

パキスタン回教共和国クズダール地域  
資源開発協力基礎調査報告書

第2年次

昭和63年10月

国際協力事業団  
金属鉱業事業団

鉱計資
CR(3)
88-153



パキスタン回教共和国クズダール地域

資源開発協力基礎調査報告書

第2年次

JICA LIBRARY



1072485[4]

18762

昭和63年10月

国際協力事業団  
金属鉱業事業団



## は し が き

日本国政府は、パキスタン回教共和国政府の要請に応え、同国のバルチスタン州に位置するクズダール地域の鉍物資源賦存の可能性を確認するため、地質調査、地化学探査などの鉍床探査に関する諸調査を実施することとし、その実施を国際協力事業団に委託した。

国際協力事業団は、本調査の内容が地質及び鉍物資源の調査という専門分野に属することから、調査の実施を金属鉍業事業団に委託することとした。

本調査は昭和61年度を第1年次とする第2年次にあたり、金属鉍業事業団は6名の調査団を編成して、昭和62年11月16日から昭和63年8月16日まで現地に派遣した。現地調査はパキスタン回教共和国政府機関、石油天然資源省パキスタン地質調査所の協力を得て予定通り完了した。

本報告書は、本年次の調査結果をとりまとめたもので、最終報告書の一部となるものである。

おわりに、本調査実施にあたって御協力をいただいた、パキスタン回教共和国政府機関ならびに外務省、通商産業省、在パキスタン日本大使館及び関係各位の方々に、衷心より感謝の意を表するものである。

昭和 63 年 10 月

国際協力事業団

総 裁 柳 谷 謙 介

金属鉍業事業団

理 事 長 佐 藤 淳 一 郎



## 要 約

本報告書は、パキスタン回教共和国クズダール地域において実施した資源開発協力基礎調査の第2年次の調査結果をとりまとめたものである。本調査の目的は、地質調査・地化学探査及びボーリング調査により、本地域の鉱床賦存状況を把握することにある。

第2年次の地質調査・地化学探査は、第1年次調査地域（以下『南部クズダール地域』という。）の北方に隣接する地域（以下『北部クズダール地域』という。）において実施した。ボーリング調査は、第1年次調査で南部クズダール地域から抽出されたスルマイ地区において実施した。現地調査は昭和62年11月から63年8月にかけて行った。調査結果は以下のとおりである。

### （1） 北部クズダール地域

本地域に分布するジュラ系石灰岩類は、ジュラ紀初期に対比されるシリナブ層から構成され、下位から石灰質砂岩を主とするスピングワ、石灰岩と頁岩の互層を主とするロラライ及びアンジラの3部層に区分される。シリナブ層の分布は大きく8地区に区分され、これらを構成する岩体は北へ緩く突出する湾曲構造をなして東西に配列する。累重する各部層は、この方向に沿う軸を持つ背斜、向斜など複雑な褶曲構造を呈す。

南北クズダール地域の鉱徴の分布を総合的に見れば、南部クズダール地域南西部のオフィオライト分布域のまわりにスルマイ～シュ克蘭ゾーンの鉱徴地が配列する。北部クズダール地域は、更にその北側外郭部にあたり、鉱徴地の分布は認められなかった。

北部クズダール地域に対する地化学探査の結果では、有望な異常域は認められなかった。第1年次、第2年次の地化学探査の全データを使用して行った、総合的な検討の結果では鉛-亜鉛系の有望な異常域はいずれも、南部クズダール地域内のスルマイ～シュ克蘭ゾーンとその周辺に分布することが明確になった。

以上の検討の結果、北部クズダール地域における鉱床賦存のポテンシャルは非常に低いと判断される。

### （2） スルマイ地区

スルマイ地区に分布する鉱徴地のうち、第1年次調査により抽出されたスルマイⅠ及びスルマイⅢについてボーリング調査を実施した。それにより把握された地層は、下位のロラライ部層ユニット-Ⅰから上位のアンジラ部層ユニット-Ⅰの範囲である。地層の構成岩石は主に石灰岩と頁岩で、0.2~10mの単層の厚さを呈し互層をなす。ボーリング調査実施範囲の地層は、スルマイ-Ⅰ、Ⅲとも、緩く褶曲しながら60°~70°で西に傾斜し、範囲中央部には、急傾斜で西に傾く、落差300~400mを呈す正断層が分布する。

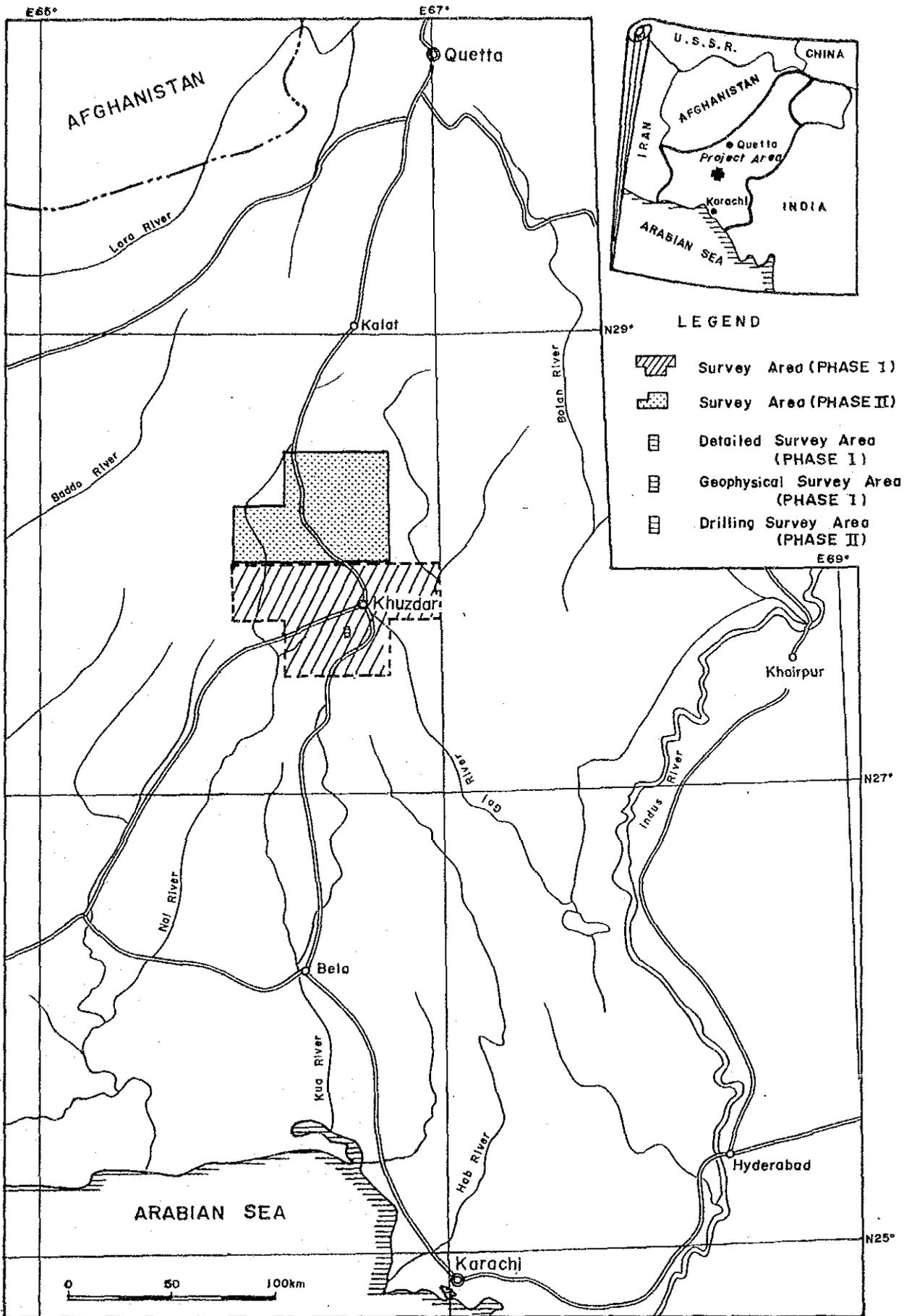
地表に分布する鉛-亜鉛酸化露頭の下部に対して実施された、MJP-1~6の6本のボーリングの内、MJP-1を除く5本でミシシッピーバレー型と考えられる、鉛-亜鉛硫化鉱よりなる鉱化帯を捕捉した。鉱化は、主に石灰岩を交代し鉱染状に分布する粉~粒状の閃亜鉛鉱及び方鉛鉱と、これらを切る菱鉄鉱及び方解石の脈~細脈から構成される。ボーリングで把握された鉱化層準は、いずれもロライ部層ユニット-IIの中に分布し、上位から A, B, Cの3層準に区分される。

スルマイ-Iで把握された鉱化の内、有望な鉱化は、MJP-3号におけるA層準中の、深度169.1~172.9m(地表下、約180m)に分布し、巾:3.8m, Pb+Zn:5.11%を呈す。

またスルマイ-IIIで把握された鉱化の内、有望な鉱化は、MJP-6号における A層準中の2箇所、深度168.5~172.4m, 185.6~188.1m(地表下、約140m)に分布し、各々、巾:3.9m, Pb+Zn:9.60%, 巾:2.5m, Pb+Zn:6.87%を呈す。

スルマイ-I及びIIIとも、A層準中の鉱化は品位的に期待が持て、規模の面でも、着鉱位置の周辺に発展する可能性が強い。またB層準及びC層準中の鉱化は、規模が小さく連続性に安定を欠くが、部分的に高品位を呈すため探鉱を継続する価値はあると判断される。

第3年次調査では、これら硫化鉱帯の形態、鉱況、連続性及び発展性を更に詳しく把握するため、本年次着鉱位置の周辺部に対して、ボーリング探鉱を実施することを提言する。



第 1 圖 調查地域位置圖



## 目 次

はしがき

調査地域位置図

要 約

目 次

付図付表一覧

### 第 I 部 総 論

第1章 序 論	1
1-1 調査の経緯	1
1-2 第1年次調査の結論と提言	1
1-2-1 第1年次調査の結論	1
1-2-1-1 南部クズダール地域	
1-2-1-2 スルマイ地区	
1-2-2 第1年次調査の提言	3
1-2-2-1 南部クズダール地域	
1-2-2-2 スルマイ地区	
1-3 第2年次調査の概要	4
1-3-1 調査地域	4
1-3-2 調査目的	4
1-3-3 調査方法及び調査量	4
1-3-4 調査団の編成	5
1-3-5 調査期間	6
第2章 調査地域の地理	9
2-1 地形及び水系	9
2-2 気候及び植生	9

第3章 一般地質	12
3-1 調査地域周辺の地質概要	12
3-2 従来の調査	12
第4章 調査結果の総合検討	14
4-1 地質構造、鉍化作用の特性と鉍化規制について	14
4-1-1 北部クスダール地域	14
4-1-2 スルマイ地区	14
4-2 地化学異常及び物理探査異常と鉍化作用との関係について	14
4-2-1 北部クスダール地域	14
4-2-2 スルマイ地区	14
4-3 鉍床賦存のポテンシャルについて	15
4-3-1 北部クスダール地域	15
4-3-2 スルマイ地区	15
第5章 結論及び提言	16
5-1 結論	16
5-1-1 北部クスダール地域	16
5-1-2 スルマイ地区	16
5-2 第3年次調査への提言	17
5-2-1 スルマイ地区	17
第II部 各論	
第1章 北部クスダール地域	18
1-1 調査方法	18
1-1-1 地質調査	18
1-1-2 地化学探査	18
1-2 地質概要	18
1-3 調査結果	24
1-3-1 地質調査	24
1-3-1-1 地質層序	
1-3-1-2 地質構造	
1-3-1-3 鉍化作用	

1-3-2	地化学探査	31
1-3-2-1	概要	
1-3-2-2	分析結果の処理	
1-3-2-3	解析結果	
1-3-3	地化学探査総合解析	47
1-3-3-1	概要	
1-3-3-2	分析結果の処理	
1-3-3-3	解析結果	
1-4	考察	69
1-4-1	地質構造、鉍化作用の特性と鉍化規制について	69
1-4-2	地化学異常と鉍化作用との関係について	69
1-4-3	鉍床賦存のポテンシャルについて	70
第2章	スルマイ地区	71
2-1	調査方法	71
2-1-1	ボーリング調査	71
2-1-1-1	工法及び使用機材	
2-1-1-2	掘進状況	
2-2	地質及び鉍化作用	105
2-2-1	地質概要	105
2-2-2	鉍化作用	111
2-3	調査目的	113
2-4	調査結果	113
2-4-1	ボーリング孔の地質及び鉍化作用	113
2-4-1-1	地質概要	
2-4-1-2	地質層序	
2-4-1-3	孔別、地質及び鉍化作用	
2-4-1-4	地質構造	
2-4-1-5	鉍化作用	
2-5	考察	193
2-5-1	地質構造、鉍化作用の特性と鉍化規制について	193
2-5-2	物理探査異常と鉍化作用との関係について	194
2-5-3	鉍床賦存のポテンシャルについて	195

第Ⅲ部 結論及び提言

第1章 結 論	197
1-1 北部クズダール地域	197
1-2 スルマイ地区	198
第2章 第3年次調査への提言	199
1-1 スルマイ地区	199
参 考 文 献	201

写 真

卷 末 資 料

## 付 図

第 1 図	調査地域位置図
第 I -1- 1図	調査範囲図
第 I -3- 1図	調査地域周辺の地質、地質構造及びミシシッピーバレー型Pb, Zn, Ba鉱床分布図
第 II -1- 1図	クズダール地域地質概略図
第 II -1- 2図	クズダール地域地質層序図
第 II -1- 3図	北部クズダール地域頻度分布図
第 II -1- 4図	北部クズダール地域累積頻度分布図
第 II -1- 5図	北部クズダール地域散布図
第 II -1- 6図	地化学探査解析結果総合図
第 II -1- 7図	総合解析頻度分布図
第 II -1- 8図	総合解析累積頻度分布図
第 II -1- 9図	総合解析散布図
第 II -1-10図	地化学探査総合解析図(Pb, Zn, Hg)
第 II -1-11図	地化学探査総合解析図(Ba, Mg, S)
第 II -1-12図	第1主成分スコア分布図
第 II -1-13図	第2主成分スコア分布図
第 II -1-14図	第3主成分スコア分布図
第 II -2- 1図	スルマイ-I, 地質及びボーリング位置図
第 II -2- 2図	スルマイ-III, 地質及びボーリング位置図
第 II -2- 3図	スルマイ地区地質断面図
第 II -2- 4図	MJP-1号掘進工程図
第 II -2- 5図	MJP-2号掘進工程図
第 II -2- 6図	MJP-3号掘進工程図
第 II -2- 7図	MJP-4号掘進工程図
第 II -2- 8図	MJP-5号掘進工程図
第 II -2- 9図	MJP-6号掘進工程図
第 II -2-10図	スルマイ地区地質層序図
第 II -2-11図	スルマイ地区地質図及びボーリング位置図(スルマイ-I)
第 II -2-12図	スルマイ地区地質図及びボーリング位置図(スルマイ-III)
第 II -2-13図	スルマイ地区コアスケッチ
第 II -2-14図	MJP-1 ボーリング柱状図
第 II -2-15図	MJP-2 ボーリング柱状図
第 II -2-16図	MJP-3 ボーリング柱状図
第 II -2-17図	MJP-4 ボーリング柱状図
第 II -2-18図	MJP-5 ボーリング柱状図
第 II -2-19図	MJP-6 ボーリング柱状図
第 II -2-20図	ボーリング層序対比図
第 II -2-21図	ボーリング地質断面図(MJP-1~MJP-3)
第 II -2-22図	ボーリング地質断面図(MJP-1, MJP-4)
第 II -2-23図	ボーリング地質断面図(MJP-5~MJP-6)
第 III -1- 1図	スルマイ-I 予想地質断面図及び試錐計画図(提言図)
第 III -1- 2図	スルマイ-I 予想地質断面図及び試錐計画図(提言図)
第 III -1- 3図	スルマイ-III 予想地質断面図及び試錐計画図(提言図)
第 III -1- 4図	スルマイ-III 予想地質断面図及び試錐計画図(提言図)

## 付 表

第Ⅰ-2-1表	ジャコババットにおける月平均気温及び月降雨量
第Ⅱ-1-1表	岩石薄片検鏡結果一覧表
第Ⅱ-1-2表	全岩分析結果一覧表
第Ⅱ-1-3表	石灰岩の構成物及び構成比率による分類表
第Ⅱ-1-4表	クズダール地域しきい値
第Ⅱ-1-5表	北部クズダール地域統計値一覧表
第Ⅱ-1-6表	北部クズダール地域相関係数一覧表
第Ⅱ-1-7表	複合異常域ランク区分表
第Ⅱ-1-8表	複合異常域一覧表
第Ⅱ-1-9表	クズダール地域統計値一覧表(総合)
第Ⅱ-1-10表	クズダール地域相関係数一覧表(総合)
第Ⅱ-1-11表	相関行列
第Ⅱ-1-12表	固有値・固有ベクトル一覧表
第Ⅱ-1-13表	因子負荷量
第Ⅱ-2-1表	孔別位置、方向及び掘進長
第Ⅱ-2-2表	使用機器一覧表
第Ⅱ-2-3表	ダイヤモンドビット使用一覧表
第Ⅱ-2-4表	消耗品の使用明細一覧表
第Ⅱ-2-5表	作業時間総括表
第Ⅱ-2-6表	MJP-1 掘進作業実績表
第Ⅱ-2-7表	MJP-2 掘進作業実績表
第Ⅱ-2-8表	MJP-3 掘進作業実績表
第Ⅱ-2-9表	MJP-4 掘進作業実績表
第Ⅱ-2-10表	MJP-5 掘進作業実績表
第Ⅱ-2-11表	MJP-6 掘進作業実績表
第Ⅱ-2-12表	MJP-1 掘進成績総括表
第Ⅱ-2-13表	MJP-2 掘進成績総括表
第Ⅱ-2-14表	MJP-3 掘進成績総括表
第Ⅱ-2-15表	MJP-4 掘進成績総括表
第Ⅱ-2-16表	MJP-5 掘進成績総括表
第Ⅱ-2-17表	MJP-6 掘進成績総括表
第Ⅱ-2-18表	鉍石研磨薄片検鏡結果一覧表
第Ⅱ-2-19表	X線回折結果一覧表
第Ⅱ-2-20表	鉍石分析結果一覧表

## 添 付 図

PL. II-1-1	クズダール地域地質図(34 L/4)	縮尺 1:50,000
PL. II-1-2	クズダール地域地質図(34 L/7)	縮尺 1:50,000
PL. II-1-3	クズダール地域地質図(34 L/8)	縮尺 1:50,000
PL. II-1-4	クズダール地域地質図(34 L/11)	縮尺 1:50,000
PL. II-1-5	クズダール地域地質図(34 L/12)	縮尺 1:50,000
PL. II-1-6	クズダール地域地質断面図	縮尺 1:50,000
PL. II-1-7	クズダール地域試料採取位置図(34 L/4)	縮尺 1:50,000
PL. II-1-8	クズダール地域試料採取位置図(34 L/7)	縮尺 1:50,000
PL. II-1-9	クズダール地域試料採取位置図(34 L/8)	縮尺 1:50,000
PL. II-1-10	クズダール地域試料採取位置図(34 L/11)	縮尺 1:50,000
PL. II-1-11	クズダール地域試料採取位置図(34 L/12)	縮尺 1:50,000
PL. II-1-12	クズダール地域地化学探査解析結果図(34 L/4)	[Pb, Zn, Hg] 縮尺 1:50,000
PL. II-1-13	クズダール地域地化学探査解析結果図(34 L/4)	[Ba, Mg, S ] 縮尺 1:50,000
PL. II-1-14	クズダール地域地化学探査解析結果図(34 L/7, L/11)	[Pb, Zn, Hg] 縮尺 1:50,000
PL. II-1-15	クズダール地域地化学探査解析結果図(34 L/7, L/11)	[Ba, Mg, S ] 縮尺 1:50,000
PL. II-1-16	クズダール地域地化学探査解析結果図(34 L/8, L/12)	[Pb, Zn, Hg] 縮尺 1:50,000
PL. II-1-17	クズダール地域地化学探査解析結果図(34 L/8, L/12)	[Ba, Mg, S ] 縮尺 1:50,000
PL. II-1-18	クズダール地域地化学探査総合解析図	[Pb, Zn, Hg] 縮尺 1:50,000
PL. II-1-19	クズダール地域地化学探査総合解析図	[Ba, Mg, S ] 縮尺 1:50,000
PL. II-2-1	ボーリング層序対比図	
PL. II-2-2	ボーリング地質断面図 (MJP-1~MJP-3)	
PL. II-2-3	ボーリング地質断面図 (MJP-1, MJP-4)	
PL. II-2-4	ボーリング地質断面図 (MJP-5~MJP-6)	

## 写 真

- Phot. -1 ボーリング調査団
- Phot. -2 地質調査団
- Phot. -3 Mottled Limestone(露頭写真)
- Phot. -4 石灰岩中のコンクリーション(露頭写真)
- Phot. -5 薄片写真
- Phot. -6 研磨片写真
- Phot. -7 研磨片写真

