

透回ツヨ空國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3年次)

昭和60年2月

國際協力事業團
金屬鉱業事業團



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 3 年 次)

JICA LIBRARY



102954216J

昭和 61 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	61.9.04	411
登録No.	15335	66.1 MPN

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及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ヶ年にわたって行なわれるものであるが、本年はその第3年次にあたり、金属鉱業事業団は5名の調査団を編成して、昭和60年6月14日から昭和60年8月26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会社の協力を得て予定どおり完了した。

本報告書は第3年次の調査結果をとりまとめたもので第1年次および第2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及びその他の関係各位に衷心より感謝の意を表するものである。

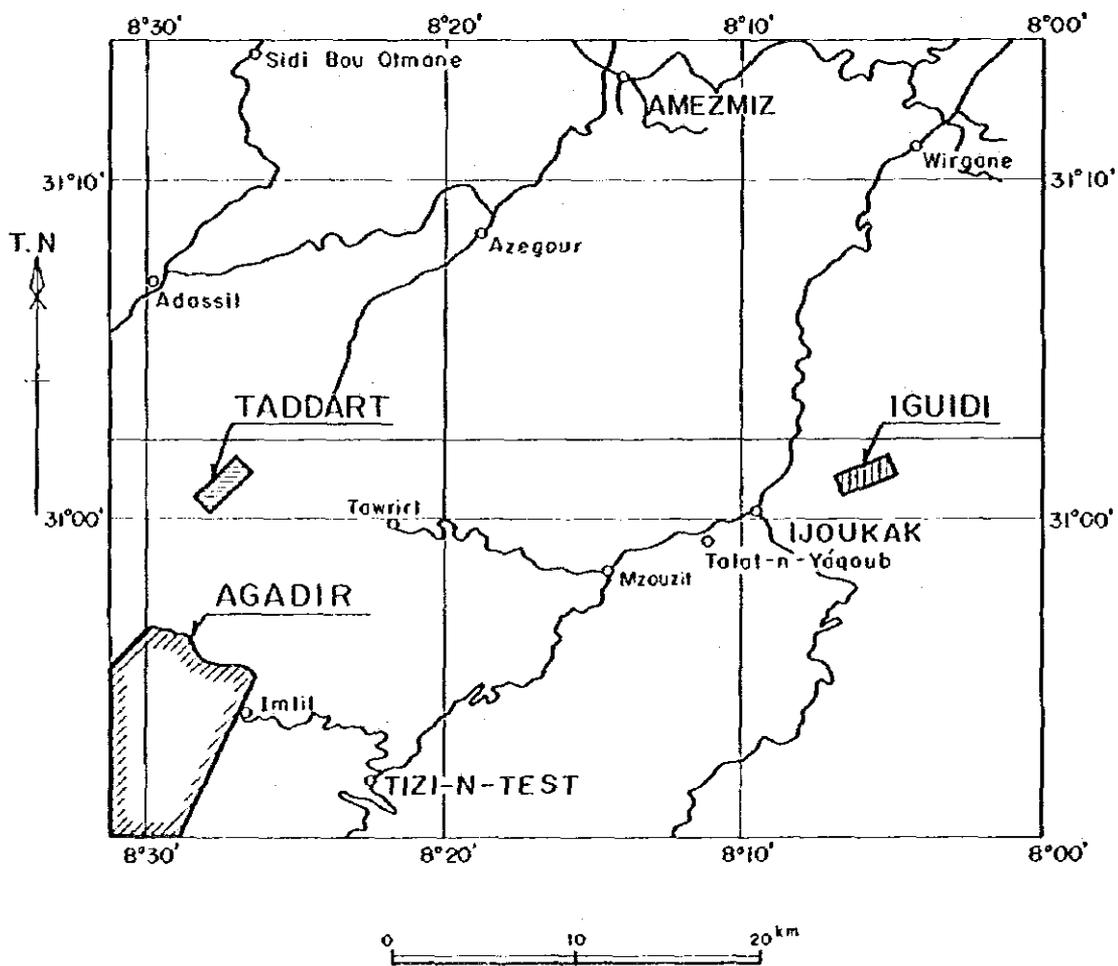
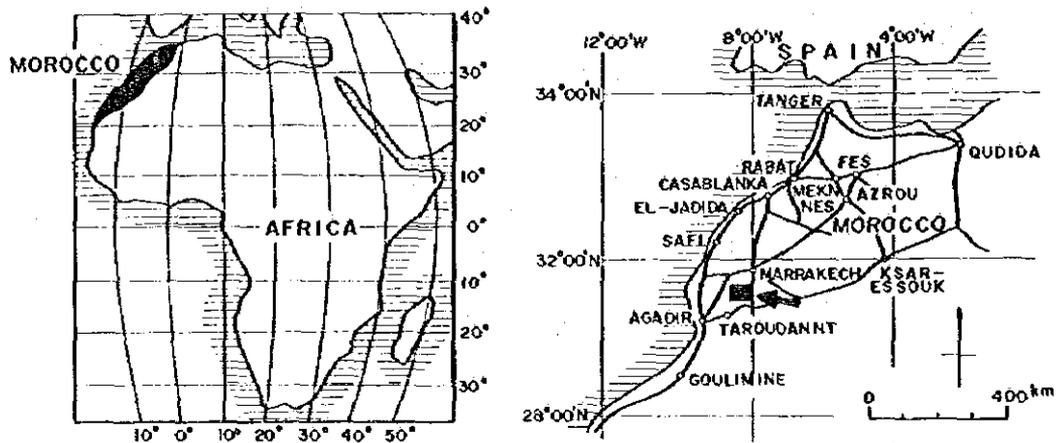
昭和61年1月

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



-  AGADIR Sector
-  IGUIDI Sector
-  TADDART Sector

第 1 図 調査地域位置図

総 合 目 次

は し が き

調査地域位置図

要 約	.....	i
序 論	.....	1
各 論		
I 地 質 調 査	.....	13
II 物 理 探 査	.....	37
結論及び勧告	.....	63

参 考 文 献

卷 末 資 料

別 添 図

要 約

モロッコ王国オートアトラス西部地域における資源開発協力基礎調査の第3年次調査は、Agadir地区における銅、タングステン等を含むスカルン型鉱化帯の分布、胚胎状況を明らかにし、地質構造と鉱化作用の関係及び鉱化作用の地下深部への連続性を解明すること、ならびにIguidi地区、Taddart地区に発達する銅鉱化帯の分布、胚胎状況を明らかに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とおりである。

* Agadir地区	：地質調査(準精査)	調査面積	60 km ²
		ルート長	114.7 km
	地化学探査(岩石)	試料採取数	304 件
		分析成分	Cu, Mo, W (3成分)
	物理探査(磁気探査)	調査面積	8 km ²
		測点数	520 点
	物理探査(IP法)	測線延長	15 km
		測点数	319 点
* Iguidi地区	：地質調査(準精査)	調査面積	3 km ²
		ルート長	17.7 km
	地化学探査(岩石)	試料採取数	227 件
		分析成分	Cu, Ag (2成分)
* Taddart地区	：地質調査(準精査)	調査面積	3 km ²
		ルート長	18.4 km
	地化学探査(岩石)	試料採取数	148 件
		分析成分	Cu, Ag (2成分)
<ul style="list-style-type: none"> ・ 岩石薄片鑑定 : 22 件 ・ 鉱石研磨片鑑定 : 21 件 ・ X線回折 : 20 件 ・ 鉱石化学分析(Cu, Mo, W) : 80 件 ・ 鉱石化学分析(Cu, Ag) : 95 件 ・ IP試験 : 23 件 ・ 帯磁率測定 : 23 件 			

調査結果

1) Agadir 地区

本地区の地質は主として古生界の礫岩質緑色片岩、砂質片岩、泥質片岩、結晶質石灰岩、石灰質片岩とこれらに進入するヘルシニア期の花崗岩類とからなる。古生界は走向南北ないし北東—南西、東傾斜の単斜構造を示して、本地区の大半を占めて分布する。花崗岩類は本地区の西部を主体に分布し、岩床状、岩脈状を示し、周辺の地層に強い熱変成を与えるとともに、一部の石灰岩を交代してスカルン鉱物を形成している。

本地区の地質構造は古生界の単斜構造と $N80^{\circ}E$ 系、 $N80^{\circ}W$ 系、 NS 系、 $N50^{\circ}E$ 系などの断層による古生界の地塊化及び Tichka 花崗岩類の進入によって特徴づけられている。

本地区の鉱化作用としては、銅、モリブデンなどの鉱脈鉱床と銅、タングステン、モリブデン、鉄のスカルン鉱床がある。鉱脈鉱床は3箇所認められたが、いずれも脈幅1m以下、延長数10m以下の小規模・低品位鉱床である。スカルン鉱床はAgadir 部落付近の層厚約400mの南北走向の石灰岩層中に認められる。スカルン帯は幅数mから30数m、延長15mから500mまでの数層からなり、その分布範囲は石灰岩に沿って約2kmに及んでいる。鉱化作用は主として黄銅鉱、磁鉄鉱からなり、スカルン帯中に幅数mから20数m、延長15mから100mの規模で認められる。とくに河床付近で、鉱化作用が優勢であり、この付近の露頭品位はCu 0.6%、Mo 0.01%、W 0.03%を示した。

岩石による地化学探査の結果では、Cuの強異常は鉱化スカルン帯や、南西部の鉱脈とほぼ対応する分布を示し、Cuの弱異常は、スカルン帯そのものと良く対応する分布を示した。WとMoの異常については、いずれも検出限界以下のものが多く、鉱化作用との対応性は明らかではない。

磁気探査の結果では、短波長、中振幅の異常が鉱化作用範囲に分布し、特にスカルン分布域では、この強異常が鉱化スカルン帯とほぼ対応する傾向を示した。また、IP法による電気探査の結果では、スカルン分布域に3ヶ所、南西部の鉱脈分布域に1ヶ所の、IP異常が認められた。前3者はいずれも低比抵抗・高FE値を示し、それぞれ鉱化スカルン帯や潜在鉱化スカルン帯に対応していると考えられる。とくに、Agadir 部落近傍の河川を中心とする異常帯は規模、強度とも大きく、本地区の鉱化作用の最も強い所と対応しており、解析の結果からは、下部100m強の深度まで断続する鉱床の存在が推定された。

今回の調査結果から、スカルン鉱床の鉱化作用の中心は、Agadir 部落近傍の河川付近にあり、この付近では水平的に数100m、下部に100m強の断続する鉱床を形成していると考えられる。地表付近での品位はやや低い、下部での品位が上昇の可能性は残されている。

2) Iguidi 地区

本地区の地質は先カンブリア界の安山岩類と古生界のドロマイト、シルト岩及び貫入粗粒玄武岩とからなる。古生界は本地区の北西縁のN50°E系の断層によって先カンブリア界と接するほか、一部でこれを不整合に覆っている。この断層の南東側の古生界は走向N50°E~N70°E、北西傾斜30°~70°を示し、上部、中部、下部の3層のドロマイトとシルト岩とからなる。ドロマイト層の層厚はそれぞれ2~30m、20~70m、500m以上で、延長は2km以上に亘って連続する。

本地区の地質構造は上記断層による南東側地塊の相対的な沈下と古生界の単斜構造及びこれらを切るN10°E系の断層の存在で特徴づけられている。とくにN10°E断層は地層に小転位を与えると同時に上記断層をも切っている。また、ドロマイト層中には、南北系、北東-南西系などの裂隙が発達する。

本地区の鉍化作用は、上部ドロマイト層及び中部ドロマイト層中に発達する南北系、北東-南西系などの裂隙に進入した石英脈に伴う銅の網状鉍染鉍床である。鉍化作用はドロマイト層に沿って約2kmに亘って認められ、とくにN10°E系断層や南北系裂隙の付近で富鉍化する傾向がある。西部旧坑付近の鉍床は、中部ドロマイト層中にN10°E系断層を中心として延長約250m、幅1m~15mの規模を示し、その平均品位はCu 1.3%である。

岩石による地化学探査の結果では、Cuの異常帯は地表の鉍徴とほぼ一致する対応を示し、中部ドロマイト層の西部旧坑付近、中部のN10°E系断層や南北系裂隙等の近傍及び東端部付近に認められた。とくに東部では上部ドロマイト層中にも弱異常がある。

今回の調査結果では、本地区の鉍床は古生界ドロマイト層を母岩とする銅の網状鉍染鉍床であり、鉍化作用はドロマイト層に沿って約2kmに亘っていることが判明した。また、鉍化作用を規制する要因として、N10°E系断層や南北系裂隙などが明らかにされた。地表付近での品位はやや低い下部への連続と富鉍化の可能性が高いと考えられる。

3) Taddart 地区

本地区の地質は古生界のC_{III}層、C_{II}層に対比される緑色片岩、砂質片岩、泥質片岩及び石灰岩より構成されている。地層の一般走向は南北ないしN30°Eで、東方へ30°ないし70°の傾斜を示す。

本地区の地質構造は古生界の単斜構造と、東西、北東-南西、北西-南東及び南北などの走向を示す断層による地塊化で特徴づけられている。

鉍化作用は、本地区の西部の断層で囲まれた礫岩質緑色片岩中に集中して存在する石英脈に伴う銅の鉍脈鉍床である。この鉍脈集中範囲は、約400m×400mで、東縁及び西

縁に沿って珪化岩を造るほか、多数の石英脈が存在する。脈の規模は幅数cmから数m、延長数10mから数100m、走向は東西、南北、北東-南西、北西-南東など各種の規模と走向を示し、その一部に銅の鉱化が認められる。鉱石鉱物は黄銅鉱、孔雀石、輝銅鉱などからなり、鉱脈の品位としては、一般にCu 0.5%~4.0%を示し、平均品位としては、Cu 2.5%、Ag 20g/t程度と考えられる。

岩石による地化学探査の結果では、Cu、Ag成分とも同一の挙動を示し、強異常帯は西縁、南縁に沿って伸長する形で分布し、地質調査によって明らかにされた鉱脈部とはほぼ対応している。

今回の調査では、本地区の鉱化作用は断層形成時に生じた2次的な裂隙に規制される含銀銅石英脈鉱床であることが明らかにされた。地表付近における鉱脈は細脈である上、品位も低い、下部において規模、品位の上昇の可能性は残されている。

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	地質概要	9
3-1	広域地質概要	9
3-2	調査地域の地質概要	9
3-3	調査地域の鉱床概要	10

各 論

I. 地質調査・地化学探査

第1章	Agadir 地区	13
1-1	地 質	13
1-2	地質構造	16
1-3	地化学探査結果	17
1-4	鉱化作用	19
1-5	考 察	21
第2章	Iguidi 地区	25
2-1	地 質	25
2-2	地質構造	25
2-3	地化学探査結果	26
2-4	鉱化作用	28
2-5	考 察	29

第3章	Taddart 地区	31
3-1	地 質	31
3-2	地質構造	31
3-3	地化学探査結果	32
3-4	欽化作用	34
3-5	考 察	35

II. 物埋探査 (Agadir 地区)

第1章	磁気探査	37
1-1	磁気探査の概要	37
1-2	磁気探査結果	41
1-3	考 察	44
第2章	電気探査 (IP法)	47
2-1	IP法探査の概要	47
2-2	IP法探査結果	49
2-3	考 察	57

結論及び勧告

第1章	結 論	63
1-1	Agadir 地区	63
1-2	Iguidi 地区	65
1-3	Taddart 地区	65
第2章	勧 告	67

図 一 覧 表

第 1 図	調査地域位置図	
第 2 図	北部モロッコ地質構造図	
第 I - 1 図	調査地域地質模式層序図	
第 I - 2 図	Agadir 地区概要図	
第 I - 3 図	Agadir 地区地化学探査 Cu・Mo・W ヒストグラム, 累積度数分布図	
第 I - 4 図	Iguidi 地区概要図	
第 I - 5 図	Iguidi 地区地化学探査 Cu・Ag ヒストグラム, 累積度数分布図	
第 I - 6 図	Taddart 地区概要図	
第 I - 7 図	Taddart 地区地化学探査 Cu・Ag ヒストグラム, 累積度数分布図	
第 I - 8 図	Taddart 地区鉄脈密度分布図	
第 II - 1 図	物理探査範囲図	
第 II - 1 - 1 図	磁気探査フローチャート	
第 II - 1 - 2 図	調査位置図 (磁気探査)	
第 II - 1 - 3 図	基点における全磁力の日変化	
第 II - 1 - 4 図	基点における全磁力の日変化	
第 II - 1 - 5 図	スペクトル解析図	
第 II - 1 - 6 図	ダイクモデルおよびステップモデルによる磁気応答	
第 II - 1 - 7 図	室内帯磁率試験結果	
第 II - 2 - 1 図	調査位置図 (IP 法電気探査)	
第 II - 2 - 2 図	見掛比抵抗断面図及び P F E 断面図 (0.3Hz, 2.5Hz, 0.3~2.5Hz)	Line 1
第 II - 2 - 3 図	見掛比抵抗断面図及び P F E 断面図 (0.3Hz, 2.5Hz, 0.3~2.5Hz)	Line 3
第 II - 2 - 4 図	見掛比抵抗断面図及び P F E 断面図 (0.3Hz, 2.5Hz, 0.3~2.5Hz)	Line 5
第 II - 2 - 5 図	見掛比抵抗断面図及び P F E 断面図 (0.3Hz, 2.5Hz, 0.3~2.5Hz)	Line 7
第 II - 2 - 6 図	見掛比抵抗断面図及び P F E 断面図 (0.3Hz, 2.5Hz, 0.3~2.5Hz)	Line 8
第 II - 2 - 7 図	見掛比抵抗断面図及び P F E 断面図 (0.3Hz, 2.5Hz, 0.3~2.5Hz)	Line 9
第 II - 2 - 8 図	見掛比抵抗断面図及び P F E 断面図 (0.3Hz, 2.5Hz, 0.3~2.5Hz)	Line 10
第 II - 2 - 9 図	見掛比抵抗断面図及び P F E 断面図 (0.3Hz, 2.5Hz, 0.3~2.5Hz)	Line 11
第 II - 2 - 10 図	見掛比抵抗断面図及び P F E 断面図 (0.3Hz, 2.5Hz, 0.3~2.5Hz)	Line 12
第 II - 2 - 11 図	見掛比抵抗断面図及び P F E 断面図 (0.3Hz, 2.5Hz, 0.3~2.5Hz)	Line 13
第 II - 2 - 12 図	見掛比抵抗断面図及び P F E 断面図 (0.3Hz, 2.5Hz, 0.3~2.5Hz)	Line 15

