

モロコシ王国アジナトラス地区
鉍物資源開発基礎調査報告書

第3巻
(第3年次)

昭和52年9月

国際協力事業団
金属鉍業事業団

モロッコ王国アンチアトラス地区
鉱物資源開発基礎調査報告書

第 3 卷

(第 3 年 次)

JICA LIBRARY



1063157[0]

昭和52年 9 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 '84. 4.17	411
登録 03446	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、同国アンチアトラス地区の鉱物資源賦存の可能性を確認するため、地質等の調査を実施することとし、本調査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、本調査の実施を金属鉱業事業団に依頼することとした。

本調査は3ヶ年間にわたって行われるものであるが、本年はその第3年次にあたり、上記調査の一環として、三井金属エンジニアリング株式会社若林健介氏を団長として13名からなる調査団を編成して、昭和52年2月4日から昭和52年4月8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の協力を得て予定通り完了した。

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年次の調査結果とあわせて、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および同関係機関、ならびに日本国通商産業省、外務省、現地大使館および関係各位に衷心より感謝の意を表すものである。

昭和52年9月

国際協力事業団

総 裁 法 眼 晋 作

金属鉱業事業団

理事長 平 塚 保 明

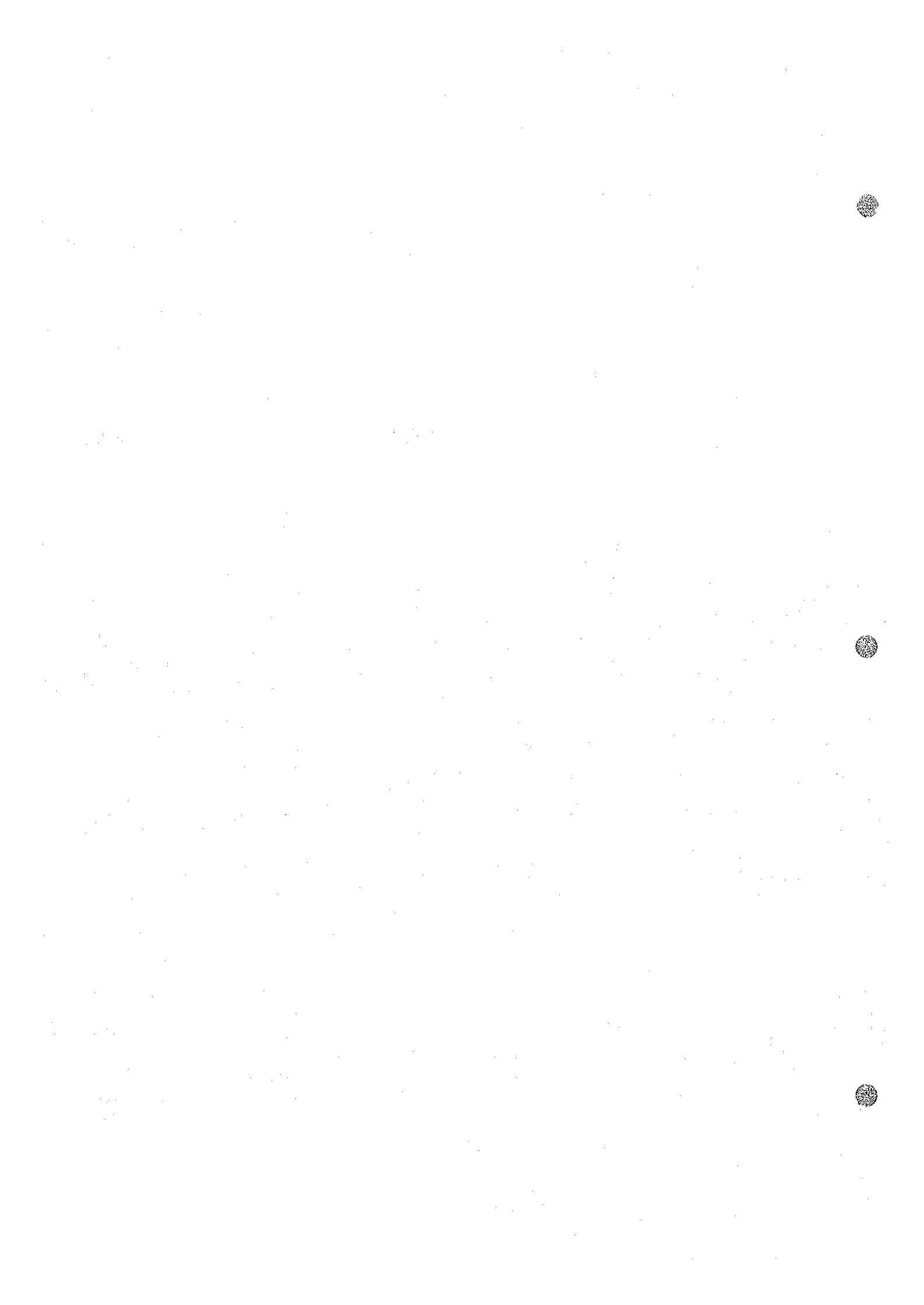
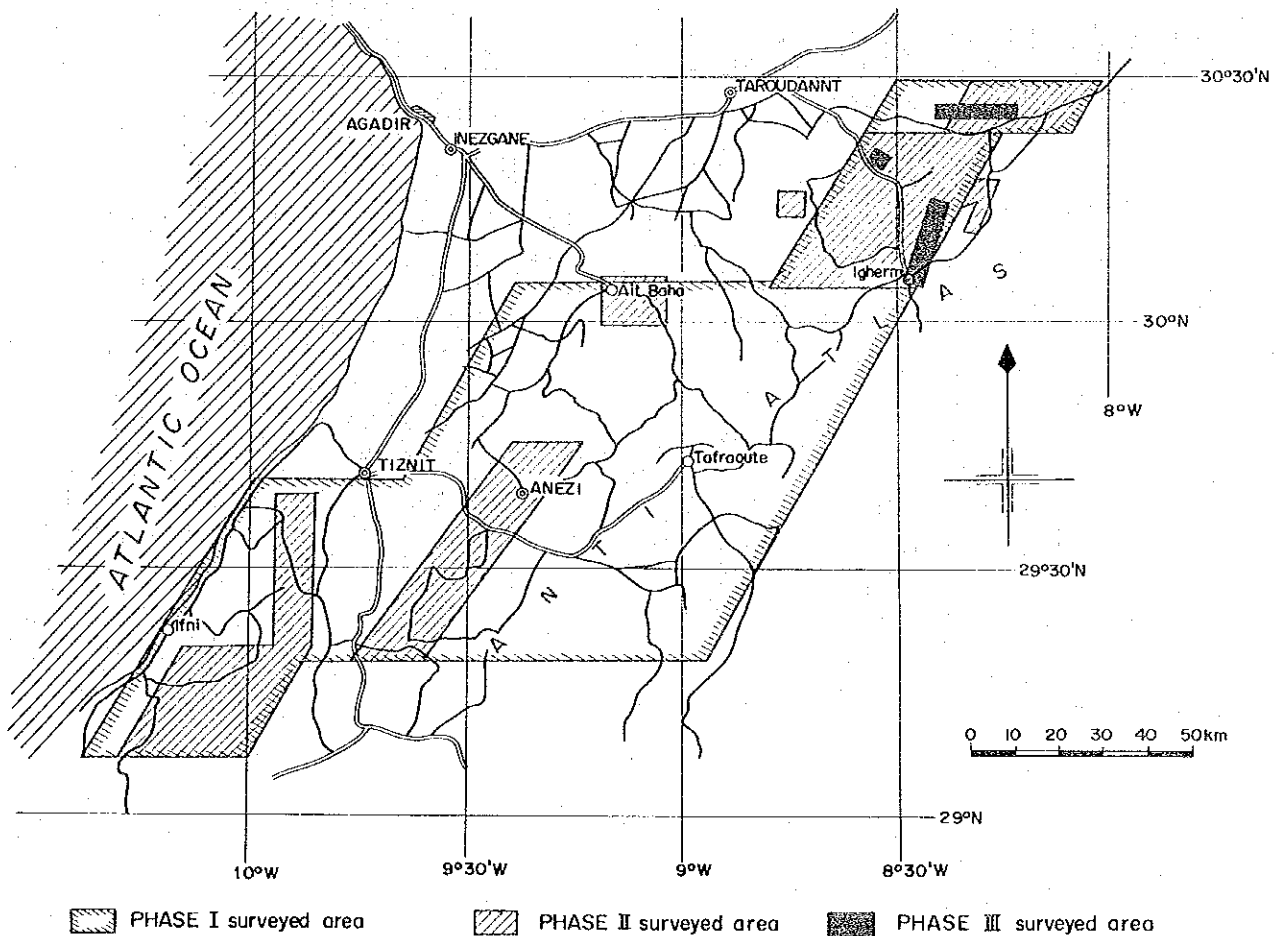
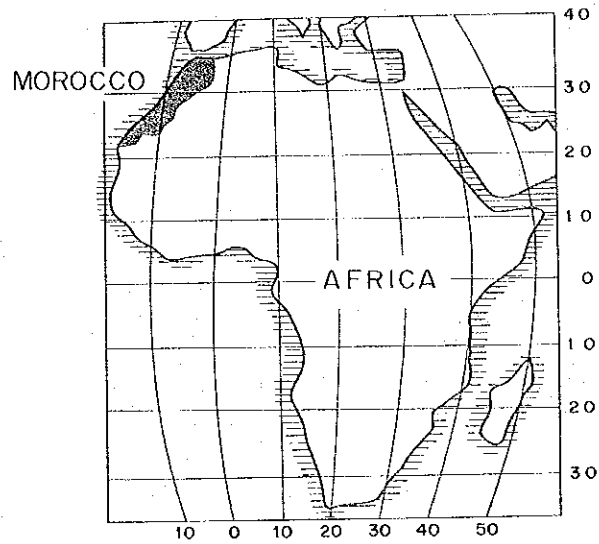
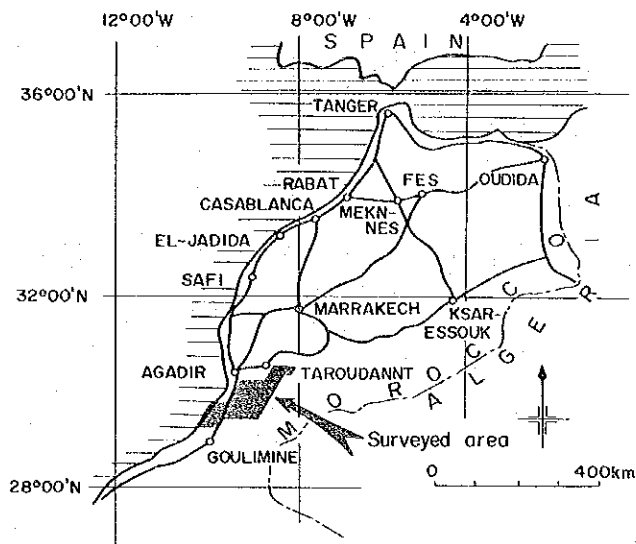


Fig.I-1 Distribution map of published reports





目 次

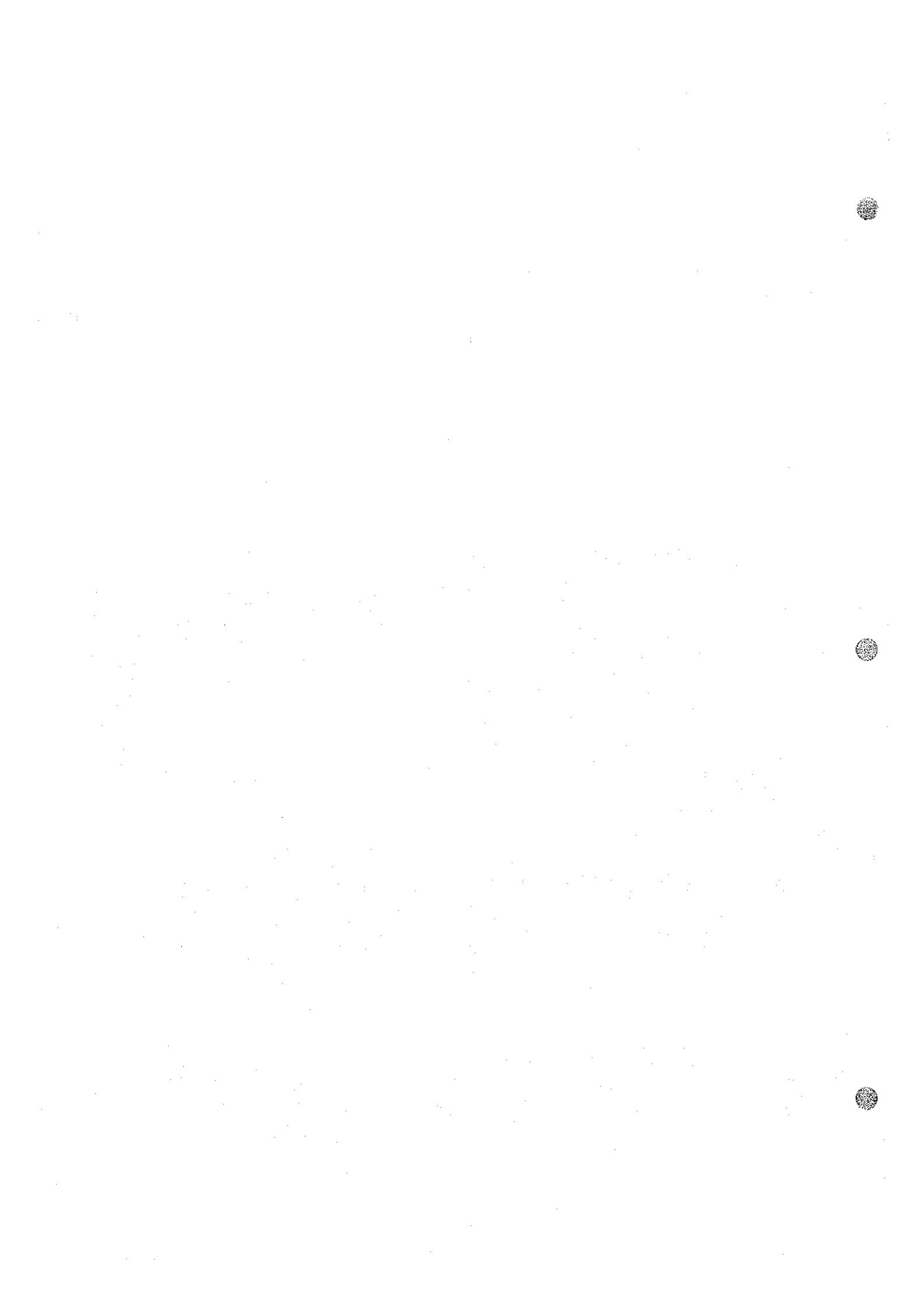
は し が き	
位 置 図	
要 約	IX

総 論

第 1 章 序 論	1
1-1 調査の目的	1
1-2 調査作業の概要	1
1-3 調査団の編成	2
1-4 参考文献	3
第 2 章 総合検討	5
2-1 地質調査	5
2-2 地化学探査	6
2-3 物理探査	7
2-4 試錐探鉱	8
2-5 鉱 床	8
第 3 章 結 論	11
3-1 総 括	11
3-2 今後の探査方針	14

第 I 部 地 質 調 査

第 1 章 地質概要	16
1-1 調査地域の地理	16
1-2 堆積岩類および層序	16
1-3 火成活動	18
1-4 地質構造	19
1-5 鉱 床	19
1-6 鉱床と地質構造の関係	20
第 2 章 地質各論	22
2-1 H 地区 (Amdouz 地区)	22
2-2 I 地区 (Igherm 地区)	24



2-3	J地区 (Talat-n-Sous地区)	27
2-4	K地区 (Assif Imider地区)	30
2-5	L地区 (Tizirt地区)	32
2-6	M地区 (Aniloul地区)	35
2-7	各地区の対比	37
2-8	野外地質からみた鉱化作用のまとめ	38
第3章	地化学探査	40
3-1	探査方法	40
3-2	解析結果	40
3-3	まとめ	45

第 II 部 物 理 探 査

第1章	概 説	53
1-1	目 的	53
1-2	位 置	53
1-3	交 通	53
1-4	地 形	53
1-5	地 質	54
第2章	探査方法	55
2-1	測定装置	55
2-2	測定方法	56
2-3	作業方法	56
第3章	解析方法	59
3-1	測定結果の処理	59
3-2	測定結果の表示	59
3-3	地形補正	60
3-4	In-situおよび岩石資料による物性測定	60
3-5	異なった測定機による測定結果の対比検定	62
3-6	シミュレーション	62
第4章	調査結果	71
4-1	Talat-n-Sous地区	71
4-2	Assif Imider地区	73
第5章	シミュレーションによる地下構造の推定	76
5-1	Talat-n-Sous地区	76



5-2	Assif Imider 地区	77
第 6 章	物理探査 (IP 法) より推定される地下構造	87
6-1	Talat-n-Sous 地区	87
6-2	Assif Imider 地区	88
第 7 章	第 2 年次物理探査 (IP 法) と試錐との対比	92
第 8 章	地化学探査と物理探査 (IP 法) との対比	95
8-1	Talat-n-Sous 地区	95
8-2	Assif Imider 地区	95
第 9 章	ま と め	103
9-1	Talat-n-Sous 地区	103
9-2	Assif Imider 地区	103
9-3	結論および将来への展望	104

第 III 部 試 錐 探 鉱

第 1 章	試錐概要	107
1-1	はしがき	107
1-2	工事内容	107
第 2 章	試錐の地質	109
2-1	試錐地点の地質環境	109
2-2	孔井の地質	109
第 3 章	試錐結果	112
3-1	第 2 年次調査との関係	112
3-2	物理探査結果との対比	112
第 4 章	ま と め	114
Appendices		
	Geological Survey	A-1
	Geophysical Survey	A-126
	Drilling	A-138



APPENDICES

List of Tables

Table I-1	List of Rock Samples
Table I-2-1	Microscopic Observation of Thin Sections
Table I-2-2	Microscopic Observation of Polished Sections
Table I-3	Microphotographs
Table I-4	K-Ar Ages on the Rhyolitic Rocks
Table I-5	Chemical Analysis on Rock Samples
Table I-6	Results and Charts of X-ray Diffractive Analysis
Table I-7-1	Geochemical Data of H (Amdouz) Area
Table I-7-2	Geochemical Data of I (Igherm) Area
Table I-7-3	Geochemical Data of J (Talat-n-Sous) Area
Table I-7-4	Geochemical Data of K (Assif Imider) Area
Table I-7-5	Geochemical Data of L (Tizirt) Area
Table I-7-6	Geochemical Data of M (Aniloul) Area
Table I-7-7	Logarithmic Statistical Values of Geochemical Data by Elements
Table I-7-8	Logarithmic Statistical Values of Elements by Geological Units (H and J Areas)
Table I-7-9	Logarithmic Statistical Values of Elements by Geological Units (I, L and M Areas)
Table I-7-10	Logarithmic Statistical Values of Elements by Geological Units (K Area)
Table I-7-11	Logarithmic Statistical Values of Elements by Geological Units (Whole Area)
Table I-7-12	Logarithmic Statistical Values of Elements by Geological Formations (H and J Areas)
Table I-7-13	Logarithmic Statistical Values of Elements by Geological Formations (I, L and M Areas)
Table I-7-14	Logarithmic Statistical Values of Elements by Geological Formations (K Area)
Table I-7-15	Mean, Minimum and Maximum Values of Elements by Geological Units
Table I-8	Results of Chemical Analysis for Ore Minerals
Table I-9	Photographs

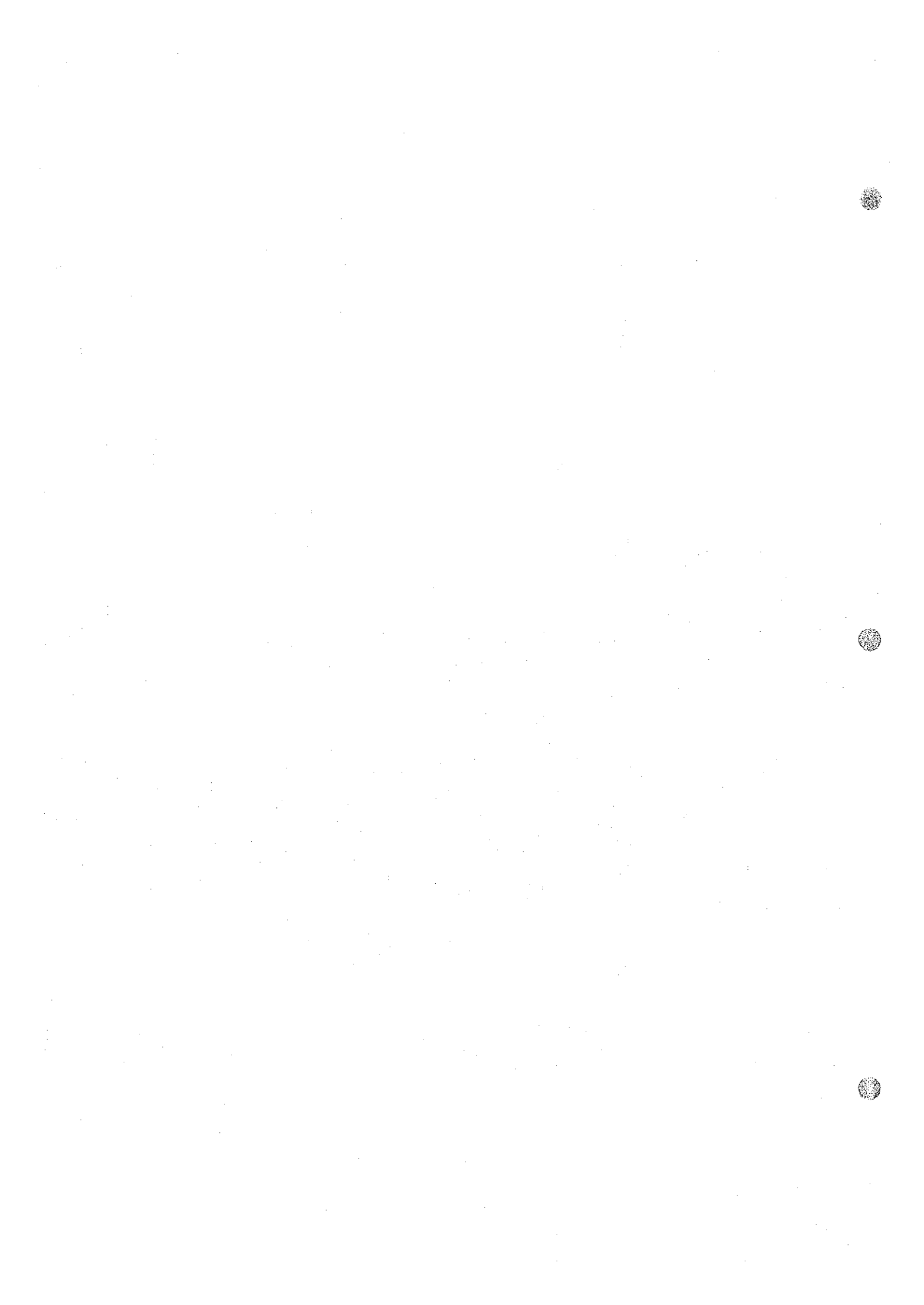
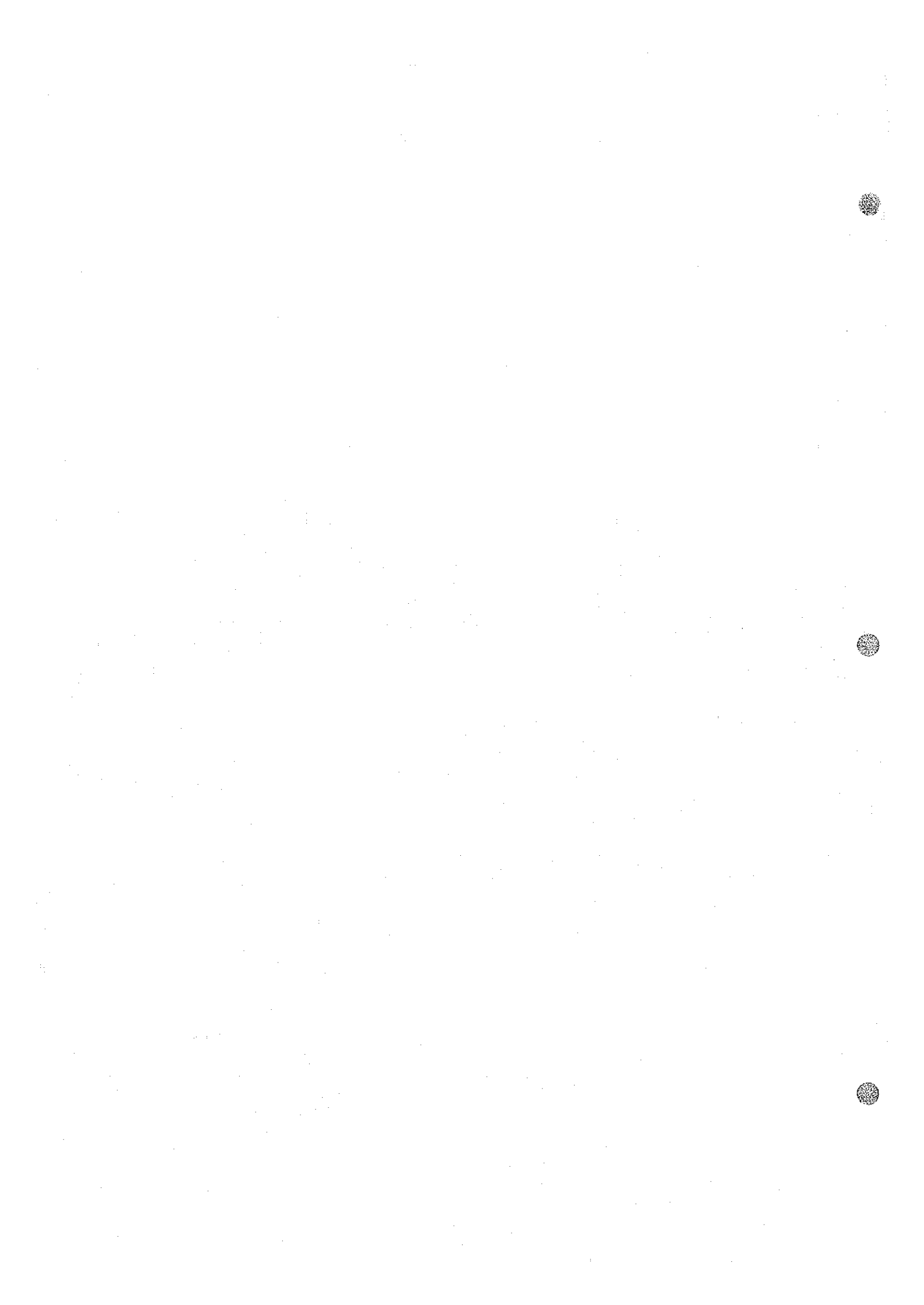


Table I-10	List of Ore Deposits in Surveyed Area
Table I-11	Geochronological Scheme in Surveyed Area

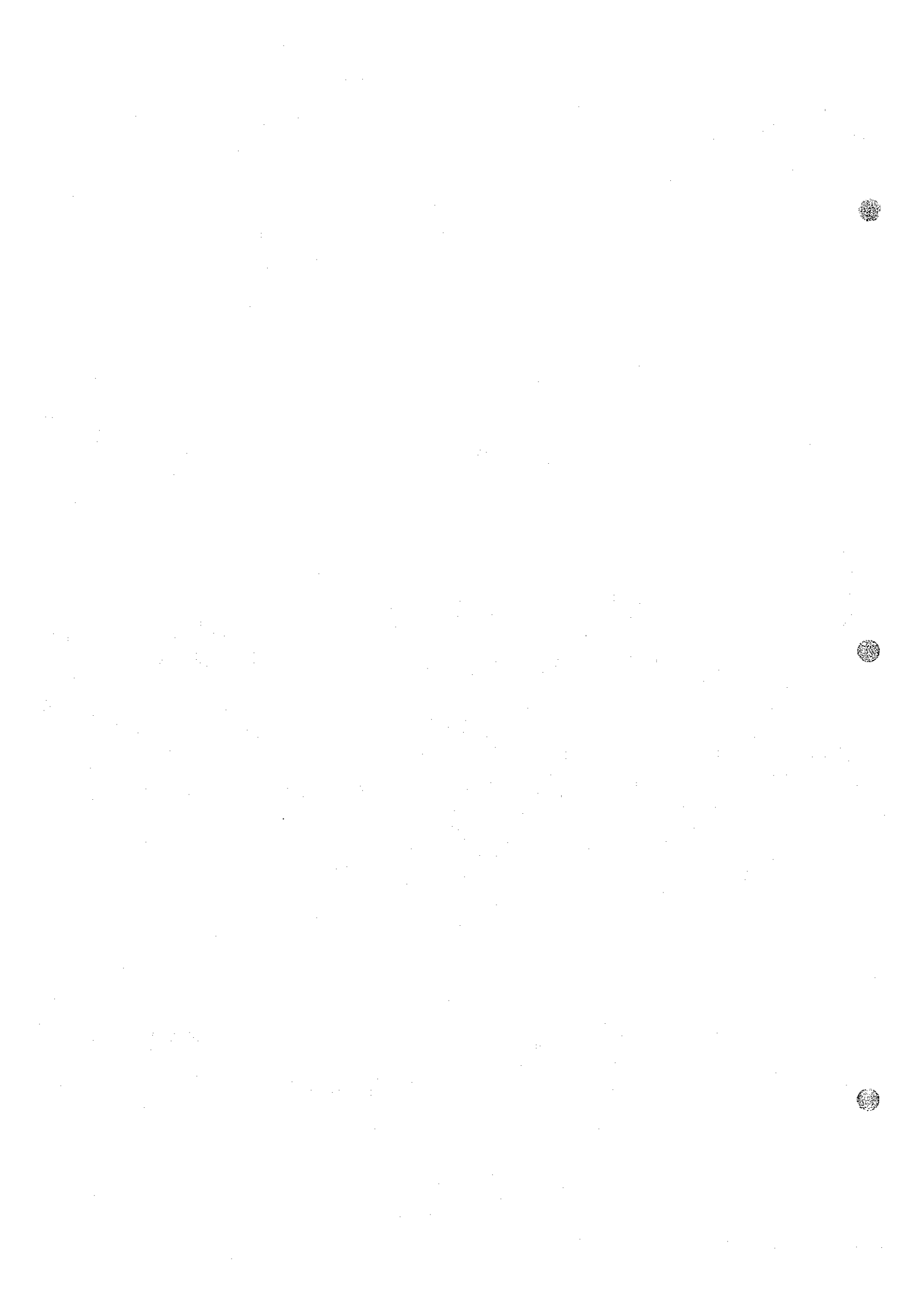
List of Figures

Fig. I-1	Distribution Map of Published Reports
Fig. I-2	Location Map of Surveyed Area
Fig. I-3	Geotectonic Map of Northern Morocco
Fig. I-4	Schematic Geological Column of Surveyed Area
Fig. I-5	Schematic Columnar Section of Each Area
Fig. I-6	Histogram of Geochemical Data by Elements in the Whole Area

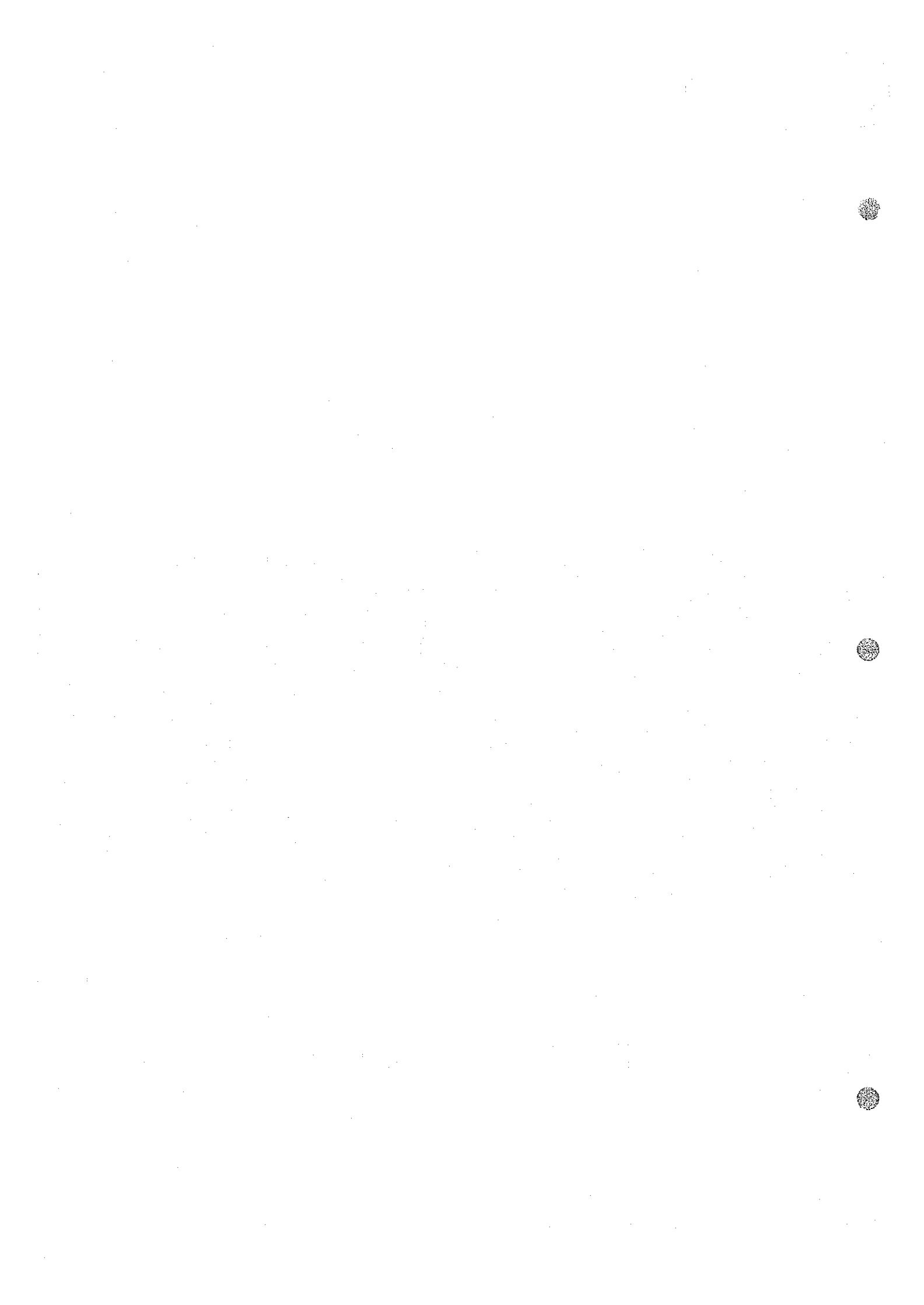


List of Plates

PL. I-1-1	Geological Map of H Area (I) (Amdouz Area)	1 : 15,000
PL. I-1-2	Geological Map of H Area (II) (Amdouz Area)	1 : 15,000
PL. I-1-3	Geological Map of I Area (I) (Igherm Area)	1 : 15,000
PL. I-1-4	Geological Map of I Area (II) (Igherm Area)	1 : 15,000
PL. I-1-5	Geological Map of J Area (Talat-n-Sous Area)	1 : 5,000
PL. I-1-6	Geological Map of K Area (Assif Imider Area)	1 : 5,000
PL. I-1-7	Geological Map of L Area (Tizirt Area)	1 : 5,000
PL. I-1-8	Geological Map of M Area (Aniloul Area)	1 : 5,000
PL. I-2-1	Geological Profiles of I Area (Igherm Area)	1 : 15,000
PL. I-2-2	Geological Profiles of J Area (I) (Talat-n-Sous Area)	1 : 5,000
PL. I-2-3	Geological Profiles of J Area (II) (Talat-n-Sous Area)	1 : 5,000
PL. I-2-4	Geological Profiles of J Area (III) (Talat-n-Sous Area)	1 : 5,000
PL. I-2-5	Geological Profiles of K Area (Assif Imider Area)	1 : 5,000
PL. I-2-6	Geological Profiles of L Area (Tizirt Area)	1 : 5,000
PL. I-2-7	Geological Profiles of M Area (Aniloul Area)	1 : 5,000
PL. I-3-1	Geological Route Map of H Area (Amdouz Area)	1 : 15,000
PL. I-3-2	Geological Route Map of I Area (Igherm Area)	1 : 15,000
PL. I-3-3	Geological Route Map of J Area (Talat-n-Sous Area)	1 : 5,000
PL. I-3-4	Geological Route Map of K Area (Assif Imider Area)	1 : 5,000



PL. I-3-5	Geological Route Map of L Area (Tizirt Area)	1 : 5,000
PL. I-3-6	Geological Route Map of M Area (Aniloul Area)	1 : 5,000
PL. I-4-1	Geological Columnar Sections of H Area (Amdouz Area)	1 : 5,000
PL. I-4-2	Geological Columnar Sections of I Area (Igherm Area)	1 : 5,000
PL. I-4-3	Geological Columnar Sections of J Area (Talat-n-Sous Area)	1 : 2,000
PL. I-4-4	Geological Columnar Sections of K Area (Assif Imider Area)	1 : 2,000
PL. I-4-5	Geological Columnar Sections of L Area (Tizirt Area)	1 : 2,000
PL. I-4-6	Geological Columnar Sections of M Area (Aniloul Area)	1 : 2,000
PL. I-5-1	Location Map of Geochemical Samples in H Area (Amdouz Area)	1 : 15,000
PL. I-5-2	Location Map of Geochemical Samples in I Area (Igherm Area)	1 : 15,000
PL. I-5-3	Location Map of Geochemical Samples in J Area (Talat-n-Sous Area)	1 : 5,000
PL. I-5-4	Location Map of Geochemical Samples in K Area (Assif Imider Area)	1 : 5,000
PL. I-5-5	Location Map of Geochemical Samples in L Area (Tizirt Area)	1 : 5,000
PL. I-5-6	Location Map of Geochemical Samples in M Area (Aniloul Area)	1 : 5,000
PL. I-6-1	Geochemical Map for Cu in the H and J Areas	1 : 15,000
PL. I-6-2	Geochemical Map for Pb in the H and J Areas	1 : 15,000
PL. I-6-3	Geochemical Map for Zn in the H and J Areas	1 : 15,000
PL. I-6-4	Geochemical Map for Cu in the K Area	1 : 5,000
PL. I-6-5	Geochemical Map for Pb in the K Area	1 : 5,000
PL. I-6-6	Geochemical Map for Zn in the K Area	1 : 5,000
PL. I-6-7	Geochemical Map for Cu in the I, L and M Areas	1 : 15,000
PL. I-6-8	Geochemical Map for Pb in the I, L and M Areas	1 : 15,000
PL. I-6-9	Geochemical Map for Zn in the I, L and M Areas	1 : 15,000
PL. I-6-10	Histograms of Geochemical Data by Elements (H and J Areas)	



PL. I-6-11	Histograms of Geochemical Data by Elements (K Area)	
PL. I-6-12	Histograms of Geochemical Data by Elements (I, L and M Areas)	
PL. I-7-1	Geological Map with Geological Profile of the Talat-n-Sous Showings (Talat-n-Sous Area)	1 : 500
PL. I-7-2	Geological Route Map of the Talat-n-Sous Showings (Talat-n-Sous Area)	1 : 500
PL. I-7-3	Geological Sketch of the Talat-n-Sous Showings (I) (Talat-n-Sous Area)	1 : 50
PL. I-7-4	Geological Sketch of the Talat-n-Sous Showings (II) (Talat-n-Sous Area)	1 : 50
PL. I-8-1	Relation Map of Mineralization and Tectonics (H, I, J, K, L, M Areas)	1 : 50,000



要 約

本調査はモロッコ王国アンチアトラス地域における第1年次の調査対象となった面積約1,500 km²の中から第2年次までの調査によって抽出選定された鉱床賦存の最も有望と考えられた地区を対象として実施されたものである。

調査は第2年次の調査の勧告に基づき、既知鉱床あるいは有望な鉱化帯を含む地区の地質層序、火成活動および地質構造との関係を明確にするための地質精査（H: Amdouz 地区, I: Iggherm 地区: 面積119.3km²）、鉱床の性格を把握し鉱床賦存の可能性の高い地域の選定を行うための鉱床精査（J: Talat-n-Sous 地区, K: Assif Imider 地区, L: Tizirt 地区, M: Aniloul 地区の4地区: 面積26.6km²）、金属元素の分布状況とその元素の供給源を探求するための岩石サンプル採取による地化学探査（全域: 採取個数2,913個, 分析成分Cu, Pb, Zn）、鉱床の性格と潜在する鉱床の分布を知るための物理探査: IP探査（J, K地区: 測線延長62.4km）および第2年次のIP探査によって捕捉されたFE異常帯の性格を知るための構造試錐（Alous地区: 150m×150m）の5項目にわたって実施された。

以上の調査内容の検討結果は次の通りである。

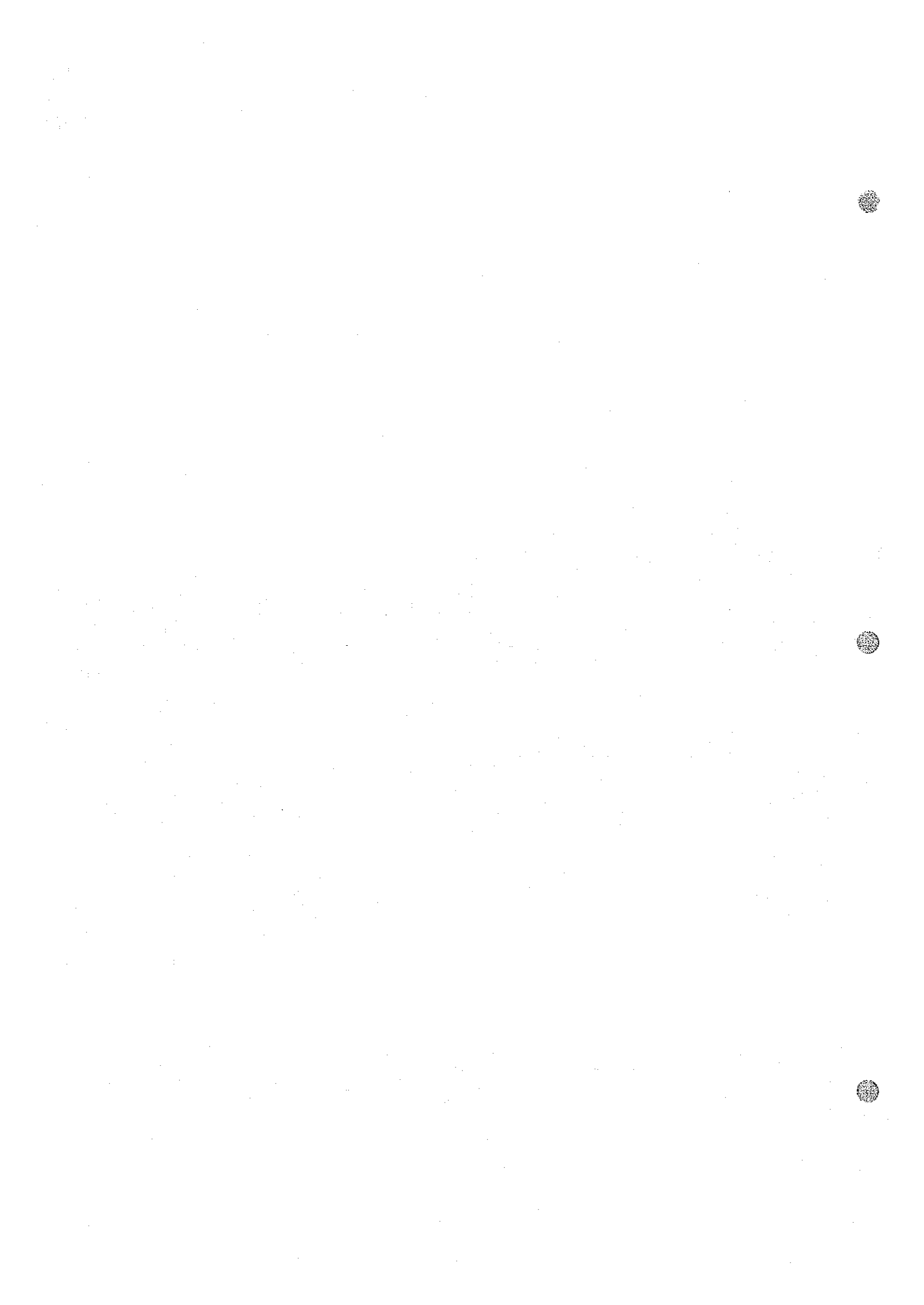
〔HおよびJ地区〕

- (1) 本地区の地質は調査地中央部 Amdouz から Talat-n-Sous にかけてほぼ東西方向に分布する先カンブリア系と、これらを不整合に覆ってその南側および西北側に分布するインフラカンブリア系から構成されている。
- (2) 先カンブリア系は流紋岩質凝灰岩を主とし、安山岩、砂岩、頁岩を挟在するPⅡ-Ⅲ層と、安山岩質礫岩を主とし流紋岩、安山岩を介在するPⅢ層からなり、全体として南へゆるく傾斜する。

インフラカンブリア系は下部から礫岩、砂岩、ドロマイトからなる Basal series 層: Tamjout ドロマイト, Lower Calcareous series 層とほぼ整合的に重なり、その堆積環境は下位から上位に向かって準安定相から安定相へと移行している。これらの地層は中央部付近を通る東西軸をもつドーム構造を示している。

- (3) 本地区内には幾つかの金属鉱床ないし鉱化示徴があるが、とくに重要なものは次の通りである。

- ① PⅡ-Ⅲ層, PⅢ層中の流紋岩中の銅鉱染
 - ② Basal series 層直下の先カンブリア系各岩層の銅鉱染 (Talat-n-Sous)
 - ③ Basal series 層礫岩中の銅鉱染 (Amdouz)
 - ④ Basal series 層砂岩中の弱い黄鉄鉱, 孔雀石鉱染
- (4) 地化学探査の結果によれば, Cu, Znの指示元素はほぼ同一の挙動を示し, Pbの指示元素



はこれとやゝ異なった挙動を示した。とくに銅の挙動はこの地区の鉍化作用と密接な関係を示し、P II-III層、P III層流紋岩中、Basal series直下の先カンブリア系諸岩層表面（古地表面）、Basal series層最下部の礫岩中と同層の砂岩層下位と最上位付近および断層または破碎帯付近に異常帯が認められた。

(5) J地区のIP探査の結果では、地区西部Basal series層砂岩層中に高FE異常(Rt-1~Pt-3)が認められた。これは同層中に存在する黄鉄鉍や弱い銅鉍化ならびに変質鉍物に原因すると考えられる。また地区南東部にほぼ東西に連なるFE異常帯(Rt-5)が確認された。これは地質上ではBasal series層直下に予想されるものであり、この要因としては、P III層中の鉄鉍物（鏡鉄鉍）含有の安山岩、P III層上層部の破碎帯中に濃集する銅の鉍化作用またはBasal series層礫岩中の銅の鉍化作用等が考えられる。さらに酸化銅鉍などを主とする既知鉍化示徴Talat-n-Sous付近には極めて弱いFE異常があり、その南西部浅所に小規模異常(Rt-4)が認められた。これはP III層表層部の弱い銅の硫化鉍物?の小規模な存在を示すものと考えられる。

[I, LおよびM地区]

(6) 本地区の地質は、先カンブリア系(P II層、P II-III層、P III層)とこれを不整合に覆うインフラカンブリア系(Basal series層、Tamjoutドロマイト、Lower Calcareous層)から構成されている。

(7) P II層は本地区の基盤をなすもので島嶼状の小分布を示す。珪岩、片岩、緑色岩、石灰岩よりなり強い変成作用と褶曲が特徴である。P II-III層は地区東半部を占めて分布する火山性礫岩を主とする地層で薄い砂岩を介在し、流紋岩岩脈によって貫かれている。P III層は地区の西半部を占めて分布し厚い砂岩層と流紋岩、安山岩の溶岩・火砕岩からなり、P II-III層とは不整合関係でこれを覆っている。

Basal series層は地区北西端、南西端に分布し礫岩、砂岩、ドロマイト薄層からなるもので、この上位にTamjoutドロマイトおよびLower Calcareous series層の厚い石灰質諸岩層が重なっている。全体として南北方向の軸をもつ向斜構造を示す。断層としては地区西北側のNE-SW方向のIgherm断層帯が顕著である。

