

昭和41年9月豪雨による足和田村土石流について
—地形学による調査研究—

岡 重 文* 桂 島 茂*

Topographic Investigations for Debris Flows Occurred by the Heavy
Rain in Ashiwada -mura District

By

Shigefumi OKA & Shigeru KATSURAJIMA

Abstract

Much landslide and debris flows took place by the heavy rain on the 15th September, 1966 in Ashiwada -mura district, Yamanashi Prefecture.

The writers studied on topographic features of the landslide and debris flows from the field survey and topographic map (1:5,000 on scale) using aerial photographs taken soon after the heavy rain.

As a result, the followings are considered :

- 1) Landslide is generally on a small scale, and the slide plane is found inside of the subsurface soils.
- 2) Debris flows occurred in the area are a mass-flowage of colluvial deposits, which formerly filled the bottom of valleys, by suddenly increasing its volume of river-water by the heavy rain.
- 3) New fan deposits are formed of the above-mentioned mass-flowage at the outlet of valleys and houses situated at the top of fan area were damaged.

The cause of occurrence of debris flow is also discussed in detail in this paper.

要 旨

山崩れ発生地帯における風化地形調査の一環として、山梨県南都留郡足和田村の崩壊と土石流について調査を行なった。地域内の崩壊は、昭和41年9月25日の台風26号による集中豪雨によって、新第三紀(中新世)層の西八代層群からなる山地の崩壊によって土石流が発生したので、崩壊の形態と土石流の発生状態を明らかにするため、崩壊の分布形態と谷の横断面形を測定・調査した結果

(1) 地域内の崩壊は、小規模な表土の崩れが大部分を占めている。

(2) 崩壊は植生と関係なく崩れている。

(3) 土石流の供給源は谷底堆積物と崖錐などの、土砂・礫が大部分を占めている。

(4) 扇状地に押し出した土石流に混じる巨大礫(1.5m×1.5m×1.5m以上)は、過去に繰り返し発生した土石

流によって、扇状地付近まで運搬され、谷底に埋積していた礫である。

(5) 今回の崩壊によって新たに生産された巨大礫は、崩壊地付近に堆積している。

1. 緒 言

昭和41年9月25日、台風26号が、山梨県南都留郡足和田村を通過するさいに、台風に伴う集中豪雨により、扇状地の上にあった根場・西湖部落に大きな被害をもたらした。被害は部落の北側に連なる十二ヶ岳・鬼ヶ岳を水源として、部落に流れ込む三沢川・本沢川の土石流により、死者81名、行方不明13名、重軽傷者93名、全壊・流出家屋77戸におよび、根場部落で9割以上、西湖部落では半数の家が全壊・流出した。このように大きな被害を起こした土石流について、災害直後に現地踏査をし、大崩壊が見られないのに多量の土石が押し出したことに注目し、土石の移動量をそれぞれの沢で調査した。

西湖・根場部落を流れる三沢川・本沢川は、災害直後

* 技術部

より復旧工事のために、災害時の状態が破損されて調査が困難であったが、両河川のほぼ中間に位置する大入の沢は、人畜に被害がなかったので、災害時の状態がよく保存されている。そのために大入の沢の崩壊調査と、谷の横断測定を行ない、土石流の収支計算を行なった。参考として、その他の谷についても横断測定を実施した。調査は昭和41年12月・42年3月に地形調査と横断測定、昭和43年3月に補備調査を行なった。

2. 位置・交通

調査地は第1図のように山梨県南都留郡足和田村のうち、西湖の湖畔から北側の山地一帯で、南北2km、東西4kmの約8km²の面積である。

中央本線新宿駅より約2時間、大月駅で乗り替えて富士急行電鉄で約1時間で河口湖駅に着く。駅より西湖行きのバスで約30分で終点の西湖の湖畔に着く。東湖畔に

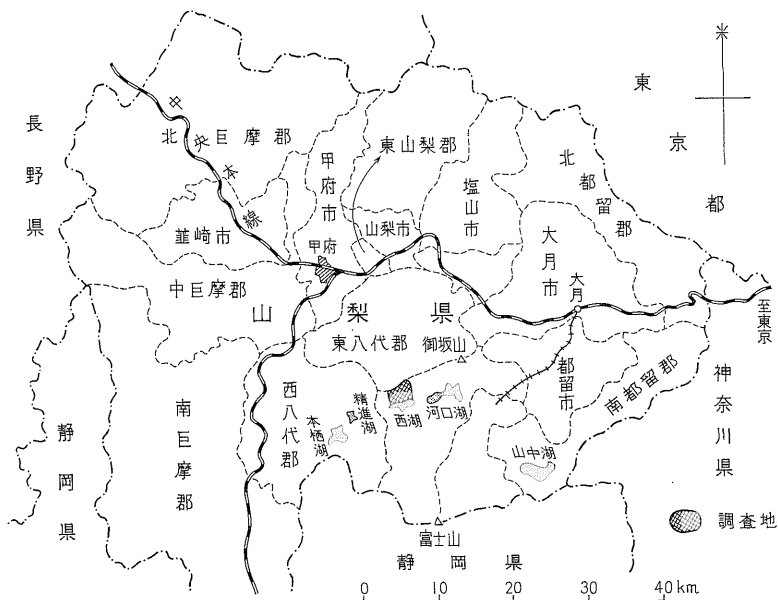
ある西湖部落から、湖の北岸に沿って約4km行くと根場部落があり、西湖と根場部落の間が調査区域である。

3. 調査方法

調査は東端の三沢川から西端の本沢川までの間の沢を、30m~200m位の間隔で下流から上流まで谷の横断面形を実測した。同時に地形・植生・礫の堆積状況を調査し地元民の記憶などにより、災害前の谷の横断面形を推定し、新旧断面形の相異と谷の形状から、侵食・堆積の土石量を計算した。

崩壊については、崩壊の形態を調査し、踏査困難な箇所については航空写真判読と遠望によって、崩壊面積と深さを決めて崩土量の計算を実施した。使用した航空写真と地形図の使用目的および方法は第1表に示した。

また節理・層理を測定し、lineament および崩壊との関連性について調査した。



第1図 位置図

第1表 使用した航空写真

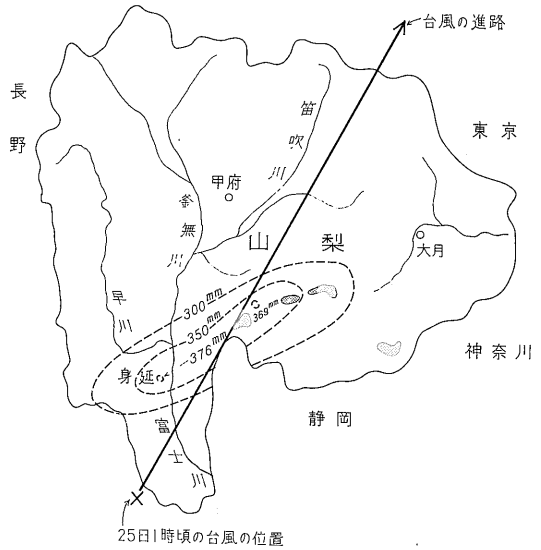
撮影年月	計画機関	縮尺	図化縮尺	使用図化機	利用方法・目的
昭和 22-9-16	米 軍	1/40,000	—	—	地形 lineament 判読
” 32-10-16	国土地理院	1/20,000	—	—	地形判読
” 40-5-8	林 野 庁	1/20,000	1/5,000	ケルシプロッター	地形判読・lineament の判読
” 41-9-27	アジャ航測KK	1/10,000	1/2,500	B 8	崩壊地形・河床変動状態判読
” 41-12-3	防災センター	1/2,000	1/5,000	B 8	地形判読・地形計測

昭和41年9月豪雨による足和田村土石流について（岡・桂島）

調査項目と担当者は次のとおりである。

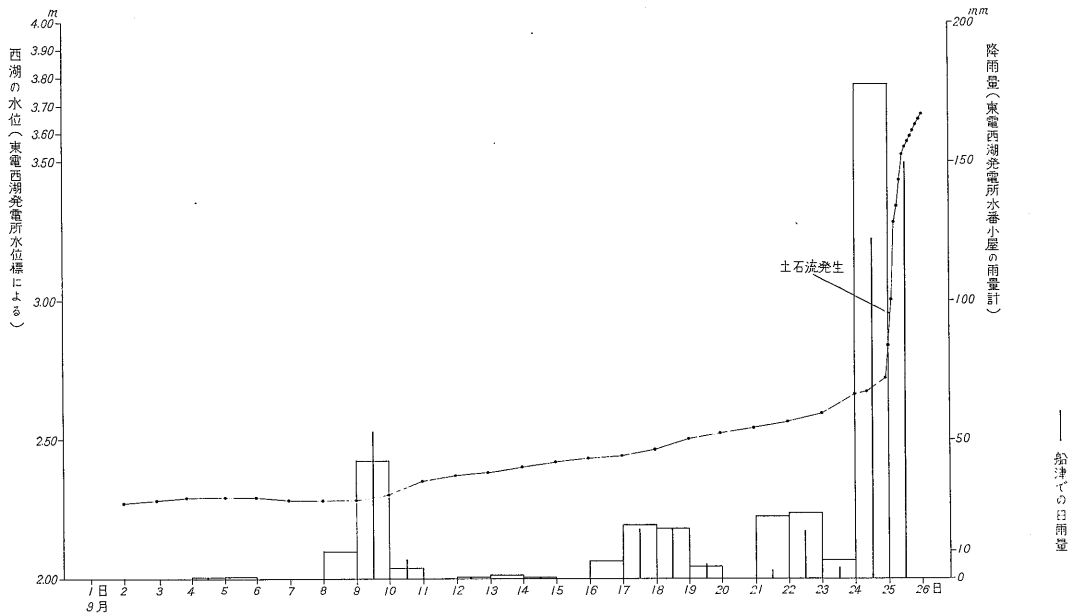
谷の横断測定	岡 重文・桂島 茂・橋本 尚幸
	窪木 時雨郎
節理の測定	岡 重文・桂島 茂・星野 一男
写真判読	岡 重文・桂島 茂
航空写真図化	桂島 茂
土量計算	桂島 茂
地形調査	金子 政利
地質	大和 栄次郎

なお、調査に際しては、環境地質課黒田和男技官より終始御指導をいただき、また崩壊について都立大学助教授町田洋氏より現地において多くの助言をいただいた。また調査中は足和田村役場より資料と種々の便宜をはかっていただき、東京電力西湖発電所・船津気象官署より多くの資料をいただいた。ここに記して深く謝意を表す。また本調査の主目的である移動土石量の測定については、災害発生前の谷の形状・植生などを、西湖部落の渡辺多一郎氏より現地において具体的に指摘していただいたので、より正確な土石量の計算が実施できた。同氏の御協力に深く謝意を表す。



25日1時頃の台風的位置

第2図 台風の進路と総雨量曲線図



1. 水位の上昇は降雨より少し後れて現われてくるが、24日22時～25日8時まで水位が急激に上昇したのは、集中豪雨によるもので、25日2時以降は降雨が減少していることから、24日22時～25日4時までの降雨によることは明らかである。
1. 25日の降雨量は水番小屋では未観測である。
1. 船津観測所の降雨量を参考として記載した。

第3図 西湖水位上昇曲線と降雨量

地質調査所月報 (第22巻第4号)

極値表

第2表 風雨特別報告抜粋

気象官署：船津測候所

観測種目		観測値		起時
気圧	最低	880.4 (mb)		25日 01時 40分
風	最大瞬間	風向 SSE	風速 24.7(m/s)	25日 01時 40分
	風向順転	風向 SSE	風速 40.1(m/s)	25日 01時 42分
	又は逆転	順転	風速(10m/s)以上の持続した期間	25日 00時 30分 から
		(NE-E-SW)		25日 02時 50分 まで
雨	総降水量	267.3 (mm)		23日 12時 50分 から 25日 06時 40分 まで
	日降水量の最大値	148.9 (mm)		25日 24時 まで
	1時間降水量の最大値	82.8 (mm)		25日 01時 40分 まで
	10分間降水量の最大値	22.7 (mm)		25日 01時 22分 まで
雪	積雪の深さの最大値	— (cm)		一日一時一分
	新積雪の深さの最大値	— (cm)		一日一時一分

毎時観測表

日	時	気圧 (mb)	気温 (°C)	蒸気圧 (mb)	湿度 (%)	風向 16方位	風速 (m/s)	降水量 (mm)	現在天気	全雲量	雲形
24	17							3.8			
〃	18		14.7		97	SSW	2.5	10.3			
〃	19							11.0			
〃	20							12.0			
〃	21	910.4	14.8	14.6	98	ESE	2.8	1.7	61	10	st. Ns
〃	22	909.0	14.6	14.5	99	S	1.5	3.5	63	10	st. Ns
〃	23	905.6	17.2	16.7	95	SSW	3.7	21.3	65	10	st. Ns
〃	24	899.4	18.8	17.7	90	ENE	7.3	21.0	65	10	st. Ns
25	1	899.0	19.2	20.5	92	NE	12.8	35.4	61	10	st
〃	2	870.4	21.3	20.4	81	S	18.2	68.2	65	10	st
〃	3	901.1	19.9	20.3	90	SW	9.2	4.2	61	10	st
〃	4	902.6	20.0	20.4	87	W	6.0	0.3	61	10	st
〃	5	906.1	21.0	22.2	89	WSW	6.3	3.0	61	10	st
〃	6	907.4	21.5	21.1	82	SSW	5.0	0.0	61	10	st. Ns
〃	7							0.2			
〃	8							0.1			
〃	9	908.3	22.5	21.3	78	WSW	4.8	0.3	80	10	C, At, Cs
〃								0.2			

昭和41年9月豪雨による足和田村土石流について（岡・桂島）

4. 災害発生の経過

昭和41年9月23日硫黄島の南東約800kmの海上で発生した台風26号は、中心示度982mbで24日には中心示度960mbと強まり、その頃山梨県下では4~5mmの降雨があった。

台風は24日の24時には静岡県御前崎付近に上陸し、北上して25日1時頃には山梨県との県境に達した。その後台風は北東に進み、1時30分頃には災害地の西方2km付近の上九一色村を通り、25日2時頃には山梨県を通過している。船津気象官署と甲府地方気象台では、25日1時40分頃に最低気圧を観測し、風速は船津で瞬間最大風

速、40.1m、台風速度70km/hであった(第2図第2表参照)。降雨量は船津と西湖東岸にある東電西湖発電所取水口の雨量計によると第3図のとおりである。

現地では21日・22日と降り続いた雨は23日には1時こやみになったが、24日には台風の接近に伴い、ときおり強い雨になった。夕方から夜にかけて雨は一層激しくなり、25日0時頃には南からの強い風雨となった。0時から1時にかけては一段と激しい豪雨となり、「バケツの底がぬけたよう」に降り雨音のために近くでの話し声も聞こえぬほどであった。

1時10分頃には、根場・西湖部落のそれぞれ東側を流れている本沢川・三沢川が氾濫し、川の近くの家では

第3表 台風26号災害概況抜粋（足和田村役場調査）

林業被害				農業被害			流出土砂量		
区分	面積・数量 個所数	被害の程度	被害額 (千円)	種別	区分	被害面積	被害金額 (千円)	沢名	土砂量 (m ³)
区有地	44ヶ所	崩壊	1,012,970	水	稲	3ha	1,500	三沢川	約15万
県有地	51ヶ所 5ha	〃	750	雑	穀	15	700	東入川 (よどの沢)	〃5万
民有地	10ha	〃	1,000	野	菜	5	2,000	本沢川	〃20万
立木被害	700m ³	流出倒伏	2,296	果	樹園	1	300	西入川	〃25万
薪炭被害	2カ所	流失	2,124	飼	料作物	10	500		
しいたけ・なめこ	125m ³	〃	860	桑	園	30	1,500		
計			1,020,000	農	地	17カ所	1,400,000		
土木被害（調査区域のみ）				農	業用施設	4カ所	14,000		
2級河川		普通河川		家	畜	18頭	2,700		
延長 (m)	被害金額 (千円)	延長 (m)	被害金額 (千円)	計			1,423,200		
632	79,247	1,729	172,283						

死亡・行方不明者・負傷者数（調査区域のみ）

部落名	人口 (人)	死亡・行方不明別			負傷者		
		死亡 (人)	行方不明 (人)	計 (人)	重傷 (人)	軽傷 (人)	計 (人)
西湖	513	31	0	31	29	26	55
根場	235	50	13	63	26	12	38

住家の被害（調査区域のみ）

部落名	全戸数 (戸)	全壊・ 流出家屋 (戸)	半壊・ 半焼家屋 (戸)	床上浸水 (戸)	床下浸水 (戸)	被害戸数 (戸)
西湖	93	45	7	19	10	81
根場	41	32	5	4	0	41

「寝ていたら畳の上に水がきた」「土間に水が流れ込んだので、いそいで服を着ている間に畳が浮びだした」というようにきわめて短時間のうちに川の水位が高くなった。少しすると扇頂部より扇面一帯に水が溢れたので、暴風雨のなかを多くの人達が西側の高い家の方に避難したのが、1時20分頃であった。避難の人達が移動している間の1時30分頃に、根場・西湖部落とも一大轟音とともに土石流に襲われた。

根場部落では、部落の大部分の家を押しつぶし、湖まで流れ込んだが、土石流に流されながら、部落の南部にあった火の見櫓につかまって、助かった人も少なくなかった。また部落から湖面まで流されて対岸に泳ぎ着いた人もいる。土石流は一瞬のできごとで、大きな土石流は1回で終わり、その後は急激に水の勢が弱くなった。

西湖部落では、部落の中央を東西に横切る道路付近で土石流は止まり、それより下流には土砂だけが流れている。両部落とも共通しているのは、部落の中心(扇尖部)に土石流の中心があり、災害は扇状地形のほぼ全域(部落の大部分)におよんでいることである。

土石流による災害は第3表のとおりであるが、根場部落では住民の8割もの死傷者をだしているのが特に注目される。一夜明けて見ると、風倒木と家屋の破片で湖面が埋められており、台風の激しさを物語っていた。村役場の報告によると、村内の各河川から土石流となって扇状地に押し出した土石量は、5万m³~25万m³と報告され、このような災害は部落ができてから400年になるが、今までに1度もなかったことで、予想もしていなかったという話である。

5. 地形・地質

調査地の南部は標高900mで東西に細長い西湖があり、北部には東西に走る標高1,600m~1700mの稜線があり、東端の毛無山(H=1,400m)から十二ヶ岳(1,683m)・金

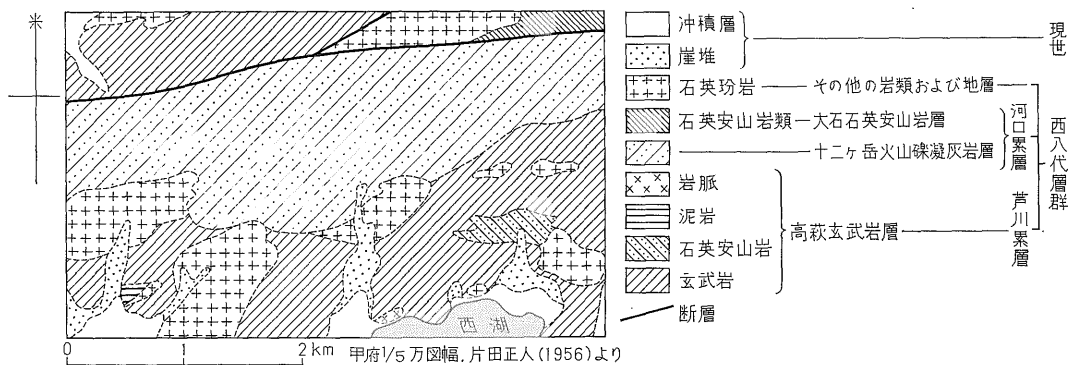
山(H=1,688m)・鬼ヶ岳(H=1,712m)・鍵掛峠(H=1,400m)西端の王岳(H=1,623m)まで、ノコギリ歯状の急しゆんな稜線が続き、特に毛無山から鬼ヶ岳の間の稜線は絶壁状を呈する崖の連続である。

谷頭付近は45°以上の急斜面でV字谷をなし、谷の本・支流には無数の沓が見られる。

山斜面の傾斜は30°~50°で、調査地の北部には東西方向に連続した、高さ5~10mの急崖が無数に発達している。山頂近くの斜面や稜線には露岩が多く、壮年山地の地形を示し、斜面の表土は0.5~1.0m前後で一般に薄く、水系模様は上流では短冊型と平行状で、下流では樹枝状に発達している。河川はすべて北から南へ流れて西湖に集まっているが、谷の出口に当たる湖畔には大小の扇状地形が発達し、特に三沢川・大入の沢では小さな複合扇状地形を形成している。この扇状地形の形成時期は、860年(貞観6年)の噴火による青木ヶ原溶岩流で、石花海が埋められて西湖ができ、ほぼ現在の水位になってから今日までの約1,100年の期間で、繰り返して発生した土石流によって現在の扇状地形が形成されたと考えられる。

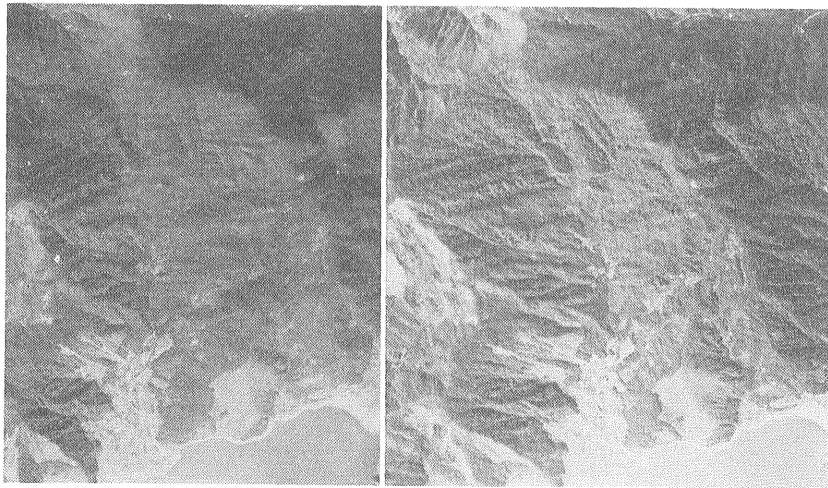
地質は片田正人の1/5万地質図によると、新第三系西八代層群(従来の御坂層群を一部含む)からなり、第4図のように調査地の南部には高萩玄武岩層が広く分布し、湖岸の一部と三沢川中流部に安山岩がある。中部より北部にかけては東西方向に走向をもち、傾斜が70°~90°Nの十二ヶ岳火山礫凝灰岩類(石英安山岩質凝灰岩・火山礫凝灰岩・泥岩・細粒砂岩)が広く分布し、玄武岩の貫入もみられる。高萩玄武岩層の中と、高萩玄武岩と十二ヶ岳火山礫凝灰岩類との間には、石英玢岩の貫入がある。

