

4-2 断面解析 (PL. II-14~19 参照)

各測線ごとの分極率, 見掛比抵抗, 見掛金属ファクター断面の解析結果は平面図の解析結果と重複することが多いので, ここでは一覧表に示す。

表 II - 4 断面解析結果一覧表

測線名	M (milli-sec)	M平面図における異常名	ρ_a ($\Omega\text{-m}$)	AMF (sec/ $\Omega\text{-m}$)	備考
L- C	25~27.5	AB	測点700~800 下に高い ρ_a	1000~1100下に 異常	M, ρ_a , AMFとも にパターンは単純
L- B	25~46.3	A, B, AB	600~1300下 に低い ρ_a	800~1000下に異 常	M, AMFはほぼ同じ 場所に高異常
L- A	25~40.3	A, B, AB, O	400~1300間 低 ρ_a	1000~1100下に 異常	Aの下部がAMF異 常となっている
L- 0	25~43.7	A, B, AB, O	300~400をの ぞき全体に低い ρ_a	600~700下に異 常	Bの下部にAMF異常
L- 1	25~33.6	A, B, AB, O	ρ_a 分布はやや複雑	異常なし	
L- 2	25~29.4 25~33.6	A, N AB	500~1200間 低 ρ_a	900~1200に異常	AMF異常はA, Nに 対応
L- 3	25~25.2 25~53.8	N O	400~1100間 低 ρ_a	1200下部 }に 400~500下部 }異常	N } に対応する O } AMF異常
L- 4	25~37.0	O	500~1100間 低 ρ_a	400~500 }に異常 600~800 }	400~500深部のAMF 異常はOに対応
L- 5	25~27.4	C, O, E	ρ_a 分布は複雑	異常なし	
L- 6	25~28.6 25~31.1	C O	ρ_a 分布は複雑	C, Oに対応する弱 異常あり	
L- 7	25~31.9	C, F, E	高い ρ_a 分布が多い	Eに対応する弱異常 あり	高い ρ_a 帯は再結晶 帯と推定される
L- 8	25~28.6	L	高い ρ_a 分布が多い	異常なし	"
L- 9	異常なし	なし	高い ρ_a 分布が多い	異常なし	"
L- 10	異常なし	なし	高い ρ_a 分布が多い	異常なし	"
L- 11	25~33.6	P	ρ_a 分布は複雑	200~300下部に 異常あり	
L- 12	25~29.4	M	ρ_a 分布は複雑	異常なし	
L- 13	25~29.0	G	300~500, 600~1100 に高い ρ_a 分布あり	異常なし	
L- 14	異常なし	なし	300~500, 700~1200 に高い ρ_a 分布あり	異常なし	
L- 15	25~33.6	I, Q, J	測線中央下部に高い ρ_a 分布	異常なし	
L- 16	25~37.0	I, J	低い ρ_a 分布が多い	1400~1500の 下部に異常あり	IとAMF異常が 対応
L- 17	25~33.6	J, K	低い ρ_a 分布が多い	900~1000の下 部に異常あり	JとAMF異常が 対応
L- 18	異常なし	なし	低い ρ_a 分布が多い	異常なし	
L- 19	25~31.9	H	低い ρ_a 分布が多い	異常なし	

第5章 I Pシミュレーション

本調査地区には I P (分極率) 異常の強い部分と、再結晶帯に一致すると考えられる非常に高い見掛比抵抗を示す部分があるので、以下のように 3 本の測線については I P の、2 本の測線については比抵抗のシミュレーションを実施した。

$$\begin{array}{l}
 \text{I Pシミュレーション} \\
 \text{比抵抗シミュレーション}
 \end{array}
 \left\{
 \begin{array}{l}
 \text{L - A} \\
 \text{L - 6} \\
 \text{L - 17} \\
 \text{L - 8} \\
 \text{L - 11}
 \end{array}
 \right.$$

本調査で実施した時間領域 I P 法のシミュレーションは原理的に不可能なので、周波数領域 I P 法のシミュレーションを行なって時間領域 I P 法のシミュレーションの代用とし、その結果をフィールドデータと比較検討した。

周波数領域 I P 法は、I P 効果をもつ媒質に 2 種の異なった周波数の電流を流したときに測定される比抵抗は、それぞれの周波数に対応して異なった比抵抗として測定されるという原理に基づいている。このときの I P 効果を周波数効果 (Frequency Effect = F E) と呼び次式のように表現される

$$F E = \frac{\rho_L - \rho_H}{\rho_H} \times 100 (\%)$$

ここで

ρ_L : 低い周波数における比抵抗 ($\Omega - m$)

ρ_H : 高い周波数における比抵抗 ($\Omega - m$)

実際のシミュレーションでは、ある形状の I P 効果をもつ媒質と、その周囲の I P 効果を持たない媒質にそれぞれ異なった比抵抗 (ρ_1, ρ_2) を与えて、各測点でどのような見掛比抵抗となるかを計算し、ついで I P 効果を持つ媒質にある F E 値に相当する比抵抗の変化を与え (ρ_1) 周囲の媒質の比抵抗は変えないで (ρ_2)、再び各測点での見掛比抵抗を求め、これら二つの見掛比抵抗値から上式により、各測点の F E 値を求めて、F E 値のコンター図を作り、これとフィールドデータができるだけ合致するように地下構造のモデルや比抵抗を変えてゆく方法がとられる。

時間領域 I P 法と周波数領域 I P 法では測定値の単位が異なり、一方の値から他方の値へ変換することは理論的に不可能である。しかし同一場所で両方法によって測定したデータを使って経験的に行なうことができる場合もあるが、実際には周波数領域法における流電々流の周波数、

時間領域法における矩形電流の時間幅および分極率測定積分時間の幅などの可変要素が多いので、簡単に変換することはできない。

以上のような手法は上述の如く種々の問題があるので、今回のシミュレーションでは、測定データとシミュレーションデータのIP値そのものにかかなりの差があっても、測定データのコンターパターンとシミュレーションのコンターパターンが最も類似した地下構造を最終的に採用した。

今回のシミュレーションでは、抵抗網アナログシミュレーターに地表地形とIPモデルの形状、比抵抗およびFE値、IPモデルの周囲の岩石の比抵抗をそれぞれ与えてシミュレーションを実施した。その結果をPL. II-20 (RESULT OF IP MODEL CALCULATION) に示した。以下にシミュレーションの結果を述べる。

L-A: 測線の両端下部に高い比抵抗岩体があり、これらの内側は低比抵抗帯となっている。AおよびBの分極率異常をひきおこす岩体の形状を図のように仮定した。

L-6: CおよびE分極率異常をひきおこす岩体の形状を図のように仮定した。C異常をひきおこす岩体は高比抵抗岩体にとりかこまれているものと推定される。

L-8: この測線の測定見掛比抵抗断面は極めて複雑であるが、図のような構造と比抵抗を仮定して、測定断面に類似したパターンを得た。

L-11: この測線の測定断面もL-8と同様に複雑であり、複雑な比抵抗構造が予想される。測線中央下部に幅の広い特に高い比抵抗モデルをおき、測定パターンに類似したパターンを得た。

L-17: J分極率異常をひきおこす構造を図のように仮定した。

先にも述べたように、IP調査またはシミュレーションにおいては、時間領域法と周波数領域法の値そのものを相互に換算することはできないので、測定値と計算値を比較することはできないが、ここで実施した周波数領域法のIPシミュレーションでは測定断面によく類似したパターンを得ることができた。

また、L-8、L-11の比抵抗測定値は $10,000 \Omega\text{-m}$ より大きな値もあるが、今回のシミュレーションではアナログシミュレーターの最大比抵抗が $6,000 \Omega\text{-m}$ であるので、これより大きな比抵抗のシミュレーションはできなかったが、シミュレーションの結果得られた断面は測定断面によく類似していると言える。

第6章 岩石標本の比抵抗測定

調査地区内で採取した27個の岩石標本のうち23個の比抵抗を実験室において測定した。4個は整型の際に破損したので測定することはできなかった。参考のために周波数領域法によってFE値の測定も行なった。

岩石を採取した位置はPL. II-21 (INTERPRETATION MAP OF IP SURVEY) に示した。採取した岩石名と個数は以下のとおりであり、測定結果はTable II-5に示す。

Limestone	2個
Fine-grained limestone	7個
Marly limestone	3個
Recrystallized limestone	15個
Total	27個

測定結果から以下の傾向が認められる。

- 1) 赤鉄鉱を含むものはFE = 1.2 ~ 1.6% で $\rho_a = 7,000 \sim 18,000 \Omega - m$ のものが多い。
- 2) 泥灰質のものはFEも ρ_a も大きい。
- 3) 再結晶石灰岩のうち赤鉄鉱を含まないものはFE = 5.6 ~ 1.0% で $\rho_a = 8,000 \sim 20,000$ のものが多い。

Table II-5 Physical properties of rocks (1)

Sample No.	Rock name	Location	Resistivity (Ω -m)	FE (%)	Macroscopic features
22	Limestone	L-16, 500	7,165	1.4	Gray-light reddish brown, calcite-hematite band (w=0.1mm).
23		L-16, 1100	-----	--	Gray-light reddish brown, weakly recrystallized?, stylolite-structured, hematite-stained.
1		L- C, 1000	-----	--	Gray, fine-grained, weakly recrystallized?, hematite pseudomorph (after pyrite)-spotted.
2		L- A, 1000	20,680	1.0	Gray, fine-grained, very weakly recrystallized?, hematite pseudomorph (after pyrite)-disseminated weakly.
3		L- O, 1100 L- 1, 1100	18,526	0.5	Dark gray, fine-grained, hematite (after pyrite)-disseminated.
5	Fine-grained Limestone	L- 3, 1000	1,161	1.6	Reddish brown, fine-grained, hematite pseudomorph (after pyrite)-disseminated.
14		L-11, 900	3,280	0.9	Dark gray, fine-grained, penetrated by calcite veinlets (w=0.5mm).
19		L-14, 400	26,473	0.7	Light brown, fine-grained, weakly recrystallized?.
26		L-18, 700	5,446	0.8	Gray, fine-grained.
4		L- 3, 400	14,430	3.5	Black, fine-grained, marly.
6	Marly Limestone	L- 4, 300	19,499	0.6	Black, marly, fine-banded.
24		L-17, 1000	8,130	4.4	Black, fine-grained, marly, banded.
7	Recrystallized Limestone	L- 5, 600	19,530	1.0	Reddish pink, weakly recrystallized, hematite (after pyrite)-disseminated.
8		L- 6, 800	-----	--	Light gray, weakly recrystallized, hematite (after pyrite)-disseminated.

Physical properties of rocks (2)

Sample No.	Rock name	Location	Resistivity (Ω -m)	FE (%)	Macroscopic features
9		L- 6,1300	20,372	0.7	Brownish gray, weakly recrystallized, penetrated by hematite-calcite veinlets (w=0.5mm).
10		L- 7,1100	8,399	0.6	Pinkish, weakly recrystallized, hematite(after pyrite)-disseminated.
11		L- 8, 600	18,327	1.6	Light reddish pink, weakly recrystallized, hematite (after pyrite)-disseminated.
12		L-8,1100	16,644	0.5	Grayish white, weakly recrystallized, hematite (after pyrite)-disseminated
13		L- 9,1200 L-10,	7,885	1.2	Grayish white, weakly recrystallized, stylolite-structured.
15	Recrystallized limestone	L-11,1250	15,190	1.2	Light brown, recrystallized, hematite-stained along folded bedding planes.
16		L-12, 500	3,240	2.0	Grayish white-light reddish pink, weakly recrystallized, penetrated by calcite veinlets (w=1mm).
17		L-13, 900	20,302	1.2	Grayish white, weakly recrystallized.
18		L-13,1300	10,614	0.6	Light reddish brown, weakly recrystallized, hematite-stained along bandings.
20		L-14,1000	-----	--	White, weakly recrystallized, hematite (after pyrite)-disseminated.
21		L-15,1300	13,302	1.0	Light reddish brown, weakly recrystallized, penetrated by calcite veinlets (w=1mm).

Physical properties of rocks (3)

Sample No.	Rock name	Location	Resistivity (Ω -m)	FE (%)	Macroscopic features
25	Recrystallized Limestone	L-18, 300	18,032	1.0	Grayish white, weakly recrystallized, penetrated by calcite veinlets (w=0.5mm).
27		L-19, 500	11,469	1.5	Grayish white, weakly recrystallized, penetrated by hematite veinlets (w=1mm).

第7章 調査結論

本調査の結果、次の事がらが判明した。

- 1) 本調査地区に分布する岩石の分極率は5～55 milli-sec.であるが、5～25 milli-sec.の範囲の分極率は当地区の岩石が普遍的に持つバックグラウンド的な値と考え、25 milli-sec 以上の値を分極率異常とみなした。
- 2) 当地区内で測定された見掛比抵抗値は150～82,000 Ω -mの広範囲の値であるが、全測点の平均値は約5,000 Ω -mである。当地域には広く石灰岩が分布しているが、上記測定値の範囲は石灰岩の見掛比抵抗範囲としてはごく一般的な値である。
- 3) A, B, ……Qと名づけた分極率異常の約70%は見掛比抵抗が平均3,000 Ω -m以下のゾーンに分布している。これらの異常は石灰岩中の細かい硫化物ないしは炭質物を含む泥質層に起因するものと推定される。
- 4) 分極率異常の大きさは25～55 milli-sec.である。この値はバックグラウンドの値の1～2倍程度であり、強い分極率異常ではない。この異常値と異常帯の見掛比抵抗値の大きさから、上述の硫化物または炭質物の含有量が多いとは考えられない。特に硫化物の量は少ないものと推定される。
- 5) 見掛比抵抗の大きいゾーンにある分極率異常は鉍化帯または鉍床に関係があるものと推定され、それらはF,L,M異常である。
- 6) 本調査地区のほとんどの部分は石灰岩の再結晶ゾーンとなっているが、このゾーンの中央部は10,000 Ω -m以上の高比抵抗帯となっている。
- 7) 分極率異常の多くは、再結晶ゾーンの周辺に分布しており、再結晶ゾーンの中には小規模の異常が若干分布するのみである。
- 8) 岩石標本の比抵抗とIP測定結果から再結晶石灰岩のうち赤鉄鉍を含むものは比抵抗も分極率もともに大きい傾向が認められる。
- 9) 分極率、見掛比抵抗、見掛金属ファクターの平面図、断面図、IPシミュレーション、地表地質調査の結果を総合考察して、その結果をPL. II - 21 (INTERPRETATION MAP OF IP SURVEY)に表わした。

第Ⅲ部 試 錐 探 査

第Ⅲ部 試 錐 探 査

第1章 調査要項

1-1 目 的

第Ⅲ年次に行なわれた地質・地化学探査および本年次に実施された物理探査や地表地質調査によって見いだされた地化学異常・IP異常・熱変成帯・鉍化帯等の地下での構造を明らかにし、鉍床賦存の可能性を探る目的でTable Ⅲ-1に示した5孔（掘進総延長1,240.90m）の試錐が実施された。

Table Ⅲ-1 Location, depth and inclination of drill hole

Drill hole	UTM coordinates		Elevation(m)	Depth(m)	Inclination
	E	N			
DDH-M1	647,927	3,124,010	1,565.3	302.25	Vertical
DDH-M2	647,758	3,123,934	1,546.5	302.20	S35°E, -80°
DDH-M3	648,200	3,124,134	1,561.2	212.25	Vertical
DDH-M4	647,493	3,123,160	1,537.5	203.25	Vertical
DDH-M5	647,856	3,123,926	1,553.6	220.95	N55°W, -55°
Total				1,240.90	

1-2 試錐位置選定理由

各試錐孔の位置決定に際して、第Ⅱ～Ⅲ年次に実施された地質・地化学探査結果に加えて、本試錐に先立って実施された物理探査（IP法電気探査）および地表地質調査の現地解析結果が用いられ、各孔は次の理由によって選出された。

DDH-M1 ……本孔は、地区中央部の窪地状地形異常部の南東部にあって、やや突出した小丘をなし、周辺に強い再結晶化がみられ緑色銅示徴を伴う鉍化帯がみられることから選出された。主に、熱変成帯の深部の構造と鉍化部の下部延長を探ることを目的としている。

DDH-M2 ……地表調査によって柘榴石スカルン脈が確認され、さらにその周辺に著しく石英に富む赤鉄鉍方解石脈が多数分布することから、本孔周辺は最も活発な熱変成および熱水作用を受けた所と考えられた。本孔は、この熱変成帯の下部における鉍化状況を探ると共に、下部にスカルン帯が存在するのか、あるいは貫入火成岩が存在するのかを確認するために実施された。

DDH-M3 …… Base Camp 東北東約 300 m に、当地区内では比較的大きな探鉍跡がみられ、

周辺に多数の NE-SW 系赤鉄鉱脈が分布し、鉍化帯をなしており、これらには緑色銅示徴が伴われている。探鉍跡の下部では、鉍化部は層理に沿ったマント状を示すことから、その延長部に鉍化が存在するか否かを確認することを主目的として実施された。

DDH-M4 …… IP 法電気探査の現地解析の結果、LA-400~1,300, LB-600~1,300 に著しい分極率異常部が認められた。本孔は、この分極率異常部の深部状況を調べ、異常が鉍化作用に関連するか否かを探ることを主目的として実施された。

DDH-M5 …… DDH-M2 で確認された鉍化帯の規模および、その性状を把握することを主目的として実施された。

これらの各孔の当初予定深度は、DDH-M1 孔が 300 m, DDH-M2~DDH-M5 孔は各々 212.5 m, 合計 1,150 m であったが、地質状況によって適宜増減され、最終的に Table III-1 に示すとおりとなった。

1-3 工 法

本試錐の対象とされた地区は、主に石灰岩からなる。試錐は、主に再結晶化した裂かの発達した石灰岩を掘進し、深部でスカルン帯および火成岩に逢着する可能性があると考えられ、さらに、石灰岩中には破砕帯、火成岩中には著しい変質帯が存在することが予想された。これらに対処するために、ロッド昇降回数が最も少なく、孔壁維持が最も容易なダイヤモンドビットおよびベントナイト泥水を使用したワイヤーライン工法が採用された。

当初、DDH-M1 孔の掘進にあたってベントナイト泥水を使用したのが、しばしばロッド内壁にベントナイトが付着し、インナーチューブの通過に支障をきたしたため、以後この使用を中止し、清水掘りを行なった。

また、本地区の再結晶石灰岩中には、開口性小裂かが良く発達しており、DDH-M4 孔を除く全孔で激しい逸水現象がみられた。このため、当初セメント注入による逸水防止を図ったが、試錐用水に塩分が多く含まれているため、セメントの固結速度が著しく速く、深部でのセメンテーションの際にはロッドが抑留される恐れがあること、および、常圧によるセメント注入では、セメントが浸透していく裂かが大きいものに限られ、セメント追切時には孔底を通過した直後に再び逸水が始まるため、その有効性に疑問がもたれたことなどから、以後、全孔共逸水状態のまま掘進を続けた。逸水のままでは、インナーチューブ落下の衝撃によるビットの破損や給水不足によるビットの焼付等の事故発生の可能性が高いため、全作業員にこの旨を承知徹底せしめ、事故発生防止に努めたが或る程度は避け得なかった。

1-4 人員と班編成

試錐作業に従事した人員は、試錐技師4名（日本人2名・メキシコ人技術員2名）および試錐作業補助員4名の計8名で、試錐技師2名（日本人1名・メキシコ人1名）および試錐作業補助員2名を1班とした2班編成で作業を行なった。

試錐作業は、準備・撤収、移動時には1方9時間制、掘進作業時には2方16時間制を原則としたが、ケーシングパイプの挿入・抜管時には孔壁状況の悪化を避けるため、適宜作業時間を延長した。

これら、掘進作業に直接従事した人員のほか、試錐用水確保のためにRancho Jabaliの揚水ポンプ管理人1名、タンクローリー（10t）運転手および同助手各1名、Base Campの維持に3名が従事した。

また、これらの試錐作業に直接関連した人員のほか、岩芯の鑑定・記載・検収・試錐位置の決定・あるいは不測の事態に備えて地質技師2名（日本人1名・メキシコ人1名）が現地に常時滞在した。

1-5 使用資機材

本年度の試錐に使用された機材は、主に昨年度使用されたのちCRM Sabinas事務所所管の倉庫に保管されてあったものであるが、前述のように、本地区の深部にはスカルン帯・断層・破砕帯・著しく変質した火成岩等の分布が予想されたこと、および、本地区周辺の道路状況が著しく悪く、降雨後にはしばしば交通が途絶し、必要物品の補充が困難な場合があることなどの理由から、昨年度使用された機材に加え、新たにHQ-WL関係の機材を補充した他、試錐用水入手が難しいことや、近隣に十分な宿泊施設がないことから、3～5^mのポリエチレン製水タンク・揚水ポンプ・発電設備等を新たに補充して万全を期した。これらの機材の内訳は、Table III-2に示すとおりで、試錐全作業終了後CRMに供与された。

消耗資材に関しても、本地区の地理的特殊性に鑑み、十分なものを備えた。これらはTable III-3～4に示されている。

1-6 岩芯の鑑定、分析、保管

試錐によって採取された岩芯は、一時Base Campに保管され、岩芯鑑定・岩石試料採取・分析箇所の印付等の所定の作業の後、すみやかに、CRM Sabinas事務所に運ばれ、岩芯写真撮影後、要分析箇所はダイヤモンドカッターおよびコアスプリッターによって半裁され、Ag, Cu, Pb, Znの4成分の分析に供され、残りはすべてCRM Sabinas事務所所管の倉庫に保管された。分析に供された調整試料のうち、四分法によって縮分された約15gの試

料は日本に運ばれ、Auの分析に供された。なお、比較的高い品位を示す試料については日本で再分析が行なわれ、As, Hg, Cd, Co等の追加分析も実施された。その結果、銀品位に有意な差が認められたため、全試料について銀は再分析された。

採取された各種試料の一部は、日本で薄片観察・研磨片観察・X線解析・EPMA解析等の各種の試験に供された。なお、岩芯鑑定および記載結果は、各種の試験結果と共に柱状図（PL. III-2）にまとめられた。

1-7 通信連絡

既に触れたように、交通・通信が著しく不便な条件下にあるため、不測の事態あるいは日常の連絡のために、CRM Sabinas事務所と現地Base Campに無線ラジオを置いて、通信連絡の便を企った。使用した無線器の型式は、次のとおりである。

型式 : IRASA, Model "TLALOC" IR-150 3 出力 : 150W

使用可能周波数 : 5125, 9886, 14,360KHz

使用周波数 : 5125KHz

1-8 工 程

今回の試錐作業の全工程をTable III-5に示した。

Table III-2 Drilling equipment

Item	Type	Quantity	Specification
Drilling machine	TGM-5A (Tone Boring, Co.)	1 set	Capacity: HQ NQ510m, BQ660m, Inner diameter of spindle: 93mm Spindle speed: 140, 340, 525, 690 r.p.m. Weight (excl. engine) 1,600 kg
Wireline hoist	WHS-600 (Tone Boring, Co.)	1 "	Attached to drilling machine
Engine for drilling machine	F3L-912 (Mitsui Deuts Co.)	1 "	Diesel engine: 4 cycle air-cool type Revolution: 1,800 ~ 1,500 r.p.m. Related power: 40 ~ 33.5 P.S.
Drilling pump	NAS-3B (Tone Boring, Co.)	1 "	Type: 2 cylinders - Double acting Piston diameter: 75mm Capacity: 105 ℓ/min. Pressure: 32 kg/cm ²
Engine for pump	TS-130C (Yammer Diesel Co.)	1 "	Diesel Engine Revolution: 2,200 r.p.m. Related Power: 11 P.S.
Mud mixer	MCE-100A	1 "	Tank Capacity: 125ℓ Effective capacity: 100ℓ Propeller Revolution: 800 ~ 1,000 r.p.m.
Engine for mixer	TS-50	1 "	Diesel Engine Revolution: 2,000 r.p.m. Related power: 4 P.S.
Derrick	DC-P7	1 "	Steel structural derrick (Vertical) Max. load capacity: 6t Effective length of pull rod: 6m
Generator	YSG-2SN	1 "	2KVA 100 ~ 110A
Engine for generator	NS-40	1 "	Diesel engine Revolution: 2,000 r.p.m. Related power: 4 P.S.
Generator	GR-1G	1 "	100V, 1KVA
Water pump	YKC-20	1 "	0.3 m ³ /min.
Engine for pump	NSA-40	1 "	Diesel engine Revolution: 2,000 r.p.m. Related power: 4 P.S.

