

長野県西部地震における松越地区の崩壊と地質

著者	近藤 達敏, 田北 広, 坂田 章吉
著者別表示	Kondo Tatsutoshi, Takita Hiroshi, Sakata Shokichi
雑誌名	土と基礎 (土質工学会機関誌)
巻	33
号	11
ページ	47-52
発行年	1985-11
URL	http://doi.org/10.24517/00067050



長野県西部地震における松越地区の崩壊と地質

On the slope failure and geological features at Matukoshi district due to
Naganoken-seibu Earthquake, 1984

こん 藤 達 とし* 田 北 ひろし
近 藤 達 とし* 田 北 ひろし
さか た しよう きち***
坂 田 章 吉***

1. ま え が き

昭和59年9月14日、長野県木曾郡王滝村を震源とするマグニチュード6.8の「長野県西部地震」が発生した。この地震により、御岳山南東斜面、松越地区および滝越地区において大規模な斜面崩壊が発生するとともに、多数の小規模な崩壊が発生した^{1),2),3),4)}。

筆者らは、地震直後より松越地区の崩壊地を中心とする地域において、被害状況、地質分布などの調査を行って、崩壊地一帯の被害の現況と地質構造を明らかにした。

その結果、崩壊地には基盤をなす古生層の上面に埋没した谷地形が発達していることと、この古生層上に堆積した御岳火山噴出物の下部層準である火山円礫岩に大量の地下水が賦存していたことが明らかになった。さらに、地震により生じた崩壊のすべり面を形成する軟質な御岳火山噴出物の軽石凝灰岩に対して、前述の火山円礫岩から地下水が供給され、過剰間隙水圧の発生などの影響が生じやすい地質構造をなしていたことが判明した。

本報告においては、以上の調査結果の事実関係とその特徴について報告するとともに、松越地区の崩壊の発生に係る素因について述べる。

2. 被害の概要

松越地区における斜面崩壊は、王滝村役場の東北東方約500mに位置する大又川と松草川の合流点付近において、大又川右岸の東面斜面上に発生した(図-2)。この崩壊は、聞きこみによると、地震直後に大音響を発して一瞬のうちに生じたとのことである。

崩壊の滑落崖は、大又川の河床から比高約90mにある緩斜面内に生じ、その規模は、最大深さ30m、最大幅140m、最大延長170m(図-2, 図-3)となっており、崩壊土量は250 000 m³に達した。

崩壊地の土塊は、緩斜面上の家屋と人命をのみこんだ後、大又川左岸にあった生コンクリートプラントを斜面上に約35m押し上げて破壊した。その後、土塊は、土石流となって大又川を流下し、御岳湖貯水池に達した。

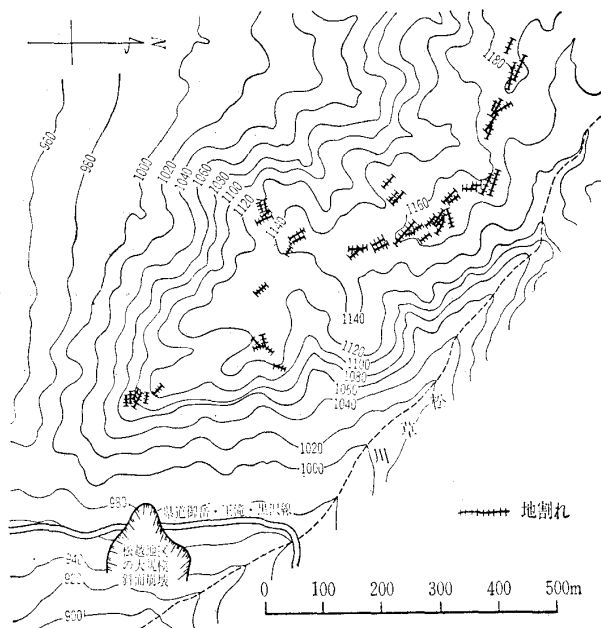


図-1 尾根部に発生した地割れ

一方、この地震により、崩壊地周辺の緩斜面上にある畑、水田の畦および道路の路肩部などに延長10~20m、開口幅5~20cm、落差1~30cm程度の地割れ(図-2)が発生した。また、崩壊地西方山地の尾根上にも延長10~50m、開口幅5~100cm、落差1~30cm程度の地割れ(図-1)が発生した。