岩質は玄武岩を始めとしてすべて硬く、十二ヶ岳火山礫凝灰岩(角礫凝灰岩)は節理と層理の発達が良好で、層理面に沿って容易に剝離し、東西方向に急崖の連続する地形を形成している。石英玢岩は節理の発達が良好で、

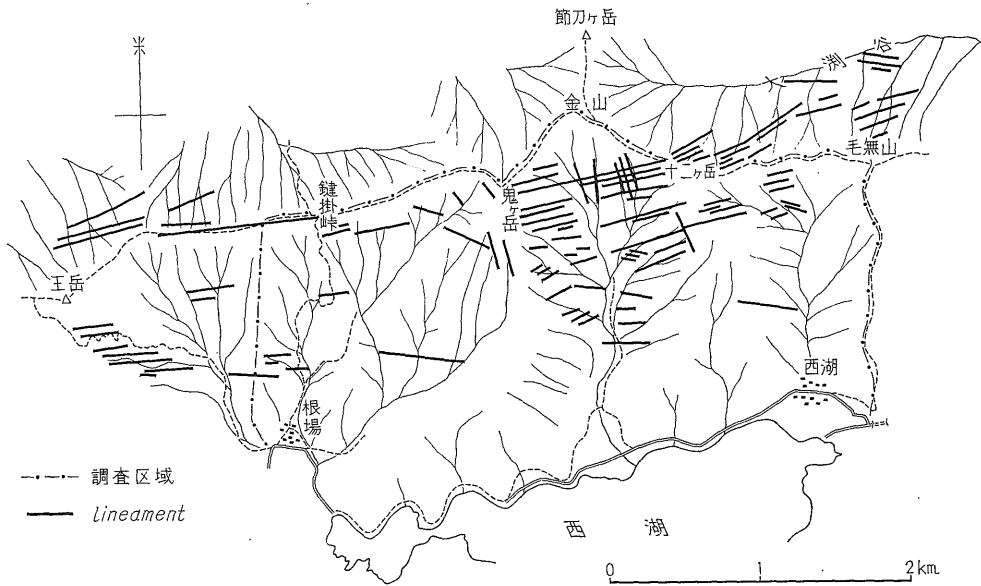


第4図 地質図

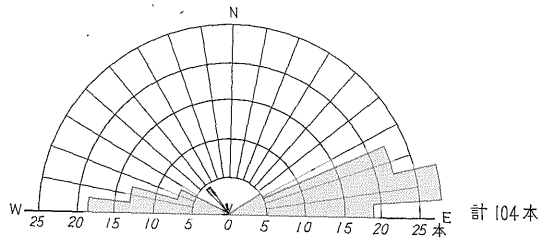
昭和41年9月豪雨による足和田村土石流について（岡・桂島）



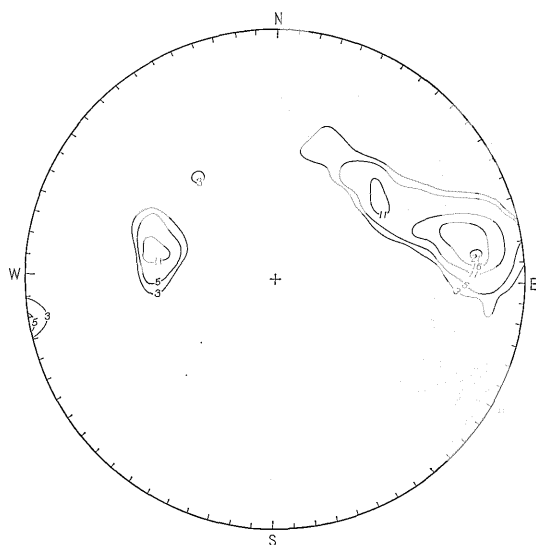
第5図 大入の沢付近の lineament



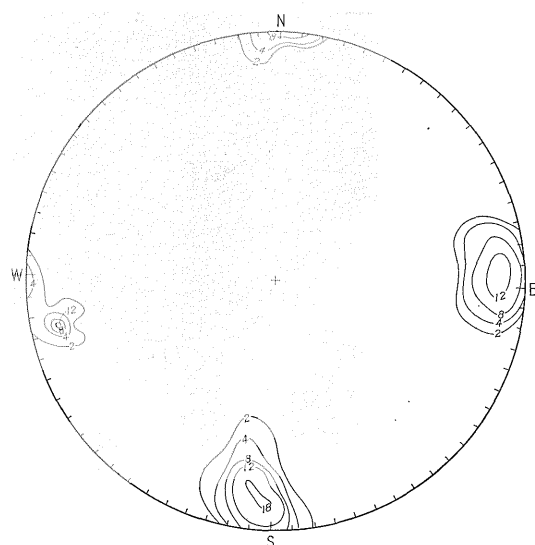
第6図 lineament 図



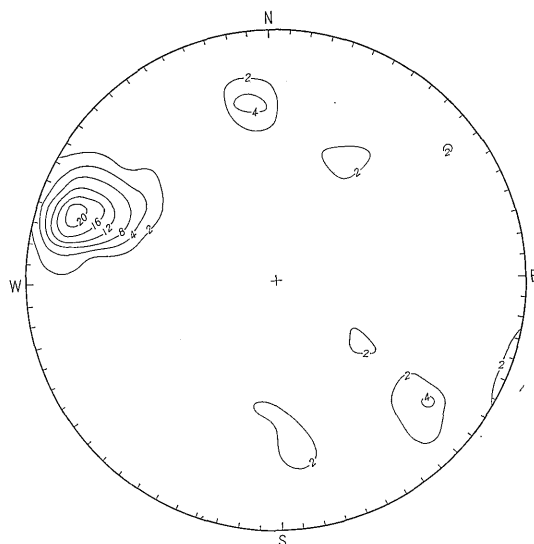
第7図 lineament の半円グラフ



第8図 大入の沢第1断面 (割れ目のステレオ投影)



第9図 大入の沢第2断面 (割れ目のステレオ投影)



第10図 金山沢 (割れ目のステレオ投影)

節理に沿って剝離し崩れやすいが、岩質は硬い。玄武岩は塊状になっていて非常に硬いが、節理のよく発達している個所もある。

6. lineament と割れ目

十二ヶ岳火山礫凝灰岩類はほぼ東西に走向を持ち、 $25^{\circ}\text{N}\sim 70^{\circ}\text{N}\sim 90^{\circ}\text{N}$ に傾斜しているが、1947年米軍撮影の1/4万航空写真より lineament を引くと、第5・6図のように大入の沢を中心として総計106本を引くことができる。この lineament の方向を本数によって半円グ

ラフにしたのが第7図で、これを見ると $\text{N}80^{\circ}\text{E}$ がもっとも多く、 $\text{N}70^{\circ}\text{E}$ から EW の間には合計69本で、68% が集中している。

割れ目の測定は第8・9図に示す大入の沢の上流で、ほぼ直交する露頭第1・2断面と、支流金山沢の入口の露頭で第3断面を測定した結果が第10図である。第1・2断面の地質は角礫凝灰岩で、近くに砂岩・泥岩の薄層がある。

第3断面は石英玢岩で近くに凝灰岩・玄武岩の露頭がある。割れ目の測定は露頭面を1m間隔で水平に線を引

き、この線を横切る割れ目を全部測定した。

第1断面は第8図に示すように、NS~N20°W, 60°~80°Wにもっとも集中し、N10°E, 40°EとN40°W, 40°Wがこれに次いでいる。

第2断面は第9図に示すように、EW~N80°W, 70°~80°Nにもっとも集中し、次にSN~N10°W, 70°~80°WとN10°W~N20°W, 70°~80°Eがこれに次いでいる。

割れ目のうちEW系は層理面で割れ目の長さが数mにおよぶことが多い。NS系は節理で層理面とほぼ直交し、傾斜は70°~80°と垂直に近く、時には90°の場合もある。

谷の方向とlineament・割れ目の関係をみると、写真で判読できるlineamentは大部分が層理面で、節理系の割れ目はほとんど判読できない。

層理面が崖線になっている例は多くみられるが、これは層理面に沿って剝離しやすいことを意味している。谷は短冊型になって発達しているが、谷の方向から見て層理・節理の割れ目に沿って侵食されやすいことがわかる。谷が屈折する個所で滝になっている例が多く、また層理面に沿って谷が発達している場合には、山斜面が急傾斜になりやすい。地層の傾斜は70°~80°N前後なので、受盤になる南斜面の崖はオーバーハングしている例がみられる。

第3断面は石英珩岩からなり、割れ目は第10図のようにN20°E, 60°~80°Eにもっとも集中しているが、この割れ目は節理からなり、割れ目の方向と主要な谷の方向は一致している。

以上のことから、大入の沢の上流での谷の方向は、節理と層理に支配されている場合が多く、下流ではおもな谷の方向が節理の影響を強く受けている。

三沢川・よどの沢でも上流では短冊型をしており、大入の沢と同じく谷の発達も、節理・層理に支配されているとみられる。

7. 崩壊の分布形態と地質

従来の資料によると、御坂層は崩れにくい地質であると言われており、岩質的には硬く風化に対する抵抗も強い(局部的に節理の発達によって岩片化しやすい個所もある)。

調査地の崩壊分布は第11図のようになり、三沢川から本沢川までの各流域ごとに地質と崩壊を区分したのが第4表である。表によると角礫凝灰岩地域にもっとも崩れが集中し、石英珩岩がこれに次ぎ、安山岩地域はもっとも少ない。しかしながら石英珩岩の分布地域で、三沢川

第4表 地質と崩壊

川名	地質			
	角礫凝灰岩	石英珩岩	安山岩	玄武岩
三沢川	○	×	●	×
大入の沢	●	○	—	×
よどの沢 (東入川)	●	○	—	×
本沢川	●	○	—	○
湖に面した斜面	—	●	—	×

●…多い ○…普通 ×…少ない

流域以外では多くの崩壊が発生し、面積の割合では角礫凝灰岩より崩壊が多い。三沢川では玄武岩地帯が流域の8割を占めているが、崩れは安山岩地帯に集中している。

以上のことから、今回発生した調査地内の崩壊は、地質による要素が比較的少なく、他の要素に強く支配されていると考えられる。

崩壊の高度別分布を見ると第5表のようになり、調査地域の崩壊カ所441カ所のうち、標高1,100~1,200m付近を中心としてその前後に崩れが集中している。1,100~1,200m付近には湧水が多いと言われているが、一部をのぞいてほとんど確認できなかったため、崩壊と湧水の関係は明らかではない。

崩壊分布図によると、崩れは谷の中流付近より分岐する枝沢の谷頭の直下と凹斜面に集中し、ついで上流の谷頭の直下に多い(谷頭の直下とは、谷の尖端部で谷の傾斜が、急傾斜に変わる点より少し下流で、谷底堆積物が洗掘された状態で、崩壊が始まっている)。また山嶺の凸斜面と凹斜面との傾斜変換点付近にも崩壊が多い(広い意味での谷頭と言える個所が多い)。これは一般に豪雨によって発生する山崩れに、共通した個所でもある。

崩壊の形は一般に溝状で崩壊頭部は幅10m、長さ10m、深さ0.5~1.0mで、Plate24の1のように崖錐と表土が崩れている例が多い。崩土量は10.0m×10.0m×0.5~1.0m位で、大入の沢の崩れ140カ所で5,000~10,000m³位とみられる。例外として基盤岩が層理・節理に沿って崩れている個所もあるが、この場合には崩壊の幅が30~50mと広がっている。

大入の沢の支流で、ささっぱの沢上流部に幅30m長さ50mにわたって、角礫凝灰岩が節理と層理面に沿って崩壊しているのが、唯一の大きな基盤岩の崩壊である。この場合には節理と層理面に沿って巨大角礫の状態でも崩落している。また現在みられる崖の直下には過去に崩落した巨大な角礫が堆積しており、調査地の中部~北部にかけて広く発達する急崖は(第11図参照)過去の崩壊斜

地質調査所月報（第22巻第4号）

第5表 崩壊の高度別分布

標高	三 沢 川			大 入 の 沢			よ だ の 沢			本沢川
	面積 (m ²)	崩壊数	100m×100m 当りの崩れ	面積 (m ²)	崩壊数	100m×100m 当りの崩れ	面積 (m ²)	崩壊数	100m×100m 当りの崩れ	面積 (m ²)
1700m以上				11,100	0		12,600	0	0	
1600 "	14,700	0	0	167,800	5	0.30	98,900	9	0.91	
1500 "	66,000	0	0	228,900	12	0.52	179,100	21	0.17	18,000
1400 "	167,300	11	0.66	273,600	24	0.88	224,400	21	0.94	54,700
1300 "	277,710	10	0.36	293,800	23	0.78	256,200	18	0.70	66,000
1200 "	308,400	16	0.52	394,900	33	0.86	401,300	20	0.50	115,300
1100 "	292,700	15	0.51	383,300	34	0.89	334,000	24	0.72	182,000
1000 "	239,600	3	0.13	332,700	9	0.27	266,900	24	0.90	162,000
900 "	202,000	0		303,100	0	0	146,200	4	0.23	114,000
計	1.6km ²	55		2.4km ²	140		1.9km ²	141		0.71km ²

標高	本 沢 川		三沢川～大入の沢の間			大入の沢～よだの沢の間			全 流 域		
	崩壊数	100m×100m 当りの崩れ	面積 (m ²)	崩壊数	100m×100m 当りの崩れ	面積 (m ²)	崩壊数	100m×100m 当りの崩れ	面積 (m ²)	崩 壊 個 数	100m×100m 当りの崩れ
1700m以上									23,700	0	0
1600 "									282,300	14	0.50
1500 "	0	0							492,000	33	0.67
1400 "	4	0.73	10,400	0	0				730,400	60	0.82
1300 "	7	1.06	49,800	1	0.20				937,900	59	0.63
1200 "	9	0.78	79,800	0	0	32,600	0	0	1,337,300	78	0.58
1100 "	20	1.10	129,100	2	0.15	118,000	0	0	1,439,100	95	0.66
1000 "	11	0.68	155,600	3	0.19	201,300	22	1.09	1,358,100	72	0.53
900 "	4	0.36	162,000	2	0.12	272,000	20	0.74	1,199,300	30	0.25
計	55		0.59km ²	8		0.62km ²	42		7.8km ²	441	0.57

面であるが、今回の豪雨ではほとんど崩れていない。

8. 植生と崩壊

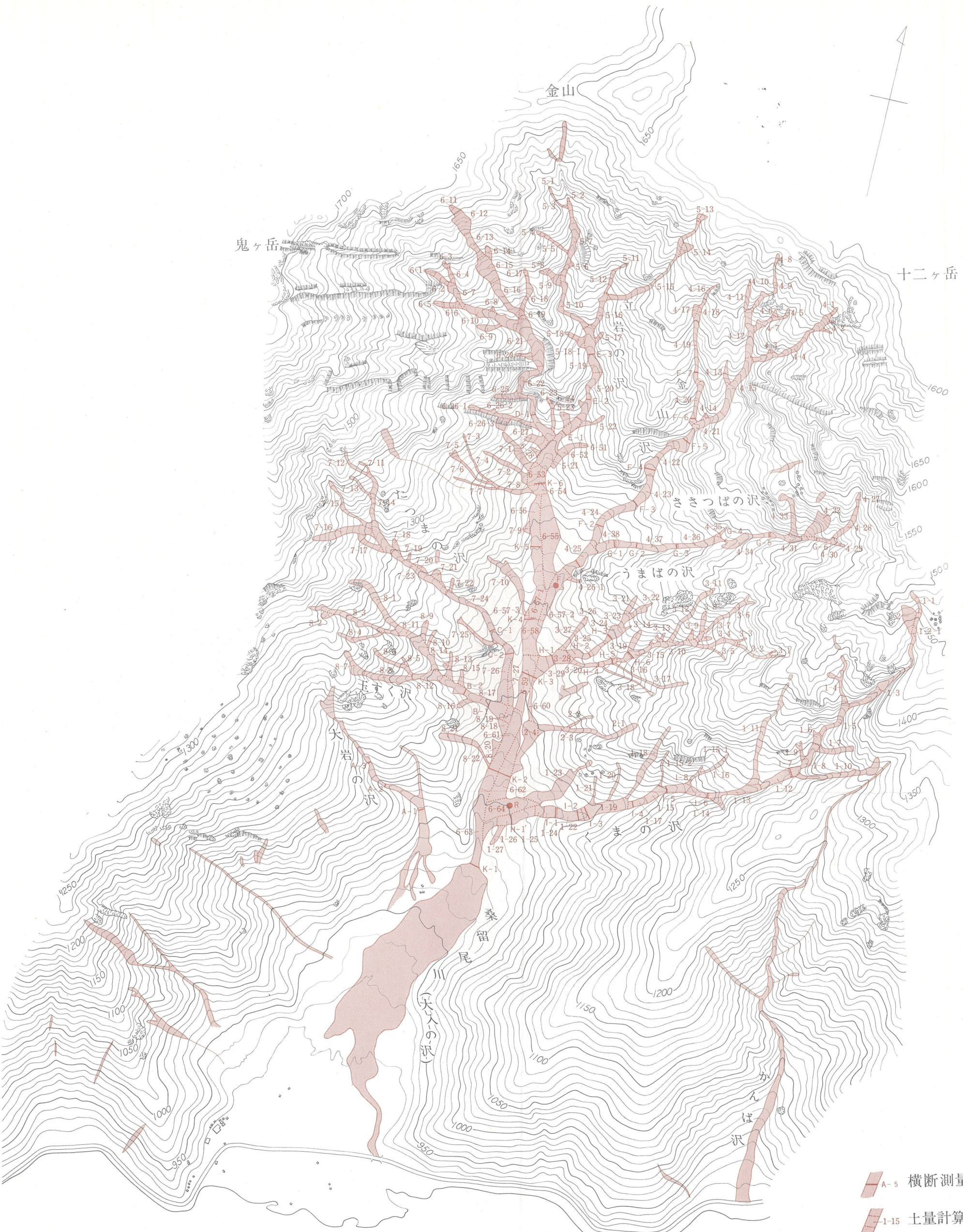
一般に「植生と崩壊は密接に関係し、裸地・草地は崩れやすい」と言われているが、調査地の大部分は雑木で、一部に植林した杉林や松林がある。杉林を伐採した跡や採草地は第12図に示すように、調査地の一部を占めるだけである。

崩壊は雑木林にもっとも多く発生し、採草地や伐採跡地にはわずかに発生しただけで、特に崩れやすいという形跡は無い。一部の採草地の崩壊では崖錐が崩れているが、岩片の多くは途中の山腹に停止し、表土だけが流出している状態がみられる。これらのことから、今回の土石流を発生・発達させるのに裸地の崩壊は、特に問題にする必要はないと考えられる。

しかしながら裸地の場合には豪雨に際して、鉄砲水となって雨水が谷に1度に集中して押し出すと言う問題は残る。鉄砲水は谷底を洗掘して土石流となり、土石流を増大させる役目をするが、今回の調査で植生と土石流の関係については明らかではない。

9. 土石流の移動量調査

土石流の発生形態を土石の移動量から明らかにするため、土石の移動量を沢の新旧横断面形から変断面積を計算し、測定した断面が代表できる沢の長さによって移動土石量を計算した。横断測量が実施できなかった上流部は、類似の他の沢の状態や災害前後の航空写真判読と、稜線からの遠望などによって、表土の深さと谷の侵食状態を決め、それぞれ斜距離や面積を計算して崩土量と移動土石量を計算した。横断測量は旧谷底断面形が推定で



- A-5 横断測量の位置・番号
- 1-15 土量計算範囲と番号
- 崩壊地

0 100 200 300 400 500m

第11図b 大入の沢地形図および崩壊分布図

昭和41年9月豪雨による足和田村土石流について（岡・桂島）

第6表 大入の沢土石量計算表

	No	距離 または 面積 (m) (m ²)	深 さ または 断面積 (m) (m ²)	変動土石量		合 計 (m ³)
				堆 積 -(m ³)	侵 食 +(m ³)	
くまの沢	1-1	112×9=100m ²	0.5m		504	
	1-2	56×54=3,024m ²	0.5m		1,512	
	1-2-1	67m		0.5m ²	34	
	1-3	175m		1.0m ²	175	
	1-4	29×7=203m ² 6×16=96m ² 98m	1.0m 0.5m		300	
	1-5	114m		0.5m ² 2.0m ²	228	
	1-6	22m 18×10÷2=90m ²	0.5m	2.0m ²	89	
	1-7	85m		1.0m ²	85	
	1-8	92m		4.5m ²	414	
	1-9	4×10=40m ² 3×9=27m ² 33m	0.5m 0.5m		50	
	1-10	33×10=330m ² 155m	0.5m	1.0m ²	305	
	1-11	69×4=276m ² 209m	0.5m	2.0m ²	556	
	1-12	69m		4.5m ²	310	
	1-13	122m		11.4m ²	1,391	
	1-14	20×39=780÷2=390m ² 54m	1.7m	11.4m ²	1,279	
	1-15	103×14=1,442m ² 10×40=400m ² 12×2=24m ² 92m	0.5m 1.0m 1.0m		721	
	1-15-1			1.0m ²	156	
	1-15-2	102m		0.5m ²	51	
	1-16	24m		20.4m ²	490	
	1-17	42×12=504m ²	1.0m		504	
	1-18	236×9=2,124m ²	0.5m		1,062	
	1-19	110m		6.8m ²	748	
	1-20	110m		1.0m ²	110	
	1-21	82m		0.5m ²	41	
	1-22	52×17=884m ²	0.75m		663	
	1-23	144×25=3,600m ² 57×10=570m ²	0.5m 0.5m		2,085	
	1-24	24×30=720m ²	1.0m		720	
1-25	20×15=300m ²	1.0m		300		
1-26	82m		11.4m ²	935		
1-27	47×10=470m ²	1.0m		470		
					+11,044	
本流右支流	2-1	120×9=1,080m ²	0.5m		540	
	2-2	89m		0.5m ²	44	
	2-3	124×7=868m ²	0.5m		430	
	2-4	50×60÷2=1,500m ²	0.2m		300	
					+714	
うまばの沢	3-1	30×10=300m ² 16×4=64m ²	0.5m		182	
	3-2	92m		1.0m ²	92	

