

土木研究所資料

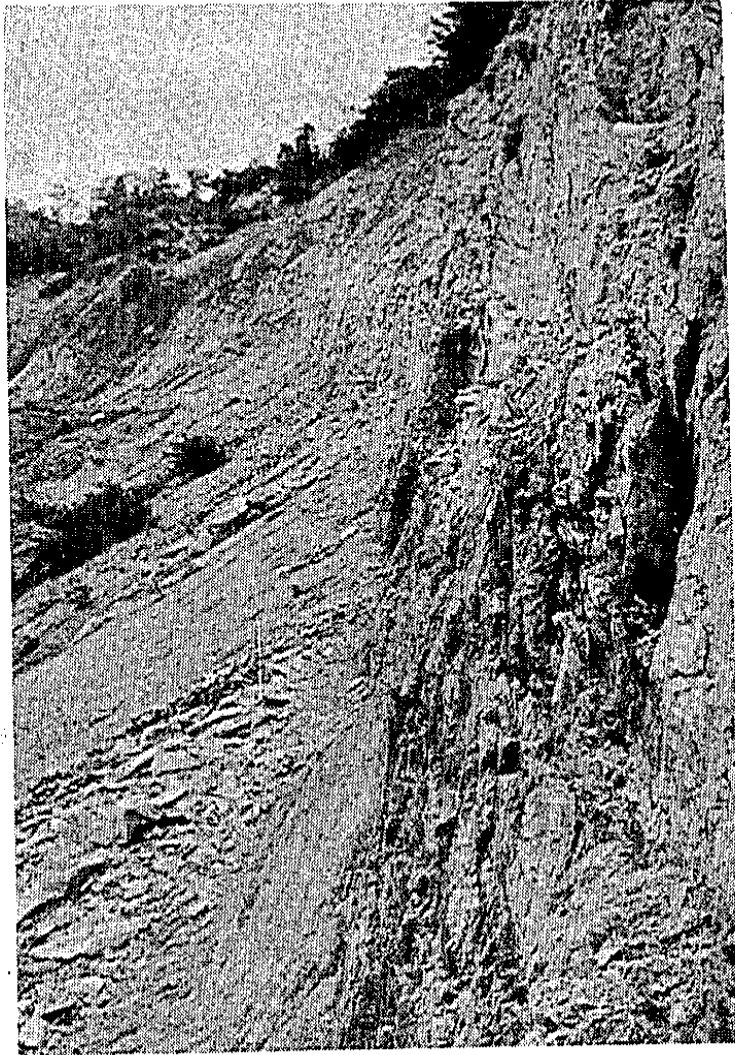
第375号

国見地すべり調査報告書

昭和43年3月

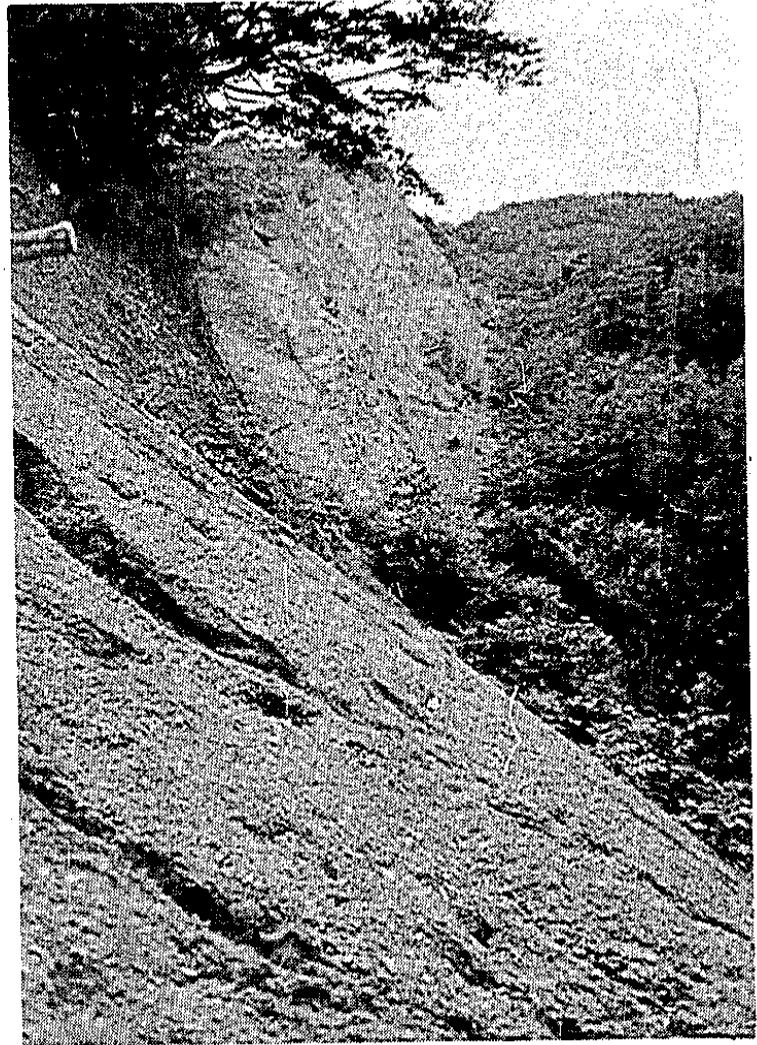
建設省土木研究所

写真-1.



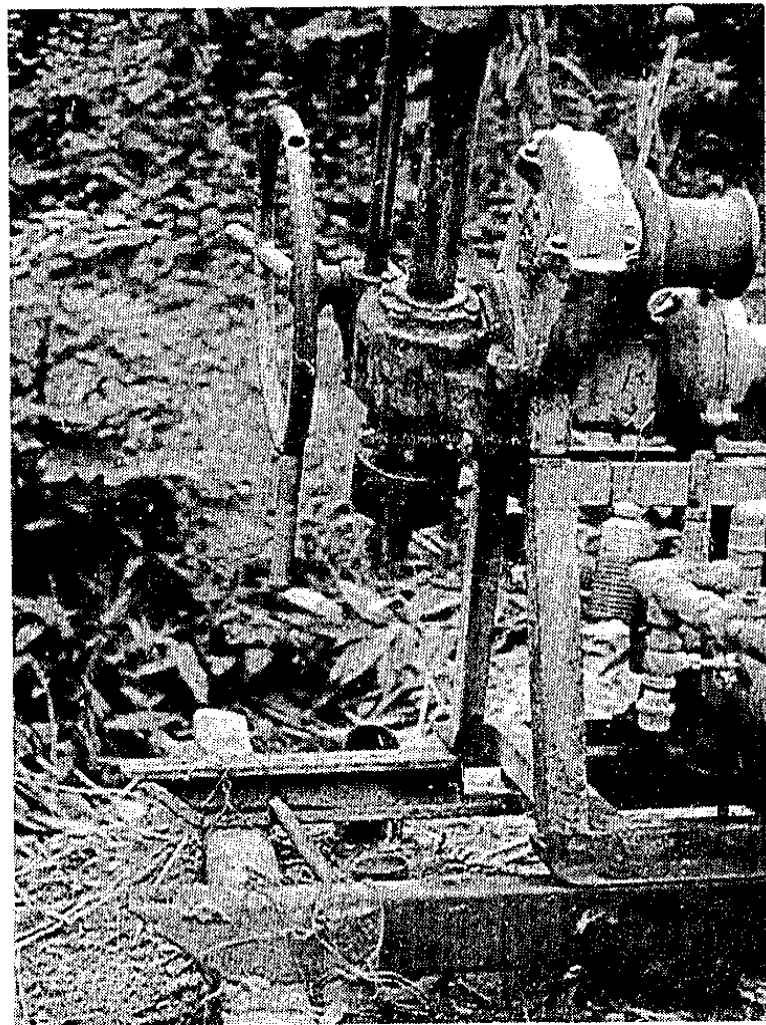
東谷に沿う崖（断層崖）

写真2



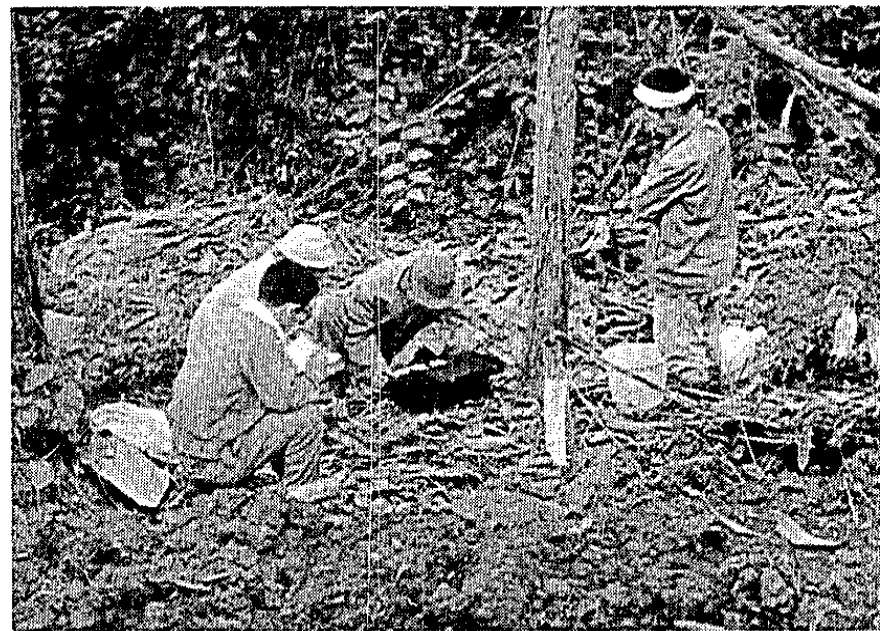
泉谷に沿う崖

写真-3.



斜掘ボーリング (VB-6)

写真-4.



地下水検層状況 (VB-6)

## 目 次

1	まえがき	1
2	過去の調査経緯	1
3	昭和42年度の調査目的	2
4	調査方法と結果	3
	Ⅰ) 地下水検層	
	Ⅱ) 地下水追跡試験	
	Ⅲ) 自然放射能測定	
	Ⅳ) 地盤変動量及び雨量・水位観測	
5	考 察	15
6	今後の問題点	16
7	あとがき	17

## 1 まえがき

この調査はモデル地域における地すべり状況調査の一環として行なわれているもので、北陸地方における第三紀層地すべりを代表するものの一つである富山県氷見市国見地すべりを対象としたものである。

国見地すべりは能登半島基部から氷見市北部にかけての断層構造に支配されて発生したものと考えられ、昭和39年7月に極めて急激な変動を示して大災害を起した隣接の胡桃地すべりをはじめ、論田、熊無、味川、一列、村木などのかなり大規模な地すべりが、この構造線にそってベルト状に分布している。

この一連の地すべり帯は八代地すべり群とも呼ばれており、第三紀層地すべりであっても、新潟県下に分布するものとタイプを異にするものが多い。即ち、国見地すべりの大きな特徴の一つは、層すべり型に属するもので、発生条件が充分に満たされた場合は、胡桃地すべりのような大規模で急激な移動を起し得る因子を内蔵している。

このようなことから国見地すべりをモデル地域として取り上げ、このタイプの地すべりの前駆現象、地盤変動特性及び地下構造、地下水の動向等を検討するために、昭和40年度より引続いて地盤変動量、ボーリング、自然放射能、地下水の動向等の総合的な調査が実施されているが、このうち、自然放射能、地下水調査については新潟試験所が担当し、ボーリングと地盤変動量、水位変動調査等の連続観測については、富山県土木部砂防課が担当している。

尚、本報告で国見地すべりと称しているものは、国見部落を含めたデルタ状の西部地域を指し、現在までに対策工事のなされつゝある東部地域のものは一応除外してある。

## 2 過去の調査経緯

この調査は昭和40年度以降引続き行なわれているが、当初はこの地すべ

りの過去の滑落崖上部にあたり、当地域の最高地点である鏡山（477m）周辺に重点をおいて調査を行なった。これはこの附近の地形が過去に大きな変動を受けた跡地と見られ、特に地下水が異常に豊富なことから、下部一帯の地すべりの地下水涵養源となっているものと推測され、地すべりのモデル化のための一因子である地下水の賦存状況、流動機構を中心として調査を実施し、このような地下水の経路を追跡して国見地すべりへの影響を把握しようとした。

その結果、鏡山周辺の地下水は地形的に見て国見地すべりと隣接する小滝地すべりに対して大きな影響を与えるものと思われていたが、第一回の地下水追跡試験結果では、小滝部落方面の採水点ではトレーサー試薬の検出が認められず、国見地すべり地内の数ヶ所の採水点より検出されたことから、むしろ、国見、胡桃両地すべり方面への影響がより多いことが明らかとなった。

その後昭和41年度までの調査により、この地下水が国見地すべりを特徴づける構造線に支配されて、かなり限定された経路をもつことがわかり、供給源となっている鏡山周辺より供給地である国見地すべりへの連がりを精査すべき段階となってきた。

また、前述のように地下水に重点をおく一方、このタイプの地すべりの前駆現象、地盤変動特性及び地下構造等を検討するために昭和40年度より引続いて移動量、傾斜変動量、地中歪、水位変動量、ボーリング、自然放射能等の総合的な調査が実施されているが、大体の傾向として、調査区域として国見地すべり西部地域では、全般的に大きな動きはなく、部落附近の地すべり末端部で部分的な移動が認められている。

地下水位は非常に低く、平均約30m程度もあり、降雨による水位変動は極めて大きく8mから20m近い変動巾を示している。

### 3 昭和42年度の調査目的

今年度はこの国見地すべりを特徴づける断層群の確認とその機能の解明に重点をおき、特に前年度までに大体の傾向が把握された地下水の動向とこれ

を左右すると思われる断層の機能を裏づけるため、採水点を増設し、その平面的流動経路をさらにしぼり、一方では垂直的に地下水の流動面を解明する。

また、層すべり型地すべりの前駆現象把握のための移動計、傾斜計、地中内部歪計、水位計の観測を続行し、さらにボーリング、自然放射能探査によって地質構造を解析することによって、この地すべりの発生機構究明のための資料を得ることを目的とする。

#### 4 調査方法と結果

##### 1) 地下水検層

国見地すべりの地下水の賦存状況を把握するために水質分析、地下水追跡試験、揚水試験、水位観測等の地下水調査の一環としてボーリング孔内における地下水の動向を知るための地下水検層を地下水追跡試験に先だつて実施した。

##### 調査方法及び結果

地下水検層の原理はボーリング孔内にNaCl等の電解物質を溶解させ、孔内水の電気比抵抗を自然状態の時の比抵抗の $\frac{1}{5} \sim \frac{1}{10}$ 程度に下げおくと、これが孔内の流動面から流入する比抵抗の高い地下水によって稀釈されて流動面附近の水の比抵抗値だけが著しく変化する。

これをあらかじめボーリング孔に挿入した電極を通して比抵抗値時間変化を測定し、その結果から時間変化曲線を作成して流動面を推定するものである。ボーリング孔内に投入攪拌する食塩の濃度は実験結果から0.1%~0.5%位が適当とされている。

測定箇所はボーリング孔があまり古いものでは、既に孔内が破壊されており、また地下水位の極端に低いものでは現在のピックアップの延長が足りないため実施することができず、結局、次の孔について行なった。(図-1)ここで各孔の位置及び孔内の状況と地下水検層の結果について述べて見よう。(図-2-1~図-2-9)

・B-7:地下水追跡試験のトレーサー試薬(硫酸マンガンの投入孔とし

て使用したボーリング孔で、投入に先だち、地下水の流動状況確認のために地下水検層を行なった。

このボーリング孔は元来10mの深度があったが下部2mは土砂が堆積している。柱状図によれば上部1mが表土で、以下は全孔崩積土層よりなっている。検層の結果、深度1.5m、4.5m及び6.3m附近に比較的明瞭な地下水の流動面が認められ、トレーサー投入孔として適していることを確認した。

- ・ B-6 : このボーリング孔は鏡山の斜面の変曲点にあって、旧滑落崖といわれるところで、この地点の地層は図の柱状図によってもわかるように表土と崩積土からなっていて、砂、砂礫等が主であり、一般にじめじめした湿地帯である。

地下水検層の結果は変化曲線から孔内のあらゆるところに地下水が流動しているように見受けられ、この地域の崩積土はかなり透水性が高いものと考えられる。こゝで敢えて変化曲線から流動面を区分けすると、深度2m、3.8m、5m、8.2mの大体4ヶ所に分けられ、3.8m、8.2mは明らかに砂層中を流れているものと思われる。

地下水追跡試験の結果では、マンガン投入孔B-7から毎秒0.6  $\frac{cm}{Sec}$  の流速をもってB-6へ到達していることがわかり、このことからB-6はB-7が一番近く、約70mはなれているだけで高低差はほとんどなく、B-7とB-6の電導度変化曲線を並べると、深度3.8mと8.2mの流動面がB-7の1.5mと6.2mにつながるものと推定される。

- ・ B-5 : このボーリング孔は旧滑落崖附近の4本の中で一番孔深が深く、深度10~12m附近に電導度変化が認められ、ボーリング柱状図では角礫混りの崩積土になっており、この中を流動してきた地下水であると考えられる。

深度14~15m附近にも電導度に変化が認められ、この附近は凝灰岩でかなり風化しており、変化は凝灰岩中の水によるものと思われる。

深度16~22m附近の各所にも幅の広い変化が認められるが、これは破



砕帯に近く、亀裂の多い状態でその中を流動している水であろう。

- ・ V B - 8 : B - 6 と同様に旧滑落崖下といわれるところであって、この周囲も湿地でボーリング孔から自然湧水している。変化曲線では深度 9.5 m 附近まで地下水の流動層と認められるが、これは湿地帯であるためにその影響を相当の深さまで受けているものと考えられる。

深度 9.5 ~ 11.45 m 附近は上の部分の地下水の影響を受けたものと思われ、また、深度 11.45 ~ 27 m の間は地下水の流動面と認められるものはない。柱状図によれば、深度 9.5 m 附近までは表土がうすく、その下は風化凝灰岩等からなっていて、相当に破碎しているものと思われる。

また、深度 11.45 ~ 27 m 附近までは不良な岩質であるが、変化曲線からは透水性の小さい岩質であることが推定できる。深度 27 ~ 33 m 附近は凝灰岩等で、この附近は破碎帯が多く、その破碎層中に流動層が数ヶ所あるものと思われる。

- ・ A - 24 : このボーリング孔は胡桃地すべり最上部にあるもので、合成ボーリングであるために図のように上部はバラツキがあるが、下部深度 5 m 以降は合成ボーリングの排水効果のあらわれと見られる地下水の流動面が認められる。地下水の流動面と地質的な関係は柱状図がないため、対比することができない。
- ・ A - 6 : このボーリング孔は泉谷川の推定断層の近くにあり、図-2-6 によれば、表土と崩積土によって構成されている。このボーリング孔において行なった地下水検層は孔内水の汚濁が良い結果を得られなかった第一の原因であると思われるが、ボーリング孔 B - 7 に硫酸マンガンを投入して行なった地下水追跡試験においては、投入後約 48 時間後にマンガンが検出されている。B - 7 から A - 6 までは距離約 550 m 高低差 70 m で、A - 6 まで硫酸マンガンが到達する速度は  $0.33 \frac{\text{cm}}{\text{sec}}$  であって、崩積土層中を流動してくる水としては、かなりはやい速度で流動している。

この結果、A - 6 は地下水の流動面があることが明らかであるが、地下水検層の変化曲線からは流動面を推定することはできない。

・ B-2 : 国見地すべり東部地区に属し、ボーリング柱状図では深度 11 m 以下まで表土と崩積土からなっている。このボーリング孔から下方約 100 m 離れた集水井中の排水ボーリングにおいては 4 m 附近から大量の地下水が排出しているが、これが B-2 に影響を与えているものと思われる。深度 4 m 前後に電導度変化が明らかに認められる。この附近は、柱状図によると崩積土であり、ゆっくり流動している水であって、流量としては左程多いものとは思われない。また、深度 8.8 m、10.5 m 附近にも変化が認められる。

・ VB-3 : このボーリング孔は上部からの水の落下する音が聞えており、換層結果でも特徴的な電導度変化曲線がみられる。この落下水は 40 分間で深度にして約 3 m あまりも電導度に変化を及ぼし、上から水深 1 m は測定 20 分後には食塩投入前の電導度にもどってしまうことから、かなりの水量が落下しているものと思われる。

そこで地下水の流出している流動面を変化曲線から推定すると、3.2 m 附近がそれに相当するようであり、柱状図によれば、深度 30 m 以降は亀裂が著しく発達していることで裏付けられる。地下水は柱状図にあるように亀裂の多い凝灰岩と、凝灰質頁岩の中を流れている地下水ではないかと推定される。

