

JICA LIBRARY



1124678(2)



チリ共和国ベラグアス・プログレソ地域  
資源開発協力基礎調査報告書

第 2 年 次

平成 7 年 3 月

国際協力事業団  
金属鉱業事業団



1124678(2)

## はしがき

日本国政府はチリ共和国政府の要請に応え、同国の第II州及び第III州に位置するベラガア地域及びマウゲル地域の鉱物資源賦存の可能性を確認するため、ボーリング調査、トレンチ調査及び物理探査などの鉱床探査に関する諸調査を実施することとし、その実施を国際協力事業団に委託した。国際協力事業団は、本調査の内容が地質及び鉱物資源の調査という専門分野に属することから、この調査の実施を金属鉱業事業団に委託することとした。本調査は、平成5年度を第1次とする第2年次にあたり、金属鉱業事業団は4名の調査団を編成して平成6年10月24日から平成7年1月14日まで現地に派遣した。

現地調査は、チリ共和国政府関係機関である鉱山公社(EMPRESA NACIONAL DE MINERIA)の協力を得て予定どおり完了した。本報告書は、本年次の調査結果をとりまとめたもので、最終報告書の一部となるものである。

おわりに、本調査の実施にあたってご協力いただいたチリ共和国政府関係機関ならびに外務省、通商産業省、在チリ共和国日本国大使館及び関係各位に衷心より感謝の意を表するものである。

平成7年2月

国際協力事業団  
総裁 藤田 公郎

金属鉱業事業団  
理事長 石川 丘



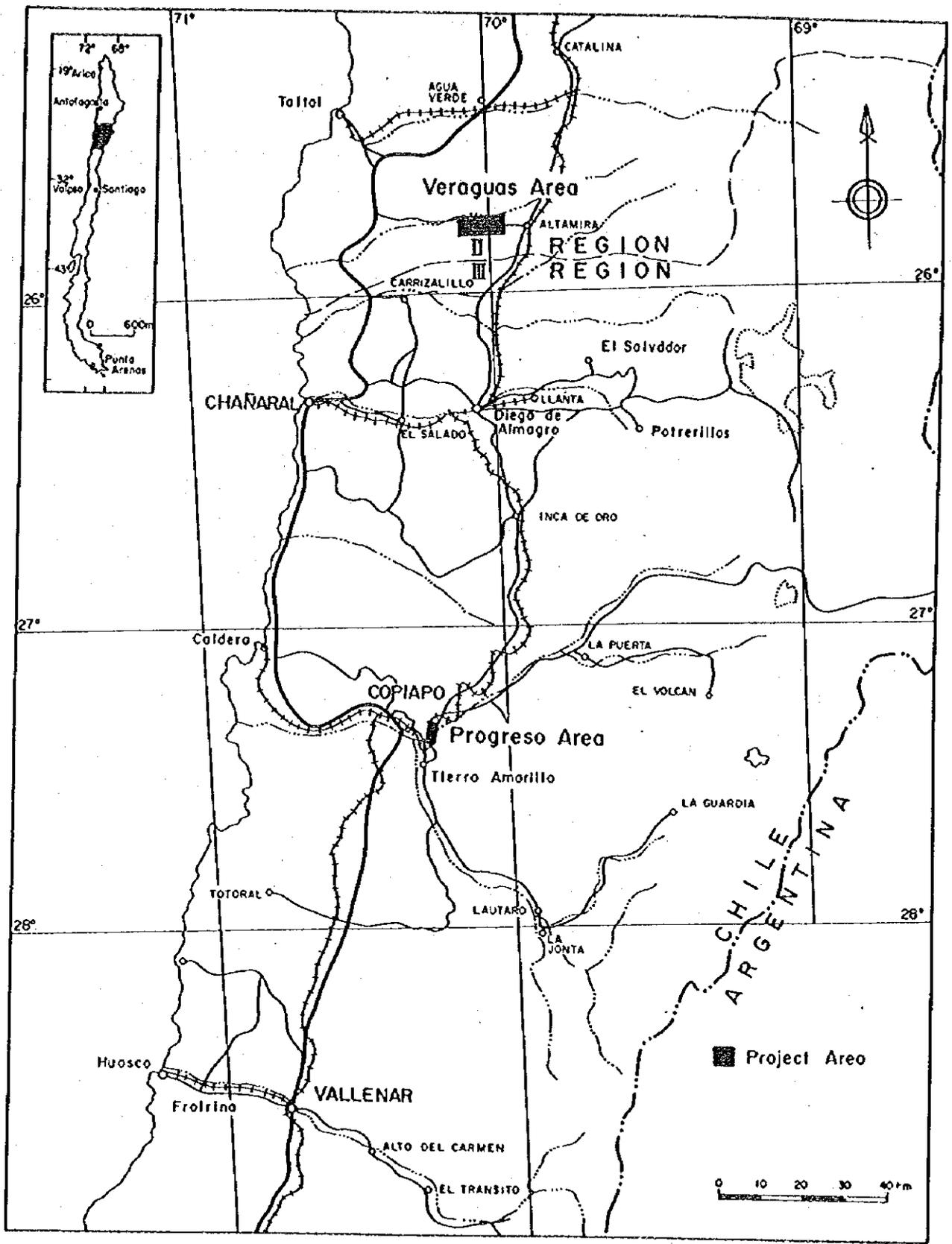
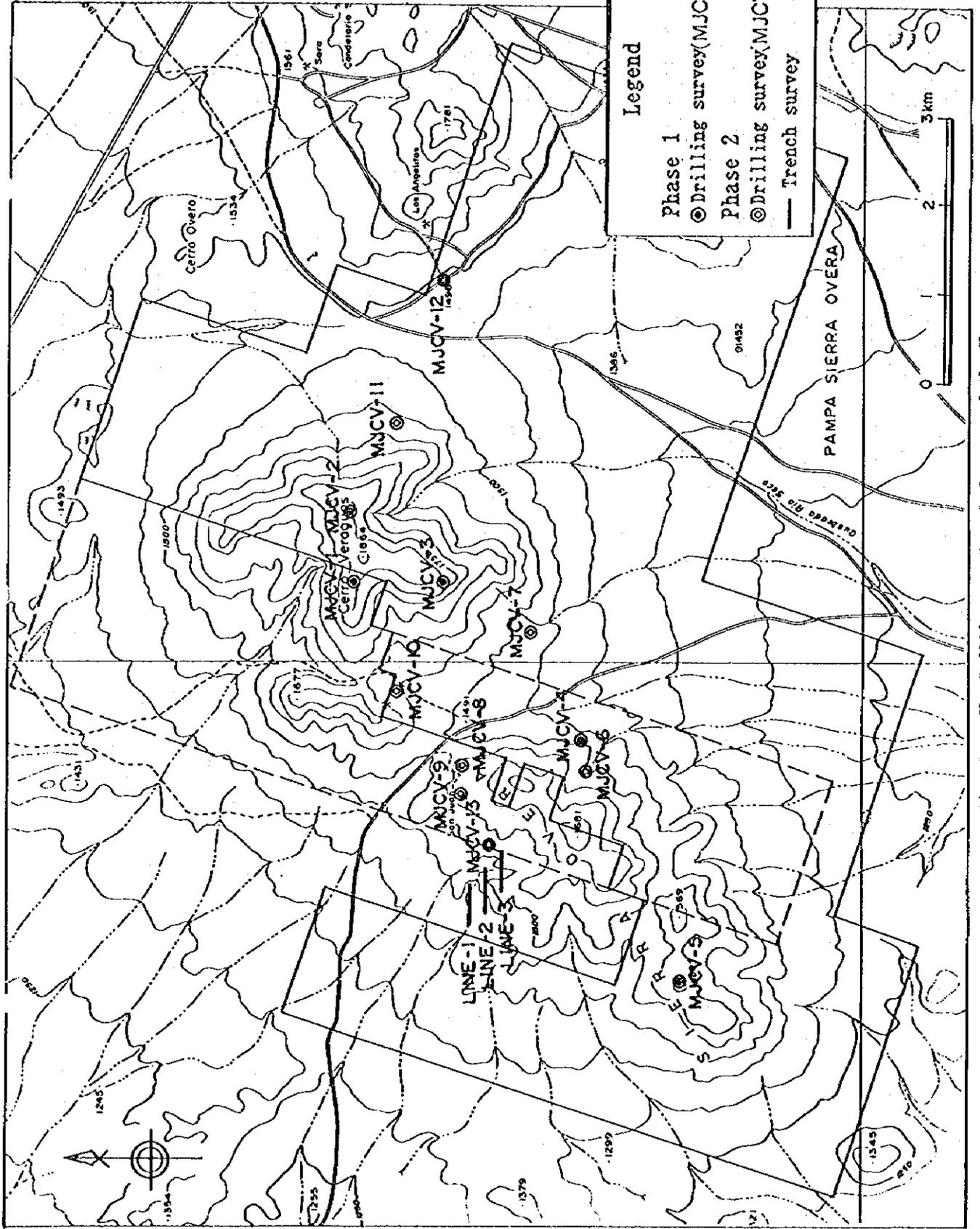


Fig. 1 Location of the project area



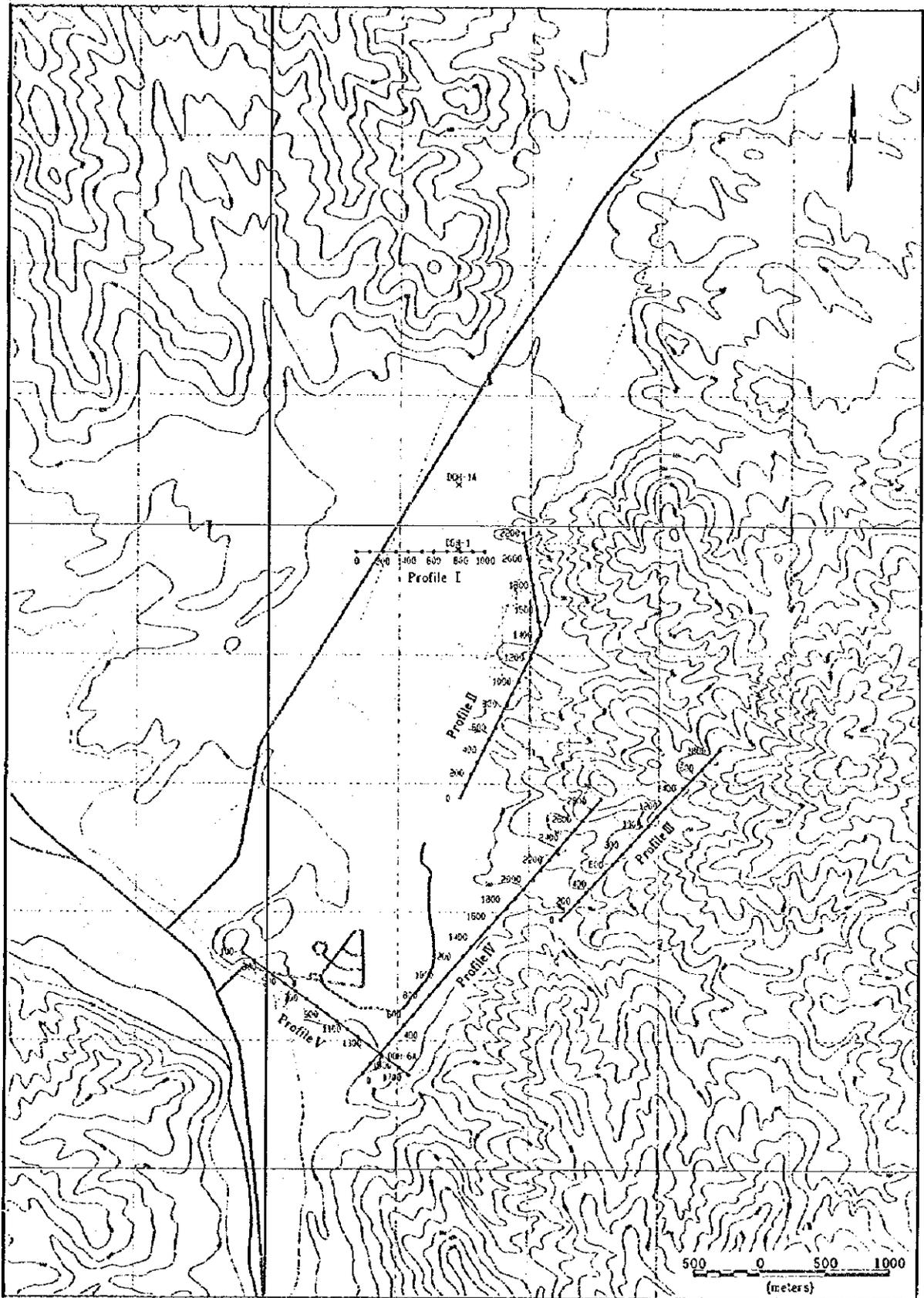


Fig. 3 The Geophysical Survey of the Progreso area



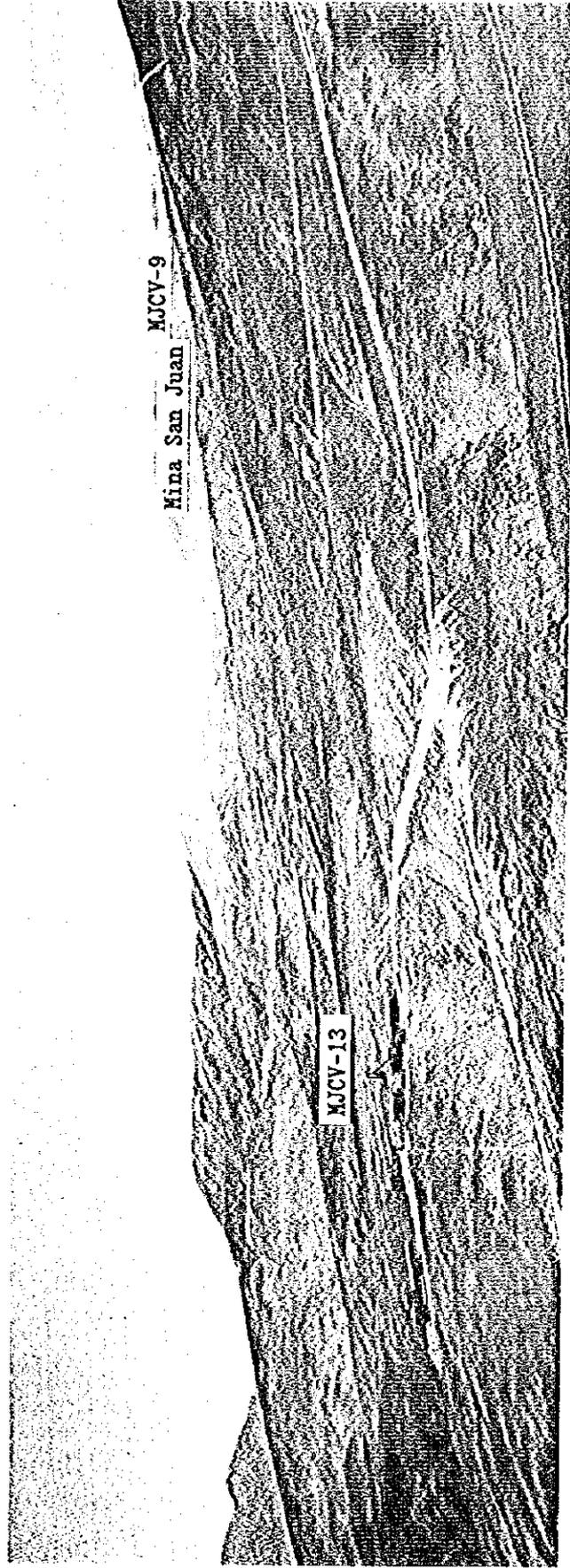


Photo 1 A view of northwestern hillside of the Sierra Overa (Veraguas Area)

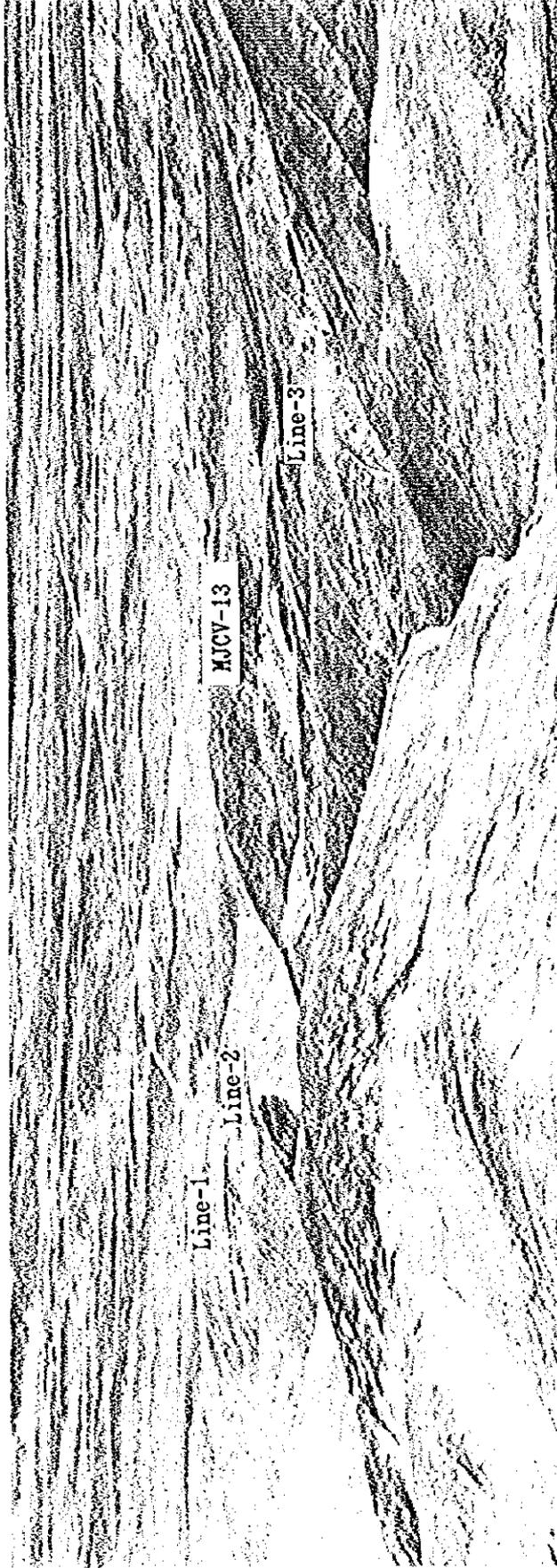


Photo 2 A view of northwestern hillside of the Sierra Overa from the peak (Veraguas Area)