第II-2-13図	見掛比抵抗断面図及びPFE断面図(0.3Hz, 2.5Hz, 0.3~2.5Hz)	Line 16
第II-2-14図	見掛比抵抗断面図及びPFE断面図(0.3Hz, 2.5Hz, 0.3~2.5Hz)	Line 18
第II-2-15図	見掛比抵抗断面図及びPFE断面図(0.3Hz, 2.5Hz, 0.3~2.5Hz)	Line 21
第II-2-16図	見掛比抵抗断面図及びPFE断面図(0.3Hz, 2.5Hz, 0.3~2.5Hz)	Line 22
第II-2-17図	見掛比抵抗断面図及びPFE断面図(0.3Hz, 2.5Hz, 0.3~2.5Hz)	Line 23
第II-2-18図	見掛比抵抗断面図及びPFE断面図(0.3Hz, 2.5Hz, 0.3~2.5Hz)	Line 25
第II-2-19図	見掛比抵抗断面図及びPFE断面図(0.3Hz, 2.5Hz, 0.3~2.5Hz)	Line 27
第II-2-20図	見掛比抵抗断面図及びPFE断面図(0.3Hz, 2.5Hz, 0.3~2.5Hz)	Line 29
第II-2-21図	シミュレーション解析図 (Line 8)	
第II-2-22図	シミュレーション解析図 (Line 9)	
第II-2-23図	シミュレーション解析図 (Line 23)	
第II-2-24図	室内IP試験結果図	
第II-2-25図	磁気異常およびIP異常の分布図	

表 一 覧 表

第 I 表	調査内容一覧表
第 I - 1 表	Agadir 地区地化学探査統計諸値
第 I - 2 表	Agadir 地区地化学探査 Cu・Mo・W 元素間の相関係数
第 I - 3 表	Iguidi 地区地化学探査統計諸値
第 I - 4 表	Iguidi 地区地化学探査 Cu・Ag 元素間の相関係数
第 I - 5 表	Taddart 地区地化学探査統計諸値
第 I - 6 表	Taddart 地区地化学探査 Cu・Ag 元素間の相関係数
第 II - 1 - 1 表	定点観測値一覧表
第 II - 1 - 2 表	室内帯磁率試験一覧表
第 II - 1 - 3 表	磁気分布と地質の関係
第 II - 2 - 1 表	室内 IP 試験結果一覧表

PLATE 一覽表

PL. I-1-1	Geological Map of Agadir Sector (1)	1:10000
PL. I-1-2	Geological Map of Agadir Sector (2)	1:10000
PL. I-1-3	Geological Profile of Agadir Sector	1:10000
PL. I-1-4	Detailed Geological Map of Agadir Sector	1:5000
PL. I-1-5	Location and Assay Map of Geochemical Samples in Agadir Sector	1:5000
PL. I-1-6	Geochemical Contour Map of Agadir Sector	1:5000
PL. I-1-7	Location Map of Ore Deposits and Mineral Showings in Agadir Sector	1:20000
PL. I-1-8	Location Map of Rock Samples in Agadir Sector (1)	1:10000
PL. I-1-9	Location Map of Rock Samples in Agadir Sector (2)	1:10000
PL. I-2-1	Geological Map and Profile of Iguidi Sector	1:5000
PL. I-2-2	Location and Assay Map of Geochemical Samples in Iguidi Sector	1:2500
PL. I-2-3	Geochemical Contour Map of Iguidi Sector	1:2500
PL. I-2-4	Detailed Sketch of Iguidi Mine	1:200~500
PL. I-2-5	Location Map of Rock Samples in Iguidi Sector	1:5000
PL. I-3-1	Geological Map and Profile of Taddart Sector	1:5000
PL. I-3-2	Geological Sketch and Geochemical Assay Map of Taddart Mine	1:600
PL. I-3-3	Geochemical Contour Map of Taddart Mine (Cu)	1:600
PL. I-3-4	Geochemical Contour Map of Taddart Mine (Ag)	1:600
PL. I-3-5	Location Map of Rock Samples in Taddart Sector	1:5000
PL. II-1-1	Magnetic Survey Area with Magnetic Stations	1:5000
PL. II-1-2	Total Magnetic Intensity	1:5000
PL. II-1-3	Magnetic Trend (Third Order Polynomial)	1:5000
PL. II-1-4	Upward Continuation of Total Magnetic Intensity	1:5000
PL. II-1-5	Deep Magnetic Component	1:5000
PL. II-1-6	Results of Magnetic Modeling	
PL. II-1-7	Magnetic Profile with Geological Structure	
PL. II-2-1	IP Survey Stations with IP Lines in Agadir Sector	1:5000
PL. II-2-2	Apparent Resistivity Plan (n=1,0.3Hz) in Agadir Sector	1:5000
PL. II-2-3	Apparent Resistivity Plan (n=2,0.3Hz) in Agadir Sector	1:5000
PL. II-2-4	Apparent Resistivity Plan (n=3,0.3Hz) in Agadir Sector	1:5000
PL. II-2-5	Apparent Resistivity Plan (n=4,0.3Hz) in Agadir Sector	1:5000
PL. II-2-6	Apparent Resistivity Plan (n=5,0.3Hz) in Agadir Sector	1:5000
PL. II-2-7	Apparent Resistivity Plan (n=1,2.5Hz) in Agadir Sector	1:5000

PL.II-2-8	Apparent Resistivity Plan (n=2,2.5Hz) in Agadir Sector	1:5000
PL.II-2-9	Apparent Resistivity Plan (n=3,2.5Hz) in Agadir Sector	1:5000
PL.II-2-10	Apparent Resistivity Plan (n=4,2.5Hz) in Agadir Sector	1:5000
PL.II-2-11	Apparent Resistivity Plan (n=5,2.5Hz) in Agadir Sector	1:5000
PL.II-2-12	PFE Plan (n=1) in Agadir Sector	1:5000
PL.II-2-13	PFE Plan (n=2) in Agadir Sector	1:5000
PL.II-2-14	PFE Plan (n=3) in Agadir Sector	1:5000
PL.II-2-15	PFE Plan (n=4) in Agadir Sector	1:5000
PL.II-2-16	PFE Plan (n=5) in Agadir Sector	1:5000

資 料

- 資料 I - 1 岩石薄片顯微鏡觀察結果一覽表
- 資料 I - 2 岩石薄片顯微鏡写真
- 資料 I - 3 鈹石研磨片顯微鏡觀察結果一覽表
- 資料 I - 4 鈹石研磨片顯微鏡写真
- 資料 I - 5 X線回折結果一覽表及びX線回折子 + 一ト
- 資料 I - 6 Agadir 地区鈹石分析結果一覽表
- 資料 I - 7 Iguidi 地区, Taddart 地区鈹石分析結果一覽表
- 資料 I - 8 Agadir 地区地化学探査試料化学分析結果一覽表
- 資料 I - 9 Iguidi 地区地化学探査試料化学分析結果一覽表
- 資料 I - 10 Taddart 地区地化学探査試料化学分析結果一覽表

序 論

第 1 章 調査経緯及び調査目的

1-1 調査経緯

モロッコ王国は各種の鉱物資源に富む国であり、その開発に関しては長い歴史を有している。同国と日本との資源開発に関する協力調査は、1975年4月から1977年4月に至る3ケ年間に実施されたAnti Atlas（アンチアトラス）地域資源開発協力基礎調査及び1978年9月から1981年2月に至る3ケ年間に実施されたHaut Moufouya（オートムルヤ）地域資源開発協力基礎調査の2調査が行われている。

その後、モロッコ政府より日本国政府に対して数ヶ所の新規地域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Haut Atlas Occidental（オートアトラス西部）地域の調査実施が決定された。

本調査はモロッコ王国のBureau de Recherches et de Participations Minières（資源開発投資公社：以下B.R.P.M.と称する）と共同で1983年度を初年度とする3ケ年間でオートアトラス西部地域の約2,200㎢の地域を対象として計画されたものである。初年度はその北部区域約1,100㎢の範囲の地質調査・地化学探査とErdouz（エルドゥーズ）地区及びAzegour（アズグール）地区の精度を高めた地質調査・地化学探査を、第2年次には、初年度に引続きその南部区域約1,100㎢の範囲の地質調査・地化学探査とErdouz地区の地化学探査（精査）と物理探査、Azegour地区の物理探査と試錐（B.R.P.M.による）を実施した。

本年度の調査はその第3年次にあたり、第2年次調査によって有望な鉱床の存在が期待されたAgadir（アガディール）地区について精度を高めた地質調査、地化学探査と物理探査を、Iguidi（イグイディ）地区及びTaddart（タダルト）地区について精度を高めた地質調査、地化学探査を実施した。

1-2 調査目的

本調査は、モロッコ王国オートアトラス西部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ものである。本年度の調査のうち、Agadir地区（面積60㎢）については同地区に胚胎する銅、タングステン等を含むスカルン型鉱化帯の分布、胚胎状況を明らかにするとともに、地質構造と鉱化作用との関連性を明らかにし、物理探査による異常帯の抽出とその性質の解明に基づき鉱化作用の地下深部への連続性の有無を解明することを目的とした。

Iguidi地区（面積3㎢）、Taddart地区（面積3㎢）については、鉱化帯の分布、胚胎状況を明らかに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。行政区画上では主として Marrakech (マラケッシュ) 州, Amizmiz (アミズミズ) 郡に属する(第1図参照)。

モロッコの首都, Rabat (ラバト) から州都 Marrakech までは鉄道及び舗装道路が通じており, Marrakech から調査地域のほぼ中央 Nfis (ヌヒス) 川沿いには Marrakech から Taloudant (タルーダント) に通じる Haut Atlas 山脈を横断する主要道路(一部未舗装)がある。Rabat から Nfis 川沿いの Ijoukak (イジューカク) 部落までの距離は約 420 km, 自動車による所要時間は約 6 時間である。Ijoukak から各調査地区までの交通手段は一部の自動車利用の後, 徒歩又は馬によるほかはない。

各調査地区は標高 2000 m 以上の山岳地帯にあり, 深い峡谷と急峻な山峰からなり, 最高峰は Idga (イドガ) 山塊の主峰で標高 3,616 m である。また, 本地域は南方にサハラ砂漠を控えているため, 夏期(7月~9月)にかけては 40℃ 以上の高温乾燥気候となる。しかし冬期(11月~3月)にかけては降雪があり寒暖の差が激しい。このため, 植生は低地及び河川沿いに僅かに認められるのみで高地の大部分は岩盤が露出している。

本地域の住民は Berber (ベルベル) 族と呼ばれる種族で主要河川沿いに小集落を作って生活している。生計は主として羊, 山羊などの牧畜に頼っている。住民の性格は一般に温厚, 勤勉である。

2-2 調査内容及び調査方法

本年次の調査は地質調査, 地化学探査と物理探査であり, それぞれの調査内容と調査量は第1表に示すとおりである。

2-2-1 地質調査・地化学探査

本年次の調査内容は Agadir 地区の地質調査(ルート調査, グリッド調査)と岩石による地化学探査ならびに Iguidi 地区, Taddart 地区の地質調査(ルート調査, 鉱化地帯調査)と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 1985 年 6 月 14 日から同年 8 月 26 日までの 74 日間に亘って実施した。調査は日本人技師 3 名が, それぞれ現地人助手 1 名と人夫を伴う調査班を 3 班編成して実施した。各地区とも調査地内の集落の民家あるいはキャンプを調査基地とし, 宿舍から調査地点までは馬または徒歩で往復した。調査整理及び物資

補給のための主基地は Ijoukak 部落にある旧欽山宿舎を利用し、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については各地区の欽化作用の状況に応じて次の様に設定した。

1) Agadir 地区：調査対象全域（面積約 60 ㎓）については、既存資料から重要と判断され、しかも欽微地を網羅するルートに沿って地質調査を実施した。調査に当っては既存の縮尺 5 万分の 1 地形図から拡大作成した縮尺 5 千分の 1 地形図を使用し、調査結果はすべて縮尺 5 千分の 1 のルートマップに整理記載した。

また、このうち欽床賦存の可能性の高い範囲（面積約 8 ㎓）については間隔を密にしたルート沿いの地質調査を、欽床密集地帯については走向に直交する測線（測線間隔 100 m、測線延長 450 m～500 m、30 本）を設定し、各測線上で地質調査を実施した。なお、この測線上では地質調査と並行して水平距離 50 m 毎に岩石チップを採取するグリッド地化学探査（分析成分 Cu, W, Mo）を実施した。調査に当っては、ポケットコンパス、間縄を使用する簡易測量を行い縮尺 2,500 分の 1 のルートマップを作成し、このルートマップ上に露頭及び地化学探査試料の採取位置を明記した。

2) Iguidi 地区：調査対象地区（面積約 3 ㎓）について第 2 年次の調査結果に基づき地質的に重要と考えられるルートならびに欽微地に沿って設定されたルートについて地質調査を実施した。また、欽化ドロマイト層については、走向沿い 50 m 間隔の直交測線上の 3 地点で岩石チップを採取し、地化学探査（分析成分 Ag, Cu）を実施した。調査に当っては、ポケットコンパス、間縄を使用して簡易測量を行い縮尺 2,500 分の 1 のルートマップを作成し、このルートマップ上に露頭及び地化学探査試料の採取位置を明記した。なお、旧坑内については、縮尺 200 分の 1 の精密スケッチを行ない欽化作用の状況を明らかにした。

3) Taddart 地区：調査対象地区（面積約 3 ㎓）について地質的に重要と考えられるルートに沿って地質調査を実施した。また、この結果によって明らかになった欽脈密集地区（400 m × 400 m の範囲）については約 25 m 間隔の東西方向の測線を設け各測線上で詳細な欽脈分布状況を調査すると共に、各欽脈毎に岩石チップを採取し地化学探査（分析成分 Ag, Cu）を実施した。調査に当っては、ポケットコンパス、間縄を利用した簡易測量を併用して全域については縮尺 2,500 分の 1 のルートマップを、欽脈密集地帯については縮尺 500 分の 1 の精密ルートマップを作成し各ルートマップ上に露岩ならびに地化学

第 I 表 調査内容一覽表

	地区名	調査		調査ルート長	地化学探査試料数
		面積	踏査			日本側調査団	B.R.P.M.
地質調査 地化学探査	野外作業	Agadir地区 Iguidi地区 Taddart地区	60.0 km ² 3.0 km ² 3.0 km ²	114.7 km 17.7 km 18.4 km	304件 227件 148件
	室内作業	室内研究			22件 21件 20件 50件 70件 300件 350件
物理探査	野外作業	Agadir地区 Agadir地区	磁気探査 電気探査(IP法)	8 km ² -	520点 319点
	室内作業	室内試験			23件 23件

探査試料の採取位置を明記した。

以上3地区とも調査に当っては空中写真を活用し、ルートマップにはできるだけ具体的に観察事項を記入して地質状況の把握につとめ地質構造と鉱化作用の関連性を追求した。調査地における代表的な岩種、岩相を示す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、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。

以上の調査結果は、その重要度に応じ、それぞれ縮尺200分の1から縮尺1万分の1の地質図としてまとめた。

2-2-2 物理探査

本年次の調査内容は Agadir 地区の磁気探査及び I P 電気探査である。

現地調査は、B.R.P.M. の協力を得て1985年6月23日から同年8月26日までの65日間に亘って実施した。

調査基地は両調査とも Agadir 部落の民家に設置した。

1) 磁気探査

磁気探査は、Agadir 地区の面積約8km²の範囲における地質調査ルート上及びグリッド調査地域について実施した。測定点は地質調査ルート上では約100m間隔、グリッド調査地域では約50m間隔（地化学探査試料採取位置に対応）とし、プロトン磁力計による520地点の地表磁気の観測を行った。調査期間中ベースキャンプには定点観測用の磁力計を設置して常時観測を行い、測定値の日変化補正のための資料を得た。また、調査地区内の代表的岩石（23試料）を採取して室内において帯磁率の測定を行った。

以上の調査結果は縮尺5,000分の1地形図上にプロットし、磁気異常平面図及び断面図を作成し、地質調査の結果と対比検討を行った。

2) 電気探査（I P法）

I P調査は、地質調査、磁気探査の結果から鉱化作用の認められたグリッド調査地区を主体に実施した。調査測線は19測線（延長600m～800m、計15.0km）、測定点は319点である。

測線設定に当っては、磁気探査、地化学探査の測線と一致するように努め、その測線の両翼（グリッド調査地区の両側）についてはポケットコンパス及びエスロンテープを用いた開放トラバース測量を行った。測定点はいずれも測線上に水平距離50m間隔に設定し、測定は次の方法によった。

電 極 配 置：ダイポール・ダイポール

電 極 間 隔：50m

電極隔離係数： $n = 1 \sim 5$

周 波 数：0.3Hz, 2.5Hz

なお、調査地区内における代表的な岩石(23試料)を採取し、野外測定と同一周波数の室内IP試験の試料とした。

以上の調査結果は縮尺5,000分の1地形図にプロットした上、見掛比抵抗平面図及び断面図、PFE平面図及び断面図を作成し、地質調査、微気探査の結果と対比検討しながらシミュレーション解析を行った。

2-3 調査団の編成

本年次調査のため計画と折衝及び現地調査に参加した調査団員は下記のとおりである。

2-3-1 調査計画策定及び折衝

1) 日本側調査計画策定及び折衝

Suzuki Haruo

鈴木 治 夫 国際協力事業団

Arakawa Kohei

荒 川 紘 平 金属鉱業事業団

Kita Yoshiyuki

北 良 行 金属鉱業事業団

Kikushima Ichiro

菊 島 一 郎 金属鉱業事業団

2) モロッコ側調査計画策定及び折衝

Assou Lhatoute B.R.P.M.