この外、家屋の壁や建物の基礎の損傷ならびにブロック壁、石積み、墓石、石碑の倒壊などが多く発生した。

なお、松越地区における震度階は、長岡⁵⁾、長岡・星野・武井・市川・斉藤ら⁴⁾により、震度VI程度とされている。

3. 崩壊地一帯の地形

松越地区周辺の地形は、御岳火山噴出物からなる山地、古生層からなる山地に2区分される。

御岳火山噴出物からなる山地は、崩壊地の北西方に広がっており、剣ヶ峰(標高3 063.4m)を最高峰とする急峻な山地とその周囲の裾野に広がる標高1 000~1 800mの緩やかな起伏をなす山地(縁辺部に急崖が発達する)からなり、典型的な火山地形を呈している。

一方、古生層からなる山地は、標高1 500~2 000m程度の急峻な地貌を呈し、主に崩壊地の南方と東方に発達して

*応用地質技術本部 岩盤技術部長 技師長

**応用地質技術東京事業本部 地質技術部 課長

***応用地質技術東京事業本部 地質技術部

いる。

松越地区の南方において東流する王滝川沿いの山腹斜面ならびに王滝川に合流する北側支沢に沿う山腹斜面には、緩斜面が2～3段認められる。これらの緩斜面は、過去に発生した泥流や火山活動による堆積物により形成されたものである。泥流堆積物からなる緩斜面は、大又川沿いの地域にも見られ、松越地区の崩壊はこの緩斜面内に発生した。

4. 地質と地質構造

4.1 地質概要

松越地区の地質は、基盤をなす美濃帯古生層⁶⁾とこれらを不整合に覆う第四紀更新世中期以降の御岳火山噴出物⁷⁾ならびに岩屑堆積物、現河床堆積物、崩落堆積物および土石流堆積物からなる(表-1)。

古生層は、チャート・粘板岩・砂岩からなり、おおむね東北東～西南西の走向を示すが、小褶曲や小断層の発達により地層の走向は局部的に大きくばらついている。地層は、一般に北または南に60°以上傾斜する。

御岳火山噴出物は、古生層を不整合に覆い、大又川左岸に広く分布する。御岳火山の活動は、小林武彦らによる研究^{7),8),9)}によると、表-2に示すように、火山活動の休止期に着目して第一期～第四紀の活動に区分されている。松越地区は、このうち第一期の活動で堆積した噴出物が主として分布する地域にあたる。

松越地区に分布する御岳火山噴出物は、地質平面図(図-2)に示すように、下位から火山円礫岩、凝灰角礫岩、安山岩溶岩(鞍越原溶岩)¹⁰⁾、軽石凝灰岩、湖成堆積物、泥流堆積物および火山灰の順に堆積している。今回の調査では、安山岩溶岩の噴出と軽石凝灰岩の堆積との間に比較的長い火山活動の休止期が認められることが明らかとなった(図-3、図-4)。

このため、火山円礫岩、凝灰角礫岩および安山岩溶岩を古期御岳火山噴出物、軽石凝灰岩、湖成堆積物、泥流堆積物および火山灰を新期御岳火山噴出物として扱うこととする。筆者らによる古期御岳火山噴出物は、小林らの研究による第一期の活動にほぼ対比されると考えられる。また、新期御岳火山噴出物は、小林らによる第二期以降の活動によるものと考えられるが、その活動時期は明確でない。

4.2 地質各論

① 美濃帯古生層

この地域の基盤をなして広く分布し、チャート、粘板岩、砂岩から構成される。これらは難透水層と考えられる。

- ・チャート：暗灰～暗青灰色を呈する層状のチャートからなり、緻密、硬質である。
- ・粘板岩：主に暗灰～黒色を呈し、しばしば緑灰色の凝灰質粘板岩を伴う。また、まれに灰色砂岩の薄層を挟む。全体に硬質である。
- ・砂岩：主に暗灰色を呈する細～中粒砂岩からなる。

表-1 地質層序表

地質時代	地 層 名	地 質 模 様	地 質 構 成	固 結 度	N 値 (回)	N>50以上 の層の 貫入量 (cm)
新 第 世	完 新 世	土石流堆積物	礫まじり粘土	未固結	2.1	
		崩落堆積物	礫	〃		
		現河床堆積物	礫、砂	〃		
		岩屑堆積物	礫、砂、粘土	〃		
	更 新 世	火山砕屑物	火山灰(「ローム」)	〃		(含 礫 部)
		泥流堆積物	礫まじり粘土	〃	1.1, 1.2	
		湖成堆積物	礫、砂、粘土 (軽石凝灰岩の薄層を挟む)	〃		(粘 土 層)
		火山砕屑物	軽石凝灰岩 (軽石質砂層を挟む)	未固結 ～半固結		(軽石質砂層)
		溶 岩	角閃石・輝石安山岩	固 結		
		火山砕屑物	凝灰角礫岩	半固結 ～固結		
古 生 代	二 疊 紀	泥流堆積物	火山円礫岩 (砂岩・礫岩を伴う)	半固結		(風 化 部)
		古生層(美濃帯)	砂 岩	固 結		
			粘板岩	〃		(風 化 部)
			チャート	〃		(風 化 部)