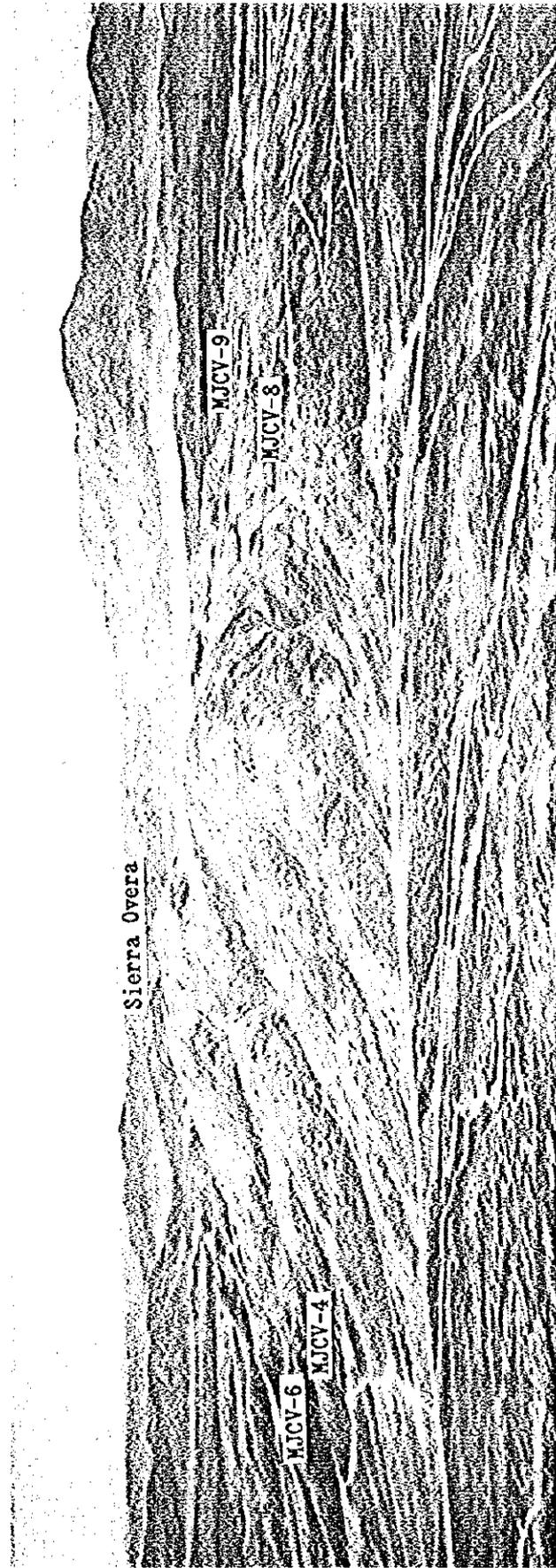


Photo 3 A view of east side of the Sierra Overa from the Cerro Veraguas (Veraguas Area)



## 要 約

本調査は、チリ共和国ベラグアス・プログレソ地域資源開発協力基礎調査の第2年次にあたり、ベラグアス地域ではボーリング調査及びトレンチ調査、プログレソ地域では物理探査を実施した。調査目的は両地域の地質構造を解明するとともに、新鉱床の存在を確認することである。

調査の結果、次の結論を得た。

### 1. ベラグアス地域ボーリング調査・トレンチ調査

本地域の中央部に位置するベラグア山及びパハラ山は、下部白亜系7107m層群の安山岩質火山岩類とこれ貫く閃緑岩質～安山岩質斑岩からなり、両者は強い熱水変質を受けている。本地域はN-S系、NW-SE系及びNE-SW系の断裂系が発達しており、これらは斑岩の貫入路として役割を担ったと考えられる。

熱水変質は、上部から溶脱帯、珪質粘土帯及び緑泥石帯に分帯される。緑泥石帯はさらに次の4帯に細分され、Lowell & Guilbert(1970)による斑岩銅鉱床の変質区分のフリック帯と加質帯に対応される。

珪質粘土-緑泥石帯	: フリック帯
緑泥石帯	: フリック帯
珪化-緑泥石帯	: フリック帯
珪化-加長石-緑泥石帯	: 加質帯

パハラ山北西部におけるトレンチ調査で溶脱帯直下の暗緑色安山岩及びストック状閃緑岩質斑岩に伴う酸化銅の鉱徴を捕捉した。さらにMJC-13孔により閃緑岩質斑岩を母岩として酸化銅・自然銅・黄銅鉱と微量のババリ・輝銅鉱・斑銅鉱からなる鉱化帯を捕捉した。

鉱石分帯と変質分帯の関係は下記の通りである。

深度	銅鉱物	T.Cu ave.	max. Au ppm	変質状況	
0-17m	アカアイト・フリックアイト	0.55%	1.24%	0.20	珪質粘土-緑泥石帯 石膏脈発達 フリック帯
17-70m	アカアイト・フリックアイト	0.24	1.12	0.14	弱緑泥石帯 フリック帯
70-78m	アカアイト・フリックアイト	0.34	0.40	0.21	緑泥石帯 石膏脈発達 フリック帯
78-149m	自然銅・アカアイト・アスライト	0.23	0.66	0.13	緑泥石帯 石膏脈発達 フリック帯
149-180m	自然銅・アカアイト・アスライト	0.18	0.52	0.13	珪化-加長石-緑泥石帯 石膏脈発達 加質帯
180-198m	アカアイト・アスライト	0.14	0.27	0.09	珪化-加長石-緑泥石帯 石膏脈発達 加質帯
198-250m	黄銅鉱・輝銅鉱・ババリ	0.11	0.26	<0.04	珪化-加長石-緑泥石帯 石膏脈発達 加質帯
250-300m	黄銅鉱・輝銅鉱・ババリ	0.10	0.55	<0.04	珪化-加長石-緑泥石帯 石膏脈発達 加質帯

0~149m間のフリック帯では、T.Cu品位>0.2%、Au品位>0.1ppmであるが、149m以深の加質帯では銅・金とも鉱化が弱くなる傾向がある。

また、MJCY-6孔によりハラ山東側深部の加質帯に伴い黄銅鉱染を、MJCY-9孔によりクワツ鉱床があるハラ山北縁の溶脱帯に伴い酸化銅鉱染を捕捉しており、ハラ山を構成する溶脱帯の下部には斑岩銅鉱床の賦存が期待される。従って、今後はハラ山地区において、ポリック調査及びトリック調査を実施することが望まれる。

## 2. プログレソ地域物理探査

アト型鉱床が胚胎するアソクダコアル層の分布状況を解明し、さらに鉱化帯を抽出するためにAKT法、IP法を5測線、室内物性試験（30試料）、DDH-1A孔におけるPEM法を実施した。

調査の結果、アト型鉱床の賦存が予想される低比抵抗-高チャージアビリティを示す異常帯は抽出されず、DDH-1A孔のPEM法測定結果でも鉱徴を示す異常は認められなかった。

アソクダコアル層とその上位のアソクダコアル層はともに高比抵抗値を示し、両者を比抵抗値で分離することは困難であったが、本地域の上部層である沖積層の比抵抗値は低くその差は明瞭であるため、高比抵抗帯の上部面を追跡することで本地域の地質構造を解明することができた。

ポリックの室内物性試験から、高チャージアビリティを示す試料は概ね高比抵抗値を示す傾向が得られ、特に、DDH-6A孔で銅分析値の高いサンプルではチャージアビリティが高くなる傾向が見られた。

従って、高比抵抗でも高チャージアビリティの箇所は、アソクダコアル層中の効りに伴う鉱化あるいはアソクダコアル層中の弱い鉱化との対応が予想される。この観点から高比抵抗帯の浅い地域とチャージアビリティの50mV/V以上のアソクダコアル層を重なる地区地域を抽出すると、地域中央東部の測線II測点1300を中心とした地区及び地域北東部の測線III測点1000を中心とした地区が上げられる。また、地域北部の測線II測点2000を中心として、高比抵抗帯の盛り上がりは推定されていないがチャージアビリティの高い地区が認められ、空中磁気探査による高異常帯に近接している。上記より、今後これらの地区が調査対象として取り上げられる。

# 目 次

はしがき	
調査地域位置図	
バクアス地域ボーリング調査及びトレンチ調査位置図	
フクノリ地域物理探査位置図	
要 約	

## 第 I 部 総 論

第 1 章 序 論	1
1-1 調査の経緯	1
1-2 第 1 年次調査の結論と提言	1
1-2-1 第 1 年次調査の結論	1
1-2-2 第 1 年次調査の提言	2
1-3 第 2 年次調査の概要	3
1-3-1 調査地域	3
1-3-2 調査目的	3
1-3-3 調査方法	3
1-3-4 調査団の編成	5
1-3-5 調査期間	5
第 2 章 調査地域の地理	6
2-1 バクアス地域	6
2-2 フクノリ地域	7
第 3 章 調査地域の一般地質及び地質的位置づけ	8
3-1 バクアス地域	8
3-2 フクノリ地域	9
第 4 章 調査結果の総合検討	14
4-1 バクアス地域の地質構造、鉍化作用の特性と鉍化規制について	14
4-2 フクノリ地域の物理探査異常と地質構造との関係について	18
第 5 章 結論及び提言	19
5-1 結 論	19

5-2	第3年次調査への提言	24
<b>第II部 各 論</b>		
第1章	ベラグアス地域ボーリング調査	29
1-1	調査目的	29
1-2	工事内容	38
1-3	調査結果	38
1-3-1	MJCV-6	38
1-3-2	MJCV-7	40
1-3-3	MJCV-8	42
1-3-4	MJCV-9	43
1-3-5	MJCV-10	44
1-3-6	MJCV-11	46
1-3-7	MJCV-12	47
1-3-8	MJCV-13	49
1-3-9	調査結果のまとめ	52
1-4	考 察	87
第2章	ベラグアス地域トレンチ調査	99
2-1	調査目的	99
2-2	工事内容	99
2-3	調査結果	99
2-4	考 察	101
第3章	プログレッソ地域物理探査	111
3-1	探査目的及び方法	111
3-2	解析方法	118
3-3	測定結果及び解析結果	123
3-4	考 察	193
<b>第III部 結論及び提言</b>		
第1章	結 論	201
第2章	第3年次調査への提言	207
参考文献		213

## LIST OF FIGURES

- Fig. 1            Location of the project area
- Fig. 2            The Drilling and Trench Surveys of the Veraguas area
- Fig. 3            The Geophysical Survey of the Progreso area
- 
- Fig. I-3-1        Regional geology of the Veraguas area
- Fig. I-3-2        Synthetic geologic column
- Fig. I-3-3        Distribution of ore deposits and hydrothermal zones
- Fig. I-4-1        Geologic profile of the Sierra Overa district
- Fig. I-5-1        Recommendation district for the phase III (the Veraguas area)
- Fig. I-5-2        Recommendation district for the phase III (the Progreso area)
- 
- Fig. II-1-1      Location map of the drilling survey area    (1:60,000)
- Fig. II-1-2(1)    Geologic profile of the drill hole MJCv-6    (1:6,000)
- Fig. II-1-2(2)    Geologic profile of the drill hole MJCv-7    (1:6,000)
- Fig. II-1-2(3)    Geologic profile of the drill hole MJCv-8 & 9 (1:6,000)
- Fig. II-1-2(4)    Geologic profile of the drill hole MJCv-10   (1:6,000)
- Fig. II-1-2(5)    Geologic profile of the drill hole MJCv-11   (1:6,000)
- Fig. II-1-2(6)    Geologic profile of the drill hole MJCv-12   (1:6,000)
- Fig. II-1-2(7)    Geologic profile of the drill hole MJCv-13   (1:6,000)
- Fig. II-1-3(1)    Synthetic column for MJCv-6    (1:2,000)
- Fig. II-1-3(2)    Synthetic column for MJCv-7    (1:2,000)
- Fig. II-1-3(3)    Synthetic column for MJCv-8    (1:2,000)
- Fig. II-1-3(4)    Synthetic column for MJCv-9    (1:2,000)
- Fig. II-1-3(5)    Synthetic column for MJCv-10   (1:2,000)
- Fig. II-1-3(6)    Synthetic column for MJCv-11   (1:2,000)
- Fig. II-1-3(7)    Synthetic column for MJCv-12   (1:2,000)
- Fig. II-1-3(8)    Synthetic column for MJCv-13   (1:2,000)
- Fig. II-1-4      Stability relations of copper and iron compounds [Garrels and Christ, 1965]

- Fig.II-1-5 Geologic profile of the Sierra Overa district
- Fig.II-1-6 Geology of the Pampa district
- Fig.II-1-7 Location and K-Ar ages of major porphyry copper deposits  
in northern Chile [Olson,1989]
- Fig.II-2-1 Geologic map of the trench survey district (1:4,000)
- Fig.II-2-2 Sketch of the test pits (1:50)
- Fig.II-2-3 Correlation coefficients diagram
- Fig.II-3-1 Location of AMT site and IP profile.
- Fig.II-3-2 Field layout of AMT survey.
- Fig.II-3-3 Field setup of IP survey(a) and Typical Time Domain measurement(b)
- Fig.II-3-4 Schematic illustration of PEM survey.
- Fig.II-3-5(1) Schematic illustration of topographic effects on E-field measurements.
- Fig.II-3-5(2) Sketch of model used to explain static effect
- Fig.II-3-6(1) Pseudosection of apparent resistivity and phase difference for profile I
- Fig.II-3-6(2) Pseudosection of apparent resistivity and phase difference for profile II
- Fig.II-3-6(3) Pseudosection of apparent resistivity and phase difference for profile III
- Fig.II-3-6(4) Pseudosection of apparent resistivity and phase difference for profile IV
- Fig.II-3-6(5) Pseudosection of apparent resistivity and phase difference for profile V
- Fig.II-3-7(1) Pseudosection of apparent resistivity and chargeability for profile I
- Fig.II-3-7(2) Pseudosection of apparent resistivity and chargeability for profile II
- Fig.II-3-7(3) Pseudosection of apparent resistivity and chargeability for profile III
- Fig.II-3-7(4) Pseudosection of apparent resistivity and chargeability for profile IV
- Fig.II-3-7(5) Pseudosection of apparent resistivity and chargeability for profile V
- Fig.II-3-8(1) Relationship between sample resistivity and depth.
- Fig.II-3-8(2) Relationship between sample resistivity and IP effect.
- Fig.II-3-9(1) Pulse EM response and interpretation from central loop for DDH-1A
- Fig.II-3-9(2) Pulse EM response and interpretation from north loop for DDH-1A
- Fig.II-3-9(3) Pulse EM response and interpretation from east loop for DDH-1A

- Fig.II-3-9(4) Pulse EM response and interpretation from south loop for DDH-1A
- Fig.II-3-9(5) Pulse EM response and interpretation from west loop for DDH-1A
- Fig.II-3-10 IP resistivity(1) and chargeability section from 2D inversion result for profile I
- Fig.II-3-11 AMT resistivity section from 2D inversion result for profile I
- Fig.II-3-12(1) Resistivity section from 2D joint inversion result for profile I
- Fig.II-3-12(2) Chargeability section from 2D joint inversion result for profile I
- Fig.II-3-13 IP resistivity(1) and chargeability section from 2D inversion result for profile II
- Fig.II-3-14 AMT resistivity section from 2D inversion result for profile II
- Fig.II-3-15(1) Resistivity section from 2D joint inversion result for profile II
- Fig.II-3-15(2) Chargeability section from 2D joint inversion result for profile II
- Fig.II-3-16 IP resistivity(1) and chargeability section from 2D inversion result for profile III
- Fig.II-3-17 AMT resistivity section from 2D inversion result for profile III
- Fig.II-3-18(1) Resistivity section from 2D joint inversion result for profile III
- Fig.II-3-18(2) Chargeability section from 2D joint inversion result for profile III
- Fig.II-3-19 IP resistivity(1) and chargeability section from 2D inversion result for profile IV
- Fig.II-3-20 AMT resistivity section from 2D inversion result for profile IV
- Fig.II-3-21(1) Resistivity section from 2D joint inversion result for profile IV
- Fig.II-3-21(2) Chargeability section from 2D joint inversion result for profile IV
- Fig.II-3-22 IP resistivity(1) and chargeability section from 2D inversion result for profile V
- Fig.II-3-23 AMT resistivity section from 2D inversion result for profile V
- Fig.II-3-24(1) Resistivity section from 2D joint inversion result for profile V
- Fig.II-3-24(2) Chargeability section from 2D joint inversion result for profile V
- Fig.II-3-25(1) DDH-1A Sample resistivity and PFE with geology structure and total Cu.
- Fig.II-3-25(2) DDH-1 Sample resistivity and PFE with geology structure and total Cu.
- Fig.II-3-25(3) DDH-6A Sample resistivity and PFE with geology structure and total Cu.
- Fig.II-3-26 Integrated plan map

- Fig.III-1-1 Geologic profile of the Sierra Overa district
- Fig.III-2-1 Recommendation district for the phase III (the Veraguas area)
- Fig.III-2-2 Recommendation district for the phase III (the Progreso area)

## LIST OF TABLES

Table I--1-1	Amounts of field works and laboratory tests
Table II--1-1	Contents of drilling
Table II--1-2	Equipment of drilling
Table II--1-3	Articles of consumption
Table II--1-4	Program of drilling
Table II--1-5	Summary of drilling activity (1)-(3)
Table II--1-6	Results of the microscopic observation (Polished thin section)
Table II--1-7	Results of the microscopic observation (Polished section)
Table II--1-8	Results of the powder X-ray diffraction (1)-(4)
Table II--1-9	Results of the K-Ar dating
Table II--1-10	Microprobe analyses of native copper
Table II--1-11	Results of the resistivity and polarization measurement
Table II--2-1	Results of the microscopic observation (Polished thin section)
Table II--2-2	Results of the powder X-ray diffraction
Table II--2-3	Results of chemical analysis
Table II--2-4	Results of statistics
Table II--3-1	Contents of Geophysical Survey
Table II--3-2	Frequency table for AMT measurement
Table II--3-3	List of equipments
Table II--3-4	Resistivity and chargeability of rock samples

## LIST OF APPENDICES

Appendix A	Geologic column of MJCv-1~8(Scale 1:200)	A-1~A-54
Appendix B	Results of the chemical analysis (Drilling survey)	B-1~B-28
Appendix C	Photomicrograph of polished thin section	C-1~C- 6
Appendix D	Geophysical data	D-1~D-91

## LIST OF PLATES

Plate 1-(1)	Geologic profile of the drill hole MJCv-6	(1:2,000)
Plate 1-(2)	Geologic profile of the drill hole MJCv-7	(1:2,000)
Plate 1-(3)	Geologic profile of the drill hole MJCv-8 & 9	(1:2,000)
Plate 1-(4)	Geologic profile of the drill hole MJCv-10	(1:2,000)
Plate 1-(5)	Geologic profile of the drill hole MJCv-11	(1:2,000)
Plate 1-(6)	Geologic profile of the drill hole MJCv-12	(1:2,000)
Plate 1-(7)	Geologic profile of the drill hole MJCv-13	(1:2,000)
Plate 2-(1)	Sketch of the trench	(1:1,000)
Plate 2-(2)	Geology of the trench survey district	(1:2,000)



# 第 I 部 總 論



## 第1章 序 論

### 1-1 調査の経緯

メキシコ共和国北部の海岸山脈からアンデス前縁山脈にいたる地域には70型、網状-鉱染型、斑岩銅鉱床型等の金・銀・銅鉱床が多数賦存している。ベラグアス地域(Veraguas area)及びプログレス地域(Progreso area)は海岸山脈の東部及び中央部に位置している(Fig.1参照)。

本調査は、日本国政府とメキシコ共和国政府の間で1993年8月19日に取り決められた、ベラグアス・プログレス地域の資源開発協力基礎調査の作業協定(SCOPE OF WORK)に基づき、実施されているものである。調査範囲はベラグアス地域80km<sup>2</sup>、プログレス地域10km<sup>2</sup>であり、予定の調査期間は3年である。本年度は第2年次にあたり、調査は日本側及びメキシコ側からそれぞれ専門家を派遣して実施された。

第1年次は以下の調査を実施した。

ベラグアス地域及びプログレス地域の既存データ解析。

ベラグアス地域のボーリング調査及び地化学探査。

その結果、ベラグアス地域中央部のベラグアス山の南側からパハラ山の東側に至る地域で、有望な鉱化変質帯及びパハラ山の北西側で地化学異常帯を捕らえた。これらの有望地では斑岩銅鉱床賦存の可能性が高いと推察されることから、これらに対して第2年次以降さらに詳細な調査を実施することを提言した。