Ahamed Louali B.R.P.M.

Allal Tijani B.R.P.M.

Said Barrakad B.R.P.M.

2-3-2 現地調査

1) 日本側調査団員

Wakabayashi Kensuke		
若林健介	団長	三井金属資源開発株式会社
Shibata Kiyohisa		
柴田精久	団員(地質)	三井金属資源開発株式会社
Nakamura Akitoshi		
中邑明俊	団員(地質)	三井金属資源開発株式会社
Kobayashi Manabu		
小林学	団員(物探)	三井金属資源開発株式会社
Ohashi Tadashi		
大橋正	団員(物探)	三井金属資源開発株式会社

2) モロッコ側調査団員

Abdelaziz Mellal	(地質)	B.R.P.M.
Abderkader Bakkali	(地質)	B.R.P.M.
Mohamed Berrada	(物探)	B.R.P.M.
Matsutoya Shigeru	(地質)	B.R.P.M.

第3章 地質概要

従来の調査研究及び第1年次、第2年次の諸調査の結果から本地域の地質概要は次のようにまとめられる。

3-1 広域地質概要

調査地域を含むオートアトラス地域はアフリカ大陸北西部の Mauritania Craton (モーリタニア・クレートン) を核として発達した先カンブリア界の安定帯の北西部に位置しており、この縁辺部に発達した古生代の地向斜帯に属する。これらの地層は古生代末には褶曲運動を伴う広域変成作用と深成岩の貫入によって結晶片岩や熱変成岩を形成するに至った。その後、この地域は基盤の準平原化が進み、さらに中生代から第三紀にかけては基盤の隆起・沈降を繰り返した結果、陸性-浅海性-海性の地層が累重したと考えられている。なお、オートアトラス地域が現在見られるような高い山脈として上昇したのは第三紀中新世以降のアルプス造山運動期、とくに鮮新世以降と考えられる(第2図)。

3-2 調査地域の地質概要

調査地域の地質は、基盤岩をなす先カンブリア界(PIII)と古生界(C_I, C_{II}, C_{III}, C_{IV}), ヘルシニア期に進入した貫入岩類(Gr, Po), 中生界の三畳系(T), 白亜系(K)及び新生界の第三系始新統(E), 第四系沖積統(Q)とから構成されている(第1-1図)。

先カンブリア界(PIII)は調査地の東縁部にはほぼ南北に分布しており、安山岩溶岩と同質の火山砕屑岩とからなる。厚い累層をなすこの火山岩類中には稀にドロマイト質石灰岩、珪岩、砂岩、礫岩などの薄互層を挟在する。全体として西へ緩傾斜する単斜構造を示すが断層によるブロック化が進んでいる。

古生界は調査地のほぼ全域に亘って先カンブリア界を不整合に覆って分布し、南東域から北西域に向って順次下位層から上位層が分布する傾向がある。本界はその構成する岩石の違いによって、下位から上位にC_I層、C_{II}層、C_{III}層及びC_{IV}層に区分される。これらは整合的に累重する。C_I層は安山岩溶岩、凝灰質及び石灰質砂岩、シルト岩、ドロマイト、石灰岩の互層ならびに礫岩からなる。地層の走向は全体としてほぼ南北、西へ10°~30°の緩傾斜の単斜構造を示し、一般に変成度は弱い。C_{II}層は東半部 Nfis 川沿いに分布する地層で、主として砂質片岩、泥質片岩及び結晶質石灰岩からなる。地層の走向は北東-南西方向を示し、北西側に70°前後の急傾斜をなす単斜構造を示すが一部では背斜、向斜構造も認められる。C_{III}層は北部中央の Azegour (アズグール) 地区から南西部の Agadir 地区に向う北東-南西方向に分布する。本層は石灰岩の卓越する地層で、緑色片岩、砂質片岩、泥質片岩、結晶質石灰岩、石灰質片岩

からなる。緑色片岩中には火山礫状、凝灰角礫状の原岩の構造が認められるものもある。地層の走向は北北東—南南西方向を示すが多数の背斜、向斜構造が認められる。C_{IV}層は調査地域の北部東半部から南部中央域にかけての広い範囲と北西部に分布する。本層は厚い泥質片岩からなり、一部に石灰岩、安山岩類を挟有する。地層の走向は北北東—南南西方向を示し、これと同方向の軸をもつ小規模な背斜・向斜構造が多数認められる。

中生界三疊系(T)は調査地の北東部及び Nfis 川中流域に分布する。赤紫色の砂岩、頁岩、礫岩互層と玄武岩浴岩とからなる。本層は下位の古生層とは北西側で不整合関係で接し、南東側では断層関係で接する。

中生界白堊系(K)は調査地域の比較的高所を占めて各所に分布する。本系は赤色砂岩とドロマイトの互層からなり、調査地域では古生界に直接不整合に載るが、西方域では下位のジュラ系と不整合関係にある。

第三系始新統(E)は石灰岩、砂岩、礫岩などからなる地層であり、白堊系と整合関係をもって分布する。

第四系沖積統は調査地北方の平野部に広く分布しており、後背地の諸岩石の礫からなる。

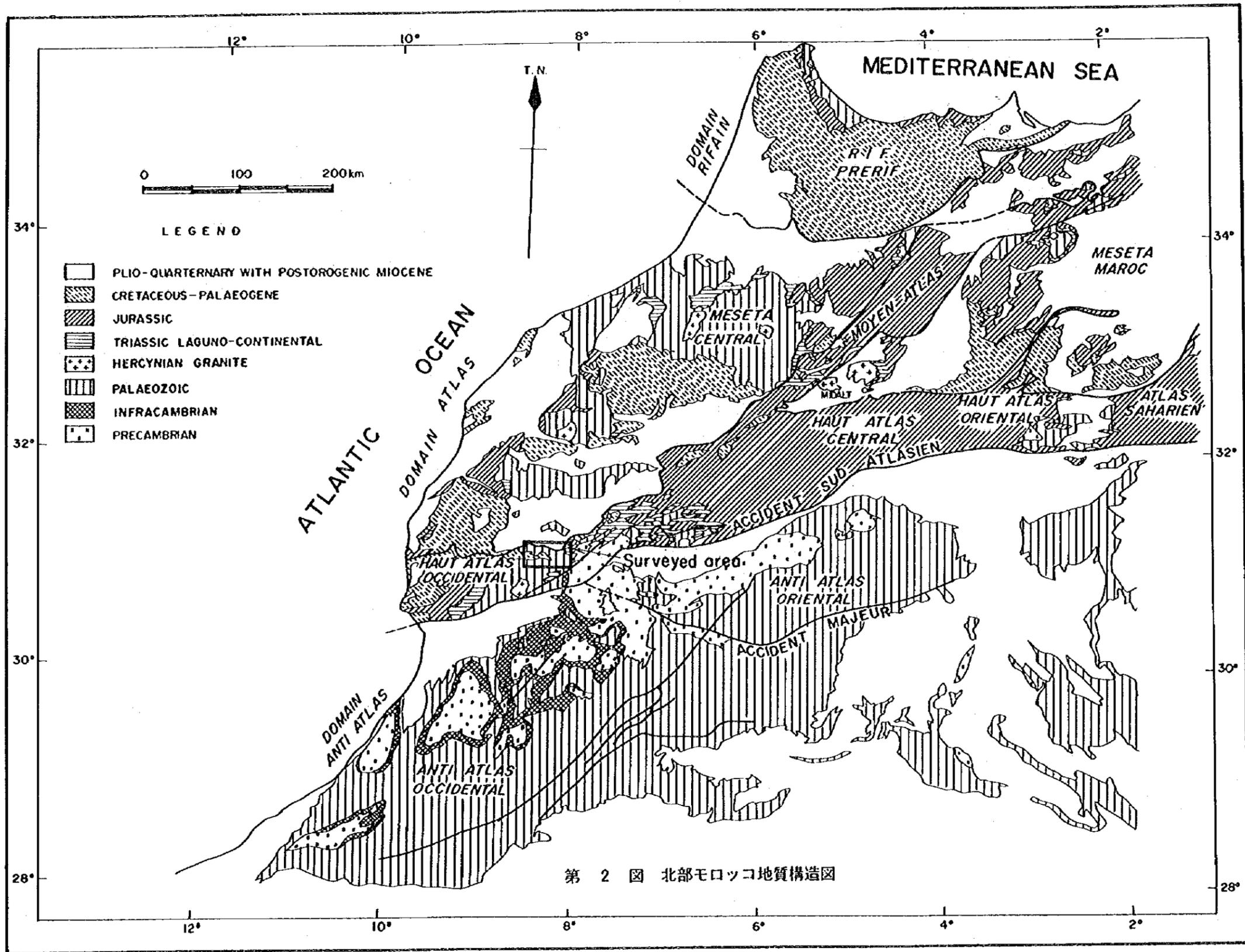
本地域に認められる貫入岩類はすべて古生界の地層にのみ侵入しており、岩株状の花崗岩類(Gr)と岩脈状の微花崗岩、玢岩(Po)とからなる。花崗岩類は調査地の西南方 Tichka(テイチカ)山地周辺や Azegour 部落の北方などに分布する。本岩類は花崗岩、アプライト質花崗岩、花崗閃緑岩などに分類される。微花崗岩岩脈は幅数 m 前後で急傾斜を示すものと緩傾斜を示すものが本地域各所に多数認められる。

本地域の地質構造は、先カンブリア界の単斜構造と古生界の褶曲構造、断層による地塊化によって特徴づけられている。これらの地質構造の基本パターンは古生代末のヘルシニア造山期の花崗岩の侵入後に起っており、その後、基盤岩の準平原化が進んでいる。中生代以降の地層は基盤岩を不整合に覆って水平に累重したのちアルプス造山期の不均一な上昇を示す地塊化運動によって緩傾斜の単斜構造を示すに至ったと考えられる。

3-3 調査地域の鉱床概要

調査地域内には、個人経営による小規模採掘を行っている重晶石鉱脈鉱床や銅鉱脈鉱床を除いては、現在大規模採掘を行っている鉱床はない。しかしながら、1950年代まで盛んに稼行された Azegour スカルン鉱床(Cu, W, Mo), Erdouz 鉱脈鉱床(Ag, Pb, Zn), Assif Al Mal(アシフ・アル・マル)鉱脈鉱床(Cu, Pb, Zn), Gundafa(グンダハ)鉱脈鉱床(Cu, Pb, Zn)及び L'Ouncin(ルウネン)鉱脈鉱床(Cu)などが知られている。また、この地域には多数の鉱徴地が認められており、未探鉱で残されているものもある。

本地域の鉱床タイプとしては鉱脈鉱床が最も多く、そのほかにスカルン鉱床及び網状鉱床が



第 2 図 北部モロッコ地質構造図

Geological Age	Formation	Stratigraphic Column	Lithology	Thickness	Tectonic Movement	Igneous Activity	Mineralization
Quaternary			Q gravel, sand, mud				
Tertiary							
Cretaceous	K		Kd dolomite	400m+	Alpine Orogeny		
			Ks sandstone, siltstone, conglomerate				
Jurassic							
Triassic	T		Ts sandstone, siltstone, conglomerate	1200m+			
Ordovician & Cambrian	CIV		CIVp pelitic schist	4000m+	Hercynian Orogeny	Gr Po	Skarn type, -- Agadir, Mauass Vain type -- Missone, Taddart, Igudi
			CIVl limestone				
			CIVt green schist				
			CIVp pelitic schist				
			CIVn andesite				
	CIII		CIII m psammitic schist	4500m+			
			CIII t green schist (tuff, tuffbreccia)				
			CIII p pelitic schist				
			CIII a calcareous schist				
			CIII l limestone				
	CII		CII p pelitic schist	5000m+			
			CII t green schist				
		CII l limestone					
		CII m psammitic schist					
		CII n andesite, andesitic tuff					
CI		CI s siltstone, sandstone	4000m+				
		CI n andesite					
		CI l limestone					
		CI d dolomite					
		CI n andesite					
Pre-Cambrian	PIII		PIII c conglomerate	2500m+			
			PIII a andesite				
			PIII t tuff, lapilli tuff, tuffbreccia				

第 1 - 1 图 調查地域地質模式層序图

ある。鉍脈鉍床を作る鉍種は銅、鉛、亜鉛、銀、モリブデン及び重晶石であり、スカルン鉍床を作る鉍種は銅、タングステン、モリブデン、鉄である。また、網状鉍床を作る鉍種は銅である。いずれの鉍床もその胚胎する母岩は先カンブリア界、古生界またはヘルシニア期の貫入岩に限られており、中生界以降の岩石中には存在しない。このことは本地域の鉍化作用が古生代末ヘルシニア期の貫入岩類と密接な関係にあることを示している。

各 論

I 地質調査・地化学探査

第1章 Agadir 地区

本地区は調査地域の南西部に位置する。本地区のほぼ中央にある Agadir 部落に至るには Ijoukak から Nfis 川上流にある Imlil (イミリル) 部落の対岸まで四輪駆動車(約2時間)、さらに馬(約1時間半)を利用する。また、本地区の南部区域に対しては Ijoukak から Tizi-n-Test (ティズ=テスト)峠を経て南斜面の Tizirt (ティジルト) 部落まで迂回する自動車道路(約4時間)を利用する以外に方法がない。

本地区は、第2年次の地質概査と河床堆積物による地化学探査によって、古生界の結晶質石灰岩、石灰質片岩、緑色片岩、泥質片岩、砂質片岩とこれらに侵入する花崗岩類からなる地質構成が明らかにされ、石灰岩の一部を交代した黄銅鉱、磁硫鉄鉱、灰重石を含むスカルン型鉄床や輝水鉛鉱を含む石英脈鉄床の存在が確認された地区である。本年次は、この調査結果を承けてさらに詳細な鉄床の分布、胚胎状況を明確にするため、地質調査準精査と鉄化作用の優勢な範囲における岩石による地化学探査を実施した。

なお、地区内の鉄床賦存の可能性の高い地域に対して磁気探査及びIP法による電気探査を実施した。

1-1 地質

本地区の地質は、古生界の C_{II} 層、 C_{III} 層、 C_N 層とこれらに侵入するヘルシニア期の貫入岩類及び中生界三畳系から構成されている(PL.1-1-1~PL.1-1-4, 第1-2図)。

1-1-1 古生界 C_{II} 層

古生界 C_{II} 層は本地区の西北部に分布する。主として厚い泥質片岩よりなる地層である。

本層の泥質片岩は黒色ないし黒緑色を呈する崩離性に富む岩石で緑泥石絹雲母片岩、黒雲母石英片岩などからなり、泥岩、シルト岩などが原岩と考えられる。しばしば、花崗岩の侵入によって熱変質や珪化を受け堅硬な片麻岩状の岩石となる(資料1-1, 資料1-2; a138, S58)。

