

姫川水系浦川流域における斜面崩壊と土石流について —その6—

藤田至則*・早川嘉一**・高浜信行*・鈴木幸治*
青木 滋*・佐藤 修*・霜鳥重雄**・神林英男***
水野達夫***・五日市好則****・堀 昭仁****・中原 靖****

Geological and geochemical studies on the slope failures and observation of debris flow in the Ura River Basin, Nagano Prefecture

—Part 6—

by

Yukinori FUJITA, Kaichi HAYAKAWA, Nobuyuki TAKAHAMA,
Koji SUZUKI, Shigeru AOKI, Osamu SATŌ, Shigeo SHIMOTORI,
Hideo KANBAYASHI, Tatsuo MIZUNO, Yoshinori ITSUKAICHI,
Akihito HORI and Yasushi NAKAHARA

(Abstract)

The debris flow that occurred at the foot of Hieda-yama on July 13, 1985, struck the observatory of the Ministry of Construction, and totally destroyed a substantial part of the facilities.

Another debris flow, probably of concurrent occurrence, took place in old Kanayama-zawa. The authors have investigated the cause of these debris flows and the landform changes at the debris flow sites, and have reconstructed the physical feature of down-flowing.

Key words: debris flow, landslide, gravel, ground inclination.

キーワード: 土石流, 地すべり, 礫, 地盤傾斜

I ま え が き

1984年度にひきつづき, 建設省北陸地方建設局松本砂防工事事務所長の依頼により, 浦川流域の調査を行った。

今年度は, 1985年7月13日に, 稗田山の崖で崩壊が発生し, 土石流が観測小屋を直撃した。小屋の一部が破損し, 室内に泥土が堆積した。そのため, 従来行ってきた土石流観測の実施が不可能になったため, 今年度は, 主に1, 7.13土石流の調査と, 2, 1981年5月12日土石流の発生源となった地すべり地の調査を行った。

なお, I-2-1) - Dの調査結果が多少, I-2-2の部分と重複する部分があり, また, 土石流分布の状況の記載方法に違いがみられるが, これは, 調査グループが別に編成されたために生じたものであることを予めお断りしておく。

*新潟大学積雪地域災害研究センター, **新潟大学農学部, ***元新潟大学工学部(学生), ****元新潟大学農学部(学生)

II 1985年の浦川流域の土石流

1 気 象

稗田山山麓も含めて浦川上部地域に、1985年6月24日・25日、7月10日、7月13日に3回にわたって発生した土石流と降水量の関係について述べることにする。

図-1、図-2は、それぞれ浦川土石流観測所、浦川上流の降雨計において測定した1985年6～7月にかけての時間雨量月表の資料にもとづいて棒グラフであらわしたものである。

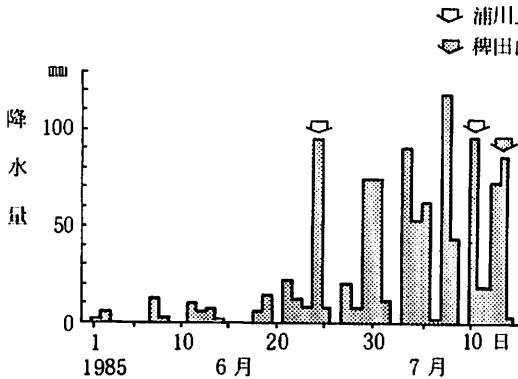


図-1 1985年の日雨量（浦川観測所）と土石流発生日（金山沢、稗田山）

Fig. 1 Diurnal precipitation in 1985 (Urakawa observatory) and the dates of debris flow occurrence (Kanayamazawa and Hieda-yama).

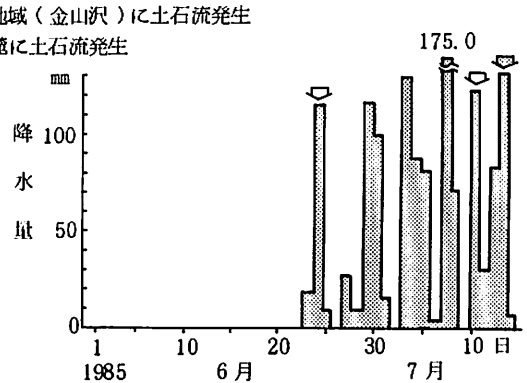


図-2 1985年の日雨量（浦川上流）と土石流発生日（金山沢、稗田山）

Fig. 2 Diurnal precipitation in 1985 (upstream of Urakawa) and the dates of debris flow occurrence (Kanayamazawa and Hieda-yama).

このグラフからわかるように、6月20日以降、急激に雨量が増えている。6月24日、25日、7月10日に浦川上流部で発生した土石流は、山復斜面とくに谷頭部に多量の水を供給して、山地崩壊や地すべり性崩壊をおこし、崩壊土砂が崩壊に伴う噴出水や表流水とともに一気に斜面を流下したのと考えられる。また、7月13日に稗田山山麓に発生した土石流は、この多量の雨と雪融け水のために山腹斜面に堆積していた崖錐性の土砂の間隙水圧が、崩壊限界まで達し、発生したと考えられる。くわしいことは、2-3)で述べる。

旧金山沢に発生した土石流については、あとで述べるが、この土石流の発生日時は一切不明である。しかし、同じ浦川流域の現象であるから、おそらく、この多量の降水期に発生したものとみられる。

降雨と土石流の関係を調べる上では、日雨量だけではなく、連続雨量や10分間雨量、20分間雨量などをも検討しなくてはならないが、今回の土石流の発生時刻までの雨量がわからなかったため、それらと比較・検討することができなかった。

例年の調査結果などからみると、浦川流域では、6月、7月の梅雨期に土石流が集中して発生し、8月、9月には、土石流の発生は少ないようである。これは、4～6月にかけて溪床に堆積する土砂混じりの雪塊や融雪に伴う溪岸崩壊、山腹崩壊による不安定土砂の供給が、土石流の発生しやすい状態をつくり、比較的少ない降雨でも、6月、7月頃に土石流を頻発しやすいということを意味するのである。さらに、このことによって、8月、9月頃には、溪床に不安定土砂の堆積が少なくなるため、多量の降雨でも大規模な土石流の発生が比較的にみられないということが考えられる。

2 土石流とその形態

1) 稗田山麓の土石流

A. 土石流発生部の地形と地質

1985年7月13日、稗田山麓に土石流が発生した。本地域は、1911～1912（明治44～45）年にかけて大崩壊を起こし、下流側に大土石流と大洪水による災害をもたらした場所である。その時の滑落崖は、比高200m、延長は3,000m近くあり、現在でもその跡がよく残っている。崖には第四紀の中部安山岩類の熔岩と火砕岩、凝灰岩と凝灰角礫岩の互層などが露出していて、ほとんど被害をうけていない。これらの安山岩層は、北東方向へ非常にゆるい傾斜を示している。この付近の崖を構成している地層は、このようにゆるい傾斜を示し、かつ、大きい断層もみられないので、大きいブロックに割れて、崩れるというような状況にはないとみられる。

しかし、この急崖をなす安山岩層には、しばしば、崖の面に平行して小断層が発達している。これは、重力によって生じたクリープによる亀裂がもとになって生じた小断層とみることができる。こうした構造は、崖のごく表面近くにだけ発達しているものとみられるので、こうした小断層を境にして、小さいブロックが崩れる可能性は十分にあると言える。下端には、落石による大量の崖錐性堆積物が形成されていたのはこうしたことを意味するのであろう。

また、この場所には、過去に地下水の湧水はみられなかったが、近年になって、湧水がみられるようになったといわれている（1983、災害研究年報、第5号）。おそらく、崖錐性堆積物や谷の堆積物が次第に厚く堆積し、このことが地下水の賦存度を増加させたためとみられる。

今回起こった土石流は、図-3のような地形の部分に生じ、その先端部は、観測所を厚さ1mほどの土砂で埋めながら、さらに、その先端部が金山沢へ流れ落ちた。

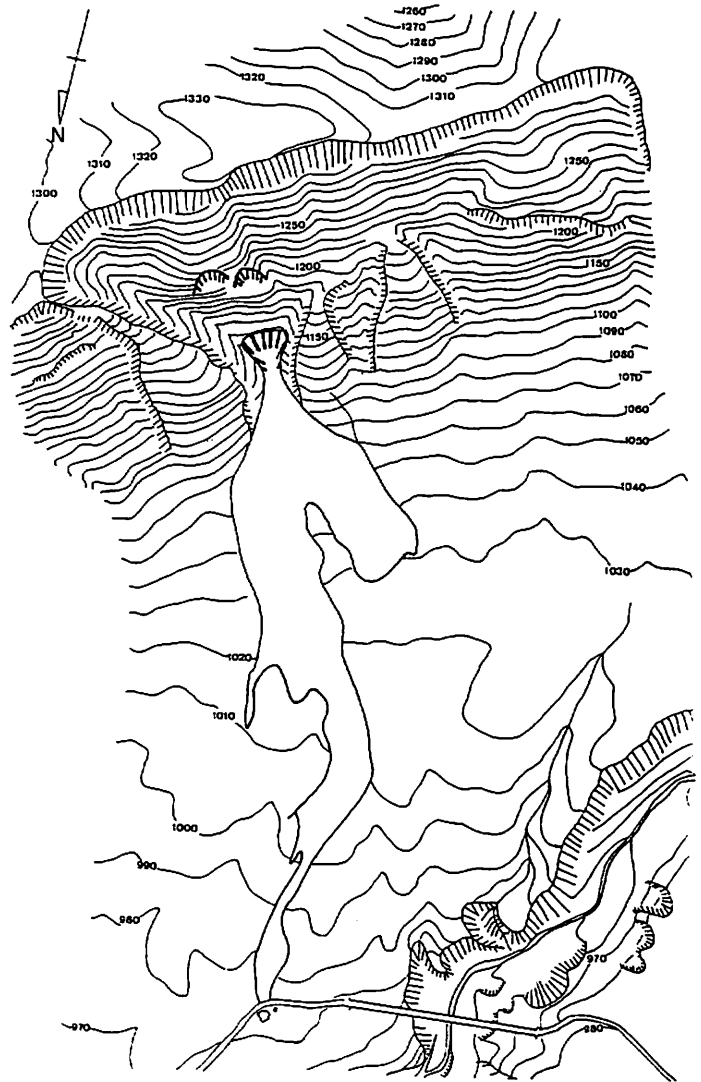


図-3 稗田山麓の土石流発生部とその分布
Fig. 3 Distribution of the sites of debris flow occurrence at the foot of Hieda-yama.

