第4章 測温孔調査

第４章　測温孔調査

４－１　調査の目的及び方法

調査地域内の地下の温度分布に関する資料を収集すると共に，地表地質を試錐地質と対比させることで調査地域内の地質及び地質構造をより正確に把握することを目的とする。

測温孔の位置については第１次調査の結果を基に，JICA−BEDの間で検討した結果，当初案が計画されたが，その後試錐座の整地等の現場の事情からFig. Ⅱ－４－１に示すとおりに変更された。

４－２　測温孔の堀削

測温孔の堀削はBED側の尽力によって実施された。その深度及び堀削期間は次のとおりである。

	深度	堀削開始	堀削終了
AGH－1	112.85 m	18/Nov./1983	1/Dec./1983
AGH－2	357.50	4/Dec./1983	/Feb./1984
AGH－3	322.50	11/Jan./1983	/Feb./1984
AGH－4	538.00	8/Jan./1984	27/Mar./1984
AGH－5	400.00	17/Nov./1983	10/Dec./1983
AGH－6	207.15	11/Dec./1983	29/Dec./1983

４－３　調査の内容

各測温孔について次の調査を実施した。

(1)　地質柱状図の作成　：　６孔

(2)　測温孔の温度検層　：　６孔

(3)　測温孔の電気検層

(4)　コア試験

　1)　粉末X線回折試験　：　59 試料

　2)　コアの化学分析　　　36 試料

次の 20 元素

Si, Al, Mg, Ca, Na, K, Mn, As, Hg, B,

Cu, Pb, Zn, Sb, Li, Rb, Sr, Be, Ba, Co.

3) コアの物性試験

熱伝導率及び弾性波速度　　：　59 試料

密度，透水度，比抵抗及び比熱　：　15 試料

4－4　地質柱状図の作成

4－4－1　調査の方法

コアの肉眼観察はコアの岩相，変質及び色調等の特徴について，縮尺 1/100 で観察を行った。さらに顕微鏡観察，X線回折分析及び化学分析結果などを加味して Fig. Ⅱ－4－2～Fig.Ⅱ－4－7 に示す各孔井ごとの縮尺 1/500 の地質柱状図を作成した。

4－4－2　各孔井の地質

(1)　AGH－1

本孔井の地質は，Fig. Ⅱ－4－2 に示すように浅部から深部に向って，河床推積物（0～2.20 m）　安山岩質凝灰角礫岩（2.20～54.10 m）含礫角閃石安山岩ポーフィリー（67.50～112.85 m）と，これらを岩脈状に貫く細粒安山岩（17.70～19.90 m），角閃石－斜長石安山岩（54.10～57.70 m），角閃石安山岩ポーフィリー（57.70～67.50 m）及び含角閃石巨晶，安山岩ポーフィリー（90.00～94.60 m）からなる。

安山岩質凝灰角礫岩は，礫経 2～10 cm程度で，角礫～亜角礫の形状を示す。礫種は斜長石安山岩ポーフィリー角閃石安山岩ポーフィリー　トーナル岩，及び閃緑岩からなる。全体に白色粘土化が著しく，方解石がフィルム状や網状脈を形成し，まれに緑レン石の斑点が認められる。本岩は古期プラグを形成する安山岩質火砕岩に相当し，ダイアトリームを構成するものと考えられる。

含礫角閃石安山岩ポーフィリーは，暗緑色を呈し角閃石安山岩ポーフィリーや閃緑岩片を含有する。これらの岩片は，2～3 cm径を有し，角礫～亜角礫の形状を示し，捕獲岩として含有されているものと考えられる。本岩は安山岩複合岩体を構成するものであり，捕獲岩の含有の多い岩相を示すものである。

これらを貫く安山岩類は，細粒安山岩，角閃石安山岩ポーフィリー～角閃石－斜長石安山岩ポーフィリー，及び含角閃石巨晶安山岩ポーフィリーからなる。細粒安山岩は 15°の低角で安山岩質凝灰角礫岩に貫入する。角閃石安山岩ポーフィリーと角閃石－斜長石安山岩ポーフィリーは漸移的に岩相が変化し，80°の高角をもって貫入する。

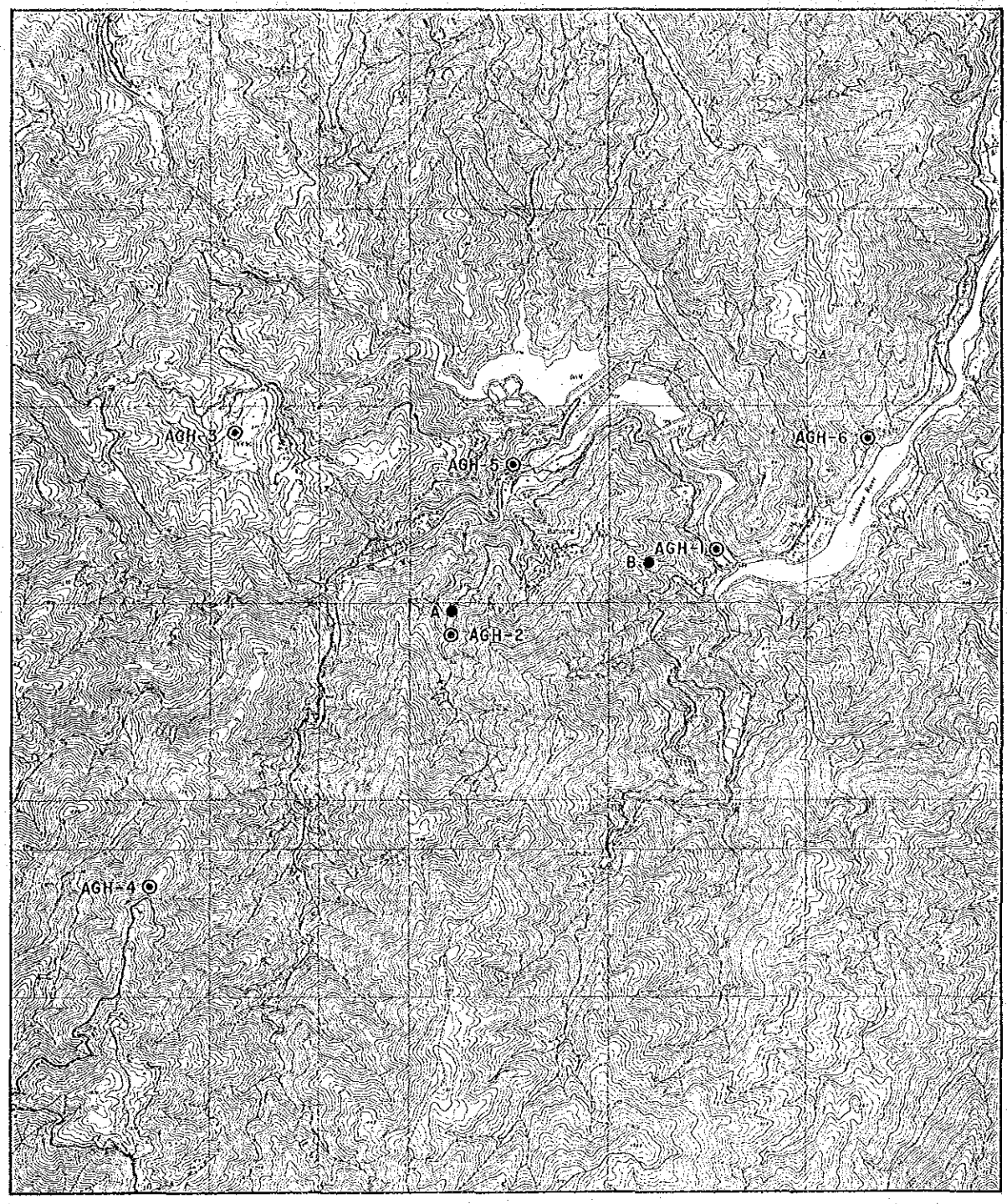


Fig. Ⅱ-4-1 Location Map of Gradient Hole (AGH-1 to 6)

(2) AGH－2

本孔井の地質はFig. Ⅱ－4－3に示すように浅部から深部へ向って，崖錐性堆積物（0～4.0 m），花崗内緑岩（4.0～334.2 m）及び花崗閃緑岩を貫く角閃石－斜長石安山岩ポーフィリー（140.5～168.8 m），角閃石安山岩ポーフィリー（202.1～212.6 m，222.2～230.6 m，285.0～300.0 m，308.3～312.0 m，334.2～357.5 m）からなる。

花崗閃緑岩は，全般に灰色を呈し，有色鉱物は角閃石からなる。角閃石は径1～2㎜を示しモードは20％程度である。ときどき細粒安山岩の捕獲岩を含有する。本岩は，ビラク花崗閃緑岩に相当する。

花崗閃緑岩を貫く角閃石－斜長石安山岩ポーフィリーは，灰緑色を呈し母岩の花崗閃緑岩の岩片を捕獲して含有する。斑晶の角閃石及び斜長石のモードはそれぞれ5％前後及び20～30％程度を示す。角閃石安山岩ポーフィリーは暗緑色を呈し，斑晶の角閃石は1～4㎜径を示し20％程度のモードを示すが，その量と大きさは変化に富み細粒部をなすところもある。

本孔井は全般に粘土化及び珪化が著しく，方解石，石膏及び石英細脈が発達する。浅部では褐鉄鉱が割れ目に沿って認められる風化変質である。粘土化は割れ目に沿って著しくしばしば黄鉄鉱を鉱染し，緑泥石，緑レン石も認められる。方解石，石膏及び石英は，割れ目をフィルム状，網状及び細脈状に充填している。これは全般に認められるものの深部で比較的より発達する傾向にある。

(3) AGH－3

本孔井の地質はFig. Ⅱ－4－4に示すように浅部から深部へ向って，風化土壌（0～19.8 m），安山岩質火砕岩類及びシルト～砂岩（19.8～194.8 m），花崗閃緑岩（194.8～322.5 m）さらにこれらを貫く安山岩々脈（33.0～38.3 m，79.0～85.3 m，87.0～102.9 m，107.0～135.6 m，139.0～147.2 m）から構成される。

安山岩質火砕岩は，淡緑色を呈し角閃石の斑晶を含む粗粒凝灰岩（19.8～26.6 m），火山礫凝灰岩（29.0～33.0 m）及び凝灰角礫岩（38.3～62.3 m，69.7～79.0 m），からなる。火山礫凝灰岩は，緑色を呈し，亜角礫～円礫状の火山礫を含み，異質岩片も認められる。凝灰角礫岩は，緑紫色を呈し，塊状で堅固である。亜角礫～円礫状の岩片を含む。

シルト岩及び砂岩は，赤褐色を呈し，塊状で凝灰質である。これらの堆積岩類は，上部で安山岩質火砕岩が，下部でシルト岩・砂岩互層が卓越する傾向にあり，中新統堆積岩類に相当する。

花崗閃緑岩は，明緑灰色を呈し，粗粒～細粒部，さらにアプライト質な岩相を示すと

ころもある。斑晶として角閃石，斜長石が認められ，これらは一部変質をうけて緑レン石化しているところもある。本岩はピラク花崗閃緑岩に相当する。

安山岩々脈は，斜長石安山岩～角閃石安山ポーフィリー（ 33.0 ～ 38.3 m， 87.0 ～ 91.5 m），含角閃石巨晶安山岩ポーフィリー（ 79.0 ～ 85.3 m， 101.5 ～ 102.9 m ），角閃石安山岩ポーフィリー（ 107.0 ～ 135.6 m， 139.0 ～ 147.2 m ）からなり，中新統堆積岩類中に貫入する。これらは一部岩床状に貫いている可能性もある。

本孔井の変質は，堆積岩類中で粘土化が著しく，一部緑泥石，緑レン石化が認められる。花崗閃緑岩中では，比較的変質に乏しく，割れ目や細脈に沿って黄鉄鉱，緑レン石，緑泥石が認められるにすぎない。方解石は割れ目を充塡して晶出しているが深度 100 ～ 230 m付近に比較的多く認められる。

(4) AGH－4

本孔井の地質は花崗閃緑岩とこれを貫く安山岩々脈からなる（Fig. Ⅱ－4－5）。

花崗閃緑岩は，斑晶として角閃石と斜長石が認められる。角閃石は比較的新鮮であるが一部緑泥石化しているものもある。斜長石は一部変質して緑泥石化しているものも認められる。また，黄鉄鉱の弱鉱染を受けている部分もある。

安山岩々脈は，含角閃石巨晶安山岩ポーフィリー（ 9.5～ 27.0 m， 39.5 ～ 40.5 m， 85.0 ～ 92.1 m ）斜長石安山岩ポーフィリー（ 69.0 ～ 70.0 m， 76.8 ～ 78.0 m，99.0 ～ 104.5 m， 149.6 ～ 150.0 m， 153.5 ～ 156.7 m ）及び細粒安山岩（ 190.0 ～ 194.5 m， 226.0 ～ 226.5 m ）からなる。含角閃石巨晶安山岩ポーフィリーと斜長石安山岩ポーフィリーは漸移的に岩相が変化することもある。

本孔は全般に割れ目に沿って粘土化変質や，方解石，緑泥石，緑レン石などが認められる。この中で方解石はレンズ状，網状に割れ目を充塡し比較的深部まで分布が認められる。

(5) AGH－5

本孔井の地質は，安山岩ポーフィリー類（ 0 ～ 212.2 m ）と角礫状閃緑岩（ 212.2～ 400.0 m ）及び，これらを貫く安山岩々脈類から構成される（Fig. Ⅱ－4－6）。

安山岩ポーフィリー類は，角閃石－斜長石安山岩ポーフィリー（ 0 ～ 8.70 m ），角閃石安山岩ポーフィリー（ 8.70 ～ 20.8 m， 39.75 ～ 90.80 m， 121.0 ～ 173.1 m， 178.0 ～ 187.95 m， 196.90 ～ 212.10 m ）斜長石安山岩ポーフィリー（ 20.8 ～ 22.4 m ）からなる。角閃石－斜長石安山岩ポーフィリーは，2 ～ 3 ㎜径の角閃石をほぼ20％程度のモードを示し，斜長石は 1 ～ 2 ㎜径で 30 ～ 40 ％のモードを示して多量である。角閃石安山岩ポーフィリーは比較的角閃石の斑晶の量が少く径も小型である。斜長石安山岩は，斑晶として斜長石が多量で，まれに角閃石が認められることもある。これらの

岩相は漸移的に変化し，本質的には同源の安山岩ポーフィリーであるものと考えられる。本岩類は地表地質の安山岩複合岩体を構成するものである。

角礫状閃緑岩は，深度 213.0 m以深に分布し，角礫状の閃緑岩からなる。礫径は大小変化に富み，基質は角閃石安山岩からなる。基質の安山岩は角閃石安山岩で，上位の安山岩複合岩体のそれと同質な岩質を示すことから，安山岩複合岩体に属するものと考えられる。

安山岩々脈は，斜長石安山岩ポーフィリー（ 20.8 ～ 22.4 m ）角閃石－斜長石安山岩ポーフィリー（ 59.0 ～ 59.55 m， 99.0 ～ 99.50 m， 337.2 ～ 346.2 m ）及び角閃石安山岩ポーフィリー（ 349.5 ～ 349.8 m， 355.8 ～ 362.8 m ）からなる。これらの安山岩々脈類は上述の安山岩複合岩体と岩質的には区分は困難である。

本孔井の変質は，全体に緑色変質が著しく，その他，割れ目に沿って粘土化，珪化が全深度に認められる。方解石や石膏が，割れ目をフィルム状，脈状，網状に充填している。

(6) AGH－6

本孔井の地質は， Fig. Ⅱ－4－7 に示すように浅部から深部に向って，段丘堆積物（ 0 ～ 12.85 m ），石英閃緑岩～トーナル岩（ 12.85 ～ 19.15 m， 30.6 ～ 207.15 m ）及び角閃石－斜長石安山岩ポーフィリーから構成される。

石英閃緑岩～トーナル岩は，緑灰色を呈し，斑晶としては石英，角閃石からなる。角閃石は 2 ～ 3 ㎜径を示し，モードは 30 ～ 40 %程度である。石英は 1 ～ 5 ㎜径を示し，しばしば 5 ㎜をこえる大型の石英粒も認められる。本岩はイトゴントーナル岩体を構成するものである。

角閃石－斜長石安山岩ポーフィリーは，明灰色を示し，石英閃緑岩を貫く。斑晶として角閃石，斜長石が多量に含まれ，角閃石は 2 ～ 3 ㎜径を示しモードも 30 ～ 40 %と多量である。

本孔井は比較的変質が弱くまた割れ目の発達に乏しい。一部 66.1 m ～ 115.0 m 間に角礫化帯が数条認められるが，方解石や黄鉄鉱の晶出に乏しい傾向にある。

4－4－3　考　察

測温孔AGH－1 ～ AGH－6 孔の抗井内地質をもとに抗井間の地質を断面図として Fig. Ⅱ－4－8 (a)(b)(c)に示す。

測温孔井内に分布する地質は，イトゴントーナル岩，中新統堆積岩類，ピラク花崗閃緑岩，安山岩複合岩体，安山岩々脈，古期プラグが認められる。

イトゴントーナル岩は，AGH－6 孔周辺に分布し，イトゴン石英閃緑岩体との境界付近を貫く安山岩々脈に貫入される。中新統堆積岩類は，AGH－3 孔で分布し，ピラク花崗岩閃緑

