

117
66
MAY

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1年次

昭和62年6月

国際協力事業団
金属鉱業事業団

鉱計資

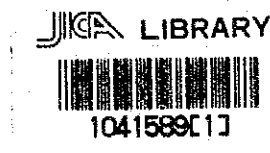
CR(3)

87-133

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1年次



17298

昭和62年6月

国際協力事業団
金属鉱業事業団

國際協力事業団		
受入 月日	'88. 3. 15	117
		66
登録No.	17298	MPN

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、同国バルチスタン州クズダール地域の鉱物資源賦存の可能性を確認するため、3ヶ年にわたり地質調査などの鉱床探査に関する諸調査を実施することとし、その実施を国際協力事業団に委託した。国際協力事業団は本調査の内容が地質及び鉱物資源の調査という専門分野に属することから、この調査の実施を金属鉱業事業団に委託することとした。

本調査は昭和61年度が第1年次にあたり、金属鉱業事業団は7名からなる調査団を編成し、昭和61年12月8日から昭和62年4月21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の協力を得て予定通り完了した。

本報告書は第1年次の調査結果をとりまとめたもので、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対して衷心より感謝の意を表するものである。

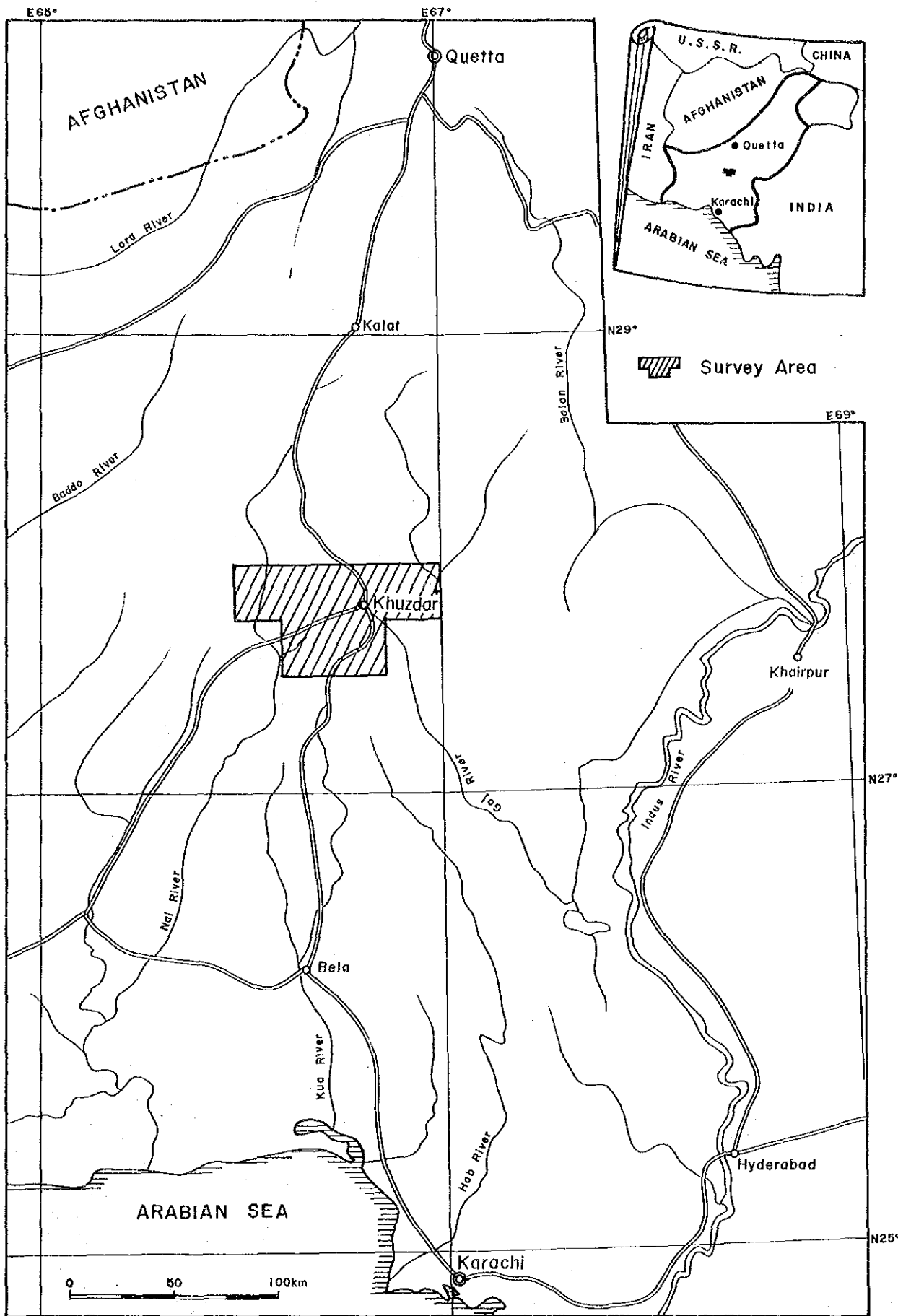
昭和 62 年 6 月

国際協力事業団

総 裁 有 田 圭 輔

金属鉱業事業団

理 事 長 佐 藤 淳 一 郎



第1圖 調査地域位置図

要 約

パキスタン回教共和国クズダール地域における資源開発協力基礎調査の第1年次調査はミシシッピーバレー型鉛-亜鉛鉱床賦存有望地域を抽出することを目的として実施された。調査内容はクズダール地域のジュラ系石灰岩類分布範囲 1,350 km² に対する地質概査及び地化学探査、この範囲のうちすでに鉱徴が把握されているスルマイ地区 10 km² に対する地質精査、地化学探査および物理探査である。

1. クズダール地域

クズダール地域はインド-パキスタンプレート前縁の断層、褶曲帯に含まれ、その地質は激しく褶曲したジュラ～白亜系の炭酸塩岩類から構成される。地域周辺の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が分布し、下位から砂岩を主とするスピングワ、石灰岩を主とするロライ、及び石灰岩と頁岩の互層を主とするアンジラの3部層に区分される。地質の構造方向は地域の南部及び東部では N-S～NNW-SSE、北部から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。

本地域に分布するミシシッピーバレー型鉛-亜鉛鉱床には既開発のゲンガ鉱床、精査を行ったスルマイ鉱徴地の他、今回、縮尺1:2,000でスケッチを行ったマルホール、ランジラキ、東シュクラン及びシュクランの4鉱徴地がある。これら6鉱徴地は地質の構造方向に沿い地域中央部に約25km連続する狭いゾーン中に、各々1km程度の走向延長を持ち断続的に配列する。鉱化作用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に区分され、前者は主にロライ部層に、後者はシリナブ層全体に賦存する。地表鉱徴は、すべてゴッサン(酸化露頭)として分布しその平均的な分析値は Pb:0.5%, Zn:5%である。主な構成鉱物は褐鉄鉱、方解石、石英、菱鉄鉱であり、亜鉛品位は異極鉱に基づく可能性が強い。地表下100m前後の地下水位以深の鉱床は初生の硫化鉱から構成されると予想される。

マルホール～シュクラン鉱徴地帯の一部はスルマイ鉱床に匹敵する鉱況を示し、下部への発展も期待できるが複雑な構造のため不明確な点が多い。

地化学探査は岩石試料を用い Pb, Zn, Ba, Mg, Hg, Sの6成分について検討を行った。この結果、Pb, Zn, Hgが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於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現れ、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。

2. スルマイ地区

スルマイ地区には上記シリナブ層の3部層が分布しロライ部層はⅠ～Ⅳ、アンジラ部層はⅠ～Ⅲの各ユニットに細分される。地質の構造方向は南北を呈し、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。隆起帯沿いに、各々走向延長約1kmを呈す3箇所の鉱徴地が断続的に分布し、北からスルマイ-Ⅰ、Ⅱ、Ⅲと呼称される。スルマイ-Ⅰ及びⅢは主にロライ部層ユニットⅡ～Ⅲに胚胎する厚い層状鉱床から構成され、その一部は高品位で下部への延長も期待出来る。スルマイ-Ⅱには断層に伴う小規模な鉱床が数箇所分布するが、いずれも発展が期待できない。

クズダール地域と同じ手法で実施された本地区における地化学探査の結果は、クズダール地域と同様にPb, Zn, Hgがゴッサンを中心とする明瞭な異常域を示した。

IP及びSIP法による物理探査の結果は地質調査で有望とされたゴッサンの下部、地表下100～200mに、硫化鉱に基づくと考えられる優勢な示徴を把握した。

上記各調査の結果を総合的に検討し、スルマイ-Ⅰ及びスルマイ-Ⅲ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ボーリング探鉱が望まれ、それぞれに対するボーリングを実施すべき地点を各1点選定した。

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 序 論

第1章 調査概要	1
1-1 調査目的	1
1-2 調査地域	1
1-3 調査方法及び調査量	2
1-4 調査期間及び調査団の編成	3
1-4-1 現地調査期間	
1-4-2 調査団の編成	
第2章 調査地域の概要	7
2-1 調査地域の地理	7
2-2 調査地域周辺の地質概要	7
2-3 従来調査	9

第 II 部 クズダール地域 (概査)

第1章 地質調査	15
1-1 地質概要	15
1-2 地質層序	20
1-2-1 スピングワ部層	
1-2-2 ロラライ部層	
1-2-3 アンジラ部層	
1-3 地質構造	21
1-4 鉍化作用	22
1-4-1 マルホール～シュ克蘭鉍徴地帯	
1-4-2 ゲンガ鉍床	

第2章 地化学探査	42
2-1 概要	42
2-2 分析結果の処理	42
2-3 解析結果	43
2-3-1 シリナブ層中の品位傾向	
2-3-2 成分の相関	
2-3-3 異常の抽出と評価	
第3章 総合考察	63
3-1 地質構造と鉍化帯の関係	63
3-2 地化学探査異常と鉍化帯の関係	63
第Ⅲ部 スルマイ地区（精査）	
第1章 地質調査	65
1-1 地質概要	65
1-2 地質層序	67
1-2-1 スピングワ部層	
1-2-2 ロラライ部層	
1-2-3 アンジラ部層	
1-3 地質構造	68
1-4 鉍化作用	69
1-4-1 スルマイ-I	
1-4-2 スルマイ-II	
1-4-3 スルマイ-III	
第2章 地化学探査	78
2-1 概要	78
2-2 分析結果の処理	78
2-3 解析結果	79
2-3-1 層別品位傾向	
2-3-2 成分の相関	
2-3-3 異常の抽出と評価	
第3章 物理探査（SIP法・IP法）	93
3-1 概要	93
3-1-1 調査範囲	
3-1-2 調査仕様	