(8) 本地区内には多数の鉍化示徴が見られるが、いずれも低品位で稼行の対象となるものはない。しかし鉍床地質学的には極めて重要な次のような鉍化作用が見られる。

- ① P II-III層流紋岩脈中および同岩分布地域中の礫岩中の銅鉍染(Tadenst)。
- ② P III層流紋岩および安山岩に伴われる銅鉍染(Aniloul)。
- ③ Basal series層砂岩シルト岩中における銅の堆積性鉍床
- ④ Igherm断層帯付近の銅鉍染。

(9) 地化学探査の結果ではその指示元素の挙動はH地区と同様である。Cuの指示元素からは流紋岩(L地区)安山岩(M地区)など地質の調査結果と一致した異常帯が検出され、本地区



の鉱化作用が流紋岩ないし安山岩などの火成活動と密接な関係にあることが明らかとなった。

〔 K地区 〕

(10) 本地区の地質は先カンブリア系PⅢ層とこれを不整合に覆うインフラカンブリア系Basal series層から構成されている。

(11) PⅢ層は本地区の基盤岩をなし、地区内中央および東南部に小規模な露出が見られる。主として安山岩と安山岩質凝灰岩よりなり中央のAssif Imider鉱床付近ではNE-SW系の破碎帯が見られる。

Basal series層は主としてドロマイトからなり、その最下部と中部にそれぞれ泥灰質砂岩および礫岩・砂岩の薄層を介在するほぼ水平な堆積層である。

(12) 本地区の鉱床および鉱化示徴としては次のようなものがある。

① PⅢ層安山岩中の破碎帯沿いに存在する銅の脈状鉱床(Assif Imider)。

② Basal series層礫岩・砂岩中における弱い銅および黄鉄鉱鉱染。

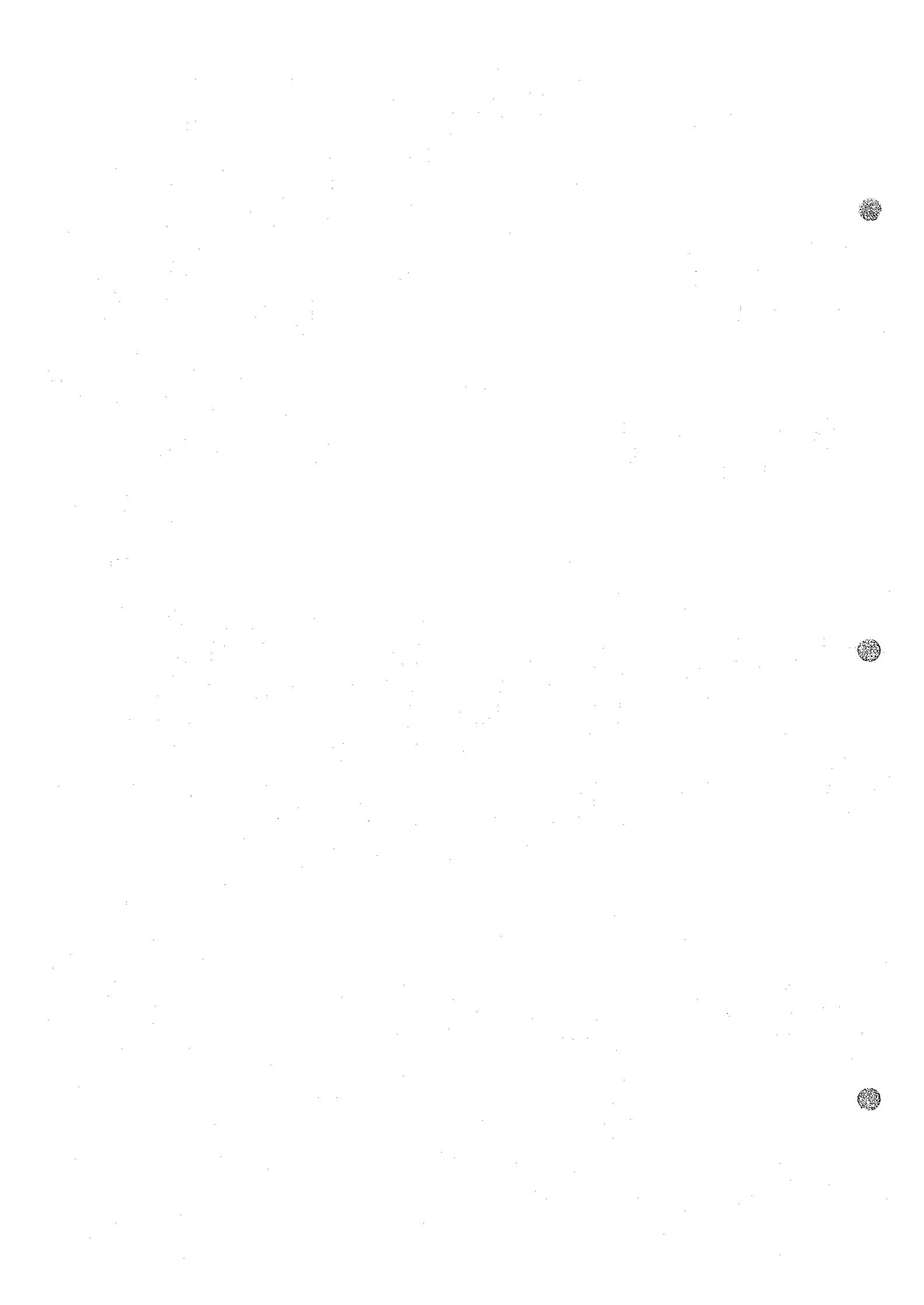
このうち前者は現在B. R. P. M. による採掘が行われているが、下部には60m程度まで連続するに過ぎないことが確認されており、おそらくPⅢ層表層部の風化帯の銅鉱物が水の作用によって破碎帯中に濃集し、その後の熱水作用によって硫化鉱物に還元されて鉱床を形成したと考えられる。

(13) 地化学探査の結果では、その指示元素の挙動は上記2地区と同様な傾向を示した。Cuの指示元素の動向はAssif Imider鉱床付近で高い異常を示すほか、Basal series層礫岩・砂岩中において中位の異常を示し、肉眼的に銅鉱物の確認できない所でもこの傾向が明白に現われた。

(14) 本地区のIP探査の結果では既知鉱床に対応してFE異常(Ra-1)が明白に認められた。同形のFE異常はさらに鉱床未確認の南西方にやゝ浅くなりながら連続しており、同方面に鉱床賦存の可能性が考えられる。本地区東北部に捕捉された強いFE異常帯(Ra-3)は地質調査・地化学探査の結果を勘案してシミュレーションを行った結果、Basal series層礫岩・砂岩中における弱い銅鉱化黄鉄鉱化に起因するものと判明し、下部への鉱床期待は薄い。本地区南東部安山岩中にFEの高異常(Ra-2)が、同様な異常がAssif Imider鉱床の深部にも存在する。この原因については現段階では資料不足で確定的な結論は出しがたい。

(15) Alous地区における試錐は第2年次IP探査によって得られたFE異常に対してその地質的要因を明らかにするために行われた。試錐はE測線、測点62の地点において、その直下の浅部、深部に推定されたFE異常帯を目標として行われた。この結果、浅部のFE異常はBasal series層砂岩中の黄鉄鉱鉱染に、また深部のFE異常はPⅢ層安山岩中の鏡鉄鉱鉱染に起因することが判明した。

このことは、今後の本地区のIP探査におけるFE異常値の取扱いにおいて、とくに地質、地化学探査等の既知データとの慎重な総合検討を行った上で判断することが必要であること



を示している。

(10) 以上の調査結果から考察される今後の有望な探鉱箇所および効果的探査方法として次のようなものが望まれる。

- ① J地区南部に確認されたF E異常帯：本異常帯の地質的要因として幾つかの可能性はある。このため、東方Amdouz鉱山から本地区までの地質精査、地化学探査の実施、I P探査(1.5 km×10本)の併行実施が望ましい。
- ② 同時に本異常帯の地質的性格を明らかにするための試錐、深度約300 m級1本の実施。
- ③ J地区西方のBasal series層中のF E異常帯：地質的性格把握のための試錐約300 m級1本の実施。
- ④ K地区Assif Imider鉱床南方のF E異常帯：本異常帯は同鉱床の南方連続の可能性を示し、さらにその下部にもF E異常帯が存在するのでその地質的性格の解明と鉱床探査のための試錐200 m級1本の実施。
- ⑤ K地区南東部のF E異常帯とその外側：本異常帯はP III層安山岩中のもと考えられるが、これについてはその一端を確認したに過ぎない。このためさらに広範囲にわたる地質精査、地化学探査、I P探査の実施が望まれる。



總論



第 1 章 序 論

1-1 調査の目的

本調査は、モロッコ王国アンチアトラス地区の鉱物資源開発協力基礎調査の第3年次の調査として行われたものである。

本調査の目的は、第2年次の調査結果によって抽出された調査対象地区の地質および地質構造を把握するとともに、金属鉱床の賦存が期待される地質環境および鉱徴地を明らかにし、鉱床賦存の可能性の高い地域を選定すること、さらに過去2年間の調査で明らかとなった鉱床あるいは鉱化帯の精査を行うことであった。

1-2 調査作業の概要

調査対象地域は Fig. 1-2 に示される H, I 地区の地質精査地区（面積約 119.3 km²）と J, K, L, M 地区の鉱床精査地区（面積約 26.6 km²）の、合計面積約 145.9 km² の範囲である。

本調査は、モロッコ王国資源調査投資公社（Bureau de Recherches et de Participations Minières 略称 B. R. P. M.）の協力を得て、日本人調査団によって地質精査、鉱床精査、地化学探査および物理探査（IP法）、試錐の各調査が実施された。調査期間は約2ヶ月であった。

1-2-1 地質精査

既知鉱床および鉱化帯を含む H, I の2地区に対しては、有望地域を抽出するため詳細な地質構成員とその分布、地質層序と地質構造を明らかにし、また鉱床あるいは鉱化帯の賦存状況を把握するとともに鉱床賦存のための地質環境の検討が行われた。

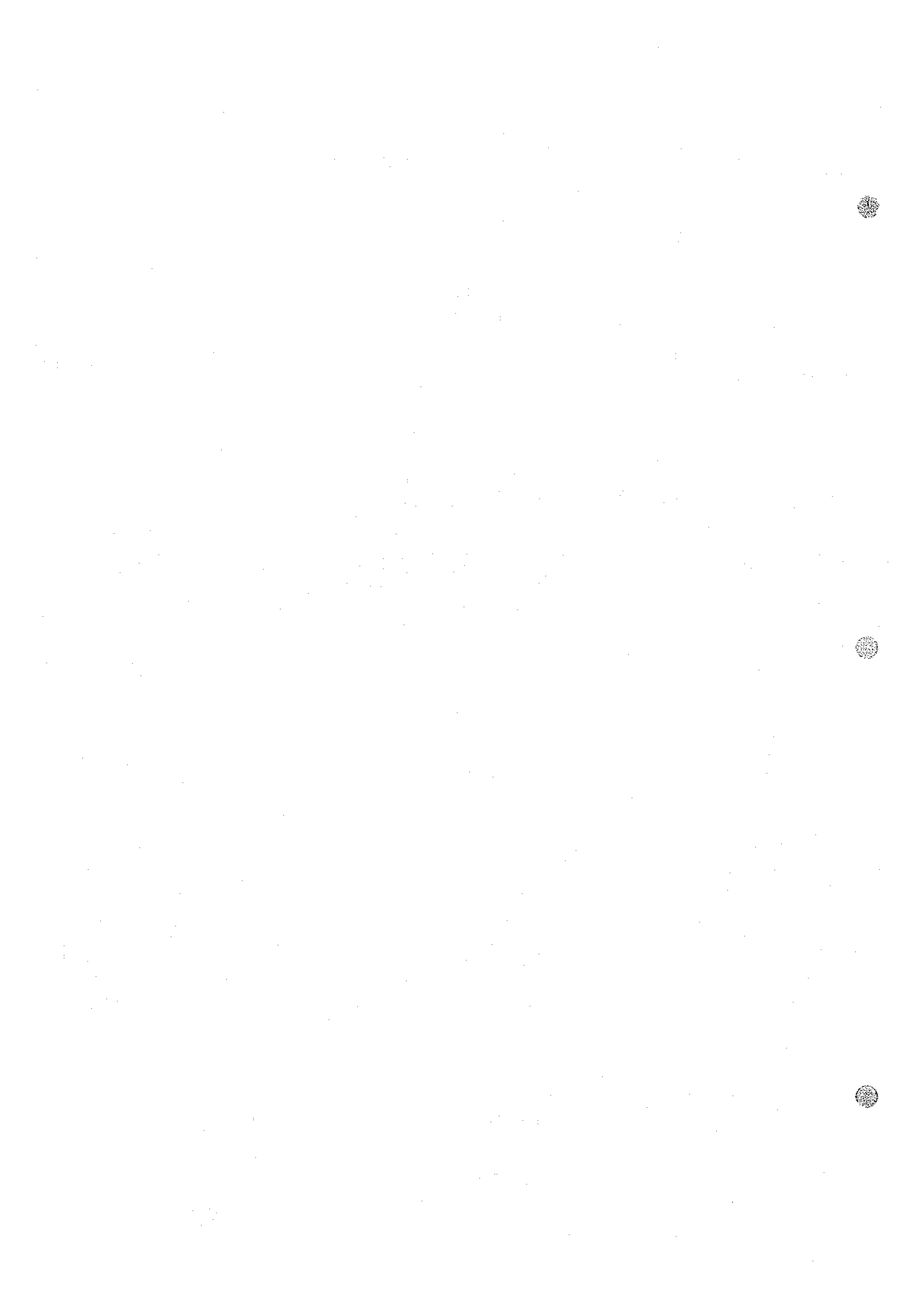
調査は間隔200m~500mのルートを設定して行い、各ルートの調査にあたっては層序および層序対比、岩相変化、裂罅、古地形、堆積環境および火成活動の形態等に留意して鉱徴地の発見と賦存環境の把握に努め、得られたデータをもとに縮尺1/15000の地質図を作製した。

1-2-2 鉱床精査

鉱床精査は、鉱床および鉱徴地の密集する J, K, L, M 地区の4地区を対象として詳細な地質層序、鉱徴地の広がり、鉱化帯と地質構造との関係などに留意して、既知鉱床との関連性を把握するとともに潜頭鉱床の発見を目的として行われた。

調査は間隔150mの測線を設定して、各測線上を踏査した。踏査にあたっては層序および層序対比、岩相変化、裂罅、堆積環境、火成活動の形態などに留意して、鉱徴地の発見と賦存環境の把握に努め、得られたデータをもとに縮尺1/5000の地質図を作製した。なお J, K 地区に設定された測線上においては地質調査に並行して IP 探査が行われた。

1-2-3 地化学探査



地化学探査は全地区を対象とし、サンプルとしては露岩から採取された岩石とした。露岩サンプルは原則として地質調査ルート上で採取された岩石とし、その採取密度は地質精査地区内においては200m～400m間隔のルート上約200m毎に採取し、鉛床精査地区内においては150m間隔の測線上約200m毎に採取した。試料総数は2,913個に達した。

地化学分析は全試料に対してCu, Pb, Znの3成分について行った。

1-2-4 物理探査

本調査は、調査地域における地表下約300mまでの鉛床賦存に関する情報を得ることを目的とした。調査地域はFig. 1-1に示されるJ地区(面積約1.07km²)とK地区(面積約3km²)である。

調査方法としてはDipole-Dipole法を採用し、測線間隔300mを主とし、測点間隔100mとした。測定はJ地区では測線数17本、測線延長5.19kmに対して、またK地区では測線数6本、測線延長10.5kmに対して行われた。

1-2-5 試錐探鉛

試錐探鉛は、第2年次の調査において地質精査およびIP探査の実施されたAious地区において、IP探査によって得られたFE値の異常帯に対して地下構造解明の目的をもって実施された。

掘進作業はB. R. P. M. の技術員3名および作業員18名により1日3交替作業で実施された。本調査における総掘進長は1孔150mであるが、その後150m以深300mまでB. R. P. M. が独自に掘削を継続した。

1-3 調査団の編成

現地調査に参加した日本側調査団員は下記の通りである。

団 長	若 林 健 介	三井金属エンジニアリング株式会社
地質調査員	石 川 輝 海	〃
〃	綿 谷 好 修	〃
〃	大 坪 良 平	〃
〃	大 地 正 高	〃
〃	野 並 集	〃
〃	林 育 浩	〃
物理探査調査員	三 好 福 次 郎	〃
〃	江 川 昭	〃
〃	田 中 栄 治	〃



物理探査調査員	窪田亮	三井金属エンジニアリング株式会社
"	世良勝美	"
試錐調査員	菅原一安	"

モロッコ側からは主に B. R. P. M. のプロスペクターが随時交替して調査に参加した。また B. R. P. M. の地質技師として M. Salem, M. Baddisy が現地における討論に参加した。

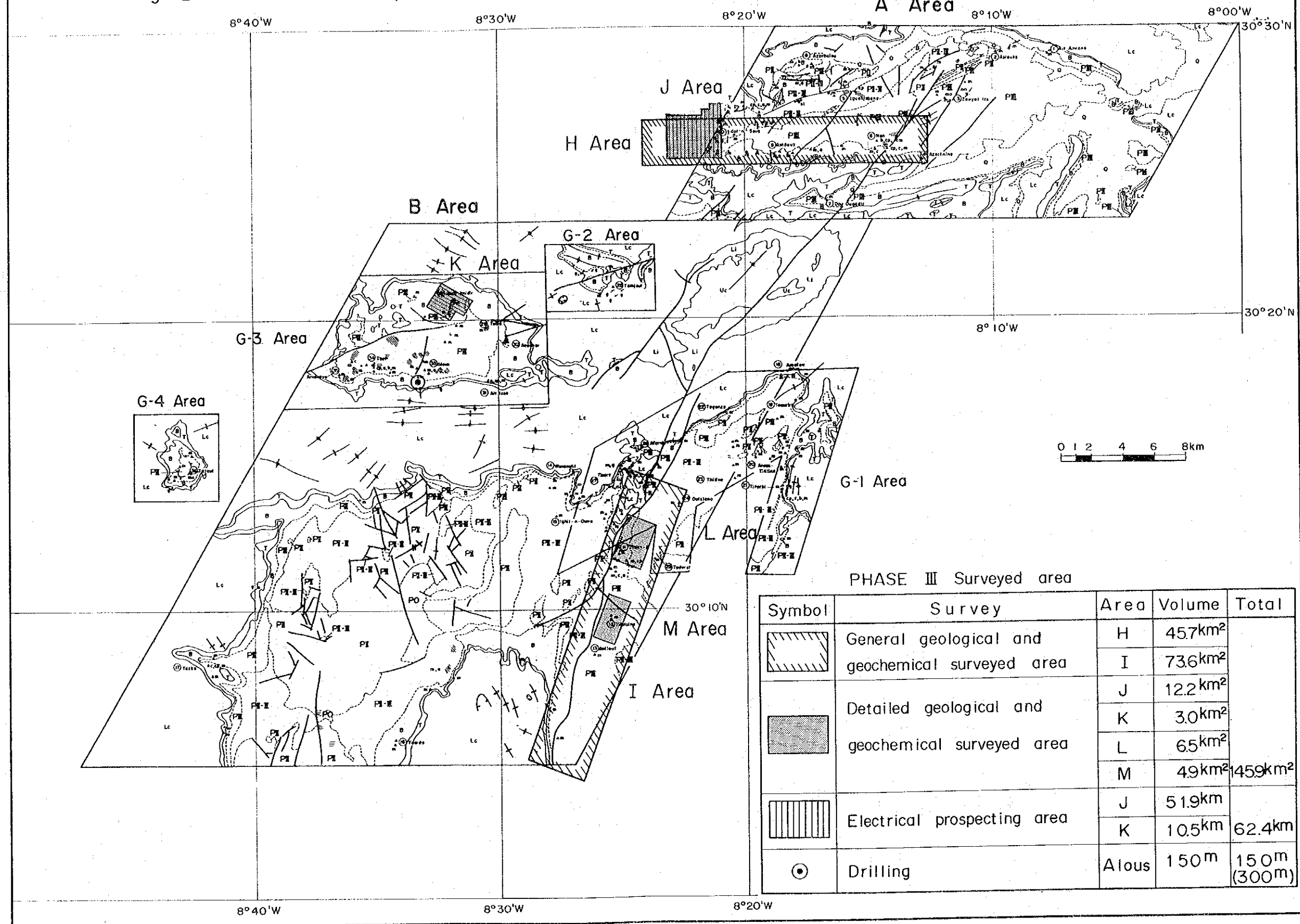
1-4 参考文献

第1年次および第2年次報告書に記した参考文献のほか次の通りである。

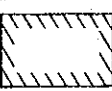
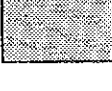


J. Caïa (1976): Palaeogeographical and Sedimentological Controls
of Copper, Lead and Zinc Mineralization in the Lower
Cretaceous Sandstones of Africa
Econ. Geol., Vol. 71, P. 409 ~ 422

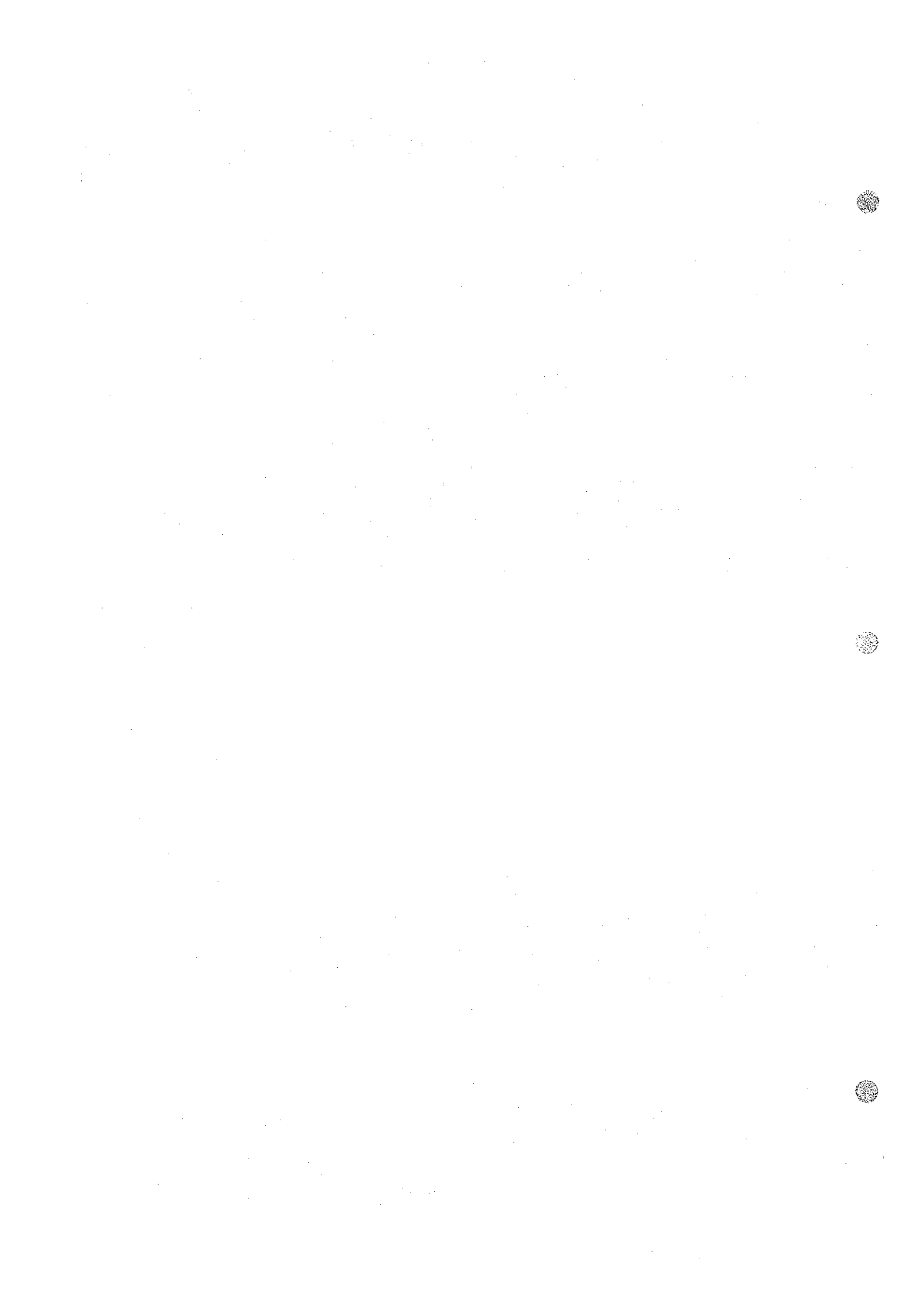
M. Popescu (1973): Les minéralisations cuprifères d'Assif Imider
B. R. P. M. pp. 37

Fig. I-2 Location map of surveyed area



PHASE III Surveyed area

Symbol	Survey	Area	Volume	Total
 	General geological and geochemical surveyed area	H	457km ²	1459km ²
		I	736km ²	
		J	122 km ²	
		K	30km ²	
		L	65km ²	
	Electrical prospecting area	J	51.9km	62.4km
		K	10.5km	
	Drilling	Alous	150m	150m (300m)



第 2 章 総合検討

2-1 地質調査

本年度調査地域は初年度地域の北東地区にあたる。地質層序区分は従来の分類を踏襲した。本調査地域内には P II 層, P II-III 層, P III 層, Basal series 層および Lower Calcareous series 層が分布する。

P II 層は主として珪岩よりなり, 上位層とは不整合関係をもって接する。珪岩は上位の地層分布域中に島状に孤立して地形的に突出して分布しており, 少なくともこれらの一部は上位層の堆積時には陸地であったか, もしくは浅海であったことを示している。

P II 層-III 層は礫岩, 砂岩および安山岩質凝灰岩および流紋岩質溶岩からなる。礫岩は淡灰色ないし暗緑色を呈し, 礫種は珪岩, 安山岩類, 花崗岩類, 片麻岩類など各種礫を含有している。砂岩は礫岩中に挟在する薄層であるが, 一般に凝灰質である。

P III 層は調査区域内に広く分布する。本層は礫岩, 砂岩, 流紋岩質凝灰岩, 安山岩質溶岩から構成される。流紋岩質凝灰岩および安山岩質溶岩中に鉱染状を呈する鉱化が認められることから, 中性-酸性の火成活動が銅の鉱化に密接な関連をもつものとみられる。

インフラカンブリア系は Basal series 層および Lower Calcareous series 層から構成される。下部の Basal series 層は先カンブリア系を不整合に被覆する。インフラカンブリア系は基底礫岩, 砂岩および頁岩の互層, ドロマイトの各岩層から構成され, 主に礫岩中および砂岩・頁岩中に銅の鉱化作用が認められる。

本調査地区において K-Ar 法によって年代測定が行われた。H 地区における P II-III 層の流紋岩質凝灰角礫岩は 344×10^6 年を示した。これは古生代中期にあたる。このことはおそらく, ヘルニア期における熱水変質作用をあらわしたものと考えられる。

本調査地区は Igherm インライアー, Ouanfenerha インライアーおよび Azerbalou インライアーに属する地区に分かれているが, 各インライアーは下位から PO 層, P II 層, P II-III 層, P III 層からなり, インフラカンブリア系へと続く。各層間には不整合関係で接する。また先カンブリア系は一般に高角に傾斜し, 断層および褶曲運動を受けている。インフラカンブリア系は先カンブリア系を不整合に被覆し, ゆるやかな褶曲を形成する。

以上に述べたように先カンブリア系の P II-III 層および P III 層の堆積時は, 礫岩および砂岩が主要な岩相であることから浅海性の堆積環境であったこと, また中性-酸性の火山岩類を挟在することからおう盛な火成活動を伴っていたことを示している。これらの火成活動に伴って微弱な鉱化作用が認められ, これらの火山岩類中の初性的な鉱化帯は Basal series 層中にみられる層状堆積性鉱床の起源をなしたとみられる。

調査地区内でみられる主要な鉱化帯は, 断層および破碎帯付近においてとくに銅鉱物の濃集が



強調されている傾向が認められ、とくにK地区において顕著である。安山岩類中の破砕帯中には強い銅鉍化作用が認められる。一方Talat-n-Sousでみられる鉍化帯は不整合面上に形成されている。すなわち大別すると地質構造に濃集の要因を有する鉍床と、堆積環境に濃集の要因を有する鉍床の2種となる。

今回の調査で明らかとなった重要な鉍化示徴としては次のようなものがあげられる。

- (1) Talat-n-Sous地区内のBasal series層の下位に発達する鉍染状の銅鉍化作用。
- (2) Basal series層の礫岩、砂岩、頁岩中の層状の堆積性銅鉍化作用。
- (3) L地区内のP II - III層およびP III層中の礫岩、砂岩、流紋岩質溶岩中に認められる鉍染状の銅鉍化作用。
- (4) M地区およびその南部にかけて分布するP III層の安山岩質溶岩中に認められる鉍染状銅鉍化作用。
- (5) K地区におけるP III層を構成する安山岩質溶岩中に認められる鉍染状銅化作用。

2-2 地化学探査

地化学探査分析データはコンピューターにより解析し、指示元素間の関連および地質との関係につき各地区毎に検討した。これらの解析結果によれば、Cu(銅指示元素)について高含有の範囲を抽出できた。しかしPb(鉛指示元素)およびZn(亜鉛指示元素)については含有量が低いため、試料平均値に対する統計的異常帯の抽出はできるが、高含有量の地質学的、地化学的異常帯は認められなかった。

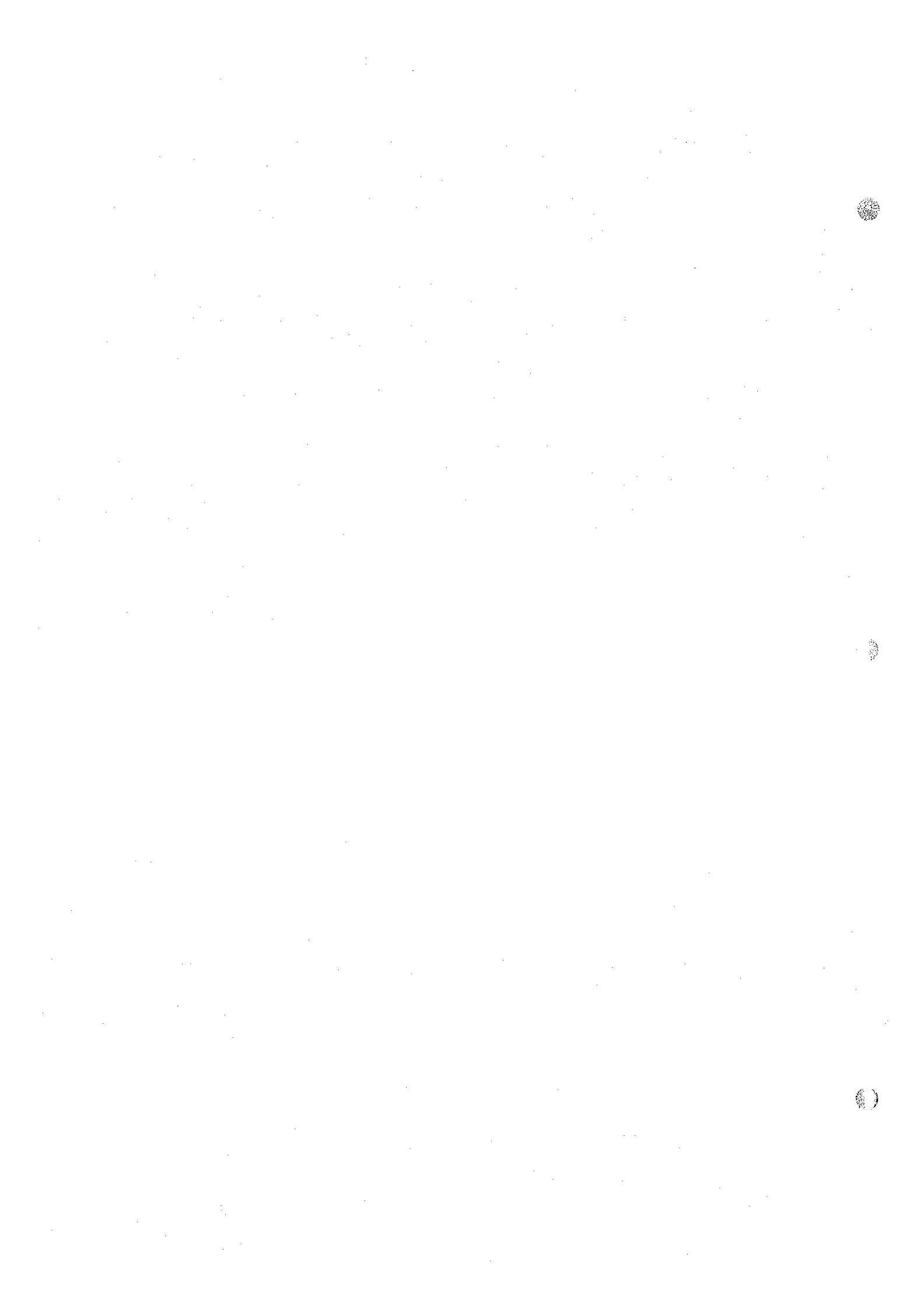
各地層毎の中央値および標準偏差値はTable 1-7-8~Table 1-7-11に示されている。Basal series層はCuの中央値が最も高いことから、本層は全フィールドを地層別に区別した場合の最重要層準であるとみることができる。換言すればこれは地表調査の結果明らかにされている堆積性銅鉍床胚胎層準の追跡が、地化学探査により検出可能でかつ今後の重要な指針目標となるともいえる。

地化学探査のCu異常値の集中する範囲として次の各地区があげられる。

- (1) Talat-n-Sousの鉍化帯およびその近傍のBasal series層
- (2) I地区の北部
- (3) M地区の安山岩質溶岩
- (4) K地区の安山岩質溶岩

上記の異常帯の範囲は、地質調査によって抽出された鉍徴地とほぼ一致する。I地区北部を除く異常帯は特定の岩相に密接に関係している。

一方I地区北部における異常帯はP II - III層およびP III層分布域をカバーしているが、これは地表調査の結果によればこの異常帯の範囲内に分布するP III層の流紋岩質溶岩中および流紋岩の岩脈中に鉍徴が認められていることから、この異常域の鉍化作用はP III層の流紋岩類の活



動が密接に関係しているとみることができる。

Pb は一般にドロマイト中に多く含有される傾向がある。P II - III 層および P III 層は一般に 15 ppm 以下であり、ドロマイト層は 15 ppm 以上の含有量を示す。Pb の高含有量 (100 ppm 以上) はドロマイト中に認められるものと、P II - III 層および P III 層の火山岩類中に認められるものがある。

Zn はヒストグラムに示すように母集団はほぼ対数正規分布を示し、含有量も一般に少ないが、異常値は Cu の異常帯およびその近傍に散在して分布する。

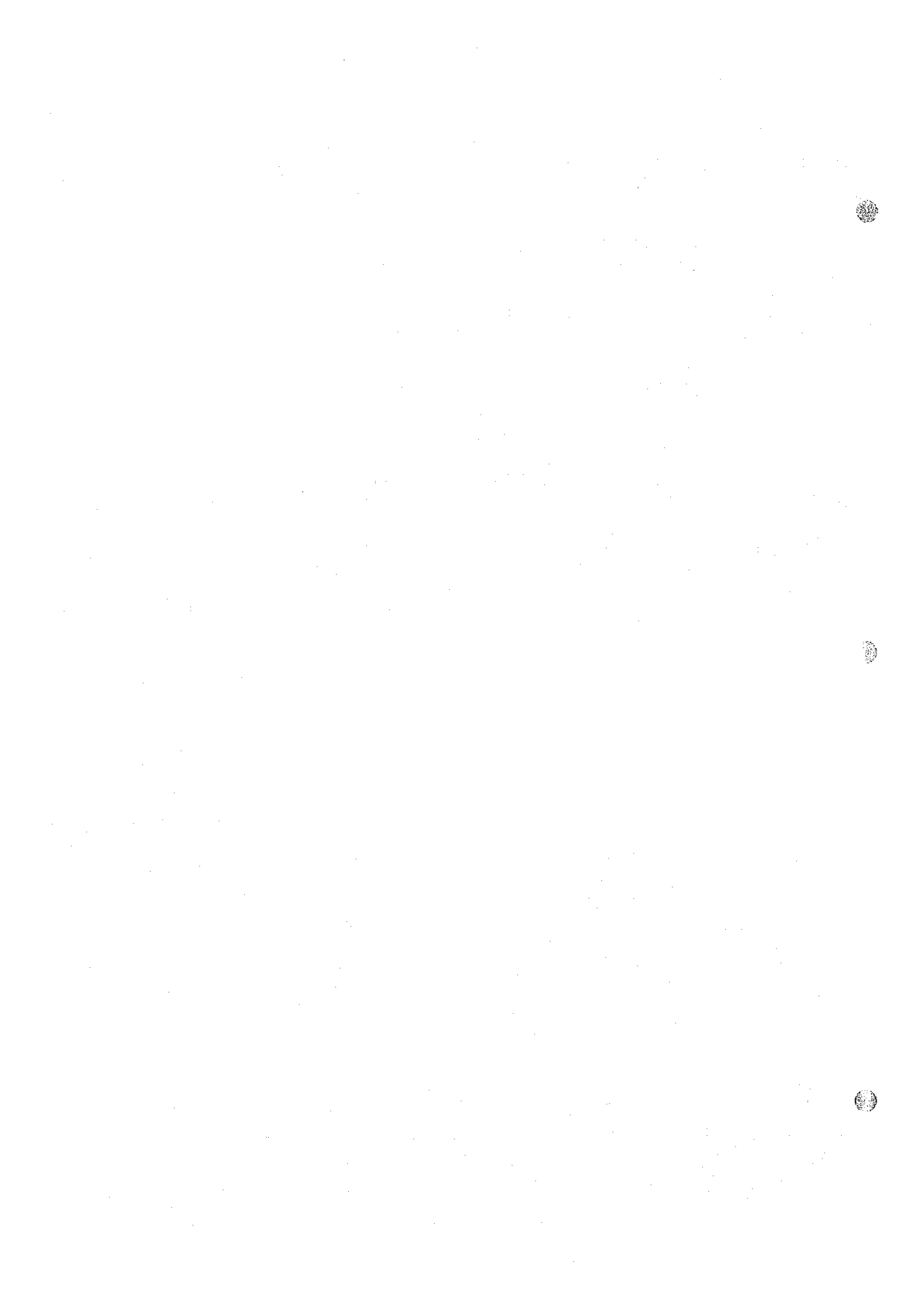
2-3 物理探査

本年度の物理探査 (IP 法) は、第 2 年次調査の結果抽出された J 地区: Talat-n-Sous と K 地区: Assif Imider において、第 2 年次物理探査 (IP 法) と同一の測定方法により実施された。

Talat-n-Sous 地区選定の理由は、優勢な鉱化が認められる流紋岩質凝灰岩が Basal series 層に不整合に覆われている地域であり、この Basal series 層に覆われた下部に流紋岩中の鉱化帯の潜在が期待されたこと、また Assif Imider 地区選定の理由は安山岩の揉め帯に沿って鉱床が賦存しており、この鉱床は Basal series 層に覆われているので、Basal series 層に覆われた地下に潜頭して、鉱床がさらに連続することが期待されたことによる。

IP 探査の結果、Talat-n-Sous 地区において地表の鉱化帯およびこの胚胎層である P II - III 層の火成岩の分布に対応した異常は捕捉されなかった。一方 Basal series 層およびその下位に FE 異常が捕捉され、FE 応答体 (Rt-1~5) が推定された (Fig. II-6-1 参照)。FE 応答体 (Rt-1~3) は Basal series 層の砂岩、シルト岩中に集積する黄鉄鉱を主とすると考えられる。FE 応答体 (Rt-5) は、Basal series 層の下部に存在が推定された。Basal series 層の下部に考えられる FE 応答体として 1) 破碎帯への硫化物の濃集 2) 安山岩中により多く集積する鉄酸化物 3) Basal series 層の礫岩中の硫化物または銅鉱化等の可能性が考えられ、いずれも断定するに至らなかったため、これを解明するために、この付近に対し引き続き探査を継続することが必要である。

Assif Imider においては、捕捉された FE 異常より応答体 (Ra-1~3) (Fig. II-8-2 参照) が推定された。既知鉱床に対応して捕捉された応答体 (Ra-1) は地下浅部に小規模な板状体と深部に大規模な板状体を有する。この応答体の北東方向への連続性は弱い、南西方向には調査地南端付近まで連続する。強い FE 異常を伴う応答体 (Ra-3) が調査地北東部で捕捉されたが、シミュレーションによる推定結果を地質による知見とあわせて検討すると、Basal series 層の礫岩中の黄鉄鉱によるものと考えられる。また調査地南東端の安山岩地帯に、FE 異常が認められた。しかし今回の調査では、その本質を究明するには調査不十分である。したがって、さらに同地域に対する継続探査が必要である。



2-4 試錐探鉱

試錐探鉱は第2年次において鉱床精査およびIP探査の実施されたArous鉱山地区において、地質構造の解明とIP探査によって得られた異常帯の解明を目的として実施された。

本試錐コアの鑑定結果によれば0m~155.50mまでインフラカンブリア系のBasal series層、155.50mから孔底まで先カンブリア系のP III層が確認された。これは第2年次鉱床精査による地質断面図とほぼ一致する。また地質調査結果から、本地域のP III層の安山岩最上部に銅の鉱化作用があることから銅鉱化の期待もあったが、試錐の結果では赤鉄鉱(鏡鉄鉱)の鉱染が認められたのみであった。

この地域のIP探査の結果によると異常帯が次のように認められていた。

- (1) Arous鉱山の流紋岩貫入岩体中の硫化物によると推定されるFE異常帯。
- (2) P III層とBasal series層の境界付近のFE異常帯。
- (3) Basal series層下部の砂岩中にみられる硫化物鉱染によると推定されるFE異常帯。

これらのFE異常帯から推定される応答体の形状は水平板状、傾斜板状および塊状が考えられた。

試錐結果の考察によれば、水平板状および傾斜板状の応答体は黄鉄鉱、および赤鉄鉱の弱い鉱染を伴ったBasal series層の砂岩である。また塊状の応答体は赤鉄鉱一部鏡鉄鉱の弱い鉱染が認められる安山岩であろう。いずれの応答体においても顕著な銅鉱化作用は認められなかった。

2-5 鉱床

調査地区内において認められる鉱床および鉱徴地としてはJ、H地区のTalat-n-Sous鉱化示徴、Amdouz鉱床およびK地区の安山岩質溶岩中のAssif Imider 鉱床があげられる。

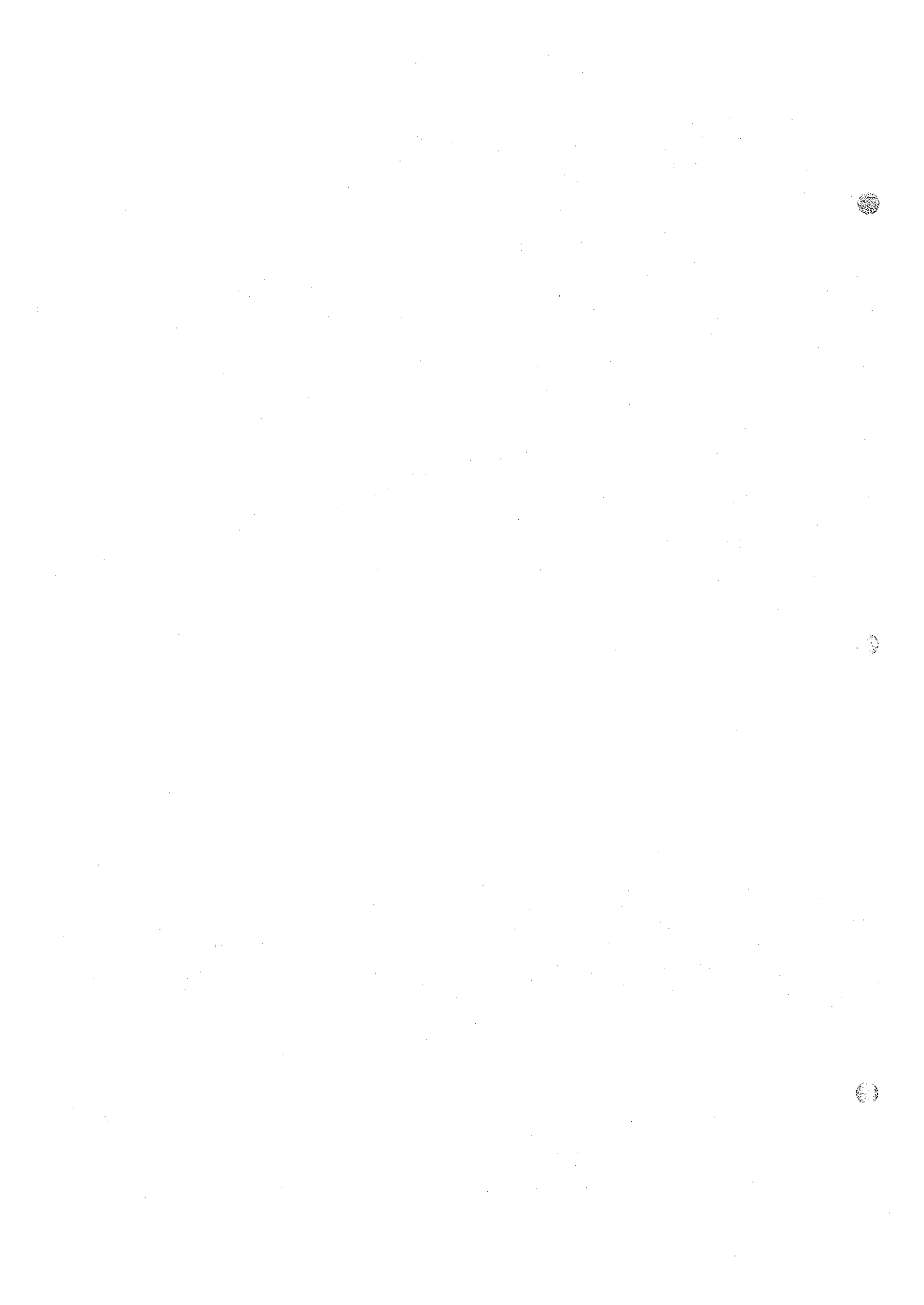
2-5-1 Talat-n-Sous鉱化示徴

本鉱化示徴はB. R. P. M.によってすでに探鉱(トレンチ9箇所、ピット6箇所、試錐8本)されている。本調査においてはポケットコンパスによる簡易測量を併用して1/500の地質精査を実施した。

本鉱化示徴はBasal series層のドロマイトの下位に不整合関係をもって存在するP II-III層の流紋岩質火砕岩類および安山岩類を母岩とし、銅を主体とする網状鉱染状鉱化示徴で孔雀石、藍銅鉱、輝銅鉱の二次鉱物を主とし、稀に黄銅鉱、珪孔雀石も認められた。

鉱化示徴の主要部は最大50m×130mの範囲にあり、主として流紋岩中に発達する節理面や裂隙に沿うフィルム状および母岩中に鉱染状を呈して産する。主要な鉱床母体としての流紋岩質火砕岩類は鉱化示徴を中核にして顕著な珪化作用、絹雲母作用などの種々の変質作用を受けている。

本鉱化示徴の形成は起源的にはP II-III期の流紋岩類の活動に由来するとみられるが、多くはその後の構造運動、天水の循環などにより再移動、再濃集された二次生成の鉱化示徴と解され



る。さらにその上位を覆う Basal series 層のドロマイト中にも鉱化が認められることから、二次的な富化および濃集は長期にわたり引き続いたものといえる。

2-5-2 Amdouz 鉱床

Amdouz 鉱床は Basal series 層における基底礫岩層内の銅鉱化作用によるものである。本鉱床の上位にはドロマイトが重なり、このドロマイトは Talat-n-Sous 鉱床示徴の上位のドロマイトと同じものである。本鉱床は現在 B. R. P. M. によって坑道探鉱が実施されている。

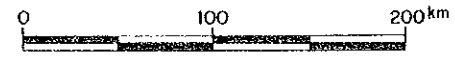
2-5-3 Assif Imider 鉱床

Assif Imider 鉱床は現在稼行中であり、P III 層安山岩質溶岩中に生じた NNE-SSW 方向の破碎帯中の裂隙充填および鉱染銅鉱床であり、規模は幅 5 m ~ 6 m, 水平延長 250 m, 傾斜 80° E 傾斜延長 50 m ~ 85 m が確認されている。本鉱床の埋蔵鉱量および平均品位はそれぞれ 230,000 t, 銅 = 3.65 %, 銀 = 76.1 g/t といわれる。またこの破碎帯の延長上 800 m 間において、P III 層の安山岩質溶岩のほか上位 Basal series 層のドロマイトと頁岩との互層中に孔雀石、藍銅鉱、斑銅鉱による鉱化が認められる。









