



NEO 図書・資料室

NEOBIS
E80004

三井金属資源開発株式会社

昭和62年9月

報告書

王滝地域精密構造試験及び調査工事(その2)

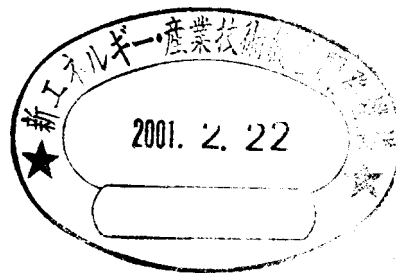
昭和61年度 地熱開発促進調査

昭和61年度 地熱開発促進調査

王滝地域精密構造試錐及び調査工事(その2)

報 告 書

昭和62年9月



三井金属資源開発株式会社

昭和61年度地熱開発促進調査王滝地域精密構造試験
及び調査工事（その2）報告書

目次

1	I. 総説
1	I-1 全工事の概要
1	1. 工事の目的
1	2. 工事場所
1	3. 工事期間
1	4. 工事内容
5	5. 工事結果
8	6. 工事担当者
10	I-2 既存調査の内容
30	II. 試験掘削工事（N61-OT-5）
30	1. 作業経過
36	2. 現場施設
38	3. 掘削作業状況
40	4. 主要消耗品
40	5. 復旧作業
59	III. 調査及び測定
59	III-1 地質及び変質
59	1. 地質
77	2. 変質
77	3. 割れ目の発達状況
78	4. 考察
79	III-2 温度検層
79	1. 測定方法
79	2. 測定結果
95	3. 考察
96	III-3 電気検層
96	1. 測定方法

2. 測定結果	96
3. 考 察	103
Ⅲ－4 注水試験	104
1. 試験方法	104
2. 試験結果	106
3. 考 察	109
Ⅲ－5 熱水（流体）の分析	122
1. 試料採取及び分析方法	122
2. 分析結果	124
3. 考 察	124
IV. コア試験	128
IV－1 顕微鏡観察	128
1. 観察方法	128
2. 観察結果	128
3. 考 察	129
IV－2 粉末 X 線回折分析	137
1. 分析方法	137
2. 分析結果	138
3. 考 察	138
IV－3 物性試験	146
1. 試験方法	146
2. 試験結果	148
3. 考 察	149
V. 総 括	166
V－1 調査及び測定	166
V－2 コア試験	170
V－3 調査のまとめ	176
V－4 ま と め	177
引用文献	179
参考文献	180

付 図 目 次

第Ⅰ－１図	調査位置図	2～ 3
第Ⅰ－２図	地熱探査状況図	11～ 12
第Ⅰ－３図	御岳火山周辺地質図	14
第Ⅰ－４図	変質帯と地質構造の関係図	17～ 18
第Ⅰ－５図	地下構造解析平面図	19～ 20
第Ⅰ－６図	電磁探査（CSAMT 法）総合解析図	21～ 22
第Ⅰ－７図	(1) ～ (3) 推定震源分布図	25～ 27
第Ⅰ－８図	シュランベルジャー法解析図	28～ 29
第Ⅱ－１図	N61-OT-5 位置図	31～ 32
第Ⅱ－２図	N61-OT-5 掘削工事実績図	34～ 35
第Ⅱ－３図	N61-OT-5 現場設備配置図	36
第Ⅱ－４図	N61-OT-5 掘削中の泥水温度及び坑底温度図	43
第Ⅱ－５図	N61-OT-5 ケーシングパイプ挿入実績図	45
第Ⅱ－６図	N61-OT-5 2" (60.5mm) 孔明管加工図	49
第Ⅱ－７図	N61-OT-5 掘削能率及びコア実収率図	53
第Ⅲ－１図	総合地質柱状図	60
第Ⅲ－２図	地 質 図	61～ 62
第Ⅲ－３図	地質断面図	63～ 64
第Ⅲ－４図	模式層序断面図	65～ 66
第Ⅲ－５図	(1) ～ (4) N61-OT-5 試錐地質柱状図	69～ 76
第Ⅲ－６図	坑内検層システム図	80
第Ⅲ－７図	温度検層測定機器配置図	81
第Ⅲ－８図	N61-OT-5 温度検層図	87～ 88
第Ⅲ－９図	N61-OT-5 温度回復試験図	89～ 90
第Ⅲ－10図	N61-OT-5 温度回復曲線図	92～ 93
第Ⅲ－11図	電気検層測定機器配置図	97
第Ⅲ－12図	N61-OT-5 電気検層図	99～100
第Ⅲ－13図	N61-OT-5 注水試験装置配置図	107
第Ⅲ－14図	N61-OT-5 注水試験結果図	112～113
第Ⅲ－15図	N61-OT-5 注水時プロット図	114
第Ⅲ－16図	N61-OT-5 フォールオフ時プロット図	115
第Ⅲ－17図	N61-OT-5 注水試験時温度検層図	120～121

第Ⅲ - 18 図	N61-OT-5 熱水 (流体) 分析キータイヤグラム図	126
第Ⅲ - 19 図	N61-OT-5 熱水 (流体) の水素・酸素同位体組成相関図	127
第Ⅳ - 1 図 (1) ~ (4)	顕微鏡写真	133~136
第Ⅳ - 2 図	N61-OT-5 検出鉱物分布図	141~142
第Ⅳ - 3 図	坑井間変質分帯図 (粘土鉱物による)	144
第Ⅳ - 4 図	N61-OT-5 地層別・岩石別物性総括図	153~154
第Ⅳ - 5 図 (1)	有効空隙率 - 密度相関図 (岩石別)	155
第Ⅳ - 5 図 (2)	有効空隙率 - 密度相関図 (地層別)	155
第Ⅳ - 6 図 (1)	帯磁率 - 密度相関図 (岩石別)	156
第Ⅳ - 6 図 (2)	帯磁率 - 密度相関図 (地層別)	156
第Ⅳ - 7 図 (1)	弾性波速度 - 密度相関図 (岩石別)	157
第Ⅳ - 7 図 (2)	弾性波速度 - 密度相関図 (地層別)	157
第Ⅳ - 8 図 (1)	熱伝導率 - 密度相関図 (岩石別)	158
第Ⅳ - 8 図 (2)	熱伝導率 - 密度相関図 (地層別)	158
第Ⅳ - 9 図 (1)	帯磁率 - 有効空隙率相関図 (岩石別)	159
第Ⅳ - 9 図 (2)	帯磁率 - 有効空隙率相関図 (地層別)	159
第Ⅳ - 10 図 (1)	弾性波速度 - 有効空隙率相関図 (岩石別)	160
第Ⅳ - 10 図 (2)	弾性波速度 - 有効空隙率相関図 (地層別)	160
第Ⅳ - 11 図 (1)	熱伝導率 - 有効空隙率相関図 (岩石別)	161
第Ⅳ - 11 図 (2)	熱伝導率 - 有効空隙率相関図 (地層別)	161
第Ⅳ - 12 図 (1)	弾性波速度 - 帯磁率相関図 (岩石別)	162
第Ⅳ - 12 図 (2)	弾性波速度 - 帯磁率相関図 (地層別)	162
第Ⅳ - 13 図 (1)	熱伝導率 - 帯磁率相関図 (岩石別)	163
第Ⅳ - 13 図 (2)	熱伝導率 - 帯磁率相関図 (地層別)	163
第Ⅳ - 14 図 (1)	熱伝導率 - 弾性波速度相関図 (岩石別)	164
第Ⅳ - 14 図 (2)	熱伝導率 - 弾性波速度相関図 (地層別)	164
第Ⅴ - 1 図	熱伝導率の垂直分布図	172~173
第Ⅴ - 2 図	N61-OT-5 総合柱状図	174~175

付 表 目 次

第Ⅰ－１表	試錐坑掘削位置及び概要	1
第Ⅰ－２表	全工事工程表	4
第Ⅰ－３表	調査数量表	6
第Ⅰ－４表	王滝地域調査推移一覧表	10
第Ⅰ－５表	地質層序対比表	15
第Ⅰ－６表	王滝地域熱流量調査結果一覧表	23
第Ⅱ－１表	N61-OT-5 掘削工事総括表	30
第Ⅱ－２表	N61-OT-5 掘削工事一覧表	33
第Ⅱ－３表	N61-OT-5 主要機器設備一覧表	37
第Ⅱ－４表	N61-OT-5 泥剤配合比表	39
第Ⅱ－５表	N61-OT-5 掘削作業状況一覧表	41
第Ⅱ－６表	N61-OT-5 掘削中の入排泥量, 泥水温度及び外気温一覧表	42
第Ⅱ－７表	N61-OT-5 坑底温度一覧表	44
第Ⅱ－８表	(1) ～ (2) N61-OT-5 逸水状況及び対策	46～ 47
第Ⅱ－９表	N61-OT-5 使用ケーシングパイプ一覧表	48
第Ⅱ－10表	(1) ～ (2) N61-OT-5 セメンチング状況一覧表	50～ 51
第Ⅱ－11表	N61-OT-5 掘削能率及びコア実収率一覧表	52
第Ⅱ－12表	N61-OT-5 使用ビット実績表	54
第Ⅱ－13表	(1) ～ (3) N61-OT-5 主要消耗品使用実績表	55～ 57
第Ⅱ－14表	N61-OT-5 泥剤及び逸水防止剤使用実績表	58
第Ⅲ－１表	地質層序表	68
第Ⅲ－２表	坑内検層測定装置一覧表	82
第Ⅲ－３表	N61-OT-5 裸坑時温度検層実施状況	83
第Ⅲ－４表	N61-OT-5 温度回復試験実施状況	84
第Ⅲ－５表	(1) ～ (2) N61-OT-5 温度測定結果一覧表	85～ 86
第Ⅲ－６表	N61-OT-5 平衡温度推定表	94
第Ⅲ－７表	N61-OT-5 電気検層実施状況	98
第Ⅲ－８表	N61-OT-5 自然電位検層結果	101
第Ⅲ－９表	N61-OT-5 比抵抗検層結果	102
第Ⅲ－10表	注水試験使用機器	107
第Ⅲ－11表	N61-OT-5 注水試験実績工程	108
第Ⅲ－12表	(1) ～ (2) N61-OT-5 注水試験結果	110～111

第Ⅲ－13表	N61－OT－5 浸透率・層厚積算結果表	116
第Ⅲ－14表	N61－OT－5 注水試験時温度検層作業経過	117
第Ⅲ－15表	(1)～(2) N61－OT－5 注水試験時温度測定結果表	118～119
第Ⅲ－16表	熱水(流体)分析項目・試料採取量・前処理方法一覧表	123
第Ⅲ－17表	熱水(流体)分析方法・測定限界一覧表	123
第Ⅲ－18表	熱水(流体)分析値一覧表	125
第Ⅳ－1表	N61－OT－5 顕微鏡観察結果一覧表	130～131
第Ⅳ－2表	N61－OT－5 X線回折分析結果一覧表	139～140
第Ⅳ－3表	N60－OT－1, N60－OT－2, N61－OT－3, N61－OT－4, N61－OT－5 変質鉱物出現深度表	143
第Ⅳ－4表	N61－OT－5 物性試験総括表	150
第Ⅳ－5表	N61－OT－5 地層別・岩石別物性値一覧表	151～152
第Ⅳ－6表	N61－OT－5 コア物性間相関係数	165
第Ⅴ－1表	地層別確認深度及び見掛層厚	166
第Ⅴ－2表	最高温度, 推定平衡温度及び温度勾配	167
第Ⅴ－3表	地層別温度勾配及び熱流量	167
第Ⅴ－4表	自然電位検層結果総括表	168
第Ⅴ－5表	地層別比抵抗平均値	169
第Ⅴ－6表	注水試験結果総括表	169
第Ⅴ－7表	地層別・岩石別物性平均値	170
第Ⅴ－8表	昭和61年度王滝地域精密構造試験及び調査工事(その2)総括表	178

別冊・添付図（箱入）目次

第Ⅱ－ 2図 N61－OT－5 掘削工事实績図

第Ⅴ－ 2図 N61－OT－5 総合柱状図（縮尺1：2,000）

付帯資料目次

1. 現場カラー写真, ネガ及び白黒のベタ焼	1部
2. コアカラー写真（カラー・インデックス添付）, ネガ及び白黒のベタ焼	1部
3. 顕微鏡写真, ネガ及び白黒のベタ焼	1部
4. 顕微鏡観察に使用した岩石薄片	1式
5. 顕微鏡観察記載カード	1式
6. 電気検層原記録	1式
7. 温度検層原記録	1式
8. 粉末X線回折分析原記録	1式
9. 弾性波速度測定の記録写真, ネガ及び白黒のベタ焼	1式
10. 物性試験測定計算表	1式
11. 添付図表及び本文に挿入したA-4またはA-3判ほかの図表のマイラー原図	1式
12. 報告書（図表を含む）のマイクロフィッシュ	1式
13. 引用文献コピー	1部

I. 総 説

I. 総 説

I - 1 全工事の概要

1. 工事の目的

王滝地域の地熱開発促進を目的として、地下の地質、岩石変質、地温、逸水、割れ目の状況等を解明するために、昭和61年度の精密構造試錐工事に引き続いて精密構造試錐及び調査工事（その2）を実施した。

2. 工事場所

調査地域は、御岳火山（標高3,063m）の南麓、長野県木曾郡王滝村内に位置する。調査範囲は地域内を東流する王滝川を南縁とした南北6km、東西約12kmの70km²にわたり、海拔1,000～2,000mの南傾斜地にある。

調査地域南東部にある村役場所在地の上島へは、JR中央本線木曾福島駅から自動車にて約40分で達する。調査地域内の主要連絡道は王滝林道で、地域中央部を標高1,200～1,300mで横断し、南西部の滝越部落に通じる。精密構造試錐N61-OT-5坑地点までは御嶽神社里宮から分岐した林道が通じている（第I-1図参照）。

なお、これら林道とは別に王滝川沿いに上島と滝越とを結んでいた県道は、昭和59年9月に当地を震源として生じた長野県西部地震による岩屑流の直撃を受けたが、現在は復旧工事が完了している。

3. 工事期間

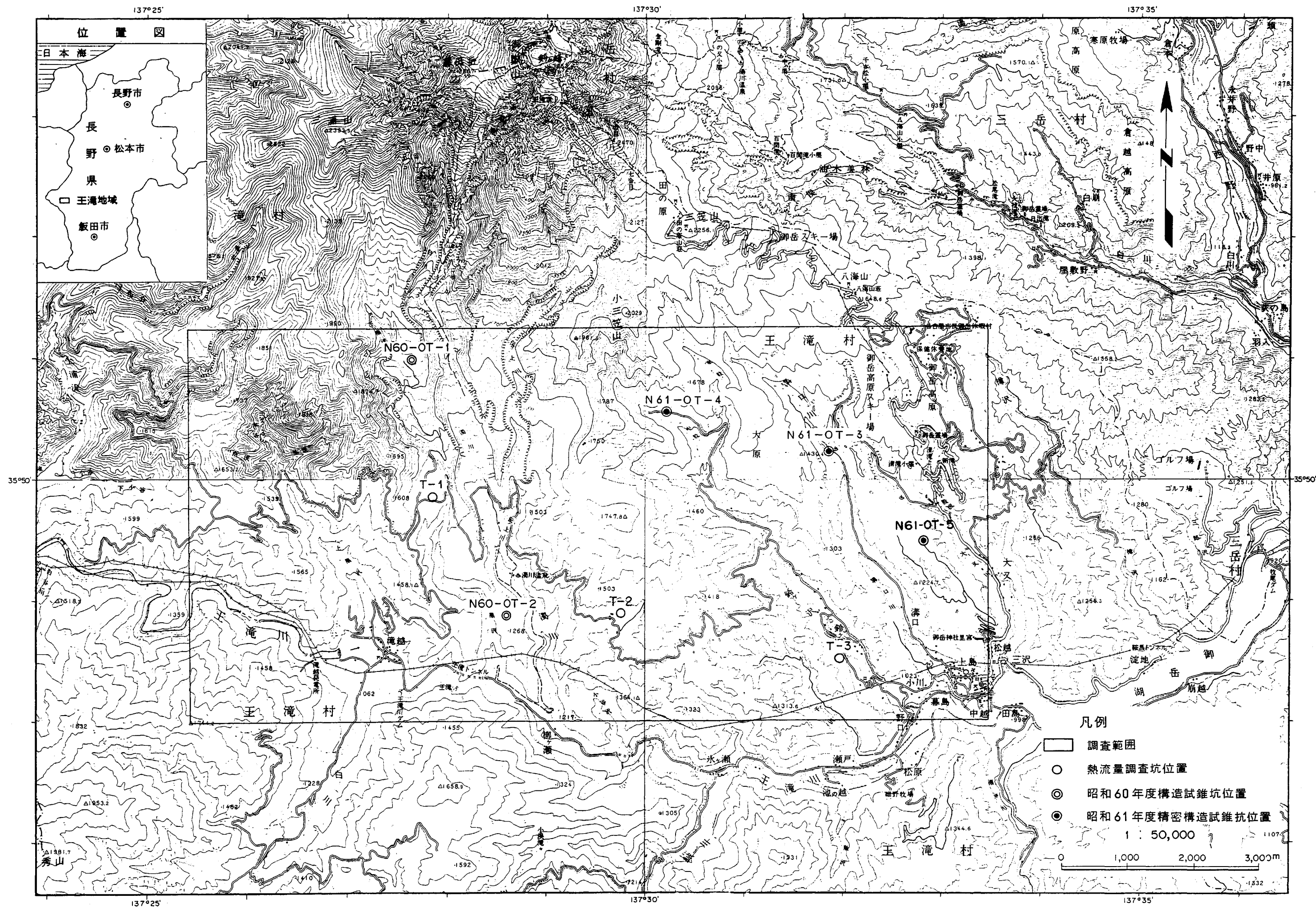
昭和62年3月2日から準備工事を開始し、昭和62年9月30日まで約7カ月を要した。全工程の進捗状況を第I-2表に示す。

4. 工事内容

（i）精密構造調査井掘削工事

第I-1表 試錐坑掘削位置及び概要

試錐坑名	掘削深度 (m)	掘削方向	最終坑径 (mm)	位 置		坑口標高 (m)	所 在 地
				北 緯	東 経		
N61-OT-5	502.0	垂 直	76.0mm	35° 49' 28"	137° 32' 49"	1,250	長野県木曾郡 王滝村 3310



第I-2表 全工事工程表

		昭和62年							
		3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月
掘削及び調査工事	調査坑名								
	工事内容								
	準備工事	2 ■		7 ■ 17 ■	3 ■ 6 ■				
	掘削工事				8 ■	1 ■			
	N61-O T-5 調査及び測定						2 ■ 11 ■		
コ ア 試 験	撤収工事						3 ■ 15 ■		
	休業				7 ■ 21 ■				
調査成果検討及び報告書作成						1 ■	31 ■		
								30 ■	

(ii) 調査及び測定

コア観察及び地質柱状図作成, 温度・電気検層, 温度回復試験, 注水試験

(iii) コア試験

地質関係 ……… 岩石薄片顕微鏡観察, 粉末 X 線回折

物性試験 ……… 密度測定, 帯磁率測定, 弾性波速度測定, 熱伝導率測定

5. 工事結果

各調査数量を第 I - 3 表に示す。

(i) 地 質

調査井コアで確認された地下の地質を下表に示す。

時 代	地 層 名	N-61-O T-5	
		深 度 (m)	層 厚 (m)
第 四 紀 更新世中期	御岳第 1 期火山岩類	30.00~292.20	262.20
ジュラ紀 二疊紀	美濃帯中・古生層	292.20~502.00	209.80

本調査井はいずれも地表調査結果から推定された、基盤である美濃帯中・古生層中の低比抵抗帯をねらって実施された。

以下の結果を明らかにした。

- (1) 地表調査から推定した地質層序及び美濃帯中・古生層の存在を確認した。
- (2) 御岳第 1 期火山岩類は約 250m 以上の層厚と予想され、ほぼ予想どおり 262m の層厚を示した。
- (3) 基盤である美濃帯中・古生層のわれ目密度は小さく、かつ変質もほとんど認められなかった。

(ii) 変質鉱物

試錐コアの粉末 X 線回折では、石英、緑泥石、絹雲母、方解石等の二次鉱物又はその可能性を有する鉱物が検出された。これらの鉱物の組合せとしては主に次のグループが考えられる。

- (1) クリストバライト
- (2) 絹雲母 + 緑泥石

第 I - 3 表 調 査 数 量 表

試錐坑名	位置・標高	所在地	掘削深度		最終坑径 (mm)	掘削方向	物理検層			コア採取区間 (m)	肉眼観察	コア試験						
			当初予定 (m)	実績 (m)			温度測定 (回)	電気検層 (回)	注水試験 回			岩石顕微鏡 (個)	X線回折分析		密度 (個)	帯磁率 (個)	弾性波速度 (個)	熱伝導率 (個)
													パ ル ク (個)	水 ひ (個)				
N61-OT-5	北緯 35° 49´ 28″ 東経 137° 32´ 49″ 標高 1,250m	長野県木曾郡王滝村 3310	500.00	502.00	76.0	垂 直	留点温度計 1 検 層 3 温度回復試験 3	3	1	30.00 502.00	全区間	13	13	5	12	12	12	12

クリストバライトは御岳火山岩類中にのみ存在し、絹雲母、緑泥石及び方解石は美濃帯中・古生層中に存在する。クリストバライトは低温生成（＜100℃）、また、絹雲母及び緑泥石は低温～中温（＜200℃）、弱酸性～中性、弱変質等の環境下で生成されたと考えられる。クリストバライトは検鏡結果から初生鉱物と考えられ、御岳火山岩類中には熱水による白色変質鉱物は認められない。なお、石英は鏡下の観察結果からほとんどが初生鉱物と判定されている。

(iii) 温度検層・温度回復試験

熱源の存在を明示する温度徴候は認められなかった。地層別の温度勾配、熱流量、最高温度、推定平衡温度を以下に示す。

項 目	N-61-OT-5	
	温度勾配	熱 流 量
御 岳 第 1 期 火 山 岩 類	5.9℃/100m	1.8 HFU
美 濃 帯 中 ・ 古 生 層	1.2℃/100m	1.1 HFU
平 均 *	3.2℃/100m	1.4 HFU
最 高 温 度 （ 深 度 ）	21.2℃（501.1 m）	
推 定 平 衡 温 度 （ 深 度 ）	21.6℃（500.0 m）	

* 水位から深部につき平均した。

(iv) 電気検層

自然電位検層結果をまとめて以下に示す。

N61-O T - 5
深度 292m以浅の御岳第1期火山岩類は数mVで短周期の振れが認められ、深度65m, 126 m, 160 m, 175 m, 198 m及び 220m付近に -50~-100mVのスパイク状の振れがみられる。 深度 298m付近でベースラインが -50mV程度ずれ、短周期の振れが減少している。 深度 447～ 461m付近で正負に50～100 mV振れながらベースラインが+100mVずれて乱れが生じている。

地層別の比抵抗平均値を以下に示す。

地 層	N-61-O T-5		
	層 厚 (m)	ショート ノルマル ($\Omega \cdot m$)	ロング ノルマル ($\Omega \cdot m$)
御岳第1期火山岩類	262	417	624
美濃帯中・古生層	210	325	460

比抵抗平均値において、御岳第1期火山岩類と美濃帯中・古生層で差がみられる。

(v) 注水試験

以下に試験結果を示す。

坑 名	N61-O T-5			
試 験 種 別	注水 20ℓ/分	注水 40ℓ/分	注水 55ℓ/分	フ ォ ール オ フ
浸透率層厚積(darcy・m)	1.345×10^{-1}	2.592×10^0	2.291×10^0	3.080×10^0
層 厚 (m) ※	202.2m	202.2m	202.2m	202.2m
浸 透 率 (darcy)	6.652×10^{-4}	1.282×10^{-2}	1.133×10^{-2}	1.523×10^{-2}
透 水 係 数 (m/sec)	6.427×10^{-9}	1.239×10^{-7}	1.095×10^{-7}	1.472×10^{-7}

注水量がやや多く、孔明管挿入カ所の美濃帯中・古生層はいくらか透水性を示すと判断できる。

(vi) 物性試験

地層別物性平均値を以下に示す。

地 層 名	試料 数	密度 (g/cm^3)			有 効 空隙率 (%)	帯 磁 率 ($\times 10^{-6} emu/cm^3$)	弾 性 波 速 度 (km/s)			熱 伝 導 率 ($\times 10^{-3} cal/cm \cdot s \cdot ^\circ C$)
		自然	乾燥	湿潤			自然	乾燥	湿潤	
御岳第1期火山岩類	7	2.48	2.47	2.52	4.79	1,691	4.40	4.17	4.60	3.116
美濃帯中・古生層	5	2.70	2.69	2.71	1.74	140	4.48	4.52	4.34	3.715
計	12	2.57	2.56	2.60	3.52	1,045	4.43	4.32	4.49	5.449

6. 工事担当者

掘削工事は、三井金属資源開発株式会社の以下の者を責任者として施工された。

掘削主任者 谷川育夫 三井金属資源開発株式会社

技術責任者 矢野亮一 三井金属資源開発株式会社

現場代理人 谷川育夫 三井金属資源開発株式会社

調査、測定及び報告書作成の担当者は次のとおりである。

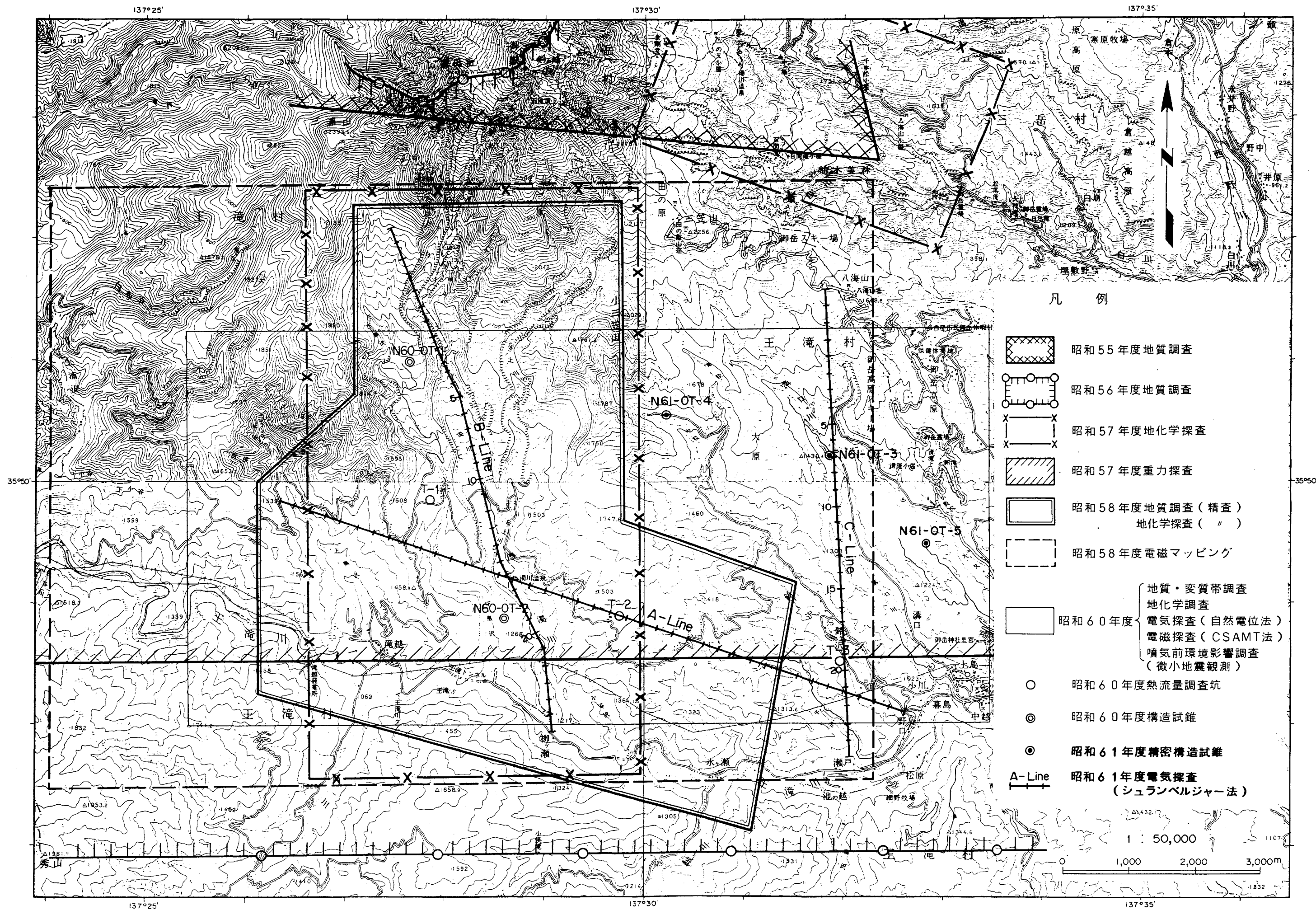
項 目	氏 名	所 属
コ ア 観 察	土 居 信 一	三井金属資源開発株式会社
〃	大 坪 良 平	〃
顕 微 鏡 観 察	土 居 信 一	〃
X 線 回 折 分 析	土 居 信 一	〃
電 気 検 層	田 中 栄 治	〃
温 度 検 層	〃	〃
温度回復試験	〃	〃
注 水 試 験	〃	〃
密 度 測 定	斉 藤 光 義	〃
帯 磁 率 測 定	〃	〃
熱 伝 導 率 測 定	〃	〃
弾性波速度測定	〃	〃
報 告 書 作 成	矢 野 亮 一	〃
〃	土 居 信 一	〃
〃	田 中 栄 治	〃

I-2 既存調査の概要

本地域の地熱に関する既往調査の推移を第I-4表に、それらの調査範囲を第I-2図にそれぞれ示す。

第I-4表 王滝地域調査推移一覧表

調査名	実施機関	調査項目	昭和 55年	昭和 56年	昭和 57年	昭和 58年	昭和 59年	昭和 60年	昭和 61年	昭和 62年
企業調査	中部電力(株) 及び三井金属鉱業(株)	地質調査								
		変質帯調査								
		1m深地温調査								
		地化学探査 CO ₂ (ガス) Hg(土壌)								
		重力探査								
		電磁マッピング								
昭和60年度 昭和61年度 地熱開発 促進調査	新エネルギー 総合開発機構	地質・変質帯調査								
		地化学調査								
		電気探査(自然電位法)								
		電磁探査(CSAMT法)								
		電気探査(シュラベルツァー法)								
		熱流量調査								
		構造試錐								
		噴気前環境影響調査 (微小地震観測)								
		精密構造試錐								
		精密構造試錐(その2)								



第1-2図 地熱探査状況図

1. 地質・変質帯調査

御岳火山は、第Ⅰ－3図に示すように、美濃帯中・古生層、濃飛流紋岩類及びこれら貫く花崗斑岩～斑状花崗閃緑岩等を基盤として、第四紀更新世の中期から後期にかけて形成された安山岩主体の複式成層火山である。調査地域の地質層序を第Ⅰ－5表にまとめた。

基盤岩類は、調査地域の南部に露出し、その東部に美濃帯中・古生層、中央部以西には濃飛流紋岩類がそれぞれ分布する。両者の境界部付近の美濃帯中・古生層側にはNW－SE方向の濃飛岩体東縁破碎帯又は断層が発達し、断層沿いに花崗斑岩の岩脈が貫入している。同帯の西北西側に隣接する濁川流域には、濃飛流紋岩類の噴出に関連した南北方向の陥没構造の形成があり、この陥没構造は御岳火山活動時にも再活動した可能性がある。

御岳火山岩類の噴出中心は濃飛岩体東縁破碎帯の延長上又は濃飛流紋岩類と美濃帯中・古生層の境にあると推定され、その噴出物は活動年代順に第1期～第4期に区分される。これら本質物質の噴出は約60万年前に始まり、約4万年（又は2万年）前に終わっているが、昭和54年に山頂付近で突如水蒸気爆発が起こり、マグマの活動が示唆された。

変質帯は、第Ⅰ－4図に示すように、濃飛岩体東縁破碎帯及びその西側の濁川を中心とした区域に認められ、ハロイサイト帯、明ばん石帯及びセリサイト（絹雲母）－緑泥石帯に大別される。

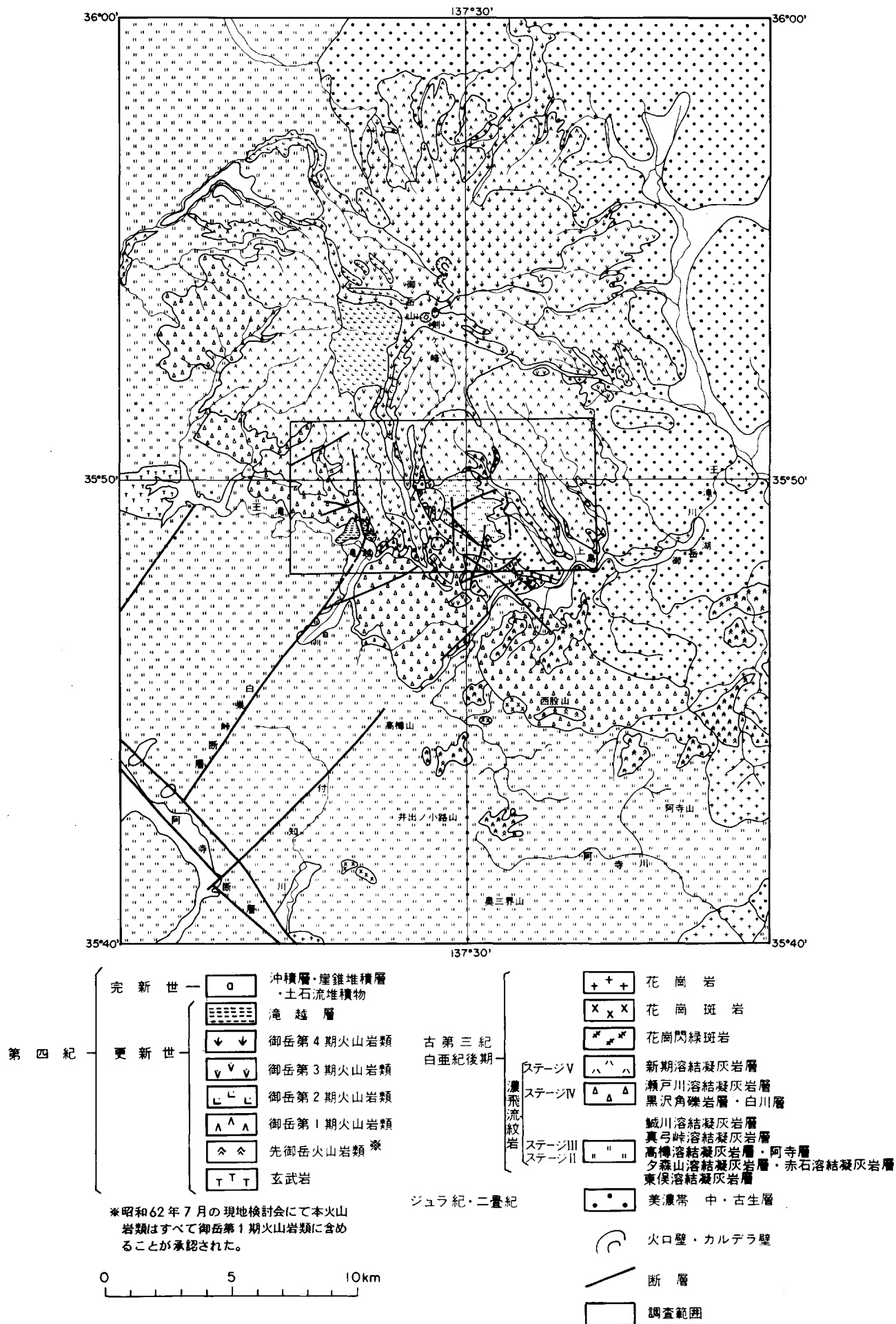
ハロイサイト帯及び明ばん石帯は、濁川陥没構造の西縁に当たる下黒沢以西の御岳第1期火山岩類中に発達するが、セリサイト（絹雲母）－緑泥石帯は濃飛流紋岩類、花崗斑岩等の基盤岩類中に生成し、両者の間に累帯配列はみられない。これらの変質作用はENE－WSWとN－S系を主とする断層裂か沿いに発達する。

2. 地化学調査

土壤中の水銀、二酸化炭素ガス及び1m深地温を測定し、次の3地区に水銀ガス主体の異常を認めた。

地区名	異 常 及 び 解 釈
溝口川周辺	水銀異常のみが東西方向に比較的広範囲に分布。長野県西部地震の本震震央付近であり、地下の東西方向の地震断層を暗示。
下黒沢上流	南北方向に水銀異常のみが分布。旧カルデラ外縁あるいは濃飛岩体東縁破碎帯の一部を示唆。
氷ヶ瀬北方	水銀、二酸化炭素、1m深地温の各異常が重複。濃飛岩体東縁破碎帯の一部あるいは潜在地震断層を示唆。

上記異常のほか、旧濁川温泉の南部に二酸化炭素と地温の異常が認められた。



第1-5表 地質層序対比表

時 代		神津俊祐(1907)	飯島輝彦(1958)	山田直利ほか(1971) 濃飛流紋岩団体 研究グループ(1973)	小林武彦ほか(1975) 曾屋龍典・小林武彦(1982)	松本盆地団研本曾谷 サブグループ(1985)	本調査
第 四 紀	完新世	沖積層	沖積層	沖積層	沖積層	沖積層	沖積層
	更新世				五ノ池スコリア		
		三ノ池溶岩	三ノ池溶岩		三ノ池溶岩		
		中央火口丘溶岩	中央火口丘溶岩		第4期 二ノ池溶岩		第4期火山岩類
		繼子岳溶岩	繼子岳溶岩		一ノ池溶岩		
		第12式溶岩			四ノ池溶岩		
		第11式溶岩			田ノ原溶岩	奥ノ院溶岩類	
		三笠山溶岩	三笠山溶岩		奥ノ院溶岩		
		小三笠山溶岩	三笠山溶岩 三笠山溶岩		伝上川溶岩	伝上川溶岩類	第3期火山岩類
		第10式溶岩			鹿ノ鼻溶岩		
		第9式溶岩			百間濃溶結凝灰岩		
					シン谷溶岩		
		第8式溶岩		御岳火山岩類	第3期 繼母岳溶岩		
					Pm-III		
					Pm-III		
					湯ノ谷溶岩		
					第2期 Pm-II	木曾谷層	第2期火山岩類
			磨利支天中期溶岩		白川溶岩		
					Pm-II		
					Pm-I		
					Pm-I		
白 古 垂 三 紀 紀	中新世	第7式溶岩			三笠山溶岩	滝越溶岩層	
		第6式溶岩			鼻口沢溶岩	三笠溶岩層	
		第5式溶岩			鈴ヶ沢溶岩	小谷層	
		第4式溶岩			倉越原溶岩	倉越原溶岩層	第1期火山岩類
		第3式溶岩			ナカウ原溶岩	小切谷溶岩層	
		第2式溶岩	磨利支天古期溶岩		ホツクル沢溶岩	三浦層	
		第1式溶岩			土溝沢溶岩	柳沢層	
			先御岳火山岩類		御岳基盤火山岩類	鈴ヶ沢 景層	先御岳火山岩類 凝
						鈴ヶ沢層	
						地蔵峠 安山岩	
二 古 疊 生 紀 紀	白 古 垂 三 紀 紀	微粒斑状花崗岩	石英斑岩	1748mピーク 溶結凝灰岩層		上野玄武岩	新期溶結凝灰岩層
				新期溶結凝灰岩層			
				鈴ヶ沢溶結凝灰岩層			
				千沢溶結凝灰岩層			
				卒塔場山溶結凝灰岩層			
				瀬戸川溶結凝灰岩層			瀬戸川溶結凝灰岩層
				黒沢角礫岩層			黒沢角礫岩層
				白川層			白川層
				城川溶結凝灰岩層			城川溶結凝灰岩層
				真弓峠溶結凝灰岩層			真弓峠溶結凝灰岩層
二 古 疊 生 紀 紀	ジュラ紀	大古紀層	古生層及中生層	美濃帯古生層	美濃帯古生層	美濃帯中古生層	美濃帯中古生層

※昭和62年7月16日の現地検討会でこの層序は否定され、すべて御岳第1期火山岩類に含めることになった。

温泉水を対象とした調査では、調査地域内に優勢な熱水貯留層の存在を認めなかったが、旧濁川温泉はC₂型で、Na-K-Ca温度計では170℃前後の比較的高温を示している。

3. 電気探査（自然電位法）

探査結果を第I-5図に示す。

旧濁川温泉は直径1km程度のSP高異常域にある。その南東延長にも3km以上の広がりをもつ長周期の高異常があり、全体として濃飛岩体東縁破碎帯や花崗斑岩岩脈の走向と調和的なNW-SE方向に伸長する。

濁川の西側にみられる低異常と滝越高異常は、NNW-SSEの走向をもち、かつ濁川と下黒沢を境に低・高異常が対をなしたダイポールの分布を示しており、濁川・下黒沢を境に著しい構造的な変化が推定される。

調査地域南東端の上島付近には長周期の低異常が発達するが、王滝村の中心として人工構造物が集中する区域であり、それらに由来する異常と考えられる。王滝トンネル・鈴ヶ沢低異常域もそれぞれトンネル及び橋脚の支持鉄筋等の腐食が原因であろう。

4. 電磁探査（CSAMT法）

探査結果を第I-6図に示す。

地熱探査上重要な低比抵抗帯のうち、特に10Ω・m以下の異常は大部分濁川と伝上川に沿う区域に集中しており、濃飛流紋岩類中にNNW-SSE系を中心にN-S、NE-SW及びENE-WSW系の破碎帯が推定される。

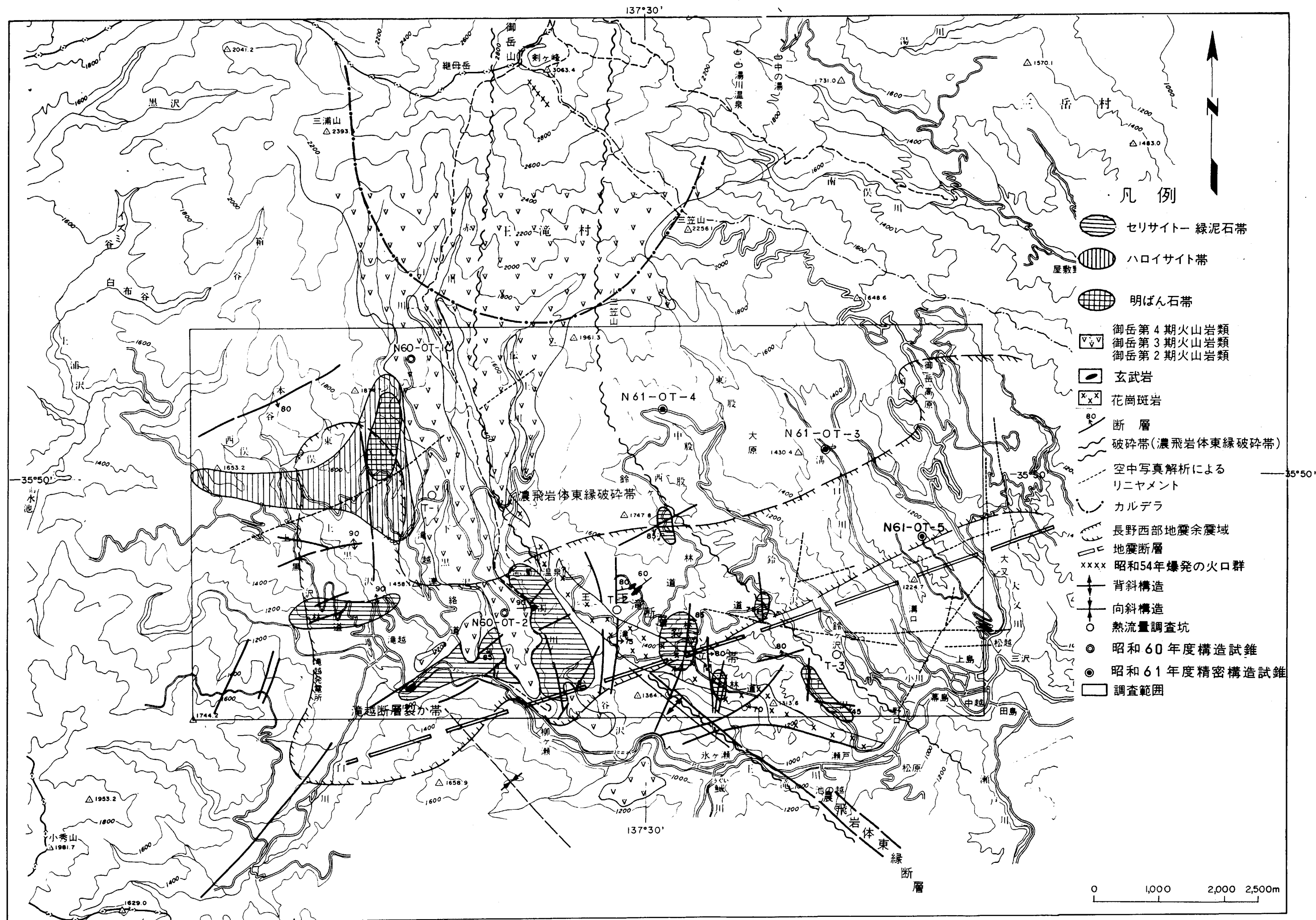
滝越北部にもNNW-SSE方向に低比抵抗帯が点在し、濁川沿いの低比抵抗帯に平行した破碎帯が推定される。

濁川下流域からENE方向に伸びる低比抵抗帯があり、その延長上の溝口川上流域及び御岳高原にも低比抵抗帯がみられる。この方向は長野県西部地震の余震域の方向であり、余震域の北境界部を通過し、「たかの湯鉱泉」を通る。

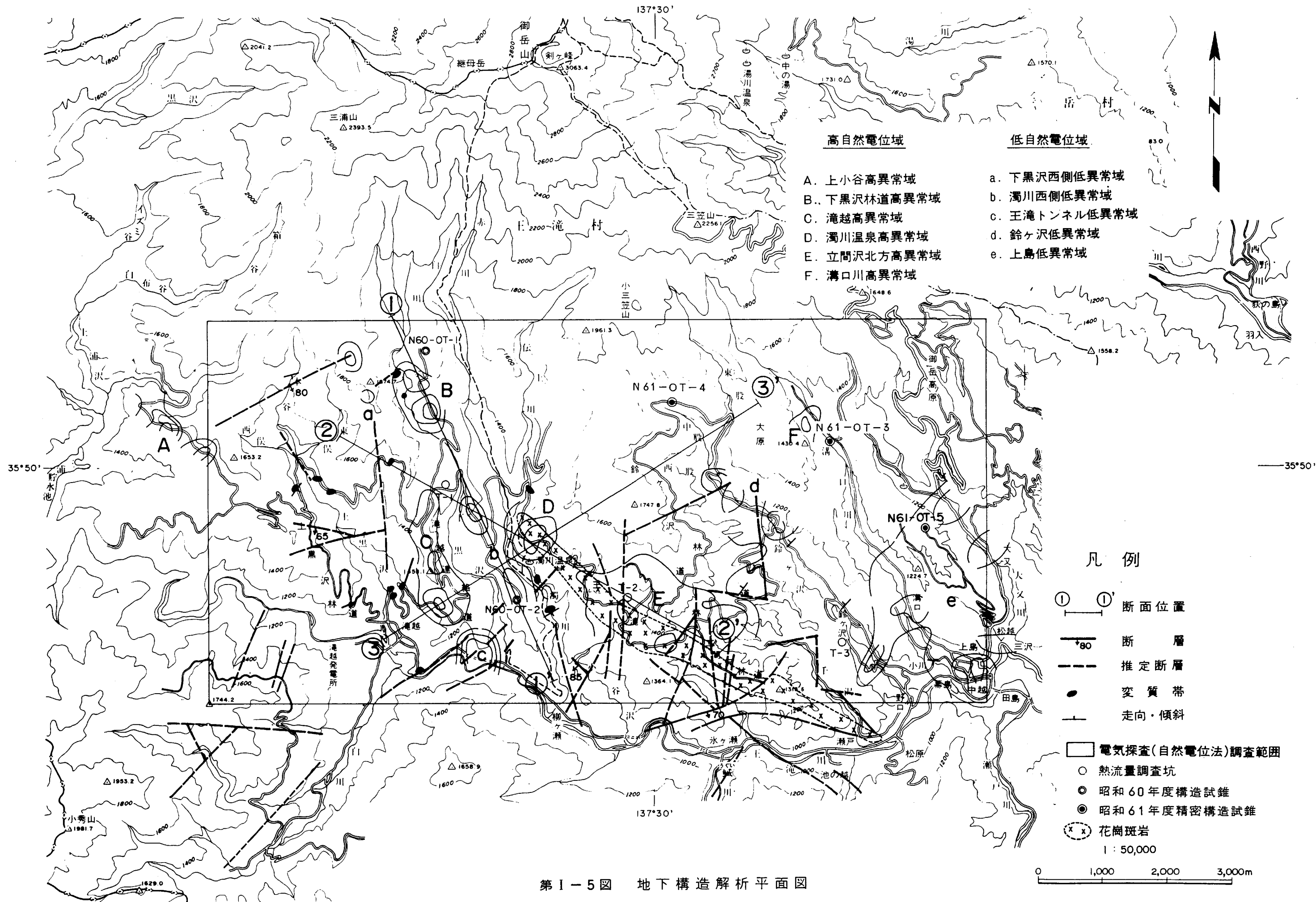
5. 熱流量調査

熱流量調査坑の位置を第I-2図に、その調査結果を第I-6表に示す。

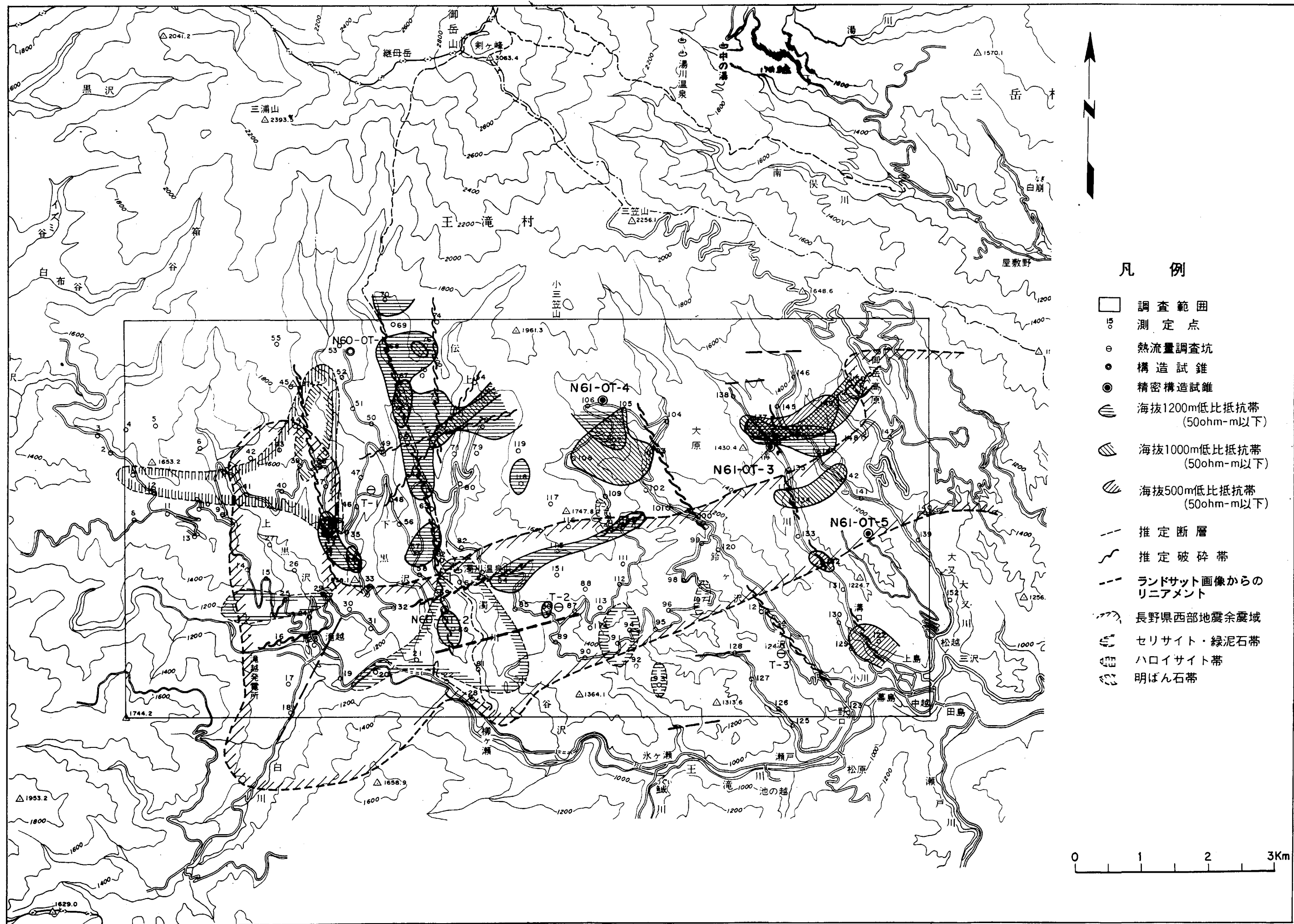
各400m深の3調査坑で示された最高温度は、T-1坑底における23.5℃であった。温度勾配は、T-2とT-3の両坑では坑底まで0.2~0.3℃/10mのほぼ一定した値を示したのに対し、T-1では220mを境に0.2℃/10mから0.7℃/10mに急上昇している。T-1の220m付近は御岳火山岩類と濃飛流紋岩類との境界に相当し、坑内水位も224mであることから、多孔質な御岳火山岩類は基底面まで地表水の浸透域をなすものと解される。温度勾配が高くなる濃飛流紋岩類中にはスメクタイト、セリサイト、緑泥石等の変質鉱物が他坑に比