岩と安山岩複合岩体に貫かれ，ルーフペンダント状に分布すると推察される。ピクラ花崗岩類は，イトゴントーナル岩やイトゴン石英閃緑岩体の西部に分布し，安山岩質複合岩体がこれらを複雑に貫入している。さらに安山岩々脈や，プラグ類がイトゴントーナル岩と安山岩質複合岩体の境界部や，ピクラ花崗閃緑岩体の弱線に沿って貫入する。

以上のように本地域の地質は，正規の堆積物に乏しく深成岩やこれを貫く貫入岩類で大部分を占められ，非常に複雑な地質を形成する。

4－5　測温孔の温度検層

4－5－1　測定の方法

温度測定は，サーミスタ温度計を用いた。孔内崩落が著しい箇所では，掘削ロッドの中で測定した。掘削途中コアー採取時，又ビット交換時等の測定は，参考的なものとして利用した。

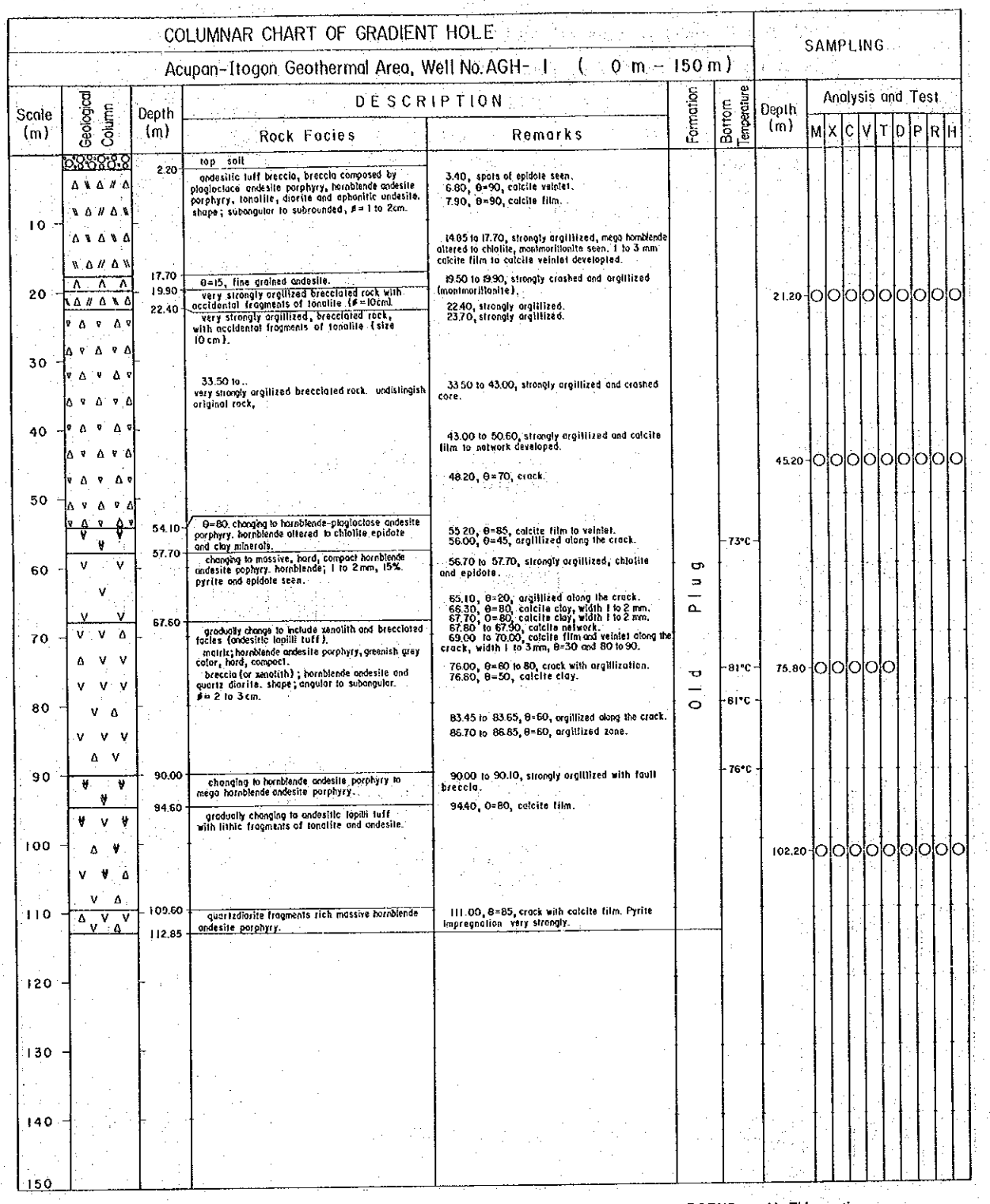
調査期間の関係で一部温度回復の測定は不充分な所もあったが，一応全坑井について平衡地層温度を推定することが出来た。

平衡地層温度の推定は，Lachenbruch & Brewer の図式解析法を用いた。この方法は，坑内水の熱伝導や測定時間等の関係，構成する岩石の熱的条件，地層温度と坑内水温度との関係を同一と仮定しており，坑井内の温度回復は，循環停止後からの経過時間に対して指数関数的に変化するとしているものである。坑井の軸方向をＺ軸とした円筒座標を考え，均質無限媒質として温度が軸と垂直方向だけの関数とした場合，循環停止後からの経過時間（Standing time）を…θとし，又掘削がその深度を越えてから循環冷却している時間を…tとした。片対数グラフの横軸に$\theta/(t+\theta)$を縦軸に温度（T）をとって，プロットしこのプロット点上を延長して行き　$\theta/(t+\theta)=1$に相当する地温を平衡温度として推定するものである。

地温勾配は，50 m又は 100 m毎の平衡温度を利用して算出した。

なお，使用した測定器は次のとおりである。

温度測定機：型式　　D－226　　D 661　宝工業㈱
　　測定範囲　0～200 ℃　分解能 0.1 ℃
記録計　　：型式　EPR－2　2ペンレコーダー　　東亜電波㈱
電　極　　合成抵抗式サーミスタ　　φ 32 mm
ケーブル　：アーマード型　4芯　耐熱ケーブル　φ 8 mm　日本大洋海底電線㈱
ウインチ　：電動式ケーブルウインチ　KIC　3787　開発工業㈱
　　3 HP　500 m捲



LEGEND ; M : Thin section
X : X-ray diffraction
C : Chemical analysis
V : Sonic velocity
T : Thermal conductivity
D : Density
P : Permeability
R : Specific electric resistance
H : Specific heat

Fig. II-4-2 Columnar Chart (AGH-1)

COLUMNAR CHART OF GRADIENT HOLE

Acupan-Itogon Geothermal Area, Well No. AGH-2 (0 m - 150 m)

Depth (m)	DESCRIPTION: Rock Facies	DESCRIPTION: Remarks	Formation	Bottom Temperature
4.00	terrace deposit			
	granodiorite, grey in color, mafic 20%.	4.00 to 20.00, fractured and strongly limonite staining.	Granodiorite	
20.00		20.00 to 24.00, moderately to intensely argillized, limonite staining.		
24.00		24.00 to 41.00, moderatry to strongly fractured and argillized, fractures filled by quartz veins partly.		
41.00		41.00 to 43.00, silicified.		
43.10		43.00 to 49.50, same to the 24.0 to 41.0m calcite vein occasionaly occur (fissure filling). chloritized, pyrite dissemination, epidotized. θ=40 to 60. Gypsum and calcite vein.		
49.50				
59.00		59.60 to 60.00, intensely argillized. θ=30 to 60, quotz vein.		
60.00	greenish color.			
	xenolith of fine grained andesite, mineralized, dark grey in color.	70.00, θ=30 to 60, gypsum calcite veinlet, quartz vein, width : 1 to 2 mm. silicified moderately.		
		90.00, weakly argillized, weak to moderate silicification. $CaSO_4$ and $CaCO_3$ acts as cementing, as veinlets and as dissemination.	Virac	
		100.00, θ=30 to 50, fractured and slikensida, feldspar argillized, intensely bleached, mafic minerals brecciated and argillized strongly.		
112.00				
113.00				
140.00				45.9°C
140.50	hornblende-plagioclase andesite porphyry dyke, greenish grey in color.	140.00 to 140.50, fractured at contact, calcite and gypsum veinlets, width 1 mm.		

SAMPLING — Analysis and Test

Depth (m)	M	X	C	V	T	D	P	R	H
26.70	O	O	O						
51.50	O	O	O	O	O				
77.00	O	O	O	O	O				
83.30	O	O	O	O	O				
98.00	O	O	O	O	O				
118.50	O	O	O	O	O	O	O	O	O
139.50	O	O	O	O	O				

LEGEND ; M : Thin section
X : X-ray diffraction
C : Chemical analysis
V : Sonic velocity
T : Thermal conductivity
D : Density
P : Permeability
R : Specific electric resistance
H : Specific heat

Fig. II-4-3 Columnar Chart (AGH-2)

COLUMNAR CHART OF GRADIENT HOLE

Acupan-Itogon Geothermal Area, Well No. AGH-2 (150 m - 300m)

Scale (m)	Geological Column	Depth (m)	DESCRIPTION: Rock Facies	DESCRIPTION: Remarks	Formation	Bottom Temperature
150		150.30	hornblende-biotite granodiorite with xenolith of andesite porphyry.	151.00 to 154.50, strongly crashed.	Virac Granodiorite	
		152.30	hornblende-plagioclase andesite porphyry, hornblende : 5% ±, plagioclase : 20 to 30 %, greyish green in color.	160.00, feldspar altered to epidote and chlorite 162.00 gypsum vein, plagioclases, altered to epidote and chlorite.		
160						
170		168.80	granodiorite, greyish green in color.	170.00 to 171.00, pyrite/quartz and quartz stringer, gypsum and calcite stringer width 1 mm.		
180		182.30	hornblende andesite porphyry, hornblende : 20 %, 1 to 4 mm, deep green in color.			
		183.30	granodiorite.			
		187.30	fault breccia and clay.	188.00, gypsum vein, width 1 mm.		
		188.00	θ=20.	188.00 to 195.00, horizontal fracture dominantly, very few quartz stringer seen.		56°C
190			granodiorite.			
		194.00				
		195.00		198.00 to 199.00, calcite and gypsum stringer.		
200				201.00 202.00, calcite (+ gypsum) stringer.		
		202.10	hornblende andesite porphyry, greenish grey in color.			
		207.10	granodiorite.			
		209.30	hornblende andesite porphyry.			
210		212.60	granodiorite.	212.60, gypsum veinlets.		
		217.00	fault breccia and clay.			
		219.00				
220		222.20	hornblende andesite porphyry, deep green in color, fine grained.	224.50, gypsum vein. 226.00, quartz vein, width 5 mm.		
230		230.60	granodiorite, greyish green in color.	235.00, chlorite + epidote.		
240				240.00, quartz and calcite/pyrite vein, plagioclase altered to epidote.		
250						66°C
260						73°C
270				270.00, gypsum vein, width 2 mm. 273.00 , horizontal crack rich, epidote rich.		
280				280.00, quartz/chlorite vein.		
		282.00	fault breccia and clay.			
		285.00	hornblende andesite porphyry.	285.00 to 300.00, intensely argillized.		
290				290.00 to 300.00, intensely argillized and brecciated chloritization and pyritization.		
		294.00	fault breccia and clay.	θ=30 to 60, gypsum filled in fractures, calcite stringer.		
		295.00	hornblende andesite porphyry.			
300						

SAMPLING

Depth (m)	M	X	C	V	T	D	P	R	H
158.50				O	O				
164.50	O	O	O	O	O	O	O	O	O
192.50	O	O	O	O	O	O	O	O	O
213.50	O	O	O	O	O				
242.30	O	O	O	O	O				
269.50	O	O	O	O	O				
295.00	O	O	O	O	O				

LEGEND ; M : Thin section
X : X-ray diffraction
C : Chemical analysis
V : Sonic velocity
T : Thermal conductivity
D : Density
P : Permeability
R : Specific electric resistance
H : Specific heat

COLUMNAR CHART OF GRADIENT HOLE

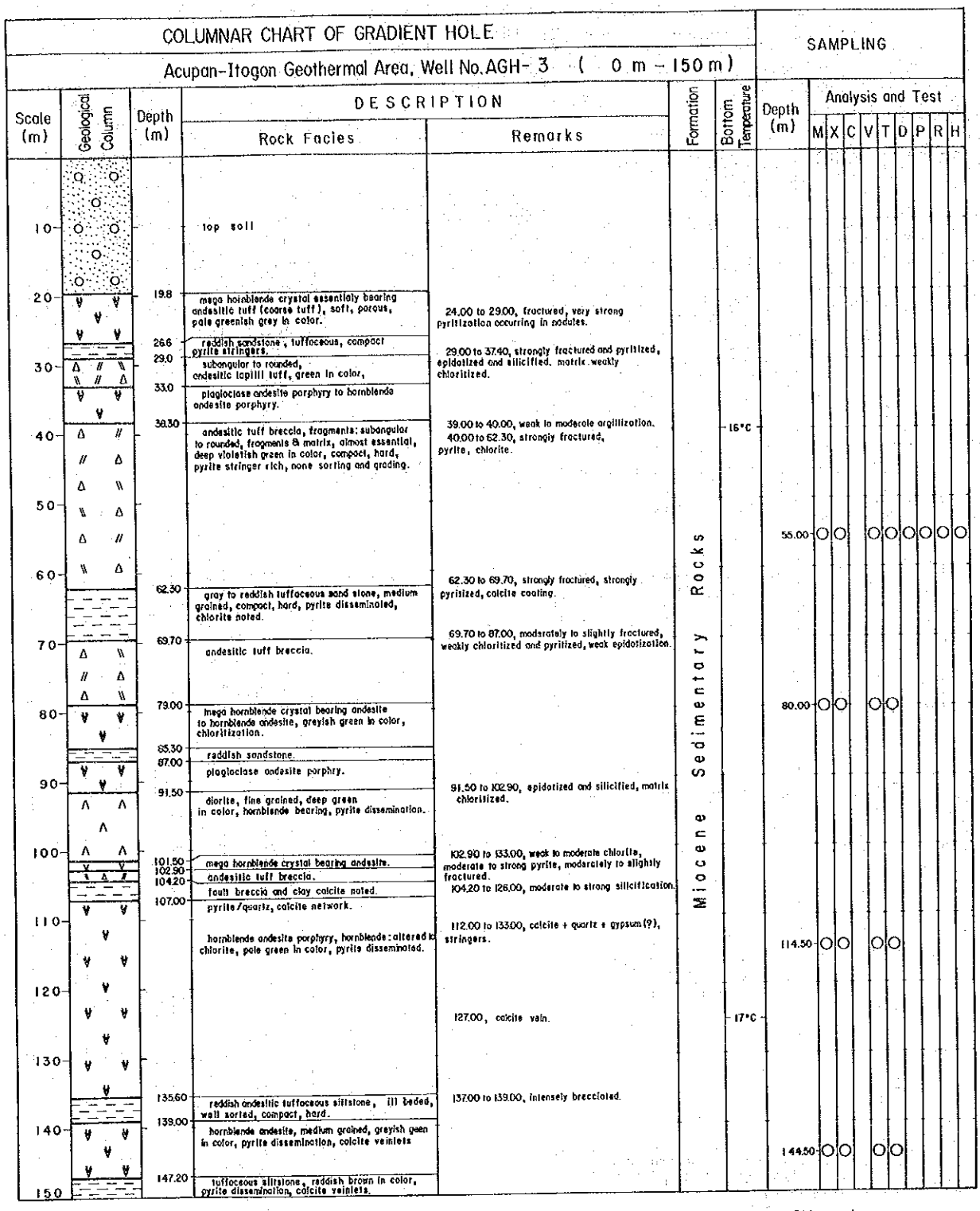
Acupan-Itogon Geothermal Area, Well No. AGH-2 (300 m -357.50m)

Scale (m)	Geological Column	Depth (m)	DESCRIPTION: Rock Facies	DESCRIPTION: Remarks	Formation	Bottom Temperature
300			granodiorite.	300.00 to 308.30, epidote and chlorite, calcopyrite dissemination, silicified.	Virac Granodiorite	
		308.30	hornblende andesite porphyry.	308.30 to 313.00, calcite veinlets rich, pyrite disseminated moderately, epidote and chlorite		
310		312.00	non core.			81.2°C
		313.00	granodiorite, deep green in color, hornblende: fresh.			
320		321.0 to 322.5	fault breccia and clay.	317.50 to 322.50, argillized, white in color, θ=40, argillized along the fractures.		
				320.00, calcopyrite and pyrite dissemination, epidote very rich, calcite vein core, quartz vein observed, silicified.		
330		332.0 to 332.10	fault clay and calcite, θ=30.			
		334.20	hornblende andesite porphyry, grey in color, medium grains.			
340		341.10	fault breccia.	341.10 to 343.00, epidote rich, pyrite dissemination, quartz veinlet and stringers.		
		343.00				
350				over 355.00, horizontal crack, developed strongly epidoted, quartz veins along cracks, silicified.		96.4°C
		357.50				
360						
370						

SAMPLING

Depth (m)	M	X	C	V	T	D	P	R	H
322.70	○	○	○	○	○				
355.00	○	○	○						

LEGEND ; M : Thin section
X : X-ray diffraction
C : Chemical analysis
V : Sonic velocity
T : Thermal conductivity
D : Density
P : Permeability
R : Specific electric resistance
H : Specific heat