### 1-2 第1年次調査の結論と提言

#### 1-2-1 第1年次調査の結論

##### (1) ベラグアス地域ボーリング調査

1年度のボーリング調査は合計5孔、総掘進長2,053mを実施した。その結果、捕捉した銅鉱化の特徴は以下の通りである。

ベラグアス山頂地区(MJCV-1 & MJCV-2)：銅鉱化は珪質粘土帯下部及び緑泥石帯の斑岩中、特に安山岩質火山岩類との境界部及び斑岩中の破碎帯沿いに認められるが、T.Cu500-1100ppmと低いこと、MJCV-2孔に示されるように微量の鉛・亜鉛の鉱化作用を伴うことから、本地区は鉱化の中心から離れていると推定される。

ベラグアス山南地区(MJCV-3)：銅鉱化はMJCV-3孔300m以深の緑泥石帯の斑岩中、特に安山岩質火山岩類との境界部付近で認められ、T.Cu500-7000ppmの箇所が10箇所計14m存在する。

また、当箇所はモリブデン品位が高く、300-375m間で平均52.4ppm、最高213ppm含有しており、斑岩銅鉱床の特徴を示している。

ハハラ山東地区(MJCV-4)：銅鉱化はMJCV-3孔206m以深の珪質粘土帯下部及び緑泥石帯の斑岩と安山岩質火山岩類の境界部付近及び400m以深の加質帯際で認められ、T.Cu500-3200ppmの箇所が7箇所計13m存在する。また、加質帯際の490m以深ではAu0.6-4.8ppmの金鉱化を捕捉した。加質帯際での銅・金鉱化の捕捉は斑岩銅鉱床の特徴を示している。

ハハラ山南西地区(MJCV-5)：銅鉱化は斑岩とN-S系断裂系が交差するMJCV-5孔280-292m間でT.Cu540ppm、斑岩中の緑泥石帯と珪質粘土帯との境界部の364-367m間でT.Cu 1,041ppmあることから、銅鉱化は斑岩中の変質環境の変化及び熱水の通路であるN-S系断裂帯に規制されたと推定される。

1年次調査では、鉱体を直接捕捉するには至らなかったが、ハハラ山南地区のMJCV-3孔300m以深で銅鉱化とモリブデン鉱化、ハハラ山東地区のMJCV-4孔400m以深で銅鉱化と金鉱化を捕捉した。これらの鉱化は斑岩銅鉱床の特徴を示しており、周辺に斑岩銅鉱床の賦存が期待される。

## (2) ペラグアス地域地化学探査

本調査は塩類皮殻(Caliche)及び岩石を媒体とする地化学探査からなる。塩類皮殻地化学探査は、シラハラ山の北西側山麓及びハハラ山の東側山麓の沖積層・崩積層堆積箇所を実施された。前者の近傍にはチンク鉱床、後者の近傍にはハナク鉱床が存在する。岩石地化学探査は地域南東部で実施された。

塩類皮殻地化学探査地区では、チンク鉱床の西方約1.3km及びハナク鉱床においてT.Cu及びS.Cuの異常域が得られた。前者ではFeO、Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、SiO<sub>2</sub>の異常が、後者では脈石の方解石の存在に対応する散点的なCO<sub>2</sub>の異常が特徴的に伴われることから、両異常域は異なる性質の鉱化を反映している可能性がある。

岩石地化学探査地区では、顕著な地化学異常は認められなかった。

### 1-2-2 第1年次調査の提言

第1年次ハハラ山調査では、鉱体を直接捕捉するには至らなかったが、ハハラ山南地区のMJCV-3孔300m以深で銅鉱化とモリブデン鉱化、ハハラ山東地区のMJCV-4孔400m以深で銅鉱化と金鉱化を捕捉した。また、MJCV-4孔の北西約1,500mのハハラ山の北側にはチンク鉱床が賦存する。これらの鉱化部の周辺は、斑岩銅鉱床賦存のチンク品位が高いと考えられることから、第

2年次はペラガア山の南側からハラ山の東側及北側に至る地区において、ボーリング調査の実施を提言する。

また、塩類皮殻地化学探査により得られたツツン鉱床の西方約1.3kmの地化学異常域と鉱化との関係を明らかにするため、地化学異常域からハラ山北西側山腹にかけてトレンチ調査を提言する。

### 1-3 第2年次調査の概要

#### 1-3-1 調査地域

本年次調査はペラガア地域及びフウケツ地域からなる。両地域の調査位置図をFig.2及びFig.3に示す。

#### 1-3-2 調査目的

本年次調査の目的は、チリ共和国ペラガア・フウケツ地域において地質構造を解明するとともに、新鉱床の存在を確認すること、相手国機関に対して技術移転を図ることをである。

#### 1-3-3 調査方法

ペラガア地域ではボーリング調査及びトレンチ調査、フウケツ地域では物理探査を実施した。調査内容及び調査量をTable I-1-1に示す。各調査の重点課題は次の通りである。

##### (1) ボーリング調査

ペラガア地域において、地質構造を解明するとともに、斑岩銅鉱床の存在を確認する。

##### (2) トレンチ調査

ペラガア地域において、第1年次に捕捉した銅の地化学異常に対応する鉱徴の存在を確認する。

##### (3) 物理探査

フウケツ地域において、地下深部の比抵抗及び分極率を把握し、ツツン型鉱床等の硫化物鉱床の存在を確認する。

Table I-1-1 Amounts of field works and laboratory tests

1. Drilling Survey

Drill Hole	Direction	Inclination	Depth
MJCV- 6	--	-90°	400.0m
MJCV- 7	--	-90°	450.0m
MJCV- 8	--	-90°	450.0m
MJCV- 9	N 90°W	-75°	248.5m
MJCV-10	--	-90°	300.0m
MJCV-11	N 90°W	-60°	300.0m
MJCV-12	S 45°W	-75°	200.0m
MJCV-13	--	-90°	300.0m
Total	8 holes		2,648.5m
Laboratory tests			
①Polished thin section			44pcs
②Polish section			16pcs
③X-ray diffractin analysis			71pcs
④Homogenization temperature measurement of fluid inclusion			15pcs
⑤K-Ar dating			3pcs
⑥Chemical analysis			
T.Cu, S.Cu, Au, Ag, Mo	2,616pcs		13,080elements
Pb, Zn	373pcs		746elements
T.Cu, S.Cu	180pcs		360elements
T.Cu	10pcs		10elements
⑦EPMA analysis			5pcs
⑧Resistivity and Polarization measurement			59pcs

2. Trench Survey

500m in length × 3 lines a total of 1,500m			
Laboratory tests			
①Polished thin section			6pcs
②X-ray diffractin analysis			16pcs
③Chemical analysis			
T.Cu, S.Cu, Au, Ag, Mo	64pcs		320elements

3. Geophysical Survey

AMT	42 measuring points	9.4km total lines
IP	306 measuring points	9.4km total lines
PEM	1 hole	5 loops
Laboratory tests		
①Resistivity and polarization measurement		30pcs

### 1-3-4 調査団の編成

本年次の現地調査に参加した調査団員は次の通りである。

	日本国側	相手国側
現地指導監督	辻本 崇史 金属鉱業事業団 亀山 正義 金属鉱業事業団	Jose Luis Mardones S. 邦鉱山公社 Mario Serrano Cavieres 邦鉱山公社 Ivan Henriquez Sapunar 邦鉱山公社 Guillermo Gonzalez S. 邦鉱山公社 Pedro Ilabaca Ugarte 邦鉱山公社
現地調査団	ホーリック調査・トヨタ調査 市毛芳克(団長) 日鉄鉱工業株式会社 佐々木健悦 日鉄鉱工業株式会社 物理探査 松尾公一 日鉄鉱工業株式会社 高橋武春 日鉄鉱工業株式会社	Pedro Ilabaca Ugarte 邦鉱山公社 Ernest Garcia Fuentes 邦鉱山公社 Osvaldo Cautin Moruna 邦鉱山公社 Benigno Zamora Contreras 邦鉱山公社

### 1-3-5 調査期間

第2年次調査に要した調査期間は次の通りである。

現地調査(日本出発日～帰国日)

ホーリック調査・トヨタ調査	平成 6年10月24日～平成 7年 1月14日
物理探査	平成 6年10月24日～平成 6年12月23日
解析報告書作成	平成 6年12月24日～平成 7年 2月28日

## 第2章 調査地域の地理

### 2-1 ベラグアス地域

#### 2-1-1 位置及び交通

ベラグアス地域は首都サンティアゴ(Santiago)の北方約850km、太平洋岸の東80kmの第II州南部に位置する。その範囲はENAMIのVIRGO1-1213鉱区及びENAMIが探鉱契約を交わしている地元民間会社TALTAL CHANARAL S.A.のCHATAL3001-3400鉱区の計80km<sup>2</sup>である。本地域へは第II州都のアントファガスタ市及び第III州都の北チリ市のどちらからも道程350km、車両で約4時間を要する。

#### 2-1-2 地形及び水系

ベラグアス地域がある第II州の地形は、地質分布や地質構造を反映して、西からほぼ南北系の延びを示す次の3帯に分類できる。

海岸山脈 (Cordillera de la Costa)

中央沈降帯 (Depreción Central)

ドメイコ山脈 (Cordillera de Domeyko)

ベラグアス地域は上記のうち海岸山脈の東縁、中央沈降帯との境界部に位置する。

本地域は中央部にベラグアス山(Cerro Veraguas;1,864m)とベラ山(Sierra Overa;1,681m)が比高差200-300mで北東から南西方向に延長約10km、平均幅約3kmの規模で連なっている。両者の鞍部(1,500m)の南西側にはウラン鉱床が賦存する。また、地域南東部にも北東～南西方向に比高差約100mの小山体(1,597m)がある。これらの山体は1,450m以上で急峻な地形を呈しており、山麓部は標高1,200～1,450mのなだらかな丘陵地を形成している。水系は北東～南西方向の山稜を境に北西方及び南東方に流下した河川跡がみられるが、両者とも下流域で西方に向きを変え太平洋に注ぐ。しかし、これら水系は歴史的過去に降雨があった際に形成されたもので、実際に水が流れることは極稀である。

#### 2-1-3 気候及び植生

ベラグアス地域は典型的な砂漠気候で、一年中雨量はほとんど無く、晴天が続く。気温は日中25～30°C、夜間は夏期(12月～2月)で10～15°C、冬期(6月～8月)は5～10°Cで寒暖の差が大きい。また、沿岸部では霧の発生することが多いが、本地域まで及ぶことは稀である。

従って、植生は極めて限定され、サボテン類が認められるだけである。

## 2-2 プログレソ地域

### 2-2-1 位置及び交通

プログレソ地域はマンチゴの北直距離約660km、太平洋岸の東70km、第III州中央部に位置する。その範囲はENAMIの銅精錬所の敷地を含むPROGRES01-211鉱区の約10km<sup>2</sup>である。北アグ市内から本地域へは道程10km、車両で10分で到達できる。

### 2-1-2 地形及び水系

プログレソ地域がある第III州中部は海岸山脈とトメロ山脈が漸移している。本地域は海岸山脈のほぼ中央、南東から北東に流れる北アグ川に北東から南西に流れるカマンチ川が合流する箇所に位置し、両河川により横谷(transverse valley)が形成されている。横谷の両側は標高800~1,000mの山脈が形成されており比高差は約400mである。

### 2-1-3 気候及び植生

プログレソ地域は冬期(6月~8月)は乾燥・温帯、夏期(12月~2月)は乾燥・亜熱帯気候に属し、年間平均降雨量は25mm以下である。年間の平均気温は冬期13℃、夏期23℃で、気温の日変化は最低-2℃から最高32℃まで変化する。5月から10月までは夜間カマンチ(camanchaca)とよばれる濃霧が北アグ川周辺の谷沿いに発生する。

北アグ川周辺の谷沿いは、ブドウ・リンゴなどの栽培地として利用されている。しかし、その他の箇所は乾燥地帯のため、低草以外の植生はほとんど発達していない。

### 第3章 調査地域の一般地質及び地質的位置づけ

#### 3-1 ペラグアス地域

ペラグアス地域があるチ北部の広域地質は、Mercade, M.W. (1978)、Naranjo, J.A. y Puig, A. (1984)、Ulriksen, C.G. (1990)、Boric P.R., Diaz F.F y Maksaeov J.V. (1990)などの報告がある。また、国際鉱物資源開発協力協会[JMEC(1993)]はこれらのデータを基に、本地域を中心とした地域の衛星画像解析を行い、Fig.1-3-1, 2 & 3に示す地質図、総合地質柱状図及び鉱床・変質帯分布図を作成した。

これらによると、本地域周辺の広域地質は地形区分と明瞭な関係にあり、西から海岸山脈、中央沈降帯、ドメコ山脈の3帯に分類できる。

海岸山脈は西側に古生界、三疊系及びジュラ系が、東側に下部白亜系が分布する。両者の境界部にはN-S系の正断層帯であるアタカ断層(Falla de Atacama)が走っていることから、西側の地塊が相対的に上昇したと考えられる。中央沈降帯は上部白亜系が、ドメコ山脈はジュラ系及び白亜系が第三系及び第四系に不整合に覆われて分布する。また、ドメコ山脈にはN-S系のオエステ断層(Falla Oeste)及びドメコ断層(Falla de Domeyco)が発達している。

本地域は海岸山脈と中央沈降帯との境界部に位置し、西側では下部白亜系のアロプ層に属する斑状～無斑晶質安山岩質溶岩及び火砕岩類が卓越する。東側ではアロプ層は古第三系のチアルマ層群(Formación Chile-Alemania)の安山岩質溶岩、火砕流堆積物、角礫岩及び新第三系のアタカ礫岩(Gravas de Atacama)に覆われた箇所が多い。

これらの火山岩類は白亜紀後期から古第三紀に活動したと考えられるピンコ深成岩類(Groupo Plutónico Cerro de Pingo)に属する閃緑岩、トナ岩、花崗岩からなるハリス状岩体及び閃緑岩質ないし安山岩質斑岩の小岩体に貫かれている。

地域内には前述したように、ペラグアス山頂の東方3kmにあるポンガ銅鉱床(小規模・休止中・不規則型・珪孔雀石-赤鉄鉱-鏡鉄鉱-方解石)と西南2.5kmにあるサファ銅鉱床(小規模・休止中・脈状・珪孔雀石-赤鉄鉱)が存在する。さらに地域外東方8kmには小規模に稼行または休止中のハラペラ銅・金鉱床群が分布する。従って、本地域は銅及び金の鉱床賦存ポテンシャルが高い地域と考えられる。

ペラグアス地域内の地質は下部白亜系のアロプ層(Formación Aeropuerto)及び白亜紀後期から古第三紀に活動した貫入岩類から構成され、それらが第三紀に被変質岩類となりペラグアス山、ハラ山を形成している。山体周囲の平坦～緩傾斜部は鮮新世～第四紀の沖積層、崩

積層及び河川堆積物に覆われている。

7107°E層は主に安山岩質火山岩類からなり、堆積岩層を挟在する。貫入岩類は石英閃緑岩、トナリト、石英安山岩、斑岩からなる。被変質岩類はこれらを源岩としており、ENAM I(1987)により強珪化帯、石英・絹雲母帯、珪質粘土帯及び7°E°E層帯に分類されている。強珪化帯、石英-絹雲母帯には硫化鉍物の鉍囊の痕跡、褐鉄鉍、赤鉄鉍、ジヤロ-サイト等が断裂系に規制されて濃集している。

鉍徴地としては、ペラ山北東のサンファン(San Juan)銅鉍床(小規模、珪孔雀石鉍染、休止中)及びペラカマス山南東側のパンパ(Pampa)銅鉍床(小規模、孔雀石-珪孔雀石-アカアイト-赤鉄鉍-鏡鉄鉍-方解石、不規則型、休止中)が賦存する。ENAMI(1993)はパンパ鉍床においてトナリ調査を実施し、Cu0.004~4.3%の鉍石分析結果を報告している。

### 3-2 プログレソ地域

7°D°E地域周辺の周辺部は7°D°E°E層(Punta de Cobre)鉍山、カンデラリア(La Canderaria)鉍山など、多数の7°D°E型鉍床が開発・稼業されている。

本地域を含む北°E°Eの地質は、Segerstrom y Parker(1,959); K.Segerstrom(1,962); Francisco Ortiz(1,966)などにより調べられており、本地域にも7°D°E型鉍床の母岩である7°D°E°E層が分布することから、ENAMIは1992年以降、地質調査、地化学探査、物理探査を行った。

本地域周辺の地質は、下部白亜系の火山岩類及び堆積岩類、白亜紀中期から第三紀前期にかけて活動したとされる貫入岩類及び更新世と完新世の未固結物質からなる。

下部系下部の火山岩類及び堆積岩類は、下位より7°D°E°E層、7°D°E°E層、7°D°E層及び7°D°E°E層に分類される。これらのうち本地域内では7°D°E°E層と7°D°E°E層とが分布する。

7°D°E°E層は北°E°E川の東西両側の山腹においてNE-SW方向の背斜軸に沿って分布する。本層は下部層(kpeli)と上部層(kpels)に分けられる。下部層は主に安山岩質溶岩からなり下限は確認されていない。上部層は層厚60~120mで、安山岩質溶岩、同質凝灰角礫岩、火山礫凝灰岩、凝灰岩の火山岩類他、それらに挟在する粘板岩、砂岩、石灰質砂岩、石灰岩等の堆積岩類とからなる。

本地域内では、上部層の安山岩及び7°D°E°E化を受けた変安山岩質溶岩が露出しているが、多くは第四紀層に覆われている。

アソクシヤ層はアソクシヤ層を覆って、その東部・南部・南西部に分布する。本層は下位からkad, kau, kamの3部層に分類される。kad部層は成層石灰岩卓越層、kau部層はトカ什質凝灰岩を挟在する弱成層～塊状石灰岩層、kam部層は鉍化を伴う効効からなる。これらは整合関係にあり、NNEからNE方向の走向を示し、これと同方向の軸を有する背斜構造を形成する。本地域は背斜構造の西翼に位置し、kau部層のトカ什質凝灰岩を鍵層として、アソクシヤ層上部層の分布深度を推定できる。

貫入岩類は北°7°川の西側に広く分布するアソクシヤ岩体の花崗岩類と、それを貫く酸性から塩基性の岩脈類からなる。

上記の岩石類は、NE-SW方向の軸を有する褶曲構造、NW-SE系、N-S系、N-S系の断裂構造に規制されている。北°7°川の西側では、その傾向が強く、NW-SE系、N-S系のリアクトが卓越する。北°7°川の東側は、西側に比べ各層とも東緩傾斜であるが、本地域がある北東部ではNE-SW方向の褶曲構造、それに伴う衝上断層が発達する。

地域周辺の金属鉍床は以下の3種に分類され、NE-SW方向の褶曲構造、NW-SE系、N-S系の断裂構造に規制されて胚胎する。

- a) アソクシヤ層を母岩とするアソクシヤ型鉍床・角礫型鉍床・鉍脈型鉍床。黄銅鉍-黄鉄鉍-磁鉄鉍-赤鉄鉍鉍石からなる。
- b) アソクシヤ層のサ知石効効及び効効を母岩とするアソクシヤ型鉍床。含金酸化銅-黄銅鉍鉍石からなる。
- c) アソクシヤ層を母岩とする含金鉄鉍脈型鉍床。

これらのうちa)が経済的価値を有し、北°7°川の東西両側に稼業鉍山が分布している。

アソクシヤ地域内では南東部と北部が要探鉍地区として選定される。南東部はアソクシヤ型鉍床の胚胎層準であるアソクシヤ層が潜在しており、地表に分布するその上位のkau部層における岩石地化探ではCu205～1660ppm, Au<50ppm, Ag6.3～20ppmの値が得られている。北部においても沖積層に覆われて、アソクシヤ層が潜在し、その上位のkam部層の効効には黄鉄鉍を主体とする鉍徴が認められ、露頭の岩石地化探ではCu35-585ppmの値が得られている。