地質調査所月報 (第 22 卷 第 4 号)

	No	距離 または 面積 (m) (m ²)	深 さ または 断面積 (m) (m ²)	変 動 土 石 量		合 計 (m ³)
				堆 積 -(m ³)	侵 食 +(m ³)	
	3-3	10×20÷2=100m ²	0.5m		50	
	3-4	110m		1.0m ²	110	
	3-5	50m		0.5m ²	25	
	3-6	170m		1.0m ²	170	
	3-7	20×10=200m ²	0.5m		100	
	3-8	64m		0.5m ²	31	
	3-9	20×20÷2=200m ²	0.5m		100	
	3-10	145m ²		4.0m ²	580	
	3-11	20×10=200m ²	0.5m		100	
	3-12	160m		1.0m ²	160	
	3-13	20×6=120m ²	0.5m		60	
	3-14	70×16=1,120m ²	0.2m		220	
	3-15	16m		0.2m ²	32	
	3-16	32m		8.6m ²	275	
	3-17	190m		1.0m ²	190	
	3-18	140m		1.0m ²	140	
	3-19	40m		11.5m ²	460	
	3-20	73m		9.3m ²	679	
	3-21	64m		0.5m ²	32	
	3-22	50m		0.5m ²	25	
	3-23	50m 30m		2.0m ²	160	
	3-24	64m		3.4m ²	218	
	3-25	95m		5.2m ²	494	
	3-26	20×10=200m ²	0.5m		100	
	3-27	74m		1.0m ²	74	
	3-28	62m		4.7m ²	291	
	3-29	(12+22)÷2×30=510m ²	0.5m		260	
						+4,890
金 山 沢	4-1	25×6=150m ²	0.5m		75	
	4-2	10×2=20m ² 16×2=30m ²	0.5m 0.5m		26	
	4-3	28×9÷2=126m ²	0.5m		63	
	4-4	254m		1.0m ²	254	
	4-5	19×6=114m ²	0.5m		57	
	4-6	24×12÷2=144m ²	0.5m		52	
	4-7	104m		1.0m ²	104	
	4-8	24×8=192m ²	0.5m		96	
	4-9	10×4÷2=20m ² 166m	0.5m	0.5m ²	93	
	4-10	14×7=98m ²	0.5m		49	
	4-11	64m		0.5m ²	32	

昭和41年9月豪雨による足和田村土石流について(岡・桂島)

	No	距離 または 面積 (m) (m ²)	深 さ または 断面積 (m) (m ²)	変動土石量		合 計 (m ³)
				堆 積 -(m ³)	侵 食 +(m ³)	
	4-12	112m		3.1m ²		347
	4-13	50m		0.5m ²		25
	4-14	24×20÷2=240m ²	0.5m			120
	4-15	146m		4.7m ²		686
	4-16	23×8=184m ²	0.5m			92
	4-17	(24+16)÷2×9=180m ²	0.5m			90
	4-18	58m		1.0m ²		58
	4-19	147m		3.1m ²		458
	4-20	99m		3.8m ²		376
	4-21	146m		5.9m ²		861
	4-22	122m		4.5m ²		549
	4-23	115m		22.4m ²		2,566
	4-24	86m		19.2m ²		1,651
	4-25	64m		16.1m ²	1,030	
	4-26-1	12×20=240m ²	0.5m			120
	4-26-2	90m		10.5m ²		945
						+8,835
ささっぱの沢	4-27	23×7=151m ²	0.5m			76
	4-28	110m		1.0m ²		110
	4-29	20×7=140m ²	0.5m			70
	4-30	82m		0.8m ²		66
	4-31	76m		6.7m ²		509
	4-32	92×28=2,576m ²	0.75m			1,923
	4-33	110×8=880m ²	0.5m			440
	4-34	136m		3.8m ²		517
	4-35	30m		1.0m ²		30
	4-36	102m		8.7m ²		887
	4-37	88m		16.4m ²		1,443
	4-38	82m		39.3m ²		3,223
						+9,303
立岩の沢	5-1	6×17=102m ²	0.5m			51
	5-2	4×17=68m ²	0.5m			34
	5-3	50m		0.5m ²		25
	5-4	6×12=72m ²	0.5m			36
	5-5	90m		0.5m ²		45
	5-6	12×8÷2=108m ²	0.5m			54
	5-7	188m		1.0m ²		188
	5-8	12×14÷2=84m ²	0.5m			42
	5-9	(18+12)÷2×30=450m ²	0.5m			225

地質調査所月報 (第 22 卷 第 4 号)

	No	距離 または 面積 (m) (m ²)	深 さ または 断面積 (m) (m ²)	変 動 土 石 量		合 計 (m ³)
				堆 積 -(m ³)	侵 食 +(m ³)	
	5-10	147m		1.5m ²		220
	5-11	15×3=45m ²	0.5m			22
	5-12	82m		0.5m ²		41
	5-13	240m		0.5m ²		120
	5-14	30×24÷2=360m ²	0.5m			180
	5-15	337m		0.5m ²		168
	5-16	86m		1.5m ²		129
	5-17	8×40=320m ²	0.5m			160
	5-18	16×10=160m ² 40×15=60m ²	0.5m 0.5m			110
	5-19	110m		3.0m ²		330
	5-20	82m		6.1m ²		500
	5-21	140m		21.1m ²		2,944
	5-22	12×6=72m ² 40m	0.5m	0.5m ²		56
	5-23	(12+16)÷2×20=280m ²	0.5m			140
						+5,720
本 流 上 流	6-1	19×10=190m ²	0.5m			95
	6-2	46m		0.5m ²		23
	6-3	16×12=192m ²	0.5m			96
	6-4	36m		0.5m ²		18
	6-5	22×12÷2=132m ²	0.5m			66
	6-6	47m		0.5m ²		24
	6-7	76m		1.0m ²		76
	6-8	20×10÷2=100m ²	0.5m			50
	6-9	10×10=100m ² 34m	0.5m	0.5m ²		67
	6-10	136m		2.0m ²		272
	6-11	26×6=416m ²	0.5m			208
	6-12	85m		1.0m ²		85
	6-13	73m		1.0m ²		73
	6-14	21×12=126m ²	0.5m			63
	6-15					
	6-16	181m		2.0m ²		362
	6-17	18×6=108m ²	0.5m			54
	6-18	94m		0.5m ²		47
	6-19	31m		3.0m ²		93
	6-20	20×4=80m ² 28m	0.5m	0.5m ²		54
	6-21	124m		4.0m ²		496
	6-22	258m		8.9m ²		2,296
	6-23	20×4=80m ²	0.5m			40
	6-24	78m		0.5m ²		39

昭和41年9月豪雨による足和田村土石流について(岡・桂島)

	No	距離 または 面積 (m) (m ²)	深 さ または 断面積 (m) (m ²)	変 動 土 石 量		合 計 (m ³)
				堆 積 -(m ³)	侵 食 +(m ³)	
	6-25	133×25=2,325m ²	0.5m			1,162
	6-26-1	22×10=220m ²	0.5m			110
	6-26-2	28×10+2=140m ²	0.5m			70
	6-26-3	332m		0.5m ²		166
	6-26-4	28×30=840m ²	0.5m			420
	6-27	50×18=900m ² 32×10=320m ²	0.5m 0.5m			610
	6-28	32×10=320m ²	0.5m			160
						+7,395
本 流 下 流	6-51	20×8=160m ²	0.5m			80
	6-52	87m		0.5m ²		44
	6-53	38m		6.9m ²		262
	6-54	22m		6.9m ²		152
	6-55				0	0
	6-56	173m		43.6m ²		7,543
	6-57-1	113m		13.4m ²		1,514
	6-57-2	40m		18m ²		720
	6-57-3	10×20+2=100m ²	1.0m		100	
	6-58	71m		12.1m ²		859
	6-59	124m		18.9m ²		2,344
	6-60	90m		1.0m ²	90	
	6-61	179m		13.3m ²		2,381
	6-62	130×30+2=1,950m ²	0.7m		1,365	
	6-63	152m		7.9m ²		1,201
	6-64	119×49+2=2,380m ²	1.0m			2,380
						+17,925
本 流 左 小 沢	7-1	157×10=1,570m ²	0.5m			785
	7-2	137m		1.0m ²		137
	7-3	23×3=69m ²	1.0m			69
	7-4	128m		1.0m ²		128
	7-5	10×5=50m ²	1.0m			50
	7-6	129m		1.0m ²		129
	7-7	124m		1.5m ²		186
	7-8	78×4=312m ²	2.0m			624
	7-9	18×13+2=117m ²	2.0m			234
	7-10	142m		1.0m ²		142
						+2,484
た つ ま の 沢	7-11	44×4=176m ²	0.5m			88
	7-12	100×4=400m ²	0.5m			200
	7-13	60×4=240m ²	0.5m			120

地質調査所月報 (第22巻第4号)

	No	距離 または 面積 (m) (m ²)	深 さ または 断面積 (m) (m ²)	変動土石量		合 計 (m ³)
				堆 積 -(m ³)	侵 食 +(m ³)	
	7-14	216m			216	
	7-15	197m			98	
	7-16	184×14=2,576m ²	0.5m		1,288	
	7-17	72×8=576m ²	0.5m		288	
	7-18	20×18÷2=180m ²	0.5m		90	
	7-19	14×4=56m ²	0.5m		28	
	7-20	22×8=176m ²	0.5m		88	
	7-21	40×22÷2=440m ²	0.5m		220	
	7-22	22×4=88m ²	0.5m		44	
	7-23	168m		10m ²	1,680	
	7-24	186m		33.4m ²	6,146	
	7-25	105m		0.5m ²	52	
	7-26	149m		31.2m ²	4,649	
	7-27			0	0	+15,295
玉すく沢	8-1	200×10=2,000m ²	0.5m		1,000	
	8-2	20×14÷2=140m ²	0.5m		70	
	8-3	248×6=1,488m ²	0.5m		740	
	8-4	115×5=575m ²	0.5m		288	
	8-5	17×3=51m ²	0.5m		26	
	8-6	132×5=660m ²	0.5m		330	
	8-7	78×12=936m ²	0.5m		468	
	8-8	129×10=1,290m ²	0.5m		645	
	8-9	57×9=513m ²	0.5m		256	
	8-10	50×4=200m ²	0.5m		100	
	8-11	149×13=1,937m ²	0.5m		968	
	8-12	69×12=828m ²	0.5m		414	
	8-13	74×7=518m ²	0.5m		259	
	8-14	14×8÷2=56m ²	0.5m		28	
	8-15	43×20÷2=430m ²	0.5m		215	
	8-16	32×16÷2=256m ²	0.5m		128	
	8-17	163m		9.3m ²	1,516	
	8-18	24×22÷2=264m ²	0.5m	132		
	8-19	25×12=300m ²	0.5m	150		
	8-20	4×20÷2=40m ²	0.5m		200	
	8-21	80×7=560m ²	0.5m		280	
	8-22	40m		0.5m ²	20	
	8-23	78×50=3,900m ²	0.2m	780		+6,880

昭和41年9月豪雨による足和田村土石流について（岡・桂島）

第7表 大入の沢の形状

沢名	平均傾斜	谷の縦断(傾斜)			流出土石量(m³)	変動断面積			堆積土石量			本沢の長さ(m)
		上流	中流	下流		上流(m²)	中流(m²)	下流(m²)	上流(m³)	中流(m³)	下流(m³)	
玉すく沢	34°	38°~50°	31°	30°	6,880	3.0	7.3	8.3	0	0	282	620
たつま沢	30°	40°	30°	20°	15,295	1.0	10.2	3.3	0	0	0	760
立岩沢	30°	35°	30°	27°	5,720	1.0	1.5	6.1	0	0	0	810
金山沢	31°	42°	30°	18°	8,835	1.0	5.9	19.2	0	0	1,030	1,030
ささっぱの沢	32°	42°	28°	21°	9,303	1.4	3.8	39.3	0	0	0	820
くまの沢	25°	30°	24°	15°	11,004	2.7	11.0	11.4	0	504	2,153	1,260
本流上流	30°	34°	27°	25°	7,395	1.5	4.0	8.9	0	0	0	770
〃下流	14°	17°	14°	12°	17,925	43.6	18.9	15.0	0	190	1,360	850
うまばの沢	30°	38°	26°	21°	4,890	1.0	8.6	4.7	0	0	260	630
その他の沢	—	—	—	—	3,198	—	—	—	—	—	—	—

きる個所で、両岸にガラス間縄を張り渡し、ポールと巻尺で0.5~1.0m間隔で現谷底地形を測定し、同時に旧谷底の形態と地質をも併せて記載した。踏査時の資料と航空写真より、それぞれの断面が代表できる範囲を決めて、その区間の移動土石量を計算したのが第6表で、第7表は大入の沢の形状について記載した。断面測定は調査時に使用できた災害後の航空写真図化区1/2,500(昭和41年9月27日アジャ航測撮影)の区域で、踏査可能な範囲である(三沢川上流では1/2.5万地形図で位置を決めた個所もある)。

旧谷底の形態については、西湖部落の長老渡辺多一郎氏(明治20年12月3日生)と一緒に踏査して災害前の谷の状態について聴き、植生・砂礫の堆積状態・旧道路の位置と破損状況などから旧地形を推定し、同時に測定断面の位置を決定した。

大きな災害を人畜におよぼした三沢川と本沢川は、調査時において災害復旧工事のため、土石流の原形が、下流部においては大部分破損されており、測定が不可能であった。そのために土石流の規模が前記の沢より大きく、土石流の形態がほぼ完全に保存されていた大入の沢について、土石流の土量計算を詳細に記載して他の沢の代表例とした。その他の各沢についても横断測定と土量の計算を実施したので、大入の沢との比較をする資料として断面図と要点を記載した。

なお本報告で使用している用語のうち、巨大礫から砂利までの粒径について、一般的に使用する礫径の区分では大部分巨礫になるので、第8表のように筆者らが便宜的に決めて使用した。

第8表 礫の粒径表

礫		礫の粒径
砂	利	5cm以下
小	礫	50cm以下
中	礫	100cm以下
大	礫	150cm以下
巨大	礫	150cm以上

10. 谷底変動状況

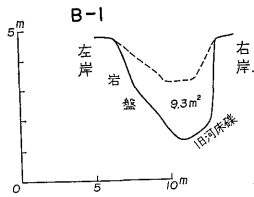
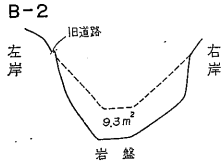
10.1 大入の沢流域

10.1.1 玉すく沢

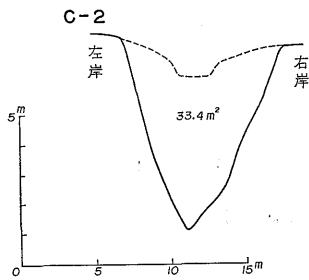
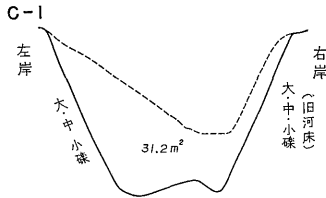
沢の長さ620m、平均傾斜34°で崩壊は17カ所あり、崩壊は凹斜面頂部付近より発生し、全部表土と崖錐の崩れで深さは0.5m前後である。

崩土は降雨によって流下するときに谷底・谷壁を侵食し、下流に進むにつれて侵食量を増大し、本流と合流する付近では氾濫原に一部の礫を堆積しながら、多くは本流に押し出している。礫質は石英珎岩・角礫凝灰岩からなる中~小礫の亜角礫~亜円礫である。

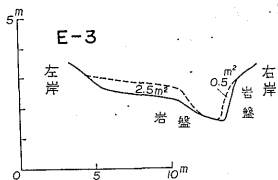
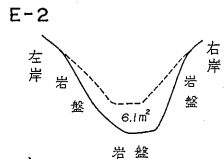
測定は2断面で(第13・14図参照)上流のB-2では旧谷底に堆積していた礫が侵食され、左岸には基盤の角礫凝灰岩が露出している。B-1では旧谷底の礫は全部流出し、基盤岩が露出している。総流出土石量は7,200m³で各断面での変動断面積は、上流で3.0~3.5m²、中流で7.3m²、下流で8.3~8.8m²と中流から下流にかけて、多量の流出土石がみられる。



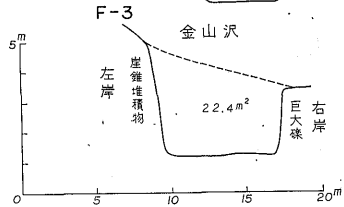
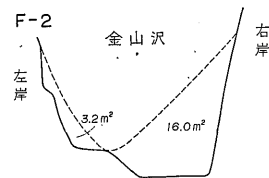
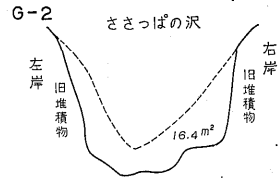
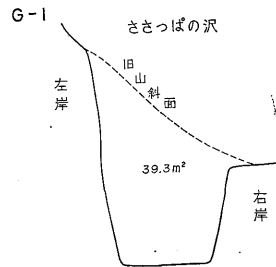
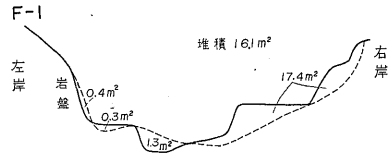
第 13 図 a 玉すく沢横断面図



第 13 図 b たつたまの沢横断面図

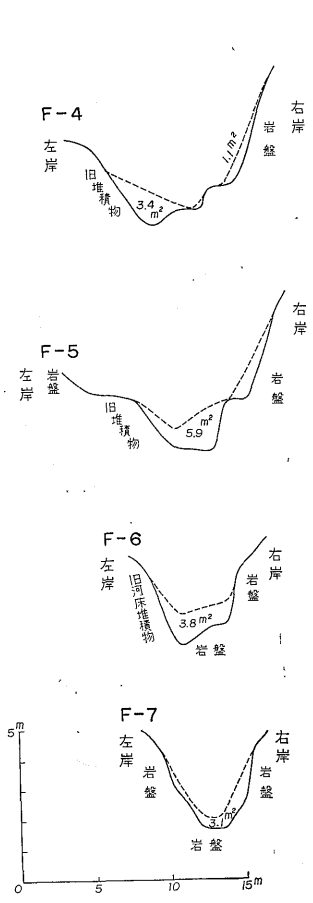


第 13 図 c 立岩の沢横断面図

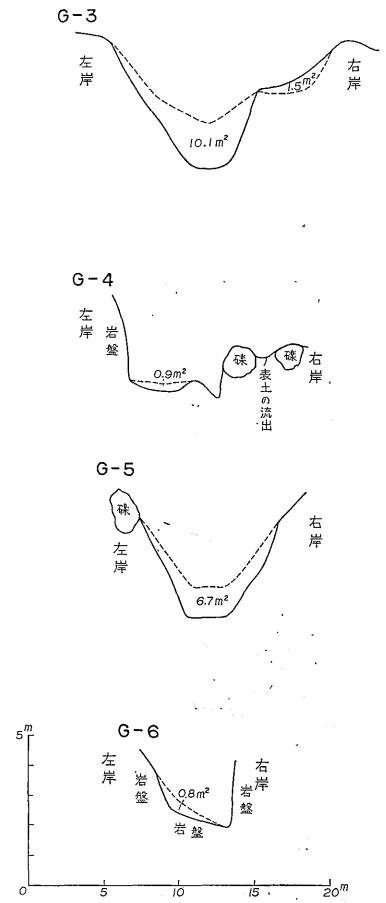


第 13 図 d 金山沢横断面図

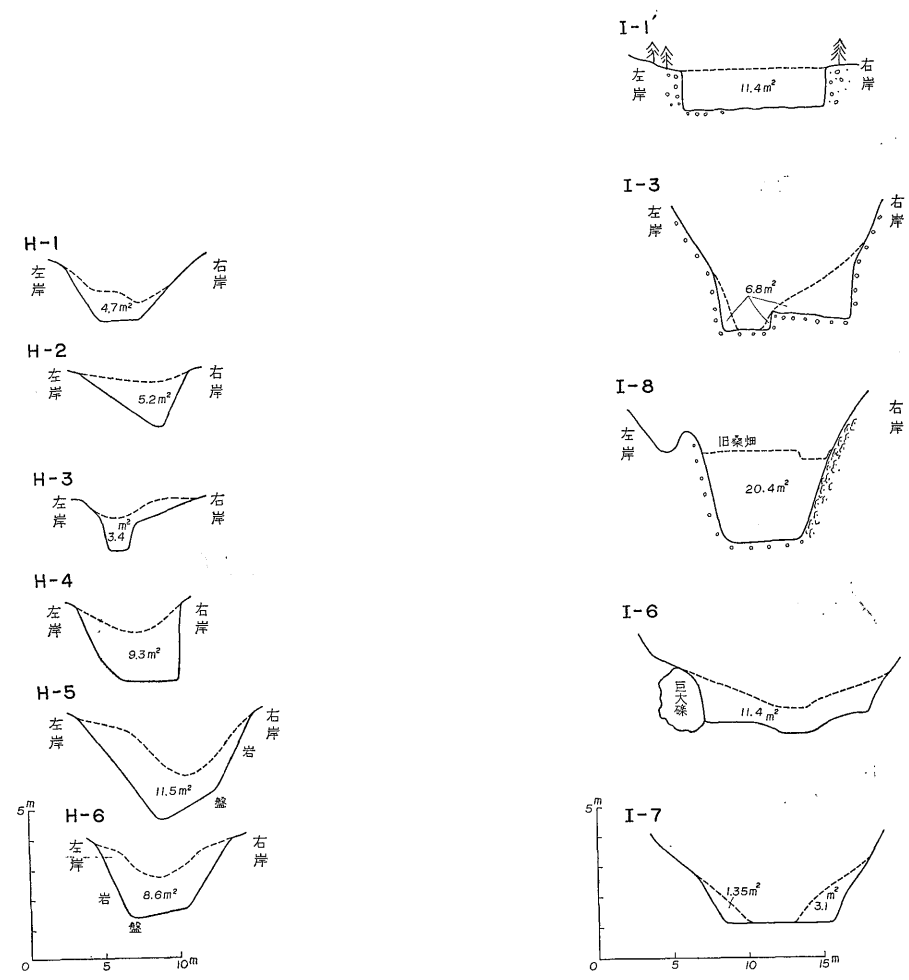
昭和41年9月豪雨による足和田村土石流について (岡・桂島)