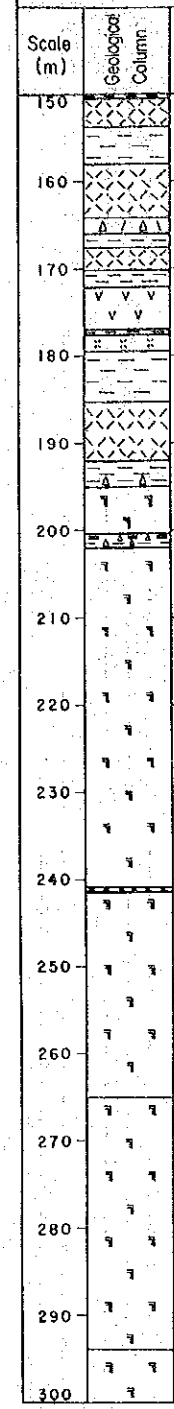


LEGEND ; M : Thin section
X : X-ray diffraction
C : Chemical analysis
V : Sonic velocity
T : Thermal conductivity
D : Density
P : Permeability
R : Specific electric resistance
H : Specific heat

Fig. II-4-4 Columnar Chart (AGH-3)

COLUMNAR CHART OF GRADIENT HOLE

Acupan-Itogon Geothermal Area, Well No. AGH-3 (150 m – 300 m)



Depth (m)	Rock Facies	Remarks	Formation	Bottom Temperature
150.50	reddish brown sandstone.		Miocene Sedimentary Rocks	
153.90	andesitic essential fine tuff, light green in color, pyrite dissemination, calcite veinlets.			
158.00	reddish tuffaceous siltstone.	154.80 to 155.40, gouge and strongly brecciated. 158.00 to 162.00, weakly silicification. 158 to 164, chloritization epidote, pyrite.		
164.50	essential andesitic fine tuff, calcite veinlet network heavily chlorite and epidote.			
166.00	andesite tuff breccia, deep green in color.	166.2 to 167.55, calcite + pyrite stringers.		
167.50	black mudstone.			
170.20	andesitic fine tuff.			17°C
172.00	brownish grey sandstone to reddish sandstone (or andesitic pyroclastic rock ?).			
177.00	aphanitic andesite, light green in color, compact, hard.			
177.50	black mudstone.			
179.50	andesitic fine tuff, essential hornblende phenocryst bearing deep green in color compact, hard.			
185.30	grey sandstone to red tuffaceous sandstone.			
192.00	plagioclase-hornblende andesitic essential fine tuff, green in color.			
194.80	grey sandstone, andesitic tuff breccia in lower part.			
200.40	194.8 to 194.9, fault breccia and clay, θ=60. hornblende-biotite granodiorite. hornblende andesite porphyry and argillized (fault breccia ?).	194.00 to 194.60, fault breccia. 195 to 208, brecciated, chloritized, pyritized and epidotized, calcite stringers.	Virac Granodiorite	16°C
202.00	200.40 to 202.00, fault breccia and clay.			
	hornblende-biotite granodiorite, epidotized and chloritized, pyrite disseminated strongly, light greenish grey color.			
				15°C
241.00				
241.50	brecciated and argillized.			
				18°C
265.20	hornblende andesite porphyry, fine grained, hornblende: 1mm ±, plagioclase completely epidotized, light green in color, cracks not seen, massive, compact, hard, pyrite disseminated strogly, calcite vein.			
294.00	aplite/granodiorite, contact at 294.0m, θ=0. hornblende-biotite granodiorite, light grey in color, epidote rich, chloritization, calcite vein, pyrite disseminated strongly.			

SAMPLING

Depth (m)	M	X	C	V	T	D	P	R	H
172.30	O	O		O	O	O	O	O	O
204.00	O	O		O	O				
237.30	O	O		O	O				
271.00	O	O		O	O				
300.00									

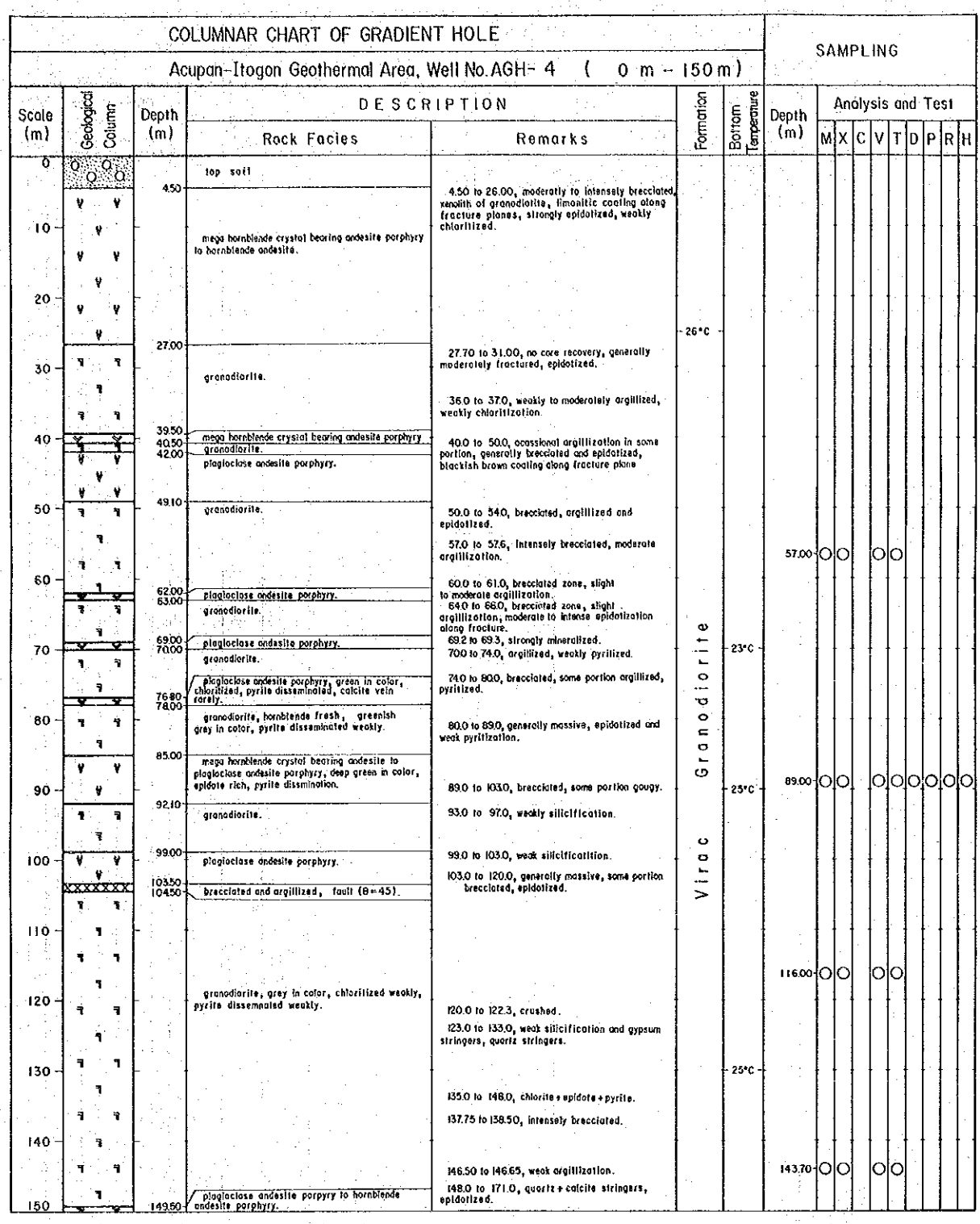
LEGEND ; M : Thin section
X : X-ray diffraction
C : Chemical analysis
V : Sonic velocity
T : Thermal conductivity
D : Density
P : Permeability
R : Specific electric resistance
H : Specific heat

COLUMNAR CHART OF GRADIENT HOLE

Acupan-Itogon Geothermal Area, Well No. AGH-3 (300 m -322.50m)

Scale (m)	Geological Column	Depth (m)	DESCRIPTION: Rock Facies	DESCRIPTION: Remarks	Formation	Bottom Temperature	SAMPLING: Depth (m)	Analysis and Test: M	X	C	V	T	D	P	R	H
300		301.00	granodiorite		Virac Granodiorite											
		303.50	aplitic granodiorite													
			hornblende-biotite granodiorite, fresh hornblende epidote not so much, pyrite disseminated weakly, calcite vein (θ = 0) at 310.0m.													
310																
320		322.50				24.1°C										
330																

LEGEND ; M : Thin section
X : X-ray diffraction
C : Chemical analysis
V : Sonic velocity
T : Thermal conductivity
D : Density
P : Permeability
R : Specific electric resistance
H : Specific heat



LEGEND ; M : Thin section
X : X-ray diffraction
C : Chemical analysis
V : Sonic velocity
T : Thermal conductivity
D : Density
P : Permeability
R : Specific electric resistance
H : Specific heat

Fig. II-4-5 Columnar Chart (AGH-4)

COLUMNAR CHART OF GRADIENT HOLE

Acupan-Itogon Geothermal Area, Well No. AGH-4 (150 m - 300 m)

Scale (m)	Geological Column	Depth (m)	DESCRIPTION: Rock Facies	DESCRIPTION: Remarks	Formation	Bottom Temperature
150			granodiorite, plagioclase altered to epidote and chlorite		Virac Granodiorite	
		153.50	plagioclase andesite porphyry, very fine grained, deep green in color.			
		156.70	granodiorite, plagioclase altered to epidotized			
160		159.20	andesite porphyry, fine grained, deep green in color, chloritization, epidotization, θ=20 boundary			
		162.70	hornblende-biotite granodiorite, chloritization, epidotization, pyrite dissemination weak, light grey in color.	165.0, epidotized in intensity.		
170				170.0 to 171.0, epidote + quartz along cracks.		
				174.0 to 184.0, epidote + quartz + calcite		
180				184.65 to 184.85, argillized. 184.0 to 189.0, moderate silicification, epidotized.		
190		190.00	fine grained andesite, deep geen in color, pyrite disseminated strongly, chloritized.	190.0 to 201.0, massive. epidote, chlorite, pyrite calcite stringers, occassional argillization and brecciation.		
		194.50				
		195.00	brecciated and clay in fault, θ=60.			
200			hornblende-biotite granodiorite, some amounts of epidote vein, pyrite disseminated weakly, light grey in color.			-21.9°C-
210						
220						
		226.00	fine grained andesite, deep green in color, plagioclase altered to epidote, calcopyrite and pyrite disseminated strongly, θ=50 boundary of dyke.			
		226.50	hornblende-biotite granodiorite, epidote veinlets.			
230						
240						
250						
260						
		267.50	sheared and argillized, θ=10 to 20 calcite veinlet rich.			
270		269.00				
			hornblende-biotite granodiorite, greenish grey in color, pyrite disseminated weakly, compact, hard.			
280				280.0 to 280.5, calcite vein, width 3 mm. 283.50, calcite vein θ=20, width 5 mm. 283.50 to 283.90, argillized, soft, light green in color.		
290						
300						

SAMPLING

Depth (m)	M	X	C	V	T	D	P	R	H
160.50	O	O		O	O				
211.00	O	O		O	O				
235.50	O	O		O	O				
261.50	O	O		O	O				
283.40	O	O		O	O				

LEGEND ; M : Thin section
X : X-ray diffraction
C : Chemical analysis
V : Sonic velocity
T : Thermal conductivity
D : Density
P : Permeability
R : Specific electric resistance
H : Specific heat

COLUMNAR CHART OF GRADIENT HOLE

Acupan-Itogon Geothermal Area, Well No. AGH- 4 (300 m – 450 m)

Scale (m)	Geological Column	Depth (m)	DESCRIPTION: Rock Facies	DESCRIPTION: Remarks	Formation	Bottom Temperature	SAMPLING: Depth (m)	Analysis and Test: M	X	C	V	T	D	P	R	H
300			granodiorite.	300 to 304, strongly brecciated, foliation observed (G = 50°). alteration chlorite + epidote + pyrite. some fracture still open. calcite stringer presente. 305 to 320, generally massive granodiorite. alteration epidote + pyrite + chlorite + calcite occassional weak oreglitization noted.	Virac Granodiorite										
310																
320				327.5 to 228.25, open fracture, moderately brecciated, calcite stringers noted.												
		327.50	aphanitic andesite.													
		328.25	granodiorite.	228.25 to 335.0, massive to slightly brecciated.												
330																
		335.00	aphanitic andesite.	335.0 to 335.5, calcite stringers in all direction.												
		335.50	granodiorite.	335.5 to 340.0, absence of epidote noted												
340		340.00	hornblende andesite porphry.	340.0 to 342.0, massive, absence of alteration mineral												
		342.00	granodiorite.	342.0 to 372.0, slightly fractured, quartz + calcite + epidote + pyrite intensily												
350																
360																
370		372.00	hornblende-plagioclase andesite porphry.	372.0 to 374.0, dark grey, moderately brecciated, calcite coatiry along planes.												
		374.00	granodiorite.	374.0 to 380.8, slightly brecciated, quartz + calcite + epidote,												
380		380.80	plagioclase andesite porphry.	380.8 to 401.0, greenish grey, moderately brecciated, occassional hornblende phenocrysts, calcite veinlets along cracks.												
390																
400		401.00	granodiorite	401.0 to 406.5, moderally to intensily brecciated, quartz + calcite + gypsum.												
		406.50	plagioclase andesite porphry.	406.5 to 407.0, grey, slightly argillized.												
		407.00	granodiorite.	407.0 to 411.5, moderally brecciated, epidote + pyrite + calcite.												
410		411.50	aplitic granodiorite.	411.5 to 415.0, silicic alteration, epidote + pyrite.												
				415.0 to 416.0, pyrite + calcopyrite. 416.0 to 420.0, moderately brecciated, veinlets, quartz + calcite, abundant pyrite.												
420		420.00	hornblende andesite porphry.	420.0 medium grained groudmass, moderally brecciated, epidote + calcite + pyrite.												
		424.80	hornblende andessite porphry.													
		428.50	granodiorite.													
430		431.00	plagioclase andesite porphry.													
		431.50	granodiorite.	431.5 to 438.0, slightly brecciated.												
		438.00	plagioclase andesite porphry.													
		438.50	granodiorite.	438.5 to 440.0, slightly brecciated.												
440		440.00	plagioclase andesite porphry.	440.0 to 441.5, grey, moderally brecciated, few plagioclase phenocryst + calcite.												
		441.50	granodiorite.	441.5 to 445.0, slightly fractured.												
		445.00	plagioclase andesite porphry.	445.0 to 447.5, grey, slightly brecciated, fine few plagioclase phenocryst, slightly argillized, + calcite veinlets												
450		447.50	granodiorite.													

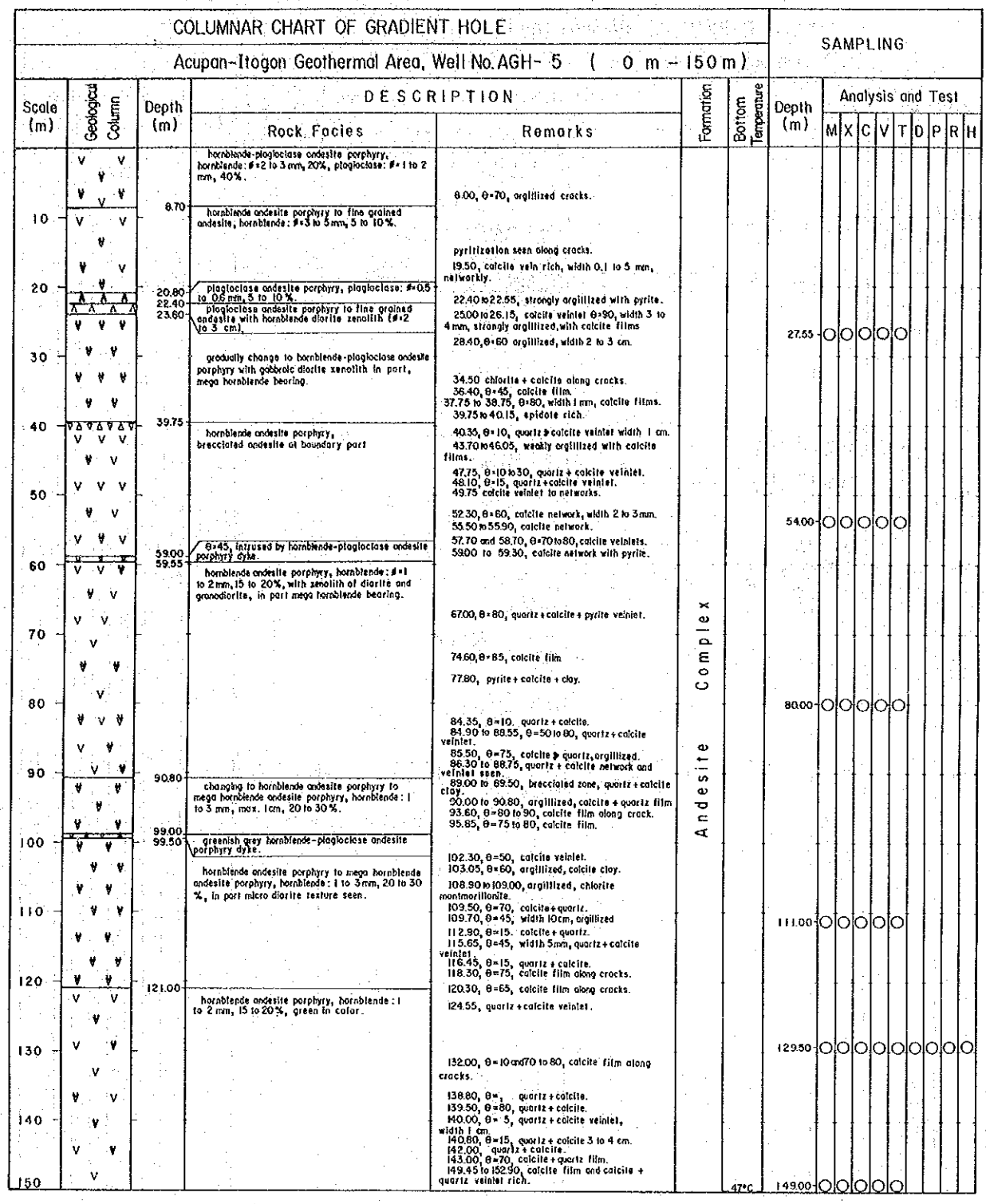
LEGEND ; M : Thin section
X : X-ray diffraction
C : Chemical analysis
V : Sonic velocity
T : Thermal conductivity
D : Density
P : Permeability
R : Specific electric resistance
H : Specific heat

