

第16回現地検討会

# 中東地すべり

■ 1988.9.8~9 ■



主催 ■ 地すべり学会新潟支部  
土質工学会北陸支部  
後援 ■ 新潟県  
新潟県地質調査業協会  
地すべり対策技術協会新潟支部

## 序

このたび第16回地すべり現地検討会を林野庁所管中東地すべり地においてとり行うことになりました。同地すべり地は県下でも地すべり防止区域の少ない地域(岩船郡関川村)に位置しています。昭和56年4月13日の地すべりは、その規模、運動形態からして特筆すべき災害でありました。

このため新潟県農林水産部により各種観測を含む調査が進められ、その結果にもとづいて各種防止工事が行われています。また、本地すべりは鏡肌状の滑落崖を有し、硬い岩盤がそのままブロック状態で滑った典型的な岩盤地すべりの様相を呈しており、その運動機構は地すべり研究者や技術者にとって興味ある現場かと思えます。幸い観測資料も豊富で、防止工事による抑制的効果が顕著な現場のようです。官学民それぞれの知識をお互いに交換しながら活発な御意見を戴ければ複雑な地すべり機構の解明や有効な防止工法の選定に役立つことと思えます。

おわりに、現地の準備とともに、この貴重な資料の作成に御協力をいただいた治山課、村上林業事務所、(株)日さくの関係各位に心から謝意を表します。

地すべり学会新潟支部



~~~~~ 目 次 ~~~~~

|                      |      |
|----------------------|------|
| 1. 中東地すべりの環境         |      |
| (1) 地形的環境 .....      | P 1  |
| (2) 地質的環境 .....      | P 3  |
| 2. 地すべりの発生 .....     | P 5  |
| 3. 中東地すべりの特徴         |      |
| (1) 地すべり斜面の微地形 ..... | P 9  |
| (2) 地すべり斜面の地質 .....  | P 15 |
| (3) 地すべり斜面の地下水 ..... | P 23 |
| 4. 対策工事とその効果         |      |
| (1) 対策工事 .....       | P 27 |
| (2) 工事の効果と安全率 .....  | P 31 |

● 表紙写真説明

冠頭滑落崖に残された条痕

## 1. 中東地すべりの環境

### (1) 地形的環境

中東地すべり指定地は国鉄米坂線「越後下関駅」の北方約6kmの位置にあり、荒川水系女川の支流藤沢川沿いに位置している(図-1)。

女川・藤沢川流域の地形は、中東・小和田より上流の地域、上新保から中東・小和田にかけての地域・上新保より下流の地域に3分される。

中東・小和田より上流地域の山地は、標高300~400m以上で勾配も急峻で、河川は深いV字谷を形成している。上新保から中東・小和田にかけての地域は、標高200~300m程度で、斜面の傾斜も緩く河谷は浅く兩岸の傾斜も緩い。それに対し、上新保より下流では河岸段丘が広く発達している。そのなかでも最も広い分布を示すのは、若山部落が立地する段丘面で、比高は25~30mである。その他、比高100m前後の段丘面も広く発達している。このような地形は後述する地質の相違を反映したものである。

この地域には地すべり地形はほとんどみられない。このため、女川流域には中東・ヨシ池の2ヶ所の地すべり防止区域(いずれも林野庁所管)があるのみである。このなかで、中東地すべり防止区域は昭和56年の災害後に指定された防止区域である。ヨシ池地すべりは、中東地すべりの対岸に位置し、昭和39年に指定されており、同年に調査・工事が行われたのみである。

しかし、中東地すべりの東側斜面は、古い地すべりで形成された地形と推定される。地すべり範囲は幅200~500m,延長1,200mで、内部には凹地・独立丘が点在し、地すべり範囲内では段丘の追跡も不可能となる。中東地すべりはこの大規模な地すべりの西方側方部で発生している。

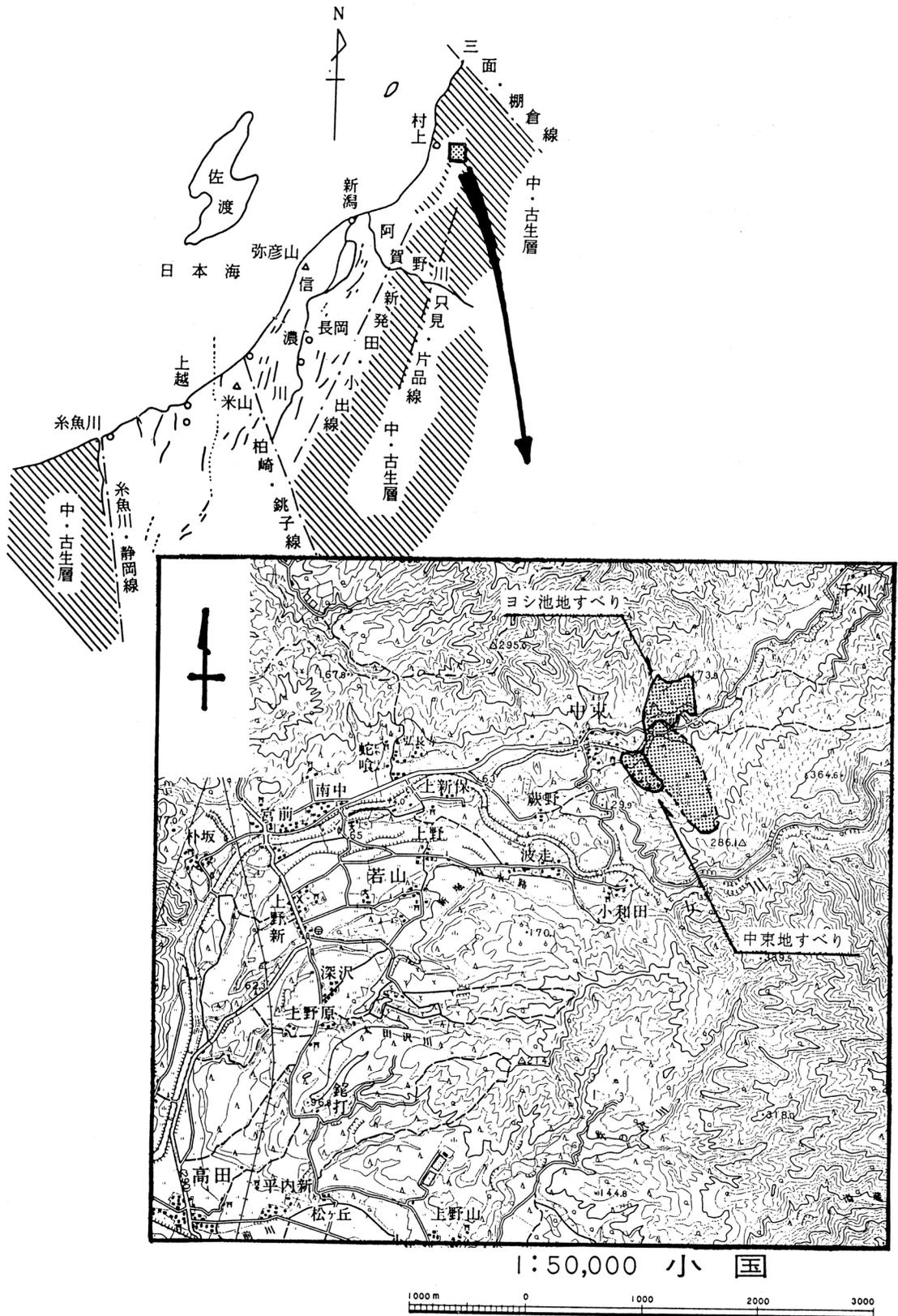


図-1 新潟県の地質構造と中東地すべりの位置

## (2) 地質的環境

関川村周辺の地質調査を行った西田・津田(1961)によれば、この地域には古生層とこれを貫く花崗岩類および、これらの基盤岩類を不整合に被う(一部断層で接する)新第三紀層が分布している。新第三紀層は釜杭層(津川層に対比される)の礫岩と、下関層(七谷層に対比される)の硬質頁岩層およびその上位の内須川層が分布している。このなかで中東地すべり周辺には、下関層の硬質頁岩が分布する。この地域の第三紀層は、単斜構造の部分が多く褶曲はほとんど受けていない。また地層の硬度も硬いことからみて、第四系の被覆層としては段丘堆積物・地すべり崩積土・河床堆積物が分布する。

下関層は、黒色頁岩～暗灰色頁岩から構成され、比較的硬質、緻密である。しかし葉理に沿ってはがれやすい。頁岩層中には暗緑灰色の凝灰質砂岩、乳白色の軽石質凝灰岩、白色細粒凝灰岩の薄層をしばしば挟在する。その厚さは数cm～10cm程度で、最大でも1.3mである。これらの凝灰岩の薄層は頁岩に比べ軟らかく脆く、地すべりの滑剤を形成しているものと考えられる。地すべり斜面の冠頭部滑落崖には、凝灰岩の薄層が地すべり粘土を形成していた。凝灰岩は葉片状にはげ、剥離面は光沢をもち、すべった方向の擦痕が認められた。地すべり地周辺の下関層は、N40～50°Eの走向を有し、20～30°NW方向に傾斜しており、地すべりとの関係は流れ盤になっている。地すべり冠頭滑落崖は、層理面の現れである。

この地域には段丘がよく発達している。それらは4段(I～IV)に区分される。段丘I(Tr1)は、現河床から約10m高く、標高70～80m付近に分布し、厚さ20m前後の礫層が発達する。段丘II(Tr2)は標高100～110m付近に分布し、厚さ数mの礫層が発達する。段丘III(Tr3)は130～140mにあり、段丘

I, II に比べると分布は狭い。段丘Ⅳ(Tr4)は分布がさらに狭くなる。標高170~180m付近に分布し、段丘面は起伏があり、かなり開析されている。段丘堆積物は花崗岩・古生層の頁岩などの円礫層よりなる。特に花崗岩礫は風化が著しく、クサリレキと呼べる程度に風化している。クサリ礫は、段丘Ⅲの堆積物中にも認められるが、その量は少ない。

これらの段丘は、地すべり斜面内にも分布していたため、段丘面の変位から地すべりの移動量を推定することができた。

地すべり斜面内に分布している段丘礫層(段丘Ⅲに対比される)から採取した炭化木のC<sup>14</sup>年代は26,600±2,450yBPである。

## 2. 地すべりの発生

中東地すべりは、昭和56年4月13日午前7時30分頃発生した。発生当時、現地には20~50cmの積雪があった。地すべり発生の4日前から気温は急激に上昇し、平均気温10°C以上の日が続いた。また発生の2日前に若干の降雨が記録されている。このため、地すべり発生の数日前から発生時にかけて、融雪が急速に進み、多量の融雪水が地すべり発生の引き金となったといえよう。

地すべり発生当時、住民の中には大音響を聞いたものがある。地すべりは最初頭部で発生し下部に波及した。発生から1時間30分後(実質的には約30分とも言われている)の午前9時には地すべりは完全に停止した。しかし、地すべり発生の数日前に地すべり地内の湧水が濁ったことからみて、地すべり発生以前に地すべり頭部の地中では変状が進んでいたものと推定される。

地すべりの末端は藤沢川に達し、河床を10m程押し上げた。地すべり土塊により塞ぎ止められた藤沢川は、対岸の段丘面を流れ、民家八戸が浸水した。

災害発生時の対応を時間をおって示すと次のようになる。

4月13日(月)

午前 7時30分…… 中東地内・二峰橋200m下流左岸で地すべり発生。

8時40分…… 役場に通報が入る。村長以下職員が現場へむかい、消防団に出動要請。

- 9時…………… 地すべりにより藤沢川遮断される。
- 9時30分…………… 「中東地すべり災害対策本部」設置。危険人家8世帯26人に対して避難勧告。関係機関に通報。
- 9時40分…………… 現地本部を中東部落の公民館に設置。村建設業協会に重機出動要請。ユンボ4台,ブルドーザー2台現地へ。
- 10時…………… 県出先機関,建設省関係、調査に入る。
- 午後 4時22分…………… 排水路仮回し、仮堤防築堤,麻袋積み完了。  
延長70m
- 5時30分…………… 国・県関係機関と村との対策会議の結果、8世帯26人に対する避難勧告は引続き継続。現場調査の結果、なお危険度が高いので下流世帯に対して警戒体制を指示。
