

0006

JNC TJ7440 2005-027

~~PNCZ11459-93-002~~

~~限定資料~~

西南・中部日本内帯白亜紀～古第三紀 花崗岩類の深部地質環境データ

(動力炉・核燃料開発事業団 契約業務報告書)

1993年3月

株式会社 エースヘリコプター

本資料の全部または一部を複写・複製・転載する場合は、下記にお問い合わせ
してください。

〒319-1184 茨城県那珂郡東海村村松4番地49
核燃料サイクル開発機構
技術展開部 技術協力課
電話：029-282-1122（代表）
ファックス：029-282-7980
電子メール：jserv@jnc.go.jp

Inquires about copyright and reproduction should be addressed to:
Technical Cooperation Section,
Technology Management Division,
Japan Nuclear Cycle Development Institute
4-49 Muramatsu, Tokai-mura, Naka-gun, Ibaraki 319-1184, Japan

◎核燃料サイクル開発機構
(Japan Nuclear Cycle Development Institute)
2005

~~この資料は、動燃事業団の開発事業を進めるため、特に限られた関係者だけに開示
するものです。ついては、複製、転載、引用等を行わないよう、また第三者への開示
又は内容漏洩がないよう管理して下さい。また今回の開示目的以外のことは使用しな
いよう特に注意して下さい。~~

本資料についての問合せは下記に願います。

~~〒107 東京都港区赤坂1-9-13~~

~~—動力炉・核燃料開発事業団—~~

~~技術協力部 技術管理室~~

JNC TJ7440 2005-027
~~PNCZJ1459 93-002~~

限定資料

西南・中部日本内帯白亜紀～古第三紀 花崗岩類の深部地質環境データ

(動力炉・核燃料開発事業団 契約業務報告書)

1993年3月

株式会社 エースヘリコプター

~~限定資料~~

JNC TJ7440 2005-027

~~PNC ZJ1458 03-002~~

1993年3月

西南・中部日本内帯白亜紀～古第三紀花崗岩類の深部地質環境データ

■■■■*, ■■■■*, ■■■■*
■■■■**

要 旨

1. 本資料は、京都府弥栄町における空中放射能探査のデータ及び孔内物理検層のデータをとりまとめたものである。
2. 対象地域の地質は白亜紀～古第三紀の花崗岩類である。
3. 空中放射能式探査は、日本特許によるOT式の空中探査法、ならびにその探査装置である。
4. 空中放射能探査で検出された主な亀裂帯は4つのゾーンで、それぞれE-W, N-Sの方向であった。
5. 物理検層結果では、深度0～287mの風化帯、287～955mの比較的新鮮な岩体、955～1310mの割れ目の発達した岩体に区分された。

本報告書は、株式会社エースヘリコプターが動力炉・核燃料開発事業団との契約により実施した業務の成果である。

契約番号：042A1108

事業団担当部課室：環境技術開発推進本部 地層科学研究グループ (■■■■)

*：株式会社エースヘリコプター 空中探査技術研究所

**：株式会社物理計測コンサルタント

March 1993

Environmental Data on Deep Underground Geology
of Granitoids, Cretaceous to Palaeogene aged,
in the Inner Zone of Southwestern-Central Japan

██████████*, ██████████*,
██████████*,
██████████**

Abstract

1. This paper presents summarized geophysical informations by the results of air-borne radiometric research works and geophysical loggings of a drill hole, operated in Yasaka Town district, Kyoto Prefecture, Japan.
2. The project area is chiefly comprised of granitoids of Cretaceous to Palaeogene age.
3. The air-borne radiometric techniques and equipments of the OT system, under the Japanese patent, were operated by the current research work.
4. Four major fracture zones, either east-westerly or north-southerly, are specified by the current air-borne radiometric research works in the area.
5. The occurrences in the drill hole of weathered bed rock zone at the depth from ground surface to 287 m, relatively fresh granitoid body at 287 m to 955 m and granitoid body with well-developed fractures at 955 m to 1310 m are presumed by the current geophysical logging results.

This Report was accomplished by the work implementation under the contract agreement between the Power Reactor and Nuclear Fuel Development Corporation (PNC) and the Ace Helicopter Co., Ltd.

Contract Number: 042A 1108

Incumbent Department of the current work in PNC: Geosciences Research Program, Radioactive Waste Management Project - ██████████

*: Ace Helicopter Co., Ltd. Aero Survey Dept.

**: Geophysical Surveying CO., Ltd.

目 次

	頁
1. 概 要	1
1. 1 調査場所	1
1. 2 地質概要	1
1. 3 調査項目	3
2. 物理検層概要	4
2. 1 調査内容	4
2. 2 作業工程	5
2. 3 使用機器	7
3. 測定原理・方法	9
3. 1 温度検層	9
3. 2 電気検層	10
3. 3 ガンマー線検層	11
3. 4 中性子検層	12
3. 5 密度検層	13
3. 6 音波検層	14
3. 7 孔径検層	15
3. 8 ボアホールテレビュアー	16
4. 測定・解析結果	21
4. 1 温度検層	21
4. 2 電気検層	23
4. 3 ガンマー線検層	26
4. 4 中性子線検層	28
4. 5 密度検層	31
4. 6 音波検層	33
4. 7 孔径検層	37
4. 8 孔井傾斜測定	37
4. 9 ボアホールテレビュアー	39

目 次

	頁
5. 検 討	52
5. 1 各物性値の相関	52
6. まとめ	60
6. 1 層区分	60
6. 2 物理検層データ	60
6. 3 割れ目・破碎帯	61
6. 4 検層データの相関	62
7. 空中地下探査の実施・解析結果	63
7. 1 目 的	63
7. 2 探査測線	63
7. 3 測定法と測定の諸元	63
7. 3. 1 測定法	63
7. 3. 2 測定の諸元	64
7. 4 データ処理	64
7. 5 解析結果	65

付 図

		頁
図-1	調査位置図(縮尺1/25000)	2
図-2	温度検層柱状図	22
図-3	電気検層柱状図	25
図-4	ガンマー線検層柱状図	27
図-5	中性子検層柱状図	30
図-6	密度検層柱状図	32
図-7	音波検層柱状図	36
図-8	孔径検層柱状図	38
図-9	フラクチャー密度プロット柱状図	41
図-10	傾斜角と方位のアロープロット柱状図	42
図-11	ポーラープロット図	43
図-12	比抵抗-中性子孔隙率相関図	53
図-13	比抵抗-P波速度相関図	55
図-14	密度-中性子孔隙率相関図	56
図-15	P波速度-中性子孔隙率相関図	58
図-16	P波速度-密度相関図	59
[巻末]	音波検層(インテンシティログ)記録図	
[巻末]	音波検層(ウェーブトレイン)記録図	
[巻末]	ボアホールテレヴィューア記録図	
[袋綴じ込み]	添付図-I 温水脈検出図(縮尺1/10000)	
[袋綴じ込み]	添付図-II 物理検層総合柱状図(縮尺1/2000)	
[袋綴じ込み]	添付図-III 物理検層総合柱状図(縮尺1/1000)	
[袋綴じ込み]	添付図-IV 試錐柱状図(縮尺1/200)	

付 表

		頁
表-1	物理検層実施一覧表	4
表-2	検層工程表	5
表-3	検層工程表	5
表-4	検層工程表	6
表-5	検層使用機器一覧表	7
表-6	検層使用機器一覧表	8
表-7	孔井方位・傾斜（イーストマン）記録一覧表	3 7
表-8	フラクチャの走向・傾斜解析結果一覧表	4 4
表-9	フラクチャの走向・傾斜解析結果一覧表	4 5
表-10	フラクチャの走向・傾斜解析結果一覧表	4 6
表-11	フラクチャの走向・傾斜解析結果一覧表	4 7
表-12	フラクチャの走向・傾斜解析結果一覧表	4 8
表-13	フラクチャの走向・傾斜解析結果一覧表	4 9
表-14	フラクチャの走向・傾斜解析結果一覧表	5 0
表-15	フラクチャの走向・傾斜解析結果一覧表	5 1
表-16	亀裂帯の検出と規模評価表	6 9

1. 概要

本報告書は、わが国の地層処分に関連する地層と地質構造区を代表する地点の深部地質環境に関するデータを取得し、高レベル放射性廃棄物の地層処分に関する地質環境等の適性を評価するための調査結果についてとりまとめたものである。

1. 1 調査場所（図-1）

京都府竹野郡弥栄町字和田野小字中原2500番地

1. 2 地質概要

①地表地質の状況

本地域は、京都府北部丹後半島の東北部に位置する弥栄町内南西部約2km地点国営農業地にある。

表土は、砂・粘土・シルト質を含む地質であり、その下層に花崗岩層が分布する。中生代白亜紀末期に形成されたもので、有色鉱物として黒雲母を多く含む粗粒花崗岩である。

一般に花崗岩は、主成分鉱物として石英・ヤリ長石（長石や微斜長石など）、及び雲母・角閃石・輝石などのどれか一種または、それ以上を含みこれに、少量の斜長石を含むか、ほとんど含まないもので等粒組織をもつ完晶質の深成岩のことである。

断層については、当対象地及び周辺部は活断層の存在が確認されている。即ち、1927年3月7日に「丹波大地震」の時に発生した地震断層であり、「郷村断層」「山田断層」である。

対象地は、このうちNNW-NNW方向に走っている「郷村断層」の北東側に位置する。

②地下地質の状況

ボーリングコア・スライムから見た掘削地点における地下地質の概要は、柱状図にしめした。

表土は、0m～12mあたりで砂・風化花崗岩の混合であった。

深度287mまで風化花崗岩が、続いている。また、粘土の混入も多く見られた。

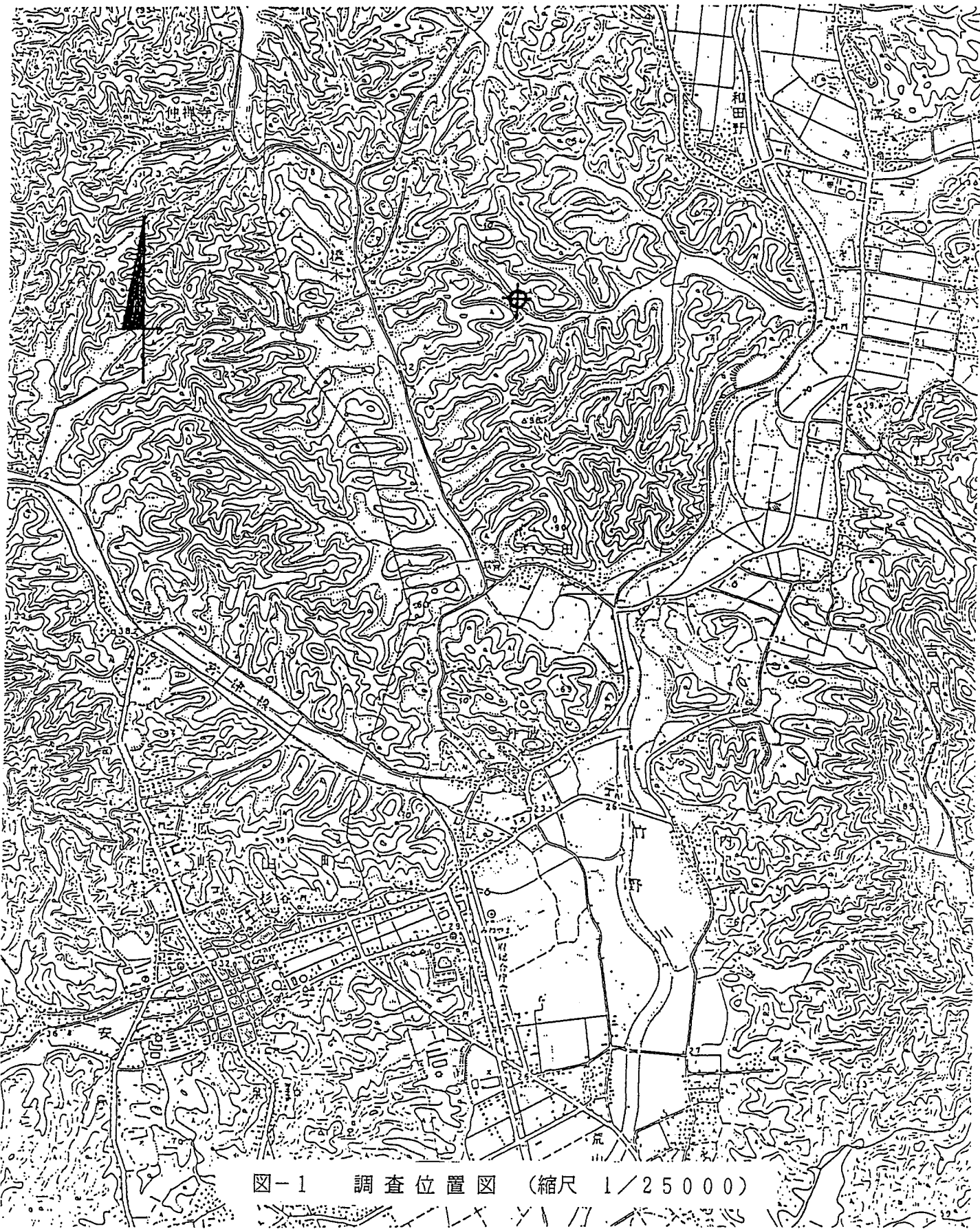


図-1 調査位置図 (縮尺 1/25000)

これ以深は、花崗岩で硬質ではあるが粘土混入があった。

深度405m以深は、硬質な花崗岩であり、深度520m～530m付近には漏水が確認できた。

深度800m以深から、ワイヤーライン工法のためコアサンプルから状況を見ると全体的には、花崗岩が主流であり深度844.8m～845.8mに泥岩完入がみられる。また、崩壊があった。

深度960m付近で破碎された状況であった。

深度1,150m付近の地質が、砂質系統に変化し泥水逸水がある。

深度1,356mより逸水量が増え、深度1,300mまで続いた状況であった。

深度1,356m～1,358m付近に最初のコア流出（細かく破碎された）の確認をした。

深度1,420m以深よりコア詰まりも激しくなり、また流出がしばしばあった。

また、逸水は掘削開始より続いていた。

1. 3 調査項目

①試錐柱状図 (0～1,300m)

②岩芯採取

0～800m間は、トリコンビット工法のため地質粉碎状（スライム）を10mごと標本ビンに採取した。

800m～1,500m間は、ワイヤーライン工法のため地質（コア）を100mごと標本箱に採取した。

③孔内物理検層

温度検層・電気検層・ガンマー線検層・中性子検層・密度検層・音波検層・
孔径検層・ボアホールテレビュアー

④空中地下探査

2. 物理検層概要

2. 1 調査内容

本調査における孔内物理検層は表-1に示した様に各深度掘削終了後のケーシング挿入前の裸孔区間について○印で示した検層種目について実施した。

表-1 物理検層実施一覧表

検層種目	深度(30~400m)	深度(400~800m)	深度(800~1300m)
温度	○	○	○
電気	○	○	○
音波	○	○	○
密度	○	○	○
自然放射能	○	○	○
中性子	○	○	○
孔径	○	○	○
孔曲	○	○	○
ポアホールテレビュア	—	—	○

※温度検層のみケーシング挿入部も測定

2. 2 作業工程

作業工程を表-2~4に検層工程表として示した。

表-2 検層工程表

第1次物理検層				
測定種目	測定年月日	測定時間	測定区間	孔内状況
掘止め H4. 9/25. 11:00 ; ベントナイト; 泥水比重 1.05 ; 比抵抗4.4Ω-m(14.1℃)				
電気	H4. 9. 28	9:40~11:00	33~ 404m	<ul style="list-style-type: none"> ・孔長 405m ・孔径 7⁵/₈ 寸 ・ケーシング長 33m ・ケーシング径 8寸
温度		11:05~11:40	0~ 404m	
音波		11:50~13:30	33~ 403m	
ガンマレイ・中性子		13:56~14:52	33~ 404m	
密度		15:25~16:20	33~ 400m	
孔径		16:35~18:05	33~ 400m	
孔曲		18:09~20:45	33~ 400m	

表-3 検層工程表

第2次物理検層				
測定種目	測定年月日	測定時間	測定区間	孔内状況
掘止め H4. 10/21. 12:00 ; ベントナイト; 泥水比重 1.05 ; 比抵抗5.7Ω-m(18.3℃)				
温度	H4. 10. 23	8:35~10:00	0~ 800m	<ul style="list-style-type: none"> ・孔長 801m ・孔径 5⁵/₈ 寸 ・ケーシング長 405m ・ケーシング径 6寸
電気		10:50~11:52	404~ 800m	
音波		12:45~14:10	404~ 800m	
孔径		15:10~16:15	404~ 800m	
ガンマレイ・中性子	H4. 10. 24	16:36~17:53	404~ 800m	
密度		18:09~19:25	404~ 800m	
孔曲		20:00~ 1:00	404~ 800m	

表-4 検層工程表

第 3 次 物 理 検 層				
測 定 種 目	測定年月日	測定時間	測定区間	孔 内 状 況
堀止め H4.12/21.11:00 ; ベントナイト; 泥水比重 1.05 ; 比抵抗4.1Ω-m(14.3℃)				
電 気	H4.12.22	8:58~11:15	801~1310m	<ul style="list-style-type: none"> ・ 孔長 1310m ・ 孔径 101mm ・ ケーシング長 801m ・ ケーシング径 114.3 mm
温 度		11:20~12:55	801~1310m	
孔 径		13:05~14:35	801~1310m	
音 波		14:51~17:05	801~1310m	
ガンマレイ・中性子		17:20~19:00	801~1310m	
密 度	H4.12.23	8:25~10:50	801~1310m	
ボアホールテレビュア		13:00~23:30	801~1310m	
孔 曲	H4.12.24	8:10~12:25	801~1310m	

2. 3 使用機器

測定に使用した機器を表-5~6に示す。

表-5 検層使用機器一覧表

種目	機器	種別	製造元	仕様
基本装置	検層車	117 検層車		
	ウィンチ	3000m級ウィンチ	田中三四二	T.P.O 油圧機構
	ケーブル	5芯硬鋼線 アーマドケーブル	日本大洋 海底電線	外径:8.4mm 全長:4000m
	記録	RV型多ペンコーダ	理化電機	5ペン;エンコーダ 連動
温度検層	温度検層器	TSM-300	宝工業	測定範囲:0~300℃
	ゾンデ	サ-ミタ 方式	宝工業	外径:50mm 全長:2.5mm
電気検層	電気検層器	ELM-203 SCM-304	G.S.C	出力電圧:150v 出力電流:0~50mA SP-1, RES-2
	ゾンデ	ルル配置	G.S.C	外径:50mm 全長:2.5mm 電極間隔:25, 50, 100cm
音波検層	音波検層器	LPM-202 SBM-303 RM-504	ミネラルログ	T-R:3feet 振動子固有周波数:25KHz
	ゾンデ	電歪振動子		外径:50mm 全長:3.0mm

表-6 検層使用機器一覧表

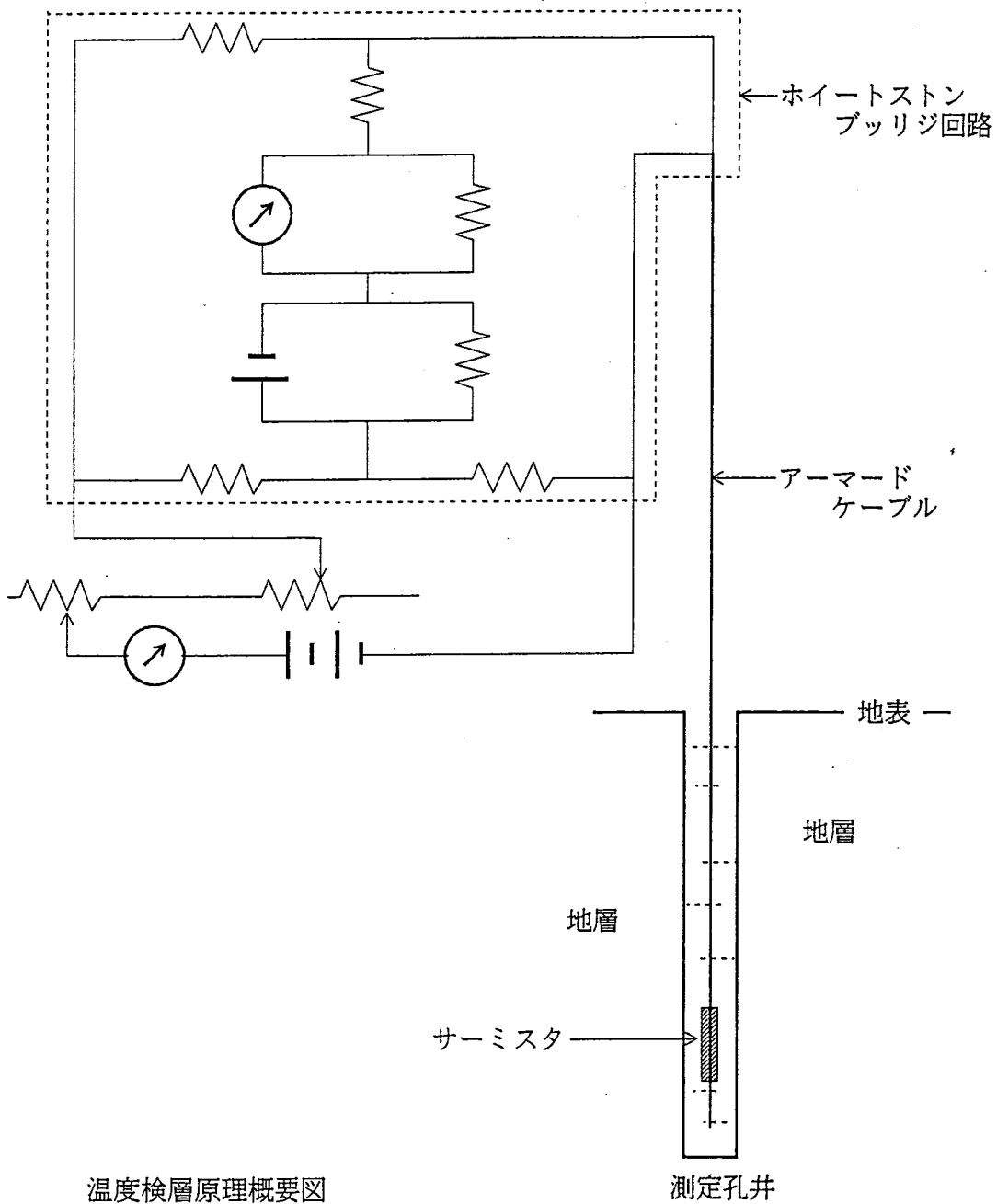
種 目	機 器	種 別	製 造 元	仕 様
密度検層	密度検層器	DPM-1, PSC-2 LRM-2D	コンプローブ	孔径補償密度直読型
	ゾンデ	フェントライザ型		GM管 2テクター 線源:150mc 外径:55mm 全長:4.0mm 線源: ^{137}Cs 150mCi
ガンマ線・ 中性子検層	中性子検層器	LPM-202 RMM-204x2	ギヤハート	ガンマ線・中性子検層器
	ゾンデ	シングルタイプ		ガンマ線:シンチレーション 中性子:プロポーションアルデクター 外径:43mm 全長:3.0mm 線源:Am-Be 3Ci
孔径検層	孔径検層器	RM06-4 LP08-5 KM05-3	ミネラルログ	X-Y 軸アームク開閉式
	ゾンデ	X-Y 型		ポテンシオメータ式 外径:2.5寸 全長:3.0mm
孔曲検層	ゾンデ	A型シングルショット 20° 計	イーストマン	タイマー:0~60分 外径:52mm 全長:3.0mm
ボアホールテレビア 検層	ボアホールテレビア 検層器	BHTVモジュール オシロスコープ CRT カメラ	MW テクトロ ローロン	超音波式 孔壁映像器
	ゾンデ	超音波式	MW	圧電式トランスデューサー (2MHz) フラックスゲート型磁力計 外径:43mm 全長:4.1mm

3. 原理方法

3. 1 温度検層

温度検層は坑内の温度を深度に対して連続的に測定して地層の温度情報を得る事によって、地層の対比、坑内流体の挙動等の判定に利用する。

測定原理は抵抗辺で構成されるホイートストンブリッジ回路の一边に比較的溫度係数の高いサーミスタのような抵抗値が温度によって高い感度で変化する素子を組み合わせ、温度が変化することによってブリッジ回路に発生する不平衡電圧を温度として記録する。



温度検層原理概要図

測定孔井

3. 2 電気検層

電気検層の目的は地層の比抵抗の測定から地層の対比や岩盤の区別をすることである。

電気検層は比抵抗検層の一種で導電性のある液体（水あるいは泥水）の満たされたボーリング孔で電気的に行われる検層で地層の比抵抗を深度に対応させて連続的に測定する方法である。この方法では電流電極Aから地層に電流*i*を流して別の電極Mで電位差*V*を測定し、これらの値から地層の比抵抗を算出する。

地層が均質で等方性で無限大の広がりをもっていると仮定するとこのような地層では電流電極Aの回りにできる電位は等電位でその面は球状であると考えられ、これとある距離だけ離れたところにある電極Mと無限遠にある電極Nとの電位の差は均質な地層の比抵抗に比例する。比抵抗の単位はオームメートル(Ω-m)を使用する。

比抵抗検層では電極の配列方法として図のような2極法がよく使用され、電極間隔あるいはスペーシングといわれるA、M間の距離を変化することができる。本検層ではAM₁: 25 cm、AM₂: 100 cm を使用しており、同時に記録することができる。地層が均質でないような場合は、等電位面が歪み、地層の真の比抵抗を示さず見掛けの比抵抗が測定される。測定電流*i*、電位差*V*と見掛け比抵抗*R_a*との間には、次式のような関係になる。

$$R_a = 4 \pi \overline{AM} (V / i)$$

V : MN間の電位差

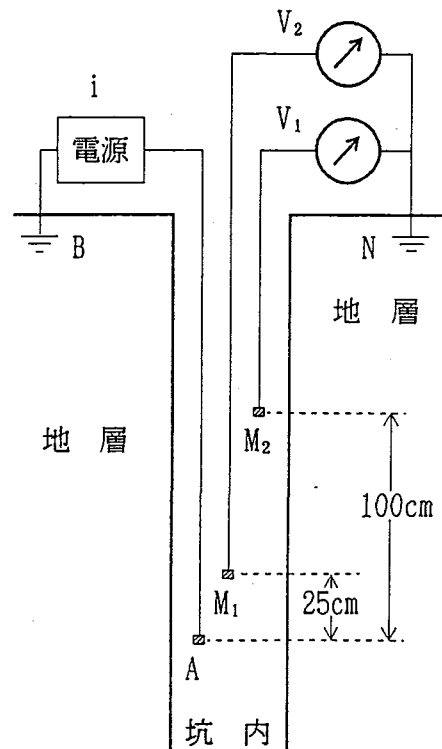
i : AB間に流れる電流

$4 \pi \overline{AM}$: 電極定数

比抵抗値は岩盤の空隙や割れ目、断層帯に対して敏感に対応することから、岩盤の地質、水理状況を間接的に知ることができる。

電気検層では坑内に発生する自然電位（S. P. ともいう）を同時に深度に対応して連続的に測定記録することができる。

測定方法は、2極法の図のような電極配列のうち電極M₁を移動電極、N極を固定



電気検層原理概要図

電極としてM、N間に発生する自然電位を測定する。

実際には比抵抗測定用として、非常に低い周波数の交流が使用されており、自然電位は完全な直流であるのでこれをフィルターで分離することによって同時測定記録が行われている。

自然電位の発生メカニズムは複雑であるが発生原因として主に考えられているのは塩分濃度の異なる坑内水と地層水が接触した場合にイオン移動度の差によって坑内に発生する電気化学的な電位である。この電位は地層境界面に発生する膜電位と地層に侵入した坑内水と地層水との間に起きる拡散電位によるものと考えられる。

自然電位の発生原因として他に電流電位がある。この電位は地層に坑内水が侵入しつつある時に地層の境界で発生する電位であるが普通は非常に小さい値である。

自然電位は、浸透性地層の判定や、頁岩の含有率の算出に利用する。

3. 3 ガンマー線検層

ガンマー線検層は地層中に含まれている放射性物質から自然に放射されている自然のガンマー線を深度に対して連続的に測定する。

岩石は普通、微量の放射線物質を含んでおり岩石の種類によって含有量が異なっている地層があるので、これらの放射性物質からのガンマー線の変化を見ることができる。

堆積過程で放射性物質は頁岩などの粘土鉱物に集中し易い傾向がある。

ガンマー線検層ではカリウム (K)、ウラニウム系 (U)、トリウム系 (Th) 放射性物質からなるガンマー線の全量を API ユニットで測定する。

本検層機の検出器部は最も普通に使われるナトリウム沃化物であるシンチレーション結晶と電気的信号に変換する電子増倍管とから構成されている。シンチレーション結晶と電子増倍管とは粘度の高いシリコンコンパウンドを使用して光学的に結合されている。

ガンマー線検層で計測されるのは放射能であり、その性質上検出器に到達するガンマー線の本数は坑内で測定電極が停止している時でも変動するという統計的な現象をもっている。

しかし、1秒あたりに計数されるガンマー線の本数は十分な長い時間では実質的には一定で、計測値を平均化するために必要な時間は普通数秒で、抵抗やコンデンサーから成る時定数回路 (CR回路) を通してスムーズにし、記録値としている。

3. 4 中性子検層

中性子検層は測定電極内に装備した中性子線源から地層に高速中性子を放射して地層を構成している物質の原子核と反応させ、その反応過程で形成される熱中性子の強度を深度に対応させて連続的に測定記録し、孔隙に関するデータを得る。熱中性子の強度は API ユニットで測定される。

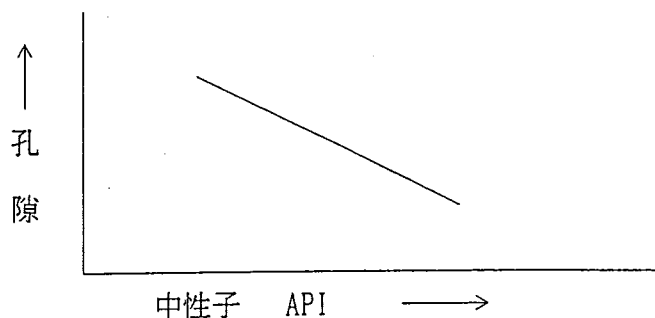
高速中性子のエネルギーレベルは数 MeV である。高速中性子を地層に放射すると、中性子は地層中の水素原子と殆ど同一の質量をもっているため、弾性衝突となって高速中性子は急速に減速され、熱中性子（エネルギーレベル ≈ 0.025 eV）となって水素原子に捕獲される。この減速される割合は地層中の水素原子の量（水素濃度）に大きく左右される。従って、線源から一定の距離に検出器をおいて熱中性子の強度を測定することによって地層中の水素濃度がわかる。即ち、検出器で計測される熱中性子量は線源周囲の水素濃度が増加すれば減少し、逆に水素濃度が減少すれば増加することになる。水素濃度は地層の孔隙に含まれている流体の量に関係するので計測される熱中性子の強度は地層の孔隙に反映する。

この関係をグラフで表すと下表のようになる。図のように中性子 API が大きい程、孔隙は小さく、逆に中性子 API が小さくなると孔隙は大きく表現される。

中性子検層機の検出器はヘリウム-3 プロポーショナルニュートロンデテクターを使用している。

中性子線源はアメリカシウム-ベリリウムの放射性同位元素から構成され、その強さは 111 ギガベクレルである。

測定される熱中性子の計数率は地層のパラメーターが一定であるような場合でさえ変動する。これは放射能測定がその性格上、統計的であるという理由によるからである。十分な計数率を得、良好な平均的読みを得るためには計数率は時定数回路を使用して平均化している。



孔隙・中性子関係図

3. 5 密度検層

密度検層は測定電極内にガンマー線源を装備し、この線源から地層にガンマー線を放射して、地層との反応過程で減衰するガンマー線の強度を深度に対応させて連続的に測定記録し、地層の見掛け密度を求める。

地層に中程度のエネルギーをもつガンマー線を線源（セシウム 137）から放射するとガンマー線の光子が地層中の原子核の電子と衝突し、エネルギーの一部を電子に与えることによって方向を変えエネルギーを徐々に減衰しながら衝突を続ける。このようなガンマー線と電子との相互作用はコンプトン散乱といわれている現象で、この現象が起きる度合いは地層の電子密度に比例する。

地層の電子密度とバルク密度とのあいだには一定の関係があり、次のように定義される。

$$\rho_e = \rho_b (2 \sum Z' s) / (\text{Mol} \cdot W_t)$$

ρ_e : 地層のバルク密度

ρ_b : 地層の電子密度

$\sum Z' s$: 分子を構成する原子の数の総数

$\text{Mol} \cdot W_t$: 分子量

地層を構成する大部分の物質では $(2 \sum Z' s) / (\text{Mol} \cdot W_t) \approx 1$ となる。

従って、線源から一定の距離に検出器を置いた場合、散乱したガンマー線の強度は地層の見掛け密度に関係し、見掛け密度が増加すれば測定されるガンマー線は増加する。

密度検層機はバックスプリングで裸孔壁に密着して線源および検出器のツール面が平均的な孔径で接触するようにし、また線源および検出器は地層面に対して指向性をもたせるよう設計してある。

3. 6 音波検層

音波検層は測定電極内に超音波振動子を一定の距離で発振器および受信器として装備し、発振器に 20 ~ 30 kHz 程度の高周波パルスを毎秒 15 ~ 20 回の割合で与えることにより地層に音波を発信し、地層を走行して受信器に到達する音波の到着時間を深度に対応させて連続的に測定記録し、この時間から地層の弾性波速度をもとめる検層である。

更に受信した音波の全走行波形（ウェーブトレイン）やこの波形の振幅の変化を連続的に撮影することにより種々のデータを求めることができる。

発信器より発信された音波は坑内水を通して裸孔壁に伝播し、その壁に沿って地層中を走行し、再び坑内水に戻って受信器に到達する。

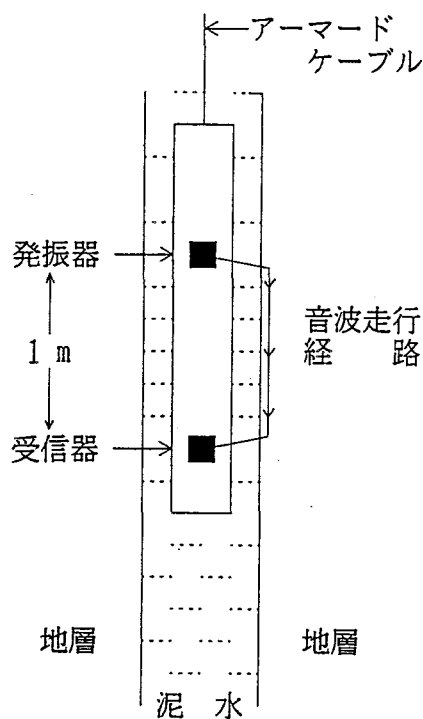
音波検層で記録される情報の種類は次の通りである。

(1) 走行時間曲線 (DELTA-T : ΔT)

地層の一定距離を走行する音波の走行時間を深度に対して連続的に測定記録したもの。

(2) ウェーブトレイン

受信した音波の走行波形を連続撮影装置によりフィルムに 1 コマずつ撮影したもの。

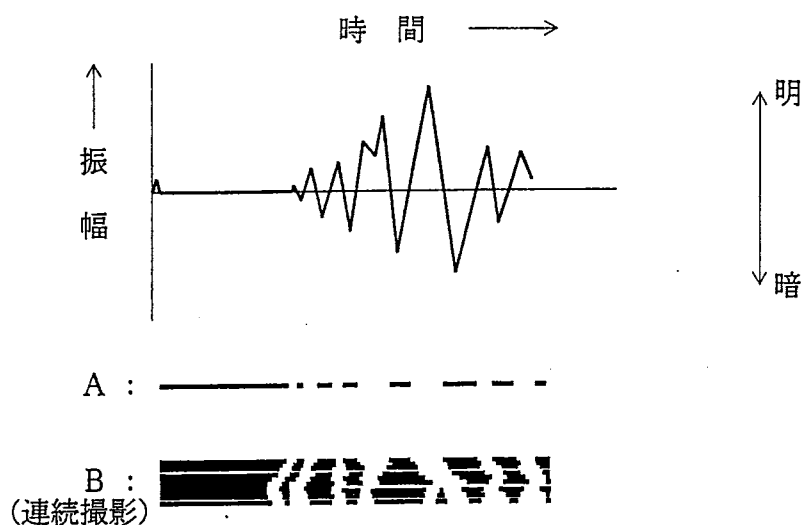


音波検層原理概要図

(3) インテンシティーログ

受信した音波の全走行波形は下図のように時間経過で振幅が変化する交流電圧で、各時間毎の振幅（電圧）の強弱を光の明暗に変換するためオシロスコープのCRTの電子ビームを輝度変調し、変調した光をCRTの水平軸に投影すると『A』のようなそれぞれの振幅の大きさに対応した光の濃淡が現れる。

連続撮影装置のフィルムを測定電極の坑内移動速度と同期させて駆動し、撮影することによって深度に対応する地層の状況により刻々変化する連続した帯状の縞模様『B』が得られる。



インテンシティーログ説明図

3. 7 孔径検層

孔径検層は、孔径の変化を深度に対して連続的に測定記録する。測定電極内に小型モーターを装備し、地上のコントロール装置からこのモーターでキャリパーアームを開閉できる構造になっている。

キャリパーアームは閉じた状態で孔内に降下し、孔底で開いた後、測定電極を巻き上げ、孔径の変化に対するアームの動きを電気信号に変換し連続的に測定、記録する。

3. 8 ボアホールテレビュアー

ボアホールテレビュアー(BHTV)とは、流体で満たされた孔井の孔壁を音波で走査することによって、孔壁の状態を映像として表す測定器である。

図にBHTVの坑内ゾンデのブロックダイヤグラムを示す。

ピエゾエレクトリックトランスジューサ（圧電形トランスジューサ）は音波エネルギーを孔壁に向けて発射し、その反射波を検出することによって、孔壁の状態を調べる。

フラックスゲートマグネトメーターは、地磁気を検出し、BHTVの測定結果の方位を決定するために用いられる。

トランスジューサ及びマグネトメーターはモーターにより、ゾンデノ垂直軸を中心として約 3rev/sec の速度で回転する。

トランスジューサ及びマグネトメーターで検出された信号は、ゾンデ内の電子回路によって、ケーブルで伝送し易い形に処理された後、地上パネルに送られる。

直径 1/2吋の円盤状の圧電素子でできたトランスジューサは基本周波数が1.2MHzの音波エネルギーのトランスミッター、及びレシーバーの両方の働きをする。非常に細いビーム状に収束された音波エネルギーのパルスは、2,000 pulse/sec の割合で孔壁に向け発射される。音波エネルギーの一部は孔壁からトランスジューサにむけて反射する。

トランスジューサが回転すると同時に、坑内ゾンデ自体も、垂直方向に移動するので、孔壁はスパイラル状に走査される。坑内ゾンデの移動速度が毎分 2m 以下なら孔壁の大部分を走査できる。

マグネトメーターとそれに付随した電子回路によって、トランスジューサが磁北を向いたとき、パルス信号を発生させる。トランスジューサは一定の速度で回転しているので、それがどの方向を向いているかは磁北パルスを基準にして知ることができる。

孔壁から反射される音波エネルギーの大きさは、孔壁の表面の物理的性質によって左右される。滑らかな表面は粗い表面よりもよく反射し、硬い表面は柔らかい表面よりもよく反射する。更にトランスジューサに対して反射面が斜めの場合は、反射エネルギーは著しく減少する。一般に表面のどのような不規則さも、反射信号の振幅を減少させる。

反射エネルギーは地上まで伝送するのに適した電気信号に変換されなければならないが、トランスジューサは、超音波を発射した後は、反射エネルギーを電気エネルギーに変換するレシーバーとして動作する。即ち、図-1に示すシグナルゲートは高電圧の発信パルスがアンプ回路に入るのを阻止し、反射信号だけを通す。シグナルゲートを通ったこの信号はアンプで増幅される。このままでは周波数が高くてアーマードケーブルで地上まで伝送するのに不適當なので、これをエンペロブ波形にかえた後、地上パネルに送る。

図にBHTVの影像測定システムのブロックダイヤグラムをしめす。

坑内ゾンデから送られてきた反射信号及び方位パルスと、ケーブル案内輪の回転によって発生する深度パルス信号の3つの信号から、BHTVの影像測定が行われる。

北を示す方位パルスは入力パルスと同じ同期の鋸歯状電圧を発生させる。この出力信号によりCRTの電子ビームを左から右にスイープさせる。方位パルスが北を示す信号を出力する毎に電子ビームは左端にもどり、再びスイープする。

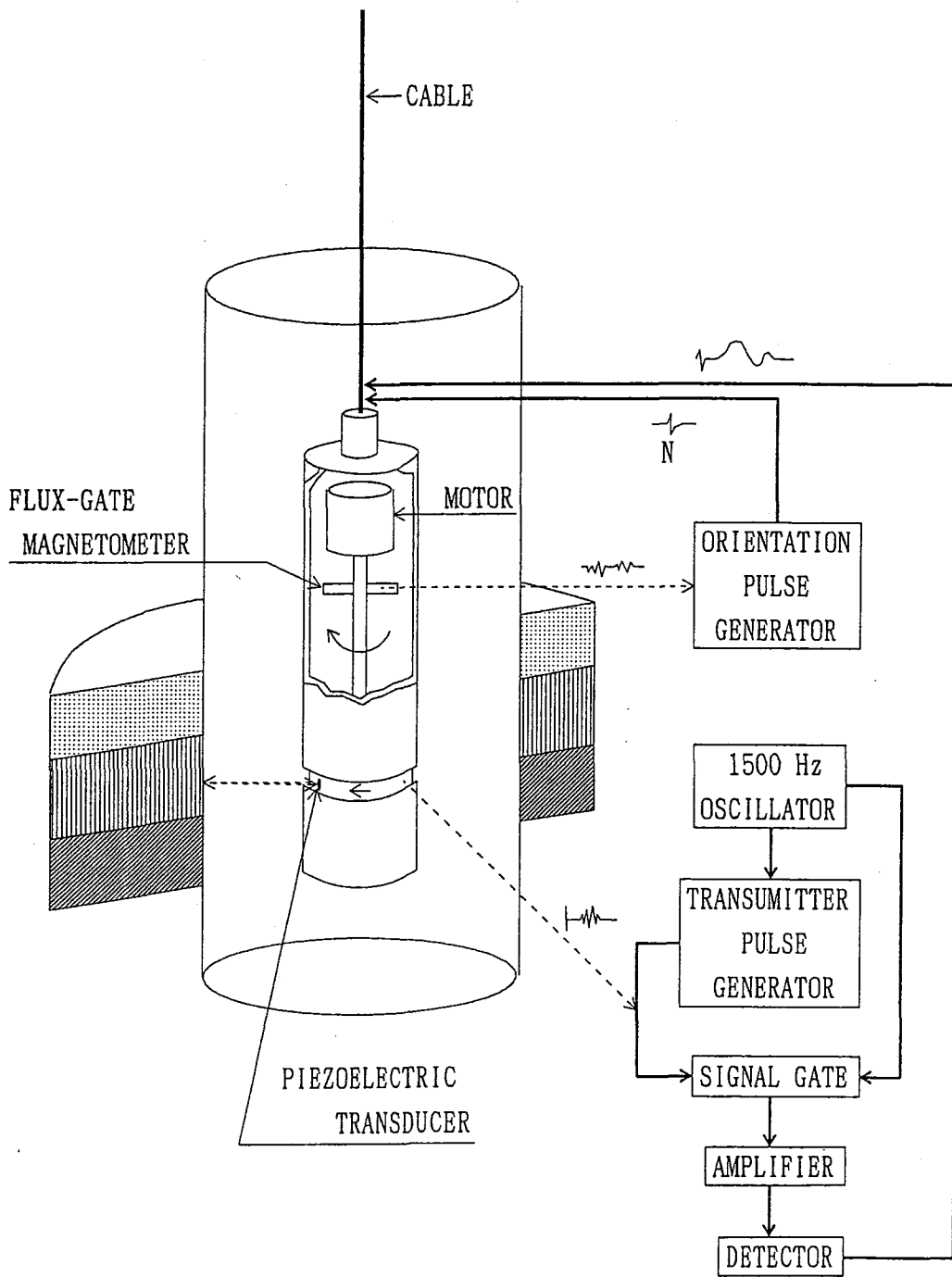
反射音波信号は増幅された後、GATE回路によって孔壁からの最初の反射だけが通過する。GATE回路を通った信号はCRTカメラのZ軸に入力され電子ビームの強さを制御する。電子ビームの強さは反射信号のおおきさに比例する。滑らかな孔壁を走査すると反射信号は一様な大きさであり、CRTカメラのトレースの輝度は一定である。しかし、フラクチャーや空洞あるいは傷のある孔壁を走査すると、反射信号は小さくなるのでCRTカメラのトレースの輝度も減少する。