本鉱床の成因は P III 層の流紋岩類、安山岩類中に微量に含有されていた銅イオンが破碎帯中に濃集されて富化したものと解される。

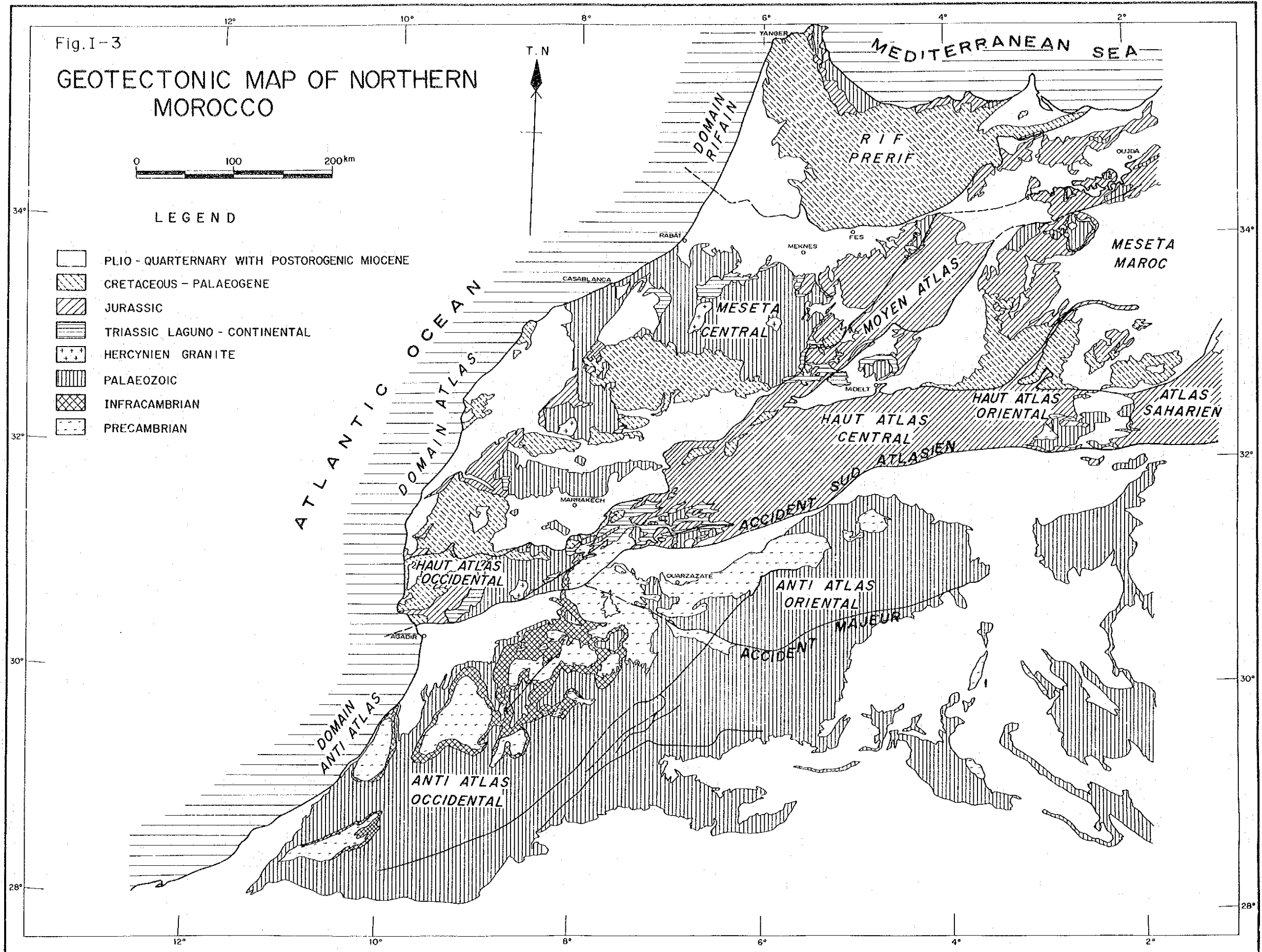
Fig. I-3

GEOTECTONIC MAP OF NORTHERN MOROCCO



LEGEND

-  PLIO - QUATERNARY WITH POSTOROGENIC MIOCENE
-  CRETACEOUS - PALAEOGENE
-  JURASSIC
-  TRIASSIC LAGUNO - CONTINENTAL
-  HERCYNIEEN GRANITE
-  PALAEOZOIC
-  INFRACAMBRIAN
-  PRECAMBRIAN





第 3 章 結 論

3-1 総 括

今回の調査地区は第1年次における調査対象地域の北東部にあたる Igherm 地方のそれぞれ独立した H, J 地区, I, L, M 地区および K 地区の3箇所で行われた。各地区における地質構成員ならびに地質構造には若干の差異があるので各地区毎にその特徴をまとめると次の通りである。

3-1-1 H, J 地区

a) 地質および地質構造

本地区を構成する地層は調査地中央部の Amdouz から Talat-n-Sous にかけてほぼ東西に分布する先カンブリア系 (P II-III 層, P III 層) とこれらを不整合に覆ってその南側および北西側に存在するインフラカンブリア系 (Basal series 層, Tamjout ドロマイト, Lowes Calcareous series 層) である。

P II-III 層は流紋岩質凝灰岩を主とし, 安山岩, 砂岩頁岩を挟在する。P III 層は安山岩質の基質で固められた礫岩を主とし, 一部に流紋岩, 安山岩溶岩が介在している。これらの地層は全般に $10^{\circ} \sim 20^{\circ}$ のゆるい南傾斜を示す単斜構造を示している。

Basal series 層は礫岩, 砂岩, ドロマイトからなり, 上記地層を不整合に覆っている。Tamjout ドロマイト以降の地層はほぼ整合的關係で重畳しており, 堆積環境としては準安定相から次第に安定相へ移ったことを示している。Basal series 層以降の地層は中央部付近を通る東西軸 (西緩傾斜) をもつドーム構造を示す。主な断層は東部の Igherm 断層 (NNE-SSW 系) と北西部にある ENE-WSW 系の2つである。

b) 鉱化作用とその地質構造規制の特徴

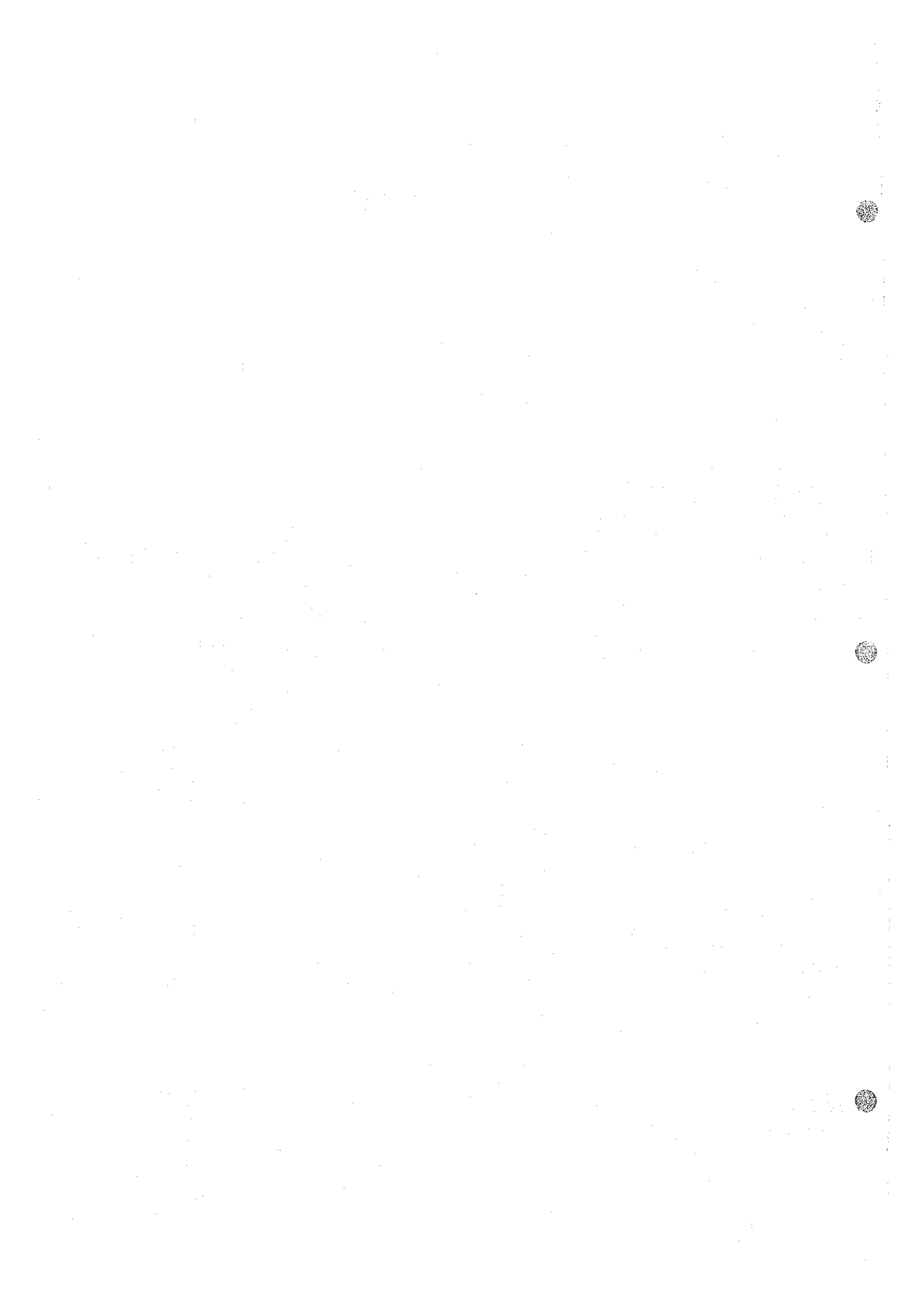
本地区の鉱床および鉱徴としては P II-III 層, P III 層の流紋岩中の銅鉱染, Basal series 層不整合面直下の先カンブリア系諸岩層の銅鉱染 (Talat-n-Sous), Basal series 層礫岩中の銅鉱染 (Amdouz) が顕著なものであり, 一部 Basal series 層砂岩中に弱い黄鉄鉱, 赤鉄鉱, 孔雀石の鉱染がある。

このように鉱化作用は特定の層準による規制を受けているほか NNE-SSW 系裂隙等の集東部に濃集する傾向がみられる (Talat-n-Sous, Amdouz)。

c) 地化学探査結果と鉱化作用の關係

本地区において実施された岩石サンプル採取による地化学探査の結果では, Cu, Zn の指示元素はほぼ同一の分布傾向を示し, Pb の指示元素は一部でやや異なった挙動を示しドロマイト中に異常値が認められた。

Cu の挙動は前記の鉱化作用の示徴と密接な關係を示しており Basal series 層直下の P II-



Ⅲ層，PⅢ層表面（古地表面）とBasal series層最下部の礫岩層中に高異常が，Basal series層砂岩層下位および最上位付近に中異常が存在している。またNNE-S SW系の断層沿いにも高異常が認められた。

このように岩石サンプルによる地化学探査は鉱化作用の位置ならびに母岩の含有度を明らかにする上で極めて有効な方法であった。

d) I P探査結果と鉱化作用の関係

J地区において併行して実施したI P探査の結果いくつかのF E異常が認められた。地区西部のBasal series層砂岩中のF E異常(Rt-1~Rt-3)は地質調査ならびに地化学探査の結果と総合して考察するとおそらく同層中の黄鉄鉱などに起因するものと考えられる。

地区南東部にほぼ東西に連続して認められたF E異常帯(Rt-5)は地質的にはBasal series層の直下，PⅢ層礫岩層の上位に相当する位置を占めている。本異常帯の要因としては，①PⅢ層の最上位付近に赤鉄鉱を有する安山岩溶岩の存在する場合，すなわちAlous鉱山南東部試錐箇所と同条件の場合，②PⅢ層中に東西系の破碎帯が存在し，この付近に銅の硫化鉱物の濃集が行われている場合，例えばAssif Imider鉱床型の存在する場合，③Basal series層最下部の礫岩層(Amdouz鉱山のような銅鉱化作用を伴う)が存在する場合などが考えられる。

地区中央部の銅の酸化鉱炭酸塩鉱を主とする既知鉱化示徴(Talat-n-Sous)付近には極めて弱いF E異常が認められ，その南西部に小規模異常(Rt-4)が認められた。これはPⅢ表層部の銅の硫化鉱物の小規模な存在を示し，下部への連続性の弱いことを示しているものと考えられる。

3-1-2 I, L, M地区

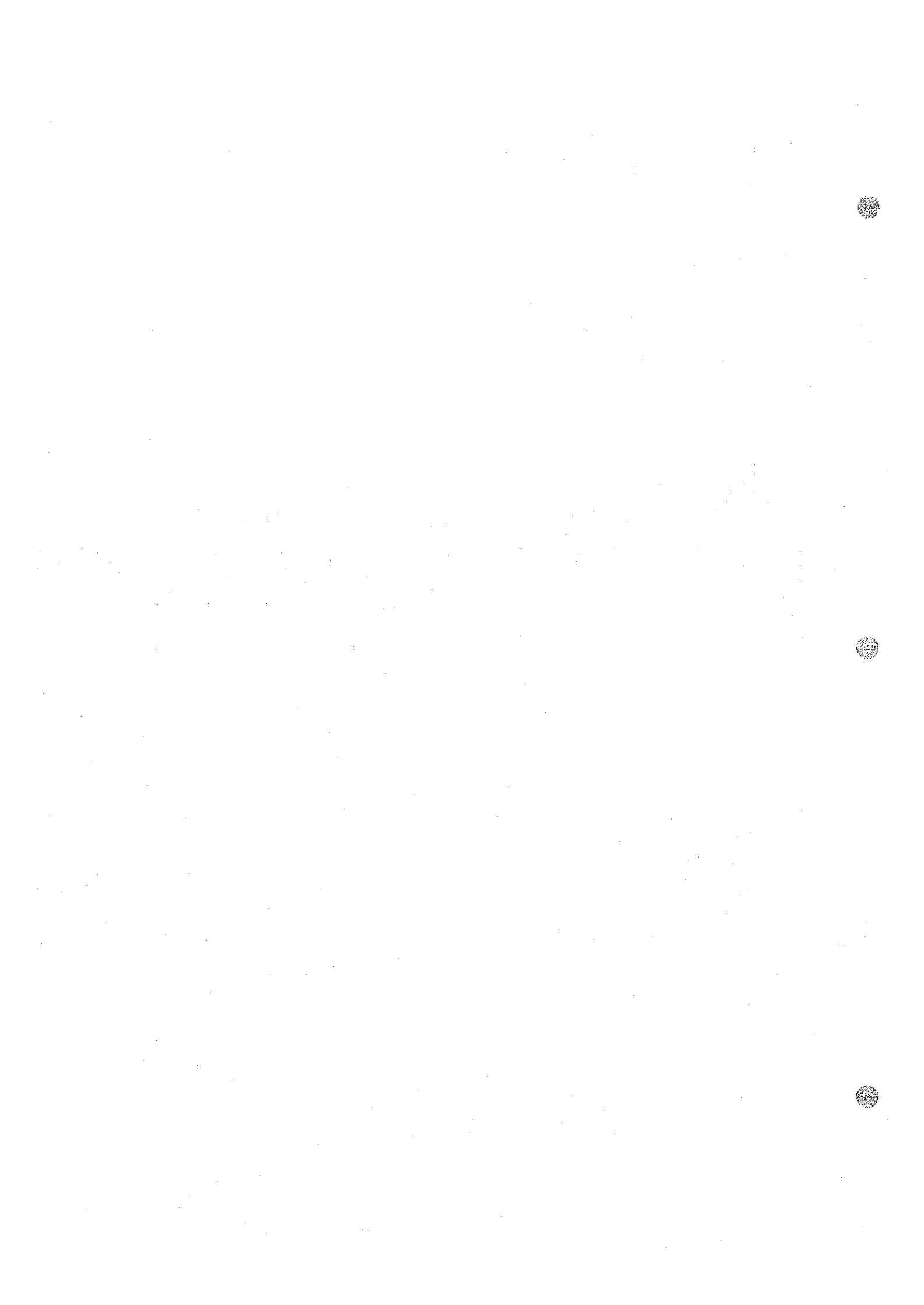
a) 地質および地質構造

本地区を構成する地層は先カンブリア系(PⅡ層，PⅡ-Ⅲ層，PⅢ層)とインフラカンブリア系(Basal series層，Tamjoutドロマイト，Lower Calcareous series層)である。

PⅡ層は本地区の基盤をなし島嶼状の小分布を示すもので珪岩，片岩，緑色岩およびレンズ状石灰岩よりなり強い変成作用と激しい褶曲運動を受けている。PⅡ-Ⅲ層は地区東半部に分布し，PⅡ層とは不整合関係をもって接する。火山性礫岩を主とし薄い火山岩質砂岩を挟むことがあり，流紋岩岩脈によって貫かれている。PⅢ層は地区西半部を占めて分布し，厚い砂岩層を特徴とする。流紋岩溶岩，同質凝灰岩および安山岩溶岩を介在する。

Basal series層は礫岩，砂岩およびドロマイトよりなり上記諸岩層を不整合に覆って地区北西端，南西端に分布する。TamjoutドロマイトおよびLower Calcareous series層はほぼ整合関係をもってこの上位を占めており，南北方向の軸をもつ向斜構造を示している。

主な地質構造上の特徴は，PⅡ層の激しい褶曲構造と弱変成作用を有すること，PⅡ-Ⅲ層，PⅢ層の西方へ傾斜する単斜構造で示される。断層は地区西北側にNE-SW方向に走るIgn-erm断層帯が顕著なものである。



b) 鉍化作用とその地質構造規制の特徴

本地区の鉍床および鉍徴としては、P II - III 層・流紋岩岩脈に伴われる銅鉍染、P III 層・流紋岩ならびに安山岩溶岩に伴われる銅鉍染 (Aniloul) および Basal series 層・礫岩ないし砂岩中の銅の層状鉍床がある。一般に層状鉍床を除いては低品位であるが、流紋岩、安山岩中に銅の鉍化作用が認められることは本地区の鉍化作用の特徴であり、かつ本地区周辺には Basal series 層中の堆積性鉍床の賦存が極めて多いことと何らかの関連性があることを示唆するものとして興味深い。また、Igherm 断層帯付近においても若干の銅の鉍化作用が認められる。このように本地区の鉍化作用の特徴としては流紋岩、安山岩等の火成活動に関連するものと、Basal series 層中に見られる堆積性のものの2つのタイプがある。

c) 地化学探査結果と鉍化作用の関係

地質調査と併行して行われた岩石サンプル採取による地化学探査の結果では、Cu、Zn の指示元素はほぼ同一の挙動を示し、Pb の指示元素は一部で異なる挙動 (Tamjout ドロマイト中に高異常が存在する) を示した。とくに Cu の挙動は上記の地質と鉍化作用の関係を裏付ける結果を示した。すなわち流紋岩 (L 地区)、安山岩 (M 地区) などは地化学探査による異常と極めてよく一致し、鉍化源を知る上で有効な方法であることを裏付けた。

3-1-3 K 地区

a) 地質および地質構造

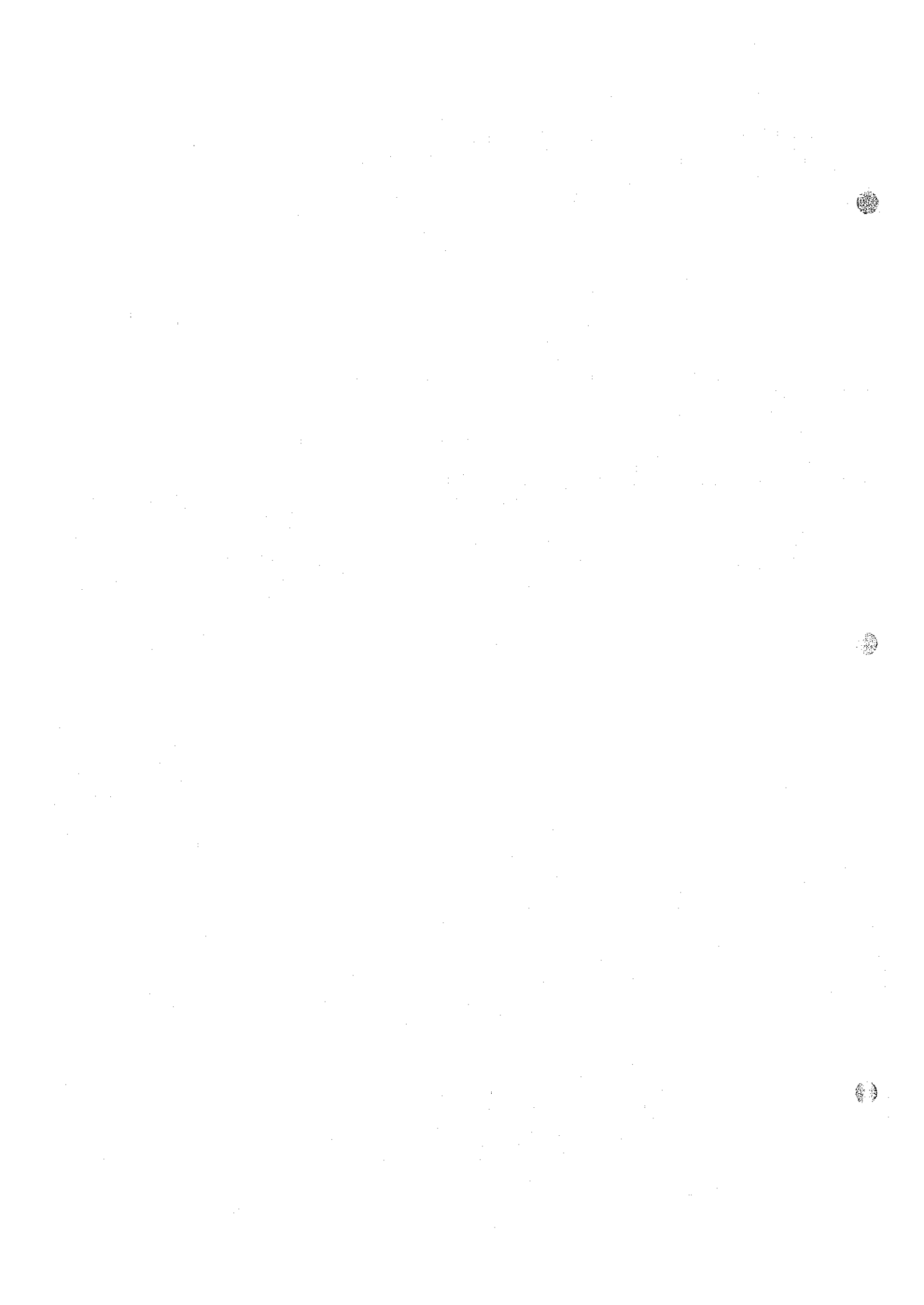
本地区を構成する地層は先カンブリア系 P III 層 (安山岩類) とこれを不整合に覆うインフラカンブリア系 Basal series 層 (砂質ドロマイト、ドロマイトおよび礫岩) である。P III 層の安山岩類は小規模な露出を示して本地区の基盤岩をなす。Assif Imider 鉍山付近には同岩中に NE - SW 系の破碎帯が存在する。Basal series 層はほぼ水平な堆積層で、下底部の砂質ドロマイトと上部のドロマイト層からなり上部のドロマイト層中には礫岩・砂岩の薄層を挟在している。

b) 鉍化作用とその地質構造規制の特徴

本地区の鉍化作用は P III 層安山岩中の NE 系破碎帯付近に存在する銅鉍化作用 (Assif Imider 鉍床) と Basal series 層礫・砂岩中に見られる弱い銅および黄鉄鉍の鉍化がある。前者は B. R. P. M. によって現在採掘中であるが、下部には 60 m 程度までしか連続するに過ぎず、おそらく P III 層表層部における風化帯の銅鉍物が水の作用により破碎帯中に濃集され、その後の熱水作用により硫化鉍物へ還元されたものと考えられる。

c) 地化学探査結果と鉍化作用の関係

本地区における岩石サンプル採取による地化学探査の結果では、Cu、Zn の指示元素はほぼ同一挙動、Pb の指示元素は他地区同様一部で異なる挙動を示す。Cu の異常値としては Assif Imider 鉍床付近で高い値を示している。このほか Basal series 層礫・砂岩中で中位の異常が認められ肉眼的に銅鉍物の認められない所でもこの傾向は明白に現われている。これらのことから鉍化示徴の解明に本方法による地化学探査が極めて有効であることを示している。



d) I P 探査結果と鉍化作用の関係

既知鉍床 (Assif Imider 鉍床) に対応して I P 探査による F E 異常 (Ra-1) が認められた。同形の F E 異常は鉍床未確認の南西方にやゝ浅くなりながら連続しており、同方面における鉍床賦存の可能性の強いことを示している。

また、本鉍床下部の P III 層安山岩中にも F E 異常が存在し、地区南東端の安山岩中にも F E 異常 (Ra-2) が認められた。この地質的要因としては Alous 南東方の F E 異常と同様安山岩中の赤鉄鉍 (鏡鉄鉍) による可能性が強いが、現段階では明確ではない。

本地区北東部に捕捉された強い F E 異常 (Ra-3) はシミュレーション解析の結果 Basal series 層の礫岩・砂岩中の弱い銅鉍化 (黄鉄鉍も含む) に起因するものであろうと解され、下部における鉍床の期待は薄い。

3-1-4 Alous 地区の試錐

第 2 年次の I P 探査によって確認された Alous 鉍山南東方の F E 異常に対し、その地質的要因を明確にするため約 300m の深度の試錐が行われた。

試錐地点直下の浅部、深部に推定された F E 異常は、それぞれ Basal series 層砂岩中の黄鉄鉍鉍染、P III 層安山岩中の鏡鉄鉍鉍染に起因することが明らかとなった。

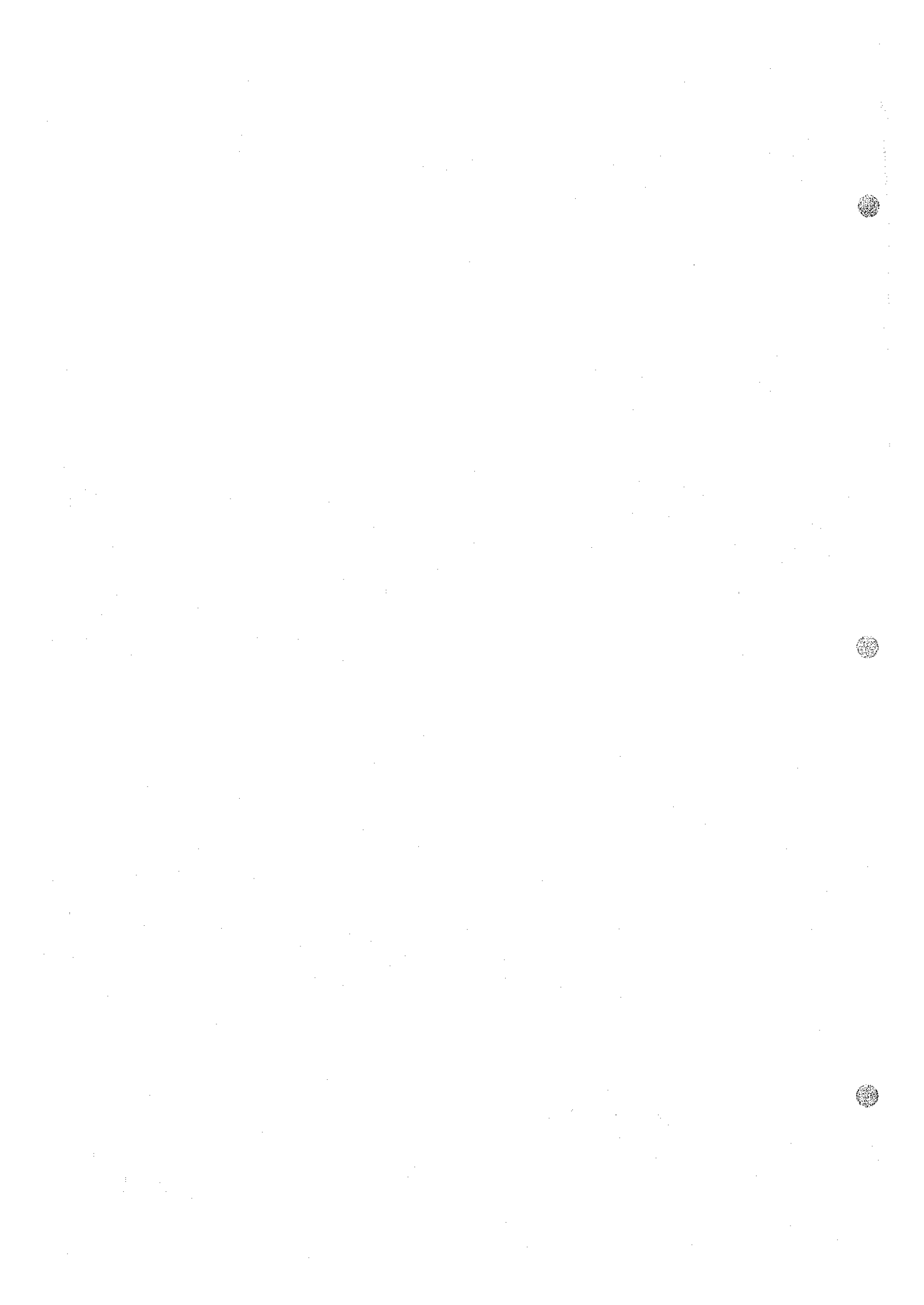
このことは今後の I P 探査における異常値の取扱いにおいて、地質調査や岩石地化学探査などの結果との総合的検討を必要とし、かつ十分な試錐による確認を行った上で、地域全体における特性を知ることが探査上必要なことを意味している。

3-2 今後の探査方針

以上のごとく本年度の調査によって鉍化作用と地質構造の関係が明らかになった。すなわち先カンブリア系 P II - III 層、P III 層中の流紋岩、安山岩類の火成活動がこの地域の鉍化作用ととくに密接な関係にあり、これらの火山岩類の発達する地域に鉍徴地が多く観察された。さらに、Basal series 層中における堆積性鉍床も上記火成岩類の賦存する地域または賦存の予想される地域の近傍に濃集する傾向が認められた。また、岩石サンプルによる地化学探査の結果では、微量の鉍染状の鉍化作用の検出も可能であり、鉍化作用の分布範囲、鉍化母岩の判定をも的確に実施することができた。例えば先カンブリア系の地層の表層部、および断層・破碎帯などに銅などの高異常を、Basal series 層中の礫岩 (砂岩) 中に銅の中程度の異常を認めることができた。

これらのことから今後の探査の方針としては

- ① 先カンブリア系 P II - III 層、P III 層の流紋岩、安山岩類の分布域および浅所に潜在する地域を重点的に調査すること。
- ② Basal series 層礫岩層・砂岩層など堆積性鉍床の存在する地域、とくに上記火成岩の存在する近傍または存在の予想される地域について注目すること。
- ③ 先カンブリア系表層部、とくに破碎帯の存在する地区の地質構造を明らかにすること

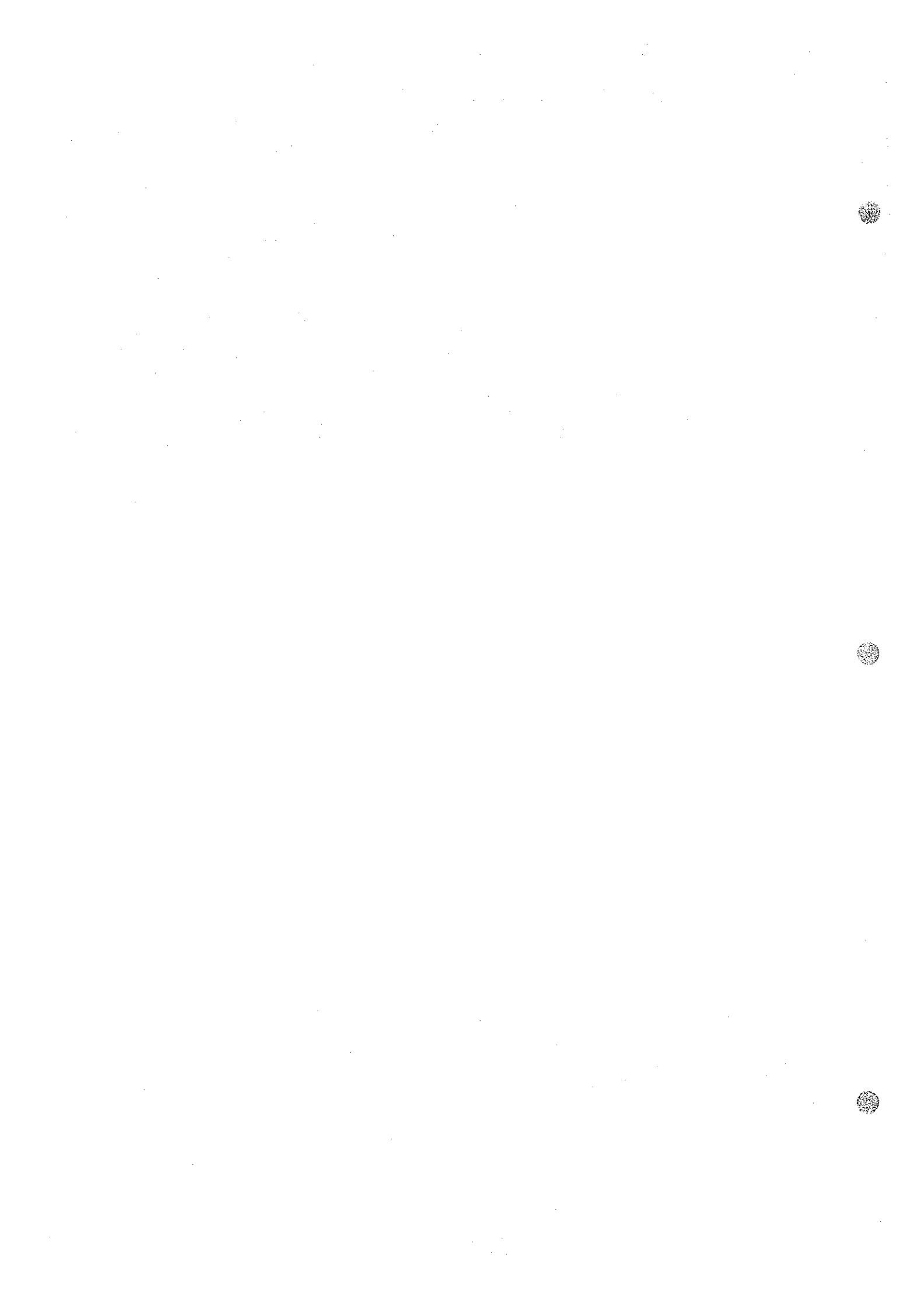


が必要である。

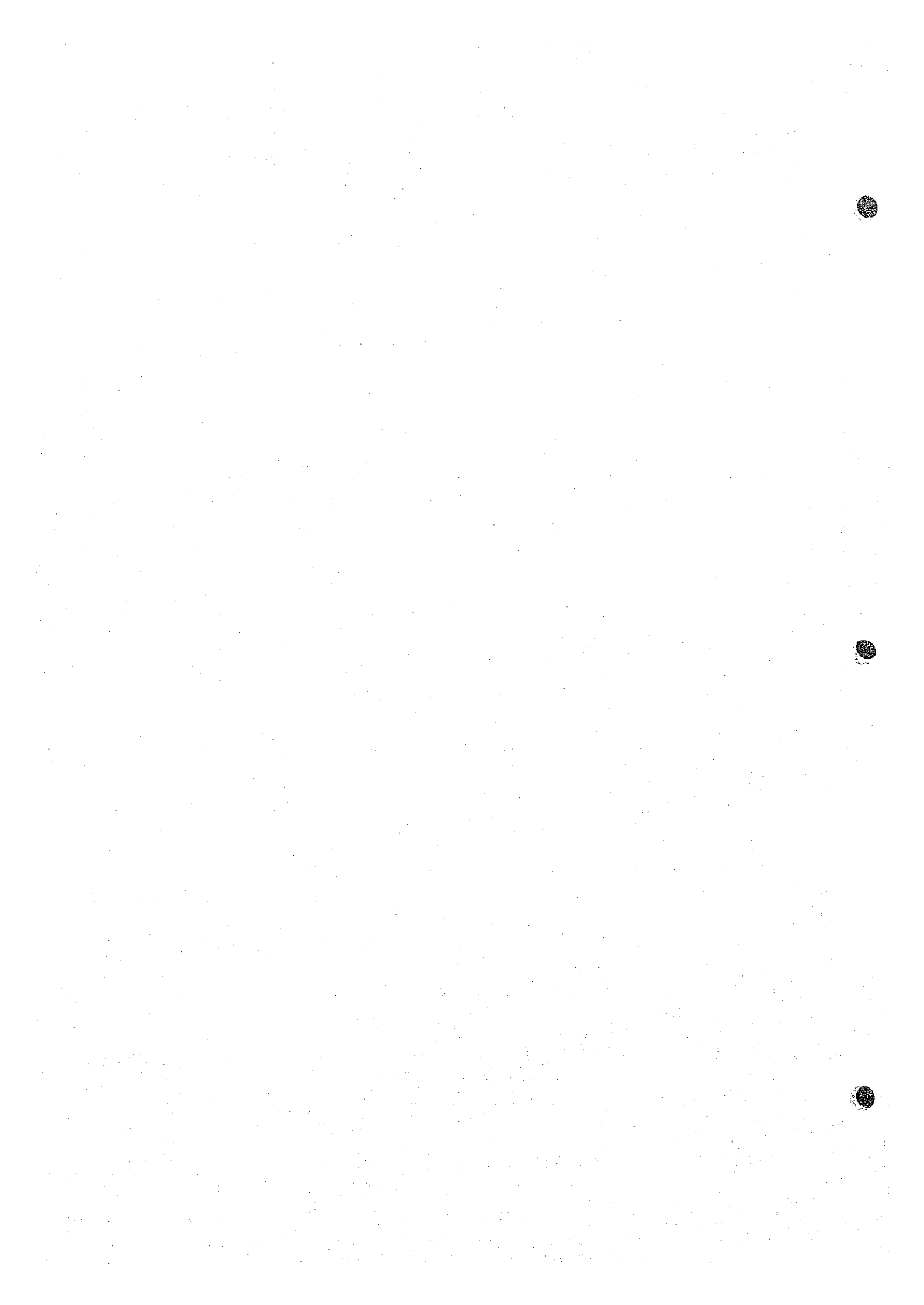
探査の手法としては、地質調査に併行して岩石サンプル採取による地化学探査を組織的に行えば、明確な地質と鉍化作用の対比が可能であり、有効な手段と考えられるのでこれの活用が望まれる。I P探査も各地区においてF E異常を検出し一部では直接鉍床に対応する異常を検出し、有効な手段と考えられる。しかしその異常の解釈にあたっては十分な地質情報との総合解釈を慎重に行う必要があり、さらに試錐等による確認作用を併用することが望まれる。

本年度の調査結果から考察される具体的探鉍としては

- ① J地区南東方のI P探査異常帯(Rt-5)に対しその拡がりを確認するため、Amdouz鉍山と既調査地区間にわたる鉍床精査、地化学探査、およびI P探査測線延長1.5km×10本=合計15kmの実施が望まれる。
- ② 同時に本異常帯の地質的性格を確認するための試錐。深度約300m級1本の実施。
- ③ 同地区西方のBasal series層中に存在すると予想されるF E異常帯(Rt-3)に対してその性格確認のための試錐約300m級1本の実施。
- ④ K地区Assif Imider鉍床南方に捕捉されたF E異常帯(Ra-1)は同鉍床の南方連続の可能性を有しており、さらに同鉍床下部にも異常帯が存在するので、この確認のための試錐200m級1本の実施。
- ⑤ 同地区F E異常帯(Ra-2)はP III層中安山岩中のもと考えられるが、この異常帯についてはその一端を確認したに過ぎず、さらに広範囲にわたる地質精査、地化学探査、I P探査の実施が望まれる。



第 I 部 地質調査



第 1 章 地 質 概 要

1-1 調査地域の地理

本年度の調査地域は第2年次調査により抽出された Talat-n-Sous 地区, Assif Imider 地区および Igherm 地区の3地区よりなり, 総面積 145.9 km² である。

Talat-n-Sous 地区は地質精査を行った H 地区と鉱床精査を実施した J 地区の2地区に分けられる。Assif Imider (K) 地区は鉱床精査のみ行った。Igherm 地区は地質精査を行った I 地区と鉱床精査を実施した L, M の2地区に分けられる。

Talat-n-Sous 地区は Agadir より Taroudannt および Aoulouz を経て溪谷沿いの砂利道によって車で到達できる。所要時間は Agadir から車で約5時間, 距離約 250 km である。地区内の標高は 1,000 m ないし 1,500 m を示し, 地形は高原状を示すが, 一部の溪谷沿いは極めて急峻である。道路は放牧用および農業用の小道が多数みられるが, 自動車用道路の発達が悪く, Talat-n-Sous に通じる道路1本のみで地内のアクセスは主として徒歩による。

Assif Imider 地区および Igherm 地区には Agadir から Taroudannt を経由する舗装道路で結ばれている。Assif Imider 地区は Igherm 地区と Taroudannt との中間部に位置し, Agadir からの所要時間は車で3時間, 距離は約 150 km である。Agadir から Igherm 地区への所要時間は4時間, 距離 200 km である。両地区ともに標高 1,300 m ないし 2,000 m の高原状地形を示す。この地帯は比較的ゆるやかな起伏を示し, 農耕および牧畜地帯となっている。

1-2 堆積岩類および層序

本調査は第2年次の調査結果によって選定された鉱床賦存の有望地区に対して行われた。

本地域の地質は基盤岩を構成する先カンブリア系とそれを被覆するインフラカンブリア系からなる。

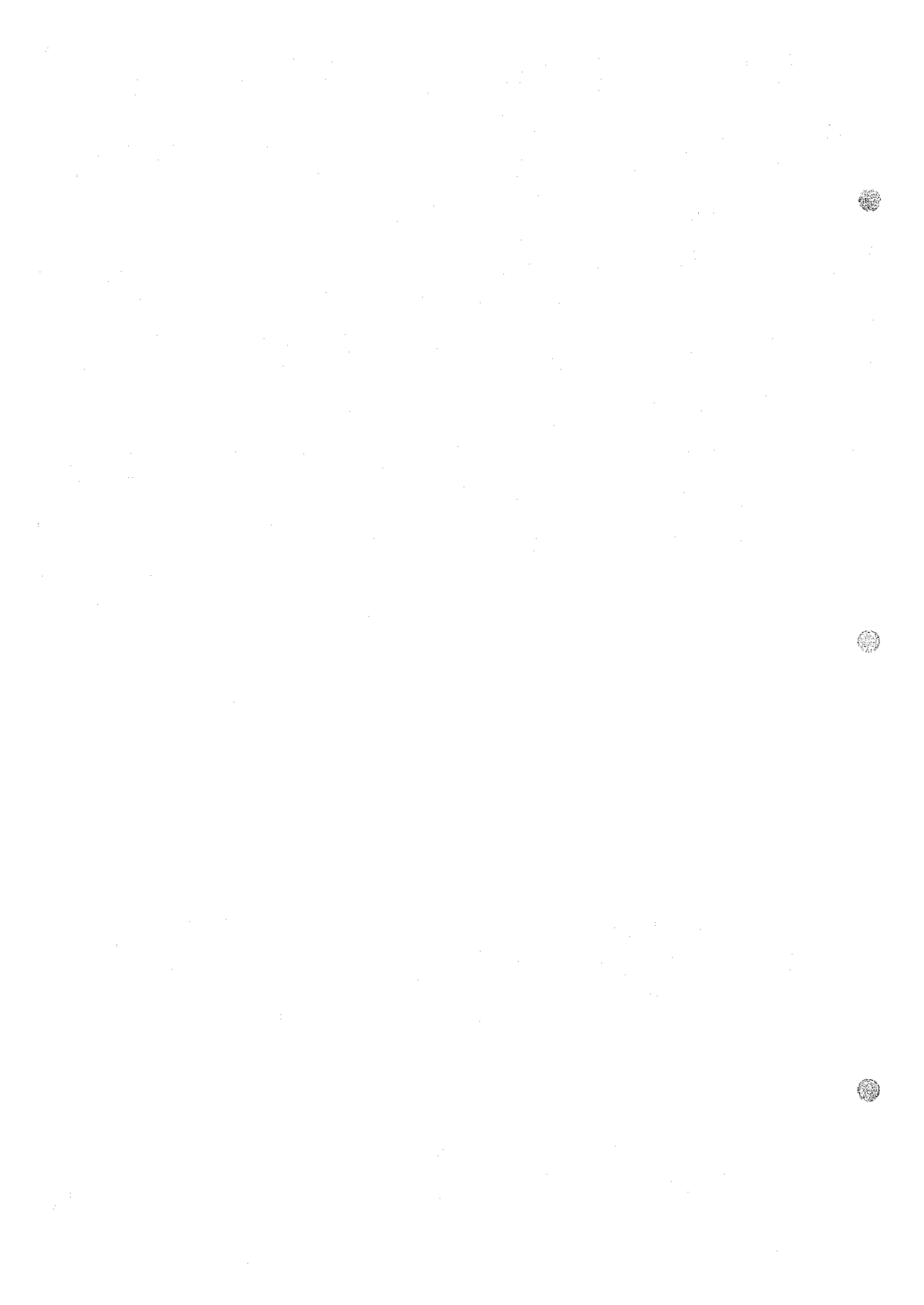
先カンブリア系は下位より P O 層, P II 層, P II-III 層および P III の各層に区分される。本調査地区には P O 層から P III 層までの各層が分布するが主として P II-III 層および P III 層が広範囲に, インフラカンブリア系に囲まれたインライナーとして分布している。

インフラカンブリア系は Basal series 層および Lower Calcareous series 層に区分され, 本調査地区内に広く分布する。

鉱床は主として先カンブリア系 P II-III 層および P III 層中の火成岩類および Basal series 層中に認められ, とくに P II-III 層および P III 層の堆積岩中に挟在する流紋岩質凝灰岩および安山岩質溶岩中に顕著な銅鉱化が認められる。

1-2-1 先カンブリア系

(1) P O 層は本年度調査地域内には露出しないが, 変成岩類および深成岩類よりなる地層で本



地区の基盤岩を形成する地層と推定される。本層は南西部の Kerdous インライアーに広く分布するが、従来の年代測定結果によれば $1,700 \times 10^6$ 年を示すとされている (René Charlot 1976)。

本層はミグマタイト、片岩、緑色岩および花崗岩類からなる。これらの地層は先カンブリア時代後期から古生代後期のヘルシニア造山期にかけて流紋岩および花崗岩による貫入を受けている。花崗岩類はその後の熱水変質作用や構造運動をこうむって若返り現象を生じ、ヘルシニア造山期の年代を示す。ヘルシニア造山期以後は地殻が安定し、造山運動は造陸運動の静かな上下運動に移化した。

(2) P II 層は P O 層とともに本地域の基盤岩をなし、変成作用をこうむった緑色岩、片岩および珪岩などの変成岩類より構成されている。本層は全体として NNE-S SW の方向にのび、P O 層にほぼ平行する分布を示す。

(3) P II-III 層はインライアーを構成する主要層で、大局的に下位の礫岩層から上位の砂岩層へと不安定な堆積環境によって形成された地層よりなり、中間部には流紋岩質および安山岩質の火山岩質が挟在され、全層厚は約 2,500 m である。

下部の礫岩層は火成活動に伴った火山性礫を豊富に有するもので、構成する礫種は下部は中性火山岩礫、上部は酸性火山岩礫がそれぞれ卓越した厚い火山性の礫よりなる堆積物を形成している。これらの堆積環境は全般にわたって浅海性であり、ゆるやかな海進、海退をくり返しながらかつて沈下が進む地向斜内の堆積物と考えられる。

(4) P III 層は P II-III 層とともにインライアーを構成する主層である。本層は礫岩類を主とし、酸性ないし中性の火山岩類を伴う地層で P II-III 層を不整合に覆う。本層の大半は礫岩層であるが初期には安山岩質火山岩類が礫岩中に堆積し、次第に酸性火山岩に移化する。また上部層には塩基性ないし中性の火山岩類が局部的に挟在する。本層の堆積時は一般に酸性および中性火成活動がくり返し起っている。本層の上部層は下位から上位に向って礫岩から砂岩・頁岩に移化し、最上部付近にはドロマイトの薄層が認められる。これは浅海性堆積環境からより深い環境に移化する堆積環境の変化を意味するものとみられる。

