

北回シコシ國才一トアトラ又西部地域
資源開発協力基礎調査報告書

(第一、二次)

昭和59年2月

國際協力事業團
金屬銻業事業團

モロッコ王国オートアトラス西部地域
資源開発協力基礎調査報告書

(第 1 年 次)

JICA LIBRARY



1029539[2]

昭和 59 年 2 月

国際協力事業団
金属鉱業事業団

国際協力事業団	
受入 月日 '85. 4. 30	411
登録No. 11420	66.1
	MPN

は し が き

日本政府はモロッコ王国政府の要請に応え、同国オートアトラス西部地域の鉱物資源賦存の可能性を確認するため、地質調査等の鉱物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および鉱物資源の調査という専門的な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。

本調査は昭和58年度から3ケ年にわたって行なわれるものであるが、本年はその第1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、昭和58年7月17日から昭和58年10月14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の協力を得て予定通り完了した。

本報告書は第1年次の調査結果をとりまとめたもので第2年次および第3年次の調査結果と併せて、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御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、在モロッコ日本大使館および関係会社の方々に衷心より感謝の意を表するものである。

昭和59年1月

国際協力事業団

総 裁 有 田 圭 輔

金属鉱業事業団

理事長 西 家 正 起

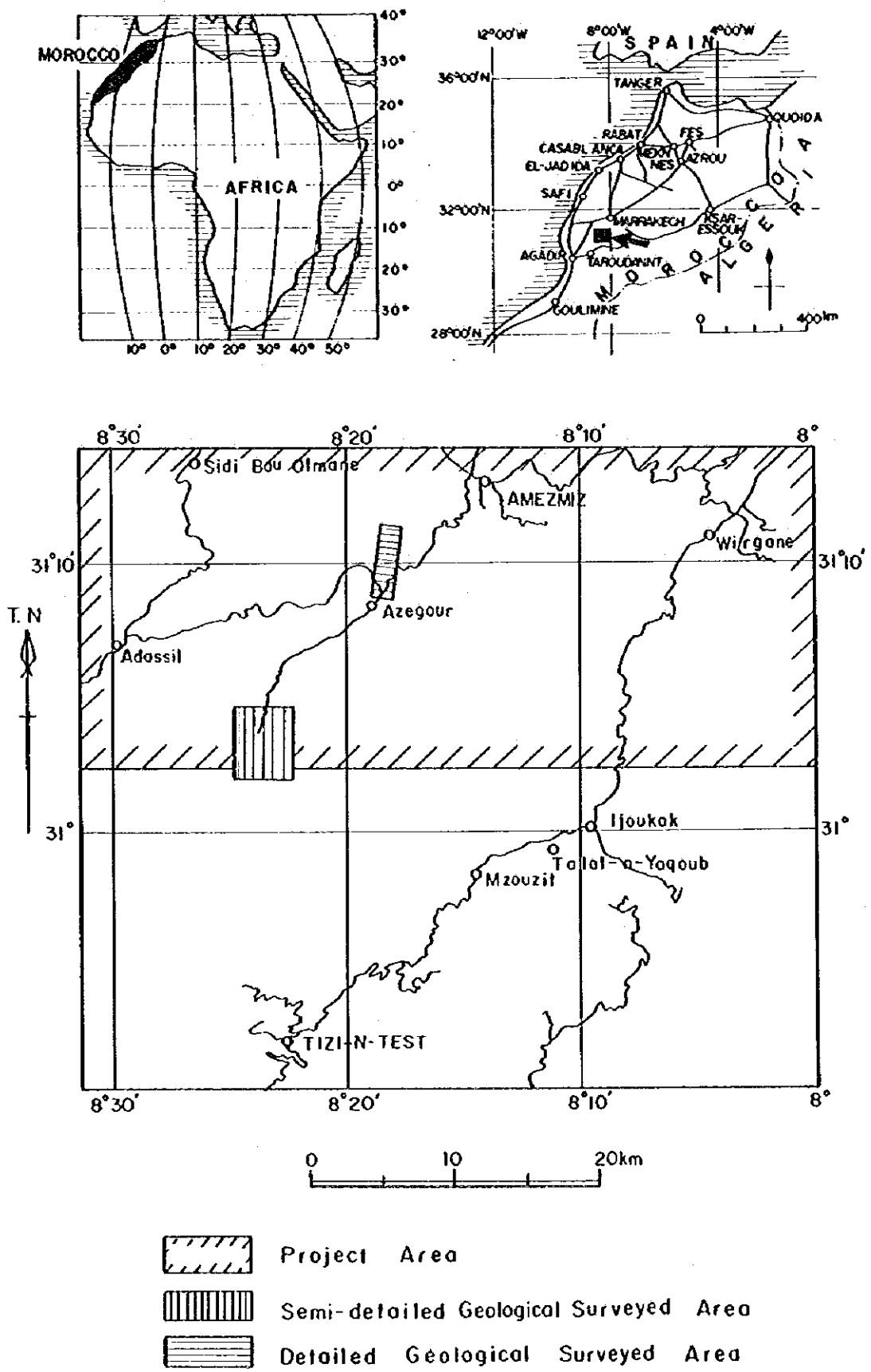


Fig. 1 Location Map of Surveyed Area

総 合 目 次

は し が き
調 査 位 置 図

要 約 1

序 論 1

各 論 (地質調査・地化学探査) 13

APPENDICES A-1

ATTACHED MAPS (別 巻)

要 約

モロッコ王国と日本との間の資源開発に関する協力調査は既にアンチアトラス地域(1975~1977)及びオートムルヤ地域(1978~1981)で実施された。その後、同国政府より新規地域の協力調査の要請があり、1983年5月にオートアトラス西部地域の調査を実施することになった。

第1年次調査は、同地域の北部区域の中から鉱床賦存の可能性の高い地域を抽出すること、Erdouz 地区では鉛・亜鉛鉱床と地質構造の関係を解明すること、Azegour 地区では銅・モリブデン・タングステンの接触交代鉱床の鉱化作用と地質構造の関係を解明することを目的として実施された。

各地区毎の調査内容は次の通りである。

- 北部区域：地質調査概査；調査面積10725 km²，地化学探査（河床堆積物）；試料採取数460個，分析成分Cu, Pb, Zn, Mo, W 5成分。
- Erdouz 地区：地質調査準精査；調査面積20 km²，地化学探査（土壌）；試料採取数126個，分析成分Cu, Pb, Zn 3成分（このほかB. R. P. M. 103個分析）。
- Azegour 地区：地質調査精査；調査面積7.5 km²，地化学探査（岩石）；試料採取数206個，分析成分：Cu, Pb, Zn, Mo, W, Fe 6成分（このほかB. R. P. M. 38個分析）。
- 岩石薄片鑑定23件，鉱石研磨片鑑定，20件，X線回折21件，岩石化学分析10件，鉱石化学分析(Cu, MoS₂, W 31件)，(Cu, Pb, Zn, Ag 31件)。

調査結果

1) 北部区域：本区域の地質は先カンブリア界，古生界，中生界及び新生界よりなる。前二者は本区域の基盤岩をなし，とくに古生界はほぼ全域にわたって分布する。

古生界は広域変成作用を受けた砂質片岩，泥質片岩，緑色片岩，石灰岩などになり，東域には泥質片岩，中央域には石灰岩，西域には泥質片岩と緑色片岩がそれぞれ卓越する。

古生界の地質構造はヘルシニア造山期に生じた北東-南西方向の軸をもつ褶曲，Azegour花崗岩などの火成岩侵入及び東西系，北東-南西系の断層による地塊化などの特徴を示している。

本区域内における鉱化作用は銅・鉛・亜鉛・重晶石などの鉱脈鉱床と銅・モリブデン・タングステン・鉄などのスカルン鉱床を主体とし，いずれも古生層分布域に限られている。スカルン鉱床は中央にあるAzegour花崗岩体付近に限られる。鉱脈鉱床は全域にわたって点在し約30箇所を確認されたが鉱化作用は一般に弱い。

河床堆積物による地化学探査ではCuとMo, PbとZnとの間に相関性が認められ異常の

分布がほぼ一致する。Pb, ZnとCuの一部は既知の鉛鋅地と一致した異常を示したが新しい有望な鉛鋅地は認められなかった。

2) Erdouz 地区：本地区の地質は古生界カンブリア系の変成岩類からなる。本地区の地質構造は北東から南西へ向うS字形の軸をもつ背斜構造と東西系及び北東-南西系の断層による地塊化が特徴である。

本地区内の鉛鋅床としては、北斜面にあるErdouz北部鉛鋅床(Cu, Pb, Zn)、南斜面にあるErdouz南部鉛鋅床(Cu, Pb, Zn)があり、Erdouz北部鉛鋅床は背斜軸部の複雑な褶曲構造を示す石灰岩中にあり、その鉛鋅化範囲 $100\text{m} \times 100\text{m}$ の中に5条の鉛鋅脈が知られている。

Erdouz南部鉛鋅床は折畳み褶曲を受けた南北走向の石灰岩中にあり、その鉛鋅化範囲は $150\text{m} \times 200\text{m}$ と考えられ、脈状のものと層状のものが知られている。

両鉛鋅床は玢岩岩脈を伴う北東-南西系のErdouz断層沿いに存在する。

地化学探査の結果は、Cu, Pb, Zn 3成分とも強異常帯は鉛鋅賦存域と一致し、しかも鉛鋅脈走向を暗示する分布を示した。

鉛鋅化作用は石灰岩層中であることなど母岩の選択性、断層系の存在、褶曲構造などの地質構造規制をうけており、鉛鋅賦存の可能性の高い地域としてはErdouz北部鉛鋅床付近とErdouz南部鉛鋅床付近でとくに、その下部への連続性が期待される。

3) Azegour 地区：本地区の地質は古生界カンブリア系の変成岩類とこれらに貫入する花崗岩、玢岩などからなる。本地区の地質構造の特徴は走向南北で東へ 40° ないし 70° の傾斜を示す単斜構造と西域で岩体を、東域で南北走向の岩脈をなす花崗岩の進入及び東北東-西南西走向の裂隙による地層の横ずれ転移ならびに同走向の玢岩岩脈の貫入である。

鉛鋅化作用はAzegour鉛山の銅・モリブデン・タングステンのスカルン鉛鋅床と同鉛山から北方へ連なる幅 80m の石灰岩層沿いに存在するスカルン帯中のモリブデンの鉛鋅床がある。Azegour鉛山は過去に約90万トン、品位Cu:1.4~2.8%, MoS_2 :0.2~0.7%, WO_3 :0.35%の鉛鋅を出産している。開発範囲は $150\text{m} \times 1300\text{m}$ 、深さ約 200m である。鉛鋅体の規模は長径 $20 \sim 50\text{m}$ 、短径 $5 \sim 20\text{m}$ の塊状鉛鋅床で、主として石榴石からなるスカルン中に存在する。本鉛鋅床のスカルン化作用は下部に向って強くなる傾向がある。

北方域におけるモリブデン鉛鋅床はAzegour鉛山から北方約 4km のEntifa付近まで認められる。石灰岩の上下盤及び他岩石との境界部に沿って幅約 30cm ないし 1m で細長く連続するスカルン中に存在する。地表における鉛鋅化作用は幅 $10 \sim 60\text{cm}$ 、延長 10 数 m 、 MoS_2 品位0.13%の規模と品位を、地表下約 200m の坑道における鉛鋅化作用は延長 $15 \sim 35\text{m}$ 、 MoS_2 品位0.26~0.56%を示し、下部程スカルン化作用とともに鉛鋅化作用が強くなる傾向が確認された。

地化学探査の結果では、Moの強異常帯の分布が鉛鋅化作用を強く反映し、Cuは東北東-

西南西の裂罅の北域に集中した。

鉍化作用は石灰岩の形態及び東北東-西南西の裂罅などの地質構造規制を受けており、鉍床賦存の可能性の高い地域としては Azegour-Entifa 間の下部が挙げられる。

目 次

序 論

第1章 調査経緯及び調査目的	1
1-1 調査経緯	1
1-2 調査目的	1
第2章 調査概要	3
2-1 調査地域の概要	3
2-2 調査内容及び調査方法	3
2-3 調査団の編成	6
第3章 従来 of 調査研究	9
References	10

各 論 (地質調査・地化学探査)

第1章 広域地質概要	13
1-1 モロッコの地質構造区とその特徴	13
1-2 オートアトラス地域の地質概要	14
第2章 調査地区各論	17
2-1 北部区域	17
2-1-1 地質及び地質構造	17
2-1-2 地化学探査結果	26
2-1-3 鉱化作用	35
2-1-4 考 察	45
2-2 Erdouz 地区	46
2-2-1 地質及び地質構造	46
2-2-2 地化学探査結果	48

2-2-3	鉍化作用	54
2-2-4	考 察	57
2-3	Azegour 地区	58
2-3-1	地質及び地質構造	58
2-3-2	地化学探査結果	59
2-3-3	鉍化作用	70
2-3-4	考 察	76
第3章	結論及び第2年次調査への提言	79
3-1	結 論	79
3-1-1	北部区域	79
3-1-2	Erdouz 地区	79
3-1-3	Azegour 地区	79
3-2	第2年次調査への提言	79

List of Tables

Table 1-1	Statistic Values and Threshold Values of Stream Sediment Samples in Northern Area
Table 1-2	Correlation Coefficients of Stream Sediment Samples in Northern Area
Table 2	List of Mineralization in Surveyed Area
Table 3-1	Statistic Values and Threshold Values of Soil Samples in Erdouz Sector
Table 3-2	Correlation Coefficients of Soil Samples in Erdouz Sector
Table 4-1	Statistic Values and Threshold Values of Rock Samples in Azegour Sector
Table 4-2	Correlation Coefficients of Rock Samples in Azegour Sector

(Appendices)

Table 5	List of Rock and Ore Samples
Table 6	Whole Rock Analysis and C.I.P.W. Norm Calculation
Table 7-1	Microscopic Observation of Thin Sections
Table 7-2	Microscopic Observation of Polished Sections
Table 8	Observation of X-ray Microanalysis
Table 9	Photomicrographs
Table 10	Photomicrograph of X-ray Microanalysis
Table 11-1	Results of Cu, Pb, Zn and Ag Chemical Analysis in Northern Area and Erdouz Sector
Table 11-2	Results of Cu, MoS ₂ and W Chemical Analysis in Azegour Sector
Table 12-1	Results of Cu, Pb, Zn, Mo and W Geochemical Analysis of Stream Sediment Samples in Northern Area
Table 12-2	Results of Cu, Pb and Zn Geochemical Analysis of Soil Samples in Erdouz Sector
Table 12-3	Results of Cu, Pb, Zn, Fe, Mo and W Geochemical Analysis of Rock Samples in Azegour Sector
Table 13	Results and Charts of X-ray Diffractive Analysis

List of Figures

- Fig. 1 Location Map of Surveyed Area
- Fig. 2 Geotectonic Map of Northern Morocco
- Fig. 3 Schematic Geological Column of Surveyed Area
- Fig. 4 Classification of Granitic Rocks
- Fig. 5-1 Histogram for Cu of Stream Sediment Samples in Northern Area
- Fig. 5-2 Histogram for Pb of Stream Sediment Samples in Northern Area
- Fig. 5-3 Histogram for Zn of Stream Sediment Samples in Northern Area
- Fig. 5-4 Histogram for Mo of Stream Sediment Samples in Northern Area
- Fig. 5-5 Histogram for W of Stream Sediment Samples in Northern Area
- Fig. 5-6 Cumulative Frequency Distribution for Cu, Pb and Zn of
Stream Sediment Samples in Northern Area
- Fig. 5-7 Cumulative Frequency Distribution for W and Mo of Stream
Sediment Samples in Northern Area
- Fig. 6 Ore Deposits and Mineral Showings in Northern Area
- Fig. 7 Pole-Projection of Mineralized Veins in Northern Area
- Fig. 8-1 Histogram for Cu of Soil Samples in Erdouz Sector
- Fig. 8-2 Histogram for Pb of Soil Samples in Erdouz Sector
- Fig. 8-3 Histogram for Zn of Soil Samples in Erdouz Sector
- Fig. 8-4 Cumulative Frequency Distribution for Cu, Pb and Zn of
Soil Samples in Erdouz Sector
- Fig. 9-1 Histogram for Cu of Rock Samples in Azegour Sector
- Fig. 9-2 Histogram for Pb of Rock Samples in Azegour Sector
- Fig. 9-3 Histogram for Zn of Rock Samples in Azegour Sector
- Fig. 9-4 Histogram for Mo of Rock Samples in Azegour Sector
- Fig. 9-5 Histogram for Fe of Rock Samples in Azegour Sector
- Fig. 9-6 Histogram for W of Rock Samples in Azegour Sector
- Fig. 9-7 Cumulative Frequency Distribution for Cu, Pb and Zn of
Rock Samples in Azegour Sector
- Fig. 9-8 Cumulative Frequency Distribution for W, Mo and Fe of
Rock Samples in Azegour Sector
- Fig. 10 Geological Map of Azegour Mine
- Fig. 11 Sketch of Tizgui Tunnel (1380m Level)
- Fig. 12 Index Map of Erdouz Sector
- Fig. 13 Index Map of Azegour Sector