## 巻末試料

- 1 X線回折チャート(1)~(5)
- 2 北部クズダール地域地化学探査分析結果一覧表

# 第 I 部 総 論



## 第 I 部 総論

### 第 1 章 序論

#### 1-1 調査の経緯

日本国政府は、パキスタン回教共和国(The Islamic Republic of Pakistan: 以下パキスタンと略称)政府からの資源開発協力基礎調査に関する要請に応じ事前調査団を派遣、昭和61年10月、同国との間にバルチスタン(Baluchistan)州クズダール(Khuzdar)地域に対する鉱物資源探査事業に関する協定書(Scope of Work)を締結した。その概要は、同地域の鉱物資源賦存の可能性の確認を目的とし、3ヶ年にわたり地質調査、地化学探査、物理探査及びボーリング探鉱による調査を実施するものである。

これに基づき両国政府は第1年次調査として、クズダール町周辺のジュラ系石灰岩分布範囲 1,350km<sup>2</sup>(南部クズダール地域、1/50,000地形図 6枚分: 面積、約 3,900km<sup>2</sup>)に対する地質概査、地化学探査、及びその範囲の内で鉛-亜鉛鉱化作用の賦存が知られているスルマイ(Surmai)地区、面積 10km<sup>2</sup>に対する地質精査、地化学探査、またスルマイ地区とその周辺に対する物理探査を実施することに合意した。金属鉱業事業団は7名からなる調査団を編成、昭和61年12月から昭和62年4月まで現地調査を実施し、昭和62年6月に第1年次調査報告書を完成した。

第2年次調査としては、第1年次調査の結論及び提言に基づき、第1年次のクズダール地域、地質・地化学探査調査範囲の北部にあたる地域のジュラ系石灰岩分布範囲 940km<sup>2</sup>(北部クズダール地域、1/50,000地形図 5枚分: 面積、約 3,250km<sup>2</sup>)に対する地質・地化学探査、及びスルマイ地区に対するボーリング調査が立案され、昭和62年11月から昭和63年8月まで現地調査が実施された。

#### 1-2 第1年次調査の結論と提言

##### 1-2-1 第1年次調査の結論

###### 1-2-1-1 南部クズダール地域

(1) 本地域に分布するジュラ系石灰岩類はジュラ紀初期に対比されるシリナブ層から構成され、下位から石灰質砂岩を主とするスピングワ部層、石灰岩と頁岩の互層を主とするロラライ部層、アンジラ部層に区分される。

(2) シリナブ層の構造方向はクズダールノットの大構造に伴い、本地域の南部及び東部ではN-S~NNW-SSE、北部~西部へ移るにしたがいE-W~NE-SWへと変化する。累

重する各部層はこの方向に沿う軸を持つ背斜、向斜など複雑な褶曲構造を呈す。

(3) 本地域内にはグンガ、スルマイの他、マルホール、ランジラキ、東シュクラン及びシュクランの各鉱徴地が、地域中央部に約 25km連続する巾の狭いゾーン中に分布する。これらの鉱床はオフィオライトの活動に関連するミシシッピーバレー型の鉱化作用により形成されたと推察される。各鉱床ともゴッサン(酸化露頭)として露出しているが地下水面以下では、初生の硫化鉱として賦存していると予想される。鉱化作用の成分は、グンガが鉛-亜鉛-重晶石、他は鉛-亜鉛を主とする。

(4) 各鉱徴地の鉱化作用は層理に沿って母岩を交代した層状の鉱床、断層や割れ目に胚胎する鉱床との組み合わせで構成される。前者のうちグンガはアンジラ部層に他はロラライ部層に胚胎し、後者はほぼシリナブ層全層に胚胎する。品位及び規模の面を考慮すると、鉱床として有望と考えられるのは前者である。

(5) マルホール～シュクラン鉱徴地帯には4箇所の鉱徴地が分布し、いずれも部分的には優勢な鉱況を呈し下部への発展が期待出来る箇所も見られる。しかし各鉱床とも複雑な構造をなすため、その連続性に不明確な点が多い。

(6) 地化学探査の結果では Pb, Zn, Hg が、その地化学的挙動に、互いに高い相関を示しゴッサンを中心とする異常域を、Ba はその外側に異常域を形成することが判明した。このことは、本地化学探査が新地域におけるミシシッピーバレー型鉛-亜鉛鉱床の鉱床胚胎有望地域の抽出に有効であることを示している。Pb, Zn, Hg の組み合わせによるAランクの異常域は、後述のスルマイ地区と共にマルホール～シュクラン鉱徴地帯にも表れ、後者に対する、物理探査を併用した地質鉱床精査などの探鉱の必要性を示唆した。

#### 1-2-1-2 スルマイ地区

(1) 本地区にはシリナブ層の3部層が分布しロラライ部層はI～IVの4ユニットに、またアンジラ部層はI～IIIの3ユニットに細分される。

(2) 本地区の地質は南北の構造方向を呈し東半部は背斜構造をなす隆起帯、西半部は向斜構造をなす沈降帯を形成する。

(3) 本地区にはミシシッピーバレー型と考えられる鉛-亜鉛鉱床のゴッサンから成る鉱徴地が、上記隆起帯沿いに断続的に3箇所分布し、北からスルマイ-I、II、IIIと呼称される。鉱化作用の形態は層理に沿って母岩を交代した層状鉱床と、断層や割れ目に胚胎する鉱床との組み合わせで構成される。前者はスルマイ-I及びスルマイ-IIIに分布し、大規模な鉱床はロラライ部層のユニット-II～IIIに発達する。後者はスルマイ-II及び前者の周辺に分布するがいずれも規模が小さく発展性がない。地表での鉱況が良く地質構造から下部への発展が期待出来る範囲は、スルマイ-Iの主鉱体及びスルマイ-IIIの西鉱床の最北部、西傾斜を呈す鉱体の下部、の2箇所である。

(4) 地化学探査の結果では南部クズダール地域と同様にPb, Zn, Hg が、その地化学的挙動に、互いに高い相関を示しゴッサンを中心とする高異常域を形成し、Ba はその外側に異常域を形成する。

(5) 物理探査の結果ではスルマイ-Iの主鉱体の下部、及びスルマイ-IIIの西鉱体の下部に硫化鉱に基づくと思われるAランクの示徴が得られた。

(6) 以上の結果から鉱床、特に鉛、亜鉛硫化鉱からなる有望な鉱床の賦存が予想される範囲はスルマイ-Iの主鉱体の下部及びスルマイ-IIIの西鉱床の最北部、西傾斜を呈す鉱体の下部の2箇所である。

## 1-2-2 第1年次調査の提言

### 1-2-2-1 クズダール地域

(1) 本地域外部のジュラ系石灰岩類分布域に対する地質概査及び地化学探査。

第1年次の調査ではミシシッピーバレー型鉱化帯に対する地化学探査の有効性が判明した。新たな鉱床賦存有望地域を抽出するため、第1年次調査地域外部、特にオフィオライト分布地域周辺のジュラ系石灰岩類分布範囲に地化学探査を併用した地質概査を実施すべきと考える。

### 1-2-2-2 スルマイ地区

(1) スルマイ-I及びIIIの下部に対するボーリング探鉱。

スルマイ-Iの主鉱体及びスルマイ-IIIの西鉱床の最北部、西傾斜の鉱体は、地質調査により地表鉱況が最も良いと判断され、地質構造の面からも下部への連続が期待できる。物理探査の結果でも、これら2鉱体の下部にAランクの示徴が得られた。鉱体の下部への連続及び酸化鉱から硫化鉱への変化を確認するため、これら2鉱体に対しボーリング探鉱を実施すべきと考えられる。

### 1-3 第2年次調査の概要

#### 1-3-1 調査地域

本調査の調査範囲は、第1図に示されるとおりパキスタンの中央部から少し南に位置し、第1-1-1図のとおり次の経緯点に囲まれた範囲である。

##### (1) 北部クズダール地域

北緯	28° 30'	東経	66° 15'
"	28° 30'	"	66° 45'
"	28° 00'	"	66° 45'
"	28° 00'	"	66° 00'
"	28° 15'	"	66° 00'
"	28° 15'	"	66° 15'

##### (2) スルマイ地区

北緯	27° 43' 17"	東経	66° 31' 26"
"	27° 43' 17"	"	66° 32' 41"
"	27° 40' 37"	"	66° 31' 38"
"	27° 40' 37"	"	66° 32' 51"

なお、上記北部クズダール地域の範囲はパキスタン国土地理院(The Survey of Pakistan)発行の縮尺1/50,000地形図、シートNo. 34-L/4、34-L/7、34-L/8、34-L/11、34-L/12の5枚に該当し、スルマイ地区の範囲は同 35-I/10に含まれる。

#### 1-3-2 調査目的

本調査は調査地域において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。調査種毎の重点課題は次のとおりである。

##### (1) 地質調査・地化学探査

調査地域に分布するミシシッピーバレー型鉛-亜鉛鉱床(Mississippi Valley type lead-zinc deposit)の鉱化作用と地質構造との関連性、地化学特性及び既存資料等を総合的に考察することにより、調査地域における鉱床賦存有望地域を抽出する。

##### (2) ボーリング調査

スルマイ地区における鉱化帯の地球化学的特性及び詳細な地質構造を解明することにより、鉱化帯の形成機構及び賦存状況を考察する。

#### 1-3-3 調査方法及び調査量

##### (1) 北部クズダール地域

地質調査	調査面積	940 km <sup>2</sup>
地化学探査	採取試料数	1,883 個

(2) スルマイ地区

ボーリング調査 MJP-1~6号(6本)、総掘進長 2,255.8 m

(3) 室内試験試料

岩石薄片(GSP作成) 10件  
 鉍石研磨片(GSP作成) 15件  
 X線回折粉末法試験 10件  
 化学分析  
 全岩分析; SiO<sub>2</sub>, TiO<sub>2</sub>, FeO, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, MnO, MgO, CaO, K<sub>2</sub>O, BaO, Na<sub>2</sub>O, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, LOI 5件  
 鉍石成分分析; Pb, Zn, Ba, Ag 78件  
 地化学探査試料分析; Pb, Zn, Ba, Mg, Hg, S 1,883件

(注). GSP : Geological Survey of Pakistan パキスタン地質調査所

1-3-4 調査団の編成

(1). 調査計画及び折衝

日 本 側		パキスタン回教共和国側	
氏 名	所 属	氏 名	所 属
安達直隆	MMAJ海外部計画課	A. H. Kazmi	GSP所長
		M. Ishaque Durrazai	GSP
		Waheeduddin Ahmed	GSP前所長

(2). 現地調査団

日 本 側			パキスタン回教共和国側		
氏 名	役 割	所 属	氏 名	役 割	所 属
一ノ瀬 孜	団長	NED	A. Mahmood Subhani	団長	GSP
鈴木英夫	地質・地化探	NED	C. Ferozuddin	地質・地化探・試錐	GSP
吉江 隆	地質・地化探	NED	S. Mukhtar Zaidi	地質・地化探・試錐	GSP
川村行雄	試錐	NED	Bhagwandas	地質・地化探・試錐	GSP
佐々木満雄	試錐	NED	M. Dawood Khan	地質・地化探・試錐	GSP
若松正也	試錐	NED			

(注). MMAJ: 金属鉍業事業団

NED : 日鉍探開株式会社

写真-1~2参照

### 1-3-5 調査期間

第2年次調査は昭和62年11月16日から昭和63年10月20日の日程で行われた。その内、  
現地調査期間は次のとおりである。

地質調査・地化学探査	自	昭和 62年 11月 16日
	至	昭和 63年 2月 14日
ボーリング調査	自	昭和 63年 2月 15日
	至	昭和 63年 8月 16日



Phot. - 1 Drilling team at Surmai - III

1. Mr. SUBUHANI
2. Mr. KAWAMURA
3. Mr. ICHINOSE
4. Mr. SASAKI
5. Mr. WAKAMATSU



Phot. - 2 Geological, geochemical survey team  
at GSP camp

1. Mr. SUBHANI
2. Mr. BHAGWANDAS
3. Mr. YOSHIE
4. Mr. ZAIDI
5. Mr. SUZUKI
6. Mr. ICHINOSE
7. Mr. DAWOOD



## 第2章 調査地域の地理

### 2-1 地形及び水系

本調査地域はパキスタン西部、バルチスタン州のほぼ中央に位置する。本調査地域の南に隣接する、第1年次調査地域の中央には人口約20,000人のクズダール町があり生活物資はここで調達出来る。州都クエッタはクズダールの北方約270km、カラチは南方約350kmにあり、両市までの車による所要時間は各々5時間と7時間半である。

本地域平野部の標高は約1,200m、地域内の最高峰の標高は2,100mである。調査地域周辺の地質は主にジュラ系及び白亜系の石灰質堆積岩類から成り、それらの激しい褶曲、断層構造を反映し、地形は非常に急峻である。特にジュラ系石灰岩の上位に墨重する白亜系の石灰岩は比高300~500mの山塊を形成する場合が多く、その周縁部は急崖をなす。調査地域周辺は、北から南に約300~400km流下しアラビア海に注ぐナル(Nal)、クア(Kua)、ハブ(Hab)、ゴジ(Goj)など数本の河川の最上流地域にあたる。調査地域の東部はナル川の支流から形成される南北系の、また北~中央~西部にかけてはゴジ川の上流にあたるアンジラ川及びその支流から形成される東西系の水系に区分される。河川は通常、枯沢で、いわゆるワジの形態をなすが、降雨時には短時間で濁流となる。

言語はウルドゥ語と共に英語が公用語として使われている。山地住民は地方言語であるバルチ語を話しウルドゥ語が通じない場合が多い。住民は敬けんなイスラム教徒で、純朴である。

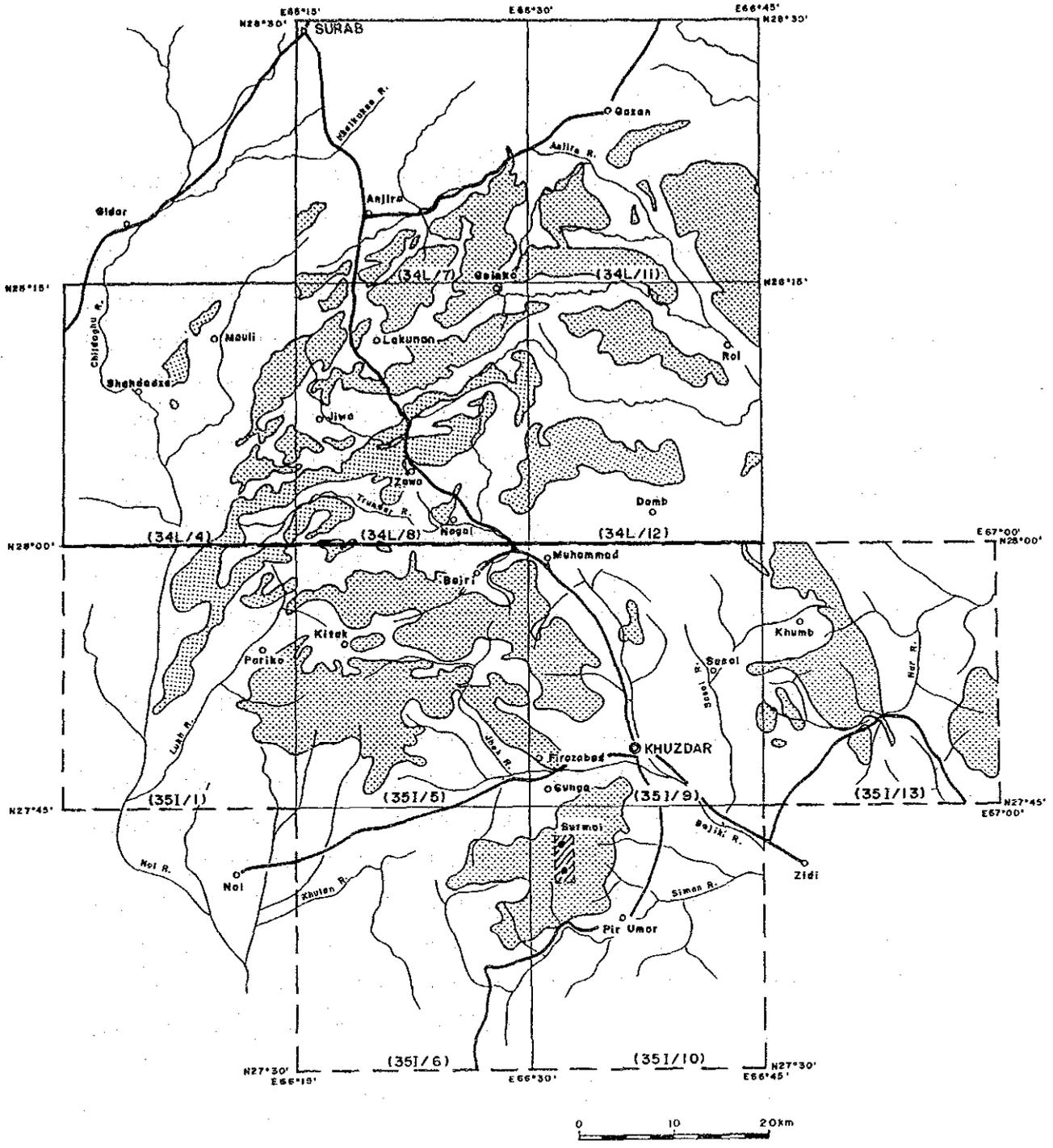
### 2-2 気候及び植生

調査地域周辺の気候は、大きく4~10月の夏期と11~3月の冬期に区分される。気温は最夏期の5~8月には日中、日陰で40°Cを超え、直射日光下では50°Cに達する。また冬期の12~1月の最低気温は零下となる。6月中旬~8月中旬はモンスーン期で、しばしば強風を伴う豪雨が降るが、その他の時期には殆ど降雨が無い。年間降雨量は150mm程度、湿度は約50%である。調査地域周辺の気候に関する公式資料が得られないため、当地域の東方約150kmに位置し、その気候が似ていると思われるジャコババッド(Jacobabad)の気候資料を参考のため第I-2-1表に示した。調査地一帯は岩山~岩砂漠の様相を呈し、植生はワジ沿いに、まばらに生える小灌木と、平地~山肌のわずかな草のみである。

第 I-2-1表 ジャコバッドにおける月平均気温及び月降雨量

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年
気 温(°C)	14.9	18.3	24.2	30.3	34.7	37.0	35.0	33.6	31.9	27.9	22.0	16.8	27.2
降雨量(mm)	7.8	3.8	6.2	1.6	4.6	4.6	38.5	5.9	0.3	3.3	1.3	2.9	93.9

理科年表による。(統計期間;1951~1980年の平均)



- LEGEND
- |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li><span style="border: 1px dashed black; display: inline-block; width: 20px; height: 10px; margin-right: 5px;"></span> Survey Area (PHASE I)</li> <li><span style="border: 1px solid black; display: inline-block; width: 20px; height: 10px; margin-right: 5px;"></span> Survey Area (PHASE II)</li> <li><span style="background-color: #e0e0e0; border: 1px solid black; display: inline-block; width: 20px; height: 10px; margin-right: 5px;"></span> Reconnaissance Survey Area</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li><span style="background: repeating-linear-gradient(45deg, transparent, transparent 2px, black 2px, black 4px); border: 1px solid black; display: inline-block; width: 20px; height: 10px; margin-right: 5px;"></span> Detailed Survey Area and Geophysical Survey Area (PHASE I)</li> <li>• Drilling Site (PHASE II)</li> <li>(35I/6) Topo. Sheet Number</li> </ul> |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

第 I - 1 - 1 圖 調查範圍圖

### 第3章 一般地質

#### 3-1 調査地域周辺の地質概要

白亜紀後期に南の Gondwana 大陸から分離し北上を続けたインド亜大陸は新生代始新世にアジア大陸と衝突し、長大なヒマラヤ山脈で代表される褶曲帯とそれに平行に走る衝上断層帯の形成など地球の歴史上、最も激しい地殻変動を起こした。パキスタンの地質構造はこの地殻変動を明瞭に反映している。ヒマラヤ地方で東西に走る旧 2大陸間の断層、褶曲帯は、その西と東の端に当たるパキスタンのカシミールとインドのネファ地方とにおいて北へ突出する対曲(syntaxis)を形成しながら、いずれも南に向かって屈曲する。パキスタン西部を南下する西側の断層、褶曲帯はパキスタン中軸帯(Axial Belt)と称されるマージナル帯(Marginal Zone)と主褶曲帯(Major Fold Belt)に区分され、中軸帯はアラビア海を南北に走るトランスフォーム断層であるオーエン破砕帯(Owen Fracture Zone)に連続する。パキスタンの地質構造はこの中軸帯を境として東側がインド-パキスタンプレート、すなわちインド楯状地及びその上の大陸棚性堆積物の分布域、西側がルツ-アフガンブロック(Lut-Afgan Blocks)と称される主に第三紀のフレッシュ堆積物の分布域に区分される。

