

第20回 現地検討会  
1992.9.10～9.11

# 水梨地すべり

慢性型地すべりの施工効果と現状



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

---

正 誤 表

| 頁   | 行          | 正                    | 誤         |
|-----|------------|----------------------|-----------|
| 1 4 | 1 4        | 深 度 4 1 m            | 深 度 5 0 m |
| 1 9 | 表<br>6 - 1 | ( $\overline{C U}$ ) | ( C U )   |

# 序

第20回地すべり現地検討会は農林水産省構造改善局所管の「水梨地すべり地域」を対象として行うことになりました。

同地すべり地域は昭和37年に大移動のあった、いわゆる「松之山地すべり」の際に大きく移動した慢性的な地すべりブロックである。その後、この水梨地すべり地域では集水井、排水トンネルなどの地すべり防止対策が行れ、現在では移動量もかなり減少している。また同地域では間隙水圧、地下水位、地中変位などの計測も行れている。

今回の現地検討会は多くの調査・防止対策工、計測の行われている水梨地すべり地域での結果に基いて今後の地すべり対策工とその効果判定はいかにあるべきかを再検討することを目的として企画された行事である。

なお、本検討会を行うに当っては新潟県農地部農地建設課、同東頸城農地事務所、北陸農政局計画部資源課、(株)高橋組および(株)キタックに多大なる協力を戴きました。ここに感謝の意を表します。

地すべり学会新潟支部長

小 川 正 二

## 目

## 次

|                  |     |
|------------------|-----|
| 1. 地区の概要         | 1   |
| 2. 地形            | 2   |
| 3. 地質            | 2   |
| 4. 地すべりの状況       | 4   |
| 4-1 履歴           |     |
| 4-2 現況           |     |
| 5. 観測結果          | 1 4 |
| 5-1 松之山地すべり当時の状況 |     |
| 5-2 昭和55年以降      |     |
| 6. 地すべり栈構        | 1 5 |
| 6-1 地質構造の影響      |     |
| 6-2 岩質・土質        |     |
| 6-3 地下水          |     |
| 7. 地すべり防止工事について  | 2 0 |
| 7-1 工事数量         |     |
| 7-2 施工効果について     |     |
| 8. まとめ           | 2 8 |
| 9. 参考文献          | 2 8 |

## 参考資料

深層ボーリングと孔内観測について 北陸農政局計画部資源課

## 1. 地区の概要

水梨地区は東頸城郡松之山町の北部に位置し、大字水梨、黒倉、新山の各一部を含む構造改善局所管の地すべり防止地域で指定面積は約121.26ha（台帳面積、実面積は約250ha）である。当地区の東側には建設省所管の松之山地区が隣接する。

地すべり防止区域に指定されたのは昭和34年3月で、当初の面積は31.20ha（台帳面積）であるが、松之山地すべりの発生により、周辺の新山、フケ、修行者等の90.06ha（同上）が昭和38年3月に追加指定された。防止工事は昭和34年から44年の間行われたが、その後も多少の動きがあるため、昭和53年に再開し、現在に至っている。

地区内の民家は修行者部落の2戸と、黒倉部落の2戸であったが、昭和37年11月に発生した松之山地すべりにより修行者部落の2戸は移転している。農地は水田42.96ha（同上）畑17.76ha（同上）である。

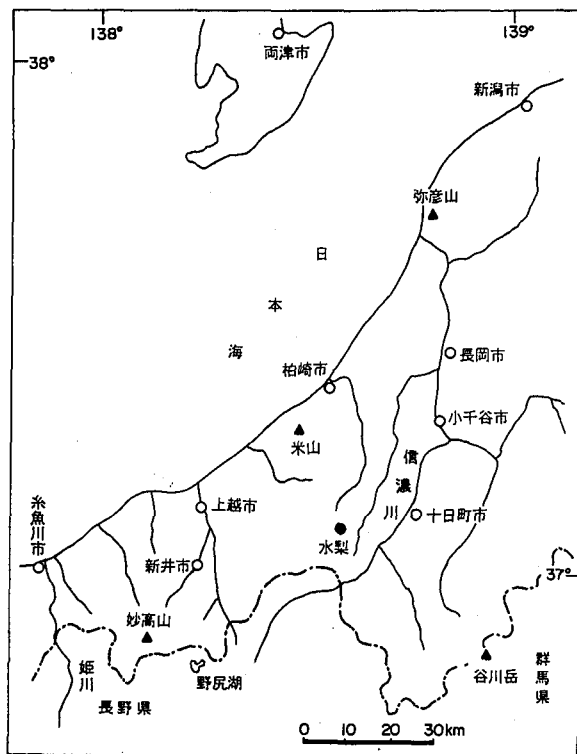


図 - 1 位 置 図

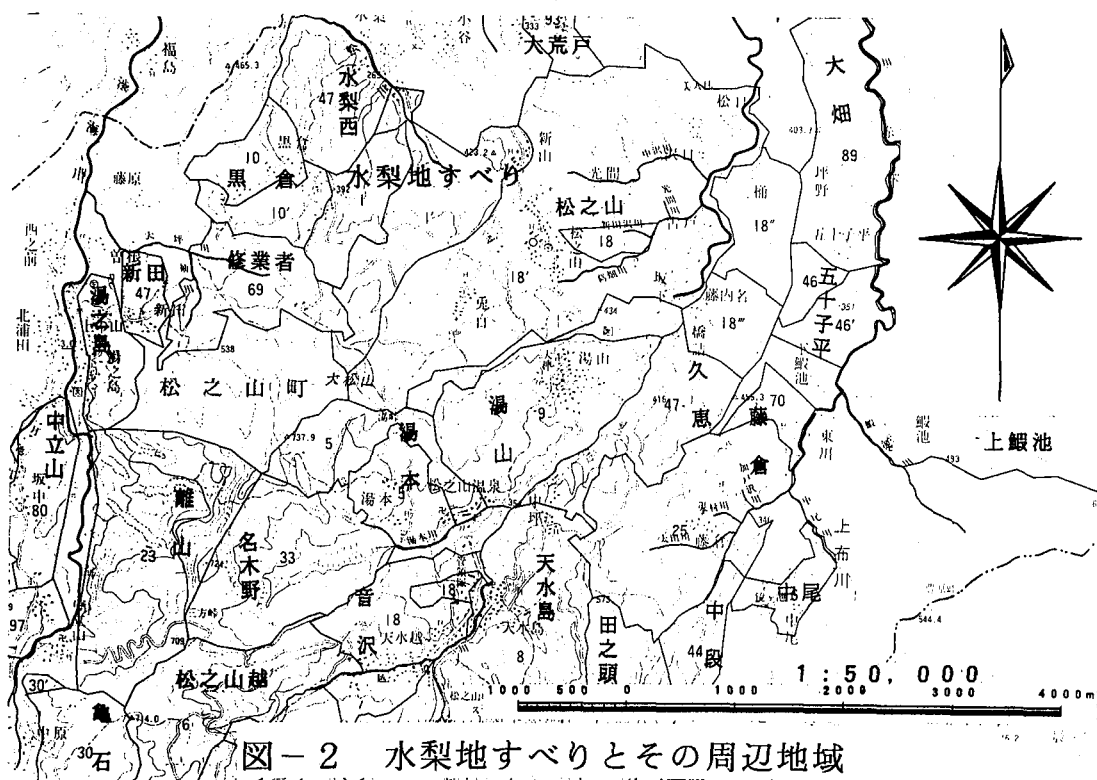


図 - 2 水梨地すべりとその周辺地域

## 2. 地形

当地区付近は標高約300～700mの東頸城丘陵の東部にあたり、大松山（標高673m）の北側山麓に位置する。同山は信濃川水系渋海川本流と同川の支川越道川の分水嶺をなす。当地区は渋海川の支川松川の流域であり、松之山地区は越道川の流域である。松川は同川の支溪吉尾倉沢とともに地区内を南東～北西方面に流下している。この付近の斜面は数多くの地すべりによって平均勾配約10～15°と緩斜している。特に、主に泥岩からなる地区北西部は緩く、平均斜面勾配約10°で起伏の少ない単調な北向き斜面が約1.5kmにわたって続き、水田が開けている。このほかの地域は北東部を除くと主に山林からなる。

## 3. 地質

基盤地質は新第三紀層の寺泊層、椎谷層の堆積岩類からなり、前者は凝灰岩、頁岩、後者は黒色泥岩を主体に構成される。各層間の関係はいずれも整合である。地区北東縁部の屋敷田から天替、清水田地区周辺は、椎谷層の分布が推定されている（図-3、4-1参照）。

頁岩および泥岩は深部でも網状亀裂の発達が著しく、石油技術者の言ういわゆるザク層も随所にみられ、鱗片状に風化し、ハンマーによって容易に崩すことができる。また、極細粒の粒子によって構成されており、極めて軟弱な粘土となる。凝灰岩は新鮮な露頭ではかなり堅硬であるが、風化すると帯緑灰色のペントナイト状の粘土となる。

地質構造は大松山を中心とする松之山ドーム構造に支配され、当地区は同構造の北西端に位置する。同構造上には小背斜構造が2箇所に見られる（図3参照）。地層の走向は、地すべり方向とほぼ一致し北北東方向を示す。地層傾斜は地区中央部の背斜軸付近で10～20°程度を示すが、地区西端部のドーム構造の端部では30～60°と急になる。屋敷田および黒倉付近ではN70～80°W、25～60°Nの走向・傾斜を示す。

当地区の地質構造は、前述した松之山ドーム構造と3本の断層（A・B・C）によって特徴づけられる（図4-1参照）。これら3本の断層のうち最大なのはA断層で、昭和37年の大地すべりの際には、新山付近ではほぼこの断層を境にして移動地と不動地に分かれた。同断層は新山付近からフケをとおり、二ツ沢に達するものと推定される。また、北東側の地区外ではほぼ中沢川に沿って新山から松口の南に達している。B断層は、地区北東端でA断層に切られており、吉尾の尾根付近から北東方向に松川上流部に沿って地区南西側に達する。同断層の垂直的な落差は不明であるが、水平的にはフケ、吉尾付近で凝灰岩の分布は400m以上の食い違いがみられ、地区南側の町道付近でも背斜軸が約500m断層を境にずれている。いずれも断層を挟んで南東側の方が北西側よりも北東側へ動いている。昭和37年の大地すべり時には、この断層から斜面下側のフケブロックが活発に移動した。なお、B断層およびC断層は水抜ボーリングおよび水抜トンネルの施工時に確認されている。

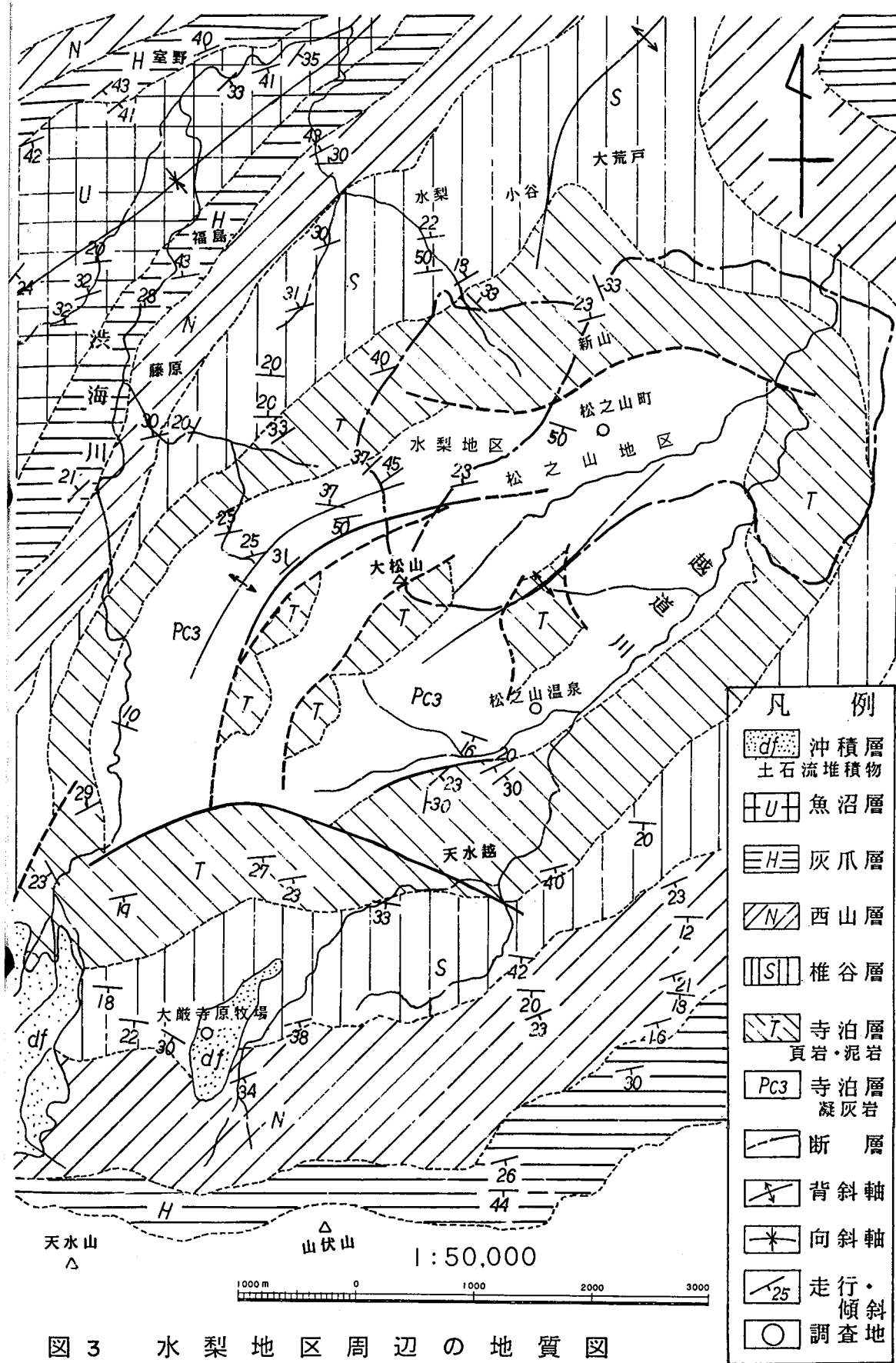


図3 水梨地区周辺の地質図

## 4. 地すべりの状況

### 4-1 履歴

当地区の地すべりは遠く往古に遡ると推定され、慢性的な地すべりが二ツ沢、天替、屋敷田、フケ、吉尾等でみられた。特に規模の大きい地すべりとしては、大正12年9月1日の関東大震災直後に発生した地すべりがある。また、昭和26年11月末にも突発的な地すべりを生じている。地すべり防止工事が始まった昭和34年の頃も地区内の前記の地域で緩慢な移動がみられ、移動量は屋敷田付近で毎年2～3mを示していた（昭和32年12月～37年11月最大18m）。地すべりの動きは泥岩分布地の二ツ沢から屋敷田にかけての松川までの斜面と、凝灰岩分布地のうちのフケで著しかった。

昭和37年11月には松之山地すべりが発生したが、同年6月にすでにフケで地すべりが生じたり、フケの南側の町道に大きな亀裂が入ったりする兆候があらわれていた。昭和37年12月には地すべり規模は850haとなり、うち当地区は250haにおよぶものであった。地すべりの動きは昭和39年春まで続いたが、その後は大規模なものは安定している。（図4-1参照）