List of Plates

PL. 1	Geological Map of Northern Area	1 : 50,000
PL. 2	Geological Profiles of Northern Area	1 : 50,000
PL. 3	Geological Map of Erdouz Sector	1 : 10,000
PL. 4	Geological Profiles of Erdouz Sector	1 : 10,000
PL. 5-1	Geological Map of Azegour Sector	1 : 2,000
PL. 5-2	Geological Map of Azegour Sector	1 : 2,000
PL. 5-3	Geological Map of Azegour Sector	1 : 2,000
PL. 5-4	Geological Map of Azegour Sector	1 : 2,000
PL. 6-1	Geological Profiles of Azegour Sector	1 : 2,000
PL. 6-2	Geological Profiles of Azegour Sector	1 : 2,000
PL. 7	Geochemical Map for Cu, Pb, Zn, Mo and W in Northern Area	1 : 50,000
PL. 8-1	Geochemical Map for Cu in Erdouz Sector	1 : 10,000
PL. 8-2	Geochemical Map for Pb in Erdouz Sector	1 : 10,000
PL. 8-3	Geochemical Map for Zn in Erdouz Sector	1 : 10,000
PL. 9-1-1	Geochemical Map for Cu and Pb in Azegour Sector	1 : 2,000
PL. 9-1-2	Geochemical Map for Cu and Pb in Azegour Sector	1 : 2,000
PL. 9-1-3	Geochemical Map for Cu and Pb in Azegour Sector	1 : 2,000
PL. 9-1-4	Geochemical Map for Cu and Pb in Azegour Sector	1 : 2,000
PL. 9-2-1	Geochemical Map for Zn and Mo in Azegour Sector	1 : 2,000
PL. 9-2-2	Geochemical Map for Zn and Mo in Azegour Sector	1 : 2,000
PL. 9-2-3	Geochemical Map for Zn and Mo in Azegour Sector	1 : 2,000
PL. 9-2-4	Geochemical Map for Zn and Mo in Azegour Sector	1 : 2,000
PL. 9-3-1	Geochemical Map for Fe and W in Azegour Sector	1 : 2,000
PL. 9-3-2	Geochemical Map for Fe and W in Azegour Sector	1 : 2,000
PL. 9-3-3	Geochemical Map for Fe and W in Azegour Sector	1 : 2,000
PL. 9-3-4	Geochemical Map for Fe and W in Azegour Sector	1 : 2,000
PL. 10	Sample Location Map of Northern Area	1 : 50,000
PL. 11	Sample Location Map of Erdouz Sector	1 : 10,000
PL. 12-1	Sample Location Map of Azegour Sector	1 : 2,000
PL. 12-2	Sample Location Map of Azegour Sector	1 : 2,000
PL. 12-3	Sample Location Map of Azegour Sector	1 : 2,000
PL. 12-4	Sample Location Map of Azegour Sector	1 : 2,000
PL. 13-1	Geological Sketch of Erdouz North	1 : 1,000
PL. 13-2	Geological Sketch of Erdouz South	1 : 1,000

PL. 13-3	Detailed Sketch of Mineral Showings (1, 2, 3, 4, 5, 6)	
PL. 13-4	Detailed Sketch of Mineral Showings (7, 8, 9, 10)	
PL. 14-1	Geochemical Map for Cu, Pb and Zn in Erdouz North	1 : 1,000
PL. 14-2	Geochemical Map for Cu, Pb and Zn in Erdouz South	1 : 1,000

序 論

第1章 調査経緯及び調査目的

1-1 調査経緯

モロッコ王国は鉱物資源に恵まれた国であり、とくに磷酸石は世界最大の埋蔵量と、世界第3位の生産量を誇っている。その他の鉱物資源でも多鉱種にわたる豊富な量とともに長い開発の歴史を有している。

同国の資源開発の活動は1928年に設立された資源開発投資公社(Bureau de Recherches et de Participations Minières, 略称 B.R.P.M.)が中心となって行われており、積極的な意欲がうかがえる。

同国と日本との間の資源開発に関する協力調査としては1975年4月から1977年4月に至る3ヶ年にわたって行なわれたアンチアトラス(Anti Atlas)地域資源開発協力基礎調査、および1978年9月から1981年2月に至る3ヶ年間に実施されたオートムルヤ(Haute Moulouya)地域同調査がある。

その後、モロッコ王国政府より数ヶ所の新規地区の協力調査の要請があり、これを承けて1983年5月に事前調査協定折衝団が派遣され、同国政府との間でオートアトラス西部(Haut Atlas Occidental)地域の調査の実施が確定された。

1-2 調査目的

本調査は、モロッコ王国の資源開発投資公社(B.R.P.M.)と共同で1983年を初年度とする3ヶ年間でオートアトラス西部地域の約2200km²の地域を対象として各種の手法により調査を実施し、同地域の地質状況を詳細に解明することによって鉱床賦存の状況を把握することを目的としている。

本年度はその第1年次として北部区域の約1100km²の範囲の地質調査・地化学探査を実施して、該区域の地質構造と鉱化作用の関連性、地化学特性等を総合的に考察することにより調査区域における鉱床賦存の有望地域を選出することを目的とした。

また、このうちのErdouz(エルドゥーズ)地区については、鉛・亜鉛鉱脈鉱床及び接触交代鉱床を賦存する石灰岩及び花崗閃緑岩の分布状況を明らかにし、地質構造と鉱化作用の関連性を解明することを、同じくAzegour(アズグール)地区については銅・モリブデン・タングステンの接触交代鉱床を賦存する石灰岩及び花崗岩の分布状況を明らかにし、地質構造と鉱化作用の関連性を解明して富鉱部の形成場所の規則性を考察することを目的とした。

第2章 調査概要

2-1 調査地域の概要

調査対象地域はモロッコ王国の中央西部に位置し、地勢上では同国の中央部をほぼ東西方向に横断する Haut Atlas 山脈の西部にあたる。調査範囲は北緯 $30^{\circ}50'26''$ より $31^{\circ}14'14''$ まで、西経 $8^{\circ}00'$ より $8^{\circ}31'23''$ までにあたる東西 50 km 、南北 44 km の長方形をなす地域であり、その面積は約 2200 km^2 である。行政区画は Marrakech (マラケッシュ) 州 Amez Miz (アミズミズ) 郡である (Fig. 1 参照)。

モロッコの首都 Rabat (ラバト) から本地域の首邑 Amez Miz までは舗装された道路があり、交通至便である (距離 410 km 、自動車による所要時間約 5 時間)。Amez Miz から調査地域の各集落までの交通手段は、若干の主要河川沿いの自動車通行可能な道路を除いては徒歩又は馬によるほかはない。

調査地域は標高 1000 m 以上を示す山岳地帯を主体とする。地域の中央部には標高 3000 m 以上の Haut Atlas 山脈の分水嶺が東西に連なっており、この分水嶺を境にしてその北側では北流し、南側では南流する河川が発達する。これらの河川は区域内的の山塊を侵食して深い峡谷となり急峻な地形を形成する。本地域の最高峰は Erdouz の主峰でその標高は 3579 m である。また、主要な河川としては東部の Nfis (メヒス) 川、中央部の Amez Miz 川及び西部の Assif Al Mal (アシフアルマル) 川がある。

本地域は南方にサハラ砂漠を控えているため7月から9月にかけての夏期は 40°C 以上の高温乾燥気候となる。しかし、11月から3月にかけての冬期間には降雪があり、寒暖の差が著しい。このため、植生は低地や河川沿いに僅かに認められるのみで高地の大部分はむき出しになった岩盤からなっている。

本地域内の住民はベルベル族と呼ばれる種族が主体であり、日常語としてはベルベル語を話し、モロッコ王国の公用語であるアラビア語はほとんど通じない。

これらの住民は、上記のような厳しい地勢と気候のため、主要な河川沿いに点在する小集落を作って生活しており、生計を羊、山羊などの牧畜に頼っている。性格は一般に温厚、勤勉である。労働力は豊富であるが地元における産業が皆無に近いため都会に出るものも多い。

2-2 調査内容及び調査方法

本年次の調査内容は、調査対象地域のうち、その北半部にあたる北部区域 (面積約 1100 km^2 のうち Erdouz 地区、Azegour 地区を除く) の地質調査・概査と同区域の河床堆積物による地化学探査、Erdouz 地区 (面積約 20 km^2) の地質調査・準精査と同地区の土壌による地化学探査及び Azegour 地区 (面積約 7.5 km^2) の地質調査・精査と同地区の岩石による地化学探査

である。

現地調査はモロッコ王国のB.R.P.M.の協力を得て1983年7月17日から同年10月14日までの90日間にわたって実施した。調査は日本人技師4名が、それぞれ現地人助手1名及び人夫を伴う調査班を4班編成して実施し、宿舎から調査地点までは4輪駆動車又は馬を使用して往復した。調査及び調査整理のための主基地は北部区域のほぼ中央に位置するAzegour部落にある旧鉱山宿舎を利用して設営し、調査区域が東部、南部及び西部に移行するに従って東部ではWirgane(ウイルガン)部落に、南部ではTawrirt(タウリルト)部落に、西部ではAdassil(アダシル)部落に仮設キャンプを設けて調査効率の上昇を図った。調査ルート、地化学探査試料の採取地点及び調査精度などについてはそれぞれの地区の必要度にしたがって次のように設定した。

- (1) 北部区域：調査対象全域に対し、約5km間隔の調査ルートを設定した。なお、とくに鉱徴地存在の情報のある箇所についてはさらに調査ルートを密に設定して地質概査を行った。

現地調査用地形図としては、モロッコ王国農業省1978年発行の縮尺5万分の1地形図から拡大した縮尺2万5千分の1地形図を使用した。調査結果はすべて縮尺2万5千分の1ルートマップに整理記載し、このルートマップに基づいて縮尺5万分の1地質図を作成した。なお、未踏査箇所の地質については航空写真解析による判読結果を参考にしながら地質図の作成を行った。

また、地質調査に並行して河川の合流点の上・下流において河床堆積物を採取して地化学探査(分析成分：Cu, Pb, Zn, Mo, W)を実施し、調査区域内の鉱化作用賦存箇所の抽出に努めた。

- (2) Erdouz地区：本地区では、調査ルートの間隔が300～500mとなるように既存の道路や主要な沢ならびに尾根沿いなどにルートを設定して地質調査を実施した。

調査に際しては、トランシットコンパス(牛方製)とエスロンテープを使用して縮尺5千分の1の地形図を作成し、その地形図上に地質、鉱徴の観察結果を記載してルートマップとした。この調査結果に基づいて縮尺1万分の1地質図を作成した。なお、この地質調査によって明らかになったErdouz北、Erdouz南の鉱徴地及びその周辺については50～200m間隔の測線を設けて大縮尺の地質スケッチを行い鉱床賦存状況の把握に努めた。

さらに、これらの鉱徴地周辺における鉱化作用の連続性を検討するため、上記測線上で25m間隔に、その外側部については調査ルート上ではほぼ500m毎に土壌試料を採取して地化学探査(分析成分Cu, Pb, Zn)を実施した。

(3) Azegour 地区：本地区の南部には石灰岩を交代したスカルン鉱床があり、記録によれば過去に90万トン以上の銅・モリブデン・タングステン鉱石を産出したといわれている。

本地区では、この石灰岩層の延長部における鉱化作用の連続性の有無と富鉱部の位置を明らかにするため、走向方向に直交する間隔300～500mの調査ルートならびに既探掘部北方の鉱床胚胎層を形成している数条のスカルン帯沿いの調査ルートを設定して地質調査を実施した。

調査に際してはトランシットコンパスとエスロンテープを使用して縮尺千分の1の地形図を作成し、その地形図上に地質観察結果を記載しルートマップとした。これらの調査結果に基づいて縮尺2千分の1地質図を作成した。

また、地質調査と並行して鉱床胚胎層であるスカルン帯を主体にした岩石チップによる試料をその走向方向にほぼ25m間隔に採取し地化学探査（分析成分Cu, Pb, Zn, Fe, Mo, W）を実施し、富鉱部と地質構造の関連性の有無を検出する資料とした。

各区域の調査を通じて地質観察は火成岩類については粒度、組織、構成鉱物、色調並びに異種岩石との境界の状態等に注目し、堆積岩類については粒度、主要構成物、色調、走向、傾斜、変成鉱物の有無などに留意した。また、火成岩、堆積岩を問わずその節理、裂か、断層の有無、形状、規模を観察した。さらに鉱化の認められるような重要な露頭については大縮尺のスケッチを実施した。

調査地における代表的な岩種、岩相を示す岩石及び特異な岩石については試料を採取して顕微鏡観察、X線回折法による検討のための試料とした。また、鉱化作用の認められた露頭については研磨片による鉱物鑑定、化学分析用の試料を採取し解析に用いた。

主要な調査内容と調査量は下表の通りである。

(野外作業)

対象地区名	調査量		地化学探査用試料数	
	面積 (km ²)	ルート長 (km)	日本側	B. R. P. M.
北部区域	1072.5	467.7	460	
Erdouz 地区	20.0	63.2	126	103
Azegour 地区	7.5	33.6	206	38
(計)	(1100.0)	(564.5)		

(室内解析作業)

項 目	件 数	
	日 本 側	B. R. P. M.
岩石薄片鑑定	23	
鉍石研磨片鑑定	20	
X線回折	21	
岩石化学分析	10	
鉍石化学分析 (Cu, MoS ₂ , W)	31	3
(Cu, Pb, Zn, Ag)	31	21
地化学探査試料分析, 岩石 (Cu, Pb, Zn, Fe, Mo, W)	206	38
, 土壤 (Cu, Pb, Zn)	126	103
, 河床堆積物 (Cu, Pb, Zn, Mo, W)	460	

2-3 調査団の編成

日本側協定折衝

Suzuki Haruo	
鈴木 治夫	国際協力事業団
Sawaya Shozo	
沢谷 勝三	金属鉍業事業団
Baba Yozo	
馬場 洋三	"
Hida Kazuhiko	
飛騨 一彦	"
Takedomi Yoshikazu	
武富 義和	通商産業省

モロッコ協定折衝

Mohamed Chahid	B.R.P.M.
Ahmed Louali	"
Bachir Barodi	"

日本側調査団員

Esawa Tadaaki	
江 沢 忠 昭	調整 国際協力事業団
Baba Yozo	
馬 場 洋 三	" 金属鉱業事業団
Hida Kazuhiko	
飛 驒 一 彦	" "
Wakabayashi Kensuke	
若 林 健 介	団長 三井金属資源開発株式会社
Nagumo Yoshihiro	
南 雲 義 広	団員(地質) 三井金属資源開発株式会社
Shibata Kiyohisa	
柴 田 精 久	(地質) "
Otsubo Ryohei	
大 坪 良 平	(地質) "

モロッコ側調査団員

Abderrahim Chbihi	B.R.P.M.
M'hamed Annich	'
Abderrahim Qalbi	'
Matsutoya Shigeru	'