3-1-3	調査方法	
3-1-4	測定機器	
3-2	データ処理と岩石試料測定	99
3-2-1	IP法データ処理	
3-2-2	SIP法データ処理	
3-2-3	デカップル処理	
3-2-4	岩石試料測定	
3-3	解析結果	111
3-3-1	見掛比抵抗平面図及び断面図	
3-3-2	PFE平面図及び断面図	
3-3-3	位相差断面図	
3-3-4	各種スペクトル図	
3-3-5	デカップル処理図	
3-3-6	シミュレーション解析図	
3-3-7	検討及び解析図	
3-4	グンガ鉱山調査結果	183
3-4-1	見掛比抵抗・PFE断面図	
3-4-2	位相差断面図	
3-4-3	各種スペクトル図	
3-4-4	デカップル処理図	
3-4-5	シミュレーション解析図	
3-4-6	検討及び解析図	
第4章	総合考察	196
4-1	地質構造と鉱化帯の関係	196
4-2	地化学探査異常と鉱化帯の関係	196
4-3	物理探査異常と鉱化帯の関係	196
4-4	鉱床の生成過程	197

第IV部 結論及び提言

第1章	結論	199
1-1	クズダール地域	199
1-2	スルマイ地区	200
第2章	第2年次調査への提言	200
2-1	クズダール地域	200

2-2 スルマイ地区.....201

参 考 文 献.....205

写 真.....207

巻 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 -2-1 図 | パキスタン構造单元図 |
| 第 I -2-2 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 | クズダール地域周辺 地質層序図 |
| 第 II -1-3 図 | マルホール, ランジラキ 地質鉱床図 |
| 第 II -1-4 図 | 東シュ克蘭, シュ克蘭 地質鉱床図 |
| 第 II -1-5 図 | マルホール, ランジラキ, シュ克蘭 地質断面図 |
| 第 II -1-6 図 | グンガ鉱山地質図 |
| 第 II -2-1 図 | クズダール地域 頻度分布図 |
| 第 II -2-2 図 | クズダール地域 累積頻度分布図 |
| 第 II -2-3 図 | 地質断面ユニット別品位分布図(1) |
| 第 II -2-4 図 | 地質断面ユニット別品位分布図(2) |
| 第 II -2-5 図 | クズダール地域 散布図 |
| 第 II -2-6 図 | 鉱徴地分布及び地化学探査解析結果総合図 |
| 第 III -1-1 図 | スルマイ地区 地質層序図 |
| 第 III -1-2 図 | スルマイ地区 地質図 (スルマイ I, II) |
| 第 III -1-3 図 | スルマイ地区 地質図 (スルマイ III) |
| 第 III -1-4 図 | スルマイ地区 地質断面図 |
| 第 III -2-1 図 | スルマイ地区 頻度分布図 |
| 第 III -2-2 図 | スルマイ地区 累積頻度分布図 |
| 第 III -2-3 図 | スルマイ地区 散布図 |
| 第 III -2-4 図 | スルマイ地区 地化学探査結果図 (Pb) |
| 第 III -2-5 図 | スルマイ地区 地化学探査結果図 (Zn) |
| 第 III -2-6 図 | スルマイ地区 地化学探査結果図 (Hg) |
| 第 III -2-7 図 | スルマイ地区 地化学探査結果図 (Ba) |
| 第 III -2-8 図 | スルマイ地区 地化学探査結果図 (Mg) |
| 第 III -2-9 図 | スルマイ地区 地化学探査結果図 (S) |
| 第 III -3-1 図 | スルマイ I 地区 測線位置図 |
| 第 III -3-2 図 | スルマイ II 地区 測線位置図 |
| 第 III -3-3 図 | スルマイ III 地区 測線位置図 |

第Ⅲ-3-4図	グンガ鉱山地区 測線位置図
第Ⅲ-3-5図	SIP法 測定概要図
第Ⅲ-3-6図	SIP法 測定装置ブロックダイアグラム
第Ⅲ-3-7図	コール・コール図
第Ⅲ-3-8図	マグニチュードスペクトル図
第Ⅲ-3-9図	位相差スペクトル図
第Ⅲ-3-10図	岩石試料測定装置
第Ⅲ-3-11図	岩石試料の位相差スペクトルタイプ
第Ⅲ-3-12(1)図	スルマイ I地区 見掛比抵抗平面図 (n=1 平面)
第Ⅲ-3-12(2)図	スルマイ I地区 見掛比抵抗平面図 (n=3 平面)
第Ⅲ-3-12(3)図	スルマイ I地区 見掛比抵抗平面図 (n=5 平面)
第Ⅲ-3-13図	スルマイ I地区 見掛比抵抗断面図 (パネル図)
第Ⅲ-3-14(1)図	スルマイ II地区 見掛比抵抗平面図 (n=1 平面)
第Ⅲ-3-14(2)図	スルマイ II地区 見掛比抵抗平面図 (n=3 平面)
第Ⅲ-3-14(3)図	スルマイ II地区 見掛比抵抗平面図 (n=5 平面)
第Ⅲ-3-15図	スルマイ II地区 見掛比抵抗断面図 (パネル図)
第Ⅲ-3-16(1)図	スルマイ III地区 見掛比抵抗平面図 (n=1 平面)
第Ⅲ-3-16(2)図	スルマイ III地区 見掛比抵抗平面図 (n=3 平面)
第Ⅲ-3-16(3)図	スルマイ III地区 見掛比抵抗平面図 (n=5 平面)
第Ⅲ-3-17(1)図	スルマイ III地区 見掛比抵抗断面図 (パネル図)
第Ⅲ-3-17(2)図	スルマイ III地区 見掛比抵抗断面図 (パネル図)
第Ⅲ-3-18(1)図	スルマイ I地区 P F E平面図 (n=1 平面)
第Ⅲ-3-18(2)図	スルマイ I地区 P F E平面図 (n=3 平面)
第Ⅲ-3-18(3)図	スルマイ I地区 P F E平面図 (n=5 平面)
第Ⅲ-3-19図	スルマイ I地区 P F E断面図 (パネル図)
第Ⅲ-3-20(1)図	スルマイ II地区 P F E平面図 (n=1 平面)
第Ⅲ-3-20(2)図	スルマイ II地区 P F E平面図 (n=3 平面)
第Ⅲ-3-20(3)図	スルマイ II地区 P F E平面図 (n=5 平面)
第Ⅲ-3-21図	スルマイ II地区 P F E断面図 (パネル図)
第Ⅲ-3-22(1)図	スルマイ III地区 P F E平面図 (n=1 平面)
第Ⅲ-3-22(2)図	スルマイ III地区 P F E平面図 (n=3 平面)
第Ⅲ-3-22(3)図	スルマイ III地区 P F E平面図 (n=5 平面)
第Ⅲ-3-23(1)図	スルマイ III地区 P F E断面図 (パネル図)
第Ⅲ-3-23(2)図	スルマイ III地区 P F E断面図 (パネル図)
第Ⅲ-3-24図	5周波数 位相差断面図 (Line B)

第Ⅲ-3-25図	5周波数 位相差断面図 (Line D)
第Ⅲ-3-26図	5周波数 位相差断面図 (Line Q)
第Ⅲ-3-27図	5周波数 位相差断面図 (Line G)
第Ⅲ-3-28図	5周波数 位相差断面図 (Line O)
第Ⅲ-3-29図	5周波数 位相差断面図 (Line J)
第Ⅲ-3-30図	5周波数 位相差断面図 (Line L)
第Ⅲ-3-31図	5周波数 位相差断面図 (Line M)
第Ⅲ-3-32図	5周波数 位相差断面図 (Line R)
第Ⅲ-3-33図	各種スペクトル図 (Line B)
第Ⅲ-3-34図	各種スペクトル図 (Line D)
第Ⅲ-3-35図	各種スペクトル図 (Line Q)
第Ⅲ-3-36図	各種スペクトル図 (Line G)
第Ⅲ-3-37図	各種スペクトル図 (Line O)
第Ⅲ-3-38図	各種スペクトル図 (Line J)
第Ⅲ-3-39図	各種スペクトル図 (Line L)
第Ⅲ-3-40図	各種スペクトル図 (Line M)
第Ⅲ-3-41図	各種スペクトル図 (Line R)
第Ⅲ-3-42図	シミュレーション解析図 (Line C)
第Ⅲ-3-43図	シミュレーション解析図 (Line D)
第Ⅲ-3-44図	シミュレーション解析図 (Line J)
第Ⅲ-3-45図	シミュレーション解析図 (Line L)
第Ⅲ-3-46図	スルマイ I地区 解析図
第Ⅲ-3-47図	スルマイ II地区 解析図
第Ⅲ-3-48図	スルマイ III地区 解析図
第Ⅲ-3-49図	グンガ鉱山地区 見掛比抵抗・P F E断面図 (Line S, Line T)
第Ⅲ-3-50図	グンガ鉱山地区 5周波数 位相差断面図 (Line S)
第Ⅲ-3-51図	グンガ鉱山地区 5周波数 位相差断面図 (Line T)
第Ⅲ-3-52図	グンガ鉱山地区 各種スペクトル図 (Line S)
第Ⅲ-3-53図	グンガ鉱山地区 各種スペクトル図 (Line T)
第Ⅲ-3-54図	シミュレーション解析図 (Line S)
第Ⅲ-3-55図	シミュレーション解析図 (Line T)
第Ⅲ-3-56図	グンガ鉱山 地区 解析図
第Ⅳ-1-1図	スルマイ地区 予想地質断面図及び試錐計画 (提言図)