・ VB-6 : このボーリング孔は泉谷川のふちにあつて、国見地すべり西部地区へ斜掘されており、地表は崩積土からなり湿地状を呈している。このボーリング孔の電導度変化曲線では、全深度に亘つて地下水の流動が認められ、柱状図によれば深度 27 m 附近までは崩積土層であり、電導度の変化曲線は川の伏流水の影響によるものではないかと考えられる。

深度 27 ~ 25 m 附近までは風化頁岩で、破碎風化が著しいので破碎帯中を流れてきた地下水と思われる。また、8.5 m 附近の顕著な変動は、凝灰岩の亀裂の中を流動している地下水であろう。

測定結果のまとめ

国見地すべりで今回行った地下水換層の結果、前述のように個々のボ

ーリング孔についての流動面は明らかにされたが、国見地すべり及びその附近の地下水流動の一般的な特徴としては、

- I 鏡山の斜面の変曲点にあたる旧滑落崖附近における地下水の流動は、礫混りの崩積土層を流れる地下水であり、流動の特徴としては湿地帯の部分では孔内の全域で地下水が流動する傾向があるものと考えられる。
- II 国見地すべり西部地区（デルタ状地域）における地下水の有無については、VB-3を除いては地下水位が異常に深く、今回の検層器のピックアップでは検層を行なうことはできなかったが、VB-3の結果から見て、30 m以下の基岩内部にも流動面の存在することが認められる。
- III 泉谷川から国見地すべりデルタ状区域へ向って斜掘されたVB-6はデルタ状区域内部に於いても地下水の流動面が認められる。そのことからVB-6と同様な斜掘ボーリングをさらに行なって泉谷の伏流水とデルタ状区域の基岩内の地下水の関係について解明する必要がある。

## II) 地下水追跡試験

昭和42年9月21日～10月20日の1ヶ月間にわたり富山県氷見市国見地すべり地内において硫酸マンガン ( $MnSO_4$ ) を用いて地下水の追跡試験を実施した。尚、昭和40年度にもB-4 (図-1) を投入孔として同じ試験を実施したが、結果としては鏡山沿いの尾根を隔てた地点、B-10、CB-6、7、8 (図-1) という採水点に最も早く検出されていることから、鏡山の裾を通過して泉谷へ結ばれるような断層（亀裂）を想定した。

今年度は昭和40年度の投入孔B-4よりさらに鏡山の裾に沿って遠距離にあるB-7を投入孔として使用し、この尾根を切る推定断層の確認と、地すべり地内での地下水の流動経路及び流速等を把握するために今回の試験を実施した。

### 調査方法

今までに2回に亘り当地において同じ試験を実施しているので、今回の

試験実施前の各々の採水点におけるマンガンのバックグラウンドを取るため、全採水点から9月21日～26日の6日間にわたり、1日2回採水した。トレーサーの投入は9月27日午前11時00分とし、硫酸マンガン30gを水に溶かし、それをボーリング孔(B-7)に20分位で投入した。

採水方法としては、堅ボーリングではエスロンパイプで作った採水器を用い、他の川、池、湧水点等では直接採水ビン(100ccのポリビン)で採水した。採水にあたりポリビンは採水箇所の水でゆすいで使用し、採水器は1ヶ所1個備えつけて、他の採水点との共用を避けるように注意した。

また、採水の時間的關係は投入日(27日)1日は投入時(11.00)以後、原則として30分間隔で全採水点を午後17時00分まで採水し、ポリビンには採水日時、採水箇所の記号を明記するように注意指導した。

投入日の翌日28日は午前中1回午後1回の1日2回とし、29日以後10月20日までの22日間は1日1回の採水とした。

ここで試験対象箇所全体をA、B、C、Dの4ブロックに大別して、その各々のブロックに所属する採水点の意義と、各ブロックの地形的特色を述べて見よう。

#### Aブロック

鏡山裾沿い見張小屋附近一帯をAブロックとし、このブロックの鏡山裾に沿った推定断層沿いに一列にB-7を投入孔とし、B-6、B-5、B-4、VB-8、それより少し離れて、W-1、A-25、A-19、20、21、22、23の採水点を有する。この地点の採水点の持つ意義としては、鏡山裾沿いの推定断層の機能を確認するのに適した位置にあるので、この地下水追跡試験の結果を左右する重要なポイントとなっている。

#### Bブロック

このブロック一帯が本来の国見地すべりと呼ばれているところで現在活動中であり、Cブロック側に大滑落崖壁を持ち、頭部は2つの滑落崖が階段状を成して凹地を形成している。ここでDP-3の尾根を最上部とした

滑落崖からA-6下の滑落崖までの間を上部とし、それ以下を下部とした。

上部は二つの滑落崖にはさまれた平坦なところで、尾根中腹の湧水点DP-3を頭とし、垂直ボーリングA-6、湧水点S-4の3つの採水点を持つ。この採水点は鏡山附近より国見地すべり地への地下水の流路の目安をつかむためのものである。第二滑落崖以下下部は滑落崖中腹の湧水点A-4を頭に崖真下の池DP-1、水平ボーリングA-3、A-7、垂直ボーリングB-2、合成ボーリングCB-4、5、6、7、8があり、また、Cブロック側滑落崖沿いに流下する泉谷川があり、その川沿いに傾斜ボーリングVB-6、水平ボーリングC-1、A-8、A-9、川(C-2)を持つ。

採水点DP-1、B-2、A-3、A-7附近の地形的特色としては、なだらかな勾配を持った崩積土からなる地すべり地形であるが、泉谷川下流では大きな起伏を持つ地形に変化する。この附近一帯の採水点は、DP-3の尾根の向う側、鏡山附近から上部A-6を通過した地下水が現在活動中の地すべり地内をどのような流路で流下し、その時間的差異を把握するのに必要なものと考えた。

#### Cブロック

Cブロックは現在活動中の国見地すべり東部地域Bブロックと昭和39年に突発的移動を起こしたDブロック(胡桃地すべり)にはさまれたカマボコ状を成している凸地で、両側に大滑落崖をもち、Bブロック側の滑落崖下には泉谷川、Dブロック側滑落崖下には東谷川をひかえている。

鏡山沿い尾根より採水点R-2、A-2、CB-1附近までは旧地すべり滑落崖と思われる様相を呈している。採水点B-10、DP-2、CB-10、B-3附近は平坦であるが、それより下は国見部落まで部分的に地すべり活動の跡と思われる形跡を残しながら、比較的ゆるい勾配で下り、途中にB-9、VB-1、2、3、A-1の採水点を持ち、部落後背地採水点VB-4に達している。また、部落上に小規模な崩壊箇所があり、そこにA-10、11、12、13、14、15の採水点を持って

いる。この地区では最上部A-2上の旧滑落崖附近が一番巾がせまく、下の部落へ向って末広がりとなる台形地形をしていることも一つの特徴である。ここではこの地帯における地下水の供給源と見られる鏡山周辺からこの地帯を通り、地すべり地へ入るような流動経路の有無を確認することを目的とした地帯である。

#### Dブロック

Dブロックは39年に突発的な移動を起した胡桃地すべりをいい、この最上部滑落崖は鏡山と尾根続きとなっている。この胡桃地すべり側の裾に合成ボーリングA-24, A-17の採水点を持ち、さらに胡桃地すべり地内の東谷川沿いに、A-16, A-18の採水点があり、ともに移動によって攪乱された地形の中にある。この採水点は鏡山附近から流下した地下水が胡桃地すべり地内に流入する可能性の有無を確認することを目的としている。

以上が各ブロックの地形とそのブロックに所属する採水点の選定目的の概略である。この他にボーリング孔、または、オーガーボーリング孔を使用し、採水点の増量を計ったが、作業日数及び現場の地質状態等の制約があり、目的を達成するに十分な採水点が得られなかったブロックもある。

#### 分析方法

分析は試料が多量なので、一般にホルマルドキシム法といわれる方法で行なった。この方法を簡単に説明すると、ホルマルドキシム(塩酸ヒドロキシルアミン40%, 水960%)とアンモニア緩衝液(PH10)を用いてMnを作用させ、赤褐色のマンガンホルマルドキシム錯イオンを形成することを利用した方法である。また、妨害イオンはアンモニアを加え、温浸濾過することによって除去される。

作業順序としては試水にアンモニア(1:1)を加え、温浸後濾過し、鉄等の妨害物質を除去する。それに再びアンモニアとホルマルドキシム溶液を入れ、発色させ、比色計に当てる。この時のフィルターはNo.2を使用し、既知のマンガン含有量と比色計の読み値との関係を示したグラ

フから含有量を算出した。

#### 調査結果

以上のような方法にもとづいた結果は、B-6, B-4, A-24, A-17, A-20, A-21, A-22, DP-3, A-6, A-3, A-7, CB-6, CB-1, B-10の14箇所においてMnの検出が認められ、鏡山附近の地下水は鏡山裾沿いにB-4付近まで流下し、こゝで3つの流れに別れるということが判明した。(図-1)

即ち、B-4を経て、鏡山から尾根部を横切りA-24, A-17を通り胡桃地すべり地へ流入する経路、B-4から尾根を抜けてCB-1を通り、B-10に達する経路、B-4からA-20, 21を経て国見地すべり東部地域へ流入する経路とがある。

また、この経路は、DP-3, A-6を通り、CB-6に達する経路とA-3, A-7を流下する経路とに途中で別れているものと推定される。各推定経路における最終到達点での投入点からの流速は、A-17

$0.02 \frac{\text{cm}}{\text{sec}}$ , B-10  $1.80 \frac{\text{cm}}{\text{sec}}$ , CB-6  $0.1 \frac{\text{cm}}{\text{sec}}$ , A-7  $0.16 \frac{\text{cm}}{\text{sec}}$  となった。

尚、各採水点におけるMnの測定結果は、横に採水日時、縦にMnの含有量を取り、各採水点のMn含有量の日変化をグラフにして表わした。

(図-3-1~12)このグラフによれば、Mnの検出されていない時間でも変化が大きいが、これは比色計に当てる時、蒸留水を基準としたため、今後は採水点のバツクグラウンドを基準とすべきであろう。

## Ⅱ) 自然放射能測定

今年度の測定では断層確認の裏付を目的とした測線と国見地すべり西部区域(デルタ状地区)を横断して行なわれた弾性波探査測線上で実施したものとに分けられる。

前者では特に断層の疑いの強い鏡山裾及び泉谷を横断する測線(Ⅰ及びⅡ測線)、又、国見地すべりの旧滑落崖と思われるところを横断する測線(Ⅱ測線)とし、後者は弾性波探査測線をそのまま利用し、弾性波探査結果との比較を試みた。(図-4)

### 測定方法

測定方法は、大体通常行なわれている通りであるが、測線の総延長がかなり長いので、作業効率を上げるため測定間隔は始め25mとして測定し、これを4m間隔にした場合と比較してみた結果、測定値の分布傾向には、ほとんど大差がないので、その後は全て4m間隔とし、時定数は5secで5回測定しての平均値をとった。

### 測定結果

測定結果は測線の断面と対照して示したが、(図-5-1~6)これによるとⅠ測線では鏡山の裾を通る林道附近から約20mの幅で、放射能強度の著しく高い部分があり、そのピークが二つに分れているが、この二つのピークにはさまれた部分では、斜掘ボーリング(VB-8)を含む湿地帯となっている。その他の部分では測線の終点まで、なだらかな傾斜で下り、小杉の林と笹が密生しているが、地形的には変化に乏しく、放射能強度も低く略安定している。

この測線の林道から湿地帯にかけては鏡山裾沿いの断層が推定されている所であり、斜掘ボーリング(VB-8)はこれを確認する意図で行なわれたものであって、自然放射能探査によってある程度裏付けられているように思われる。

Ⅱ測線では測定の始点から約40mの地点が、国見地すべり旧滑落崖の最上部にあたり、ここでもかなり明瞭なピークが認められる。



また、それ以降は終点まで全般に亀裂が多く、放射能強度も安定性に欠けている。

Ⅱ測線は国見地すべり西部地区の旧滑落崖下から東部地区の旧滑落崖下へ達する測線で、間に泉谷を狭み、両地すべりの最も攪乱地域に該当する。放射能強度の最大のピークは泉谷の崖から沢までの間の崖錐堆積物の部分で、このピークの幅もⅠ測線の場合と同様に約20mとなっており、もしこの崖が素因的に断層によるものと推定すれば、鏡山裾のものと系統的に異なるとしても、規模も性質も非常に類似したもののように考えられる。

弾性波探査測線上で行なった測定結果では、Ⅳ、Ⅴ、Ⅵ測線ともに地形的には変化の少ない所にもかかわらず、放射能強度の変動はかなり大きく特に地表面で、小さな沢をなしているような所で放射能強度が大きくなる傾向があり、このような小さな沢の成因が地表面にできた亀裂に端を発しているのではないかと思われる。

この三測線の最大のピーク部分を弾性波探査による岩盤等高線図にプロットしてみると、その位置は丁度岩盤等高線の谷にあたる部分と一致する場合が多いようである。

#### Ⅳ) 地盤変動量及び水位、雨量観測

地盤変動量調査としては、地中内部歪量、地表面移動量、地盤傾斜量の3項目について、前年度に引続いて観測を実施した。また、その他の観測として、雨量観測と水位観測も行なっているので、この項に一括して述べる。

昭和42年5月から8月にわたって国見地すべり西部地区(デルタ状地区)を中心に計8本のボーリング地質調査が行なわれ、その内のデルタ状地区のもの5本に対しては、全深度にわたってパイプ歪計が設置され、この観測を行なった。(図-4)

その結果、始めの約3ヶ月間では、VB-1、VB-2及びVB-3については目立った歪の累積は認められず、地すべり末端の部落に近いVB

— 4, VB-5において夫々深度17m及び4mにわずかな歪の累積が認められる。その後5ヶ月目に至って、VB-1の深度4m, 10m, 25mの各点で歪累積が認められるが、4m及び10mのものはほとんど無視しても支障ない。VB-2では深度31mで幾分歪累積の傾向が認められた。VB-3においては、設置後5ヶ月を経過するもほとんど変動が認められない。一方、VB-4の深度17m, VB-5の深度4mではその後も累積傾向が強まっている。(図-6)

デルタ状地区の中央部附近と部落直上部に設置された伸縮計の約3ヶ月間の記録は不審な点もあるが、部落に近いNa1の場合は、1ヶ月平均5~6mmの伸びが認められ、Na2の場合もし部分的な変動を無視できるならば、極めてわずかな変動しか認められない。(図-7)

次に傾斜計は図に示すようにデルタ状地区の縦断方向に4ヶ所設置されその内のK-3, K-4はこの地すべりの頭部に近い所にある。(図-4)これらの傾斜計の傾斜日変化及び傾斜累積変動量を表わしたものが図-8である。これによると地すべりの頭部のもの程変動が少なく、下部のもの程変動が大きくなる傾向が認められよう。

以上3項目の地盤変動量観測の結果から、一貫性のある事実として、この地すべりでは上半部での変動は地中においても地表においても少ないが下半部、特に部落直上部附近の変動が著しいということが明らかである。

また、地中歪の累積する位置が上半部では25mから30mと深く、下半部乃至末端部では17mから4mと比較的浅い所にあることもわかる。

一方、水位観測については、観測箇所22箇所とかなり多く、非常に興味深い資料が得られている。即ち、地下水位の非常に低いものは国見デルタ状地区内のものに限られ、それ等の水位は約20mから45mに達している。これに対して鏡山裾沿い、国見地すべり東部地区、および国見部落附近のものは3箇所の例外を除いては全て水位は4m以内である。

次に地下水位の変動の大きいものとしては、国見デルタ状地区の7箇所の内4箇所であり、その幅は8m乃至20m(約31%~57%)に達し

に達しているが、他の地区のものは最大2 m以内(約20%以内)である。

また、このような地下水水位の変動と降雨量との相関性は明らかに認められるが、観測間隔の関係で詳細については解析されていない。(図-9)

以上の状況から国見デルタ状地区の地下水のあり方をみると、地質学的なものより地下水脈状のものが卓越しているように思えるが、この点については今後の調査の結果を待つほかはない。

## 5 考 察

今年度はこの国見地すべりを特徴づける断層群の確認とその機能の解明に重点をおいて調査を行なったが、断層の確認はこのような地すべり地では、地質踏査によることが困難であって、わずかに東谷沿いの急崖が胡桃地すべりによって出現する以前に断層によって潜在していたことが確認されたのみである。泉谷沿い及び鏡山裾沿いの推定断層についても斜掘ボーリングによって確認しようとしたが、ボーリング延長の不足もあって決定的な証明はできなかった。(図-2-4及び図-2-9)

しかしながら地下水追跡試験の結果では、地形的に推定断層又は亀裂が介在すると思われるところを裏付けるような地下水経路を示している。即ち投入孔から投入されたトレーサーは、鏡山裾沿いに直線状に流下してB-4地点附近で三方に分散し、そのうちの一つは胡桃地すべり方面へ、もう一つは国見地すべり西部地区(デルタ状地区)、他の一つは国見地すべり東部地区へ流れており、いずれも空中写真によって地殻の弱線とみられている線上に該当する。また、今年度実施した自然放射能調査結果でも鏡山裾沿いの地点、泉谷沿いの崖附近で顕著な強放射能帯が出現している。(図-5、1及び目測線)

地下水追跡試験の結果、いわゆる国見デルタ状地区内においてトレーサーの検出が約一ヶ月間にわたって一度もなかったということは、興味深い事実である。つまり地下水の経路は鏡山周辺を供給源として、デルタ状地区の上部採水点B-10まで到達した後、B-10の直下にある東谷及び泉谷よ

り入り込んだ狭谷によって、デルタ状地区内への流下を阻まれたと考えるとよいのではないだろうか。(図-1)

一方、前述したように国見地すべり西部地区は両側が東谷及び泉谷の平均約20m余の崖となっている凸状地であるためか、平常の地下水位は極めて低く-30m余りに達している。しかし、すべての観測井が該当するわけではないが、降雨後の水位変動も極めて大きく、その高低差は8m乃至20mに及んでいる。このことはこの地区の下部(国見部落の直上部)の地盤変動状況及び末端部崩壊の状況と合わせ考えると、かなり危険性をはらんでいるものと思われる。

即ち、それは恰も大型の地すべり模型実験を行なっている状況に酷似しており、空中写真によりこの地区を観察すると、上部に数段の亀裂をもち、末端部に崩壊を起してここから地下水が流去しているという状況であって、これは模型実験が失敗に終わった形に類似している。それにも拘わらず、降雨による地下水の昇降を繰り返して行なっていることになり、今後の降雨その他の条件が地すべりの限界に達する可能性はある。

今後この地区の地すべり対策として、まず、この地下水位の上昇を阻止する必要が痛感される。

## 6 今後の問題点

今年度調査の結果、前述したように最大の収穫となったものは、地下水追跡試験によって鏡山東部斜面一帯に豊富な地下水が胡桃地すべりの滑落崖附近にまで影響していたこと、国見部落上部のいわゆるデルタ地帯には今のところ鏡山周辺の地下水の影響が認められていないこと。(東谷及び泉谷より入り込む小溪を境とする)また、地下水検層によってデルタ地帯の地下30m以下においても、地下水の流動面が認められること、断層と思われるものゝ一部では地下水の全面的な流動が認められ、また、このような箇所では地表面が湿地状をなすことが多いこと、さらに自然放射能測定結果により、地形上断層と推定される部分では放射能強度が異常に高まること等があげられ

る。

今年度の調査成果として以上のようなことが、かなり明瞭になってきたことにより、この調査地域のきわめて特徴ある地下水の動向が明らかにされ、今後はさらに地下水流動機構の精査を行なって地下水経路の細部にわたる動きを確認し、これらの動水勾配、流量、流速、透水係数等の量的な把握を行なう必要がある。また、このような地下水の動向を左右していると考えられる断層構造と地層構造についての資料を整理し、不足分を補いつつ、地質(土質)断面の作成を急ぎたい。

尚、これ等の解析と併行して地盤変動量の観測資料から地すべりのブロック分けをなしその各々の移動特性を把握し、層すべり型地すべりの裏付けを行ない、すべり面の解析をまって安定解析へ結びつけなければならない。

## 7 あとがき

国見地すべり調査も今年度をもって3年目になるが、今だに具体的な結論を得ていない。特に地質構造、移動特性及びすべり面に関する調査が遅れており、地下水に関してのみ最近ようやく光明がみえてきたような状況である。昭和43年度には地下水精査として地下水の量的な把握を試みると同時に、地質構造の解明を急ぐよう努力したい。