地層の走向はほぼ南北、傾斜は東側へ70°前後を示し、全体として単斜構造をなす。しかし、花崗岩の貫入する部分では、走向傾斜とも擾乱を受けて種々の方向と傾斜を示す。本層の層厚は1,000m以上と考えられ、上位の C_{III} 層に整合関係で覆われる。

1-1-2 古生界 C_{III} 層

古生界 C_{III} 層は石灰岩の卓越する地層で、本地区のほぼ全域に亘って広く分布する。緑色片岩、砂質片岩、泥質片岩、結晶質石灰岩、石灰質片岩などからなる。

緑色片岩は淡緑色ないし濃緑色を示す岩石で堅硬、ち密質のものから粗粒、粗しょう質、礫岩質のものまでであるが、本地区では火山礫状ないし径10cm前後の円礫を含む礫岩状のものが多い。鏡下では、変成作用を受けて陽起石、緑れん石、黒雲母等を生じており、長石類の細片状のものが認められる(資料I-1, 資料I-2; S35, S62, a77)。本岩の原岩は安山岩質ないし石英安山岩質の火山噴出物と考えられる。Agadir 部落付近から西方にかけてほぼ南北に分布するが南部地区では本岩の露出は認められない。

砂質片岩は淡緑色の堅硬な岩石で中粒ないし粗粒の組織を残す緑泥石石英片岩、絹雲母石英片岩などからなる。鏡下では中粒ないし細粒の石英、斜長石粒を主体とし、黒雲母、絹雲母、炭酸塩鉱物及びジルコン等が認められる(資料I-1, 資料I-2; W7, a143)。本岩は数10mから数100mの層厚を示し、石灰岩や泥質片岩などと互層をなすほか、緑色片岩中にも挟有されている。

泥質片岩は黒色ないし黒緑色を示す剥離性に富む岩石で緑泥石絹雲母片岩、黒雲母石英片岩などからなる。本岩は層厚数mないし数10mで石灰岩、砂質片岩、緑色片岩などと互層をなす。

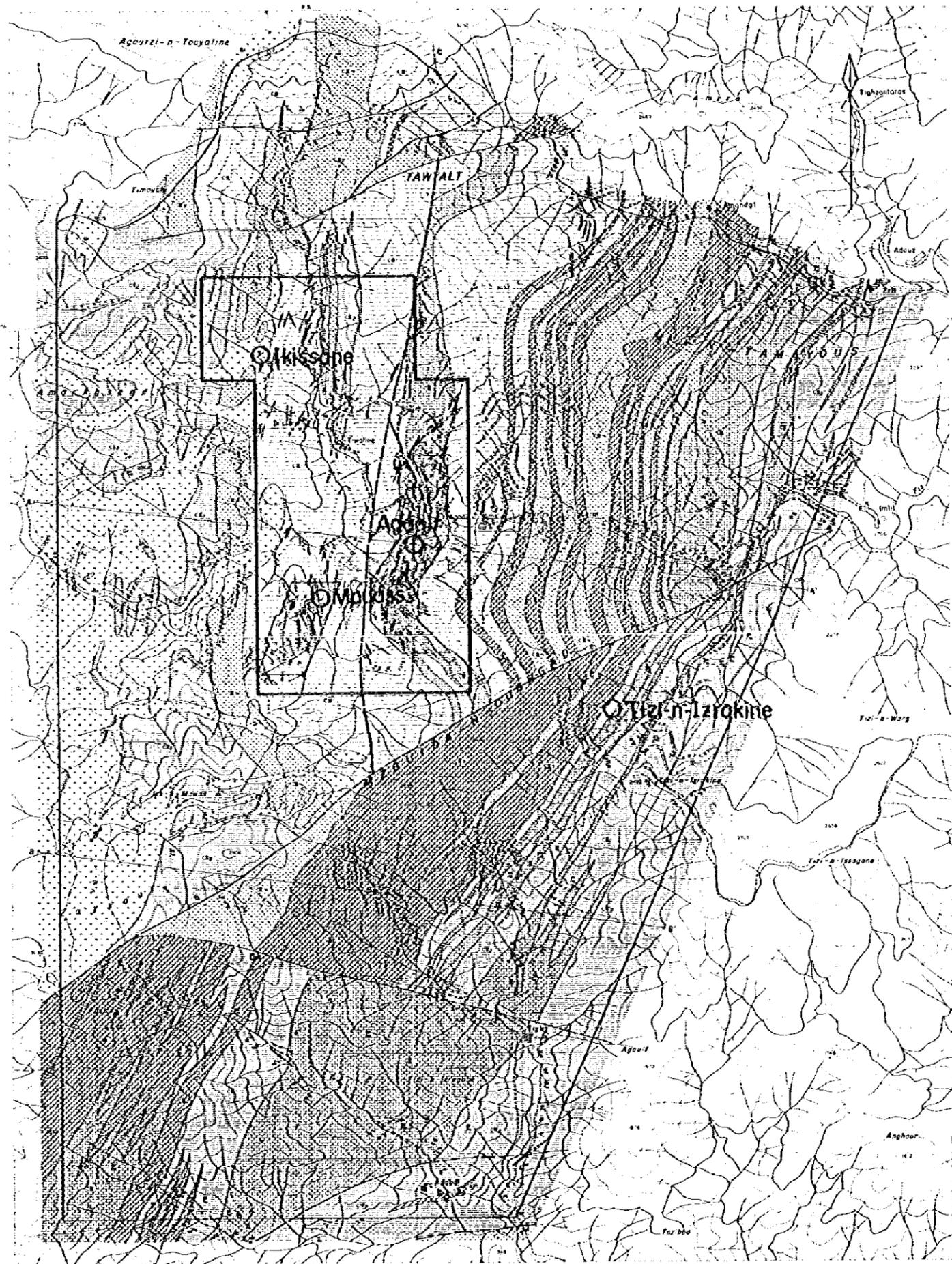
結晶質石灰岩は白色、黒色、黄灰色などの種々の色調を示す塊状の岩石である。その層厚は数mから数100mまで様々であるが、比較的連続性に富み水平方向にかなり追跡できる。しばしば、他の岩石と互層をなすほか石灰質片岩などに移化する。本地区内の比較的厚い石灰岩としては、Agadir 部落付近を通る層厚約400mの南北に連なる石灰岩層と北東部から南西部にかけて連続する厚い石灰岩層がある。

石灰質片岩は砂質片岩または泥質片岩と石灰岩がそれぞれ厚さ数cmで互層をなす岩石である。地表では石灰岩の部分が溶脱して縞状の特徴ある外観を示す。本地区では前記の2石灰岩層の間にあたる東部地区から南部にかけて分布し、しばしば石灰岩層と互層または漸移関係を示す。

本C_{III}層は、北部では下部(西部)から上部(東部)に向って砂質片岩、緑色片岩(礫岩質)と石灰岩、石灰質片岩・砂質片岩互層、石灰岩の順に累重し、全体として約5,000mの層厚をなす。主として南北ないし北東-南西の走向を示すが、一部では、北西-南東に屈曲し、傾斜は東方へ50°~80°を示す。一方、南部では下部の緑色片岩を欠く上位層が広く分布し、石灰岩及び石灰質片岩が厚層をなす。地層の走向は北東-南西、傾斜は50°~70°東を示す。

1-1-3 古生界C_N層

本層は本地区の東縁以東に広く分布する地層である。厚い泥質片岩からなり、C_{III}層の上位に整合関係で接する。この泥質片岩は、黒色、黒緑色または淡緑色を示す千枚岩質の岩石で緑泥



LEGEND

- Triassic
 - Ts sandstone, siltstone
- Cw Formation
 - Cw pelitic schist
- Ordovician-Cambrian
 - Cb limestone
 - Cba calcareous schist
 - Cbp pelitic schist
 - Cem psammite schist
 - Cbt green schist (tuff, tuff breccia)
- Ci Formation
 - Cip pelitic schist
- Intrusive rocks
 - Gr granite
 - Po porphyrite
 - Ap apite
 - skarn
- fault
- bedding plane
- adi
- detailed geological survey sector
- ore deposits mineral showings

第 I - 2 图 Agadir 地区概要图

石絹雲母片岩，黒雲母石英片岩などからなる。地層の走向は北東—南西で東へ $50^{\circ}\sim 70^{\circ}$ の傾斜を示す。

1-1-4 貫入岩類

本地区の貫入岩類としては岩株状及び岩脈状の花崗岩類 (Gr) と岩脈状のアブライト (Ap)，玢岩 (Po) がある。

1) 花崗岩類 (Gr)

本地区の西方 Tichka 山塊には直径 10 数 km に達する巨大な複合花崗岩体があり Tichka 花崗岩体と呼ばれている。本調査地区では Agadir 部落西方にこの Tichka 花崗岩体の東縁にあたる花崗岩類が南北方向に広く分布しているほか，同部落付近にも小規模な岩株状花崗岩類が認められる。また，本地区には岩床状または岩脈状をなす花崗岩類が各所に存在し，とくに岩株状花崗岩類の周辺に多い。一般に，脈幅 10 m 以下で岩床状のものは 10° 前後の緩傾斜を，岩脈状のものは南北系の走向で 70° 以上の急傾斜を示すものが多い。

これらの花崗岩類は石英，カリ長石に富む特徴を有し，桃色を呈する粗粒完晶質の花崗岩，閃緑岩から白色細粒の微花崗岩質のものまで多様な岩相を示す。鏡下では石英，斜長石，カリ長石，黒雲母，角閃石などの主成分鉱物とジルコン，燐灰石などの副成分鉱物が認められる (資料 I-1, 資料 I-2; W1, W2, W21, S63, a58, a136)。

本岩は岩株状岩体の周辺では周囲の岩石に対して珪化や黒雲母化など強い変質作用を与えており，一部では片麻岩様の岩石を形成している。また，Agadir 部落付近では石灰岩を交代してざくろ石，角閃石などのスカルン鉱物を形成している。

2) アブライト岩脈 (Ap)

本岩は幅 10 m 以下の岩脈をなして上記花崗岩類中に存在する。一般に白色細粒の緻密な岩石であるが，ときには長石が斑状に発達するものもある。本岩は上記花崗岩に由来するアブライト脈と考えられる。

鏡下では，石英，カリ長石，斜長石，黒雲母のほか，少量の燐灰石，ジルコンが認められる。珪長質の量は石英=カリ長石>斜長石である。斑状構造をなす場合の斑晶鉱物は自形ないし半自形の斜長石が圧倒的で，まれに石英，カリ長石が認められる。斑状のものを除いた部分は糖晶質の石英，カリ長石が加わることもある (資料 I-1, 資料 I-2; S6, a3, a131)。

3) 玢岩岩脈 (Po)

本岩は幅数 m 以下の岩脈をなして地区内の各所に存在する。肉眼では、暗灰色ないし緑灰色を示す岩石で黒雲母、角閃石などの斑晶が認められる。

鏡下では、斜長石、黒雲母、輝石、角閃石などの斑晶が認められるが、これらの鉱物は全体に変質作用を受け、斜長石は絹雲母に、輝石、角閃石は緑泥石などに変化している(資料 1-1, 資料 1-2 ; W4, S38, a187)。

1-1-5 中生界三疊系

本系は、調査地区の南縁 Adabdi (アダブディ) 部落付近に小規模に分布する。主として赤色の粗粒砂岩からなり、古生界とは東西走向の断層によって境されている。地層の走向は略東西で南へ 50° 前後の傾斜を示す。調査地区では赤色砂岩のみであるが、この南方域では砂岩、頁岩互層や礫岩層から構成されている。本系は第2年次調査の Nfis 川沿いに分布する同系の西南方延長部に当る。

1-2 地質構造

Agadir 地区の地質構造の特徴は、古生界の名層が示す南北ないし北東~南西走向、東傾斜の単斜構造と花崗岩体の進入ならびに各種の方向を示す断層による地塊化で示される。

古生界はオルドビス系~カンブリア系からなると推定されている。本地区の最下位層 C_{II} 層は泥質片岩からなることから海性環境下で形成され、 C_{III} 層は緑色片岩、砂質片岩、泥質片岩、石灰岩等からなることから火山活動を伴った陸性ないし浅海性の環境下で、 C_N 層は厚い泥質片岩からなることから海性環境下で堆積が進行したと考えられる。しかも、各層間はいずれも整合関係にあることから隆起・沈降は比較のおだやかに行われたと推定される。

古生界の堆積後、オートアトラス地域全域には褶曲、断層を伴う広域変成作用をもたらす造構造運動が起り、古生界の地層は片岩相を示す岩石となり、南北ないし北東-南西方向の軸をもつ褶曲構造が発達したと考えられる。本地区の東傾の単斜構造はこれらの褶曲の一部を占めるものである。この造構造運動の時期は古生代末ヘルシニア期と考えられる。

この造構造運動の最末期には、Tichka 花崗岩類で代表されるような深成岩の貫入があり、周辺岩石へ熱変成を与えたと考えられる。本地区では西部で岩株状を示すほか、各所で岩脈をなして古生界中に貫入している。なお、石灰岩の一部にはスカルン鉱物を形成している。

本地区内の中生界は、南端部に赤色砂岩を主とする三疊系が古生界と断層で接している。しかし、第1年次、第2年次の調査では、オートアトラス地域の古生界や深成岩類は中生界の堆積前に準平原化したことが明らかとなっており、第三紀末のアルプス造山期に、断層の形成や

地塊化運動が起ったことが知られている。

本地区内に見られる断層としてはN80°E系, N50°E系, NS系, N80°W系などがある。これらの断層はいずれも地層に大きな転位を与えており, 激しい地塊化運動の起ったことを裏付けている。また, 断層付近では地層の引摺り褶曲が顕著である。

1-3 地化学探査結果

Agadir 地区においては, 区域内の欽化作用の状況とくに未確認のスカルン型欽床の賦存状況を明らかにするため岩石片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。試料採取に当っては, 地質調査によって明らかにされた石灰岩, スカルン及び欽化作用の伸長方向に沿って100m間隔に直交する東西方向の測線を設け, 各測線上で50m毎に試料採取位置を設けた。試料の採取数は304個であり, その採取地点はPL. 1-1-5に, 分析結果(Cu, W, Mo)は資料1-8に示す。

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. 1-1-6に図示した。

1-3-1 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, 正規分布に近い分布を示す分析値の対数値を用いて考察を行った。ただし, Wについては採取個数304個のうち267個が5pp以下を示し, Moについては採取個数304個のうち299個が10pp以下の値を示したので統計処理は実施しなかった。

各成分の統計諸値及び異常値のしきい値は第1-1表に示すとおりである。また, 各成分の対数値によるヒストグラムは第1-3図に, 累積度数分布も第1-3図にそれぞれ示した。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とおりである。

1) Cu : Cu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微帯, 弱異常帯及び強異常帯の次のような3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 $G + 2\sigma > \sim \geq G + \sigma$

示微帯 $G + \sigma > \sim \geq G$

但し, $G = \log^{-1}(Lm)$, $G + \sigma = \log^{-1}(Lm + SD)$,

$G + 2\sigma = \log^{-1}(Lm + 2SD)$

累積度数分布上ではCu 25 ppm付近、250 ppm付近に変曲点がある。この位置は前者はG値に、後者はG + 2σ値の水準にほぼ対応する。とくに、25 ppm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、25 ppm以下はこの地域の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) W : Wの分析値の中には、その検出限界5 ppm以下のものが全体の87.8%を占めており、統計処理の対象とはなり難い。したがって、本成分については100 ppm以上を弱異常値、1000 ppm以上を強異常値として表わした。

3) Mo : Moの分析値の中には、その検出限界10 ppm以下のものが全体の98.3%を占めており、統計処理の対象とはなり難い。したがって、本成分については20 ppm以上を弱異常値(5個)、400 ppm以上を強異常値(1個)として表わした。

4) 各成分間の相互関係 : Cu, W, Moの各成分間の相互関係を検定したところ第1-2表のような結果が得られた。本表によるとCuとWの間に関係があるように見えるがW分析値そのものに問題があり、相関関係ありとすることは困難である。CuとMo, MoとWの間には相関関係は殆んど認められない。

1-3-2 異常値の検討

Agadir地区の鉱床は、Agadir部落付近を通る幅400 mの石灰岩中の数条のスカルン帯に認められるものと、同部落西方Mauass(マウアス)地区の礫岩質の緑色片岩中に認められる脈状のものがある。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鉱化作用との関連について検討した。

1) Cu (PL. 1-1-6)

強異常値は13地点で認められた。このうち、5地点はAgadir石灰岩中のスカルンの存在位置と対応しており、8地点はMauass地区の鉱脈の存在位置とほぼ対応している。いずれも、地表の地質調査によって鉱化作用の認められた地点と略一致し、とくに、後者については鉱脈走向を暗示する方向性を示している。弱異常値は、これらの強異常値の外側、走向延長部に伸長する形で分布するほか、地表では鉱化作用の認められなかったスカルン帯に対応する形で分布し、とくに、スカルン帯の伸びの方向と一致する。