表-2 御岳火山の活動史⁷⁾

時 代	期区分 ・記号	噴 出 物 の 岩 質	活 動 の 特 徴	軽 石 スコリア
第 四 紀	沖 積 世	角閃石かんらん石含有 複輝石安山岩 ～ 複輝石安山岩	多くの小規模な溶岩流と 少量のスコリア質集塊岩の 噴出。	S ₂
		角閃石含有複輝石安山岩 ～ かんらん石複輝石安山岩	粘性の低い多数の溶岩流の 間に挟まれる多数のスコ リア質火砕流・多数の スコリア降下物の活動。	S ₁
		角閃石複輝石安山岩 ～ 角閃石紫蘇輝石安山岩 Pm-1の噴出	厚い三枚の溶岩と軽石流 浮石の降下物の活動	Pm-3 Pm-2 Pm-1
		角閃石複輝石安山岩 ～ かんらん石玄武岩	様々な岩質の溶岩流の大 規模な活動とその下部に 多量に存在するスコリア 質凝灰角礫岩噴出の活動 (この中には二回の浮石の 噴出も認められる)	
	鮮 新 世	地蔵谷火山砕屑岩類 (P ₀)		
	白 堊 紀	濃飛流紋岩および花崗岩類		
	二 疊 紀	古 生 層		
	先 二 疊 紀			
	古 生 代			
	古 生 代			

般に葉理は不明りょうである。全体に塊状を呈し、硬質である。

② 御岳火山噴出物

(i) 古期御岳火山噴出物

下位から火山円礫岩、凝灰角礫岩、安山岩溶岩の順にほぼ水平に堆積している。

- ・火山円礫岩：主として、径5～50cm(最大70cm)の垂円礫を含む。礫は硬質な安山岩礫を主とし、まれに花崗岩、流紋岩および古生層の礫を含む。基質は、黄褐色を呈する火山灰質粘性土と砂質土からなり、石化するには至っていない。層厚はおおむね50mに達するが、下部に層厚15m程度の砂岩・礫岩を伴う。透水性が大きく、この地域の帯水層となっている。
- ・凝灰角礫岩：径3～20cm(最大50cm)の安山岩角礫