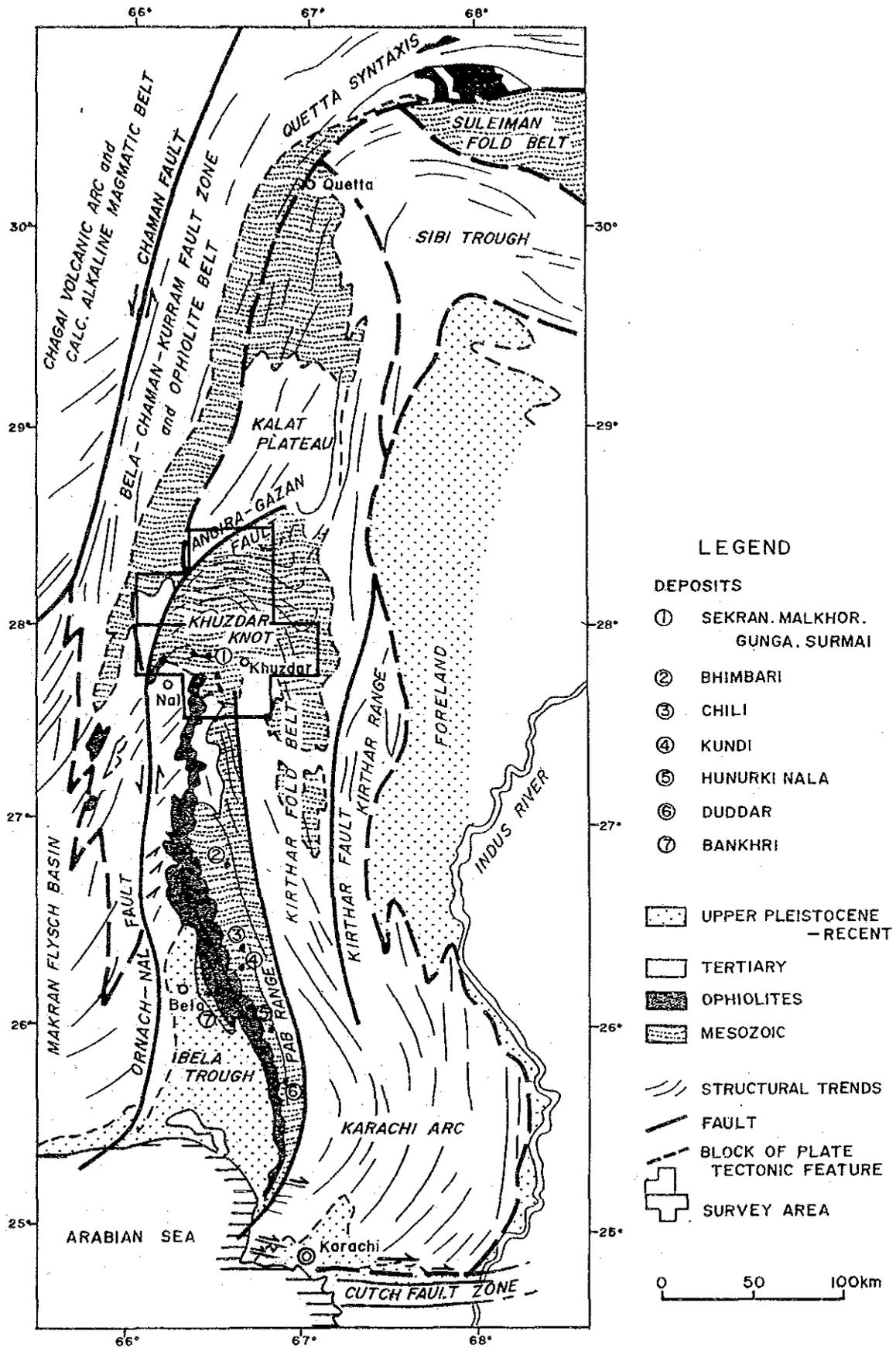
クズダール地域は、上記主褶曲帯中の南部に位置し中生代～第三紀の堆積岩から構成されるキルタール褶曲帯に含まれる。キルタール褶曲帯は南部のカラチ周辺から北端部のクズダール周辺まで南北方向の地質構造を呈しながら約400km連続するが、クズダール周辺でその方向が急激かつ複雑に東西に変化するため、地質構造区分上クズダール周辺地域はクズダールノットと称される。当地域周辺の地質構造図を第 I-3-1図に示した。

クズダール地域の地質は主にジュラ～白亜紀の石灰質堆積岩類から構成される。ジュラ系は初～中期ジュラ紀とされるシリナブ層(Shirinab Formation)から成り、下位から石灰質砂岩を主とするスピングワ部層(Spingwar Member)、及び石灰岩と頁岩の互層を主とするロライ部層(Loralai Member)、アンジラ部層(Anjira Member)の3部層に区分される。

#### 3-2 従来の調査

バルチスタン州に関する既存の統一的な地質図は、1961年にハンティング社(Hunting Survey Co., Ltd.)により作成された縮尺 1: 253, 440 地質図[Reconnaissance Geology of Part of West Pakistan 以下HSC(1961)と略称]があり、ジュラ系の頁岩、砂岩を伴う石灰岩層はズィディ層(Zidi Formation)として一括された。

1977年、GSP はそれまでのデータを総括してジュラ系を初～中期のシリナブ層とし、これを下位から、スピングワ、ロライ及びアンジラの3部層に区分(Stratigraphy of Pakistan: GSP 1977)、その後これに基づきバルチスタン州の図幅調査を進めている。



第I-3-1図 調査地域周辺の地質、地質構造及び  
 ミシシッピーバレー型Pb, Zn, Ba鉱床分布図

## 第4章 調査結果の総合検討

### 4-1 地質構造、鉱化作用の特性と鉱化規制について

#### 4-1-1 北部クズダール地域

北部クズダール地域では、南部クズダール地域のスルマイ～シュクランゾーンに見られたような鉱徴地の分布は認められなかった。南部クズダール地域も含め、クズダール地域全域の鉱化作用のゾーニングを検討し、それに対する北部クズダール地域の位置を考察した。

#### 4-1-2 スルマイ地区

本年次に実施されたスルマイ-Iの主鉱体、及びスルマイ-IIIの西鉱床の最北部、西傾斜の鉱体に対するボーリング調査により、地表に分布する鉛-亜鉛酸化鉱帯(ゴッサン)の下部で、鉛-亜鉛硫化鉱帯を把握した。ボーリングで把握された硫化鉱の胚胎層準を検討するとともに、地下水位面と断層による硫化鉱の胚胎位置の構造規制を検討した。またボーリング調査の結果、及びこれまでの地表調査の結果からクズダール地域に見られるミシシッピーバレー型・鉛-亜鉛鉱床の生成過程を考察した。

### 4-2 地化学異常及び物理探査異常と鉱化作用との関係について

#### 4-2-1 北部クズダール地域

北部クズダール地域で実施された地化学探査の結果では、南部クズダール地域に見られたような、有望な異常域の分布は認められなかった。南部クズダール地域も含め、クズダール地域全域の異常域分布のゾーニングを検討し、それに対する北部クズダール地域の位置を考察した。

#### 4-2-2 スルマイ地区

本年次ボーリング調査の結果と、第1年次に実施された物理探査の結果を対比し、鉛-亜鉛鉱化作用と物理探査異常との合致及び相違の原因を考察した。

### 4-3 鉱床賦存のポテンシャルについて

#### 4-3-1 北部クズダール地域

南北クズダール地域に見られる鉱化作用、地化学探査異常域の規模、性格及びそれらの分布のゾーニングに対する本年次調査地域の位置から、北部クズダール地域におけるミシッピーバレー型・鉛-亜鉛鉱床賦存のポテンシャルを考察した。

#### 4-3-2 スルマイ地区

本年次ボーリング調査で把握された鉛-亜鉛硫化鉱胚胎層準を、鉱況、規模、連続性などの面から、それらの鉱床賦存のポテンシャルを考察するとともに、地表に分布する酸化露頭の賦存状況などから鉱床胚胎有望位置を抽出した。

## 第5章 結論及び提言

### 5-1 結論

#### 5-1-1 北部クズダール地域

(1) 北部クズダール地域に分布するジュラ系石灰岩類は、ジュラ紀初期に対比されるシリナブ層から構成され、下位から石灰質砂岩を主とするスピングワ部層、石灰岩と頁岩の互層を主とするロライ部層及びアンジラ部層に区分される。

(2) シリナブ層の分布は大きく8地区に区分され、これらを構成する岩体はクズダールノットの大構造に伴い、北へ緩く突出する湾曲構造をなして東西に配列する。累重する各部層はこの方向に沿う軸を持つ背斜、向斜など複雑な褶曲構造を呈す。

(3) 南北クズダール地域の鉱徴の分布を総合的に見れば、南部クズダール地域南西部のオフィオライト分布域のまわりにスルマイ～シュ克蘭ゾーンの鉱徴地が配列する。北部クズダール地域は、更にその北側外郭部にあたり、鉱徴地の分布は認められなかった。

(4) 北部クズダール地域に対する地化学探査の結果では、有望な異常域は認められなかった。複合異常域の最高ランクは、バリウム系のCランクであり、鉛-亜鉛系では最低ランクとしたEランクしか認められない。南北クズダール地域の複合異常域の分布を総合的に見れば、南部クズダール地域南西部のオフィオライト分布域のまわりに、スルマイ～シュ克蘭ゾーンの鉱徴地を反映する鉛-亜鉛系の高～低程度の異常域が、さらにその外側にバリウム系の異常域が配列することが認められる。北部クズダール地域最南部に分布する鉛-亜鉛系Eランクの複合異常域は上記鉛-亜鉛複合異常域の北部末端部にあたる。

(5) 第1年次及び第2年次の、地化学探査の全データを使用して行った総合的な検討の結果では、鉛-亜鉛系の有望な異常域はいずれも南部クズダール地域内のスルマイ～シュ克蘭ゾーンとその周辺に分布することが明確になった。

(6) 以上の検討の結果北部クズダール地域における鉱床賦存のポテンシャルは非常に低いと判断される。

#### 5-1-2 スルマイ地区

(1) 第2年次ボーリング調査により把握された地層は、下位のロライ部層ユニット-Iから上位のアンジラ部層ユニット-Iの範囲である。地層の構成岩石は主に石灰岩と頁岩で、この他、両者と泥灰質頁岩との互層が2種類分布する。これら4種の岩石は、0.2~10mの単層の厚さを呈し互層をなす。

(2) ボーリング調査実施範囲の地層は、スルマイ-I、III地区とも、緩く褶曲しながら60°~70°で西に傾斜する。また上記範囲中央部には、急傾斜で西に傾く、落差300~400mの断層が分布する。

(3) 地表に分布する鉛-亜鉛酸化露頭の下部に対して実施された、MJP-1~6の6本のボーリングの内、MJP-1を除く5本でミシシッピーバレー型と考えられる、鉛-亜鉛硫化鉱よりなる鉱化帯を捕捉した。鉱化は、主に石灰岩を交代し鉱染状に分布する粉~粒状の閃亜鉛鉱及び方鉛鉱と、これらを切る菱鉄鉱及び方解石の脈~細脈から構成される。

(4) 鉛-亜鉛硫化鉱鉱化作用が胚胎する層準は、各ボーリングにおいて合致し、また地表の鉛-亜鉛酸化露頭の層準とも合致することから、同鉱化作用が層準規制されていることが明確である。ボーリングで把握された鉱化層準は、いずれもロライ部層ユニット-IIの中に分布し、上位からA, B, Cの3層準に区分される。

(5) 鉛-亜鉛硫化鉱の分布範囲は、地表下約100mにある地下水位面と、上記(2)の断層により制限される。

(6) スルマイ-Iにおいて把握された鉱化の内、有望な鉱化は、MJP-3号における、A層準中の深度169.1~172.9m(地表下、約180m)に分布し、巾:3.8m, Pb+Zn:5.11%を呈す。またスルマイ-IIIにおいて把握された鉱化の内、有望な鉱化は、MJP-6号におけるA層準中の2箇所、深度168.5~172.4m, 185.6~188.1m(地表下、約140m)に分布し、各々、巾:3.9m, Pb+Zn:9.60%, 巾:2.5m, Pb+Zn:6.87%を呈す。

(7) スルマイ-I地区において、MJP-3号で把握された鉱化は、第1年次に実施された物理探査(IP, SIP)のC測線で検出されたPFE異常域に対応する。またスルマイ-III地区では、物理探査異常が明瞭には検出されていなかった位置でMJP-6により鉱化が把握された。この鉱化が物理探査で検出されなかった原因は、スルマイ-III地区における測点間隔(100m。スルマイ-I地区では50m。)が広すぎたためと推察される。

(8) スルマイ-I及びIIIとも、A層準中の鉱化は品位的に期待が持て、規模の面でも、着鉱位置の周辺に発展する可能性が強い。またB層準及びC層準中の鉱化は、規模が小さく連続性に安定を欠くが、部分的に高品位を呈すため探鉱を継続する価値はあると判断される。

## 5-2 第3年次調査への提言

### 5-2-1 スルマイ地区

#### (1) スルマイ-I及びIIIに対するボーリング探鉱。

本年次に実施された、スルマイ-Iの主鉱体及びスルマイ-IIIの西鉱床の最北部、西傾斜の鉱体に対するボーリング調査により、地表に分布する鉛-亜鉛酸化鉱帯(ゴッサン)の下部で、鉛-亜鉛硫化鉱帯を把握した。第3年次調査では、これら硫化鉱帯の発展性、形態、鉱況、及び連続性を更に詳しく把握するため、本年次着鉱位置の周辺部に対して、ボーリング探鉱を実施することを提言する。

## 第Ⅱ部 各論



## 第 II 部 各 論

### 第 1 章 北部クズダール地域

#### 1-1 調査方法

##### 1-1-1 地質調査

本地域にみられる鉛-亜鉛鉱化作用は石灰岩を主とするジュラ系地層中のみ賦存し、ミシシッピーバレー型の鉱化作用と考えられている。この考えに基づき本調査は、調査範囲に露出する HSC(1961)縮尺 1:253,440地質図で表された上記地層の分布状況を詳細に把握するため実施された。本調査では HSC(1961)でズィディ層として一括されていた上記地層を、その構造を明確にするため、その後のGSPの各調査によるシリナブ層に対比し3部層に区分して調査した。

調査にあたっては既存の縮尺 1:50,000の地形図をもとに縮尺 1:25,000に拡大した地形図を使用し、調査結果は縮尺 1:50,000の図面にまとめた。鉱徴地に対する地質調査にあたっては地質、鉱化変質作用などの状況を記載するとともに縮尺 1:2,000のルートマップの作成及びスケッチをし、必要に応じてカラー写真撮影を行うこととした。また調査の参考に供するため代表的な岩石の試料を採取し薄片及び全岩分析による検討を行い、その結果を第II-1-1表及びII-1-2表にまとめた。

##### 1-1-2 地化学探査

本調査は調査地域に分布する鉱化作用の地化学特性を明確にすると共に、新たな鉱床賦存有望地域を抽出するために、地質調査と平行して実施された。検討は第1年次と同様に基礎統計解析を行うと共に、第1年次、第2年次のデータを使用し、総合的に基礎統計解析及び主成分分析を行った。

#### 1-2 地質概要

本地域周辺の基盤は三畳紀の頁岩卓越層であるウルガイ層(Wulgai formation)とされているが、クズダール地域には分布しない。クズダール地域の地質はジュラ系、白亜系及び第三系に大別される。ジュラ系は HSC(1961)でズィディ層とされていた初～中期の、頁岩及び砂岩を伴う石灰岩から成るシリナブ層(Shirinab formation)、白亜系は下位から初期

の、石灰岩を伴うマールから成るゴルー層(Goru formation)及びセンバー層(Sembar formation)、後期の、チャートを伴う石灰岩から成るパール層(Parh formation)及び砂岩から成るパブ砂岩層(Pab Sandstone)に区分される。また第三系は始新統とされる基底部に砂岩を伴う石灰岩、頁岩から成るジャンプロ層群(Jamburo group)である。この他、小範囲にオフィオライト帯の一部である、異地性の各種塩基性岩から構成されるメランジェ(Merange)の分布が見られる。

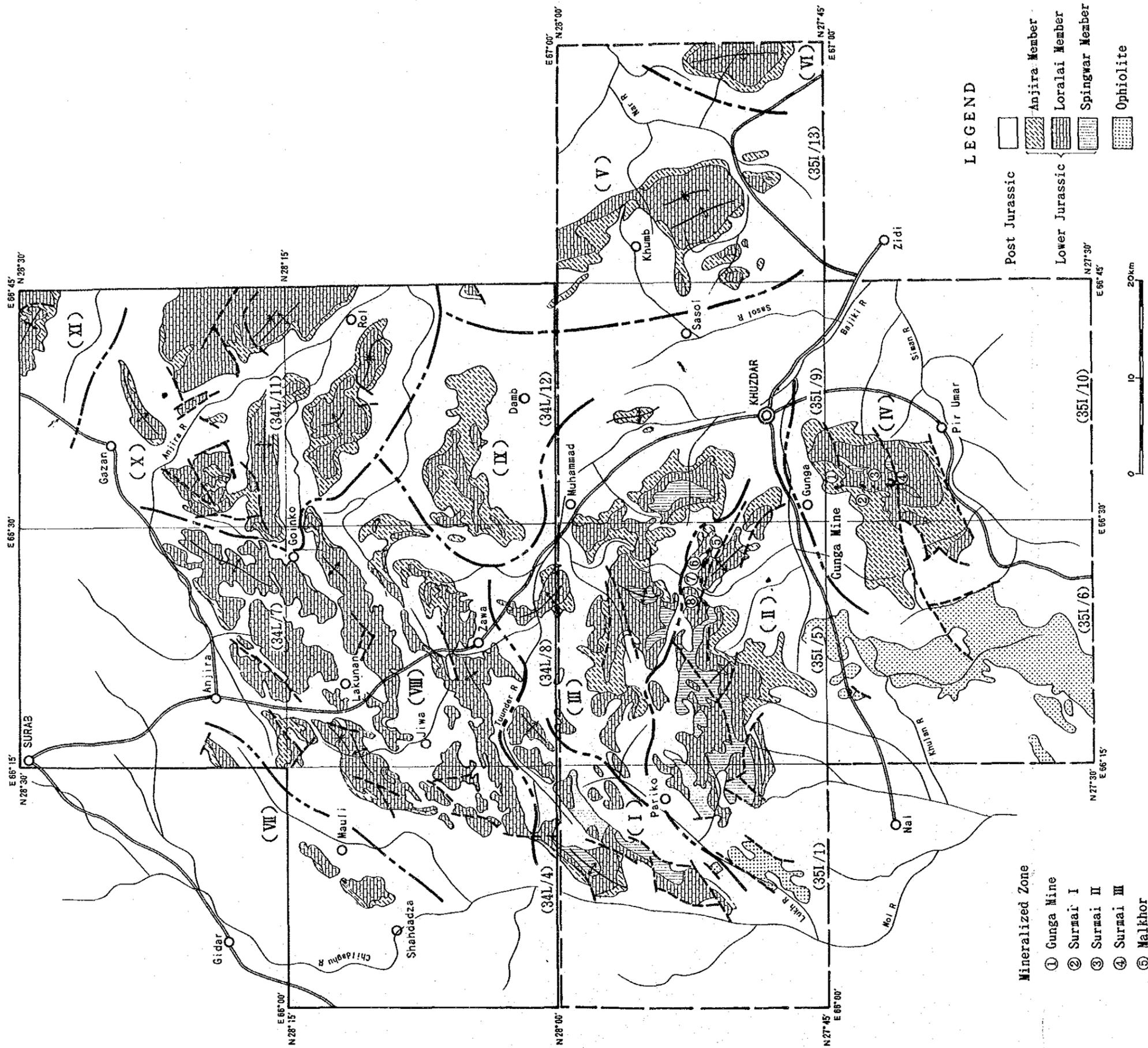
調査範囲である面積約 3,125 km<sup>2</sup>(縮尺 1:50,000地形図 5枚)の内、調査対象としたシリナブ層の分布面積は940 km<sup>2</sup>であり、その他の範囲は、より上位の白亜系、古第三系及び第四系に覆われる。全般的な地質の構造方向は、地域の北東部ではNW-SE~E-W、その他の範囲ではNE-SW~E-W方向を呈す。シリナブ層は調査範囲内に大きく8地区に分かれて分布し、本報告では、これらを第1年次の呼称に従い、岩体-I、III、V及びVII~XIと称した。これらは上記の構造方向に沿い、北に緩く突出した東西系の湾曲構造をなす(第II-1-1図)。シリナブ層は局部的には激しい褶曲構造を呈すが、上記の岩体毎に見れば背斜構造をなして中心部により下位の地層が露出する隆起部を形成している。

地形は地質構造に規制され、尾根は背斜構造中心部に、その軸に平行に発達する場合が多い。また大きな沢は構造線に沿って発達している。

一般的にジュラ系はその激しい褶曲構造と帯緑暗灰色で、白亜系はより急崖をなす函型の地形と明るい色調で、両者は比較的容易に区別できる。

第II-1-2図に本地域周辺の地質層序を、HSC(1961)と対比して示した。また本地域のシリナブ層に関する地質図、地質断面図をそれぞれ添付図 PL. II-1-1~II-1-6(縮尺1:50,000)に示した。

