

# 北松型地すべりの運動機構に関する研究

渡 正亮・藤田寿雄・酒井淳行・伊藤和行

土木研究所河川部地すべり研究室

## On the Mechanism of Landslides in Hokusho Area

By

Masasuke Watari, Hisao Fujita, Atsuyuki Sakai and Kazuyuki Ito

Public Works Research Institute, Ministry of Construction, Tokyo

### Abstract

The Washiodake landslide is a typical model of the so-called "Hokusho Type" in the northern part of Nagasaki Prefecture. This type is represented by block-glide movements depending on the slide surface of a clayey layer in Tertiary system. The results of investigations in 1968 are reported as follows:

1) The fluctuations of ground surface strain measured by extensometers and those of ground surface tilting measured by tiltmeters have shown the characteristic behaviors of landslides, but the correlation between these fluctuations and rainfalls has been not so clear. These investigations and observations will be continued until 1970. From these results, we expect to clarify the mechanism of this landslide.

2) From the results measured by inclinometers, we find that the accumulation of strain in the ground is more eminent at the parts of a clayey called "Hedamono" than at other layers. Then, it is recognized that the slip surface is composed of one layer without differential vertical movement.

### 目 次

1. まえがき .....	159	3 2.2 設置位置 .....	162
2. 調査計画 .....	161	3 2.3 観測結果 .....	162
3. 層すべり型地すべりの地表変動特性 .....	161	4. 層すべり型地すべりの地中ヒズミ特性 .....	162
3.1 地表面伸縮について .....	161	4.1 地中ヒズミ変動について .....	162
3.1.1 計器の構造および精度 .....	161	4.1.1 計器の構造および精度 .....	162
3.1.2 設置位置 .....	161	4.1.2 設置位置 .....	162
3.1.3 観測結果 .....	162	4.1.3 観測結果 .....	165
3.2 地盤傾斜変動について .....	162	5. あとがき .....	165
3.2.1 計器の構造および精度 .....	162		

#### 1. まえがき

昭和43年度における研究は、地表変動および地中内部ヒズミに関する現地観測を主体に計画され、まず地中内部ヒズミ計、伸縮計、傾斜計の現地設定を行ない、年度後半より現地観測が開始さ

れた。今年度の観測期間は台風、梅雨期を含んでおらず、層すべり型地すべりの移動に最も大きな影響をおよぼすと考えられている集中豪雨との関係を得るまでに至らなかった。

昭和43年度報告書は観測結果の羅列をもって

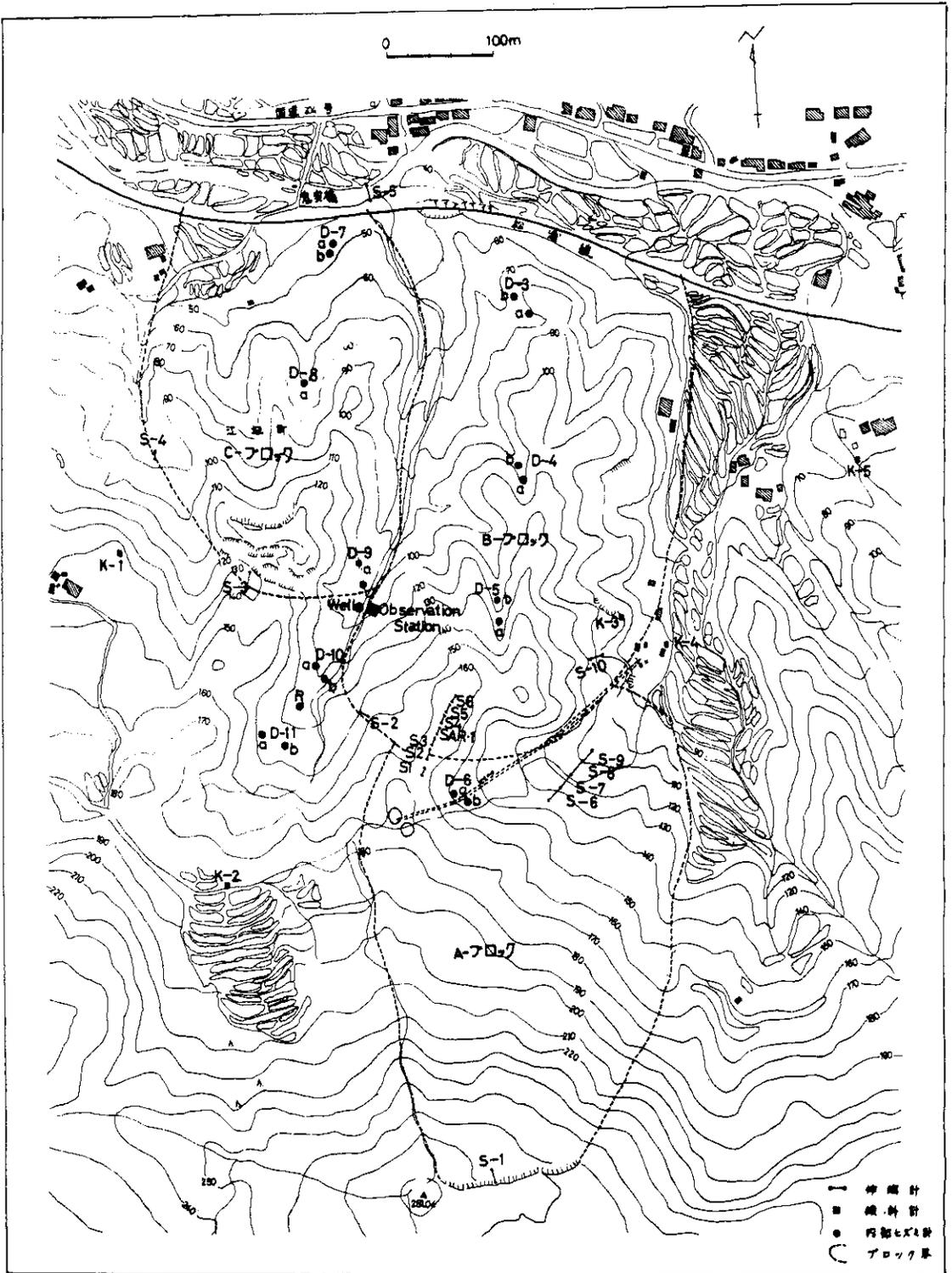


図-1 調査平面図

中間報告とする。

## 2. 調査計画

“北松型地すべり”と呼ばれるこの地すべりは、ヘダモノ層と呼ばれる炭層を挟在する軟弱な粘土層をすべり面とし、その上部のマップな砂岩、頁岩の互層が滑動するいわゆる“層すべり型地すべり”である。