第 I - 1 表 Agadir地区地化学探査統計諸値

Variable \ Element	Cu	Mo	W
Number	304	304	304
Minimum value	5 ppm	10 ppm	5 ppm
Maximum value	4,400 ppm	410 ppm	1,400 ppm
Arithmetic mean	77.9 ppm	11.6 ppm	15.7 ppm
Logarithmic mean (Lm)	1.322	-----	-----
Logarithmic standard deviation(SD)	0.550	-----	-----
$G = \log^{-1}(Lm)$	21.0	-----	-----
$G+\sigma = \log^{-1}(Lm+SD)$	74.5	-----	-----
$G+2\sigma = \log^{-1}(Lm+2SD)$	264.00	-----	-----
Skewness (SK)	1.135	-----	-----
Kurtosis (KU)	1.675	-----	-----
Classification of anomalies	(ppm)	(ppm)	(ppm)
Strong anomaly ($\geq G+2\sigma$)	$Cu \geq 264.0$	$Mo \geq 400$	$W \geq 1,000$
Weak anomaly ($G+2\sigma > \nu > G+\sigma$)	$264.0 > Cu \geq 74.0$	$400 > Mo \geq 20$	$1,000 > W \geq 100$
Indication ($G+\sigma > \nu \geq G$)	$74.0 > Cu \geq 21.0$	-----	-----

第 I - 2 表 Agadir地区地化学探査Cu・Mo・W元素間の相関係数

	Cu	W	Mo	Note
Cu	1.00000 0.0000 304	0.05904 0.3049 304	0.43624 0.0001 304	.....CORRELATION COEFFICIENT.....PROB>IRI UNDER HO:RHO=0.....NUMBER OF OBSERVATION
W	0.05904 0.3049 304	1.00000 0.0000 304	0.00876 0.8791 304	
Mo	0.43624 0.0001 304	0.00876 0.8791 304	1.00000 0.0000 304	

2) W (PL. I-1-6)

強異常値は1地点、弱異常値は4地点で、それぞれ独立した分布を示す。いずれも石灰岩中のスカルン帯と対応している。しかし、全体として検出限界(5ppm)以下のものが多いことからWの鉍化作用とスカルン化作用の関係は明確ではない。

3) Mo (PL. I-1-6)

強異常値は1地点、弱異常値は4地点で認められるのみである。しかも、このうち3地点はMauass地区の鉍脈の存在と対応している。スカルン帯中では弱異常値が認められるのみでスカルン化作用とMoの鉍化作用との関係は明確ではなく、むしろ、西域の花崗岩体に近接する地域に強い傾向を示すものかも知れない。

1-4 鉍化作用

今回の調査によって明らかにされた本地区の鉍床や鉍徴地は4箇所である。これらの所在位置はPL. I-1-7に示した。

鉍化作用のタイプとしてはスカルン鉍床と鉍脈鉍床がある。スカルン鉍床はAgadir部落付近に見られる銅、タングステン、鉄のAgadir鉍床があり、鉍脈鉍床にはAgadir部落西方Mauass地区の銅、鉄鉍床、Ikissane部落付近のモリブデン、銅鉍床及びTizi-n-Izrakine (ティジ・ニ・イズラキン) 付近にある銅、鉛鉍床がある。これらの鉍床の概要は次のとおりである。

1) Agadir 鉍床

Agadir部落付近の地質は古生界C₁層の礫岩質緑色片岩と結晶質石灰岩とからなる。石灰岩は走向南北から北西-南東へ屈曲する幅約100mの地層であり、緑色片岩はこの上下盤に厚層をなすほか、石灰岩中に薄層をなして介在する。地層の傾斜は東側に7°前後の傾斜を示す。また、本地区にはTichka花崗岩体の分枝と考えられる花崗岩類が岩床状、岩脈状をなして侵入している。岩床状花崗岩は石灰岩層の東部にあたる河床にやゝ広い分布を示し、岩脈状花崗岩は走向南北で急傾斜を示すものと各種の走向を示す10°前後の緩傾斜のものがある。

断層としては本地区の西をとるN10°E走向のものと、石灰岩中を斜めに横切るN30°W走向のものもあり、これらの断層による地層の転位や引摺り褶曲が認められる。

石灰岩中にはその走向方向に延びる数層のスカルン帯が認められる。スカルン帯の幅は数mから最大40m、延長は50mから500mと比較的良く連続するが、とくに石灰岩層の上下盤、花崗岩との接触部付近で幅、延長とも優勢となる。これらのスカルン帯は

Agadir 部落を中心として南北約 2,000 m の範囲に及んでおり、スカルン鉱物としてはざくろ石、透輝石、灰鉄輝石、陽起石などからなる。

これらのスカルン帯の一部には黄銅鉱、磁硫鉄鉱を主体とした鉱化作用が認められる。鉱化帯の規模は幅数 m から 20 m、延長は 100 m 前後である。鉱石鉱物としては黄銅鉱、磁硫鉄鉱、黄鉄鉱、褐鉄鉱、輝銅鉱と極く微量の銅藍、輝水鉛鉱、テトラディマイト、自然着鉛が認められる（資料 I-3, 資料 I-4; W10, S33, S46, N15-2）。これらの鉱化作用はスカルン帯の中でもその近傍に急傾斜の花崗岩岩脈の存在する付近に集中する傾向があり、とくに、部落付近の河岸に比較的鉱化作用の集中する地区がある。露頭における試料分析の結果は Cu 0.01% ~ 4.35%, Mo 0.01% ~ 0.03%, W 0.01% ~ 0.23% を示し、比較的鉱化作用のまとまっている河岸露頭（幅約 6 m）でも平均品位は Cu 0.60%, Mo 0.01%, W 0.03% と低品位であった（資料 I-6）。

2) Agadir 西部 (Mauass) 鉱床

本地区は Agadir 部落の西南方約 1,500 m の所にある。地質は主として古生界 C₁ 層の泥質片岩を挟有する礫岩質緑色片岩からなる。地層の走向は北部では南北、南部では北西—南東方向に屈曲し、すべて東傾の単斜構造を示している。また、緩傾斜の花崗岩岩脈が多数進入している。

鉱化作用は本地区の北東部、西縁、南部に認められる。いずれも裂隙を充填した石英脈に伴なわれる黄銅鉱・磁硫鉄鉱脈であるが、一部ではざくろ石、透輝石などのスカルン鉱物を伴っており、裂隙周辺の石灰質岩石を交代したものと考えられる。

北東部、西縁に見られる鉱脈は走向 N30°E、傾斜 80°東を示し、南部に見られる鉱脈は走向 N50°W、傾斜 70°東を示す。いずれも脈幅は 1.0 m 前後で、前者は数 10 m の鉱脈延長、後者は約 20 m の延長を示している。鉱石鉱物としては黄銅鉱、黄鉄鉱、褐鉄鉱、輝銅鉱と極く微量の輝水鉛鉱、銅藍が見られる（資料 I-3; B9-8）。露頭における試料分析結果では Cu 0.04% ~ 1.30%, Mo 0.01% ~ 0.02%, W 0.01% ~ 0.02% を示した（資料 I-6）。

3) Ikissane 鉱床

本鉱床は Ikissane 部落の北方に存在する。古生界 C₁ 層の礫岩質の緑色片岩とこれに接する花崗岩を母岩とするモリブデン、銅の石英脈鉱床である。鉱脈は西北西—東南東の走向を示す 5 条ないし 7 条の平行脈からなり、脈幅 30 cm 前後で数 m から数 100 m 連続する。鉱石鉱物は輝水鉛鉱を主体とし若干の黄銅鉱、黄鉄鉱を伴う。採取試料による品位は、Cu 0.01% ~ 0.07%, Mo 0.03% ~ 0.46% を示した（第 2 年次調査）。このほか、本鉱床

の北方、南方には黄銅鉱を主体とする脈幅30cm、延長10数mの石英脈が存在する。露頭における採取試料の分析結果では、Cu 0.78%、Mo 0.01%、W 0.01%の品位を示す(資料1-6, W6)ものもあるが一般に低品位である。

4) Tizi-n-Izrakine 鉱床

本鉱床は調査地区の東部中央 Tizi-n-Izrakine 付近にある。古生界C_{II}層の結晶質石灰岩を母岩とする銅・鉛の鉱脈鉱床である。鉱脈は北西-南東、北北東-南南西の走向を示す幅5cm~10cm、延長10m~15mの細脈鉱床である。鉱石鉱物は黄銅鉱と少量の四面銅鉱、黄鉄鉱、硫砒鉄鉱などからなる(資料1-3; S65)。本鉱床は往時B.R.P.M.による若干の探鉱が行われたことがある。露頭における採取試料による品位は、Cu 0.06%~0.25%、Pb 0.02%、Zn 0.02%~0.04%であり(第2年次調査)、規模、品位とも稼行の対象とはなり難い。

本地区における鉱化作用はAgadir 部落付近のスカルン鉱床を除いてすべて細脈鉱床であり、今後の探鉱による鉱量の飛躍的増大は期待できない。また、Agadir 鉱床においてもスカルン帯の規模としては幅30m以上、延長200mに及ぶものもあるが、鉱化作用の規模・濃集度においてやや劣っている。

1-5 考 察

本地区は第2年次の調査によって銅、タングステン、鉄のスカルン鉱床やモリブデンの鉱脈鉱床など多鉱種にわたる鉱微地が認められた地区である。しかし、これらの鉱床や鉱微地は周辺の地質構造との関係からその胚胎状況や規模・連続性等を十分検討するに至らなかった。このため、本年次は地質調査準精査と鉱化作用の優勢な地区における岩石による地化学探査を実施し、本地区の地質構造を解明するとともに、鉱化作用と地質構造の関係を明らかにし、今後の探鉱指針を得ることを目的とした。

今回の調査によって明らかになった本地区の地質と地質構造及び鉱化作用をまとめると次のとおりである。

本地区の地質は古生界、中生界及びヘルンニア期の貫入岩体から構成されている。古生界はオールドビス-カンブリア系と考えられている地層であり、調査地区のほぼ全域にわたって広く分布するが北東-南西、東北東-西南西、南北、西北西-東南東などの方向を示す幾つかの断層によって分断されている。本地区の古生界はその構成岩石や変成度及び構造上の相違から分帯した第2年次の地層区分のC_{II}層、C_{III}層、C_{IV}層に対比される。これら各層の構成岩石や地質構造の特徴は次のようにまとめられる。

C_{II}層：本地区の最下部層で主として泥質片岩からなる。花崗岩体の貫入によって片麻岩状

の岩相を示す。上位層とは整合関係で本地区の西部に南北の分布を示す。

C_{II}層：礫岩質緑色片岩、結晶質石灰岩、砂質片岩、泥質片岩、石灰質片岩からなる地層である。下位、上位層とはいずれも整合関係を示し、本地区のほぼ全域を占めて広く分布する。緑色片岩は下部に多く、石灰岩は上部に多い特徴がある。

C_N層：厚い泥質片岩を特徴とする地層で本地区の東縁沿いからその東方域にかけて分布する。

古生界の各層は一般に南北ないし北東-南西走向を示すが、断層付近では北西-南東走向に屈曲する引摺り褶曲が見られる。地層の傾斜は東へ50°ないし70°を示し、全体として単斜構造を示す。

中生界は三疊系の赤色砂岩からなり本地区の南縁部に小規模に分布する。古生界とは東西走向の断層で接する。

ヘルニア期の貫入岩類としては本地区の西縁からその西方にかけて大岩体をなすTic-hka花崗岩体と本地区各所に見られるこの花崗岩体の分枝と考えられる岩脈がある。これらの花崗岩類は周辺の古生層に強い熱変成作用を及ぼしており、花崗岩化作用による片麻岩状岩石や交代作用によるスカルン鉱物を形成している。

本地区の鉱床や鉱徴地としてはAgadir 部落付近の銅、モリブデン、タングステン、鉄のスカルン鉱床、Agadir 部落西方Mauass の銅、鉄の鉱脈鉱床、Ikissane 部落付近のモリブデン、銅の鉱脈鉱床及びTizi-n-Izrakine 付近の銅、鉛の鉱脈鉱床の存在が明らかにされた。いずれの鉱床もその近傍に花崗岩の岩体や岩脈が存在していることから花崗岩貫入に伴う後火成作用による鉱化作用と考えられる。

Agadir 鉱床は幅約400 mの石灰岩中に数層のスカルン帯が形成され、その一部に磁硫鉄鉱、黄銅鉱の鉱化作用が認められる鉱床である。スカルン帯は幅数mから30m、延長数10mから200m近くまでの規模を有し、とくに、石灰岩層の上下盤や花崗岩との接触部で大きくなる傾向がある。スカルン化作用の波及範囲は部落付近を中心として南北に約2,000mに達する。鉱化作用はスカルン帯の一部に幅数m~20数m、延長15m~100mの規模で存在し、とくに急傾斜の花崗岩岩脈に沿って認められる。鉱化作用が強く比較的まとまっている河岸付近での露頭品位は、Cu 0.60%、Mo 0.01%、W 0.03%であった。

その他の鉱床は、いずれも脈幅30cmから1.0m前後の小規模鉱脈で、品位は低い。

Agadir 鉱床、Agadir 西Mauass 鉱床地区で実施した岩石による地化学探査では、銅の異常帯はスカルン帯や鉱化部を反映した分布と走向を示した。しかし、モリブデン、タングステンの異常は検出限界以下のものが多くスカルン帯や鉱化部のすべてと対応する分布は認められなかった。これらの事実は銅による地化学探査は本地区のスカルン帯や鉱化作用を検出するのに有効な方法であることを示している。

以上のように、今回の調査によって本地区の鈳化作用と地質構造の関係が明らかになり、鈳床賦存の可能性の高い地域である Agadir 鈳床の鈳化作用の構造規制要因を解明することができた。したがって、今後はこの地質構造規制から予想される鈳床の連続性、とくに下部連続性の有無によって本鈳床の評価が可能となろう。

第2章 Iguidi 地区

本地区は調査地域の東部 Ijoukak 部落の北東方約5kmの所に位置する。本地区に至るには、Nfis 川沿いの幹線道路にある Rikt (リクト) 部落から馬(約1時間)を利用する。

本地区は第2年次の地質調査と河川堆積物による地化学探査によって、古生界C₁層のドロマイト層中に銅の鉱染鉱床の存在が認められた地区である。本年次の調査はさらにこの鉱床の分布、規模、胚胎状況を明確にするために地質精査・準精査と岩石による地化学探査を実施したものである。

2-1 地質

本地区の地質は、先カンブリア界の安山岩類と古生界C₁層のドロマイト、シルト岩及び粗粒玄武岩岩脈とから構成されている(PL. 1-2-1, 第1-4図)。

先カンブリア界の安山岩類は、安山岩質火山岩溶岩と同質の火山砕屑岩とからなり、調査地域の北西縁沿いに北東-南西方向に分布する。安山岩質火山岩溶岩は暗緑色ないし帯緑赤色を呈する塊状、堅硬な岩石であり長柱の自形斜長石結晶を含む粗面岩質組織を特徴とする。火山砕屑岩は暗緑色から赤紫色までの種々の色調を示す安山岩質の凝灰岩、火山礫凝灰岩、凝灰角礫岩などからなる。古生界C₁層とは不整合に覆われるほか断層によって接する。

古生界C₁層のドロマイトは灰白色ないし暗灰色を示す塊状の岩石である。地層の走向は、N50°E~N70°E、傾斜は北西へ30°~70°を示し、上、中、下の3層がある。上部ドロマイト層は延長約2km、層厚2m~30m、中部ドロマイト層は延長2.4km以上、層厚20m~70mと膨縮を示しながらシルト岩層中に挟み込まれている。最下層は、延長2.4km以上、層厚500m以上の厚い地層で本地区の南東部に広く分布する。シルト岩は淡緑色ないし灰緑色を示す凝灰質の比較的脆弱な岩石で、風化土壌を作り易い。

粗粒玄武岩は本地区の北西部に断層に挟まれた形で露出する。濃緑色の強い熱水変質を受けた岩石で、構成鉱物は輝石、角閃石から変わったと考えられる緑泥石、緑れん石と斜長石からなる。本岩の貫入時期は古生代末と考えられている。

2-2 地質構造

本地区の地質構造は、先カンブリア界と古生界C₁層を境するN50°E系の断層と古生界C₁層の単斜構造ならびにこれらの中に発達するN10°E系の断層の存在で特徴づけられている。

本地区の周辺では基盤岩である先カンブリア界は古生界C₁層によって不整合に覆われることが多く基盤岩深度は比較的浅いと考えられている。しかし、本地区では両者の関係はN50°E

系の断層により境されており、この断層の南東側地塊の落ち込みをもたらしている。本断層は本地域の Nfis 川沿いに走る大きな構造断層である Iguidi 断層の北東延長部に当り、その傾斜は北西側へ急傾斜を示すと考えられる。

