

5-4 考察

この項では、物理探査結果(空中磁気探査法, 電磁法, CSAMT法)と地質調査, 河床堆積物による地化学探査, 変質分帯等を総合的に検討して考察を述べる。

- 全磁力図を図5-25に示す。概略は次のとおりである。

La Conchaに顕著な高磁気異常帯があり44,000 γ を示す。これは、花崗閃緑岩(Gd)の分布に良く対応している。

磁力値は北から南に低くなり、また北西-南東の方向性が卓越しているが、この方向性は本地域で認められる地質構造の方向性と一致するものである。

本区域(物理探査区域)の南東側では、コンターの擾乱があり、また、その中には数個の小中の磁気異常帯が認められる。これらは貫入岩の安山岩(Ad)、石英安山岩(Dc)、1期安山岩類(Tad₁)及び1期石英安山岩類(Tad₂)の分布にほぼ対応している。

北西-南東の方向性は、同方向の構造線の存在を示唆している。

本区域の南端から地区外に広く分布するCabrelの花崗閃緑岩(Ad)は、La Concha北の花崗閃緑岩(Ad)とは異なり、高磁気異常を示さず、むしろ低磁気異常となっている。

- 旧坑群のあるSan Jeronimo沢において、C. R. Mによる電磁法(Turam)調査(2.6km \times 0.6km)が行われた。(C. R. M., 1980)

電磁異常は、沢沿いにN60°Wの方向で連続し、最大は、長さ1.5kmに及ぶ。これは地表及び地表下数10mの深さの情報を得ているもので、CSAMT法で抽出された低比抵抗帯、L₁₀、L₁₁に対応していると考えられる。

- CSAMT法により抽出された低比抵抗帯L₁~L₁₄について表5-4に示すとおり総合検討した結果、その中のL₄、L₅、L₆、L₁₀、L₁₂が有望と判断された。以下、それぞれについて述べる。

(1) C. Sidra北-南西の低比抵抗帯(L₄)は、主要部が2箇所に分かれ、貫入岩に規制されて複雑な形状を示すが、全体としては、北東-南西及び北西-南東の方向性が卓越している。本低比抵抗帯は、主として上盤石英安山岩・同質火砕岩-頁岩互層(Kdc-sh)の分布域にあり、地表では著しい粘土化変質(カリ長石、絹雲母、緑泥石)が認められ、かつ、地化学探査の複元素異常(Ag-Cu-Pb-Zn)により示徴される地区である。

本地区では地表近くで低比抵抗帯が捕捉され、更にその下位に、より低い比抵抗帯の存在が確認されている。後者の低比抵抗帯は位置的に鉞床層準に対応しているものの、地表で認められる粘土化帯を反映している可能性も放棄できない。

(2) La Concha南東の低比抵抗帯(L₅)は、やや複雑な形状を示し、北西-南東及び北東-南西の二つの方向性が認められる。

このL₅は、測点5付近に小規模な低比抵抗帯の分布があり、San Pedro 鉞床の北方に当

たり、注目する必要がある。

L₅は頁岩(砂岩)層(Ksh₁)、下盤石英安山岩(Kdc_{1-b})、鉍床層準石英安山岩質火砕岩(Koh-b)及び上盤石英安山岩・同質火砕岩-頁岩互層(Kdc-sh)の分布域にあり、粘土化変質(カオリナイト)が認められる。本低比抵抗帯の主要部分は鉍床層準より下位の岩層中に認められ、黒鉍型鉍床の探鉍上は重要度が低いと考えられる。しかし、各測点について検討を加えた結果、測点5においては、地表下浅所(深度約100mまで)では中比抵抗帯が分布し、その下位に厚い低比抵抗帯(100Ω・m)が発達することが判明した。この低比抵抗帯は鉍床層準及び予想される下盤石英安山岩の分布に対応しており、低比抵抗帯の側方の広がりがそれほど大規模とは考えられないが、注目される。

- (3) El Bramador 東-北東の低比抵抗帯(L₆)は、浅所からやや深部にかけて4~150Ω・mの低比抵抗を示し、広い範囲にわたって分布する。

北東-南西及び北西-南東の2つの方向性があり、特に北東方向には、L₆、L₇と連続する傾向が認められる。

本低比抵抗帯群は、上盤石英安山岩・同質火砕岩-頁岩互層(Kdc-sh)中にあり、しばしば粘土化変質(カリ長石、絹雲母、緑泥石)を伴う。

El Bramador 東の低比抵抗帯は、旧坑群のある San Jeronimo 沢の南東延長部に当り、鉍床層準の連続も十分期待できる。

- (4) San Jose の低比抵抗帯(L₁₀)は、浅所で140~200Ω・m、中部で250Ω・m、深部で100Ω・mを示し、比抵抗構造は3層構造を形成する。

本比抵抗帯は、小規模であるが、電磁異常の一部が重畳しており、黒鉍型鉍床の探鉍上、注目される。

本低比抵抗帯は、鉍床層準石英安山岩質火砕岩(Koh-b)及び上盤石英安山岩・同質火砕岩-頁岩互層(Kdc-sh)の分布域に当り、粘土化変質(カリ長石、絹雲母、緑泥石)及び地化学探査の複元素異常(Ag-Cu-Pb-Zn)が認められる。

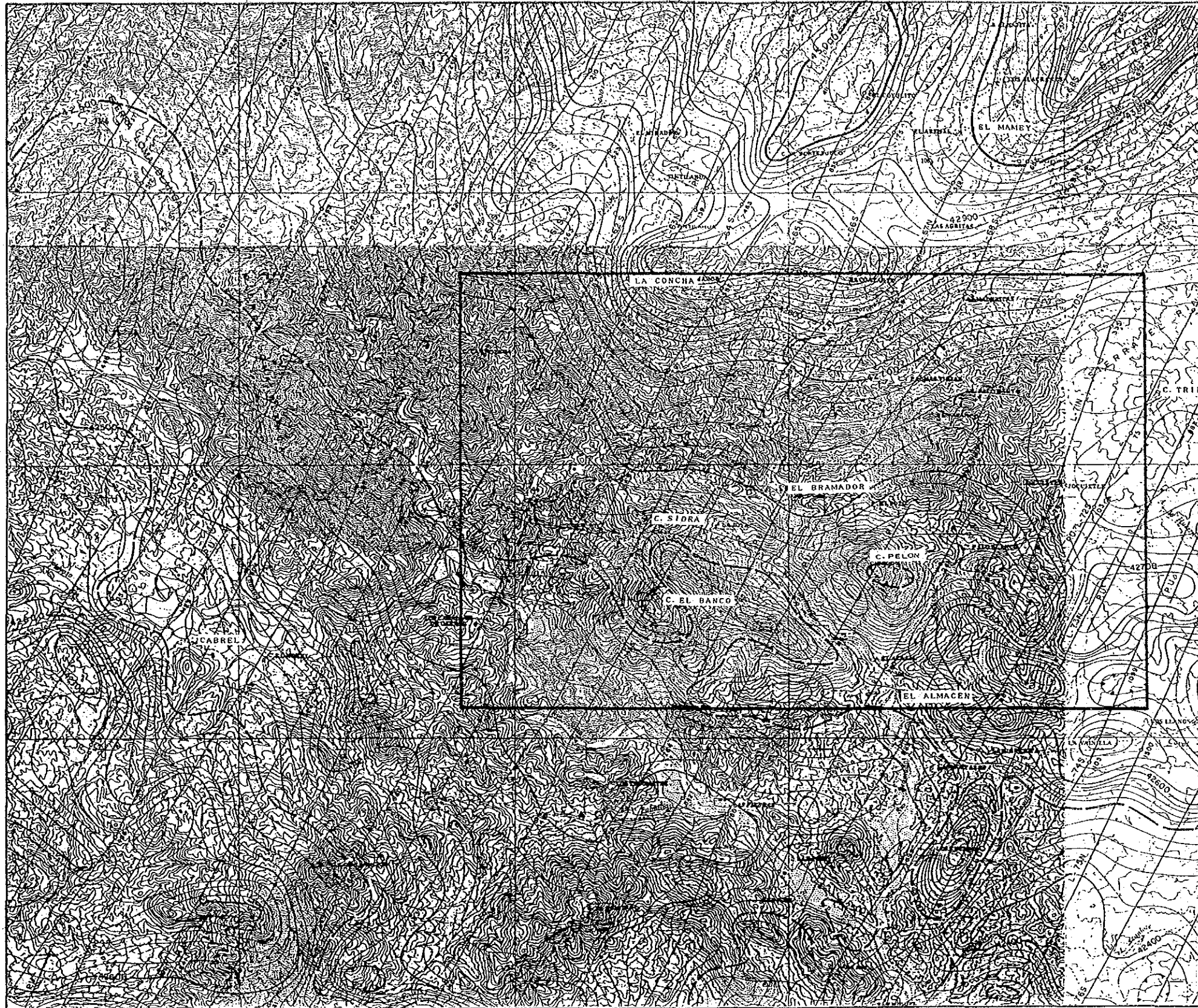
La Castellana, Los Alpes, San Jose 鉍床から連続する鉍化変質帯を反映している可能性が高い。

- (5) Santa Edwiges の低比抵抗帯(L₁₂)は、浅所から深部にかけて40~120Ω・mを示す。

やや小規模な分布であるが、南方向に延びる傾向が認められ、上盤石英安山岩・同質火砕岩-頁岩互層(Kdc-sh)中にある。

粘土化変質(カリ長石、絹雲母、緑泥石)及び地化学探査の複元素異常(Ag-Pb)中に含まれる。

Santa Edwiges 鉍床からの鉍化帯の発展も期待でき、黒鉍型鉍床の探鉍上重要な箇所と考えられる。



全磁力図

EXPLICACION

- SIMBOLOS GEOFISICOS
- INTERVALO DE CURVAS _____ 20 GAMMAS
 - ESPACIAMIENTO ENTRE LINEAS DE VUELO _____ APROX. 1000 M
 - ALTURA SOBRE EL TERRENO _____ APROX. 300 M
 - CURVAS DE 1000 GAMMAS _____
 - CURVAS DE 500 GAMMAS _____
 - CURVAS DE 100 GAMMAS _____
 - CURVAS DE 20 GAMMAS _____
 - BAJO MAGNETICO _____
 - ALTO MAGNETICO _____
 - LINEAS DE VUELO Y PUNTOS FIDUCIALES _____
 - LOCALIZACION DE MINIMO O DE MAXIMO _____

SIMBOLOS TOPOGRAFICOS

- CIUDAD O POBLADO _____
- RANCERIA _____
- CAMINO PAVIMENTADO _____
- CAMINO REVESTIDO O TERRACERIA _____
- BRECHA O VEREDA _____
- FERROCARRIL _____
- AEROPUERTO _____
- RIO O ARROYO _____
- CANAL _____
- LAGO O LAGUNA _____
- PRESA O BORDO _____
- PANTANO, CIENAGA O MARISMA _____

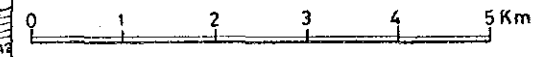


图 5-25 全磁力图

第 6 章 ボーリング調査

第6章 ボーリング調査

6-1 ボーリング調査の概要

本調査は第1年次に実施した地質調査、地化学探査及び物理探査(CSAMT法)結果を総合的に検討した結果、黒鉄型鉄床の賦存の可能性が最も高いと考えられるLa America-Descubridora地区で行った。

当初、掘進長250m孔・3孔が計画されたが、次に300m孔・2孔が追加され、合計5孔、計画総掘進長は1,350mの作業量となった。各孔の位置は図6-1に、概要は表6-1に示す。

表6-1 ボーリング概要

Hole No.	Location			Proposed Depth	Drilled Depth	Period
	X	Y	Above the sea			
MJM-1	9,360	21,410	+1,350 m	250 m	253.3 m	15.10.1985 -31.10.1985
MJM-2	8,250	20,720	+1,320 m	250 m	262.6 m	1.11.1985 -3.12.1985
MJM-3	7,840	19,190	+1,560 m	250 m	250.6 m	4.12.1985 -7.1.1986
MJM-4	8,440	19,320	+1,520 m	300 m	301.6 m	8.1.1986 -28.1.1986
MJM-5	8,540	21,050	+1,320 m	300 m	301.6 m	29.1.1986 -15.2.1986

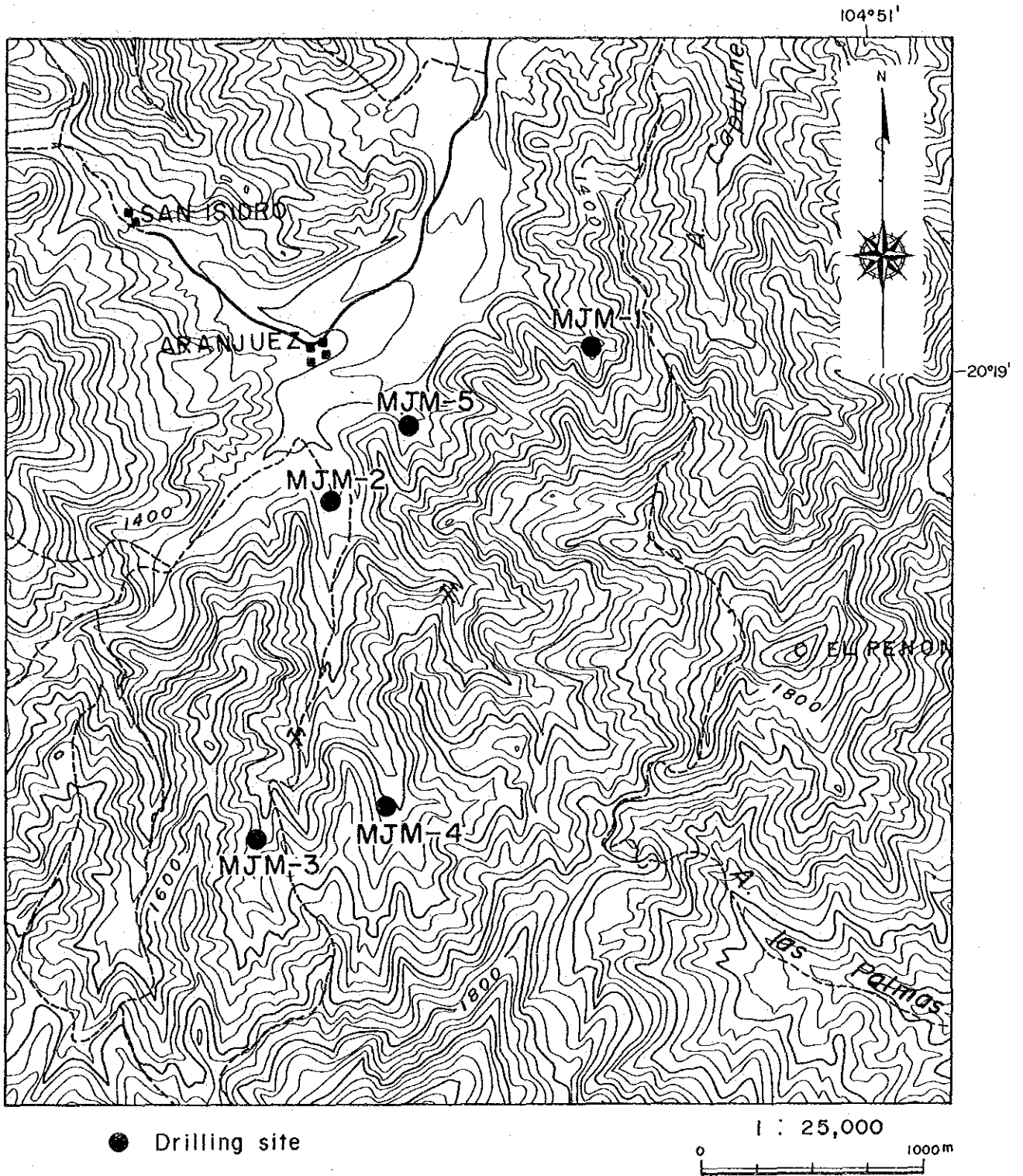


図 6-1 ボーリング位置図

6-2 ボーリング工法及び使用機材

当初計画に必要なボーリング機材は日本より搬入し、追加ボーリングに必要なロッド、ケーシング、ビット類は現地で購入した。

掘削クルーは日本人ボーリング技師3名、現地人作業員9名で3クルーを編成し1日3方操業とした。

ボーリング工法は最終孔径をBQサイズとするワイヤーライン工法とし、掘削泥水はリボナイトベントナイト泥水を使用した。使用した試錐機の主要機械、消耗資材及びダイヤモンドビットなどは表6-2、表6-3、表6-4、表6-5及び表6-6に示す。

6-3 ボーリング作業

6-3-1 設営作業

7月の下旬にManzanillo港に陸揚げされた日本からの機材は、通関の遅れに、9月19日のメキシコ地震が加わり、通関手続が終了したのは10月12日であった。

Manzanilloから本年度の作業基地となったCRM支所のあるTalpa de Allendeにトラックにより10月14日着、直ちにボーリング現場に搬入した。宿舎はTalpa de Allendeにおき、現場まで約15kmを通勤した。

基地への搬入道路はMJM-2基地以外はなく、他の4基地のためにブルドーザー及びタイヤローダーを使用して総計1.5kmの道路を造成した。搬入はトラックで行い、試錐機の組立はクレーン車を使用した。

6-3-2 移設作業

全孔の移設作業はトラックとクレーン車など重機を使用して行った。

6-3-3 撤収作業

1986年2月13日、最終孔MJM-5が掘進終了した後、機械・機具の点検整備を行った。それらの機械・機具はトラック8台(4t)でLa Conchaに運搬して同地に設置した倉庫に保管した。

6-3-4 コアリング状況と泥水管理

全孔とも150m前後迄NQ-WLで掘進後、BWケーシングパイプを挿入し、以深孔底まではBQ-WLで掘進した。全孔の平均コア採取率は97.0%を示し、詳細は表6-7、表6-8、表6-9、表6-10及び表6-11に示す。

掘削用泥水はベントナイトをベースとするリボナイト泥水を使用した。配合比はベントナイト7%、リボナイト1%、CMC1%を基準とした。湧・逸水時にはベントナイトの追加、又は新たな泥水の作成によって対処した。

6-3-5 ボーリング用水

各孔とも最寄の小川、又は沢から、揚水ポンプにより取水した。送水は1インチポリエチレンパイプによって行い、送水距離は50m~500m、最大揚程差は150mであった。

6-3-6 掘進状況

作業全体の進捗状況は図6-2に、各孔ごとの掘進記録は図6-3、図6-4、図6-5、図6-6、図6-7に、各孔ごとの掘進実績は表6-7、表6-8、表6-9、表6-10、表6-11に示す。各孔ごとの特記事項は次のとおりである。

MJM-1: 特に障害もなく、順調な掘進ができた。作業日数は17日を要した。

MJM-2: 57.9mで逸水を伴う破碎帯の崩壊によりジャーミング事故が発生した。残留ロッド回収が困難なため、孔口を4m移動し掘り直した。28~120m間の硬質な石英安山岩中には割目が発達し、4箇所で全量逸水(送水量130ℓ/分)があり、対策は泥水中への逸泥防止剤の混入、セメンチング及びケーシングの挿入を行い突破した。同時にこの硬質な岩石はビットライフの低下と掘進能力の低下を来した。そのため作業日数は33日を要した。

MJM-3: 70m~220m間で110~530ℓ/分の湧水を伴う破碎帯に遭遇した。湧水箇所は粗粒玄武岩内部及びその境界部と境界部近くの火砕岩中の破碎帯に当る。湧水防止対策としてはセメンチング及びケーシングの挿入を行い、掘進を継続した。湧水対策のため作業日数は35日間を要した。

MJM-4: 115mの湧水箇所にセメンチングを1回行っただけで、ほかに障害はなく順調に掘進ができた。作業日数は21日を要した。

MJM-5: MJM-2と同様、12.5~134.7m間に割れ目の発達する石英安山岩があり、その中で計7箇所の逸水帯に遭遇した。逸水防止対策として逸泥防止剤(テルストップ)の使用とケーシングパイプの挿入により対処した。作業日数は18日を要した。