PACIFIC OCEAN

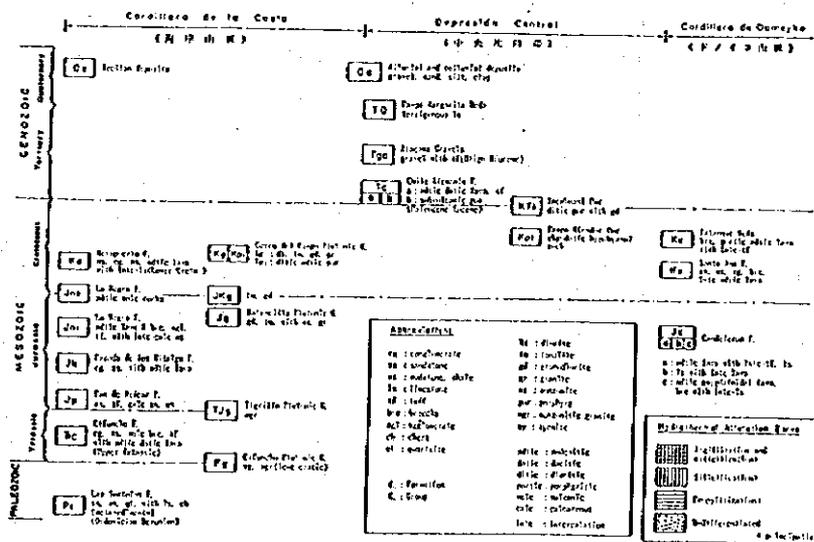
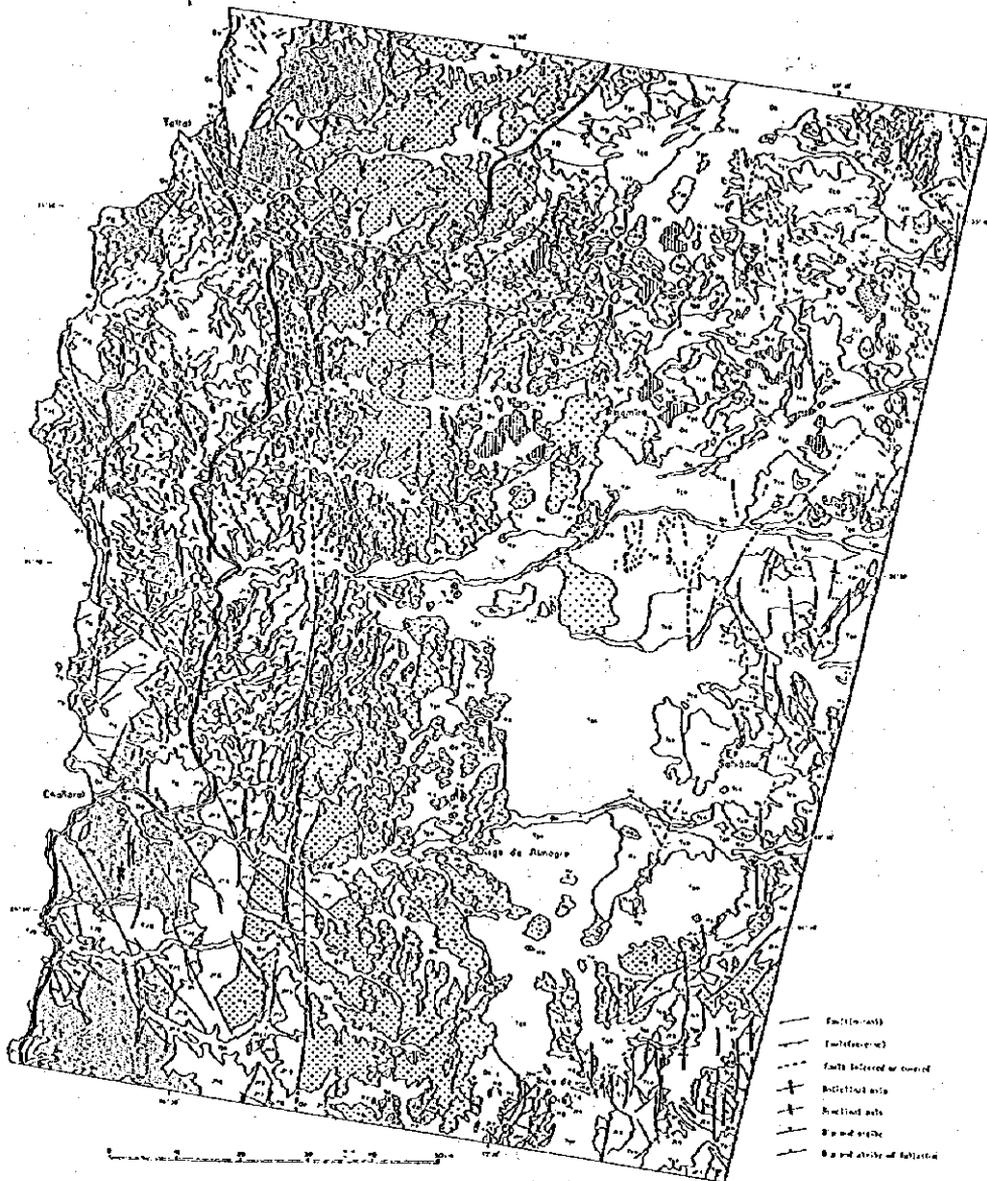
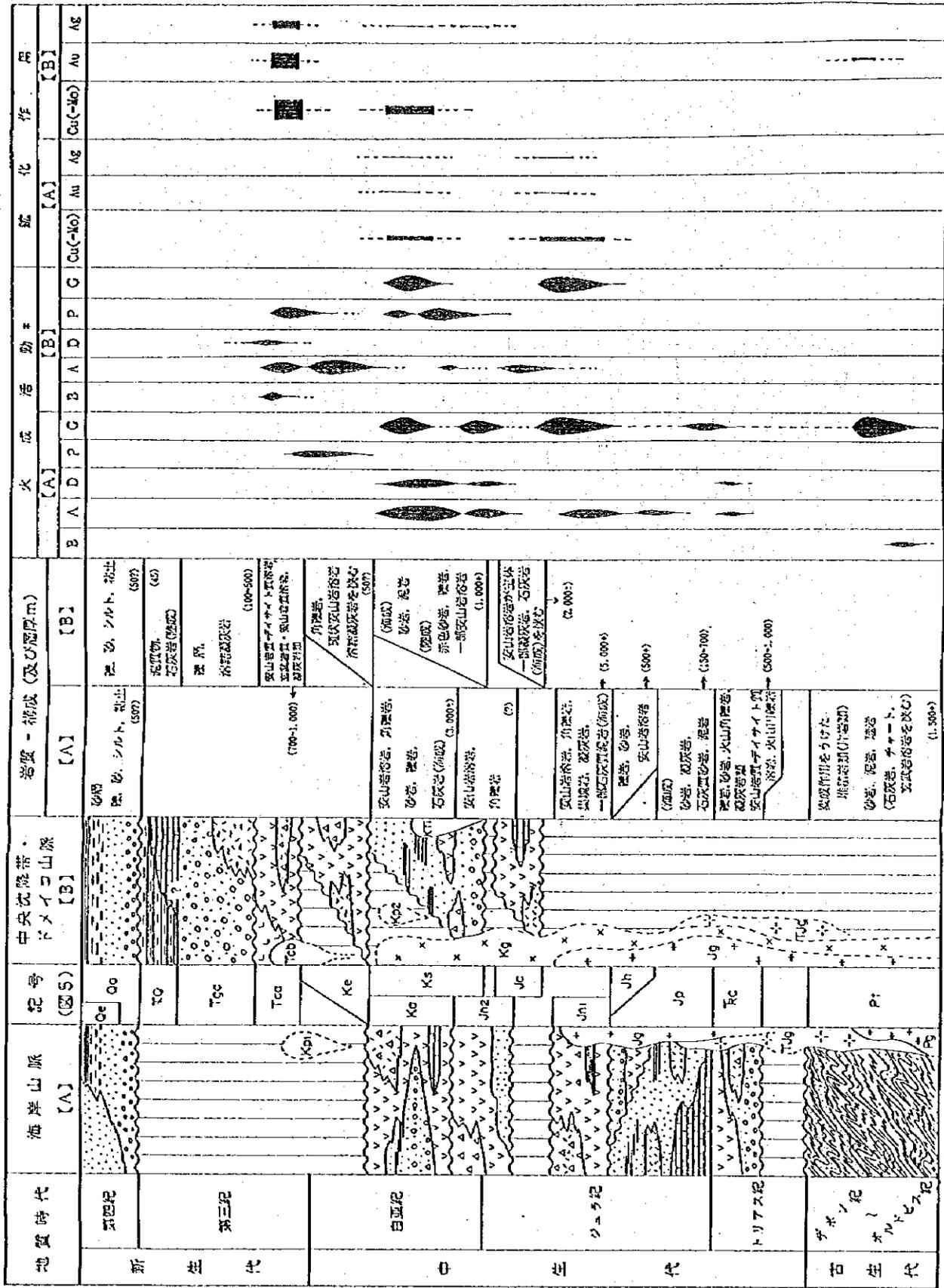


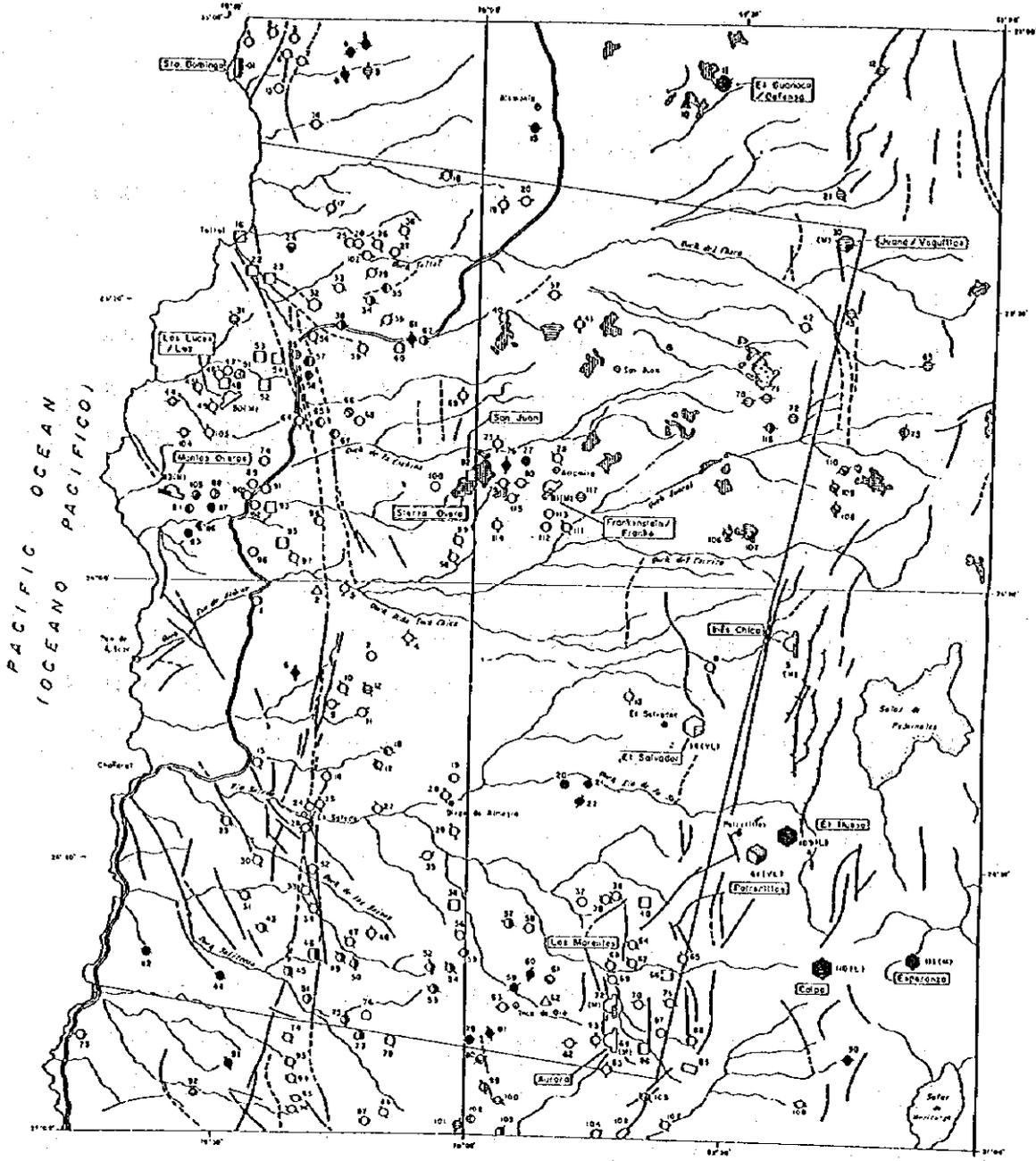
Fig. I-3-1 Regional geology of the Veraguas area

after JMEC(1993)



\* B : basalt, A : andesite, D : dacite, P : porphyry, G : granitoids after JMEC(1993)

Fig. I-3-2 Synthetic geologic column



**Metabolic Element**

- Cu
  - Au
  - ⊙ Ag
  - ⊗ Mo
- ① **San Juan** Number and name of ore deposit

**Relative Importance of Elements**

- ① 2 principals
- ② 2 principals, 1 subordinate
- ③ 1 principal, 1 subordinate

**Occurrence of Ore Deposit**

Simple	Complex
○ <small>Vein-like indication of strike</small>	○ <small>Vein-irregular</small>
□ <small>Irregular, block</small>	△ <small>Stratiform vein</small>
○ <small>Stockwork (including porous copper)</small>	
△ <small>Bioclastic pipe</small>	
◇ <small>Stratiform (collected by strike)</small>	

**Category of Ore Deposit**

V.L. Very large  
L. Large  
M. Medium  
(Others are categorized into small deposits)

	Small	Medium	Large	Very large
Cu	< 10,000	10,000 - 1,000,000	1,000,000 - > 10,000,000	> 10,000,000
Mo	< 1	1 - 100	> 100	> 10,000,000
Ag	< 50	50 - 5,000	> 5,000	

(metal content)

**Hydrothermal Alteration Zone**

- ▨ Argillification and silicification
- ▨ Silicification
- ▨ Prochloritization
- ▨ Differentiated (principally)

- Major fault
- - - Reverse fault

after JMEC(1993)

Fig. I-3-3 Distribution of ore deposits and hydrothermal zones

## 第4章 調査結果の総合検討

### 4-1 ベラグアス地域の鉱化変質作用の特性と構造規制について

本年度の「リック」調査及びトレンチ調査の結果を基に、本地区の鉱化変質作用と構造規制について地区毎に考察を行った。

#### 1. ハラ山地区

本地区は本地区は下部白亜系7107°E層群の安山岩質火山岩類とこれ貫く閃緑岩質～安山岩質斑岩からなり、両者は強い熱水変質を受けている。本地区はN-S系及びNW-SE系の断裂系が発達しており、これらの断裂系は基盤構造として既に存在し、斑岩の貫入路として役割を担ったと考えられる。特に、ハラ山北西地区において、斑岩はNW-SE系の構造に規制されて幅100～200mでストック状に進入している。

本地区の表層部及び上記方向の断層沿いは、強珪化帯、石英・絹雲母帯及びシリカ・土状赤鉄鉱が濃集した珪質粘土帯からなる溶脱帯が10～200mの厚さで形成されている。溶脱帯の下部は、珪質粘土帯及び緑泥石帯に分帯される。緑泥石帯は上位から次の4帯に細分され、Lowell & Gilbert(1970)による斑岩銅鉱床の変質区分の「リック帯」と「加質帯」に対応される。

珪質粘土-緑泥石帯	: リック帯
緑泥石帯	: リック帯
珪化-緑泥石帯	: リック帯
珪化-加長石-緑泥石帯	: 加質帯

ハラ山北西地区のトレンチ調査で溶脱帯直下の暗緑色安山岩及びストック状閃緑岩質斑岩において酸化銅の鉱徴を捕捉した。さらにMJC-13孔により閃緑岩質斑岩を母岩として酸化銅・自然銅・黄銅鉱と微量の「ハリス」・輝銅鉱・斑銅鉱からなる鉱化帯を捕捉した。

鉱石分帯と変質分帯の関係は下記の通りである。

#### [MJC-13]

深度	銅鉱物	T. Cu ave.	max. Au ppm	変質状況
0-17m	アモナイト・アモナイト	0.55%	1.24%	0.20 珪質粘土-緑泥石帯 石膏脈発達 リック帯
17-70m	アモナイト・アモナイト	0.24	1.12	0.14 弱緑泥石帯 リック帯
70-78m	アモナイト・アモナイト	0.34	0.40	0.21 緑泥石帯 石膏脈発達 リック帯
78-149m	自然銅・アモナイト・アモナイト	0.23	0.66	0.13 緑泥石帯 石膏脈発達 リック帯
149-180m	自然銅・アモナイト・アモナイト	0.04	0.52	<0.04 珪化-加長石-緑泥石帯 石膏脈発達 加質帯
180-198m	アモナイト・アモナイト	0.01	0.02	<0.04 珪化-加長石-緑泥石帯 石膏脈発達 加質帯
198-250m	黄銅鉱・輝銅鉱・ハリス	0.10	0.26	<0.04 珪化-加長石-緑泥石帯 石膏脈発達 加質帯
250-300m	黄銅鉱・輝銅鉱・ハリス	0.10	0.55	<0.04 珪化-加長石-緑泥石帯 石膏脈発達 加質帯

0~149m間のフリック帯では、T.Cu品位>0.2%、Au品位>0.1ppmであるが、149m以深の矽質帯では銅・金とも鉱化が弱くなる傾向がある。

自然銅は78.0~180.0m間で鉱染状、フィラ状に産し、鏡下で黄銅鉱・斑銅鉱が微量認められる。また、上記銅鉱物の他、赤鉄鉱と磁鉄鉱がほぼ全域で鉱染しているが、自然銅産出箇所では赤鉄鉱は磁鉄鉱を完全に交代しておらず、両者は必ず共存する。酸化銅が多く産する箇所では、磁鉄鉱の赤鉄鉱化がより進んでいる。

また、Fig.1-4-1に示したように、HJCV-6孔によりバウ山東側深部の矽質帯に伴い黄銅鉱鉱染を、HJCV-9孔によりサワツ鉱床があるバウ山北縁の溶脱帯に伴い酸化銅鉱染を捕捉した。

従って、バウ山を構成する溶脱帯の下部は、斑岩銅鉱床の賦存が期待され、今後も探鉱を継続する必要がある。

## 2. バウツ山地区

本地区はバウツ山地区と同様に安山岩質火山岩類とこれを貫く閃緑岩質ないし安山岩質の斑岩からなり、両者は強い熱水変質を受けている。また、本地区はNE-SW系及びNW-SE系の断裂系が発達しており、これらは基盤構造として既に存在し、斑岩の貫入路としての役割を担ったと考えられる。本地区の表層部及び断層沿いは、強珪化帯、石英・絹雲母帯及びジッパワット・土状赤鉄鉱が濃集した珪質粘土帯からなる50~300mの厚さを有する溶脱帯が形成されている。溶脱帯の下部は、珪質粘土帯及び緑泥石帯に分帯され、緑泥石帯は上位から珪質粘土-緑泥石帯、緑泥石帯、珪化-緑泥石帯、珪化-加里石-緑泥石帯の4帯に細分され、前3者はLowell & Guilbert(1970)による斑岩銅鉱床の変質区分のフリック帯に後者は矽質帯に対応される。