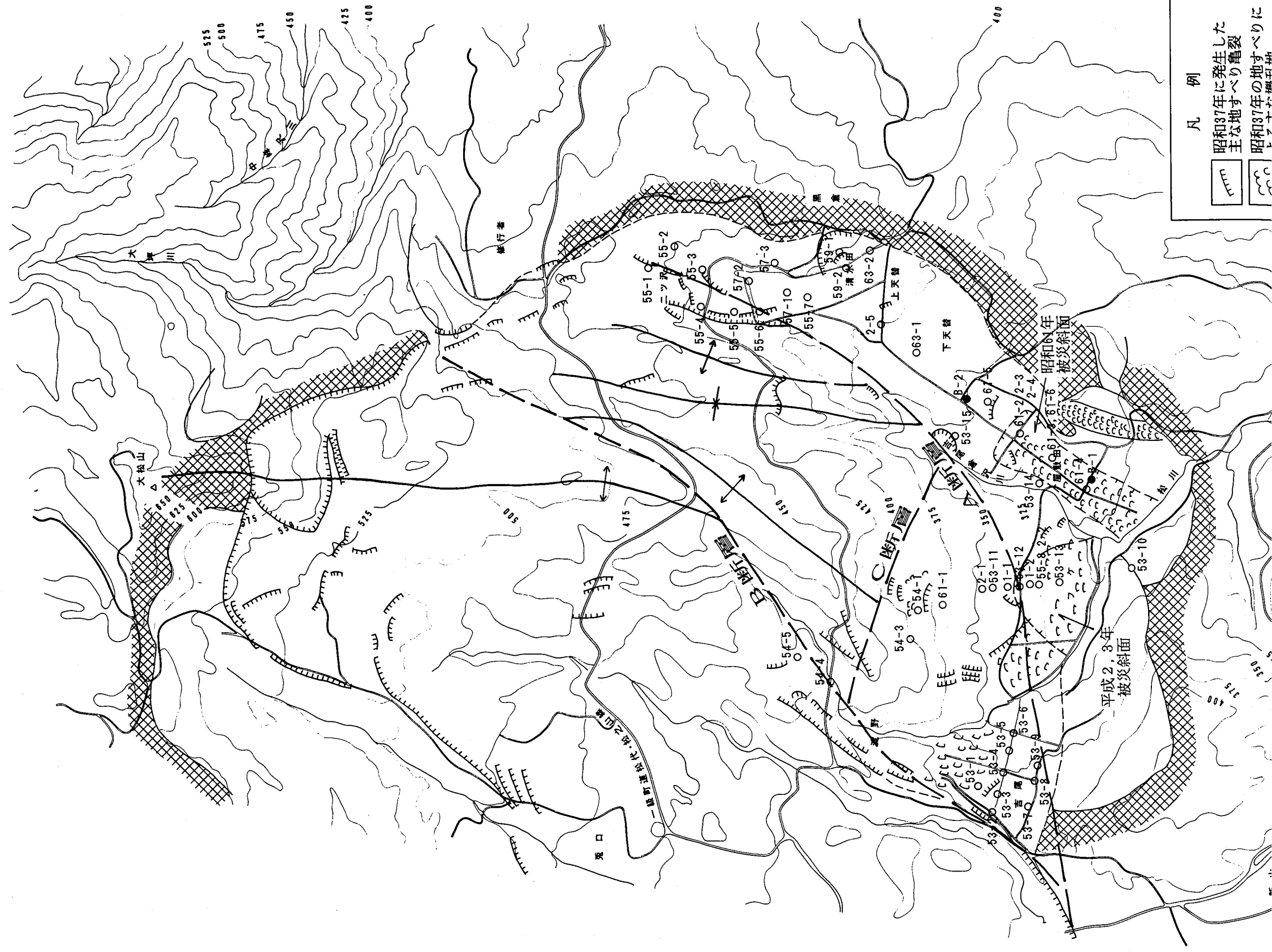
近年になってからは、屋敷田付近で昭和61年頃から変状が進み、63年10月までの間の累計移動量は55cmである。移動範囲は幅約90～140m、長さ約380mで、施工中の集水井が傾動し、松川の護岸工は破壊された。フケでは平成2年および3年の融雪期に幅約300m、長さ約220mの範囲に地すべりを生じ、末端部を流れる松川の溪流暗渠工等が被災した。

このほか、吉尾や清水田付近でも多少の動きがみられた。上記のようにくり返し移動するところは頁岩、泥岩の分布地と、凝灰岩分布地のうち断層で乱された地域で、なだらかな斜面を形成している。これに対してフケを除く凝灰岩分布地は松之山地すべり時のほかは移動をした記録がない。このためか、地形はかなり凹凸に富んでいる。しかし、離れ山地形や帯状に連続する陥没帯などが顕著に見られる。これらはところによっては交差しており、発生時期が異なることを示している。上述のことから凝灰岩分布地は、泥岩分布地よりも発生頻度は少ないが、くり返し地すべりを生じたものと推定される。

### 4-2 現況

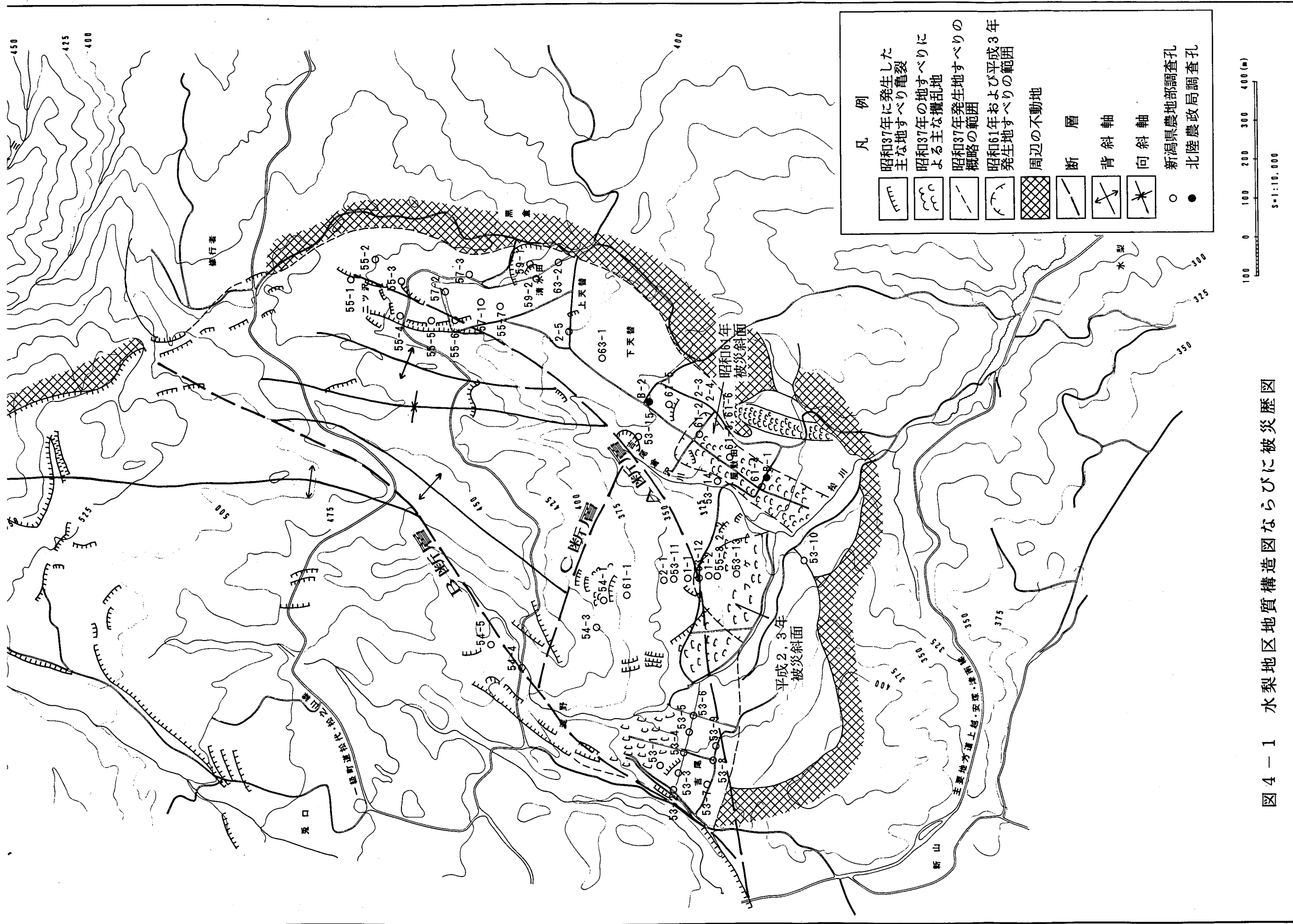
前記したように、屋敷田・天替付近では松川を末端部とする幅約90～140m、長さ約380mの範囲が不安定である。しかし、平成元年以降は目立った動きはない。清水田では黒倉集落北端を通る町道で約50mの間、沈下する傾向がある。フケでは平成2年の融雪期に滑動したが、その後変状を伴うような地すべりは発生していない。（図4-1、4-2参照）。

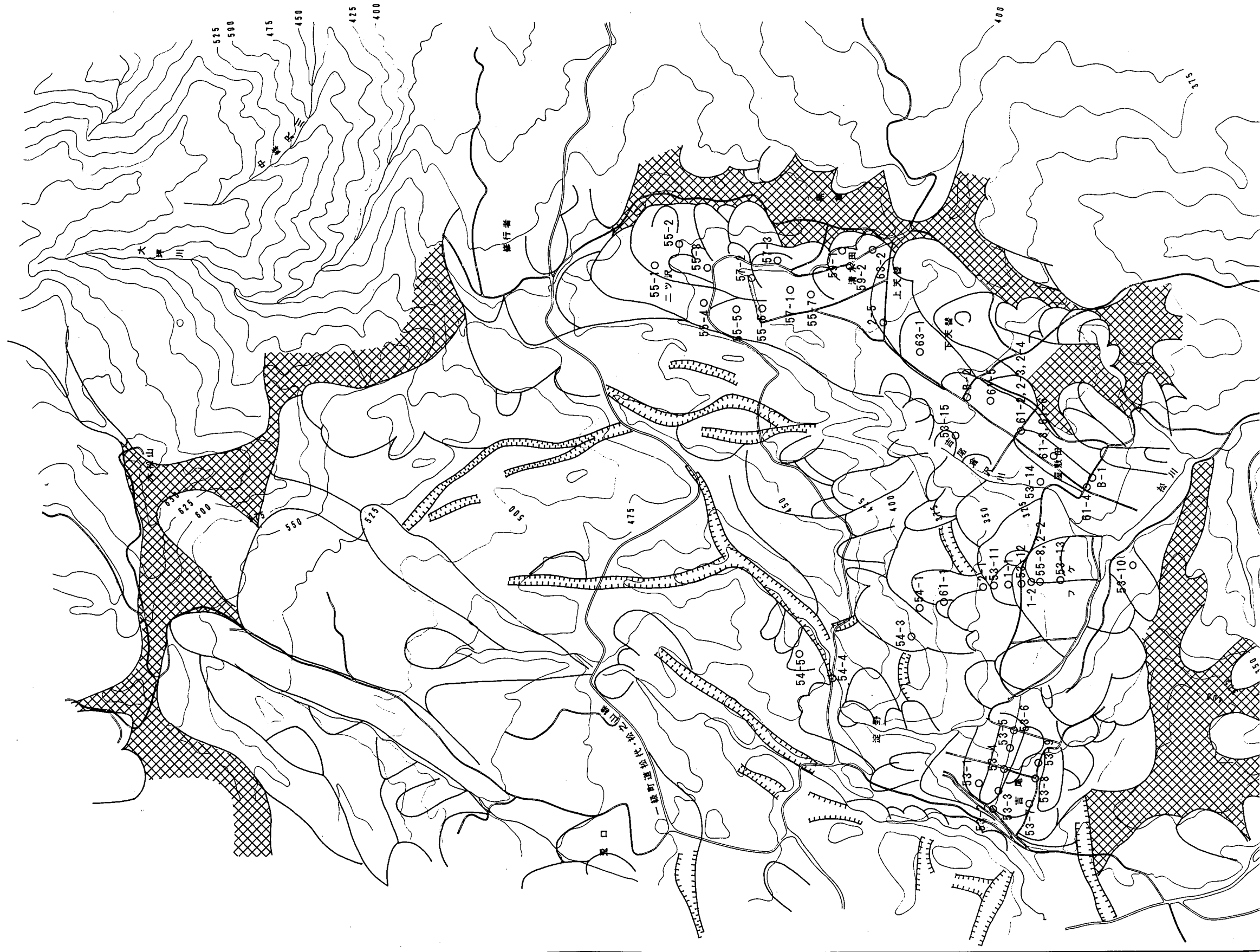




凡 例

-  昭和37年に発生した  
主な地すべり亀裂
-  昭和37年の地すべりに  
被災した斜面





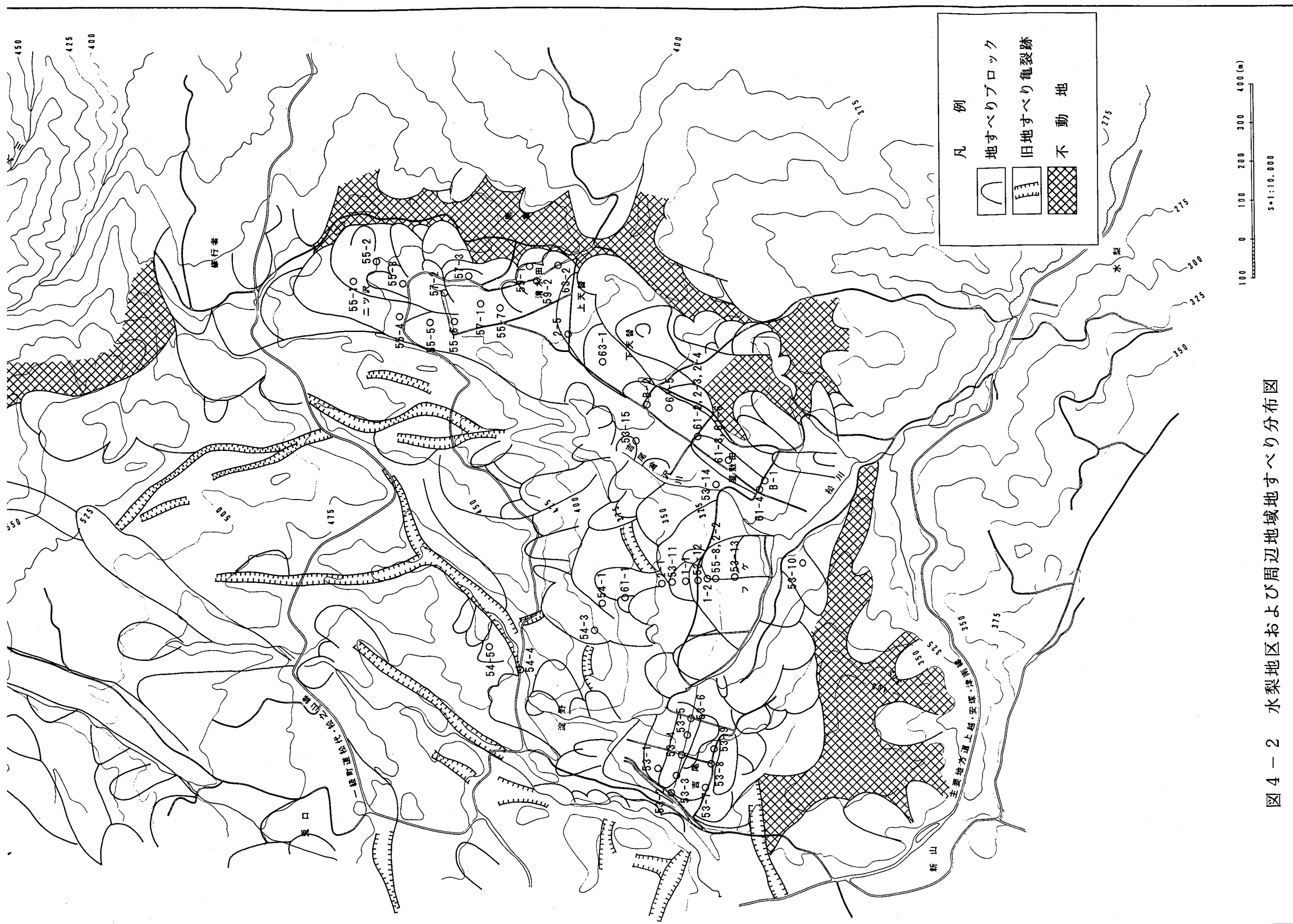


図 4 - 2 水梨地区および周辺地域地すべり分布図

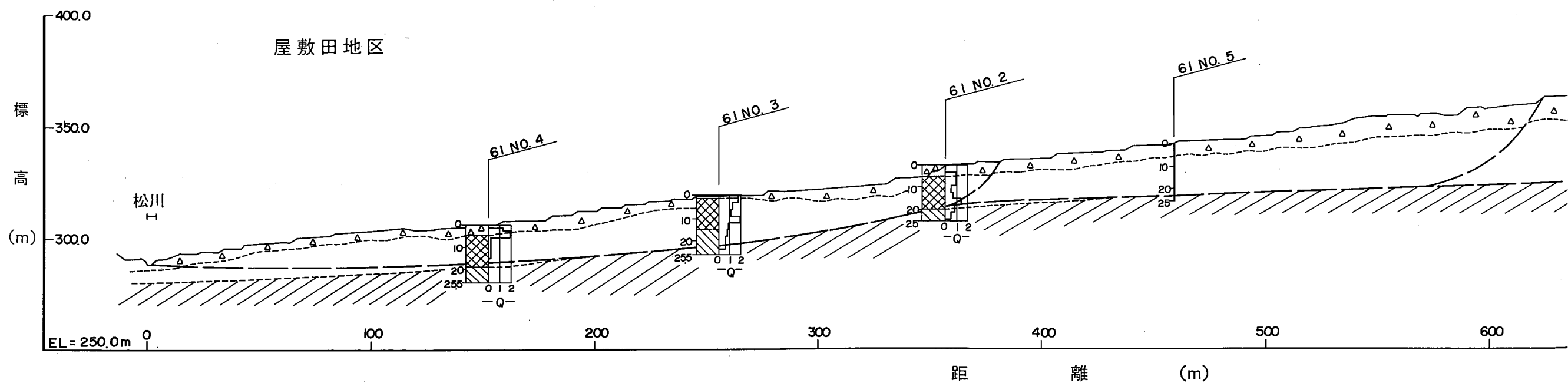
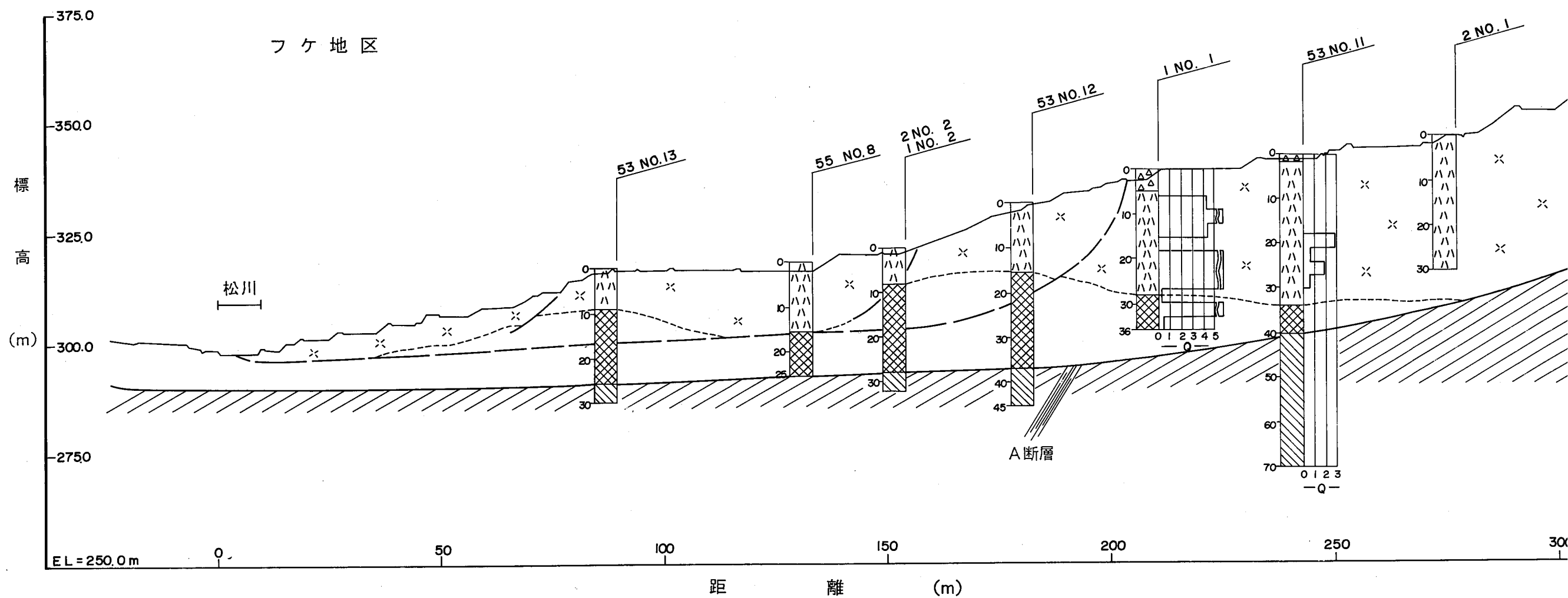


