

中日經濟合作與不平等條約  
資源開發協力基礎的檢討

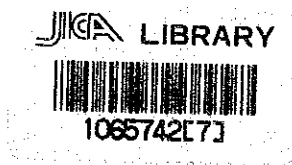
鈴木清次

昭和四十四年四月



モロッコ王国ハウズ平原地域  
資源開発協力基礎調査報告書

第1年次



昭和63年3月

国際協力事業団  
金属鉱業事業団

17664

## は し が き

日本国政府はモロッコ王国政府の要請に応え、同国の中西部に位置するハウズ平原地域の鉱物資源賦存の可能性を確認するため、地質調査等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。本調査はその第1年次にあたるもので、金属鉱業事業団は6名の調査団を編成して、昭和62年9月23日から昭和62年12月13日まで現地に派遣した。

現地調査はモロッコ王国政府関係機関、特に資源開発投資公社Bureau de Recherches et de Participations Minières (BRPM) の協力を得て予定どおり完了した。

本報告書は第1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をいただいたモロッコ王国政府関係機関ならびに外務省、通商産業省、在モロッコ日本国大使館及び関係各位の方々に衷心より感謝の意を表すものである。

昭和63年2月

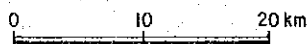
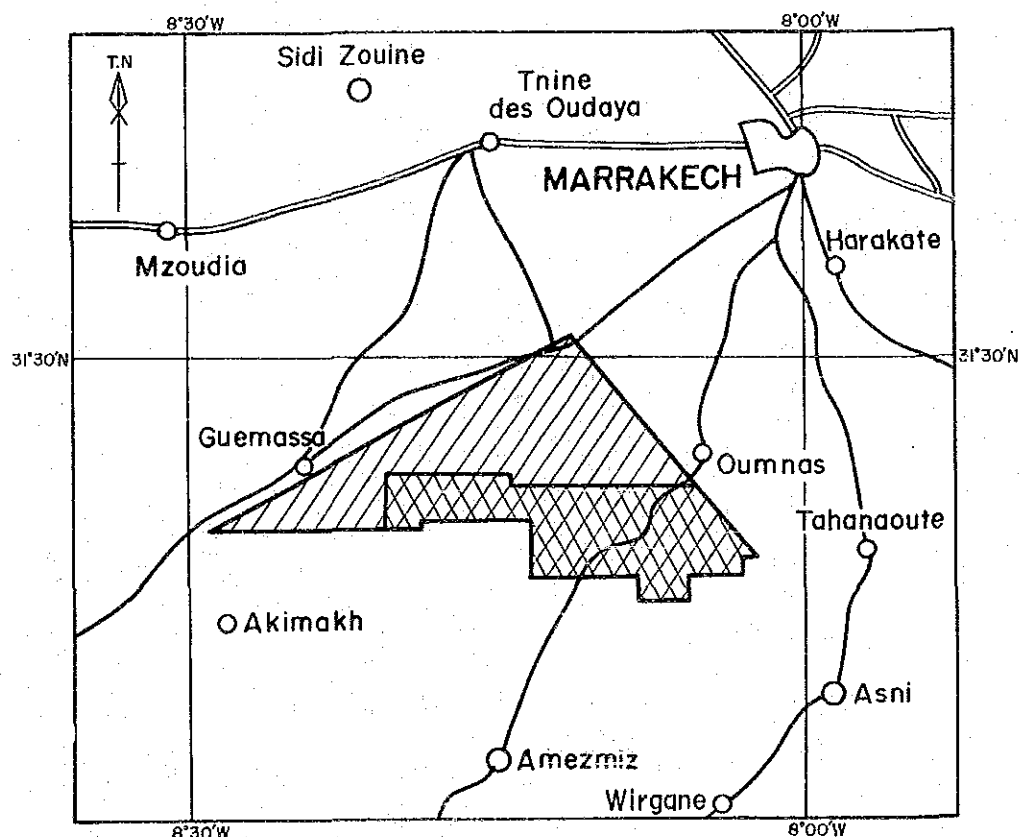
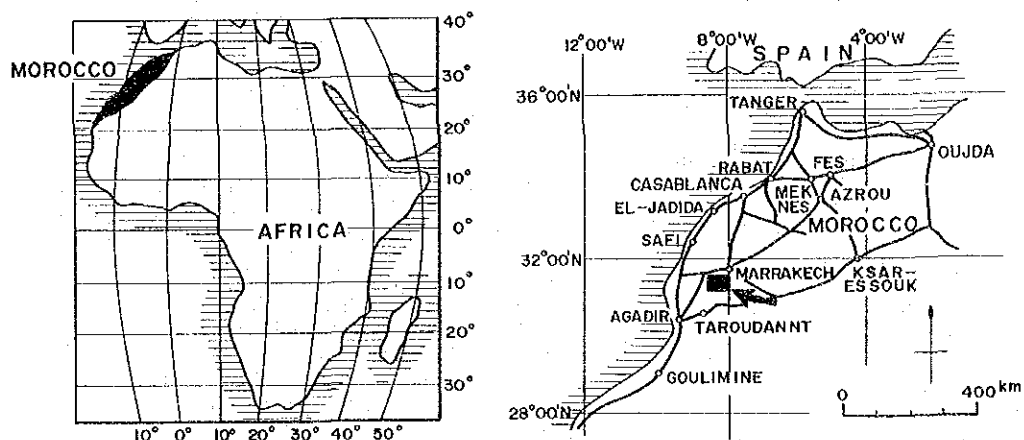
国際協力事業団



総裁 柳谷 謙介

金属鉱業事業団

理事長 佐藤 淳一郎





-  Geological and Geochemical Survey Area
-  Geophysical Survey Area

**Fig. 1 Location Map of the Survey Area**





## 要 約

本報告書は、モロッコ王国ハウズ平原地域資源開発協力基礎調査・第1年次の調査結果をとりまとめたものである。本調査の目的は、ハウズ平原地域において地質状況を解明し、鉍床賦存状況を把握することにある。

本年度の調査は、地質調査：調査面積 350 km<sup>2</sup>、地化学探査：採取サンプル 215試料、CSAMT 法物理探査：調査面積 150 km<sup>2</sup>・測定302 測点を実施した。

本調査の結果は次のように要約される。

### (1) 地質調査・地化学探査

本地域の基盤は古生代の石炭～二畳系から成り、主として泥質・泥灰質の片岩・準片岩で構成される。ただし、第四紀堆積物に広く覆われ、その露出は断片的である。泥質・泥灰質の片岩類は強い変成作用を受けており、無数の引摺り褶曲・折畳み褶曲・片理面断層が発達し、原岩の鉍物成分及び層理構造は著しく変質・変形している。

本地域の石炭～二畳系の層序は、下位より泥質片岩、酸性火山岩、石灰質・泥質片岩、泥質片岩・準片岩、酸性火山岩起源の緑色岩を含む互層帯、泥質準片岩及び泥灰質準片岩である。地質構造の傾向は、Guemassa断層の南側では走向 NW、傾斜 NE であるが、断層北側では走向NNE、傾斜 E へ構造を変えている。全般的にみて南西方へ下位の地層が露出し、北東方へ上位の地層が累重している。

本地域には銅・鉛・亜鉛・磁硫鉄鉍から成る Hajar 鉍床があり、鉍徴としては東部地区の、Oukhribane地塊及び Amzourh地塊の鉍徴や、西部地区のFrizem鉍化帯がある。これらの鉍床及び鉍徴はいずれも、海底の酸性火山活動に関係する堆積性鉍床であると推察される。Hajar 鉍床の母岩は酸性火山岩及び火山砕屑岩起源の緑色岩であり、Frizem鉍化帯は酸性火山岩周辺の鉍脈・鉍染鉍床である。Oukhribane及び Amzourhの鉍徴は Hajar層準（互層帯）中に胚胎している。

本年度の調査によつて変化に乏しい岩質の区分及び複雑な地質構造の解明が進み、断片的に分布する各基盤岩ブロックの対比が可能となった。鉍化層準として最も重要なものは Hajar 層準であり、次いでFrizem層準であるが、両層準は時代及び鉍化作用の性格がやや異なることが推察された。

Hajar 層準はほとんど第四紀層に覆われているが、東方へは ESE方向に延びてSouktana

地塊へ連続する一方、西方へはOukhribane地塊及び Amzourh地塊を経た後、方向を北に変えてRial方面へ向かうと推定される。Frizen層準の酸性火山岩は南東へ規模を増す傾向を示すが、第四紀層に被覆されている。