バウツ山東部では、HJCV-11孔によりNW-SE方向の断裂系に規制されて貫入したと推定される斑岩岩脈に伴い、T.Cu品位0.76%・幅約2mのフリック・輝銅鉱からなる鉱化帯を捕捉した。従って、バウツ山東部地区はNW-SE系構造に規制された斑岩銅鉱床の賦存が小規模ながら期待される。

しかし、バウツ山の山頂部から西部にかけての地区では、初年度及び本年度のボーリングで、0.2~0.7%の銅鉱微を局部的に捕捉したが、連続性に乏しいため鉱化の広がりには期待できない。

### 3. ベラガア山南側平原部

ベラガア山の南側平原部は古第三系のリニア層群に属する以下の岩石で覆われている。

深 度	原 岩	変 質	鉱 化
0.00～ 37.40m	火山岩質砂岩(グレーティング $10-30^{\circ}$ )		赤鉄鉱鉱染
37.40～ 46.65m	安山岩質火砕岩		赤鉄鉱鉱染
46.65～ 92.65m	多孔質粗粒安山岩	緑泥石化	赤鉄鉱鉱染
92.65～207.55m	安山岩質火砕岩		赤鉄鉱鉱染
207.55～286.25m	多孔質粗粒安山岩	緑泥石化	赤鉄鉱鉱染

その下部ではアト層群の安山岩質火山岩類が基盤を構成している。本岩類は珪化・緑泥石化を受け、赤鉄鉱の鉱染が顕著であるが、銅鉱物は勿論、黄鉄鉱などの硫化鉱物はほとんど認められない。

### 3. ベラガア山東側平原部「ハナ地区」

本地区から東方のハナ山(1,781m)にかけて、石英閃緑岩及びトライトからなるスト状岩体が $2 \times 2$ kmの範囲に分布する。本地区はNW-SE系のリニアが発達しているが、ベラガア山との間約1～2kmは、第四紀層に覆われており本岩体とアト層群の安山岩質火山岩類との境界は不明である。

MJC-12孔で緑泥石化及び緑れん石化を受けた石英閃緑岩を母岩として、赤鉄鉱に伴う酸化銅及び黄銅鉱からなる鉱化帯を捕捉した。銅鉱物は、0～131.0m間及び178～182m間ではカカイト・ブロンナイト等の酸化銅が割れ目に沿いフィルム状に産する他、輝銅鉱・マリンが極微量認められる。特に、13～19m間の平均T.Cu品位は0.6%で、酸化銅がネットワーク状方解石脈及びフィルム状赤鉄鉱に伴い産する。また、125～131m間の平均T.Cu品位は1.02%で、酸化銅がフィルム状・鉱染状赤鉄鉱に伴い産する。131～178m間では、黄銅鉱が黄鉄鉱及び赤鉄鉱に伴い鉱染し、平均T.Cu品位は131～148m間で0.31%、148～178m間で0.1%である。本鉱化帯はNW-SE系のリニアに規制されて網脈状に賦存すると考えられる。

今後、石英閃緑岩岩体とアト層群安山岩質火山岩類との境界、斑岩岩脈との関係及び本地区の鉱化とハナ山地区の斑岩銅鉱床タイプの鉱化との関連性を解明することが望まれる。

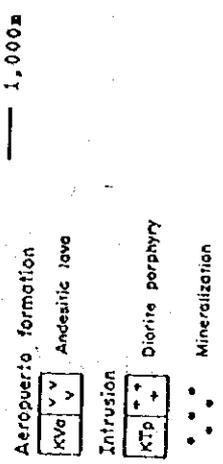
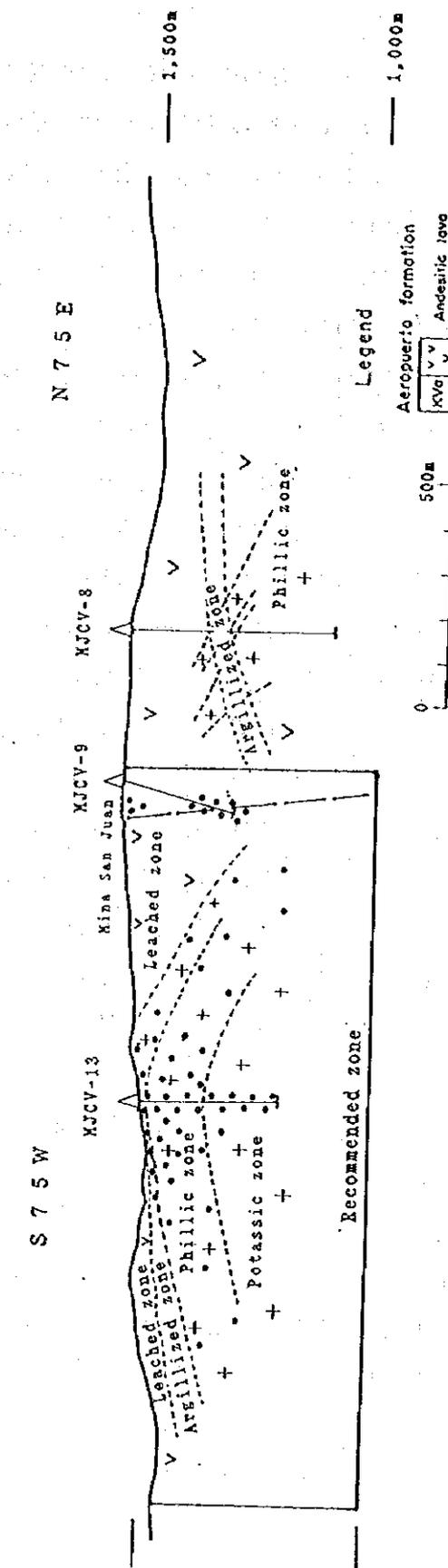
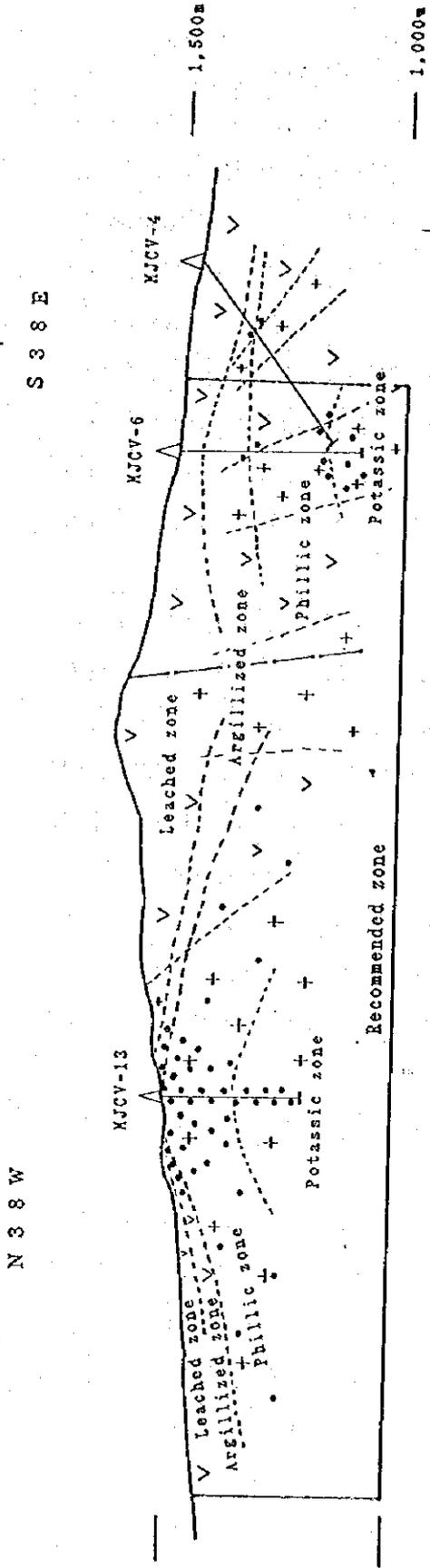


Fig. I-4-1 Geologic profile of the Sierra Overa district

#### 4-2 プログレツソ地域の物理探査異常と地質構造との関係について

本調査地域で実施した調査結果からは、当初予想された低比抵抗-高フェリシティを示す異常帯は検出されなかった。また、ボーリングコアの室内物性試験からも、本地域では高フェリシティを示す試料は概ね高比抵抗値を示す傾向が得られ、さらに、本地域の鉱床胚胎層準であるフツデコウ層を確認しているDDH-1A、DDR-6Aの試料測定値からも、比抵抗値が800Ωm以上（平均比抵抗10,635.9Ωm）と高い値を示すことが確認された。フツデコウ層の比抵抗値と同様にDDH-6Aで確認されているアツタツ層の比抵抗値もほぼ1,000Ωm以上（平均比抵抗値3,510.2Ωm）と高比抵抗値を示し、フツデコウ層とその上位のアツタツ層を比抵抗値で分離することは困難であると考えられる。しかし、本地域での上部層である沖積層の比抵抗値は低くその差は明瞭であるため、下部の高比抵抗帯の構造を追跡することで本地域の地質構造を解明することは可能である。

2次元ジオイソパース解析結果から本地域の比抵抗構造を概観すると、地域全体の比抵抗構造は東側で高比抵抗帯が浅く、西側で深い傾向がある。北部では、測線II測点1400を境として北側で急激に高比抵抗帯が深くなる構造が認められ、断層の存在が推定される。東部では、測線III測点800から測線IV測点2200方向へほぼ東西に高比抵抗帯が張り出した構造が見られ、この構造から貫入岩の存在も予想される。南部では測線V測点500から測線IV測点800を結んだ南側で浅くなり、測線V測点1100と測線IV測点400を結んだ南側で再び深くなる傾向を示す。この傾向が地域南側全体の傾向であるか、局所的な落ち込みであるかは今回の測定範囲からは確定できない。測線V測点200から西側では高比抵抗帯が浅くなっている。これは地質的にもアツタツ層が地表に分布する地区であり両者の結果は一致している。

次に、DDR-6A孔のコア測定の結果、銅の分析値の高いコアではフェリシティも高い傾向が見られた。

本地域では実際に鉱床に着鉱したボーリングコアがないため確認できないが、おそらく実際のマント型鉱床は低比抵抗-高フェリシティであると考えられ、今回の調査結果からはこのような顕著な異常は抽出されなかった。しかし、高比抵抗-高フェリシティ異常が、鉱化を伴ったアツタツ層のサ加石鉱に起因しているか、あるいは、フツデコウ層の母岩である安山岩の比抵抗値が非常に高いため、この影響で地表測定では高比抵抗-高フェリシティとして観測されているとすると、大規模な鉱床は期待できないがひとつの探査指標として考えることができる。

## 第5章 結論及び提言

### 5-1 結論

邦共和国ベラグアス・ポロリョ地域における資源開発協力基礎調査の2年次にあたる本年度調査の結論は以下の通りである。

#### 5-1-1 ベラグアス地域ボーリング調査

##### 1. ハラ山地区

本地区は安山岩質火山岩類とこれを貫く閃緑岩質～安山岩質斑岩からなり、両者は強い熱水変質を受けている。本地区はN-S系及びNW-SE系の断裂系が発達しており、これらの断裂系は基盤構造として既に存在し、斑岩の貫入路として役割を担ったと考えられる。特に、ハラ山北西側山麓において、斑岩はNW-SE系の構造に規制されて幅100～200mでストック状に進入している。

本地区の表層部及び上記方向の断層沿いには、強珪化帯、石英・絹雲母帯及び、ジャコサイト・土状赤鉄鉱が濃集した珪質粘土帯からなる溶脱帯が、10～200mの厚さで形成されている。溶脱帯の下部は、珪質粘土帯及び緑泥石帯に分帯される。緑泥石帯は黄鉄鉱・鉄黄鉄鉱が顕著で、上位から珪質粘土-緑泥石帯・緑泥石帯・珪化-緑泥石帯・珪化-加長石-緑泥石帯に細分される。これらの鉱物組み合わせから、前3者はLowell & Guilbert(1970)による斑岩銅鉱床の変質区分のワリツ帯に、後者は加質帯に対応すると考えられる。

ハラ山北西地区では、MJC-13孔により溶脱帯の下部において安山岩及び閃緑岩質斑岩を母岩として酸化銅・自然銅・黄銅鉱と微量のバリュ・輝銅鉱・斑銅鉱からなる鉱化帯を捕捉した。鉱石分帯と変質分帯は下記の対応を示す。

##### [MJC-13]

深度	銅鉱物	T.Cu ave.	max.	Au ppm	変質状況
0-17m	アハアイト・ワリツアイト	0.55%	1.24%	0.20	珪質粘土-緑泥石帯 石膏脈発達 ワリツ帯
17-70m	アハアイト・ワリツアイト	0.24	1.12	0.14	弱緑泥石帯 ワリツ帯
70-78m	アハアイト・ワリツアイト	0.34	0.40	0.21	緑泥石帯 石膏脈発達 ワリツ帯
78-149m	自然銅・アハアイト・アハライト	0.23	0.66	0.13	緑泥石帯 石膏脈発達 ワリツ帯
149-180m	自然銅・アハアイト・アハライト	0.18	0.52	0.13	珪化-加長石-緑泥石帯 石膏脈発達 加質帯
180-198m	アハアイト・アハライト	0.14	0.27	0.09	珪化-加長石-緑泥石帯 石膏脈発達 加質帯
198-250m	黄銅鉱・輝銅鉱・バリュ	0.11	0.26	<0.04	珪化-加長石-緑泥石帯 石膏脈発達 加質帯
250-300m	黄銅鉱・輝銅鉱・バリュ	0.10	0.55	<0.04	珪化-加長石-緑泥石帯 石膏脈発達 加質帯

0～149m間のワリツ帯では、T.Cu品位>0.2%、Au品位>0.1ppmであるが、149m以深の加質帯では銅・金とも低品位になる傾向がある。

自然銅は78.0~180.0m間で鉱染状、フィルム状に産し、鏡下で黄銅鉱・斑銅鉱が微量認められる。また、上記銅鉱物の他、赤鉄鉱と磁鉄鉱がほぼ全域で鉱染しているが、自然銅産出箇所では赤鉄鉱は磁鉄鉱を完全に交代しておらず、両者は必ず共存する。酸化銅が多く産する箇所では磁鉄鉱の赤鉄鉱化がより進んでいる。

また、MJC-6孔によりバ'ラ山東側山麓深部の粘質帯では黄銅鉱鉱染を、MJC-9孔によりカ'ラ山北縁の溶脱帯では酸化銅鉱染を捕捉した。

従って、バ'ラ山を構成する溶脱帯の下部は、斑岩銅鉱床の賦存が期待され、今後も探鉱を継続する必要がある。

## 2. バ'ラ'ア山地区

本地区は安山岩質火山岩類とこれ貫く閃緑岩質ないし安山岩質の斑岩からなり、両者はバ'ラ山地区と同様の強い熱水変質を受けている。また、本地区はNE-SW系及びNW-SE系の断裂系が発達しており、これらは基盤構造として既に存在し、斑岩の貫入路としての役割を担ったと考えられる。

バ'ラ'ア山東部では、MJC-11孔によりNW-SE方向の断裂系に規制されて貫入したと推定される斑岩岩脈に伴い、幅約2mのバ'ラ'ア・輝銅鉱からなる鉱化帯が捕捉された。従って、バ'ラ'ア山東部はNW-SE系構造に規制された斑岩銅鉱床の賦存が小規模ながら期待される。

しかし、バ'ラ'ア山の山頂から西部にかけての地区では、初年度及び本年度のボーリングにより0.2~0.7%の銅鉱微を局部的に捕捉したが、連続性に乏しいため鉱化の広がりには期待できない。また、バ'ラ'ア山南側の平原部は、鉱化変質を受けていないク'アラ'ア層群の安山岩質火山岩類及び火山岩質砂岩により約200mの厚さで覆われているので鉱化の存在は期待できない。

## 3. バ'ラ'ア山東側平原部「ク'アラ'ア地区」

本地区から東方のク'アラ'ア山(1,781m)にかけて石英閃緑岩及びト'ラ'トからなるストックが2×2kmの範囲に分布する。本地区はNW-SE系のリアフトが発達している。

本岩は酸化銅及び黄銅鉱が赤鉄鉱、緑泥石、緑れん石、石英、方解石に伴いフィルム状、鉱染状に産する。本鉱化帯は、NW-SE系のリアフトに規制された網状脈鉱床と考えられる。

バ'ラ'ア山とク'アラ'ア山との間の約1~2kmは、第四紀層に覆われており石英閃緑岩岩体と前述のク'アラ'ア層群安山岩質火山岩類との境界、斑岩岩脈との関係は不明であることか

ら、これらの関係及び両者の鉱化の関連性を解明することが望まれる。

#### 4. K-Ar年代

鉱化変質を受けたペラ山地区の閃緑岩質斑岩及びパング地区の石英閃緑岩のK-Ar年代測定を行った結果、前者は $104 \pm 2.0\text{Ma}$ (ペラ山東地区)及び $115 \pm 4.0\text{Ma}$ (ペラ山北西地区)、後者は $93.8 \pm 2.1\text{Ma}$ といずれも白亜紀の年代を示した。

ペラ山地区の閃緑岩質斑岩は、フリック変質及び矽質変質を受け斑岩銅鉱床の鉱化変質パターンを示す。また、パング地区の石英閃緑岩は、緑泥石化・緑れん石化・方解石化を受け、海岸山脈に多く分布する鉱脈型鉱床の鉱化変質パターンを示す。このように、両者の鉱化変質は異なるが、その生成時期に大きな差はないと考えられる。

海岸山脈に広く分布するペラ山花崗岩体(Grupo Plutónico Cerro del Pingo)のK-Ar年代が $109\text{--}121\text{Ma}$ (Naronjo et.al.1984)、ペラ山北部のドメイ山脈沿いに賦存する斑岩銅鉱床のK-Ar年代が $30\text{--}40\text{Ma}$ (Olson 1989)を示すことから、本地域の鉱化変質は白亜紀の花崗岩マグマの活動時期と関係し、ドメイ山脈の斑岩銅鉱床の生成時期とは異なると考えられる。

#### 5-1-2 ペラグアス地域トレンチ調査

ペラ山北西地区は熱水変質を受けた白亜紀TIDP II層群の暗緑色細粒安山岩と、これを買く閃緑岩質斑岩からなる。斑岩はNW-SE方向に $100\text{--}200\text{m}$ の幅で分布し、下部でストック状に広がると考えられる。本地区は上位から下位に次の変質分帯に分けられる。

- ①珪化帯・珪質粘土帯：ペラ山の山稜部にある測線3東部
- ②珪質粘土に伴い破碎粉状化した土状赤鉄鉱・ジヤロサイト・トロンシャロサイトが濃集した溶脱帯  
：測線3中央部および山麓低部の測線1 & 2
- ③緑泥石帯：測線3西部とその北方にある測線2東部

緑泥石帯に属する暗緑色細粒安山岩及び閃緑岩質斑岩には加カサイト・アカマイト等の酸化銅のフィルム及び染み込みが伴われる。また、鏡下では黄銅鉱・斑銅鉱・輝銅鉱の硫化鉱物および磁鉄鉱・赤鉄鉱・針鉄鉱の鉄酸化物が認められる。