B. 溝と河床の形態

我々が、今回の土石流を現場踏査、測量して作成した土石流分布形態、その礫の分布を図-4に示した。

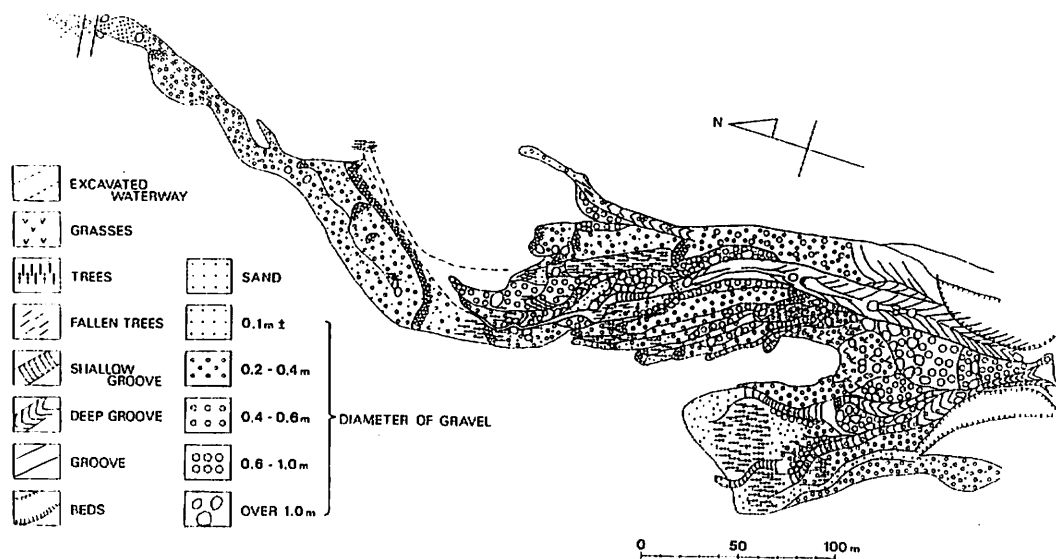


図-4 稗田山麓の土石流の分布形態

Fig. 4 Configuration of the debris flow distribution at the foot of Hieda-yama.

これによると、この土石流によって生じたgroove（溝）は、幅や長さは大小さまざまである。

なかでも、大きいものが、崖錐部から2つ生じている。1つは観測所方向に生じたもので、最大幅17.0m、最大深13.0m、長さは330m以上（先端部にブルドーザの掘削作業の跡があるため不正確）ある。

もう一つは、浦川上流方向（北西）に生じたもので、最大幅11.5m、最大深4.5m、長さが130mある。ここで、前者をgroove-1、後者をgroove-2とする。

groove-1からover flowした礫の堆積状況から、土石流が小さなgrooveを作りながら流下していったことがわかる。

上流域の溝は、深さ10m、幅は17mのものがある。中流域には、深さは7～8m、幅が15mあるものもあり、河床には巨礫を少し含む小さな礫が、堆積している。下流域のものはほとんど、深さは認められず、土石流の残した堆積物は横に広がっている。

つぎに、河床の形態について述べる。

図-5は、上流域における土石流通過部3ヶ所の横断面を示したものである。点線は、土石流発生前の地形図などから推察した土石流発生前の横断面である。

また、図-6は、土石流発生地域の滑落崖から観測所までの縦断面を示したものである。尚、最上流部から330m付近までは、groove-1に沿って断面を切っている。

C. 礫の堆積形態および分布

稗田山で発生した土石流を、図-7のように溪床勾配によって7つに分類し、各々について説明する。

① かつて、崖錐性堆積物が広く堆積していた部分では、巨礫を含む径0.5m位の礫が無秩序に堆積し

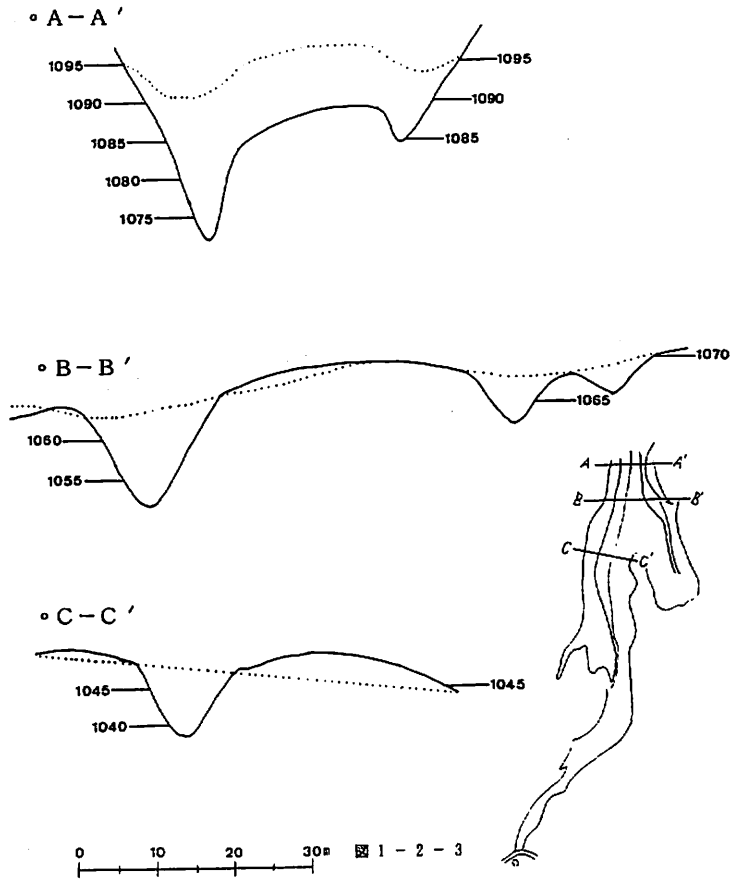


図-5 土真流部の断面図 (点線: 土石流表面)

Fig. 5 Cross-section of the debris flow (Dotted line: surface of the debris flow).

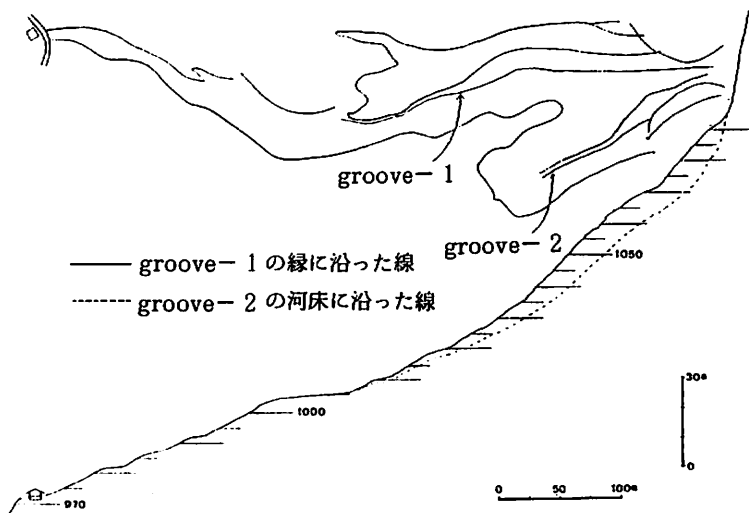


図-6 土石流発生部の溝の分布

Fig. 6 Distribution of grooves at the site of debris flow occurrence.

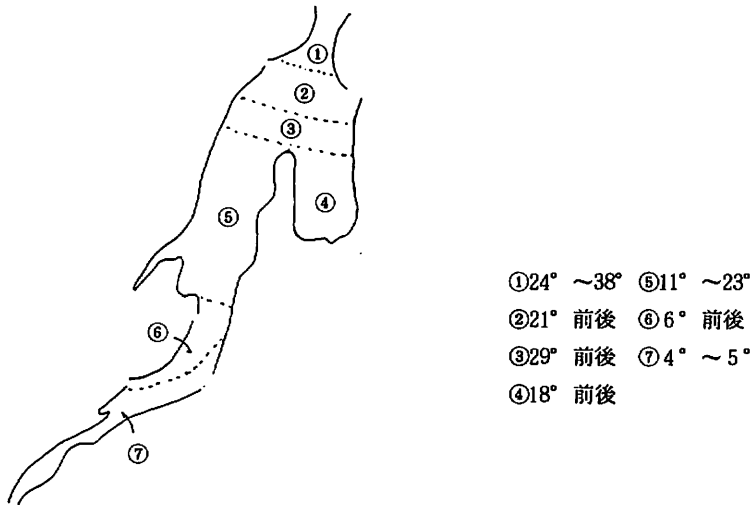


図-7 土石流の地域毎の地表傾斜分布
Fig.7 Distribution of surface inclination in each area of debris flow.