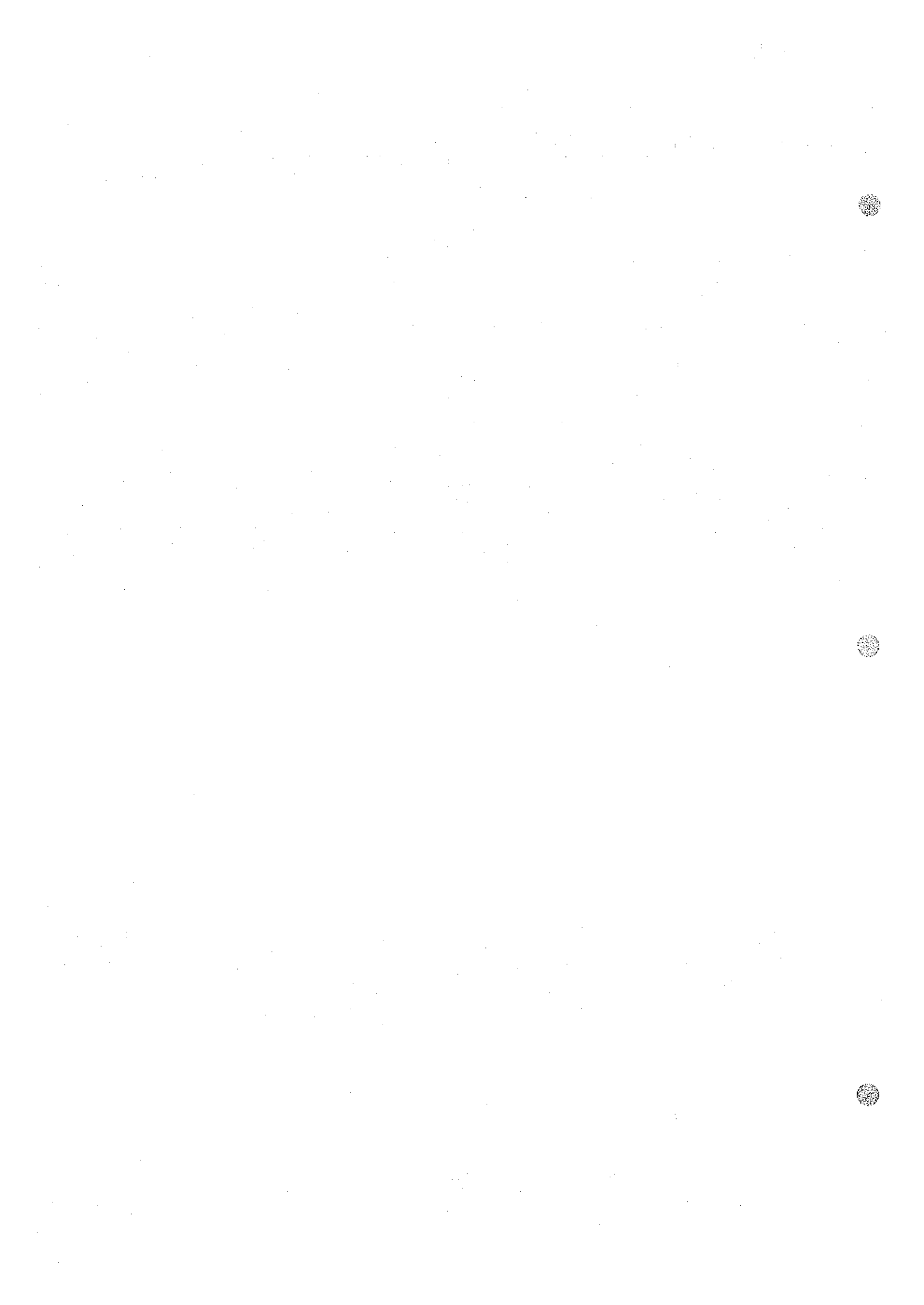
本層の火山岩類中には鉍染型銅鉍化作用が認められる。鉍化作用は塩基性岩中のものほど強い傾向がある。

1-2-2 インフラカンブリア系

本系は先カンブリア系の上位に広く分布し、先カンブリア系を基盤岩として砂岩、頁岩、ドロマイトを主体とした堆積岩類からなり、火山性物質は含まれず安定した地向斜に移行する準安定相の堆積物である。

本系は先カンブリア系とは不整合関係で接し、下部から Basal series 層および Lower Calcareous series の 2 層に区分される。

(1) Basal series 層は各調査区域内において先カンブリア系を被覆し、各インライアーを取



り囲むように分布する。主な構成岩石は礫岩、砂岩およびこれらの互層よりなる。ドロマイト層は頁岩、砂岩層中に薄層をなして挟在する。本層の厚さは古地形の起伏を反映して極めて変化に富み、ところによって完全に欠除する場合がある。

(2) Lower Calcareous series層はドロマイトを主体とし、下位のBasal series層とは整合関係をもって接する。ドロマイト層は特徴的なTamjoutドロマイトとその上位の層理面がよく発達したドロマイト層に分けられる。Tamjoutドロマイトは灰白色堅硬な無層理ドロマイトよりなり、層厚は全地区を通じて40m~80mとほぼ一定した厚さを示す。本層は一般に侵食作用に対して強く、しばしば急崖を形成する。

Tamjoutドロマイトの直上部を被覆する成層ドロマイト層は凝灰石、頁岩および珪岩を挟有して互層を示す。本層はところにより弱い褶曲構造を示す。

1-3 火成活動

本調査地域内における先カンブリア系は堆積岩類および顕著な火成活動に伴う火成岩類よりなり、鉍化作用に関連ある火山性堆積物などを挟在する。これらの火成活動は時代によってそれぞれ特徴を有する。

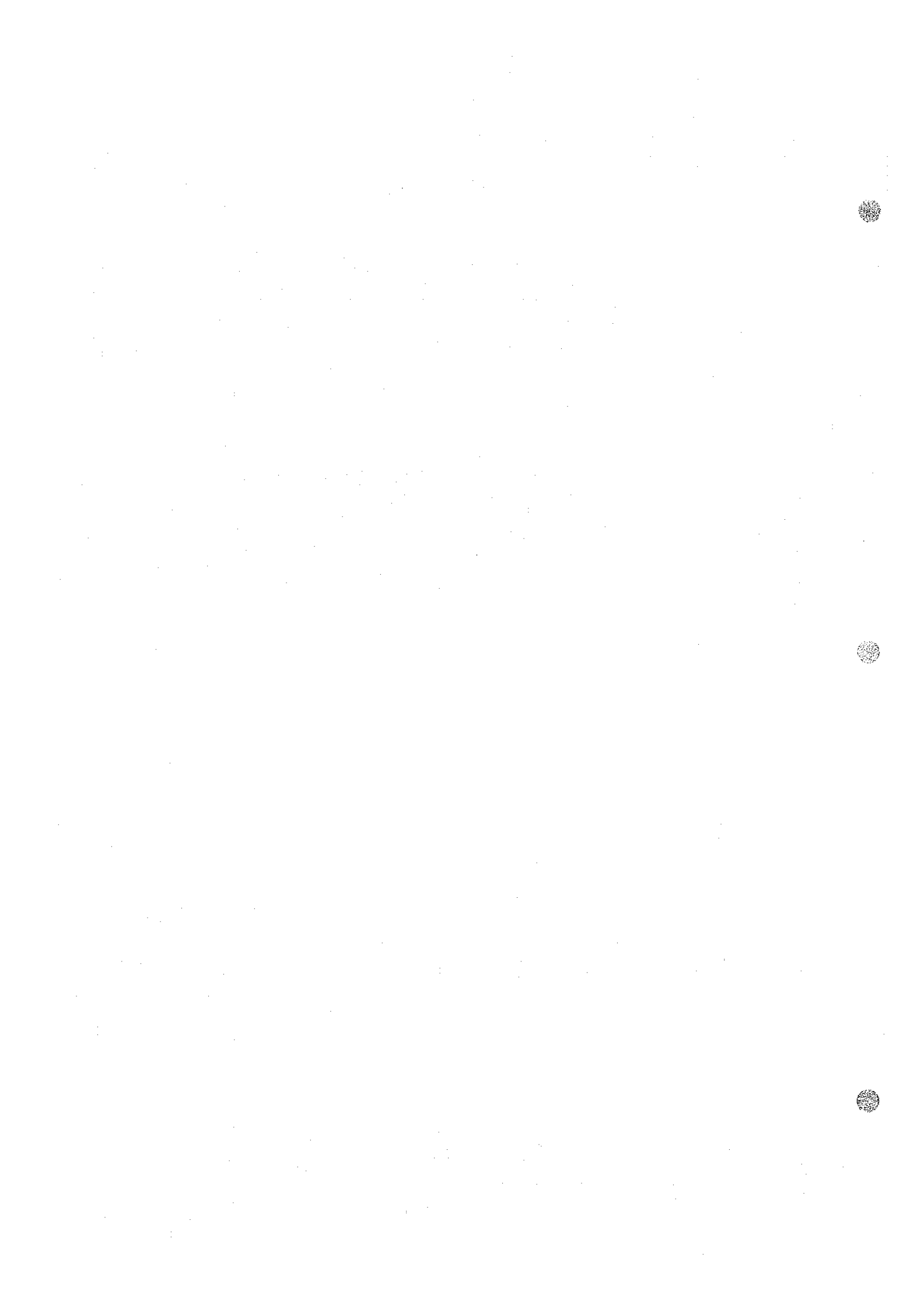
P O層はミグマタイト、片岩、緑色岩、片麻岩、花崗岩類から構成されている。これらの構成岩類は著しい広域変成作用を受けるとともに、花崗岩類の進入を特徴とする深成火成活動により形成された。

P II層は激しい褶曲、断層を特徴とする珪岩、片岩および緑色岩から構成され、広域変成作用を受けている。この時代の火成活動は緑色岩で代表される塩基性岩の活動が考えられる。

P II-III層は砂岩、礫岩、安山岩、流紋岩から構成され、P II-III期には最下位の輝石安山岩より流紋岩質岩にいたる一連の火成活動が数サイクルくり返され、これらの火成活動の結果として堆積岩中に安山岩質の火山礫岩や凝灰岩からなる火山碎屑岩類を形成している。その組成は次第に安山岩質岩から流紋岩質岩へと移化する。この火成活動以後、堆積盆は陸化し、その後ふたたび海進および海退をくり返したとみられる。

P III層は礫岩、砂岩、安山岩類および流紋岩類から構成される。

流紋岩質溶岩および同質火山碎屑岩類は、礫岩および砂岩主体の地層中に層状に挟在する。このようにP III期には主に流紋岩類の火成活動がみられるが、この火成活動は流紋岩類から安山岩類へ移化し、噴出物は酸性から中性への組成変化を伴って数回くり返しがある。この火山岩類の噴出活動には休止期があったと考えられる。それは厚い砂岩層や礫岩層を挟有していることによって示される。P III層堆積時の最末期の安山岩類の噴出活動以後はドロマイト石灰岩などの堆積環境に変化しており、少なくとも調査地域内では火成活動が休止したとみられる。



1-4 地質構造

本調査地区を包含するアフリカ大陸の北部は先カンブリア系クラトンの一部と変動帯からなり、クラトンの北西外縁部は変動帯として古生代以降も地向斜活動や造山運動の場となった。モロッコの地質構造は、大局的に先カンブリア系クラトンに近いモロッコ南部から北方の地中海に向けて、段階的に移化しており、南部のアンチアトラス帯、中央部のアトラス帯および北部のリフ(Rif)帯の3構造帯に大別される。本調査地域はこのうちアンチアトラス帯の西部に位置する。西部アンチアトラス帯にみられる先カンブリア系は大局的に背斜構造あるいはドーム構造を示しその周囲をインフラカンブリア系によって囲まれるインライアーとして露出する。これらのインライアーはアンチアトラス帯の主構造方向に規制され、ENE-WSW方向に配列する。

アンチアトラス地域の先カンブリア系はクラトンの周縁部に相当し、新期の多数の地殻変動の影響を受けている。そのため、とくに岩石サンプルによる地質年代の測定に関しては後造山運動によるとみられる顕著な若返り現象のため、一般に若く出る傾向があり、岩石の真の生成年代を決定することは困難である場合が多い。

本地域は始生代以降先カンブリア時代を通じて、ほぼ継続的に堆積および造山運動を受けたとされている(Choubert and Faure-Muret; 1970, 1972)。これはアフリカ大陸先カンブリア系クラトンの外縁の変動帯の一部に位置し、一方ではヨーロッパ大陸のクラトンの外縁部に相当する地域であるためである。また、地向斜の発達があり、時代的には北方ほど新期の地向斜が形成されている。換言すればアンチアトラス帯は先カンブリア系クラトンの縁辺部に形成された先カンブリア系を基盤岩とする古生代の地向斜であるとみることができる。その後、本地帯は古生代末期から中生代初期のヘルシニア造山運動によってクラトン化し、第三紀アルプス造山運動によって陸化したとみられる。

1-5 鉱床

本年度の調査は第2年次調査において抽出された地区において鉱床胚胎層準、鉱床と火成活動および地質構造との関係について重点的に追求して、鉱床賦存の性状を明らかにすることに努めた。

本調査地区にみられる鉱床の胚胎層準はP II-III層、P III層およびBasal series層である。

P II層中には一般に顕著な鉱化作用は認められておらず、わずかに孔雀石の鉱床が認められる程度である。それらは断層帯中および断層から派生する裂隙中に鉱染状、フィルム状を呈して産するが一般に連続性に乏しい。これは断層運動によって形成された裂隙内への浸み込みによる2次的な鉱化作用である。

P II-III層中に認められる鉱化作用としては流紋岩質溶岩中の鉱染状、フィルム状を呈する孔雀石、輝銅鉱、藍銅鉱などからなる銅鉱化作用である。このほか流紋岩の岩脈中にも銅鉱化作用がみられ、孔雀石、輝銅鉱、および黄銅鉱が鉱染状を呈して産するのが一般的である。



P III層はおう盛な火成活動の産物である安山岩および流紋岩質の溶岩および凝灰岩を主体とする。これらの流紋岩質溶岩の一部には孔雀石、輝銅鉱、黄鉄鉱の鉱染が認められ、また一部の安山岩質溶岩および同質凝灰岩中にも孔雀石、輝銅鉱、黄鉄鉱の鉱染が認められる。これらの火山岩類に伴った初生的な鉱化作用は微量の銅鉱物であり、現在認められる富鉱体はその後の断層運動の際に再濃集したものと考えられる。とくに比較的規模の大きい断層破碎帯付近では、地表下100m付近にまで酸化銅鉱物の鉱染が及んでいる。また上位Basal series層との不整合面にみられる銅鉱物の濃集体は、風化作用による残留鉱床と考えられる。

Basal series層における鉱化作用は一般に弱く、砂岩・頁岩互層中および礫岩中に孔雀石、輝銅鉱、藍銅鉱が層状に鉱化する場合がある。その性状から堆積性鉱床とみられる。

Lower Calcareous series層中には顕著な鉱化作用は認められない。

1-6 鉱床と地質構造との関係

上述の各鉱床のうち比較的優勢な鉱床はいずれも一次的な鉱床とは認められず、その性状から二次的鉱床とみられる。とくにTalat-n-Sousにみられる鉱化帯はP III層およびP II-III層が上位のBasal series層と接する不整合面上に発達しており、これはP III層およびP II-III層中の安山岩および流紋岩中に微量に含まれていた銅成分の二次的濃集帯であるとみられる。濃集部は不整合面付近に限定されることから、風化作用によって形成された風化残留鉱床と考える。

これらの銅成分はさらに断裂中に浸入して主として孔雀石からなるフィルム状の鉱化帯を形成している。一方Alous地区でみられる鉱床は母岩の破碎帯中の上部にのみ濃集帯がみられる。この破碎帯はNNE-S SW系、EW系を示し、破碎帯は上位のBasal series層には及んでいない。P III層とBasal series層の境界は不整合であることから、Basal series層堆積以前に銅成分が破碎帯中に浸入して形成されたものと解釈される。

P III層の安山岩中には孔雀石からなる銅の鉱徴地がいたるところで見られる。これらの鉱徴地の大半は上述のような破碎岩中にあり、地化探異常地とはほぼ一致する。

一方、Basal series層中の堆積性層状鉱床は、上述の鉱化火山岩類の出現する地域の近くに存在する傾向がある。したがって、おそらくこれらの火山岩類中の有用鉱物がBasal series層堆積時に濃集した結果によるものと考えられる。本鉱床の富鉱部は、もちろんその後の断層運動によって生じた裂隙、断層などによっても再濃集を受けている。

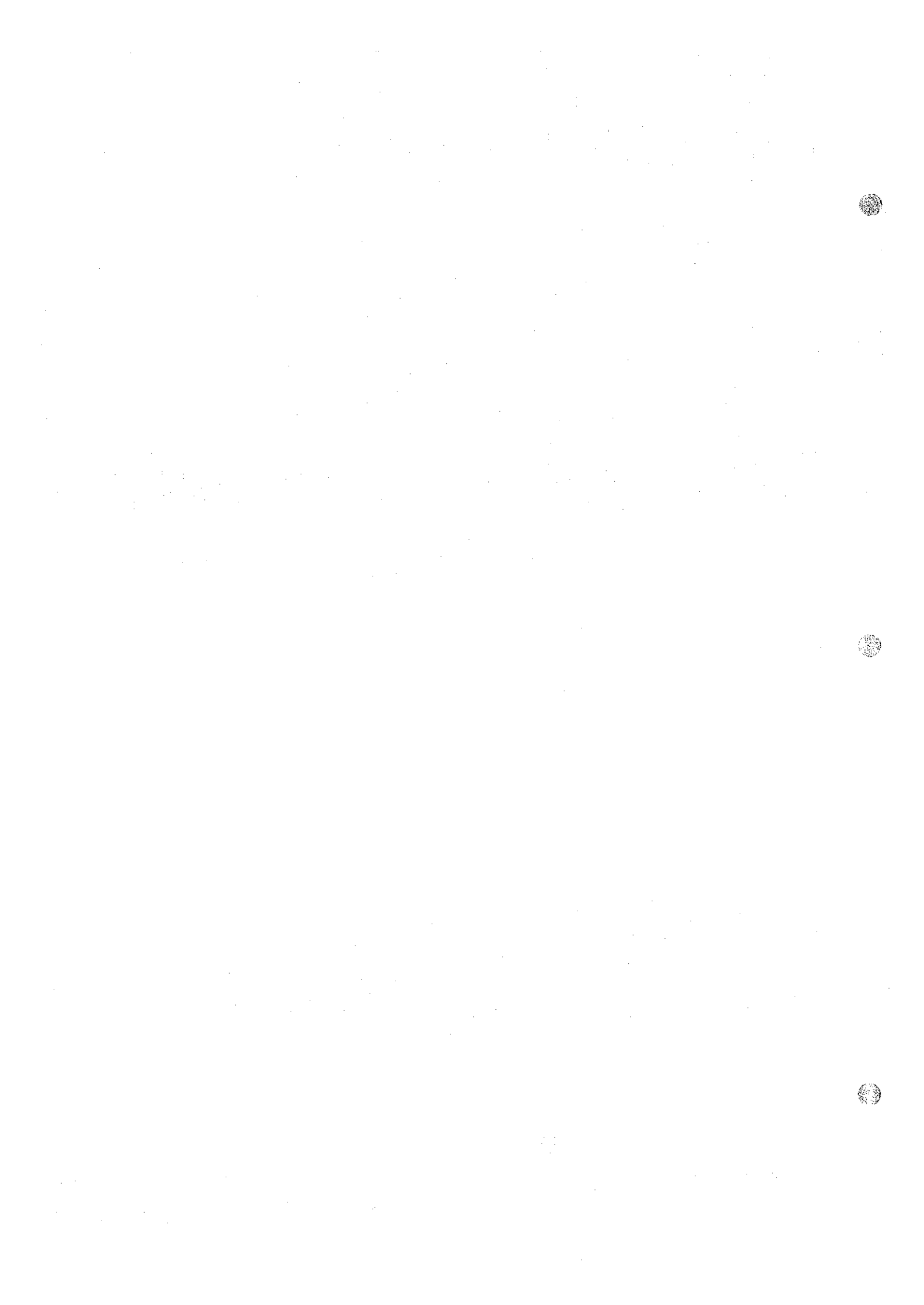


Fig.1-4 Schematic Geological Column of Surveyed Area

Geological Age and Unit		Stratigraphic Column	Thickness	Lithofacies
Quaternary				Gravel
Lower Cambrian	Pelitic Psamitic Series		M 700 [±]	Conglomerate, Siltstone, Welded-tuff
	Upper Calcareous Series		600 [±]	Limestone, Dolomite, Siltstone, Sandstone
	Lie de Vin Series		600 [±]	Siltstone, Sandstone, Dolomite, Limestone
Infracambrian (Adoudonian)	Lower Calcareous Series		100	Dolomite & Siltstone with Partly siliceous layer
			750	
			30	
	Basal Series		200	Tamjout Dolomite (massive)
Precambrian	P III		0	Sandstone Siltstone alternation intercalated Dolomite, Limestone, Conglomerate
			0	Rhyolite Intrusive Medium grained Granite Intrusion
			0	Several Cycles of Rhyolite, Andesite, Volcanics.
			0	Volcanic Conglomerate
	Anezi Series		1,200	Sandstone, Conglomerate, Volcanic Conglomerate
			0	Sandstone, Siltstone, Conglomerate
			0	Several Cycles of Rhyolite - Andesite Volcanics
	P II - III		2,500	Volcanic Conglomerate
	P II		0	Quartzite Greenstone Limestone Schist
	P II		2,500	
P O			Coarse-grained Granite Medium-grained Biotite Granite Coarse-grained Biotite Granite Two Mica Granite Schist Migmatite Gneiss	



第 2 章 地 質 各 論

2-1 H地区 (Amdouz 地区)

2-1-1 地 質

本地区は本年次の地質調査地区の北端部にあたり、第2年次調査におけるA地区の西部に位置する。また、本地区はAzerbaijan インライナーの南西縁部にあり、先カンブリア系のP II-III層およびP III層とインフラカンブリア系のBasal series層およびLower Calcareous series層が分布する。本調査地域は先カンブリア系とBasal series層との境界部付近に位置し、とくに先カンブリア系とインフラカンブリア系のBasal series層との不整合面の地質調査を主目的とした。各構成層はほぼ東西の方向性を示して分布する。

(1) 先カンブリア系

本地域の先カンブリア系はAzerbaijan インライナー内の最古期岩層であるP II-III層とその上位層であるP III層とが分布する。P II-III層の岩相は淡青白色を呈する流紋岩質凝灰角礫岩である。岩体内には多くの角礫を含有し、多孔質を岩石で、しばしば頁岩や砂岩の薄層を挟み層理の発達が見られる。数箇所において節理内および岩体内に鉱染状の孔雀石による鉱化作用が見られる。

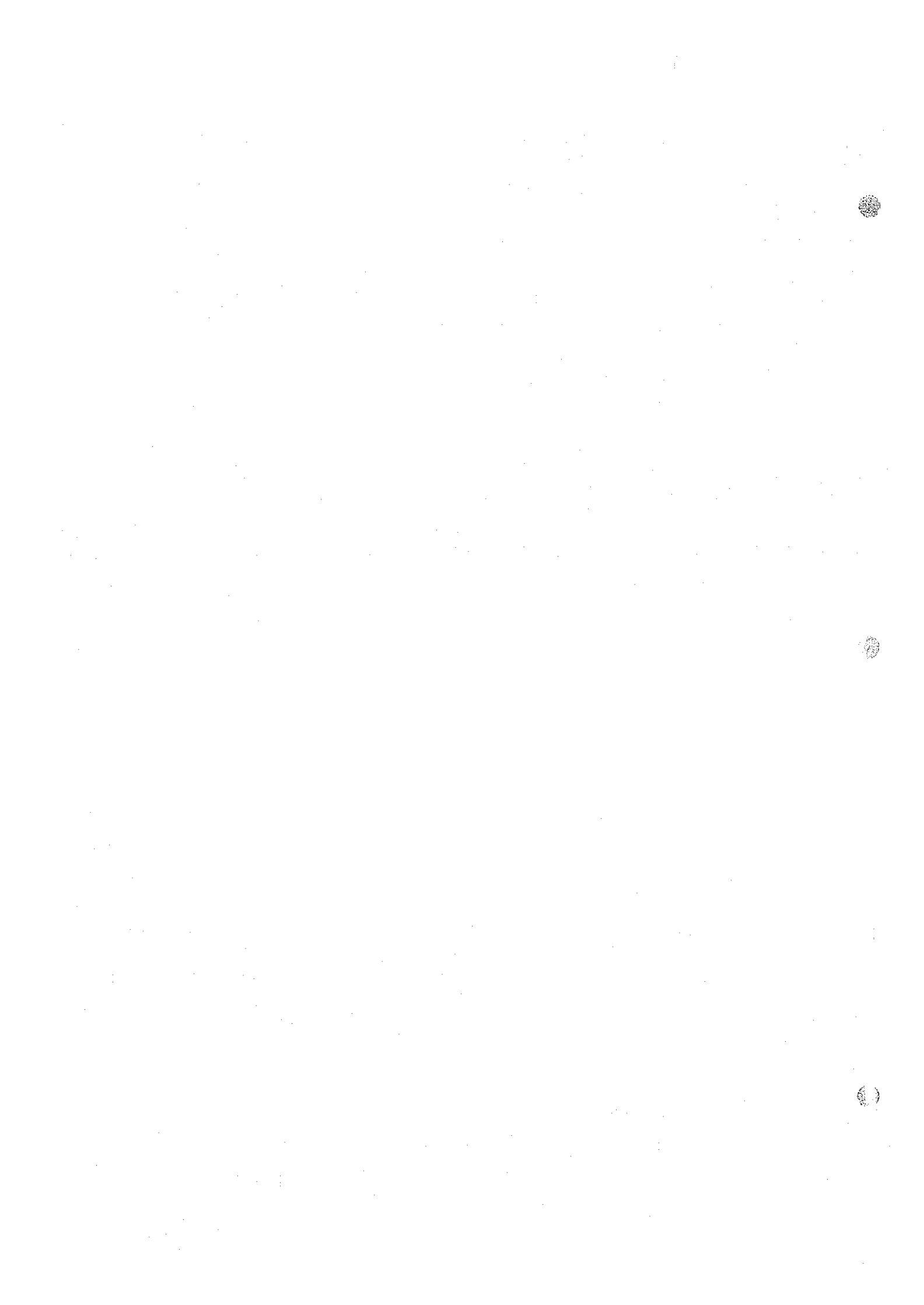
P III層は礫岩層を主体とし、Azerbaijan インライナー内に広く分布する。本層は礫岩層内に砂岩および流紋岩質凝灰岩層の薄層を挟み、厚さ2,000m以上に達する。礫岩層は分級度は悪く、直径20cm以下の垂円礫からなり、礫種は砂岩、花崗岩、珪岩および安山岩からなる。基質は砂および安山岩質火山灰よりなる。とくに本層の上部においては砂岩と互層し、流紋岩質凝灰岩層を挟む。岩質は一般に上部層ほど流紋岩質であり、岩相は礫質岩層から砂質岩層に移化する。

下部層は礫岩層を主体とし、安山岩質凝灰岩の薄層をとところどころ挟む。礫岩は花崗岩、珪岩、頁岩および安山岩から構成されている。砂岩層および基質はチョコレート色を呈し凝灰質砂岩である。

(2) インフラカンブリア系

インフラカンブリア系はBasal series層とLower Calcareous series層に区分される。本系はドロマイト、頁岩および砂岩を主体とし、基底部に礫岩層を介在する。また、基盤岩の先カンブリア系とは傾斜不整合をもって接する。

Basal series層は下位から上位へ礫岩層、ドロマイト層、砂岩および頁岩の互層からなる。礫岩層は主として珪岩の円礫からなり、直径約5cm以下の粒径で分級成層をなす。とくにAit Addi で顕著に観察される。Amdouz付近では礫岩層内に鉱化作用が見られる。ドロマイト層



は連続性に富み鈍層となる。主要なドロマイト層は厚さ30mで成層し、また厚さ約1mの薄層として砂岩、頁岩の互層中に挟在している。ドロマイトは一般に淡灰色を示し、崖を形成する。砂岩および頁岩の互層はBasal series層の上部によく成層して発達し、砂岩および頁岩中には白雲母および黄鉄鉱の結晶がみられ、弱い変質作用を受けている。Lower Calcareous series層はドロマイト層よりなる。このドロマイト層は下部のTamjoutドロマイトと上部のドロマイト層の2層に分けられる。Tamjoutドロマイトは塊状無成層で堅牢であり、かつ、ほぼ一定の厚さを有するため山頂部に崖の連続として露出する。上部ドロマイト層はTamjoutドロマイトの上位に直接載っており、明瞭な成層を示し、厚さ約200mの珪岩を互層する。本層は山頂部に広く分布する際、平坦な地形を形成する。

H地区の地質を地質構造によって区分すると先カンブリア系とインフラカンブリア系の2つに大別される。両者間には不整合関係であり、先カンブリア系はインフラカンブリア系の堆積以前にすでに構造運動を受け、インフラカンブリア系より構造は複雑になっている。また堆積環境もインフラカンブリア系とは異なり礫岩を主体とする堆積作用と、火山岩類の噴出に伴う火山砕屑岩類の堆積がくり返された。P III層の厚い礫岩層は後背地の激しい隆起運動を示唆している。インフラカンブリア系は一般に静穏な堆積作用であったと思われる。基底礫岩、ドロマイト層、砂岩および頁岩の互層、ドロマイト層と堆積物の岩質の差異はみられるが、侵食作用によって準平原化した地域が大局的に沈下し砂岩、頁岩、ドロマイトを順次堆積したものである。

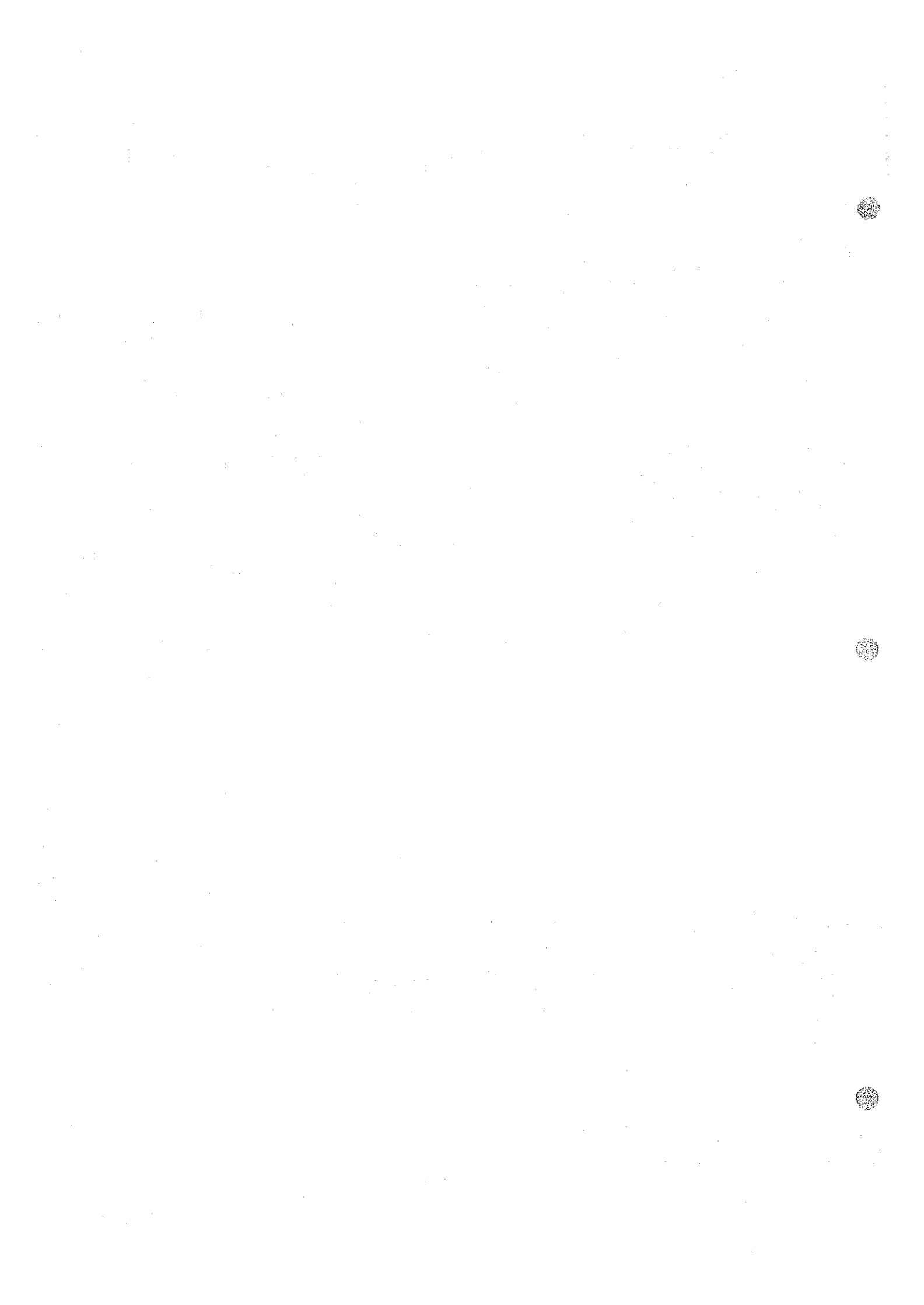
2-1-2 地質構造

地質構造については先カンブリア系は一般に東西方向の走向をもち、南傾斜の単斜構造である。インフラカンブリア系はゆるやかな褶曲を示して先カンブリア系を覆う。本調査地域内においては西部に東西方向の背斜軸が存在する。Basal series層およびLower Calcareous series層のドロマイト層が西へブランチする背斜構造を示す。

2-1-3 鉱床

H地区内の鉱床および鉱徴地は小規模ではあるが多数みられる。Talat-n-Sous鉱化示徴については鉱床精査のJ地区で詳細に述べるので、本項では省略する。Amdouz鉱床は現在B. R. P. M.によって坑道探鉱が行われている。この鉱化帯はTalat-n-Sous鉱化示徴と同様に、P III層とBasal series層との不整合面もしくはBasal series層の基底礫岩層内に形成され、孔雀石および藍銅鉱などの銅鉱物が観察される。本地区の鉱化示徴は一般に不整合面上もしくは基底礫岩層内に発達することから、風化残留鉱床とみられる。もし不整合面形成時の風化残留鉱床であるとするならば、Basal series層堆積以前に侵食の時間的場が十分に存在する。また侵食した物質の再堆積の場はBasal series層の基底礫岩層内にほかならない。したがって鉱床賦存の可能性としてはBasal series層の基底礫岩層中に求められるべきである。今後十分に不整合面と基底礫岩層について調査されなければならない。

上述のほかにも鉱徴地としては流紋岩および安山岩に伴うものがある。Tazertの安山岩質溶岩



中には孔雀石の鉍化作用がみられる。Azernineの流紋岩内にも孔雀石鉍化作用がみられる。いずれもB. R. P. M.による探鉱ボーリングが行われている。

2-2 I地区 (Igherm地区)

2-2-1 地 質

(1) 先カンブリア系

本地区の先カンブリア系は下位より珪岩、泥質片岩、緑色岩およびドロマイトよりなるP II層、凝灰質礫岩を主体として砂岩、頁岩の挟みを有するP II-III層、および凝灰岩礫岩、砂岩、頁岩、流紋岩・流紋岩質凝灰岩、ドロマイトよりなるP III層の3層よりなっている。P II層とP II-III層とは著しい不整合関係にありP II-III層とP III層とはゆるい斜交不整合の関係にある。

P II層はこの地区の南東部 Tagragra 付近および中西部 Tizirt~Tifelsine 間に主として分布しており、小規模であるが東部 Tadenst 付近などに島状に露出している。本層は珪岩、片岩、緑色岩およびドロマイトからなっている。次にその各岩相について記述する。

珪岩は Tifelsine 付近から Tizirt 付近に広範囲に分布し、Tadenst 付近にも露出している。しかもこれらの地域ではP II層の単一構成岩となっている。南東部の Tagragra 付近にも小規模に露出しているが、そこでは他のP II層の諸岩石とともに露出している。本岩は白色、淡桃色、灰色などの色を呈し、粗粒ないし中粒の石英質砂岩である。この地区のものは一般に層理が明瞭でクロスラミナがしばしば観察され、時にリップルマークの認められるものもある。Tizirt 南方のものは地層の走向、傾斜が著しく変化しており、不規則な褶曲をなしている。P II-III層に接する付近では本岩はしばしば角礫化している。

緑色岩は南東部 Tagragra 付近のP II層分布域の片岩中に数枚シート状に分布している。この地区の緑色岩は暗緑色で塊状の塩基性貫入岩類と、淡緑色で片状を示す緑色片岩類とがある。

片岩は南東部 Tagragra 付近のP II層の主構成岩である。この片岩は灰色ないし暗灰色で泥質片岩と砂質片岩よりなっている。いずれも片理構造が極めてよく発達している。

ドロマイトは Tagragra 付近のみ見られ、上述の片岩中の挟みとして、あるいは片岩と互層をなしている。本岩は淡紫色ないし灰色で層理の明瞭な岩石である。

P II-III層は主としてこの地区の北東部、中東部および西部の Tizirt 付近に分布しており、その他 Tizirt の東方あるいは Tikhfakt 南方では島状に小規模な露出が見られる。この地区における本層は砂岩、頁岩およびシルト岩の挟みを有する凝灰質礫岩より構成されている。その中で比較的連続性のよい砂岩、頁岩、シルト岩からなる層とその他の礫岩主体層がある。

礫岩は淡緑灰色ないし暗緑色を呈し、礫種は珪岩、安山岩類、花崗岩類、片麻岩類などさまざまであるが、珪岩の岩体の近くでは圧倒的にその礫が多くなる。基質は緑泥石化しているが、凝灰質である。礫のサイズ、円磨度は場所により異なり、1 m 近いものから1 cm以下のものま



で、比較的円礫に近いものから角礫までさまざまである。

砂岩、頁岩およびシルト岩は上述の礫岩中に挟在するもので、層厚はそれほど厚くなく数mにすぎない。色は一般に緑灰色を呈し、岩質は凝灰質、それに大部分は安山岩質であるが、一部に石英の破片が目立つ石英安山岩質のものもある。

P III層はこの地区に最も広く分布し、本地区中央部の大半を占める。本層の下部は流紋岩溶岩、流紋岩質凝灰岩、凝灰質砂岩からなり、中部は厚い安山岩溶岩、上部は薄い流紋岩の挟み、砂岩・頁岩・シルト岩の挟みを有する礫岩よりなる。本層の最下部および最上部付近にはドロマイトの薄層を介在している。

P III層の主体は砂岩、礫岩など碎屑岩類であるが、その中には、しばしば流紋岩溶岩、流紋岩質凝灰岩を介在する。これらの流紋岩類を一括した。この中で流紋岩溶岩とされるものは極めて少なく、大部分は流紋岩質凝灰岩、流紋岩質火山礫凝灰岩、流紋岩質角礫凝灰岩、流紋岩質溶結凝灰岩などの火砕岩類である。色は灰色、クリーム色、桃灰色、淡紫灰色などさまざまであるが、いずれも石英、カリ長石の斑晶あるいはその破片を多量に含有する珪質岩である。

安山岩質溶岩は地区最南端 Talilit から Aniloul の北方まで延長 12km あまり、最大層厚 500m にわたって分布している。この岩体は第 2 年次の調査で岩脈とされていたが、今年度の精査で溶岩の産状を呈していることが明らかとなった。この岩体中にはしばしば銅の鉱染が認められる。詳細は鉱床の項で取り扱う。本岩はそのほか Tikhfakt 東方および Talilit 北東方にも小範囲の露出が見られる。

ドロマイトは P III 層の最下位および最上位付近に薄い挟みとして露出している。

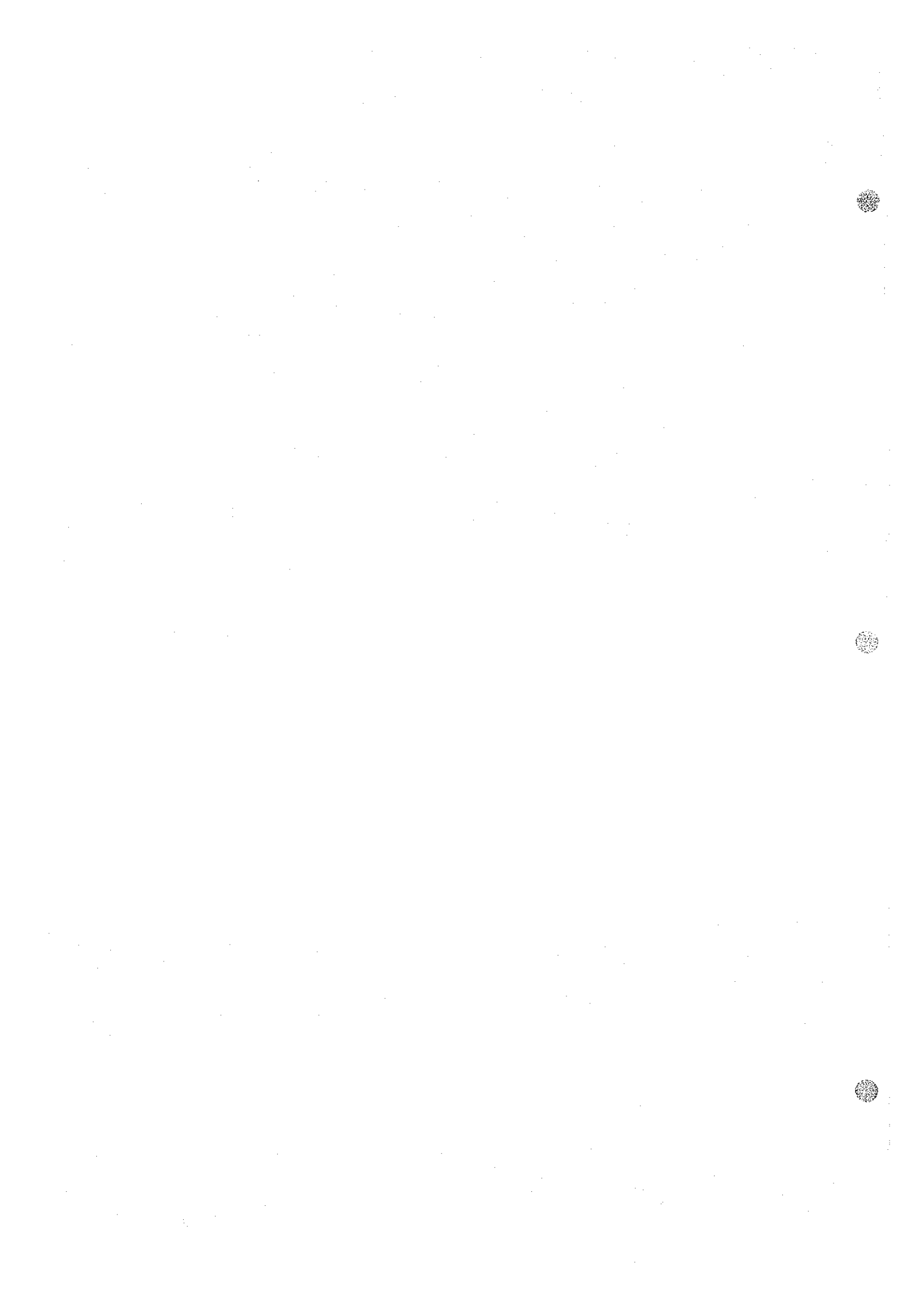
P III 層の頁岩、砂岩、礫岩は柱状図 (PL. I-4-2) より明らかなように、厚い安山岩質溶岩より下部では砂岩が主体であり、上部では礫岩が主体となっているが、いずれも凝灰質である。

下部の砂岩は一般に色は淡紫色～淡紫灰色を呈し、層理は非常に明瞭、淘汰も良好で粗粒～中粒のアルコーズ質砂岩である。P II-III 層の砂岩とはその特徴的な色で容易に識別ができる。上部の礫岩は色は淡紫色～灰色で礫種は珪岩、流紋岩が多く、花崗岩、緑色片岩および安山岩の礫を含むこともある。礫は巨礫は少なく粒径 3 cm 前後のものが多く、亜角礫～円礫よりなっている。基質の部分は灰色の凝灰質のアルコーズ質砂岩である。頁岩は挟みとして両者に普遍的に存在するが、長く続かない暗灰色～暗紫色の岩石である。

(2) インフラカンブリア系

本地区のインフラカンブリア系は下位より Basal series 層、Lower Calcareous series 層よりなり、本地域の北西部および南西部に分布する。下位の先カンブリア系とは傾斜不整合の関係にある。

本地域の Basal series 層はドロマイト、礫岩、砂岩、頁岩よりなっている。その下部は礫



岩またはドロマイトで、上部は砂岩・頁岩の互層からなり、ドロマイトの薄層を挟むところもある。ドロマイトは北西部 Tizirt 北方において Basal series 層の最下位層として露出している灰色の塊状岩である。礫岩は南西部 Tasurem 付近に露出しており、Basal series 層の最下部に位置している。礫種は珪岩が最も多く、そのほか流紋岩、珪岩の礫を含んでいる。基質は凝灰質で白雲母を多く含んでいる。砂岩・頁岩は北西部 Tizirt 北方にも南西部 Tasurem 付近にも露出しており、同じような岩相を呈している。すなわち、色は紫灰色あるいは緑灰色で凝灰質、多量の白雲母を含有して砂岩・頁岩は互層をなしている。

Lower Calcareous series 層は本地区の北西端部と南西端部のみに分布する。H 地区の場合と同様に本層は主としてドロマイトを主体とし、稀にシルト岩、頁岩、珪岩の薄層を挟在する。本層の最下部は層理の発達のない Tamjout ドロマイトとして、ほぼ一定の厚さで Basal series 層を覆う。Tamjout ドロマイトにはくり返し発達する小規模な褶曲が認められる。

2-2-2 貫入岩類

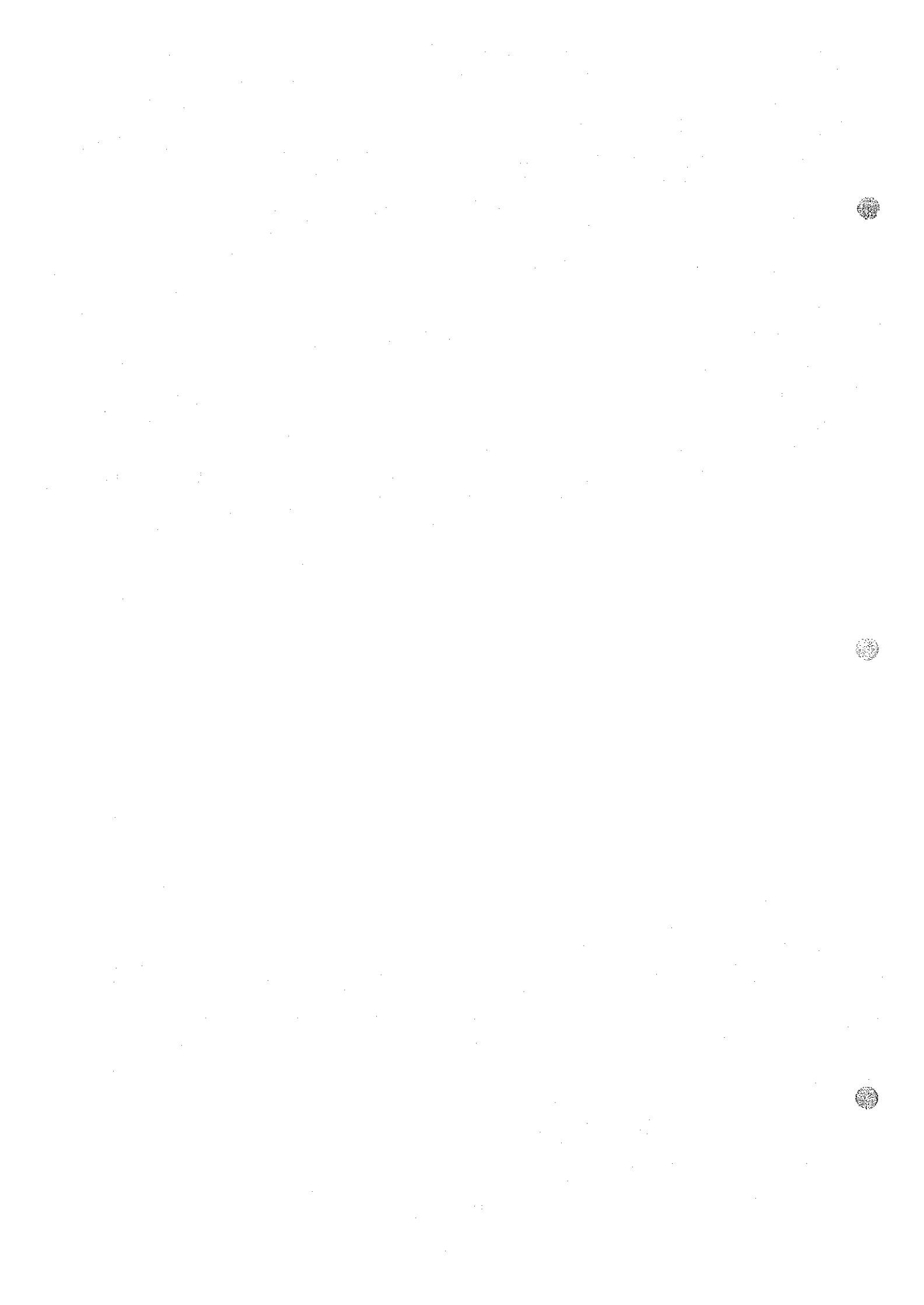
P II - III 層を貫く流紋岩岩脈が地域の北東部に数箇所認められるだけで、貫入岩類は極めて少ない。流紋岩は本地域の北東部 Tadenst 北方において幅 10 m 以下の岩脈として露出している。岩相は P III 層の流紋岩類に酷似しており石英、カリ長石の斑晶が目立つ珪質岩である。本岩はおそらく P III 期の火成活動に伴って P II - III 層を貫き、岩脈となったもので、P III 層の流紋岩類はその噴出岩と考えられる。