おわりにこの調査を実施するに当り、終始御協力下さった富山県土木部砂防課長ならびに砂防課の皆様方及び氷見土木出張所の皆様方に厚く謝意を表する次第である。

る。

今年度の調査成果として以上のようなことが、かなり明瞭になってきたことにより、この調査地域のきわめて特徴ある地下水の動向が明らかにされ、今後はさらに地下水流動機構の精査を行なって地下水経路の細部にわたる動きを確認し、これらの動水勾配、流量、流速、透水係数等の量的な把握を行なう必要がある。また、このような地下水の動向を左右していると考えられる断層構造と地層構造についての資料を整理し、不足分を補いつつ、地質(土質)断面の作成を急ぎたい。

尚、これ等の解析と併行して地盤変動量の観測資料から地すべりのブロック分けをなしその各々の移動特性を把握し、層すべり型地すべりの裏付けを行ない、すべり面の解析をまって安定解析へ結びつけなければならない。

## 7 あとがき

国見地すべり調査も今年度をもって3年目になるが、今だに具体的な結論を得ていない。特に地質構造、移動特性及びすべり面に関する調査が遅れており、地下水に関してのみ最近ようやく光明がみえてきたような状況である。昭和43年度には地下水精査として地下水の量的な把握を試みると同時に、地質構造の解明を急ぐよう努力したい。

おわりにこの調査を実施するに当り、終始御協力下さった富山県土木部砂防課長ならびに砂防課の皆様方及び氷見土木出張所の皆様方に厚く謝意を表する次第である。

調 査 担 当 者

総 括 建設省土木研究所新潟試験所  
所 長 高 野 秀 夫

検討及び報告  
研究員 天 野 宣 武

地下水検層  
技 官 石 平 貞 夫

地下水追跡試験  
技 官 西 脇 宏 一

自然放射能測定  
技 官 西 脇 宏 一  
" 石 平 貞 夫  
" 内 田 忠 雄

土盤変動量及び雨量・水位観測  
富山県土木部 砂防課  
水見土木出張所

資料整理  
技 官 大 塚 セツ子

☒-1

# 国見地すべり調査平面図

縮尺 1:5000

凡例

- 硫酸マンガン投入孔
- ◎ 地下水検尺孔 マンガン検出
- " " 未検出
- 地下水追跡孔 マンガン検出
- " " 未検出



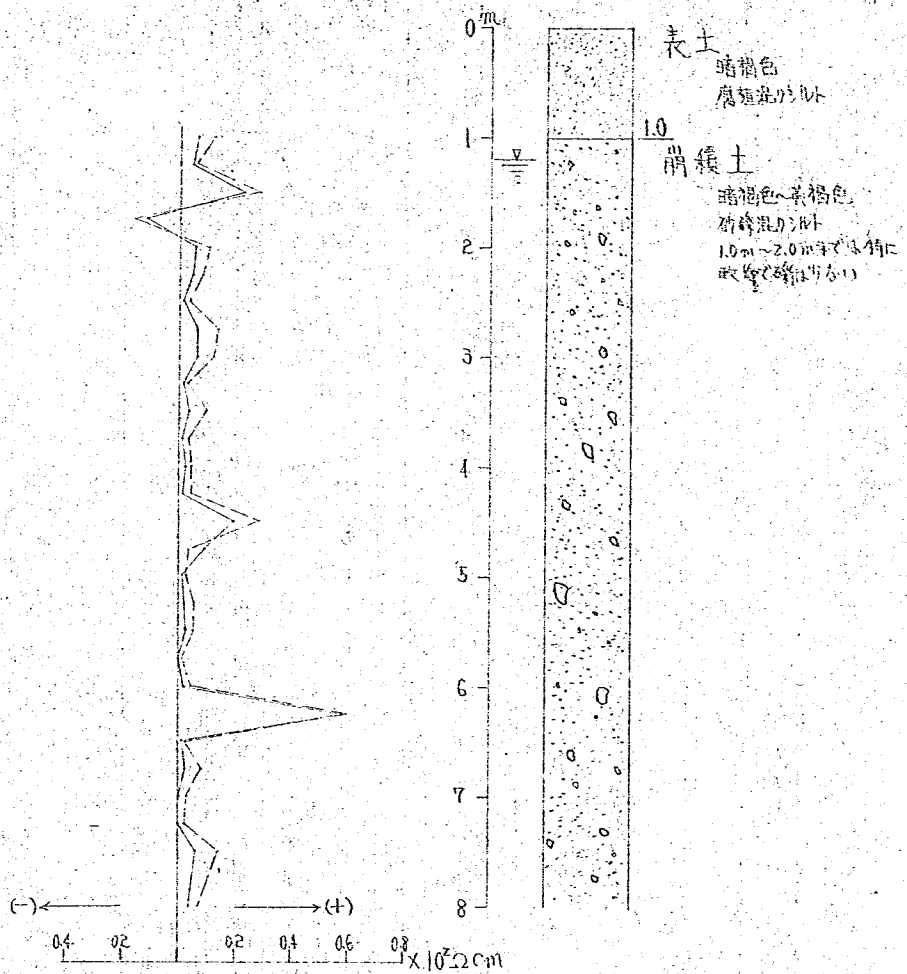


図-2-1.

昭和40年度

B-7

# 電導度変化図



凡	例
—	10日後
- - -	20日後

圖-2-2 昭和44年 B-6 電導度變化圖

凡 例	
——	10分後
- - - -	20 "
· · · ·	30 "
○ ○ ○ ○	50 "

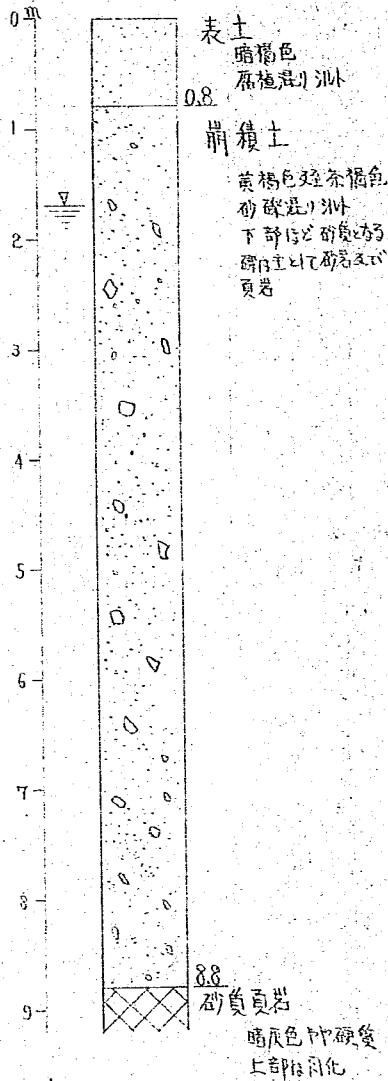
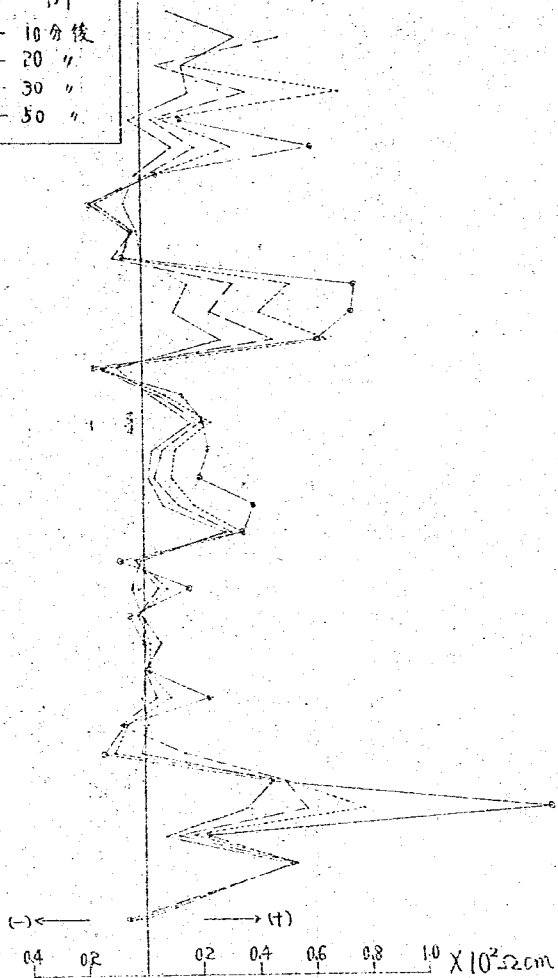
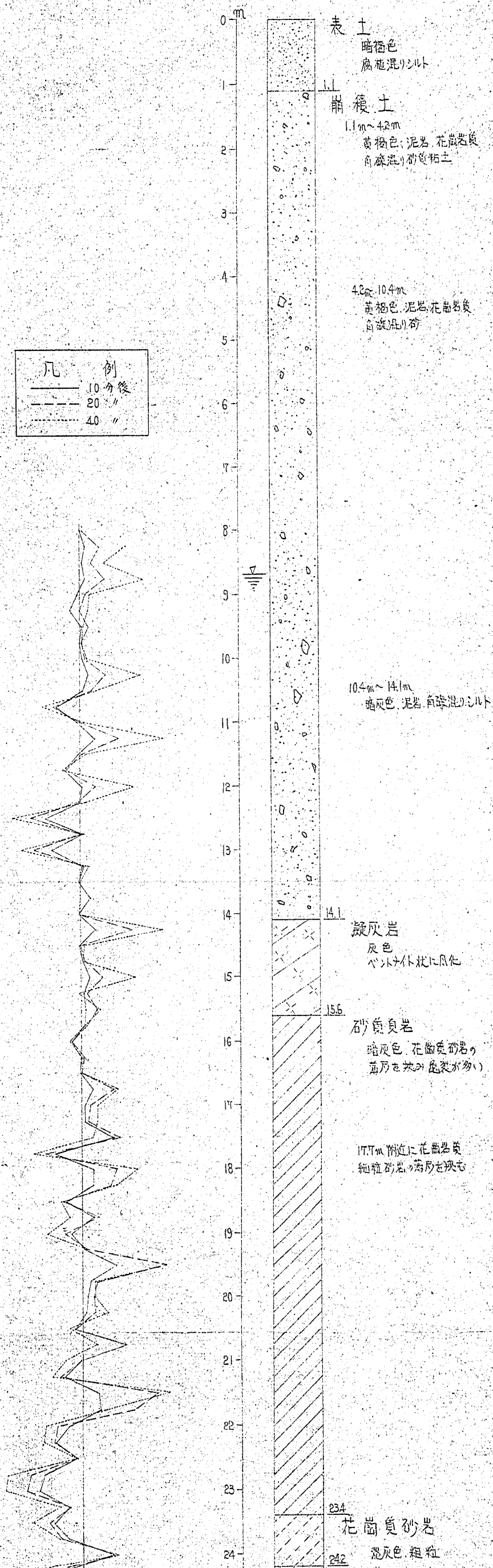


図-2-3

昭和40年度  
B-5

# 電導度変化図



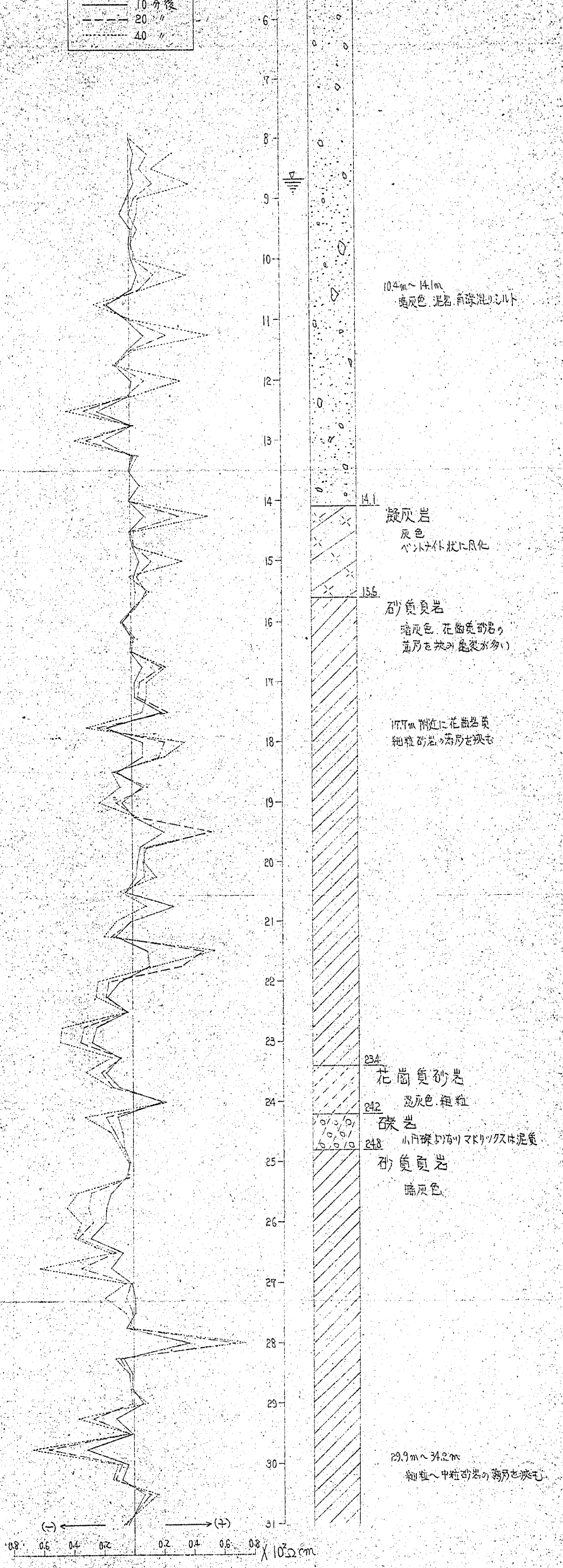
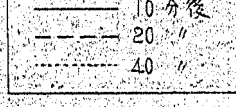
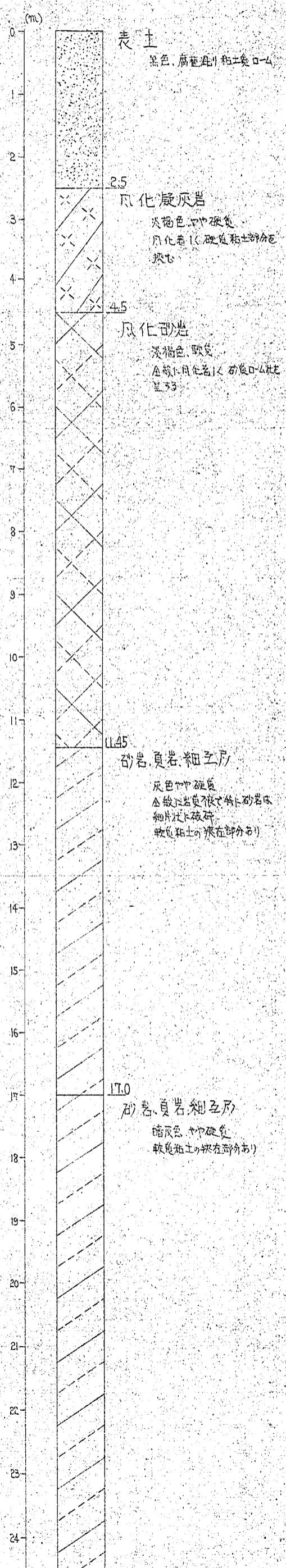
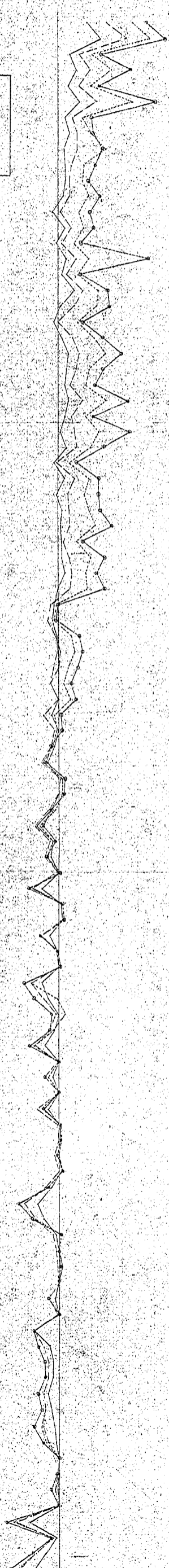


図-2-4 昭和47年度  
7B-8

# 電導度変化図

凡	例
—	15分後
- - -	30 "
· · ·	45 "
○ ○ ○	60 "



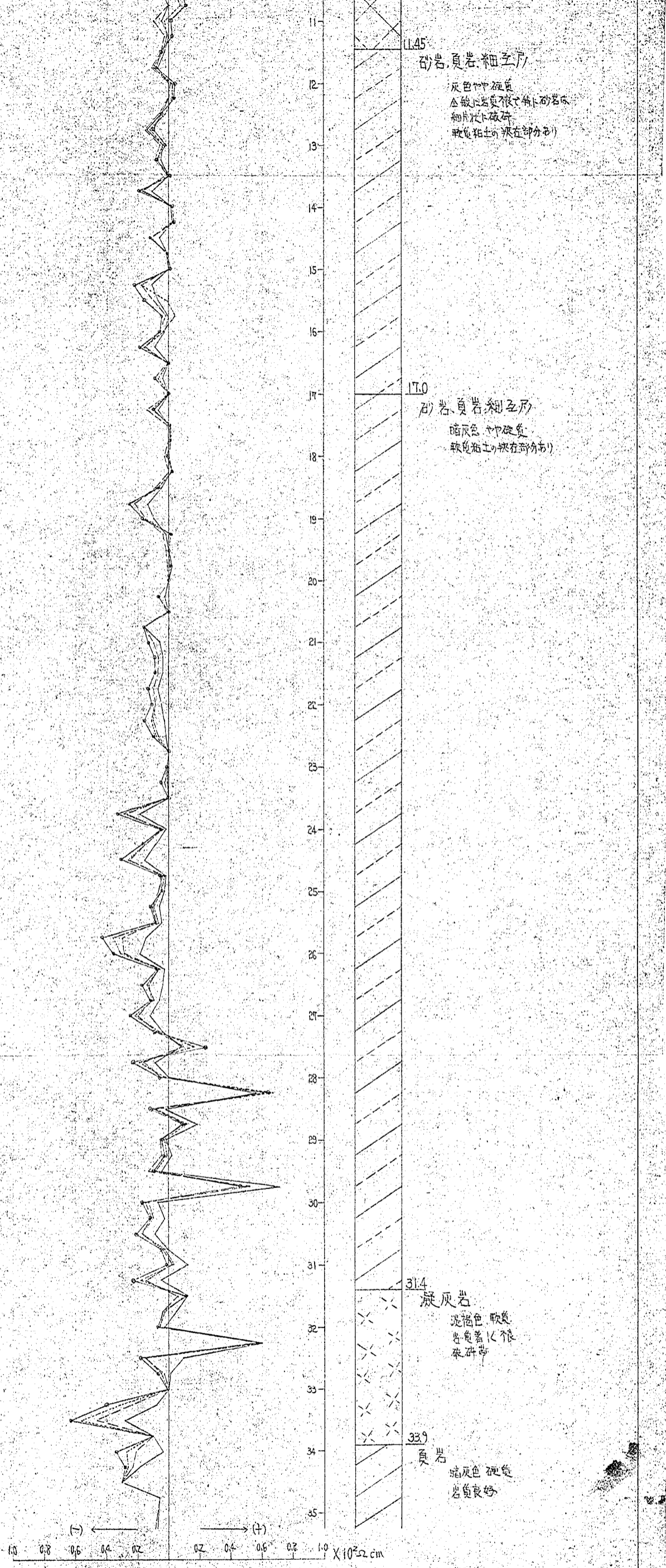
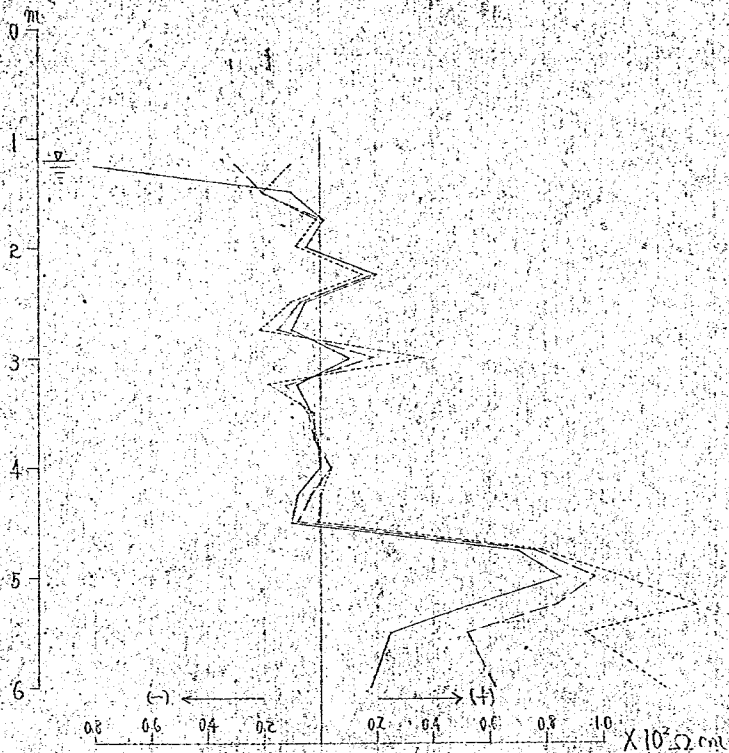