ており、中央が高く盛り上がっている。しかし、この部分に雪が残っていることや崖錐性堆積層の部分であることなどから、それは、土石流堆積物ではなく、崩壊前の崖錐性堆積物が残留したものと思われる。また、土石流によって削り取られたgroove-1, 2の外側の斜面には、岩盤が露出しており、内側の斜面は、今回の土石流がおいていった大小さまざまな礫からなる土砂が堆積している。

② groove-1と2の間の地域に土石流が残していった堆積物は、巨礫を多く含むが、大部分は、径1.0m位の礫が占めている。そしてgroove-1, 2の河床に今回の土石流の残した堆積物は、径0.1m位の礫が点在しているほかは、ほとんど径0.4m以下の礫と土砂からなっている。

③ 土石流が左右に分岐している付近では、中央部に草地の様相が残されており、その上に、今回の土石流が残していったいくつかの巨礫を含む土石が薄く分布している。このことは、groove-1と2の間には、土石流の影響がほとんどなかったが、あったとしてもわずかな薄い堆積物を供給したにすぎないことを意味する。

④ この部分は、地形の傾斜も大きくなく、土石流が残していった堆積物は、径0.5m位の礫がgrooveの縁や河床に若干堆積していることを除けば、ほとんどが、径0.4m以下の小さな礫と土砂である。

⑤ groove-1が屈曲している部分から下流の東側のgroove-1の淵に、巨礫や径0.5~1.0mの礫が多く堆積している。また、屈曲部周辺の西側のgroove-1の縁には、over flowした土石流が形成した小さなgroove(最大幅5m以下, 最大深2m以下)がいくつかある。

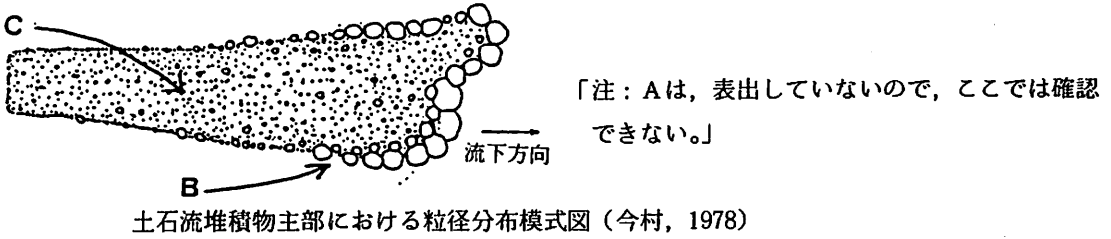
ここで、土石流の堆積形態をその土台となる堆積層(A), 舌状部(B), sub-unit(C)に区分した図(今村, 1978)を参考までにあげ(図-8(a)), sub-unitの分布を図-8(b)に示した。groove-1からover flowした土石が複雑に流下・堆積していったが、図の舌状部, sub-unitの重なり具合などからover flowした土石が、どのように流下・堆積していったかが判定できる。

⑥ groove-1の先端部には、巨礫がいくつか堆積しており、また、礫が土石流の跡を横断するかのようには幅約1.5mで、土手状に堆積しており、上流側は約0.3m, 下流側は約1.0mそれぞれ段差ができています。

⑦ ⑥との境界より下流では、巨礫が数個点在してはいるものの、大半は径0.4m以下の礫や土砂が堆積しており、観測所周辺には、礫まじりの土砂が堆積している。

(a). 堆積形態の分類

- A 土石流堆積物の主部をなす、集合運搬による堆積部分
- B 土石流堆積物の上部をなす、きわめて粗粒の舌状部
- C 土石流堆積物の表部を形成している、掃流性の運搬によるsub-unit部分



(b). ⑥の地域の土石流堆積物におけるsub-unitの分布

(例)

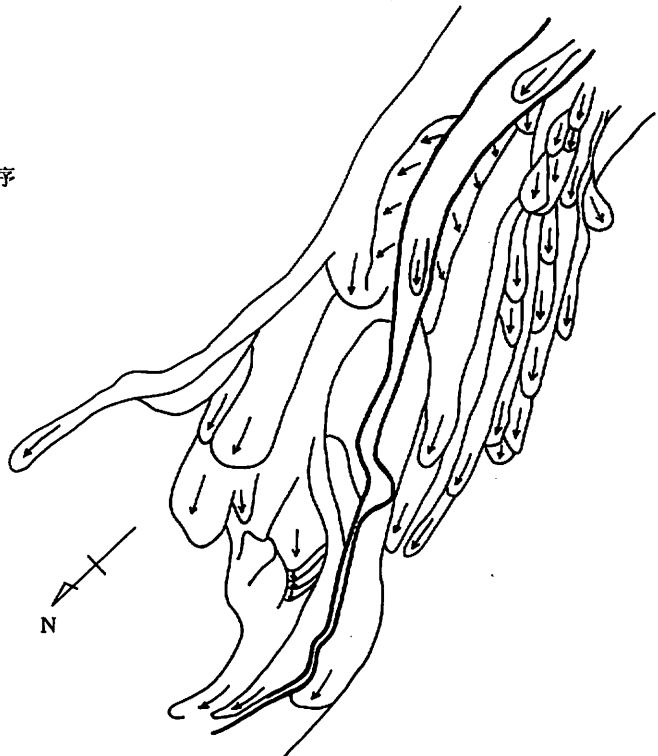
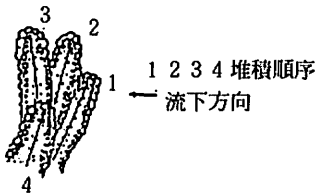


図-8 土石流の急所的な流れ (sub-unit)

- (a) 地種形態の分類
- (b) 図-7の⑥の地域の土石流堆積物におけるsub-unit

Fig. 8 Sub-unit of the debris flow.

- (a) Classification of forms of deposition.
- (b) Sub-unit of the debris flow diposit in the area ⑥ of Fig. 7.

D. 地形状況および土砂収支

(1) 地形状況

7月17日の現地踏査のあと、土石流の形態および土砂収支の解析・検討に必要な地形測量および現地調査を8月4日から実施した。

測量は土石流堆積の下流末端である浦川土石流観測所（No.0）から、土石流の発生地点と推定される崖錐頂部（No.17）までの水平距離で約570m、高低差約で130mの区間についてトラバース測量および縦・横断測量を行った。地形図を図-9に示す。

崖錐の縦断勾配は、上流部のNo.17～No.14区間の勾配は31°、No.14～No.13区間の勾配は22°、No.13～No.8区間の勾配は17°、中流部のNo.8～No.6区間の勾配は12°、下流部のNo.6～No.0区間の勾配は9°となっている。

植生は下流部のNo.0～No.6はブナ、シラカバ等の広葉樹で被われているが、No.6より上流部は草類および裸地となっている。

土石流の流下した区域は、地形の状況、植生の状況および土石流による洗掘・堆積状況等から図-9の点線に示すような範囲であると推定される。

(2) 土砂収支

土石流は地形および土砂の洗掘・堆積状況から見て2～3回発生したものと推定される。

初めは板倉沢方向に流下し、No.8付近に堆積を起し、次に進路を北西に変えて流下する。再びNo.5付近に堆積し北東に進路を変えて観測所の水道の集水タンクのある沢に流下し、集水タンクの上流（No.4）付近に停止・堆積して沢を埋め、進路を北方向に変え観測所を直撃したと思われる。

洗掘・堆積状況を図-10に示す。

土砂収支計算は上記測量の横断図と、もとの地盤高の推定断面から断面積を求め土砂量を算出した。その結果は表-1、表-2および表-3に示す通りである。

上流部のNo.16～No.8の区間はなく洗掘のみで、平均で上巾が約18m、深さが約7mのクサビ状断面形に洗掘している。この区間の洗掘量は約8,500m³である。なお、No.16～No.14の区間は基岩が露出している。

中流部のNo.8～No.4の区間は主として堆積部となっており、堆積量は約7,000m³である。

全土砂収支は表-3に示したように堆積量9,100m³、洗掘量9,800m³となり、700m³がこの調査区域外に流出したものと推定される。区域外への流出は主に初めの土石流で板倉沢に流出したと思われるが、河床状況から見てその量は多くはないものと推測される。

なお、以上の結果から流出土砂は稗田山からの流出土砂量は少なく、主として崖錐の上流部（No.17～No.8）から生産されたものと推定される。

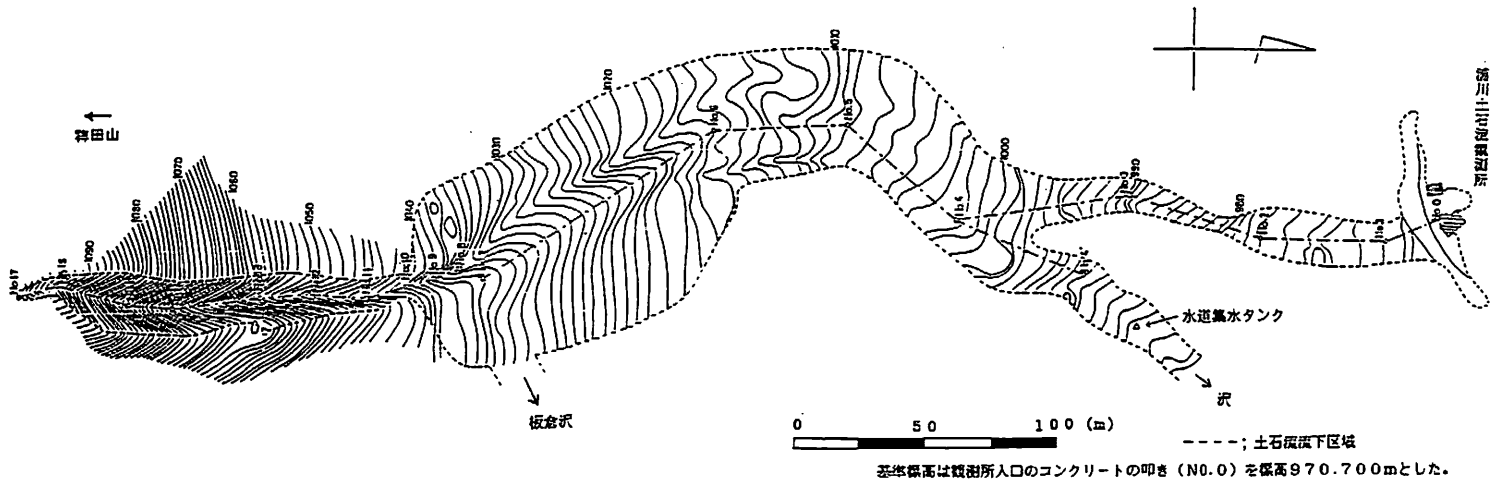


図-9 土石流分布域の地形

Fig.9 Landform of the distribution area of debris flow.