- 8時…………… 応援消防団員解散。地元消防団員33人が徹夜の警戒に入る。
- 4月14日(火)
- 午前 ……………… 朝から応急工事が急ピッチで進められる。
- 午後 5時…………… 8世帯26人に対する避難勧告解除。
- 8時…………… 地すべり警報器設置。中東の消防団員が監視体制継続。

地すべりによる被害の状況は以下のようなものである。

- 床上浸水……………1戸
- 床下浸水……………7戸
- 罹災者……………26人
- 河川埋没……………220m
- 護岸欠壊……………300m
- 農業用排水路……………540m
- 農業用施設(ポンプ場)……………2ヶ所
- 田流失……………2.0ha
- 田被害面積……………22.6ha
- 冠水面積(田・畑・宅地)……………4.2ha

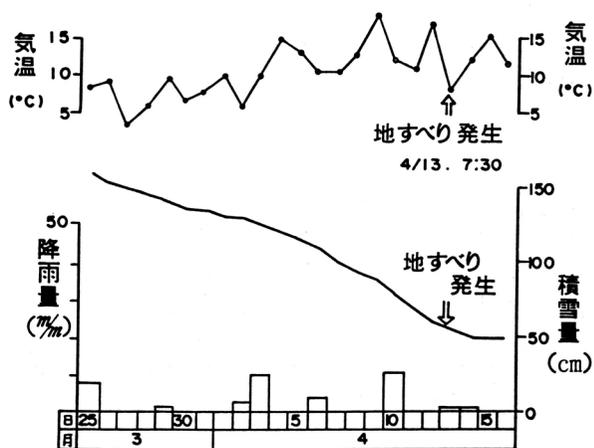
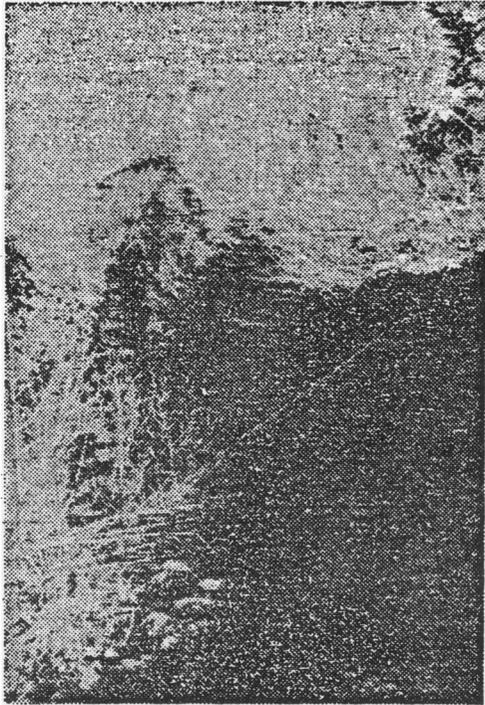


図-2 地すべり発生時の気象

昭和56年(1981年)4月20日 (月曜日)



関川村地滑り現場(通称大池野山頂上付近)・V字形の新しくできた谷間は深さが20%以上もある

# 珍しい岩盤地滑り

西田新大  
名誉教授

## 関川村の現地を視察

「硬い岩盤がそのまゝブロック状で滑った典型的な岩盤地滑りで、県内では非常に珍しい」地滑り地帯でもない、いわばノーマーズの岩盤関川村中東へ、十三日朝発生した大規模な地滑りについて

「十七日から十八日にかけて現地を視察した地質学の専門家である西田彰一(新大名誉教授は「引き金になったのは異常な大雨だが、ほかの地域でも起きる危険性は少ないのではないか」など、次のように語っている。

新発田以北の北浦、岩船地区は単純な地質構造のうえに岩石自体の形状硬さ程度も弱く、非常に安定した地盤状態。

ところが、よく見ると火山灰が固まっただけで、水分を含むと滑剤になりやすい凝灰岩の薄い層がシマ状にはさまっている。つまり、硬い割には割れ目の出来やすい硬質頁(けい)岩に、凝灰のため水分がとんと入り込み、凝灰岩を柔らかくして、大きな崩落をさせたまま滑り出したと考えられるという。

### 3. 中東地すべりの特徴

#### (1) 地すべり斜面の微地形

地すべり冠頭部には大規模な滑落崖が2列形成された。滑落崖の東半部は落差約20m、傾斜20°の平滑斜面となっていたのに対し、西半部は深さ20~30m、幅10~30mにも達する大規模な陥没帯が形成された。地すべりの末端は藤沢川の河床を約10m程押し上げた。斜面内部には多数の亀裂が発生した。地すべり直後に作成した亀裂分布図を図-3に示す。

地すべり斜面は、地形・亀裂の状況などから、上部・中部・下部・側方部に区分することができる(図-4)。

#### 上部 (U地区)

上部は冠頭の滑落崖(U-1)と、陥没帯(U-2, U-4)およびその前面に分離・移動した小丘(U-3, U-5)に区分される。滑落崖は傾斜20°のきわめて平滑な面で、表面には厚さ3cm程度の地すべり粘土が付着していた。また明瞭な条痕がついていた。この面は地層の層理面とほぼ一致している。陥没帯のなかで、上部のもの(U-2)は幅30m、延長210m、深さ20~30mで、きわめて規模の大きなものであった。下部のもの(U-4)も幅40~60m、深さ3~5m程度であった。小丘(U-3, U-5)のなかには亀裂が少ない。

#### 中部 (M地区)

点在するいくつかの小丘(M-1, M-3, M-5)とその間の低地(M-2, M-4)に区分される。亀裂は小丘をとりまくように配列し、低地側の土塊が沈下していた。小丘のなかには亀裂が少ない。

### 下部 (L地区)

末端の隆起部にあっており、地盤は山側へ傾斜している。この部分では藤沢川と平行し、落差を伴う亀裂が多く発生していた。この部分の亀裂は藤田(1982)のいう平行正断層タイプのものが多い。このため、樹木はほとんど山側へ傾斜している。藤沢川での隆起は著しいもので、隆起した護岸の一部は現在でも末端に施工された土留工の上に残存している。

### 側方部 (S地区)

落差10~20mの側方滑落崖とその直下の部分。側方滑落崖とはほぼ並行する亀裂が多く発生し、地形は階段状になっていた。

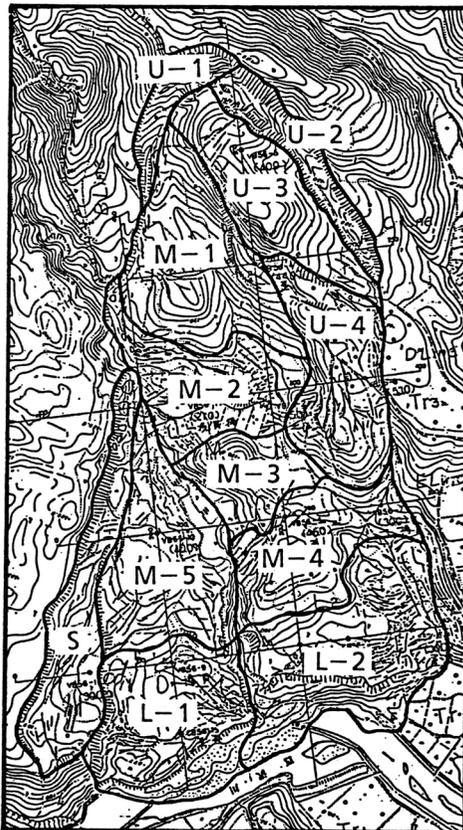


図-3 ブロック区分図

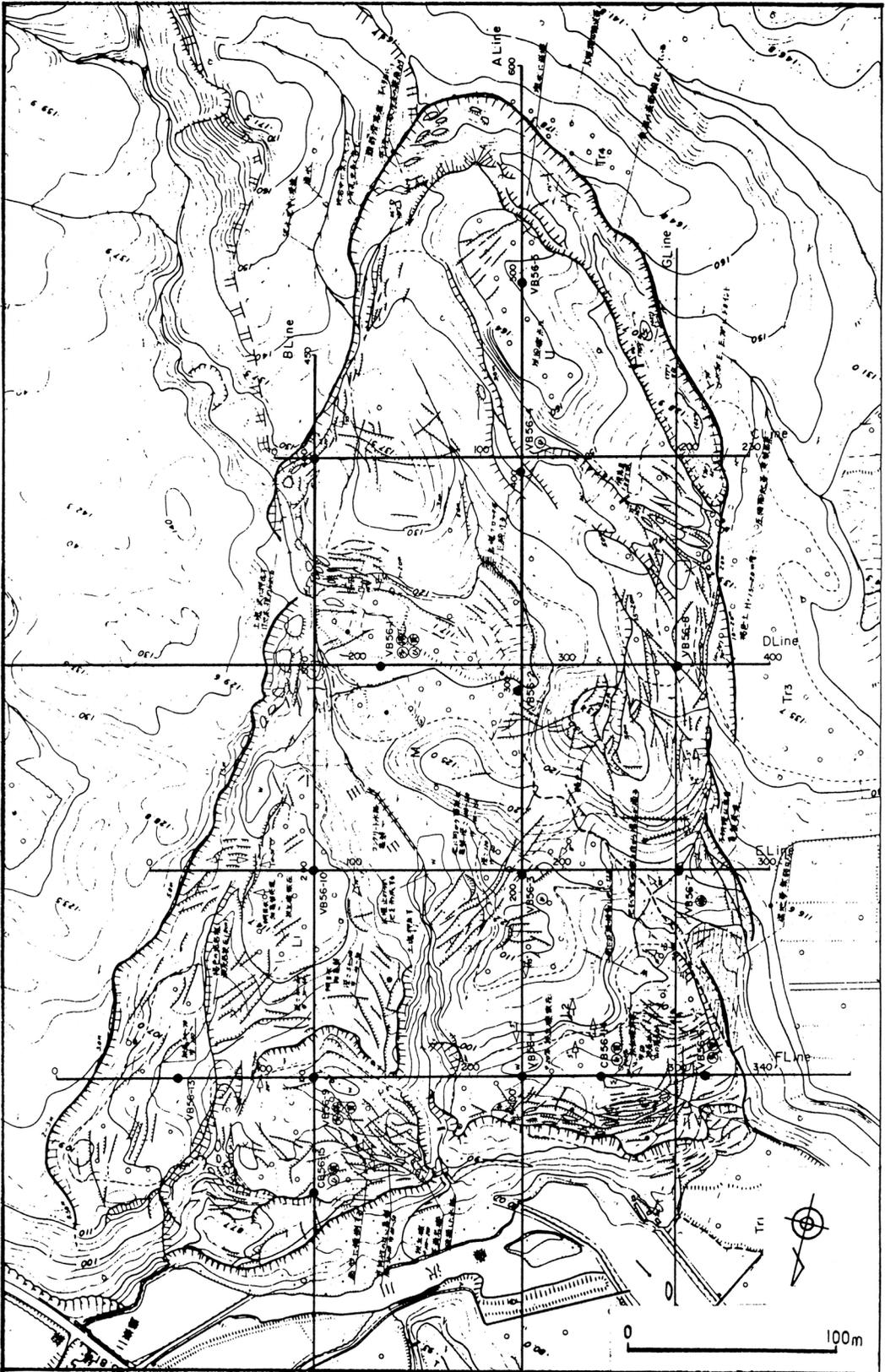


図-4 亀裂分布図 (昭和56年5月作成)

中東地すべりの亀裂については、藤田至則名誉会長も詳細な調査をされている。参考までに以下に調査結果を転載させていただく。

文献 藤田至則(1982) ; 地すべり崩積土ブロックに関する研究,

新潟大学災害研年法, No.4, P35~50

<sup>なかもろけ</sup>  
C 中東地すべり崩積土の小ブロック

1980年4月13日早朝、岩船郡関川村字中東に生じたいわゆる中東地すべり崩積土を小ブロック化させ、転倒させた正断層群の調査結果についてのべる。

1. 平行正断層による小ブロック

まず、図-5の㊸の各地点には、上盤の小ブロックを冠頭部に向かって転倒させている平行正断層が発達している。

また、図-5の㊹とした各地点には、大まかにみて、冠頭部の方向に向かって上盤小ブロックを転倒させる平行正断層群が発達している。

なお、図-5の㊺で示した諸地点には、崩積土の側方の不動部に対して、上盤の崩積土を転倒させる平行正断層が発達している。



写真-5 中東地すべりにおける平行正断層により転倒した倒木——左右両側に平行正断層が現れている——

Photo.5 The trees on the inclined field by the parallel normal faults inline to the direction of the crown part——Two parallel normal faults are shown on light or left side ——

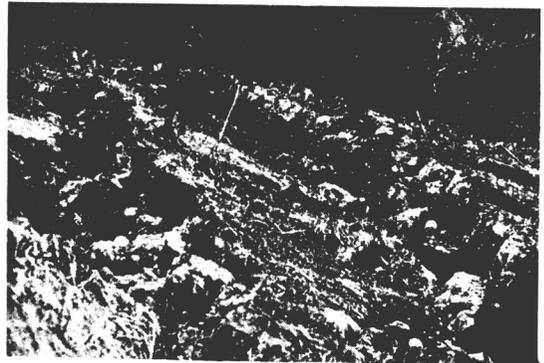


写真-6 中東地すべり地における平行正断層によるブロックの転倒——右側が上流側、断層部は地溝状を示す——

Photo.6 Inclined land-slide block by the parallel normal fault at Nakamaruke land-slide ——the right side is the upper stream one, the faulting parts are like grabens ——

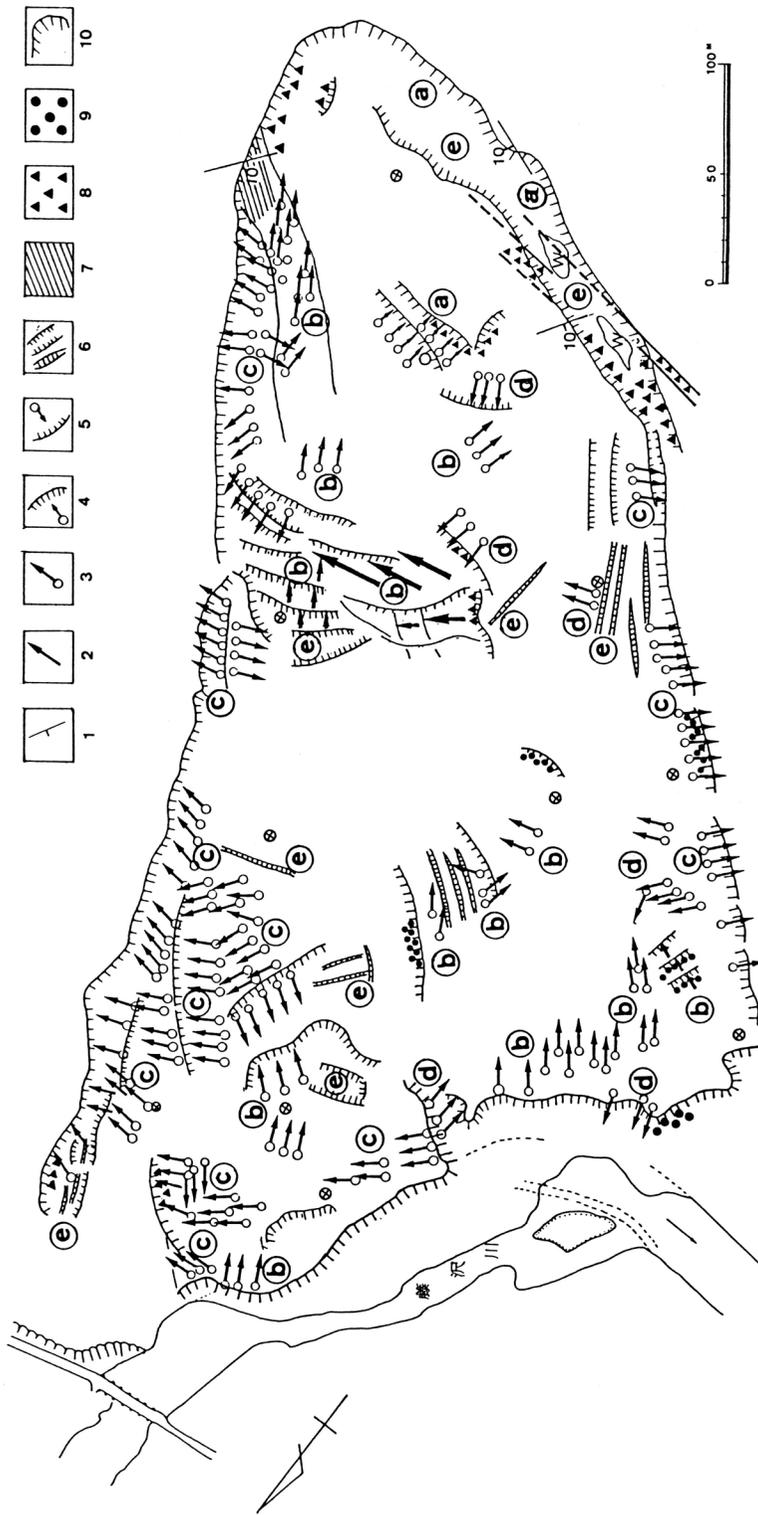


図-5 関川村の中東地すべり崩積土における正断層群の分布

地すべり後の地形図で作製した図である。移動状況は藤沢川への崩積土の突出度から、下流部で30~40mが推測され、それは冠頭部の地溝の拡大よりやや大きい程度とみられる。

1:中新統の走向・傾斜, 2:水田の転倒方向, 3:倒木, 4:平行正断層と上盤の転倒方向(矢印), 5:交差正断層と上盤の転倒方向(矢印), 6:地溝, 7:溝落時の條痕とその方向, 8:割れ目をうめた古い地すべり崩積土ないし古い地すべり崩積土, 9:段丘礫, 10:崩落壁。

Fig.5 The distribution of normal fault on the land-slide debris at Nakamaruke of Sekikawa-village

The lateral shifting of the land-slide debris at the down stream side is about 30 ~ 40 m.

1: dip and strike of Miocene series, 2: a falling direction of the surface of the water field, 3: falling wood, 4: parallel normal fault and a falling direction of the hanging wall, 5: crossed normal fault and falling direction of the hanging wall, 6: graben, 7: scratching tracks by the land-sliding on the basement rock, 8: debris of the old land-slide in the fissure of the basement rock, 9: terrace gravel, 10: land-sliding wall.