6-3-7 湧水及び逸水対策

MJM-2、-5では100m以浅で4~5箇所の全量逸水(送水量130ℓ/分)帯があった。逸水対策としては、泥水中へのCMC、逸泥防止剤(テルストップ)の混入とケーシングの挿入によって防止した。また、崩壊を伴う箇所にはセメントスラリー圧入を併用した。

MJM-3では70m~220m間で計5箇所、110~530ℓ/分の湧水帯に遭遇した。湧水対策はセメントスラリーの圧入とケーシングパイプの挿入により対処した。地質と湧水・逸水の関係を図6-8に示す。

表 6 - 2 使用機材一覽表

Item	Type	Maker	Capacity	Quantity
Drilling machine	TGM-3A	TONE Boring	Load Rating 2,200 kg	1
Prime mover	Electric Motor	Mitsubishi	Rating 15 kW	1
Main pump	NAS-3C	TONE Boring	Maxim. Press 70 ksc Maxim. Vol. 130 ℓ/min	1
Prime mover	Electric Motor	Mitsubishi	Rating 7.5 kW	1
Mud mixer	MCE-100	TONE Boring	Maxim. Vol. 100 ℓ	1
Prime mover	Electric Motor	HITACHI	Rating 1.5 kW	1
Generator	DCA-55	DENYO	Rating 55 kVA	1
Prime mover	Engine DA.120	ISUZU	Horse power rating 76.5 ps/1,800 rpm	1
Water supply pump	MS-403	MARUYAMA	Maxim. 40 ksc Maxim. 63 ℓ/min	1
Prime mover	GED. 25R	SIBAURA	Horse power rating 5.0 ps/1,800 rpm	1
Mast	NL-2	TONE Boring	Height 7 m	1
Wire line hoist	WHS-600	TONE Boring		1
Wire line rod	NQ	TONE Boring	1.5 m/JOINT	1
"	"	"	3.0 m/JOINT	92
"	BQ	"	1.5 m/JOINT	1
"	"	"	3.0 m/JOINT	120

表 6 - 3 消耗機材一覽表

Item	Specification	Unit	Quantity
Wireline drill rod	NQ	pcs	82
"	BQ	"	140
Casing tube	NW×3.0m	"	25
"	BW×3.0m	"	105
Inner tube assy	NQ	sets	3
"	BQ	"	3
Outer tube assy	NQ	"	2
"	BQ	"	2
Hoisting wire rope with socket	12.5mm×30.0m	roll	2
Pipe wrench	900mm	pcs	4
"	600mm	"	6
"	450mm	"	4
Diamond bit	101mm	"	3
"	NQ	"	16
"	BQ	"	21
Diamond reamer	101 mm	"	3
"	NQ	"	6
"	BQ	"	5
Casing metal shoe	NW	"	5
"	BW	"	6
Cement		kgs	5,850
Bentonite		"	21,650
Libonite		"	520
C.M.C.		"	290
Tel-stop (P)		"	50
" (G)		"	250
Barite		"	3,300
Soluble cutting oil		liters	520
Gas oil		"	13,510
Gasoline		"	1,590
Mobile oil		"	80
Turbine oil		"	120
Grease		kgs	40
Core box	101 mm	pcs	20
"	NQ	"	200
"	BQ	"	150

表 6-4 孔別ダイヤモンドビット使用量

Item	Size	Type	Hole No.					Total
			MJM-1	MJM-2	MJM-3	MJM-4	MJM-5	
Bit	101 m/m	101 SW	1	1	1			3
	NQ	NQ-WL	3	5	3	3	2	16
	BQ	BQ-WL	3	6	2	6	4	21
Reamer	101.5 m/m	101.5 St	1	1	1			3
	NQ	NQ-WL	1	2	1	1	1	6
	BQ	BQ-WL	1	1	1	1	1	5

表 6-5 ダイヤモンドビット使用状況

Item	Size	Type	Carats	Matrix	W.O.B. (t)	Spindle speed (r.p.m)	Pump pressure	Pieces
Diamond Bit	101 m/m	101 SW	32	E	1 - 2	300	6 - 8 kg/cm ²	3
"	NQ	NQ-WL	30	E	0.5 - 3.0	300 - 700	10 - 15 kg/cm ²	16
"	BQ	BQ-WL	20	E	0.5 - 3.0	300 - 700	18 - 25 kg/cm ²	21
Diamond Reamer	101.5 m/m	101.5 St	10	E				3
"	NQ	NQ-WL	8	E				6
"	BQ	BQ-WL	6	E				5

表 6 - 6 泥 材 使 用 状 况

Hole name Mud materials		MJM-1	MJM-2	MJM-3	MJM-4	MJM-5	Total
Bentonite	kg	1,700	10,600	2,350	4,050	2,950	21,650
C.M.C.	kg	-	70	20	80	120	290
Libonite	kg	130	50	70	270	-	520
Cutting oil	ℓ	-	-	-	200	320	520
Tel-Stop (G)	kg	-	40	150	20	40	250
Tel-Stop (P)	kg	-	50	-	-	-	50
Barite	kg	-	-	3,000	300	-	3,300

表6-7 掘進実績表 (MJM-1)

Classification		Period		Total days	Working days	Day off	Number of workers
Mobilization		15.10.1985 - 17.10.1985		3	3	0	36
Drilling		18.10.1985 - 28.10.1985		11	Drill 11	0	132
					0	0	0
Demobilization		29.10.1985 - 31.10.1985		3	3	0	36
Total		15.10.1985 - 31.10.1985		17	17	0	204
Proposed depth	250.0m	Core length	250.4m	Core recovery of each 100 m			
Drilling depth	253.3m	Core recovery	98.86%	Depth (m)	Meter drilled	Core recovery	Grand total
Over burden	4.3m			0 - 102.0	102.0m	98.04%	98.04%
Drilling	123°00'	46.59%	39.43%	102.0 - 200.0	98.0m	99.80%	98.90%
Relative operation	141°00'	53.41%	45.19%	200.0 - 253.3	53.3m	98.69%	98.86%
Pipe stuck	0°00'	0.00%	0.00%	Efficiency			
Subtotal	264°00'	100.00%	-%	253.3 m/total period		14.90 m/day	
Mobilization	24°00'	- %	7.69%	253.3 m/working days		14.90 m/day	
Demobilization	24°00'	- %	7.69%	253.3 m/drilling days		23.03 m/day	
Total	312°00'	- %	100.00%	Total workers/253.3 m		0.81 workers/m	
Casing size	Depth (m)	$\frac{B}{A} \times 100$ (%)	Recovery (%)	Observation A: Total depth B: Casing length			
N.W	6.00	2.37	100				
B.W	142.00	56.06	100				

表 6 - 8 掘進実績表 (MJM - 2)

Period	Classification		Period		Total days	Working days	Day off	Number of workers	
	Mobilization		1.11.1985 - 3.11.1985		3	3	0	36	
	Drilling	4.11.1985 - 1.12.1985		27.5	Drill	24	0	288	
						3.5	0	44	
	Demobilization		1.12.1985 - 3.12.1985		2.5	2.5	0	28	
Total		1.11.1985 - 3.12.1985		33	33	0	396		
Proposed depth		250.0m	Core length		247.1m	Core recovery of each 100 m			
Drilling depth		262.6m	Core recovery		94.10%	Depth (m)	Meter drilled	Core recovery	Grand total
Over burden		15.5m				0 - 100.6	100.6m	86.08%	86.08%
Time distribution	Drilling		152°00'	22.76%	21.17%	100.6 - 200.8	100.2m	98.50%	92.28%
	Relative operation		429°00'	64.22%	59.75%	200.8 - 262.6	61.8m	100.00%	94.10%
	Pipe stuck		87°00'	13.02%	12.12%	Efficiency			
	Subtotal		668°00'	100.00%	- %	262.6 m/total period		7.96 m/day	
	Mobilization		25°00'	- %	3.48%	262.6 m/working days		7.96 m/day	
	Demobilization		25°00'	- %	3.48%	262.6 m/drilling days		10.94 m/day	
	Total		718°00'	- %	100.00%	Total workers/262.6 m		1.51 workers/m	
Casing	Casing size	Depth (m)	$\frac{B}{A} \times 100$ (%)	Recovery (%)		Observation			
	N.W	43.00	16.37	65		A: Total depth			
	B.W	109.00	41.51	100		B: Casing length			

表 6 - 9 掘進実績表 (MJM - 3)

Period	Classification		Period		Total days	Working days	Day off	Number of workers	
	Mobilization		4.12.1985 - 9.12.1985		5.5	5.5	0	68	
	Drilling		9.12.1985 - 5.1.1986		27	Drill 26	1	312	
						0	0	0	
	Demobilization		5.1.1986 - 7.1.1986		2.5	2.5	0	28	
Total		4.12.1985 - 7.1.1986		35	34	1	408		
Proposed depth		250.0m	Core length		246.7m	Core recovery of each 100 m			
Drilling depth		250.6m	Core recovery		98.44%	Depth (m)	Meter drilled	Core recovery	Grand total
Over burden		7.2m				0 - 101.8	101.8m	98.33%	98.33%
Time distribution	Drilling		71°51'	11.09%	9.85%	101.8 - 201.0	99.2m	97.78%	98.06%
	Relative operation		576°10'	88.91%	79.04%	201.0 - 250.6	49.6m	100.00%	98.44%
	Pipe stuck		0°00'	0.00%	0.00%	Efficiency			
	Subtotal		648°00'	100.00%	- %	250.6 m/total period		7.16 m/day	
	Mobilization		57°00'	- %	7.82%	250.6 m/working days		7.37 m/day	
	Demobilization		24°00'	- %	3.29%	250.6 m/drilling days		9.64 m/day	
	Total		729°00'	- %	100.00%	Total workers/250.6 m		1.61 workers/m	
Casing	Casing size	Depth (m)	$\frac{B}{A} \times 100$ (%)	Recovery (%)	Observation A: Total depth B: Casing length				
	N.W	10.00	3.99	11					
	B.W	168.40	67.20	100					

表6-10 掘進実績表 (MJM-4)

Period	Classification		Period		Total days	Working days	Day off	Number of workers		
	Mobilization		8.1.1986 - 9.1.1986		2	2	0	24		
	Drilling		10.1.1986 - 27.1.1986		17.5	Drill 17.5	0	208		
						0	0	0		
	Demobilization		27.1.1986 - 28.1.1986		1.5	1.5	0	20		
Total		8.1.1986 - 28.1.1986		21	21	0	252			
Proposed depth		300.0m	Core length		292.4m	Core recovery of each 100 m				
Drilling depth		301.6m	Core recovery		96.95%	Depth (m)	Meter drilled	Core recovery	Grand total	
Over burden		13.2m				0 - 100.2	100.2m	94.21%	94.21%	
Time distribution		Drilling		123°40'	29.73%	26.37%	100.2 - 200.7	100.5m	100.00%	97.11%
		Relative operation		292°20'	70.27%	62.33%	200.7 - 301.6	100.9m	96.63%	96.95%
		Pipe stuck		0°00'	0.00%	0.00%	Efficiency			
		Subtotal		416°00'	100.00%	- %	301.6 m/total period		14.36 m/day	
		Mobilization		24°00'	- %	5.12%	301.6 m/working days		14.36 m/day	
		Demobilization		29°00'	- %	6.18%	301.6 m/drilling days		17.23 m/day	
		Total		469°00'	- %	100.00%	Total workers/301.6m		0.84 workers/m	
Casing		Casing size	Depth (m)	$\frac{B}{A} \times 100$ (%)	Recovery (%)	Observation A: Total depth B: Casing length				
		N.W	15.00	4.97	100					
		B.W	162.00	53.71	100					

表 6-11 掘進実績表 (MJM-5)

Period	Classification		Period		Total days	Working days	Day off	Number of workers	
	Mobilization		29.1.1986 - 31.1.1986		2.5	2.5	0	28	
	Drilling		31.1.1986 - 13.2.1986		13	Drill 13	0	156	
						0	0	0	
	Demobilization		13.2.1986 - 15.2.1986		2.5	2.5	0	32	
Total		29.1.1986 - 15.2.1986		18	18	0	216		
Proposed depth		300.0m	Core length		293.2m	Core recovery of each 100 m			
Drilling depth		301.6m	Core recovery		97.21%	Depth (m)	Meter drilled	Core recovery	Grand total
Over burden		12.5m				0 - 100.0	100.0m	92.90%	92.90%
Time distribution	Drilling		94°30'	28.81%	25.00%	100.0 - 202.3	102.3m	99.22%	96.09%
	Relative operation		233°30'	71.19%	61.77%	202.3 - 301.6	99.3m	99.50%	97.21%
	Pipe stuck		0°00'	0.00%	0.00%	Efficiency			
	Subtotal		328°00'	100.00%	- %	301.6 m/total period		16.76 m/day	
	Mobilization		29°00'	- %	7.67%	301.6 m/working days		16.76 m/day	
	Demobilization		21°00'	- %	5.56%	301.6 m/drilling days		23.20 m/day	
	Total		378°00'	- %	100.00%	Total workers/301.6 m		0.72 workers/m	
Casing	Casing size	Depth (m)	$\frac{B}{A} \times 100$ (%)	Recovery (%)	Observation A: Total depth B: Casing length				
	N.W	13.00	4.31	100					
	B.W	139.00	46.09	100					