## (2) 物理探査 (CSAMT法)

CSAMT法物理探査の結果から鉱化・変質に関連した比抵抗環境が解明され、更に既存物理探査との対比によって、次の要探鉱地区が選択された。

- ① Hajar 鉱床付近の比抵抗構造は、鉱体を含めた周辺の鉱化変質帯が比抵抗基盤内の低比抵抗異常部として捕捉されている。Hajar層準中にこれと同類の比抵抗構造を有する地区としてSouksou 北東、Taguenna 西方、Lamrah付近、Akhilj付近、Barrage Cavagnac東方、Oukhribane南東、Oukhribane南方などがあげられる。これらはいずれも磁気異常との強い相関を示すほか、Taguenna 西方～Lamrah～Oukhribaneを NNW-SSE 方向に結ぶ巾約3 kmのHajar 層準分布域に集中している。
- ② Frizen西方にも同様の比抵抗構造が捕捉され、著しい磁気異常と対応している。
- ③ Hajar 鉱床付近では、低比抵抗異常部が南東側に延長し、しかも高重力異常が検出されていることから、鉱床南東側にも探鉱余地が残されている。

以上の調査結果から、鉱化ポテンシャルの最も大きな地区として、Hajar 鉱床周辺地区、並びに、Oukhribane地塊と Amzourh地塊を含めた NNW-SSE 方向の Hajar層準分布地区が指摘される。次いで、Frizen層準が重要である。

今後の調査継続に関しては、鉱床賦存の可能性が大きい Hajar層準及びFrizen層準を対象とした追跡調査が必要である。これまで実施された諸調査を統合し、本地域の鉱床及びその胚胎環境を把握し得る調査方法の採用が望まれる。

# モロッコ王国ハウズ平原地域報告書

## 目 次

は し が き  
調 査 位 置 図  
要 約

### 総 論

第1章	序 論	1
1-1	調査経緯及び目的	1
1-2	第1年次調査の範囲・目的及び作業の概要	1
1-3	調査団の編成	2
第2章	調査地域の一般概要	4
2-1	位置・交通	4
2-2	地 理	4
2-3	探 査 状 況	4
2-4	モロッコの地質概要	6
2-5	モロッコの鉱業事情	6
第3章	調査結果のまとめ	9
3-1	地質調査・地化学探査結果	9
3-2	物理探査結果	10
3-3	総 合 検 討	12
第4章	結論及び提言	15
4-1	結 論	15
4-2	第2年次調査への提言	16

### 各 論

#### 第 I 部 地質調査・地化学探査

第1章	調査作業概要	17
1-1	現 地 作 業	17
1-2	室 内 作 業	17

第2章	地質・地質構造	18
2-1	地質概要	18
2-2	東部地区	18
2-3	西部地区	21
2-4	層序対比と地質構造	23
2-5	岩石の化学組成	24
第3章	鉍化作用	25
3-1	鉍床概要	25
3-2	Hajar 鉍床	25
3-3	東部地区の鉍徴	26
3-4	西部地区の鉍徴	27
第4章	地化学探査	29
4-1	地化学探査概要	29
4-2	データの統計処理	29
4-3	異常値の抽出	30
4-4	岩層別金属成分	31
第5章	考察	33
5-1	地史	33
5-2	堆積環境・火山活動の性格	33
5-3	鉍化作用の特徴	33
第II部	物理探査(CSAMT法)	
第1章	探査概要	35
1-1	調査規模	35
1-2	探査方法	35
1-3	探査機器	36
1-4	データ処理・解析	37
第2章	探査結果	41
2-1	室内物性測定結果	41
2-2	見掛比抵抗平面図	42
2-3	見掛比抵抗断面図及び比抵抗構造断面図	44
2-4	比抵抗構造平面図	47

第3章 考察	51
3-1 比抵抗構造と地質との対比	51
3-2 比抵抗構造と鉱床との関係	51
3-3 既存資料の検討及び比抵抗構造との対比	52
3-4 ま と め	54
【REFERENCES】	57

【 LIST OF PLATES 】

PL. I-1	Geological Map of the Haouz Central Area	1:50.000
PL. I-2-1	Geological Map of the Eastern Area	1:25.000
PL. I-2-2	Geological Map of the Western Area	1:25.000
PL. I-3	Geological Section of the Eastern and Western Areas	1:25.000
PL. I-4	Location Map of Rock and Ore Samples	1:50.000
PL. I-5	Location and Assay Map of Geochemical Samples	1:50.000
PL. I-6	Geochemical Anomaly Map	1:50.000
PL. II-1	Configuration of CSAMT Stations	1:25.000
PL. II-2	Apparent Resistivity Map ( Frequency 4Hz)	1:25.000
PL. II-3	" ( " 8Hz)	1:25.000
PL. II-4	" ( " 16Hz)	1:25.000
PL. II-5	" ( " 32Hz)	1:25.000
PL. II-6	" ( " 64Hz)	1:25.000
PL. II-7	" ( " 128Hz)	1:25.000
PL. II-8	" ( " 256Hz)	1:25.000
PL. II-9	" ( " 512Hz)	1:25.000
PL. II-10	" ( " 1.024Hz)	1:25.000
PL. II-11	" ( " 2.048Hz)	1:25.000
PL. II-12	Resistivity Structure Map ( Depth 100m)	1:25.000
PL. II-13	" ( " 200m)	1:25.000
PL. II-14	" ( " 500m)	1:25.000
PL. II-15	" ( " 1.000m)	1:25.000



Fig. II-10	Apparent Resistivity Pseudo-Section with Estimated Resistivity Structure	A - A'	1:100,000
Fig. II-11	" "	B - B'	1:100,000
Fig. II-12	" "	C - C'	1:100,000
Fig. II-13	" "	D - D'	1:100,000
Fig. II-14	" "	E - E'	1:100,000
Fig. II-15	" "	F - F'	1:100,000
Fig. II-16	" "	G - G'	1:100,000
Fig. II-17	" "	H - H'	1:100,000
Fig. II-18	Resistivity Structure Map (Depth 100m)		1:100,000
Fig. II-19	" ( " 500m)		1:100,000
Fig. II-20	" ( " 1,000m)		1:100,000
Fig. II-21	Residual Airborne Magnetic Anomalies		1:100,000
Fig. II-22	Bouguer Anomalies		1:100,000
Fig. II-23	Detailed Geophysical Survey over Hajar Mine		1:25,000
Fig. II-24	Comparison of Geophysical Survey over Hajar Mine		1:25,000



## 【LIST OF TABLES】

Tab. I	List of the Past Exploration in the Haouz Central Area
Tab. I-1	Statistical Values of Geochemical Assay Results
Tab. I-2	List of Geochemical Anomalies
Tab. II-1	List of Apparent Resistivity
Tab. II-2	Rock Properties

## 【 LIST OF APPENDICES 】

Ap. I-1	List of Rock and Ore Samples .....	A - 1
Ap. I-2	Assay Results of Ore Samples .....	A - 3
Ap. I-3	Whole Rock Analysis and Molal Ratio .....	A - 4
Ap. I-4-1	Microscopic Observation of Thin Sections .....	A - 5
Ap. I-4-2	Microphotograph of Thin Sections .....	A - 10
Ap. I-5-1	Microscopic Observation of Polished Sections .....	A - 15
Ap. I-5-2	Microphotograph of Polished Sections .....	A - 19
Ap. I-6	Results and Charts of X-Ray Diffractive Analysis .....	A - 22
Ap. I-7	Assay Results of Geochemical Rock Samples .....	A - 33
Ap. II-1	Apparent Resistivity Curve and Acceptable Model .....	A - 37



# 總 論



# 第 1 章 序 論

## 1-1 調査経緯及び目的

モロッコ王国は、各種の鉱物資源に富んでおり、鉱物資源開発を重点施策としている。

同国における資源開発協力基礎調査は、アンチ・アトラス (Anti Atlas) 地域 (1974～1976)、オート・ムルヤ (Haute Moulouya) 地域 (1978～1980)、オート・アトラス西部 (Haut Atlas Occidental) 地域 (1983～1985) の3地域において実施された。

本ハウズ平原地域 (Haouz Central Area) 資源開発協力基礎調査は、モロッコ王国の要請に対して、日本国政府が派遣したプロジェクト選定調査団 (1986年11月) 及び事前調査協定折衝団 (1987年6月) と相手国機関、資源開発投資公社 (BRPM) との間で次期資源開発協力基礎調査の対象地域として選定合意されたものである。

本調査は、モロッコ王国ハウズ平原地域において詳細な地質状況を解明することにより、鉱床賦存状況を把握することを目的とする。

## 1-2 第1年次調査の範囲・目的及び作業の概要

ハウズ平原地域は、モロッコ王国の中西部、首都 Rabat (ラバト) の南南西約 330 km に位置する面積 350 km<sup>2</sup> の三角形の地域である。第1年次調査として、地質調査・地化学探査、及び、物理探査 (CSAMT法) を実施した。

