

# 土木研究所資料

## 岐阜県石原地すべり災害 現地調査報告書

平成元年2月

建設省土木研究所  
砂防部地すべり研究室

「Copyright © (1988) by P. W. R. I.

All rights reserved. No part of this book may be reproduced by any means, nor transmitted, nor translated into a machine language without the written permission of the Director of P. W. R. I.

この報告書は、土木研究所長の承認を得て刊行したものである。したがって、本報告書の全部又は一部の転載、複製は、土木研究所長の文書による承認を得ずしてこれを行ってはならない。」

# 岐阜県石原地すべり災害 現地調査報告書

地すべり研究室 主任研究員 綱 木 亮 介

## 要 旨

本報告は昭和63年8月初旬に岐阜県宮村に発生した石原地すべりについて、現地調査結果に基づいてとりまとめたものである。特に、急傾斜の斜面で発生した地すべりであったにもかかわらず被害は最小限にとどめられ、警戒避難が非常に効率的に行なわれた事例のひとつでもあるため、そのような視点からの考察も実施した。その結果、地すべりに対する警戒避難に関する幾つかのポイントが明らかとなった。

キーワード：地すべり，石原地すべり，警戒避難

## ま え が き

昭和63年8月3日、岐阜県宮村の石原地区において斜面の末端部に施工された護岸に変状が発見された。地すべりの発生自体が非常に稀れな地域であったため、当初、地元ではこの変状がそれほど大きな地すべりの発見につながるとは考えられていなかったようである。

しかしながら、変状を発見した住民の宮村役場への迅速な通報、また宮村役場から岐阜県高山土木事務所、県庁砂防課、さらには建設省傾斜地保全課への情報伝達とそれに続く適切な処置によって人命や資産への被害はほとんど皆無にとどめられた。石原地すべりに対してとられたこれらの一連の対応はほとんど最善のものであったと考えられ、今後の地すべりにおける警戒避難体制の整備に関連したさまざまな示唆に富んでいる。

ここではそのような点も念頭に置いて石原地すべりの現地調査結果及び警戒避難体制についての簡単な検討を試みたものである。

現地調査及び関係資料の収集にあたっては岐阜県土木部砂防課、高山土木事務所の関係の方々のお世話にあずかった。ここに記して感謝の意を表する次第である。

# 目 次

## まえがき

|                                |    |
|--------------------------------|----|
| 1. 岐阜県の概要 .....                | 1  |
| 1.1 岐阜県の地形・地質 .....            | 1  |
| 1.2 岐阜県の地すべり分布 .....           | 1  |
| 2. 調査地概要 .....                 | 2  |
| 2.1 地すべりの概要 .....              | 2  |
| 2.2 地形・地質概要 .....              | 4  |
| 3. 地すべり発生の経緯 .....             | 6  |
| 4. 調査結果 .....                  | 11 |
| 4.1 移動状況 .....                 | 11 |
| 4.2 ボーリングによる地質調査 .....         | 11 |
| 4.3 地下水の状況 .....               | 25 |
| 5. 対 策 工 .....                 | 30 |
| 6. 警戒避難体制について .....            | 32 |
| 6.1 警戒避難の事例 .....              | 32 |
| (1) 兵庫県一宮町福知地すべり .....         | 32 |
| (2) 奈良県西吉野村和田地すべり .....        | 34 |
| 6.2 警戒避難のポイント .....            | 34 |
| (1) 前兆現象の早期発見 .....            | 34 |
| (2) 情報伝達の正確性・迅速性 .....         | 36 |
| (3) 避難体制の有効性 .....             | 36 |
| (4) 二次災害の防止対策 .....            | 37 |
| (5) そ の 他 .....                | 37 |
| 6.3 地すべりの警戒避難基準設定における問題点 ..... | 37 |
| (1) 地すべりの発生危険箇所 .....          | 37 |
| (2) 地すべり土塊の影響範囲 .....          | 38 |
| (3) 地すべりの発生時期 .....            | 38 |
| 7. 結 語 .....                   | 40 |

## 1. 岐阜県の概要<sup>1), 2)</sup>

### 1.1 岐阜県の地形・地質

岐阜県は本州のほぼ中央部に位置し、東西 124 Km, 南北 127 Km, 面積 10,595.7 Km<sup>2</sup> の内陸県である。したがって海には面していないものの、飛騨地方の海拔 3,000 m 以上に達する急峻な山地から濃尾平野の一部をなす美濃平野の海拔 0 m 前後の低地まで、変化に富んだ地形からなっている。このような県土の 83% が飛騨山脈をはじめとする山地部で、太平洋に注ぐ木曾、長良、揖斐の木曾三川や日本海に流れ込む神通川、庄川等の主要河川の涵養地となっている。

一方、地層的にはその構造上西南日本の内帯に属し、日本列島でも最も古い地質として知られ、高山盆地より北に広がる飛騨帯（古生代の変成岩類）、その南に帯状に分布する飛騨外縁帯（結晶片岩を主とする変成岩）、さらにその南部の美濃帯（中・古生代の石灰岩、頁岩、砂岩等）、領家帯（花崗岩）の 4 つに区分される。

### 1.2 岐阜県の地すべり分布

一般に地すべりは特定の地質や地質構造の地域に集中する傾向が強いが、図-1 に示した岐阜県内の建設省所管の地すべり防止区域の分布をみてもその傾向が明瞭に表れている。岐阜県内の 16 箇所の地すべり防止区域のうちの 14 箇所までが南東部の土岐市、瑞浪市、中津川市周辺に集中して分布している。

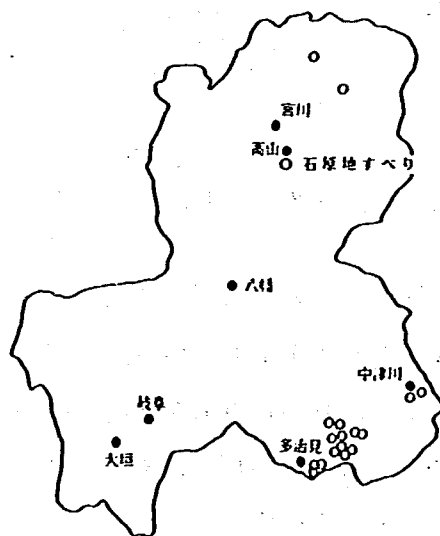


図-1 岐阜県の地すべり防止区域の分布と石原地すべり

これらの区域には第三紀中新統～鮮新統の湖底、海底堆積物が岩化した瑞浪層群が分布しており、陶土層に代表されるような粘土層内での地すべりが多く発生している。また、昭和 61 年度に実施された地すべりの危険箇所調査でも、岐阜県内の危険箇所のうちの 70% 以上がこの地区に分布している。

## 2. 調査地概要

### 2.1 地すべりの概要

岐阜県宮村に発生した石原地すべりは高山市の南約6 Km, 一級河川宮川の支流常泉寺川の小支宮谷川の右岸の斜面に位置する(図-2)。今回の主滑動域となった斜面の勾配は約45

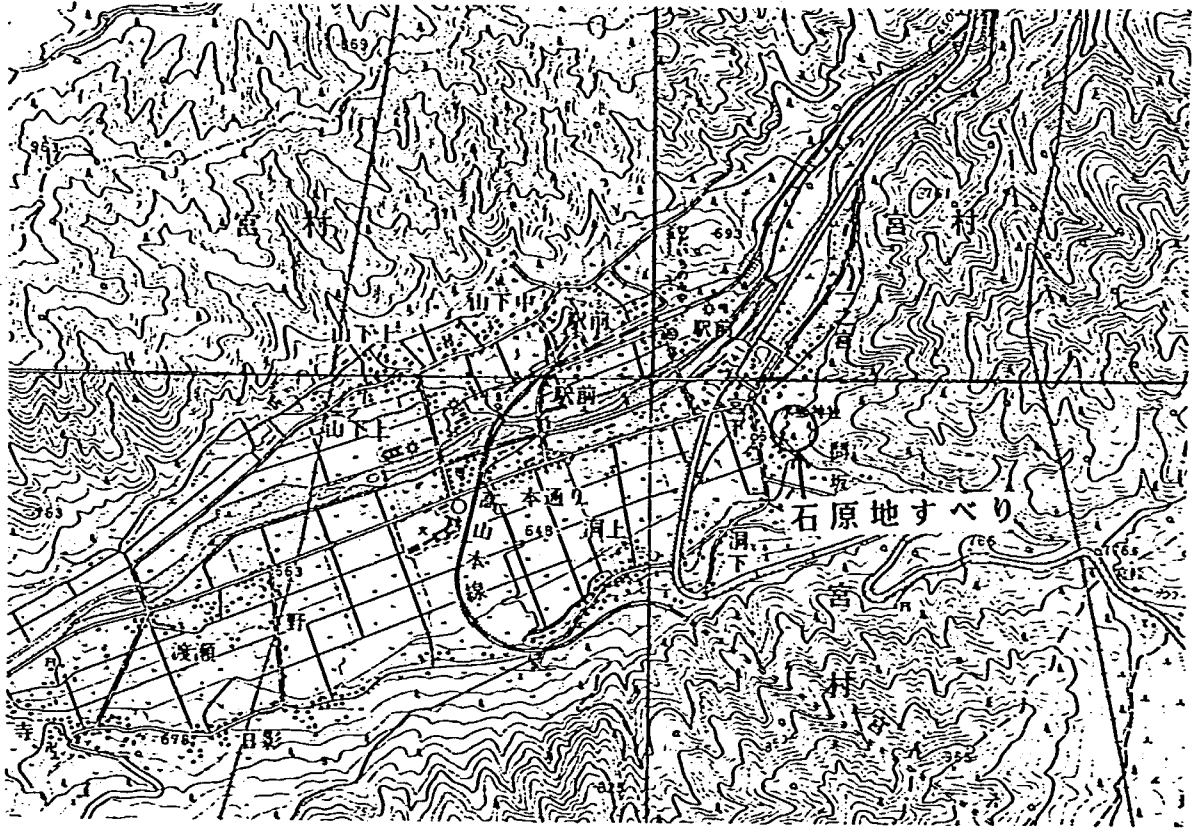


図-2 石原地すべり位置(建設省国土地理 1/2.5万 地形図  
「高山」, 「久々野」, 「三日町」, 「位山」)

度で、比高約70 mの尾根まで達している。斜面上は樹令200~300年の杉で覆われ、これまでこの斜面が比較的安定していたことを示している。一方、宮谷川の左岸側は地すべり斜面に隣接して4世帯の民家が連なり、さらに村道を挟んで水田等が広がっている(図-3)。このブロックの規模は巾約100 m, 斜面長約150 mで、滑動面積は約1.5 haに及ぶ。写真-1には石原地すべりの発生直後の全景を示す。

この滑動ブロックを含む周辺の斜面の踏査の結果、当ブロックに隣接した西側の斜面にも地すべり性の変状が認められた。変状自体はそれほど急激に発生したものではなく、むしろクリープ性のものである可能性が強いが、斜面直下には飛弾一宮として著名な水無神社があり、石積みの擁壁にもずれが認められることからこちらのブロックについても調査・対策が進められることになった。

これらのブロックの区分を模式的に描くと図-4のようになる。また、それぞれのブロック



写真-1 地すべり発生直後の全景（伐採中）

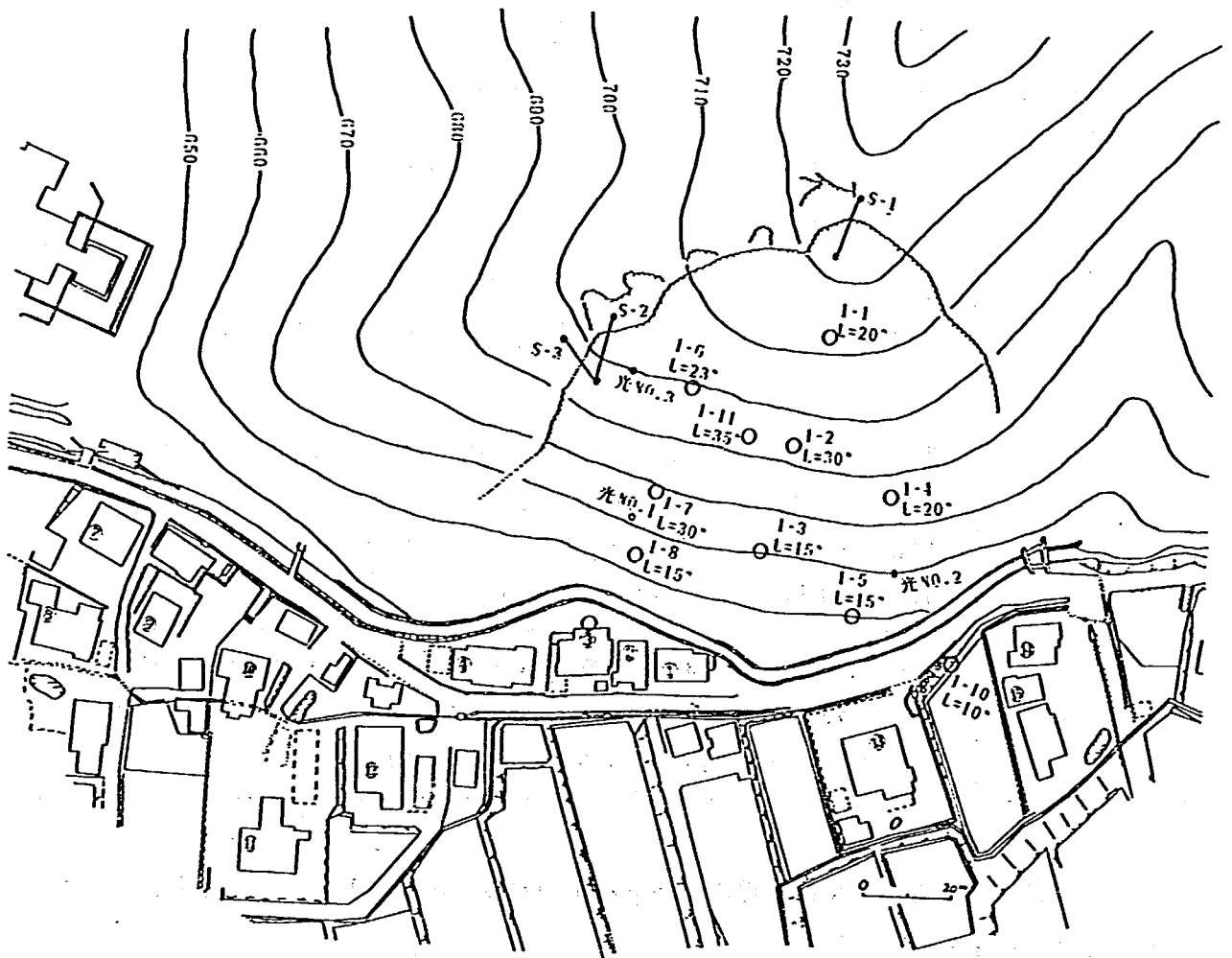
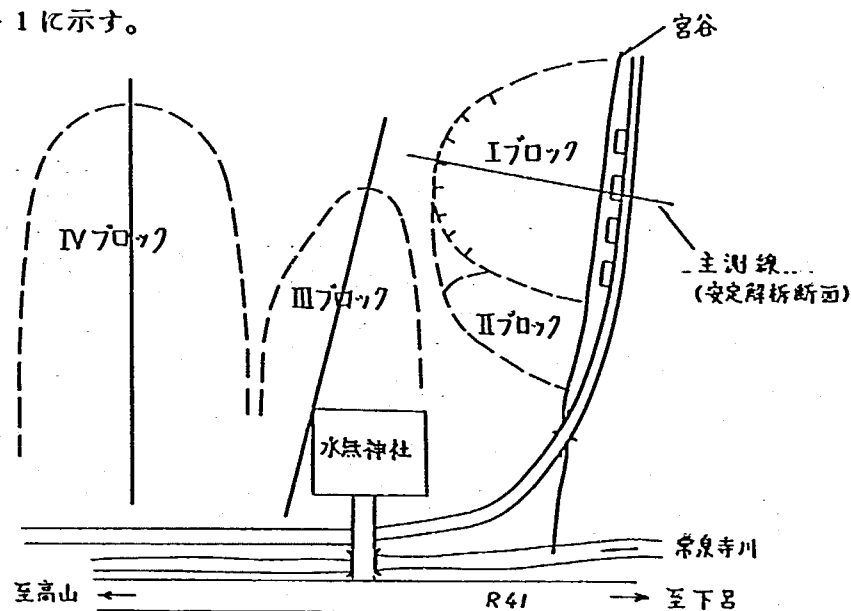