図4-3 地質断面図

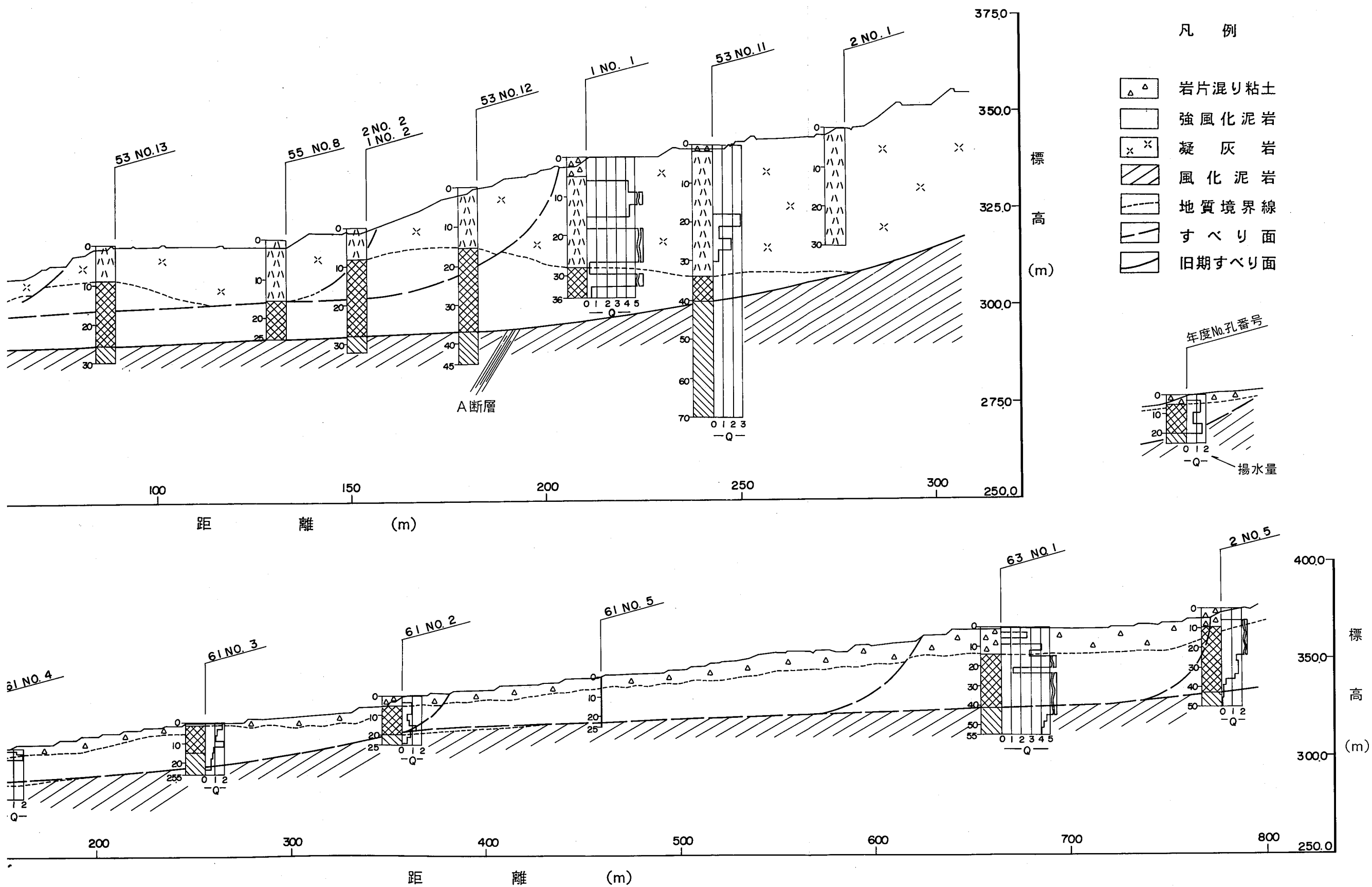


図4-3 地質断面図





写真1、2 松川右岸側から見たフケ地域。昭和37年11月当時（写真上）と現状（写真下）



写真3、4 屋敷田東方 昭和37年11月当時（写真左）と現状（写真右）



写真5、6 屋敷田東方 昭和37年11月当時(写真左)と現状(写真右)



写真7、8 フケに生じた陥没池(写真左)と現状(写真右)  
吉尾方向を見る。



写真9、10 同 上 水梨部落方向を見る。





写真11、12 フケの破壊された調査井。昭和37年11月（写真左）と現状（写真右）  
向こうの林は松川右岸側。



写真13、14 フケ上部斜面の凝灰岩源崩土のもり上り。昭和37年11月（写真左）と現状（写真右）  
向こうの杉林は松川右岸側。



写真15、16 同 上 隆起地は左端。

## 5. 観測結果

### 5-1 松之山地すべり当時の状況

地すべりの観測は昭和32年12月から昭和40年3月まで行なわれている。その結果によると下記のとおりである。

#### (1) 移動状況

昭和37年の松之山地すべりの前兆は同年7月頃にあった。屋敷田付近に設けられていた第一号測線では、同年10月26日から12月5日までの41日間の日平均移動量は39mmを示している。それ以前の昭和35年、36年には、同測線付近で年間2m程度の移動量があった。

#### (2) 移動量と降雨量との相関

日平均移動量は0～10日前の日平均降雨量との間に相関があった。しかし、20日前の降雨との相関は見られなかった。前記したように昭和37年7月に地すべりの前兆があったが、この年は前年に比べると降雨量はむしろ少ない。しかし、積雪下でもかなり大きな動きがみられた。

#### (3) 移動深度

歪計による計測結果によると、上天替付近で深度30m、フケ上部斜面で深度~~50~~<sup>41</sup>mを示した。なお、前者では深度46m、後者では深度56mまで風化が進んでおり、以深でも部分的に軟質な部分を挟んでいた。このほかのところの移動深度は下記のとおりであるが、ボーリングコアの状況からすると以深で滑動した可能性もある。

修行者28m、修行者～兎口間の県道脇23m、黒倉27m、屋敷田23m、フケ28m、吉尾26m、

#### (4) 地表水流量

昭和34年から36年の間における積雪期を除く非かんがい期(335日間)に吉尾倉沢で毎日流量観測を行なった。その結果による流出率は、上流部(下天替下流部)の凝灰岩分布地(流域内に水田と山林がほぼ同面積で分布)で97.07%、泥質岩の分布地(水田が分布)で88.73%と異常に大きな値を示していた。また、吉尾倉沢下流部(屋敷田付近)の泥質岩の分布地では52.71%であった。

### 5-2 昭和55年以降

昭和55年にはフケの55.N0,8号孔で歪計による計測が行われている。その結果によると、同年秋に深度16.0mのコア判定による新規地すべり崩土の下面で移動していた(図5-1参照)。前記したように昭和61年融雪期に屋敷田で地すべりが生じた。このため、同年12月から61.N0,6号孔と61.N0,5号孔で孔内傾斜計により観測した。その結果によると、前者では深度22m、後者で深度23.5mですべり面を形成しており、それぞれその後の動きにより62年6月と元年3月に計測不能となった(図5-2参照)。

昭和63年には地すべり頭部の位置を確認するため天替の63.N0,1号孔で孔内傾斜計により計測した。その結果によると、深度49mで動きが見られ平成2年5月に計測不能となった。同深度はコアの状態やN値からではすべり面を推定しにくく、亀裂が発達しやや粘土化を伴うような状態であった(図5-2参照)。このように孔内傾斜計は下部斜面から順に地すべりにより計測不能となり、下部斜面ほど地すべりの動きが活発なことを示している。このほか、清水田の63.N0,2号孔で孔内傾斜計

により計測したが、動きは見られなかった。

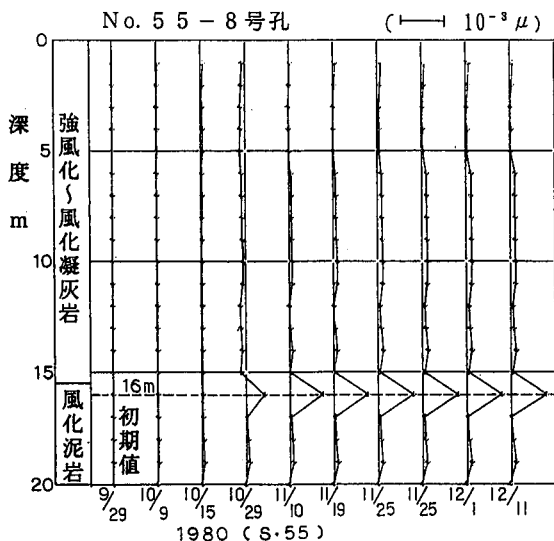


図5-1 フケ地区・パイプ歪計観測結果図

平成2年12月から現在までの間、2.N0,4号孔、2.N0,5号孔、2.N0,2号孔の各点で埋込式傾斜計による計測が行われている。その結果によると、2.N0,4号孔で18~20m付近、2.N0,2号孔で18~20mで変位が進行しているようであるが、境界面が不明瞭であるうえ、変位量も小さい。

2.N0,3号孔および2.N0,1号孔では同上の期間に間隙水圧計による計測を行っている。埋設深度は地すべり面下である。その結果によると、現在のところ、間隙水圧の目立った変化は認められず、観測期間中（平成2年12月~平成4年4月）の変動幅は1m未満である。また間隙水圧から算定される換算水位も-27~-28mと低い。この原因については、両孔とも下部斜面側にそれぞれ昭和63年から平成元年および平成元年から2年にかけて集水井が施工されたためと推定される。なおオールストレーナー孔による地下水位は、掘進終了後で2.N0,3号孔で18.3m、2.N0,1号孔で30.5mである。

## 6. 地すべり機構

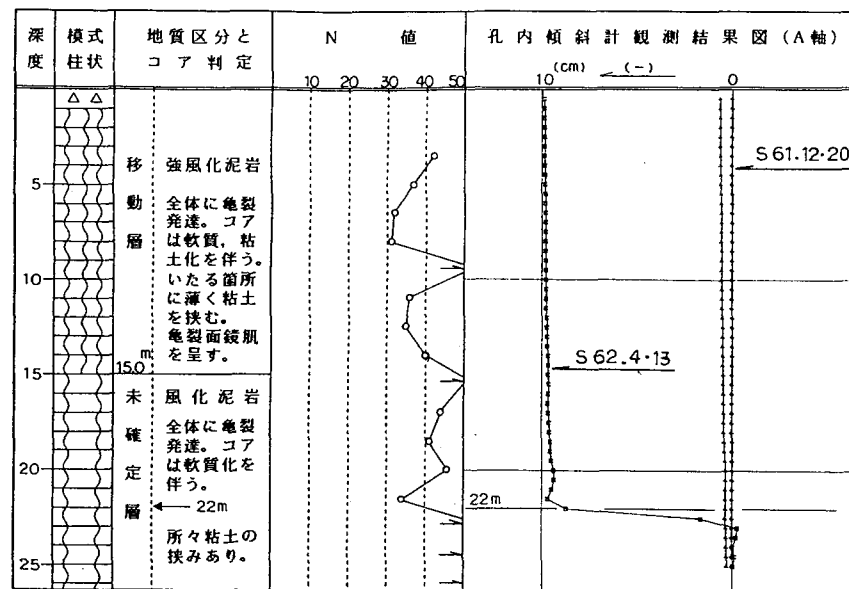
### 6-1 地質構造の影響

前記したように当地区は松之山ドーム構造の北端部にあたり、褶曲運動による歪を受けて地層は脆弱化している。断層も数本あり、地すべりに影響を及ぼしている。とくにA断層が推定される付近では地すべりによる攪乱も著しい。また、B断層は吉尾ブロックの頭部、C断層はフケブロック頭部をほぼ規制しており、松之山地すべりの際にはほぼ断層ぞいに地すべり亀裂も発達した。断層を通しての地すべり地内への地下水供給も後述するように排水工施工結果で確認されている。

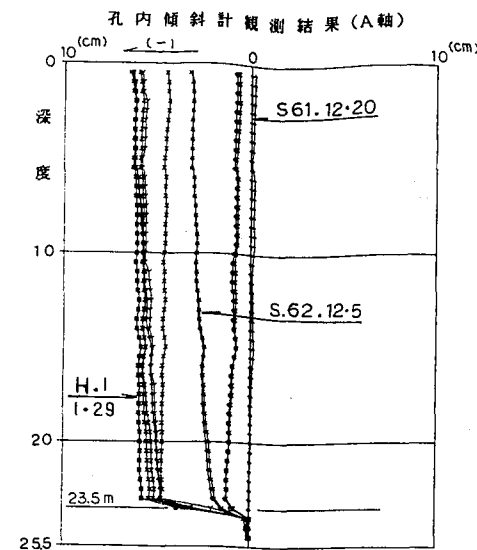
### 6-2 岩質・土質

当地区に分布する岩層は構造運動による亀裂が発達しているためもあり、乾湿の差により容易に風化して軟弱な粘土となる。とくに凝灰岩源の粘土はフケ末端部で見られるようにベントナイト状の極めて高塑性で水はけの悪い粘土となる。泥質岩も網状亀裂等に沿って風化しやすく、同様な粘土とな