付 表

- 第Ⅱ-1-1表 石灰岩の構成物及び構成比率による分類表
- 第Ⅱ-1-2表 鉍石分析結果一覧表
- 第Ⅱ-1-3表 鉍石研磨片検鏡結果一覧表
- 第Ⅱ-1-4表 岩石薄片検鏡結果一覧表
- 第Ⅱ-1-5表 X線回折結果一覧表(1)~(3)
- 第Ⅱ-1-6表 全岩分析結果一覧表
- 第Ⅱ-2-1表 クズダール地域 しきい値一覧表
- 第Ⅱ-2-2表 クズダール地域 統計値一覧表
- 第Ⅱ-2-3表 地質断面ユニット別 統計値一覧表
- 第Ⅱ-2-4表 クズダール地域 相関係数一覧表
- 第Ⅱ-2-5表 地質断面ユニット別 相関係数一覧表
- 第Ⅱ-2-6表 クズダール地域 複合異常域ランク区分表
- 第Ⅱ-2-7表 クズダール地域 複合異常域一覧表(1)~(2)
- 第Ⅲ-2-1表 スルマイ地区 しきい値 (n = 205)
- 第Ⅲ-2-2表 スルマイ地区 しきい値 (n = 169)
- 第Ⅲ-2-3表 スルマイ地区 統計値一覧表
- 第Ⅲ-2-4表 スルマイ地区 地層別統計値一覧表
- 第Ⅲ-2-5表 火成岩、砂岩、頁岩及び石灰岩中の平均含有量
- 第Ⅲ-2-6表 スルマイ地区 相関係数
- 第Ⅲ-2-7表 スルマイ地区 地層別相関係数一覧表
- 第Ⅲ-3-1表 測線長及び測点数一覧表
- 第Ⅲ-3-2表 SIP・IP 測定機器一覧表
- 第Ⅲ-3-3表 岩石試料の物性試験結果一覧表
- 第Ⅲ-3-4表 位相差-コール・コースペクトル対比表
- 第Ⅲ-3-5表 SIP・IP異常シミュレーション解析結果一覧表

写 真

- 写真 1 岩石顕微鏡写真
- 写真 2 鉍石顕微鏡写真

添 付 図

- PL. II-1-1 クズダール地域 地質図 (35 I/1) 縮尺 1:50,000
- PL. II-1-2 クズダール地域 地質図 (35 I/5) 縮尺 1:50,000
- PL. II-1-3 クズダール地域 地質図 (35 I/6) 縮尺 1:50,000
- PL. II-1-4 クズダール地域 地質図 (35 I/9) 縮尺 1:50,000
- PL. II-1-5 クズダール地域 地質図 (35 I/10) 縮尺 1:50,000
- PL. II-1-6 クズダール地域 地質図 (35 I/13) 縮尺 1:50,000
- PL. II-1-7 クズダール地域 地質断面図 縮尺 1:50,000
- PL. II-2-1 クズダール地域 試料採取位置図 (35 I/1) 縮尺 1:50,000
- PL. II-2-2 クズダール地域 試料採取位置図 (35 I/5) 縮尺 1:50,000
- PL. II-2-3 クズダール地域 試料採取位置図 (35 I/6) 縮尺 1:50,000
- PL. II-2-4 クズダール地域 試料採取位置図 (35 I/9) 縮尺 1:50,000
- PL. II-2-5 クズダール地域 試料採取位置図 (35 I/10) 縮尺 1:50,000
- PL. II-2-6 クズダール地域 試料採取位置図 (35 I/13) 縮尺 1:50,000
- PL. II-2-7 クズダール地域 地化学探査解析結果図 (35 I/1, 35 I/5) [Pb, Zn, Hs]
縮尺 1:50,000
- PL. II-2-8 クズダール地域 地化学探査解析結果図 (35 I/1, 35 I/5) [Ba, Mg, S]
縮尺 1:50,000
- PL. II-2-9 クズダール地域 地化学探査解析結果図 (35 I/9, 35 I/13) [Pb, Zn, Hg]
縮尺 1:50,000
- PL. II-2-10 クズダール地域 地化学探査解析結果図 (35 I/9, 35 I/13) [Ba, Mg, S]
縮尺 1:50,000
- PL. II-2-11 クズダール地域 地化学探査解析結果図 (35 I/6, 35 I/10) [Pb, Zn, Hg]
縮尺 1:50,000
- PL. II-2-12 クズダール地域 地化学探査解析結果図 (35 I/6, 35 I/10) [Ba, Mg, S]
縮尺 1:50,000
- PL. III-1-1 スルマイ地区 地質図 (スルマイ-I) 縮尺 1:2,000
- PL. III-1-2 スルマイ地区 地質図 (スルマイ-II) 縮尺 1:2,000
- PL. III-1-3 スルマイ地区 地質図 (スルマイ-III) 縮尺 1:2,000
- PL. III-1-4 スルマイ地区 地質断面図 縮尺 1:2,000
- PL. III-2-1 スルマイ地区 試料採取位置図 縮尺 1:5,000
- PL. III-2-2 スルマイ地区 地化学探査解析結果図 (スルマイ-I) 縮尺 1:2,000
- PL. III-2-3 スルマイ地区 地化学探査解析結果図 (スルマイ-II) 縮尺 1:2,000

PL. III-2-4	スルマイ地区 地化学探査解析結果図 (スルマイ-III) 縮尺 1:2,000
PL. III-3-1	スルマイ I 地区 見掛比抵抗平面図 (0.125/0.3Hz) (n=1 平面) 縮尺 1:2,000
PL. III-3-2	スルマイ I 地区 見掛比抵抗平面図 (0.125/0.3Hz) (n=3 平面) 縮尺 1:2,000
PL. III-3-3	スルマイ I 地区 見掛比抵抗平面図 (0.125/0.3Hz) (n=5 平面) 縮尺 1:2,000
PL. III-3-4	スルマイ I 地区 見掛比抵抗断面図 (0.125/0.3Hz) (パネル図) 縮尺 1:2,000
PL. III-3-5	スルマイ II 地区 見掛比抵抗平面図 (0.125/0.3Hz) (n=1 平面) 縮尺 1:2,000
PL. III-3-6	スルマイ II 地区 見掛比抵抗平面図 (0.125/0.3Hz) (n=3 平面) 縮尺 1:2,000
PL. III-3-7	スルマイ II 地区 見掛比抵抗平面図 (0.125/0.3Hz) (n=5 平面) 縮尺 1:2,000
PL. III-3-8	スルマイ II 地区 見掛比抵抗断面図 (0.125/0.3Hz) (パネル図) 縮尺 1:2,000
PL. III-3-9	スルマイ III 地区 見掛比抵抗平面図 (0.125/0.3Hz) (n=1 平面) 縮尺 1:2,000
PL. III-3-10	スルマイ III 地区 見掛比抵抗平面図 (0.125/0.3Hz) (n=3 平面) 縮尺 1:2,000
PL. III-3-11	スルマイ III 地区 見掛比抵抗平面図 (0.125/0.3Hz) (n=5 平面) 縮尺 1:2,000
PL. III-3-12	スルマイ III 地区 見掛比抵抗断面図 (0.125/0.3Hz) (パネル図) 縮尺 1:2,000
PL. III-3-13	スルマイ I 地区 P F E 平面図 (n=1 平面) 縮尺 1:2,000
PL. III-3-14	スルマイ I 地区 P F E 平面図 (n=3 平面) 縮尺 1:2,000
PL. III-3-15	スルマイ I 地区 P F E 平面図 (n=5 平面) 縮尺 1:2,000
PL. III-3-16	スルマイ I 地区 P F E 断面図 (パネル図) 縮尺 1:2,000
PL. III-3-17	スルマイ II 地区 P F E 平面図 (n=1 平面) 縮尺 1:2,000
PL. III-3-18	スルマイ II 地区 P F E 平面図 (n=3 平面) 縮尺 1:2,000
PL. III-3-19	スルマイ II 地区 P F E 平面図 (n=5 平面) 縮尺 1:2,000
PL. III-3-20	スルマイ II 地区 P F E 断面図 (パネル図) 縮尺 1:2,000
PL. III-3-21	スルマイ III 地区 P F E 平面図 (n=1 平面) 縮尺 1:2,000
PL. III-3-22	スルマイ III 地区 P F E 平面図 (n=3 平面) 縮尺 1:2,000
PL. III-3-23	スルマイ III 地区 P F E 平面図 (n=5 平面) 縮尺 1:2,000
PL. III-3-24	スルマイ III 地区 P F E 断面図 (パネル図) 縮尺 1:2,000
PL. III-3-25	グンガ鉱山地区 見掛比抵抗・P F E 断面図 (Line S, Line T) 縮尺 1:2,000

巻末資料

- 1 x-線回折チャート(1)~(2)
- 2 クズダール地域 地化学探査分析結果一覧表(1)~(16)
- 3 スルマイ地区 地化学探査分析結果一覧表(1)~(2)
- 4 岩石試料 S I P 測定データ

第 I 部 序 論

第 I 部 序 論

第1章 調査概要

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ヶ年にわたり面積、約 4,000 km²に対し地質調査、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面積 1,350 km²に対する地質概査、地化学探査を、その範囲の中で鉛-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 10 km²に対する地質精査、地化学探査、及び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。

1-1 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、地化学特性及び物理探査データ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) 物理探査

スルマイ地区における鉱化変質帯の把握及び地下深部の連続性を解明する。異常帯の抽出及びその性質の解明を行う。

1-2 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 I-1-1 図のとおり次の経緯点に囲まれた範囲である。

(1) クズダール地域

北緯	28° 00'	東経	66° 00'
"	28° 00'	"	67° 00'
"	27° 45'	"	66° 00'
"	27° 45'	"	66° 15'
"	27° 45'	"	66° 45'
"	27° 45'	"	67° 00'
"	27° 30'	"	66° 15'
"	27° 30'	"	66° 45'

(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. 35-I/1、35-I/5、35-I/9、35-I/13、35-I/6、35I/10の6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 調査方法及び調査量

(1) 地質調査

クズダール地域(概査)	調査面積	1,350 km ²
スルマイ地区(精査)	調査面積	10 km ²

(2) 地化学探査

クズダール地域	採取試料数	2,700 個
スルマイ地区	採取試料数	205 個

(3) 物理探査

スルマイ地区(IP 法)	測線長	7.8 km	測点数	420 点
(SIP 法)	測線長	8.2 km	測点数	410 点
グンガ鉱山地区(SIP 法)	測線長	1.2 km	測点数	80 点