なお石灰岩の記載はFolk(1959)に従い、その構成を大きく火成岩の基質にあたるオーソケム[ orthochem :微晶質石灰軟泥=マイクライト(micrite)と、スパー質方解石膠結物=スパーライト(sparite)に区分]と斑晶にあたるアロケム[ allochem ]に区分し、それらの構成物及び構成比率により第II-1-3表のように分類した。



第II-1-1図 クズダール地域地質概略図



Geologic age		Hunting Survey Corp. (1961)		JICA and MMAJ (1987)		Thick- ness(m)	Lithology
Tertiary		Jamburo group		Jamburo group		+100	Ls, shale, ss
Cretaceous	Late	Parh series	PabS, s.	Pab Sandstone		+490	Sandstone
			Parh group	Parh Limestone		+270	Ls, chert
	Early	Parh group	Goru formation & Sembar formation		+540	Marl, ls	
Jurassic	Late	Zidi formation					
	Mid		Shirinab formation	Anjira member		+290	Ls, shale
	Early			Loralai member		+380	Ls, shale
				Spingwar member		+240	Ss, shale, ls

第II-1-2 図 クズダール地域周辺 地質層序図

## 1-3 調査結果

### 1-3-1 地質調査

#### 1-3-1-1 地質層序

調査対象のシリナブ層は整合をなして累重する上中下の3部層、すなわち下位からスピングワ、ロラライ及びアンジラに区分される。シリナブ層は調査範囲内に大きく8地区に分かれて分布し、本報告では、これらを第1年次の呼称に従い、岩体-I、III、V及びVII~XIと称した(第II-1-1図)。

#### (1) スピングワ部層

スピングワ部層は、主に石灰質砂岩から構成され、少量の頁岩と石灰岩を互層として伴う。本部層は、地形図No. 34L/4内の岩体-I及びVIIに、いずれも非常に小範囲に分布する。

砂岩は、桃色を帯びた灰~白色を呈し、風化して茶褐色となる。本岩は少量の長石を伴う中~細粒の石英と、それらの間を埋める石灰質の基質から構成され、オーソコーツァイト質~石灰質といえる(第II-1-1表)。石英は、円形~亜円形をなし淘汰はあまり良くない。基質は透明粗粒の方解石膠結物と、泥質の細粒碎屑物より成り、部分的に褐鉄鉱に変質した半自形~自形の磁鉄鉱粒が鉱染状に見られる。

砂岩に挟在する頁岩の薄層は、灰~淡褐色を呈し風化して褐灰色となる。この頁岩は細粒で部分的に融食された円~亜円の石英と褐色の方解石微晶で構成され、付随構成物として大部分褐鉄鉱に変質した磁鉄鉱粒や拍子木状~繊維状のイライトが見られる。石灰岩の薄層はマイクライト質で化石に乏しい。

#### (2) ロラライ部層

ロラライ部層は主に石灰岩と頁岩の互層から成る。各々の単層の厚さは0.2~5mである。石灰岩は硬質で、層状、厚層状、塊状をなして露出する。頁岩は軟質で、地表では地形的凹部を形成し、多くの場合、風化堆積物に覆われる。本部層は、背斜構造をなして山塊を形成するケースが多く、調査地域全域に分布する。

石灰岩は、灰~暗灰色を呈すが、風化して褐灰色に変色する。全般的に方解石の細脈を伴う。また赤褐~橙色を呈す径2~10cmの不規則形パッチが、層理に沿って分布し、岩層全体が雑色化(mottled)している場合が多い(写真-3)。当初この雑色化は苦灰石化作用によるものと考えられたが、本岩に対する地化学分析・全岩分析及びX線回折の結果、Mg及びMg含有鉱物は特に多くは検出されず、かつFeが比較的高いことが判明、また後述のボーリングコア調査により、本部層の石灰岩は全般的に頁岩~泥灰質頁岩の不規則形パッチを含

み、地表から約100mまでの間で、これらのパッチが選択的に赤鉄鉱化を受け赤褐色に変色していることが観察されたことから、雑色化は風化により生じたものと判断される。

石灰岩は、大部分がマイクライトで、部分的に バイオマイクライト、オーマイクライト及びイントラマイクライトが分布する。バイオマイクライトのアロケムは、主に円形、卵形、長円形及び針状の、スパー質方解石で充填された化石の破片から成る。

当部層は腹足類、腕足類(*Spiriferina* sp.)、二枚貝類(*Pecten Weyla*, *Girvillia*)、ウミユリ類(*Isocrinus*)及びサンゴ類を産す。本部層の比較的上部に、0.1~0.5mの厚さのコキナ層がしばしば見られる。またオーマイクライト及びイントラマイクライトが、本部層の比較的下部に数枚見られる(写真-5)。薄片観察では、構成鉱物として、方解石の他、円~亜円形をなす細粒の石英、及び鉱染状や不規則な濃集パッチをなす褐鉄鉱が見られる。一般的に、粗粒のスパー質方解石からなる細脈を伴う。

### (3) アンジラ部層

アンジラ部層は大部分、石灰岩と頁岩の規則的な互層で構成される。各々の単層の厚さは0.3~1mである。本層はロライ部層を整合に覆い、各山塊の周縁部に分布するが、特に岩体Ⅸ、及び岩体Ⅷの南東部に広い分布が見られる。石灰岩は硬質で、帯緑灰~暗灰色であるが、風化して黄灰色を呈す。また、しばしば墨流し構造が観察される。頁岩は軟質かつ砕け易く、灰~黒色であるが風化して淡黄灰色を呈す。

石灰岩は大部分がマイクライトで、部分的にバイオマイクライト、ペルマイクライトが分布する。バイオマイクライトのアロケムは、方解石スパーで充填された保存の良い腕足類(*Spiriferina*, *Terebratula*)、サンゴ類(*Montlivaltia* sp)などの化石を産する。頁岩は下部トアルス階のアンモナイト類及びオウムガイ類(*Protogrammocera*, *Dactylioceratids*, *Cenoceras*)を産する。

薄片観察の結果、石灰岩及び頁岩中にアロケムとして放散虫の化石が多数見られた(第Ⅱ-1-1表)。また全岩分析の結果、石灰岩及び頁岩ともSiO<sub>2</sub>分が多いことが判明した(第Ⅱ-1-2表)。

### (4) シリナブ層の堆積環境

シリナブ層の石灰岩はマイクライトを主とする。マイクライトは、その大部分が海水から化学的あるいは生物化学的に急速に海底に沈澱して生成され、また静かな環境での堆積物であるとされる。ロライ部層石灰岩は頁岩と互層し、石灰岩自体も頁岩のパッチを含む。またロライ部層石灰岩の単層中にコンクリーション(concretion)が含まれることがあり、この単層の堆積速度が、非常にゆっくりとしたものであったことを示す(写真-4)。すなわちロライ部層の堆積にあたっては、顕著な堆積速度の変化があったことがわかる。また頁岩のパッチを含む石灰岩は、ゆっくりした泥質物の供給と、急速なマイクライトの堆

積が同時に行われたことにより形成されたと考えられる。

ロライ部層の中部にはオーライト質石灰岩が厚層をなして発達するが、オーライトは海水の動きが比較的大きい高エネルギー帯で生成されるとされ、非常に浅い環境で堆積したことを示す。またロライ部層中に生痕化石として、はい跡(Crawling traces)が見られ浅海相を示す。

以上のような諸特徴から判断される、本地域におけるシリナブ層の堆積環境は、次のように推察される。初期(スピングワ部層堆積時)には、不安定な浅海における砕屑物(砂岩)の堆積が卓越した。中期(ロライ部層堆積時)の初めには、静かな海での石灰岩と頁岩の堆積があり、浅い海での石灰岩の堆積の後、再び静かな海で石灰岩と頁岩が堆積した。後期(アンジラ部層堆積時)には静かな海でアンモナイト類や放散虫の化石を含む石灰岩と頁岩の互層が堆積した。以上のように本地域は、一時的に浅海化するが、殆どの期間を通じ安定した大陸棚のような堆積環境にあったと考えられる。

### 1-3-1-2 地質構造

クズダール地域は、パキスタンの地質構造区分上、中生代～第三紀の堆積岩から構成されるキルタール褶曲帯に含まれる。キルタール褶曲帯は、南部のカラチ周辺から北端部のクェッタ周辺まで、南北方向の地質構造を呈しながら約600km連続する。キルタール褶曲帯は、南部のカラチ-アーク(Karachi arc)、中央部のクズダールノット(Khuzdar knot)及び北部のカラットプラトー(Karat plateau)に区分される。クズダールノットは、その半円を描く急激な構造方向の変化及び複雑な構造からノットと称された。クズダールノットとカラチアークからなるクズダール-カラチ地塊は、インド-パキスタンプレーートの北上によって、左回りに回転するユニットとして動いた。クズダールノットは、この回転運動により西側へ突出するとともに、北西向きの圧縮により N-S~NW-SE~E-W~NE-SWへと軸方向が変化する褶曲帯を形成した。第1年次及び第2年次の調査範囲は、クズダールノットのほぼ全域をカバーする。

第2年次調査範囲内の、シリナブ層の分布は大きく8地区に区分され、これらは上記クズダールノットの構造方向に従い、北に緩く突出した東西系の湾曲構造をなして配列する(第II-1-1図)。すなわちシリナブ層の地層の走向及び褶曲軸の方向は、調査範囲の北東部に分布する岩体X、XIではNW-SE~E-W、中央～西部に分布する岩体I、VII、VIIIではNE-SW~E-W方向を呈す。シリナブ層は背斜及び向斜構造をくりかえすが、それらの間には、特に顕著な衝上断層群や破碎帯は形成されていない。シリナブ層は、山塊毎に見れば、中心部により下位の地層が背斜構造をなして露出する尾根部を形成する場合が多い。

### 1-3-1-3 鉍化作用

パキスタンの各種鉍物資源はその地質構成及び地質構造と密接に関係して分布する。金属鉍物資源は大きく、Chagai volcanic arc and calc-alkaline magmatic beltに伴うクロム鉄鉍、斑岩銅鉍を主体とする鉍床群と、Bela-Chaman-Kurran fault zone and ophiolite beltに伴う鉍床群にわけられる。後者はクロム鉄鉍、銅（スカルン及び鉍脈）、石棉、螢石、マンガン、及び本調査の対象となった炭酸塩岩中の鉛-亜鉛-重晶石鉍床などから構成される。クズダール地域は鉍床区としては、上記後者の鉍床群に含まれる。ラスベラ～クズダール地域のオフィオライト帯周辺に分布する、炭酸塩岩中の鉛-亜鉛-重晶石鉍床は低温熱水による層準規制型の鉍床と考えられ、西アジアにおける炭酸塩岩を母岩とする他の鉛-亜鉛-重晶石鉍床と異なり、その近傍に同時代の火成活動を伴わない。

第1年次調査地域内には、スルマイ、グンガの他、マルホール～シュクラン地域の炭酸塩岩中に、鉛-亜鉛の酸化鉍からなる一連の鉍徴地が分布する。これらの鉍徴地は第1年次調査範囲中央部、岩体-IVから岩体-IIにかけて約25km連続する、巾約2kmの狭いゾーン（スルマイ～シュクランゾーン）中に分布する。

第2年次調査範囲には、上記各鉍徴地に相当するようなゴッサンは、全く分布しない。本調査で把握された鉍徴は、岩体-III (34L/8の最南端)及び岩体-VIII (34L/4の東端、34L/8の中央部)のロライ部層石灰岩中に見られる、小規模な褐鉄鉍、菱鉄鉍の網状細脈及び方解石の網状細脈のみである。

II-1-1 岩石薄片檢鏡結果一覽表

Sample No.	Locality (Sheet No)	Rock		Allochems /Grain	Orthochems /Matrix	Unit
		Name	Facies			
2G-40	34/8	Ls.	Oomicrite	ooids, bioclasts.	micrite.	An
2G-113	34/8	Ls.	Sparite	Sparry calcite. Fe-oxide.		An
2G-169	34L/11	Ls.	oomicrite	ooids :0.1mm bioclasts:0.35.	micrite/sparite.	Lo
2G-171	34L/11	Ls.	biomicrite	bioclasts :0.53mm calcite vein, Fe-oxide	micrite	Lo
2G-172	34L/11	Ls.	sparite	sparry cal(0.06mm).	sparite)micrite	Lo
2G-176	34L/11	Ls.	biomicrite	bioclasts. hematite	micrite.	Lo
2G-191	34/8	Sh.	limy shale	bioclasts. fine Quartz, cal.	clay	An
2G-192	34/8	Ss.	sandston	Quartz, d:0.1mm. hematite, mica.		Sp
2F- 26	34/8	Go.	cherty gossan	bioclast, d:1mm. opaque mineral.	micrite	Lo
2F-160	34L/11	Ls.	biomicrite	bioclast, d:0.1mm. opaque mineral	micrite	Lo
2F-173	34L/11	Ls.	oomicrite	ooids, d:0.2mm ooiclast.	micrite.	An
TY-880 11-001		Dio.	diorite	hornblende pyroxene, biotite.	carbonate.	

Sur :Surmai

An:Anjira

d :diamater

Ls. :Limestone

Lo:Loralai

cal:calcite

Sh. :Shale

Sp:Spingwar

Go :gossan

S. s. :Sandstone

第II-1-2表 全岩分析結果一覽表

Sample NO.	SiO <sub>2</sub> %	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	MgO %	CaO %	Na <sub>2</sub> O %	K <sub>2</sub> O %	TiO <sub>2</sub> %	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> %	MnO %	LOI %	FeO %	BaO %	Total %	Remark
2F-160	4.92	1.53	0.89	0.78	48.73	0.26	1.40	0.05	0.11	0.04	41.12	0.38	<0.01	100.25	Lora, Ls
2G-40	3.34	0.66	1.08	0.55	50.22	0.30	1.13	0.03	0.12	0.14	41.96	0.25	0.04	99.86	Anji, Ls
2G-172	1.55	0.42	0.52	1.70	50.49	0.27	1.26	0.02	0.10	0.01	43.34	0.22	<0.01	99.94	Lora, Ls
2G-191	34.36	7.62	2.36	1.82	24.31	0.51	2.80	0.43	0.15	0.03	24.38	0.67	0.01	99.53	Anji, Sh
2G-192	80.05	6.06	1.46	0.50	3.73	0.27	2.18	0.34	0.19	0.03	5.15	0.06	0.02	100.05	Spin, Ss

参考：世界の主な堆積岩の平均化学組成

Rock Name	SiO <sub>2</sub> %	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	MgO %	CaO %	Na <sub>2</sub> O %	K <sub>2</sub> O %	TiO <sub>2</sub> %	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> %	MnO %	LOI %	FeO %	Ba ppm	Total %	Remark
Ls	5.2	0.8	0.5	0.05	42.6	0.05	0.3	0.07	0.09	0.05	42.4	**		99.96	* <sup>1</sup>
Ss	78.7	4.8	1.1	1.2	5.5	0.5	1.3	0.25	0.04	0.01	6.6	0.3		100.30	* <sup>2</sup>
PeI	58.9	16.7	2.8	2.6	2.2	1.6	3.6	0.77	0.16	0.1	6.3	3.7		99.43	* <sup>3</sup>

Abbreviation

- Anji : Anjira Member \*<sup>1</sup> : Average of 345 Samples, Clarke (理科年表による)  
 Lora : Loralai Member \*<sup>2</sup> : Average of 253 Samples, Clarke (理科年表による)  
 Spin : SpingwerMember \*<sup>3</sup> : Average of 277 Samples, Wedepohl (理科年表による)  
 Ls : Limestone \*\* : Contained in Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>  
 Sh : Shale

第II-1-3表 石灰岩の構成物及び構成比率による分類表

オーソケム	アロケム	石灰岩名
マイクライト	(1)アロケムがほとんど無い	マイクライト(micrite)
>	(2)内砕屑物に富む	イントラマイクライト(intramicroite)
スパークライト	(3)オーライトに富む	オーマイクライト(oomicrite)
	(4)ペレットに富む	ペルマイクライト(pelmicrite)
	(5)化石に富む	バイオマイクライト(biomicrite)
スパークライト	(1)内砕屑物に富む	イントラスパークライト(intrasparite)
>	(2)オーライトに富む	オースパークライト(oosparite)
マイクライト	(3)ペレットに富む	ペルスパークライト(pelsparite)
	(4)化石に富む	バイオスパークライト(biosparite)

### 1-3-2 地化学探査

#### 1-3-2-1 概要

分析に供する試料は岩石とし、調査面積940km<sup>2</sup>から1,883個採取した。採取にあたっては採取地点の分布密度が均等になるよう1km<sup>2</sup>につき平均2個の割合で、またその周辺の地質を代表する岩石を採取した。(添付図PL. II-1-7~PL. II-1-11)

地域全体の検討は部層毎、岩体毎に行った。試料は粗砕きの後、四分法にて約50grを抽出、80メッシュアンダーに細砕後10grを分析用に供した。

分析成分は Pb, Zn, Hg, Ba, Mg, S の 6 成分とした。試料はカナダの Chemex Labs, Ltd に送られ原子吸光光度法(AAS)により分析された。その測定下限は以下のとおりである。

Pb	_____	1ppm	Ba	_____	10ppm
Zn	_____	1ppm	Mg	_____	50ppm
Hg	_____	10ppb	S	_____	0.001%

分析結果は巻末資料 2 に示すとおりである。

解析に当たっては地質部層毎、岩体(地域)毎に検討を行った。

#### 1-3-2-2 分析結果の処理

元素別の平均値(M)、標準偏差( $\sigma$ )などの統計値は第II-1-5表、頻度分布図は第II-1-3図、累積頻度分布図は第II-1-4図、また散布図は第II-1-5図のとおりである。

各成分のしきい値は C. Lepeltier(1967)及びA. J. Sinclair(1974)の方法により決定した。即ち、累積頻度分布図(第II-1-4図)上で、右下がりの直線を示す場合は、その2.5%の点を、50.0%未満において折れる場合は、その折れ点をもってしきい値とした。

Pbについては、大部分の分析値が検出限界以下であり、累積頻度分布図上では明瞭に折れ点が見えないため $M+2\sigma$ の統計値をもってしきい値とした。Hg, Ba, MgとHgは明瞭な positive skewersを示すことから異常値単元集団とバックグラウンド単元集団に分割される。しかしSの累積頻度分布は、ほぼ直線となり単一母集団で構成されていることを示している。

以上の結果、北部クズダール地域でのしきい値は、南部クズダール地域の値に比べると低い値を示した(第II-1-4表)。

北部クズダール地域の解析にあたっては、南部クズダール地域が隣接していることを考慮し、両地域の解析に統一性を持たせるため、同一の基準、すなわち南部クズダール地域

のしきい値を用いて各成分の検討を行った。

南部クズダール地域のしきい値は下表のとおりである。

第II-1-4表 クズダール地域しきい値

	調査地域	Pb (ppm)	Zn(ppm)	Hg(ppb)	Ba(ppm)	Mg(ppm)	S(%)
Threshold	南部クズ ダール地域	29.0	225	340	350	11,000	0.074
	北部クズ ダール地域	1.9	52	240	220	5,000	0.053

各成分の等値線図は、500mグリットの移動平均法を用いて作成した。

### 1-3-2-3 解析結果

#### 1. シリナブ層中の成分分布

##### (1) 部層別品位傾向

本年次調査で採取した試料の、部層別個数比率は、ロラライ部層が77.6%、アンジラ部層が22.2%、またスピングワ部層が0.2%である。スピングワ部層の試料数は3個と少ないため検討の対象からはずした。

各成分の平均品位(M)は、アンジラ部層がロラライ部層より若干高い値を示すが、最高品位はロラライ部層がアンジラ部層より高い値を示し、中でも鉛、亜鉛、マグネシウムは圧倒的に高い値を示す。標準偏差( $\sigma$ )は両部層で大きな差は認められないが、鉛及びビオウがアンジラ部層で若干高く、他の成分はロラライ部層で若干高い(第II-1-5表参照)。

鉛：部層別に異なる濃集傾向は認められず(平均値：アンジラ=1.11ppm、ロラライ=1.03ppm)、標準偏差にも差がない(0.117~0.155)。最高品位はアンジラ部層の10ppmに対してロラライ部層では54ppmである。

亜鉛：平均品位はアンジラ部層の16.43ppmに対し、ロラライ部層が11.60ppmと若干低い値を示す。標準偏差は0.286~0.258と差がないが、最高品位はアンジラ部層の96ppmに対し、ロラライ部層では2,400ppmと高い値を示す。

水銀：部層別に異なる濃集傾向は認められず、平均品位は47.9~57.0ppb、標準偏差は0.436~0.497、また最高品位は4,500~5,500ppbである。

バリウム：平均品位は、アンジラ部層が139ppmとロラライ部層の54ppmより高い値を示すが、最高品位は5,800~6,200ppmと両部層で差がない。標準偏差も0.552~0.557と両部層で

