

# 山くずれと土構造物による対応

川 島 隆 義 \*

## 1. まえがき

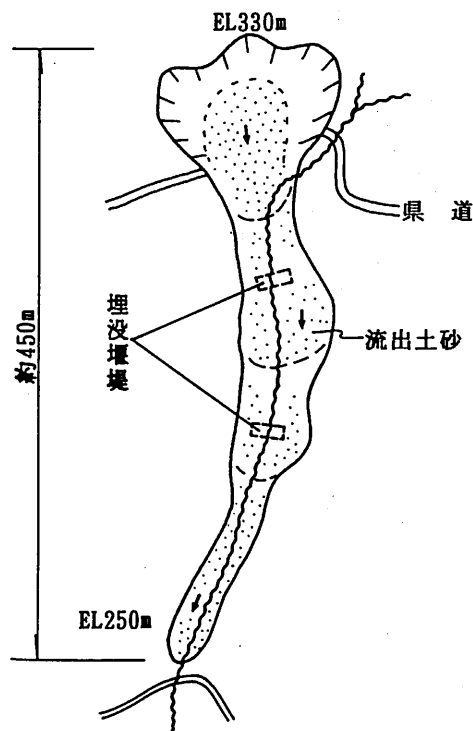
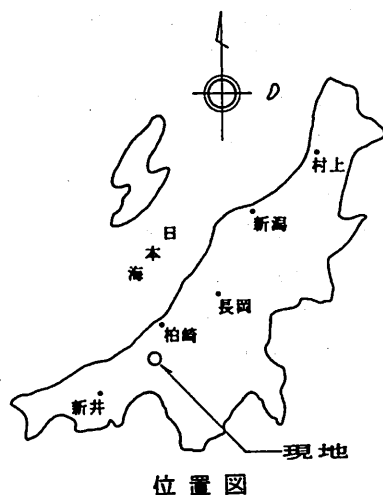
この山くずれは、同じ場所が2度に亘って崩れたもので、第1次は昭和61年4月23日、第2次は翌年の62年3月24日である。

場所は中頸城郡吉川町石谷地区で、尾神岳の南約2.5kmに位置した丘陵の南西斜面である。ここは構造改善局指定の「アワラ地すべり防止区域」になっている。

山くずれと地すべりは一般に区別出来ないが、山腹の急斜面が急激に崩れ落ち、土石流となって谷川を流下しているのので地すべりと区別したが、崩壊でも良いと思われる。

第1次の山くずれは融雪水が誘因である。第2次は地震によるものと判定した。崩れた土砂量はそれぞれ12万 $\text{m}^3$ と6万 $\text{m}^3$ で、谷を埋めると共に下流域に拡散している。

被害は県道の流出、用水路・頭首工・堤堰の埋没及び施工途中の堰堤の損傷などである。



二度あることは三度あると言われるが、山腹の急斜面は依然として不安定で滑落崖上部には古い崩積土が残されており、今後の動向が懸念された。その対応は、第1次の崩れた後に種々検討されたが、手始めに流出土砂の先端に堰堤が施工された。しかし、第2次の崩れが予想以上に早期に発生したため、この堰堤も完成間近にして土砂に埋るなど、別途対応を検討することを余儀なくされた。

本報告は2度に渡る山くずれの状況を述べ、跡に残された流出土砂と滑落崖及び残留する古期の崩土に対応するため、現地に散乱する流出土砂を利用して土堰堤を築造し、後に来るであろう第3次の山くずれに備えたものである。

図-1 61年4月の崩壊と土砂流出

\* 嶺新協地質

## 2. 第1次の山くずれ

### 2-1 発生状況

崩壊を起した谷頭部は、空中写真（昭和50年9月撮影）によれば大規模な古い崩壊地形が読みとれた。この崩壊地形は、流出した県道のあった標高300mから頂部の標高360m付近まで巾160m，奥行80m程度の弧状を呈している。

一方、新しい滑落崖は高さ25～30m，巾100m，奥行60m程度で黄褐色の土塊とやや灰色を帯びた泥岩と凝灰質の砂岩との互層が見られた。いずれも波打つような形状で規則性が無く，応力を受けて脆弱化している。

