

# 10. 1953年7月26日の早雲山山津波の調査

地震研究所 { 岸上冬彦  
小坂丈予

(昭和28年11月24日発表—昭和29年12月28日受付)

1953年7月26日箱根早雲山において山津波が発生し、人員及び建造物に対して相当の損害をあたえた(第1図)。我々は7月29日、31日、8月5日及び11月11日に現地を調査する機会を得たので、その結果を報告する。

## 1. 当時の概要

相当長びいていた1953年の梅雨期が終つて数日後の8月24日、25日頃から小規模な地じりが頻発して居た模様で、下流の強羅附近においても雷鳴の如きひびきが時々きかれていたが、26日午前10時20分頃突然大音響とともに早雲溪谷(須之沢)上流から大量の湿潤粘土及び岩石塊よりなる山津波が起つた。これ等の土石流は上流地域に設けられていた地じり防止用の砂防堤数箇を一挙に破壊して流れ下つたが、途中でその一部が分流して須之沢溪谷北岸の崖上にたてられていた

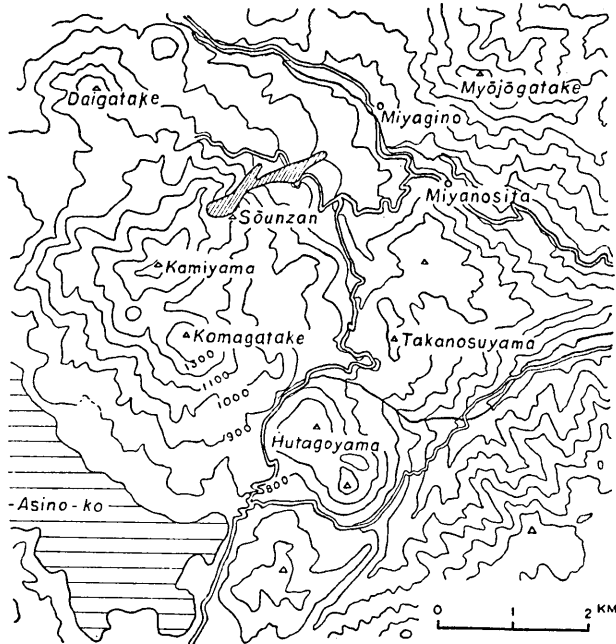


Fig. 1. Map of Sounzan and environ earth-flow.

寺院の本堂並びに附属建物を全半壊し、死者10名、負傷者16名を出したのを始め、強羅水道の浄水池、同送水管等の施設を破壊した。一方溪谷沿いに流下した土石流の本流は、更にその下流の道路約150mと、その中間にかけられた早雲橋とを埋没し、さらに流れ下つて宮城野村二ノ平部落近くまで達した。土石流の総延長約2km、最大幅約150m、流出岩石粘土流の容量は約700,000m<sup>3</sup>と推定された(第2図、第3図)。