第3章 従来の調査研究

調査区域内には、現在、個人経営により小規模に採掘されている Barite 鉱脈及び大理石鉱床を除いては大規模に採掘を行っている鉱床は存在しない。しかし1950年代まで盛んに稼行された Azegour 鉱山 (Cu, W, Mo), Erdouz 鉱山 (Ag, Pb, Zn), Assif Al Mal 鉱山 (Cu, Pb, Zn) などがあり、これらに関連した調査報文は多数存在する。

それらの文献の内、本年度の調査を実施する際に参考とした文献のリストは本章末に示した。そのうちの主要なものについての概要は次のとおりである。

(地質構造) モロッコ全土については比較的よく調査されている。とくに G. Choubert と A. Faure-Muret の長年月にわたる調査研究は当区域を含めた基礎的調査として重要であり、その成果は1954年に50万分の1地質図として出版されている。1976年には従来 of 調査報文を集約した形で *Element de Geologie, Marocaine* (A. Michard) が出版されている。

オートアトラス西部地域に関する詳細な地質については断片的なものはあるが、総合的に論述したものはない。

これらの調査報文によれば、本地域は先カンブリア界から新生界までの地層と火成岩とから構成されており、古生代末の激しい褶曲運動と深成岩類の貫入、その後の準平原化、中生代から第三紀までの堆積などを経てアルプス造山期における造山運動を受けた地域と考えられている。

(鉱床) 調査区域内の鉱床及び鉱徴地に関する調査研究は B. R. P. M. その他による報告が多数存在する。しかし、主要な鉱床についてはすべて1950年代に休山しているため最近の調査報文はない。Erdouz 鉱床に関しては L. Clariond (1954) による報文 (B. R. P. M.) がある。これによると同鉱床はカンブリア系の石灰岩・千枚岩中に胚胎する鉛・亜鉛の鉱脈鉱床で1927年から1950年までの間に鉛25トン、亜鉛15トンを生産したという。

Azegour 鉱床に関しては F. Permingeat 他 (1957) の報告書 (モロッコ地質局: Service Geologique du Maroc) があり、本地域の地質と鉱床について詳述している。これによると本鉱床はカンブリア系? の石灰岩を交代したスカルン中の銅・モリブデン・タングステンの塊状鉱床であり、1930年から1956年間に粗鉱量で約90万トン、 MoS_2 品位0.2~0.7%, Cu 品位1.4~2.8%, WO_3 品位0.35±%を生産している。Assif Al Mal 鉱山については W. Chazan (1957) の報告がある。鉱床はカンブリア系の黒色千枚岩中に胚胎する銅・鉛・亜鉛の鉱脈鉱床で1948年から坑道探鉱や坑内採掘が行われた模様である。生産量は明らかではない。

References

- Agard, J. (1977): Prospection pour wolfram et molybène de la bordure E et NE du massif granitique du Tichka (Haut Atlas Occidental)
B.R.P.M.
- Alaoui, A.M., et al (1970): Resultats des recherches structurales géologiques et géophysiques sur le gisement D'azegour
Rapport S.E.G. M/N° 887
- Allon, A., Alaoui R., Delgrange H. (1972): Reconnaissance générale de la zone NE du Massif de Tichka (Haut Atlas occid.)
Rapport spécial sur la 1^{ère} phase des travaux
B.R.P.M.
- Amade, E. (1959): Compte rendu de mission dans le Haut Atlas de Marrakech
B.R.P.M. Ex. N° 816
- Belkasmi, A. (1978): Programme de travaux de recherches à réaliser sur le gisement d'Azegour au courant de l'année 1978
Carte Azegour au 1/50,000 Haut Atlas de Marrakech
- Belkasmi, A. (1980): Gisement d'Azegour (Haut-Atlas de marrakech)
Bilan des réserves en wolfram
- Cabla, V. (1973): Bilan des indices métallifères du Haut Atlas de Marrakech (entre Amizmiz et jmin' Tanout)
B.R.P.M. 432-71
- Chazan, W. (1957): Note sur la mine de l'Assif el mal
B. R. P. M.
- Choubert, G. and Faure-Muret, A. (1971): Grands bassins sédimentaires de l'Afrique occidentale, Tectonics of Africa, Unesco, Paris, 267-293
- Clariond, L. (1954): Rapport sur le gisement de plomb et zinc de l'Erdouz - mine nord (U.M.A.O.)
B. R. P. M.
- El Omari (1971): Notes explicatives des minéralisations sur la carte géol. du massif du Tichka (Haut Atlas occid.) de Het G.
Termier Rapport S.E.G.M 410-00 gar-93/1.

- Faure-Muret, A. and Choubert, G. (1971): Le Maroc. Domaine rifain et atlasique, Tectonic of Africa, Unesco, Paris, 17-46
- Hunting (1978): Leve aeromagnetique du Haut Atlas occidental et de l'Anti-Atlas
- El-Omari, L. (1972): Inventaire et prospection des mineralisations de la région comprise entre le Tochka et le J. Erdouz
Rapport S.R.G./Mar/№ 31
- Kucera, J. (1972): Convention BRPM-BRGM-SOGEREM Rapport de la 1^{ere} phase de reconnaissance generale de la zone SW du Massif de Tichka (Haut Atlas)
B.R.P.M.
- Lehman, W. (1979): Rapport géologique et Technique de la mine d'Azegour (WO₃)
Klockner
- Lehman, W. (1980): Etude de Pre-faisabilité concernant le gisement de Zcheélite (Molybdenite) Minerai de Cuivre-Pyrite de Azgour - Haut Atlas Maroc Rabat Duisburg, Kloeckner et Co-E.L.R
- Michard, A. (1976): Eléments de Géologie Marocaine
Royaume du Maroc
Ministere du commerce, de l'Industrie, Des Mines et de La Marine
Marchande Direction des Mines, de La Geologie et de L'Energie
Division de La Geologie
Notes et Memoires du Service Geologique № 252
- Moret, L. (1931, a): Recherches géologiques dans l'Atlas de Marrakech.
Notes et M. Serv. Mines et Carte géol. Maroc, № 18.
- Moret, L. (1931, b): Carte géologique de l'Atlas de Marrakech au 1/200000 et notice explicative. Idem, Rabat, № 19.
- Moret, L. (1934): Sur la non existence de la nappe de l'Erdouz de A.
Heim. C. R. somm. Soc. géol. Fr., pp. 53-55.
- Neltner, L. (1938): Etudes géologiques dans la sud marocain (Haut Atlas et Anti-Atlas). Notes et M. Serv. Mines et Carte geol. Maroc, № 42.
- Permingeat, F. (): Les filons de minette, satellites du granite d'Azegour (Haut Atlas) Notes du S.G.M. № 122 Rabat

- Permingeat, F., et Bourg, P. (1957): Le gisement de molybdène, tungstène et cuivre D'azegour (Haut Atlas)
Editions du service géologique du Maroc Rabat, Notes et mém. N° 141
- Schurmann, H.M.E. (1974): The Pre-Cambrian in North Africa by E.J. Brill, Leiden, Netherlands pp161-177 IX. South Morocco
- Termier, H. et G. (): Les skarns dans le massif du Tichka (Haut Atlas, Maroc) Notes et mém, S.G.M. 141 N° 285
- Termier, H et Termier G (1971): Le massif granito-dioritique du Tichka (Haut Atlas Occidental, Maroc) Vol. I les regons et les terrains Notes et mém. S.G.M. N° 216 Rabat
- Tixerout, M. (1973): Lithostratigraphie et mineralisation cuprifères et uranifères stratiformes syngénitiques et familiares des formations détritiques permotriasique du couloir d'Argana. Haute Atlas occidental (Maroc)
Notes et Mem. S.G.M. t 33 N° 249
- Viland, J.C. (1977): Documentation géologique générale et inventaire des mines et indices du massif ancien du Haut Atlas occidental
Rapport S.E.G.M. N°995 Fase. II
- Viland, J.C. (1972): La concession des Gundafa historique et perspectives nouvelles
Rapport S.E.G.M. N°931, Royaume du Maroc
- Windley, B.F. (1976): The Evolving Continents
John Wiley & Sons

各 論

(地質調査・地化学探査)

第1章 広域地質概要

1-1 モロッコの地質構造区とその特徴

アフリカ大陸の大部分は先カンブリア紀の終末から古生代初頭にかけて生じた汎アフリカ造山運動(6±2億年)を最後に安定したクレートンに移化し、その後現在まで激しい造山運動を受けていない。しかし、モロッコを含む西アフリカクレートンの北西側はその後依然変動帯として残り、古生代以降も地向斜活動や造山運動の場となった。

モロッコにおける地向斜活動や造山運動は、大局的には、先カンブリア界クレートンに近いモロッコ南部から北方の地中海に向かって段階的に進展している。これらの事象に伴って生じた各地域の岩相、地質構造などの特徴からモロッコは南部のアンチアトラス帯、中央部のアトラス帯及び北部のリフ(Rif)帯に分帯される(Fig. 2 参照)。

アンチアトラス帯は、アトラス山脈地帯の南縁を限る南アトラス破砕帯(Accident Sud Atlasien)の南側の地域で、古生代末から中生代初期にかけて、ヘルシニア造山運動を契機に剛塊化した区域である。本帯は安定した先カンブリア盾状地の北縁に沿って発達した古生代の盾状地堆積物からなり、先カンブリア界の比較的穏やかな盛り上がりによって特徴づけられている。現状は盛り上がりの中心部に露出した先カンブリア界を核としてインフラカンブリア系、カンブリア系など古生界下部を主体とした火山噴出物を含む堆積岩類が広く発達する。

アトラス帯は、アンチアトラス帯の北部に位置し、オートアトラス(Haut Atlas)及びモイエンアトラス(Moyen Atlas)の両山脈とモイエンアトラスの両側に広がる卓状低地メセタ(Meseta)を含む地域である。本地帯は上記のアンチアトラス帯の北方の沈降帯に向かって厚く堆積した古生界の堆積岩を基盤として発達した中生代の地向斜帯であり、その後第三紀のアルプス造山運動により陸化した地域である。山脈部とメセタでは地質や地質構造にかなり著しい差異が認められる。すなわち、山脈部は中生代地向斜堆積盆の恐らく中心部にあっており、中生代を通じてほぼ連続した堆積作用がみられる。しかし、メセタでは堆積作用はあまり優勢ではなく、しかも断続的で基盤岩がかなり広く露出している。これらの基盤岩類はヘルシニア造山運動の時期にはアンチアトラス帯と違って強い変動をうけており、褶曲、変成及び花崗岩類の進入を受けている。また、アルプス造山運動時には、地向斜の中心であるオートアトラス帯が標高3000m以上に達する高い山脈を形成したのに対し、地向斜外縁にあたるメセタでは軽微な変形作用を受けるに留まっている。

リフ帯はモロッコ最北部の地域にあり、古生層及び中生層を基盤として形成された第三紀のミオ地向斜(Miogeosyncline)帯である。北方から南方への多数のナップ(Nappe)群が形成されており、南ヨーロッパをめぐるアルプス造山帯の一環をなすものとみなされている。本地帯はアルプス造山時に北から南へ向う強力な押し上げを繰返し受けて地中海沿岸に弧状の褶

曲山脈を形成し、断層の発達も著しい。

1-2 オートアトラス地域の地質概要

調査対象区域のあるオートアトラス地域はアフリカ大陸の北岸に沿って約2000kmにわたって東北東に連続するアトラス山脈の一部であり、アトラス山脈中で最も高い山系を作っている(3000~4000m)。この地域には非常に厚い古生層が分布しており、本層中にはカレドニア期の造山運動を反映したいくつかの層位学的間隙がみられる。また、この古生層はヘルツニア造山期には石炭紀のエルツゲビルゲ時階(Erzgebirge:325~320Ma)とアストゥリア時階(Asturian:295~290Ma)の2回の変動を受けている。エルツゲビルゲ時階には地層の褶曲、局地的な変成作用及び花崗岩の貫入が、アストゥリア時階には基盤の上昇と後造山時の花崗岩の貫入が起ったと考えられている。

その後、この地域は基盤の準平原化が進み、地溝状の沈降帯では、大陸的な堆積環境下で非海性の三畳系が堆積した。ジュラ紀の初期には、テチス海(Tethys)がアフリカ北西部一帯に侵入して石灰岩層に富んだ海成層を形成し、ジュラ紀中期以降はこの地域からは海が退き、浅海性ないし大陸性の堆積環境下で堆積が進んだ。ジュラ紀末~白亜紀初頭から始まった造山運動は漸新世の終り頃に最盛期になったと考えられるが、中新世には押しつぶせ褶曲や衝上断層が重なり、複雑な構造を示すことになったと考えられている。また、オートアトラス山脈が現在見られるような高い山脈として上昇したのは鮮新世以降と考えられている。

このように、各地質時代の造山運動を繰返し蒙ったため、オートアトラス帯は先カンブリア界から第三系にいたる各種の火成岩、堆積岩から構成され、同時に激しい褶曲構造と断層の発達する地域となっている。

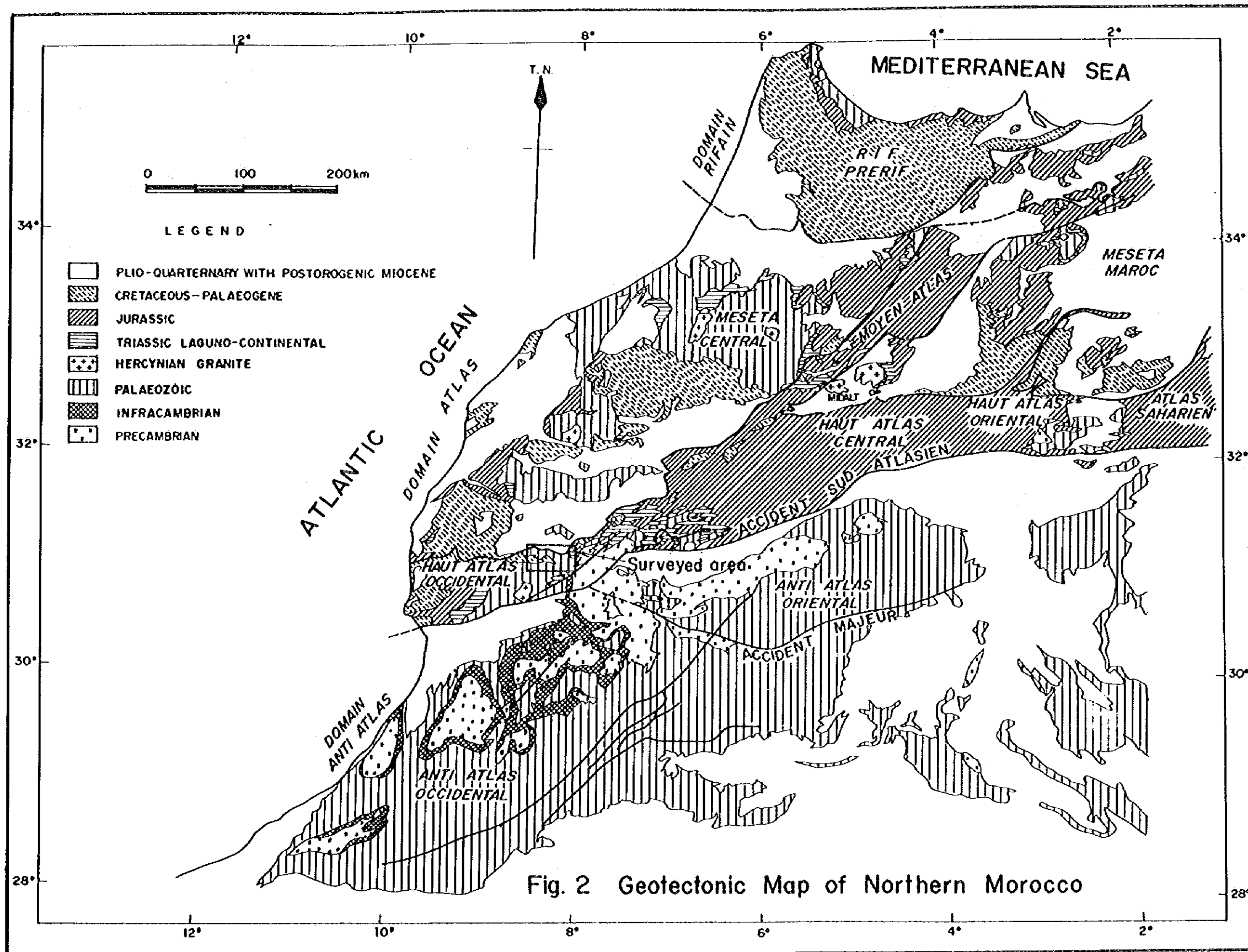


Fig. 2 Geotectonic Map of Northern Morocco

第2章 調査地区各論

2-1 北部区域

2-1-1 地質及び地質構造

(i) 地質 (PL. 1, PL. 2, Fig. 3 参照)