崩れた土砂は約12万 $\text{m}^3$ で、古期崩土の4割程度と推定された。これらの土砂は図-1に示すように滑落崖直下の谷に流出し，約450m流下して止った。谷は巾40m，深さ20mのV字の横断面を有していたが，ほぼ満砂の状態をこれに埋めている。谷には高さ10m程度のコンクリート堰堤が2基あったが，これも安全に埋没した。

### 2-2 発生原因

地元の古老の話によれば崩壊は3回に分れて生じたという。第1崩壊は昭和61年4月23日，第2崩壊は翌日の24日，第3崩壊はそれから4日目の4月28日である。

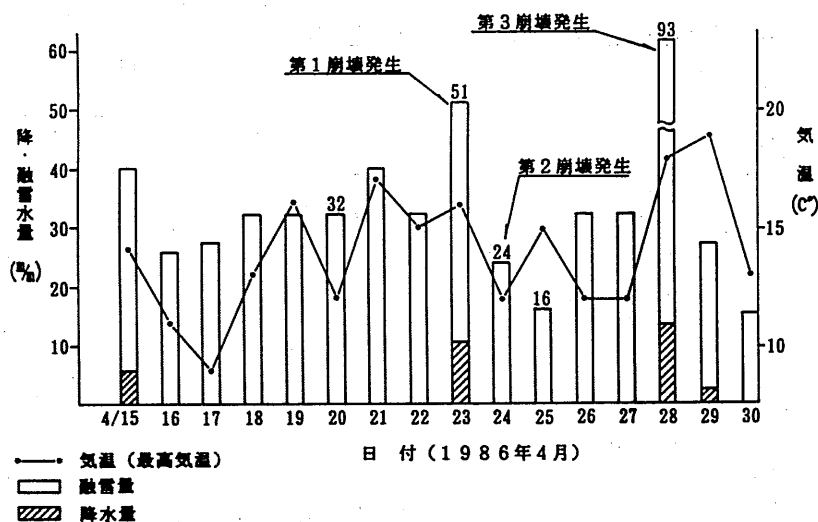


図-2 降・融雪量と気温（吉川町資料）

この年は豪雪で4月に入ってもかなりの積雪があった。吉川町川谷地区の記録によれば，図-2に示すような降水量，融雪量・気温の記録が残されている。この資料に崩れた日を照合すると，崩壊の発見された23日は降・融雪量合せて51mm，翌日に第2崩壊があり（これは第1崩壊の余波と考えられる），次の降水日の28日，融雪量合せて93mmの時，第3崩壊が生じている。

以上のように気温が高く，融雪量が急増し，加えて降水が重なった時に崩れが生じており，降・融雪量と崩壊とは密接な関係がうかがえる。

地元の話では，流出した県道付近には常時湧水があったという。したがって，亀裂質な間隙の多い地質に地下水が内包されており，湧水をしつつバランスを保っていたが，急激な降・融雪水の増大に

より排水がまに合わず崩壊に至ったものと考えられた。なお、写真－1に示すように崩壊後の滑落崖に湧水はほとんど認められない。

## 2-3 流出土砂の状況

崩壊は3回に分れて発生した。どこが始めに崩れたか、今後の対応を検討する上でも明らかにしておく必要があると思われ、その順序の解明を試みたが、現地の状況からは答えは得られなかった。わずかに崩土上に残留する植生と滑落崖上の植生との組合せ、地元の証言などから図－3のようになると考えた。

- 第①波：谷頭中央部 4月23日16時頃
- 第②波：右翼部 4月24日9時頃
- 第③波：左翼部 4月28日雨と共に

である。したがって斜面の中央が始めに抜け、後から両翼が不安定になって崩れたものと推定された。

このことから今後も斜面中央付近が始めに崩れる可能性があると思われた。

流出した土砂は延長450mになるが、途中には写真－4に示すように波状の地形が残されていた。これは土石流という段波に似ており、崩壊土砂は土石流となって谷を流れた可能性が強い。この波状地形は地元の証言どおり崩壊が数回に亘ったことを証明している。また、このようなエネルギーがどうして生じたのであろうか。

吉川町の記録では、4月23日の雪積深は154cmとなっている。谷部にはこれより多い雪積が有ったであろう。第1波はこの雪の上を滑って行ったに違いない。第2、第3波は水と共に、あるいは雪とともに土石流となってこの上を流れたであろう。それにしても、流出延長が450m程度とやや短かいのは、谷に施工されていた砂防堰堤による溪床勾配の緩和が効果をあげたのであろうか。