No. 61-6号孔



No. 61-5号孔



No. 63-1号孔

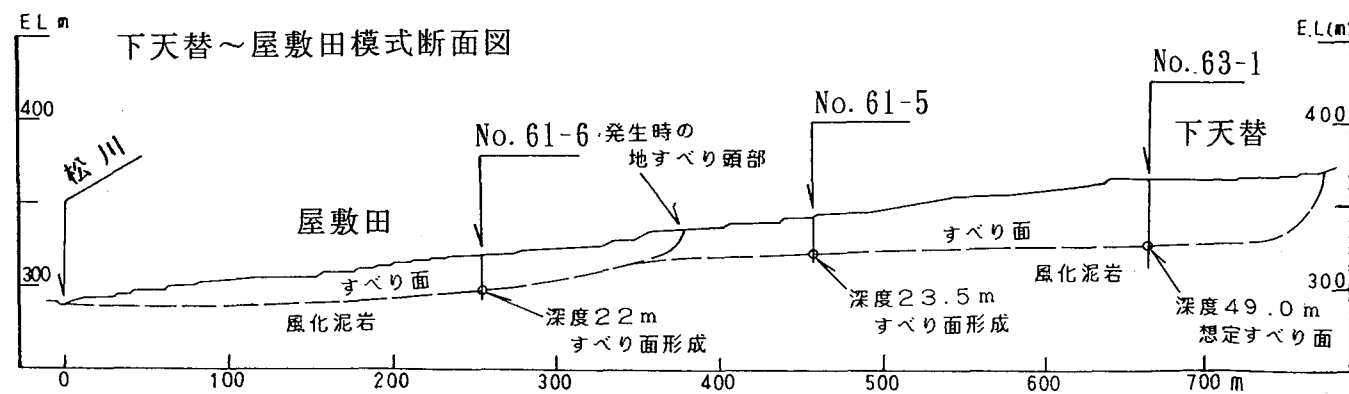
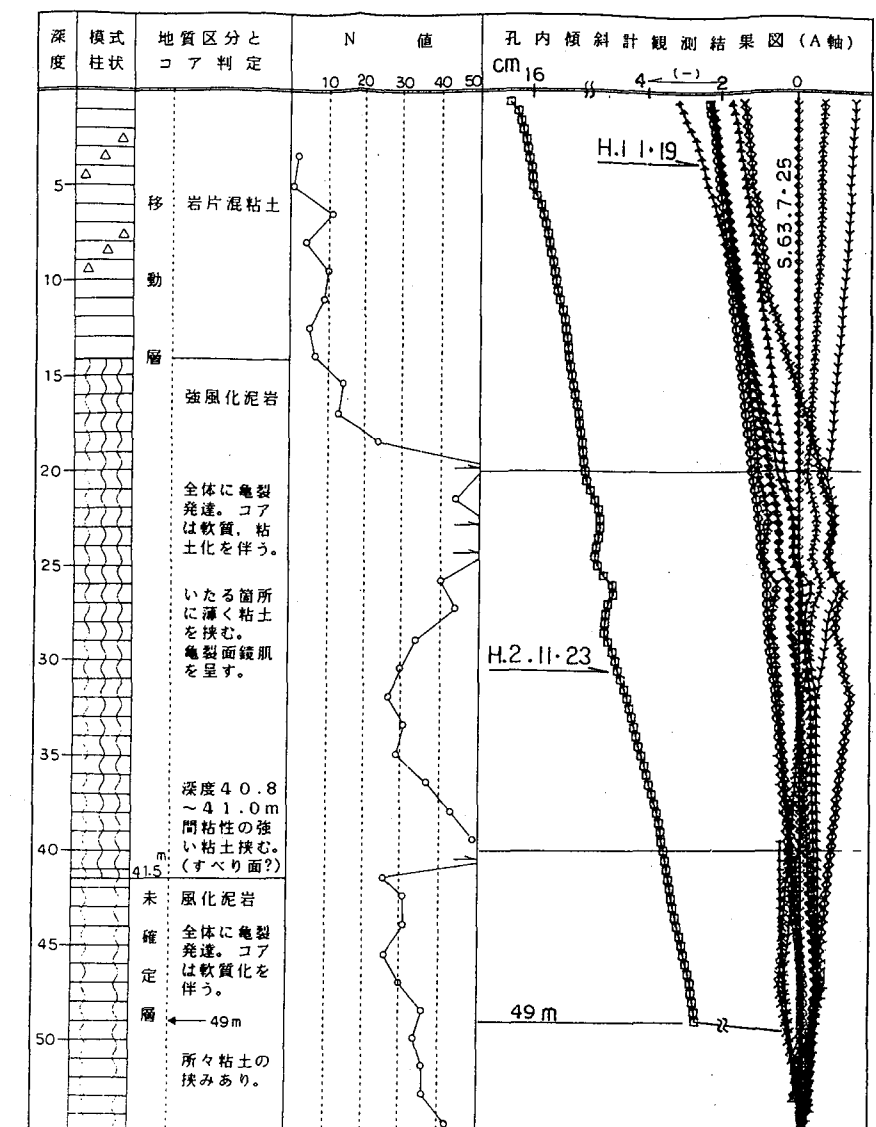


図5-2 孔内傾斜計観測結果図

表 6 - 1 泥質岩源の粘土の主な性質

| 2 $\mu$ 以下の<br>粘土含有量 (%) | 液性限界<br>(%)  | 塑性指数         | 塑性限界<br>(%) | 三軸圧縮<br>試験 ( $\overline{CU}$ ) |
|--------------------------|--------------|--------------|-------------|--------------------------------|
| 51.0<br>(2)              | 145.2<br>(7) | 116.1<br>(7) | 29.1<br>(7) | $\phi = 14^\circ$<br>C = 0     |

数字は平均値, ( ) は試料数

る。表 6 - 1 は泥質岩源の粘土の土質試験結果である。

なお、泥質岩の分布する天替、屋敷田ブロックでの安定計算の逆算によるせん断強度は、全体ブロックで  $C = 0$  として  $\phi = 10.4^\circ$  , 下部ブロックで  $C = 0$  として  $\phi = 12.7^\circ$  である。

### 6 - 3 地下水

#### (1) 地下水位

昭和40年頃の記録によると、地下水位は凝灰岩分布地で一般に深く、深度 3 ~ 4 m を示すが、泥質岩分布地では一般に浅く、深度 0 ~ 1 m を示していた。しかし、排水工の施工後は前記したように同工の周辺で地下水位が低下しているところが多い。

#### (2) 簡易揚水試験による揚水量

##### ①二ツ沢～上・下天替～屋敷田

二ツ沢周辺斜面は深度10m以浅に1.0  $\ell$ /min以下の揚水量を確認する程度で、全体に地下水は少ない傾向にある。地下水検層結果でも同深度以浅で地下水の流動—特に地下水面 (GL-1.5m) 付近が大きい—がみられるが、以深はほとんど動きがない。

上・下天替周辺斜面は深部 (深度  $\pm 40m$  ) まで地下水が豊富で、簡易揚水器 (ペラー, 容量 2  $\ell$  ) では汲みきれないほどの揚水量 (6 ~ 10  $\ell$ /min以上) がある。地下水検層では12m 以浅でかなり流動する傾向が見られるが、以深はほとんど動きはない。

屋敷田周辺斜面は深度10~20m 以浅に約1.0 ~ 2.0  $\ell$ /minの揚水量があり、地下水は上方斜面の上・下天替斜面ほどではないが比較的多い。地下水検層でも同深度以浅で流動する傾向がある。

透水係数は地下水が豊富な地すべり崩土内では  $10^{-4} \sim 10^{-5} \text{ cm/sec}$  , 下位の風化岩では  $10^{-6} \text{ cm/sec}$  のオーダーを示す。

このように、地下水は明らかに地すべり崩土と判定される箇所では比較的豊富に確認されるが、風化岩に入るとほとんど賦存しない傾向がある。また、上・下天替付近は陥没帯のような凹地形をなし、地表も湿地状を呈すことから地下水が集まり貯留されるのではないかとと思われる。

##### ②フケ

本斜面の特徴としては、A断層から上方斜面ではかなり豊富に地下水を賦存するが (6.0  $\ell$ /min以上でペラーでは汲みきれない)。同断層から下方斜面は東側を除くと地下水はない。ただし地下水

位は高く地表付近に位置する。地下水検層でも前者の斜面では地下水が賦存する深度までは比較的流動する程度でほかはほとんど流動がない。

これは、C断層から上方斜面は岩塊状の崩土が分布し比較的透水性が大きいのに対し、下方斜面はベントナイト状に粘土化した凝灰岩が分布し、東側を除くと透水性が低い難透水性地盤からなるためと思われる。透水係数も前者の地層で $\sim 10^{-4} \sim 10^{-5} \text{cm/sec}$ 、後者の地層で $\sim 10^{-6} \text{cm/sec}$ のオーダーを示す。

### ③新山

本斜面もフケの下方斜面と同様に地下水位は地表付近と高いが、B断層付近を除くとほとんど地下水は賦存しない。地下水検層でも地下水面付近でわずかに地下水の流動がみられる程度で、ほかはまったく動きがない。透水係数は $\sim 10^{-5} \sim 10^{-6} \text{cm/sec}$ のオーダーを示す。

### (3) 水質

昭和39年4月に調査した結果によると、溶存酸素量はフケの陥没地点の近く(55.N0,8号孔付近)で7.4%と非常に小さい値を示すが、他の地点では23.5~64.5%を示す。湧水および既存の集水井・水抜ボーリングの排水の電気電導度は一般に100~300  $\mu\text{s/cm}$ を示す。しかし、一部に500~700  $\mu\text{s/cm}$ のところも修行者・黒倉などに点在する。また、フケでは一般に高く400~800  $\mu\text{s/cm}$ を示す。溶存酸素の測定結果と合わせ考えると、同付近を通る断層中の地下水の可能性がある。

水温は一般に8~12.5℃を示すが、黒倉では13.5~14.5℃と高いところがある。

## 7. 地すべり防止工事について

### 7-1 工事数量

当地区において昭和34年以降現在までの間に行われた主な工事内容は下記のとおりである。水抜ボーリング工 12,450 m, 地表水排除工 2,565m, 暗渠工 256m, 堰堤工 4基, 水抜隧道工 5ヶ所 1,930m, 集水井工 29基(図7-1参照)。

### 7-2 施工効果について

#### (1) 昭和40年当時の排水工の排水量等について(図7-2参照)

本地区では断層位置が地すべり亀裂の位置とほぼ一致しているところ(B断層の吉尾, C断層のフケ)や、断層付近で地すべりによる攪乱が著しいところがあった。したがって断層からの地下水の供給が想定され、断層が推定されるところに主に排水工を計画した。各地における昭和40年の排水工の状況は下記のとおりである。なお、フケの8号トンネルは当時まだ未施工であった。

#### (a) 吉尾付近

吉尾にある集水井6基はB断層の正確な位置が分かる前に施工したため、あまり効果的でなかった。このうち一番南側の集水井の集水ボーリングのうち断層を貫いたものは6孔あって、67  $\ell/\text{min}$ の排水量があり、とどかない集水ボーリングは4孔あって1~2  $\ell/\text{mm}$ の排水量しかなかった。この集水井の排水を17.0~18.5時間止し、地下水位を175cm上昇させて周辺の集水井5基の地下水位を測定したところ、6.5~19.0cmの上昇がみられた。ほかの集水井は断層を貫いていないためもあつ



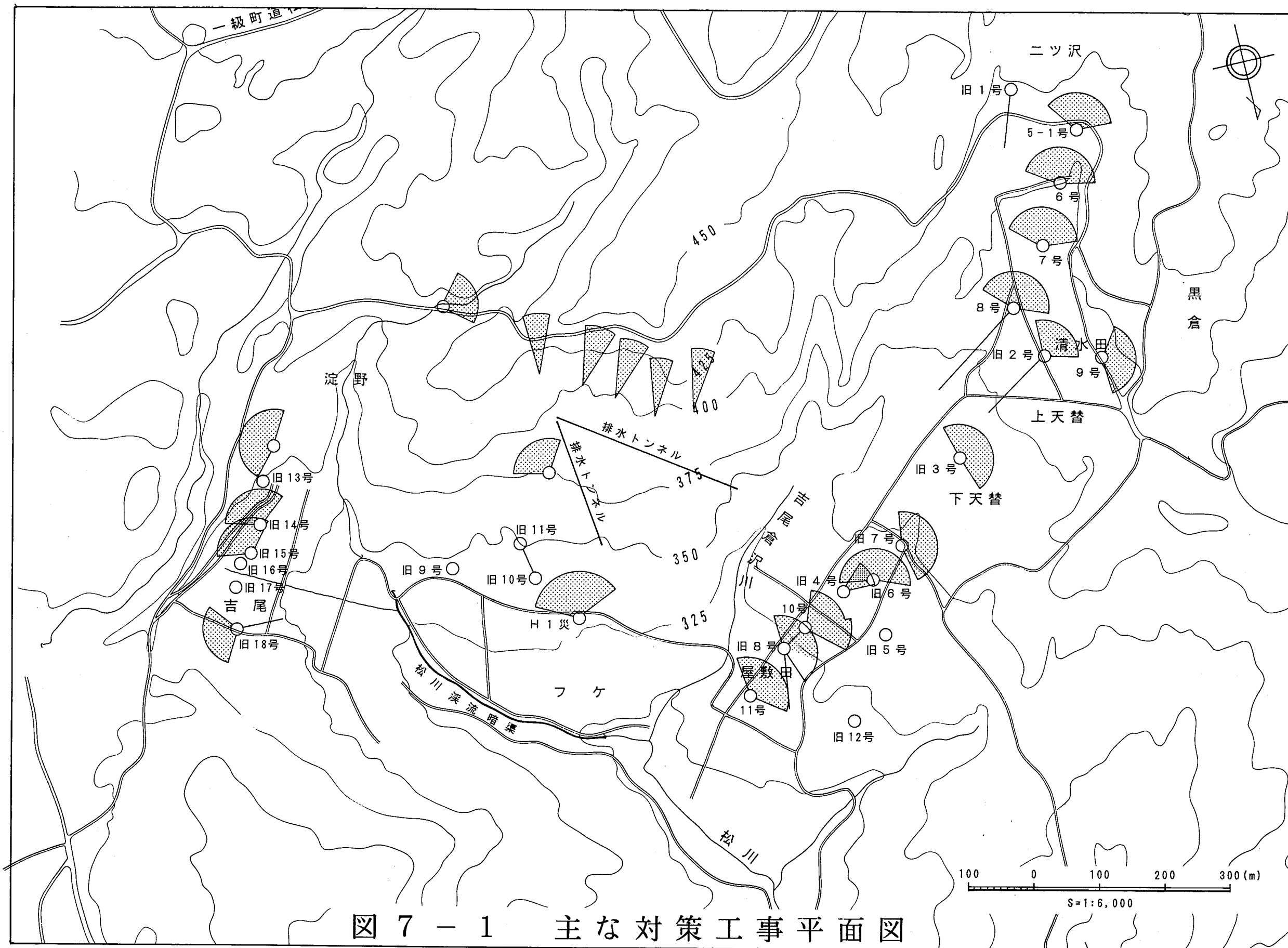
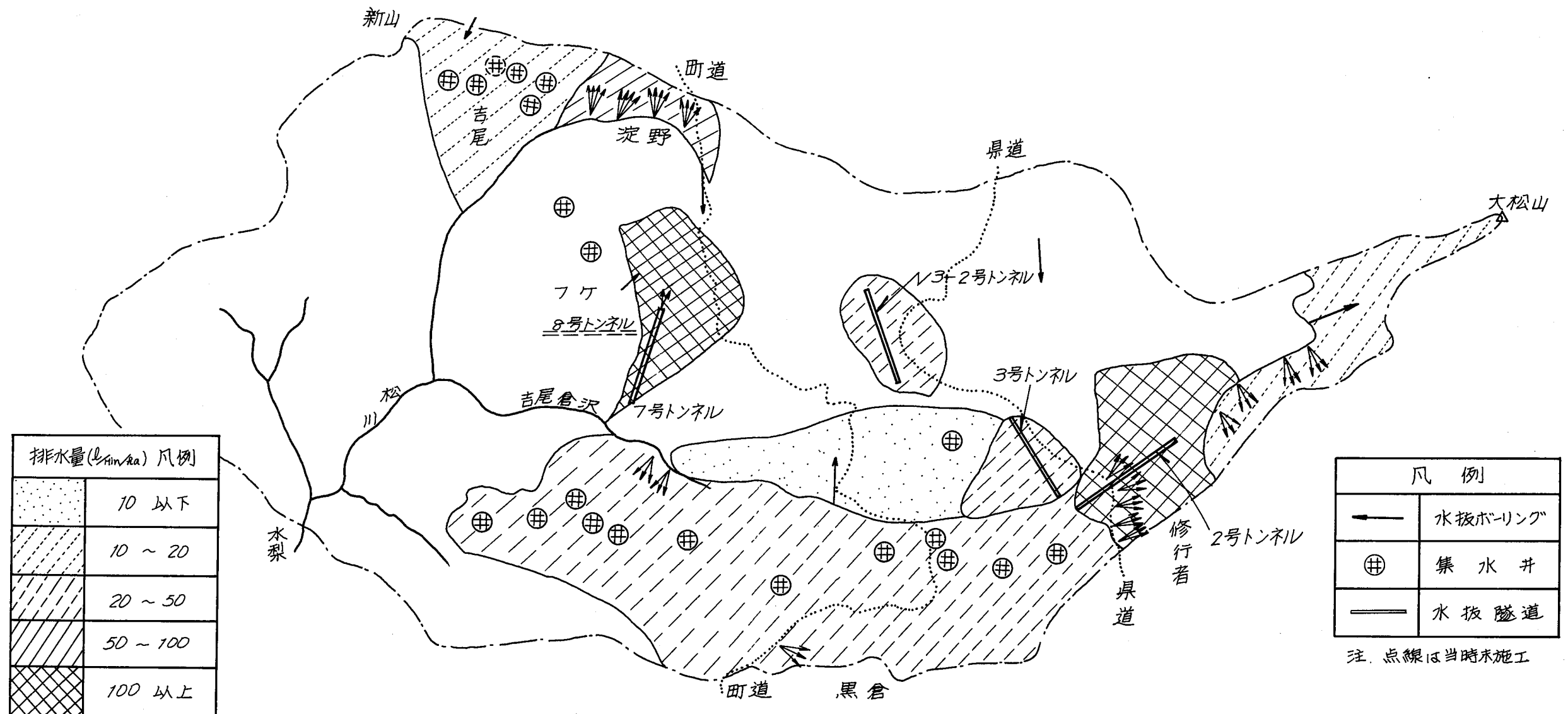


図 7-2 水梨地区地下水排水量分布図 (昭和 41 年)

