

土木研究所資料第466号

箱根大涌谷地すべり調査報告書

地表変動調査

昭和43年度

建設省土木研究所

目 次

1.	まえがき	1.
2.	地表面変動量調査	3.
2-1	地表面伸縮について	3.
2-2	地盤傾斜変動について	5.
3.	すべり面測定について	8.
4.	考察	9.
5.	あとがき	12.

1 まえがき

神奈川県大涌谷における地すべり調査も、昭和41年度に始まり今年度で3年目である。

本調査地は火山活動のさかんな箱根火山の中央火口丘側壁にあり過去にその後火成作用の影響で大きな地すべりを発生した経験を持っている。付近一帯は噴気が多く、このために地盤は変質して、一部には粘土化の著しい所もあるが、現在ではその地すべり運動は小震状態を保っている。しかし今回の計測器による観測には現われてはいないが、昭和43年7月の豪雨により、この付近で崩壊に伴う小土石流の発生が見られた。今年度の観測を行った地域は、昭和41年度より行っている大涌谷中流部の右岸山腹の緩斜面であった。この調査の目的は、昭和28年に発生した早雲山地すべりに関連して、その東隣りである大涌谷の中流部に埋積している土砂の安定度を検討して、その地すべりの発生を検討し、合わせて、その防災対策計画について考察する事にある。計測器の配置については、平面図-1、縦断面¹、²に示す通りで、沢より約40°の急勾配をなす崖錐性堆積物の斜面が延長約25m Convex状に上昇しその背後に約18°の緩勾配斜面が約110mにわたって続き、これが、急傾斜の山腹の脚部連らなっている。この斜面に地盤傾斜計3台、伸縮計4台を連続的に設置した。

2
今年度はその中間報告であるのでその詳細は調査目的、および
計測位置については昭和41.42年度の報告書を参照されたい。

2. 地表変動量調査

2-1 地表伸縮について

春期、秋期の地表変動の相違を明らかにする目的で、昭和43年3月～6月、10月～12月の2回に分け4台の伸縮計を用いて観測を行った。図-3～10はこの結果を示す。

これによると各地点の伸縮量、および最大歪みは次に示す如くである。

地点	移動量		最大歪み		
	43年3月6日～6月16日	43年10月1日～12月27日	春 期	秋 期	42年度
S-1	-0.5 mm	+0.1 mm	8.0×10^{-5}	4.0×10^{-5}	1.2×10^{-4}
S-2	-0.4 mm	+0.4 mm	9.0×10^{-5}	4.0×10^{-5}	1.6×10^{-4}
S-3	± 0.0 mm	-0.5 mm	7.5×10^{-5}	5.4×10^{-5}	6.5×10^{-5}
S-4	+0.2 mm	-1.0 mm	8.5×10^{-5}	1.0×10^{-4}	1.1×10^{-4}

表- 1

各観測地点とも微少な変動は見られるが、移動量の累積は春期、秋期とも ± 1.0 mm以内であった。これらの観測結果の中で最大歪みについて述べると、春期はS-1～4まで 10^{-5} の単位の歪みであり、秋期はS-1～3までは 10^{-5} 、S-4は 10^{-4} で、これがこの斜面での最大値を示している。これと昭和42年度の各地点の最大歪みを比較したところ、S-3が 10^{-5} で他の地点は 10^{-4} の歪みであったので、これより最大歪みは前年度と同様 $10^{-4} \sim 10^{-5}$ の範囲ではほぼ同程度の歪みになる。

次にS-4については今年度の春期が 8.5×10^{-5} の最大歪みを示して

4

いたのに対して、秋期になると 1.0×10^{-4} に増大して、明暗歪みの変化が見られた。これは、昭和43年7月の豪雨の際にS-4付近の下流側の大涌沢に入る右支沢が崩壊と土石流によって荒廃し、現在観測している斜面の下流側を浸食してこの斜面を不安定にした為と考えられる。

春期の観測期間中には36回の降雨(最高106mm)があったが、これ等と密接に関連性を持った地表の変動は現われていない。又秋期も32回の降雨(最高88mm)があったが春期と同様である。従って今年度も前年度の観測結果同様降雨との関連性は薄い事が明瞭になった。

この地帯の伸縮計による伸縮特性としては大体次の事がいえるようである。

- 1) 春期、秋期とも移動量が非常に微小である。
- 2) 各地点の最大歪みは、春期、秋期とも $10^{-4} \sim 10^{-5}$ の単位でS-4を除くと季節による歪みの変化は認められず、又その値は非常に小さい。
- 3) 全般的にみて、前年度より最大歪みは小さくなっている。
- 4) 降雨との関連性は明瞭でない。
- 5) 春期、秋期とも地表移動量の累積傾向は認められなかった。

Z-Z 地盤傾斜変動について

傾斜計設置場所は図-1に示す3ヶ所であり、K-1、2は前年度と同一地点であるが、K-3は今年度新規に設置されたものである。

調査は伸縮計と異なり観測が都合上春期は行っており、43年10月7日～44年2月15日の約4ヶ月間で1週間に1回の測定とした。(前年度は2日に1回)。この結果は図-11～13に示す如くとなった。

K-1; この地点は図-11で明らかのように、N-S及びE-W方向の両方の変動状況はほとんど横軸に平行状態であり傾斜の累積は現われていない。又前年度と同様今年度も変動量は小さく降雨との関連性も明確でない。

K-2; 図-12で明らかのように、一方向に傾斜の累積現象が現われている。一般に言われている基底変化量5"を下回る1.35"の日平均変動量であるが、変動状況は地すべり運動の特性を良く現わして断続的である。又前年度の観測結果でもその日平均変動量は基底変化量以内であったが、この地点の特性としては、傾斜の累積がみられる事である。今年度の傾斜運動方向はN45°Wであり、前年度のN43°Wと合致し、これは又地形の最大傾斜方向と一致している。

降雨との関連性は前年度同様明確ではない。

K-3; この地塊の下部斜面約5mに土石流の流出した地塊があり、現在ではかなり急な崩落崖の上部に位置している。この地塊は又S-4付近に当る。この地盤変動は図-13に示されるようにK-1,2と比較して最も大きい。又傾斜方向が時期によって定まっていない。これは伸縮計S-4の結果と同様、土石流の流出に伴い、下部が浸食されて地形的にこの付近が不安定になった為に不規則に地盤が変化し、このような不規則な変動が現われているものと推定される。

降雨との関連性は、傾斜計測定が連日観測でないもので明確ではないが、この地塊には幾分降雨の影響が現われていると思われる。

以上の地盤傾斜計の観測によるこの地域の地盤変動特性についてまとめると、

- 1) 同一斜面であるのに傾斜の累積を起している場所、起していない場所がある。
- 2) この斜面全域にわたって、日傾斜変動量が非常に小さく、従って地すべりの活動は現在小康状態にあると判断される。
- 3) K-1,2は前年度と比較してその変動量が小さくなっている。
- 4) 一部を除き降雨との関連性がほとんど見られない。
- 5) 隣接斜面での土石流の発生によって、斜面の下部が浸食さ

れ、K-3には、不規則な地盤変動を生じており、崩落の可能性が考えられる。

3. すべり面測定について

高温の火山性地すべり地の地盤でのすべり面測定には、従来、適当な方法が見当らなかつたが、たまたま、昭和42年度に、大分県防衛課が別府温泉、明凡地すべり地(地温70~80°)において、地中歪計を用いて成功したので、当地域でも、これを試みる事を考えた。

S-4 の下部付近(図-1 参照)に30mのボーリングを行い、ペーパーゲージを塩化ビニールパイプにほり付けた、地中歪計を設置した。埋設深度は地表から3.5.7mと2m置とし、27mまで3本の歪計を埋設した。この付近は火山活動がつかんであり、歪計設置後塩化ビニールパイプより蒸気が噴出し、歪計の機能が失われるのではないかと心配された。

表-2 に示したのがその結果であるが、設置後1週間で4割近くの歪計が Scal Out してしまった。その後も次々と機能を失いこのを用いてのすべり面測定は不可能となった。

深度10m付近の地温は80~90°であり塩化ビニールパイプ自身が温度により、たわんでしまった。

4 考察

昭和42,43年度において調査した大涌谷中流部の緩傾斜面での地盤の安定性についてまとめると、その地表の変動については、歪の累積はほとんど見られず、その変動の最大歪みは $10^{-4} \sim 10^{-3}$ の範囲であった。この歪量について考察すると次の通りである。

昭和39年度に大涌谷上部斜面で、変質した粘土を採取して行った一軸圧縮試験結果からみると、短期向の歪累積量が $1.0 \sim 1.5 \times 10^{-2}$ の範囲で剪断破壊の現象が発生している。又、同年に大涌谷上部斜面で、伸縮計によって地すべり運動を測定した時の最大歪みは、その最も活動性の大きい斜面で 10^{-3} であった。

次にこの斜面において地盤傾斜計の測定結果からみると、その日平均変動量は、地盤基底変動量 $5"/\text{day}$ 以下であり、K-1,2はその傾斜累積歪みも小さく、この面からみると、この斜面は現在小規模な崩落を除いては、小康状態を保っているものと判断される。

次にこの斜面を構成する地すべりブロックは、伸縮計を設置した一連の斜面を1ブロックの地すべりと考えてよいものかどうか現在まで調査では不明であるが、精良の面から見て高い地盤傾斜計が地すべり運動によると思われる傾斜運動を示しているし、4台の伸縮計が同程度の歪みを示していることから、これを1つのブロックとして考えて良いと思われる。

この長さは約100m位である。又地すべり面の深さは3)に記した如く不明であるが、以前調査ボーリングした結果によると、堆積物の深さは17~20m(礫交り粘土)でありすべり面はこれ以内と思われる。これによって、すべり面を推定して図-2に示す様に安定解析を行うと、斜面すべり部が土石流によって浸食された後の斜面の安定度は、それ以前のものと較べて約3%減少している事がわかる。

一般に、道路土工等に関連して発生する地すべりの安定度は、原斜面から5~10%減、といわれ実際例も多くみられている。従って、この安定解析に用いた諸元がほぼ現実と符号しているものと仮定すれば、この斜面では、今後大体、今回と同程度以上の末端崩壊が発生すれば、この後斜面全体の安定の釣合が崩れる可能性がある事になる。

又、発生条件としては、集中豪雨等で多量の水分が供給され、土粒が飽和されると突発的に移動が行われることが、今年度の調査により明確になった。

小規模の崩壊により、下部あるいは側部が移動、浸食されると、伸縮計S-4や地盤傾斜計K-3の運動にみる様に、斜面全体が不安定となり、地すべりを助長する可能性は大い。

従って、この斜面の安定化の為に、この様な末端急傾斜地や沢状部での護岸崩壊を防止する事によって、大うな効果を生み

得た事も実証された。

5 あとがき

今回の調査は大涌谷中流部の、崩壊堆積物の中の二次的地すべり現象を見い出すことが目的であったが、今年度までにこの地域の移動特性はほぼ理解出来たものと思われる。計測器の不足、梅良等から明確な地すべりの範囲、すべり面の深さ等は把握出来ていないので今後の調査に待てたい。