図-3 石原地すべり平面図（Ⅰ，Ⅱブロック）

の概要を表－1に示す。



図－4 模式ブロック区分図

表－1 石原地すべりのⅠ～Ⅳブロックの概況

| ブロック名 | 概況                                                                                                                                              |
|-------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Ⅰ     | 今回大きく滑動したブロックで、長さ約100m、最大巾約120mの規模を有する。詳細な状況は本文中に示す。                                                                                            |
| Ⅱ     | Ⅰブロックに隣接する西側の斜面で、長さ80～90m、最大巾50m程度のブロックである。顕著な動きは示さなかったが、ブロック内には小さな亀裂や小崩壊跡が数箇所がみられる。                                                            |
| Ⅲ     | Ⅱブロック西側の尾根の北側の斜面で、水無神社の裏山にあたるブロックである。長さ約120m、最大巾約70mほどの規模で、集水し易い斜面形を呈している。特に上部では土塊がクリープ的な動きで谷部へ緩慢に移動しているようである。また、ブロック下部は、水無神社の裏側の石積み擁壁を押し出している。 |
| Ⅳ     | 長さ約150m、最大巾130m程度のブロックで、Ⅲブロックのさらに北側に位置している。標高735m付近には古い滑落崖がみられるなど、全体的に地すべり地形を呈している。また、斜面内にも小規模な崩壊地跡が数箇所みられる。                                    |

ここでは大きく滑動して警戒避難や応急対策の対象となったⅠブロックを中心として述べてゆくことにする。

## 2.2 地形・地質概要

図－2にも示したように、石原地すべりは木曾川水系の飛弾川流域と神通川水系の宮川流

域の分水嶺を成す、北東～南西方向に伸びる尾根の末端部に位置している。この尾根は、宮川からの比高が300～400 mほどで比較的開析が進んでいるが、明瞭な地すべり地形はほとんど認められない。当地区を所管する高山土木事務所管内には地すべり防止区域は全くない。

一方、石原地すべり周辺の地質は西南日本内帯の美濃帯に属し、主として二畳系の砂岩、泥岩から構成されている。また、周辺にはNE～SW方向とNW～SE方向の断層が多数認められ、石原地すべりの発生した尾根部もこのような断層に挟まれた位置にある。したがって、当地区の基岩を構成する砂岩、泥岩も亀裂に富み、それらの亀裂面には地下水の痕跡がみられ、茶褐色を呈している。

今回の地すべりで活動が顕著に現われたのは、飛弾一宮水無神社南側の尾根部で、砂岩の分布域である。砂岩層の分布は、尾根部で巾約50 mほどであるが、地すべり末端部の上宮谷沿いでは巾約200 m程度まで広がっている。砂岩中に認められる断裂系はWNW～ESE方向、傾斜50～60度南落ちの亀裂が多い。この方向は地すべりの滑落崖の伸長方向に一致し、斜面に対して流れ盤となる。

### 3. 地すべり発生の際緯

石原地すべりが発見されたのは8月3日であったが、表-2にも示すように、その直前には雨らしい雨はほとんど無かったといえる。したがって、実際には地すべり現象の発生はかなり遡る可能性が高い。

表-2 雨量計測定値

現場名：石原  
測定点：R-1

昭和63年 7月 1日～昭和63年11月28日 観測所：現場事務所 単位：(mm)

| 日   | 月    | 16日  | 7月    | 8月    | 9月   | 10月  | 11月 | 12月 | 6月  | 1月  | 2月  | 3月  | 4月  | 5月  | 6月  |
|-----|------|------|-------|-------|------|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 1日  | 0.0  | 0.0  | 0.0   | 0.0   | 0.0  | 0.0  | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 2日  | 0.0  | 0.0  | 0.0   | 0.0   | 0.0  | 0.0  | 2.5 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 3日  | 5.0  | 0.0  | 0.0   | 0.0   | 0.0  | 0.0  | 0.5 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 4日  | 0.0  | 0.0  | 45.0  | 0.0   | 0.0  | 0.0  | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 5日  | 0.0  | 0.0  | 21.0  | 5.0   | 19.0 | 10.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 6日  | 0.0  | 0.0  | 1.0   | 42.0  | 20.5 | 0.0  | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 7日  | 1.0  | 0.0  | 0.0   | 0.0   | 0.5  | 0.5  | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 8日  | 0.0  | 0.0  | 0.0   | 0.0   | 0.0  | 0.0  | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 9日  | 0.0  | 0.0  | 0.0   | 0.0   | 0.0  | 0.0  | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 10日 | 26.0 | 0.0  | 0.0   | 3.0   | 0.0  | 0.5  | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 11日 | 1.0  | 0.0  | 0.0   | 102.0 | 0.0  | 7.0  | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 12日 | 0.0  | 0.0  | 4.0   | 12.0  | 3.0  | 2.0  | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 13日 | 0.0  | 0.0  | 0.0   | 0.0   | 6.0  | 0.0  | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 14日 | 10.0 | 0.0  | 0.0   | 0.0   | 0.0  | 1.0  | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 15日 | 16.0 | 19.5 | 0.0   | 0.0   | 0.0  | 0.0  | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 16日 | 25.0 | 8.0  | 0.0   | 0.0   | 0.0  | 2.5  | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 17日 | 2.0  | 0.0  | 0.0   | 0.0   | 2.5  | 0.0  | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 18日 | 0.0  | 2.5  | 0.0   | 0.0   | 9.5  | 6.0  | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 19日 | 0.0  | 13.5 | 13.0  | 0.0   | 5.0  | 0.0  | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 20日 | 0.0  | 0.0  | 29.0  | 1.0   | 0.0  | 0.0  | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 21日 | 3.0  | 0.0  | 0.0   | 0.5   | 0.0  | 0.0  | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 22日 | 0.0  | 0.5  | 0.0   | 0.0   | 0.0  | 0.0  | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 23日 | 0.0  | 2.0  | 0.0   | 0.0   | 0.0  | 4.5  | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 24日 | 2.0  | 30.0 | 62.5  | 0.0   | 29.0 | 0.0  | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 25日 | 0.0  | 9.5  | 117.0 | 0.0   | 0.0  | 0.0  | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 26日 | 0.0  | 1.0  | 4.0   | 0.0   | 0.0  | 0.0  | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 27日 | 0.0  | 0.0  | 0.0   | 0.5   | 0.0  | 0.0  | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 28日 | 0.0  | 0.0  | 2.0   | 2.0   | 0.0  | 0.0  | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 29日 | 0.0  | 0.0  | 1.0   | 7.0   | 0.0  | 0.0  | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 30日 | 0.0  | 0.0  | 5.0   | 15.0  | 0.0  | 0.0  | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 31日 | 0.0  | 0.0  | 0.0   | 0.0   | 0.0  | 0.0  | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |

8月3日朝、地すべり末端部を流れる砂防指定地宮谷川の護岸に変状が発見された(写真-2, 3)。同日、村役場からの報告を受けた岐阜県砂防課の職員及び高山土木事務所職員によって、付近の調査が実施された。引き続き4日と5日にもさらに詳細な現地調査がなされた結果、5日の午前中には高山土木事務所の職員によって、山腹に巾約80cm、落差約1m、長さ約150mに及ぶ亀裂が発見された(写真-4, 5)。

村役場では8月5日午後、ただちにこの亀裂(主滑落崖)をシートで覆って雨水の浸透防止に努めた。同時に滑落崖の拡大状況の測定を開始し、役場職員及び消防団によって地すべり地内外のバトロールが開始された。同日17時50分、役場に災害対策本部が設置されて、地すべり斜面直下の4世帯13人に対して避難命令が出された(図-3中①～④の世帯)。また、夕刻からは移動杭による移動量観測が開始された。

滑落崖における測定結果から依然として移動量が45mm/hという大きな値を示したため、6日未明の0時18分、さらに地すべりによる被害が及ぶと想定される11世帯41人に対し

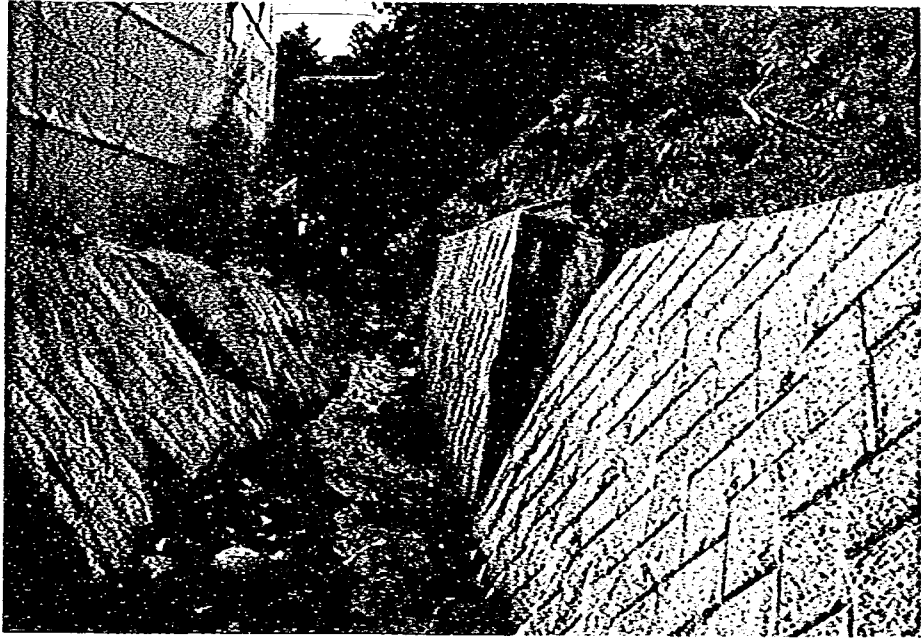


写真-2 地すべり末端部宮谷川の護岸の変状

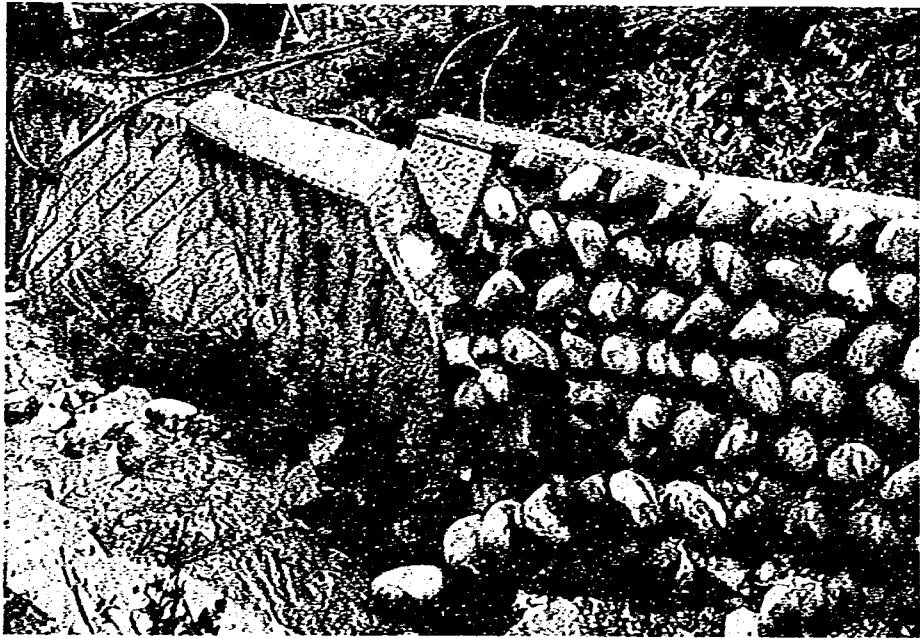


写真-3 地すべり末端部宮谷川の護岸の変状



写真-4 亀裂の状況



写真-5 亀裂の状況

て第2次避難命令を発令した(図-2中⑤~⑧の世帯)。同日には、高山土木事務所によって伸縮計が設置されて観測が開始された。

観測結果については4で詳述するが、この時点での地すべりの移動速度は伸縮計で約1.9 mm/h、移動杭観測では最大3 mm/hを越えていることが判明した。その後の観測からも移動速度が幾分減少する傾向が見られたものの、依然として1時間に数mmのオーダーの動きが継続していたため、応急的な対策工法として地表からの集水ボーリング工と排土工が計画されるに至った。

その後、対策工が施工されるにつれて地すべりの移動速度も減少、停止し、昭和63年11月1日には最後まで避難を余儀なくされていた地すべり斜面直下の4世帯(図-3中①~④)に対して避難命令の解除が行なわれた。災害発生から最終的な避難解除までの経緯を簡単にまとめると表-3のようになる。

表－３ 災害発生から避難解除までの経緯

| 月・日(時刻)           | 経過事項等                                   | 対 策                                                       | 警 戒 避 難                                | そ の 他         |
|-------------------|-----------------------------------------|-----------------------------------------------------------|----------------------------------------|---------------|
| 8月3日(早朝)          | 地元住民が宮谷川のブロック積護岸に亀裂を発見したため、宮村役場に連絡      |                                                           |                                        |               |
| 9:00              | 役場の建設課長他1名現地調査                          |                                                           |                                        |               |
| 14:00             | 岐阜県庁、高山土木事務所、役場職員計9名現地調査                |                                                           |                                        |               |
| 8月4日              | 役場職員山腹の調査を開始                            |                                                           |                                        |               |
| 8月5日10:30<br>(午後) | 土木事務所職員山腹に亀裂(滑落崖)を発見                    | 亀裂をシートで覆り<br>亀裂の沈下量測量開始<br>地形測量開始<br>移動杭設置19:30より<br>観測開始 | 役場に災害対策本部設置、4世帯13人に対し避難命令<br>(図-2中①~④) | 建設本省傾斜地保全課へ連絡 |
| 17:50             |                                         |                                                           |                                        |               |
| (深夜)              | 亀裂の移動速度45mm/h                           |                                                           |                                        |               |
| 8月6日0:18          | 土木事務所長他5名現地調査                           | 伸縮計設置14:00より<br>観測開始                                      | さらに11世帯41人に対して避難命令発令<br>(図-1中⑤~⑯)      |               |
| 8月7日              | 本省傾斜地保全課課長補佐、県砂防課課長補佐他1名及び土木事務所長他4名現地調査 | 災害関連緊急地すべり対策事業として対策工の立案等にかかる                              |                                        |               |
| 8月8日              | 土木事務所排水ボーリング着手準備開始                      |                                                           |                                        |               |
| 8月13日             | 土木事務所排土工着手準備開始                          |                                                           |                                        |               |
| 8月24日             | 調査ボーリング着手                               |                                                           |                                        |               |
| 8月30日             |                                         |                                                           | 第一次避難解除4世帯<br>(図-2中⑤~⑧)                |               |
| 9月1日              | 押さえ盛土工着工                                |                                                           |                                        |               |
| 9月3日              | 排土工16,000㎡完了                            |                                                           |                                        |               |
| 9月6日              | 宮谷川砂防災害復旧事業現地査定                         |                                                           |                                        |               |
| 9月7日              |                                         |                                                           | 第二次避難解除5世帯<br>(図-2中⑨, ⑩, ⑪, ⑫, ⑬)      |               |
| 9月9日              |                                         |                                                           | 第三次避難解除2世帯<br>(図-2中⑭, ⑮)               |               |
| 11月1日             |                                         |                                                           | 第四次避難解除4世帯<br>(図-2中①~④)<br>災害対策本部解散    |               |

