は中腹で終わっている。

B型は下端を豪雨時恐らく溪谷の激流にさらされたと思われる所に有し、上端は中腹或は背線直下に及んでいる。その分布はA型よりも広く、規模も亦大なるものがある。而してこれ等山崩れは何れも灰色乃至は黒色のヨナ質上層土が剥落して褐色の下層土を露出している。



才2圖 ヨナ質土山崩れの型

(4)に属する洗掘と崩壊は過級の災害では阿蘇山上より白川中流に至る広い地域に見られ、殊に南郷谷の色見、白水一帯は径2^mにも及ぶ巨石を含む土石流の為に甚大な災害を蒙った。

Ⅲ ヨナ質土の性状概要

ヨナ質土山崩れを論ずるに先立ってヨナ質土の性状を概説する。

ヨナは無水珪酸を主成分とし、これに酸化アルミニウム、酸化オ²鉄、酸化カルシウム等を含むといわれ、その色は灰、黒、褐等にして、粒子の形は不規則である。粗粒のヨナには多孔質なものが多いが、微粒のヨナは顕微鏡試験によれば一般に玻璃質で扁平或は細長、且つ極めて稜角に富むことが認められる。真比重は2.4~2.9程度(黒色の炭化物を多く含むヨナは一般に小、鉄分の多いものは大)である。粒度は所在の如何によつて異なるが、阿蘇原野一帯を覆うヨナ質土は殆んど微粒である。これを土質粒径分類より見れば、その大部分は沈泥(0.005~0.05^{mm})、細砂(0.05~0.25^{mm})に属し、粗砂(0.25~2.00^{mm})、礫(2.00^{mm}以上)の量は甚だ少く、而も粘土(0.005^{mm}以下)は殆んど存在しない。即ち大きな粒子が少いと同時に極微細な粒子がなく、比較的径の揃った微細粒の集りであることが特徴である。この粒径が微細で揃い、而も粘土を含めると、粒形が扁平或は細長で極めて稜角に富むことはヨナ質土の特異な性状の根柢をなすものと考えられる。

かくてヨナ質土は一般に間隙比極めて大(普通150~450%程度で、黒色ヨナには600%を越えるものがある)にして、比較的透水性に富み、又粘稠固結性に乏しく、水に対して甚だ不安定であり、ヨナ質地帯の道路や山崩れ等に見る特異な現象も總てこれ等ヨナ質土特有の性質に基因するものといえよう。

Ⅳ ヨナ質土山崩れ研究結果の概要

ヨナ質土山腹に生起する山崩れを究明するため、筆者は山崩れ現地約50個所に付、その型、崩壊厚、傾斜角、形状等を調査すると共に、崩れ落ちた上層土と露出した下層土の試料を採取し、真比重、間隙比、粒度、透水、剪断等の試験を行った結果、大要次のことが明かにされた。

- 1 山崩れは灰、或は黒色のヨナ質上層土厚さ0.3~1.0^mの部分にして、褐色ヨナ質下層土を露出している。茅並に灌木類の根は殆んど下層土に達していない。(以下才1表参照)
- 2 山崩れの傾斜角は40°前後が最も多く、35°より緩なものは殆んどない。
- 3 粒度は上層と下層の間に大差はなく、共にその大部分は沈泥、細砂に属し、礫と粘土