図 6-3 MJM-1 孔の掘進記録図

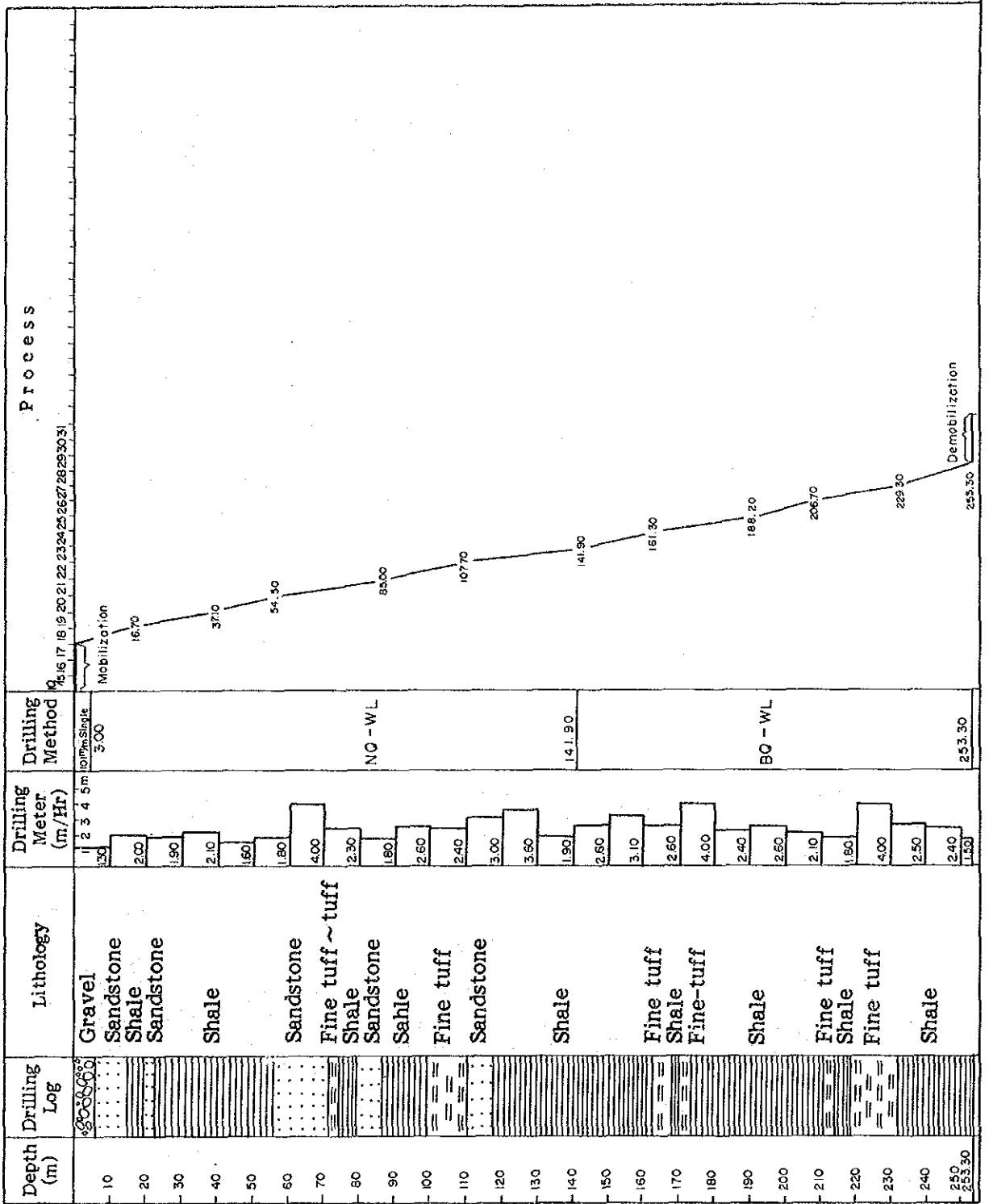


図 6-4 MJM-2 孔の掘進記録図

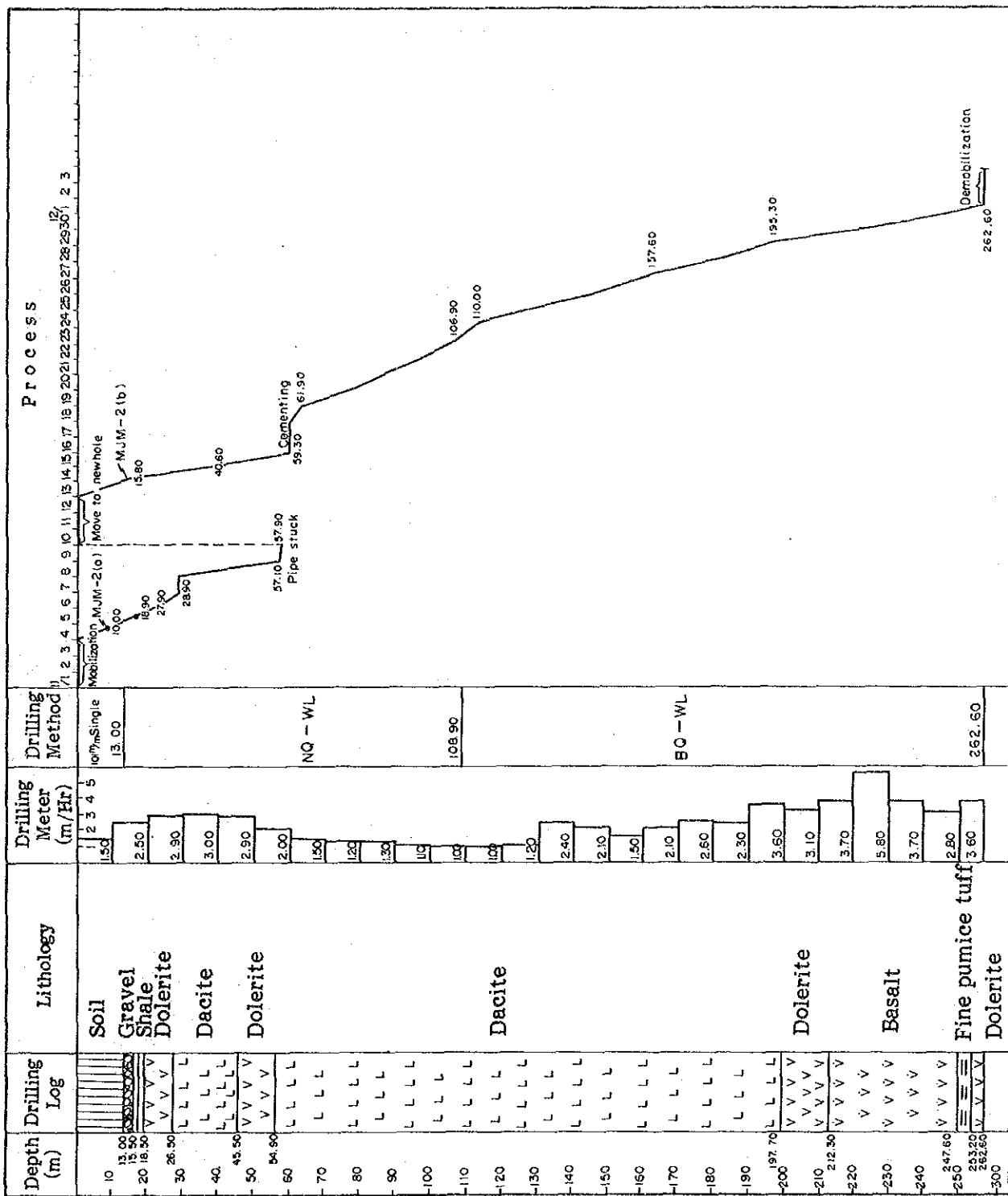


図 6-5 M J M - 3 孔の掘進記録図

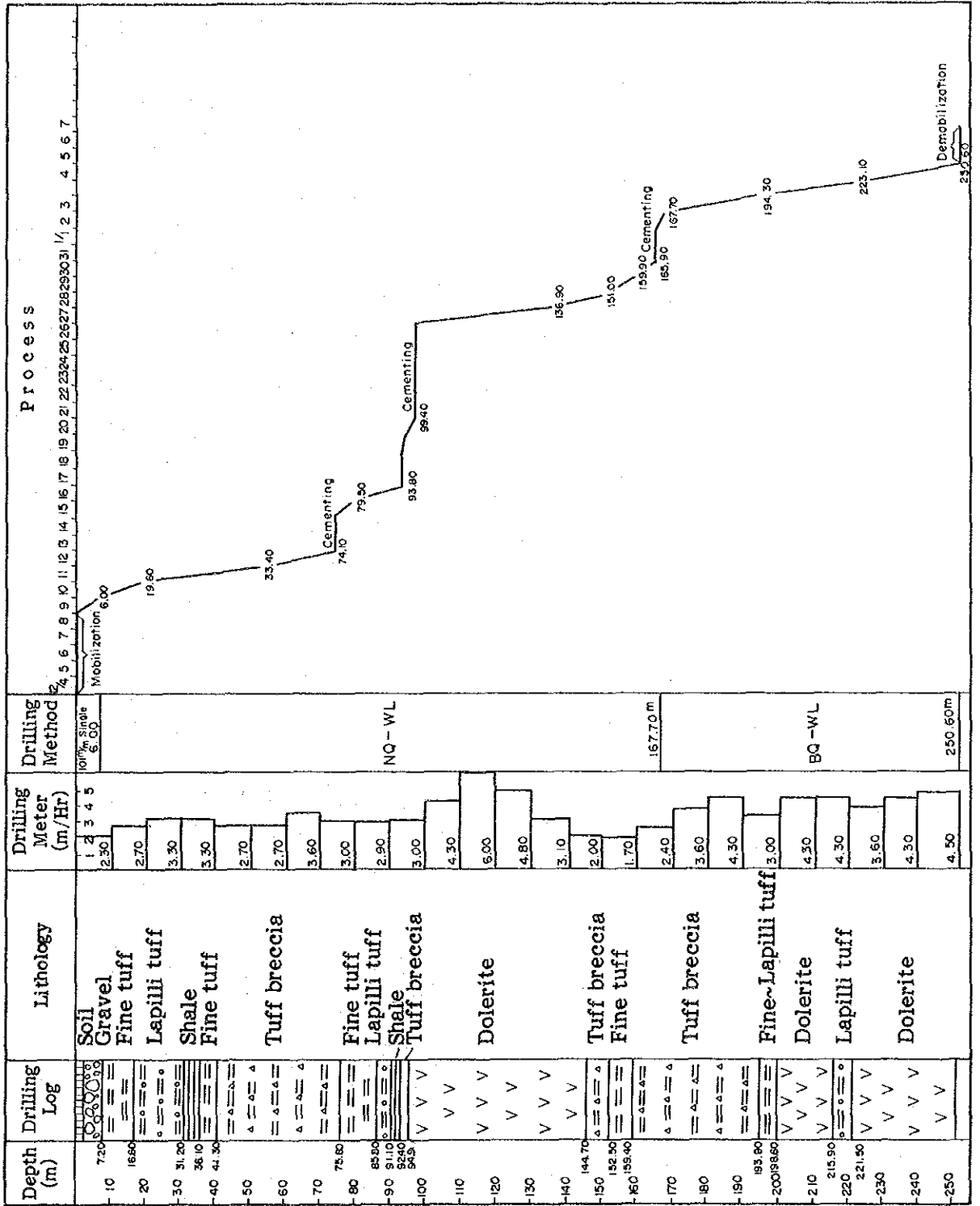


図 6-6 M J M - 4 孔の掘進記録図

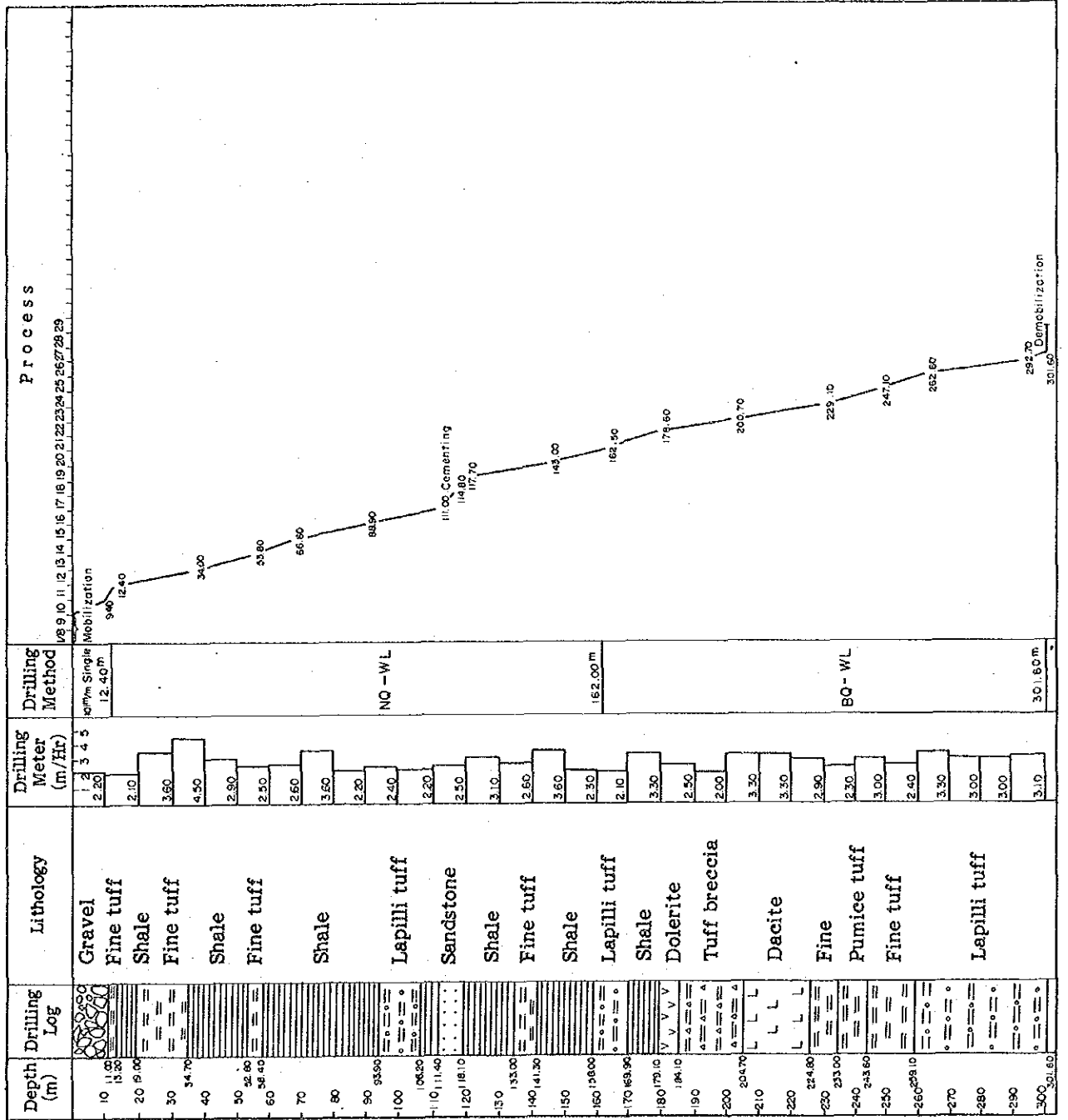


図 6-7 MJM-5 孔の掘進記録図

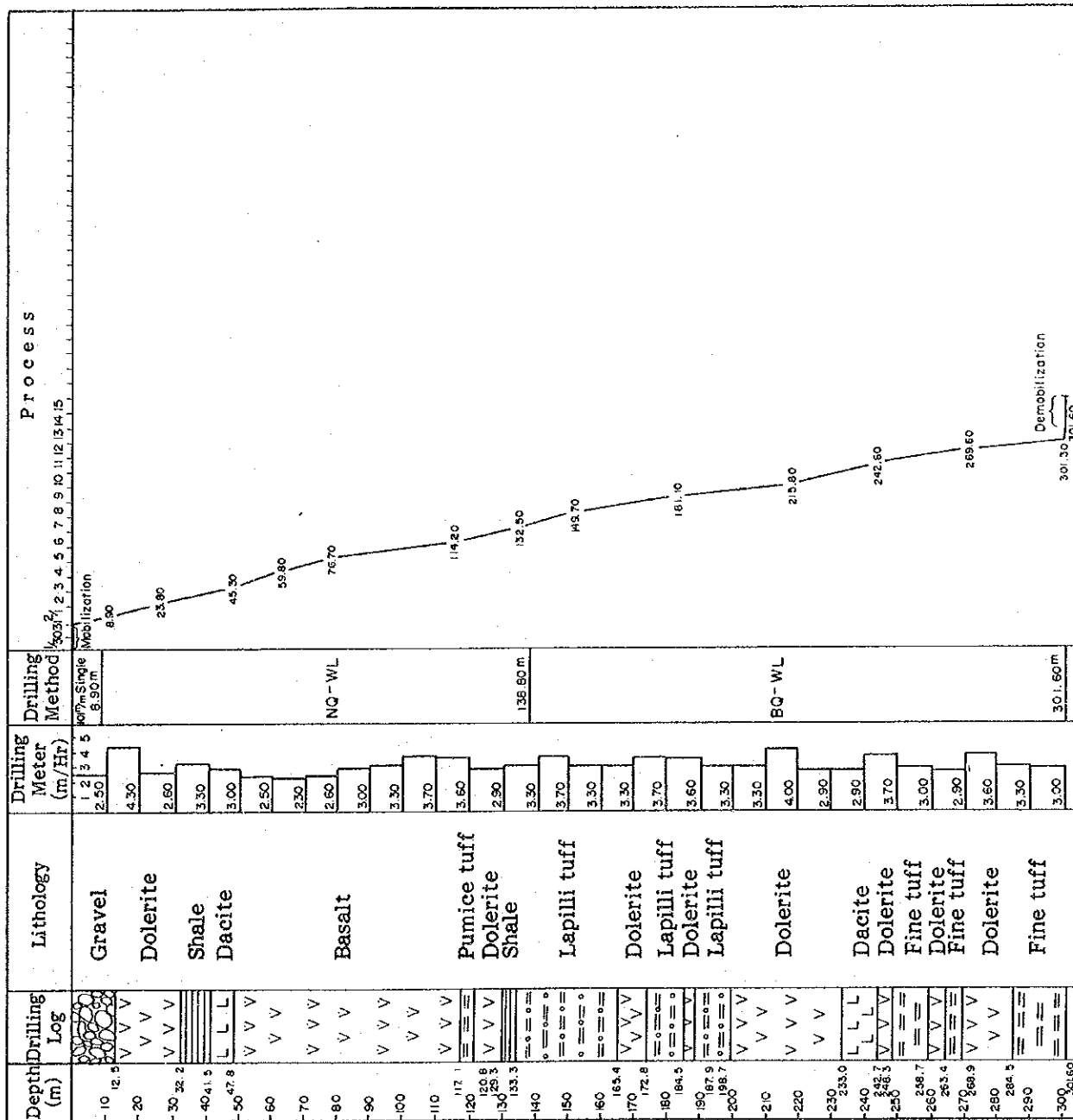
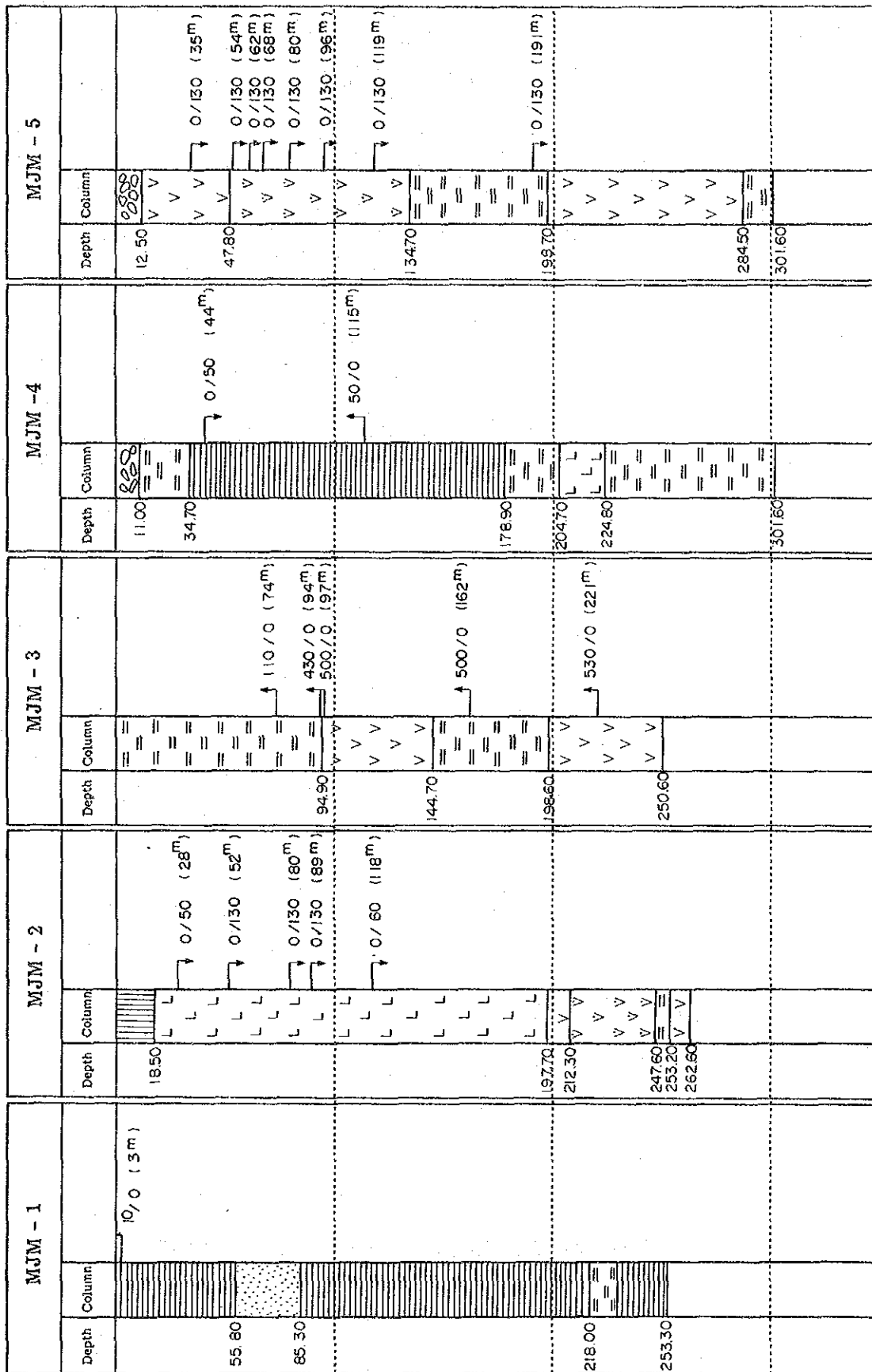


図 6-8 孔内の逸水・湧水状況図



Gravel
 Sandstone
 Shale
 Tuff
 Dacite
 Basalt
 Soil
 Dolerite

↘ Lost circulation
 ↙ Water cut

Return (ℓ/min)/Discharge (ℓ/min)
 Discharge (ℓ/min)/Return (ℓ/min)

6-4 ボーリング地質

6-4-1 ボーリング位置の選定

今年度実施したボーリング調査の位置は第1年次の地質調査、地化学探査及び物理探査（CSAMT法）の結果を総合的に考察の上、黒鉛型鉛床賦存の可能性の最も高い場所を選定した。その折りに考慮した主要な要素は次のとおりである。

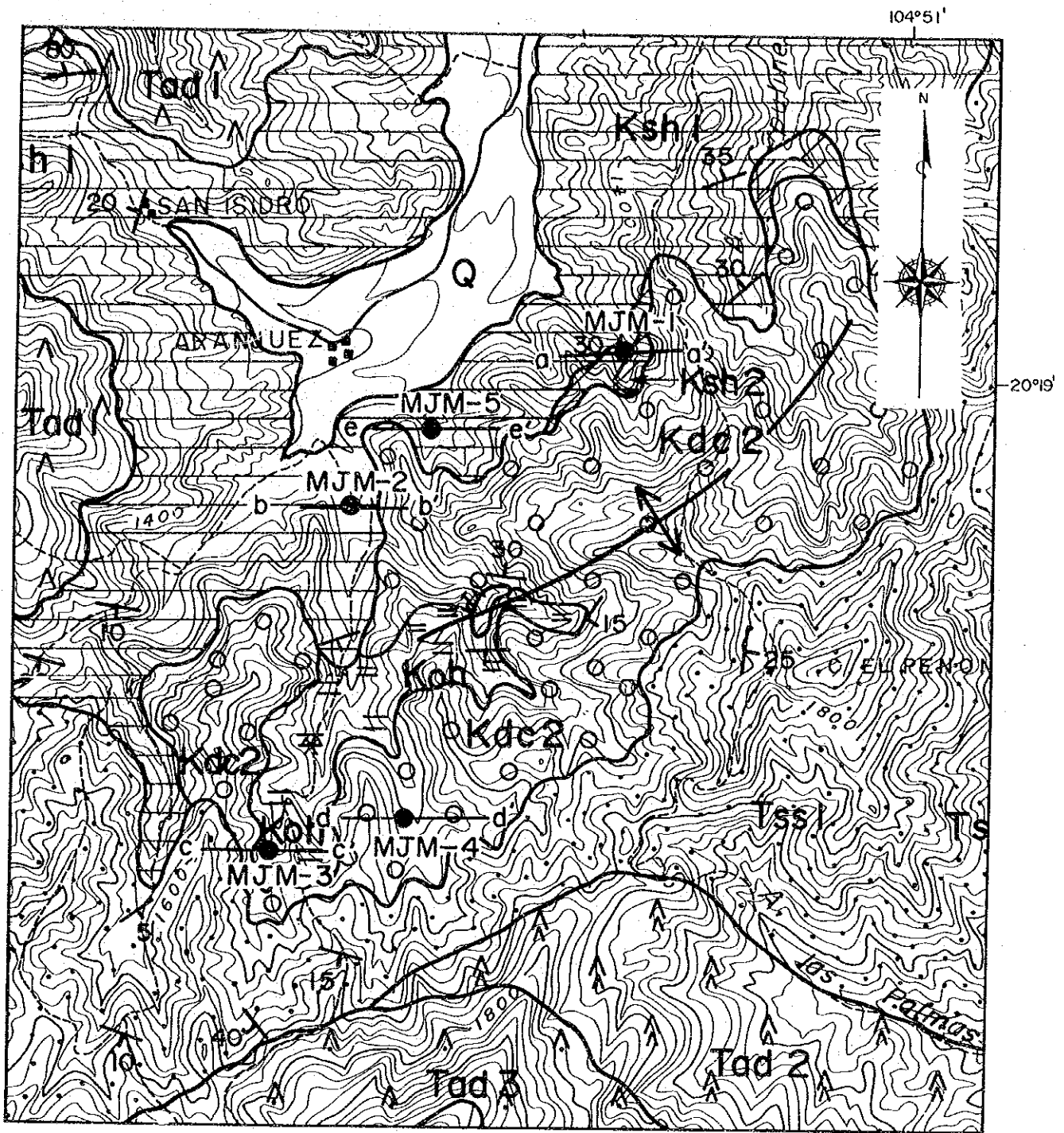
- a. 白亜紀の酸性火山岩の卓越している場所
- b. 上記地区で強い熱水変質を被っている場所
- c. 河床堆積物による地化学探査異常，特に複元素によって示徴される異常帯
- d. CSAMT法により捕捉された低比抵抗帯