差はないが、鉛及び亜鉛の標準偏差より高い値を示す。

マグネシウム：平均品位はアンジラ部層が3,812ppm、ロライ部層が3,440ppm、標準偏差も0.202に対し0.259と、いずれも両部層であまり差はないが、最高品位はアンジラ部層の37,500ppmに対しロライ部層は92,500ppmと高い値を示す。

イオウ：バリウムと同様に、平均品位はアンジラ部層(0.004%)がロライ部層(0.002%)より高い値を示すが、最高品位は0.313%に対し0.394%と両部層で差はない。標準偏差は0.720~0.634と高い値を示すが、両部層で差は認められない。

## (2) 岩体(地域)別品位傾向

クズダール地域に発達するジュラ系石灰岩は、前述の如く11岩体に分けられ、第2年次調査範囲には、その内Ⅰ、Ⅲ、Ⅴ、Ⅶ、Ⅷ、Ⅸ、Ⅹ及びⅪの8岩体が分布する。

岩体別の品位傾向は次のとおりである。

鉛：平均値は1.00~1.08ppmと、各岩体とも類似した値を示す。標準偏差は岩体-Ⅰ、Ⅶ、Ⅸ、Ⅹ、Ⅺで0.117~0.235と、他岩体より若干高い。最高品位は岩体-Ⅶ、Ⅹ、Ⅺで30~54ppmと、他岩体の0.0~7.0ppmより高い値を示す。

亜鉛：平均値は10.4~14.7ppmと、各岩体とも類似した値を示す。標準偏差は岩体-Ⅲで0.486と、他岩体(0.161~0.299)より高い値を示す。最高品位は岩体-Ⅲ、Ⅷが、740~2,400ppmと、他岩体(26~110ppm)より高い値を示す。

水銀：平均値は岩体-Ⅴ、Ⅷ、Ⅺで147~212ppbと、他岩体(24~86ppb)より高い値を示す。標準偏差は岩体-Ⅰ、Ⅷ及びⅩで0.394~0.477と、高い値を示し、最高品位も同岩体群で900~5,500ppmと高い。

バリウム：平均値は岩体-Ⅱ、Ⅸ、Ⅹで126~243ppmと、他岩体(16~80ppm)より高く、標準偏差は岩体-Ⅰ、Ⅷ、Ⅹで0.415~0.556と、他岩体(0.154~0.350)より高い。最高品位は岩体-Ⅷ、Ⅸの5,800~6,200ppmと、岩体-Ⅰ、Ⅹの1,700~1,800ppmが、他岩体(60~500ppm)より高い値を示す。

マグネシウム：平均品位は各地域とも類似した値(3,121~3,673ppm)を示し、標準偏差は岩体-Ⅰ、Ⅷ、Ⅸ、Ⅹで他岩体より若干大きな値を示す。最高品位は岩体-Ⅰ、Ⅷ、Ⅹで62,500~92,500ppmを示し、他岩体(4,500~37,500ppm)より高い値を示す。

イオウ：平均値は岩体-Ⅴで高い値(0.013%)を示すが、最高品位は岩体-Ⅷ、Ⅸ、Ⅹで高い(0.229~0.394%)。標準偏差は地域的に変化がなく0.458~0.805を示す。

以上、北部クズダール地域内での岩体別品位傾向を見れば、鉛、亜鉛は岩体-Ⅲ、Ⅷ、Ⅹ及びⅪでより高く、バリウムは若干のマグネシウム及びイオウを伴い岩体-Ⅰ、Ⅷ、Ⅸ及びⅩでより高いことが判る。

第II-1-5表 北部クズダール地域統計値一覧表

		by Member of Shirinab F.				by Block Number							
		Total	Anjira	Loralai	Springwar	I	II	V	VI	VII	IX	X	XI
Number of Sample		1,883	418	1,462	3	61	40	5	58	905	184	580	50
Pb (ppm)	min	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1
	max	54	10	54	8	7	2	1	2	54	7	30	48
	$\sigma$	0.130	0.155	0.117		0.132	0.066	0.000	0.055	0.134	0.134	0.117	0.235
	平均(M)	1.05	1.11	1.03		1.08	1.04	1	1.02	1.04	1.08	1.05	1.08
	$M+\sigma$	1.4	1.6	1.4		1.5	1.2	1	1.2	1.4	1.5	1.4	1.9
	$M+2\sigma$	1.9	2.3	1.8		2.0	1.4	1	1.3	1.9	2.0	1.8	3.2
Zn (ppm)	min	3	4	3	6	5	5	9	6	3	4	3	6
	max	2,400	96	2,400	28	73	740	26	66	2400	110	96	38
	$\sigma$	0.286	0.258	0.285		0.290	0.486	0.161	0.246	0.299	0.262	0.260	0.200
	平均(M)	12.54	16.43	11.60		12.81	14.73	13.16	14.64	12.17	14.63	12.35	10.37
	$M+\sigma$	24.3	29.7	22.4		25.0	45.1	19.1	25.8	24.2	26.8	22.4	16.4
	$M+2\sigma$	46.9	53.8	43.2		48.8	138.1	27.6	45.3	48.2	49.0	40.8	26.1
Hg (ppb)	min	10	10	10	6	10	10	120	100	10	10	10	100
	max	5,500	4,500	5,500	320	1,660	90	540	500	5,500	150	900	220
	$\sigma$	0.486	0.436	0.497		0.465	0.268	0.233	0.141	0.477	0.237	0.394	0.084
	平均(M)	54.97	47.86	57.01		46.83	23.53	211.64	159.13	86.17	32.38	28.40	146.80
	$M+\sigma$	168	131	179		137	44	362	220	258	56	70	178
	$M+2\sigma$	516	357	562		399	81	619	305	775	97	174	216
Ba (ppm)	min	10	10	10	140	10	100	10	10	10	80	10	10
	max	6,200	5,800	6,200	1,640	1,700	500	80	60	6,200	5,800	1,800	80
	$\sigma$	0.576	0.525	0.557		0.527	0.154	0.350	0.200	0.558	0.310	0.415	0.255
	平均(M)	66.81	139.19	54.11		80.56	180.48	32.88	16.34	38.23	242.68	126.17	17.49
	$M+\sigma$	252	466	195		271	257	74	26	138	495	328	32
	$M+2\sigma$	947	1,560	704		910	367	165	41	496	1,011	653	57
Ni (ppm)	min	600	600	800	2,150	1,400	1,200	2,400	1,800	600	700	1,200	1,950
	max	92,500	37,500	92,500	62,500	70,000	13,000	4,500	13,500	92,500	37,500	62,500	17,500
	$\sigma$	0.250	0.202	0.259		0.338	0.241	0.095	0.179	0.270	0.247	0.219	0.165
	平均(M)	3,529	3,812	3,440		3,548	3,142	3,410	3,464	3,460	3,649	3,673	3,121
	$M+\sigma$	6,281	6,065	6,239		7,718	5,478	4,247	5,237	6,448	6,438	6,080	4,563
	$M+2\sigma$	11,181	9,650	11,316		16,792	9,549	5,290	7,917	12,019	11,380	10,064	6,673
S (%)	min	0.0005	0.0005	0.0005	0.002	0.0005	0.0005	0.02	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005
	max	0.394	0.313	0.394	0.038	0.060	0.077	0.048	0.023	0.229	0.313	0.394	0.187
	$\sigma$	0.668	0.720	0.634		0.637	0.657	0.458	0.604	0.643	0.805	0.656	0.665
	平均(M)	0.002	0.004	0.002		0.002	0.003	0.013	0.002	0.002	0.004	0.002	0.003
	$M+\sigma$	0.011	0.023	0.009		0.010	0.015	0.036	0.009	0.010	0.023	0.011	0.016
	$M+2\sigma$	0.053	0.120	0.038		0.044	0.067	0.104	0.036	0.043	0.144	0.049	0.072

## 2. 成分の相関

北部クズダール地域の相関係数を第II-1-6表に示し、その散布図を第II-1-5図に示す。

北部クズダール地域全体の相関係数を見ると全般に値が低く、Ba-Hgに、強い負の相関(-0.759)がある他、Pb-Zn(0.284)、Zn-S(0.251)に、弱い正の相関が認められるのみである。

北部クズダール地域での相関係数と、南部クズダール地域の相関係数に、大きな変化が認められる。即ち、北部クズダール地域で相関の高かったPb-Zn(0.686)、Pb-Hg(0.506)及びZn-Hg(0.520)が、南部クズダール地域では、Pb-Zn(0.284)、Pb-Hg(0.059)、Zn-Hg(0.108)と相関が認められなくなり、Ba-Hgに負の相関(0.011→-0.759)が生じた。またBa-Sの相関係数が、0.316から0.138へと低くなった。

部層別の相関係数も全般に値が低い。アンジラ部層ではBa-Hgに負の相関(-0.668)がある他、Zn-Mg(0.413)及びPb-Zn(0.312)に弱い相関が認められる。ロライ部層ではBa-Hgに強い負の相関がある他、Pb-Zn(0.259)及びZn-S(0.214)に弱い相関が認められるのみである。

第II-1-6表 北部クズダール地域相関係数一覧表

	P b	(全体 n=1,883)			
Z n	0.284	Z n			
H g	0.059	0.108	H g		
B a	0.075	0.126	-0.759	B a	
M g	0.079	0.121	0.009	0.024	M g
S	0.160	0.251	0.103	0.136	0.155

	P b	(Anjila Member n=414)			
Z n	0.312	Z n			
H g	0.065	0.133	H g		
B a	0.043	0.157	-0.668	B a	
M g	0.213	0.413	-0.038	0.069	M g
S	0.201	0.224	0.114	0.127	0.114

	P b	Loralai Member (n=1,462)			
Z n	0.259	Z n			
H g	0.049	0.120	H g		
B a	0.048	0.043	-0.807	B a	
M g	-0.012	0.040	0.010	-0.012	M g
S	0.115	0.214	0.118	0.067	0.126

### 3. 異常域の抽出と評価

#### (1) 成分別異常域の抽出

北部クズダール地域の地化学的傾向を評価するに当たり、南部クズダール地域の傾向を無視することは出来ない。このため北部クズダール地域の異常域の抽出に当たっては、南部クズダール地域のしきい値を用い、同一の数値を基準に評価を行った。その結果は添付図 PL-II-1-12~PL-1-17に示す。

北部クズダール地域の異常域分布の大きな傾向としては、南部に比べ、各成分とも異常値の絶対値が低く、個数も少ないこと、また一成分の異常値が連続して、あるいは異成分の異常値が重複して分布することが少ないことが挙げられる。このため、異常域は数種の成分の、隣接する異常値により構成されることが多い。相関係数の値からも判るように、Pb-Zn-Hgの異常値が重複して抽出された試料は少なく、僅かに6試料であり、これらの成分の異常値は大部分、単独で検出されている。これに対し、Ba-Mg-Sの組み合わせで異常値が重複する試料は、95個と多い。この中でBa異常値がPb、ZnあるいはHg異常値と重複して検出された試料は、Pb-Ba：5個、Zn-Ba：10個、Hg-Ba：1個のみである。

上記のように、各成分とも異常値の個数が少なく、かつそれらが散在するため異常域の抽出が難しい場合が多いが、数種の成分の異常値の集中状況、及び第1年次調査で明らかになった、Pb-Zn-Hg系異常域の外側にBa系異常域が分布する傾向を考慮し、異常域の抽出を行った。

この結果、鉛、亜鉛、水銀、バリウムの異常域は、岩体-VII及びXに、それらの構造方向(NE-SW)に沿って配列分布すること、マグネシウムの異常域はその北側外郭部に分布すること、またイオウの異常域は全域に散在することが判明した。

#### (2) 複合異常域の評価

クズダール地域に見られる鉱化作用は大きく、Pb-Znを主とするものとBaを主とするものに分けられる。また地化学異常域は、通常多成分が重複して分布する。このため第1年次調査では異常域の評価に当たって、それらをPb-Zn系異常域及びBa系異常域とに大別し、各々を多成分複合異常域として評価した。本年度は第1年次と同様に、第II-1-7表に示される評価基準により異常域を評価した。なお複合異常域のランク分けについては第1年次のA~Dの4ランクに、新たにより低位のEランクを追加した。

第Ⅱ-1-7 表 複合異常域ランク区分表

ランク	成分	記
A	Pb + Zn	連続する2点以上の異常値から形成されるPb及びZnの異常域が重複あるいは隣接して分布し、それに他成分の同様の異常域が重複あるいは隣接して分布する。PbあるいはZnの高異常値が1点分布し、それに、連続する2点以上の異常値から形成される他成分の異常域が2種以上、重複あるいは隣接して分布する。
	Ba	連続する2点以上の異常値から形成されるBaの異常域に、他成分の同様の異常域が2種以上、重複あるいは隣接して分布する。
B	Pb + Zn	連続する2点以上の異常値から形成されるPbあるいはZnの異常域が分布し、それに他成分の同様の異常域が、重複あるいは隣接して分布する。
	Ba	連続する2点以上の異常値から形成されるBaの異常域が分布し、それに他成分の同様の異常域が、重複あるいは隣接して分布する。
C	Pb + Zn	連続する2点以上の異常値から形成されるPbあるいはZnの異常域が分布し、そのまわりに低異常域(M+δ~Th)が割合広く分布する。それに他成分の異常値が、重複あるいは隣接して分布する。
	Ba	連続する2点以上の異常値から形成されるBaの異常域が分布し、そのまわりに他成分の低異常値(M+δ~Th)が分布する。
D	Pb + Zn	PbあるいはZnの異常値が不連続ながら数個分布し、その周辺に低異常値が分布する。それに他成分の低異常値が重複あるいは隣接して分布する。
	Ba	Baの異常値が不連続ながら分布する。それに他成分の低異常値が重複あるいは隣接して分布する。
E	Pb+Zn	PbあるいはZnの異常値及び低異常値が不連続ながら数個分布し、他成分の低異常値が隣接する。

複合異常域一覧表は第Ⅱ-1-8表、解析結果総合図は第Ⅱ-1-6図に示す。北部クズダール地域には有望な複合異常域は分布しない。主な複合異常域は次の5地域であるが、いずれも評価は低く、Pb-Zn系のEランク及びBa系のCランクに区分される。Pb-Zn系のNo. 5、7、9異常域は前述スルマイ〜シュ克蘭ゾーンの北側外郭部に、それを囲む形で、またBa系のNo. 11、12は、さらに外側に分布する。

No. 5(Pb-Zn系)：当異常域は岩体Ⅷの南西端に位置する。当異常域には、本年次調査地域内でPb-Zn-Hgの異常値が重なった有一の点(2F-210)が分布し、その周辺にSの異常を伴い、これらを囲むようにMgの異常が認められる。この地点の2Km北側には、Pb-Zn, Hg, Znの異常値を示す3点が東西方向に連続して認められ、この中の1点(2G-224)付近には小規模な、菱鉄鉱の網状細脈が分布する。この位置は岩体Ⅷの西端に当たり、N10°~50°E方向の褶曲軸が発達する。岩体Ⅷの西端部に沿って、ほぼ8Km間に互り、Znを主とする低異常が散在し、鉱化作用の方向性を示唆しているものと思われる。ランク区分はPb-Zn系の、Eである。

No. 7(Pb-Zn系)：当異常域は岩体Ⅰの北端に位置する。当異常域には、Pb-Zn異常が1点認められるのみであるが、Znの異常値は2,400ppmと高い値を示し、周辺にはBa-S, Mg-S, Ba-Mgの異常値が分散して認められる。当異常域の東延長上には、雁行状にZnの低異常値が分布する。ランク区分はPb-Zn系の、Eである。

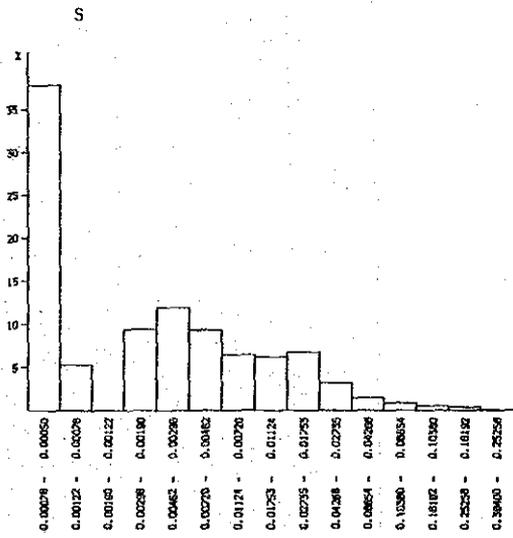
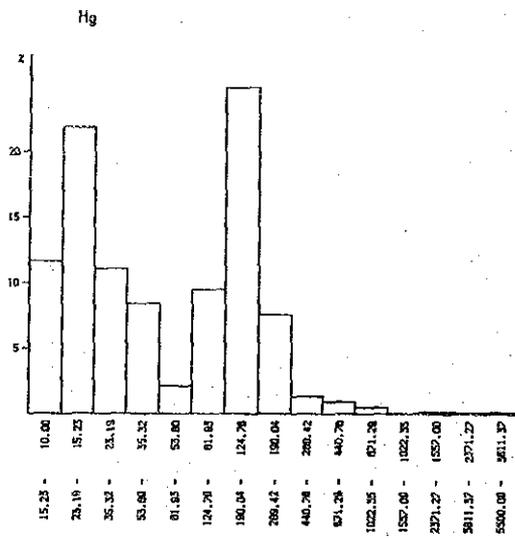
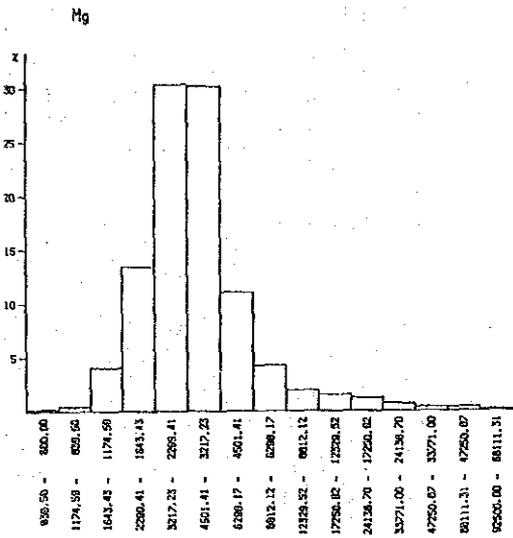
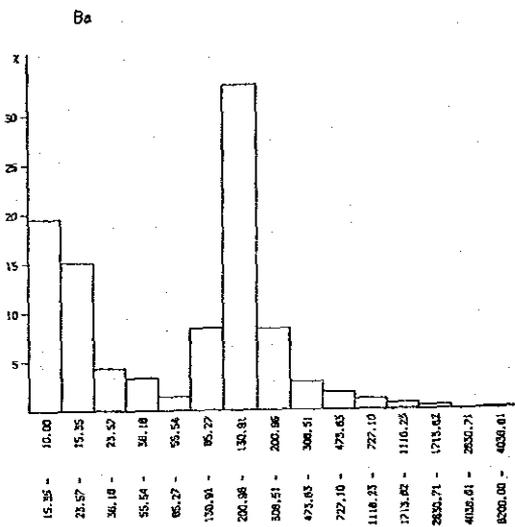
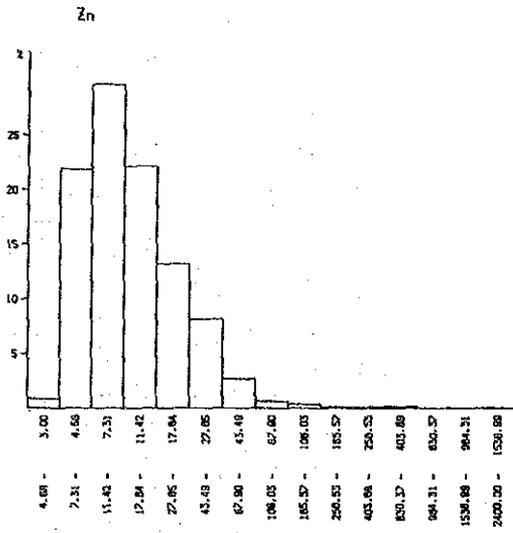
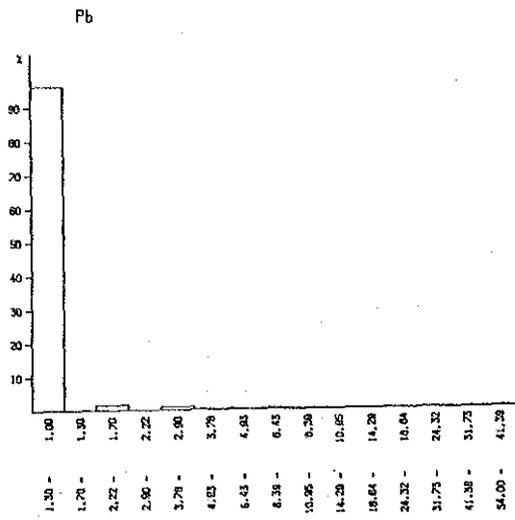
No. 9(Pb-Zn系)：当異常域は岩体Ⅲの北端に位置する。当異常域には、Znの高異常が2点認められ、その周辺に3点のZn低異常値が散在する。Znの高異常値は、ロライ部層の石灰岩中に小規模に分布する、褐鉄鉱の網状細脈に基づくものと思われる。このZnの異常域の周辺には、Mgの高~低異常値、Sの低異常値及びBaの高異常値が散在する。ランク区分はPb+Zn系の、Eである。