第 I - 4 図 変質帯と地質構造の関係図



第I-5図 地下構造解析平面図



第 I - 6 図 電磁探査 (CSAMT 法) 総合解析図

第 I - 6 表 王滝地域熱流量調査結果一覧表

項 目		T - 1				T - 2				T - 3			
掘 削	深 度	4 0 1.5 0 m				4 0 1.0 0 m				4 0 1.1 0 m			
	静 水 位	2 2 4.0 0 m				0 m (湧水 2 ℓ/min)				4 7.5 0 m			
	逸 水 状 況	3 5.2 0 m	1 0 ℓ/min	1 7 9.0 0 m	6 0 ℓ/min	6 3.0 0 m	6 0 ℓ/min (回復)	1 3.0 5 m	7 0 ℓ/min	1 0 0.0 0 m	1 5 ℓ/min		
		6 2.0 0	6 0	1 8 1.5 0	6 0	1 4 3.3 0	6 0 (回復)	2 2.0 0	7 0				
		7 4.7 5	6 0	1 8 2.0 0	6 0	1 8 5.5 0	3	3 1.0 0	4 0				
1 5 0.5 0		6 0	1 9 6.7 5	6 0	3 6 0.0 0	5 ※掘削終了洗浄後	3 4.0 0	4 0 ※掘削終了洗浄後					
	1 7 0.0 0	6 0	2 1 8.9 0	6 0	3 6 4.0 0	1 0 湧水 2 ℓ/min	4 2.5 0	6 0 水位 4 7.5 m					
	1 7 6.0 0	6 0	2 1 9.2 5	6 0			5 0.0 0	2 0					
地 質	地 質 層 序	0 ~ 3 0.6 0 m ~ 1 2 7.5 0 m ~ 2 2 6.8 5 m ~ 4 0 1.5 0 m	崖錐 御岳第 3 期火山岩類 滝越湖成層 瀬戸川溶結凝灰岩層	安山岩 角礫岩 溶結凝灰岩	0 ~ 3 0.0 0 m ~ 1 3 7.3 0 m ~ 1 4 3.9 0 m ~ 3 6 4.8 0 m ~ 4 0 1.0 0 m	崖錐 新期溶結凝灰岩層 " " " " " " 美濃帯中・古生層	凝灰角礫岩 泥岩 凝灰角礫岩 粘板岩	0 ~ 4 2.8 0 m ~ 1 0 1.0 0 m ~ 1 1 8.0 0 m ~ 2 3 9.5 0 m ~ 4 0 1.1 0 m	崖錐 美濃帯中・古生層 " " " " " "	砂岩 粘板岩・砂岩互層 砂岩 砂岩・粘板岩・礫岩互層			
	変 質 状 況	変質の程度は滝越湖成層直下がやや強く、下部に向けて徐々に弱くなる。 2 4 3 ~ 2 5 8, 3 0 5 ~ 3 1 9 m スメクタイト帯 2 2 6 ~ 4 1 0 m セリサイト・緑泥石帯			変質の程度は微弱 全区間にわたってセリサイト・緑泥石帯			変質の程度は微弱 全区間にわたってセリサイト・緑泥石帯					
温 度	坑内最高温度 (深度)	2 3.5 ℃ (4 0 1.5 m)				1 9.5 ℃ (4 0 1.0 m)				2 0.9 ℃ (4 0 1.1 m)			
	最終平衡温度 (深度)	2 3.6 ℃ (4 0 1.5 m)				1 9.6 ℃ (4 0 1.0 m)				2 1.0 ℃ (4 0 1.1 m)			
	温度勾配の平均値 (5点平均法) 静水位以深	0.7 2				0.2 7				0.3 1			
電 気	比 抵 抗 (電極間隔 1.0 0 m)	深度 150 ~ 227 m 130 ~ 750 Ω・m 高・低比抵抗互層 比抵抗曲線は平滑。 " 227 ~ 401.5 m 300 ~ 1500 Ω・m 高・低互層				深度 150 ~ 160 m 500 + Ω・m 高比抵抗 " 160 ~ 228 m 125 ~ 175 Ω・m 変化小さい " 228 ~ 365 m 75 ~ 240 Ω・m 高・低互層 " 365 ~ 401 m 50 ~ 100 Ω・m ほぼ一定, 低比抵抗				深度 150 ~ 167 m 125 Ω・m ほぼ一定, 低比抵抗 " 167 ~ 239 m 650 Ω・m 一部を除き一定した高比抵抗 " 239 ~ 341 m 150 Ω・m 一定した低比抵抗 " 341 ~ 401.1 m 300 ~ 2000 Ω・m 高・低互層			
	自 然 電 位	深度 155 ~ 240 m 局所変化 25 mV 以下。ベースは正側に漸増 " 240 ~ 401.5 m " 10 ~ 45 mV 鋸歯状変化				深度 155 ~ 180 m ベースが正側に単調に変化 " 180 ~ 235 m 局所変化 3 ~ 7 mV やや単調 " 235 ~ 401 m " 3 ~ 20 mV 鋸歯状変化				深度 152 ~ 239 m 局所変化 10 ~ 23 mV 鋸歯状変化 " 239 ~ 365 m " 5 ~ 29 mV " " 365 ~ 401.1 m " 10 ~ 41 mV "			
熱 伝 導 率 $\times 10^{-3} \text{ cal/cm} \cdot \text{s} \cdot ^\circ\text{C}$		第 3 期火山岩類 3.2 2 滝越湖成層 2.6 5 濃飛流紋岩類瀬戸川溶結凝灰岩類 6.8 9 粗粒玄武岩 4.9 2 平均 4.6 2				濃飛流紋岩類瀬戸川溶結凝灰岩類 8.7 9 美濃帯中・古生層 7.3 3 平均 8.6 4				美濃帯中・古生層 1 0.6 3 平均 1 0.6 3			
熱 流 量 HFU	最 大	9.2 0				3.7 0				2 6.5 6			
	平 均	4.4 6 (2 9 0 m 以深の平均)				2.5 0 (1 9 0 m 以深の平均)				3.2 8 (1 6 0 m 以深の平均)			
	坑 底	4.0 6				1.1 9				3.0 7			

較して多く生成している。熱流量も T-1 が最も高く、290m 以深の安定した熱流量の平均値が 4.45HFU、また 220～250m では最大熱流量 9.2HFU となっており、T-1 付近により高い熱の流れが存在しているものと考えられる。

6. 微小地震観測

調査地域には微小地震が頻発しているが、震央分布及び深度とも長野県西部地震の余震域とほぼ合致しており、同地震の余震が依然継続中であることを示している。

第 I - 7 図に昭和 60 年に観測された微小地震の震源分布図を示す。

7. 電気探査（シュランベルジャー法）

当地域において電気探査（シュランベルジャー法）を実施した。解析図を第 I - 8 図に示す。

探査深度は、 $AB/2 = 1,000\text{m} \sim 2,000\text{m}$ で、A-Line32 点、B-Line22 点、C-Line22 点の合計 76 点である。

解析された比抵抗構造は、上部層（第 1 層）・中部層（第 2 層）・下部層（第 3 層及び第 4 層）に分けられ、上部層は、御岳第 1 期火山岩類と濃飛流紋岩類などに対比され、一般に高比抵抗である。

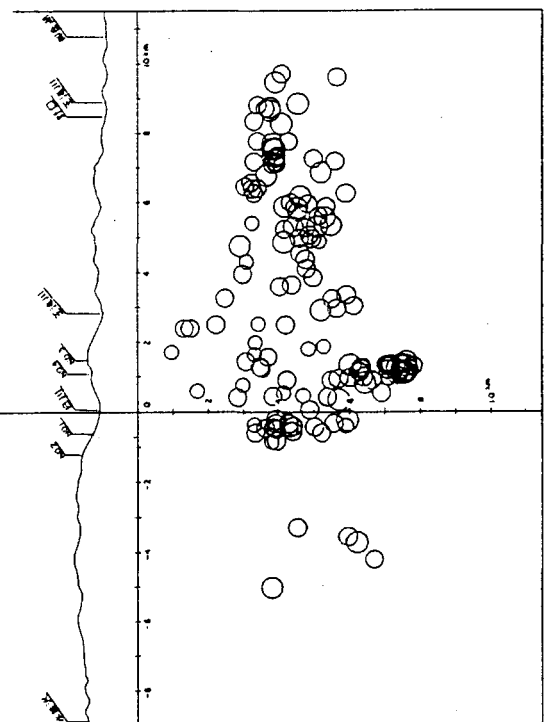
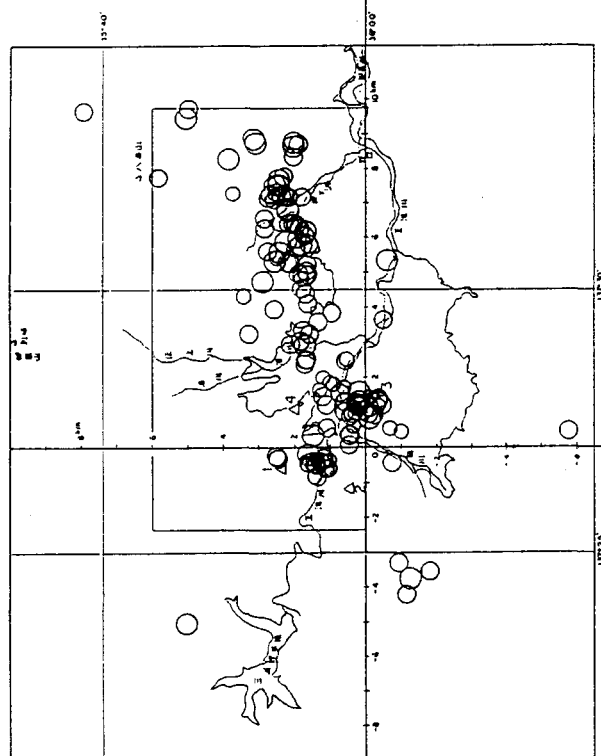
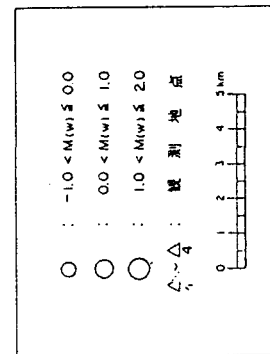
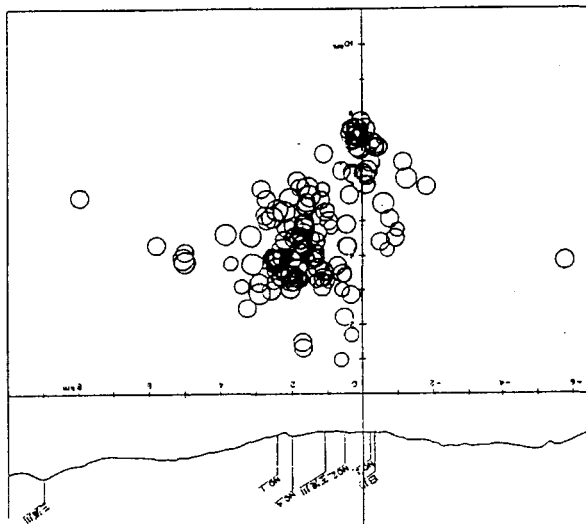
中部層は、濃飛流紋岩類と美濃帯の中・古生層（一部御岳第 1 期火山岩類）及びこれらに付随する断層・破碎帯・変質帯などから成り、低比抵抗を示す。

下部層は、貫入岩体・濃飛流紋岩類の新鮮部を主とする比抵抗基盤層で、一部断層・破碎帯・変質帯などによる劣化部が含まれるものと思われる。

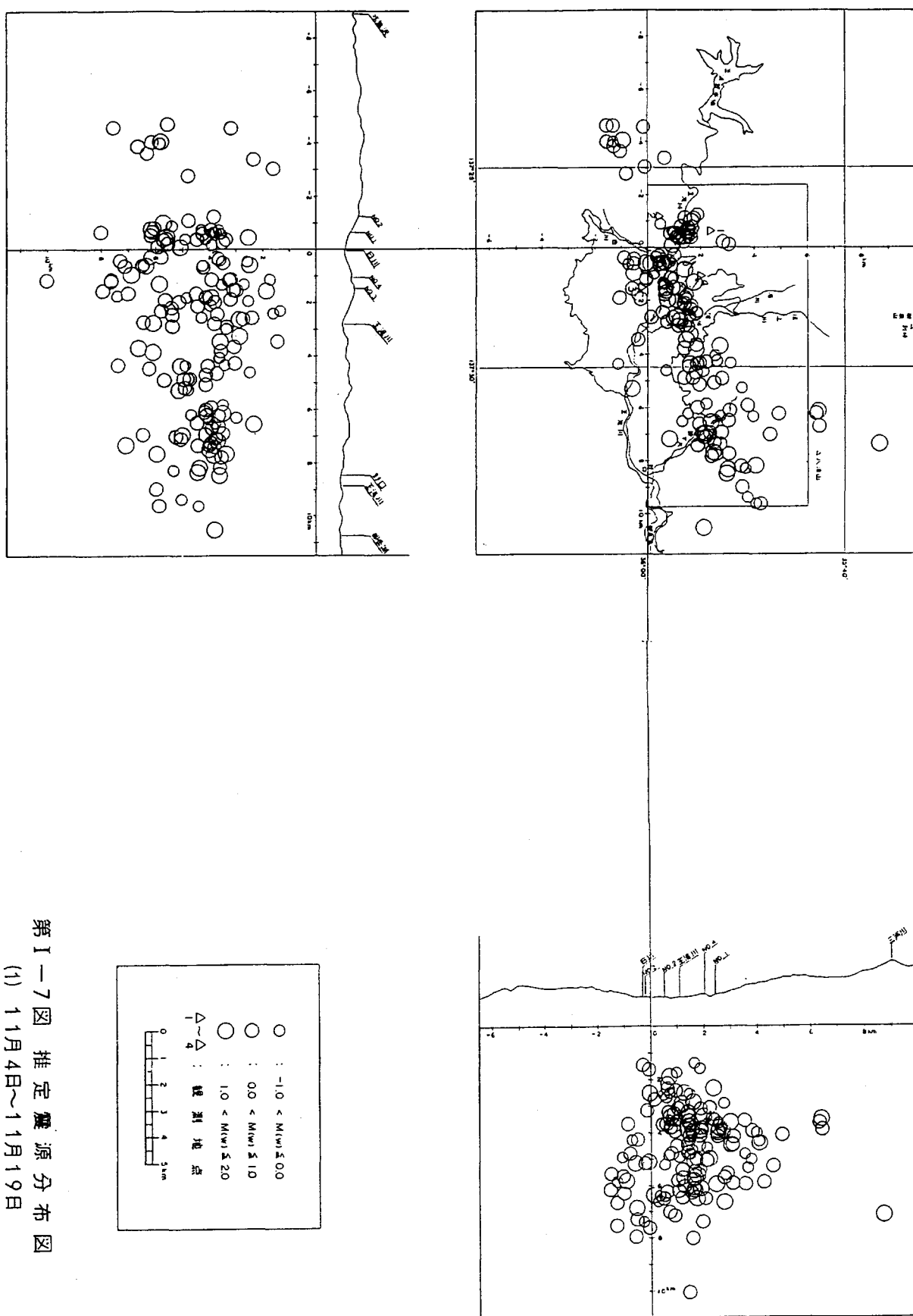
各比抵抗層は、地熱地域の一般的比抵抗値に比べるとかなり高い値である。

今回の探査で解析された唯一の低比抵抗層（ $30 \Omega \cdot \text{m}$ 以下）は、上部層の 1 部と中部層に存在し、この分布は、A-4～5・B-11～12・15・17・C-4 に断片的に見られる。分布深度は地表から 300m 以内であり、層厚も A-4 を除けば 100m 以下の薄層で小規模である。

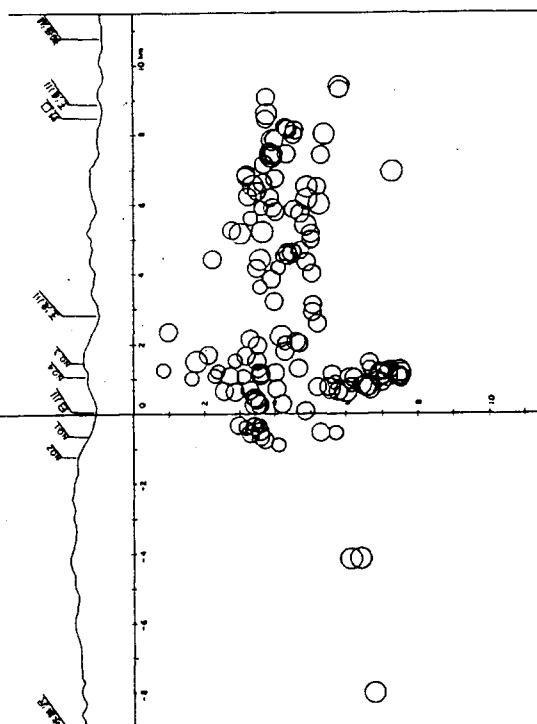
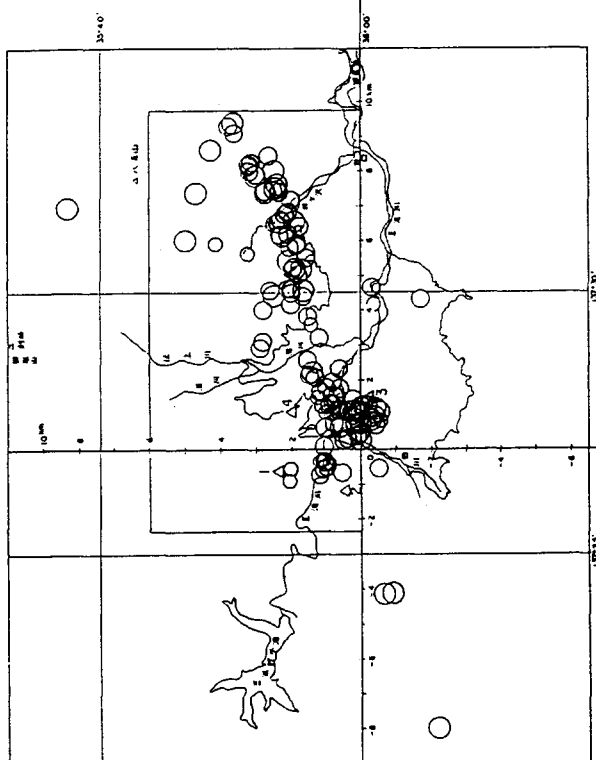
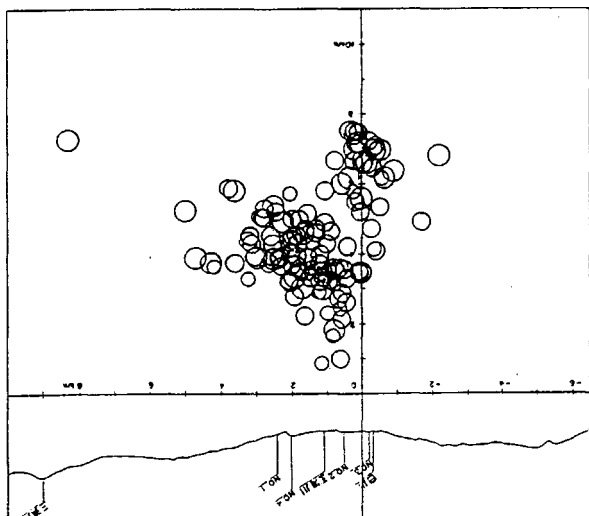
高比抵抗基盤の分布と比抵抗不連続カ所の大部分は、濃飛岩体東縁断層、滝越断層裂か帯、王滝断層裂か帯、長野県西部地震余震域及び地震断層などに関係するものが多く、特に A-Line 濁川温泉跡地周辺域に密集する。また B-Line の上流域では、カルデラ壁と関係すると思われる比抵抗基盤の深まりも見られる。



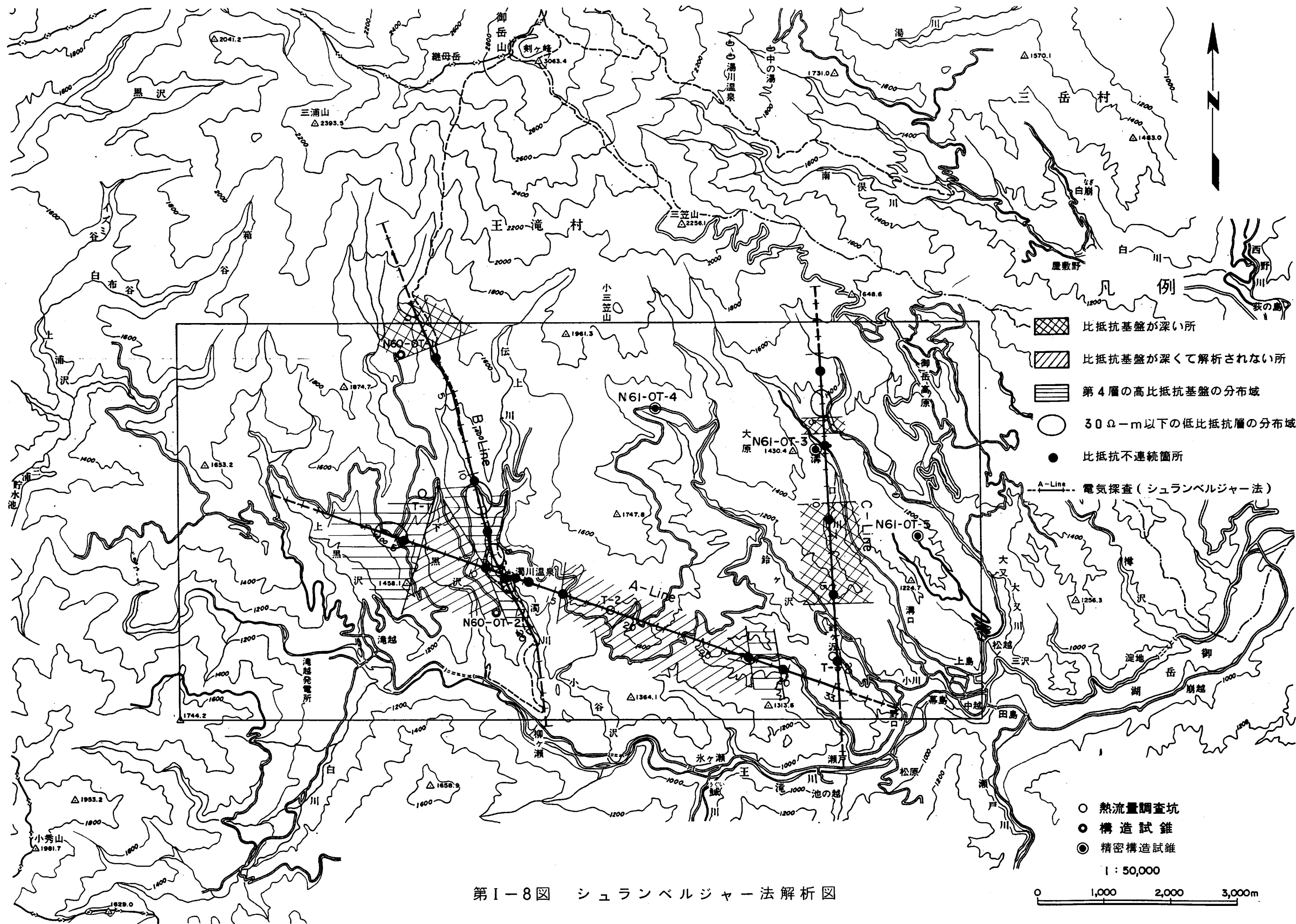
第I-7図 推定震源分布図
(2) 11月20日~12月4日



第I-7図 推定震源分布図
(1) 11月4日~11月19日



第I-7図 推定震源分布図
(3) 12月5日~12月20日



第I-8図 シュランベルジャー法解析図

II. 試 錐 掘 削 工 事

Ⅱ．試錐掘削工事（61－OT－5）

1. 作業経過

掘削作業は掘削工事総括表（第Ⅱ－1表）、掘削工事実績図（第Ⅱ－2図）及び掘削工事一覧表（第Ⅱ－2表）に示すように、昭和62年6月8日に掘削を開始し、昭和62年8月1日に予定深度に達したので、深度502.00mで掘り止めた。

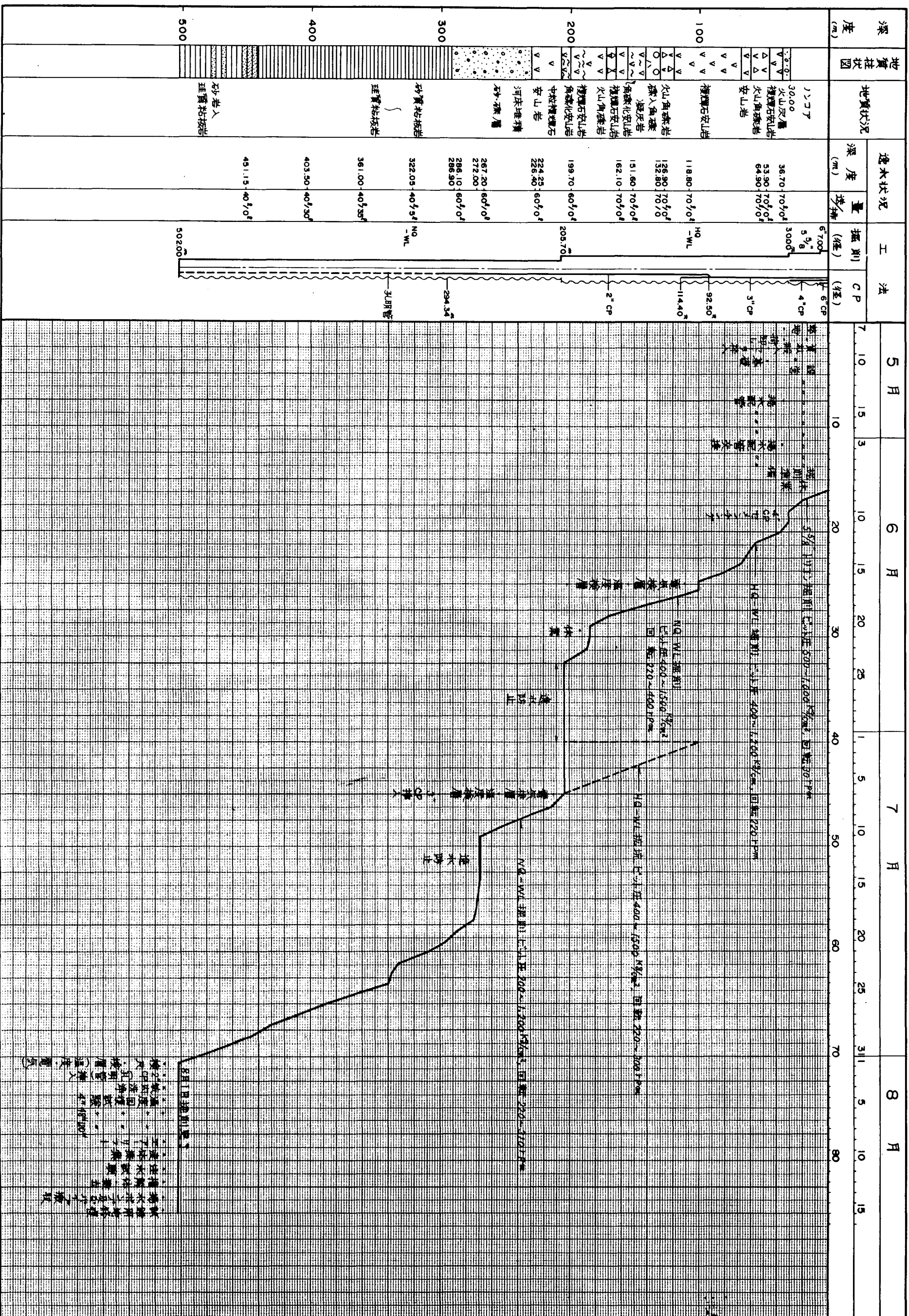
第Ⅱ－1表 N61－OT－5 掘削工事総括表

掘 削 深 度 (m)				ケーシングパイプ挿入長 (m)			
予定深度	500.00	ノンコアリング	0～30.00	6"	7.00	2"	
増掘長	2.00	コアリング	30.00～502.00	4"	30.00	盲管	207.30
検尺深度	502.00	コア実収率	98.7%	3"	114.40	孔明管	202.20
作業区分	工 事 期 間 ・ 日 数				延 工 数		
	期間 (年 月 日)	延日数 (日)	実働日数 (日)	休日待機 (日)	(工)		
般入設営	S62. 3. 2～62. 6. 7	98	16	82	134		
掘 削	S62. 6. 8～62. 8. 1	50	49	1	508		
付帯作業	S62. 6. 10～62. 8. 11	12	12	0	74		
徹 収	S62. 8. 3～62. 8. 15	7	7	0	87		
計	S62. 3. 2～62. 8. 15	167	84	83	803		
作業区分	所 要 時 間		ビット 種 類 及 び 径		掘削及び掘削能率		
	時間 (h)	%			(m)	(m/h)	
掘 削	776	56.9	トリコンビット	5 ⁵ / ₈ "	30	0.833	
付帯作業	132	9.7					
事故回復	456	33.4	ダイヤモンド ビット	HQ-WL	70	0.486	
小 計	1364	100		HQ-WL	402	0.804	
経 営	126	57.8					
徹 収	92	42.2	HQ-WL 拡 坑	HQ-WL	105.7	1.100	
合 計	218	100	平 均		607.70	0.783	

注意 付帯作業の内容：ケーシングパイプ挿入、温度回復試験、注水試験

第Ⅱ-2表 N61-OT-5 掘削工事一覧表

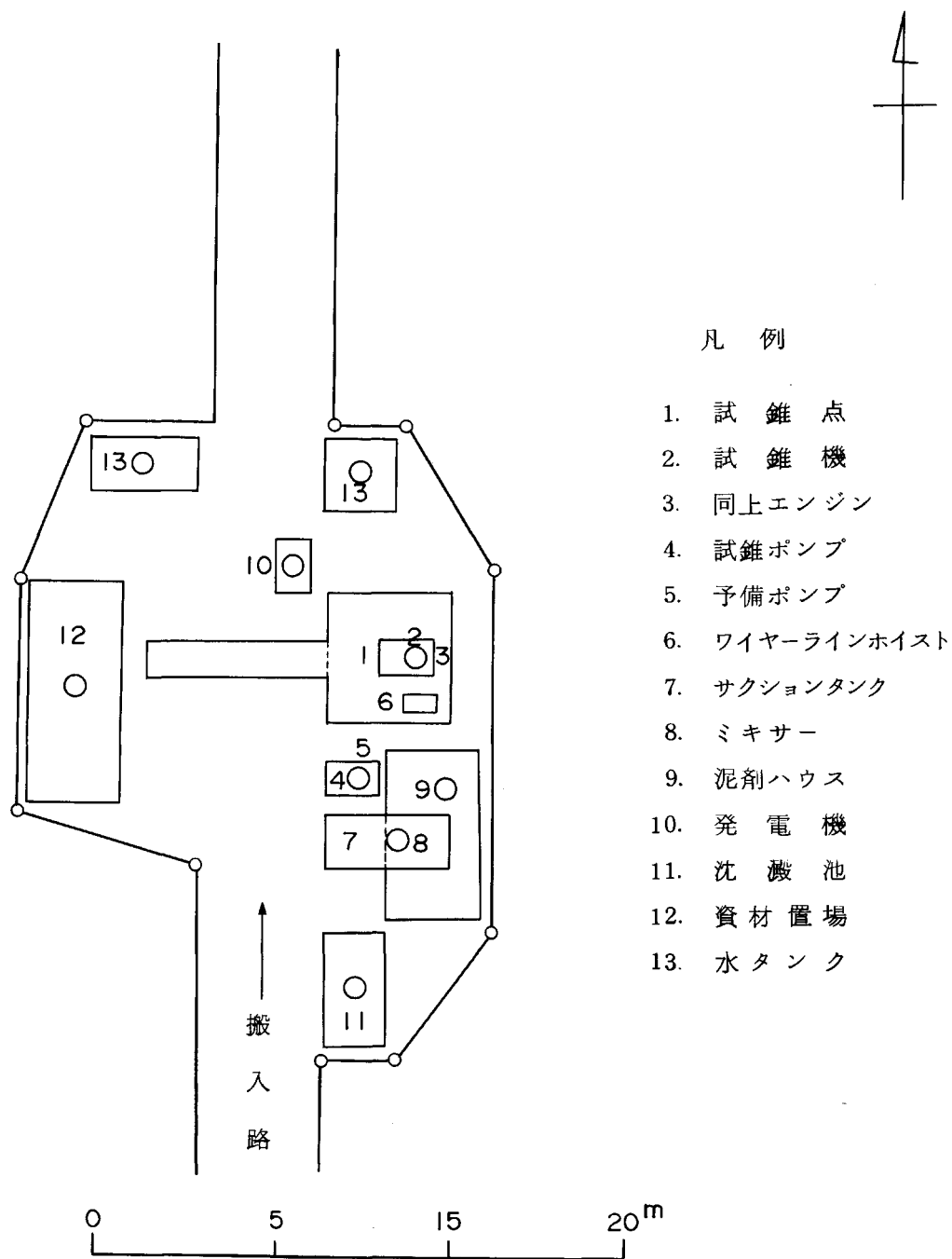
掘 削 工 事 機 関										S 62.5.7～S 62.8.15									
工 事 機 関 内 訳			実働日数		8 3 日		休業日数		2 日										
作 業 項 目	延日数	延工数	62. 3 10 20		4 10 20		5 10 20		6 10 20		7 10 20		8 10 20		9 10 20				
搬 入 ・ 設 営	16	134	2				7	17	3	6									
6 コンポジットビット (0 m～7.00m)	0.5	5							8	1									
6" ケーシングパイプ挿入	0.5	5							8	1									
5 ^{5/8} トリコンビット (7.00m～ 30.00m)	1	10							9	1									
4" ケーシングパイプ挿入 及びセメンチング	1	7							10										
HQ－WL工法コアリング (30.00m～100.00m)	6	60							11	16									
3" ケーシングパイプ挿入 (0 m～100.00m)	0.3	3							17	1									
NQ－WL 掘 削 (100.00m～203.50m)	5.5	55							17	23									
HQ－WL工法 拡 坑 (100.00m～203.50m)	3.5	37									2-5								
HQ－WL工法 (203.50m～205.70m)	0.5	3									5								
3" ケーシングパイプ挿入 (0 m～205.70m)	0.4	4									6								
NQ－WL 掘 削 (205.70m～502.00m)	15.4	153									6 9	19	1						
2" ケーシングパイプ挿入 (92.50m～502.00m)	1	10											2						
調 査 及 び 測 定	4.5	45											10						
事 故 回 復 作 業	18.4	185								24	1	10 18							
解 体 ・ 撤 収	9.5	87											5 7 8 12 15						
計	84	803						7	17	3									



第Ⅱ-2図 N61-0T-5 掘削工事実績図

2. 現場施設

現場施設配置図を第Ⅱ－3図に、主要機器設備一覧表は第Ⅱ－3表に示した。



第Ⅱ－3図 N61－OT－5 現場設備配置図

第Ⅱ-3表 N61-OT-5 主要機器設備一覧表

品 名	型 式	仕 様	数 量
試 錐 機	TBM-70 利根ボーリング	調査井NQ-WL 800m 最大巻上能力 4000kg	1 台
同上原動機	F4L-912 三井ドイツ	638PS	1 台
主試錐ポンプ	MG-15 鉦研試錐	67~210ℓ, 複動式	1 台
同上エンジン	NS-180C ヤンマー	18PS	1 台
副試錐ポンプ	MG-10 鉦研試錐	50~120ℓ	1 台
同上エンジン	NSA110C ヤンマー	10PS	1 台
揚水ポンプ	MG-15 鉦研試錐	67~210ℓ	1 台
同上エンジン	NS-180C ヤンマー	18PS	1 台
マッドミキサー	MCE-200 利根製	200ℓ	1 台
同上エンジン	NSA-40C ヤンマー	4.5PS	1 台
WLホイスト	WHE1200 利根製		1 台
同上エンジン	NS-75C ヤンマー	7.5PS	1 台
試 錐 櫓	12-DR 自社製	125 t	1 基
油圧ホルダー	NLC製	HQ, NQ, BQ.	1 台
スタッフィング ボックス	自社製	耐圧40kg/cm ²	1 台
貯泥タンク	自社製	5Kℓ	2 槽
貯水タンク	自社製	5Kℓ	1 槽
シェーカー タンク	自社製	3Kℓ	1 槽
発電機	北越製	65.5kVA	1 台
ドリルロッド	LHS NLC製	27/8" × 35m	15 本
WLロッド	利根ボーリング	HQ-WL × 3m	80 本
〃	〃	NQ-WL × 3m	80 本
〃	NLC	BQ-WL × 3m	80 本
洗浄用パイプ		3/4" × 5.5m	100 本

3. 掘削作業状況

(i) 掘削工事

掘削作業状況を一覧表として第Ⅱ-5表に示す。

(1) 0～30m

この区間は、軟弱な火山碎屑岩である為コンポジットビットにて、6インチケーシングパイプを7mまで挿入し、5・5/8インチトリコンビットでベントナイトの濃泥水を使用して30m掘削し、4インチケーシングパイプを挿入後一栓式方式でフルホールセメンチングを施し、坑口よりセメントミルクが溢流するのを確認した。坑内セメント硬化後セメント浚渫を行い、その後管内圧力10kg/cm²、30分間保持する事を確認した。

(2) 30～100m

この区間はHQ-WL工法でコアリング掘削を行い、電気検層、温度検層を実施したその後3インチケーシングパイプ(STPG SCH-40)を0～100m間挿入した。

岩質は複輝石安山岩、火山安山岩、凝灰角礫岩、安山岩、等である。掘削泥水はBX泥水を使用し、軟弱な地層にはポリマー泥水を主として使用した。

36.70mより数回の逸水が続きその都度LCMマット及びセメントにて、逸水防止をおこない100mまで掘削した。

(3) 100～502.00m

この区間はNQ-WL工法でコアリング掘削を行い、電気検層、温度検層を実施した。その後2インチケーシングパイプ(STPG SCH-40)メクラパイプを92.50m～294.34m、孔明管を249.34m～496.54m、メクラパイプを496.54m～502.00m間に布設した。

この区間の岩質は、角礫化複輝石安山岩、角礫化安山岩、礫混じり軽石凝灰岩、粒状火山礫岩、細粒複輝石安山岩、河床堆積(砂、礫)等で地層が軟弱且つ逸水層が多く、その都度LCMマッド、テムブロック、フローチェック逸水対策工法により逸水防止を実施しながら掘削した。202.30mまで掘削が進んだ時全量逸水の為に、バイブレーションが起き上層部の逸水ヶ所を再度破壊し、逸水防止に可成りの時間を費やした。新エネルギー総合開発機構の承諾を得て、100.00mより、HQ-WL工法に切替え205.70mまで仮ケーシングを布設した。河床堆積(砂、礫)の地層でも可成りの逸水防止作業を施したが、粘板岩の地層に変わり、逸水量も少なくなり若干の排水が有った為、良質の泥水を使用して掘削を行い、昭和62年8月1日に予定深度502.00mに達したので掘止め、新エネルギー総合開発機構王滝所長立会いで検尺を行った。

(ii) 坑内泥水

(1) 調 泥

第Ⅱ－4表 N61－OT－5 泥剤配合比表

泥 水 深度m	種 類	泥 剤 配 合 比				記 録		
		ベントナイト %	B X %	CMC %	T K 60.8%	比 重	粘 速	p H
0～30	ベントナイト	10		0.05		1.08	41	10
30～100	〃	6		0.02		1.02	38	9～10
〃	ポ リ マ ー	3			0.15	1.01	38	10
100～203.50	〃	〃			〃	〃	〃	〃
〃	B X	5	3	0.02				
同上 掘 坑	〃	7	3	0.02		1.03	40	10
203.50～502.00	〃	5	3	0.02		1.02	35～25	〃

(2) 泥水温度

送排泥水温度は、掘削10mごとに測定した。

深度190m～260m間は、全量逸水の為、測定不能となった。これらの記録を第Ⅱ－6表及び第Ⅱ－4図に示す。

(iii) 坑底温度

掘削作業中は留点温度計（正2本、逆1本）を使用し、深度30mごとに循環ポンプ停止30分後の坑底温度を測定した。結果を第Ⅱ－7表、第Ⅱ－4図に示す。

(iv) 逸水状況とその対策

第Ⅱ－8表の通りである。

(v) ケーシングパイプ挿入実績図

ケーシングパイプ挿入実績図を第Ⅱ－5図に、使用ケーシングパイプ一覧表を第Ⅱ－9表に、孔明管加工図を第Ⅱ－6図に示す。

(vi) セメンチング状況

第Ⅱ－10表のとおりである。

(vii) 掘進能率及びコア実収率

第Ⅱ－11表と第Ⅱ－7図に示す。

4. 主要消耗品

(1) 使用ビット実績

第Ⅱ－12表に示す。

(2) 主要消耗品使用実績

第Ⅱ－13表に示す。

(3) 泥剤及び逸水防止剤使用実績

第Ⅱ－14表に示す。

5. 復旧作業

昭和62年8月3日から8月15日までの間、揚水パイプ、槽及び機械類の解体、搬出を行い、現場の廃泥を凝固し、村役場指定の場所へ運搬埋没を行った。

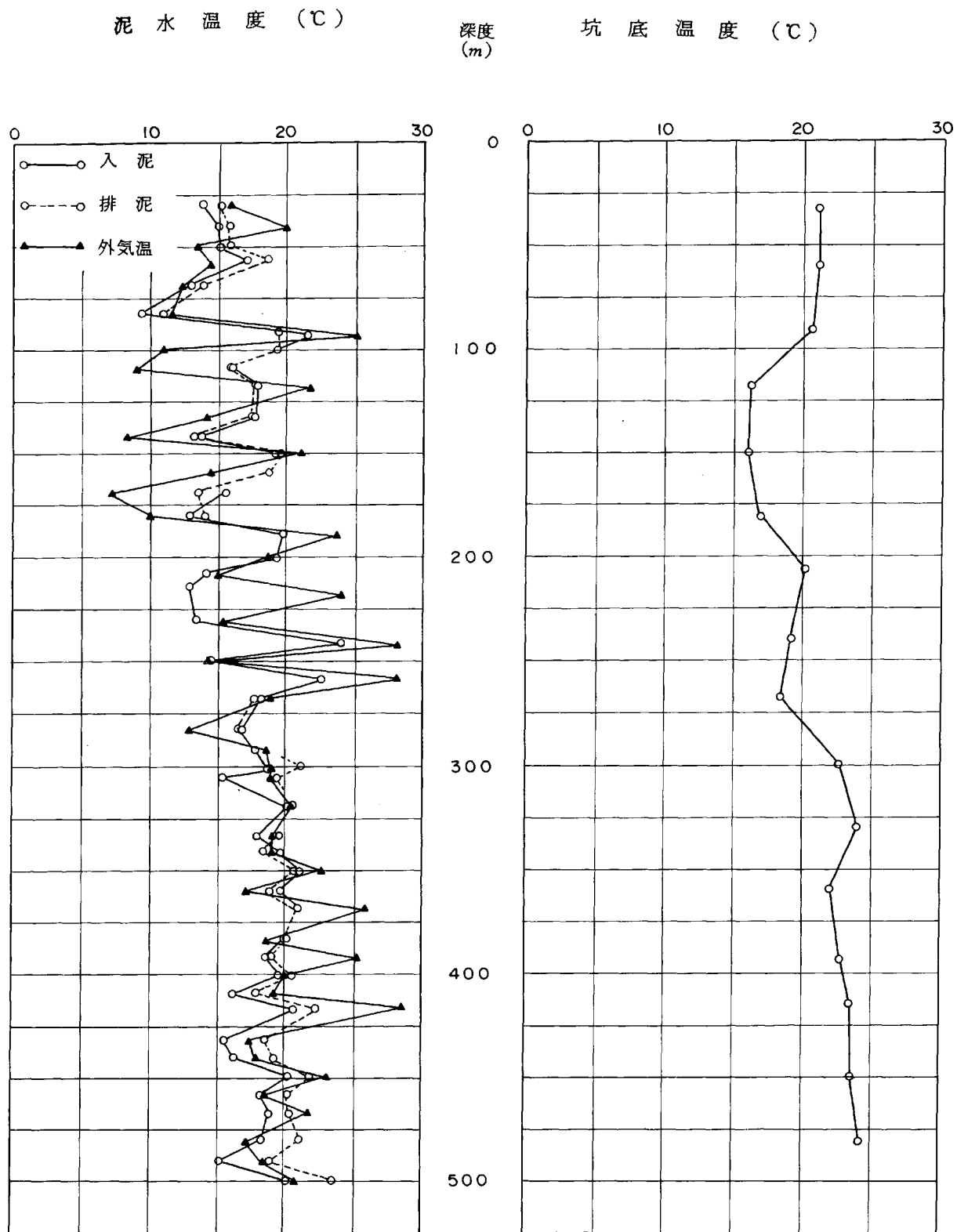
村役場企画室長指示のもとで用地の修復を行い、新エネルギー総合開発機構王滝調査事務所所長の承認を得て、昭和62年8月15日全作業を終了した。

第Ⅱ-5表 N61-OT-5 掘削作業状況一覧表

深 度 (m)	坑 径 (m/m)	ビ ッ ト				泥 水 送/排		循 環 泥 水	逸 水 状 況	ケーシング		岩 質	掘 削 作 業 状 況
		種 類	サ イ ズ	給 圧 (kg/cm ²)	回転数 (rpm)	温 度 (℃)	量 (ℓ/min)			サ イ ズ	挿入深度 (m)		
0 ~ 30.00	142.9	トリコン ビット	5・/8"	300 ~ 2,000	50	15/15	120/120	ベントナイト		4"	30.00	スコリア, ラピ リ入火山灰層, - 複輝石安山岩	ノンコアリング 掘削能率 0.90m/h ケーシングセメンチ ング実施
30.00 ~ 100.00	101.00	ダイヤモンド ビット	HQ	400 ~ 1,000	220	13/14.5 } 21.8/19.3	70/70 } 70/0	ベントナイト 及び ポリマー	36.70 70/0 38.20 70/0 53.90 70ℓ/0 64.90 70/0	3"	100.00	火山角礫岩 凝灰角礫岩 安山岩 複輝石安山岩	コアリング コア採取率 98.1% 掘削能率 0.94m/h LCM 及びセメンチ ング 逸水防止
100 ~ 203.50	76.00	ダイヤモンド	NQ	400 ~ 1,500	220 ~ 400	12.8/13.9 } 19.7/19.1	70/70 } 70/0	ベントナイト 及び ポリマー	118.90m 70/0 126.90 70/0 132.80 70/0 151.60 70/0 162.10 70/0 199.70 60/0	2"	502.00	複輝石安山岩 凝灰角礫岩 角礫化安山岩 火山角礫岩 河床堆積砂礫層	コアリング コア採取率 99.2% 掘削能率 1.14m/h LCM, Temblock 及び セメンチング逸水防止
100 ~ 203.5 (拡張)	110	ダイヤモンド	HQ	800 ~ 1,500	220 ~ 300		70/70	ベントナイト	224.25 60/0 226.40 60/0 267.20 60/0 272.00 60/0 286.10 60/0 286.90 60/0 322.05 40/0 361.00 40/35 403.50 40/30 451.15 40/0			砂質粘板岩 珪質粘板岩 シルト岩 チャート 粘板岩	拡張 掘削能率 1.4m/h コアリング コア採取率 100.0 % 掘削能率 0.55m/h
203.5 ~ 205.70	110	ダイヤモンド	HQ	800	220	19/-	70/0	"					
205.70 ~ 502.00	76	ダイヤモンド	NQ	300 ~ 1,200	220 ~ 310	12.3/- } 20.6/22	60/60 } 60/0 40/40 } 40/0	B X					コアリング コア採取率 98.2% 掘削能率 0.91m/h Temblock, Flo-check セメンチング及び 水ガラス逸水防止