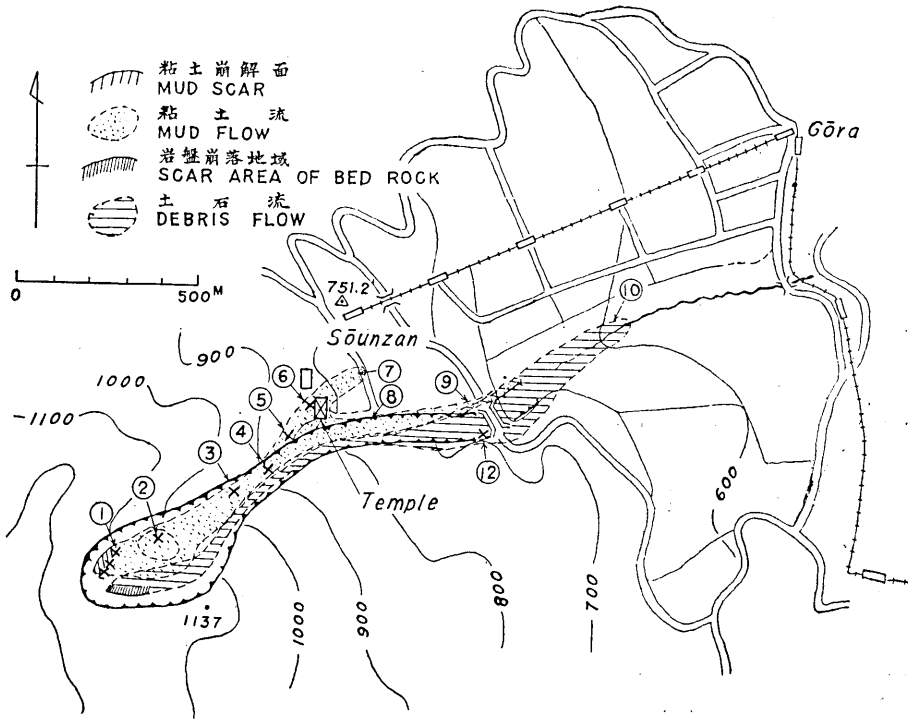


Fig. 2. Map of Sounzan earth-flow.

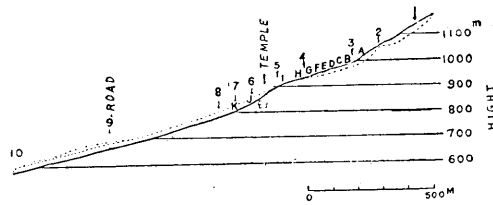


Fig. 3. The Profile of the earth-flow.

## 2. 被災地域の地形変化

今回の山津波は早雲山の最頂部に近い、東側斜面、須之沢と呼ばれている溪谷の最奥の標高約 1150 m の地点の絶壁における粘土塊及び岩盤の崩落にその端を発した様である。これらの結果は灰青色の火山性粘土よりなる粘土流と、安山岩の大塊を主体としてこれにわずかの赤褐色の泥土を混じた岩石流との 2 つの流れになつて、溪谷に沿つて東方に流下したのである。崩落起点は早雲地獄と称せられ、相当活発な噴気孔もあり、温泉も湧出している荒廢地帯で、崩落前にはかなりの量の火山性粘土の堆積があつたと考

えられる。その上この付近は山腹傾斜も甚だ大きく、約  $40^\circ$  にも達している所もある。発生したこれ等土石流は、この急斜面を約 700 m (高さにして約 300 m) 流下し、寺院の上手の溪谷の狭隘な曲折部にぶつかって溢出し、その溢出支流は、ちょうどその真下にあつた寺院の建物の大部分を破壊し去つて、その約 200 m 下の道路上で停止した。末端の幅約 10 m, 厚さ約 3 m であつた (第 2 図 ㉗, 第 11 図)。

一方溪谷の狭隘部を通過した岩石粘土流の本流は次第にその幅を増し、溪谷をうづめて流れ下りその約 500 m 下流を横切る道路とコンクリート橋梁とを押しこれを全く埋没してしまつた (第 2 図 ㉘)。その少し下流において土石流は最大の幅 (約 140 m) を示している。

さらに流下した土石流は、次第に密になつて来た森林中で停止した。その末端の幅は約 20 m, 厚さ 6~8 m であつた (第 2 図 ㉙)。

事件発生 3 ヶ月後の 11 月 11 日の調査の際はこれ等の様子が大分変化した (第 4 図)。即ち前回には溪谷上流地域に多量に堆積していた粘土流、岩石塊などがほとんど流