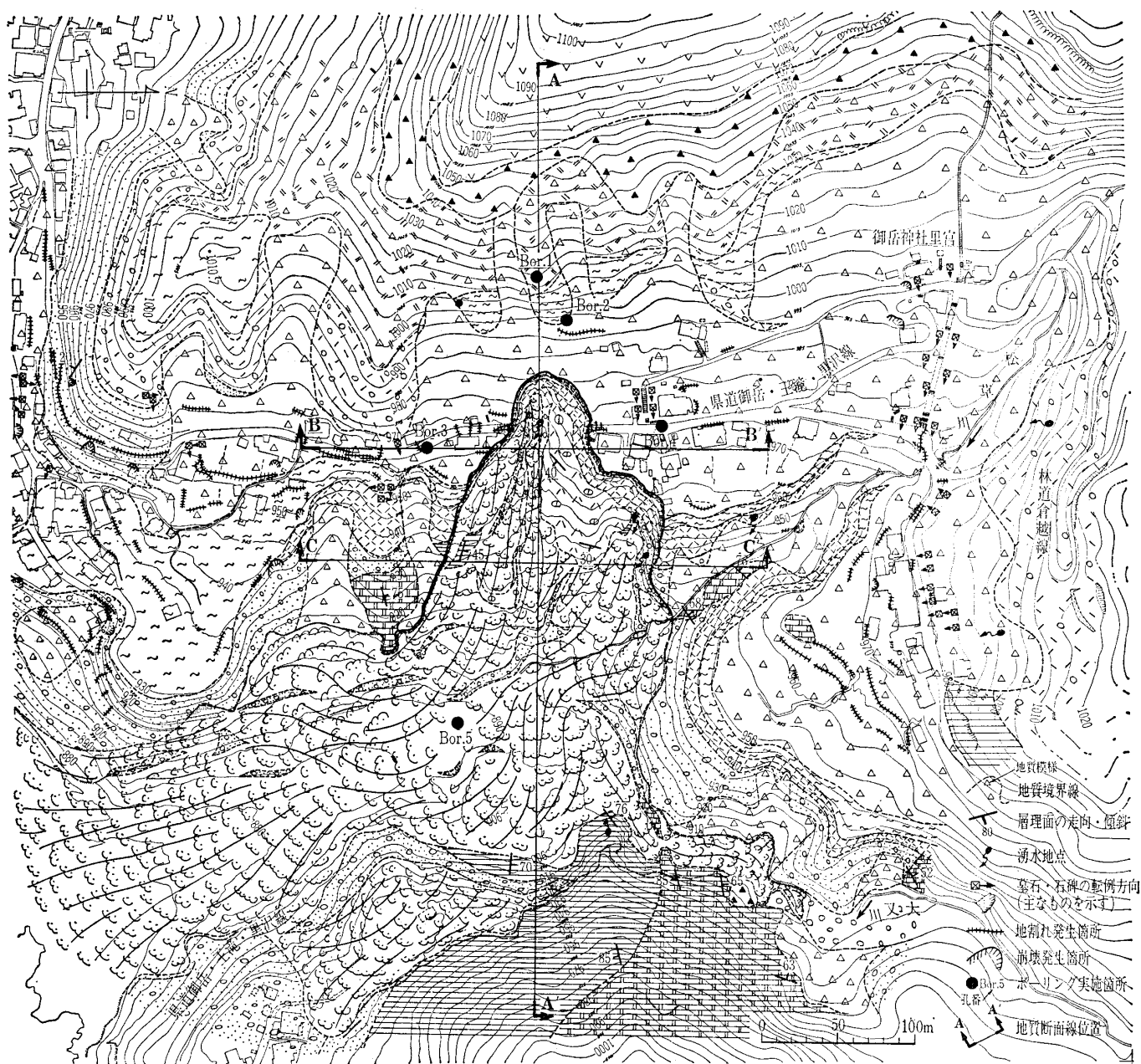


図-2 地質平面図

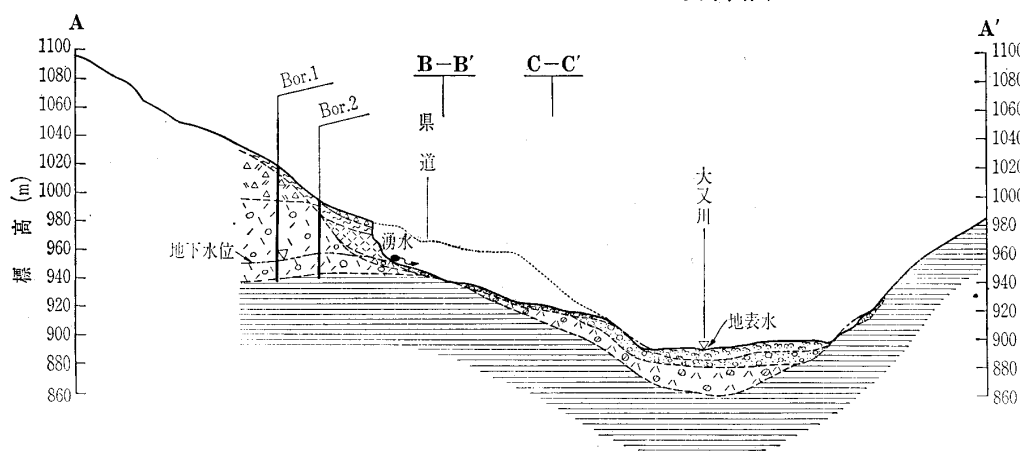


図-3 地質断面図

と暗褐灰色の細礫および火山砂の基質からなり、固結している。まれに、古生層の細礫を含む。層厚は最大60m程度である。透水性は比較的小さい。

(ii) 新期御岳火山噴出物下位から軽石凝灰岩、湖成堆積物、泥流堆積物および火山灰の順に堆積している。

・軽石凝灰岩：主に灰白～淡桃灰色を呈する径2～50

・安山岩溶岩：灰～暗灰色を呈する硬質な角閃石-輝石安山岩溶岩である。3～20cm間隔の板状節理と1～3m間隔の柱状節理が発達する。一般に、灰色の石基中に0.5～2mmの斜長石、少量の1～5mmの角閃石、0.5mm以下の輝石を含む。斑晶は、一般に少ない。透水性は大きい。