圖-2-5

A-24 電導度變化圖



凡例	測
—	10分後
- - -	20分後
· · ·	40分後

圖 2-6 A-6 電 導 度 變 化 圖

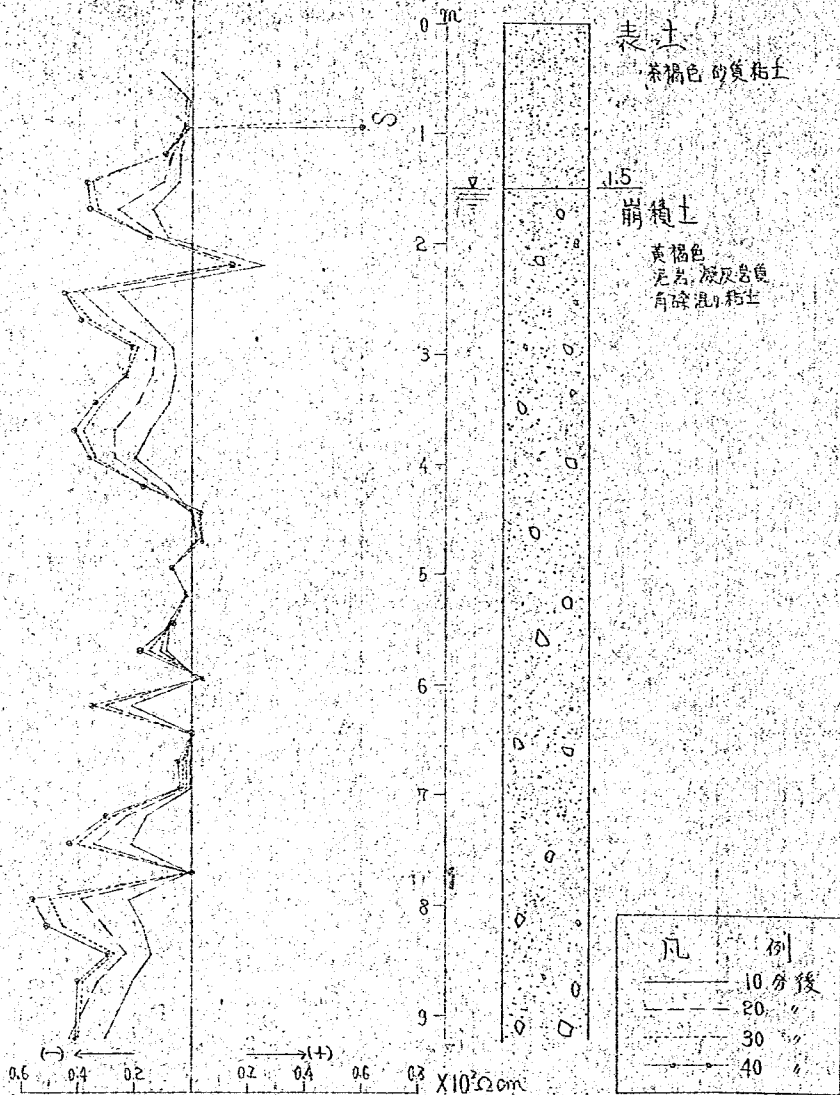


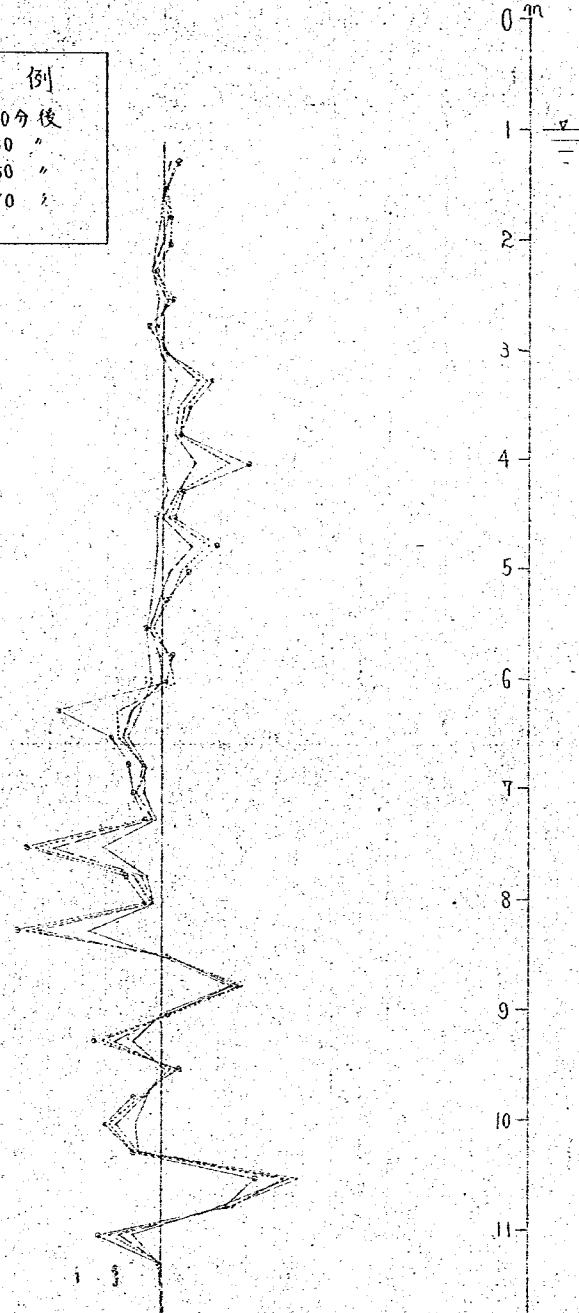


図-2-7

昭和40年度  
B-2

# 電導度変化図

凡	例
—	10分後
- - -	30 "
· · ·	50 "
○ ○ ○	70 "



0 m  
1  
2  
3  
4  
5  
6  
7  
8  
9  
10  
11



表土 茶褐色  
弱粘土

1.0 m 崩壊土  
茶褐色及至青灰色  
泥岩、凝灰岩、角礫混  
じり

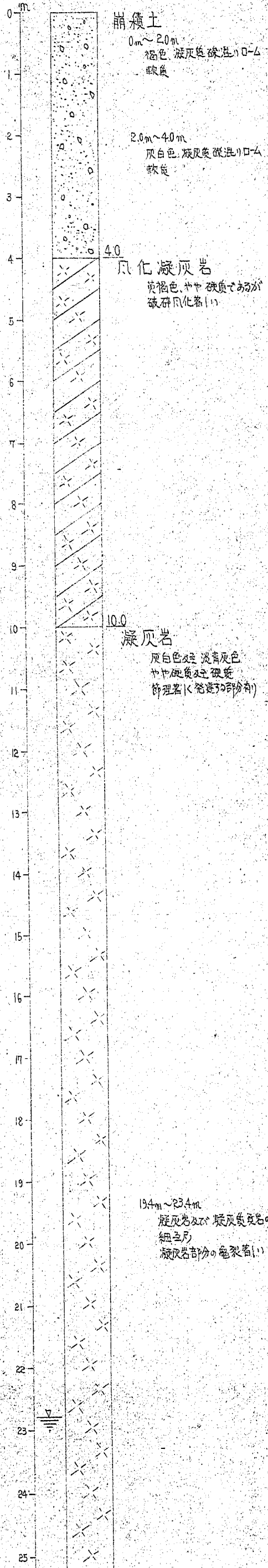
4.7~5.6 m  
凝灰質岩片が特にお  
多い

7.4~9.0 m  
岩心が破碎泥岩片が  
多い

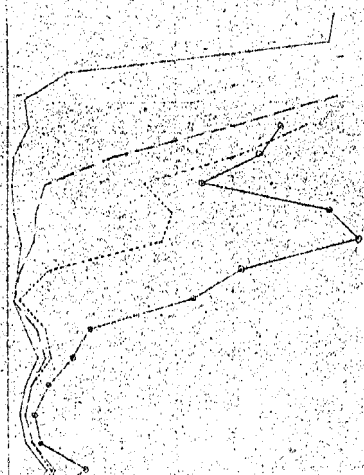
10.6~11.0 m  
凝灰質岩片が特にお  
多い

(-) ← 0.8 0.6 0.4 0.2      0.2 0.4 0.6 0.8 × 10<sup>2</sup> Ω cm.      → (+)

# 電導度変化図



凡	例
—	10分後
- - -	20 "
· · ·	30 "
—	40 "



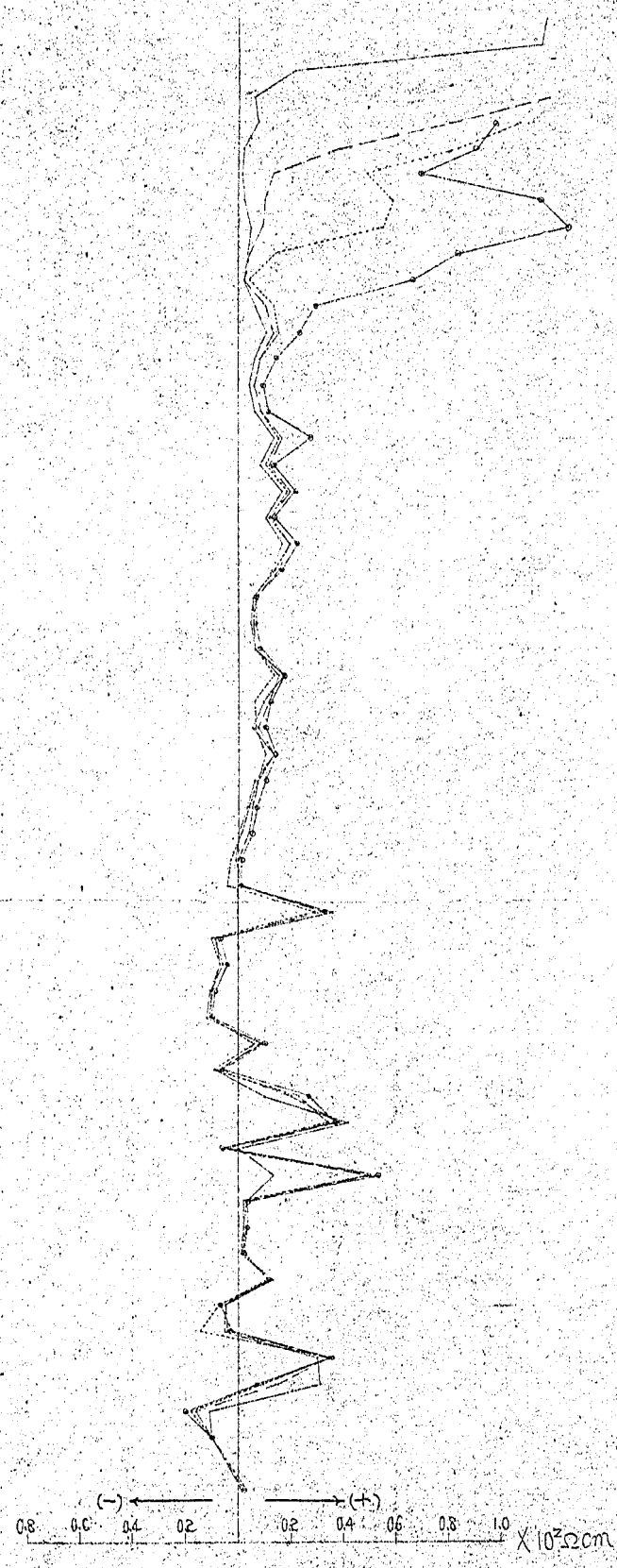
特選岩(発達部分有)

11  
12  
13  
14  
15  
16  
17  
18  
19  
20  
21  
22  
23  
24  
25  
26  
27  
28  
29  
30  
31  
32  
33  
34  
35

19.4m~23.4m  
凝灰岩及び凝灰質頁岩の  
細さ層  
凝灰岩部分の亀裂着(1)

30.0m以深  
亀裂著しく発達する

凡	例
—	10分後
- - -	20 "
· · ·	30 "
—	40 "



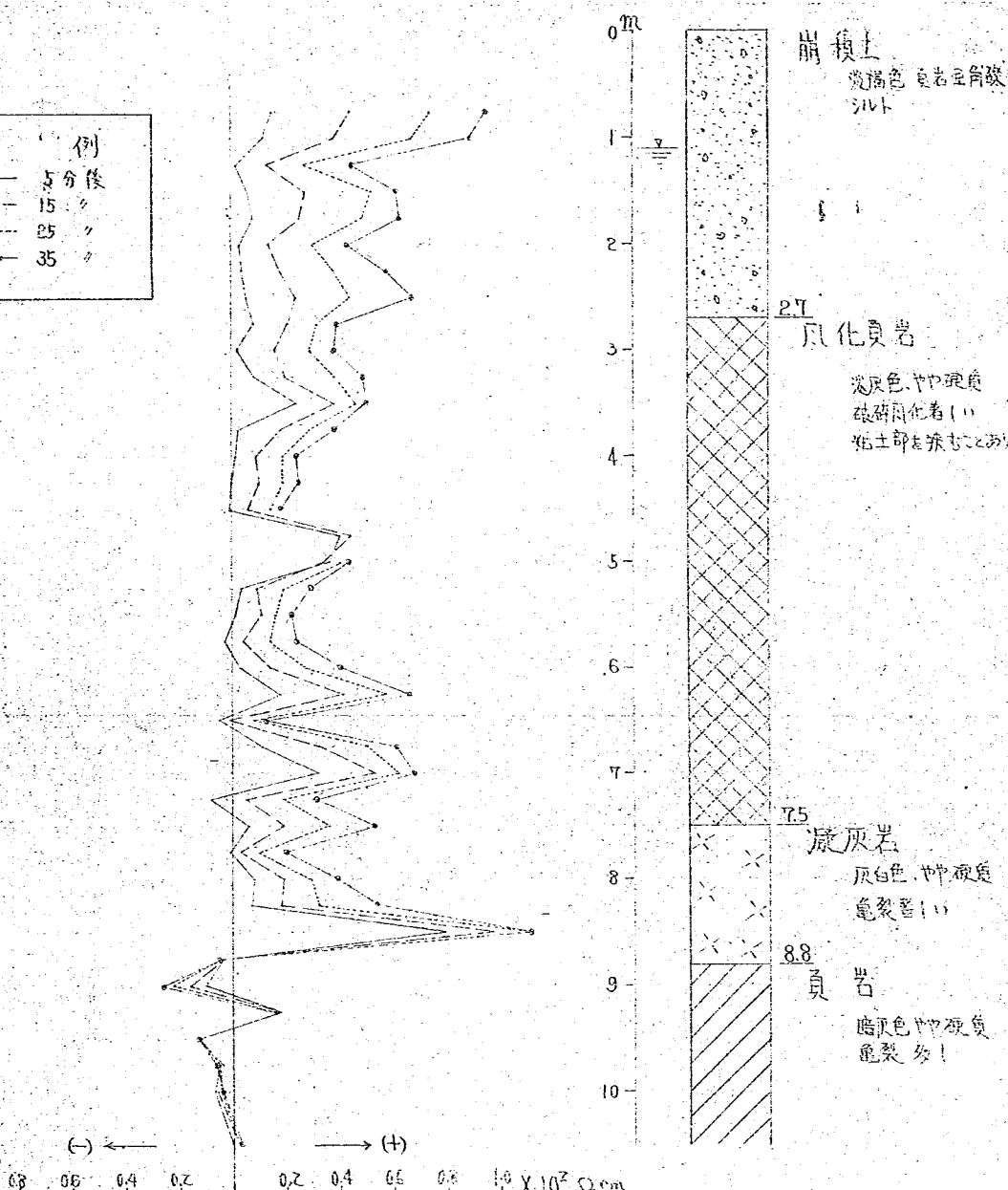
(-) 0.8 0.6 0.4 0.2      0.2 0.4 0.6 0.8 1.0 X 10<sup>-2</sup>cm (+)

図-2-9

昭和42年度  
VB-6

# 電導度変化図

凡	例
—	5分後
- - -	15 "
· · ·	25 "
—●—	35 "



(-) ←                      → (+)  
 0.8 0.6 0.4 0.2                      0.2 0.4 0.6 0.8 1.0  $\times 10^2$  S/cm

崩積土  
 淡褐色 頁岩と角礫混じり  
 シルト

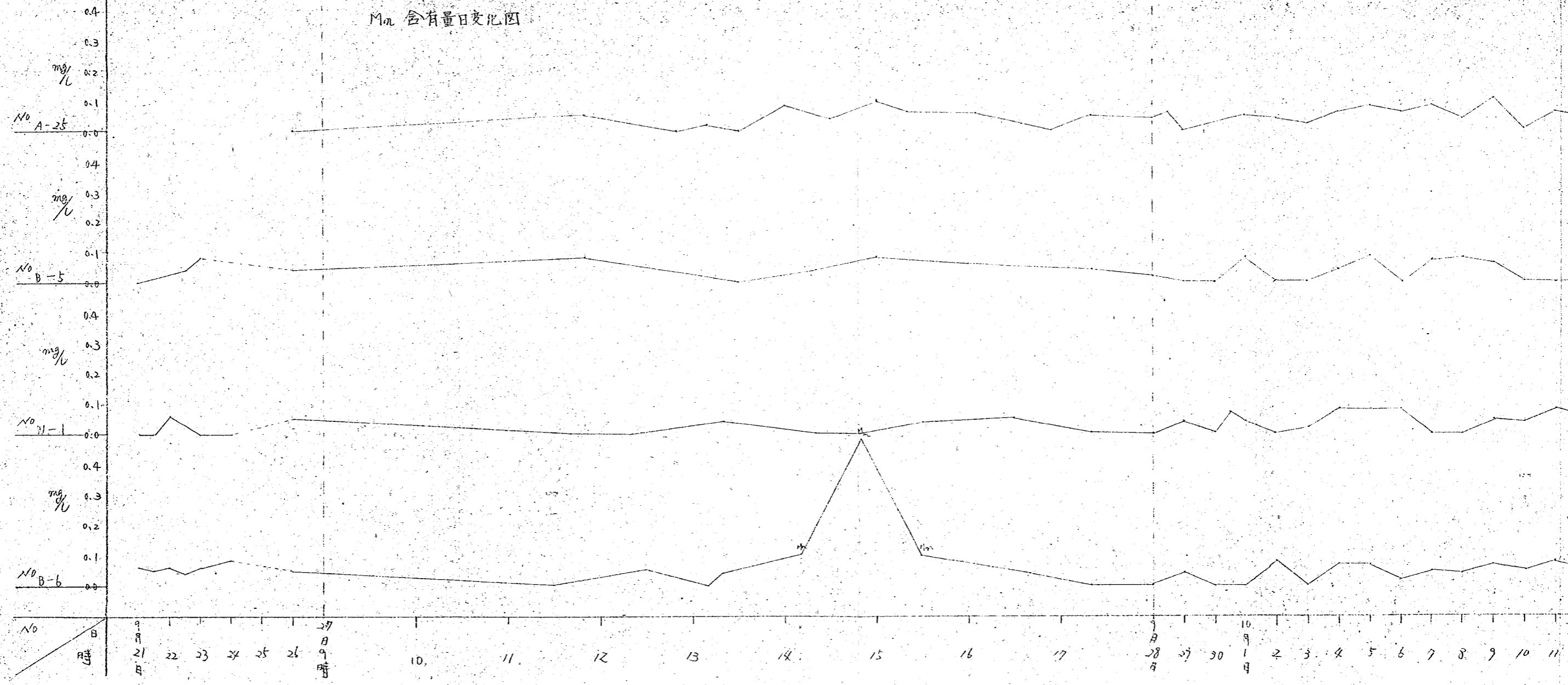
2.7  
 風化頁岩  
 淡灰色、やや硬質  
 破砕同化者(1)  
 粘土部を挟むことあり

7.5  
 凝灰岩  
 灰白色、やや硬質  
 亀裂多し

8.8  
 頁岩  
 暗灰色、やや硬質  
 亀裂多し

图-3(1)

Mn 含有量日变化图



1)