## 4. 調査結果

### 4.1 移動状況

前述したとおり、当地すべりが発見されて斜面に伸縮計が設置されたのは8月6日である。それ以降の主要な伸縮計のデータを図-5に示す。これらのうち、伸縮計S-1は排土工の施工の関係から途中で取りはずされたが、S-2及びS-3のデータをみると8月22～23日頃から急速に移動速度が減少していることがわかる。そして、9月11日の降雨による変動を最後にほとんど移動は停止している。

この主たる原因としては、応急対策として8月13日から開始された排土工の効果が非常に大きかったことがあげられる。図-5には、排土工の実績も記入しているが、8月22日現在の総量は $2,500\text{m}^3$ (EL 717m)、23日現在では $5,200\text{m}^3$ (EL 714m)に達している。ちなみに、元地形と8月23日までの排土工施工後の地形との安全率の比較をすると、後者の方が2.5～3.0%ほど上昇していることになる。

移動量の測定は伸縮計だけではなく、地すべりブロックの下部においては光波測量によっても実施されている。その結果を図-6に示すが、これらはほとんど伸縮計観測の結果と一致する。

伸縮計及び光波測量の結果の概要をまとめると表-4及び表-5のようになる。

### 4.2 ボーリングによる地質調査

1ブロックにおける地質調査ボーリングは図-3に示したとおり、10箇所で行われている。これらのうち、8箇所は地すべりの斜面上、残りの2箇所は宮谷川をはさんだ対岸の平坦地で実施された。その結果、主測線については図-7に示したような断面図が得られた。図-8に主測線沿いの3孔のボーリングの地質柱状図を示す。

地質調査結果から得られた各々の地質の状況は以下のとおりである。

- ① 表土：草木根を混入する粘土層
- ② 礫混り粘土：砂岩、頁岩の未風化礫を混入する粘土層で、粘土分は比較的乾いており、含水率は低い。
- ③ 強風化砂岩：風化が進み、大部分粘土化し、処々未風化部分が礫状として採取される。
- ④ 風化砂岩：粘土化した部分はみられず、コアは礫状又は塊状として採取される。亀裂の発達は顕著にみられ、亀裂に沿って容易に割れる。また、亀裂の面には茶褐色の酸化鉄の付着が認められる。
- ⑤ 砂岩：亀裂が発達しているが、コアは10～20cmの棒状で採取される。やはり亀裂に沿って容易に割れ、その面には酸化鉄の付着がみられる。また、処々破碎を受けた部分を挟んでいる。