各孔の選定理由は下記のように要約される。

- (1) MJM-1：本地点はこの地域の黒鉛型鉛床の生成に密接に関連する酸性火山岩類の隆起で形成されたと考えられる背斜構造の北斜面に位置している。更に、複元素で示徴される地化学探査異常帯中に含まれ、かつ、CSAMT法の調査結果でも Aranjuez（アランフェス）東低比抵抗帯と呼称される低比抵抗帯（ $200 \Omega \cdot m$ 以下）がこの上に重畳して認められる。
- (2) MJM-2：本地点は本地域の黒鉛型鉛床の上位に発達する上盤石英安山岩の発達が予想される箇所であり、かつ、複元素による地化学探査異常帯の分布域でもある。また、北東-南西に伸張する強変質帯が発達し、更にこれに直交する方向性をもつ Aranjuez 低比抵抗帯が重複している。これらの調査はそれぞれ独自の特徴をもつものであるが、本地区では、それらが一致して異常を示徴し、黒鉛型鉛床の探査上、有望と判断できる。
- (3) MJM-3：本地点は Descubridora 鉛床から連続する鉛床層準火砕岩（Koh）の発達が予想される延長部であり、黒鉛型鉛床の探査上、有望と評価でき、変質調査の結果でも、やや強変質帯に相当している。また、CSAMT法の調査の結果、本地点を東縁とする低比抵抗帯の分布もある。ただ、この低比抵抗帯は地表地質との対応関係から第三系砂岩層（Tss1）に起因する低比抵抗帯の可能性が考えられる。

なお、本地区には、河床堆積物の地化学探査異常は認められない。

- (4) MJM-4：本地点は上盤石英安山岩（Kdc2）が分布し、Descubridora 鉛床、あるいは La America 鉛床から連続する鉛床層準の火砕岩（Koh）の発達が期待できる場所であり、かつ、強変質帯中に含まれる。河床堆積物による地化学探査結果では、単元素（Zn）異常帯によって示徴されている。本地点では、CSAMT法の調査による低比抵抗帯は認められていない。
- (5) MJM-5：本地点は潜在すると考えられる白亜紀火山岩類の北縁に位置し、地化学探査結果では、複元素で示徴される異常帯が重畳している。また、CSAMT法の調査結果では La America 鉛床から Aranjuez 部落にかけて伸張する Aranjuez 低比抵抗帯の中に含まれ、



Legend

Q : Alluvium-Diluvium
 Tad3: III - stage andesite
 Tad2: II - stage andesite
 Tss1 : Sandstone
 Tad1 : I - stage andesite

Kdc2: Hanging wall dacite
 Koh : Ore horizon pyroclastics
 Ksh2: Calcareous shale
 Ksh1 : Shale - sandstone

1 : 25,000
 0 1000m
 ● Drilling site
 ↗ Fold axis
 ↘₂₅ Strike and dip
 a— a' Section line

図 6 - 9 ボーリング周辺地質図

黒鉄型鉄床の探鉄上注目される。

なお、ボーリング孔周辺の地質図を第6-9に示す。

6-4-2 各孔の地質概要

- (1) MJM-1: 本孔を構成する岩石は上部白亜系と考えられる黒色の緻密・堅硬な頁岩 (Ksh1) と灰色～暗灰色を呈する淘汰の良好な砂岩である。これらは、しばしばオリーブ～灰色を呈する酸性細粒凝灰岩層を挟在している。本孔で認められる火山岩は深度21800m～23240m間に局部的に軽石パッチを伴う火山礫凝灰岩を認めるだけで、ほかはすべて細粒凝灰岩である。細粒凝灰岩及び火山礫凝灰岩ともその移動様式は岩芯でマッド・ボール (Mud ball) などの海底火砕流を示唆する地質現象は認められないものの、細粒の黄鉄鉄及び磁鉄鉄からなる鉄石破片 (径: 数mm以下) が深度21800m～23240m間に普遍的に認められることから、火砕流として移動したものであろう。この細粒凝灰岩及び火山礫凝灰岩は岩相的にもLa America鉄床と、その付近の旧坑などに分布する鉄床層準の火砕岩に似ており、かつ、上述のとおり、鉄石破片を普遍的に伴うことから、鉄床層準の火砕岩と考える。本火砕岩の出現深度は野外調査から予想した深度にほぼ相当している。

黒鉄型鉄床の探鉄という観点から本孔の地質をみた場合、溶岩も確認されておらず、構成する火山岩の種類がすべて細粒であることから火山噴出中心の近傍に位置しているとは考えられない。これは前述の鉄石破片が細粒であることから同様の結論が得られ、黒鉄型鉄床の探鉄のためには、火山噴出中心の近傍に近づく必要があると考える。

図6-10に本孔の東西地質断面図を示す。

- (2) MJM-2: 本孔はMJM-1とは地質的に大きな差異が認められる。本孔の大部分は火山岩によって占められる。しかも、それらは溶岩類が多く、本孔が火山噴出中心の近傍に位置していると評価出来る。本孔の地質の概要は孔の上部から下部にかけて次のとおりである。

深度2100m～19770m間は上盤石英安山岩 (Kdc2) から構成される。本岩は比較的新鮮な部分では淡緑色～緑色を呈し、塊状であることが一般的であり、角礫化構造は貧弱である。この上盤石英安山岩 (Kdc2) は本孔の東600mに露出する石英安山岩からの連続である。

深度21400m～24760m間は暗緑色～紫色を呈する角礫化構造の明瞭な玄武岩より構成される。本岩は地表では露頭が認められていない。

黒鉄型鉄床の探鉄には、古地形として海底の小盆状地形が注目されているが、本岩の分布は、そのような地形がこの地区で存在していたことを示す一指標であり、重要である。

深度24760m～25330m間は暗緑色～緑色の軽石構造が僅かに認められ、細粒の黄鉄鉄を伴う細粒凝灰岩からなる。

本岩はLa America鉄床で鉄床層準の火砕岩としているものに岩相的に似ており、その

図 6-10 ボーリング地質断面図 (MJM-1)
(a-a')

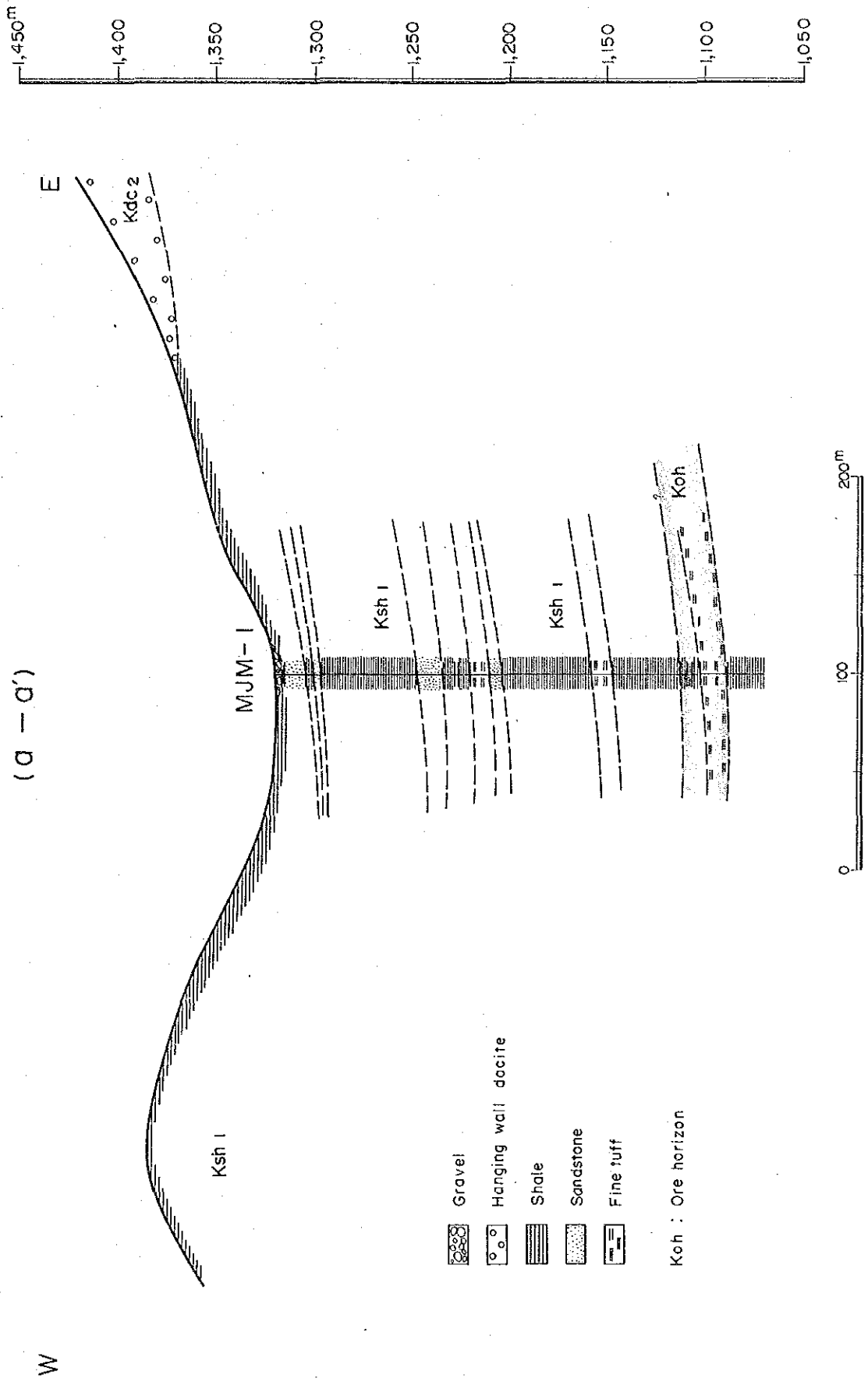
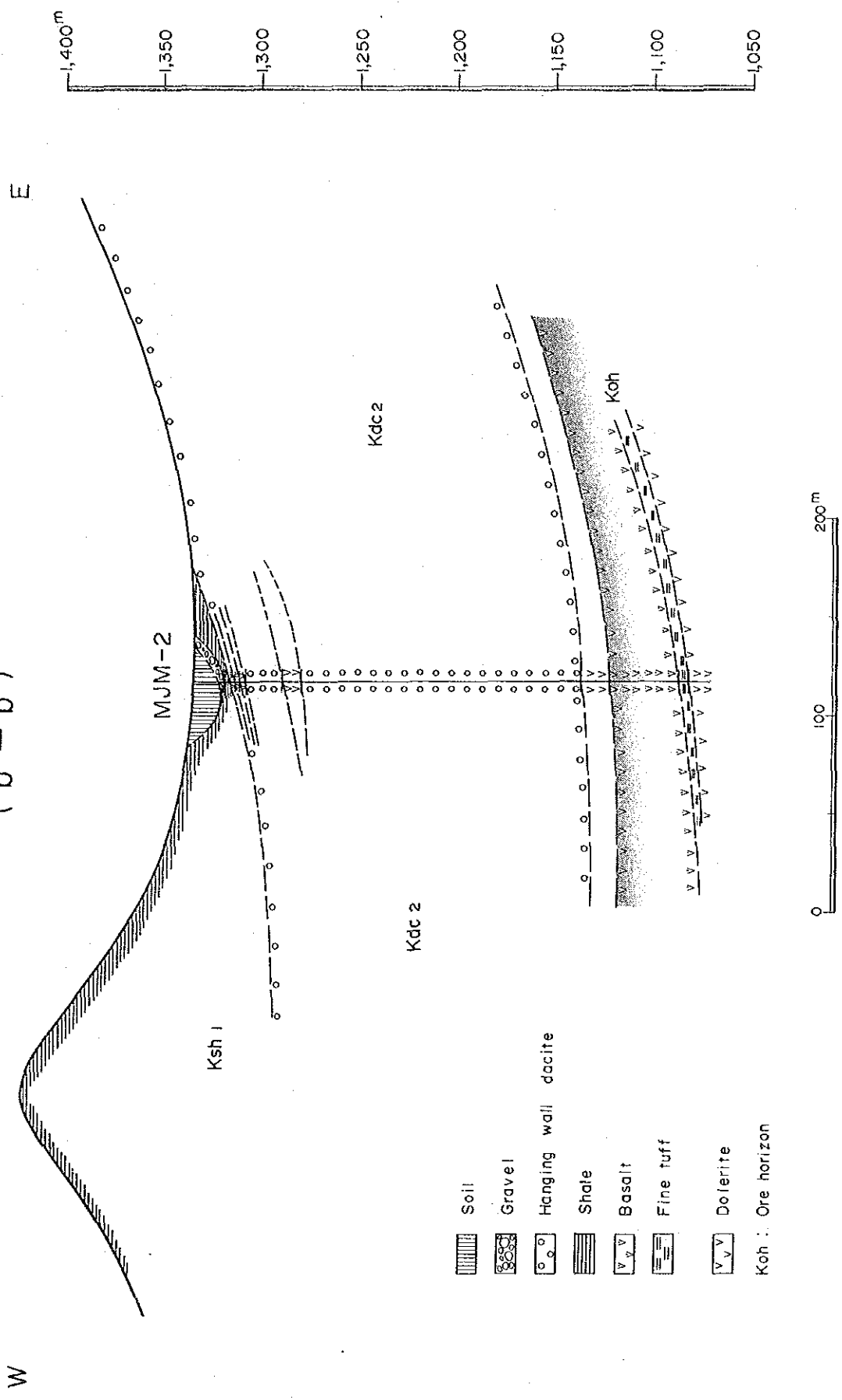


図6-11 ボーリング地質断面図 (MJM-2)
(b-b')



出現深度も地表調査から予想された深度に概ね対応している。本岩は粗粒玄武岩の進入のため更に下位への発展はない。

本孔は黄鉄鉱を伴う鉄床層準の細粒凝灰岩の存在も確認でき、鉄液から硫化鉄物の沈殿に必要な小盆状地の存在を暗示するような地質産状も認められることなど、黒鉄型鉄床賦存のための地質的条件は整っている。

図6-11に本孔の東西地質断面図を示す。

- (3) MJM-3 : 本孔の地質は前述の各孔からの火山岩類の連続も認められず、それらとは異なる地質環境下の産物と考えられる。

本孔は、酸性の凝灰岩類とそれに進入する粗粒玄武岩が主な構成物であり、これらに僅かに黒色頁岩が挟在されるだけである。本孔の地質の概略は下記のとおりである。

深度7.20m~41.30m間はオリーブ色を呈する細粒凝灰岩、暗緑色~オリーブ色の火山礫凝灰岩及び黒色頁岩の互層から構成されている。頁岩層にも普遍的に細粒凝灰岩の薄層が挟在されることから、火山活動の旺盛な時期の堆積と考えられる。

深度41.30m~75.80m間は緑色~灰褐色を呈する凝灰角礫岩からなる。岩相的には溶岩様の部分もあるが、軽石様構造の残っているところもあり凝灰角礫岩とした。

深度75.80m~159.40m間はオリーブ色を呈する細粒凝灰岩、火山礫凝灰岩、黒色頁岩及び緑色の角礫凝灰岩の互層が粗粒玄武岩(深度94.90m~144.70m)の進入を受けている。

深度159.40m~250.60m間は、凝灰角礫岩、細粒凝灰岩、火山礫凝灰岩及び粗粒玄武岩よりなる。上部は凝灰角礫岩(深度159.40m~193.80m)が卓越し、下部は粗粒玄武岩(深度198.60m~215.90m, 221.50m~250.60m)が優勢となる。

図6-12に本孔の東西地質断面図を示す。

- (4) MJM-4 : 本孔の地質は上部と下部で大きな差異が認められる。すなわち、11.00m~179.10m間は、堆積岩(頁岩、砂岩)と細粒凝灰岩の互層帯から構成されるのに対し、下部(179.10m~301.60m)は火山岩(火砕岩)だけによって構成されている。

本孔に出現する火山岩は岩相的にMJM-1, -2及び-5では認められず、MJM-3でのみ類似岩が認められる。特に両孔の下部に出現する火山礫凝灰岩、火山角礫岩は岩相的に類似しており、同一岩石とみなせる。

火山噴出中心との関連では、溶岩流に近い火山角礫岩及び頻りに粗粒玄武岩の貫入を受けていることよりMJM-3がより噴出中心に近いと考えられる。しかし、MJM-4でも小規模ながら石英安山岩の発達もあり厳密な比較は難かしい。

本孔においては、層状黒鉄は認められないものの、黒鉄型鉄化作用の特徴である細粒硫化鉄物の鉄染の存在及び変質から地表から深度111.40m間が鉄床層準に相当すると考える。

図6-12 ボーリング地質断面図 (MJM-3)
(C-C')