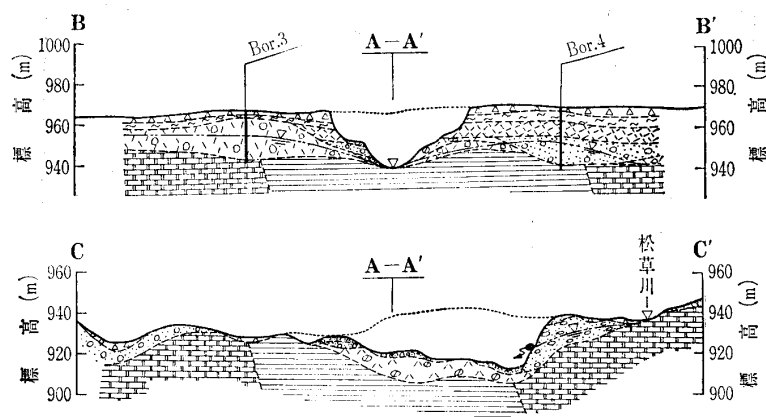


図-3 地質断面図

mm の軟質な軽石を多く含む石英安山岩質の軽石凝灰岩である。基質は軽石に富む火山灰で構成され、比較的良好に締まっている。ボーリングによる標準貫入試験でみると、 N 値 1～20 程度の軟質な部分や極めてゆるい軽石質砂層を挟む。一般に塊状で無層理であるが、部分的に傾斜 10～15° の葉理が発達する。層厚は最大 25m 程度である。一般に透水性は小さく、難透水層といえる。

- 湖成堆積物：比較的良好に締まった礫層を主体とするが、軟質な軽石凝灰岩の薄層を数枚挟在する。また、最上部付近に厚さ 1～3 m の褐色粘土層を挟む。

礫層は、主に径 5～50 cm (最大 80 cm) の亜円礫～亜角礫と淘汰の悪い褐色の粗砂からなる。礫の含有量は一般に 60～80% 程度である。礫種は種々の安山岩からなり、古生層、流紋岩および花崗岩なども含んでいる。層厚は最大 50m 程度であり、透水性が大きい。

- 泥流堆積物：径 5～70 cm 程度の角礫を含む火山灰質粘性土からなり、未固結である。礫は主に安山岩礫からなるが、花崗岩等の礫を少量含む。上部に層厚 1～2 m の粘土化した軽石凝灰岩層と粘土層を挟む。層厚は最大 20m 程度である。本層は、透水性が小さく、難透水層といえる。
- 火山灰：本層は、下位にある黄褐色ロームとその上に堆積した上位の褐色ロームからなる。下位のロームは、径 0.5～1 cm の火山礫、粘土化した軽石およびスコリアを多く含む。上位のロームは、少量の火山礫を含み、粘土化している。まれに、斜面上方に分布する安山岩溶岩の角礫を含むことがある。全体に透水性は小さく、難透水層といえる。

③ 岩屑堆積物

主に径 5～50 cm の角礫、砂質土、粘性土からなる。層厚は 3～5 m のことが多い。

④ 現河床堆積物

主に径 5～50 cm (最大 100 cm) の円礫～亜円礫と中～粗砂の基質からなる。

⑤ 崩落堆積物

主に径 20～300 cm の安山岩の岩塊からなる。今回の地震により、崩壊地上方の尾根に沿って発達する急崖から崩落した堆積物である。

⑥ 土石流堆積物

今回の地震で発生した松越地区の崩壊土塊が土石流となって流下した堆積物で、主に径 1～5 cm の角礫を含む褐色の火山灰質粘性土からなる。層厚は最大で 10m 程度である。

4.3 地質構造

松越地区の基盤をなす古生層の露頭は、図-2 に示すように、崩壊地の対岸の大又川左岸、大又川上流の河床付近、松草川下流の河床付近、崩壊地南側の斜面下部、崩壊地南方および北東方の県道のり面などに見られる。また、崩壊地の滑落崖直下および崩壊地内に小規模な露頭が認められる。これらの状況とボーリングにより確認された古生層の上面の標高から古生層上面の形態をみると、崩壊地頭部の山側ではほぼ平坦な形状を有しているが、崩壊地内においては 30° 程度大又川の方に傾斜するとともに、沢状の凹地地形 (図-7) となっている。崩壊地付近における地層の走向は $N70^{\circ} E \sim EW$ を示し、 $60^{\circ} \sim 85^{\circ}$ 北西あるいは北に傾斜している。

古期御岳火山噴出物は、崩壊地の山側で古生層の上に不整合に重なって分布している (図-3)。古期御岳火山噴出物の最下部にある火山円礫岩は、崩壊地頭部の直下の斜面に分布しており、露頭から大量の湧水が認められ、この地域の主たる滞水層と考えられる。

古期および新期御岳火山噴出物の地質構造発達の過程を概念図として示すと図-5 のようになり、古期御岳火山噴出物は、新期御岳火山噴出物の堆積前に下位の古生層とともに浸食を受け、谷地形が形成されている。