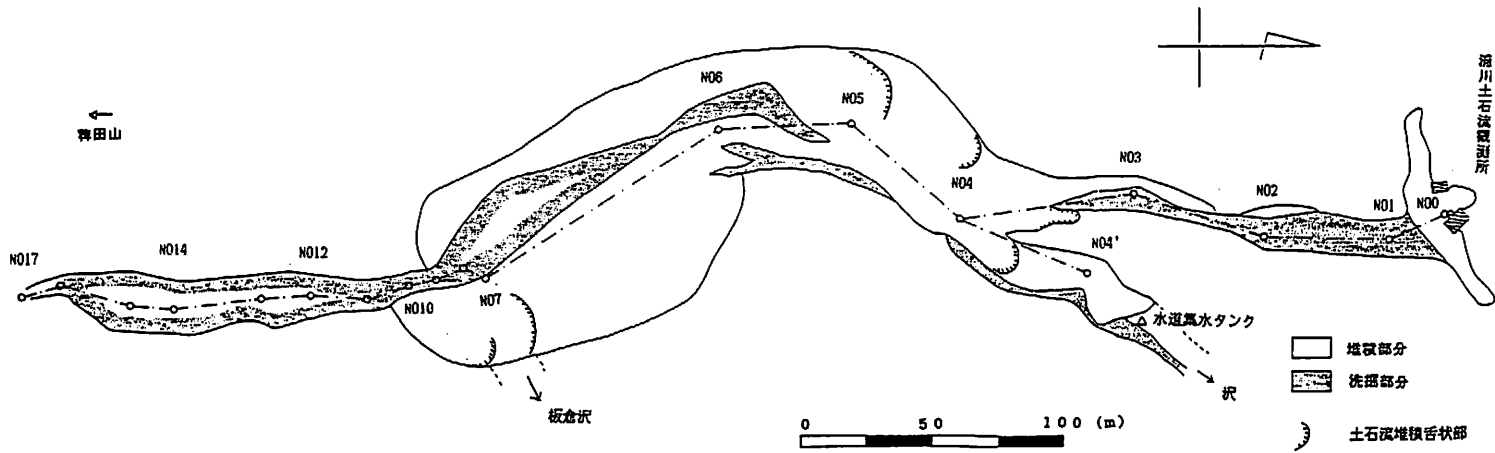


図-10 土石流部の洗掘と堆積状況

Fig.10 Excavation at the debris flow site and the state of deposition.

表-1 土砂収支計算表(1)

No 1 + 23.8 ~ No 15 + 26.3

Table. 1 Earth balance accounts(1).

測線番号	区間番号 (m)	堆積		洗掘		計	
		断面積 (m)	体積 (m ³)	断面積 (m)	体積 (m ³)	断面積 (m)	体積 (m ³)
No 1							
+ 23.8		0.8		10.5		-9.7	
No 2							
+ 0.7	19.7	1.4	21.7	2.2	125.1	-0.8	-103.4
+ 13.5	13.6	0.0	9.5	5.5	52.4	5.5	-42.8
+ 35.8	22.3	0.8	8.9	0.0	61.3	0.8	-52.4
+ 50.4	14.6	1.5	16.8	5.9	43.1	-4.4	-26.3
No 3							
+ 24.9	25.3	12.8	180.9	0.0	74.6	12.8	106.3
+ 42.8	16.7	23.2	300.6	0.9	7.5	22.3	293.1
No 4							
+ 1.0	21.1	19.6	451.5	0.1	10.6	19.5	441.0
+ 27.8	22.5	19.2	436.5	0.0	1.1	19.2	435.4
+ 48.9	22.5	30.2	555.8	0.0	0.0	30.2	555.8
No 5							
+ 0.0	7.5	22.3	196.9	0.0	0.0	22.3	196.9
+ 21.2	23.2	9.4	367.7	4.8	55.7	4.6	312.0
+ 40.2	18.9	30.6	378.0	6.7	108.7	23.9	269.3
No 6							
+ 20.0	29.3	35.3	695.4	0.0	98.2	35.5	867.3
+ 39.5	20.0	25.4	607.0	8.0	80.0	17.4	527.0
+ 59.5	20.0	19.2	446.0	8.7	167.0	10.5	279.0
+ 79.3	20.0	7.6	268.0	29.0	377.0	-21.4	-109.0
+ 99.0	20.0	9.5	171.0	25.5	545.0	-16.0	-374.0
No 9							
+ 1.4	22.0	0.0	104.5	24.8	553.3	-24.8	-448.8
No 10							
+ 10.3	20.0	0.0	0.0	18.0	428.0	-18.0	-428.0
No 11							
+ 15.2	20.0	0.0	0.0	30.7	487.0	-30.7	-487.0
No 12							
+ 14.1	20.0	0.0	0.0	64.8	955.0	-64.8	-955.0
No 13							
+ 15.2	20.0	0.0	0.0	64.8	1,296.0	-64.8	-1,296.0
No 14							
+ 1.7	20.0	0.7	7.0	83.6	1,484.0	-82.9	-1,477.0
No 15							
+ 6.7	22.0	0.0	7.7	80.9	1,809.5	-80.9	-1,801.8
+ 26.3	20.0	0.0	0.0	9.3	902.0	-9.3	-902.0
合計			5,501.4		9,722.0		-4,220.6

表-2 土砂収支計算表(2)
Table. 2 Earth balance accounts(2).

No. 4 + 0.4 ~ No. 4' + 21.6

測線番号	区間距離 (m)	堆積		洗掘		計	
		断面積 (m)	体積 (m ³)	断面積 (m)	体積 (m ³)	断面積 (m)	体積 (m ³)
No. 4							
+ 1.0		9.4		4.8		4.6	
No. 4'							
+ 0.4	35.4	7.7	302.7	0.0	85.0	7.7	217.7
+ 13.9	13.2	10.1	117.5	0.0	0	10.1	117.5
+ 21.6	8.0	6.5	66.4	0.0	0	6.4	66.4
合計			486.6		85.0		401.6

表-3 全土砂収支計算表
Table. 3 Accounts of the whole earth balance.

区間	堆積 (m ³)	洗掘 (m ³)	計
No. 1 + 23.8 ~ No. 15 + 26.3	5,501	9,722	- 4,221
No. 4 + 0.4 ~ No. 4' + 21.6	487	85	402
No. 6 ~ No. 9 右岸側堆積量	2,301	0	2,301
観測所付近の堆積量	827	0	827
合計	9,116	9,807	- 691

2) 旧金山沢の土石流

A. 土石流発生部の地形と地質

この地域の基岩をつくる地層は、古第三紀の石英斑岩と、それを不整合の関係でおおっている第四紀の火山岩からなっている。この火山岩層の基底には、不淘汰の礫層が発達し、この礫層の上位には、湖成層の粘土層が分布している。この礫岩の基底部や粘土層間には、泥炭層や多くの木材の化石が沢山ふくまれている。これらの礫層や粘土層の上位には、安山岩質の角礫岩が重なっている。これら基岩の上の地層は、先に述べた稗田山を構成している中部安山岩層の一部をなしている。こうした一連の地層は、上記の基岩の流紋岩のなす高角の不整合面に対してアバットしている。

旧金山沢地域の本火山岩層は、著しい鉍化変質作用をうけ黄鉄鉍の結晶が析出している。また、それが地下水にとけ、硫酸型地下水となって付近の岩石の風化作用をもたらす、白色や黄色ないし赤褐色を呈し、ボロボロになっている部分が多い。上記の鉍化変質は、本層の火山岩が噴出したあとに生じた温泉水により黄鉄鉍をもたらすような作用であった。ずっとあとになって地下水の作用で黄鉄鉍がとけ硫酸型の水が生じ、それが岩石を風化させたのである。

なお、基岩の石英斑岩の斑晶の長石も著しく変質を受けているが、安山岩層の岩質にくらべると変質の度合は弱い。それは石英斑岩の方が、堅くてしっかりした構造をもっているため、酸性の地下水の浸透がより弱かったためであろう。

旧金山沢は、このような軟かい粘土化した地質からできていることもあって、侵食が著しく進み、そ

のために生じた谷地形とみることができる。

なお、現在も、しばしば上流側で生じた土石流が襲い、かつ、旧金山沢の縁の崖や土石流堆積物が崩壊して、土石流を生じたものとみることができる。

しかし、少なくとも新潟大学が観測をはじめたここ6年ほどの間は、この旧金山沢で崩壊が生じて土石流が発生したという記録はないといわれている。

今回、1985年6月あるいは7月（稗田山麓の土石流と同時期と思われる）に発生した土石流は、図-11のような地形の所で、この旧金山沢における崩壊にともなって起こったものである。

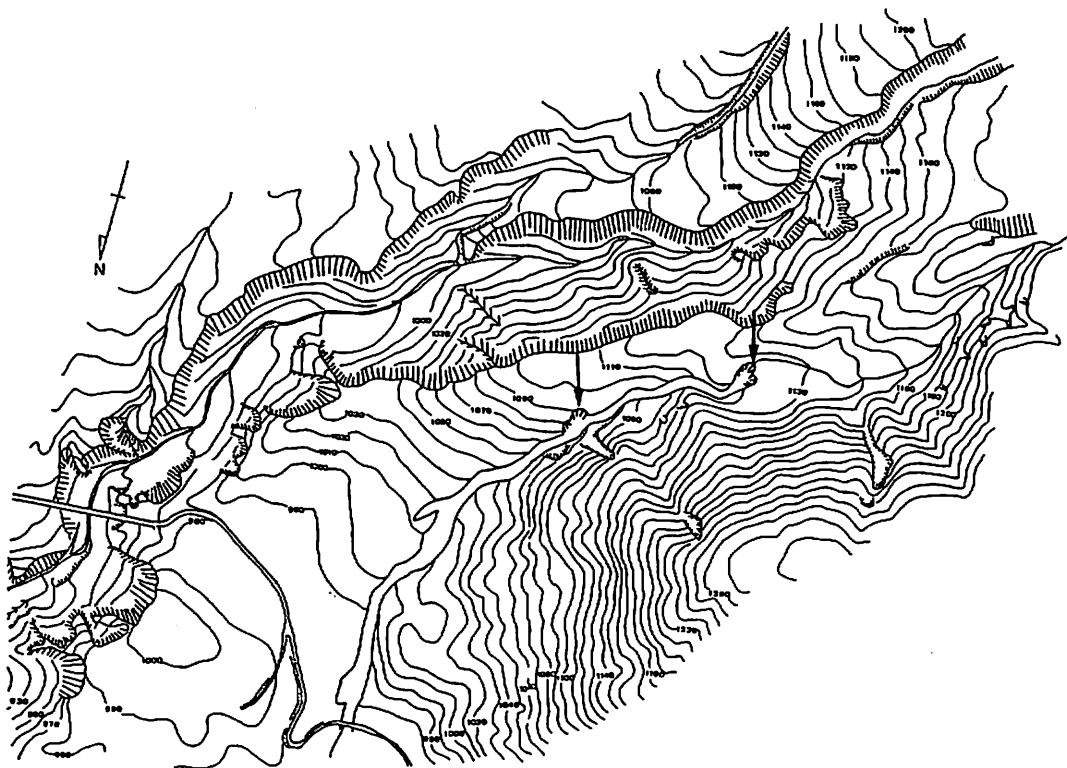


図-11 1985年6月～7月の旧金山沢の崩壊箇所

Fig.11 The collapsed part of old Kanayama-zawa in June~July, 1985.