地質調査・地化学探査では、地質構造と鉱化作用との関連性の解明、及び鉱床胚胎層準の抽出を目的とした。物理探査では、比抵抗異常帯を抽出し、その性質の解明を行うとともにその側方及び地下深部への連続性の解明を目的とした。

本調査の作業概要は次のとおりである。

### (1) 地質調査・地化学探査

#### ① 現地調査

調査面積：350 km<sup>2</sup>

踏査長：350 km

地化学探査試料：215 個

#### ② 室内試験

地化学分析 (Ag, Cu, Pb, Zn)：215 件・860 成分

岩石薄片：20 件

鉍石研磨片： 10 件  
 X線回折分析： 20 件  
 岩石分析 (SiO<sub>2</sub>, TiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, FeO, MnO, MgO, CaO, Na<sub>2</sub>O, K<sub>2</sub>O, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, LOI; 12成分)： 20 件  
 鉍石分析 (Ag, Cu, Pb, Zn)： 10 件・40成分

(2) 物理探査 (CSAMT 法)

① 現地調査

調査面積： 150 km<sup>2</sup>

測点数： 302 点

② 室内試験

比抵抗測定： 24 件

1-3 調査団の編成

(1) 調査計画の策定及び折衝

ハウズ平原地域資源開発協力基礎調査の計画策定につき、事前調査、協定折衝及び第1年次計画打合せは下記のとおり行われた。

① 日程

昭和62年6月3日～昭和62年6月13日

② 調査団の編成

	日 本 側	モ ロ ッ コ 側
団 長	藤 田 実 (MMAJ) ※	Assou LHATOUTE (BRPM) ※
団 員	高 倍 宣 義 (外務省)	Ahmed LOUALI (BRPM)
団 員	高野日出男 (通商産業省)	Hassan SEQQAT (BRPM)
団 員	菊 島 一 郎 (MMAJ)	Allal TIJANI (BRPM)
団 員	上 木 隆 司 (JICA) ※	

(2) 第1年次調査

第1年次調査の日程は、昭和62年9月23日～昭和63年2月10日である。現地調査団の編成と調査日程は次のとおりである。

① 現地調査団

	日 本 側	モ ロ ッ コ 側
企画・調整	鈴木洋介 (MMAJ)	Assou LHATOUTE (BRPM)
企画・調整	菊島一郎 (MMAJ)	Ahmed LOUALI (BRPM)
企画・調整	土田富美子 (MMAJ)	Hassan SEQQAT (BRPM)
企画・調整	神谷夏実 (MMAJ)	Allal TIJANI (BRPM)
総 括	中村仁一 (MINDECO) ※	Abdelaziz NELLAL (BRPM) Mohamed BERRADA (BRPM)
地質・地化学探査	佐藤英太郎 (MINDECO)	Abderrahim QALBI (BRPM)
地質・地化学探査	大坪良平 (MINDECO)	
物理探査	木下和彦 (MINDECO)	Said QASRI (BRPM)
物理探査	和田一成 (MINDECO)	
物理探査	大橋 正 (MINDECO)	

※ JICA : 国際協力事業団

MMAJ : 金属鉱業事業団

BRPM : Bureau de Recherches et de Participations Minières

MINDECO : 三井金属資源開発株式会社

② 調査日程

\_\_\_\_\_ In Morocco

..... In Japan

	1987				1988	
	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Jan.	Feb.
Mobilization & Arrangement	23 29 5		9 14 26	13		
Field Survey (Geol. & Geoch.)	30		8 25			
Field Survey (Geophysics)		6	25 30			
Laboratory Work			15	31		
Report Preparation				14		10

## 第 2 章 調査地域の一般概要

### 2-1 位置・交通 (Fig.1)

ハウズ平原地域は、モロッコ王国の中西部、北緯 $31^{\circ} 20' \sim 30'$ 、西経 $8^{\circ} 8' \sim 23'$ にある。Marrakech(マラケッシュ)市の南西方約30~40 kmに位置し、行政区画上、主としてMarrakech州、Marrakech郡に属する。

首都Rabat から Marrakech市までは、舗装道路及び鉄道が通じており、距離約330kmで4~5時間を要する。Marrakech市から調査地域へは、調査地域東南端の Barrage Cavagnac (バラージュ・カバニャック、約 35km)、北端のDaoud (ダウド、約 25km)に至る道路が通じており、交通至便である。

### 2-2 地 理

本地域はHaut Atlas山脈の北側に位置しており、標高 500~800 mの丘陵地帯である。

古生層より成る基盤岩とこれを覆う新生代の堆積物が分布しており、降雨時のみ流水がみられる小谷が不規則に多数分布しており、比較的起伏に富む。

本地域の気象は内陸性で寒暖の差が大きく、夏期は $40^{\circ}\text{C}$ 以上、冬期は $0^{\circ}\text{C}$ 以下となる。年間降雨量は 300mm程度であり、降雨は10~11月と4~5月に集中する。本地域は雨期を除き乾燥しており、土漠状を呈し、植生は川筋のみに限られている。

住民はベルベル人で、主要河川沿いに小集落を造っている。水は井戸水にたより、羊の放牧、オリーブの栽培、雨期を利用した穀物栽培で生計をたてている。

Marrakech市は、南西方のサハラ砂漠地帯との交易の中心として、1,000年にわたる歴史を有する。最近では農産物・工芸品などの商業センターとしての機能のほか、観光都市として活況を呈している。人口は33万人でモロッコ第3位の規模である。

### 2-3 探 査 状 況

本地域の東端のHajar(ハジャー)地区には、地表部を覆う第四紀層下位の古生層中に、銀・銅・鉛・亜鉛硫化物鉱床の賦存が確認されている。

本地域の本格的探鉱調査として、1968年、エネルギー鉱山省がカナダの Geotrex社に依頼して空中磁気・電磁探査を実施した。これらの調査で多数の磁気異常帯及び比抵抗異常帯が捕捉された。1984年、フランスのBRGM (Bureau de Recherches Géologiques et Minières) の協力による上記探査データの再解析・再検討が実施された。1985年、BRPM



は顕著な磁気異常帯に対してボーリング調査を実施し、地表下 200~400 m に伏在する Hajar 鉱床を確認した。

Hajar 鉱床については、ボーリング調査 27 本が実施されており、現在、鉱床に向けての立坑及び横坑を開削中である。Hajar 鉱床の鉱量は約 1,600 万 t、品位は Ag 74 g/t、Cu 0.86 %、Pb 2.78 %、Zn 9.45 % と試算されている。

なお、1985 年には周辺地域に対して、アラブ鉱業㈱の出資でイギリスの Hunting 社による空中磁気・電磁・放射能探査が実施された。

Hajar 地区以外では、Frizem (フリゼム)、Amzourh (アムズール)、Tiferouine (ティフルイン)、Mjed (ムジェド) など主要な磁気異常を示す各地区で、1985~1986 年、地上物理探査・ボーリング調査が実施されたが、顕著な鉱床の発見には至っていない。

本地域の探鉱調査状況を Tab.1 に示す。

Tab.1 List of the Past Exploration in the Haouz Central Area

地 区	年	調 査 方 法	実 施 機 関	結 果
全 域	1968	空 中 磁 気 ・ 電 磁 探 査	Geotrex-鉱山省	バイポール 磁気異常確認
	1984	空 中 探 査 デ ー タ 再 解 析	BRGM-BRPM	
	1985	1/50,000 地 質 調 査	BRGM-BRPM	
周辺地域	1985	空 中 磁 気 ・ VLF ・ 放 射 能	Hunting-AML・BRPM	
Hajar	1985	地 上 磁 気 ・ 重 力 ・ 流 電 電 位	BRPM	硫化物鉱床確認
	1985	ボ ー リ ン グ ( 2 7 本 )	BRPM	
	~1987	立 坑 ( 2 3 5 m ) ・ 横 坑	BRPM	
Frizem	1978	ボ ー リ ン グ ( 1 本 )	BRPM	低 品 位
	1986	地 質 ・ 磁 気 ・ SP ・ VLF ・ 重 力	BRPM	
		ボ ー リ ン グ ( 9 本 )	BRPM	
Amzourh	1985	地 質 ・ 磁 気 ・ SP	BRPM	磁硫鉄鉱鉱染部
		ボ ー リ ン グ ( 2 本 )	BRPM	
Tiferouine	1986	磁 気 ・ 重 力 ・ ボ ー リ ン グ ( 3 本 )	BRPM	磁硫鉄鉱鉱染部
Mjed	1986	磁 気 ・ 重 力 ・ ボ ー リ ン グ ( 1 本 )	BRPM	磁硫鉄鉱鉱染部
El Haloudi	1986	磁 気 ・ 重 力 探 査	BRPM	