## 2. 交差正断層による小ブロック

図-5の㊸に属する諸地点には、上盤の崩積土を不動部の反対側へ転倒させる交差正断層が発達している。

## 3. 地溝による小ブロック

図-5の㊸に属する各地点には、崩積土が水平方向に開裂して、狭長な地溝が形成している。とくに、冠頭部の大きい地溝の幅は25～30mを示している。

地溝は、冠頭部と南西側にいちじるしく、また、下流側にも何か所かに発達している。この地溝については、本年報に掲載する別論文でくわしくのべる。

## 4. 小ブロックと旧地形・地質

この地すべり地には、図-5の中央部には水田が発達しているほか、沢ないし低地帯と低い山地からなっている。

この図に表現されている崩積土が小ブロック化した部分は、上記の水田、沢、低地帯に相当するのである。図-5の白色部は山地部に相当している。とくに、崩積土の周辺は、地すべり以前の沢地形をなしていた部分に相当している。とくに、冠頭部の地溝部には、今回の地すべり以前に、狭長な凹地形が存在し

ていたことは、地形図からも明らかである。

また、冠頭部の地溝の両側の岩盤は中新統の凝灰岩層を挟在する頁岩層からなっており、地溝の壁面の走向と一致するいちじるしい節理が発達し、それらの節理が幅数10cm以上に開裂し、その中に、やや締った古い地すべり崩積土がたまっているのが観察できる。また、図-5に表現したように、南西部の地溝の両側面には、かなり広く、かつ、かなり厚い、ややしまった古い地すべり崩積土が発達しているが、これも古い地すべり崩積土の名残りともみられる。

## (2) 地すべり斜面の地質

地すべり斜面では、これまで弾性波探査7測線(総延長2,800m)、ボーリング33孔(延べ掘進長984m)による地質調査の他、岩石試験・地すべり面の土質試験・C14年代測定などが行われている(図-5)。

それらの結果にもとづき、斜面の地質について述べる。弾性波探査による速度層は表-1のように6層に区分される。

ボーリング結果を考慮し速度層と地すべりとの対比を行うと、第1~4層が地すべり移動層に第5層の一部と第6層が不動層にあたる。

地すべり移動層にあたる第1層~第4層のなかで第4層は地すべり斜面上部で欠如しているのに対し、下部では厚く分布している。この理由として考えられる点は、斜面下部(M~L地区)では過去何回かの地すべりの履歴を持つため、地すべり移動層の構造が複雑で、細かく区分される。これに対し、斜面上部(U地区)では地すべりの履歴を持っていないか、あるいは発生回数が少なかった地域にあたっているため、地すべり移動層の構造が比較的単調になっていることによるものであろう。

不動層のなかで第6層は斜面下部では認められない。しかし、斜面上部~中部では第6層が確認される。

一方、ボーリングコアの観察からは、地すべり斜面内の地層は崩積土層(段丘堆積物も含む)、風化岩層、未風化岩層(いわゆる基岩層)に3分でき、風化岩層は風化の程度からさらに、移動岩塊Iと移動岩塊IIに区分される。

崩積土層は黄灰色の粘性土層を主体とする。一部には凝灰岩に由来する青灰色粘土もみられる。全体に軟質な粘土を主体とし、少量の頁岩礫を混入している。頁岩の礫は風化し、やわらかく、指圧でも容易につぶすことができる。また稀に花崗岩の円礫が混入することがある。花崗岩礫は径

- 調査ボーリング番号
- 弾性波探査測線
- ⊕ 歪(パイプ)計設置
- ⊗ 多層移動量計設置

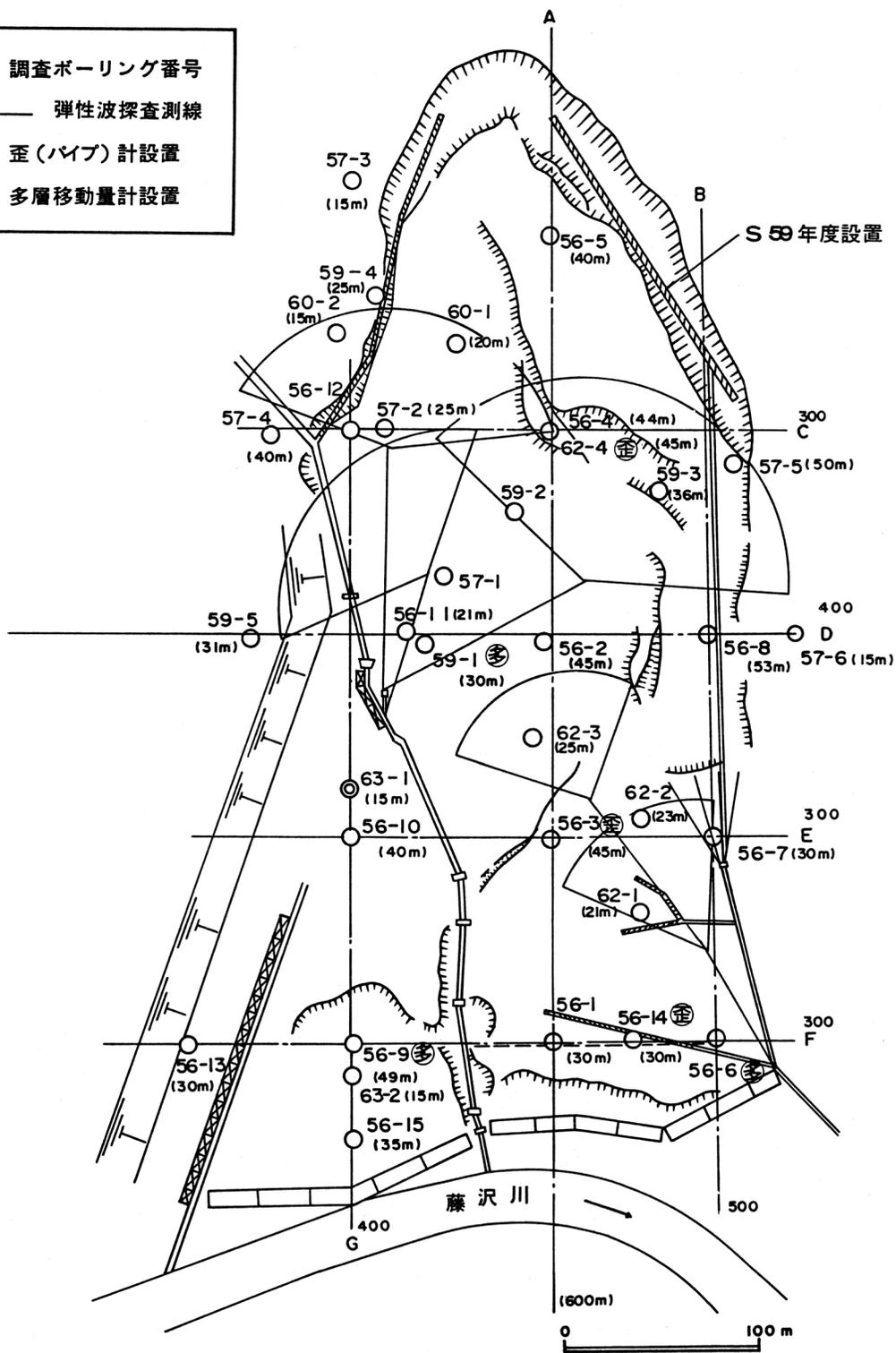


図-5 調査位置図

30mm内で比較的軟らかく、ハンマーで強く押すとつぶれる。含水量は多く、掘進中には孔内の押し出しが激しく、ケーシング掘を行っている。

段丘堆積物は花崗岩の礫を主体とする砂礫層より構成される。花崗岩の礫は風化が進んでおり、径5mm程度の細粒に分解する。基質部は、中粒～粗粒砂と粘性土層からなる。全体的に淘汰は悪い。本層はU-3, U-5, M-1, M-5, L-3などの表層部を被覆している。層厚は場所により変化するが、最大でも5m程度である。U-5を被う段丘堆積物中から採取された炭化木のC<sup>14</sup>年代は26,600±2,450yBP(学習院, 木越研究室測定)を示す。

移動岩塊 I は、風化が進んだ頁岩より構成され、一部粘土化している。色調は黄灰色または暗灰色で、酸化鉄が多量に沈着している。コアは無水掘削で円筒状に採取される。一部送水掘削を行った部分では、径50mm程の未風化部が角礫状に採取されるのみである。特に粘土化が著しい強風化部は岩組織が不明瞭になり、指圧でもたやすくつぶすことができる。掘進中、孔内の押し出しが激しく、漏水することが多い。風化頁岩中には薄い凝灰岩を挟む。凝灰岩は粗粒で青灰色を呈し、粘土化が進みベントナイト状を示す。

移動岩塊 II は暗灰色～黒灰色の風化頁岩・未風化頁岩と凝灰岩が、互層状をなしている部分である。風化頁岩とは硬質頁岩中に亀裂が生じ、亀裂に沿って風化し、一部には粘土化が認められる部分であり、大部分は送水掘削が必要で、コアは短棒状コアとして採取される。特に風化が進んだ部分は無水掘削が可能で、コアは硬質な粘土状となり、指圧ではへこまない。所々著しく粘土化し、軟弱な部分がみられる。また、薄い青灰色凝灰岩を挟在する。凝灰岩は細粒で葉片状にはげる。剥離面は光沢があり、粘土化

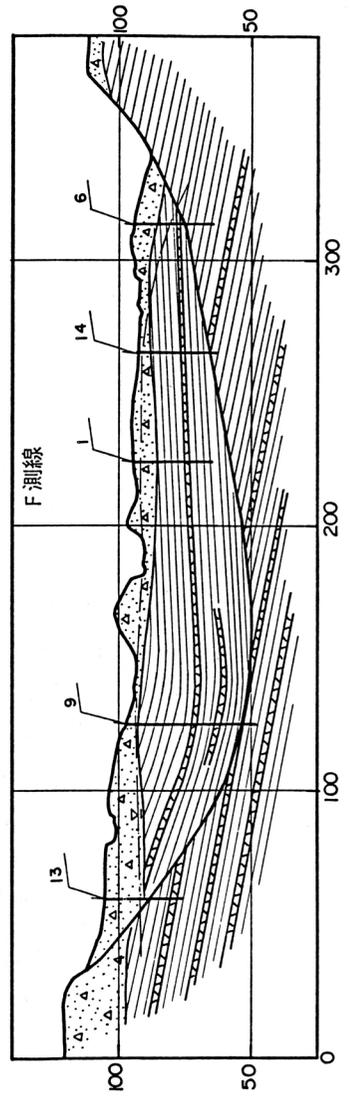
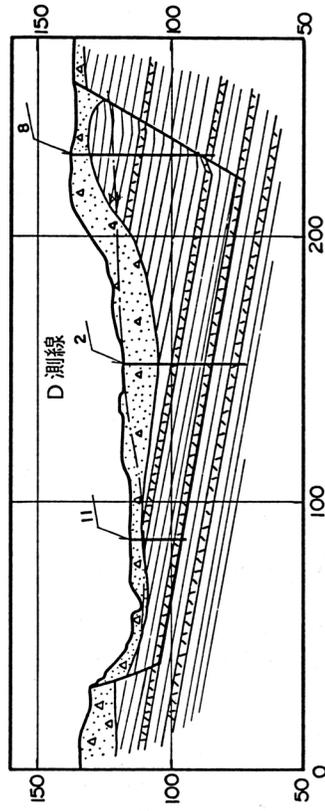
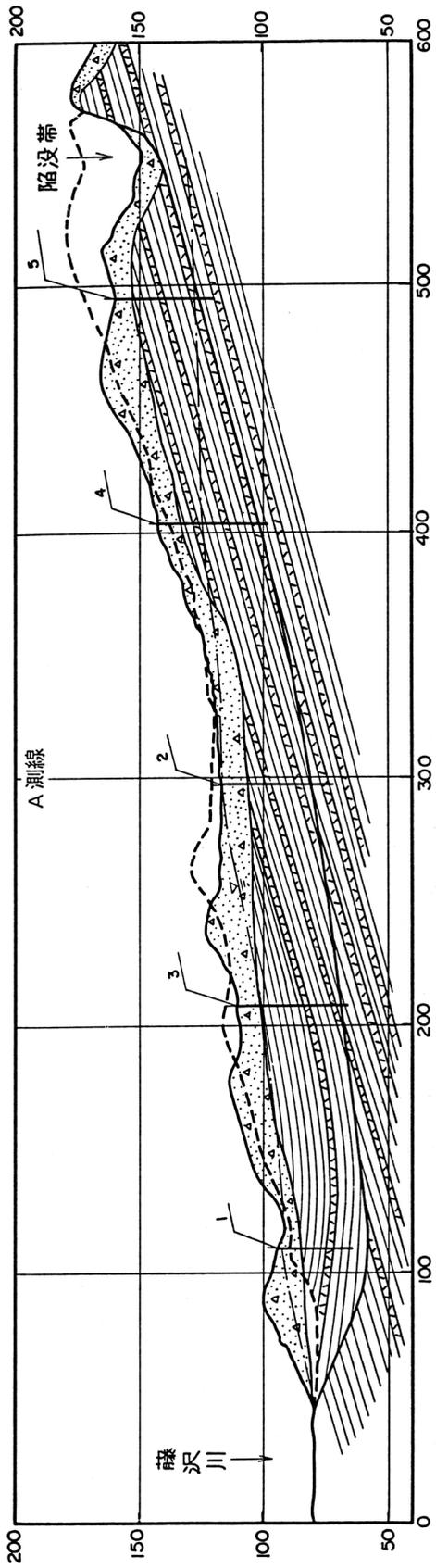
が進んでおり、ベントナイト状となり、頁岩に比べ著しく軟質化している。今回の地すべりは、本層内の凝灰岩あるいは頁岩の強風化部を地すべり面とし滑動したものと考えられる。

不動層は下関層(七谷層)の硬質な暗灰色～黒灰色頁岩と、薄く挟在される凝灰岩からなる。送水掘削で採取されたコアは30cm前後の棒状コアで、塊状、無層理である。コアはきわめて硬質なためナイフでわずかに傷つく程度である。コアをたたくと、カンカンと金属音を発する。本層は崩壊や押し出しは認められず漏水もほとんどない。しかし、ボーリング掘削中の地下水位は移動岩塊掘進中の孔内水位より、基岩に到達した時点の孔内水位が高くなっている。地すべり面と基岩との境界付近を流れる地下水が、被圧水になっているものと推察される。

地すべり面と推定される部分のコアは、粘土化が進み、岩の組織はほとんど残っていない。硬質頁岩中に挟在される薄い凝灰岩が地すべり面になっている部分では、ベントナイト化し、擦痕がみられたり、強い光沢を示すことがある。また軟質なためコアが脱落することもある。

このようにして決定した地すべり面の形態は直線的であり、縦断形態は舟底型である(図-5)。すなわち冠頭部から斜面中部にかけては、地すべり面の傾斜方向はN60°W方向で地層の傾斜方向と一致している。また傾斜角度も約20~25°で地層の傾斜に等しい。斜面下部では地すべり面は層理面から分離し、末端圧縮部では逆に藤沢川に押し上げる。一方、横断形態は西側方部で深い、いわゆる変形V字型構造になっている。しかし、末端圧縮部では地すべり面の横断形態は中央部で深い半円形を示す、いわゆるU字型構造で、基盤は盆状構造をなしている(図-6)。

ボーリングコアを用いて測定した移動層の凝灰岩・不動層の頁岩の一軸圧



図一六 模式地質断面図

縮強度を表-2に、U-1の滑落崖から採取した地すべり面粘土のせん断試験結果を表-3に示す。

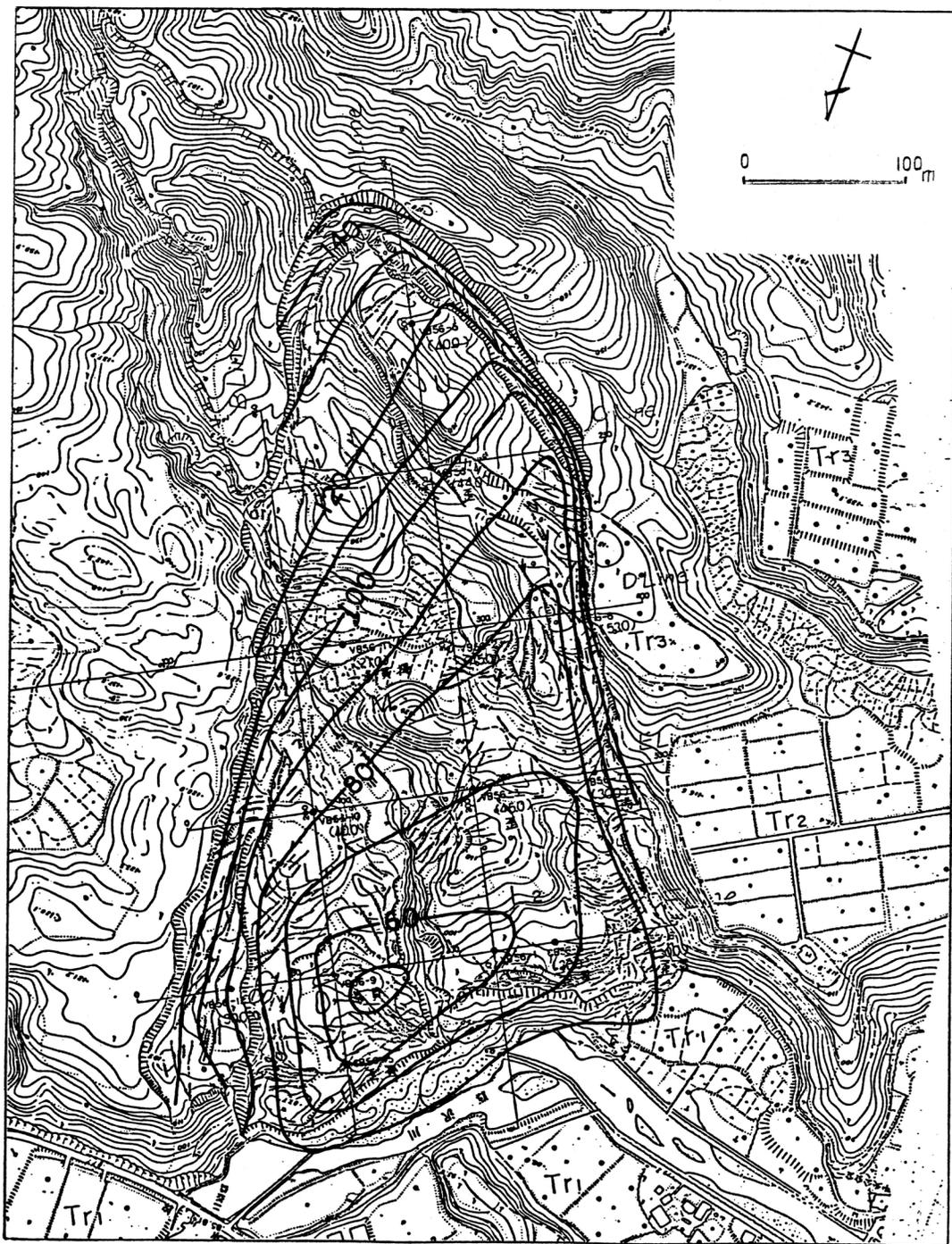


図-7 地すべり面等高線図

表-1 弾性波速度と地層との対比

| 層区分 | 弾性波速度<br>(km/sec) | 地 質     | 層厚<br>(m) | 地すべり土塊の区分 |         |
|-----|-------------------|---------|-----------|-----------|---------|
| 第1層 | 0.3               | 表 土     | 3~10      | 崩積土・段丘堆積物 |         |
| 第2層 | 0.6~0.7           | 風化帯上部   | 3~10      | 移動岩塊 I    | 移動層     |