主測線上のボーリング孔1-1及び1-2においてはパイプ歪計による観測が行なわれてい

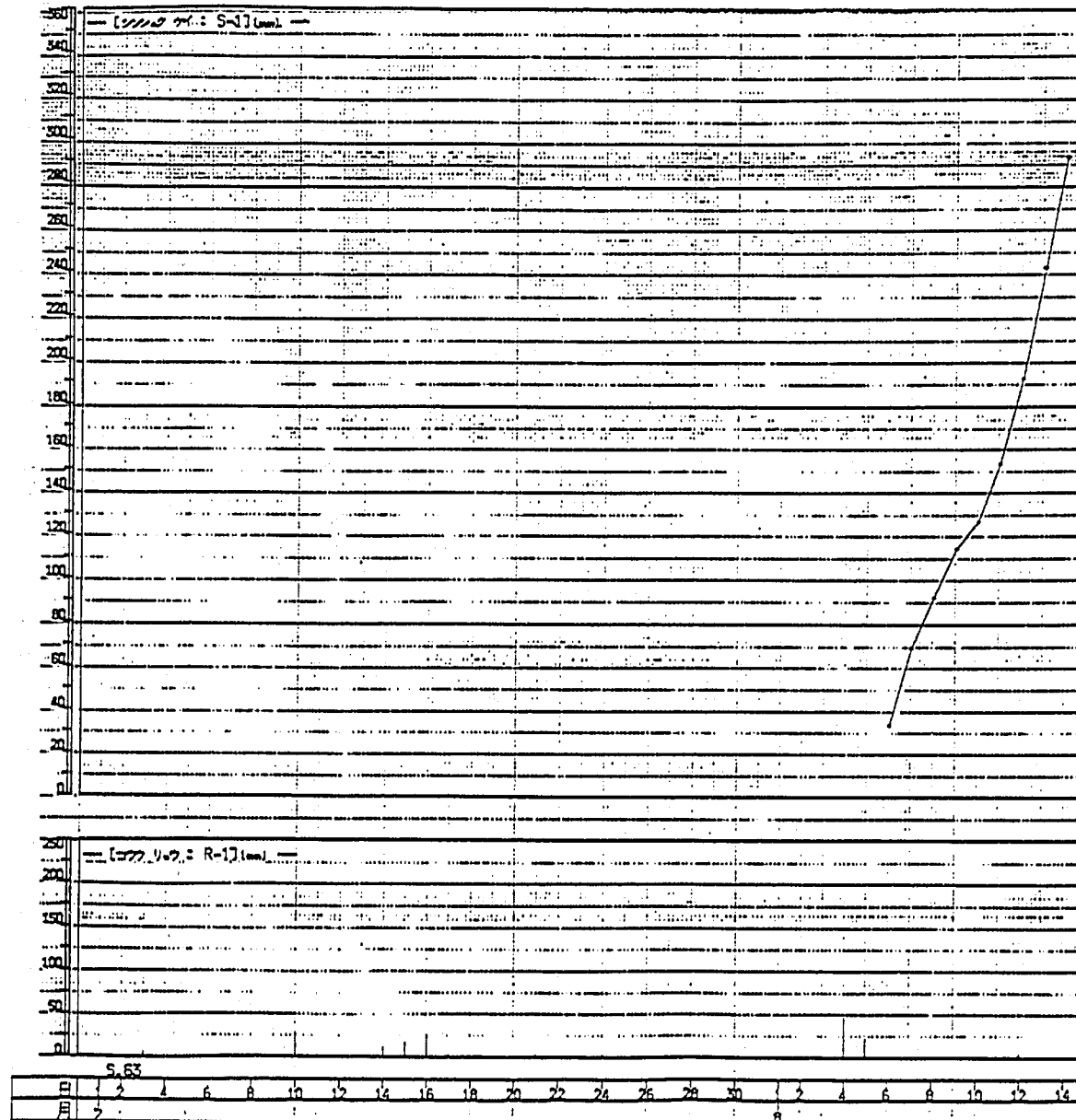


図 - 5 (a) 伸縮計 S - 1 の観測結果

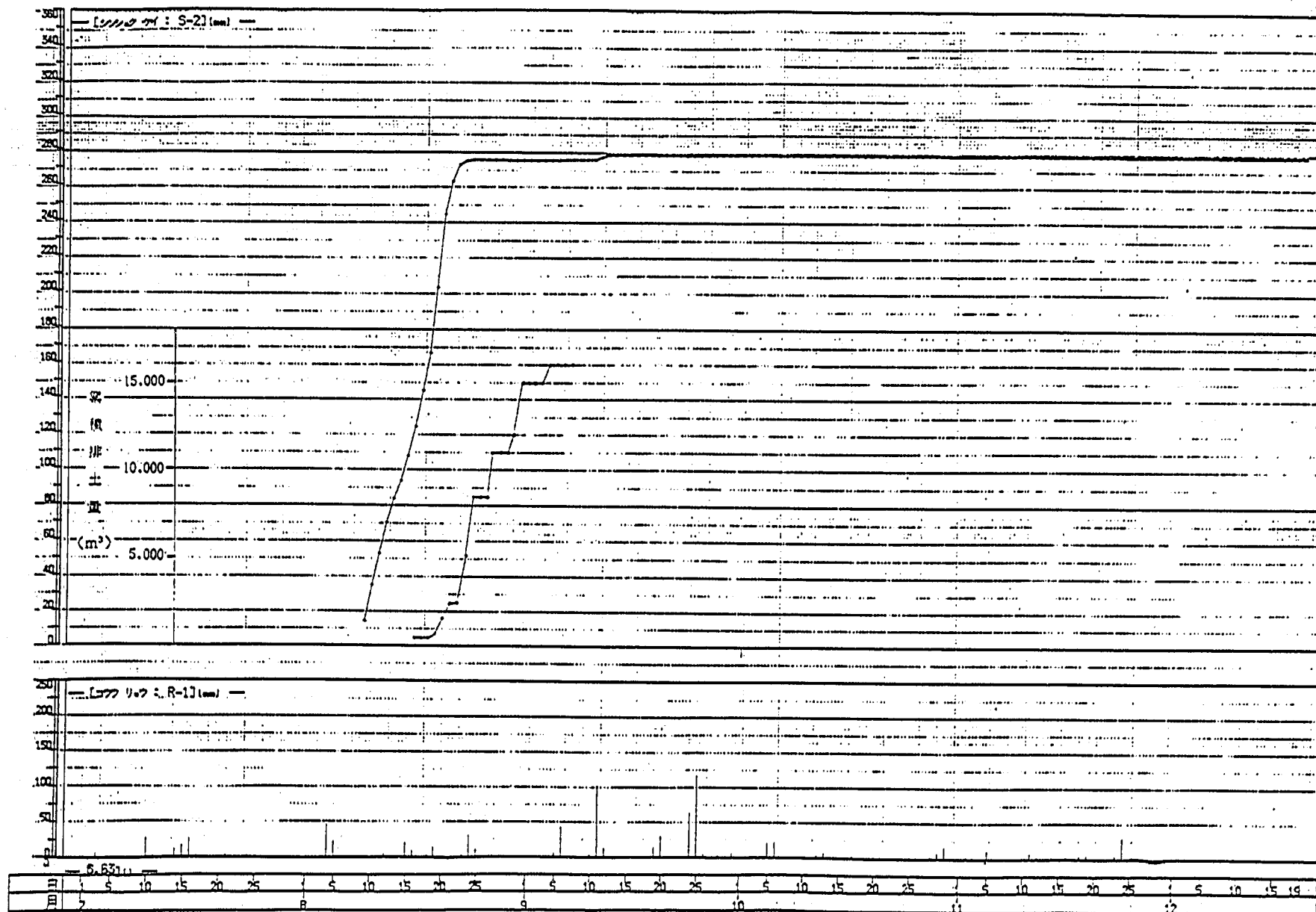


図-5(b) 伸縮計 S-2 の観測結果

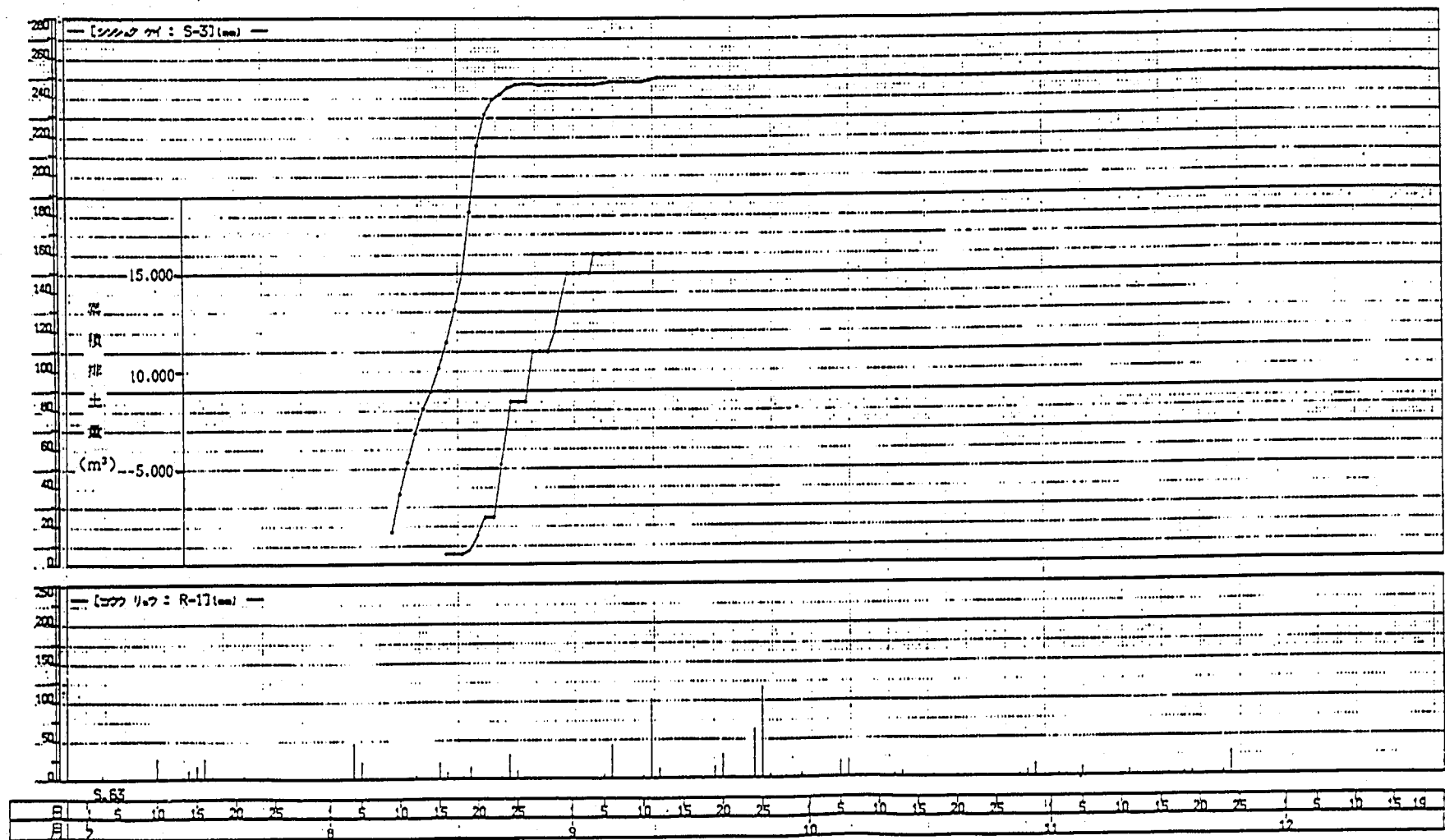


図-5(c) 伸縮計 S-3 の観測結果

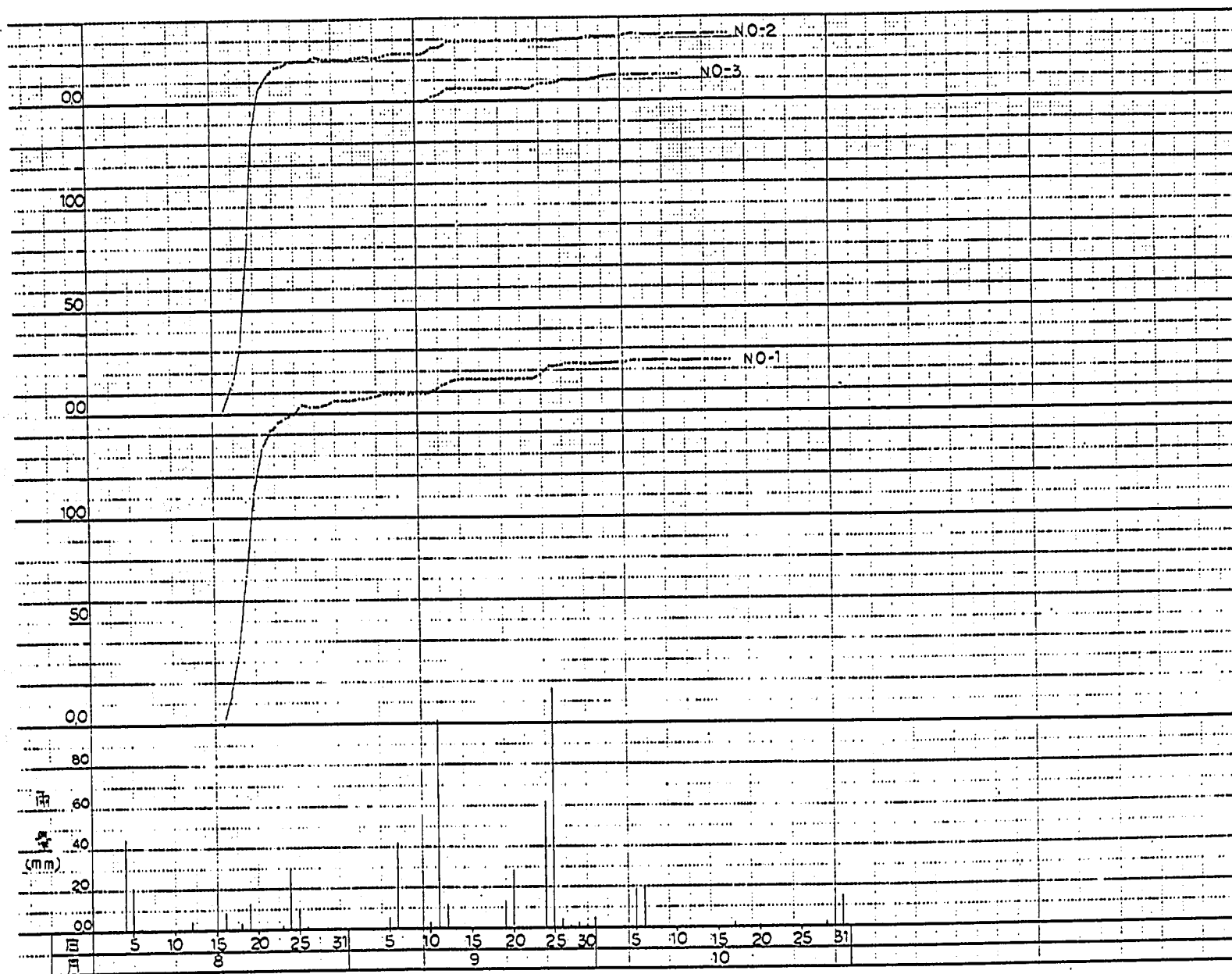


図-6 光波測量による移動量観測結果

表-4 伸縮計観測結果一覧表

(石原地区)

| No         | 観測期間              | 設置位置                                                                                 | 結 果                                                                                                                                |
|------------|-------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| S-1        | 63. 8. 6~63. 8.14 | 標高725m付近の冠頭部の<br>滑落崖                                                                 | 日平均32mmの変動量を記録し、最終的に292.6mmの変動<br>となった。                                                                                            |
| S-2        | 63. 8. 9~63.12.19 | 標高700m付近の側壁クラ<br>ックに近い位置に設置                                                          | 8月22日まで直線的な「伸び」を記録し、日平均変動量19<br>mm、日最大変動量39mm(8/20)であった。<br>8/22以降顕著な変動は記録されなかったが9/10~12に<br>かけての連続降雨量117mmにおいて2.9mmの伸びが記録<br>された。 |
| S-3        | 63. 8. 9~63.12.19 | S-2と同じ位置でV字形<br>に設置                                                                  | S-2と同様8月22日まで直線的な「伸び」を記録し、日<br>平均変動量17mm、日最大変動量33.8mm(8/20)であった。<br>8/22以降もS-2と全く同様に9/10~12にかけての連<br>続降雨量117mmにおいて2.2mmの伸びが記録された。  |
| S-4        | 63. 8.24~63.12.19 | 地すべり活動ブロック内の<br>旧崩壊地(?)の冠頭部(標<br>高695m)付近に設置                                         | 観測期間中において、全く変動は記録されなかった。                                                                                                           |
| S-5<br>S-6 | 63. 9.11~63.10.23 | 対策工事(カット工)にお<br>ける法切創面のスベリ面の<br>位置する場所に設置した。<br>S-6がスベリ面をまたぎ<br>S-5がS-6の上部に位<br>置する。 | 観測期間中において、全く変動は記録されなかった。百カ<br>ット工により10/23以降撤去                                                                                      |
| S-7        | 63.11.17~63.12.19 | Nブロックのブロック界の<br>冠頭部(標高735m付近)<br>に設置                                                 | 観測期間中において、全く変動は記録されなかった。                                                                                                           |

表-5 光波観測結果一覧表

(石原地区)

| No | 観測期間              | 設置位置                          | 結 果                                                                                                                                                                                                                       |
|----|-------------------|-------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1  | 63. 8.17~63.10.17 | 地すべりブロック内の標高<br>671m地点(斜面上流側) | 8月22日まで直線的な「伸び」変動量を示し、8/22まで<br>に累積変動量142mm、日最大変動量40mm(8/20)観測し<br>た。<br>8/22~26までは2~4mmの変動量を観測したが、それ以<br>降は顕著な変動は観測されなかったが、9/10~12連続降雨量<br>117mm(日最大102mm)において6mm、又9/21~25連続<br>降雨量179.5mm(日最大117mm)において6mmの変動を<br>観測した。 |
| 2  | 63. 8.17~63.10.17 | 地すべりブロック内標高<br>670m地点(斜面上流側)  | No1と同様な変動量を観測した。<br>8/22まで直線的な「伸び」変動量を示し、8/22までに<br>累積変動量163mm、日最大変動量45mm(8/20)を観測し<br>た。<br>8/22~26→14mm<br>9/10~12→6mm<br>9/21~25→-                                                                                     |
| 3  | 63. 9. 8~63.10.17 | 地すべりブロック内標高<br>705m地点         | 9/10~12連続降雨量117mm(日最大102mm)→6mm<br>(日最大3mm)<br>9/21~25連続降雨量179.5mm(日最大117mm)→2mm                                                                                                                                          |

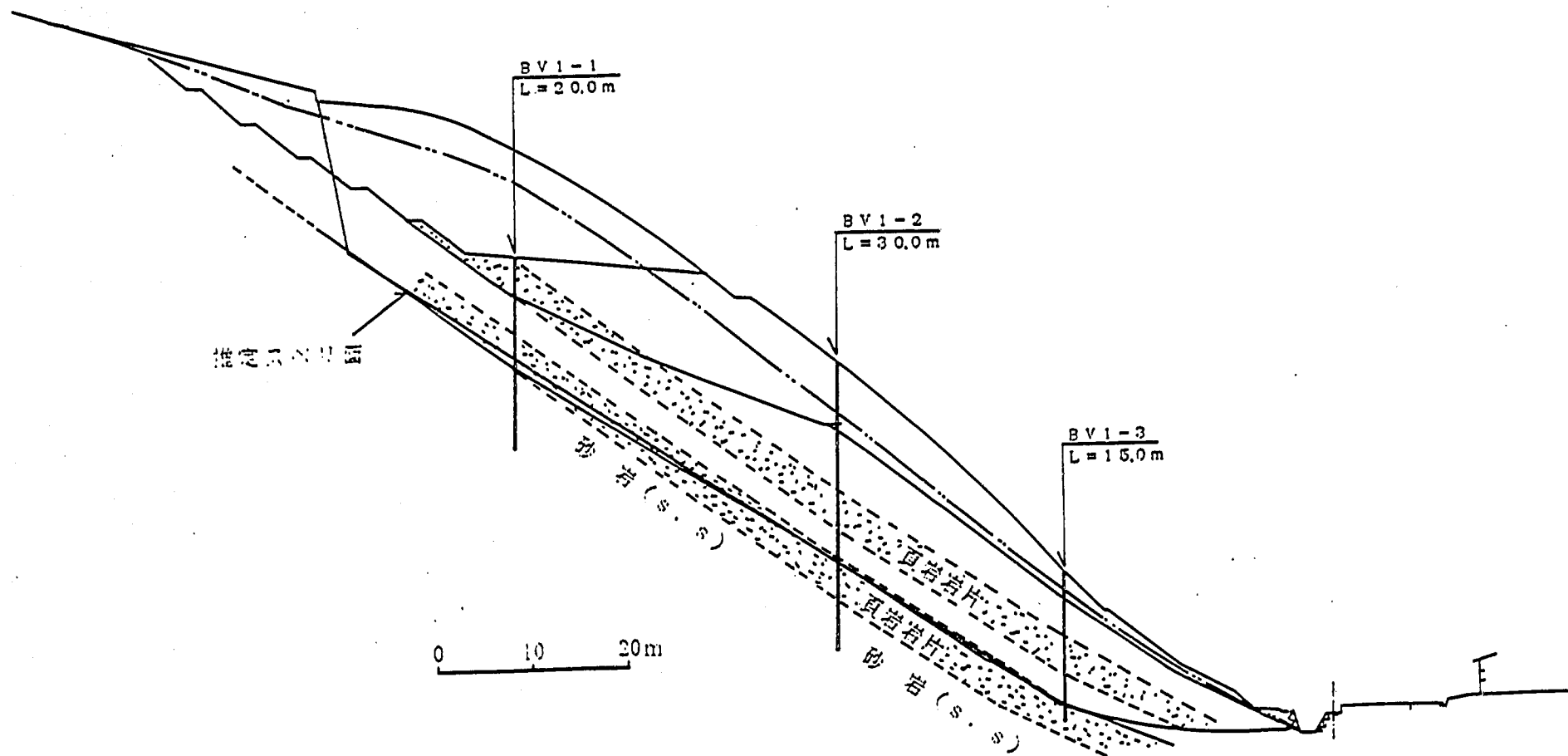


図-7 地層想定断面図 (I, II ブロック)

図-8(a) I-1 孔柱状図

試錐孔No. I-1

|         |                   |         |                                    |         |           |
|---------|-------------------|---------|------------------------------------|---------|-----------|
| 掘進着手年月日 | 63 年 9 月 8 日      | 試錐深度    | 20.0 m                             | 地盤標高    | 704.428 m |
| 掘進完了年月日 | 63 年 9 月 15 日     | 試錐孔区間   | 00~15.0 m 15.0~17.50 m 17.5~20.0 m | 試錐担当者   | 若崎 信 峰    |
| 試錐機・原動機 | OP-1. ヤンマーNS-90   | 試錐孔孔径   | 101 mm 86 mm 66 mm                 | 現場責任者   | 中村 俊彦     |
| 地下水水位   | GL-15.01m (9月20日) | 試錐角度・方向 | 90 度 方向                            | 地質判定責任者 | 中村 俊彦     |

| 標尺 (m) | 地 質    |        |      |       |     |     |           |       |        |     | 地 下 水 文                                                                                                         |              |                  |             |        |         |        | 備 考   |        |         |
|--------|--------|--------|------|-------|-----|-----|-----------|-------|--------|-----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|------------------|-------------|--------|---------|--------|-------|--------|---------|
|        | 深度 (m) | 層厚 (m) | 柱状記号 | 地 質 名 | 色 調 | 硬 軟 | 岩芯採取率 (%) | R Q D | 標準貫入試験 |     | 観 察 事 項                                                                                                         | 湧漏水量 (L/min) | ケーシング・ベントナイト使用状況 |             | 日報解析結果 | 地下水検層結果 | 電気検層結果 |       | ヒズミ計位置 |         |
|        |        |        |      |       |     |     |           |       | 区 間    | N 値 |                                                                                                                 |              | 作業前 (ICL-m)      | 作業後 (ICL-m) |        |         |        |       |        | 区 間 (m) |
| 5.0    | 1.00   | 1.00   |      | 強風化砂岩 | 黄褐色 | 中   |           |       | 1.15   | 18  | 粘土化進む。<br>含水率低い。                                                                                                |              |                  |             |        |         |        |       | 作 業 中  | 崩 壊     |
|        |        |        |      |       |     |     |           |       | 2.15   | 43  | 粘土化した部分みられるも、<br>岩の組織残す。<br>無水掘。                                                                                |              |                  |             |        |         |        |       | 作 業 中  | 崩 壊     |
|        | 3.80   | 2.80   |      | 風化砂岩  | 黄褐色 | 中   |           |       | 3.15   | 92  | 硬質な砂岩。カレットの発達み<br>られ、カレットに沿って割れや<br>すい。<br>φ=10cmの棒状コア採取。                                                       | ナシ           |                  |             |        |         |        | 作 業 中 | 崩 壊    |         |
|        | 8.10   | 4.30   |      | 砂 岩   | 黒褐色 | 硬   |           |       |        |     | 風化が進みコアは硬状。                                                                                                     |              |                  |             |        |         |        | 作 業 中 | 崩 壊    |         |
|        | 9.10   | 1.00   |      | 風化砂岩  | 黒灰色 | 硬   |           |       |        |     | 粘土化が進みコア一流出。<br>粘性度大。                                                                                           | ナシ           | 9.00             |             |        |         |        | 作 業 中 | 崩 壊    |         |
|        | 10.30  | 1.20   |      | 強風化砂岩 | 黄灰色 | 軟   |           |       |        |     | 粘土化した部分流出。<br>コアは硬状。                                                                                            | 5.80         |                  |             |        |         |        | 作 業 中 | 崩 壊    |         |
|        | 11.50  | 1.20   |      | 風化砂岩  | 黒灰色 | 硬   |           |       |        |     | 粘土化した処なし。<br>カレットの発達みられカレット面<br>に沿って容易に別れる。<br>カレット面地下水汚染跡あり。<br>φ=10~15cm棒状コア採取。<br>GL-15.0~17.0m付近孔内崩<br>壊あり。 | 11.60        |                  |             |        |         | 作 業 中  | 崩 壊   |        |         |
|        |        |        |      |       |     |     |           |       |        |     | 6.50                                                                                                            |              |                  |             |        |         |        | 作 業 中 | 崩 壊    |         |
|        |        |        |      |       |     |     |           |       |        |     | 10.30                                                                                                           |              |                  |             |        |         |        | 作 業 中 | 崩 壊    |         |
|        |        |        |      |       |     |     |           |       |        |     | 15.00                                                                                                           |              |                  |             |        |         |        | 作 業 中 | 崩 壊    |         |
| 10.0   | 17.20  | 5.70   |      | 砂 岩   | 黒灰色 | 硬   |           |       |        |     | 粘土化進む。粘性度大。                                                                                                     | 12.40        |                  |             |        |         |        |       |        |         |
|        | 17.50  | 0.30   |      | 強風化砂岩 | 黒灰色 | 軟   |           |       |        |     | 硬質な砂岩。<br>カレットの発達顕著。                                                                                            | 13.90        |                  |             |        |         |        |       |        |         |
|        |        |        |      |       |     |     |           |       |        |     |                                                                                                                 |              |                  |             |        |         |        |       |        |         |
| 20.0   | 20.0   | 2.50   |      | 砂 岩   | 黒灰色 | 硬   |           |       |        |     |                                                                                                                 | ナシ           |                  |             |        |         |        |       |        |         |
|        |        |        |      |       |     |     |           |       |        |     |                                                                                                                 |              |                  |             |        |         |        |       |        |         |