(continued)

Item	Type	Quantity	Specification
Water tank		7 sets	Plastic tank 5 m ³ : 5 sets 1.5 m ³ : 3 sets
Drill rod	HQ x 3.05m HQ x 1.52 NQ x 3.00 NQ x 3.05 NQ x 1.50 BQ x 3.00 BQ x 3.05 BQ x 1.52 AQ x 3.05	50 pcs 2 " 70 " 20 " 2 " 67 " 33 " 2 " 15 "	
Casing pipe	HW x 1.52 HW x 0.61 NW x 3.00 NW x 3.05 NW x 1.00 BW x 3.00 BW x 3.05 BW x 1.00	20 pcs 20 " 10 " 45 " 2 " 43 " 46 " 2 "	
Wire line core barrel	HQ x 3.05m NQ x 3.00 NQ x 3.05 BQ x 3.00 BQ x 3.05	3 sets 3 " 1 " 3 " 1 "	
Single core tube	114mm x 1.50m 114mm x 0.50 99mm x 1.50 99mm x 0.50	1 set 1 " 1 " 2 "	
Water swivel	EH	1 set	
Hoisting swivel	B	1 set	
Rod holder	RH-85 E-7454	1 set 1 "	
Inclinater	Tro-pari	1 "	

Table III-4 Specifications of metal crown, diamond bits, reaming shells and casing shoe bits

Item	Type	Carats per bit	Matrix	Carats per stone	Water way	Bit No.	Remarks
Metal crown	Single crown						115 mm
Diamond bit	NQ-WL	30 ct	T1	1/20~1/35 ct	4	T-474	
		"	"	"	"	T-476	
		"	"	"	"	T-751	
		"	"	"	"	T-754	
		"	Z	1/25~1/30	"	E-3810	
		"	Z	"	"	E-3814	
Diamond reaming shell	NQ-WL-R	6.6	T1	1/20~1/35	4	TR-490	
		"	"	"	"	TR-491	
		8	ZZ	1/25~1/30	"	EG-3835	
Diamond bit	BQ-WL	20	T1	1/20~1/35	4	T-757	
		"	A	1/15~1/40	"	T-73873	
		"	"	"	"	T-73878	
Diamond reaming shell	BQ-WL-R	6	(Z)	1/25~1/30	4	BRAN-574	
Casing shoe bit	NW		T1	1/20~1/35	4	T-773	

Table III-5 Progress of drilling works

	Item	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Remarks
1	Trip (Japan-drilling site)	14-19					
2	Preparation of camp						
	Construction of access road (by C.R.M.)						
DDR-N1	Haulage, Preparation	20-25					
	Drilling	25	14				
	Dismounting		15				
DDR-N2	Haulage, Preparation		16-18				
	Drilling		19	8			
	Dismounting			9			
3	Haulage, Preparation			10-11			
	Drilling			12	24		
	Dismounting			25			
	Haulage, Preparation			26-27			
DDR-N4	Drilling			28	3		
	Dismounting				4,5		
	Haulage, Preparation				6,7		
DDR-N5	Drilling				8	15	
	Dismounting					16-19	
4	Haulage (Drilling site-Base Camp)						
5	Trip (Drilling site-Japan)				20	2	
6	Inspection of core and others		1	1	1		

第2章 試錐作業

2-1 設営作業

2-1-1 事前準備

今回試錐が実施された La Diana 鉱山周辺は、私有牧場の放牧地内にあり、道路状況が著しく悪いうえに、試錐地点近傍に水がなく、全ての試錐用水は約 10 km 離れた Rancho Jabali から運搬せざるを得ないという地理的条件下にあり、さらに、試錐が実施される周辺に 10 名以上の調査員が駐留するに足る宿泊施設がなかったため、試錐作業に先立って Rancho Jabali から調査地に至る既存道路および、これから先の調査地区内の道路の改修および造成が行なわれ、これと並行して調査地中央に床面積 50m² の木造家屋 1 棟の建築が行なわれた。

これらの事前準備作業は、本調査団から CRM Sabinas 事務所に委託して実施された。道路造成および改修は、主にブルドーザーを使用した。一部の石灰岩が露出する場所では発破も必要であった。工事道路総延長は 1.0 km に達し、うち新規に造成されたものは 4.0 km、改修されたものは 7.0 km である。

これらの設営作業と並行して、想定された地質条件下で支障なく掘進するために、HQ-WL 関係機材や油脂燃料を始めとする消耗品が Mexico 市や Sabinas 市およびその近隣から調達され、CRM Sabinas 事務所所管の倉庫に集結された。

2-1-2 搬入・設営

日本から派遣された試錐技師 2 名は、7 月 14 日 Mexico 市に到着し、調査団責任者の引率の下に関係官庁に挨拶した後、直ちに Sabinas 市に赴き、保管されていた試錐関係資機材や新たに調達された資機材の点検整備を行なった。

これらの点検整備された資機材は、7 月 17 日から 24 日にかけて 10 t トラック延 6 台で試錐現場（DDH-M1 孔地点）に搬入され、資機材の整理・試錐機他の据付・試運転の後 7 月 26 日に掘進が開始された。

2-2 移設作業

孔間移設のための道路は、事前に調査地内の道路が既に造成されていたため、比較的距離が短く、その造成は主に人力によって行なわれ、1～2 日で済んだ。各孔のための新設道路は、次の通りである。

DDH-M1 …… 道路傍，造成の要なし

DDH-M2 …… 道路傍，造成の要なし

DDH-M3 …… 道路から約 100 m，1 日で終了した（人力）

DDH-M4 …… 道路から約 50 m，1 日で終了した（人力）

DDH-M5 ……道路から約70m, 2日で終了した(人力)

試錐資機材の運搬は, 10tトラックを用いたが, 孔間距離が短かったことや事前に道路が設けられてあったことなどから, 各孔共1日で終了した。

2-3 撤収作業

' TGM-5A "試錐機1台で, 7月24日に掘進を開始し, 途中DDH-M2孔におけるインターチューブの落下破損事故やDDH-M3孔におけるロード抑留事故が発生したものの, 十分な機材の装備や適切な処置に助けられ, また, 予想されたような著しいスカルン・崩壊を伴う破碎帯・著しく変質した火成岩等にも遭遇しなかったことにも助けられて, 比較的順調に作業が進み, 10月19日に大禍なく全掘進作業を終了することができた。

掘進終了後, 試錐機材は解体され, 十分な整備点検の後, 残留資材と共にBase Campに集結され, 員数点検された。これらの全ての資機材は, 撤収後資機材一覧表と共にCRMに供与された。なお, これらの移設・撤収に要した日数および工数をTable III-6に示す。

2-4 岩芯採取率と孔壁保護

今回の調査地区は, 石灰岩を主とした山地であるため比較的表土が薄く, 直接石灰岩が露出した試錐孔(DDH-M1, DDH-M2)もある。表土の厚さは, 最大5.9m(DDH-M4)である。この部分は, 115mmシングルコアチューブによる無水掘りで通過し, 岩盤に達した所でHWケーシングパイプを挿入し, NQ-WLダイヤモンドピントにより清水を使用して掘進した。石灰岩部は, しばしば破碎されており, 所によっては小片状に破碎されていることも多いが, 裂かのは多くは方解石脈によって充填されており, 崩壊することが少なく孔壁保持は容易であった。しかし, 一部の著しい破碎部分では, 既に述べたようにベントナイト泥水やセメント注入を行なったが, 先に述べた理由により支障が生じたため, その使用を中止し状況によりケーシングパイプを挿入して孔壁保護に努めた。また, このような崩壊部では, 掘進区間を短くすることにより, 岩芯採取率の向上に努め概ね良好な結果が得られた。

Table III-7に各孔の岩芯採取率を示す。なお, 掘進区間50m毎の岩芯採取率は80%以下になることはなかった。

Table III-6 Moving operations

Item	Drilled hole No.	DDH-M1		DDH-M2		DDH-M3		DDH-M4		DDH-M5		Total	
		Days	Man shift	Days	Man shift	Days	Man shift	Days	Man shift	Days	Man shift	Days	Man shift
Moving operation	Preparation	20th Jul. '78	8	16th Aug. '78	10th Sep. '78	26th Sep. '78	6th Oct. '78						
		25th Jul. '78	6	18th Aug. '78	11th Sep. '78	27th Sep. '78	7th Oct. '78						
	Dismounting	15th Aug. '78		9th Sep. '78	25th Sep. '78	4th Oct. '78	16th Oct. '78						
		"		"		5th Oct. '78	19th Oct. '78						
Preparation	Unpacking, etc.	1	8									1	8
	Checking, loading	2	6									2	6
	Haulage	1	4										
	Unloading, site-leveling, machine bed installation	1	9	2	22	1	8	1	8	1	8	7	59
	Machine fabrication												
	Derrick fabrication												
	Test operation	1	30	1	14	1	8	1	8	1	8	5	68
	Drilling preparation												
	Total	6	57	3	36	2	16	2	16	2	16	15	141
	Dismounting	Pulling out of casing pipe	1	10	0.5	4	0.5	4	2	18	1	9	6
Dismounting				0.5	7	0.5	5						
Haulage, etc.												3	21
Total		1	10	1	11	1	9	2	18	4	30	9	78

Table III-7 Core recovery of each hole

Drill hole	Depth(m)	Core length (m)	Core recovery(%)
DDH-M1	302.25	288.69	95.51
DDH-M2	302.20	277.90	91.96
DDH-M3	212.25	206.40	97.20
DDH-M4	203.25	203.15	99.90
DDH-M5	220.95	208.45	94.30
Total	1,240.90	1,184.59	95.46

ケーシングパイプの使用は、地質状況に応じ著しく破砕され崩壊の危険が生じた場合のみとどめ、できるだけ NQ-WL の孔径で掘進することに努めた。

2-5 試錐用水の確保

本調査地区は、既に述べたように、地区内では水が得られず Rancho Jabali から運搬した。DDH-M4 孔を除く全孔共完全逸水し、既述のようにセメンテーションが効かなかったため、逸水掘りを行なった。このため、試錐用水の確保が重要な問題となった。これに対処するため、各試錐孔には容量 5 t の組立式ポリエチレン製タンク 5 基を設置し、タンクローリーで運ばれる水をこれに貯溜して試錐用水にあてた。タンクローリーによる水の運搬は、通常 1 日 3～4 回行なったが、DDH-M1 掘進時には、豪雨により道路が著しく傷んだため 4 日間給水が途絶え、この間、総員で道路補修を行なわざるを得なかった。DDH-M2 孔以後は、天候が回復し道路状況も改善されたため、タンクローリーによる水の運搬は順調であった。

2-6 掘進作業

各孔の掘進状況は、2-6-1 項以下に記すとおりである。なお、各孔の掘進条件を Table III-8 に、各ビット・リーミングシエルの使用状況を Table III-9 に、各孔の作業時間を Table III-10 に、各孔の実績を Table III-11 に、各孔の工事総括表を Table III-12～16 に、また、各孔の進捗状況を Fig. III-1～5 示す。

2-6-1 DDH-M1 (深度 302.25 m, 垂直)

0～164.50m …… 孔口にやや風化された再結晶石灰岩が露出しているため、115 mm メタルクラウンを使用して深度 2.25 m まで掘進し、115 mm ケーシングパイプを挿入し、以後 NQ-WL ダイヤモンドビットを使用して掘進し、5.25 m まで NW ケーシングパイプを挿入した。深度 12.05～16.65 m および 16.95～17.55 m で緑色銅示徴を伴う赤鉄鉱を主とした珪

Table III-8 Drilling condition and result at each hole

Depth	DDH-M1		DDH-N2		DDH-N3		DDH-N4		DDH-N5	
	0~260.25m	260.25~302.25m	0~133.15m	133.15~302.20m	0~155.80m	5.80~152.80m (Reaming) m	155.80~212.25m	0~203.25m	203.25~220.95m	220.95~240.00m
Circulating water	Clean water	Clean water	Clean water	Clean water	Clean water	Clean water	Clean water	Clean water	Clean water	Clean water
Bit change	NQ-WL diamond bit 3 times	BQ-WL diamond bit 1 time	NQ-WL diamond bit 2 times	BQ-WL diamond bit 3 times	NQ-WL diamond bit 1 time	HW diamond bit 1 time	NQ-WL diamond bit 1 time	NQ-WL diamond bit 1 time	NQ-WL diamond bit 1 time	NQ-WL diamond bit 1 time
Pump	Pressure(kg/cm ²)	2	1	1	1	1	1	3	2	2
	Feed water (ℓ/min)	40	40	40	40	40	40	40	40	40
	Return water (ℓ/min)	0	0	0	0	0	0	40	0	0
Bit	Pressure(kg/cm ²)	200~500	500	500	500~100	1,000~500	500~1,000	1,000	1,000	1,000
	Revolution (r.p.m.)	250	250	250	250	250	250~450	450	450	450
Core recovery (%)	95.08	98.21	89.82	93.64	97.6	-	96.3	99.95	94.34	94.34

Table III-9 Drilling length by metal crown, diamond bit, reaming shell and casing shoe bit

Item	Size	Type	Bit No.	Drilling length						Total length	Remarks				
				DDH-M1		DDH-M2		DDH-M3				DDH-M4		DDH-M5	
				depth	length	depth	length	depth	length	depth	length				
Metal crown	115 m/m	Single crown		0~2.25	2.25	0~0.60	0.60	0~5.80	5.80	0~5.90	5.90	0~1.90	1.90	2.25 0.60 5.80 5.90 1.90	
Total				2.25	2.25	0.60	0.60	5.80	5.80	5.90	5.90	1.90	1.90	16.45	
Diamond bit	NQ	NQ-WL	T-476	2.25 ~16.00	13.75									13.75	
			T-474	16.00 ~218.25	202.25									202.25	
			E-3810	218.25 ~360.25	42.00	0.60 ~35.00 ~130.15	34.40	5.80 ~131.60	125.80	5.90 ~203.25	197.35			76.40	
			E-3814											220.95	
			T-751					131.60 ~212.25	80.65					278.00	
			T-754									1.90 ~220.95	219.05	219.05	
Total				258.00	258.00	129.55	129.55	206.45	206.45	197.35	197.35			1,010.40	
Diamond reaming shell	NQ	NQ-WL-R	TR-491	2.25 ~260.25	258.00	0.60 ~35.00	34.40							292.40	
			EG-3835			35.00 ~130.15	95.15	5.80 ~212.25	206.45	5.90 ~203.25	197.35			487.95	
			TR-490											219.05	
Total				258.00	258.00	129.55	129.55	206.45	206.45	199.35	199.35			1,010.40	
Diamond bit	BQ	BQ-WL	T-73873	260.25 ~302.25	42.00	130.15 ~231.90	101.75							143.75	
			T-73878			231.90 ~271.40	39.50							39.50	
			T-757			271.40 ~302.20	30.80							30.80	
Total				42.00	42.00	172.05	172.05							214.05	
Diamond reaming shell	BQ	BQ-WL-R	BRAN-574	260.25 ~302.25	42.00	130.15 ~302.20	172.05							214.05	
Metal crown	Total		5 pcs		2.25		0.60		5.80		5.90		1.90	16.45	
Diamond bit	Total		9 "		300.00		301.60		206.45		197.35		219.05	1,224.45	
Diamond reaming shell	Total		4 "		300.00		301.60		206.45		197.35		219.05	1,224.45	
Casing shoe bit	NW		T-773					5.80 ~153.30	147.50					147.50	Reaming

Table III-10 Working time of each drill hole

Drilled hole	Drilling						Sub total	Others	Moving operation	Total
	Drilling time	Hoisting & lowering rod, casing	Drilling	Repairing	Sub total	Total				
DDH-M1	95 ^h 30 ^m	33 ^h 30 ^m	-	55 ^h 00 ^m	184 ^h 00 ^m	36 ^h 00 ^m	65 ^h 00 ^m	285 ^h 00 ^m		
DDH-M2	93 ^h 30 ^m	59 ^h 00 ^m	3 ^h 00 ^m	29 ^h 30 ^m	185 ^h 00 ^m	8 ^h 00 ^m	34 ^h 00 ^m	227 ^h 00 ^m		
DDH-M3	68 ^h 30 ^m	30 ^h 00 ^m	71 ^h 00 ^m	23 ^h 30 ^m	193 ^h 00 ^m	-	27 ^h 00 ^m	220 ^h 00 ^m		
DDH-M4	52 ^h 30 ^m	16 ^h 30 ^m	-	15 ^h 00 ^m	84 ^h 00 ^m	-	34 ^h 00 ^m	118 ^h 00 ^m		
DDH-M5	72 ^h 00 ^m	26 ^h 00 ^m	-	26 ^h 00 ^m	124 ^h 00 ^m	-	48 ^h 00 ^m	172 ^h 00 ^m		
Total	382 ^h 00 ^m	165 ^h 00 ^m	74 ^h 00 ^m	149 ^h 00 ^m	770 ^h 00 ^m	44 ^h 00 ^m	208 ^h 00 ^m	1,022 ^h 00 ^m		

Table III-11 Results of drilling works

Drilled hole No.	Machine type	Drilling period	Drilled depth (m)	Core		Number of drilling shift			Drilling speed		Remarks
				Length (m)	Recovery (%)	No. of drilling	Casings, etc.	Shift total	* M/shift	** M/shift	
DDH-M1	TGM-5A	26th Jul. '78 ~14th Aug. '78	302.25	288.69	95.51	20	1	21	15.11	14.39	
DDH-M2	"	19th Aug. '78 ~8th Sep. '78	302.20	277.90	91.96	19	1	20	15.91	15.11	
DDH-M3	"	12th Sep. '78 ~24th Sep. '78	212.25	206.40	97.24	16	8	24	13.27	8.84	
DDH-M4	"	28th Sep. '78 ~3rd Oct. '78	203.25	203.15	99.95	10	0	10	20.33	20.33	
DDH-M5	"	8th Oct. '78 ~15th Oct. '78	220.95	208.45	94.34	15	0	15	14.73	14.73	
Total	"	20th Jul. '78 ~19th Oct. '78	1,240.90	1,189.24	95.84	79	10	89	15.71	13.94	

Note: * Drilled length per one shift covering net drilling operations.

** Drilled length per one shift covering total works conducted.

Table III-12 Summary of drilling results: DDH-M1

Item	Working period		Number of days	Actual working days	Repairing days	Road re-pairing days	Total number of workers		
							excl. Road repairs	incl. Road repairs	
Preparation	20th Jul.'78~25th Jul.'78		6	6	0	0	57	57	
Drilling	26th Jul.'78~14th Aug.'78		20	16	0	4	155	246	
Dismounting	15th Aug.'78		1	1	0	0	10	10	
Total	24th Jul.'78~15th Aug.'78		27	23	0	0	214	305	
Drilling length, etc.			Core recovery for each 100m section						
Planned length	300.0 m	Over-burden	0 m	Depth of hole		Section	Total		
Increase or decrease in length	+2.25 m	Core length	288.69m	0~100.05 m		96.69 %	96.69 %		
				100.05~200.50 m		97.07 %	96.88 %		
Length drilled	302.25 m	Core recovery	95.51%	200.50~302.25 m		93.32 %	95.51 %		
Working time	Drilling	Drilling	95 ^h 30 ^m	51.9 %	33.5 %	Drilling efficiency			
		Hoisting & lowering rod, casing	33 ^h 30 ^m	18.2 %	11.8 %	302.25 m/Working period		11.19 m/day	
		Repairing	-	- %	- %	302.25 m/Working days		13.14 m/day	
		Others	55 ^h 00 ^m	29.9 %	19.3 %	302.25 m/Drilling period		15.11 m/day	
		Sub total	184 ^h 00 ^m	100.0 %	64.6 %	302.25 m/Net drilling days		18.89 m/day	
	Preparation	57 ^h 00 ^m	/	20.0 %	Total workers/302.25 m (incl. Road repairs)		1.01 man/m		
	Dismounting	8 ^h 00 ^m	/	2.8 %	Total workers/302.25 m (excl. Road repairs)		0.71 man/m		
	Others *	36 ^h 00 ^m	/	12.6 %					
	Total	285 ^h 00 ^m	/	100.0 %					
	Inserting casing pipe	Pipe size & inserted length (m)	Inserted length / Drilling length x 100%	Recovery of casing pipe (%)	Total drilling workers/302.25m (incl. Road repairs)		0.81 man/m		
HW.C.P.: 2.25		0.7	100	Total drilling workers/302.25m (excl. Road repairs)		0.51 man/m			
BW.C.P.: 260.25		86.1	100	Drilling length by each size (m)					
				Bit size	115 mm	NQ	BQ		
				Drilling length	2.25	258.00	42.00		
				Core length	1.65	245.79	41.25		
Remarks: * Waiting for water and road repairing.									

Table III-13 Summary of drilling results: DDH-M2

Item	Working period		Number of days	Actual working days	Repairing days	No working days	Total number of workers	
Preparation	16th Aug. '78~18th Aug. '78		3	3	0	0	36	
Drilling	19th Aug. '78~ 8th Sep. '78		21	17	0	4*	146	
Dismounting	9th Sep. '78		1	1	0	0	11	
Total	16th Aug. '78~ 9th Sep. '78		25	21	0	4	193	
Drilling length, etc.				Core recovery for each 100m section				
Planned length	212.5 m	Overburden	0 m	Depth of hole	Section	Total		
Increase or decrease in length	+89.7 m	Core length	277.90m	0~100.25 m	96.36 %	96.36 %		
				100.25~200.95 m	86.84 %	91.59 %		
Length drilled	302.20 m	Core recovery	91.96%	200.95~302.20 m	92.69 %	91.96 %		
Working time	Drilling	Drilling	93 ^h 30 ^m	50.5 %	41.2 %	Drilling efficiency		
		Hoisting & lowering Rod, casing	59 ^h 00 ^m	31.9 %	26.0 %	302.20 m/Working period		12.09 m/day
		Repairing	3 ^h 00 ^m	1.6 %	1.3 %	302.20 m/Working days		14.39 m/day
		Others	29 ^h 30 ^m	16.0 %	13.0 %	302.20 m/Drilling period		14.39 m/day
		Sub total	185 ^h 00 ^m	100.0 %	81.5 %	302.20 m/Net drilling days		17.78 m/day
	Preparation	25 ^h 00 ^m		11.0 %	Total workers/302.20 m		0.64 man/m	
	Dismounting	9 ^h 00 ^m		4.0 %				
	Others	8 ^h 00 ^m		3.5 %	Total workers/ m		man/m	
	Total	227 ^h 00 ^m		100.0 %	(excl. Road-Repairs)		man/m	
	Inserting casing pipe	Pipe size & inserted length (m)	Inserted length Drilling x 100% length	Recovery of casing pipe (%)	Total drilling workers/302.20m		0.48 man/m	
HW.C.P.: 0.6		0.2	100	Total drilling workers/ m		man/m		
BW.C.P.: 130.15		43	100	Drilling length by each size (m)				
				Bit size	115 mm	NQ	BQ	
				Drilling length	0.6	132.55	169.05	
				Core length	0.6	119.00	158.30	
Remarks: * Waiting for decision of increase in drilling length.								