2-2-3 地質構造

本地域の北西部 Ait Yazza から Tifelsine にかけて、N-S ないし NNE-S SW 方向の Igherm 断層およびそれから派生する断層が走っている。その断層の西側は先カンブリア時代の隆起帯となっていたとみられ、P II 層および P II - III 層が広く露出している。断層の東側では北東部 Ouislane, Tadenst 周辺、および中東部 Imni 付近、Tikhfakt 南方 2km 付近には P II - III 層が露出し、それぞれ背斜構造やドーム構造を形成し隆起部となっている。南東部 Tagragra 付近では、P II 層を核として同様に半ドーム構造の隆起部となっている。それに対して P III 層は、相対的な沈降部を埋める形で広く分布している。P III 層の構造はその中央部 Tifelsine, Aniloul, Lala Aïena, Talilit の各地に細長く分布している安山岩溶岩の東側と西側で異なっている。東側の P III 層は P II 層や P II - III 層の背斜あるいはドーム構造の影響を受け、それらの近傍では地質の走向・傾斜は調和的になっており、離れたところでは小規模な褶曲を形成していて走向、傾斜の変化が著しい。それに対して安山岩溶岩の西側の P III 層は、安山岩溶岩の伸長方向に平行な南北の方向が顕著で、地層は西傾斜の整然とした構造をみせている。

2-2-4 鉱床

本地区に分布する鉱床および鉱化帯については、総合模式柱状図 (Fig. 1-5) の鉱化作用の項および鉱化帯一覧表 (Table 1-10) に示す通りである。また、今年度本地区内で鉱床精査を



実施したL, M地区については2-5-3および2-6-3の項で後述する。

本地区に認められる鉍化作用は銅を主体とし、P II-III層の礫岩中の孔雀石鉍染(例: Amsengarf, Assoulai, Tadenst), P III層の安山岩を母岩とする孔雀石, 黄銅鉍鉍染(例: Aniloul-S, Igherm-2)およびBasal series層の砂岩頁岩層とTamjoutドロマイトに産する孔雀石, 赤鉄鉍鉍染(例: Aït Yazza, Igherm-1)に大きく区分され, その他にP II層の珪岩あるいはP III層の流紋岩に伴って孔雀石, 黄銅鉍の弱い鉍染が認められる。これらの鉍床の中でP III層の安山岩, およびBasal series層とTamjoutドロマイトに胚胎する2つのタイプは比較的一定の層準で連続する傾向を有するが, その他は連続性に乏しく, 点在しかつ規模も極めて小さい。

本地区での鉍化作用は主として中央部から南部にかけて, 帯状に分布する安山岩中に散在するにすぎず, 断層等との関係も直接には見出しがたい。鉍床は安山岩溶岩の特定位置には限定されず, かつM地区も含めて安山岩分布域に広範囲に認められるものの, 本地区内ではまとまりを欠き, 鉍床としてその発展性には疑問が残る。

Basal series層中の砂岩, 頁岩層とTamjoutドロマイトに胚胎する鉍染鉍床は, 地層の広がり調和して断続しながら分布する。鉍床の形態は扇状に発達する鉍染鉍床であるが, Lower Calcareous series層堆積後の褶曲運動に伴う小裂罅の形成によって濃集する傾向がある。Aït Yazzaの鉍化帯は対岸にあるTizirt鉍山の延長部とみなされる。しかし, この種の鉍床も分布範囲, 鉍化作用のまとまりを欠き, 品位も低く, 今後本地区内での大きな発展性を見出しがたい。

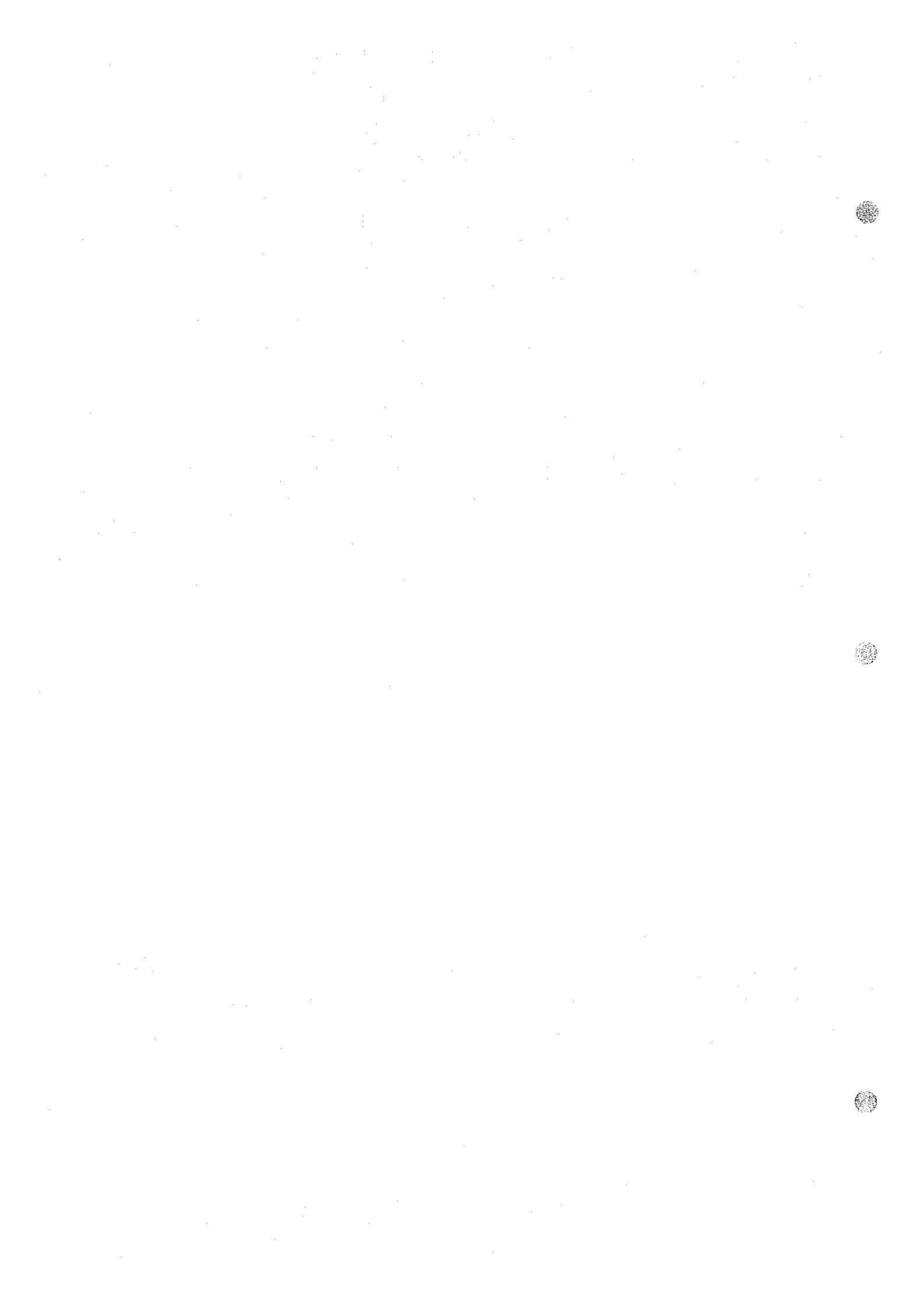
2-3 J地区(Talat-n-Sous地区)

本地区はH地区の西方に位置する。本調査では本地区に対して鉍床精査が行われている。また, 本地区に対する精査にあたっては, 物探班が行ったIP探査の際設定された測線を利用して150m間隔の測線において, 1/5,000の精度で地質調査を行った。測線は南北方向に長さ3,000m~3,400mのものが26本設定された。また地質調査と併行して地化学探査も実施した。

2-3-1 地 質

本地区にはP II-III層, P III層Basal series層およびLower Calcareous series層が分布する。P II-III層は流紋岩質凝灰岩を主体とし, 安山岩質溶岩の薄層を挟む。流紋岩質凝灰岩は淡青白色~灰色を示し, 直径2cm~3cmの角礫状の流紋岩礫を含む。ところどころに銅鉍化作用を受け, 青色の孔雀石が観察される。本岩はほぼ東北東~西南西の方向性を示して分布し, 南へ10°~30°の緩傾斜を示す。P III層は礫岩を主体とし, 層厚約2,000mで砂岩層, 流紋岩質凝灰岩層の薄層を挟む。礫岩層は赤褐色を示し, 5cm~10cmの花崗岩, 流紋岩, 珪岩の礫よりなる。

基質は砂岩および凝灰質である。礫岩の固結度は悪く, 基質と礫は分離しやすい。砂岩は赤褐色を示し安山岩質火山灰を含む。層厚は約1mで, 連続性に乏しく, 礫岩中にレンズ状を呈して



挟在する砂質の部分に相当する。P III 層は一般に東西の方向性を示して分布し、南に傾斜する。P II - III 層と P III 層とは不整合関係とみられるが両者の関係は十分に観察されない。

Basal series 層は西方へブランチする背斜構造をもち、西へ凸の U 字型を呈して分布する。本層はドロマイト、砂岩および頁岩からなる。ドロマイトは灰色を示し、物理的風化抵抗度が高いため地表面で突出し、特徴のある地形を形成する。また一般に連続性に富み、鍵層となる。本地区においてドロマイト層は先カンブリア系を不整合に被覆する関係にあるとみられることから、先カンブリア系およびインフラカンブリア系の境界はドロマイト層の下面とした。しかし、場所によってはドロマイト層の下位に基底礫岩を伴うこともある。ドロマイト層は層理がよく発達し、珪岩の薄層と互層を形成する部分もみられる。

砂岩および頁岩との互層部の層理は明瞭で、頁岩層は砂岩層よりとくに顕著である。頁岩層は灰色および淡青色を示し、層理面上に白雲母を形成し板状に割れやすい性質をもつ。また、黄鉄鉱が含有されている場合がある。砂岩は頁岩に比べて量的に少ないが、層厚 1 m 程度の場合が多い。また砂岩は細粒で淡褐色を示し、頁岩と同様に白雲母を含有する。本互層部は層厚約 100 m と見積られ、その連続性は良好である。

Lower Calcareous series 層は Tamjout ドロマイトおよびドロマイト層の 2 層に区分される。本層群はインライアーの周囲を取り囲むように分布する。本調査地区においては北部、西部および南部の地形的な高所に分布する。

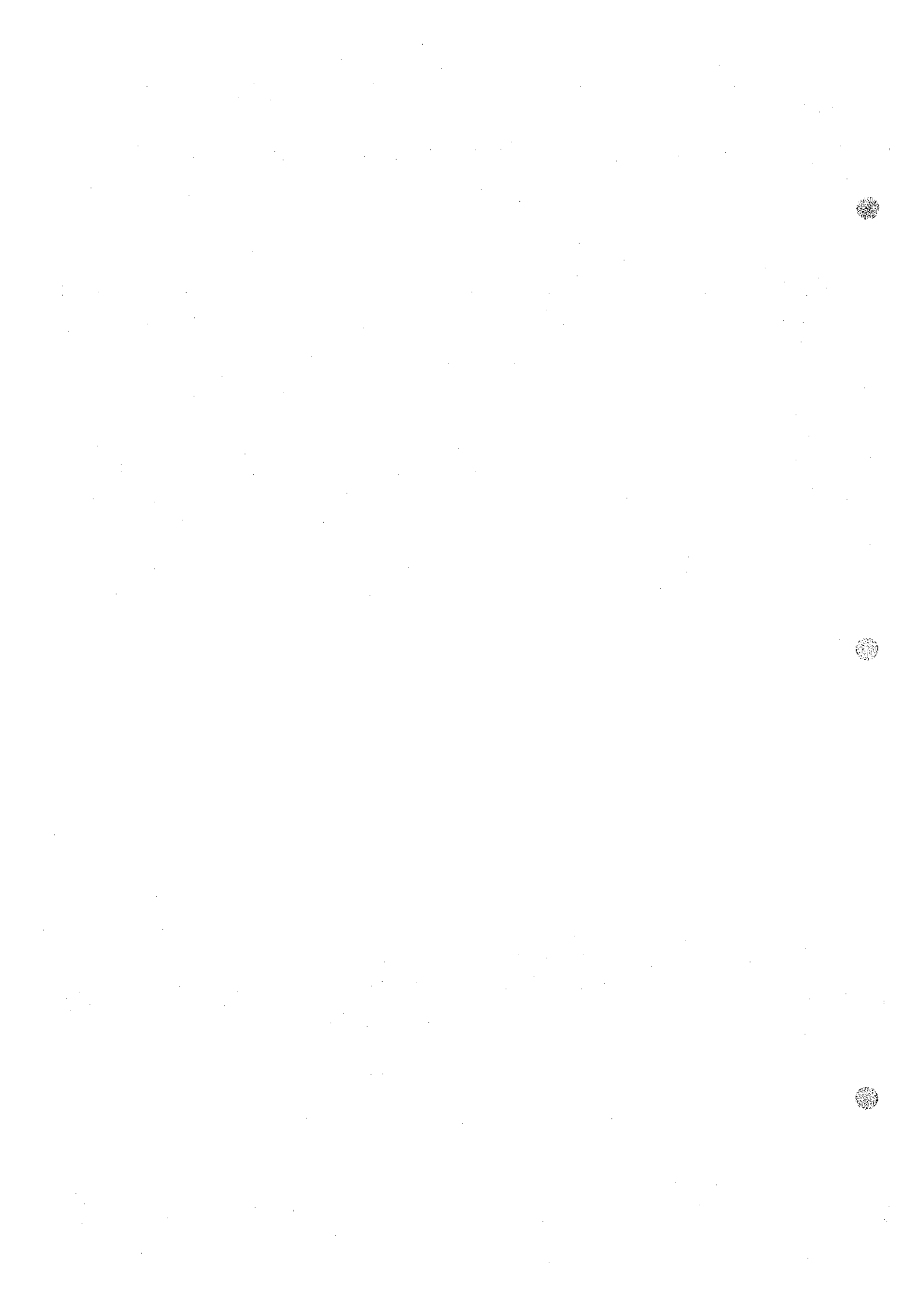
Tamjout ドロマイトは地区南部の山頂部付近に崖を形成して分布する。本層は厚さ約 30 m で連続性に富む灰色あるいは灰白色の塊状無層理のドロマイトを特徴とする。Tamjout ドロマイトは緩傾斜で Basal series 層を被覆し、大局的にドーム状構造を形成する。ドロマイト層は Tamjout ドロマイトの上部に位置し、明瞭な成層を示す。本層は珪岩と互層し、ところにより著しい層内褶曲を示す場合がある。

2-3-2 地質構造

本地区の地質は先カンブリア系とインフラカンブリア系から構成される。先カンブリア系は礫岩、流紋岩質凝灰岩および安山岩質凝灰岩からなる。これらの先カンブリア系は一般に南北方向の走向を示し南に緩傾斜する。この先カンブリア系はインフラカンブリア系に不整合に覆われる。被覆するインフラカンブリア系はゆるやかな褶曲を示し、本地区では大局的にドーム状の背斜構造を形成する。この背斜軸は Azerbalou インライアーを形成させたドーム構造の長軸の西端部に相当する。インフラカンブリア系は褶曲構造を示し、インライアー内の先カンブリア系とは傾斜不整合であるが、見かけ上南傾斜した先カンブリア系とインフラカンブリア系とは同方向の褶曲軸をもつ。

2-3-3 鉱床

本地区には Table 1-10 で示される 5 つの鉱床および鉱化示徴が認められるが、Talat-n-Sous 鉱化示徴を除けばいずれも極めて小規模な銅の鉱染帯である。



Talat-n-Sous 鉍化示徴は本地区の中央部にあり、I P 探査の J, K 測線のそれぞれの 17 ~ 18 測点付近に位置する。交通の便は比較的良好で H 地区の中央部を通る車道が通じている。

鉍化示徴付近の標高は海拔 1,370m ~ 1,390m で地形はゆるい。

本鉍化示徴は往年 B. R. P. M. により探鉍されており、その実績はトレンチ 9 箇所 (270m)、ピット 6 箇所 (60m)、試錐 8 本 (560m) であり本プロジェクトにおいても第 1、第 2 年次において地質鉍床の概査が行われている。今年度の鉍床精査は上記のトレンチおよび地表露頭の追跡を中心に約 0.08km² (約 0.2km × 0.4km) について、ポケットコンパスによる簡易測量を併用して実施した。

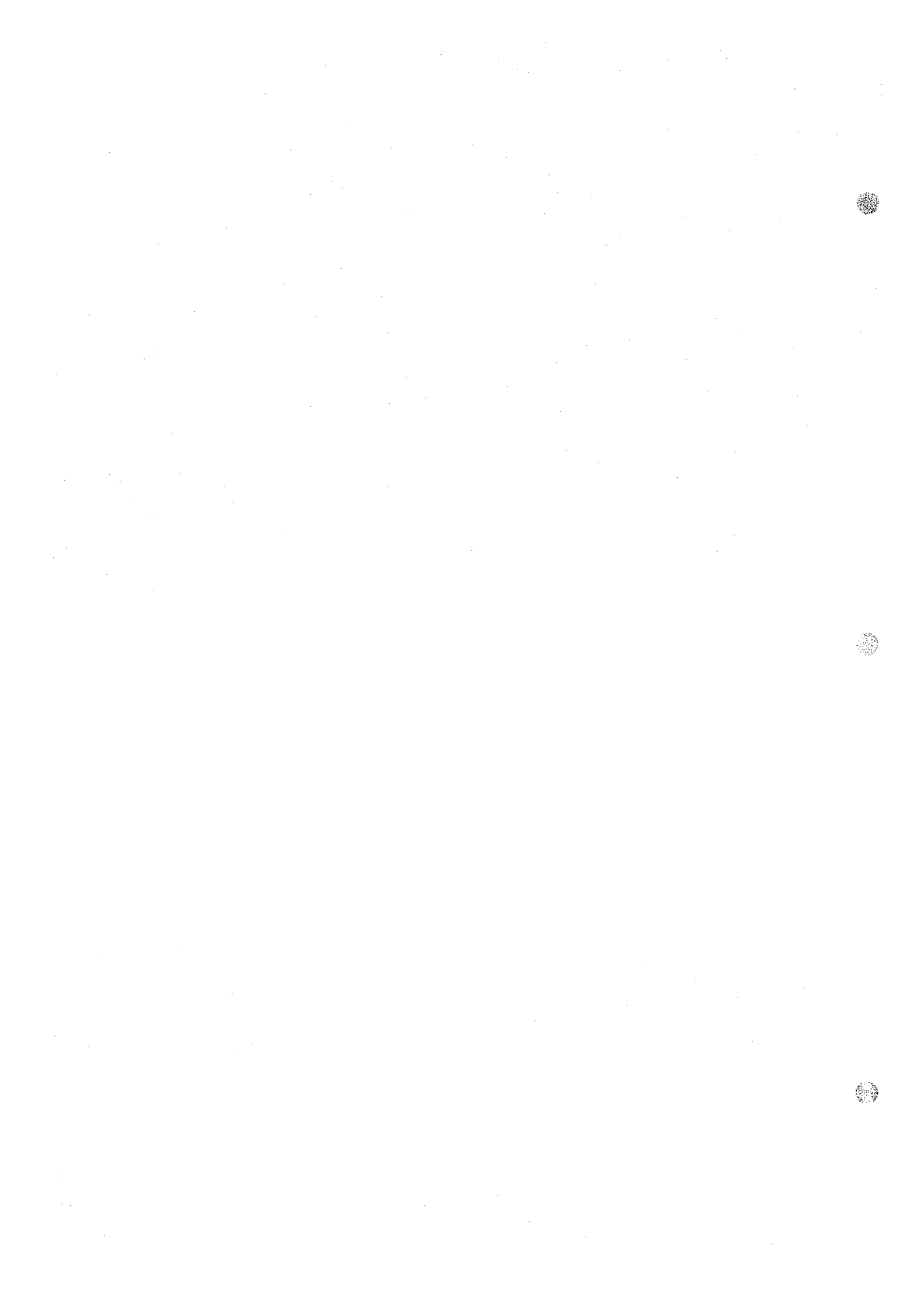
本地区の地質は 2-3-1 で述べた本地区の構成岩石のうち、P II-III 層の流紋岩、安山岩、それらの同質火砕岩類および Basal series 層のドロマイトより構成され、地質構造的には第 2 年次調査の Azerbalou インライナーの西端部に相当する。本鉍化示徴付近の P II-III 層の火山岩類、火山砕屑岩類はおおむね ENE-WSW 走向、S 傾斜の単斜構造を示し、これらを不整合に覆う Basal series 層のドロマイトは NE-SW 走向、NW 傾斜で分布する。

本鉍化示徴は P II-III 層の流紋岩、同質火砕岩類および一部で安山岩を母岩とする銅を主体とする網状鉍染状鉍床で孔雀石、藍銅鉍、輝銅鉍の二次鉍物を主とし、稀に黄銅鉍、珪孔雀石も産する。

鉍化作用の中心は Na 1, Na 2 トレンチ等を取り囲む最大 50m × 130m = 6,500m² の範囲にあり、主として流紋岩中に発達する節理面や裂罅に沿うフィルム状および母岩中の鉍染状として産する。主要な裂罅はトレンチの主たる方向に一致する N20° ~ 40°W で、これに強い鉍化作用が認められ、同時にそれと斜交する多数の NE 系の裂罅にも普遍的に鉍化作用がみられる。各トレンチにおける平均品位は以下の通りである。

トレンチ No	銀 g/t	銅 %
1	58	3.16
2	415	5.21
3	12	1.24
4	<1	0.02
5	24	2.78
6	53	1.30
7	3	0.73
8	192	4.24
9	245	6.43

鉍体は Na 1 ~ Na 9 トレンチ全体を 1 つと見なしうるが、地表精査では Na 3, 4, 5, 7 トレン



チ周辺の西鉱体(10m~30m×100m),No.1, 2, 8, 9トレンチ周辺の中央鉱体(25m~50m×130m)およびNo.6トレンチ付近の東鉱体の3つに区別され,中央鉱体とりわけNo.1, No.2トレンチの品位が良好で,最高,銀850g/t,銅11.20%を示すがトレンチ全体の平均では銀137g/t,銅3.08%である。西鉱体の平均品位は銀11g/t,銅1.27%,中央鉱体のそれは銀221g/t,銅4.44%,東鉱体のそれは銀53g/t,銅1.30%である。東鉱体の規模は小さい。

B. R. P. M.による既実施の探鉱試錐の結果から,鉱床の厚さは10mを越えないと判断されている。主な鉱床母岩の流紋岩および同質火砕岩類は鉱床を中心として種々の変質作用を蒙り,流紋岩は顕著な珪化作用により石英,絹雲母を生じており,火砕岩類にはしばしば角閃石,緑泥石,緑れん石が認められる。

本地区内のPⅡ-Ⅲ層の流紋岩には本鉱以外に2,3の弱い鉱化作用が認められるが,いずれもインフラカンブリア系との境界付近に限定される特徴がある。本鉱床の形成はPⅡ-Ⅲ期の流紋岩の活動に由来し,かつ,その後の構造運動,天水の循環により再移動,再濃集されたと解されるがBasal series層のドロマイト中にも鉱染が認められ,鉱化作用および濃集の過程は長期にわたり引き続いたものといえる。今年度の地化学探査の結果は流紋岩類および安山岩類とインフラカンブリア系の境界付近に銅の異常帯が認められる。

後述するIP探査の結果によれば,類似鉱床の期待される異常体の本鉱化示徴の北部(J測線20~21測点)に認められているが,地質構造上その地点およびI測線中央部付近(すなわち本鉱化示徴の西方)までは比較的浅部にPⅡ-Ⅲ層の流紋岩の連続が予想される。本鉱化示徴については,品位上評価しえても鉱床規模の点,深部の問題をかかえており,Basal series層のドロマイトに覆われた地域の同種の鉱床の探鉱が望まれる。

2-4 K地区(Assif Imider地区)

本調査地区は,現在稼行中のAssif Imider鉱床を含む1.5km×2.0kmの範囲で第2年次調査のG-3地区(Alous地区)の中央北部に位置する。この地区に対し本年度は鉱床精査,IP探査,地化学探査を実施した。

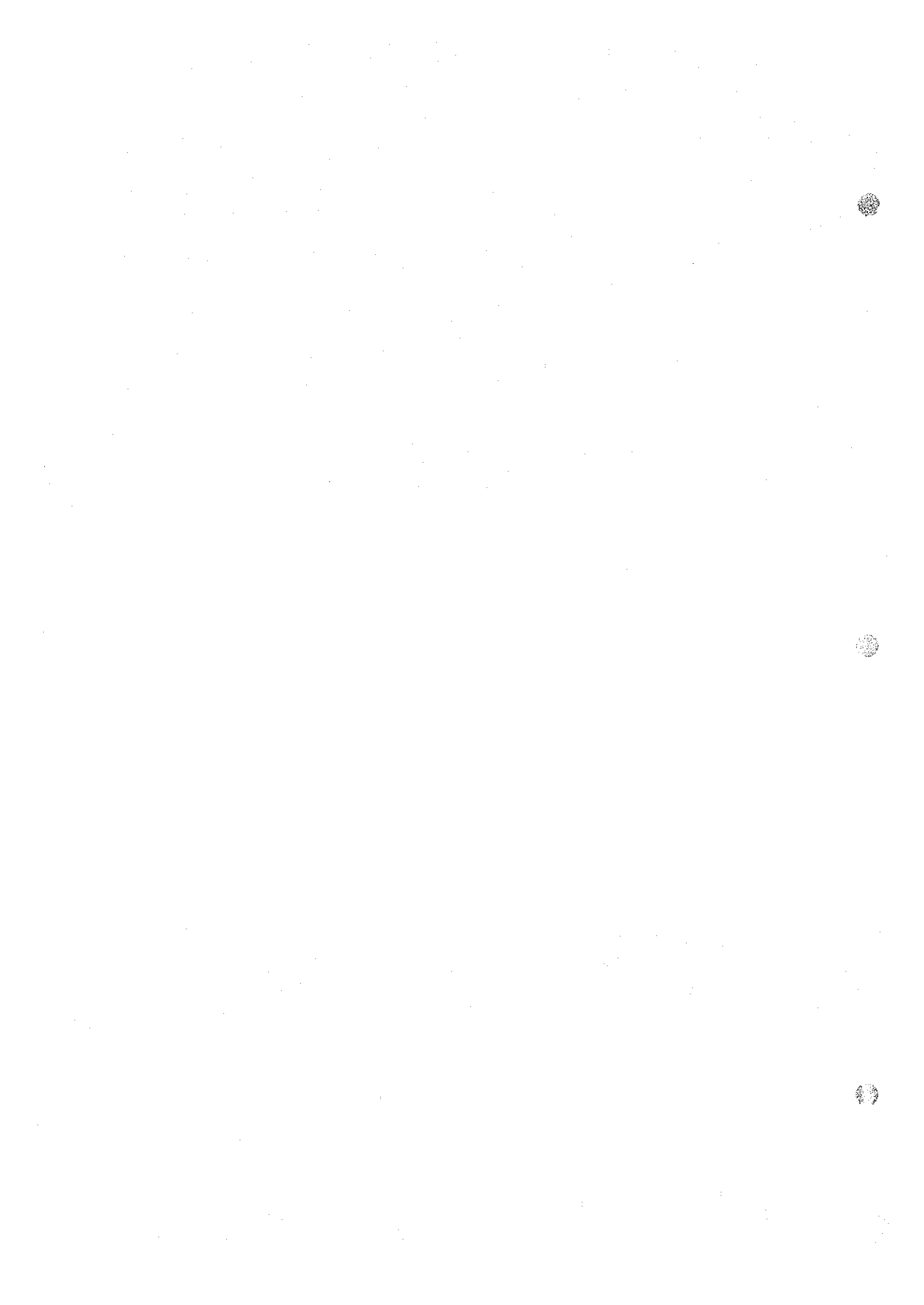
2-4-1 地質

本地区はOuaonfenerha インライアーの北側周辺部で,地質は大部分の地域がインフラカンブリア系のBasal series層に覆われており,調査地区中部~南部の沢沿いに先カンブリア系のPⅡ層が露出している。Basal series層とPⅢ層は不整合の関係にある。

(1) 先カンブリア系

本地区の先カンブリア系はPⅢ層からなり,厚い安山岩溶岩,安山岩質火砕岩が累重しており,最上部に非火山性碎屑岩類が分布する。

安山岩は暗緑色ないし暗灰色を呈し,微晶質の部分が多く,全般に緑泥石化作用,緑れん石化作用を受けており石英・緑れん石・方解石の細脈がしばしば認められる(C87, Y38検



鏡結果参照)。安山岩質火砕岩は暗緑色ないし淡緑色の細粒凝灰岩および淡紫色の火山礫凝灰岩よりなる。Assif Imider 鉱床付近の細粒凝灰岩は緑泥石化作用、緑れん石化作用を受けており、調査地東部の火山礫凝灰岩は流紋岩の異質礫を含む。

本地区のPⅢ層の最上部に分布する非火山性砕屑岩類は、層理のよく発達した暗赤紫色の頁岩、細粒砂岩、および暗紫色ないし暗灰色の細礫岩からなり、全般に凝灰質である(C88 検鏡結果参照)。

これらPⅢ層中にN20°E方向にのびる破碎帯が存在し、この破碎帯に沿って銅鉱物の鉱染および二次富化(Assif Imider 鉱床)が認められる。

(2) インフラカンブリア系

本地区内のインフラカンブリア系は、Basal series層の中・下部層からなり、先カンブリア系PⅢ層を不整合に覆う。調査地南方ではBasal series層の上部層、Tamjoutドロマイト、Lower Calcareous series層が整合に累重している。Basal series層の中・下部層は下位よりドロマイト・頁岩互層、塊状ドロマイト、礫岩・砂岩・シルト岩互層、塊状ドロマイトから構成され、300m以上の層厚を有する。

Basal series層の基底をなすドロマイト・頁岩互層は、暗灰色ないし淡灰色のドロマイトと灰紫色の頁岩の互層であり、しばしば小褶曲が見られる。またAssif Imider 鉱床周辺では、一部破碎作用を受け、石英の細脈や絹雲母とともに銅鉱物の鉱化が認められる(Y43 検鏡結果参照)。

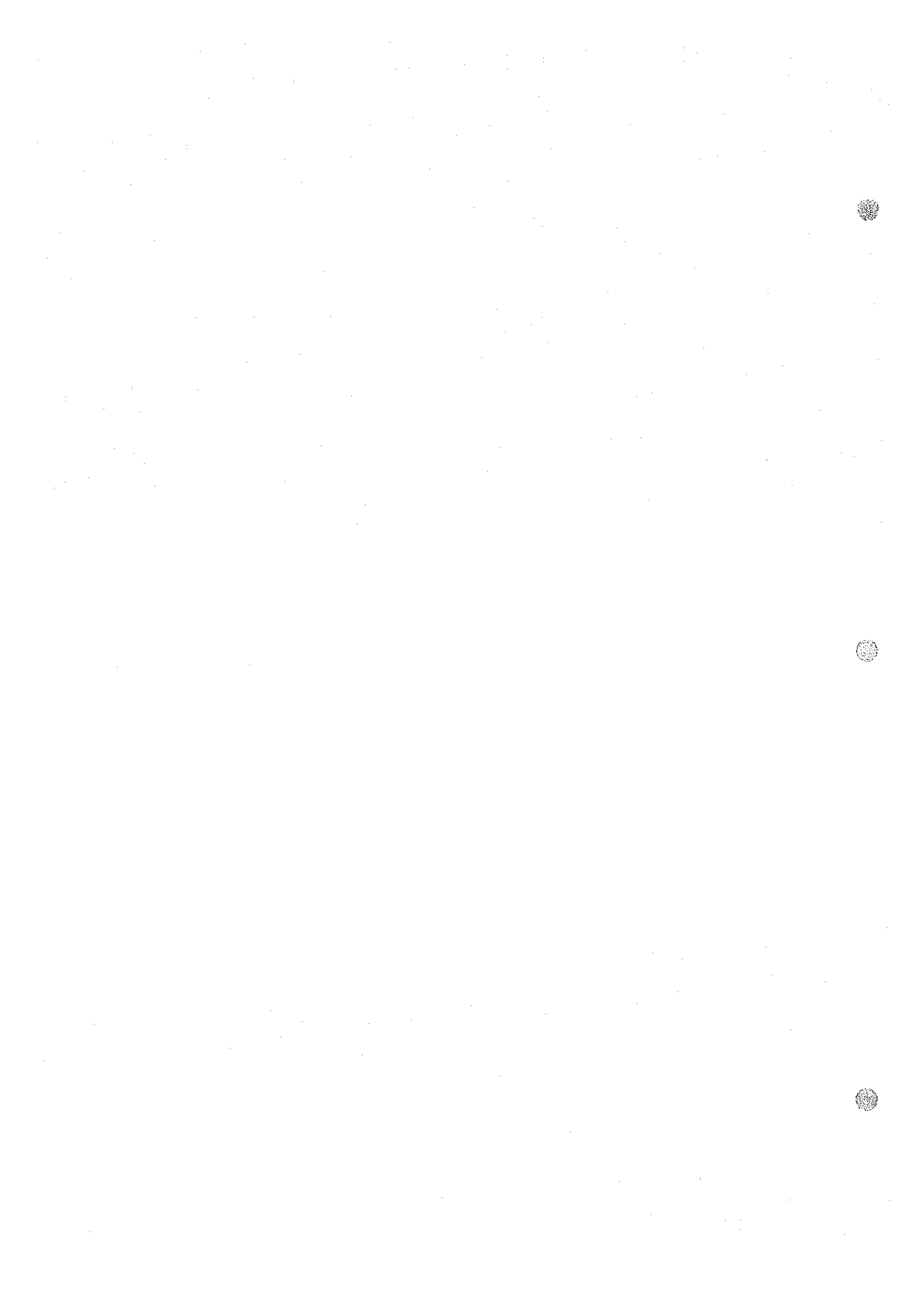
中部ないし上部の塊状ドロマイトは暗灰色で、層理がよく発達しており、厚さ3cm~5cmのレンズ状あるいは層状の珪岩および頁岩を挟む。

中部と上部の塊状ドロマイトに挟まれた礫岩・砂岩・頁岩互層は15m~25mの層厚を有し、よく連続して分布する。本層は、珪岩の角礫ないし亜角礫からなる細礫岩が特徴的であるが、岩相変化が著しく、調査地北部では暗灰色ないし淡灰色の頁岩、細粒砂岩が優勢となる。本層中には黄鉄鉱微粒が含まれ、地化学探査結果によれば、塊状ドロマイトに比較して銅あるいは亜鉛の含有量がやや多い。

2-4-2 地質構造

先カンブリア系PⅢ層の地質構造は、本地区において露出が少なく、不明な点が多いが、第2年次の調査によって弱い褶曲構造を示すことが知られている。また、調査地中央部にはAssif Imider 鉱床の鉱染と二次富化をもたらしたNNE-S SW方向で垂直に近い(80°E)破碎帯が認められる。

Basal series層は成層し、NNE-S SW方向に10°~20°傾斜した単斜構造を示すとともに、本地区南部でNNE-S SW方向の軸をもった弱い背斜構造(あるいはドーム構造)が認められる。この背斜構造の中心部は、Assif Imider 鉱床を胚胎するPⅢ層が窓状に露出する。この背斜軸はAssif Imider 鉱床の鉱染および二次富化をもたらした破碎帯とほぼ一致しており、



この構造線が Basal series 層堆積後も一部である程度活動したものと考えられる。Basal series 層基底のドロマイト・頁岩互層中には、波長の短い層内褶曲が存在し、一部に破碎帯と銅鉱物の鉱染が見られる。このことも上記造構運動のインフラカンブリア系への継続を示しているものと考えられる。

2-4-3 鉱床

本地区の鉱化作用としては P III 層の安山岩、同質火砕岩中の破碎帯に伴う孔雀石、藍銅鉱、斑銅鉱、輝銅鉱、黄銅鉱などの鉱染 (Assif Imider 鉱床)、Basal series 層基底のドロマイト・頁岩互層中の孔雀石・藍銅鉱・斑銅鉱などの鉱染および Basal series 層中部の礫岩・砂岩・頁岩互層に伴う弱い黄銅鉱の鉱染がある。

Assif Imider 鉱山は B. R. P. M. により現在稼行中である。その鉱床は、前述したように P III 層中の NNE-SW 方向にのびる破碎帯中にあり、規模は幅 5 m~6 m、水平延長 250 m、傾斜 80°E、傾斜延長 50 m~85 m が知られている。B. R. P. M. の報告 (Les minéralisations Cuprifères d'Assif Imider 10, 1973) によれば、Assif Imider 鉱床の埋蔵鉱量および平均品位はそれぞれ、230,000 t、銅 3.65%、銀 76.16 g/t といわれている。また、この破碎帯の延長上 800 m 間で、P III 層安山岩、Basal series 層基底のドロマイト・頁岩互層中に孔雀石、藍銅鉱、斑銅鉱の鉱微地が数箇所存在する。

本鉱の成因は「P III 期の流紋岩、安山岩中に微量に含有されていた銅鉱物が、破碎帯や石英脈の形成に伴って破碎帯部へ若干銅鉱物の濃集が行われた。P III 期から Basal series 期までの間は地形が平坦化されるほどの侵食作用の時期があったことから、この間にこれら銅鉱物は、破碎帯部で酸化濃集が強く働き、上部から下部に向かって鉱物濃集が行われた」と考えられている (第 2 年次報告書)。しかし鉱床付近の Basal series 層最下部のドロマイト・頁岩互層中にも銅鉱物の鉱染がみられることから、上記の二次富化は Basal series 期の初期にも引き続きおこったものと考えられる。

2-5 L 地区 (Tizirt 地区)

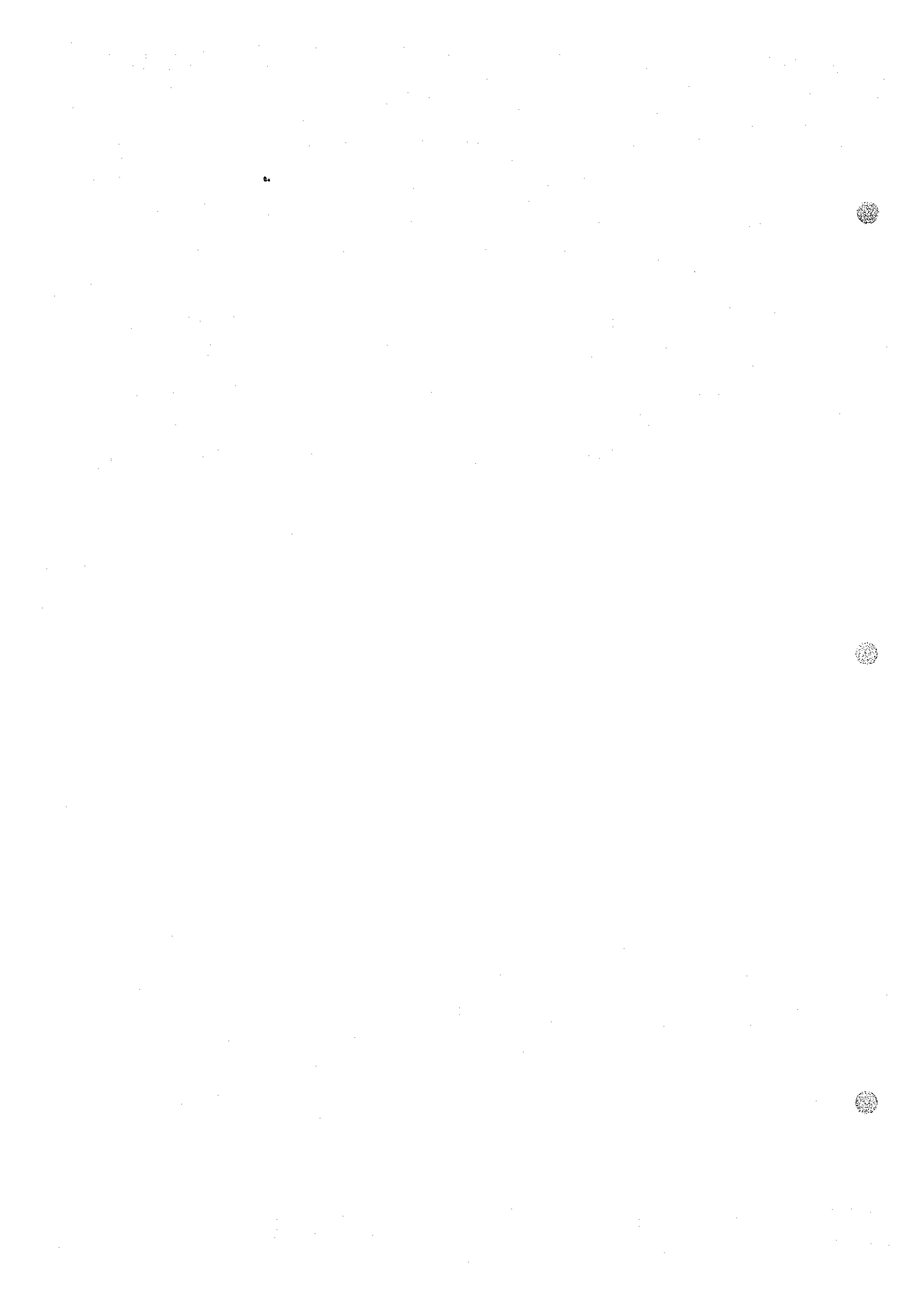
本調査地区は Igherm の北方 12 km、Tizirt 部落と Tadenst 部落にはさまれた 2 km×3 km の範囲で、今年次調査 I 地区の北部に位置する。この地区において、本年度は鉱床精査および地化学探査を実施した。

2-5-1 地質

本地区は、Igherm インライナーの北側の地域で、Igherm 断層の東側にあり、地質は主として先カンブリア系の P II 層、P II-III 層、P III 層からなり、北西端の一部、Igherm 断層の西側にインフラカンブリア系の Basal series 層や Tamjout ドロマイトが分布する。

(1) 先カンブリア系

本地区最下位の地層は P II 層で、調査地の北端および南端に島状をなして小分布を示す珪岩



からなる。珪岩は灰白色ないし淡紫色を呈し、一般には層理が顕著で、I地区内の同一岩石からはリップルマーク、クロスラミナが認められており、砂岩の変成したものと考えられる。

本地区のPⅡ-Ⅲ層はPⅡ層を不整合に覆い、本地区の東側に広く分布している。また、本地区西側でも断層沿いにしばしば露出し、南北方向に帯状をなして分布する。本層は主として火山性の礫岩から構成されており、一部（とくに調査地北部）に粗粒砂岩、頁岩、および流紋岩質凝灰岩～火山礫凝灰岩の薄層を挟んでいる。層厚は最大600m程度と考えられる。この礫岩は淘汰の悪い直径1cm～15cmの円礫ないし亜円礫が安山岩質の基質で固結されており、級化成層や層理面はほとんど認められない。礫種は珪岩、緑色岩、花崗岩、安山岩、片岩、ドロマイト、石灰岩などのPⅡ層の岩種が多く、全般に珪岩と緑色岩の礫が顕著である。

本地区のPⅢ層は、PⅡ-Ⅲ層を不整合に、一部においてPⅡ層を不整合に覆い調査地の西側に分布し、礫岩、砂岩、流紋岩および流紋岩質の火砕岩が累重し、一部に安山岩、頁岩、ドロマイトの薄層を挟む。本層の層厚は300m以上で、PⅢ層の下層部が分布する。

礫岩は暗紫色を呈し、比較的淘汰がよく、砂岩と互層し、PⅢ層の上層部で優勢となる。礫種は1cm～5cm大の珪岩、流紋岩、安山岩で基質は砂質である。砂岩は粗粒の部分が多く、しばしば細礫を含んでいるが、層理は比較的よく発達している。PⅢ層砂岩は赤紫色ないし暗紫色の色調を示すものが多いが、本地区ではPⅢ層の下層部に暗青灰色ないし暗緑色の特徴的な砂岩が分布する。この砂岩は本地区南部で厚くなる。

流紋岩および同質火砕岩類は、上記礫岩、砂岩と累重し、非常に連続性のよいものからレンズ状に小規模に分布するものまで数枚認められた。流紋岩は一部で岩脈として分布するほか溶岩が主で、本地区南部のPⅢ層下部層に多い。本岩は淡灰色ないし暗灰色を呈し、やや斑晶質で石英、長石の斑晶を含む（C56、C76、D13検鏡結果参照）。流紋岩質火砕岩は淡灰色ないし淡紫色を示し、凝灰岩ないし本質火山礫凝灰岩からなる。

安山岩はPⅢ層の最下部に小規模に分布している。暗青灰色ないし暗緑色を呈し、緑泥石化作用、緑れん石化作用を受けている。ドロマイトは暗灰色を呈し、PⅢ層最下部の一部にレンズ状をなして小規模に分布する。

(2) インフラカンブリア系

本地区のインフラカンブリア系はBasal series層、Tamjoutドロマイトからなり、調査地の北西端、Igherm断層の西側に分布する。

本地区内のBasal series層は、PⅢ層と断層で接しているが、PⅢ層とは不整合の関係にあり、調査地の西方ではPⅡ-Ⅲ層の礫岩を直接不整合に覆っているのが認められた。Basal series層は、淡緑灰色の細粒砂岩と暗灰色ないし暗紫色の頁岩互層からなり、層理の発達は極めてよい。

Tamjoutドロマイトは、Basal series層の上位に整合に堆積している。暗灰色を示し、一般には塊状の部分が多いが、本地区の下層部では細粒砂岩、頁岩の薄層を挟み、層理の発達が



よい。

2-5-2 地質構造

本地区の地質構造はP II層, P II-III層, P III層の分布方向, P III層にみられる褶曲構造, 調査地西縁を通る Igherm断層, およびこの断層から派生する断層等, すべてNNE-SSW方向の特徴を示している。

周辺地域のP II層の分布等から推定すれば, P II-III層の基盤岩は, 造構運動によって, 本地区付近にNNE-SSW方向の地溝を形成していたものと考えられる。P II-III層の構造は, その地質が淘汰作用の極めて悪い礫岩から構成されているため不明な点が多いが, 基盤岩の構造に左右され, NNE-SSW方向の褶曲構造をくり返して分布しているものと考えられる。また, P II-III層にはN-SないしNNE-SSW方向の割れ目が発達しており, これらも上記方向と一致する。P III層はN40°W~N50°Eの走向をもち, 15°~60°西または東へ傾斜しており, かなり乱れてはいるが, NNE-SSW方向の軸をもった褶曲構造が認められる。

Igherm断層はP II-III層の堆積基盤の形, P III層の分布形態, 下部カンブリア系の分布形態に影響を与えており, 長期間にわたって活動した構造線と考えられる。また, Igherm断層から派生したその他の断層は, P III層の背斜部にあたり, P III層の褶曲活動と密接に関係したものであろう。