Mn 含有量日变化图

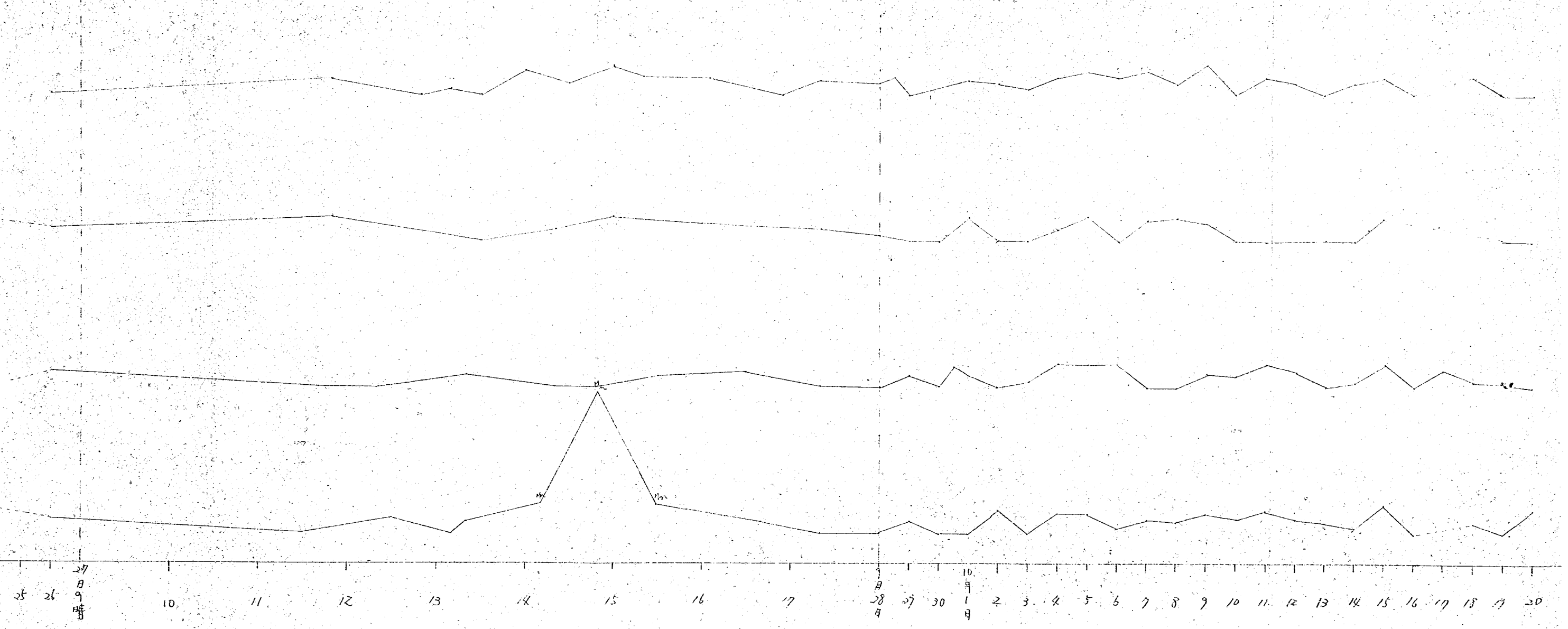


图-3(2)

Mn 含量日变化图

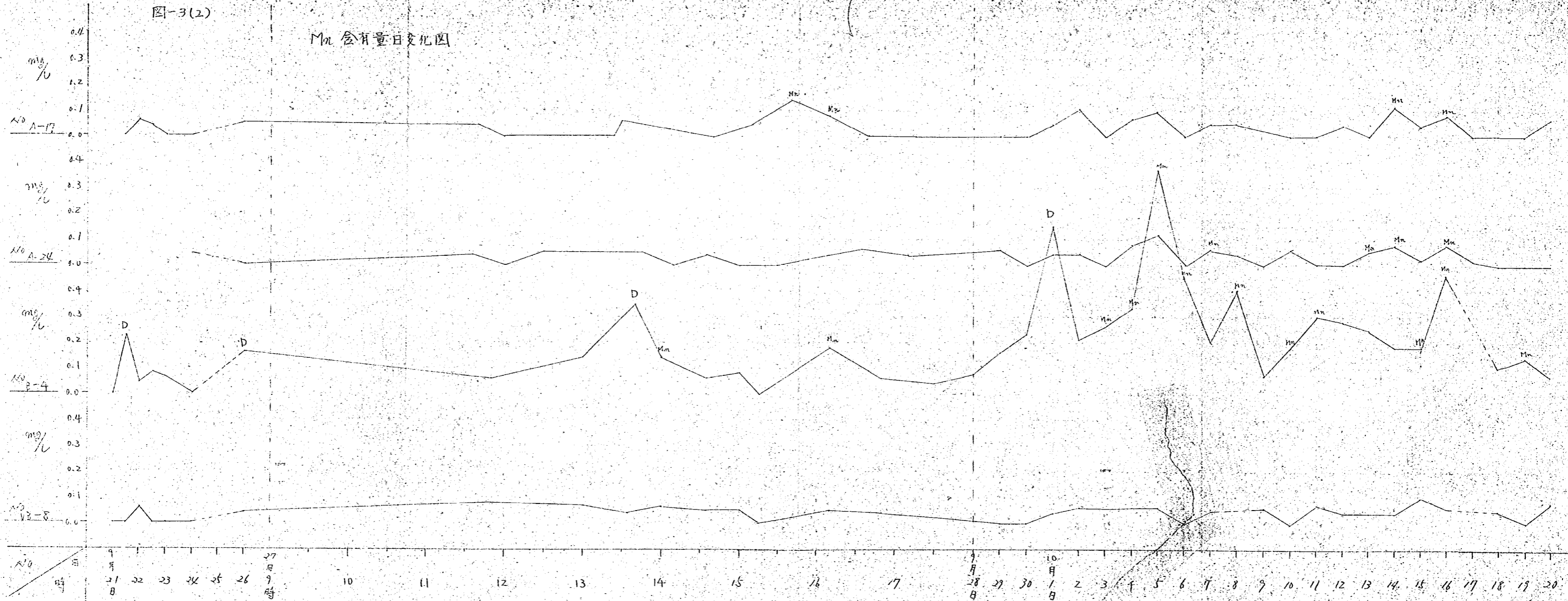


圖-3(3)

Mn 含有量日变化图

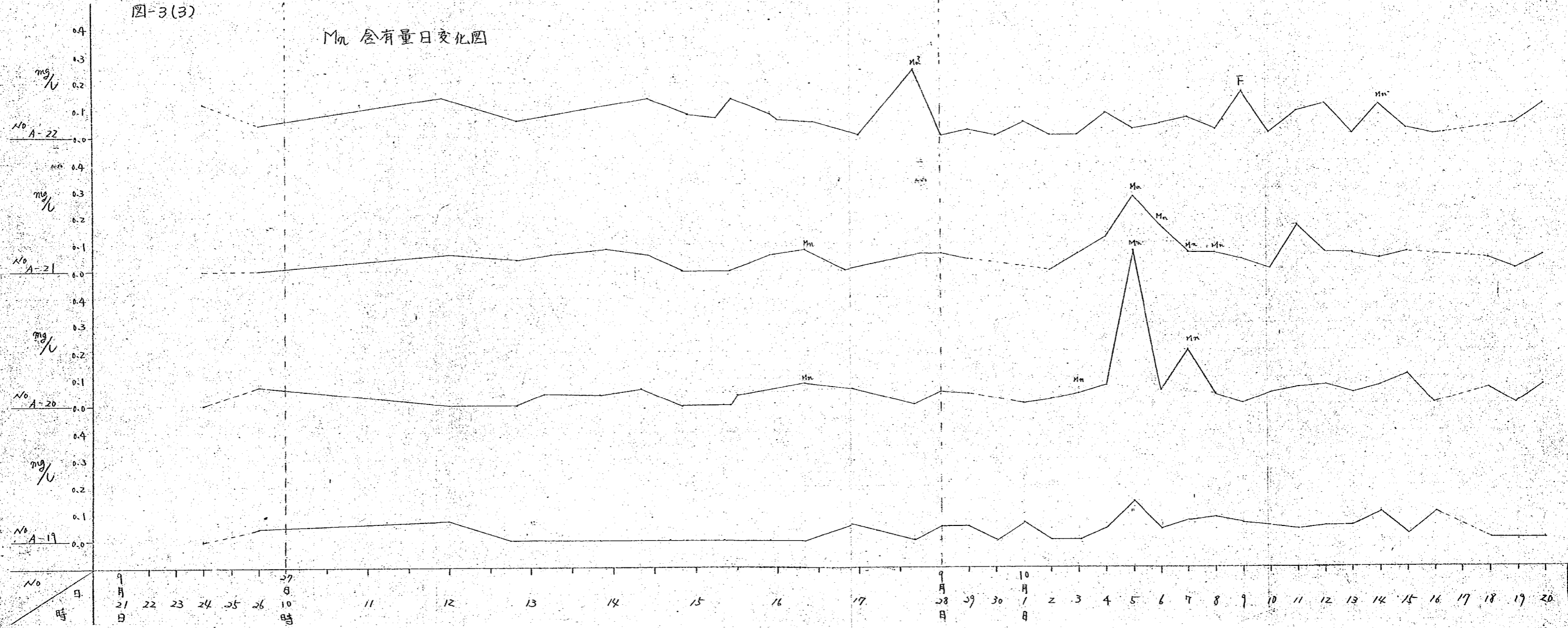




图-3(4)

Mn 含有量日变化图

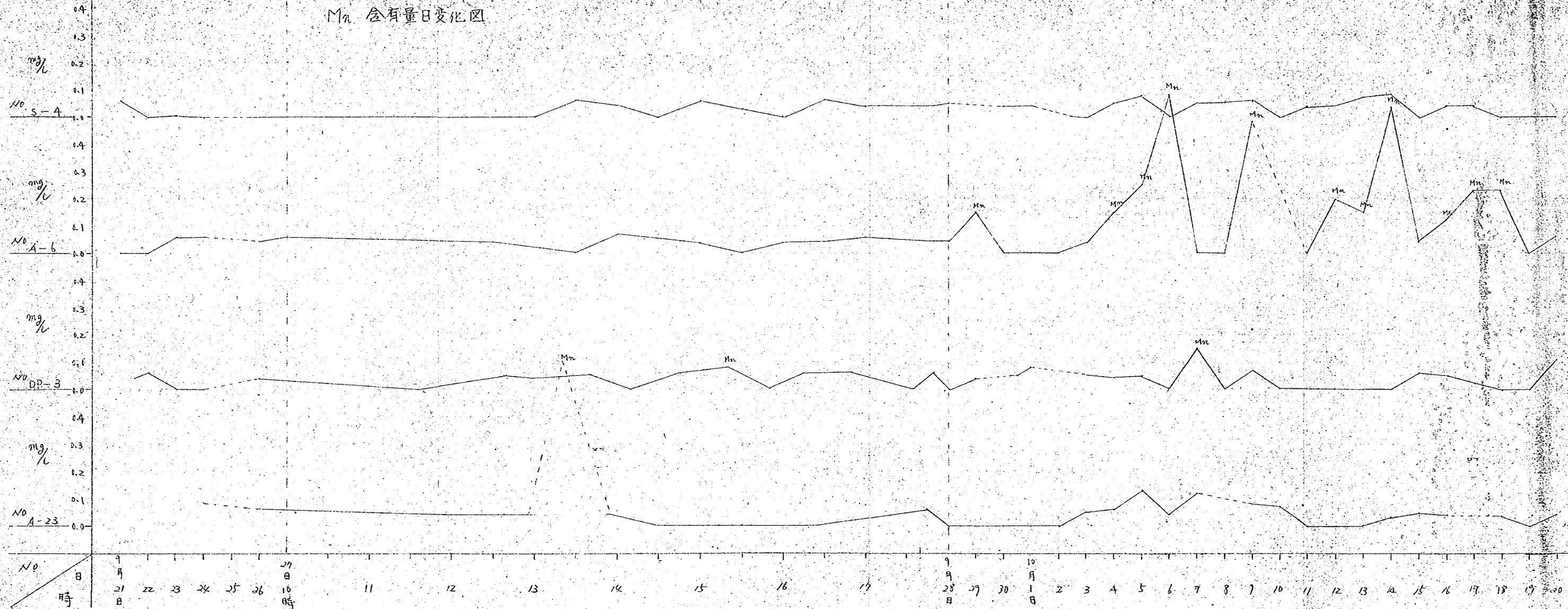


图-3(5)

Mn 含量日变化图

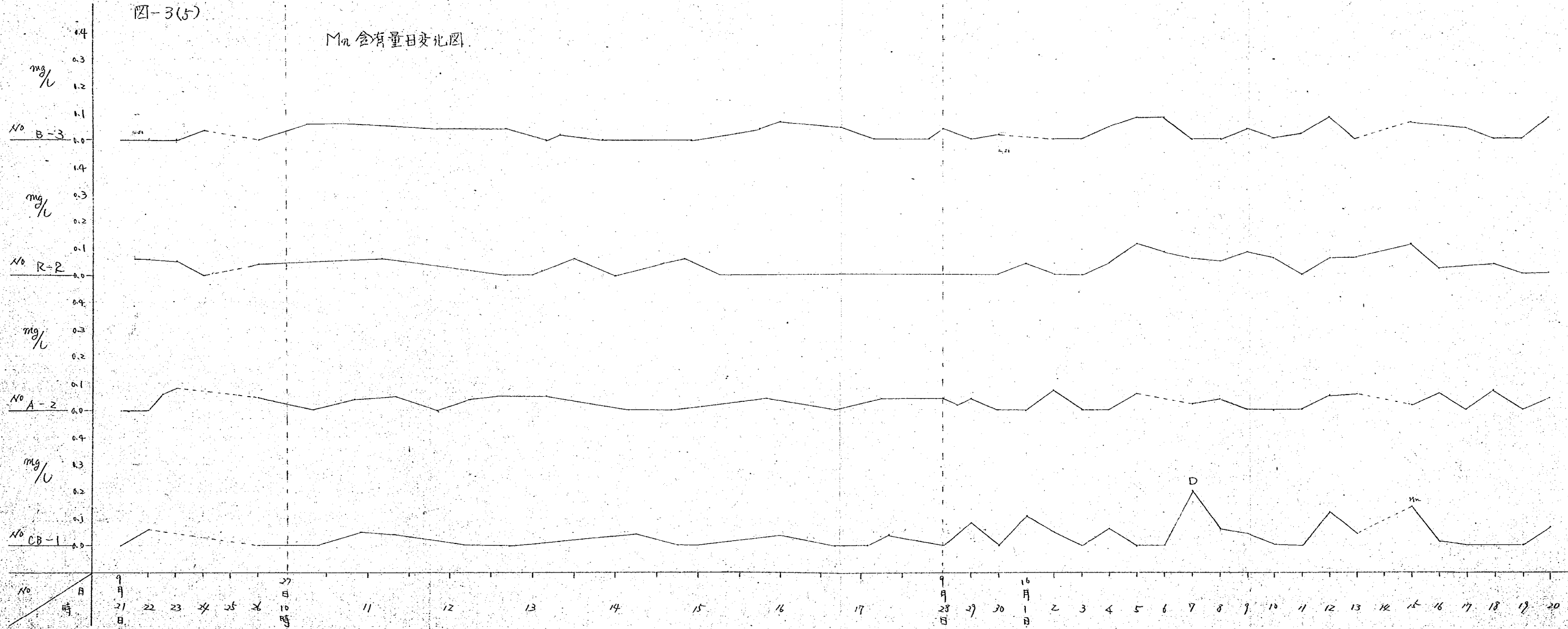




图-3(7)

Mn 含量日变化图

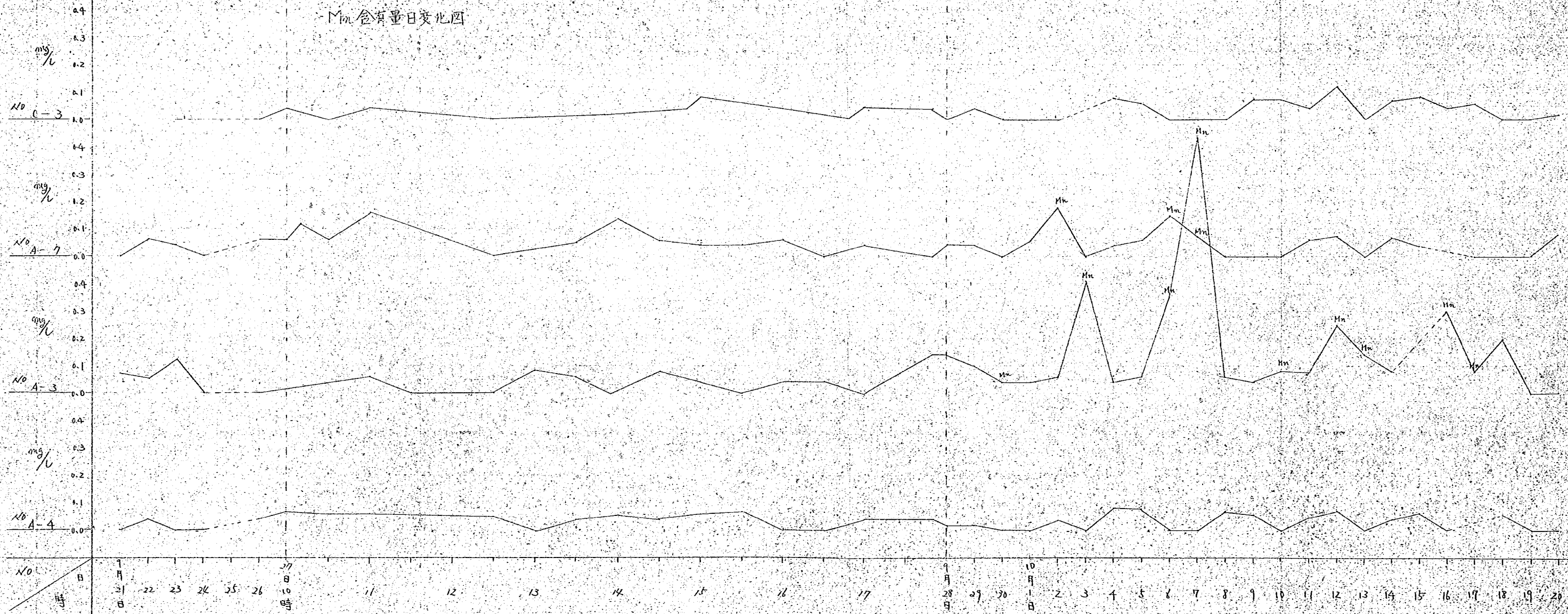


图-3(8)

Mn 含量日变化图

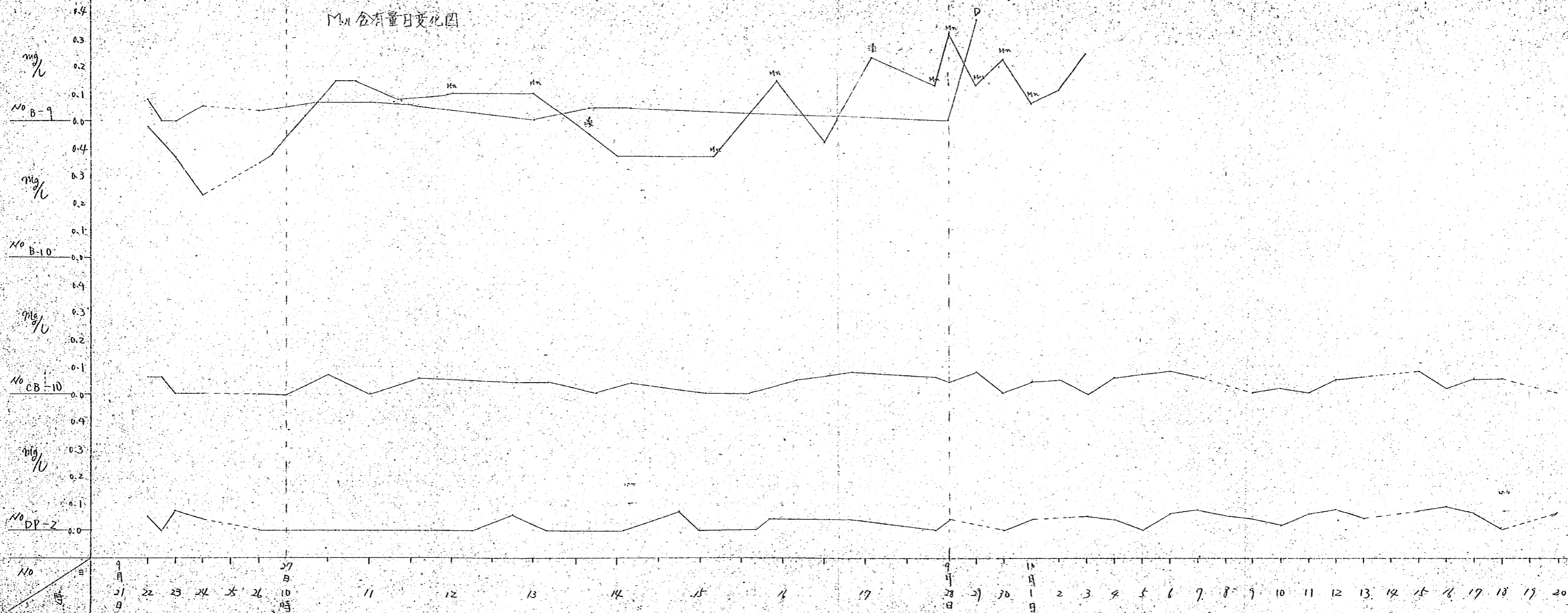




图-3(10)