第13図 e 金山沢横断面図



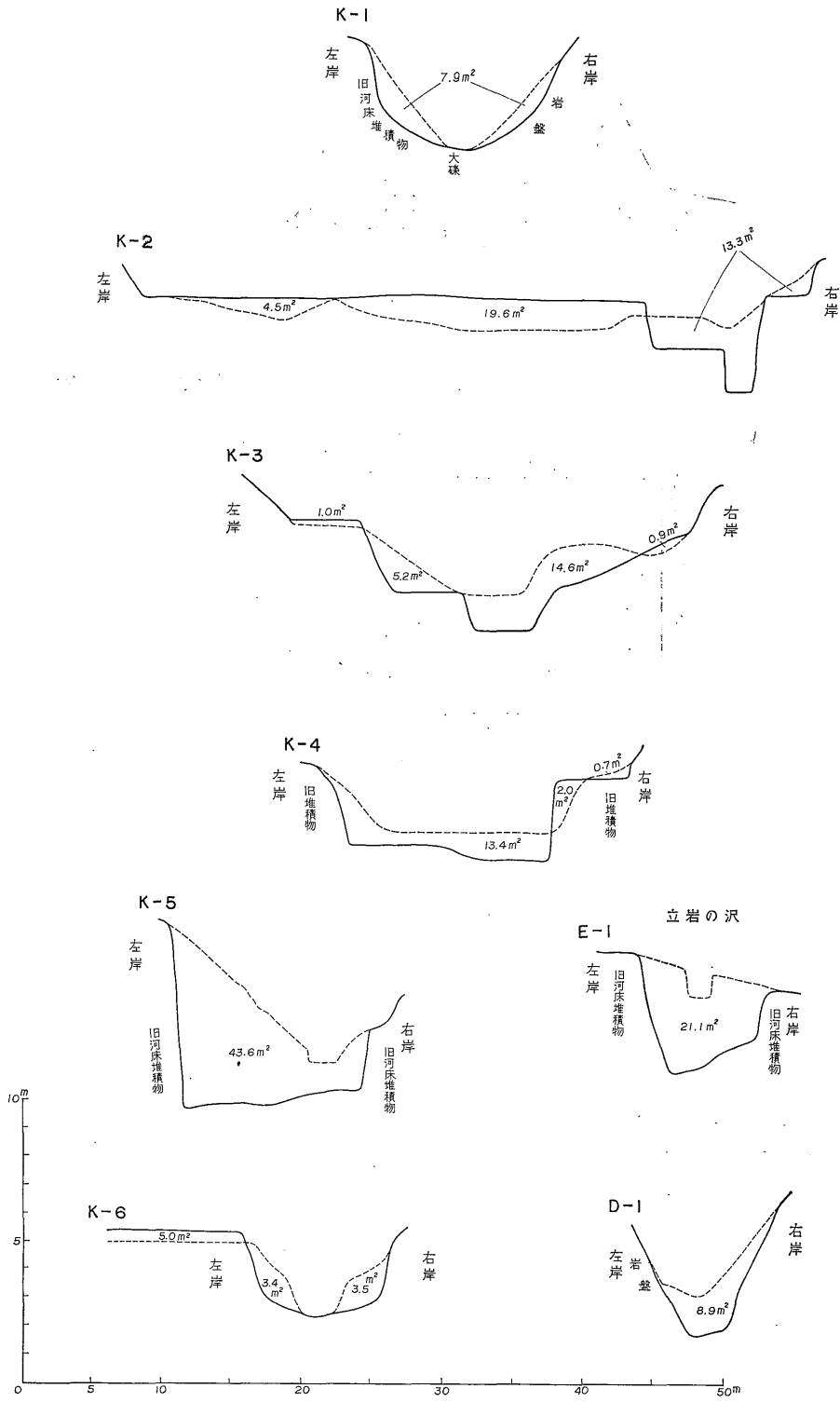
第13図 f ささばの沢横断面図



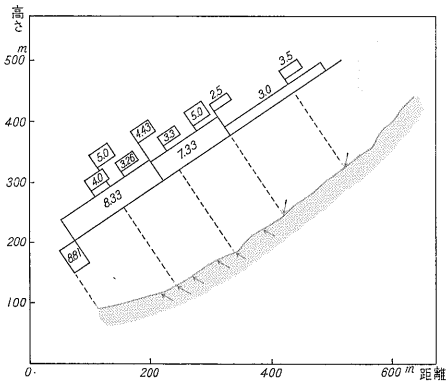
第 13 図 g うまばの沢横断面図

第 13 図 h くまの沢横断面図

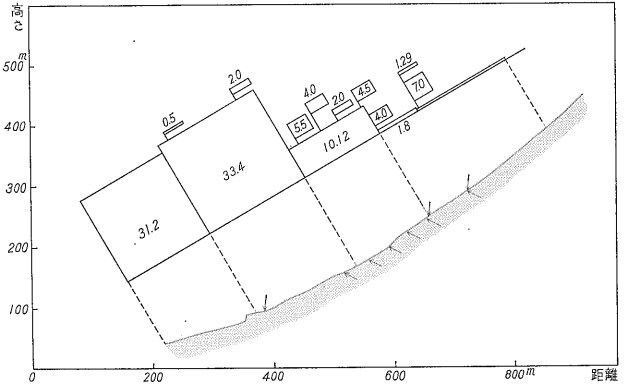
昭和41年9月豪雨による足和田村土石流について (岡・桂島)



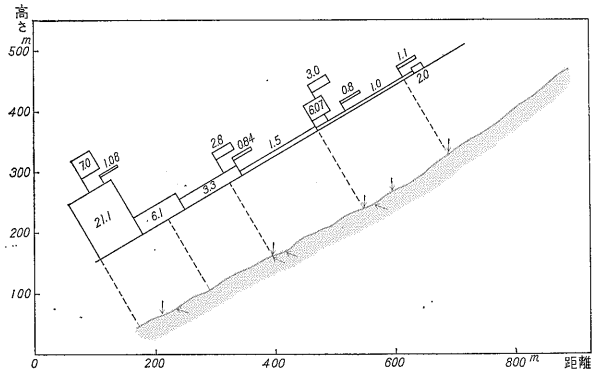
第13図 i 大入の沢本流横断面図



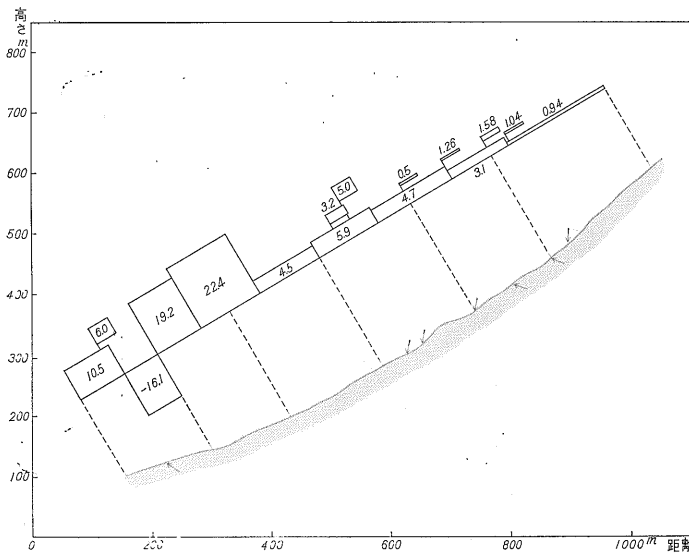
第 14 図 a 玉すく沢縦断面および移動土石量図



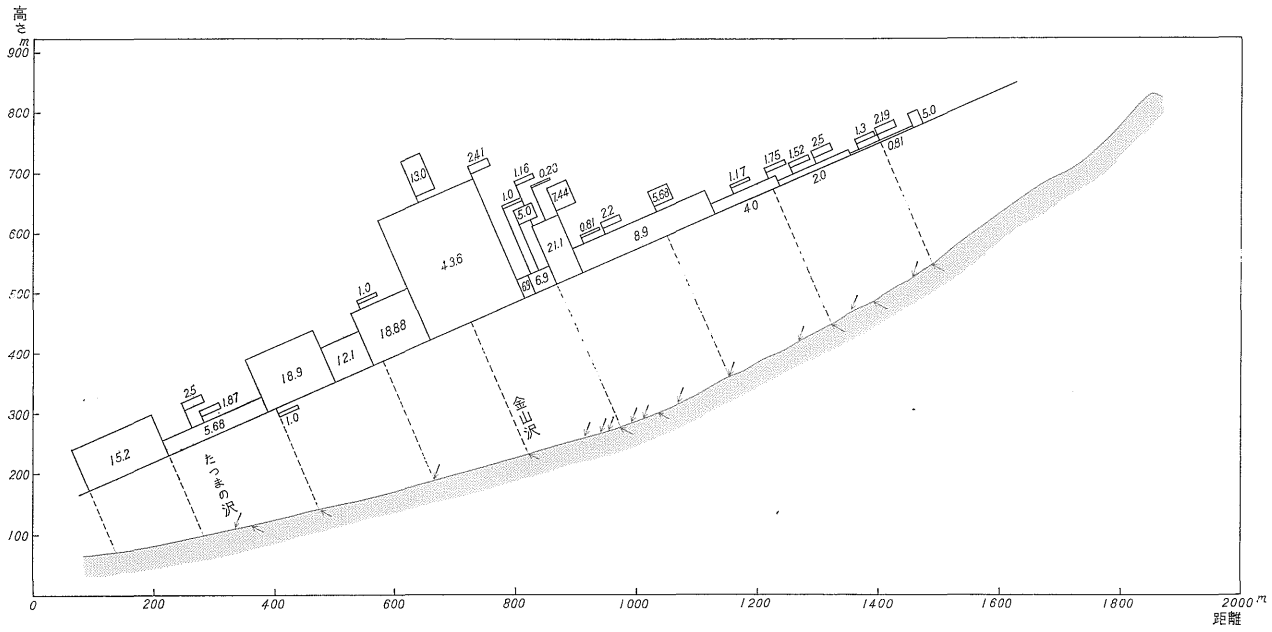
第 14 図 b たつまの沢縦断面および移動土石量図



第 14 図 c 立岩沢縦断面および移動土石量図

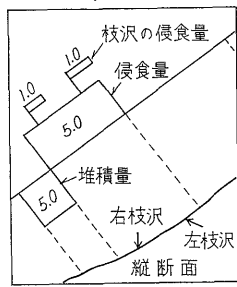


第 14 図 d 金山沢縦断面および移動土石量図



第 14 図 i 大入の沢本流縦断面および移動土石量図

凡例



5.0 数字は谷の変動横断面積、この断面積に谷の長さを掛ければ変動量が得る。(単位は m^2)

第14図j

10.1.2 たつまの沢

本沢の平均傾斜は 30° で延長は760m、崩壊は13カ所で凹斜面と山脚部に多く、流出土石量は約 $15,300m^3$ で支流としては最大の土石が流出している。本流との合流点より560m上流左側の崩壊は、一部基盤の角礫凝灰岩が崩れているが、他の崩壊は表土と崖錐の深さ0.5m前後の崩壊である。

土石流は中～下流にかけて急激に増大しているが、大部分は旧谷底に堆積した角礫凝灰岩と石英礫岩よりなる、大・中・小の亜角礫～亜円礫が洗掘されている。測定は2断面で(第13・14図参照)C-2では谷底が約5.0m低下しているが、基盤はでていない。C-2・C-1の間には高さ約4.0mの角礫凝灰岩よりなる滝があり、滝はほとんど破損していないが、付近の谷底は約2.0m低下している。本流との合流点付近では旧氾濫原に大・中礫の堆積がみられるが、これは氾濫原に堆積していた土砂・礫を一度洗掘し、その後再び礫が堆積しており、洗掘と堆積量の差はあまりみられない。谷の縦断面形をみると、上流と下流では約 8° 下流が緩傾斜になり、また下流ほど谷底堆積物は厚くなっている。この厚い堆積物が谷底の洗掘によって、下流ほど深く侵食を受けている。

10.1.3 立岩沢

沢の延長810m、平均傾斜 30° 、流出土石量 $5,700m^3$ 、崩壊13カ所(内2カ所は礫の流出なし)、全部表土と崖錐が深さ0.5m前後崩壊している程度である。谷の中～下流にかけて谷底礫が洗掘されている。

横断測定は中～下流での3断面で(第13・14図参照)、中流部のE-3では谷底礫が大部分流出し基盤の角礫凝灰岩が露出して、露岩の上には巨大礫と小礫が局部的に残っているだけである。山脚部付近の表土は0.5m前後

である。

E-3より上流も大体E-3と類似の侵食形態である。E-2の右岸は角礫凝灰岩の崖で、左岸は表土が薄く露岩がみられる急斜面である。谷底に堆積していた厚さ約1.0mの砂礫は全部流出し、角礫凝灰岩が露出している。

E-1は本流との合流点近くで、兩岸とも角礫凝灰岩よりなる崖で急斜面である。左岸の山脚部には巨大な角礫が崖錐となっているが、山腹の崖は今回の豪雨で全然変化がなく、また巨大な角礫も移動していない。谷底に厚く堆積していた大～中礫の一部が洗掘され、現谷底には角礫凝灰岩よりなる大～中礫の亜角礫がある。侵食量は中～下流にかけて急激に増大し全部本流に流出している。

10.1.4 金山沢

谷の平均傾斜 31° で、上流では 42° と急傾斜であるが、本流との合流点近くでは 18° と比較的緩傾斜である。谷の延長1,030mで総流出土石量は支流のささばの沢を別にして、約 $8,800m^3$ であるが、ささばの沢を入れると約 $18,100m^3$ で最大の流出土石量である。崩壊は13カ所で全部表土と崖錐の崩壊で深さは約0.5m前後である。崩壊は谷頭と、谷頭よりすこし下方の谷底と凹斜面とにみられるが、崩土量は1カ所で $100m^3$ 以下が大部分を占めている。谷底の洗掘量も上流での変動断面積が、 $0.9\sim 0.3m^2$ で中流から下流で $5.0\sim 22.4m^2$ と増大している。本流との合流点近くでは一部に堆積がみられるが、この堆積は旧谷底と谷壁を一度侵食し、その上に厚さ0.3m位礫が再堆積したものである。

横断測定は8断面で(第13・14図参照)上流のF-7は支沢であるが、谷底礫が約0.5m洗掘され谷壁の崖錐が崩壊し、基盤の角礫凝灰岩が露出している。F-7の上流もF-7付近と大体同じような状態である。F-6は本沢との合流点近くで、基盤は節理の発達したはがれやすい玄武岩で、厚さ約30m位で谷を横断しその上下流部は角礫凝灰岩である。谷底中央より右岸側は基盤が露出し、左岸側は大部分角礫凝灰岩よりなる中～小亜円礫である。谷底礫は再堆積している個所が多い。F-5は本沢との合流点の下流で、右岸には角礫凝灰岩が露出し、左岸は角礫凝灰岩の大～中亜角礫からなる谷底堆積物である。山腹は兩岸とも角礫凝灰岩よりなる崖で、右岸山脚部の崖錐が深さ1.5m洗掘され、旧谷底は0.5m程度の洗掘である。F-5の上流で本沢の侵食状況はF-5断面と類似である。F-4は右岸側の山腹から谷底まで角礫凝灰岩の露岩で、崖錐と谷底礫が洗掘されている。左岸は谷底礫が洗掘されているが、谷底には大礫～中礫が散在している。F-4とF-5の間の谷底には巨大礫

の密集個所があり、巨大礫の中で上流から流下した礫と、今回の豪雨で全然変動していない礫とが区別される。また谷底の一部に再堆積した小亜円礫～砂利もみられるが、礫質は砂岩が多い。F-3は旧氾濫原を洗掘して新たに谷底となった断面で、旧流水位置は断面の右岸側で約5.0m離れた個所にあり、一部に侵食と堆積があるが、旧地形はほとんど変化していない。新たに谷底になった部分はF-3を中心として、上下流に115mの範囲である。右岸には巨大な亜角礫が埋積されているが、今回の豪雨では移動しておらず、左岸は崖錐が洗掘されて崩壊しており、F-3断面は金山沢では移動した土石量のもっとも多い個所である。F-2断面の左岸側は土砂と中～小亜角礫からなり、旧谷底の流水付近は洗掘されていない。右岸側は大～中～小の亜角～亜円礫と、一部の崖錐が侵食されており、谷底の中～小礫には再堆積がみられ、礫質は角礫凝灰岩と一部に玄武岩がある。F-1はささっぱの沢との合流点の下流で、侵食と堆積が行なわれている。合流点付近は多量の洗掘があるので、F-1の上限は合流点の10m下流までとした。右岸側は旧谷底礫の上に新しく階段状に、中礫を主体とした礫が堆積している。谷底には巨大な亜角礫が散在し、大～中～小礫が再堆積し、礫質は角礫凝灰岩・玄武岩・安山岩などである。合流点より下流で急激に堆積がみられるのは、谷傾斜が25°～15°と急に緩傾斜になり、その上谷幅が広がるためと考えられる。F点では階段状に0.5～2.5mの深さで洗掘され、谷底・谷壁とも旧谷底礫からなり、巨大～大～中礫が再堆積している。礫質は角礫凝灰岩・凝灰岩・玄武岩などである。

10.1.5 ささっぱの沢 (金山沢支流)

沢の長さ820m、平均傾斜32°で上流は42°と急傾斜な沢である。崩壊は7カ所で流出土量は約9,300m³である。谷底変動断面積も上流では1.4m²で中流では3.8m²程度であるが、金山沢との合流点近くの下流では急激に増大して39.3m²となる。谷の傾斜が緩くなると侵食土量が増大するという他の沢と同じ状態を示している。

測定断面は6カ所で(第13・14図参照)上流のG-6は谷底・両岸とも基盤の角礫凝灰岩が露出し、右岸はほぼ垂直に近い崖(層理面)が、上下流に約100m続き崩壊はおこっていない。左岸と谷底の露岩は割れ目の多い破碎岩である。侵食は谷底に薄く堆積していた砂利と山脚部の崖錐だけである。断面の上流には右小沢から崩壊した大角礫が堆積し、左小沢から崩壊した巨大角礫が谷を埋めている。この崩壊のように基盤の角礫凝灰岩が、巨大～大角礫の状態で崩壊している例は非常に少なく、他の流域ではほとんど見られない崩壊である。また巨大

～大礫はほとんど流下せず、崩壊した状態で停止している。G-5の右岸は角礫凝灰岩が露出し崖錐が侵食されているだけで、左岸側の巨大な亜角礫は移動していない。谷底から右岸にかけて礫が洗掘され、谷底は1.0m低下している。現在の谷底にある礫は、角礫凝灰岩よりなる中～小亜角～亜円礫である。G-4は谷の傾斜が急で従来から谷底に露岩が出ており、谷断面が広く侵食量は少なくない。右岸には巨大な亜角礫が埋積されていて、洪水水位は礫の上部に達しているが、一部土士の流出だけで礫は移動していない。左岸は玄武岩が露出し旧地形は変化していない。谷底は局部的に堆積していた礫が流出し、一面に玄武岩が露出している。G-4とG-5の間には安山岩よりなる高さ1.5mの滝があり、旧地形は全然変化していない。G-3は右岸側の旧谷底礫の上に、新たに大礫と一部中礫が堆積し、谷底は1.5m洗掘されて大～中礫と一部に小礫がある。左岸側は旧谷底砂礫が一部侵食されている。礫質は角礫凝灰岩が多く安山岩・玄武岩の亜角礫も散在する。G-3の下流には巨大な礫の点在する個所があり、この巨大な礫は亜角礫で礫質は角礫凝灰岩で、上流から移動して来たものである。G-2は両岸とも大～中～小の亜角～亜円礫が侵食され、谷底は1.0m以上洗掘されその上に薄く中～小礫が再堆積している。旧谷底は幅1.0m位であったが、現在約9.0mと著しく広がっている。礫質は角礫凝灰岩の他に石英玢岩・安山岩・玄武岩がある。G-1は旧谷底が右岸側にありほとんど変化していないが、左岸側は旧谷斜面を深さ4.0～6.0m洗掘して、新たな谷を形成したので、変動断面積としてはもっとも多い39.3m²の侵食断面になっている。谷底両岸とも亜円礫からなる中～小礫と砂利で、礫質は角礫凝灰岩が大部分を占めている。流水位置の変化は、上流でのわずかな変化が下流での大量洗掘の原因と考えられるが、旧流水位置では表層の砂利がわずかに流出している程度から見て、洪水初期に流水位置が変化したものと考えられる。