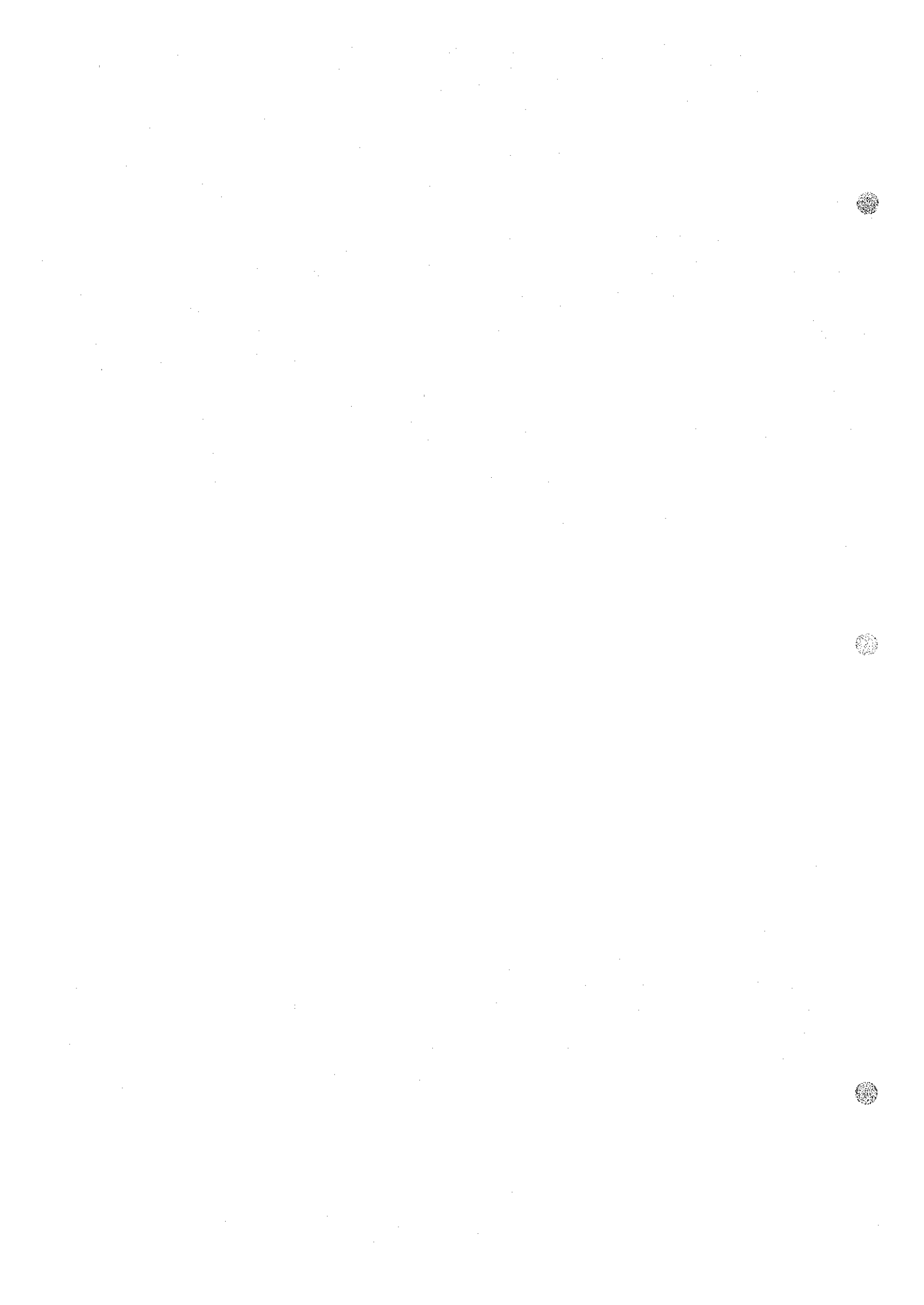
2-5-3 鉱床

本地区における鉱化作用としては, P II-III層の礫岩中にみられる孔雀石, 輝銅鉱, 黄銅鉱の鉱染, P III層の流紋岩あるいは砂岩中にみられる孔雀石, 藍銅鉱, 輝銅鉱, 黄銅鉱の鉱染, およびTamjoutドロマイトの下位からBasal series層の上位にみられる孔雀石の鉱染がある。

P II-III層の礫岩中にみられる鉱化示徴は, 地区内の広範囲に点在し, フィルム状の孔雀石が主で, しばしば斑状の輝銅鉱, 黄銅鉱を含み, N65°W方向の石英脈に伴った黄銅鉱脈が1箇所認められた。斑状の輝銅鉱, 黄銅鉱は地区南部に多い。

それぞれの鉱化作用の範囲は平面的に2m×5m程度で, 個々のものはN10°W~N35°E方向の割れ目に規制されているが, 全体的には連続性あるいは規則性に乏しい。地化学探査で求められた銅の局部的品位は最高0.8%で, 0.12%~0.16%の部分もあるが, 全体には0.1%以下のものが多い。調査地西方のP II-III層中には銅の鉱化をもたらしたと考えられる流紋岩の貫入岩体があり, また,本地区のP III層の鉱化も流紋岩の火成活動に起因したのと考えられる。したがって, これらの鉱化もP II-III層中に貫入した流紋岩か, あるいはP III期の流紋岩の火成活動の影響を受けて, 熱水等による鉱染が弱線に沿って選択的に起こり, その後二次富化したものと考えられる。

P III層の鉱化示徴は,本地区の南部に比較的集中して点在しており, 流紋岩中にみられるフィルム状ないし斑状の孔雀石, 斑点状の輝銅鉱・黄銅鉱, 砂岩中に存在するフィルム状の孔雀石・藍銅鉱, ひじょうに少ないが斑状の輝銅鉱・黄銅鉱, P III層基底のドロマイトにみられるフィルム状の孔雀石, 斑状の輝銅鉱等がある。鉱化作用の規模は平面的に一部10m×30m程度に達



するものもあるが、大部分は数mから4m~5mの範囲であり、とくに砂岩中のものはN30°E~N60°E方向の裂隙に沿ってのびる傾向がみられる。地化学探査で求められたPⅢ層鉍化帯の銅の局部的品位は最高3.4%~3.9%で、0.1%以上の部分もかなりある。地質的にみた場合、本鉍化示徴はPⅢ層基底付近の流紋岩溶岩、この流紋岩の上位、あるいは下位に分布する暗青灰色の砂岩、および流紋岩の貫入岩体に限られている。このことから考えて、本地区PⅢ層の鉍化は、PⅢ期の初期におこった流紋岩の火成活動によってもたらされ、その後断層破砕帯あるいは裂隙の形成に伴って富化濃集したものであろう。

Basal series層中みられる鉍化示徴は、Tamjoutドロマイトの境界付近に存在し、層理面あるいは割れ目に鉍染したフィルム状の孔雀石からなり、10m×50mの広がりをもっている。地化学探査で求められた銅の局部的品位は鉍化の顕著な部分で0.8%であった。この鉍化示徴は、Tamjoutドロマイトが異常に厚く堆積した特殊な堆積環境の地域で、しかもIgherm断層の近くにあり、Tamjoutドロマイトの基底付近に堆積した銅鉍物がIgherm断層沿いに二次富化したものと思われる。

以上のように本地区においては、広範囲にしかも各層準にわたって鉍化が認められ、PⅢ層中には最高品位の部分も存在している。しかし、いずれも連続性に乏しく、小規模のもので、稼行の対象となる鉍床が存在する期待は少ない。

2-6 M地区(Aniloul地区)

本調査地はTifelsinの東100m、Aniloulの北100mに位置する1.5km×3kmの範囲で、今年次調査I地区の中央部にあたる。今回の調査では鉍床精査および地化学探査を実施した。

2-6-1 地質

本調査地区はIghermインライナーの東部の中心で、Igherm断層の東側にあたり、先カンブリア系の地層が分布する。

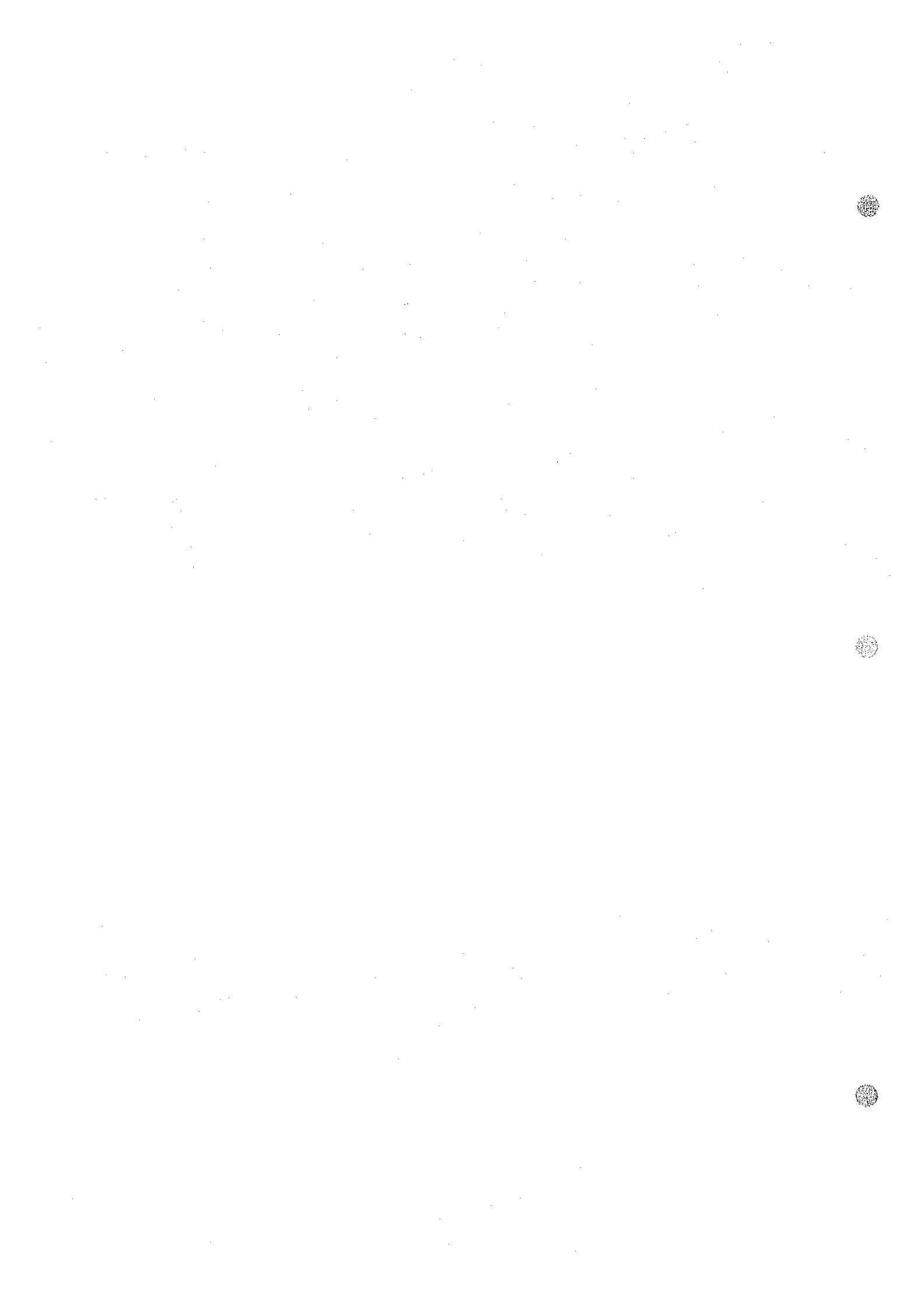
(1) 先カンブリア系

先カンブリア系の地質は、本地区北部を横切るNW-S E系の断層によって南西側の地層が落ち、この断層の北東側にはPⅡ-Ⅲ層およびPⅢ層が、南西側にはPⅢ層が露出している。

本地区のPⅡ-Ⅲ層は暗灰色ないし暗緑灰色の礫岩からなり、一部に粗粒砂岩の薄層を挟む。この礫岩は、安山岩質の基質および1cm~20cm径の円礫ないし亜円礫で構成されており、礫種は珪岩、安山岩、石灰岩、流紋岩、片岩、花崗岩等からなる。全体に本礫岩の淘汰は悪いが、砂岩の薄層を挟む部分でやや層理が発達する。

本地区のPⅢ層はPⅡ-Ⅲ層を不整合に覆い、調査地の大半を占めて分布し、安山岩、同質火砕岩、流紋岩、同質火砕岩等、数層の火山岩類が礫岩あるいは砂岩と累重しており、560m以上の層厚を有する。本層の中、下部層では流紋岩が、上部層では安山岩が優勢となる。

安山岩類は、溶岩および凝灰岩ないし角礫凝灰岩からなり、その活動時期によって3層に区



分できる。下部の安山岩類はPⅢ層の最下部に小規模に分布し、赤紫色ないし暗赤紫色の溶岩が多く、一部のものは長柱状の長石の斑晶が特徴的である(Y17検鏡結果参照)。

中部の安山岩類は、本地区の南部でやや厚く、北部で消滅している。本岩は暗青灰色ないし暗緑色を呈し、凝灰岩、凝灰角礫岩の部分が多く、一部に自破碎した溶岩を含み、緑れん石化変質が見られる(C34検鏡結果参照)。

上部の安山岩は、連続性に富んでおり、最大層厚150mに達する。本層は暗青色ないし暗緑色を呈し、斑晶質のものから微晶質のものまで変化しており、全般に緑泥石化作用を受け、一部に緑れん石や細脈状の石英を含む。また、本層には孔雀石、輝銅鉱の鉱染が認められた。

流紋岩類は主として火砕岩からなり、最下部に一部溶岩がみられた。本岩は淡灰色ないし淡紫色を呈し、何回もの火山噴出によって堆積した火砕岩が砂岩ないし礫岩と累重し、凝灰岩から凝灰角礫岩まで漸移している。本岩の基質中には斑晶状の石英および長石が存在することが多い(C45, C50検鏡結果参照)。

礫岩と砂岩の互層は、暗灰色ないし暗赤紫色を呈し、層理が比較的よく発達する。PⅢ層の上層部では礫岩が優勢で、下層部は砂岩が優勢である。礫種は珪岩、安山岩、流紋岩を主とし、1cm~5cm径の礫が多く、一部に10cm~50cm径の流紋岩の巨礫を含む。

2-6-2 地質構造

本地区の地質構造は、周辺の一般的な地質構造と同様NNE-SSE方向の特徴をもっている。また調査地北部にはこの構造にほぼ直交したNW-SE方向の断層がみられた。

本地区のPⅡ-Ⅲ層は、N10°W~N50°Eの走向を示し、西側へ30°~45°傾斜した単斜構造を示す。

PⅢ層は、一部で不規則な背斜構造もみられるが、一般にはNS~N40°Eの走向で20°~40°Wに傾斜した単斜構造を示している。しかし、この単斜構造も、NNE-SSE方向に軸をもつ大規模な弱い背斜構造の西翼と考えられる。

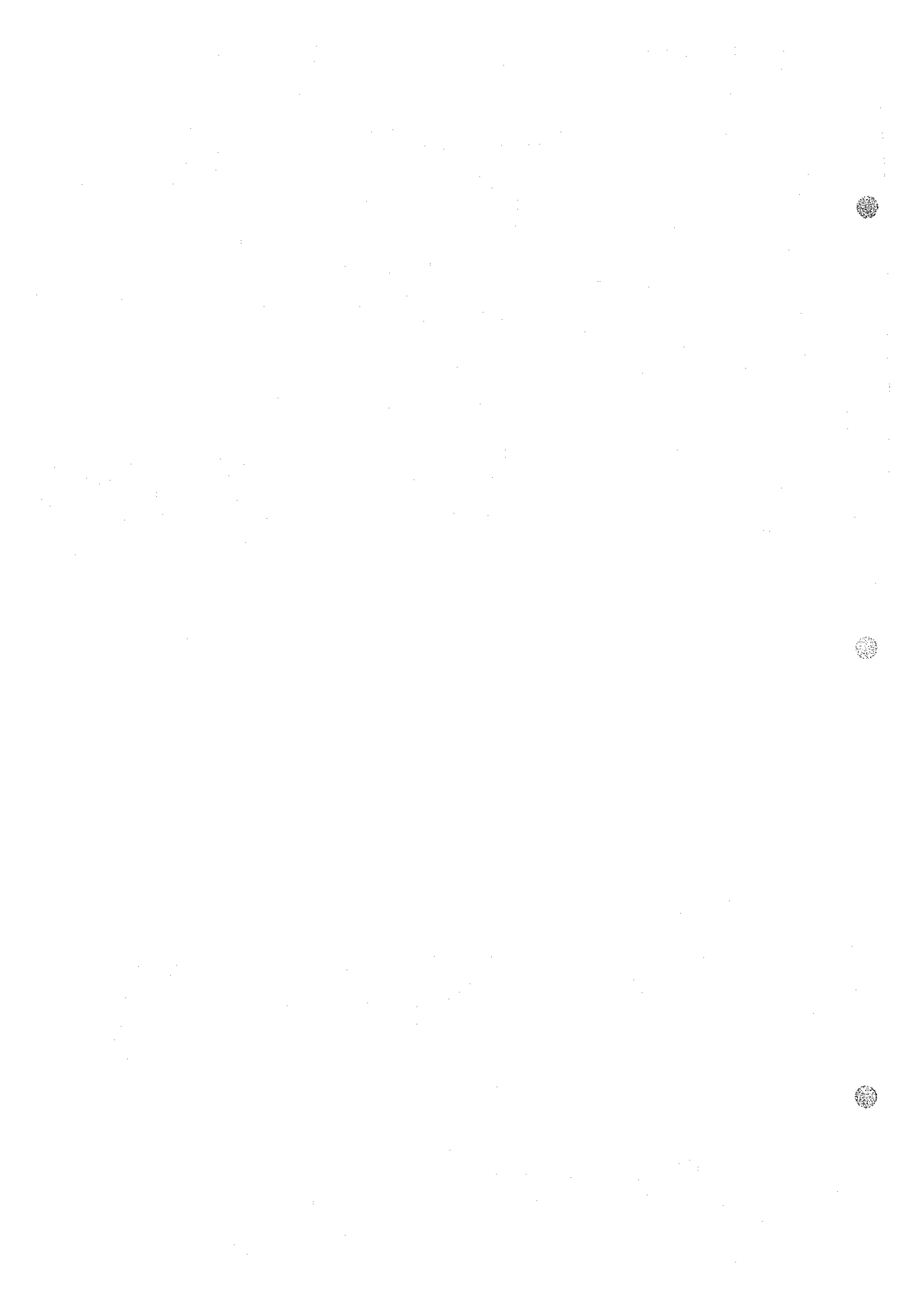
PⅢ層の火山岩類には水平的な岩相変化が著しい。PⅢ層の堆積環境は浅海性ないし陸性の環境で、地形の変化が激しく、数回におよぶ火成活動の休止期があり、一部では非火山性の碎屑物が堆積したのに反し、一部、とくに本地区中央部ではその堆積がなく、数回の火山碎屑物が累重し、ひじょうに厚い火砕岩を形成するに至ったものと思われる。

Tifelsineの北方を通るNW-SE方向の断層は南落ちの正断層で、250m程度の落差がある。

2-6-3 鉱床

本地区の鉱化作用は、PⅢ層最上部の安山岩中に見られる孔雀石、輝銅鉱、黄銅鉱の鉱染が主で、他にはこの安山岩中のNNE-SSE方向の石英脈に伴われた鏡鉄鉱脈が1箇所みられるのみで、他の層準には全く認められない。

この安山岩中の鉱化示徴は、フィルム状の孔雀石と微粒の輝銅鉱からなり、稀に黄銅鉱の微粒



を含み、広範囲に点在している。濃集部は平面的に2 m×4 m程度の範囲でNNE-S SW方向の割れ目に沿って、のびる傾向があるが連続性は認められない。地化学探査で求められた銅の局部的品位は0.1%~0.2%のものが最高で、大部分は0.1%以下である。また、この安山岩は他の岩石と比較して亜鉛の含有量が多い。

本鉱化示徴は、初生的に安山岩中に含まれていた銅鉱物が、割れ目あるいは石英細脈の生成に伴って濃集したものと考えられる。いずれにしても、本鉱化示徴は品位および規模の点でひじょうに劣り、M地区内で稼行の対象となる鉱床の存在は期待できない。

2-7 各地区の対比

第3年次調査は、第2年次調査において抽出された精査地区に対して、3地域に分散して行われた。HおよびJ地区はTalat-n-Sous近傍、I、LおよびM地区はIgherm近傍、K地区は、Aious近傍に存在する。これらの地域はおのおの異なるインライアーに属する。すなわち、HおよびJ地区はAzerbalouインライアー、I、LおよびM地区はIghermインライアー、K地区は、Ouaoufenerhaインライアーに属する。したがって、各地区の対比はこの3地域に分けて行う。

P II層は、Ighermインライアー内ではほぼ南北に長い地区を調査したI地区では、珪岩を単一構成岩としている。珪岩は上位P II-III層以後の礫岩層の中に主要構成礫として含まれる。これは広く他地区においても同様であり、一般に珪岩露出域に近づくほど珪岩と他の岩種との構成比が増大する傾向がある。P II-III層は全区域に分布するが、その岩相には地区により差異がある。H地区での本層は安山岩質~流紋岩溶岩とそれらの火砕岩が主体であるが、I地区では礫岩が主体となり、砂岩層を挟んだり、流紋岩の貫入岩がみられる。

P III層はH地区においては礫岩を主体とし、それに砂岩層やその下部には流紋岩溶岩を挟む場合が多い。I地区においては砂岩層を主体とし、流紋岩質凝灰岩を多量に含む。K地区においてはP III層の上位層のみからなり、主に安山岩である。各地区の先カンブリア系の流紋岩類や安山岩類には銅の鉱化作用が観察されるが、一般に微弱である。

Basal series 層は、その層厚および岩相がほぼ一定している。層厚は約200mであり、ドロマイト、砂岩および頁岩との互層からなり、ところどころに礫岩を挟む。H地区においては、Basal series層の基底礫岩中に鉱化がみられる。Lower Calcareous series層はK地区を除く他の全区域に分布する、とくに特徴的な塊状ドロマイトからなるTamjoutドロマイトとその上位の層状ドロマイトからなる安定した岩相を示す。Tamjoutドロマイトは一般に層厚30m~50mであるが、I地区東部においては例外的に厚さ100mを有する。これらのLower Calcareous series層には鉱化示徴は認められない。

上述のように各地区のP II-III層、P III層およびBasal series層中には多少にかかわらず鉱化示徴が認められる。しかし、このうちHおよびJ地区では、Basal series層と下位層との不整合面上にのみ鉱化がみられるもので、必ずしもP II-III層およびP III層に優勢な鉱化地が存在



するものではない。P II - III層およびP III層の火山性物質についてみると、全地域を通じて鉱化示徴がみられる。とくにKおよびI地区の安山岩および同質凝灰岩中には、多くの鉱化示徴が認められる。すなわち、鉱化示徴は中性ないし酸性火成活動に伴う地層の分布域に多く発達し、安定堆積層、珪岩層には乏しいことが判明した。

2-8 野外地質からみた鉱化作用のまとめ

本年度調査は第2年次調査によって抽出された鉱床および鉱徴地の密集する3地域について調査が行われた。第2年次調査結果によれば、P II - III層の流紋岩中の銅の鉱染状の鉱化帯および礫岩中の破碎帯中にみられる銅の鉱染状の鉱化帯とが、最重要鉱化帯として指摘されていた。

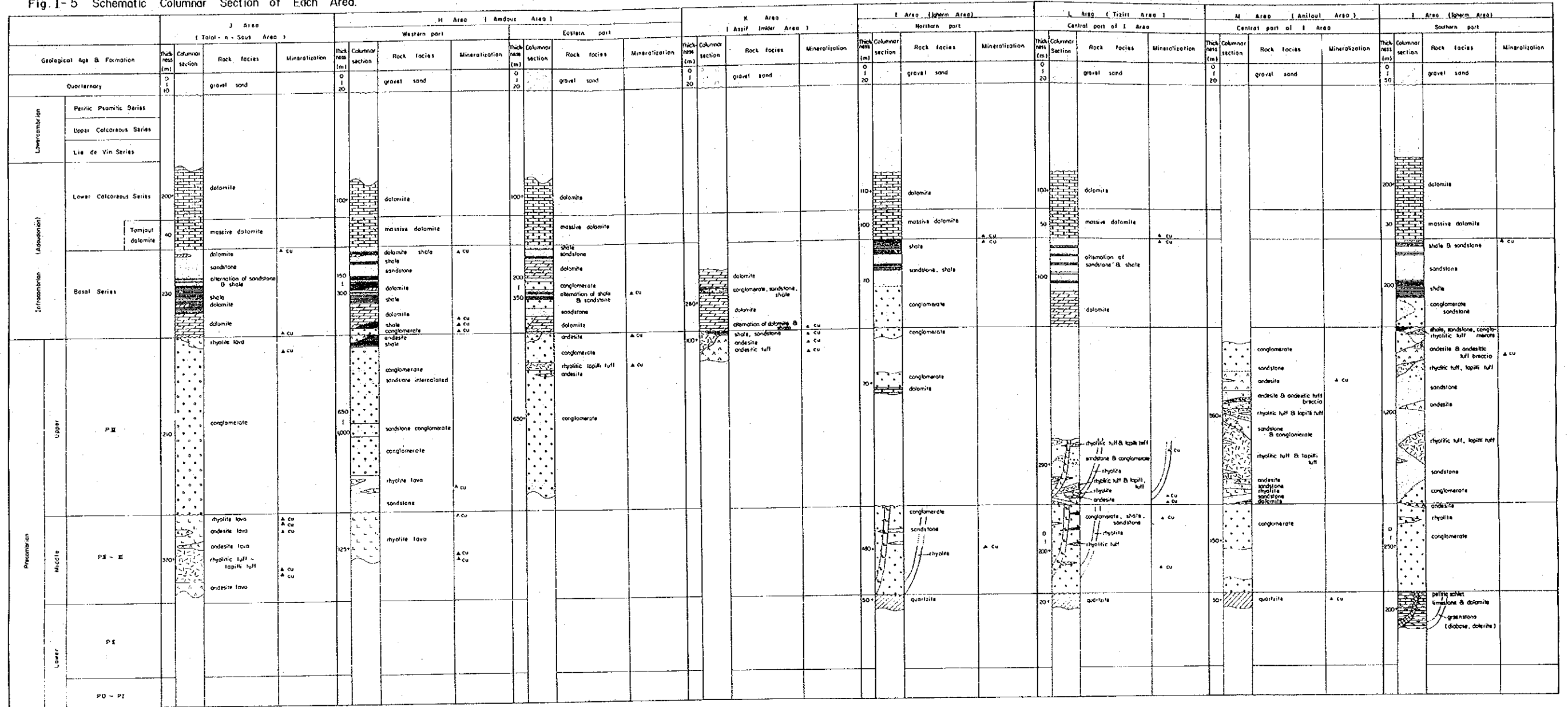
一方、今回の調査結果でもP II - III層には流紋岩および流紋岩質凝灰岩を伴い、これらの流紋岩類中には各所で銅の鉱化が観察された。しかし、その銅の鉱化の多くは割れ目中に観察されるものであり、流紋岩中に含有されていた初生的な銅成分が2次的に割れ目の中へ浸出した結果もたらされた鉱染であると解釈された。また、P III層中の安山岩溶岩、流紋岩溶岩およびそれらの火砕岩に銅鉱染が認められる。P III層の大部分は礫岩および砂岩によって占められ、このほか安山岩および流紋岩などを伴うが、これらにも銅鉱染が認められる。とくにKおよびM地区の安山岩には顕著な鉱化が認められる。

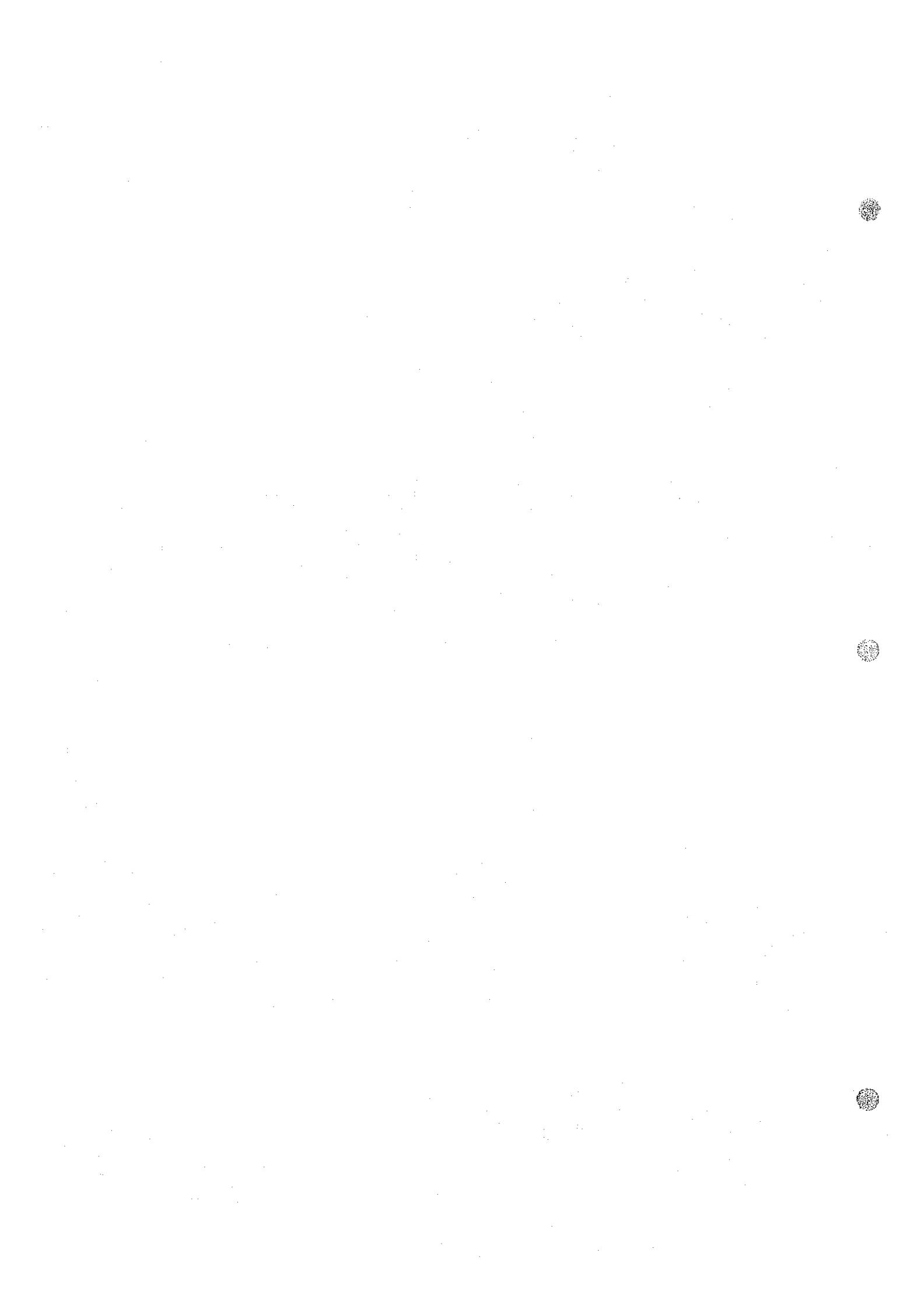
Basal series層の礫岩、および頁岩中には層状堆積性銅鉱床が認められる。とくにH地区のBasal series層中には顕著な鉱床が認められ、一部では坑道探鉱が行われている。J地区における鉱床精査結果によれば、P III層とBasal series層との不整合面付近に鉱化示徴が存在することが明らかになった。これは不整合面形成時の風化作用による残留鉱床であると解釈される。換言すれば、不整合面上に鉱床を伴わないところは、Basal series層堆積前に強い侵食作用を受けたにもかかわらず、有用鉱物の濃集の機構が欠如していたものとみなされる。

以下に鉱化作用の調査結果を要約する。

1. P II - III層はHおよびJ地区において流紋岩、安山岩質火山岩類を多量に含む。この火山性物質には銅の鉱化がみられる。
2. P III層は礫岩および砂岩を主体とし、流紋岩質および安山岩質の溶岩を挟み、銅の鉱化は安山岩および流紋岩中にみられる。
3. K地区におけるP III層中の破碎帯中には銅鉱物の鉱化がみられる。
4. Basal series層は礫岩層、ドロマイト、頁岩および砂岩からなり、礫岩、頁岩および砂岩のいずれにも鉱化が認められる。ただし、I地区北部には厚い基底礫岩が発達するにもかかわらず、鉱化は認められない。
5. Lower Calcareous series層は主としてドロマイト層であり、顕著な鉱化は全く認められない。

Fig. I-5 Schematic Columnar Section of Each Area.





第 3 章 地 化 学 探 査

3-1 探 査 方 法

第1年次、第2年次においては河川堆積物採集による解析を行い、河川堆積物と地質および鉱微地の関連性を探査できた。本年度の地化学探査は、とくに地質と鉱微地との局地的な関連を把握するため、分析供与サンプルとしては原岩採集による本法を用いたため、露岩のチップを採取した。これらのサンプルからの分析結果にもとづき各地層別のバックグラウンド値を決定し、検出された異常値から鉱微地の根源の究明、指示元素と各地層間での関連を明らかにすることに努めた。

3-1-1 サンプルング

調査は地質調査を並行してH、I地区についてはルート間隔300mとし、ルート上250m毎に1個、または層厚50m～100m毎に1個の割合で採取を行い、J、K、L、M各地区については150m間隔の測線を設定し、測線上200m毎に1個のサンプルを採取し、その大きさはこぶし大である。

サンプルはおのおのキャンプ地において80メッシュに粉砕し、B. R. P. M.の分析所に送付しCu、Pb、Znの3成分について分析した。

3-2 解 析 結 果

採集サンプル2,913個についてCu、Pb、Znの3成分の分析を行った。各地区別の採取サンプル個数は次の通りである。

H地区	(Amdouz地質精査地区)	780個
I地区	(Igherm地質精査地区)	1,222個
J地区	(Talat-n-Sous鉱床精査地区)	401個
K地区	(Assif Imider鉱床精査地区)	112個
L地区	(Tizirt鉱床精査地区)	264個
M地区	(Aniloul鉱床精査地区)	134個

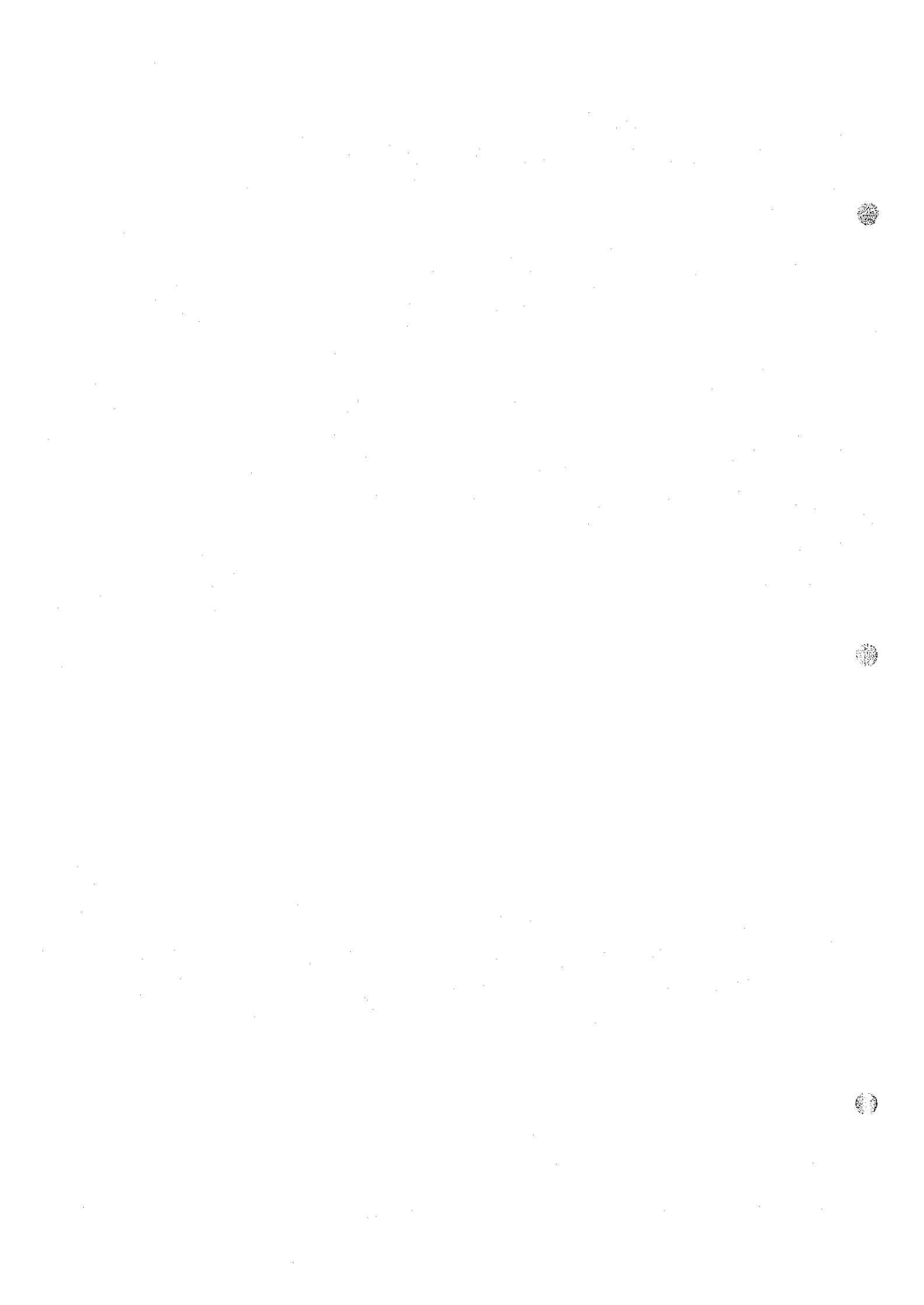
HおよびJ地区は隣接した地区であるため、一緒に解析し、I、M、L地区も同様に一緒に解析し、K地区は単独に解析した。また、全地区を一つにした解析も行った。

統計計算および作図はコンピューターを使用した。コンピューターへのインプットデータはサンプル番号、時代、岩相、Cu・Pb・Znの各分析値とした。解析にあたっては各成分別の分析値を地質单元別、時代別、区別なしの3種類について考察した。

3-2-1 地区別の解析

地質单元は時代別に次のように決めた。

Group 1 : Lower Calcareous series 層



Group 2 : Basal series 層

Group 3 : P III 層の礫岩, 頁岩, 砂岩, 泥岩, シルト岩, スレート

Group 4 : P III 層の流紋岩類

Group 5 : P III 層の安山岩類

Group 6 : P III 層のドロマイト, 石灰岩

Group 7 : P II - III 層の礫岩, 頁岩, 砂岩, 泥岩, シルト岩, スレート

Group 8 : P II - III 層の流紋岩類

Group 9 : P II - III 層の安山岩類

Group 10 : P II 層の珪岩

Group 11 : P II 層の緑色岩, 片岩

地質单元別に分析値の対数処理による統計的検定を行った。その結果は Table I-7-7 ~ I-7-15 に示される。

(1) H, J 地区 (Tables I-7-8, I-7-12)

本地区の分析値を統計処理をした結果によれば, Cu の中央値は Basal series 層の 13 ppm が最も高く, 次に P II - III 層の安山岩類の 12 ppm である。P III 層および P II - III 層の礫岩および砂岩類の中央値が最も低い。全岩相の中央値は 6 ppm であり, Basal series 層と P II - III 層の安山岩類は他岩層に比して高い中央値を示す。

Pb の中央値は全岩相において 11 ppm であり, これより高い値は Lower Calcareous series 層の 22 ppm, 次いで Basal series 層および P II - III 層の安山岩類は 13 ppm と 10 ppm である。Lower Calcareous series 層のドロマイトが比較的高い含有量を示す。

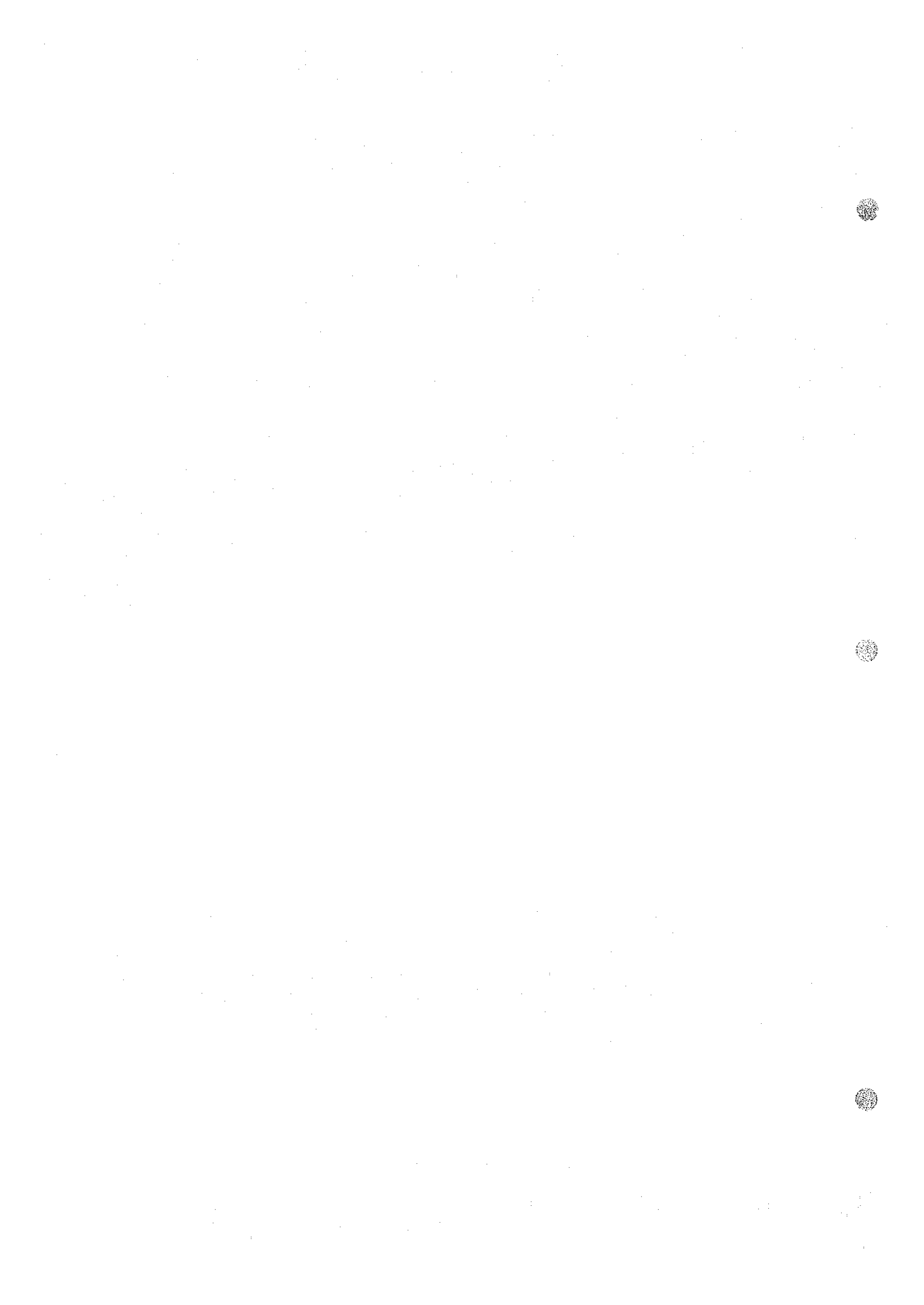
Zn の中央値は全岩相において 22 ppm を示す。P III 層の安山岩類は 42 ppm を示し, 地質单元別では最も高い中央値である。他の岩相においてはほぼ 22 ppm 前後で一様と見ることができ。

時代別に中央値の変化を見ると, Cu は Basal series 層の 13 ppm が最も高く, 他層はほぼ同じ程度の低い中央値を示し, Basal series 層に Cu の集中の傾向がみられる。Pb は Lower Calcareous series 層の中央値が 22 ppm と最高であり, 同層のドロマイトに Pb の集中の傾向がみられる。Zn は特別に高いものはみられない。

中央値をもってそれぞれの地層のバックグラウンドとするならば,本地区においては Cu, Pb, Zn の最高のバックグラウンドを示す地質单元はそれぞれ Basal series 層, Lower Calcareous series 層および P III 層の安山岩類となる。

(2) I, L, M 地区 (Tables I-7-9, I-7-13)

I, L, M 地区の Cu の中央値は, P III 層のドロマイトおよび P II - III 層の安山岩に高い値がみられるが, サンプル数が少ないため不確実な要素を含んでいる。Lower Calcareous series 層は本地区においては比較的高い値を示し, 次いで P II 層の緑色岩類, Basal series



層の順序で低くなっている。P II層の緑色岩類はサンプル数が比較的少ないため考察から除外すれば、Lower Calcareous series層およびBasal series層が中央値の高い岩相になる。Pbに関する中央値についてもサンプル数の少ない岩相は考察から除外した。Lower Calcareous series層が最も高い27 ppmの値を示し、次はBasal series層の10 ppmの層である。サンプル数の少ないものに高い中央値がみられるが、他は一般に低い中央値を示す。ZnはP II-III層に57 ppmの高い中央値がみられる。また、P II-III層の礫岩類は60 ppmの中央値である。P III層の安山岩類も高い中央値を示し、Zn83 ppmである。Cu, Pb, において高い中央値を示したLower Calcareous series層およびBasal series層はZnにおいてはひじょうに低い値を示す。

本地区においてCuおよびPbは相関がみられるが、Znは他2成分と異なった分布域を示し、相関がみられない。Pb, Cuに関してLower Calcareous series層およびBasal series層は高い中央値を示し、P III層, P II-III層およびP II層は互いに低い中央値を示す。このことは、Lower Calcareous series層とBasal series層中のCu・Pbのバックグラウンドは高く、P III層, P II-III層およびP II層のバックグラウンドが低いことを示している。ZnについてはP III層の安山岩類が最も高いバックグラウンドを示す。

(3) K地区 (Tables I-7-10, I-7-14)

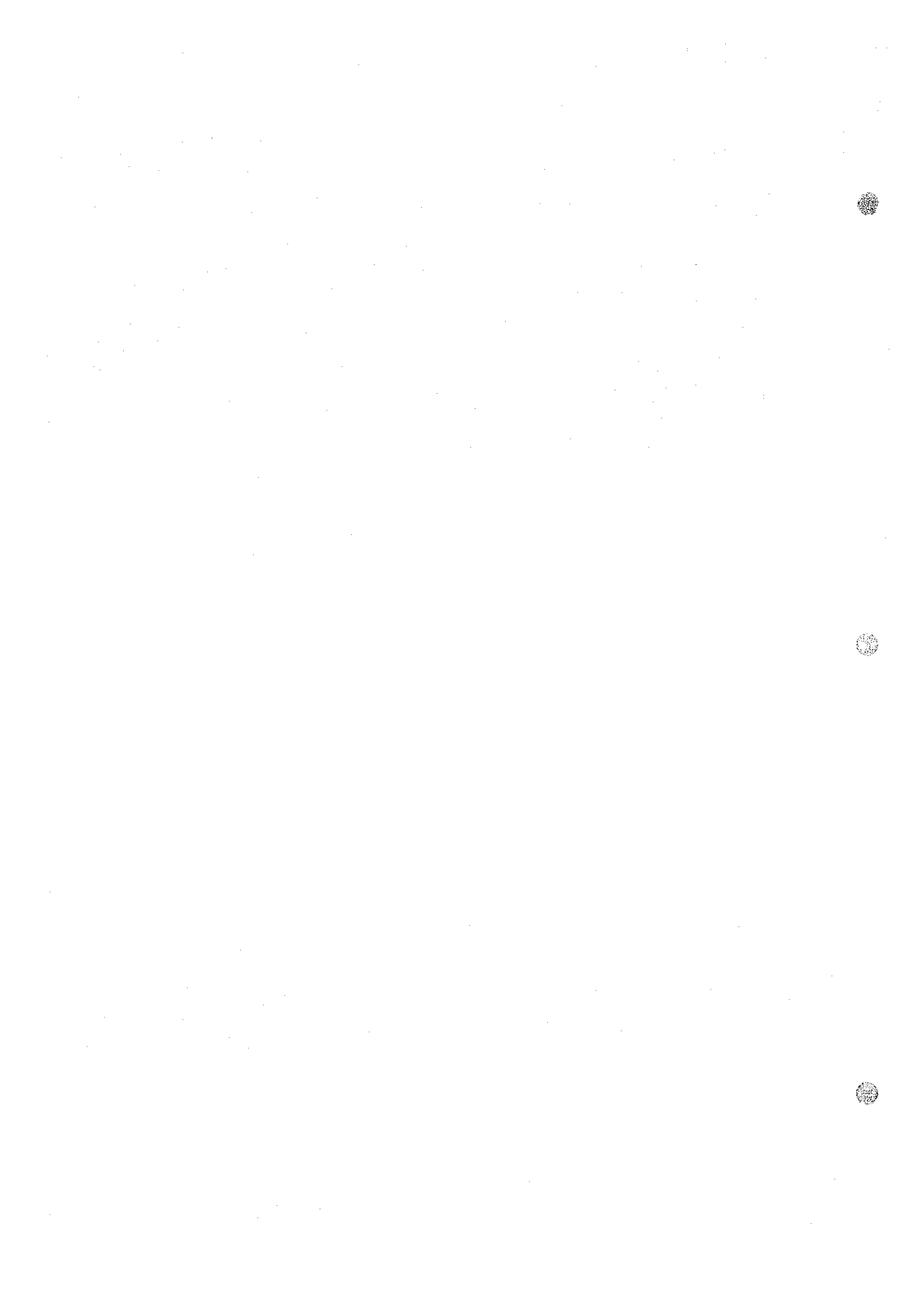
K地区は分布岩石がBasal series層, P III層の安山岩に限定されているため、地区内において他岩体との比較はできない。そのため他区域内の同一岩相と比較する。Basal series層のCu およびPbの中央値は、3地区内で最も高いが、Znに関しては低い中央値を示す。P III層の安山岩類はCuの中央値13 ppmの3地区の中では最も高い値を示した。Pbに関しては他地区と同じ値を、またZnは他岩相に比し高い値を示すが、他地区のP III層の安山岩とは同じような値を示す。したがって、Cuについてバックグラウンドは高い地域といえる。