新期御岳火山噴出物は、前述の谷地形を埋めて堆積し、おおむね崩壊前の地形の原形を形成していた。軽石凝灰岩は、火砕流堆積物とその 2 次堆積物からなり、比較的良好に締まった地層といえる。しかし、この 2 次堆積物の中には、斜面下方に向かって 10～15° 傾斜する葉理が発達し、葉理に沿って N 値 5 以下のゆるい軽石質細砂層や粘土化した軽石を多く含む地層が挟在されている (図-4)。崩壊は、軽石凝灰岩中の粘土化した地層をすべり面として発生し、崩壊直後の観察ではその表面にすべりに伴う条痕が残っていた。湖成堆積物は、軽石凝灰岩にアバットあるいはその上位に堆積している。

5. 地下水

松越地区の地表部における湧水の露頭は、主に松草川に面した斜面、崩壊地北東方の県道上方の斜面および滑落崖直下などの火山円礫岩中に認められる。また、このほかに、崩壊地北側に分布する湖成堆積物の礫層から湧水が認めら

れる。

これらの湧水露頭とボーリングの孔内水位（図-4）からみると、崩壊地付近の地下水は難透水層を形成する古生層を不整合に覆う火山円礫岩中に滞水し、一部では湖成堆積物の礫層中にも滞水している。地下水面と古生層上面との比高差は、崩壊後（地震発生後約1か月後）おおむね10～15m程度であり、この地下水は古生層上面に刻まれた沢地形に沿って大又川の方へ流動していると考えられる。

なお、滑落崖の山側の地下水位は、崩壊後に図-3に示す水位として測定されたが、崩壊前の地下水位はこの水位より高い位置にあったと考えられる。

6. 崩壊発生機構の考察

調査結果をもとに、松越地区に発生した崩壊の発生機構の考察を行う。

① 崩壊は、マグニチュード6.8の「長野県西部地震」による地震動によって、一瞬のうちに発生した。松越地区における震度階は、墓石の転倒などの模様から、震度VI程度と推定されている。

② 崩壊地内には明りょうな馬蹄形状の滑落崖が2か所に認められ、崩壊は①ブロックと②ブロックに分けられる（図-6）。両ブロックの崩壊は、ともに新期御岳火山噴出物の軽石凝灰岩の上部をすべり面として発生している。①ブロックのすべり面となった軽石凝灰岩は、火砕流堆積物が2次的に堆積した地層で、葉理が