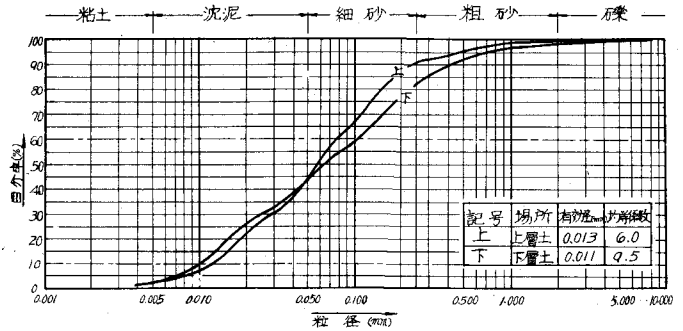
場所	記号	型	崩壊厚(m)	傾斜角(度)	層別	色調	真比重	間隙比(%)	有効径(mm)	均斉係数	土質分類
烏帽子岳	I-1	A	0.8	42	上	暗灰	2.74	300	0.011	8.9	砂質ローム
					下	暗灰	2.66	300	0.015	6.0	"
	I-2	B	0.6	39	上	赤褐	2.37	626	0.006	4.1	沈泥質ローム
					下	赤褐	2.79	259	0.010	8.8	"
	I-3	A	0.4	41	上	暗褐灰	2.74	370	0.017	4.7	砂質ローム
					下	暗褐灰	2.80	327	0.015	3.8	"
	I-4	A	0.5	48	上	暗褐灰	2.41	661	0.012	3.0	沈泥質ローム
					下	暗褐灰	2.80	305	0.013	5.0	砂質ローム
	I-5	A	0.5	40	上	暗褐灰	2.52	374	0.015	3.0	"
					下	暗褐灰	2.70	498	0.017	3.9	"
I-6	A	0.7	46	上	暗褐灰	2.66	477	0.011	4.9	沈泥質ローム	
				下	暗褐灰	2.72	411	0.015	5.2	砂質ローム	
I-7	A	0.5	40	上	赤褐	2.58	214	0.012	4.5	"	
				下	赤褐	2.48	179	0.012	4.8	沈泥質ローム	
I-8	B	0.6	37	上	赤褐	2.67	234	0.016	6.5	砂質ローム	
				下	赤褐	2.70	202	0.017	11.2	"	
I-9	A	0.5	37	上	暗褐灰	2.61	312	0.015	8.5	"	
				下	暗褐灰	2.60	246	0.008	17.5	"	
I-10	B	0.6	36	上	暗褐灰	2.70	245	0.019	6.5	"	
				下	暗褐灰	2.77	162	0.012	15.7	"	
御竈門山	II-1	B	0.5	40	上	暗褐灰	2.69	263	0.011	6.9	"
				下	暗褐灰	2.72	306	0.009	8.3	"	
	II-2	A	0.5	40	上	暗褐灰	2.64	273	0.012	5.8	"
				下	暗褐灰	2.67	—	0.015	4.7	沈泥質ローム	
	II-3	B	0.9	41	上	暗褐灰	2.57	336	0.012	4.7	砂質ローム
				下	暗褐灰	2.58	318	0.013	5.0	"	
	II-4	A	0.7	40	上	暗褐灰	2.63	398	0.016	5.0	ローム
				下	暗褐灰	2.66	426	0.014	7.4	砂質ローム	
II-5	A	0.6	41	上	暗褐灰	2.64	323	0.020	4.9	"	
			下	暗褐灰	2.81	171	0.011	17.3	"		
II-6	A	0.7	43	上	暗褐灰	2.81	439	0.016	12.9	砂質土	
			下	暗褐灰	2.85	144	0.017	12.9	砂質ローム		
II-7	A	0.6	42	上	暗褐灰	2.68	274	0.017	5.9	"	
			下	暗褐灰	2.79	255	0.012	10.8	"		
中岳	III-1	A	0.6	39	上	暗褐灰	2.65	250	0.010	5.8	沈泥質ローム
				下	暗褐灰	2.73	215	0.010	13.3	砂質ローム	
	III-2	B	0.5	40	上	暗褐灰	2.69	219	0.010	7.6	"
				下	暗褐灰	2.75	259	0.011	13.2	"	
	III-3	A	0.6	38	上	暗褐灰	2.73	325	0.014	6.7	ローム
				下	暗褐灰	2.63	300	0.011	6.4	砂質ローム	
	III-4	B	0.6	40	上	暗褐灰	2.80	239	0.012	18.4	"
				下	暗褐灰	2.71	234	0.013	9.2	"	
	III-5	A	0.4	38	上	暗褐灰	2.79	251	0.011	9.5	"
			下	暗褐灰	2.73	305	0.019	3.1	"		
III-6	A	0.7	41	上	赤褐	2.73	231	0.012	10.2	"	
			下	赤褐	2.66	478	0.014	4.6	"		
III-7	A	0.6	39	上	赤褐	2.63	340	0.012	4.2	沈泥質ローム	