第Ⅱ-6表 N61-OT-5 掘削中の入排泥量, 泥水温度及び外気温一覧表

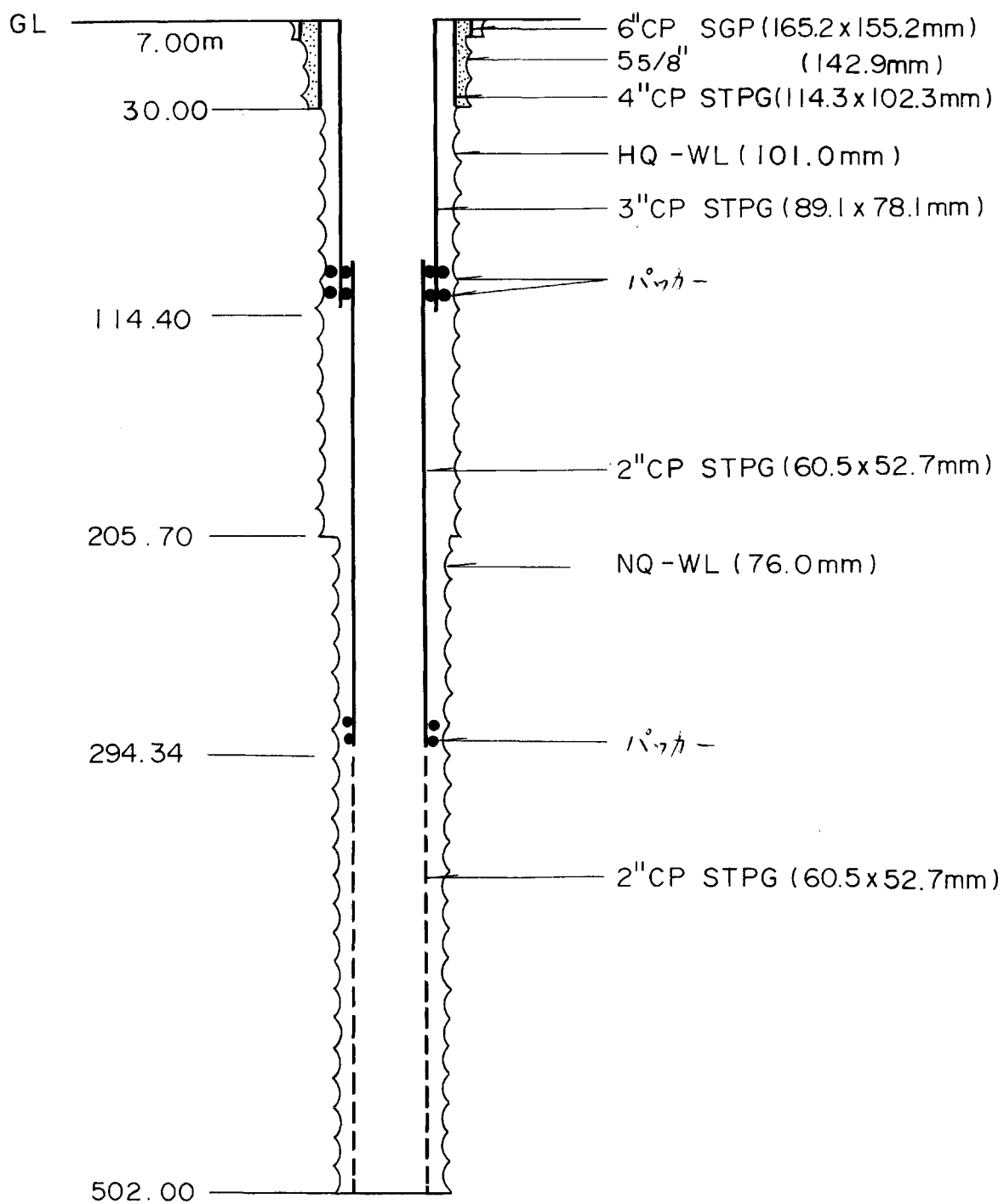
深 度 (m)	入 排 泥 量		外 気 温 度	泥 水 温 度	
	入 泥 (ℓ/min)	排 泥 (ℓ/min)	(℃)	入 泥 (℃)	排 泥 (℃)
30	70	70	16	14	15
40	70	30	20	15	16
50	70	50	13	15	16
60	70	10	14	17	18
70	70	70	12.5	13	14.5
80	70	20	12	9.5	11.5
90	70	20	25	21.8	19.3
100	70	20	11.5	18.5	18.4
110	70	70	9	15.8	15.9
120	70	30	22	17.7	17.6
130	70	40	14	17.5	17.4
140	70	30	8	13.3	14.7
150	70	60	21	19.7	19.1
160	70	30	14.5	18.3	18.3
170	70	30	7.5	15.5	13.3
180	70	30	10	12.8	13.9
190	60	0	24	19.8	—
200	70	0	18.5	19.0	—
210	60	0	15	14.2	—
220	60	0	24	12.8	—
230	60	0	15.5	12.3	—
240	60	0	27	23.9	—
250	60	0	14.4	14.6	—
260	60	0	27	22.3	—
270	60	5	19	18	17.3
280	60	60	13.5	16.4	16.3
290	60	0	17.9	16.3	—
300	40	5	18.5	18.2	21
310	40	5	18.5	15.5	19.5
320	40	5	20.5	20.2	20.2
330	40	5	19	17.3	19.3
340	40	40	19	19.8	18
350	40	40	23	21.7	20.9
360	40	35	17.5	19.9	19.2
370	40	35	26	21	21.1
380	40	35	18	20	20.1
390	40	35	25.3	18.3	18.7
400	40	30	20	19.7	20.7
410	40	30	19	16.4	17.7
420	40	30	28.5	20.7	22
430	40	30	17.5	15.6	18.2
440	40	15	18.0	16.5	19.1
450	40	15	23.0	20.6	22
460	40	5	18.5	18.1	20.5
470	40	10	21.6	19.1	20.5
480	40	10	17.5	18.1	21.1
490	40	10	18.5	15.1	19.0
500	40	20	20.5	20.2	23.1



第Ⅱ-4図 N61-OT-5 掘削中の泥水温度及び坑底温度図

第Ⅱ-7表 N61-OT-5 坑底温度一览表

測定年月日	深 度 (m)	坑 底 温 度 (°C)				水 位 (m)
		正	正	逆	平 均	
62. 6. 11	30	21	21	22	21.3	0
62. 6. 13	60	21	21.5	22	21.5	49
62. 6. 16	90	20	21	21	20.6	47
62. 6. 18	120	16	17	17	16.7	5
62. 6. 19	150	16	17	16	16.3	30
62. 6. 23	180	16.5	17	17.5	17	99.5
62. 7. 7	210	20	20.5	20	20.2	160
62. 7. 8	240	19	19	20	19.3	130
62. 7. 19	270	18	18	19	18.3	100
62. 7. 21	300	22	23	23	22.7	30
62. 7. 23	330	24	24.5	25	24.5	30
62. 7. 25	360	22	21	23	22	0
62. 7. 27	390	22	23	23	22.7	6
62. 7. 28	420	23	23	24	23.3	25
62. 7. 30	450	23	23	24	23.3	100
62. 7. 31	480	24	24	25	24.3	100



第Ⅱ-5図 N61-OT-5 ケーシングパイプ挿入実績図

第Ⅱ-8表(1) N61-OT-5 逸水状況及び対策

逸水角度 (m)	水 位 (m)	地 質	逸 水 状 況 送/排 (ℓ/min)	逸 水 防 止 対 策
36.70	36.00	複輝石安山岩	70/0	L CM排水
38.20	36.00	複輝石安山岩	70/0	ベントナイト
44.60	44.00	角礫安山岩	70/0	シークレ
				テルストップ (P)
				テルストップ (G)
				CMC
53.90	49.00	複輝石安山岩	70/0	L CMマッド圧入及び
61.10	49.00	"	"	セメンチング
64.90	57.50	"	"	(水+水ガラス+水+セメント)
				セメンチング
				(塩カル+セメント)
118.90	10.00	"	70/0	逸水掘り
126.90	5.00	火山角礫岩	"	"
132.80	5.00	"	"	"
151.60	5.00	角礫化安山岩	"	"
162.10	5.00	複輝石安山岩	"	"
184.00	99.50	複輝石安山岩	70/0	L CM
				ベントナイト
				テルストップ
				圧入 CMC
199.70	170.00	複輝石安山岩	70/0	L CM
				ベントナイト
				テルストップ
				シークレ
				テルマイカ
				軽油
				L CM (配合比を変更し 数回試みる)
				Temblock 1,000ℓ 圧入
				(坑内洗浄中逸水)
				セメンチング
				効果あり、他の部分に て破れる。
				坑内をTemblockにて充填 し H Q - W L にて掘坑 3" ケーシング挿入す る (205.70m)
224.25	160	河床堆積砂・礫層	60/0	逸水掘り
	170			"
270.20	130	"	"	Temblock 1,500ℓ 圧入
				Flo-chek 250ℓ 圧入
				" 300ℓ 圧入
				" 200ℓ 圧入
				Temblock 500ℓ 圧入
				油ベントナイト圧入

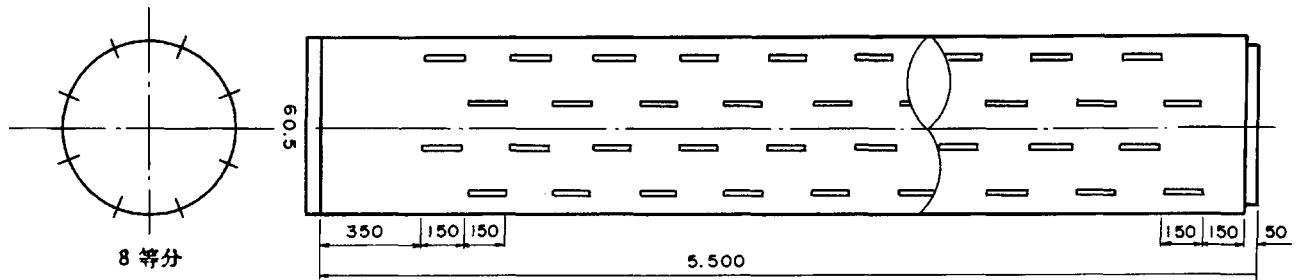
第Ⅱ-8表(2) N61-OT-5 逸水状況及び対策

逸水角度 (m)	水 位 (m)	地 質	逸 水 状 況 送/排 (ℓ/min)	逸 水 防 止 対 策
272.00	170	河床堆積砂・礫層	60/0	Temblock充填 セメンチング効果あり Flo-chek圧入 セメンチング効果あり
286.10	80	〃	60/0	逸水掘り
286.90	100	〃	60/0	セメンチング (水+水ガラス+水+ セメントミルク) 効果あり
322.05	10	砂 質 粘 板 岩 }	40/5	
〃	30	珪 質 粘 板 岩		坑底付近をTemblockにて 充填252.50m附近をセメ ンチング (水+水ガラス+水+ セメントミルク)
361.00	6	〃	40/35	逸水掘り
403.50	25	珪 質 粘 板 岩	40/30	〃
451.15	100	中粒珪質砂岩	40/0	〃

第Ⅱ－9表 N61－OT－5 使用ケーシングパイプ一覧表

名 称	外径×内径 (mm)	挿入深度 (m)	単位長 (m)	数 (本) 量	接 続 法
6" SGP	165.2×155.2	0～7.00	5.4 1.6	1 1	溶 接 点 着
4" STPG 38S c h40	114.3×102.3	0～30.00	5.45 5.45 5.45 5.45 5.45 2.75	1 1 1 1 1 1	ケーシングネジ 溶 接 点 着
3" STPG 38S c h40	89.1×78.1	0～100.00	5.45 1.90	18 1	ケーシングネジ
2" STPG 38S c h40	60.5×52.9	92.50～502.00	5.46 .65 5.46 5.46	18 1 37 1	ケーシングネジ

2" STPG 38 Sch 40



スリット大きさ 150 3

開孔率計算式

パイプ仕様 2" STPG (O.D 60.5×I.D 52.7)

$$P = \frac{a \cdot N}{\pi \cdot D \cdot L} \times 100$$

スリット個数 33段 4列 132個

スリット面積 $150 \times 3 = 450 \text{ mm}^2$

$$= \frac{450 \times 132}{\pi \times 60.5 \times 5.450} \times 100$$

管表面積 $\pi \times 60.5 \times 5.450 = 1,035.861.6 \text{ mm}^2$

$$= 5.73\%$$

開孔率 5.73%

P:開孔率
N:スリット個数
D:パイプ直径
L:パイプ長
a:スリット面積

第Ⅱ-6図 N61-OT-5 2" (60.5m/m) 孔明管加工図

第Ⅱ－10表（1） N61－OT－5 セメンチング状況一覧表

パイプセメンチング

ケーシング段数	第 1 段
公 称 径 × 深 度	4" STPG×30.00m
坑 壁 間 容 量	193ℓ
圧 入 ミ ル ク 量	260ℓ
使用セメント量	400kg（普通）
比 重	1.82
硬 化 待 時 間	24h
圧 入 ポ ン プ	MG－10
圧 入 方 式	1 栓式

逸水防止セメンチング

坑底深度	注 入 量	方 法	硬化頭部	備考
53.90m 61.10 64.90	ミルク量 1,043ℓ（比重 1.7） セメント 1,080kg（27 ^s x） 水ガラス 230ℓ	圧入注入		
162.10	ミルク量 200ℓ（比重 1.7） セメント 200kg（5 ^s x）	BQロッド 注入後圧入	153.00	
226.00	ミルク量 200ℓ（比重 1.7） セメント 200kg（5 ^s x） 水ガラス 20ℓ	圧入注入		

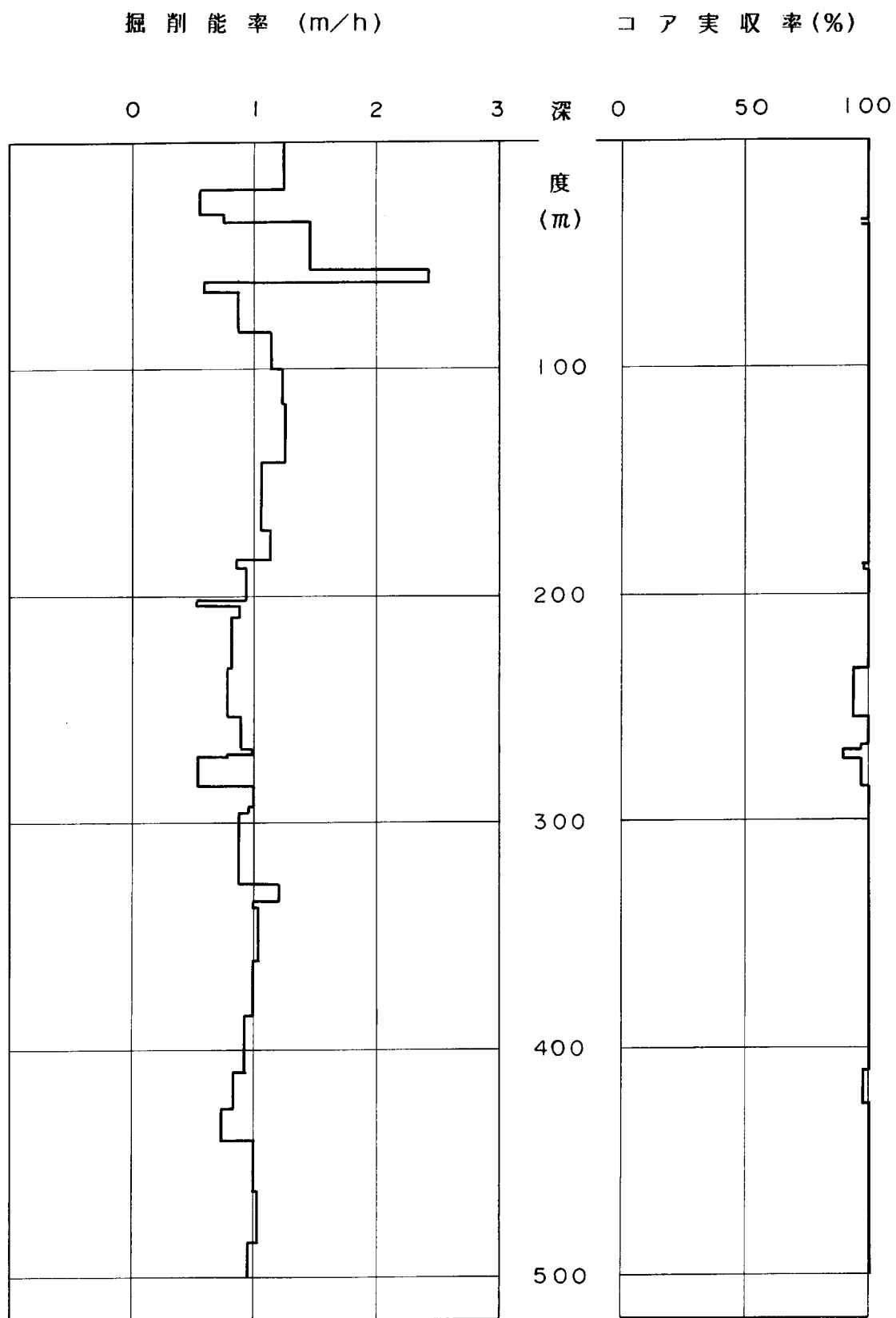
第Ⅱ－10表（2） N61－OT－5 セメンチング状況一覧表

逸水防止セメンチング

坑底深度	注 入 量	方 法	硬化頭部	備考
270.90	セメントミルク 240ℓ（比重1.69） セメント 240kg（6 [※] ） 水ガラス 100ℓ セメントミルク 480ℓ（比重1.67） セメント 480kg 水ガラス 200ℓ	圧入注入 注入後圧入	 260.20	 効果あり
274.35	セメントミルク 240ℓ（比重1.69） セメント 240kg（6 [※] ） 水ガラス 100ℓ	注入後圧入	270.50	効果あり
286.90	セメントミルク 560ℓ（比重1.69） セメント 560kg（14 [※] ） 水ガラス 100ℓ	注入後 後押圧入	279.30	効果あり
340.5 （1回）	セメントミルク 280ℓ（比重 1.7） セメント 280kg（7 [※] ） 水ガラス 50ℓ	注入後 後押圧入		
340.5 （2回）	セメントミルク 480ℓ（比重 1.8） セメント 480kg（12 [※] ） 水ガラス 200ℓ		325.40	効果あり

第Ⅱ-11表 N61-OT-5 掘削能率及びコア実収率一覧表

深 度 区 分 (m)	区 間 長 (m)	実掘進時間 (h)	掘 削 能 率 (m/h)	コ ア 長 (m)	コア実収率 (%)
0.00~20.00	20.00	16.00	1.25	—	—
20.00~30.00	10.00	17.00	0.59	—	—
30.00~36.70	6.70	9.00	0.75	6.70	100
36.70~55.00	18.30	12.40	1.48	17.00	93
55.00~62.40	7.40	3.00	2.48	7.40	100
62.40~65.50	3.10	5.00	0.62	3.10	100
65.50~83.60	18.10	21.00	0.86	18.10	100
83.60~100.00	16.40	14.00	1.17	16.40	100
100.00~114.80	14.80	12.00	1.23	14.80	100
114.80~143.70	28.90	23.00	1.26	28.90	100
143.70~170.40	26.70	24.00	1.11	26.70	100
170.40~184.20	13.80	12.00	1.15	13.80	100
184.20~186.20	2.00	2.25	0.89	2.00	100
186.20~203.50	17.30	17.50	0.99	16.50	95
203.50~205.70	2.20	4.00	0.55	2.20	100
205.70~213.00	7.30	8.00	0.91	7.30	100
213.00~234.30	21.30	24.00	0.89	21.30	100
234.00~254.80	20.50	24.00	0.85	17.70	86
254.80~269.95	15.15	19.00	0.80	15.15	100
269.95~270.40	0.45	.50	0.90	0.45	100
270.40~270.90	0.50	.50	1.00	0.45	90
270.90~272.50	1.60	2.00	0.80	0.90	56
272.50~274.35	1.85	3.00	0.61	1.05	57
274.35~286.90	12.55	21.00	0.60	12.10	96
286.90~295.25	8.35	8.00	1.04	8.00	95.8
295.25~310.90	15.65	16.00	0.98	15.65	100
310.90~331.95	21.05	24.00	0.88	21.05	100
331.95~337.50	5.55	4.5	1.23	5.55	100
337.50~340.50	3.00	3.0	1.00	3.00	100
340.50~365.80	25.30	24.00	1.05	25.30	100
365.80~389.90	24.10	24.00	1.00	24.10	100
389.90~412.50	22.60	24.00	0.94	22.60	100
412.50~431.10	18.60	22.00	0.85	18.50	99.5
431.10~445.50	14.40	19.00	0.76	14.40	100
445.50~467.40	21.90	22.00	1.00	21.90	100
467.40~489.80	22.40	22.00	1.02	22.40	100
489.80~502.00	12.20	12.50	0.98	12.20	100



第Ⅱ-7図 N61-OT-5 掘削能率及びコア実収率図

第II-12表 N61-OT-5 使用ビット実績表

サ イ ス	No.	植 込 量	硬 度	掘削期間	成 績					使用状態		能 率		
					掘削期間	組長	コツ長	実収率	掘削時間	荷 重	回 転 数		送水量	1m当 時間
(1) トリコソビット 6" コソビット 5" トリコソビット	1	6.8	3MH	6.8 ~ 6.9	0 ~ 7.00	7.00	23.00	—	2.0	0.3 ~ 0.5	50	120	3.5	5.8
(2) ダイモソビット HQ-WL ダイモソビット	3	40	C-25	6.11 ~ 6.15	30.00 ~ 78.60	48.60	47.30	97	45.4	0.4 ~ 1.2	220	70	1.07	1.78
"	4	40	"	6.15 ~ 6.16	78.60 ~ 100.00	21.40	21.40	100	19.0	0.4 ~ 1.0	220	70	1.13	1.88
NQ-WL ダイモソビット	5	35	E	6.17 ~ 6.18	100.00 ~ 123.10	23.10	23.10	100	14.0	0.5 ~ 1.5	400	70	1.65	2.75
"	6	35	"	6.18 ~ 6.20	123.10 ~ 180.90	57.80	57.80	100	55.0	0.4 ~ 1.5	320	70	1.05	1.75
"	7	35	J-7	6.20 ~ 6.23	180.90 ~ 203.50	22.60	21.80	96	21.75	0.8 ~ 1.2	220 ~ 320	60	1.04	1.73
HQ-WL ダイモソビット (抗坑)	8	40	C-25	7.2 ~	100.00 ~ 142.15	42.05	—	—	24.00	1.0	300	70	1.75	2.92
"	9	40	"	7.3 ~ 7.4	142.05 ~ 179.75	37.70	—	—	28.50	1.0 ~ 1.5	220	70	1.32	2.2
" (掘削)	10	4.0	"	7.4 ~ 7.5	179.75 ~ 203.50	23.75	—	—	21.00	0.8 ~ 1.0	220	70	1.13	1.88
"	"	4.0	"	7.5	203.50 ~ 205.70	2.20	2.20	100	4.00	0.8	220	70	0.55	0.92
NQ-WL ダイモソビット	7	35	J-7	7.6 ~ 7.19	205.70 ~ 286.90	81.20	76.40	94	102.00	0.4 ~ 1.2	220	60	0.80	1.33
"	11	35	J-7	7.20 ~ 7.23	286.90 ~ 337.50	50.60	50.25	99	52.50	0.4 ~ 1.2	220 ~ 310	40	0.96	1.6
"	12	35	E	7.24 ~ 7.26	337.50 ~ 380.90	43.30	43.30	100	43	0.3 ~ 1.1	310	40	1.00	1.67
"	13	35	J-7	7.26 ~ 7.28	380.90 ~ 431.10	50.20	50.10	100	54	0.7 ~ 1.2	310	40	0.93	1.55
"	14	35	E	7.29	431.10 ~ 435.45	4.35	4.35	100	6	0.8 ~ 1.0	310	40	0.73	1.22
"	15	35	J-7	7.29 ~ 8.1	435.45 ~ 502.00	66.55	66.55	100	69.5	0.6 ~ 1.2	300	40	0.96	1.60
(3) ダイモソビット HQ-WL ダイモソビット NQ-WL ダイモソビット	1	8		6.11 ~ 6.16	30.00 ~ 100.00	70	—	—	64.4	0.4 ~ 1.0	220 ~ 300	70	1.09	1.82
"	2	8		7.2 ~ 7.5	100.00 ~ 205.70	105.70	—	—	77.5	0 ~ 1.5	"	70	1.36	2.27
NQ-WL ダイモソビット	1	6.6		6.17 ~ 6.23	100.00 ~ 203.50	103.50	—	—	90.75	0.4 ~ 1.5	220 ~ 400	70	1.14	1.90
"	2	6.6		7.6 ~ 7.23	205.70 ~ 337.50	131.80	—	—	154.5	0.4 ~ 1.2	220 ~ 310	60 ~ 40	0.85	1.42
"	3	6.6		7.24 ~ 7.29	337.50 ~ 502.00	164.50	—	—	172.5	0.3 ~ 1.2	310	40	0.95	1.58

第Ⅱ-13表(1) N61-OT-5 主要消耗品使用実績表

項 目	品 名	数 量	備 考
ビ ッ ト 類	トリコンビット5 ^{5/8} " 3MS	1 個	
	ダイヤモンドビット HQ-WL	5 個	
コ ア パ ー レ ル	" NQ-WL	9 個	
	HQ-WL用リーマー	2 個	
	NQ-WL用リーマー	3 個	
	HQ-WL アウターチューブ	1 組	3m
	" インナーチューブアッセンブリー	2 組	3m
	" ロッキングカップリング	2 本	
	" ガイドカップリング	2 本	
	" ランデングリング	2 個	
	" スピンドルシャフト	2 本	
	" インナーキャップ	2 本	
	" ラッチプレート	4 枚	
	" ラッチスプリング	4 本	
	" スプリングピン	4 本	大
	" "	4 本	小
	" スリーブ	2 本	
	" シャットオフバルブ	8 個	
	" リフターケース	6 個	
	" コアリフター	6 個	
	" リフターストップリング	6 本	
	" スラストベアリング	6 個	
	" "	6 個	
	" アウターチューブ	1 組	3m
	" インナーチューブアッセンブリー	2 組	3m
	" ロッキングカップリング	2 本	
	" ガイドカップリング	2 本	
	" ランデングリング	3 個	
	" スピンドルシャフト	2 本	
	" インナーキャップ	2 本	
	" ラッチプレート	4 枚	
	" ラッチスプリング	4 本	
	" スプリングピン	4 本	大
	" "	4 本	小
	" スリーブ	2 本	
	" シャットオフバルブ	6 個	
	" リフターケース	8 個	
	" コアリフター	8 個	
	" リフターストップリング	6 本	
	" スラストベアリング	6 個	
	" "	6 個	

第Ⅱ-13表 (2) N61-OT-5 主要消耗品使用実績表

項目	品名	数量	備考
ケーシングパイプ	6" SGP	7 m	
	4" STPG	30 m	
	3" STPG	100 m	
	2" STPG	210 m	
	2" STPG 孔明管	200 m	
	6" ケーシングシチュー (コンボジット)	1 個	
	6" フラグ	1 個	
	4" ケーシングシチュー (コンボジット肉付)	1 個	
	4" フラグ	1 個	
	ボルトラップセメント	4,360kg	
	塩化カルシウム	205kg	
	軽油	7,800ℓ	
	灯油	600ℓ	
	エンジンオイル	225ℓ	
	ギヤオイル	20ℓ	
油 脂 類	タービン油	60ℓ	
	グリース	212kg	
	TBM-70 チャックピース	1組	NQ-WL
	"	1組	HQ-WL
	クラッチディスク	1枚	NQ (72φ)
	油圧双対	1 個	
	油圧コントロールバルブ	1 個	
	油圧ポンプ	1 個	
	フレキバインド	1 個	
	Vベルト	4本	TBM-70
	"	3本	MG-15
	"	3本	MG-10
	油圧用オイルバルター	1 個	
	MG-10 シリンダーライナー	2本	
	MG-10 シリンダーライナー	2本	
ボンプ部品	"	4 個	
	MG-10 シリンダーライナー	2本	
	MG-10 シリンダーライナー	2本	
	MG-10 シリンダーライナー	2本	
	MG-10 シリンダーライナー	2本	
	MG-10 シリンダーライナー	2本	
	MG-10 シリンダーライナー	2本	
	MG-10 シリンダーライナー	2本	
	MG-10 シリンダーライナー	2本	
	MG-10 シリンダーライナー	2本	
	MG-10 シリンダーライナー	2本	
	MG-10 シリンダーライナー	2本	
	MG-10 シリンダーライナー	2本	
	MG-10 シリンダーライナー	2本	
	MG-10 シリンダーライナー	2本	
	MG-15 スチールボール	8 個	
	MG-15 スチールボール	8 個	
	MG-15 スチールボール	8 個	
	MG-15 スチールボール	8 個	
	MG-15 スチールボール	8 個	
	MG-15 スチールボール	8 個	
	MG-15 スチールボール	8 個	
	MG-15 スチールボール	8 個	
	MG-15 スチールボール	8 個	
	MG-15 スチールボール	8 個	
	MG-15 スチールボール	8 個	
	MG-15 スチールボール	8 個	
	MG-15 スチールボール	8 個	
	MG-15 スチールボール	8 個	
	MG-15 スチールボール	8 個	

第Ⅱ-13表(3) N61-OT-5 主要消耗品使用実績表

項 目	品 名	数 量	備 考
ポ ン プ 部 品	MG-10 Vパッキン	24 個	セメント用
オーバショット部品	リフティングドック	2 個	
	シコックアジスタブルロット	2 個	
	リフティングドック用スプリング	2 個	
	ロッドBQ	30 本	
エ ン ジ ン 部 品	MG-10 ファンベルト	3 本	
	NS-100 フライホイール	1 本	
	" ベアリング	1 個	
	" オイルエレメント	2 個	
	" フェルエルメント	2 個	
	TBM-70 Vベルト	4 本	
	F4L-912 クラッチデスク	1 枚	
	" ベアリング	1 個	
	" フライホイール	1 本	
	" オイルエレメント	2 個	
	" フェメルメント	2 個	
	" Vプーリ	1 個	
	" ドライブシャフト	1 本	
	高圧ホース 2" ホース	1 m	
	" 1 1/2" ホース	3 m	
ウ ォ ー タ ー	FH-12 スピンドル	1 本	
ス イ ベ ル 部 品	" シャフト	1 本	
	" パッキン	12 枚	
	" パッキンライナー	1 個	
	" ベアリング	1 個	
	" "	1 個	
そ の 他	ワイヤーロープ 20Φ	m	
	" 14Φ	50 m	
	" 6Φ	550 m	
	ホルダー ピストン	2 個	
	" 替 駒	1 組	HQ-WL
	" "	1 組	NQ-WL
	" "	1 組	BQ-WL
	パイプレンチ 1,200mm	2 丁	
	" 900mm	2 丁	
	" 600mm	2 丁	
	" B-6	2 丁	
	留点温度計	6 本	
	酸 素	5 本	
	アセチレンガス	2 本	

第Ⅱ-14表 N61-OT-5 泥剤及び逸水防止剤使用実績表

泥 剤 名 掘削区間 (m)	ベ ン ト ナ イ ト	C M C	シ ー ク レ ー	テ ル ナ イ ト Bx	テ ル ス ト ッ プ (G)	テ ル ス ト ッ プ (P)	テ ル マ イ カ	レ ス タ ー	T I ゲ ル	T K ー 6 0 B	塩 カ ル	テ ム ブ ロ ック	フ ロ ー チ ェ ック	水 ガ ラ ス
0.00 ~ 30.00	kg 875	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg 17	kg 8	ℓ	ℓ	ℓ
30.00 ~ 100.00	2,700	6	6		23	70				137.1				230
100.00 ~ 203.50	1,950	20	—		—	25				145.9				
100.00 ~ 203.50 (拡 坑)	5,775	34	44	1,040	50	105	30	20	15	454.1	20	2,000		
203.50 ~ 310.90	7,455	34	150	1,060	5	75	90	30	—	133.4	165	2,200	1,500	870
310.90 ~ 502.00	2,870	61	10	300	—	40	—	—	—	262.5	12	250	—	250
計	kg 21,625	kg 185	kg 210	kg 2,400	kg 78	kg 315	kg 120	kg 50	kg 15	kg 1,150	kg 205	ℓ 4,450	ℓ 1,500	ℓ 1,350

Ⅲ. 調 査 及 び 測 定

Ⅲ． 調査及び測定

Ⅲ－１ 地質及び変質

1. 地 質

調査地域の総合地質柱状図, 地質図, 地質断面図及び層序模式断面図を第Ⅲ－1図, 第Ⅲ－2図, 第Ⅲ－3図及び第Ⅲ－4図にそれぞれ示す。

調査地域の地質は主に美濃帯中・古生層, 濃飛流紋岩類, 両者を貫く花崗斑岩～花崗閃緑斑岩及びこれらを不整合に覆う御岳火山岩類で構成される。

美濃帯中・古生層は, 二疊紀～ジュラ紀の砂岩, 粘板岩及びチャートからなり, 地域南東部の上島から鈴ヶ沢及び瀬戸にかけて分布するほか, 伝上川と濁川の合流点付近にも小露出がある。砂岩は淡灰色～灰色, 細粒～中粒, 硬砂岩質で, かなり珪質な部分もある。粘板岩は破碎されており, 特に千沢入口付近, 溝口川周辺, 伝上川・濁川合流点付近で著しく, 一部に千枚岩化がみられる。チャートは暗灰色～灰色を呈し, 厚さ70mまでの薄層ないしレンズとして主に粘板岩中に挟まれており, 著しい層内褶曲を示す。美濃帯中・古生層は一般走向NE-SW, 傾斜 70° ～ 80° Eを示すが, 局所的な乱れがあり, N-S又はWNW-ESEの走向をもつ部分もある。

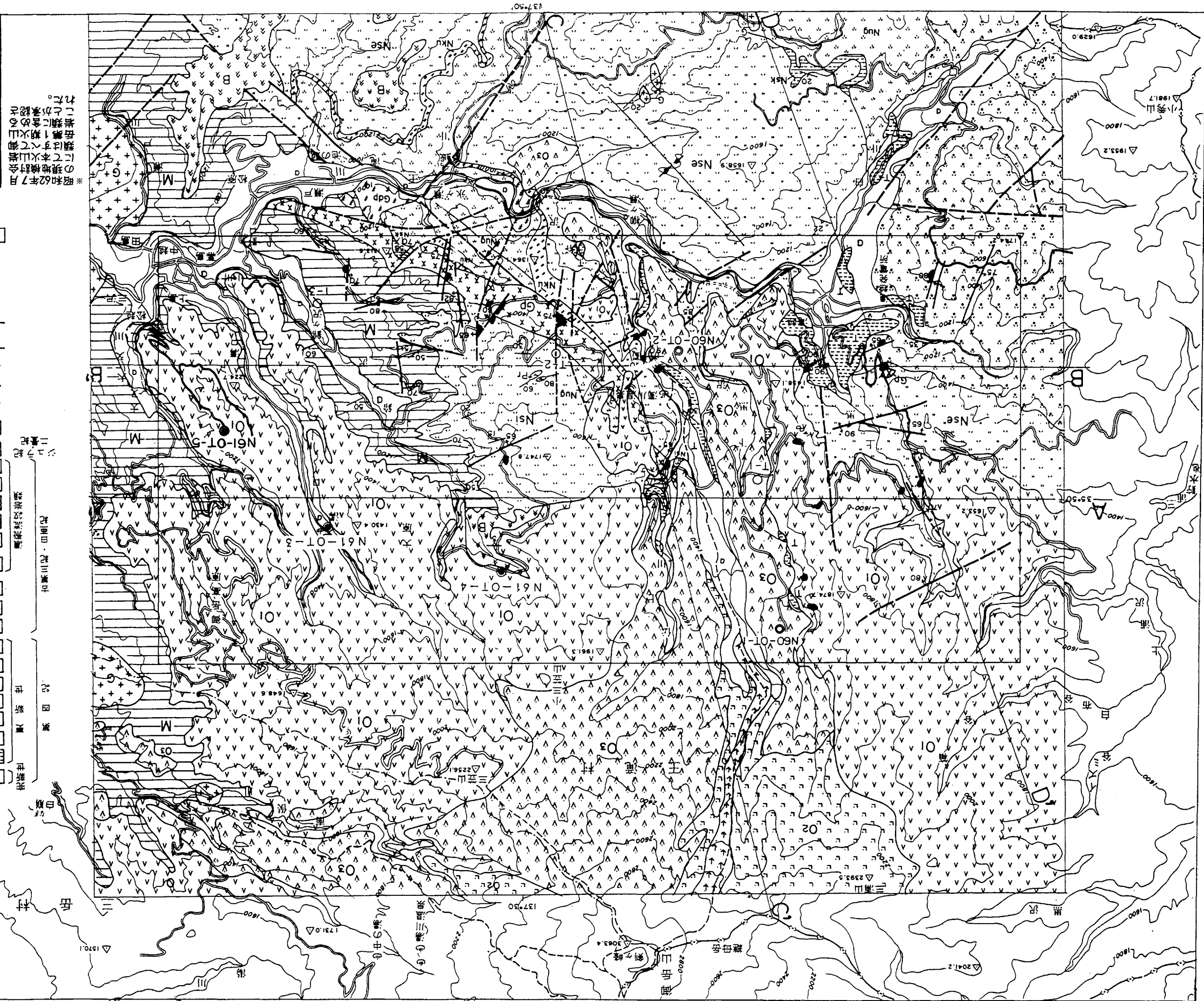
濃飛流紋岩類は, 白亜紀～古第三紀の流紋岩ないし流紋デイサイト質の溶結凝灰岩を主とし, 碎屑岩層を挟む累層で, 地域中央部から南西部にかけて分布する。本地域の濃飛流紋岩類は, 山田ほか(1971), 濃飛団研(1973)等の層序区分に基づき, 下位から真弓峠溶結凝灰岩層, 鹹川溶結凝灰岩層, 白川層, 黒沢角礫岩層, 瀬戸川溶結凝灰岩層及び新期溶結凝灰岩層の6層に区分される。

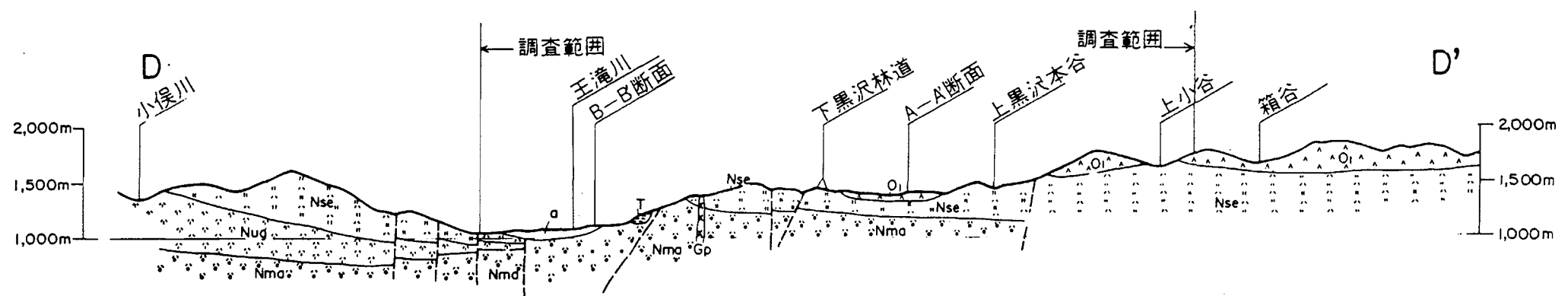
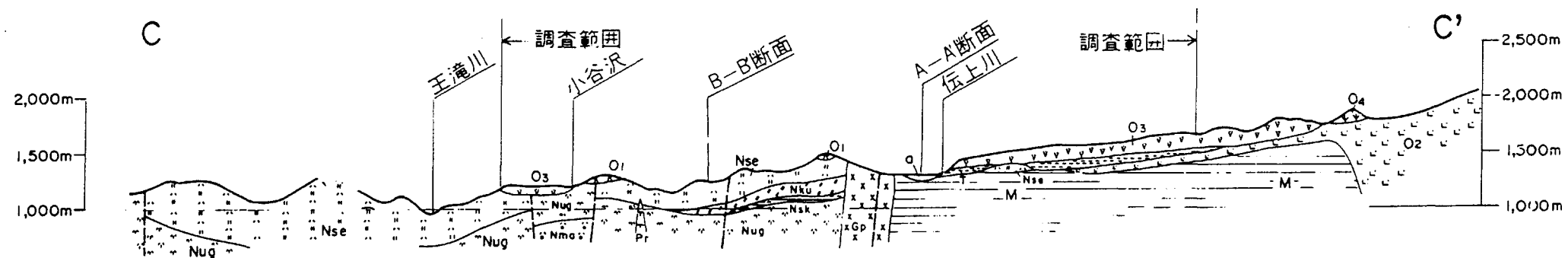
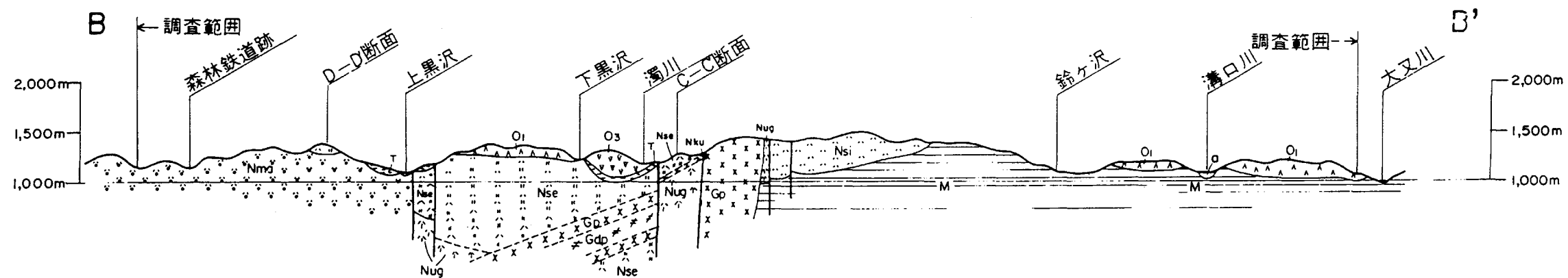
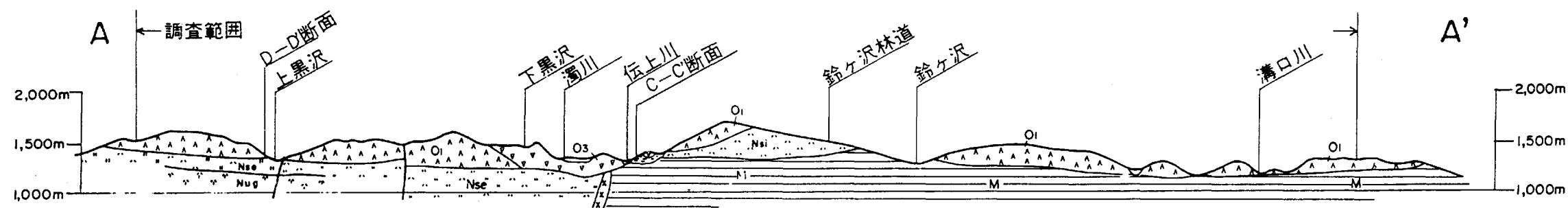
真弓峠溶結凝灰岩層は, 美濃帯中・古生層等の異質礫, 岩片を多く含む凝灰角礫岩質の流紋岩質溶結凝灰岩からなり, 地域南西部滝越以西に分布し, 約500mの層厚をもつ。鹹川溶結凝灰岩層は石英斑晶に富む角閃石黒雲母流紋岩質溶結凝灰岩からなり, 鹹川・王滝川合流点の水ヶ瀬周辺に露出し, その層厚は400m以上と見積られる。白川層は, 凝灰質泥岩及びアルコース質砂岩からなる正規堆積物で, 濁川東部の王滝林道及び立間沢林道沿いに小露出がみられ, その層厚は30m内外と推定される。黒沢角礫岩は, 美濃帯中・古生層及び鹹川溶結凝灰岩層の角礫に富む塊状無淘汰角礫岩で, 調査地域内では, 王滝林道の花崗斑岩に沿って露出しており, 層厚は約80mである。瀬戸川溶結凝灰岩層は, 鹹川溶結凝灰岩層に比較して角閃石及び黒雲母を多く含む流紋デイサイト質溶結凝灰岩で, 濁川流域及びその南から西方にかけて最も広く分布しており, その層厚は昭和60年度の構造試錐で750m以上であることが判明した。新期溶結凝灰岩層は, 既述の下位の溶結凝灰岩諸層に比較して溶結度及び固結度が弱く, 流紋岩質～流紋デイサイト質で礫岩などの碎屑岩層を多く挟在している。本

時代	地層名	層厚(m)	柱状図	岩相	絶対年代 Ma	火成活動	変質作用
第四紀 更新世	沖積層	—		シルト・砂・礫・軽石	FT0.04 ± 0.02		
	御岳火山岩類	40		複輝石安山岩 複輝石安山岩 同質火砕岩 含軽石火山角礫石	FT0.07 ± 0.05 FT0.10 ± 0.07		火山性熱水変質作用
古第三紀 白亜紀	濃飛流紋岩類	500		黒雲母流紋岩質溶結凝灰岩 黒雲母流紋岩質溶結凝灰岩 角閃石黒雲母流紋テイサイト質溶結凝灰岩	FT0.59 ± 0.11		玄武岩 花崗斑岩・花崗閃緑斑岩
	先御岳火山岩類	150 - 200		火山角礫岩・泥流堆積物 同質火砕岩 角閃石安山岩 複輝石安山岩	FT0.59 ± 0.11		
二畳・三畳紀	美濃帯中・古生層	—		砂岩・頁岩・チャート			
	新期溶結凝灰岩層	500		黒雲母流紋岩質溶結凝灰岩 黒雲母流紋岩質溶結凝灰岩 角閃石黒雲母流紋テイサイト質溶結凝灰岩	FT0.59 ± 0.11		玄武岩 花崗斑岩・花崗閃緑斑岩
	瀬戸川溶結凝灰岩層	500		黒雲母流紋岩質溶結凝灰岩 黒雲母流紋岩質溶結凝灰岩 角閃石黒雲母流紋テイサイト質溶結凝灰岩	FT0.59 ± 0.11		玄武岩 花崗斑岩・花崗閃緑斑岩
	黒沢角礫岩層	80		黒雲母流紋岩質溶結凝灰岩 黒雲母流紋岩質溶結凝灰岩 角閃石黒雲母流紋テイサイト質溶結凝灰岩	FT0.59 ± 0.11		玄武岩 花崗斑岩・花崗閃緑斑岩
	白川層	30		黒雲母流紋岩質溶結凝灰岩 黒雲母流紋岩質溶結凝灰岩 角閃石黒雲母流紋テイサイト質溶結凝灰岩	FT0.59 ± 0.11		玄武岩 花崗斑岩・花崗閃緑斑岩
	鹹川溶結凝灰岩層	400		黒雲母流紋岩質溶結凝灰岩 黒雲母流紋岩質溶結凝灰岩 角閃石黒雲母流紋テイサイト質溶結凝灰岩	FT0.59 ± 0.11		玄武岩 花崗斑岩・花崗閃緑斑岩
	真弓峠溶結凝灰岩層	500		黒雲母流紋岩質溶結凝灰岩 黒雲母流紋岩質溶結凝灰岩 角閃石黒雲母流紋テイサイト質溶結凝灰岩	FT0.59 ± 0.11		玄武岩 花崗斑岩・花崗閃緑斑岩

※昭和62年7月15日の現地検討会にてこの層序名は否定され、すべて第1期火山岩類に含まれることになった。

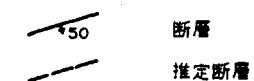
第Ⅲ-1図 総合地質柱状図





凡 例

完新世	Q	沖積層・崖線堆積層
更新世	T	滝越湖成層
第四紀	O4	御岳第4期火山岩類
	O3	御岳第3期火山岩類
	O2	御岳第2期火山岩類
	O1	御岳第1期火山岩類
	Pr	※先御岳火山岩類 玄武岩
古第三紀・白堊紀	G	花崗岩
	Gp	花崗斑岩
	Gdp	花崗閃緑斑岩
漸新流紋岩類	Nsi	新期溶結凝灰岩層
	Nse	瀬戸川溶結凝灰岩層
	Nku	黒沢角礫岩層
	Nsk	白川層
	Nug	飯川溶結凝灰岩層
ジュラ紀二疊紀	Nma	真弓峠溶結凝灰岩層
	M	美濃帯中・古生層