| 第3層 | 1.0~1.4           | 風 化 帯   | 10~30     |           |         |
| 第4層 | 1.6~1.7           | 風化帯下部   | 10~30     | 移動岩塊 II   |         |
| 第5層 | 1.9~2.2           | 未 風 化 帯 | 20~30     |           | 移動層~不動層 |
| 第6層 | 2.7               | 未 風 化 帯 |           | 不動基盤      |         |

表-2 岩石試験結果

| 孔 番 号                                |                               | 56-3             | 56-3       | 56-3       |
|--------------------------------------|-------------------------------|------------------|------------|------------|
| 深 度 (m)                              |                               | 26.60~           | 43.60~     | 44.00~     |
| 岩 質                                  |                               | 粗粒凝灰岩<br>地すべり移動層 | 頁 岩<br>不動層 | 頁 岩<br>不動層 |
| 単位体積重量 $\gamma$ (g/cm <sup>3</sup> ) |                               | 1.798            | 1.947      | 1.925      |
| 超<br>速<br>音<br>度<br>波<br>試<br>験      | Vp (km/sec)                   | 1.740            | 1.886      | 1.947      |
|                                      | Vs (km/sec)                   | 0.859            | 0.871      | 1.044      |
|                                      | ポアソン比                         | 0.338            | 0.359      | 0.298      |
| 一縮<br>軸試<br>験                        | 圧験強度 qu (kg/cm <sup>2</sup> ) | 11.5             | 41.5       | 25.1       |
|                                      | ヒズミ $\epsilon$ (%)            | 1.428            | 0.92       | 0.954      |

表-3 土質試験結果一覧表

| 試料          |         | No.                        | 上部     | 下部      | せん断試験           |        |
|-------------|---------|----------------------------|--------|---------|-----------------|--------|
| 深 度         |         | m                          |        |         |                 |        |
| 試料種別        | 乱さな     |                            |        |         | ○               |        |
|             | 乱した     |                            | ○      | ○       |                 |        |
| 分 類         |         |                            | CH     | CH      |                 |        |
| 粒 度 試 験     | 礫 分     | %                          | 0.5    | 0       |                 |        |
|             | 砂 分     | %                          | 7.0    | 6.0     |                 |        |
|             | シルト分    | %                          | 57.0   | 67.0    |                 |        |
|             | 粘土分     | %                          | 35.5   | 27.0    |                 |        |
|             | 60% 粒径  | $D_{60}$<br>mm             | 0.0357 | 0.038   |                 |        |
|             | 30% 粒径  | $D_{30}$<br>mm             | 0.0024 | 0.0065  |                 |        |
|             | 10% 粒径  | $D_{10}$<br>mm             |        | 0.00105 |                 |        |
|             | 均等係数    | $U_c$                      |        | 36.19   |                 |        |
|             | 曲率係数    | $U_c$                      |        | 1.05    |                 |        |
| 自然含水比       |         | W%                         | 50.07  | 42.78   | 45.43           |        |
| 真 比 重       |         | $G_s$                      | 2.653  | 2.691   |                 |        |
| 単位体積重量      |         | $D_t$<br>g/cm <sup>3</sup> |        |         | 1.739           |        |
| 乾燥密度        |         | $D_d$<br>g/cm <sup>3</sup> |        |         | 1.196           |        |
| 間 隙 比       |         | e                          |        |         |                 |        |
| 飽 和 度       |         | Sr%                        |        |         |                 |        |
| 稠 度 試 験     | 液 性 限 界 | wl%                        | 99.73  | 88.30   |                 |        |