No. 11(Ba系)：当異常域は岩体Ⅲの東端に位置する。当異常域には、N-SからE-Wへと変化するロライ部層の走向に沿って、Baの高異常値とSの低異常値が分布する。Ba-Sの高異常値は、当域の中央に1点分布し、Znの低異常が南端部に認められる。全体としては、CランクのBa系異常域と判断される。

No. 12(Ba系)：当異常域は岩体Ⅸの東半部に位置する。当異常域には、Baの高異常値が数多く認められ、MgとSの高~低異常値がそれらに重複して分布するとともに周辺部に散在する。また、1点のPb-Zn異常値と3点のZn低異常値が、ロライ部層の背斜軸の方向であるN70°E方向に配列する。Ba異常は、ロライ部層中に、Pb-Zn異常はアンジラ部層中に認められる。全体としては、CランクのBa系異常域と判断される。

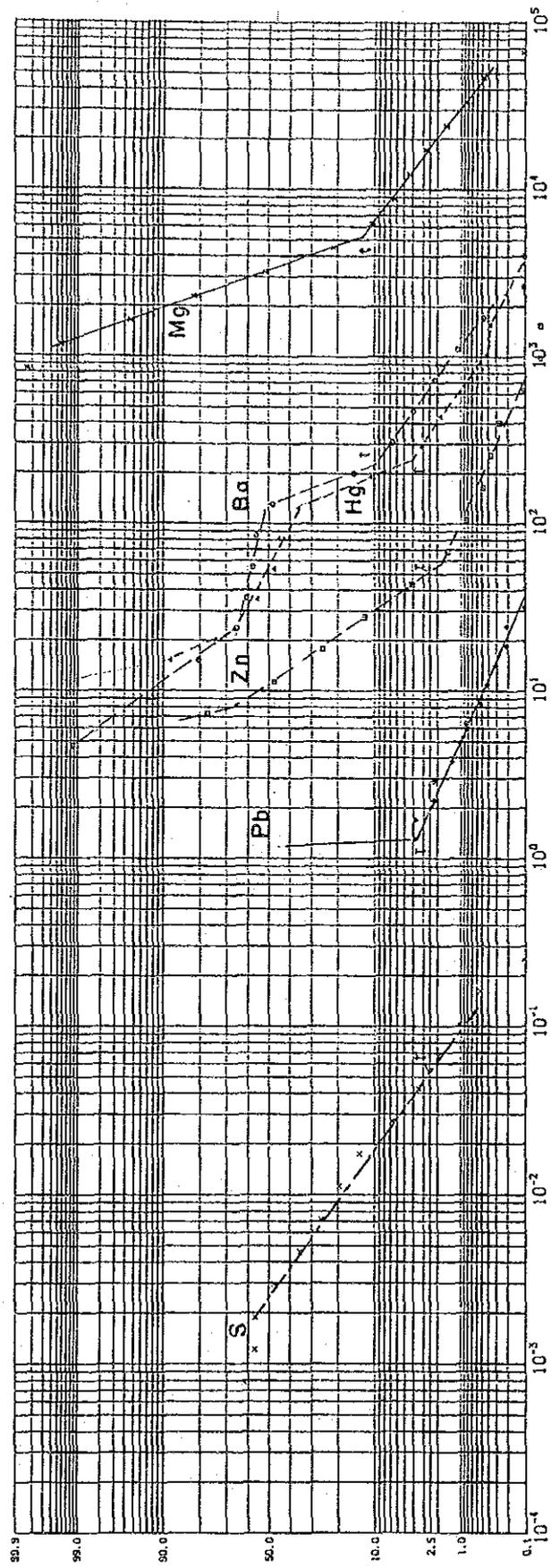
第II-1-8表 北部クズスター地域地化学探査複合異常域一覽表

No.	L o c a l i t y (Sheet No.)	Amount of Anomalous Points ( Maximum Values : ppm)														Geological Environment	Rank of Evaluation		
		Pb		Zn		Ba		Mg		Hg (ppb)		S (%)		Pb, Zn	Ba				
		Th	M+σ	Th	M+σ	Th	M+σ	Th	M+σ	Th	M+σ	Th	M+σ						
1	Northern part of Block Ⅱ ( 34 L/7 )	1 ( 1 )	1 ( 360 )	1 ( 200 )	1 ( 60,000 )	3 ( 10 )	1 ( 0.028 )												
2	Central part of block X ( 34 L/11, L/12 )			2 ( 51 )	2 ( 360 )	2 ( 36,500 )	5 ( 10 )												
3	Northern part of Block X ( 34 L/11 )				2 ( 16 )	4 ( 900 )	2 ( 62,500 )	1 ( 33 )											
4	Eastern part of Block X ( 34 L/11 )					2 ( 38 )	5 ( 29,000 )	1 ( 50 )											
5	Western part of Block Ⅱ ( 34 L/4 )	1 ( 16 )	3 ( 540 )	3 ( 1,640 )	5 ( 62,500 )	1 ( 1,500 )	2 ( 0.084 )												
6	Central part of Block Ⅱ ( 34 L/8 )					3 ( 15 )	3 ( 20,000 )	2 ( 360 )											
7	Northern part of Block Ⅰ ( 34 L/4, L/8 )						1 ( 66 )	3 ( 1,700 )	1 ( 90 )										
8	Southern part of Block Ⅱ ( 34 L/8 )					1 ( 8 )	3 ( 150 )	7 ( 2,000 )	3 ( 40,000 )	1 ( 160 )	2 ( 0.047 )								
9	Northern part of Block Ⅱ ( 34 L/8 )						2 ( 740 )	2 ( 500 )	1 ( 13,000 )	1 ( 90 )	5 ( 0.036 )								
10	Central part of Block Ⅱ ( 34 L/8 )	2 ( 54 )	2 ( 207 )	1 ( 2,000 )	4 ( 52,500 )	1 ( 80 )													
11	Eastern part of Block Ⅱ ( 34 L/8 )						1 ( 65 )	2 ( 6,200 )	2 ( 5,500 )	1 ( 80 )	4 ( 0.229 )								
12	Western part of Block Ⅲ ( 34 L/12 )	1 ( 7 )	4 ( 65 )	5 ( 2,200 )	3 ( 16,000 )	1 ( 100 )	1 ( 0.313 )												
13	Eastern part of Block Ⅱ ( 34 L/12 )						1 ( 25 )	1 ( 5,800 )	3 ( 37,500 )	2 ( 110 )	5 ( 0.182 )								
14	Eastern part of Block X ( 34 L/12 )	1 ( 30 )	1 ( 54 )	9 ( 1,400 )															
15	Eastern part of Block X ( 34 L/12 )						3 ( 56 )	2 ( 420 )	2 ( 20,000 )	1 ( 50 )	2 ( 0.125 )								



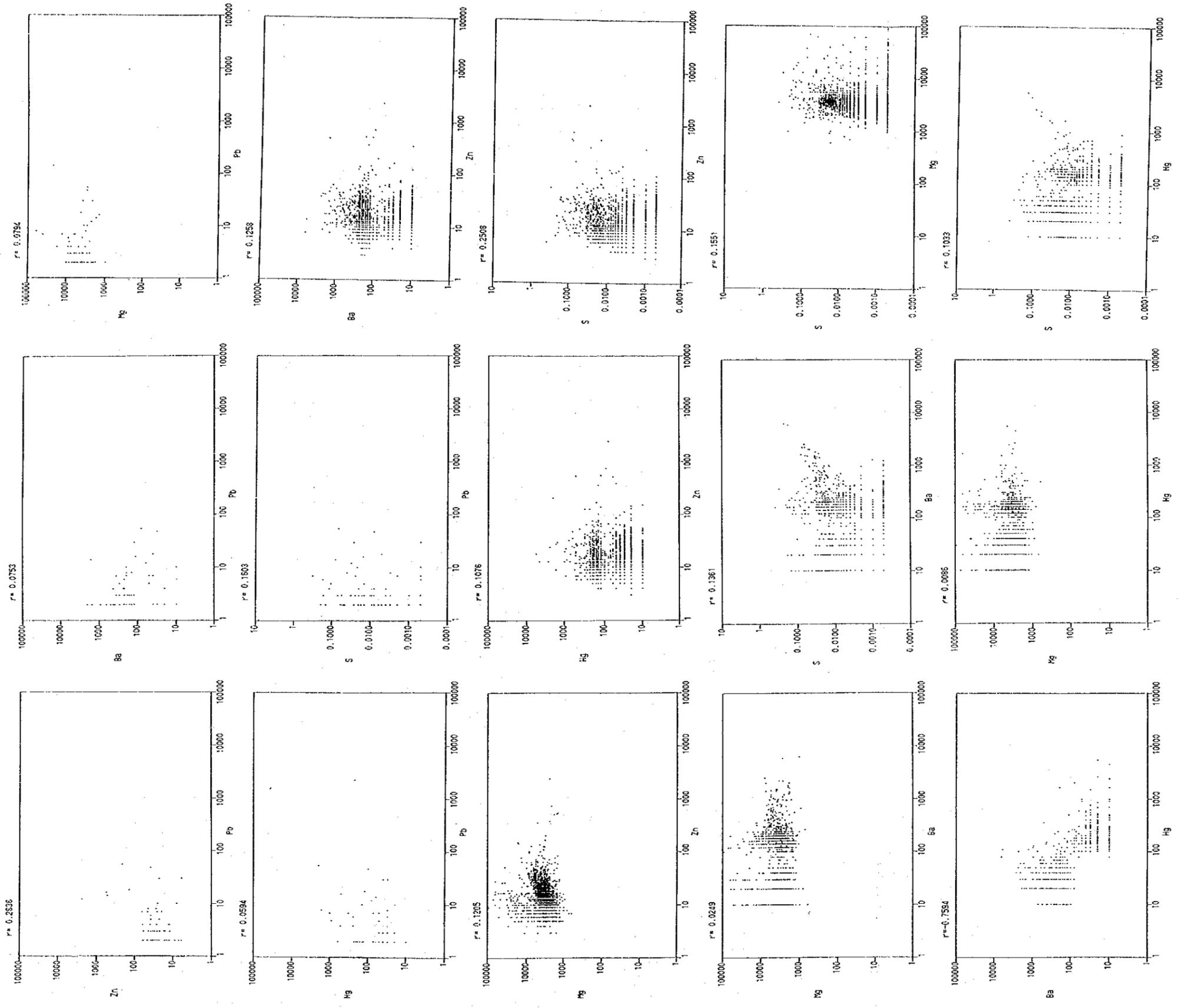
第II-1-3図

北部クズダール地域頻度分布図

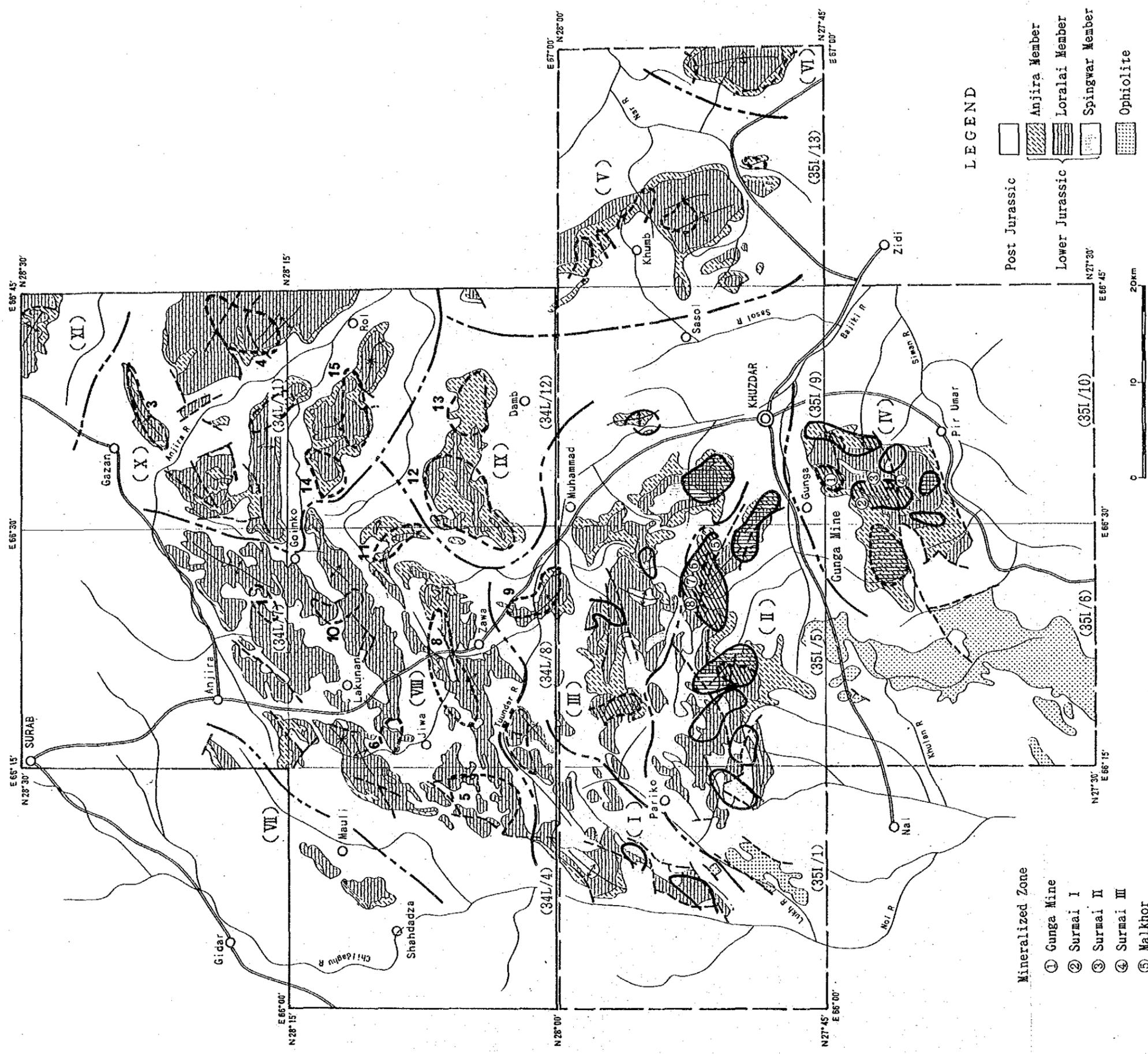


第Ⅱ-1-4図 北部クズダール地域累積頻度分布図





第Ⅱ-1-5図 北部クズダール地域散布図



LEGEND

- Post Jurassic
- Lower Jurassic
- Anjira Member
- Loralai Member
- Spingwar Member
- Ophiolite
- Mineralized Zone
- Fault
- Anticlinal Axis
- Synclinal Axis

Mineralized Zone

- ① Gunga Mine
- ② Surmai I
- ③ Surmai II
- ④ Surmai III
- ⑤ Malkhor
- ⑥ Ranj Lakl
- ⑦ East Sekran
- ⑧ Sekran

Classification of Geochemical Anomaly

- Pb·Zn(Ba) Anomalous Area
- Ba Anomalous Area

Rank of Evaluation by Geochemical Analysis

- A Rank
- B Rank
- C, D Rank

8 : Number of Anomalous Area

(II) Block Number and Boundary  
(34L/7) Topo Sheet Number



### 1-3-3 地化学探査総合解析

#### 1-3-3-1 概要

第1年次、第2年次調査範囲全域の、地化学特性を把握するため、両年次の全データを使用し総合的に、基礎統計解析、及び主成分分析(Principal Component Analysis)により多変量解析を実施した。これらの解析、検討で得られた結果の、概要のみを以下に述べる。

#### 1-3-3-2 分析結果の処理

##### (1) 基礎統計解析

両年次調査で採取された合計4,633個の試料による、元素別の平均値(M)、標準偏差( $\sigma$ )などの統計値一覧表を第II-1-9表に、頻度分布図を第II-1-7図、累積頻度分布図を第II-1-8図、相関係数一覧表を第II-1-10表、各成分間の散布図を第II-1-9図に示した。

しきい値は、両年次の全試料から、前述(1-3-2-2)の方法により決定した値を使用した。また、各成分の等値線図は、1kmグリッドの移動平均法を用いて作成した。総合解析図を第II-1-10図(PL. II-1-18)及び第II-1-11図(PL. II-1-19)に示した。

##### (2) 主成分分析

主成分分析とは、多くの変量の値をできるだけ情報の損失なしに、少数個の主要な変動に要約する方法である。地化学調査の分析成分6元素を基に主成分分析を行い、相関行列を第II-1-11表、固有値・固有ベクトルを第II-1-12表、因子分析結果一覧表を第II-1-13表に示し、因子分析スコア分布図を第II-1-12図～第II-1-14図に示した。

### 1-3-3-3 解析結果

#### (1) 基礎統計解析

各成分毎の地化学異常図(添付図 PL. II-1-18~PL. II-1-19)に示されるとおり、どの成分の異常域とも、第1年次調査範囲のスルマイ~シュクランゾーンを中心とした、岩体-II及びIVに分布し、第2年次調査地域には分布しないことが明確になった。

#### (2) 主成分分析

地化学探査の分析成分6元素を対象に、主成分分析を行った。第II-1-12表から各成分の寄与率は第1主成分が32.0%、第2主成分が26.9%、第3主成分が17.3%であり、第3主成分までに全変動の約76%の情報が含まれている。

第1主成分：第1主成分では、鉛及び亜鉛の固有ベクトルが大きく、次いでイオウ及び水銀が大きい。鉛、亜鉛及びイオウは、いずれも鉛-亜鉛の鉍化作用に関係した変量であることから、第1主成分は鉛-亜鉛鉍化作用の強さを表していると考えられる。第1主成分の高スコア域はスルマイ~シュクランゾーンに最も集中し、その他の範囲には、少規模な高スコア域が散在する。(第II-1-12図 第1主成分スコア分布図)

第2主成分：第2主成分では、バリウム、水銀の順に、固有ベクトルの絶対値が大きい。正の値を示すのはバリウム、負の値を取るのが水銀である。第2主成分は、バリウムに関する鉍化を要約し、その強さを表しているものと考えられる。第2主成分の高スコア域は、岩体-II、IV及びVに濃集が認められ、岩体-II及びIVでは、第1主成分の高スコア域を取り囲むように分布する傾向が見られる。その他の範囲には、少規模な高スコア域が散在する。(第II-1-13図 第2主成分スコア分布図)

第3主成分：第3主成分での固有ベクトルの絶対値は、マグネシウムで大きい。第3主成分の高スコア域は、岩体-Iから岩体-VIIIにかけて広く分布し、第1、第2主成分とは明らかに、その分布域を異にする(第II-1-14図 第3主成分スコア分布図)。すなわちマグネシウムは、鉛-亜鉛及びバリウムの鉍化作用に伴われる元素ではないと考えられる。

第4主成分：第4主成分での固有ベクトルの絶対値は、イオウ、マグネシウムの順で大きく、イオウが正、マグネシウムが負の値を示す。第4主成分の小規模な高スコア域は全地域に亘って分布し、第1～3主成分高スコア域の分布形態との相関は認められない。広域的に分布することから、初生的な元素と考えられるが、第1及び第2主成分高スコア域の周辺部にも分布が認められるため、鉛-亜鉛及びバリウムの鉱化作用にも、若干関与したことも考えられる。

第II-1-9表 クズダール地域統計値一覧表(総合)