この断層の南東側にある古生界 C₁ 層はその走向が北東—南西で、北西へ 30°~70°の傾斜の単斜構造を示している。本層中にはこれらの地層を切る幾つかの N10°E 系の断層が確認された。これらの断層は地層に数 m から数 100 m に達する転位を与えると同時に上記の N50°E 系の断層をも切っている。

また、これらの断層のほかにも本地区ではドロマイト中に多数の裂罅の発達が認められる。裂罅系としては N10°W~N30°W 系、70°~80°東傾斜；N15°E~N35°E 系、80°東傾斜；N70°E 系、60°~70°北傾斜の 3 系統があり、上記の N10°E 系断層形成に伴う二次的な裂罅と考えられる。

2-3 地化学探査結果

Iguidi 地区においては、区域内の鉍化作用の状況、とくにドロマイト中に鉍染している銅鉍化作用の賦存状況を明らかにするため露岩の岩石片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。試料採取に当っては、地質調査によって明らかにされた鉍化ドロマイト層（上、中層）の走向方向に沿ってはば 50 m 毎に基点を設け、この基点を通る直交線上のドロマイト層を 3 等分する位置を試料採取位置とした。試料の採取個数は 227 個であり、その採取地点は PL. I-2-2 に、分析結果（Cu, Ag）は資料 I-9 に示す。

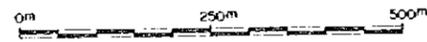
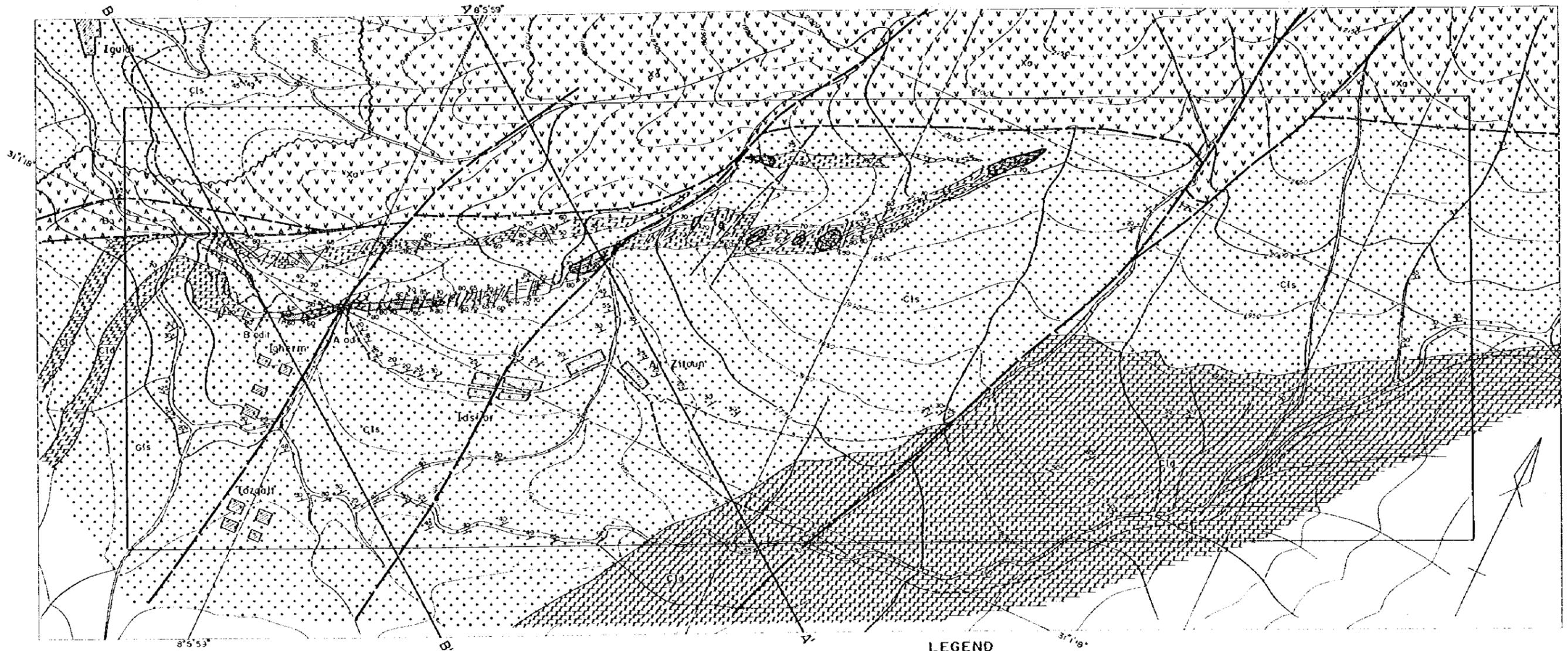
分析値については統計処理によって各成分毎の母集団の性格、異常値ならびに各成分間の相関関係について検討を行った。検出された異常値については PL. I-2-3 に図示した。

2-3-1 統計処理

統計処理に当っては、両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、正規分布に近い分布を示す分析値の対数値を用いて考察を行った。ただし、Ag については採取個数 227 個のうち 171 個が 0.4 ppm 以下の値を示したので統計処理は実施しなかった。

両成分の統計諸値及び異常値のしきい値は第 I-3 表に示すとおりである。また、両成分の対数値によるヒストグラムは第 I-5 図に、累積度数分布も第 I-5 図にそれぞれ示した。

両成分の母集団の性格と異常値の関係及び成分間の相関性は次のとおりである。



LEGEND

Ordovician ~ Cambrian		C1s	sandstone siltstone		fault
Pre - Cambrian		Xa	andsite, tuff, tuffbreccia		unconformity
Intrusive rock		Ba	basalt		stratigraphic boundary
			bedding plane		adit
			fissure		mineralized zone (Cu ≥ 2877 ppm)

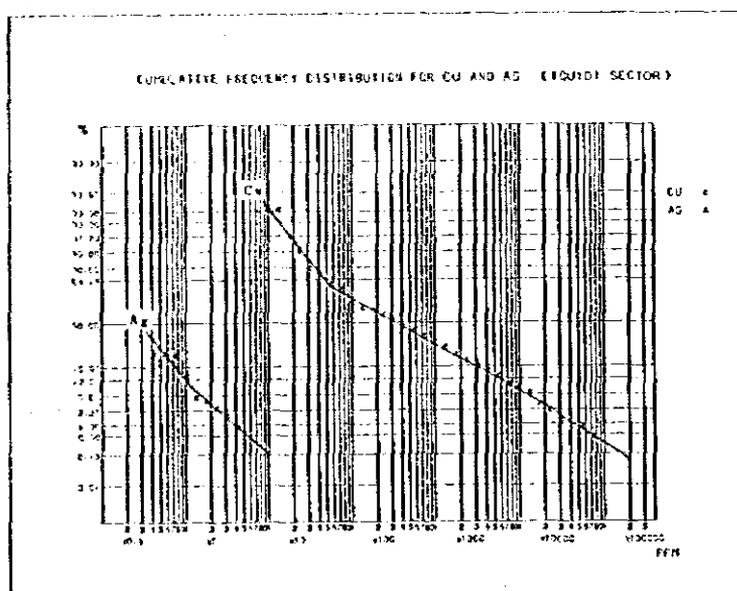
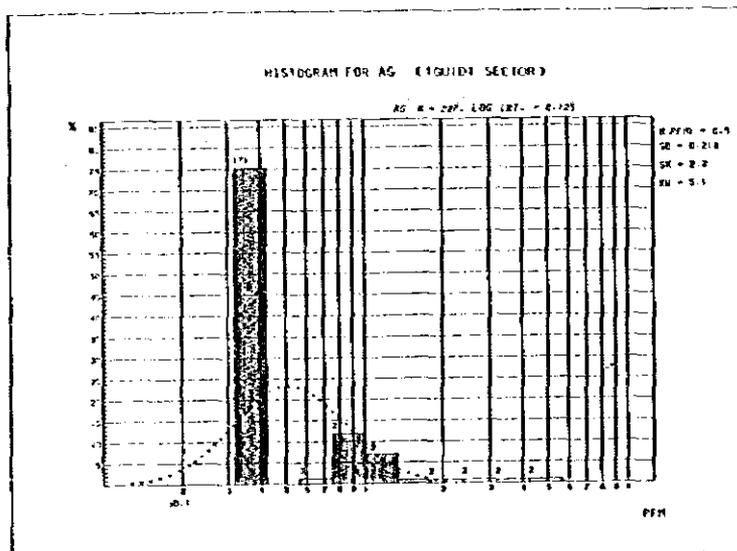
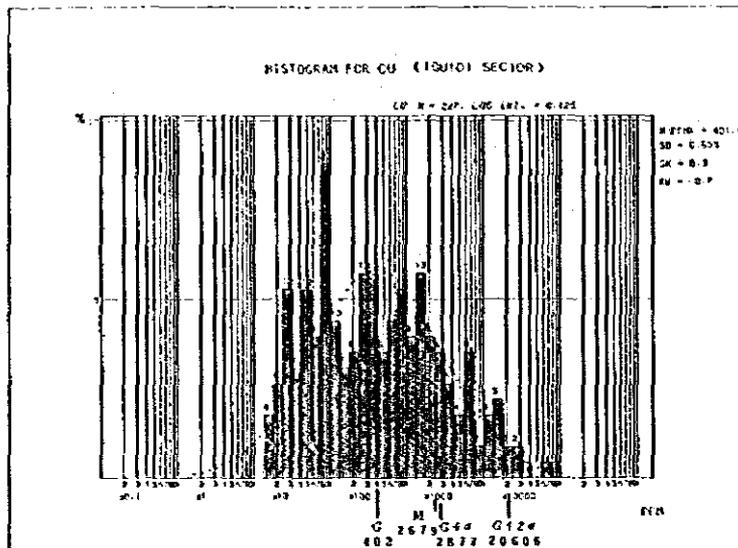
第 1—4 图 Igudi 地区概要图

第 I - 3 表 Iguidi 地区地化学探査統計諸値

Variable \ Element	Cu	Ag
Number	227	227
Minimum value	10 ppm	0.4 ppm
Maximum value	82,000 ppm	4.8 ppm
Arithmetic mean	2,679 ppm	2.6 ppm
Logarithmic mean (Lm)	2.604	-----
Logarithmic standard deviation (SD)	0.855	-----
$G = \log^{-1}(Lm)$	402	-----
$G + \sigma = \log^{-1}(Lm + SD)$	2,877	-----
$G + 2\sigma = \log^{-1}(Lm + 2SD)$	20,606	-----
Skewness (SK)	0.336	-----
Kurtosis (KU)	0.655	-----
Classification of anomalies	(ppm)	(ppm)
Strong anomaly ($\geq G + 2\sigma$)	$Cu \geq 20,606$	$Ag \geq 20$
Weak anomaly ($G + 2\sigma > \sqrt{2} > G + \sigma$)	$20,606 > Cu \geq 2,877$	$2.0 > Ag \geq 1.0$
Indication	$2,877 > Cu \geq 402$	-----

第 I - 4 表 Iguidi 地区地化学探査 Cu · Ag 元素間の相関係数

	Cu	Ag	Note
Cu	1.00000 0.0000 227	-0.15060 0.0232 227	.....CORRELATION COEFFICIENT.....PROB>IRI UNDER HO:RHO=0.....NUMBER OF OBSERVATION
Ag	-0.15060 0.0232 227	1.00000 0.0000 227	



第 1—5 図 Iguidi 地区地化学探査 Cu・Ag ヒストグラム、累積度数分布図

- 1) Cu: Cu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3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 $G + \sigma > \sim \geq G$

但し $G = \log^{-1}(Lm)$, $G + \sigma = \log^{-1}(Lm + SD)$

$G + 2\sigma = \log^{-1}(Lm + 2SD)$

累積度数分布上ではCu 20,000ppm付近, 400ppm付近及び100ppm付近に変曲点があり, 前二者はそれぞれ $G + 2\sigma$ 値, G 値の水準にほぼ対応する。また, 100ppm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, 100ppm以下はこの地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。

- 2) Ag: Agの分析値の中には, その検出限界0.4ppm以下のものが全体の75.3%を占めており, 統計処理の対象とはなり難い。したがって, 本成分については, 2.0ppm以上を強異常値(6個), 1.0ppm以上を弱異常値(20個)として表わした。

- 3) 各成分間の相互関係: Cu, Ag両成分間の相互関係を検定したところ第1-4表のような結果が得られた。本表によるとCuとAgの間には相関関係は殆んど認められない。

2-3-2 異常値の検討

Iguidi地区の鉱床は古生界 C_1 層のドロマイト中に存在する銅の網状鉄染鉱床であり, とくに鉄化の認められる中部ドロマイト層中には多数の裂隙が発達し, 石英細脈を伴っている。したがって, 本地化学探査におけるCu, Ag両成分の異常値については, これらの鉄化作用との関連について検討した。

1) Cu (PL, I-2-3)

強異常値は6地点で認められた。このうち, 3地点は下部旧坑付近にあり, また2地点は東部(K10地点)に, 他の1地点は上部ドロマイト層のH11地点に認められた。弱異常帯はこれら強異常値の周辺に分布するほか, 上部旧坑東方150m付近, K24地点付近及び東端付近に比較的集中した形で分布する。これら異常帯の分布はいずれも南北系の断層・裂隙あるいは北東-南西系の裂隙の存在する個所に対応している。また, 示

微帯を含めて概観すると上部ドロマイト層の東部と中部ドロマイト層のほぼ全長に及ぶ
鉍化帯が考えられる。とくに、東部ではその範囲が上部・中部の両ドロマイトに及んで
いることからこの地域における下部に優勢な鉍化作用が期待される。

2) Ag (PL. I-2-3)

強異常値は7地点で認められた。このうち3地点は上部ドロマイト層の西端に、2地
点は中部ドロマイト層の東端に集中している。その他の強異常値や弱異常値は各所に分
散しており、全体として地質構造との関連は認められない。また、Cuの異常帯と一致
しているのは中部ドロマイト層の東端部のみであり、むしろCu鉍化作用の外側に存在
する傾向が考えられる。

2-4 鉍化作用

本地区のドロマイト層、とくに中部ドロマイト層中には石英細脈に伴われる銅の網状鉍染鉍床
が認められ、その一部では小規模なトレンチや坑道による採鉍が行なわれている。

鉍化作用の比較的顕著な所はドロマイト層を切る南北ないし北東-南西系の断層や裂隙沿い
付近に認められ、鉍化作用がこれらの裂隙に規制されていることを示している。

本地区の西部、標高1,600m付近にある旧坑(A坑、B坑)周辺の調査結果(PL. I-2-4)
では、幅約25mのドロマイト層中にその走向方向に沿った銅の鉍化作用が認められた。鉍化
帯の規模は幅1.0m~15m、延長約250mである。この鉍化帯中には幅数mmから30cm前後
までの多数の石英脈が網状に発達し、周辺のドロマイトに強い珪化作用を与えている。石英細
脈の方向は南北系、東北東-西南西系が多く、この石英細脈や珪化岩中に銅鉍石が鉍染状に存
在している。鉍石鉍物は主として黄銅鉍、輝銅鉍、藍銅鉍、孔雀石などからなり、地表付近で
は酸化が激しく緑色を呈する。鏡下では、このほか銅藍、珪孔雀石、磁鉄鉍、赤鉄鉍なども認
められる(資料I-3, 資料I-4; a162, a190, S81, S82, S83)。

本鉍化帯の鉍石部の採取試料による分析結果ではCu品位0.04%~4.18%、Ag品位<0.3
~5.2g/lを示した。この結果による旧坑レベル以上(平均高差約25m)におけるCu 0.5
%以上の鉍床部の概算鉍量は約60,000トン、Cu品位1.30%前後と考えられる(資料I-7)。

このほか、本地区のドロマイト層中には、低品位ながら銅の鉍化作用が点々として認められ、
その鉍化範囲は走向方向に約2kmに亘っている。一般に鉍化作用は西部では中部ドロマイト層
に限られるが東部では北側にある上部ドロマイト層にも認められ、東部では鉍化作用が南北に
拡がっていることを示している。なお、東部地区の岩石による地化学探査試料中にはCu品位
8.2%を示すものも検出されている。とくに東部地区の標高は西部地区に比較して200mから
300m高い所にあることから、この下部における鉍化作用の状況の確認は今後の問題として

残されている。

本地区の西部には先カンブリア界と古生界を境するN50°E系の断層沿いに粗粒玄武岩が存在する。この火成岩と鉍化作用の関係は明らかではないが、他の火成岩が認められないことから鉍化をもたらした火成岩である可能性が高い。すなわち、この粗粒玄武岩の後火成作用として石英に伴った銅の鉍液が南北系の断層に沿って上昇し、ドロマイト中の発達した割目に充填したと考えられる。

2-5 考 察

本地区は第2年次の調査によって銅の鉍染鉍床の存在が明らかにされ、その周辺に鉍石の転石が約2kmに亘って認められたことから本年次はさらに詳細に鉍床賦存状況を調査することにし、周辺の地質構造と鉍化作用を明らかにすることに努めた。