(4) 室内試験試料

岩石薄片(GSP作成)	20 件
鉱石研磨片(GSP作成)	20 件
X線回折	100 件
化学分析	

岩石 : SiO₂, TiO₂, FeO, Fe₂O₃, MnO, MgO, CaO,

K₂O, BaO, Na₂O, Al₂O₃, P₂O₅, LOI 5 件

鉱石 : Pb, Zn, Ba, Ag 20 件

地化学探査試料分析

岩石 : Pb, Zn, Ba, Mg, Hg, S 2,905 件

室内 SIP 試験 40 件

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

1-4 調査期間および調査団の編成

第1年次調査は昭和61年12月8日から昭和62年6月20日の日程で行われた。その内、現地調査期間及び調査団編成は次のとおりである。

1-4-1 現地調査期間

地質調査・地化学探査	自	昭和61年12月15日
	至	昭和62年3月22日
物理探査	自	昭和62年2月5日
	至	昭和62年4月19日

1-4-2 調査団の編成

企画・調整

[日本側]

折田 憲一 (通産省資源エネルギー庁)

上木 隆司 (国際協力事業団)

石田 真 (金属鉱業事業団)

遠藤 泰生 (金属鉱業事業団)

北 良行 (金属鉱業事業団)

細井 義孝 (金属鉱業事業団)

[パキスタン側 (GSP)]

Waheeduddin Ahmed (所長)

A. H. Kazmi (カラチ支所長)

調査団(地質調査・地化学探査・物理探査)

[日本側]

団長

周藤 和雄 (日鉱探開株式会社)

地質調査・地化学探査

一ノ瀬 孜 (日鉱探開株式会社)

鈴木 英夫 (日鉱探開株式会社)

佐藤 健二 (日鉱探開株式会社)

物理探査

吉沢 正夫 (日鉱探開株式会社)

藤本 俊昭 (日鉱探開株式会社)

杉浦 則清 (日鉱探開株式会社)

[パキスタン側]

団長

M. Ishaque Durrazai (GSP)

地質調査・地化学探査

A. Mahmood Subhani (GSP)

Asad Jalil (GSP)

Chouhdary Ferozuddin (GSP)

Syed Mukhtar Zaidi (GSP)

Mohammad Ashfaq (PMDC)

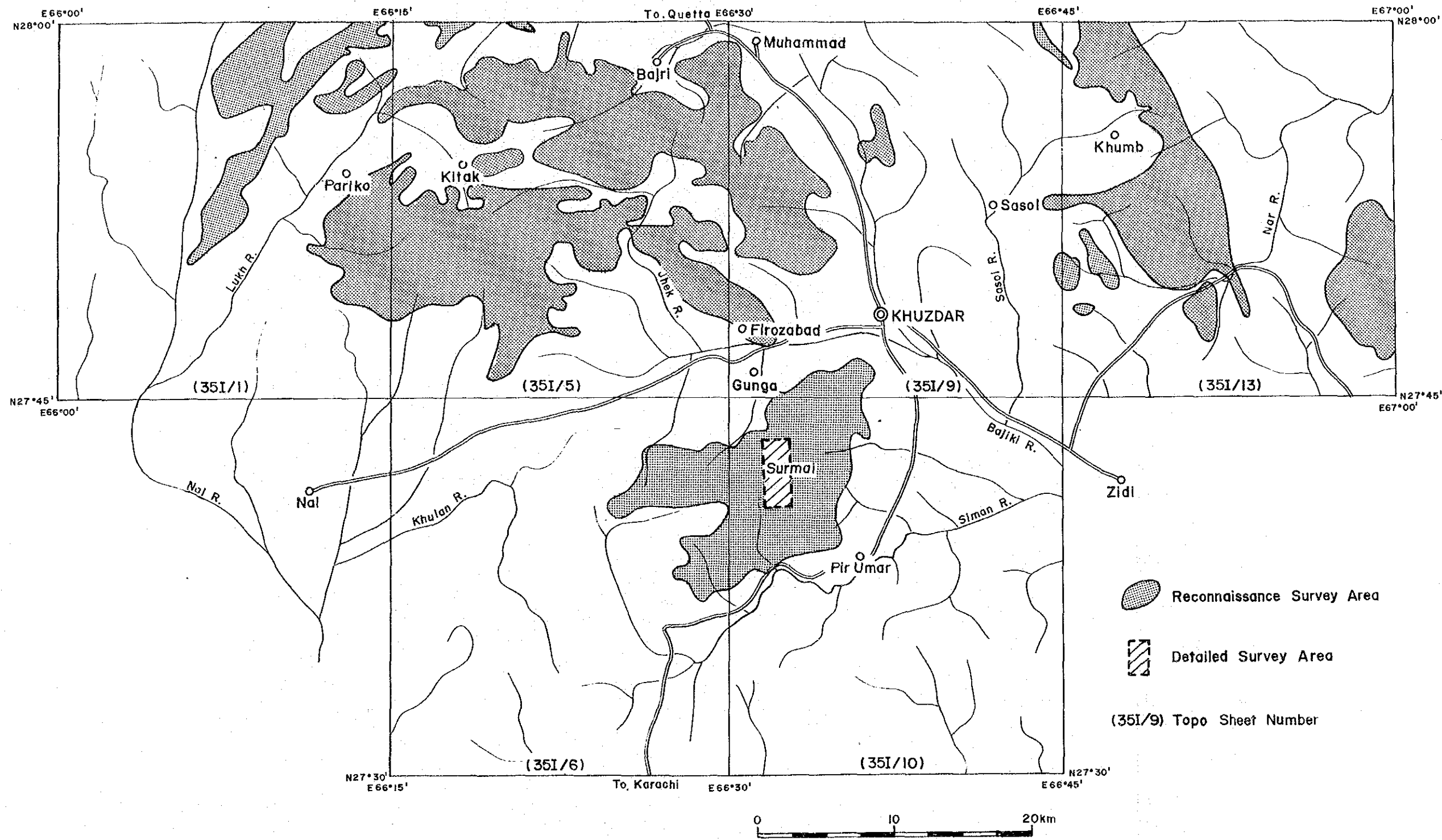
物理探査

Akbar Khurshid (GSP)

S. W. Hyder Nagvi (GSP)

Hyder Zaman Khan (GSP)

(注). PMDC: Pakistan Mineral Development Corporation パキスタン鉱物開発公社



第 I -1-1 図 調査範囲図

第 2 章 調査地域の概要

2-1 調査地域の地理

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。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。クズダール町の標高は1,200m、地域内の最高峰(Siah peak)の標高は2,100mである。気候は厳しく、4~10月の日中気温は40°Cを超え、冬期の12~1月の最低気温は零下となる。平均年間降雨量は150mm程度、湿度は約50%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岩から成り、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。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、調査地一帯は岩山~岩砂漠の様相を呈する。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 調査地域周辺の地質概要

白亜紀後期に南のゴンドワナ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(MCT, MBT他)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 オーエン破碎帯(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-Afghan Blocks)と称される主に第三紀のフリッシュ堆積物の分布域に区分される。プレートテクトニクスの考えにもとずき GSPによりまとめられたパキスタンの地質構造単元は第 1-2-1 図に示される。また単元毎の構造及び構成岩石は次のとおりである。

(1) ルツ-アフガン ブロック

① チャガイ-マクラン帯 (Chagai-Makran convergence)

本単元はパキスタン南西部に位置し白亜紀～第三紀の酸性火成岩類分布地域である Chagai volcanic arc and calc-alkaline magmatic beltと、第三紀漸新世以降のフリッシュ堆積物が分布する Makran flysch basin から構成されいずれも E-W～NE-SW方向の構造を示す。

(2) インド-パキスタン プレート

① マージナル帯 (Marginal zones)

本単元は中軸帯と称される断層、褶曲帯である。Himalayan collision zone (Karakoram-Himalaya crystalline & thrust zone)はパキスタン北部に位置し、E-W 方向に延びるヒマラヤ山脈の西端にあたり、激しく褶曲した先カンブリア紀から第三紀までの各種変成岩類、堆積岩類及び第三紀までの活動による深成岩類から構成される。Transform boundary zone (Bela-Chaman-Kurram fault zone and ophiolite belt)は、オーエン破碎帯の北部延長にあたる断層、褶曲帯でその中間部でE-Wに変化するが全体的にはN-S～NNE-SSWの方向をなして延びる。石炭紀から第三系までの各種堆積岩類及び火成岩類から構成されクズダールからカラチ西部までの延長約 200kmにわたり10～30kmの巾でオフィオライトが進入している。

② 主褶曲帯 (Major fold belt: folded foredeep & pericratonic shelf)

本単元はインド-パキスタンプレート前縁の断層、褶曲帯である。Himalayan fold beltはヒマラヤ山脈とインダス平原の間に位置し主に第三紀の堆積岩で構成され北部にハザラ (Hazara) 対曲形成の因となった北向きの突出部をもつ。Suleman fold beltは中生代～第三紀の堆積岩類よりなりその構造方向は北部から南部へ N-S～E-W～WNW-ESEと変化する。Sibi trough は主に第三紀の堆積岩からなる北西向きの突出部でクエッタ対曲形成の因となった。キルタル褶曲帯 (Kirthar fold belt)は主にN-S系の構造を持つ中生代～第三紀の堆積岩類よりなる。

③ フォアランド (Foreland)

本単元は広大なインダス平原を形成する、構造的にはあまり乱れの無い第四紀堆積物で、その堆積形態からForedeeps、zone of upwarp、zone of downwarp & platform slope、monoclinial zonesに区分される。

④ 楯状地 (Shield)

本単元は先カンブリア紀の変成岩類及び花崗岩から成る古期楯状地の一部でパキスタンの中部ラホール付近と最東南端に分布する。いずれも大部分が上記第四紀堆積物に覆われ小規模に分布するため Buried ridges と呼称される。

今回の調査範囲は前記、主褶曲帯のキルツール褶曲帯に含まれ主にジュラ～白亜紀の、頁岩及び砂岩を伴う石灰岩が分布する（第1-2-2図）。

2-3 従来の調査

本地域～バルチスタン州のジュラ系～下部白亜系の地質層序に関する最も古い報文は Vredenburgによるものでジュラ系を下部の暗灰色石灰岩層、中部の塊状灰色石灰岩層及び薄層理石灰岩と頁岩の互層（ポリフェヌス層）の3ユニットに区分し、ペレムナイト層から始まる白亜系との間に不整合があることを示唆した（Vredenburg 1906/1909）。