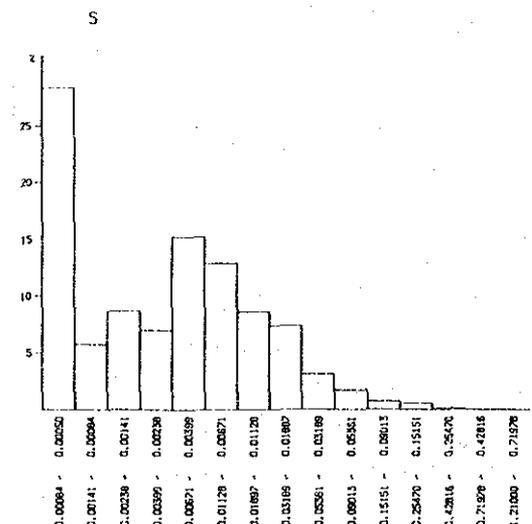
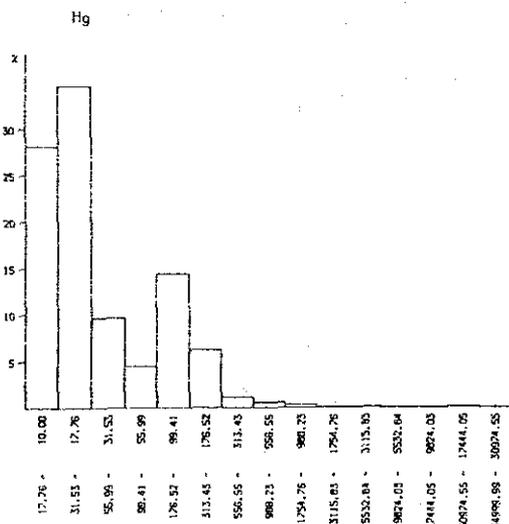
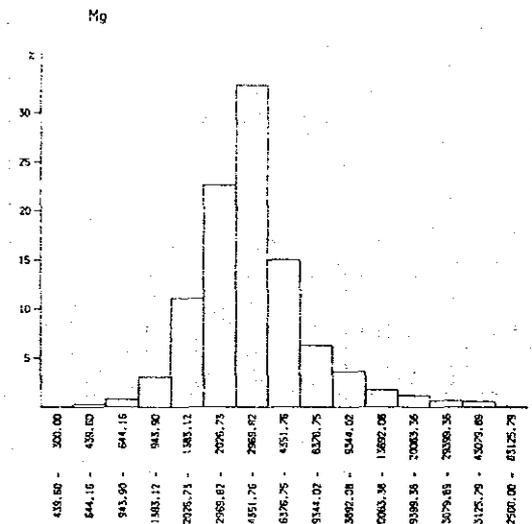
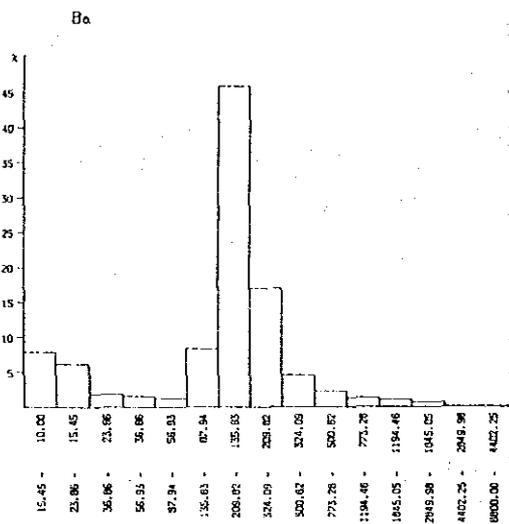
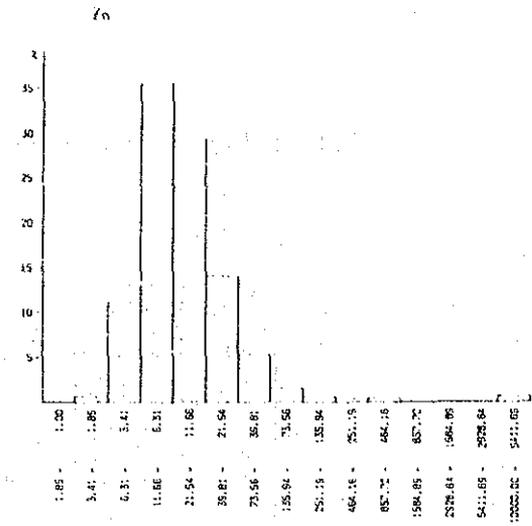
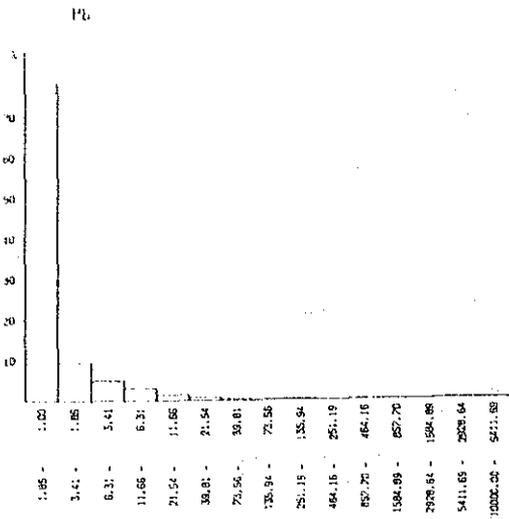
		by Member of Shirinab F.				by Block Number										
		Total	Anjira	Loralai	Springswar	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI
Number of Sample		4,633	1,287	2,914	405	265	731	874	505	339	142	58	905	184	580	50
Pb (ppm)	min	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	max	10,000	10,000	10,000	950	33.0	10,000	4,600	10,000	27	13	2	54	7	30	48
	$\sigma$	0.459	0.346	0.489	0.478	0.279	0.736	0.330	0.722	0.302	0.194	0.095	0.134	0.134	0.117	0.235
	平均(H)	1.49	1.38	1.43	2.61	1.95	3.13	1.40	2.21	1.46	1.20	1.02	1.04	1.08	1.05	1.08
	$H+\sigma$	4.3	3.1	4.40	7.94	2.6	17.0	3.0	11.6	2.9	1.8	1.2	1.4	1.5	1.4	1.9
	$H+2\sigma$	12.4	6.8	13.58	23.56	4.9	93.1	6.4	61.5	5.9	2.9	1.3	1.9	2.0	1.8	3.2
Zn (ppm)	min	1	3	1	1	4	1	1	1	3	5	6	3	4	3	6
	max	10,000	10,000	10,000	5,500	215	10,000	3,340	10,000	90	54	68	2,400	110	96	38
	$\sigma$	0.422	0.308	0.461	0.422	0.314	0.640	0.355	0.574	0.309	0.266	0.246	0.299	0.262	0.260	0.200
	平均(H)	14.50	16.57	13.73	14.13	11.36	20.74	13.17	20.09	14.73	12.86	14.64	12.17	14.63	12.4	10.37
	$H+\sigma$	38	34	40	37	23	90	30	75	30	23	26	24	27	22	16
	$H+2\sigma$	101	68	114	99	48	394	68	282	61	43	45	48	49	41	26.1
Hg (ppb)	min	10	10	10	10	10	10	10	10	10	100	10	10	10	10	100
	max	55,000	4,500	55,000	1,640	1,660	55,000	2,000	29,000	540	90	500	5,500	150	900	220
	$\sigma$	0.495	0.406	0.535	0.393	0.392	0.507	0.443	0.559	0.295	0.222	0.141	0.477	0.237	0.394	0.084
	平均(H)	32.87	29.14	36.38	23.10	22.75	23.90	27.14	25.68	17.55	14.57	159.13	86.17	32.38	28.40	146.80
	$H+\sigma$	103	74	124	57	56	76	75	73	35	24	220	258	56	70	178
	$H+2\sigma$	321	189	428	141	138	246	209	212	68	40	305	775	97	174	216
Ba (ppm)	min	10	10	10	20	10	30	20	50	10	100	10	10	30	10	10
	max	6,800	5,800	6,800	6,400	1,720	5,800	2,700	6,400	6,800	2,800	80	6,200	5,800	1,800	80
	$\sigma$	0.481	0.387	0.501	0.301	0.328	0.287	0.200	0.271	0.278	0.244	0.200	0.558	0.310	0.415	0.255
	平均(H)	131.99	202.18	101.69	226.12	148.43	226.36	194.16	231.65	201.49	211.95	16.34	38.23	242.68	126.17	17.49
	$H+\sigma$	400	492	323	453	316	437	307	432	380	371	26	138	495	328	32
	$H+2\sigma$	1,210	1,139	1023	906	673	847	487	807	718	651	41	496	1,011	853	57
Hg (ppm)	min	300	450	320	300	1,200	320	300	350	800	1,900	1,800	600	700	1,200	1,950
	max	92,500	48,500	92,500	85,000	70,000	70,000	90,000	80,000	52,000	21,000	13,500	92,500	37,500	62,500	17,500
	$\sigma$	0.290	0.211	0.287	0.455	0.359	0.343	0.306	0.272	0.249	0.209	0.175	0.270	0.247	0.219	0.165
	平均(H)	3,604	3,892	3,402	4,297	4,678	3,266	3,129	4,114	4,502	4,094	3,464	3,460	3,649	3,673	3,121
	$H+\sigma$	7,29	6,331	6,588	12,244	10,696	7,200	6,385	7,687	7,985	6,629	5,237	6,448	6,438	6,080	4,563
	$H+2\sigma$	13,709	10,300	12,757	34,890	24,454	15,877	12,828	14,365	14,163	10,734	7,917	12,019	11,360	10,064	6,673
S (%)	min	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	<0.001	0.0005	<0.001	0.0005	0.001	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005
	max	1.21	1.21	0.86	0.64	0.167	0.862	0.123	1.210	0.221	0.301	0.023	0.229	0.313	0.394	0.187
	$\sigma$	0.059	0.037	0.036	0.078	0.027	0.061	0.007	0.075	0.004	0.012	0.004	0.043	0.005	0.056	0.065
	平均(H)	0.003	0.006	0.003	0.004	0.003	0.004	0.003	0.005	0.005	0.007	0.002	0.002	0.004	0.002	0.003
	$H+\sigma$	0.015	0.024	0.011	0.017	0.013	0.017	0.012	0.024	0.022	0.022	0.009	0.010	0.023	0.011	0.016
	$H+2\sigma$	0.068	0.105	0.048	0.083	0.056	0.079	0.049	0.112	0.087	0.079	0.036	0.043	0.144	0.049	0.072

第II-1-10表 クズダール地域相関係数一覧表(総合)

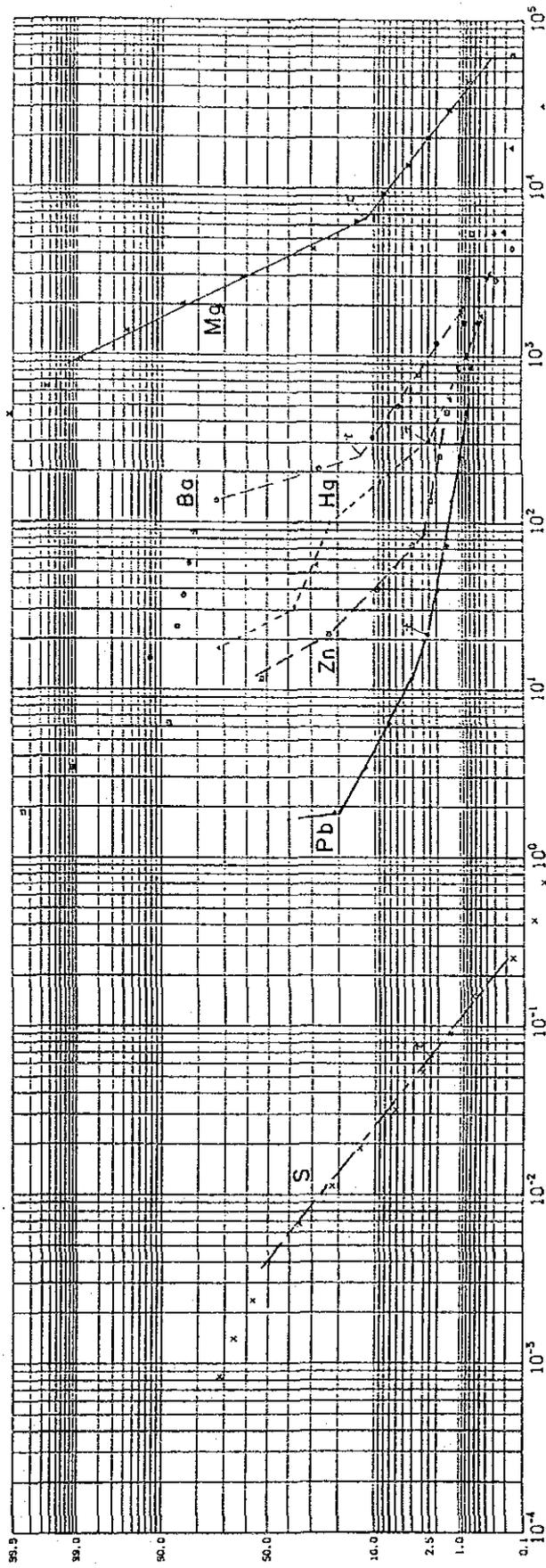
	P b	Total (N:4,633)			
Zn	0.634	Zn			
Ba	0.155	0.139	Ba		
Mg	-0.037	0.049	0.067	Mg	
Hg	0.232	0.301	-0.550	-0.085	Hg
S	0.187	0.247	0.240	0.162	0.071

Loralai M. (N:2,914)					Anjira M. (N:1,287)					
	P b				Zn	P b	Zn			
Zn	0.698	Zn			Ba	0.131	0.211	Ba		
Ba	0.157	0.107	Ba		Mg	0.150	0.321	0.120	Mg	
Mg	-0.098	-0.043	0.003	Mg	Hg	0.141	0.234	-0.363	-0.061	Hg
Hg	0.279	0.331	-0.629	-0.093	S	0.165	0.239	0.252	0.175	0.110
S	0.209	0.239	0.156	0.125	0.095					

Spingwar M. (N: 405)					
	P b				
Zn	0.521	Zn			
Ba	0.027	0.105	Ba		
Mg	-0.041	0.182	0.109	Mg	
Hg	0.251	0.324	-0.068	0.034	Hg
S	0.177	0.236	0.345	0.214	0.081