北部区域の地質は基盤岩をなす先カンブリア界と古生界及びこれを覆う中生界及び新生界とからなる。先カンブリア界は調査地の東南隅を占めて分布しており、古生界はカンブリア紀からオルドビス紀の地層と考えられている。広域変成作用によって各種の片岩になり調査地の大半を占めて広く分布する。中生界は三疊系、ジュラ系、白亜系からなる。調査地の西半、中央部など基盤岩を覆って地形上の高地を占めて分布するほか、北縁の山麓部に沿って東西に断続的に、東部の Nfis 川沿いの地溝部などに小範囲に分布している。新生界は始新統と沖積統からなる。中生界の上位や河川沿いに小規模にみられるほか調査地北部から北方域にかけての平原部に分布する。

各時代の地質を構成する岩層とその特徴は次の通りである。

1) 先カンブリア界

先カンブリア界を構成する諸岩層は安山岩質火山岩溶岩とその火山砕屑岩を主体とし、これらに挟在されるドロマイト質石灰岩及び珪岩・砂岩・礫岩・石灰岩の薄互層である。

安山岩質火山岩溶岩は暗緑色ないし帯緑色の塊状、堅硬な岩石である。長柱状の自形長石結晶を豊富に含み粗面岩組織を示す。火山砕屑岩は安山岩質の凝灰岩、火山礫凝灰岩及び角礫凝灰岩からなり、上記の溶岩とともに厚い地層を作る。ドロマイト質石灰岩は茶褐色ないし灰白色を呈する岩石で、上記の火山岩類中に厚層をなして存在する。その層厚は Tizgui (テイズギ) 部落付近で 100 m 前後を示す。珪岩・砂岩・礫岩・石灰岩の薄互層は Tizgui 部落の東方約 1 km の所で認められる。それぞれの層厚は 5 cm ~ 30 cm で、互層をなして 50 m 前後の厚い地層を作り上記の火山岩類中に挟有されている。

地層の一般走向は北東-南西を示し、南へ傾斜し、Tizgui 部落付近では緩やかな背斜構造が認められる。一般に、断層によって分断されたブロックを形成しているため正確な本界の層厚は明らかでないが、少なくとも 2000 m 以上と考えられる。これらの地層からは化石は発見されていないが、その岩相から先カンブリア界の上位層と考えられている。堆積時の地質環境としては火山活動の盛んな浅海が考えられる。

2) 古生界

古生界は、堆積後の広域変成作用を受けて砂質片岩、泥質片岩、石灰岩、緑色片岩

などの変成岩になっている。これらの変成岩は帯状に分布し、それぞれ原岩の組織も残している。今回の調査ではこれらの詳細な記載によって古生界の層序や地質構造を明らかにすることができた。これら変成岩の特徴は次の通りである。

砂質片岩は砂岩を原岩とすると考えられるもので中粒ないし細粒の粒状組織を残し、一般に淡緑色ないし淡黄色を呈する堅硬な岩石である。泥質片岩は黒色を呈する千枚岩状の岩石で片理構造が発達する。原岩は頁岩、ないしシルト岩と考えられる。石灰岩は白色、黒色または黒灰色など種々の色調を示す結晶質の石灰岩で数mから数10mの厚みをもち層状に追跡される。堆積時の層理面は比較的保存が良く、微褶曲などが観察される。石灰岩と泥質片岩は厚さ数cmで互層状をなすことがある。地表では石灰質の部分が溶脱されて凹凸のある特異な外観を示して数mから数10mの厚みをもつ露岩を作る。本報告ではこの岩石に対して石灰質片岩と命名して区別した。緑色片岩は淡緑色ないし濃緑色の岩石で堅硬、ち密質のものから粗粒で粗しょう質のものまであり、まれに礫質のものもある。本岩の原岩は安山岩質ないし石英安山岩質の火山岩類と考えられる。

本区域の古生界は東西系又は北東-南西系の幾つかの断層によってブロック化しており、東域、中央域、北西域及び南西域など地域によってその構成岩石及び構造の相異が認められる。

地域毎の特徴は以下の通りである。

- a) 東域：本域は Amezmiz 川以東の地区である。本域の大部分は黒色千枚岩質の泥質片岩からなり、数層の砂質片岩を挟有している。石灰岩に乏しく Wirgane 東方6kmのところを除いては全く認められない。片岩の一般走向は北東-南西を示し、これと同一の方向の軸を有する向斜・背斜が最小0.5km、最大7.5kmの間隔をもって多数認められる。このため、平面的にはかなりの拵がりをもつこの泥質片岩もその厚さは3000m前後と考えられる。本層の上限は明らかでないが下位は中央部西域の石灰岩卓越層に続くと考えられる。また、本域の東南方では先カンブリア界と断層で接している。
- b) 中央域：本域は Amezmiz 川以西の Azegour, Erdouz 両鉱山の含まれるほぼ南北に連なる石灰岩の卓越する地域で、中央で東西に分布する中生層によって南北に二分されている。

北側の Azegour 鉱山を含む地帯は互層状の分布をなす石灰岩、泥質片岩及び緑色片岩から構成されており、花崗岩の貫入に伴う熱変成作用によってこの一部は点紋片岩、片麻状岩石に変わっている。石灰岩の一部ではスカルンが形成されており、この中には銅・モリブデン・タングステン・鉄の鉱化作用が認められる。

Geological		Age	Stratigraphic	Thickness (m)	Major Topics	Description		
Era	Period	Formation	Column			SURVEYED AREA		
					Western	Central	Eastern	
Cenozoic	Quaternary	Q			Unconsolidated terrace and river deposits			
	Tertiary				Alpine Orogeny		Alternation of limestone and calcareous sandstone	
Es								
Mesozoic	Cretaceous	Ks		150	Hercynian Orogeny	Grey-white ~ slightly pinkish formation limestone, sandstone, siltstone		
		Kd		200		Grey-white formation limestone-dolomite, sandstone, siltstone		
		Kr		200		Reddish formation limestone, sandstone, siltstone ammonite bearing		
	Jurassic	Js		50		Grey-white ~ slightly pinkish limestone, conglomerate, sandstone siltstone, gypsum bed		
		Trias	Tb			200		
Tr			150 ~ 350					
Palaeozoic	Ordovician ~ Cambrian			10,000+	mineralization granitic intrusive Hercynian Orogeny	Black shale predominates in the northern part whereas shale, volcanics, and calcareous sediments appear in the southern part.	Calcareous rock predominates with a minor amount of green volcanic rock, black shale and sandstone.	Black shale predominates with intercalation of limestone, green volcanic rock, and sandstone.
				2,000+				Volcanic rock and pyroclastics with intercalation of dolomitic limestone, thin layered alternation of chert, sandstone, conglomerate and limestone.

Fig. 3 Schematic Geological Column of Surveyed Area

地層の走向は南北で傾斜は東または西に急傾斜する。西寄りの地区では南北方向に並走する背斜・向斜構造があり、その褶曲軸は北へ20°前後の緩い傾斜を示している。この石灰岩卓越層の厚さは1800m程度と考えられる。

南側のErdouzを含む地帯は層状に分布する石灰岩、石灰質片岩、砂質片岩、緑色片岩などから構成されている。上記の北側地帯とは断層や中生層によって境されているため、その緻密な対比は困難であるが、石灰岩の卓越する地層であること及び構成岩石の相似性からほぼ同一層準と考えられる。この石灰岩からはArchaeocyathus(石灰藻・サンゴ等に類似する動物)が発見されており(L. Moler:1931)、本地域の地層はカンブリア紀とされている。

地層の走向は全般に北東-南西を示す。Erdouz 鉱山付近では、北東-南西方向の背斜構造が認められる。この西側では西傾斜を示す薄い泥質片岩と石灰岩を挟有する緑色片岩が広く分布し、東側では東傾斜を示す緑色片岩と泥質片岩があり石灰岩卓越層より上位層となっている。石灰岩卓越層の下位層はErdouzの北方にて認められる砂質片岩及び泥質片岩と考えられる。本域の地層の厚さは全体で3000mと推定され、下限は不明であるが、上位は東域の厚い泥質片岩に続くと考えられる。

c) 北西域：本域は中央部から西側の主としてAssif Al Mal川下流流域であり、断層によって、さらに北東側地塊、北西側地塊及び南側地塊に分けられる。

北東側地塊は、中位に砂質片岩を挟有する黒色泥質片岩が卓越する地塊である。地層の走向傾斜は南西部(下盤側)で北西-南東を示し北東へ緩い傾斜を、北東部(上盤側)で次第に南北に走向を変え、向斜・背斜を形成している。本層は中央部西域の石灰岩卓越層の下位層と考えられ、層厚は約3500mである。

北西側地塊は泥質片岩のみから構成されている。地層の走向は北東-南西で、背斜・向斜を繰返している。地層の層厚は2500m以下である。

南側地塊は緑色片岩、砂質片岩及び泥質片岩からなる。地層の走向は南北を示し、同方向の褶曲軸をもつ背斜構造が西部の緑色片岩分布地域にある。大部分はその東翼部を占める泥質片岩及び砂質片岩からなる。地層の層厚は2500m程度と考えられる。

d) 南西域：本域はAdassil部落以南のAssif Al Mal川の上流域である。構成岩石は泥質片岩、緑色片岩を主体とし、砂質片岩、石灰岩の薄層を挟有する。地層の一般走向は北東-南西で南東傾斜を示し、東部ほど上位層を示す。東端の緑色片岩中に予想される向斜軸によって地層の反転が考えられるため本域の主要層はErdouz 鉱山地帯と同時異相の可能性がある。地層の層厚は3000m以上である。

3) 中生界

中生界は三疊系、ジュラ系及び白亜系からなる。三疊系は調査地の北東部Wirgane 部落近傍及びNfis川中流域Imigdal 部落付近に分布する。白亜系は調査地の中央Amez Miz川の中流域からAssif Al Mal川の中流域にかけてやや広い範囲に分布するほか、東域の地形上の高所及び北縁の山麓部などに小規模に点在する。ジュラ系は西域の白亜系の下位を占めて薄く分布する。

a) 三疊系：Wirgane 部落近傍の本系は下位の砂岩・頁岩互層と上位の玄武岩溶岩からなる。砂岩・頁岩互層は赤紫色を呈する地層で風化して脆弱な土壌になり易く、層厚1~2 mの含岩塩砂岩層を挟有する。層厚は約150 mである。玄武岩溶岩は緑黒色のち密質、堅硬な岩石で層状をなす。層厚は約200 mである。本系は下位の古生層に不整合関係で載り、上位の白亜系に非整合関係で被覆されている。地層の走向は東西から北65°東を示し、北へ15°以下の傾斜を示す。

Imigdal 部落付近の本系は北東-南西系の2本の断層によって落ち込んだ三角形の地溝部を占めて分布する。頁岩・砂岩及び礫岩の互層からなり全体に赤紫色を呈する。頁岩層及び砂岩層は風化して軟弱になる層理の発達した地層である。礫岩層は垂角礫ないし壺円礫のドロマイト、珪岩の礫と少量の泥質片岩礫及び砂質片岩礫から構成されている。一般にその層厚は3 m前後である。本系の地層の走向、傾斜は北30°東、北西へ50°前後の傾斜を示すものから北85°東、北へ70°前後の傾斜を示すものまで変化する。本層の層厚は約350 mと考えられる。

b) 白亜系：Amez Miz川の中流域からAssif Al Mal川中流域にかけての本系は、北限を標高1500 m前後の古生層の準平原面、南限を東西走向のMedinat 断層によって境されている。ここでは下位から上位に向って次の3帯に区分される。

① 赤色，含石膏・砂岩・頁岩互層：層厚200 m+

本層は上位ほど赤色味が薄れていく。石灰岩中からAmmonite (Douvelleicera-tidae, Paraholiplites, Procheloniceras or, Aconthoplites: 鑑定 Du Dressy; 1983) が発見された。本層は白亜系下部層に対比される。

② 灰白色，石灰岩・砂岩・頁岩互層：層厚200 m

③ 淡紅色~灰白色，砂岩・頁岩互層：層厚150 m

本系の走向は一般にほぼ東西で、南へ5°ないし10°で緩く傾斜している。

調査地北辺山麓部にはほぼ東西走向のAmez Miz断層があり、その北方域の平原部には白亜系の地層が断続的に分布している。ここでは分布が小さく、しかも断層に伴う構造の乱れが大きいため層序を確立するまでに至らなかった。岩相的にはそれぞれ上述の白亜系の地層のいずれかと対比できる。なお、東域の古生層の分布域

の地形上の高所を占めて白亜系の地層が小規模に存在する。

- c) シュラ系：西域の白亜系の下部に層厚約50mで分布する灰白色の含石膏・砂岩・頁岩互層である。本区域の西方では本層の厚層は次第に厚くなり、重要な地質单元となつているが本区域では余り重要な地層ではない。

4) 新生界

本区域の新生界は第三紀始新統と第四紀の沖積統からなる。始新統は石灰岩、砂岩、礫岩などからなる地層である。白亜系分布域の高所で白亜系に整合関係で載って小規模に分布するほか、Amezmit 部落南方の山麓部に狭小な分布が認められる。

沖積統は調査地北縁の平原部に広く分布しており、山地から平原部に向つて5°以下の緩傾斜を示している。後背地の諸岩石の礫からなる地層である。

5) 火成岩類

北部区域内に認められる火成岩類は岩株状、岩脈状をなして古生層に侵入し、中生層に不整合に覆われる。これらの火成岩は花崗岩、ドレライト、ランプロファイアなどの各種の岩種からなる。

岩株状貫入岩は次の4地点に分布している。それらの岩石の特徴は以下の通りである。

- a) Azegour 鉄床の南西域：珩酸、カリ長石に富む花崗岩で特徴的な桃色を呈する。その分布は北西-南東方向に伸長する7.5km×1.0kmの拡がりをもつ岩体でAzegour 花崗岩と呼ばれている。鏡下では完晶質文象構造を示し、構成鉱物は黒雲母カリ長石、斜長石、石英からなり、少量の磁鉄鉱を有する (Table 7-1, GR-19)。
- b) Azegour 花崗岩体の南西方約9km：粗粒完晶質の石英閃緑岩である。その分布は北西-南東に伸長し、北側をMedinat 断層に切られた卵形を示す。3km×1.5kmの岩体を作っている。鏡下では、角閃石、斜長石、石英を主要構成鉱物とし、熱水変質作用を受け、角閃石はアクチノライト、緑泥石、緑れん石、黒雲母、榭石などの集合体になり、斜長石はソーシュライト化されている (Table 7-1, GK-21)。
- c) 東部Nfis 川左岸の断層付近：赤味がかつた黒色の完晶質の石英閃緑岩である。本岩は北北東-南南西走向の断層に沿って2地域に分布しており、それぞれ6km×0.5km、2.5km×2kmの規模をなしている。鏡下では、半自形粒状構造を示し、構成鉱物は黒雲母、斜長石、石英ならびにかなり多量の電気石である (Table 7-1, GK-105)。
- d) 南東域Targa 部落付近：優黒質の粗粒玄武岩である。本岩の分布は1.5km×1kmの半円状をなす。泥質岩との接触部では急冷相を示す。鏡下では、オフティク

構造が残っているが強い熱水変質を受けて緑泥石、方解石、アルバイトなどの小鉱物の集合体になっているのが認められる。(Table 7-1, GN-117)。

岩脈状の貫入岩は、一般に脈幅は10 m以下であり、北北東-南南西または北東-南西の方向性を有している。数条の岩脈が集中して存在することもある。顕著な岩脈群分布域としては、Amezmit 川中流から下流域にかけての微花崗岩岩脈、Erdouz・Azegour 両鉱山付近の微花崗岩、玢岩岩脈及びAreg 部落付近の微花崗岩、玢岩岩脈などがある(GR-60, GR-11, GR-59, GN-61)。