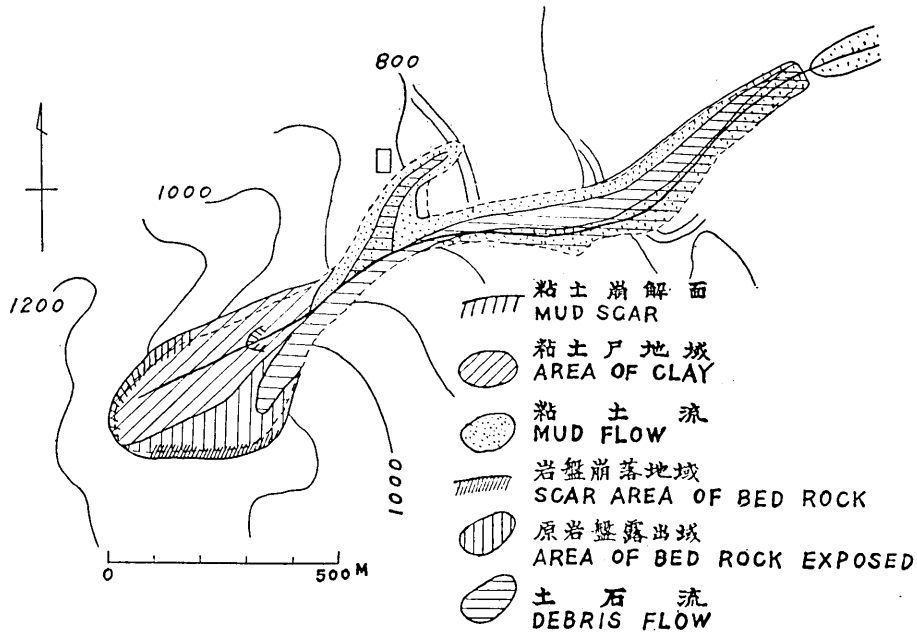


Fig. 4. Map of the earth-flow after three month.

れ去り、上流約 500 m にわたり完全にその地肌を露出させてしまつた。それに引きかへて下流の土石流は次第にその厚さを増し、末端附近において約 3~4 m の増加を示している。又、粘土流の移動により、その青灰色粘土の大量が岩石塊を覆い、両者の区別をほとんどなくしてしまつた。地変当時土石流により分断されてしまつて、その流路も判然しなかつた溪谷沿いの水流も次第にまとまつて大きな流れとなり、土石流中を深く解析

して、新しい溪谷を形成しつつあつた。更に、この流水は、土石流末端部からその下流にむかつてきかんに粘土粒子を運び去り、この2次的の灰色の粘土流は600m下流の早川にまで達していた。

7月より11月に至る間のこのような変化は急激に行われたものではなく、最初の大山津波以後は、その後数次にわたりくりかえされた小規模な崩落、及びその間の雨水や流水による運搬により行われたもので、最初のような大規模な山津波はもはやくりかえされなかつた。

次に多少問題を含む個々の地点につき詳述する。

a. 崩落起源地点(須之沢最上流部) (第2図①, 第5図)

早雲溪谷最上流部にあたり、早雲山山頂の直下にすり鉢状の絶壁でかこまれた噴気孔のある地区があり、東側だけが下り斜面になっている。この絶壁の北半部が青灰色粘土層の新しい断面を露出して居り、大量の粘土塊の崩落が想像された。この絶壁の下にはかつてその上部に繁茂していた樹木が根こそぎになつて、折り重なつて落下している。なおこの粘土崩落跡の絶壁中腹のわれ目からは、相当高温、酸性の温泉水が湧出している。(後述)

噴気孔は数箇所あり、弱く水蒸気を噴出しているが、その噴気温度は最高92°Cであつた。

絶壁の南側正面には大量の岩石塊の落下が見られ、附近に散乱する巨大な岩石塊の表面には崩落の激しさを物語る多数の擦痕を残していた(7月29日)。

これら2つの崩落地点のそれぞれから明瞭に2つにわかれた北側の青灰色粘土流と、南側の茶褐色岩石流とが東方下流に向つて延びている。

当地点の傾斜は7月29日には約40°であつた。

b. 途中のテーブル状台地(第2図②, 第6図)