B. 溝と河床の形態および礫の堆積形態と分布

我々が、現地踏査して作成した土石流分布形態、その礫分布および地質を図-12に示した。

(1)で記述した通り、旧金山沢は、谷地形を呈するが、記載の必要上この沢に沿って図-12に示したようにA、B、C、Dの地点を設定した。

土石流発生部Aは、上流部に広い土石流の堆積域が広がっており、その部分が下流側へ急に流域を狭めている部分に相当する。つまり、この発生部の下流側は、急に深く落ちこんだ峡谷状の地形をなしている。ここでは、崩壊以前には、峡谷側への落ちこみ斜面上に上流側の古い堆積物が露出していた。崩壊部直下には、崩壊と同時に大きいgrooveが生じたが、それは、幅5～10m、深さ2mにもおよび、この不淘汰角礫岩層や火砕岩層を深くえぐっており、新鮮な地層がむきだしに現れた。こうして、そこには、

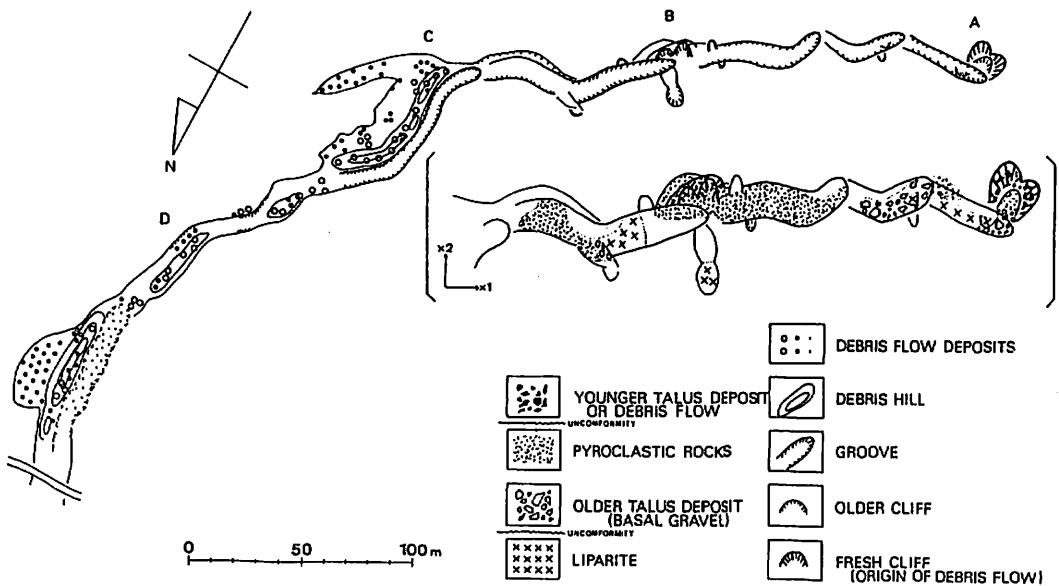


図-12 1985年6月~7月の旧金山沢の土石流の分布形態(上)と地質分布図(下)

Fig.12 Configuration of the debris flow distribution (upper) and geologic distribution (lower) at old Kanayama-zawa in June~July.

2 m近くの段差が生じ、水が滝のように流れ落ちている場所も生じた。発生部Aから流下した土石流は、B地点までの間に屈曲しつつ若干の巨礫を含む土砂を河床に残した。

ところで、下流側にも新しい崩壊が生じ、そこに新しい土石流を発生させた。この新しい土石流発生部をB地点とした。この崩壊は、B地点の基岩の火砕岩をおおっていた崖錐性堆積物中に生じたものであり、この崩壊によって生じた土石流のために下流側に著しい侵食が生じ、深いgrooveも生じた。すなわち、基岩の流紋岩層が深くえぐられ、河床に広く露出し、この面には土石流によるすり傷が沢山残されていた。

地点C~Dなどが、土石流による堆積物の堆積域となったが、巨礫を主とする堆積物は、C、D両地点の間に集中した。

3) 考 察

稗田山山麓の土石流は、2~3にわたって生じたものと推定され、また、その堆積量は9,100 m³、洗掘量は9,800 m³で、700 m³が調査区域外に流出したと判断される。

ここでは、2の土石流と旧金山沢の土石流の発生原因について考察する。

第1に、稗田山山麓の土石流について考えられることは、滑落崖の下端に存在していた崖錐性堆積物に梅雨時の多量の雨水が浸透して間隙水圧が増し、一気に崩れ落ちて土石流が生じ、2つの大きなgroove(溝)が作られたものと考えられる。第2に、崖の中央に赤くなって剥離したような跡があるが、この部分が、今回の土石流発生時に剥離したものだとするれば、この落岩が崖錐性の土砂に大きな衝撃を与えて土石流を発生させたという見方もできる。第3に、土石流発生部の上流部の左支流源頭部にも小規模ながら崩壊によって崖が剥離した跡があるので、この小規模な崩壊が土石流の引金になったという見方もできる。前述のように、この土石流が1回でなく2~3回にわたって生じたと考えられるが、上記の

3つの原因はそれぞれ別個に働いて複数の土石流を発生させたのかもしれない。

以上、述べたように、稗田山山麓の土石流の発生原因として3つのことをあげたが、土石流を発生させた直接の原因としては、いずれの場合も、1番目の条件つまり間隙水圧の上昇による崩壊が前提になったものと思われる。

つぎに、旧金山沢の土石流の発生原因について考える。

ここでは、2ヶ所で崩壊が起こり、土石流が発生している。まず、上流域の崩壊部は、その上流側に広がる古い土石流や土砂流による堆積物の土砂の先端部に当たっており、そもそも軟弱な岩質を示している所であるから、そこに、梅雨による地下水圧の上昇が誘因として働き、崩壊をもたらし、かつ、土石流を引き起したものと考えられる。また、中流域の崩壊部は、1つには、崖錐性堆積物中の間隙水圧が上昇したために崩壊し、それが衝撃となって、土石流を新たに発生させた可能性と、もう一つは、上流域で発生した土石流によって足下をさらわれた斜面上の崖錐性堆積物が崩壊し、それが衝撃となって新しい土石流を発生させた可能性もある。

旧金山沢の土石流は正確にいつ起きたのかはわからない。また、上流域の崩壊による土石流と中流域の崩壊による土石流が同じ時に発生したのか、少しずれがあったのかも不明である。

前述したように、観測所を襲った土石流は、前記のように、稗田山の山麓に厚く堆積した崖錐性礫層や山麓扇状地性の礫層が、崖から崩落した岩片の衝撃で土石流となって流下したものとみられる。したがって、こうした堆積物がほとんど流失してしまったので、今後こうした堆積物が形成されるまでは、観測小屋を襲うような新しい土石流が発生することはないものと判断される。しかし、この点については、今後、改めて検討する必要があると考える。

Ⅲ 金山沢最上流部地すべり地の調査

1 地形変位および地盤傾斜変動の測定について

金山沢最上流部台地の地すべり地について昨年度に引き続き地形の変位および地盤の傾斜変動を光波セオドライトおよび地盤傾斜計を用いて計測・調査をおこなった。

また、本年度は金山沢最上流部の台地およびその東側の崩壊斜面の地形測量を行った。地形図および測点位置を図-13に示す。

地形変位の測定はA点から南東に約50m林の中に入った不動地と思われる登山道の脇に設置してあるコンクリート製の三角点（標高1,496.711mとする）および1984年8月に設置したC点を基準点としてA点、B点を測定し、この2点からNo.1～No.11の11測点について三辺測量および鉛直角の測定を行い水平変位量および垂直変位量を求めた。

地形変位の測定は8月2日と10月18日の2回行った。なお、測定No.2は西側の滑落崖斜面からの崩落土砂（融雪期の崩落と思われる）により埋失していたため8月2日に昨年測点とほぼ同位置に新設した。

昨年度からの地形変位の測定結果を表-4、表-5および図-14に示す。

なお、表および図のX（軸）はE-W軸でE方向を（+）、Y（軸）はN-S軸でN方向を（+）で示し、座標の原点は1984年8月19日のA点にとってある。また、垂直変位は上昇を（+）、沈下を（-）で示してある。

地盤傾斜変動の測定はNo.6、No.9、No.11の3地点に設置した地盤傾斜計を6月26日、8月2日、8月

表-4 測点の変位測定結果

Table 4 Measurements of displacement of observation points.