## 2-4 モロッコの地質概要 (Fig.2)

アフリカ大陸の大部分は汎アフリカ造山運動(Pan-African Orogeny)の終了した古生代初頭に安定化し、剛塊化(craton)したが、モロッコを含む西アフリカ・クラトンの北縁部は変動帯(mobile zone)として残り、古生代以後も地向斜活動や造山運動の場となった。

モロッコの国土は 3,000~4,000 m級の山々より成り、約 2,000 kmにわたって東北東方向へ連続する Atlas山脈により南北に分断されている。Atlas山脈は古生界を基盤として発達した中生代の地向斜で、第三紀のアルプス(Alpine)造山運動により隆起したものである。モロッコの地質構造は、中央部の Atlas帯、南部のAnti Atlas帯、及び北部のRif(リフ)帯に区分される。

Atlas帯は、WNW方向に延びるHaut Atlas(高アトラス)帯、これよりNW方向へ分岐するMoyen Atlas(中アトラス)帯、及びMoyen Atlas帯の東西両側に広がるMeseta(メセタ)帯に細分される。Atlas帯の中心部はテーティス海(Thetys Sea)の海侵によって堆積したジュラ系より成り、Meseta帯は主として古生界より成る。本調査地域はMeseta帯のHaut Atlas帯への接合点付近に位置している。本 Atlas帯の褶曲構造は、鋭角の背斜と浅い向斜の繰返しで特徴付けられる。

Anti Atlas帯は、先カンブリア系剛塊の縁辺部に発達した古生代の地向斜で、古生代末~中生代初期のヘルシニア(Hercynian)造山運動により隆起した。隆起の中心部には先カンブリア系を核とし古生界下部の変成岩類が分布している。

Rif帯は、古生界を基盤とする中生代~第三紀の地向斜であり、アルプス造山運動により北方より南方へのナッペ(nappe)群が形成された。

## 2-5 モロッコの鉱業事情

モロッコ王国の主要産業は、燐灰石を中心とする鉱業と労働人口の50%が従事する農業である。同国の燐灰石埋蔵量は 630億トンと云われ世界第1位である。燐灰石の生産はほぼ 2,000万 t/年で、燐灰石と燐肥の輸出額は同国の総輸出額の40%以上を占めている。

同国の貿易収支は、1973年の石油ショック以後、石油代金の上昇と燐灰石価格の下落などのため入超が続いている。輸入カバー率(輸出額/輸入額)は50%台に低迷しており、貿易収支の赤字を移転収支と資本収支で補っているのが同国の国際収支の現状である。

同国の財政は、1975年以後長期化した西サハラ紛争による戦費増や干ばつによる食料輸入増などのため赤字が恒常化した。対外累積債務は、1985年同国の国内総生産とほぼ同額の130億ドルに達し、同国経済は困難を増している。

同国の対外関係としては、歴史的に旧宗主国であるフランスを始めとするヨーロッパ諸国

との関係が緊密である。日本との貿易関係では、モロッコ側の出超傾向が続いており、輸出入合計額は2～3億ドル／年であり、日本の占める比率は2～3％である。日本への輸出品目は、たこ・いかななどの水産物が70％強、燐灰石が30％弱を占めている。輸入品はほとんどが機械製品である。

モロッコ王国は、燐灰石のほか鉛・銅・亜鉛・銀・マンガン・鉄・重晶石なども生産・輸出しており、コバルト・ニッケル・クロム・ウラン・螢石などの鉱床も知られている。鉱業の振興は農業開発とともに同国の重点課題となっている。

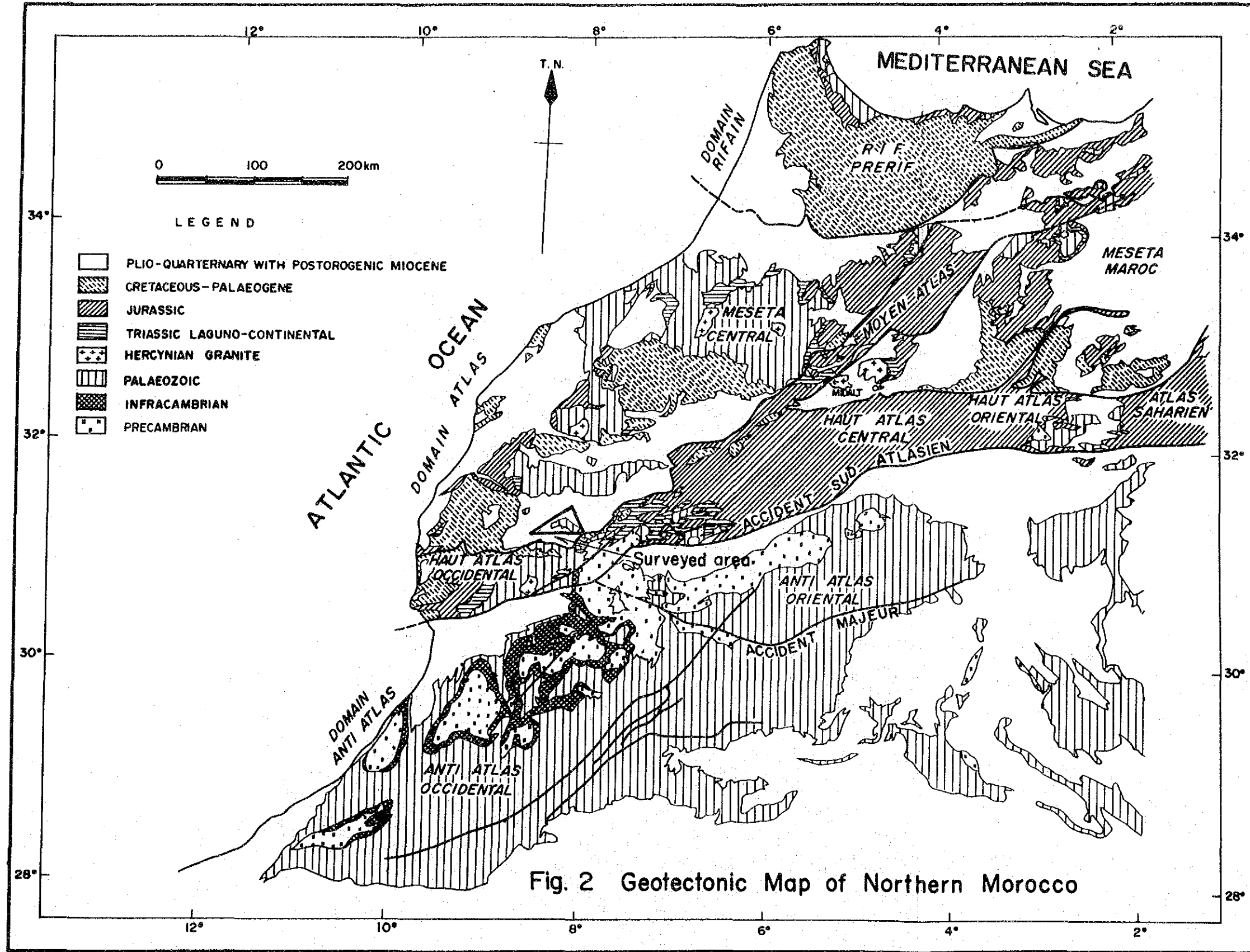


Fig. 2 Geotectonic Map of Northern Morocco



### 第 3 章 調査結果のまとめ

#### 3-1 地質調査・地化学探査結果

##### (1) 層 序

本地域の基盤岩類は石炭～二畳紀の泥質・石灰質の片岩・準片岩より成り、一部に酸性火山岩類を挟在している。片岩・準片岩は、主に緑泥石・絹雲母・黒雲母・石英・方解石より成り、泥岩・泥灰岩・シルト岩・石灰岩を起源とする。地表部は鮮新世～第四紀堆積物に広く覆われており、基盤岩類は断片的に露出している。

基盤岩類の層序と層厚は、上位より下位の順で次のとおりである。

( 西 部 地 区 )	( 東 部 地 区 )
	泥灰質準片岩 IIc (+ 400 m)
	泥質準片岩 IIp2 (± 900 m)
	互層帯(Hajar層準) IIa (± 500 m)
泥 質 片 岩 Ip (+1,000 m)	泥 質 準 片 岩 IIpl (+1,000 m)
石灰質・泥質片岩 Ipm・Ip (±1,500 m)	
酸性火山岩類(Frize層準) Iv (± 400 m)	
泥 質 片 岩 Ips (+1,500 m)	

東部地区の互層帯は、酸性火山岩・酸性火山碎屑岩・石灰岩・シルト岩・粘板岩互層などより成り、Hajar鉱床を胚胎している。西部地区の酸性火山岩類は酸性火山岩・同質火山碎屑岩より成り、Frize鉱化帯を伴っている。