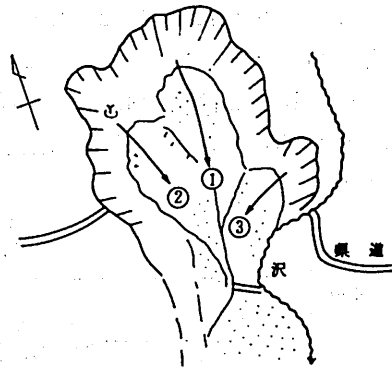
新潟県土木部では、県道を復旧するため、滑落崖から下流150m付近の谷部で同年7月にボーリング調査を行っている。

ボーリングの土質柱状図によれば、地表下17mに厚さ40cmの雪(氷)が認められている。この雪は崩壊以前の地表面の位置を示しており、崩土の厚さは最少限17mを有していることになる。

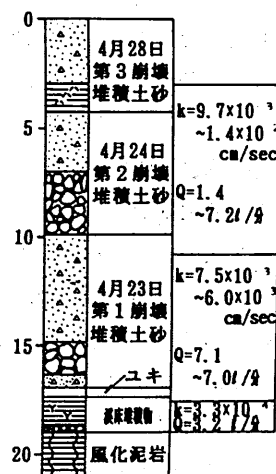
柱状図を図－4に示す。

これによれば深さ15～16mと7.5～10m付近には暗灰色の泥岩礫が有る。

流出土砂の先端部は土石流の特徴である粗粒の泥岩塊(φ30～50cm)が見られたが、泥岩は暗灰色で滑落崖のそれと対比すると崖の下位に見られる風化泥岩と同質のものである。つまり崩壊は斜面の下方の風化岩中にセン断を生じ、足をすくわれるようにして下方斜面が先に流出し、上方が後から落下する形態をとったことになる。



図－3 崩壊の順位



図－4 谷部のボーリング柱状図  
上越土木(昭和61年7月)

柱状図の土砂区分を、この崩壊形態を頭に置いて見ると、図中の泥岩塊の位置はそれぞれの崩れた土砂の初期の堆積位置を示し、大別して泥岩塊は2層あるから2回の崩壊があったことになる。

実際の崩壊は先に述べたように3回あった。柱状図には3層目の泥岩塊は認められない。おそらく、気象条件からすると雨と融雪水とが重なって本格的な土石流となった可能性があり、粗粒の岩塊はもつと下流に達し、ボーリング地点で後続流の細粒分が堆積していたと考えられる。そう仮定して柱状図を見ると、深さ4 m付近の粘性土が第3波の位置とすることが出来る。

柱状図の土砂区分を単純に谷部の堆積横断面にすると図-5に示すようである。

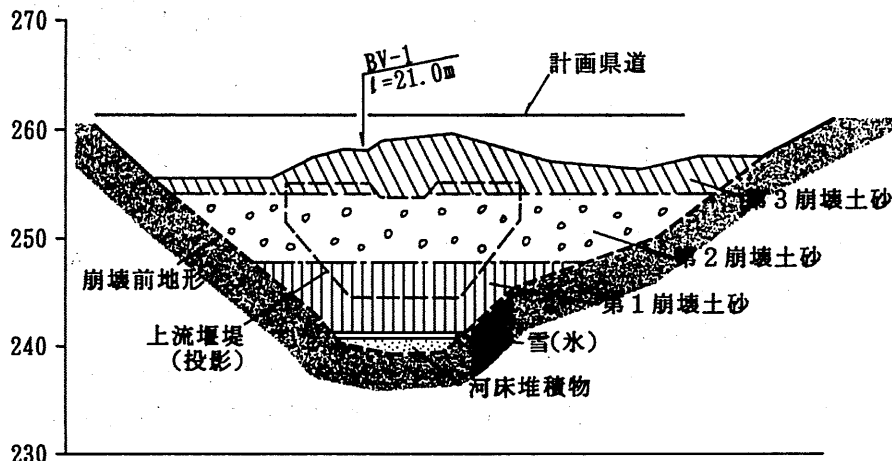


図-5 ボーリング柱状図より推定される土砂区分

## 2-4 対応

滑落崖上部には不安定な古期崩土が残されており、谷に施工されていた砂防ダムは埋没した。今後予想される崩れも今回と同様土石流となる恐れがあり、発生すれば谷頭から直進して下方にある溜池を直撃し、側方の民家や農地及び下流河川にも大なる被害を与えるであろう。