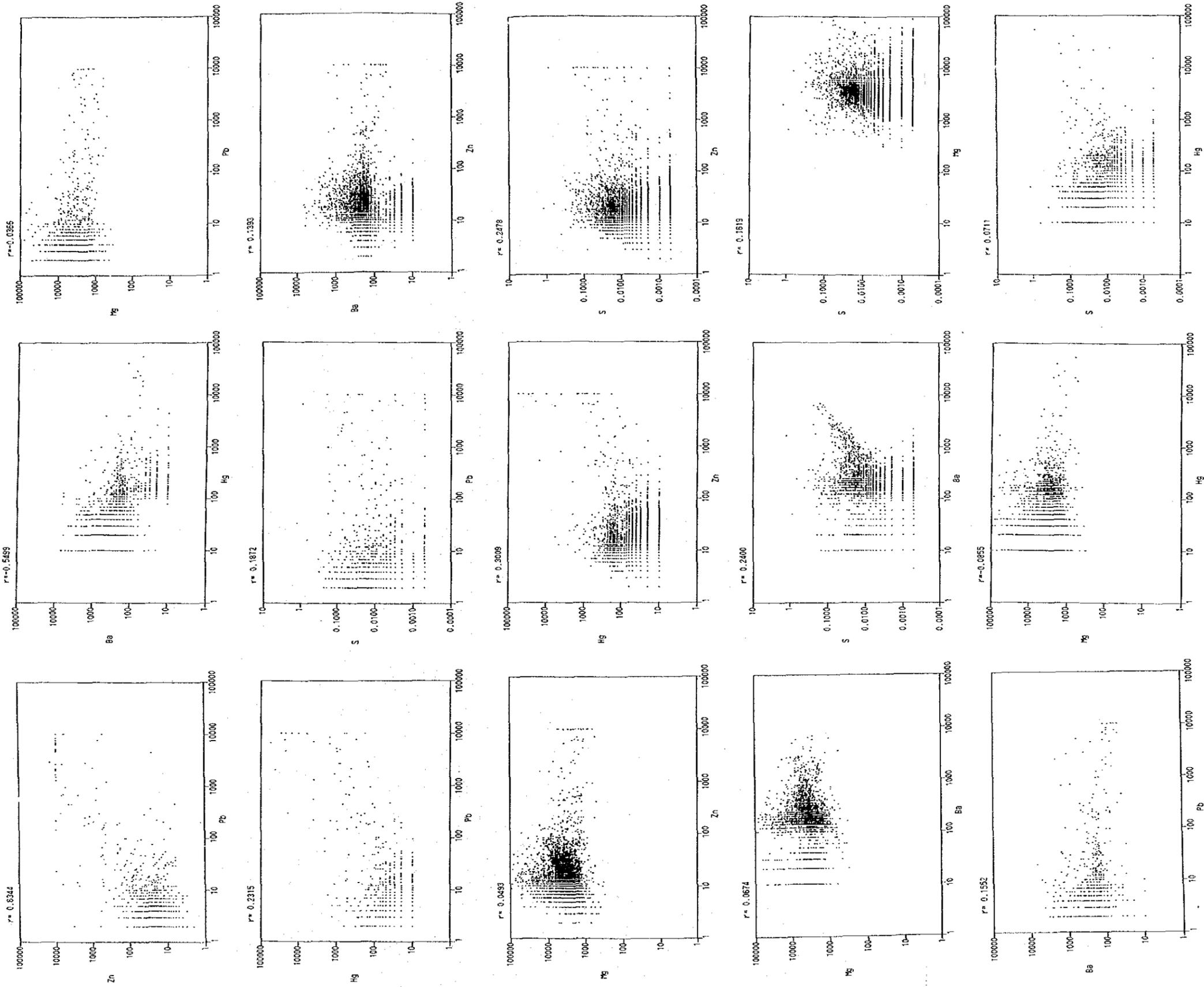
第II-1-7图 総合解析頻度分布図



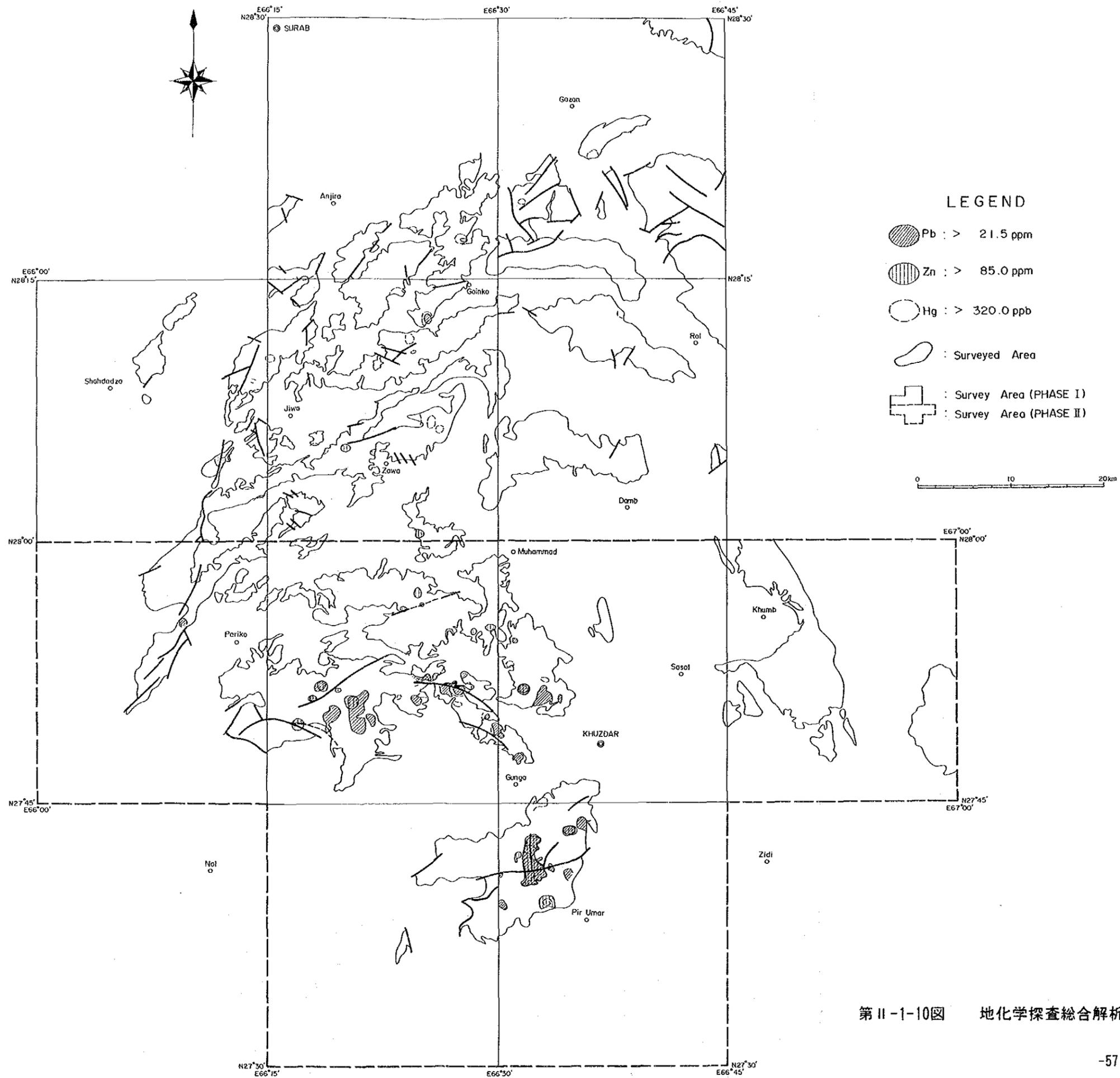
綜合解析累積頻度分布圖

第II-1-8圖

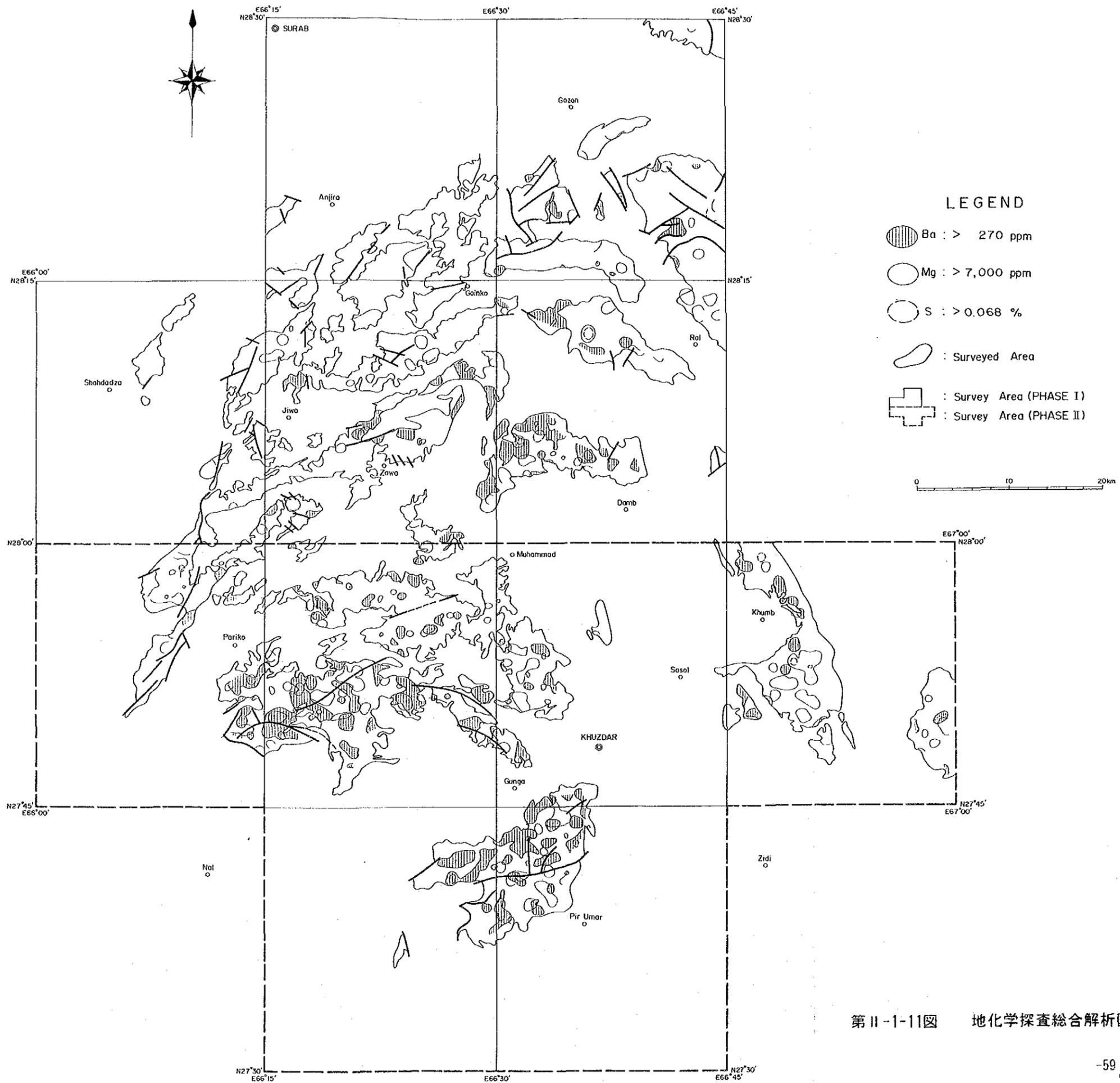




第II-1-9図 総合解析散布図



第 II - 1 - 10 図 地化学探査総合解析図 (Pb, Zn, Hg)





第II-1-11表 相関行列 (Correlation Matrix)

	Pb	Zn	Hg	Ba	Mg	S
Pb	1.000	0.634	0.231	0.155	-0.037	0.187
Zn	0.634	1.000	0.001	0.139	0.050	0.248
Hg	0.231	0.301	1.000	-0.550	-0.085	0.071
Ba	0.155	0.139	-0.550	1.000	0.067	0.240
Mg	-0.037	0.050	-0.085	0.067	1.000	0.162
S	0.187	0.248	0.071	0.240	0.162	1.000

第II-1-12表 主成分分析結果一覽表 (Eigenvector)

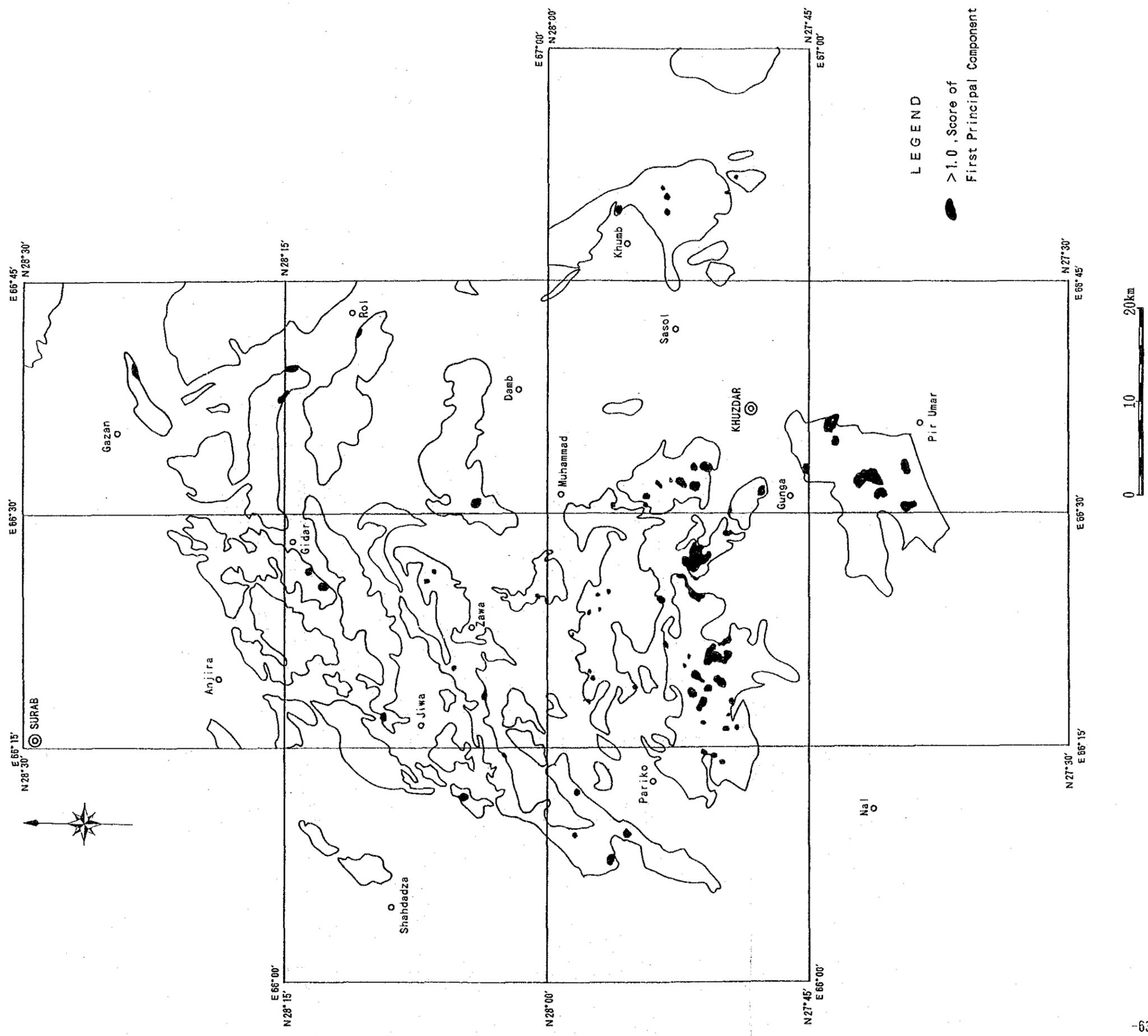
	1	2	3	4	5	6
Pb	0.600	0.021	-0.257	-0.259	-0.709	0.042
Zn	0.632	0.008	-0.092	-0.225	0.630	-0.382
Hg	0.319	-0.618	-0.251	0.151	0.166	0.655
Ba	0.102	0.698	-0.251	0.008	-0.232	0.621
Mg	0.050	0.236	0.823	-0.504	-0.060	0.088
S	0.352	0.275	0.386	0.778	-0.127	-0.173
固有値	1.921	1.610	1.042	0.777	0.362	0.288
累積寄与率	0.320	0.589	0.762	0.892	0.952	1.000
標準偏差 *	1.386	1.269	1.021	0.882	0.602	0.537

\*:Score Standard Deviation

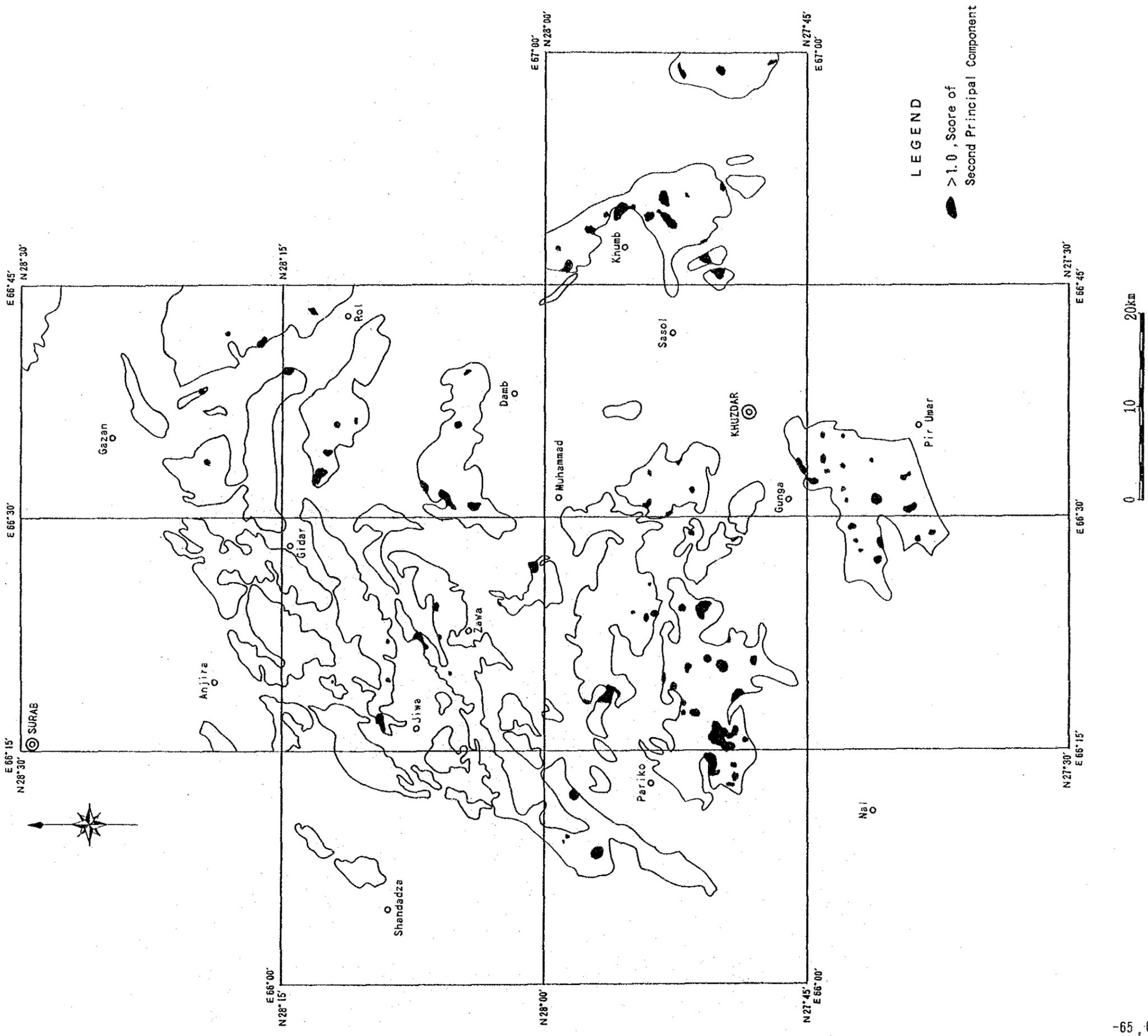
第II-1-13表 因子負荷量 (Factor Loading)

	1	2	3	4	5	6
Pb	0.834	0.027	-0.263	-0.228	-0.426	0.022
Zn	0.875	0.010	-0.094	-0.198	0.379	-0.205
Hg	0.443	-0.784	0.196	0.133	0.100	0.352
Ba	0.141	0.885	-0.256	0.007	0.140	0.333
Mg	0.069	0.299	0.839	-0.444	-0.035	0.047
S	0.488	0.349	0.394	0.686	-0.076	-0.093

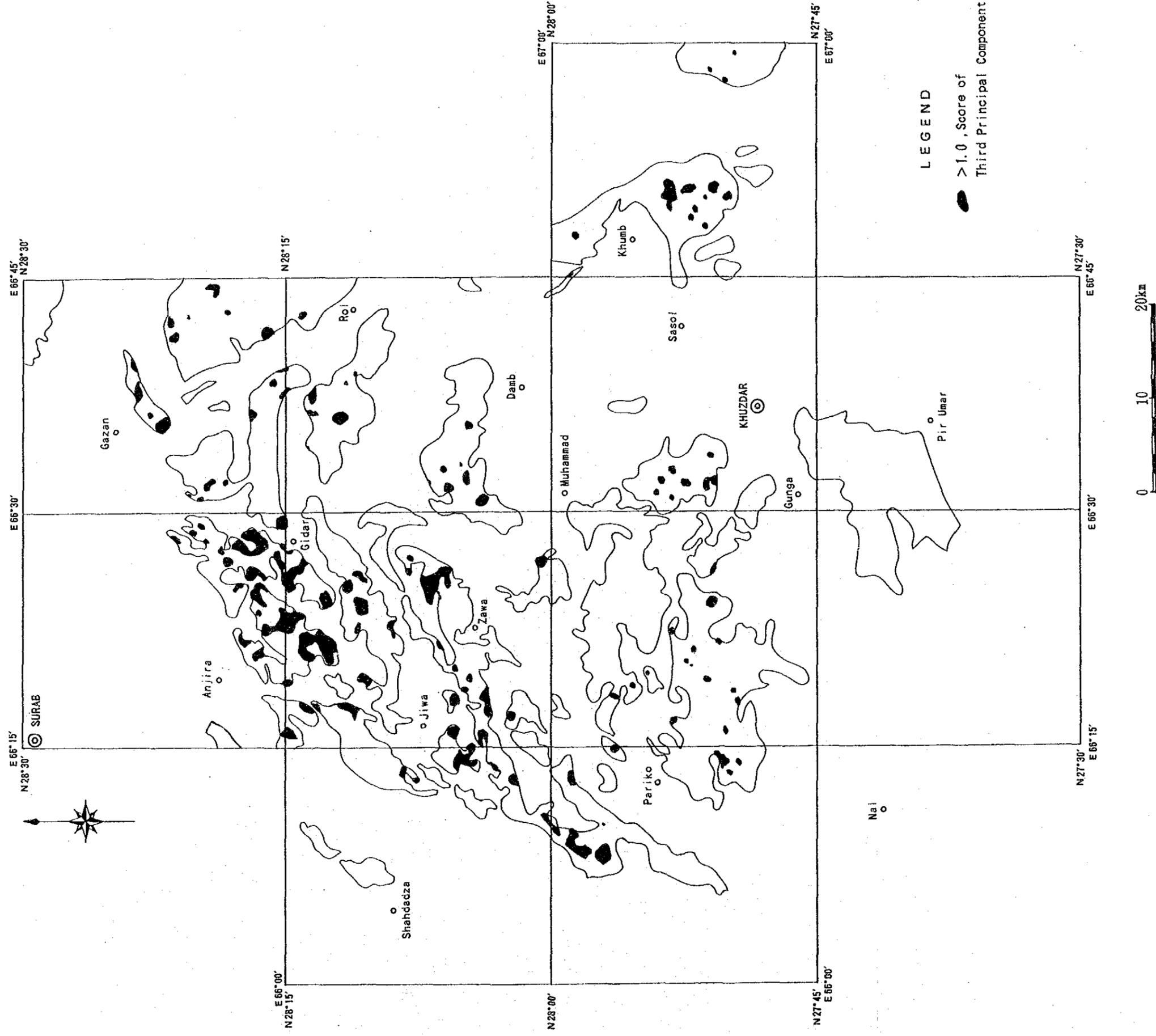




第II-1-12図 第1主成分スコア分布図



第II-1-13図 第2主成分スコア分布図



第Ⅱ-1-14図 第3主成分スコア分布図



## 1-4 考察

### 1-4-1 地質構造、鉍化作用の特性と鉍化規制について

南部クズダール地域には、スルマイ鉍徴地、マルホール～シュ克蘭鉍徴地及びグンガ鉍床が存在し、それらは岩体-IVから岩体-IIにかけて約25km連続する巾約2kmの狭いゾーン(スルマイ～シュ克蘭ゾーン)の中に配列している。このゾーンはクズダールノットの構造方向がN-S～E-Wへ折れ曲がる部分に位置し、アンジラ部層及び白亜系が分布する沈降部を囲んでいる。すなわちこのゾーンは旧堆積盆周辺の隆起帯と考えられる。

またスルマイ～シュ克蘭ゾーンはキルタル褶曲帯とオフィオライト帯を分ける、南北に走る断層帯の北部延長部に当たり、その下部には大きな構造線が潜在していると思われる。沈降部には、カラチ西部から約200kmにわたり連続するオフィオライト帯の北部末端が分布している。

これまでの地表調査の結果、及び後述のスルマイ地区ボーリング調査で得られたデータを含め、クズダール地域で見られる鉍床の形態は、明らかにミシシッピーバレー型鉍床の特徴を有している。またパキスタンにおける、ミシシッピーバレー型と考えられる鉛-亜鉛-重晶石鉍床は、主に上記オフィオライト帯周辺の、ジュラ系石灰岩中に分布する(第I-3-1図)。すなわち、これら鉍床の成因はオフィオライトの活動に密接に関係していると考えられる。

第2年次調査地域に分布するシリナブ層は、褶曲をくりかえしながら、上記スルマイ～シュ克蘭ゾーンの外側を、大きくとりかこむ形で分布し、同層中の鉍徴としては、調査地域最南部に褐鉄鉍、菱鉄鉍及び方解石の網状細脈が小規模に見られるのみである。すなわち、第2年次調査範囲は、オフィオライトをとりかこむ形で鉛-亜鉛鉍化作用の鉍徴地が配列するスルマイ～シュ克蘭ゾーンの、更に北側外郭部にあたる。

### 1-4-2 地化学異常と鉍化作用との関係について

北部クズダール地域には、南部クズダール地域に見られる、スルマイ、グンガ、マルホール～シュ克蘭のような鉍徴地は分布せず、有望な地化学異常域も認められない。各成分とも、異常値は散在し、絶対値も低い。複合異常域の最高ランクは、バリウム系のCランクであり、鉛-亜鉛系では、最低ランクとしたEランクしか認められない。

南北クズダール地域の、異常域の分布を総合的に見れば、南部クズダール地域南西部のオフィオライト分布域のまわりに、スルマイ～シュ克蘭ゾーンの鉍徴地を反映する鉛-亜鉛系の高～低程度異常域が、さらにその外側にバリウム系の異常域が配列することが認められる。

北部クズダール地域最南部に分布する、No. 5, 7, 9の鉛-亜鉛系 Eランク異常域は、上記鉛-亜鉛系異常域の北部末端部にあたり、またそれ以外の範囲にはバリウム系の異常域が分布していることが判明した。

第1年次及び第2年次のデータを使用して実施した総合的な解析の結果では、鉛-亜鉛の有望な異常域は、いずれも第1年次調査範囲のスルマイ～シュクランゾーンと、その周辺に分布することが明確になった。

#### 1-4-3 鉱床賦存のポテンシャルについて

南部クズダール地域のスルマイ～シュクランゾーンで見られる鉱徴地は、層～脈状の鉛-亜鉛酸化鉱からなるゴッサンから構成され、一鉱徴地の規模は走向方向に100～数100m、巾は数～数10mの規模を示す。また、その周辺に多数の褐鉄鉱、菱鉄鉱及び方解石の脈～細脈を伴うことが多い。これに対し、北部クズダール地域では非常に小規模な褐鉄鉱、菱鉄鉱あるいは方解石の網状細脈が、数箇所把握されたのみである。また、1-4-1で述べたとおり北部クズダール地域は、鉛-亜鉛鉱化作用分布域に対しては外郭部にあたる。

地化学探査の面では、南部クズダール地域に分布する鉱徴地に伴う地化学異常は、Aランクの鉛-亜鉛複合異常域が地層の走向方向に、数kmの規模で連続し、その外側にバリウムの複合異常域が分布するのに対し、第1年次と同じしきい値を用い、第2年次調査範囲で得られた異常域は、バリウム系の、Cランクの異常域及び鉛-亜鉛系のEランク異常域のみである。また 1-4-2で述べたとおり、北部クズダール地域は鉛-亜鉛系の高異常域分布域に対しては外郭部にあたる。

以上のことから、北部クズダール地域における鉱床賦存のポテンシャルは、非常に低いと考えざるをえない。