|             | 塑 性 限 界 | wp%                        | 33.39  | 36.22   |                 |        |
|             | 塑 性 指 数 | $I_p$                      | 66.34  | 52.08   |                 |        |
|             | 流 動 指 数 | $I_f$                      | 5.61   | 6.97    |                 |        |
| 収 縮 常 数 試 験 | 収 縮 限 界 | w <sub>s</sub> %           |        |         |                 |        |
|             | 収 縮 比   | R                          |        |         |                 |        |
|             | 体 積 変 化 | C%                         |        |         |                 |        |
|             | 線 収 縮   | Ls%                        |        |         | (急凍定体積) (緩凍定体積) |        |
| 一 面 せん断試験   | 粘 着 力   | $C$<br>kg/cm <sup>2</sup>  |        |         | 0.64            | 0.54   |
|             | せん断抵抗角  | $\phi^\circ$               |        |         | 7° 00'          | 6° 30' |

上部とは地すべり面粘土の移動層側の部分

下部とは地すべり面粘土の不動層側の部分

### (3) 地すべり斜面の地下水

地すべり斜面の地下水の性質を明らかにすることを目的とし、これまで多くの地下水調査が実施されてきた。

地すべり発生直後の地下水位は、地すべり頭部にあたる上部で平均30mと深く、また中央部にあたる水田では湧水し、下部の中央付近では1~3mと浅かった。側方部では10~13mと深くなっていた。地すべり発生後の地下水面等高線を描くと(図-8)、上部では動水勾配がゆるく中部から下部にかけて急になっている。斜面上部の東側から中部にかけて舟底型の地下水位面の谷が延び、下部の上端付近で2つの谷に分枝し、一方が山田沢に沿って下部の中央に達し、もう一方は下部の西方端に達している。この点からみると、地すべり斜面内の地下水は山田沢付近から、下部の西端付近と山田沢に沿った2つの流れがあるものと推定された。

この傾向は斜面内の揚水量の分布、地下水の比抵抗回復量の分布をみるとさらに明瞭となる(図-9)。つまり、ブロックへ流入する山田沢の延長部にあたるボーリング孔で多量の揚水量(30ℓ/minをこえる)があり、地下水検層による回復量もきわだっている(図-9)。一方昭和57年に実施した地下水追跡では(図-9)、地すべりブロック外のVB57-3, VB57-4, VB57-6の3孔にトレーサーを投入した。このうちVB57-3孔へ投入したトレーサーは、M-1地区において地すべりを横切り、地すべり斜面西側で検出されており、VB57-4孔へ投入したトレーサーは山田沢に沿ったボーリング孔で検出されている。さらにVB57-6孔で投入したトレーサーは、斜面西側の地下水面の谷に沿って検出された。この結果のなかで最も注目すべき点は、3ヶ所で投入したトレーサーが斜面中央のM-2地区でいずれもが検出されていることである。つまり、M-2地区に多量に賦存されている地下水は、

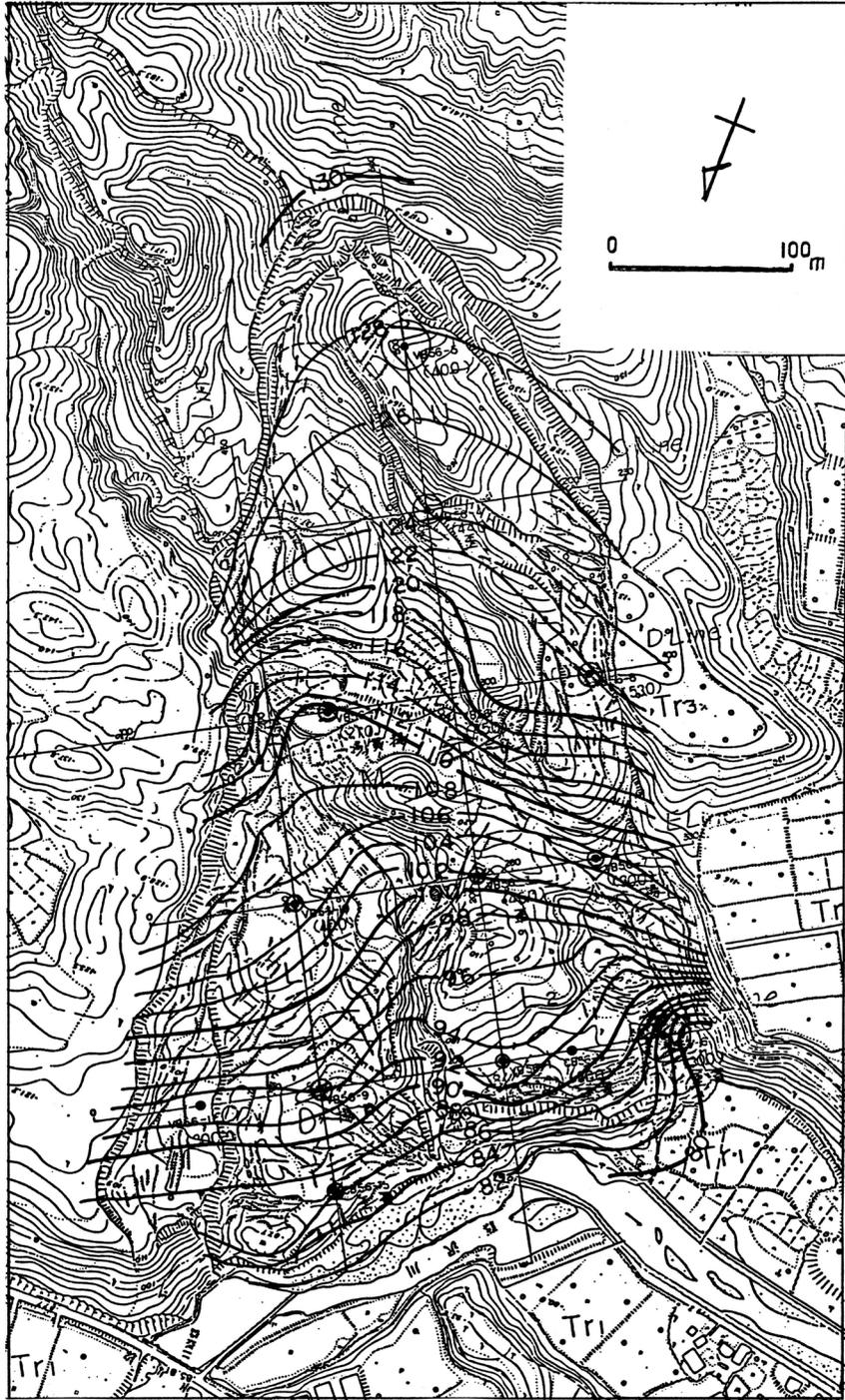


図-8 地すべり直後の地下水位等高線図

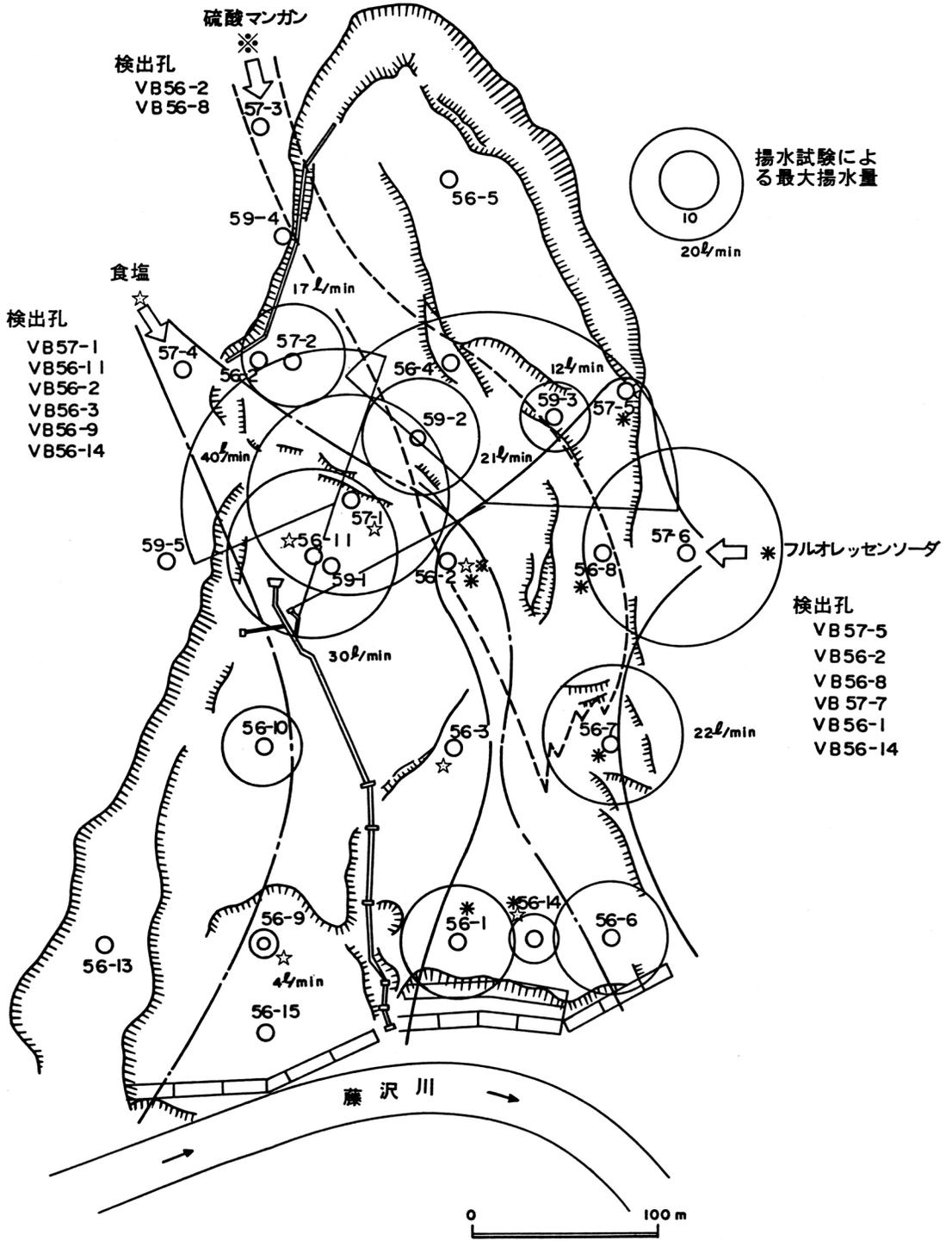


図-9 地下水脈図

地すべり地上方のいずれの位置からも流入するものであり、M-2地区が本地すべり斜面最大の地下水貯留部になっているといえる。

一方、各ボーリング孔の地下水位と降雨の対応をみると、上部の観測孔では降雨に対して反応しにくい、長時間の降雨状態とは時期が遅れるものの良く対応する。また、地下水変動幅は4~8mと大きい。

中部の観測孔では降雨との関係は比較的弱く、変動幅も0~3mとかなり小さい。下部の観測も降雨との関係は弱く、変動幅も0.5~3m程度と小さい。

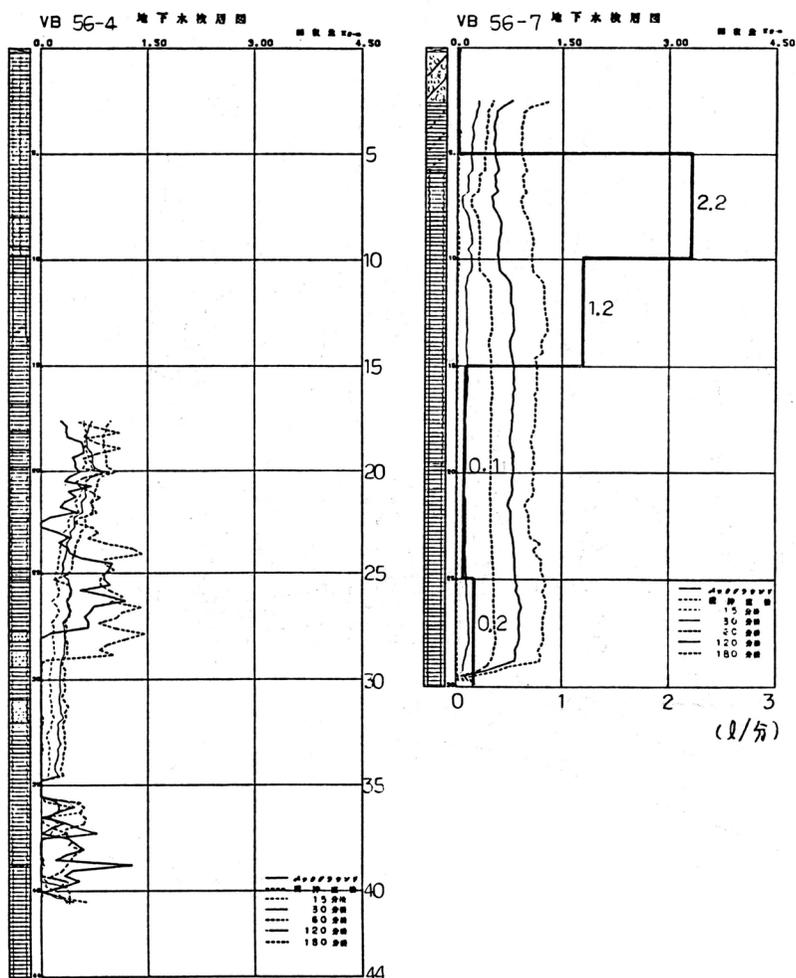


図-10 代表的なボーリング孔の地下水状況

## 4. 対策工事とその効果

### (1) 対策工事

地すべり斜面全体の安全率は地すべり停止後、発生前に比べかなり上昇し安定している。このため、地すべり停止後には活動の徴候はまったくと言ってよいほどみられなかった。このことは急激な水位上昇や部分的な二次すべりを防止すれば、斜面全体が再活動する危険性は非常に少ないと考えられた。

地すべり停止直後は、地表面や地中には無数の亀裂が発生し、地下水位は急激に低下し、地下水位ももっとも低く安定している時期であった。その後、地下水位は上昇する傾向にあり、これまでの水位観測結果からこの事実は確認されており、全体的に地下水位は上昇しつつある。特に斜面上部では地下水位の上昇速度が速い。このため、対策工事の基本方針としては地すべり停止直後の低水位を保つことを目標とした。次に、藤沢川沿いの末端隆起部や山田沢沿いの傾動した斜面、滑落崖沿いの急斜面では二次すべりが発生しやすい状態にあった。これらの地区では、地すべりによる地表の変状が最も大きく、亀裂や段差が密集するところであり、地すべり力はこの地区に集中しやすく、地層は攪乱し、脆弱化していた。これらの理由から、前記地区での二次すべりの発生を防止することが応急的な対策工事の重要な課題と考えられた。

このような考えに基づき、対策工事は次の5項目について重点的に実施されてきた。

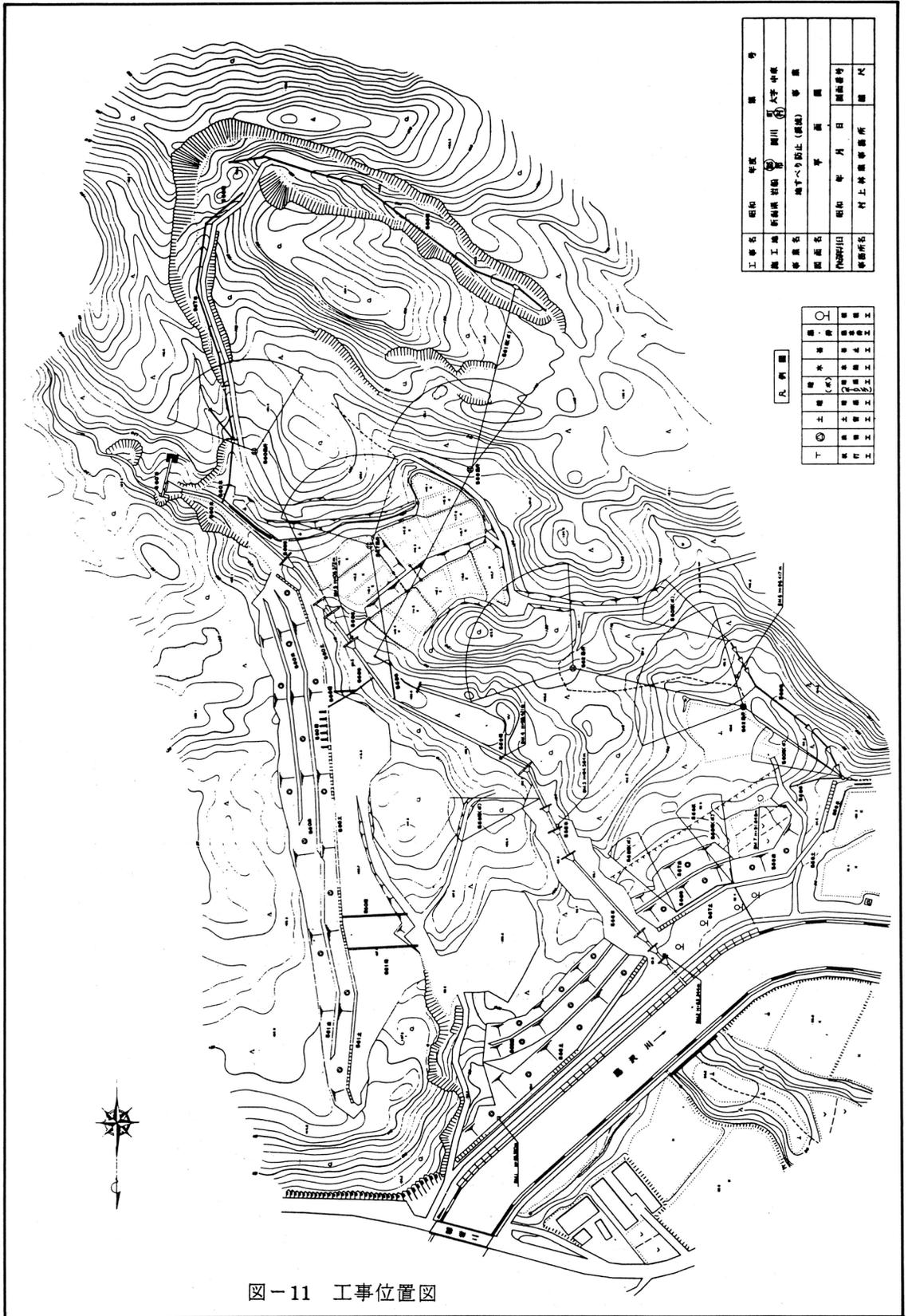
- ① 災害復旧として河川、水路の改修、水田の修復、山田沢の復旧を行う。

- ② 応急対策として、現在不安定な末端二次すべりを抑止する。
- ③ 局所的な二次すべりを防止する。
- ④ 抜本的な対策として、地すべり発生直後の低い水位(特にブロック上部)を維持する。
- ⑤ 積極的な抜本的対策として、現状の水位をさらに低下させる。

このような考えにもとづき、これまで工事が進められてきた。特に①～③の段階の工事は昭和56・57年に施工された。さらに昭和57年以降③、④の段階の工事に取りかかり、それらの工事もほぼ終了しつつある。これまで施工された工事を表-4・図-11に示す。

表-4 中東地すべり防止区域工事数量表

| 年度          | 事業名              | 工種                                            | 数量                                  | 備考                 |
|-------------|------------------|-----------------------------------------------|-------------------------------------|--------------------|
| 昭和56年度      | 緊急治山             | 杭打工(鋼管杭)                                      | 85本<br>L=1542.0m                    | 千円<br>二次地すべりの抑止    |
|             |                  |                                               |                                     |                    |