トランスジューサの回転により360°方向全ての孔壁が走査されるので、ゾンデを垂直方向に移動させ深度に対応させ連続的に孔壁の影像を記録すれば、孔壁を展開した連続的なデータが得られる。

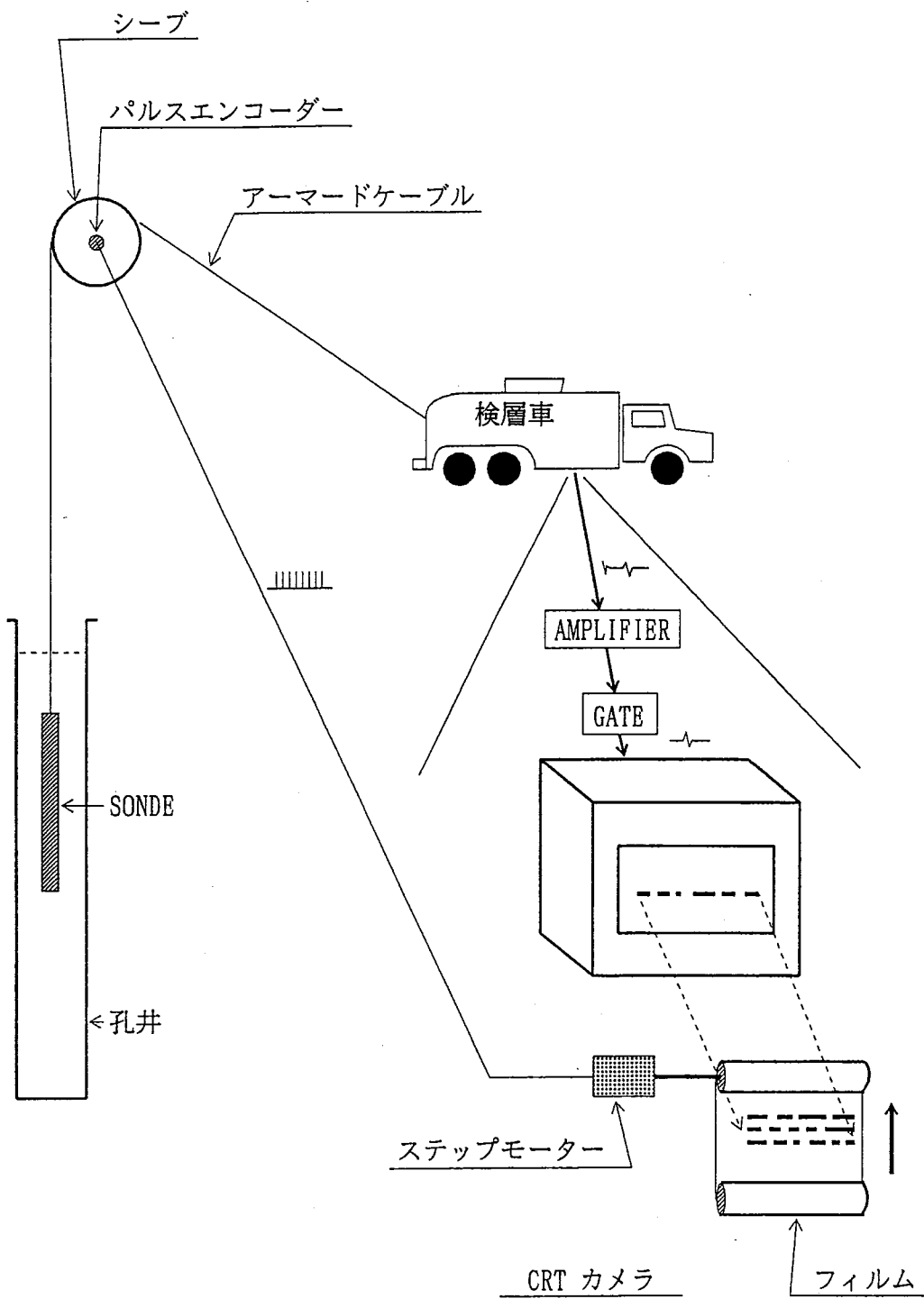
坑内ゾンデは外径43mm、全長3.5mである。

BHTVの測定はゾンデが孔井の中心(孔芯)に保持される事が重要である。この為、ゾンデの上下には4枚の弓スプリングを持ったセントライザーが取り付けられ、常にゾンデは孔芯に保持される。

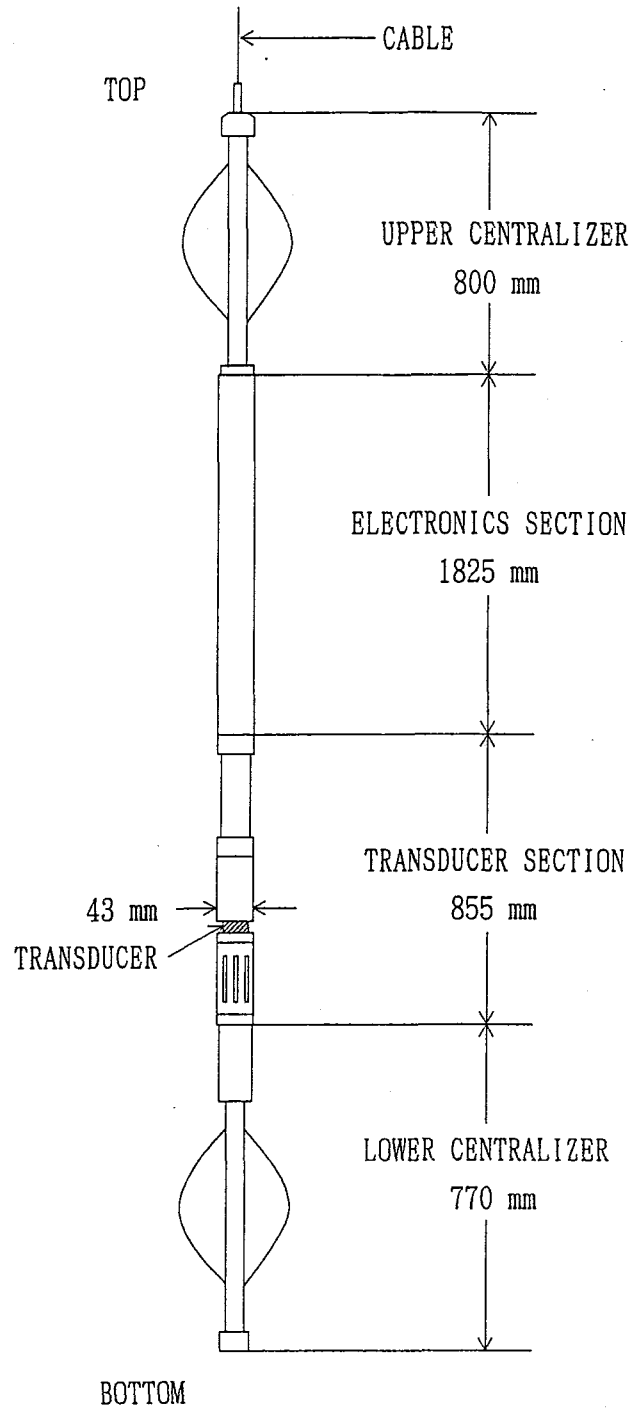
図にボアホールテレビュア孔内電極概略図を示す。



ボアホールテレビュアー(BHTV)検層装置原理図



ボアホールテレビュアー測定概要図



ボアホールテレビユア(BHTV)孔内電極概略図

4. 測定・解析結果

物理検層結果及び解析結果は物理検層総合柱状図（縮尺 1/2000, 1/1000）として添付図－Ⅱ及びⅢに示した。

4. 1 温度検層（図－2）

①第一次温度検層（400m深時）

第一次の温度検層はポンプ停止20時間40分に0～404m間について実施した。

検層時の孔内水位は6mにあり、その水位面の温度は19.2℃であり、孔内の最高温度は孔底の深度404mの26.2℃である。

温度は水位面(6m)の19.2℃から深度50mの18.8℃と下降していて、その後ほぼ直線状に孔底(404m)まで26.2℃と上昇している。此の間の温度勾配は概ね0.021℃/mとなっている。

温度のアノマリーは深度75m 付近にみられ、当深度では低比抵抗、低P波速度、高中性子孔隙率（約40%）を示すことより、透水層と考えられる。

②第二次温度検層（800m深時）

第二次の温度検層はポンプ停止32時間35分に0～800m間について実施した。

検層時の孔内水位は55.7m にあり、その水位面の温度は18.6℃であり、孔内の最高温度は孔底の深度800mの38.1℃である。

温度は水位面から孔底までほぼ直線状に上昇し、その間の平均温度勾配は概ね0.026℃/mである。

③第三次温度検層（1310m 深時）

第三次の温度検層はポンプ停止24時間25分に0～1310m間について実施した。

検層時の孔内水位は15.5m にあり、その水位面の温度は15.1℃であり、孔内の最高温度は孔底の深度1310mの54.8℃である。

温度は水位面から孔底までほぼ直線状に上昇し、その間の平均温度勾配は概ね0.031℃/mである。

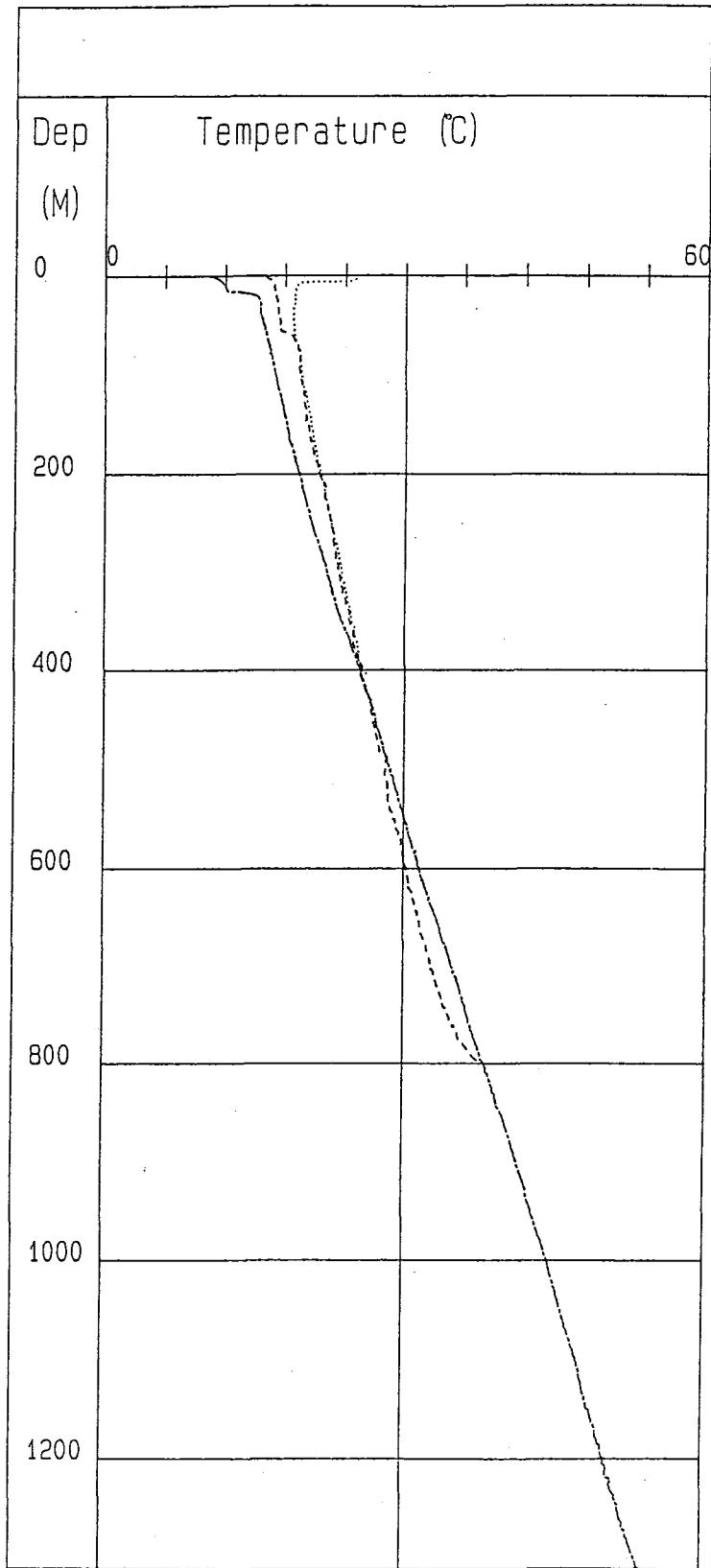


图-2 温度検層柱状図

4. 2 電気検層 (図-3)

本孔の比抵抗は25cmノルマルで20~1,700 Ω -m, 100cmノルマルで40~5,000 Ω -mの範囲にあり、全て100cmノルマルのほうが高い値を示す。これは非浸透性岩盤で孔内水と岩盤の比抵抗差が大きいほどこの現象がおきる。この様な岩盤の比抵抗値の範囲内での真の比抵抗値は比抵抗層厚や孔径にもよるが25cmノルマル値と100cmノルマル値の間の値をとる。ここで示す比抵抗値は全て100cmノルマル値とした。

比抵抗曲線の示徴より本孔の比抵抗層を8層(仮称I~VIII)に区分した。その各層の特徴は次の通りである。

① I層 深度:34~182m 比抵抗:340~1,050 Ω -m

本層の比抵抗は概ね340~1,050 Ω -mにあり、本孔全体の中では比較的風化の進んだ層である。特に凹状の低比抵抗を示す箇所は以下の通りである。

- a. 70~74m (70 Ω -m)
- b. 90~93m (240 Ω -m)

② II層 深度:182~287m 比抵抗:90~300 Ω -m

本層の比抵抗は概ね90~300 Ω -mにあり、本孔全体の中では最も低い比抵抗を示す層で、特に低比抵抗を示す箇所は以下の通りである。

- a. 182~201m (40~125 Ω -m)

③ III層 深度:287~374m 比抵抗:900~1,370 Ω -m

本層の比抵抗は概ね900~1,370 Ω -mにあり、本孔全体の中では中比抵抗層である。特に凹状の低比抵抗を示す箇所は以下の通りである。

- a. 313~314m (570 Ω -m)
- b. 322~323m (760 Ω -m)

④ IV層 深度:374~517m 比抵抗:1,900~2,800 Ω -m

本層の比抵抗は概ね1,900~2,800 Ω -mにあり、本孔全体の中では中~高比抵抗層である。特に凹状の低比抵抗を示す箇所は以下の通りである。

- a. 404~420m (800~1,250 Ω -m)
- b. 488m (1,200 Ω -m)
- c. 497~498m (800~1,200 Ω -m)

⑤V層 深度:517~630m 比抵抗:500~2,000Ω-m

本層の比抵抗は概ね500~2,000Ω-mにあり、本層はⅢ層とほぼ同程度の比抵抗を示す層である。特に凹状の低比抵抗を示す箇所は以下の通りである。

- a. 517~519m (350Ω-m)
- b. 530~532m (350Ω-m)

⑥VI層 深度:630~787m 比抵抗:2,000~3,100Ω-m

本層の比抵抗は概ね2,000~3,100Ω-mにあり、本層はIV層とほぼ同程度の比抵抗を示す層である。特に凹状の低比抵抗を示す箇所は以下の通りである。

- a. 704~729m (800~1,350Ω-m)
- (705~707m) (800Ω-m)

⑦VII層 深度:787~955m 比抵抗:3,500~5,000Ω-m

本層の比抵抗は概ね3,500~5,000Ω-mにあり、本層は本孔の中で最も高い比抵抗を示す層である。特に凹状の低比抵抗を示す箇所は以下の通りである。

- a. 844~846m (1,300Ω-m)
- b. 849~850m (2,000Ω-m)
- c. 908~910m (3,200Ω-m)
- d. 919~921m (2,100Ω-m)

⑧VIII層 深度:955~1,310m 比抵抗:1,500~3,000Ω-m

本層の比抵抗は概ね1,500~3,000Ω-mにあり、本層は全体的に割れ目の良く発達した層である。特に凹状の低比抵抗を示す箇所は以下の通りである。

- a. 955~973m (500~900Ω-m)
- b. 1,007~1,008m (900Ω-m)
- c. 1,061~1,063m (500Ω-m)
- d. 1,084~1,086m (700Ω-m)
- e. 1,089~1,091m (800Ω-m)
- f. 1,134~1,151m (500~800Ω-m)
- g. 1,165~1,168m (500Ω-m)
- h. 1,247~1,273m (200~500Ω-m)
- (1,258~1,259m) (200Ω-m)

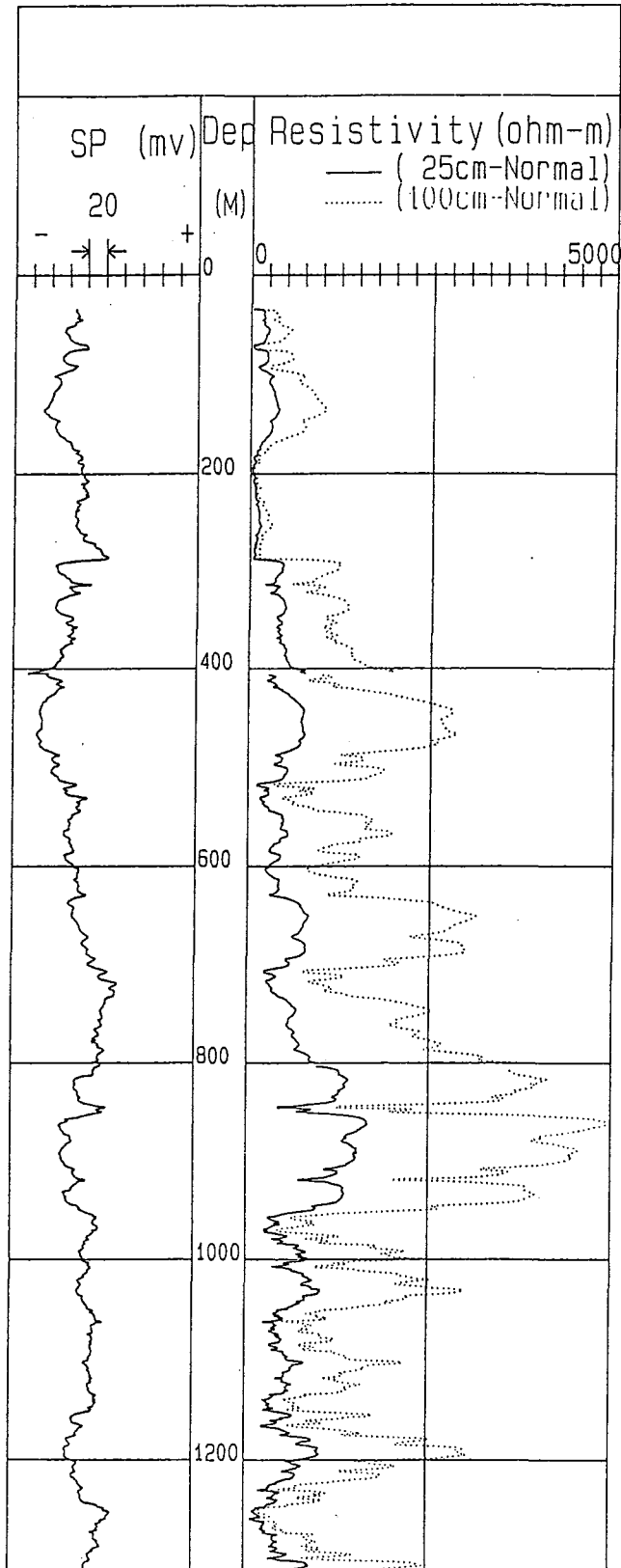


図-3 電気検層柱状図

本孔の自然電位は全体で約±80mvの振れを示す。比抵抗値と自然電位は良く対応しており、低比抵抗～+SP値の関係が見られる。これは、低比抵抗箇所（割れ目箇所）における掘削泥水と地層水の塩分濃度差に起因するものである。そのSPの振れの異常箇所は上記した凹状の低比抵抗を示す箇所でもある。

4. 3 ガンマー線検層 (図-4)

本孔の自然放射能は50～290APIの範囲にあり、異常箇所を除けば概ね100～130APIが平均的な値である。この平均的な値以外の異常箇所の深度とその特徴は以下の通りである。

①深度:34～90m

当箇所は概ね160APIを示し、平均的な値より30～60API高い。これは岩種が多少下位層と異なるものと思われる。この層の中で深度70～74mに50APIと低い箇所がある。温度、比抵抗、速度等の異常箇所でもあり地下水層に対応するものと思われる。

②深度:180～233m

当深度は数箇所150～260APIのピーク状の異常箇所があり、此の深度は非常に風化、亀裂の発達した低比抵抗層でもある。これらの異常ピーク箇所は岩脈によるものと考えられる。従ってこれらの岩脈に沿って風化も進んだものと考えられる。

③深度:800～910m

当深度は上下層より40～70API高めの140～200APIを示す。当深度区間は本孔の中で最も比抵抗の高い層でもあり、岩種が多少上下層と異なるものと思われる。当深度区間の中で深度844～846mにて上下層より低い区間があり破碎箇所と一致する。

④深度:1,155～1,162m

当深度は本孔で最も高い290APIを示す箇所である。岩種が異なるものと思われる。

⑤深度:1,220～1,310m

当深度は全体的に140～170APIと高い値を示す。当深度区間は非常に亀裂の発達した区間でもある。

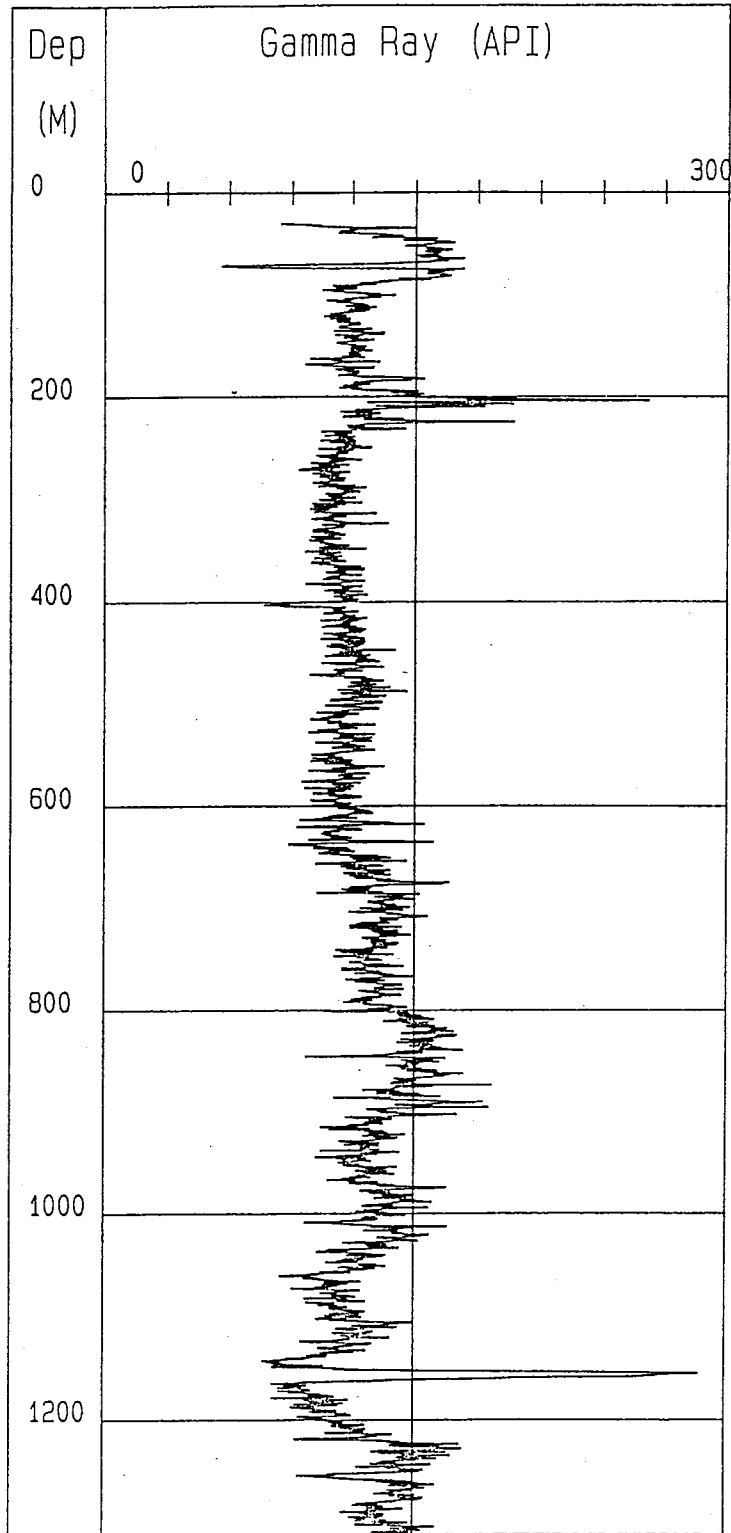


図-4 ガンマー線検層柱状図

4. 4 中性子検層 (図-5)

中性子検層は中性子カウント数よりキャリブレーションカーブを用いて中性子孔隙率として求めた。

本孔の中性子孔隙率は3～42%の範囲にあり、P波速度同様287mを境に概ね287m以浅の10%以上と10%以下の層にわかれる。

層区分は他の検層区分同様8層(仮称Ⅰ～Ⅷ)に区分した。

①Ⅰ層 深度:34～182m 孔隙率:8～42%

本層の孔隙率は平均的には10～20%が主体であるが、特に孔隙率の大きい箇所は以下の通りである。

- a. 60m以浅 (20～30%)
- b. 70～74m (42%)
- c. 90～93m (27%)

②Ⅱ層 深度:182～287m 孔隙率:14～39%

本層は、本孔全体の中では最も大きい孔隙率を示す層で平均的には20%にもなる。特に孔隙率の大きい箇所は以下の通りである。

- a. 182～208m (23～39%)

③Ⅲ層 深度:287～374m 孔隙率:7～19%

本層の孔隙率はベースとしては7～10%であるが、304m、307m、313m、322m、344m～350m、355m、362m～374m付近に15～19%を示すものがある。

④Ⅳ層 深度:374～517m 孔隙率:7～22%

本層の孔隙率はⅢ層よりはやや大きめであるが、平均的には7～11%である。特に孔隙率の大きい箇所は以下の通りである。

- a. 400～420m (20～22%)
- b. 497m (20%)

⑤Ⅴ層 深度:517～630m 孔隙率:7～24%

本層はさらにⅣ層よりやや孔隙率の大きい(亀裂が発達)箇所が存在する。平均的には7～13%である。特に孔隙率の大きい箇所は以下の通りである。

- a. 517～519m (23%)
- b. 530～532m (24%)
- c. 592～612m (15～21%)

⑥VI層 深度:630~787m 孔隙率:4~23%

本層の孔隙率は一部を除いて4~10%を示す。特に孔隙率の大きい箇所は以下の通りである。

- a. 706m (23%)
- b. 713~717m (17%)

⑦VII層 深度:787~955m 孔隙率:3~18%

本層は本孔の中で最も孔隙率の小さい層で、一部を除いて3~7%と安定している。特に孔隙率の大きい箇所は以下の通りである。

- a. 844~846m (18%)
- b. 849~850m (10%)
- c. 874~882m (10%)
- d. 908~910m (12%)
- e. 919~921m (12%)

⑧VIII層 深度:955~1,310m 孔隙率:4~18%

本層の孔隙率はVII層よりやや大きめで、一部を除いて平均的に4~8%である。特に孔隙率の大きい箇所は以下の通りである。

- a. 955m (18%)
- b. 965~973m (18%)
- c. 1,061~1,063m (13%)
- d. 1,089~1,091m (10%)
- e. 1,134~1,151m (10~13%)
- f. 1,165~1,168m (16%)
- g. 1,172~1,174m (10%)
- h. 1,228m (10%)
- i. 1,249m (13%)
- j. 1,257m (17%)

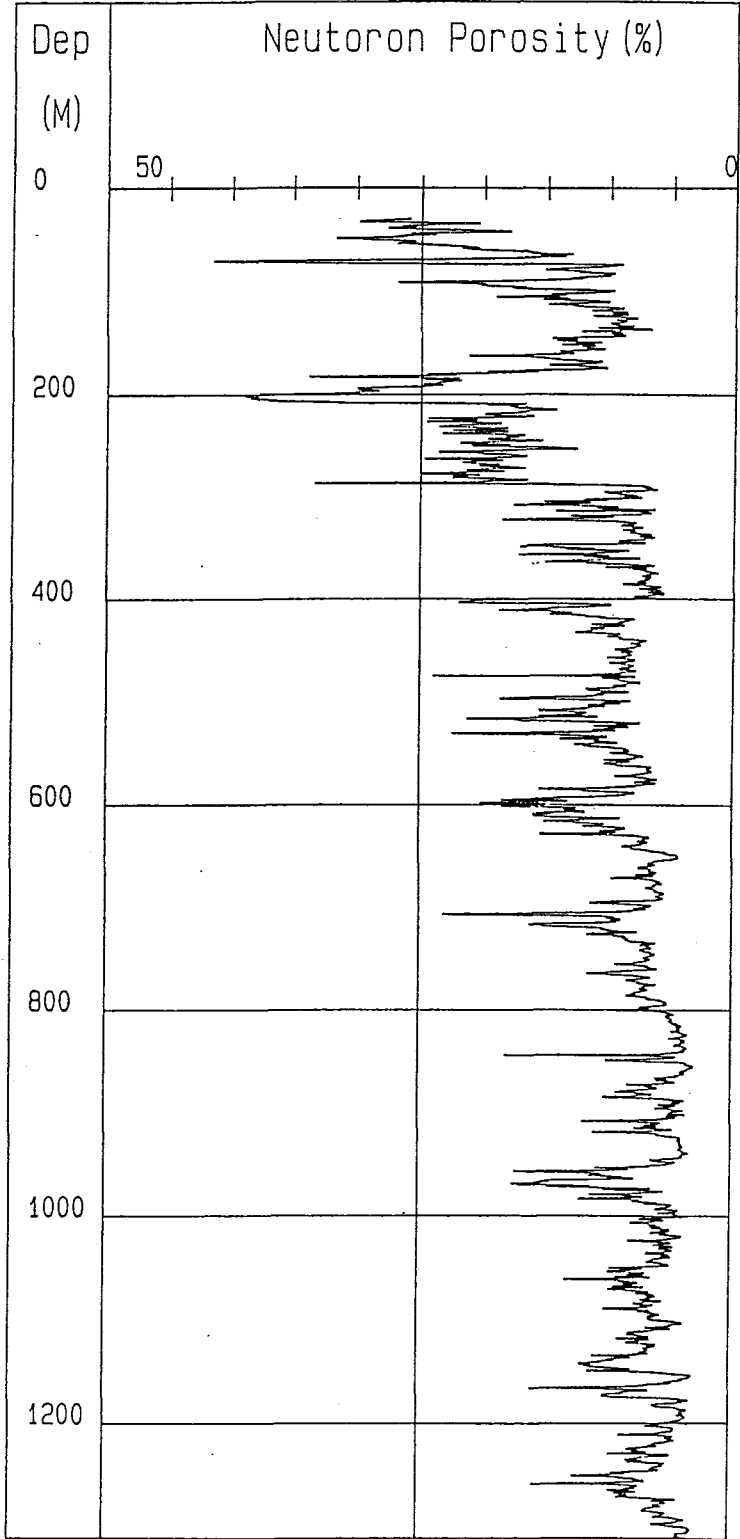


图-5 中性子檢層柱状图

4. 5 密度検層 (図-6)

本孔の密度は $2.02\sim 2.71\text{g}/\text{cm}^3$ の範囲にあり、平均的には $2.6\text{g}/\text{cm}^3$ 前後の値を示している。密度は中性子孔隙率と良い相関を示し、P波速度、中性子孔隙率同様287mを境に概ね上層の $2.6\text{g}/\text{cm}^3$ 以下と下層の $2.6\text{g}/\text{cm}^3$ 以上に分けられる。

層区分は他の検層区分同様8層(仮称Ⅰ～Ⅷ)に区分した。

①Ⅰ層 深度:34～182m 密度: $2.20\sim 2.60\text{g}/\text{cm}^3$

本層は概ね100m以浅の $2.4\sim 2.5\text{g}/\text{cm}^3$ と100m以深の $2.5\sim 2.6\text{g}/\text{cm}^3$ の層に分けられる。この内 $2.4\text{g}/\text{cm}^3$ 以下を示すものは以下の通りである。

- a. 70～74m ($2.18\text{g}/\text{cm}^3$)
- b. 90～93m ($2.32\text{g}/\text{cm}^3$)

②Ⅱ層 深度:182～287m 密度: $2.20\sim 2.55\text{g}/\text{cm}^3$

本層は、本孔全体の中では最も小さい密度を示す層で182～208mの $2.20\sim 2.40\text{g}/\text{cm}^3$ の低密度層を除けば平均的に $2.40\sim 2.55\text{g}/\text{cm}^3$ である。

③Ⅲ層 深度:287～374m 密度: $2.50\sim 2.65\text{g}/\text{cm}^3$

本層は部分的 $2.55\text{g}/\text{cm}^3$ を示す箇所もあるが平均的には $2.55\sim 2.65\text{g}/\text{cm}^3$ に分布する。著しく密度の小さい箇所は以下の通りである。

- a. 287m ($2.24\text{g}/\text{cm}^3$)

④Ⅳ層 深度:374～517m 密度: $2.50\sim 2.66\text{g}/\text{cm}^3$

本層の密度も比較的Ⅲ層と同様な傾向を示す。著しく密度の小さい箇所は以下の通りである。

- a. 404m ($2.35\text{g}/\text{cm}^3$)

⑤Ⅴ層 深度:517～630m 密度: $2.34\sim 2.61\text{g}/\text{cm}^3$

本層はさらにⅣ層より全体に密度が小さく大略的には $2.50\sim 2.60\text{g}/\text{cm}^3$ である。特に密度の小さい箇所は以下の通りである。

- a. 535m ($2.34\text{g}/\text{cm}^3$)
- b. 595m ($2.40\text{g}/\text{cm}^3$)
- c. 598m ($2.43\text{g}/\text{cm}^3$)
- d. 616m ($2.45\text{g}/\text{cm}^3$)

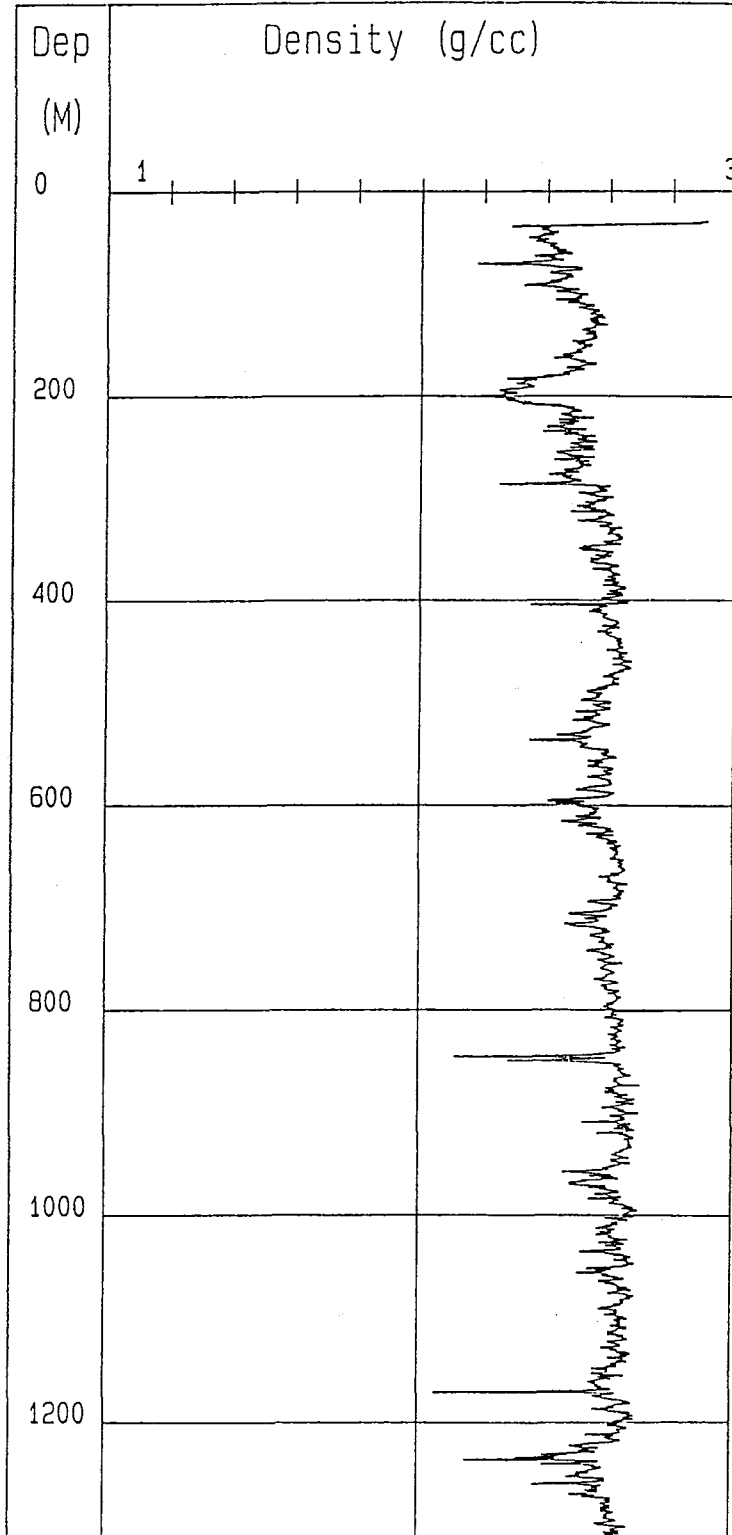


图-6 密度檢層柱状图

⑥VI層 深度:630~787m 密度:2.48~2.66g/cm³

本層の密度は一部を除いて2.60~2.66g/cm³と比較的大きい値である。特に密度の小さい箇所は以下の通りである。

- a. 706m (2.48g/cm³)
- b. 713~717m (2.48g/cm³)

⑦VII層 深度:787~955m 密度:2.10~2.70g/cm³

本層は本孔の中で最も密度の大きい層で、一部を除いて2.63~2.68g/cm³が主体である。特に密度の小さい箇所は以下の通りである。

- a. 844~846m (2.10g/cm³)
- b. 849~850m (2.28g/cm³)

⑧VIII層 深度:955~1,310m 密度:2.02~2.69g/cm³

本層も一部を除いて比較的2.60~2.69g/cm³と大きい値である。特に密度の小さい箇所は以下の通りである。

- a. 956~958m (2.46g/cm³)
- b. 966~972m (2.48g/cm³)
- c. 1,036m (2.52g/cm³)
- d. 1,051m (2.54g/cm³)
- e. 1,056m (2.51g/cm³)
- g. 1,172~1,174m (2.02g/cm³)
- g. 1,220~1,272m (2.13~2.60g/cm³)

4. 6 音波検層 (図-7)

音波検層結果は音波の走行時間より孔径補正した後P波速度として求めた。本孔のP波速度は2.0~5.5km/secの範囲にあり、比抵抗値と良く対応している。P波速度は概ね深度287mを境に上層の4km/sec以下と4km/sec以上の層にわかれる。

速度層区分は比抵抗層区分と同様8層(仮称I~VIII)に区分し、そのP波速度とインテンシティより割れ目の状態の特徴を次に示す。

①I層 深度:34~182m P波速度:2.5~3.5km/sec

本層のP波速度は概ね2.5~3.5km/secの範囲にあり、部分的に割れ目の発達した地層である。特に凹状の低速度を示す箇所は、低比抵抗箇所と同様である。

a. 70~74m (2.0km/sec)

b. 90~93m (2.3km/sec)

②II層 深度:182~287m P波速度:2.0~4.0km/sec

本層のP波速度は概ね2.0~4.0km/secの範囲にあり、その内さらに2層にわけられる。それは、深度182~201mの2.0~2.3km/secの軟岩層と深度182~287mの2.5~4.0km/secの非常に割れ目の発達した変化の激しい速度層である。

③III層 深度:287~374m P波速度:4.0~5.0km/sec

本層のP波速度は概ね4.0~5.0km/secの範囲にあり、平均的には4.5km/sec程度である。比抵抗同様2箇所に凹状の低速度がある

a. 313~314m (2.8km/sec)

b. 322~323m (3.5km/sec)

④IV層 深度:374~517m P波速度:4.3~5.0km/sec

本層のP波速度は概ね4.3~5.0km/secの範囲にあり、平均的には4.7km/sec程度である。凹状の低速度箇所は以下の通りである。

a. 404~420m (3.9~4.7km/sec)

b. 497~498m (4.0km/sec)

⑤V層 深度:517~630m P波速度:4.0~5.1km/sec

本層のP波速度は概ね4.0~5.1km/secの範囲にあり、平均的には4.5km/sec程度である。IV層に較べて割れ目の発達した層である。特に割れ目の発達した箇所は以下の通りである。

a. 517~519m (3.7km/sec)

b. 524~525m (3.5km/sec)

c. 530~532m (3.2km/sec)

d. 598~600m (3.7km/sec)

⑥VI層 深度:630~787m P波速度:4.5~5.1km/sec

本層のP波速度は概ね4.5~5.1km/secの範囲にあり、平均的には4.7km/sec程度である。比較的割れ目の少ない層で、特に著しい破碎箇所は2箇所に見られる。

a. 705~707m (3.6km/sec)

b. 715~717m (3.5km/sec)

⑦Ⅶ層 深度:787~955m P波速度:4.7~5.5km/sec

本層のP波速度は概ね4.7~5.5km/secの範囲にあり、平均的には5.0km/sec程度である。比較的割れ目の少ない層で、本孔で最も大きい速度層である。特に著しい破碎箇所は4箇所に見られる。

- a. 844 ~846m (3.6km/sec)
- b. 849 ~850m (4.0km/sec)
- c. 908 ~910m (3.9km/sec)
- d. 919 ~921m (3.6km/sec)

⑧Ⅷ層 深度:955~1310m P波速度:4.0~5.5km/sec

本層のP波速度は概ね4.0~5.5km/secの範囲にあり、平均的には4.5km/sec程度である。全体的に割れ目が発達している。破碎箇所は随所にみられるが、特に著しい破碎箇所は以下の通りである。

- a. 955 ~ 985m (3.0~4.5km/sec)
- b. 1,007 ~1,008m (2.7km/sec)
- c. 1,061 ~1,063m (3.3km/sec)
- d. 1,084 ~1,086m (3.4km/sec)
- e. 1,089 ~1,091m (3.5km/sec)
- f. 1,134 ~1,151m (3.3~4.3 km/sec)
- g. 1,160 ~1,161m (3.6km/sec)
- h. 1,165 ~1,168m (3.2km/sec)
- i. 1,230m(3.6km/sec)、1,237m(3.4km/sec) 、1,243m(3.6 km/sec)
- j. 1,247 ~1,253m (2.9~4.0km/sec)
- k. 1,257 ~1,261m (2.6km/sec)
- l. 1,270m(3.2km/sec)、1,289m(3.5km/sec) 、1,296m(3.3 km/sec)