			下	赤褐	2.26	522	0.008	9.2	ローム		
III-8	B	0.9	43	上	暗褐灰	2.70	197	0.013	10.2	砂質ローム	
			下	暗褐灰	2.66	291	0.016	4.0	"		
III-9	B	0.9	38	上	暗褐灰	2.71	336	0.012	10.0	"	
			下	暗褐灰	2.76	319	0.007	3.9	沈泥質土		
丸山	IV-1	A	0.8	40	上	暗褐灰	2.67	287	0.016	3.9	ローム
				下	暗褐灰	2.65	318	0.012	10.3	砂質ローム	
	IV-2	B	0.6	39	上	赤褐	2.64	219	0.010	14.0	"
				下	赤褐	2.63	212	0.014	8.7	"	
	IV-3	B	0.7	41	上	赤褐	2.61	168	0.011	16.4	"
				下	赤褐	2.71	274	0.023	3.3	"	
	IV-4	B	0.9	37	上	暗褐灰	2.80	241	0.013	14.4	"
				下	暗褐灰	2.72	290	0.014	6.8	"	
IV-5	B	0.9	40	上	暗褐灰	2.79	239	0.017	6.3	"	
			下	暗褐灰	2.72	262	0.020	5.6	"		
IV-6	A	0.7	41	上	暗褐灰	2.70	301	0.018	4.5	"	
			下	暗褐灰	2.70	236	0.018	12.5	"		
IV-7	A	1.0	43	上	暗褐灰	2.77	299	0.019	6.3	"	
			下	暗褐灰	2.73	229	0.017	9.7	"		
根子岳	V-1	A	0.4	40	上	暗褐灰	2.68	397	0.006	26.0	"
				下	暗褐灰	2.73	267	0.006	19.1	"	
	V-2	B	0.3	38	上	暗褐灰	2.74	450	0.014	5.2	"
				下	暗褐灰	2.79	269	0.007	22.1	"	
V-3	B	0.5	39	上	暗褐灰	2.75	315	0.011	8.0	"	
			下	暗褐灰	2.82	261	0.011	8.8	"		
V-4	A	0.4	41	上	暗褐灰	2.72	264	0.014	3.3	"	
			下	暗褐灰	2.70	240	0.012	10.6	"		
高岳	VI-1	B	0.5	40	上	赤褐	2.78	247	0.019	3.9	"
				下	赤褐	2.74	231	0.019	4.8	"	
	VI-2	B	0.7	44	上	暗褐灰	2.74	215	0.013	10.4	"
				下	暗褐灰	2.74	197	0.017	5.6	"	
	VI-3	B	0.6	40	上	暗褐灰	2.73	200	0.012	9.6	"
				下	暗褐灰	2.48	183	0.012	7.0	沈泥質ローム	
	VI-4	B	0.7	44	上	暗褐灰	2.76	134	0.018	3.9	砂質ローム
			下	暗褐灰	2.72	128	0.018	9.7	"		
VI-5	B	0.4	40	上	暗褐灰	2.71	206	0.026	2.3	"	
			下	暗褐灰	2.80	204	0.017	3.1	沈泥質ローム		
VI-6	A	0.3	45	上	暗褐灰	2.69	286	0.017	4.4	砂質ローム	
			下	暗褐灰	2.81	286	0.017	4.5	沈泥質ローム		
VI-7	A	0.8	42	上	赤褐	2.89	288	0.008	8.1	砂質ローム	
			下	赤褐	2.86	207	0.014	4.6	"		
樵尾岳	VII-1	B	0.5	40	上	暗褐灰	2.68	418	0.015	5.1	"
				下	暗褐灰	2.25	198	0.014	3.6	沈泥質ローム	
	VII-2	A	0.4	37	上	暗褐灰	2.74	192	0.011	7.6	砂質ローム
				下	暗褐灰	2.76	181	0.004	22.5	"	
	VII-3	B	0.7	40	上	暗褐灰	2.72	142	0.013	8.5	"
			下	暗褐灰	2.75	217	0.007	27.0	"		
VII-4	B	0.5	40	上	暗褐灰	2.72	210	0.018	6.1	"	
			下	暗褐灰	2.81	190	0.010	14.0	"		
VII-5	A	0.5	40	上	暗褐灰	2.76	232	0.010	5.3	"	
			下	暗褐灰	2.80	173	0.015	19.3	"		