この北松型地すべりのモデル試験地として選定された鷲尾岳は、山頂部を玄武岩に覆われている。地すべりはこの玄武岩の端縁部を最上部滑落崖とし、江迎川左岸に隆起を呈する末端部まで、長さ約850m、幅約450mの斜面に発生している。この斜面は図-1に示すごとく三つの地すべりブロックに大別される。

すなわちAブロックは玄武岩の端縁部に見られる最上部滑落崖から中央部の玄武岩の貫入地帯付近を末端とする長さ約500m、幅約300mのブロックで、BブロックはAブロック下部に位置し、玄武岩の中央貫入部付近を上限とし、江迎川左岸隆起部を末端とする長さ約300m、幅約300mのブロックである。CブロックはBブロックの西側に隣接し、最上部には幅約35mの大亀裂を有し、末端は江迎川に至る長さ300m、幅300mのブロックである。

本研究では、各ブロックごとの運動特性ならびにすべり面の確認ならびにすべり面におけるヒズミ挙動の把握を目的に調査計画を組立てた。

すなわち各ブロックごとにすべり土塊の上部および末端部に伸縮計を合計10台設置し、また移動土塊と不動地との傾斜変動特性を比較検討するために合計5台の水管傾斜計を設置し、さらに各ブロックごとにすべり面を確認するために地中内部ヒズミ計を9ヶ所に設定した。

## 3. 層すべり型地すべりの地表変動特性

### 3.1 地表面伸縮について

#### 3.1.1 計器の構造および精度

使用した伸縮計は坂田式S.R.J.-5型である。これは地表面の二点に打設された杭の間隔変化を自動的に測定する計器で、杭間隔に変化が起ると巻取車が、イメンバー線によって引かれ、歯車機構によって5倍に拡大されて回転する。この回転が一定速度で移動する記録ペンによって自記される構造である。

仕様 記録速度 6mm/日

最大変位長 250mm

倍率 5倍(精度約0.2mm)

作動期間 30日間

設置：計器設置杭の標準的構造は図-2(1)に示すごとくである。すなわち約1mの木杭を打設しその周りを30cm×30cm×50cmのコンクリートブロックで固め計器設置台とし、移動杭は約1.5mの木杭を打設し、周りをコンクリートで固めたものである。

インバー線の保護のために鉄管でこれを覆った。

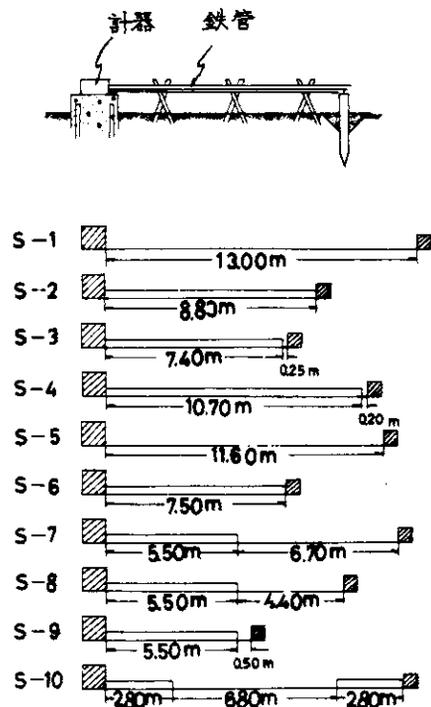


図-2(1) 伸縮計設置図

#### 3.1.2 設置位置

各ブロックにおける地表伸縮量を把握し、層すべり型地すべりの運動特性解明の手掛りとするともにブロック相互間の関連性の有無を確認しようとするものである。

S-1；Aブロック最上部滑落崖に基長13.0mで設置した。

S-2；CブロックとBブロックの上部境界付近に設置して両ブロックの運動の関連

性をみることに重点をおいた。

S-3; Cブロック最上部滑落崖付近の小亀裂を挟み基長7.65mで設定した。

S-4; Cブロックの西側面亀裂を挟み、基線長10.90mで設定

S-5; Bブロック末端隆起部に江迎川を横断し対岸より設定した。基線長11.60m

S-6, S-7, S-8, S-9; Aブロック末端部における圧縮地帯に上部より、S-6, 7, 8, 9の順に連続設定したもので、基線長は、7.50m, 12.20m, 9.90m, 6.00mである。

S-10; Bブロック東側面亀裂を挟み設定したもので、基線長は12.40mである。

### 3.1.3 観測結果

観測結果は図-2(2) a, b, c, d, e, f, g, h, i, j に示すごとくである。これはチャートに直接日時を記入した原図をゼロックスで複写したものである。

これによれば、S-1, S-4はともに極めて明瞭な引張り傾向を示し、S-2, S-6にやや引張り傾向が認められる。

S-3, S-5, S-9, S-10には引張りおよび圧縮等の傾向が全く認められず、S-7には圧縮の傾向が明瞭に認められている。

これまでの期間に測定された地表伸縮の特性からみると、鷲尾岳地すべりは全般にきわめて緩慢な継続的な動きを示すクリープ型の運動形態を呈している。

## 3.2 地盤傾斜変動について

### 3.2.1 計器の構造および精度

使用した傾斜計は中浅式水管傾斜計で、これは主軸および補助軸からなる三脚によって支えられた特殊金属性の台の上に主気泡管と副気泡管がとりつけてあり、三つの脚はそれぞれ回転でき、気泡管を傾斜せしめうるようになっている。主脚には回転分度盤がとりつけられていて、主脚の回転角が読みうるようになっている。