Table III-14 Summary of drilling results: DDH-M3

Item	Working period		Number of days	Actual working days	Repairing days	No working days	Total number of workers	
							excl. Repairs	incl. Repairs
Preparation	10th Sep. '78~11th Sep. '78		2	2	0	0	16	16
Drilling	12th Sep. '78~24th Sep. '78		13	9	4	0	77	112
Dismounting	25th Sep. '78		1	1	0	0	9	9
Total	10th Sep. '78~25th Sep. '78		16	12	4	0	102	137
Drilling length, etc.				Core recovery for each 100m section				
Planned length	212.5 m	Over-burden	5.5m	Depth of hole	Section	Total		
Increase or decrease in length	-0.25 m	Core length	206.40m	0~109.95 m	97.0 %	97.0 %		
Length drilled	212.25 m	Core recovery	97.24%	109.95~212.25 m	97.6 %	97.2 %		
Working time	Drilling	Drilling	68 ^h 30 ^m	35.5 %	31.1 %	Drilling efficiency		
		Hoisting & lowering rod, casing	30 ^h 00 ^m	15.6 %	31.6 %	212.25 m/Working period		13.27 m/day
		Repairing	71 ^h 00 ^m	36.8 %	32.3 %	212.25 m/Working days		17.69 m/day
		Others	23 ^h 30 ^m	12.1 %	10.7 %	212.25 m/Drilling period		16.33 m/day
		Sub total	193 ^h 00 ^m	100.0 %	87.7 %	212.25 m/Net drilling days		23.58 m/day
	Preparation	18 ^h 00 ^m	/	8.2 %	Total workers/ 212.25 m (incl. Repairs)		0.65 man/m	
	Dismounting	9 ^h 00 ^m		4.1 %	Total workers/ 212.25 m (excl. Repairs)		0.48 man/m	
	Others			%				
	Total	220 ^h 00 ^m		100.0 %				
	Inserting casing pipe	Pipe size & inserted length (m)	Inserted length / Drilling length x 100%	Recovery of casing pipe (%)	Total drilling workers/212.25m (incl. Repairs)		0.53 man/m	
HW.C.P.: 5.80		2.7	100	Total drilling workers/212.25m (excl. Repairs)		0.36 man/m		
NW.C.P.: 153.30		72.0	100	Drilling length by each size (m)				
				Bit size	115 mm	NQ		
				Drilling length	5.80 m	206.45 m		
				Core length	5.80 m	200.60 m		
Remarks:								

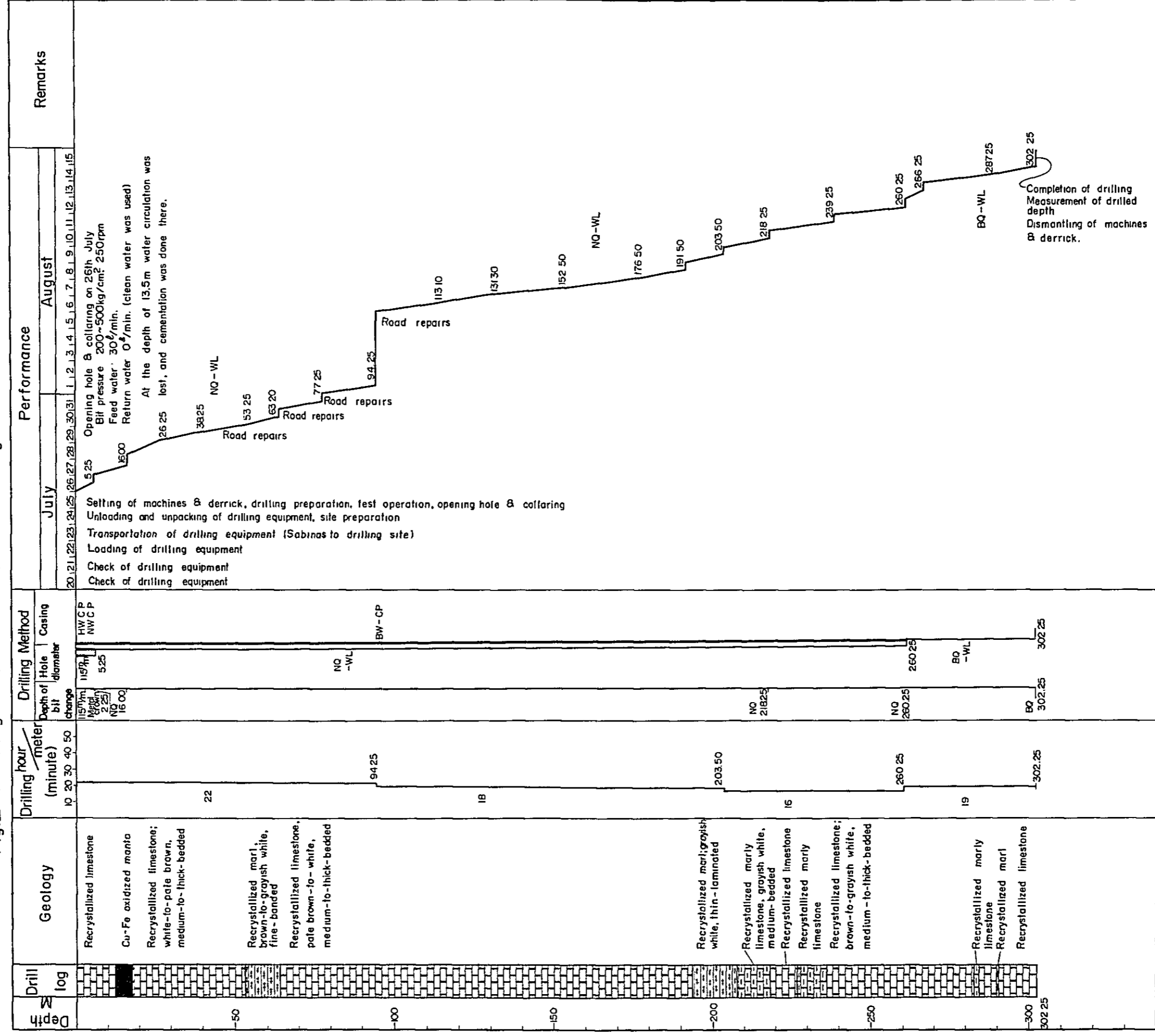
Table III-15 Summary of drilling results: DDH-M4

Item	Working period			Number of days	Actual working days	Repairing days	No working days	Total number of workers
Preparation	26th Sep.'78~27th Sep.'78			2	2	0	0	16
Drilling	28th Sep.'78~ 3rd Oct.'78			6	6	0	0	52
Dismounting	4th Oct.'78~ 5th Oct.'78			2	2	0	0	18
Total	26th Sep.'78~ 5th Oct.'78			10	10	0	0	86
Drilling length, etc.				Core recovery for each 100m section				
Planned length	212.5 m	Overburden	5.90m	Depth of hole	Section	Total		
Increase or decrease in length	-9.25 m	Core length	203.15m	0~106.55 m	99.9 %	99.9 %		
Length drilled	203.25 m	Core recovery	99.95%	106.55~203.25 m	100.0 %	99.9 %		
Working time	Drilling	Drilling	52 ^{h30m}	62.5 %	44.5 %	Drilling efficiency		
		Hoisting & lowering rod, casing	16 ^{h30m}	19.6 %	14.0 %	203.25 m/Working period		20.33 m/day
		Repairing	-	-	-	203.25 m/Working days		20.33 m/day
		Others	15 ^{h00m}	17.9 %	12.7 %	203.25 m/Drilling period		33.88 m/day
		Sub total	84 ^{h00m}	100.0 %	71.2 %	203.25 m/Net drilling days		33.88 m/day
	Preparation	18 ^{h00m}	/	15.3 %	Total workers/203.25 m		0.42 man/m	
	Dismounting	16 ^{h00m}	/	13.5 %	Total workers/ (excl. Repairs) m		man/m	
	Others	-	/	%				
	Total	118 ^{h00m}	/	100.0 %				
	Inserting casing pipe	Pipe size & inserted length (m)	Inserted length / Drilling length x 100%	Recovery of casing pipe (%)	Total drilling workers/203.25 m		0.26 man/m	
NW.C.P.: 5.90		2.9	100	Total drilling workers/ (excl. Repairs) m		man/m		
Drilling length by each size (m)								
Bit size				115 mm	NQ			
Drilling length				5.90 m	197.35 m			
Core length				5.90 m	197.25 m			
Remarks:								

Table III-16 Summary of drilling results: DDH-M5

Item	Working period			Number of days	Actual working days	Repairing days	No working days	Total number of workers		
Preparation	6th Oct.'78~ 7th Oct.'78			2	2	0	0	16		
Drilling	8th Oct.'78~15th Oct.'78			8	8	0	0	72		
Dismounting	16th Oct.'78~19th Oct.'78			4	4	0	0	30		
Total	6th Oct.'78~19th Oct.'78			14	14	0	0	118		
Drilling length, etc.				Core recovery for each 100m section						
Planned length	212.5 m	Over-burden	1.90m	Depth of hole		Section	Total			
Increase or decrease in length	+17.5 m	Core length	208.45m	0~105.75 m		97.0 %	97.0 %			
Length drilled	220.95m	Core recovery	94.34%	105.75~220.95 m		91.9 %	94.3 %			
Working time	Drilling	Drilling	72 ^{h00} m	52.0%	41.9 %					
		Hoisting & lowering rod, casing	26 ^{h00} m	21.0%	15.1 %					
		Repairing	-	-	-					
		Others	26 ^{h00} m	21.0%	15.1 %					
		Sub total	124 ^{h00} m	100.0%	72.1 %					
	Preparation		19 ^{h00} m	/		41.9 %		Drilling efficiency		
	Dismounting		29 ^{h00} m			16.9 %		220.95 m/Working period		20.09 m/day
	Others		-			-		220.95 m/Working days		20.09 m/day
	Total		172 ^{h00} m			100.0 %		220.95 m/Drilling period		27.62 m/day
	Total		172 ^{h00} m	100.0 %		220.95 m/Net drilling days		27.62 m/day		
Inserting casing pipe	Pipe size & inserted length (m)		Inserted length / Drilling length x 100%	Recovery of casing pipe (%)		Total drilling workers/220.95m		0.53 man/m		
	115mm C.P.: 1.90		0.9	100		Total workers/ (excl. Repairs) m		man/m		
						Total drilling workers/ (excl. Repairs) m		man/m		
						Drilling length by each size (m)				
						Bit size	115 mm	NQ		
						Drilling length	1.90 m	219.05 m		
					Core length	1.90 m	206.55 m			
Remarks:										

Fig. III - 1 Progress Record of Diamond Drilling DDH - M I Vertical



化酸鉄に着鉄し、また、26.25～27.75mで褐鉄鉱を主とした脆弱な酸化鉄に着鉄し、この部分では岩芯採揚区間を短くして岩芯採取率の向上を図ったが、若干の低下は免れなかった。

その他の区間は、一部に泥灰岩質部を伴う糖晶質再結晶石灰岩からなっており、多くの裂かが認められたが、その多くは犬牙状方解石細脈によって充填膠結されていたため、若干の崩壊があったものの概ね順調に掘進できた。

[泥水使用] 深度 5.60 mで崩壊があったため、ベントナイト泥水を使用した。約15分掘進するとロッド内壁に付着し、インナーチューブの通過に支障が生じたため、以後はその使用を中止した。恐らく、試錐用水が著しい硬水であるため、ベントナイトが凝集沈殿したと思われるが、分散剤は準備していなかった。

[逸水対策] 深度 13.50 mで完全逸水した。岩芯で検討した結果、鉄化部の晶洞や開口亀裂部から逸水していることが判明したので、セメント注入による逸水防止を試みた。その結果、試錐用水が著しい硬水であるため、セメント固結時間が著しく短く、深部でのセメント注入の際にセメントによるロッド抑留事故が発生する懸念がもたれたこと、常圧によるセメント注入では、セメントが十分裂かに浸透せず、注入時の孔底を通過した直後に再び逸水が始まり、その効果に疑問が持たれたこと、および、セメント固結速度が早いこと、セメント追い切りに時間がかかり過ぎることなどから、以後、逸水状態のまま掘進を行なった。そのため、掘進中ロッドのバイブレーションが激しく、その防止のためにロッドと孔壁の間に約10ℓ/minの水を流しながら掘進したが、若干の能率低下は免れなかった。

164.50～191.50m ……主に糖晶質再結晶石灰岩からなり、著しく破碎され、裂かおよび角礫化が顕著に発達していたが、これらは全て犬牙状方解石脈によって完全に充填膠結されていたため、一部に岩芯詰り等が生じたが、概ね順調に掘進できた。

191.50～260.20m ……一部に泥灰岩や酸化された粘土層を挟む糖晶質石灰岩からなり、局部的に褐色～黒色酸化鉄汚染のみられる開口裂かが存在した。とくに、209.25m～218.25m間に多く、コア詰りも多かったため、頻りにインナーチューブを引き揚げ、コア採取率の向上をはかった。また、236.25m～260.25m間には、犬牙状方解石脈によって充填膠結された一部角礫化部を伴う破碎部が認められ、それらの一部に開口性のものも認められ、若干掘進能率が低下したが、掘進は概ね順調であった。

[BW ケーシング挿入] 深度が深くなるにつれ、ロッドのバイブレーションによる能率低下が目立ち、また、途中で幾つかの破碎部があり、その一部に開口性のものも存在したことから、崩壊の危険が生じた。このため、孔壁保護のため260.25mでBWケーシングを挿入した。

ロッドのバイブレーション等による孔壁の崩壊が懸念されたが、途中抑えられることなくロッドを引き揚げ、ケーシングパイプも順調に入り、作業は1日で終了した。

260.25~302.20m ……主に糖晶質再結晶石灰岩からなり、一部に泥灰岩や酸化された薄い粘土層などが挟まれた地層で、全体に裂かが良く発達し、一部に角礫化された部分も存在したが、これらは、犬牙状方解石によって良く充填膠結されており、掘進に支障は生じなかった。深度 300 mで鉍化作用も認められずに予定深度に達し、地質技師による岩芯検討の結果、当初の目的を達成したと判断されたため、2.25 mの捨て切りを行ない、ロッドおよび岩芯の検収後掘り止めとした。

2-6-2 DDH-M2 孔 (深度 302.20m, S35°E, -80°)

0.00~133.15m ……孔口にやや風化された糖晶質再結晶石灰岩が露出しているため、深度 0.60 mまで115 mmメタルクラウンを使用して掘進した後、115 mmケーシングパイプを挿入し、以後 NW-WL ダイヤモンドビットを使用して掘進した。

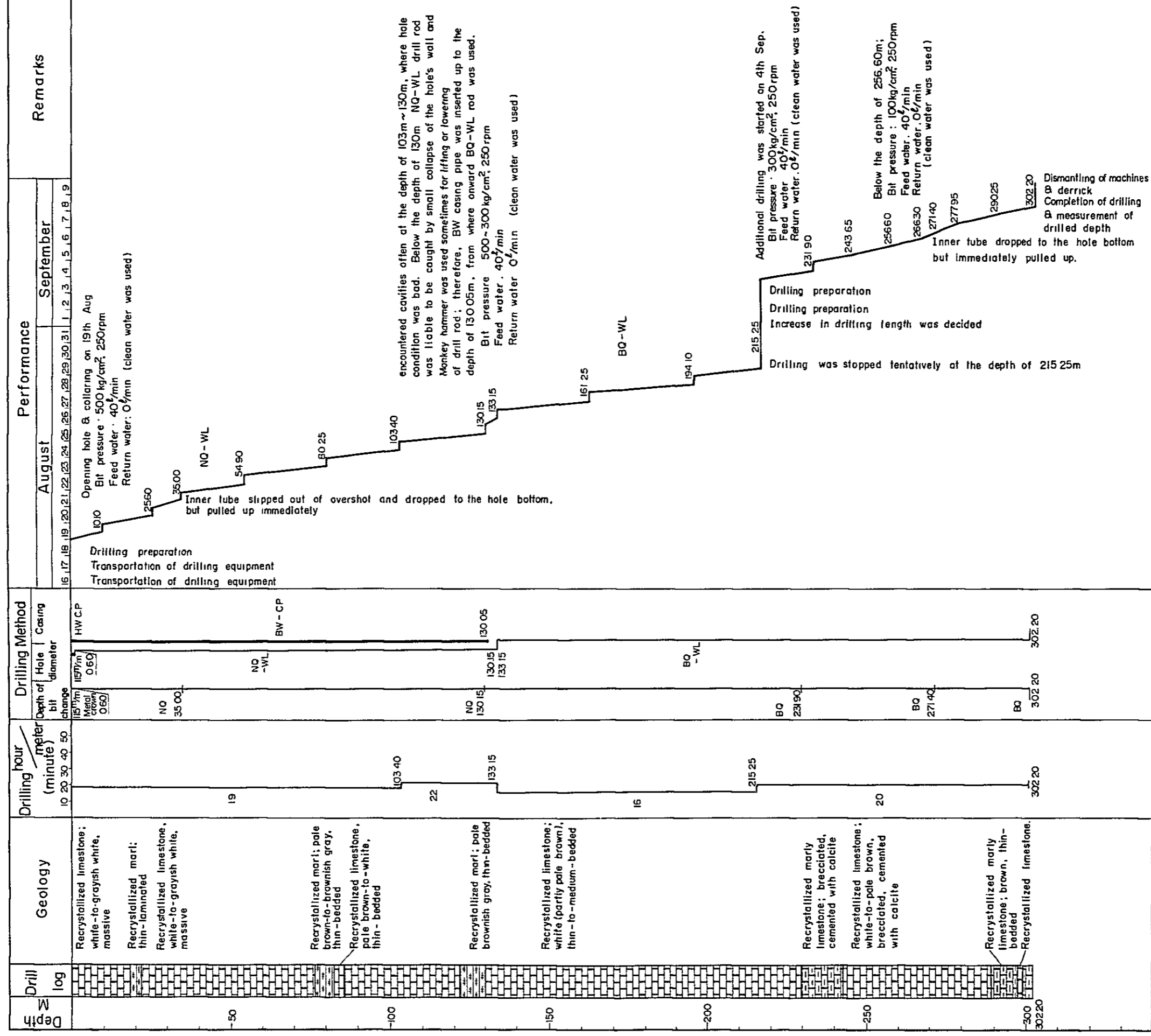
深度 3.59 m以後完全逸水したため、ロッドのバイブレーション防止のため、ロッドと孔壁の間に約 10ℓ/mmの清水を流しながら、スライム排出に注意しつつ掘進を行なった。

地質は、一部に泥灰岩を挟有する糖晶質再結晶石灰岩からなり、全体に犬牙状方解石細脈が発達し角礫状を呈する所も見られた。また、厚い方解石脈・開口亀裂の発達した部分・酸化鉍鉍脈等が認められた。厚い方解石脈は、48.35~52.20 m間にみられ、約 85~60°の傾斜を示し、多数の晶洞の発達した多孔質なものである。開口亀裂の顕著なものは、35.70~38.15 m、40.25~41.00 m、70.80~77.25 m、82.40~83.85 m、95.50~96.25 m、103.40~105.25 m、108.30~116.60 m、121.60~128.50 m等に見られ、岩芯はしばしば片状~細片状を示し、表面に褐鉄鉍汚染がみられ、酸化鉍鉍脈部と共に岩芯詰りの原因となった。酸化鉍鉍脈は、多数認められたが、幅 5 cm以上のものは 27.75~27.92 m、32.85~33.25 m、37.90~38.05 m、45.45~45.80 m、64.25~64.65 m、85.50~85.70 m、118.35~119.55 m、120.50~128.50 m等に見られた。鉍脈部は著しく酸化され、片状を呈し、軟弱であったため、岩芯採揚区間を短縮し岩芯採取率の向上に努めたが、脆弱な多孔質褐鉄鉍部では若干の採取率低下は免れなかった。

[インナーチューブ落下事故] 深度 55mでオーバーショットからインナーチューブがはずれて落下し、QW-WL ダイヤモンドビットを破損した。このため、ロッドの引き揚げに困難をきたしたが、無事回収された。オーバーショットおよびインナーチューブを点検したが、異常は認められなかった。事故の原因は、傾斜孔のためインナーチューブ降下時にオーバーショットに取り付けたロックングスリーブ (止め金) が孔口に触れ、その衝撃でインナーチューブがはずれ落下したもので、以後、全作業員に注意をうながした。

[BWケーシングパイプ挿入] 103.40~130.15m間の開口亀裂部および酸化鉍鉍脈部からの崩壊がみられたため、孔壁保護のためBWケーシングパイプを130.15 mまで挿入した。

Fig.III-2 Progress Record of Diamond Drilling DDH-M2 -80°



133.15～215.25m …… BQ-WL ダイヤモンドビットで掘進した。地質は主に白色糖晶質再結晶石灰岩からなり、多数の弱い酸化を受けた硫化鉍脈（地質の項で詳述）が認められたが、鉍脈は母岩と完全に密着しており、また、母岩は比較的裂かや方解石脈に乏しい塊状のものであったため、岩芯採取率も高く順調に掘進することができた。

〔待機〕本孔予定掘進深度が212.50mであったため、捨て切りを含め215.25mに達した時点で、地質技師の判断を待つため待機した。鉍化作用は、214.30～214.80mまで認められ、未だ鉍化帯を通過していないとの判断から、本孔はDDH-M1孔と同様に300mまで掘進することに決定され、作業を継続した。

215.25～256.25m …… 229.10mまでは、上記区間と同様な白色糖晶質再結晶石灰岩が続き、一部に鉍化も認められ、掘進は順調に進んだ。229.10mから、著しく破碎され部分的に著しく角礫化した糖晶質石灰岩に変ったが、角礫化部や裂かは完全に犬牙状方解石によって充填されており、掘進上、大きな支障はなかった。ただし、膠結された部分がさらに弱く破碎され、褐色酸化鉄が沈殿した部分も一部に認められ、このような部分で若干岩芯採取率が低下した。

256.25～302.25m …… 256.25m以深では、ロッドの振動が激しくなり、破碎部の孔壁を損傷し、崩壊を招く恐れが生じたため、ピント給圧を下げてもロッドのバイブレーション防止に努めた。このため、若干掘進速度が低下した。地質は、290.25mまで著しく破碎・角礫化され、犬牙状方解石で充填された破碎帯が続き、一部に弱い鉍化作用がみられた。290.25～296.25mは、薄層粘土を挟有し、裂かに乏しくやや粘土質な石灰岩が続いた。296.25～302.25mは、再び糖晶質再結晶石灰岩に変ったが、裂かの発達は少なかった。

これらの地層は、破碎されてはいたが、既に述べたように犬牙状方解石脈により良く充填膠結されており、若干の能率低下があったものの順調に掘進できた。破碎帯以後、鉍化作用も殆んど認められず、地質技師によるコア検討の結果、当初の目的を達成したと判断されたため、2.20mの捨て切りを行なった後、ロッドおよび岩芯の検収を行ない掘り止めとした。

〔インナーチューブの落下事故〕深度268.25mにて、インナーチューブを降下中、深度150m付近でインナーチューブがオーバーショットからはずれて落下し、BQ-WL ダイヤモンドビットを貫通する事故が発生した。このため、BQ-WL ロッドを揚げてツールの回収を計ったが、BQ-WL ダイヤモンドビットが若干変形し、ケーシングパイプ先端で引っかかり、ロッド引き揚げに困難をきたしたが、時間をかけてその回収に成功した。回収後、オーバーショットおよびインナーチューブを点検したが、異常は認められなかった。事故の原因は明らかでないが、傾斜孔であり、僅かなロッド継目の凹凸にインナーチューブが当たり、その衝撃でロッキングスリーブ（止め金）がはずれ、インナーチューブを落下させた可能性