表1 阿蘇の山崩れに関する一覽表

の量は極めて少い。(才3図参照)

4 間隙比は上層土の平均値322%、下層土244%にして、上層土は下層に比して大であり、又透水性も大である。

5 上層土が水を含めば剪断抵抗を減ずるが、下層土は概ね上層土よりも幾分か固結性を有し、剪断抵抗が大である。



才3図 上層土並に下層土の平均粒度曲線

以上の諸点より考察するにA型山崩れは次のような現象の下に生起するものと思われる。即ち継続する暴雨に遭えば山腹のヨナ質上層土は極度に水を含み、その重量を増すと共に剪断抵抗を減ずるが、この場合斜面を下るに従い滲透水は漸次集積して飽和度を増す。而して上層土は下層土よりも間隙比大なるため、この現象は上下両層の境に沿って最も顕著にして、遂には相当の間隙水圧をも生じ、逆に地表に湧出するに至る。然るにヨナはかゝるパイピング現象に対しては極めて弱いから流動を生じてこゝに山崩れの緒端を登し、それより上方一帯のヨナ質上層土が滑落するものと考えられる。

B型はA型現象の他、溪谷の激流による斜面脚部の洗掘が主な誘因をなし、下部の支持を失った上方一帯の上層土が滑落するものと考えられる。

V 結言

かくてヨナ質土山腹に起こる面型の山崩れは直接の誘因を異にするだけで本質的には全く同一にして、共にヨナ質上層土と下層土の間隙比、透水性、剪断抵抗等の相異に基因するものであり、特別な対策を講ぜぬ限りこれを防止することは極めて困難にして、殆んど不可能に近いといわざるを得ない。而して嘗て山崩れを生じた所と暑条件を同うする未崩壊地は現在尚各所に見られるから、今後も亦山崩れを生ずる危険が多い。

然らばこれに対して如何に處すべきかとゆうに、最も可能性あるものはその被害を最小限に喰い止めることであり、出来ればこれを活用することである。即ち適切な砂防ダム、床止工等はB型山崩れの防止に相当な効果が期待され、特に山津波並に洗掘の害を防ぐに有効であろう。而して山崩れのヨナ質土はその粒度より見て、洪水時には殆んど途中で沈積することなく、大部分が河口まで掃流される程度のものであることは阿蘇の砂防並に白川の治水上極めて留意すべき点であると共に、一步進んで干拓造地への積極的な目論も亦可能ではなからうか。

本課題はヨナの土木工学的性質に關する筆者の研究の一部をなすものにして、昭和32年度幸にも文部省科学研究費が交付され、こゝに一応の成果を収めることが出来たが、今後も更に調査研究を続け一層の成果を挙げたいと考えている。

参考文献 ① 園田頼孝：阿蘇特殊土地帯の路床土に就て、才3回日本道路会議論文集，昭和31.6.