仕様 手動式

最小読み取り精度 1.2"

設置; 傾斜計の設置台は木杭(約1m)を基礎に打設し、この上部に50cm×50cm×50cmのコンクリートブロックを打設し、

この上部にN-S, E-Wの二方向に直交させ設置した。

### 3.2.2 設置位置

K-1; Cブロックの西側で、不動地と推定される地点。

K-2; 崩積土層の存在が推定され、地形上からも地すべり地形を有する斜面の末端である。

K-3; Bブロック東縁部

K-4; Bブロック東側の隣接地

K-5; Bブロックの東側で、不動地と推定される地点

### 3.2.3 観測結果

観測野帳から測定日ごとの傾斜量を転載したのが表-1である。この表をもとに、縦軸に累積傾斜量、横軸に測定日をプロットしたのが、傾斜変動図である。

観測結果は図-2(3) a, b, c, d, e に示すごとくである。これによれば a, d, e には累積傾向が認められるが、ともに日平均累積量は1秒以下できわめて微小である。またこれまでの観測期間では降雨と移動の相関性をらびに、不動地と移動土塊上の傾斜変動の相異も明瞭でない。

## 4. 層すべり型地すべりの地中内部ヒズミ

### 4.1 地中内部ヒズミ変動について

#### 4.1.1 計器の構造および精度

地中内部ヒズミ計を使用した。これは塩化ビニールハイク(内径52mm, 外径60mm)の中心軸上に対称的に二枚のペーパーストレインゲージを貼り付け、防水加工を施したものである。このストレインゲージは地すべりによるパイプの変形によって、圧縮または引張りを受けると抵抗変化を生ずるもので、この抵抗変化を静ヒズミ計で測定し、パイプの変形、すなわち地すべりによる土塊の移動状況を計測しようとするものである。

ヒズミ測定精度は、計測器として一応10μとされているが、資料解析の上からは100μが限度のようである。

#### 4.1.2 設置位置

各ブロックにおけるすべり面は一応ヘダモノ層と推定されている。地中内部ヒズミ計は、このヘダモノ層における実際のすべり挙動の測定を主眼に、全深度にわたる地中内部ヒズミの分布を把握することを目的に設置位置は選定されている。





表 - 1 鷲尾岳地すべり傾斜計日変動量

K-1			K-2			K-3			K-4			K-5		
日	N-S	E-W	日	N-S	E-W	日	N-S	E-W	日	N-S	E-W	日	N-S	E-W
月日			月日			月日			月日			月日		
S.44	+ 4°	+ 4	S.44	+ 2°30'	0°	S.44	- 2°	- 7°	S.44	- 0°30'	0°	S.44	+ 4°	- 3°30'
1.28	+ 4	+ 2	1.30	- 3.30	- 2	1.30	- 3.30	0	1.30	0	0	1.30	0	+ 1
2. 4	+ 1	+ 1	2. 4	0	0	2. 4	0	0	2. 4	0	0	2. 4	0	0
7	+ 1	0	7	+ 5.30	0	7	0	- 1	7	0	0	7	- 4	+ 5
11	0	0	11	- 1.30	+ 4	11	0	0	11	0	0	11	- 1	- 1
14	+ 3	0	14	- 5°	- 1	14	- 2	0	14	0	0	14	0	0
18	+ 1	0	18	+	0	18	0	0	18	0	0	18	+ 1	0
21	+ 1	+ 5	21	0	0	21	+ 1	0	21	0	0	21	+ 1	0
25	+ 5	0	25	0	0	25	0	+ 3	25	+ 1	0	25	0	- 11
28	0	0	28	0	0	28	0	0	28	+ 1	0	28	0	0
3. 4	0	- 6	3. 4	+ 6	+ 1	3. 4	0	0	3. 4	0	0	3. 4	0	0
7	0	0	7	- 1	+ 4	7	0	0	7	0	0	7	0	0
11	0	0	11	+	0	11	0	0	11	0	0	11	0	0
14	- 6	- 15	14	0	+ 5	14	0	0	14	+ 1	+ 4	14	0	0
18	0	0	18	0	0	18	0	0	18	+ 2	+ 1	18	0	- 2
21	0	0	21	+ 7	0	21	+ 1	+ 2	21	+ 1	+ 5	21	- 4	+ 4
25	0	+ 2	25	0	0	25	- 3	+ 4	25	- 1	- 1	25	0	0
28	0	+ 3	28	+ 3	- 3	28	0	0	28	- 1	0	28	+ 3	0
4. 1	0	- 6	4. 1	+ 2	- 2	4. 1	+ 4	+ 5	4. 1	+ 5	+ 9	4. 1	- 3	+ 2
4	0	0	4	- 10	0	4	0	0	4	- 2	- 6	4	0	+ 10
7	0	+ 8	7	+ 1	0	7	0	+ 4	7	+ 4	- 5	7	+ 2	0
11	0	0	11	+ 7	- 3	11	0	+ 2	11	+ 2	+ 14	11	- 3	0
15	0	+ 1	15	- 19	0	15	- 4	0	15	- 4	- 5	15	+ 2	0
18	+ 5	- 1	18	+ 6	- 3	18	0	0	18	+ 3	+ 1	18	+ 1	+ 7
22	+ 10	0	22	- 8	- 15	22	0	+ 4	22	- 1	+ 8	22	- 10	- 12
25	+ 7	- 2	25	- 7	+ 7	25	0	0	25	0	- 7	25	+ 3	+ 6
29	- 2	- 3	29	+ 5	+ 2	29	- 2	0	29	- 4	+ 5	29	+ 2	+ 4
5. 2	0	- 1	5. 2	+ 8	- 3	5. 2	+ 1	0	5. 2	+ 5	+ 6	5. 2	0	+ 4
6	+ 2	+ 3	6	- 6	0	6	0	+ 8	6	0	- 5	6	0	+ 8
9	0	0	9	+ 4	+ 1	9	- 6	- 2	9	0	+ 10	9	- 4	- 5
13	+ 3°	0°	13	- 1°	0	13	+ 7	- 4	13	- 1°	- 6°	13	0	- 3
16	+ 3°	0°	16	- 12	0	16	+ 2	- 5	16	- 2	0	16	+ 5	+ 1
20	0°	- 6	20	+ 7	0	20	0	+ 9	20	+ 3	+ 4	20	0	0
23	0	0	23	0	0	23	+ 3	0	23	0	0	23	0	0
27	+ 2	+ 9	27	- 5	0	27	0	0	27	- 3	+ 1	27	0	0
30	+ 1	- 8	30	0	0	30	0	0	30	0	+ 5	30	0	0