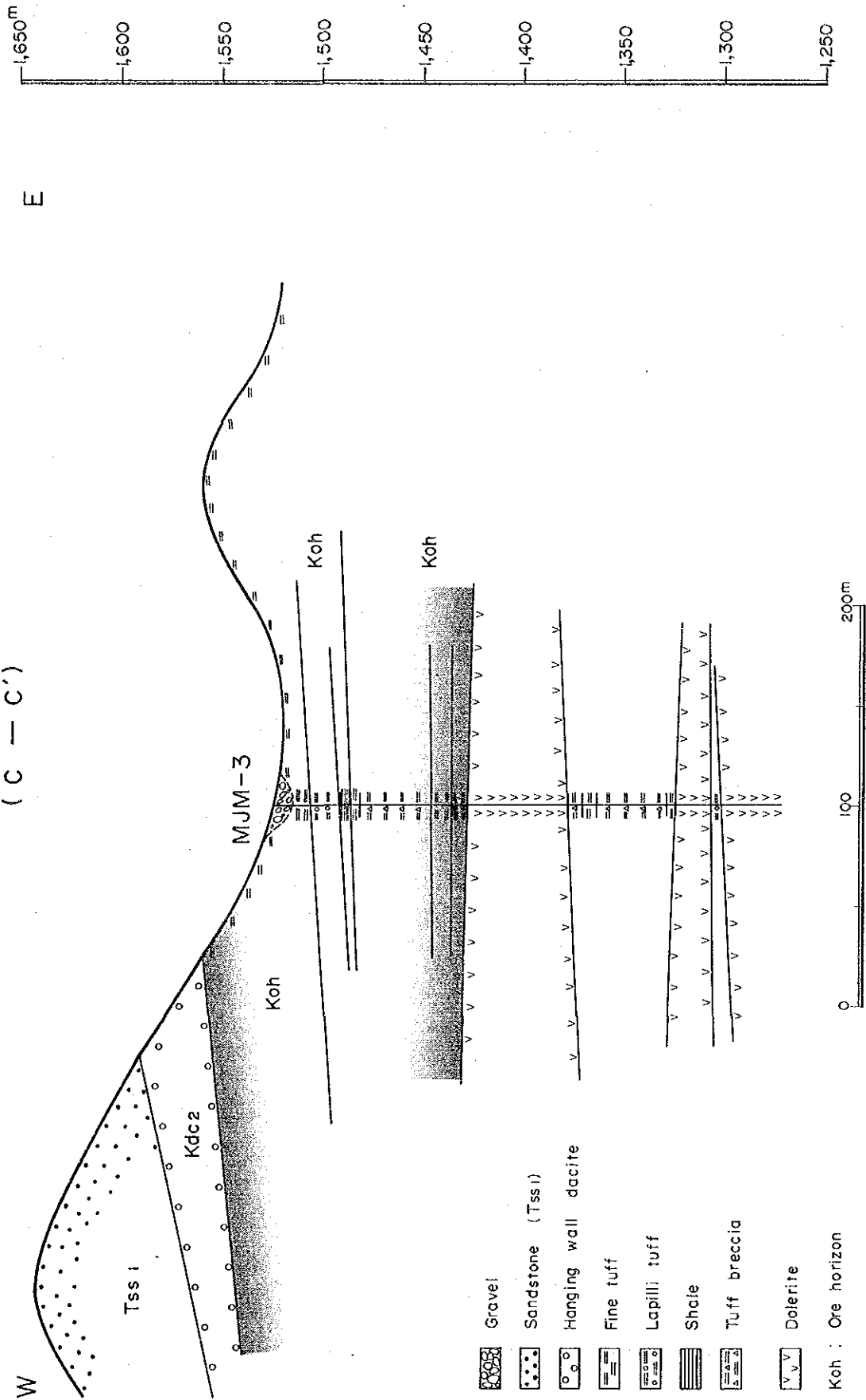
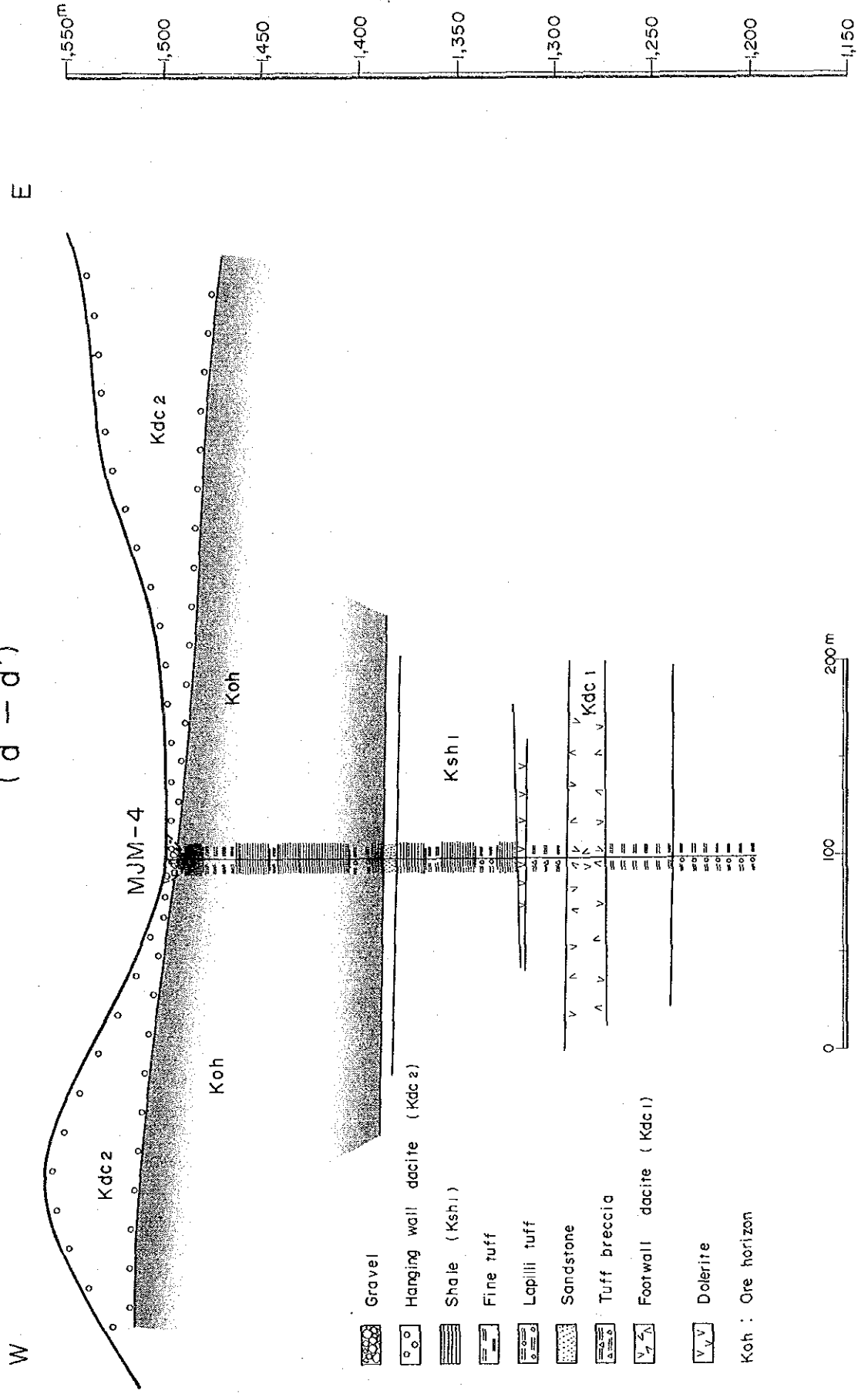


図6-13 ボーリング地質断面図 (MJM-4)
(d-d')



W

E

図 6-14 ボーリング地質断面図 (MJM-5)
(e-e')

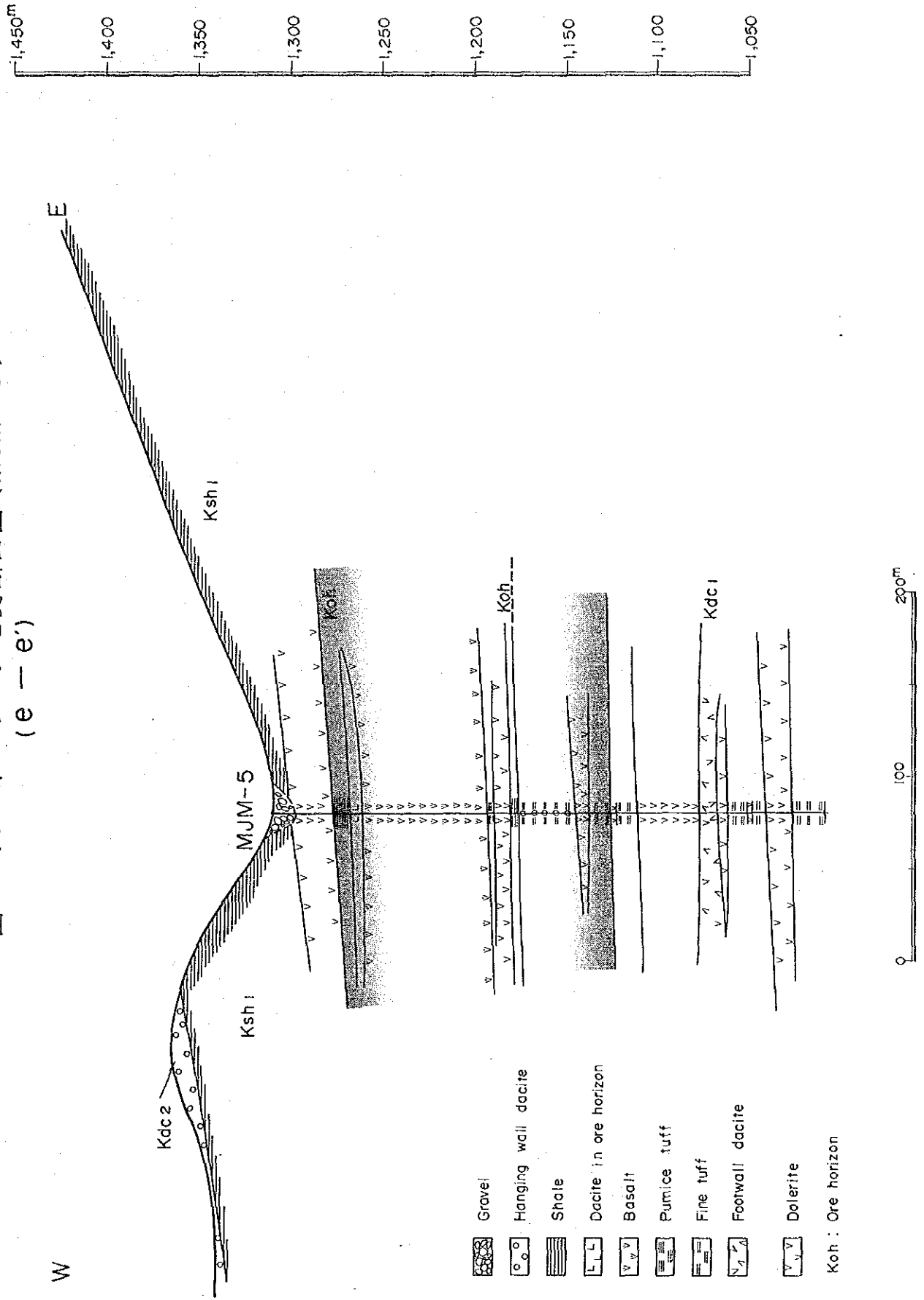


図6-15 ボーリング地質対比図

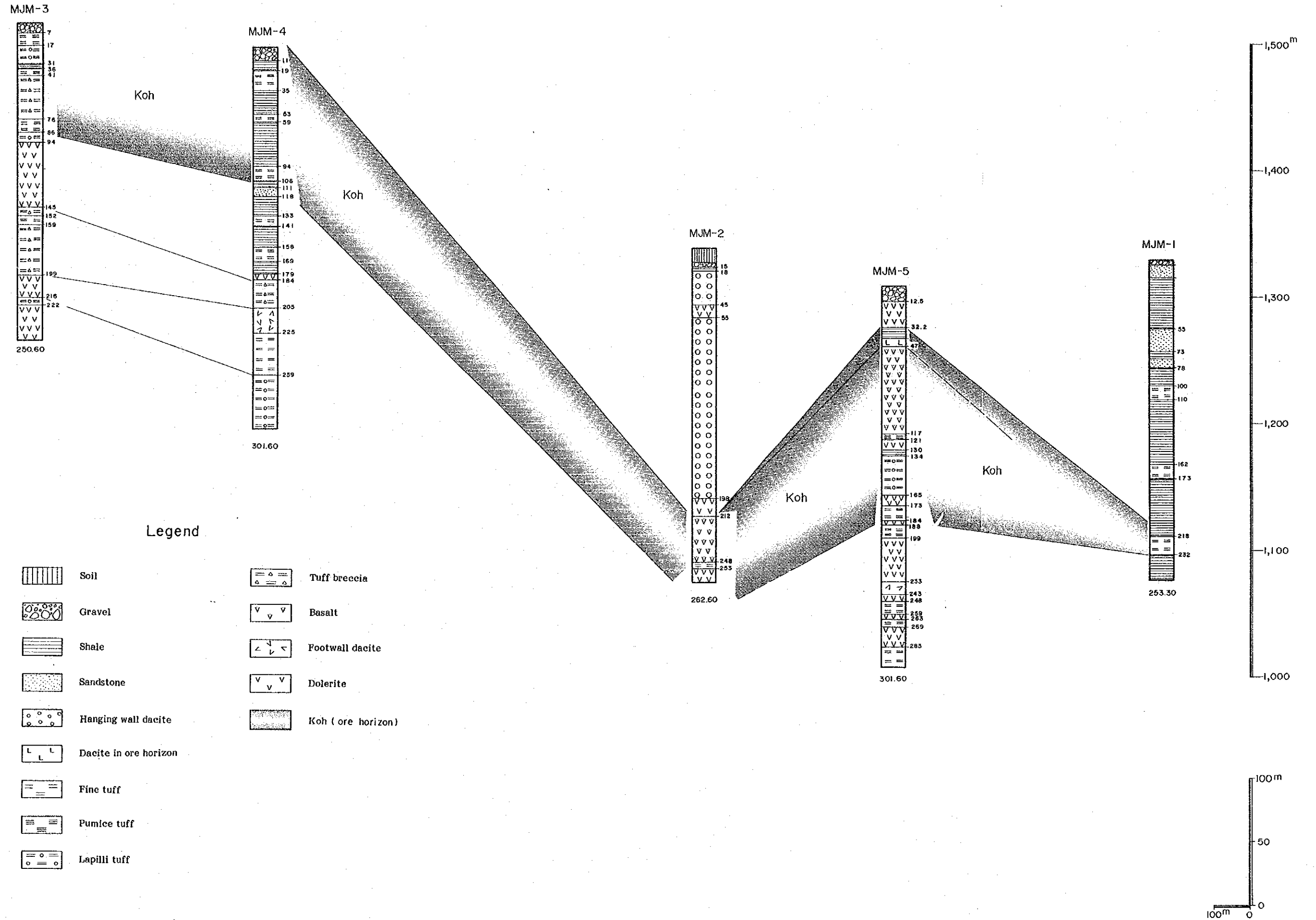


図6-13に本孔の東西地質断面図を示す。

- (5) MJM-5 : 本孔はMJM-2と同様、孔の上部から下部にかけて主要構成岩は火山岩となっている。大略の傾向としては、深度13.0m付近までは塩基性火山岩が卓越し、下部では酸性火山岩と塩基火山岩の共存で特徴づけられる。

概略の地質は以下のとおりである。

深度32.20m~41.50m間は黒色の緻密質頁岩よりなり、本岩中には頻繁に細粒凝灰岩の薄層(数cm以下)が挟在され、細粒の黄鉄鉱の鉱染が普遍的に伴われる。

深度41.50m~47.80m間は淡緑色の石英安山岩溶岩が認められ、本岩はMJM-2の上部の石英安山岩とは層準的には、ほぼ対応しているものの岩相的(岩石の粒度、斜長石の量等)に異なり、活動時期と起源を異にしたものとする。

深度47.80m~117.10m間は、角礫化構造の明瞭な暗緑色~緑色の典型的玄武岩溶岩よりなる。本岩の存在は古凹形の存在を示唆している可能性が強く、黒鉄型鉄床探鉄上、重要である。

深度117.10m~301.60m間は最上部付近に炭質物を含む黒色頁岩を挟在するほかは緑色~灰色の火山礫凝灰岩及び細粒凝灰岩からなる。両岩は粗粒玄武岩により頻繁に進入される。

本孔における鉄床層準は、鉄化作用の種類、変質態様及び地質を勘案し、深度32.20m~184.50m間であると考えられる。

本孔はMJM-2と起源を同じくする火山岩類が多く、同一の火山活動の場に位置すると考える。

図6-14に本孔の東西地質断面図を示す。

図6-15に各孔の地質対比図を示す。

6-4-3 鉄化及び変質作用

- (1) MJM-1 : 本孔で認められる鉄化作用の主要なものは深度208.00m~224.50m間の黒色頁岩あるいは灰色細粒凝灰岩中に鉄染状及び細脈状で産する。一見、鉄染状に見えるものの中には細粒の鉄石破片とも見受けられるものがある。構成硫化鉄物は黄鉄鉱・磁硫鉄鉱と微量の黄銅鉄であり、顕微鏡観察結果では磁硫鉄鉱が黄鉄鉱の結晶の周辺部を交代して生成している場合もあり、黄鉄鉱の生成後に例えば f_{S_2} を下げるような地質事件のあったことがうかがえる。

本孔での分析結果は以下のとおりである。

Depth(m)	Sample	Au(g/t)	Ag(g/t)	Cu(%)	Pb(%)	Zn(%)	Remarks
208.00~209.00	A-1	0	3	0.01	0.05	0.15	Py-Po impregnation in shale
209.00~210.00	A-2	0	2	0.01	0.07	0.15	"
210.00~211.00	A-3	0	4	0.01	0.07	0.12	Py-Po impregnation in shale and fine tuff
211.00~212.00	A-4	0	Tr	0.01	0.06	0.12	Py-Po impregnation in fine tuff
219.50~220.50	A-5	0	3	0.01	0.07	0.10	"
222.50~223.50	A-6	0	6	0.01	0.06	0.10	"
223.50~224.50	A-7	0	5	0.01	0.07	0.10	"

頁岩と細粒凝灰岩では含まれる硫化鉍物に基本的差異は認められないが、前者でより細粒となる傾向が強い。品位的には両者間に特記できる差異を認めることはできない。

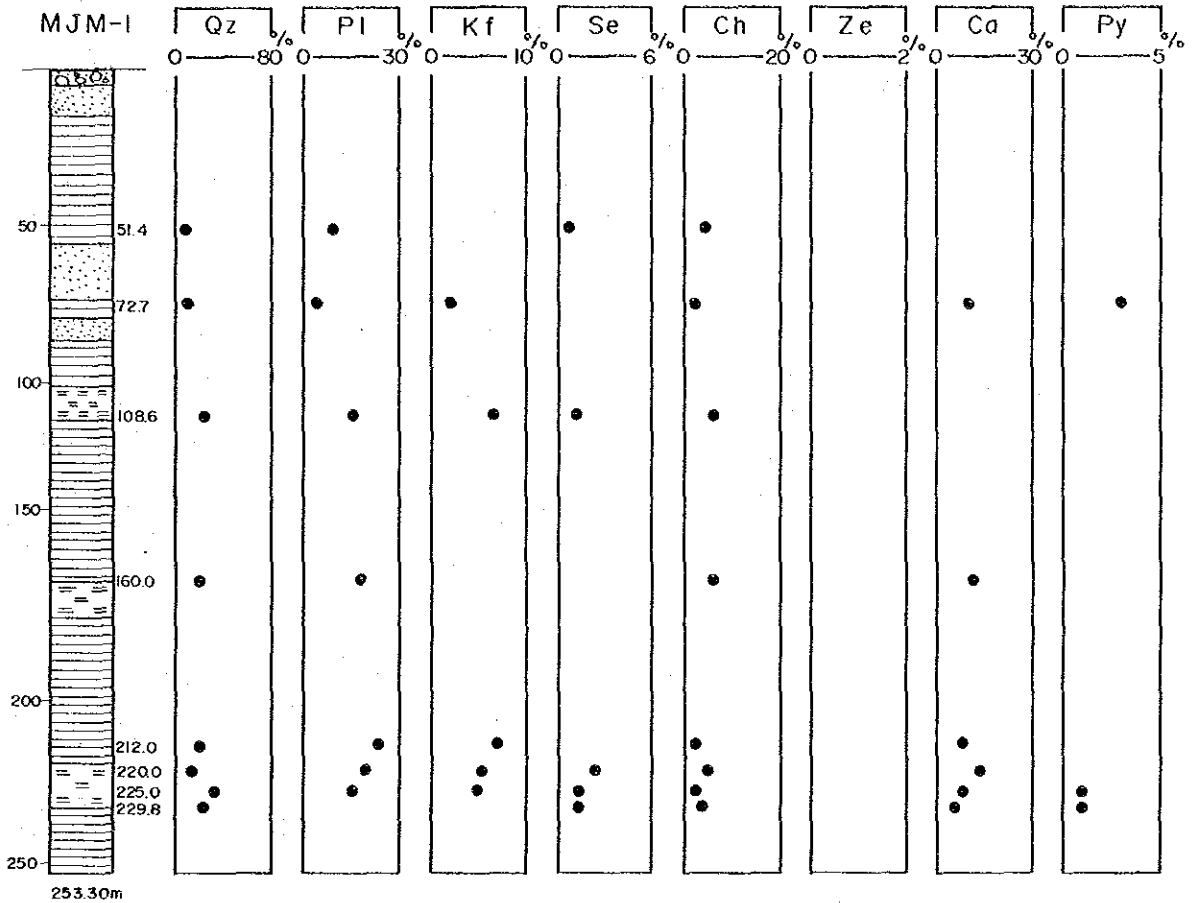
本孔は程度は弱い、全孔を通じて熱水変質を受けている(図6-16)。特に緑泥石は上部から下部にかけて普遍的に見られる。

しかし、その生成量は多くはなく、石英指数を用いた相対的量比で10%以下である。これに比べ絹雲母は出現頻度及び相対的量比とも劣るが、鉍床層準の細粒凝灰岩(深度210.60m~232.40m)では普遍的のようで、わずかに他の層準より変質程度が進んでいるともみられる。カリ長石も本孔においては、かなり普遍的に出現するが、共存する他の鉍物を見る限り、多分、続成作用によるもので、強熱水変質によるものとは考えられない。斜長石は全孔を通じて出現し、本孔の被った変質程度が強いものでないことを示している。

- (2) MJM-2: 本孔で認められる鉍化作用は鉍床層準の細粒凝灰岩(深度247.60m~253.20m)中の細粒黄鉄鉍の鉍染及び細脈で特徴づけられる。本鉍化作用は肉眼的には引き伸ばされた軽石片の境界部に沿って黄鉄鉍が濃集しているように見える。一方、顕微鏡的には、黄鉄鉍は径0.1~0.2mmのものと0.01mm以下のものに大別され、後者は塵埃状に細粒凝灰岩の基地中に散在している。本凝灰岩中の硫化鉍物は、ほとんどが黄鉄鉍であり、酸化鉍物としては磁硫鉄鉍後の赤鉄鉍が微量認められるだけである。

本孔での分析結果は以下のとおりである。

図6-16 ボーリングコアの変質図 (MJM-1)