COLUMNAR CHART OF GRADIENT HOLE

Acupan-Itogon Geothermal Area, Well No. AGH- 4 (450 m -538.20m)

Scale (m)	Geological Column	Depth (m)	DESCRIPTION: Rock Facies	DESCRIPTION: Remarks	Formation	Bottom Temperature	SAMPLING: Depth (m)	Analysis and Test: M	X	C	V	T	D	P	R	H
450			granodiorite.	447.5 to 461.0, slightly brecciated, calcite quartz veinlets, weak to moderate epidotization, occassional weak argillitation + pyrite.	Virac Granodiorite											
460		461.00	aplitic granodiorite	461.0 to 468.0, moderately fractured, pyrite + epidote + calcite stringers.												
470		468.00	granodiorite.	468.0 to 493.0, generally massive, slightly brecciated in part, calcite+chlorite, stringers of dark sulfied noted.												
480																
490		493.00	hornblende andesite porphry.	493.0 to 493.5, strongly mineralized and epidotized, few calcite stringers.												
		493.50	granodiorite.	493.5 to 510.0, massive, epidote + pyrite + chlorite + calcite.												
		498.00	hornblende andesite porphry.													
500		498.25	granodiorite.													
		503.00	aplitic granodiorite.													
		507.00	granodiorite.													
510		510.00	micro diorite to medium grained andesite porphry.													
		511.00	granodiorite.	518.3 to 518.5, gouge.												
520				520.0 to 532.0, generally slightly fractured, alteration mineral												
530				532.0 to 538.2, strongly brecciated, moderate to strong silicification, strongly pyritized, weakly argillized.												
540		538.20														

LEGEND ; M : Thin section
X : X-ray diffraction
C : Chemical analysis
V : Sonic velocity
T : Thermal conductivity
D : Density
P : Permeability
R : Specific electric resistance
H : Specific heat



LEGEND ; M : Thin section
X : X-ray diffraction
C : Chemical analysis
V : Sonic velocity
T : Thermal conductivity
D : Density
P : Permeability
R : Specific electric resistance
H : Specific heat

Fig. II-4-6 Columnar Chart (AGH-5)

COLUMNAR CHART OF GRADIENT HOLE

Acupan-Itogon Geothermal Area, Well No. AGH- 5 (300 m - 400m)

Scale (m)	Geological Column	Depth (m)	DESCRIPTION: Rock Facies	DESCRIPTION: Remarks	Formation	Bottom Temperature
300			brecciated diorite.		Itogon Quartz Diorite	
				304.55 to 305.90, argillized and silicified with calcite film.		
				306.65 to 308.45, argillized and silicified with calcite film.		
310				312.10 to 312.40, argillized.		47°C
				319.30 to 320.40, θ=70, quartz + calcite vein.		
320				321.00, calcite + pyrite film.		
330		335.10	θ=20 aphanitic andesite dyke.			
		335.80				
		337.20	brecciated diorite.			
340			dark grey hornblende-plagioclase andesite porphyry, hornblende: 3 to 4 mm, 15 to 20 %, plagioclase: 1 to 2 mm, 10 % ±			
		346.20	brecciated diorite.			
350		355.80	hard compact hornblende andesite porphyry.			
360		362.80	strongly argillized brecciated diorite.	362.40 to 372.75, suddenly change to strogly argillized zone with calcite + pyrite + calcopyrite.		
				369.00 to 369.70, strongly altered zone, green to greyish, argillized.		
370		372.75	strongly epidotized andesite.	372.75 to 374.50, spots of epidote, vein rich		
		374.50	brecciated diorite.	375.25 to 377.15, strongly argillized calcite + pyrite+chlorite.		
380						
				387.10, θ=60, width 1 cm, calcite + quartz veinlet.		
390				397.30, θ=60, width 1 cm, calcite + quartz veinlet.		
				398.50 to 400.00, weakly argillized with calcite + epidote networks.		
400		400.00				61.5°C

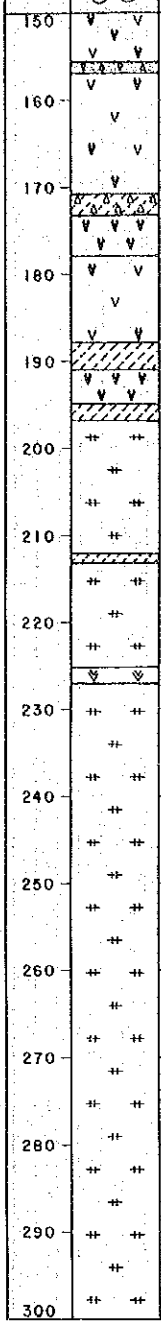
SAMPLING

Depth (m)	M	X	C	V	T	D	P	R	H
302.15	O	O	O	O	O				
326.00	O	O	O	O	O	O	O	O	O
349.60	O	O	O	O	O				
372.50	O	O	O	O	O				
399.50	O	O	O	O	O				

LEGEND ; M : Thin section
X : X-ray diffraction
C : Chemical analysis
V : Sonic velocity
T : Thermal conductivity
D : Density
P : Permeability
R : Specific electric resistance
H : Specific heat

COLUMNAR CHART OF GRADIENT HOLE

Acupan-Itogon Geothermal Area, Well No. AGH-5 (150 m – 300 m)

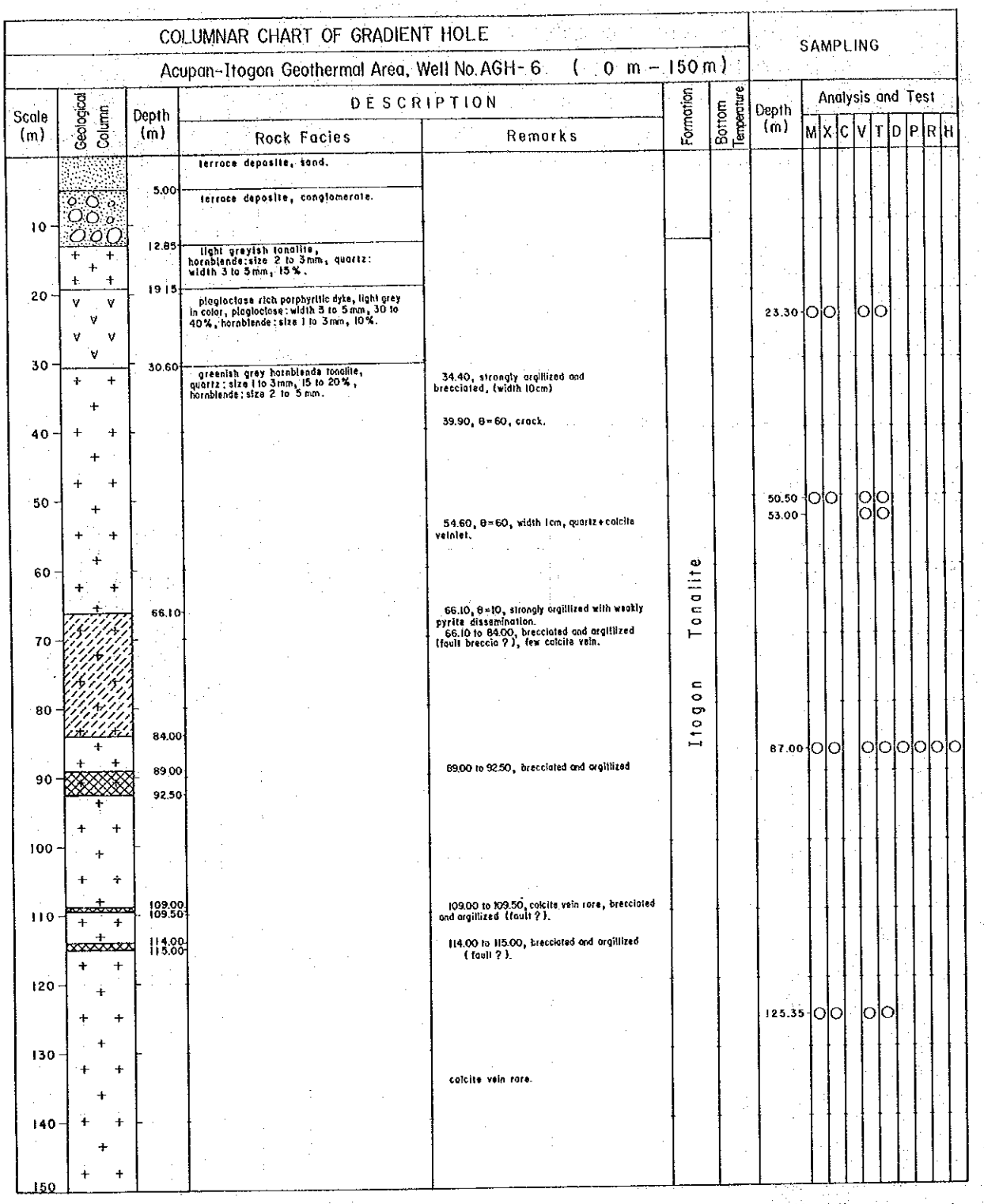


Depth (m)	Rock Facies	Remarks	Formation	Bottom Temperature
	hornblende andesite porphyry.		Andesite Complex	
155.80 157.40		155.80 to 157.40, θ=60, pyrite + calcite vein.		
		161.70, θ=60, crack, pyrite 162.80 to 163.40, calcite clay.		
170.70 173.10		170.70 to 170.90, θ=60, argillized and brecciated 173.50 to 170.80, θ=50, pyrite + calcite, brecciated. 177.10, θ=40 and 80 to 90, calcite films and networks.		
178.00				
187.95 191.20		187.50 to 187.90, θ=80, strongly argillized. 187.95 to 191.20, strongly argillized and weakly silicified.		
195.00 196.90		195.10 to 196.90, strongly argillized and weakly silicified.		
	brecciated diorite	198.40 to 198.50, strongly argillized. 198.70 to 199.00, strongly argillized. 200.60 to 200.90, argillized with pyrite	Itogon Quartz Diorite	
				49°C
212.10 213.10		212.10 to 213.10, θ=40, strongly argillized with calcite film & networks.		
	brecciated diorite	217.20 to 220.60, strongly argillized with calcite film & networks.		
		221.10, θ=60, width 1cm to 5mm, calcite + quartz veinlet. 222.50, θ=60, 5mm, calcite veinlet.		
	andesite porphyry	228.00, θ=45, 5mm, calcite veinlet.		
	brecciated diorite			
		234.50, θ=10, calcite veinlet. 235.00, θ=10, width 3 to 4 cm, calcite clay. 236.00, θ=60, width 10 cm, quartz + calcite vein.		
		249.95 to 251.30, strongly argillized with pyrite		
		253.00 to 254.40, θ=50, argillized and calcite + quartz film. 258.00 to 258.20, argillized. 258.80 to 258.90, argillized.		
		263.70 to 263.90, θ=60, argillized.		
		270.00 to 270.30, pyrite dissemination		
		280.20 to 280.90, strongly argillized. 282.40, θ=60, strongly argillized.		
		296.80 to 299.30, calcite veinlet with pyrite and epidote. 296.80 to 300.45, argillized zone.		

SAMPLING

Depth (m)	M	X	C	V	T	D	P	R	H
175.00	O	O	O	O	O	O	O	O	O
201.80	O	O	O	O	O				
226.20	O	O	O	O	O				
253.10	O	O	O	O	O	O	O	O	O
274.50	O	O	O	O	O				

LEGEND ; M : Thin section
X : X-ray diffraction
C : Chemical analysis
V : Sonic velocity
T : Thermal conductivity
D : Density
P : Permeability
R : Specific electric resistance
H : Specific heat



LEGEND ; M : Thin section
X : X-ray diffraction
C : Chemical analysis
V : Sonic velocity
T : Thermal conductivity
D : Density
P : Permeability
R : Specific electric resistance
H : Specific heat

Fig. II-4-7 Columnar Chart (AGH-6)

COLUMNAR CHART OF GRADIENT HOLE

Acupan-Itogon Geothermal Area, Well No.AGH- 6 (150 m -207.15m)

Scale (m)	Geological Column	Depth (m)	DESCRIPTION: Rock Facies	DESCRIPTION: Remarks	Formation	Bottom Temperature	SAMPLING: Depth (m)	Analysis and Test: M	X	C	V	T	D	P	R	H
150			tonalite		Itogon tonalite											
160																
				calcite vein rare.		34.0°C	165.50	○	○		○	○	○	○	○	○
170																
180																
190			189.00 to 189.30, ophitic diorite, deep green in color.													
200						31.7°C										
							204.10	○	○		○	○				
		207.15				31.8°C										
210																

LEGEND ; M : Thin section
X : X-ray diffraction
C : Chemical analysis
V : Sonic velocity
T : Thermal conductivity
D : Density
P : Permeability
R : Specific electric resistance
H : Specific heat