本調査で採取した64試料の化学分析データを用いて主成分分析を行った。その結果は以下の通りである。

第1主成分：T,Cu,S,Cu,I,Cu,Auは同一挙動を示す。

第2主成分：Moは単独挙動を示す。

第3主成分：AuとI,Cuは相反する挙動をする。

以上の産状及び成分の挙動から、酸化銅は初生の硫化銅鉱物から2次的に生成され、金濃集を伴ったと考えられる。

従って、ハラ山北西地区の二次酸化帯の広がり、深部の初生鉱床の賦存を確認するため、今後も探鉱を継続する必要がある。

### 5-1-3 プログレッソ地域物理探査

本調査地域で実施した調査結果からは、当初予想された低比抵抗-高チアプリアを示す異常帯は検出されなかった。また、ボリクコアの室内物性試験からも、本地域では高チアプリアを示す試料は概ね高比抵抗値を示す傾向が得られ、さらに、本地域の鉱床胚胎層準であるフンデコル層を確認しているDDH-1A、DDH-6Aの試料測定値からも、比抵抗値が800Ωm以上（平均比抵抗10,635.9Ωm）と高い値を示すことが確認された。本地域では実際に鉱床に着鉱したボリクコアがないため確認できないが、おそらく実際のマツ型鉱床は低比抵抗-高チアプリアであると考えられ、今回の調査結果からはこのような顕著な異常は抽出されなかった。しかし、高比抵抗-高チアプリア異常が、鉱化を伴ったフンデコル層のダク石を示しているか、あるいは、フンデコル層の母岩である安山岩の比抵抗値が非常に高いため、この影響で地表測定では高比抵抗-高チアプリアとして観測されているとすると、大規模な鉱床は期待できないがひとつの探査指標として考えることができる。

フンデコル層と同様に、DDH-6Aで確認されているフンデコル層の比抵抗値もほぼ1,000Ωm以上（平均比抵抗値3,510.2Ωm）と高比抵抗値を示し、フンデコル層とその上位のフンデコル層を比抵抗値で分離することは困難であると考えられる。しかし、本地域での上部層である沖積層の比抵抗値は低くその差は明瞭であるため、下部の高比抵抗帯の構造を追跡することで本地域の地質構造を解明することは可能である。

DDH-6A孔のチアプリア測定の結果、銅の分析値の高いチアプリアではチアプリアも高い傾向が見られた。

2次元ジョイントインバージョン解析結果から本地域の比抵抗構造を概観すると、地域全体の比抵抗構造の傾向は東側で高比抵抗帯が浅く、西側で深い傾向がある。北部では、測線II測点1400を境として北側で急激に高比抵抗帯が深くなる構造が認められ、断層の存在が推定される。東部では、測線III測点800から測線IV測点2200方向へほぼ東西に高比抵抗帯が張り出した構造が見られ、この構造から貫入岩の存在も予想される。南部では測線V測点500から測線IV測点800を結んだ南側で浅くなり、測線V測点1100と測線IV測点400を結んだ南側で

再び深くなる傾向を示す。この傾向が地域南側全体の傾向であるのか、局所的な落ち込みであるのかは今回の測定範囲からは確定できない。測線V測点200から西側では高比抵抗帯が浅くなっている。これは地質平面からもアソグアンソア層が地表に分布する地区であり両者の結果は一致している。

以上のように、本地域では低比抵抗-高チャージアビリティの顕著な鉱徴を示す異常は検出されなかった。しかし、高比抵抗-高チャージアビリティ異常を伴った鉱床、あるいは鉱化作用を伴ったアソグアンソア層が地表浅部に分布する構造を示すものとして、高比抵抗帯の浅い地域とチャージアビリティの50mV/V以上のアソグアンソア層を重なる地域を抽出すると、地域中央東部の測線II測点1300を中心とした地区、及び地域北東部の測線III測点1000を中心とした地区が上げられる。また、地域北部の測線II測点2000を中心として、高比抵抗帯の盛り上がりは推定されていないがチャージアビリティは高い地区が認められ、空中磁気探査による高異常帯に近接する地域でもあり、これらの地域を今後の調査対象として取り上げることが望ましい。

## 5-2 第3年次調査への提言

本年度の調査結果とその検討によって得られた結論に基づき、下記のことを第3年次への提言とする。

### 5-2-1 ペラグアス地域

今回の調査では、銅鉱徴を捕捉したペラ山地区及びペラグアス山東側からパツパ平原にいたる地区ではNW-SE系の構造に規制されて白亜紀の花崗岩マグマ活動に起因した鉱床の賦存が期待される。特に、ペラ山を構成する溶脱帯の下部には斑岩銅鉱床と似た二次富化帯の賦存が期待される。

従って、3年次はFig.1-5-1に示したペラ山地区において、ボーリング調査及びドリフ調査を本年度に引き続き実施することが望まれる。

### 5-2-2 プログレッソ地域

今回の調査の結果、本地域では低比抵抗-高チャージアビリティの顕著な鉱徴を示す異常は検出されなかった。しかし、高比抵抗-高チャージアビリティ異常を効的鉱床、あるいは鉱化作用を伴ったアンフィコッパ層が地表浅部に分布する構造を示すものとして抽出すると、地域中央東部の測線II測点1300を中心とした地区、及び地域北東部の測線III測点1000を中心とした地区の2ヶ所が上げられる。また、地域北部の測線II測点2000を中心として、高比抵抗帯の盛り上がりは推定されていないがチャージアビリティは高い地区が認められ、空中磁気探査による高異常帯に近接する地域でもあり、今後の調査対象として取り上げることが望ましい。

従って、3年次はFig.1-5-2に示したプログレッソ地域中央東部及び北東部において、ボーリング調査を実施することが望まれる。





Legend

- Alluvial, detrital and fluvial deposits
- Sandstone
- Argillaceous siltstone with concentrations of sandstone and shale
- Tuffaceous siltstone with concentrations of sandstone and tuffaceous siltstone
- Lithification
- Diabitic - calcareous dolerite
- Tephrite - quartz tuffite
- Quartz diorite
- Amphibolite
- Alteration zone
- Jarosite sulfidation zone
- Quartz mineralized zone
- Siliceous argillaceous zone
- Quartzified zone (Pegmatoid zone)
- Limestone - Jarosite rich zone
- Barren Carbonate rich zone (Geopliney drifts)
- Fault (broken like shows inferred parts)
- Geologic contact
- Access road
- F-1 Geophysical survey line
- Geophysical interpretation lines
  - 900m Co of 1400meters
  - 300m Co of 200m
  - 100m Co of 100m
  - 50m Co of 50m
- Dipping area
- Direction of dipping
- MUCV-1 to 5 PHASE I
- MUCV-6 to 15 PHASE II

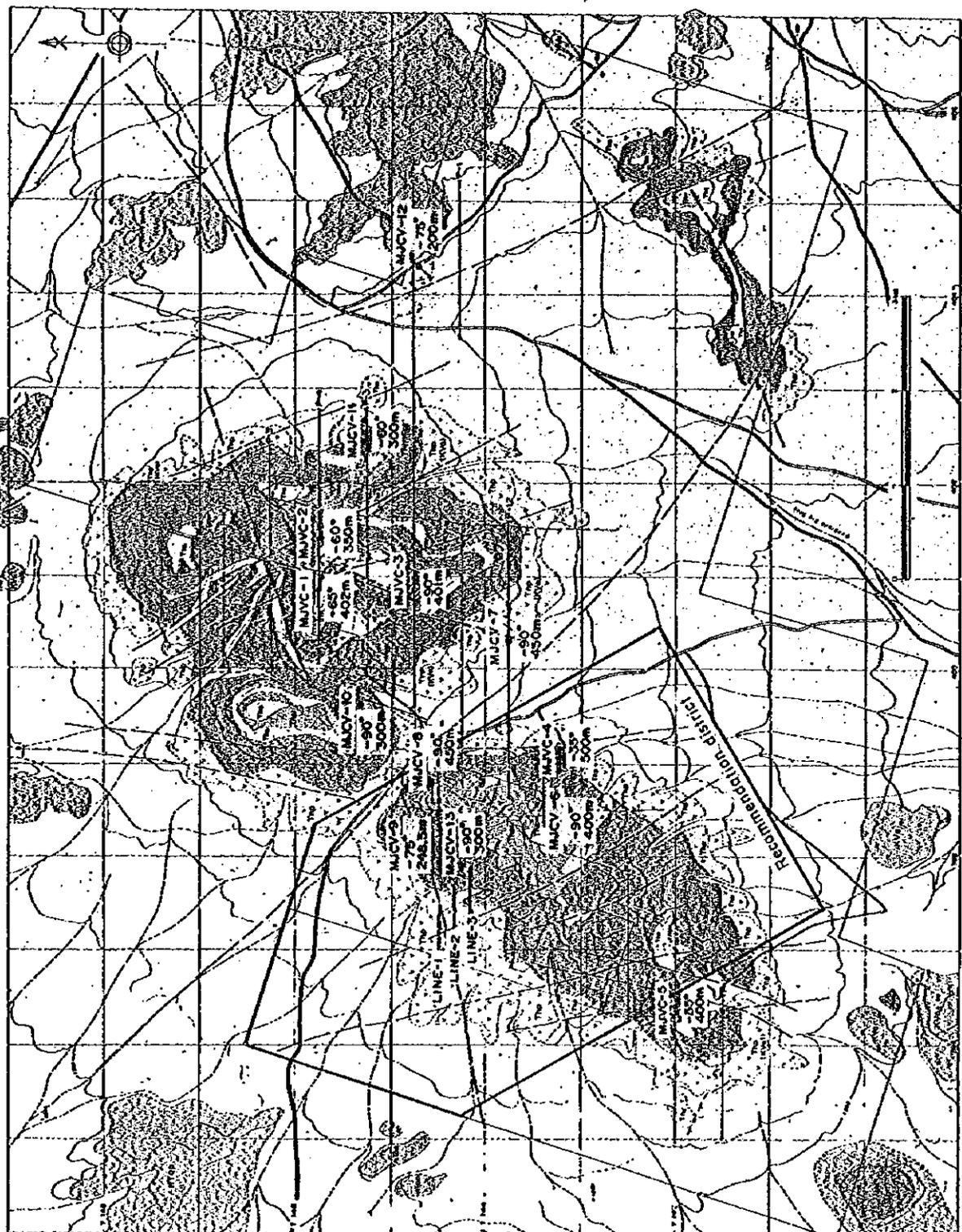
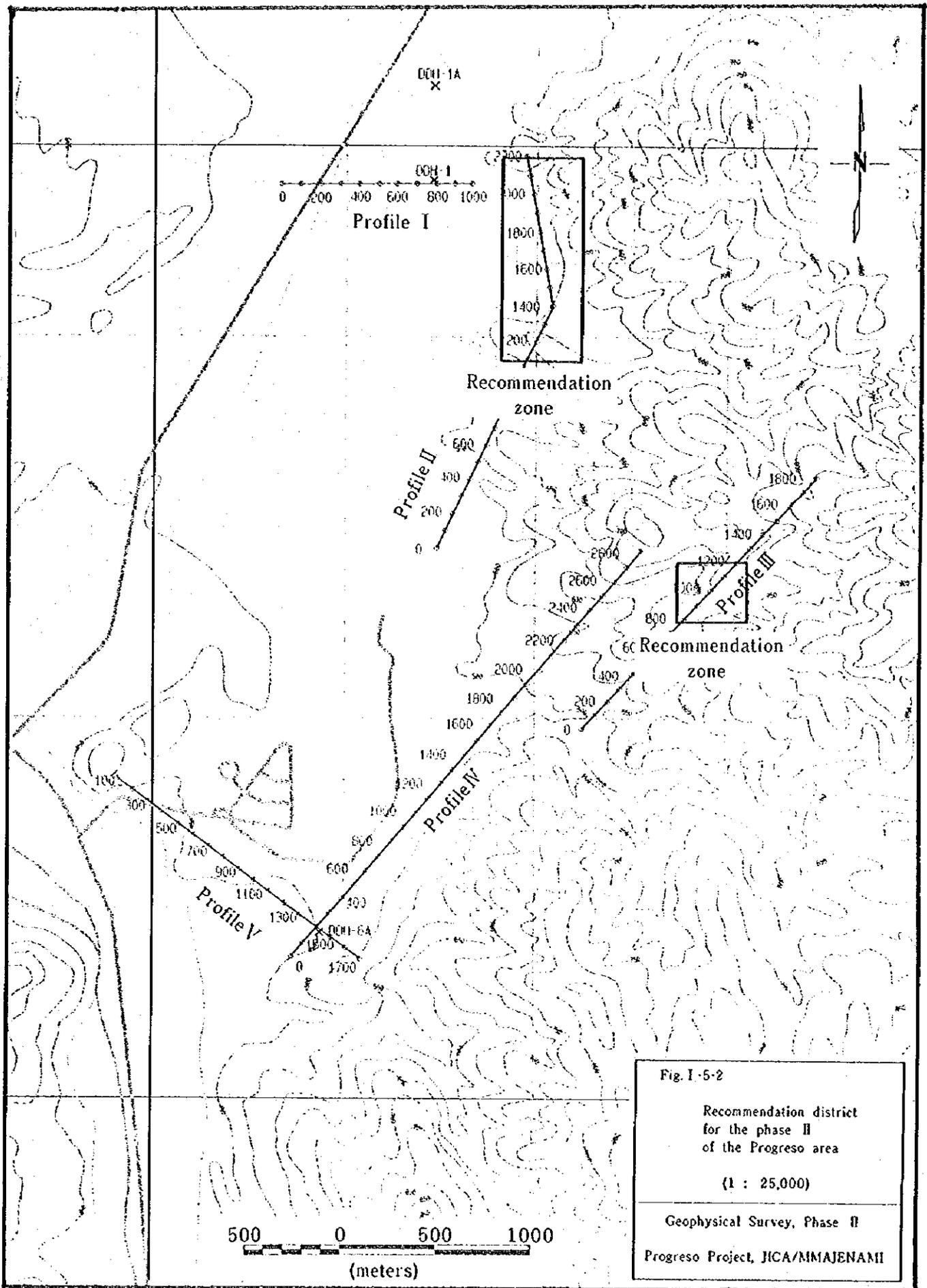


Fig. I-5-1  
 Recommendation district  
 for the phase III  
 (the Veraguas area)  
 (1:60,000)

Analysis of Existing Data, Phase I  
 Veraguas Project, JICA/INMAGI-ENAMI







## 第II部 各 論



## 第1章 ベラグアス地域ボーリング調査

### 1-1 調査目的

本調査は、1年次調査で鉍徴を捕捉したMJC V-3及びMJC V-4孔があるベラグアス山南側山麓からベラグア山東側山麓にかけての地区において、地下深部の地質構造を解明するとともに、斑岩銅鉍床の存在を確認することを目的とした。

また、後述のベラグア山北西地区で実施したトック調査により銅鉍徴を捕捉したことにより、MJC V-13孔を追加した。

各孔のボーリング座標位置、方向、傾斜及び掘進長をFig. II-1-1及びTable II-1-1に示す。

Table II-1-1 Contents of Drilling

Drill Hole	N	E	H(m)	Dir.	Incli.	Depth
MJC V- 6	7,143,100.00	398,750.00	1,500.00	---	-90°	400.0m
MJC V- 7	7,143,750.00	400,300.00	1,480.00	---	-90°	450.0m
MJC V- 8	7,144,500.00	398,900.00	1,550.00	---	-90°	450.0m
MJC V- 9	7,144,500.00	398,550.00	1,560.00	N90° W	-75°	248.5m
MJC V-10	7,145,300.00	399,700.00	1,550.00	---	-90°	300.0m
MJC V-11	7,145,250.00	402,700.00	1,560.00	N90° W	-60°	300.0m
MJC V-12	7,144,697.00	404,325.00	1,486.00	S45° W	-75	200.0m
MJC V-13	7,144.250.00	397,870.00	1,512.00	---	-90°	300.0m
Total	8 holes					2,648.5m







Table II-1-2 Equipment of drilling

Item	Spec.	Total	1st	2nd	3rd	Remarks
Drilling machine		3	HH-20	LY-44	LY-38	set
Drilling pump	Royal bean 434	3	1	1	1	set
Drilling rods	HXWL	235	85	85	65	3.05m/rod
	NXWL	460	170	170	120	3.05m/rod
	BXWL	290		170	120	3.05m/rod
Inner tube assembly	HXWL	9	3	3	3	set
	NXWL	9	3	3	3	set
	BXWL	9	3	3	3	set
Core barrel assembly	HXWL	9	3	3	3	set
	NXWL	9	3	3	3	set
	BXWL	9	3	3	3	set
Casing	HXCP	210	70	70	70	3.05m/rod
	NXCP	300	100	100	100	3.05m/rod
	BXCP	0				3.05m/rod
Drilling depth	MJCV- 6	400.0	400.0			m
	MJCV- 7	450.0	450.0			m
	MJCV- 8	450.0		450.0		m
	MJCV- 9	248.5		248.5		m
	MJCV-10	300.0			300.0	m
	MJCV-11	300.0	300.0			m
	MJCV-12	200.0			200.0	m
	MJCV-13	300.0	300.0			m
	Total	2,648.5	1,450.0	698.5	500.0	m

Table II-1-3 Articles of consumption

ITEM	SPEC.	TOTAL	MJCV-6	MJCV-7	MJCV-8	MJCV-9	MJCV-10	MJCV-11	MJCV-12	MJCV-13
TRICON BIT		2	0	0		1	1			
DIAMOND BIT	HX	21	1	2	4	5	3	3	2	1
	NX	19	2	2	7	2		2	1	3
	BX	1				1				
REAMING SHELL	HX	8	1	1	1	1	1	1	1	1
	NX	7	1	1	1	1		1	1	1
	BX	1				1				
CASING SHOE	HX	3	1			1		1		
	NX	3	1		1	1				
	BX	0								
CEMENT	bag	15		2	2		2	4		5
BENTONITE	bag	479	46	18	132	147	25	55	4	52
CLEAR MUD	kg	680	20	100	160	80	120	80	60	60
C.M.C.	kg	499	91		136	91	23	114		45
RAYBAN	kg	114	23		23	23	23	23		
CAUST.SODA	kg	60				60				
GYP SUM	bag	9				2	4	1		2
GASOLINE	l	28,926	3,264	2,720	6,256	6,256	3,264	2,814	1,632	2,720
CORE BOX	box	855	130	133	143	80	117	92	68	92

Table II-1-4 Program of drilling

Drilling	Nov. 1994	Dec. 1994	Jan. 1995
Machine	0102030405060708091011121314151617181920212223242526272829300102030405060708091011121314151617181920212223242526272829300310102030405		
HR-20	MJCY-6 400m	MJCY-11 300m	MJCY-13 300m
LY-44	MJCY-8 450m	MJCY-7 450m	MJCY-9 2x8.5m
LY-38		MJCY-10 300m	MJCY-12 200m

==== DEILLING \*\*\*\*\* MOBILIZATION & DEMOBILIZATION

Table II-1-5 Summary of drilling activity (1)

MJCV-6	PERIOD	TOTAL TURNS	WORKING TURNS	DAY OFF TURNS	TURN *WORKER	DAYS
MOBILIZATION	11/01	2	2	0	8	1.0
DRILLING	11/02-13	24	24	0	96	12.0
DEMOBILIZATION	11/14	2	2	0	8	1.0
TOTAL	11/01-14	28	28	0	112	14.0
DEPTH PLANNED	400.00 (m)		DRILLING	33.33 (m/drilling day)		
DEPTH DRILLED	400.00 (m)		SPEED	28.57 (m/total working day)		
TRICON(NON CORE)	0.00 (m)		CASING	4.80 HWCP(m)		
CORE LENGTH	390.46 (m)			163.30 NXCP(m)		
CORE RECOVERY	97.61 (%)					