Mn 含量日变化图

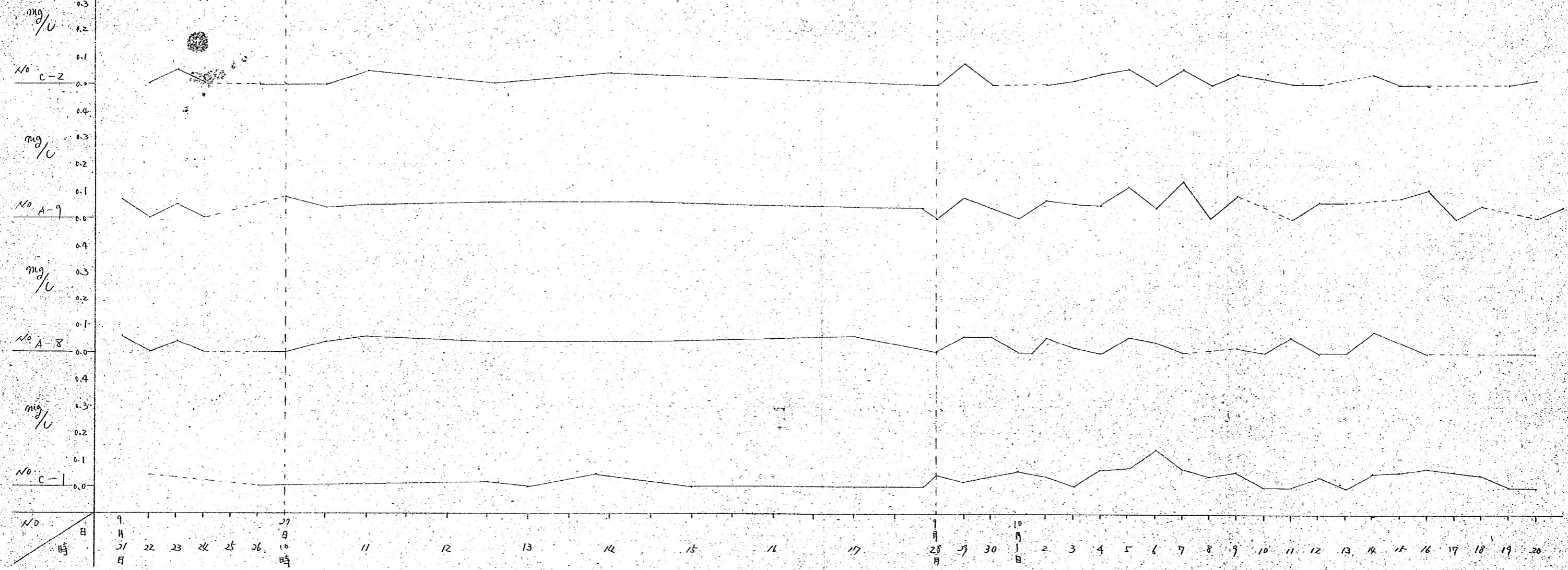


图-3(11)

Mn 含量日变化图

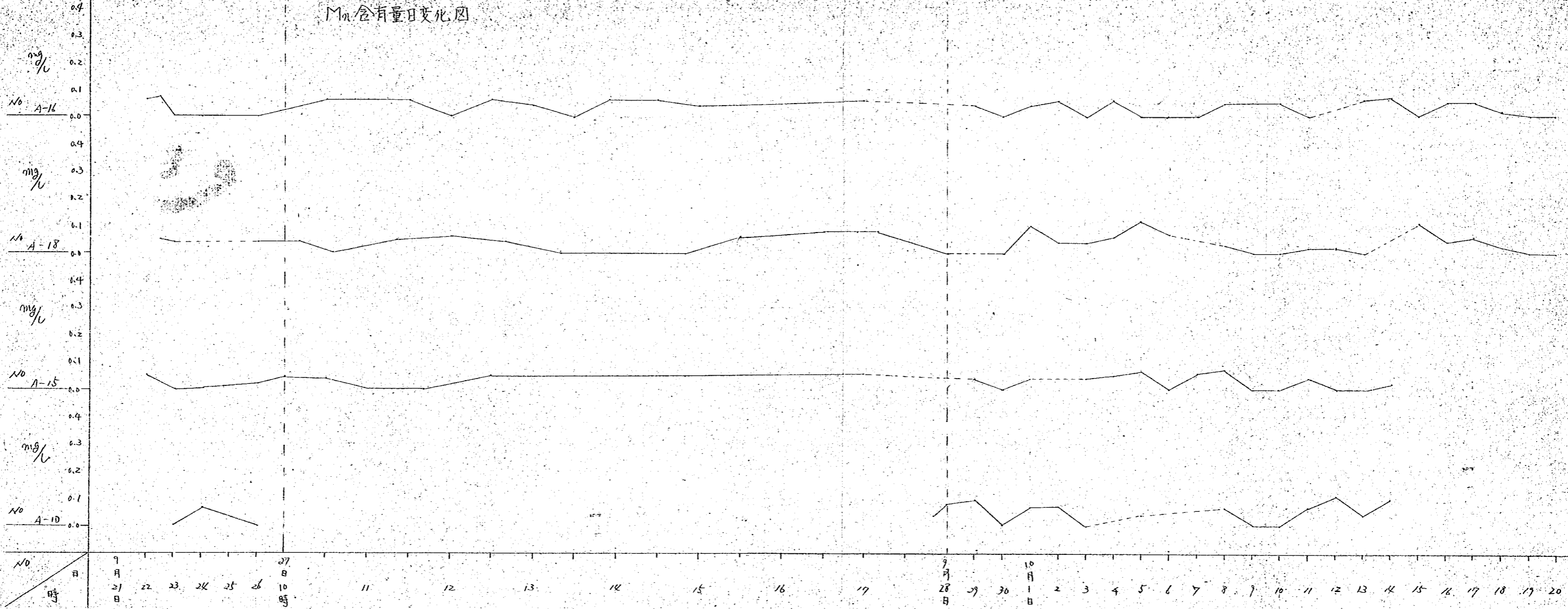




图-3(2)

Mn 含量日变化图

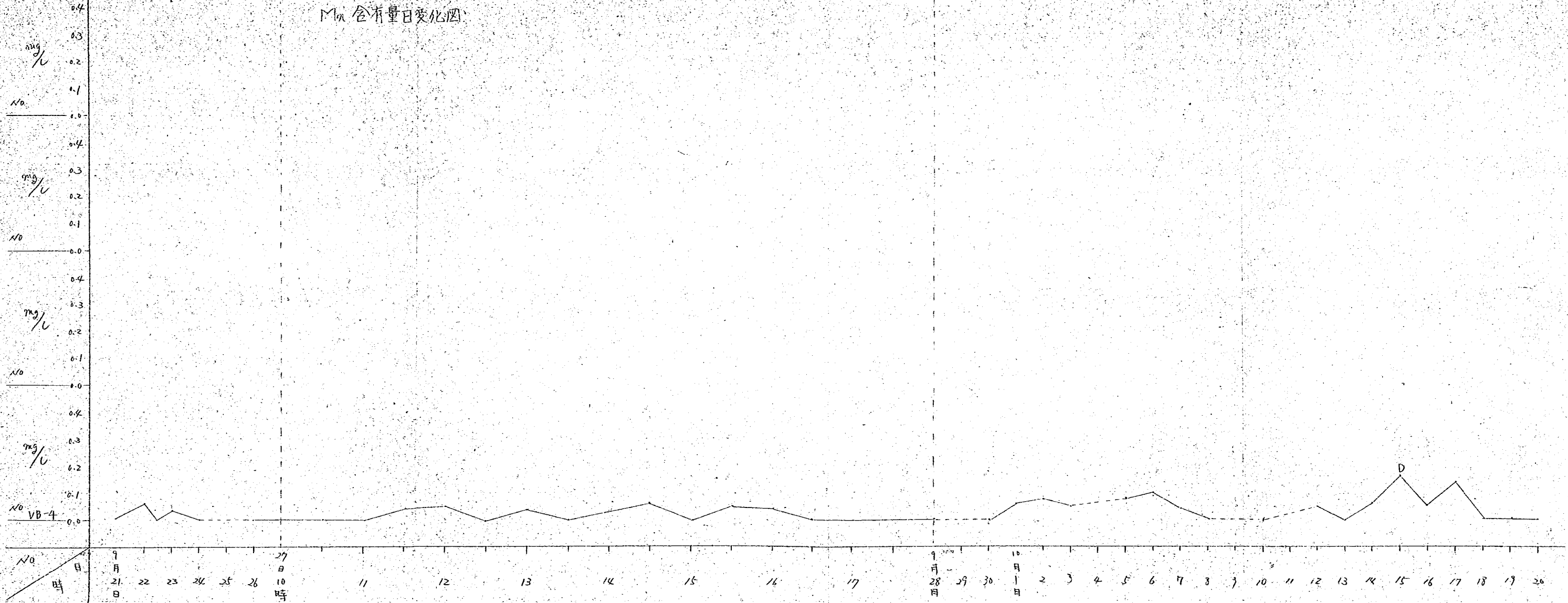


圖-5-1

自然放射能強度分布圖

測線 I

縮尺 縱 1:400

橫 1:500

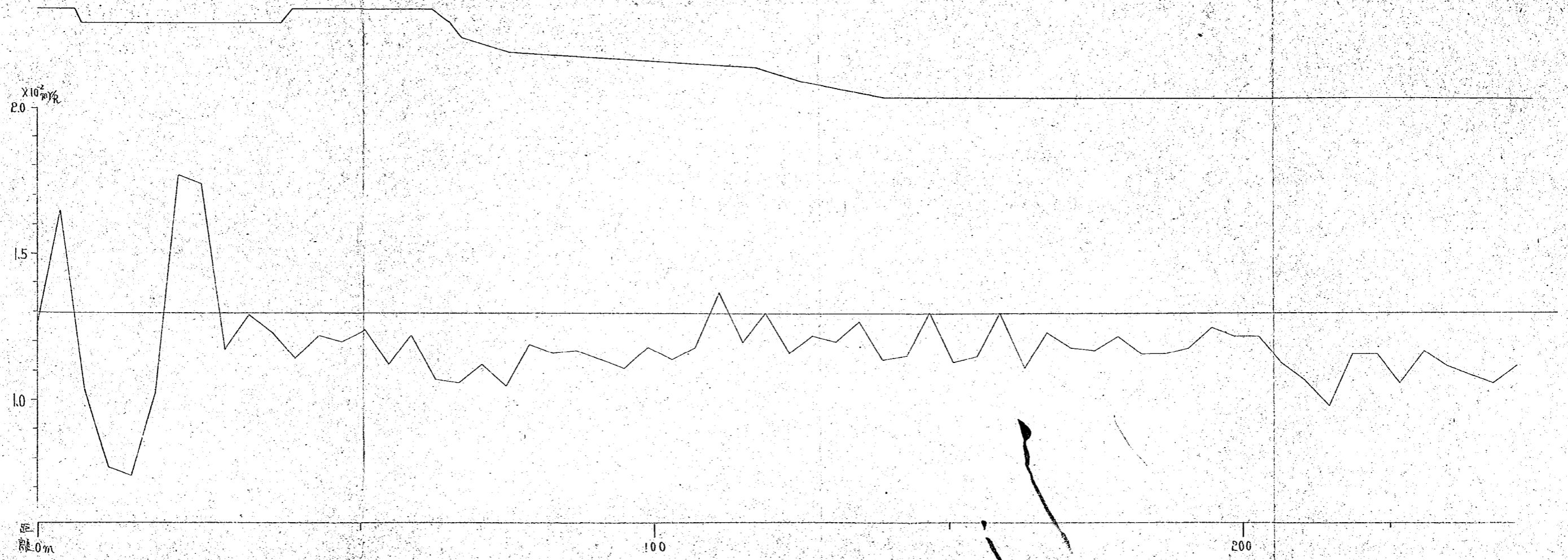


圖-5-2

自然放射能強度分布圖  
沖江測線

總尺 縱 1:400  
橫 1:500

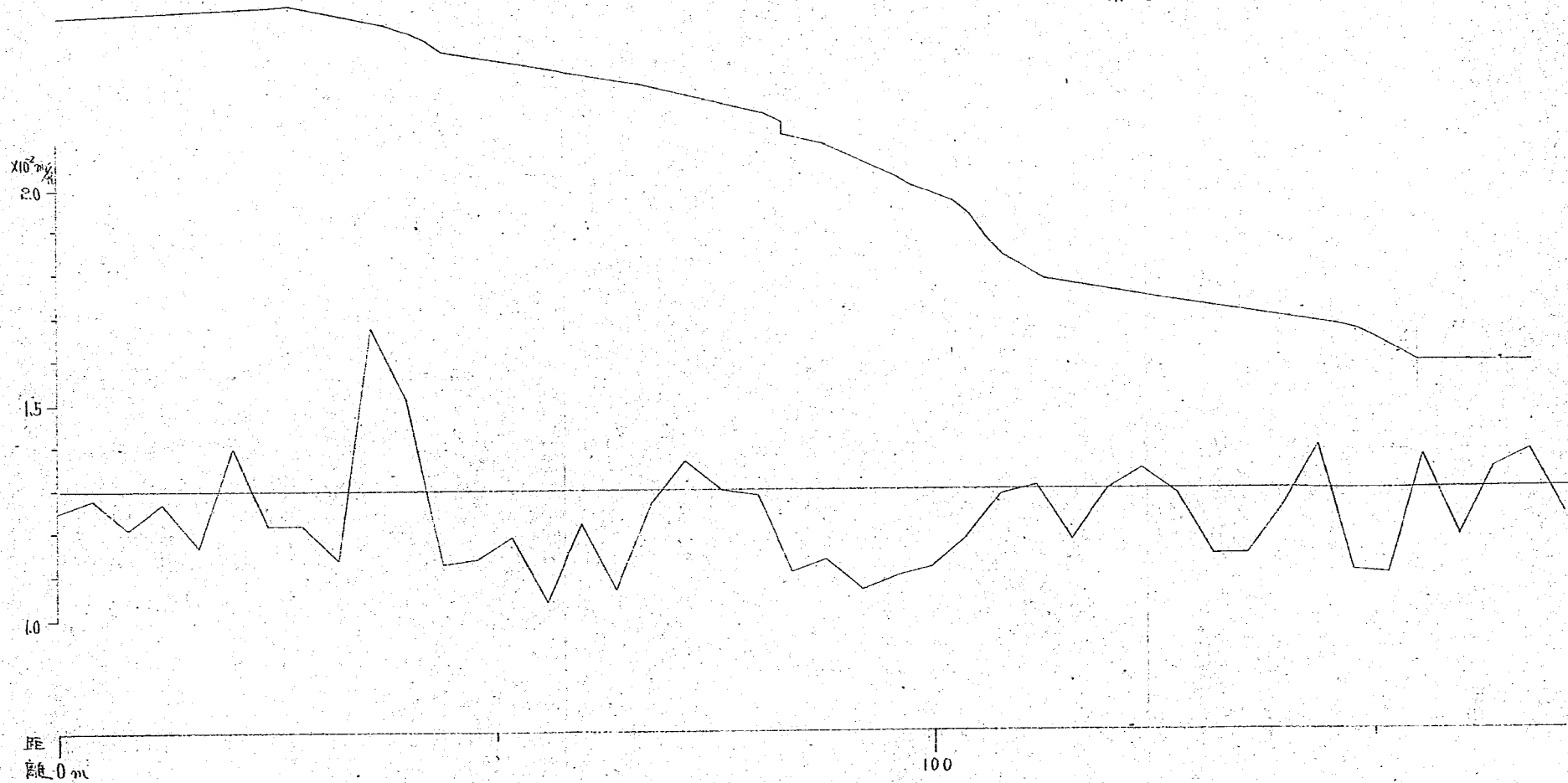


圖-5-3

自然放射能強度分布圖  
III測線

縮尺 縱 1:400  
橫 1:500

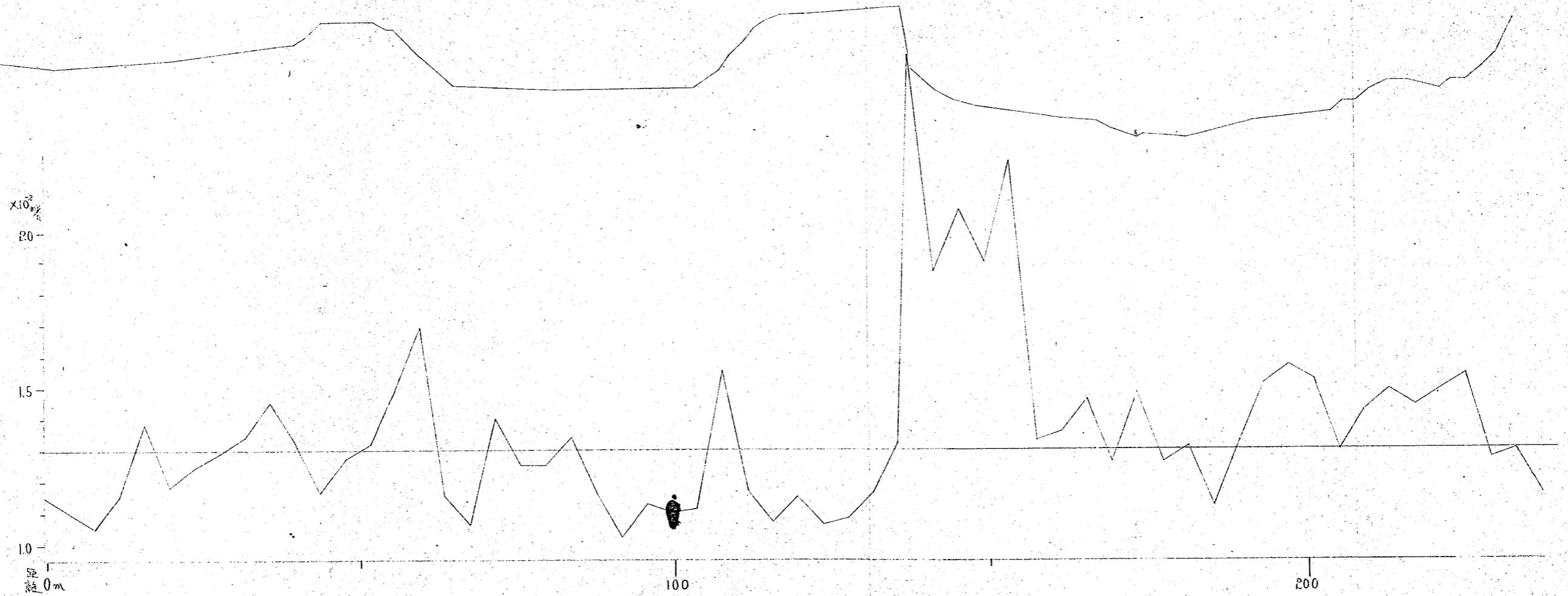
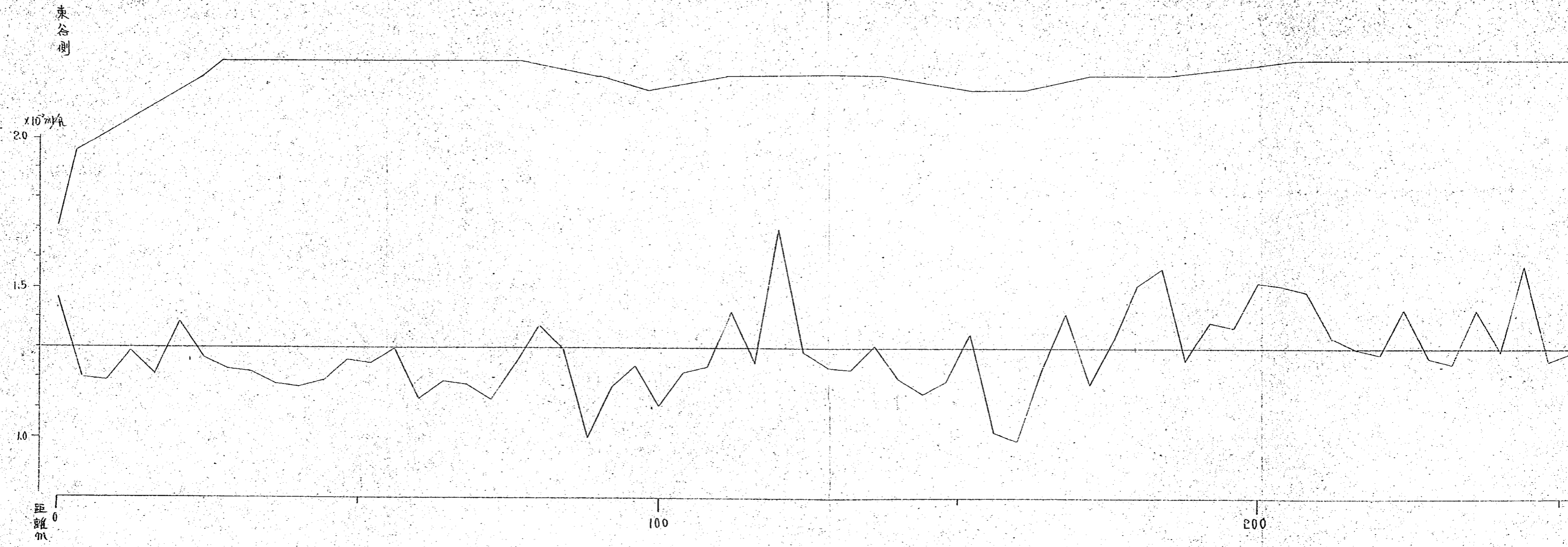