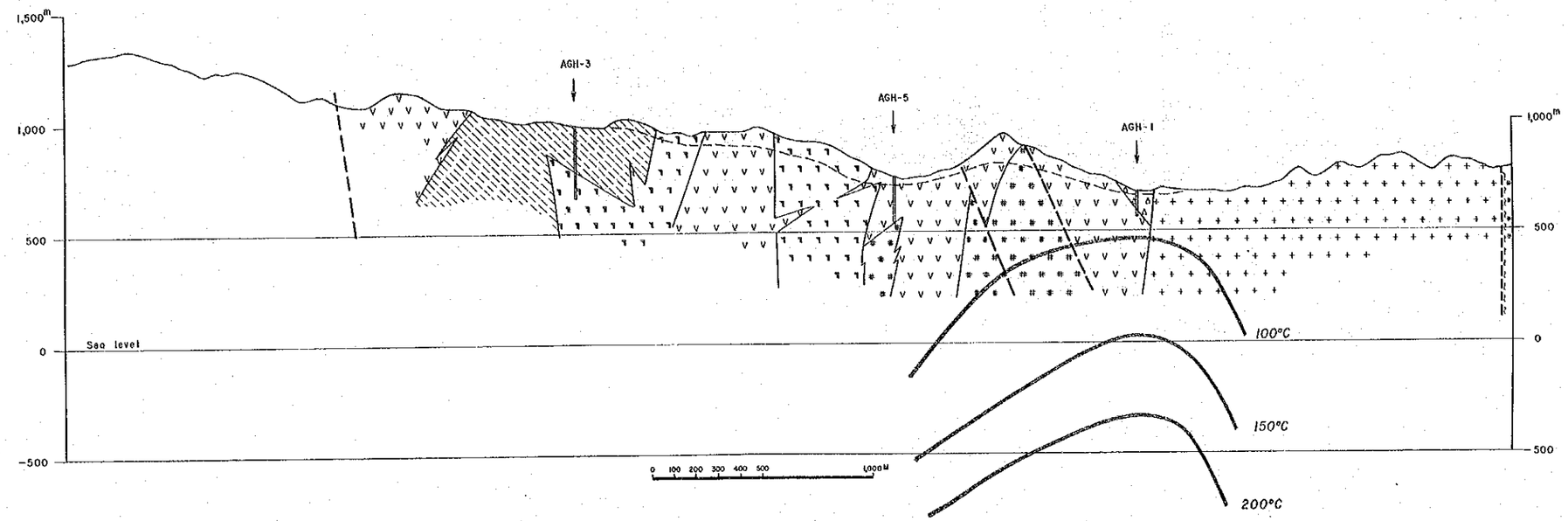


Fig. Ⅱ-4-8 (a) Profile of Through AGH-3,5,1

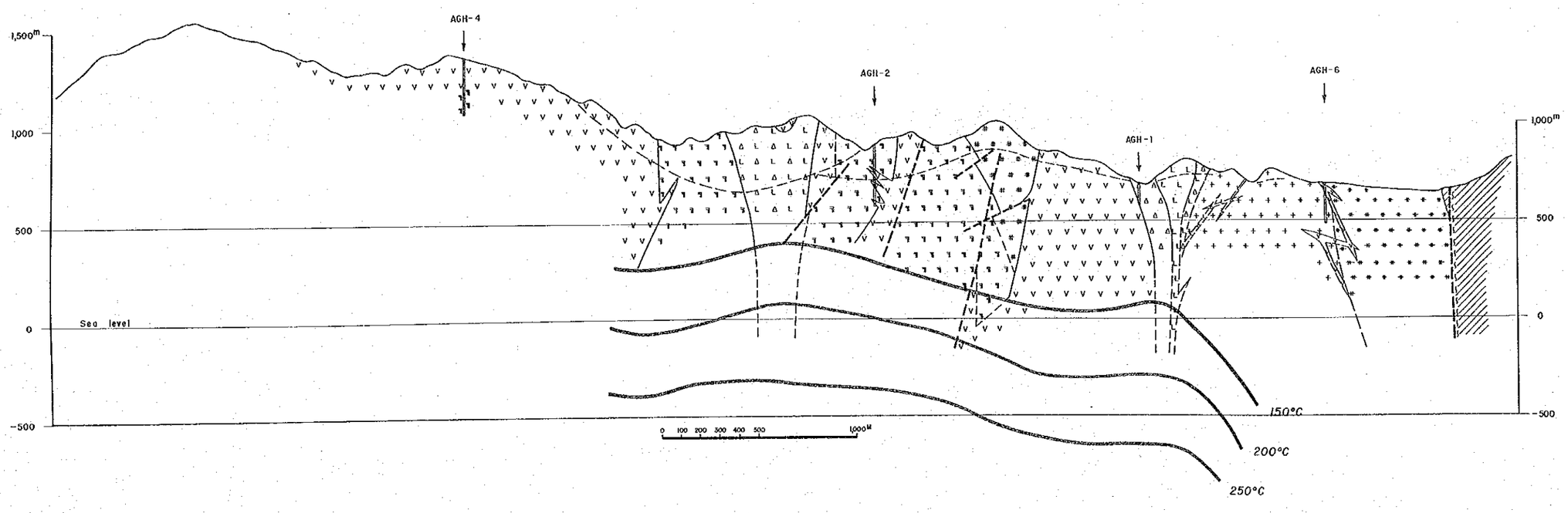


Fig. Ⅱ-4-8 (b) Profile of Through AGH-4,2,1,6

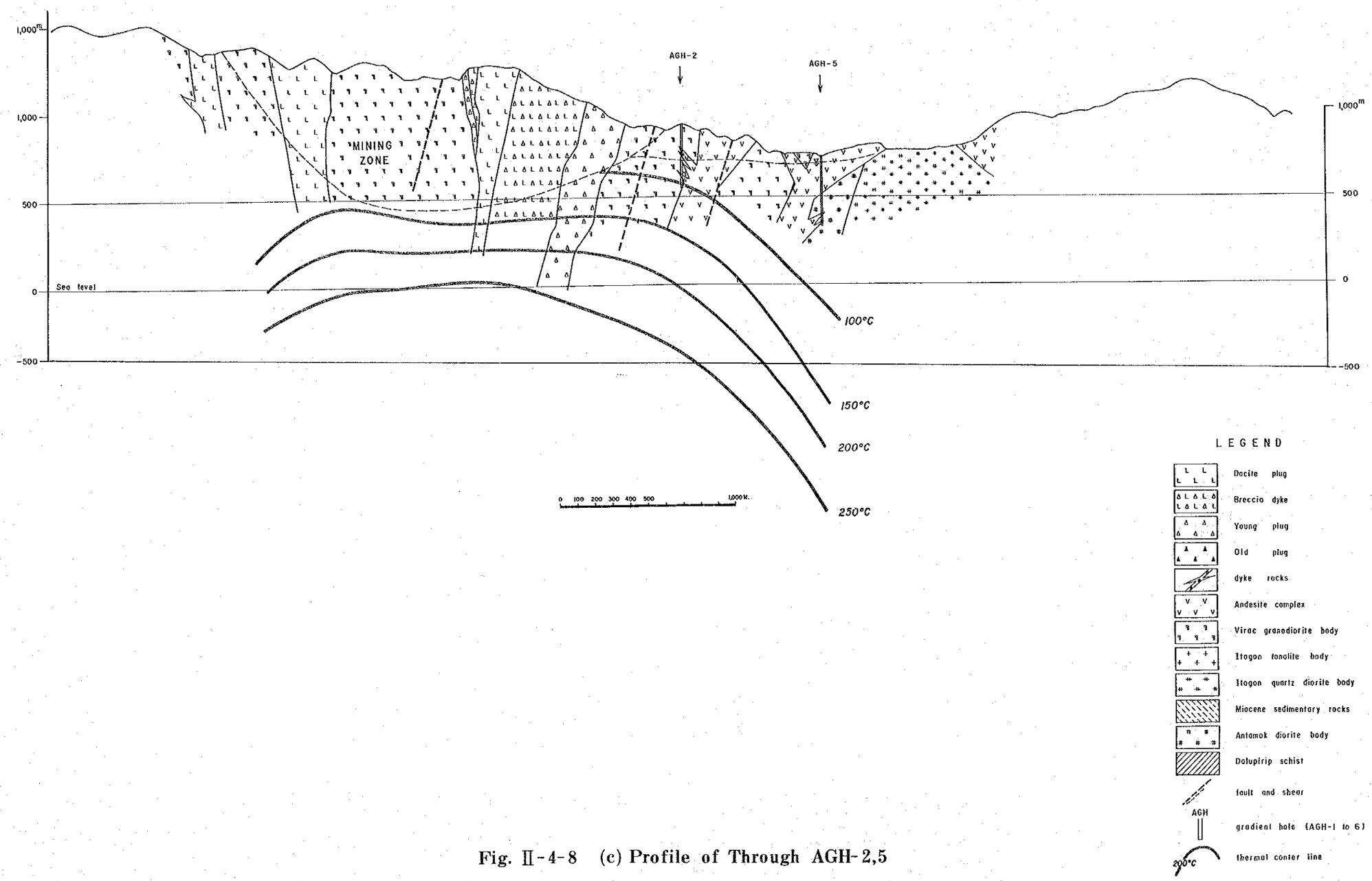


Fig. II-4-8 (c) Profile of Through AGH-2,5

4－5－2　測定の結果

測定結果を一括 Fig. Ⅱ－4－9～Fig. Ⅱ－4－14 に示す。

(1)　AGH－1

堀削中に於ける温度測定は，循還水の停止後約 20～30 分で実施した。堀削中，最大約 100 ℓ／分の湧水（水温 60℃）があったが次第に減少し，GI パイプを挿入後は約 1.0 ℓ／分に減少した。28／Jan.／1984 現在で，湧水は停止してる。水位は 0 m である。

2／Dec.／1983 の掘削終了時を循還水の停止時として，Standing time：0.50，287，528，1368 時間で回復温度を測定した（Fig. Ⅱ－4－9）。

地層平衡温度の計算過程を Table Ⅱ－4－1 及び Fig. Ⅱ－4－15 に示すが，結果の要約は次のとおりである。

深度（m）	平衡地温（℃）	地温勾配（℃/10m）
25	86.5	
		＋1.32
50	89.8	
		＋0.16
75	90.2	
		＋0.20
100	90.7	

孔内に於ける約 90 ℃の熱水の湧出地点の位置は不明だが，ある深度で熱水が湧出し，それが地表近くの表層水で冷却されている状況が推定される。

(2)　AGH－2

測温孔に到る道路の都合により，回復温度の測定は S．T．（Standing time）が 3：30，8：30，22：30 時間の合計 3 回しか実施できなかった（Fig. Ⅱ－4－10）。

試錐日誌からは約 190 m 深及び約 300 m 深で逸水層の存在が推定されるが，回復温度曲線からも約 220 m，約 260 m 及び約 290 m 深に明らかな逸水層の存在が示される。

Table Ⅱ－4－2 及び Fig. Ⅱ－4－16 には回復温度測定の記録と地層平衡温度の算出過程を示す。次は算出結果の要約である。

深度（m）	平衡地温（℃）	地温勾配（℃/10m）
100	32.0	
		＋2.3
200	55.0	
		＋5.7
250	83.5	
		＋3.5
300	101.0	
		＋2.8
350	115.0	

地温勾配の上昇位置から推定して地下水位は約196 m深にあると考えられるが，それ以深の平均地温勾配は約＋4.0 ℃/10m に達する。

(3) AGH－3

温度回復測定をS.T. 0：25, 16：30, 23：30, 40：30時間の4回実施したが，Fig. Ⅱ－4－11に示すとおり地温の上昇はみられなかった。

Table Ⅱ－4－3及びFig. Ⅱ－4－17に回復温度測定の記録と地層平衡温度の算出過程を示すが，その結果は次のとおりで，地温の地下での上昇は極めて僅かである。

深度（m）	平衡地温（℃）	地温勾配（℃/10m）
100	23.3	
		0
200	23.3	
		＋0.04
250	23.5	
		＋0.10
300	24.0	
		0
320	24.0	

試錐日誌には深度約100～120 mの間に約100 ℓ/分の湧水層のあることが記載されているが，同様の地下水で少くとも深度300 m付近まで滞水されてるものと考えられる。

(4) AGH－4

標高1,350 mの山の尾根から堀進してるもので，予定深度800 mで現在まだ堀削中である。

約200 mまで堀削した段階で回復温度を測定した（Fig. Ⅱ－4－12）。坑内水の循環を停止してからS.T. 2：15, 18：00, 42：25 時間後の3回にわたって回復温度を測定した。

Table Ⅱ－4－4及びFig. Ⅱ－4－18に回復温度の測定記録と地層平衡温度の算出過程を示し，算出結果を次に示す。

深度（m）	平衡地温（℃）	地温勾配（℃/10m）
50	19.4	
		0
100	19.4	
		＋0.26
150	20.7	
		＋0.66
200	24.0	

Fig. Ⅱ－4－12の回復温度曲線にも見られるとおり，試錐孔堀削地点の標高及び地形を考慮すると，未だ地下水面下の地温分布は未だ不明と言える。

(5) AGH－5

G．I．パイプを挿入後，S．T．3：45，14：00，329：00，634：00，1.190：00，1.401：00 時間の計6回の温度測定を実施した。温度回復曲線をFig.Ⅱ－4－13に，測定時の記録及び地層平衡温度の算出過程をTable Ⅱ－4－5及びFig.Ⅱ－4－19に示す。平衡温度の推定値は，

深度（m）	平衡地温（℃）	地温勾配（℃/10m）
100	35.0	
		＋1.0
200	45.0	
		＋0.86
300	53.6	
		＋0.84
400	62.0	

のとおり，孔底の400m深で62.0℃の高温値が期待される。回復温度曲線（Fig.Ⅱ－4－13）からは地下水面は約35m深にあると推定されるが，それ以深から孔底まで約直線的な温度上昇が認められる。回復温度曲線は，深度約315m及び385m深に多少の屈曲を示し，逸水層の存在が示唆されるが，試錐記録にある約275～284m深及び360m深での全量逸水は温度検層図からは確認できない。

(6) AGH－6

G．I．パイプを挿入後，S．T．3：00，401：00，558：00時間後の回復温度を測定した。温度検層チャートをFig.Ⅱ－4－14に，測定時の記録及び地層平衡温度の算出過程をTable Ⅱ－4－6及びFig.Ⅱ－4－20に示す，平衡温度の推定値は，

深度（m）	平衡地温（℃）	地温勾配（℃/10m）
50	25.7	
		＋0.46
100	28.0	
		＋0.36
150	29.8	
		＋0.44
200	32.0	

のとおり地温は極めて低く，また地温勾配も非火山性地帯の平均地温勾配に近い。

試錐日誌の中にも逸水の記録はなく，またさらに回復温度チャートもほぼ直線的である。

4－5－3 考 察

測温孔6孔のうち，AGH－4は未だ堀削中であり，地下の温度分布についての知見が得られてないので，ここでは残りの5孔について考察を進める。

5孔の測温孔のうち，地下での高地温が期待される孔はAGH－1，AGH－2及びAGH－5である。このうち，AGH－1は1togon橋付近の温泉水の湧出する近くにあり，また地

質的にはltogonブラグに接して堀削されたものである。AGH－2はAcupan鉱床のBa－latocブラグの北東近くに，また同時にNE－SW性の断層構造に接した位置にあると言える。AGH－5はltogon及びBalatocブラグの縁から約1Km離れた処にあるが，それらブラグを結ぶNE－SW性の断層構造からは比較的近い位置にあると言える。

以上の高地温を示す測温孔に対して，AGH－6はltogonブラグからは約700 m程度しか離れてないが，Agunoバソリスの中に堀削されている。この中では逸水層も無く岩石中に熱水の通路となる割れ目も発達し難いのではないかと考えられる。AGH－3は地質的にはAGH－5に類似であるが，しかしBalatocブラグからは遠く離れ，約1.5Kmの位置にある。

以上のとおり，高地温は地質的には新規火成活動のブラグに，また地質構造的にはNE－SW性の断層構造に規制されてるものと考えられる。

回復温度測定の結果を用いて各孔井位置に於ける地下温度の増温率を推定する。

(1) AGH－1：地下深部から孔内の上部に熱水の流動があるとみられ，温度勾配は不明である。

(2) AGH－2：300～350 m間の増温率は2.8℃/10 mである。地下の深部にこのままの増温率を適用するのは他の同型の地熱系の例と比較した場合あまりにも大きすぎ，半分の1.4℃/10 mの値を程度と考えられる。

(3) AGH－3：不明である。

(4) AGH－4：現在の処不明である。

(5) AGH－5：300～400 m間の増温率が0.84℃/10mであり，0.8℃/10 mの増温率を考えた。

(6) AGH－6：150～200 m間の増温率が0.44℃/10mであり，0.4℃/10 mの増温率を考えた。

以上の結果を基に，地下温度を推定すると次のとおりである。

孔井	地層平衡温度／深度	500m	1,000m	1,500m	2,000m
AGH－2	115℃／350 m	136℃	206℃	276℃	346℃
AGH－5	62℃／400 m	70℃	110℃	150℃	190℃
AGH－6	32℃／200 m	44℃	64℃	84℃	104℃