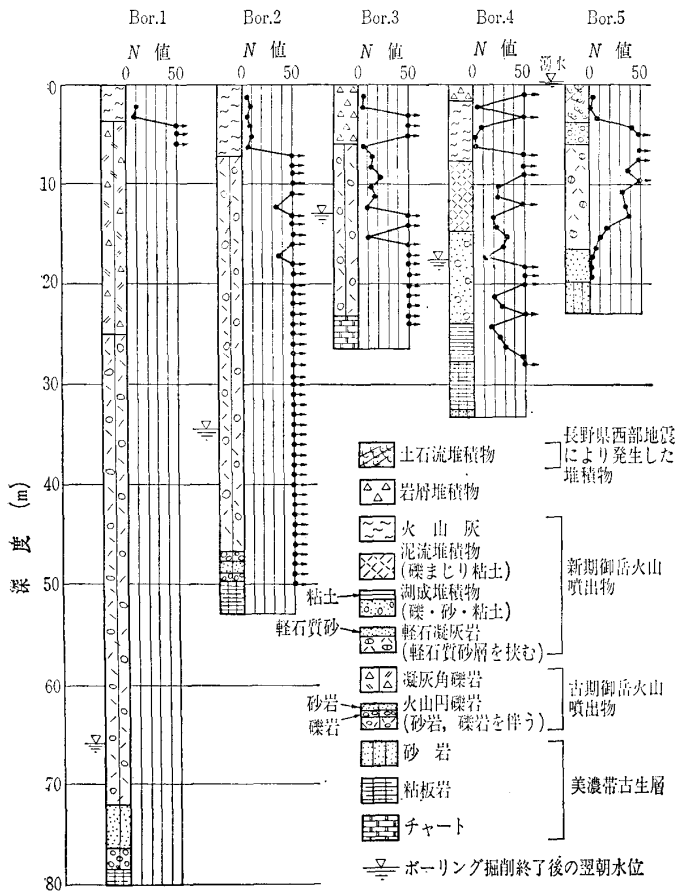


図-4 ボーリング柱状図

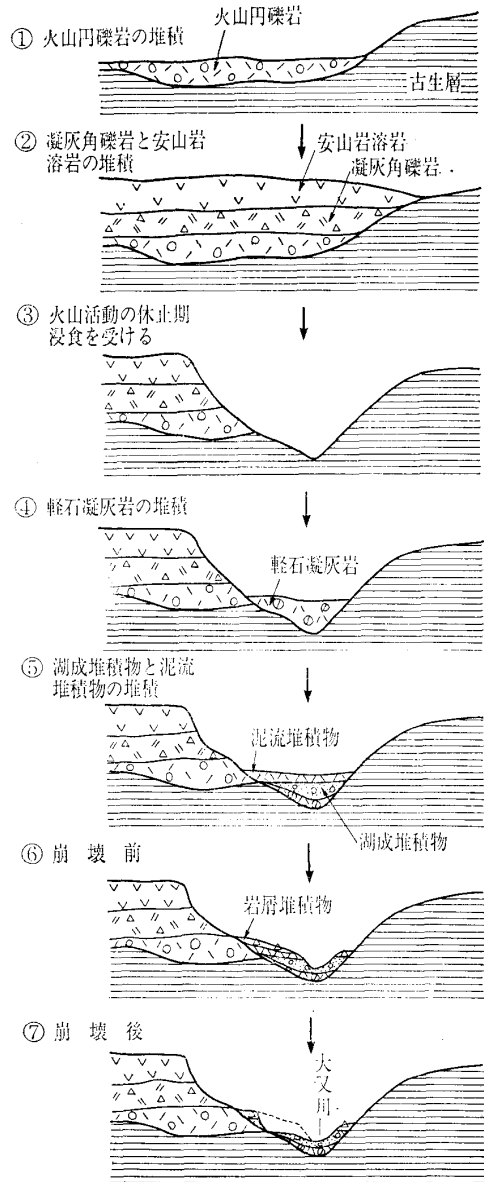


図-5 御岳火山噴出物の地質構造発達史概念図

発達し、葉理に沿って高含水比の軟弱な地層とゆるい軽石質砂層を挟むが、主に前者をすべり面としている。②ブロックのすべり面となった軽石凝灰岩は、火砕流堆積物からなり、葉理は不明りょうで比較的締まった部分が多い。

③ 古期御岳火山噴出物に比べ、新期御岳火山の噴出物は、地層の固結度が低く軟質であるため、大又川の侵食により河岸斜面の不安定化を招いたと考えられる。

④ 崩壊地付近における地下水は、主に古生層を覆う火山円礫岩中に賦存し、古生層上面に刻まれた沢部に沿って流動していると考えられる。崩壊地滑落崖直下にみられる100 l/min程度の湧水は、このような古生層上面の沢部に集められたものであろう。古生層上面に刻まれた沢地形からみて、崩壊地付近は地下水の集水性が高かったと考えられ、このことが崩壊発生の大きな誘因をなしたものと思われる。