##### (2) 地質構造

本地域は、NNE-SSW 方向に延びるMeseta Central帯が、WSW-ENE 方向に延びるHaut Atlas帯に接合する位置にある。

本地域を構成する上部古生界は、ヘルシニアン造山運動及びアルプス造山運動による強い動力変成作用を受け片岩化している。多数の引摺り褶曲(drag fold)、折畳み褶曲(Intrafolial fold)、片理面断層が発達し細かにブロック化された複合褶曲構造を造っている。

調査地域の北部を横断するGuemassa断層は走向 WNW-ESE で、見掛水平転移は約 10km に達している。本地域の地層の走向は、Guemassa断層の両側で変化し、北側では

NNW-SSE 方向であるが、南側ではNW-SE方向を示す。傾斜は各々SSE 及びNEである。

### (3) 鉍 床

本地域の鉍床としては、東部地区の互層帯中に胚胎する Hajar鉍床と、西部地区の酸性火山岩に関係したFrizem鉍化帯がある。

Hajar鉍床は閃亜鉛鉍・磁硫鉄鉍を主とする塊状鉍床で、方鉛鉍・黄銅鉍を伴う。鉍床母岩は緑色岩で、酸性火山岩、同質火山砕屑岩及び凝灰質泥岩起源であると推定される。

Hajar鉍床は海底火山活動に伴われ、特定層準に胚胎しており、海底火山活動に関係した堆積鉍床であると推定される。Hajar層準は、Oukhribane (ウクリバン) 地塊、Amzourh 地塊などに断片的に露出しており、いずれも顕著な鉍徴を伴っている。本層準は同種鉍床賦存の大きなポテンシャルを有しており、本層準の徹底的な追跡が今後の調査の重要課題である。

Frizem鉍化帯は、酸性火山岩類周辺の鉍脈状のゴッサンより成り、亜鉛の他、銅・亜鉛に富む性格がある。酸性火山岩の活動の中心は更に南東方にあり、Hajarタイプの鉍床を胚胎する可能性が考えられるので、南方への追跡調査が必要である。

### (4) 地化学探査結果

Ag・Cu・Pb・Znなどの重金属異常は、東部地区では Hajar層準に、西部地区ではFrizem鉍化帯周辺に集中している。

岩層別の重金属含有量は、Cu・Pb・ZnについてはFrizem地区の火山岩類が、Znについては Hajar層準が他と比べて明らかに高い値を示している。Hajar層準上位の岩層の重金属含有量は、堆積時の濃集と考えられるPbを除けば明らかに少なく、鉍化作用を受けていないと推定され、Hajar鉍床が同生鉍床(syngenetic deposit)であることを裏付けている。

## 3-2 物理探査結果

本地域で実施されたCSAMT法物理探査により、次の比抵抗に関する探査結果が明らかにされた。

### (1) 岩石試料物性測定結果

本地域で採取した岩石試料について実施した比抵抗・密度・磁化率の測定結果は次のとおりである。

- ① 基盤岩類は著しく高比抵抗且つ高密度であるが、磁化率は低い。
- ② 第四紀被覆層は比較的low比抵抗且つ低密度であり、磁化率も低い。
- ③ Hajar 鉱床の鉱石は顕著なlow比抵抗・高密度・高磁化率を示し、本地域の地質構成岩層と比較して特徴的な物性を有している。

## (2) 比抵抗構造の概要

本地域の比抵抗構造は大局的に3層構造を構成する。上位から順に、第1層は地表付近の比抵抗変化に富んだ部分を含むlow比抵抗層で、鮮新統～第四系の被覆層に対比される。第2層は極めて高比抵抗の比抵抗基盤で、石炭系～二疊系の基盤岩類上部に対比される。また、第3層は比較的low比抵抗の部分で、基盤岩類下部のlow比抵抗層準と考えられる。

比抵抗構造は地質走向を反映して全般にNW-SE方向が卓越し、調査地の西部地区と中部～東部地区とでその概観は大きく異なる。

西部地区では極めて高比抵抗且つ均質な比抵抗基盤が広範囲に地表近く潜在する。一方中部～東部地区では、基盤岩類の露出状況を反映した比抵抗基盤の起伏が見られる。

中部～東部地区における第1層low比抵抗層は、薄いところで100m以内、厚いところでは数100 m以上に達し、地下水の影響とみられる比抵抗変化が発達する。また、この地区の比抵抗基盤中では比抵抗の変化が大きく、至るところに比抵抗基盤の凹部を形成するlow比抵抗異常が把握された。

## (3) 既存物理探査との対比

本地域で実施されている磁気探査及び重力探査と比抵抗構造とを対比した結果、次のような関係が得られた。

- ① 西部地区の磁気基盤は、生成時期・磁化率から考えて他の地区のものとは異質のものであり、また、重力基盤は浅い。これは、この地区の高比抵抗基盤の構造が他の地区と異なる点で符合する。
- ② 中部～東部地区では、磁気異常・比抵抗異常共に、NW-SE方向の配列が認められ、高重力異常の張り出し方向もこれと調和的である。
- ③ 高磁性体とlow比抵抗異常、高重力異常と高比抵抗分布との相関が認められる。
- ④ 調査地域南端において著しいlow比抵抗異常が発達するが、これにほぼ対応して低重力異常の落込みが見られる点から、滞水層を含むlow密度被覆層の厚い分布が考えられる。
- ⑤ Hajar 鉱床に一致して典型的な磁気異常及び高重力異常が検出されているが、比抵



抗構造は比抵抗基盤内の比較的比抵抗の部分（凹部）として捕捉された。

#### (4) 比抵抗構造と鉱化との関係

Hajar 鉱床付近の比抵抗構造は、鉱体を含めた周辺の鉱化変質帯が比抵抗基盤内の比抵抗異常部（凹部）を形成している。これとほぼ同種の比抵抗構造を有する地区が、Souksou（スクスー）北東、Taguenna（タゲンザ）西方、Lamrah（ラムラー）付近、Akhlij（アクリッジ）付近、Barrage Cavagnac東方、Oukhribane南東、Oukhribane南方、Frizem西方などに把握された。これらはいずれも磁気異常との強い相関を示す特徴が認められ、Hajar 型鉱床胚胎の可能性を有する地区と考えられる。

Frizem西方地区を除く、上記比抵抗異常部（凹部）形成地区は全て、Taguenna 西方～Lamrah～Oukhribaneを NNW-SSE 方向に結ぶ巾約 3 kmのゾーンに分布しており、このゾーンが鉱床賦存ポテンシャルの大きな地域であると推定される。

また、Hajar 鉱床の南東側地区は、比抵抗基盤内の比抵抗凹部が延長し、しかも高重力異常が検出されていることから、鉱床南東側にも探鉱の余地が残されている。

### 3-3 総合検討

地質調査・地化学探査及び物理探査の総合解析結果をFig. 3に図示した。Fig. 3には、空中磁気異常図、Hajar 層準・Frizem層準分布域、鉱床・鉱徴、比抵抗基盤中の比抵抗異常帯、物理探査結果による探鉱有望地区などが対比・表示されている。

これらの検討結果は次のとおりである。

#### (1) Hajar 層準分布地区

調査地域中央のSouksou 東方～Amzourh 北方～Oukhribaneにかけての地区では、Hajar 層準がほぼNW-SE方向に分布する。この地区の Hajar層準は、地表部にOukhribane及びAmzourh 付近の鉱徴を伴って北東へ30～40° 程度で傾斜する。

C S A M T法物理探査で把握された多数の比抵抗基盤内の比抵抗構造のほとんどが、このHajar 層準分布域とその北東側傾斜部に集中している。Souksou 北東、Taguenna 西方、Lamrah付近、Akhlij付近、Barrage Cavagnac東方、Oukhribane南東、Oukhribane南方などの比抵抗構造がこれに相当する。

こうした Hajar層準・鉱徴・比抵抗構造などの分布位置は、Fig. 3に示したLamrah～Oukhribaneを中心とする巾約 3 km×長さ約10 km、面積約30 km<sup>2</sup>の範囲にほぼ含まれている。

この地区の磁気異常は、短波長の小規模な異常が多数分布し、概ねNW-SE方向の配列を示している。上記の低比抵抗構造及び鉱徴は、これらの磁気異常と対応するものが多い。

以上から、調査地域中央のHajar 層準分布地区では、面積約30 km<sup>2</sup>の地区の比較的地下浅部にHajar 型鉱床と同種の鉱床胚胎が期待される。