•
•

も考えられたので、以後、ロッドを選別して使用し、また、衝撃を緩めるためにインナーチューブ降下速度を遅くした結果、以後は同種の事故は回避できた。

2-6-3 DDH-M3 孔 (深度 212.25 m, 垂直)

0.00~5.80m ……孔口から 5.50 m まで石灰岩小礫が混在した表土からなり、5.50~5.80 m 間は風化した割れ目の多い石灰岩からなっていたため、115 mm メタルクラウンによって無水掘りを行なった後、115 mm ケーシングパイプを挿入し、以後、NQ-WL ダイヤモンドピンノドによって掘進した。

5.80~155.80m ……一部に薄層の粘土質泥灰岩や泥灰岩質石灰岩が挟まれた再結晶石灰岩からなり、犬牙状方解石によって充填膠結された裂か・破碎帯・角礫化帯がみられたほか、酸化鉄沈澱を伴う開口亀裂も多く、とくに深度 16.00~38.20 m, 140.25~146.80 m 間等に多かった。深度 16 m から全量逸水したため、以後、逸水状態のまま掘進したが、深度 131.60 m に於てピントの焼付事故が発生した。

[ピント焼付事故] 深度 131.60 m から 132.30 m にかけての晶洞の多い酸化鉄汚染を伴った方解石脈によって、急激に水が逸散し、ピント刃先に十分まわらなかったための事故と考えられる。本孔は全体に逸水が激しいため、水圧計が常時殆んど零位置にあったことも、事故発生に気付かなかった原因と考えられる。以後、送水量を増して掘進した。

深度 131.60 m から 137.25 m にかけて著しい破碎・角礫化部が認められたが、方解石が良くこれを充填膠結しており、また、137.25~152.80 m にかけては、比較的安定した再結晶石灰岩が連続したため、掘進は順調に進んだ。

[ロッド抑留事故] 深度 155.80 m において、インナーチューブを昇降するためにロッドを約 2 m 揚げた後、再びロッドを孔底まで下げようとしたが、ロッドが抑留されて、その昇降が思うようにまかせなかった。モンケンおよび 10 t ジャッキによってロッドを動かそうと試みたが、孔口部分のロッドが破損したため、それらの使用を中止し、NW ケーシングによる拡孔を行ない、拡孔深度 153.30 m にて全ツールの回収に成功した。この作業のために 6 方を要した。

事故の原因は、開口亀裂が少ない再結晶石灰岩であったため、スライムが充分排出されなかったものと思われる。以後、安定した石灰岩が続いた場合にはスライム排出のために、インナーチューブ昇降前に十分な時間をかけて孔底洗浄をすることにより、この種の事故の発生を防いだ。

155.80~212.25m ……この区間は、一部に泥灰岩を伴う再結晶石灰岩からなり、157.10~163.10 m, 176.25~195.00 m 等に著しい角礫化された破碎帯が認められたが、犬牙状方解石によって良く充填膠結されており、掘進は順調に進んだが、189.65 m 以深にみられる著



しい褐鉄鉍汚染を伴う泥灰岩部では、若干岩芯採取率が低下した。

深度 212.25 m に達した時点で、地質技師の判断により、本孔の目的を達したと判断されたため、岩芯検討・検収後掘り止めとした。

2-6-4 DDH-M4 孔 (深度 203.25 m, 垂直)

0.00~5.90m …… 孔口から 5.90 m まで石灰岩礫が混在した表土であったため、115 mm メタルクラウンによって無水掘りを行ない、NW ケーシングパイプを挿入し、以後、NQ-WL で掘進した。

5.90~203.25m …… 5.90 m 以深は、泥灰質石灰岩および石灰岩からなり、割れ目が極めて少ない安定した地層であるため、193.75 m まではほぼ 100 % 復水し、掘進は順調に運んだ。

41.25~41.95 m, 46.50~47.25 m, 130.00~198.30 m 等の区間には、標白・酸化鉄汚染を伴う破碎部が存在したが、130.00~198.30 m 区間以外のものは良く方解石脈によって充填膠結されており、逸水もせず掘進上問題はなかった。130.00~198.30 m 間は方解石脈により充填膠結されているが、この間で全量逸水し、以後、清水により逸水状態のまま掘進した。上記の方解石脈のほか、白色方解石細脈が 151 m 以深にみられ、とくに 198.30 m 以深に多かったが、鉍化作用を全く伴っておらず、203.25 m に達した所で地質技師による岩芯検討の結果、当初の目的を達成したと判断されたため、ロッドおよび岩芯の検収の後、掘り止めとした。

2-6-5 DDH-M5 孔 (深度 220.95 m, 傾斜 N55°W, -5°)

0.00~1.90m …… 孔口から 1.90 m まで、主に石灰岩礫からなる表土であったため、115 mm メタルクラウンで無水掘りを行なった後、115 mm ケーシングパイプを挿入し、以後、NQ-WL ダイヤモンドビットを用いて掘進した。

1.90~220.95m …… 一部に泥灰岩質部を伴う糖晶質再結晶石灰岩からなり、全体に破碎されており裂かが良く発達し、著しい角礫化部も一部に認められ、また、深度 80 m から 164.00 m までには鉍脈も多数認められたが、破碎された裂かや角礫化部は犬牙状方解石によって良く充填膠結されており、鉍脈部も母岩と良く組み合っていたため、掘進上大きな問題は生じなかった。しかし、開口裂かも存在し、2.50 m で完全逸水し、以後、清水による逸水掘りを行なわざるを得なかった。孔壁とロッドの間に水を注入して、ロッドのバイブレーションを防止したが、傾斜孔であるため、十分水がまわりきらず、深度が深くなるにつれバイブレーションが激しくなり、回転を下げて掘進せざるを得なかったため、掘進能率が若干低下した。

また、深度 90 m 以深では、開口性裂かがやや増えたためコア詰りも発生し、若干コア採取率が低下したが、概ね順調に掘進できた。地質技師によるコア検討の結果、深度 220.95 m で、当初の目的を達成したと判断されたので、ロッドおよびコア検収後、掘り止めとした。

Fig. III-4 Progress Record of Diamond Drilling DDH-M4 Vertical

Depth M	Drill log	Geology	Drilling hour / meter (minute)					Drilling Method			Performance					Remarks		
								Depth of bit change	Hole diameter	Casing	September		October					
			10	20	30	40	50				26	27	28	29	30		1	2
5.90		Gravel, clay and humus Marly limestone, gray-to-dark gray, massive, rarely intercalating black carbonaceous lamina, as well as marl lamina. Marly limestone; dark gray, thin-to-medium-bedded, intercalating black carbonaceous beds					115mm Metal crown 5.90	115mm	HW CP									Opening hole & collaring on 28th Sep. Bit pressure : 1,000 kg/cm ² , 250rpm Feed water : 40 l/min Return water : 0 l/min (clean water was used)
																		Below the depth of 17.25m, 40 l/min. of return water was measured
50		Limestone; grayish white, fine-grained, compact, medium-to-thick-bedded, intercalating black thin carbonaceous beds, as well as marl thin beds	155						NQ -WL									47.25
																		65.25
100		Marly limestone; dark gray, thin-to-medium-bedded, alternating black thin carbonaceous beds. Marly limestone Limestone	106.55															86.25
																		106.25
150		Marly limestone; black-to-dark gray, thin-to-medium-bedded, intercalating black thin carbonaceous beds.																128.25
																		149.25
200																		170.25
203.25									NQ									185.25 Below the depth of 193.75m, return water was stopped.
									203.25									203.25

Transportation of drilling equipment

Dismantling of machines & derrick. Completion of drilling & measurement of drilled depth

第3章 考 察

今回の調査で実施された5孔の試錐は、それぞれ試錐位置選定理由の項で記したような目的で実施され、次のようにそれぞれの目的を達成した。なお、各孔の地質に関する考察は第1部で行なったので、重複を避けるためにここでは触れない。

- 1) 各孔は主として石灰岩からなり、一部に泥灰岩が伴われており、これらはDDH-M4孔を除く全孔で著しく再結晶化し、原岩推定が困難な場合もあったが、概ね、地表地質分布と対応し、層序の解明に資する所が多かった。
- 2) 構造的には、DDH-M1, DDH-M2, DDH-M3孔等では、Kau III単元周辺に顕著な破砕帯の存在が確認され、また、予想された潜頭性火成岩の伏在深度が予想外に深いことも明らかとなった。
- 3) 熱変成帯は主として再結晶石灰岩からなり、スカルン鉱物に乏しいが、含スカルン鉱物再結晶帯の一部には巨晶変斑晶状の石榴石のほか、珪灰石や灰鉄輝石等が生じていることが確認され、その変成条件の推定に資する所が多かった。
- 4) DDH-M1, DDH-M2, DDH-M3, DDH-M5の各孔では、それぞれ比較的高品位の鉱体に着鉱し、本地区の鉱化帯の解明に貢献する所が多かった。とくに、DDH-M2およびDDH-M5孔では初生硫化鉱が一部に認められ、鉱化作用の性質を明らかにする上で重要な資料を提供した。
- 5) IP異常を探索する目的で実施したDDH-M4孔では、炭質物に富む石灰岩および泥灰岩がみられ、その原因が鉱化作用によるものではないことが判明した。

以上のような地質的な成果の他に、試錐技術上あるいは作業能率上の問題には、次のような対応策をとり、全作業を予定どおり完了するように努めた。

- 1) 本地区は、最寄りの集落から離れ、用水の確保・資機材の調達・道路状況の悪さ・居住条件・試錐用水の確保等の問題が指摘されてきたが、事前準備作業が順調に進み、とくに道路状況が改善されたため、孔間移動が短時間で済んだことや、ベースキャンプが試錐位置に近接していたことなどから、作業能率を著しく向上することができた。
- 2) 掘進作業に関しては、DDH-M4孔を除く全孔で比較的浅所から完全逸水したことから、潜水により逸水状態のまま掘進を続けた。このような逸水孔におけるワイヤーライン工法は技術的に難しい点を多く有しており、本調査に際しても当初インナーチューブの落下、ビットの焼付・スライム排出不全によるロッドの抑留等の事故が発生し、また、ロッドのバイブレーションによる若干の能率低下がみられた。今回の調査では、これらの事故発生と同時に、その対策と原因究明を徹底的に行なった結果、事故発生率は孔を追う毎に減少した。
- 3) 作業に当っては、試錐補助員や技術員の著しい技術向上がみられ、また、当初予想された

ような崩壊性の断層破碎帯や角礫化帯，著しい変質帯やスカルン帯がみられなかったことにも助けられて，概ね順調に全試錐工事を完了した。

第Ⅳ部 結 論

第Ⅳ部 結 論

第1章 結 論

以上の調査結果からも明らかなように、本地区には新第三紀貫入岩と密接に関連して生じた含銀銅鉍脈型熱水鉍床が分布し、本地区全域にわたって分布する Aurora 層の石灰質堆積岩中に、熱変成帯やそれをもたらした潜頭性火成岩・鉍床の累帯配列・絹雲母石英岩等の鉍化に関係する諸構造に規制されて、比較的優勢な鉍脈や鉍化帯が賦存している。

これらの地表および地下浅所の Aurora 層中で確認された鉍床および鉍徴のほか、本地区下部に広く伏在する Cupido 層および La Peña 層中に富鉍部が形成されている可能性が充分考えられる。さらに、本地区外北東方に分布する La Morena 鉍山および El Refugio 鉍山等の Sierra la Morena 北東急崖山麓に分布する鉍床も本地区の鉍化作用と関連して生じたと考えられる。

以上の諸点から、本地区には比較的優勢な鉍化作用があり、深部に期待がもてることから、さらに探鉍を継続していく価値があると判断される。本地区と類似した地質環境下にある El Volcan 地区の El Volcan 鉍山から Collan 鉍山にかけての地域、Sierra de Cruces 地区の Libertad 鉍山から Noria del Picacho ドームにかけての変質帯も本地区と同様の鉍床が賦存する可能性がある。

第2章 今後の探鉍

本地区の今後の探鉍の主眼とすべき点として、次の2点が挙げられる。すなわち、その1つは Aurora 層中で見い出された既知鉍体の下部探査であり、他の1つは La Peña 層および Cupido 層の鉍化状況を知るための深部探査である。

(1) 既知鉍体の下部探査

既知鉍体の下部探査は、鉍量と品位の確認を主眼とするもので、その実施に際して留意すべき点として、高品位鉍は高銅比鉍化帯中に主に分布すること、走向延長があり地表規模の大きい鉍脈の多くは、熱変成帯縁部に存在していること、火成岩と推定される絹雲母石英岩が鉍床と密接に関連しており、下部で肥大する場合には、比較的規模の大きい高品位鉍体が期待できること等があげられる。これらの条件を満たす地区として、(1)含スカム鉍物再結晶帯下部・(2)熱変成帯東部の鉍化帯・(3)同北東部の NE2~4 の鉍脈および鉍化帯・(4)同北部の N4 鉍化帯・(5)P の分極率異常帯等があげられる。なお、この異常は鉍床を胚拓する断層の延長上にあり、しかも IP 異常のほかにもその分布パターンに不連続性がみられることから重要と考えられる。

(2) La Peña 層準およびCipido 層準に対する深部探査

ここら両層準の伏存深部が深いため、深部探査は困難を伴うと推測されるが、本地区の経済性の評価の上で極めて重要である。鉍化作用の状況を探るためには、La Diana 鉍山鉍区標識およびその近傍のKau1単元の分布地域が深度的に有利であると判断され、深さ約300mでCupido層上面に到達し得ると考えられる。さらに南西方の鉍化帯では、試錐深度600～800mが必要である。

なお、この深部探査においては、潜頭貫入火成岩を確認すること・スカルの存否・スカルンに鉍化作用が伴われるか否か等の本地区の鉍床の経済性を評価する上で重要な諸点も併せて検討していくのが望ましい。

なお、これらの各種の今後の探鉍の検討にあたっては、潜頭貫入火成岩・熱変成帯・鉍化帯・鉍脈などの諸々の鉍化に関連した構造が北西～北北西方向に傾斜する可能性があることや、本地区の鉍床と本地区外北方のLa Morena 鉍山・El Refugio 鉍山等の鉍床が同一の鉍化作用によってもたらされている可能性が高いこと等を考慮する必要があると考えられ、また、鉍体の方向性を確認するために試錐孔を利用した流電電位法による物理探査の採用等も考慮すべき点と思われる。

REFERENCE

- Armstrong, R.L. & McDowell, W. G. (1974): Proposed refinement of the Phanerozoic time scale, Abstract, Int. Mig. Geochron. Cosmochron. Isotope Geol., Paris.
- J.I.C.A. & M.M.A.J. (1976): Report on geological survey of the Coahuila area, northern Mexico, phase I.
- _____ (1977): Report on geological survey of the Coahuila area, northern Mexico, phase II.
- _____ (1978): Report on aeromagnetic survey of the Coahuila area, northern Mexico, phase III.
- Miyashiro, A. (1965): Metamorphic rock and metamorphism (in Japanese), Iwanami Press.
- Smirnov, V.C. (1969): Geological study of mineral deposits.
- Sunagawa, I. (1953): Variation of crystal habit of calcite, with special reference to the reation between crystal habit and crystallization stage, Rep. no.155, Geological Survey of Japan.

APPENDICES

PART I
GEOLOGICAL SURVEY

APX. I-1	Geological sketches	A-1
APX. I-2	Chemical analyses of surface ore samples	A-9
APX. I-3-(1)	Microscopic observations of thin sections of surface samples	A-19
APX. I-3-(2)	Photomicrographs of thin sections of surface samples	A-27
APX. I-4-(1)	Microscopic observations of polished sections & electron probe microanalyses of surface samples	A-32
APX. I-4-(2)	Photomicrographs, secondary electron images and characteristic X-ray images of polished sections of surface samples	A-39
APX. I-4-(3)	Qualitative analysis of ore minerals of surface samples by electron probe microanalyzer	A-54
APX. I-5-(1)	Detected minerals by X-ray diffractions	A-55
APX. I-5-(2)	Charts of X-ray diffractions	A-56
APX. I-6	Chemical analyses and X-ray diffraction data of natrojarosite	A-58
APX. I-7	K-Ar datings and whole rock chemical analyses	A-59

APX. I-1 GEOLOGICAL SKETCHES

SKA - 1, 2, 3, 4, 5

SKC - 1, 2, 3

SKE - 1, 2

SKG - 1, 2, 3

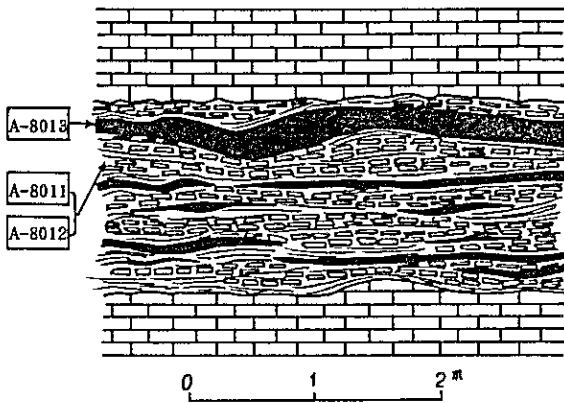
* Coordinates: refer to PL. I-1





SKA - 1

* Coordinates

N: 3123402

E: 647124



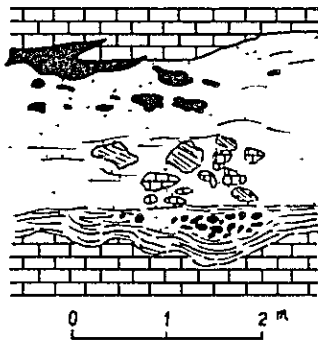
-  banded hematite and limonite
-  hematite and limonite networks/stringer
-  banded granular calcite
-  thickly bedded limestone







SKA - 2

* Coordinates

N: 3123898

E: 646208



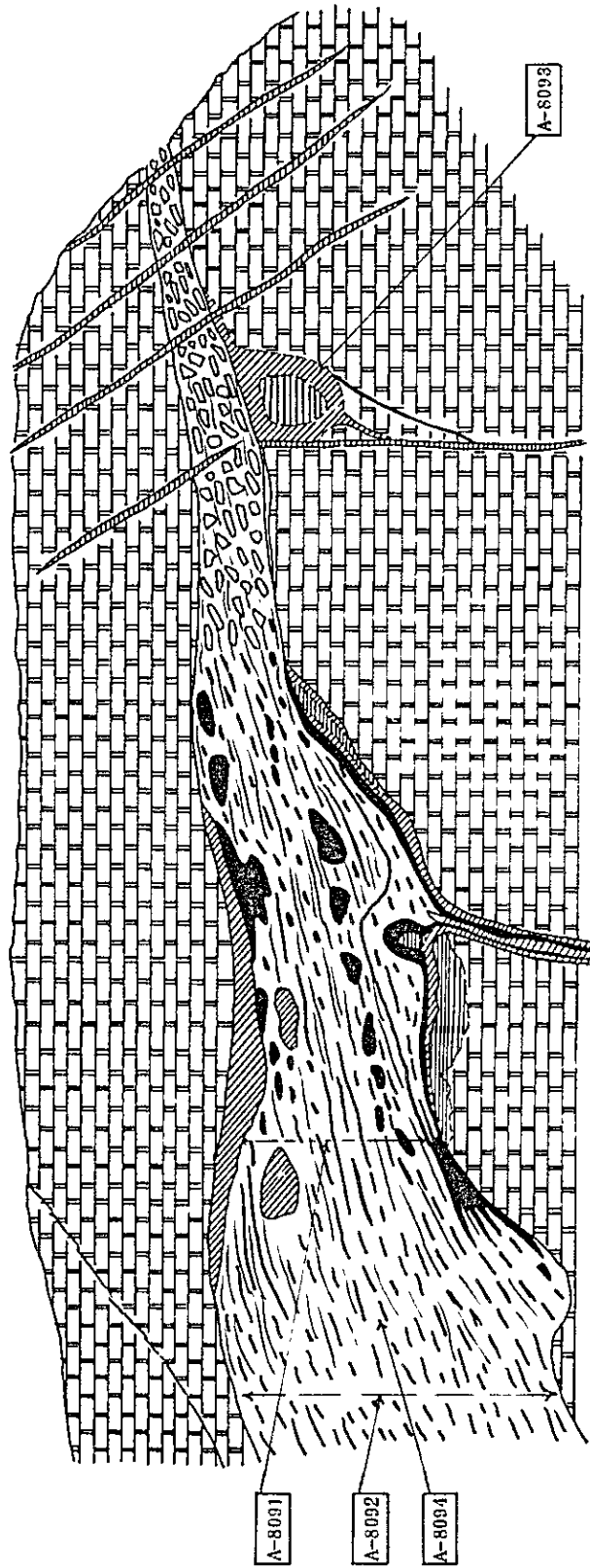
-  black hematite
-  fine-grained hematite and calcite
-  banded hematite
-  aggregated crystalline calcite
-  limestone relict
-  limestone









SKA - 3

* Coordinates

N: 3124004

E: 647933



-  green copper-minerals
-  green copper minerals and azurite
-  minor fault
-  hematite
-  hematite
-  granular calcite
-  hematite stringer networks
-  transparent saccharoidal limestone

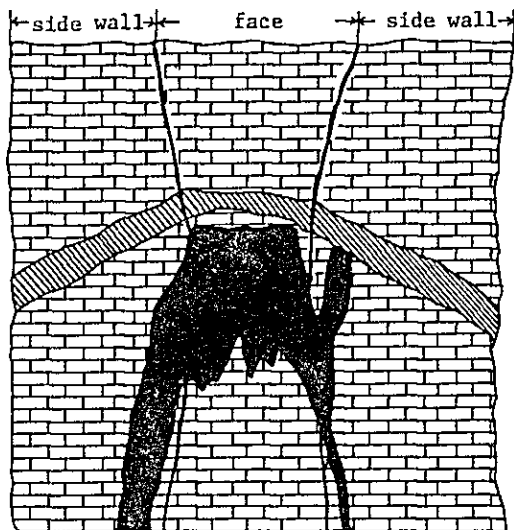
SKA - 4

* Coordinates




(Mina La Diana shaft)

N:3124671

E: 648262



0 1 2^m

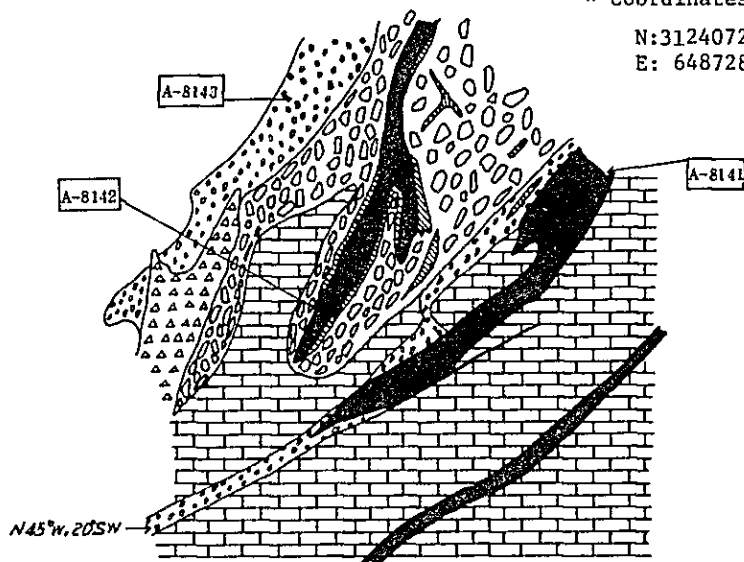
- | | | | |
|--|--|---|---|
|  | manto-wein type hematite with rare green copper-minerals |  | manto type green copper-minerals and hematite (N55°W, 28SW) |
|  | limestone | | |