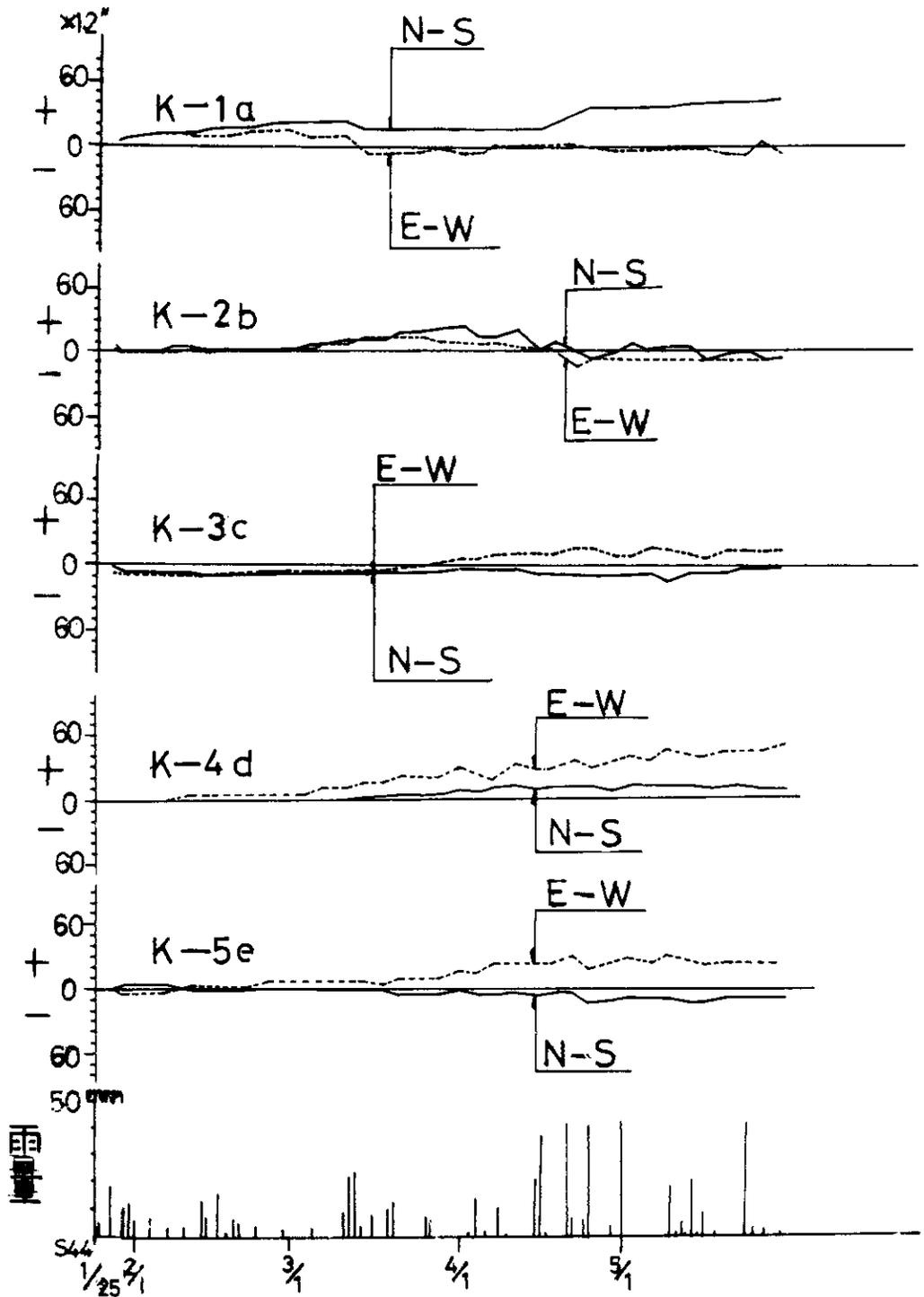


図-2(3) 地盤傾斜変動量測定結果図

D-6a; Aブロック末端部である。

D-5a, 4a, 3aはともにBブロックに位置し、ブロック上部にD-5a, 中央部にD-4a下部にD-3aが配置されている。

D-9a, 8a, 7aはともにCブロックに位置し、ブロック上部にD-9a, 中央部にD-8a, 下部にD-7aが配置されている。

D-11a, D-10aの設置位置は一応不動地帯と考えられるCブロック上部斜面である。

#### 4.1.3 観測結果

昭和43年10月から測定を開始し、昭和44年4月中旬までの測定結果を整理した。

##### a) ヒズミ経日変化図

第1回目の測定値を規準値( $R_0$ )として、各測定値( $R_n$ ) - 規準値( $R_0$ ) = ヒズミ量( $\epsilon_n$ )とした。

ヒズミ量 - 経日変化図は、測定地点の各深度ごとに、縦軸にヒズミ量( $\epsilon_n$ )を、横軸に測定日( $n$ )をプロットしたもので、各深度におけるヒズミの累積傾向の有無を検討し、すべり面の位置を判定する。

##### b) ヒズミ柱状図

これは測定日ごとに各地点で、最深部を不動点と仮定し、深い方から地表部に各深度ごとにその深度までのヒズミ量( $\epsilon_n$ )の累積量をプロットした図で、斜面内部のヒズミ状況およびすべり面の位置が判定される。