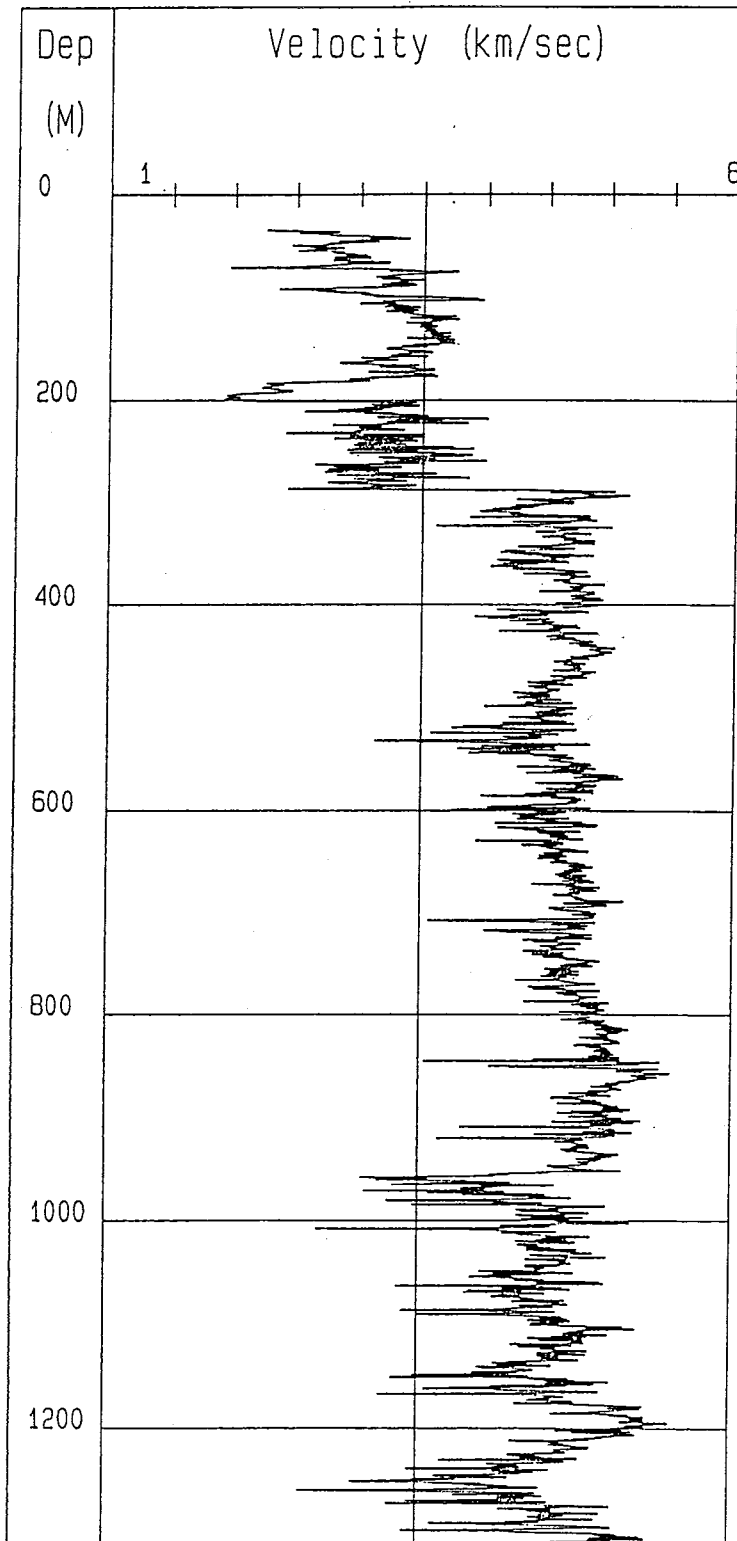


图-7 音波檢層柱状图

4. 7 孔径検層 (図-8)

掘削孔径は33m~405mまで7⁵/₈吋(194mm), 405m~801mまで5⁵/₈吋(143mm), 810m~1310mまで101mmである。

孔径は全体的に比較的安定している。孔径の拡大箇所を以下に示す。

深度 (m)	平均孔径(mm)	孔径拡大値(最大mm)
30 ~ 40	200	42
276 ~ 287	"	18
404 ~ 406	150	46
536 ~ 539	"	25
842 ~ 852	100	70
918	"	10
964 ~ 970	"	18
993 ~ 995	"	15
1028 ~1038	"	28
1050 ~1057	"	15
1165 ~1168	"	75
1230 ~1242	"	40
1258	"	26

4. 8 孔井傾斜測定

孔井傾斜測定結果を表-8に示す。

表-7 孔井方位・傾斜(イーストマン)記録一覧表

深度 (m)	傾斜 (度)	方位
50	0.0	—
100	0.3	N50E
150	0.9	N48E
200	0.8	N42E
250	1.0	N40E
300	1.5	N55E
350	2.0	N42E
400	2.0	N75E
450	1.5	N68E
500	1.0	N25E
550	1.0	N10E
600	2.0	N37W
650	2.0	N40W
700	2.6	N38W
750	4.0	N18W
800	4.3	N16W
900	3.0	N23W
1000	2.5	N45W
1100	2.3	N44W
1200	3.0	N23E
1300	3.0	N25E

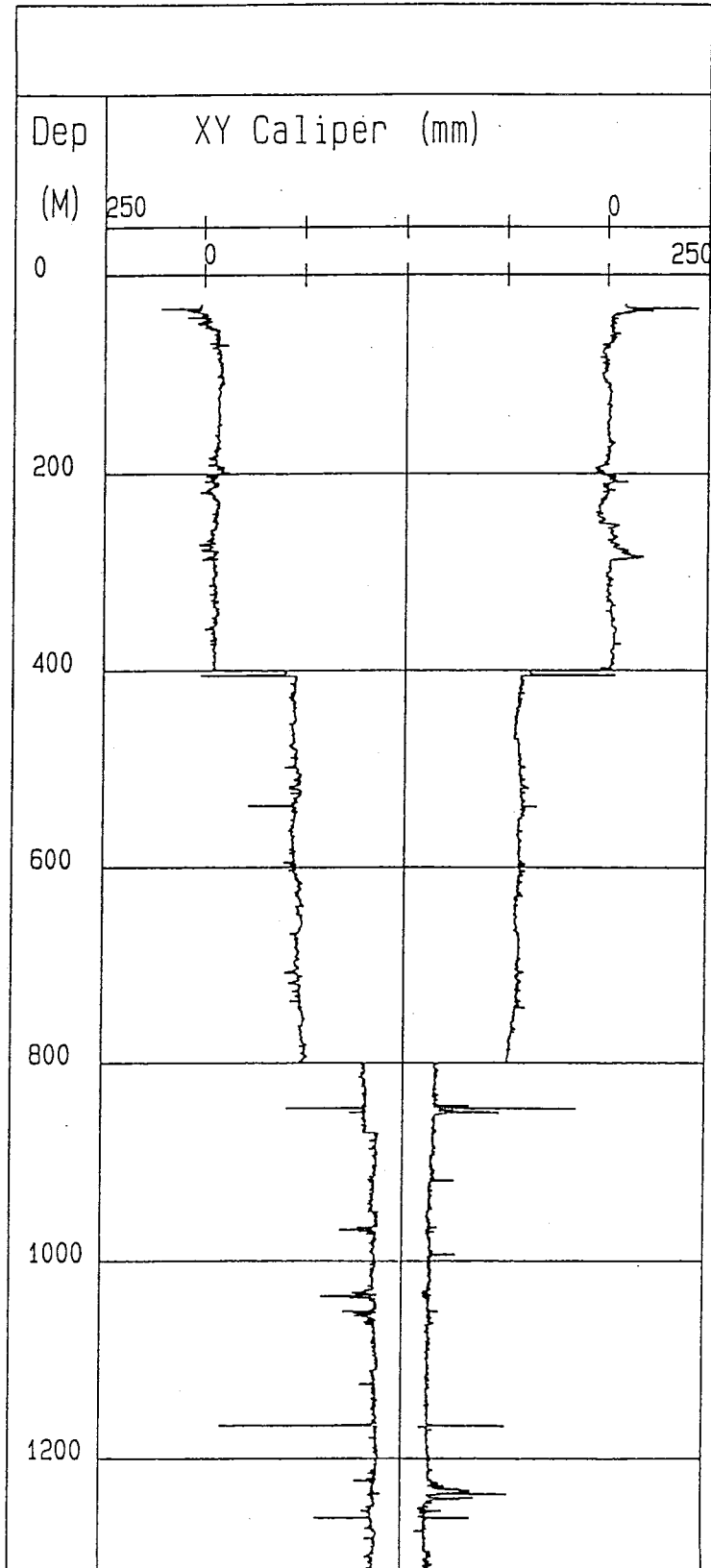


图-8 孔径检层柱状图

4. 9 ボアホールテレビュアー (BHTV)

ボアホールテレビュアーは800m以深部についてのみ測定した。

BHTVによるフラクチャー解析はBHTVの測定深度を基準にしBHTVの孔壁写真より肉眼で読み取り可能なものをピックアップした。ただし連続性の無いもの、破碎帯などの細かいフラクチャーが集中している不明瞭なものを除いた。

読み取ったフラクチャーを、その明瞭度により下記の3ランクに分類した。

Fair : 明瞭

Good : 明瞭明瞭

Poor : 不明瞭

また、フラクチャーの傾斜角(Dip)は下図に示す様に

Az : フラクチャー方位 (Azimuth)

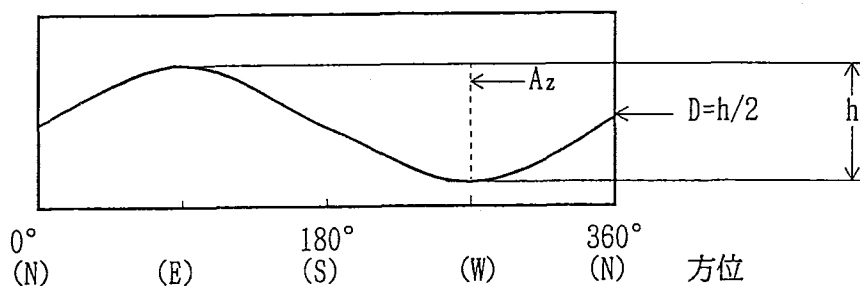
D : 深度 (Depth)

h : フラクチャーの高さ (Height)

を読み取り、その後 $Dip = \tan^{-1}(h/d)$ の式より算出する。

ただし、孔径(d)は101mmとした。

また、走向方位(Strike)は傾斜方位(Direct)と直交する方位として計算した。



本解析では、BHTVの結果を上記の手順で解析し、解析結果をもとに以下の表および図を作成した。

- ① フラクチャーの走向、傾斜の読み取り結果。(表-9~16)
- ② フラクチャー密度プロット。(図-9)
 - * 深度1m当たりのフラクチャーの数を示す柱状図
- ③ 傾斜角と方位のアロープロット。(図-10)
 - * フラクチャーの方位と傾斜を示す柱状図

④ ポーラープロット。(図-11)

* フラクチャの方位と傾斜を示す分布図

フラクチャーの傾斜角は800m～955m間で70～80°が卓越するのに対して955m以下では50～90°でバラツク傾向が見られる。又、傾斜の落ちの方向は955m以下ではE落ち(NS走向)が卓越していて、955m以上ではWS落ちが少ない傾向があるが特に卓越する方向はない。これは955m以下のフラクチャーの少ない岩盤とそれ以上のフラクチャーの非常に発達した区間と非常に調和的である。

FRACTURE DENSITY PLOT

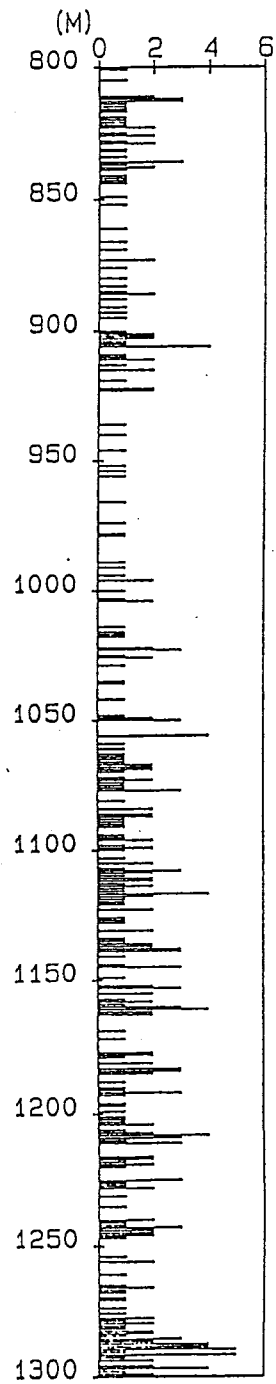


図-9 フラクチャー密度プロット柱状図

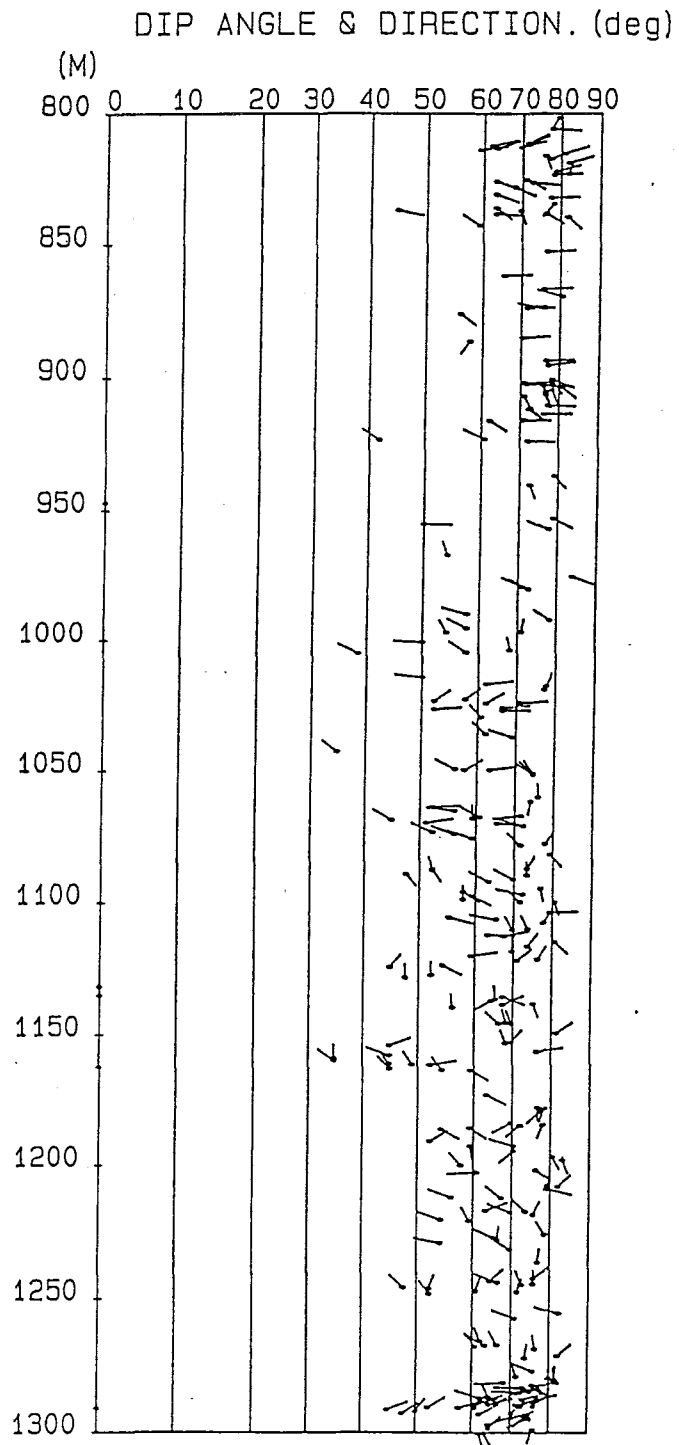
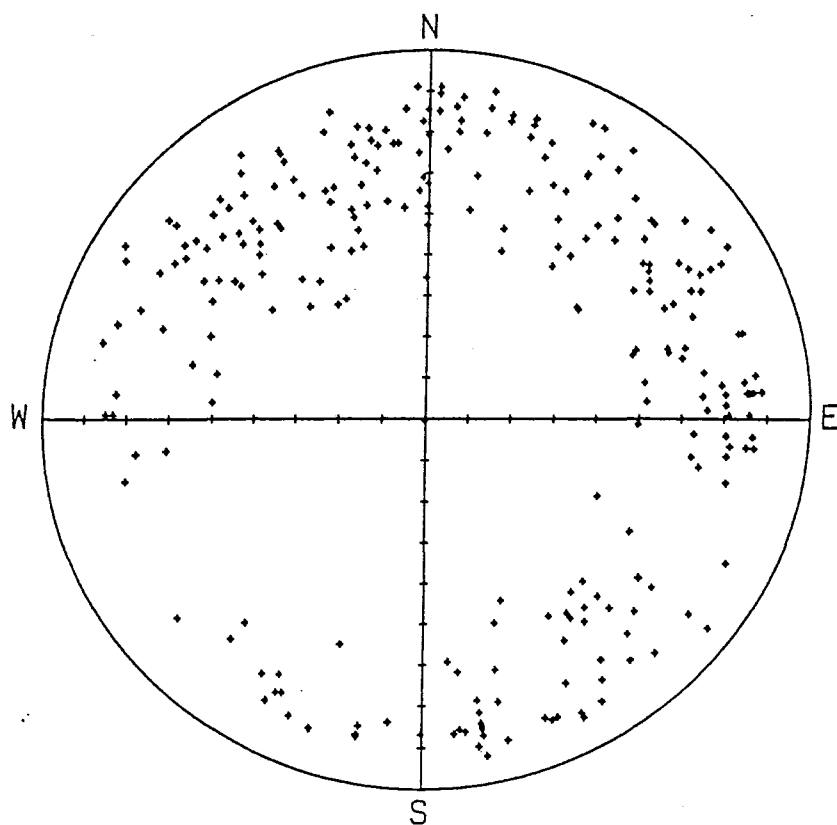


図-10 傾斜角と方位のアロープロット柱状図

FREQUENCY PLOT.



☒-11 ポーラープロット☒

表-8 フラクチャの走向・傾斜解析結果一覧表

Well Name : YASAKA

No.	Depth (m)	Azimuth (Deg)	Height (cm)	Direct (Deg)	Dip (Deg)	Strike (Deg)	Grade
1	801.53	199	53	S19W	79	S71E	Fair
2	805.86	95	46	S85E	78	N 5E	Good
3	811.32	47	30	N47E	71	N43W	Fair
4	811.93	48	30	N48E	71	N42W	Poor
5	812.30	64	19	N64E	62	N26W	Poor
6	812.53						Poor
7	812.65						Poor
8	813.00	63	27	N63E	69	N27W	Poor
9	813.20						Poor
10	813.45	55	20	N55E	63	N35W	Poor
11	814.00	74	17	N74E	59	N16W	Poor
12	815.45	55	63	N55E	81	N35W	Good
13	816.35	169	40	S11E	76	N79E	Good
14	817.41	51	45	N51E	77	N39W	Poor
15	819.00	59	71	N59E	82	N31W	Fair
16	820.94	127		S53E		N37E	Poor
17	821.30	180		S 0		90E	Poor
18	822.20	61	50	N61E	79	N29W	Fair
19	823.18	11	70	N11E	82	N79W	Fair
20	823.60	82	48	N82E	78	N 8W	Fair
21	825.40	137	29	S43E	71	N47E	Good
22	826.04	127	20	S53E	63	N37E	Poor
23	826.47	102	32	S78E	72	N12E	Poor
24	828.27	133	25	S47E	68	N43E	Good
25	829.48						Poor
26	829.73						Poor
27	831.00	127	20	S53E	63	N37E	Fair
28	832.31	85	45	N85E	77	N 5W	Fair
29	834.55	203	48	S23W	78	S67E	Poor
30	836.10	148	20	S32E	63	N58E	Good
31	836.14						Poor
32	836.90	114	10	S66E	45	N24E	Poor
33	837.18	169	27	S11E	69	N79E	Fair
34	838.30	98	20	S82E	63	N 8E	Poor
35	838.30	140	41	S40E	76	N50E	Poor
36	839.60	152	70	S28E	82	N62E	Fair
37	841.92						Poor
38	842.80	324	17	N36W	59	S54W	Fair
39	843.53						Poor
40	844.90						Poor
41	849.90						Poor
42	852.65	85	42	N85E	76	N 5W	Poor
43	861.70	85	22	N85E	65	N 5W	Poor
44	866.70	85	40	N85E	76	N 5W	Poor
45	869.40	299	60	N61W	80	S29W	Fair
46	873.50	288	40	N72W	76	S18W	Poor
47	873.70	89	30	N89E	71	N 1W	Poor
48	876.00	148	15	S32E	56	N58E	Fair
49	880.72						Poor
50	883.60	89		N89E		N 1W	Poor

表-9 フラクチャの走向・傾斜解析結果一覧表

Well Name : YASAKA

No.	Depth (m)	Azimuth (Deg)	Height (cm)	Direct (Deg)	Dip (Deg)	Strike (Deg)	Grade
51	885.00	83	28	N83E	70	N 7W	Fair
52	886.27	199	16	S19W	58	S71E	Poor
53	886.63						Poor
54	888.35						Poor
55	891.10						Poor
56	893.60	85	42	N85E	76	N 5W	Fair
57	895.30	74	44	N74E	77	N16W	Good
58	900.58	127	48	S53E	78	N37E	Poor
59	901.40	158	48	S22E	78	N68E	Poor
60	901.70	87	29	N87E	71	N 3W	Poor
61	902.10	97	30	S83E	71	N 7E	Poor
62	902.80	95	40	S85E	76	N 5E	Poor
63	903.00	173	40	S 7E	76	N83E	Fair
64	903.25	148	60	S32E	80	N58E	Poor
65	904.40	169	48	S11E	78	N79E	Poor
66	905.10	172	42	S 8E	76	N82E	Poor
67	906.20	169	42	S11E	76	N79E	Poor
68	906.20						Poor
69	906.67	165	29	S15E	71	N75E	Poor
70	906.86						Poor
71	909.57						Poor
72	910.21	93	44	S87E	77	N 3E	Good
73	911.17	152	32	S28E	72	N62E	Fair
74	911.56	144	31	S36E	72	N54E	Fair
75	913.38	89	41	N89E	76	N 1W	Good
76	915.65	93	29	S87E	71	N 3E	Fair
77	915.84	142	19	S38E	62	N52E	Poor
78	919.75	319		N41W		S49W	Fair
79	922.78						Poor
80	922.81	315	18	N45W	61	S45W	Poor
81	923.11	324	9	N36W	42	S54W	Fair
82	923.40	95	31	S85E	72	N 5E	Poor
83	936.70	156	52	S24E	79	N66E	Poor
84	940.00	169	32	S11E	72	N79E	Poor
85	946.80	0	0	N 0	0	N90	Poor
86	952.70	136	51	S44E	79	N46E	Poor
87	954.90	91	12	S89E	50	N 1E	Fair
88	956.60	309	46	N51W	78	S39W	Good
89	974.80	127	95	S53E	84	N37E	Poor
90	978.70	315	29	N45W	71	S45W	Good
91	979.50	318	32	N42W	72	S48W	Poor
92	989.40	300	16	N60W	58	S30W	Good
93	991.70	326	48	N34W	78	S56W	Fair
94	994.90	318	16	N42W	58	S48W	Good
95	996.40	6	29	N 6E	71	N84W	Poor
96	966.60	350	14	N10W	54	S80W	Poor
97	996.70	345	14	N15W	54	S75W	Poor
98	1000.40	275	12	N85W	50	S 5W	Fair
99	1003.50	354	25	N 6W	68	S84W	Poor
100	1004.30	324	16	N36W	58	S54W	Fair

表-10 フラクチャの走向・傾斜解析結果一覧表

Well Name : YASAKA

No.	Depth (m)	Azimuth (Deg)	Height (cm)	Direct (Deg)	Dip (Deg)	Strike (Deg)	Grade
101	1004.70	316	8	N44W	38	S46W	Fair
102	1014.06	283	12	N77W	50	S13W	Poor
103	1016.60	76	19	N76E	62	N14W	Fair
104	1017.30	11	46	N11E	78	N79W	Good
105	1018.70	15	44	N15E	77	N75W	Good
106	1022.45	32	16	N32E	58	N58W	Fair
107	1022.70	30		N30E		N60W	Poor
108	1023.10	36	13	N36E	52	N54W	Fair
109	1023.70	85	29	N85E	71	N 5W	Fair
110	1023.90	40	19	N40E	62	N50W	Fair
111	1025.60	80	23	N80E	66	N10W	Fair
112	1026.30	80	13	N80E	52	N10W	Fair
113	1026.70	88	23	N88E	66	N 2W	Fair
114	1029.30	337	18	N23W	61	S67W	Fair
115	1035.70	332	19	N28W	62	S62W	Fair
116	1036.80	305	26	N55W	69	S35W	Good
117	1042.30	328	7	N32W	35	S58W	Fair
118	1048.98	316	15	N44W	56	S46W	Fair
119	1049.20	74	20	N74E	63	N16W	Poor
120	1049.25	40	16	N40E	58	N50W	Poor
121	1050.52	341	36	N19W	74	S71W	Poor
122	1050.67	332	36	N28W	74	S62W	Poor
123	1050.95	324	36	N36W	74	S54W	Poor
124	1056.15	180		S 0		90E	Poor
125	1056.25	180		S 0		90E	Poor
126	1056.39	180		S 0		90E	Poor
127	1056.61	180		S 0		90E	Poor
128	1059.50	0	40	N 0	76	N90	Fair
129	1061.15	186	35	S 6W	74	S84E	Fair
130	1063.20	85	13	N85E	52	N 5W	Good
131	1064.70	284	15	N76W	56	S14W	Good
132	1065.20						Poor
133	1066.60	258	30	S78W	71	S12E	Fair
134	1067.10	320	18	N40W	61	S50W	Good
135	1067.57	359	17	N 1W	59	S89W	Good
136	1068.16	320	10	N40W	45	S50W	Good
137	1068.75	305		N55W		S35W	Poor
138	1069.25	72	13	N72E	51	N18W	Fair
139	1069.38	100	22	S80E	65	N10E	Good
140	1070.27	300	31	N60W	72	S30W	Poor
141	1072.80	313	13	N47W	52	S43W	Good
142	1073.48	307	15	N53W	56	S37W	Poor
143	1073.60						Poor
144	1074.23		13		52		Poor
145	1075.17	305	17	N55W	59	S35W	Poor
146	1076.22	51		N51E		N39W	Poor
147	1077.20	19	47	N19E	78	N71W	Fair
148	1077.51	15		N15E		N75W	Poor
149	1077.70	332	30	N28W	71	S62W	Fair
150	1081.30	157	53	S23E	79	N67E	Fair

表-11 フラクチャの走向・傾斜解析結果一覧表

Well Name : YASAKA

No.	Depth (m)	Azimuth (Deg)	Height (cm)	Direct (Deg)	Dip (Deg)	Strike (Deg)	Grade
151	1084.06						Poor
152	1084.53		10		45		Fair
153	1086.61	19	33	N19E	73	N71W	Fair
154	1086.89	161	13	S19E	52	N71E	Fair
155	1087.30	354	13	N 6W	52	S84W	Good
156	1087.64						Poor
157	1088.77	157	11	S23E	47	N67E	Poor
158	1089.06	359	33	N 1W	73	S89W	Poor
159	1090.70	318	27	N42W	69	S48W	Good
160	1091.53	316	20	N44W	63	S46W	Poor
161	1094.10	174	43	S 6E	77	N84E	Poor
162	1095.40	144	16	S36E	58	N54E	Fair
163	1096.27	292	31	N68W	72	S22W	Fair
164	1096.97	136	17	S44E	59	N46E	Poor
165	1098.30	0	16	N 0	58	N90	Poor
166	1099.27	332	30	N28W	71	S62W	Poor
167	1099.27	170	60	S10E	80	N80E	Fair
168	1100.68	180		S 0		90E	Poor
169	1103.30	85	53	N85E	79	N 5W	Poor
170	1105.17	119	15	S61E	55	N29E	Poor
171	1105.83	290	22	N70W	65	S20W	Poor
172	1107.04	19	46	N19E	78	N71W	Fair
173	1108.34						Poor
174	1108.58						Poor
175	1108.95						Poor
176	1109.49	347	34	N13W	73	S77W	Good
177	1109.81	345	27	N15W	69	S75W	Fair
178	1110.68						Poor
179	1111.15						Poor
180	1111.72	93	20	S87E	63	N 3E	Fair
181	1112.14	68	24	N68E	67	N22W	Poor
182	1112.48						Poor
183	1113.07						Poor
184	1114.37	152	61	S28E	81	N62E	Poor
185	1114.86						Poor
186	1115.86	23	34	N23E	73	N67W	Fair
187	1116.15						Poor
188	1117.03						Poor
189	1117.15	0		N 0		N90	Poor
190	1117.25						Poor
191	1117.92	0	27	N 0	69	N90	Fair
192	1118.21	75		N75E		N15W	Poor
193	1118.34						Poor
194	1119.58	73	17	N73E	59	N17W	Poor
195	1120.70	19	41	N19E	76	N71W	Fair
196	1121.27	32	29	N32E	71	N58W	Good
197	1123.12	136	14	S44E	54	N46E	Fair
198	1123.81	23	10	N23E	45	N67W	Poor
199	1126.87	0	13	N 0	52	N90	Poor
200	1127.81	0	11	N 0	47	N90	Poor

表-12 フラクチャの走向・傾斜解析結果一覧表

Well Name : YASAKA

No.	Depth (m)	Azimuth (Deg)	Height (cm)	Direct (Deg)	Dip (Deg)	Strike (Deg)	Grade
201	1128.13						Poor
202	1131.25	0	0	N 0	0	N90	Poor
203	1131.74						Poor
204	1134.57	0	0	N 0	0	N90	Poor
205	1135.10	127	24	S53E	67	N37E	Good
206	1136.00	358	22	N 2W	65	S88W	Poor
207	1136.43	220	21	S40W	64	S50E	Poor
208	1137.67	169	38	S11E	75	N79E	Good
209	1137.93	49	24	N49E	67	N41W	Fair
210	1138.19		22		65		Poor
211	1138.38						Poor
212	1138.69	354		N 6W		S84W	Poor
213	1139.15	358	15	N 2W	56	S88W	Fair
214	1139.46						Poor
215	1139.60						Poor
216	1141.64						Poor
217	1144.67						Poor
218	1145.00	353	25	N 7W	68	S83W	Poor
219	1145.22	332	23	N28W	66	S62W	Poor
220	1145.38	349	27	N11W	69	S79W	Poor
221	1149.04	36	65	N36E	81	N54W	Fair
222	1152.40	23	27	N23E	69	N67W	Fair
223	1152.66	350	25	N10W	68	S80W	Fair
224	1153.63	53	10	N53E	45	N37W	Poor
225	1153.77						Poor
226	1153.93						Poor
227	1155.69	76		N76E		N14W	Poor
228	1155.83	74	41	N74E	76	N16W	Poor
229	1157.43	307	10	N53W	45	S37W	Fair
230	1158.25						Poor
231	1158.42	0	7	N 0	35	N90	Poor
232	1159.20	324	7	N36W	35	S54W	Poor
233	1160.70	341	10	N19W	45	S71W	Poor
234	1160.85	341	12	N19W	49	S71W	Poor
235	1160.97	71	13	N71E	52	N19W	Fair
236	1161.27		11		47		Poor
237	1161.53						Poor
238	1161.66						Poor
239	1161.81	0	0	N 0	0	N90	Fair
240	1162.58	337	10	N23W	45	S67W	Fair
241	1162.94	341	14	N19W	54	S71W	Poor
242	1163.05	140	17	S40E	59	N50E	Poor
243	1163.53						Poor
244	1169.62						Poor
245	1172.58	136	20	S44E	63	N46E	Poor
246	1177.21	180	42	S 0	76	90E	Fair
247	1177.54	191	49	S11W	78	S79E	Fair
248	1178.11						Poor
249	1178.69	208	44	S28W	77	S62E	Poor
250	1179.41	341		N19W		S71W	Poor

表-13 フラクチャの走向・傾斜解析結果一覧表

Well Name : YASAKA

No.	Depth (m)	Azimuth (Deg)	Height (cm)	Direct (Deg)	Dip (Deg)	Strike (Deg)	Grade
251	1181.29						Poor
252	1181.90						Poor
253	1183.11	220	27	S40W	69	S50E	Poor
254	1183.53						Poor
255	1183.80	191	47	S11W	78	S79E	Poor
256	1184.14	211	31	S31W	72	S59E	Poor
257	1184.31						Poor
258	1184.59						Poor
259	1185.07	144	17	S36E	59	N54E	Poor
260	1185.55	140	14	S40E	54	N50E	Poor
261	1188.34						Poor
262	1190.17	40	13	N40E	52	N50W	Poor
263	1191.97	303	28	N57W	70	S33W	Good
264	1192.00	174	17	W 6E	59	N84E	Poor
265	1192.55						Poor
266	1192.86						Poor
267	1193.86	208	28	S28W	70	S62E	Poor
268	1196.20	165	60	S15E	80	N75E	Fair
269	1197.40	169	83	S11E	83	N79E	Good
270	1199.41	337	16	N23W	58	S67W	Poor
271	1201.12	146	41	S34E	76	N56E	Fair
272	1202.10	263	18	S83W	61	S 7E	Good
273	1203.51	239		S59W		S31E	Poor
274	1204.11	227		S47W		S43E	Poor
275	1204.77	316		N44W		S46W	Poor
276	1206.08						Poor
277	1207.29	6	53	N 6E	79	N84W	Poor
278	1207.57	28	71	N28E	82	N62W	Poor
279	1208.11						Poor
280	1208.28	85		N85E		N 5W	Poor
281	1208.44	116	52	S64E	79	N26E	Poor
282	1208.98						Poor
283	1209.40						Poor
284	1209.48						Poor
285	1209.72						Poor
286	1210.17						Poor
287	1211.45						Poor
288	1211.62	307	15	N53W	56	S37W	Poor
289	1211.82	328	24	N32W	67	S58W	Poor
290	1216.50	53	20	N53E	63	N37W	Poor
291	1216.75	332	34	N28W	73	S62W	Poor
292	1217.14	309	27	N51W	69	S39W	Fair
293	1217.96	15	39	N15E	75	N75W	Poor
294	1218.73	59		N59E		N31W	Poor
295	1219.03	57		N57E		N33W	Poor
296	1219.90	307	14	N53W	54	S37W	Poor
297	1220.35	345	17	N15W	59	S75W	Poor
298	1225.43	343	50	N17W	79	S73W	Fair
299	1225.85						Poor
300	1225.95						Poor

表-14 フラクチャの走向・傾斜解析結果一覧表

Well Name : YASAKA

No.	Depth (m)	Azimuth (Deg)	Height (cm)	Direct (Deg)	Dip (Deg)	Strike (Deg)	Grade
301	1226.63	313	22	N47W	65	S43W	Fair
302	1227.50	4	23	N 4W	66	N86W	Fair
303	1228.19	280		N80W		S10W	Fair
304	1228.53	292	14	N68W	54	S22W	Fair
305	1231.09	322	27	N38W	69	S52W	Poor
306	1235.79	5	43	N 5E	77	N85W	Poor
307	1240.43	326		N34W		S56W	Poor
308	1240.65						Poor
309	1241.80	36	39	N36E	75	N54W	Fair
310	1242.84	30	21	N30E	64	N60W	Poor
311	1243.30	309	23	N51W	66	S39W	Good
312	1243.54						Poor
313	1243.86	2	39	N 2E	75	N88W	Fair
314	1244.09	349	32	N11W	72	S79W	Fair
315	1244.81						Poor
316	1245.12	332	11	N28W	47	S62W	Poor
317	1245.53	11	13	N11E	52	N79W	Poor
318	1246.54	11	18	N11E	61	N79W	Poor
319	1246.88	11	30	N11E	71	N79W	Poor
320	1247.48	341	13	N19W	52	S71W	Fair
321	1254.97	301	75	N59W	82	S31W	Fair
322	1256.27		28		70		Poor
323	1256.73	307	29	N53W	71	S37W	Fair
324	1261.76						Poor
325	1265.23	349	19	N11W	62	S79W	Good
326	1266.54	345	23	N15W	66	S75W	Fair
327	1266.72	320	20	N40W	63	S50W	Poor
328	1267.15	339	18	N21W	61	S69W	Fair
329	1268.00	356	41	N 4W	76	S86W	Fair
330	1270.69	30	73	N30E	82	N60W	Fair
331	1271.40	6	34	N 6E	73	N84W	Poor
332	1274.38	0		N 0		N90	Poor
333	1276.27	309	39	N51W	75	S39W	Poor
334	1278.33	352	30	N 8W	71	S82W	Fair
335	1278.84	2	56	N 2E	80	N88W	Good
336	1279.68	2	67	N 2E	81	N88W	Good
337	1280.28	358	67	N 2W	81	S88W	Fair
338	1280.55	263	25	S83W	68	S 7E	Good
339	1281.52	83	39	N83E	75	N 7W	Good
340	1282.40	271	33	N89W	73	S 1W	Good
341	1283.60	284	47	N76W	78	S14W	Fair
342	1283.96	271	37	N89W	75	S 1W	Good
343	1284.23	275	32	N85W	72	S 5W	Good
344	1284.74	59	30	N59E	71	N31W	Fair
345	1285.13						Poor
346	1286.05	347	21	N13W	64	S77W	Fair
347	1286.26	303	19	N57W	62	S33W	Fair
348	1286.79	61	33	N61E	73	N29W	Fair
349	1287.63	61	40	N61E	76	N29W	Good
350	1287.71	70		N70E		N20W	Fair

表-15 フラクチャの走向・傾斜解析結果一覧表

Well Name : YASAKA

No.	Depth (m)	Azimuth (Deg)	Height (cm)	Direct (Deg)	Dip (Deg)	Strike (Deg)	Grade
351	1288.02	57	19	N57E	62	N33W	Fair
352	1288.25	42	23	N42E	66	N48W	Fair
353	1288.81	64	21	N64E	64	N26W	Fair
354	1288.93	64	30	N64E	71	N26W	Good
355	1289.09	59	18	N59E	61	N31W	Good
356	1289.49	32	40	N32E	76	N58W	Fair
357	1289.56	42	32	N42E	72	N48W	Fair
358	1289.90	40	13	N40E	52	N50W	Fair
359	1290.00	57	16	N57E	58	N33W	Poor
360	1290.19	23	18	N23E	61	N67W	Fair
361	1290.25	0	0	N 0	0	N90	Fair
362	1290.60						Good
363	1290.84	52	10	N52E	45	N38W	Good
364	1291.46	21	12	N21E	50	N69W	Fair
365	1292.11	32	28	N32E	70	N58W	Good
366	1292.23	38	11	N38E	47	N52W	Poor
367	1292.40	45	19	N45E	62	N45W	Poor
368	1292.63	206	35	S26W	74	S64E	Fair
369	1292.74	207	36	S27W	74	S63E	Good
370	1293.96	57	28	N57E	70	N33W	Poor
371	1294.28	230	37	S50W	75	S40E	Fair
372	1294.93						Poor
373	1296.40	54	21	N54E	64	N36W	Fair
374	1296.93						Poor
375	1297.09						Poor
376	1297.24						Poor
377	1297.40						Poor
378	1297.83	27	21	N27E	64	N63W	Fair
379	1298.28	191	40	S11W	76	S79E	Fair
380	1299.63	164	20	S16E	63	N74E	Poor
381	1299.83	172	19	S 8E	62	N82E	Poor

5. 検 討

5. 1 各物性値の相関

物理検層結果及び解析結果より本孔の物性値を検討する目的で以下に示す物性値についてクロスプロット図を作成した。クロスプロット図は検層の層区分の内、特に著しく物性値の異なる以下の深度区分で記号分けをした。

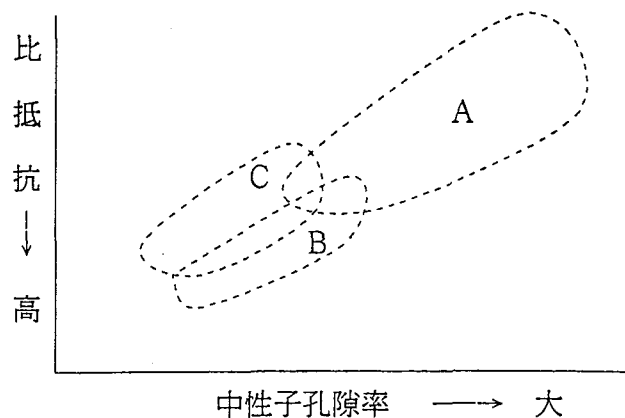
	深 度	記 号	特 徴
A層	～287 m	{*}	風化帯
B層	287 m～955 m	{+}	比較的新鮮
C層	955 m～	{○}	割れ目が発達

- ①比抵抗 (25cmノルマル値) - 中性子孔隙率 (図-12)
- ②比抵抗 (25cmノルマル値) - P波速度 (図-13)
- ③ 密度 - 中性子孔隙率 (図-14)
- ④ P波速度 - 中性子孔隙率 (図-15)
- ⑤ P波速度 - 密度 (図-16)

(1)比抵抗 (25cmノルマル値) - 中性子孔隙率相関

比抵抗 (25cmノルマル値) - 中性子孔隙率相関図は縦軸に $1/\sqrt{R}$ をとり、横軸に中性子孔隙率をとった。

比抵抗と中性子孔隙率の関係は図の様にA層、B層、C層で分布状態が変化する。この図よりA層がB、C層に比較して孔隙率が大きく、比抵抗が低いことがわかるが、これは風化変質が進んでいる事を示している。B、C層ではC層のほうが比抵抗が僅かに低めであるがこれは、C層の方が割れ目が多いため見掛け比抵抗が低めに測定された(比抵抗の変化が激しいため見掛け比抵抗が低めになる)ためである考えられる。



Es vs NEUTRON
(30M- 1310M)

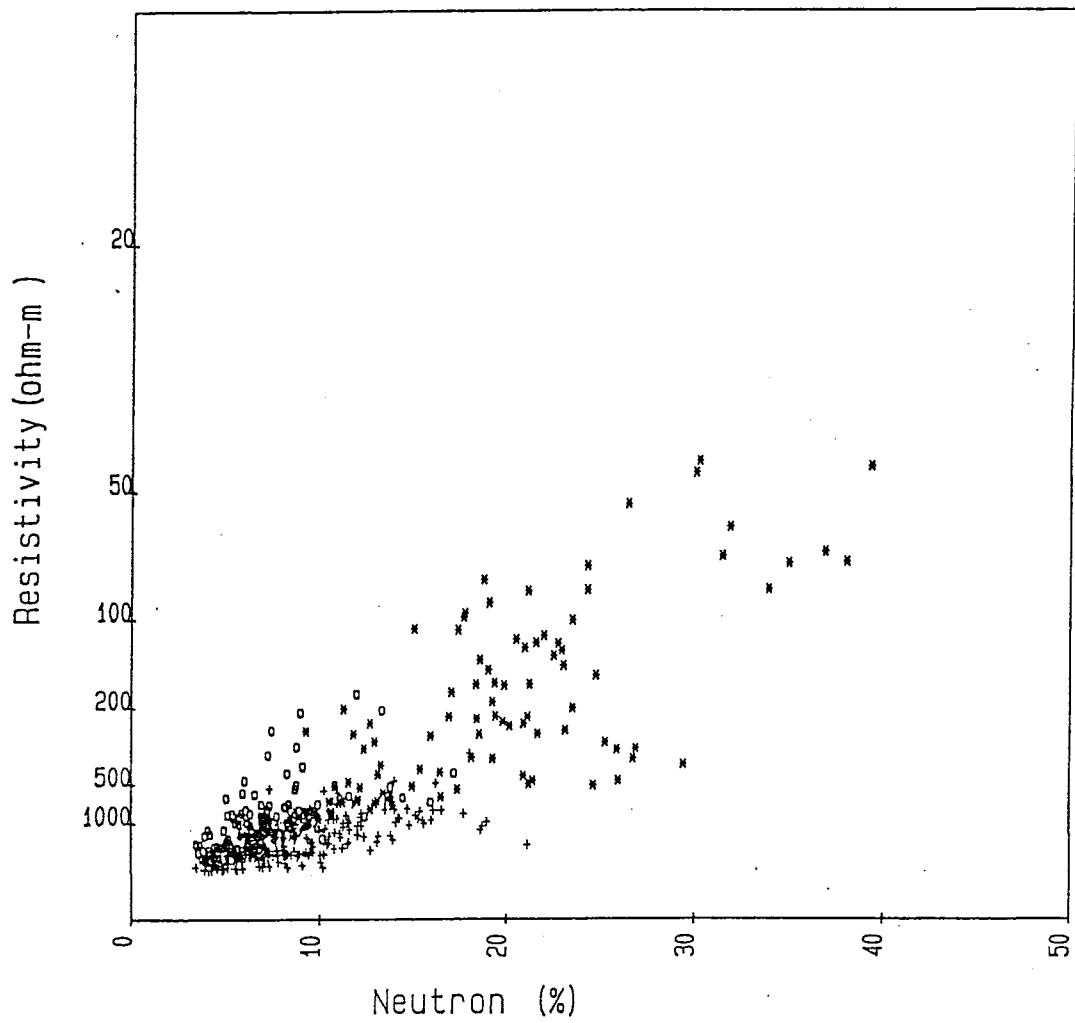
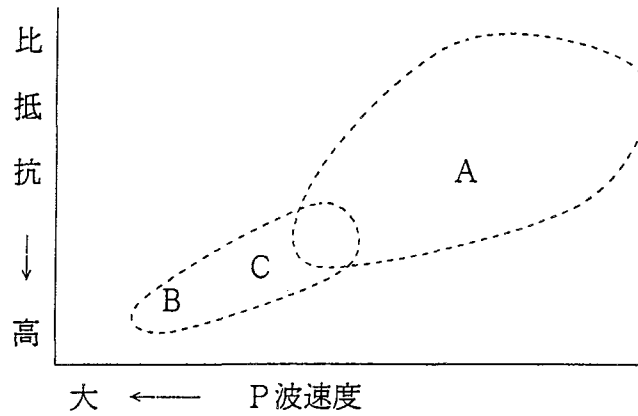