SKA - 5







* Coordinates

N:3124072

E: 648728



0 1 2^m

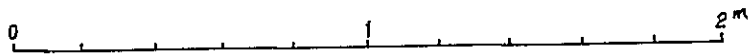
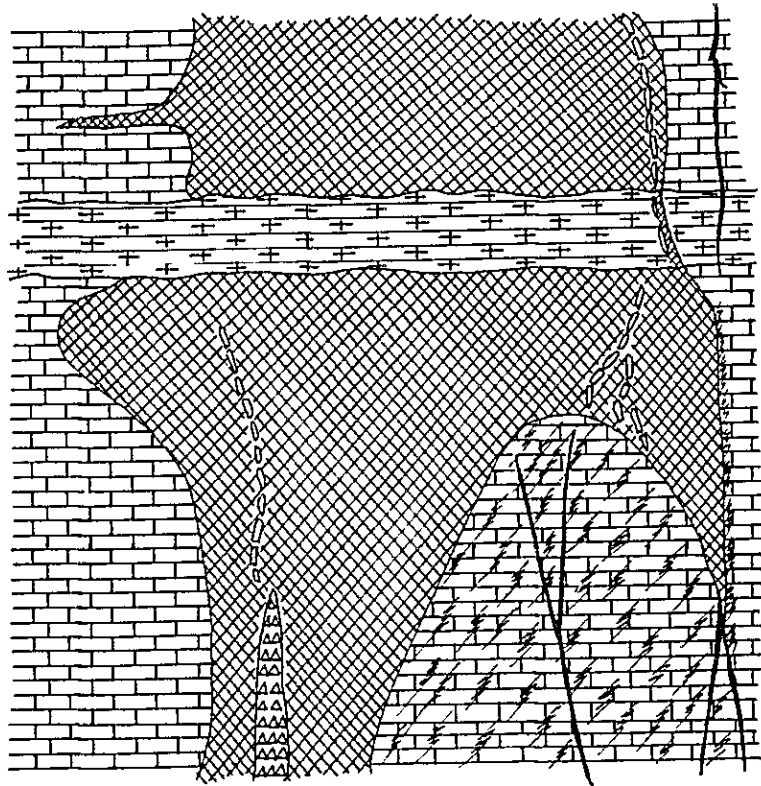
- | | | | |
|---|-----------------------|---|--|
|  | banded limonite |  | druse filled with calcite and iron oxide |
|  | green copper-minerals |  | coarse-grained calcite |
|  | druse |  | limestone (bedding: N45°W, 20°SW) |







SKC - 1

* Coordinates

N: 3124204

E: 648327



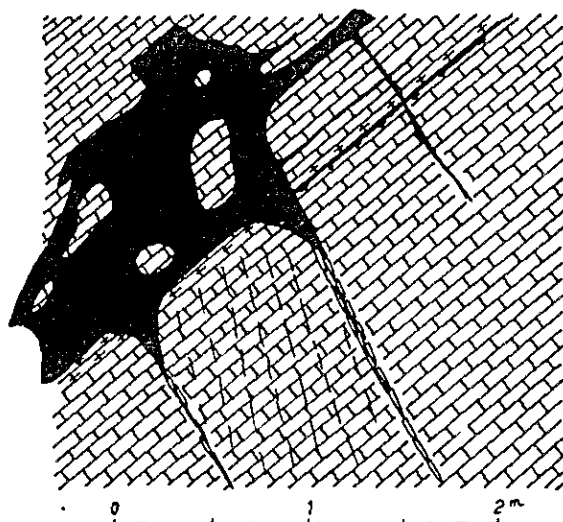
- | | |
|---|--|
|  mantle vein type iron oxide |  druse filled with green copper-minerals |
|  iron oxide vein-vein-lets |  bedded marl |
|  irregular calcite vein |  light gray, fine-grained, weakly altered limestone |

SKC - 2

* Coordinates

N:3124797

E: 648389



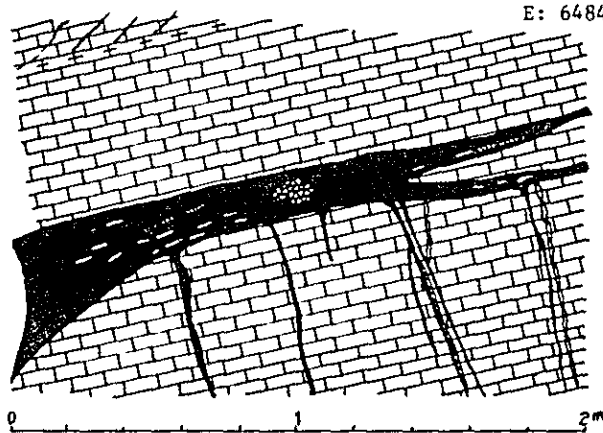
- | | | | |
|--|---|--|----------------------------------|
| | hematite and calcite vein with low-grade iron oxide ore | | calcite vein stained by limonite |
| | hematite and limonite | | marl or marly limestone |
| | fractures filled with iron oxide | | limestone |

SKC - 3

* Coordinates

N:3124828

E: 648410

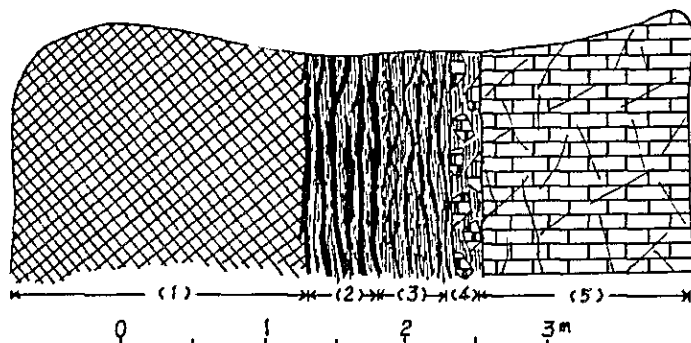







- | | | | |
|--|-----------------------|--|------------------------------|
| | manto type iron oxide | | druse (hard silicified part) |
| | iron oxide vein | | oxidized marl |
| | calcite vein | | limestone |
| | green copper-minerals | | |

SKE - 1 * Coordinates

N: 3124223

E: 646948



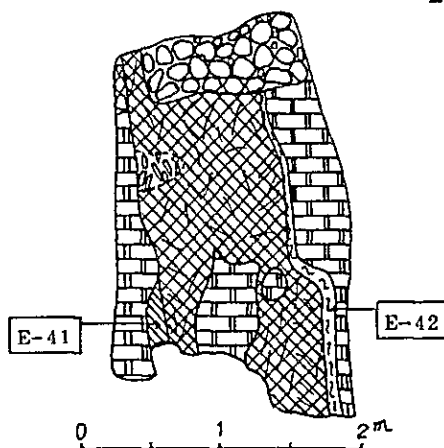
- (1)  almost pure hematite (very fine-grained)
- (2)  hematite and calcite
- (3)  calcite veinlets > hematite
- (4)  calcite veinlets in brecciated limestone
- (5)  limestone with calcite veinlets along cracks







SKE - 2

* Coordinates

N: 3124349

E: 648354

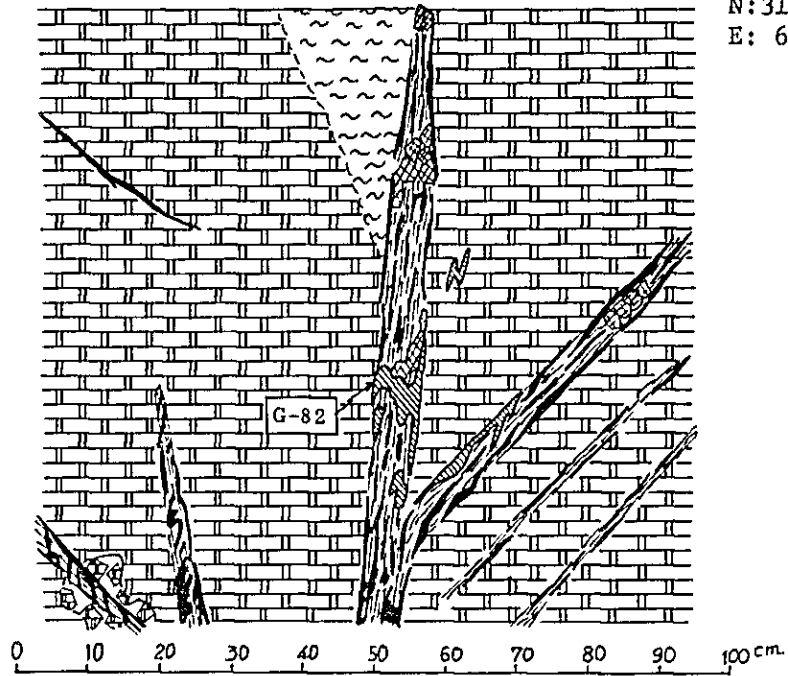









-  green copper-minerals and hematite
-  hematite with calcite networks
-  calcite networks with brecciated hematite
-  whitish clayey pulverulent limestone
-  overburden
-  recrystallized limestone

SKG - 1

* Coordinates

N: 3123938
E: 647780

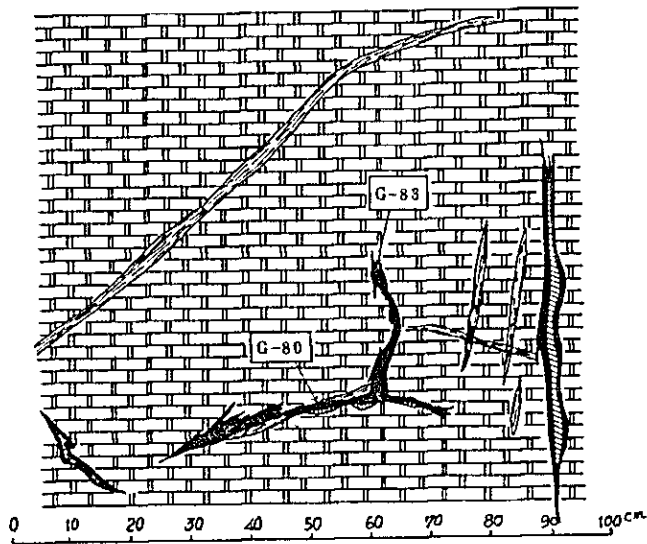






- | | | | |
|---|-----------------------|---|-------------------------------------|
|  | iron oxide vein |  | crystalline calcite vein |
|  | green copper-minerals |  | sheared, fractured part |
|  | garnet skarn vein |  | brecciated recrystallized limestone |
| | |  | recrystallized limestone |

SKG - 2

* Coordinates

N: 3123930
E: 647808

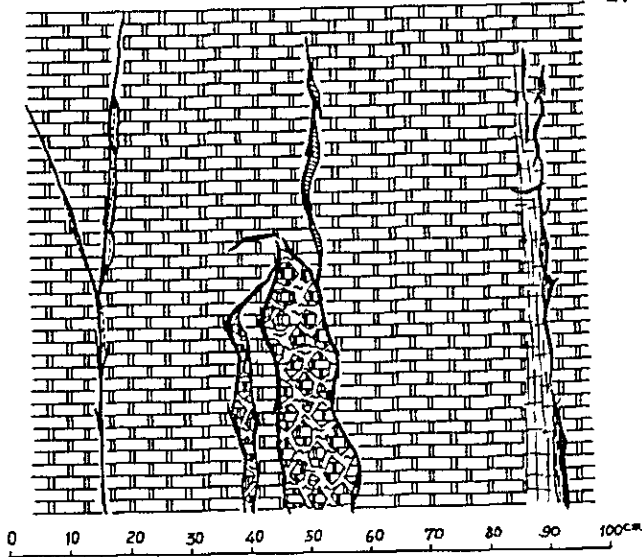










- | | | | |
|---|-----------------------|---|---|
|  | iron oxide vein |  | crystalline calcite vein |
|  | green copper-minerals |  | recrystallized limestone
(bedding N20°E, 20°W) |

SKG - 3

* Coordinates

N: 3123920
E: 647768



- | | | | |
|---|--|---|--|
|  | iron oxide vein |  | calcite vein |
|  | green copper-minerals |  | quartz vein |
|  | fractured and filled
with iron oxide nets |  | brecciated recrystallized
limestone |
|  | brecciated clayey part |  | recrystallized limestone |

APX. I-2

CHEMICAL ANALYSES OF SURFACE ORE SAMPLES

APX. I-2 CHEMICAL ANALYSES OF SURFACE ORE SAMPLES

No.	Sample No.	Coordinates		Occurrence			Chemical analyses					Remarks		
		E	N	Minerals and type	Direction	Width (m)	Scale of mineralization	Au g/t	Ag g/t	Cu %	Pb %		Zn %	
1	A-7271 A	647645	3124147	Iron oxide manto	N30°~40°E, 30°SE	0.2	0.2m x 60m	tr.	8.7	0.05	0.01	0.01	0.01	
2	A-7272 A	647677	3124120	Green copper mineral - calcite veinlets		2	2 x 2	tr.	59.3	3.56	0.01	3.27	0.01	
3	A-7273 A	647743	3124100	Green copper mineral ore (floats)			20 x 20	4.4	26.1	0.78	0.02	0.14	0.02	
4	A-7274 APE	647873	3123990	Hematite-green copper mineral ore (stock pile)			2 x 2 x 2	0.5	255.6	8.16	0.02	0.21	0.02	
5	A-7311 A	647685	3122910	Calcite-green copper mineral vein	N50°E, 60°NW	2.5	2.5 x 18	tr.	1.6	0.21	0.01	0.04	0.01	
6	A-8011 APE	647125	3123402	Hematite-calcite manto	N60°W, 20°SW			8	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	cf. geological sketch SKA-1
7	A-8012 A	ditto	ditto	ditto	ditto	3	3 x 30	tr.	3	0.25	0.02	0.06	0.02	ditto
8	A-8013 A	ditto	ditto	ditto	ditto			tr.	1.3	0.03	0.03	0.04	0.03	ditto
9	A-8031 A	646938	3123526	Iron oxide vein	N45°E	5	5 x 20	tr.	206.5	0.02	0.01	0.02	0.01	
10	A-8071 A	646210	3123898	ditto	N82°W	1~2	2 x 40	0.7	1.9					cf. geological sketch SKA-2
11	A-8081 A	647993	3123973	Iron oxide-fluorite- calcite veinlets	E-W	2	20 x 20	tr.	21.7	0.95	0.01	0.03	0.03	

In case that two analytical results are described in the column of chemical analyses, the upper and the lower are analyzed in Japan and in Mexico respectively.

No.	Sample No.	Coordinates		Occurrence				Chemical analyses						Remarks	
		E	N	Minerals and type	Direction	Width (m)	Scale of mineralization	Au g/t	Ag g/t	Cu %	Pb %	Zn %			
12	A-8091 A	647935	3124005	Iron oxide-green copper mineral manto	N50°W, 10°SW			0.8	133.9	2.01	0.01	0.04	0.04	cf. geological sketch SKA-3	
13	A-8092 A	ditto	ditto	Iron oxide-calcite manto	ditto			2.6	62.7	2.75	0.01	0.11	0.11		
14	A-8093 A	ditto	ditto	Green copper mineral manto	ditto	1	1 x 4	5.8	131.2	4.53	tr.	0.07	0.18		
15	A-8094 A	ditto	ditto	Iron oxide-calcite manto	ditto			1.2	108.7	0.06	0.01	0.003	0.13		
16	A-8095 APE	ditto	ditto	Iron oxide-calcite-green copper mineral manto	ditto			1.6	757.6	5.57	0.09	1.05	0.08		ditto (Sampled from an ore stock pile)
17	A-8096 A	648263	3124086	Iron oxide-calcite-green copper mineral vein	N50°E	2		0.7	38.4	3.76	0.01	0.08	1.57		
18	A-8098 A	648250	3124074	Iron oxide-calcite-green copper mineral ore (stock pile)			40 x 40	1.1	545.4	7.90	0.03	19.50	3.07		
19	A-8099 A	ditto	ditto	ditto				0.6	413.9	1.68	0.03	4.30	4.30		
20	A-80910 APE	648272	3124074	Calcite-iron oxide-green copper mineral vein	N60°E	2		tr.	27.9	8.03	0.02	0.25	0.12		Sampled from an ore stock pile
21	A-8101 A	648340	3124095	Iron oxide-green copper mineral vein	N30°~50°E, 60°NW			tr.	27.9	5.83	0.04	0.72	0.16		
22	A-8102 AP	ditto	ditto	ditto	ditto	2	2 x 30		8	0.18	0.05	0.31	0.05		

No.	Sample No.	Coordinates		Occurrence				Chemical analyses						Remarks	
		E	N	Minerals and type	Direction	Width (m)	Scale of mineralization	Au g/t	Ag g/t	Cu %	Pb %	Zn %			
23	A-8103 APE	648340	3124095	Iron oxide-green copper mineral vein				2.0	545.4	2.40	0.16	2.08			
24	A-8104 AP	648248	3124150	ditto	N80°W	0.3	0.3 x 15	tr.	34.8	4.79	0.02	3.06			
25	A-8105 APE	648273	3124670	ditto	N50°E	0.1 ^o 0.2	20 x 30	3.1	9,090.9	16.06	0.16	0.19			cf. geological sketch SKA-4
26	A-8141 A	648272	3124074	Banded iron oxide manto	N45°W, 20°SW	0.6		1.9	13.4	0.17	0.004	0.08			cf. geological sketch SKA-5
27	A-8142 A	ditto	ditto	ditto	ditto	0.3	4 x 5	tr.	69.6	0.38	0.01	0.04			ditto
28	A-8143 A	ditto	ditto	Iron oxide and calcite filling a druse	ditto	0.5		0.5	43.5	0.15	0.02	0.04			ditto
29	A-8147 A	648250	3124074	Iron oxide-green copper mineral vein	ditto	0.3		tr.	59.3	7.71	0.003	21.75			
30	C-2 A	647695	3124228	Iron oxide-green copper mineral veinlets	E-W	0.1	0.1 x 30	tr.	46.0	0.66	0.03	0.02			
31	C-3 A	647752	3124183	Calcite-green copper mineral vein				tr.	26.6						
32	C-4 A	648558	3123763	Iron oxide veinlets		0.3	0.3 x 8	2.7	21.8	0.02	0.02	0.03			
33	C-5 A	648270	3123965	Iron oxide (after pyrite) - calcite vein	N60°E, 90°	4	4 x 30	0.9	4.8	0.02	0.02	0.01			

No.	Sample No.	Coordinates		Occurrence			Chemical analyses						Remarks
		E	N	Minerals and type	Direction	Width (m)	Scale of mineralization	Au g/t	Ag g/t	Cu %	Pb %	Zn %	
34	C-7 A	647230	3123656	Iron oxide (after pyrite)-green copper mineral vein	N70°E, 90°	0.15	0.15 x 80	tr.	4.8	0.64	0.03	0.04	
35	C-8 A	647045	3123573	Iron oxide (after pyrite) -calcite vein	N55°E	6	6 x 60	tr.	2.4	0.15	0.02	0.04	
36	C-9 A	646923	3125008	Iron oxide manto		0.2~0.9	10 x 15	0.8	11.5	0.05	0.05	0.09	
37	C-10 A	647250	3125250	Iron oxide (after pyrite) -calcite vein	N55°E, 80°E	1	20 x 0.8	tr.	4.8	0.08	0.02	0.08	
38	C-11 A	647490	3125197	Iron oxide manto	N30°E, 18°SE	1	40 x 40	tr.	7.2				
39	C-13 A	647795	3125170	Iron oxide-calcite-green copper mineral veinlets	N30°E		140 x 140	0.8	657.0	3.11	0.02	2.21	
40	C-15 A	647158	3124522	Iron oxide-calcite manto	N10°E, 10°SE	2	2 x 100	1.8	14.5				
41	C-16 A	647310	3124895	Iron oxide-silicate gossan			4 x 25	tr.	tr.	0.002	0.01	0.05	
42	C-19 A	648383	3124832	Iron oxide-green copper mineral vein	N30°E	0.8~2	10 x 60	2.5	131.4	4.79	0.08	0.83	
43	C-20 A	648367	3124785	Iron oxide-green copper mineral vein	N80°E, 45°SE	1.2	1.2 x 10 x 6	1.0	131.4	4.92	0.70	0.39	
44	C-21 AT	648273	3124670	ditto				1.5	481.8	5.44	0.37	0.22	
								56		6.99	0.08	0.17	

No.	Sample No.	Coordinates		Occurrence				Chemical analyses					Remarks
		E	N	Minerals and type	Direction	Width (m)	Scale of mineralization	Au g/t	Ag g/t	Cu %	Pb %	Zn %	
45	C-22 A	648430	3124860	Iron oxide-green copper mineral vein	N44°E, 50°-67°SE	0.8	8 x 40	1.5	43.8	1.55	0.03	1.32	
46	E-2 A	647623	3123928	ditto	N55°E	0.6	0.6 x 12	tr.	7.2	1.46	0.03	4.11	
47	E-3 A	647740	3123843	Iron oxide vein	N65°E, 90°	0.5 ^v 2	0.5 x 70		5	0.18	0.01	0.21	
48	E-4 A	647700	3123740	ditto	N60°E	2	2 x 6	tr.	4.8	0.04	0.03	0.04	
49	E-5 A	647502	3123758	ditto	E-W, 90°	0.5 ^v 2	0.5 x 20		5	0.04	0.02	0.01	
50	E-7 AP	647515	3123770	Iron oxide-green copper mineral vein	E-W, 90°	1.5	1.5 x 10	0.5	197.1	2.98	0.02	4.06	
51	E-8 A	647335	3123872	Iron oxide vein	N70°E, 45°NW	0.8	0.8 x 5		3	0.79	0.02	7.42	
52	E-9 A	647238	3123947	ditto	N3°E, 60°NW	0.5	0.5 x 10	tr.	3.6	0.01	0.03	0.05	
53	E-11 A	647044	3124072	ditto	N60°E, 70°NW	1	1 x 40		2	0.002	0.01	0.01	
54	E-13 A	646885	3124155	Iron oxide mantle	N80°E, 20°SE	1	1 x 5 x 5		3	0.01	0.03	0.47	
55	E-14 AP	646865	3124183	Iron oxide vein	N10°W	4	4 x 12	0.5	tr.	0.02	0.06	0.02	
									8	0.001	0.01	0.01	
										0.01	0.10	0.01	

No.	Sample No.	Coordinates		Occurrence			Chemical analyses						Remarks		
		E	N	Minerals and type	Direction	Width (m)	Scale of mineralization	Au g/t	Ag g/t	Cu %	Pb %	Zn %			
56	E-15 A	646840	3124235	Iron oxide vein	N30°E	2	2 x 10	4	0.06	0.01	0.05				
57	E-17 A	646865	3124310	ditto	N-S, 50°W	1	1 x 3	tr.	0.04	0.01	0.04				
58	E-18 A	646945	3124223	ditto	N40°E, 90°	3.5	3.5 x 10	3	0.01	0.002	0.05				cf. geological sketch SKE-1
59	E-20 A	647063	3124278	ditto	N55°E, 90°	0.5	0.5 x 2	0.6	0.02	0.03	0.01				
60	E-21 A	647105	3124207	Iron oxide manto	N35°W, 15°SW	0.3	0.3 x 20	2	0.002	0.01	0.01				
61	E-22 A	648030	3125035	Iron oxide vein	N30°W, 90°	2	2 x 10	tr.	0.06	0.01	0.23				
62	E-23 A	647818	3125203	Iron oxide vein and manto	N38°W	3	3 x 3	10	0.05	0.02	0.33				
63	E-26 A	648235	3124807	Iron oxide-green copper mineral vein	N30°E, 70°SE	0.2	0.2 x 10	613.2	5.44	0.14	0.79				
64	E-32 A	647093	3123612	Iron oxide vein	N60°E	2	2 x 40	16	4.24	0.09	0.73				
65	E-34 A	647115	3123725	ditto	N50°E, 90°	4	4 x 30	1.7	0.01	0.01	0.03				
66	E-35 A	647192	3123685	Iron oxide manto	N50°E, 20°SE	0.6	0.6 x 15 x 15	tr.	0.001	0.01	0.01				
								5	0.02	0.05	0.04				