Legend

- | | | | |
|--|-----------------------|-------------------|-----------------|
| | Soil | | Pumice tuff |
| | Gravel | | Lapilli tuff |
| | Shale | | Tuff breccia |
| | Sandstone | | Basalt |
| | Hanging wall dacite | | Footwall dacite |
| | Dacite in ore horizon | | Dolerite |
| | Fine tuff | 18%: Quartz index | |

Abbreviation

- Qz : Quartz
 Pl : Plagioclase
 Kf : K-feldspar
 Se : Sericite
 Ch : Chlorite
 Ze : Zeolite
 Ca : Calcite
 Py : Pyrite

Depth(m)	Sample	Au(g/t)	Ag(g/t)	Cu(%)	Pb(%)	Zn(%)	Remarks
247.60~248.60	A-8	0	Tr	0.02	0.08	0.12	Py impregnation in fine tuff
248.60~249.60	A-9	0	2	0.02	0.08	0.12	#
249.60~250.60	A-10	0	Tr	0.01	0.07	0.10	#
250.60~251.60	A-11	0	5	0.01	0.10	0.10	#
251.60~252.60	A-12	0	Tr	0.01	0.08	0.10	#
252.60~253.60	A-13	0	Tr	0.02	0.08	0.12	#

黒鉄型鉄床の鉄化様式の一特徴ともいえる細粒黄鉄鉄鉄染帯にもかかわらず、品位的には特記できる箇所は認められない。しかし、この付近は、玄武岩溶岩の分布で暗示される古凹地形の存在、ほぼ予想位置に鉄化を伴う鉄床層準が存在していることから、本孔の比較的近傍で黒鉄型鉄床の賦存する可能性は高い。

本孔の変質も全孔を通じて弱い熱水変質を被っていると評価できる(図6-17)。緑泥石は量的には少ないが全孔で普遍的に出現している。絹雲母は頻度、量とも緑泥石に劣る。MJM-1と同様、カリ長石もかなり頻度高く出現するが、その生成環境は共生鉄物種より、強変質作用の産物ではない。

斜長石は量の多少はあるが、全孔で残留している。

なお、本孔には続成変質の産物と考えられる濁沸石が上盤石英安山岩(Kdc2)中に認められる。

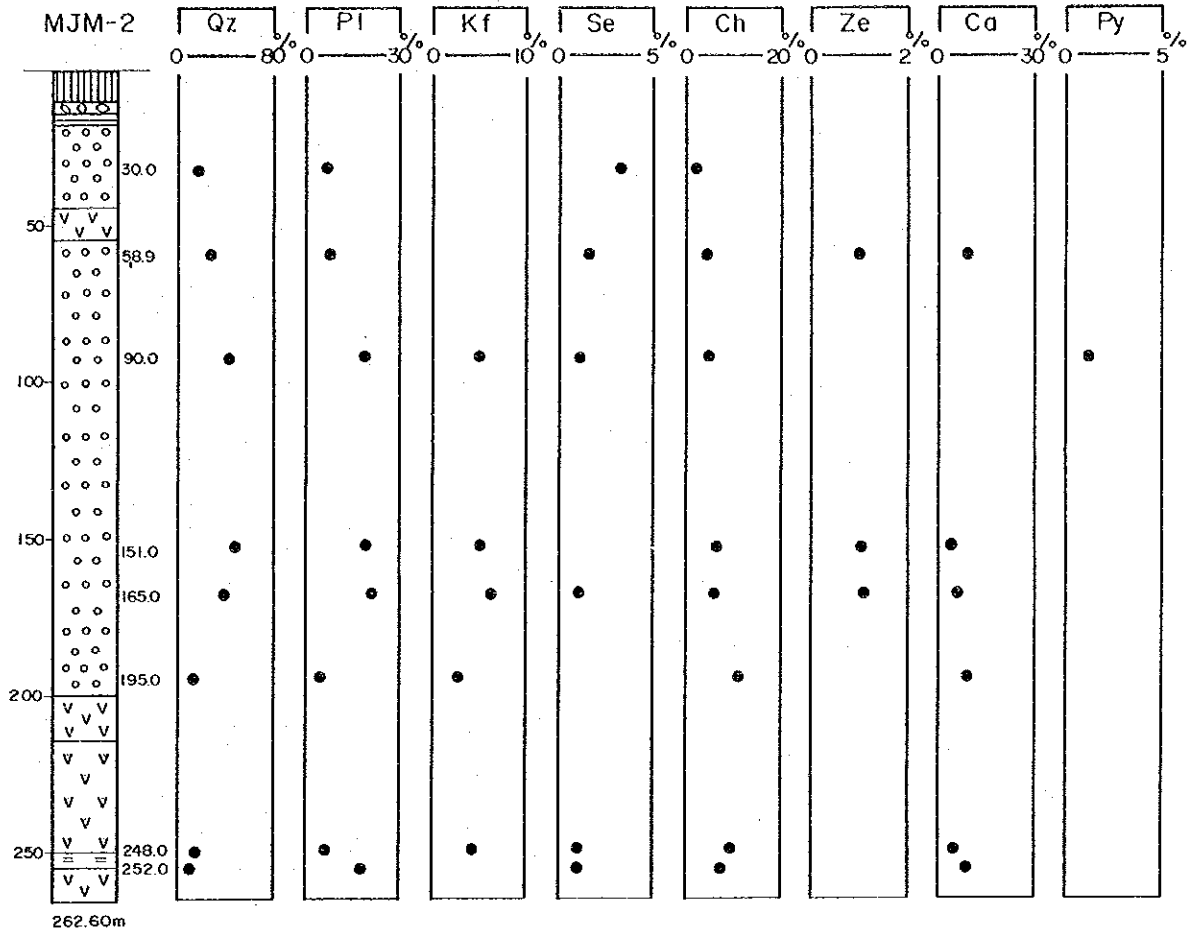
- (3) MJM-3: 本孔の鉄化作用も黄鉄鉄を主体とした鉄染状を呈する。鉄化作用の主要なものは深度91.40m~93.40m間の黒色頁岩及び凝灰角礫岩中で認められる。この部分では、黄鉄鉄のほかに微量の閃亜鉛鉄、黄銅鉄が鉄染及び細脈状で出現する。

この箇所以外でも、鉄染程度は劣るものの細粒黄鉄鉄の鉄染が深度58.30m~91.40m及び159.40m~193.80m間の凝灰角礫岩、細粒凝灰岩、火山礫凝灰岩中に認められる。

本孔での分析結果は下記のとおりである。

Depth(m)	Sample	Au(g/t)	Ag(g/t)	Cu(%)	Pb(%)	Zn(%)	Remarks
91.40~92.40	A-14	0	22	0.01	0.10	0.15	Py-Sph veinlets in shale
92.40~93.40	A-15	0	Tr	0.01	0.08	0.75	Py-Sph veinlets in shale and tuff breccia.

図 6-17 ボーリングコアの変質図 (MJM-2)



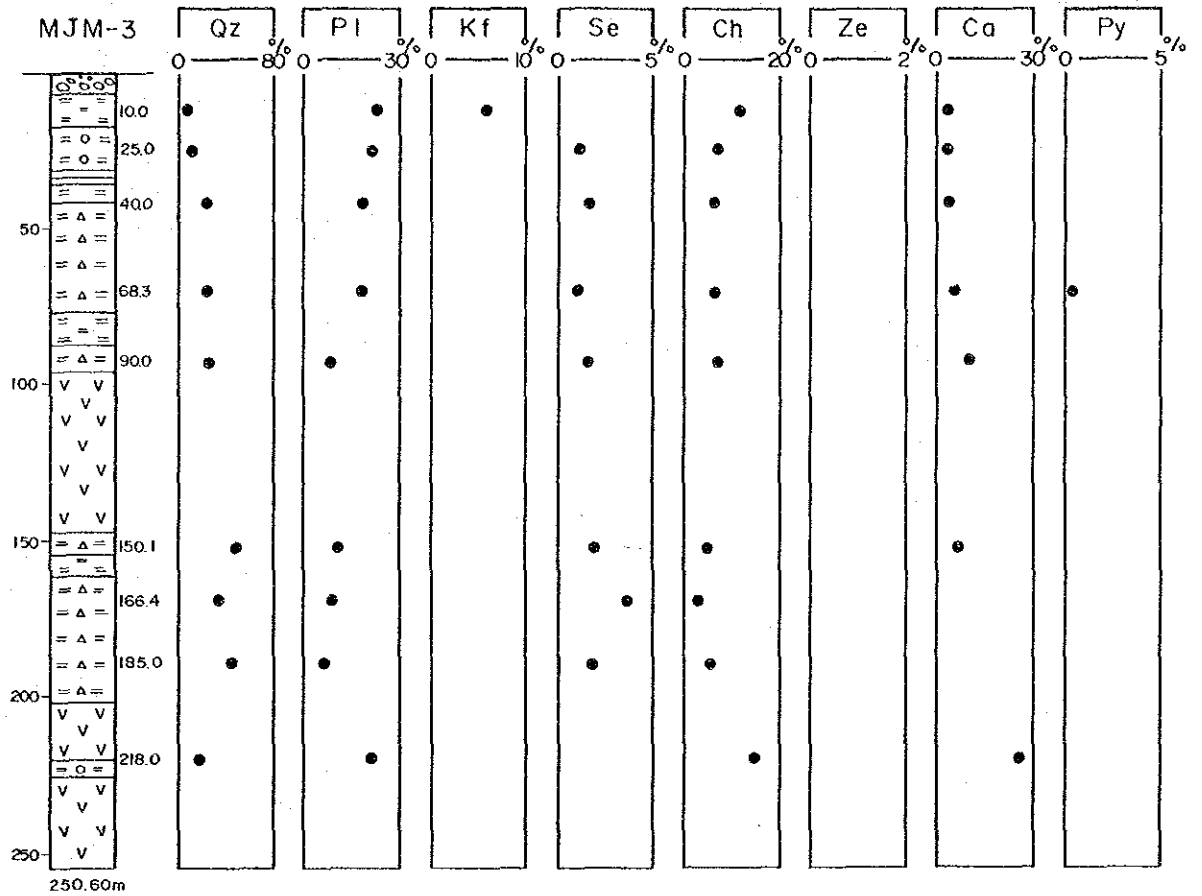
Legend

- | | |
|-----------------------|-------------------|
| Soil | Pumice tuff |
| Gravel | Lapilli tuff |
| Shale | Tuff breccia |
| Sandstone | Basalt |
| Hanging wall dacite | Footwall dacite |
| Dacite in ore horizon | Dolerite |
| Fine tuff | 18%: Quartz index |

Abbreviation

- Qz : Quartz
 Pl : Plagioclase
 Kf : K-feldspar
 Se : Sericite
 Ch : Chlorite
 Ze : Zeolite
 Ca : Calcite
 Py : Pyrite

図6-18 ボーリングコアの変質図 (MJM-3)



Legend

- | | | | |
|--|-----------------------|--|-------------------|
| | Soil | | Pumice tuff |
| | Gravel | | Lapilli tuff |
| | Shale | | Tuff breccia |
| | Sandstone | | Basalt |
| | Hanging wall dacite | | Footwall dacite |
| | Dacite in ore horizon | | Dolerite |
| | Fine tuff | | 18%: Quartz index |

Abbreviation

- Qz : Quartz
 Pl : Plagioclase
 Kf : K-feldspar
 Se : Sericite
 Ch : Chlorite
 Ze : Zeolite
 Ca : Calcite
 Py : Pyrite

本孔の分析結果でも特記できる程の品位は確認できなかったが、A-14における銀品位とA-15の亜鉛品位が他のものに比べて高いことが僅かに注目される。

本孔の変質については、緑泥石の出現頻度と相対的量比は前述の各孔と変りはないが、絹雲母はより普遍的に出現、一方、カリ長石は消滅する傾向がある。

したがって、本孔は他孔より被った熱水変質の程度がやや強いとも解釈できるが、残存する斜長石量からは、それ程の差異があるとは考えられない(図6-18)。

(4) MJM-4: 本孔の欽化作用は深度70.60m~101.60mの黒色頁岩中に認められる磁硫鉄欽、黄鉄欽、閃亜鉛欽の欽染が注目される。磁硫鉄欽は外形不定で径0.1mm以下で頁岩中に欽染状に分布している。

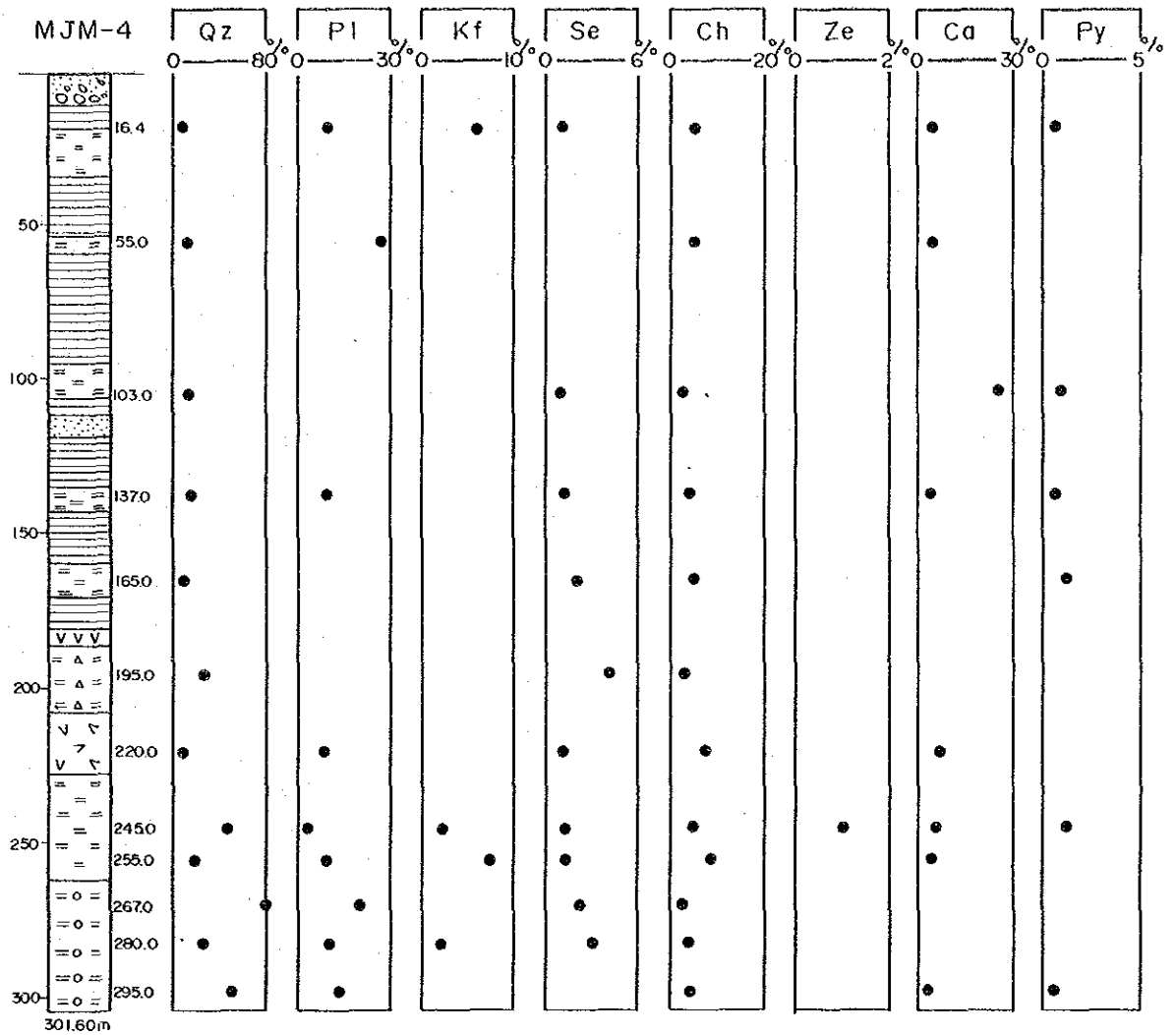
黄鉄欽は自形をとり、径0.2mm以下であり、量的には少量であるがこれも欽染状に分布している。

閃亜鉛欽は微量認められるのみで径も0.05mm以下である。本孔のこの欽化作用は母岩と同生のもと考えられ、このような硫化欽物の沈殿を生起させるような還元的環境がこの箇所支配的であったことを物語っており、黒欽型欽床の生成の場を考える場合に重要である。

本孔での分析結果は以下のとおりである。

Depth(m)	Sample	Au(g/t)	Ag(g/t)	Cu(%)	Pb(%)	Zn(%)	Remarks
70.60~71.60	A-16	0	14	0.01	0.07	0.15	Po-(Py)-(Sph) impregnation in shale
71.60~72.60	A-17	0	15	0.01	0.08	0.10	"
72.60~73.60	A-18	0	12	0.01	0.09	0.10	"
73.60~74.60	A-19	0	8	0.01	0.08	0.10	"
74.60~75.60	A-20	0	12	0.01	0.08	0.12	"
75.60~76.60	A-21	0	5	0.01	0.08	0.15	"
76.60~77.60	A-22	0	7	0.01	0.07	0.15	"
77.60~78.60	A-23	0	10	0.01	0.07	0.15	"
78.60~79.60	A-24	0	12	0.01	0.07	0.15	"
79.60~80.60	A-25	0	10	0.01	0.07	0.12	"
80.60~81.60	A-26	0	12	0.01	0.07	0.12	"
81.60~82.60	A-27	0	2	0.01	0.08	0.12	"
82.60~83.60	A-28	0	5	0.01	0.08	0.10	"
83.60~84.60	A-29	0	5	0.01	0.07	0.12	"
84.60~85.60	A-30	0	Tr	0.01	0.08	0.10	"

図6-19 ボーリングコアの変質図(MJM-4)



Legend

- | | |
|-----------------------|-------------------|
| Soil | Pumice tuff |
| Gravel | Lapilli tuff |
| Shale | Tuff breccia |
| Sandstone | Basalt |
| Hanging wall dacite | Footwall dacite |
| Dacite in ore horizon | Dolerite |
| Fine tuff | 18%: Quartz index |

Abbreviation

- Qz : Quartz
 Pl : Plagioclase
 Kf : K-feldspar
 Se : Sericite
 Ch : Chlorite
 Ze : Zeolite
 Ca : Calcite
 Py : Pyrite

Depth(m)	Sample	Au(g/t)	Ag(g/t)	Cu(%)	Pb(%)	Zn(%)	Remarks
70.60~86.60	A-31	0	Tr	0.01	0.07	0.10	Po-(Py)-(Sph) impregnation in shale
86.60~87.60	A-32	0	9	0.01	0.07	0.10	"
87.60~88.60	A-33	0	Tr	0.02	0.08	0.10	"
91.60~92.60	A-34	0	41	0.02	0.10	0.15	"
92.60~93.60	A-35	0	7	0.10	0.10	0.15	"
93.60~94.60	A-36	0	17	0.02	0.10	0.15	Po-Py-Sph impregnation in shale and lapilli tuff
94.60~95.60	A-37	0	7	0.05	0.08	0.10	Po-Py-Sph impregnation in lapilli tuff
95.60~96.60	A-38	0	8	0.15	0.07	0.12	"
96.60~97.60	A-39	0	32	0.03	0.10	0.15	"
97.60~98.60	A-40	0	Tr	0.03	0.08	0.10	Po-Py-Sph impregnation in shale and fine tuff
98.60~99.60	A-41	0	Tr	0.03	0.07	0.10	Po-Py-Sph impregnation in shale
99.60~100.60	A-42	0	57	0.02	0.07	0.15	Po-Py-Sph impregnation in shale and lapilli tuff
100.60~101.60	A-43	0	14	0.02	0.07	0.15	Po-Py-Sph impregnation in lapilli tuff

部分的に銀品位が数10 g/tに達する箇所もあるが、それ以外は経済的に注目できるものではない。

また、本孔の変質は既述の他孔と本質的に異なるものでなく、全般に弱い熱水変質を被っており、生成している粘土鉱物の頻度及び量とも他孔とほぼ同様である(図6-19)。

(5) MJM-5: 本孔の主な鉱化作用は黒色頁岩中に認められる。構成硫化鉱物は黄鉄鉱、閃亜鉛鉱、黄銅鉱であり極く稀れに四面銅鉱も認められ、そのような箇所は、分析結果では銀の比較的に高い含有部に対応しているようである。