圖-5-4

自然放射能強度分布圖  
IV測線

縮尺 縱 1:400  
橫 1:500



5-4

自然放射能強度分布圖  
70IV測線

縮尺 縱 1:400  
橫 1:500

泉谷側

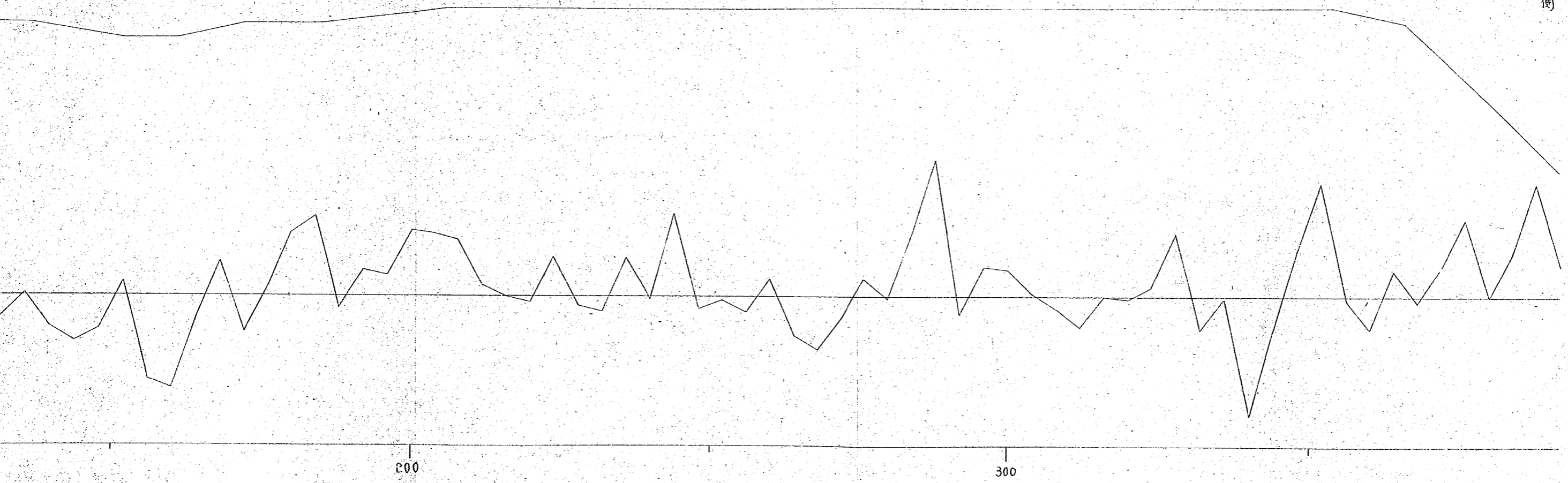


圖-5-5

自然放射能強度分布  
剖面測線

東谷側

$\times 10^{-2}$  mR/h

2.0

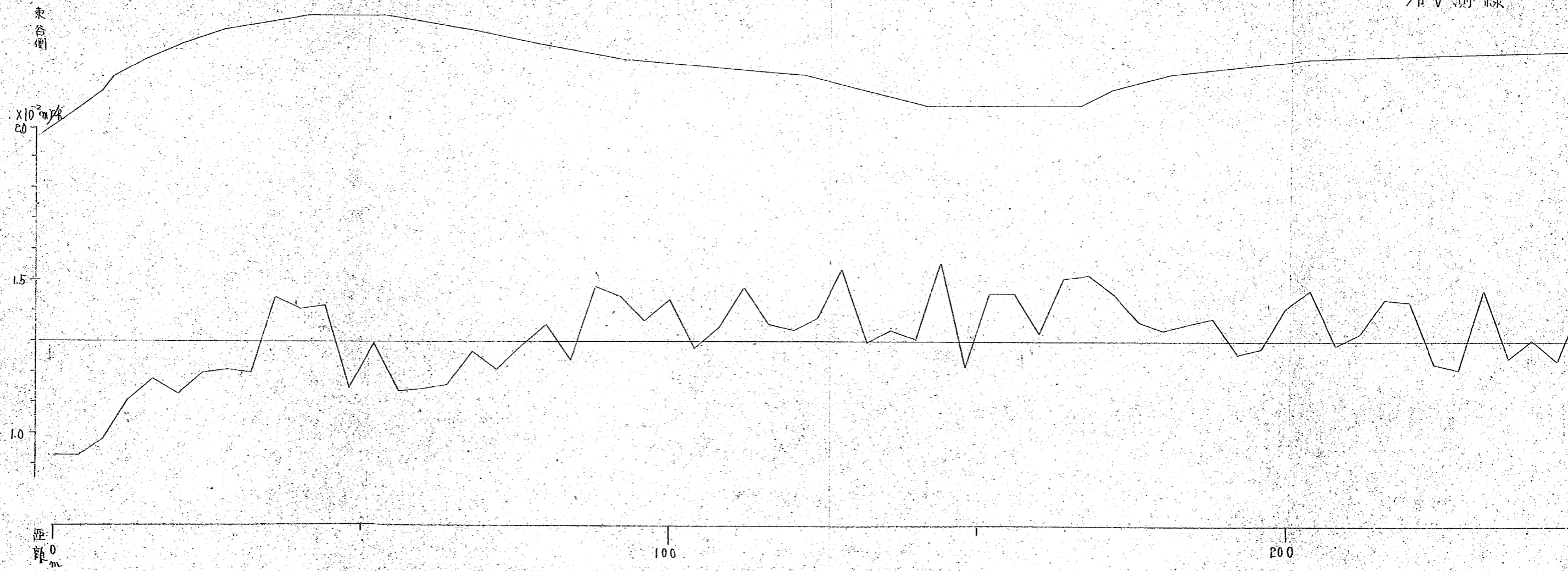
1.5

1.0

距離  
0 m

100

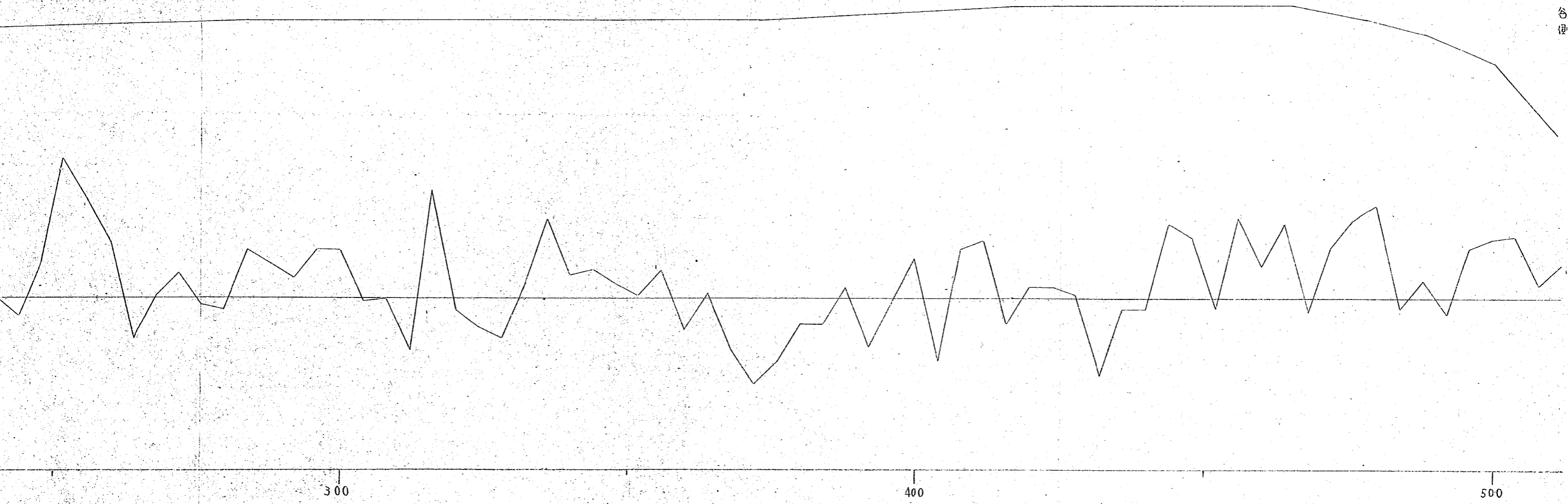
200



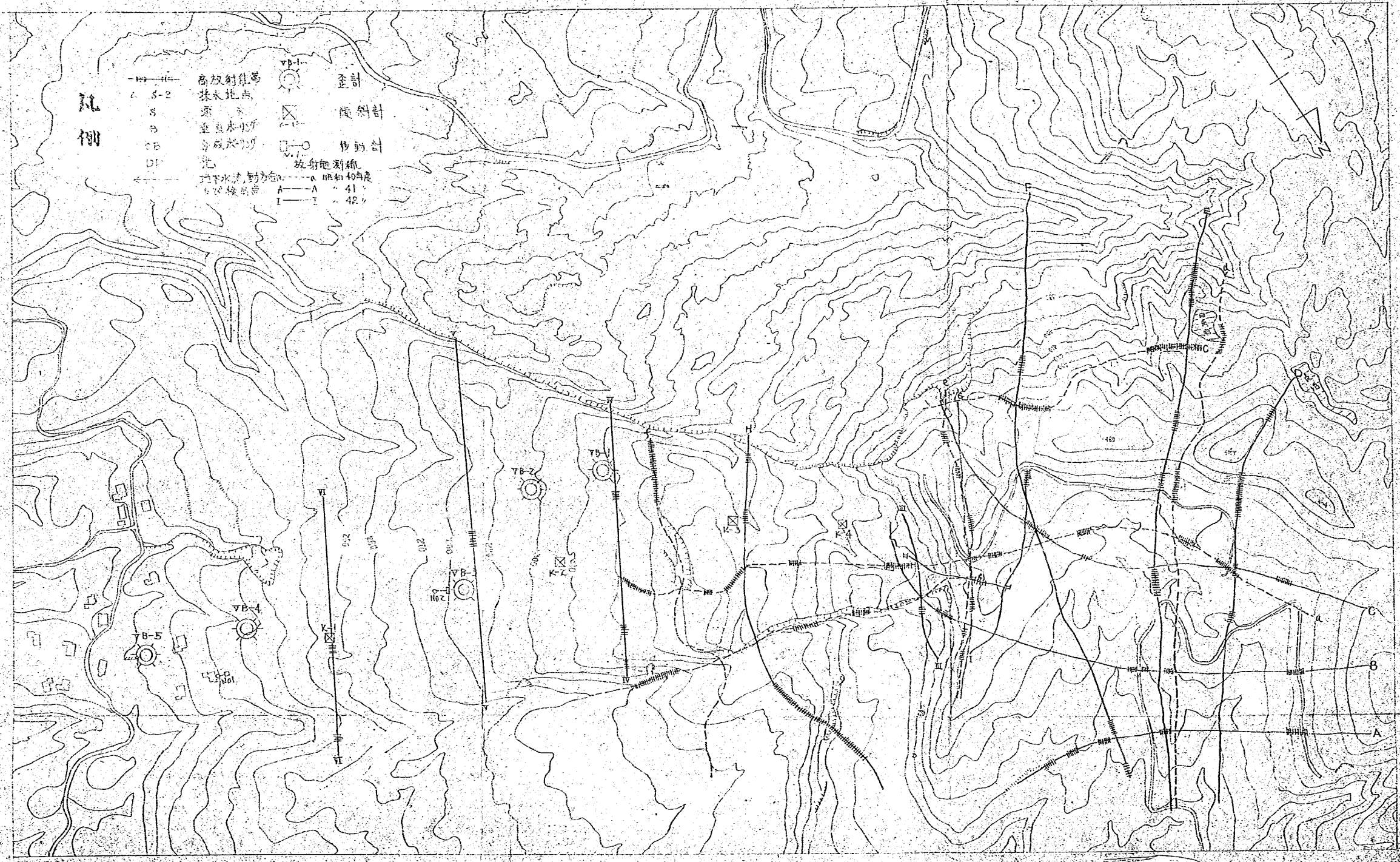
布図

縮尺 縦 1:400  
横 1:500

泉谷側







丸棚

- 高級射能場
- 取水地点
- 源
- 流量水小
- 流量水大
- 地下水の方向
- 放射能線
- 計
- 放射計
- 移動計
- 照射40分
- A - A 41
- I - I 42

圖-5-6

自然放射能強度分布圖  
VI測線

縮尺 縱 1:400  
橫 1:500

東谷側

$\times 10^2 \text{mR}$

2.0

1.5

1.0

距離 0m

100

200

R

R

C

C

自然放射能強度分布図  
70VI測線

縮尺 縦 1:400  
横 1:500

泉谷側

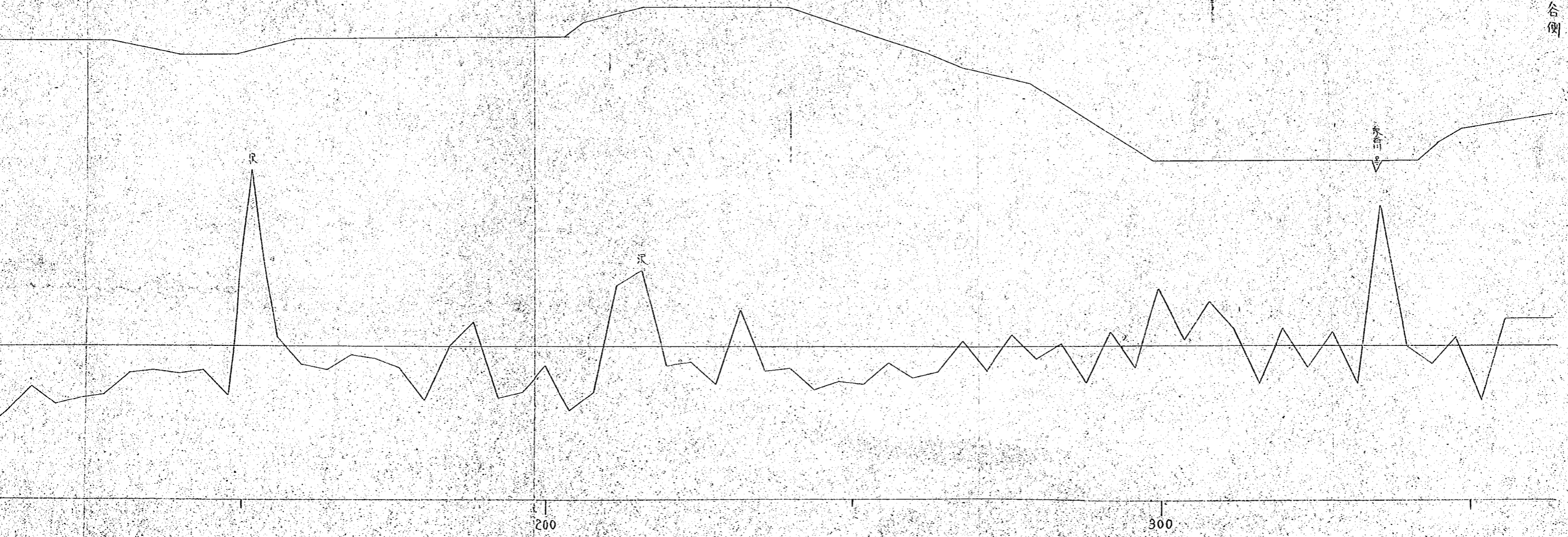


图-6-1

歪斜累积变动图

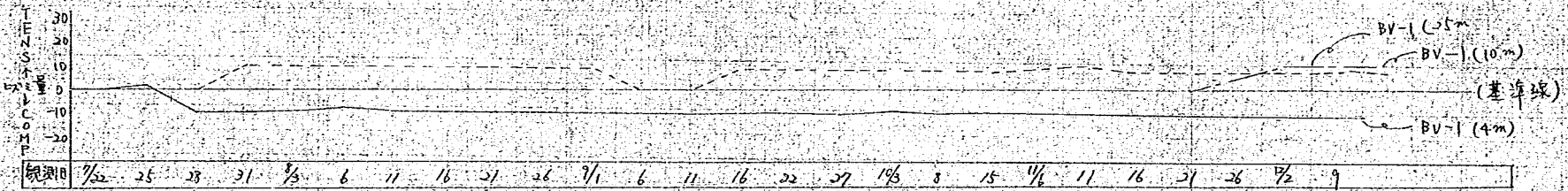
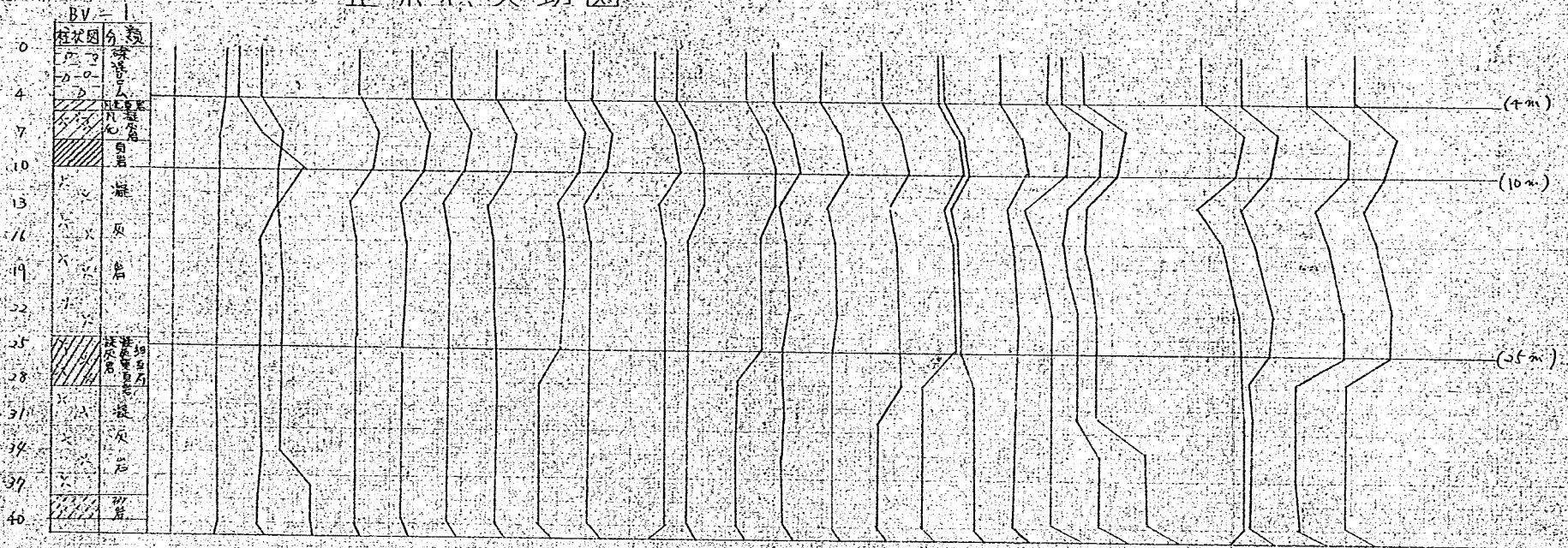