金山沢との合流点の谷の形態は、洪水初期には金山沢で洗掘が激しく、流水位置の変化したささっぱの沢では除々に谷底を洗掘していたが、洪水末期にはささっぱの沢の流出土石量が急激に増加し、激しく洗掘して土石流を押し出した跡を残している。

流域面積・谷の長さ・流出土石量(合流点より少し上流までの流出量)ともすべて金山沢の方が大きいにもかかわらず、合流点での流出土石量は逆にささっぱの沢の方が多い。これは谷底のわずかな変化で、流水位置が変化し、合流点近くの旧谷底礫を大量に洗掘したためである。

10.1.6 うまばの沢

沢の長さは630mで平均傾斜は30°、上流で38°、中流で26°、下流では21°の傾斜である。崩壊は21カ所あるが、いずれも小範囲で表土の崩れだけで、凹斜面の山頂近くの傾斜変換点付近で崩れている。流出土石量は4,890m³で侵食量は中流～下流にかけて多く、旧谷底堆積物が流出している。

測定は6断面で（第13・14図参照）H-1は本流との合流点近くの旧扇状地堆積物が侵食されているが、H-1のすぐ下流では侵食と堆積が行なわれている。H-2とH-3は右枝沢の凹斜面の谷底が洗掘されている。H-4は本流と左枝沢との合流点の下方で、旧谷底が約1.5m低下している。H-5はもっとも多量な洗掘を受けた個所で、右岸側には基盤岩の石英珩岩が露出している。H-6の上流には滝があり、局部的には旧谷底が、そのまま残っている個所もあるが、全般的には谷底が低下し、激しい洗掘がみられる。礫は中～小の亜角礫で、礫には石英珩岩・角礫凝灰岩・凝灰岩が多くみられる。

10.1.7 くまの沢

沢の長さ1,260mで平均傾斜25°あり、上流で30°下流で15°と支沢としては一番緩傾斜な沢である。流出土石量は10,500m³で侵食断面積は上～中流で多く、沢の中に堆積した土石量も支沢としてはもっとも多く、特に下流では多量に堆積している。

測定は5断面で（第13・14図参照）測定点は6点である。I-1は沢の中流部の上流で両岸とも侵食され、谷底はほとんど低下していないが、中～小亜円礫が再堆積している。測定断面付近は基盤岩が浅く、谷底礫が少なかったためとみられる。礫質は安山岩・玄武岩・石英珩岩・凝灰岩である。I-1の上流は谷底に基盤が露出し、一般に洗掘は少ない。I-6は左岸は巨大亜角礫があり、礫より山側は旧地形が残っている。谷底と左岸側は侵食されて谷底は1.0m低下しており、現谷底には石英珩岩の小亜円礫が多い。この礫は再堆積した礫で、小亜円礫の下には大～中亜角礫がみられる。I-6断面の上流は流下してきた巨大礫や、安山岩よりなる滝が連続した階段状の沢で歩行困難であるが、災害前は谷底一面に中～小礫があり、容易に歩行できたとされている。I-6からI-8の間は凝灰岩よりなる大～中礫が谷底を埋めている。I-8は枝沢の断面で、凹斜面の崩壊による土砂により、本沢との合流点近くに厚く堆積していた砂礫が、深さ3.0m断面積で20.4m²が侵食された個所である。右岸は安山岩よりなる露岩で、左岸と谷底には凝灰岩からなる大～中の亜角礫が多い。I-5では谷底が0～1.0m低下し、現谷底には中～小礫の亜角～亜

円礫が多い。I-5とI-6の間には凝灰岩よりなる巨大角礫と大亜角礫があり、I-4では中～小礫が平均厚さ1.0m堆積しているが、一部では山脚部が崩壊している。堆積は一度洗掘してからの再堆積で、一部には洗掘により基盤岩の露出している個所もある。I-4とI-3の間には巨大亜角礫が3コと大礫が多数堆積しているが、巨大礫は右岸の山腹にある凝灰岩よりなる崖から、過去に崩落し枝沢に堆積していたのが、今回の豪雨によって本沢まで流下したものである。I-3の旧谷底はほとんど低下していないが、右岸側の谷底が洗掘されて、凝灰岩・石英珩岩・玄武岩よりなる中～小礫が再堆積したもので、左岸側は崖錐が崩壊している。I-2付近は一面に中～小礫が、厚さ0.5～1.0m堆積しているが、左岸では山腹の崖錐が崩壊している。I-1では、流水付近の谷底は変化していないが、全体的に小礫を中心として0.5～1.5mの厚さで堆積がある。I-2からR点の上流までは一面に堆積が行なわれているが、これはR点右岸側凹斜面の崩土が本沢を埋めた時の「自然ダム」によって、上流側に広く堆積が行なわれたものとみられ、その後左岸側の山麓部に新たな谷を作り山麓を深さ1.2m以上洗掘したと考えられる。R点では旧谷底がほとんど低下していない。I-1は杉林であった山麓部が、今回の土石流で新たに谷となった個所で、谷壁には石英珩岩・玄武岩よりなる中～小礫の亜円礫があり、谷底には薄く小亜円礫が再堆積しているが、本流との合流点付近では、侵食と堆積が不規則に行なわれている。

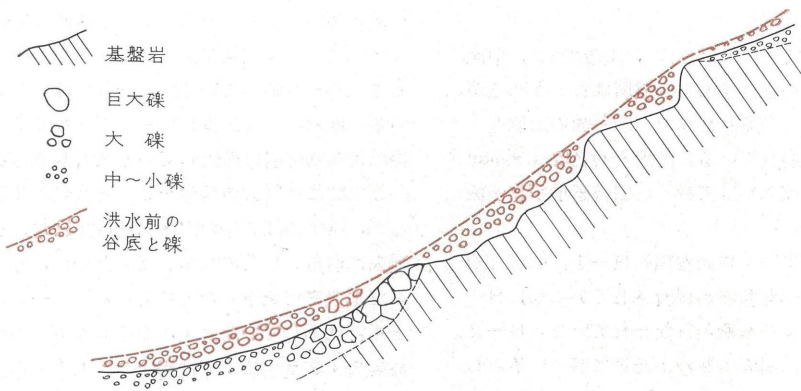
10.1.8 大入の沢本流

支流の立岩沢との合流点より上流は、谷幅が急激に狭くなるので、本流上流部として記載する。

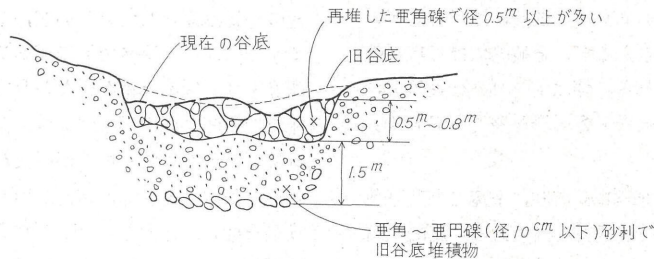
上流部の長さ970mで平均傾斜は30°、侵食断面積は上流で1.5m²、下流で8.9m²と下流で急激に増加する。流出土石量は約7,400m³であるが、D-1付近より上流は踏査困難なため、航空写真判読を中心として流出土石量を計算したので、土石量は少なめに計算されていると考えられる（踏査すると一般に土石量は増加する）。

下流部は立岩沢との合流点より扇頂部までで、谷の長さは940m、谷の平均傾斜14°で下流で12°前後である。侵食断面積は上流で43.6m²と最大で下流では15.2m²と少なくなる。堆積は中流～下流にかけて増加し、下流で1,400m³の堆積をしているが、総流出土石量は約18,000m³である（支流からの流入は含まない）。

測定断面は7カ所で（第13・14図参照）D-1は上流部の下流に当たり、断面の上下流とも砂岩・泥岩の薄層を挟んだ角礫凝灰岩が一面に露出し、両岸とも急な崖になっている。谷底は第15図のように3.0～4.0mの滝が



第15図 大入の沢上流部の下流縦断面



砂利は旧谷底堆積物
0.5m以上の亜角礫は今回の洪水で再堆積した

第16図 大入の沢下流の模式断面図

発達しているが、災害前は砂礫が厚く堆積していて、滝は全然なかったと言うことである。滝の直下では3.0～4.0m 谷底が低下しているが、全体的には測定断面程度と考える。兩岸とも表土と一部の基盤岩が崩れ、谷底には旧谷底砂礫が全部流出している。K-6は侵食と堆積があり、侵食断面積は6.9m²で、谷底の底下はなく、谷底が広がっただけである。兩岸は角礫凝灰岩の中～小亜角礫が多く、断面の下流左岸は中～小礫が0.5mの厚さで広く堆積している。現地の状態と写真判読では、一度侵食した面に礫が再堆積し、地形は災害前とほとんど変化がないので、侵食量と堆積量は同じと計算した。K-6と支流立岩沢の合流点までの間には、巨大～大礫の亜角礫が谷底に埋積しているが、今回の災害では移動していない。K-5の左岸側には広範囲に礫が再堆積しているが、侵食量と堆積量を同量とした。断面では谷底が1.0m洗掘され、谷斜面では最高6.0m洗掘されて新たに谷底となっている。兩岸とも角礫凝灰岩・玄武岩・安山岩・砂岩よりなる小亜円礫が侵食され、谷底には大～中礫と一部に砂利があり、断面の上流にも大～中礫があり、下流には巨大～大礫が散在している。K-4の右岸は侵

食と堆積があり、谷底は1.0m低下している。左岸には大～中～小礫が堆積し、谷底には巨大～大～中礫が再堆積していて、礫質は角礫凝灰岩・玄武岩・安山岩が多い。K-3の右岸側にはわずかに堆積があり、谷底は1.0m低下し、左岸側の旧自動車道路上には、支流から小亜円礫が薄く堆積している。谷底で洗掘された礫は中～小亜円礫で、薄く再堆積した礫は大～中礫で礫質は角礫凝灰岩・石英玢岩・安山岩・玄武岩である。K-2の右岸は旧谷底礫が洗掘され、大～中礫の亜角礫が約2.0m前後溝状に低下していて、左岸寄りの谷底は中～小礫が多い。また左岸側は一面に中～小礫が厚さ1.0m前後堆積している。K-1を境として下流では堆積(扇状地堆積)、上流では侵食が行なわれている。右岸から谷底までは基盤の玄武岩が露出し、谷底には大礫混りの中～小礫がある。左岸は旧谷底礫が侵食され、礫は角礫凝灰岩・石英玢岩・玄武岩からなる中～小亜円礫である。K-1より上流では局部的に旧谷底が2.0m前後、洗掘されている箇所がある。

10.1.9 扇状地の堆積土石量

大入の沢扇状地は前述のように、人畜に被害がなかつ

たので、災害時の状態がよく保存されていた。災害直後の航空写真で見ると、土石流の状態が完全に保存されているので、災害前後の航空写真から図化図を作り、堆積土石量の計算を実施した。図化図の精度は災害後の1/2,500図化図は高低誤差1.0m以下とみられるが、災害前の1/5,000図化図は1.0m前後の誤差を含むものと考えられる。

計算は第17・18図のように土石流にはほぼ直角に、20m間隔で断面図を作り、それぞれの断面での新旧地形から変動断面積を計算し、それぞれの断面に隣接する断面の変動量を加え、 $\frac{1}{2}$ して距離（20m）を掛けてそれぞれの断面間の変動量とした。

堆積は扇頂部より40～120m下流までの間でもっとも多く、200m付近より下流では堆積と侵食が入り混じっている。礫径は扇央より左岸側は大～中礫を主体とし、右岸側は中～小礫と砂利・砂が多く、扇端には小礫と土砂が薄く堆積していて、扇状地の総堆積土石量は101,147 m^3 である。この土石は上流からの土石流によるものであるが、多量の土・砂は西湖に流入し、礫だけが堆積しているとみられる（局部的には砂もある）。

扇状地の右岸側にある大石の沢は、谷底が洗掘されて多量の土石を流出し、末端にある扇状地に新たに堆積している。今回の豪雨により一部の土砂は、本流の扇状地まで流入してはいるが、砂礫の大部分は本流まで流出せずに、末端の扇状地の松林の中に堆積しているので、本流の扇状地堆積物の中には、はいっていないものと考えた。

以上、大入の沢の土石流について、流域各断面の変動状況・礫径・礫質について記載したが、本・支流についての特性は次のとおりである。

1. 崩壊の大部分は表土と崖錐の崩れなので崩土量は少ない。
 1. 地質と植生による崩壊の特徴は少なく、崩れは地形に深く関係している。
 1. 土石流の供給源は、大部分が旧谷底堆積物である。
 1. 谷底礫は上流から下流へ「雪ダルマ式」に洗掘し、土石流量を増大しながら扇状地に押し出した。
 1. 中流～下流にかけて礫が堆積している沢もあるが、この堆積は1度侵食して後に礫が再堆積している例が多い。
 1. 洗掘により低下した谷底にも、薄く礫が再堆積している個所が非常に多い。
 1. 巨大礫は、今回の洪水で移動している礫と、全然移動していない礫とがある。
 1. 巨大礫は数コ集まって点在するが、大礫は局部的

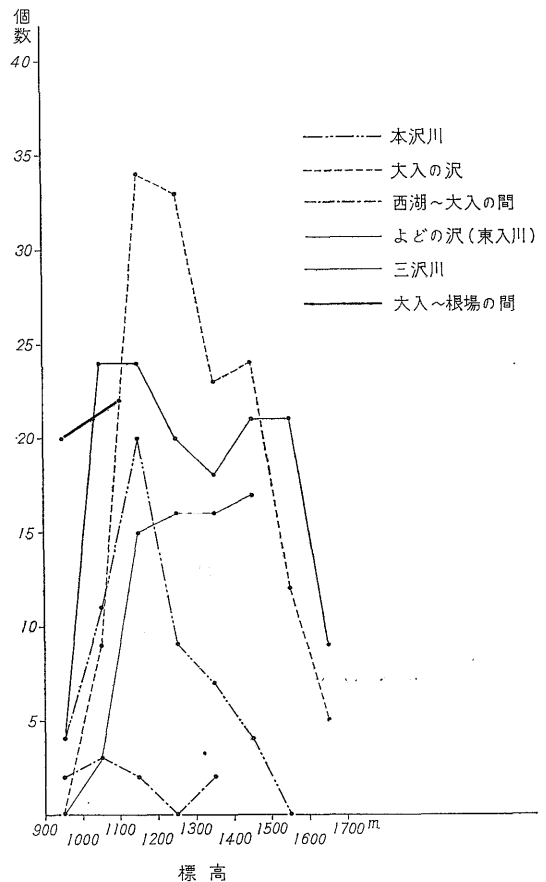
に密集する例が多い。

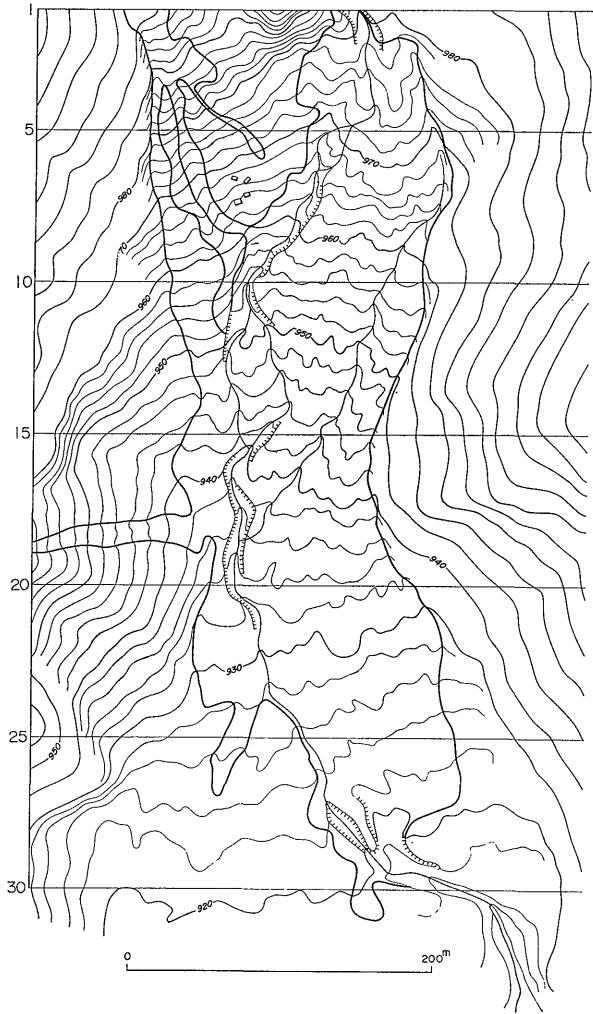
1. 扇状地には巨大礫がほとんどない。

移動土石量の計算土石量は未踏査の範囲が多いために、実際より少なくなるようであるが、扇状地の堆積土量と、谷での侵食土量の間には次のような関係が考えられる。

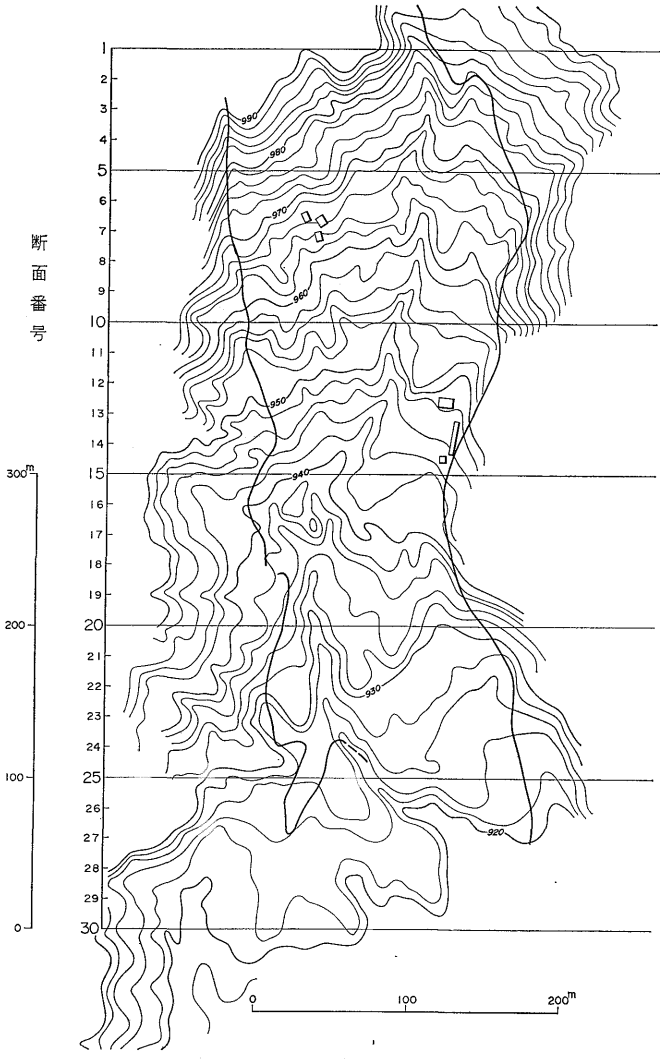
崩壊・侵食土石量（扇状地に流入した量）は約9万 m^3 で、侵食と堆積の間に起きる体積の増加を約2割増と仮定すると、約10.8万 m^3 の土石が扇状地に堆積したことになる。一方扇状地の堆積土石量、約11万 m^3 の大部分は礫で、土砂の大部分は西湖に流入している。このことから西湖に流入した土砂量を堆積土砂量の約1割と仮定すると、約12.1万 m^3 の土石流が扇状地に押し出したことになる。扇状地の堆積土量計算が真実値に近い値とすれば、侵食土石量を0.5割増加し、本・支流の谷底に再堆積することによって増加した量（再堆積による体積の増加量は計算していない）を考慮すれば、収支は大体合うことになる。以上のことから大入の沢の本支流から、扇状地には約11

第9表 標高別崩壊グラフ





第 17 図 b 大入の沢扇状地平面図 (災害後)



第 17 図 a 大入の沢扇状地平面図 (災害前)

昭和41年9月豪雨による足和田村土石流について (岡・桂島)

万 m^3 ~12万 m^3 の土石流が押し出したと考えられる。

10.2 三沢川流域

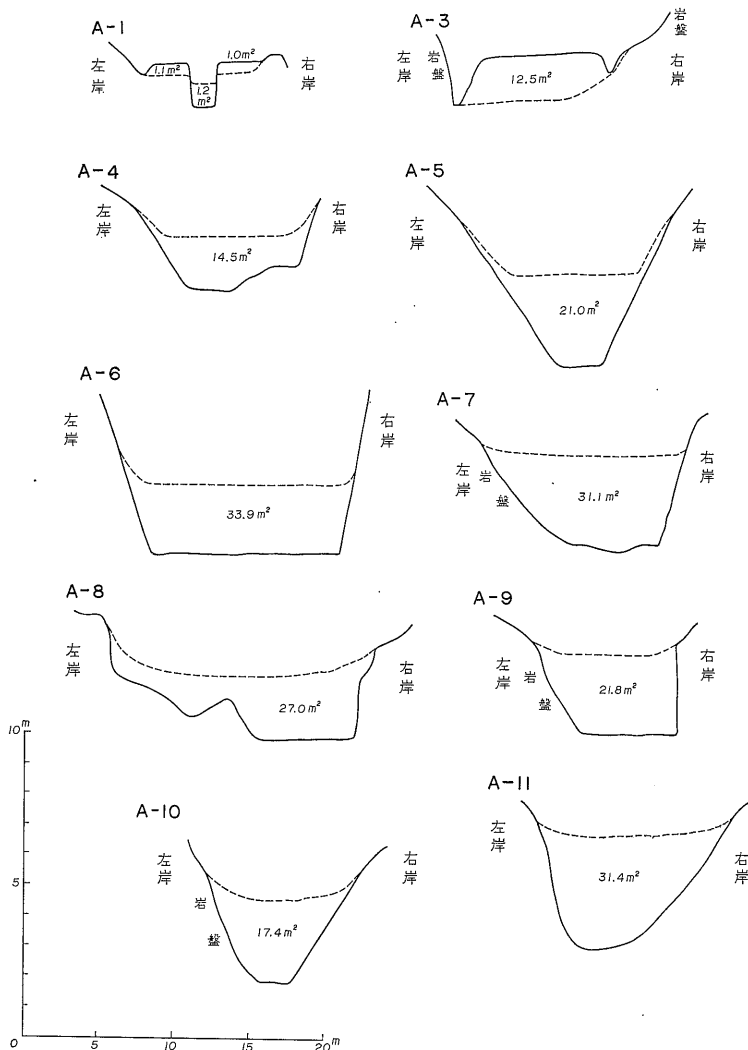
地質は上流の山頂付近が十二ヶ岳火山礫凝灰岩で、他の大部分の流域は玄武岩におおわれ、石英安山岩が中流部に分布し、その他は石英玢岩が点在している。