その結果、本地区の地質は調査地区の北西縁に沿ったN50°E系の断層を境にする先カンブリア界の安山岩類と古生界C₁層のドロマイト層、シルト岩及び断層沿いの粗粒玄武岩とからなることが明らかとなった。また、古生界C₁層のドロマイト層はシルト岩に挟まれて3層あり、いずれも走向N50°E~N70°E、傾斜は北西へ30°~70°を示しており、上部ドロマイト層は2m~30m、中部ドロマイト層は20m~70m、下部ドロマイト層は500m以上の層厚をもって走向方向に2km以上に亘って連続していることが明らかになった。

本地区の地質構造の特徴は上記の断層による南東側地塊の沈降と古生界の地層の北西傾斜の単斜構造、古生界中の南北系断層の存在ならびにドロマイト層中に認められ南北系、北東-南西系の裂隙の発達で示される。

鉍化作用は、上部ドロマイト層の東半部約500mと中部ドロマイト層の約2,000mの範囲にわたって認められ、とくに南北系断層や裂隙の近傍で濃集する傾向が認められた。鉍床はドロマイト層中の南北系及び北東-南西系の割目を充填して石英脈に伴われる銅の単味鉍床で全体として網状鉍体を作る。田坑口付近の富鉍部の規模は幅1.0m~15m、延長約250mであり、坑道レベル以上、平均高差約25m間の鉍量は概算で約60,000トン、品位はCu 1.3%前後である。

今回の地化学探査の結果では、Cu異常値は鉍微地とほぼ対応した分布を示し、とくに南北系裂隙付近に集中する傾向を示している。しかし、Ag異常値はむしろこれら鉍微地の外側に存在し、Cuの異常値と全く異なった分布を示すものが多かった。

以上の事実から、本地区の鉍化作用は次のような地質構造により規制されていると考えられる。

本地区の地質は断層形成に伴う地塊化運動によって南東側の古生界が相対的に沈下し、先カンブリア界と断層をもって接することになった。この際、古生界は北西傾斜の単斜構造を示す

ような傾動を行い、同時に、小規模な転位を示す南北系断層が形成され、ドロマイト層中には、南北系及び北東-南西系の割目が多数生じた。断層形成後には粗粒玄武岩が断層沿いに侵入し、その後火成作用として石英脈に伴なわれる銅の鉱化が進行したと考察される。とくに鉱化作用は南北系裂罅を通路として行われた可能性が強い。

現在認められる鉱化作用は、南北系裂罅の存在する旧坑口付近250 m間が最も優勢であり、鉱量的にはかなりのものが期待されるが、酸化鉄が多く、しかも品位的にはやや低い。したがって、今後この下部において品位の上昇が認められない限り稼行の対象としてはかなり難しい。また一方、東部地区は鉱化は弱い、かなりの範囲に鉱化作用が及んでいる。この地区は標高では旧坑付近に較べて200 m前後高くなっており、下部において富鉄化する期待がない訳ではない。したがって、今後、これらの下部の鉱化作用の状況を確認する必要がある。

第3章 Taddart 地区

本地区は調査地区の西部中央 Taddart 部落付近に位置する。Iioukak から本地区に至るには、Tawrirt (タウリルト) 部落まで四輪駆動車 (約2時間) の後、馬 (約4時間) による峠越えを利用するほか方法がない。

本地区は第2年次の調査によって古生界 C_{III} 層礫岩質緑色片岩中に銅の鉱脈鉱床が存在することが認められた地区である。本年次の調査は、この鉱床の分布・胚胎状況をさらに詳細に明らかにするため、地質調査準精査と岩石による地化学探査を実施したものである。

3-1 地質

本地区の地質は、古生界の C_{III} 層と C_{II} 層とから構成されている。古生界 C_{III} 層は本地区の東部を占めて広く分布し、緑色片岩、泥質片岩、砂質片岩および石灰岩からなる。また、C_{II} 層は本地区の西部を占めて分布し、厚い泥質片岩と砂質片岩とからなる (PL. I-3-1, 第 I-6 図)。

緑色片岩は淡緑色ないし濃緑色を示す岩石で堅硬、ち密質のものから礫岩質のものまであり、全般に径 1 cm ~ 20 cm の円礫を含む礫岩状のものが多い。泥質片岩は黒色ないし黒緑色を示す剥離性に富む岩石で一般に厚い地層をなす。砂質片岩は淡緑色の堅硬な岩石で中粒ないし粗粒の粒状組織を残している。C_{III} 層中では石灰岩や泥質片岩と互層をなすが、C_{II} 層中では厚層を作る。石灰岩はいずれも結晶質石灰岩で灰白色、淡緑色、淡紅色など種々の色調を示す。東部で 200 m 以上の厚層をなすほか、緑色片岩、泥質片岩などと互層をなす。

C_{III} 層と C_{II} 層の間は整合的關係にあり、地層の一般走向は南北ないし N30°E でいずれも東方へ 30°ないし 70°の傾斜を示す。

また、本地区内における貫入岩類としては、僅かに 1ヶ所に岩脈状の閃緑岩岩脈が認められるのみである。本岩は鏡下では石英、斜長石の斑晶が認められる岩石で、一般に斜長石は絹雲母に変わっている (資料 I-1, 資料 I-2; W34)。

3-2 地質構造

本地区の地質構造は古生界の地層の単斜構造とこれらを分断する断層で特徴づけられている。

本地区の地層は断層の近傍で引摺り褶曲を受けて走向傾斜が急激に変化する小規模な褶曲構造が認められる。しかし、全体としては南北に近い走向、東方傾斜の単斜構造を示している。

主要な断層としては EW 走向、NE-SW 走向、NW-SE 走向及び NS 走向の断層がある。いずれも地層に大きな転位を与えており、一般に断層を境として両側の岩相は著るしく変化している。また、本地区の西部ではこれらの断層に囲まれた地塊内に比較的多数の裂隙が集中して発達しており、石英に伴う銅の鉱化作用が認められる。

本地区周辺では西方約2 kmの所に直径約1 kmの閃緑岩岩体が認められるが、地区内ではわずかに1ヶ所で幅約10 mの閃緑岩岩脈が認められるのみで、本地区での貫入岩の活動は顕著ではない。

以上の事実から本地区では古生代末の広域変成作用と褶曲（単斜）構造形成及び深成岩の貫入があり、その後地塊運動を起すような断層が形成されたと考えられる。

3-3 地化学探査結果

Taddart地区においては、区域内の鉍化作用の状況とくに西部に密集する石英脈に伴う銅鉍化作用の賦存状況を明らかにするため石英露頭の岩石片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。試料採取に当っては、地質調査によって明らかにされた西部の鉍脈密集地区400 m×400 mの範囲について南北間隔25 mの東西測線を設け、各測線上の石英脈を試料採取地点とした。また、この範囲外の調査ルート上の主要な石英脈についても試料採取を行った。試料の採取個数は148個であり、その採取地点はPL. I-3-2、分析結果（Cu, Ag）は資料I-10に示す。

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. I-3-3及びPL. I-3-4に図示した。

3-3-1 統計処理

統計処理に当っては、銅、銀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、正規分布に近い分布を示す分析値の対数値を用いて考察を行った。

両成分の統計諸値及び異常値のしきい値は第I-5表に示すとおりである。また、両成分の対数値によるヒストグラムは第I-7図に、累積度数分布も第I-7図にそれぞれ示した。

両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3つに分帯し、その結果を図示した。

$$\text{強異常帯} \quad \geq G + 2\sigma$$

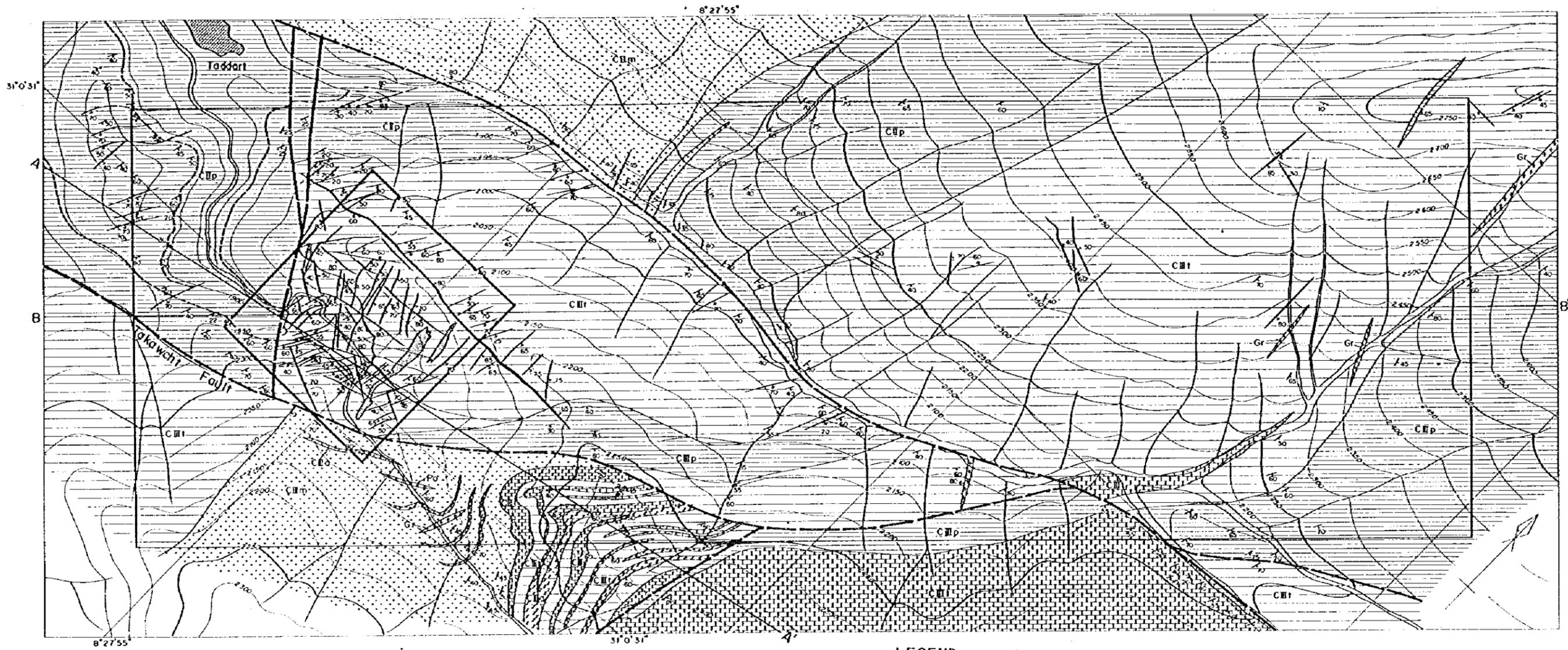
$$\text{弱異常帯} \quad G + 2\sigma > \sim \geq G + \sigma$$

$$\text{示徴帯} \quad G + \sigma > \sim \geq G$$

$$\text{但し, } G = \log^{-1}(Lm), \quad G + \sigma = \log^{-1}(Lm + SD)$$

$$G + 2\sigma = \log^{-1}(Lm + 2SD)$$

両成分の母集団の性格と異常値の関係及び両成分間の相関性は次のとおりである。



LEGEND

- | | | | |
|--|---------------------------------------|--|-----------------------------------|
| | CIIp pelitic schist | | Gr granite |
| | CIIa psammite schist | | Po porphyrite |
| | CIII green schist (tuff, tuffbreccia) | | silicified zone |
| | CIII limestone | | bedding plane |
| | CIIIa calcareous schist | | quartz vein |
| | CIIp pelitic schist | | fault |
| | CIIb psammite schist | | stratigraphic boundary |
| | | | detailed geological survey sector |

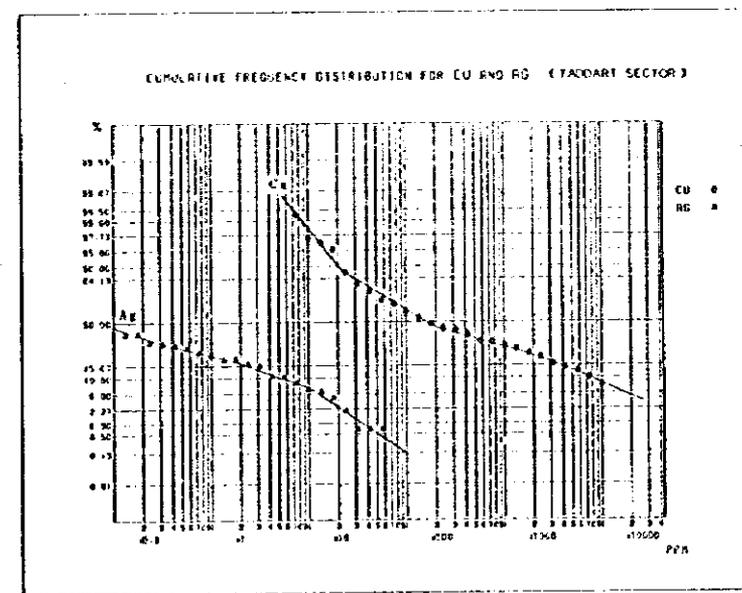
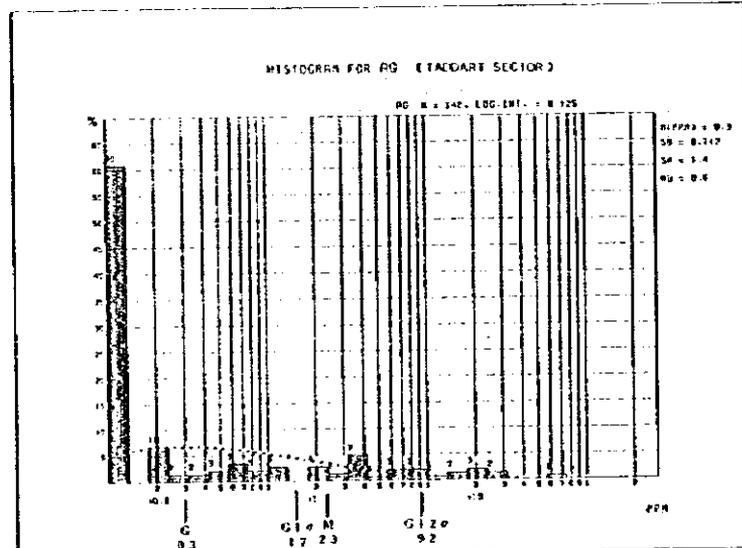
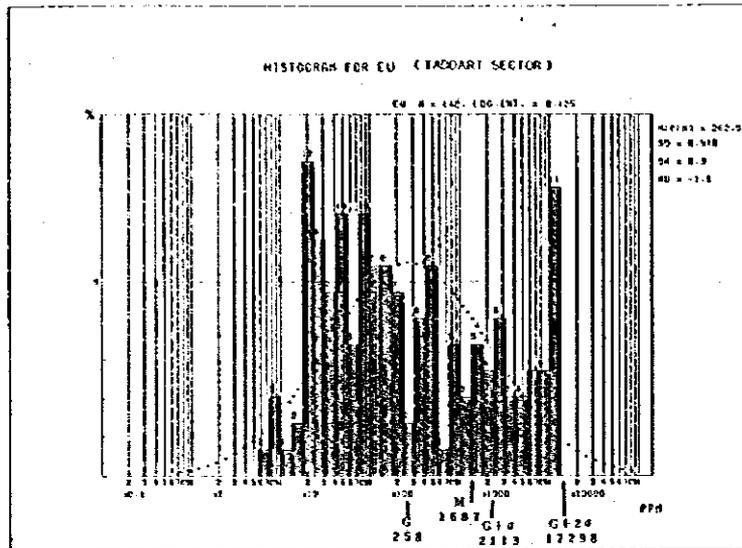
第1-6图 Taddart地区概要图

第I—5表 Taddart地区地化学探査統計諸値

Variable \ Element	Cu	Ag
Number	148	148
Minimum value	7.00 ppm	0.1 ppm
Maximum value	10,000> ppm	62.0 ppm
Arithmetic mean	1,687.8ppm	2.3 ppm
Logarithmic mean (Lm)	2.412	-0.519
Logarithmic standard deviation(SD)	0.913	0.742
$G = \log^{-1}(Lm)$	258 ppm	0.30 ppm
$G+\sigma = \log^{-1}(Lm+SD)$	2,113 ppm	1.67 ppm
$G+2\sigma = \log^{-1}(Lm+2SD)$	17,298 ppm	9.23 ppm
Skewness (SK)	0.361	1.377
Kurtosis (KU)	-1.096	0.631
Classification of anomalies	(ppm)	(ppm)
Strong anomaly ($\geq G+2\sigma$)	Cu>10,000	Ag>9.2
Weak anomaly ($G+2\sigma > \underline{\underline{G}} + \sigma$)	10,000>Cu>2,133	9.2>Ag>1.7
Indication ($G+\sigma > \underline{\underline{G}}$)	2,133>Cu>258.2	1.7>Ag>0.3