图-12 比抵抗-中性子孔隙率相关图

(2)比抵抗 (25cmノルマル値) - P波速度相関



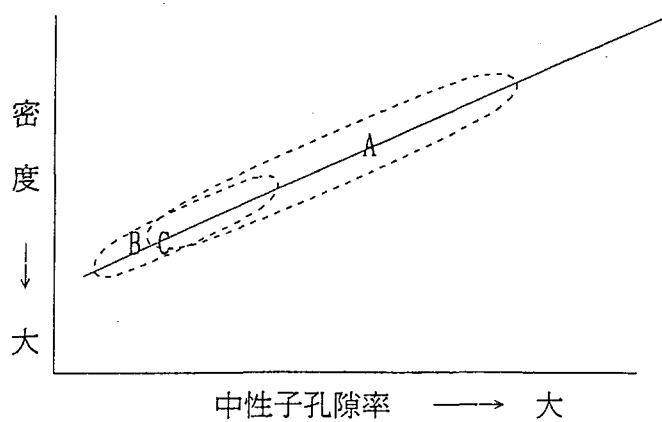
比抵抗 (25cmノルマル値) - P波速度相関図は縦軸に $1/\sqrt{R}$ をとり、横軸にP波速度をとった。A層は低比抵抗、低速度を示し、B, C層は高比抵抗、高速度を示す。A層は全体的にバラツキが大きい。

(3)密度 - 中性子孔隙率相関

密度 - 中性子孔隙率相関図は縦軸に密度をとり、横軸に中性子孔隙率をとって示した。

相関図によればバラツキも少なく良い相関を示す。A層は全体的に低密度、高孔隙率を示す。密度 (ρ) と中性子孔隙率 (ϕ_N) は平均二乗的に次式の関係になった。

$$\rho = -1.28\phi_N + 2.70$$



Es vs VELOCITY
(30M- 1310M)

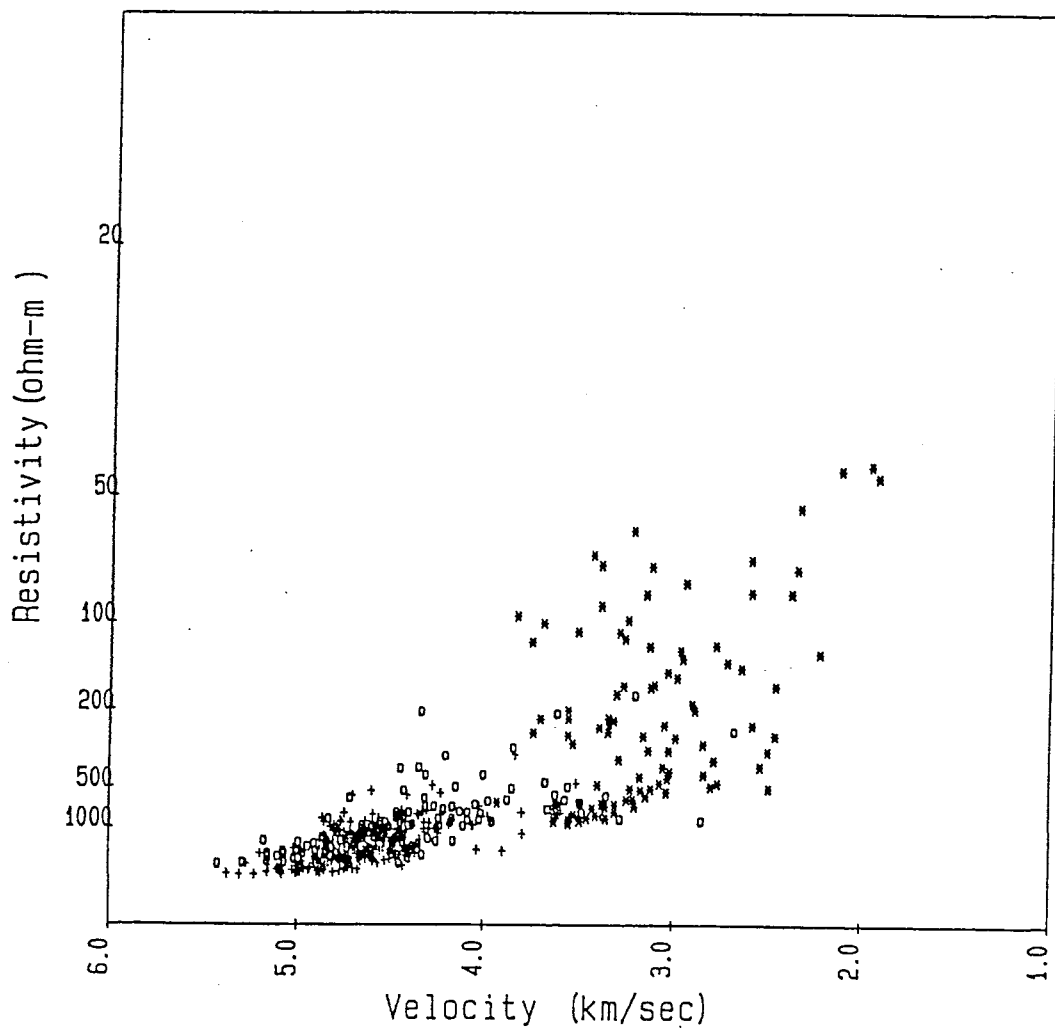


図-13 比抵抗-P波速度相関図

DENSITY vs NEUTRON
(30M- 1310M)

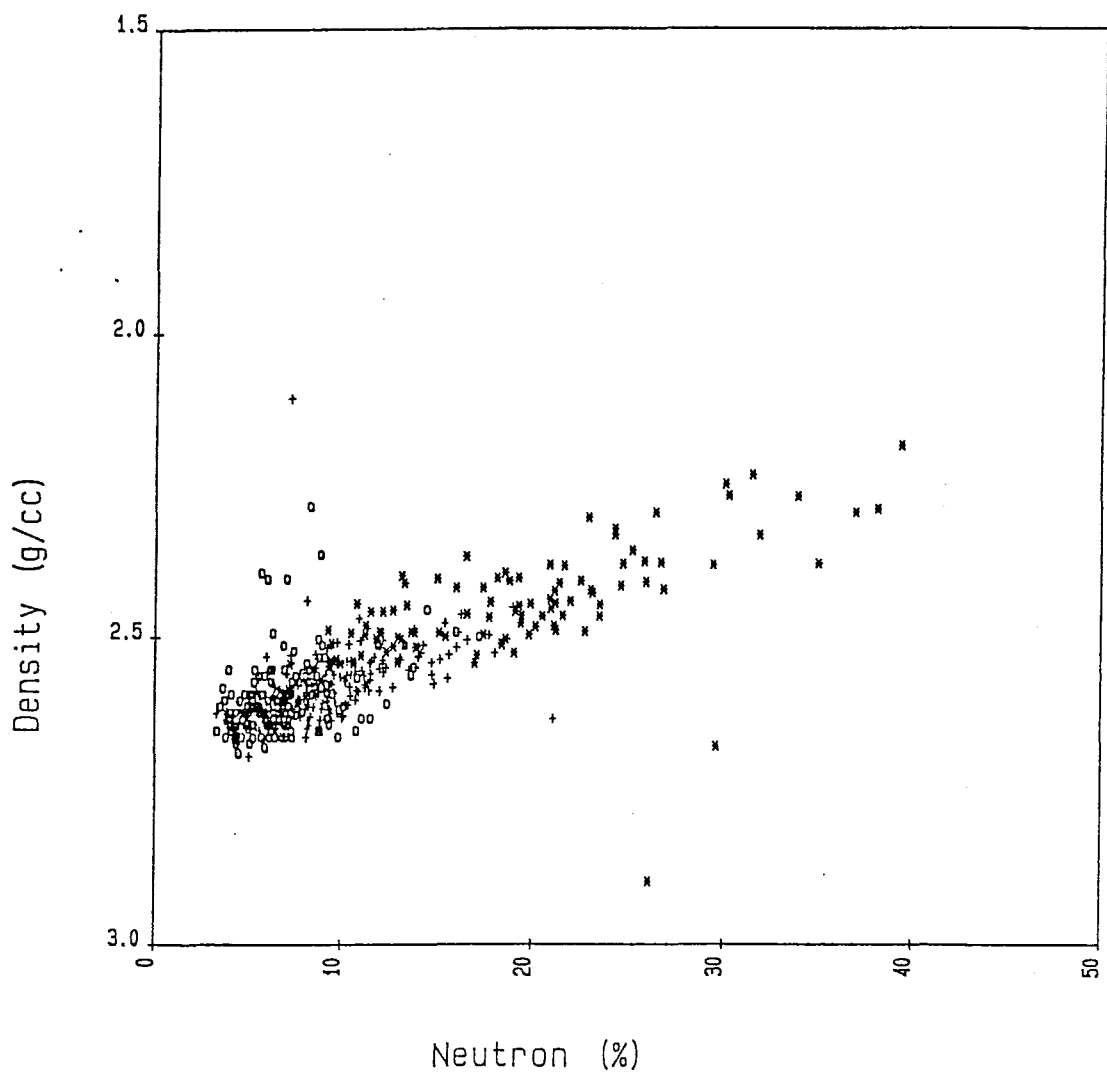
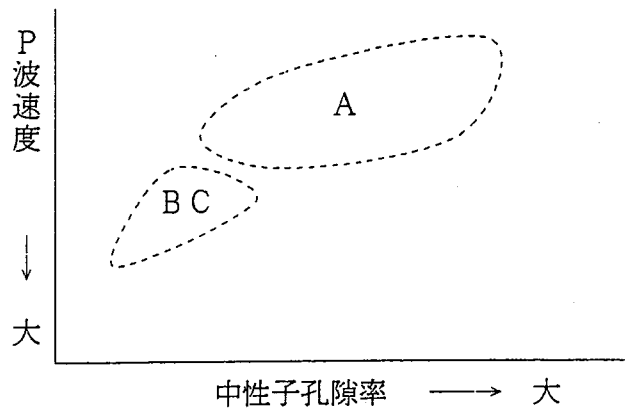


图-14 密度-中性子孔隙率相关图

(4) P波速度－中性子孔隙率相関

P波速度－中性子孔隙率相関図は縦軸にP波速度をとり、横軸に中性子孔隙率をとって示した。

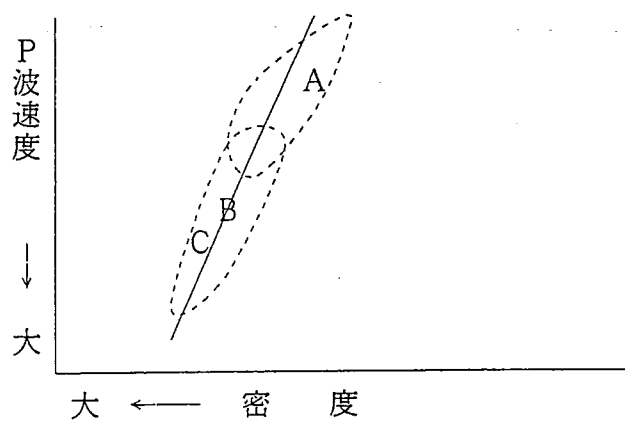
この相関図は非常にバラツキが大きいものの他の相関同様A層では低速度、高中性子孔隙率を示す。



(5) P波速度－密度

P波速度－密度相関図は縦軸にP波速度をとり、横軸に密度をとって示した。

この相関図は比較的良い相関を示し、他の相関同様A層の低速度、低密度が顕著である。又、この相関は速度3 Km/sec以上で $V_p = 11.36 \times \rho - 24.9$ のほぼ直線状の関係がある。



VELOCITY vs NEUTRON

(30M- 1310M)

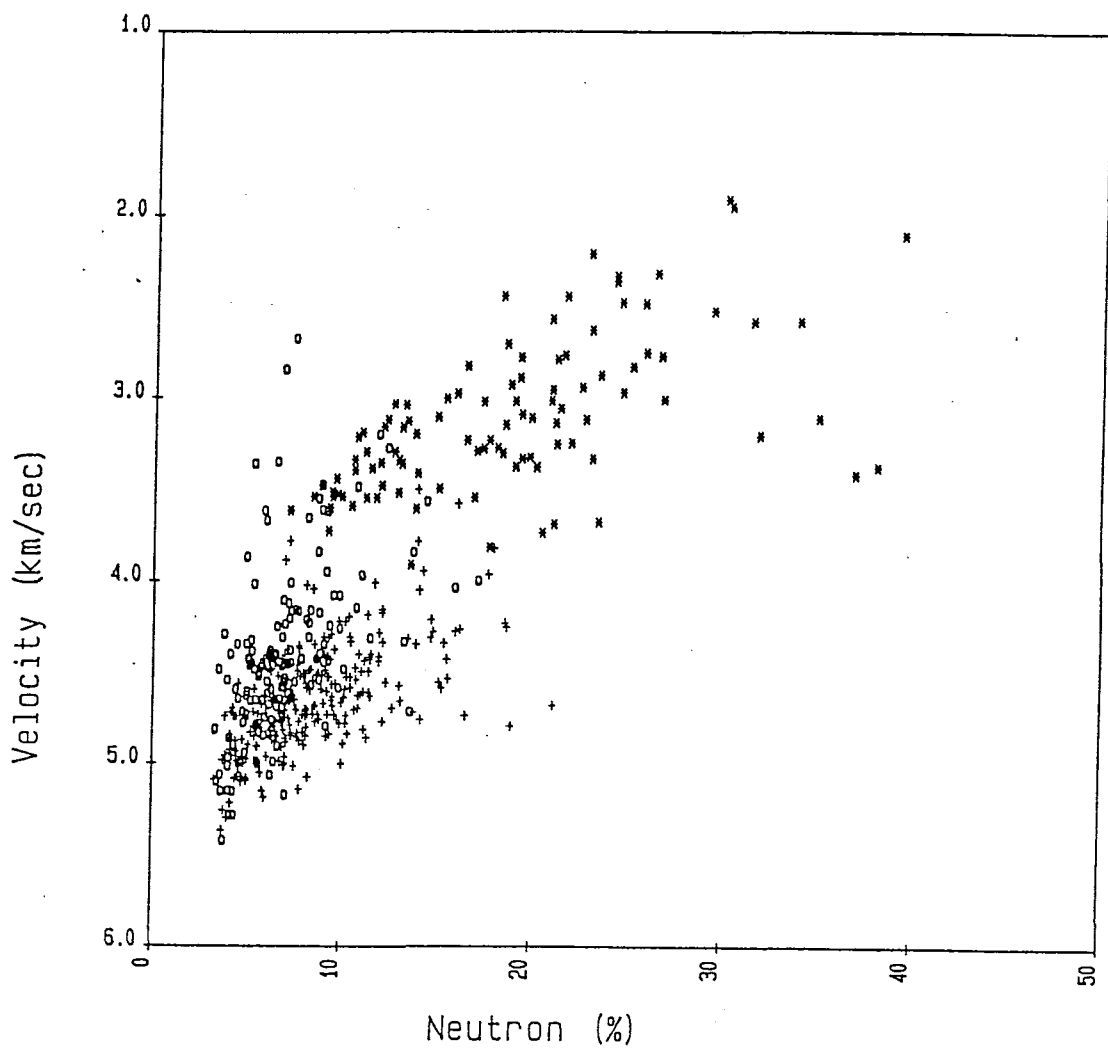


图-15 P波速度-中性子孔隙率相关图

VELOCITY vs DENSITY

(30M- 1310M)

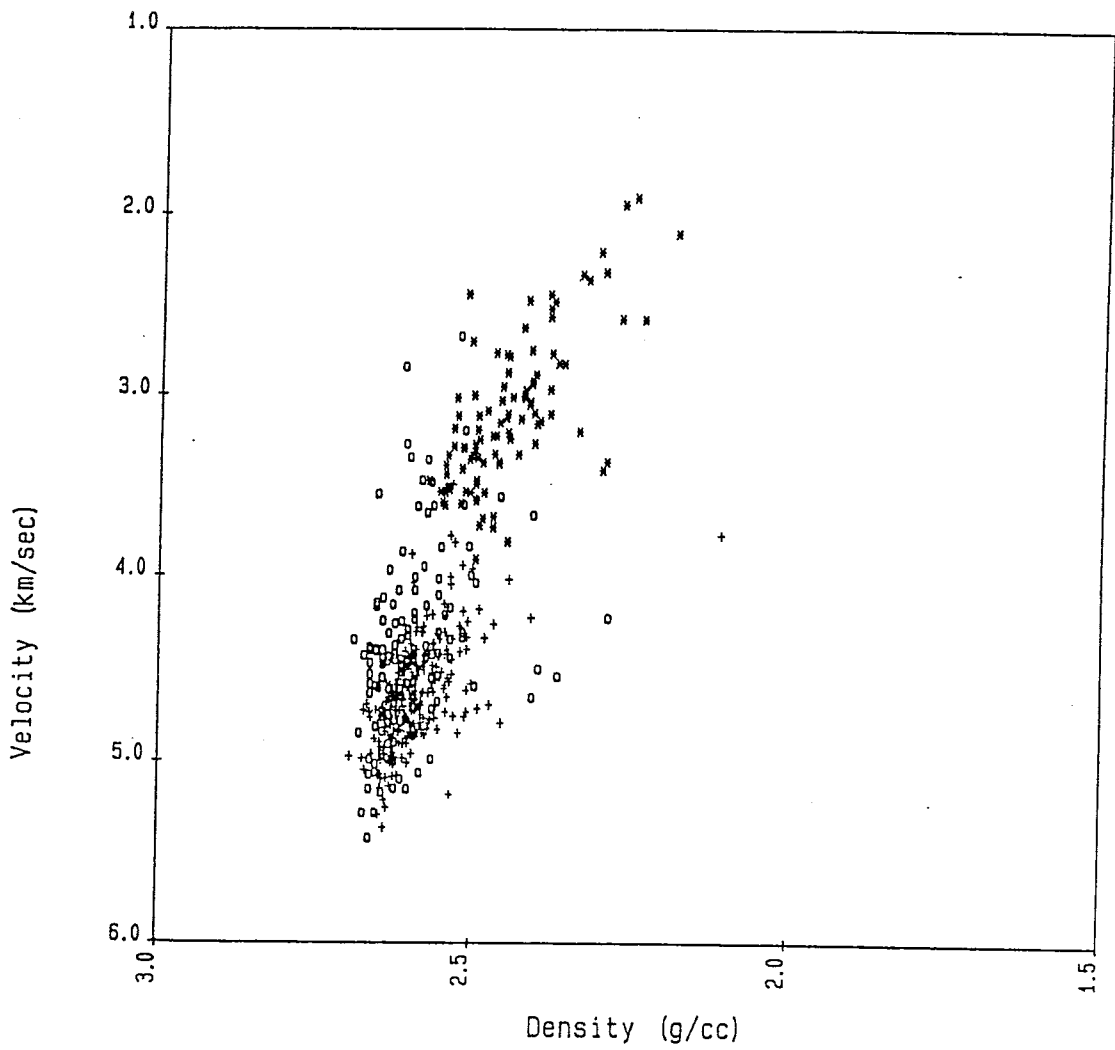


図-16 P波速度-密度相関図

6. まとめ

本孔の検層結果についてまとめると次の様になる

6. 1 層区分

(1)検層結果によれば本孔は大きく以下の3層に区分出来る。

	深 度	特 徴
A層	～ 287m	風化帯
B層	287m ～ 955m	比較的新鮮
C層	955m ～	割れ目が発達

(2)検層結果によればA、B、C層で更に細区分され全部で8区分される。

	深 度	特 徴
I層 (A)	34m ～ 182m	風化の進んだ層
II層 (A)	182m ～ 287m	本孔で最も風化の進んだ層(182～201m間破碎帯)
III層 (B)	287m ～ 374m	IV層に較べて割れ目が発達。
IV層 (B)	374m ～ 517m	VI層について新鮮な岩盤
V層 (B)	517m ～ 630m	III層と同じ
VI層 (B)	630m ～ 787m	VII層について新鮮な岩盤
VII層 (B)	787m ～ 955m	本孔で最も新鮮な岩盤
VIII層 (C)	955m ～1,310m	比較的全体的に割れ目が発達

6. 2 物理検層データ

(1)温度検層

本孔の温度は1310mで54.8℃で、平均温度勾配は概ね3.1℃/100mである。

(2)電気検層

本孔の比抵抗は25cmノルマルで20～1700Ω-m、100cmノルマルで40～5000Ω-mである。層区分のVII層で最も高く、II層で最も低い値を示す。

(3)ガンマー線検層

本孔のガンマー線は50～290APIにあり、平均的には100～130APIである。

(4)中性子検層

本孔の中性子孔隙率は3~42%にあり、平均的には287m以浅の10%以上とそれ以深の10%以下の層に区分出来る。VII層が最も低く3~7%で安定している。

(5)密度検層

本孔の密度は2.02~2.71g/cm³にあり、平均的には2.6g/cm³前後の値を示し、本孔の中ではVII層が2.63~2.68g/cm³で安定している。

(6)音波検層

本孔のP波速度は2.0~5.5km/sec にあり、287mを境にしたA層の4km/sec以下とB、C層の4km/sec以上の層に区分される。本孔の中ではVII層が高速度層で安定しており、平均的には5.0km/sec 程度である。

6. 3 割れ目・破碎帯

(1)検層データより

検層データより割れ目は随所に見られるが、深度287m以浅は全体的に風化が進んでおり、特に182~201mは破碎帯と思われる。

287m以深の主な割れ目帯は以下の通りである。

313~314m、322~323m、404~420m、488m、497~498m、517~519m

524~525m、530~532m、598~600m、704~729m、844~846m、849~850m

908~910m、919~921m、955~985m、1,007~1,008m、1,061~1,063m、

1,084m ~1,086m、1,089~1,091m、1,134~1,151m、1,160~1,161m

1,165~1,168m、1,230m、1,237m、1,243m、1,247m~1,273m、1,289m、1,296m

(2)ボアホールテレビュアー

ボアホールテレビュアーは800m以深について実施したが、その解析結果によれば亀裂の傾斜と方位は概ね955mを境にその特徴を異にする。

955m以浅の亀裂の傾斜は70~80度でその落ちの方位はE（走向でNS）が卓越し、955m以深ではその傾斜角は50~90度でバラツキが見られ、WS方向の落ちが少ない傾向があるが特に卓越する方向はない。

これは検層の層区分のVII層とVIII層に対応する。

6. 4 検層データの相関

検層データの相関より深度287m以浅（A層）ではその下層と異なった岩相を示す。つまり287m以浅はその下層に較べて低比抵抗、低速度、低密度、高中性子孔隙率を示すのが特徴的である。

密度～中性子孔隙率の関係は概ね $\rho = -1.28 \times \phi_N + 2.70$ の関係になる。

密度～速度の関係は概ね $V_p = 11.36 \times \rho - 24.9$ ($V_p > 3\text{km/sec}$) の関係で表せる。

7. 空中地下探査の実施・解析結果

7. 1 目 的

京都府弥栄町の指定地域（総面積10km²）を対象にして、ヘリコプターによる空中放射能探査を行い、地下温水源の開発に対する資料を得ることを目的とする。

7. 2 探査測線

探査測線を設定するために、探査地区を対象にして、予め空中放射能探査の前に現地調査を実施し、探査測線について打ち合わせ、探査測線の設定を行った。調査測線は縦方向500m間隔、横方向500m間隔の方眼状に設定し、総計16測線とした。

7. 3 測定法と測定の緒元

7. 3. 1 測定法

空中放射能式探査は、日本特許によるOT式の空中探査法、ならびにその探査装置を用いて実施した。この放射能探査法は日本特許によって他社では一切使用することはできない。

ガンマ線の検出器は特殊なしゃへい体をもつ航空機探査専用の超大型シンチレーション検出器3個を用い、そのうち2個（A）をヘリコプターの両外側、1個（B）を機内に設置し、地下地質構造に由来するガンマ線（A）と空中放射線（環境放射線B）とを同時に検出して、その出力を測定器本体のパルスハイツアナライザーに入れ、空中放射線の影響を消去して、主として亀裂帯から上昇した選択ガンマ線の出力をマルチペンレコーダーおよび自動解析装置に連続的に入れた。

破砕帯地下温水脈の示すガンマ線強度以上の放射線を検出した時は、自動解析装置によってマルチペンレコーダーおよびヘリコプターの下部に設置してある垂直ビデオカメラのカラービデオ映像にそれぞれの信号を送り、各方式によって検出地点を明らかにするようにした。

なお、このほか、検出信号によって、特に地下からの強ガンマ線を検出した場合は、35mmの垂直写真を撮影した。装置としては、このほか電波高度計、ビデオカメラを解析用として機体下部に設置し、測定器と連動させた。

7. 3. 2 測定の諸元

ア. 探査飛行

ヘリコプターの探査飛行の諸元は次の通りである。

使用機種	ベル204B	
高 度	標準対地高度	100m
速 度	標準対地速度	90km/時

飛行測定方向は各測線とも一定とした。なお、本番測定の前にガンマ線最適検出のエネルギー設定のための測定、ならびに垂直上昇試験を実施した。

イ. ガンマ線の測定

検出するガンマ線のエネルギー設定は地質条件によって種々変化するので、現地のマルチチャンネルの選択ガンマ線の測定実験から、破碎帯温水脈で顕著に検出される核種を確認して探査対象とした。本空中放射能探査装置（Ⅱ型）では破碎帯地下温水脈の検出信号のレベル基準をI C Hとし、温水脈を検出した時に検出信号が出るように設定した。

7. 4 データ処理

選択ガンマ線の測定値の取得データの地点総計は2,699地点となった。これらのデータを探査終了後、次の手順によって取りまとめを行った。

(1) 飛行コースの位置確認

支給された1/10,000の地形図に記載した探査測線図、ならびに実際の測定飛行で撮影した探査測線のビデオ画像とを比較して、コースの修正、確認を行い、更に検出地点のチェックをナビゲイター、記録係が行い、更に解析担当者が最終的にチェックを行った。

(2) 対地飛行高度の修正

測定は対地高度100mを基準として飛行を行った。基準高度を上下したものについては、電波高度計を用いてガンマ線強度を対地高度100mに補正し、検出した選択ガンマ線強度をコンピュータで補正した。

(3) 以上の処理を行い、全コースについて選択ガンマ線計数を記録した各種の記録、ビデオ映像について地下温水脈の検出信号、微候をチェックし、その位置をビデオ映像で確認して1/10,000の地形図に選択ガンマ線の強い微候地帯を求め、これよりOT方式によってコンピュータによる総合解析を行い、これから添付図-Iの温水脈検出図を作成し、地下温水脈の位置を図示した。

なお、これらの測定値から、調査範囲の中に3カ所以上の信頼のできるボーリグ柱状図と温度検層のデータが存在すれば、検出した温水貯留層のエネルギーポテンシャルを現す活動度指数や温水貯留層の温度を推算することができる。

7. 5 解析結果

先に述べた通り、方眼状に設定した探査測線で、空中放射能探査を実施すれば、亀裂帯が検出され、その検出反応から、温水脈を推定することができる。

本調査地の2,699カ所の空中ガンマ線の測定において、検出した選択ガンマ線の反応の強い地点（検出信号の出た所）を1/10,000地形図にプロットして整理を行い、温水脈を推定して添付図-Iの温水脈検出図（亀裂帯検出図）を作成した。同図に示したように、主な亀裂帯はA～Dの4ゾーンとなった。

これらはいずれも、その分布状態、および選択ガンマ線微候度からみて、破碎帯を含む亀裂帯と思われる。これらの各ゾーン上における選択ガンマ線強度は、普通地区に比べて増大している。これらの各破碎帯における選択ガンマ線強度は、地下深部の熱源の放射性元素が通気性の良い破碎帯を上昇して、空中でガンマ線が検出されたことによるものと思われる。したがって、このように強く選択ガンマ線が検出された所に開放性の亀裂帯があることが推察される。なお、推定した添付図-Iの温水脈の境界は、亀裂帯の特性により、検出ゾーンの外側にも小亀裂が発生し、実際は図示した境界線よりもおうとつに富んでいるものと思われる。

以下、検出した亀裂帯の規模とその評価について述べる。

破碎帯は地殻に営力が働いて生じたものであるから、既に述べたように地層に割目が発達している。この割目の発達の間合いが大きいと、亀裂は地下深部まで到達し、深部から多量の放射性元素が上昇して空中のガンマ線強度は大きくなる。小さい規模の亀裂帯では亀裂の深さは比較的浅い所にとどまり、検出される選択ガンマ線強度は概して低くなる。

したがって、破碎の規模の大きい所ほど、地下深部に温水脈が形成され易いと解釈することができる。これらの亀裂帯の規模の評価をコンピュータによって総合的解析を行い、更に地質的因子を加えて熱源の評価まで算出したのが第1表である。

表の最初の欄は、空中測定を行ったコース名と検出した亀裂帯の符号を示している。例えば、14-10-5であれば14コースで10測線を横切り、ここからその前方の測線との距離の5/6の相当地点に亀裂帯の中心が検出されたことを示している。その位置のピークカウント (A) はピークの補正空中選択ガンマ線計数、BG (B) は1コース当たり約300カ所の自然計数値から算出した自然計数補正值、A/Bは両者の比、ゼロBGは琴引浜沖の海上の選択検出ガンマ線補正計数(海の上空で約120カ所の検出値から求めたものであり、海上または湖上では地中のガンマ線が検出されないので、基準値となる。)、A/Cは(A)計数と海上値(C)との比、Wは強検出ガンマ線の幅(m)を示す。E1はA/Bの評価値、E2はA/Cの評価値、E3はWの評価値を示し、各評価値の配列は亀裂帯の規模の大きい方から小さい方へ、A, B, Cの順序とした。

Eの欄の値は総合評価で、E1, E2, E3の各評価の加重平均の重みつきで亀裂帯の規模を総合的に判定したものである。等級は亀裂帯の規模を1~4級までのランクとした。1級はその規模が最も大きく、以下2, 3, 4級の順に小さくなる。

最後の欄のTEは調査地区の熱源に関する総合評価で、わが国の鉱泉から地熱発電の熱源までを含む1,506カ所の地熱・温泉帯を対象にして、これらを4つに区分し、熱源の高低の評価基準として、Aクラスを高温帯、Bクラスをやや高温帯、Cクラスを中温帯、Dクラスを低温帯として評価するようにした。この評価法の内容は前記1,506カ所の地熱・温泉データを用いて統計処理を行い、地質年代と地層、温泉の湧出温度、地球内部の地殻熱流量値等のデータを用いて、コンピュータによる熱源の総合評価を行ったものである。

本調査地区で検出された主な温水脈微候の分布はA, B, C, Dの4ゾーンとなっている。

(1) Aゾーン

Aゾーンで検出された亀裂帯の地点は調査地区の北部において、ほぼE-Wの方向性を持ち、短い脈状型のゾーンとなっており、検出地点は3カ所に及んでいる。

亀裂帯の幅は広部において約140m、狭部においてやや狭く約110mとなっている。コンピュータによる亀裂帯の総合評価はAゾーンの地点において4級となっている。したがってAゾーンは亀裂度の発達が、小さいものと推定される。亀裂帯の基盤岩は古第三紀の宮津花こう岩の地層と考えられる。

Aゾーンの熱源の評価は第1表のTE欄に示すようにDクラスと判定された。したがって、Aゾーンの熱源は低温クラスと推定される。

(2) Bゾーン

Bゾーンで検出された亀裂帯の分布はAゾーンの南側、約1kmのE-Wの方向の全長約0.8kmの小さいレンズ状のゾーンを示し、検出地点は2カ所で、この脈の幅は120~220mとなっている。

第1表のコンピュータによる亀裂帯の総合評価はBゾーンの各地点で4級と評価されている。したがって、Bゾーンの亀裂度の発達は小さいものと推定される。

Bゾーンの熱源の評価は第1表のTE欄に示すようにDクラスと判定された。したがって、Bゾーンの熱源は低温クラスと推定される。

(3) Cゾーン

Cゾーンで検出された亀裂帯の分布は調査地区の中央部よりやや西寄りで、V字状のゾーンを示し、検出地点は2カ所となっている。この脈の幅は110~130mとなっている。

第1表のコンピュータによる亀裂帯の総合評価は4級と評価されている。したがって、Cゾーンの亀裂度の発達は小さいものと推定される。

Cゾーンの熱源の評価は第1表のTE欄に示すようにDクラスと判定された。したがって、Cゾーンの熱源は低温クラスと推定される。

(4) Dゾーン

Dゾーンで検出された亀裂帯の分布は調査地区の西南部で、全長約2kmのN-Sの方向性の脈状型のゾーンを示し、検出地点は5カ所となっている。この脈の幅は130～170mとなっている。Dゾーンは本調査地区のなかで、亀裂帯の規模が最も大きくなっている。

表-7のコンピュータによる亀裂帯の総合評価は各地点で4級と評価されている。したがって、Dゾーンの亀裂度の発達はいさゝか小さいものと推定される。

Dゾーンの熱源の評価は表-7のTE欄に示すようにDクラスと判定された。したがって、Dゾーンの熱源は低温クラスと推定される。

空中選択ガンマ線探査によって、本調査地区にA～Dの温水微候地域と推定されるゾーンを発見した。今後、これらの微候地区で、これを確かめるためには試掘調査が必要となるが、試掘地点は亀裂帯の規模が大きく、熱源の評価の高い所が良いと思われる。

このような観点からすれば、規模の大きいDゾーンが良く、添付図-IのDゾーンの中の丸印の所が試掘候補地として良いものと考えられる。温水開発の深度は熱源が深いと考えられるため1,300m内外が望ましい。

また、温水貯留層の地温はボーリングデータがなかったので、活動度指数から推算することはできなかった。しかし、熱源の総合評価からみるとDクラスであるので、恐らく低温性ではないかと推定される。

表-16 亀裂帯の検出と規模評価表 (弥栄町) 1CH

亀裂帯名 A

コース	カウト(A)	BG(B)	A/B	OBG(C)	A/C	W	E1	E2	E3	E	ET
14-10-5	29220.00	28500.00	1.03	20470.00	1.43	110.00	C	C	B	4	D
11-13-4	31860.00	30840.00	1.03	20470.00	1.56	140.00	C	C	B	4	D
13-10-5	32700.00	29280.00	1.12	20470.00	1.60	130.00	C	C	B	4	D

亀裂帯名 B

コース	カウト(A)	BG(B)	A/B	OBG(C)	A/C	W	E1	E2	E3	E	ET
14-9	30240.00	28500.00	1.06	20470.00	1.48	220.00	C	C	A	4	D
9-13-1	31140.00	29880.00	1.04	20470.00	1.52	120.00	C	C	B	4	D

亀裂帯名 C

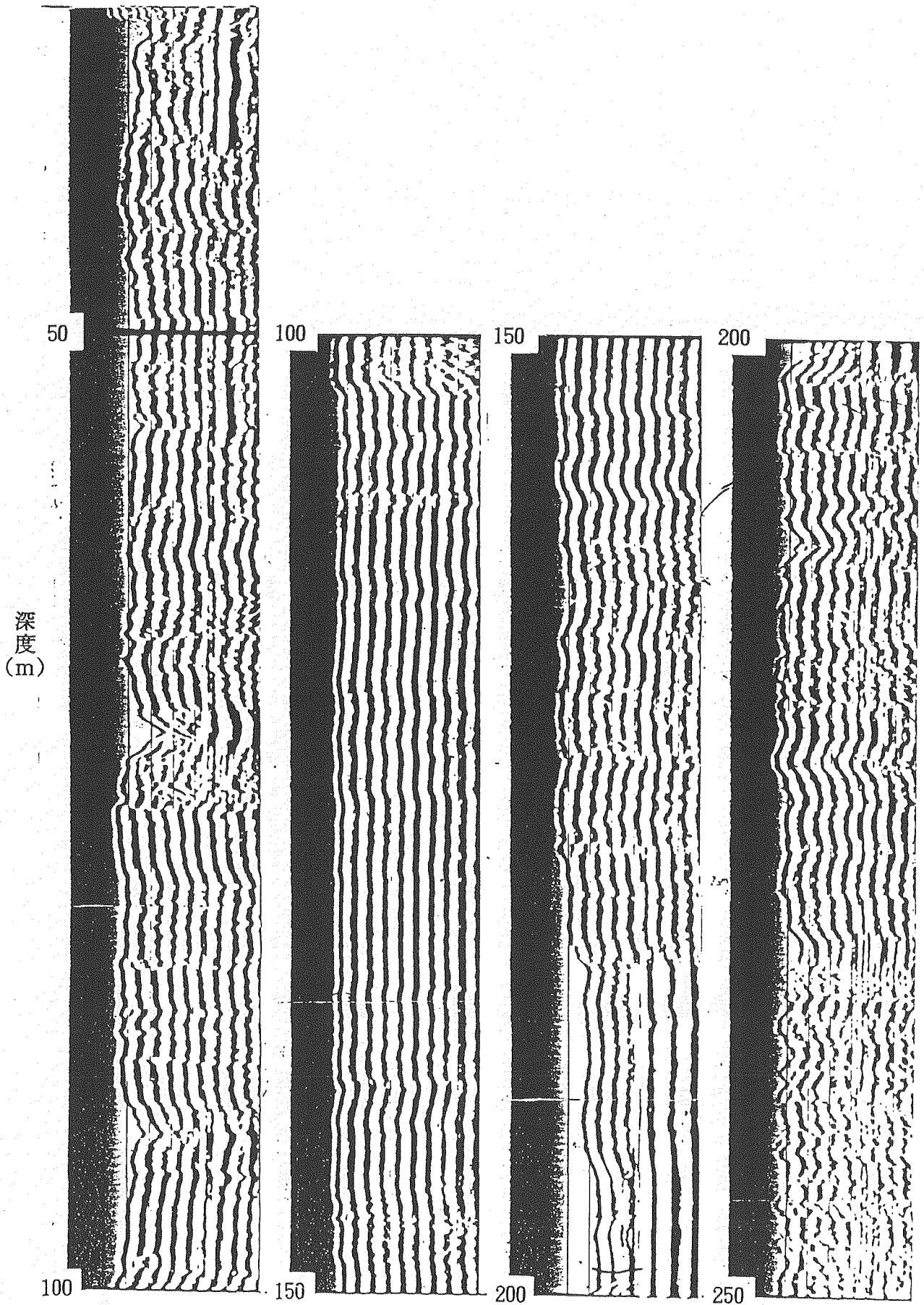
コース	カウト(A)	BG(B)	A/B	OBG(C)	A/C	W	E1	E2	E3	E	ET
13-4	31140.00	29280.00	1.07	20470.00	1.54	130.00	C	C	B	4	D
4-12-4	34500.00	31860.00	1.08	20470.00	1.68	110.00	C	C	B	4	D

亀裂帯名 D

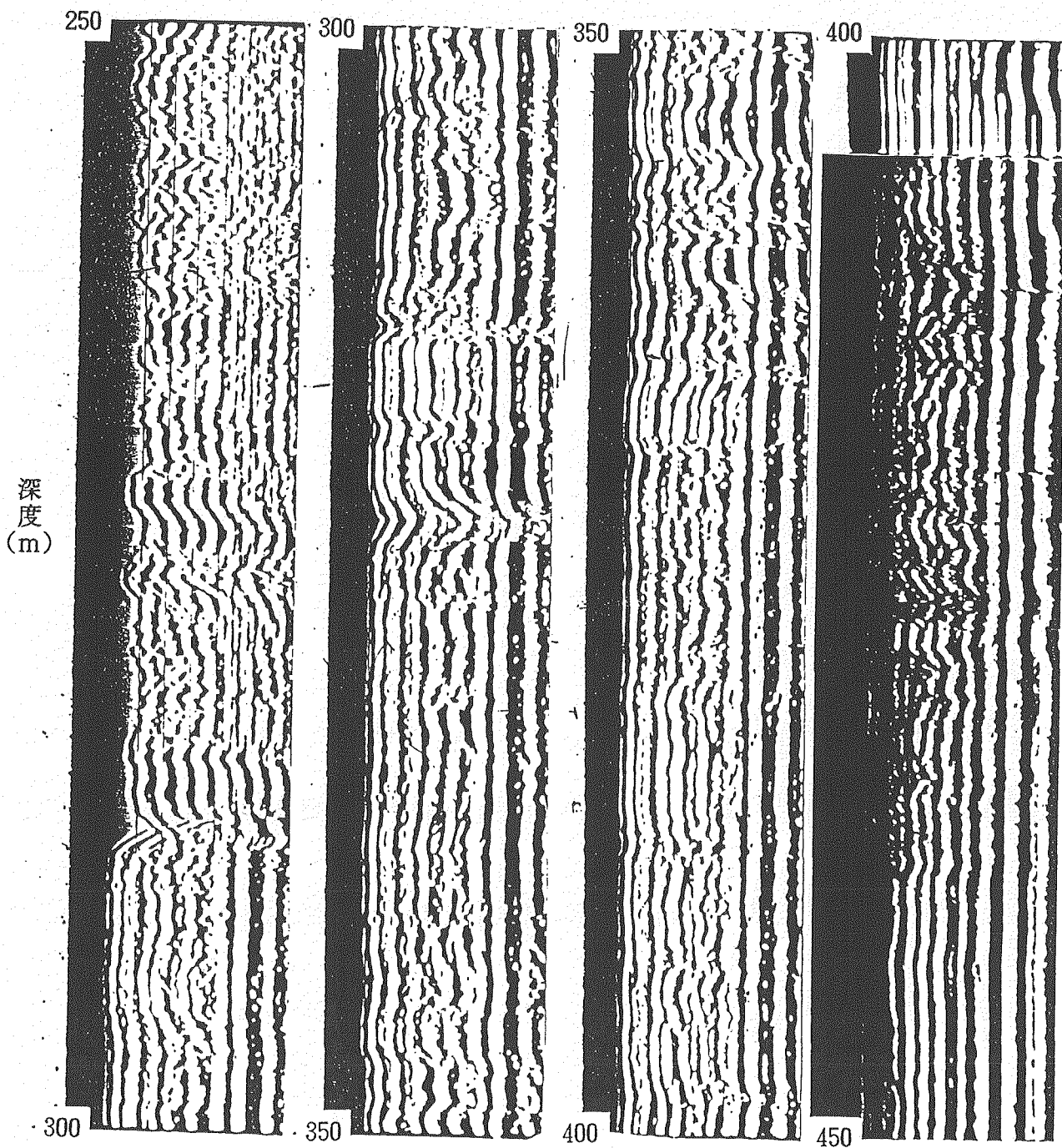
コース	カウト(A)	BG(B)	A/B	OBG(C)	A/C	W	E1	E2	E3	E	ET
5-12	31380.00	29700.00	1.06	20470.00	1.53	130.00	C	C	B	4	D
12-3-3	34020.00	31920.00	1.07	20470.00	1.66	150.00	C	C	A	4	D
3-12	32340.00	30480.00	1.06	20470.00	1.58	150.00	C	C	A	4	D
2-12-1	34320.00	30300.00	1.13	20470.00	1.68	170.00	C	C	A	4	D
12-2-1	35880.00	31920.00	1.12	20470.00	1.75	170.00	C	C	A	4	D