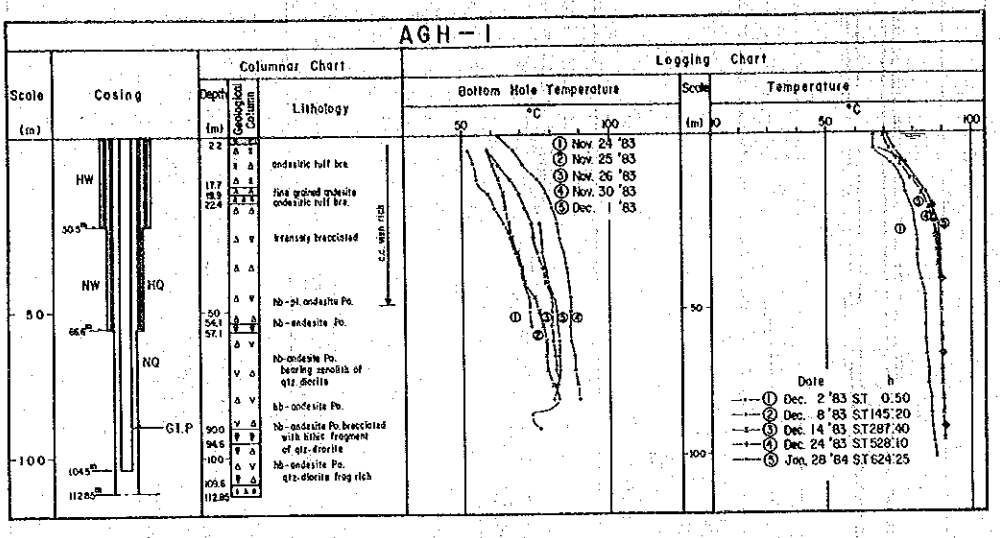


Fig. II-4-9 Thermal Logging Chart of AGH-1

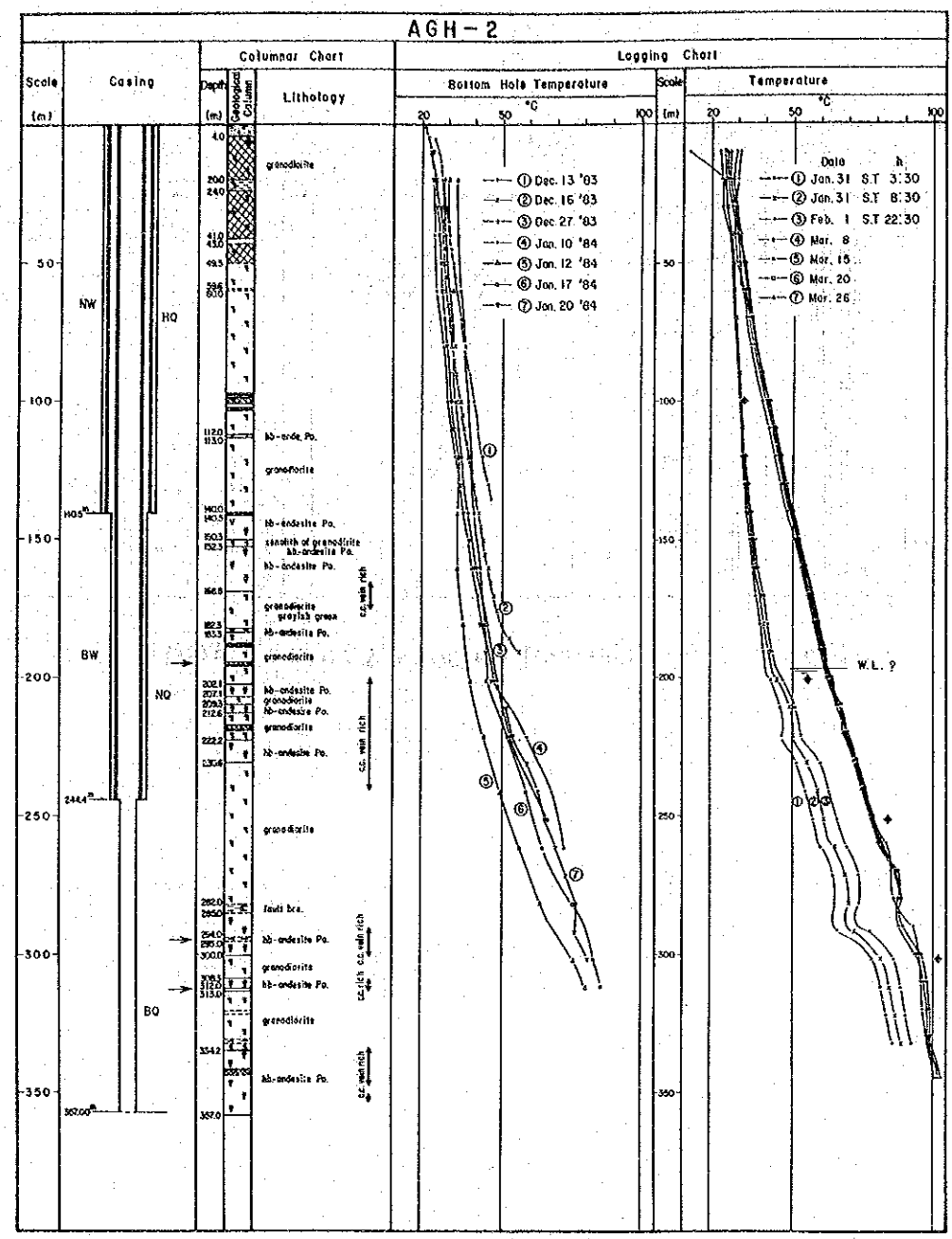


Fig. II-4-10 Thermal Logging Chart of AGH-2

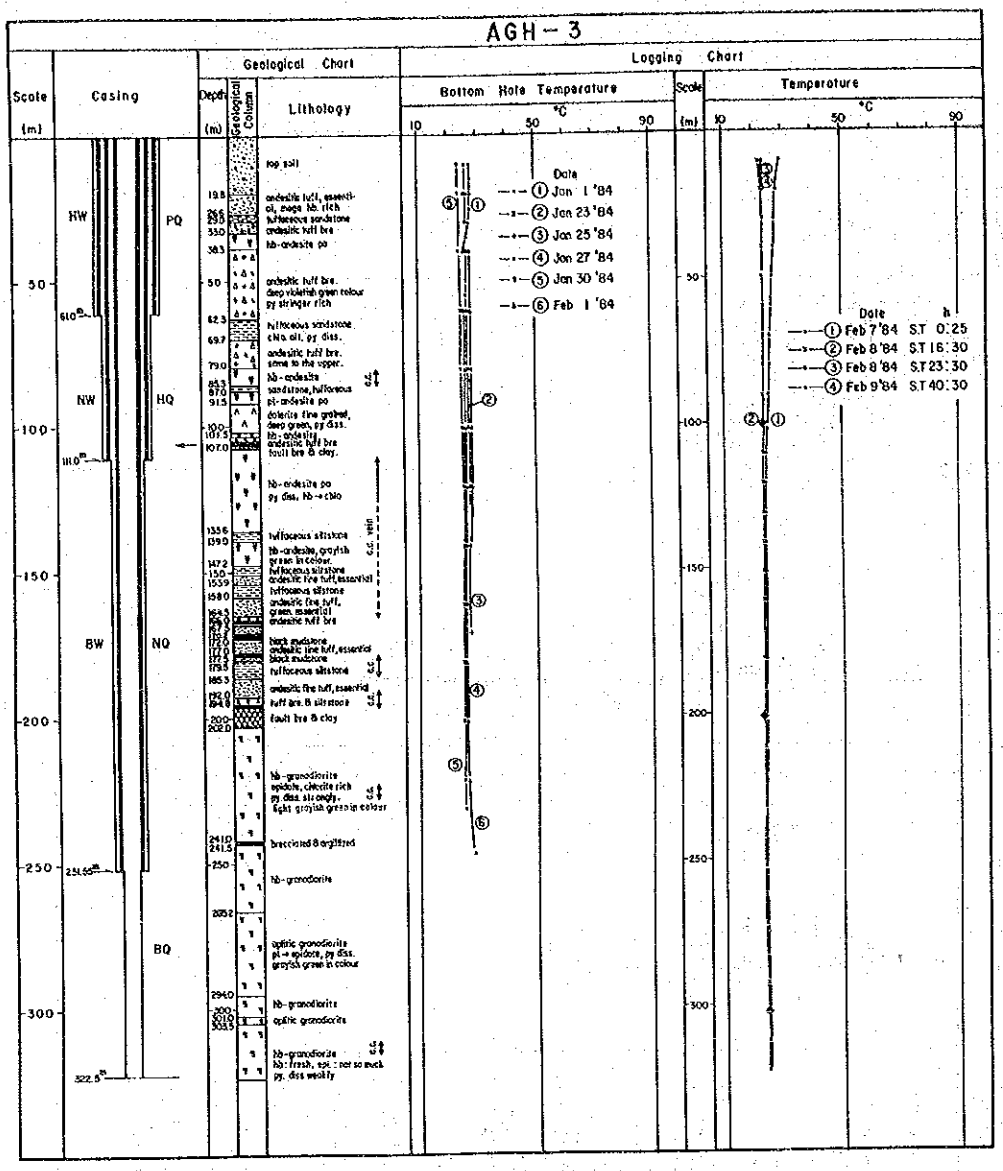


Fig. II-4-11 Thermal Logging Chart of AGH-3

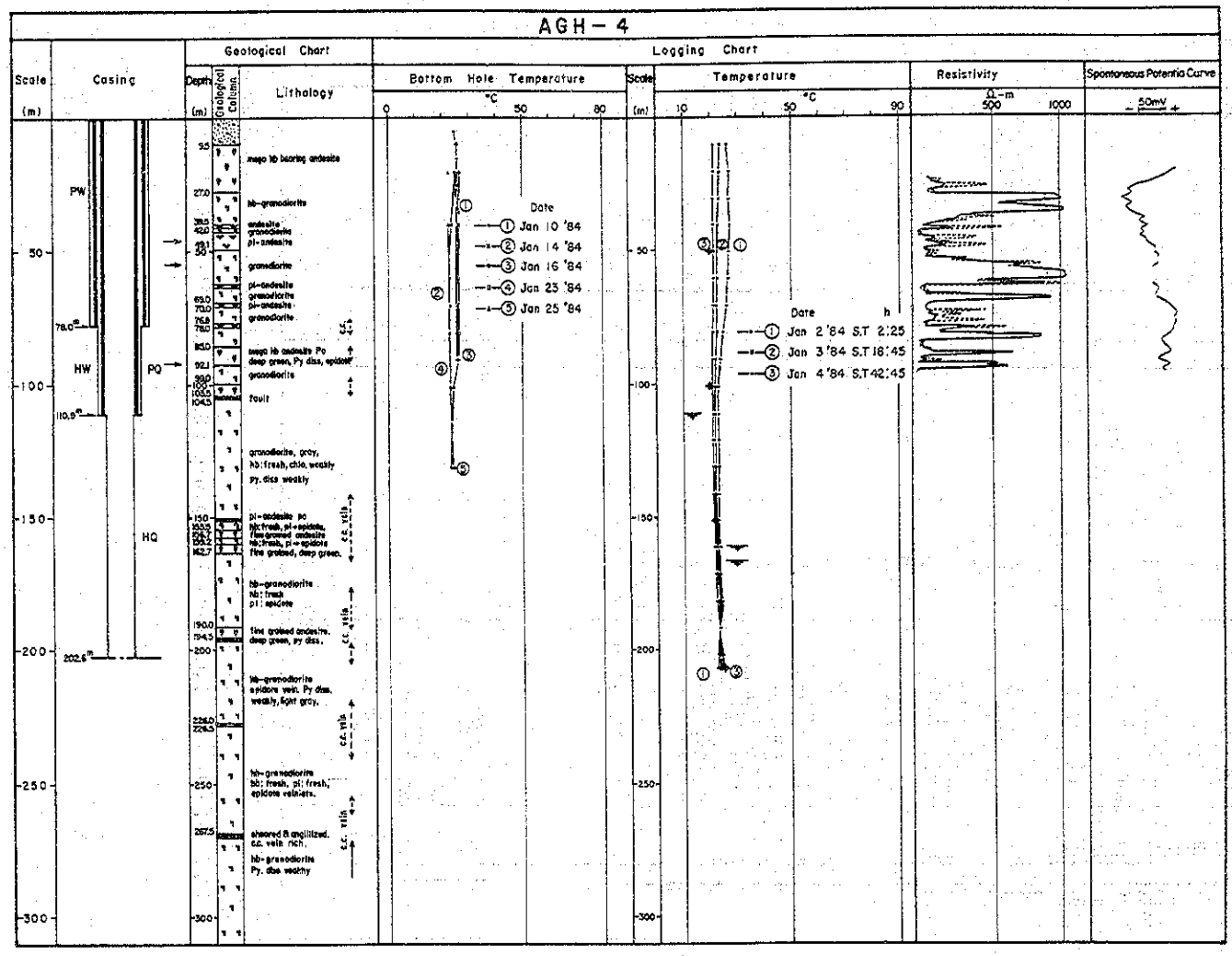


Fig. II-4-12 Thermal Logging Chart of AGH-4

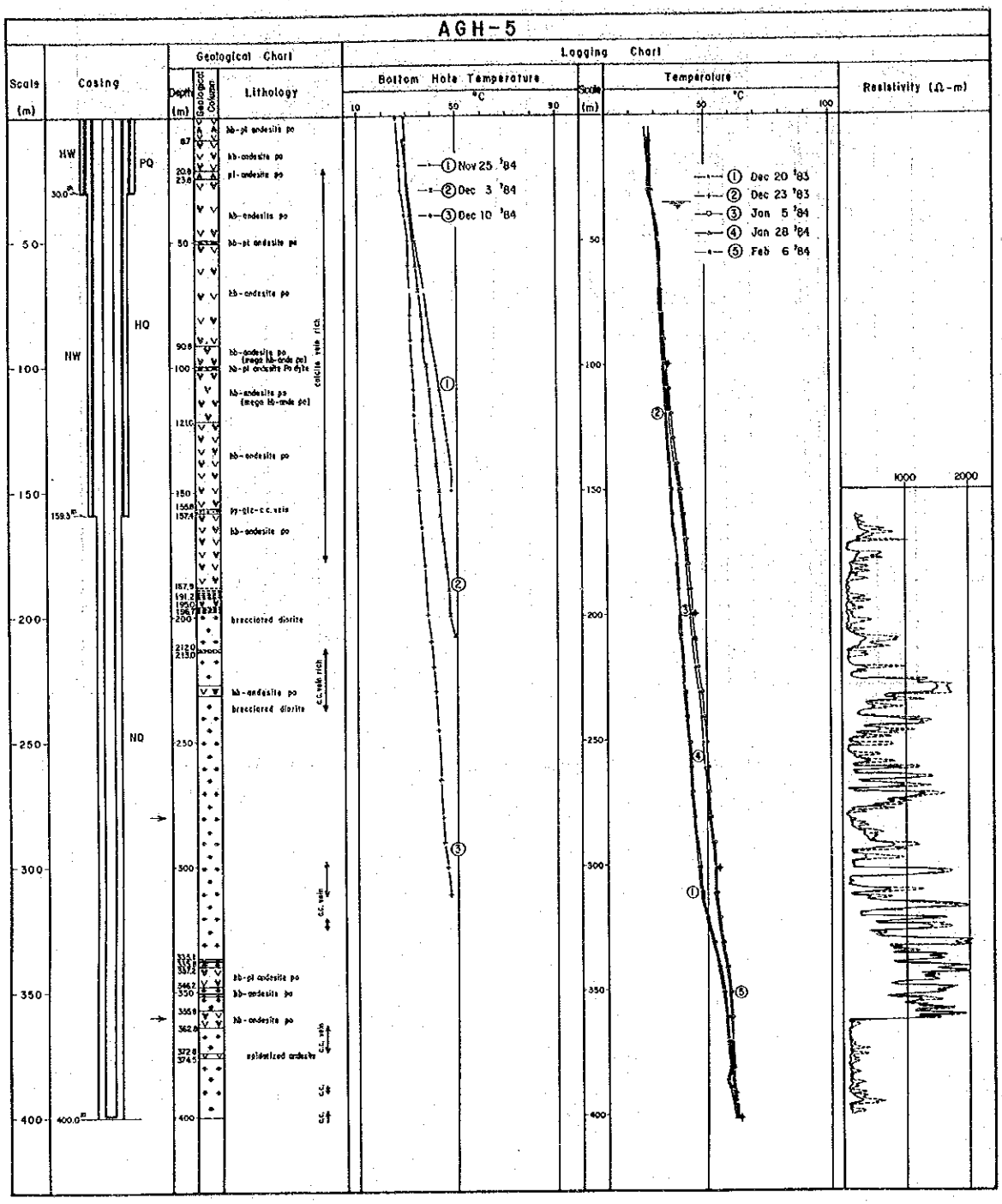


Fig. II-4-13 Thermal Logging Chart of AGH-5

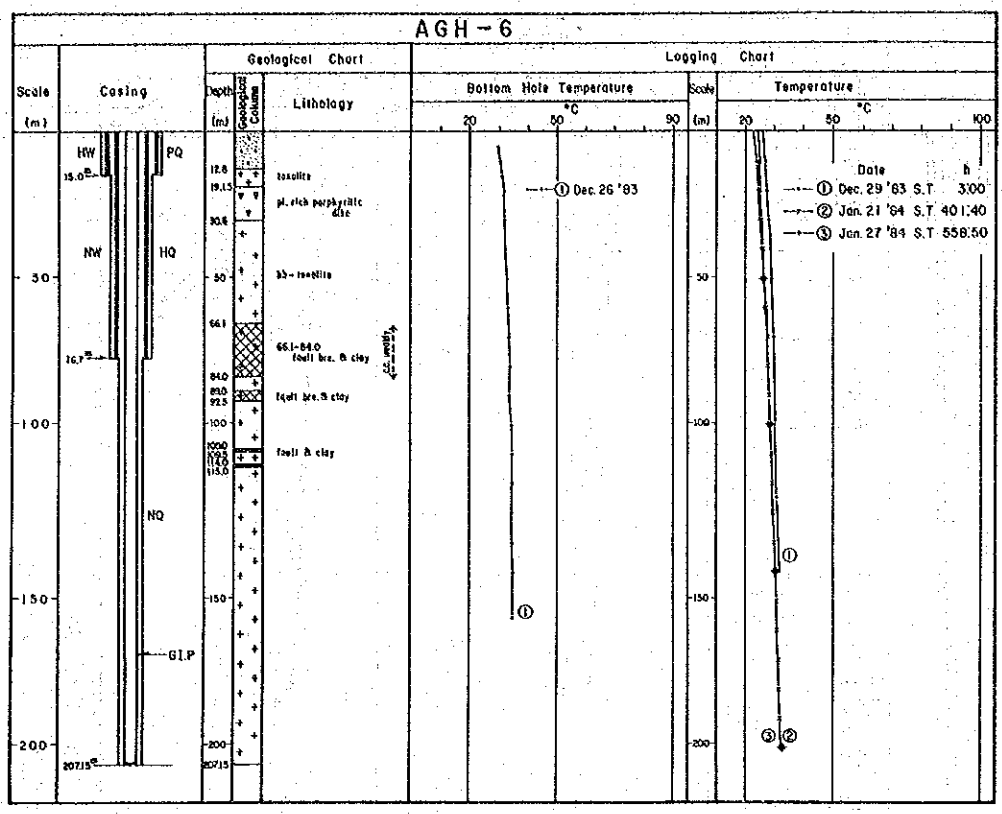


Fig. II-4-14 Thermal Logging Chart of AGH-6

Table II-4-1 Thermal Record of AGH-1

No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Log date	'83 Nov. 24	'83 Nov. 25	'83 Nov. 26	'83 Nov. 30	'83 Dec. 1	'83 Dec. 2	'83 Dec. 14	'83 Dec. 24	'84 Jan. 28
Standing time (hrs)	0:20	0:30	0:30	0:30	0:25	0:50	287:40	528:10	1,368:25
Temperature (°C) / Depth (m)									
0	N.D.	N.D.	62.5	49.4	N.D.	66.0	59.6	70.7	31.8
5	52.0	58.7	67.7	58.2		66.0	71.9	73.2	
10	54.0	60.6	71.7	62.2	N.D.	72.0	75.1	77.1	76.9
15	54.8	62.3	75.4	66.1		75.8	79.0	80.1	80.4
20	58.9	63.8	78.5	69.3	N.D.	77.2	82.8	84.6	84.1
25	61.0	64.6	80.5	71.4		79.3	85.3	86.3	86.5
30	64.2	65.9	82.1	73.4	66.5	80.5	87.0	87.7	88.0
35	66.3	66.9	83.0	74.0		81.5	87.7	88.3	88.5
40	68.2	68.0	84.2	75.8	67.1	81.5	88.2	88.7	88.9
45	69.6	69.4	85.1	77.1		81.9	88.7	89.0	89.2
50	70.7	70.9	86.0	78.0	68.5	83.0	89.1	89.2	89.4
55	72.9	74.9	86.8	80.5		84.0	89.4	89.5	89.6
60	72.8	76.0	86.5	80.1	72.0	84.2	89.6	89.6	89.8
65	73.2	77.2	87.4	80.4		84.5	89.9	89.8	90.0
70		78.7	88.1	80.8	73.0	84.5	89.7	89.7	89.9
75		78.1	87.4	81.8	72.8	84.9	89.7	89.8	90.0
80		78.9	88.1	81.9	72.8	85.4	90.0	89.9	90.1
85		80.8	89.0	82.0	70.6	85.4	90.1	90.1	90.2
90			89.7	80.6	72.9	86.0	90.4	90.2	90.3
95					73.4	86.5	90.5	90.4	90.5
100					76.0	87.0	90.6	90.5	90.6
–						87.5	90.8	90.6	90.7
–						88.2			