崩壊は第9表のように標高1,100~1,300m付近に集中し、石英安山岩地域に崩れが多い。崩壊位置は谷頭と谷頭直下の谷底と、凸斜面と凹斜面との傾斜変換点付近に発生している。

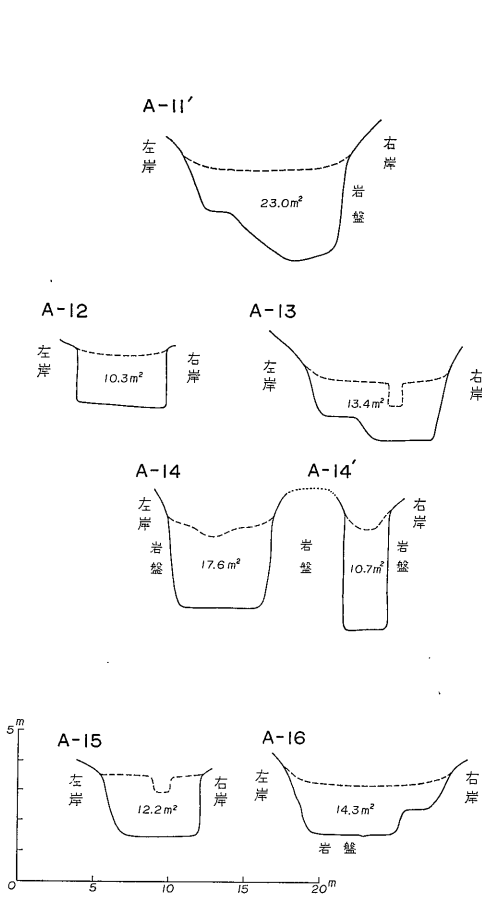
測定断面は第19図のように中流部の16断面で、流出土

第10表 調査地内の沢の形状

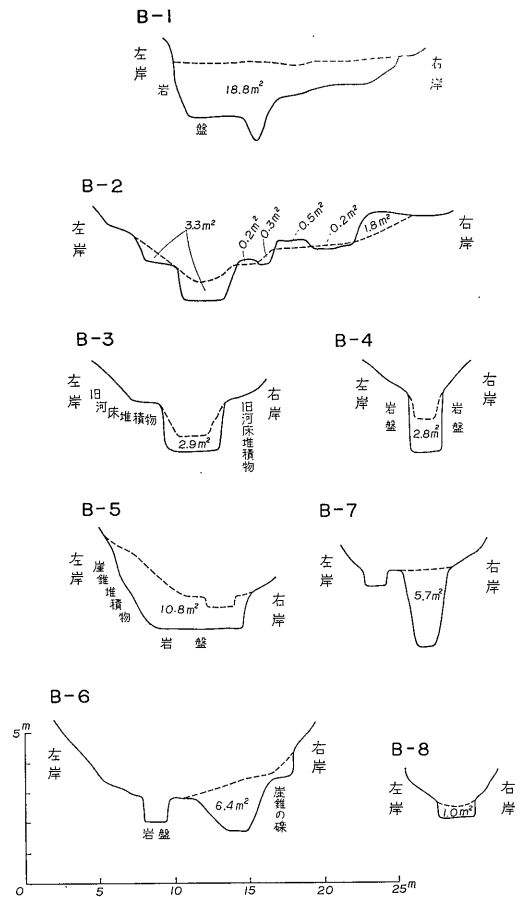
沢名	沢の長さ (m)	沢の高低差 (m)	平均傾斜
かんば沢	1,000	410	22°
よどの沢	2,000	720	20°
三沢川	1,300	560	23°
本沢川	1,200	500	22°
大入の沢	1,600	690	23°



第19図 a 三沢川横断面図

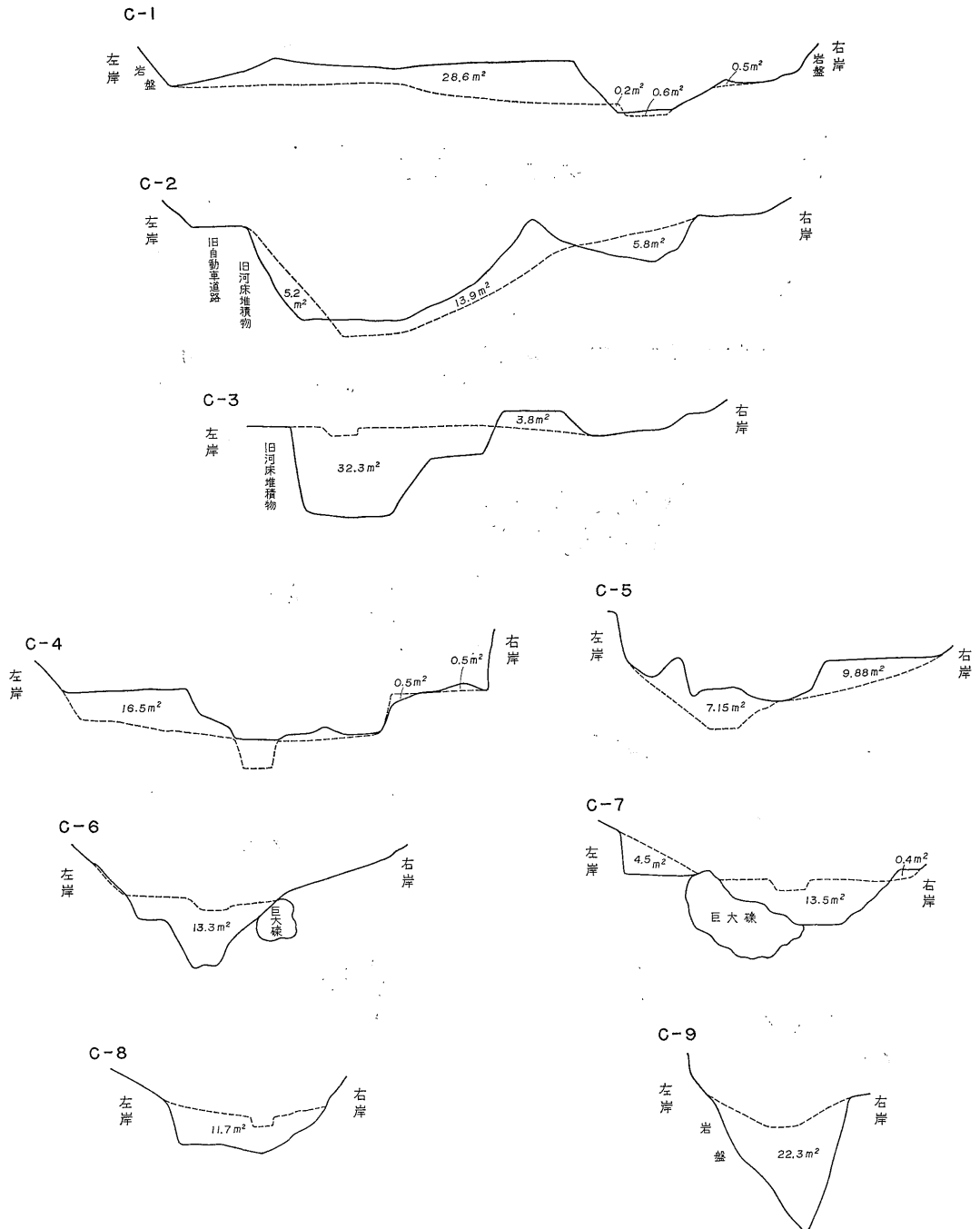


第 10 図 b 三沢川横断面図

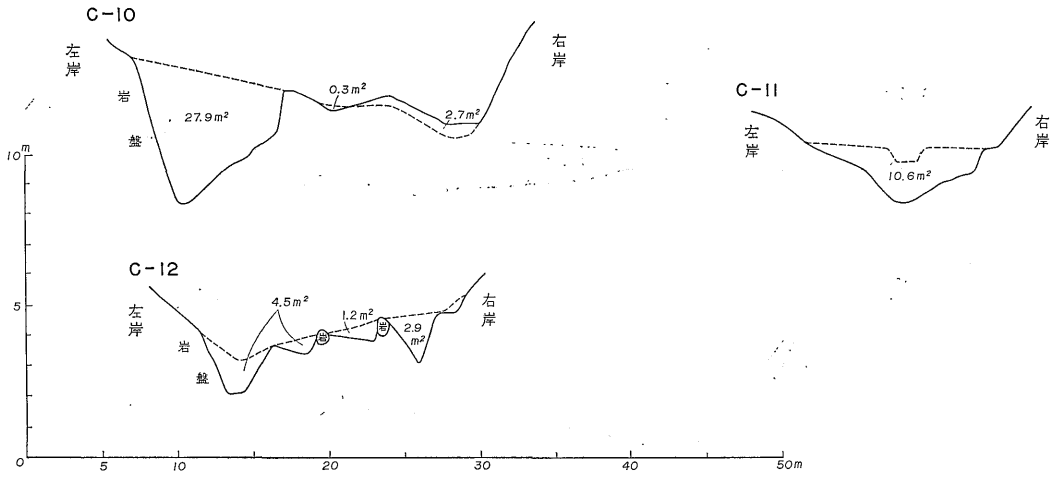


第 10 図 c かんば沢横断面図

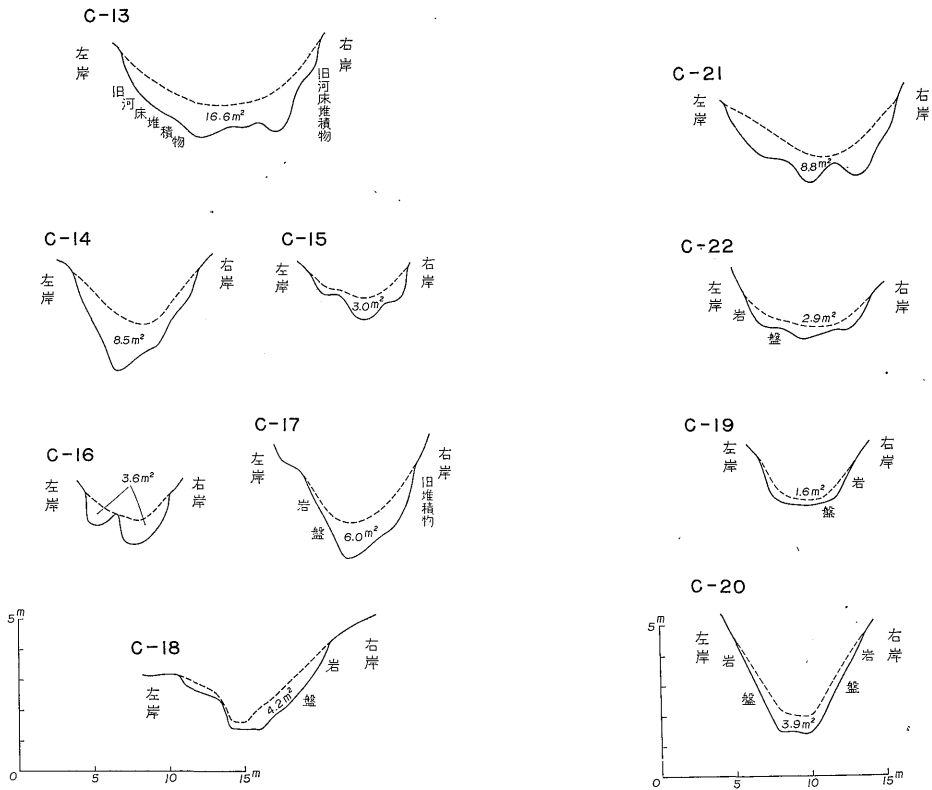
昭和41年9月豪雨による足和田村土石流について (岡・桂島)



第19図 d-1 よどの沢横断面図



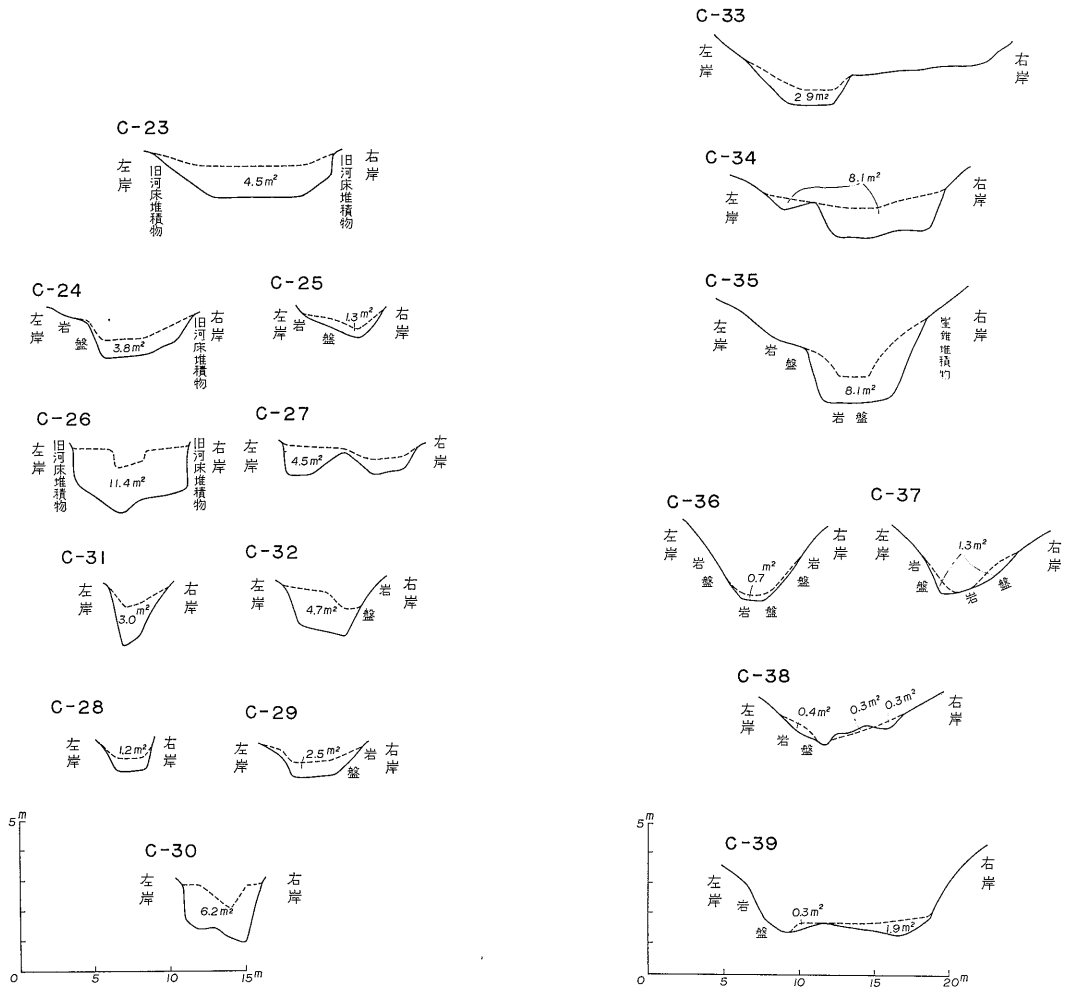
第 19 図 d-2 よどの沢横断面図



第 19 図 e よどの沢本流 (上流部) 横断面図

第 19 図 f 五大寺の沢横断面図

昭和41年9月豪雨による足和田村土石流について (岡・桂島)



第19図 g 火葬場の沢横断面図

第19図 h 大石の沢横断面図

石量は測定した断面より上流で約 6万m^3 である。下流は砂防堰堤(ほとんど変化なし)と災害復旧工事のため、また上流は時間の都合で測定できなかった。測定断面の変動量は、本流の上流で侵食量 $21.8 \sim 27.0 \text{m}^2$ 、支流で $14.3 \sim 31.4 \text{m}^2$ と測定位置により大きく異なった侵食量を示している。中流では侵食量が $31.1 \sim 33.9 \text{m}^2$ 、下流では 14.5m^2 の侵食と 12.5m^2 の堆積がある。測定値は上流で多く下流で少ない侵食量になっているが、測定断面より上流では侵食土石量が急激に減少する。下流の砂防堰堤より部落の入口(扇頂部)までは侵食量が急増する。

流域の上流部ではわずかな崩土と谷底洗掘が、上流部の下流と中流部の上流にかけては侵食量は急激に増大し、中流部の下流では侵食量が減少し同時に堆積も始まる。下流部の上流～中流は砂防堰堤のために、一部堆積がある程度で侵食はほとんどなく、砂防堰堤の下流でふたたび侵食(洗掘)が増大し、扇頂～扇央の一部にまで洗掘がある。巨大礫は中流部の上流と中流の 2 カ所にみられるだけであるが、扇状地には巨大礫が多数みられる。これは扇頂部に埋積していた巨大礫が、洗掘により掘り出されて部落に押し出したとみられる(災害復旧工事のため扇頂部に、砂防堰堤の床掘り工事を実施したところ、谷底に巨大礫が密集していた)。

10.3 三沢川～大入の沢の間の流域

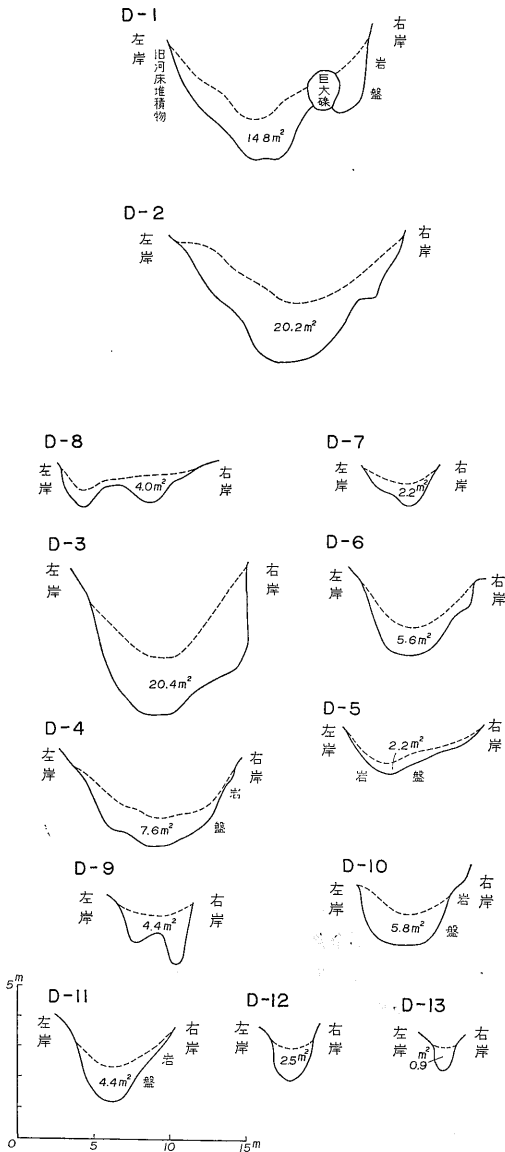
西湖に面した急斜面で、沢はかんば沢(長さ $1,000 \text{m}$)があり、他は山ひだ程度の凹斜だけである。地質は流域全部が玄武岩で、測定断面は第19図のように 8 カ所である。B-7 の上流は基盤岩が露出し、滝が連続して谷底の砂礫を流出しているが、一般に侵食量は少ない。B-5・6 付近も滝が連続し、滝の付近は侵食されていない。B-4 から B 2' 点までは谷底の中～小亜円礫が、 $0.5 \sim 1.0 \text{m}$ の深さに洗掘された程度で、侵食断面形も $2.8 \sim 2.9 \text{m}^2$ 位である。B-2 付近では侵食と堆積があり、わずかに侵食量が多い程度である。B-1 は扇頂部に当り、侵食量をもっとも多い断面である。

全体的には流域が小さく、流出土石量もわずかであるが、断面の侵食変動量は扇頂部がもっとも多い。

10.4 大入の沢～よどの沢(東入川)間の流域

西湖の湖岸に面した山ひだよりなる急斜面で、玄武岩と石英玢岩よりなる斜面のうち、石英玢岩よりなる斜面に崩れが集中している。

崩れは崖錐と基盤の一部が崩落しているが、崩れは凸斜面と凹斜面との傾斜変換線に沿って発生している。崩壊地付近の石英玢岩は節理の発達がよく、そのために基盤岩の表面が細片になりやすいので、豪雨の時には崩れやすく、山脚部には過去の崩土である崖錐が厚く堆積し



第 19 図 i 本沢川横断面図(扇層の沢)

ている。

10.5 よどの沢（東入川）

調査地の中では大入の沢について、広い流域面積を持ち、谷の長さ2,000mと一番長く、平均傾斜が一番緩傾斜である。地質は上流部に十二ヶ岳火山礫凝灰岩が広く分布し、中流部の一部に玄武岩があり、中流部～下流部にかけて石英珩岩が分布している。

崩壊は標高1,000～1,200mの間にもっとも多く、次に1,400～1,600m付近に集まっている。これは地質にはあまり影響されずに、地形に強く支配された崩れで、谷頭に集中的に発生し、次に凸斜面と凹斜面の接する傾斜変換点に多く発生している。崩壊の大部分は崖錐の崩れで、基盤岩は崩れていない。流出土石量は約7万 m^3 で大部分は扇状地に堆積している。