No.	Sample No.	Coordinates		Occurrence				Chemical analyses					Remarks		
		E	N	Minerals and type	Direction	Width (m)	Scale of mineralization	Au g/t	Ag g/t	Cu %	Pb %	Zn %			
67	E-36 A	646718	3123543	Iron oxide vein	N70°W	5	5 x 8	tr.	1.0	0.01	0.003	0.01			
68	E-37 A	648526	3124173	Iron oxide manto and vein	N45°W, 25°SW	0.8	0.8 x 20	tr.	1.0	0.02	0.01	0.03			
69	E-40 A	648350	3124348	Iron oxide-green copper mineral vein	N8°W, 80°NE	1.1	1.1 x 3	0.8	39.4	4.66	0.001	0.20			cf. geological sketch SKE-2
70	E-41 A	ditto	ditto	ditto (iron oxide part)	ditto	ditto	ditto	4.6	1.4	0.08	0.04	0.07			ditto
71	E-43 A	648306	3124392	ditto	N55°E	0.35	0.35 x 5	tr.	394.2	25.00	0.01	0.51			
72	G-1 A	647625	3124060	Iron oxide (after pyrite)-green copper mineral vein	N35°E	max. 2 ave. 1	1 x 40	tr.	13.6	0.19	0.003	0.02			
73	G-3 A	647712	3123915	Iron oxide-green copper mineral ore (floats)			2 x 2	1.3	131.4	4.4	0.01	0.22			
74	G-5 A	647740	3123903	Iron oxide (after pyrite) vein	N55°E	0.4	0.4 x 30	tr.	4.5	0.08	0.004	0.02			
75	G-9 A	648150	3123676	Iron oxide manto with druse-filling calcite		1	1 x 1	tr.	tr.	0.01	0.02	0.04			Sampled from a prospect
76	G-13 A	647787	3123880	Iron oxide-green copper mineral vein	N50°E	0.5	0.5 x 70	tr.	3.0	0.13	0.004	0.02			
77	G-14 A	647585	3124000	ditto	N50°E	0.5	0.5 x 5	0.5	100.7	5.18	0.01	0.39			
								10	2.16	0.002	0.002	0.36			

No.	Sample No.	Coordinates		Occurrence			Chemical analyses					Remarks	
		E	N	Minerals and type	Direction	Width (m)	Scale of mineralization	Au g/t	Ag g/t	Cu %	Pb %		Zn %
78	G-25 A	647663	3123823	Iron oxide-calcite vein	N70°E	2	2 x 3	tr.	1.4	0.02	0.004	0.01	
79	G-28 A	647865	3124703	ditto	N36°E, 90°	2	2 x 70	1.0	12.2	0.02	0.004	0.02	
80	G-29 A	647397	3125015	Iron oxide vein	N34°E	1.5	1.5 x 10	tr.	0.9	0.09	0.003	0.13	
81	G-30 AP	648195	3125065	Iron oxide manto	N10°E, 17°SE	0.7	0.7 x 3	1.8	15.3	0.04	0.004	0.68	
82	G-31 A	648222	3125072	Iron oxide vein	N30°E	0.4	0.4 x 5	1.5	91.8	0.13	0.01	0.02	
83	G-32 A	648245	3125025	ditto	N30°E	3.5 ^v 4	4 x 10	tr.	4.4	0.03	0.004	0.03	
84	G-34 A	648050	3125175	Iron oxide-green copper mineral-vein	N18°W, 60°SW	2	2 x 10	0.8	0.7	0.14	0.03	0.47	
85	G-38 A	647130	3124068	Iron oxide-green copper mineral-silicate vein	N50°E, 90°	2	2 x 20		6	0.05	0.01	0.03	
86	G-40 A	646822	3124227	Iron oxide ore (floats)			6 x 15	4.1	4.6	0.02	0.01	0.01	
87	G-41 A	646920	3124072	Iron oxide vein	N20°E, 60°SE	2	2 x 35	tr.	0.7	0.02	0.003	0.04	
88	G-44 APX	646950	3123552	Jarosite vein and manto	N60°E, 60°SE	2 ^v 3	20 x 100	tr.	27.5	0.05	0.01	0.03	

No.	Sample No.	Coordinates		Occurrence			Chemical analyses					Remarks	
		E	N	Minerals and type	Direction	Width (m)	Scale of mineralization	Au g/t	Ag g/t	Cu %	Pb %		Zn %
89	G-45 A	646998	3123545	Iron oxide manto	N10°~20°E	5~6	20 x 100	0.4	6.1	0.04	0.03	0.04	
90	G-67 A	648375	3124148	Iron oxide vein	N45°E, 90°	1.5	1.5 x 20	2.9	56.2	0.08	0.02	0.37	
91	G-69 A	648412	3124183	Calcite-iron oxide vein-to-networks	N45°E	0.6	0.6 x 20	0.5	15.3	0.11	0.01	0.54	
92	G-72 A	648062	3125203	Iron oxide-calcite vein	N30°W	4	10 x 60	0.6	189.8	0.02	0.01	0.01	
93	G-80 A	647808	3123928	Green copper mineral vein	N50°~60°E	0.1	1.5 x 1.5	2.4	117.2	2.46	0.01	0.02	cf. geological sketch SKG-2
94	G-82 APT	647782	3123935	Garnet-iron oxide vein-to-veinlets	N82°E, 65°E	0.1	1.5 x 1.5	tr.	28.6	0.32	0.01	0.02	cf. geological sketch SKG-1
95	G-83 A	647808	3123928	Iron oxide-green copper mineral vein	N50°~60°E	0.1	1.5 x 1.5	tr.	2.3	0.91	0.01	0.02	cf. geological sketch SKG-2
96	G-85 AP	647885	3124032	Iron oxide-jarosite-green copper mineral vein	N50°E	2.5~3	2.5 x 70	0.5	12.7	0.42	0.001	0.21	
97	G-86 AT	647815	3123965	Garnet-iron oxide-green copper mineral vein	N50°E	0.3	0.3 x 8	9.7	18.8	0.45	tr.	0.25	
98	G-87 A	647772	3123868	Iron oxide-quartz vein	N55°E	0.9	0.9 x 50	tr.	27.5	1.08	0.01	0.01	
99	S-1 A	648339	3123678	Iron oxide vein-to-veinlets	N25°E	0.1	10 x 15		3	0.05	0.003	0.02	
								5	0.08	0.003	0.003	0.01	

No.	Sample No.	Coordinates		Occurrence				Chemical analyses					Remarks	
		E	N	Minerals and type	Direction	Width (m)	Scale of mineralization	Au g/t	Ag g/t	Cu %	Pb %	Zn %		
100	S-2 A	648189	3123715	Iron oxide vein	N35°E	1	1 x 15		2	0.01	0.05	0.01		
101	S-3 A	648053	3123808	ditto	N65°E	1	1 x 25		4	0.02	0.004	0.01		
102	S-6 A	647360	3124280	ditto	N23°E	0.4	0.4 x 8		4	0.004	0.004	0.01		
103	S-7 A	647533	3124155	Iron oxide-calcite vein	N-S	0.8	0.8 x 20		11	0.13	0.10	0.02		
104	S-10 A	647208	3124702	Iron oxide vein	N58°E	1	1 x 40		3	0.01	0.004	0.01		

APX. I-3-(1)
MICROSCOPIC OBSERVATIONS
OF THIN SECTIONS
OF SURFACE SAMPLES

No.	Sample No.	Coordinates		Occurrence	Rock	Macroscopic observations	Microscopic observations
		E	N				
1	A-7312 T	647470	3123067	Aurora F. (Kau IX)	Marl (fossiliferous).	Black, fine-grained, compact, laminated, partly decolored.	Very fine-grained, anhedral granular calcite (0.01-0.02mm) predominates. Small amounts of acicular-to-flaky quartz (0.01-0.02mm), anhedral limonite(after pyrite, 0.1mm), and spherical-to-arcuate fossil trace (<0.2mm) are scattered. A zonal sedimentary structure is clearly observed by alternating calcite-rich band and quartz-rich band. Fossil traces are replaced by calcite. Recrystallization may not be recognized.
2	A-8032 T	646938	3123526	Aurora F. (Kau XIV)	Limestone (fossiliferous).	Dark gray, fine-grained, compact, massive, stylolite-structured.	Fine-grained, anhedral granular calcite (0.01-1mm) predominates. Small amounts of long prismatic, spindle-shaped, hexagonal, flaky, or anhedral quartz (<0.3mm), fossil trace (<0.3mm), and rare limonite(after pyrite, <0.02mm) are scattered. Fossil traces are filled with calcite. In a stylolite band, quartz predominates. Calcite microveinlets (<0.05mm) penetrate the host rock. Recrystallization may not be recognized.
3	A-8033 T	646697	3123696	Aurora F. (Kau XIII)	Marl (fossiliferous).	Black, fine-grained, compact, massive.	Very fine-grained, anhedral granular calcite (<0.05mm) predominates. Very small amounts of flaky or anhedral quartz and amorphous silicates, fossil trace, and euhedral or anhedral hematite (after pyrite, 0.1mm) are scattered. Calcite veinlets (<1mm) penetrate the host rock. Recrystallization may not be recognized.
4	A-8061 T	647693	3122782	Aurora F. (Kau XII)	Limestone (fossiliferous).	Grayish chocolate brown, fine-grained, compact, massive, stylolite-structured.	Very fine-grained, anhedral granular calcite (0.02-0.03mm) predominates. Very small amounts of larger calcite (2mm), long prismatic, hexagonal, or anhedral quartz (0.01-0.02mm), spherical or arcuate fossil (Foraminifera) trace (<0.3mm), and subhedral limonitized pyrite (<0.02mm) are scattered. Fossil traces are filled with calcite. Calcite microveinlets (<0.1mm) penetrate the host rock. Recrystallization can not be recognized.

No.	Sample No.	Coordinates		Occurrence	Rock	Macroscopic observations	Microscopic observations
		E	N				
5	A-8072 T	646490	3123843	Aurora F. (Kau XI)	Marl (fossiliferous).	Black, fine-grained, compact, laminated.	Very fine-grained, anhedral granular calcite (<0.02mm) predominates. Small amounts of long prismatic or anhedral quartz (<0.02mm), anhedral chalcidony (<0.02mm), spherical or arcuate fossil (Foraminifera) trace (<0.1mm), and very small amounts of limonite (after euhedral or anhedral pyrite) are scattered. Fossil traces are filled with calcite. A zonal sedimentary structure (lamination) can be recognized by the different grain size of calcite. Oxidized iron stains calcite grains weakly along the laminations. Calcite-pyrite microveinlets (<0.01mm) penetrate the host rock. Recrystallization may not be recognized.
6	A-8073 T	646443	3123870	Aurora F. (Kau XI)	Marl (fossiliferous).	Black, fine-grained, compact, flaggy.	Very fine-grained, anhedral granular calcite (0.01-0.05mm) predominates. Small amounts of flaky-to-anhedral quartz (0.01-0.03mm), flaky twinned feldspar (0.01-0.03mm), spherical fossil (Foraminifera) trace (<0.1mm), and very small amounts of euhedral-to-subhedral pyrite are scattered. Fossil traces are filled with calcite. Pyrites are partially altered to limonite. A fine sedimentary structure (lamination) is recognized by weak-oxidized iron staining. Calcite microveinlets (0.01-0.1mm) penetrate the host rock. Recrystallization may not be recognized.
7	A-8074 T	646397	3123923	Aurora F. (Kau X)	Limestone (fossiliferous).	Black, fine-grained compact, stylolite- structured.	Very fine-grained, anhedral granular calcite (<0.01mm) predominates. Small amounts of larger calcite (0.5-1mm), long prismatic, spindle-shaped, hexagonal, or anhedral quartz (0.01-0.02mm), spherical or arcuate fossil (Foraminifera) trace (0.2mm), and very small amounts of anhedral granular pyrite (<0.1mm) and limonite (after pyrite) are scattered. Fossil traces are filled with calcite. Calcite microveinlets (<0.5mm) penetrate the host rock. Recrystallization may not be recognized.

No.	Sample No.	Coordinates		Occurrence	Rock	Macroscopic observations	Microscopic observations
		E	N				
8	C-1 T	647647	3124258	Aurora F. (Kau IV)	Limestone (recrystallized).	White, fine-grained, saccharoidal, massive, hematite (after pyrite)-spotted, partly pinkish by oxidized iron stain.	Fine-grained, equi-granular anhedral calcite (0.1-0.2mm) predominates showing a granoblastic texture. Very small amounts of anhedral quartz and chalcidony (0.1-0.2mm) fill calcite. Limonite after pyrite is scattered between calcite.
9	C-6 T	648208	3123995	Aurora F. (Kau IV)	Limestone (recrystallized, strongly silicified).	White, coarse-grained, saccharoidal, partly pinkish by oxidized iron stain.	Equi-granular anhedral calcite (1-2mm) fills euhedral-to-subhedral quartz (1-2mm) representing a granoblastic texture. The outer part of quartz shows a zonal texture, and the inner part is a radial aggregate showing a lineage texture. Limonite can rarely be recognized.
10	C-12 T	648055	3125100	Aurora F. (Kau IV)	Limestone (recrystallized).	Dark gray, fine-grained, saccharoidal, compact, massive, limonite (after pyrite)-spotted, penetrated by calcite-limonite veinlets.	Fine-grained, equi-granular anhedral calcite (0.1mm) predominates representing a microgranoblastic texture. Limonite after pyrite (<0.02mm) is sparsely scattered. Calcite-limonite (after pyrite) -fluorite microveinlets (<0.2mm) penetrate the host rock.
11	C-14 T	647485	3124050	Aurora F. (Kau VIII)	Limestone (recrystallized).	White, fine-grained, recrystallized, compact, massive.	Fine-grained, equi-granular anhedral calcite (0.02-0.06mm) shows a microgranoblastic texture. Limonite (after anhedral pyrite, 0.02-0.05mm) is scarcely scattered. An original sedimentary structure (lamination) is recognized by a zonal difference of calcite grain size.
12	C-18 T	647510	3123692	Dyke	Dolerite (altered).	Dark brownish green, compact, altered.	A porphyritic texture with an intergranular-to-interstitial-textured groundmass is observed. Phenocrysts are prismatic-to-tabular euhedral plagioclase (2-4mm) and chlorite pseudomorph after pyroxene (1-2mm). Prismatic plagioclase is fresh and shows an albite-twinning composed of anorthite 50-65%. Tabular plagioclase is strongly sericitized and carbonitized. Groundmass consists of prismatic plagioclase, granular chlorite pseudo-

No.	Sample No.	Coordinates		Occurrence	Rock	Macroscopic observations	Microscopic observations
		E	N				
13	C-21 A T	648273	3124670	Vein	Calcite-quartz-hematite(after pyrite).	Medium-grained, equigranular, massive. Irregular-shaped hematite fills quartz and calcite.	morph after pyroxene, granular opaque minerals (0.04mm), anhedral calcite, and acicular-to-flaky biotite (<0.2mm). Plagioclase is partly altered to calcite. Vesicles are filled with calcite. Acicular-to-flaky biotite is likely to have been formed by a thermal metamorphic effect.
14	G-8 T	647983	3123785	Aurora F. (Kau VI)	Limestone (recrystallized).	White, coarse-grained, saccharoidal, massive, penetrated by a calcite-fluorite-pyrite vein.	Equi-granular anhedral calcite (0.4-0.8mm) predominates showing a suture-granoblastic texture. Anhedral hematite(after pyrite, <0.5mm) and anhedral granular fluorite (<0.04mm) fill calcite. A calcite-fluorite-pyrite-hematite(after pyrite) vein penetrates the host rock, but the boundary is not clear. Calcite (<2mm) is anhedral, fluorite (<2mm) is anhedral granular, and pyrite (<0.4mm) is also anhedral. Fluorite occasionally includes anhedral pyrite and hematite poikiloblastically.
15	G-20 T	648407	3122893	Aurora F. (Kau X)	Limestone (fossiliferous).	Gray, fine-grained, compact, massive, limonite(after pyrite)-spotted, penetrated by calcite veinlets.	Very fine-grained, anhedral granular calcite (0.01-0.02mm) predominates. Small amounts of long prismatic, flaky, hexagonal or anhedral quartz (0.02mm), and very small amounts of anhedral pyrite (<0.1mm) and spherical or arcuate fossil (Foraminifera) trace (<0.03mm) are scattered. Fossil traces are filled with calcite. Pyrite is partly altered to hematite. Calcite veinlets (<1mm) and microveinlets (<0.01mm) penetrate the host rock. Recrystallization may not be recognized.

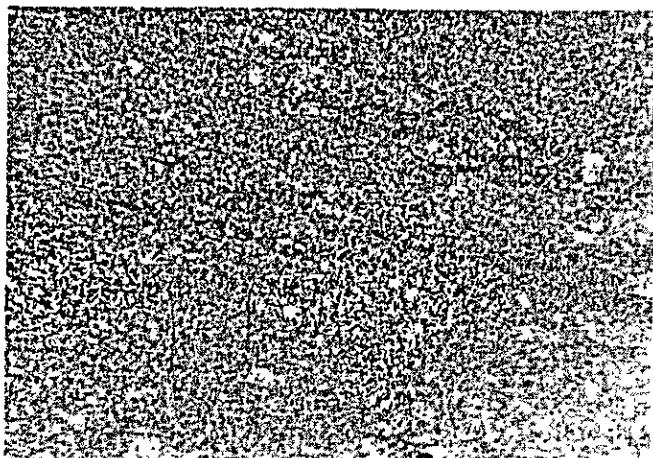
No.	Sample No.	Coordinates		Occurrence	Rock	Macroscopic observations	Microscopic observations
		E	N				
16	G-23 T	647183	3123846	Aurora F. (Kau VIII)	Limestone (recrystallized).	Light gray, partly reddish brown, fine-grained, recrystallized, massive, penetrated by calcite-limonite veins.	Very fine-grained, equi-granular calcite (0.02-0.04mm) predominates showing a microgranoblastic texture. Small amounts of spindle-shaped, hexagonal, or anhedral quartz (<0.3mm), anhedral pyrite (<0.1mm) and hematite (after pyrite) are scattered filling calcite. Calcite-barite veinlets (<4mm) penetrate the host rock. Barite is common and forms a fan-shaped radiating aggregate.
17	G-24 T	647148	3123876	Aurora F. (Kau IX)	Marl (recrystallized).	Brown, brecciated, recrystallized, strongly iron-stained, networked by calcite-limonite.	Very fine-grained, equi-granular calcite (0.02-0.04mm) predominates showing a microgranoblastic texture. Anhedral granular hematitized pyrite (0.04-1mm) is commonly spotted. Marl is brecciated by calcite-limonite networks consisting of anhedral calcite (<0.2-3mm) and filling limonite (after pyrite). Along the cracks of calcite, pyrite (hematite) microveinlets are developed.
18	G-33 T	648365	3125075	Vein	Quartz-pyrite-calcite.	Fine-grained, banded.	Equi-granular subhedral quartz (<0.2mm) predominates representing a mosaic texture. Small amounts of anhedral pyrite and limonite (after pyrite) is included in quartz. Pyrite and limonite are occasionally concentrated to make a pool or a lens. Very small amounts of anhedral calcite fills quartz.
19	G-43 T	647042	3123985	Aurora F. (Kau IX)	Marl (fossiliferous).	Dark gray, fine-grained, compact, laminated.	Very fine-grained, anhedral granular calcite (<0.01mm) predominates. Small amounts of acicular or anhedral quartz (<0.02mm), spherical-to-oval fossil (Foraminifera) trace (<0.2mm), and very small amounts of anhedral granular hematitized pyrite (<0.02mm) are scattered. Fossil traces are filled with calcite. A fine-banded sedimentary structure is clear. Acicular quartz is foliated parallel to the lamination. Calcite-limonite veinlets (<0.2mm)

No.	Sample No.	Coordinates		Occurrence	Rock	Macroscopic observations	Microscopic observations
		E	N				
20	G-70 T	648330	3125047	Aurora F. (Kau IV)	Marl (recrystallized, silicified).	Grayish white, fine-grained, compact, recrystallized, dark gray impurity-spotted or banded, penetrated by pinkish calcite veinlets.	penetrate the host rock. Recrystallization may not be recognized. Very fine-grained, equi-granular calcite (<0.02mm) predominates. Anhedra quartz (<0.02mm) is commonly aligned showing an original sedimentary structure. Very small amounts of limonite (after pyrite, <0.2mm) is scattered. Some lenticular pools (<3mm) consisting mainly of calcite (<0.2mm), quartz (<0.1mm) and limonite (<0.1mm) are observed. One of those is composed of diopside, epidote, quartz, calcite, and limonite.
21	G-81 T	647782	3123935	Vein	Garnet-hematite- quartz-calcite- fluorite-gypsum- conichalcite.	Banded as yellowish brown garnet-rich part and quartz-calcite-green copper mineral-rich part.	Garnet-rich part is composed mainly of anhedra irregular-shaped garnet (0.2-2.0mm). Garnet includes calcite fragments and limonite poikiloblastically. Cracks and partings are remarkably developed in garnet. Quartz-calcite rich part consists of subhedra to-anhedra quartz (1-4mm), anhedra calcite (1-2mm), irregular-shaped garnet (0.1-0.5mm), anhedra fluorite (1-2mm), anhedra gypsum (1-2mm), limonite (after pyrite, 2mm), radiating fibrous or colloform conichalcite (<0.5mm). Conichalcite is included in calcite, or is found among other minerals forming a colloform band, and shows an hour-glass extinction. The boundary of garnet-rich part and quartz-calcite-rich part is irregular, and hematite is concentrated. Along the cracks of garnet, quartz and calcite intrude.
22	G-82 T	647782	3123935	Vein	Garnet-quartz- calcite-hematite -conichalcite.	Banded as yellow brown to-brown garnet-rich part and quartz-calcite-green copper mineral-rich part.	Garnet-rich part is composed of anhedra granular to-irregular-shaped garnet (<1.0mm), anhedra calcite (1-2mm) and small amounts of anhedra quartz (1-1.5mm). Garnet is occasionally replaced by calcite and quartz along its cleavages. Granular garnet is a relict of the original garnet

No.	Sample No.	Coordinates		Occurrence	Rock	Macroscopic observations	Microscopic observations
		E	N				
23	G-86 A T	647815	3123965	Vein	Garnet.	Yellowish brown-to-yellowish green, massive, limonite-spotted-or-networked.	large crystal. Hematite is concentrated as pools among these minerals. Quartz-calcite-rich part consists mainly of subhedral-to-anhedral quartz (2-8mm). Anhedral calcite (<0.5mm) and limonite(after pyrite, 0.8-2mm) fill quartz. Quartz includes acicular actinolite. Green copper mineral is conchalcite, and is found mainly in quartz-calcite-rich part filling other minerals isolatedly or forming a ring-by-ring atoll structure with limonite.
24	G-88 T	647775	3123912	Vein	Garnet.	Brown-to-yellowish brown, massive, limonite-and-calcite-spotted.	Garnet large crystal (10-20mm) includes wollastonite and actinolite (0.1-0.6mm) poikiloblastically. Garnet shows a zonal structure of crystal growth. Crushing and parting are remarkably developed. Limonite and calcite microveinlets fill the cracks.
25	SLM-1 T	647517	3123377	Dike	Dolerite (altered).	Yellowish brown, compact, altered.	Garnet large crystal (0.5-20mm) includes sheaf-like colorless wollastonite, sheaf-like green actinolite (<1mm), rosetta-formed calcite (1mm), and anhedral quartz (1mm) poikiloblastically. Quartz includes acicular actinolite. Crushing and parting are remarkably developed in garnet, and limonite is disseminated along the cracks. Calcite microveinlets are also developed. Actinolite and chlorite pools (<0.5mm) are found along calcite-quartz veinlets (<0.6mm).
							A porphyritic texture with an intergranular-to-interstitial-textured groundmass is observed. Phenocrysts are calcite-chlorite pseudomorphs after prismatic or tabular plagioclase (and alkali-feldspar?) (<1mm), and chlorite-(calcite) pseudomorphs after subhedral granular pyroxene (<1.2mm). No fresh phenocryst is recognized. The groundmass consists mainly of long prismatic plagioclase (<0.5mm) filled with chlorite pseudomorph after

No.	Sample No.	Coordinates		Occurrence	Rock	Macroscopic observations	Microscopic observations
		E	N				
26	SLM-3 T	647248	3124482	Dike	Dacite (altered).	Light grayish purple, compact but porous. Hornblende, plagioclase and quartz phenocrysts are spotted.	pyroxene (<0.3mm), euhedral magnetite (<0.05mm), and calcite (<0.3mm). Euhedral apatite and acicular biotite (<0.4mm) are also recognized. Plagioclase is strongly altered to calcite, and magnetite is also altered to hematite. Vesicles (<2mm) is filled with calcite. Acicular biotite is likely to have been formed by a thermal metamorphic effect.
27	SLM-4 DTC	647517	3123717	Dike	Dolerite (altered).	Dark green, compact, chloritized.	A porphyritic texture with a devitrified groundmass is observed. Phenocrysts are fragmental quartz (<2.5mm), prismatic or fragmental plagioclase (<2.5mm), subhedral alkali-feldspar (<2mm) and euhedral oxyhornblende (<1.2mm). Plagioclase shows a zonal texture and an albite twinning of anorthite 50-70% component. Oxyhornblende is altered to iddingsite, and the rim is opacitized. The groundmass consists of lath-shaped plagioclase (<0.1mm), plagioclase fragments, apatite, magnetite and glass. Glass is devitrified to form quartz and plagioclase (0.01-0.05mm). Some magnetite is altered to hematite. Very weak chloritization is recognized. A weak flow texture can be seen.
							A porphyritic texture with an intergranular-to-interstitial-textured groundmass is observed. Phenocrysts are completely replaced by chlorite and calcite. Judging from those shapes, long prismatic-to-tabular phenocrysts are plagioclase and alkali-feldspar, and hexagonal or granular phenocrysts are olivine? and pyroxene (augite). The groundmass is composed mainly of long prismatic plagioclase (0.5mm) filled with alkali-feldspar, chlorite pseudomorph after pyroxene, euhedral magnetite and glass. A small amount of apatite and acicular or flaky biotite are also recognized. Plagioclase and glass are almost replaced by calcite and chlorite. Alkali-feldspar is adularia originated from sanidine. Biotite is likely to have been formed by a thermal metamorphic effect.