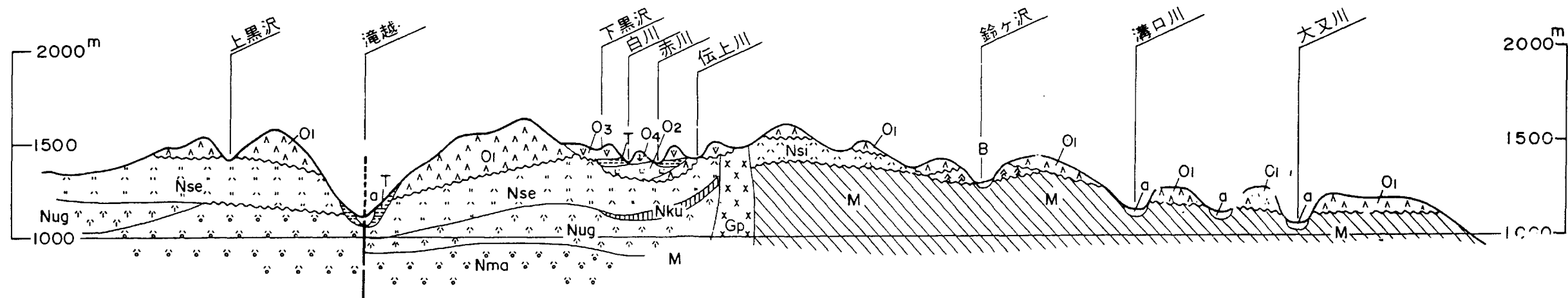


※昭和62年7月の現地検討会にて本火山岩類はすべて御岳第1期火山岩類に含めることが承認された。

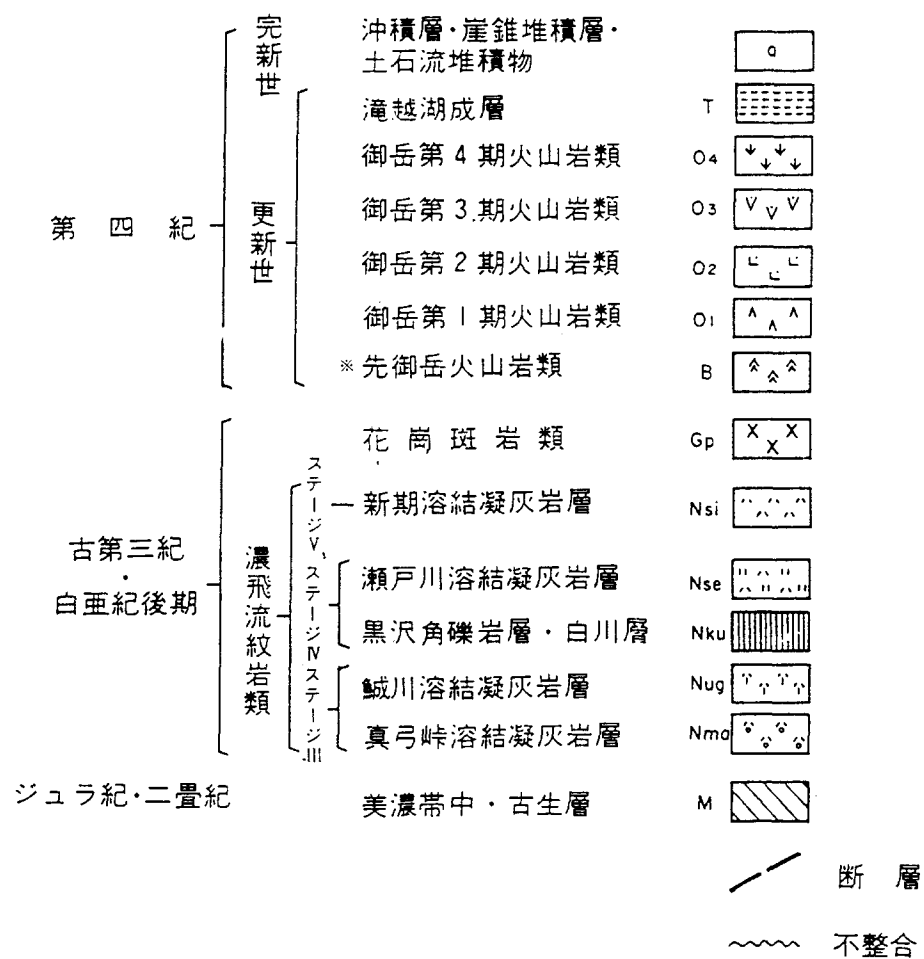


地熱開発促進調査 王滝地域(昭和61年度)

地質断面図



凡 例



注：※昭和62年7月の現地検討会にて本火山岩類はすべて御岳第1期火山岩類に含めることが承認された。

地熱開発促進調査

王滝地域(昭和61年度)

模式層序断面図

第Ⅲ-4図

層は地域中央部の1,748.8m三角点を中心に美濃帯中・古生層を不整合に覆って分布する。濃飛流紋岩類は、地域南西部では走向WNW-ESEないしNW-SEを示し、NW-SE方向を軸とする緩やかな向斜構造を形成するが、地域中央部の美濃帯中・古生層と接する付近では、背斜構造を形成すると共に小断層によりブロック化している。この区域に分布する濃飛流紋岩類は、新期溶結凝灰岩層を除き、NW-SE方向の濃飛岩体東縁断層で美濃帯中・古生層と接する。美濃帯中・古生層は同断層沿いに幅2~3kmにわたり破碎化をうけ、濃飛岩体東縁破碎帯を形成している。濃飛岩体東縁断層の西側では美濃帯中・古生層の1,000m以上の落ち込みがあり、濁川陥没構造を形成する。

貫入岩類は、濃飛岩体東縁断層の南側に沿って幅300~500mの花崗斑岩が岩脈状に貫くほか、その近傍に花崗閃緑斑岩の小岩体が見られ、花崗斑岩は $51.8 \pm 2.6\text{Ma}$ 及び $55.3 \pm 2.8\text{Ma}$ のK-Ar年代を得ている。

御岳火山岩類は、濃飛岩体東縁破碎帯の延長上に噴出の中心をもって、第四紀更新世の中期から後期にかけて噴出したもので、活動順に第1期から第4期火山岩類に区分される(Kobayashi (1974))。御岳第1期火山岩類は、濁川・伝上川流域を除く調査地域の北部を広く覆っており、下位から角閃石デイサイト、角閃石安山岩、複輝石安山岩及び同質火砕岩類よりなる。その層厚は東部の溝口川流域で200m以上、又西部では約250mと推定され、中位の角閃石安山岩は $0.59 \pm 0.11\text{Ma}$ のフィッシュントラック法による年代を示した。第2期火山岩類は流紋岩質の火山活動で特徴づけられ、活動の前半期はPm-1(第I-5表参照)をはじめとする多量の降下軽石の噴出により山頂部にカルデラが形成され、後半には溶岩と軽石とを交互に噴出してカルデラを埋積したと考えられているが、調査地域内には濁川(標高1,450m)の左岸に含軽石凝灰角礫岩を伴う火山角礫岩の小露出が見られるのみである。第3期火山岩類は、御岳山頂から濁川・伝上川に沿って南北に分布しており、複輝石安山岩及びその火砕岩類からなる。本火山岩類は、濁川流域では主に3枚の溶岩流、また伝上川流域では下位から火山角礫岩、溶岩流、火山角礫岩・凝灰角礫岩互層及び溶岩流で構成され、前者では約60m、また後者ではおよそ250mの層厚を示す。本岩類の分布は、両流域とも第1期火山岩類より高度の低い位置にあり、この区域は第3期火山岩類活動以前に南北方向の凹地が形成されていたことを示唆している。本岩類の下底に近い複輝石安山岩は $0.10 \pm 0.07\text{Ma}$ 、また濁川左岸の複輝石安山岩は $0.07 \pm 0.05\text{Ma}$ のフィッシュントラック法による年代を示した。第4期火山岩類は、御岳山頂部の小火口群から噴出した複輝石安山岩であり、御岳の南側には二ノ池火口から噴出した溶岩が濁川沿いに流下し、調査地域の北端まで達している。本溶岩流の末端部は3枚が重なって約20mの厚さを示し、フィッシュントラック法による年代測定では $0.04 \pm 0.02\text{Ma}$ を示した。

御岳火山活動の第2期から第3期にかけて濁川流域及び滝越周辺に水が関与した堆積作用が見られ、その堆積物を滝越湖成層とした。滝越周辺の本層堆積物は層理のよく発達した

含礫砂層, シルト層, 含軽石凝灰岩層等の典型的湖成堆積相を示すが, 濁川流域の堆積物は安山岩の巨大角礫を特徴的に含む礫岩を主とし, 凝灰質シルト～砂礫の薄層又はレンズを挟むもので, 土石流堆積物又は河床堆積物であるとの意見もある。両地区の堆積物の取り扱いは今後の検討課題として残されている。

調査地域の断裂構造としては, 既述の濃飛岩体東縁破碎帯及び断層で代表されるNW-SE系があるほか, ENE-WSW系及びN-S系の割れ目が発達する。ENE-WSW系は, 滝越付近から濁川下流にかけて幅約1kmの間に数本の断層があり, その東延長に当たる鈴ヶ沢にも断層を認めている。既述した長野県西部地震の本震はENE-WSW方向の右横ずれ地震断層の活動とされており, 余震域もこの方向に伸長している。N-S系の断層は濁川東岸からその東側の王滝林道及び立間沢林道にかけて比較的密に発達する。この系統の断層は滝越付近にもその存在が推定される。又空中写真から抽出したリニアメントとしては地域東部の溝口川, 大又川付近のENE-WSW系が顕著である。

昭和60年度実施された構造調査井N60-OT-1及びN60-OT-2はいずれも濁川陥没構造の中で実施されたが, 両調査井とも美濃帯中・古生層まで到達しなかった。又, 本年度の精密構造調査井N61-OT-3, N61-OT-4及びN61-OT-5は東部の鈴ヶ沢上流中股付近, 溝口川上流付近及び大又東部尾根部で実施された。全調査井とも美濃帯中・古生層まで到達している。N61-OT-5坑のコア観察による地質層序区分を第Ⅲ-1表に, またコア観察結果を第Ⅲ-5図(1)～(4)に示し, コアに出現した各地層についての肉眼観察結果を以下に述べる。

第Ⅲ-1表 地 質 層 序 表

時 代	地 層 名	N 61 - O T - 5	
		地 層 区 分 深 度 (m)	見 掛 け 層 厚 (m)
第 四 紀 更新世後期	御 岳 第 1 期 火 山 岩 類	30.00～292.20	262.20
二 疊 紀 ジュラ紀	美 濃 帯 中 ・ 古 生 層	292.20～502.00	209.80

会社名 三井金属資源開発株式会社

十
四
五
一

[illegible]

- 04 ~ 69 -

ノニコ
礫 状
短棒状
棒 状
粘土状

20° 地層の傾斜
15° 割れ目の傾斜

割れ目密度(%)

割れ目帯の長さの合計(cm)

$$Gl = \frac{1}{d} \cdot \frac{\sum L_g}{L_0} \cdot 100$$

d=5(5cm間隔の割れ目)

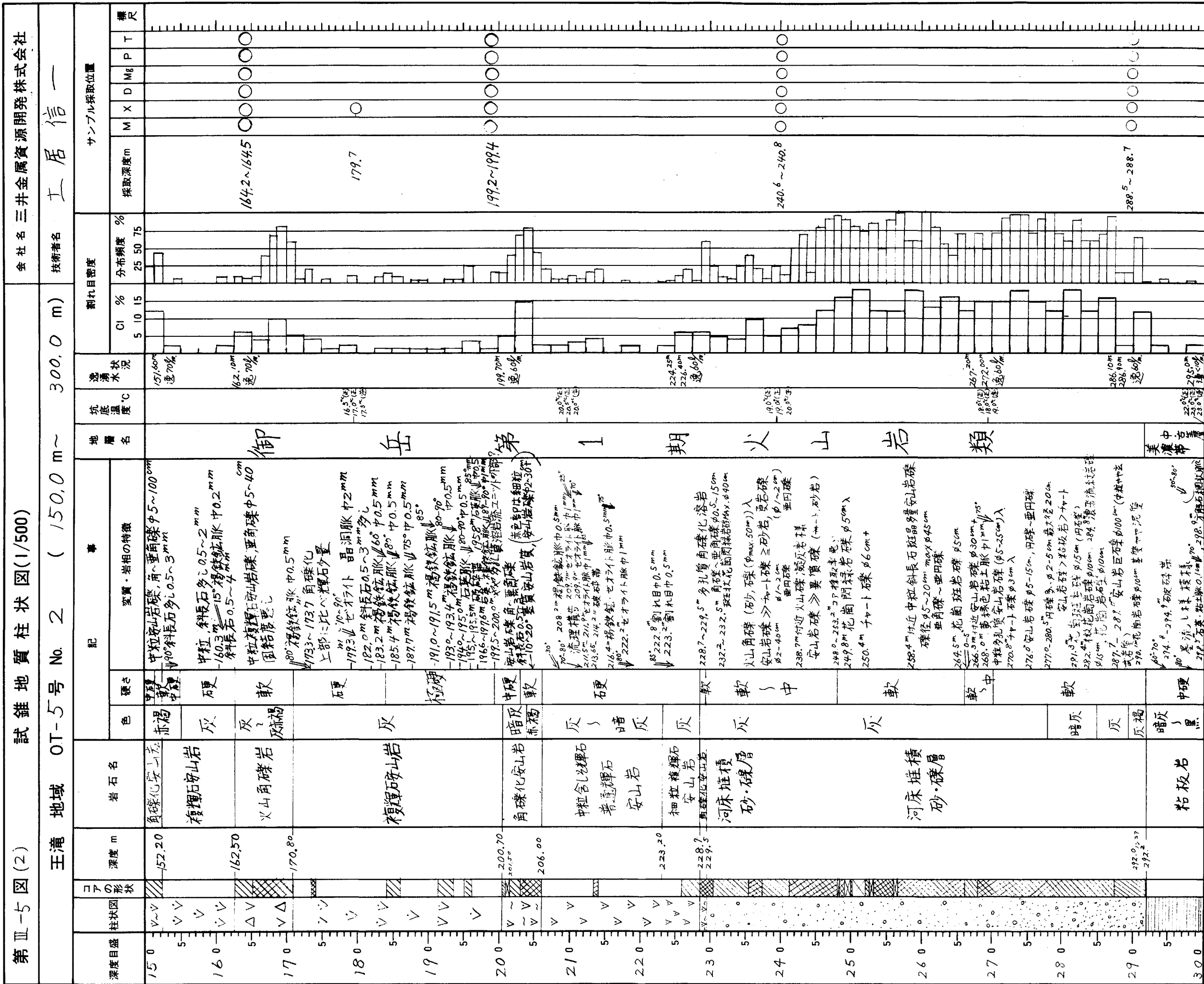
観察したコア長(cm)

分布頻度(%)

5 cm以下の間隔の割れ目の分布頻度

測定種目凡例

- M: 顕微鏡観察
- X: 粉末X線回折分析
- D: 密度測定
- Mg: 帯磁率測定
- P: 弾性波速度測定
- T: 熱伝導率測定



コアの形状凡例

				
ノンコア	礫 状 ()	短棒状 ()	棒 状	粘土状

20° 地層の傾斜

15° 割れ目の傾斜

割れ目密度(%)

$$Cl = \frac{1}{d} \cdot \frac{\sum L_c}{L_0} \cdot 100$$

$d=5(5\text{cm}$ 間隔の割れ目)

分布頻度(%)

5 cm以下の間隔の割れ目

の分布頻度

測定種目凡例

M: 顯微鏡觀察

X:粉末X線回折分析

D: 密度測定

Mg: 帶磁率測定

P: 彈性波速度測定

T:熱伝導率測定

第Ⅲ-5図(3) 試錐地質柱状図(1/500)

金社名三井金屬資源開發株式会社

王淹 地域 OT-5号 No.3	(300.0 m ~ 450.0 m)	技術者名 土居信一
------------------	---------------------	-----------

[illegible]

コアの形状凡例

測定種目凡例

☒ 157A

球状 (5 cm 以下主体)

短棒状 (5~15cm主体)

張樂

粘土状

、20°地層の傾斜

15° 割れ目の傾斜

割れ目密度(%)

(cm)の長さの棒を10名に配る.....

$$Cl = \frac{1}{d} \cdot \frac{2LG}{L_0} \cdot 100 \dots\dots\dots \text{観察したコア長 (cm)}$$

$d=5(5\text{cm}$ 間隔の割れ目)

分布頻度(%)

5 cm以下の間隔の割れ目

分布制度

M: 羅拔鍾律基

X: 粉末X線回折分析

D: 密度測定

Mg: 帯磁率測定

P: 彈性波速度測定

T:熱伝導率測定

第Ⅲ-5図(4)

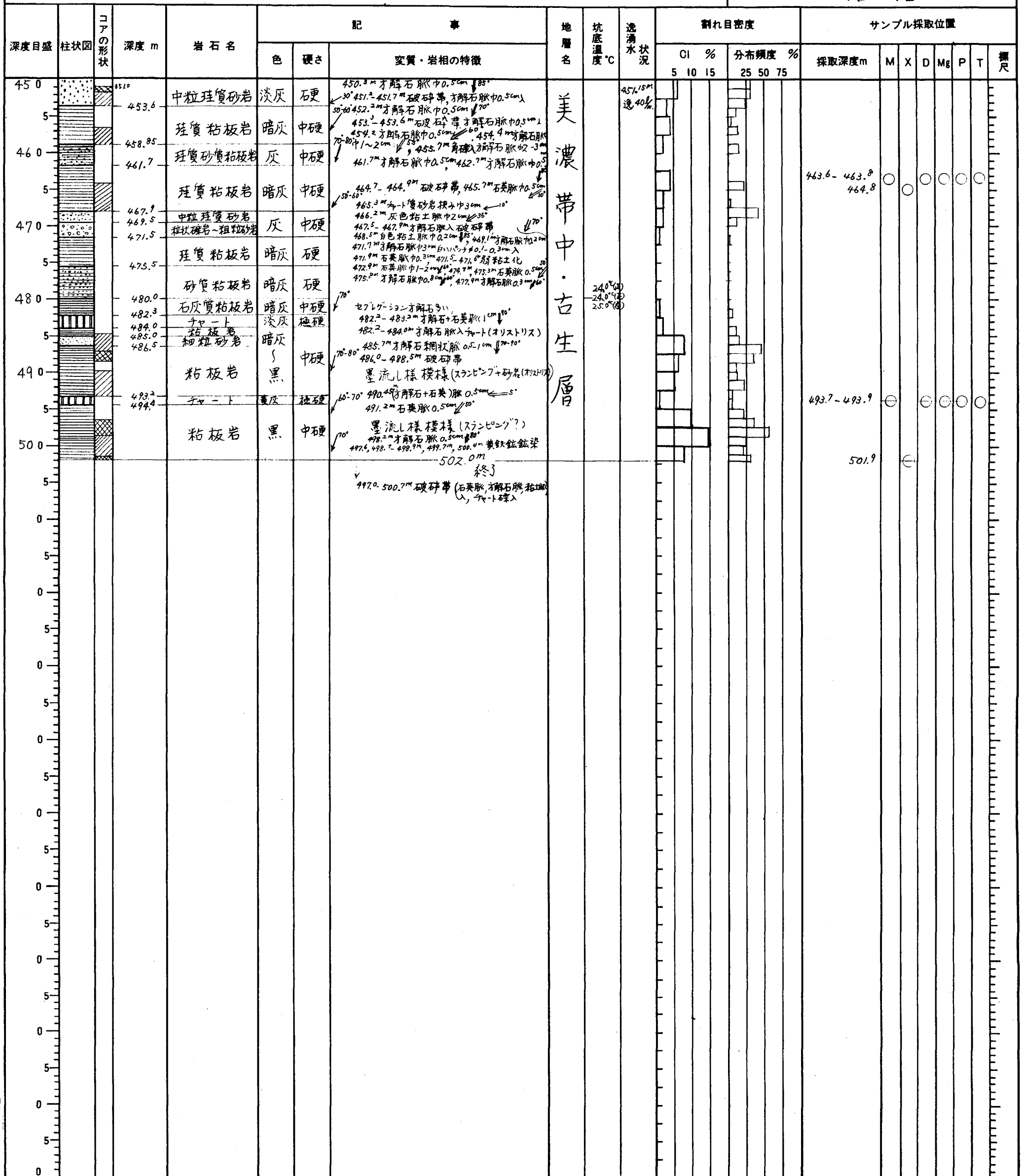
試錐地質柱状図(1/500)

会社名 三井金属資源開発株式会社

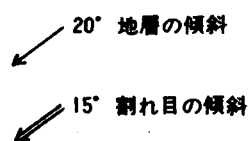
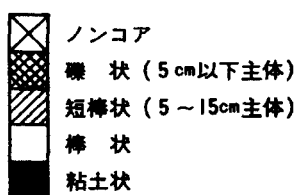
王滝 地域 OT-5号 No.4

(450.0 m ~ 502.0 m)

技術者名 土居 信一



コアの形状凡例



割れ目密度(%)

$$CI = \frac{1}{d} \cdot \frac{\sum L_o}{L_o} \cdot 100$$

割れ目帯の長さの合計(cm)
 観察したコア長(cm)
 d=5(5cm間隔の割れ目)

分布頻度(%)

5cm以下の間隔の割れ目の分布頻度

測定種目凡例

M: 顕微鏡観察
 X: 粉末X線回折分析
 D: 密度測定
 Mg: 帯磁率測定
 P: 弾性波速度測定
 T: 熱伝導率測定

(1) 美濃帯中・古生層

本層はN61-OT-5の292.20～502.00m（坑底）間に出現した。珪質粘板岩、砂岩、砂質粘板岩・砂岩互層から構成される。粘板岩は暗灰色～黒色を呈し、時に砂岩のレンズを挟在する。層理はかなり明瞭であり、水平方向を0°とすると、層理面は50°～75°と変化に富み、85°を示す部分もある。砂質粘板岩・砂岩互層はコア長1.5～5m程度の間隔をもって砂岩、粘板岩が交互に出現する。チャートは淡灰～黄灰色を呈し、緻密堅硬で、層内褶曲が著しく、層理面の方向は変化する。泥質薄層を挟在する事が多く、墨流し様の模様を呈する部分がある。変質作用は非常に弱く、下部の粘板岩中に発達する黄鉄鉱・方解石脈・石英脈が数本認められたに過ぎない。

(2) 御岳第1期火山岩類

本調査井の最上部に存在する。スコリア礫を含む火山灰層、灰色～帯褐暗灰色の火山角礫岩、凝灰角礫岩及び複輝石安山岩溶岩からなる。火山角礫岩の礫はスコリア礫及び安山岩礫からなり、その径は2～15cm、時に40cmに達する。礫は角礫状～亜角礫状を呈し、淘汰は良くない。基質は凝灰質で礫の比率は約50%である。複輝石安山岩溶岩はやや多孔質で、57m付近で垂直方向の流理構造が認められる。本調査井深度229.5～292.2m間に淘汰の悪い安山岩礫を多量に含む河床堆積砂・礫層が出現した。

2. 変 質

コア観察結果による変質状況は以下のとおりである。

御岳火山岩類についてはほとんど変質は認められなかった。美濃帯中・古生層については弱緑泥石化及び弱珪化が認められたが、本調査井は、昭和60年度のN60-OT-1、N60-OT-2等に比較すると変質の度合いはさらに低く、地熱徴候地帯の変質作用は認められない。

(1) 美濃帯中・古生層

本調査井は全般に方解石脈は認められるが、幅0.1～2cm程度で細脈が多い。下部に行くに当たって石英脈も認められるが、脈幅及び数量に関しては小さくかつ乏しい。

3. 割れ目の発達状況

本調査井は全般に割れ目に乏しい坑井である。割れ目の発達状況を地層別に述べる。

・ N61-OT-5

御岳火山岩類は、複輝石安山岩溶岩及び火山砕屑岩からなっているが、割れ目はやや発達している。火山砕屑岩の基質は未固結である。透水性も良いと考えられ、逸水力所が多い。その下位の美濃帯中・古生層はそれ程割れ目が発達していない。下部の485～500m間のチャート付近に連続した割れ目帯が顕著に見られる以外、割れ目の発達は悪い。

4. 考 察

地熱探査の究極の目標は、地表下2,000m以浅に新期マグマ活動の所産である熱水対流系の地熱貯留層を捕捉する事である。

調査井N61-OT-5が実施された地下浅所には、地質状況、変質作用の種類・強さ・広がり及び割れ目の発達状況からみて、地熱貯留層賦存の可能性が極めて小さいと判断される。

以下に変質、コア中の割れ目の発達及び坑底温度（ST 120時間）から地熱貯留層の可能性について考察する

・ N61-OT-5

御岳火山岩類は地表から浅所に分布していて地熱貯留層とはなり得ないので、その下位の美濃帯中・古生層について考察する。

本坑の美濃帯中・古生層は部分的に弱珪化作用及び方解石細脈が認められ、割れ目の発達は小規模ではあるが下部のチャート周辺に認められる。しかしながら弱珪化作用及び方解石細脈はいずれも割れ目沿い又は脈状の小規模なもので、変質帯としての評価は小さい。本坑の砂岩及び粘板岩は割合均質緻密であり、割れ目も少なく、地熱貯留層となり難い性質を示す。

検層で得られた本坑の最高温度（ST 120時間）は深度501.1mにおける21.2℃であり、又平均地温勾配は3.2℃/100mに過ぎない。また、坑底付近で温度勾配が増大する徴候もみられない。これらの温度調査結果は、地熱貯留層が存在しても、その賦存深度が極めて大きいことを意味する。

Ⅲ－２ 温度検層

1. 測定方法

裸孔時の坑内温度測定は、第1段を除くケーシングパイプ挿入前に実施した。温度検層システムを第Ⅲ－6図、第Ⅲ－7図及び第Ⅲ－2表に示す。

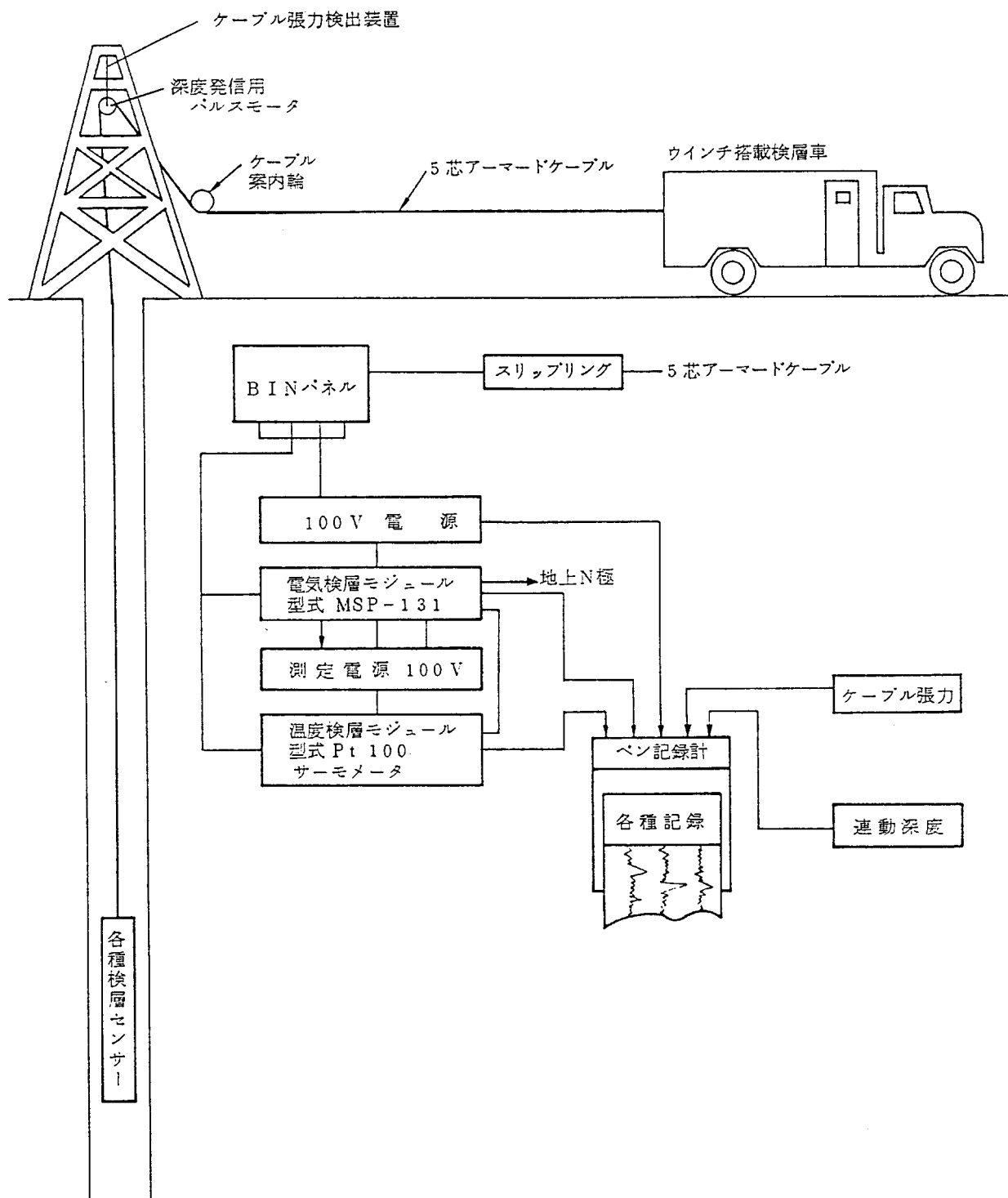
温度回復試験は最終段ケーシングパイプを挿入後、坑内洗浄と冷却を行った後に合計3回の坑内温度測定を実施した。

記録速度はいずれも10m／分以下で温度計下降時に測定した。

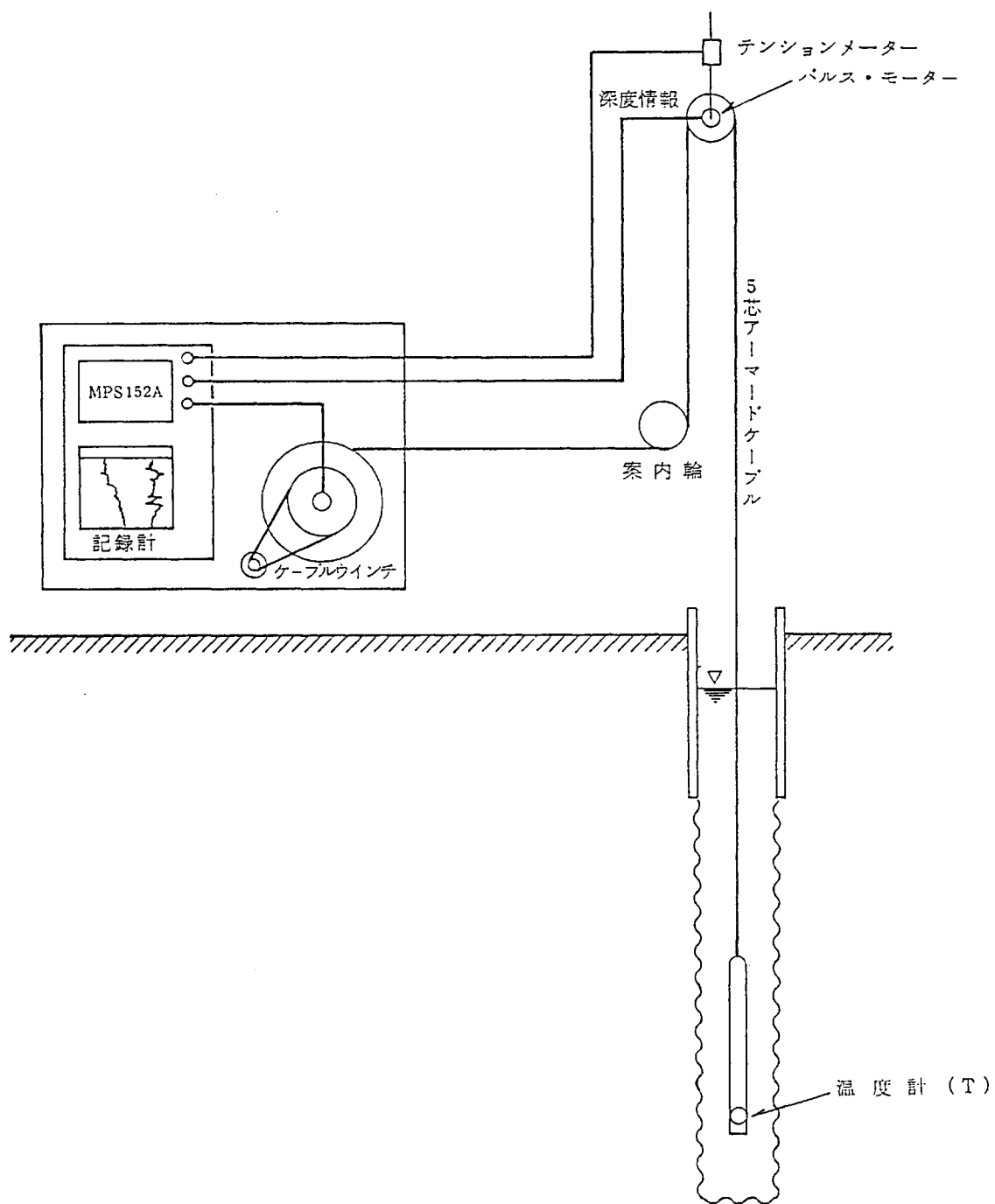
2. 測定結果

裸孔時及び温度回復試験の実施状況を第Ⅲ－3表及び第Ⅲ－4表に示す。

測定結果を第Ⅲ－8図、第Ⅲ－9図及び第Ⅲ－5表に示す。



第Ⅲ－6図 坑内検層システム図



第Ⅲ－7図 温度検層測定機器配置図

第Ⅲ－２表 坑内検層測定装置一覧表

測定種目	機 器	種 別	製 造 元	仕 様
共 通	物理検層車	いすずエルフバン	いすず自動車工業(株)	軽 油 総 重 量 3 t 測定可能深度 2,600 m
	巻上げ装置	3,000 m級油圧ウインチ	開 発 工 業 (株)	自動車エンジンのパワーテークオフ
	ケ ー ブ ル	5芯アーマードケーブル	ROCHESTER (U. S. A.)	外 径 8.1mm 使 用 温 度 315 ℃以下
	記 録 計	R－304型ペンレコーダー	理 化 電 機 工 業 (株)	素 子 4 ペン 紙 送 り パルスエンコダー連動
温 度 検 層 温度回復試験	温度検層機	M P S－152A	大 阪 電 波 (株)	測 定 範 囲 0～300℃ 信号出力電圧 0～10 V
	電 極	白金測温抵抗体 (4線式 pt100)	開 発 工 業 (株)	外 径 45mm 全 長 1.5m 時 定 数 0.2sec
電 気 検 層	電気検層機	M P S－131	大 阪 電 波 (株)	比抵抗レンジ 10～5,000 Ω・m 自然電位 レンジ 25～500mV
	電 極	K E S－5	開 発 工 業 (株)	外 径 45mm 全 長 1.7m 電 極 間 隔 25cm, 100cm 耐 熱 温 度 260 ℃

第Ⅲ－3表 N61－OT－5 裸孔時温度検層実施状況

調査井名	測定年月日	坑 長	送水停止時間	ケーシングパイプ 挿入状況	測定時間 (h : m)	水 位 (m)
	外気温度	坑 径	ST (h : m)	深 度 ケーシング径		
N61－OT－5	S 62. 06. 17 17.4℃	100m 101mm	16日 20 : 00 15h15m	30.0 m 114.3mm	11 : 15 ～ 11 : 29	19.5m
	S 62. 07. 06 19.8℃	205m 76mm	6日 0 : 20 9h45m	30.0 m 114.3mm	10 : 05 ～ 10 : 23	151.0m
	S 62. 08. 02 18.2℃	502m 76mm	1日 22 : 30 2h30m	205 m 60.5mm	1 : 00 ～ 1 : 51	80.0m

第Ⅲ－４表 N61－OT－5 温度回復試験実施状況

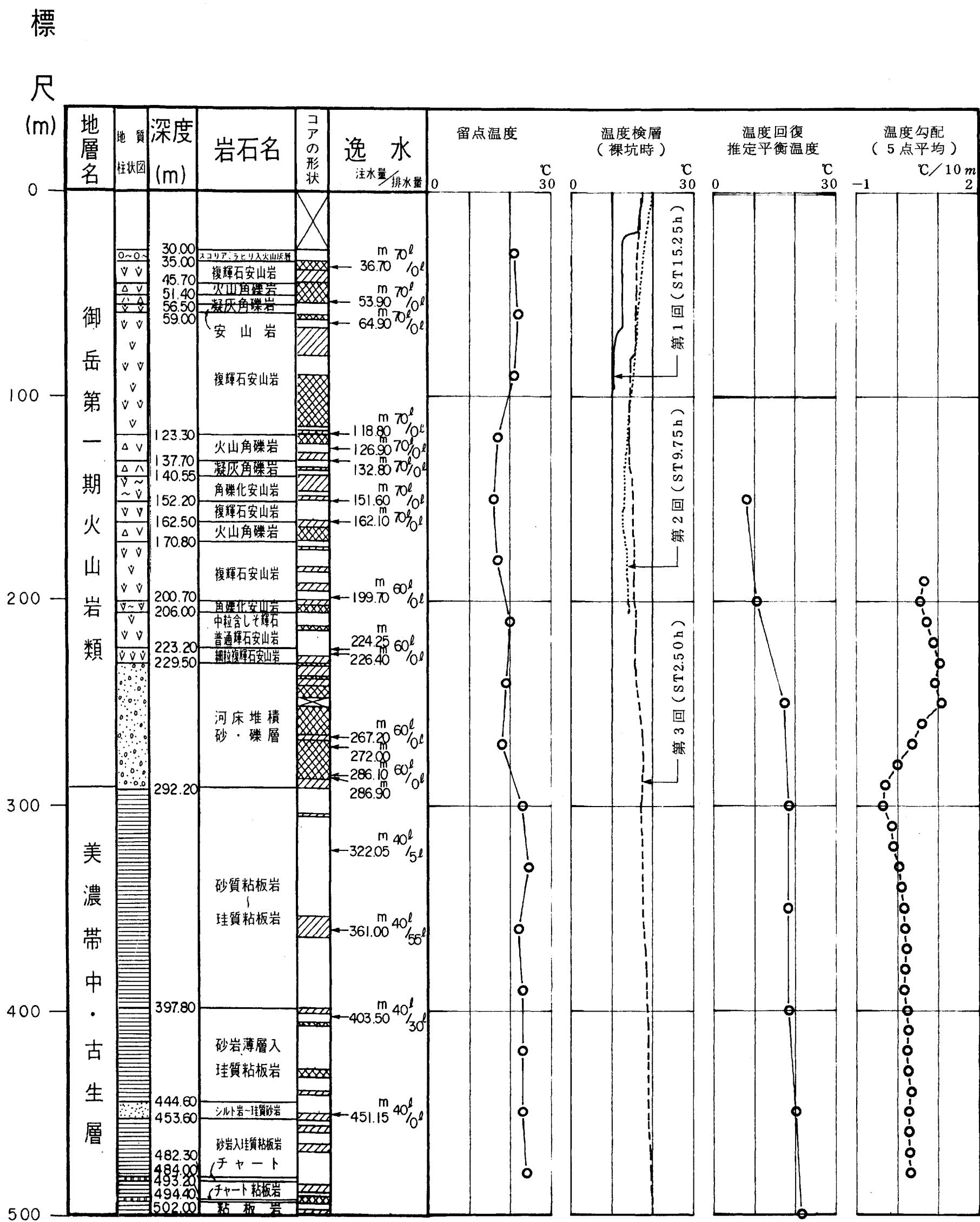
坑 名		N61－OT－5			
送水停止日時		S62. 08. 04 9 : 00			
測定坑長		501.1m			
ケーシングパイプ		0 ～114.40m 3"			
挿入状況		92.50～502.00m 2"			
外径，深度		294.34～496.54m 孔明管			
孔明管挿入状況		294.34～496.54m			
測定No.	S.T.	測定日時		外気温(℃)	水位(m)
第1回	4H	S62. 08. 04	13 : 00～13 : 57	23.5 ℃	154.0m
第2回	48H	S62. 08. 06	9 : 00～ 9 : 52	20.3 ℃	154.2m
第3回	120H	S62. 08. 09	9 : 00～10 : 01	20.5 ℃	154.4m

第Ⅲ-5表(1) N61-OT-5 温度測定結果一覧表

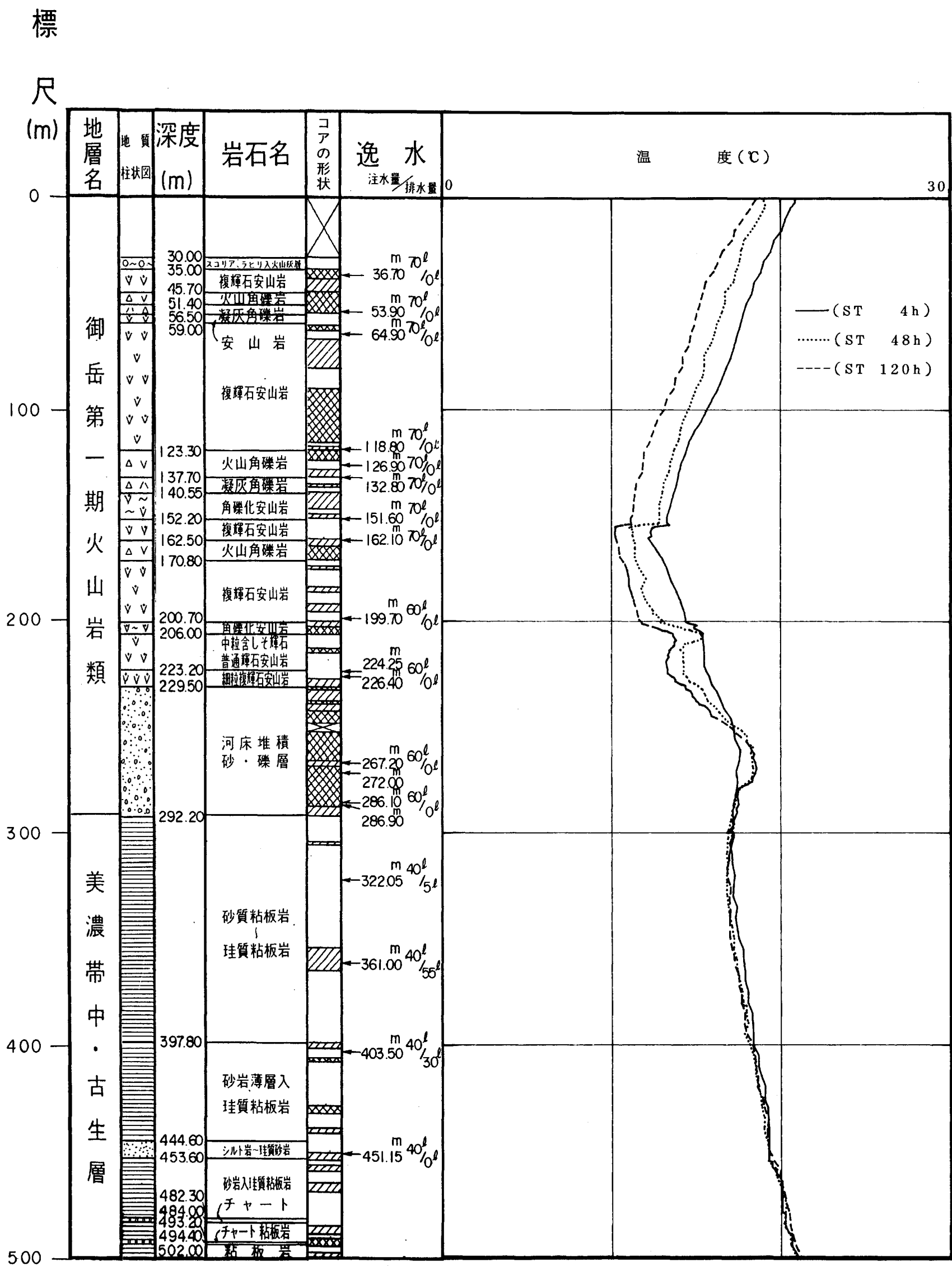
測定回数		留点温度 ℃	裸坑時			温度回復試験			5点平均最終 温度勾配 (℃/10m)
			1	2	3	1	2	3	
測定月日			62/06/17	62/07/06	62/08/02	62/08/04	62/08/06	62/08/09	
外気温			17.4℃	19.8℃	18.2℃	23.5℃	20.3℃	20.5℃	
ポンプ停止後時間			15:15	9:45	2:30	4:00	48:00	120:00	
水位			19.5m	151m	80.0m	154.0m	154.2m	154.4m	
深度 (m)	0		17.4	19.8	17.2	20.9	19.0	18.5	
	10		16.6	18.7	16.9	20.3	18.3	17.9	
	20		14.0	18.0	16.3	19.5	17.7	17.0	
	30	21	12.3	17.4	16.0	18.8	17.1	16.3	
	40		12.7	16.8	15.9	18.3	16.6	15.7	
	50		12.6	16.3	15.8	17.8	16.2	15.3	
	60	22	12.7	15.9	15.8	17.4	15.9	14.9	
	70		10.8	15.5	15.7	16.9	15.5	14.5	
	80		10.2	15.2	15.0	16.4	15.0	14.0	
	90	21	10.1	14.6	14.3	16.0	14.6	13.5	
	100		9.4	14.1	14.2	15.2	14.1	13.0	
	110		(100.0m)	13.5	14.3	14.6	13.6	12.4	
	120	17		13.1	14.3	14.1	13.2	11.9	
	130			12.8	14.6	13.7	12.8	11.6	
	140			12.7	15.2	13.3	12.5	11.3	
	150	16		12.7	15.4	13.1	12.2	11.1	
	160			12.5	15.3	12.4	10.8	10.6	
	170			13.3	15.7	13.1	11.1	10.5	
	180	17		13.4	15.3	13.7	11.6	11.1	
	190			13.7	15.5	14.1	11.9	11.4	0.66
	200			14.0	15.7	14.7	12.6	12.0	0.56
	210	20		14.0	16.2	15.3	14.1	13.9	0.72
	220			(205.0m)	15.7	15.5	13.6	13.3	0.88
	230				15.8	16.3	14.9	14.7	1.04
	240	19			16.4	16.8	15.9	15.8	0.92

第Ⅲ-5表(2) N61-OT-5 温度測定結果一覧表

250				17.0	17.4	17.1	17.2	1.08
260				17.6	17.6	18.2	18.5	0.60
270	18			17.9	17.4	18.0	18.7	0.36
280				17.7	17.2	17.1	17.7	0
290				17.5	17.2	17.0	17.6	-0.30
300	23			17.2	17.2	16.5	17.2	-0.36
310				17.4	17.3	16.5	17.0	-0.14
320				17.5	17.3	16.5	16.9	-0.10
330	24			17.7	17.5	16.6	17.0	0.04
340				17.8	17.7	16.8	17.1	0.10
350				17.8	17.8	16.9	17.4	0.16
360	22			17.9	18.0	17.2	17.5	0.18
370				18.2	18.2	17.5	17.7	0.22
380				18.3	18.2	17.5	17.9	0.18
390	23			18.5	18.4	17.7	18.2	0.16
400				18.6	18.7	18.2	18.3	0.24
410				18.7	18.9	18.4	18.3	0.26
420	23			18.9	19.1	18.6	18.9	0.24
430				19.0	19.2	19.0	19.2	0.26
440				19.0	19.4	18.9	19.4	0.34
450	23			19.1	19.3	19.1	19.6	0.28
460				19.3	19.9	19.7	20.0	0.28
470				19.6	20.3	20.1	20.3	0.30
480	24			19.8	20.4	20.1	20.6	0.32
490				20.0	20.7	20.6	20.9	
500				20.4	21.0	20.8	21.2	
				20.6	21.0	20.9	21.2	
				(502m)	(501.1m)	(501.1m)	(501.1m)	



第Ⅲ-8図 N61-OT-5 温度検層図



第Ⅲ-9図 N61-OT-5 温度回復試験図

(1) 裸孔時温度検層

大局的には深度と共になめらかな温度上昇がみられる。以下に裸孔時温度検層結果を示す。

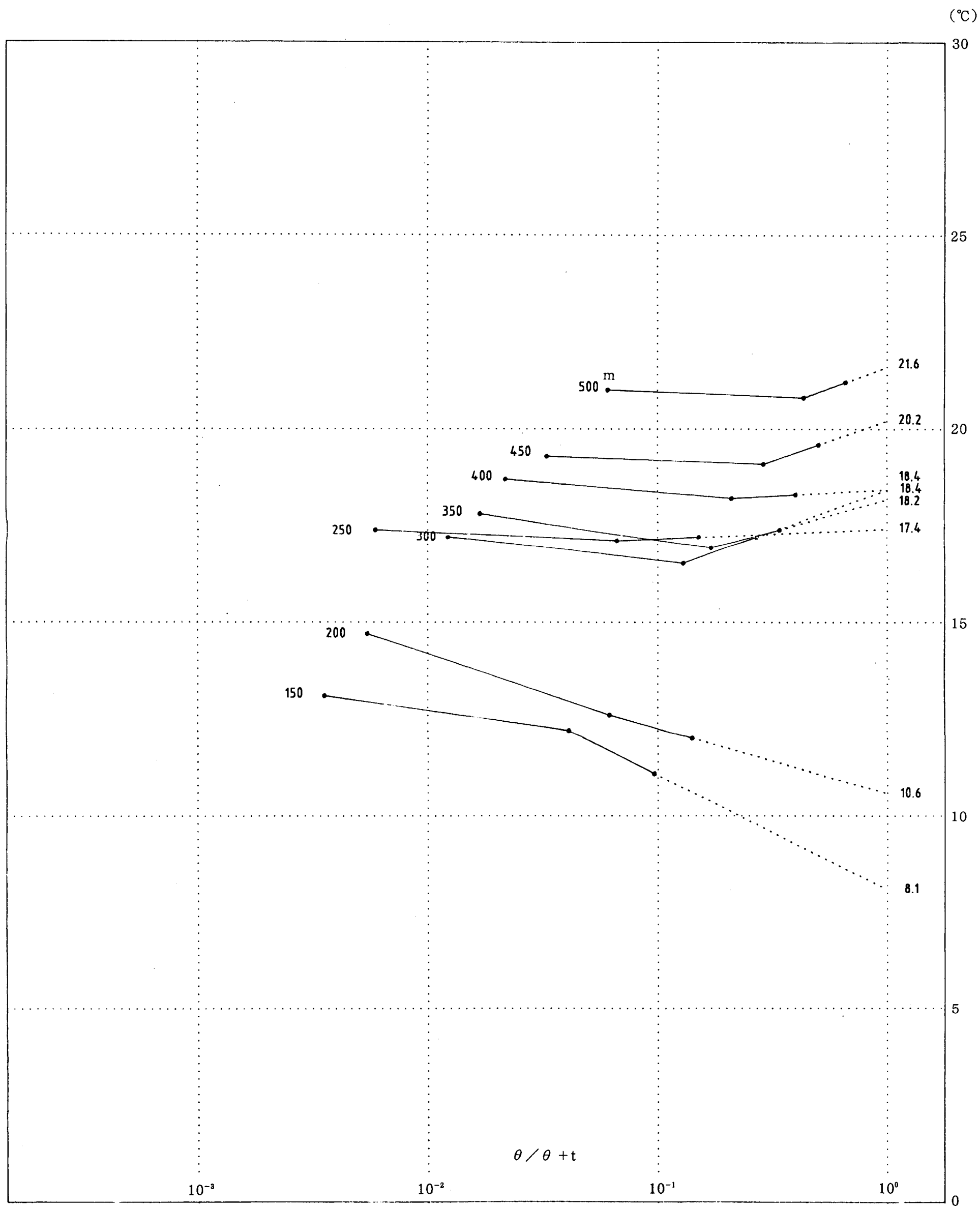
温度急変部	凸部 	深度 198m～ 225m付近	約 1℃の凸状増加	御岳第 1 期火山岩類角礫化安山岩及び中粒含し輝石普通輝石安山岩	この付近に199.7～286.9m間に数ヶ所の逸水が認められる。
		深度 225m～ 305m付近	約 2℃の凸状増加	御岳第 1 期火山岩類細粒複輝石安山岩、河床堆積砂礫層、美濃帯中・古生層、砂質粘板岩～珪質粘板岩	
坑底温度	深度 502.0m 20.6℃				

(3) 温度回復試験

平衡温度推定結果を第Ⅲ－10図及び第Ⅲ－6表に示す。

第Ⅲ－5表温度測定結果一覧表の右覧のST120Hにおける5点平均最終温度勾配を大略区分し、また同表下覧の坑底温度及び第Ⅲ－6表の推定平衡温度につき抜き出して示す。