1984年8月19日 測定				1985年8月2日 測定			
測点 No	標 高 (m)	座 標		測点 No	標 高 (m)	座 標	
		X (m)	Y (m)			X (m)	Y (m)
A	1500.000	0.000	0.000	A	1499.855	0.064	0.099
B	1498.440	19.989	-8.355	B	1498.290	20.071	-8.254
1	1488.740	-6.510	21.843	1	1488.710	-6.446	21.921
2	1481.390	-16.015	56.845	2	1481.770	-15.926	56.969
3	1490.190	-27.917	102.828	3	1490.190	-27.943	102.809
4	1495.280	-36.837	139.077	4	1495.270	-36.808	139.072
5	1400.260	-50.983	153.676	5	1400.260	-50.945	153.675
6	1403.930	-58.897	185.159	6	1403.670	-58.463	185.120
7	1471.580	49.227	64.090	7	1471.580	49.235	64.093
8	1464.070	72.411	79.811	8	1464.070	72.419	79.818
9	1478.910	28.268	105.515	9	1478.900	28.292	105.522
10	1491.170	-11.793	125.082	10	1491.170	-11.776	125.078
11	1489.910	-3.636	139.940	11	1489.820	-3.582	139.987

1984年9月25日 測定				1985年8月2日 測定			
測点 No	標 高 (m)	座 標		測点 No	標 高 (m)	座 標	
		X (m)	Y (m)			X (m)	Y (m)
A	1500.000	0.000	0.000	A	1499.855	0.064	0.099
B	1498.440	19.989	-8.355	B	1498.290	20.067	-8.259
1	1488.740	-6.504	21.844	1	1488.720	-6.451	21.921
2	1481.390	-15.983	56.859	2	1481.780	-15.947	56.957
3	1490.190	-27.965	102.807	3	1490.200	-27.933	102.804
4	1495.270	-36.859	139.064	4	1495.270	-36.790	139.069
5	1500.270	-51.001	153.669	5	1400.270	-50.951	153.661
6	1503.900	-58.854	185.154	6	1403.600	-58.310	185.126
7	1471.580	49.235	64.085	7	1471.580	49.261	64.077
8	1464.070	72.401	79.819	8	1464.060	72.453	79.791
9	1478.900	28.274	105.515	9	1478.890	28.333	105.515
10	1491.170	-11.811	125.078	10	1491.170	-11.733	125.080
11	1489.900	-3.667	139.942	11	1489.810	-3.531	139.996

1984年10月18日 測定			
測点 No	標 高 (m)	座 標	
		X (m)	Y (m)
A	1500.000	0.000	0.000
B	1498.440	19.988	-8.354
1	1488.740	-6.508	21.844
2	1481.390	-15.986	56.859
3	1490.190	-27.955	102.809
4	1495.280	-36.831	139.074
5	1500.270	-50.997	153.669
6	1503.890	-58.827	185.153
7	1471.580	49.229	64.090
8	1464.070	72.414	79.808
9	1478.910	28.276	105.515
10	1491.170	-11.773	125.082
11	1489.900	-3.640	139.949

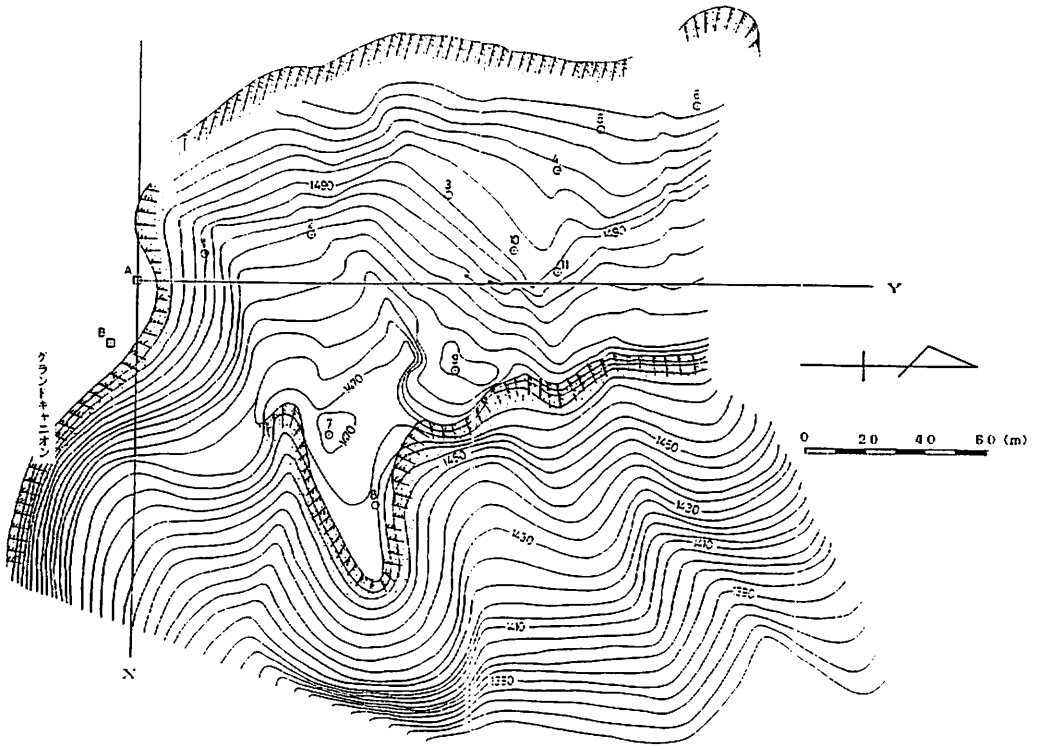


図-13 金山沢最上流部の台地状地形図

Fig.13 Table land topography in the uppermost reaches of Kanayama-zawa.

表-5 測点の変位量 (単位: mm)

Table 5 Amount of displacement (unit: mm) of observation points.

(単位 mm)

測点 No	84年8月19日-9月25日			9月25日-10月18日			84年10月18-85年8月5日			8月2日-10月18日		
	垂直変位	水平変位		垂直変位	水平変位		垂直変位	水平変位		垂直変位	水平変位	
		E-W方向	N-S方向		E-W方向	N-S方向		E-W方向	N-S方向		E-W方向	N-S方向
A	0	0	0	0	0	0	-145	64	99	0	0	0
B	-2	0	0	3	-1	1	-146	83	100	-5	-3	-5
1	-1	5	2	1	-4	0	-25	62	77	8	-5	0
2	-2	32	14	2	-4	0	378	60	110	12	-21	-12
3	-8	-49	-21	8	10	1	-4	12	0	8	10	-5
4	-2	-22	-12	5	29	10	-9	23	-2	3	18	-3
5	3	-18	-8	1	4	0	-9	52	6	9	-5	-14
6	-34	42	-5	-5	28	0	-225	363	-33	-71	153	6
7	-2	7	-5	2	-6	5	-2	6	3	-3	26	-16
8	0	-10	8	0	13	-11	-2	5	10	-6	34	-27
9	-8	-7	0	7	2	-1	-10	15	7	-11	41	-7
10	-3	-18	-5	2	38	5	-6	13	-4	8	43	2
11	-10	-31	1	-2	27	7	-73	48	39	-18	51	9

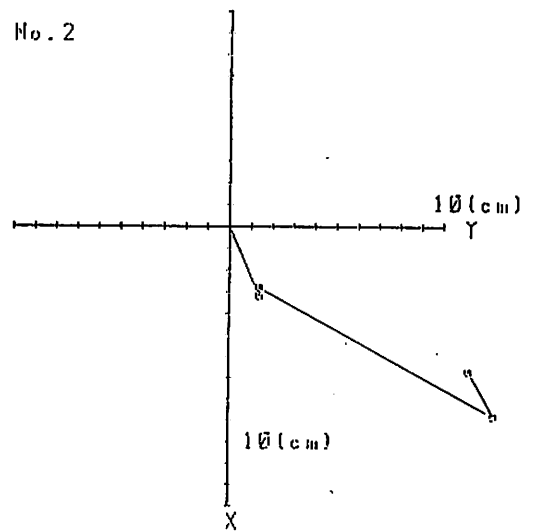
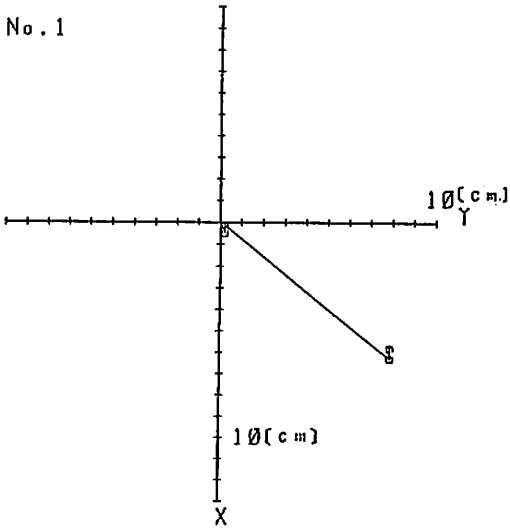
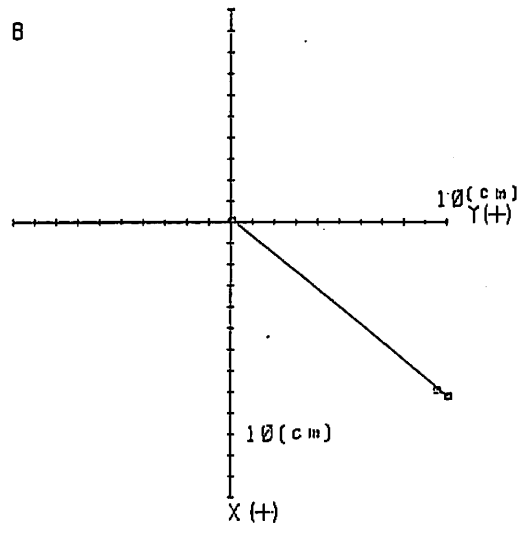
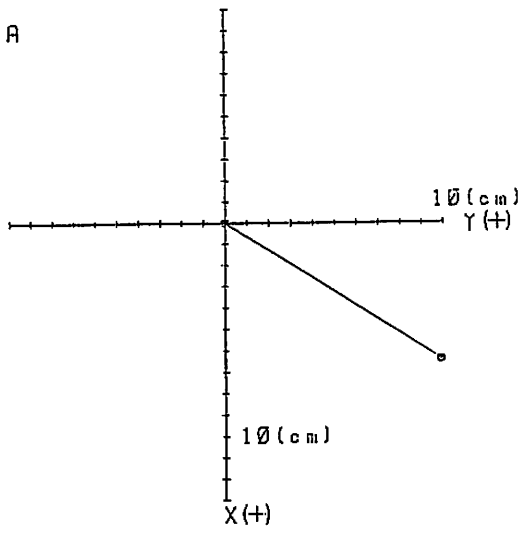
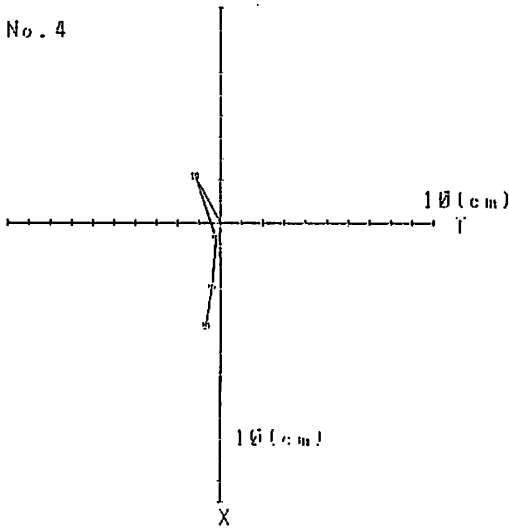
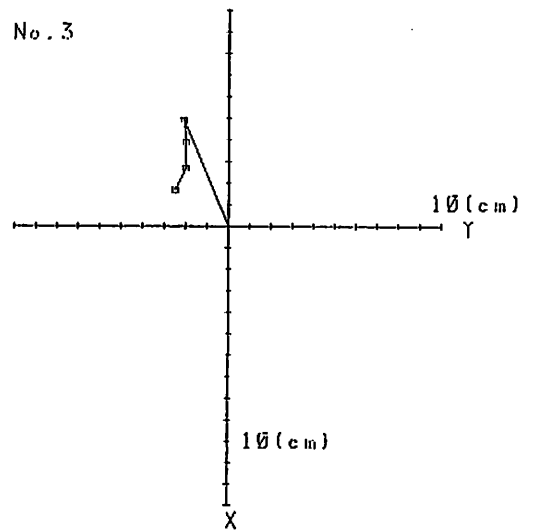