最後に本調査に御協力賜わった神奈川県土木部砂防課および箱根温泉供給株式に厚く御礼申し上げます。

総
指

括
導

渡

正亮

藤田

寿雄

酒井

淳行

中島

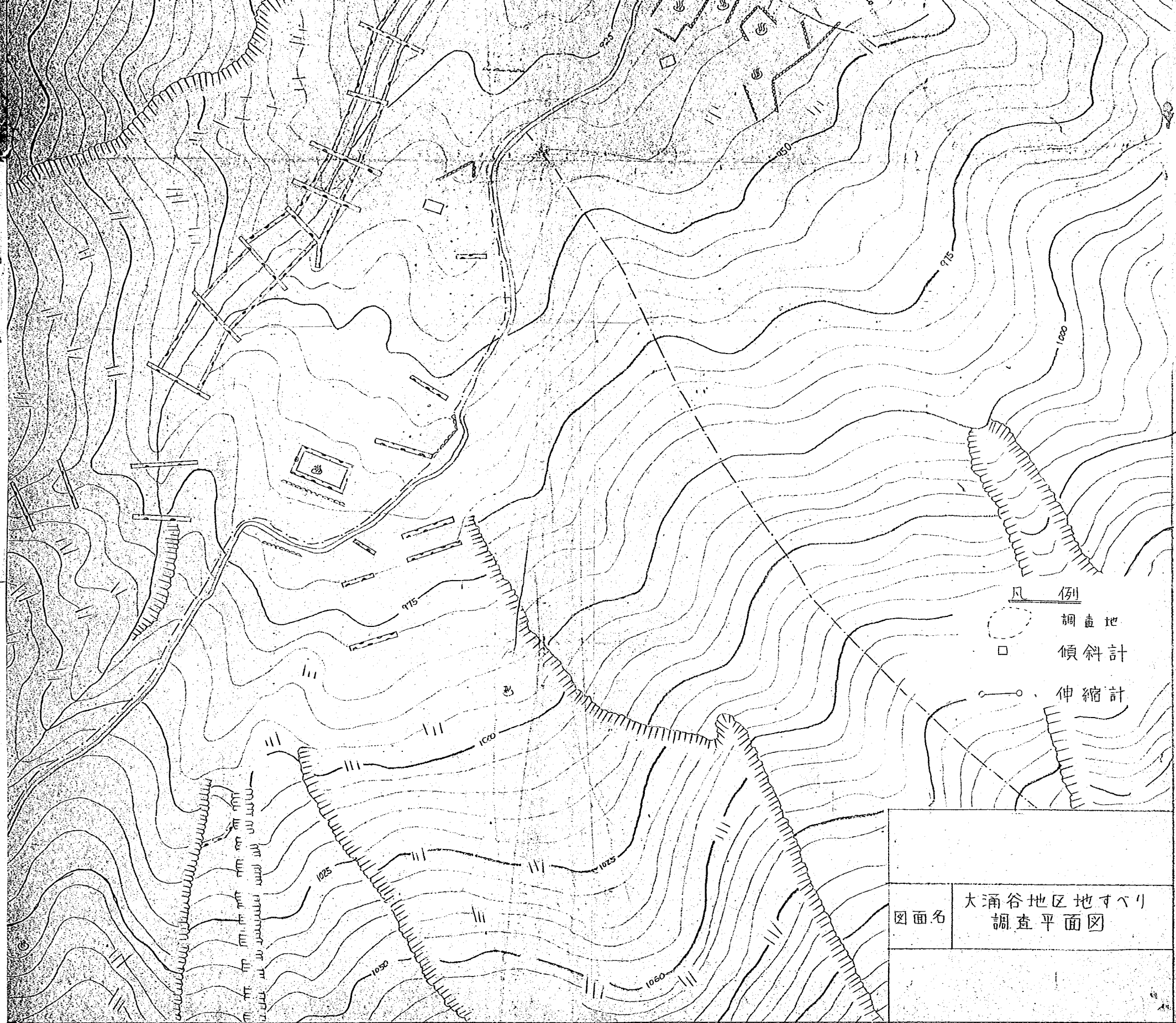
彬

解析整理報告

図-1

大涌谷地区地形調査平面図 縮尺 1:1000



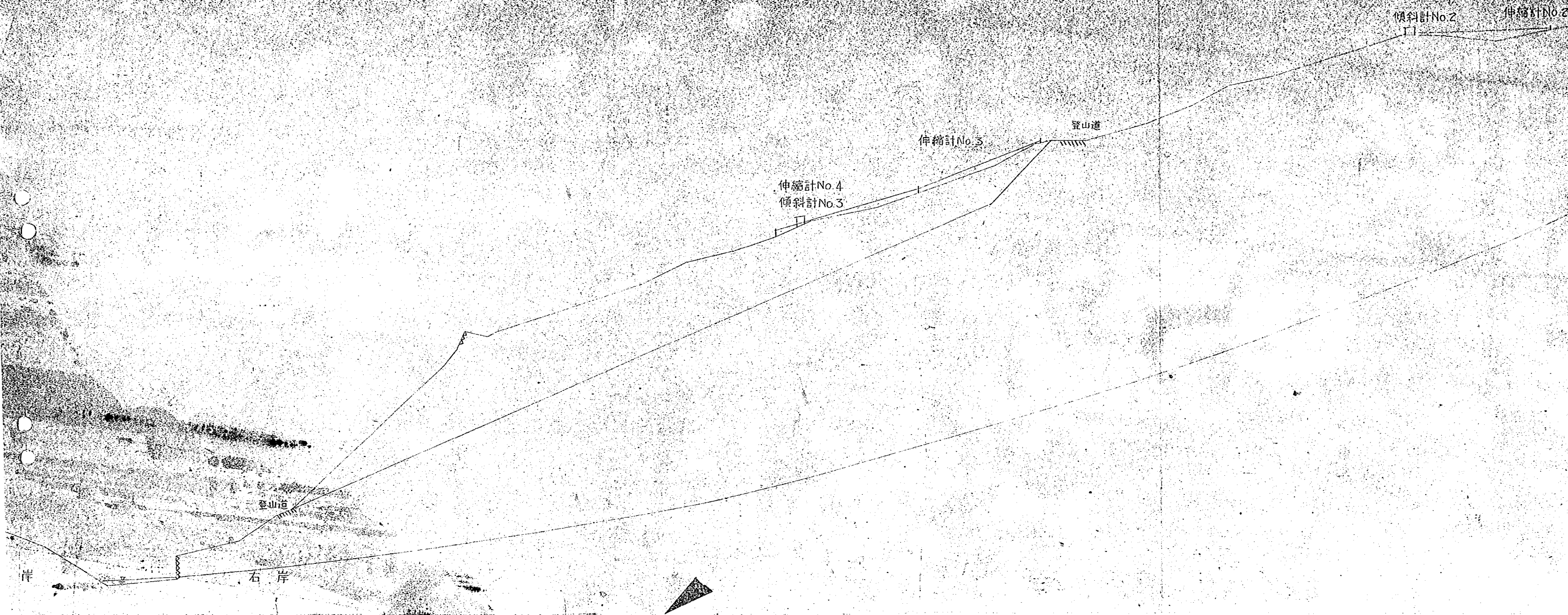


図面名 大涌谷地区地すべり調査平面図

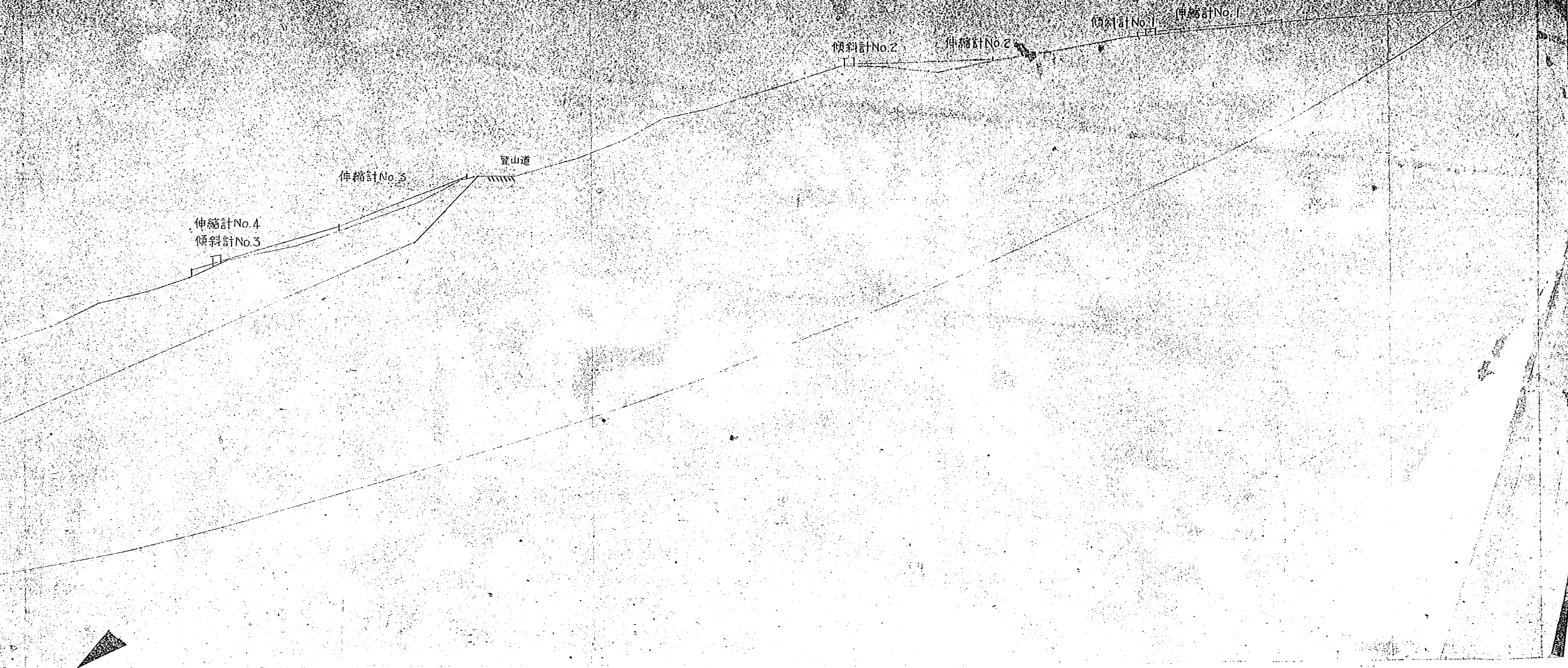
圖-2

伸縮計傾斜計設置個所縦断面図

縮尺 1:200



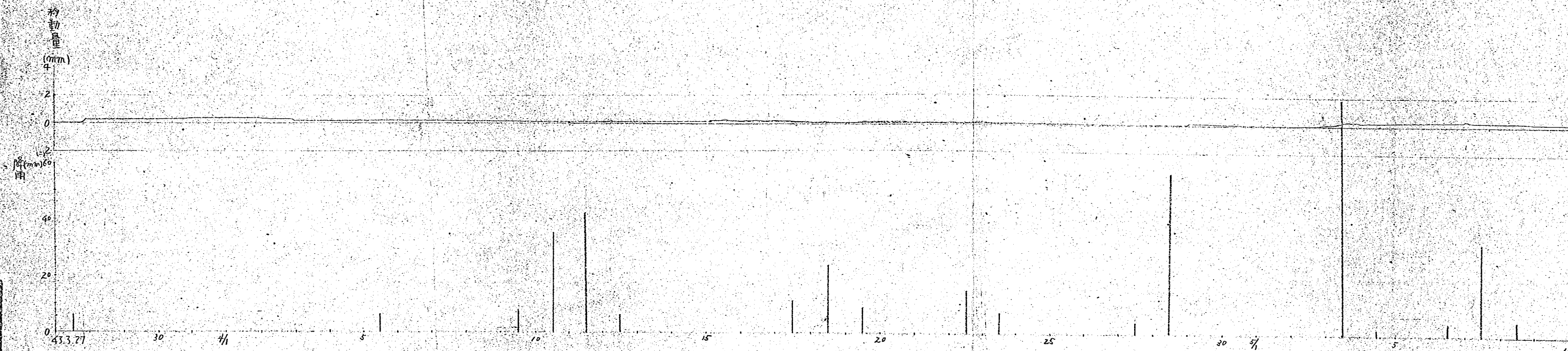
計傾斜計設置個所縦断面図 縮尺 1/200

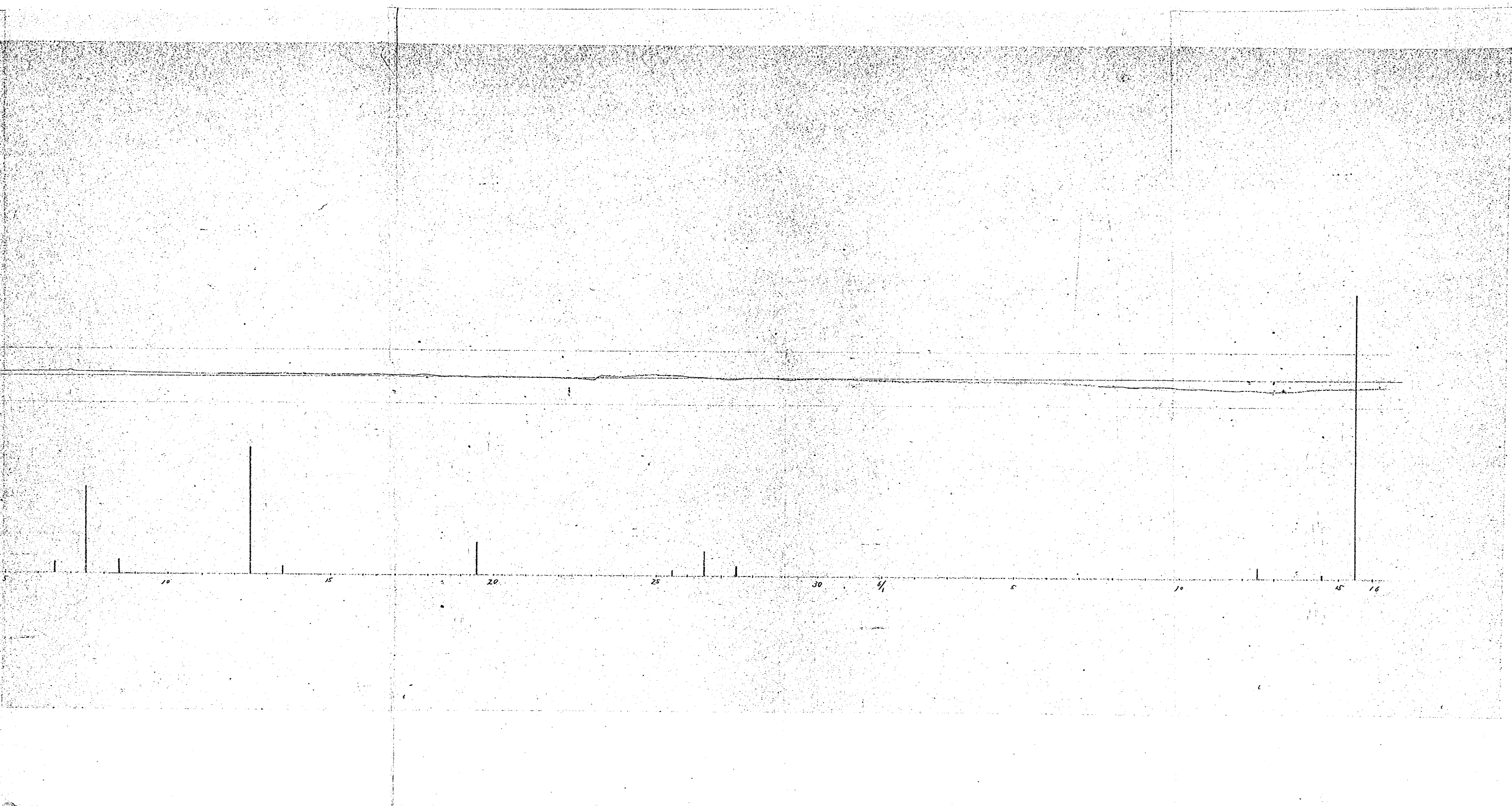


S-1

植根 大涌谷 伸縮計 結果

図-3





S-1 箱根 大涌谷 伸縮計 結果

図-4

移動量
(mm)

4
2
0
2
(-)

降雨
(mm)