測定断面は本流で18断面、支流で21断面である（第19図参照）。

10.5.1 よどの沢本流

上流部は角礫凝灰岩よりなる中～小亜円礫が流出し、基盤の角礫凝灰岩が谷底に露出している。C-12では枝沢との合流点直下のため、礫の再堆積があり複雑な断面形をしている。中流部の中～下流にかけて、角礫凝灰岩よりなる巨大亜角礫が谷底にあり、大礫も急に増加し洗掘量も多くなり谷幅も広がる。侵食断面積も10.6～22.5 m^2 と大きくなるが、これは谷底の流水位置の変化によって起きたものである。礫質は角礫凝灰岩が多く、他に砂岩・石英珩岩・玄武岩もある。巨大礫は今回の災害では移動していない。下流部の上流は中流部と大体同じであるが、中流では堆積に変わり、C-4・5では堆積断面形である。これは谷底が広くなり緩傾斜になるためと考えられる。堆積している礫は大～中亜角礫が多く、礫質は大部分角礫凝灰岩があるが、玄武岩・石英珩岩もある。火葬場の沢との合流点の下流では侵食と堆積が入り混り、C-3では28.5 m^2 と本流では最大の侵食断面形になる。C-2では侵食量と堆積量が大体同じであるが、C-1では堆積断面形になり、下流の扇状地には本流と支流を合わせて、約7万 m^3 の土石流が押し出している。

本流での土石流の生産状況は、上流部ではわずかな崩壊土石流も、中流部～下流部にかけて多量の洗掘によって、土石流は急激に増大して扇状地に押し出した。巨大礫は中流部～下流部にかけて散在しているが、扇状地までは押し出さず、扇頂部より上流で止まっている。

10.5.2 火葬場の沢

流域の地質は石英珩岩で、崩壊は谷頭に多く、その他は凸斜面と凹斜面との傾斜変換点付近で崩れている。崩壊は表土と崖錐の崩れで、一部の崩壊土石は山腹で止ま

っており、流出土石量は11,000 m^3 である。谷底礫は大部分石英珩岩からなる中～小礫で、一部に大礫もみられる。上流では1.2～6.2 m^2 の侵食断面形であるが、谷底には基盤岩はでていない。中流では上流より侵食量が多くなるが、洗掘の深さは同じで谷幅だけが広がる。下流で大石の沢と合流する点の上流C-25では侵食量が非常に少なく、合流点の下流でも中流と比較して侵食量は少ない。上流～下流までほとんど基盤の露出はなく、谷底・谷壁とも全部谷底礫と崖錐におおわれていて、礫径も中～小礫で谷底を埋めているのが、特徴的である。

10.5.3 大石の沢（火葬場の沢支流）

流域の上流は十二ヶ岳火山礫凝灰岩で、中流から下流は石英珩岩である。崩壊は谷頭と、凸斜面の傾斜変換点付近の崖錐の崩れで、流域の $\frac{1}{2}$ は露岩なのである草山であるが、草山には崩壊が2カ所あるだけである。草山の崩れは崩土が山腹に止まり、一部の土砂が本流へ流出しただけである。測定は7断面で（第19図参照）流出土石量は約6,000 m^3 である。上流では一部基盤の玄武岩が露出し、谷底に堆積していた中～小亜円礫が侵食され、C-39付近より上流では、移動していない巨大亜角礫が谷底にある。中流では谷底に玄武岩・石英珩岩の基盤が露出し、谷底礫と一部崖錐が流出している。下流では小礫が多く一部に大～中礫があり、礫質は玄武岩・角礫凝灰岩・安山岩・石英珩岩からなり、火葬場の沢との合流点まで、堆積はほとんどない。

火葬場の沢の本・支流には大きな崩壊はなく、崩壊頭部の深さは0.5～2.0mで全部崖錐の崩れである。侵食量は中流付近でもっとも多く、上流ではわずかである。

10.5.4 その他の枝沢

よどの沢の枝沢五大寺の沢は、4断面を測定したが（第19図参照）、下流のC-19を除いて、谷底に薄く堆積していた谷底礫が全部流出し、基盤岩が谷底に露出している。C-19では基盤岩の露出はなく、枝沢としては多量の侵食断面形となっている。

10.6 本沢川（層理の沢）

本沢川は根場部落の裏の沢で、流域は他の沢と比較して0.71 km^2 と小さく、谷の長さも短い、崩壊数も第5表のように特に多くはない。流出土石量は測定断面の上流で約4万 m^3 なので、部落に押し出した土量は6万 m^3 前後と推定される。地質は上流が十二ヶ岳火山礫凝灰岩で、中流は石英珩岩、下流は玄武岩からなっている。測定は13断面で（第14図参照）、上流部では基盤岩が露出し、中流部では谷底礫を洗掘して6.0mもの谷底低下が、局部的にはみられるが、一般的には2.0m前後の低下である。D-3より下流は大～中亜角礫が多くなり、D-1より

約300m下流には巨大～大礫が密集している。本流での侵食量は、上流部～中流部にかけて急激に増加し、下流部は測定不可能であったが、中流部より多量に侵食されていることは明らかである。上流部～中流部にかけて巨大礫は見当らず、下流部で谷が90°屈曲した個所と、扇頂部～扇面に巨大礫がみられる。

11. 土石流の発生形態

今回の土石流は前述のとおり崩壊によってではなく、谷底と谷壁を侵食することによって、旧谷底堆積物である砂礫を運びだし、大規模な土石流となったことは明らかである。土石流の原因となった豪雨について、船津測候所の話では「船津での降雨量と比較して、足和田村の山地では当然降雨量は多いが、風向に面した南斜面の降雨量は、船津の3倍～4倍近い降雨量が予想される」とのことである。おそらく調査地では10分間に、60～80mm、1時間で250～300mmと言うような、多量の降雨が一応予想され、最大風速40.1mの暴風によって多くの樹木が倒れ、豪雨によって流木となって谷を流れ、狭い谷の中で流木は小さな堰を作ったとみられる。一方豪雨によって小さな崩壊が多数発生し、崩土は谷底や谷壁に長い期間(100年以上?)堆積してきた土砂・礫・崖錐を侵食し、時には山脚部の崩壊を起こしながら、流木とともに「自然ダム」を形成したものとみられる。降雨量と流出土砂の増加により、上流での自然ダムが破壊すると、下流の自然ダムをつぎつぎと破壊し、始めは小さな土石流も、自然ダムの欠壊によって「雪ダルマ式」に増大し、短時間(5分～10分)に各沢から大量の土石流(5万～25万m³)が扇状地に押し出した。

根場・西湖部落を襲った土石流のうち、大きな礫は2.0m×3.0m×2.0m位の角礫凝灰岩よりなる亜角礫で、このような巨大礫は無数にみられる。この巨大礫は土石流の激しさを物語っているが、この礫は下記の状態で生産・運搬されたと考えられる。

角礫凝灰岩は地質図に示すように、各沢とも上流にだけ分布し、巨大礫の多くは角礫凝灰岩であるから、当然上流より運搬されてきたものである。角礫凝灰岩は走向が東西方向で、傾斜は70°～80°Nと急傾斜をなし、調査内では東西方向の層面に沿った急崖が連なっている。層理面の割れ目と、ほぼこれに直交する節理の割れ目は、雨水の流入・冬期の氷結・植物根の生長などにより割れ目が開き、地震や豪雨によって割れ目から崩壊し、巨大な角礫となって山脚部や谷底に落下する。数10年～数100年に一度の大洪水によって50～100m(巨離は不明)流下し、次の大洪水まで谷底に堆積している(巨大礫は数個

集まって谷底に点在する)。三沢川中流には角礫凝灰岩よりなる巨大亜角礫(Plate 26の2参照)が旧谷底の上であり、巨大礫の下部には直径5mm位の植物の根が多数密着していることから、おそらく上流で谷底に埋積されていたが、今回の洪水で掘り起こされ、1回転以上行なって現在のように旧谷底に乗り上げたものとみられる。現谷底や山腹にはこの巨大礫のぬけ跡がなく、洪水前には地表には露出していなかったと言われている。

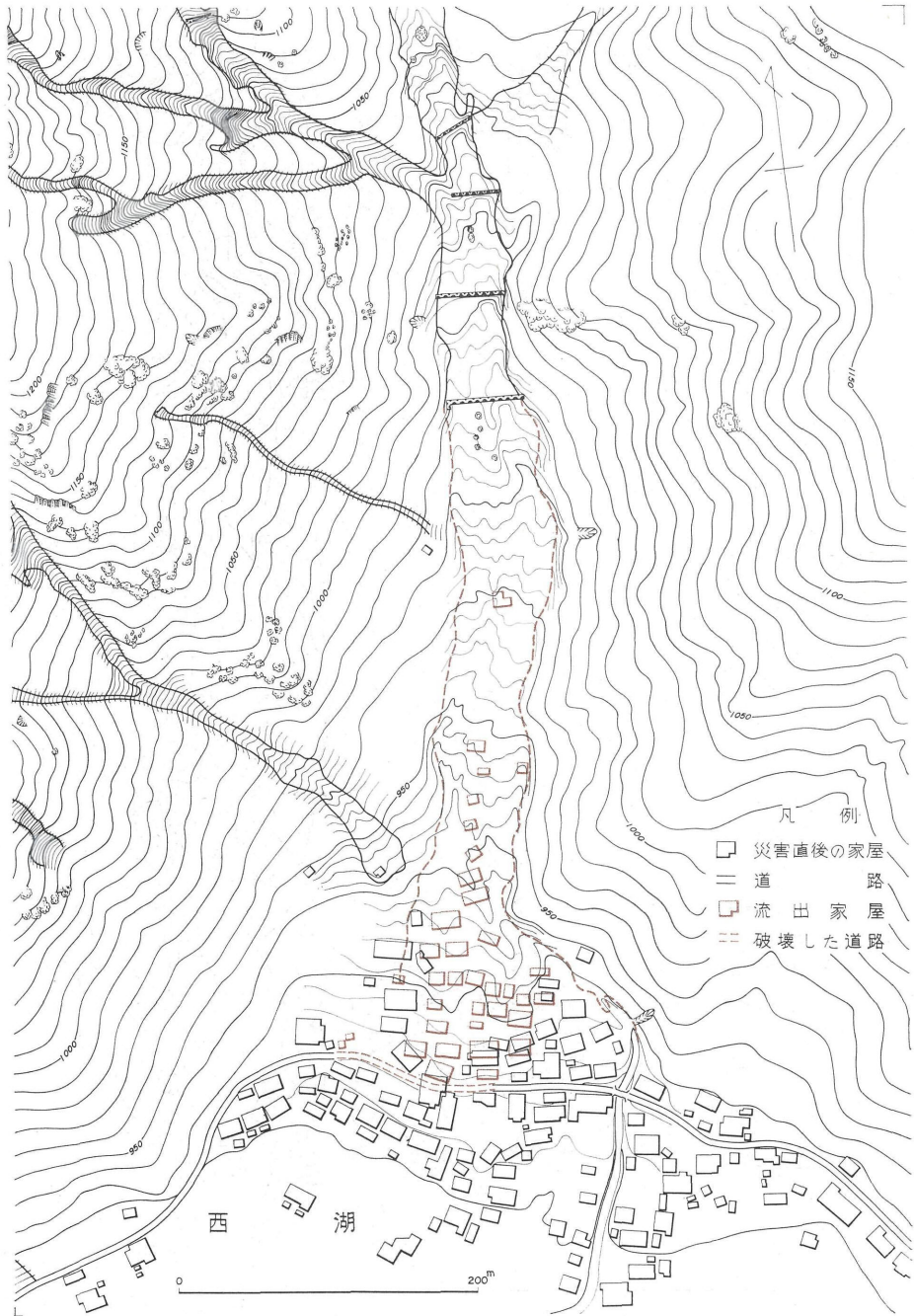
このように大洪水によって谷底に埋積されるか、谷底に堆積して角礫から亜角礫となって、下流へ運搬される。扇頂部から扇面にかけて谷幅は急に広がるので、急激に運搬力が衰え、巨大礫の多くは扇頂部付近に堆積し、その後の小洪水によって埋積されてゆく。今回の土石流で多量の巨大礫が扇面に押し出したのは、豪雨によって扇頂部で川が氾濫し、扇頂～扇面を溝状に洗掘し、土砂や中・小礫を流しながら巨大礫を掘り出し、その後発生した土石流によって、巨大礫～大礫を扇面一帯に押し出したものと考えられる。巨大礫を掘り出した跡は、土石流の末期に急激に減少した流量によって、上流から運ばれた中・小礫が再堆積し、災害後には幅2.0～3.0m、深さ1.0～2.0mの溝が残っているだけである(災害復旧工事で扇頂部付近を掘り下げたところ、巨大な亜角礫が一面に埋積しており、今回の洪水で洗掘された個所は、中～小礫の堆積がみられた)。

12. 根場・西湖部落の被害の相異

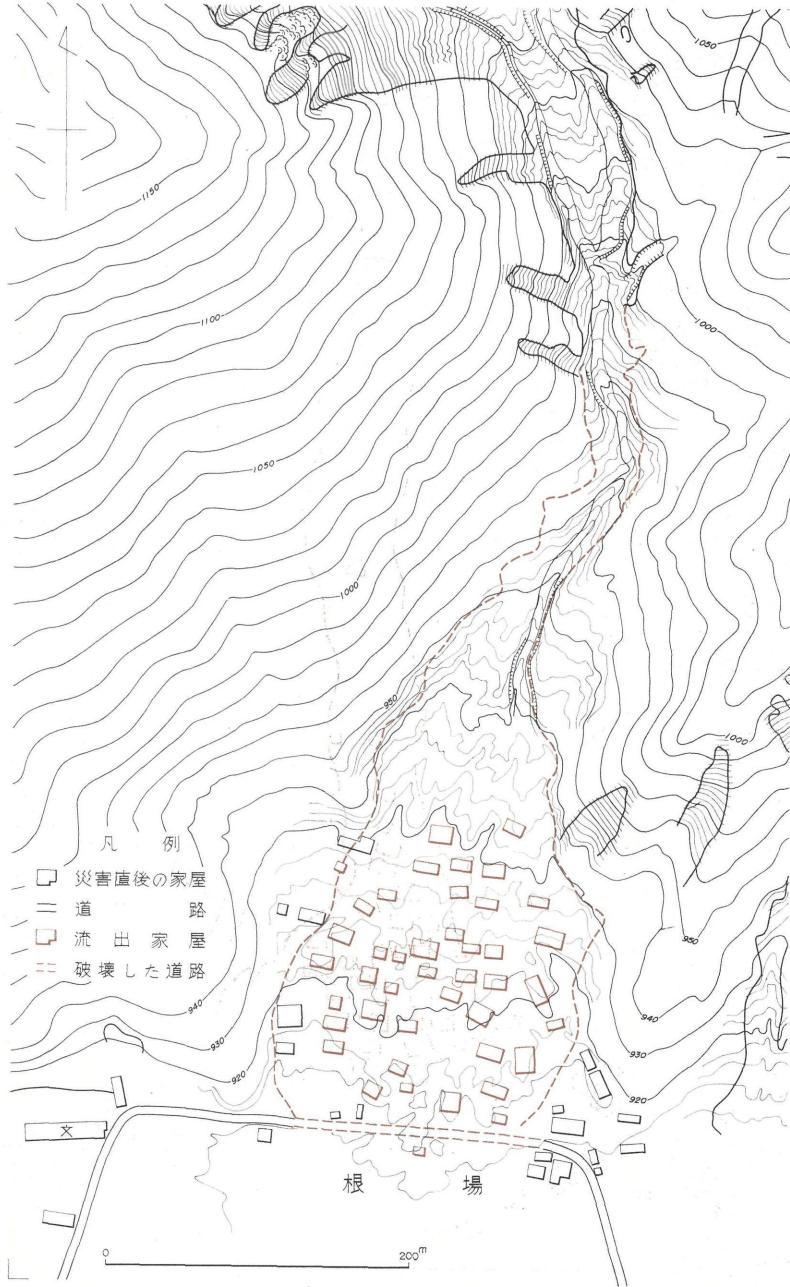
根場・西湖部落を流れる本沢川・三沢川の形状と被害状況は第3表と第20図のとおりで、流域面積 $\frac{1}{2}$ の本沢川で、三沢川より大きな被害を発生した理由は、次のように砂防堰堤と地形によるものと考えられる。

降雨量は台風を中心に近い本沢川の方が、多かったとも考えられ、 $\frac{1}{2}$ の流域面積で、崩壊55カ所と同数発生している。しかしながら土石流の生産状況は、谷底の洗掘によるものが大部分で、山斜面の崩壊土量はあまり問題ではないと考えられる。地形的に一番問題になる相異は、本沢川は扇頂部の上流で谷が急に狭くなり、2カ所で90°近く曲流して洪水の時には、曲流部右岸側の緩傾斜な山斜面から、滝のような状態で扇頂部に流水が落下して、激しく洗掘が行なわれている。また曲流部は上下流と比較して谷幅が狭いため、洪水はダムアップされ、曲流部に堆積した土石が押し出す時は、大～中礫を多量に含んだ「鉄砲水」の状態で扇頂～扇面を洗掘しながら一気に部落に押し出している。災害後の谷の状態は、曲流部の上部には巨大礫と大礫が谷底に埋まっており、中部～下部にかけては基盤が露出しているが、転石による破壊がみ

昭和41年9月豪雨による足和田村土石流について（岡・桂島）



第 20 図 a 本沢川の土石流と被害家屋



第 20 図 b 三沢川の土石流と被害家屋

られ、谷底は2.0m以上洗掘されている。扇頂部～扇面にかけては溝状に洗掘され、土砂・礫は西湖まで流れ込んでいる。

三沢川は扇頂部より上流約500mは直線状で谷幅も下流ほど広く、扇頂部の150m上流から100m間に3基の砂防堰堤がある(最上部は用水堤)。砂防堰堤の間は一部堆積があり、侵食は全然見られない。一般に下流ほど洗掘が激しく、大量の土砂が侵食されていくことからみて、三沢川は砂防堤によって大量の土砂の流出を防止したとみられる。三沢川が本沢川より流出土石量が比較的少ないのは(三沢川で7万m³以下、本沢川で6万m³前後)、砂防堤の効果が非常に大きかったと考えられる。しかしながら下流の砂防堰堤から扇頂部までの150mには、激しい洗掘があって砂防堰堤の効果を半減している。

13. 土石流について考察

足和田村の土石流は、崩壊しにくいと言われる御坂層群の分布する山地で発生したが、風化花崗岩地帯に発生する山崩れと比較すると、崩壊数・崩壊土量とも比較にならぬほど少量である。しかしながら各沢が扇状地に押し出した土石量は5万～25万m³(調査地の西隣にある西入沢でももっとも大量の土石流がある)とも報告され、扇面にあった根場・西湖部落に大きな被害を起こした。この土石流を要約すると次のとおりである。

- (1) 台風に伴う集中豪雨によって、山斜面が崩壊した(多くは表土の崩れ)。
- (2) 基盤岩の崩壊は数カ所でおこり、その崩れは巨大角礫の状態付近の谷底に堆積している。
- (3) 激流と崩土によって急傾斜な谷底(平均傾斜25°前後)を洗掘し、同時に山脚部の崖錐を崩壊流出させている。
- (4) 過去数100年? にわたって谷底に堆積した砂・礫を、上流では大部分、中流～下流では一部を侵食しながら「雪ダルマ式」に増大した土石流である。
- (5) 台風による風倒木と谷底の洗掘による砂礫によって、各所で小さな「自然ダム」が形成され、降雨量と土砂・礫の増加によって、上流での「自然ダム」が欠壊されると、つぎつぎと下流の「自然ダム」を破壊し、大きな土石流となった。
- (6) 各沢とも中流部では侵食と堆積が行なわれている。
- (7) 多くの場合洗掘した谷底には、薄く砂・礫が再堆積している。
- (8) 三沢川の砂防堰堤は土石流を止める効果はなかったが、土石流を増大させなかった消極的效果は認められる。

(9) 土石流の90%以上の砂礫は、旧谷底堆積物である。

(10) 部落まで押し出した巨大礫は、大部分角礫凝灰岩からなり、過去に繰り返された洪水によって扇頂部まで運ばれ、埋積されていたものが、今回の洪水で洗掘されて、扇面一帯に押し出したのである。

(11) 今回の土石流は、少なくとも過去100年位は発生しなかったほど、大規模な土石流ではあるが、小規模な土石流は数年に一度は発生している(三沢川で小規模な土石流があったので、数年前に砂防堰堤を設置した)。

(12) 西湖に面した扇状地形は、西湖が現在の水位になった約1,100年前から、現在までの間に形成された地形である。

14. むすび

土石流の発生形態については、一般的に山斜面の大崩壊によってのみ起きると、考えられがちである。したがって地形的には急峻な山地であるが、地質的には崩れにくい御坂層群の角礫凝灰岩・玄武岩・石英珪岩などの硬質岩なので、このような土石流が発生することは、地元民はもとより一般的にも予想していなかった。

しかしながら部落の位置する扇状地形は、過去1,100年の間に繰り返し起きた土石流によって、形成されたものであり、「400年間1度も発生しなかった」と言う話が事実であれば、400年以前には激しい土石流があり、その後比較的安定した時期があり、ふたたび激しい土石流が発生したとも言える。しかしながら数年前には三沢川で、扇頂部の少し上流まで土石流が押し出し、そのために砂防堰堤が設置されている。このことから考えれば、集中豪雨によって土石流が発生する可能性は充分考えられたはずである。

三沢川と本沢川を比較して、流域面積の割合に、三沢川の土石流が少なかったのは、砂防堰堤によることが理由の一つに考えられる。すなわち今回の土石流は谷底の洗掘によって、「雪ダルマ式」に増大したのであるから、局部的にせよ洗掘を防止すれば、土石流の増大を防ぐことができる。もし三沢川に砂防堰堤がなかったならば、より大きな災害になったことが予想されるし、また三沢川の下流にもう一基の堰堤が設置されていれば、土石量はより少なかったと考えられる。現在復旧工事で本沢川・三沢川に砂防堰堤が設置されたが、これは適切な方法で、土石流に対してはもっとも有効な予防方法と考える。しかしながら本・支流の上流まで多数の砂防堰堤を設置しなければ、土石流を防ぐことはできない。前述のように砂防堰堤は土石流を大きくしないという、消極的な意味での効果であって、土石流の発生を防止するとい