貫入火成岩10試料の岩石分析値及びノルム計算値はTable 6に示す通りである。この結果はGeotimes案の花崗岩分類三角図(Fig. 4)にプロットした。本分類によれば塩基性岩(GN-117, GR-45)を除く8試料はいずれもアルカリ($K_2O + Na_2O$)に富む岩石であって閃長岩-アルカリ花崗岩の範疇に入る。このことは酸性貫入岩の多くが赤色味を帯びることと調和している。

(2) 地質構造

北部区域の地質構造の特徴は次のようにまとめられる。

- ① 先カンブリア界及び古生界中に発達する褶曲構造。
- ② 先カンブリア界及び古生界を分断する断層。
- ③ 古生界中に貫入する火成岩の進入。
- ④ 中生界堆積の基盤を作る平坦な古生界の準平原面の形成。
- ⑤ 褶曲を示す古生界とは対照的な中生界の水平に近い堆積構造。
- ⑥ 中生界、新生界の水平堆積層を変位せしめている断層。

本区域に観察される断層系としては東西系、北北東-南南西系及び北西-南東系があり、このうち前二者は最も卓越するものである。褶曲構造は一般に南北方向、北北東-南南西方向の軸を有するものが多く、一部に北西-南東の軸を有するものがある。巨視的には、中央部Azegour 地区-Erdouz 地区に一大背斜構造がある。

これらの断層や褶曲の生成時期としては先カンブリア期(パンアフリカ造山期)、古生代前期(カレドニア造山期)、古生代後期(ヘルシニア造山期)、新生代(アルプス造山期)の4主要時期が考えられる。本区域の地史は次のようにまとめられる。

古生代には先カンブリア界を基盤として大陸棚ないしは一部深海の環境で堆積が行われ、厚い古生界の地層が堆積した。ヘルシニア造山期に至って先ず褶曲運動が起り、続いて火成岩の貫入、さらに断層運動による地塊化が段階的に進んだと考えられる。とくに、本地域の鉱化作用は中生界に全く見られないことからこのヘルシニア造山期の花崗岩類の進入に伴って形成されたものと考えられる。

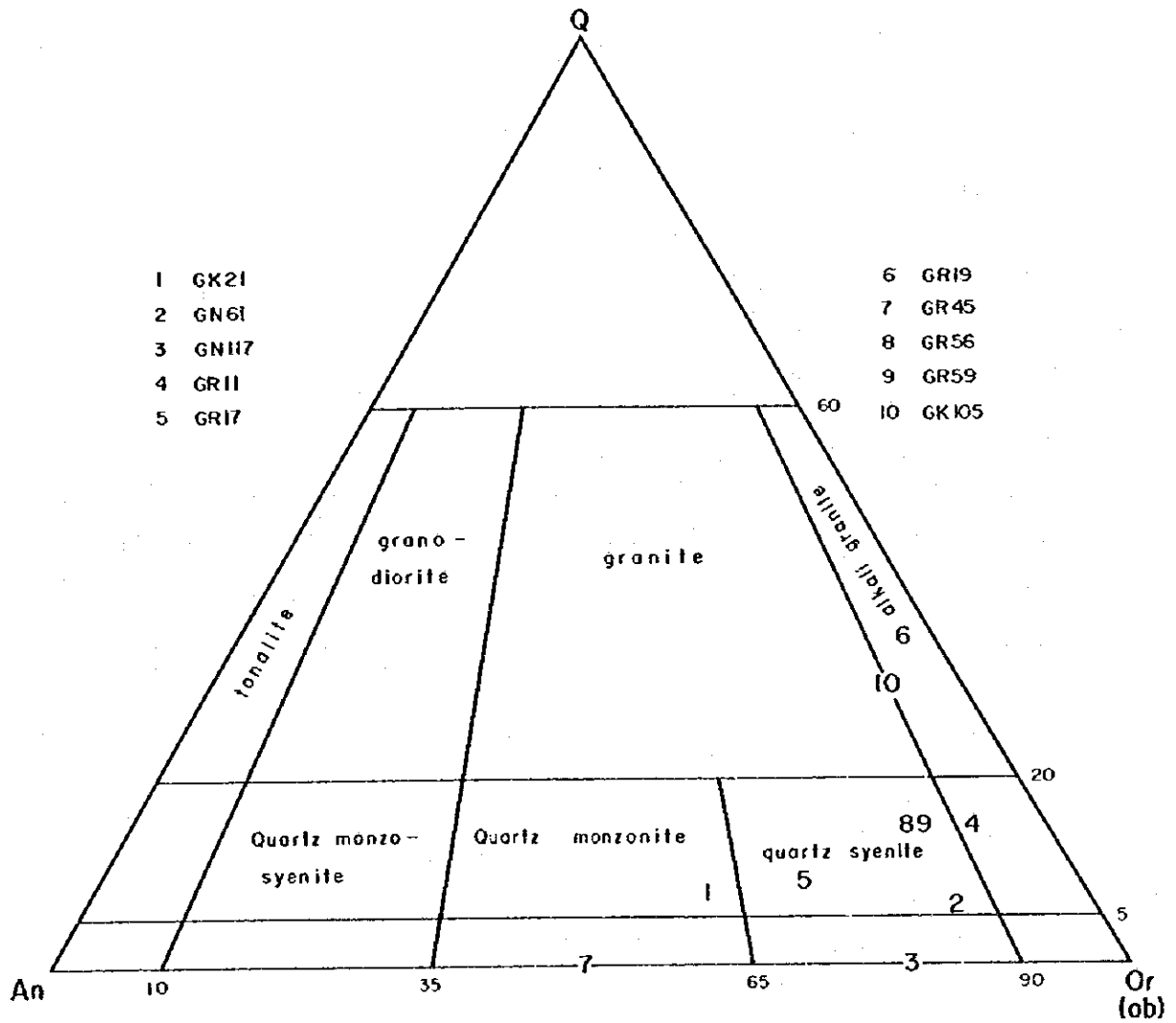


Fig. 4 Classification of Granitic Rocks
(Geo Times, Oct. 1973)

中生界の堆積前にはこの地域は陸化し表面の侵食が始まった。この状態は準平原が形成されるまで続いた。中生代から第三紀の間は陸性ないし浅海性の環境で堆積が続き、アルプス造山期には断層運動と隆起が起って現在の地形を作ったものと考えられる。アルプス造山期の断層運動は南側地塊の相対的上昇を示す東西系逆断層で特徴づけられている。本区域では調査地北部の沖積平原と古生層の山塊を区分する Amizmiz 断層ならびに調査地中央の Medinat 村付近においてさらにその南側地塊を上昇せしめている Medinat 断層とがある。Medinat 断層の東方延長部は方向を北東ないし北北東に転じて北の Amizmiz 断層に収斂する。中生代以降の地層はこれらの断層の近くで若干のもめ込みによる引摺り褶曲は認められるが、一般に単調な水平に近い構造を示しており、本区域ではアルプス造山期に褶曲運動は起っていない。

2-1-2 地化学探査結果

北部区域においては、区域内の鉍化作用の賦存状況とくに未確認の有望な鉍床の存在の有無を検出するため地質調査と並行して河床堆積物を採取して微量金属元素を検出する地化学探査を実施した。その試料採取位置は PL. 10 に、分析結果 (Cu, Pb, Zn, Mo, W, 5 成分) は Table 12-1 に示す。採取試料は 460 地点である。

分析値については統計処理によって各成分毎の母集団の性格、異常値ならびに各成分間の相関関係について検討を行った。検出された異常値については PL. 7 に図示し、鉍化作用との関連性の有無を追求した。

(1) 統計処理

統計処理に当っては、各成分とも真数値による分布はいずれも低品位側に極端に偏倚しているため、正規分布に近い形を示す分析値の対数値を用いて考察を行った。

各成分の統計諸値及び異常値のしきい値は Table 1-1 に示す通りである。また、Cu, Pb, Zn, Mo, W 各成分の対数値によるヒストグラムは Fig. 5-1 から Fig. 5-5 に、Cu, Pb, Zn 成分の累積度数分布図は Fig. 5-6 に、Mo, W 成分の累積度数分布図は Fig. 5-7 にそれぞれ示した。

各成分の異常値の設定は G , $G + \sigma$, $G + 2\sigma$ を分類の基準として、示徴帯、弱異常帯及び強異常帯の次のような三つに分帯し、その結果を図示した。

強異常帯	$\geq G + 2\sigma$
弱異常帯	$G + 2\sigma > \sim \geq G + \sigma$
示徴帯	$G + \sigma > \sim \geq G$

各成分の母集団の性格と異常値の関係及び各成分間の相関性は次の通りである。

- 1) Cu: 累積度数分布図上では、Cu 30 μg 付近及び80 μg 付近で弱い変曲点がある。この位置は前者はG値に、後者はM値またはG+ σ 値の水準にほぼ対応する。とくに32 μg 以下とそれ以上のグループは異なった母集団に属しており、32 μg 以下は本区域のCuのバックグラウンド値を示すものと考えられる。したがって、上記の異常値の設定は条件を満足していると考えられる。
- 2) Pb: 累積度数分布図上では、Pb 40 μg 付近に変曲点が認められる。この位置はG値の水準にほぼ対応する。40 μg 以下と以上のグループは異なった母集団に属しており、40 μg 以下は本区域のバックグラウンド値を示すものと考えられる。したがって上記の異常値の設定は条件を満足していると考えられる。
- 3) Zn: 累積度数分布図上ではZn 200 μg 付近及び600 μg 付近に弱い変曲点が認められる。この位置はそれぞれM値及びG+2 σ 値に対応しており、これらによって区分されるグループは母集団を異にしている可能性がある。ここでは、G値以下をバックグラウンド値と考え、上記の異常値を決定した。
- 4) Mo: Moの分析値の中にはその分析検出限界が5 μg 、3 μg 及び1 μg のものが混在している。このため統計処理に当ってはその1/2の整数値(小数値切り上げ)で代表させた。この分析値の対数値によるヒストグラムは、低品位側(Mo 3 μg 以下)に95%が集中する形を示し、必ずしも正規分布とはいえない。しかし、分析感度を今回の感度(1 μg)より高い感度(0.1 μg)とすれば正規分布になる可能性をもっている。したがって、この分布を正規分布と仮定して検討を行った。累積度数分布図上では、Mo 3 μg ないし4 μg 付近に変曲点が認められる。この位置はG+ σ の水準にほぼ対応しており、この値以下と以上のグループは母集団を異にしていると考えられる。とくに、前者はこの区域のバックグラウンド値を示している可能性がある。したがって、本成分については強異常値及び弱異常値の2つに区分した。
- 5) W: Wの分析値の中にはその分析検出限界が5 μg 、4 μg 及び1 μg のものが混在している。このため、本成分についてもMo成分同様、その1/2の整数値で代表させ統計処理を行った。累積度数分布図上では、W 5 μg ないし6 μg 付近に変曲点が認められる。この位置はほぼG値の水準に対応する。この値以下と以上のグループは母集団を異にしており、しかも、前者は本区域のバックグラウンド値を示している可能性がある。したがって上記の異常帯の設定は条件を満足していると考えられる。
- 6) 各成分間の相互関係: Cu, Pb, Zn, Mo, W成分相互の関係を検定したところTable 1-2のような結果が得られた。本表によると、CuはMoと非常に高い相関関係にあるが他の成分とはすべて負の関係にありほとんど相関は認められない。Pbは

Table 1-1 Statistic Values and Threshold Values of Stream Sediment Samples in Northern Area

Variable	element	Cu	Pb	Zn	W	Mo
Number		460	460	460	460	460
Minimum value		10.000 ppm	7.000 ppm	15.000 ppm	1.000 ppm	1.000 ppm
Maximum value		3000.000 ppm	2000.000 ppm	3700.000 ppm	550.000 ppm	50.000 ppm
Arithmetic mean		76.978 ppm	70.648 ppm	198.902 ppm	18.746 ppm	2.450 ppm
Logarithmic mean (Lm)		1.496	1.546	2.073	0.705	0.245
Logarithmic standard deviation (SD)		0.375	0.445	0.352	0.512	0.286
$G = \log^{-1} Lm$		32 ppm	36 ppm	119 ppm	5 ppm	1.8
$G+\sigma = \log^{-1} (Lm+SD)$		75 ppm	98 ppm	267 ppm	17	3.4
$G+2\sigma = \log^{-1} (Lm+2SD)$		177 ppm	273 ppm	599 ppm	54	6.7
Skewness (SK)		(7.656) \rightarrow 2.716	(7.339) \rightarrow 0.931	(5.762) \rightarrow 1.343	(6.097) \rightarrow 1.888	(8.329) \rightarrow 1.459
Kurtosis (KU)		(66.266) \rightarrow 9.394	(73.283) \rightarrow 0.636	(35.496) \rightarrow 3.877	(41.250) \rightarrow 3.738	(80.485) \rightarrow 4.071
Classification of anomalies						
Strong anomaly $\geq G+2\sigma$		$Cu \geq 177$ ppm	$Pb \geq 273$ ppm	$Zn \geq 599$ ppm	$W \geq 54$ ppm	$Mo \geq 6.7$ ppm
Weak anomaly $> \geq G+\sigma$		$177 \text{ ppm} > Cu \geq 75 \text{ ppm}$	$273 \text{ ppm} > Pb \geq 98 \text{ ppm}$	$599 \text{ ppm} > Zn \geq 267 \text{ ppm}$	$54 \text{ ppm} > W \geq 17 \text{ ppm}$	$6.7 \text{ ppm} > Mo \geq 3.4 \text{ ppm}$
Indication $> \geq G$		$75 \text{ ppm} > Cu \geq 32 \text{ ppm}$	$98 \text{ ppm} > Pb \geq 36 \text{ ppm}$	$267 \text{ ppm} > Zn \geq 119 \text{ ppm}$	$17 \text{ ppm} > W \geq 5 \text{ ppm}$	

Zn との間に強い相関が認められるが他の成分との相関関係はほとんどない。ZnはPbとの間を除けば他の成分との相関は認められない。Wは他の成分との相関は殆どない。Mo は上述の Cu とは強い相関を示しているが他の成分との間には相関は認められない。

Table 1-2 Correlation Coefficients of Stream Sediment Samples in Northern Area

	CU	PB	ZN	W	MO	NOTE
CU	1.00000 0.0000 460	-0.00171 0.9709 460	-0.00259 0.9558 460	-0.04447 0.3413 460	0.85915 0.0001 460	CORRELATION COEFFICIENTS
PB	-0.00171 0.9709 460	1.00000 0.0000 460	0.67807 0.0001 460	-0.01393 0.7657 460	0.01199 0.7975 460	
ZN	-0.00259 0.9558 460	0.67807 0.0001 460	1.00000 0.0000 460	-0.01758 0.7069 460	0.01580 0.7353 460	
W	-0.04447 0.3413 460	-0.01393 0.7657 460	-0.01758 0.7069 460	1.00000 0.0000 460	0.02660 0.5693 460	
MO	0.85915 0.0001 460	0.01199 0.7975 460	0.01580 0.7353 460	0.02660 0.5693 460	1.00000 0.0000 460	
						NUMBER OF OBSERVATIONS

(2) 異常値の検計 (PI. 7. 参照)

河床堆積物による地化学探査はその採取地点の上流域からもたらされたものである。本区域では東、中央、西にいずれも北流する Nfis 川, Amezmi z 川及び Assif Al Mal 川の主要河川があり、これから分岐する支流が谷を作っている。したがって、本地化学探査における各成分の異常値についてはこれらの三つの主要河川流域毎に検討した。

各成分の異常値の分布と鉱化作用との関係を検討した結果は次の通りである。

- 1) Cu : 強異常値は 18 地点に認められた。そのうちの 15 地点は東部の Nfis 川本流に分布している。しかし、この支流域では Tizi Mill (テイズミル) 銅鉱脈付近で強異常値、弱異常値がそれぞれ 1 地点づつ認められるのみであり、しかもその合流点より上流の本流にも強異常値が認められていることから Nfis 川の上流域 (南部区域) など遠方からもたらされたものと考えられる。その他の強異常値は Amezmi z 川の支流、Erdouz 下方で 1 地点、Assif Al Mal 川の支流 Anammer (アナメル) 部落付近の 2 地点である。前者は Erdouz 鉱山を上流に控えており、弱異常値も近傍で 14 地点認められた。しかし Azegour 部落から下流域では異常地点はない。この