測定結果は図-3(1)、ヒズミ - 経日変化図、図-3(2)はヒズミ柱状図に示すごとくである。ヒズミ柱状図の矢印の部分は、ヒズミ - 経日変化図で卓越したヒズミの累積傾向を示した部分であり、一応すべり面と判定される。

D-3a; 図-3(1)D-3a, および(2)D-3aに示すごとくで、これによれば、18m付近の砂岩、頁岩の境界付近ならびに28-31m付近のヘダモノ層を挟む部分にすべり面が推定される。

D-4a; 45m付近の砂岩層中に卓越したヒズミ累積が認められるが、問題の30m付近に存在するヘダモノ層の部分にはヒズミの累積がほとんど認められない(図-3(1)D-4a, 図-3(2)D-4a参照)

D-5a; 図-3(1)D-5a, 図-3(2)D-5aによれば、20m, 24m, 30m, 42m付

近にきわめて明瞭なヒズミの累積傾向が認められる。この地点はBブロック頭部で、Aブロックによる影響等複雑なすべり要素を含んでおり、さらに長期にわたる計測結果が必要である。

D-6a; 図-3(1)D-6a, 図-3(2)D-6aによれば20m, 24m, 40m, 43mの4点にヒズミ累積が認められ、ほぼ上部と下部の2層のすべり層の存在が推定される。

D-7a; 図-3(1)D-7a, 図-3(2)D-7aによれば12m付近にヒズミの累積が認められる。

D-8a; 図-3(1)D-8a, 図-3(2)D-8aによれば9m, 12m, 19m, 20mの5個所にヒズミの累積が認められる。18~20mは、へだもの層を挟む互層でヒズミ柱状図に示されるごとく、約3mの区間に剪断変形を示唆するヒズミ分布が認められる。

D-9a; 図-3(1)D-9a, 図-3(2)D-9aに示すごとくで、17m, 31mの深度にとくに明瞭なヒズミの累積が認められる。さらに全体のヒズミ柱状図の形状からも2層のすべり面の存在が判定される。

D-10a; 図-3(1)D-10a, 図-3(2)D-10aに示すごとくである。19m以浅の砂岩層中にはほとんどヒズミ変化が発生していないが、これより下部では全般に変化が見られるが、とくに23m, 27m, 28mの一連の部分の累積ヒズミが大きく、すべり面の存在が推定される。

D-11a; 図-3(1)D-11a, 図-3(2)D-11aに示すごとくである。これによれば、ヒズミの累積傾向の最も著しい部分は45mであるが、そのほか16m, 19m, 25m, 36m, 41m, 42m, 43m, 44mにもヒズミ累積が認められる。ヒズミ柱状図から主すべり面は45m付近と見られるが、19mより上部にもすべりが考えられる。

#### 5. あとがき

今年度実施した観測結果のうち資料として整理できたもののみを今回の報告書に掲載したが、昭和43年度の観測期間中には、北松型地すべり発生の最も大きな誘因と考えられる集中豪雨に遭遇しておらず、運動特性、すべり面の確認も不十分である。昭和44年度は観測体制も一応整っているので、梅雨期、台風期の集中豪雨時の移動量観測を重点的に実施し、北松型地すべりの運動機構の解明を期している。

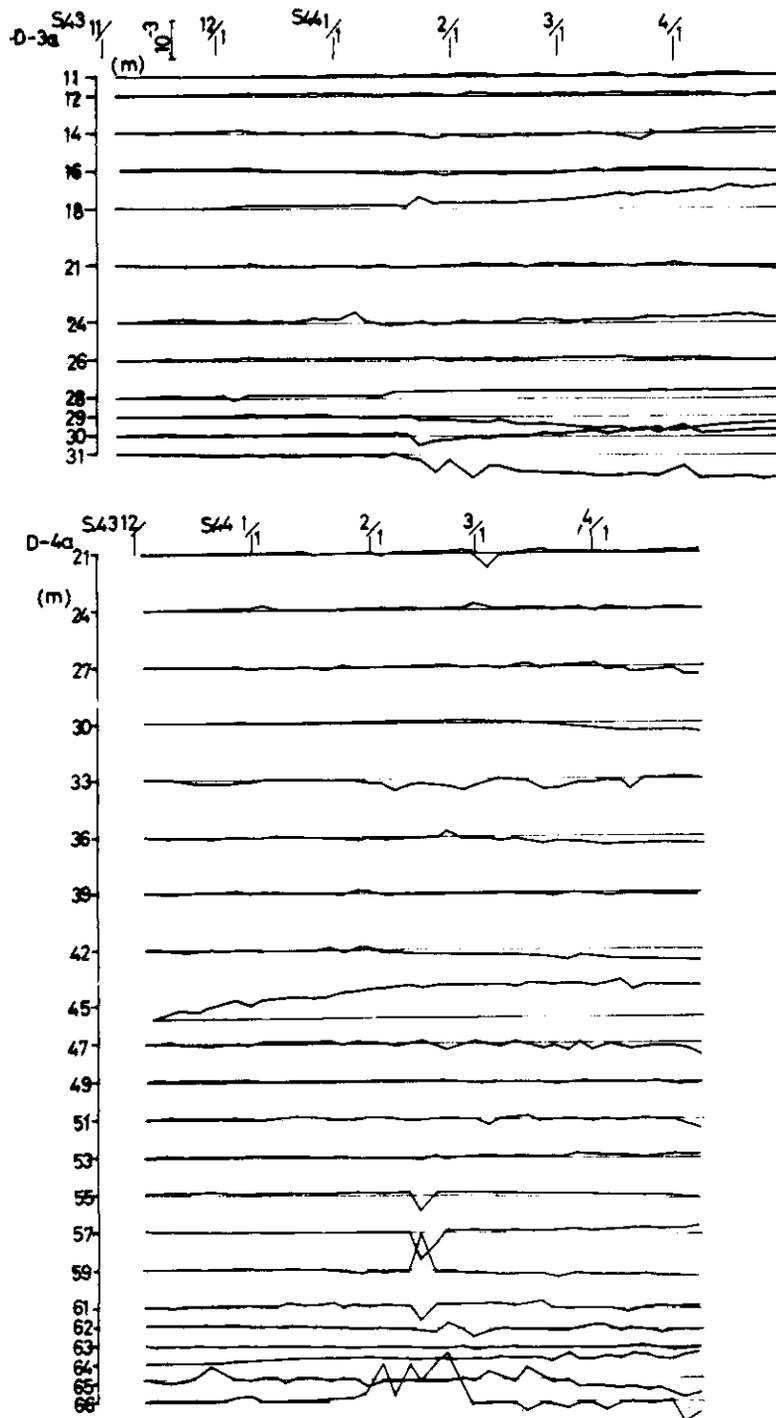


図-3(1) ヒズミ量経日変化図(その2)