注 1) 取掘りにおける各対応区間と試錐孔径 2) 単位掘進長(たとえば1m)に対するコア長10cm以上の部分の全長をもって表示する 3) 記載例: 区間 1.15~2.15 N 値 18~43  
4) 記号: 湧水 〇, 漏水 △, 5) 作業前: ロッドを降ろす前, 作業後: ロッド引揚げ後 6) ケーシング挿入が掘進作業前(前), 作業中(中), 作業後(後)のいずれかを記載のこと。  
7) 孔底り, 湧水, 漏水, 押出し, レキ共掘り, 崩壊等。 8) 検層実施時の月日および孔内水位をも併記のこと。  
9) 土質サンプル採取③, 透水試験④, 間隙水圧計⑤, 設置等の深度その他。

図-8(b) I-2 孔柱状図

試錐孔No. I-2

|         |                        |         |        |          |           |           |           |       |  |  |
|---------|------------------------|---------|--------|----------|-----------|-----------|-----------|-------|--|--|
| 掘進着手年月日 | 63 年 9 月 1 日           | 試錐深度    | 30.0 m |          |           | 地盤標高      | 693.325 m |       |  |  |
| 掘進完了年月日 | 63 年 9 月 14 日          | 試錐孔径    | 区間     | 00~135 m | 135~290 m | 290~300 m | 試錐担当者     | 高田 重雄 |  |  |
| 試錐機・原動機 | YBM-05, ヤンマーNS-90      |         | 孔径     | 101 %    | 86 %      | 66 %      | 現場責任者     | 中村 俊彦 |  |  |
| 地下水位    | GL-17.42 m ( 9 月 15 日) | 試錐角度・方向 | 90 度   |          |           | 方向        | 地質判定責任者   | 中村 俊彦 |  |  |

|               |           |           |          |       |        |        |                          |             |                                                                                                    |                             |                      |                            |                            |        |                                 |
|---------------|-----------|-----------|----------|-------|--------|--------|--------------------------|-------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|----------------------|----------------------------|----------------------------|--------|---------------------------------|
| 深<br>尺<br>(m) | 地 質       |           |          |       |        |        | 地 下 水 文                  |             |                                                                                                    |                             |                      |                            | ヒ<br>ス<br>ミ<br>計<br>位<br>置 | 備<br>考 |                                 |
|               | 深度<br>(m) | 層厚<br>(m) | 柱状<br>記号 | 地 質 名 | 色<br>調 | 硬<br>軟 | 岩<br>芯<br>採取<br>率<br>(%) | R<br>Q<br>D | 観 察 事 項                                                                                            | 湧<br>漏<br>水<br>量<br>(L/min) | ケーシング・ベント<br>ナイト使用状況 | 日<br>報<br>解<br>析<br>結<br>果 |                            |        | 地<br>下<br>水<br>検<br>査<br>結<br>果 |
|               | 0.60      | 0.60      | ×        | 表 土   | 茶褐色    | 中      |                          |             | 草木根、未風化礫混入。                                                                                        |                             |                      |                            |                            |        |                                 |
|               |           |           |          |       |        |        |                          |             | 未風化礫を混入する粘土層。<br>パサパサした状態を呈す。                                                                      |                             |                      |                            |                            |        |                                 |
|               |           |           |          |       |        |        |                          |             |                                                                                                    |                             |                      |                            |                            |        |                                 |
|               |           |           |          |       |        |        |                          |             |                                                                                                    |                             |                      |                            |                            |        |                                 |
|               |           |           |          |       |        |        |                          |             |                                                                                                    |                             |                      |                            |                            |        |                                 |
|               | 4.70      | 4.10      | ●        | 硬泥り粘土 | 黄灰色    | 中      |                          |             |                                                                                                    |                             |                      |                            |                            |        |                                 |
|               |           |           |          |       |        |        |                          |             |                                                                                                    |                             |                      |                            |                            |        |                                 |
|               |           |           |          |       |        |        |                          |             |                                                                                                    |                             |                      |                            |                            |        |                                 |
|               |           |           |          |       |        |        |                          |             |                                                                                                    |                             |                      |                            |                            |        |                                 |
|               | 6.70      | 2.00      | ○        | 強風化砂岩 | 黄褐色    | 中      |                          |             | 風化が激しくコアは硬状にな<br>る。一部粘土化している。<br>無水掘で10~15cm採取。                                                    |                             |                      |                            |                            |        |                                 |
|               |           |           |          |       |        |        |                          |             |                                                                                                    |                             |                      |                            |                            |        |                                 |
|               |           |           |          |       |        |        |                          |             | ヤレットの発達部若にみられ、<br>コアは破砕されて採取。<br>一部φ=10cm程度コアとな<br>る。<br>ヤレット面は地下水汚染跡がみ<br>られる。<br>GL=8.30 m付近全漏水。 | 8.30<br>全漏水                 |                      |                            |                            |        |                                 |
|               |           |           |          |       |        |        |                          |             |                                                                                                    |                             |                      |                            |                            |        |                                 |
|               | 11.80     | 5.10      | △        | 砂 岩   | 黄褐色    | 硬      |                          |             | 硬状コア採取                                                                                             |                             |                      |                            |                            |        |                                 |
|               | 12.40     | 0.60      | △        | 風化砂岩  | 黄褐色    | 硬      |                          |             | ヤレットあり                                                                                             |                             |                      |                            |                            |        |                                 |
|               | 13.00     | 0.60      | △        | 砂 岩   | 黄褐色    | 硬      |                          |             | 一部粘土化した塊みられる                                                                                       |                             |                      |                            |                            |        |                                 |
|               | 13.70     | 0.70      | △        | 強風化砂岩 | 黄褐色    | 硬      |                          |             |                                                                                                    |                             |                      |                            |                            |        |                                 |
|               |           |           |          |       |        |        |                          |             |                                                                                                    |                             |                      |                            |                            |        |                                 |
|               |           |           |          |       |        |        |                          |             | 硬質な砂岩。ヤレットの発達み<br>られ、ヤレット面に沿って割れ<br>る。φ=20~30cm程度コア<br>採取。                                         |                             |                      |                            |                            |        |                                 |
|               |           |           |          |       |        |        |                          |             |                                                                                                    |                             |                      |                            |                            |        |                                 |
|               |           |           |          |       |        |        |                          |             |                                                                                                    |                             |                      |                            |                            |        |                                 |
|               | 20.20     | 6.30      | △        | 砂 岩   | 黄褐色    | 硬      |                          |             | GL=20.0m付近漏水あり                                                                                     | 20.00                       |                      |                            |                            |        |                                 |
|               | 20.80     | 0.40      | △        | 強風化砂岩 | 黄褐色    | 中      |                          |             | 粘土分流出。孔内押し出しあり。                                                                                    | 50                          |                      |                            |                            |        |                                 |
|               |           |           |          |       |        |        |                          |             |                                                                                                    |                             |                      |                            |                            |        |                                 |
|               |           |           |          |       |        |        |                          |             | 硬質な砂岩。<br>ヤレットの発達部若。                                                                               |                             |                      |                            |                            |        |                                 |
|               |           |           |          |       |        |        |                          |             |                                                                                                    |                             |                      |                            |                            |        |                                 |
|               | 25.40     | 4.60      | △        | 砂 岩   | 黄灰色    | 硬      |                          |             |                                                                                                    |                             |                      |                            |                            |        |                                 |
|               | 26.00     | 0.60      | △        | 強風化砂岩 | 黄灰色    | 中      |                          |             | 粘土化した塊あり                                                                                           |                             |                      |                            |                            |        |                                 |
|               | 26.40     | 0.40      | △        | 風化砂岩  | 黄灰色    | 硬      |                          |             |                                                                                                    |                             |                      |                            |                            |        |                                 |
|               |           |           |          |       |        |        |                          |             |                                                                                                    |                             |                      |                            |                            |        |                                 |
|               |           |           |          |       |        |        |                          |             | 粘土分流出<br>未風化部分のみ採取                                                                                 |                             |                      |                            |                            |        |                                 |
|               | 27.80     | 1.40      | △        | 強風化砂岩 | 黄灰色    | 中      |                          |             |                                                                                                    |                             |                      |                            |                            |        |                                 |
|               |           |           |          |       |        |        |                          |             |                                                                                                    |                             |                      |                            |                            |        |                                 |
|               |           |           |          |       |        |        |                          |             | ヤレットの発達部若<br>GL=28.0m全漏水                                                                           | 28.0<br>全漏水                 |                      |                            |                            |        |                                 |
|               | 29.00     | 1.20      | △        | 砂 岩   | 黄褐色    | 硬      |                          |             |                                                                                                    |                             |                      |                            |                            |        |                                 |
|               |           |           |          |       |        |        |                          |             | 粘土化した部分みられる。                                                                                       |                             |                      |                            |                            |        |                                 |
|               | 30.00     | 1.00      | △        | 強風化砂岩 | 黄灰色    | 中      |                          |             |                                                                                                    |                             |                      |                            |                            |        |                                 |

注 1) 段強りにおける各対応区間と試錐孔径 2) 単位掘進長(たとえば1m)に対するコア長10cm以上の部分の全長をもって表示する 3) 記載例: 区間 135~290 m N値 22  
 4) 記号: 湧水 ③, 漏水 ④ 5) 作業前: ロッドを降ろす前, 作業後: ロッド引揚げ後 6) ケーシング挿入が掘進作業前(前), 作業中(中), 作業後(後)のいずれかを記載のこと。  
 7) 孔曲り, 湧水, 漏水, 押し出し, レキ共溜り, 崩壊等。 8) 検層実施時の月日および孔内水位をも併記のこと。  
 9) 土質サンプル採取⑤, 透水試験⑥, 間隙水圧計⑦, 設置等の深度その他。

試錐子LNo. 1-3

第五圖

注) 1)段掘りにおける各対応区間と試錐孔径 2)単位掘進長(たとえば1m)に対するコア長10cm以上の部分の全長をもって表示する 3)記振例: 区間 $\frac{1.0}{1.5}$  N値 $\frac{20}{30}$   
4)記号: 湧水 $\text{↑}$ , 漏水 $\text{↓}$  5)作業前: ロッドを降ろす前, 作業後: ロッド引上げ後 6)ケーシング挿入が掘進作業前(前), 作業中(中), 作業後(後)のいずれかを記載のこと  
7)孔曲り, 湧水, 漏水, 押出し, レキ共選り, 崩壊等。 8)検附実施時の月日および孔内水位をも併記のこと。  
9)土質サンプル採取⑤, 透水試験⑥, 間隙水圧計⑦, 設置等の深度その他。



るが、これらの孔の掘削が完了したのはそれぞれ9月15日及び14日であったために、すべり面における顕著な変状をとらえるには至っていない。したがってすべり面の判定は主としてボーリングコアの状況からなされ、図-7に示したように推定された。

#### 4.3 地下水の状況

Iブロックのボーリング孔の地下水位観測結果を図-9に示す。これらの図を見ると、降水の少ない期間は地下水位は推定すべり面よりも低い位置にある場合が多いが、9月24~25日（連続降雨量179.5mm）のように多量の降水のあった場合には、特に1-2, 1-4, 1-7の各孔において顕著な水位の上昇が認められる。観測が時間的にそれほど密に行なわれていないため、実際のピーク水位は図-9に示された水位よりもさらに高くなっていた可能性が大きい。これらの地下水位観測の結果をまとめると表-6のようになる。

また、上述した3孔はいずれも地すべり斜面の中間部に位置しており、斜面中腹部に地下水が貯留され易いような水文地質条件が形成されていることも考えられる。

表-6 地下水位観測結果一覧表

（石原地区）

| BV-№ | 掘削深度<br>(m) | 最高水位<br>(GL-M) | 最低水位<br>(GL-M) | 水 頭 差<br>(m) | 備 考                                                   |              |
|------|-------------|----------------|----------------|--------------|-------------------------------------------------------|--------------|
| 1-1  | 20.0        | 14.24          | 16.52          | 2.28         | 9/24~25 連続降雨量179.5mm 0.79mの水位の上昇<br>11/24 以降降雪 水位変化なし | 63.9.20~11.5 |
| 1-2  | 30.0        | 13.92          | 25.81          | 11.89        | ‘ ‘ ‘ (23.41→13.92)<br>9.49mの水位の上昇<br>0.8m 上昇         | 63.9.15~11.5 |
| 1-3  | 15.0        | 12.76          | 14.25          | 1.49         | - ‘ 1.0m 上昇                                           | 63.10.4~11.5 |
| 1-4  | 20.0        | 19.00          | 19.68          | 6.68         | ‘ ‘ ‘ 2.50mの水位の上昇<br>0.3m 上昇                          | 63.9.20~11.5 |
| 1-5  | 15.0        | 12.19          | 14.36          | 2.17         | - ‘ 1.30m 上昇                                          | 63.9.4~11.5  |
| 1-6  | 23.0        | 21.75          | 23.00          | 1.25         | ‘ ‘ ‘ 0.40mの水位の上昇<br>0.20m 上昇                         | 63.9.20~11.5 |
| 1-7  | 30.0        | 17.22          | 23.85          | 6.63         | ‘ ‘ ‘ 5.68mの水位の上昇<br>1.10m 上昇                         | 63.9.9~11.5  |
| 1-8  | 15.0        | 12.25          | 12.95          | 0.70         | - ‘ 0.5m 上昇                                           | 63.10.7~11.5 |
| 1-9  | 10.0        | 1.87           | 2.80           | 0.93         | ‘ ‘ ‘ 0.70mの水位の上昇<br>変化なし                             | 63.9.4~11.5  |
| 1-10 | 10.0        | 1.38           | 2.19           | 0.81         | ‘ ‘ ‘ 0.30mの水位の上昇<br>0.2m 上昇                          | 63.9.4~11.5  |
| 1-11 | 35.0        | 2.41           | 34.08          | 1.67         | - ‘ 0.4m 上昇                                           | 63.11.1~11.5 |
| 2-1  | 15.0        | 14.73          | 14.79          | 0.06         | - ‘ 変化なし                                              | 63.10.4~11.5 |
| 2-2  | 20.0        | 15.80          | 19.58          | 3.78         | ‘ ‘ ‘ 3.63mの水位の上昇<br>0.1m 上昇                          | 63.9.4~11.5  |
| 2-3  | 10.0        | 8.95           | 9.49           | 0.54         | - ‘ 変化なし                                              | 63.10.4~11.5 |