最上流起源から約50m下つたところで、勾配のゆるやかなところを生じた。この部分に崩れた土砂を一時せきとめた形で、多量の粘土層の堆積が見られ、わづかに平坦な地形を作つていた。堆積している粘土は灰青色、灰緑色、白色など各種の色を呈し、かつ多量の水分がこれと混和して、泥ねい状となつていた。この泥沼のところどころに噴気孔があり、そのうちのあるものは噴気温度85°C、微量のH<sub>2</sub>Sを検出した。

この堆積は3ヶ月後には全く切り落ちていた。

c. 溪谷中流の噴気孔(第2図③, 第7図)

前の地点より更に約250m下流の、溪谷南側斜面の赤褐色岩石流の辺縁部に2-3箇所の相当強い噴気孔があり、盛んに水蒸気を噴出していた(7月29日, 31日)。この噴気孔は11月調査の際は、その附近に堆積していた岩石流の下方移動によつて、気孔を覆つていた岩石塊が総て除去されて、完全に露出したためか、前にも増して強力な噴気音とともに水蒸気を放出していた(11月11日)。又7月, 8月調査の際は、この附近ではその時の粘土流の表面より約10m程高い兩岸の面に粘土流のはつきりした通過あとが印されて居り、山津波当時の粘土流の厚さの如何に大きかつたかを推察することが出来た。なおこの附近でも依然として粘土流と岩石流との区別は明瞭であつたが、11月にはそのいずれもが全く流し去られて、溪谷底の岩盤を露出していた。テーブル状台地からこの附近までの傾斜は大体35°で、相当大きなものであつた。同地点の流

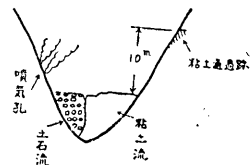


Fig. 7. Cut of the earth-flow.

水は大分稀釈されてはいるが、なおやや温度が高く酸性であつた。(後述)

d. 急崖途中の地入り現場 (第2図④)

それより約100m下流の寺院上手の溪谷北岸において、岩塊を含む粘土層からなる壁面が、その中腹に通じている小道を載せたまま、溪谷中に沁り落ちつつあるところを目撃することが出来た(第8図)。7月29日現在。しかしその2日後の7月31日には、その道路はすっかり崩落し去り、そこは全く通行が出来なくなつていた。この地点で採取した粘土からは後述する Montmorillonite の特に多量の含有を認めることが出来た。沁り面から湧出している水はいくらか酸性であつたが、温度は低かつた。

e. 寺院裏の急崖 (第2図⑤)

更に約100m下ると寺院裏の高い崖に達する。この附近は溪谷上流からほとんど真直ぐに下つて来た谷が曲折する部分であり、その上兩岸の崖がせまつてこの溪谷中最も狭隘な地形を呈している。上流から直線的に急速度で流れ下つて来た粘土流、岩石流の両者がこの地点を通過するにあつて、互にはげしくぶつかり合つて混和し谷に満ち、溢れた部分が20mある崖を乗り越して寺院を襲つたものと考えられる(第9図)。それ故寺院を破壊した土石流は灰青色粘土流の中に巨大な岩石塊を多数含んでいた。

f. 寺院破壊現場 (第2図⑥)

寺院本堂はその屋根を残してほとんど原形をとどめないまでに破壊された。この附近の土石流の厚さは3~5mあつて、遭難者の発掘作業は困難していた。寺院北西にあつた水道浄水池は約半分埋没し、送水管が切断された(第10図)。

g. 寺院裏崖下の土石流本流 (第2図⑦)

この附近の粘土は7月29日調査の時は未だ多分に湿潤して居り、青灰色を呈し、しかも相当高温であつたため、その表面から立ちあがる水蒸気によつて附近一帯が煙つて見透しが悪いほどであつた。それが7月31日にはすでに非常に乾燥して居つて、そのため粘土はほとんど白くなつてしまつていた。それ故津波発生当時の粘土流は8月5日採取測定した粘土の含水率よりもはるかに多いものであつて、その流動限界を充分越えていたであろうと想像される。

### 3. 地 中 温 度

粘土流は、流下3日後の7月29日に至つても、広範囲にわたつて未だ相当高温であつた。またその後の粘土流の乾燥の速いことや、その温度の降下工合などから見て、事

第I表 粘土流内の地中温度

Ground temperature in mudflow.