流域ではこのほか、Tilfline 付近の重晶石に伴う銅・鉛・亜鉛の細脈を反映した弱異常値が1地点認められた。また、後者はこの周辺に弱異常値が3地点認められており、Anammer 部落周辺の銅・鉛・亜鉛の旧坑部群の存在を反映している。このようにCu成分に関しては、東部のNfis川流域の異常を除けば既知の鉱床または鉱徴地に関係があると考えられる。

Pb：強異常値は17地点で認められた。そのうちの14地点はAmez Miz川流域に存在している。とくに、Erdouz 鉱山の下流からAzegour 部落付近までは白亜系分布地域を除いて弱異常値と強異常値のみからなり、またその支流でも弱異常値が多数認められErdouz 鉱山の影響を強く示している。その他の強異常値は、Azegour 下流で1地点、Nfis川支流で2地点認められた。前者はその周辺の古生層分布域で多数の弱異常値地点を伴っており、この地域ではAzegour 鉱床の影響とともに小規模な同種の鉱床の存在する可能性を示している。後者はTizi Mill 鉱床とTaourirt (トリルト) 重晶石・銅脈の鉱徴地と対応しておりいずれもその周辺に弱異常値を伴っている。また、弱異常値を示す地点としては、このほか、Assif Al Mal川支流のAreg 鉱徴地(Cu)、Titrouine (ティトルイン) 鉱徴地(Cu)に対応するものが存在する。

以上のように、Pb成分に関してはErdouz 鉱山周辺、Azegour 鉱山とその北西周辺などのようにいずれも既知鉱徴地と関係のある地区に異常が認められた。

Zn：強異常値は19地点で認められた。そのうち18地点はすべてAmez Miz川支流のErdouz の下からAzegour 部落までに存在する。その他の強異常値はNfis川支流のTaourirt 鉱徴地付近にある。弱異常値はこれらの強異常値地点の付近やその支流のほかAzegour 北西方のAit Bourd (アイトブルド) 鉱徴地(重晶石・鉛)の下流域などに存在する。このように、Zn成分に関してはPb成分とほぼ同じ地区、とくに、Erdouz 鉱山やAit Bourd 鉱徴地など既知鉱徴地と関係のある地区に異常が認められた。

Mo：強異常値は11地点で認められた。このうち10地点はすべて東部のNfis川本流中にほぼ全長にわたって存在している。他の1つはAmez Miz川の支流のErdouzの北東の小沢に認められた。これらは、いずれも直接鉱床や鉱徴地とは関係がない。とくに、肉眼的にMoの鉱染が認められるAzegour 地区では弱異常値さえ検出できなかった。弱異常値は上記の強異常値の上・下流地区のほかAssif Al Mal川とその支流に1地点ずつ認められる。Cuの一部とMoとは比較的強い相関関係があることから、両者の間には堆積時の条件が同じように働いたことも考えられる。ただしCuとMoの異常値が合致しているのはNfis川のみで、Erdouzの東方のMo 異常値付