APX. I-3-(2) PHOTOMICROGRAPHS OF THIN SECTIONS
OF SURFACE SAMPLES



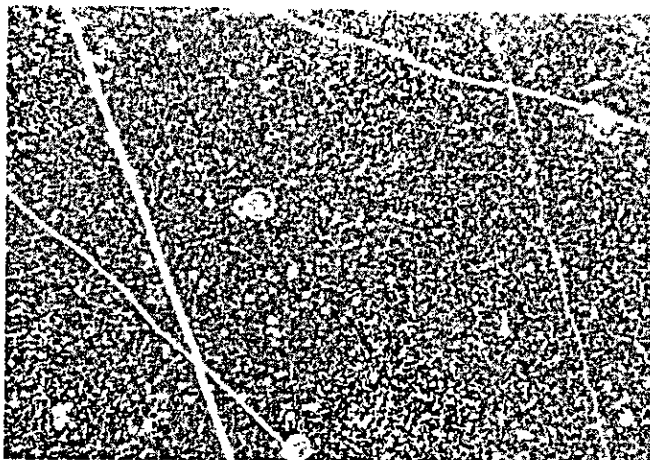
open nicol

0 1 2mm

1) A-7312

Marl.

Lamination is represented by dark gray iron stains. Larger white dots are fossil traces. Small white specks are quartz and some silica minerals. Black specks are hematite.



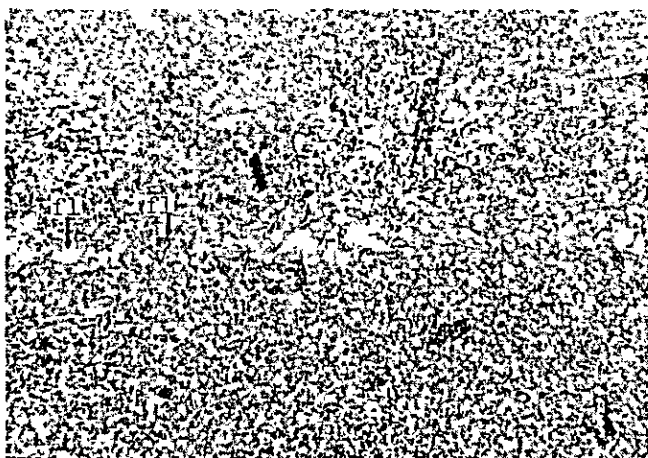
open nicol

0 1 2mm

2) A-8074

Limestone.

Spherical foraminifera traces are observed. Acicular or rounded white specks are mainly quartz. Calcite microveinlets penetrate the host limestone.



open nicol

0 1 2mm

3) C-1

Recrystallized limestone.

Long prismatic calcite pseudomorphs are sparsely scattered in equigranular calcite. Calcite-fluorite veinlets penetrate the host limestone. fl: fluorite.



open nicol

0 1 2mm

4) C-6

Quartz-calcite vein.

Zonal-textured quartz and interstitial calcite. The inner part of quartz shows a radial texture or a lineage texture.

ca: calcite, qz: quartz.



crossed nicols

0 1 2mm

5) C-12

Recrystallized limestone.

Equigranular calcite shows a microgranoblastic texture. Calcite-fluorite veinlets penetrate the host limestone.

ca: calcite, fl: fluorite.



open nicol

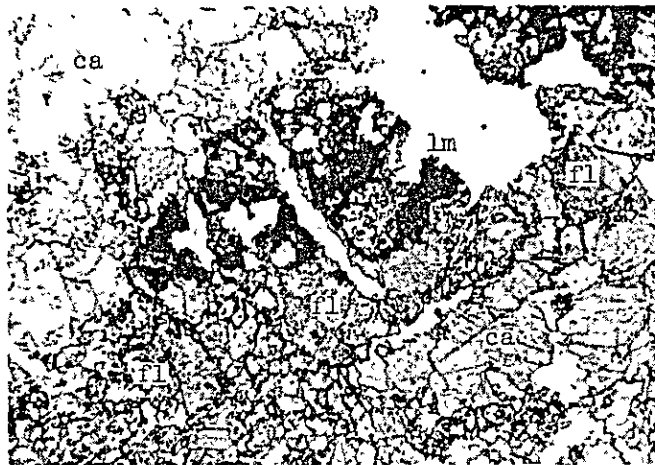
0 1 2mm

6) C-21

Quartz-calcite vein.

Limonite surrounds quartz. Quartz includes acicular actinolite.

ca: calcite, lm: limonite, qz: quartz.



open nicol

0 1 2mm

7) G-8

Calcite-fluorite-(pyrite) vein penetrating recrystallized limestone.

Crushed fluorite and interstitial limonite. Calcite is also crushed to form granular small grains around larger crystals.

ca: calcite, fl: fluorite,
lm: limonite.



crossed nicols

0 1 2mm

8) G-23

Recrystallized limestone penetrated by calcite-limonite-(barite) veinlets.

Acicular-to-hexagonal prisms of quartz are scattered in limestone. Fan-shaped barite is recognized in calcite veinlets.

ca: calcite, ba: barite.



open nicol

0 1 2mm

9) G-24

Brecciated recrystallized marl penetrated by calcite-limonite networks.

Limonite (black) is abundantly concentrated in recrystallized marl.

ca: calcite, lm: limonite.



open nicol

0 1 2mm

10) G-70

Silicified recrystallized marl.

Irregular-shaped quartz is rich. Lamination is visible. Granular epidote is formed in calcite-limonite-quartz lenses.

ca: calcite, ep: epidote, lm: limonite, qz: quartz.



open nicol

0 1 2mm

11) G-81

Garnet-hematite-quartz-calcite-fluorite-gypsum-conicalcrite vein.

Earlier garnet is hybridized by later quartz and calcite. Conicalcrite fills quartz and calcite.

ca: calcite, cn: conicalcrite
ga: garnet, hm: hematite
qz: quartz.



open nicol

0 1 2mm

12) SLM-1

Altered dolerite.

Mafic minerals are completely replaced by chlorite and calcite. Plagioclase is also replaced by calcite and sericite. Acicular biotite is formed.

bi: biotite, ca: calcite, ch: chlorite, pl: plagioclase.



crossed nicols

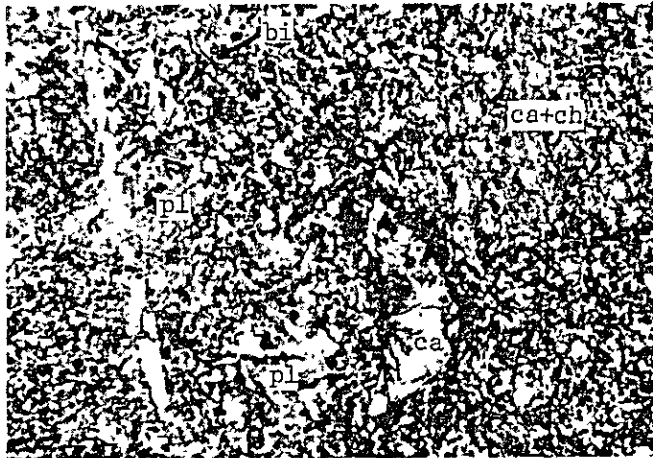
0 1 2mm

13) SLM-3

Altered dacite.

Fragmental phenocrysts of quartz and plagioclase are common. Euhedral oxyhornblende is rare. Glass is devitrified.

hb: oxyhornblende,
pl: plagioclase, qz: quartz.



crossed nicols

0 1 2mm

14) SLM-4

Altered dolerite.

Same as SLM-1.

bi: biotite, ca: calcite,
ch: chlorite, pl: plagioclase

APX. I-4-(1)
MICROSCOPIC OBSERVATIONS
OF POLISHED SECTIONS
&
ELECTRON PROBE
MICROANALYSES
OF SURFACE SAMPLES

No.	Sample No.	Coordinates		Occurrence	Macroscopic observations	Microscopic observations and EPMA
		E	N			
1	A-7274 APE	647873	3123990	Iron oxide-green copper mineral ore (stock pile).	Dark reddish hematite, calcite, and quartz predominate. Light yellowish green irregular-shaped copper minerals are scattered.	Aggregates of irregular-shaped hematite, goethite and gangue minerals predominate. Copper minerals are fibrous radiating aggregates (<1mm, transparent), irregular-shaped copper oxide (cuprite) and bluish green mineral (<1mm, transparent). Cuprite is grayish white, and shows a strong pleochroism and an anisotropism (reddish brown - dark gray, under crossed nicols). Fibrous radiating aggregates have a green internal reflection, and bluish green minerals have light yellowish green to bluish green internal reflections. These copper minerals are found among gangue minerals. ° EPMA (spot analyses) From "cuprite", Cu and trace Ca were detected. Ca might be an impurity. Therefore, the examined mineral is thought to be a copper oxide. Bluish green mineral contains Cu, minor Si, minor Ca and trace Fe, suggesting that this mineral is chrysocolla or other copper-bearing mineral. The fibrous radial aggregate contains Cu, minor Si, and traces of Zn and Ca.
2	A-8011 APE	647125	3123402	Banded iron oxide-calcite manto.	Black fine-grained hematite predominates. Calcite (and quartz?) is scattered partly. The specimen is porous.	Long prismatic or flaky hematite (<0.005mm) is recognized isolatedly or as an aggregate (<0.03mm) with goethite. In general, the specimen is porous. Gangue minerals might be calcite (irregular-shaped) and quartz (long prismatic). Copper-bearing? transparent minerals (light green internal reflection) occasionally fill hematite. ° EPMA (spot analysis) Fe and minor Ca, and trace S were detected from a fine-aggregate of flaky hematite. Minor Ca and trace S are thought to be impurities contained in the aggregate.
3	A-8095 APE	647935	3124005	Iron oxide-green copper mineral-calcite manto; the lower part of the manto connects to veins.	Earthy hematite and calcite (and quartz?) fill granular hematite after pyrite. Green copper mineral-pools are spotted.	Flaky or powdery hematite aggregates (<0.05mm), irregular-shaped aggregates (<0.1mm) of copper oxides, native copper, and gangue minerals are recognized. Copper oxides are commonly found among gangue minerals or around hematite in a hematite-rich part. Copper oxides comprise three phases. The first is cuprite, showing

No.	Sample No.	Coordinates		Occurrence	Macroscopic observations	Microscopic observations and EPMA
		E	N			
4	A-80910 APE	648272	3124074	Iron oxide-green copper mineral-calcite vein.	Black granular hematite predominates. Calcite and quartz pools fill hematite.	<p>grayish white color with bluish tint, weak anisotropism and reddish internal reflection. The second is tenorite (paratenorite?) showing grayish brown-to-whitish brown colors and a moderate anisotropism (red-gray color under crossed nicols). The third is thought to be an intermediate phase of cuprite and tenorite (paratenorite?), showing yellow brown color with orange tint, strong pleochlorism and strong anisotropism (dark brown-orange yellow color under crossed nicols). Native copper is rarely scattered as dots (<0.005mm) in cuprite. Tenorite (paratenorite?) surrounds cuprite generally.</p> <p>◦ EPMA (spot analysis)</p> <p>Cu was detected from cuprite. In the secondary electron image, a slight tone difference is recognized between cuprite and tenorite (paratenorite?), suggesting the difference of copper assay between those two minerals.</p>
5	A-8102 AP	648340	3124095	Iron oxide-green copper mineral vein.	A fine-banded mesh-to-network structure of hematite (after pyrite) is remarkable. Light yellow green-to-green, or bluish green copper minerals are observed as pools or as crack-fillings. Bluish azurite is rarely spotted.	<p>Aggregates of flaky hematite and goethite, colloform hematite and gangue minerals are recognized. The colloform hematite is developed around gangue minerals, showing a concentric fibrous texture.</p> <p>◦ EPMA (spot analyses)</p> <p>Fe and minor Ca from colloform hematite, and Fe, minor copper and minor Ca from goethite were detected. Minor Ca and minor Cu are thought to be impurities contained in hematite and goethite.</p> <p>Irregular-shaped hematite (>0.05mm) forms a mesh-to-network texture with a colloform banding. Some hematite shows a concentric colloform texture, replacing pyrite. Two phases of copper-bearing ? transparent minerals are observed; one has light gray color, and the other has dark gray color. Gangue mineral (and goethite?) micro-veinlets (<0.005mm) penetrate copper-bearing? transparent minerals.</p> <p>◦ EPMA ... Nil.</p>

No.	Sample No.	Coordinates		Occurrence	Macroscopic observations	Microscopic observations and EPMA
		E	N			
6	A-8103 APE	648340	3124095	Iron oxide-green copper mineral vein.	Granular hematite(after pyrite)is filled with calcite and quartz. Green copper mineral is observed around hematite and small druses filled with calcite.	<p>Granular hematite(after pyrite)commonly shows an atoll texture. Aggregates of flaky hematite (0.005mm) represent occasionally a mesh-to-network texture. Irregular-shaped copper oxides (<0.1mm) are rarely observed in gangue minerals. Copper oxides comprise cuprite, tenorite (paratenorite?), and the intermediate phase of those two, as same as A-8095. Copper-bearing transparent mineral is found filling concentric hematite with gangue minerals.</p> <p>° EPMA(spot analyses)</p> <p>From two hematites,Fe and minor Sb, Pb, Ca, and trace As were detected. Sb might be an impurity or be admixed with hematite as an oxide. Minor Ca, Pb, and trace As might be impurities. From a copper-bearing transparent mineral, Cu, minor Ca, and minor Si were detected, suggesting that this mineral is chrysocolla or other copper mineral. From a gangue mineral, minor Fe, minor Cu, and traces of Pb, Sb, Sn, Ca and Si were detected.</p>
7	A-8104 AP	648248	3124150	Iron oxide-green copper mineral vein.	Granular hematite after pyrite (<8mm) is filled with green copper mineral and calcite. The inner part of granular hematite shows a concentric banding. The specimen is generally porous.	<p>Granular hematite is almost replaced by goethite and gangue minerals. Lenticular hematite relicts show a discontinuous concentric banding texture. Copper-bearing transparent minerals are classified as fibrous grayish one and dark gray one.</p> <p>° EPMA Nil.</p>
8	A-8105 APE	648273	3124670	Green copper mineral-iron oxide vein.	Granular hematite after pyrite is filled with green copper mineral and calcite. A banded reddish brown hematite and black hematite vein penetrates.	<p>Granular or irregular-shaped hematite(after pyrite, <0.4mm), irregular-shaped or microveinlet-like copper oxides (<0.2mm), granular native copper (<0.02mm), granular or irregular-shaped native silver (<0.02mm), irregular-shaped cerargyrite (0.05mm, transparent), irregular-shaped copper-bearing transparent mineral and gangue minerals are recognized. The banded hematite vein comprise hematite after crushed pyrite. Some hematite shows an atoll texture with gangue</p>

No.	Sample No.	Coordinates		Occurrence	Macroscopic observations	Microscopic observations and EPMA
		E	N			
						<p>minerals. Copper oxides and native copper are mostly found nearby a hematite-rich part. Copper oxides are cuprite, tenorite (paratenorite?) and the intermediate phase of those two, as same as A-8095. Native copper is included in cuprite. A mineral zoning in accordance with contained copper quantity is recognized; native copper-cuprite → cuprite-tenorite (paratenorite?) intermediate phase → tenorite (paratenorite?) from the center of copper oxides aggregate. Silver minerals are concentrated among gangue minerals in a copper mineral-rich part. Native silver has glittering bright yellowish white colour. Cerargyrite is dark gray and has dark olive green internal reflection.</p> <p>° EPMA (spot analyses, line scanings, and characteristic X-ray image analysis)</p> <p>From a native silver, Ag, trace S, and trace Ca were detected. Ag, minor Cl, minor I, minor Br, and traces of Cu and Ca were detected from a cerargyrite, confirming that the examined mineral belongs to cerargyrite-bromyrite series. Traces of Cu and Ca is likely to be impurities. From a native copper, only Cu was detected. Cu and minor O were detected from two cuprites, as well as from two tenorites (paratenorite?). Trace Ca is included in those two minerals. From a copper-bearing transparent mineral Cu were detected. Cu-Ka line scanings through gangue mineral, transparent copper-bearing mineral, copper oxides, and native copper show a clear difference of contained copper quantity between those minerals. A Cu-Ka image shows a tone difference between copper oxides and gangue mineral. A spot analysis on hematite detected Fe, minor Sb, minor Ca, and trace Cu. Minor Sb is due to an impurity or a Sb oxide admixed with hematite. Minor Ca and trace Cu are likely to be impurities. From a gangue mineral, probably calcite, Ca and trace Cu were detected.</p>

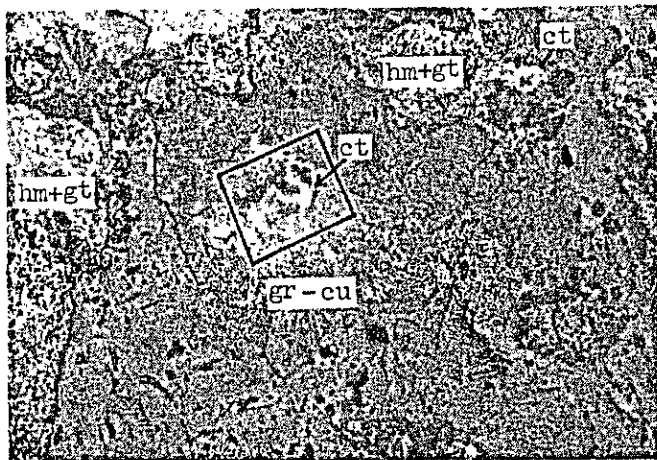
No.	Sample No.	Coordinates		Occurrence	Macroscopic observations	Microscopic observations and EPMA
		E	N			
9	E-7 AP	647515	3123770	Iron oxide-green copper mineral vein.	Predominant granular hematite (after pyrite) is filled with powdery hematite, green copper mineral, calcite, and quartz.	Cubic-to-granular hematite pseudomorphs after pyrite (<2mm) are scattered among admixtures of fine-grained hematite (<0.05mm) and gangue minerals. In the hematite pseudomorphs, cracks are remarkably developed, and a concentric banding is remarkably observed in each parted fragment, suggesting that the original pyrite was strongly crushed. ° EPMA NIL.
10	E-14 AP	646865	3124183	Iron oxide vein.	Very fine-grained black hematite shows an obscure banded structure. The specimen is finely porous.	Very fine-grained flaky hematite (<0.03mm) and micro-crystalline hematite compose a banded structure. Pores (<0.05mm) are filled with powdery hematite. ° EPMA NIL.
11	E-38 P	648350	3124348	Iron oxide-green copper mineral vein.	Large hematite (after pyrite, 10x20mm) is surrounded by aggregates of granular or elongated hematite (after pyrite), green copper mineral and calcite. The core of large hematite consists of fine-banded concentric crushed black compact hematite surrounded by black hematite and reddish brown hematite. Green copper minerals are mostly found around the large hematite and more outer part.	The core of the large hematite consists of flaky hematite (<0.05mm). The surrounding fine-banded concentric texture is composed of a rhythmic alteration of hematite bands and hematite-goethite-gangue minerals-bands. The remnant part comprise granular crushed hematite (after pyrite, <0.5mm), irregular-shaped copper oxides (<0.2mm) including native copper (<0.05mm), copper-bearing transparent mineral (<0.1mm) and gangue minerals. Copper oxides are cuprite, tenorite (paratenorite?), and the intermediate phase of those two, as same as A-8095. Native copper is included in cuprite as small dots. A zoning is recognized from the center of copper oxides aggregate; native copper + cuprite + tenorite (paratenorite?) the intermediate phase + tenorite (paratenorite?). Copper-bearing transparent minerals surround copper oxides. ° EPMA spot analysis. NIL.