防止対策は谷部の土砂堆積状況を見れば、杭や集水井による対策は困難である。このため滑落崖を中心とした地下水排除、地表水の排水路、流出土砂を固定するための堰堤などが考えられた。ここでは谷の土砂流出を防ぐため土砂止め堰堤が着工された。

## 3. 第2次の山くずれ

### 3-1 発生状況

第2次の山くずれは、土砂止め堰堤施工中の昭62年3月24日夜に発生した。土砂は当初予想したとおり直進したが、幸い溜池の手前で停止した。大半は1次崩れで埋った谷部を流下した。谷は地表排水のため2~3 m巾の溝が掘られていたのでここを通ったのである。この土砂は1次崩れの先端に施工中であった大型フトンカゴによる堰堤を乗り越えていた。堰堤は左岸の上半部5 m位が下流へ1 mずれた。写真-7に示すようである。

1次と2次の崩れた状況を模式的に縦断面で示せば図-6のようである。崩壊土砂量は約6千 $\text{m}^3$ が推定された。2次の崩れの土砂も残雪の上を滑動している。

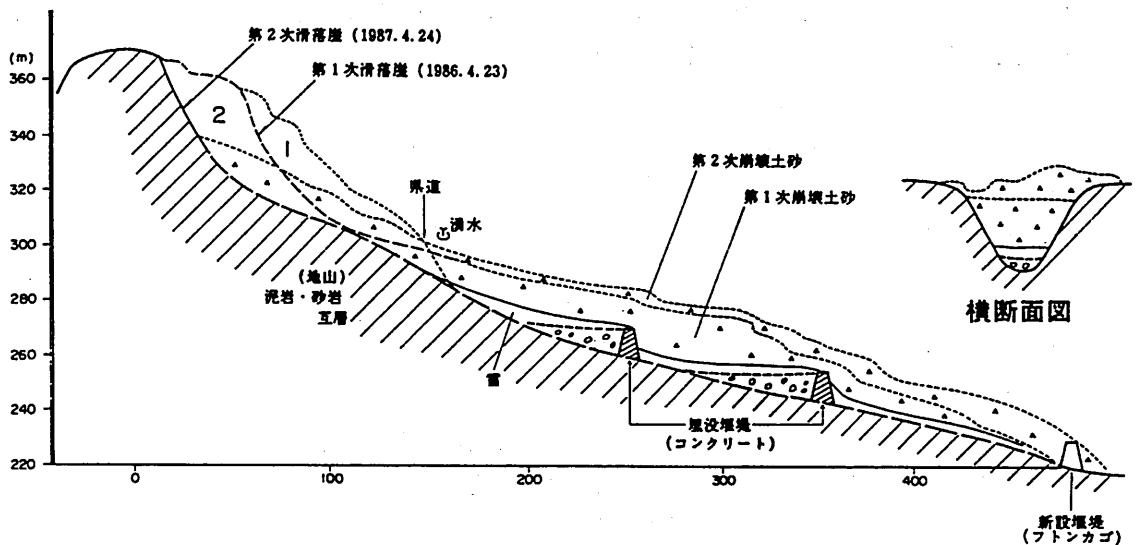


図-6 アワラ地すべり模式縦断面図

滑落崖上部に登って見ると、崩れは中央部が最も多く、次いで左翼であった。崩れた土は1次崩れ後の踏査で認められた古期崩土の部分であった。滑落崖の中央部は尾根部まで達する崩れである。

### 3-2 発生原因

前回の崩れは、吉川町の気象資料から融雪・降水が重なって月雨量に換算して93mmがあり、これが誘因であるとした。

今回の崩れは、積雪量が例年の1/3と少なく、気温も10℃以下で前回の時よりも低く、融雪が直接の誘因とは考え難い。

2次崩れは、3月25日午前7時50分頃地元民によって発見された。これより前の3月24日午後9時50分頃地震があった。

高田測候所によれば、この地震は新潟県沖地震と命名され、最大震度は4である。地震の詳細は表-1に示す。正確な震源や深さなどは聞いていない。

表-2 新潟県沖地震

発 生 日 時	震 度	マグネチュード
3月24日21時48分	0	4.5
21時49分	4	5.9
22時22分	2	4.7

注) 高田測候所調べ

地元では、地震のすぐ後に施工中の堰堤の下流側に置いてある機械の倒れるような音がしたとのことである。25日の朝には、重機（クレーン）1台が倒れ、もう1台（バックホー）が下流に数m移動して土砂に埋っていたという。