コロomboプラン協力調査（Colombo Plan Co-operative Project）として1952年からハンティング社（Hunting Survey Co., Ltd.）により開始された国土の南西半分に対する地質調査は航空写真解析と地表調査による総合的な調査でありその成果は1961年、レポート及び、縮尺 1:253,440 地質図として刊行された [Reconnaissance Geology of Part of West Pakistan 以下HSC(1961)と略称]。この調査ではジュラ系の頁岩、砂岩を伴う石灰岩層をズィディ層（Zidi formation）として一括し、パール層群（Parh group）から始まる白亜系との間は漸移的であるとした。

ほぼ同時期にWilliamsはジュラ系を、初期の砂岩卓越層であるスピングワ層（Spingwar formation）と初～後期の石灰岩卓越層であるスライマン石灰岩層群（Sulaiman Limestone group）とに2分し後者を3層に区分した。またセンバー層（Sembar formation）から始まる白亜系との間は漸移的であるとした（Williams 1959）。

1977年、GSPはこ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（Shirinab formation）とし、これを下位から主に砂岩から成るスピングワ部層（Spingwar member）、頁岩を伴う石灰岩層から成るロライ部層（Loralai member）、石灰岩と頁岩の互層から成るアンジラ部層（Anjira member）とに区分した。またその上位の地層は堆積間隙を挟み白亜紀初期のセンバー層から始まるとした（Stratigraphy of Pakistan:GSP 1977）。

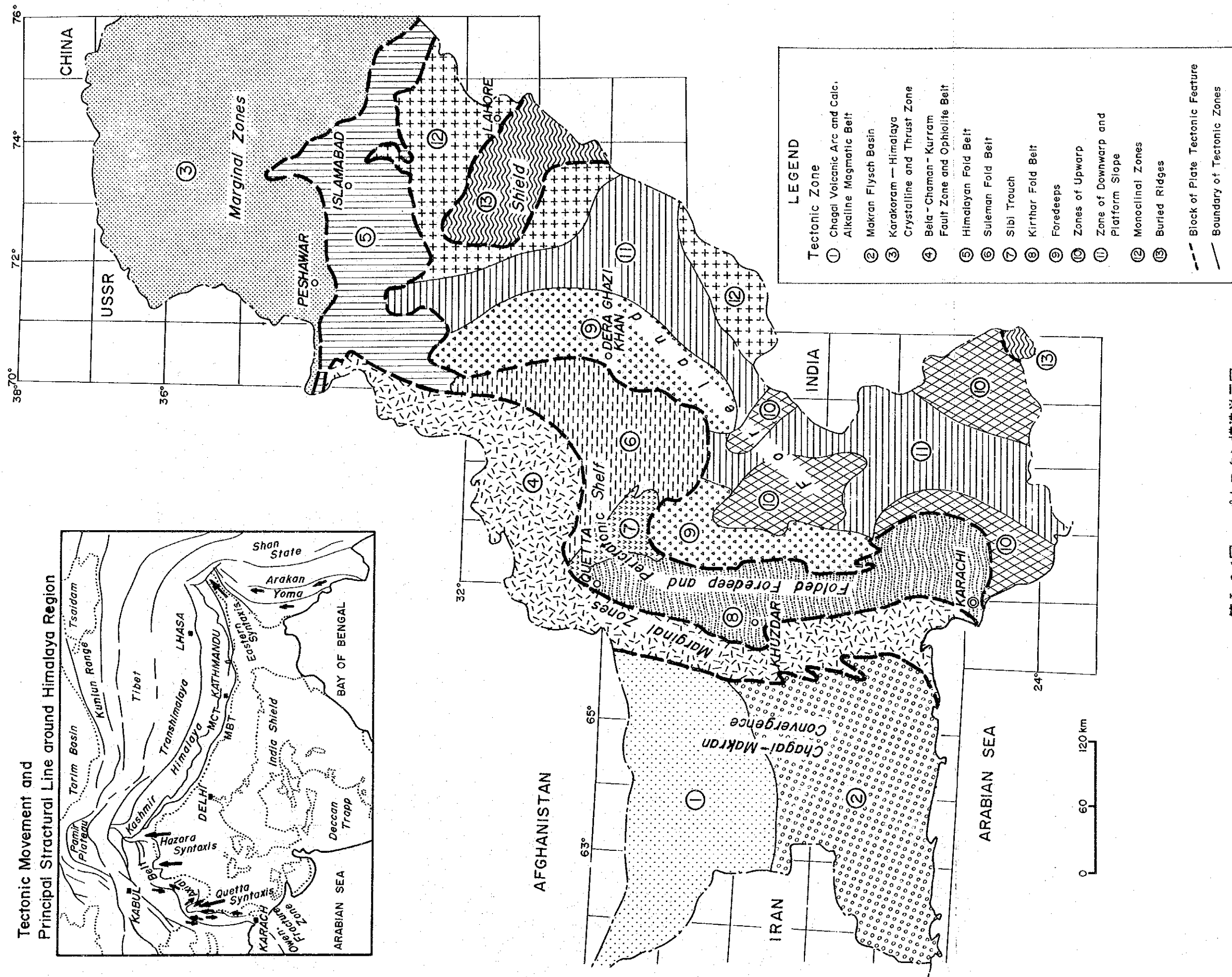
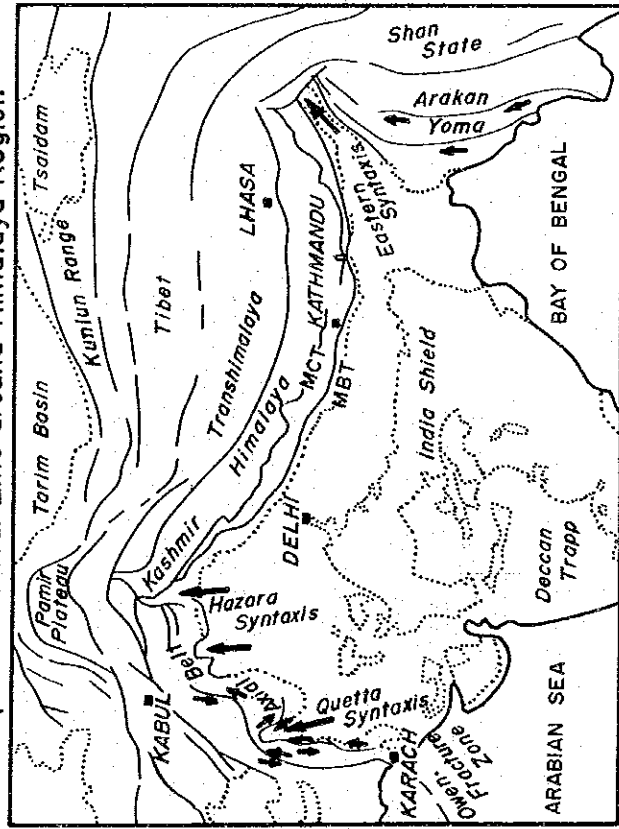
1984年、GSPの Fatmi 等はクズダール周辺のジュラ～白亜系の地層区分を化石の研究により再検討したがその結果は（GSP 1977）とほぼ同じであった（Fatmi, et al. 1986）。

この他、クズダール地域の縮尺 1:50,000図幅調査がGSPにより進められている。

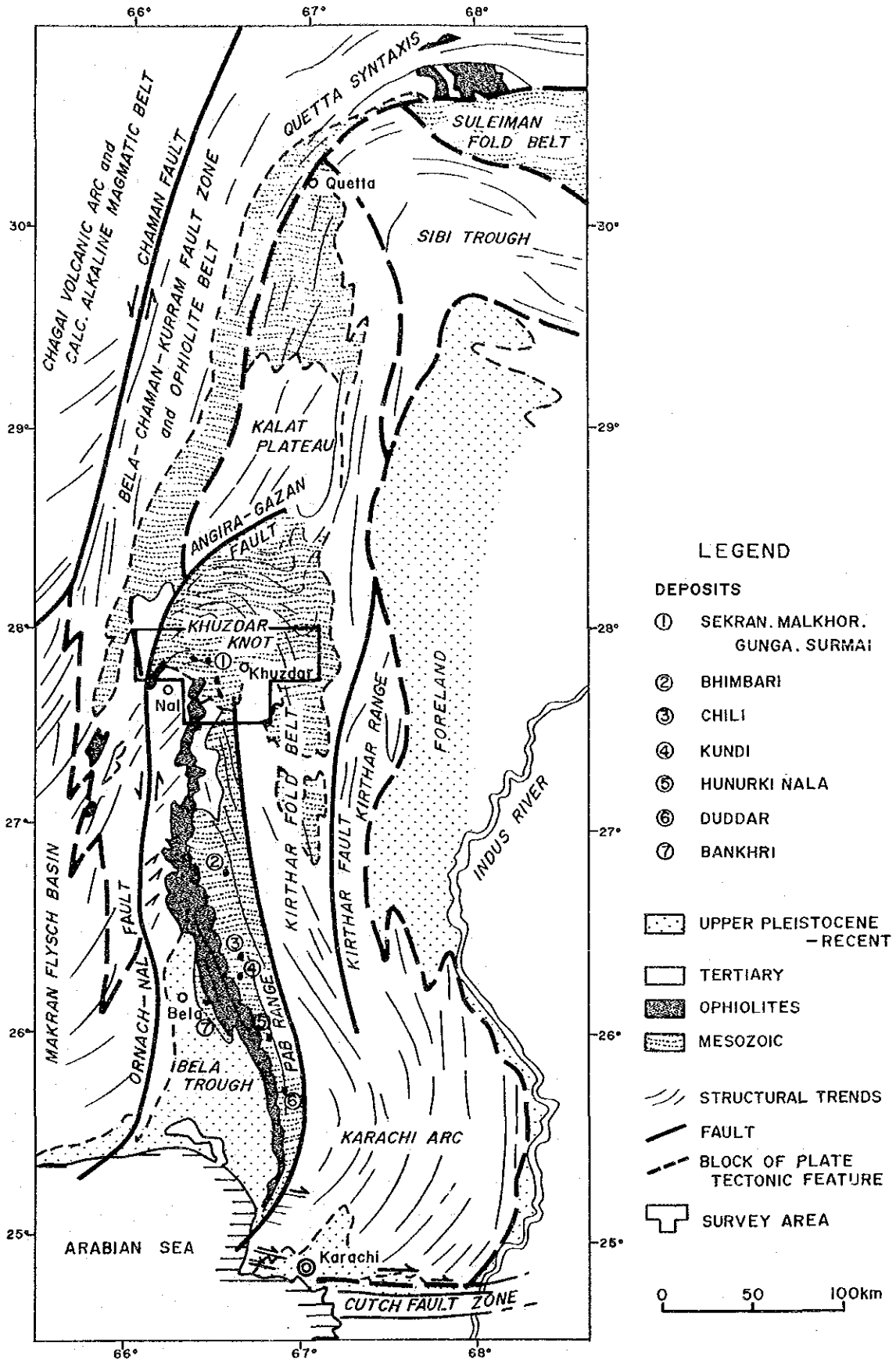
本地域における鉱床調査については、第1回の国連プロジェクト（1974～1979）による調査でラスベラ～クズダール地域が鉛-亜鉛鉱床胚胎の有望地域として抽出された。これと並行して1978年に行われた GSPの調査により初めてクズダール周辺のゲンガ（Gunga）、マルホール（Malkhor）、シュ克蘭（Sekran）の鉛-亜鉛鉱化作用が確認された（Waheeduddin Ahmed et. al 1978）。第2回の国連プロジェクト（1981～1983）の調査ではゲンガ鉱床に対しボーリング探鉱が実施され、この結果にもとずき同鉱床は重晶石鉱山として稼行に至った。1984～1985年 GSPの図幅調査により、ゲンガ鉱床の南方にあたるスルマイ地区で鉛-亜