S = 1 : 10,000



て、止水しても周辺の集水井孔の地下水位はほとんど変化しなかった。

また、淀野の松川左岸でB断層に向かって施工した水抜ボーリング20孔は27ℓ/minの排水量があった。

(b) フケ上部斜面のC断層付近

地すべりブロックの頭部にあるC断層を貫いており、排水隧道から最大2,000 ℓ/minの排水量があった。

(c) 修行者付近

2号隧道は地すべり亀裂の多いところを通り、B断層を斜断するもので、最大2,500 ℓ/min、常時1,000 ℓ/minの排水があった。

(d) ニツ沢から屋敷田にかけての地域

この付近にはA断層が推定されているが、その位置は明確ではない。ボーリングコアの観察結果によると、多数の小断層があるものと考えられる。12基の集水井があるが、過小にみても約1,900 ℓ/minの排水があった。とくにニツ沢を通る町道の下部斜面の集水井は約1,500 ℓ/minと排水量が多かった。以上のような断層ヶ所のほか、地すべり亀裂が発達したところでは多量の排水量があり、その他の地域では少なかった。これを比較すると表7-1のとおりである。なお、吉尾の集水井は断層に到達していない排水ボーリングがほとんどのため、その他の地域に含めた。

表7-1 地域別の排水工の排水量

| 施工地<br>工種 | 断層ヶ所および地すべり亀裂の多い地域 |              |                 | その他の地域      |             |                 |
|-----------|--------------------|--------------|-----------------|-------------|-------------|-----------------|
|           | 箇所<br>(本)数         | 排水量          | 1カ所(本)当り<br>排水量 | 箇所<br>(本)数  | 排水量         | 1カ所(本)当り<br>排水量 |
| 集水井       | 12                 | 約1,920 ℓ/min | 約 160 ℓ/min     | 4           | 約 170 ℓ/min | 約 43 ℓ/min      |
| 水抜ボーリング   | 28                 | 約1,920 ℓ/min | 約 30 ℓ/min      | 34          | 約 137 ℓ/min | 約 4 ℓ/min       |
| 水抜隧道      | 4                  | 約1,920 ℓ/min | 約 800 ℓ/min     | —           | —           | —               |
| 全排水量      | 約 5,800 ℓ/min      |              |                 | 約 300 ℓ/min |             |                 |

このように、地区内の排水工の排水はほとんど断層および地すべり亀裂の多い地域から出ている。また排水工の概約の集水面積から1ヘクタールあたりの比排水量を求めると、修行者部落付近で130 ℓ/min/haと最も多く、フケ上部斜面第7号隧道付近が117 ℓ/min/haとこれに次いでいる。

(2) 昭和40年頃と昭和53年の排水量の比較

既設の排水工の排水量を昭和53年に3回測定した。その結果、昭和40年頃の施工直後の排水量と、昭和53年11月27日～12月2日のものを比較すると表7-2のとおりである。

表 7 - 2 排水工の排水量の比較

| 調査年<br>工 種                   | S 40 頃       |                            |                                     | S53・11・27～12・2 |                            |                                     |
|------------------------------|--------------|----------------------------|-------------------------------------|----------------|----------------------------|-------------------------------------|
|                              | 箇 所<br>(本) 数 | 排 水 量<br>$\ell/\text{min}$ | 一ヶ所 (本) 当り<br>排水量 $\ell/\text{min}$ | 箇 所<br>(本) 数   | 排 水 量<br>$\ell/\text{min}$ | 一ヶ所 (本) 当り<br>排水量 $\ell/\text{min}$ |
| 集 水 井                        | 16           | 2,090                      | 130.6                               | 23             | 400                        | 17.5                                |
| 水抜ボーリング                      | 62           | 980                        | 15.8                                | 77             | 100                        | 1.3                                 |
| 水 抜 隧 道                      | 4            | 3,100                      | 775.0                               | 5              | 1,200                      | 240.0                               |
| 全 排 水 量<br>$\ell/\text{min}$ | 約6,170       |                            |                                     | 約1,700         |                            |                                     |

以上のように、排水量は施工直後の27.5%に減少している。これは、施工直後は断層や亀裂内に貯蓄されていた水を排水したことによるが、水抜ボーリングや集水井の集水ボーリングは目づまりを生じたものと考えられる。昭和53年11月～12月に測定した排水量を年間水量に換算すると、893.520  $\text{m}^3$  となり、地区内の年間降水量の19%になる。実際は融雪期にはより多量の地下水を排除する。また、上記水量の中には暗渠の排水量や草木等により位置不明の排水工の排水量は含まれていないので実際の排水量は上記以上に多いものと推定される。なお、昭和53年の比排水量はフケ上部斜面第7号隧道付近で83  $\ell/\text{min}/\text{ha}$  と多く、昭和40年の施工直後からの減少量は少ないが、修行者部落付近では10.7  $\ell/\text{min}/\text{ha}$  と1/10以下に減少している。

### (3) 地下水位の経年変化

地下水位の変化の状況を表7-3に示した。なお、全孔ともオールストレナーであり、地下水位は掘さく完了直後のものである。したがって、厳密には地下水位の比較はできなが、昭和53年、61年、および平成3年は各年の11月～12月の地下水位であり、昭和38年～40年も11月に測定したものが多く概略の傾向を把握することができる。

同表によると、吉尾では集水井による排水によって地下水位が低下している。とくに、S38B16号孔と同一カ所に掘削した53BV-8号孔では、前者の地下水位が渇水期で2.7 mであるのに対して、後者は豊水期で14.1mである。

フケの上部斜面ではやや水位が低下しているが、下部斜面ではむしろ上昇しており、集水井施工の効果は見られない。上部斜面の地すべり崩土が亀裂の多い凝灰岩塊からなるのに対して、下部斜面は極めて水はけの悪いベントナイト状の粘土が分布するためと推定される。天替・屋敷田では下部ブロック頭部付近の2.N0,4号孔で地下水位の低下が著しく、上部ブロック7の2.N0,5号孔付近でもかなりの水位低下がみられる。しかし、末端部では変化がない。

表 7 - 3 地下水位の経年変化

| 地域名          | 昭和 38 ～ 40 年          |                              |                        | 昭和 53 年            |                                                    |           | 平成 3 年      |                     |          |
|--------------|-----------------------|------------------------------|------------------------|--------------------|----------------------------------------------------|-----------|-------------|---------------------|----------|
|              | 井ノ口<br>NO             | 地下水位<br>m                    | 深 度<br>m               | 井ノ口<br>NO          | 地下水位<br>m                                          | 深 度<br>m  | 井ノ口<br>NO   | 地下水位<br>m           | 深 度<br>m |
| 吉 尾          | S38<br>B16            | 2.7                          | 30                     | BV- 8              | 14.1<br>(12月初旬)                                    | 30        |             |                     |          |
|              | S38<br>B15            | 1～2                          | 20                     | BV1 ～<br>7<br>BV-9 | BV-5は38m他は<br>1.04～6.58m<br>8 孔平均7.7m<br>( 12月初旬 ) | 25～<br>40 |             |                     |          |
| フ ケ          | S39<br>B23            | 1.4<br>(8月18日)               | 100                    | BV-11              | 1.2<br>( 12月初旬 )                                   | 70        | 2.NO,1      | 3.05<br>(11 月24日 )  |          |
|              | S38B13<br>他S40の<br>8孔 | 平均<br>1.5<br>( 10月～<br>11月 ) | B-13<br>30<br>他は<br>20 | BV-12<br>13        | 2.1<br>( 12月初旬 )                                   | 30<br>45  | 2.NO,2      | 1.10<br>( 11月25日 )  |          |
| 天 替<br>屋 敷 田 | S40<br>B16            | 1.6<br>( 10月<br>16日 )        | 20                     | BV-14              | 0.25<br>( 12月初旬 )                                  | 30        | 61.NO,<br>3 | 1.15<br>( 11月12日 )  | 25       |
|              | T-16                  | 0.1<br>( 11月 )               | 21                     |                    |                                                    |           | 2.NO,4      | 18.30<br>( 11月27日 ) | 25       |
|              | T-11                  | 0.2<br>( 11月 )               | 20                     |                    |                                                    |           | 2.NO,5      | 4.50<br>( 12月11日 )  | 50       |

## 8. ま と め

当地区は松之山ドーム構造の北西端に位置し、褶曲時の応力により地層が脆弱化している。さらに分布する新第三系の岩層は泥質岩、凝灰質岩とともに乾湿の差により容易に風化し、極めて軟弱な粘土となる。また、地下水も豊富で、地すべりの活発なフケ、天替、屋敷田などの地域では、かつてはほとんど地表近くまで飽和していた。このため、同一カ所で繰り返し地すべりを生じており、典型的な粘稠型地すべりの様相を呈している。近年も昭和37年11月から発生した松之山地すべりをはじめ、活発な移動があった。しかし、昭和53年の調査結果等によると、年間降水量の少なくとも19%は排水工によって排除されており、地下水位も所によっては施行前よりも10数mも低下している。これによって移動量は激減したが、いまだに僅かの動きが見られる。

地すべり深度は天替で49m、屋敷田で22.0～23.5と深い。天替の頭部付近では深度50mまでも豊富な地下水が賦存しており、今後これらの地下水を排除して地すべりを安定させることが望ましい。また、フケの下部斜面には極めて水はけの悪いベントナイト状の粘土が分布しているが、杭打工等が検討されている。

(文責、岩永 伸、小川 猛)

## 9. 参 考 文 献

- (1) 岩永 伸、津田禾粒(1964) ; 松之山地すべり-水梨地区-について、地すべりVol. 1, NO. 2, PP.75-85
- (2) 岩永 伸(1982) ; 地下水排除工による効果について、地すべり対策防止工事の効果と斜面安定、地すべり学会新潟支部他, PP.50-70
- (3) 昭和53年度地すべり対策事業水梨地区地質調査委託報告書 東頸城農地事務所
- (4) 昭和61年度地すべり対策事業水梨地区地質調査委託報告書 東頸城農地事務所
- (5) 昭和63年度地すべり対策事業水梨地区地質調査委託報告書 東頸城農地事務所
- (6) 平成元年度耕地災害復旧事業水梨地区地質調査委託報告書 東頸城農地事務所
- (7) 平成2年度地すべり対策事業水梨地区地質調査委託報告書 東頸城農地事務所
- (8) 平成3年度地すべり対策事業水梨地区地すべり調査観測委託報告書
- (9) 伊藤克己他(1992) ; 深層地すべりのすべり面判定について-柵口、トチ山、水梨、内川地すべりの例、地すべり学会新潟支部他, PP.11-14



中里裕臣・稲本暁（北陸農政局）、伊東佳彦（関東農政局）

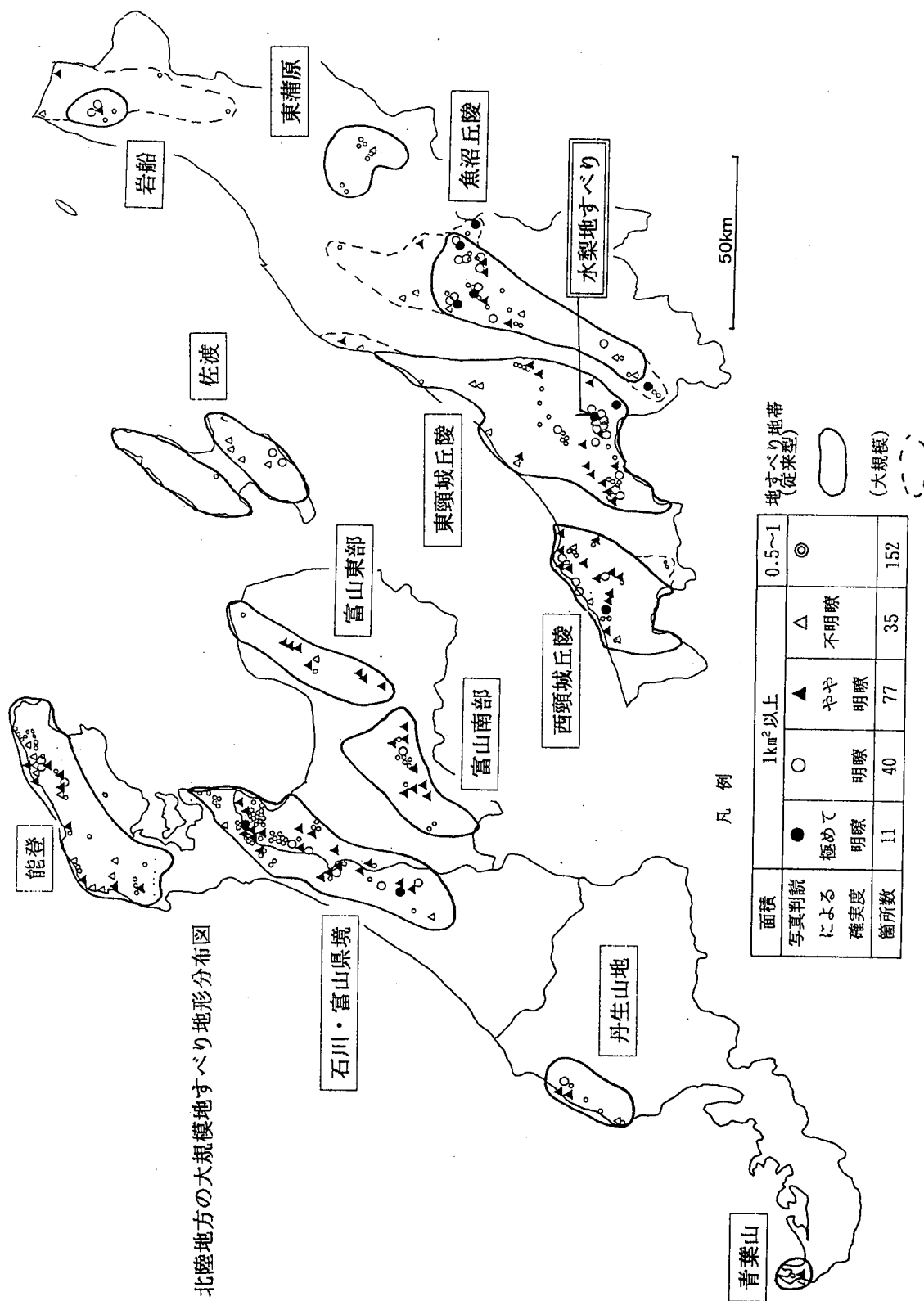
# 1. 大規模地すべりとしての水梨地すべり

北陸農政局では、大規模で急激に発生する初生地すべりである特殊地すべりのうち、特に大規模なものについて昭和63年度から調査を行っている。これは1/40,000程度の空中写真により、面積が100haを越える地すべり地形を判読するものであり、現在までに、北陸農政局管内で162箇所の大規模地すべり地形を確認している（第1図）。水梨地すべりは、これら大規模地すべり地形の一つであり1962年から2年間にわたり活動し、南に隣接する松之山地すべりと合わせてその移動面積が850haに及んだ巨大地すべりである。

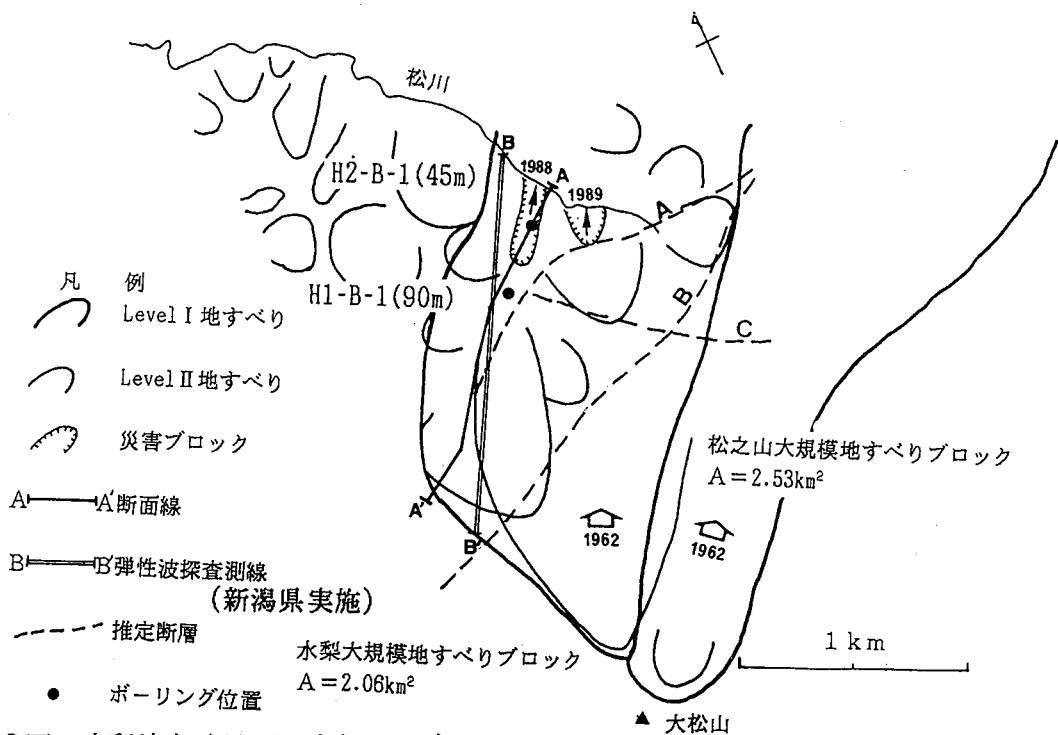
水梨周辺の地すべり分布の概要を第2図に示す。ここでは高浜・伊東(1989)の定義（表-1）に基づき、レベルⅠ（初生的大規模ブロック）とレベルⅡ（2次ブロック）と最近被災したブロックのみを示すが、このほかにレベルⅢの従来の地すべりブロックが無数に存在する。水梨地すべりのレベルⅡブロックは推定断層Bの北側に分布し、これは寺泊・椎谷層の泥岩の分布域と一致する。推定断層

|                |                       | Level I ls.               | Level II ls.                   | Level III ls.                     |
|----------------|-----------------------|---------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|
|                |                       | Primary ls.<br>Mother ls. | Secondary ls.<br>Daughter ls.  | Tertiary ls.<br>Granddaughter ls. |
| Scale          | Area                  | $>10^6 \text{ m}^2$       | $10^5 - 10^4 \text{ m}^2$      | $10^4 - 10^2 \text{ m}^2$         |
|                | Depth                 | $10^2 \text{ m}$          | $10^1 \text{ m}$               | $10^1 - 10^0 \text{ m}$           |
|                | Volume                | $>10^8 \text{ m}^3$       | $10^7 - 10^5 \text{ m}^3$      | $10^6 - 10^3 \text{ m}^3$         |
|                | Length of main cracks | $10^3 \text{ m}$          | $10^2 \text{ m}$               | $10^1 - 10^0 \text{ m}$           |
| Main materials |                       | Blocks                    | Blocks & Debris                | Debris                            |
| Age            |                       | Ancient                   | Ancient<br>Present             | Ancient<br>Present                |
| Remarks        | Main Cause            | Tectonics                 | River erosion<br>Precipitation | River erosion<br>Precipitation    |
|                | Presentive works      | Impossible                | Limitation~<br>Impossible      | Usual works                       |