(気温 22°C) July 29

測定場所	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
地中温度 °C	50	51	36	44	53	72*	53	64	49.5	58	24
崩落起点よりの距離 m	250	310	340	380	410	450	480	540	600	720	940

\* 深さ約30cmで測定

件当日の粘土流の温度は更に一層高温であつたと考えられる。これは今回の地変の原因を考察する上からも、重要な一つの事柄と思う。測定場所は現在の噴気孔や温泉から与えられる熱の影響をさげ、粘土流そのものの温度を計るため、これらの周辺を出来るだけよけて、上流より早雲橋附近までを約 50~100 m おきに測定した。結果を第 I 表にかかげる。測定点 A~K は第 3 図に示す。温度は粘土層内深さ約 15 cm で、値は同一点で得た最高値である。

粘土流内のところどころに、その表面が階段状になつているところがあるが、その地域の地中温度をこまかく測定したところ、その突出部は比較的低温であり、低くくぼんだ部分はこれにくらべて高い温度であつた。第 12 図に E, F 両地点間における測定の結果を示す。これは粘土流冷却のさい、突出部から放熱されたための現象ではないかと考えられる。

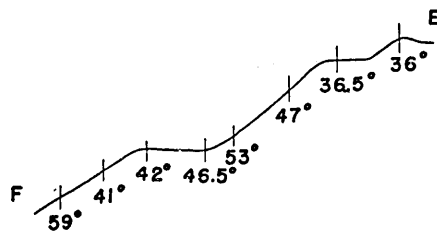


Fig. 12. Temperature observation under the surface of earth-flow.

#### 4. 本地域の流水の pH 及び温度

当地区内における湧出水、流水を数ヶ所で採取調査した結果、上流では相当高温酸性であつたが、土石流下方ではすでにほとんど稀釈されていた。測定し得た水温及び pH を次表に示す。

第 II 表 当地区内地気温度及び pH  
Temperature and pH of surface water in the vicinity.

採水地	1	3	4	12
pH	2.4	3.4	6.1	5.6
水温 C	52	30	9	11

#### 5. 本地域に分布する粘土

今回の事件において、この地域一帯に分布する火山性粘土が山津波の原因の有力な一つとして挙げられる。現地において特に地中、山津波の発生にあづかつたと思われる数ヶ所の粘土を採取して帰り、2~3 の方法を用いて同定をこころみ、Montmorillonite の存在を確認した。その結果を簡単に記述する。

##### a. X線粉末写真

得られた廻折線は微弱で、かつ背面のかぶり強く、甚だ不鮮明であつたが、これから読みとり得た値は次表の如きものであつた (第 III 表)。

第 III 表 青灰色粘土の X 線粉末写真  
Xray powder photograph of  
bluish-gray clay.

d Å	I
16.2	6
4.38	10
4.02	8
2.50	4
1.49	5

d: 格子面間距離

I: 廻折線比強度

b. 示差熱分析

下図の如き示差熱分析曲線を得られた。500°C 附近の発熱ピークは不純物として混入している硫化鉄のためと考えられる (第 13 図)。

c. 化学成分

採取粘土の原土の化学分析を行つた。その総化学成分は次の如くである (第 IV 表)。

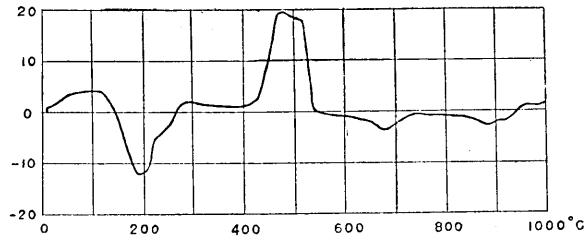


Fig. 13. 青灰色粘土の示差熱分析曲線  
Differential thermal curve of bluish-gray clay.