## (2) Frizem層準分布地区

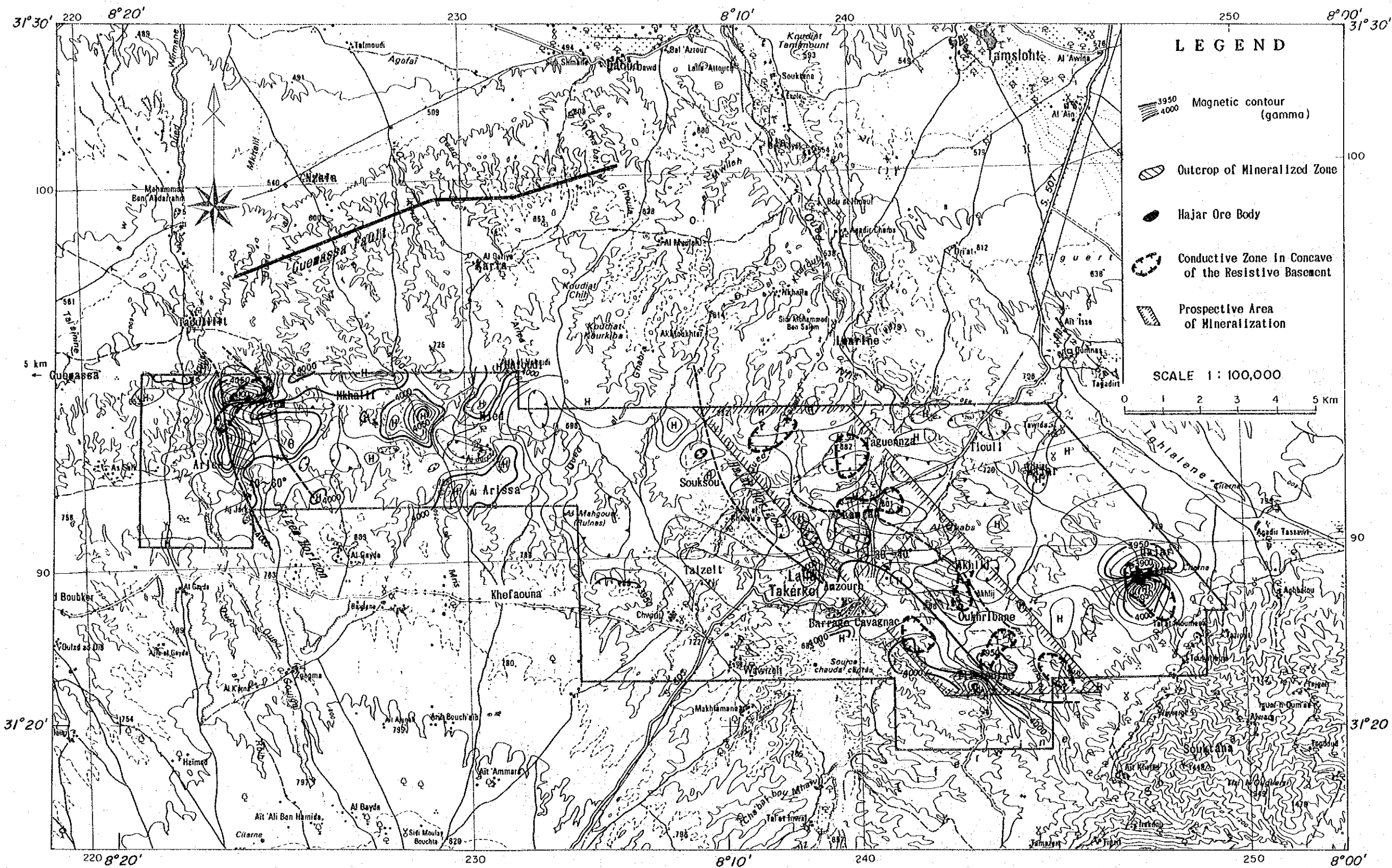
調査地域西部のFrizemの西から南にかけての地区において、Frizem層準がほぼN-S方向に分布する。Frizem層準は地表部に鉱徴を伴って東へ40~60°程度で傾斜する。

このFrizem層準中にFrizem西方の低比抵抗構造が捕捉され、これに著しい高磁気異常が対応している。

調査地域西部には多数の顕著な高磁気異常が発達するが、鉱徴及び比抵抗基盤内の低比抵抗構造が認められるのはFrizem層準分布域のみである。

## (3) Hajar 鉱床周辺地区

Hajar 鉱床には典型的なバイポール磁気異常が合致する一方、CSAMT法物理探査によってHajar 鉱床を含み南東に広がる比抵抗基盤内の低比抵抗構造が捕捉された。この低比抵抗構造の広がり、鉱化変質作用が広範囲におよんでいることを示唆すると思われる。



**Fig. 3 Generalized Results of the Survey**



## 第 4 章 結論及び提言

### 4-1 結 論

本調査の結論は次のようにまとめられる。

#### (1) 地質調査・地化学探査

- ① 本地域の基盤は、主として泥質・泥灰質の片岩・準片岩から成る石炭～二疊系によって構成され、地表部は鮮新世～第四紀堆積物に広く覆われているため、基盤岩類の露出は断片的である。
- ② 本地域の鉱床は、石炭～二疊紀の泥岩・泥灰岩中の酸性火山岩及び火山砕屑岩に密接に伴われている。Hajar 鉱床は多量の硫化物中に、銀・銅・鉛・亜鉛を濃集しており、塊状堆積鉱床に分類できる。
- ③ 鉱床層準としては、主として酸性火山岩起源の緑色岩から成る Hajar 層準、次いで主として酸性火山岩から成る Frizem 層準が顕著であり、この 2 層準の追跡調査が今後の最も重要な課題である。

#### (2) 物理探査 (CSAMT法)

- ① 比較的地下浅部の Hajar 層準中に、Hajar 鉱床付近の比抵抗構造と同種の比抵抗基盤中の低比抵抗構造を形成する地区として、Souksou 北東、Taguenna 西方、Lamrah 付近、Akhlij 付近、Barrage Cavagnac 東方、Oukhribane 南東、Oukhribane 南方などがあげられる。これらは Taguenna 西方～Lamrah～Oukhribane を NNW-SSE 方向に結ぶ巾約 3km の Hajar 層準中 (Fig. 3) に集中している。ほとんどの地区が磁気異常との強い相関を示しており、Hajar 鉱床で顕著な磁気異常が検出されていることからみて、探鉱上重要な地区である。
- ② Frizem 西方の Frizem 層準中にも同様の比抵抗構造が捕捉され、著しい磁気異常と対応している点から探鉱の必要があると考えられる。
- ③ Hajar 鉱床付近では、低比抵抗異常部が南東側に延長し、しかも高重力異常が検出されていることから、この Hajar 鉱床南東側も要探鉱地区とみなせる。

以上から、Taguenna 西方～Lamrah～Oukhribane を NNW-SSE 方向に結ぶ Hajar 層準分布地区、Frizem 層準分布地区、Hajar 鉱床周辺地区が、鉱床胚胎の期待される地区として指摘

される。

特に、Hajar層準分布地区では、物理探査で抽出された多数の比抵抗基盤中の低比抵抗構造のほとんどがHajar層準分布域及びその北東側傾斜部に位置しており、この地区の比較的地下浅部が探鉱上最も有望である。

#### 4-2 第2年次調査への提言

本地域の鉱床は基盤岩類中に伏在しているが、地表部が新期堆積物で被覆されており、その厚さは100mを越える。したがって、本地域の探鉱調査には多面的な調査手法の採用とその結果の総合解析が必要である。被覆層の厚さ、基盤岩の深度の確認及び基盤岩中の物性的異常の把握と共に、鉱床を胚胎する地質構造・地質環境の解析も重要である。

今後探鉱を推進すべき最も重要なターゲットはHajar層準であり、次いでFrizem層準である。本地域の地質・鉱床の性格を配慮した上で、下記調査の実施を検討すべきである。

##### (1) 地質調査

鉱床層準の詳細説明のための、Hajar層準とFrizem層準の地質精査。

##### (2) 物理探査

鉱床の把握と鉱床を胚胎する地質構造を明らかにするための、東部地区のHajar層準に対する精密物理探査。

##### (3) ボーリング調査

Oukhribane鉱徴分布地区の鉱化変質帯下部、Tiferouine地区の磁気異常帯周辺などのボーリング調査。

# 各 論 第 I 部

地質調査・地化学探査





## 第 1 章 調査作業概要

### 1-1 現地作業

調査対象地域の面積は350km<sup>2</sup>であるが、調査地域の中部・東部の大半が第四紀堆積物で覆われているため、基盤岩類の露出域を中心に踏査ルートを設定し、踏査長350kmの地質調査を実施した。