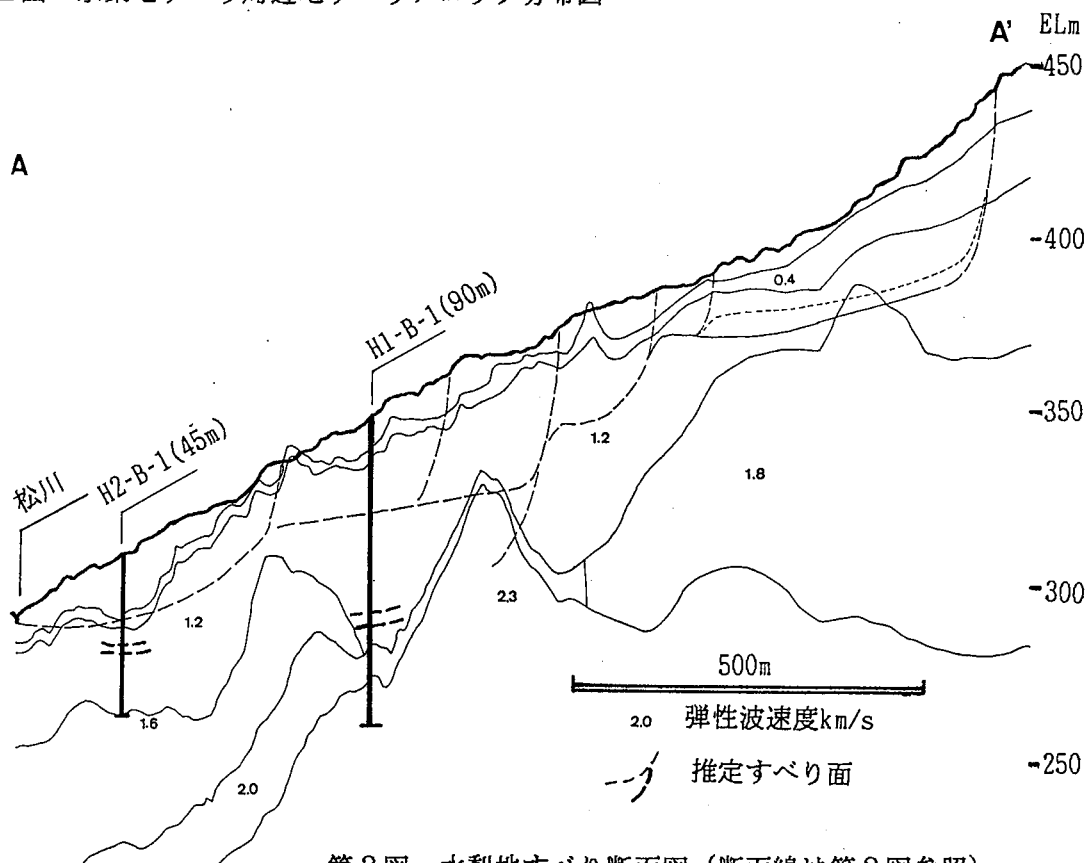
表-1 特殊地すべり地に見られる地すべりの階層性（高浜・伊東、1989）



第1図 北陸地方の大規模地すべり地形分布図



第2図 水梨地すべり周辺地すべりブロック分布図



第3図 水梨地すべり断面図 (断面線は第2図参照)

Bの南側は寺泊層凝灰岩の分布域で松之山ドーム構造の北翼となっており、NE-SW、NNW-SSEの2方向のリニアメントが卓越する。

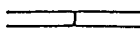
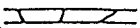
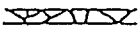
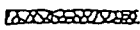
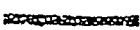
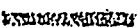
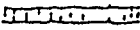
## 2. ボーリング調査結果

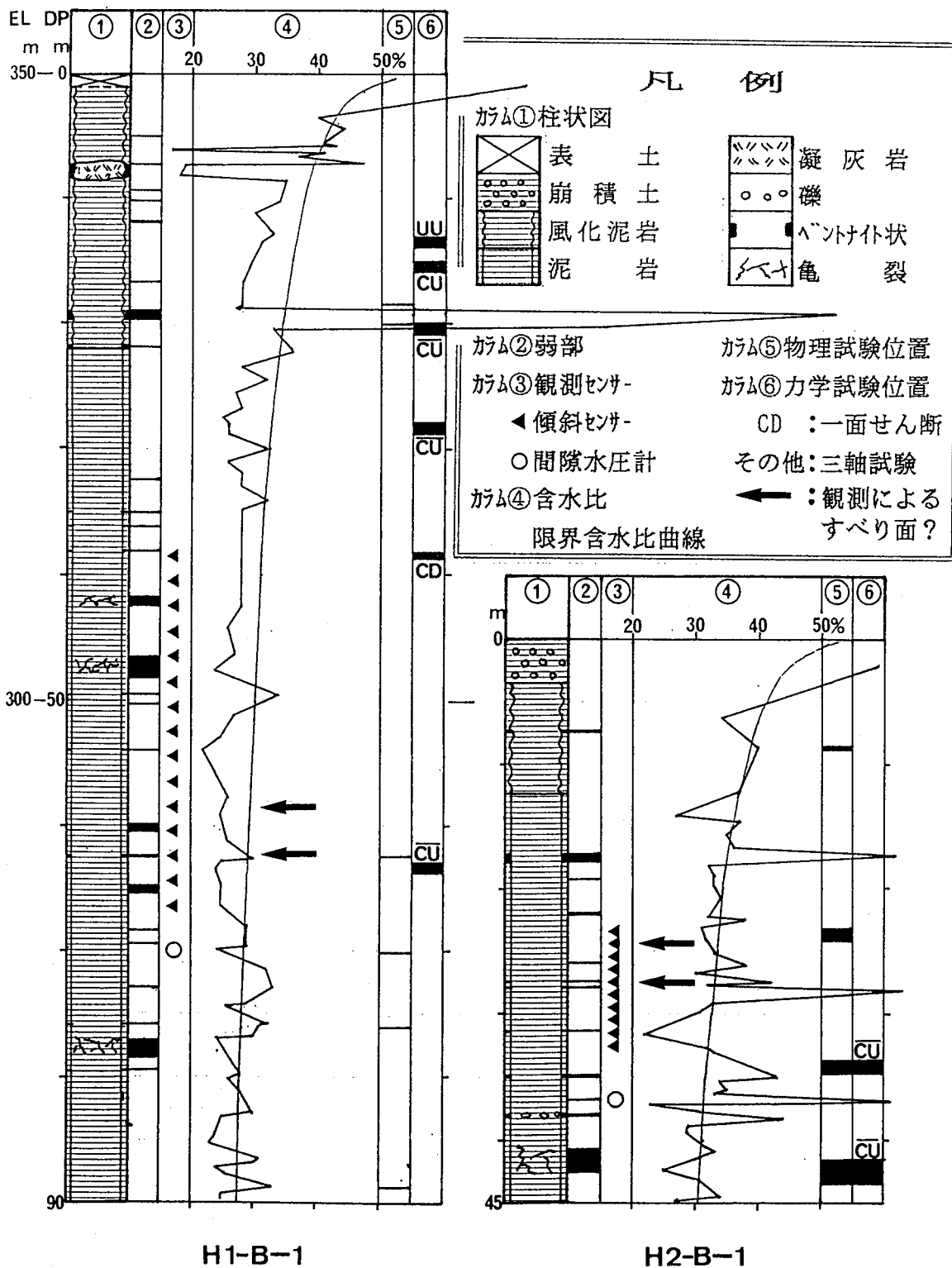
水梨地すべりの末端に近い屋敷田・天替地区の泥岩の分布域において、平成元年度（H1-B-1、D=90m）と平成2年度（H2-B-1、D=45m）に調査ボーリングを実施した。屋敷田・天替地区は水梨地すべりの中でも不安定な地区であり、集水井による水抜きを主体とする対策が行われてきている。従来の調査によりすべり面は最大30m程度と推定されている（第3図）。

今回のボーリングはブロック末端の松川の現河床標高約290mよりも30m程度下位まで掘削し、初生すべりに関する情報を得ることを目標とした。ボーリングの仕様は、高品位コア採取のため泡式掘削とし、トリプルチューブ（φ86mm/m、アクリル製）サンプリングを実施した。この結果、泥水状のコアも採取可能としている。採取したコアは表-2に示す解析要領により詳細な観察を行いすべり面判定の資料とすると共に、連続的な含水比測定を含む土質試験を行った。また、ボーリング孔には間隙水圧計と孔内傾斜センサーを埋設し、深部の移動観測を開始した。

第4図にボーリングの概略柱状図、コア観察による弱部（亀裂の集中部及び軟弱部）、観測計器配置、自然含水比及び土質試験の位置を示す。H1-B-1では、表層から1.2mまでが褐色の表土で、22mまでが軟質で角礫状を呈する風化泥岩で移動土塊と判断される。8m付近には厚さ1.2mの強風化凝灰岩が認められるが、これは礫の可能性がある。20、22m付近には泥土状の部分があり、すべり面の可能性が高い。22m以深はコアは硬質となり「基盤」とみなされるが、軟質部や破碎部を頻繁に挟んでいる。H2-B-1では表層から3.5mまでが崩積土で、12.7mまでが軟質で角礫状を呈する風化泥岩で、移動土塊と判断される。12.7m以深は砂岩薄層を挟む弱風化泥岩でH1-B-1より全体的に軟質となっている。17mから38mまでは破碎部と軟質部が頻繁に挟まれ、40mから42mまでは亀裂が多い。38mには径1～7cmの礫が挟まれる。両ボーリングとも従来の移動土塊の下位の泥岩中に多数の弱部が確認されたが、その成因が地すべりによるものか、構造運動によるものかの判断、またすべり面の判定は困難であった。

表-2 コア詳細解析記載要領

|            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 地質名        | 大区分：岩相の大きく異なる単位で記載：泥岩、凝灰岩等<br>細区分：岩相の細かい変化、性状の違いに基づき記載<br>泥岩の例（砂質シルト岩、凝灰質シルト岩等）                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 地質<br>柱状図  | 地質名細区分に対応するように詳細な記載を行う。<br>（スケッチ様）                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| コア<br>形状   | 記載単位は原則として20cmとする。<br><div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="margin-right: 10px;"> I <br/> II <br/> III <br/> IV <br/> V <br/> VI <br/> VII  </div> <div> 長さ50cm以上の棒状コア。<br/> 長さ50～15cmの棒状コア。<br/> 長さ15～5cmの棒状～片状コア。<br/> 長さ5cm以下の棒状～片状コアでかつコアの外周の一部が認められるもの。<br/> 主として角礫状のもの。<br/> 主として砂状のもの。<br/> 主として粘土状のもの。 </div> </div> |
| 硬軟<br>区分   | 記載単位は下限5cm程度とする。<br><div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="margin-right: 10px;">ランク</div> <div>状態</div> </div> <div style="margin-left: 20px;"> 5 親指をたやすく押し込める<br/> 4 かなり力をいれないと親指は押し込めない<br/> 3 親指でへこませることはできるが親指を貫入させるには大きな力を要する。<br/> 2 親指の爪はたやすくはいる<br/> 1 親指の爪もはいらぬ </div>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| 見かけ<br>含水量 | 記載単位は下限5cm程度とする。含水薄層は矢印等で表示。<br><div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="margin-right: 10px;">ランク</div> <div>状態</div> </div> <div style="margin-left: 20px;"> 5 泥水状<br/> 4 指圧等により水がにじみでる<br/> 3 指圧ではにじまないが湿っている<br/> 2 半乾燥状態<br/> 1 乾いている </div>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 亀裂数        | コア形状Ⅰ～Ⅲの20～100cm間について全ての亀裂を数え、m当りに換算する。（同一コア形状が100cmを越えるものについては上端から100cm単位で区間を設定していくこととする。）                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 亀裂<br>角度   | カウントした亀裂について、すべて10°単位で計測する。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 亀裂面<br>状態  | カウントした亀裂について、亀裂面状態が下記のいずれであるか観察する。<br>a. 新鮮、b. 酸化、c. 粘土フィルムを挟む d. 粘土を挟む<br>e. 鏡肌（c, dかつeはeとする）                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |



第4図 ボーリング総括図

自然含水比測定は、岩の状態を簡便かつ的確に判断するために実施したものである。これは、完全軟化状態の粘土の含水比が平均有効応力の対数と直線関係にあることから、泥岩の自然含水比を測ることによりその岩の強度の程度が推定できる（仲野、1990）ことを利用するものである。第4図の限界含水比曲線は粘土の密度を  $\gamma_t = 2 \text{ tf/m}^3$ 、側圧係数  $k_0 = 1$ 、間隙水圧0としたときの完全軟化状態の含水比 ( $w_s$ ) と平均有効応力 ( $P_s'$ ) の関係式

$$w_s = 41.5 - 11.3 \log P_s' \quad \text{-----} \textcircled{1}$$

$$\text{ただし } P_s' = \gamma_t \times \text{深度(m)} / 10 \quad \text{kgf/cm}^2$$

から求めたもので、この線より含水比が高いところでは、岩の強度が完全軟化状態以下にあることを示している。これによるとH1-B-1では60m以深で、H2-B-2では20m以深で、強度の小さい部分が多いことが予想される。また、限界状態以上の含水比は間隙水圧 ( $u \text{ kgf/cm}^2$ ) が作用していたことを示す。 $u$ は

$$u = P_s' - P' \quad \text{-----} \textcircled{2}$$

で示されるから①式より含水比  $w$  の時の平均有効圧力  $P'$  を求め、②式から推定される最大の間隙水圧を求めることが出来る。両ボーリングについて間隙水圧を推定したものを第5図にまとめる。図中の直線は間隙水圧を水頭に換算した時の地表面を示し、最大で地表面上20～30mの水頭高をもつ被圧地下水が存在することを示唆している。このことから地下深部の地下水は亀裂中を通るパイプフロー的なものと推定される。

ボーリングコアを利用した土質試験の結果を表-3にまとめる。水梨地すべり地の寺泊層泥岩の粒度構成はシルト質粘土(CH)で、高塑性の粘性土となっている。強度試験はコア状態の良好な部分で行ったが、深度による強度増加の傾向はあまりみられず、新鮮部は破碎部をはさみブロック状に分布することが予想された。この他にH1-B-1の深度38.5～38.75mのコアでは繰り返し一面せん断試験を実施し、 $c_r = 0.14 \text{ kgf/cm}^2$ 、 $\phi_r = 8.86^\circ$  の残留強度を得ている。

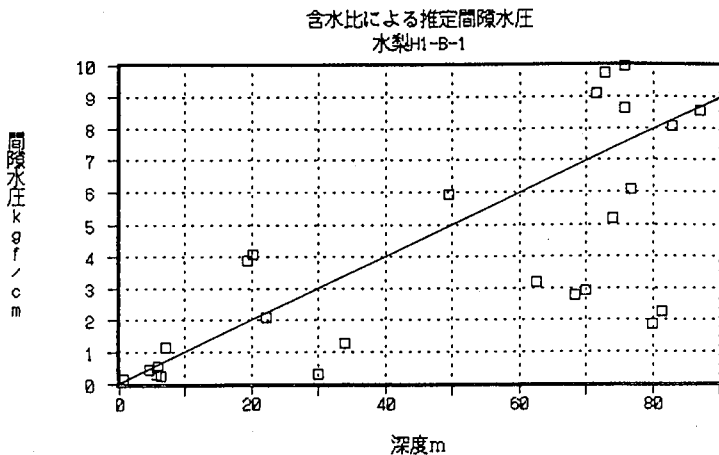
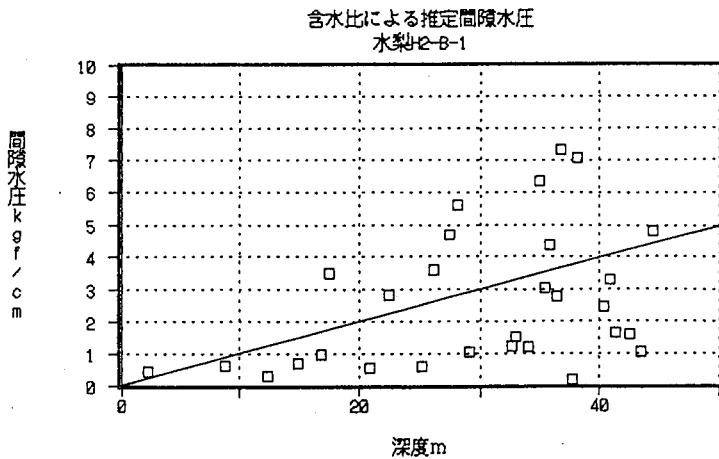
### 3. 孔内観測結果