付

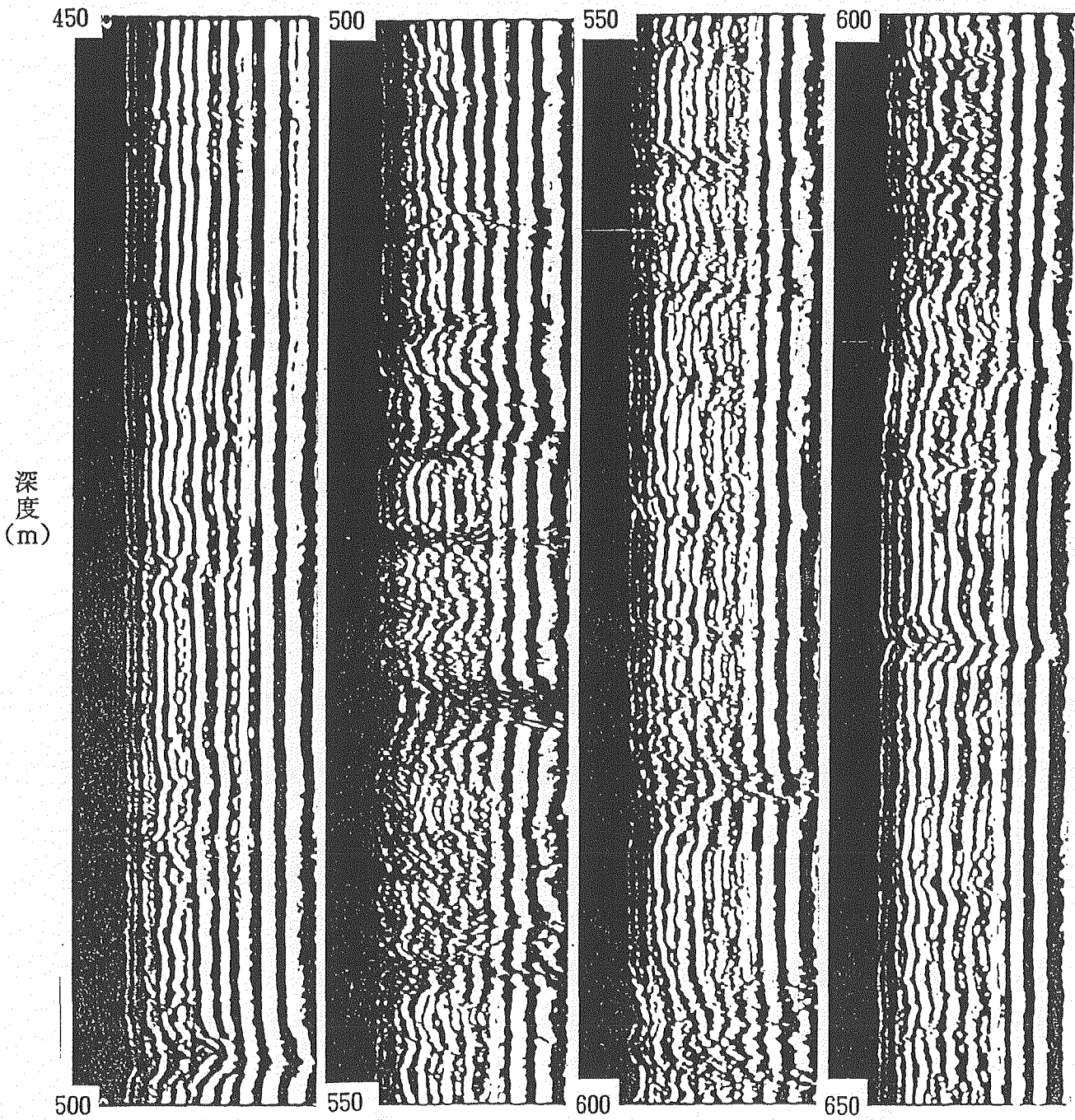




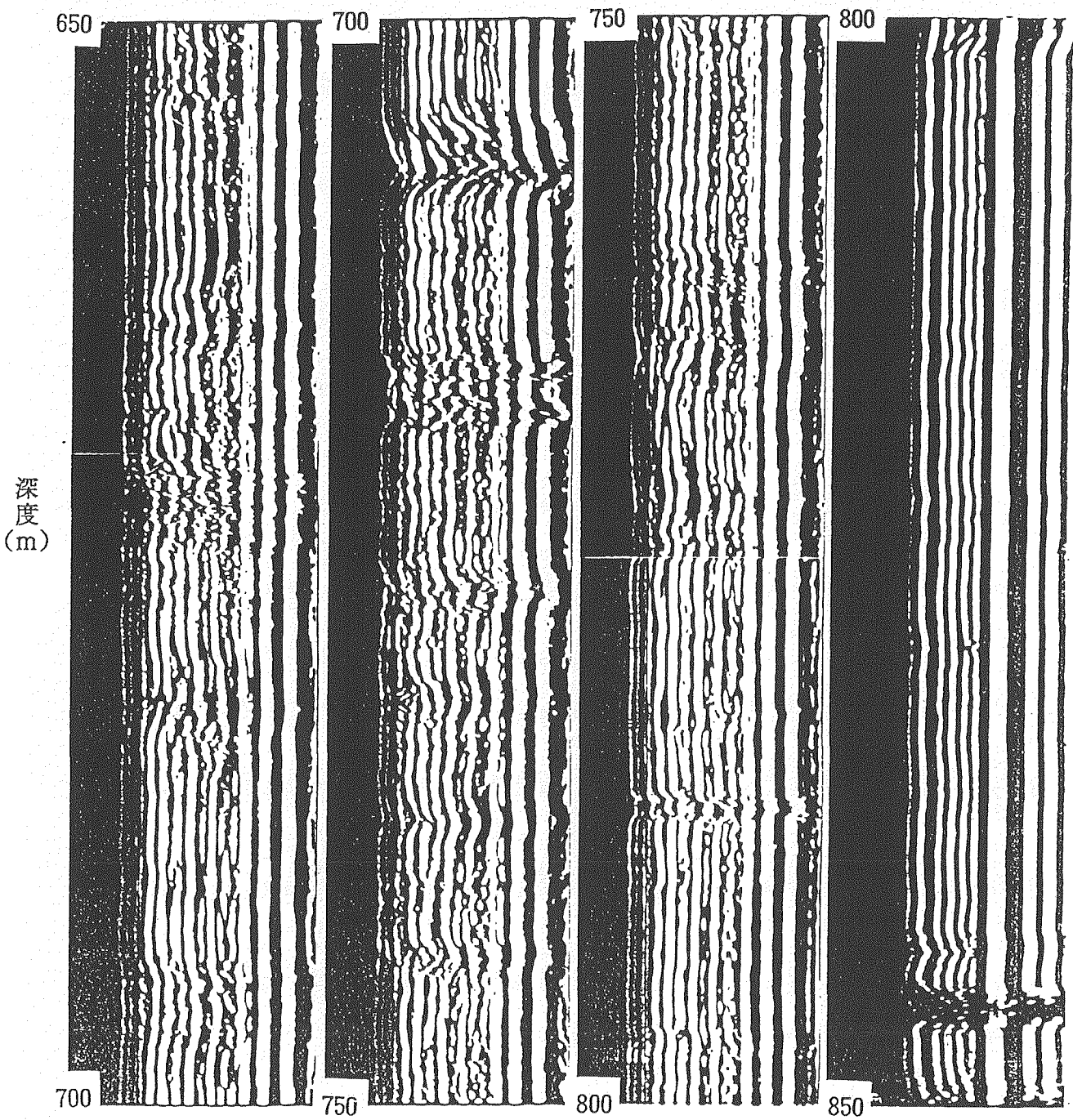
音波検層 (インテンシティログ) 記録図 (1 / 7)



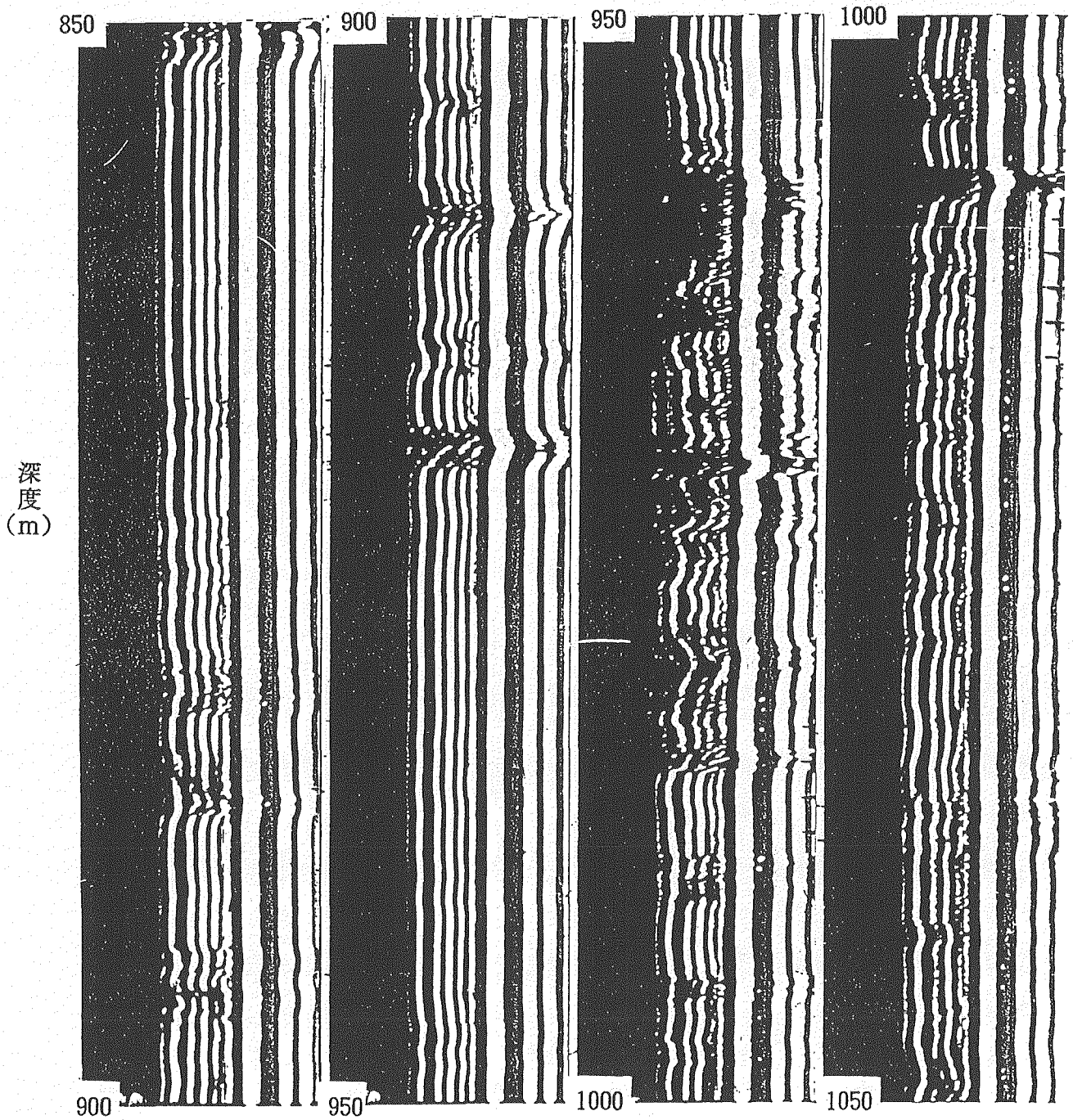
音波検層 (インテンシティログ) 記録図 (2 / 7)



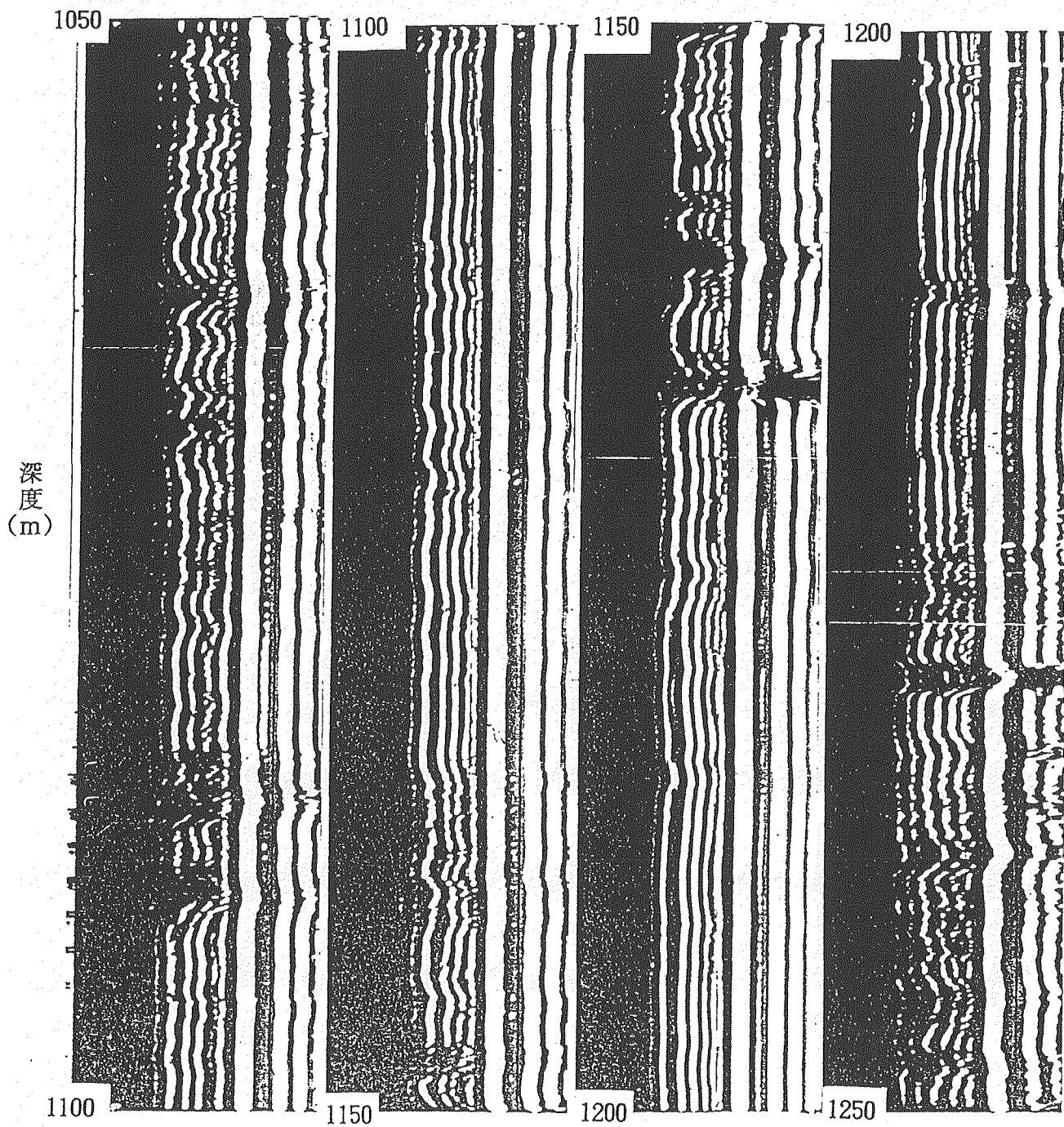
音波検層（インテンシティログ）記録図 （3 / 7）



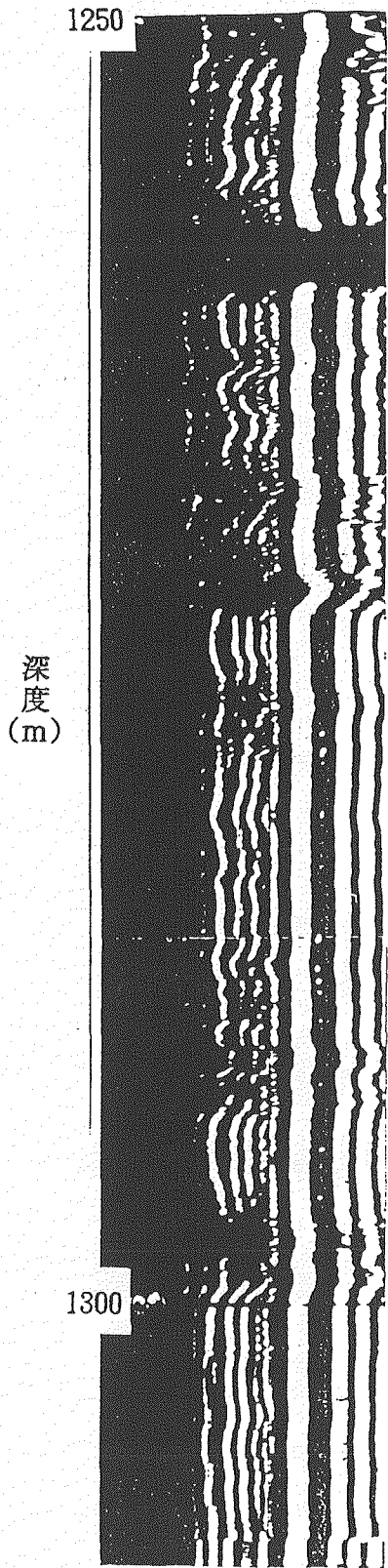
音波検層 (インテンシティログ) 記録図 (4 / 7)

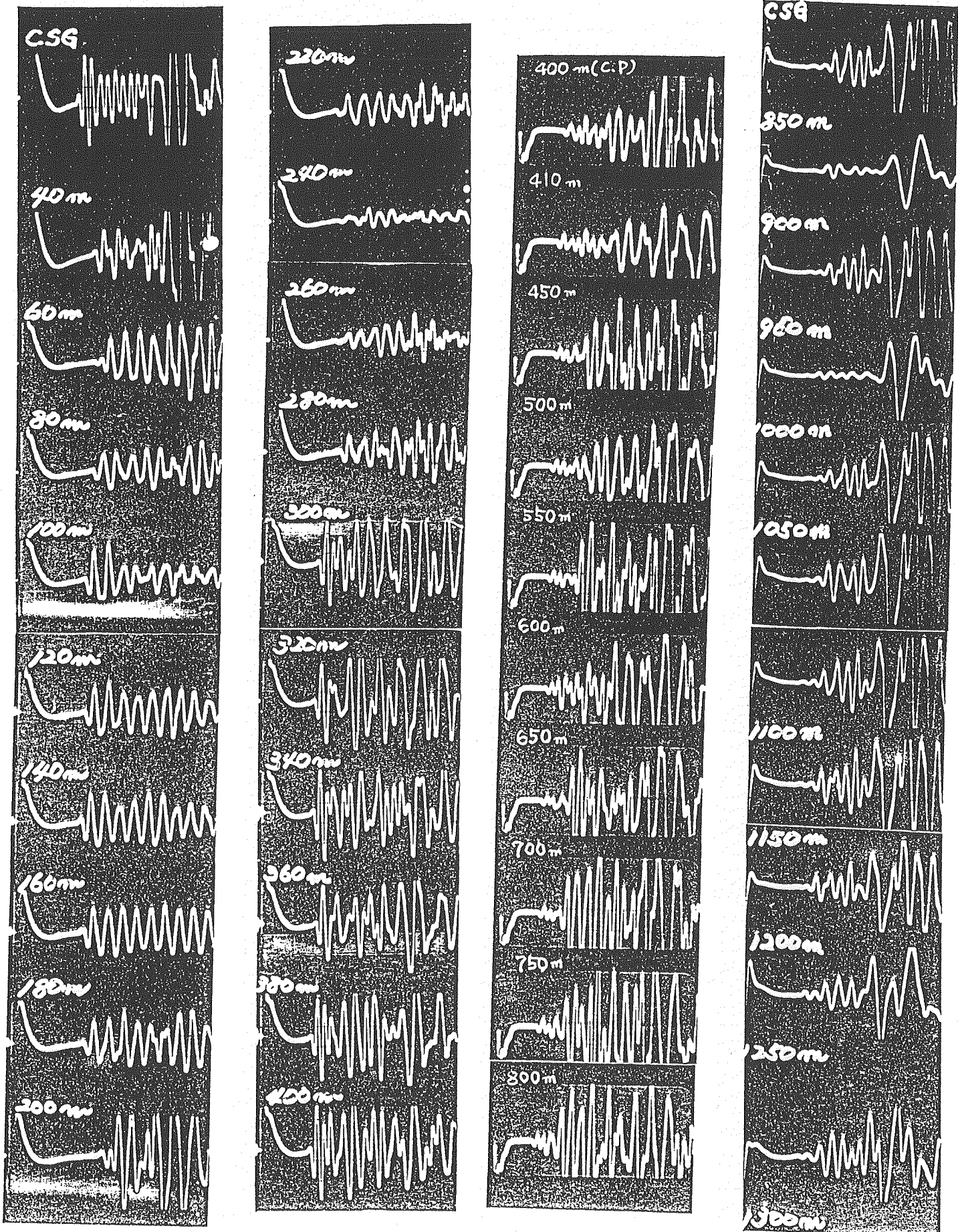


音波検層（インテンシティログ）記録図（5 / 7）

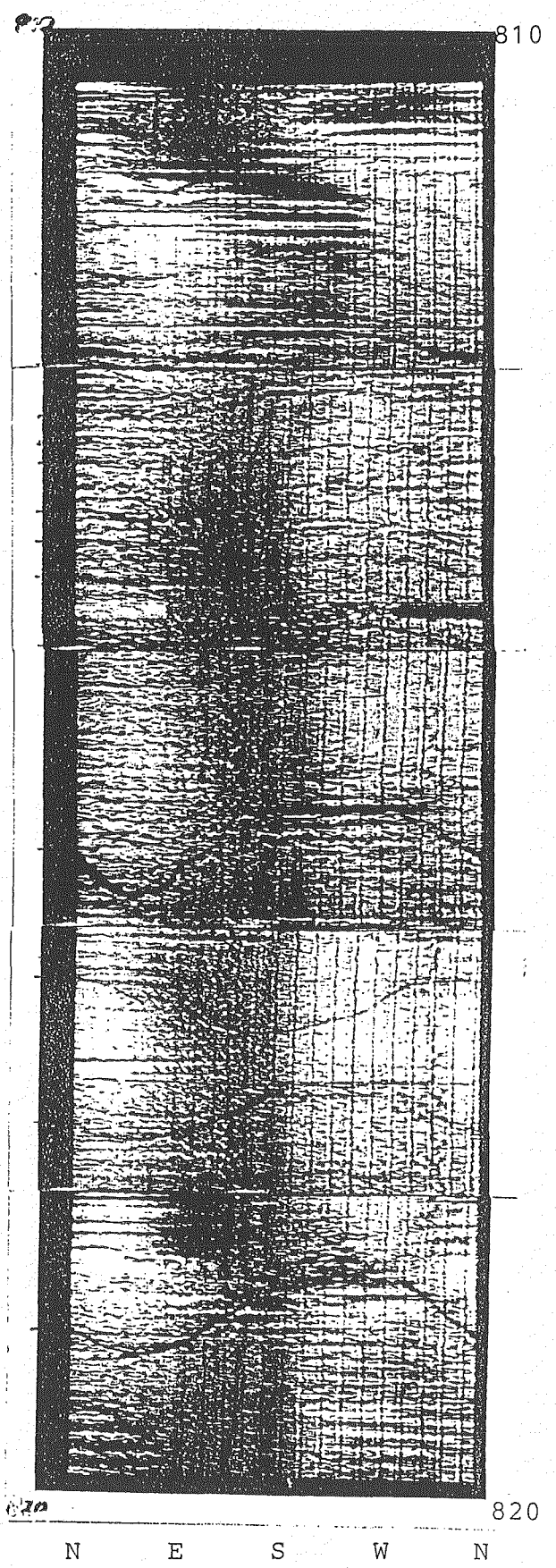
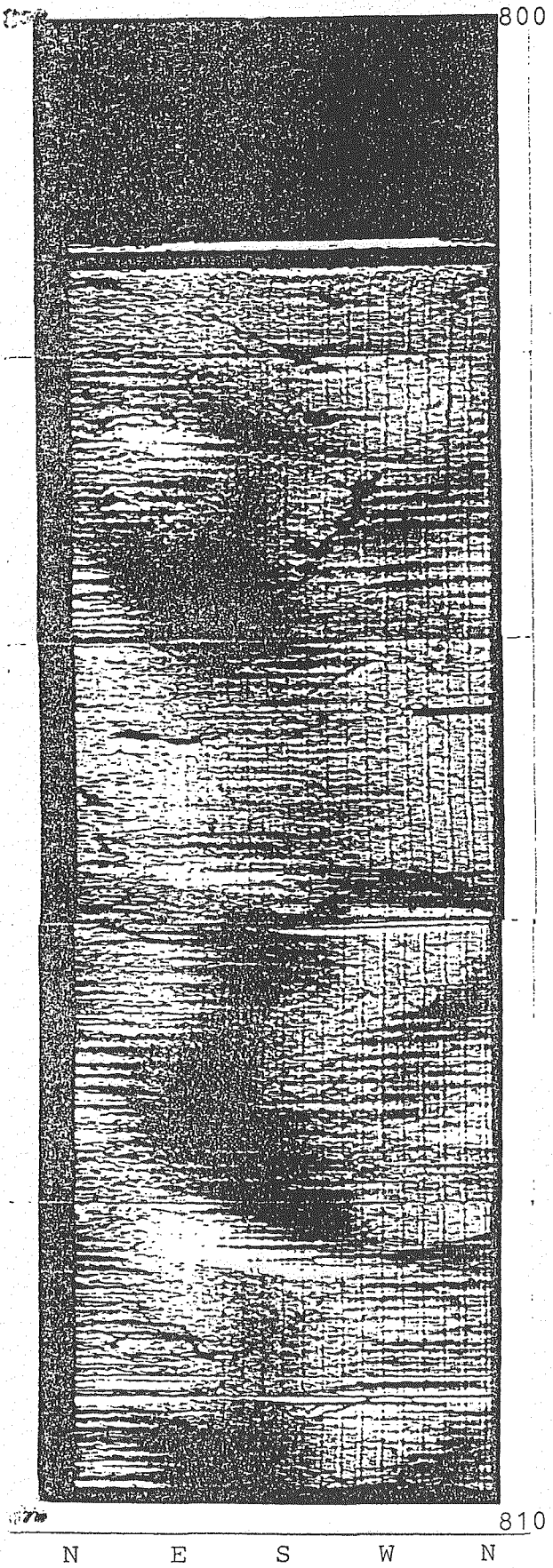


音波検層 (インテンシティログ) 記録図 (6 / 7)

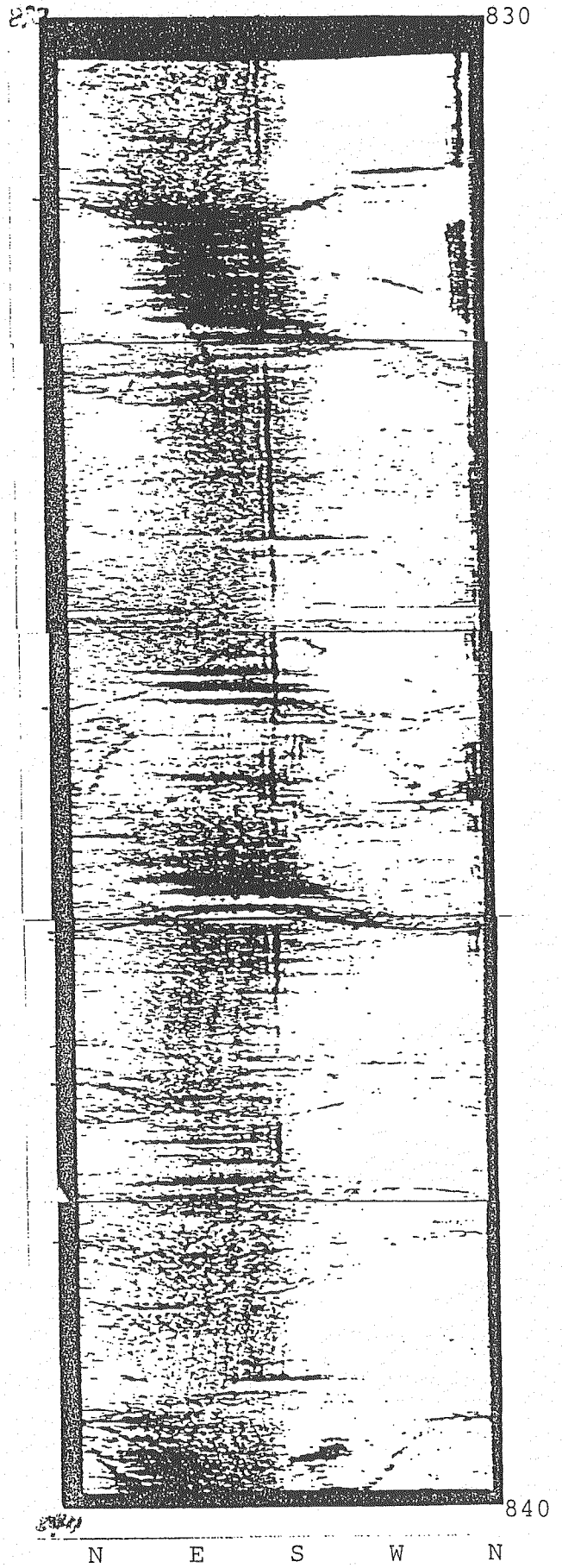
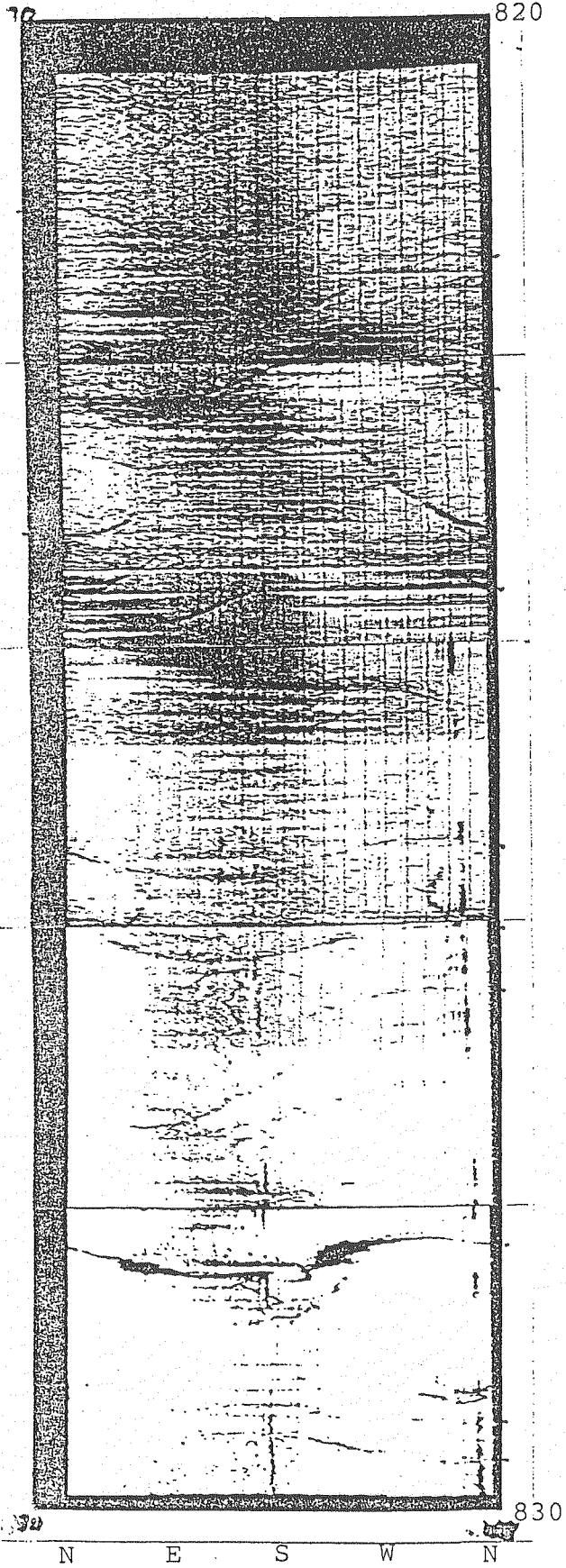




音波検層（ウェーブトレイン）記録図

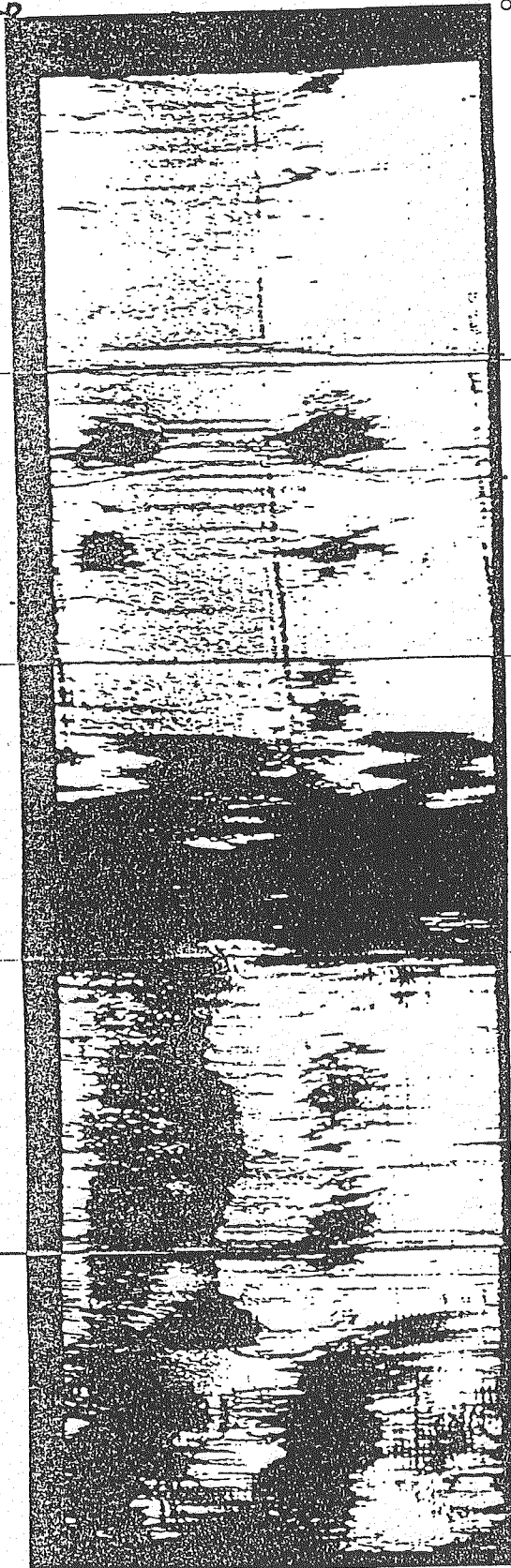


ボアホールテレビュアー記録図 (1/25)



842

840



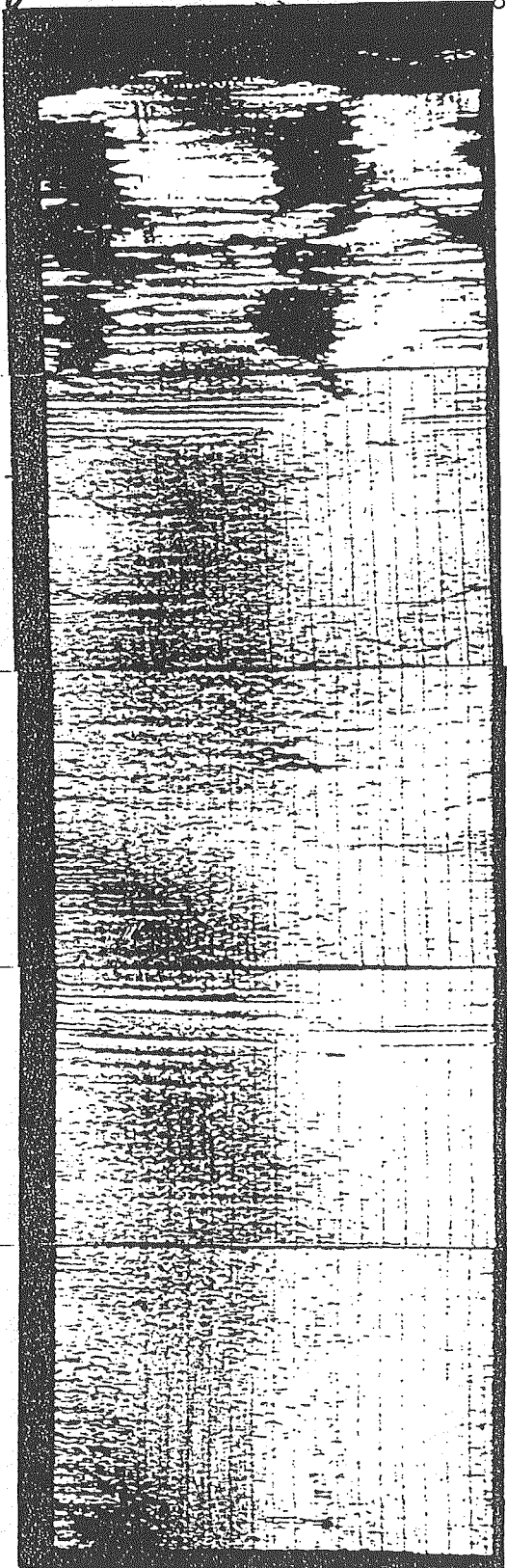
850

850

N E S W N

852

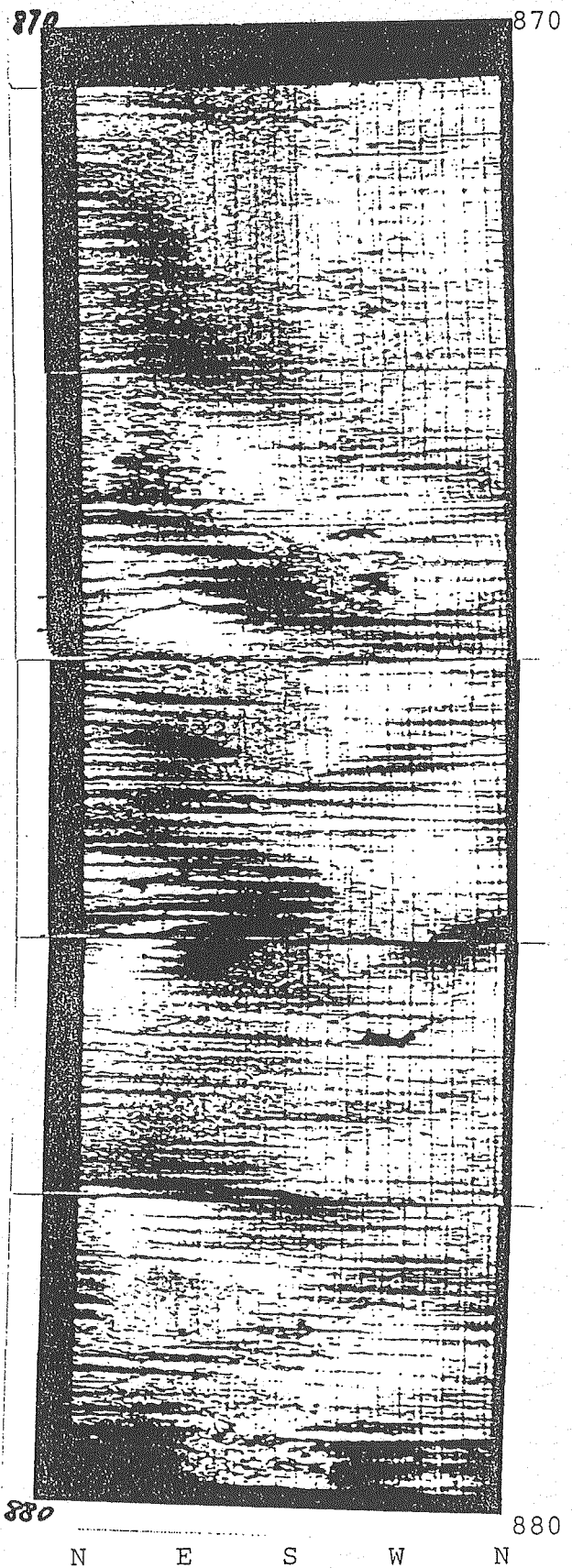
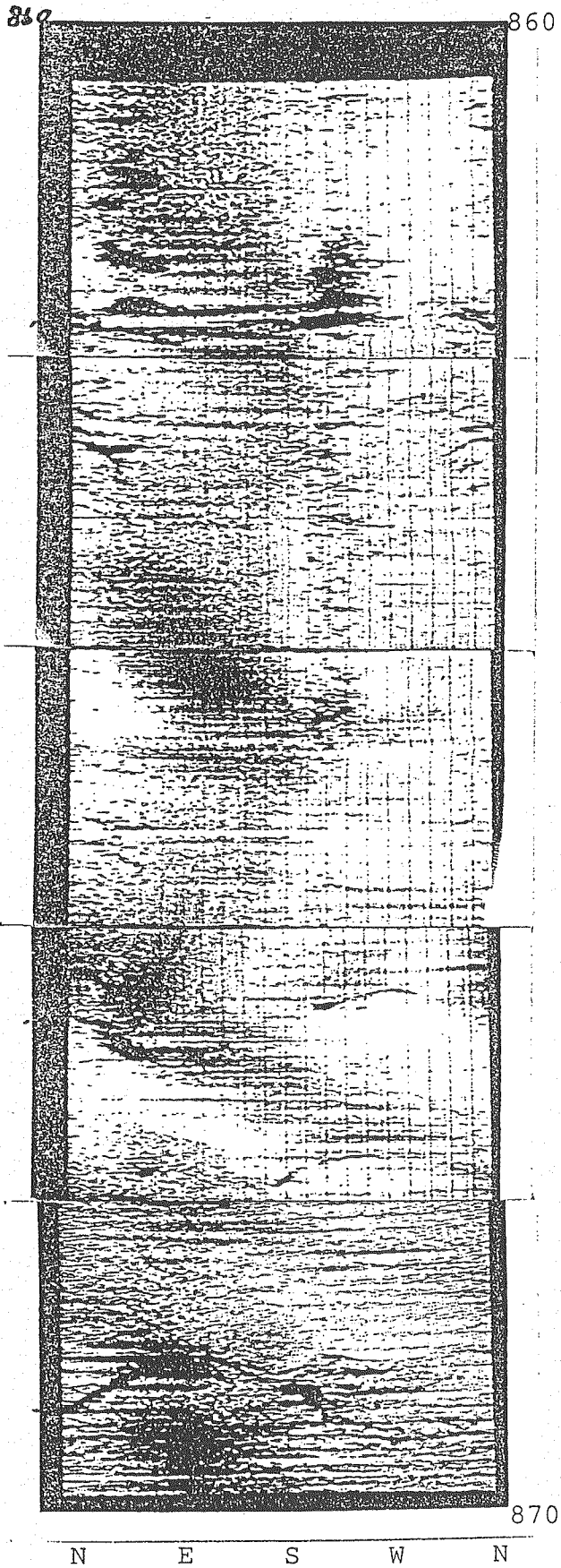
850