第 IV 表 青灰色粘土の総化学成分  
Chemical composition of bluish-gray clay

成 分	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O
量 重 %	46.65	18.32	7.79	n.d.	3.11	2.58	0.50	0.25

H <sub>2</sub> O+	H <sub>2</sub> O-	TiO <sub>2</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	MnO	Total
6.66	13.54	0.27	n.d.	0.05	99.72

## 6. あとがき

a. 山津波発生の地形的環境

当地域は火山噴気による荒廢地帯で、多量の火山性粘土と巨大な岩石塊が混在し、その上、山腹の傾斜も甚だ急であつて、もとより非常に不安定なところで、この地形的な条件が今回の山津波発生の大きな原因の一つに数えられる。

b. 直接の誘因

この年の異状に長くかつ大雨の多かつた梅雨も今回の地変の有力な原因の一つである

う。長雨によつて山津波発生点附近の安山岩の大塊を膠着して支えていた青灰色粘土が、多量の水を得て膨潤し滑り易くなつていたにちがいない。この様な山崩れや地じりに、降水量の多かつたことは、しばしばその原因として挙げられている<sup>1)</sup>。

又、現地は末期的ではあるが火山活動を継続している地域で、ことに崩落発生地附近では、温泉の湧出や、噴気孔もあり、また粘土流が広い範囲にわたつて高温であつたことなどは、今回の地変が普通の荒廢地山崩れにより発生した山津波とは趣をこととして居り、これらの火山活動が地変発生の原因と全く無関係であるとは考えにくい様に思われるのである。

しかし一部に伝えられた様な、鳴動をともなう微動が当時頻発しこれが今次崩解の一因となつたと言う説については、前年の1952年11月頃箱根附近一带にこの様な現象があつたことが報告されているが<sup>2)</sup>、今事件の前後にはその様な事実は確認されていない。

なお最近1~2年の間に、早雲山裏側の大涌谷一帯の噴気、温泉などの活動が一般に活発になつて来ていたことは事実である。

#### c 当地域に分布する粘土の鉱物組成

調査試験の結果、当地方に分布する粘土中には相当量の Montmorillonite を含有していることが解つた。Montmorillonite は粘土鉱物中でも特に膨潤度が高く、その存在は地じり発生要因として甚だ有力である。従来までも我が国の大きな地じり地域の幾つかでこの Montmorillonite を主体とする粘土を産していることが知られている。

終りに本研究を実施するにあつては援助された那須信治所長、森本良平助教授、國府谷盛明氏、並びに示差熱分析の装置の使用をゆるされた東京教育大学の須藤俊男教授に感謝申上げる。なお調査研究にあつては、筆者等にそれぞれ交付せられた文部省科学研究費に負うところ大であつた。

## 10. *Earth-flow on July 26, 1953, at Sōunzan, Hakone.*

By Fuyuhiko KISHINOUE and Jōyo OSSAKA,

Earthquake Research Institute.

The earth-flow of 1953 at Sōunzan was studied, and the results are summarized as follows:

1. The earth-flow reached about 2 km distant eastward from its source with a maximum width of nearly 140 m, and the total volume of flowed earth and stones was estimated at 700,000 m<sup>3</sup>.