3-2-2 元素と地層との関連

各地区より採取したサンプルから地層別に元素間の特徴を見るためにTable I-7-15を作成した。

(1) Cu

Cuについて各地質単元の中央値を比較すると、P III層のドロマイトが最も高い50 ppmを示し、次いでP II層緑色岩および片岩の21 ppm, P II-III層安山岩類の17 ppmと続くが、いずれもサンプルの少ない地質単元であるため数値の一般性はないものと思われる。サンプル数100以上の地質単元において中央値の高いものは、Basal series層の14 ppmであり、次はP II-III層堆積岩類の12 ppmである。各地質単元の最低値は1 ppmないし3 ppmでほぼ一定である。最高値はP III層堆積岩類の39,000 ppmおよびBasal series層の36,000 ppmであり、次いでP II-III層堆積岩類の16,250 ppm, Lower Calcareous series層の10,750 ppm, P III層流紋岩類の9,500 ppm, P II-III層流紋岩類3,400 ppm, P III層安山岩類2,150 ppm



と続く。

P III層堆積岩類は中央値4 ppmと全地質单元中最低を示し、なお最高地は39,000 ppmと地質单元中最高である。したがって、本層は低いバックグラウンド中に高含有量を有する層である。

Basal series層は中央値14 ppm、最高値36,000 ppmである。本層は比較的高いバックグラウンド中に高含有量を有する層である。

(2) Pb

Pbの中央値を地質单元別に考察するとP III層ドロマイトの24 ppmが最高を示し、次いでLower Calcareous series層の23 ppm、Basal series層の14 ppmであり、他は11 ppm以下の低い中央値を示す。各地質单元による最低値は2 ppm～4 ppmの範囲に入る。最高値はBasal series層において1,400 ppm、Lower Calcareous series層において1,120 ppmを示し、他は40 ppm～370 ppmである。全般的に低含有量である。

(3) Zn

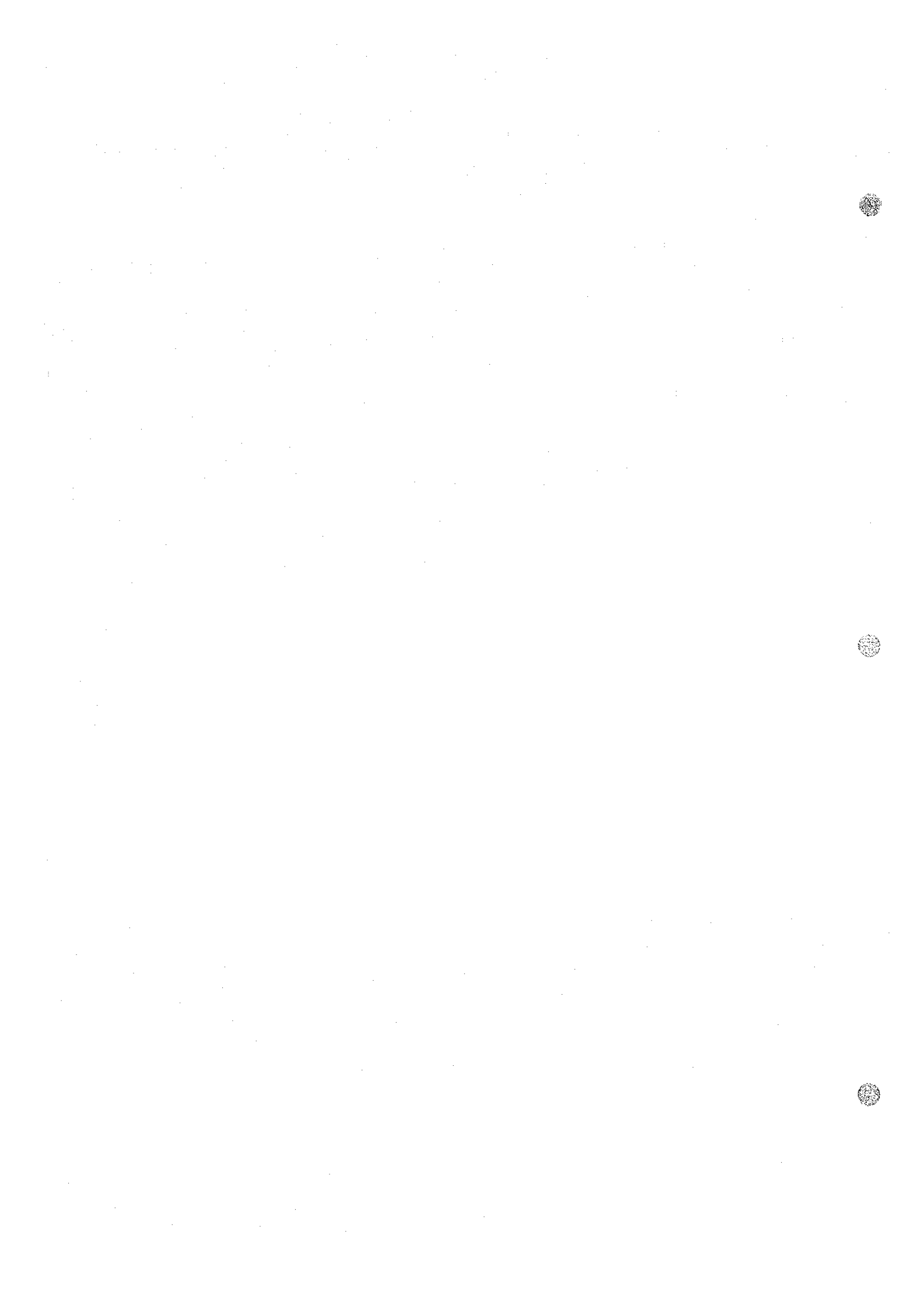
Znの中央値はP III層安山岩類73 ppm、次いでP III層堆積岩類59 ppm、P II層変成岩類51 ppmであり、他の地質单元の中央値は5 ppm～29 ppmの範囲である。最低値は各地質单元とも1 ppm～12 ppmの範囲に入る。最高値はP II-III層堆積岩類の1,100 ppm、Basal series層の580 ppm、P III層安山岩類の440 ppm、Lower Calcareous series層430 ppmであり、他の地質单元は50 ppm～240 ppmの範囲に最高値を示す。各地質单元においてZn含有量は全般的に低いといえる。

3-2-3 異常値 (Fig. 1-6)

各元素含有量の分布型式を見るために累積頻度分布図およびヒストグラムを作成した。Fig. 1-6は各成分毎に全調査地域のサンプルを一括して累積頻度分布図およびヒストグラムに表わしたものである。その累積頻度分布図において、Cuは30 ppmと100 ppmに屈曲点がみられ、母集団の違いが認められるため、それぞれを第1しきい値、第2しきい値に決めた。Pbは15 ppmと100 ppmに屈曲点がみられ、母集団の違いがあるため、それぞれを第1しきい値、第2しきい値に決めた。Znはほぼ直線を示し、対数正規分布を示す。したがって中央値に標準偏差を加えた値をもってZnのしきい値とした。したがって、全岩相一括の対数頻度分布図から読み取ったしきい値は下記の通りとした。

	第1しきい値	第2しきい値
Cu	30 ppm	100 ppm
Pb	15 ppm	100 ppm
Zn	80 ppm	240 ppm

この地化学探査のサンプルは母岩より採取したものであるため、分析値は母岩の元素含有量の絶対値を示し、地化学探査図は含有量の高い地域を抽出し、その値によっては岩相を識別すること



とを可能とする。

(a) H, J地区 (PLS, I-6-1, I-6-2, I-6-3)

Cu 異常は Talat-n-Sous の不整合面沿いに高異常値がみられ、とくに Basal series 層の下位層に明瞭に出現する。Basal series 層中にまた高い異常値がみられる。Talat-n-Sous から東に点々と続く異常値は、Basal series 層および同層と P III 層の不整合面中のものである。P III 層の礫岩中にはほとんど異常値は認められない。

Pb はドロマイト中に第1しきい値以上の含有量が認められる。とくに Talat-n-Sous の Basal series 層中には高い異常値が認められる。また Lower Calcareous series 層のドロマイト中にも、第1しきい値から第2しきい値までの含有量がみられる。P III 層の礫岩中に異常値は認められない。

Zn は特定の地域、特定の岩相に異常値が集中することはない。しかし、Basal series 層中に弱い異常値がみられる。

(b) I, L, M地区 (PLS, I-6-7, I-6-8, I-6-9)

Cu は異常値の集中が I 地区の北半部に認められる。その集中域の一部は鉱床精査が行われ、150m 間隔の測線沿いに 200m 毎にサンプリングが行われた。

異常値集中域の地質は P III 層の砂岩、流紋岩溶岩および P II-III 層の礫岩であり、異常値が特定の層に集中する傾向はみられない。

I 地区南部の M 地区付近に分布する Cu の異常値は P III 層の安山岩質溶岩中にみられる。また、付近の堆積岩中には異常値がみられないことから、安山岩質溶岩自身の富化と考えられる。

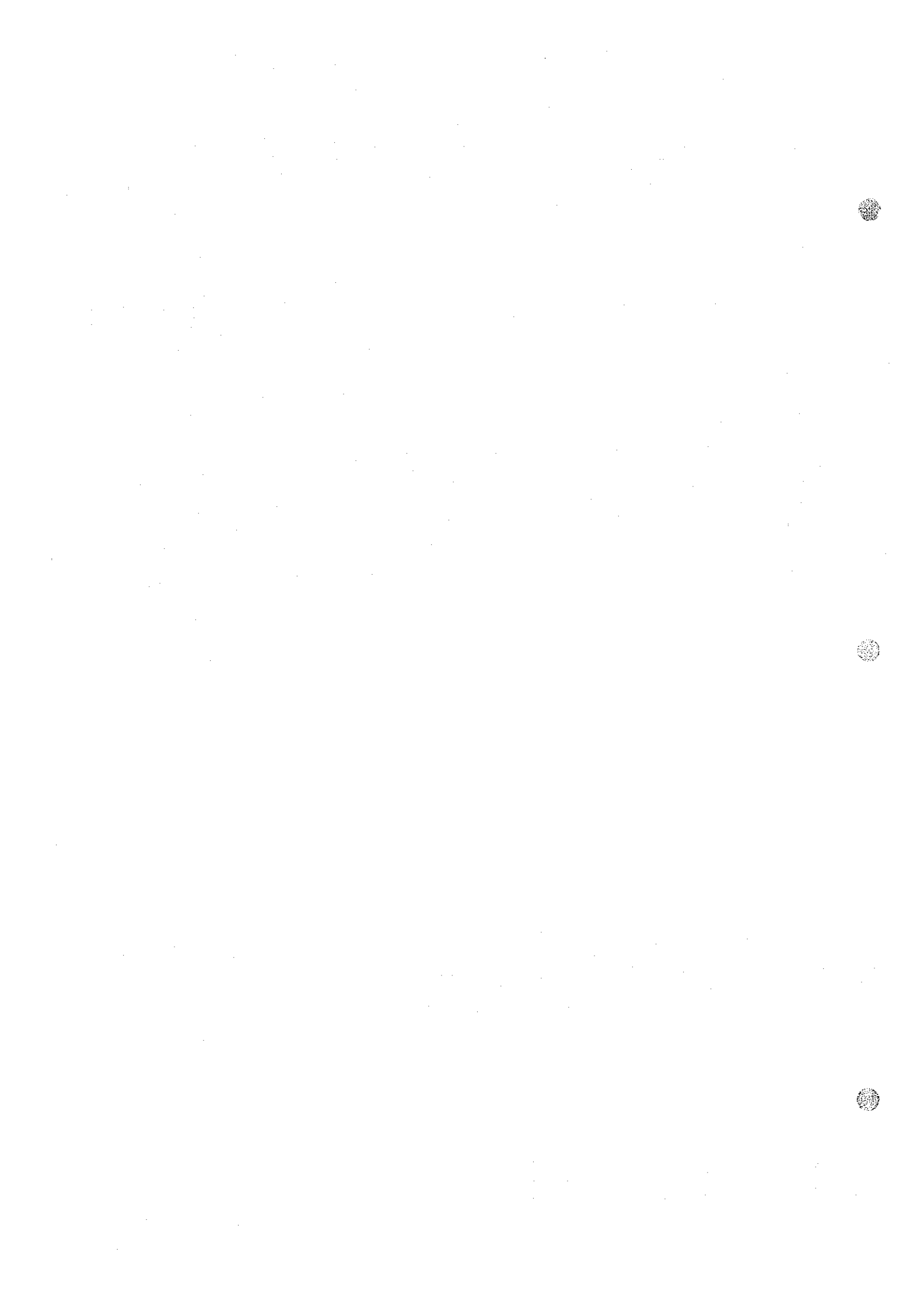
同地区南部の Basal series 層中にも異常値の集中が認められる。とくに、Basal series 層の頁岩層中にも認められ、周囲の Basal series 層以外の地層にはみられないため、これは堆積性鉱化作用による異常値であろうと考えられる。

Pb は一般に含有量が少なく、異常値の集中域がみられない。ドロマイト中にやや高い異常値が集中するが、これはドロマイトが全体的に Pb の含有量が高いためである。流紋岩中に散発的に高い異常値を示す地点がある。

Zn は I 地区の北部において異常値の集中がみられる。集中域の岩相は P II-III 層の礫岩、P III 層の流紋岩溶岩、および砂岩である。この集中域には流紋岩の岩脈がところどころみられ、この異常値は流紋岩の岩脈に起因しているかもしれない。また、M 地区付近の安山岩質溶岩中に異常値の集中がみられる。この異常値は安山岩自身に起因する富化であろう。I 地区南部の P III 層の砂岩層中にやや散漫な集中域が認められる。

(c) K地区 (PLS, I-6-4, I-6-5, I-6-6)

Cu 異常値は、P III 層の安山岩およびその付近の岩石中に集中する。この安山岩は破碎帯中に鉱化帯を有し、この鉱化帯が異常地の集中域となってあらわれているものと推定される。また、Basal series 層中の礫岩層に異常値があらわれる傾向がある。その礫岩層は野外調査に



において黄鉄鉱の鉱染を認めている。

Pb 異常値が Basal series 層のドロマイト層中に認められる。ドロマイトだけが他の岩相より Pb の含有量が多い特徴を有している。

Zn 異常値は本地区において極めて散発的である。P III 層の安山岩中に異常値の集中がみられ、Cu 異常値と同様に破碎帯中に鉱化作用に関係していると推定され、また Basal series 層中の礫岩中にも弱い異常値の集中がみられる。

3-3 まとめ

3-3-1 各元素の存在量

Cu の全岩相における中央値は 8 ppm であり、この値に標準偏差を加えた値を鉱床地帯の例と比較する。本地域は中央値+標準偏差=36, 中央値+標準偏差の2倍=177である。例えばペル-YAURI地区の鉱化帯は中央値+標準偏差=360 ppm, 中央値+標準偏差の2倍=660 ppm である。このように本地域は比較的低い分析値であり、Cu の存在量は低いと考えられる。

Pb について中央値は 8 ppm, 中央値+標準偏差=21, 中央値+標準偏差の2倍=54 ppm であり、これも他の鉱床地帯と比較するならば低い分析値がある。

Zn について中央値は 25 ppm, 中央値+標準偏差=80, 中央値+標準偏差=240 ppm であり、高含有量の集中がみられない。

3-3-2 元素間の関連

Cu, Zn 各元素の異常値の分布図を比較すると、しばしば類似の分布を示す部分があり、とくに流紋岩類および安山岩類の火山岩類に類似の分布を示す傾向がある。また、Cu は他の元素に無関係な部分に異常値を示す場合がある。

Pb はドロマイト層に多く含まれ、単独の要因を有する。

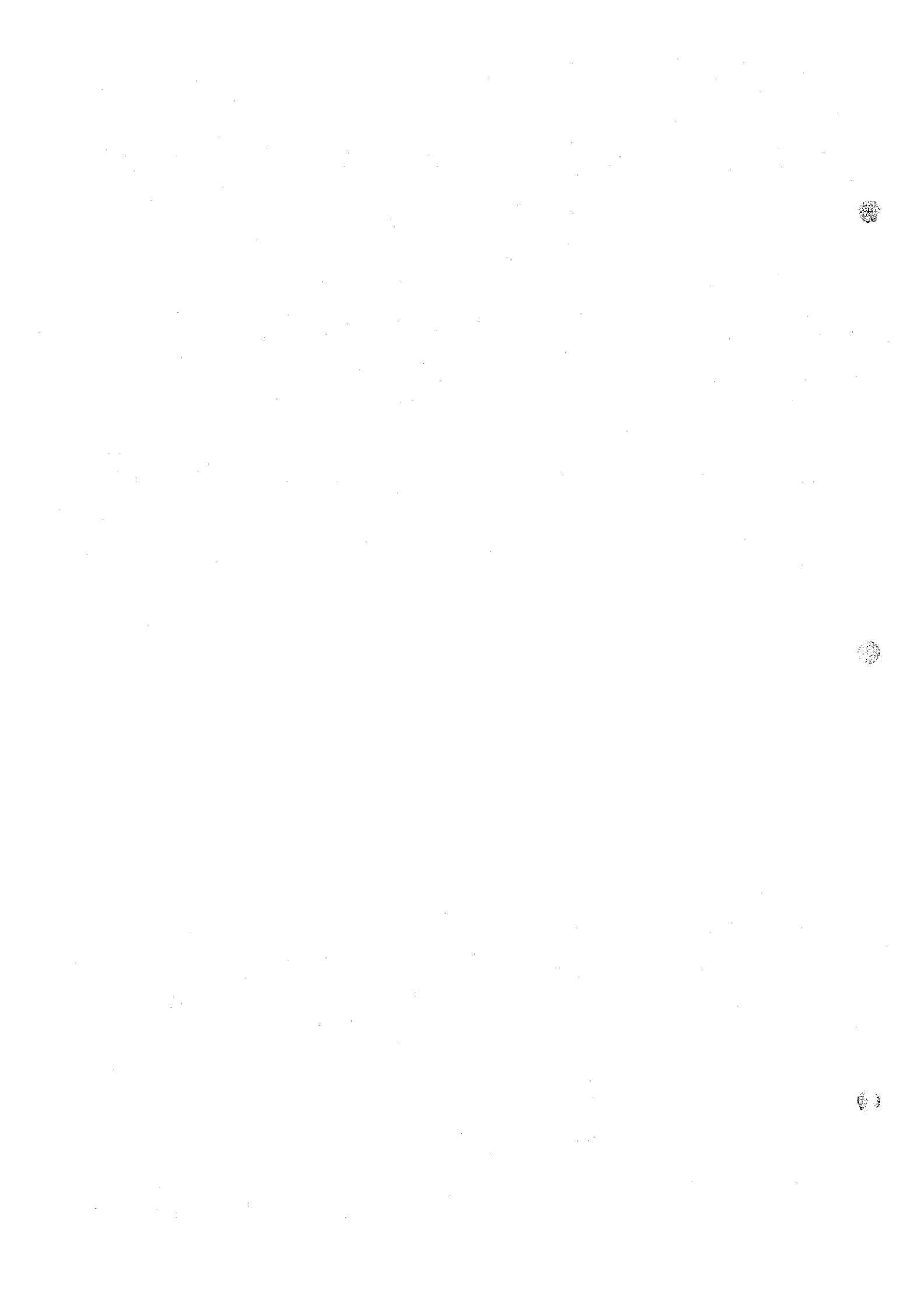
3-3-3 地質との関連

本地化学探査に使用したサンプルは露岩より直接採取されたもので、採取地点の地質をそのまま反映する。したがって、各分析値はそのまま各岩石さらに各地層の含有量を示すものと考えられ、Table 1-7-8~1-7-10 に各地区毎に各岩層固有の中央値、および標準偏差値等が示されている。また、PL. 1-6-10~1-6-12 に岩層別によるヒストグラムによって各岩層の含有量の傾向が示されている。

3-3-4 まとめ

地化学探査の解析によって数多くの異常値を有する地点が抽出され、分析値と地質との対比によって、また鉱石鉱物の濃集地点と分析値との対比、分析値間の関連性を考察し、数多くの検討すべき異常値を有する地点が各地区毎に抽出された。これらの地化学探査異常値を有する地点は平均値に対しての異常であって、大鉱徴地が潜在する地区の値を考えてはいけぬ。

主要な異常値の集中域は4箇所認められ、それらはH地区のTalat-n-Sous 鉱化示徴、I地区



の北半部，M地区の安山岩溶岩地域およびK地区の安山岩質溶岩の分布域である。

II地区のTalat-n-Sous鉍化示徴は主にCuの異常値の集中域である。Basal series層と下位層の不整合面上に異常値が集中し，またBasal series層に異常値が集中する。

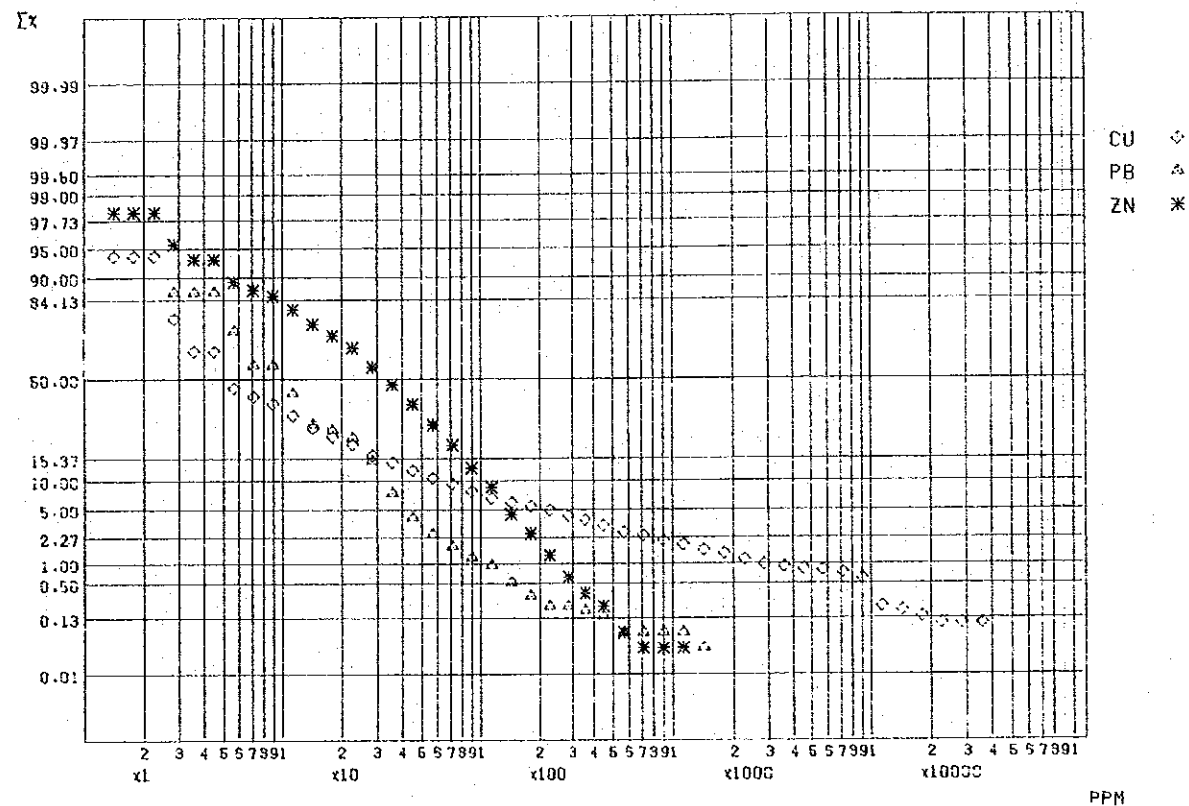
I地区北部はCuの異常値の集中域である。異常値は礫岩，砂岩および流紋岩質凝灰岩中に分布し，岩相による特徴はない。

M地区の安山岩質溶岩はCuおよびZnの異常値の集中が認められる。

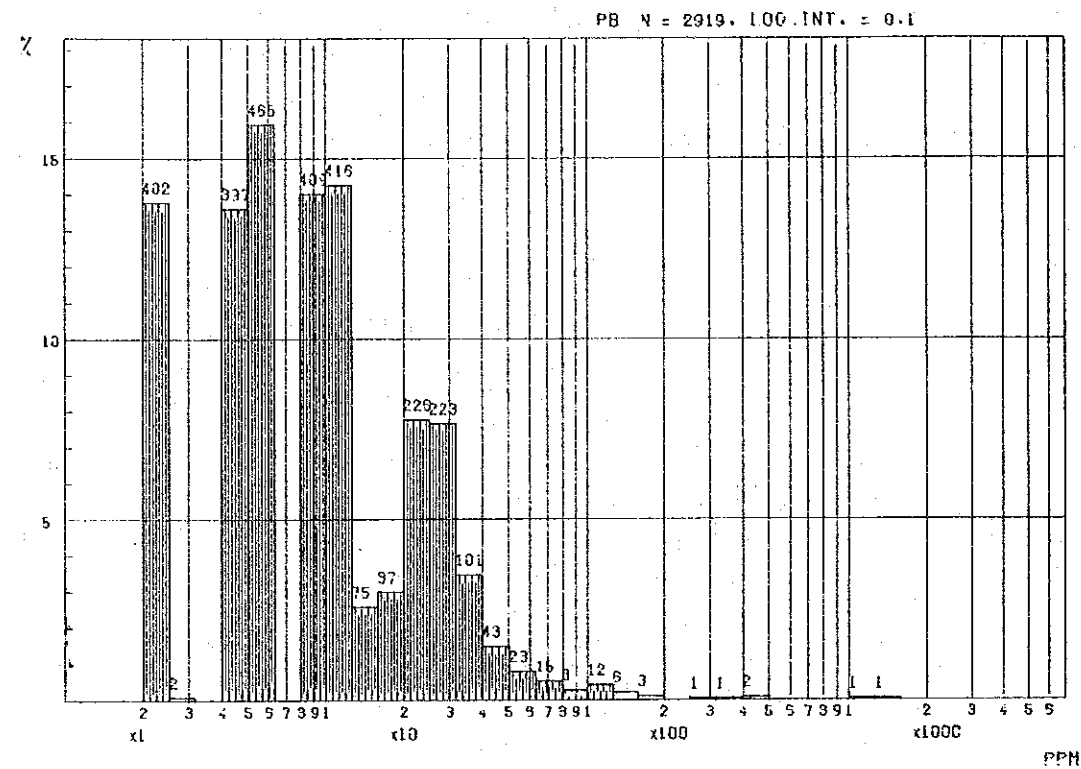
K地区の安山岩質溶岩もCuおよびZnの異常値の集中が認められる。

Fig. I-6 Histogram of Geochemical Data by Elements in the Whole Area

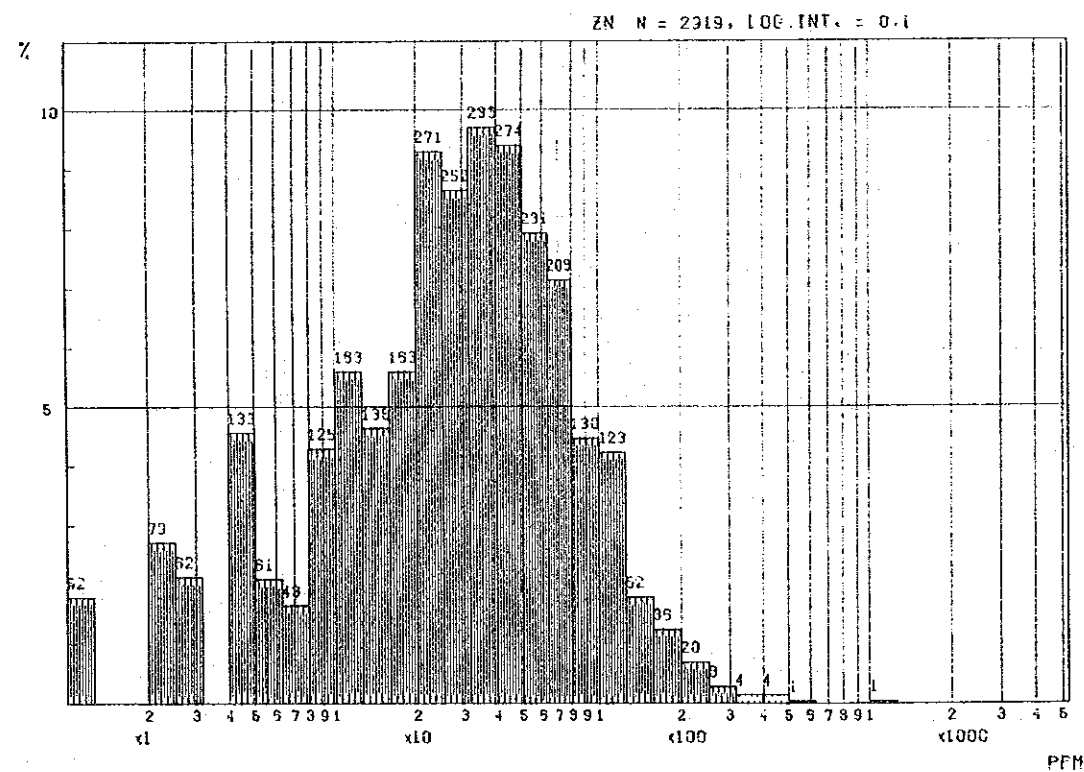
CUMULATIVE FREQUENCY DISTRIBUTION FOR CU, PB AND ZN



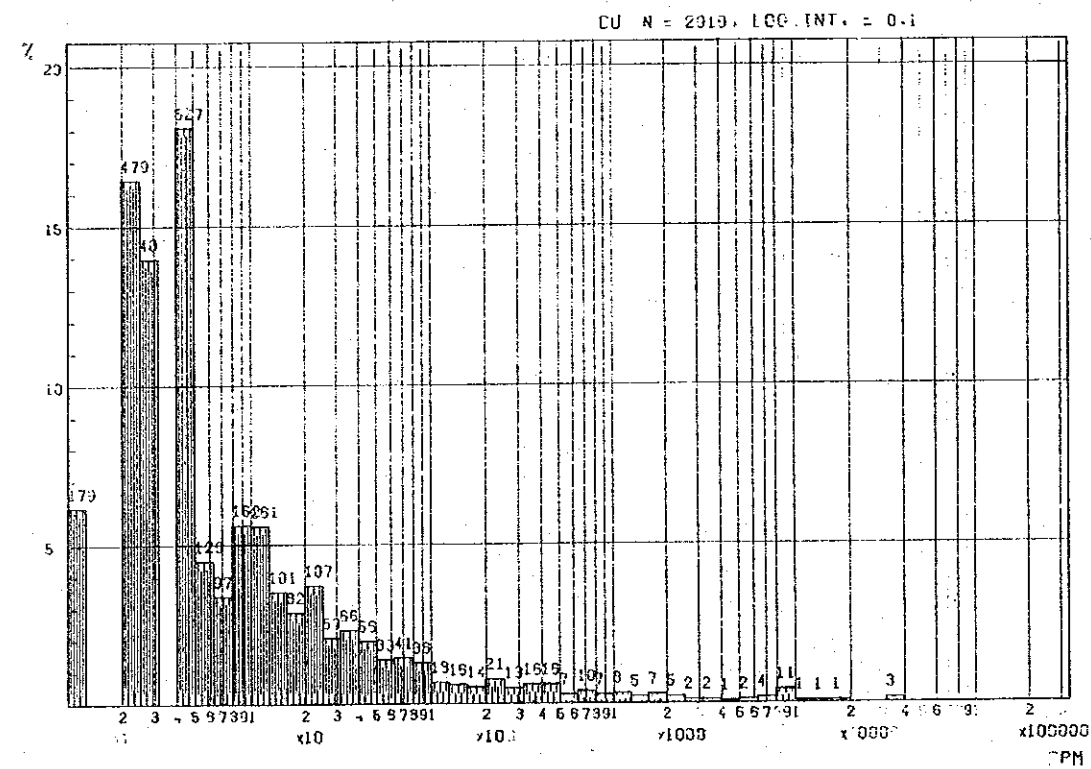
HISTOGRAM FOR PB



HISTOGRAM FOR ZN

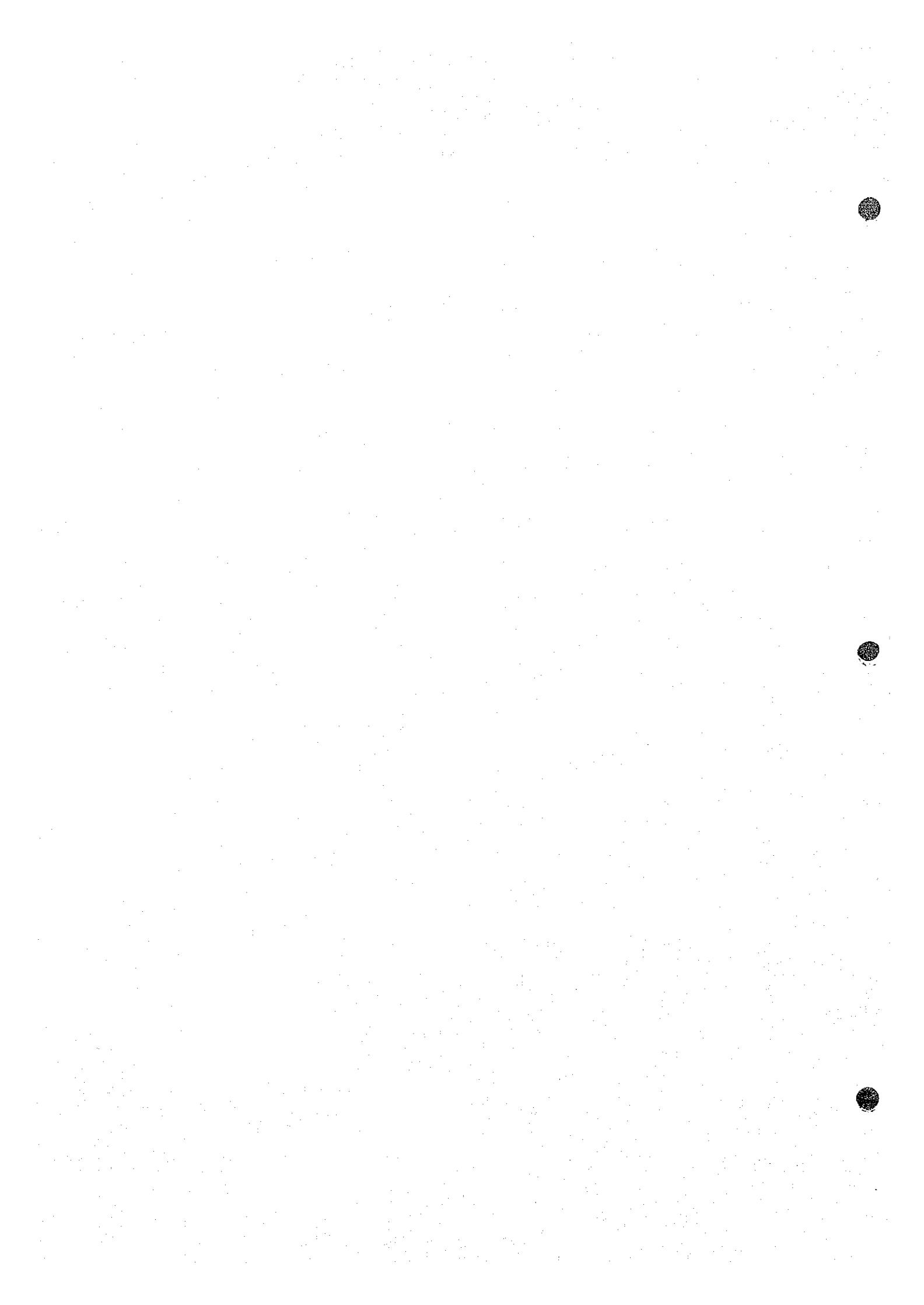


HISTOGRAM FOR CU



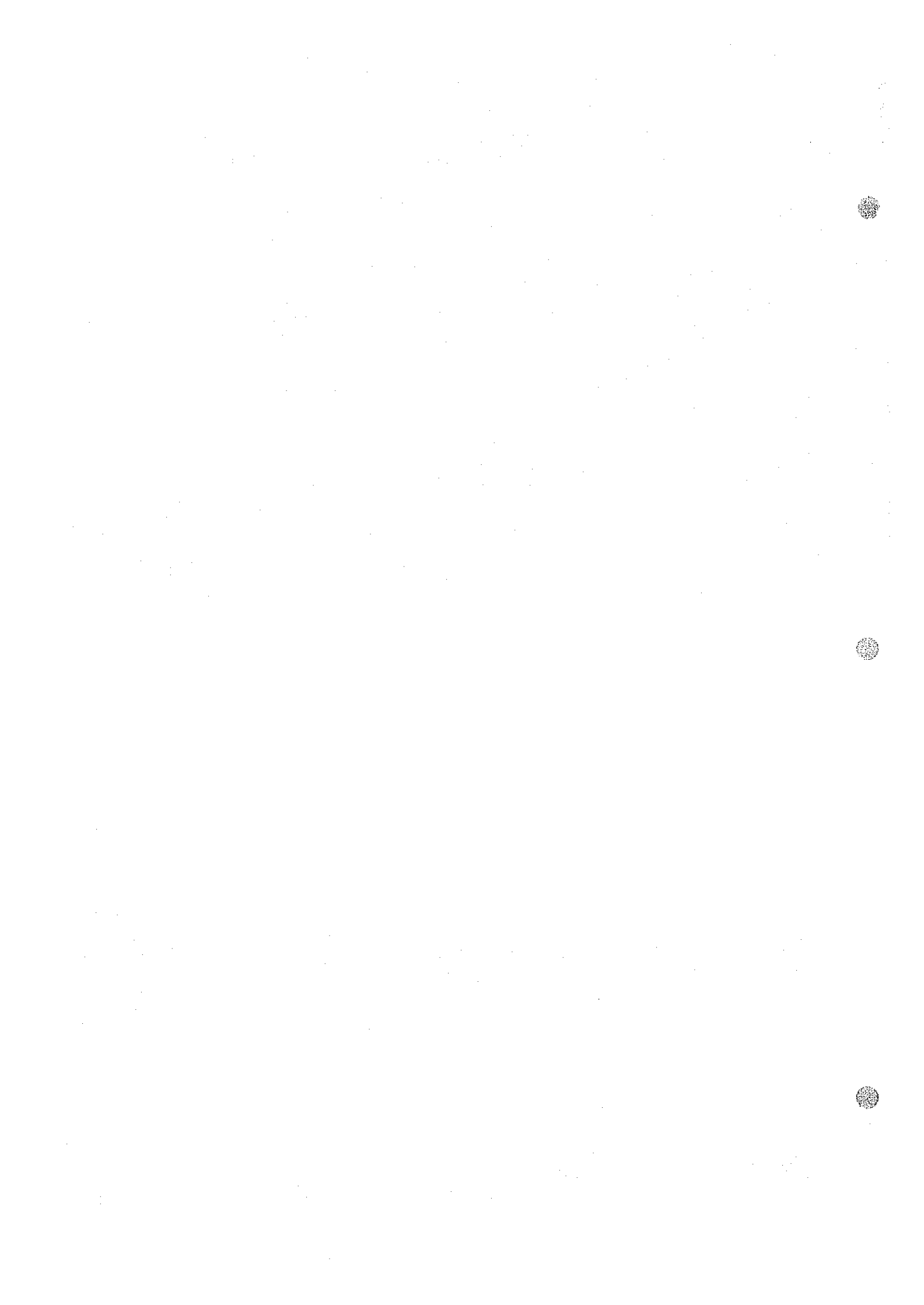


第II部 物理探査



List of Figures

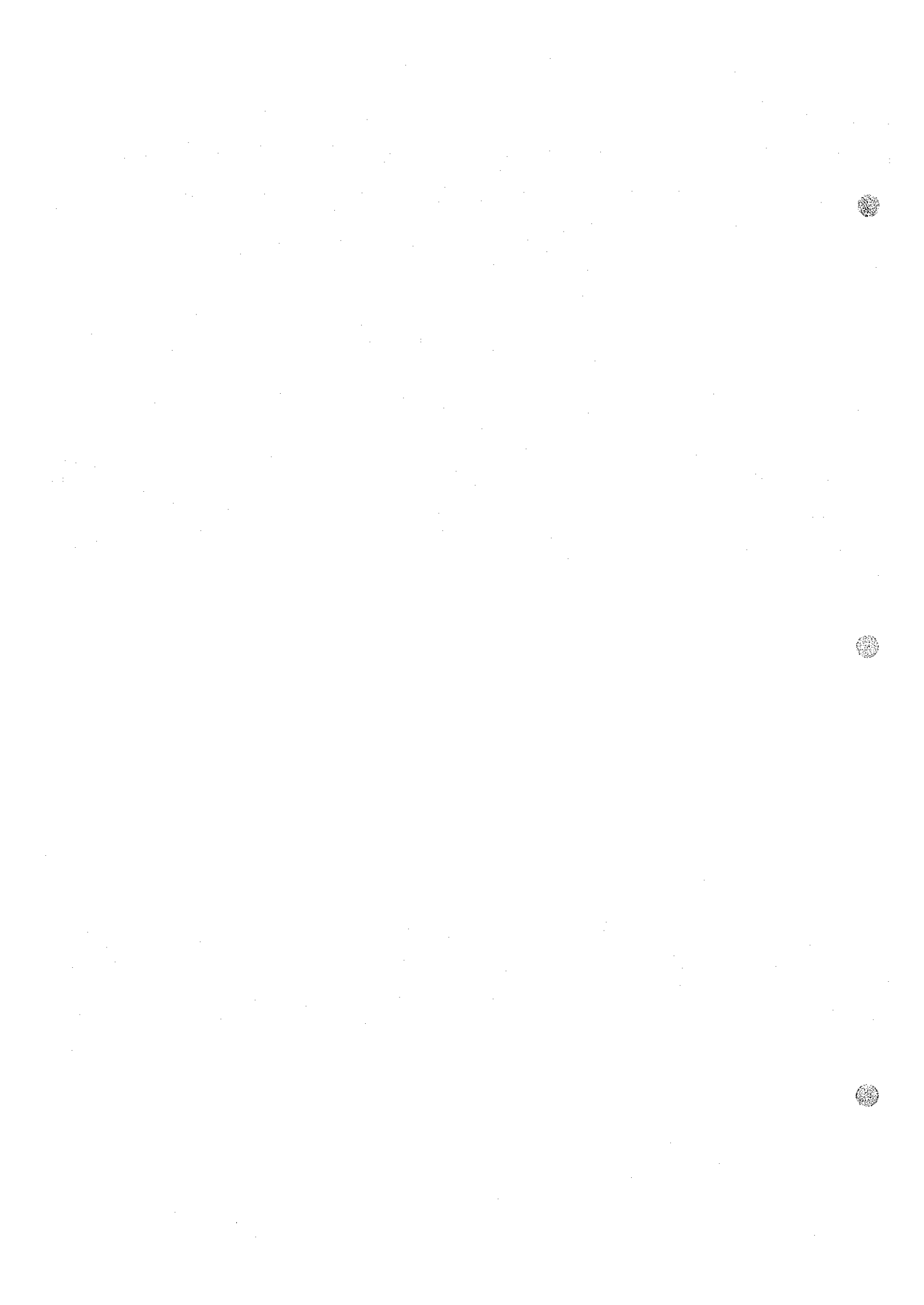
- Fig. II-1-1 Location Map of the IP Surveyed Area
- Fig. II-2-1 Dipole-Dipole Configuration
- Fig. II-3-1 Example of Plotting
- Fig. II-3-2 Influence due to Topography on the Apparent Resistivity
- Fig. II-3-3 Electrode Configuration of In-situ Measurement
- Fig. II-3-a Correlation between AR and FE in In-situ Measurement (Talat-n-Sous)
- Fig. II-3-b Correlation between AR and FE in In-situ Measurement (Talat-n-Sous)
- Fig. II-3-c Correlation between AR and FE in Laboratory Measurement
- Fig. II-3-4 In-Situ Measurement in Talat-n-Sous
- Fig. II-3-5 Flow Chart of Simulation
- Fig. II-3-6 Calculation by Model (Fault)
- Fig. II-3-7 Calculation by Model (Fault)
- Fig. II-3-8 Calculation by Model (Inclined slab)
- Fig. II-3-9 Calculation by Model (Inclined slab)
- Fig. II-5-1 a. Field Results on Line G (Talat-n-Sous)
- Fig. II-5-1 b. Results of Computer Modeling on Line G (Talat-n-Sous)
- Fig. II-5-2 a. Field Results on Line K (Talat-n-Sous)
- Fig. II-5-2 b. Results of Computer Modeling on Line K (Talat-n-Sous)
- Fig. II-5-3 a. Field Results on Line No.1 (Assif Imider)
- Fig. II-5-3 b. Results of Computer Modeling on Line No.1 (Assif Imider)
- Fig. II-5-4 a. Field Results on Line No.6 (Assif Imider)
- Fig. II-5-4 b. Results of Computer Modeling on Line No.6 (Assif Imider)
- Fig. II-6-1 Generalized Map of IP Survey in Talat-n-Sous
- Fig. II-6-2 Generalized Map of IP Survey in Assif Imider
- Fig. II-7-1 Field Result on Line E (Alous) & Laboratory Measurement on DH-No. 1
- Fig. II-7-2 Result of Computer Modeling on Line E (Alous)
- Fig. II-8-1 a. Geochemical Map (Cu distribution) in Talat-n-Sous
- Fig. II-8-1 b. Geochemical Map (Pb distribution) in Talat-n-Sous
- Fig. II-8-1 c. Geochemical Map (Zn distribution) in Talat-n-Sous



- Fig. II-8-2 a. Geochemical Map (Cu distribution) in Assif Imider
Fig. II-8-2 b. Geochemical Map (Pb distribution) in Assif Imider
Fig. II-8-2 c. Geochemical Map (Zn distribution) in Assif Imider

List of Tables

- Table II-2-1 List of IP Survey Works
Table II-2-2 Examination of the Reciprocity
Table II-2-3 Comparison of Data between Party A and Party B
Table II-3-1 In-situ Measurement
Table II-3-2 In-situ Measurement
Table II-3-3 Laboratory Measurement



List of Plates

PL. II-1	Location of the IP Survey Lines on the Geological Map in Talat-n-Sous	1 : 5,000
PL. II-2	Location of the IP Survey Lines on the Geological Map in Assif Imider	1 : 5,000
PL. II-3-1	Profile on Line B in Talat-n-Sous	1 : 5,000
PL. II-3-2	Profile on Line C in Talat-n-Sous	1 : 5,000
PL. II-3-3	Profile on Line D in Talat-n-Sous	1 : 5,000
PL. II-3-4	Profile on Line E in Talat-n-Sous	1 : 5,000
PL. II-3-5	Profile on Line F in Talat-n-Sous	1 : 5,000
PL. II-3-6	Profile on Line G in Talat-n-Sous	1 : 5,000
PL. II-3-7	Profile on Line S in Talat-n-Sous	1 : 5,000
PL. II-3-8	Profile on Line H in Talat-n-Sous	1 : 5,000
PL. II-3-9	Profile on Line I in Talat-n-Sous	1 : 5,000
PL. II-3-10	Profile on Line Q in Talat-n-Sous	1 : 5,000
PL. II-3-11	Profile on Line J in Talat-n-Sous	1 : 5,000
PL. II-3-12	Profile on Line K in Talat-n-Sous	1 : 5,000
PL. II-3-13	Profile on Line L in Talat-n-Sous	1 : 5,000
PL. II-3-14	Profile on Line M in Talat-n-Sous	1 : 5,000
PL. II-3-15	Profile on Line N in Talat-n-Sous	1 : 5,000
PL. II-3-16	Profile on Line P in Talat-n-Sous	1 : 5,000
PL. II-3-17	Profile on Line X in Talat-n-Sous	1 : 5,000
PL. II-4-1	Equi-AR Map of 1300 m Level in Talat-n-Sous	1 : 5,000
PL. II-4-2	Equi-AR Map of 1200 m Level in Talat-n-Sous	1 : 5,000
PL. II-4-3	Equi-AR Map of 1100 m Level in Talat-n-Sous	1 : 5,000
PL. II-4-4	Equi-FE Map of 1300 m Level in Talat-n-Sous	1 : 5,000
PL. II-4-5	Equi-FE Map of 1200 m Level in Talat-n-Sous	1 : 5,000
PL. II-4-6	Equi-FE Map of 1100 m Level in Talat-n-Sous	1 : 5,000
PL. II-4-7	Equi-MF Map of 1300 m Level in Talat-n-Sous	1 : 5,000
PL. II-4-8	Equi-MF Map of 1200 m Level in Talat-n-Sous	1 : 5,000
PL. II-4-9	Equi-MF Map of 1100 m Level in Talat-n-Sous	1 : 5,000
PL. II-5-1	Profile on Line No. 6 in Assif Imider	1 : 5,000
PL. II-5-2	Profile on Line No. 4 in Assif Imider	1 : 5,000