60
40
20
0

43.10/0

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

70

75

80

85

90

95

100

105

110

115

120

125

130

135

140

145

150

155

160

165

170

175

180

185

190

195

200

205

210

215

220

225

230

235

240

245

250

255

260

265

270

275

280

285

290

295

300

305

310

315

320

325

330

335

340

345

350

355

360

365

370

375

380

385

390

395

400

405

410

415

420

425

430

435

440

445

450

455

460

465

470

475

480

485

490

495

500

505

510

515

520

525

530

535

540

545

550

555

560

565

570

575

580

585

590

595

600

605

610

615

620

625

630

635

640

645

650

655

660

665

670

675

680

685

690

695

700

705

710

715

720

725

730

735

740

745

750

755

760

765

770

775

780

785

790

795

800

805

810

815

820

825

830

835

840

845

850

855

860

865

870

875

880

885

890

895

900

905

910

915

920

925

930

935

940

945

950

955

960

965

970

975

980

985

990

995

1000

1005

1010

1015

1020

1025

1030

1035

1040

1045

1050

1055

1060

1065

1070

1075

1080

1085

1090

1095

1100

1105

1110

1115

1120

1125

1130

1135

1140

1145

1150

1155

1160

1165

1170

1175

1180

1185

1190

1195

1200

1205

1210

1215

1220

1225

1230

1235

1240

1245

1250

1255

1260

1265

1270

1275

1280

1285

1290

1295

1300

1305

1310

1315

1320

1325

1330

1335

1340

1345

1350

1355

1360

1365

1370

1375

1380

1385

1390

1395

1400

1405

1410

1415

1420

1425

1430

1435

1440

1445

1450

1455

1460

1465

1470

1475

1480

1485

1490

1495

1500

1505

1510

1515

1520

1525

1530

1535

1540

1545

1550

1555

1560

1565

1570

1575

1580

1585

1590

1595

1600

1605

1610

1615

1620

1625

1630

1635

1640

1645

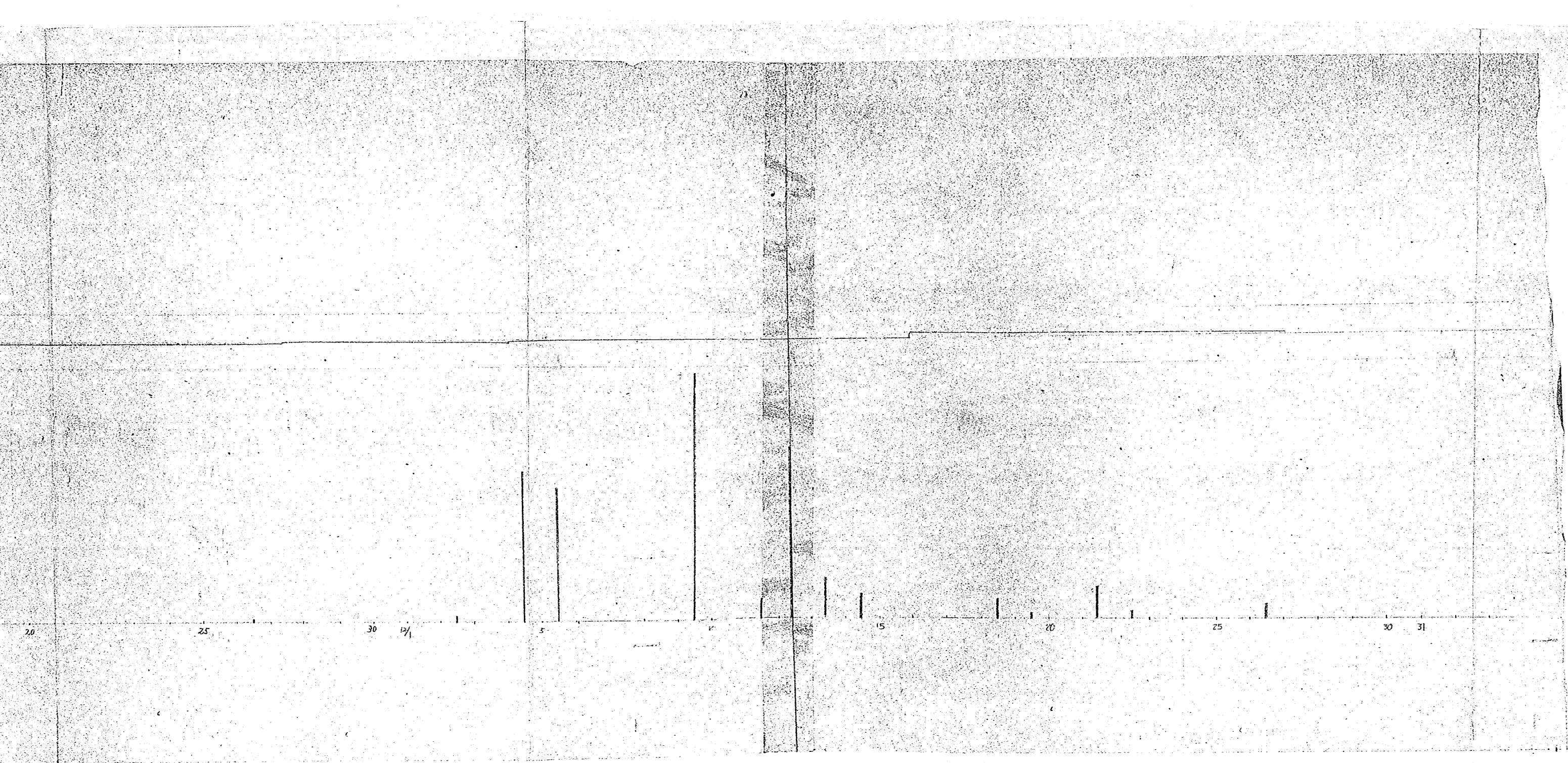
1650

1655

1660

1665

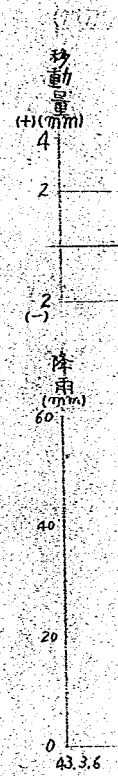
1670

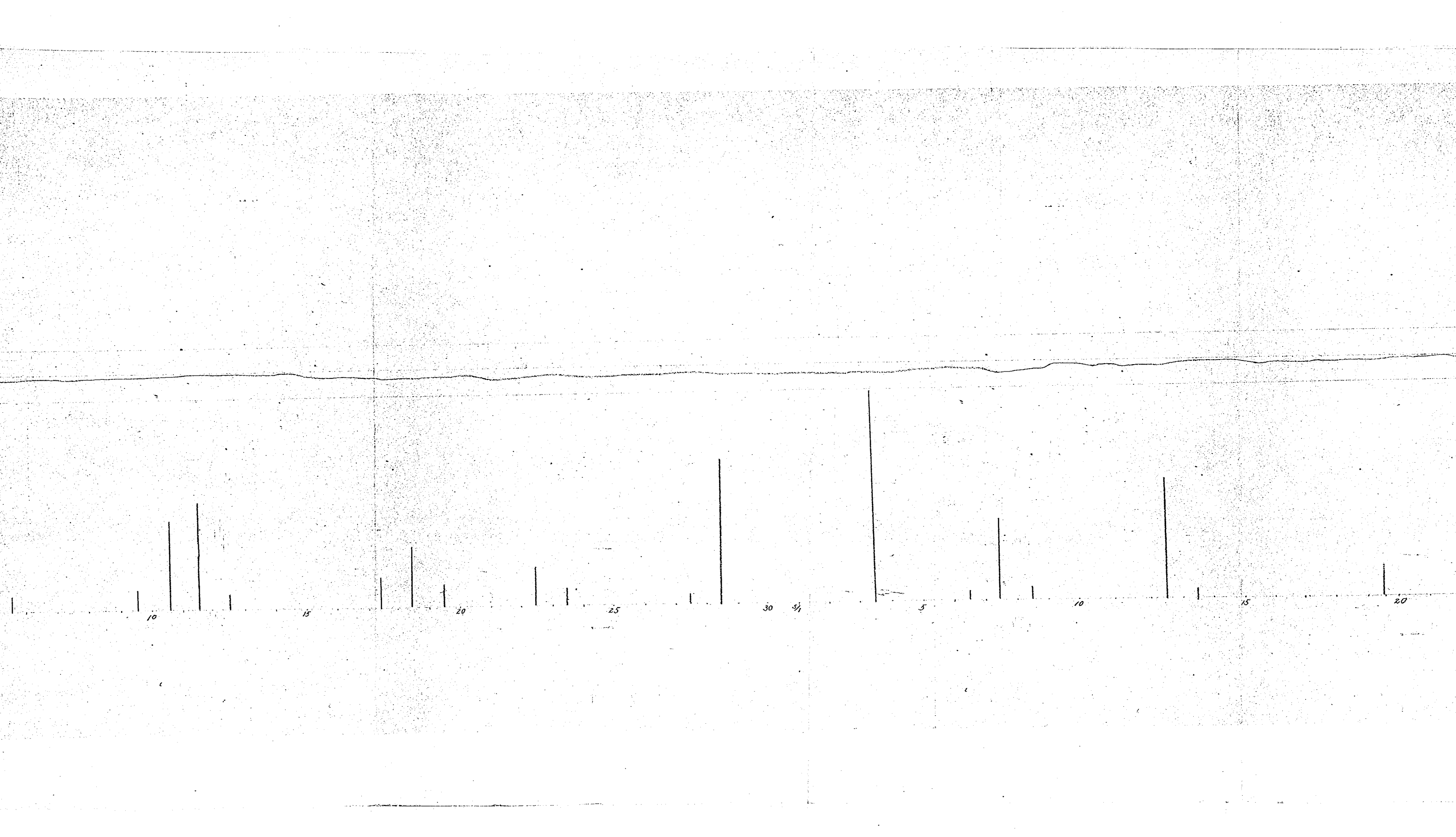


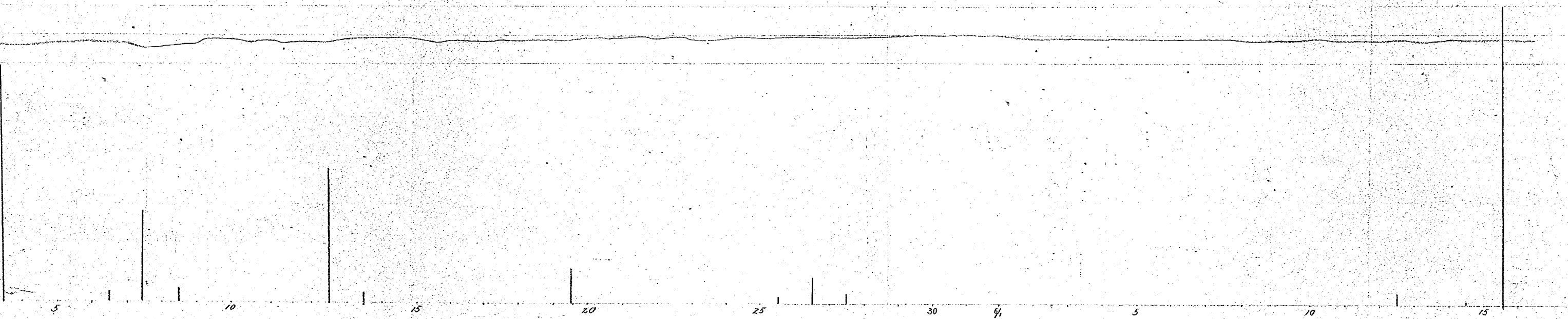
S-2

箱根 大涌谷 伸縮計 結果

図-5





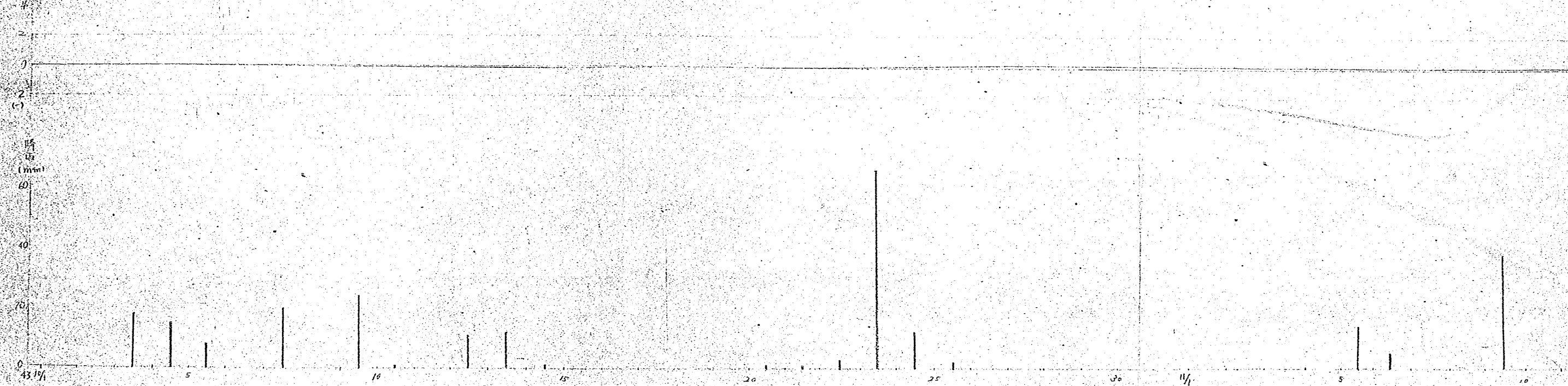


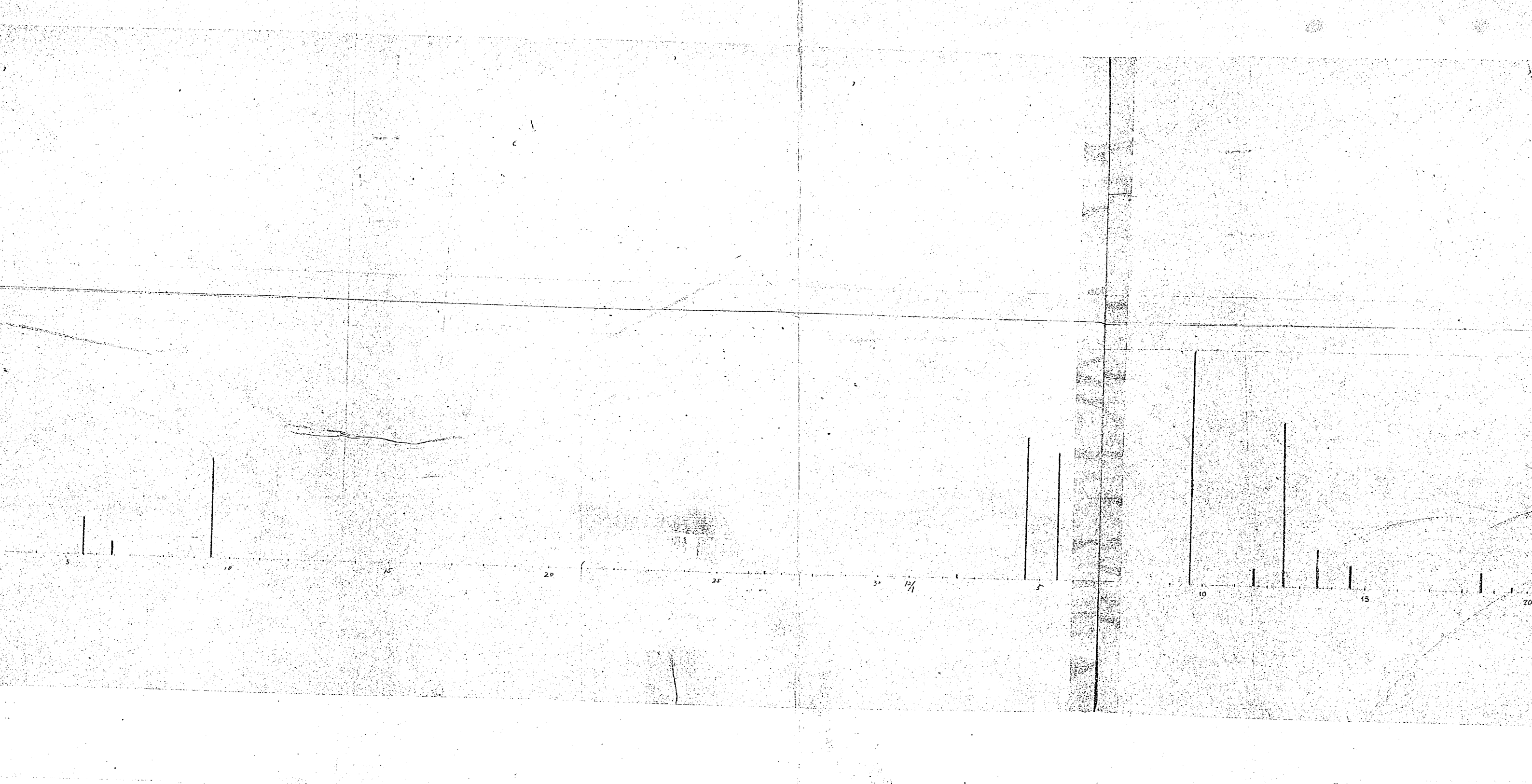
S-2

箱根 大涌谷 伸縮計 結果

図-6

伸縮量
(mm)







S-3

箱根 大涌谷 伸縮計 結果

図-7

移動量
(mm)

4

2

2

(-)

降雨
(mm)