|             |                  |                                               |                                     |                    |
| 昭和57年度      | 地すべり防止<br>(溪流)   | №1集水井工(コンクリートブロック)                            | L=10.0m                             | 地下水位低下<br>藤沢川の復旧   |
|             |                  | 土留工(鋼製自在枠)                                    | L=82.0m                             |                    |
|             |                  | 水路工(コルゲートフリューム)                               | L=162.04m                           | 山田沢の復旧             |
|             |                  | ◇ (掘削)                                        | L=57.0m                             |                    |
|             |                  | 暗渠工(蛇籠)                                       | L=159.0m                            |                    |
|             | 法切工              | A=1893.5m <sup>2</sup>                        |                                     |                    |
|             | 林地荒廃防止<br>施設災害復旧 | 床固工(コンクリート)                                   | 4基<br>V=82.8m <sup>3</sup>          | 山田沢の復旧             |
| 護岸工(コンクリート) |                  | L=45.8m                                       |                                     |                    |
| 昭和58年度      | 地すべり防止<br>(溪流)   | 土留工(鋼製自在枠)                                    | L=158.0m                            | 山田沢の復旧             |
|             |                  | 床固工(コンクリート)                                   | 4基<br>V=106.9m <sup>3</sup>         |                    |
|             |                  | 水路工<br>(コンクリート)<br>(コルゲートフリューム)               | L=216.8m<br>L=54.9m                 | 局所的な不安定部<br>の地下水排除 |
|             |                  | 暗渠工(横孔ボーリング)                                  | 9孔L=159.0m                          |                    |
| 昭和59年度      | 地すべり防止<br>(溪流)   | №2集水井工(コンクリートブロック)                            | L=15.0m                             | 地下水位低下             |
|             |                  | 土留工(鋼製自在枠)                                    | L=60.0m                             |                    |
|             |                  | 水路工<br>(コンクリート)<br>(コルゲートフリューム)<br>(ベンチフリューム) | L=106.83m<br>L=16.52m<br>L=61.0m    |                    |
|             |                  | 暗渠工(塩ビ管)                                      | L=12.0m                             |                    |
|             |                  | 法面工                                           | A=3807.5m <sup>2</sup>              |                    |
|             |                  | 植栽工                                           | A=0.6ha                             |                    |
|             |                  |                                               |                                     |                    |
| 昭和60年度      | 地すべり防止<br>(溪流)   | 谷止工(コンクリート)                                   | 1基<br>L=24.5m<br>H=5.0m<br>V=182.9m | 山田沢の復旧             |
|             |                  | 水叩工(コンクリート)                                   | V=80.2m <sup>3</sup>                |                    |
|             |                  | №3集水井工(コンクリートブロック)                            | L=15.0m                             | 陥没帯の排水             |
|             |                  | 土留工(鋼製自在枠)                                    | L=206.1m                            |                    |
|             |                  | 水路工<br>(コンクリート)<br>(コルゲートフリューム)               | L=23.32m<br>L=117.3m                |                    |
|             |                  | 暗渠工<br>(蛇籠)<br>(横孔ボーリング)                      | L=236.0m<br>L=150.0m                |                    |
|             |                  | 法切工                                           | A=11778.4m <sup>2</sup>             |                    |