本調査にはBRPM作成の縮尺1/10,000地形図を使用し、縮尺1/50,000地形図の拡大図を併用した。

本地域にはフランスのBRGM作成の1/50,000地質図があるが、この地質図では岩質の区分及び地質構造の解明が不十分・不明確である。これは本地域の岩石が強い動力変成作用により片岩化しているためと解せられる。そこで、岩質の区分と層理面の観察には特に配慮し、各ブロック間の対比が可能となるよう努力した。室内試験試料として、約50個の鉱石・岩石試料を採取した。また、地質調査と平行して、地化学探査のための岩石試料合計 215個を採取した。

調査のベースを Marrakech市に置き、調査地点の往復にはジープをフルに活用した。野外調査期間は、昭和62年9月30日から昭和62年11月25日までの57日間である。

### 1-2 室内作業

室内試験のうち、地化学探査用岩石試料 215個の分析はBRPMの分析所で行った。分析成分はAg・Cu・Pb・Znの4成分で、分析方法は原子吸光法である。分析限界はAg 0.1 ppm、Cu・Pb・Zn 1 ppmである。

岩石薄片20件及び鉱石研磨片10件の作成・検鏡、X線回折粉末法試験20件、岩石試料20件及び鉱石試料10件の分析は日本国内で実施した。また、地質構造の解析には航空写真を利用した。

## 第 2 章 地質・地質構造

### 2-1 地質概要 (Fig. I-1)

本調査地域は、NE-SW方向に延びるMeseta Central帯が ENE-WSW 方向のHaut Atlas帯に接合する位置に当たり、古生代の石炭～二畳系が本地域の基盤岩を構成して広く分布する。しかし、その地表部は鮮新世～第四紀の堆積物に広く覆れている。上記基盤岩類は西部地区のGuemassa (ゲマサ) 地塊、東部地区のHajar-Imarine (イマリン) 地塊、Akhlij (アクリッジ) 地塊、Oukhribane (ウクリバン) 地塊、Amzourh (アムズール) 地塊、Barrage Cavagnac (バラージュ・カバニャック) 地塊などに分断され断片的に露出する。本地域の地質は主として泥質岩及び泥灰岩より成り、シルト岩・石灰岩の薄層を挟在する。一部に火山岩及び火山砕屑岩の地層が発達する。これらの地層はヘルシニアン造山運動及びアルプス造山運動による強い動力変成作用を受け、緑泥石片岩・絹雲母片岩・石灰質片岩などの片岩・準片岩に変成している。一般的にみて、東部地区では変成度が弱く、西部地区では変成度が強い。

### 2-2 東部地区 (Fig. I-2)

東部地区の基盤岩の層序は、下位より、泥質準片岩・互層帯・泥質準片岩・泥灰質準片岩で構成され、各々が小地塊に分断され露出している。主として礫質砂岩より成る第四紀堆積物は、基盤岩を覆い本地区の地表部の80%以上を占めて分布している。

#### (1) Hajar - Imarine 地塊 (IIc・IIp2)

Hajar - Imarine 地塊は、東部地区最大規模のNW-SE方向に延長約8 km、幅約2 kmで露出する。NW-SE方向の2列の山塊より成る。その主要部は泥灰質準片岩であり、山塊の下部は粘板岩～泥質準片岩より成る。

泥灰質準片岩は、主に石灰質～ドロマイト質泥灰岩で、時にチャート質岩及び泥質岩と互層する。本岩の露頭表面は褐灰色を呈し、新鮮部は黒色を呈する。本岩の片理面はN 60° WでNEへ急傾斜する。層理面は全体的に緩傾斜であり、WNW-ESE 方向を軸とする向斜・背斜を繰返し、地塊の北東端ではNE方向へ30°～40° 傾斜する。本岩は地質構造上、本地域の基盤岩類の最上位を構成しており、層厚は400m以上と推定される。

本岩には一般的に、初生とみられる微粒黄鉄鉱の鉱染が認められる。時に菱鉄鉱脈及び重晶石脈が発達する。貫入岩としては、流紋岩岩株及び閃緑岩岩脈が認められる。流紋岩

岩株は径約2 kmのパイプ状を呈し、石英脈を伴っている。閃緑岩岩脈の走向はN30° E、傾斜垂直である。断層としては、片理と平行する方向のWNW-ESE系の断層とこれと直交する方向のNNE-SSW系断層が発達し、前者は主に垂直転移を、後者は主に水平転移を与えている。

鏡下の観察では、本岩(No.360)は石英片を主とする砕屑片を炭酸塩鉱物がセメントしている。

## (2) Akhlij地塊 (IIp2)

Akhlij地塊はAkhlijの西方にあり、東西延長約2 kmにわたって断続的に露出する。主として粘板岩～泥質準片岩より成り、石灰岩層を挟在する。時に粘板岩・シルト岩の互層が発達する。

粘板岩～泥質準片岩は、暗灰色・青灰色・緑灰色を呈し、地表部では通常風化作用を受け淡緑色を呈する。本岩の片理はN40° Wで、NE方向へ急傾斜する。層理構造は緩い褶曲構造により変動するが、全体的に走向N50° W、傾斜10°～30° NEである。本岩に挟在される石灰岩層は、通常層厚1～5 m程度で淡灰色を呈するが、時にアンケライト化し暗灰色を呈する。

本粘板岩～泥質準片岩は層厚900 m程度と推定され、前記炭酸塩質準片岩の下位を構成し、Hajar鉱床の上盤層を形成していると推定される。

## (3) Oukhribane地塊 (IIa)

Oukhribane地塊は、Akhlijの西方からOukhribaneにかけて、NW-SE方向に約2.5 kmにわたって断続的に露出する。本地塊を構成するのは特徴的な互層帯であり、石灰岩・粘板岩互層(各々層厚1 m以下)、シルト岩・粘板岩互層(各々層厚1 m以下)、及び凝灰質泥岩などの準片岩類である。本互層帯の層厚は500 m程度と推定される。

凝灰質泥岩は本地塊の主要部を構成しており、暗緑灰色を呈し、通常塊状であるが、時に泥質部と珪質部より成る数cm単位の綫状構造が発達する。本岩の片理はN40° Wで傾斜は垂直である。本岩の全体的な層理構造はN40° Wで、傾斜は20°～40° NEを示す。片理方向N40° Wを軸とする褶曲構造が発達し、片理面に平行する断層を伴う。

本凝灰質泥岩は、全体的に小規模なゴッサンを伴っている。明らかに鉱化変質によるとみられる顕著な赤褐色ゴッサンは、Oukhribaneの北西1 km及び0.4 kmの位置に認められ、本層準の上盤側に集中している。各々のゴッサンの規模は10～数10 mであり、X線回折によれば、主要構成鉱物は赤鉄鉱・針鉄鉱(goethite)・石英である。

#### (4) Amzourh 地塊 (II a)

Amzourh 地塊は、Amzourh の北側に 2 km×1.5km の規模で露出する。本地塊を構成するのは、石英安山岩、同質凝灰岩、凝灰質泥岩、石灰岩・粘板岩互層（各々層厚 1 m 以下）、シルト岩・粘板岩互層（各々層厚 1 m 以下）、粘板岩などより成る準片岩類であり、前記 Oukhribane 地塊の岩層に対比される。

本地塊の石英安山岩層は、上位の石灰岩・粘板岩互層と下位のシルト岩・粘板岩互層の間を占め、幅数 10m 延長約 3 km にわたって断続し、上・下層と共に激しく折畳まれた V 字型の同斜向斜構造を造っている。本岩は暗緑灰色を呈し、長石の斑晶が認められる。本岩 (No.322) は鏡下では斜長石・カリ長石・石英の斑晶を有し、ノントロナイト・黒雲母・方解石などの 2 次鉱物に交代されている。本岩中及びその周辺には暗褐色ゴッサンが認められ、稀に緑色銅の鉱染が認められる。

本地塊の片理面はほぼ N40° W で NE へ急傾斜する。層理はほぼ N40° W で、傾斜は 40° ~ 60° NE を示すが、ほとんどフラットの構造も認められる。

本地塊の構造は、鋭角の折畳み褶曲と片理面に平行する断層の発達で特徴付けられる。即ち、向斜軸—背斜軸—片理面断層が一組となって発達し、各岩層は細かにブロック化され、のこぎり状の同斜褶曲構造を造っている。

Amzourh の北西約 3 km には石灰岩・粘板岩互層より成る小露頭があり、また、Rial 南西約 3 km には石灰岩・粘板岩互層及びシルト岩・粘板岩互層より成る小露頭がある。これらの小露頭はいずれも Amzourh 地塊の層序に対比される。

#### (5) Barrage Cavagnac 地塊 (II pl)

Barrage Cavagnac 地塊は、N' fis (ニフィス) 川の Cavagnac ダムサイト下流部に露出する。本地塊は主として粘板岩の厚層より成り、Oukhribane 地塊及び Amzourh 地塊の下位を占め、本東部地区の最下位を構成する。