ボーリング孔を利用した観測は、H1-B-1では間隙水圧計1点（深度70m）、孔内傾斜センサー15点（深度38.5～66.5m、2mおき）、H2-B-1では間隙水圧計1点（深



表-3 水梨地区土質試験結果

|               |                       | H1-B-1(90m) |       |       |        |       |       |       |       |       |       |       |  | H2-B-1(45m) |       |        |        |        |  |  |  |
|---------------|-----------------------|-------------|-------|-------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--|-------------|-------|--------|--------|--------|--|--|--|
| 試験深度区間        |                       | 13.15       | 14.85 | 18.50 | 19.95  | 20.20 | 27.90 | 62.60 | 63.00 | 69.90 | 75.80 | 89.30 |  | 8.50        | 23.15 | 33.60  | 41.60  |        |  |  |  |
| GL-m          |                       | 14.15       | 15.85 | 18.70 | 20.85  | 20.45 | 28.70 | 62.80 | 63.75 | 70.10 | 76.00 | 89.50 |  | 9.00        | 24.10 | 34.60  | 43.60  |        |  |  |  |
| 試料名           |                       | 1           | 2     | S-1   | 3      | S-2   | T-1   | S-3   | T-2   | S-4   | S-5   | S-6   |  | S-1         | S-2   | S-3,T1 | S-4,T2 |        |  |  |  |
| 粒<br>度        | 2000 $\mu$ 過分         |             |       | 0.0   | 0.0    | 0.0   |       | 0.5   |       | 0.0   | 0.0   | 0.0   |  | 0           | 0     | 0      | 0      |        |  |  |  |
|               | 75 $\mu$ 粗分           |             |       | 1.0   | 1.2    | 1.5   |       | 1.0   |       | 2.5   | 1.0   | 1.5   |  | 2           | 7     | 2      | 2      |        |  |  |  |
|               | 4 $\mu$ ルト分           |             |       | 23.0  | 33.3   | 28.5  |       | 23.5  |       | 37.0  | 30.5  | 27.5  |  | 57          | 42    | 26     | 21     |        |  |  |  |
|               | 0.075 $\mu$ 粘土分       |             |       | 76.0  | 65.5   | 70.0  |       | 75.0  |       | 60.5  | 68.5  | 71.0  |  | 41          | 51    | 72     | 77     |        |  |  |  |
|               | 最大粒径mm                |             |       | 0.42  | 0.1050 | 0.84  |       | 4.78  |       | 0.84  | 0.25  | 0.42  |  | 0.25        | 0.84  | 0.42   | 0.42   |        |  |  |  |
| CP 2 $\mu$ 以下 |                       |             |       | 50.0  | 54.0   | 44.0  |       | 50.0  |       | 45.0  | 50.0  | 47.0  |  | 28          | 33    | 56     | 57     |        |  |  |  |
| 液性限界%         |                       |             |       | 157.8 | 121.1  | 125.8 |       | 128.1 |       | 127.0 | 146.7 | 138.3 |  | 106         | 129   | 151    | 145    |        |  |  |  |
| 塑性限界%         |                       |             |       | 32.1  | 27.2   | 30.2  |       | 31.0  |       | 29.5  | 34.1  | 30.4  |  | 36          | 34    | 28     | 31     |        |  |  |  |
| 塑性指数          |                       |             |       | 125.7 | 93.9   | 95.6  |       | 97.1  |       | 97.5  | 112.6 | 107.9 |  | 70          | 95    | 123    | 114    |        |  |  |  |
| 液性指数          |                       |             |       | -0.03 | 0.06   | 0.58  |       | 0.02  |       | -0.06 | -0.03 | -0.05 |  | 0.06        | -0.04 | 0.03   | 0.00   |        |  |  |  |
| 分類            |                       |             |       | CH    | CH     | CH    |       | CH    |       | CH    | CH    | CH    |  | CH          | CH    | CH     | CH     |        |  |  |  |
| 比重            |                       |             |       | 2.666 | 2.763  | 2.683 |       | 2.671 |       | 2.680 | 2.689 | 2.678 |  | 2.679       | 2.703 | 2.737  | 2.772  |        |  |  |  |
| 含水比 %         |                       | 30.84       | 29.21 | 28.24 | 32.90  | 85.58 | 26.08 | 29.53 | 24.34 | 23.39 | 31.27 | 24.66 |  | 40.0        | 30.5  | 32.0   | 31.0   |        |  |  |  |
| 湿潤密度          |                       | 1.902       | 1.921 | 1.951 | 1.955  | 1.490 | 1.959 | 1.933 | 1.989 | 2.029 | 1.915 | 2.012 |  | 1.755       | 1.883 | 1.918  | 1.936  |        |  |  |  |
| 間隙比           |                       | 0.898       | 0.837 | 0.752 | 0.878  | 2.342 |       | 0.790 |       | 0.830 | 0.843 | 0.660 |  | 1.140       | 0.874 | 0.884  | 0.876  |        |  |  |  |
| 飽和度 %         |                       | 94.3        | 96.5  | 100.1 | 97.6   | 98.1  |       | 99.9  |       | 99.5  | 99.7  | 100.0 |  | 94.1        | 93.4  | 99.1   | 98.1   |        |  |  |  |
|               | 試験条件                  | UU          | CU    |       | CU     |       | CU    |       | CU    |       |       |       |  |             |       | CU     | CU     |        |  |  |  |
|               | c kgf/cm <sup>2</sup> | 2.329       | 0.688 |       | 1.74   |       | 2.55  |       | 7.00  |       |       |       |  |             |       | C 2.5  | C 2.2  |        |  |  |  |
|               |                       |             |       |       | 1.80   |       | 2.25  |       | 8.14  |       |       |       |  |             |       | C' 2.5 | C' 2.3 |        |  |  |  |
|               | $\phi$                | 3.9         | 18.8  |       | 12.6   |       | 34.15 |       | 16.70 |       |       |       |  |             |       |        | 22.7   | 27.0   |  |  |  |
|               |                       |             |       |       | 12.5   |       | 48.15 |       | 16.56 |       |       |       |  |             |       |        | ' 25.2 | ' 32.1 |  |  |  |
| 限界含水比         |                       | 36.4        | 35.9  | 35.0  | 34.6   | 34.5  | 33.0  | 29.2  | 29.1  | 28.6  | 28.2  | 27.5  |  | 40.1        | 38.0  | 37.3   | 36.8   |        |  |  |  |



第5図 含水比による推定間隙水圧

度37m)、孔内傾斜センサー10点(深度23.5~32.5m、1mおき)を接続した自動記録計によって行い、ICカードに記録したデータをパソコンにより処理している。観測孔の構造については、間隙水圧計はセンサーの周囲は珪砂を充填し、その上下はセメントもしくはベントナイトで遮水している。また傾斜センサーはVP50塩ビ管に固定したものを挿入し、周囲はセメントで孔口まで充填している。なお、傾斜センサーの分解能は $0.01^{\circ}$ であり斜面下流側へ右回転したときを正方向としている。間隙水圧計の分解能はH1-B-1で $0.004\text{kgf/cm}^2$ 、H2-B-1で $0.002\text{kgf/cm}^2$ である。

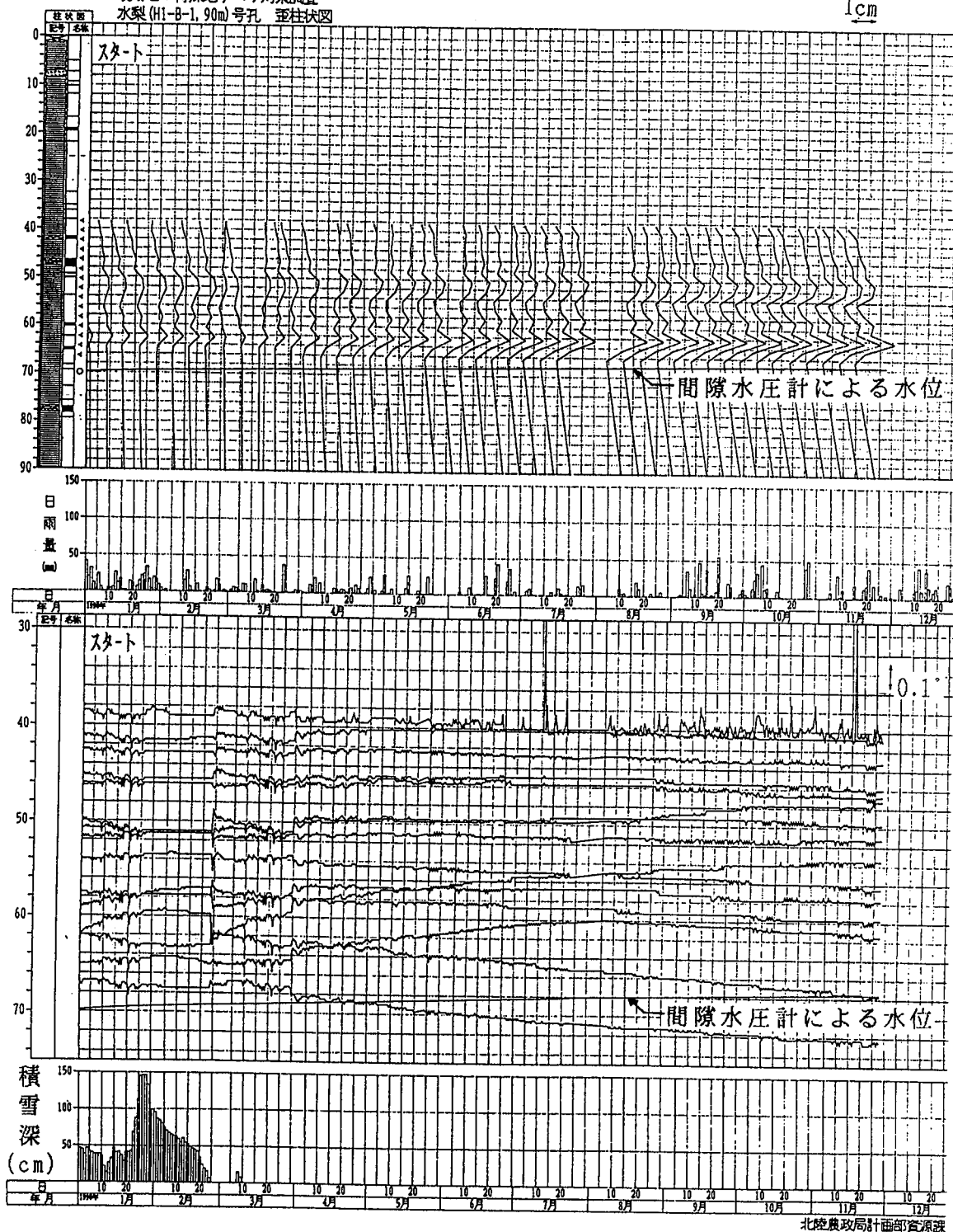
H1-B-1については1989年12月26日から1992年5月27日まで、H2-B-1については1990年9月30日から1992年5月27日までの記録をそれぞれ第6、7図に示す。各図とも、地質柱状図の凡例は第4図と共通で、上段から変位量柱状図(孔底から累積)、日雨量図(安塚)、変位量経時変化図、日最深積雪深図(安塚)となっており、変位量柱状図と経時変化図には間隙水圧計による水位が付記されている。

観測記録をみると、H1-B-1では1990年1月から11月にかけては深度62.5mで $1.5\text{mm}/1\text{カ月}$ 程度の変位の累積がみられる。その後は1992年3月から5月にかけて $2\text{cm}/1\text{カ月}$ の変位が深度54.5mで認められる。他の深度でも小さな動きはあるが、積雪期間中の変動はほとんど無くなっている。間隙水圧は観測開始から徐々に増加し、現在は初期値より約 $+0.3\text{kgf/cm}^2$ で安定しており、降雨、融雪との対応は全く見られない。H2-B-1では深度24.5mと27.5mで観測開始から1992年1月にかけて $0.5\text{cm}/1\text{カ月}$ 程度の変位の累積が認められる。この2つの記録は経時変化図をみると同期しているため、計測ミスの可能性もあるが、1992年では積雪期間中には変位が止まり、融雪期以降にはセンスが逆転するという特徴的な動きも示している。間隙水圧は観測開始から徐々に減少し、現在では初期値より約 $-0.5\text{kgf/cm}^2$ で安定しており、H1-B-1同様降雨、融雪等との相関は認められない。

これまでの観測から得られた変位箇所は第3図には太い破線で、第4図には矢印で示した。変位箇所には軟弱な部分が存在し、自然含水比によれば完全軟化状態以下に強度が低下している部分にほぼ相当する。これらが連続するすべり面とすると、その位置が現河床よりも低い所にあることから大規模なすべり面を想定する必要が生じる。

現場名：特殊地すべり対策調査  
水梨(H1-B-1, 90m)号孔 歪柱状図

1cm

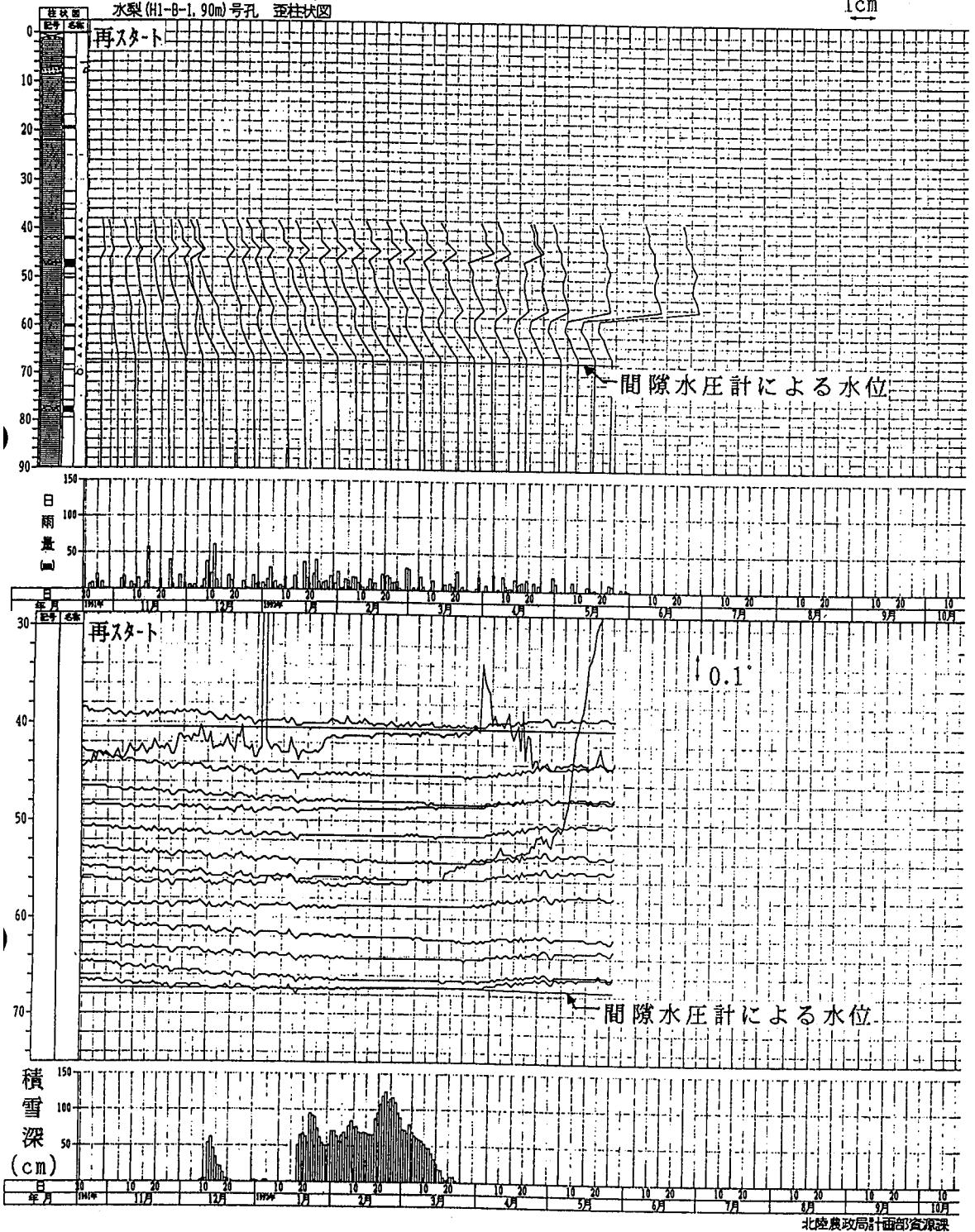


北陸農政局計画部資源課

第6-a図 孔内傾斜観測図(H1-B-1)