圖-14 測点の変位
Fig.14 Displacement of observation points.

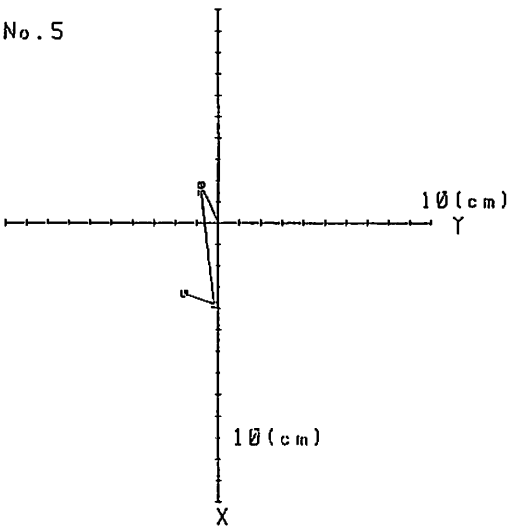
No. 4



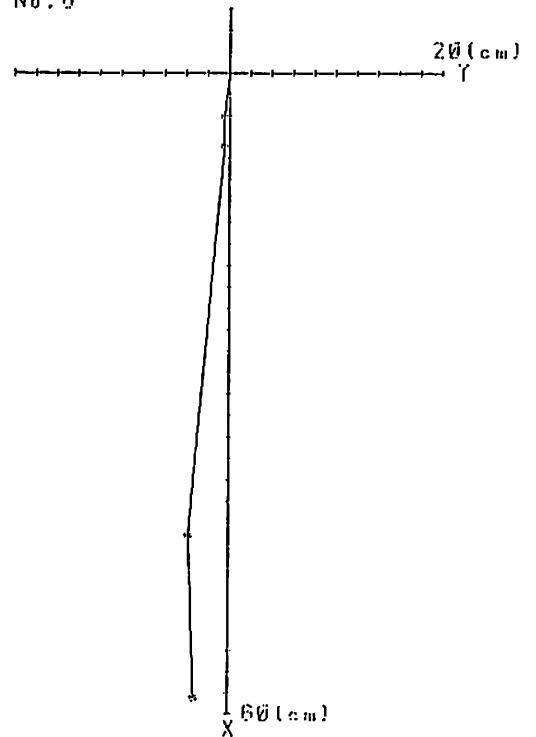
No. 3



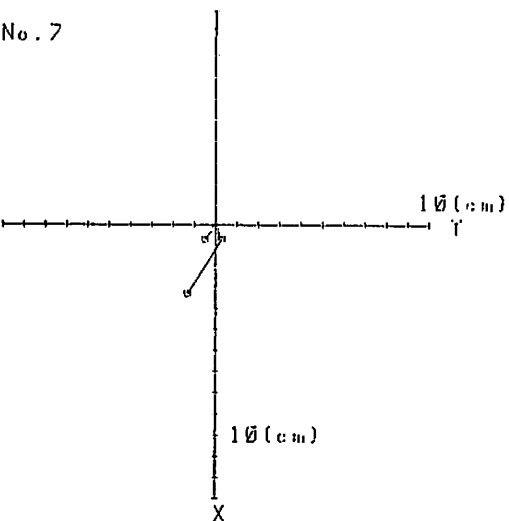
No. 5



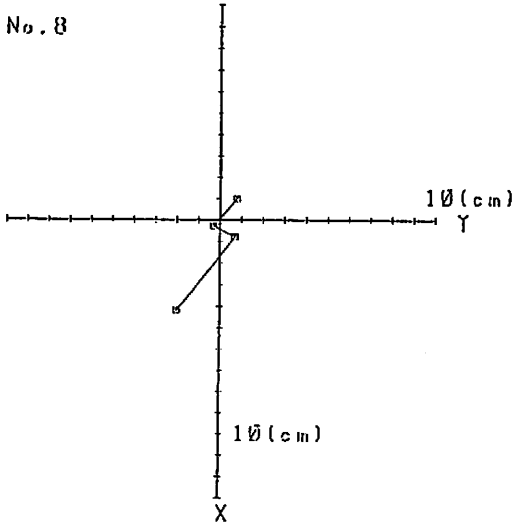
No. 6



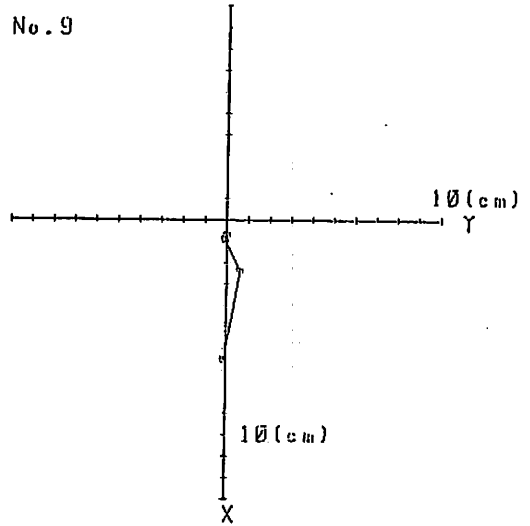
No. 7



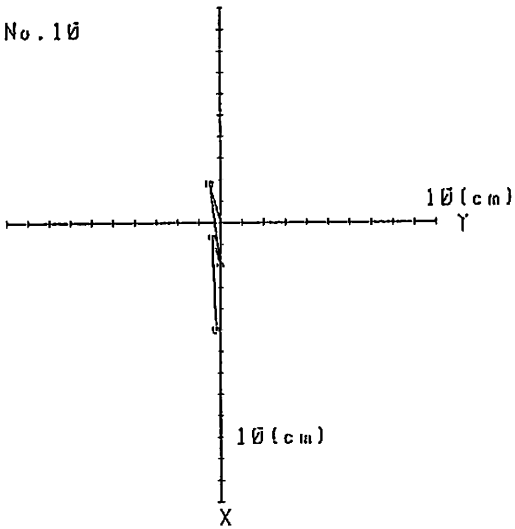
No. 8



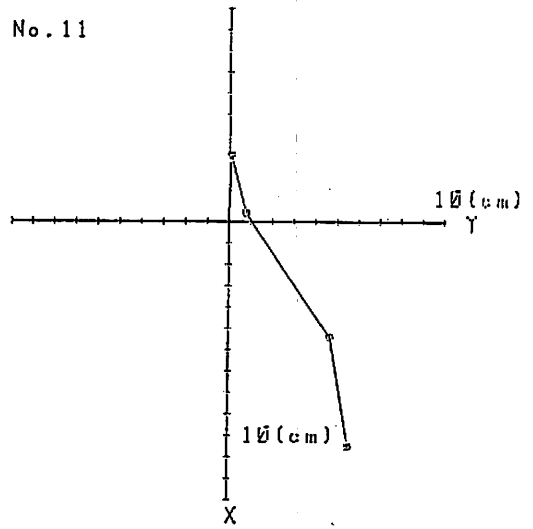
No. 9



No. 10



No. 11



31日, 10月18日のほぼ1か月おきに4回測定し求めた。昨年からの地盤傾斜変動の測定結果を表-6に示す。

表-6 地盤傾斜変動測定結果
Table 6 Measurements of changes in the ground inclination.