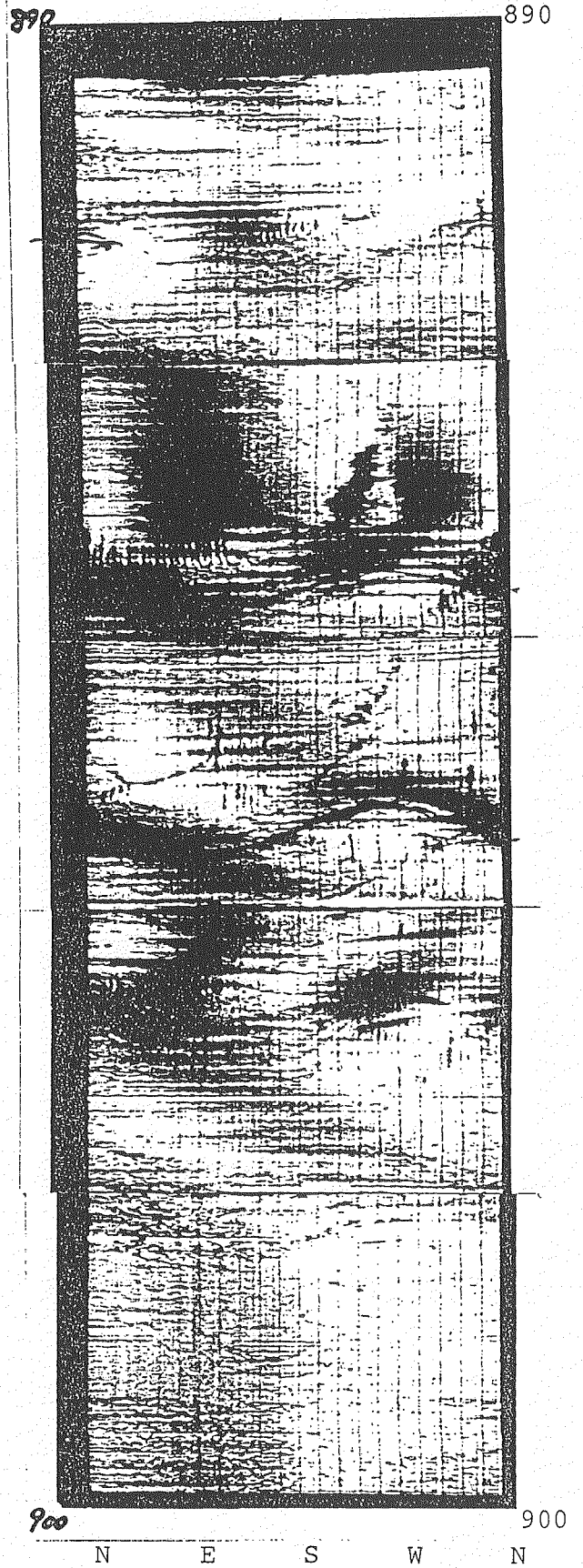
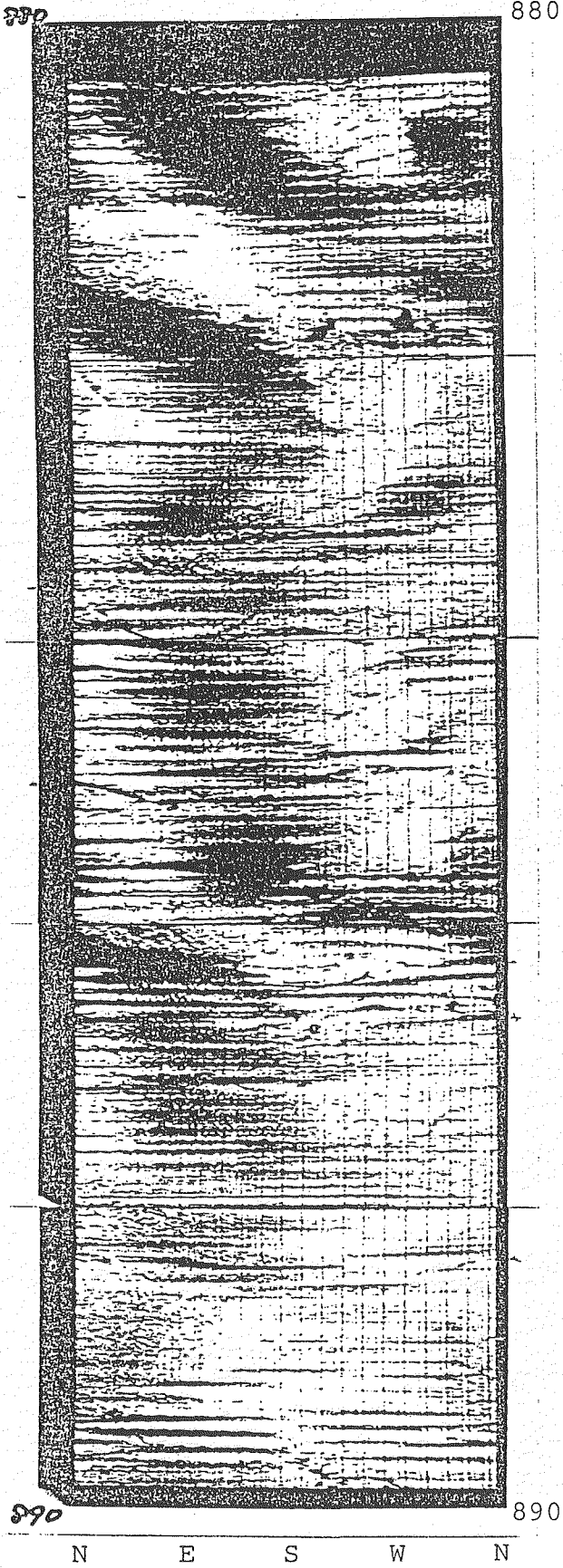


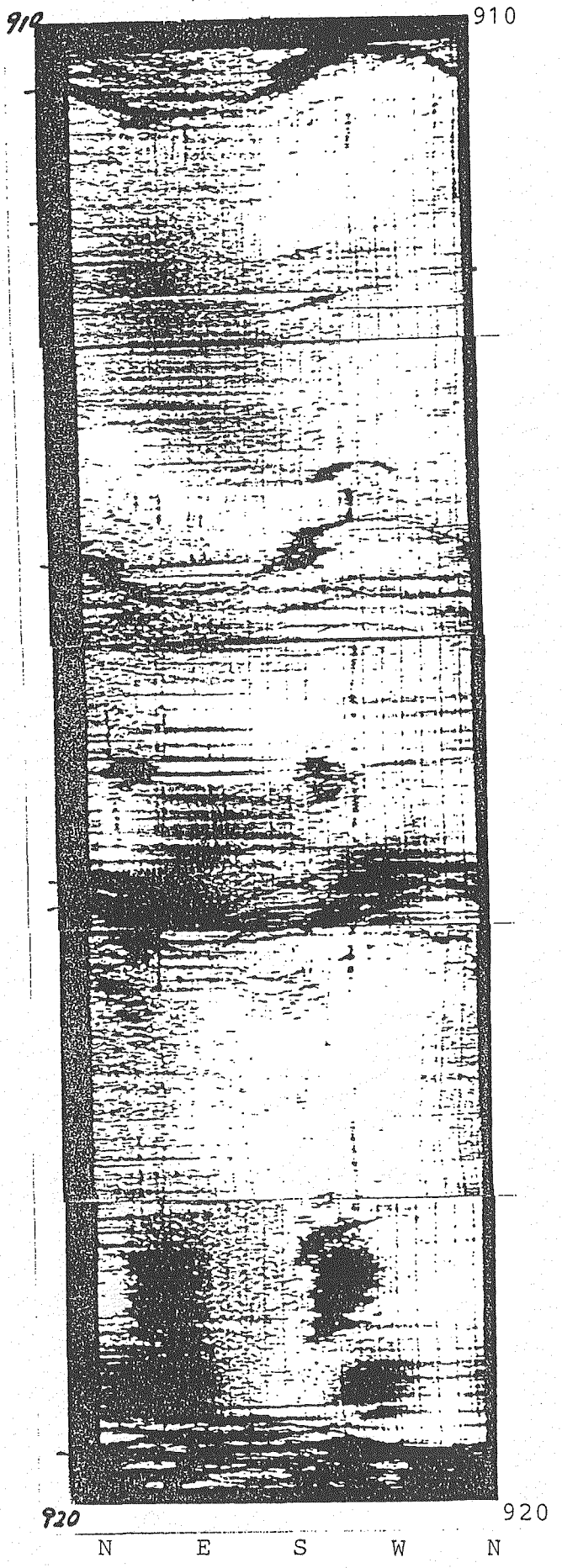
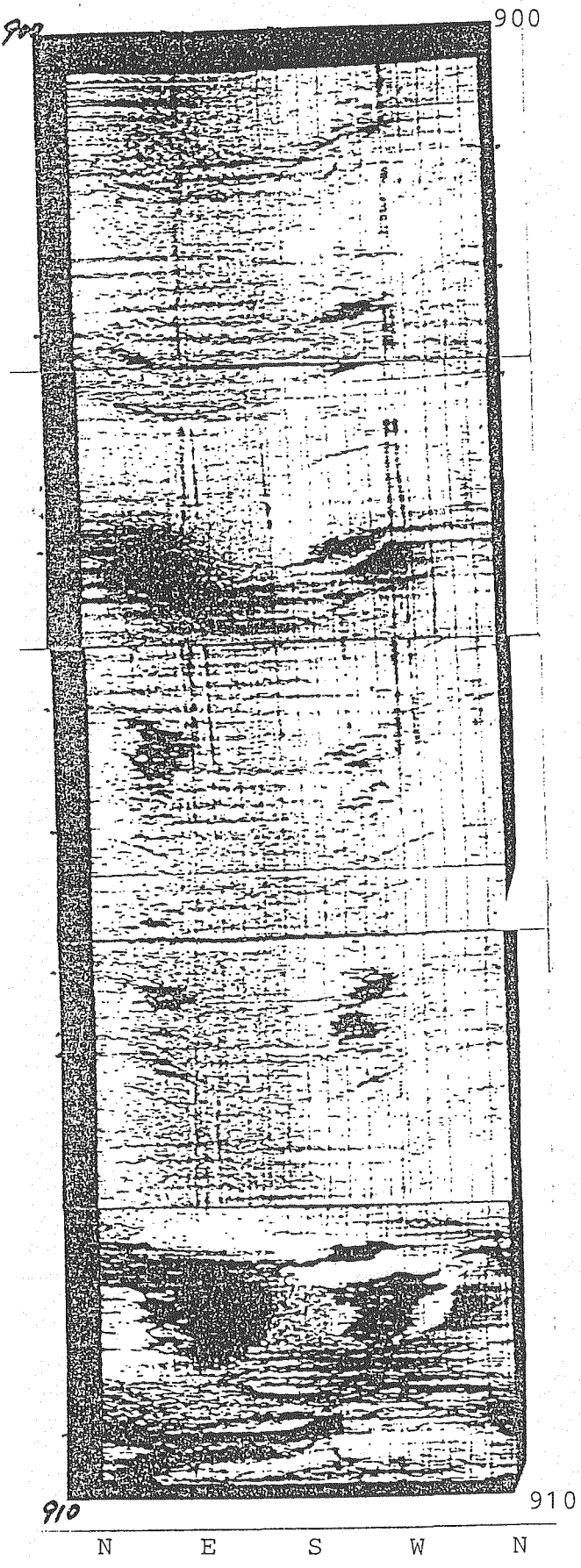
860

860

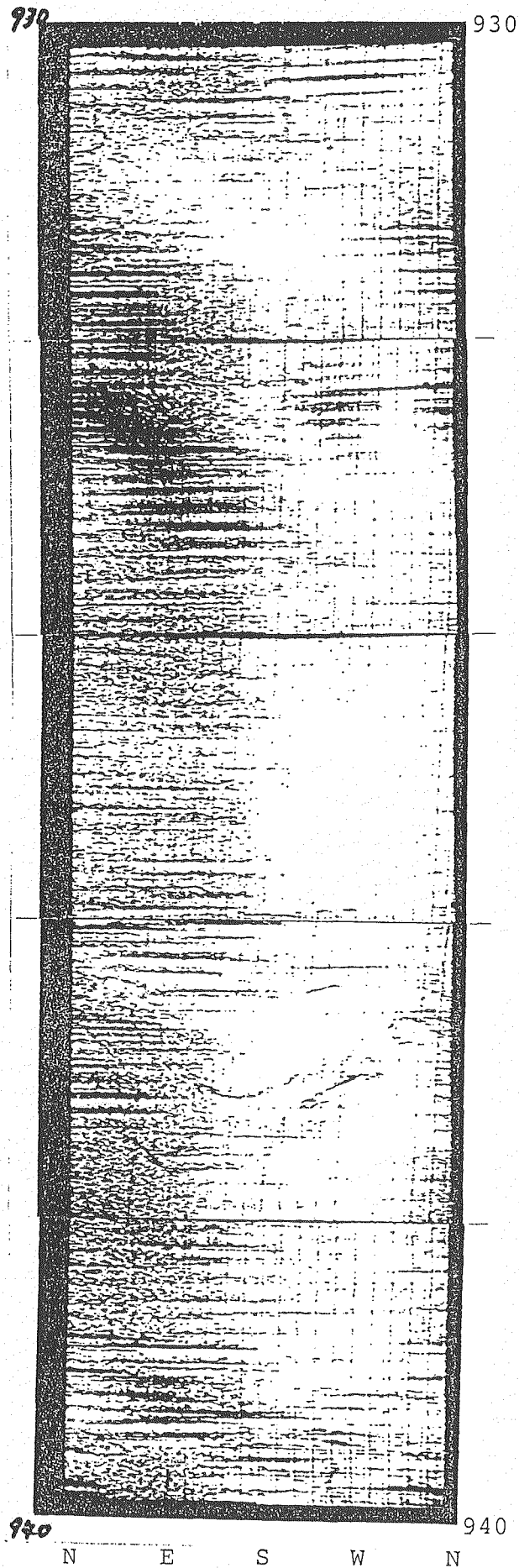
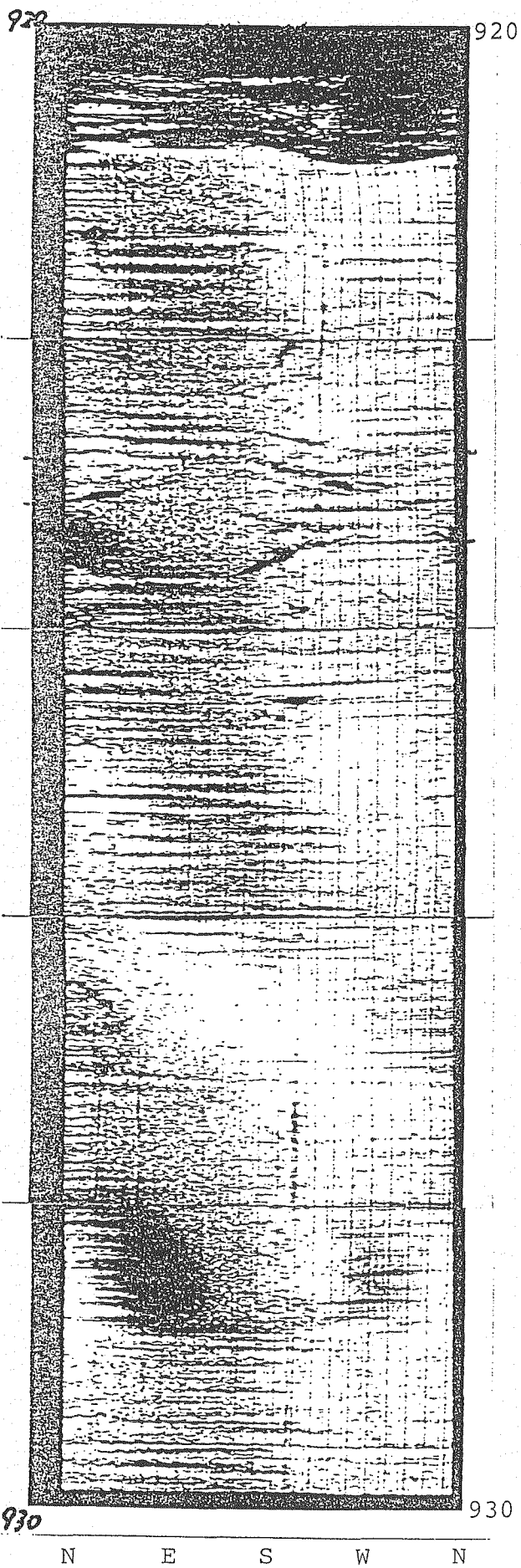
N E S W N

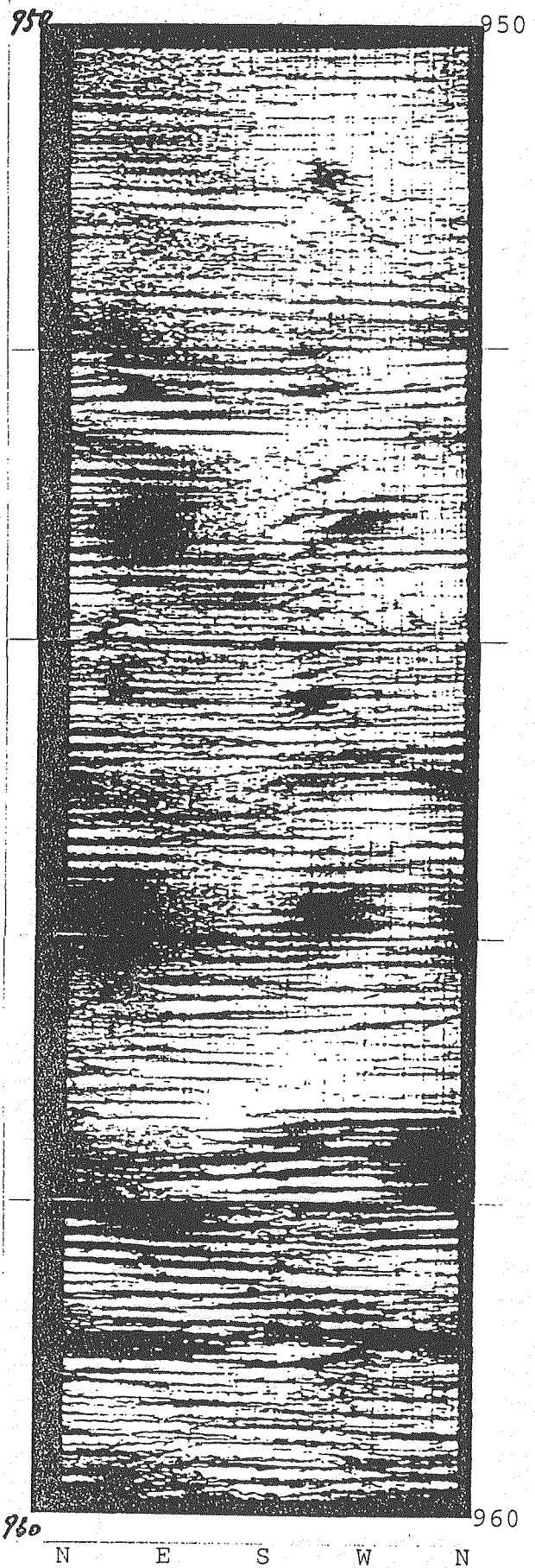
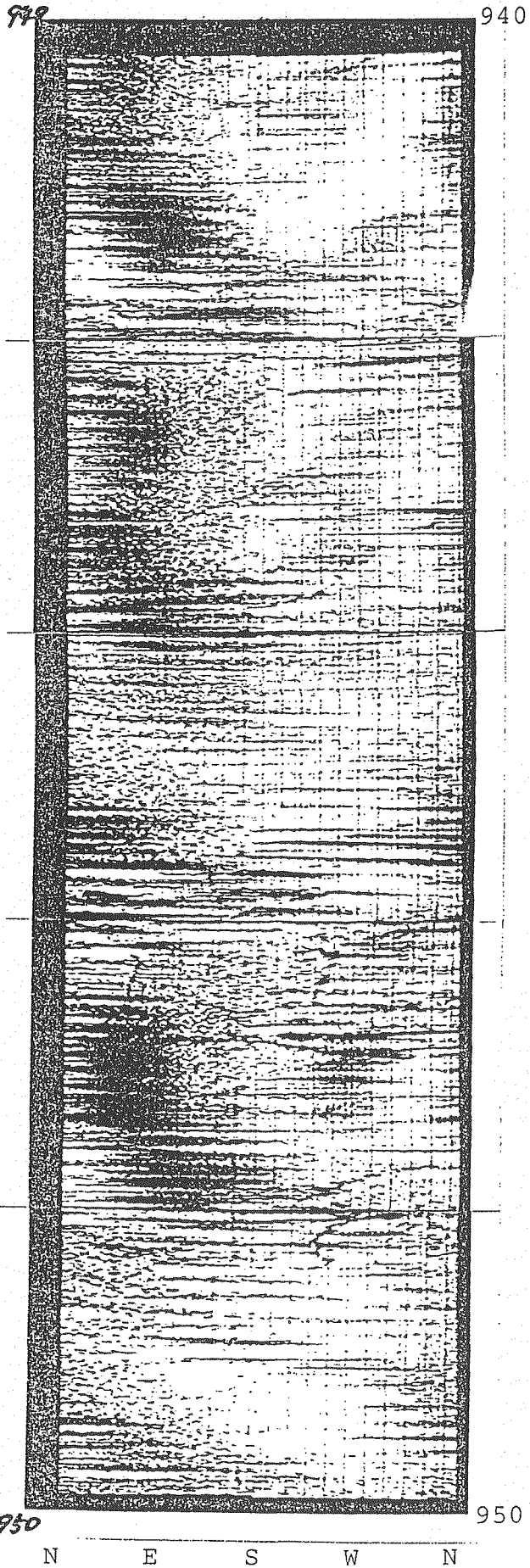


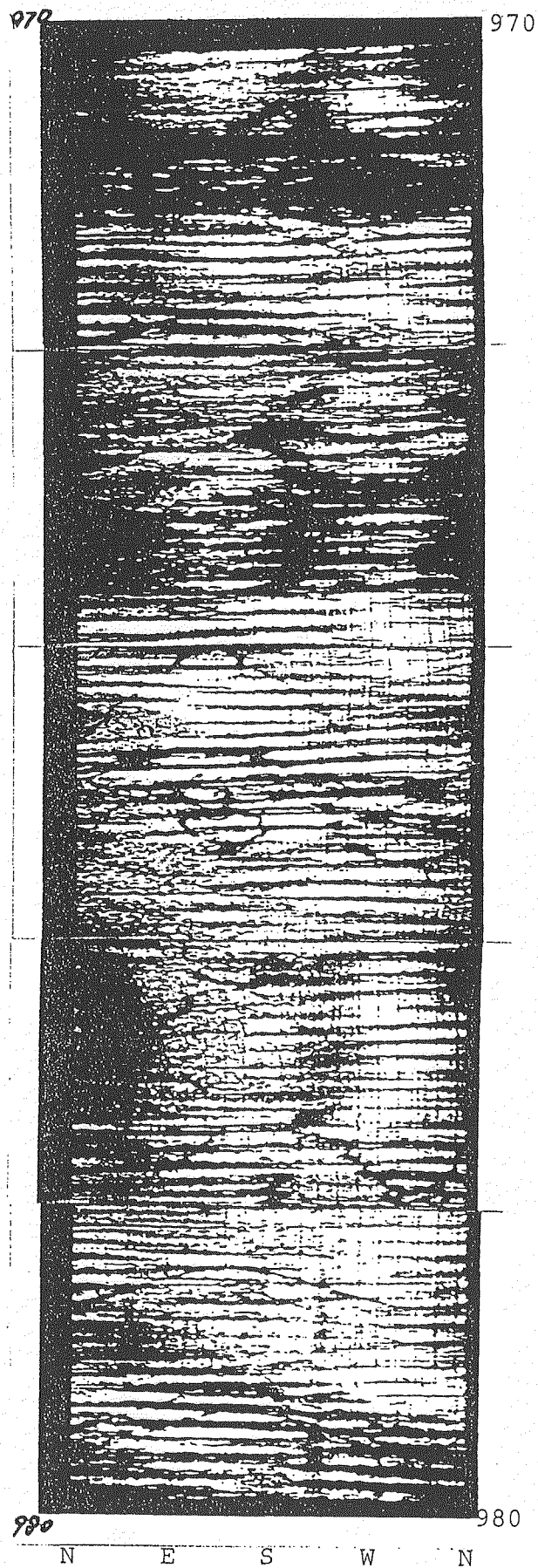
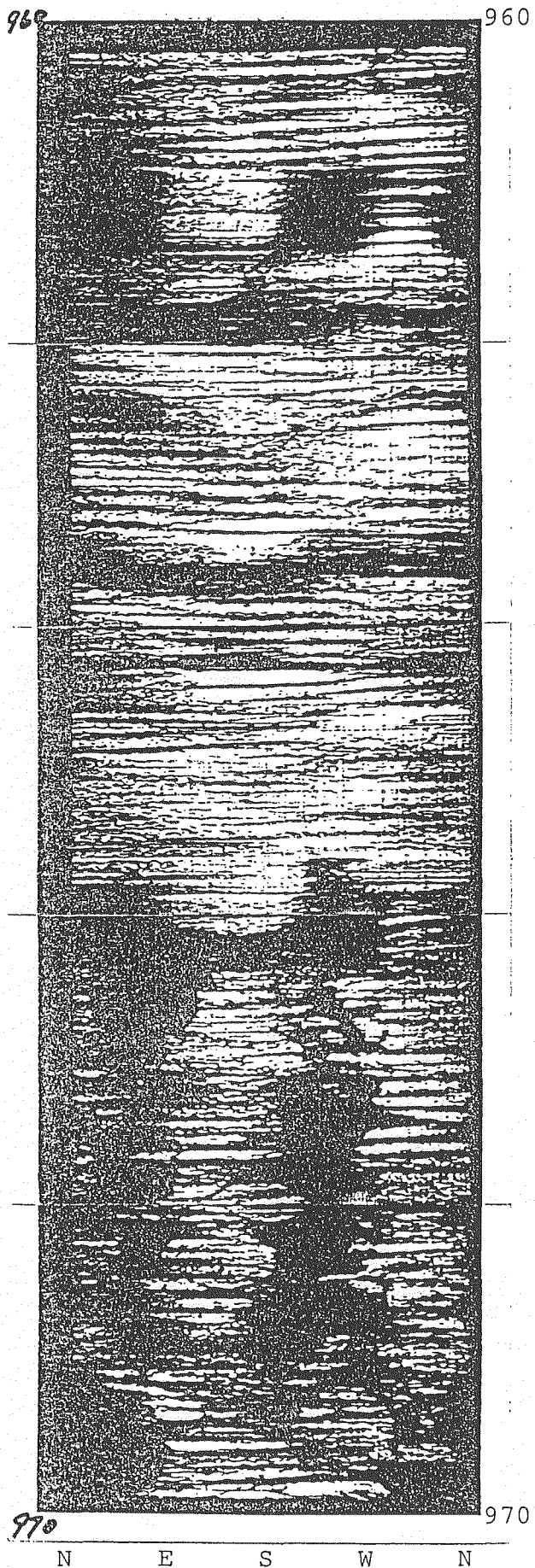




ボアホールテレビュアー記録図 (6/25)



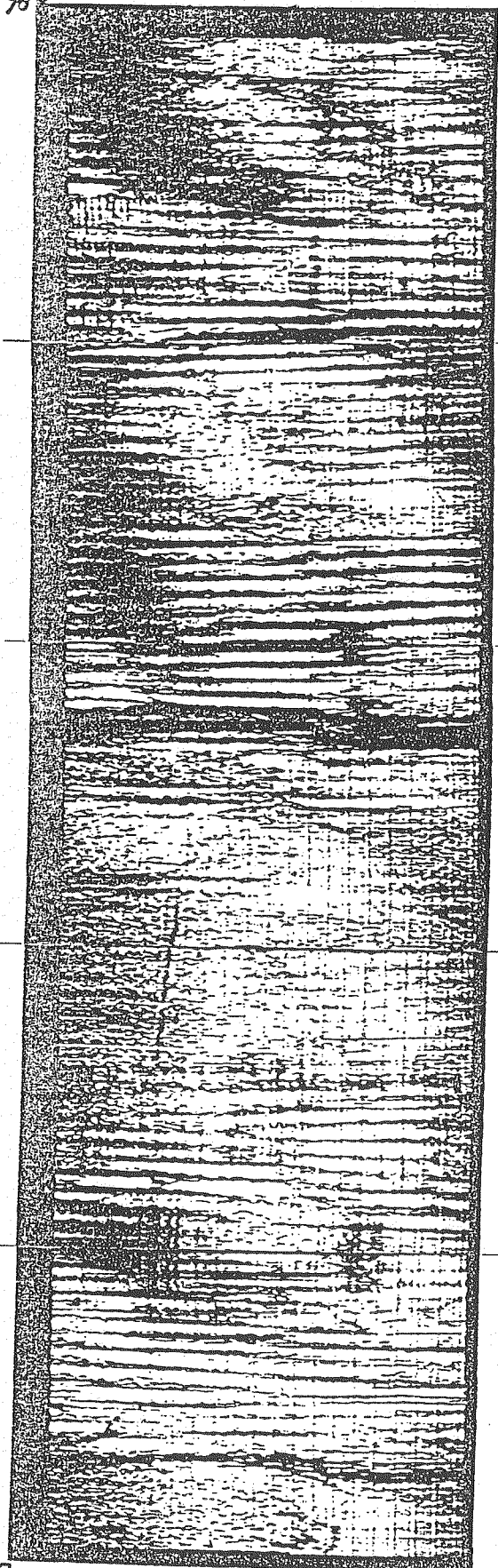




ボアホールテレビュアー記録図 (9/25)

982

980



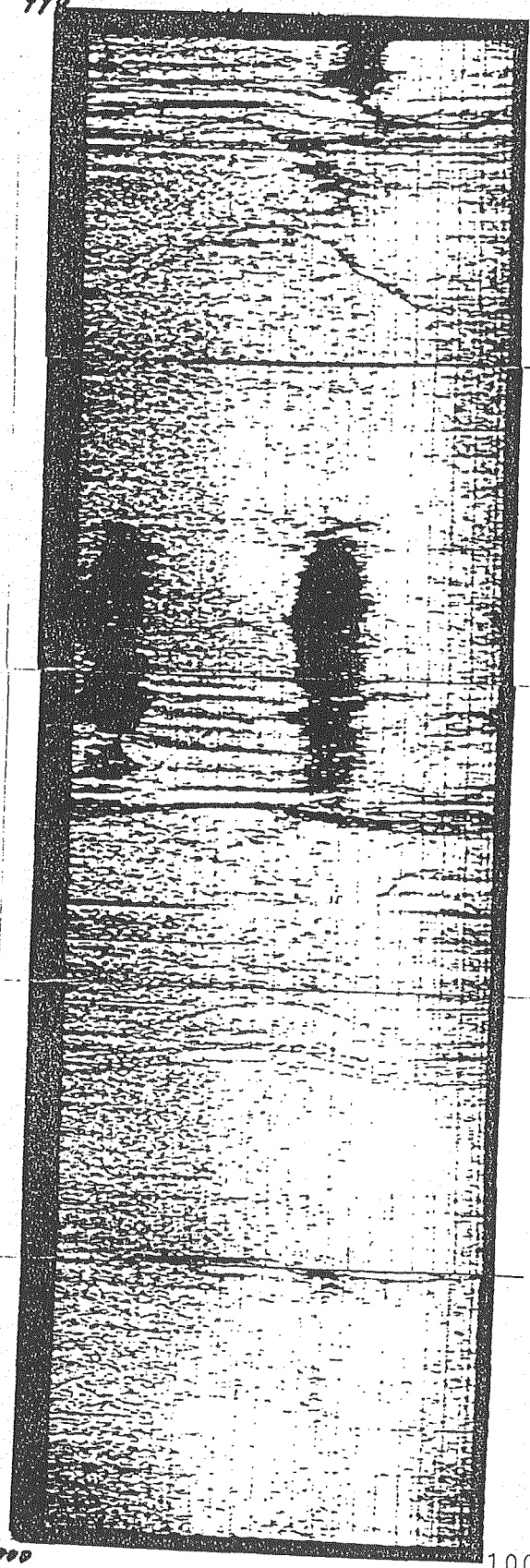
990

990

N E S W N

990

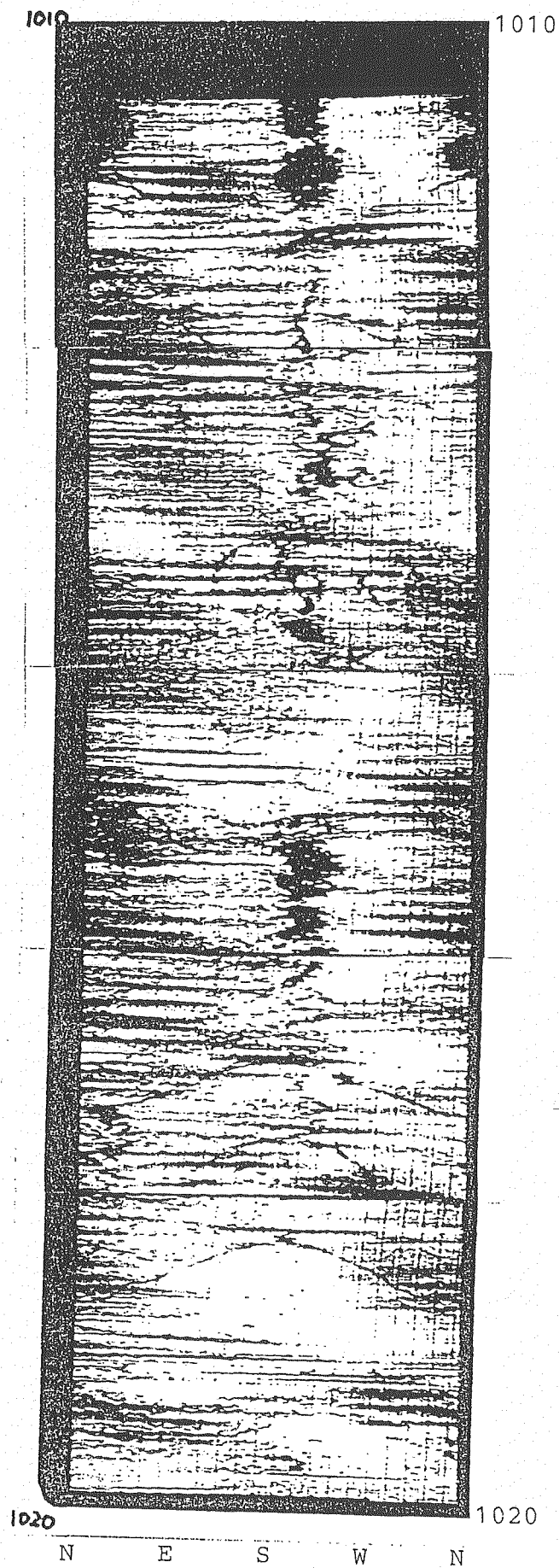
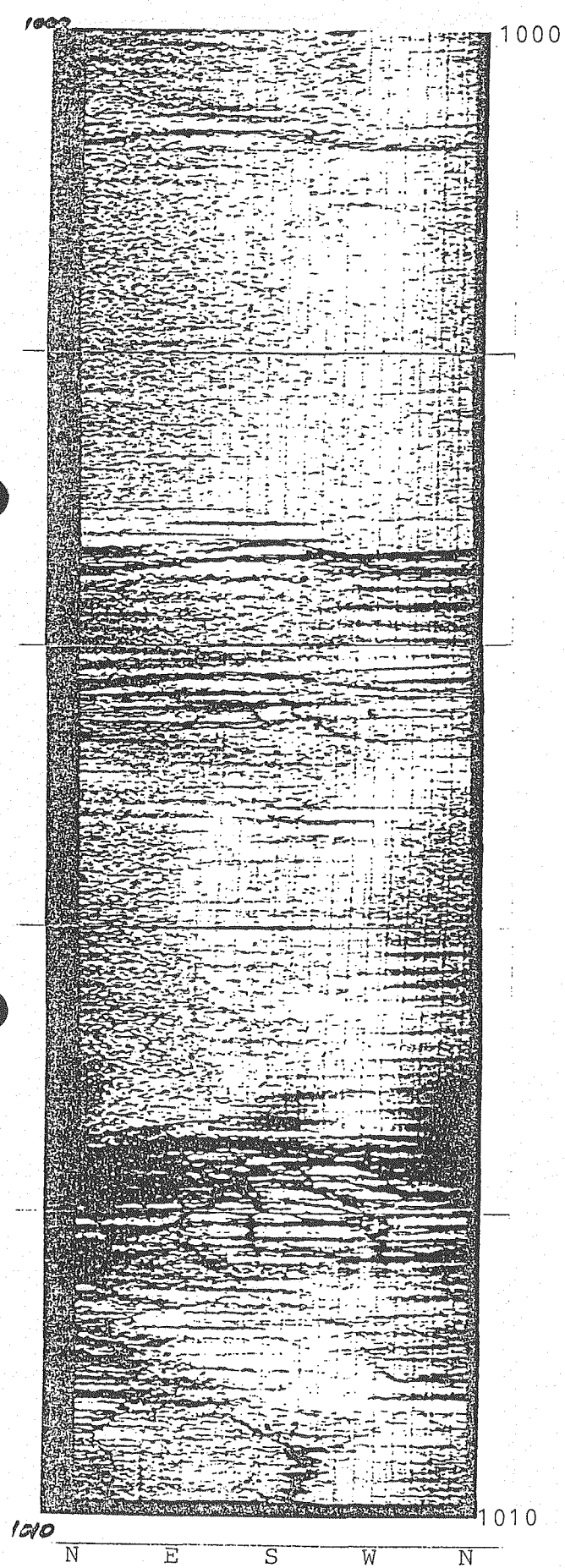
990



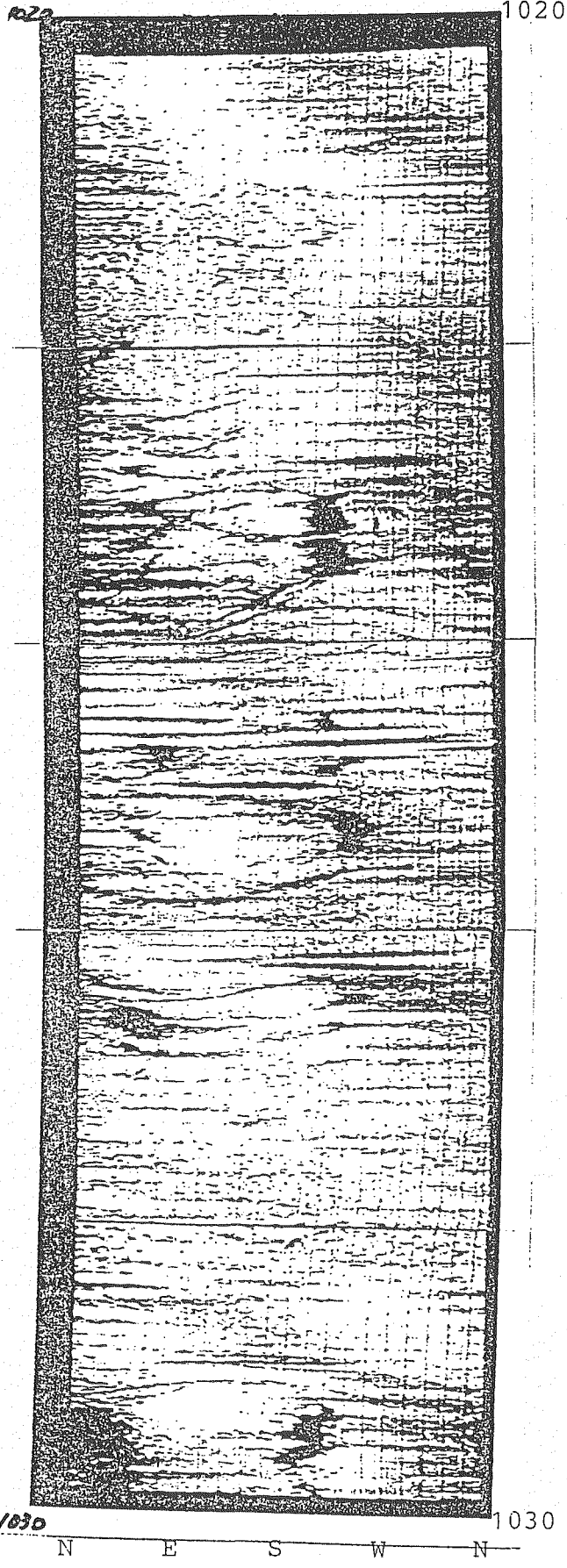
1000

1000

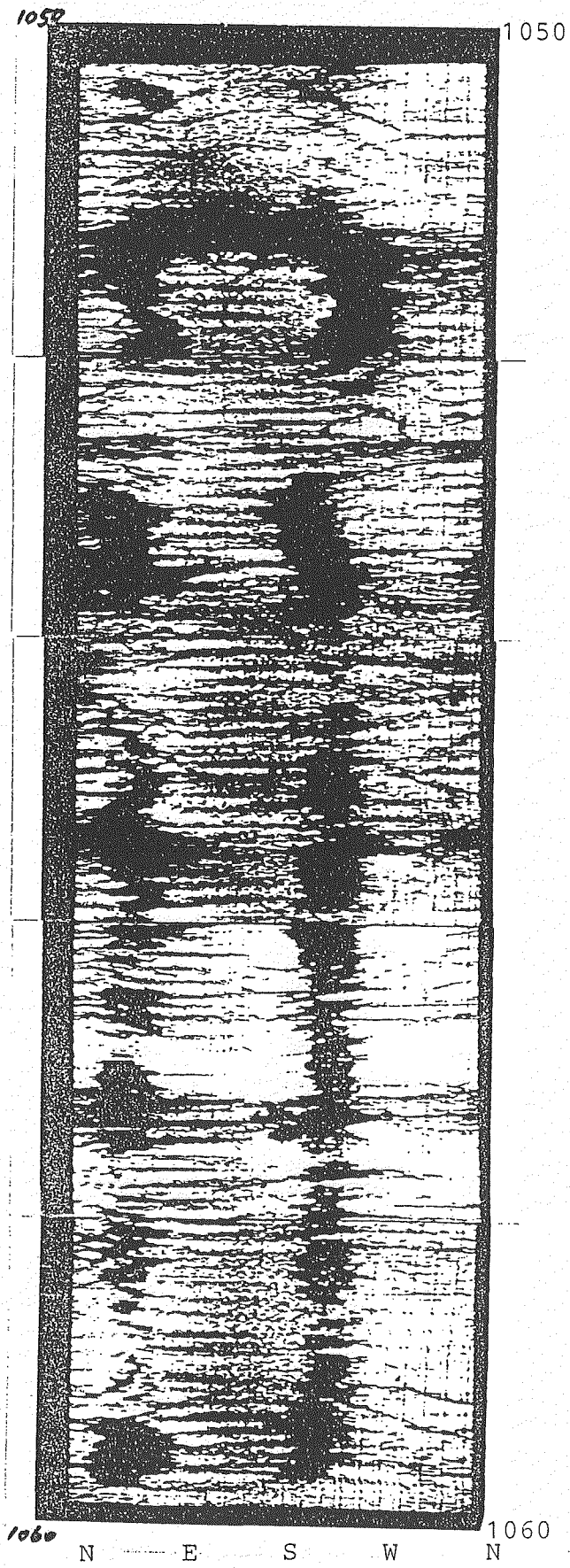
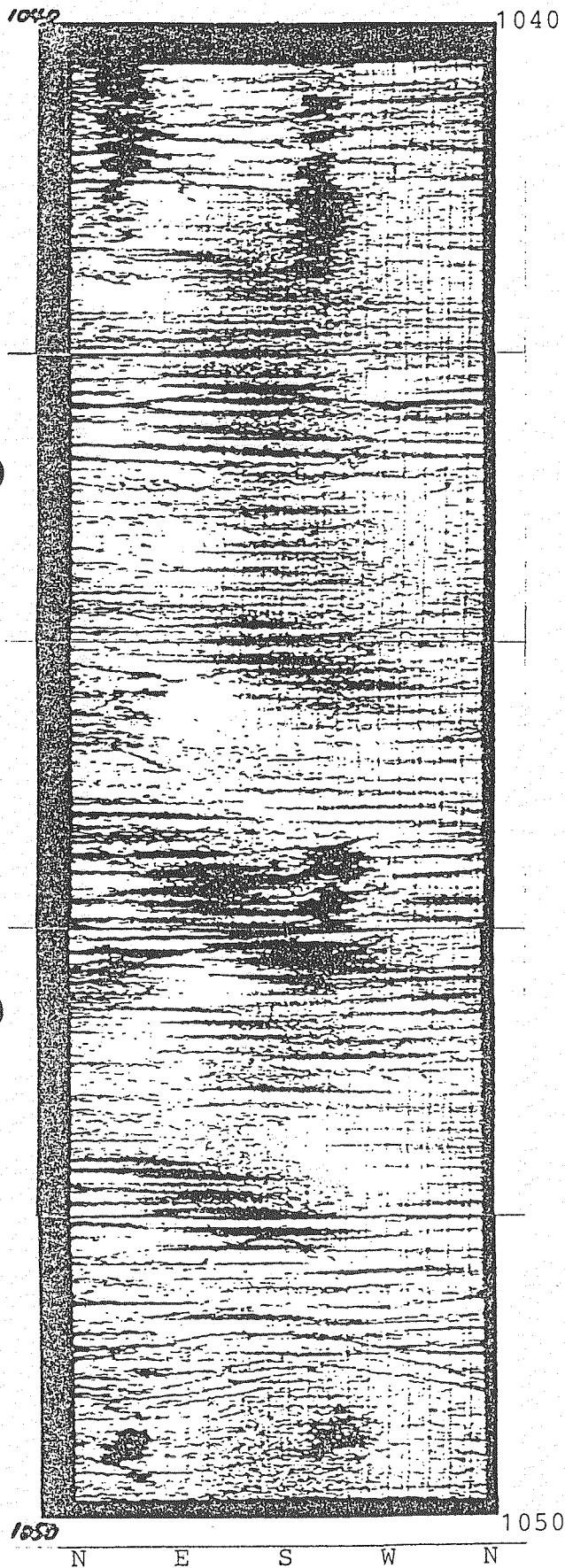
N E S W N