鉛の鉍化作用が把握された。このため縮尺1:2,000でのスケッチ及び鉍化帯のサンプリングが行われ鉍量が試算された[Asad, J. and Subhani, A. M., et al. (1986)]。

Tectonic Movement and Principal Structural Line around Himalaya Region



第 I - 2 - 1 図 パキスタン構造单元図



第 I -2-2 図 調査地域周辺の地質、地質構造及び
 ミシシッピ-バレ-型 Pb・Zn・Ba 鉱床分布図

第Ⅱ部 クズダール地域(概査)

第 II 部 クズダール地域 (概査)

第 1 章 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にのみ賦存し、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った。また調査の参考に供するため代表的な岩石、鉱石の試料を採取し薄片、研磨片、X線回折、鉱石分析及び全岩分析による検討を行い、その結果を付表第 II-1-2~II-1-6表までにまとめた。

1-1 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ランジェ(Merange)の進入が見られる。

調査範囲である面積約 3,750 km²(縮尺 1:50,000地形図 6枚)の内、調査対象としたシリナブ層の分布面積は1,350 km²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、地域の南部及び東部ではN-S~NNW-SSE、北部から西部へ移るにしたがいE-W~NE-SWへと変化する。シリナブ層は調査範囲内に大き

く6地区に分かれて分布し、本報告ではこれらを岩体-I~VIと呼称した。これらは前記の構造方向に沿って南西へ開く弧を形成して分布する(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。

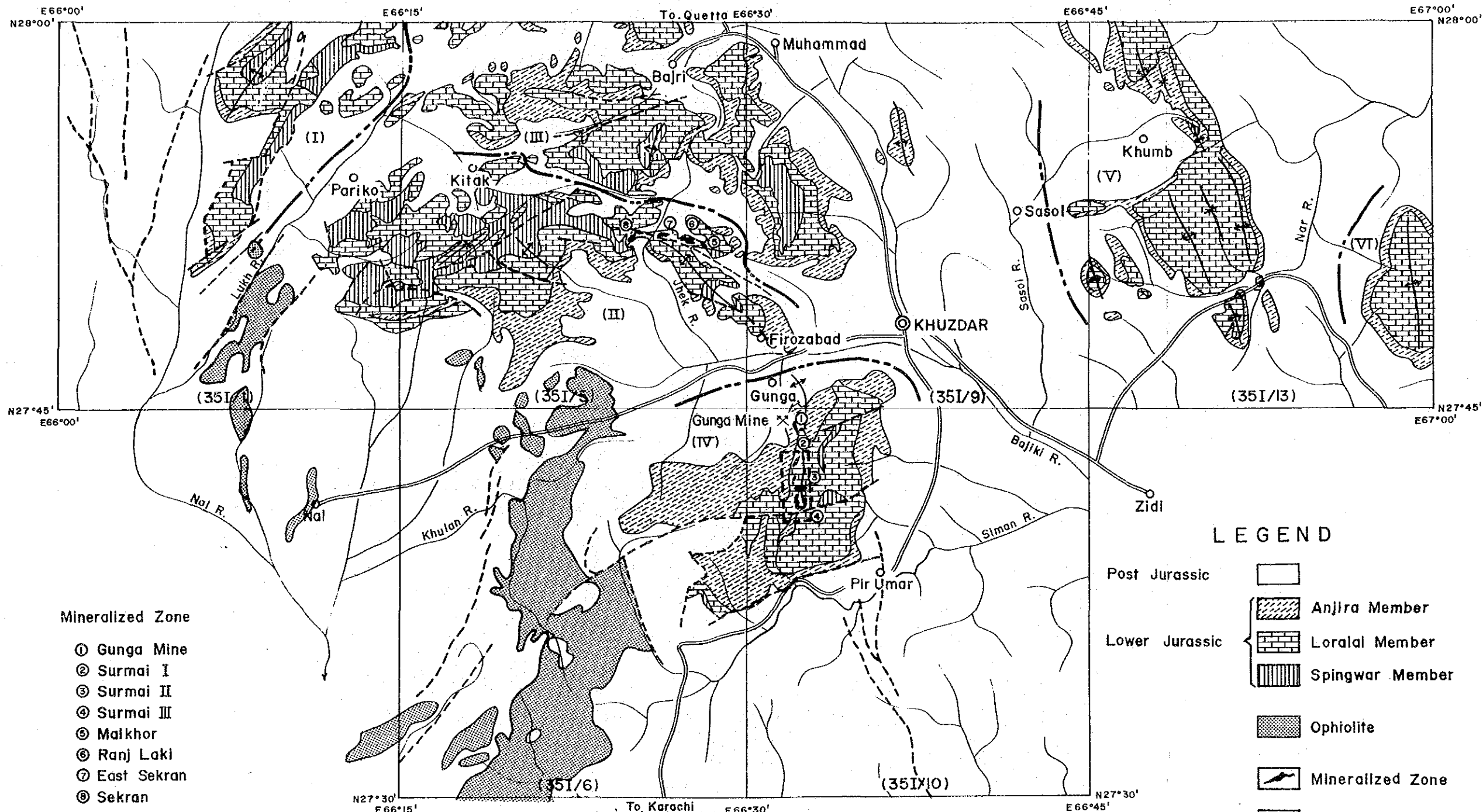
一般的にジュラ系はその激しい褶曲構造と帯緑暗灰色で、白亜系はより急崖をなす函型の地形と明るい色調で両者は比較的容易に区別できる。

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-1-7(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下表のように分類した。

第II-1-1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)
スパーライト	(3)オーライトに富む	オーマイクライト(oomicroite)
	(4)ペレットに富む	ペルマイクライト(pelmicroite)
	(5)化石に富む	バイオマイクライト(biomicroite)
スパーライト >	(1)内砕屑物に富む	イントラスパーライト(intrasparite)
	(2)オーライトに富む	オースパーライト(oosparite)
マイクライト	(3)ペレットに富む	ペルスパーライト(pelsparite)
	(4)化石に富む	バイオスパーライト(biosparite)



Mineralized Zone

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

LEGEND

- Post Jurassic
- Lower Jurassic
 - Anjira Member
 - Loralai Member
 - Spingwar Member
- Ophiolite
- Mineralized Zone
- Fault
- Anticlinal Axis
- Synclinal Axis
- Brock Number and Boundary

(35I/9) Topo Sheet Number

第II-1-1図 クズダール地域 地質概略図

Geologic age		Hunting Survey Corp. (1961)	Cooperative Exproation (1987)		Lithology	Thick-ness	Columnar Section	Minera-lization
Tertiary		Jamburo group		Jamburo group	Ls., Shale, Ss	+100		
Cretaceous	Late	Parh series	Pab Ss.	Pab Sandstone	Sandstone	+490		
			Parh group	Parh Limestone	Ls., Chert	+270		
	Early			Goru formation & Sembar formation	Marl, Ls.	+540		
Jurassic	Late	Zidi formation						Gu
	Mid							
	Early		Shirinab formation	Anjira member	Ls., Shale	+290		Sm
			Loralai member	Ls., Shale	+380		Ms	
	Spingwar member	Ss., Shale, Ls	+240					

Abbreviation Gu: Gunga, Sm: Surmai, Ms: Malkhor~Sekran
Ls: Limestone Ss: Sandstone

第 II -1-2 図 クズダ-ル地域周辺地質層序図

1-2 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、ロライ及びアンジラに区分される。

1-2-1 スピングワ部層

スピングワ部層は主に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。本部層は岩体-I~IVに分布する。岩体I~IIIではそれらの中心部に背斜構造をなして、岩体IVではその中心部ではあるが断層に境され分布する。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。構成物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でありオーソコーツァイト質~石灰質といえる(第II-1-4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。部分的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。

1-2-2 ロライ部層

ロライ部層は主に塊状~厚層状をなす硬い石灰岩から成り、付随構成層として頁岩を挟在する。本層は、隆起背斜構造をなして各岩体の中心部に位置するスピングワ部層を取り囲む形でそれを整合に覆って調査地域全域に分布する。石灰岩は帯緑灰~暗灰色を呈すが風化して褐灰色に変色する。また赤褐~橙色の不規則な形の大小のパッチが層理や割目に沿って良く見られ岩層全体を雑色化(mottled)している。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、また、Feが比較的高いことから鉱化作用に伴うFeの添加、風化により生じたものと推察される。石灰岩はアロケム的には主にバイオマイクライト質である。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(写真-1)。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。比較的上部に0.1~2.0mの厚さのコキナ層(*Coquina bed*:大部分化石の破片のみから構成される薄層)が、しばしば見られる。またオ-マイクライト質及びイントラマイクライト質石灰岩が比較的下部に数枚見られる。付随構成物として円~亜円形をなす細粒の石英粒が見られる。淡赤~暗赤褐色の褐鉄鉱は鉱染状や不規則な濃集パッチとして見られる。一般的に細かい割目は粗粒のスパー質方解石により充填されている。