認められる黄鉄鉱は径0.05 mm以下と細粒であり、自形〜フランボイダル組織を示す。硫化鉱物の産状は、鉱染状、細脈状及び薄層状(幅1~2 mm)を呈している。閃亜鉛鉱、黄銅鉱は外形不定であり、鉱染状をとる場合と石英一方解石脈中に微量認められる場合とがある。前者と後者が同一時期の生成かどうかは不明であるが、鉱物粒の大きさと種類は似ている。

本孔の分析結果は以下のとおりである。

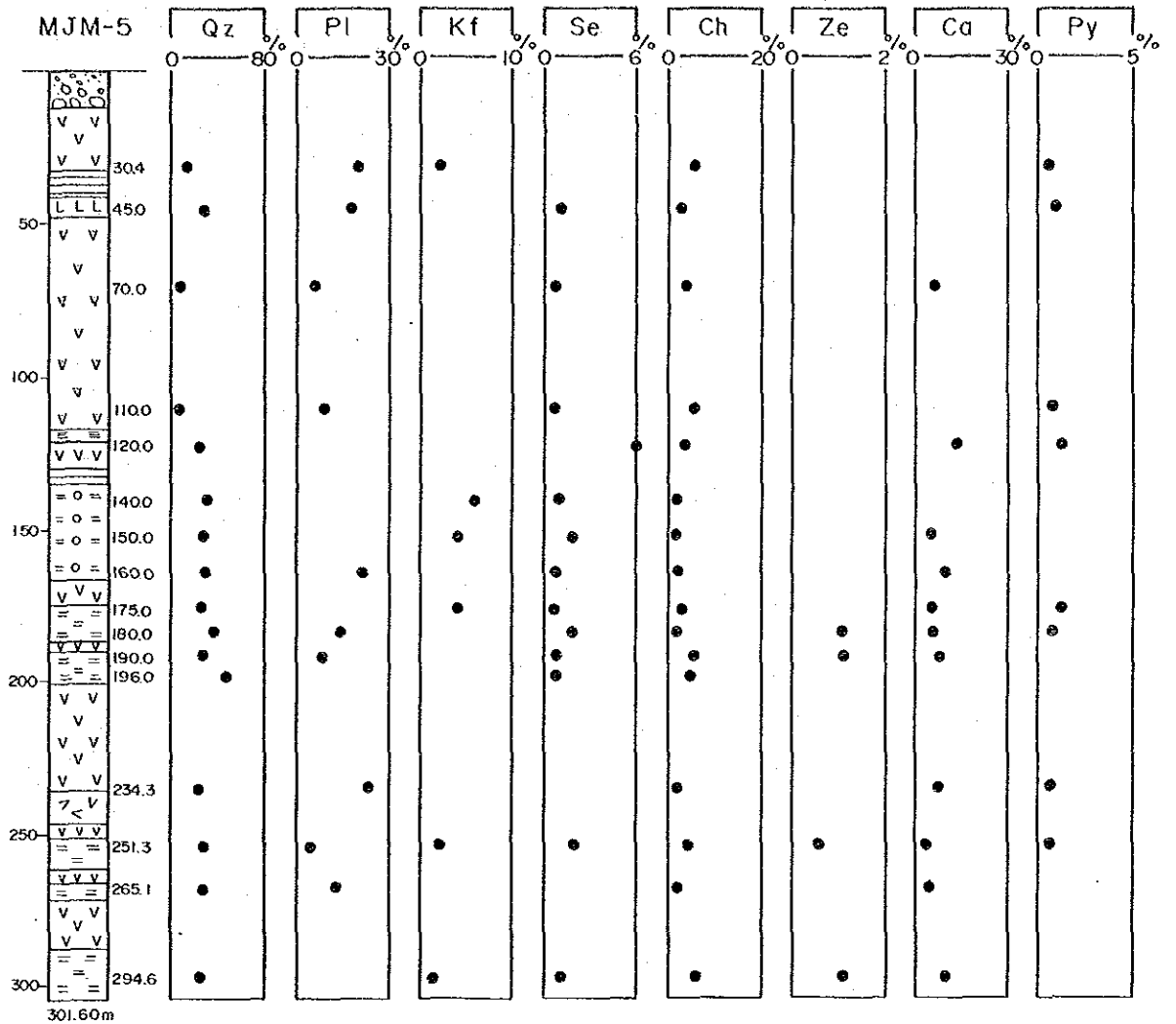
Depth(m)	Sample	Au(g/t)	Ag(g/t)	Cu(%)	Pb(%)	Zn(%)	Remarks
32.30~33.30	A-44	0	34	0.17	0.07	0.25	Py-Sph-Cp veinlets in shale
33.30~34.30	A-45	0	4	0.22	0.08	0.15	"
34.30~35.30	A-46	0	3	0.11	0.08	0.15	"
35.30~36.30	A-47	0	51	0.12	0.07	0.20	"
36.30~37.30	A-48	0	31	0.18	0.08	0.15	"
37.30~38.30	A-49	0	5	0.13	0.07	0.15	"
38.30~39.30	A-50	0	45	0.27	0.08	0.15	"
39.30~40.30	A-51	0	71	0.02	0.08	0.15	"
129.80~130.80	A-52	0	103	0.22	0.07	0.30	Py-Sph-Cp impreg- nation in shale
130.30~131.80	A-53	0	27	0.10	0.07	0.20	"
131.30~132.80	A-54	0	93	0.20	0.08	0.20	"

A-52の付近の研磨片の顕微鏡観察では、四面銅鉍を伴う細脈が認められ、これが銀品位を上昇させた原因と考えられる。

上記2箇所以外の火山岩中でも鉍染～細脈状の黄鉄鉍，閃亜鉛鉍が数箇所認められるが鉍化の程度は劣る。

本孔の変質程度も他孔と基本的に変るものではないが濁沸石，モルデン沸石が局部的に少量出現することから，より軽度の変質を被っていると評価できる。出現する粘土鉍物としては，緑泥石は量的には少量であるが頻度は高い。絹雲母は出現は普遍的であるが，量的にはやや少ない傾向がうかがえる（図6-20）。

図6-20 ボーリングコアの変質図 (MJM-5)



Legend

- | | |
|-----------------------|-----------------------|
| Soil | Pumice tuff |
| Gravel | Lapilli tuff |
| Shale | Tuff breccia |
| Sandstone | Basalt |
| Hanging wall dacite | Footwall dacite |
| Dacite in ore horizon | Dolerite |
| Fine tuff | 18% : Quartz index |

Abbreviation

- Qz : Quartz
 Pl : Plagioclase
 Kf : K-feldspar
 Se : Sericite
 Ch : Chlorite
 Ze : Zeolite
 Ca : Calcite
 Py : Pyrite

6-4-4 ボーリング調査結果と物理探査結果の比較

本年度実施した5孔のボーリングのうち、3孔(MJM-1、-2及び-3)の実施位置の選定については、物理探査(CSAMT法)結果を考慮して決定したものである。

以下に地質と比抵抗分布との対比を行う。

(1) MJM-1

本孔はAranjuez東の低比抵抗帯のほぼ中央に位置している。

ボーリング実施地点と物理探査の測点(測点105)とは位置的に対応しているため、物理探査結果は本孔の地質を反映しているとみられる。本測点で得られている比抵抗分布は図6-21に示されるように、地表下40mまでは $100\Omega\cdot m$ 、それ以下250mまでは $40\Omega\cdot m$ に比抵抗を減じる。これらの比抵抗値は周囲の測点で得られた測定値に相当するように、シミュレーションによって最適比抵抗分布を推定したものである。

地質との対比では、地表から深度40m間は破碎帯も挟在され、これを循環する地下水の存在が十分予想されるところから低比抵抗値を呈する理由と考えられる。

しかし、深度40mから250m間で示される $40\Omega\cdot m$ の低比抵抗値は、黒鉱石の比抵抗値にほぼ相当する値である。

この深度間の地質は物性的には緻密・堅硬な黒色頁岩、砂岩及び細粒凝灰岩からなり、比抵抗値を下げる要因となる硫化鉱物の鉱染帯も部分的に認められるだけであり、かつ、破碎帯及び粘土化帯の発達も見当たらない。

したがって、本孔の地質産状をみる限り、このような比抵抗分布を説明する要因を見出すことはできない。この比抵抗分布は、本孔の地質以上に周辺の地質産状を強く反映したものであろう。

図6-21に各孔の地質と比抵抗分布の対比図を示す。

(2) MJM-2

本孔はAranjuez低比抵抗帯中に含まれる。

ボーリング実施地点と物理探査の測点(測点3)とは位置的に対応しているため、物理探査結果は本孔の地質を反映しているものと考えられる。本孔は地質的には上部から下部まで、主として火山岩類から構成されるものの、物的には上部と下部で差異が認められる。すなわち、深度100m以浅には破碎帯がしばしば認められ、一部粘土化帯も挟在される。このような破碎帯は、掘削時には逸水箇所となっている。したがって、上部の低比抵抗帯($100\Omega\cdot m$)の原因としては上記のような岩石の物性に加え、裂力を循環する水の影響が考えられる。また、この間には目立った鉱徴が認められないので、鉱化作用に起因する低比抵抗帯とは考えられない。

一方、深度100m以深では、火山岩はより塊状となり、上部で認められた破碎帯もなくなる。したがって、上部のそれよりも高い比抵抗値として反映されることが予想される。比抵抗を低下させる要因である鉱染も処々に認められるが、その程度は概して軽微で、前述の物性をもたらず

比抵抗特性を越える影響をもつとは考えられない。

このように、比抵抗分布と地質との関連について概略の説明はできるが、全般に、この地点の比抵抗分布は、ボーリング孔の地質から予想されるより、低比抵抗側に偏倚しているようである。

(3) MJM-3

本孔は Descubridora 西の低比抵抗帯の東縁部に位置し、最も近い物理探査の測点(測点25)は、本孔の北北東200mに位置している。この測点で得られた比抵抗分布と本孔の地質との対比を以下に行う。

深度60m以浅の中比抵抗帯(240Ω・m)は、地質的には、細粒~中粒火砕岩の卓越部に相当している。構成する火砕岩は緻密・堅硬なものが多いが、破碎帯が普遍的に伴われる。

一方、深度60m以深では、比抵抗値は800Ω・mと増大する。この部分では、塊状の火山岩が卓越し、破碎帯の発達も局部的となる。細粒の黄鉄鉱の鉱染帯(深度159.40m~193.80m)も認められるが、全体の比抵抗値を大きく下げる程のものとは考えられない。

調査地域の代表的岩石の比抵抗測定結果を参考までに示すと以下のとおりである。

比抵抗値 (Ω・m)		
砂	岩 (Tss1)	300
I 期 安 山 岩	(Tad1)	3,500
細 粒 凝 灰 岩	(Koh)	850
頁 岩 ・ 砂 岩	(Ksh1)	6,500
文 象 斑 岩	(Gph)	8,300
黒	鉄 鉱 (Bo)	66
黄	鉄 鉱 (Py)	6

この結果をもとに、

本孔の地質と測点25で得られた比抵抗分布を対比するとき、比抵抗値が低めになる傾向が明瞭である。

(4) MJM-4 及び MJM-5

両孔の位置選定は物理探査結果とは独立に行われたものであるが、地質と比抵抗分布の間に2, 3の特徴が認められる。

すなわち、MJM-4では深度100m以浅に中比抵抗帯(275Ω・m)が黒色頁岩の卓越部に対応して認められている。それ以深では、800Ω・mに比抵抗値を増大させ、これは火砕岩を主体とする火山岩類の分布に対応している。

一方、MJM-5は、ほぼ全孔火山岩類で構成され、これらは比抵抗値としては、700Ω・m

を示し、MJM-4の下部の比抵抗値と似る。

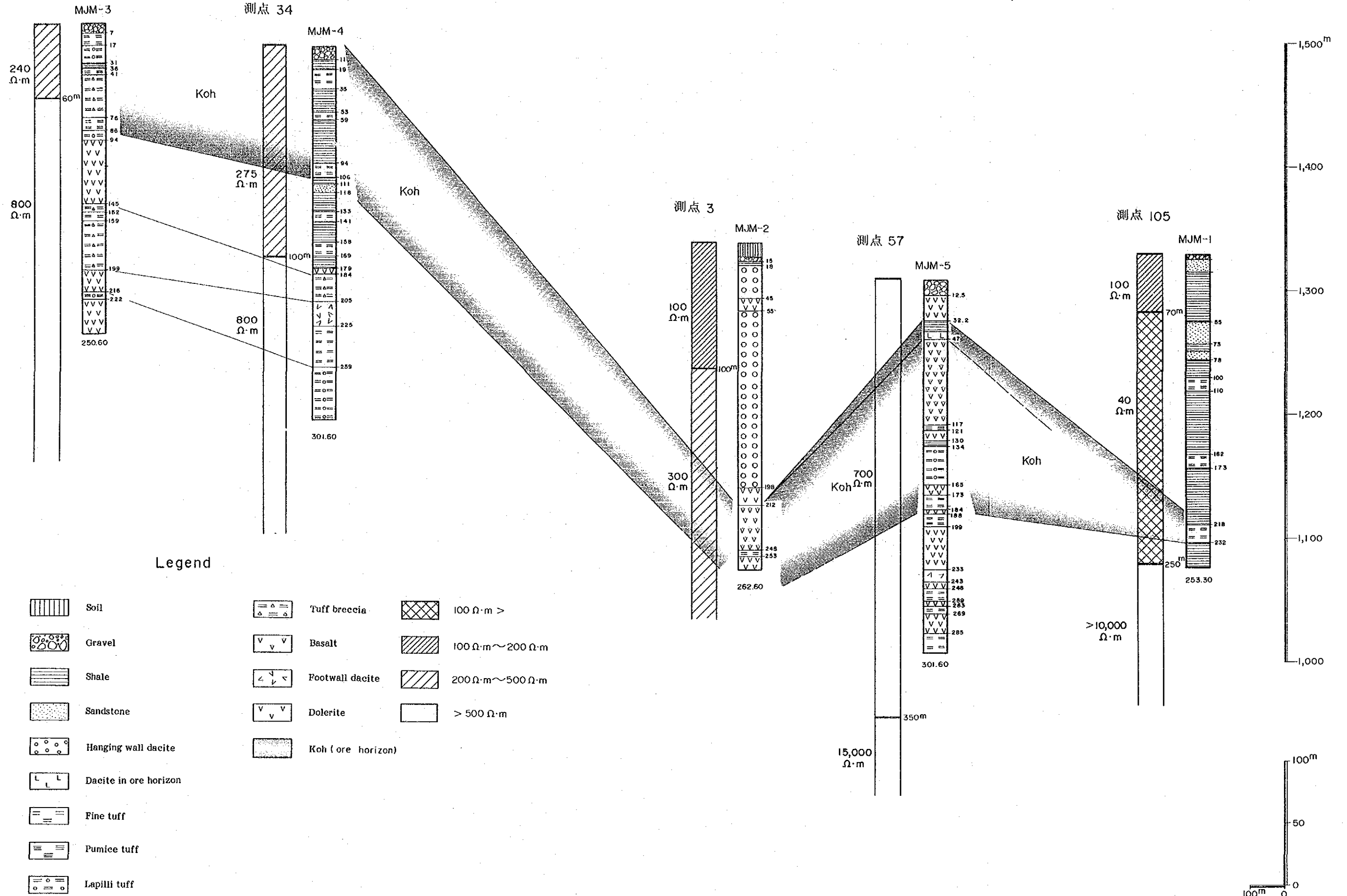
両孔とも目立つ破碎帯及び粘土化帯も見出されていないため、構成する岩石そのものの物性がこのような比抵抗分布として反映されているものと考えられる。ただし、MJM-4の上部の頁岩中には黄鉄鉱・磁硫鉄鉱の鉱染帯（深度約60m～100m間）が存在するが、この帯の比抵抗値への影響が如何ほどかは今後の課題として残る。

以上、各孔の地質と比抵抗分布との対比を行ったが、両者の関係は以下のとおり要約できる。

- 黒色頁岩卓越部の比抵抗値は破碎帯・粘土化帯を伴わない場合は約300Ω・mの比抵抗値を示す。一方、破碎帯が伴われる場合は100Ω・m以下に比抵抗値を減じる。
- 孔が火砕岩を主体とする火山岩類より構成され、かつ、破碎帯などを伴わない場合は、比抵抗値は700～800Ω・mを示すことが一般的のようである。
- 上述の結果は、標本スケールでの岩石の比抵抗測定結果から得られる測定値よりは、全般に低い値となっており、CSAMT法の測定結果の解析にあたっては留意すべきと考える。

測点 25

図 6-21 各孔の地質と比抵抗分布の対比図



第7章 結論及び第3年次調査への提言

第7章 結論及び第3年次調査への提言

7-1 結論

メキシコ合衆国ハリスコ地域における第2年次調査は、黒鉛型鉛床の賦存の有望地域の抽出を目的として、西部区域では地質調査、地化学探査（河床堆積物）及び物理探査（CSAMT法）を実施するとともに、東部区域では、第1年次の調査結果から抽出された5箇所ボーリング調査を行った。

本調査で得られた結論は以下のとおりである。

1. 地質調査

〔ジュラ系〕

調査地域のジュラ系は、北西～南西にかけて分布し、白亜系の石英安山岩類（Kdc1-b, Kdc-sh）あるいは第三系の安山岩類（Tad1, Tad2）に不整合に覆われ、また、花崗閃緑岩（Gd）の貫入を受けている。構成岩の主体をなすものは泥質片岩であり、この中に砂質片岩や火山岩起源と考えられる緑泥石片岩、絹雲母片岩も挟在される。これらの片岩類の示す片理面は層理面とほぼ平行であり、おおむね南北走向をとる。褶曲が普遍的に認められ、高次のものから低次のものまで数次の褶曲が存在する。

本岩層中には注目される鉛化作用は見出されていないが、El Aguacateの北方のEl Filo de la Vaca 沢では複元素で示徴される地化学探査異常が認められた。

〔白亜系〕

調査地域の白亜系は、第三系の安山岩類（主としてⅡ期安山岩類（Tad2））に不整合に覆われ、調査地域各所に分布している。分布面積は調査面積の約10%である。

構成岩の主体をなすものは黒色頁岩（Ksh1）、石英安山岩類（Kdc1-a, -b, Kdc-shなど）であり、火山岩類が卓越している。本白亜系中には、顕著な堆積間隙を示す地質産状が認められないことから、構成岩層は、互いに整合的累重関係をもつものと考えられる。

黒鉛型鉛床の賦存が知られているCuale地区、Amalteca地区及びLa Concha～El Br-amador地区には石英安山岩類が認められ、黒鉛型鉛床と時代的にも位置的にも密接な関連をもって分布している。これらの地区では鉛床層準の凝灰岩類（Koh-a, -b）あるいは上盤石英安山岩類（Kdc-sh）の発達もあり、鉛床形成時の場の地形の推定に手掛かりを与えてくれる。

黒鉛型鉛床の胚胎層準の下位及び上位層準の黒色頁岩中から見出されたナンノプランクトン及び放射虫の鑑定結果、本地域の白亜系は下部白亜系に対比される可能性が高い。

〔第三系〕

調査地域の第三系では、堆積岩（砂岩層Tss1）は局部的に認められるだけで、ほとんどが安山岩類及び石英安山岩類から構成される。これらの火山岩の活動時期については、年代測定調査

が行われておらず不明であり、今後の課題である。しかし、安山岩類(Tad1~Tad4)は白亜系を不整合で被覆しているが、それらの間では大きな活動間隙もなく推移している。これらの火山活動の環境については、これらの火山岩類の大部分は海底火山活動の産物とみられるが、調査地域北東部に認められるⅣ期安山岩類(Tad4)の火砕岩中には溶結部をもつものがあり、本地区の火山活動の場が海中から陸上に移行したことがうかがえる。本地域の第三系は一般に、ゆるい傾斜をもって地形的高所に分布している。

〔貫入岩類〕

貫入岩類には、花崗閃緑岩(Gd)、文象斑岩(Gph)、安山岩(Ad)及び石英安山岩(Dc)の4種類がある。花崗閃緑岩(Gd)については、周辺地域の調査結果からララマイト期(>45百万年前)の貫入と考えられ、その他については、被貫入岩との関係から第三紀の貫入と思われる。