| 昭和61年度      | 地すべり防止<br>(溪流)   | 土留工(鋼製自在枠)                                    | L=102.75m                           |                    |
|             |                  | 法切工                                           | V=1821.3m <sup>3</sup>              |                    |
|             |                  | 伏工                                            | A=1837.3m <sup>2</sup>              |                    |
| 昭和62年度      | 地すべり防止<br>(溪流)   | №4集水井工(コンクリートブロック)                            | L=20.0m                             | 地下水位低下             |
|             |                  | №5集水井工(コンクリートブロック)                            | L=10.0m                             |                    |



|      |                |     |       |
|------|----------------|-----|-------|
| 工事名  | 昭和 年度          | 區   | 番     |
| 施工場  | 新橋川 右岸         | 川   | 大字 中區 |
| 事業名  | 堤防より防止 (橋脚) 事業 |     |       |
| 區域名  | 新橋川            |     |       |
| 内閣府山 | 昭和 年 月 日       | 測量者 |       |
| 事務所名 | 村上山事務所         |     |       |
|      |                | 圖   | 尺     |

凡例

|   |     |   |    |
|---|-----|---|----|
| ○ | 測量点 | ○ | 橋脚 |
| ● | 測量点 | ○ | 橋脚 |
| ○ | 測量点 | ○ | 橋脚 |
| ○ | 測量点 | ○ | 橋脚 |
| ○ | 測量点 | ○ | 橋脚 |
| ○ | 測量点 | ○ | 橋脚 |
| ○ | 測量点 | ○ | 橋脚 |
| ○ | 測量点 | ○ | 橋脚 |
| ○ | 測量点 | ○ | 橋脚 |
| ○ | 測量点 | ○ | 橋脚 |

図-11 工事位置図

## (2) 工事の効果と安全率

### ① 地すべり斜面の移動量

地すべり斜面の移動量を確認することを目的にこれまで数個所にパイプ歪計やワイヤー式多層移動量計を設置し、観測を行った。その結果、地すべり発生直後から現在までワイヤーの伸縮および歪量の変動はきわめて小さく、地すべり斜面の移動はほとんど認められなかった。

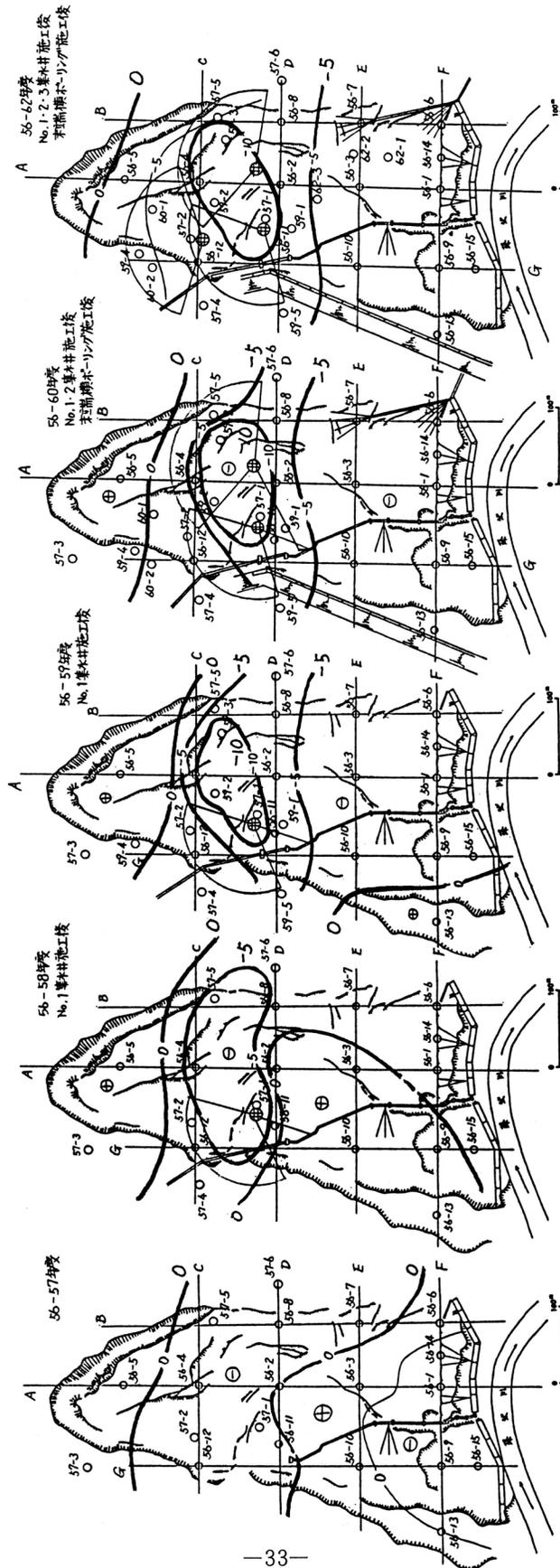
### ② 地すべり地内の地下水位変動

本地すべり地内においては、昭和56年8月より継続して地下水位の観測が行われている。観測結果の代表例を図-13の地下水位変動図に示した。対策工事としては、地下水の排除を目的とした集水井工・横ボーリング工が施工されてきた。

図-12からわかるように平面的な地下水位の変動は、斜面中部に施工されたNo.1集水井(昭和57年度)、No.2集水井(昭和59年度)の施工後、斜面中部を中心に約5~14mの低下がみられる。さらに斜面上部の地下水位低下を目的に施工されたNo.3集水井(昭和60年度)により斜面上部の地下水位も5~10mの低下がみられた。これら施工された集水井の排水量は、約30~40ℓ/minと良好で集水井としての機能を十分に発揮している。また、地すべり末端部においては4群の横ボーリング(昭和58年度)施工により約1mの地下水位低下がみられた。横ボーリングの排水量は約12ℓ/minである。

以上の観測結果から地すべり地内の地下水位は、降雨後には短期間の水位上昇が認められるものの、集水井や横ボーリングなどの対策工事により多量の地下水が排除され、最低水位の低下が著しくあらわれている。した





図一12 地下水水位変動量図 (昭和56年度の最低水位を基準とし、各年度毎に変動量を求め図化した)

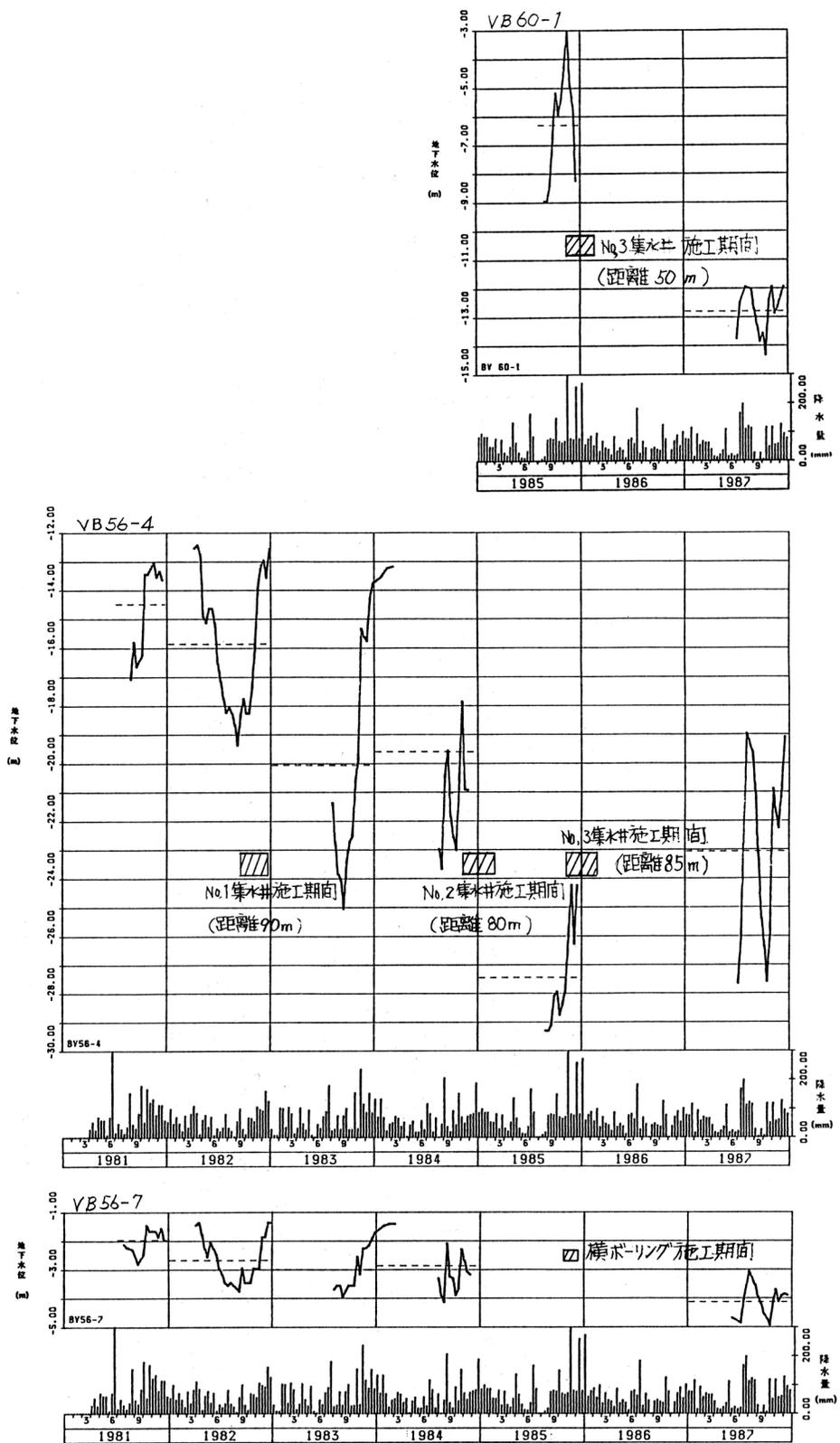


図-13 工事の施工による地下水位の低下例

表-5 工事に伴う安全率の変化

| ケース | 年 度      | 対 策 工 事                   | 安全率  |
|-----|----------|---------------------------|------|
|     | S 56, 57 | 地すべり直後                    | 1.00 |
| I   | S 59     | No.1 集水井施工後による効果          | 1.04 |
| II  | S 60     | No.1・2 集水井施工後による効果        | 1.09 |
| III | S 62     | No.1・2・3 集水井施工後による効果      | 1.10 |
| IV  | S 63     | No.1・2・3・4・5 集水井施工後、想定の効果 | 1.16 |

したが、現在ではNo.1・2・3・4・5 集水井が十分に効果を発揮しているので地すべり斜面全体で地すべり直後より10%以上の安全率の上昇がみられる。

A 断面 安定解析断面図 S = 1 : 1000

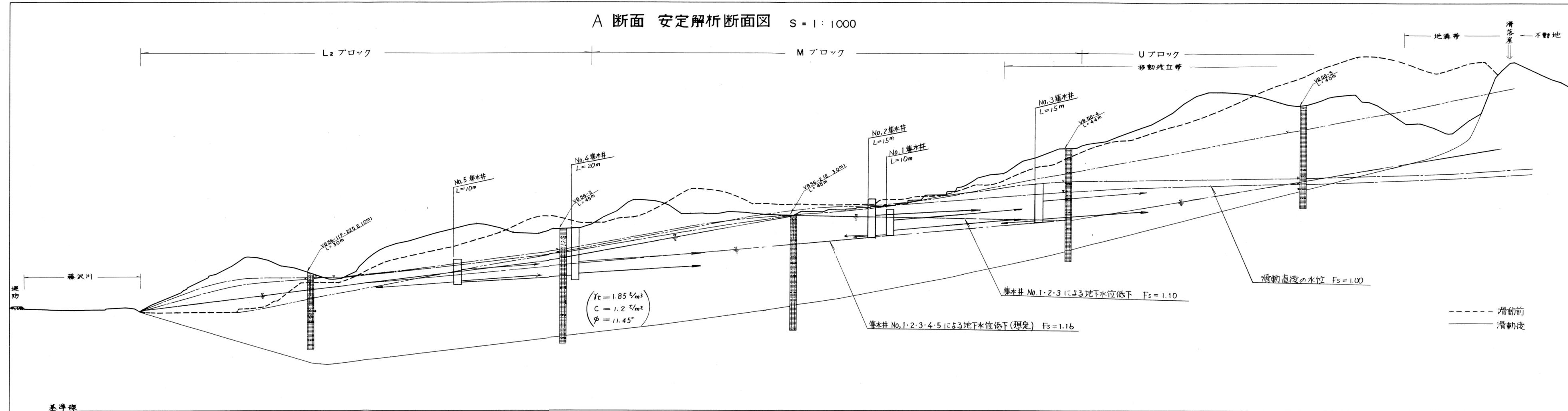


図-14 安定解析断面図

社団法人新潟県地質調査業協会会員名簿

| 会 員 名               | 代 表 者 | 郵便<br>番号 | 住 所                      | 電話番号         |
|---------------------|-------|----------|--------------------------|--------------|
| 旭 調 査 設 計 (株)       | 大島 隆夫 | 950      | 新潟市八千代1-4-31             | 025-245-8345 |
| 大手開発(株)新潟営業所        | 柿崎 竹男 | 950      | 新潟市上所中2-15-10            | 025-283-2081 |
| 応用地質(株)新潟支店         | 都築 昌秀 | 950      | 新潟市紫竹7-27-35             | 025-274-5656 |
| 開 発 技 建 (株)         | 斎藤 申吾 | 951      | 新潟市文京町22-21              | 025-265-2261 |
| 川崎地質(株)新潟営業所        | 金井 良三 | 950      | 新潟市米山5-1-25 小林ビル         | 025-241-6294 |
| 北日本技術コンサルタント(株)     | 中山 輝也 | 950-21   | 新潟市平島1-13-6              | 025-231-2201 |
| 基礎地盤コンサルタント(株)新潟事務所 | 遠山 勇  | 950      | 新潟市沼垂1-9-18              | 025-243-2711 |
| 株 式 会 社 興 和         | 福田 正  | 951      | 新潟市学校町2-5295             | 025-222-1911 |
| 国土防災技術(株)新潟支店       | 荒井 五郎 | 950-21   | 新潟市坂井1035-1              | 025-260-2245 |