1-2-3 アンジラ部層

アンジラ部層は石灰岩と頁岩の互層で構成される。本層はロライ部層を整合に覆い各岩体の周縁部に分布する。石灰岩は帯緑灰～帯緑黒色を呈し風化すると黄灰色となる薄層(0.3~1.0m)である。本層はアロケム的にはバイオマイクライト質で、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。またペルマイクライト質の石灰岩層も賦存する。頁岩は帯緑灰色と黒色で軟質かつ砕け易くマール質であり比較的上部では石灰岩と規則的に互層する。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-1-4表、写真-1)。また全岩分析の結果、石灰岩及び頁岩ともSiO₂分が多いことが判明した(第II-1-6表)。

1-3 地質構造

前述の如く本地域を含む地質構造単元は、北上するインド亜大陸とアジア大陸との間に分布したテーチス海のインド亜大陸側に堆積した石灰質堆積岩類が、その後の両者の衝突により圧縮を受け形成された断層、褶曲帯(キルタール褶曲帯)である。

構成物及び化石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)は静かな海での化石に乏しいマイクライト質な石灰岩の堆積に始まり、不安定な浅海において炭酸塩層を挟む碎屑物(砂岩)の優勢な堆積の後、より安定な海で細粒の碎屑物が堆積した。中期(ロライ部層堆積時)は石灰岩の厚い堆積で特徴づけられ、暖かく炭酸塩に富んだ安定した浅海環境が続いたことを示す。後期(アンジラ部層堆積時)は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で特徴づけられ、より開いた海に対し粘土や細粒堆積物を供給した源地域が、しばしば若返ったことを示す。

シリナブ層の構造方向は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ち褶曲を繰り返す。この構造はキルタール褶曲帯の南半分であるクズダール-カラチ地塊(Khuzdar-Karachi block)の構造的運動により形成された(第I-2-2 図)。当地塊は主に第三系の地層から成る、緩やかな隆起構造を呈す南部のカラチ-アーク(Karachi arc)と、本地域を含み主に中生代の激しく褶曲した地層から構成される北部地域に区分される。後者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クズダールノット(Khuzdar knot)と称される。クズダール-カラチ地塊はインド-パキスタン プレートの北向きの動きによって左回りに回転するユニットとして動いた。この回転運動は当地塊の南端、クッチ断層帯(Cutch

fault zone) におけるカラチ-アークの東向きのずれと北端のアンジラ-ガザン断層におけるクズダールノットの西向きのずれにより証明される。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。クズダール地域はクズダールノットのほぼ中央に分布し、シリナブ層の構造はクズダールノットの構造を明瞭に反映している。

1-4 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。クズダール地域は地質構造単位ではキルタール褶曲帯に区分されるが鉍床区としては上記鉍床群に含まれる。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。

本調査地域内には後述のスルマイ鉍徴地、既開発のゲンガ鉍床の他、マルホール~シュクラン地域の炭酸塩岩中に一連の鉛-亜鉛の鉍徴地が分布する。今回の調査では他に新たな鉍徴地は認められなかった。これらの鉍徴地の各所には古く鉛あるいは鉄を目的に採掘したと言われる、坑道や地表での採掘跡及び、カラミが見られる。

1-4-1 マルホール~シュクラン鉍徴地帯

本鉍徴地帯はクズダールの西北西約20kmに位置し岩体-IIの西半部に賦存する(第II-1-2 図)。本鉍徴地帯は各々、巾200~500m、走向延長 500~1,000mを呈し、東西に断続的に分布するマルホール、ランジラキ、東シュクラン(仮称)及びシュクランの各鉍徴地から構成され、その全範囲は東西6kmに及ぶ(第II-1-3、II-1-4 図)。鉍徴は暗赤褐色を呈するゴッサンから成り、シュクラン鉍床の一部がスピングワ部層の砂岩中に胚胎する他、いずれもロライ部層の頁岩を伴う石灰岩中に分布する。

ゴッサンは鉍化溶液による交代作用により形成された初生の鉛-亜鉛鉍床が風化し酸化露頭となったものと考えられ主に褐鉄鉍から成る酸化鉍から構成される。その賦存形態は次の4型に大別出来、これらが組合ってゴッサンを形成している。(A)型:層理や割れ目に沿って母岩を交代して発達するもの、(B)型:先に角礫化していた母岩の礫間を充填するもの、(C)型:断層に沿って発達するもの、(D)型:(A)、(B)及び(C)型の周辺に細脈状に発達

するもの。

A型は最も多く見られる型で、母岩の構造が残存すること、非鉱化母岩との境界が比較的漸移することを特徴とする。鉱化規模が小さい場合には薄層～脈状、大きい場合には厚層～塊状となり、後者では、しばしば非鉱化母岩がその内部に交代されずに残る。B型は規模の大きいA型に伴って層状～塊状に賦存する。直径3～10cmの白色、珪質かつ多孔質に変質した角礫～亜角礫の母岩の間を酸化鉱がうめる。この型は構造線と関係の無い位置でも見られることから、母岩の角礫化は何らかの溶液による母岩の溶解→空洞化→破碎など化学的+物理的要因により生じたことが考えられる。C型は断層に伴いそれを充填すると共に周囲を交代したと思われ、結晶の大きな菱鉄鉱、方解石を伴う場合が多い。D型は上記3型の周辺近傍に、続成作用により形成されたと思われる巾1～10cmの脈として分布し母岩との境界は明瞭である。

今回マルホール、ランジラキ及びシュクラン鉱床から各々1個ずつ採取した代表的な鉱石の分析値は Pb+Znで2～3%でありBaは検出されなかった(第II-1-2表)。

ゴッサンの構成鉱物としては、肉眼観察では褐鉄鉱、赤鉄鉱、方解石、菱鉄鉱及び珪化石英が一般的に見られ白鉄鉱、黄鉄鉱は微量、方鉛鉱はごく希に、その他菱亜鉛鉱の可能性のある白色粉が時に見られた。また閃亜鉛鉱は発見出来なかった。X線回折では方解石、石英は多量に、針鉄鉱、赤鉄鉱、苦灰石、カオリンは少量検出された(第II-1-5表)。存在が予想された方鉛鉱、閃亜鉛鉱、菱鉄鉱、白鉄鉱、黄鉄鉱、菱亜鉛鉱、白鉛鉱、重晶石及び菱亜鉛鉱は検出出来なかった。この他、褐鉄鉱と思われる不明瞭なピークが全体に高く検出された。注目すべきはランジラキの3鉱石から、これまで記載の無かった異極鉱： $Zn_4(OH)_2Si_2O_7 \cdot H_2O$ が検出されたことであり鉱石のZn品位は当鉱物による可能性が強い(巻末資料-1)。

(1) マルホール及びランジラキ鉱徴地

両鉱徴地は以前より各々の名前で呼称されているがその分布位置は近く、地質鉱床的には一連の鉱床とみなされる(第II-1-3図)。両鉱床の分布範囲は東西1.6kmに達す。母岩はいずれもロライ部層の一部で、下位の帯緑暗灰色を呈し雑色化した厚層状の石灰岩と、上位の頁岩を伴い灰色を呈す薄層状石灰岩から成る。両石灰岩は一般的に10～70°で南に傾斜するがマルホールの主鉱体付近では、急な向斜褶曲を呈し上下が逆転している。層状をなす鉱床は両岩層の境界部付近の主に下位層中に、大きく見れば母岩の層理面に平行に胚胎している。

マルホールの主鉱体は母岩の構造に伴い走向はENE-WSW、傾斜も同じく逆転し北側では50°S、南側では90°を呈す。分布範囲は走向方向に300m、南北方向に90mの規模を示す。鉱床は厚層状～塊状のA型と、これと漸移する南側(下盤側)のB型のゴッサンから成り、いずれも菱鉄鉱を多く含む。1983年、第2次国連プロジェクトの一環として主鉱体の下部に2本のボーリングが実施されたが、ごく微量の鉱徴を把握したのみであった(第II-1-5図)。

ランジラキはマルホール～シュクラン鉱微地帯の中で最も規模が大きく、まとまった鉱床でありその分布範囲は、走向方向である東西に700m、南北には最大250mに達す。鉱床は下位層の層理に平行に、2～5mの厚さを持つ7～8枚のA型の層状鉱が分布し、その内、下部3～4枚は5～10mの厚さを持つB型の層状鉱と互層する。この互層状鉱の厚さは20～50mに達する。また、これらの鉱床の周辺には5～10cmの巾の脈状(D型)が母岩の割れ目に発達する。尾根の西側に見られる層状鉱の西末端はいずれも下部が尖滅している。範囲中央部には南北に走る断層が分布しそれに沿って結晶の大きな菱鉄鉱を伴う鉱床(C型)が見られる。この断層の東側にはA型の層状鉱が小規模な褶曲を繰り返しながら南斜面に広く露出する。地域西端には下位層から成る比高20mの小山がありその山頂～山腹部に母岩と同じ20～30°Sの傾斜を呈す厚さ10～15mのB型層状鉱が分布する。

(2) 東シュクラン鉱微地

本鉱微地はランジラキの西約1km、シュクラン鉱微地との中間に位置する。母岩はマルホール及びランジラキ鉱微地と同じロライ部層の帯緑暗灰色かつ雑色化した厚層状石灰岩で、その走向と同じ E-W方向の軸を持つ背斜-向斜構造を繰り返す。

ゴッサンは東西に延びる2列の尾根にまたがり東に開く U字型をなして山頂～山腹に分布する。分布範囲は東西に400m、南北に200mである(第II-1-4 図)。鉱床は母岩のほぼ同一層準に層理と平行に胚胎する厚さ3～10mの、A型及びB型の層状鉱で、その下部に連続して、層理と直交する割れ目に沿って母岩を交代した巾1～2mの脈状鉱(A型)を伴う。後者の下部延長はいずれも尖滅している。

(3) シュクラン鉱微地

本鉱微地はマルホール～シュクラン鉱微地帯の最西部に位置し東シュクラン鉱微地からの距離は約1kmである。本鉱微地の分布範囲は東西1.5kmに及ぶが、その中央部0.3kmは河川堆積物に覆われ、小規模な東鉱床と西側に広く分布する西鉱床に分割される(第II-1-4 図)。