2台の重機の転倒や移動は、地震によるものかあるいは流れ出して来た土砂によるものか明らかで

ない。だが、重機を埋めた土砂は施工中の堰堤を乗り越えて来た新しい土砂であり、堰堤の変位状況から見ても地震動によるものではなく、土砂の圧力による可能性が強いと判断された。

以上のことから、地震発生時刻と土砂流が堰堤や重機に到達した時刻に近接しており、相互の関連がうかがえる。したがって2次の崩れは地震が誘因となった可能性が強い。

気象庁の震度階によれば、“山くずれ”の発生する震度は6以上の烈震である。今回の地震は震度4の中震であり、すわりの悪い花びんが倒れる程度で山くずれを生ずる強さではなかったといえる。しかし、実際には山くずれが生じたのだが、この山くずれは数箇所で行ったのではなく、本地区に特定される。このため、1次崩れ後に残されていた斜面は十分崩れ易い状態にあったので、震度4でも山くずれを生じたものと思われる。

### 3-3 対応

本地区の地質は、新第三紀鮮新世の西山層に相当する泥岩・砂岩の互層である。これらは付近を通る褶曲や断層によって著しく変形し、地下深部まで風化が進行している。

今後の対応はこれらの地質状況と流出した土砂の状況を踏まえ、2次災害を防ぐと共に県道や耕地の復旧を念頭に置いて検討されなければならない。さらに次に来るであろう第3次の崩壊に備える必要があった。

残留する崩壊予想土量は、2次崩れ後の踏査から約10万 $\text{m}^3$ が有ると考えられた。滑落崖を含む斜面への直接的対応は膨大な費用と時間と、ある程度の危険が伴うと考えられた。このため、

① 滑落崖直近での対策は斜面がある程度安定するまで待つ。

② 谷部に流出した土砂は軟弱であるから、この上に土留や杭などの構造物の施工は行わない。

③ 第3次の崩れは過去の形態から直進性があり、下流堰堤の破壊、河川への影響、溜池の埋没と越流による被害が想定されるので、下流に土砂を流してはならない。

④ 県道は復旧する。

などを基本方針とした。

構造物の築造にはそれを支える基礎地盤が必要である。しかしながらここには適当な基礎地盤がない。有るのは多量の崩れて来た土砂である。そこでこの土砂を利用した土石流を導く導流堤を計画した。第3次の崩れは、10万 $\text{m}^3$ が一度に来るとは考えられない。仮に数万 $\text{m}^3$ 毎の崩れであれば、これを安全な場所に誘導しようと考えた。下流へ土砂を流さないことを優先したものである。