Table II-4-2 Thermal Record of AGH-2

No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Log date	'83 Dec. 13	'83 Dec. 16	'83 Dec. 27	'84 Jan. 10	'84 Jan. 12	'84 Jan. 16	'84 Jan. 20	'84 Jan. 31	'84 Jan. 31	'84 Feb. 1
Standing time (hrs)	0:20	0:40	0:20	0:35	0:30	0:30	5:00	3:30	8:30	22:30
Temperature (°C) / Depth (m)										
0	25.0	21.0								
10	25.6	23.3	30.9				23.2	23.2	24.4	12.0
20	27.6	25.0	30.4	24.5	29.9	33.0	24.0	23.8	24.4	23.8
30	28.9	27.0	30.1				25.7	24.0	25.7	25.6
40	30.0	28.0	30.0	24.7	30.7	33.6	27.0	26.7	26.8	26.8
50	31.5	28.6					27.3	27.5	27.5	27.4
60	32.7	29.6	30.1	25.9	31.2	34.2	27.7	27.8	27.9	28.0
70	34.2	30.6					28.5	28.5	28.5	28.7
80	35.8	31.9	30.7	28.6	31.8	35.5	29.5	29.2	29.2	29.3
90	37.6	33.3					30.2	30.0	30.2	30.5
100	39.2	35.0	32.4	29.9	32.6	37.0	31.1	30.4	30.6	31.0
110	40.9	36.7					31.9	31.1	31.4	31.7
120	42.9	38.5	34.7	33.0	33.3	38.2	33.0	31.6	32.0	32.5
130	45.0	40.2					34.5	32.4	33.0	33.5
140	45.9	42.4	37.6	35.8	33.6	39.7	35.8	33.3	34.0	34.7
150		43.8					37.9	34.5	35.2	36.0
160		45.2	40.6	39.0	33.7	42.0	39.1	35.4	36.3	37.3
170		47.0					41.2	36.9	38.2	39.3
180		50.0	44.6	43.0	35.8	43.5	42.3	38.1	39.2	40.6
190		56.2					44.0	39.1	41.3	42.5
200			48.0	47.5	38.2	44.0	46.7	42.0	44.0	46.0
210			50.9				51.0	45.5	48.3	50.7
220			53.3	59.4	43.6	47.0	53.1	45.9	49.5	52.8
230							59.5	51.2	54.9	59.5
240				68.6	49.0	51.9	63.4	54.2	58.3	62.9
250							66.4	57.0	60.8	65.7
260				72.7	56.4	57.1	69.1	59.8	64.3	69.3
270							73.6	64.0	68.1	73.3
280					64.3	61.7	76.6	64.5	69.8	73.2
290							76.6	66.5	71.6	77.0
300					76.8	74.3	81.2	77.4	80.8	85.1
310					80.4	75.9		80.2	83.5	87.4
320								82.4	85.7	89.6
330								84.9	87.8	91.4
340								89.2	92.2	96.0
350								96.4	100.8	104.0

Table II-4-3 Thermal Record of AGH-3

No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Log date	'84 Jan. 13	'84 Jan. 16	'84 Jan. 23	'84 Jan. 25	'84 Jan. 27	'84 Jan. 30	'84 Feb. 1	'84 Feb. 7	'84 Feb. 8	'84 Feb. 8	'84 Feb. 9
Standing time (hrs)	0:15	0:15	0:15	0:30	0:15	0:30	0:30	0:25	16:30	23:30	40:30
Temperature (°C) / Depth (m)											
0								29.7	22.0	22.5	22.6
10	27.8	26.2						29.7	22.7	23.3	23.3
20	27.8	26.2	26.1	27.6	26.0	23.9	26.0	28.0	23.1	23.4	23.3
30	27.7	26.4						27.5	23.2	23.4	23.4
40	26.1	26.5	26.3	27.6	26.0	24.0	26.0	27.1	23.3	23.4	23.4
50		26.5						26.8	23.4	23.4	23.4
60		26.5 (55m)	26.6	27.6	26.0	24.3	25.8	26.3	23.4	23.4	23.4
70								25.9	23.4	23.3	23.3
80			27.0	27.6	26.0	24.6	25.7	25.4	23.3	23.3	23.3
90								25.0	23.3	23.3	23.3
100			27.2	27.6	25.9	25.1	25.4	24.8	23.3	23.3	23.3
110								24.1	23.4	23.3	23.4
120			27.1	26.8	25.7	25.2	25.4	23.9	23.3	23.3	23.3
130			27.1 (125m)					23.9	23.3	23.3	23.2
140				26.8	25.8	25.2	25.4	23.9	23.3	23.3	23.2
150								23.9	23.3	23.3	23.2
160					25.7	25.2	25.5	23.9	23.3	23.3	23.2
170				27.2				23.9	23.3	23.3	23.2
180					25.8	25.1	25.6	23.9	23.3	23.3	23.2
190								23.9	23.3	23.3	23.2
200					26.0 (196m)	25.2	25.8	23.9	23.3	23.3	23.3
210								23.8	23.3	23.3	23.3
220						25.3	26.9	23.8	23.3	23.3	23.3
230						25.5		23.8	23.4	23.4	23.4
240								23.8	23.5	23.4	23.4
250						(245m)	28.5 (245m)	23.8	23.5	23.5	23.5
260								23.8	23.6	23.6	23.5
270								23.9	23.7	23.7	23.7
280								24.0	23.9	23.9	23.8
290								24.1	24.1	24.0	24.0
300								24.1	24.1	24.1	24.0
310								24.2	24.2	24.2	24.0
320								24.2	24.1	24.0	24.0

Table Ⅱ-4-4 Thermal Record of AGH-4

No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Log date	'84 Jan. 10	'84 Jan. 14	'84 Jan. 16	'84 Jan. 23	'84 Jan. 25	'84 Feb. 2	'84 Feb. 2	'84 Feb. 3	'84 Feb. 4
Standing time (hrs)	0:30	0:30	0:30	1:00	0:30	0:30	2:25	18:45	42:45
Temperature (°C) / Depth (m)									
0							22.0	20.0	20.1
10	25.4		25.5				25.8	23.6	21.1
20	25.6	25.2	25.5	26.5	22.4		26.5	23.0	20.8
30	25.7		25.7				26.6	22.7	20.9
40	26.4 (35m)	23.3	25.7	26.0	22.5		27.1	22.2	21.0
50							26.6	22.1	21.2
60		22.5		25.4	22.6		26.1	22.0	21.0
70		22.7	25.7				25.5	21.8	20.9
80				25.4	22.8		24.0	21.8	20.7
90			25.8				23.1	21.6	20.6
100				23.6	23.0		22.6	21.6	20.7
110				22.9			22.4	21.2	21.0
120							22.6	21.1	20.7
130					23.7		22.5	21.4	20.8
140							22.4	21.5	20.9
150							22.3	21.6	21.2
160							22.7	22.3	21.6
170							22.9	22.5	21.5
180							22.7	22.6	21.8
190							22.5	22.7	22.3
200							22.2	22.7	22.8
							21.9 (205m)	22.7	23.6