MJCV-7	PERIOD	TOTAL TURNS	WORKING TURNS	DAY OFF TURNS	TURN *WORKER	DAYS
MOBILIZATION	11/15	1	1	0	4	0.5
DRILLING	11/15-25	20	20	0	80	10.0
DEMOBILIZATION	11/25-26	3	3	0	12	1.5
TOTAL	11/15-26	24	24	0	96	12.0
DEPTH PLANNED	450.00 (m)		DRILLING	45.00 (m/drilling day)		
DEPTH DRILLED	450.00 (m)		SPEED	37.50 (m/total working day)		
TRICON(NON CORE)	1.10 (m)		CASING	0.00 HWCP(m)		
CORE LENGTH	445.80 (m)			72.00 NXCP(m)		
CORE RECOVERY	99.31 (%)					

MJCV-8	PERIOD	TOTAL TURNS	WORKING TURNS	DAY OFF TURNS	TURN *WORKER	DAYS
MOBILIZATION	11/01	1	1	0	4	0.5
DRILLING	11/01-24	46	46	0	184	23.0
DEMOBILIZATION	11/24-25	3	3	0	12	1.5
TOTAL	11/01-25	50	50	0	200	25.0
DEPTH PLANNED	450.00 (m)		DRILLING	19.57 (m/drilling day)		
DEPTH DRILLED	450.00 (m)		SPEED	18.00 (m/total working day)		
TRICON(NON CORE)	0.00 (m)		CASING	3.00 HWCP(m)		
CORE LENGTH	350.07 (m)			190.30 NXCP(m)		
CORE RECOVERY	77.79 (%)					

MJCV-9	PERIOD	TOTAL TURNS	WORKING TURNS	DAY OFF TURNS	TURN *WORKER	DAYS
MOBILIZATION	11/26	2	2	0	8	1.0
DRILLING	11/27-12/19	46	46	0	184	23.0
DEMOBILIZATION	12/20	2	2	0	8	1.0
TOTAL	11/26-12/21	50	50	0	200	25.0
DEPTH PLANNED	248.00 (m)		DRILLING	10.80 (m/drilling day)		
DEPTH DRILLED	248.50 (m)		SPEED	9.94 (m/total working day)		
TRICON(NON CORE)	19.50 (m)		CASING	19.50 HWCP(m)		
CORE LENGTH	203.50 (m)			142.50 NXCP(m)		
CORE RECOVERY	88.86 (%)					

Table II-1-5 Summary of drilling activity (2)

MJCV-10	PERIOD	TOTAL TURNS	WORKING TURNS	DAY OFF TURNS	TURN *WORKER	DAYS
MOBILIZATION	11/12	2	2	0	8	1.0
DRILLING	11/13-24	24	24	0	96	12.0
DEMOBILIZATION	11/25	2	2	0	8	1.0
TOTAL	11/12-25	28	28	0	112	14.0
DEPTH PLANNED	300.00 (m)		DRILLING	25.00 (m/drilling day)		
DEPTH DRILLED	300.00 (m)		SPEED	21.43 (m/total working day)		
TRICON(NON CORE)	3.00 (m)		CASING	3.00 HWCP(m)		
CORE LENGTH	290.85 (m)			0.00 NXCP(m)		
CORE RECOVERY	97.93 (%)					

MJCV-11	PERIOD	TOTAL TURNS	WORKING TURNS	DAY OFF TURNS	TURN *WORKER	DAYS
MOBILIZATION	11/27	2	2	0	8	1.0
DRILLING	11/28-12/08	21	21	0	84	10.5
DEMOBILIZATION	12/08	1	1	0	4	0.5
TOTAL	11/27-12/08	24	24	0	96	12.0
DEPTH PLANNED	300.00 (m)		DRILLING	28.57 (m/drilling day)		
DEPTH DRILLED	300.00 (m)		SPEED	25.00 (m/total working day)		
TRICON(NON CORE)	2.05 (m)		CASING	3.00 HWCP(m)		
CORE LENGTH	292.80 (m)			62.80 NXCP(m)		
CORE RECOVERY	98.27 (%)					

MJCV-12	PERIOD	TOTAL TURNS	WORKING TURNS	DAY OFF TURNS	TURN *WORKER	DAYS
MOBILIZATION	11/26	1	1	0	4	0.5
DRILLING	11/26-12/02	12	12	0	48	6.0
DEMOBILIZATION	12/02-03	3	3	0	12	1.5
TOTAL	11/26-12/03	16	16	0	64	8.0
DEPTH PLANNED	200.00 (m)		DRILLING	33.33 (m/drilling day)		
DEPTH DRILLED	200.00 (m)		SPEED	25.00 (m/total working day)		
TRICON(NON CORE)	3.00 (m)		CASING	3.00 HWCP(m)		
CORE LENGTH	194.00 (m)			101.40 NXCP(m)		
CORE RECOVERY	98.48 (%)					

MJCV-13	PERIOD	TOTAL TURNS	WORKING TURNS	DAY OFF TURNS	TURN *WORKER	DAYS
MOBILIZATION	12/09-	2	2	0	8	1.0
DRILLING	12/10- 1/02	48	20	28	80	24.0
DEMOBILIZATION	1/03-05	6	6	0	24	3.0
TOTAL	12/09- 1/05	56	28	28	112	28.0
DEPTH PLANNED	300.00 (m)		DRILLING	30.00 (m/drilling day)		
DEPTH DRILLED	300.00 (m)		SPEED	13.64 (m/total working day)		
TRICON(NON CORE)	1.00 (m)		CASING	0.00 HWCP(m)		
CORE LENGTH	290.85 (m)			79.60 NXCP(m)		
CORE RECOVERY	97.27 (%)					

Table II-1-5 Summary of drilling activity (3)

Total	PERIOD	TOTAL TURNS	WORKING TURNS	DAY OFF TURNS	TURN *WORKER	DAYS
MOBILIZATION	11/01-	13	13	0	52	6.5
DRILLING	11/02- 1/02	241	213	28	852	120.5
DEMOBILIZATION	1/03- 1/05	22	22	0	88	11.0
TOTAL	11/01- 1/05	276	248	28	992	138.0
DEPTH PLANNED	2,648.00 (m)		DRILLING	21.98 (m/drilling day)		
DEPTH DRILLED	2,648.50 (m)		SPEED	19.19 (m/total working day)		
TRICON(NON CORE)	29.65 (m)		CASING	36.30 HWCP(m)		
CORE LENGTH	2,458.33 (m)			811.90 NXCP(m)		
CORE RECOVERY	93.87 (%)					

## 1-2 工事内容

ホリック調査の現地調査期間は平成6年10月24日から平成7年1月14日である。そのうち掘進作業期間は平成6年11月1日から平成7年1月5日であった。掘進作業に使用したホリック機材及び消耗品をTableII-1-2及びTableII-1-3に、ホリック孔別の掘進工程及び掘進実績をTableII-1-4及びTableII-1-5にそれぞれ示した。

ホリック工事は掘進実績表に示したように孔径HX, NX, BXで実施され、表土・崖錐を除き93.87%のコア採取率が達成された。掘進能率は地質状況、特に粘土帯での孔の崩壊、破碎帯付近での逸水等により大きく変動し、孔別平均掘進能率は9.94~37.50m/全作業日、8孔の平均は19.19m/全作業日であった。

## 1-3 調査結果

上述のとおりホリック掘進によるコア採取率は良好であった。これらの採取されたコアについては、全コアのカラー写真撮影及び肉眼観察を実施し、さらに鉱石分析用試料採取を行った。試料採取後の残試料は4mごとに蓋付き木箱に収納し現地倉庫に保存した。ホリックコアの肉眼観察に基づいて、縮尺1/200のホリック柱状図を作成した。柱状図を巻末Aに示す

鉱石分析に際しては、全コアをダイヤモンドカッターを用いて半割し、1m毎に分析試料とした。分析結果の一覧表を巻末Bに示す。

ホリックコア観察に際しては、必要と思われる鉱石及び岩石試料を採取し、顕微鏡観察観察及びX線回折分析を行うことにより、ホリック柱状図並びにホリック断面図の解析の参考とした。顕微鏡観察結果をTableII-1-6 & 7、X線回折分析結果をTableII-1-8に示す。

各ホリック孔の地質状況・鉱化変質状況については、Fig. II-1-2(1)~(7)のホリック断面図及びFig. II-1-3(1)~(8)の総合柱状図に示す。

### 1-3-1 MJCV-6

#### 1. 概要

##### (1) 実施理由

本孔はハラ山の東側山麓に位置し、ENAMI(1993)によるCu地化学異常の分布域内にある。本孔は1年次に実施したMJCV-4孔において捕捉した銅鉱微(206-209m T.Cu0.2%)及び金鉱微(492-493m Au4.8g/t)の連続を探ることを目的として実施した。

##### (2) 結果の概略

本孔は熱水変質を受けた安山岩と閃緑岩質～安山岩質斑岩からなる。熱水変質は珪質粘土帯と緑泥石帯に大別される。両岩の境界近傍の149～169m間においてT.Cu品位が0.2～1.38%の銅鉱微を捕捉した。318m以深の珪化及び加長石化を伴う緑泥石帯においては、T.Cu品位0.1%程度の黄銅鉱が鉱染する。

本孔の座標及び掘進実績は以下の通りである。

座 標 : 7,143,100.00N 398,750.00E 標高 1,500.00m

掘進実績 : 方向 -- 傾斜 -90° 深度 400.00m

## 2. 地質

### (1) 岩相

深 度	原 岩	変 質	鉱 化	備 考
0.00～49.00m	原岩不明	珪質粘土帯	ジヤロサイト・赤鉄鉱濃集	溶脱帯
49.00～101.80m	中粒安山岩	珪質粘土帯	赤鉄鉱鉱染	
101.80～149.25m	中粒安山岩	珪質粘土帯	赤鉄鉱鉱染	
149.25～168.20m	中粒安山岩	珪質粘土-緑泥石帯	赤鉄鉱・黄鉄鉱・輝銅鉱鉱染	
168.20～242.90m	細～中粒斑岩	珪質粘土-緑泥石帯	黄鉄鉱鉱染	フリック帯
242.90～270.00m	細～中粒斑岩	珪質粘土-緑泥石帯	黄鉄鉱鉱染	フリック帯
270.00～318.00m	細～中粒斑岩	珪化-緑泥石帯	黄鉄鉱鉱染	フリック帯
318.00～339.00m	細～中粒斑岩	珪化-緑泥石帯	黄鉄鉱・黄銅鉱鉱染	フリック帯
339.00～400.00m	細～中粒斑岩	珪化-加長石-緑泥石帯	黄鉄鉱・黄銅鉱鉱染	加質帯

### (2) 変質

0～149.25m間はカリッ・石英・絹雲母を主とする珪質粘土帯である。地表近傍の0～49.00m間は、破碎粉状化した土状赤鉄鉱・ジヤロサイト・トリヂャロサイトが濃集した溶脱帯を形成している。49.0～149.25m間は赤鉄鉱鉱染が顕著である。149.25～242.90m間は珪質粘土化と緑泥石化で特徴づけられ、黄鉄鉱鉱染が顕著である。

242.9m以深では緑泥石化・珪化・絹雲母化・曹長石化が顕著で、339.0m以深ではこれらに加長石化が付加される。両者とも黄鉄鉱鉱染が顕著である。

これらの鉱物組み合わせから149.25～339.0m間は、Lowell & Guilbert(1970)による斑岩銅鉱床の変質区分のフリック帯に、339.0m～400.0m間は加質帯に対応すると考えられる。

### (3) 鉱化

安山岩と斑岩との境界近傍の149～169m間において黄鉄鉱に伴い輝銅鉱が鉱染し、T.Cu品

位が0.2~1.38%の銅鉛微を捕捉した。

318m以深のワリツ帯及び矽質帯に相当する珪化及び矽長石化を伴う緑泥石帯において、T.Cu品位0.1%程度の黄銅鉛が賦染する。

### 3. 鉱石分析結果

深度 m - m	区間 m	T.Cu %	S.Cu %	Au ppm	Ag ppm	Mo ppm	原岩	変質帯
149-150	1	1.38	0.38	<0.04	3.8	19	安山岩	珪質粘土-緑泥石帯
150-151	1	0.73	0.27	<0.04	1.5	19	安山岩	珪質粘土-緑泥石帯
165-169	4	0.27	0.07	<0.04	<0.4	14	安山岩/斑岩	珪質粘土-緑泥石帯
322-323	1	0.10	0.00	0.06	1.7	38	斑岩	珪化-緑泥石帯
341-344	3	0.14	0.00	<0.04	1.1	17	斑岩	珪化-矽長石-緑泥石帯
392-395	3	0.12	0.00	<0.04	<0.4	70	斑岩	珪化-矽長石-緑泥石帯
398-400	2	0.13	0.00	<0.04	<0.4	82	斑岩	珪化-矽長石-緑泥石帯

#### 1-3-2 MJC V-7

##### 1. 概要

##### (1) 実施理由

本孔はベラガア山南側山麓に位置する。本孔は1年次にベラガア山南側尾根部で実施したMJC V-3孔で捕捉した銅鉛微(368-369m T.Cu0.7%)の連続を探ることを目的として実施した。

##### (2) 結果の概略

本孔は0~286.25m間の火山岩質砂岩、安山岩質火山碎屑岩及び多孔質粗粒安山岩質溶岩からなる箇所と286.25~450m間の強珪化を受けたテータ質安山岩及び細粒安山岩からなる箇所に二分される。

前者は、後者に比べ新鮮で弱変質であること、後者を覆ってベラガア山山麓部から平原部にかけて分布していることから、古第三系のリ-アルミ層群に相当すると考えられる。

後者は、産状からベラガア山を構成するリ-アルミ層群の安山岩質溶岩に相当すると考えられる。

当初、比抵抗のテータから鉛微の存在を予測した位置に、リ-アルミ層群の鉛化に無関係の火山岩類が覆っている結果となり、鉛微を捕捉するに至らなかった。

本孔の座標及び掘進実績は以下の通りである。

座 標 : 7,143,750.00N 400,300.00E 標高 1,480.00m

掘進実績 : 方向 -- 傾斜 -90° 深度 450.00m

## 2. 地質

### (1) 岩相

深 度	原 岩	変 質	鉱 化	備考
0.00~ 37.40m	火山岩質砂岩(クレーディング $10-30^{\circ}$ )		赤鉄鉱鉱染	判・7V7ニ7層群
37.40~ 46.65m	安山岩質火砕岩		赤鉄鉱鉱染	判・7V7ニ7層群
46.65~ 92.65m	多孔質粗粒安山岩	緑泥石化	赤鉄鉱鉱染	判・7V7ニ7層群
92.65~207.55m	安山岩質火砕岩		赤鉄鉱鉱染	判・7V7ニ7層群
207.55~286.25m	多孔質粗粒安山岩	緑泥石化	赤鉄鉱鉱染	判・7V7ニ7層群
286.25~362.20m	フェーサイト質安山岩	強珪化		7I07°I0層群
362.20~450.00m	細粒安山岩	緑泥石化	赤鉄鉱鉱染	7I07°I0層群

### (2) 変質

判・7V7ニ7層群の火山岩質砂岩、安山岩質火砕岩、多孔質粗粒安山岩質溶岩は赤鉄鉱鉱染により赤褐色～赤紫色を呈している。多孔質粗粒安山岩質溶岩は46.65～92.65m間では緑泥石が、207.55～286.25m間では緑泥石、石英、方解石が多孔質部を充填した産状を呈している。また、斜長石の粗粒斑晶は曹長石化を受けている。

7I07°I0層群はフェーサイト質安山岩と細粒安山岩からなる。フェーサイト質安山岩は強珪化を受け白色を呈し、2次石英の他、カリ、フェイカイト、石膏からなる。細粒安山岩は赤鉄鉱鉱染により赤紫色を呈している。本岩は緑泥石化、珪化、石膏の細脈が認められるが、いずれも微弱である。

### (3) 鉱化

本孔では赤鉄鉱鉱染は普遍的に認められるが、黄鉄鉱などの硫化鉱物はほとんど認められない。

## 3. 鉱石分析結果

T.Cu品位は117～121m間で400～1000ppmを示す他は、100ppm以下であり本孔により銅鉱微を捕らえるに至らなかった。

### 1-3-3 MJCV-8

#### 1. 概要

##### (1) 実施理由

本孔はハナ山(山)の北縁、ツツア(山)鉱床の東400mに位置し、ENAMI(1993)によるCSANTの低比抵抗域内にある。本孔はツツア(山)鉱床に関連する鉱化の存在を探ることを目的として実施した。

##### (2) 結果の概略

本孔は熱水変質を受けた安山岩と閃緑岩質～安山岩質斑岩からなる。安山岩は0-167.8m間に存在し、破碎粉状化し土状赤鉄鉱・ジヤロ(山)サイト・ナ(山)サイトが濃集した溶脱帯を形成している。斑岩は167.8m以深に存在し、カリ(山)化、緑泥石化、珪化を受けて、黄鉄鉱が普遍的に鉱染する。本孔において銅鉱徴を捕捉するに至らなかった。CSANTの低比抵抗域は溶脱帯の範囲とほぼ一致し、鉱徴との対応はないと考えられる。

本孔の座標及び掘進実績は以下の通りである。

座 標 : 7,144,500.00N 398,900.00E 標高 1,500.00m

掘進実績 : 方向 -- 傾斜 -90° 深度 450.00m

#### 2. 地質

##### (1) 岩相

深 度	原 岩	変 質 帯	鉱 化	備 考
0.00～167.80m	細～中粒安山岩	珪質粘土帯	ジヤロ(山)サイト・赤鉄鉱濃集	溶脱帯
167.80～180.50m	細～中粒斑岩	珪質粘土-緑泥石帯	黄鉄鉱・赤鉄鉱鉱染	
180.50～219.25m	細～中粒斑岩	珪質粘土-緑泥石帯	黄鉄鉱鉱染	
219.25～230.90m	中粒安山岩	珪質粘土-緑泥石帯	黄鉄鉱鉱染	
230.90～280.00m	中粒斑岩	緑泥石帯	黄鉄鉱鉱染	
280.00～450.00m	細～中粒斑岩	緑泥石帯	黄鉄鉱鉱染	

##### (2) 変質

0～168.0m間はカリ(山)・石英を主とする珪質粘土帯であり、破碎粉状化した土状赤鉄鉱・ジヤロ(山)サイト・ナ(山)サイトが濃集した溶脱帯を形成している。168.0～230.9m間はカリ(山)化が弱くなるとともに緑泥石化が強くなり石膏フィルム及び黄鉄鉱鉱染が伴われる。

230.9m以深では緑泥石化・珪化・絹雲母化・曹長石化が顕著になり、石膏フィルム及び黄鉄鉱鉱染が伴われる。

##### (3) 鉱化

160.8m以深の緑泥石化を受けた安山岩及び斑岩は黄鉄鉱・磁黄鉄鉱が顕著であるが銅・鉛・亜鉛は認められない。

### 3. 磁石分析結果

T.Cu品位は32~33m間で1100ppmを示す他は、600ppm以下であり本孔により銅・鉛・亜鉛を捕らえるに至らなかった。

#### 1-3-4 MJCV-9

##### 1. 概要

###### (1) 実施理由

ワカン鉱床の賦存域内に位置する。同鉱床の深部の鉱況を探ることを目的として実施した。

###### (2) 結果の概略

本孔は珪質粘土化が著しく、破碎粉状化した土状赤鉄鉱・ジヤロサイト・トリジヤロサイトが濃集した溶脱帯からなる。当初掘進計画は400mであったが、N-S系断層に起因する破碎帯が連続したため、ジャミングをおこし248.5mにて掘止した。