導流堤は付近に堆積する崩土を締めめて、底幅10m、高さ3m程度の土堰堤を2連、谷を斜めに横断して図-7に示すように施工することにした。

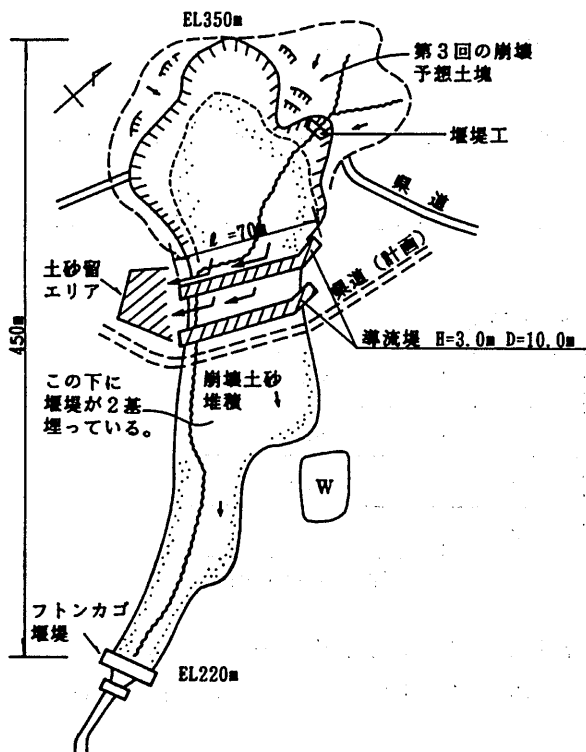


図-7 アワラ地すべり導流堤計画図

導流堤を含む全体計画としては、

- (a) 基礎地盤が軟弱であるからある程度の沈下変形は許容する構造とする。
  - (b) 崩壊土量及び衝激強さは予想し難いが、安全を見て導流堤は2連とする。
  - (c) 県道は導流堤下流に復旧する。
  - (d) 堤体上流側は湛水しないよう排水施設（ここではハビリホーム水路とコルゲートによる暗渠）を設ける。
  - (e) 2次崩れで変位した下流堰堤を修正、復旧する。
  - (f) 谷頭に堰堤を施け古期崩土の安定を計る。
- などとした。そしてこれらの工事は2年後の平成元年度にはすべて完成した。

#### 4. ま と め

この山くずれは、昭和61年と62年の2回に亘って発生した。そして滑落崖上部にはまだ不安定な土塊が残されており、いつ崩れてもおかしくない状況にある。

平成2年12月7日午後6時38分～40分にかけて柏崎を中心とした新潟県南部地震が発生している。上越市で震度4、柏崎や吉川町では震度4以上、高柳町では震度5とされている。この地震で本地区のことがすぐ頭に浮んだが、斜面も導流堤も復旧された県道にも被害は無かった。仮に第3次の山崩れが発生していれば、導流堤の効果を確認することが出来たのだが……。

現地には1本の水抜ボーリングも実施していないが、地震が融雪期と重ならなかったこと、若干の斜面整正や小規模な堰堤が崩れを止めたのかも知れない。

本地区には隣接していくつもの地すべり指定地がある。東側の川谷にある西向地区には丘の頂上に水田がある。ここでは、昭和39年の新潟地震で田面に亀裂が入った。平成2年の新潟南部地震でもまったく同じ箇所に亀裂が入っていた。亀裂は土で埋められ、すぐ水田として耕作されている。しかし、新潟地震時と同じ箇所に亀裂が発生したことは、地中には依然として弱線が内在していることを示している。このような弱線は自然界では永久に補修されることはなく、条件がそろえば崩れることになるだろう。

ここに報告した山くずれは、融雪と地震という異なった誘因で発生したが、先に述べたように様々な原因で地中には多くの弱線が存在している。例えば弱線の存在が明らかになっても経済的な問題も有っせ、速やかな対応は出来ない場合が多い。

本地区では、斜面下に直接人命にかかわるような保全対象物がなく、一般対策工のように崩れを防ぐのではなく、崩れは許すが想定される被害を小さくするためのやゝソフトな工法を採った。このような工法がどこでも通用するとは限らないが、ここでは応急に経済的に対応が出来た。