图-6-2

歪累積變動图

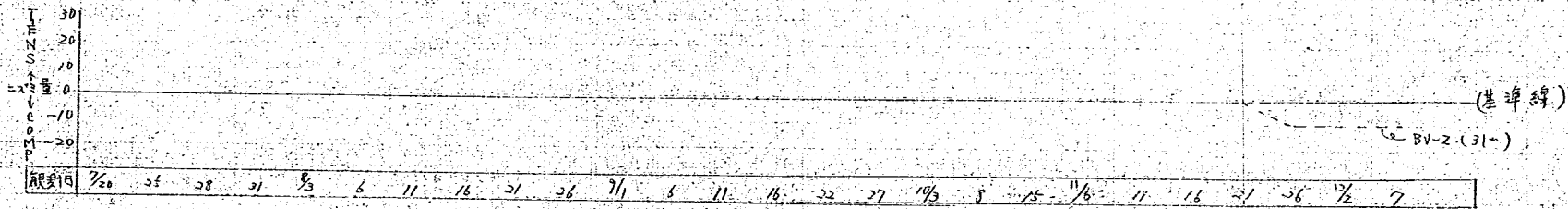


图-6-3

# 歪累積變動圖

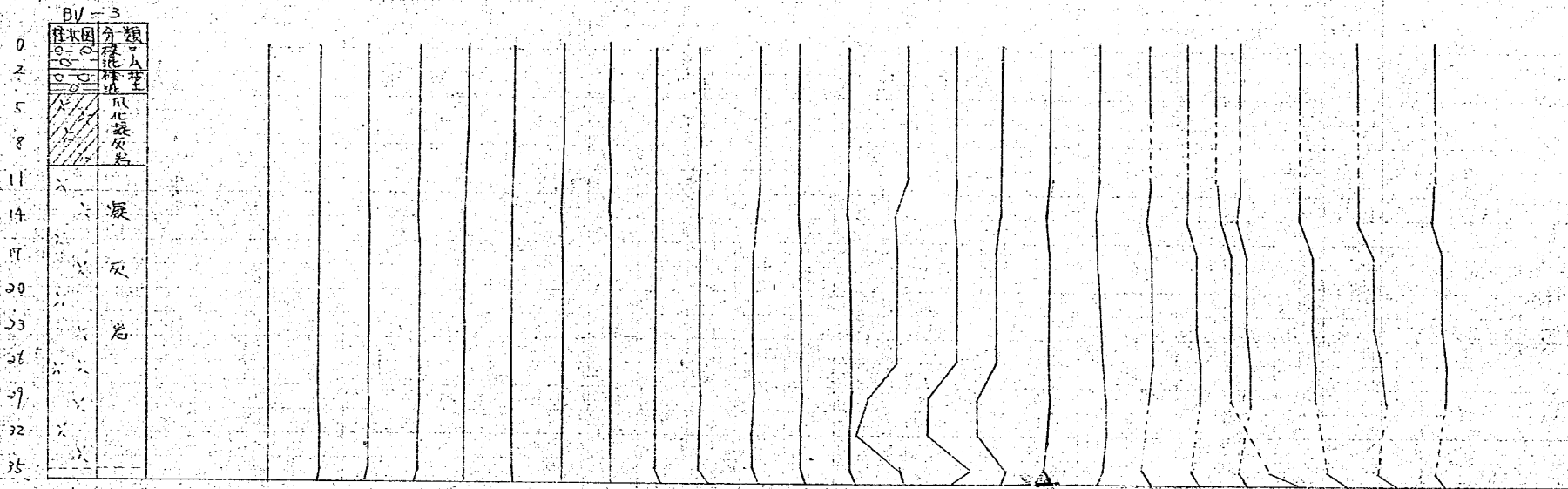
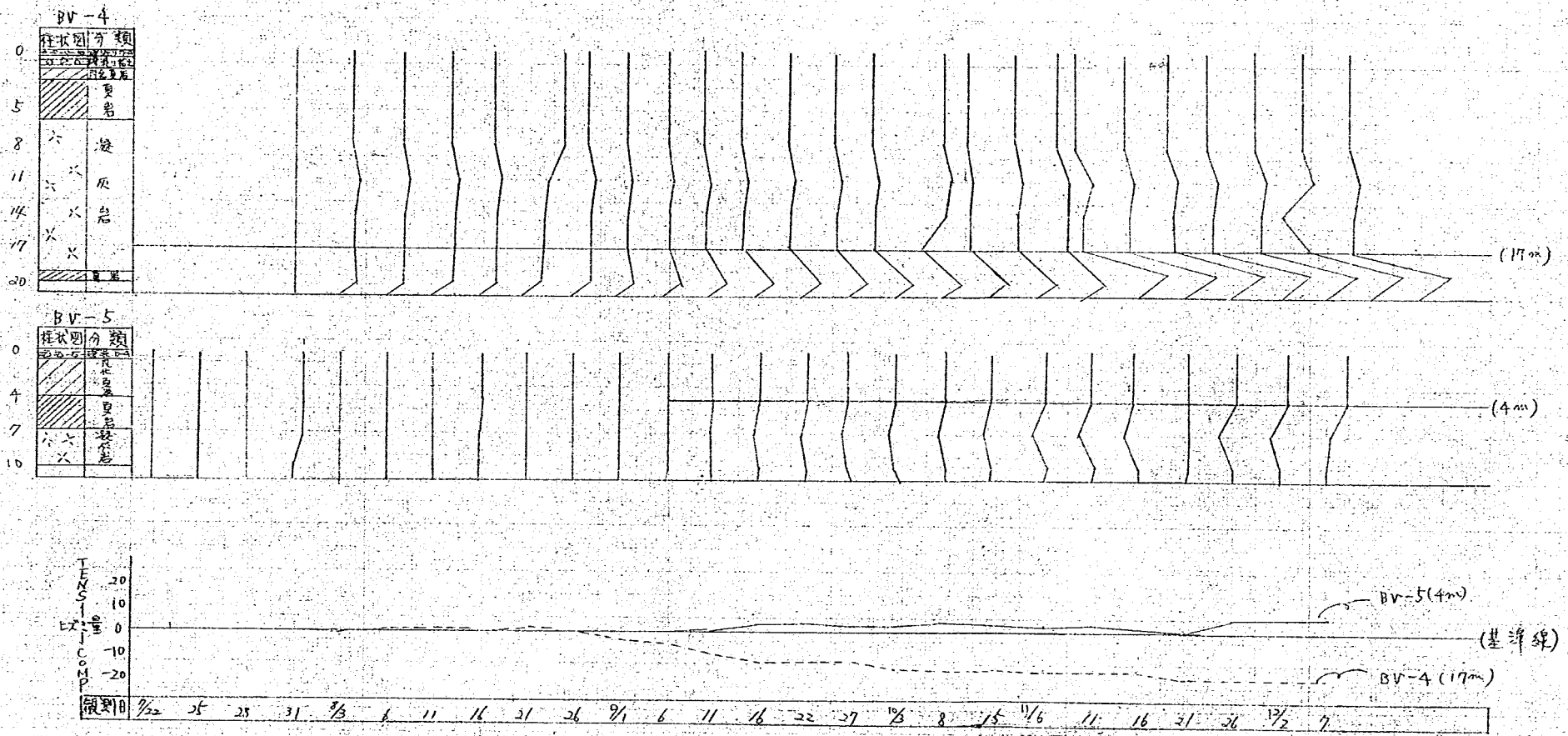


圖-6-4

歪累積變動圖



☒-7-1

### 地表面伸縮變動圖

(mm) No. 1

8  
6  
4  
2  
0  
-2  
-4  
-6  
-8

降水量(mm)

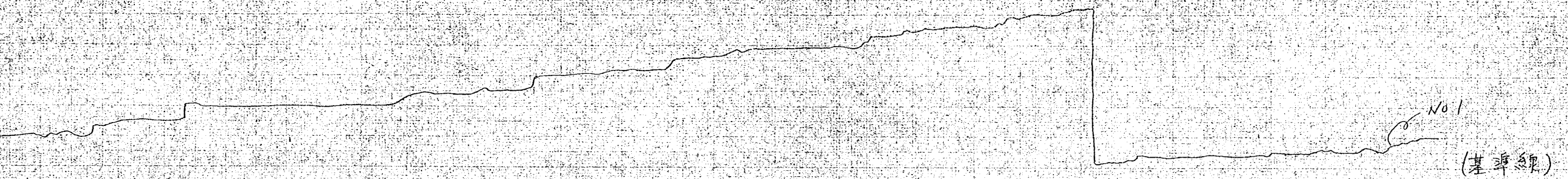
60  
40  
20

觀測月	9/9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	10/1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21				
日降水量					44.8						5.6	15.2			3.2								28.2	62.8												26.4	3.5										





動圖



23	24	25	26	27	28	29	30	10/1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
	3.2							28.2	13.8												36.4	25						5.0	1.5				13.0	8.5	3.5			0.5

図-11-1

地表面伸縮変動図

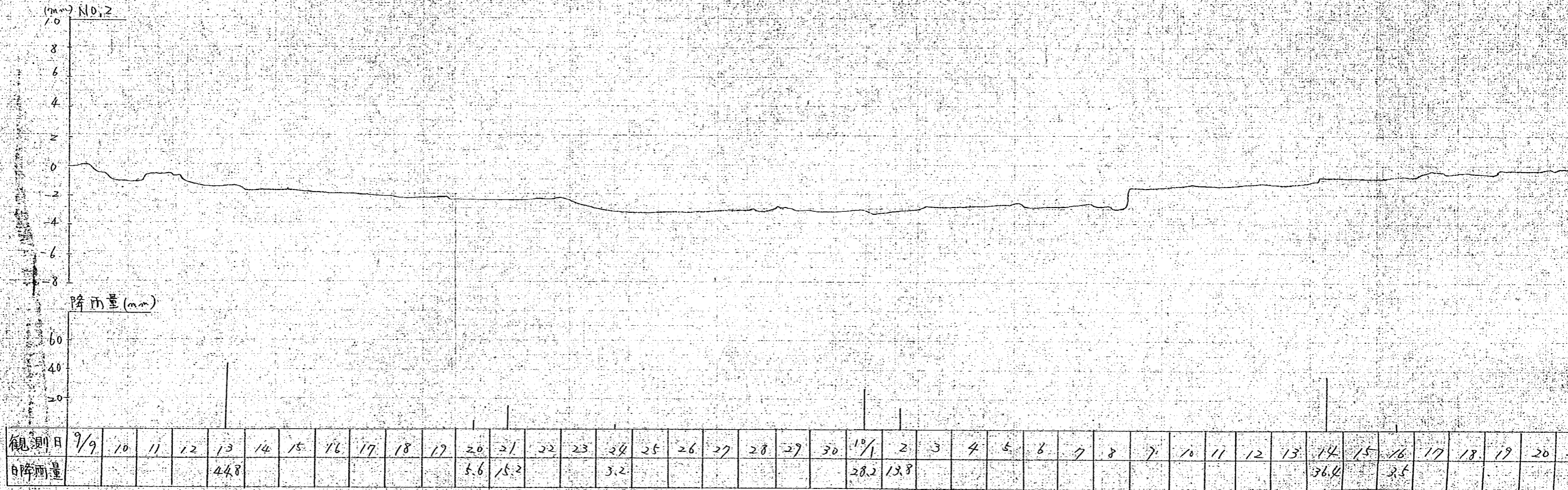


降雨量(mm)

観測日	11/1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	12/1	2	3	4	5	6	7	
降雨量				20.0	2.0		36.0	6.0				40.5			3.5				1.5	14.0	0.5						41.5	1.5	21.5	13.5	0.5	11.0						

図-7-2

地表面伸縮変動図

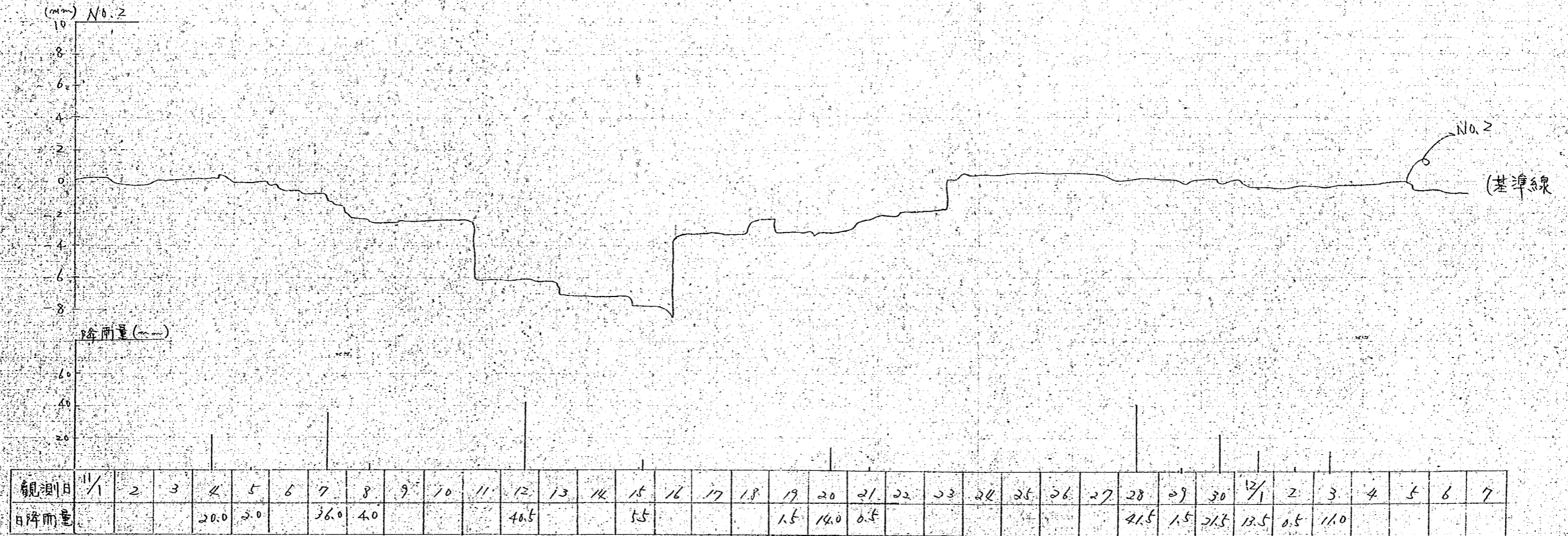




25	26	27	28	29	30	10/1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
					28.2	19.8													36.4		3.5						5.0	1.5					13.0	8.5	3.5		0.5

図-7-2

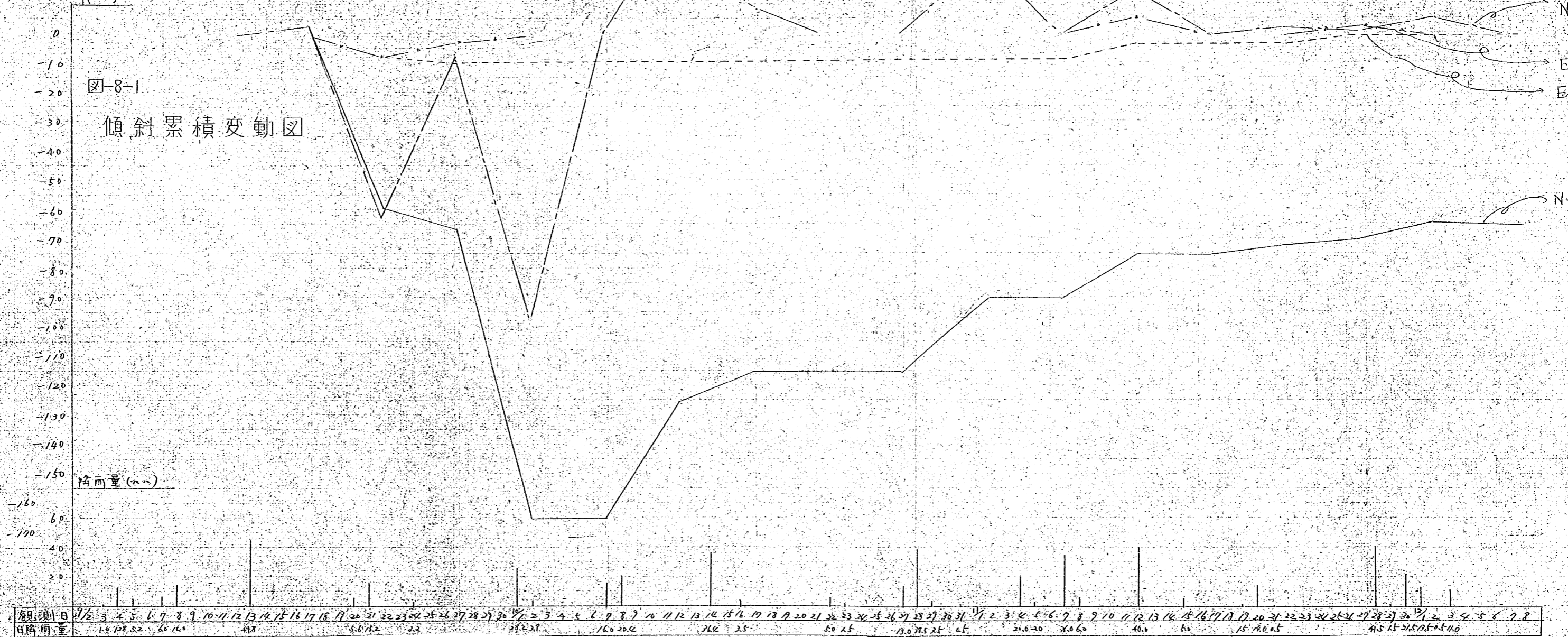
地表面伸縮変動図



K-1

図-8-1

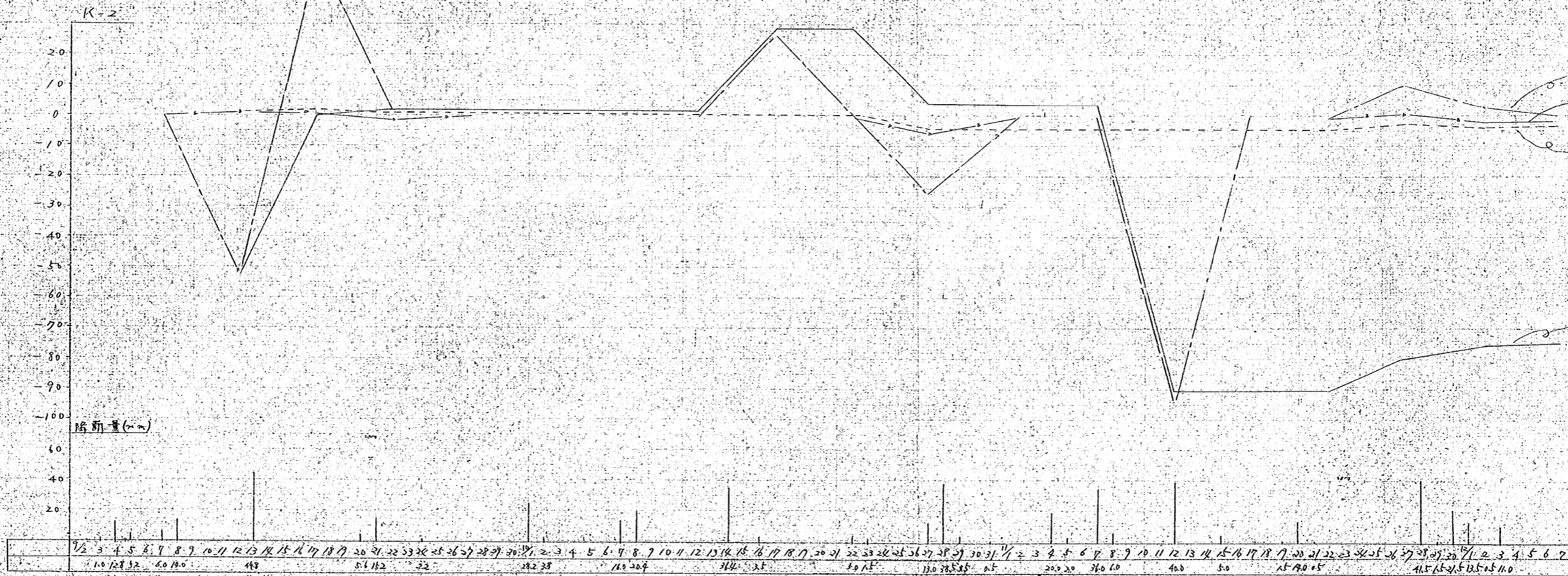
傾斜累積変動図





□-8-2

### 傾斜累積変動図









# 累積變動圖