	裸孔時	温度回復試験			平均温度勾配による区分深度	S T 120 H おける5点平均温度勾配	特 徴
		4 H	48 H	120 H			
					深度 190m～ 270m 深度 280m～ 320m 深度 330m～ 480m	0.36℃/10m～ 1.08℃/10m 平均 0.76℃/10m -0.36℃/10m～ 0℃/10m 平均 -0.18℃/10m 0.04℃/10m～ 0.34℃/10m 平均 0.22℃/10m	このうち 210m付近、230～260m付近に1.5℃/10m程度の増温部が認められる。 御岳第 1 期火山岩類～美濃帯中・古生層に変化する付近で負の温度勾配が生じている。 平均温度勾配 0.32 (水位 154.4m以深)℃/10m
最高温度/深度	20.6℃/502.0m	21.0℃/501.1m	20.9℃/501.1m	21.2℃/501.1m			
坑底温度/深度	20.6℃/502.0m	21.0℃/501.0m	20.9℃/501.1m	21.2℃/501.1m			
推定平衡温度/深度				21.6℃/500.0m	S T 4 HからS T 48 Hで温度が低下している。 S T 48 HからS T 120 Hでは 250m以深で温度上昇が認められる。		



第Ⅲ-10図 N61-OT-5 温度回復曲線図

第Ⅲ-6表 N61-OT-5 平衡温度推定表

深 度 (m)	t (H)	送水停止後 の時間 (θ) 項目		4 H	48H	120H	最終平衡温度 ($^{\circ}\text{C}$)
150	1123.0	$\theta / (\theta + t)$		0.0035	0.0410	0.0965	8.1
		温 度 $^{\circ}\text{C}$		13.1	12.2	11.1	
200	730.5	$\theta / (\theta + t)$		0.0054	0.0617	0.1411	10.6
		温 度 $^{\circ}\text{C}$		14.7	12.6	12.0	
250	675.3	$\theta / (\theta + t)$		0.0059	0.0664	0.1509	17.4
		温 度 $^{\circ}\text{C}$		17.4	17.1	17.2	
300	323.5	$\theta / (\theta + t)$		0.0122	0.1292	0.2706	18.4
		温 度 $^{\circ}\text{C}$		17.2	16.5	17.2	
350	232.5	$\theta / (\theta + t)$		0.0169	0.1711	0.3404	18.2
		温 度 $^{\circ}\text{C}$		17.8	16.9	17.4	
400	180.0	$\theta / (\theta + t)$		0.0217	0.2105	0.4000	18.4
		温 度 $^{\circ}\text{C}$		18.7	18.2	18.3	
450	117.5	$\theta / (\theta + t)$		0.0329	0.2900	0.5053	20.2
		温 度 $^{\circ}\text{C}$		19.3	19.1	19.6	
500	62.0	$\theta / (\theta + t)$		0.0606	0.4364	0.6593	21.6
		温 度 $^{\circ}\text{C}$		21.0	20.8	21.2	

3. 考 察

送水停止後 120 時間経過の温度検層につき考察する。

(i) 坑底温度, 平均温度勾配

(3) 温度回復試験で述べたように以下の値となった。

	坑底深度 (m)	坑底温度 (°C)	平均温度勾配※ (°C / 100m)
N61-O T - 5	501.1	21.2	3.2

※ 水位以深につき計算

(ii) 地層別の温度勾配

	N61-O T - 5
御岳第 1 期火山岩類	5.9°C / 100m
美濃帯中・古生層	1.2°C / 100m

(iii) 考 察

裸孔時の温度検層の結果, 深度 199.7m ~ 286.9m 間の逸水ヶ所に対応したと思われる温度増加部が認められたが, 1°C ~ 2°C の上昇であり規模が小さい。

温度回復試験 (ST120H) において, 深度 280 ~ 320m 付近に負の温度勾配のヶ所が存在し, 御岳第 1 期火山岩類 ~ 美濃帯中・古生層に変化する付近に相当する。

以上の区間で地下水の流動が考えられるが, 坑底温度は低く, 温度勾配に異常と云えるような測定値は得られなかった。

Ⅲ－３ 電気検層

1. 測定方法

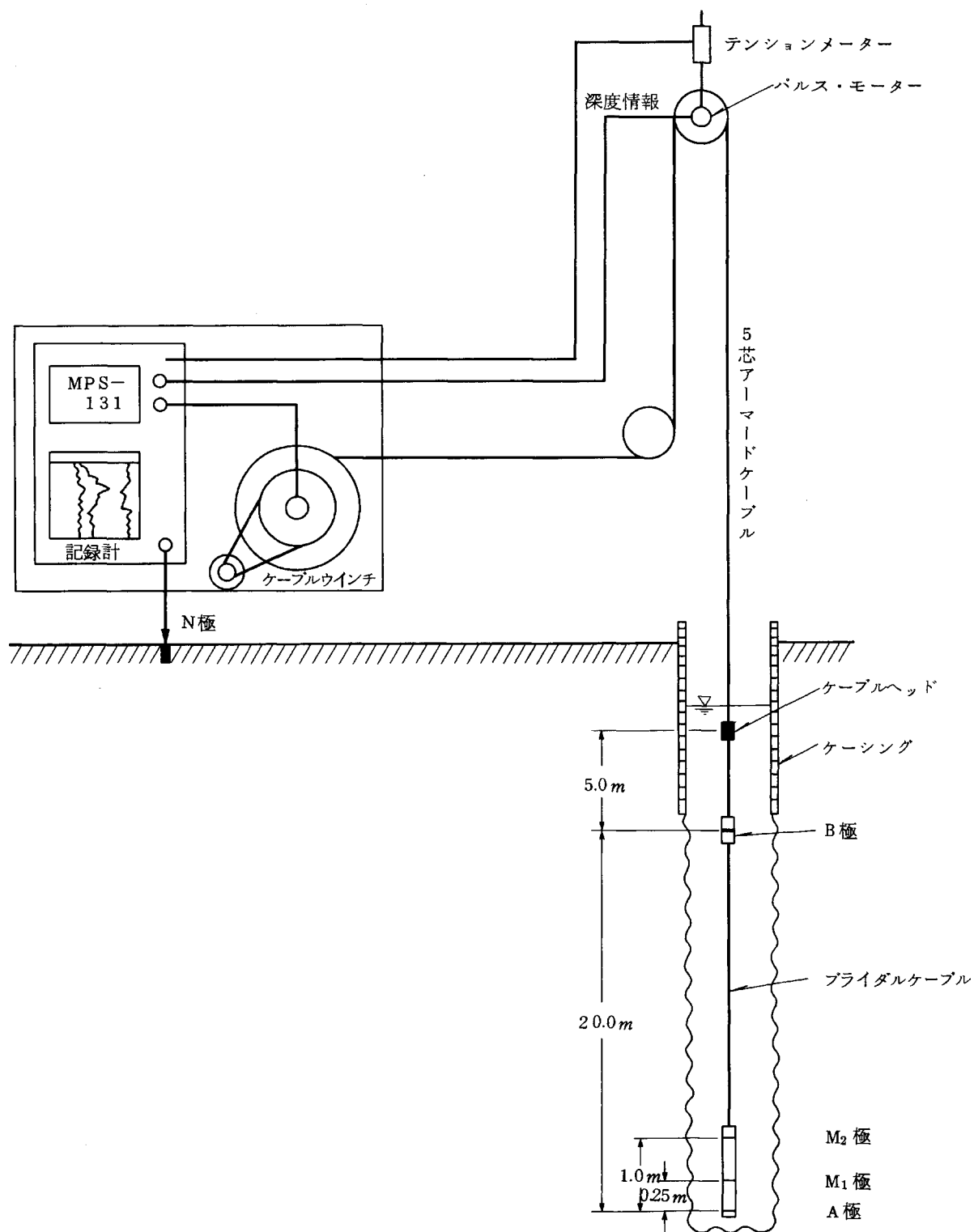
電気検層は各段ケーシングパイプを挿入後、それ以深につき実施した。電気検層システムを第Ⅲ－11図及び第Ⅲ－2表に示す。記録速度は20m／分以下でゾンデ上昇時に測定した。

比抵抗測定はA・B両電極間に20Hz, 10mAの矩形波を流し、AM1（ショートノルマル, SN）及びAM2（ロングノルマル, LN）間の電位差を測定した。測定した電位差は比抵抗に換算し、ショートノルマル及びロングノルマルにつき、各々AM1及びAM2の midpointの深度に表示した。

自然電位（SP）測定は、比抵抗測定と同時にNM1電極間の電位差を測定し、M1の深度に表示した。

2. 測定結果

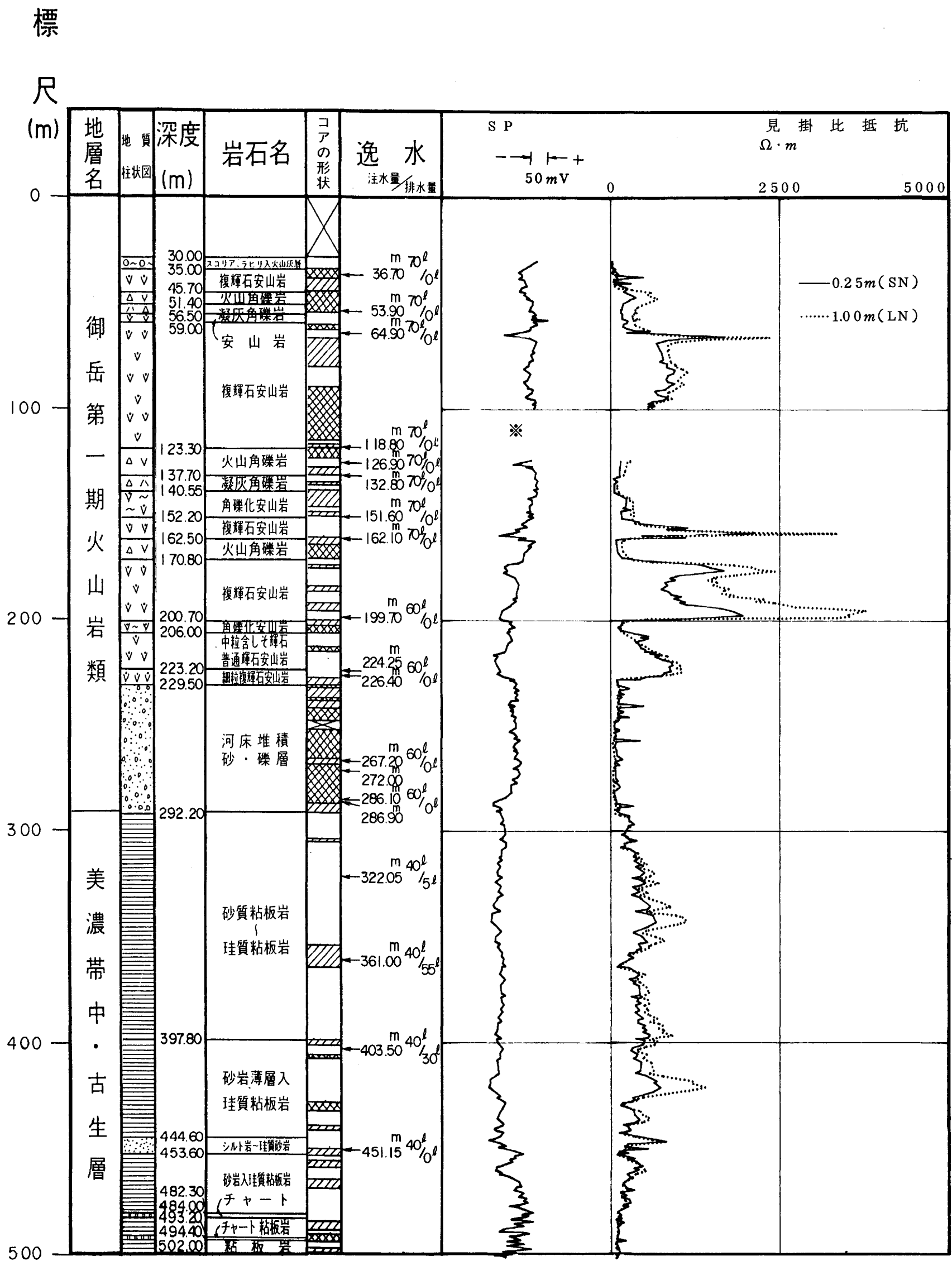
実施状況を第Ⅲ－7表に示し測定結果を第Ⅲ－12図に示す。



第Ⅲ - 11 図 電気検層測定機器配置図

第Ⅲ－7表 N61－OT－5 電気検層実施状況

	第 1 回	第 2 回	第 3 回
掘 削 終 了	S 62. 06. 16	S 62. 07. 05	S 62. 08. 01
測 定 月 日	S 62. 06. 17	S 62. 07. 06	S 62. 08. 02
天 候 ・ 気 温	晴 17.4℃	晴 19.8℃	晴 18.2℃
坑 長	100.0 m	205.0 m	502.0 m
上部ケーシング	30.0 m	30.0 m	205.0 m
測 定 区 間	30.0～100.0 m	124.2～205.0 m	205.0～502.0 m
坑 径	101.0 mm	76.0 mm	76 mm
測 定 時 水 位	19.5 m	124.2 m	77.5 m
泥水比抵抗／温度	14.4Ω・m／21.0℃	14.6Ω・m／22.5℃	16.3Ω・m／18.0℃
泥 水	B X	B X	B X
比 重 ／ 粘 速	1.02／38	1.02／38	1.02／25
測 定 時 間	10：30～10：43	11：15～11：26	2：30～ 2：55
測 定 速 度	7.7m／min	7.3m／min	9.9m／min
備 考		温度検層時、水位が151.0mであったので、注水を行い、水位を124.2mに上昇させた後に測定した。	



第Ⅲ-12図 N61-OT-5 電気検層図

(1) 自然電位

自然電位 (SP) について, 変化部分とその特徴につき第Ⅲ-8表に述べる。

第Ⅲ-8表 N61-OT-5 自然電位検層結果

深 度	65m付近	特 徴:	-100mV	1m以下の短周期で数mV位の	
深 度	126m付近		-80mV	負のスパイク状の振れが認められる。	
深 度	160m付近		-100mV		御岳第1期火山岩類と対応する。
深 度	175m付近		-50mV		深部 175m付近を除いて、過水ヶ所付近に対応する。
深 度	198m付近		-50mV		
深 度	220m付近		-50mV		
深 度	298m付近		ベースラインが-50mVずれる。この深部以降で短周期の振れが認められない。		地層帯中・古生層と対応する。
深 度	420m付近		-20mVの振れ		
深 度	447m付近	正負に50~100mV振れながらベースラインが+100mVずれる。			過水ヶ所と対応する。
深 度	461m付近				
深 度	475m付近		±50mV程度の乱れ、短周期の変化がみられる。		

(2) 比抵抗

ロングノルマル (LN) について, 比較的長周期の変化に着目して大略区分し, その区分毎の特徴につき第Ⅲ-9表に述べる。

第Ⅲ-9表 N61-OT-5 比抵抗検層結果

深 度 30m～ 63m付近	坑 径 101.0mm	SN : 200Ω・m, LN : 300Ω・m	御岳第1期火山岩類	スコリヤ, ラピリ入火山灰層, 複輝石安山岩, 火山角礫岩 凝灰角礫岩, 安山岩
深 度 63m～ 100m付近	坑 径 101.0mm	SN : 800Ω・m, LN : 1000Ω・m	"	複輝石安山岩
深 度 124m～ 153m付近	坑 径 76.0mm	SN : 150Ω・m, LN : 200Ω・m	"	火山角礫岩, 凝灰角礫岩, 角礫化安山岩
深 度 153m～ 228m付近	坑 径 76.0mm	SN : 700Ω・m, LN : 1200Ω・m	"	複輝石安山岩, 火山角礫岩, 角礫化安山岩, 中粒含し輝石普通輝石安山岩, 細粒複輝石安山岩
深 度 228m～ 293m付近	坑 径 76.0mm	SN : 100Ω・m, LN : 100Ω・m	"	河床堆積砂礫層
深 度 293m～ 480m付近	坑 径 76.0mm	SN : 350Ω・m, LN : 500Ω・m	美濃層中・古生層	砂質粘板岩～珪質粘板岩, 砂岩礫層入珪質粘板岩, シル ト岩～珪質砂岩, 砂岩入珪質粘板岩
深 度 480m～ 502m付近	坑 径 76.0mm	SN : 100Ω・m, LN : 100Ω・m	"	チャート, 粘板岩
			御岳第1期火山岩類	平均 SN 417Ω・m, LN 624Ω・m
			美濃層中・古生層	平均 SN 325Ω・m, LN 460Ω・m

3. 考 察

(i) 地層別の比抵抗の対比

地層別の比抵抗平均値を以下に示す。

地 層	N61-O T-5		
	層 厚 (m)	ショートノルマル ($\Omega \cdot m$)	ロングノルマル ($\Omega \cdot m$)
御岳第1期火山岩類	262	417	624
美濃帯中・古生層	210	325	460

比抵抗平均値において御岳第1期火山岩類と美濃帯中・古生層で差がみられる。

(ii) 自然電位と地質・逸水との対比

深度292m以浅の御岳第1期火山岩類は数mVで短周期の振れが認められ、深度65m, 126m, 160m, 175m, 198m及び220m付近に-50~-100mVのスパイク状の振れがみられる。これらのスパイク状の振れは深度175mを除いて逸水ヶ所と対応している。

深度298m付近でベースラインが-50mV程度ずれ、短周期の振れが減少している。深度447~461mで正負に50~100mV振れながらベースラインが+100mVずれる乱れが生じている。この付近も逸水ヶ所に対応している。深度322.05m~403.50mの逸水ヶ所は自然電位に顕著な変化は認められない。

Ⅲ－４ 注水試験

1. 試験方法

坑内洗浄・冷却後、予備注水試験を行った。その結果 $40 \text{ l} / \text{分}$ の注水に対し、戻りは0であった。従って坑内水位の変動はあっても、注水量 $40 \text{ l} / \text{分}$ 程度が孔明管を通して、逸水層に注水されたと考え、自然注水による注水試験を行った。

(i) 自然注水試験

(1) 試験要領

坑内の逸水が最も大きい箇所の上部に測定器を降下し、注水量を増す方向に3段階に変化させ、このときの圧力と温度を連続測定する。

a) 注水中の測定

第1段（注水量 q_1 ）、第2段（注水量 $q_2 > q_1$ ）及び第3段（注水量 $q_3 > q_2$ ）の各々につき以下の工程で行う。

測定器降下
↓
注 水
↓ 定常状態の後
圧力・温度の連続測定（120 分）

b) 注水停止後の測定

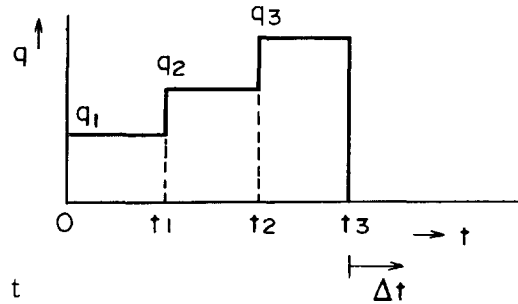
第3段注水中の測定
↓
注水停止
↓
圧力・温度の連続測定（360 分）
↓
測定器引上げ

(2) データ処理要領

以下に示す換算時間に対し、各段階注水中の単位流量当りの圧力上昇及び注水停止後の圧力降下をプロットする。

a) 注水中の換算時間

図のように第1段, 第2段及び第3段の注水量を各々 q_1 , q_2 及び q_3 , 注水時間を注水開始より t_1 , t_2 及び t_3 とし, 換算時間 t_i を以下のように算出する。



$$t = 0 \sim t_1, \quad t_i = \log_{10} t$$

$$t = t_1 \sim t_2, \quad t_i = \frac{q_1}{q_2} \log_{10} t + \frac{q_2 - q_1}{q_2} \log_{10} (t - t_1)$$

$$t = t_2 \sim t_3,$$

$$t_i = \frac{q_1}{q_3} \log_{10} t + \frac{q_2 - q_1}{q_3} \log_{10} (t - t_1) + \frac{q_3 - q_1}{q_3} \log_{10} (t - t_2)$$

b) 注水停止後の換算時間

注水停止より測った時間を Δt とし, 換算時間 t_i を以下のように算出する。

$$t = t_3 \sim, \quad t_i = \frac{q_1}{q_3} \log_{10} \left(\frac{t_3 + \Delta t}{t_3 - t_1 + \Delta t} \right) + \frac{q_2}{q_3} \log_{10} \left(\frac{t_3 - t_1 + \Delta t}{t_3 - t_2 + \Delta t} \right) + \log_{10} \left(\frac{t_3 - t_2 + \Delta t}{\Delta t} \right)$$

c) 浸透率・層厚積の算出

換算時間に対する単位流量当りの圧力上昇及び圧力降下のプロットから, 勾配 m_i 及び m_f を求め, 以下のように算出する。

$$\text{注水中} \quad Kh = \frac{2.303 \cdot \mu}{4 \cdot \pi \cdot m_i} \times 10^{12} (\text{darcy} \cdot \text{m})$$

$$\text{注水停止後} \quad Kh = \frac{2.303 \cdot \mu \cdot q_3}{4 \cdot \pi \cdot m_f} \times 10^{12} (\text{darcy} \cdot \text{m})$$

Kh ; 浸透率・層厚積

μ ; 粘性係数 ($\text{P}_a \cdot \text{s}$)

q_3 ; 第3段注水量 (m^3/s)

m_i, m_f ; 勾配 (P_a/cycle)

(ii) 温度検層

圧力測定と同時に温度測定を行ったほか、第1段及び第2段注水中の注水試験後に各々温度検層を行った。

2. 試験結果

坑井の状況は以下のようである。

フルホールセメンティング区間	0～30.0m	
孔明管挿入区間	294.34～496.54m	
水位 ST120Hにおいて	154.4m	
掘削中の逸水	36.7m	70 ℓ / 0 ℓ
	53.9m	70 ℓ / 0 ℓ
	64.9m	70 ℓ / 0 ℓ
	118.8m	70 ℓ / 0 ℓ
	126.9m	70 ℓ / 0 ℓ
	132.8m	70 ℓ / 0 ℓ
	151.6m	70 ℓ / 0 ℓ
	162.1m	70 ℓ / 0 ℓ
	199.7m	60 ℓ / 0 ℓ
	224.25～226.40m	60 ℓ / 0 ℓ
	269.2～272.0m	60 ℓ / 0 ℓ
	286.1～286.9m	60 ℓ / 0 ℓ
	322.05m	40 ℓ / 5 ℓ
	361.0m	40 ℓ / 55 ℓ
	403.5m	40 ℓ / 30 ℓ
	451.15m	40 ℓ / 0 ℓ

(1) 注水試験

注水試験使用機器、注水試験装置配置図及び実績工程を第Ⅲ－10表、第Ⅲ－13図及び第Ⅲ－11表に示す。掘削中の逸水は36.7m～451.15mにみられるが裸孔時の温度測定の結果より主逸水層が特定できないので、圧力・温度の測定は孔明管位置の約10m上にあたる280mにて行った。

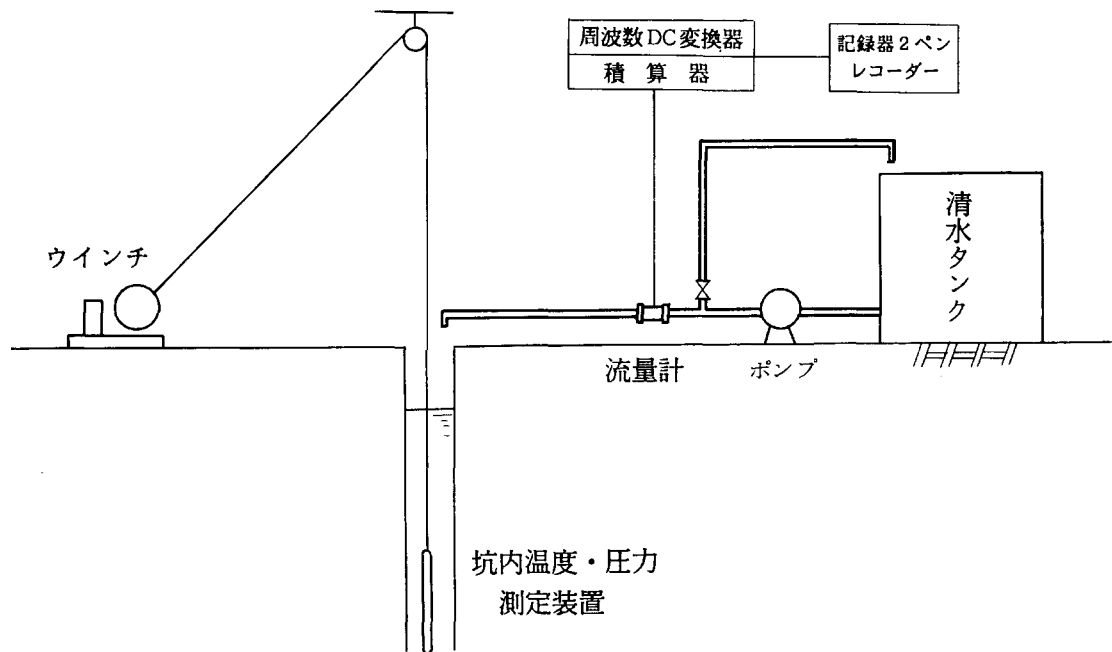
試験結果を第Ⅲ－12表及び第Ⅲ－14図に示す。

(i) 浸透率・層厚積の算出

換算時間に対する単位流量当りの圧力上昇及び圧力降下のプロットを第Ⅲ－15図及び第Ⅲ－16図に示す。これより浸透率・層厚積の算出結果を第Ⅲ－13表に示す。

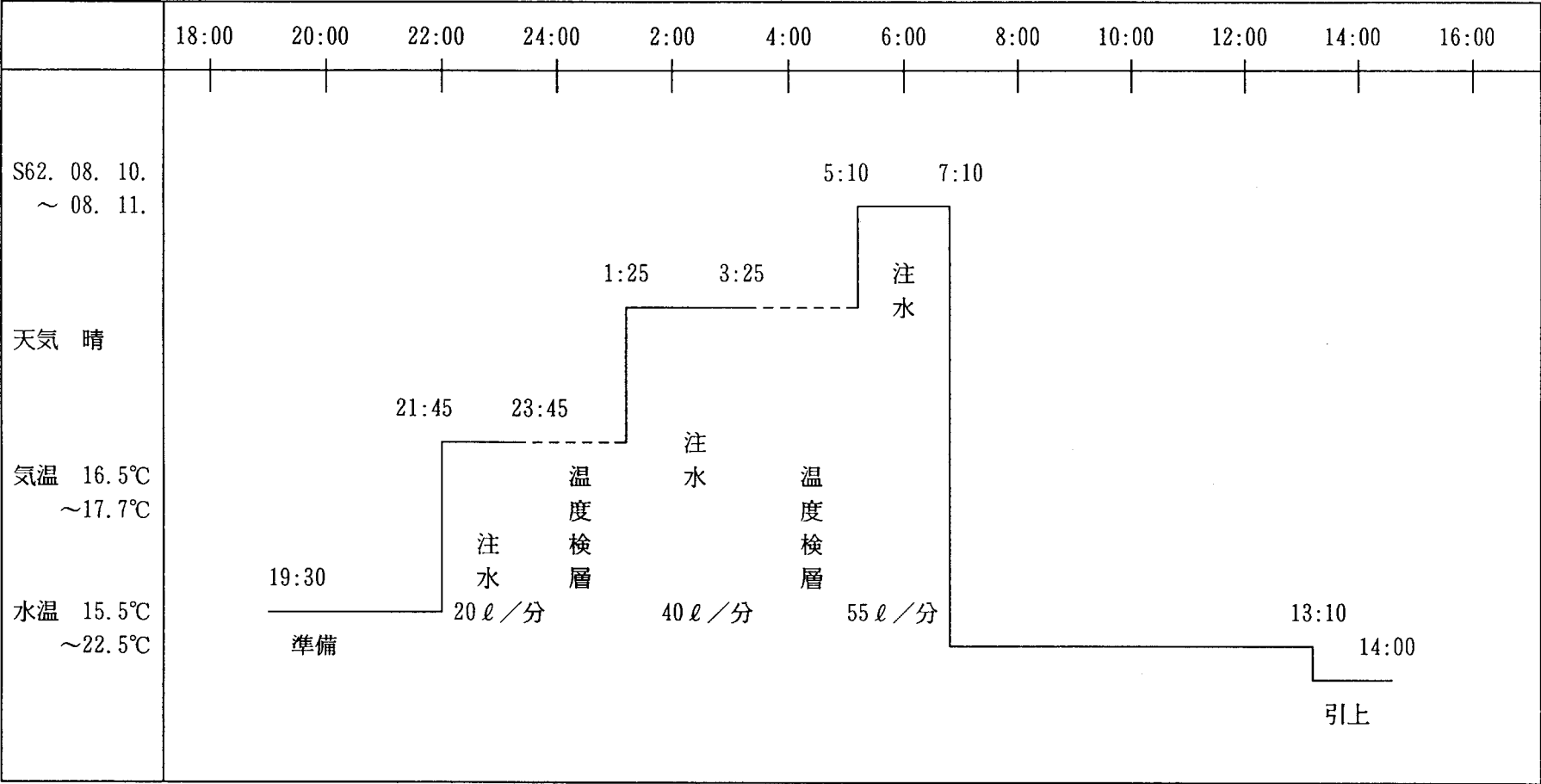
第Ⅲ－10表 注水試験使用機器

	製 造 元	型 式	仕 様
圧 力 計	K U S T E R	K P G 860857	300℃
温 度 計	M A T T H E Y	P t 100 R - 4	-200～500 ℃
時 計	K U S T E R	K P G clock	350℃



第Ⅲ－13図 N61－OT－5 注水試験装置配置図

第Ⅲ - 11 表 N61 - OT - 5 注水試験実績工程



(2) 注水試験時温度検層

温度測定システムは、Ⅲ－2温度検層で述べたシステムと同一のものを使用した。

注水量が20ℓ／分及び40ℓ／分につき2回の温度検層を行った。作業経過と温度測定結果一覧表を第Ⅲ－14表及び第Ⅲ－15表に示す。

掘削中の逸水は36.7m～451.15mにみられ、孔明管は294.34m～496.54mに挿入されている。注水中の温度検層によれば、注水量20ℓ／分及び40ℓ／分につき各々458m及び461mに1℃～2℃程度の温度上昇がみられる。

これより孔明管挿入区間にみられる注水の浸透は460m付近が優勢と思われる。

3. 考 察

試験結果をまとめて以下に示す。

坑 名	N61-O T-5			
試 験 種 別	注水 20ℓ／分	注水 40ℓ／分	注水 55ℓ／分	フ ォ ー ル オ フ
浸透率・層厚積(darcy・m)	1.345×10^{-1}	2.592×10^0	2.291×10^0	3.080×10^0
層 厚 (m) ※	202.2m	202.2m	202.2m	202.2m
浸 透 率 (darcy)	6.652×10^{-4}	1.282×10^{-2}	1.133×10^{-2}	1.523×10^{-2}
透 水 係 数 (m/sec)	6.427×10^{-9}	1.239×10^{-7}	1.095×10^{-7}	1.472×10^{-7}

※ 孔明管挿入区間長と仮定した。

注水量20ℓ／分における注水試験は第Ⅲ－14図にみられるように、注水後120分においても十分に安定しておらず、注水量40ℓ／分及び55ℓ／分における試験結果に比べて浸透率・層厚積が1ケタ違ったものとなった。

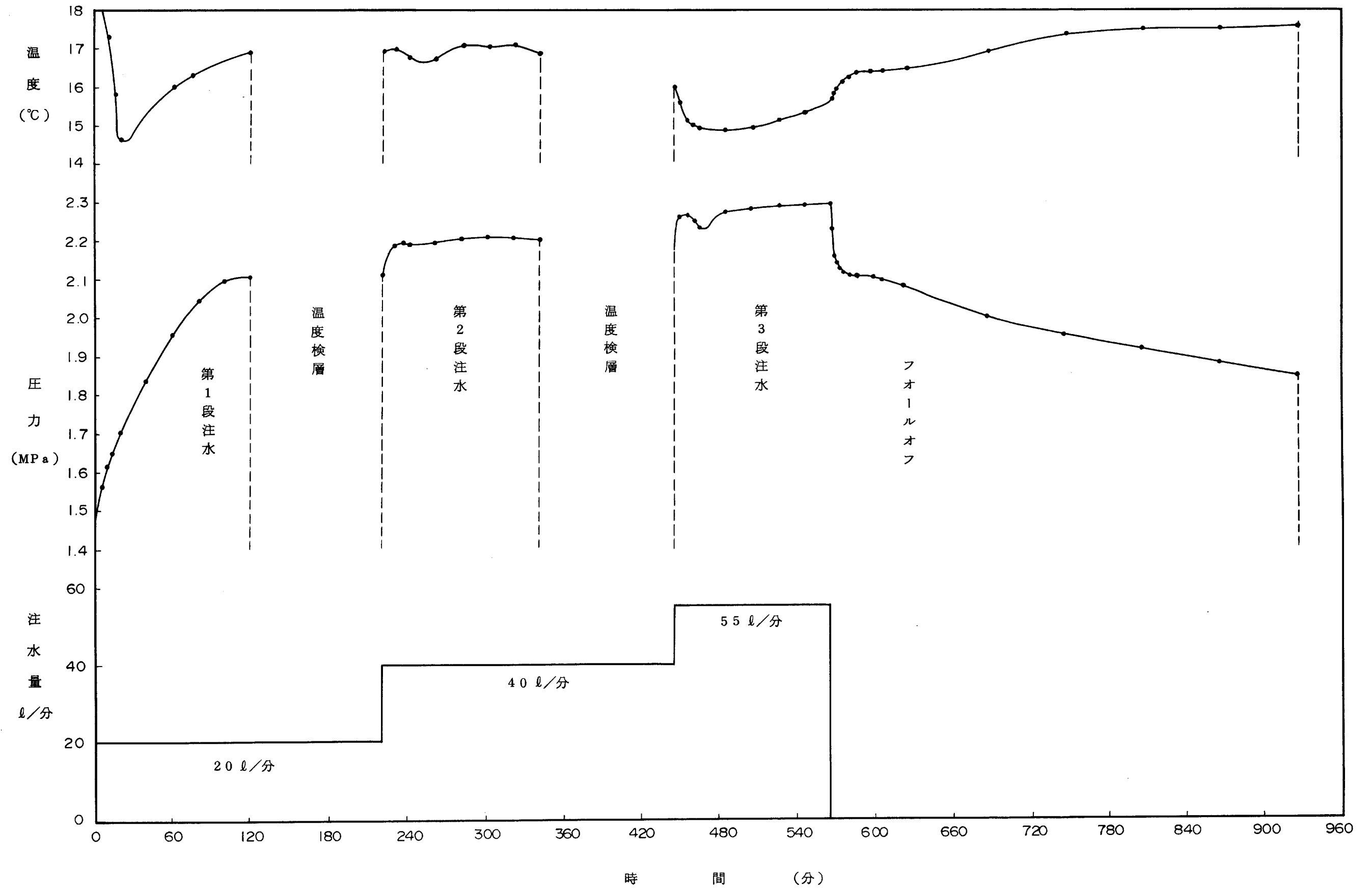
浸透率・層厚積から透水性はいくらか良いものと思われる。

第Ⅲ－12（1） N61－OT－5 注水試験結果

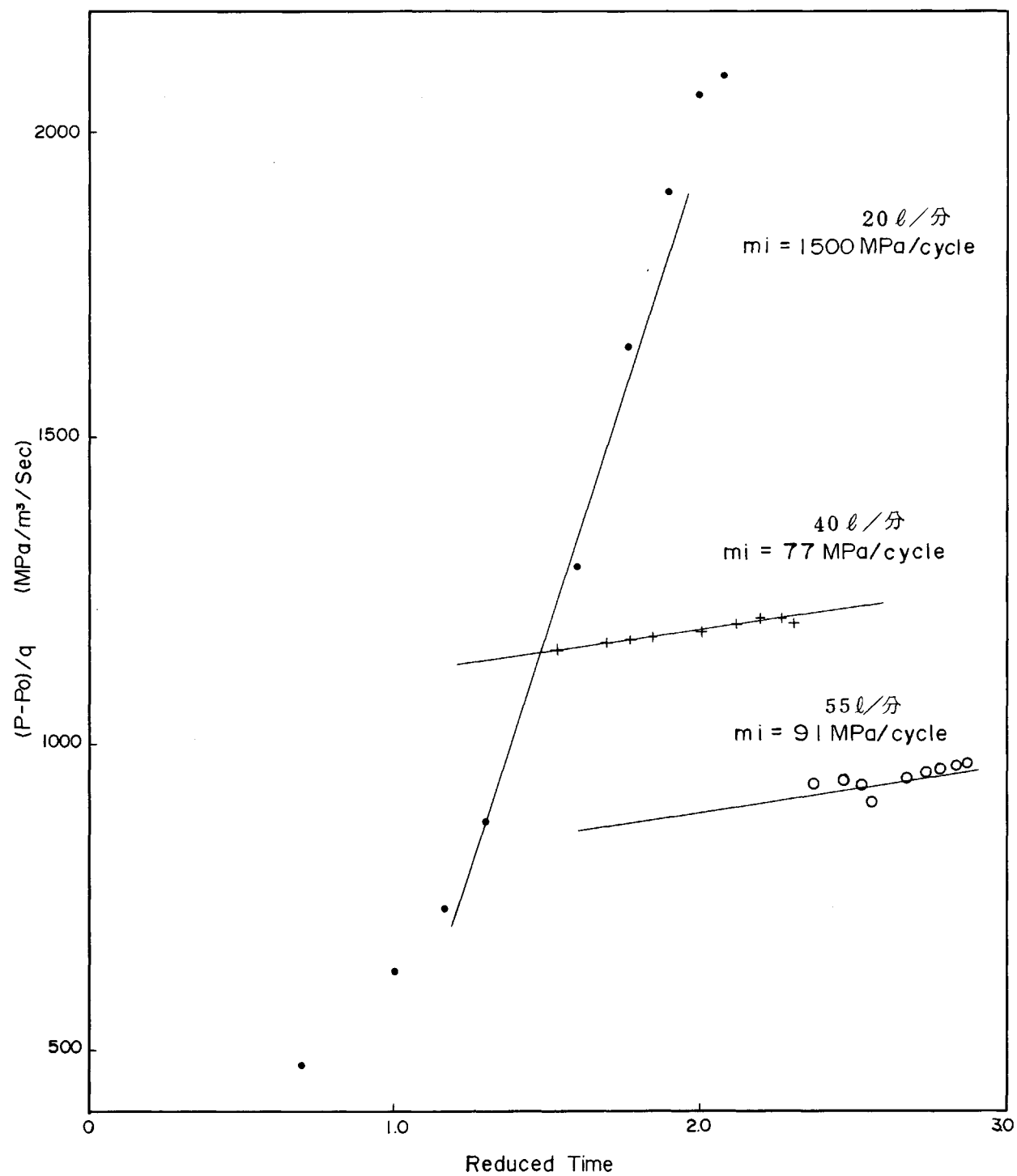
測定日時	経過 時間 (分)	注 水 流 量 q (ℓ/分)	換 算 時間 ti,tf	主 逸 水 層 圧 力		圧 力 差		主逸水 層温度 (℃)	備 考
				P		P-Po (MPa)	P-Po/q (MPa/m³/s)		
				(kg/cm²)	(MPa)				
08.10 21:45	0	20		14.34	1.406				1段目
	5		0.699	15.97	1.566	0.16	480.05	18.0	
	10		1.000	16.48	1.616	0.21	630.66	17.3	
	15		1.176	16.82	1.650	0.244	732.07	15.8	
	20		1.301	17.31	1.698	0.292	776.09	14.6	
	40		1.602	18.72	1.836	0.430	1290.13	15.7	
	60		1.778	19.92	1.954	0.548	1644.16	16.0	
	80		1.903	20.80	2.040	0.634	1929.19	16.7	
	100		2.000	21.35	2.094	0.688	2064.20	16.8	
23:45	120		2.079	21.46	2.105	0.699	2097.21	16.9	
08.11 1:25	220	40		21.59	2.117	0.711	1066.45	16.9	2段目
	225		1.526	22.18	2.175	0.769	1153.44	16.9	
	230		1.681	22.25	2.182	0.776	1163.94	17.0	
	235		1.774	22.30	2.187	0.781	1171.44	16.9	
	240		1.840	22.34	2.191	0.785	1177.44	16.8	
	260		2.008	22.38	2.195	0.789	1183.44	16.7	
	280		2.112	22.47	2.204	0.798	1196.94	17.1	
	300		2.190	22.53	2.210	0.804	1205.94	17.0	
	320		2.252	22.50	2.207	0.801	1201.44	17.1	
3:25	340		2.305	22.48	2.205	0.799	1198.44	16.8	
5:10	445	55	2.369	22.14	2.171	0.765	834.51	16.0	3段目
	450		2.380	22.05	2.261	0.855	932.69	15.6	
	455		2.399	22.07	2.262	0.856	933.78	15.1	
	460		2.404	22.00	2.256	0.850	927.23	15.0	
	465		2.411	21.81	2.237	0.831	906.51	14.9	

第Ⅲ－12（2） N61－OT－5 注水試験結果

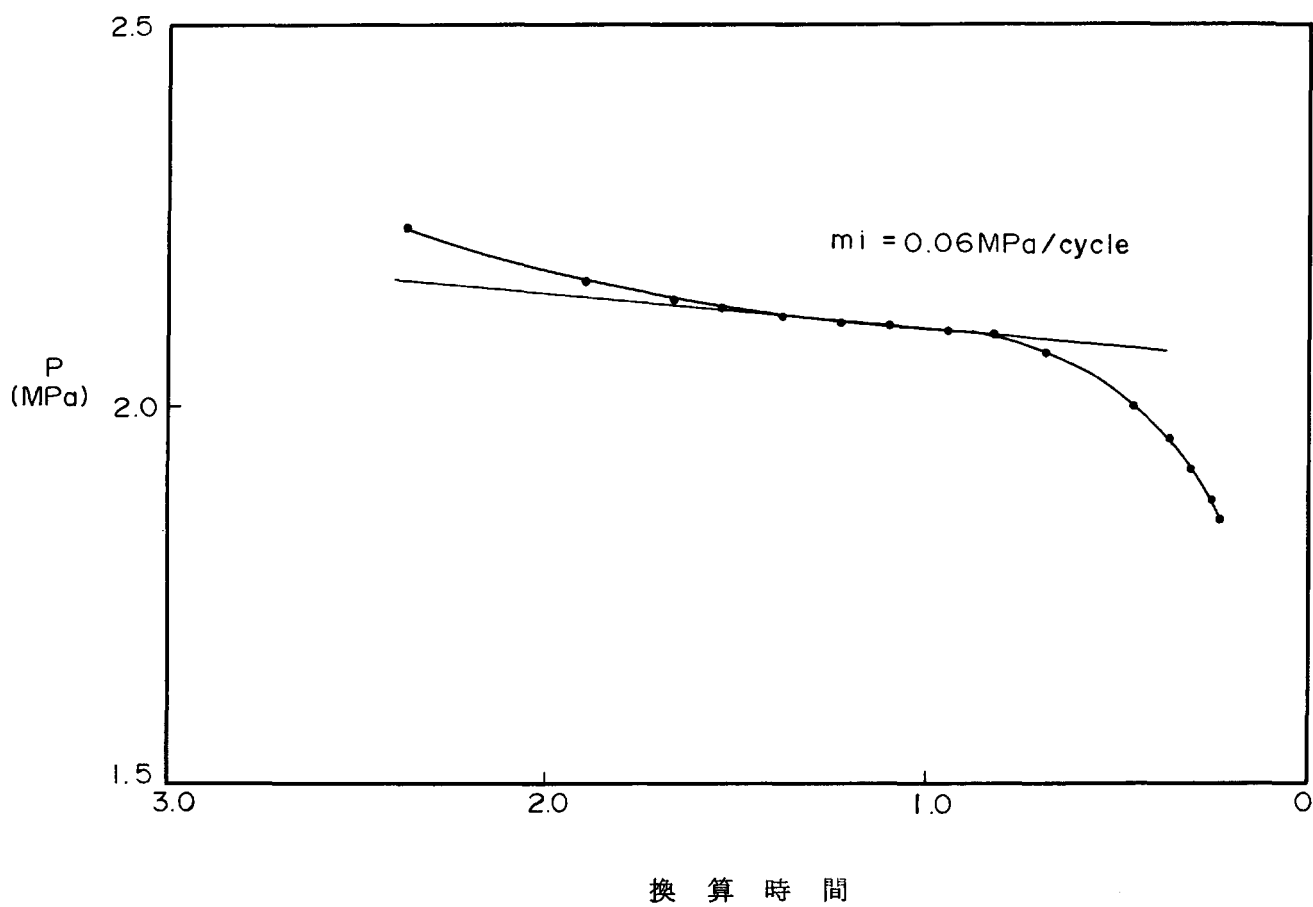
測定日時	経過時間	注水流量	換算	主逸水層圧力		圧力差		主逸水	備考
	時間 (分)	q (ℓ/分)	時間 ti, tf	P		P-Po (MPa)	P-Po/q (MPa/m³/s)	層温度 (℃)	
				(kg/cm²)	(MPa)				
08.11	485	55	2.447	23.17	2.274	0.868	946.87	14.8	
	505		2.480	23.27	2.282	0.876	955.60	14.9	
	525		2.511	23.29	2.284	0.878	957.78	15.1	
	545		2.539	23.34	2.289	0.883	963.24	15.3	
7:10	565	55 / 0	2.565	23.40	2.295	0.889	969.78	15.6	
	1	0	2.364	22.73	2.229			15.7	7:10-1:17
	3		1.891	22.01	2.159			15.8	
	5		1.673	21.79	2.137			15.9	
	7		1.531	21.67	2.125			16.0	
	10		1.382	21.57	2.115			16.1	
	15		1.216	21.44	2.103			16.2	
	20		1.101	21.43	2.102			16.4	
	30		0.943	21.42	2.101			16.4	
	40		0.835	21.36	2.095			16.4	
	60		0.692	21.10	2.069			16.5	
	120		0.475	20.31	1.993			16.9	
	180		0.368	19.95	1.956			17.3	
	240		0.302	19.52	1.914			17.5	
	300		0.257	19.15	1.874			17.5	
13:10	360		0.242	18.83	1.847			17.6	



第Ⅲ-14図 N61-OT-5 注水試験結果図



第Ⅲ - 15 図 N61-OT-5 注水時プロット図



第Ⅲ-16図 N61-OT-5 フォールオフ時プロット図

第Ⅲ－13表 N61－OT－5 浸透率・層厚積算出結果表

			N61－OT－5	備 考
注 水 量 (m^3/sec)	注 水	1 段 (20 ℓ /min) 2 段 (40) 3 段 (55)	3.333×10^{-4} 6.667×10^{-4} 9.167×10^{-4}	
勾 配 (Pa/cyle)	注 水	1 段 (20 ℓ /min) 2 段 (40) 3 段 (55)	$1,500 \times 10^6$ 77×10^6 91×10^6	
	フォールオフ		0.06×10^6	
粘性係数 (μ) (Pa・S)	注 水	1 段 (20 ℓ /min) 2 段 (40) 3 段 (55)	$1,102 \times 10^{-6}$ $1,089 \times 10^{-6}$ $1,138 \times 10^{-6}$	16.4℃ 16.9℃ 15.1℃
	フォールオフ		$1,100 \times 10^{-6}$	16.5℃
浸透率・ 層厚積 (darcy・m)	注 水	1 段 (20 ℓ /min) 2 段 (40) 3 段 (55)	1.345×10^{-1} 2.592×10^0 2.291×10^0	
	フォールオフ		3.080×10^0	

第Ⅲ－14表 N61－OT－5 注水試験時温度検層作業経過

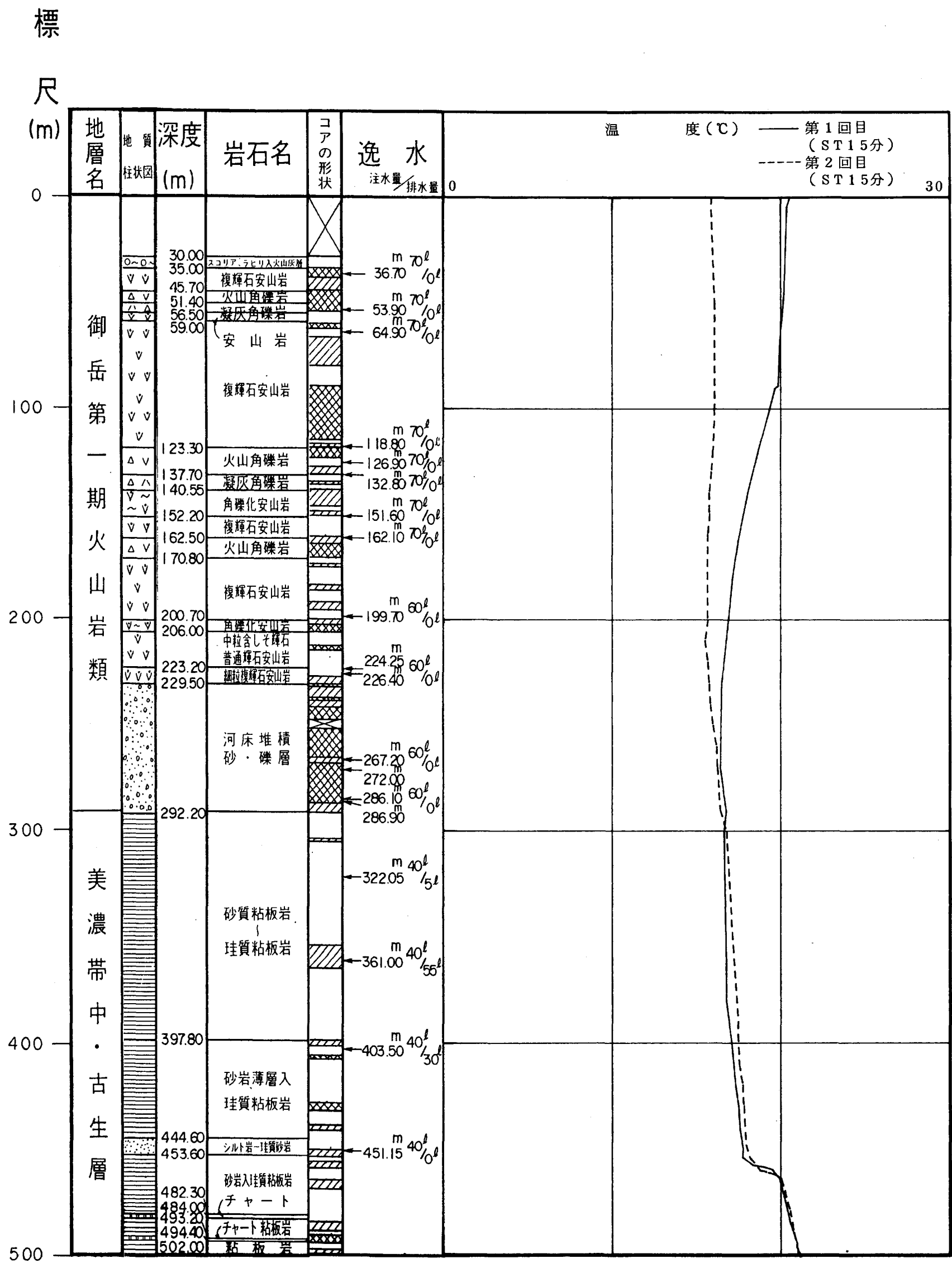
坑 名	N 61－T－5	
測 定 No.	第 1 回	第 2 回
測 定 日 時	S 62. 8. 11 0:00 ～ 0:50	S 62. 8. 11 3:40 ～ 4:20
天 候 ・ 気 温	晴 17.0℃	晴 17.0℃
測定方法	電極降下時に測定	
測定速度	10.0m／分	12.5m／分
測定坑長	501.1m	501.1m
ケーシング状況	0～114.40m 3" 92.50～502.00m 2" 294.34～496.54m 孔明管	