今後はこのことをヒントにして、現地に有り余る土材料を用いて災害を防ぐことが出来ればと思う。



写真-2 同滑落崖右翼



写真-3 1次崩れ後の滑落崖上部の地すべり地形  
2次崩れで落下した





写真-4 土石流による段波、滑落崖より300 m下流付近

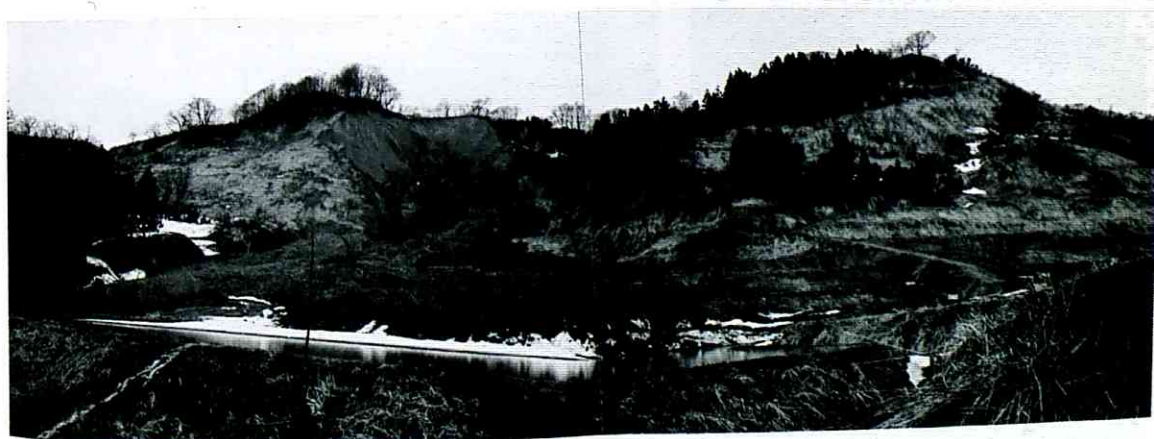


写真-5 2次崩れ全景

大半の土砂は左側の谷へ流れたが、一部は直進する

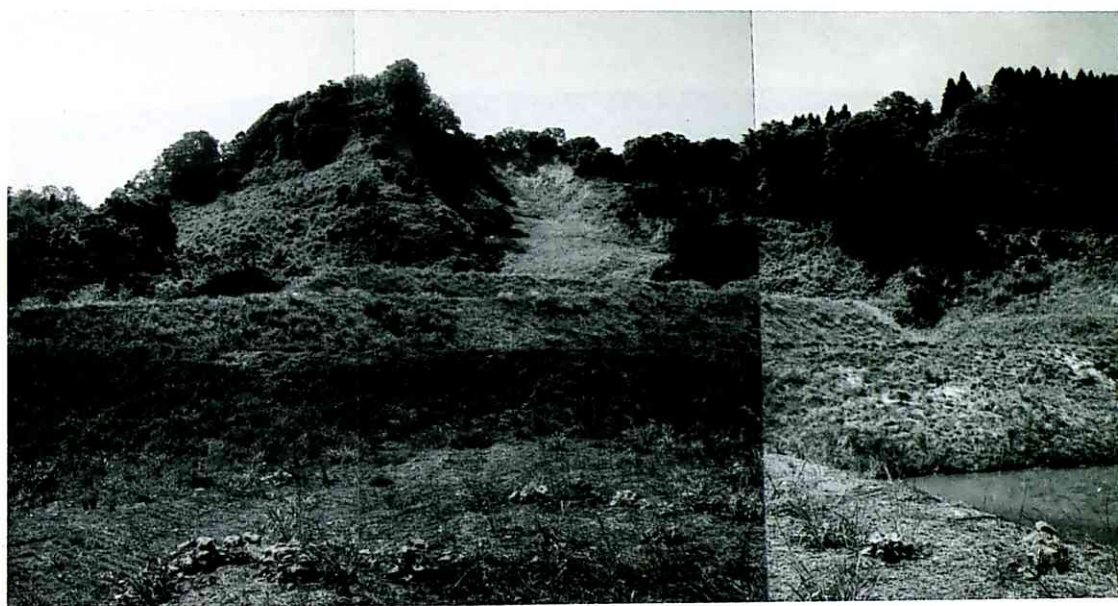