60

40

20

0

43.3.6

10

15

20

25

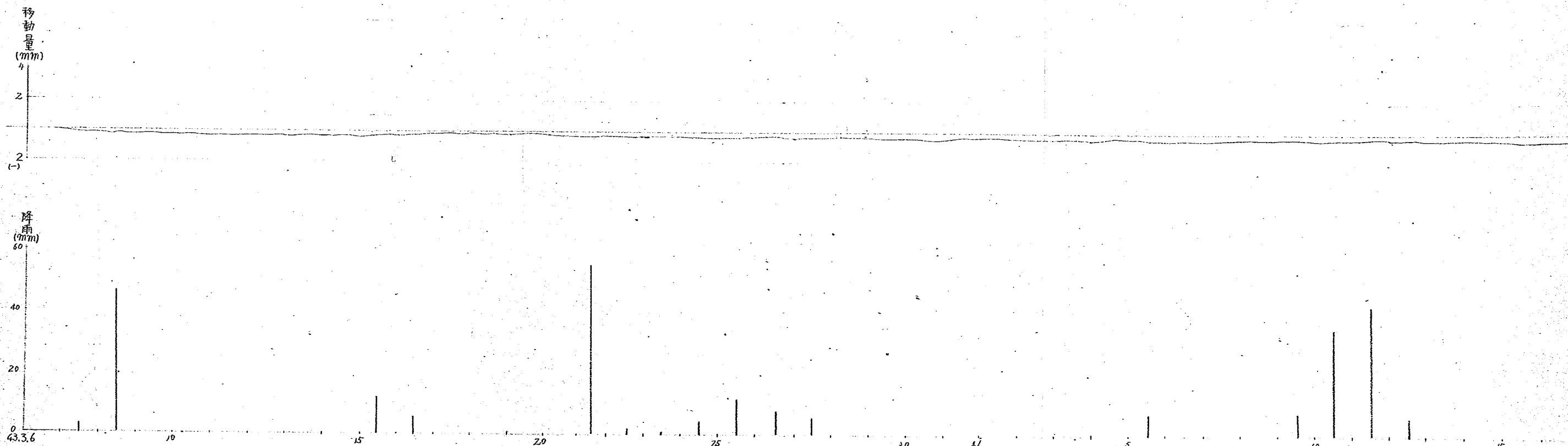
30

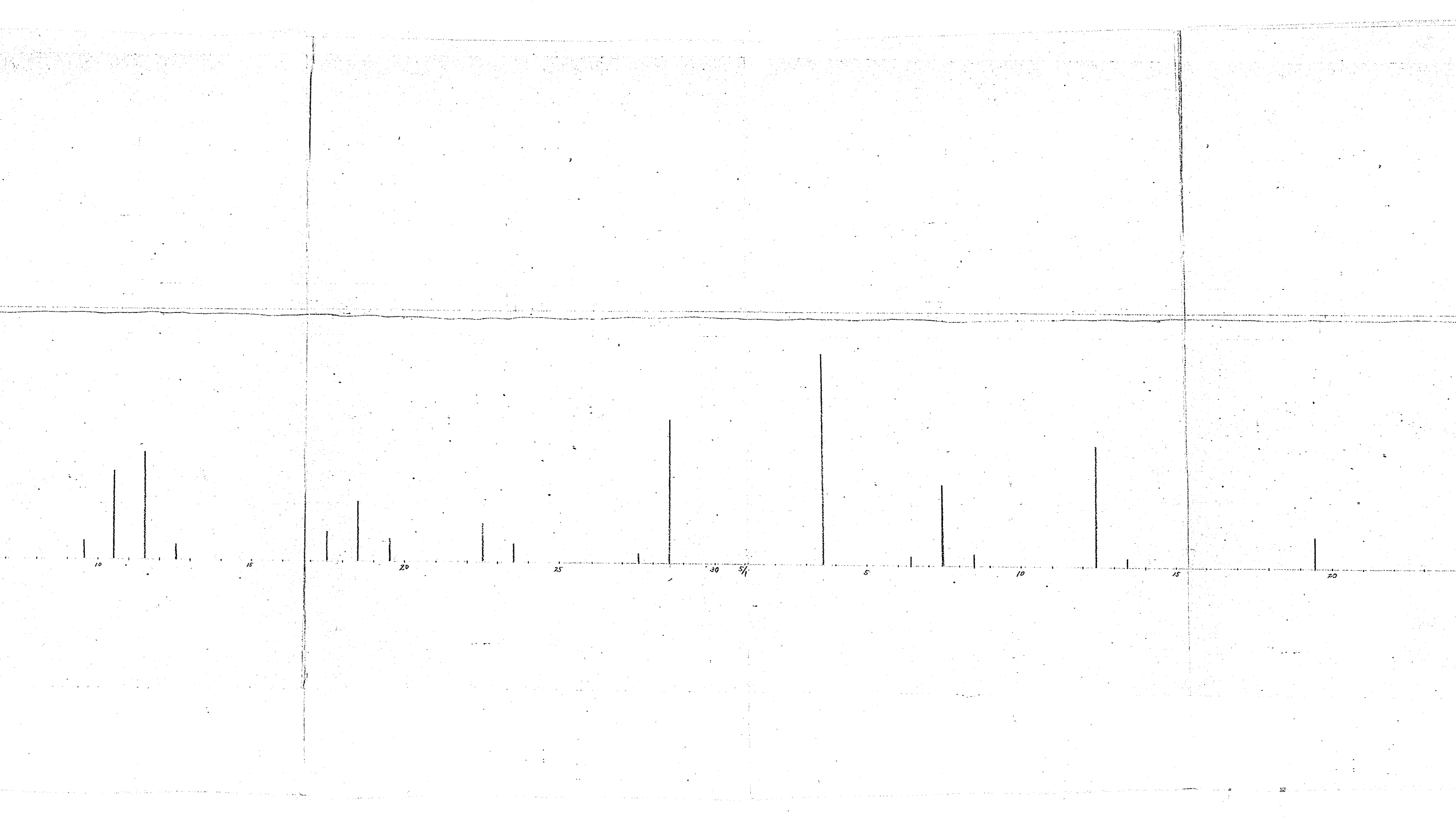
4/1

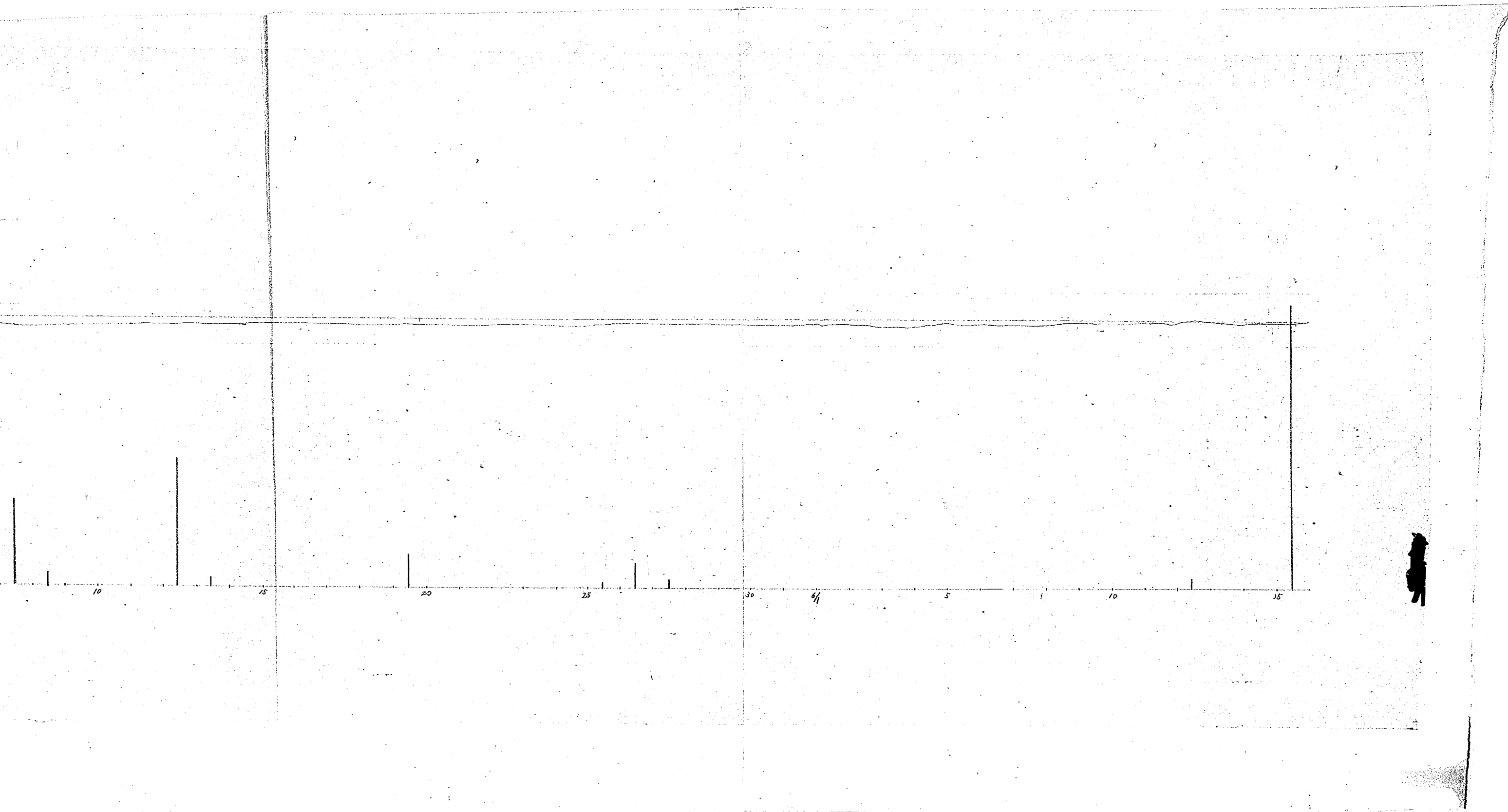
5

10

15







S-3 箱根 大涌谷 伸縮計 結果

図-8

移動量
(mm)
(+)
4
2
0
2
(-)