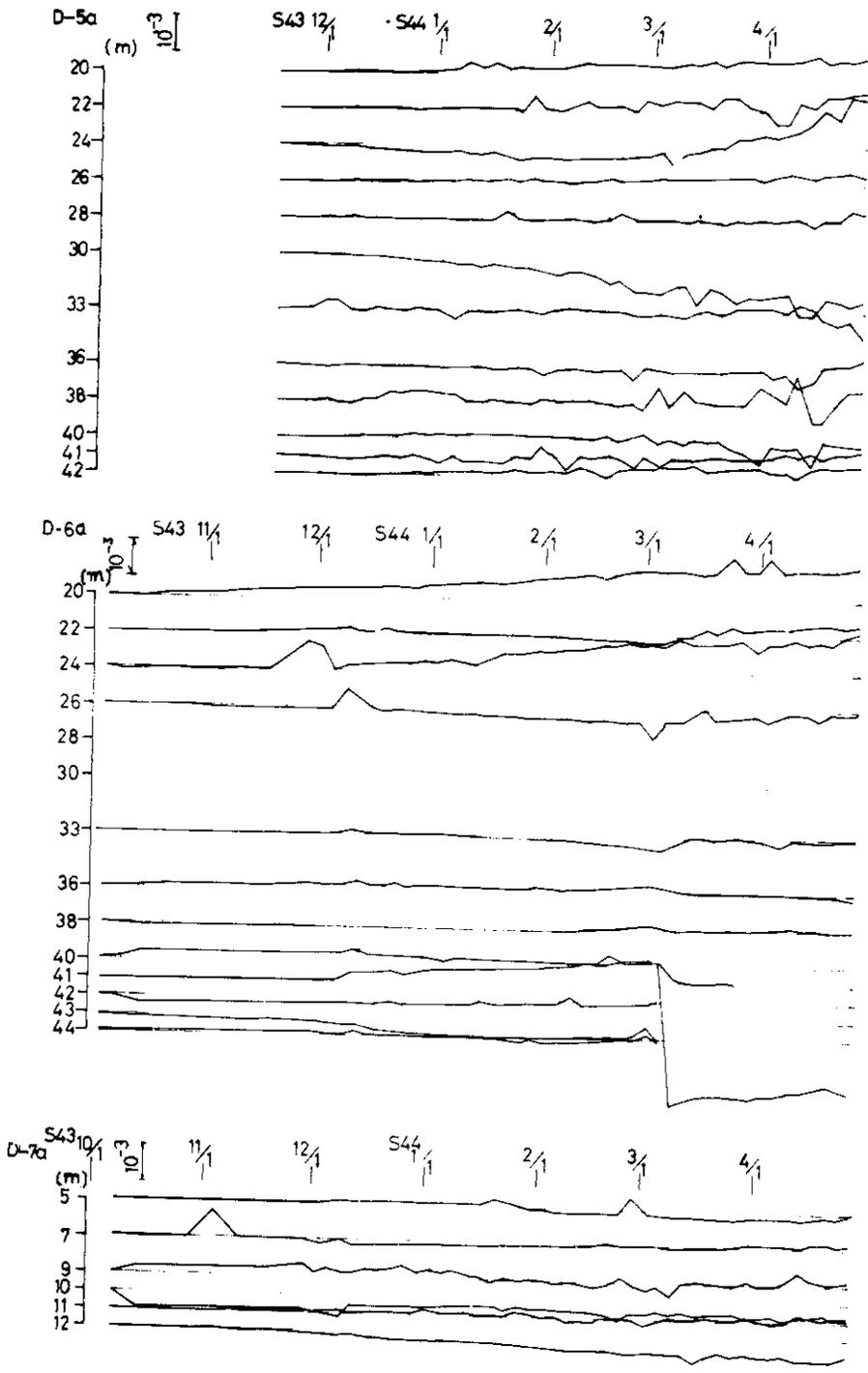


図-3(1) ヒズミ量経日変化図(その2)