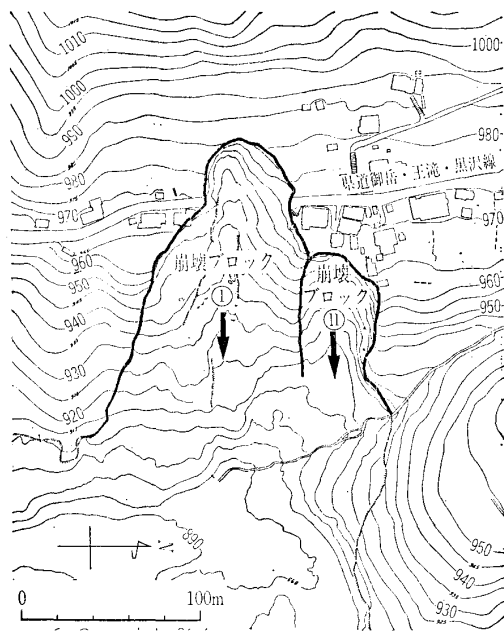


図-6 崩壊ブロック区分図

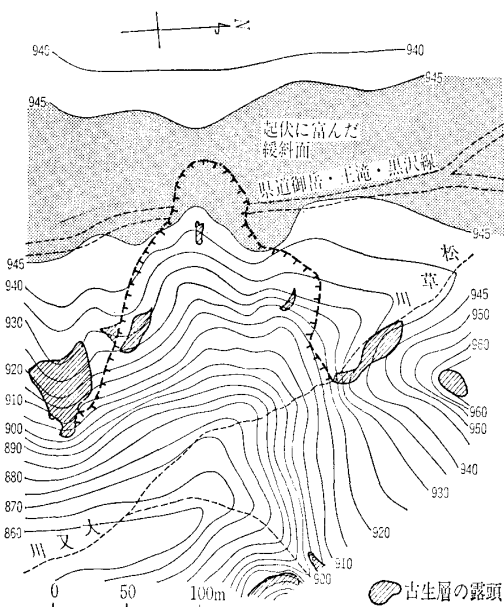


図-7 古生層上面等高線図

- ⑤ 「長野県西部地震」発生前の9月1日から9月14日午前8時までの松越地区付近における降水量は、99 mmに達しており、当日も午前1時頃から20 mmの降水を記録している(図-8)。このため、崩壊地頭部付近における火山円礫岩中の地下水位は上昇し、滑落崖直下における古生層と軽石凝灰岩の間に分布する火山円礫岩は被圧地下水を滞水していたものと考えられる。
- ⑥ 難透水性である軽石凝灰岩は、古生層と古期御岳火山噴出物上面に刻まれた沢部において、古生層と火山円礫岩を直接不整合に被覆している。軽石凝灰岩は、崩壊地頭部付近では、火山円礫岩中の地下水に対して被圧滞水層を形成させる役割を果たしていたと考えられる。このため、軽石凝灰岩は、地下水で飽和した状

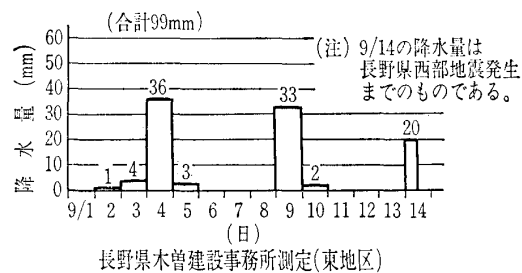


図-8 地震発生前の降水量

態にあり、地震動による間隙水圧の上昇により著しい強度劣化を起こしたものと推定される。

7. あとがき

「長野県西部地震」による大規模な斜面崩壊が発生した松越地区における地質調査の結果に基づき、崩壊の発生機構について考察した。

松越地区における崩壊は、予測できない突発的なものであったので、人的・物的な被害も甚大なものとなった。このため、今後ともこれらの災害を防ぐために、種々の調査・研究が必要とされよう。

本報告は、応用地質株式会社が長野県木曾建設事務所の御依頼により実施した「昭和59年度国補道路災害復旧工事に伴う地質調査」¹¹⁾の結果の一部である。ここに公表の機会を与えていただいたことを深謝する。

現地調査は、地震発生直後の、まだ余震が続発する中で実施したが、調査期間中に長野県木曾建設事務所の関係者各位ならびに王滝村役場の関係者各位、地元の方々には大変御世話になった。記して感謝の意を表する。

参考文献

- 1) 栗田泰夫・原山 智・遠藤秀典：1984年長野県西部地震の緊急調査報告，地質ニュース，No. 364，pp. 20～31，1984。
- 2) 瀬尾克美・吉松弘行・仲野公章：長野県西部地震における大規模斜面崩壊について，長野県西部地震—メカニズムと災害—報告会資料，土木学会，pp. 12～20，1984。
- 3) 土木研究所初動調査団：昭和59年度長野県西部地震被害調査速報，土木技術資料，Vol. 26，No. 11，pp. 46～53，1984。
- 4) 長岡正利・星野由尚・武井良道・市川清次・斎藤文男：長野県西部地震による伝上川上流大規模斜面崩壊の地形特性と発生条件，天然資源の開発利用に関する日米会議(UJNR)，耐風，耐震構造専門部会，第17合同部会，提出論文，1985。
- 5) 長岡正利：長野県西部地震による災害状況，測量，No. 405，pp. 22～28，1984。
- 6) 片田正人・磯見 博：5万分の1地質図幅「上松」および同解説書，地質調査所，1958。
- 7) 小林国夫・清水英樹・北沢和男・小林武彦：御岳火山第一浮石層，地質学雑誌，Vol. 73，No. 6，pp. 291～308，1967。
- 8) 小林国夫・小林武彦・清水英樹：竹原平一教授記念論文集，pp. 191～218，1971。
- 9) Kobayashi, T.: The Petrochemical Characteristics of Ontake Volcano, Jour. Coll. Lib. Art. Toyama Univ., Vol. 7, pp. 71～85, 1974。
- 10) 松本盆地地研木曾サブグループ：長野県西部地震の災害と地質，地研速報，No. 374，pp. 6～8，1984。
- 11) 長野県木曾建設事務所：昭和59年度国補道路災害復旧工事に伴う地質調査，応用地質株式会社調査，1984。

(原稿受理 1985.8.22)