降雨
(mm)
60
40
20
0

43.1%

5

10

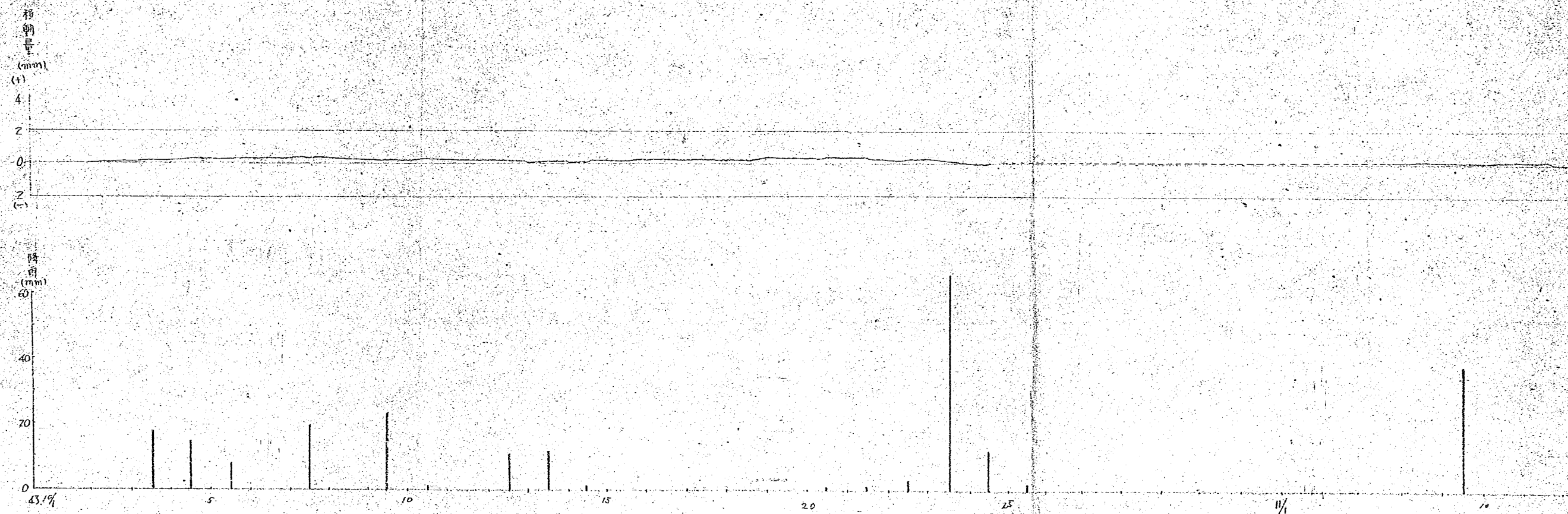
15

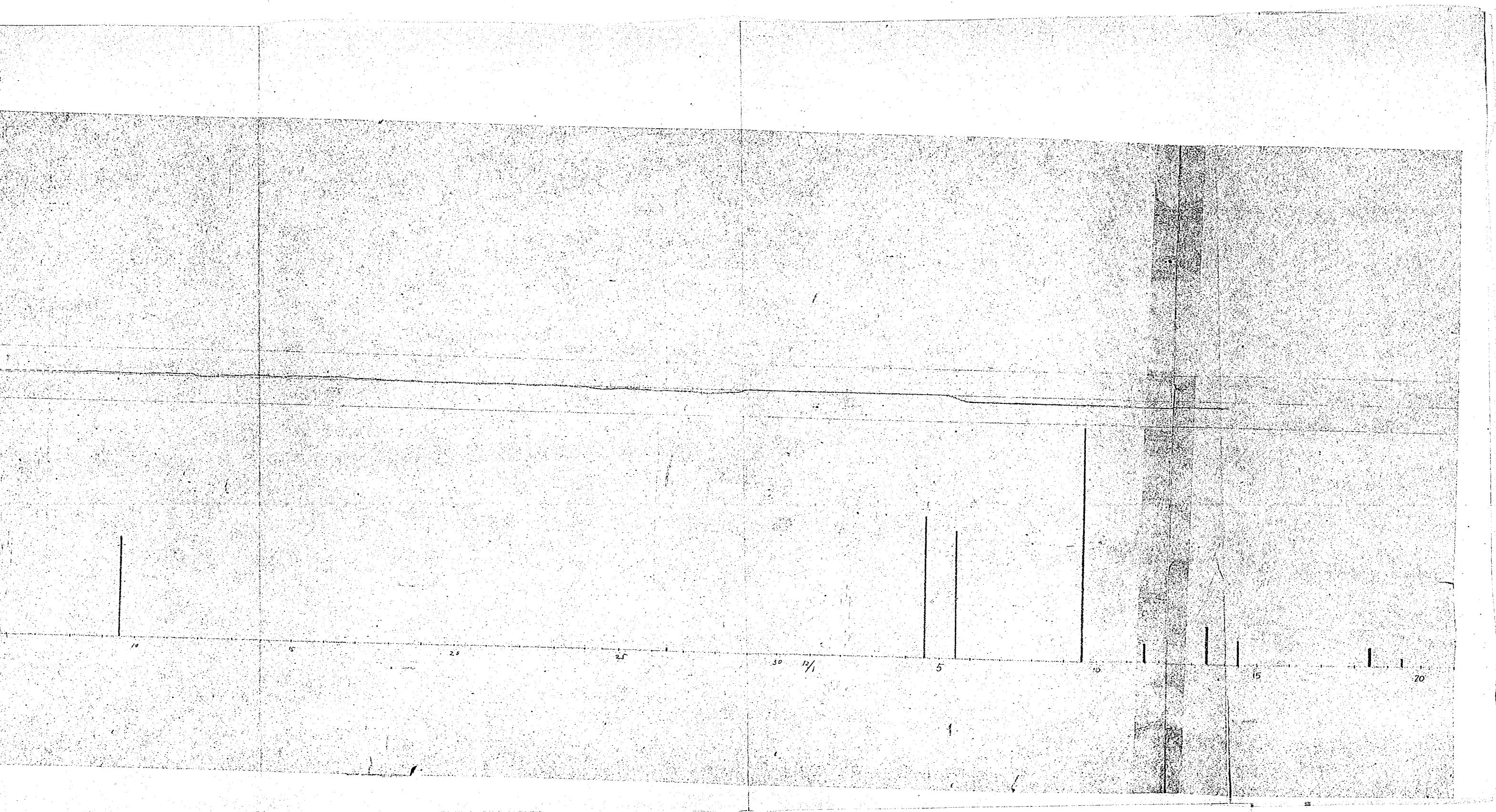
20

25

30

35



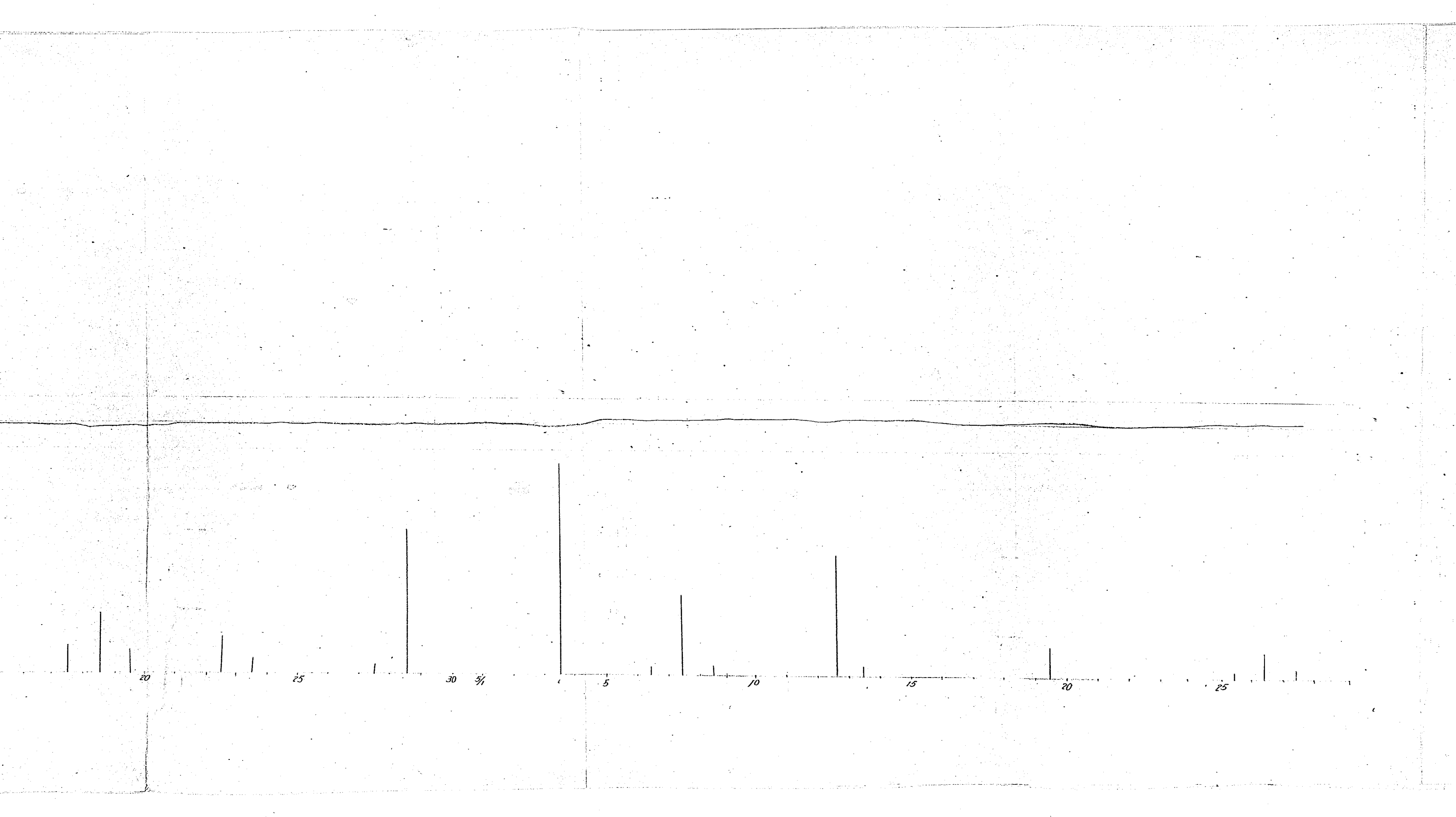


S-4

箱根 大涌谷 伸縮計 結果

図-9





5-4 箱根 大涌谷 伸縮計 結果

図-10

移動量
(+ mm)

4

2

0

-2

(- mm)