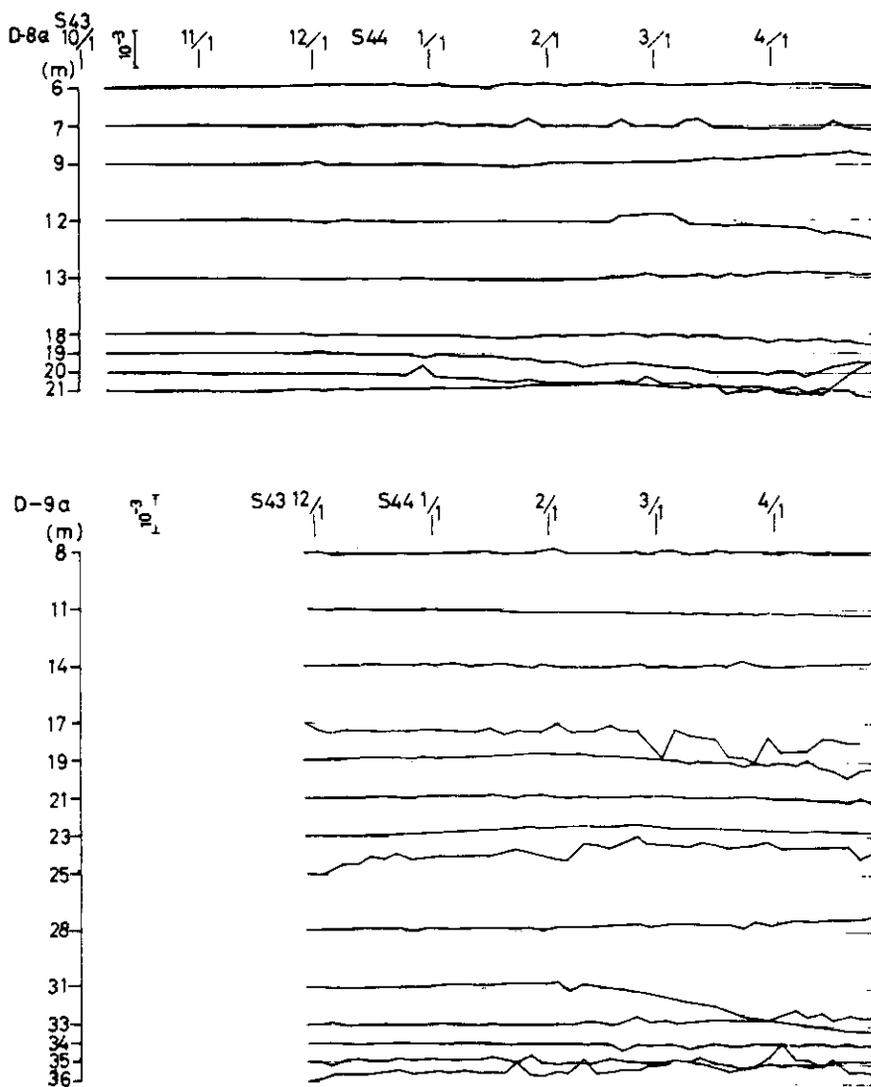
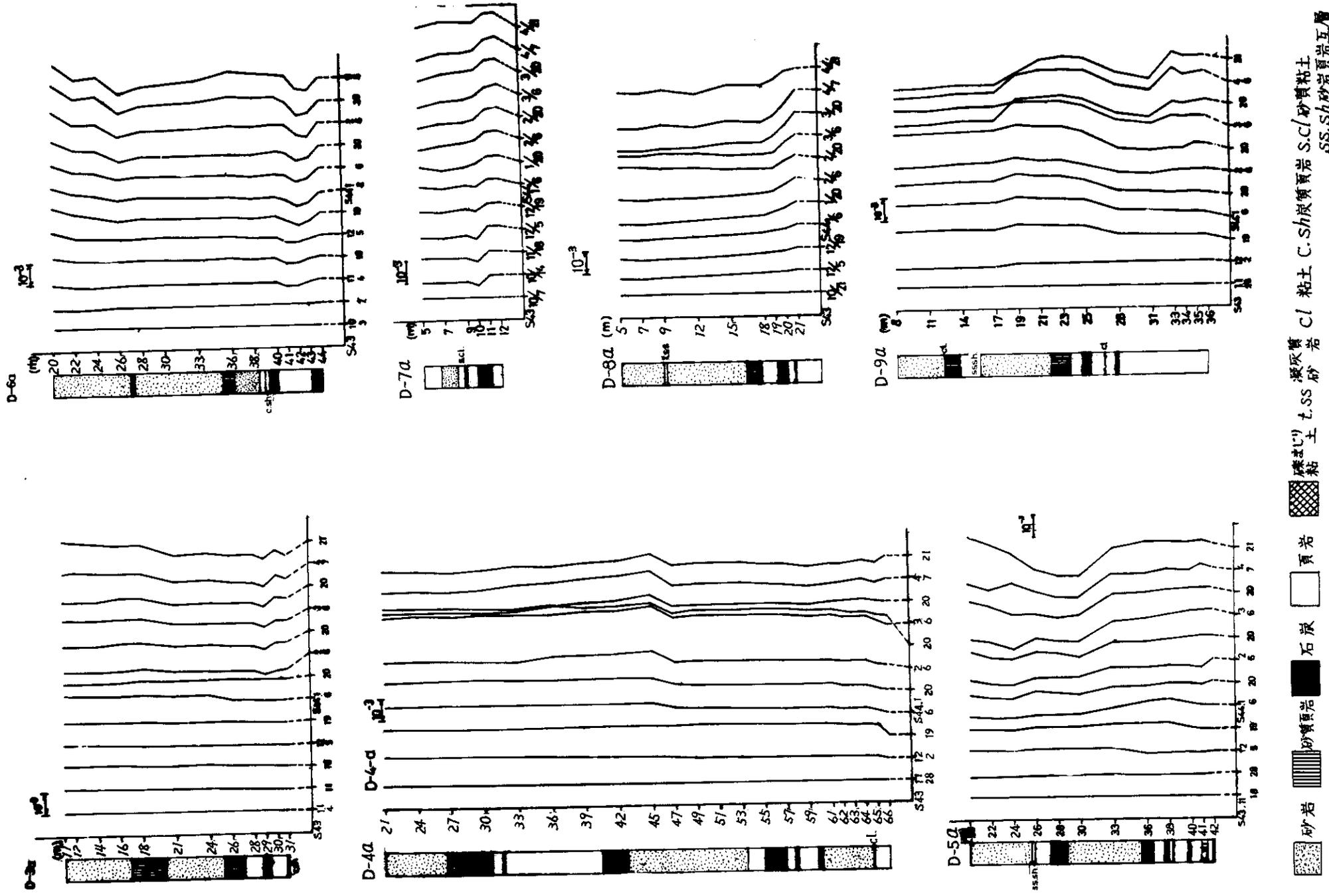


図-3(1) ヒズミ量経日変化図(その3)

図-3(2) ヒズミ柱状図(その1)