第I—6表 Taddart地区地化学探査Cu・Ag元素間の相関係数

	Cu	Ag	Note
Cu	1.00000 0.0000 148	0.57855 0.0001 148	.....CORRELATION COEFFICIENT.....PROB>IRI UNDER HO:RHO=0.....NUMBER OF OBSERVATION
Ag	0.57855 0.0001 1148	1.00000 0.0000 148	



第1-7図 Taddart地区地化学探査Cu・Agヒストグラム、累積度数分布図

1) Cu: 累積度数分布上ではCu 250ppm付近, 2,100ppm付近に変曲点がある。この位置は前者はG値に, 後者はG+2σ値の水準にはほぼ対応する。とくに258ppm以下とそれ以上のグループは異なった集団に属しており258ppm以下は本地区の銅脈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。ただし, 10,000ppm以上の高品位試料はすべて10,000ppmとして表示したので強異常値については, 10,000ppm以上とした。

2) Ag: 累積度数分布上ではAg 1.7ppm付近及び10ppm付近に変曲点がある。この位置は前者はG+σ値に, 後者は, G+2σ値にはほぼ対応している。とくに1.7ppm以下とそれ以上は異なった母集団に属していると考えられ1.7ppm以下は本地区の銅脈のバックグラウンド値を示している可能性が強い。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) 両成分間の相関性: Cu, Ag二成分間の相関関係を検定したところ第1-6表のよ
うな結果が得られた。本表によると二成分間にはやや相関が認められる。このことは銅と銀の銅化作用がほぼ同時期に行われたことを暗示している。

3-3-2 異常値の検討

Taddart地区の銅床は古生界C₁層の礫質緑色片岩中に存在する石英脈に伴う銅の銅脈型銅床であり, とくに本地区西部において比較的銅脈が密集している。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銅化作用との関連について検討した。

1) Cu (PL. 1-3-3)

強異常値は11地点で認められた。主として銅脈密集地帯の南部に集中するほか, 北西方にも分布する。弱異常帯及び示徴帯はほとんどこの強異常帯の外側を取り巻くように分布しており, 数地点で孤立した分布を示している。これら異常帯の分布の傾向は北東-南西方向, 西北西-東南東方向及び北北西-南南東方向の3方向に伸長する形で, 銅脈密集地帯の西縁及び南縁に沿っている。

2) Ag (PL. 1-3-4)

強異常値は10地点で認められた。このうち8地点はCuの強異常値と一致しており, 銅銅化作用と密接な関係があることを示している。弱異常帯及び示徴帯は強異常値の外側を取り巻くように分布し, 分布の傾向は銅異常帯の分布とはほぼ一致する。

本地区における岩石による地化学探査の結果では、Cu、Agのいずれもその相関係数でも示されるように非常に一致した異常帯の分布を示し、鉍化作用の認められる鉍脈を反映した異常帯分布を示している。すなわち、本地区の鉍脈密集地区の南西部を中心とし北西方向、南東方向などの伸長性が認められる。これらの事実は本地区の鉍化作用が鉍脈密集地区の南東部を中心として行われた事を示すものと考えられる。

3-4 鉍化作用

本地区の古生界C_{III}層の礫岩質緑色片岩とC_{II}層の泥質片岩中には多数の石英脈が存在し、その一部には銅の鉍化作用が認められる。とくに、本地区の西部には400m×400mの範囲に石英細脈の密集する地域があり、この付近では肉眼でも孔雀石、黄銅鉍などが認められる。

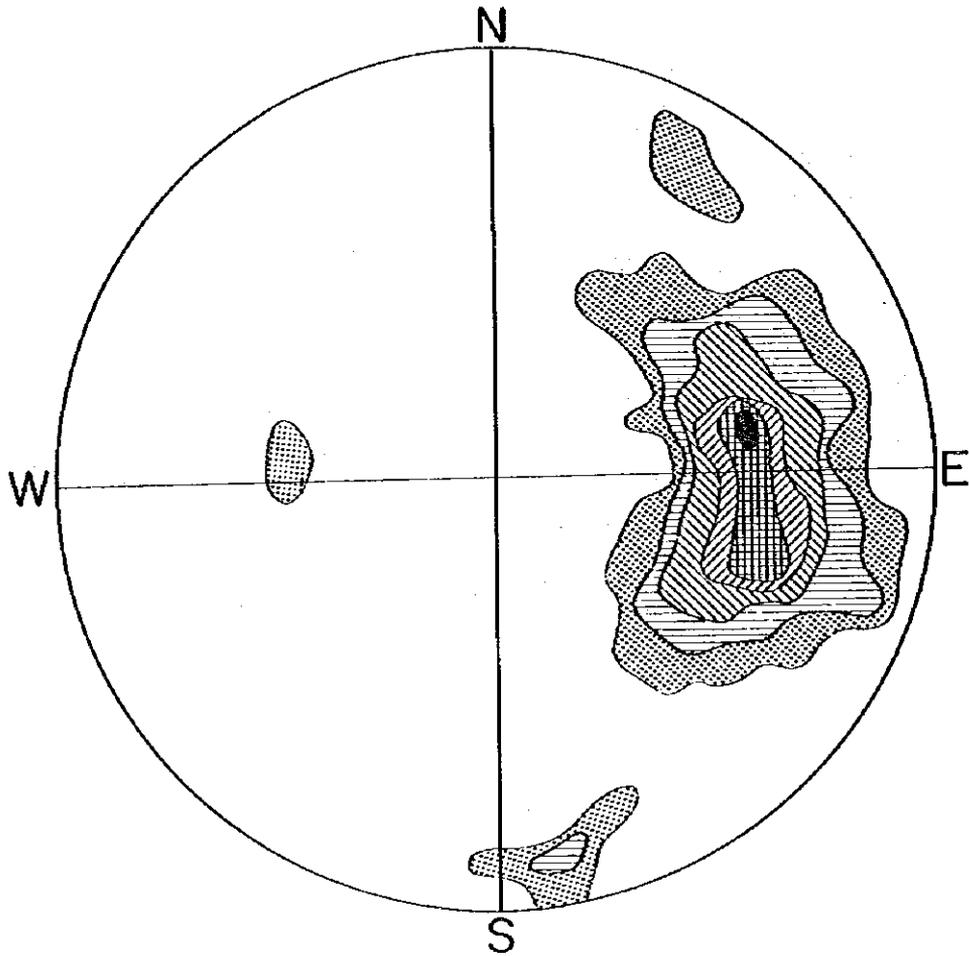
鉍脈の規模は幅数cmから数m、延長数10mないし数100mを示す。鉍脈の走向としては、東西系、南北系、北東-南西系、北西-南東系があり、それぞれ次のような特徴がある。

- 1) 東西系：脈幅は1.0m~2.0m、延長数100mに達するものがある。傾斜は70°以上の南傾斜を示す。上下盤に石英を伴う菱鉄鉍、重晶石脈で、銅品位は0.1%以下と比較的銅鉍化は弱い。
- 2) 南北系：脈幅は10cm~50cm、延長30m~100mで、40°前後で東傾斜を示す。一部で3~4%を示すものがあるが全般に低品位である。
- 3) 北東-南西系：脈幅は20cm~200m、延長50m~100mで、東南側に40°前後の傾斜を示す。黄銅鉍、孔雀石などの鉍石鉍物を伴う石英脈からなる。鉍化作用は比較的優勢で銅品位2%以上を示すものが認められる。
- 4) 北西-南東系：脈幅は20cm~100m、延長数10cmで北東側に40°前後の傾斜を示す。石英脈からなり、一部に破碎帯を伴う。部分的に高品位(Cu 4.81%)を示すが全般的に鉍化作用は弱い。

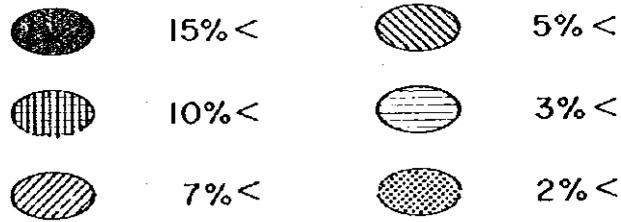
これらの鉍脈の走向、傾斜の密度分布図を第1-8図に示す。

鉍石鉍物は黄銅鉍、孔雀石を主体とする。鏡下では斑状、鉍染状の黄銅鉍、黄鉄鉍が見られるほか、割目に沿って孔雀石、珪孔雀石、褐鉄鉍、銅藍が認められる。

鉍脈の最高品位としては、脈幅40cmでCu品位8.20%、Ag 114g/tを示す。しかし、一般に鉍化の認められる鉍脈部の品位はCu 0.5%~4%程度のもが多く、全体の平均品位としてはCu 2.5%、Ag 20g/t程度と考えられる。これらの鉍脈のは



LEGEND



第 I—8 图 Taddart 地区铀脉密度分布图

か、本地区には無鉱化及び低品位石英脈も多数存在しており、全部の脈が稼行の対象とはなり得ない。

3-5 考 察

本地区の鉱床は極めて交通不便な所にある関係から従来全く調査されていなかった。しかし第2年次の調査によって本地区に石英脈に伴う銅鉱化作用が認められたことから本年次は詳細な鉱床の賦存状況を調査することにし、周辺の地質構造と鉱化作用の関係を究明することに努めた。

その結果、本地区の地質は古生界C_{II}層及びC_{III}層の礫岩質緑色片岩、泥質片岩、砂質片岩、石灰岩等から構成されており、これらの互層からなる地層が走向ほぼ南北、東へ50°前後の単斜構造を示し、さらに、東西系、北東-南西系、北西-南東系及び南北系の断層による地塊化を受けている構造が明らかになった。

本地区ではほぼ全域に亘って石英脈が存在するが、その西部の断層で囲まれた礫岩質緑色片岩中の400m×400mの範囲には珪化帯を伴った多数の石英脈の密集する地域がある。これらの石英脈は一般に幅20cmから200cmまで変化する。その走向は東西系、北東-南西系、北西-南東系、南北系の4系統に分類され、断層形成時の二次剪断面として形成されたと考えられる。

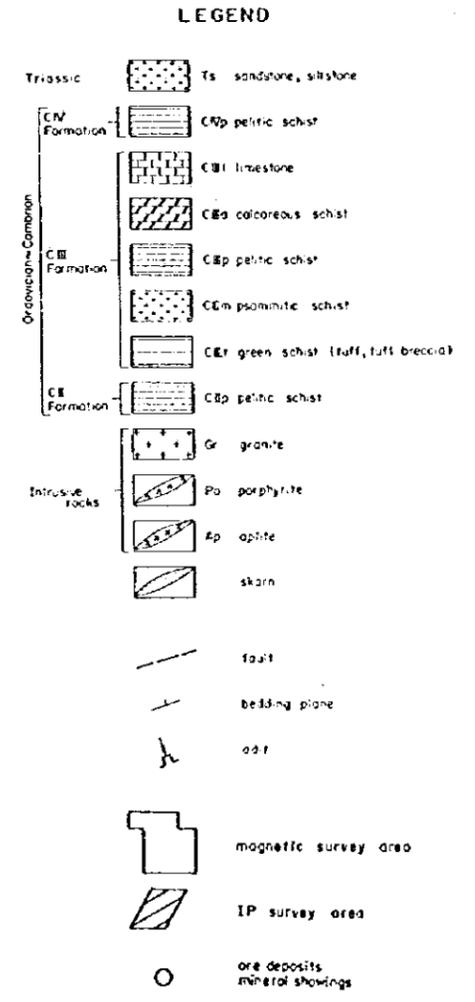
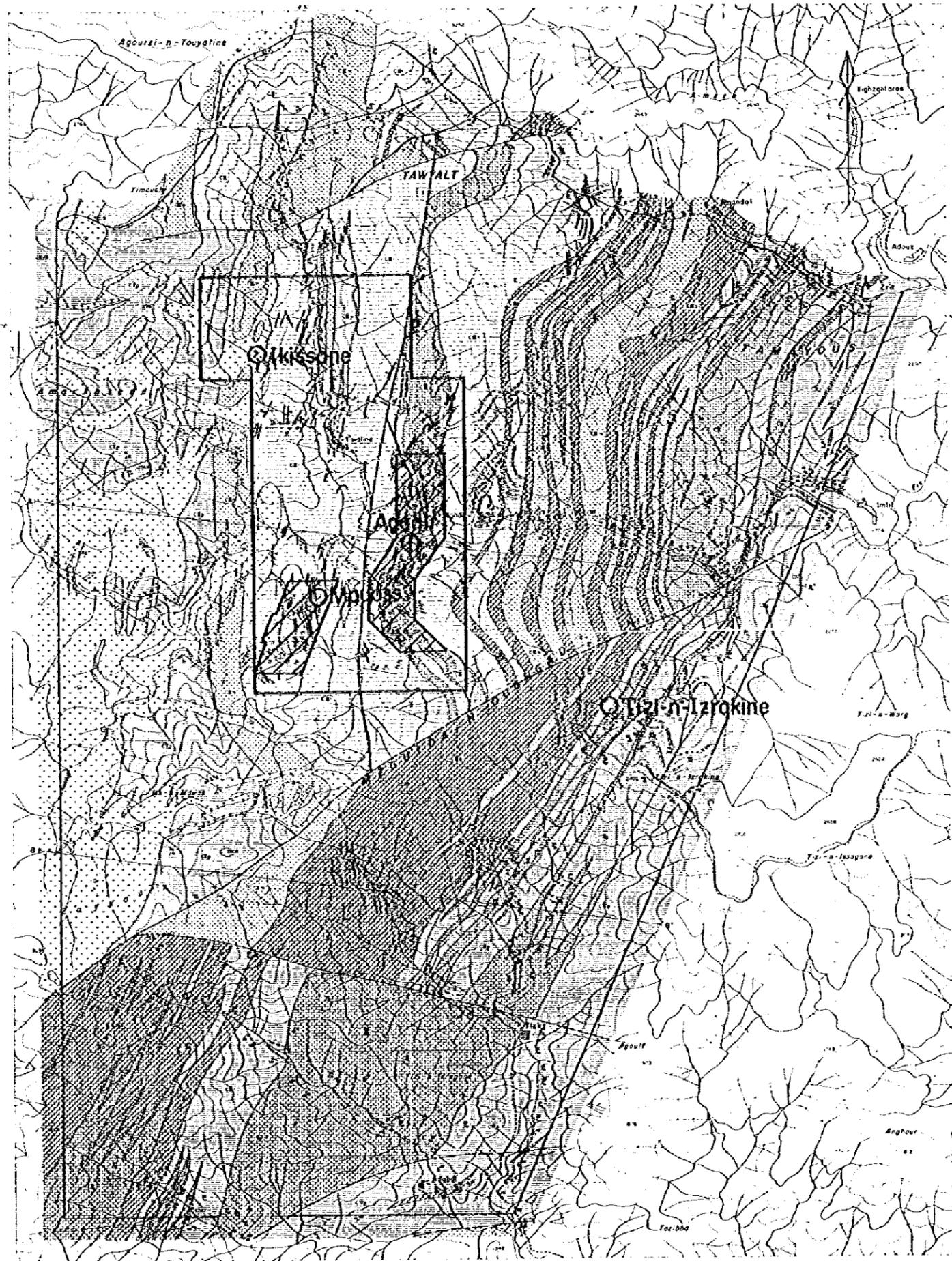
これらの石英脈の一部には銅の鉱化作用が認められる。とくに石英脈密集地の西南部に高品位の脈が集中している。脈の品位は一部でCu 8%, Ag 115g/tを示す高品位のものも見られるが一般に1%ないし4%程度を示す。

今回の地化学探査の結果では、Cu, Ag両成分ともほぼ一致した傾向を示し、強異常帯は上記の鉱脈賦存域に集中し、それ以外ではほとんど認められない。また、異常帯の分布は鉱脈密集地の西縁と南縁に沿った形を示し、主断層の走向と一致する傾向を示している。

以上の事実から本地区の鉱化作用は次のような地質構造規制を受けていると考えられる。すなわち、本地区では、古生界C_{II}層、C_{III}層は広域変成作用と褶曲作用を伴う造山運動を受けた後、断層による地塊化が進んだ。これらの断層の交会部に当る本地区の西部では同時に二次断層帯を形成し、この断層帯に沿って地下深部から銅を含む石英の供給が行われ、現在見られるような銅鉱石を伴う石英脈鉱床を形成したと考えられる。本地区の鉱化作用に関係したと思われる火成岩類の活動については、地区内に見られる閃緑岩脈の可能性もあるが今回の調査結果では明らかではない。

また、本地区の銅の鉱脈鉱床については個々の脈については品位的に数%を示すものがあるが、全体としては低品位のものが多い。したがって今回の調査では鉱量的に十分であるとは言えず、鉱化作用の下部の状況を把握することが必要である。

Ⅱ 物 理 探 查



第 II - 1 图 物理探查範圍图