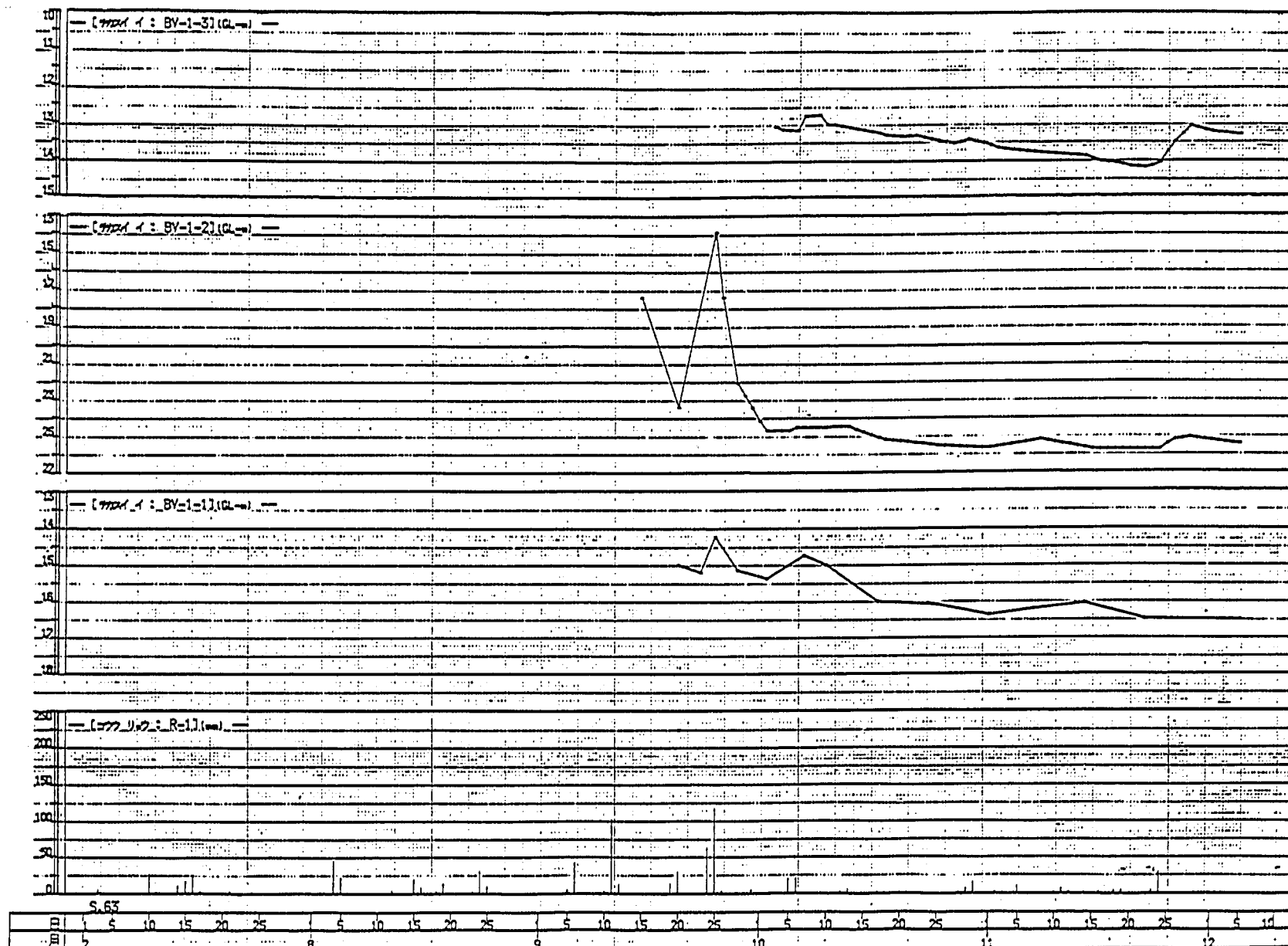


図-9(a) I-1～3孔の地下水位観測結果

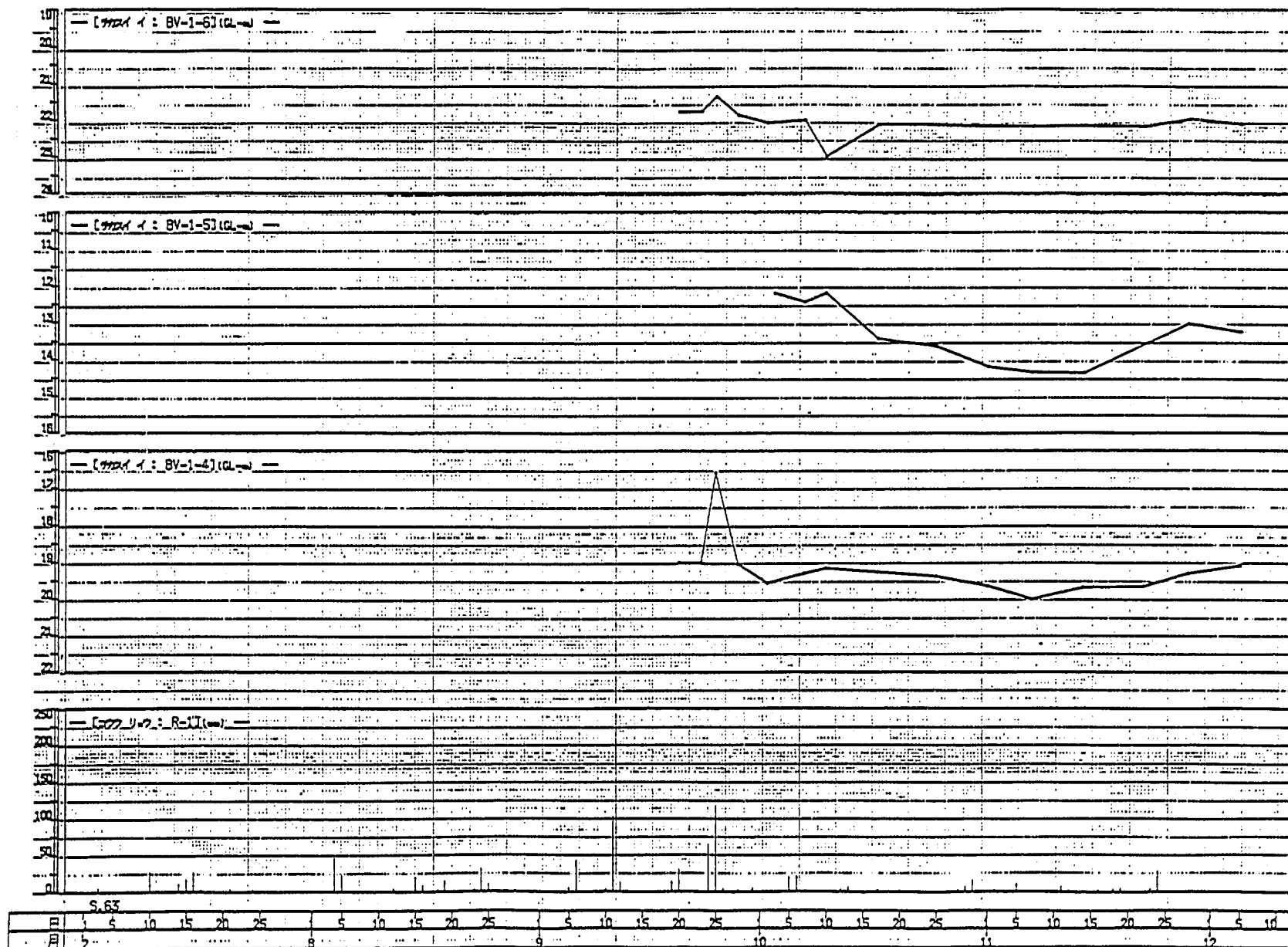


図-9(b) I-4～6孔の地下水位観測結果

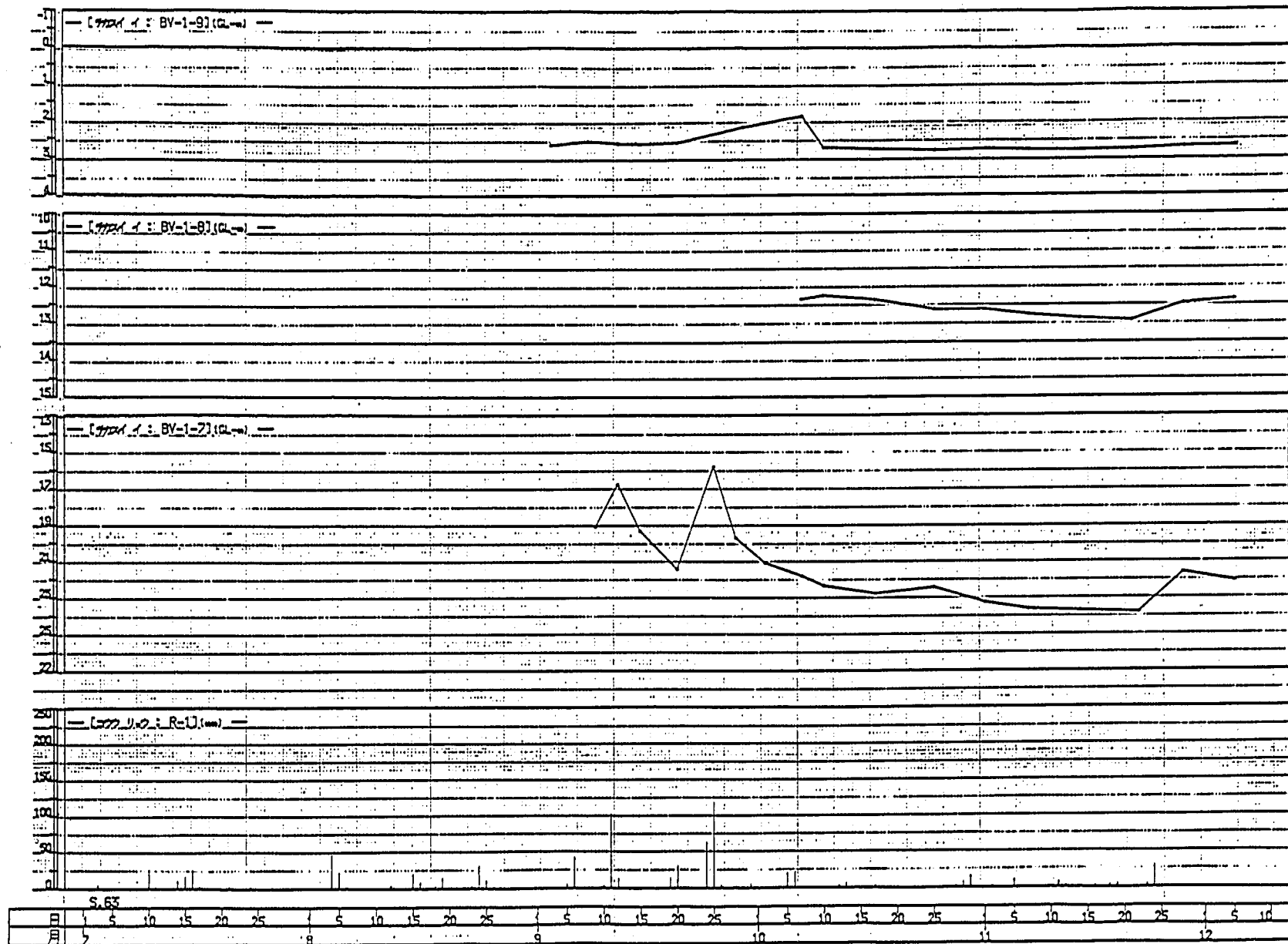


図-9(c) I-7~9孔の地下水位観測結果

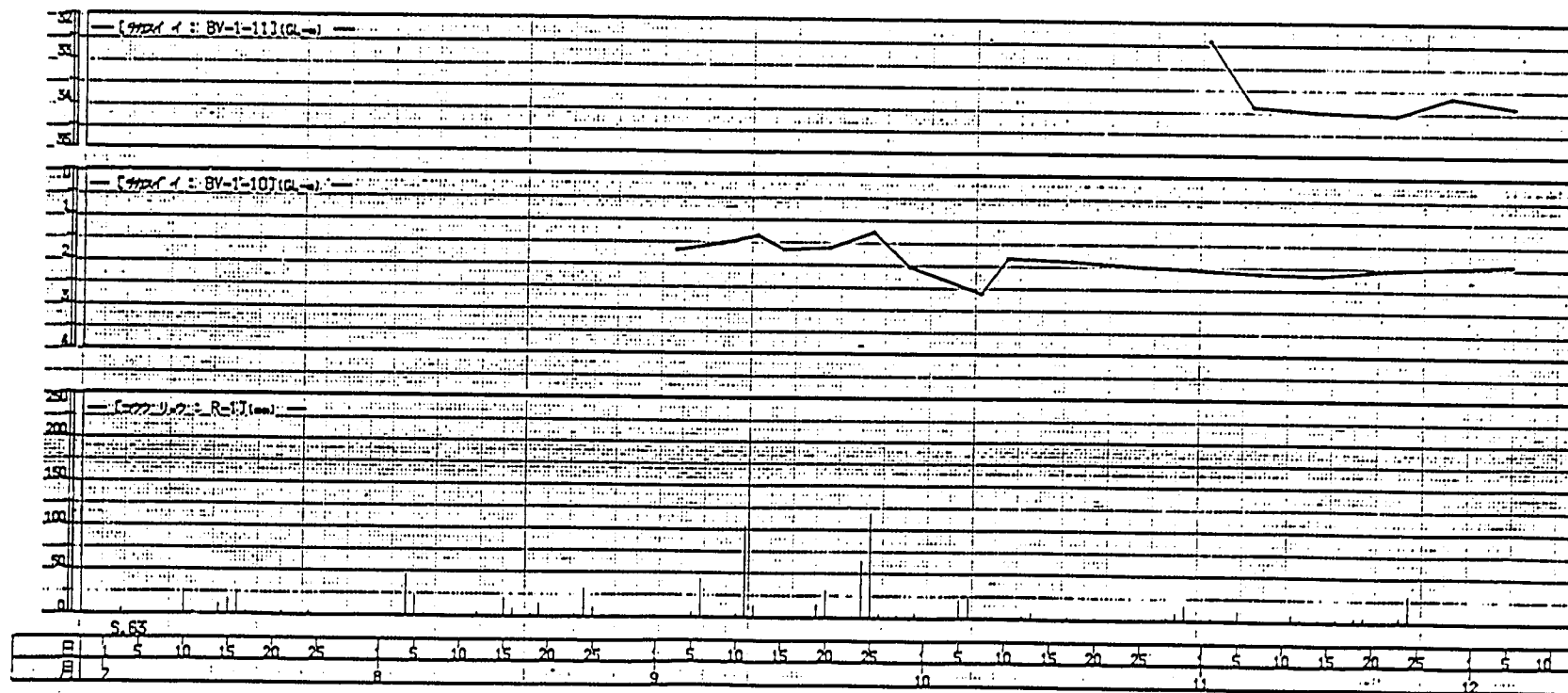


図-9(d) I-10~11孔の地下水位観測結果

## 5. 対 策 工

石原地すべりの今回の主滑動ブロックであるⅠブロックにおいては、前述のように地すべり現象が発見された直後から斜面下部における集水ボーリング工（写真－６）と斜面上部における排土工が実施された。また、斜面末端部における押さえ盛土工も間もなく着工された（写真－７）。これらの工事を応急対策工と考えれば、その施工によって、このブロックの移動状況をみると、安全率は1.0を上回ったことが推定される。

次に、恒久対策工としてこのブロック及び隣接するⅡブロックでは、斜面直下に民家が連なっていることから抑止工が計画された。これらのブロックにおいては斜面傾斜が非常に急峻で、杭打工では杭前面の地盤反力があまり期待できないことからアンカー工によって計画安全率1.2を確保することになった。