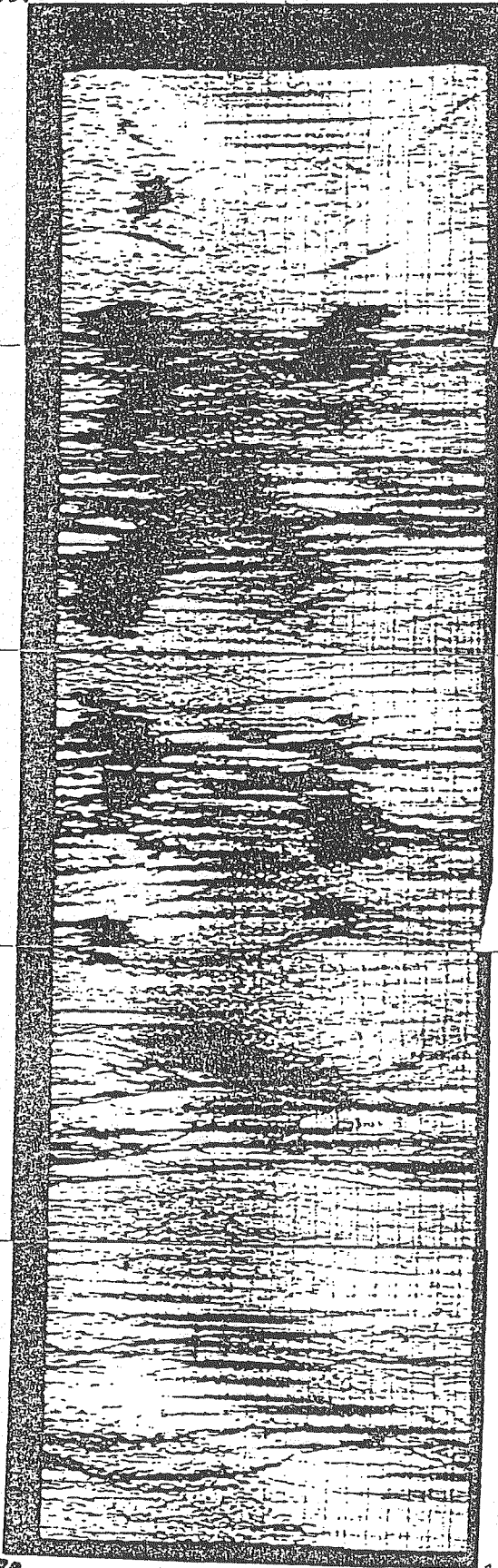
ボアホールテレビュアー記録図 (11/25)



ボアホールテレビュアー記録図 (12/25)

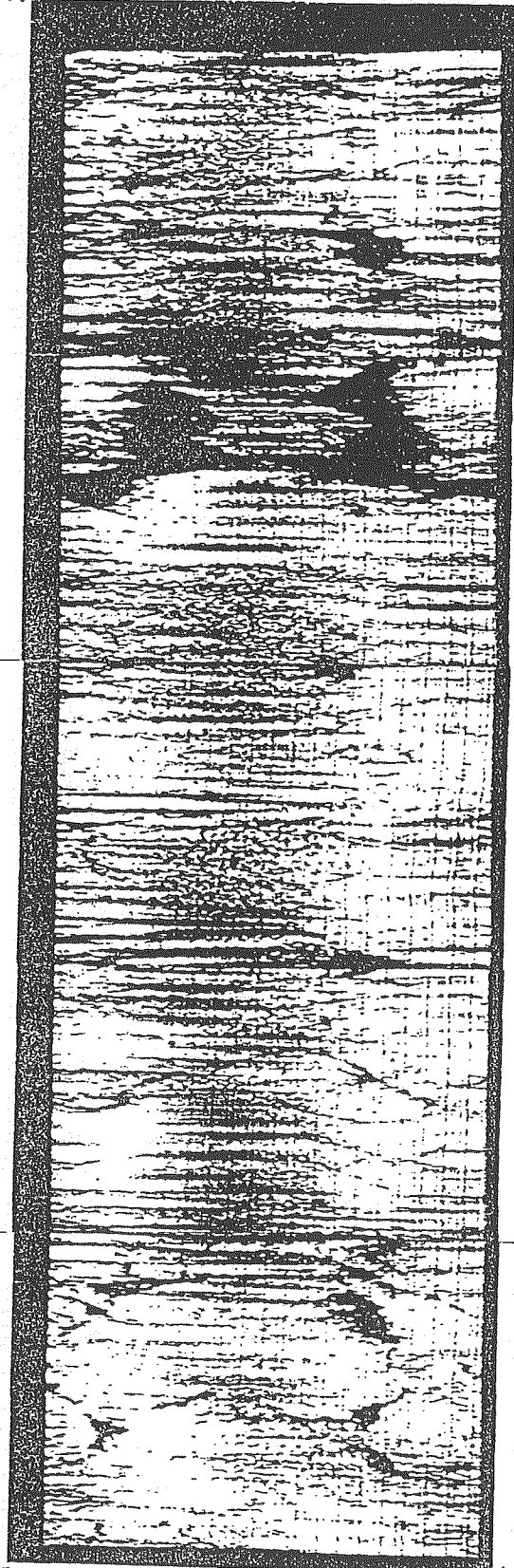


1060 1060

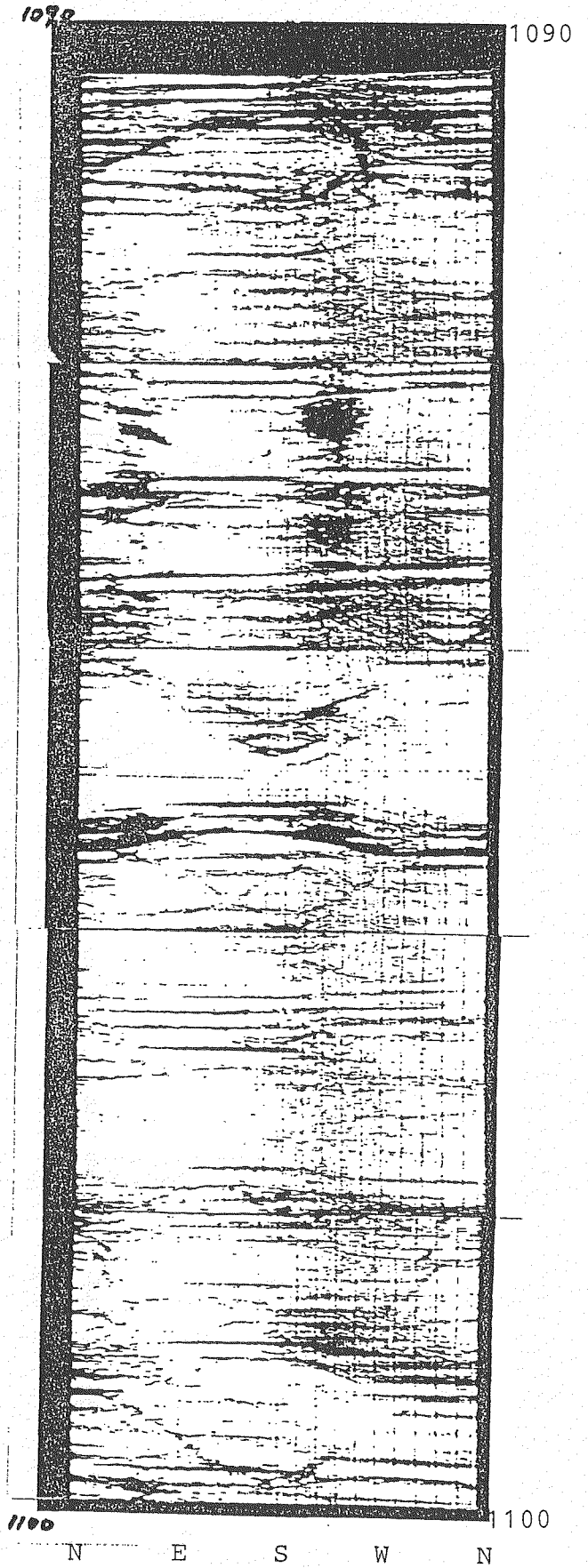
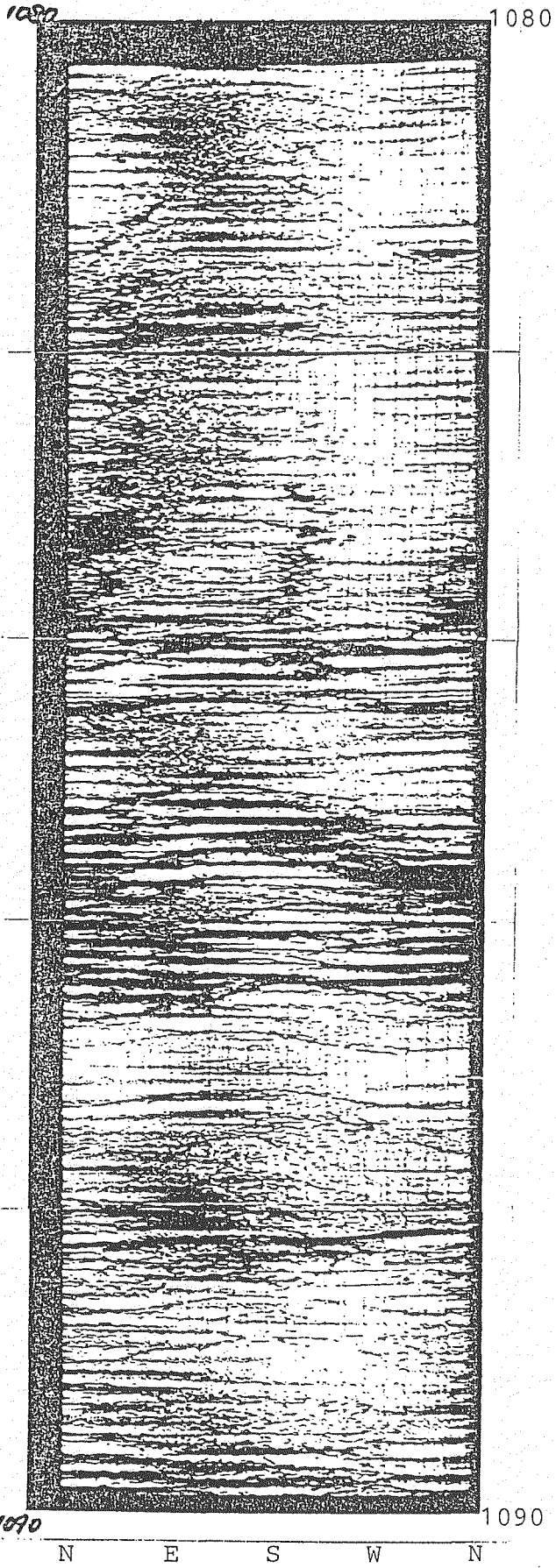


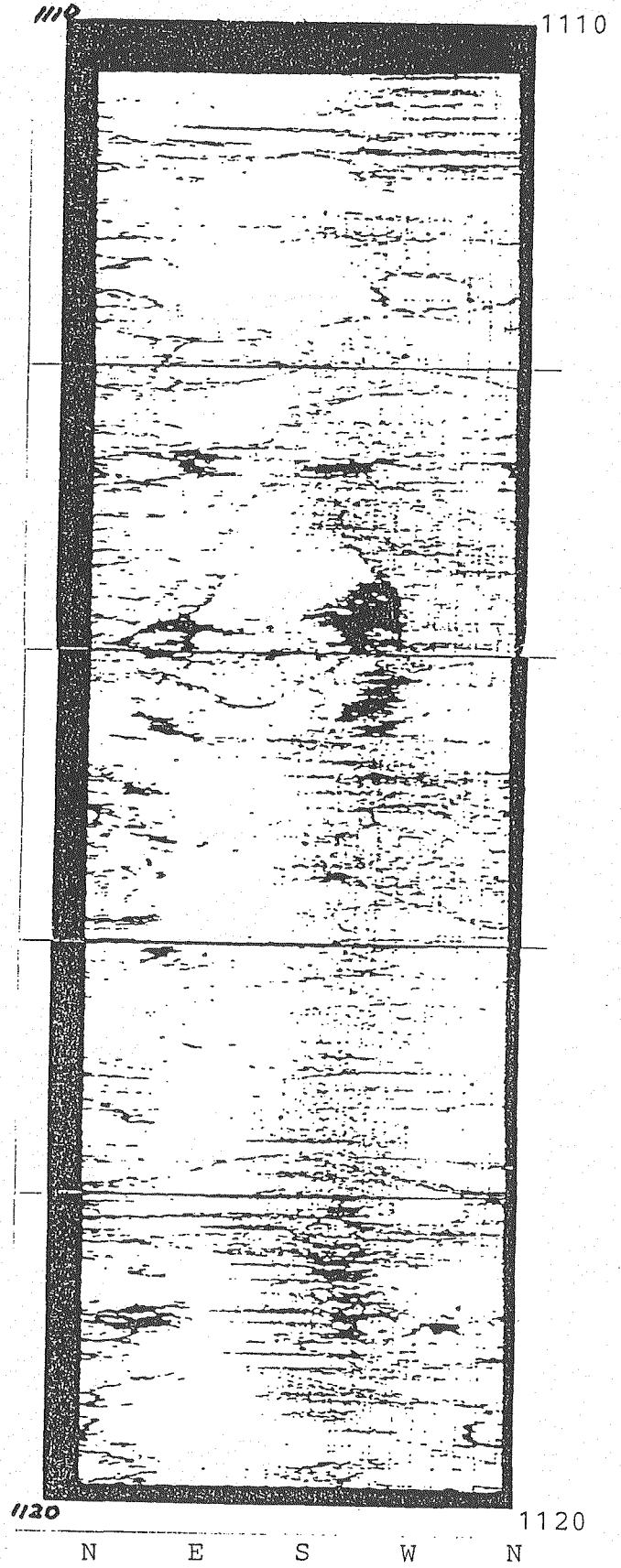
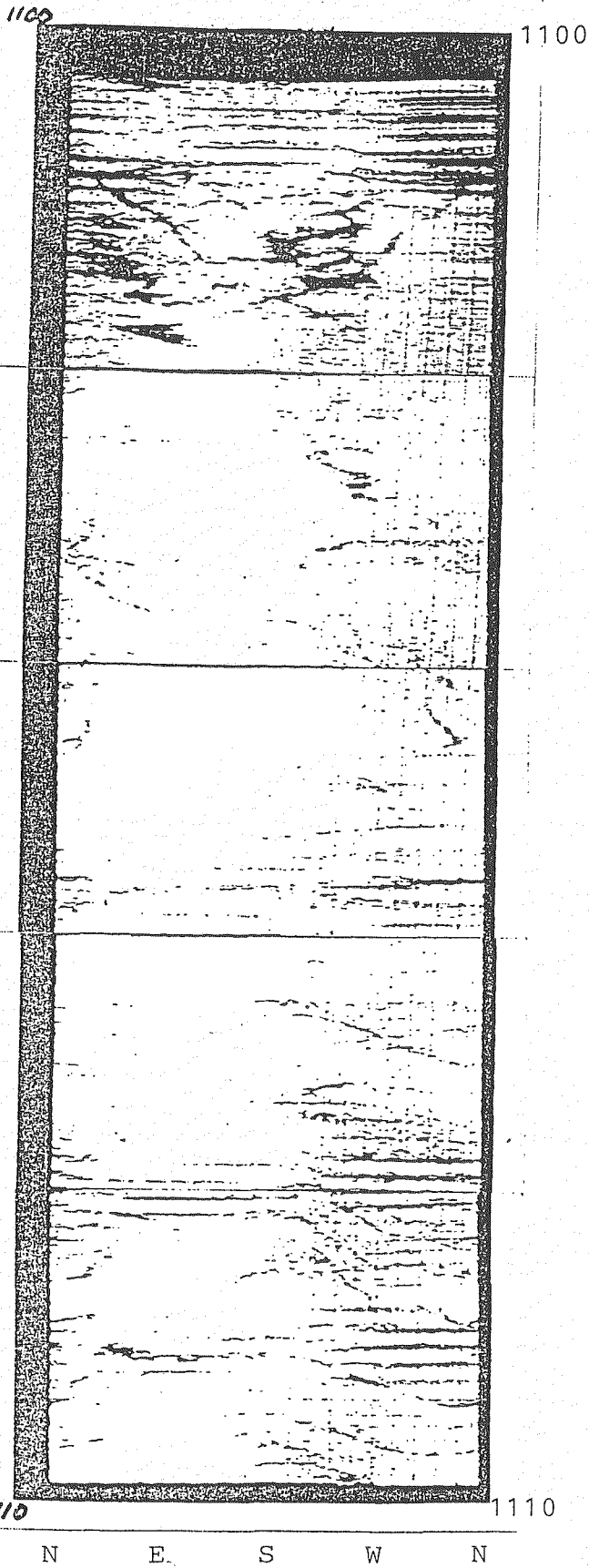
1070 1070
N E S W N

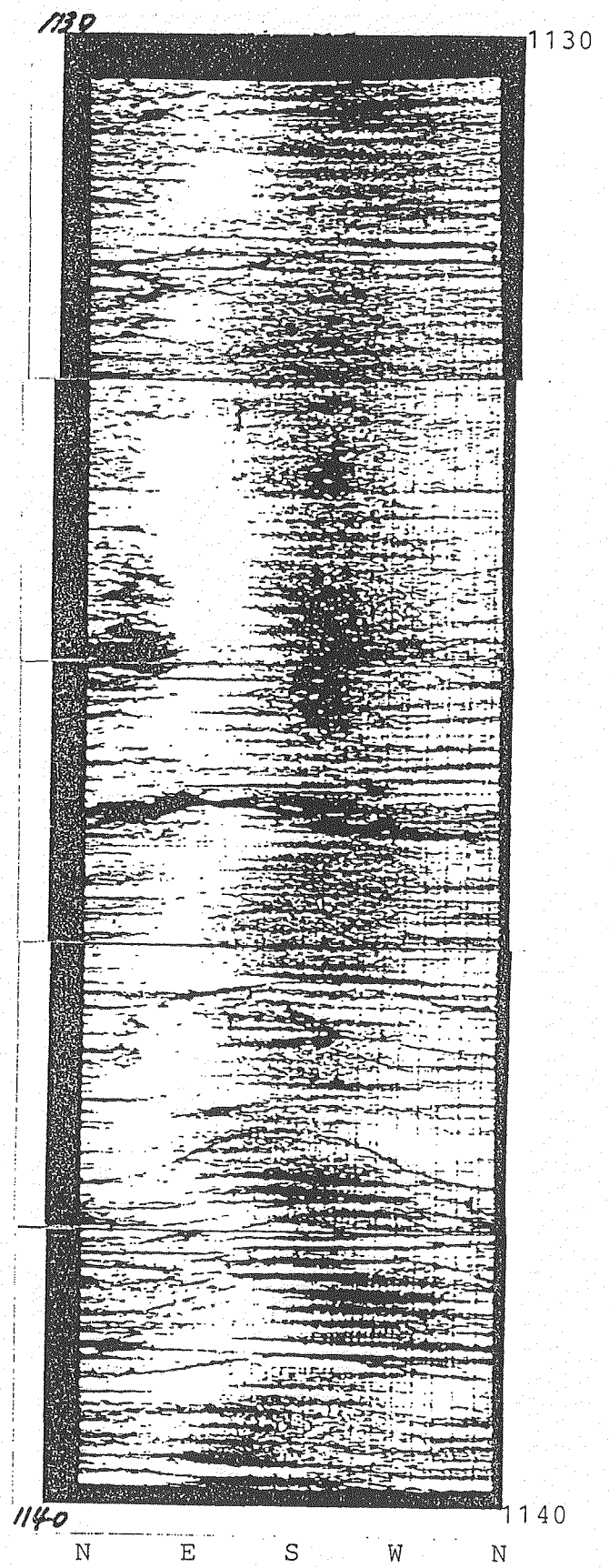
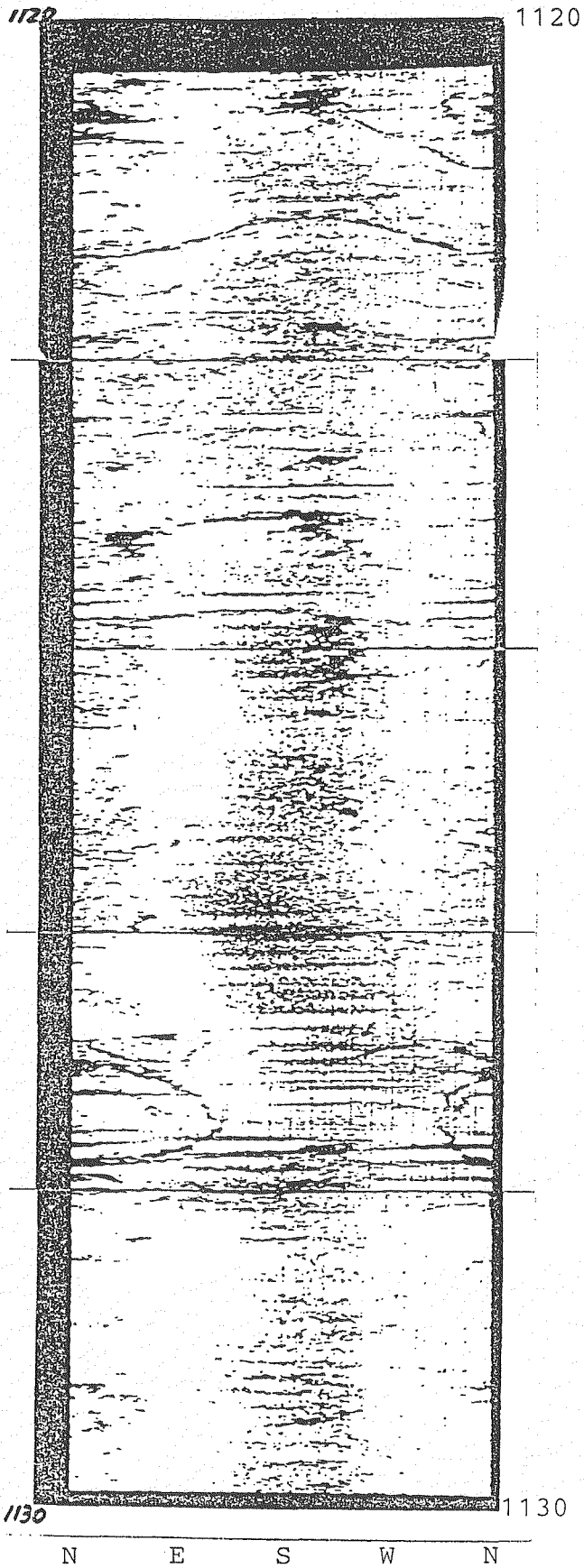
1070 1070

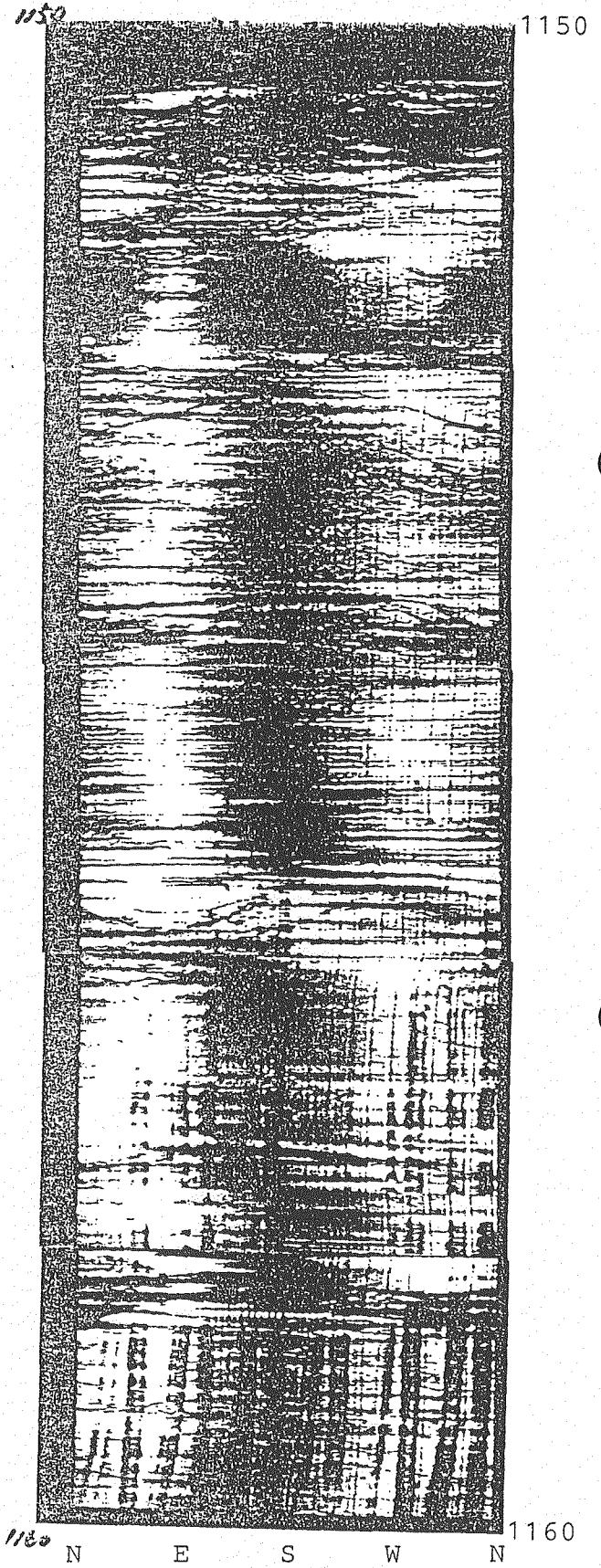
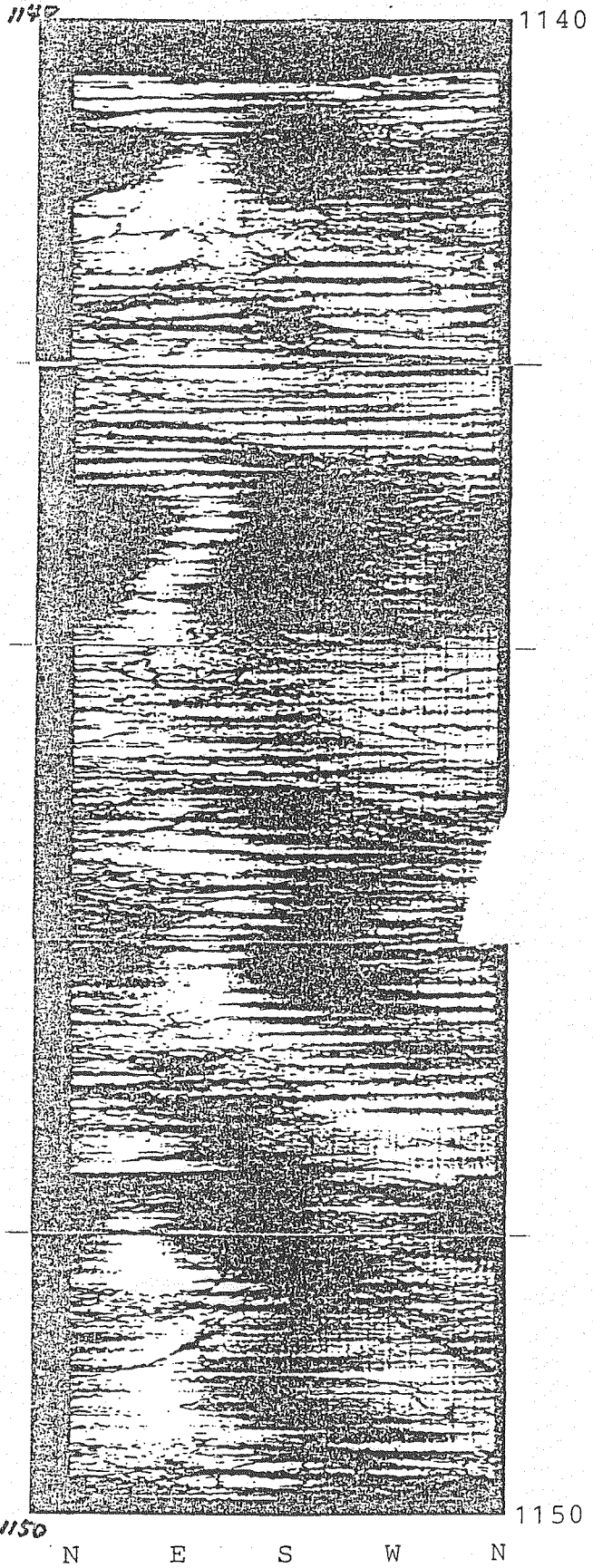


1080 1080
N E S W N



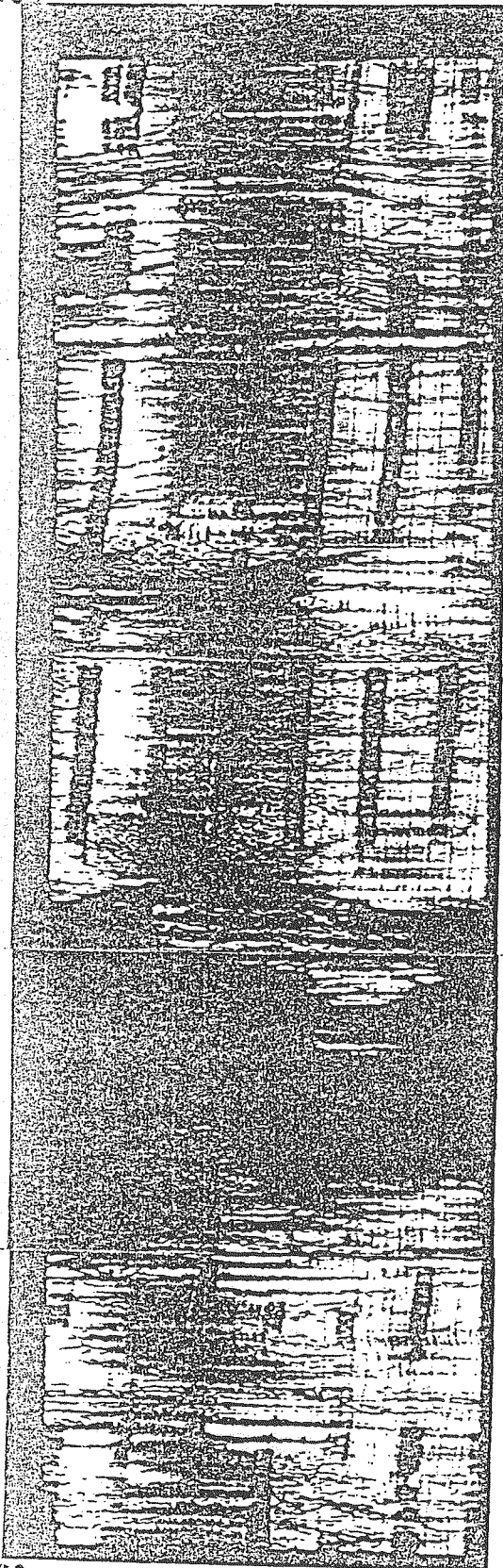






1160

1160



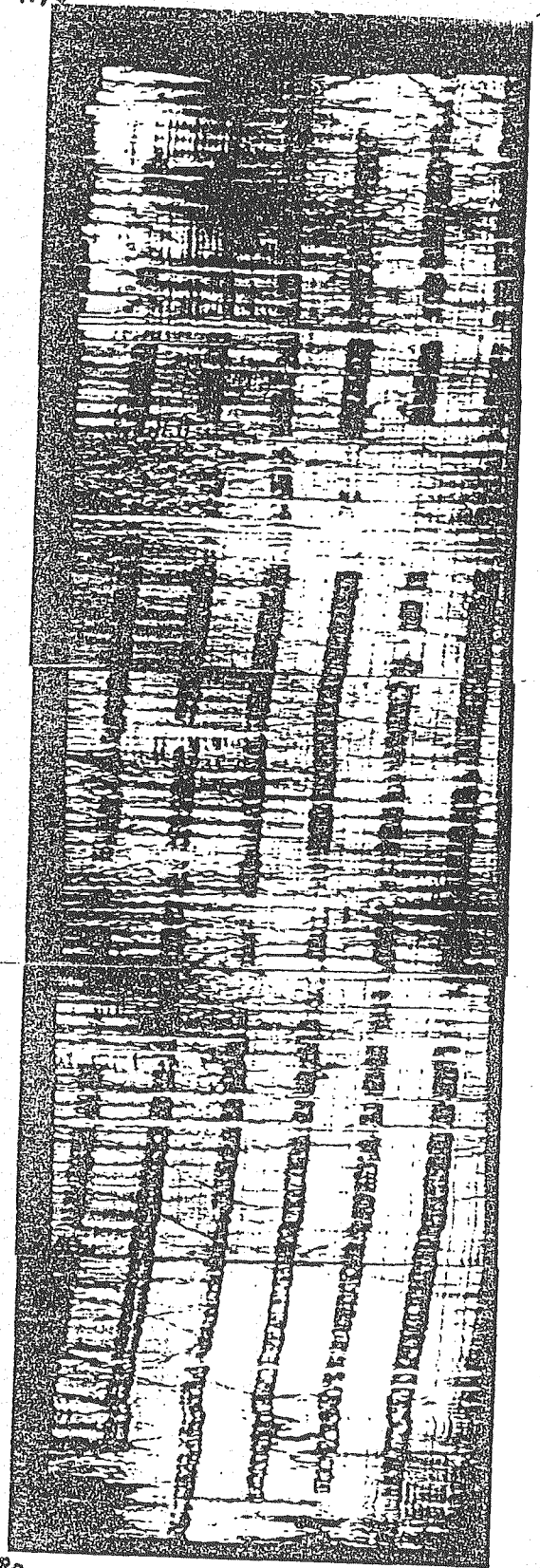
1170

N E S W N

1170

1170

1170

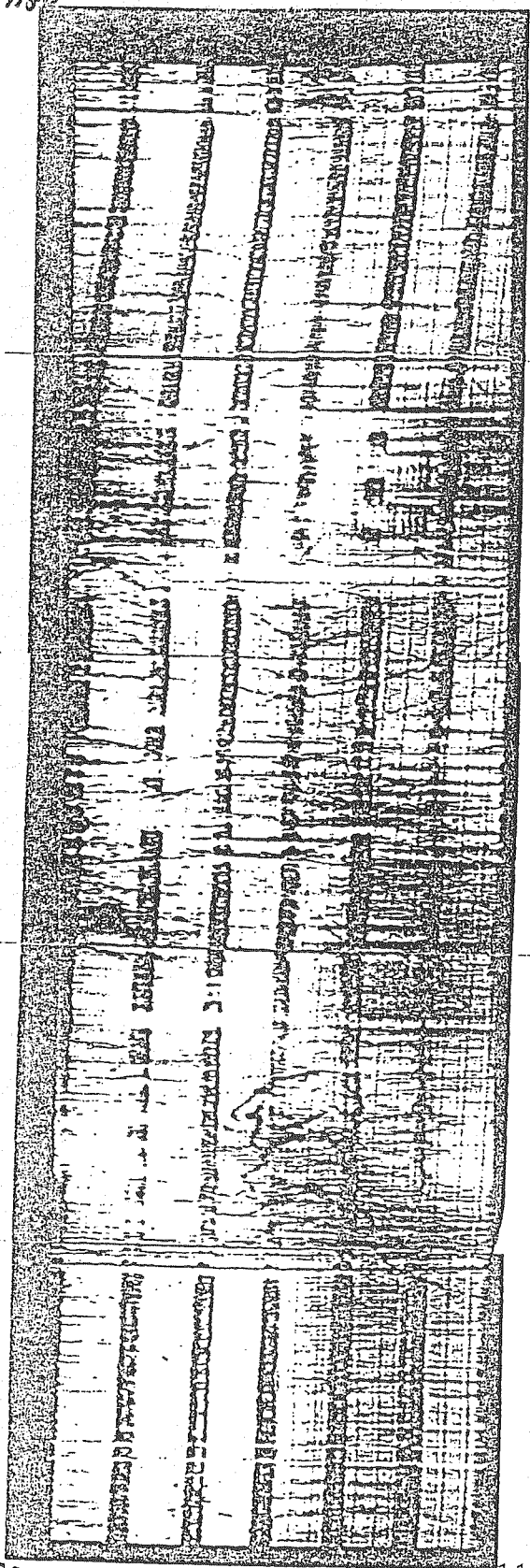


1180

N E S W N

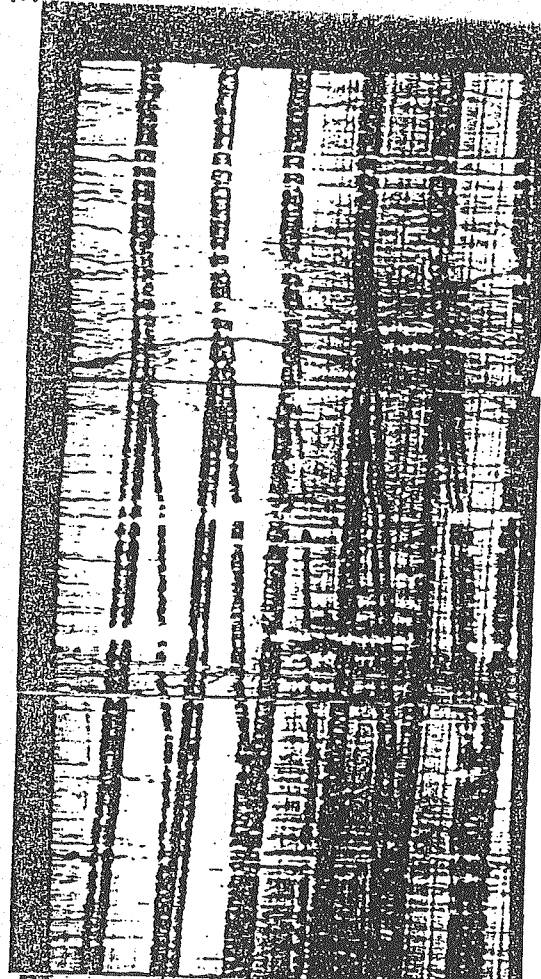
1180

1180

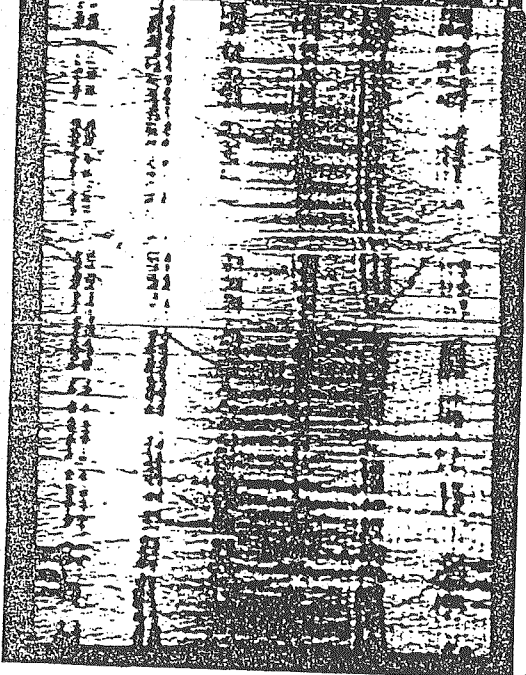


1180

1190



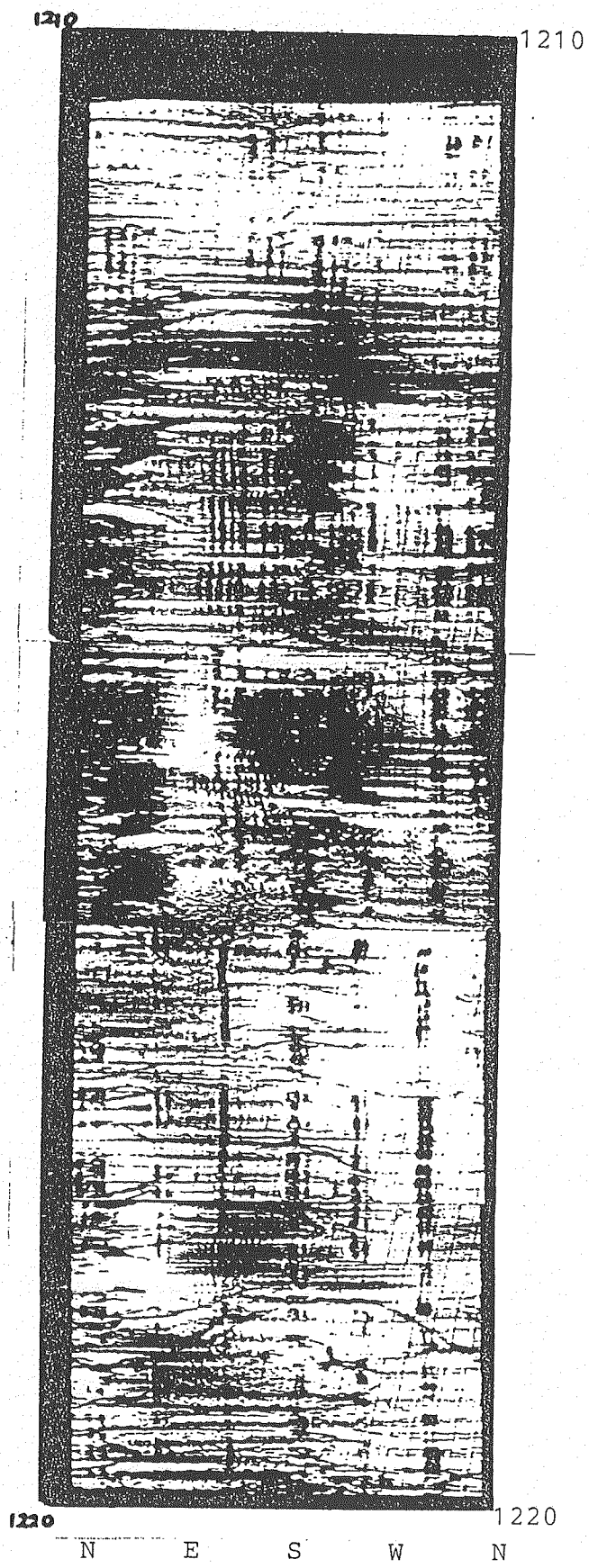
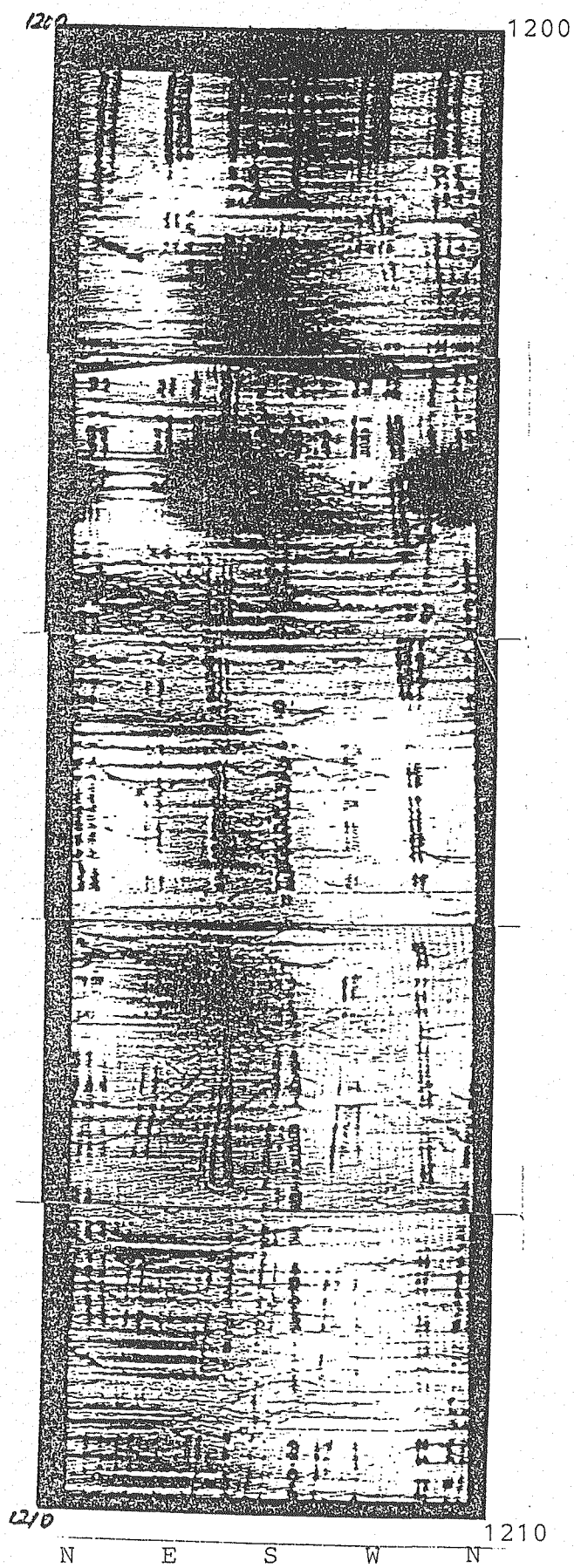
1190