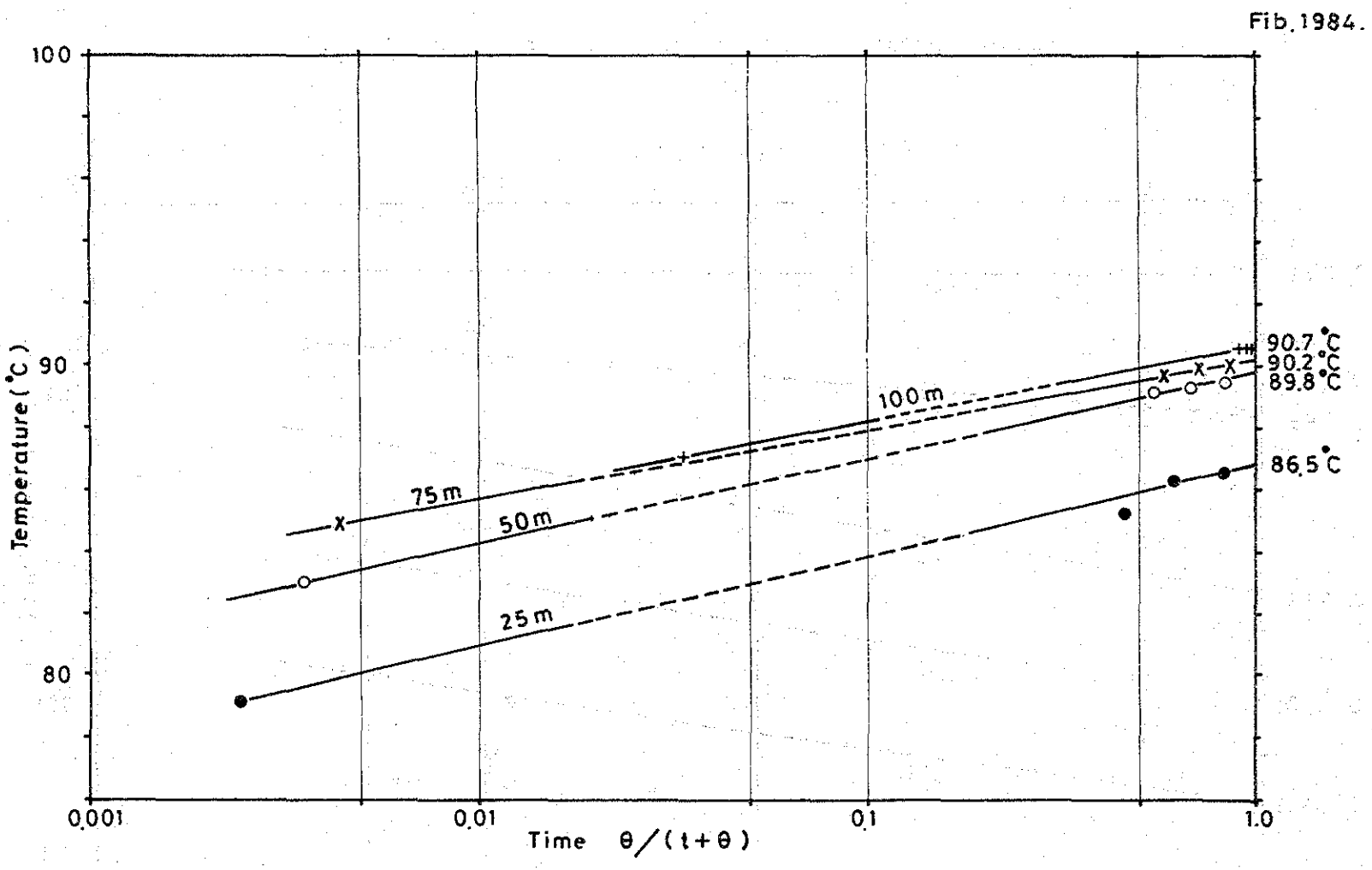


Fig. II-4-15 True Formation Temperature of AGH-1

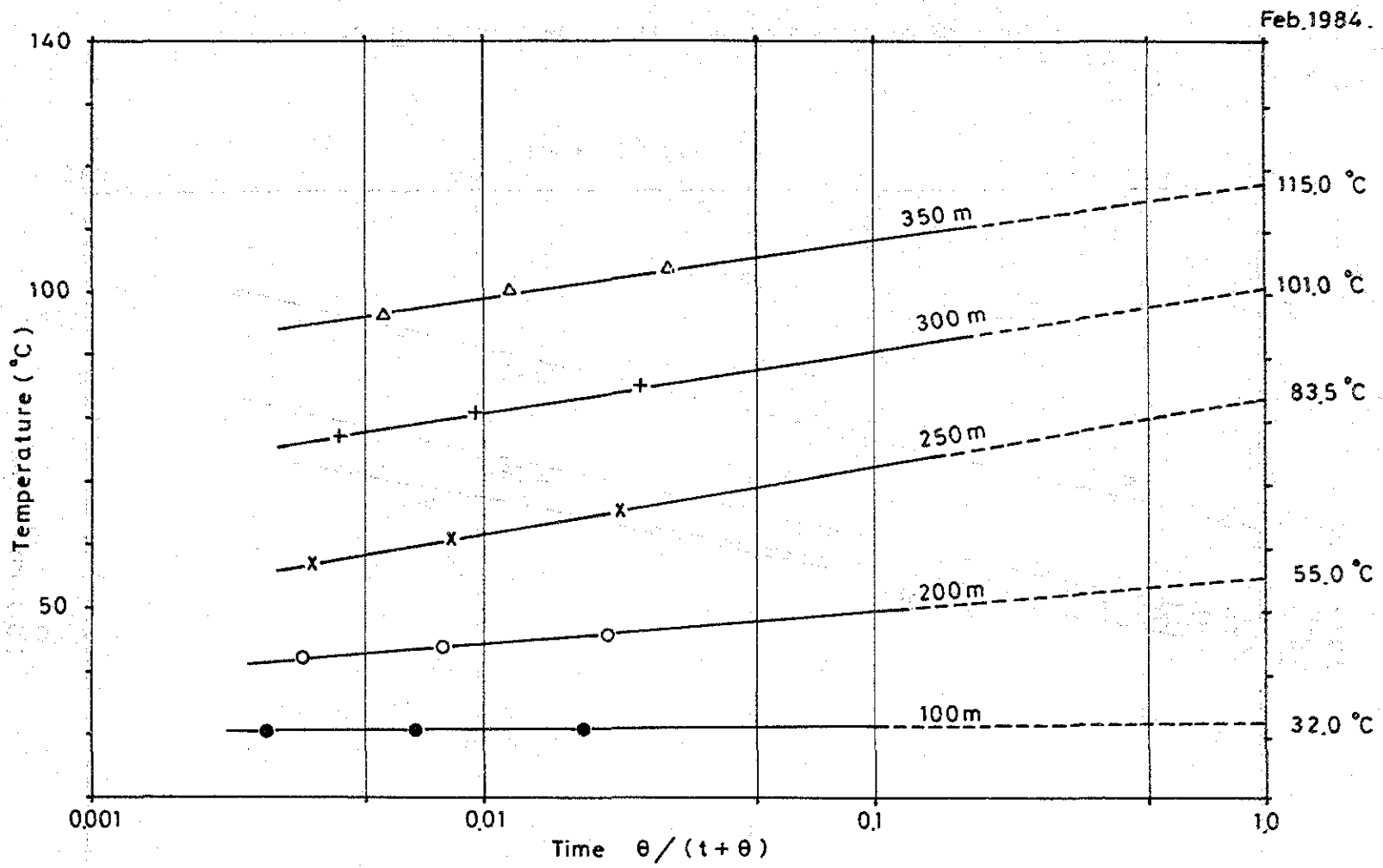


Fig. II-4-16 True Formation Temperature of AGH-2

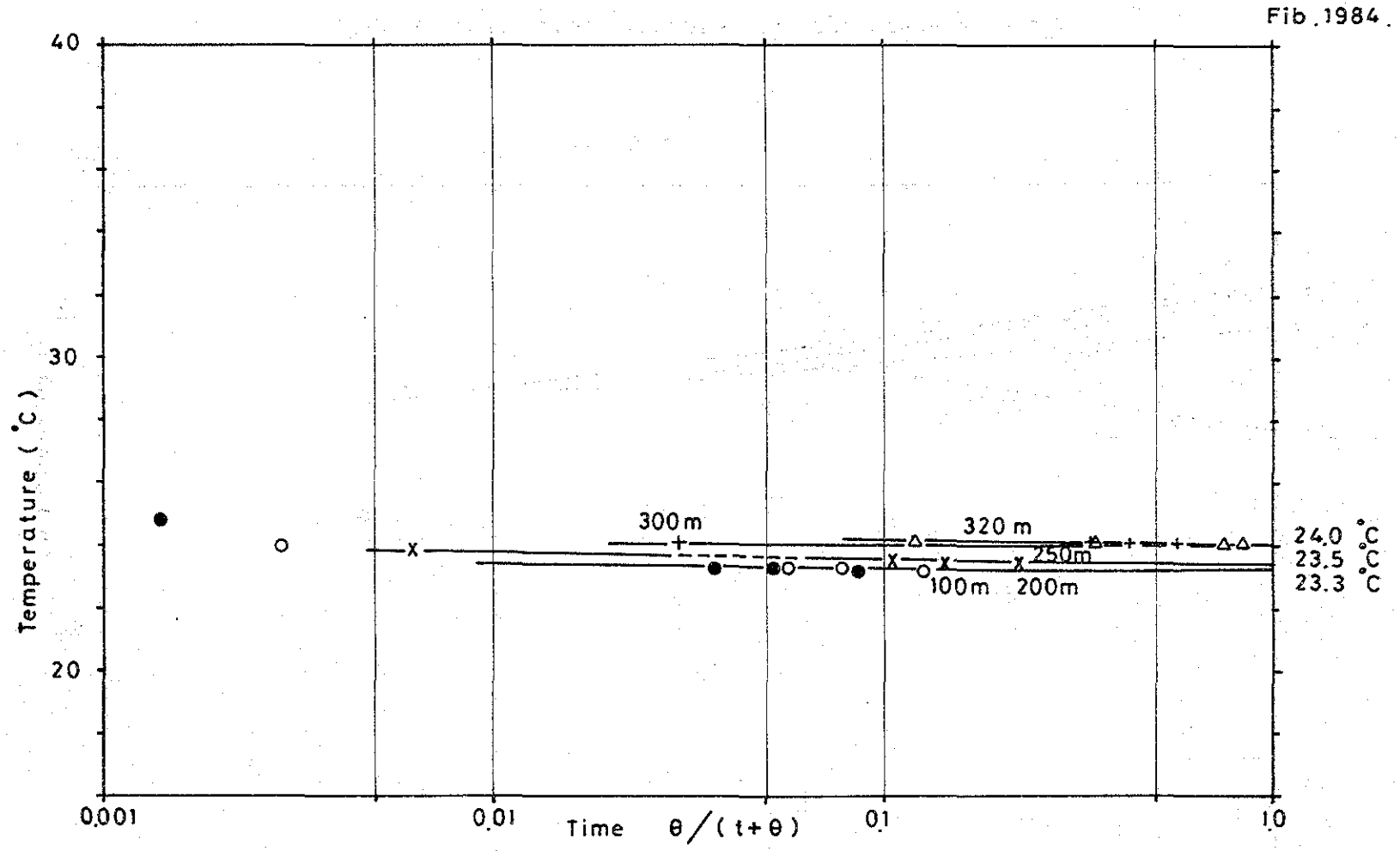


Fig. II-4-17 True Formation Temperature of AGH-3

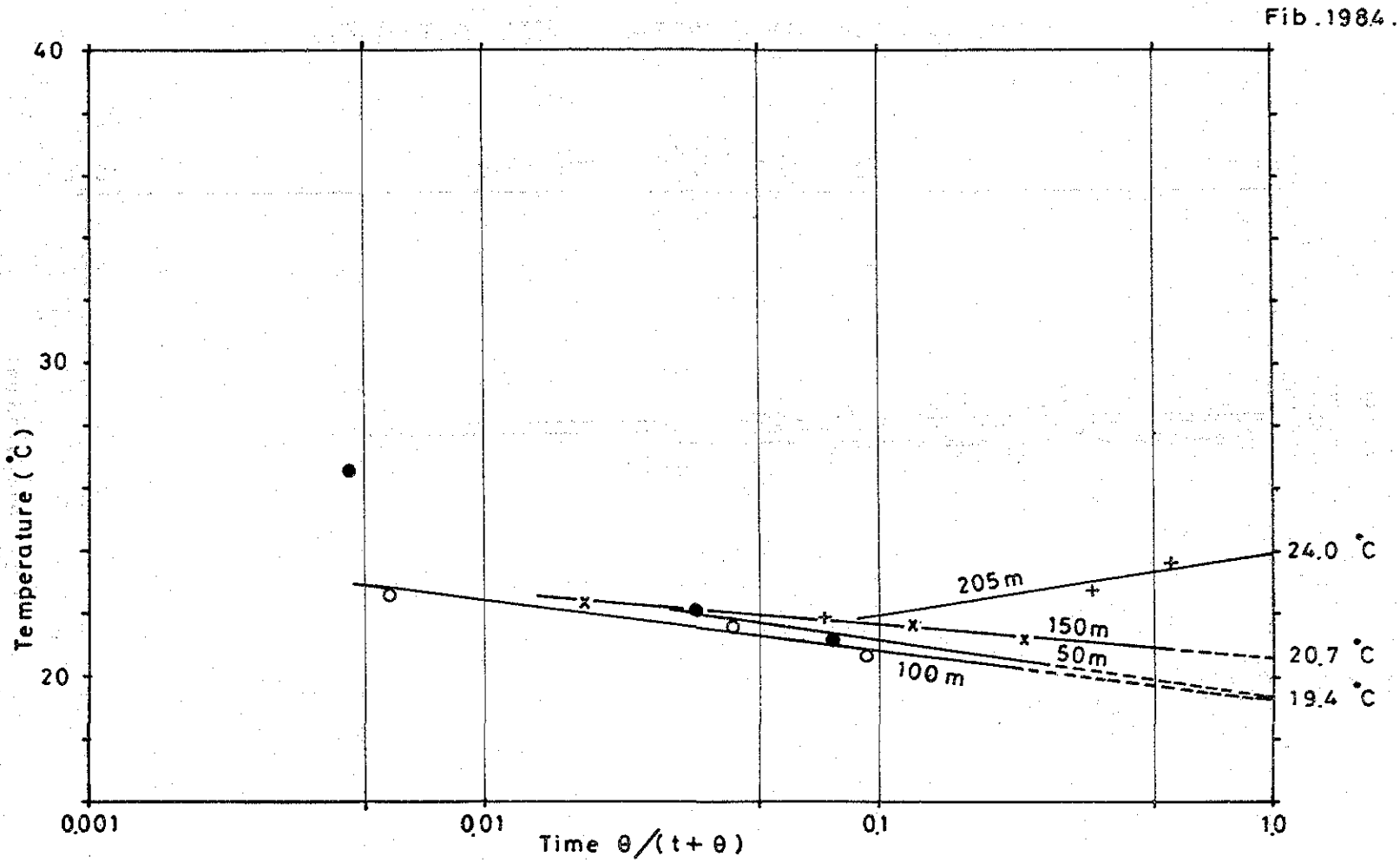


Fig. II-4-18 True Formation Temperature of AGH-4

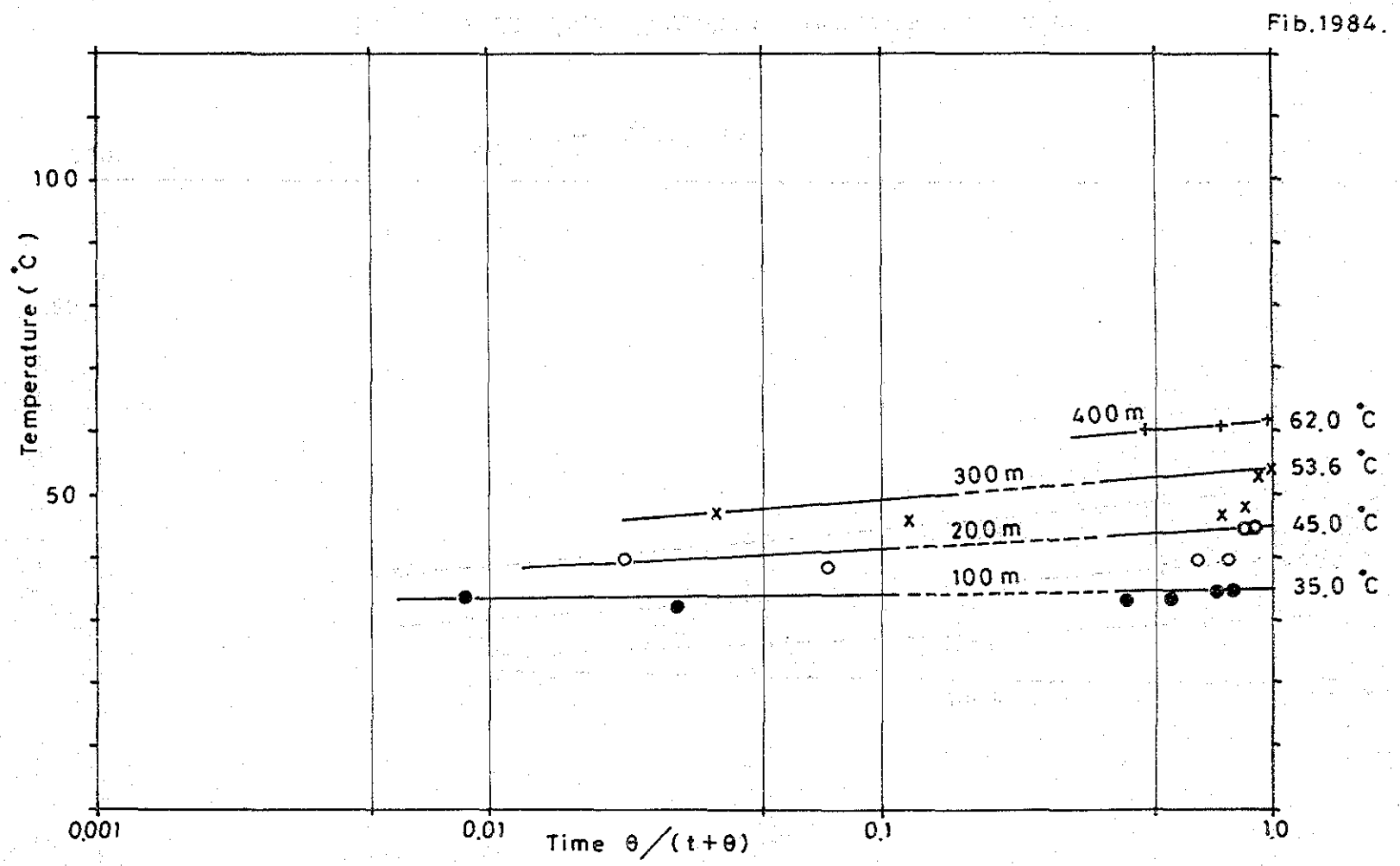


Fig. Ⅱ-4-19 True Formation Temperature of AGH-5

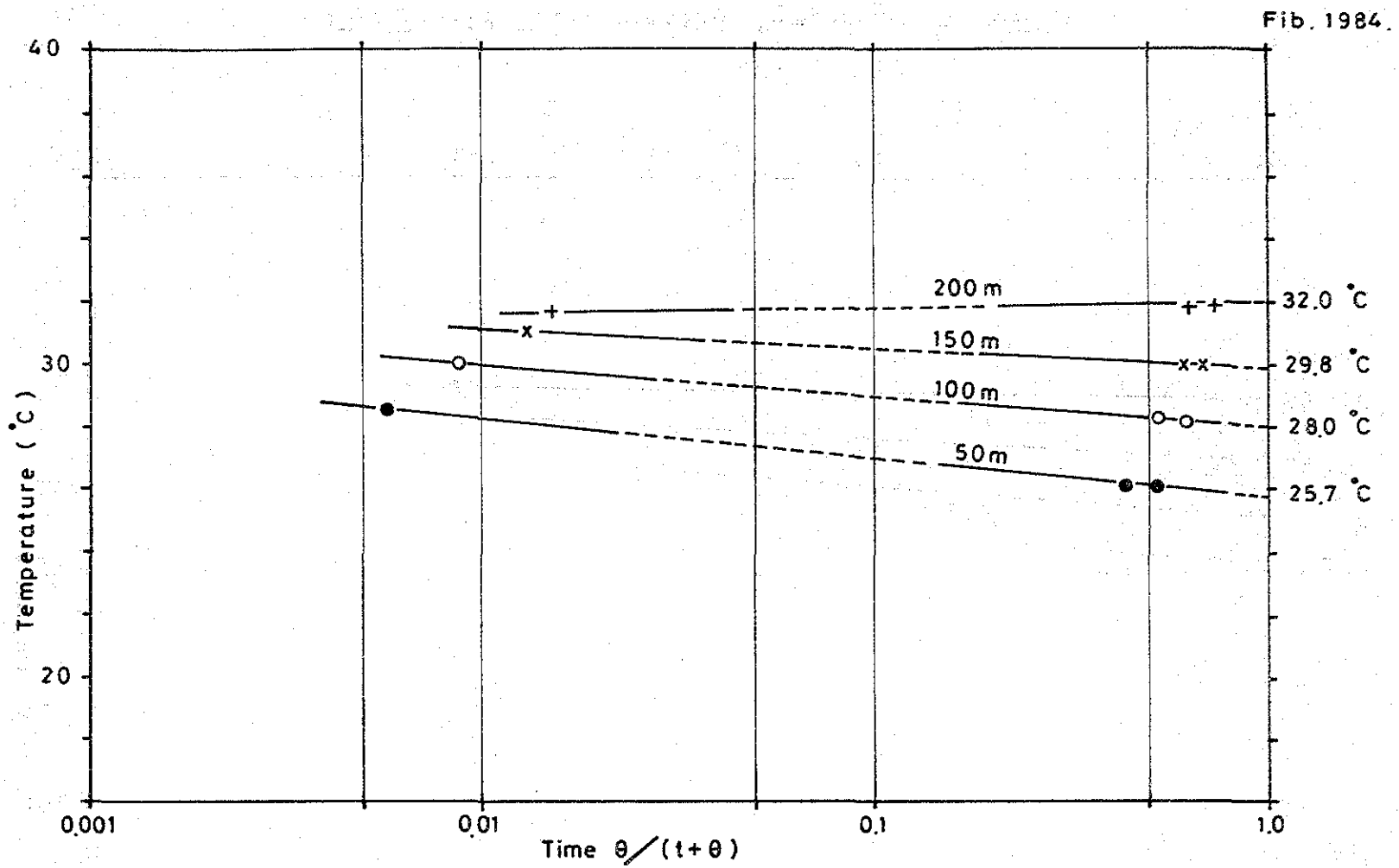


Fig. II-4-20 True Formation Temperature of AGH-6

Table II-4-5 Thermal Record of AGH-5

No.	1	2	4	5	6	7	8	9
Log date	'83 Nov. 25	'83 Dec. 3	'83 Dec. 7	'83 Dec. 10	'83 Dec. 23	'84 Jan. 5	'84 Jan. 28	'84 Feb. 6
Standing time (hrs)	24 : 00	0 : 30	3 : 45	14 : 00	329 : 00	634 : 00	1,190 : 00	1,401 : 30
Temperature (°C) / Depth (m)								
0	29.1			26.5				
10	29.6	28.8	27.0			27.9	28.4	28.6
20	29.8	29.6	27.5	27.0	28.0	28.0	28.2	28.5
30		30.5	27.7	27.5		28.6	29.0	29.0
40	32.3	31.5	30.2	29.0	29.8	29.9	29.9	30.0
50		32.4	32.0	30.1		31.4	31.2	31.3
60	35.0	33.4	32.2	30.5	31.5	31.7	31.8	31.9
70		34.5	32.6			32.0	32.2	32.4
80	38.1	35.5	32.8	31.0	32.1	32.3	32.8	33.2
90		36.5	33.0	31.5		32.7	33.6	34.0
100	42.0	37.9	34.0	32.0	33.1	33.5	34.4	34.8
110		38.9	34.4	32.5		33.9	35.5	35.9
120	44.7	39.9	34.8	33.0	34.3	34.4	36.6	36.8
130		40.9	35.4	33.5		34.9	37.3	37.7
140	47.1	41.8	35.9	34.0	35.4	35.6	38.4	38.8
150	47.1	42.8	36.4	35.0		36.3	39.4	39.9
160		43.6	37.0	36.0	36.6	36.7	40.7	40.6
170		44.6	37.8			37.5	41.3	41.8
180		45.9	38.2	37.0	37.5	37.8	41.9	42.7
190		46.8	38.8			38.5	42.9	43.6
200		47.1	39.8	38.0	39.3	39.5	44.0	44.9
210		49.0 (208m)	40.2	39.0		39.9	44.7	45.6
220			41.0	40.0	40.5	40.7	45.8	46.7
230			41.2	41.0		41.8	47.1	48.0
240			42.4	42.0	41.8	42.2	47.9	48.8
250			43.4			43.3	48.9	49.9
260			43.9	43.0	43.2	43.7	49.5	50.2
270			44.3			44.1	50.0	50.8
280			45.1	44.0	44.4	44.9	50.9	51.8
290			45.9	45.0		45.9	52.3	52.9
300			47.1	46.0	46.7	47.2	53.1	53.6
310			47.9	47.0		47.9	53.0	53.9
320			50.2		49.8	50.4	54.4	54.7
330			52.9			52.9	55.9	56.2
340			55.0		54.6	55.0	57.3	57.4
350			56.3			56.2	57.7	58.5
360			57.5		57.2	57.5	59.1	59.2
370			58.6			58.5	60.0	59.9
380			59.0		58.8	59.1	60.3	60.3
390			59.8			59.7	61.5	61.2
400					61.5	60.2	61.8	61.5

Table II-4-6 Thermal Record of AGH-6

No.	1	2	3	4
Log date	'83 Dec. 26	'83 Dec. 29	'84 Jan. 21	'84 Jan. 27
Standing time (hrs)	0:20	3:00	401:40	558:50
Temperature (°C) / Depth (m)				
0		26.0	24.0	22.9
10	29.8	26.7	24.3	23.8
20	31.5	27.0	24.0	23.9
30	31.6	27.5	24.8	24.7
40	32.0	28.0	25.5	25.4
50	32.4	28.5	26.1	26.1
60	32.8		26.7	26.6
70	33.1	29.5	27.2	27.1
80	33.5		27.6	27.5
90	33.6		27.9	27.9
100	33.8	30.0	28.3	28.2
110	33.9		28.6	28.5
120	34.1		28.9	28.9
130	34.5	30.5	29.3	29.2
140	34.8		29.6	29.5
150	34.9	31.0	30.0	29.9
160			30.3	30.2
170	34.5 (165m)		30.6	30.6
180			30.9	30.9
190			31.3	31.3
200		31.7	31.6	31.6
			31.8 (207m)	31.8 (207m)