砂岩 砂質頁岩 頁岩 石灰岩 粘土 凝灰質 t.SS 砂岩 凝灰質 C.I 粘土 C.Sh 凝灰質岩 S.C.I 砂質粘土 SS.Sh 砂質頁岩互層

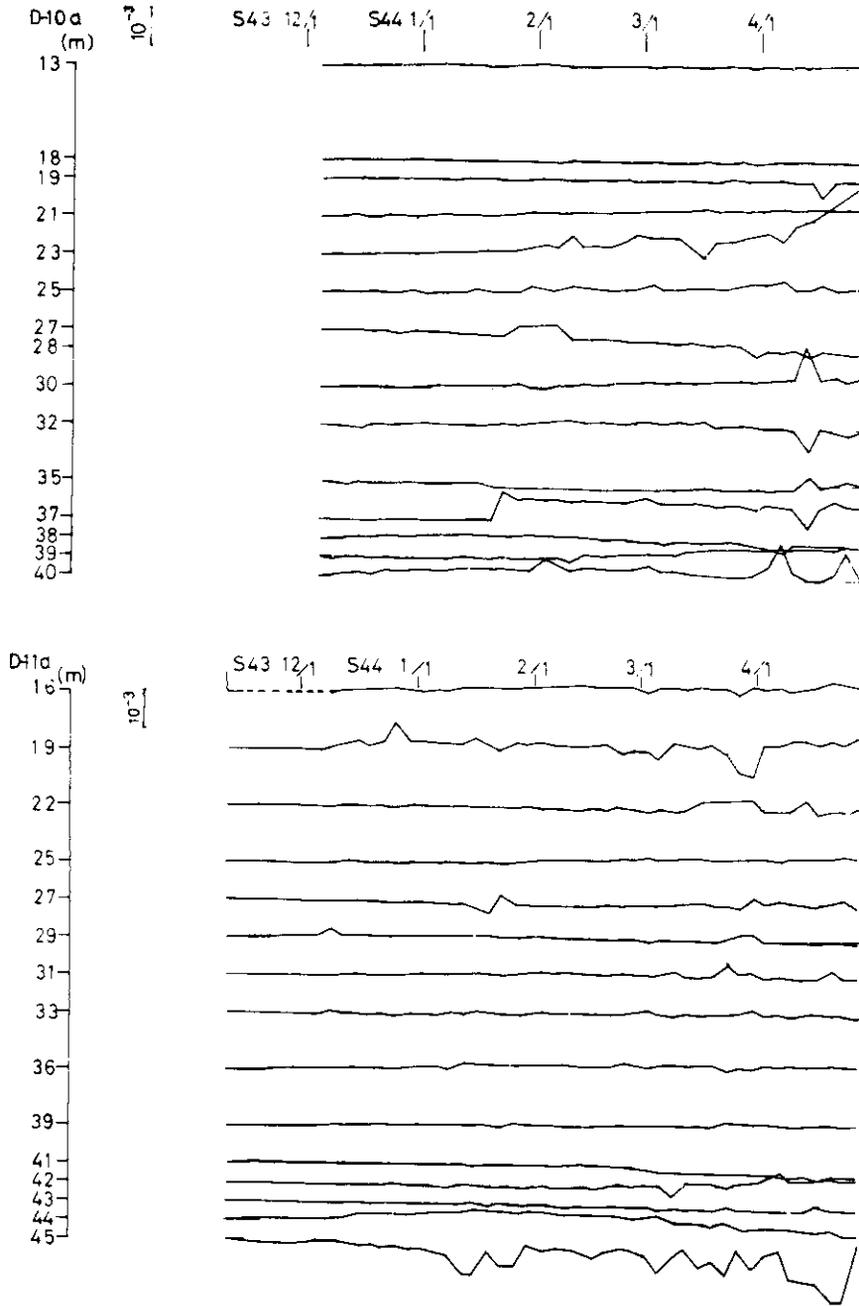


図-3(1) ヒズミ量経日変化図(その4)

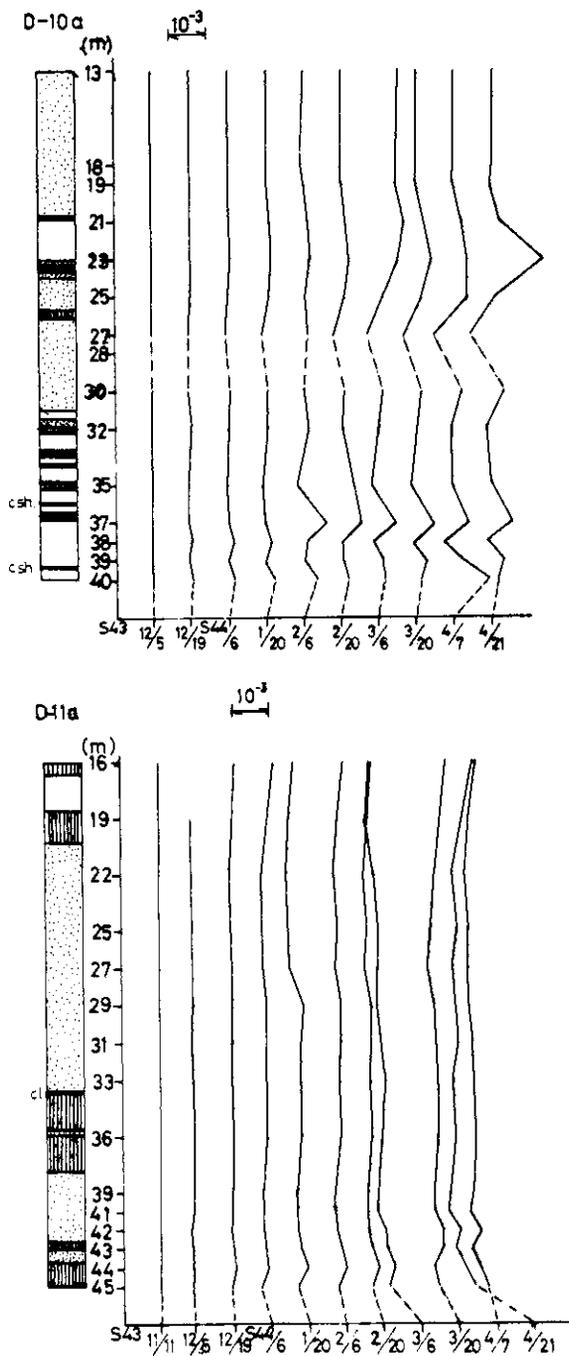


図-3(2) ヒズミ柱状図(その2)