また、水無神社側の斜面に位置するⅢブロックにおいては、神社の真裏に位置しており、立木の伐採が困難であることが予想されるため集水ボーリングによって計画安全率1.2を達成することとした。

さらにⅣブロックに隣接するⅣブロックにおいては想定されるすべり面深度も深く、ブロックの規模も大きいことから、集水井による地下水排除と杭打工によって計画安全率1.2を確保することとした。

これらをまとめると表－７のようになる。

表－７ ブロックごとの対策工

| ブロック名 | 対 策 工                                                       |
|-------|-------------------------------------------------------------|
| Ⅰ及びⅡ  | 排 土 工<br>地下水排除工（集水ボーリング工）<br>アンカー工<br>押さえ盛土工（アンカー施工後に排除の予定） |
| Ⅲ     | 地下水排除工（集水ボーリング）                                             |
| Ⅳ     | 地下水排除工（集水ボーリング工、集水井工）<br>杭 打 工                              |



写真-6 Iブロック末端部における集水ボーリング工



写真-7 排土工及び押さえ盛土工完了後の全景

## 6. 警戒避難体制について

### 6.1 警戒避難の事例

今回の地すべり災害は表-3に示したように、その発見から住民の避難、応急対策等が非常にスムーズに運んだ。これが人的被害はもとより資産に対する被害をほとんど皆無に等しくすませられた主要な要因であることは言うまでもない。このように警戒避難がスムーズに機能して、少なくとも人的被害を最小限度にとどめた事例が過去にも幾つかみられる。ここではそれらの事例も含めて警戒避難体制についての検討をしてみたい。

#### (1) 兵庫県一宮町福知地すべり<sup>3),4)</sup>

昭和51(1976)年9月13日に一宮町の福知で発生した大規模な地すべりで、80万 $\text{m}^3$ の土砂が157棟の家屋、事業所を破壊した(図-10)。この大崩壊の下部は、ほとんど流動に近い移動形態で図-10に破線で示した範囲まで広がった。図-11には地すべり発生前後の降雨量の状況を示す。

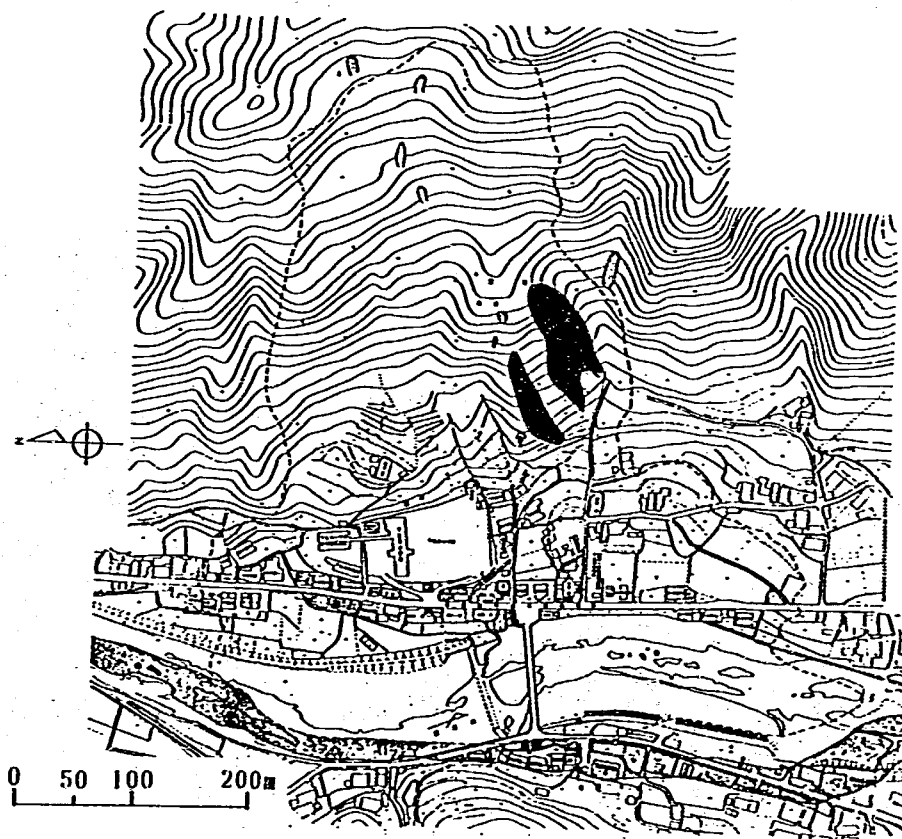


図-10 福知地すべり平面図<sup>4)</sup>

大崩壊の発生する前に9月13日午前6時50分に小規模な地すべりが発生し、泥流化して民家を倒壊させて住民6名が生き埋めになった。そのため消防団員らが直ちに救助活動を行なった結果、3名は助けられた。午前8時前に対岸の山腹に登った住民は、後に発生する大規模な地すべりの滑落崖を発見して、救助活動を行なっている人々に何回か電話で連絡し

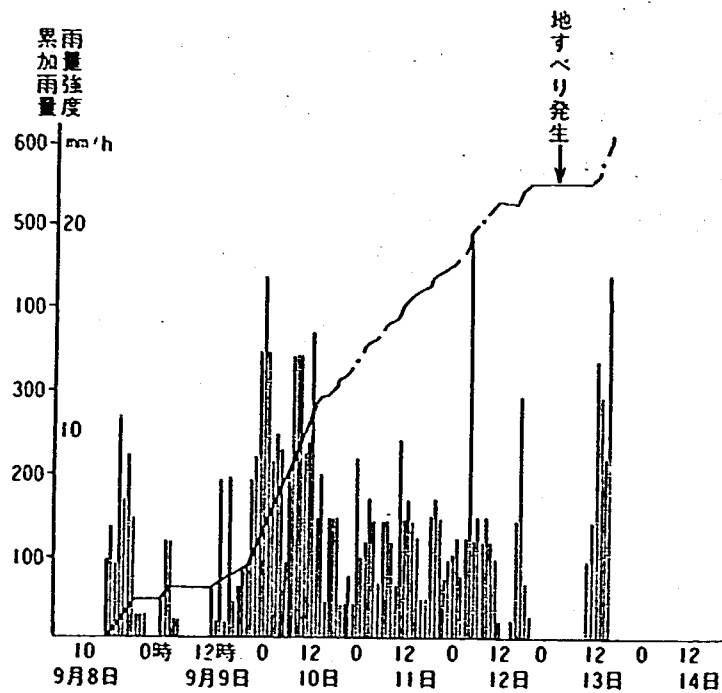


図-11 一宮町における雨量強度<sup>4)</sup>

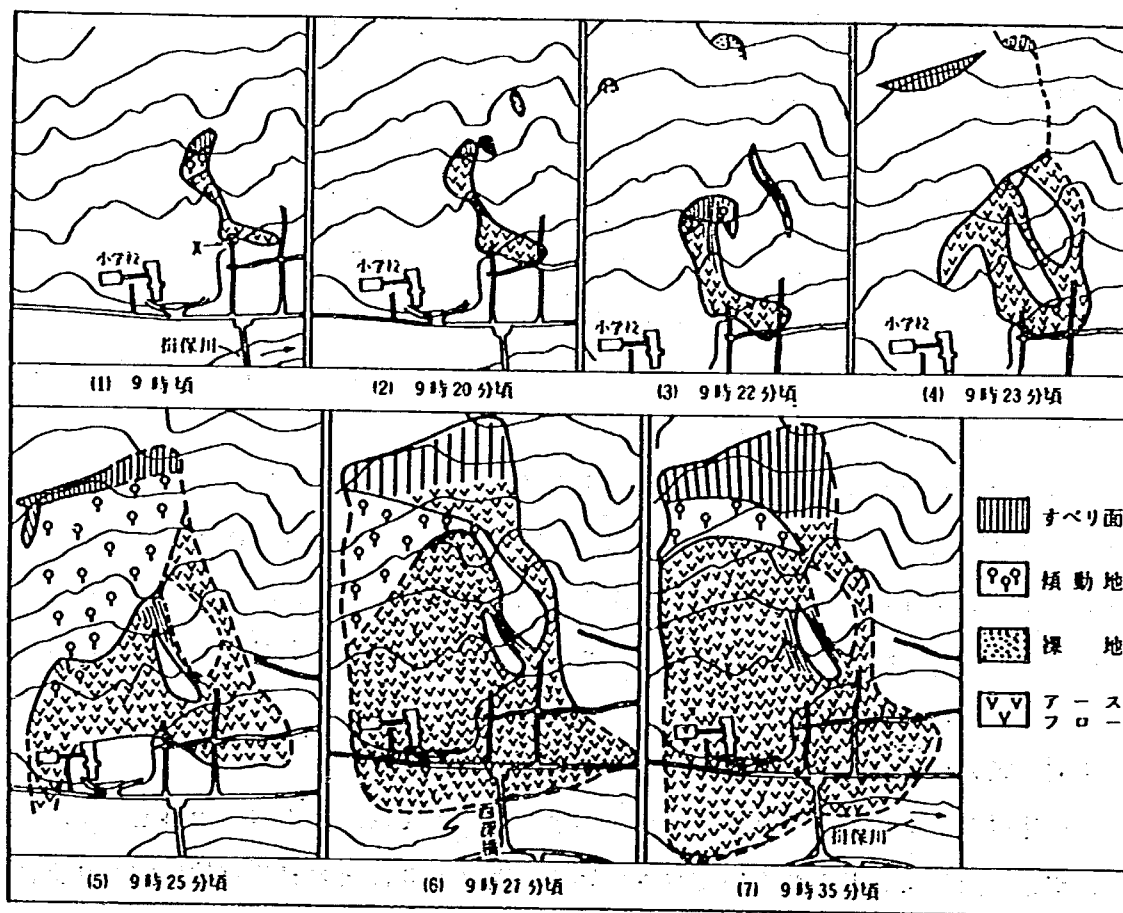


図-12 連続写真(稲田信明氏撮影)より判読される地すべり・崩壊現象等高線は災害前のもの<sup>3)</sup>

ていたということである。

その後、午前9時を過ぎる頃から山腹に小崩壊が発生し始め9時20分頃には滑落崖が明瞭となった。9時23分頃には斜面の下部の小崩壊群をつなぐ線上でアースフローが発生して流下すると同時に、その範囲が斜面上部に広がって行った。9時27分には崩土の大半がアースフロー化して流下している(図-12)。

前掲の文献によれば、山麓近くの住民が避難した時間はおそらく9時以前であろうと推定されている。また、そのほかの人家に対しては、対岸で警戒にあたっていた消防団員等によって9時20分頃から避難が呼びかけられ、それによって住民全員(約200名)と消防団員200名がかろうじて避難することができたという。

## (2) 奈良県西吉野村和田地すべり<sup>5),6)</sup>

昭和57(1982)年8月4日、台風10号とそれに続く低気圧の通過によって、西吉野村和田地区において大規模な地すべりが発生した(推定崩壊土量約61万 $\text{m}^3$ )。地すべりは8月4日午前2時と8時15分の2回にわたって発生し、住宅1棟、倉庫1棟が押し潰された。さらに斜面の末端部を流下する吉野川の支流の丹生川を堰き止めて住家の全壊8棟、半壊7棟、床上浸水26棟、床下浸水8棟の被害を出した。図-13には和田地区の平面図、図-14には和田地区から約1.4km離れた黒淵ダムにおける降雨量を示す。

地すべりの徴候が最初に発見されたのは8月3日の15時10分である。発見者はこの山腹に自宅をかまえる消防団員で、自宅までの農道の栗石の位置がいつもと異なることに気が付いて付近を調べたところ、山腹に段差1.5cm、長さ130mの亀裂を発見した。通報を受けた消防団長らは現場を確認するとともに警戒体制を整えた。亀裂の拡大はなおも続いたため、同日6時15分には和田上地区の住民に避難命令が発令された。8月4日午前1時には亀裂の段差は100cmに達したため、1時30分には和田下地区へも避難命令が出され、その30分後の2時に第1回目の崩壊が発生した。この崩壊によって住家1棟、倉庫1棟が破壊され、丹生川の大部分が堰き止められた。

その後同日5時には一旦避難命令は解除されたが、7時30分に消防団員が地すべり現場上方に再び亀裂を発見した。そのため和田地区に避難命令が発令された。その25分後の8時25分に2度目の崩壊が発生し、丹生川は完全に堰き止められ、ピーク時には和田大橋における水位は平常時よりも9.5m上がったという。そのため床上浸水、床下浸水の被害が出たが、人的被害は皆無であった。

## 6.2 警戒避難のポイント

以上に述べた2事例及び今回の石原地すべりの事例とでは、地すべりの移動形態、降雨状況等、必ずしも同列で論じられない部分も多いが、これら3箇所の警戒避難体制を詳細に分析することによって、その鍵になる幾つかの重要なポイントが浮かび上がってくると考えられる。