本孔の座標及び掘進実績は以下の通りである。

座 標 : 7,144,500.00N 398,550.00E 標高 1,560.00m

掘進実績 : 方向 N 90°W 傾斜 -75° 深度 248.50m

##### 2. 地質

###### (1) 岩相

深 度	原 岩	変 質 帯	鉱 化
0.00~ 69.35m	原岩不明	珪質粘土帯	ジヤロサイト・赤鉄鉱・磁黄鉄鉱
69.35~156.00m	原岩不明	珪質粘土帯	ジヤロサイト・赤鉄鉱・濃集
156.00~248.50m	細~中粒安山岩	珪質粘土帯	ジヤロサイト・赤鉄鉱・濃集 酸化銅微弱磁黄鉄鉱

###### (2) 変質

本孔は珪質粘土化が著しく、破碎粉状化した土状赤鉄鉱・ジヤロサイト・トリジヤロサイトが濃集した溶脱帯からなる。また、200m以深は特に破碎粘土化が顕著で、地表部のN-S系断層が深部にまで及ぶと考えられる。

###### (3) 鉱化

30~31m間でアモサイトが磁黄鉄鉱しT.Cu品位3.2%を示す。156m以深ではカカサイト等の酸化銅の微弱磁黄鉄鉱を伴いT.Cu品位±0.1%の箇所が連続する。また、156~196m間のMo品位は>100ppmで

ある。

### 3. 鉱石分析結果

T.Cu品位>0.1%が2m以上連続する箇所を以下に示す。

深度 m- m	区間 m	T.Cu %	S.Cu %	Au ppm	Ag ppm	Mo ppm	原岩	変質帯
29- 30	1	0.18	0.15	<0.04	<0.4	34	安山岩	珪質粘土帯 (溶脱帯)
30- 31	1	3.20	0.24	<0.04	4.6	36	安山岩	珪質粘土帯 (溶脱帯)
156-178	22	0.17	0.11	<0.04	0.4	154	安山岩	珪質粘土帯 (溶脱帯)
182-196	14	0.13	0.09	<0.04	0.8	123	安山岩	珪質粘土帯 (溶脱帯)
199-204	5	0.12	0.08	<0.04	<0.4	55	安山岩	珪質粘土帯 (溶脱帯)
226-248	22	0.12	0.08	0.15	<0.4	69	安山岩	珪質粘土帯 (溶脱帯)

### 1-3-5 MJCV-10

#### 1. 概要

##### (1) 実施理由

本孔はベラツア山南西側山麓に位置し、ENAMI(1993)によるCu及びMo地化学異常の分布域内にある。本孔は地化学異常に関連する鉱化の存在を探ることを目的として実施した。

##### (2) 結果の概略

本孔は熱水変質を受けた安山岩と閃緑岩質～安山岩質斑岩からなる。0～222m間は安山岩を主とし斑岩が岩脈状に貫いている。222m以深は斑岩が連続する。59.0～90.2m間の斑岩岩脈及びその周縁部の安山岩において、T.Cu品位が>0.2%の銅鉱微及び最高780ppmのモリブデンの鉱微を捕捉した。

本孔の座標及び掘進実績は以下の通りである。

座 標 : 7,145,300.00N 399,700.00E 標高 1,550.00m

掘進実績 : 方向 -- 傾斜 -90° 深度 300.00m

## 2. 地質

### (1) 岩相

深 度	原 岩	変 質 帯	鉱 化
0.00~ 65.00m	中粒安山岩	珩質粘土帯	ジヤロ-サイト・赤鉄鉱鉱染
65.00~ 90.20m	細~中粒斑岩	珩質粘土-緑泥石帯	黄鉄鉱鉱染
90.20~121.50m	中粒安山岩	珩質粘土-緑泥石帯	黄鉄鉱鉱染
121.50~130.30m	中粒斑岩	緑泥石帯	黄鉄鉱鉱染
130.30~142.00m	細粒安山岩	緑泥石帯	黄鉄鉱鉱染
142.00~169.00m	中粒斑岩	珩質粘土-緑泥石帯	黄鉄鉱鉱染
169.00~222.00m	中粒安山岩	緑泥石帯	黄鉄鉱鉱染
222.00~300.00m	細~中粒斑岩	珩化-緑泥石帯	黄鉄鉱鉱染

### (2) 変質

0~65.0m間はカリツ・石英・絹雲母を主とする珩質粘土帯で、ジヤロ-サイト・土状赤鉄鉱が伴われる。65.0~169.0m間ではカリツ化が弱くなるとともに緑泥石化及び曹長石化が強くなり黄鉄鉱鉱染が伴われる。150.0~169.0m間の破碎帯はカリツ粘土化が著しい。

169.0m以深では緑泥石化・珩化・絹雲母化・曹長石化が顕著で黄鉄鉱鉱染が伴われる。

### (3) 鉱化

59.0m以深の緑泥石化を受けた安山岩及び斑岩において黄鉄鉱鉱染が普遍的に認められる。65.0~90.2m間に貫入した斑岩及びその周縁の安山岩において酸化銅の鉱染が認められ、下記の3箇所でT.Cu品位が>0.2%である。また、その近傍においてMo品位が高く最高780ppm含有する。

## 3. 鉱石分析結果

深度 m- m	区間 m	T.Cu %	S.Cu %	Mo ppm	Au ppm	Ag ppm	原岩	変質帯
59- 61	2	0.28	0.14	61	<0.04	<0.4	安山岩	珩質粘土帯
68- 70	2	0.20	0.12	45	<0.04	<0.4	斑岩	珩質粘土-緑泥石帯
82- 86	4	0.23	0.12	60	<0.04	0.5	斑岩	珩質粘土-緑泥石帯
86- 87	1	0.04	0.01	780	<0.04	0.6	斑岩	珩質粘土-緑泥石帯
93- 97	4	0.02	0.00	274	<0.04	0.9	安山岩	珩質粘土-緑泥石帯
106-111	5	0.05	0.00	301	0.07	0.5	安山岩	珩質粘土-緑泥石帯

## 1-3-6 MJCV-11

### 1. 概要

#### (1) 実施理由

本孔はペラクア山(山)の東側山麓に位置し、ENAMI(1993)によるCuの地化学異常域内及びCSAM Tが低比抵抗域から高比抵抗域に移る箇所にあたる。本孔はこれら地化学異常及び比抵抗構造に関連する鉱化の存在を探ることを目的として実施した。

#### (2) 結果の概略

本孔は熱水変質を受けた安山岩及び閃緑岩質斑岩からなる。安山岩は0~235.9m間に、斑岩は235.9~300.0m間に産する。265.2~266.85m間の斑岩において石英、方解石に伴い輝銅鉱・コバリンが鉱染し、T.Cu品位は0.76%である。

本孔の座標及び掘進実績は以下の通りである。

座 標 : 7,145,250.00N 402,700.00E 標高 1,560.00m

掘進実績 : 方向 N 90°W 傾斜 -60° 深度 300.00m

### 2. 地質

#### (1) 岩相

深 度	原 岩	変 質 帯	鉱 化	備 考
0.00~23.80m	原岩不明	珪質粘土帯	ジヤロサイト・赤鉄鉱濃集	溶脱帯
23.80~108.40m	細~中粒安山岩	珪質粘土帯		
108.40~165.90m	細~中粒安山岩	珪質粘土帯	ジヤロサイト・赤鉄鉱鉱染	破碎帯
165.90~199.10m	細~中粒安山岩	珪質粘土帯	赤鉄鉱鉱染顕著	破碎帯
199.10~221.70m	細~中粒安山岩	珪質粘土-緑泥石帯	赤鉄鉱鉱染顕著	破碎帯
221.70~235.90m	細~中粒安山岩	緑泥石帯	赤鉄鉱・黄鉄鉱鉱染	
235.90~300.00m	細~中粒斑岩	珪化-緑泥石帯	黄鉄鉱鉱染	

#### (2) 変質

0~221.70m間はカリウム・石英・絹雲母を主とする珪質粘土帯からなる。表層部の0~23.8m間及び断層破碎帯の108.4~221.70m間は、ジヤロサイト・ナトリウムジヤロサイト・土状赤鉄鉱濃集が濃集して溶脱帯を形成している。221.7~235.9m間は緑泥石化が強く石膏脈が発達し、黄鉄鉱・赤鉄鉱・コバリンが鉱染する。235.9m以深では緑泥石化・珪化・絹雲母化・曹長石化が顕著で石膏脈が発達し黄鉄鉱が鉱染する。

CSAMTの低比抵抗域は上位の珪質粘土帯に、高比抵抗域は235.9m以深の珪化、緑泥石化を

受け塊状緻密な斑岩の分布域に対応する。

(3) 鉱化

221.7m以深の緑泥石化を受けた安山岩及び斑岩において黄鉄鉱が鉱染し、黄銅鉱が232m及び300mで極微量認められる。

265.2~266.85m間の斑岩中にハッチ状石英・方解石に伴い輝銅鉱・バリティが鉱染する。

3. 鉱石分析結果

深度 m- m	区間 m	T.Cu %	S.Cu %	Mo ppm	Au ppm	Ag ppm	原岩	変質帯
265-267	2	0.76	0.00	26	<0.04	6.3	斑岩	珪化-緑泥石帯

1-3-7 MJC V-12

1. 概要

(1) 実施理由

本孔はベラカア山南東方のハツパ地区に位置する。1年次に実施した地化学調査で捕捉したCuの地化学異常域内にあり、周囲には酸化銅の探掘跡が点在する。

本孔はこれら地表部の鉱徴の連続を探ることを目的として実施した。

(2) 結果の概略

本孔は緑泥石化、緑れん石化を受けた石英閃緑岩からなる。石英閃緑岩には鏡鉄鉱化した赤鉄鉱がフィルム状、ネット状、鉱染状に産する。赤鉄鉱に伴い酸化銅及び黄銅鉱が鉱染する。銅品位は酸化銅鉱染箇所では13~19m間で平均T.Cu品位0.6%、125~131m間で平均T.Cu品位1.02%、黄銅鉱鉱染箇所では131~148m間で平均T.Cu品位0.31%である。

本孔の座標及び掘進実績は以下の通りである。

座 標 : 7,144,697.00N 404,325.00E 標高 1,486.00m

掘進実績 : 方向 S 45°W 傾斜 -75° 深度 200.00m

2. 地質

(1) 岩相

深度	原岩	変質	鉱化
0.00~53.90m	石英閃緑岩	緑泥石・緑れん石・方解石	酸化銅・赤鉄鉱鉱染
53.90~131.00m	石英閃緑岩	緑泥石・緑れん石・方解石	酸化銅・赤鉄鉱鉱染
131.00~178.40m	石英閃緑岩	緑泥石・緑れん石	黄銅鉱・黄鉄鉱・赤鉄鉱鉱染
178.40~182.00m	石英閃緑岩	緑泥石・緑れん石	酸化銅・赤鉄鉱鉱染
182.00~200.00m	石英閃緑岩	緑泥石・緑れん石	赤鉄鉱鉱染

### (2) 変質

本孔は緑泥石化及び緑れん石化が顕著な細～中粒の閃緑岩からなる。0～53.9mは両鉱物に加え2次石英、カリン、方解石、曹長石、絹雲母、黒雲母を伴っている。

53.9～182.0m間は緑泥石化及び緑れん石化は特に顕著であるが、2次石英、方解石は少量でカ長石が認められる。182.0～200.0m間は緑泥石化、アクリタイト化強く緑れん石化は弱い。

### (3) 鉱化

本孔は緑泥石化、緑れん石化に伴い鏡鉄鉱化した赤鉄鉱がフィルム状、ネットワーク状、鉱染状に産する。地表に近い0～53.9m間では赤鉄鉱はジヤロサイト化を受けている。銅鉱物は、0～131.0m間及び178～182m間ではカカサイト・プロクササイト等の酸化銅が割れ目に沿いフィルム状に産する他、輝銅鉱・マリンが極微量認められる。13～19m間では酸化銅はネットワーク状の方解石脈及びフィルム状赤鉄鉱に伴い産し、平均T.Cu品位は0.6%である。125～131m間では酸化銅はフィルム状・鉱染状赤鉄鉱に伴い産し、平均T.Cu品位は1.02%である。

### 3. 鉱石分析結果

深度 m- m	区間 m	T.Cu ppm	S.Cu ppm	Mo ppm	Au ppm	Ag ppm	原岩	変質鉱物/銅鉱物
13-19	6	0.60	0.44	15	0.04	<0.4	石英閃緑岩	緑泥石・緑れん石/酸化銅
125-131	6	1.02	0.80	48	<0.04	<0.4	石英閃緑岩	緑泥石・緑れん石/酸化銅
131-148	17	0.31	0.02	39	<0.04	<0.4	石英閃緑岩	緑泥石・緑れん石/黄銅鉱
148-178	30	0.10	0.00	7	<0.04	<0.4	石英閃緑岩	緑泥石・緑れん石/黄銅鉱
178-182	4	0.33	0.25	12	<0.04	<0.4	石英閃緑岩	緑泥石・緑れん石/酸化銅

## 1-3-8 MJCV-13

### 1. 概要

#### (1) 実施理由

ハラ山の北西側山麓に位置する。後述する本年度トリフ調査の結果、本地区においてジャロサイト・赤鉄鉱・珪質粘土からなる溶脱帯の下部の緑泥石化した暗緑色細粒安山岩及び閃緑岩質斑岩を母岩として酸化銅が鉱染していることが明らかになった。

本孔は閃緑岩質斑岩に伴う銅鉱化の状況を探ることを目的として実施した。

#### (2) 結果の概略

本孔は閃緑岩質斑岩からなり、酸化銅・自然銅・黄銅鉱・黄鉄鉱が下記の鉱物組み合わせで鉱染する。

0.0~78.0m	酸化銅
78.0~180.0m	自然銅・酸化銅
180.0~198.5m	酸化銅
198.5~300.0m	黄銅鉱・黄鉄鉱

本孔の座標及び掘進実績は以下の通りである。

座 標	: 7,144,250.00N	397,870.00E	標高	1,512.00m		
掘進実績	: 方向	--	傾斜	-90°	深度	300.00m

### 2. 地質

#### (1) 岩相

深 度	原 岩	変 質	鉱 化
0.00~16.90m	閃緑岩質斑岩	珪質粘土-緑泥石帯	酸化銅・ジャロサイト・赤鉄鉱鉱染
16.90~70.00m	閃緑岩質斑岩	緑泥石帯(弱変質)	酸化銅・ジャロサイト・赤鉄鉱鉱染
70.00~78.00m	閃緑岩質斑岩	緑泥石帯	酸化銅・ジャロサイト・赤鉄鉱鉱染
78.00~149.00m	閃緑岩質斑岩	緑泥石帯	自然銅・酸化銅・赤鉄鉱鉱染
149.00~180.00m	閃緑岩質斑岩	珪化-加長石-緑泥石帯	自然銅・酸化銅・赤鉄鉱鉱染
180.00~198.50m	閃緑岩質斑岩	珪化-加長石-緑泥石帯	酸化銅・ジャロサイト・赤鉄鉱鉱染
198.50~300.00m	閃緑岩質斑岩	珪化-加長石-緑泥石帯	黄銅鉱・黄鉄鉱・赤鉄鉱鉱染

#### (2) 変質

0~16.9m間はカリシ・石英・絹雲母・緑泥石からなる珪質粘土緑泥石帯であり、ジャロサイト・土状赤鉄鉱が鉱染し石膏脈が発達する。16.90~70.0m間は弱変質で閃緑岩質斑岩の初生組

織を明瞭に残している。その変質鉱物は緑泥石はじめ2次石英・曹長石・加長石・絹雲母・黒雲母等からなる他、石英・石膏・ツァーサイトが細脈状に発達する。70.0m以深は前記の変質がさらに強くなり、78.0~149.0m間は緑泥石化が、149.0~300m間は緑泥石化、珪化、加長石化が特に顕著である。また、70.0~180m間は石膏・無水石膏の細脈がネットワーク状に発達する。

これらの鉱物組み合わせから0~149.0m間は、Lowell & Guilbert(1970)による斑岩銅鉱床の変質区分のフリック帯に、149.0以深は加質帯に対応すると考えられる

### (3) 鉱化

本孔はほぼ全域にわたり赤鉄鉱がフィルム状、鉱染状に産する。赤鉄鉱は磁鉄鉱を交代した産状を呈し、地表に近い0~100m間及び破碎帯を伴う200~300m間では赤鉄鉱はツァーサイト、針鉄鉱を伴っている。

銅鉱物は、主に酸化銅・自然銅・黄銅鉱からなり上記の如く分帯される。

0~16.9m間はツァーサイト・プロックサイト等の酸化銅がネットワーク状石膏脈に伴いフィルム状・鉱染状に産する他、鏡下で自然銅・黄銅鉱が極微量認められる。2~17m間のT.Cu品位は平均0.55%、最高1.24%である。

16.9~78.0m間は上記と同様にツァーサイト・プロックサイト等の酸化銅がフィルム状・鉱染状に産し、T.Cu品位は平均0.3%、最高1.12%である。

78.0~180.0m間は自然銅が粒径5~300 $\mu$ で結晶粒間を充填及び石膏細脈に伴い鉱染状・フィルム状に産する。当間の80.0~112.0m、138.5~140.6m及び149.0~180.0m間は自然銅の他ツァーサイト・プロックサイト等の酸化銅がフィルム状・鉱染状に産する。この他、鏡下では黄銅鉱が10 $\mu$ 以下の粒径で斑銅鉱と共生して認められる。

自然銅産出箇所では、赤鉄鉱は磁鉄鉱を完全に交代しておらず、両者が必ず共存し、酸化銅が多く産する箇所ほど磁鉄鉱の赤鉄鉱化が進んでいる傾向がある。

また、自然銅は149.0m以深で加長石化が進むにつれ少量となり、180.0m以深では局部的に認められるにすぎない。78.0~149.0m間のT.Cu品位は平均0.23%、最高0.66%、149.0~180.0m間のT.Cu品位は平均0.18%、最高0.52%である。

198.5m以深では、自然銅に代わって黄鉄鉱に伴い、黄銅鉱と少量の輝銅鉱・バリツが生じている。180.0~300m間のT.Cu品位は平均0.11%、最高0.55%である。

また、Au品位は0~180.0m間で0.1ppm以上、最高1.22ppmと高い値を示すが、180.0m以深は0.10ppm以下であり、銅の挙動とほぼ一致する。

### 3. 鉱石分析結果

閃緑岩質斑岩の変質及び鉱化状況により分帯した区間の平均分析品位を下記に示す。

深度 m- m	区間 m	T.Cu ppm	S.Cu ppm	Mo ppm	Au ppm	Ag ppm	変質	鉱石鉱物
2- 17	15	0.55	0.41	10	0.24	<0.4	フリック帯	酸化銅・ジヤロサイト・赤鉄鉱
17- 70	53	0.24	0.12	19	0.14	<0.4	フリック帯	酸化銅・ジヤロサイト・赤鉄鉱
70- 78	8	0.33	0.20	19	0.21	<0.4	フリック帯	酸化銅・ジヤロサイト・赤鉄鉱
78-149	71	0.23	0.10	56	0.13	<0.4	フリック帯	自然銅・酸化銅・赤鉄鉱
149-180	31	0.18	0.09	42	0.13	<0.4	加質帯	自然銅・酸化銅・赤鉄鉱
180-198	18	0.14	0.07	37	0.09	<0.4	加質帯	酸化銅・ジヤロサイト・赤鉄鉱
198-250	52	0.11	0.03	34	<0.04	<0.4	加質帯	黄銅鉱・黄鉄鉱・赤鉄鉱
250-300	50	0.10	0.01	17	<0.04	<0.4	加質帯	黄銅鉱・黄鉄鉱・赤鉄鉱