第Ⅲ－15（1） N61－OT－5 注水試験時温度測定結果表

測定回数		注水試験時			
		20ℓ／分	40ℓ／分	3	4
測定月日		8/11	8/11		
外気温℃		17.0	17.0		
注水量（ℓ／分）		20	40		
深 度 (m)	0	20.5	15.6		
	10	20.1	15.6		
	20	20.1	15.6		
	30	20.1	15.6		
	40	20.0	15.6		
	50	20.0	15.6		
	60	20.0	15.6		
	70	19.8	15.6		
	80	19.8	15.6		
	90	19.5	15.5		
	100	19.3	15.5		
	110	19.0	15.4		
	120	18.7	15.3		
	130	18.2	15.2		
	140	17.9	15.2		
	150	17.7	15.1		
	160	17.5	15.1		
	170	17.3	15.2		
	180	17.1	15.1		
	190	16.9	15.2		
	200	16.8	15.2		
	210	16.7	15.3		
	220	16.5	15.4		
	230	16.4	15.5		
	240	16.4	15.6		

第Ⅲ－15（2） N61－OT－5 注水試験時温度測定結果表

	250		16.5	15.8		
	260		16.6	16.0		
	270		16.7	16.2		
	280		16.7	16.3		
	290		16.8	16.4		
	300		16.8	16.5		
	310		16.8	16.6		
	320		16.8	16.7		
	330		16.9	16.7		
	340		16.9	16.8		
	350		17.0	16.8		
	360		17.0	16.9		
	370		17.1	17.0		
	380		17.1	17.1		
	390		17.2	17.2		
	400		17.3	17.3		
	410		17.5	17.5		
	420		17.6	17.6		
	430		17.7	17.8		
	440		17.8	17.9		
	450		18.0	18.1		
	460		19.6	18.7		
	470		20.3	20.3		
	480		20.7	20.6		
	490		20.9	20.9		
	500		21.2	21.2		
			21.3	21.2		
			(501.1m)	(501.1m)		



第Ⅲ - 17 図 N61-OT-5 注水試験時温度検層図

Ⅲ－5 熱水（流体）の分析

1. 試料採取及び分析方法

王滝地域において構造試錐、熱流量測定用試錐及び精密構造試錐の計8坑を約2年間に亘って実施してきた。8坑を掘削して水温20℃以下の湧水は数ヶ所において認められたが、熱水の湧出は全く認められなかった。今回OT-5坑の深度295m付近に湧水が認められたので、この水を採取し、地球化学的観点から、様々な手法により分析を行った。試料水の採取に当っては、特別のサンプラーを試作して295m付近までこのサンプラーを下ろし、水を採取した。現地の試料採取のデータは以下の通りである。

- | | |
|-----------|-----------------------|
| ① 湧水量 | <10 ℓ/min. |
| ② 泉 温 | 16.8℃（平均値） |
| ③ pH | 8.0 |
| ④ 電気伝導度 | 3,380 μ s/cm（平均値） |
| ⑤ 気 温 | 27.0℃ |
| ⑥ 採取位置 | 深度295m（海拔955m） |
| ⑦ 採取位置の地質 | 美濃帯中・古生層粘板岩 |
| ⑧ 採取年月日 | 昭和62年8月10日14時～15時 |
| ⑨ 採取者 | 相 川 潔 |

採取した試料水は分析項目に応じて必要な前処理を施した。分析項目、試料採取量及び前処理方法を第Ⅲ－16表に示す。又、試料水の分析方法と測定限界を第Ⅲ－17表に示す。

採取した水はかなり泡立ち（溶存していた二酸化炭素？）、また水酸化鉄によると考えられる濁りが観察された。

第Ⅲ－16表 熱水（流体）分析項目・試料採取量・前処理方法一覧表

分 析 項 目	試 料 水 量 (ml)	前 処 理 方 法
化学分析		
(a) pH, RpH, Cl^- , SO_4^{2-} , B, F, HCO_3^- , CO_3^{2-}	1,000	無処理
(b) SiO_2	100	無処理
(c) T- CO_2	500	20%・KOH 添加
(d) Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Li^+ , Sr^{2+} , Fe, Al	500	6 N・HCl 添加
(e) H_2S	500	酢酸カドミウム処理
同位体分析		
(f) δD , $\delta^{18}\text{O}(\text{H}_2\text{O})$, $\delta^{34}\text{S}$,	500	無処理
(g) $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$	1,000	20%・KOH 添加
(h) ^3H	5,000	無処理

第Ⅲ－17表 熱水（流体）分析方法・測定限界一覧表

分 析 項 目	測定限界(mg/ℓ)	分 析 方 法	備 考
pH		ガラス電極法	
RpH		"	
TSM	5	重 量 法	JISK0102
Cl	0.4	イオンクロマトグラフ法	
SO_4	5	"	
HCO_3	10	滴 定 法	
CO_3	10	"	
Na	0.03	炎光光度法	JISK0101
K	0.04	"	
Ca	0.2	原子吸光光度法	JISK0121
Mg	0.02	"	
F	0.1	イオンクロマトグラフ法	
Li	0.01	原子吸光光度法	
Fe	0.05	原子吸光光度法	
Al	0.1	"	
SiO_2	2	重 量 法	
B	0.01	吸光光度法	
CO_2	10	滴 定 法	
H_2S	0.5	ヨウ素滴定法	
δD	1 ‰	質量分析法	
$\delta^{18}\text{O}(\text{H}_2\text{O})$	0.1 ‰	"	
^3H	0.3 TU	β 線計数法	
$^{34}\text{S}/^{32}\text{S}$	0.3 ‰	質量分析法	
$^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$	0.2 ‰	"	
Sr	0.01	原子吸光光度法	

2. 分析結果

N61-OT-5坑の熱水（流体）の分析値は第Ⅲ-18表に示す。採取時のpHは8.0であったが、分析時のそれは6.9と低下した。

一般の沢水に比較すると HCO_3 が $2,926\text{mg}/\ell$ と高く、Clも $694\text{mg}/\ell$ とかなり高い。さらに Na 及び K も高い。現在までの御岳周辺の温泉水の分析値では旧濁川温泉のNaが $740\text{mg}/\ell$ と最高値を示したが、OT-5坑の流体のそれはこの値を上まわった。又、Kについても同様の事が言える。

3. 考 察

N61-OT-5坑の熱水（流体）の分析値によると前述のようにこれまでの温泉水よりNa, K, HCO_3 等が高い。Na-K-Ca温度計では 180.8°C 、Na-K温度計（Truesdell）では 172.8°C を示し、この流体の起源はかなり高温の熱水であった事が推定できる。又、 δD 及び $\delta^{18}\text{O}$ の分析値から酸素水素同位体比（第Ⅲ-19図）について検討するとほぼ地表水の領域におさまる、又、 ^3H の分析値からも天水起源の古い水と考えられる。一方、流体分析キーマイナグラム図（第Ⅲ-18図）について考察すると、この流体はT-2坑の流体（地表水起源）とはやや異なり、 HCO_3 型でもNa+K分の大きい、Na, Kに富む型と判明した。

つまり、天水がいったん地下深部まで浸透し、その付近の高温の熱水又は岩石と反応してNa, K分を溶かし込み、再び上昇してきた循環熱水起源を示している。 HCO_3 成分が高いのは、地表近くの御岳第一期火山岩類中の多孔質な部分、又は割れ目を時間をかけて通過し（数十年のオーダー）、これらの火山岩類中に含まれる二酸化炭素ガスを溶存したか、もともと HCO_3 成分が高かったと考えられる。本流体は湧出量が少なく、かつ水位が孔口まで達していなかったため特別なサンプラーを作成して採取されたために、掘削終了後8日を経過したとは言え、他の湧水又はボーリング掘削用の沢水の混入が考えられる。したがって上記の化学分析値だけによる流体の起源についての細かい議論は厳密には不可能である。

第Ⅲ－18表 熱水（流体）分析値一覧表

溶存化学成分（単位：mg／ℓ）

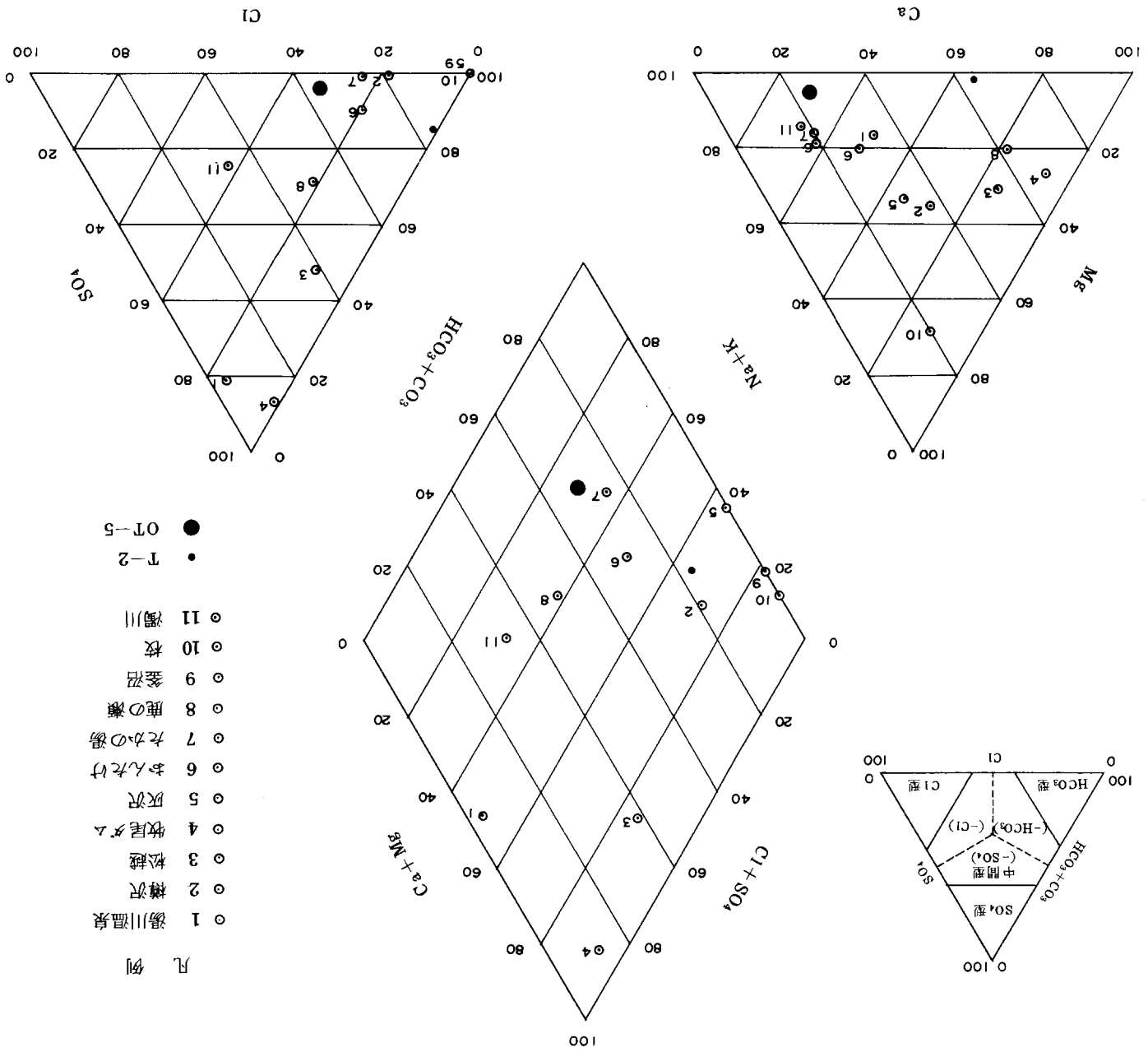
成分名	分 析 値	成分名	分 析 値
Na	1,030	Li	3.12
K	89.4	Sr	2.54
Ca	303	B	4.2
Mg	45.3	F	1.09
HCO ₃	2,926	Al	0.27
T-CO ₂	2,762	Fe	149
SO ₄	128	H ₂ S	< 0.01
Cl	694	SiO ₂	94.8

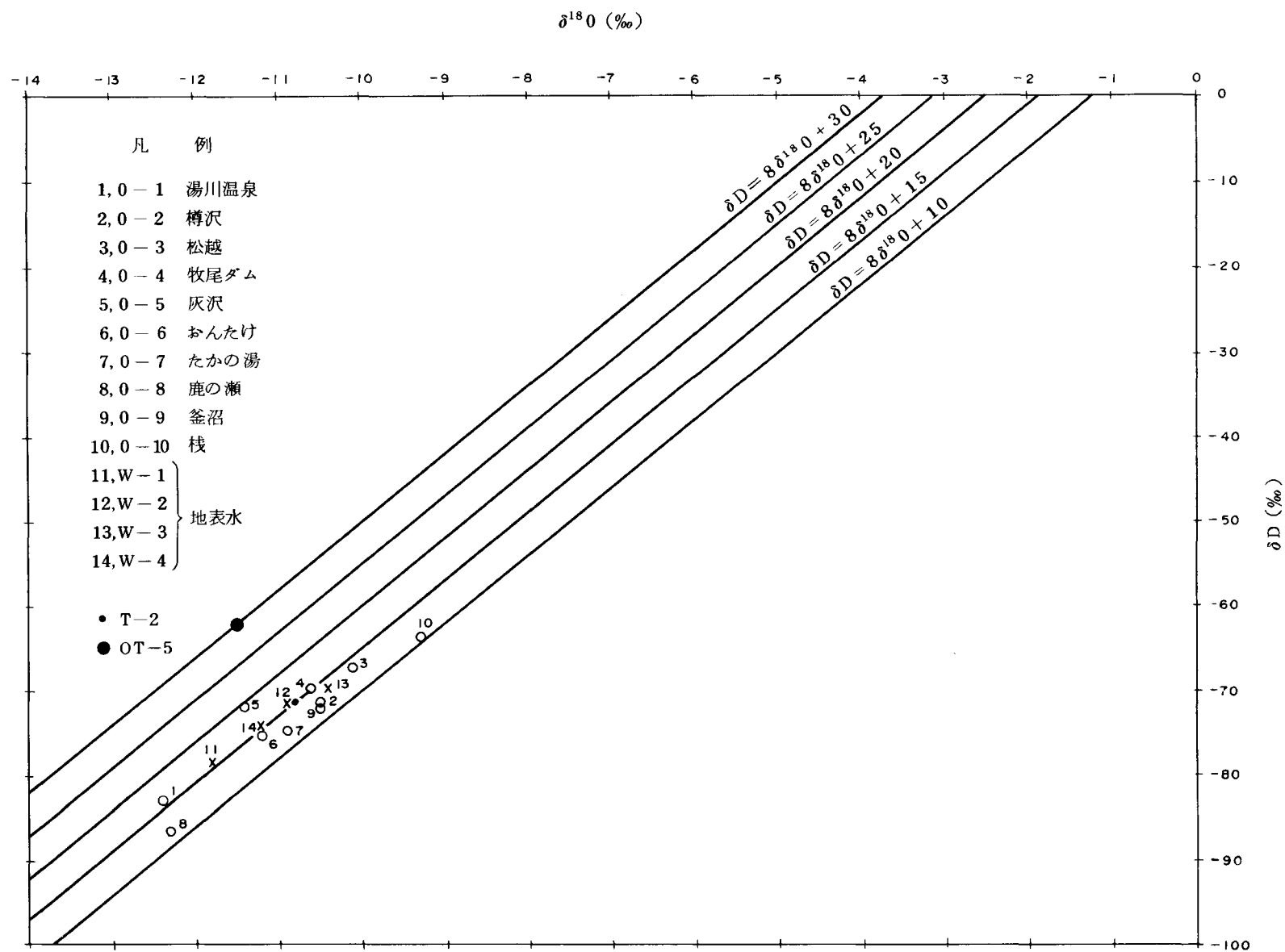
分析時のPH=6.9

同位体成分

成 分 名	分 析 値
δD	-62.0 SMOW‰
δ ¹⁸ O	-11.5 SMOW‰
δ ³⁴ S	+16.8 CDT ‰
δ ¹³ C	+ 0.8 PDB ‰
³ H	1.5±0.2 TR

第Ⅲ-18図 熱水（流体）分析キータイグラム図





第Ⅲ-19図 N61-OT-5 熱水(流体)の水素酸素同位体組成相関図

IV. コ ア 試 験

IV. コア試験

IV-1 顕微鏡観察

1. 観察方法

コア肉眼観察の際に採取した代表的岩石試料13個について岩石薄片を作成し、偏光顕微鏡により鉱物組成、岩石組織、変質の特徴などを観察し、変質鉱物を中心に変質の特徴などを考察した。

観察結果は、各試料ごとに顕微鏡記載カード（付帯資料）に記し、鉱物組成と鉱物量比を一覧表にして第IV-1表にまとめた。

また、各岩石薄片について代表的な部分を選んで平行ポラー及び直交ポラー下でのカラー写真を撮影し、付帯資料とした。このうち代表的薄片の顕微鏡写真を第IV-1図（1）～（4）に示す。なお、今回顕微鏡観察に供した試料と各地層との対比は次のとおりである。

地層	試料数	御岳第1期火山岩類	美濃帯中・古生層	計
	8		5	13

2. 観察結果
(1) 御岳第1期火山岩類

火山灰層、火山角礫岩、凝灰角礫岩、河床堆積砂・礫層、及び輝石安山岩から構成されている。

火山角礫岩は多孔質でかつ外来岩片（全て火山噴出物）の多い岩石である。外来岩片は普通輝石安山岩礫がほとんどである。安山岩礫は0.1～0.2mmの単斜輝石、0.1～1.5mmの角閃石、0.1～1.0mmの斜長石から構成され、0.1～0.2mmの磁鉄鉱を含む。斜長石は自形を呈し、アルバイト式双晶と累帯構造が一般的である。基質は多孔質で褐色ガラスを多く含む。凝灰角礫岩もほぼこれに類似した構造・組織である。

輝石安山岩はしそ輝石含有普通輝石安山岩で、多孔質である。斑状組織を呈し、斑晶としては斜長石、斜方輝石（しそ輝石）、単斜輝石（普通輝石）が認められるが、斜方輝石（しそ輝石）は微量である。石基は中粒完晶質～ガラス質で、斜長石の短冊状結晶（0.01mm×0.1mm～0.05mm×0.3mm）が認められる。変質鉱物として少量の方解石及び菱鉄鉱が認められる。

(ii) 美濃帯中・古生層

本層は、粘板岩、砂岩及びチャートから構成される。

粘板岩は、微粒の石英、斜長石、カリ長石、斜長石、カリ長石、斜長石の集合で、各鉱物粒は角礫状～亜円流し様の線構造又は縞状構造を示すものが多い。

砂岩は粒径0.05～0.3mmの石英、カリ長石、斜長石の集合で、各鉱物粒は角礫状～亜円礫状を呈する。淘汰は割合良好である。粗粒砂岩部（粒径0.1～1.5mm）も一部に認められる。

チャートは微晶質石英（<0.04mm）がほとんどを占め、他に少量の長石類、不透明鉱物、ジルコン等を含む。

美濃帯中・古生層中の変質は鏡下の観察の結果、微弱と判断せざるを得ない。変質鉱物としては方解石がわずかに認められるのみである。

3. 考 察

精密構造試験コア試料の岩石薄片顕微鏡観察により、各地層の岩石の特徴及び変質作用の状態が明らかにされ、さらに以下のこと考察された。

(i) 御岳第1期火山岩類には熱水による変質作用は肉眼観察と同様にほとんど認められなかった。クリストパライト等の変質鉱物は低温（<100℃）の温泉水による変質又は火砕岩・溶岩冷却時の天水との反応及びそれにひき続く続成作用等によって生成された初生鉱物と考えられ、地下深部の熱水による現世の変質作用はほとんどなかったと考えられる。

(ii) 美濃帯中・古生層にはいわゆる熱水による変質作用は肉眼観察と同様にほとんど認められなかった。方解石の細脈及び石英の細脈は普遍的に認められたが、幅数cm以上の方解石脈又は石英脈、さらには珪化帯及び炭酸塩化帯というものは認められなかった。また、絹雲母の細脈又は微粒（<0.05mm）の散在が認められるが、熱水による変質作用は認められない。

第Ⅳ-1表 N61-OT-5 顕微鏡観察結果一覧表

地 層 名	試 料			火 成 岩																	火 山 碎 屑 岩 ・ 堆 積 岩 ・ (変 成 岩)																	組 織	変 質 鉱 物								
				斑 晶					石 基												碎 屑 粒 お よ び 基 質																										
	番 号	深 度 m	岩 石 名	Pl	Cp	Op	Hb	Oq	Pl	Cp	Op	Ap	Si	Hb	Oq	Gl	Or	Ap	Mt	Bi	Qz	Si	Pl	Or	Cp	Op	Ac	Gr	Bi	Mu	Tm	Ap	Zr	Oq	Ht	Sp	Fo		Qz	Si	Ch	Se	Cl	C			
御 岳 第 1 期 火 山 岩 類	5 - 1	37.6～37.8	複輝石安山岩	○	・		△	・	◎					・		◎																															
	5 - 2	57.0	安山岩	◎			○						・			◎		・	・																												
	5 - 3	81.6～81.8	複輝石安山岩	○	・		△		◎		△		△～・	・		○		・	・	・																											
	5 - 4	119.7～120.0	複輝石安山岩	○					◎					△		◎		・	・																												
	5 - 5	164.2～164.5	火山角礫岩中の角礫	◎	・	△		・	◎	・	△					○		・	△																												
	5 - 6	199.2～199.4	複輝石安山岩	◎	△	△	・											・	・																												△
	5 - 7	240.6～240.8	河床堆積砂・礫層中の安山岩礫	◎	○	△			◎	○	○					◎			△																												△
	5 - 8	288.5～288.7	河床堆積砂・礫層中の安山岩礫	◎	・	△	○		◎		△					△		・	△																												・
美 濃 帯 中 ・ 古 生 層	5 - 9	330.1～330.3	砂質粘板岩																	◎		○～△							・								○					△	○				
	5 - 10	374.8～375.0	砂質粘板岩																	◎		○～△														・					○～△	◎		△			
	5 - 11	420.8～421.0	珪質粘板岩																	◎		○							・							○				○～△	○		△				
	5 - 12	463.6～463.8	珪質粘板岩																	◎		△～・														△				△	◎		△				
	5 - 13	493.7～493.9	チャート（珪質砂岩）																		◎		○	△											・						○	○		○			

(鉱物名)

Qz: 石 英

Si: シリカ鉱物

Or: カリ長石

Pl: 斜長石

Bi: 黒雲母

Hb: 普通角閃石

Cp: 単斜輝石

Op: 斜方輝石

Oq: 不透明鉱物

At: アクチノ閃石

Ap: 燐灰石

Cl: 粘土鉱物

Gl: ガラス

Fo: 微化石

Gr: ザクロ石

Mu: 白雲母

Ch: 緑泥石

Se: 絹雲母

Tm: 電気石

Sp: スフェーン

C: 炭酸塩鉱物

Ht: 赤鉄鉱

Zr: ジルコン

Mt: 磁鉄鉱

(量の表現)

◎ 多 量

○ 中 量

△ 少 量

・ 微 量

顕微鏡写真略号

Ap : Apatite	磷灰石
C : Carbonaceous matter	炭質物
Cal : Calcite	方解石
Chl-V : Chlorite vein	綠泥石脈
F : Siliceous microfossil	珪質微化石
Gl : Glass	ガラス
Hb : Hornblende	角閃石
Mt : Magnetite	磁鉄鉱
Pl : Plagioclase	斜長石
Cpx : Clinopyroxene	単斜輝石
Opx : Orthopyroxene	斜方輝石
Qz : Quartz	石英
Qz-V : Quartz vein	石英脈
mQz : Microcrystalline quartz	微晶質石英
Ser : Sericite	絹雲母

IV－2 粉末X線回折分析

1. 分析方法

コアの肉眼鑑定時にほぼ40m間隔で採取した岩石試料13個について無定方位X線回折分析を行い、このうち粘土鉱物及び混合層粘土鉱物の存在が予想される試料5個について定方位試料を作成し、定方位X線回折分析を行った。地層別試料数を下表に示す。(カッコ内は定方位試料数)

地 層	個 数
御岳第1期火山岩類	8 (0)
美濃帯中・古生層	5 (5)
計	13 (5)

X線用コア試料はまず全量をステンレス製乳鉢内で50～100メッシュ程度に粉碎し、さらにその一部をメノウ乳鉢内で指先にざらつきを感じない程度に磨砕し、これを粉末X線回折分析用試料ホルダーに封入する手順を経て、無定方位試料として調整され、X線回折分析に供された。

無定方位試料のうち、 $14\text{ \AA}$ 、 $7\text{ \AA}$ 、 $10\text{ \AA}$ の反射のある試料、粘土鉱物及び混合層粘土鉱物の存在が予想される試料5個について定方位試料を作成した。定方位試料の作成手順は次のとおりである。すなわち、50～100メッシュに粉碎された試料の残量を更にメノウ乳鉢内で水中解砕し、次に、蒸留水と共にシリンダー中で分散させ、8時間放置した後、上澄液10mℓを回収し、これを遠心分離機にかけて沈澱させる。この沈澱物をスライドグラスに塗付して2枚以上の定方位試料を得た。うち1枚は無処理、他はエチレングリコール処理、加熱処理、塩酸処理を行い、その各々についてX線回折分析を行った。

なお、使用器械及びX線回折分析の照射条件は次のとおりである。

使用器械：理学電機（株） ロータフレックス RU-200

最大出力 60kV-200mA, 12kW

X線モノクロメーター付

X線回折分析の試験条件

仕 様	無 定 方 位 試 料	定 方 位 試 料
対 陰 極	Cu	Cu
フ イ ル タ ー	グラファイト・モノクロメーター	グラファイト・モノクロメーター
電 圧	40 kV	40 kV
電 流	150 mA	150 mA
フ ル ス ケ ー ル ・ カ ウ ン ト	4,000 CPS	4,000 CPS
時 定 数	0.5 s	0.5 s
走 査 速 度	2°/min	1°/min
記録紙スピード	2 cm/min	2 cm/min
発散スリット	1°	1°
管 数	シンチレーショントカウナター	
走査角度 2θ	2° ~ 40°	2° ~ 15°

以下の条件下で得られた無定方位試料の記録紙上の回折曲線に基づき4区分した。対象鉱物の最強ピークを取り、記録紙上でバックグラウンドから高さ1cm未満を微量とし、1,600 CPS未満を少量、3,200CPS未満を中量、3,200CPS以上を多量とした。

2. 分析結果

各試料のX線回折分析結果を第IV-2表に、検出鉱物分布図を第IV-2図に、変質分帯の出現深度を第IV-3表に、また坑井間の変質分帯結果を第IV-3図にそれぞれ示す。本分析により同定された鉱物は次のとおりである。

粘土鉱物：絹雲母

緑泥石

沸石鉱物：検出されなかった。

N61-OT-5においては御岳第1期火山岩類中に粘土鉱物は検出されなかった。又、同坑試料美濃帯中・古生層中には普遍的に絹雲母及び緑泥石が含まれている。

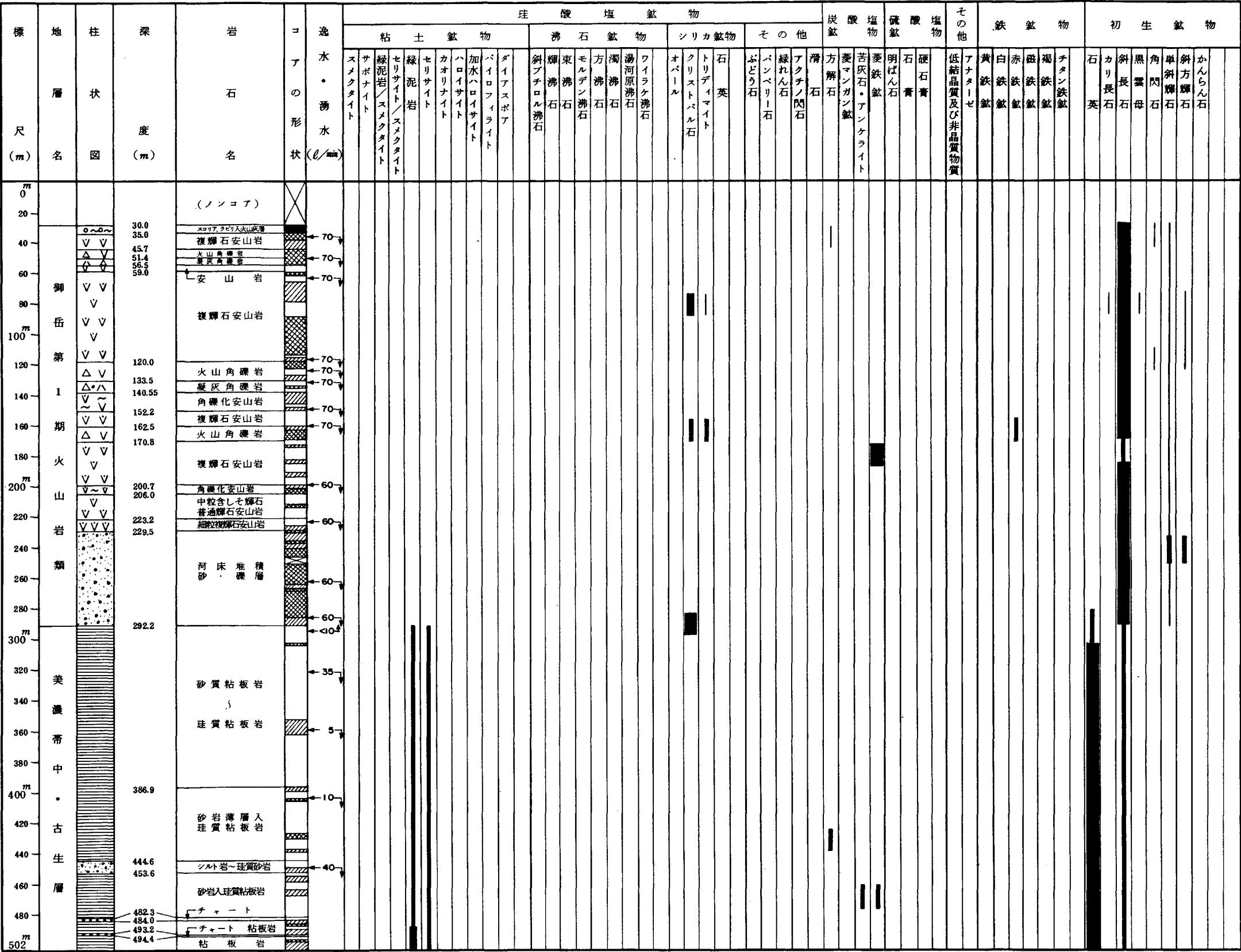
なお、エチレングリコール処理、塩酸処理を施した定方位試料のX線回折分析においても、モンモリロナイト族、混合層鉱物、カオリナイト族粘土鉱物等は検出されなかった。

3. 考 察

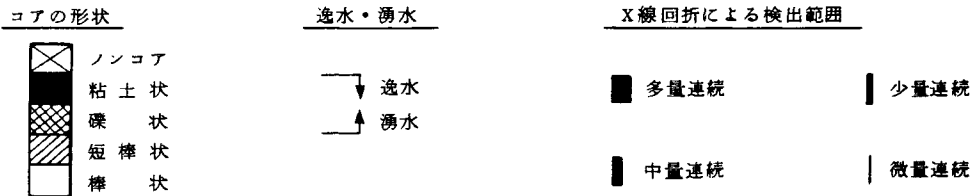
地熱資源調査における変質帯調査の目的は、地熱変質帯の分布・形状および変質鉱物の組み合わせから、過去から現在にわたって地下に潜在した熱源および地熱貯留層の規模、形状、熱水の物理化学性とその流動方向等を推定しようとするものである。

第IV-2表 N61-OT-5 X線回析分析結果一覽表

◎ 多量 ○ 中量 △ 少量 · 微量 T: 定方向 E: EG处理 H: HCl处理 K: 加熱处理



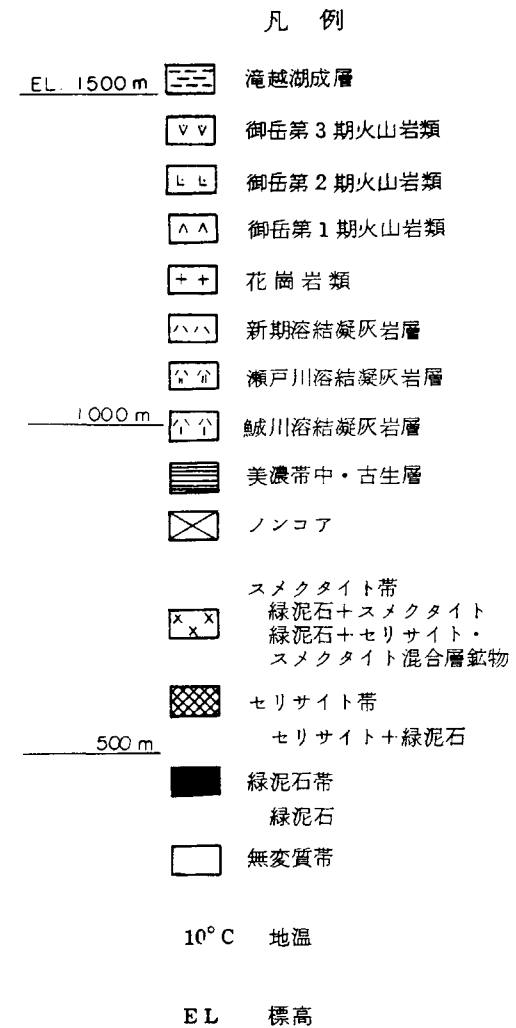
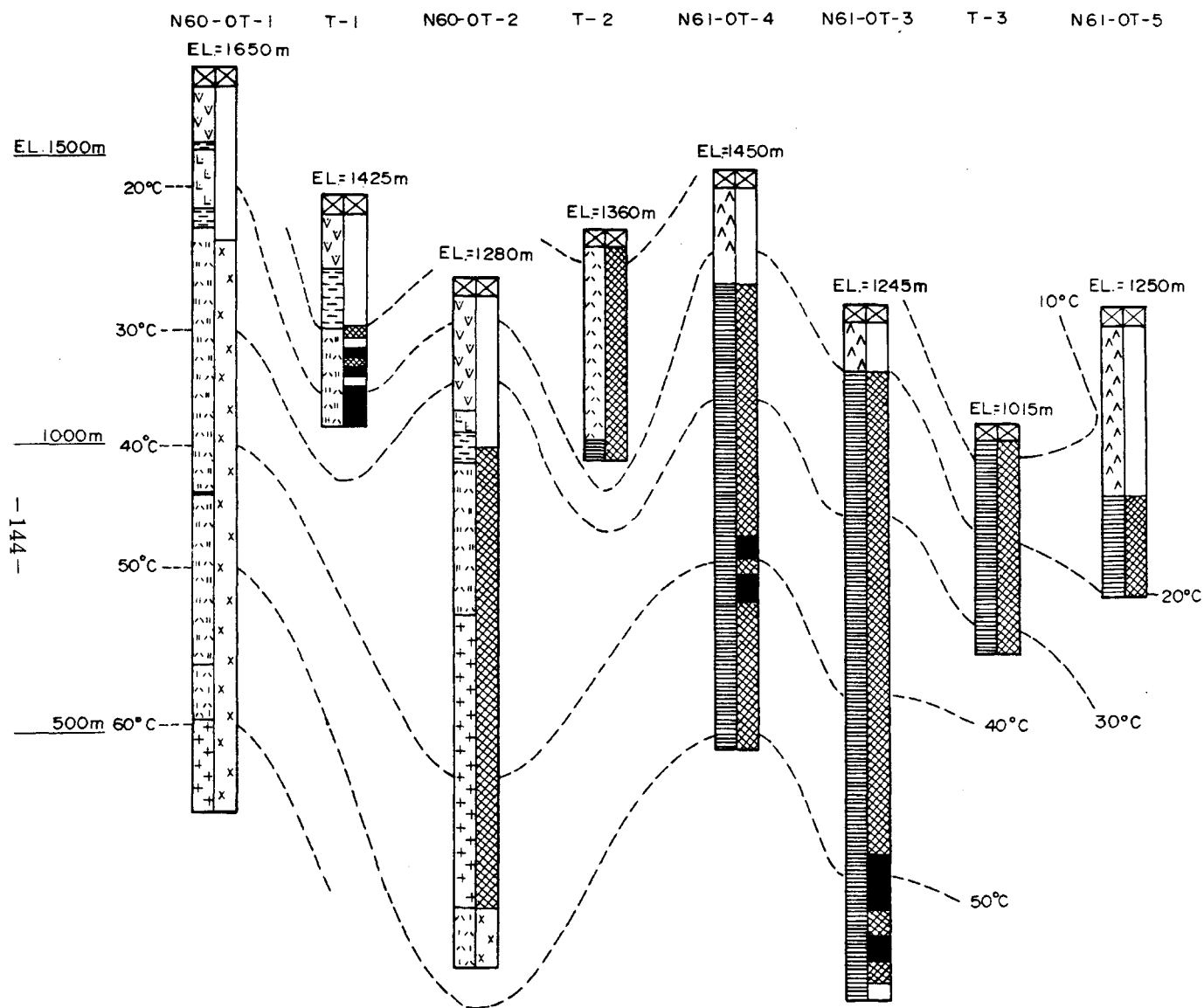
第Ⅳ-2図 N61-OT-5 検出鉱物分布図



第IV-3表 N60-OT-1, N60-OT-2, N61-OT-3, N61-OT-4, N61-OT-5, 変質鉱物出現深度表

鉱物種		シリカ鉱物		硫酸塩鉱物		粘土鉱物					その他	沸石鉱物			
		クリストパル石	石英	明ばん石	硬石膏	スメクタイト	カオリン	混合層 鉱物	バイロフィ ライト	セリサイト 緑泥石	緑れん石	斜方沸石	輝沸石	濁沸石	ワイナ沸石
生成条件	温度	低温	中～高温	低～高温	低～高温	低温	低～中温	低～中温	高温	中～高温	高温	低温	低～中温	中温	高温
	pH	酸, 中～ アルカリ性	酸, 中～ アルカリ性	酸, 中～ アルカリ性	酸, 中～ アルカリ性	中性	酸性	酸, 中～ アルカリ性	酸性	中～ アルカリ性	中～ アルカリ性	中～ アルカリ性	中～ アルカリ性	中～ アルカリ性	中～ アルカリ性
深度 坑井名		m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m
N60-OT-1		31.15 ～ 242.80	273.90* ～ 1293.00	—	—	565.80 ～ 1028.70	—	273.90 ～ 1037.70	—	273.90 ～ 1293.00	—	—	673.30 ～ 738.50	512.80 ～ 542.00	—
N60-OT-2		37.40 ～ 319.50	301.20* ～ 1203.50	—	—	301.20 ～ 304.30 1160.00 ～ 1170.00	—	301.20 ～ 304.30 994.70 ～ 1203.50	—	301.20 ～ 1163.60	—	—	—	—	—
N61-OT-3		—	—	—	—	30.00 ～ 53.90	—	—	—	114.10 ～ 1140.45	—	—	—	—	—
N61-OT-4		—	—	—	—	30.50 ～ 185.70	—	—	—	193.60 ～ 1002.50	—	—	—	—	—
N61-OT-5		81.60～ 81.80 164.20～ 164.50 288.50～ 288.70	288.50～ 501.90	—	—	—	—	—	—	330.10 ～ 501.90	—	—	—	—	—

* 初生鉱物



第IV-3図 坑井間変質分帯図（粘土鉱物による）

本調査においてX線回折分析結果による変質鉱物の組み合わせから地熱貯留層存在の可能性を考察する。

変質鉱物の組み合わせから地熱環境を類推する方法は、歌田（1977）又は林（1979）によるpHと温度をパラメータとする熱水変質帯の分類にしている。（地熱開発総合ハンドブック参照）

変質鉱物としては美濃帯中・古生層中に絹雲母及び緑泥石が生成している。熱水による変質作用の所産である白色変質鉱物は認められなかった。上記の分類に従うと、美濃帯中・古生層は弱酸～中性、弱変質、温度は200℃以下の環境であったことが類推できる。以上の事からN61-OT-5ボーリング地点の地表下500mまでは、地熱貯留層存在の可能性はほとんどないと言える。

IV - 3 物性試験

1. 試験方法

(i) 密度及び有効空隙率測定

(1) 使用測定器

本試験の重量測定に使用された機器類の名称・仕様は次のとおりである。

名 称	規 格 ・ 性 能	数 量
比重測定装置	秤量部：メトラー製 PE1600型 (最大1600 g, 読取り10mg) 機構部：シイベル機械製 DMA-1 型	1 台
恒 温 器	ヤマト製 FINE OVEN, MODEL DFM-61 使用温度範囲 40～210 °C 内容積 147リットル	1 台
デシケーター	内径 260mm, 全高 395mm, プレート径 240mm	2 台

(2) 測定方法

測定の手順は、自然状態の空中重量→湿潤状態の空中重量→乾燥状態の空中重量→湿潤状態の水中重量の順に測定を進めた。

i) 自然状態の空中重量測定： W_3 (g)

室内で常温、常湿状態に放置した岩石試料の空中重量測定を行った。

ii) 湿潤状態の水中重量測定： W_2 (g)

岩石試料を純水中に浸し、24時間以上放置した後、水中重量を測定した。

iii) 湿潤状態の空中重量測定： W_1 (g)

前項で測定した岩石試料の周囲に付着した水を軽くふきとった後、すみやかに岩石試料の空中重量を測定した。

iv) 乾燥状態の空中重量測定： W_4 (g)

岩石試料を温度105～110℃に調整した乾燥器（恒温器）中において24時間以上乾燥した後岩石試料の重量を測定した。

v) 密度及び有効空隙率の計算

試料の体積： $V = W_1 - W_2$ (cc)

自然状態の密度： $\rho_1 = W_3 / V$ (g/cm³)

乾燥状態の密度： $\rho_2 = W_4 / V$ (g/cm³)

湿潤状態の密度： $\rho_0 = W_1 / V$ (g/cm³)

$$\text{有効空隙率} : P_0 = (W_1 - W_4) / V \times 100 (\%)$$

(ii) 帯磁率測定

(1) 使用測定器

3101型帯磁率計 バイソン社製

非磁性乳鉢

(2) 測定方法

- i) 密度測定完了後の試料を強制乾燥し、約100gを非磁性乳鉢で40メッシュ以下に粉砕する。
- ii) 約30ccをサンプル容器に入れ、重量W(g)を測定する。
- iii) バイソン3101型帯磁率計により見掛帯磁率Rを測定する。
- iv) 別に定めた自然状態の密度 ρ_1 を用い、容積帯磁率を下式により算出する。

$$K = R \times \left(\frac{d}{d'} \right)^2 \left(\frac{\rho_1}{\rho_2} \right)$$

ただし K : 容積帯磁率 ($\times 10^{-6} \text{emu/cc}$)

R : 見掛帯磁率測定値 ($\times 10^{-6}$)

d/d' : サンプル容器直径比 = 1

ρ_1 : 岩石状態の密度

ρ_2 : 粉末状態の比重 = W/V

W : 粉末サンプルの重量 (g)

V : 粉末サンプルの体積 (cc)

(iii) 弾性波速度測定

(1) 使用測定器

超音波速度測定器 NSPG-AD, UPD-30W 開発電子測器研究所製

(2) 測定方法

- i) 試料は長さ約5cmに両端面を平滑に切断する。両切断面は平行になるようにする。
試料の断面積は少なくとも 1cm^2 以上とし割れ目などのないものを選ぶ。
- ii) 試料は室内に数日放置した後、自然状態の測定を行う。次に送風乾燥機で 105°C 、7時間強制乾燥して強制乾燥状態の測定を行う。その後自然気圧下で24時間浸水して強制湿潤状態の測定を行う。
- iii) 測定は送受信素子を試料の両端面に圧着して測定する。超音波の伝達時間はデジタルに表示されるのでその数値を読取る。その際レコーダで記録も同時にとる。
- iv) 速度は伝達時間と送受信素子間の長さから計算した。

(iv) 熱伝導率測定

(1) 使用測定器

QTM-DI型迅速熱伝導率計 昭和電工製

(2) 測定方法

i) 試料は長さ10cmのものをコアカッターで縦半割りし、その面を準精密仕上げの研磨を行ない、室内で1週間以上放置する。

ii) 試料面の場所をかえた3点で測定し、下記によりその平均値をもって試料の代表値とし、標準偏差を計算した。

$$K = \frac{\sum K_i}{n} \quad \begin{array}{l} K : \text{代表値} \\ K_i : \text{測定値} \end{array}$$
$$\sigma_m = \sqrt{\frac{\sum (K_i - K)^2}{n}} \quad \begin{array}{l} n : \text{測定数} \\ \sigma_m : \text{標準偏差} \end{array}$$

iii) 測定温度は室温から35℃の間で測定した。

2. 試験結果

試料数は、計12個である。試験結果を第IV-4表、第IV-5表及び第IV-4図にまとめて示す。

試料数は御岳第1期火山岩類が7個、美濃帯中・古生層が5個である。全試料の物性試験を総合した第IV-5表及び第IV-4図につき述べる。

(i) 密度及び有効空隙率

自然状態密度は最小値2.30g/cm³（御岳第1期火山岩類・複輝石安山岩）から、最大値2.72g/cm³（美濃帯中・古生層、珪質粘板岩）までの範囲に分布する。

地層別に平均した自然密度は御岳第1期火山岩類2.48g/cm³、美濃帯中・古生層2.70g/cm³と古い地層ほど大きな値を示す。

有効空隙率は最小値0.87%（美濃帯中・古生層・チャート）から、最大値8.00%（御岳第1期火山岩類・火山角礫岩）に及ぶ。地層別に平均した有効空隙率は御岳第1期火山岩類4.79%に比べ美濃帯中・古生層は1.74%の小さい値を示す。

(ii) 帯磁率

帯磁率測定値は最小値117×10⁻⁶emu/cc（美濃帯中・古生層・砂岩薄層入・珪質粘板岩）から、最大値3,375×10⁻⁶emu/cc（御岳第1期火山岩類・河床堆積砂礫層）まで広い範囲に分布する。

地層別に平均した帯磁率は御岳第1期火山岩類1,691×10⁻⁶emu/ccに対し、美濃帯中・古生層は140×10⁻⁶emu/ccの小さい値を示す。

(iii) 弾性波速度

自然状態弾性波速度は、最小値 3.24km/sec (美濃帯中・古生層・チャート) から、最大値 5.31km/sec (御岳第1期火山岩類・複輝石安山岩) の範囲に分布する。地層別に平均した自然状態弾性波速度は御岳第1期火山岩類で 4.40km/sec 、美濃帯中・古生層で 4.48km/sec の比較的近い値を示す。

(iv) 熱伝導率

熱伝導率は最小値 $2.421 \times 10^{-3}\text{cal/cm} \cdot \text{sec} \cdot ^\circ\text{C}$ (御岳第1期火山岩類・複輝石安山岩) から、最大値 $10.975 \times 10^{-3}\text{cal/cm} \cdot \text{sec} \cdot ^\circ\text{C}$ (美濃帯中・古生層・チャート) の範囲に分布する。

地層別では御岳第1期火山岩類 $3.116 \times 10^{-3}\text{cal/cm} \cdot \text{sec} \cdot ^\circ\text{C}$ に対し、美濃帯中・古生層は $8.715 \times 10^{-3}\text{cal/cm} \cdot \text{sec} \cdot ^\circ\text{C}$ の大きな値を示す。

弾性波速度を除いてどの物性値についても、御岳第1期火山岩類に対して美濃帯中・古生層の物性値にはっきりと差が認められる。

3. 考 察

各々の物性値相互の相関関係を考察するため第IV-5図～第IV-14図に相関図を示し、第IV-6表に相関係数を表示した。

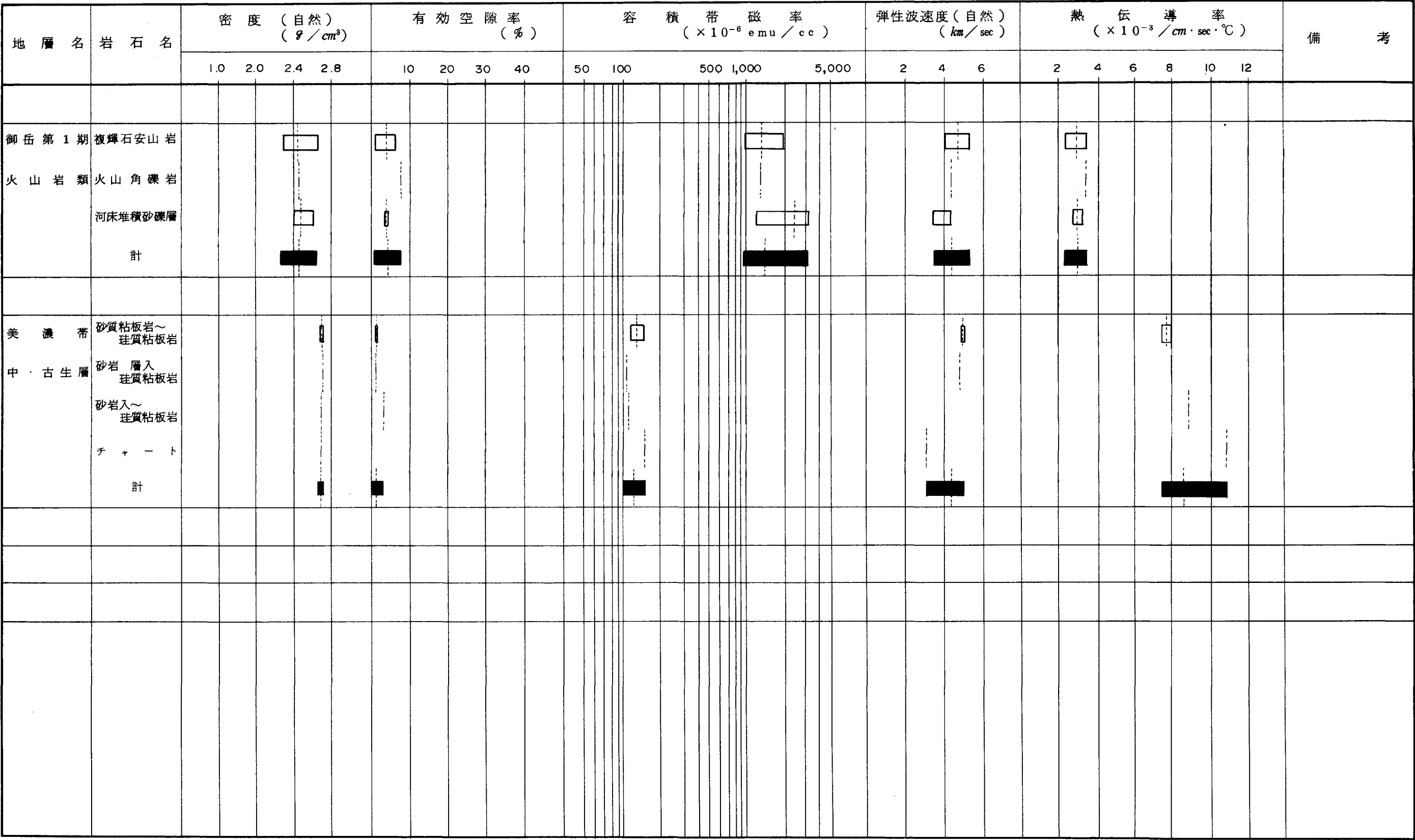
密度と有効空隙率、有効空隙率と熱伝導率及び帯磁率と熱伝導率に強い負の相関が認められ、密度と熱伝導率に強い正の相関が認められた。