写真－6 2次崩れで後退した滑落崖中央部、ほとんど抜け落ちている

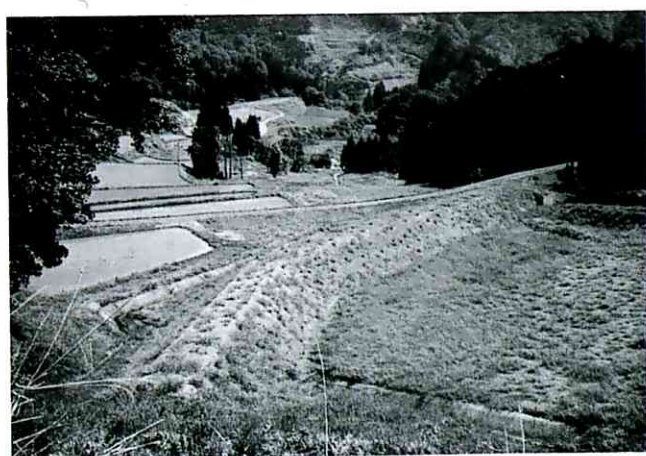


写真－7 施工中の堰堤を乗り越えた土砂  
泥岩の角礫が多い。下流400 m付近





写真－8 現在の滑落崖の状況



写真－9 導流堤と復旧された県道（砂利道）

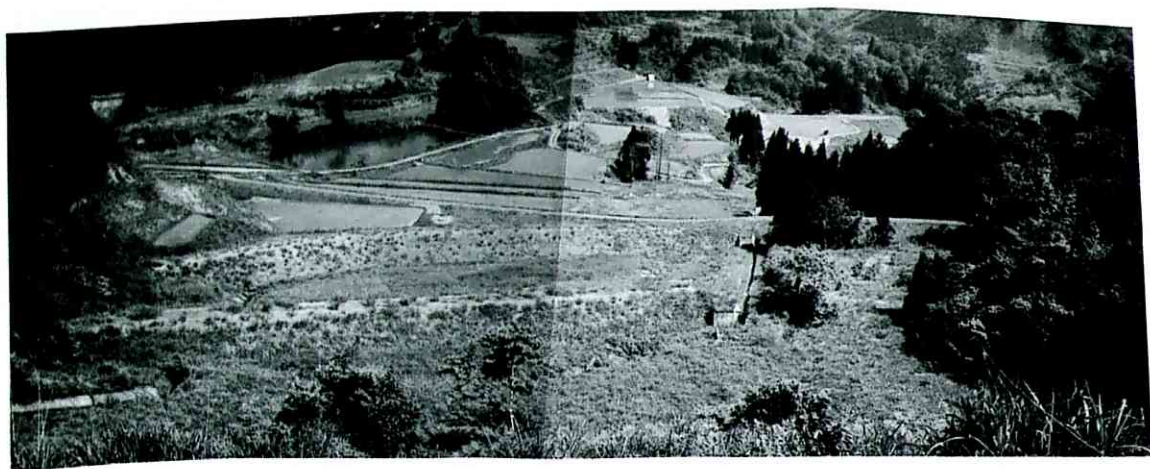


写真-10 2連導流堤、延長70m×2

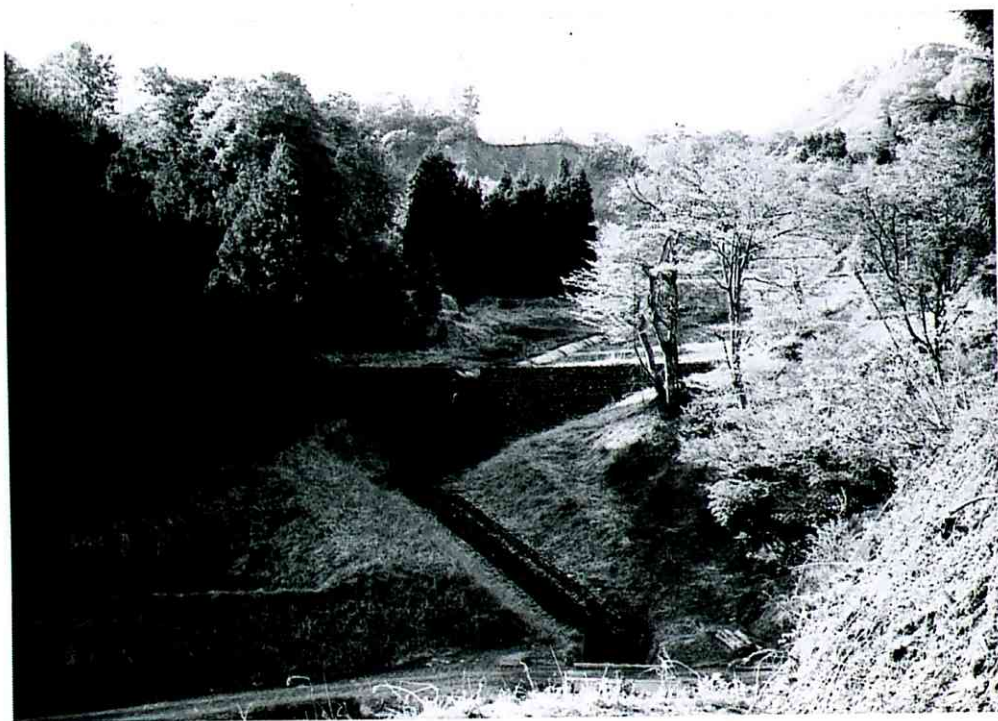


写真-11 復旧された堰堤