60

40

20

0

43 %

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

70

75

80

85

90

95

100

105

110

115

120

125

130

135

140

145

150

155

160

165

170

175

180

185

190

195

200

205

210

215

220

225

230

235

240

245

250

255

260

265

270

275

280

285

290

295

300

305

310

315

320

325

330

335

340

345

350

355

360

365

370

375

380

385

390

395

400

405

410

415

420

425

430

435

440

445

450

455

460

465

470

475

480

485

490

495

500

505

510

515

520

525

530

535

540

545

550

555

560

565

570

575

580

585

590

595

600

605

610

615

620

625

630

635

640

645

650

655

660

665

670

675

680

685

690

695

700

705

710

715

720

725

730

735

740

745

750

755

760

765

770

775

780

785

790

795

800

805

810

815

820

825

830

835

840

845

850

855

860

865

870

875

880

885

890

895

900

905

910

915

920

925

930

935

940

945

950

955

960

965

970

975

980

985

990

995

1000

1005

1010

1015

1020

1025

1030

1035

1040

1045

1050

1055

1060

1065

1070

1075

1080

1085

1090

1095

1100

1105

1110

1115

1120

1125

1130

1135

1140

1145

1150

1155

1160

1165

1170

1175

1180

1185

1190

1195

1200

1205

1210

1215

1220

1225

1230

1235

1240

1245

1250

1255

1260

1265

1270

1275

1280

1285

1290

1295

1300

1305

1310

1315

1320

1325

1330

1335

1340

1345

1350

1355

1360

1365

1370

1375

1380

1385

1390

1395

1400

1405

1410

1415

1420

1425

1430

1435

1440

1445

1450

1455

1460

1465

1470

1475

1480

1485

1490

1495

1500

1505

1510

1515

1520

1525

1530

1535

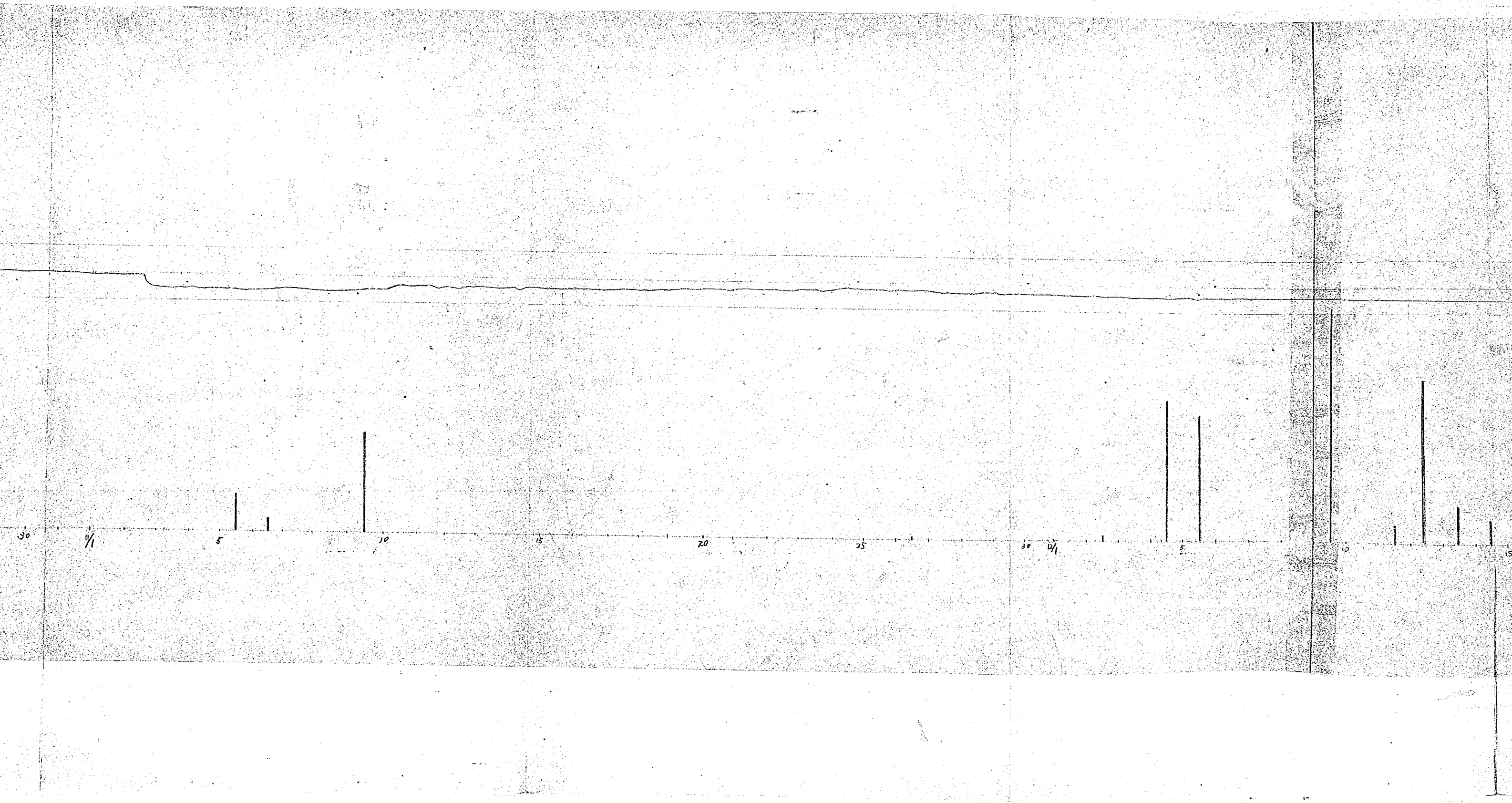
1540

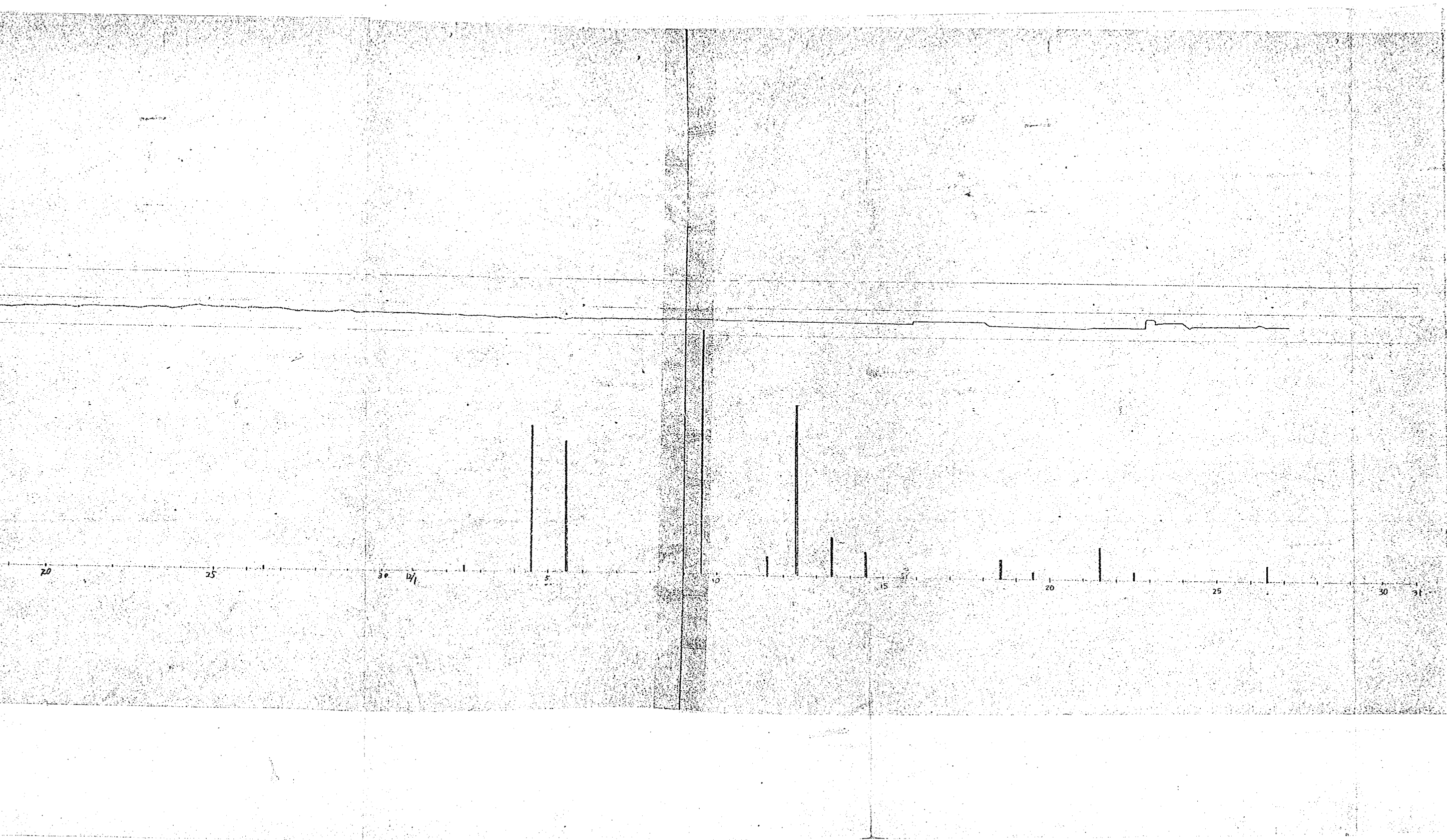
1545

1550

1555

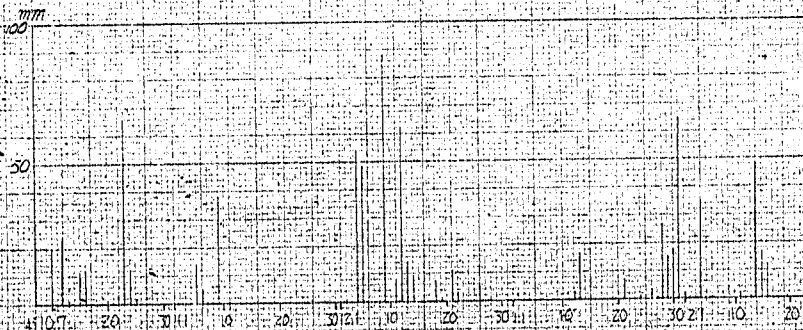
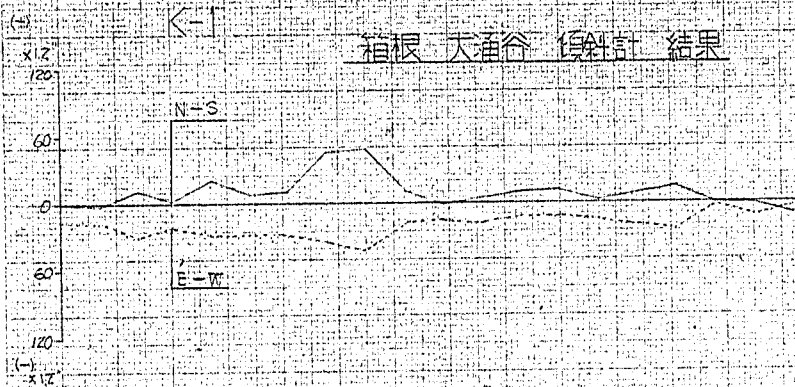
15





相模大浦谷 傾斜計 結果

図-11



2 107 ON 14 1985

2 107 ON 14 1985

0601-7293

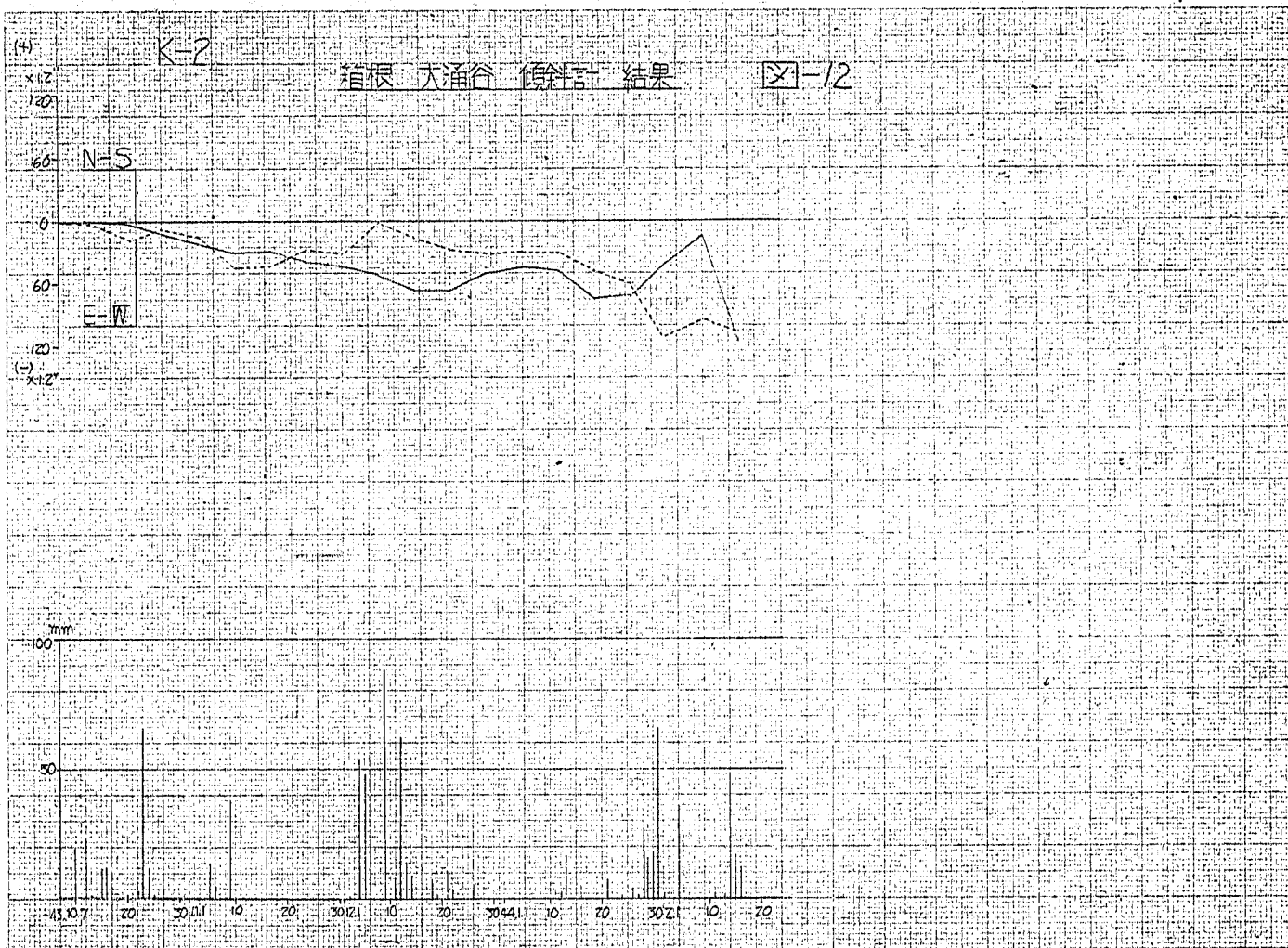
(一)