No 6

年 月 日	測定日 数累積 (日)	N - S 方向変動角 (秒)	E - W 方向変動角 (秒)	最 大 傾斜角 (秒)	N - S 累積量 (秒)	E - W 累積量 (秒)	合 成 変動量 (秒)	傾斜変動方向
'84. 8. 26	0	0	0	0	0	0	0	0
9. 2	7	-4.6	+19.1	19.7	-4.6	+19.1	19.6	N76°20'W
9. 17	22	+10.4	+22.0	24.4	+5.8	+41.2	41.6	S81°59'W
9. 25	30	-2.3	+0.6	2.4	+3.5	+41.8	41.9	S85°14'W
9. 27	32	+3.5	+11.0	11.6	+7.0	+52.8	53.2	S82°33'W
10. 18	53	+12.2	+29.6	32.0	+19.1	+82.4	84.6	S76°55'W
'85. 6. 26	304	+197.8	+325.4	380.8	+216.9	+407.8	461.9	S61°59'W
8. 2	341	+101.5	+45.2	111.1	+318.4	+453.0	553.7	S54°53'W
8. 31	370	+51.0	+65.0	82.6	+369.5	+518.0	636.2	S54°30'W
10. 18	418	+150.2	+123.0	194.1	+519.7	+640.9	825.1	S50°57'W

No 9

年 月 日	測定日 数累積 (日)	N - S 方向変動角 (秒)	E - W 方向変動角 (秒)	最 大 傾斜角 (秒)	N - S 累積量 (秒)	E - W 累積量 (秒)	合 成 変動量 (秒)	傾斜変動方向
'84. 8. 26	0	0	0	0	0	0	0	0
9. 2	7	+18.0	+9.9	20.5	18.0	+9.9	20.4	S27°55'W
9. 17	22	+9.9	+2.3	10.1	+27.8	+12.2	30.4	S23°35'W
9. 25	30	-1.2	-8.1	8.2	+26.7	+4.0	27.0	S8°33'W
9. 27	32	+12.8	+2.9	13.1	+39.4	+7.0	40.1	S10°00'W
10. 18	53	+1.2	+2.9	3.1	+40.6	+9.9	41.8	S13°39'W
'85. 6. 26	304	+214.6	-786.5	815.3	+255.2	-776.7	817.5	S71°48'W
8. 2	341	-21.5	-81.3	84.1	+233.8	-858.0	889.2	S74°45'W
8. 31	370	-14.5	-70.8	72.2	+219.3	-928.7	954.3	S76°43'W
10. 18	418	+49.9	+66.1	82.8	+269.1	-862.6	903.6	S72°40'W

No 11

年 月 日	測定日 数累積 (日)	N - S 方向変動角 (秒)	E - W 方向変動角 (秒)	最 大 傾斜角 (秒)	N - S 累積量 (秒)	E - W 累積量 (秒)	合 成 変動量 (秒)	傾斜変動方向
'84. 8. 26	0	0	0	0	0	0	0	0
9. 2	7	+9.3	+88.2	88.7	+9.3	+88.2	88.7	S83°59'W
9. 17	22	-24.4	+78.3	82.0	-15.1	+166.5	167.1	N84°49'W
9. 25	30	-25.5	-7.5	26.6	-40.6	+158.9	164.0	N75°40'W
9. 27	32	+6.4	+27.8	28.6	-34.2	+186.8	189.9	N79°37'W
10. 18	53	-33.6	+20.9	39.6	-67.9	+207.6	218.5	N71°54'W
'85. 6. 26	304	-798.1	+146.8	811.5	-866.0	+354.4	935.7	N22°15'W
8. 2	341	-266.2	-2.3	226.2	-1,132.2	+352.1	1,185.7	N17°16'W
8. 31	370	-214.6	-211.7	301.5	-1,346.8	+140.4	1,354.1	N5°57'W
10. 18	418	-24.4	+142.7	144.8	-1,371.2	+283.1	1,400.7	N11°39'W

2 測定結果の解析と考察

№6, №9, №11地点の1984年8月26日から1985年10月18日の間の地盤傾斜変動について日平均変動量, 月間合成変動量および傾斜運動方向を表-7に示す。

地形変位について垂直変位量, 水平変位量および水平変位方向を表-8に示す。

3地点とも昨年度に比べ本年度の地盤傾斜変動量および地形変位量が大きくなっている。特に№6と№11地点において顕著である。

測定結果より3地点について考察を行うと次のようである。

1) №6地点は, 1984年10月18日から1985年6月26日の冬期から融雪期の地盤傾斜変動の日平均変動量は1.5秒/日, 月間合成変動量は45.5秒/月であり, 6月26日から10月18日の日平均変動量は3.3秒/日, 月間合成変動量99.0秒/月と冬期・融雪期に比べ2倍以上の値を示している。傾斜ヒズミの集積傾向を全期間を通して顕著であり, 傾斜運動方向も多少の変動はあるものの斜面の山側(南西方向)に傾斜し, 地すべり頭部にみられる引張変動を示している。

地形変位については1984年10月から1985年8月の垂直変位量は-22cm(日垂直変位-0.8mm/日), 水平変位量はS84°48'E方向(東側の下流崖方向)に36cm(日水平変位1.3mm/日)変位し, 8月から

表-7 地盤傾斜変動量
Table. 7 Amount of changes in the ground inclination.

	測定年月日	84. 8. 26	9. 25	84. 10. 18	85. 6. 26	8. 2	8. 31
		~ 9. 25	~ 10. 18	~ 85. 6. 26	~ 8. 2	~ 8. 31	~ 10. 18
№ 6	日平均変動量 秒/日	1.6	1.9	1.5	3.0	3.0	4.0
	月間合成変動量 秒/月	41.9	56.8	45.5	90.1	85.5	121.3
	日斜運動方向	S 85°14'W	S 68°54'W	S 58°42'W	S 24°01'W	S 51°50'W	S 39°18'W
№ 9	日平均変動量 秒/日	1.3	0.7	3.3	2.3	2.3	1.9
	月間合成変動量 秒/月	27.0	19.7	97.4	68.2	74.5	51.8
	日斜運動方向	S 8°39'W	S 22°46'W	S 74°44'E	N 75°12'E	N 78°10'E	S 52°58'W
№ 11	月平均変動量 秒/日	6.6	3.0	3.2	7.2	10.4	3.4
	月間合成変動量 秒/月	164.0	72.8	97.0	215.9	311.9	90.5
	日斜運動方向	N 75°40'W	N 60°46'W	N 10°25'W	N 0°30'E	N 7°12'E	N 80°18'W

表-8 垂直・水平変位
Table. 8 Vertical and horizontal displacements.

	測定年月日	84. 8. 19	9. 25 - 10. 18	84. 10. 18	8. 2 - 10. 18
		- 9. 25		- 85. 8. 2	
№ 6	垂直変位 (mm)	-34	-5	-225	-71
	水平変位 (mm)	42	28	364	153
	水平変位方向	S 83°13'E	N 90°00'E	S 84°48'E	N 87°45'E
№ 9	垂直変位 (mm)	8	7	-10	-11
	水平変位 (mm)	7	2	17	42
	水平変位方向	N 90°00'E	S 63°26'E	N 64°58'E	S 80°19'E
№ 11	垂直変位 (mm)	10	-2	-73	-18
	水平変位 (mm)	31	28	70	52
	水平変位方向	N 88°09'W	N 75°28'E	N 56°05'E	E 79°59'E

10月の垂直変位量は -7 cm （日垂直変位 $-0.8\text{ mm}/\text{日}$ ）、水平変位量は $\text{N}87^{\circ}45'\text{ E}$ 方向（東側の下流崖方向）に 15 cm （日垂直変位 $0.9\text{ mm}/\text{日}$ ）と大きな変位を示している。

以上のことより、本地点は準確定変動に近い挙動を示しているものと判断される。

2) Na9地点は東側の急な崖から約 15 m 西側に位置している。1984年9月18日から1985年6月26日の冬期・融雪期の地盤傾斜変動の日平均変動量は $3.3\text{ 秒}/\text{日}$ 、月間合成変動量は $97.4\text{ 秒}/\text{月}$ と大きな変動を示している、6月26日から10月18日はやや減少するものの日平均変動量は $2.2\text{ 秒}/\text{日}$ 、月間合成変動量は $64.8\text{ 秒}/\text{月}$ である。傾斜運動方向は地すべり末端部の圧縮変動の示す不規則な動きを呈しているが全体の傾向としては東側の崖の方向に傾動しており、傾斜ヒズミの集積性も認められる。

地形変位はNa6、Na11地点に比べ小さいが、1984年10月18日から1988年10月18日までの1年間の垂直変位量は -2 cm 、水平変位量は東側の崖方向へ 6 cm 変位している。以上のことより本地点は潜在変動と判定される。

3) Na11地点は、1984年10月18日から1985年6月26日の冬期・融雪期の地盤傾斜変動の日平均変動量は $3.2\text{ 秒}/\text{日}$ 、月間合成変動量は $97.0\text{ 秒}/\text{月}$ であり、6月26日から8月31日の日平均変動量は $8.6\text{ 秒}/\text{日}$ 、月間合成変動量は $263.8\text{ 秒}/\text{月}$ と冬期・融雪期の3倍と大きな値を示している。8月31日から10月18日の変動量はやや小さくなっているものの日平均変動量は $3.4\text{ 秒}/\text{日}$ 、月間合成変動量は $90.5\text{ 秒}/\text{月}$ である。傾斜運動方法はNa9と同様に不規則で圧縮変動の挙動を示しているが全体的には北北西方向に傾動している。傾斜ヒズミの集積傾向は顕著である。

地形変位について、1984年10月から1985年8月の垂直変位量は -7 cm （日垂直変位 $-0.3\text{ mm}/\text{日}$ ）、水平変位量は $\text{N}56^{\circ}05'\text{ E}$ 方向に 7 cm （日水平変位 $0.2\text{ mm}/\text{日}$ ）変位している。8月から10月の垂直変位量は -2 cm （日垂直変位 $-0.2\text{ mm}/\text{日}$ ）、水平変位量は $\text{N}79^{\circ}59'\text{ E}$ 方向に 5 cm （日水平変位 $0.7\text{ mm}/\text{日}$ ）変位している。以上のことより本地点は準確定変動と判定される。

3地点とも昨年より大きな地盤変動を示したことは本年の降雨量が多かったことに起因するものと考えられる。

Na6とNa11地点の地盤変動は、冬期・融雪期間よりもその後の期間の方が大きくなっている。このことは降雨の影響が強く働いたものと推察される。特に、この2地点については地盤変動が大きく崩壊型地すべりの発生の可能性も考えられるので、さらに継続して測定および調査を行う必要があると思われる。

文 献

- 建設省北陸地方建設局松本砂防工事事務所（1982）：焼岳・浦川における土石流調査関係資料集Ⅶ、65-131。
建設省北陸地方建設局松本砂防工事事務所（1983）：焼岳・浦川における土石流調査関係資料集Ⅷ、74-123。
建設省北陸地方建設局松本砂防工事事務所（1984）：焼岳・浦川における土石流調査関係資料集Ⅸ、93-162。
池谷 浩（1980）：土石流災害調査法、山海堂。
武居有恒（1980）：地すべり・崩壊・土石流、鹿島出版。
土質学会編（1985）：土砂災害の予知と対策、土質学会。
藤田至則・青木 滋・佐藤 修・高浜信行・鈴木幸治・池田信俊（1986）：稗田山大崩壊の崩積土と崩壊の要因、地質学論集、28、147-159。
谷口敏雄（1970）：地すべり調査と解析、理工図書。