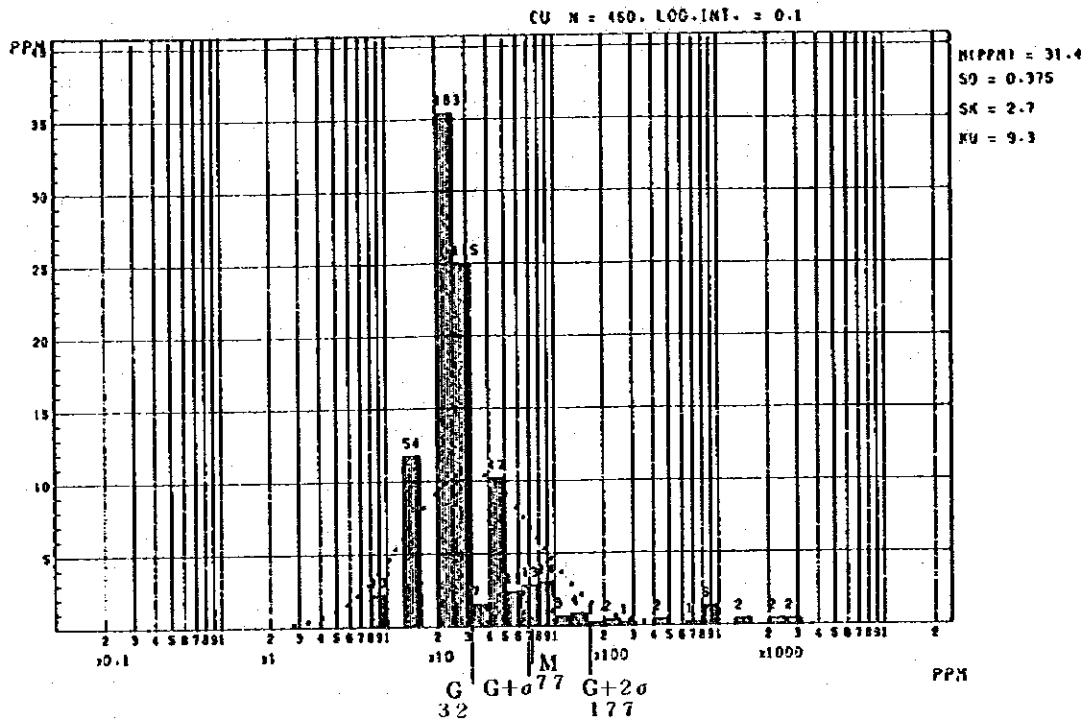


Fig. 5-1 Histogram for Cu of Stream Sediment Samples in Northern Area

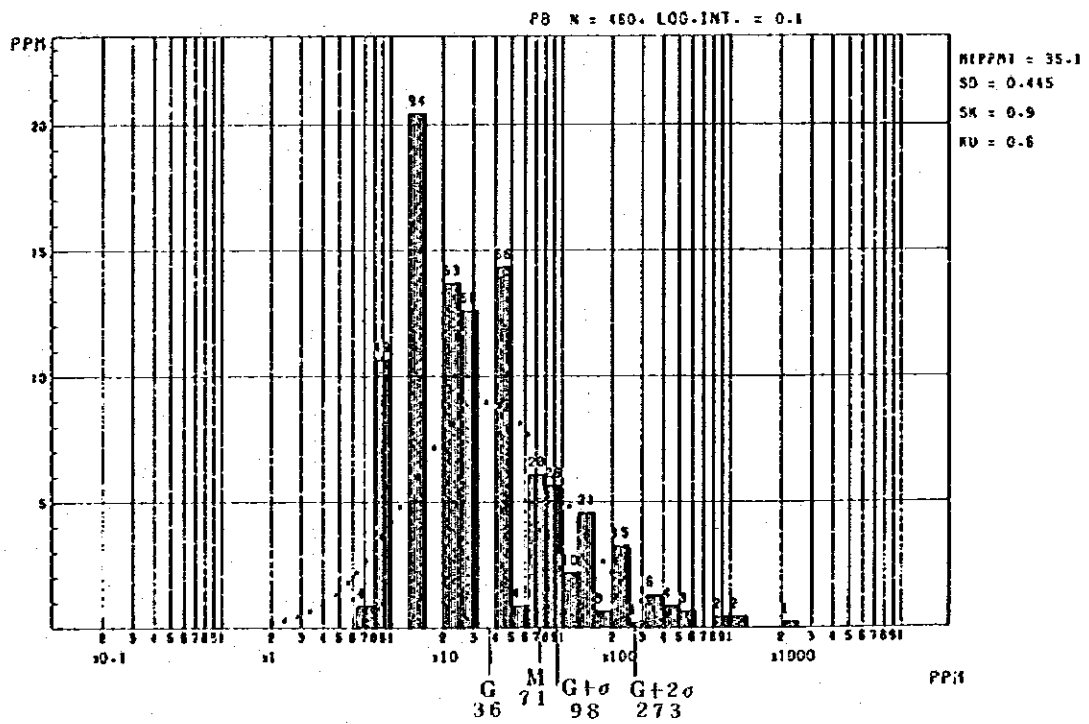


Fig. 5-2 Histogram for Pb of Stream Sediment Samples in Northern Area

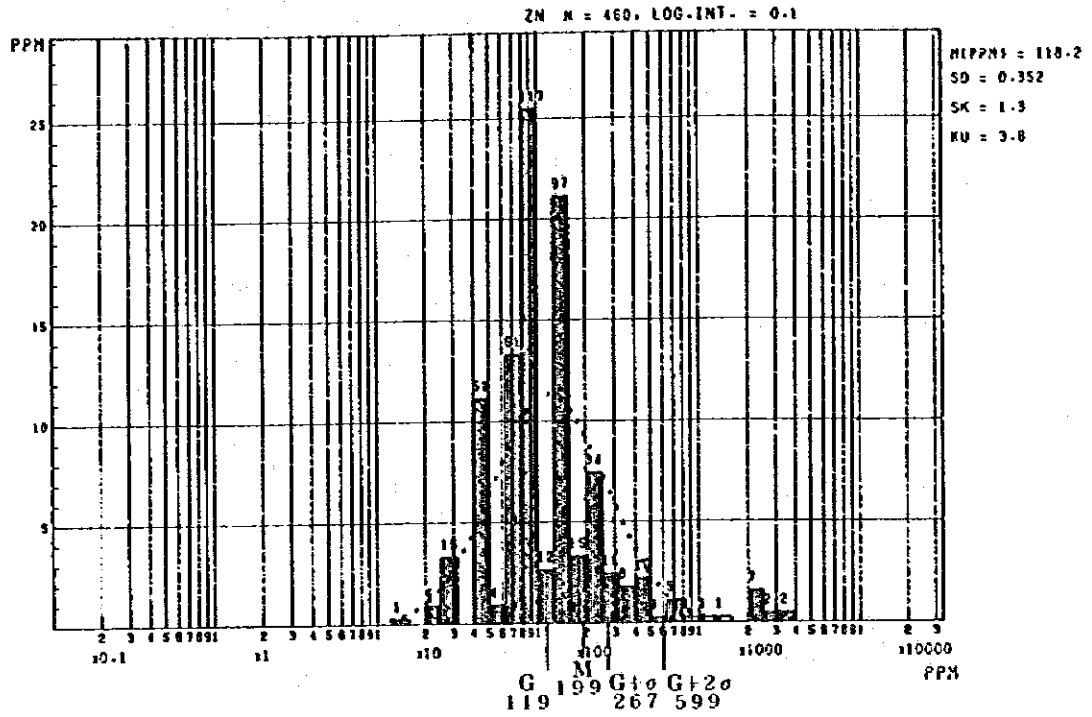


Fig. 5-3 Histogram for Zn of Stream Sediment Samples in Northern Area

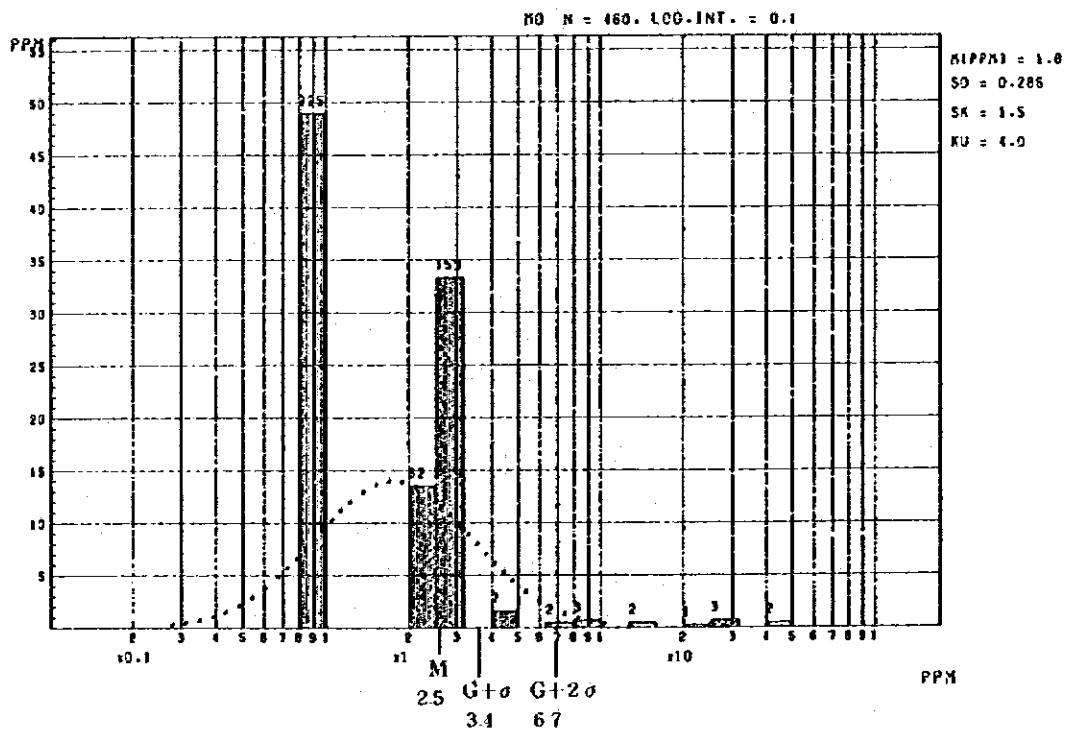


Fig. 5-4 Histogram for Mo of Stream Sediment Samples in Northern Area

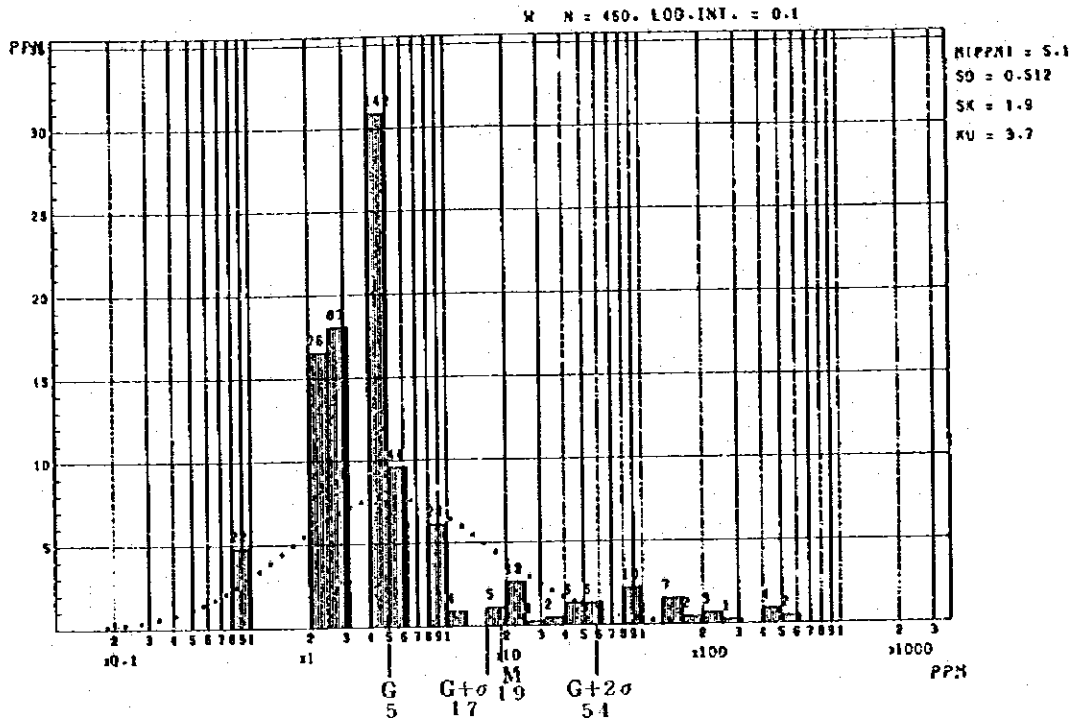


Fig. 5-5 Histogram for W of Stream Sediment Samples in Northern Area

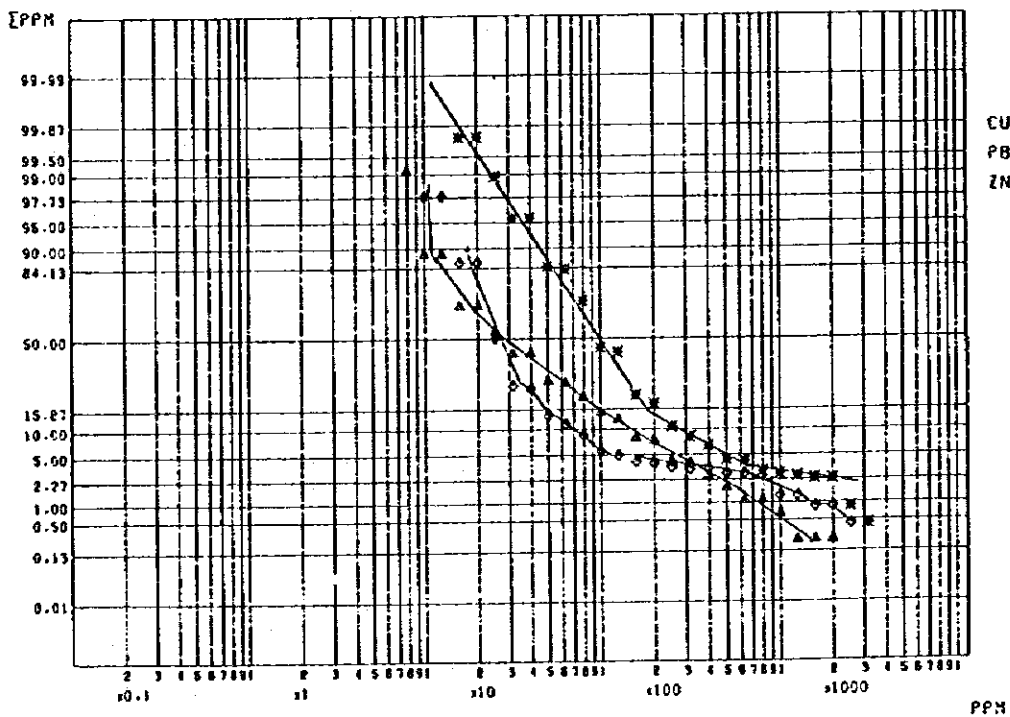


Fig. 5-6 Cumulative Frequency Distribution for Cu, Pb and Zn of Stream Sediment Samples in Northern Area

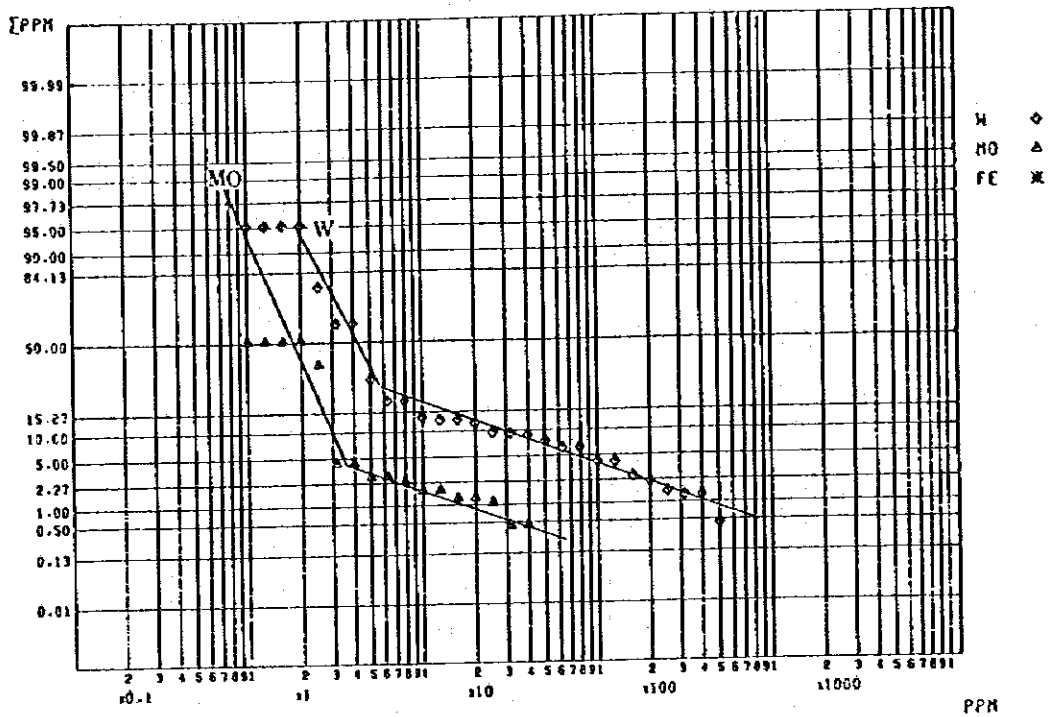


Fig. 5-7 Cumulative Frequency Distribution for W and Mo of Stream Sediment Samples in Northern Area

近にはCuの異常は認められない。

W：強異常値は32地点で認められた。このうち、23地点はAmez Miz川流域とくにErdouzの東北方域に存在する。その西端部はMo異常値付近に当たっている。その他の強異常値はAzegourの北西方域に集中している。前者は鉍微地とは直接の関係は認められないが、この付近は微花崗岩の岩脈が南北方向に多数貫入している地区であり、後者もAzegour花崗岩体の周辺域にはほぼ一致する。弱異常値はAzegourの北方域を主体に、西部のAssif Al Mal川の支流の上部地区に認められる。また、Nfis川や本区域の北東端、及びAnammerなどにそれぞれ1地点ずつ認められる。Wについては他の成分との相関関係はほとんどなく、鉍化作用は全く別個のもの、すなわち、花崗岩の貫入に関係があると考えられる。

2-1-3 鉍化作用

北部区域内における鉍床及び鉍微地など鉍化作用の認められる箇所は全域にわたって30箇所以上に達する。これらの所在位置はFig. 6、鉍床の概要についてはTable 2、に示す通りである。

鉍化作用の鉍床型としては鉍脈鉍床が最も多く、そのほか、若干のスカルン鉍床及び層状鉍床がある。鉍脈鉍床を作る鉍種は銅・鉛・亜鉛・銀及び重晶石であり、スカルン鉍床を作る鉍種はモリブデン・タングステン・銅・鉄である。また、層状鉍床を作るものは大理石、岩塩である。

これらの鉍床型別の鉍床概要は次の通りである。

(1) 鉍脈型鉍床

鉍脈鉍床を胚胎する母岩は古生界変成岩類とこれに貫入している花崗岩類である。重晶石鉍床の中にはSMIM(スミム)鉍床のように最大脈幅20m、水平延長80m、垂直延長110mという巨大な鉍床規模をもつものもある。しかし、その他の鉍種では鉍脈の規模は脈幅数cm、水平延長数mという小規模のものから脈幅1.20m、延長数10m程度までである。

鉍脈の走向方向は次の三方向に分類される(Fig. 7 参照)。

- ① 北北東-南南西系(鉍微地番号：3, 7, 8, 12, 14, 19, 20, 22, 29, 30)
- ② 北東-南西系(同上：1, 5, 9, 13, 14, 16, 23, 24, 25, 27, 33)
- ③ 北西-南東系(同上：4, 10, 11, 31, 32, 34)

これらの方向は古生層中に観察される断層系と密接な関係にあり、しかも同方向を示す。このことは鉍化作用が断層運動に引続いて行われたことを示すものと考えられる。

鉍脈鉍床では地域的に鉍種の差異が認められる。すなわち、鉛、亜鉛は中央西寄りの石

灰岩卓越地帯に多く、重晶石は Assif Al Mal 川下流域西方、Nifis 川流域及び Amez Miz 川西岸に多い。銅は全域にわたって石英小脈に随伴する形で認められる。

重晶石を除く鉱脈鉱床の品位は Cu:0.01~2.05%, Pb:0.08~13.00%, Zn:0.12~48.29%, Ag:11~540g/t を示した。しかし、高品位を示すものほど鉱床規模は小さくなり、延長 1 m 前後の玉状をなす。

(2) スカルン型鉱床

スカルン鉱床は中央北寄りに分布する Azegour 花崗岩と密接な関係がある。この花崗岩の北東側にある Azegour 鉱山については、別章で詳述するが、過去において 90 万トンの粗鉱量の銅・モリブデン・タングステン鉱を産出したスカルンの交代鉱床である。

Azegour 部落の北西約 5 km 付近では、花崗岩近傍の石灰岩中にスカルン帯を形成しており、この中に、赤鉄鉱鉱床が存在している。ピットにおける鉱床規模は最大幅 4 m、延長 15 m、高差 20 m である (Table 2-(7))。

(3) 層状鉱床

層状鉱床としては、古生層中の石灰岩に由来する大理石鉱床 (Table 2-(8)), と中生代三畳系中の赤色砂岩層中の岩塩鉱床 (Table 2-(9)) があり、いずれも稼行中である。

北部区域における脈状鉱床の中で過去の採掘の実績を有しているのは北西部にある Assif Al Mal 鉱山 (Pb, Zn, Ag) のみである。また、現在採掘されている鉱山は重晶石鉱床に限られている。この中でも東部にある SMIM 重晶石鉱山は規模が大きくしかも、鉛・亜鉛を随伴する特徴がある。一方、過去に用鉱実績はないが比較的鉱徴が集中している地域として西部 Areg 部落付近がある。この北側には東西に走る Medinat 断層があり、この鉱徴地はこれに沿ったように分布している。以下に Assif Al Mal 鉱山, SMIM 鉱山, Areg 部落周辺の鉱徴地についてその概要を記述する。

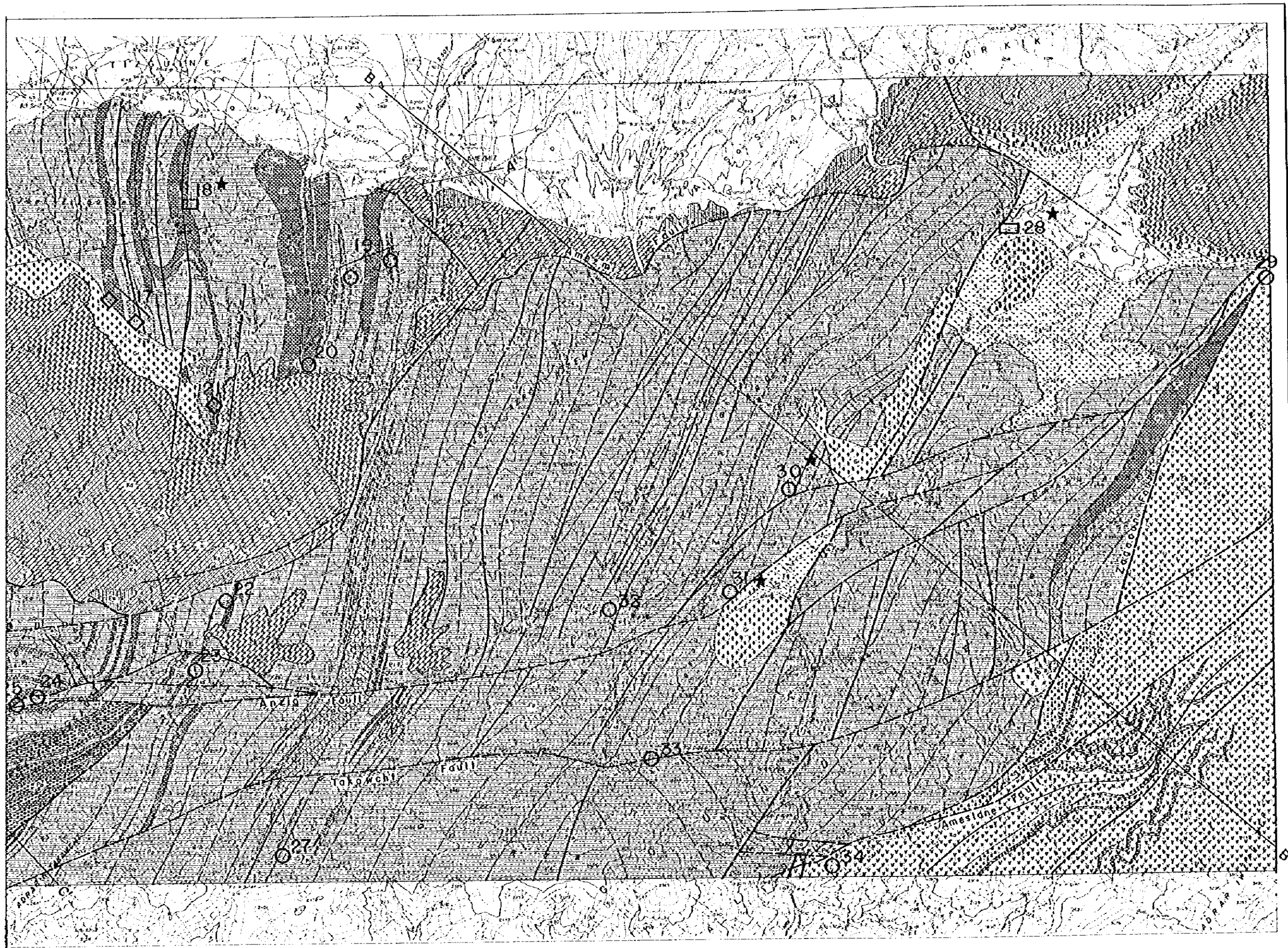
1) Assif Al Mal 鉱山 (Pb, Zn, Ag)

本鉱山は北部区域の北西にある Assif Al Mal 川の右岸に位置する。現在は休山中であり、設備も撤去されているため地表部のみしか観察できない。過去の生産実績として 1950 年代に月産粗鉱量 1,500 トン、粗鉱品位 Zn: 7%, Pb: 1%, Cu: 0.1~0.2%, 月産亜鉛精鉱 200 t, Zn: 60~61%, 鉛精鉱 30 t Pb: 72%, Ag: 550g/t が記録されている。しかし、本鉱床の総出鉱量とその品位は明らかではない。

鉱床は黒色片岩中に存在する南北走向の裂罅を充填した鉱脈鉱床であり、主脈, No 3 脈, No 4 脈の 3 脈が知られている。鉱脈の規模は主脈が水平 150 m、垂直 110 m、脈幅 15~20 cm である。No 3, No 4 脈は主脈の東方 200 m 及び 250 m の所



Fig. 6 Ore Deposits and Mineral showings in Northern Area



Legend

- Vein
- ◇ Skarn
- ▭ Stratiiform
- ★ currently under exploitation

Geological Deposits and Mineral showings in Northern Area

Table 2 List of Mineralization in Surveyed Area

(1)

Serial No.	Name	Location	Type of deposit	Remarks
1	Ait Brahim, Agadir-n-Hallout	Sidi Bou Otmane WNW 7 km	Vein Barite	3 Barite VNs; N40E 70 NW 0.7mx20m(wd.xExt.) N65E 70 NW 1.1mx40m, N60E 80NW 1mx50m
2	Imi-n-Ouassif	Sidi Bou Otmane WNW 2.2 km	Vein Py	Pyrite Qtz VN. Wd. 3m MR-27 0.1m tr 0.04 0.01 10 length Cu% Pb% Zn% Ag g/t
3	Assif Al Mal	Sidi Bou Otmane NE 0.7 km	Vein Pb,Zn,Cu	Principal VN; N-S, Vert. 0.2mx150mx110m (Wdx Lat. Vert.) Ext. xExt.) No.3 VN; N-S, Vert. Lat. Ext. 70m No.4 VN; N-S, 80E Lat. Ext. 90m Prin. VN had been under exploitation during 1950s'. Monthly Production (1957), mined ore 1500t Zn 7%, Pb 1% Cu 0.1-0.2%.
4	Anebdour	Sidi Bou Otmane S 1.5 and 1.8 km	Vein Cu	Qtz VN; N55W, 70N Wd. 0.1m MR 25 0.1m 0.50 0.02 0.05 10 Qtz VN; N80W 40N Wd. 0.5m azurite-malachite stains, followed by tunnel 5m length
5		Taskourt NW 1.5 km	Vein Barite	4 Barite VNs; Wd. 0.1-0.5m N30-60E, 30-70S, followed by 10-25m tunnels. Under exploitation
6	Amegdoul	Amegdoul E 0.7 km	Vein Pb, Barite	Floats
7	Talborit Mine	Adassil N 5 km, Left bank of the Assif Al Mal	Vein Barite (Pb)	3 Barite VNs in the south are almost worked out and 300m northern extension 1 Barite VN is under- exploitation, Wd. 1-3m, N10E, Vert.
8	Ighermane	Ighermane NE 1.7 km	Vein Pb,Zn	Qtz VN; N10W, 60E MR-23 1.0m 0.01 0.03 1.0 10
9	Tifirt	Tifirt SW 1.2 km	Vein Barite Cu	Barite VN; N55E, 20N Wd. 0.5m Test pit 5mx1m with a little malachite MR-22 0.05m 0.10 tr tr 2