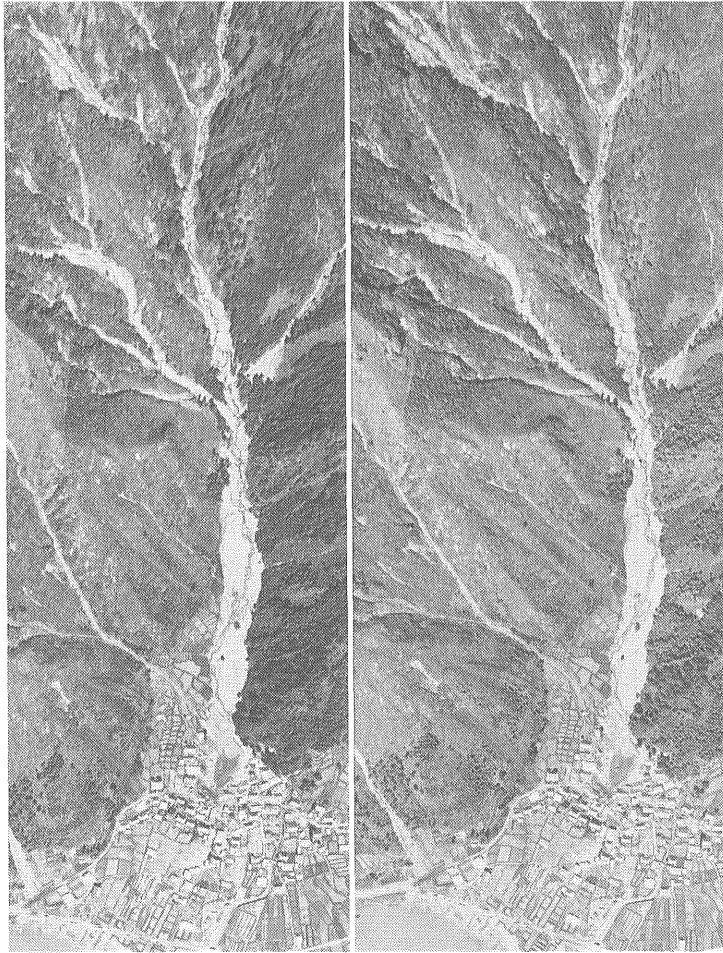
うことではない。山地の多いわが国では全国的にみて、危険な扇状地にある部落は相当にあると考えられるが、扇状地が過去の土石流の集積と考えるならば、不測の天災はあるものと予想しなければならない。

今後の対策としては危険な扇状地に居住しないよう指導するとともに、やむを得ない場合は小さな砂防堰堤を多数、なるべく上流まで設置することが災害を小さくする有効な方法である。

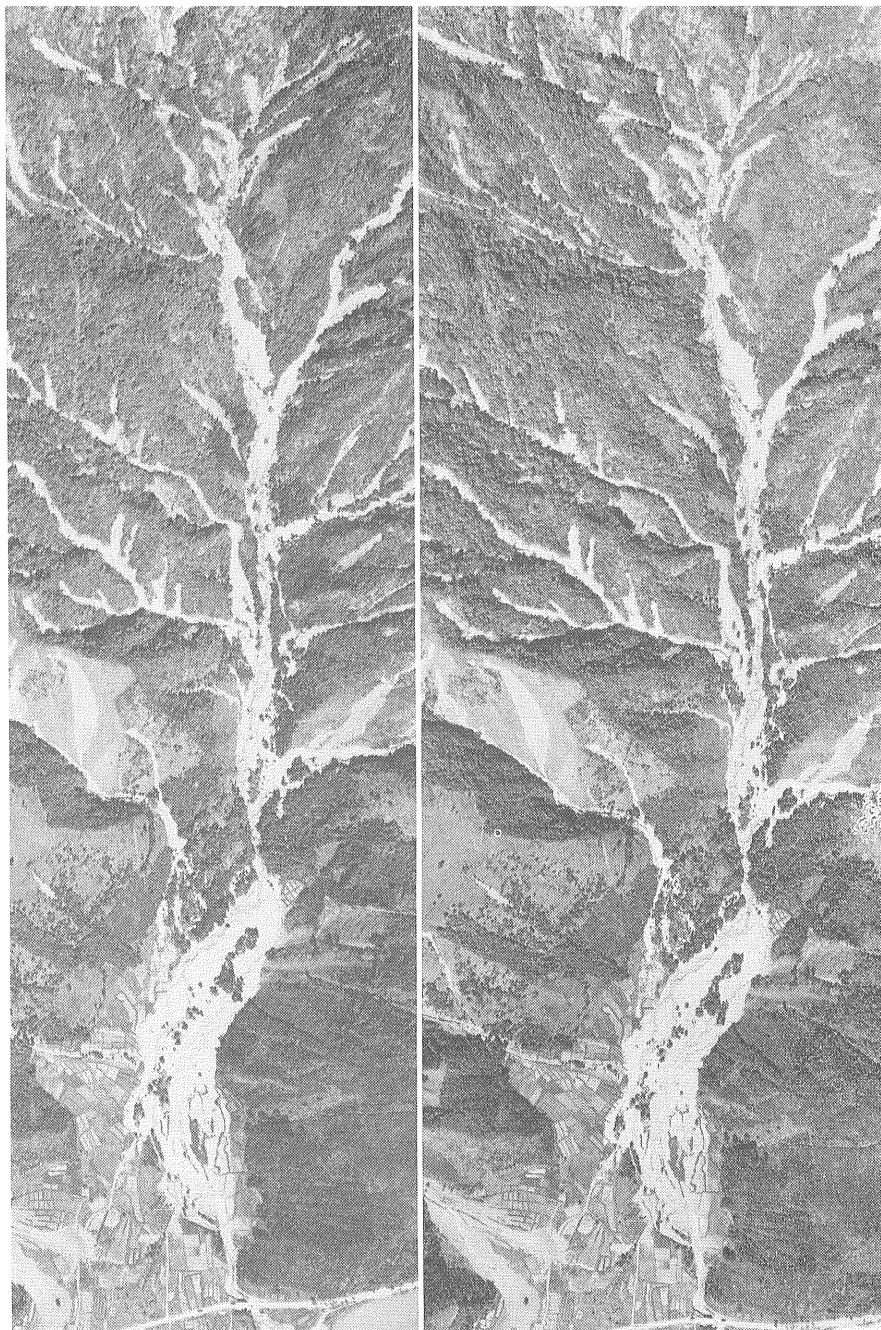
(昭和44年9月稿)

参考文献

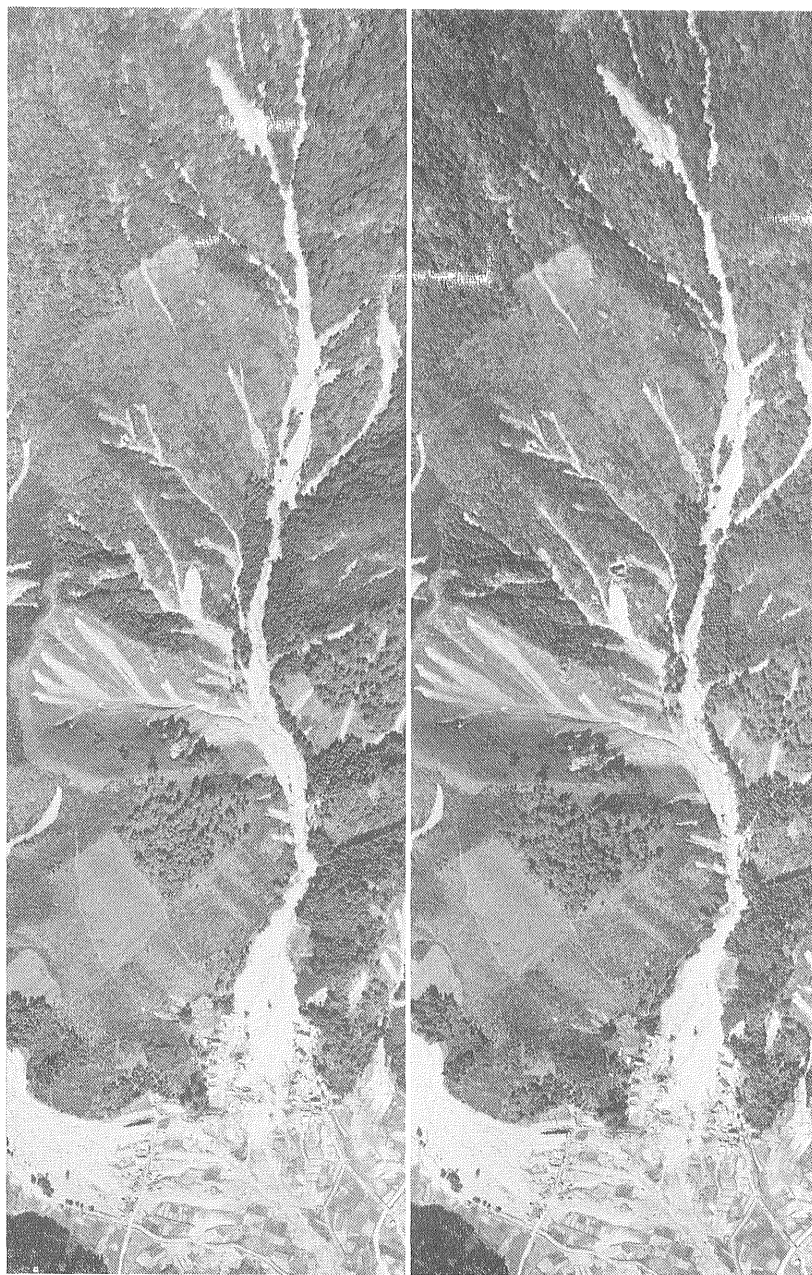
- 足和田村(1966)：台風26号災害概況
市川正己：日本における山地災害の諸問題，地理学評論，vol.29，no.10，p.659～662
岩崎敏夫(1968)：土石流災害についての水理学的考察
樋口淳美：第5回災害科学総合シンポジウム論文集 p.31～32
神原信一郎(1929)：富士山の地質と水理，p.459，博進館
片田正人(1956)：5万分の1地質図幅「甲府」および同説明書，地質調査所
片田正人：地球科学，39号，p.1～14
小林福造(1960)：山梨県富士川および桂川流域における防災地質の基礎的研究，地質学雑誌，vol.66，no.776，p.321～331
甲府地方気象台(1966)：昭和41年度防災業務実施状況報告第4号
松野久也(1965)：写真地質，p.115，実業公報社
水野篤行(1958)：西八代層群(中新統)について
中村慶三郎(1955)：崩災と国土，p.152，古今書院
中山政一・他3名(1967)：河床変動調査における航空写真の利用，写真測量，vol.6，no.4 p.169～176
中山政一・武田裕幸(1967)：航空写真を利用した崩壊地調査と，それに関する問題点について，災害地質討論会論文集，p.11～25
西田彰一(1968)：羽越豪雨(昭42.8.28)による崩災の調査とその防災研究，特定研究(災害科学)研究報告集録，p.204～206
佐々木大策・荻原能男(1967)：台風26号による本沢川の洪水流出に関する研究，山梨大学工学部研究報告，第18号，p.136～142
多田文男(1964)：自然環境の変貌，p.74，東京大学出版会
山田久夫・他3名(1967)：西湖地区土石流の地質学的調査，第四回災害科学総合シンポジウム論文集，p.58
矢野義男(1962)：砂防調査および計画，p.56，山海堂



1. 三沢川と西湖部落
昭和41年9月27日 アシヤ航測撮影



1. 桑留比川 (大入の沢)
昭和41年9月27日 アジヤ航測撮影



1. 本沢川と根場部落
左下は西入川の土石流
昭和41年9月27日 アジャ航測撮影



1. 根場の扇状地を扇頂部より見たところ。扇中部の家は全部流出し巨大礫が点在する。



2. 根場の土石流の末端。大～中礫が多く、左側は石英珪岩の崩れ、中央部が西湖



1. 根場の全景。中央部の火の見やぐらで多くの人命がすくわれた。



2. 根場部落。上石流につぶされたオート三輪車



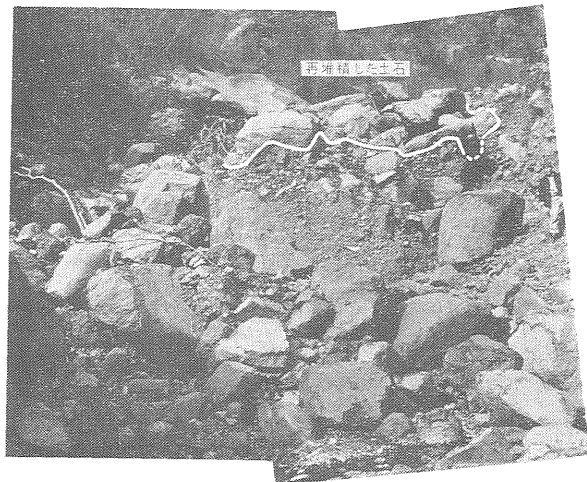
3. 根場部落の土石流。山際の家は残っているが家の中は土石で埋まっている。



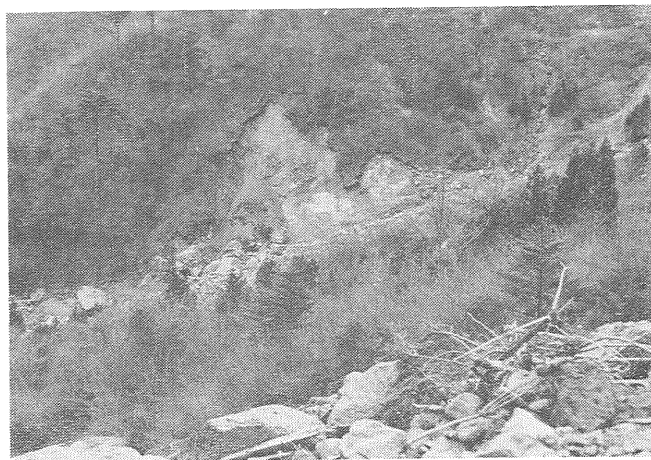
4. 石英玢岩からなる西湖に面した斜面。基盤の一部が岩片になって崩落している。



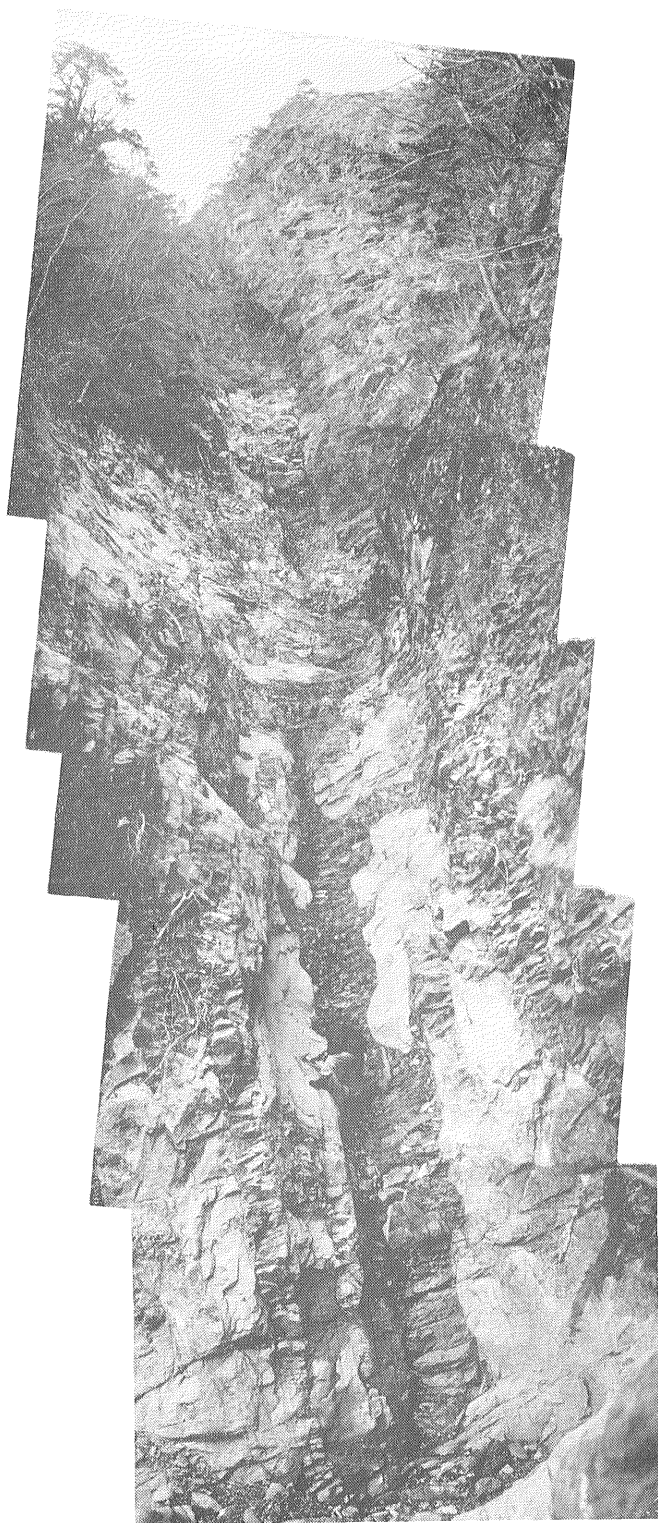
1. 大入の沢の崩壊と谷の洗掘 (右よりの二又になつた沢は玉すく沢, 左端は西湖と青木ヶ原)



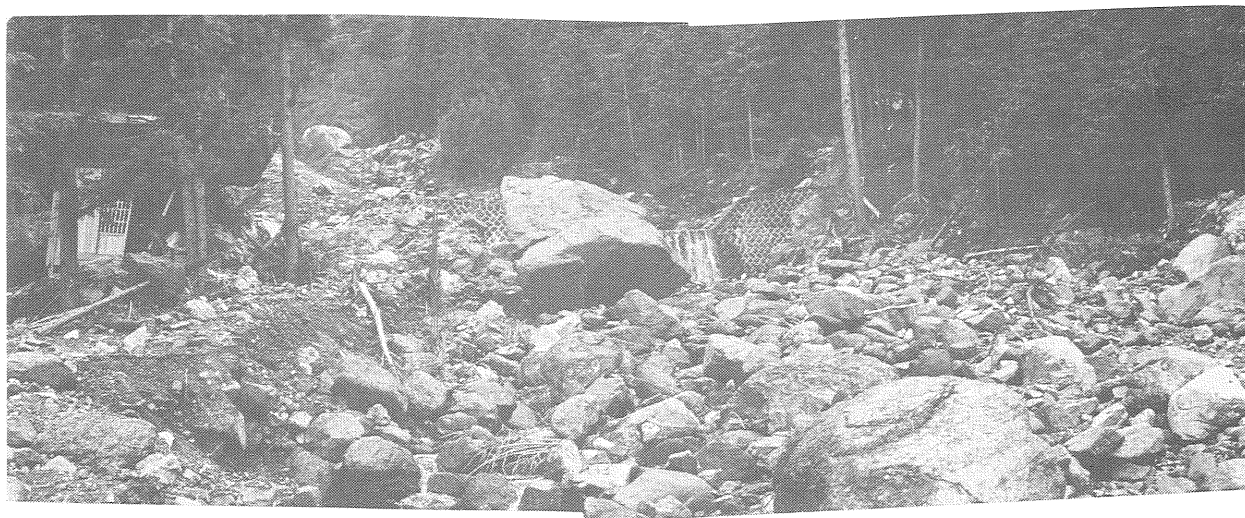
2. 大入の沢の谷の再堆積



3. 大入の沢山脚部の崩壊



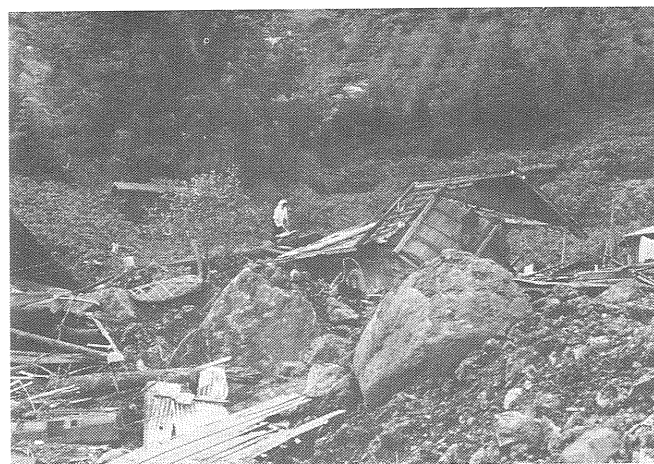
1. 大入の沢本流。層理に沿って谷が発達している。写真の乳白色部は凝灰質砂岩で暗灰色部は泥岩。泥岩は節理の発達がよく、侵食されやすい。山頂近くは、崩壊を起している。本流は写真の中央部より右側に曲流している。災害前の谷底は谷底堆積物で埋まっていた、容易に歩行できたと言う。



1. 本沢川下流砂防堰堤。巨大礫の流下、堆積がみられる。左上方には、最大の巨大礫がある。砂防堰堤の両岸は、ほとんど洗掘されていない。



2. 大入の沢中流の巨大礫。この礫は流下しており、旧谷底は、人物の腰の高さである。



3. 西湖部落の倒壊家屋



1. 大入の沢下流。段丘を洗掘して中〜小礫が再堆積している。写真の中央部一本杉の右側が旧谷底で、左側が段丘である。



2. 本沢川中流部。杉の木の2.3mのところの幹に、8 cm×8 cm×5 cmの角礫凝灰岩の珎角礫がめり込んでいる。最高水位は、礫より約1.0m下方である。