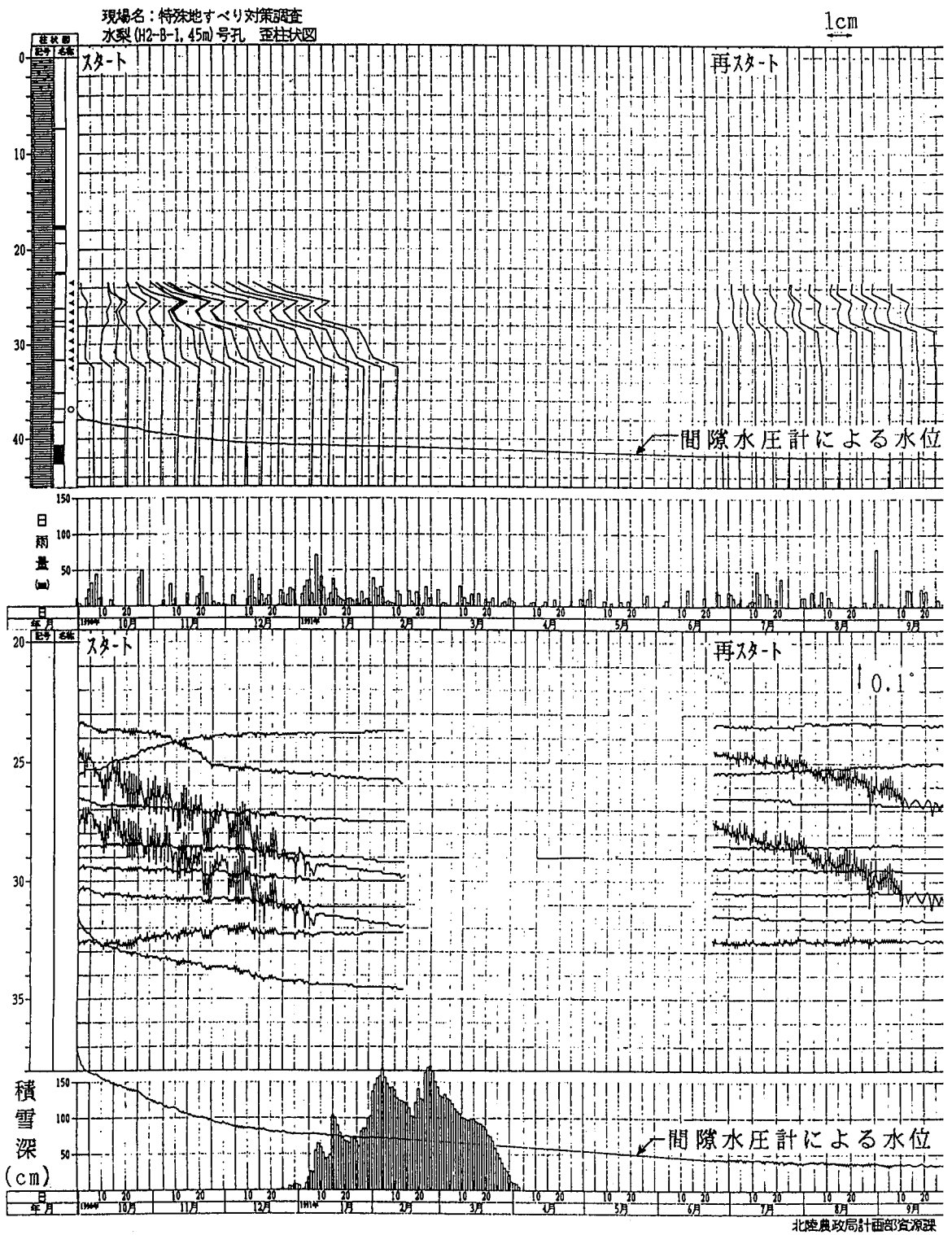
現場名：特殊地すべり対策調査  
水梨 (H1-B-1, 90m) 号孔 歪柱状図

1cm



北陸農政局計画部資源課

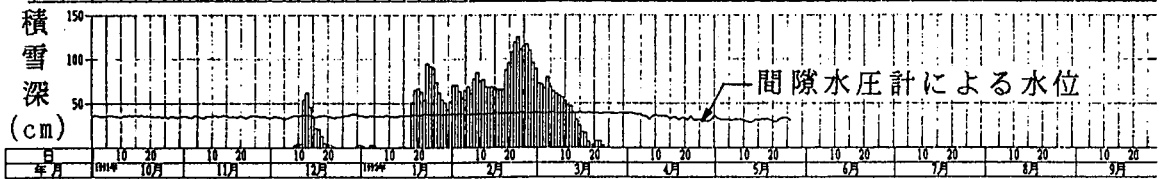
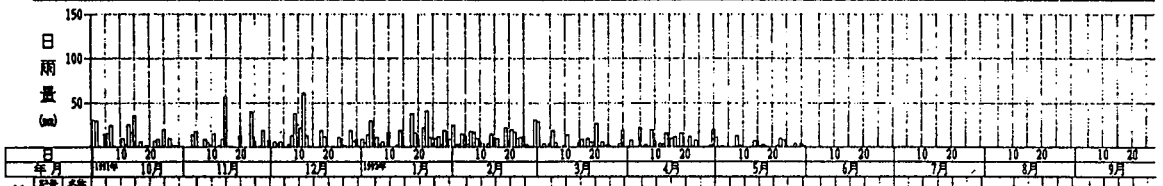
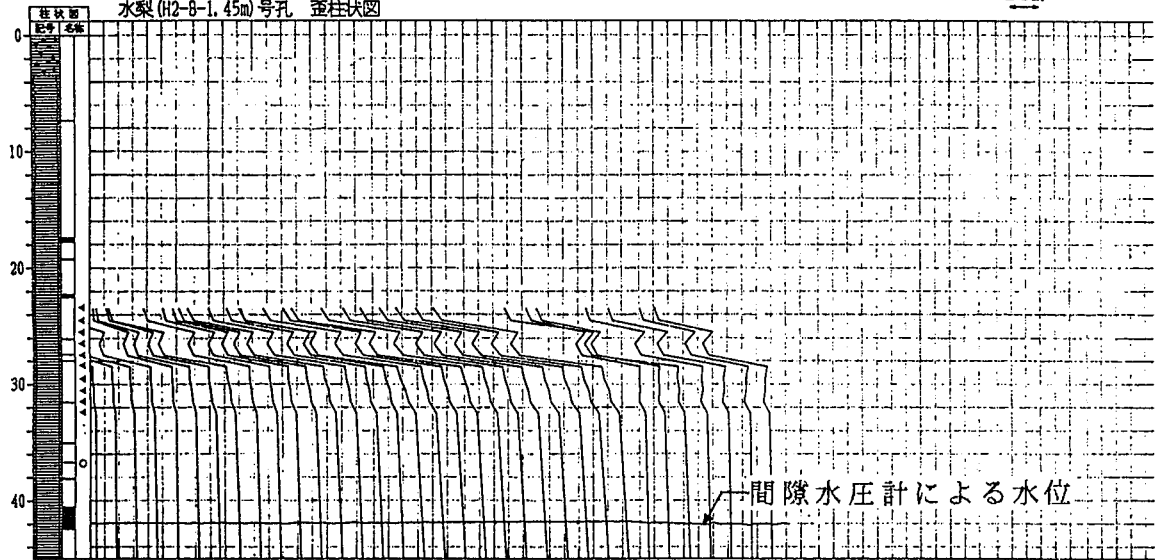
第6-b図 孔内傾斜観測図(H1-B-1)



第7-a図 孔内傾斜観測図(H2-B-1)

現場名：特殊地すべり対策調査  
水梨(H2-B-1.45m)号孔 歪柱状図

1cm



北陸農政局計画部資源課

第7-b図 孔内傾斜観測図(H2-B-1)

#### 4. 今後の課題

以上が水梨地すべりにおける深層ボーリング調査結果の概要であるが、成果としては自然含水比測定による岩の状態の判定と大きな間隙水圧の部分的な存在の推定と深部の変位の確認があげられる。特に深部の間隙水圧については実測が困難であることから、安価で簡便な自然含水比測定は地すべり調査に有効な手段とすることができる。このとき、正確な含水比を求めるためには、コアの吸水や流失のおそれが少ない泡式ボーリングによるサンプリングが有利である。問題点としては、深部の弱部の成因について、地すべりによるものか構造運動によるものかどうかの判断と、孔内観測結果の解釈があげられる。前者については初生すべりの規模を議論する上で重要であるが、今回のボーリングでは確実な岩盤を確認していない可能性もあるので、ここでは深部の弱部の存在と、わずかではあるが変位も確認されたことから、深度80mにおよぶ大規模地すべりの存在の可能性を指摘することにとどめたい。後者については深層の観測事例が少ないことから今後の観測の継続と調査事例を増やすことにより危険度判定等が可能になると考えられる。

#### 参考文献

- 仲野良紀(1990)：断層粘土化した地すべり母岩（泥岩）の力学特性について，農地保全基礎調査斜面整備対策調査上越地区調査報告書，319-348．北陸農政局
- 高浜信行・伊東佳彦（1989）：旧期初生的巨大地すべりと現在の地すべりの関連－地すべりの階層性と歴史性－．新潟大学災害研年報，11，25-36．

# 社団法人 新潟県地質調査業協会会員名簿

事務局 〒950 新潟市鳥屋野4丁目7番22号新潟県地質会館  
TEL (025) 285-3145 FAX (025) 285-3336

4. 4. 1

| 会 員 名                   | 代 表 者 | 住 所                         | 電 話 番 号           | F A X 番 号         |
|-------------------------|-------|-----------------------------|-------------------|-------------------|
| 旭 調 査 設 計 (株)           | 奥田 優  | 新潟市八千代1-4-31                | (025)<br>245-8345 | (025)<br>245-8349 |
| 大手開発(株)新潟営業所            | 小滝 帝治 | 〃 上所中2-15-10                | (025)<br>283-2081 | (025)<br>283-2082 |
| 応用地質(株)新潟支店             | 安藤 廉  | 〃 紫竹7-27-35                 | (025)<br>274-5656 | (025)<br>271-6765 |
| 開 発 技 建 (株)             | 斎藤 申吾 | 〃 文京町22-21                  | (025)<br>265-2261 | (025)<br>267-8912 |
| 梶谷エンジニア(株)新潟営業所         | 大塚 光治 | 〃 新島町通1-1977-2<br>ロイヤル礎205号 | (025)<br>228-3520 | (025)<br>225-2009 |
| 川崎地質(株)新潟支店             | 高橋 廣  | 〃 米山5-1-25<br>小林ビル          | (025)<br>241-6294 | (025)<br>241-6226 |
| (株)キタック                 | 中山 輝也 | 〃 平島1-13-6                  | (025)<br>231-2201 | (025)<br>267-2171 |
| 基礎地盤コンサルタンツ(株)<br>新潟事務所 | 笠原貢太郎 | 〃 沼垂東1-9-18                 | (025)<br>243-2711 | (025)<br>243-2712 |
| (株)興和                   | 福田 正  | 〃 学校町通2-5295                | (025)<br>222-1911 | (025)<br>222-7733 |
| 国際航業(株)北陸支店             | 奥村 義郎 | 〃 東大通2-3-26<br>第百生命ビル7F     | (025)<br>247-0318 | (025)<br>241-4146 |
| 国土防災技術(株)新潟支店           | 荒井 五郎 | 〃 坂井1035-1                  | (025)<br>260-2245 | (025)<br>260-7522 |
| 三 祐 (株) 新 潟 支 店         | 田中 晴男 | 新潟市上所上1-16-8<br>上所ビル3F      | (025)<br>285-0301 | (025)<br>285-0302 |
| サンコーコンサルタント(株)<br>新潟支店  | 渡辺 浩  | 〃 寺尾上4-2-18<br>そうご電器ビル      | (025)<br>260-3141 | (025)<br>268-4950 |
| (株)新協地質                 | 篠崎 寿輔 | 〃 紫竹4-13-1                  | (025)<br>244-7866 | (025)<br>244-1673 |
| (株)新研基礎コンサルタント          | 児玉 芳彦 | 〃 山二ツ309-1                  | (025)<br>286-7188 | (025)<br>287-0096 |
| (株)大東設計コンサルタント<br>新潟支店  | 長棟 薫  | 〃 花園2-1-16<br>三和ビル301号      | (025)<br>246-1320 | (025)<br>247-3740 |
| 大日本コンサルタント(株)<br>新潟営業所  | 佐藤 淳  | 〃 米山4-1-23<br>堅田ビル          | (025)<br>241-0114 | (025)<br>244-7328 |
| (株)ダイヤコンサルタント<br>新潟営業所  | 稲波 知夫 | 〃 礎町通5ノ町2264<br>高政ビル        | (025)<br>222-4336 | (025)<br>243-7050 |
| 中央開発(株)北陸支店             | 吉岡 良三 | 〃 堀之内南3-1-21<br>ユタカビル内      | (025)<br>283-0211 | (025)<br>283-0212 |
| 利根コンサルタント(株)<br>新潟営業所   | 須藤 貞美 | 〃 寄居町704-5<br>平久ビル          | (025)<br>229-4098 | (025)<br>229-4097 |
| 東邦地水(株)長岡営業所            | 山田 一也 | 長岡市表町2-2-15                 | (0258)<br>33-2846 | (0258)<br>33-2863 |
| (株)日さく新潟支店              | 岩井 省吾 | 新潟市中木戸5-1                   | (025)<br>273-6301 | (025)<br>271-1110 |
| 日特建設(株)新潟支店             | 木村 隆夫 | 〃 南出来島1-10-1<br>ヴィラサザン2F    | (025)<br>285-2231 | (025)<br>285-2229 |
| 日本基礎技術(株)新潟支店           | 荒木 靖夫 | 〃 寺山字浦沢1072-1               | (025)<br>271-6311 | (025)<br>271-7778 |
| 日本物理探鉱(株)新潟事務所          | 池田 幸夫 | 〃 神道寺3-10-37                | (025)<br>241-2960 | (025)<br>241-2959 |
| 北 陸 鑿 泉 (株)             | 田井儀四郎 | 〃 弁天1-1-15                  | (025)<br>244-5222 | (025)<br>244-5223 |
| (株)村尾技建                 | 村尾 建治 | 〃 女池1433-11                 | (025)<br>284-6100 | (025)<br>283-0368 |
| 明治コンサルタント(株)<br>新潟支店    | 平 信行  | 〃 小針4-2-11                  | (025)<br>265-1122 | (025)<br>265-1126 |
| ライト工業(株)新潟支店            | 黒坂 健二 | 〃 弁天3-3-19                  | (025)<br>247-8251 | (025)<br>247-8254 |



# 地すべり対策技術協会新潟支部会員名簿

会員20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      | 新潟市学校町通 2-5295<br>(興和ビル)        | 025-222-1911 |
| 大手開発(株)新潟営業所       | 小滝 帝治 | 950      | 新潟市上所中 2-15-10                  | 025-283-2081 |
| 応用地質(株)新潟支店        | 安藤 廉  | 950      | 新潟市紫竹 7-27-35                   | 025-274-5656 |
| 株式会社キタック           | 中山 輝也 | 950-21   | 新潟市平島 1-13-16                   | 025-231-2201 |
| 北日本ブロック工業(株)       | 諸橋 運治 | 950      | 新潟市南笹口 1-12-12<br>(フクダ南笹口ビル)    | 025-244-4131 |
| 株式会社 興 和           | 福田 正  | 951      | 新潟市学校町通 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 |
| サンコーコンサルタント(株)新潟支店 | 渡辺 浩  | 950-21   | 新潟市寺尾上 4-2-18<br>(そうごう電器ビル)     | 025-260-3141 |
| 新越開発株式会社           | 穴澤 繁男 | 946-01   | 北魚沼郡広神村大字<br>下田 351-32          | 02579-9-3232 |
| (株)新協地質            | 篠崎 寿輔 | 950      | 新潟市紫竹 4-13-1                    | 025-244-7866 |
| (株)ダイヤコンサルタント新潟営業所 | 稲波 知夫 | 951      | 新潟市礎町通 5ノ町 2264<br>(高政ビル)       | 025-222-4336 |
| 中央開発(株)北陸支店        | 吉岡 良三 | 950      | 新潟市堀之内 3-1-21<br>(ユタカビル)        | 025-283-0211 |
| 東邦地下工業(株)新潟営業所     | 片山 浩明 | 950      | 新潟市女池 1443                      | 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<br>(平久ビル)          | 025-229-4098 |
| (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 | 950      | 新潟市南出来島 1丁目 10-1<br>(ビイラサザン 2F) | 025-285-2231 |
| 日本基礎技術(株)新潟支店      | 荒木 靖夫 | 950      | 新潟市寺山字浦沢 1072-1                 | 025-271-6311 |
| 日本物理探鉱(株)新潟事務所     | 池田 幸夫 | 950      | 新潟市神道寺 3-10-37                  | 025-241-2960 |
| 株式会社 村 尾 技 建       | 村尾 建治 | 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   | 平 信行  | 950-21   | 新潟市小針 4-2-11                    | 025-265-1122 |
| ライト工業(株)新潟支店       | 黒坂 健二 | 950      | 新潟市弁天 3-3-19                    | 025-247-8251 |

## 水梨地すべり

1992・9

---

|     |             |
|-----|-------------|
| 編 集 | 新潟県農地部農地建設課 |
| 発 行 | 地すべり学会新潟支部  |
| 印 刷 | 株式会社 文 久 堂  |

---