Serial No.	Name	Location	Type of deposit	Remarks
10	Ait Bourd	Ait Bourd S 2 km	Vein Pb, Barite	Fissure; N50W, 70S Wd. 1.2m MR-1, 0.01 3.1 0.06 13
11	Areg	Areg N 0.1 km	Vein Cu, Pb, Ag	Ls F.W. fault; N60W, 50S Dissemination of galena and malachite Old working 30mx30m
12	Areg tunnel	Areg NE 1.1 km	Vein Cu, Pb, Zn	Qtz VN; N-S, 35W Wd. 0.2-0.4m Ext. 12m + followed by tunnel MW 5 0.3m 1.65 4.20 0.20 440 MW 6 0.35m 0.28 0.54 0.17 74 MW 7 0.4m 0.70 0.31 0.57 38 MW 8 0.2m 0.43 1.08 8.40 330 MW 9 0.3m 1.20 0.30 0.43 125
13	Anammer	Anammer	Vein Pb	Qtz VN; N55E, 70 SE Wd. 0.02~0.05m x lat. Ext. 10m Tunnel collapsed at 10m from the portal. MK 1, - 0.01 0.15 0.70 20
14	Tifrouine	Tifrouine W 1.2 km	Vein Cu	Fissure; N20E 70E Wd. 0.01~ N50E 70 SE 0.02m chalcopyrite, pyrite imp. within quartz diorite rock
15	Tizgul	Areg S 2.0 km	Vein Cu	Qtz VN; with malachite stains vein structure obscure
16	Targa	Targa NNW 0.7 km	strati- form Pb	Minerallization along the bedding plane of limestone; N30-70E, 50S thickness 0.05- 0.1m ext. 40m+GK 127 0.1m 0.05 0.11 0.11 3 length Wd. depth
17		Toulkine N 2 km	Skarn Fe, Ba	3 open pits (max. 15mx4mx20m) with botryoidal hematite. Minerallization occurred in garnet skarn along the periphery of granite intrusive.
18	Tigit	Ait Wagna SSE 3.5 km	strati- form marble	Open pit mining 50 t/d

Serial No.	Name	Location	Type of deposit	Remarks
19		Mine road Azegour and Amez Miz	Vein Cu	19-1 Qtz VN; Wd. 0.2~0.3m N60E 30NW Ext. Nm lenticular with malachite stains 19-2 Fissure; N30E, 50 NW F.W. of 3m micro granite dike. malachite stains followed by 5m tunnel
20	Toug al Kheyr	Toug al Kher NW 2 km	Vein Ba	Barite VN; N-S, 70 W Wd. 0.1 ~0.5m Ext. 250m Followed by trench and tunnel
21	Azegour	Azegour NNE 1.5 km	Skarn Cu,Mo,W	Explained in detail in a different paragraph.
22	Tilflitine	Azegour SE 3.8 km	Vein Pb,Zn,Ba	Barite VNs; N-S, 70 E followed by a tunnel 60m+ MW1 0.3m 2.05 13.00 7.80 540 MW2 0.25m 0.65 0.48 48.29 135
23	Tnirt	Tnirt SSE 2 km	Vein Mo	Qtz VN; N55E 80S Wd. 0.1~0.5m ext. 350m
24	Anamrou tunnel No.1	Anamrou SW 1.7 km	Vein Pb,Zn	Qtz VN; N60E 70SE Wd. 0.01~0.03m Prospection tunnel 70m length. MW 3 0.03m 0.04 0.08 0.12 11
25	Anamrou tunnel No.2	Anamrou SW 2.2 km	Vein Cu,Pb,Zn	Fissure; N50E, 40-50SE Prospection tunnel 75m length. MW 4 0.35m 0.34 0.08 0.14 25
26	Erdouz N Erdouz S		Vein Pb,Zn	Explained in detail in a different paragraph.
27	Aghrass	Kettou S 4.7 km	Vein Pb,Zn	Qtz VN; N45E, 70 SE Wd. 0.2m Ext. 5m
28			Strati- form NaCl	3 Halite bearing sandstone thickness 1m \geq are contained in the red formation of Triassic age.
29	Tinzert	Tinzert SE 1 km	Vein Cu	Qtz VN; N20E 55NW Wd. 0.05m Ext. 10m chalcopyrite-malachite-pyrite MR 19 0.05m 2.50 0.01 0.01 3

(4)

Serial No.	Name	Location	Type of deposit	Remarks
30	SMIM	Imigdal NW 2 km	Vein Ba Pb,Zn	Barite VN; N30E 30NW hor. 87mxWd. max. 22mxVert. 117m underground mining daily production 150t GN 131 - 0.23 33.70 3.90 1060
31	Imidel	Imidel W 2 km	Vein Ba	5 parallel barite VNs; N60-70W, 85-90N Wd. 2-3m ext. 200-300m daily production 50t
32	Tizi Mill	Tizi Mill W 0.5 km	Vein Cu	Qtz VN; N30W Vert. Wd. 0.1- 0.3m malachite-chalcopyrite- pyrite
33	Taourirt	Taourirt E 0.5 km	Vein Ba,Cu	Barite Qtz VN; N55E 65S, Wd. 1m barite-malachite bearing MR 18 - 0.30 tr 0.01 10
34	Iguer-n-Kouris	Iguer-n-Kouris SE 1 km	Vein Ba	6 parallel barite VNs; N40-80W, 50-90S Wd. 0.1-1.3m each followed by tunnels max. 20m long.

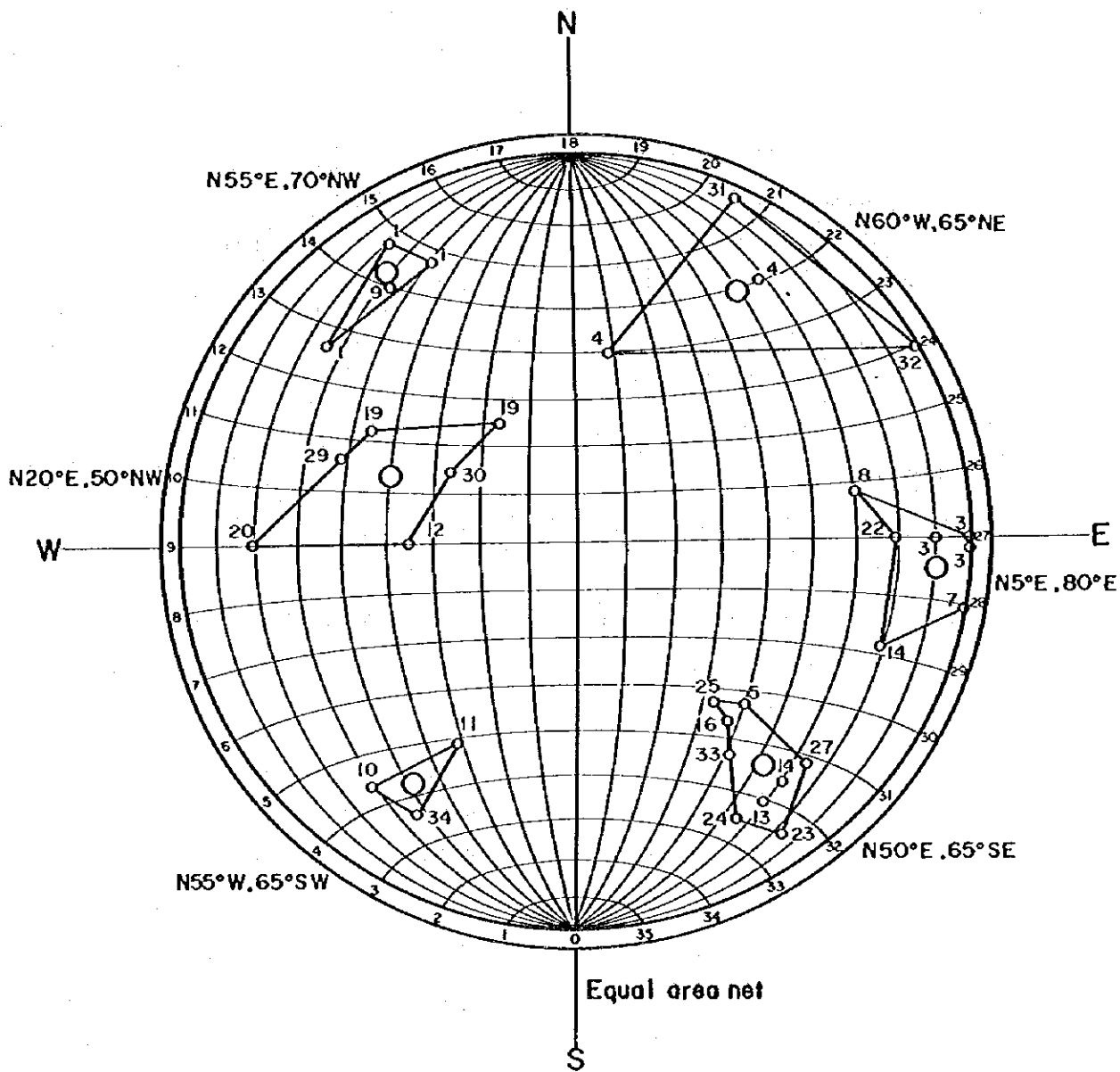


Fig. 7 Pole - projection of Mineralized Veins in Northern Area

にある平行脈で、その水平延長は70 m、90 mと報告されている。

今回の調査で確認された主脈の800 m坑口における状況は走向北30°西、傾斜は南西へ30°であった。脈幅5~10 cmの鉛・亜鉛の鉱化が認められた。№4脈(820 mレベル)の状況は走向南北で東へ70°前後の傾斜を示す幅約4 mのもめ帯中の脈で、このもめ帯の上盤側粘土帯(幅50 cm)の中に石英を随伴する鉛・亜鉛の鉱化が、下盤境界部に沿って幅約20 cmの石英脈があり、銅(孔雀石)の鉱染が認められた。鏡下では、閃亜鉛鉱、方鉛鉱、黄銅鉱及び黄鉄鉱が認められる(Table 7-2, GN-156, GN-157)。

なお、主脈の南方300 m地点の小沢でも脈幅2 mの石英脈の露頭があり、褐鉄鉱と少量の孔雀石の付着が認められた。本露頭の走向は北10°東、傾斜は東へ60°である。前記の主脈との連続性は明らかではない。

2) SMIM 鉱山 (Ba)

本鉱山は東部のNfis川中流左岸にある。国道501号線から鉱徴地(比高差500 m)まで鉱山専用道路があり、坑内採掘によって出鉱している。露頭での脈幅は3 m、走向は北30°東、南へ30°の緩い傾斜を示している。貯鉱場の重晶石鉱石中に鉛・亜鉛の鉱化が認められた。山主の話によれば本鉱床は水平延長80 m、垂直110 m、最大脈幅22 mとのことである。

3) Areg 部落周辺の鉱徴 (Cu, Pb, Zn)

Areg 部落は北部区域の南西部に位置する集落である。Assif Al Mal川の上流にあたりAdassil 部落から馬で1時間の距離にある。

Areg 部落周辺では5箇所に鉱徴地が認められた。いずれも古生層の泥質片岩中に存在する銅・鉛・亜鉛の鉱脈で、ピット跡や10数mの坑道探鉱跡がある。これらの鉱徴地のうち最も強い鉱化作用はAreg tunnelにおいて認められた。この鉱床は走向南北、西へ30°の傾斜を示す脈幅20~30 cm、深度延長12 mの筒状の鉱床であり、品位はCu: 0.85%, Pb: 1.31%, Zn: 1.39%, Ag: 178 g/tを示した。鉱石鉱物は黄銅鉱、方鉛鉱、閃亜鉛鉱よりなる。鏡下では、このほか藍銅鉱、黄鉄鉱などが認められる。

2-1-4 考 察

北部区域には、多くの鉱徴地の存在が報告されていた。しかし、これらの鉱徴地については周辺の地質構造との関係から評価されたものは少なかった。今回の調査では個々の鉱徴地の調査を含めた広域の地質概査及び河床堆積物による地化学探査(分析成分: Cu, Pb, Zn, W, Mo)を実施することによって、北部区域の地質構造を解明し、鉱化作用と地

質構造との関連を明らかにすることに努めた。その結果、本区域の地質構造、鉍化作用と地質構造との関係ならびに鉍床胚胎の可能性及び探鉍余地の有無が明らかにされた。

今回の調査によって明らかになった本区域の地質と地質構造は次の通りである。すなわち、本区域は、先カンブリア界、古生界を基盤とし、これらを被覆した中生界・新生界から構成されている。

先カンブリア界は安山岩と安山岩質凝灰岩を主体とするもので本区域の南東域に古生層と断層をもって接している。古生界は東域に泥質片岩、中央部西域に石灰岩、西部に泥質片岩と緑色片岩がそれぞれ卓越する分布を示し、全般に北東-南西方向の軸をもつ褶曲構造が発達する。また、火成岩類の貫入を受けた後の断層による地塊化が進んでいる。中生界は三疊系、ジュラ系、白亜系からなり、地形的高所や北縁断層の北側などにはほぼ水平に近い緩傾斜を示して分布している。新生界は中生界の上位に第三紀始新世の地層が小規模に、北方平原部を含めた地域に沖積層が広く分布する。

本区域内の鉍床としては、古生層分布域に点在する銅・鉛・亜鉛及び重晶石の鉍脈鉍床、銅・モリブデン・タングステン・鉄のスカルン鉍床、大理石の層状鉍床、中生代三疊系中にある岩塩の層状鉍床がある。重晶石を含む金属鉍物の鉍化作用は地質及び地質構造との間に次のような三つの共通性があることが判明した。

- ① 鉍化時期の制約：鉍化作用は古生界及びこれに貫入している古生代末の花崗岩類中に存在しており、中生代以降の地層には認められない。
- ② 構造規制：鉍化作用の分布は断層又は花崗岩体周辺部などに集中しており、また、個々の鉍化作用は北北東-南南西系、北東-南西系及び北西-南東系の3方向の裂縫に規制されている。
- ③ 鉍化作用の帯状分布：花崗岩岩株が分布する中央寄りの地区を中心として東西に鉍物組合せの帯状分布が認められる。すなわち、中心部は、モリブデン・タングステン・銅、その周辺に鉛・亜鉛、さらに外側に重晶石鉍床が分布する。

以上のことは、本区域の鉍化作用が古生代末のヘルツニア造山運動の後造山期の花崗岩類（Azegour 花崗岩など）と密接な関係を有することを示唆している。本区域の花崗岩類は区域外南西方約30 kmの所にある大きな底盤状花崗岩（Tichica 花崗岩）と極めて良く似ており、同源マグマからの産物である可能性がある。したがって、Azegour-Tichica を結ぶ北東-南西方向の地帯、とくに花崗岩分布域の近くは鉍床賦存の可能性の高い地帯として注目する必要がある。

地化学探査の結果では、銅-モリブデン・鉛-亜鉛の異常値は極めて良く似た分布を示し、相関性の高いことが判明した。このことは本地区の鉍化作用が鉛・亜鉛鉍床、銅・モリブデン鉍床の存在の多いことと調和的である。とくに、銅の一部と鉛・亜鉛の異常値の