5. No. of workers in the industry = 1000
 6. No. of workers in the industry = 1000
 7. No. of workers in the industry = 1000
 8. No. of workers in the industry = 1000
 9. No. of workers in the industry = 1000
 10. No. of workers in the industry = 1000

图-12

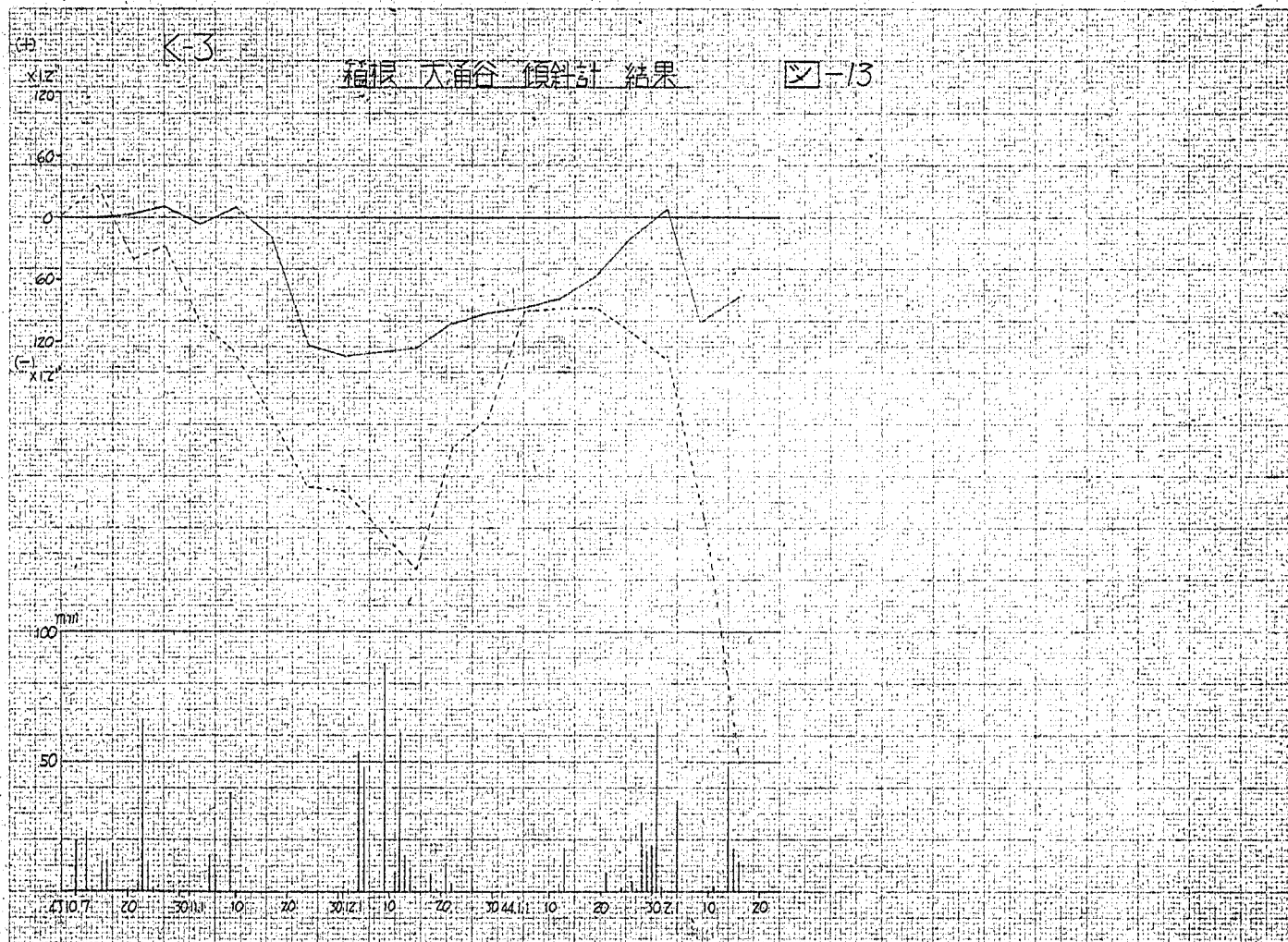
$$x:Z$$

E-W



MS. A. 1. 10. 2. 1. 1.

MS. A. 1. 10. 4. 1. 1. 1.



表一

深度 m	T- 号	43.9.30 (挿入)		43.10.7		43.10.20		43.11.4		43.11.11	
3	3	9840 ¹⁰⁶	10610 ¹⁰⁶	9850	10770	9650	10040	9980	10030	10430	9750
5	5	13050	6700	13570	6950	13980	6700	19990	16670	19660	19540
7	7	8220	12170	86450	12520	2500	18200	10670	19930	6050	13530
9	9			17050	2210	1640	18500	10680	18060	9120	9110
11	11							18680	19910	10120	9110
13	13	9030	11300								
15	15	12560	7980								
17	17	12390	8150								
19	19	10430	9580								
21	21	9630	10850	11480	9270						
23	31	10970	9190								
25	33	10940	9560	9690	10700						
27	41	10200	9570	15000	5550						

深度 m	寸 歩	43. 11. 18		43. 11. 30		43. 12. 7		43. 12. 14	
3	3	8390	7360	9980	11360	10920	9630	11110	9720
5	5	9500	8750	6730	19420	7950	13370	14000	1290
7	7	1830	15130						
9	9	7730	11310						
11	11	8730	9870						
13	13								
15	15								
17	17								
19	19								
21	21								
23	23								
25	25								
27	27								

3. Get it sorted out!

○デタージを14入して
1900~2100 $\times 10^{-6}$ に入す
たき第を第たもの

大涌谷中流部地すべり崩壊後安定解析表

表3-1

NO	h_1	h_2	l	A	θ	$\sin \theta$	$\cos \theta$	$h \cdot A \cdot l$	H	T	N
1	1.8	3.9	8.2	2280	7°	0.122	0.993	41.04	8.0	5.01	40.75
2	3.9	7.8	12.6	73.71	9°	0.156	0.988	132.68	12.6	20.70	131.09
3	7.8	10.5	10.3	93.33	12°	0.208	0.978	167.99	10.2	34.94	164.29
4	10.5	12.6	9.4	105.11	15°	0.259	0.966	189.20	9.1	49.00	182.77
5	12.6	14.7	13.7	178.82	17°	0.292	0.956	321.88	13.1	93.99	307.72
6	14.7	15.4	5.0	70.74	18°	0.309	0.951	127.33	4.7	39.34	121.09
7	15.4	17.8	7.2	116.20	19°	0.326	0.946	209.16	7.0	68.19	197.87
8	17.8	18.0	10.7	179.00	22°	0.375	0.927	322.20	10.0	120.83	298.68
9	18.0	17.0	13.1	217.00	23°	0.391	0.921	390.60	12.4	152.72	359.74
10	17.0	13.7	6.8	93.64	24°	0.407	0.914	168.55	6.1	68.80	154.05
11	13.7	10.9	12.0	138.99	25°	0.423	0.906	250.18	11.3	105.83	226.66
12	10.9	5.9	14.6	114.24	28°	0.469	0.883	205.63	13.6	96.44	181.57
13	5.9	0	13.2	35.11	31°	0.515	0.857	63.20	11.9	32.55	54.16
$\sum_{i=1}^{13}$			136.8							888.34	2420.44

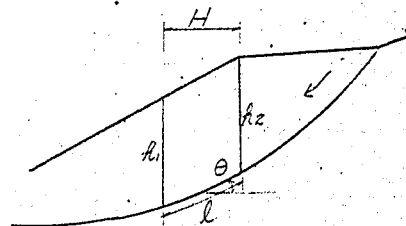
Cを1.0%と仮定し、 ϕ を求めると

$$1 = \frac{\sum N \tan \phi + \sum l \cdot C}{\sum T}$$

$$\therefore \tan \phi = \frac{\sum T - \sum l \cdot C}{\sum N}$$

$$= \frac{888.34 - 136.80}{2420.44} = \frac{751.54}{2420.44} = 0.3105$$

$$17^\circ 15'$$



大涌谷中流部地すべり崩壊前安定解析表

NO	R_1	R_2	l	A	θ	$\sin\theta$	$\cos\theta$	$R_1 \cdot A \cdot l$	H	T	N
1	1.8	3.9	8.0	2280	7°	0.122	0.993	41.04	8.0	5.01	40.75
2	3.9	15.2	12.7	120.33	9°	0.156	0.988	216.59	12.6	33.79	213.99
3	15.2	16.0	10.3	159.12	12°	0.208	0.978	286.42	10.2	59.58	280.12
4	16.0	17.2	9.5	151.06	15°	0.259	0.966	271.91	9.1	70.42	262.67
5	17.2	17.7	13.7	228.60	17°	0.292	0.956	411.48	13.1	120.15	393.37
6	17.7	18.0	12.0	208.85	18°	0.309	0.951	375.93	11.7	116.16	357.51
7	18.0	18.0	10.7	180.00	22°	0.375	0.927	324.00	10.0	121.50	300.35
8	18.0	17.0	13.2	217.00	23°	0.391	0.921	390.60	12.4	152.72	359.74
9	17.0	13.8	6.7	93.94	24°	0.407	0.914	169.09	6.1	68.82	154.55
10	13.8	10.8	12.0	138.99	25°	0.423	0.906	250.18	11.3	105.83	226.66
11	10.8	6.0	14.5	114.24	28°	0.469	0.883	205.63	13.6	96.44	181.57
12	6.0	0	13.5	35.70	31°	0.515	0.857	64.26	11.9	33.09	55.07
$\sum_{i=1}^{12}$			136.8							983.51	2826.35

表-3-2

② 表-3-2

表-3-1の結果を用いて崩壊前安定解析を行うと次の如くなる。

$$\begin{aligned}
 F_s &= \frac{\sum N \tan \phi + \sum l \cdot c}{\sum T} \\
 &= \frac{2826.35 \times 0.3105 + 136.8 \times 1}{983.51} \\
 &= 1.03
 \end{aligned}$$