### (1) 前兆現象の早期発見

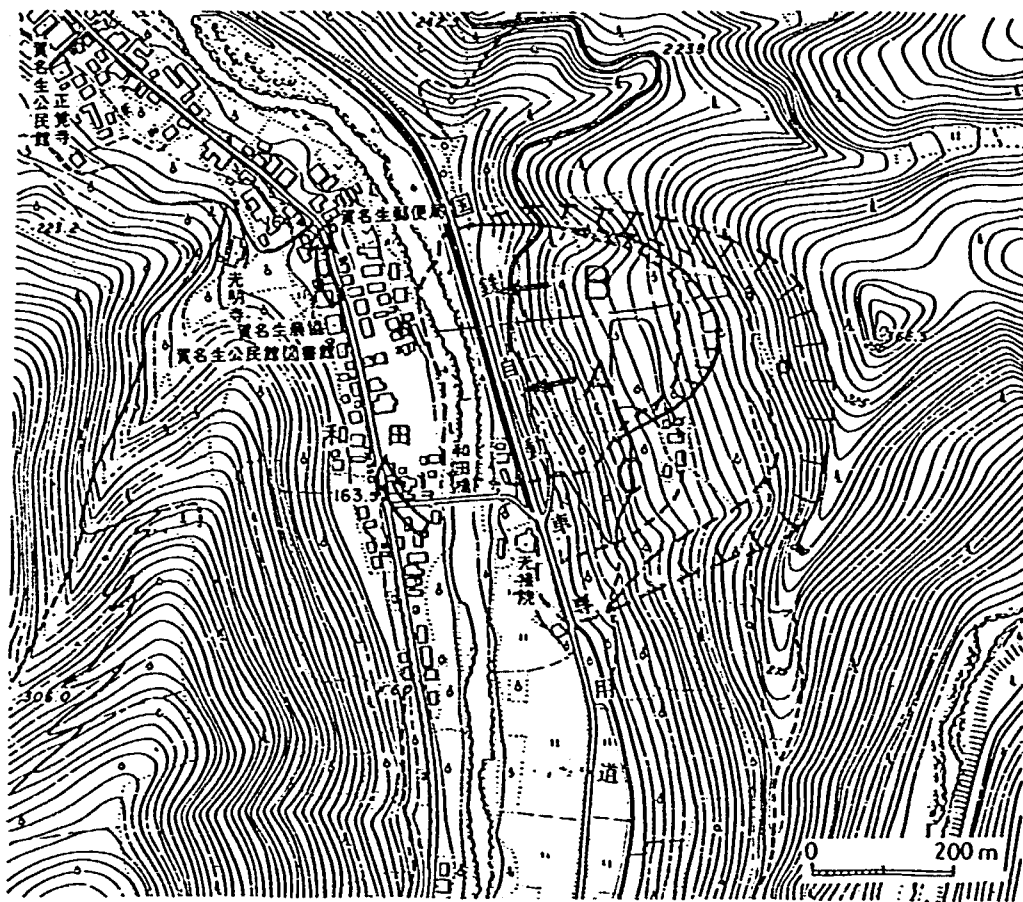


図-13 和田地すべり平面図<sup>5)</sup>

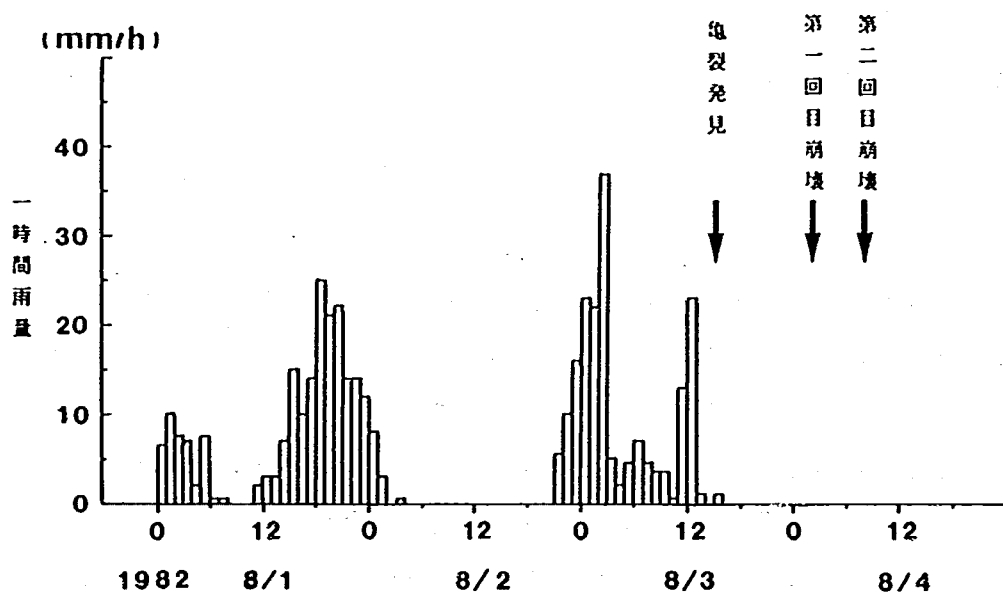


図-14 黒淵ダム発電所における雨量記録<sup>5)</sup>

これらの災害において警戒避難が成功した第1の要因として、いずれの場合にも地すべりの前兆現象が早期に発見できた事があげられる。個々の地すべりの移動形態や移動速度にもよるが、少なくとも被害想定区域内の住民が危険区域外へ避難するのに十分なだけの時間がある程度以前に地すべり発生の徴候を捕えることが必要である。そして、余裕があれば伸縮計等の計測器を設置して詳細な変動状況を把握することも考えられる。

このためには、崩壊の危険が予想されるような降雨時に、斜面の状況を詳細にチェックできるような体制をつくることが理想的である。しかしながら今回の石原地すべりの場合のように、付近の住民が何らかの異状を発見したり、和田地すべりの場合のように、消防団員が自宅への往復の途中で変状を発見したり、といった地元の人々からの情報が実際には非常に貴重であり、かつ信頼度も高いものと考えられる。したがって、地すべりの前兆現象の早期発見のためには、パトロールの体制を整備することと同時に、地元の住人にも日頃から注意を呼びかけて認識を深めてもらうことが重要である。

## (2) 情報伝達の正確性、迅速性

次に、発見された徴候の情報が正確にかつ迅速に伝達されてはじめて実際の避難体制がとられることになる。例えば石原地すべりでは、地元住民の連絡を受けた直後に役場や県庁の職員が現地の確認を行なって正確な状況の把握に努めているし、一宮地すべりでは、救助活動を行なっている人々に対して、対岸から滑落崖が形成されているのを発見した住民が何回か電話で連絡して情報の伝達に努めている。一刻を争う場合が多いため、このような情報を正確、かつ迅速に伝達することの重要性は非常に高い。

## (3) 避難体制の有効性

このような情報が伝達された後、避難自体がスムーズに運んだ要因を次に考えてみたい。

まず、避難を誘導するためのシステムが完成されていて円滑に機能しなければならない。そのためには第1に消防団や住民による組織力が不可欠であることから、適切な人員配置や動員が必要である。情報の伝達もこのシステムの中で適切になされなければならないことは言うまでもない。

上にあげたすべての事例で消防団、役場の職員、住民等から構成された有機的な組織体制が警戒避難のためのほとんどすべての役割りを果たしている。そして、このような組織にはある程度の連帯感が備わり、したがってリーダーの呼びかけにもそれほど抵抗感なく従ったようである。しかしながら前掲の文献5)によれば、和田地すべりの場合には避難をしぶつた住民を消防団員が半強制的に避難させた事例も紹介されている。結果的にはこの判断が人的被害を出さなかったことに結びついたが、同文献によれば、避難命令の責任者は「避難が無駄に終わったときに受けるであろう非難よりも、崩れた時に生じるであろう被害の重大さを思い、(90名にも及ぶ多数の住民に対して)避難命令を発令した」(カッコ内は筆者が加筆)ということである。このように、警戒避難のための組織のリーダーには、時として空

振りを恐れずに思い切った判断を下す勇気が求められる。加えて、和田地すべりの場合、「災害対策本部の設置や消防団員の動員は、気象情報には必ずしも依存していない」（前掲文献5））ということであり、その組織独自のもつ判断力の適確さも大きな要素となる。

以上が避難体制時においては主体となる組織力に関する要件であると考えられる。

次に避難誘導システムのなかには安全な避難路及び避難場所の確保が含まれていなければならない。ここに記述した事例の場合には幸いにしてこれらの要件はほぼ満たされていたが、特に山間部の集落においては避難路及び避難場所の確保は大きな課題である。日常から集落単位で災害時の避難体制について検討を行なうとともに、行政側も出来る限りの情報提供、PR活動などを通して周知徹底をはかっておくべきであろう。

#### (4) 二次災害の防止対策

過去の災害の事例では、二次災害によって大きな人的被害を蒙ったものも少なくない。例えば、昭和47年7月5日の高知県の繁藤災害では小崩壊で生き埋めとなった消防団員の救出作業中に大規模な崩壊が発生して59名の人命が奪われた。このような悲惨な二次災害を防止するための対策は地すべりの徴候が発見された後には必要不可欠のものである。

ここで採り上げた一宮町の福知地すべり、西吉野村の和田地すべりの場合には、地すべりの移動の徴候がパトロールや監視によって正確に捕えられ、かつ迅速に伝達されたことで二次災害を完全に防止することができた。また、石原地すべりにおいても、地すべりによる変状が発見された直後に対策工事が即座に開始されたが、二次災害防止のためのパトロールや移動量の測定は非常に密に行なわれた。

#### (5) その他

(1)～(4)は主として警戒避難体制を進める人間の側に関する要素であるが、そのほかの幾つかの自然的要素が考えられる。

ひとつには避難命令がほとんどの場合明るい時間帯に発令されており、しかも降雨は止んでいたことがあげられる。これは、一見些細なことのように思われがちであるが、山中の集落で土砂降りの真暗闇の中を懐中電灯を頼りに歩いて避難することを想像すれば、避難時の時間帯と気象条件が人々の心理に与える影響力の大きさが容易に推定できる。

次に、それぞれの地すべりの移動状況があげられる。ここにあげた事例の場合、幸いにして地すべりが完全に滑落するまでにほとんど避難を完了させるだけの時間的余裕があった。これは、結局地すべりの徴候がどれくらい早期に発見できたか、ということにも依存する問題であるが、避難の成否を大きく左右する自然的要因のひとつであると考えられる。

### 6.3 地すべりの警戒避難基準設定における問題点

#### (1) 地すべりの発生危険箇所

地すべりの危険箇所に関する調査は何年かおきに行政レベルでも実施されており、かなりきめの細かい調査結果が得られている。建設省所管の地すべりの危険箇所調査結果で最も新

しいものは昭和61年に行なわれたものであるが、昭和61～63年(暦年)間に建設省の傾斜地保全課に報告のあった地すべり災害のうち8割近くが、昭和61年の危険箇所調査で危険地区とされた箇所で発生している<sup>7)</sup>。このようなことを考慮すれば、かなりの精度で地すべりの発生する箇所は予測できるといえる。

しかしながらある程度の面積を有するひとつの危険箇所の中でどこが最も危険であるのかを識別することは現段階では非常に困難である。したがって実際の警戒避難にあたっては危険区域内あるいは想定危険区域内の住民全体を対象にすることになる。

## (2) 地すべり土塊の影響範囲

地すべりによる危険区域を設定するためには地すべり土塊の影響範囲(到達範囲)を明確にする必要がある。近年では、大型コンピュータの活用によって相当精度の高い土塊移動のシミュレーションが可能となりつつあるがこれを個々の危険箇所ごとに行なうためには、それぞれについて詳細な調査データが必要となる。たとえば、すべり面やすべり土塊の性状(c,  $\phi$ 等)、想定されるすべりの深さ、範囲、地すべり斜面の形状、勾配等さまざまな要素が関連して到達範囲を規定している。したがって危険箇所ごとにこのような手法で到達範囲を決定するためには現状では制約があると考えられる。今後詳細な検討が必要である。

## (3) 地すべりの発生時期

地すべりの発生時期(崩壊時間)の予測手法として、斉藤の手法や福園の手法が提案されており、実用に供せられてもいる。しかしながら、これらの手法を用いるためには伸縮計等を用いて地すべりの移動量を測定する必要がある。したがって移動地塊と不動地との境界が明らかとなっていなければならない。

また、これらの手法では対象とした地すべりが「崩壊」(少なくとも移動土塊が三次クリップ的な挙動を示す状態)に至るという前提が必要である。

このように、移動量観測に基づく発生時間の予測は上述のような条件が満たされれば比較的良好な結果が得られる。

一方、降雨量による地すべり発生時期の予測を考えてみると、一般に地すべりの規模が大きいほどその発生時刻は降雨のピークから遅れがちになる(例えば図-11, 14)。これは、主として地すべりの場合には移動土塊の量が大きいため、それを動かすためには多量の地下水が土塊中に貯えられる必要があるためであると考えられる。したがって降雨量と地すべり発生時期との関係は地下水の水理、水文条件、土塊の性状等に大きく左右され、非常に複雑である。このような点から見れば現在のところ警戒避難体制を降雨量から決定するためには種々の検討が必要であると思われる。

さらに、地すべりの発生が降雨量のピークから遅れる傾向があり、一度移動を開始すると停止までに長時間を要するという運動特性から、警戒避難の解除のタイミングが問題になる。極端な場合には石原地すべりのように、地すべり発生から最終的な避難解除まで応急対策工事

のためもあって3箇月近くを要している事例もある。やはり、地すべりの移動状況を見極めた慎重な対応が求められるところであろう。

## 7. 結 語

今回発生した岐阜県宮村の石原地すべりにおいては幸にして人的被害は皆無で、物的被害も最小限にとどめられた。その背景を詳細にみると、幾つかの鍵になる要因が存在している。そこで、ここでは石原地区と同様に地すべり災害時に警戒避難が成功したと考えられる過去の事例も含めて地すべりの災害に対する警戒避難についての考察を加えた。

その結果警戒避難を成功させるための要因として以下のような諸点が重要であることが判明した。

### ① 前兆現象の早期発見

地すべりが滑落するまでに避難が終了できるだけの時間が必要である。そのためには地すべりの前兆現象をいかに早期に発見するかが大きな問題となる。特に地元の住民からの情報は貴重であり、平素から注意を喚起しておく必要がある。

### ② 情報伝達の正確性・迅速性

災害時には一刻を争う場合が多いため、情報の正確、かつ迅速な伝達の重要性は非常に高い。

### ③ 避難体制の有効性

スムーズな避難のためには、避難を誘導するための適切な人員配置や動員といった組織力が不可欠であると同時に安全な避難路、避難場所が必要である。そのためには日頃からこのような点に関しての検討や認識を深めておく必要がある。

### ④ 二次災害の防止対策

二次災害の防止のためには最初の災害が発生した後のパトロールや監視が重要である。

### ⑤ そ の 他

①～④のほか、自然的な要因として気象条件（降雨が止んでいた）、避難の時期（明るい時間帯）、地すべりの移動速度等があげられるが、これらの要因については偶然的なものばかりであるため、それぞれ最悪の条件を常に考慮に入れておくべきであろう。

次に、地すべりの警戒避難基準設定にあたって解明が急がれている諸点については以下のとおりである。

まず、地すべりの発生場所の予測については行政レベルでも何年かおきに危険箇所調査が実施されており、かなりの精度で的中もしている。しかしながら移動ブロック単位での予測はほとんど不可能に近いのが現状であるため実際の警戒避難にあたっては危険箇所内あるいは想定危険区域内の住民全体を対象にすることになる。

次に想定危険区域の設定については個々の危険箇所ごとに実施するためには大きな制約があるのが現状である。今後詳細な検討が必要である。

最後に、地すべりの発生時期については移動量の観測値から予測する手法も提案されている

が、これがすべての地すべりに対して有効である訳ではない。また、降雨量からの予測についても多くの検討課題がある。したがって現実には移動の徴候がみられたり、降雨量がある値を超えたならば早急に避難することが最良であると思われる。また、地すべりの場合には避難解除のタイミングが問題となるが、出来れば移動状況を見極めた慎重な対応が求められる。

## ＜参考・引用文献＞

- 1) 岐阜県土木部砂防課：岐阜の砂防
- 2) 檜垣大助：岐阜県の山地地形－その1－ 治水と砂防，Vol. 18, №4. 1986
- 3) 奥西一夫：兵庫県宍粟郡一宮町の事例，斜面災害の予知と防災，白亜書房，1986
- 4) 島通保：兵庫県一宮の地すべり，二次災害の予知と対策№2，(社)全国防災協会，1987
- 5) 森脇寛：奈良県西吉野村和田地すべり災害及び三重県美杉村・嬉野町土石流災害，斜面災害の予知と防災，白亜書房，1986
- 6) 建設省傾斜地保全課，土木研究所地すべり研究室：昭和57年梅雨前線，台風による地すべり災害（長崎県，熊本県，奈良県）現地調査報告書，土木研究所資料第1937号，1983
- 7) 建設省傾斜地保全課内部資料

岐阜県石原地すべり災害

現地調査報告書

ISSN 0386-5878

土木研究所資料 第2646号

平成元年2月 (1989)

地すべり研究室 主任研究員 網木亮介

要旨 本報告は昭和63年8月初旬に岐阜県宮村に発生した石原地すべりについて、現地調査結果に基づいてとりまとめたものである。特に、急傾斜の斜面で発生した地すべりであったにもかかわらず被害は最小限にとどめられ、警戒避難が非常に効率的に行なわれた事例のひとつでもあるため、そのような視点からの考察も実施した。その結果、地すべりに対する警戒避難に関する幾つかのポイントが明らかとなった。

キーワード：地すべり、石原地すべり、警戒避難

郵便はがき

305-□□

40円切手  
をはいて  
下さい。

茨城県つくば市大字旭一番地

建設省土木研究所

砂防部地すべり研究室 御中

No. \_\_\_\_\_

No. \_\_\_\_\_

配布先氏名

配布先住所



土木研究所資料第 2717 号 部

上記のとおり受領しました。

所 属 (住所)

氏 名