- 1) 飯田波事 地震研究所集報 16 (1938) 658.  
R. P. Sharp and L. H. Nobles, "Mudflow of 1941 at Wrightwood, Southern California," *Bull. Geol. Soc. Amer.*, 64 (1953), 547-560.
- 2) 中央気象台地震課 横浜測候所発表の速報印刷物による。



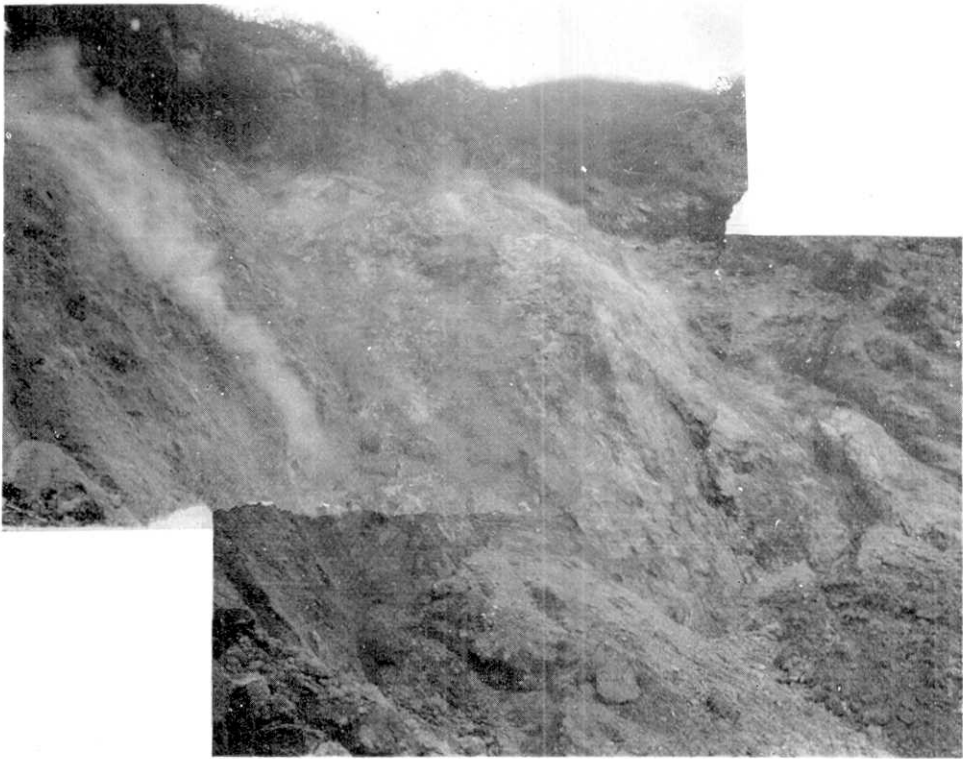


Fig. 5. The Scarp of the earth-flow.



Fig. 6. Step-like deposition of the earth-flow photographed from the scarp.



Fig. 8. Earth-flow in progression.



Fig. 9. The grey mud flow (right) and the debris flow (left).



Fig. 10. The collapsed temple (wooden building).



Fig. 11. The end of the flow below the temple.

2. Damage done was 4 buildings totally- or half-destroyed (including a temple, 1 bridge and 1 service-water line), a road buried under the flow over a length 120 m and 26 persons killed and wounded.

3. The flow was originated by copious earth-fall at the head of Soun Valley, and turned downstream into bluish-gray mudflow and reddish-brown debris flow.

4. The destruction of the temple was caused by mud and rocks flooded at the turning point of the valley.

5. Remarkable changes were found through further surveys carried out three months later. Most parts of the mudflow had been shoved far down by the river current of the valley.

6. As late as two days after the event, the flow mud to a great extent stayed at high temperatures.

7. Running water on the flow had a temperature as high as 52°C and an acidity of pH 2.4 soon after the event.

8. Existence of a considerable amount of montmorillonite in the flow mud was corroborated by X-ray, thermal and chemical analyses.

9. From topographical and geological points of view this locality seems to be subject to frequent land-slides.

10. The immediate cause of the earth-flow may be contributed to the abundant amount of the seasonal rainfall that year, as well as to volcanic phenomena, such as gas exhalation and gushing of hot springs.

---