| 三 紀 調 査 建 設 (株)     | 泉 策一  | 942      | 上越市安江2-28-4              | 0255-43-2297 |
| 三 祐 (株) 新 潟 営 業 所   | 広瀬 義人 | 940      | 長岡市台町1-9-15 未武ビル         | 0258-36-3222 |
| サンコーコンサルタント(株)新潟支店  | 渡辺 浩  | 950-21   | 新潟市寺尾4-2-18<br>そうご電気ビル   | 025-260-3141 |
| (株)新協地質調査事務所        | 篠崎 寿輔 | 950      | 新潟市紫竹4-13-1              | 025-244-7866 |
| (株)大東設計コンサルタント新潟支店  | 中村淳二郎 | 945      | 柏崎市扇町1-80                | 0257-24-6955 |
| (株)ダイヤコンサルタント新潟営業所  | 星野 由道 | 950      | 新潟市水島町3-23<br>八千代マンション1階 | 025-245-7888 |
| 中央開発(株)新潟営業所        | 茅場 茂  | 950      | 新潟市堀之内324                | 025-283-0211 |
| 東京コンサルタント(株)新潟事務所   | 吉岡 武憲 | 951      | 新潟市川端町4-26               | 025-224-5031 |
| 利根コンサルタント(株)新潟営業所   | 須藤 貞美 | 951      | 新潟市寄居町704-5 平久ビル         | 025-229-4098 |
| 東邦地水(株)長岡営業所        | 久志本忠勇 | 940      | 長岡市表町2-2-15              | 0258-33-2846 |
| (株)日さく新潟支店          | 若井 省吾 | 950      | 新潟市中木戸5-1                | 025-273-6301 |
| 日特建設(株)新潟支店         | 木村 隆夫 | 951      | 新潟市川端町2-9                | 025-228-2231 |
| 日本基礎技術(株)           | 井上 晋  | 950      | 新潟市天神2-137-111<br>井田ハイツ内 | 025-246-2467 |
| 日本物理探鉱(株)新潟事務所      | 池田 幸夫 | 950      | 新潟市東幸町15-15              | 025-241-2960 |
| 北 陸 鑿 泉 (株)         | 宮崎進次郎 | 950      | 新潟市弁天1-1-15              | 025-244-5222 |
| (株)村尾技建             | 村尾 幸吉 | 950      | 新潟市女池1433-11             | 025-284-6100 |
| 明治コンサルタント(株)新潟支店    | 川口 康雄 | 950-21   | 新潟市小針4-2-11              | 025-265-1122 |
| ライト工業(株)新潟支店        | 浅野 徳生 | 950      | 新潟市弁天3-3-19              | 025-247-8251 |
| (株)新研基礎コンサルタント      | 児玉 芳彦 | 950      | 新潟市山二ツ309-1              | 025-286-7188 |

## 地すべり対策技術協会新潟支部会員名簿

会員19社

| 会 社 名              | 代 表 者 | 郵便<br>番号 | 住 所                      | 電話 番号        |
|--------------------|-------|----------|--------------------------|--------------|
| 新 潟 支 部            | 熊谷 忍  | 951      | 新潟市川岸町3-17<br>(興和ビル内)    | 025-266-6191 |
| 大手開発(株)新潟営業所       | 柿崎 竹男 | 950      | 新潟市上所中2丁目15番10号          | 025-283-2081 |
| 北日本技術コンサルタント(株)    | 中山 輝也 | 950-21   | 新潟市平島1-13-6              | 025-231-2201 |
| 北日本ブロック工業株式会社      | 諸橋 運治 | 950      | 新潟市東大通り1丁目11-32          | 025-244-4131 |
| 株式会社 興 和           | 福田 正  | 951      | 新潟市学校町2-5295             | 025-222-1911 |
| 国土防災技術(株)新潟支店      | 荒井 五郎 | 950-21   | 新潟市坂井1035-1              | 025-260-2245 |
| 三紀調査建設株式会社         | 泉 策一  | 942      | 上越市安江2-28-4              | 0255-43-2297 |
| サンコーコンサルタント(株)新潟支店 | 渡辺 浩  | 950-21   | 新潟市寺尾4-2-18<br>(そうご電気ビル) | 025-260-3141 |
| 新越開発株式会社           | 穴澤 繁男 | 946-01   | 新潟県北魚沼郡広神村<br>大字下田351-32 | 02579-9-3232 |
| 株式会社新協地質調査事務所      | 篠崎 寿輔 | 950      | 新潟市紫竹4丁目13-1             | 025-244-7866 |
| (株)ダイヤコンサルタント新潟支店  | 星野 由道 | 950      | 新潟市水島町3番23号<br>八千代マンション  | 025-245-7888 |
| 中央開発株式会社新潟営業所      | 茅場 茂  | 950      | 新潟市堀之内342                | 025-283-0211 |
| 東邦地下工機(株)新潟営業所     | 飯田 健三 | 950      | 新潟市女池1442                | 025-284-5164 |
| 利根コンサルタント(株)新潟営業所  | 須藤 貞美 | 951      | 新潟市寄居町704-5 平久ビル         | 025-229-4098 |
| 株式会社日さく新潟支店        | 若井 省吾 | 950      | 新潟市中木戸5-1                | 025-273-6301 |
| 日特建設株式会社新潟支店       | 木村 隆夫 | 951      | 新潟市川端町2-9                | 025-228-2231 |
| 日本物理探鉱(株)新潟事務所     | 池田 幸夫 | 950      | 新潟市東幸町15番15号             | 025-241-2960 |
| 株式会社村尾技建           | 村尾 幸吉 | 950      | 新潟市女池1433-11             | 025-284-6100 |
| 明治コンサルタント(株)新潟支店   | 川口 康雄 | 950-21   | 新潟市小針4-2-11              | 025-265-1121 |
| ライト工業(株)新潟支店       | 浅野 徳生 | 950      | 新潟市弁天3-3-19              | 025-247-8251 |

# 祝 第16回現地検討会

社団法人 **新潟県建設業協会**  
村上支部

〒958 村上市田端町6-55 TEL 0254(53)3395

支 部 長 加 藤 清

## 中 東 地 す べ り

— 1988. 9 —

---

|     |             |
|-----|-------------|
| 編 集 | 新潟県農林水産部治山課 |
| 発 行 | 地すべり学会新潟支部  |
| 印 刷 | 株式会社 文 久 堂  |

---