PL. II-5-3	Profile on Line No. 2 in Assif Imider	1 : 5,000
PL. II-5-4	Profile on Line No. 1 in Assif Imider	1 : 5,000
PL. II-5-5	Profile on Line No. 8 in Assif Imider	1 : 5,000
PL. II-5-6	Profile on Line No. 9 in Assif Imider	1 : 5,000
PL. II-6-1	Equi-AR Map of 850 m Level in Assif Imider	1 : 5,000
PL. II-6-2	Equi-AR Map of 750 m Level in Assif Imider	1 : 5,000
PL. II-6-3	Equi-AR Map of 650 m Level in Assif Imider	1 : 5,000
PL. II-6-4	Equi-FE Map of 850 m Level in Assif Imider	1 : 5,000
PL. II-6-5	Equi-FE Map of 750 m Level in Assif Imider	1 : 5,000
PL. II-6-6	Equi-FE Map of 650 m Level in Assif Imider	1 : 5,000
PL. II-6-7	Equi-MF Map of 850 m Level in Assif Imider	1 : 5,000
PL. II-6-8	Equi-MF Map of 750 m Level in Assif Imider	1 : 5,000
PL. II-6-9	Equi-MF Map of 650 m Level in Assif Imider	1 : 5,000
PL. II-6-10	Panel Diagram of IP Response Bodies Assumed with the Geology in Talat-n-Sous	1 : 15,000
PL. II-6-11	Panel Diagram of IP Response Bodies Assumed with the Geology in Assif Imider	1 : 15,000
PL. II-7-1	Panel Diagram of AR in Talat-n-Sous	1 : 15,000
PL. II-7-2	Panel Diagram of FE in Talat-n-Sous	1 : 15,000
PL. II-7-3	Panel Diagram of MF in Talat-n-Sous	1 : 15,000
PL. II-7-4	Panel Diagram of AR in Assif Imider	1 : 15,000
PL. II-7-5	Panel Diagram of FE in Assif Imider	1 : 15,000
PL. II-7-6	Panel Diagram of MF in Assif Imider	1 : 15,000

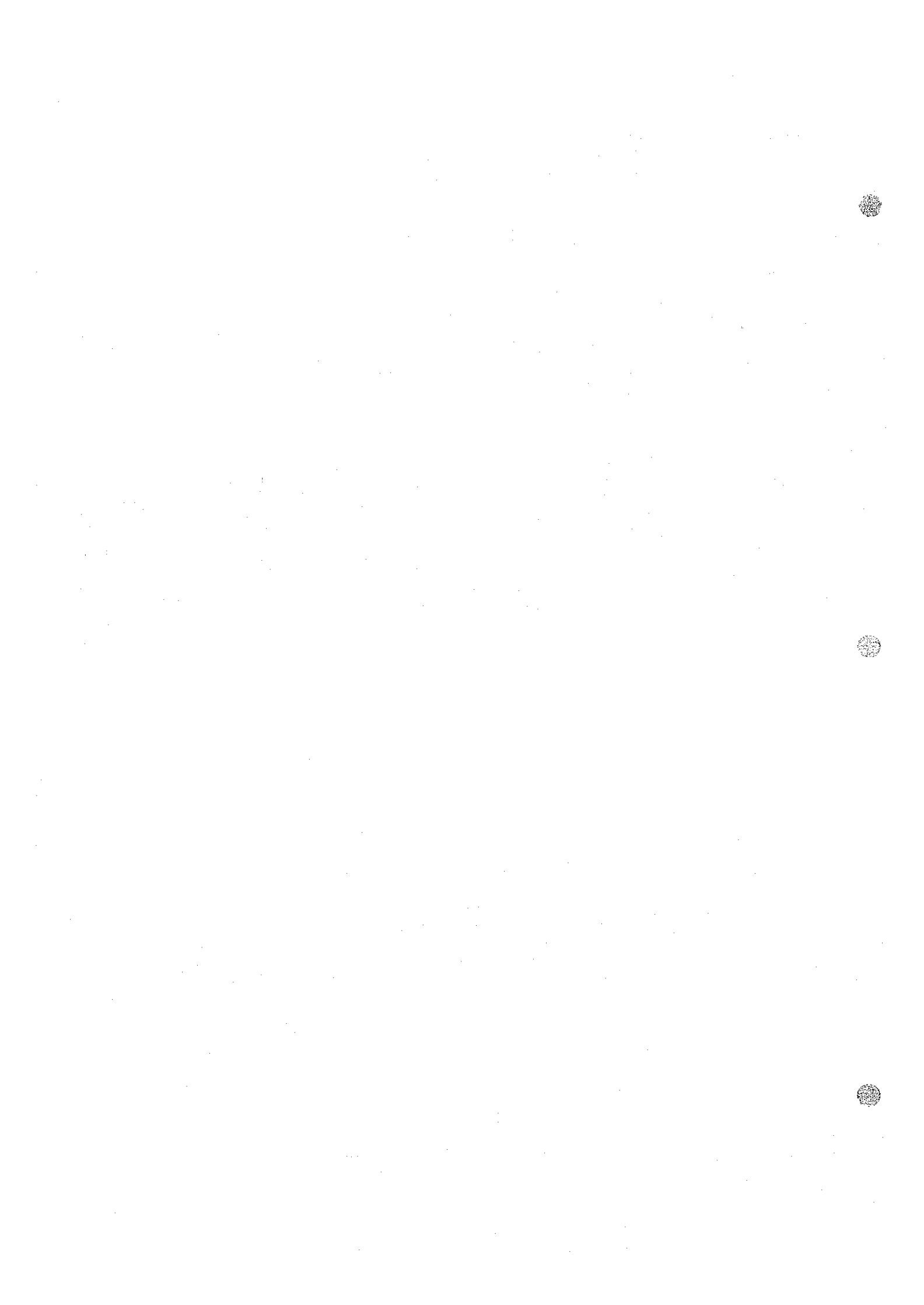
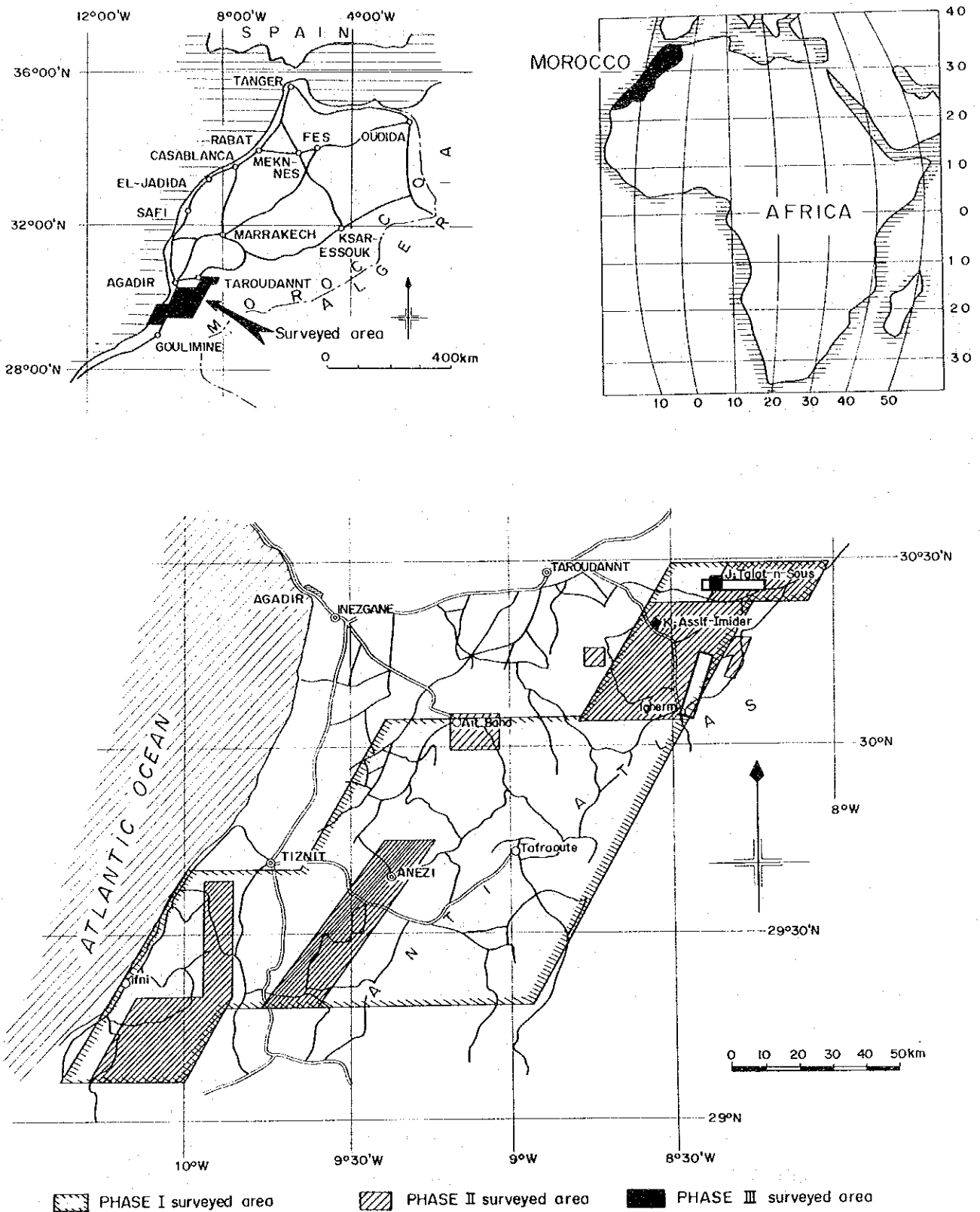
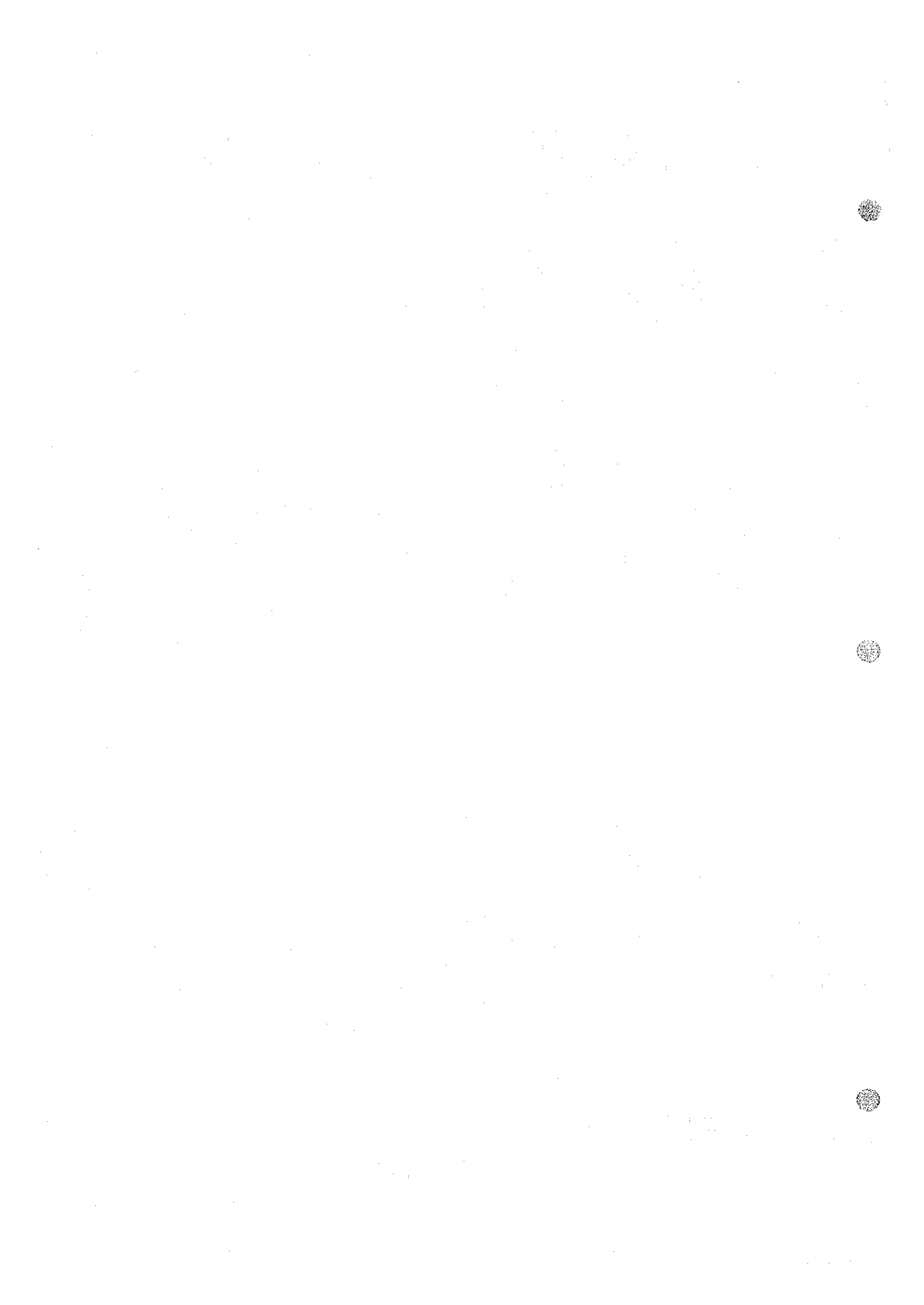


Fig. II-1-1 Location map of the Ip Surveyed Area





第 1 章 概 説

1-1 目 的

本調査は、モロッコ王国アンチアトラス地区における第3年次調査として、Fig. II-1-1に示す調査地域、J地区：Talat-n-Sous地区、およびK地区：Assif Imider地区において、鉛床賦存に関する情報を得ることを目的として実施された。

本調査地域は第2年次調査の結果、地表がより新しい岩石、堆積物で覆われており、また地表における鉛徴はわずかであるが、地下に鉛化帯潜在の可能性が指摘された箇所である。

本調査は、潜在の鉛化体を探る目的で、第2年次物理探査と同様、周波数領域による強制分極法（IP法）によって実施された。

調査面積は、J地区：Talat-n-Sous地区 10.7 km²、K地区：Assif Imider地区 3.0 km²である。

1-2 位 置 (Fig. II-1-1)

調査地域は、アンチアトラス山脈の南西部にあり、Fig. II-1-1に示す位置にある。J地区：Talat-n-Sous地区は観光都市Agadirの東方に位置し、直線距離約120 km、またK地区：Assif Imider地区は、同じくAgadirの東方、直線距離約110 kmに位置している。

1-3 交 通

Talat-n-Sous地区までは、AgadirからTaroudanntを経てAoulouzに至る舗装道路、およびAoulouzからTalat-n-Sous地区に通じる未舗装の山岳道路がある。Assif Imider地区には、TaroudanntよりAlousまで舗装道路があり、交通は比較的便利である。Talat-n-Sous地区には、Agadirから自動車ですら約5時間、Assif Imider地区には、約3時間を要する。

1-4 地 形

Talat-n-Sous地区は、海拔1,300 m～1,600 mに位置し、地形は全般的にゆるやかであるが、インフラカンブリア系に属するTamjont ドロマイトが分布する付近、すなわち調査地西部の湖線付近、および調査地南北両端付近では、急崖が形成されている。

Assif Imider地区は、海拔800 m～1,100 mに位置する植生の乏しい山岳地である。調査地中央部に露出する安山岩は、谷地形の底部にあたり、これを覆うBasal series層の堆積岩は侵食され、地形の起伏の波長は短かく、大きな高低差を伴う極めて急峻な地形を呈する。



1-5 地 質

1-5-1 Talat-n-Sous 地区 (PL. II-1)

調査地を構成する主要な岩石は、下位より先カンブリア系に属する安山岩質凝灰岩、流紋岩質凝灰岩および礫岩類、さらにそれらを不整合に覆うインフラカンブリア系の Basal series 層に属するドロマイトが被覆し、さらにシルト岩、砂岩の互層、Tamjoutのドロマイトおよび最上位の Lower Calcareous series 層のドロマイト等が分布している。

調査地中央部から東部にかけては、先カンブリア系に属する安山岩質、および流紋岩質凝灰岩が分布し、南側には、これらの上位の P II 層の礫岩が分布する。さらにこれらの外縁をとり巻く形で、Basal series 層のドロマイトが不整合に被覆し、さらに砂岩、シルト岩の互層が分布する。

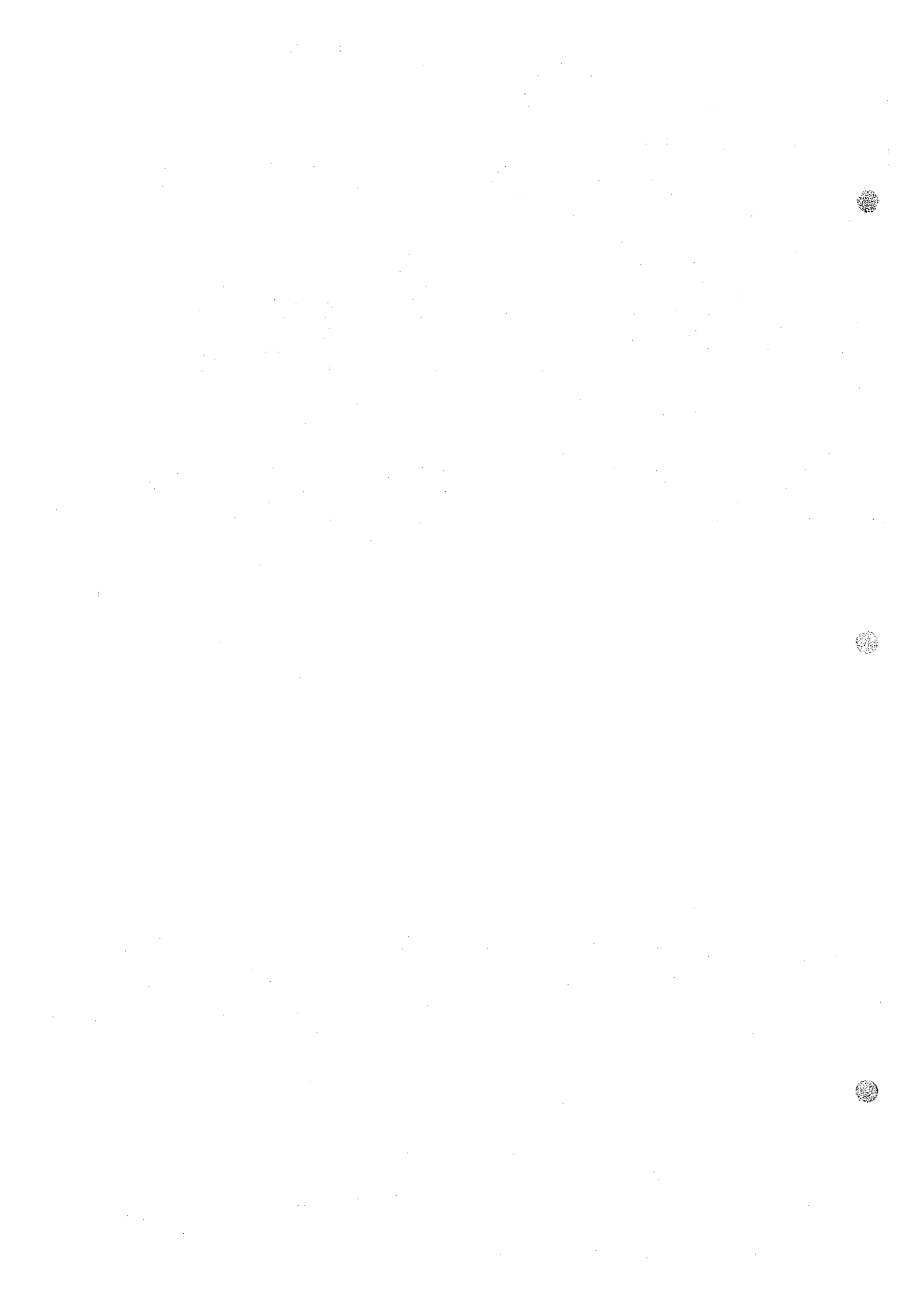
調査地の南北両端付近、および西方に分布し、上記の砂岩、頁岩の互層の上に乗る Tamjout ドロマイトは、その分布の末端では急崖をなしている。

鉱徴地としては、流紋岩質凝灰岩中の銅鉱染が調査地中央部付近に認められているほか、先カンブリア系の各層と、Basal series 層の不整合面付近の一部に銅の鉱染が認められている。Tamjout および Lower Calcareous series 層のドロマイト中には、鉱化は認められていない。

1-5-2 Assif Imider 地区 (PL. II-2)

調査地を構成する主な岩石は、下位より先カンブリア系に属する安山岩質溶岩、凝灰岩質砂岩、頁岩の互層、インフラカンブリア系の Basal series 層に属するドロマイト、礫岩、砂岩、頁岩の互層からなっている。Tamjout ドロマイトは本調査域内には分布しない。

鉱徴地としては、安山岩質溶岩中の銅鉱化部が顕著であり、これらの一部は銅鉱山として現在操業中である。



第 2 章 探 査 の 方 法

2-1 測 定 装 置

本調査において使用した測定装置と、その主な仕様は次の通りである。

(1) 送 信 機

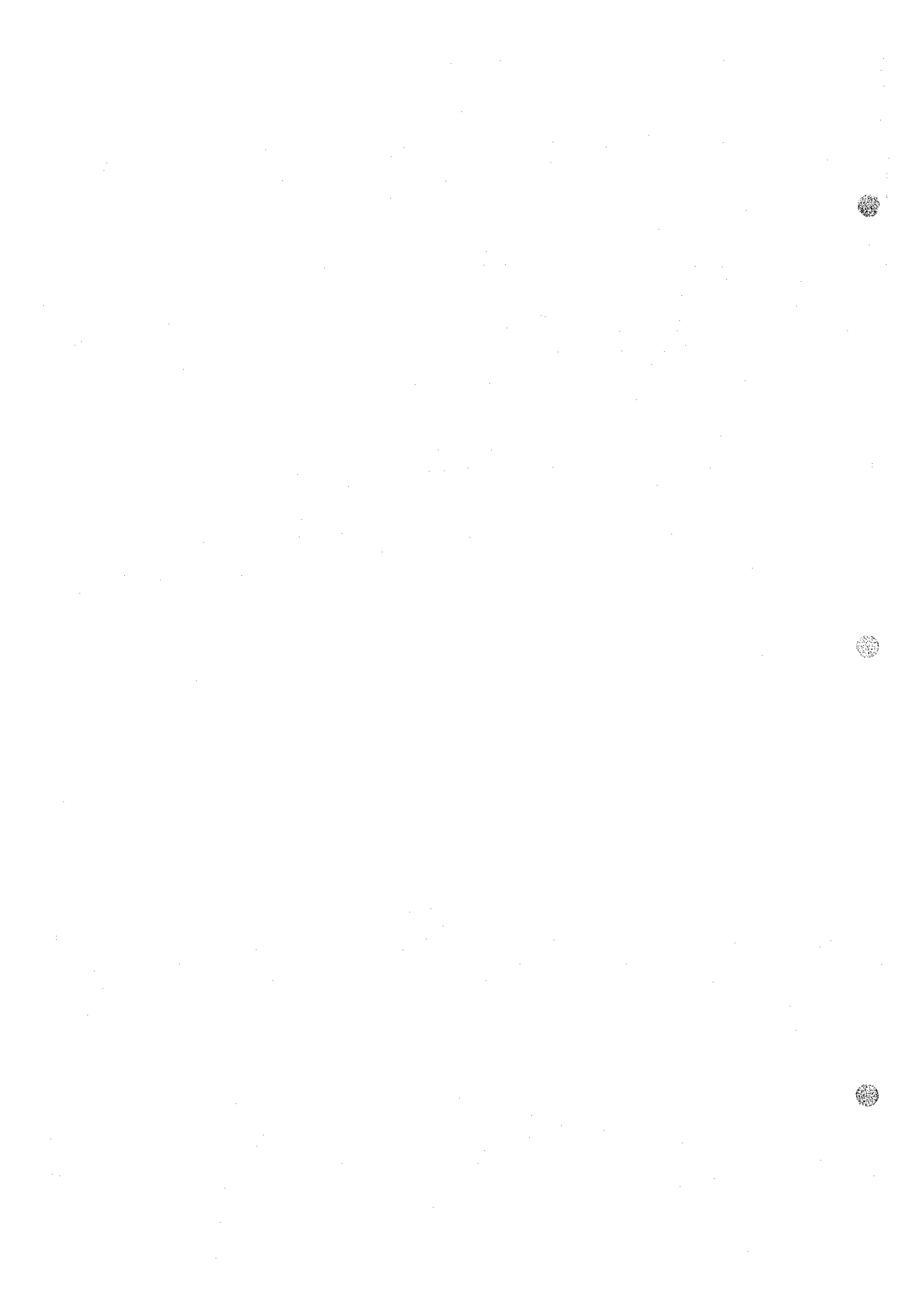
A	横浜電子研究所製	Model L-5106 A・B
	重 量	5.0 Kg
	出力電圧	Max 800 V
	出力電流	0.20 A ~ 2 A
	送信周波数	0.1 Hz, 0.3 Hz, 1.25 Hz, 2.5 Hz, 5 Hz
	入力電源	60 Hz or 400 Hz, 100 V, 単相
B	Geotronics 社製	Model FT-4
	重 量	21.7 Kg
	出力電圧	Max 800 V
	出力電流	0.4 A ~ 4 A
	送信周波数	dc, 0.01 Hz ~ 100 Hz
	入力電源	400 Hz, 115 V, 3相

(2) 受 信 機

A	横浜電子研究所製	Model YI-804
	重 量	約 7.5 Kg
	感 度	1.0 μ V
	受信周波数	0.1 Hz, 0.3 Hz, 1.25 Hz, 2.5 Hz, 5 Hz
	入力インピーダンス	1.0 M Ω
B	Mephar 社製	Model P-660
	重 量	約 2.5 Kg
	感 度	1.0 μ V
	受信周波数	0.1 Hz, 0.3 Hz, 1.25 Hz, 2.5 Hz, 5 Hz
	入力インピーダンス	2 M Ω

(3) エンジン発電機

A-1	Geotronics 社製	Model 421
	重 量	約 3.7 Kg
	電 圧	115 V
	周波数	400 Hz, 単相



	出力	2 KW
A-2	新大和工業社製	Model EG-2400
	重量	約5.6 Kg
	電圧	100 V, 単相
	周波数	60 Hz
	出力	2.4 KW
B	Geotronics社製	Model B-2
	重量	約5.0 Kg
	電圧	115 V, 3相
	周波数	400 Hz
	出力	3 KW

2-2 測定方法

大地の見掛比抵抗は、周波数の関数であり、一般の岩石の見掛比抵抗は、低い周波数を用いて測定された場合の方が、高い周波数で測定された場合より大きくなる。とくに硫化物などが岩石中に含まれていると、低い周波数によって測定された見掛比抵抗と、高い周波数を用いて測定された見掛比抵抗との差が大きくなる。この現象を利用した電気探査方法が、本探査に使用した周波数領域によるIP法である。本探査では、2種の異なった周波数の交番電流として、 $AC_L = 0.3 \text{ Hz}$ 、 $AC_H = 2.5 \text{ Hz}$ を用いた。

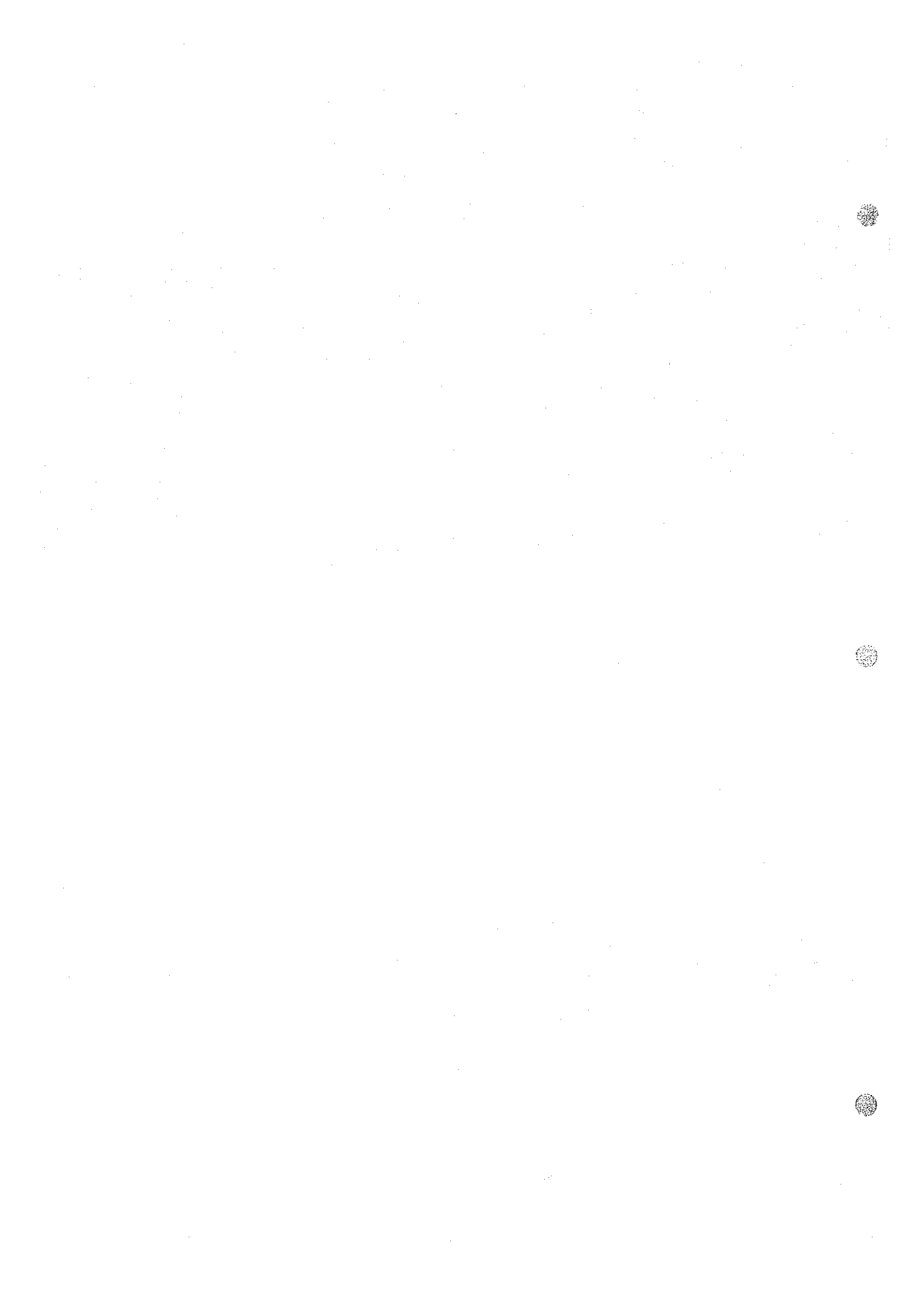
周波数領域によるIP法の現場測定には、種々の電極配置があるが、電線間のカップリングが少なく、一般に広く用いられているDipole-Dipole電極配置 (Fig. II-2-1)を用いた。

Dipole-Dipole電極配置において、電流電極と電位電極間の距離は、電極間隔 a 、および電極隔離係数 n の積 $n \cdot a$ より表現される。電極隔離係数 n を、1, 2, 3, 4, 5と変化させた場合に測定されるおのおのの電位差により計算される見掛比抵抗、およびFEは、 n が大きくなるにしたがって、水平方向に広く、垂直方向に深い所の大地の電気的性質についての情報を、より多く含むようになる。本調査では n を1~5まで変化させ、FE異常が確認された箇所では、さらに6~7と変化させて、大地の水平的、および垂直的な情報を捕捉した。

2-3 作業方法

2-3-1 測線測量

測線測量は、ポケットコンパスおよびエスロンテープにより実施した。測点間隔は水平距離で100 mとし、各測点には石積みを行い、ペンキにて測点番号を付けた。各測線と地形地物との関係を図面上で求めるため、測線と主要な道路、あるいは坑口間との連絡測量を行ったほか、縮尺1/15,000および1/5,000の地形図を利用して、測線位置を決定した。測点の標高は、地形図



(縮尺 1/15,000, 1/5,000) の等高線より求めた。すなわち, Talat - n - Sous 地区では, H 測線測点 13 の標高を 1,375 m とし, Assif Imider 地区では, ㊦ I 測線測点 8 の標高を 932 m として計算した。各地区の測線名, 測線長は, Table II - 2 - 1 に示す。

2 - 3 - 2 測線の設定 (Table II - 2 - 1)

(1) Talat - n - Sous 地区

測線の方向は, Basal series 層の一般走向が E - W 系であることから, B 測線 ~ N 測線, および S, Q 測線を加えた 15 測線を 10° (N 10° E) とした。また測定の結果捕捉された F E 異常に対し, 上記測線に直交する P 測線, および X 測線を 100° (S 80° E) に設定した。各測線長は 2.6 km ~ 3.4 km である。

(2) Assif Imider 地区

現在稼行中の Assif Imider 鉱山と, その周辺での鉱化状況, および地質構造と IP 探査による示徴の関連を知るため, まず同鉱山の鉱体上を通り, 同鉱体の走行方向とほぼ直交する方向 120° (S 60° E) に測線 ㊦ 1 を設定した。この測線の IP 測定によって, 同鉱体による IP 示徴を捕捉した。さらに同鉱体の連続性を調べるため, ㊦ 1 測線より 300 m 間隔に, 北方には ㊦ 2, ㊦ 4, ㊦ 6 測線 (各 2 km 長) を設定, 南方には ㊦ 8, ㊦ 9 測線 (各 1.5 km 長) を設定した。

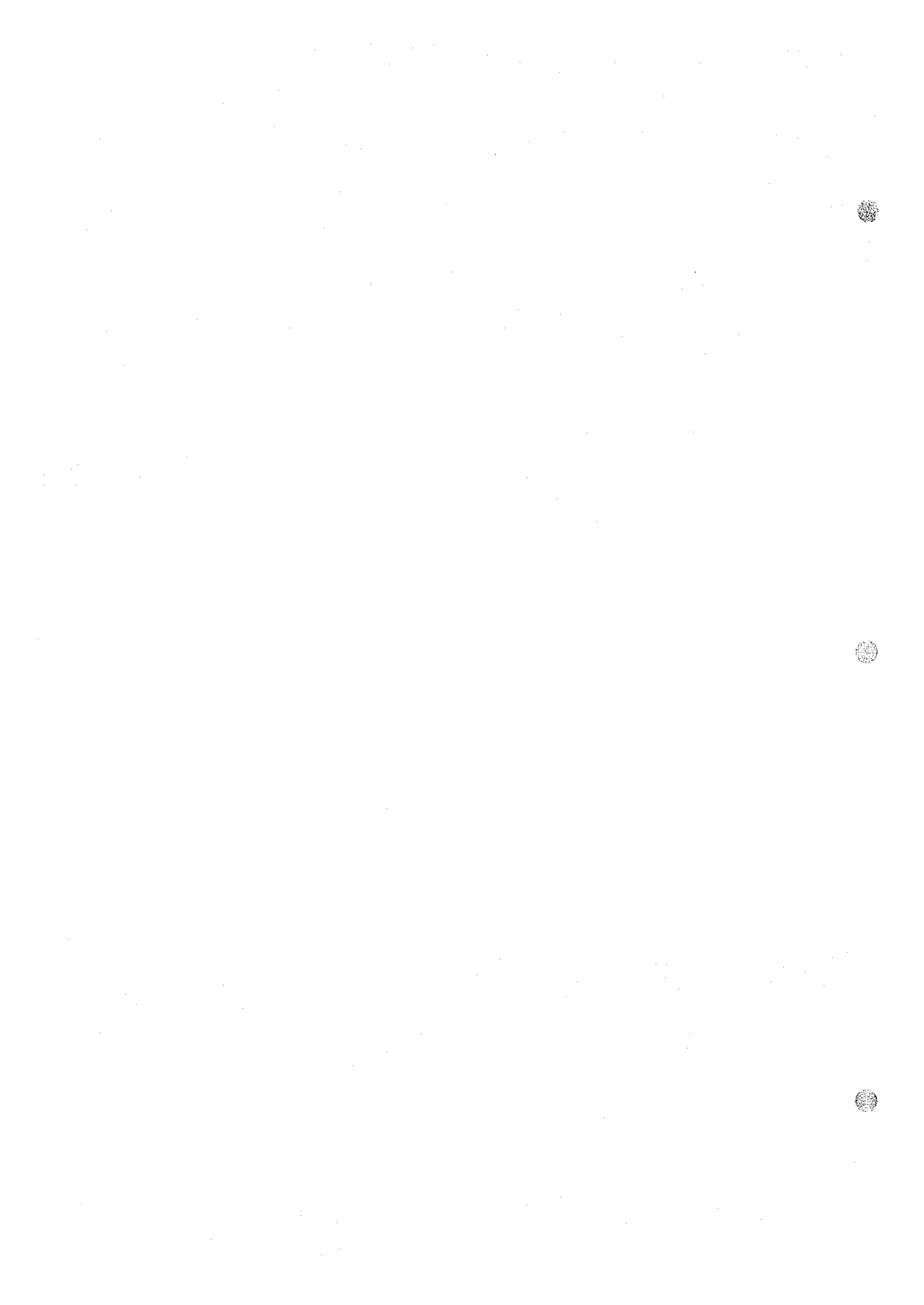
2 - 3 - 3 電極, 配線および送受信機の配置

電流電極には, 約 30 cm \times 30 cm の大きさの銅板を用い, 各電流電極点にその銅板を約 50 cm の深さに埋設し, 銅板上に細土をかぶせ, 岩盤との接触をよくするとともに, 塩水の撒布により, 接地抵抗の低下に努めた。接地抵抗が大きい場合には, 銅板を増して, 接地抵抗を小さくする等の処置をした。この電流電極にビニール絶縁電線を接続し, 送信機まで配線した。

電位電極としては, 飽和硫酸銅溶液 - 銅系の非分極性電位電極を用いた。電位電極と大地間の接地抵抗を下げるため, 電位電極接地箇所には注水を行った。

電線間の電磁カップリング, ならびに漏洩電流による測定誤差を極力防ぐため, 電位用電線と電流用電線の交差, および接近を避け, 電線間の絶縁抵抗を最高に保ち, かつカップリングを最小に保つように設定した。

測定は, 測定作業の能率を考慮し, 各測線を約 1 km ~ 2 km 毎に区切り実施した。送信機は区切られた各区間のほぼ中央部に配置し, 受信機は逐次測線上を移動させた。送信は, 受信機側からの指示により, 指定された電流電極に送信し, 受信機側では必要な電位電極間の電位差を受信した。



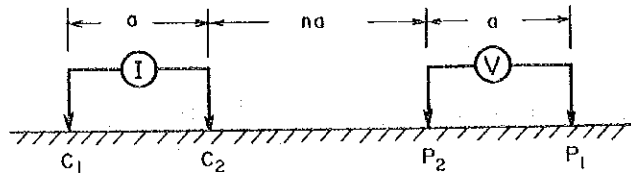


Fig II - 2 - 1 Dipole - Dipole Configuration

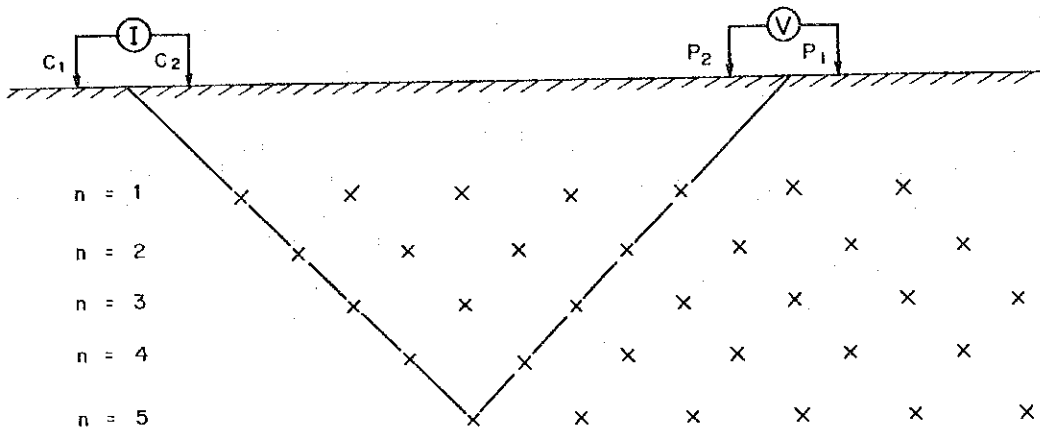


Fig. II - 3 - 1 Example of Plotting

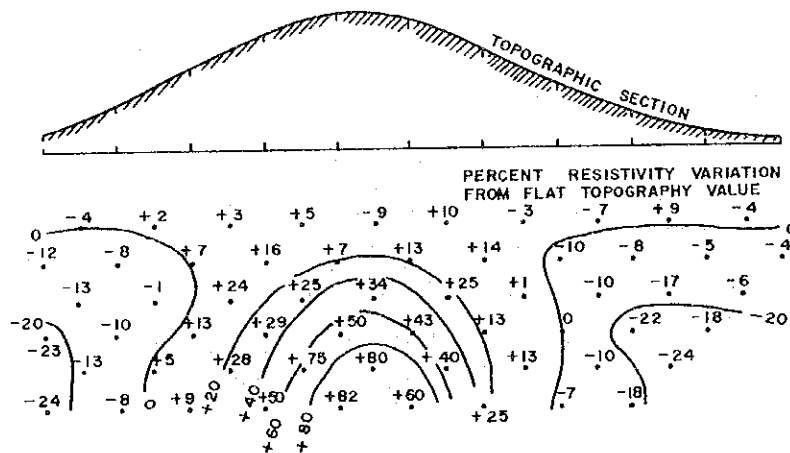
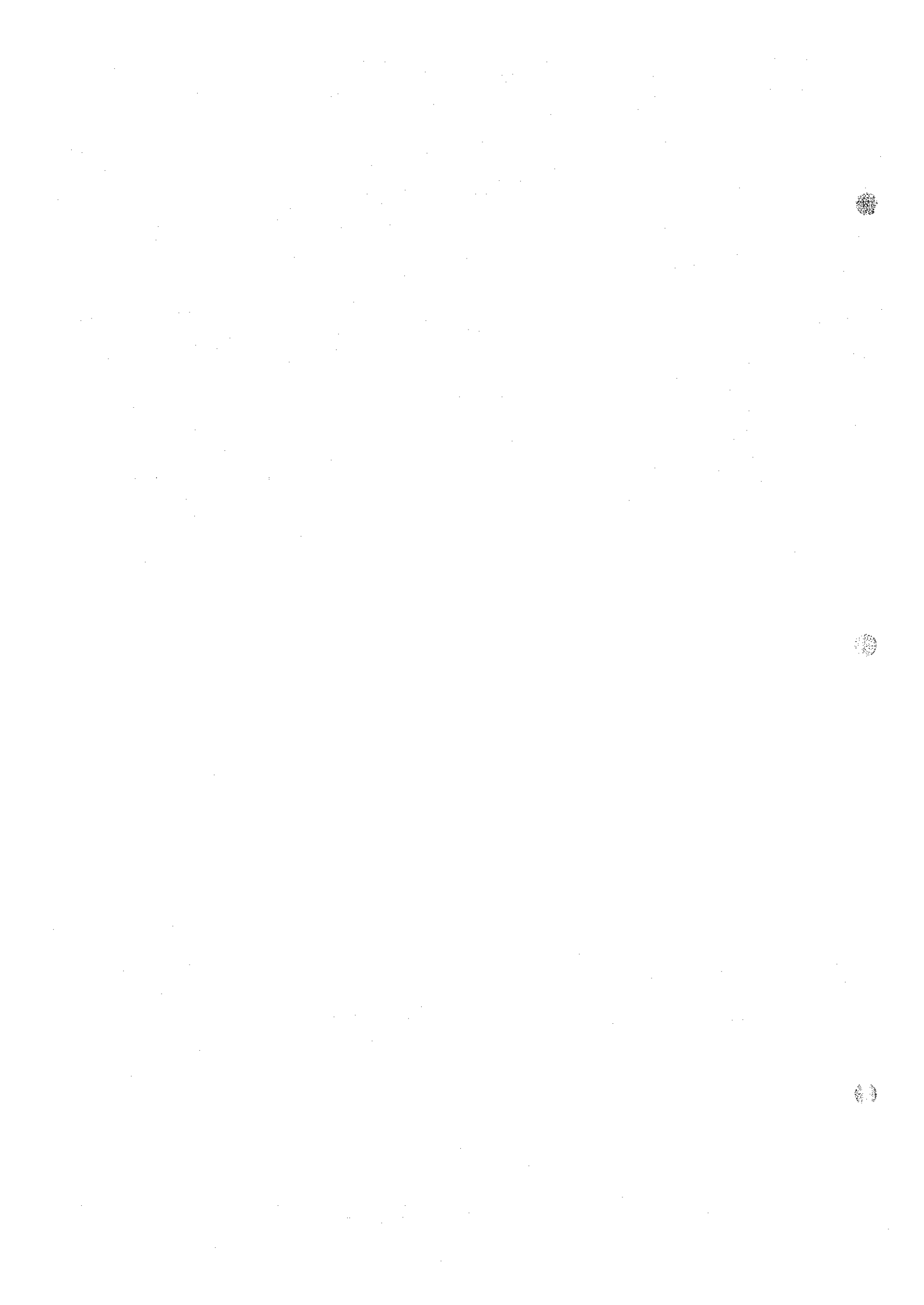


Fig. II - 3 - 2 Influence due to Topography on the Apparent Resistivity



第 3 章 解 析 方 法

3-1 測定結果の処理

測定値より見掛比抵抗 P_a (Apparent Resistivity) を算出する場合、次式により見掛比抵抗を算出した。

$$P_a = K \frac{V}{I} \quad \Omega - m$$

ここに

K : 幾何係数 (Geometric Constant)

V : P_1, P_2 間の受信電位 (V)

I : C_1, C_2 間の送信電流 (A)

但し、 V および I は AC_H (2.5 Hz) による信号) によった。

周波数領域の $I P$ 値を表示する一般的な方法として使用されている周波数効果 (Frequency Effect, 以後 FE と言う) を、電気的な分極の度合の表示方法として使用した。 FE は下記のよう定義した。

$$FE = \frac{P_{aL} - P_{aH}}{P_{aH}} \times 100 \%$$

ここに

P_{aL} : 低い方の周波数 (ここでは 0.3 Hz) で測定した見掛比抵抗 ($\Omega - m$)

P_{aH} : 高い方の周波数 (ここでは 2.5 Hz) で測定した見掛比抵抗 ($\Omega - m$)

FE と見掛比抵抗との比は、金属伝導度係数 (Metal Conduction Factor または Metal Factor, 以後 MF と言う) と呼ばれる。 MF の定義は種々あるが、ここで下記のとおり定義した。

$$MF = \frac{FE (\%)}{P_{aH} (\Omega - m)} \times 10^3$$

一般に金属の硫化物は、低い比抵抗で、かつ高い FE をもつ場合が多いので、 MF によって表現すると大きな数字となって現われる。したがって MF は、金属鉱物探査の一つの示標として、使うことができる場合が多い。

3-2 測定結果の表示

測定値より計算される見掛比抵抗、周波数効果、金属伝導度係数の表示方法としては、一般に広く使用されている電流電極 (C_1, C_2) の中点と、電位電極 (P_1, P_2) の中点を結ぶ線分を底辺とする直角二等辺三角形の頂点に、測定値を表示する方法を使用した。 (Fig. II - 3 - 1)