〔地質構造〕

調査地域で観察される地質構造に関する諸要素は、ジュラ系、白亜系及び第三系でそれぞれ趣を異にしている。ジュラ系の地質構造は、半波長120m~200mの褶曲が組み合わさり、半波長5Km以上のゆるやかな開いた褶曲構造を形成しているようである。褶曲軸の方向はおおむね南北であり、多分、南にブランチしていると考えられる。

白亜系の分布は、北西-南東系の構造線に大きく規制されている。すなわち、黒鉱型鉱床に関連する石英安山岩類の分布に注目するならば、北西から南東にかけて隆起量を減じているとみられる。また、La Concha~El Bramador地区では南北に約10Kmの径をもつ半盆状構造が認められ、この半盆状構造内のSan Jeronimo沢周辺では半波長600m~700mの北西-南東方向の軸をもつ向・背斜軸があり、南東方向にゆるくブランチしている。

El Bramador地区の黒鉱型鉱床とCuale地区及びAmaltea地区の黒鉱型鉱床の胚胎層準は、層位的にはともにDesmoronado南西の背斜構造の南及び北翼に位置づけられ、おおむね、同一層準に対比できると考える。

調査地域に発達する断層は、生成時期の古いものから①南-北系~北北東-南南西系、②東-西系、③北西-南東系がある。

〔鉱化作用〕

調査地域には、黒鉱型鉱床が白亜系の酸性火山岩類と密接な時代的・位置的関係をもって賦存している。

黒鉱型鉱床が胚胎するCuale地区、Amaltea地区、La Concha-El Bramador地区とも石英安山岩類の発達があり、それらが鉱床の上・下盤となっている。また、鉱床層準の凝灰岩類(Koh-a, -b)や上盤石英安山岩類(Kdc-sh)の発達の程度から、鉱床が海底の古凹地形内で生成されたことが推定できる。

これらの地区の鉍床群は、鉍床の上・下位の地質が互いに似ていること、及び、地質構造から判断して、ほぼ同一層準に賦存しているものと考えられる。

黒鉍型鉍床の周辺に分布する石英安山岩類を対象に行った変質調査では、La Concha—El Bramador 地区に広い範囲にわたって強変質帯の存在が確認され、これは本地区での黒鉍型鉍床の探鉍上注目される。

黒鉍型鉍床以外で調査地域で重視される鉍化作用は、品位・規模の点から、Cuale 鉍床群の南東に位置する Grandeza タイプ (Au—Ag 鉍脈) のものである。

2. 地化学探査

河床堆積物による地化学探査の結果、黒鉍型鉍床の賦存する地域では常に複元素で示徴される異常が伴われる。一方、その他の地域では単元素で示徴される地化学探査異常が普遍的であり、その内容に差異が認められる。

この地域の黒鉍型鉍床の多くは潜頭鉍床であることから、異常そのものが直接的に黒鉍型鉍床の鉍化部を示徴するものでなく、多分、黒鉍型鉍化作用に引続く後鉍化作用とでもいべきものに起因する異常と考えられ、間接的ながら黒鉍型鉍床の探鉍法として適用できることが判明した。

黒鉍型鉍床周辺の白亜系の石英安山岩及び石英安山岩貫入岩の全岩分析 (13成分) を行い、その結果をアルカリ変質強度、主成分分析及びクラスター分析を用いて検討し、黒鉍型鉍床との関連性について分析した。その結果、試料が被った変質作用のタイプを成分の移動様式から黒鉍型変質とそれ以外のものに区分できる可能性があり、黒鉍型鉍床の探鉍に本手法が適用できる期待がでてきた。

3. 物理探査 (CSAMT法)

黒鉍型鉍床の探鉍上有望と考えられる低比抵抗帯 ($200\Omega\cdot m$ 以下) が、La Concha—El Bramador地区、特に黒鉍型鉍床が賦存する San Jeronimo 沢の周辺に見出された。特に La Concha 南の低比抵抗帯は、比抵抗値はそれほど低い値を示さないが、上位にやや劣勢の低比抵抗帯が、その下位には形態的にも比抵抗的にも鉍染を伴う下盤石英安山岩の存在を想起させる比抵抗構造 (中比抵抗帯) が認められる。これは黒鉍型鉍床と、その下位の鉍化した下盤石英安山岩の関係を示唆しているものと考えられる。Los Alpes 及び Delicias 鉍化帯との位置関係からも、本地区には鉍化帯の存在の期待は高い。

これ以外の San Jeronimo 沢周辺の低比抵抗帯は、鉍床層準の凝灰岩類 (Koh-b) 及び下盤石英安山岩 (Kdel-b) の予想賦存深度に対応して認められ、注目される。ただし、Cerro de Cidra 南西及び Palmas Viejas 南西の低比抵抗帯は、地表の粘土化帯に起因した低比抵抗帯の可能性があり、評価は劣る。

4. ボーリング調査

本年度のボーリング調査結果 (5孔、総実掘進長: 1,369.70m)、黒鉍型鉍床の捕捉には至

らなかったが、新知見を得ることができ、これらは今後の本地域（東部及び西部地域）での黒鉄型鉄床の探鉄に資するところが大きいと評価できる。

ボーリング調査の結果、調査対象となった La America ~ Descubridora 地区の北東地区（MJM-1, -2, -5）と南西地区（MJM-3, -4）では、地質の検討からは火山活動の場を異にしているように考えられる。前者の場合、MJM-1 は黒鉄型鉄床の生成をもたらした噴気中心から離れ過ぎていると判断される。MJM-2 及び-5 は黒鉄型鉄床の生成の場として必要なかつての古凹地形内に位置すると解釈できる地質産状をとる。鉄染を伴う鉄床層準も存在することから、この鉄床層準の延長上に黒鉄型鉄床の賦存する可能性は高いと判断される。後者については、北東地区からの火山岩類の連続もなく、かつ、当時の海底での古凹地形の存在を積極的に示唆する地質産状も認められない。しかし、MJM-4 で認められるように、還元的環境での堆積を示唆する磁硫鉄鉄や黄鉄鉄などの鉄染を伴う黒色頁岩が見出され、硫化鉄物の沈殿の場を考える場合に重要である。黒鉄型鉄床の生成に関係したと考えられる火山の噴出中心との関連では、この地区には、塊状岩相を示す石英安山岩も認められず、溶岩の分布域外に位置していることになる。

変質については、全孔を通じて熱水変質の産物である粘土鉄物（緑泥岩、絹雲母）が、量的には増減するが、普遍的に認められ、pervasive 型の変質を被っていることを示唆している。しかし、特記できる強変質部は見出されていない。

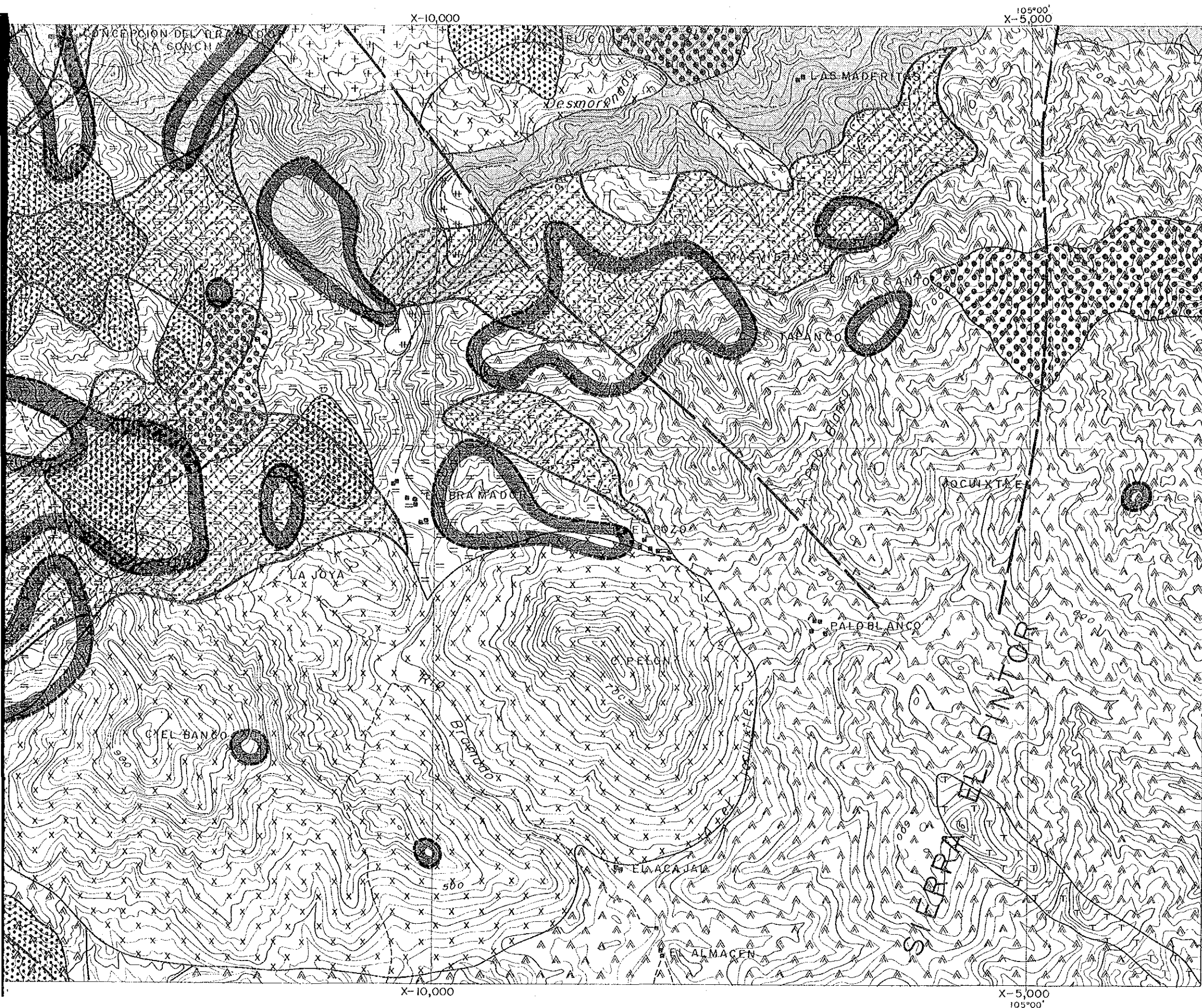
経済的な鉄床の捕捉はできなかったが、MJM-2 及び-5 の周辺は鉄床賦存の可能性のある地域と考える。

7-2 第3年次調査への提言

第2年次の調査結果と、その検討によって得られた結論に基づき、第3年次として下記の調査が提言される。



第2年次の物理探査（CSAMT法）結果、黒鉄型鉄床の探鉄上、有望と考えられる低比抵抗帯が San Jeronimo 沢周辺に見出された。本地域には黒鉄型鉄床と成因的に関連が深いと考えられる酸性火山岩類も卓越し、地質的にも地化学的にも黒鉄型鉄床の賦存の可能性の高い地域と考える。したがって、第3年次の調査は、硫化鉄物の捕捉に有効である物理探査（IP法及びSIP法）を上記の低比抵抗帯群で実施し、物理探査（CSAMT法）及び地質、地化学、変質調査結果を総合的に検討することにより、ボーリング調査に移行することが望ましい。






LEGEND


Geochemical Anomalies

-  Anomaly zone by single indicator
-  Anomaly zone by composite indicators

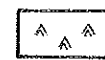
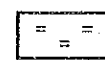

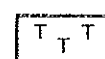
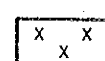

Alteration zone

-  K-Feldspar + Sericite + Chlorite zone

Geophysical Anomalies

-  Detected low resistivity zone (<math>< 200 \Omega \cdot m</math> at 200m depth)

Geology

-  Tertiary system
-  Hanging wall rocks and Ore horizon pyroclastics
-  Footwall rocks
-  Dacite
-  Andesite
- pattern symbol" data-bbox="725 675 755 700"/> Granophyre
- pattern symbol" data-bbox="725 715 755 740"/> Granodiorite
-  Fault

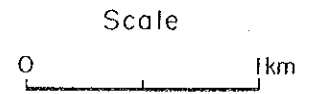


图7-1 综合解析图

参 考 文 献

地質・地化学探査参考文献

1. Barton, P.B., Jr., 1978:
Some ore texture involving sphalerite from the Furutobe mine, Akita prefecture Japan.
Mining Geology, 28, p293-300
2. Berrocal L.G. y Mendoza, H.H., 1985:
Geologia y yacimientos minerales del distrito minero del Cuale. Jal.
Zimapan, S.A. de C.V., p1-23
3. Blanchard, R., 1968:
Interpretation of leached outcrops
Nevada Bureau of Mines Bulletin 66, p1-198
4. Cathles, L.M., Guber, L., Lenagh, T.C., and Dudas, F.O., 1983:
Kuroko-type massive sulfide deposits of Japan: Products of an aborted island-arc rift.
Econ. Geol., Monograph, 5, p115-134
5. Damon, P.E., Shafiqullah, M., y Clark, K.F., 1981:
Evolución de los arcos magmaticos en Mexico y su relación con la metalogenesis.
Univ. Nal. Auton. Mexico, Inst. Geologia,
Revista, p223-238
6. Dudas, F. O., Campbell, I. H., and Gorton, M.P., 1983:
Geochemistry of igneous rock in the Hokuroku district of northern Japan.
Econ. Geol., Monograph, 5, p115-134
7. Facultad de Ingenieria, 1984:
Geología de la República Mexicana.
Instituto Nacional de Estadística geografía
e Informática p1-88
8. 橋口博宣, 相沢恒, 山田亮一, 井上常央, 1981:
黒鉱々床周辺の探査範囲限定の方法(1) — 低Na₂Oの適用 —
鉱山地質, 31, p115-122

9. Hashimoto, K., and Fujita, M., 1983:
Petrochemical Study on the rocks in the Hokuroku district Akita
Prefecture, Northeastern Japan.
Mining Geology, 33, p411-426
10. 林 正雄, 1979:
地熱井コア: スライムの定量的記載
日本地熱学会誌, 1, p103-116
11. Hernandez, S.M.S., 1977:
Carta Geologica de la Republica Mexicana.
Escala 1:2,000,000.
Comite de la Carta Geologica de Mexico
12. 本田朔郎, 松枝大治, 1979:
釈迦内鉍山第11鉍体の上, 下盤母岩中の自生カリ長石
岩石鉍物鉍床学会誌, 74, p169-180
13. Hutchinson, R.W., 1973:
Volcanogenic sulfide deposits and their metallogenic significance.
Econ. Geol., 68, p1223-1246
14. 石川洋平, 下田哲夫, 沢口俊美, 佐藤庸一, 1980:
北鹿地域解鈎黒鉍鉍床の探査, — 探査標的地区の限定から発見までの探査経緯 — ,
鉍山地質, 30, p137-152
15. Izawa, E., Yoshida, T., and Saito, R., 1978:
Geochemical characteristics of hydrothermal alteration around the
Fukazawa Kuroko deposit, Akita, Japan.
Mining Geology, 28, p325-335
16. 汲田啓一, 橋本英雄, 山田 謙, 佐々木充男, 1982:
釈迦内鉍床胚胎の場
鉍山地質, 32, p225-242
17. Lambert, I. B., and Sato, T., 1974:
The Kuroko and associated ore deposits of Japan:
A review of their features and metallogenesis.
Econ. Geol., 69, p1215-1236

18. Lepeltier, C., 1969:
A simplified statistical treatment of geochemical data by graphical representation.
Econ. Geol., 164, p538-550
19. Mining Journal, 1985:
Mining Annual review-1985
Mining Journal, p332-333
20. Nieto, O.J., Delgado, A.L., y Damon, P.E., 1981:
Relaciones Petrologicas y Geocronologicas del Magmatism de la Sierra Madre Occidental y el Eje Neovolcanico en Nayarit, Jalisco y Zacatecas.
A.I.M.G.M. Memoria XIV Conv. Nal., p330-357
21. Oinuma, K., Shimoda, S., and Sudo, T., 1972
Triangular diagrams for surveying chemical composition of chlorite.
Proc. 1972, Int. Clay Conf., Madrid, 1,
p161-171
22. Ohmoto, H., 1978:
Submarine calderas: A key to the formation of volcanogenic massive sulfide deposits.
Mining Geology, 28, p219-232
23. Ohmoto, H., 1983:
Geologic setting of the Kuroko deposits Japan Part 1. geologic history of the Green tuff region.
Econ. Geol., Monograph, 5, p9-24
24. 大津秀夫, 窪田 亮, 松田陽一, 1983:
地化学データの頻度分布決定法
鉱山地質, 33, p427-431
25. Scott, S.D., 1978:
Structural control of the Kuroko deposits of the Hokuroku district Japan.
Mining Geology, 28, p301-311
26. Sinclair, A.J., 1976:
Probability paper in mineral exploration.
Assoc. Exploration Geochemists Spec., 4, p95

27. Sopuck, V.J., Lavin, O.P. and Nichol, I., 1980:
Lithogeochemistry as a guide to identifying favourable area for the
discovery of volcanic massive sulphide deposits.
CIM Bulletin, 13, p152-166
28. 高橋敏夫, 谷村昭二郎, 1980:
北鹿中央山塊のクロコ-鉱床と鉄脈鉄床を生成した火山構造
鉄山地質, 30, P153-167
29. Urabe, T., 1974:
Iron content of sphalerite coexisting with pyrite from some Kuroko
deposits.
Mining Geology Spec. Issue, 6, p377-384
30. Urabe, T., and Scott, S.D., 1982-A
Geology and footwall alteration of the South Bay massive sulphide
deposit, northwestern Ontario, Canada.
Can.J. Earth Sci., 20, p1862-1879
31. Urabe, T., 1982-B
A geological interpretation of Landsat image of an area between
Puerto Vallarta and Guadalajara, Jalisco.
Report of Activity No. 4, JICA-CRM
32. 歌田 実, 常世俊晴, 青木 尚, 1981:
北鹿地域中心部における変質帯の分布
鉄山地質, 31, p13-25
33. 歌田 実, 石川洋平, 高橋敏夫, 橋口博宣, 1983:
北鹿地域西部(花岡・松峰・釈迦内地区)における変質帯の分布
鉄山地質特別号, 11, p125-138
34. 山岡一雄, 1983:
鉄石面からみた田老本坑, 新下部両鉄床, — 黒鉄鉄床との比較 —
岩石鉄物鉄床学会誌, 78, p21-37
35. 山岡一雄, 1984:
鉄石面からみた三波川帯, 田老帯, グリーンタフ地域の層準規制型硫化物鉄床
岩石鉄物鉄床学会誌, 79, p395-405

物 理 探 查 参 考 文 献

1. Cagniard, L., 1953:
Basic theory of the magnetotelluric method of geophysical prospecting.
Geophysics, 18, P605-635
2. Charles, M. and Swift, Jr., 1971:
Theoretical magnetotelluric and turam response from two-dimensional inhomogeneities.
Geophysics, 36, P38-52
3. Consejo de Recursos Minerales, Gerencia de Exploracion Geofisica, 1980 Informe del levantamiento geofisico con el metodo electromagnetico turam en el area de el Bramador, municipio de Talpa de Allende, Jal.
4. Goldstein, M.A., 1971:
Magnetotelluric experiments employing an artificial dipole source.
Ph. D. thesis, University of Toronto
5. Goldstein, M.A. and Strangways, D.W., 1975:
Audio-frequency magnetotellurics with a grounded electric dipole source
Geophysics, 40, P669-683
6. Nabetani, S. and Rankin, D., 1969:
An inverse method of magnetotelluric analysis for a multilayered earth.
Geophysics, 34, P75-86
7. Sandberg, S.K. and Hohmann, G.W. 1982:
Controlled-source audiomagnetotellurics in geothermal exploration.
Geophysics, 47, P100-116
8. Scott, W.J. and West, G.F. 1966:
Induced polarization of synthetic, high-resistivity rocks containing disseminated sulfides.
Geophysics, 34, P87-100
9. Strangway, D.W., Swift, C.M. and Holmer, R.C. 1973:
The application of audio-frequency magnetotellurics (AMT) to mineral exploration.
Geophysics, 38, P1159-1175
10. Zonge Engineering and Research Organization, Inc., 1982:
Interpretation guide for CSAMT data.