第Ⅳ-4表 N61-OT-5 物性試験総括表

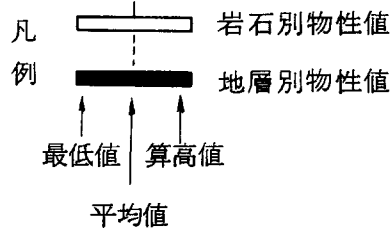
試料 番号	採取 深度 (m)	地層名	岩石名	密度(g/cm³)			有効空隙率 (%)	帯磁率 ($\times 10^{-6}$ emu/cc)	弾性波速度(Km/s)			熱伝導率 ($\times 10^{-3}$ cal /cm·s·°C)	
				自然	強制乾燥	強制湿潤			自然	強制乾燥	強制湿潤	平均値	標準偏差
5-1	37.7	御岳 第1期 火山岩類	複輝石安山岩	2.33	2.33	2.38	5.00	1,245	4.36	4.24	4.78	2.421	0.016
5-2	81.7		複輝石安山岩	2.54	2.53	2.58	4.44	1,980	4.06	4.03	4.56	3.548	0.013
5-3	119.8		複輝石安山岩	2.30	2.30	2.36	6.43	1,514	4.64	4.39	4.64	2.759	0.035
5-4	164.3		火山角礫岩	2.47	2.46	2.54	8.00	1,414	4.38	4.38	4.59	3.531	0.024
5-5	199.3		複輝石安山岩	2.67	2.67	2.68	1.01	966	5.31	5.05	5.68	3.386	0.025
5-6	240.7		河床堆積 砂・礫層	2.62	2.61	2.64	3.81	3,375	4.47	3.36	3.78	3.340	0.024
5-7	288.6		河床堆積 砂・礫層	2.40	2.40	2.45	4.86	1,345	3.57	3.77	4.16	2.824	0.019
5-8	330.2	美濃帯 中・古 生層	砂質粘板岩～ 珪質粘板岩	2.72	2.71	2.73	1.69	135	5.03	5.03	4.56	7.591	0.127
5-9	374.9		砂質粘板岩～ 珪質粘板岩	2.69	2.68	2.70	1.58	156	5.20	4.89	4.84	8.080	0.343
5-10	420.9		砂質薄層入 珪質粘板岩	2.72	2.71	2.73	1.49	117	4.86	4.54	3.43	8.010	0.343
5-11	463.7		砂岩入 珪質粘板岩	2.68	2.67	2.70	3.06	126	4.06	3.83	4.40	8.918	0.126
5-12	493.8		チャート	2.69	2.69	2.70	0.87	166	3.24	4.32	4.48	10.975	0.037

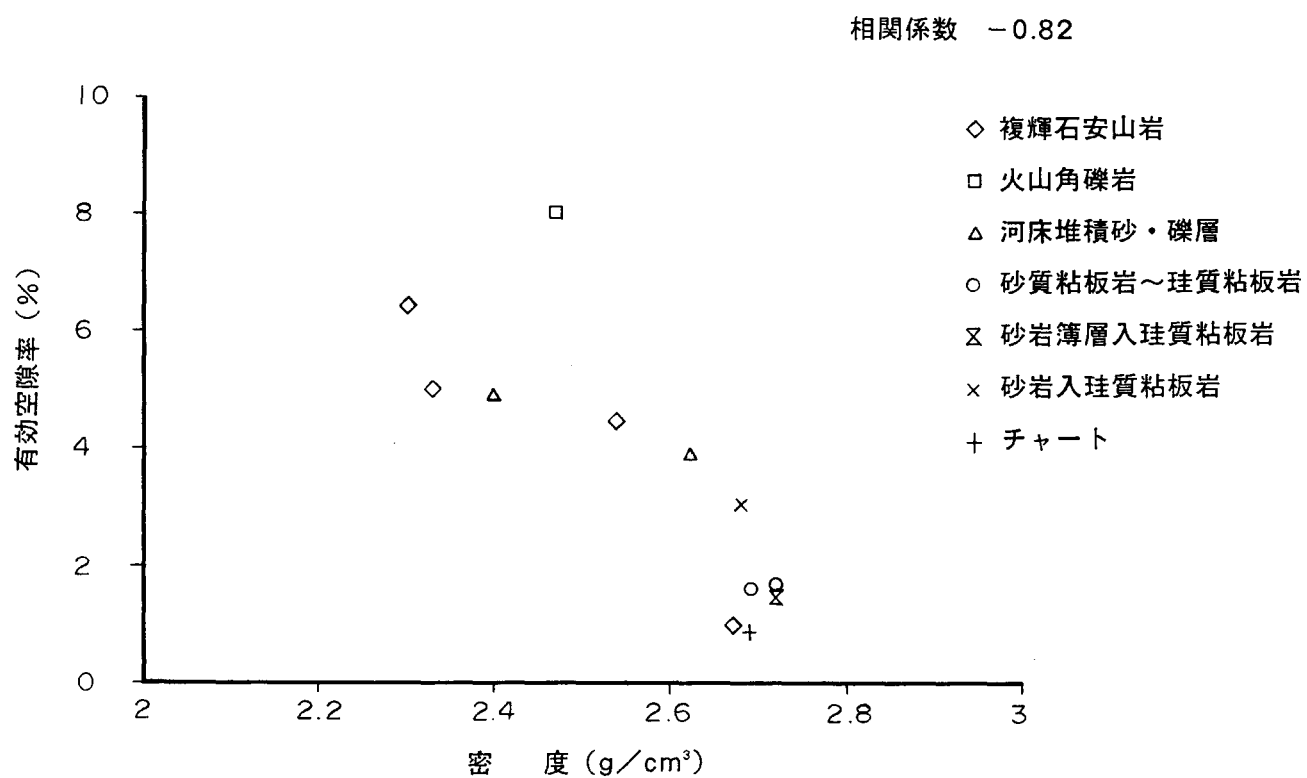
第Ⅳ－5表 N61－OT－5 地層別・岩石別物性値一覧表

地 層 名	岩 石 名	試料数	密 度 (g/cm³)									有効間隙率(%)			帯 磁 率 ×10 ⁻⁶ emu/cc			弾 性 波 速 度 (km/s)									熱 伝 導 率 (×10 ⁻³ cal/cm・s・℃)		
			自 然			乾 燥			湿 潤									自 然			乾 燥			湿 潤					
			最高	最低	平均	最高	最低	平均	最高	最低	平均	最高	最低	平均	最 高	最 低	平 均	最高	最低	平均	最高	最低	平均	最高	最低	平均	最 高	最 低	平 均
御岳第1期 火山岩類	複 輝 石 安 山 岩	4	2.67	2.30	2.46	2.67	2.30	2.46	2.68	2.36	2.50	6.43	1.01	4.22	1,980	966	1,426	5.31	4.06	4.59	5.05	4.03	4.43	5.68	4.56	4.92	3.548	2.421	3.028
	火 山 角 礫 岩	1	2.47	2.47	2.47	2.46	2.46	2.46	2.54	2.54	2.54	8.00	8.00	8.00	1,414	1,414	1,414	4.38	4.38	4.38	4.38	4.38	4.38	4.59	4.59	4.59	3.531	3.531	3.531
	河 床 堆 積 砂 礫 層	2	2.62	2.40	2.51	2.61	2.40	2.50	2.64	2.45	2.54	4.86	3.81	4.34	3,375	1,345	2,360	4.47	3.57	4.02	3.77	3.36	3.56	4.16	3.78	3.97	3.340	2.824	3.082
	計	7	2.67	2.30	2.48	2.67	2.30	2.47	2.68	2.36	2.52	8.00	1.01	4.79	3,375	966	1,691	5.31	3.57	4.40	5.05	3.36	4.17	5.68	3.78	4.60	3.548	2.421	3.116
美濃帯 中・古生層	砂質粘板岩～珪質粘板岩	2	2.72	2.69	2.70	2.71	2.68	2.70	2.73	2.70	2.72	1.69	1.58	1.64	156	135	146	5.20	5.03	5.12	5.03	4.89	4.96	4.84	4.56	4.70	8.080	7.591	7.836
	砂岩薄層入珪質粘板岩	1	2.72	2.72	2.72	2.71	2.71	2.71	2.73	2.73	2.73	1.49	1.49	1.49	117	117	117	4.86	4.86	4.86	4.54	4.54	4.54	3.43	3.43	3.43	8.010	8.010	8.010
	砂 岩 入 珪 質 粘 板 岩	1	2.68	2.68	2.68	2.67	2.67	2.67	2.70	2.70	2.70	3.06	3.06	3.06	126	126	126	4.06	4.06	4.06	3.83	3.83	3.83	4.40	4.40	4.40	8.918	8.918	8.918
	チ ャ ー ト	1	2.69	2.69	2.69	2.69	2.69	2.69	2.70	2.70	2.70	0.87	0.87	0.87	166	166	166	3.24	3.24	3.24	4.32	4.32	4.32	4.48	4.48	4.48	10.975	10.975	10.975
	計	5	2.72	2.68	2.70	2.71	2.67	2.69	2.73	2.70	2.71	3.06	0.87	1.74	166	117	140	5.20	3.24	4.48	5.03	3.83	4.52	4.84	3.43	4.34	10.975	7.591	8.715

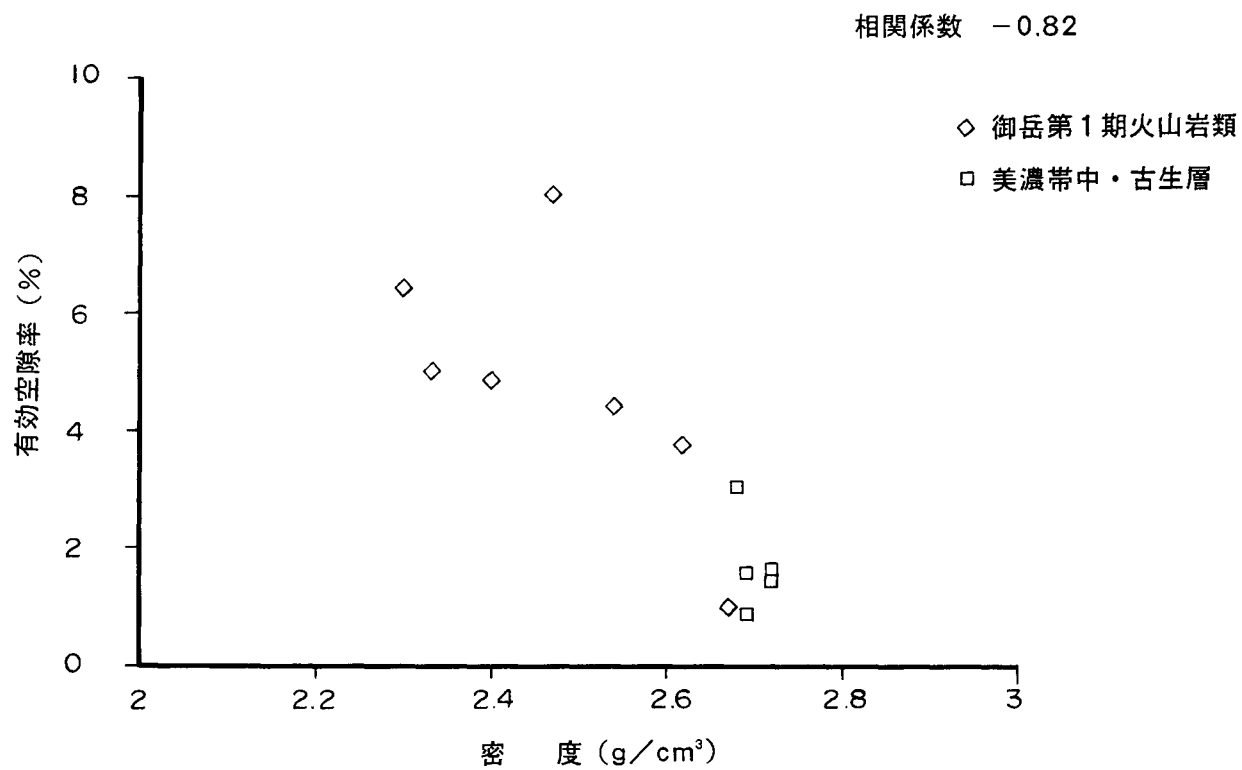


第Ⅳ-4図 N61-OT-5 地層別・岩石別物性値総括図



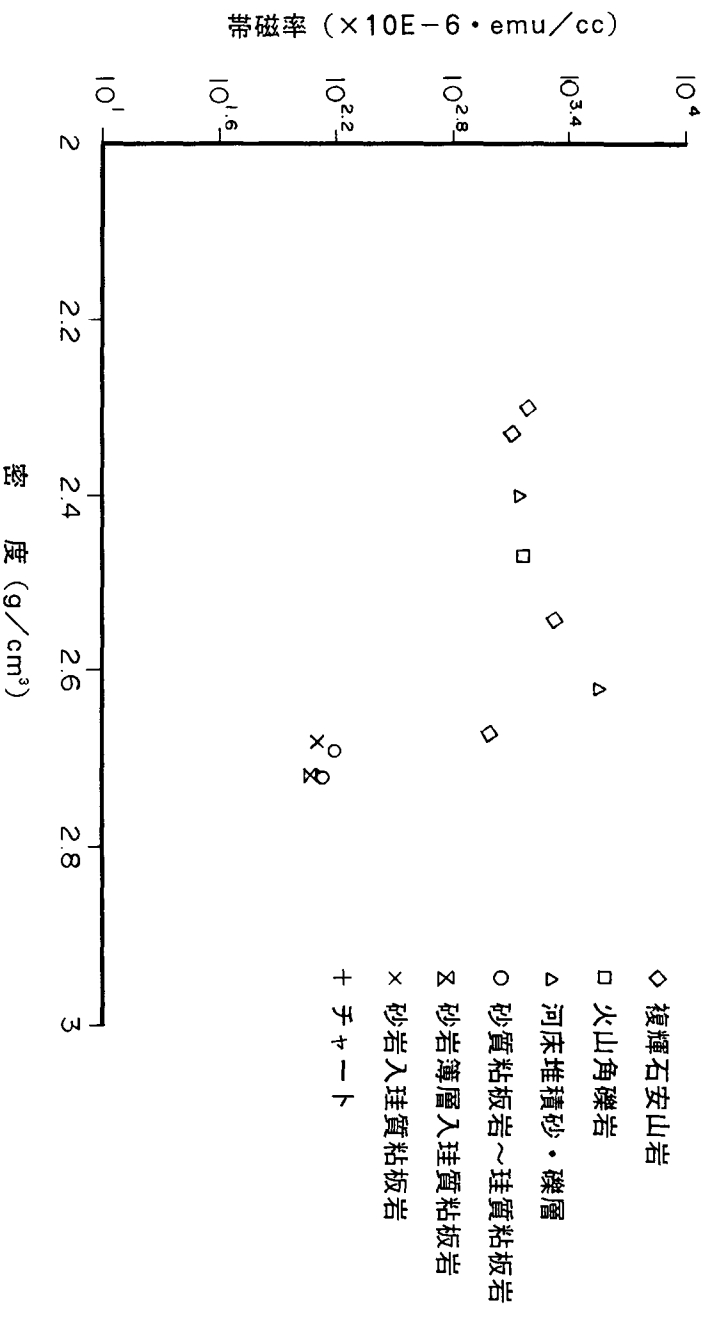


第IV-5図(1) 有効空隙率 - 密度相関図 (岩石別)



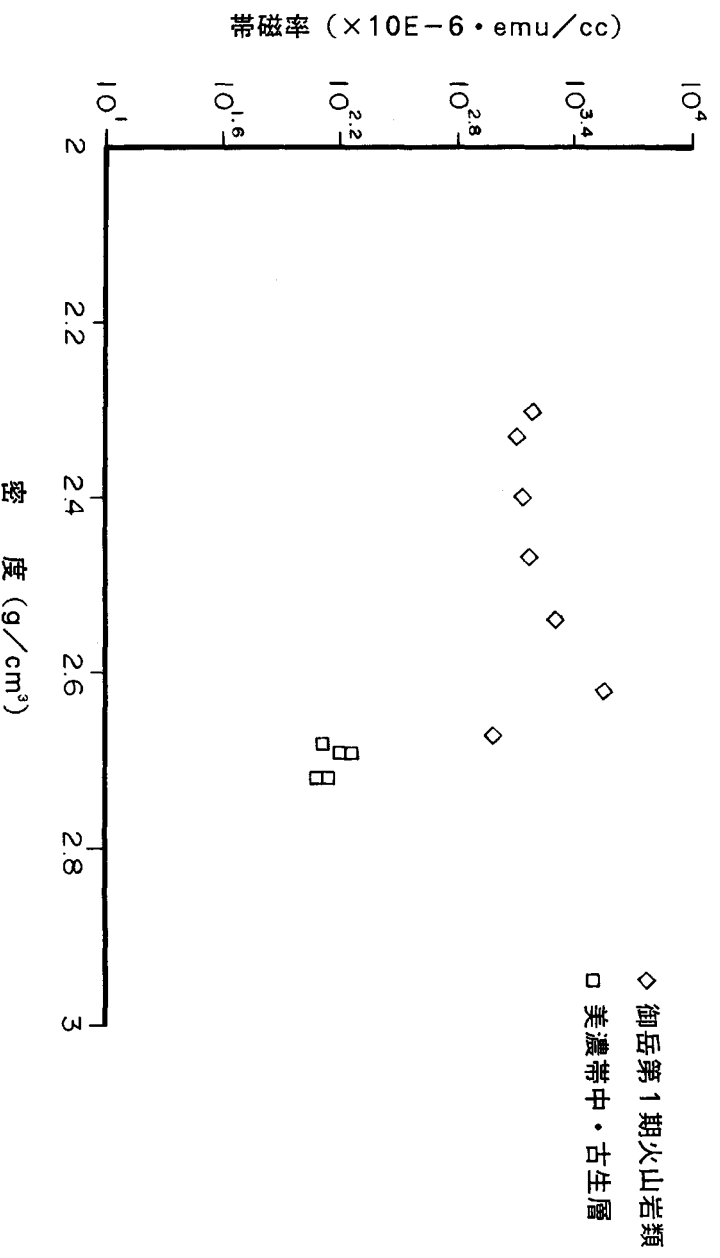
第IV-5図(2) 有効空隙率 - 密度相関図 (地層別)

相関係数 -0.45



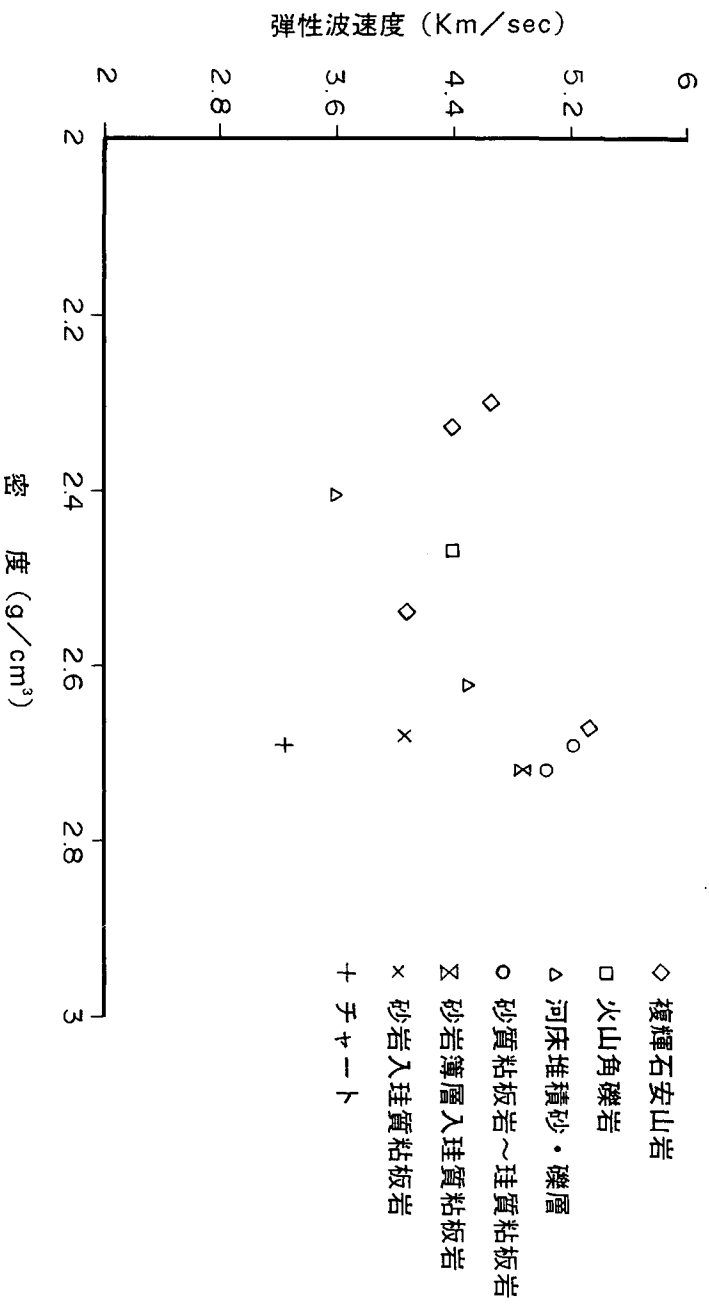
第IV-6图(1) 解磁率—密度相关图(若石別)

相関係数 -0.45



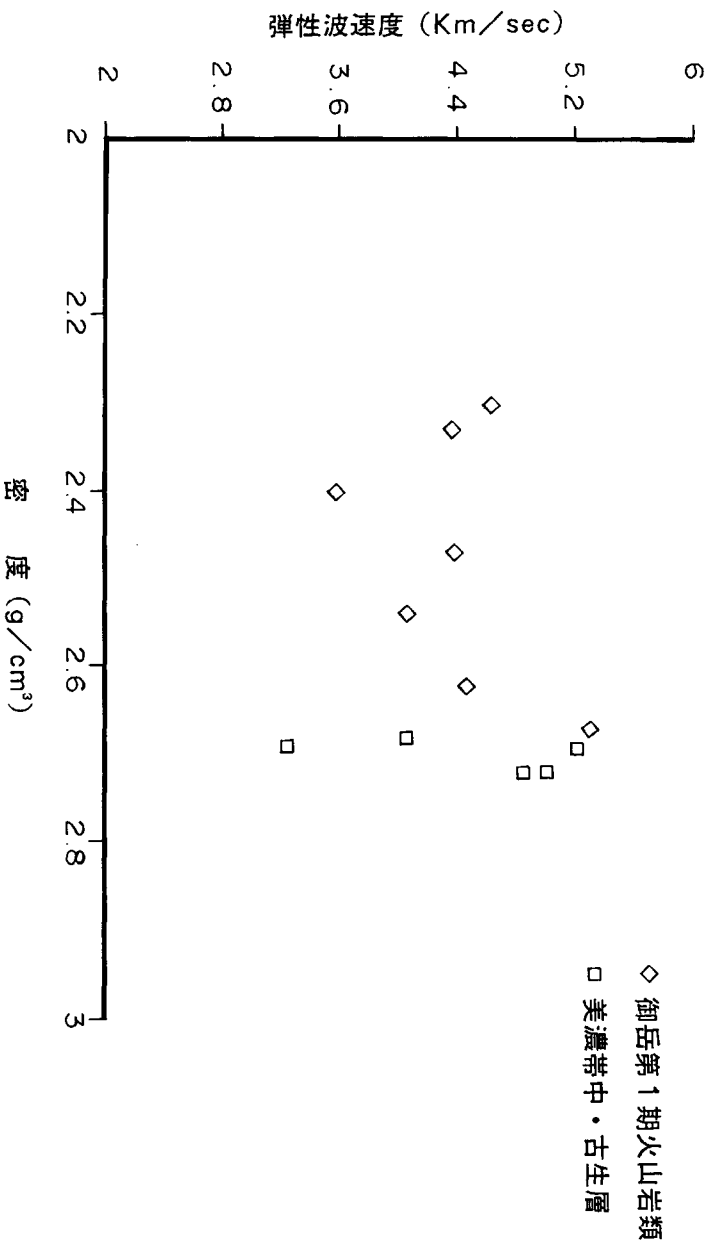
第IV-6图(2) 频率—密度关系图(地层别)

相関係数 0.25



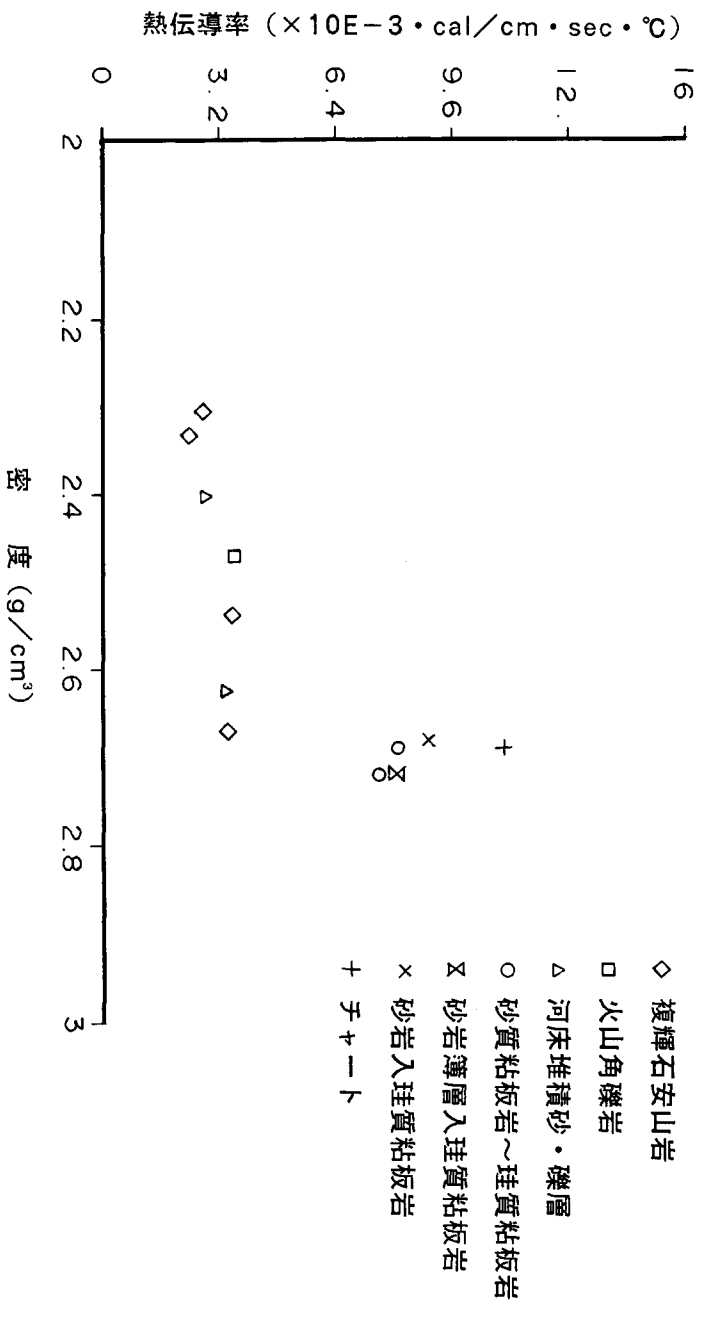
第IV-7図(1) 弾性波速度-密度相関図(岩石別)

相関係数 0.25

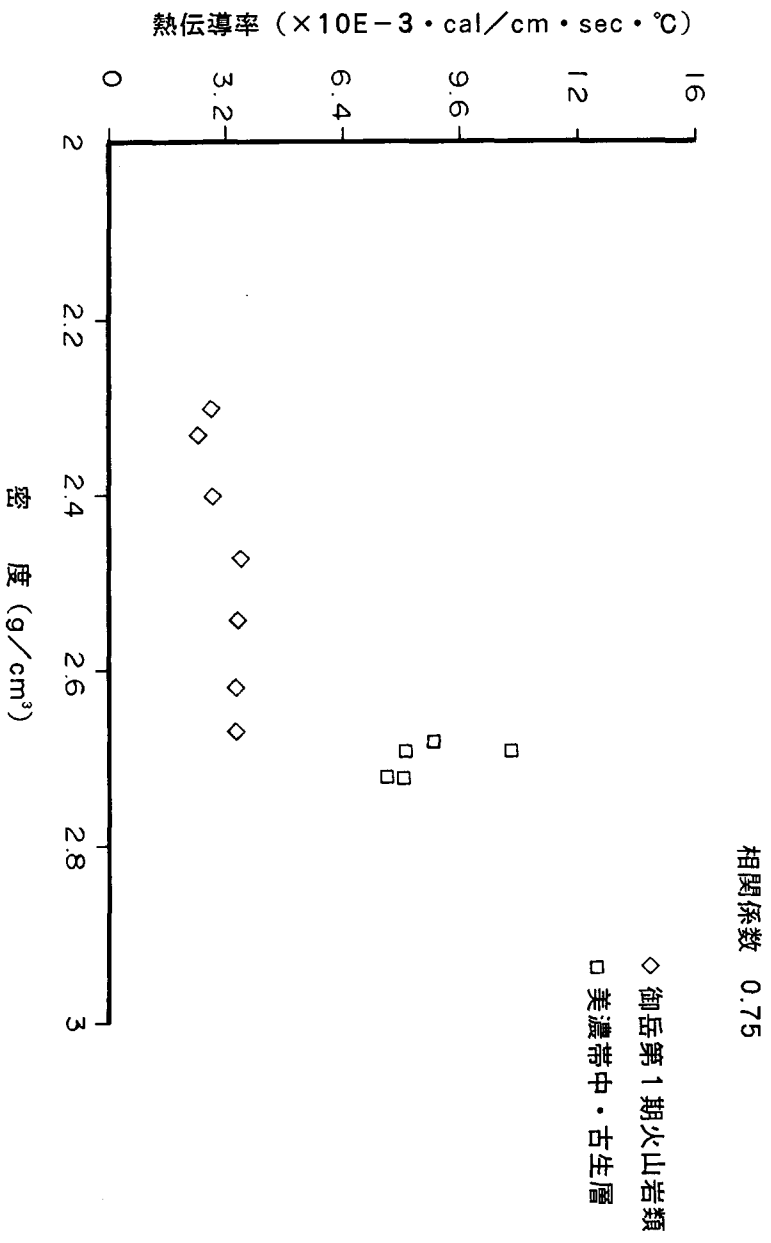


第IV-7図(2) 弾性波速度-密度相関図(地層別)

相関係数 0.75

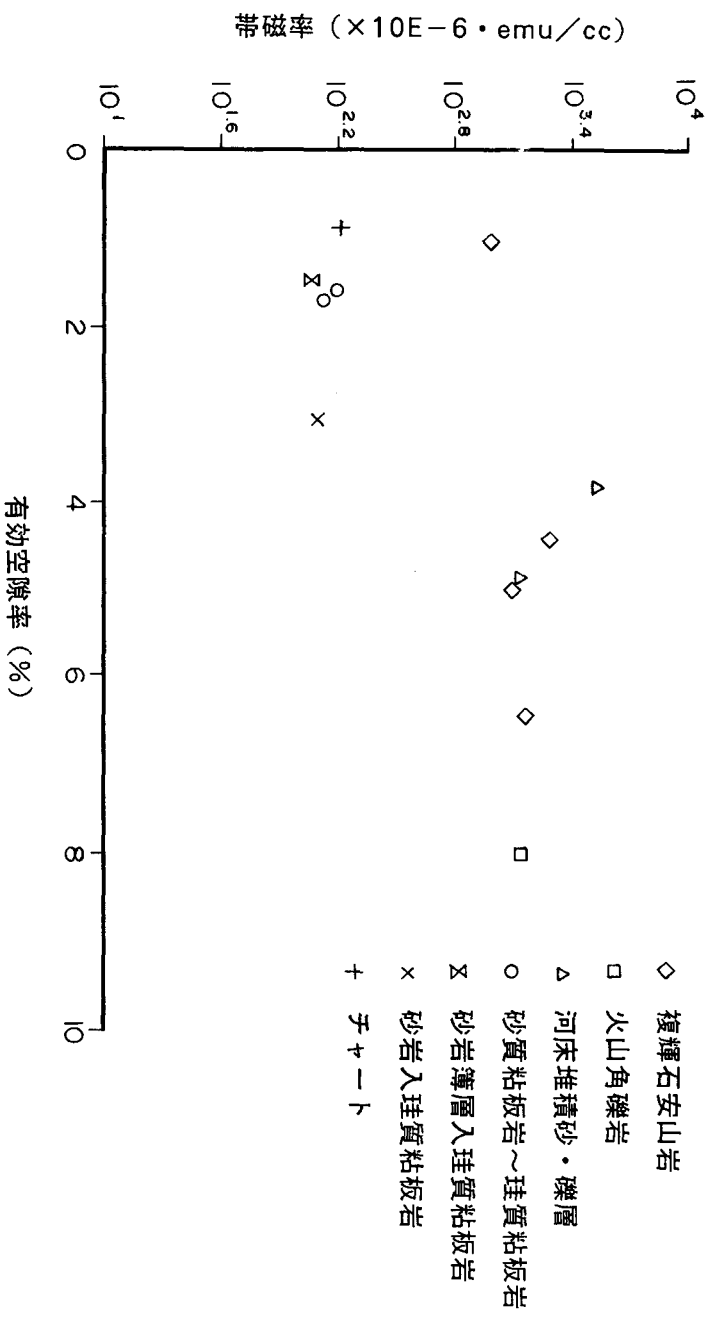


第IV-8図(1) 熱伝導率-密度相関図(岩石別)

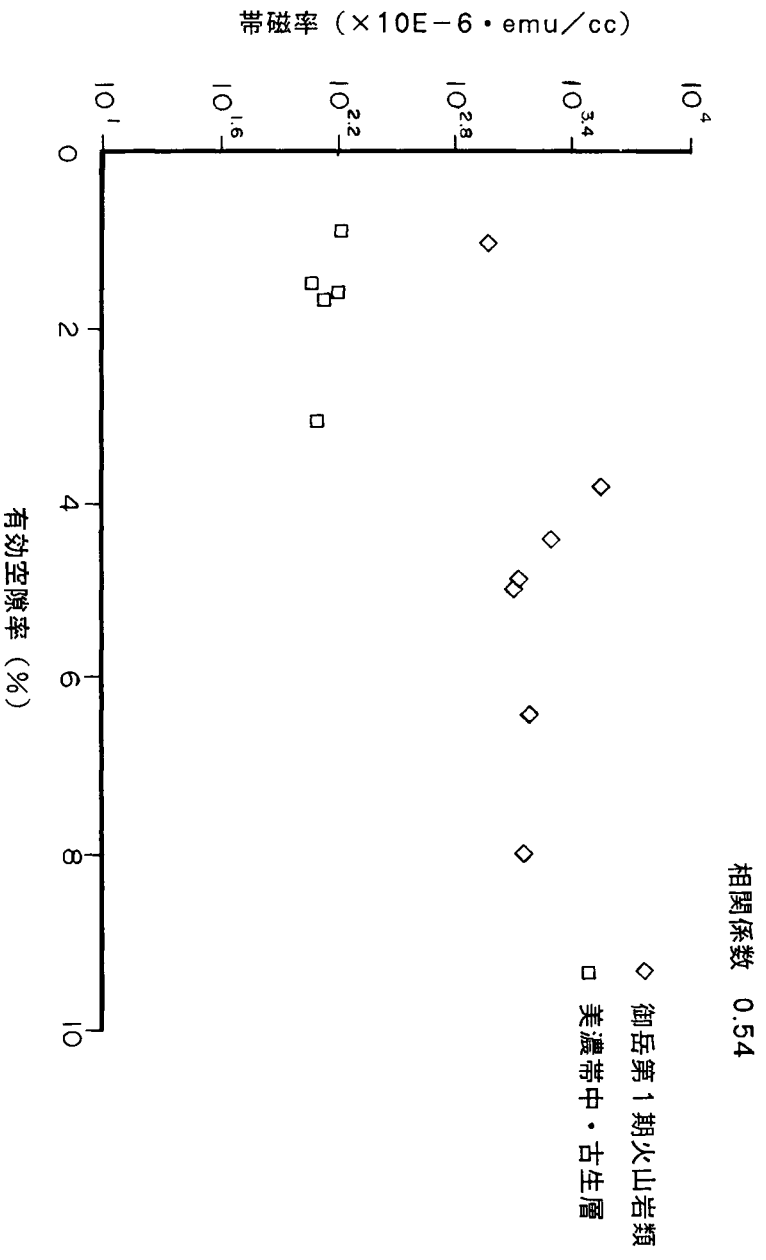


第IV-8図(2) 熱伝導率-密度相関図(地層別)

相関係数 0.54

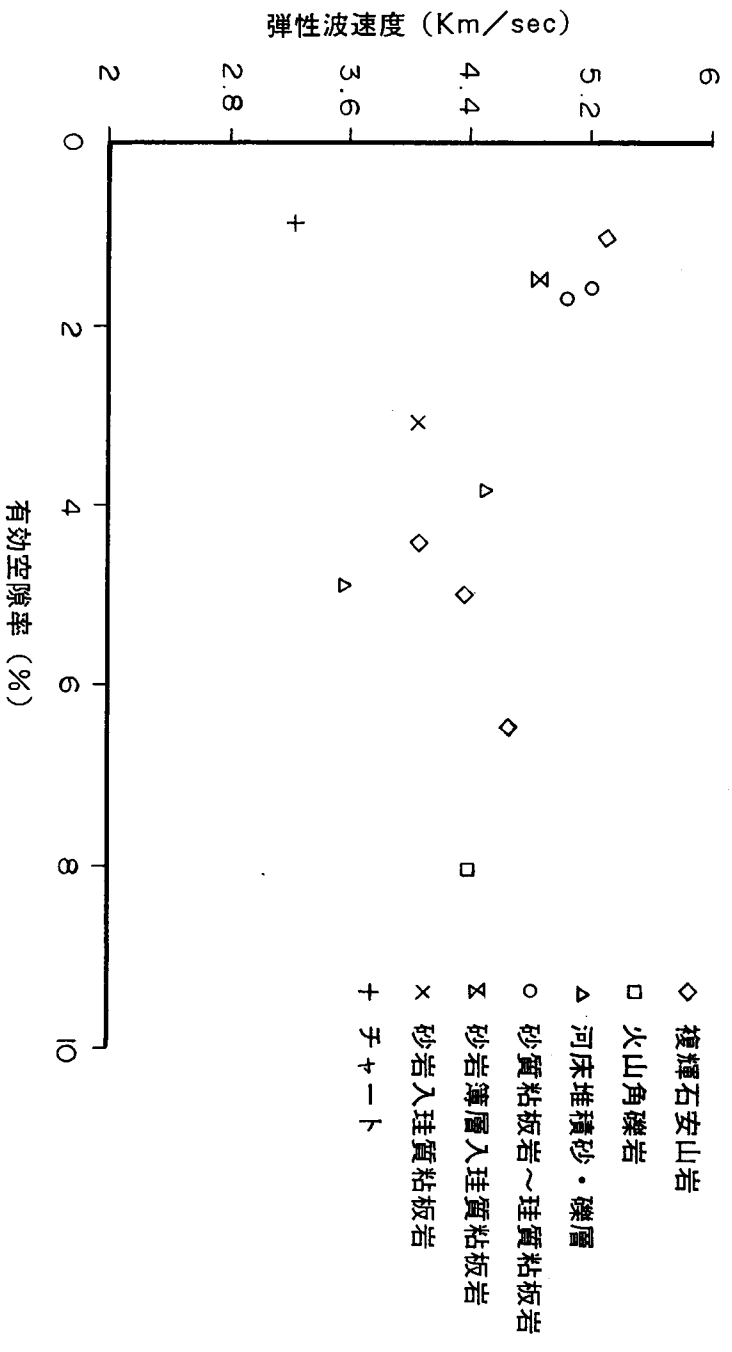


第IV-9図(1) 帯磁率-有効空隙率相関図(岩石別)



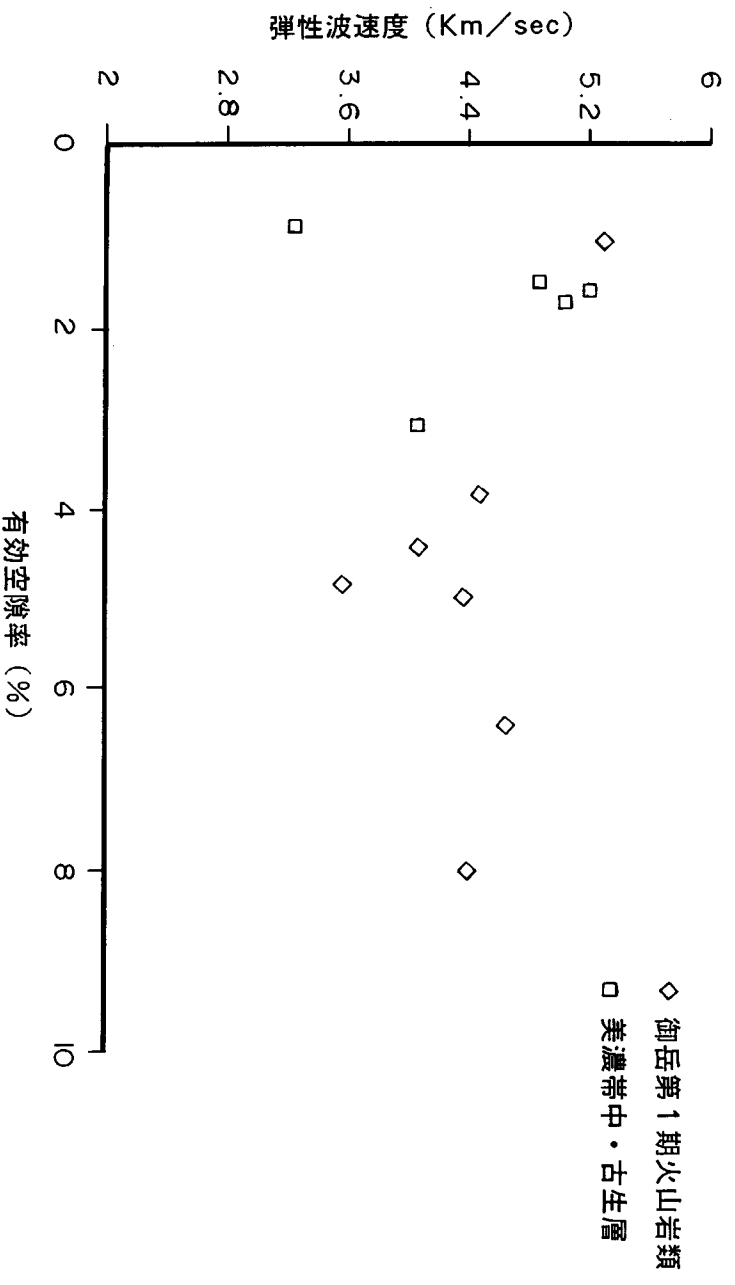
第IV-9図(2) 帯磁率-有効空隙率相関図(地層別)

相関係数 -0.22



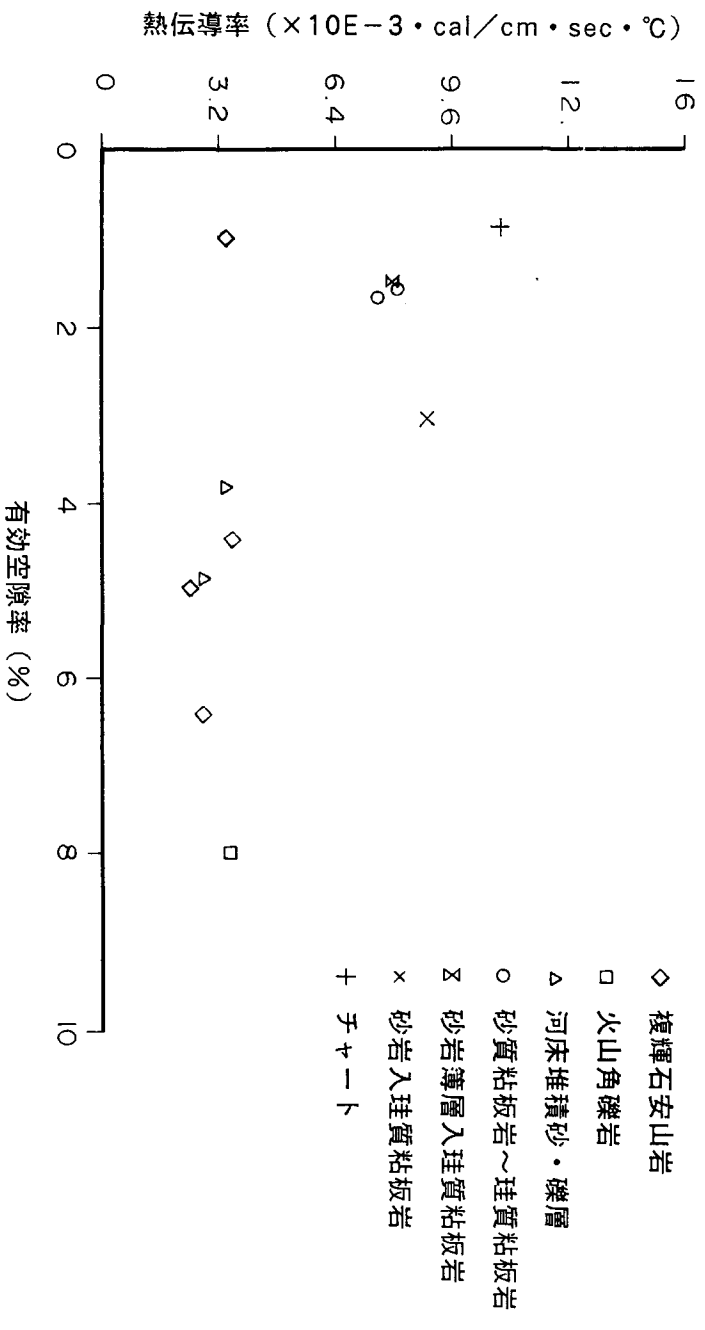
第IV-10図(1) 弾性波速度-有効空隙率相関図(岩石別)

相関係数 -0.22



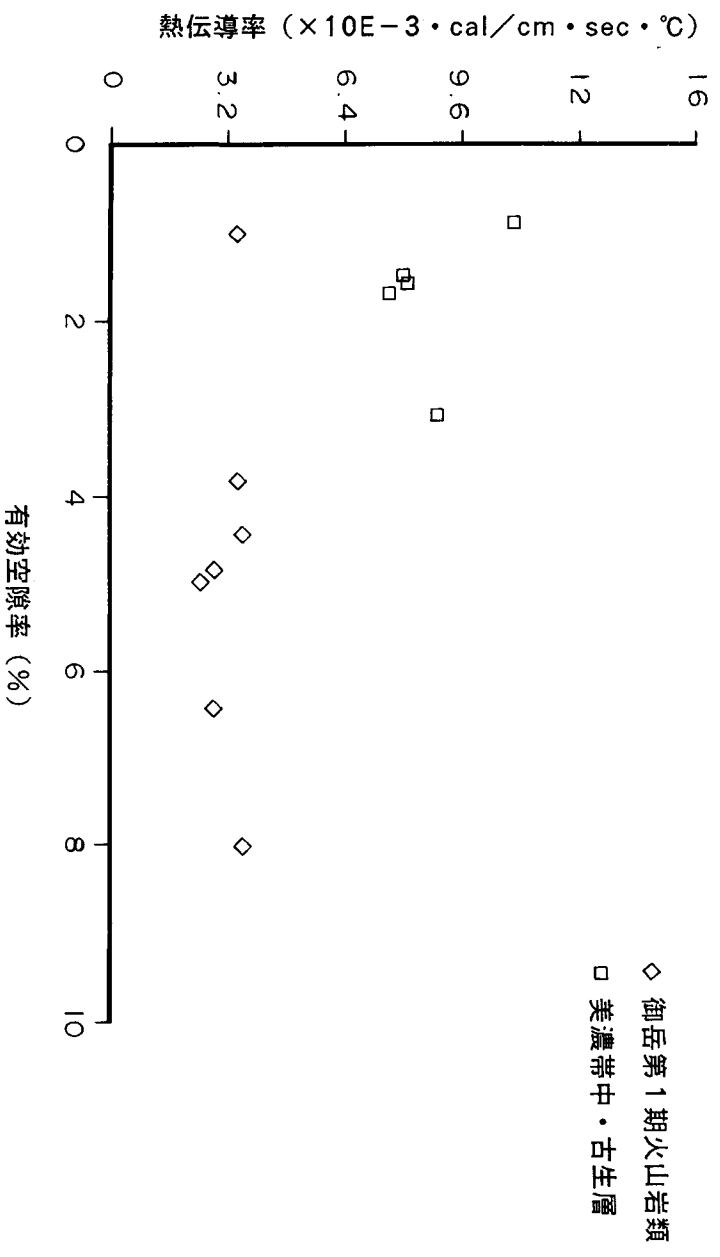
第IV-10図(2) 弾性波速度-有効空隙率相関図(地層別)