N E S W N 1200

1190

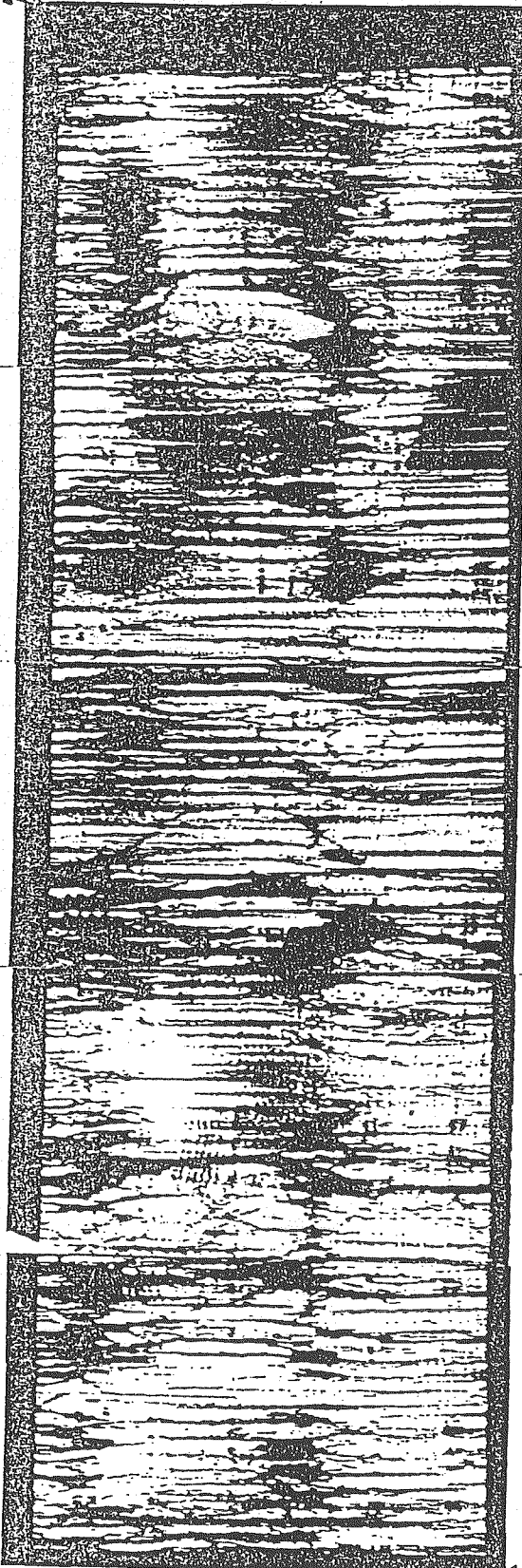
N E S W N



ボアホールテレビュアー記録図 (21/25)

1220

1220

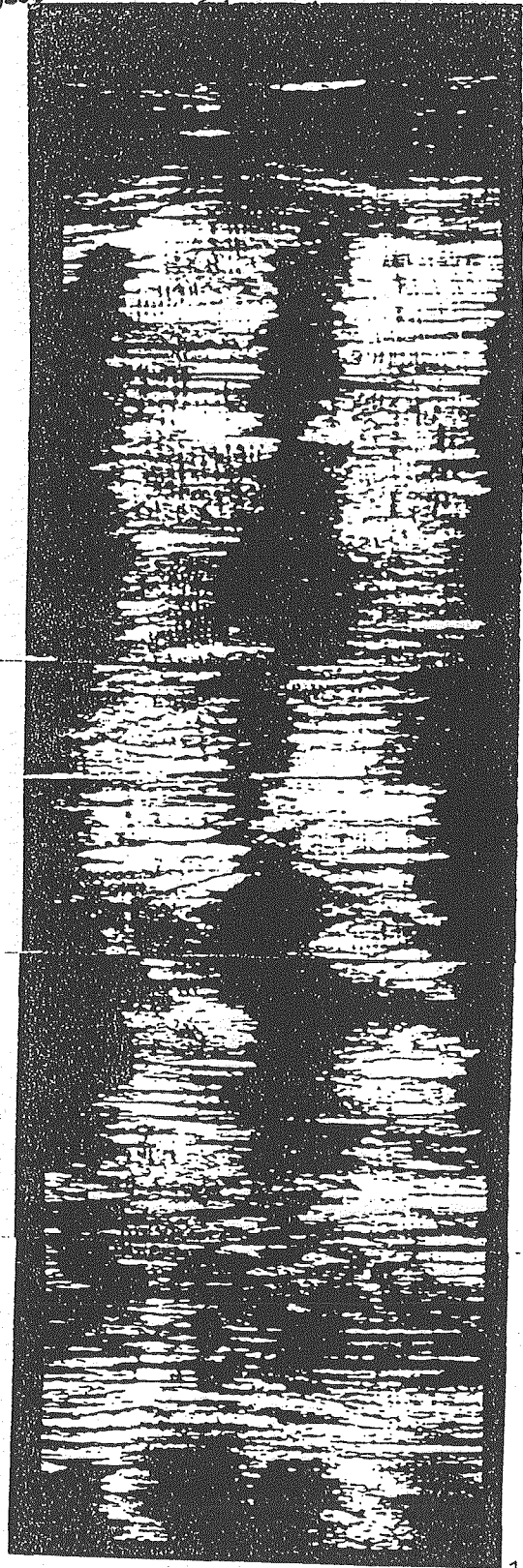


1230

N E S W N

1230

1230

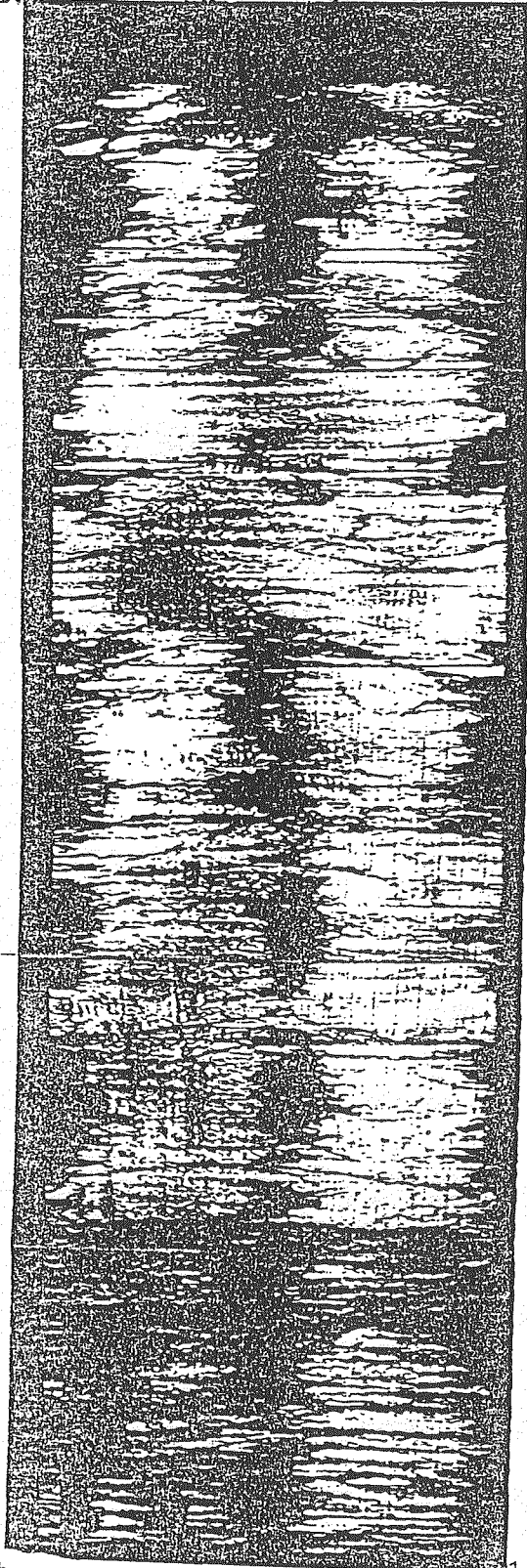


1240

N E S W N

1240

1240



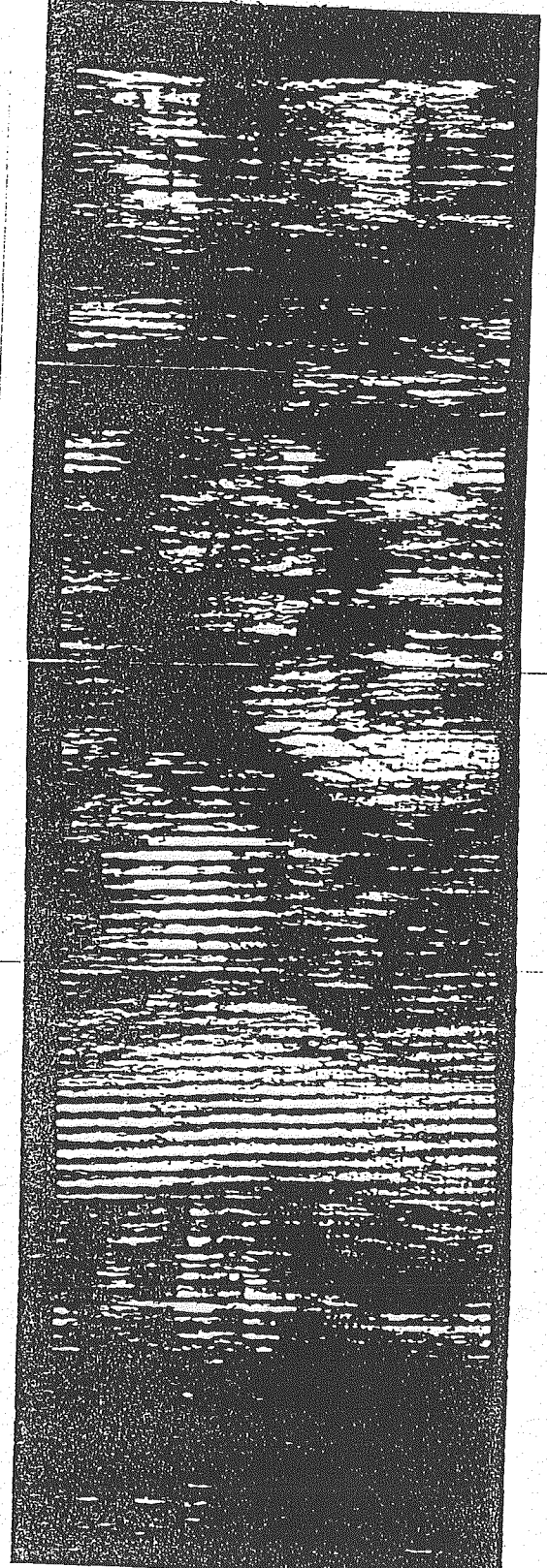
1250

1250

N E S W N

1250

1250

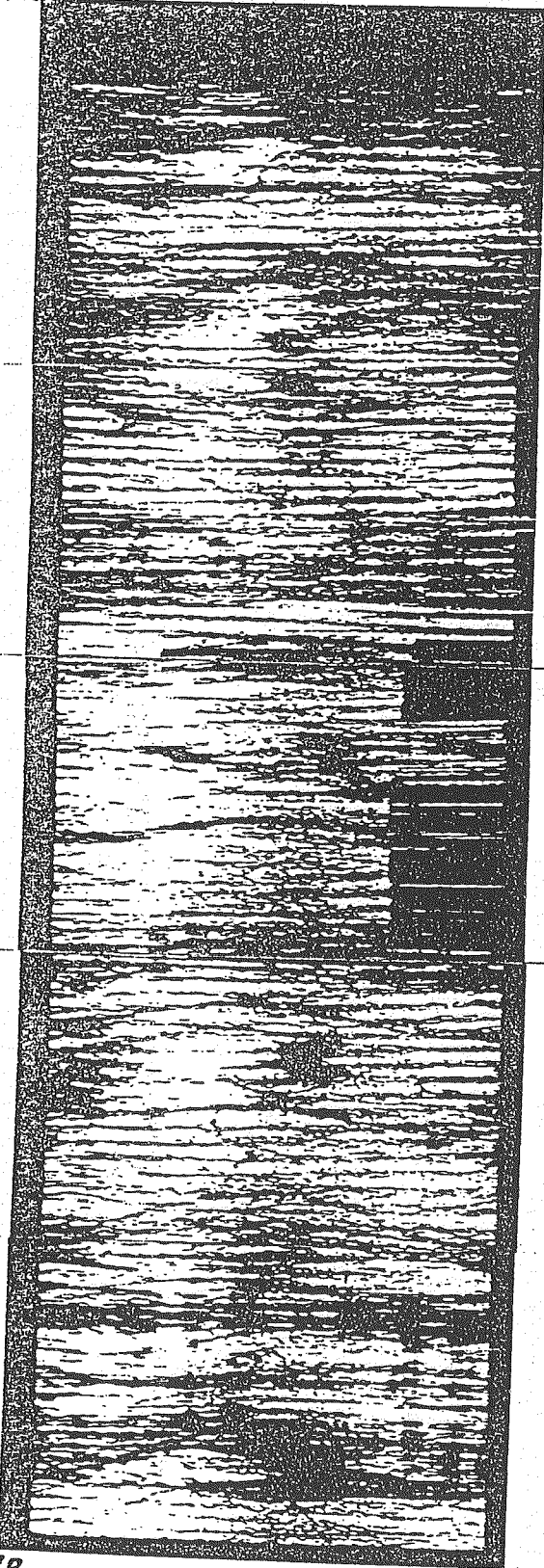


1260

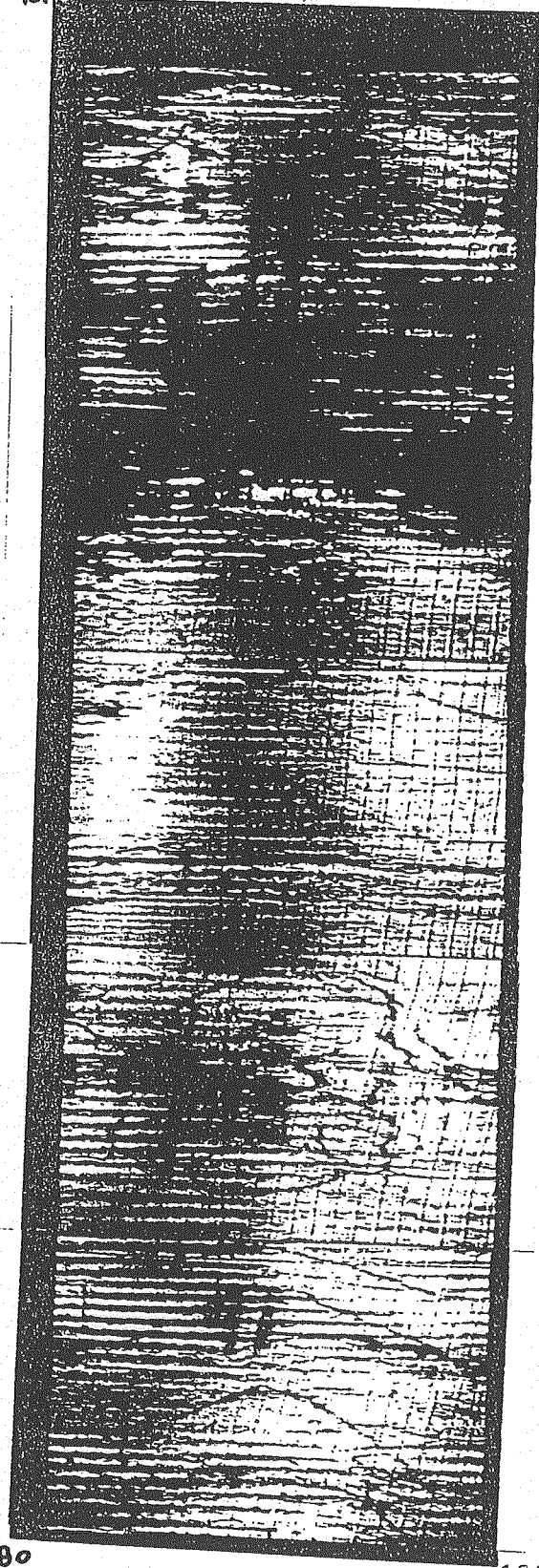
1260

N E S W N

1260 1260



1270 1270

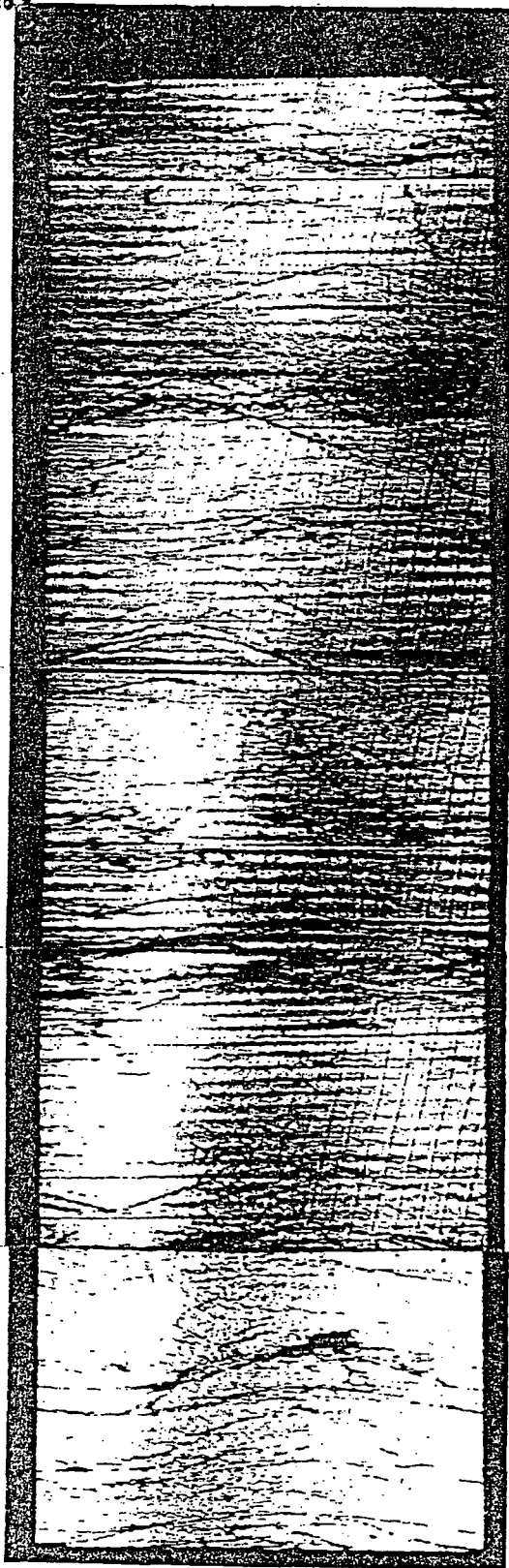


1270 1270
N E S W N

1280 1280
N E S W N

1282

1280



1290

N E S W N

1292

1290

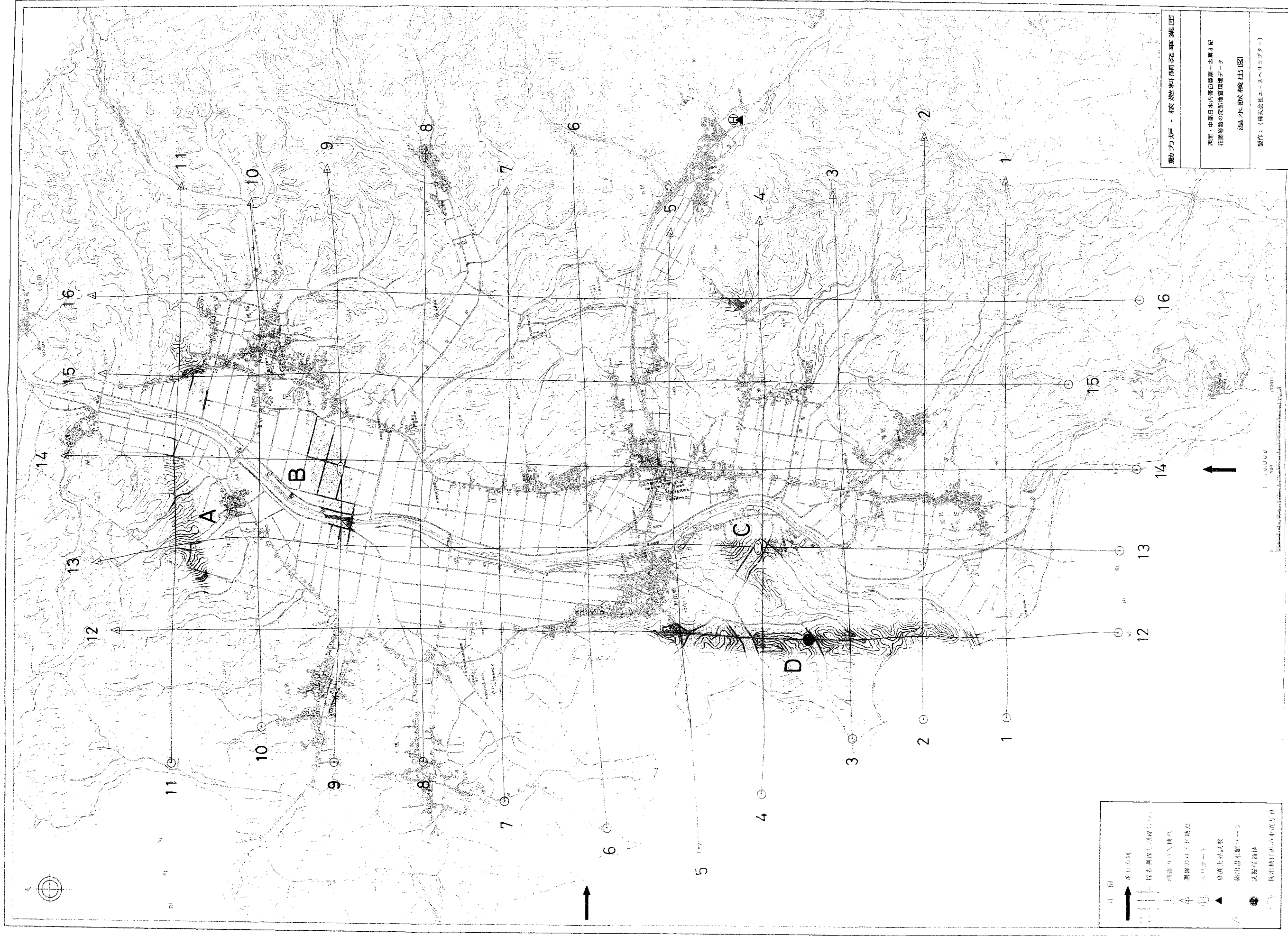


1300

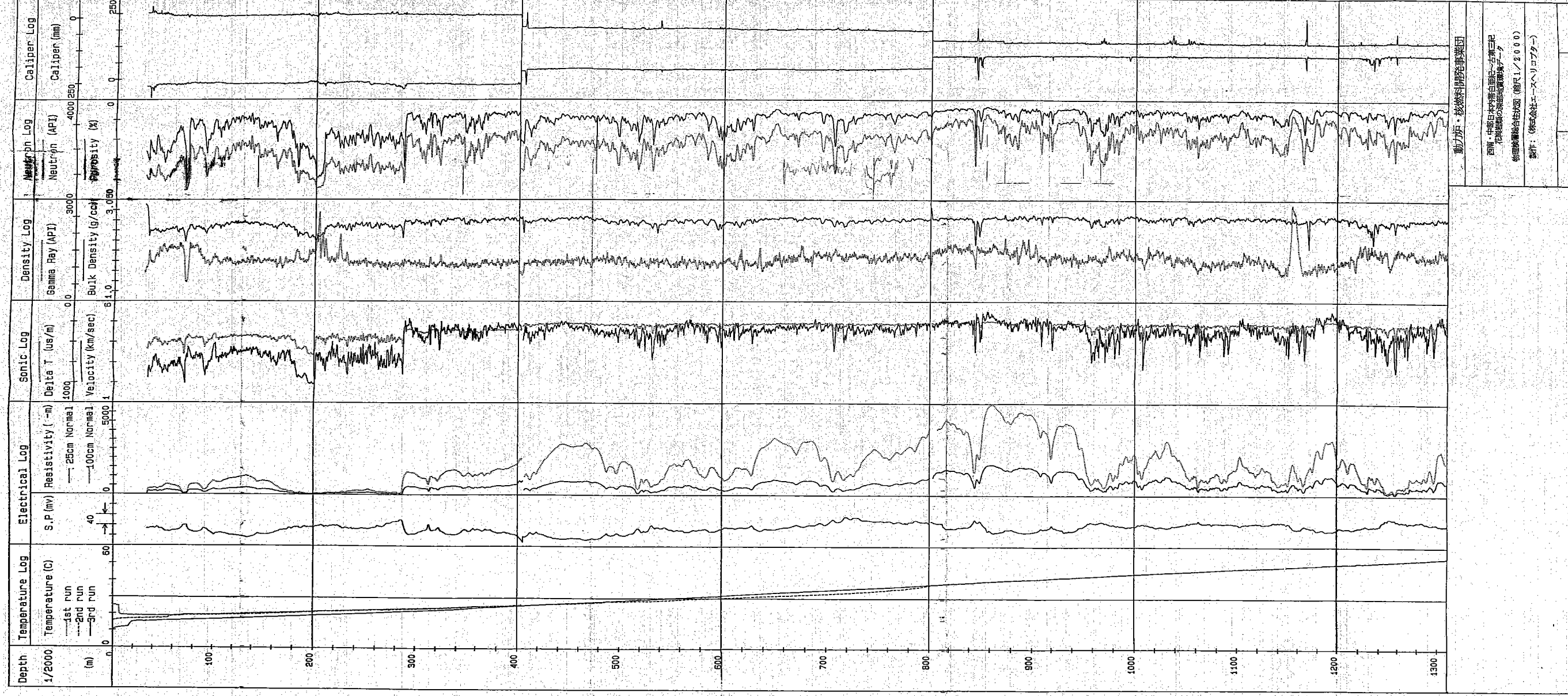
1300

N E S W N

添付図-1 温水脈検出図

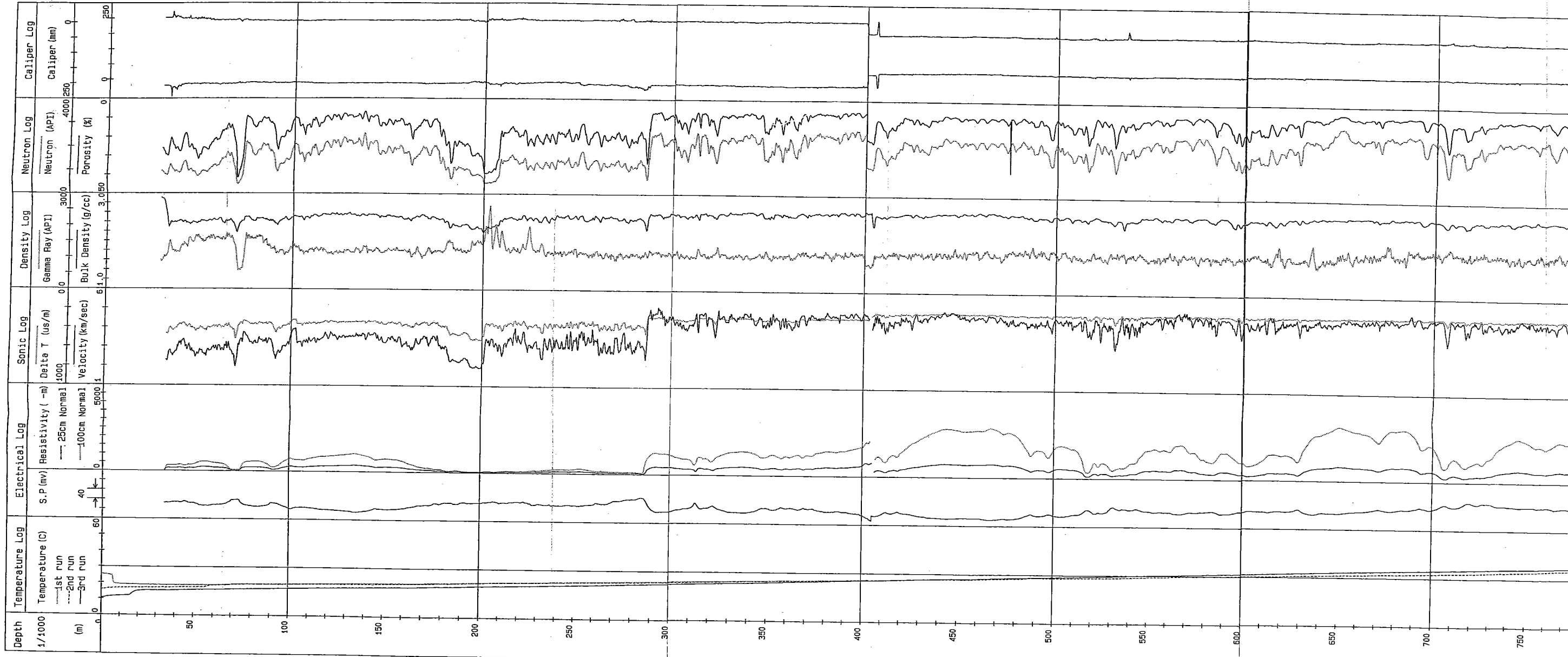


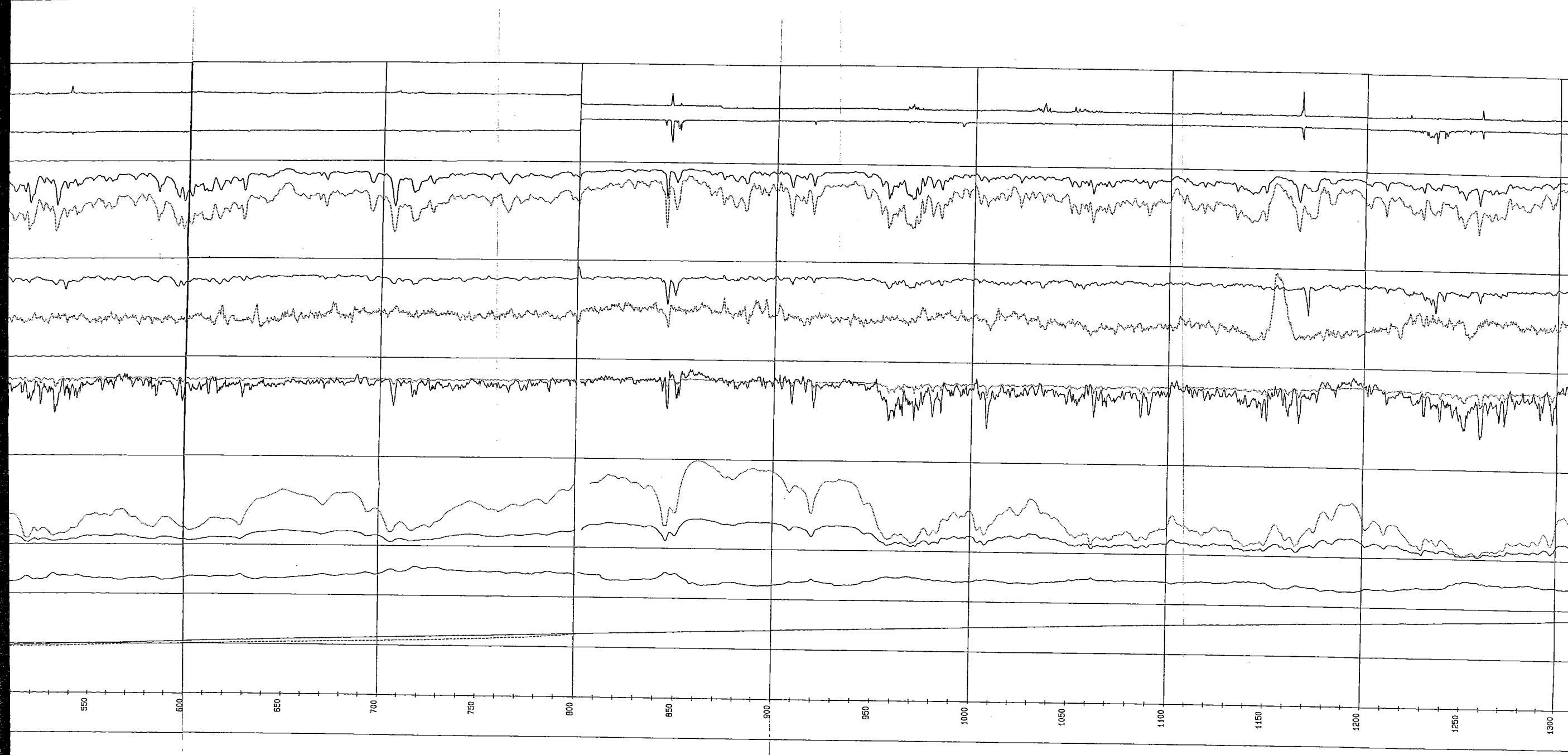
添付図一II 物理検層総合柱状図 (縮尺1/2000)



動力炉・核燃料開発事業団
 西暦・中核燃料検査センター第三記
 花巻岩の深部地層データ
 物理検層総合柱状図 (縮尺1/2000)
 製作: (株)エース・エー・エー

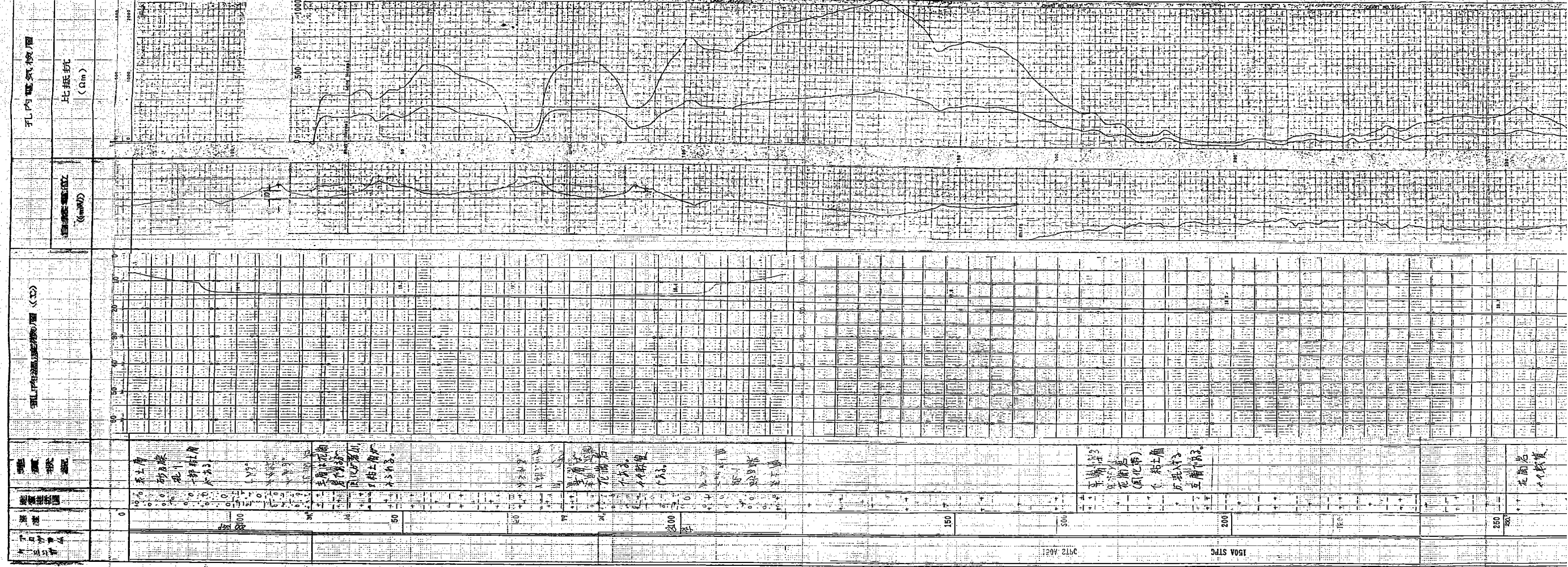
添付図-Ⅲ 物理検層総合柱状図 (縮尺1/1000)

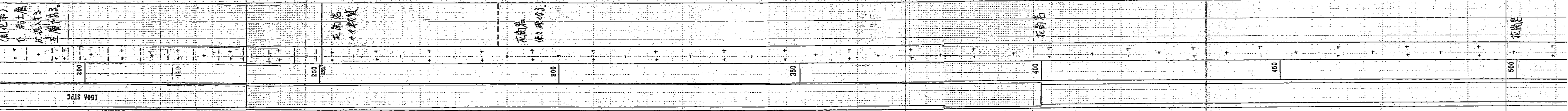
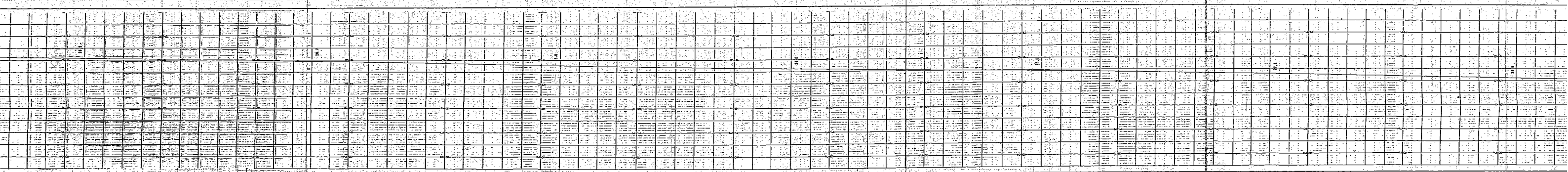
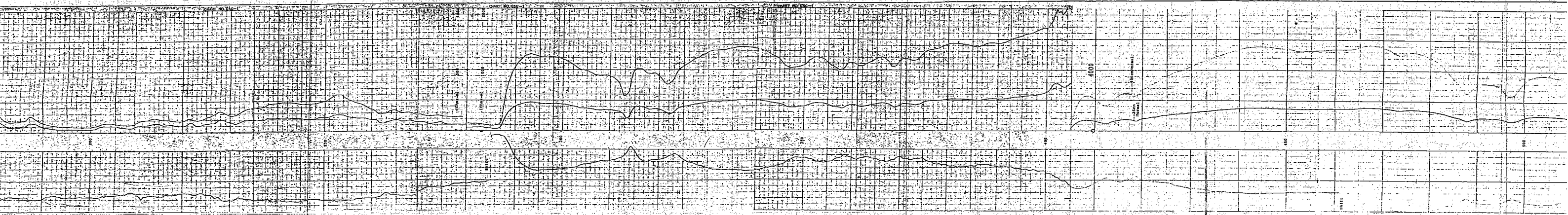




動力炉・核燃料開発事業団
西村・中野日本原子力研究所～吉野三紀
北原等の研究施設で取得されたデータ
物理院核融合研究所 (版尺1/1000)
製作: (株式会社エースレコーダー)

添付図-IV 試錐柱状図 (縮尺 1/200)





(風化層)
粘土層
砂岩層
頁岩層

花崗岩
砂岩

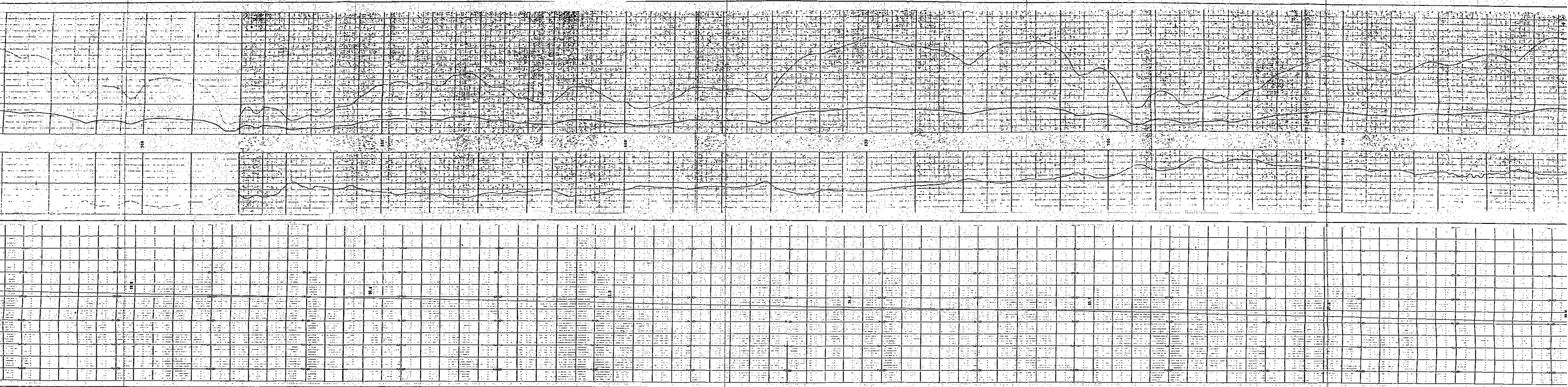
砂岩
砂岩

砂岩

花崗岩

150A STPC

25-40 25-40 25-40



600
花城

550

600
花城

650

700
花城

700

800

1000 STPC