粘板岩は暗灰色～黒灰色を呈し、地表部では風化により灰色～緑灰色に変質して片理面が明瞭となっている。稀に石灰質の部分を含み、片理面はほぼ N40° W で NE へ急傾斜する。層理面はほぼ N60° W で、傾斜は 30° ~ 50° NE である。全層厚は 1,000m 以上と推定される。Cavagnac ダムサイト付近に背斜軸と向斜軸が対をなして走り、この褶曲軸部に閃緑岩が貫入している。

#### (6) Hajar 鉱床胚胎層 (Hajar 層準、II a)

Hajar 鉱床地区は、地表部を完全に鮮新世～第四紀の堆積物に覆われており、この被覆

層の層厚は 120m に達する。

既存のボーリングコア及び坑道の観察によれば、Hajar 鉱床の上盤は主に灰色の泥質岩であり、本岩は Akhlilj 地塊の粘板岩～泥質準片岩に対比される。

鉱床の下盤は暗緑色の凝灰質～泥質岩である。その一部には白色斑晶が認められ、これは酸性火山岩または火山砕屑岩を起源とするものと推定される。鏡下の観察によれば、本岩の構成鉱物は細粒の石英・緑泥石・黒雲母・絹雲母を主とし、炭酸塩鉱物・白雲母を伴う。これらの鉱物は一定方向に配列しており、時に微細な縞状構造を造っている。白色斑晶は微粒の石英集合体により交代されている。X線回折によれば、閃亜鉛鉱石 (No.302) 中の脈石鉱物として、緑泥石・絹雲母のほか滑石の存在が認められた。

Hajar 鉱床を胚胎する緑色岩層は、Oukhribane 地塊の凝灰質泥岩、石灰岩・粘板岩互層及びシルト岩・粘板岩互層、及び Amzourh 地塊の酸性火山岩、凝灰質泥岩、石灰岩・粘板岩互層及びシルト岩・粘板岩互層に対比される。

### 2-3 西部地区 (Guemassa 地塊、Fig. I-3)

西部地区に露出する Guemassa 地塊は、東西 20 km、南北 4～8 km の規模を有する。本地塊の中央部には、ENE-WSW 系断層 (Guemassa 断層) が走っている。本断層は見掛水平転移が 10 km に達する大断層である。本断層を境に古生界は走向トレンドを変え、断層北側で NNE-SSW 方向、断層南側で NW-SE 方向を示している。

本地塊の層序は下位より次のとおりである。

#### (1) 泥質片岩 (Ips)

Frizem (フリゼム) 以西に分布し、本地域の最下位層である。絹雲母・緑泥石・石英を主要鉱物とし、灰色を呈する。Guemassa 東方地区ではシルト岩と互層する。複合背斜構造を造っており、背斜軸東側の一般走向は NW-SE 方向、傾斜は  $30^{\circ}$  ～  $50^{\circ}$  NE である。本岩の層厚は 1.500m 以上と推定される。背斜軸西側では走向・傾斜は著しく変動するが、全体的にみると走向 EW、傾斜  $30^{\circ}$  ～  $60^{\circ}$  S を示す。

#### (2) 酸性火山岩類 (Frizem 層準、Iv)

酸性火山岩類は、Frizem 付近に、見掛幅最大 0.8 km の規模で泥質片岩の上位に 2 層に分かれて分布する。本岩類は極めて不規則な形態を示し、北西方へ尖滅する。南方へは規模を増す傾向を示すが、第四紀層に被覆される。その活動の中心は更に南方にあると推定される。本岩類は層理に沿って発達しており、大部分は溶岩であろうと推定される。

本岩類は淡灰色を呈し、石英斑晶が認められる。片理が発達し、凝灰岩状を呈することもある。鏡下の観察によれば、本岩類 (No.187) は主として石英・斜長石より成るが、絹雲母化・緑泥石化が著しく、磁鉄鉱・赤鉄鉱・針鉄鉱に鉱染されている。本岩類の周辺には黒褐色のゴッサンが点在分布する。ゴッサンは本岩類下位の泥質片岩中の片理面断層に沿って点在しており、その分布範囲は 1 km×1.5km、各々のゴッサンの規模は最大 60m×150m 程度である。

本岩類は Guemassa 地塊中の酸性火山岩を主とし、鉱化作用を伴う特異な層準であり、Frizen 層準と定義される。

### (3) 石灰質・泥質片岩 (I<sub>pm</sub>・I<sub>p</sub>)

石灰質片岩は、Guemassa 断層の南側で、Frizen から Mkhaliif (ムカリフ) の東方にかけて、断層北側では Daoud (ダウド) を中心に分布する。

本岩は新鮮部では暗灰色を呈するが、風化すると軟弱化し白色粘土質となる。本岩の構成鉱物は、方解石・絹雲母・緑泥石・石英・斜長石であり、泥灰岩起源と推定される。本岩は、数 10m 間隔及び数 100m 間隔で泥質片岩と互層しており、Mkhaliif 付近ではシルト岩とも互層する。

本岩中には数 10m の周期で引摺り褶曲が発達し、向斜・背斜が繰返されている。また、片理面に平行する断裂・断層が多数発達し、段階的な転移を与えている。

本岩の全体的な走向は、Guemassa 断層南側で NW、傾斜 40° ~ 50° NE であるが、断層北側では走向 NNE で、東方へ急傾斜する。本岩の全層厚は 1.500m 程度と推定される。

### (4) 泥質片岩 (I<sub>p</sub>)

泥質片岩は、Guemassa 断層南側の Mjed (ムジェド) 山以東に分布する。本岩は緑灰色～暗灰色～黒色を呈し、主要構成鉱物は緑泥石・絹雲母・石英である。本岩は片岩化による地層の折畳み及び片理面断層による転移が顕著で層理構造はほとんど残留しない。片理面のトレンドは NNW で急傾斜を示す。本岩は西部地区基盤岩類の最上位を構成している。

本岩の下部を代表する Mjed 山～Karia (カリア) 地区では、本岩は石灰岩を挟在する。石灰岩は灰色を呈し、層厚は数 10cm ~ 10 数 m まで変動するが、連続性に乏しく、断片状、雁行状に分布する。これは片岩化作用の際、片理方向に引伸され、片理面断層で階段状に転移したためと推定される。石灰岩は海ユリ (Crinoidea) 化石を多産する。

本泥質片岩は、挟在する石灰岩の構造などより推定すると、激しく折畳まれた複合褶曲構造を造り、全体として ENE 方向へ傾斜する。全層厚は 1.000m 以上と推定される。

Mjed及びAriisa (アリサ) 東方の小露頭は、石灰岩を挟在する泥質片岩であり、Mjed山～Karia地区の泥質片岩に対比される。

#### (5) 貫入岩

本西部地区の貫入岩としては、流紋岩(Mkhalif北方約1.5km及び約3 km)・閃緑岩(Mkhalif北西約0.5km、Guemassa東方3～4 km)・斑れい岩(Karia北東約1 km及び北西約2 km)があり、いずれもほぼ片理または層理に沿う方向の岩脈であるが連続性は良くない。岩脈の幅は通常1～10数mである。いずれも片岩化作用を強く蒙っており、組織・鉱物成分とも変化している。緑泥石化・絹雲母化・方解石化が主要な変質作用である。鏡下の観察では、通常斑状組織が認められ、斑晶鉱物の組合せは、流紋岩では斜長石・石英、閃緑岩では斜長石・輝石・角閃石、斑れい岩ではかんらん石・斜長石の組合せが一般的である。

#### (6) 鮮新世～第四紀堆積物

本調査地域の約2/3は一部鮮新世を含む第四紀堆積物に覆われている。本堆積物は陸成の礫質砂岩を主としており、その厚さは100m以上に達する。

### 2-4 層序対比と地質構造

#### (1) 層序対比 (Fig. I-5)

本地域の基盤岩類は泥質岩と炭酸塩質岩に富んでおり、岩相と地質構造より判断すると、東部地域の最下位層である泥質準片岩が、西部地域の最上位層である泥質片岩の上部に対比される。Anzourh地区とFrizem地区に分布する酸性火山岩類は、時代を異にすると推定される。

#### (2) 地質構造

本地域は、WSW-ENE方向に延びるHaut Atlas山脈の北縁に沿って発達する大向斜構造の軸部に位置している。

Guemassa断層はこの向斜構造の軸部に発達した断層であり、本断層を境に地質構造を異にする。即ち、本断層の南側では地層の走向はNW-SE方向であるが、断層の北側では地層の走向はNNE-SSW方向に変わる。

本地域の基盤岩類は、多数の引摺り褶曲、折畳み褶曲及び片理面断層が発達し、極めて複雑な複合褶曲構造を造っているが、全体として北東方～東方へ傾斜している。西方へ旧