相関係数 -0.68



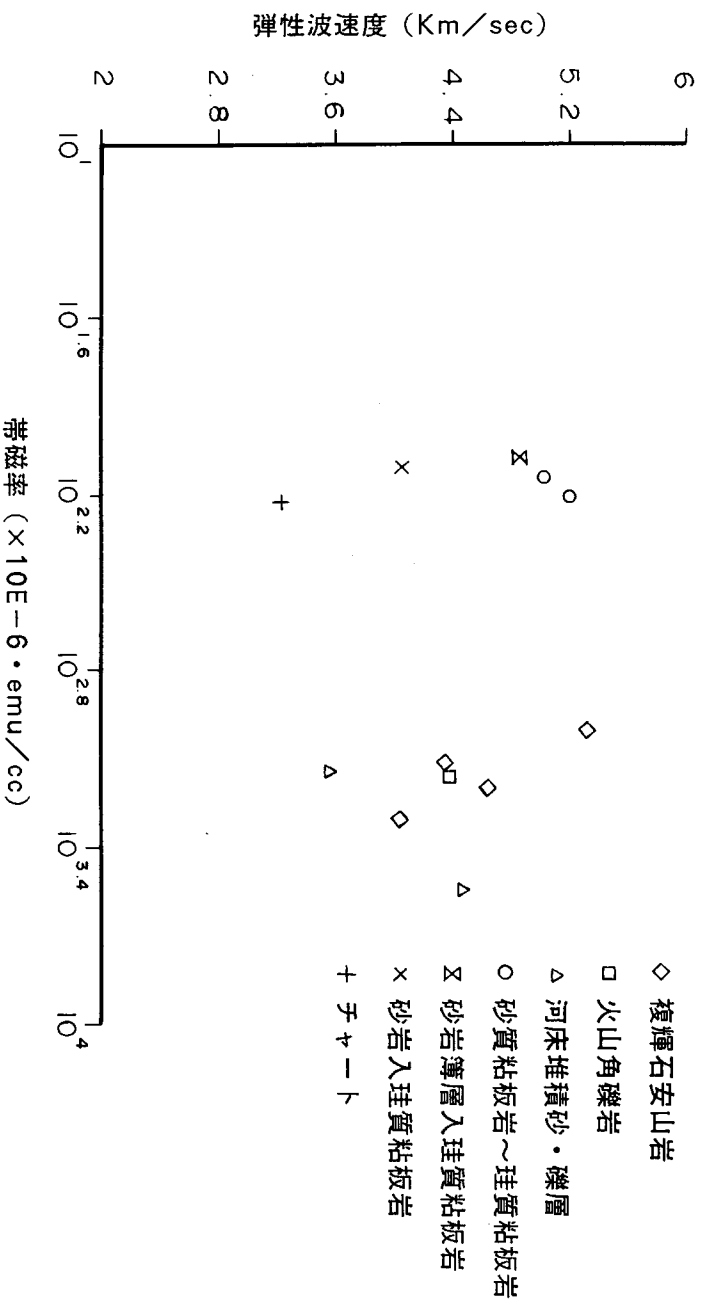
第IV-11図(1) 熱伝導率-有効空隙率相関図(岩石別)

相関係数 -0.68

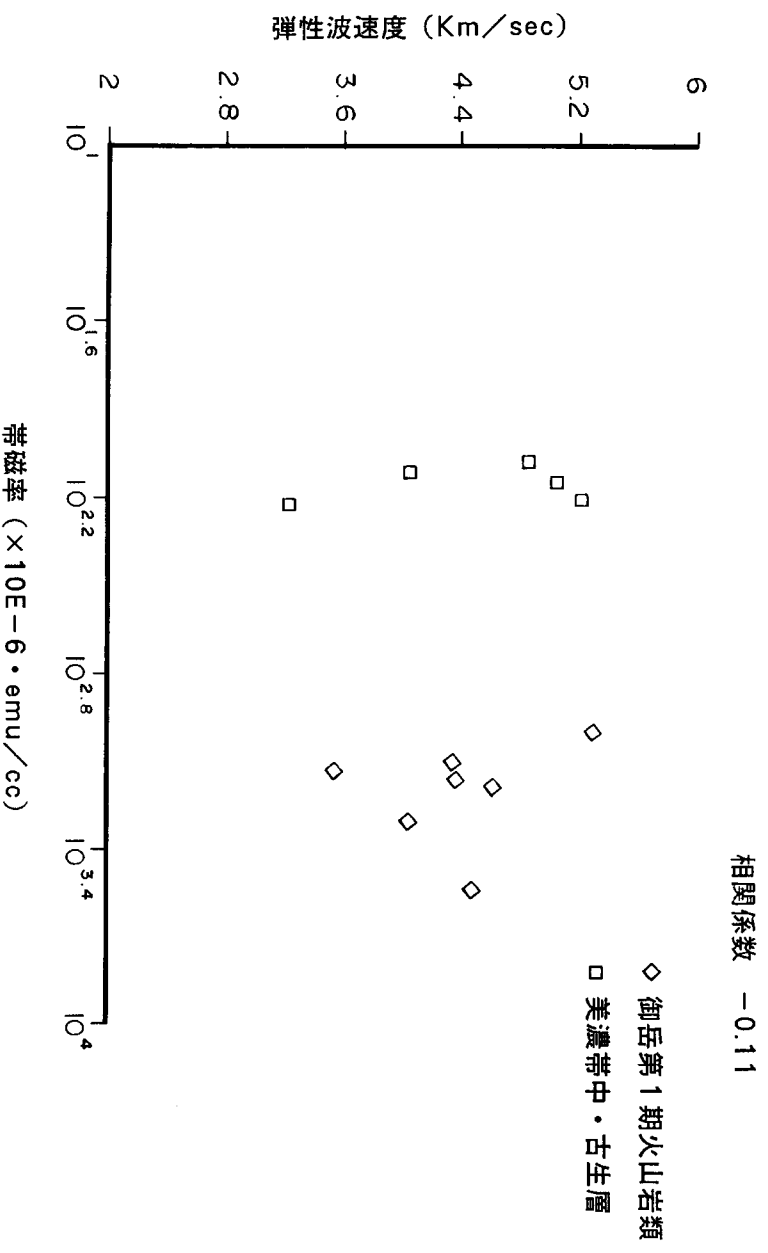


第IV-11図(2) 熱伝導率-有効空隙率相関図(地層別)

相関係数 -0.11

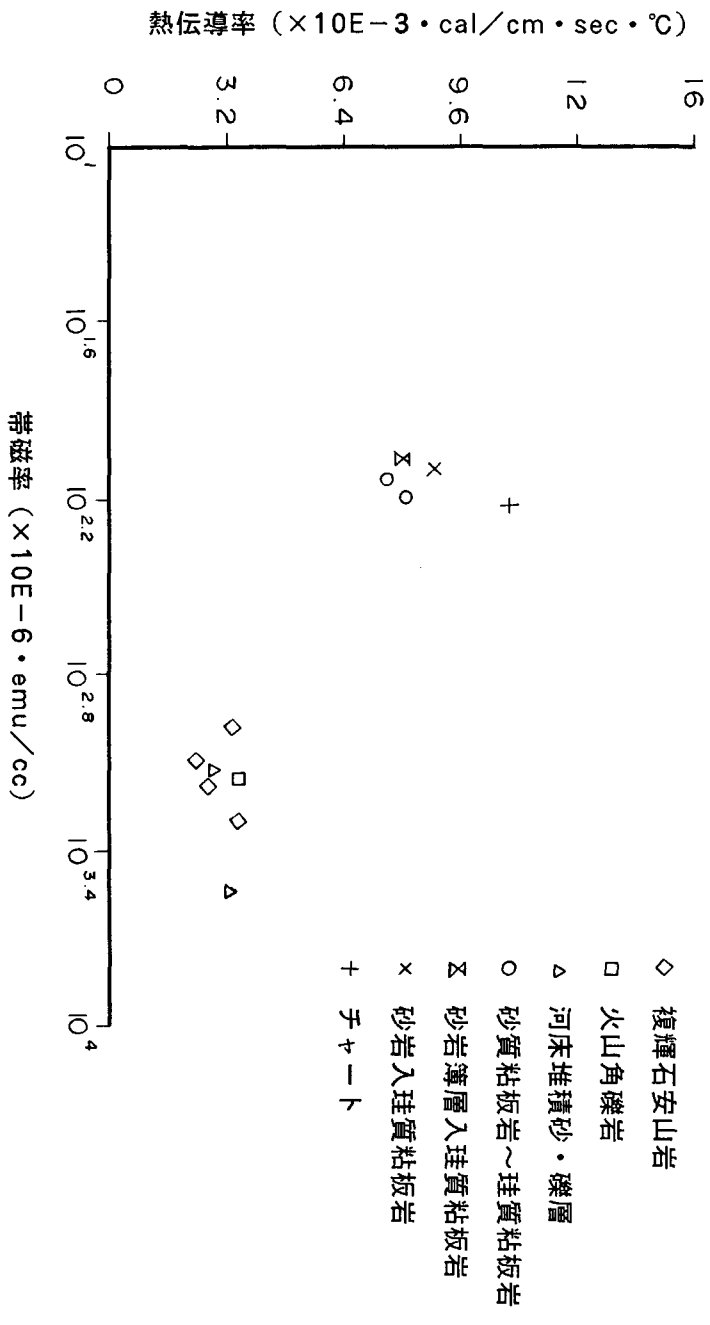


第IV-12圖(1) 彈性波速度—帶磁率相關圖(岩石別)

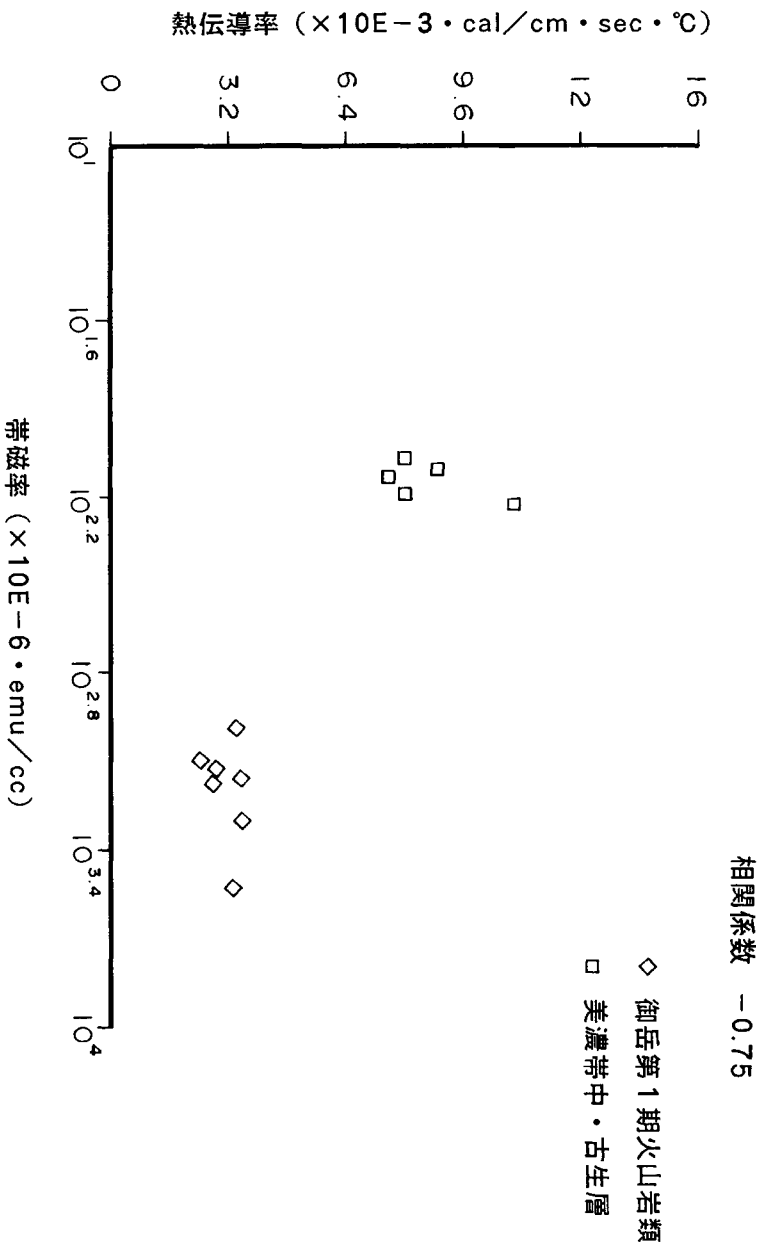


第IV-12图 (2) 弹性波速度—带磁率相关图(地层别)

相関係数 -0.75

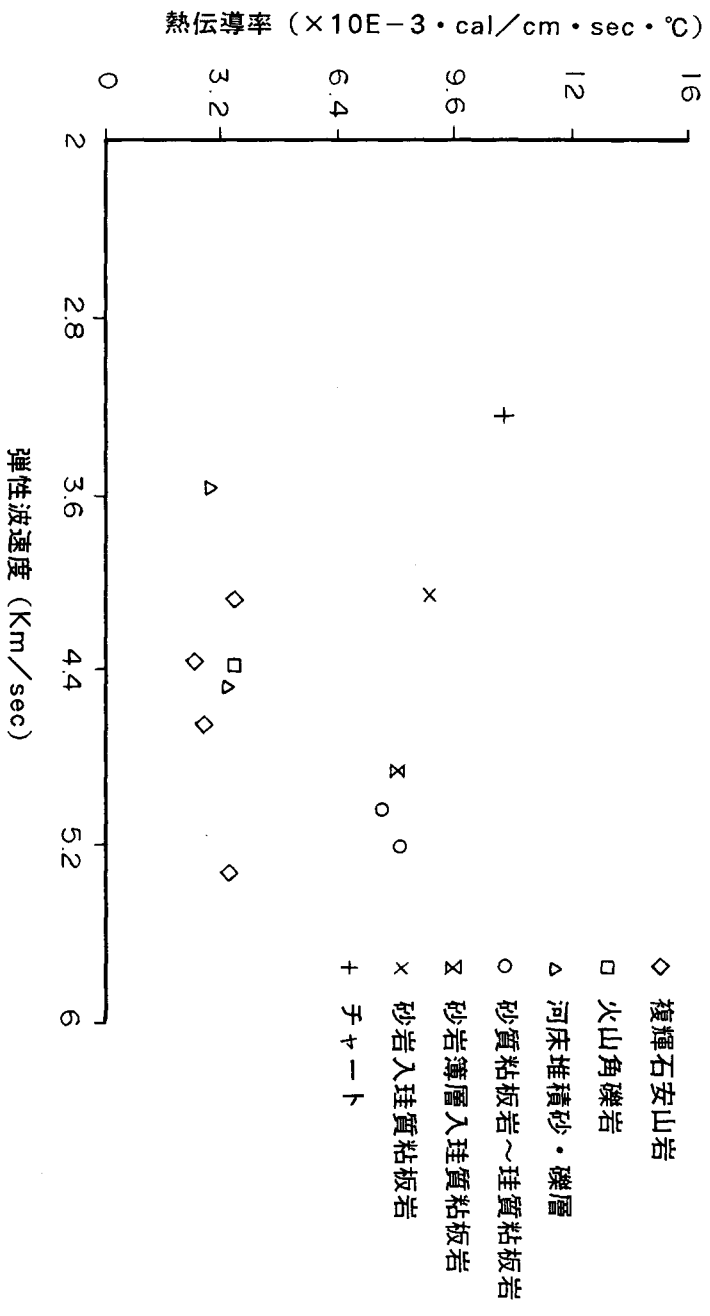


第IV-13図 (1) 熱伝導率-帯磁率相関図 (岩石別)

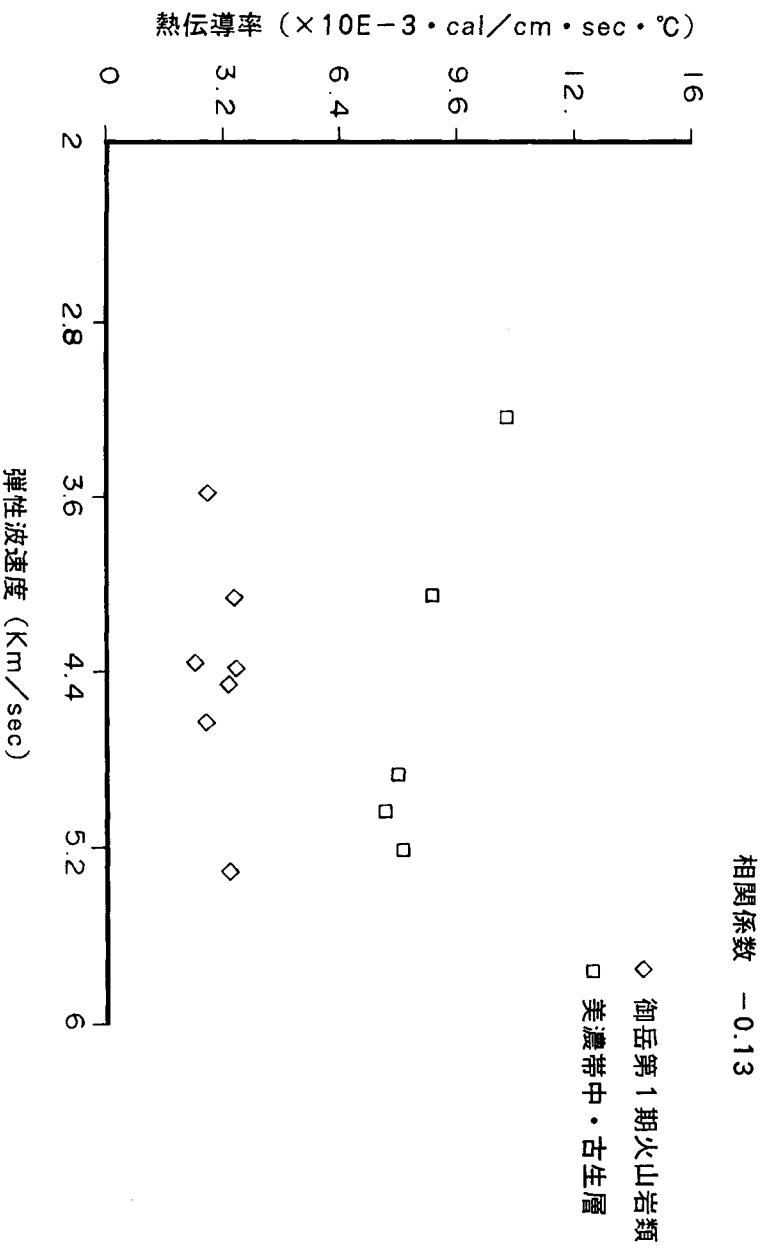


第IV-13図 (2) 熱伝導率-帯磁率相関図 (地層別)

相関係数 -0.13



第IV-14図 (1) 熱伝導率 - 弾性波速度相関図 (岩石別)



第IV-14図 (2) 熱伝導率 - 弾性波速度相関図 (地層別)

第Ⅳ－6表 N61－OT－5 コア物性間相関係数

	密度（自然）	有効空隙率	帯磁率	弾性波速度 （自然）	熱伝導率
密度（自然）	1.00				
有効空隙率	－0.82	1.00			
帯磁率	－0.45	0.54	1.00		
弾性波速度（自然）	0.25	－0.22	－0.11	1.00	
熱伝導率	0.75	－0.68	－0.75	－0.13	1.00

V. 総括

V. 総 括

V-1 調査及び測定

1. 地質及び変質

調査井 N61-OT-5 は調査地域東部の御岳第 1 期火山岩類, 美濃帯中・古生層の分布する区域で実施され, 美濃帯中・古生層上にやや厚い河床堆積砂・礫層を最下部層として御岳第 1 期火山岩類が不整合の関係で接する事が再確認された。

本調査井で確認された地層は, 美濃帯中・古生層及び御岳第 1 期火山岩類である。これらの地層の確認深度と見掛層厚を第 V-1 表に示す。

第 V-1 表 地層別確認深度及び見掛層厚

時 代	地 層 名		N 6 1 - O T - 5	
			深 度 (m)	層 厚 (m)
第更新 世 中 紀期	御岳 火山類	御岳第 1 期火山岩類	30.00-292.20	262.20
二 シ 置 ユ 紀 ラ ン 紀	美 濃 帯 中 ・ 古 生 層		292.20-502.00	209.80

地質に関する新知見は以下のようにまとめられる。

- i) 調査地域最東部において, 御岳第 1 期火山岩類の層厚が予想よりやや厚く 262m 程度であった。
- ii) 御岳第 1 期火山岩類中の安山岩溶岩は板状節理の発達が良い。
- iii) 御岳第 1 期火山岩類の最下部に約 60m の層厚の河床堆積砂・礫層が存在する。
- iv) 美濃帯中・古生層は OT-3, OT-4 両調査井のそれに比較するとチャート層の挟みが極めて少ない。

コア観察による変質状況は以下のようにまとめられる。

- i) 御岳火山岩類には熱水による変質は全く認められない。
- ii) 美濃帯中・古生層中には変質はほとんど認められず, 若干の石英細脈及び方解石細脈が認められたのみである。

2. 坑内測定

(1) 温度検層・温度回復試験

(1) 最高温度、推定平衡温度及び温度勾配を以下に示す。

第Ⅴ－2表 最高温度、推定平衡温度及び温度勾配

坑名	最高温度 (深度)	推定平衡温度 (深度)	温度勾配 (深度区間)
N61-OT-5	21.2℃ (501.1 m)	21.6℃ (500.0 m)	3.2℃/100m (160～500m)

最高温度、推定平衡温度及び温度勾配ともに小さい値を示す。

(2) 地層別温度勾配、熱流量を以下に示す。

第Ⅴ－3表 地層別温度勾配及び熱流量

地層名	N61-OT-5	
	温度勾配	熱流量
御岳第1期火山岩類	5.9℃/100m	1.8 H F U
美濃帯中・古生層	1.2℃/100m	1.1 H F U

地表付近の御岳第1期火山岩類の温度勾配が大いきいが、深部の美濃帯中・古生層のそれは小さい。熱流量においても御岳第1期火山岩類が美濃帯中・古生層に比べて大きい値を示すが、いずれも地熱地帯としては小さい値である。

(3) 温度分布の異常

温度分布に小規模な異常が現われたカ所は次のとおりである。

。N61-OT-5、深度 198～225m 付近、225～305m 付近に1℃～2℃の凸形増温部が認められた。

逸水カ所の主なものを次に示す。

。N61-OT-5、深度 36.7m, 53.9m, 64.9m, 118.8m, 126.9m, 132.8m, 151.6m, 162.1m, 224.25～226.4m, 267.2～272.0m, 286.1～286.9m, 451.15m
温度異常箇所は逸水カ所と対応するが規模は小さい。

(4) 既調査結果との対比

平均温度勾配及び平均熱流量をT-1～T-3坑, N60-OT-1, N60-OT-2, N61-OT-3, N61-OT-4と比較して以下に示す。

◦ T-1	7.2℃/100m	4.5HFU	(深度 290m 以深)
◦ T-2	2.7℃/100m	2.5HFU	(" 190m ")
◦ T-3	3.1℃/100m	3.3HFU	(" 160m ")
◦ N60-OT-1	4.2℃/100m	3.3HFU	(" 268m ")
◦ N60-OT-2	3.1℃/100m	0.5HFU	(深度 320m 以深)
◦ N61-OT-3	3.7℃/100m	3.4HFU	(" 110m ")
◦ N61-OT-4	3.6℃/100m	3.4HFU	(" 190m ")
◦ N61-OT-5	3.2℃/100m	1.4HFU	(" 160m ")

今回の調査結果から得られた N61-OT-5 の平均温度勾配は T-1 坑のような大きな値とはならなかった。また、平均熱流量においても OT-2 について小さい値となった。

温度異常については、N61-OT-5 は逸水カ所が多数有ったものの、温度異常に乏しい結果となった。

(ii) 電気検層

(1) 自然電位

自然電位検層結果をまとめて以下に示す。

第 V - 4 表 自然電位検層結果総括表

N61-OT-5
深度 292m 以浅の御岳第 1 期火山岩類は数 mV で短周期の振れが認められ、深度 65m, 126m, 160m, 175m, 198 m および 220m 付近に -50~-100mV のスパイク状の振れが認められる。 深度 298m 付近でベースラインが -50mV 程度ずれ、短周期の振れが減少している。深度 447~461 m 付近で生負に 50~100 mV 振れながらベースラインが +100mV ずれ乱れが生じている。

(2) 比 抵 抗

地層別の比抵抗平均値を以下に示す。

第 V - 5 表 地層別比抵抗平均値

	N61-O T - 5		
	層 厚 (m)	ショートノルマル ($\Omega \cdot m$)	ロングノルマル ($\Omega \cdot m$)
御岳第 1 期火山岩類	262	417	624
美濃帯中・古生層	210	325	460

比抵抗平均値において御岳第 1 期火山岩類と、美濃帯中・古生層で差がみられる。

(3) 既調査結果との対比

比抵抗において、N60-OT-3 及び N60-OT-4 に比べて美濃帯中・古生層は同程度の値を示すが、御岳第 1 期火山岩類は大きな値を示す。しかし、泥水比抵抗、坑径等に左右される数値のため絶対的には比較しにくい。

(iii) 注水試験

試験結果を示す。

第 V - 6 表 注水試験結果総括表

坑 名	N61-O T - 5			
	注水 20 ℓ / 分	注水 40 ℓ / 分	注水 60 ℓ / 分	フ ォ ー ル オ フ
浸透率層厚積 (darcy $\cdot$ m)	1.345×10^{-1}	2.592×10^0	2.291×10^0	3.080×10^0
層 厚 (m) ※	202.2m	202.2m	202.2m	202.2m
浸 透 率 (darcy)	6.652×10^{-4}	1.282×10^{-2}	1.133×10^{-2}	1.523×10^{-2}
透 水 係 数 (m/sec)	6.427×10^{-9}	1.239×10^{-7}	1.095×10^{-7}	1.472×10^{-7}

本調査井は注水量がやや多く、自然注水による試験を行ったが、浸透率・層厚積及び浸透率はやや良いものとなった。孔明管挿入カ所の美濃帯中・古生層はいくらか透水性を示すと判断できる。

V-2 コア試験

1. 顕微鏡観察及び粉末X線回折分析

試錐コアの顕微鏡観察及び粉末X線回折分析により、変質鉱物として、絹雲母、緑泥石などが検出された。

御岳火山岩類には熱水による変質が認められない。

美濃帯中・古生層は変質鉱物として、石英、方解石、絹雲母、緑泥石等が認められたが、いずれも少量又は微量である。さらに、熱水による(>200℃)変質鉱物は殆んど認められない。

以上をまとめると本調査井の試料の顕微鏡観察及びX線回折分析から、1本調査井付近の地表下500m付近までは熱水による変質作用は認められず、地熱貯留層の可能性は極めて小さいと考えられる。

2. 物性試験

N61-OT-5における12個のコアにつき、密度、有効空隙率、帯磁率、弾性波速度及び熱伝導率の測定を実施した。このうち密度と弾性波速度は自然、乾燥、湿潤の3状態につき測定した。

地層別、岩石別の平均値を以下に示す。

第V-7表 地層別・岩石別物性平均値

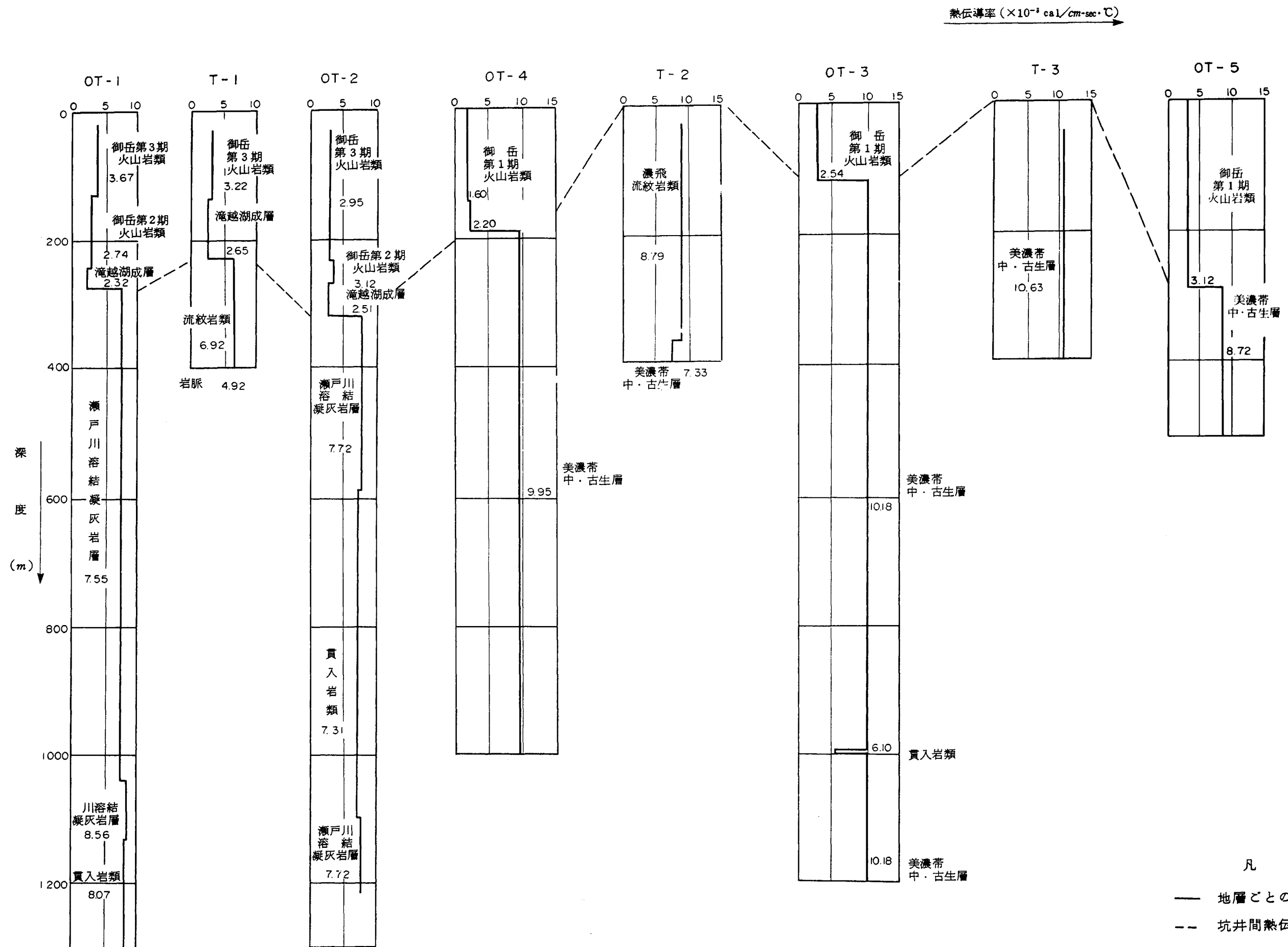
地層名	岩石名	試料数	密度(g/cm³)			有効空隙率 (%)	帯磁率 (×10 ⁻⁶ emu/cc)	弾性波速度(km/sec)			熱伝導率 (10 ⁻⁶ cal/cm・sec・℃)
			自然	乾燥	湿潤			自然	乾燥	湿潤	
御岳第1期 火山岩類	複輝石安山岩	4	2.46	2.46	2.50	4.22	1,426	4.59	4.43	4.92	3.028
	火山角礫岩	1	2.47	2.46	2.54	8.00	1,414	4.38	4.38	4.59	3.531
	河床堆積砂礫層	2	2.51	2.50	2.54	4.34	2,360	4.02	3.56	3.97	3.082
	計	7	2.48	2.47	2.52	4.79	1,691	4.40	4.17	4.60	3.116
美濃帯中・古生層	砂質粘板岩～ 珪質粘板岩	2	2.70	2.70	2.72	1.64	146	5.12	4.96	4.70	7.836
	砂岩薄層入 珪質粘板岩	1	2.72	2.71	2.73	1.49	117	4.86	4.54	3.43	8.010
	砂岩入 珪質粘板岩	1	2.68	2.67	2.70	3.06	126	4.06	3.83	4.40	8.918
	チャート	1	2.69	2.69	2.70	0.87	166	3.24	4.32	4.48	10.975
	計	5	2.70	2.69	2.71	1.74	140	4.48	4.52	4.34	8.715

物性試験の結果、弾性波速度を除いて、御岳第1期火山岩類と美濃帯中・古生層で物質差が認められた。

物性相互間の相関は、密度と有効空隙率、有効空隙率と熱伝導率及び帯磁率と熱伝導率に負の相関が、密度と熱伝導率に正の相関が認められた。

今回実施されたN61-OT-5と既に実施されたT-1～T-3及びN60-OT-1～OT-4の合計8坑につき、コアの熱伝導率分布図を第V-1図に示す。

第V-1図によれば、熱伝導 $3 \times 10^{-3} \text{ cal/cm} \cdot \text{sec} \cdot ^\circ\text{C}$ 前後の上位の御岳火山岩類及び滝越湖成層と、およそ $8 \times 10^{-3} \text{ cal/cm} \cdot \text{sec} \cdot ^\circ\text{C}$ 程度以上の濃飛流紋岩類、貫入岩類、美濃帯中・古生層を主とする下位置との間には、明らかな熱伝導境界面が存在する。



第V-1図 熱伝導率の垂直分布図

V-3 調査のまとめ

掘削及び調査工事のまとめを第V-9表に、また総合柱状図を第V-3図に示す。

・N61-OT-5

本坑は502.00mを掘削し、その間数ヶ所の逸水をみた。逸水は御岳火山岩類に著しかった。

コア地質では御岳第1期火山岩類及び美濃帯中・古生層が確認された。

顕微鏡観察及び粉末X線回折分析の結果から、御岳第1期火山岩類中には低温生成のクリストバライトが認められ、美濃帯中・古生層中には低-中温 (<200℃)、弱酸性-中性の環境下に生成する変質鉱物、即ち絹雲母及び緑泥石が認められる。熱水による変質作用の所産である白色変質鉱物は認められなかった。

坑井内の最高温度は坑底の21.2℃ (ST:120時間)、温度勾配は平均3.2℃/100m、熱流量は平均1.4HFU (深度160m以深) であり顕著な熱異常はみられなかった。

V-4 ま と め

長野県王滝地域における地熱開発促進調査の一環として、500mの精密構造調査井を掘削し、コアによる地質・変質調査、温度・電気検層、コアを用いた諸試験、注水試験及び熱水（流体）の分析を実施した。その結果は以下のである。

本調査井で確認された地質は、下位から二畳紀～ジュラ紀の美濃帯中・古生層、第四紀更新世の御岳第1期火山岩類である。本調査井は調査地域東部の低比抵抗帯の区域で掘削され、当地域の基盤をなす美濃帯中・古生層の層厚が200m以上に及ぶことが確認された。

変質作用は御岳火山岩類にはほとんど認められず、クリストバライトが初生鉱物として少量認められたのみで、200℃以上の熱水によるものは認められない。また、美濃帯中・古生層は全般にごく弱い変質作用を蒙り、絹雲母及び緑泥石が少量認められる。プロピライト化に似た変質作用と考えられるが、200℃以上の熱水による変質作用はほとんど認められない。

295m付近の流体の分析によると、Na、K、 HCO_3 成分が周辺の温泉水より高くNa-K-Ca温度計によれば180.8℃を示し、熱水起源を示している。しかしながら同位体分析等の結果から古い天水起源であることが示され、かなり深部から上昇してきた天水循環水であり、その熱源を確定するに足るデータに乏しい。

以上の事から、本地域の地表下500mまでに地熱貯留層の存在する可能性は極めて乏しいと考えられる。

第V-8表 昭和61年度王滝地域精密構造試錐及び調査工事(その2)総括表

		N 6 1 - O T - 5																										
掘 削	深 度	502.00m																										
	静 水 位	80.0m (海拔 1,170m)																										
	逸 水 状 況 (ℓ/min)	36.70m ... 70, 118.80m ...70, 151.60m ... 70, 224.25m ... 70, 272.00m ... 60, 295.0 m ... 湧水<10ℓ/m, 403.50m ... 10 53.90m ... 70, 126.90m ...70, 162.10m ... 70, 226.40m ... 70, 286.10m ... 60, 322.05m ... 35, 451.15m ... 40 64.90m ... 70, 132.80m ...70, 199.70m ... 70, 267.20m ... 60, 286.90m ... 60, 361.00m ... 5,																										
地 質	地 質 層 序	0～30.00m 崖錐(ノソコア) ～292.20m 御岳第1期火山岩類(輝石安山岩, 火山角礫岩) ～502.00m 美濃帯中・古生層(粘板岩, 砂岩, チャート)																										
	変 質 状 況	① 美濃帯中・古生層中に絹雲母, 緑泥石, (石英細脈), (方解石細脈)が認められる。																										
温 度	温 度	最高温度 21.2℃ (深度501.1 m, ST120 時間) 推定平衡温度 21.6℃ (深度500.0 m)																										
	温 度 勾 配 (100 m当たり)	御岳第1期火山岩類 5.9℃/100 m, 美濃帯中・古生層 1.2℃/100 m																										
	温度分布異常カ所	深度 198～225 m付近, 225 ～305 m付近に1℃～2℃の凸形増温部が認められた。																										
電 気	自 然 電 位	深度 292m以浅の御岳第1期火山岩類は数m vで短周期の振れが認められ, これ以深の美濃帯中古生層では短周期の振れが減少している。																										
	見 掛 比 抵 抗 (地層別平均値)	<table><tr><td></td><td>層 厚 (m)</td><td>SN 25cm (Ω・m)</td><td>LN 100cm (Ω・m)</td></tr><tr><td>御岳第1期火山岩類</td><td>262</td><td>417</td><td>624</td></tr><tr><td>美濃帯中・古生層</td><td>209</td><td>325</td><td>460</td></tr></table>					層 厚 (m)	SN 25cm (Ω・m)	LN 100cm (Ω・m)	御岳第1期火山岩類	262	417	624	美濃帯中・古生層	209	325	460	御岳第1期火山岩類の比抵抗が高い値を示す。										
			層 厚 (m)	SN 25cm (Ω・m)	LN 100cm (Ω・m)																							
御岳第1期火山岩類		262	417	624																								
美濃帯中・古生層	209	325	460																									
物 性 (地層別平均値)	<table><tr><td></td><td>密 度 (自然) (g/cm³)</td><td>有 効 空 隙 率 (%)</td><td>帯 磁 率 (×10⁻⁶emu/cm³)</td><td>弾性波速度 (自然) (km / s)</td><td>熱 伝 導 率 (×10⁻³cal/cm・s・℃)</td><td>個数</td></tr><tr><td>御岳第1期火山岩類</td><td>2.48</td><td>4.79</td><td>1,691</td><td>4.40</td><td>3.116</td><td>7</td></tr><tr><td>美濃帯中・古生層</td><td>2.70</td><td>1.74</td><td>140</td><td>4.48</td><td>8.715</td><td>5</td></tr></table>								密 度 (自然) (g/cm ³)	有 効 空 隙 率 (%)	帯 磁 率 (×10 ⁻⁶ emu/cm ³)	弾性波速度 (自然) (km / s)	熱 伝 導 率 (×10 ⁻³ cal/cm・s・℃)	個数	御岳第1期火山岩類	2.48	4.79	1,691	4.40	3.116	7	美濃帯中・古生層	2.70	1.74	140	4.48	8.715	5
		密 度 (自然) (g/cm ³)	有 効 空 隙 率 (%)	帯 磁 率 (×10 ⁻⁶ emu/cm ³)	弾性波速度 (自然) (km / s)	熱 伝 導 率 (×10 ⁻³ cal/cm・s・℃)	個数																					
	御岳第1期火山岩類	2.48	4.79	1,691	4.40	3.116	7																					
美濃帯中・古生層	2.70	1.74	140	4.48	8.715	5																						
熱 流 量	熱 流 量	1.4 HFU (深度 160～500 m)																										
注水試験	浸透率・層厚積 (kh)	Kh= 2.592×10 ⁹ darcy・m (40ℓ注水時)																										
流体分析	分 析 値	Na=1,030, K=89.4, Ca=303, Mg=45.3, HCO ₃ =2,926, T-CO ₂ =2,762, SO ₄ =128, Cl=694, Li=3.12, Sr=2.54, B=4.2, F=1.09, Al=0.27, Fe=149, H ₂ S=<0.01, SiO ₂ =94.8, δD=-62.0, δ ¹⁸ O=-11.5, δ ³⁴ S=+16.8, δ ¹³ C=+0.8, δ ² H=1.5 ±0.2‰																										

単位: Na~SiO₂(mg/ℓ), δD ~ δ¹³C(‰)

引 用 文 献

引 用 文 献

Kobayashi, T.(1974) : The Petrochemical characteristics of Ontake Volcano., Jour.
Coll. Lib. Art. Toyama Univ., Vol. 7, p. 71~85.

神津淑祐(1907) : 木曾御岳火山地質調査報告, 震災予防調査会報告, № 59, p. 1~63.

濃飛流紋岩団体研究グループ(1973) : 濃飛岩体東縁における流紋岩類の層序と形成史, 地球
科学, Vol. 27, p. 161~179.

山田直利・河田清雄・諸橋 毅(1971) : 火砕流堆積物としての濃飛流紋岩, 地球科学,
Vol. 25, p. 52~88.

金原啓司(1982) : 変質帯調査, 地熱開発総合ハンドブック, p. 41~52.

参 考 文 献

参 考 文 献

- 阿部喜久男・茂野 博・池田喜代治・安藤直行・後藤隼次(1979)：秋田県小安・泥湯・秋の宮地熱地域の熱水・蒸気凝縮水の溶存化学組成，水素・酸素同位体組成およびトリチウムの濃度，地質調査所月報，Vol. 30, p. 177～197.
- 栗田泰夫・原山智・遠藤秀典(1984)：1984年長野県西部地震の緊急調査報告，地質ニュース，364, p. 20～31.
- Fournier R. O., Truesdell A. H. (1973) : An empirical Na-K-Ca geothermometer for natural waters, *Geochem. Cosmochem. Acta.*, Vol. 37, p. 1255～1275.
- Fournier R. O., Potter R. W. (1979) : Magnesium correction to the Na-K-Ca chemical geothermometer, *Geochem. Cosmochem. Acta.*, Vol. 43, p. 1543～1550.
- 後藤恵之輔・愛甲 敬・有沢雄三(1985)：長野県西部地震における大規模土砂崩壊の発生，土木学会誌，2, p. 12～19.
- 花岡尚之(1982)：マグネトテルリック法とその周辺，物理探鉱，Vol. 35, № 5.
- 原山 智・小井戸由光・石沢一吉・仲井 豊・沓掛俊夫(1985)：中部地方における白亜紀～古第三紀火成活動の変遷，地球科学，Vol. 39, p. 345～357.
- 飯田 汲事(代表者)(1985)：1984年長野県西部地震の地震および災害の総合調査，自然災害科学総合研究班.
- 石戸経士(1981)：地熱水対流に伴う流動電位—地熱地域における自然電位異常の1つのメカニズムとして—，日本地熱学会誌，Vol. 3, p. 87～100.
- Ishido, T. and H. Mizutani (1981) : Experimental and Theoretical Basis of Electrokinetic Phenomena in Rock-Water Systems and Its Applications to Geophysics, *J. Geophys. Res.*, Vol. 86, p. 1763～1775.
- 石戸経士(1982)：自然電位，地熱開発総合ハンドブック，p. 249～258.

伊藤一郎(1951)：自然分極法の基礎研究．

糸魚川淳二(1981)：Ⅷ 新しい火山(4) 御岳火山，日本地方地質誌，中部地方(改訂版)，
p. 383 ～ 385, 朝倉書店.

泉谷恭男(1985)：地震の概要，昭和59年長野県西部地震による災害，信州大学自然災害研究会，
p.2 ～ 8.

地震学会：地震学会講演予稿集，昭和60年度春・秋季大会，地震学会.

鎌田政明・小沢竹二郎・村上悠紀雄・吉田 稔(1985)：地熱流体の化学，東京大学出版会，
p. 215.

活断層研究会(1980)：日本の活断層，東京大学出版会， p. 363.

河田清雄・山田直利・礒見 博・村山正雄・片田正人(1961)：中央アルプスとその西部の地質，
その2：濃飛流紋岩類，地球科学，№ 54， p. 20 ～ 31.

気象庁：地震観測指針，気象庁.

建設省国土地理院編：地震予知連絡会会報，第33巻，第34巻，建設省国土地理院.

小林啓美・大町達夫・翠川三郎(1985)：長野県西部地震1984の断層について，昭和60年度春季
地震学会講演予稿集， p. 15.

小林国夫・清水英樹・北沢和男・小林武彦(1967)：御岳火山第一浮石層—御岳火山第一浮石層
の研究 その1—，地質学雑誌，Vol. 73， p. 291 ～ 308.

小林武彦・大森江い・大森貞子(1975)：御岳火山噴出物の化学的性質，地質調査所月報，Vol.
26， p. 7 ～ 22， p. 497 ～ 512.

小林武彦(1980)：御岳山1979年火山活動，御岳火山1979年火山活動および災害の調査研究報告書，
青木治三編， p. 4 ～ 12.

小坂丈予・小沢竹二郎・酒井 均・平林順一(1983):木曾御岳火山 1979 年噴火後の活動状況と地球科学的研究, 火山, 第 2 集, Vol. 28, p. 59 ~ 74.

Marshall W. L., Slasher. R. (1968): Aqueous systems at high temperature, solubility to 200°C of calcium sulfate and its hydrates in sea water and saline water concentrates, and temperature concentration limits, Jour. Chem. Engineer Data, Vol. 13, p. 83 ~ 93.

松本盆地団研木曾サブグループ(1985):昭和 59 年長野県西部地震による地盤災害と御岳山南麓の第四系(その 1), 地球化学, Vol. 39, p. 89 ~ 104.

三井金属鉱業株式会社(1981):御岳火山西部地質概査報告.

三井金属鉱業株式会社(1981):御岳山地域写真地質解析調査報告書.

三井金属鉱業株式会社(1982):御岳山地域地熱調査地質概査報告書.

三井金属鉱業株式会社(1982):御岳地域地熱調査地化学探査報告書.

三井金属鉱業株式会社(1983):御岳地域地熱調査重力探査報告書.

三井金属鉱業株式会社(1983):御岳地域地熱調査総合解析報告書.

三井金属鉱業株式会社(1983):御岳地域地熱調査地質・変質帯・温泉調査報告書.

三井金属鉱業株式会社(1983):御岳地域地熱調査王滝地点地化学探査報告書.

三井金属鉱業株式会社(1983):御岳地域地熱調査(精査)王滝地点地質・変質帯調査.
(ルートマップ作成).

三井金属鉱業株式会社(1983):御岳地域地熱調査(精査)王滝及び小坂地点電磁探査(電磁マッピング法)報告書.

宮村撰三編:地震・火山・岩石物性, 共立出版.

村上 裕 (1983) : マグネトテルリック法の基礎概念, 物理探鉱, Vol. 36, № 6.

長野県地学会編著 (1962) : 20万分の1 長野県地質図説明書, 改訂版, 内外地図社.

日本地球化学会 (1978) : 水汚染の機構と解析, 産業図書, p. 292.

濃飛流紋岩団体研究グループ (1976) : 濃飛岩体西部地域の流紋岩類—とくに, 陥没構造と火山活動のステージについて—, 地球科学, Vol. 193 ~ 205.

野田徹郎, 古賀昭人, 西山英輔, 広渡和緒 (1980) : 地球科学探査のための電卓プログラミング, 九電研究期報, 54, p. 85 ~ 100.

野田徹郎 (1982) : 地熱の科学探査の基礎的テクニック, 地熱エネルギー, 19, p. 104 ~ 119.

Quaternary Research Group of the Kiso Valley and KIGOSHI, K. (1964) : Radiocarbon Data of the Kisogawa Volcanic Mudflows and its Significance of the Wurmian Chronology of Japan., 地球科学, № 71, p. 1 ~ 7.

Rye R. O., Ohmoto H. (1974) : Sulfur and carbon isotopes and ore genesis A review, Econ. Geol., Vol. 69, p. 821 ~ 842.

坂元隼雄・鎌田政明 (1981) : 環境試料中の超微量水銀の定量, 日本化学会誌, 1, p. 32 ~ 39.

鮫島輝彦 (1958) : 木曽御岳火山の地質. 御岳火山の地質, 御岳研究 (自然編), 木曽教育会, p. 19 ~ 96.

佐藤七郎・斎藤徳美・佐々木茂 (1984) : 岩手県葛根田地熱地域における自然電位測定結果について, 日本地熱学会誌, Vol. 6, p. 293 ~ 314.

Shigeno, H. and Abe, K. (1983) : B - Cl geochemistry applied to geothermal fluids in Japan, especially as indicator for deep-rooted hydrothermal systems. Extended Abstracts of 4th Internat. Symp. on Water-Rock Interaction, Misasa, 1983, p. 437 ~ 440.

柴田 賢・山田直利(1977)：岐阜県東部の高原火山岩類および上野玄武岩の K-Ar 年代，地球科学，Vol. 31, p. 15 ~ 18.

島 坦・川上 浩・泉谷恭男・酒井潤一(1985)：昭和59年(1984年)長野県西部地震報告，土木学会誌，2月号，p. 2 ~ 11.

信州大学(1985)：昭和59年長野県西部地震による災害，信州大学自然災害研究会。

曾屋龍典・小林武彦(1982)：火山噴火物の地質学的・岩石学的研究．1974年の御岳山・阿蘇山の噴火に関する特別研究報告書，科学技術庁研究調整局，p. 80 ~ 94.

Strangeway, D. W. (1984) : Audio Frequency Magnetotelluric Sounding, Development in Geophysical Exploration Method - 5.

鈴木励子・浅井和見(1985)：御岳周辺の温泉水および温泉沈澱物について，講演要旨，火山第2集，30, 2, p. 112 ~ 113.

Truesdell A. H. (1975) : Geochemical techniques in exploration, Summary of section III. Proceedings of Second U. N. Symp. on the Development and Use of Geothermal Resources, San Francisco, 1975, I iii - Ixxxix.

津村建四郎(1967)：振動継続時間による地震のマグニチュードの決定，地震Ⅱ，Vol. 20, p. 30 ~ 40.

宇都浩三・山田直利(1985)：岐阜県坂下町上野玄武岩および高山市南方の玄武岩溶岩の K-Ar 年代．地質調査所月報，Vol. 36, p. 47 ~ 52.

宇津徳治：地震学，共立出版。

脇田浩二(1985)：美濃帯中・古生界における研究史と最近の研究動向，地球科学，Vol. 39, p. 18 ~ 30.

渡辺 晃(1971)：近地地震のマグニチュード，地震Ⅱ，Vol. 24, p. 189 ~ 200.

矢島壮吉・小原 賢(1985)：長野県西部地震による斜面崩壊の空中写真地質解析，土と基礎，
Vol. 33, № 11.

山田直利(1961)：5万分の1地質図幅「加子母」および説明書，地質調査所.

山田直利・須藤定久・垣見俊弘(1976)：阿寺断層周辺地域の地質構造図，地質調査所特殊地質
図，№ 19.

山本荘毅(1983)：新版 地下水調査法，古今書院，p. 490.

横川勝美(1984)：CSAMT法の概要，物理探鉱，Vol. 37, № 5.

横山秀吉・阿部司・中部勝人・加藤彰一(1982)：宮城県鬼首地熱地域における自然電位測定結
果について，日本地熱学会誌，Vol. 4, p. 91～106.

Zonge Engineering & Research Organization INC. (1982)：Interpretation Guide
for CSAMT. Data.