No.	Sample No.	Coordinates		Occurrence	Macroscopic observations	Microscopic observations and EPMA
		E	N			
12	G-15 P	647492	3123652	Pyrite small dots in marl.	Pyrite small dots (<1mm) are aligned parallel to the lamination of dark gray marl. Marl is weakly recrystallized and silicified.	Subhedral-to-irregular-shaped pyrite (<0.6mm) is spotted. Pyrite includes irregular-shaped or granular pyrrhotite (<0.02mm) and long prismatic or irregular-shaped gangue minerals (<0.05mm). Alteration can not be recognized. ° EPMA Nil.
13	G-30 AP	648195	3125065	Iron oxide manto.	Porous aggregate of balck very fine-grained hematite and reddish brown very fine-grained hematite.	The balck hematite-rich part consists of aggregates of irregular-shaped hematite (<0.05mm), and the reddish brown hematite-rich part comprise aggregates of very fine-grained hematite and goethite (<0.01mm). Microcryptocrystalline hematite ring (<0.05mm) bounds each part. Irregular-shaped pores (<0.03mm) are commonly observed. ° EPMA Nil.
14	G-44 APX	646950	3123552	Jarosite-iron oxide manto.	Yellow brown compact jarosite predominates. Dark reddish brown hematite and goethite veinlets-to-networks are observed.	Irregular-shaped or lenticular hematite (<0.05mm) is rarely observed among predominant irregular-shaped or flaky jarosite (<0.02mm, transparent). Some hematite shows a colloform texture. Rare long prismatic-to-flaky pore (<0.02mm) is filled with admixtures of powdery hematite and goethite. Jarosite was identified to be natrojarosite by X-ray powder diffractions and a chemical analysis. ° EPMA Nil.
15	G-82 AP	647782	3123935	Garnet-quartz-calcite-iron oxide-green copper mineral vein.	Cubic hematite pseudomorphs are filled with quartz. Hematite is crushed, and quartz invades as networks. Green copper mineral is concentrated in a quartz-rich part, or around hematite.	Cubic hematite pseudomorphs after pyrite are parted into fragments (<0.7mm), and each fragment shows a Liesegang texture of alternating hematite bands (<0.02-0.05mm) and gangue mineral bands. Irregular-shaped hematite (<0.1mm) is included in gangue minerals. ° EPMA Nil.

No.	Sample No.	Coordinates		Occurrence	Macroscopic observations	Microscopic observations and EPMA
		E	N			
16	G-85 AP	647885	3124032	Iron oxide-copper mineral vein.	<p>Porous granular or irregular-shaped iron oxides predominate. Pores are filled with quartz, calcite, and reddish brown powdery hematite. Azurite and green copper minerals are rarely spotted.</p>	<p>Hematite bands (0.05mm) show an irregular concentric texture. The core is composed of very fine-grained hematite and goethite.</p> <p>° EPMA NIL.</p>

APX. I-4-(2) PHOTOMICROGRAPHS, SECONDARY ELECTRON IMAGES AND
CHARACTERISTIC X-RAY IMAGES OF POLISHED SECTIONS OF
SURFACE SAMPLES

APX.I-4-(2) PHOTOMICROGRAPHS, SECONDARY ELECTRON IMAGES*, AND CHARACTERISTIC X-RAY IMAGES OF POLISHED SECTIONS OF SURFACE SAMPLES



open nicol

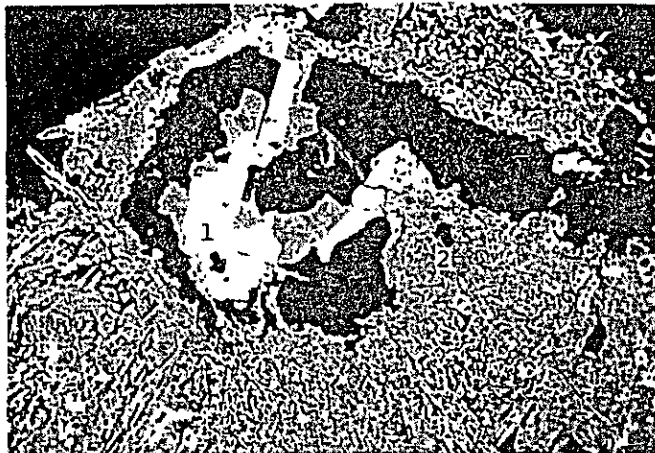
0.5mm

1) A-7274(a)

Iron oxide-green copper mineral ore (stock pile).

Very fine-grained, flaky hematite-goethite aggregates, copper oxide and radiating fibrous transparent copper mineral.

ct: cuprite, hm: hematite
gt: goethite,
gr-cu: transparent copper mineral.

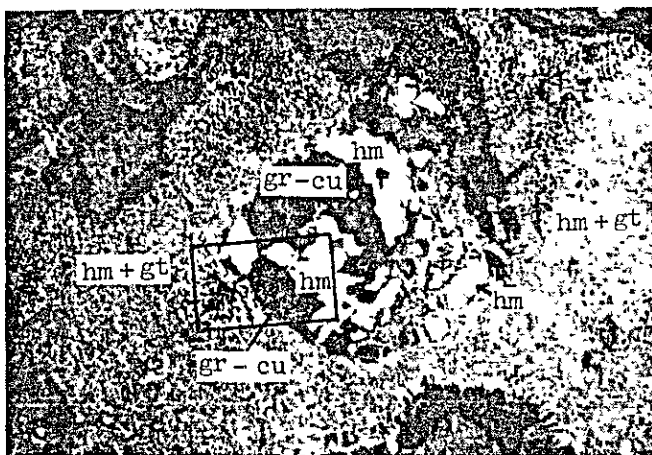


0.1mm

2) A-7274(a)

Secondary electron image and analyzed spots by EPMA.

1. cuprite: Cu-((Ca?)).
2. transparent copper mineral: Cu-(Si)-((Ca))-((Zn)).



open nicol

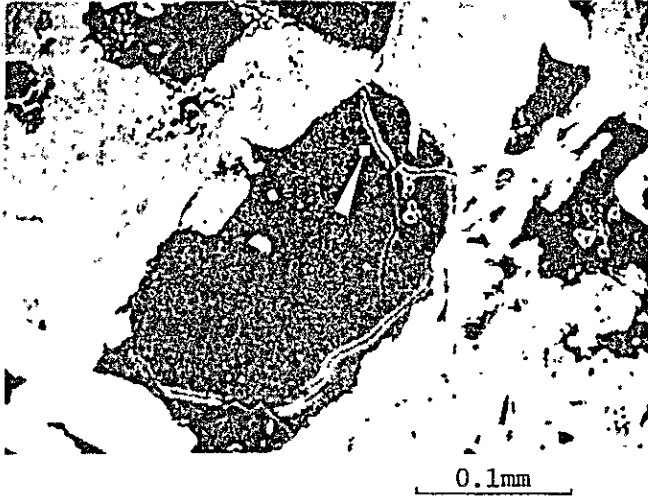
0.5mm

3) A-7274(b)

Very fine-grained, flaky hematite-goethite aggregates surrounding well-shaped hematite and transparent copper mineral.

hm: hematite, gt: goethite
gr-cu: transparent copper mineral.

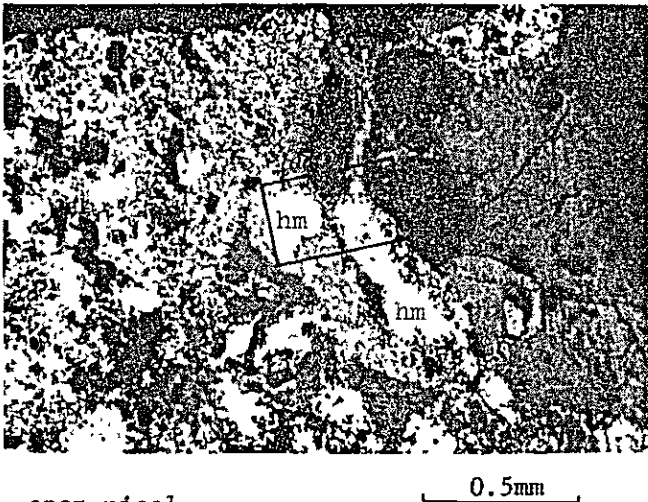
* The areas of the secondary electron images are shown on the pair-photomicrographs. Note the left hand is reversed to the right hand comparing the secondary electron image with the pair-photomicrograph.



4) A-7274(b)

Secondary electron image and analysed spot by EPMA.

transparent copper mineral:
Cu-(Ca)-(Si)-((Fe)).



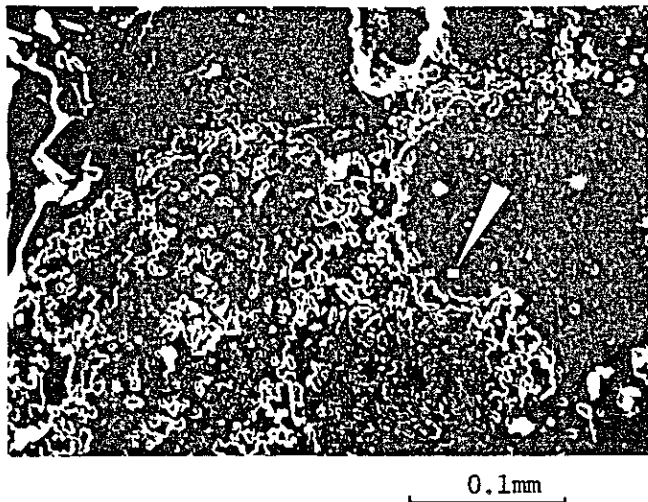
5) A-8011

Banded iron oxide-calcite manto.

Disseminated flaky hematite and hematite aggregates.

hm: hematite.

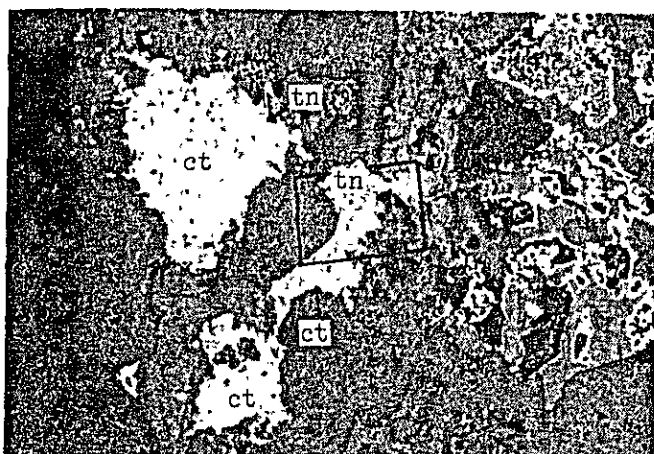
open nicol



6) A-8011

Secondary electron image and analyzed spot by EPMA.

hematite: Fe-((S))-((Ca)).



open nicol

0.5mm

7) A-8095

Iron oxide-green copper mineral-calcite manto.

Interstitial copper oxides.

ct: cuprite,
tn: tenorite,
hm: hematite, gt: goethite.

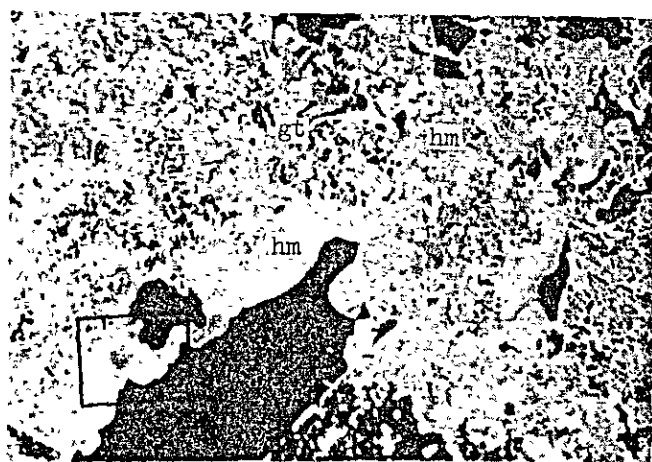


0.1mm

8) A-8095

Secondary electron image and analyzed spot by EPMA.

cuprite: $\text{Cu}-(\text{S})-(\text{Ca})$.



open nicol

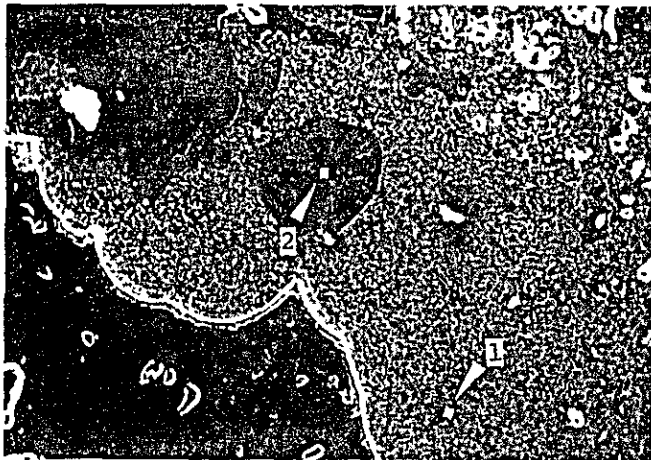
0.5mm

9) A-80910

Iron oxide-green copper mineral-calcite vein.

Flaky, very fine-grained hematite-goethite aggregate surrounded by colloform hematite including goethite.

hm: hematite, gt: goethite.

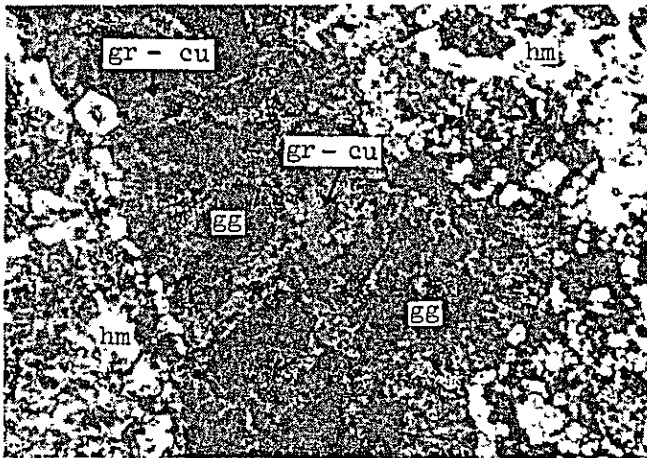


0.1mm

10) A-80910

Secondary electron image and analyzed spots by EPMA.

1. hematite : Fe-(Ca).
2. goethite : Fe-((Cu)) - ((Ca)).



open nicol

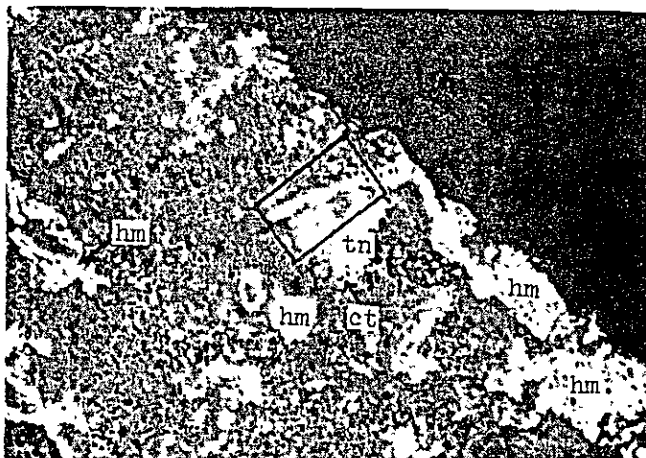
0.1mm

11) A-8102

Iron oxide-green copper mineral vein.

Transparent copper minerals surround hematite and gangue minerals.

hm: hematite,
gr-cu: transparent copper mineral,
gg: gangue minerals.



open nicol

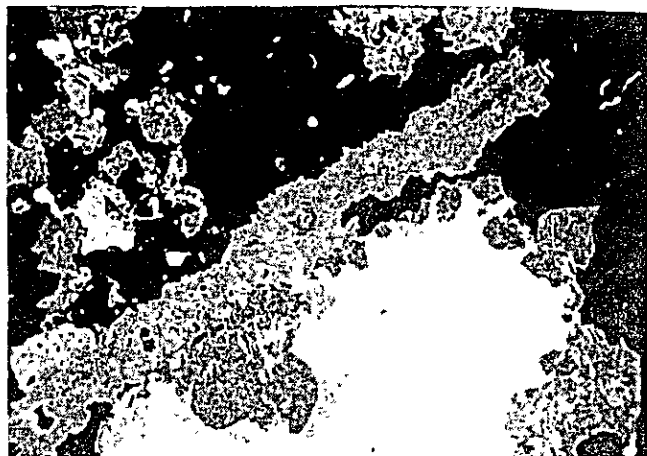
0.5mm

12) A-8103(a)

Iron oxide-green copper mineral vein.

Copper oxides are disseminated with hematite.

ct: cuprite, tn: tenorite,
hm: hematite.

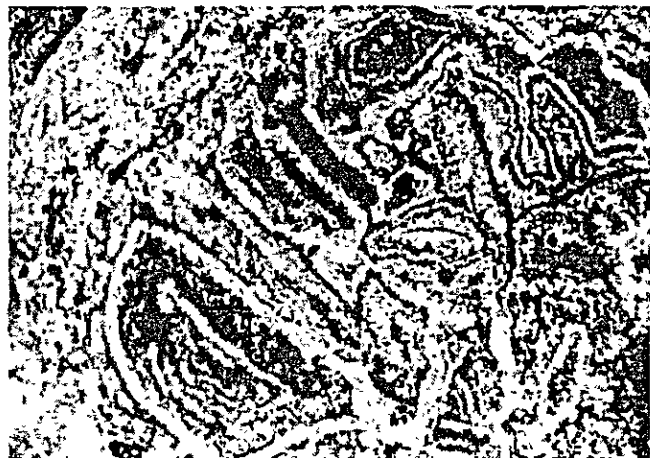


0.1mm

13) A-8103(a)

Secondary electron image and analyzed spot by EPMA.

hematite: Fe-(Sb)-(Ca)-((As)).



0.5mm

open nicol

14) A-8103(b)

Liesegang texture made up by hematite, goethite and gangue minerals.



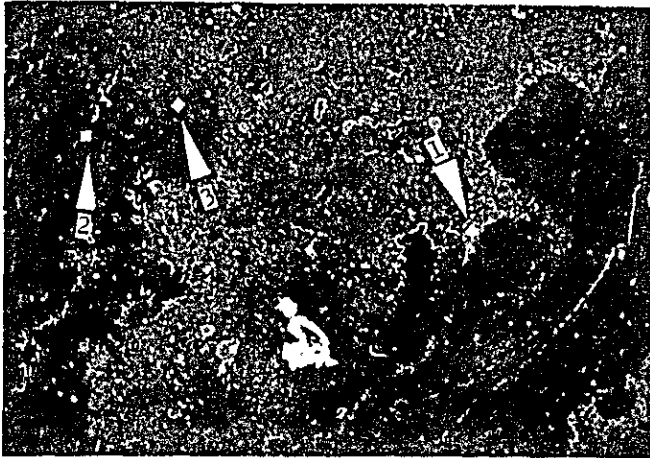
0.5mm

open nicol

15) A-8103(c)

Boxwork texture of hematite. Cells are filled with transparent green copper minerals and gangue minerals.

hm: hematite,
gr-cu: transparent copper mineral.

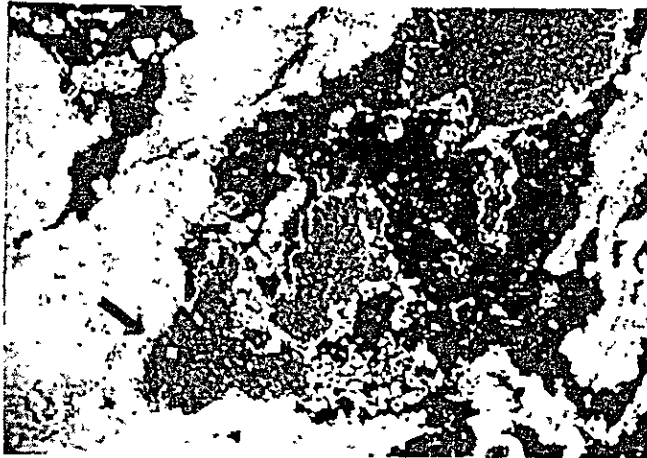


0.1mm

16) A-8103(c)-(1)

Secondary electron
image and analyzed spots
by EPMA.

1. green copper mineral :
Cu-((Ca))-((Si?)).
2. hematite : Fe-(Pb)-((Sn)).
3. gangue mineral :
(Fe)-(Cu)-((Pb)) -((Sb))-
((Sn)) -((Ca)) -((Si)) .



0.1mm

17) A-8103(c)-(2)

Secondary electron
image and analyzed spot
by EPMA.

green copper mineral:
Cu-(Si)-((Ca)).



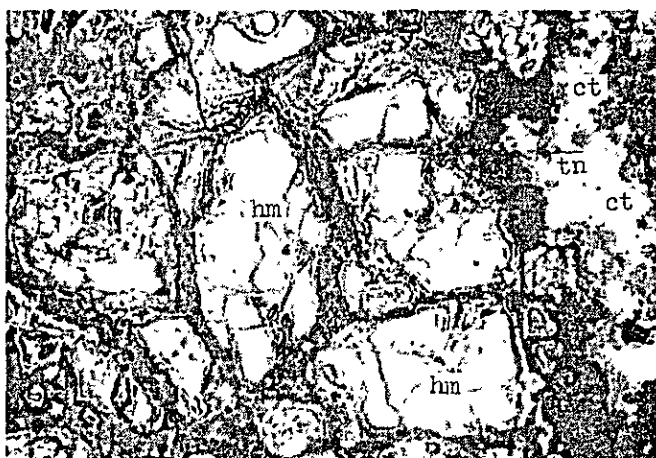
open nicol

0.5mm

18) A-8104

Iron oxide-green copper
mineral vein.

Discontinuous Liesegang
texture of hematite and
gangue minerals.



open nicol

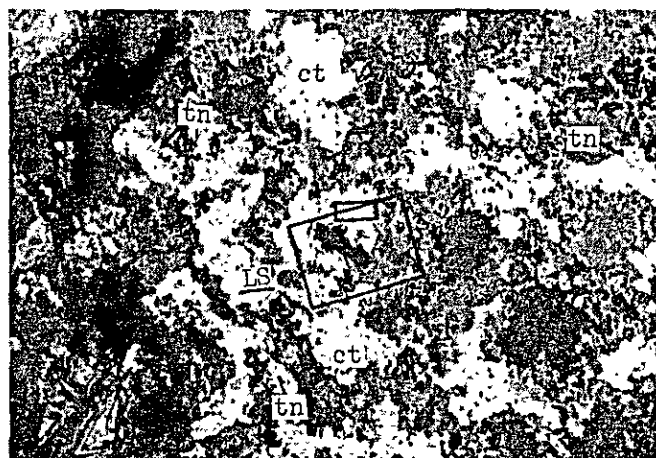
0.5mm

19) A-8105(a)

Green copper mineral-iron oxide vein.

Hematite pseudomorphs after crushed pyrite, showing an atoll-to-liesegang texture. Copper oxides are concentrated nearby hematite-rich part.

hm: hematite, ct: cuprite, tn: tenorite.



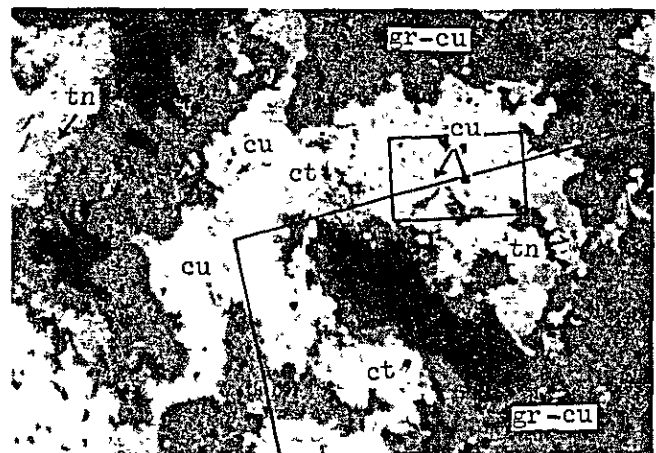
open nicol

0.5mm

20) A-8105(b)

Copper oxides-concentrated part. Copper oxides are enclosed by transparent copper mineral.

ct: cuprite, tn: tenorite, gr-cu: transparent copper mineral, LS: line scanning.



open nicol

0.1mm

21) A-8105(b)

Enlargement of examined area. Native copper is included in cuprite.

cu: native copper, ct: cuprite, tn: tenorite, gr-cu: transparent copper mineral.