東鉱床の母岩は前記各鉱微地と同じくロライ部層の帯緑暗灰色かつ雑色化した厚層状石灰岩で、その走向と同じ E-W方向の軸を持つ背斜-向斜構造を数回繰り返している。

ゴッサンは東西に延びる小尾根の中央部から東側の稜線部にかけて分布しその東西延長は350mである。鉱床は母岩の層理と平行に胚胎する厚さ1～5mのA型の層状鉱とその下部に連続して層理と直交する割れ目に沿って母岩を交代した巾0.5～1mの脈状鉱(A型)から成る。尾根中央部の層状鉱は緩い傾斜を示すが東側稜線部のものは母岩の褶曲に伴い折りたたまれ直立し厚層状～塊状に富化している。層状鉱から下部に延びる脈状鉱はいずれも下部で尖滅している。

西鉱床付近の地質は西部のスピングワ部層の砂岩と東部のロライ部層石灰岩に大別

されるが、これらの構造方向はクスダール地域全体の地質構造を反映し、東～西部にかけてE-WからN-Sへと変化する。地域西部のスピングワ部層とロライ部層の境界付近にN-S方向の大きな断層が分布する。また地域北部のロライ部層中にE-W及びNW-SE方向の断層が数本分布する。ロライ部層は、大部分前記鉍微地と同じ雑色化した帯緑暗灰色石灰岩であり緩いうねりをなして分布するが局部的に複雑な褶曲構造をなす。地域の狭い範囲にこの石灰岩の下位の頁岩層及び石灰岩と頁岩の互層が分布する。

ゴッサンは上記構造方向に沿って巾100～200m、延長1.3kmの範囲に分布する。地域西部の断層に沿いほぼ垂直の傾斜をなして発達する鉍床は巾20～50m、走向延長600mに及びスピングワ部層の砂岩中まで延びる。本鉍床は混在するA、B及びC型により構成され結晶の大きな方解石、菱鉄鉍を多量に伴う。地域中央部から東部にE-W方向の断層に沿いほぼ垂直の傾斜をなして分布する鉍床は巾1～5m、走向延長200mの規模を示す。本鉍床は結晶の大きな方解石、菱鉄鉍を伴う酸化鉍からなり、その末端部は数本の平行脈に分岐する。これら2鉍床の他は母岩の層理に平行に発達する厚さ1～10mの層状鉍で、4～5枚に区分される。各層状鉍の間の石灰岩にはD型の細脈が網状に発達する。また層状鉍の下部に連続して層理と直行する割れ目に沿って母岩を交代した巾1～5mの鉍脈(A型)が分布するが、これまでの鉍微地と同様にその下部延長はいずれも尖滅している。

1-4-2 グンガ鉍床

本鉍床はクスダール町の西南西約10kmに位置し古くからモナタラ(Monar Talar)重晶石鉍床として知られていたが1981～1983年に実施された第2回の国連プロジェクトでボーリング探鉍(14本、3,603m)、物理探査(EM, 重力)を併用した地質鉍床精査の結果、重晶石鉍石としての鉍量720万t ($BaSO_4$:64%)、鉛-亜鉛-重晶石鉍石としての鉍量1,000万t (Pb:0.77%、Zn:4.16%、 $BaSO_4$:5.0%)、鉛-亜鉛鉍石としての鉍量305万t (Pb:1.15%、Zn:5.12%)が計上された[いずれも埋蔵鉍量かつ Indicated+Inferred]。

既開発鉍床のため今回の調査では精査を行っていないが、これまでの調査によれば本鉍床はシリナブ層アンジラ部層の石灰岩と頁岩の互層中に胚胎する層状の鉛-亜鉛-重晶石鉍床である。鉍床は鉛-亜鉛を主とする下部及び重晶石を主とする上部の平行する2鉍化帯に分けられ、それらの上部はゴッサンとして地表に露出する。両鉍化帯は走向N-S、傾斜 $40\sim 60^\circ$ W、走向延長1.0～1.2km、傾斜延長250～400mを呈し、両者の間に10～70mの非鉍化部をはさむ(第II-1-6図)。

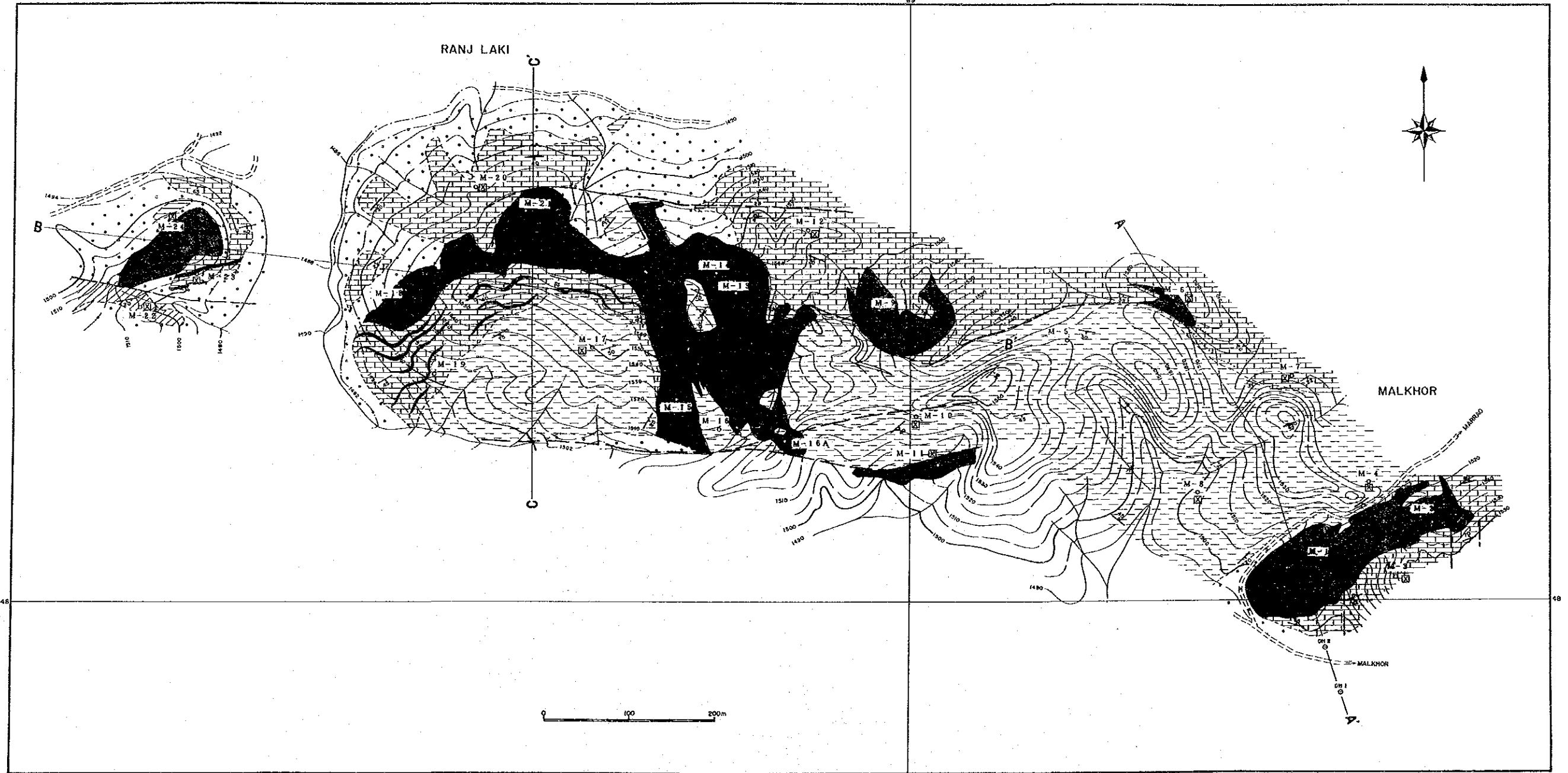
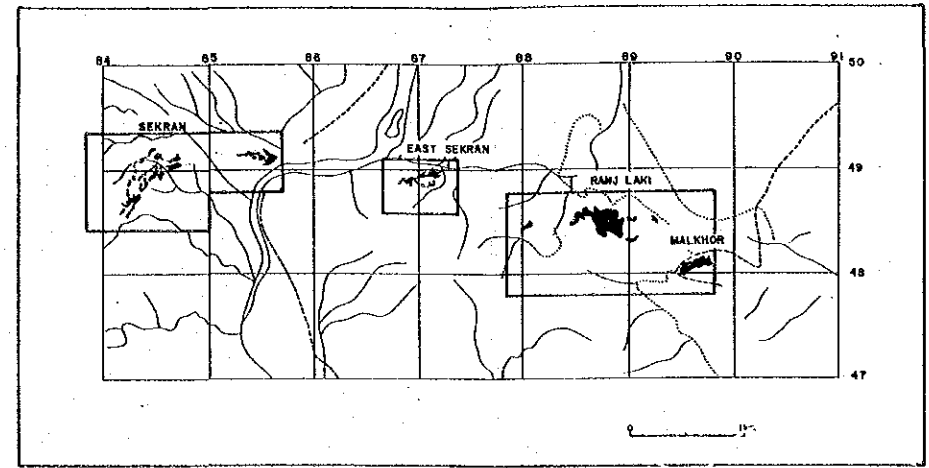
下部鉍化帯は厚さ20～50mを示し地表下約50mまでが珪化を伴う酸化帯、120m以下が硫化帯、50～120mの間が両者の移行帯である。主要鉍石鉍物は低温生成を示す淡色の閃亜鉛鉍及び方鉛鉍であり酸化帯中では菱亜鉛鉍、白鉛鉍に変化している。この他、白鉄鉍、黄鉄鉍及び微量に車骨鉍、プーランジェライト、黄銅鉍、磁硫鉄鉍、辰砂を含む。白鉄鉍にはコロ

フォーム構造をなし微化石を含有するものも見られる。鉱床は1~10mの厚さを持つ、破碎帯沿いに形成されたレンズ、不規則な脈及びパッチの形をとり連続性は悪い。平均的な品位はPb:1%、Zn:6%程度で部分的には合計10%をこえる。

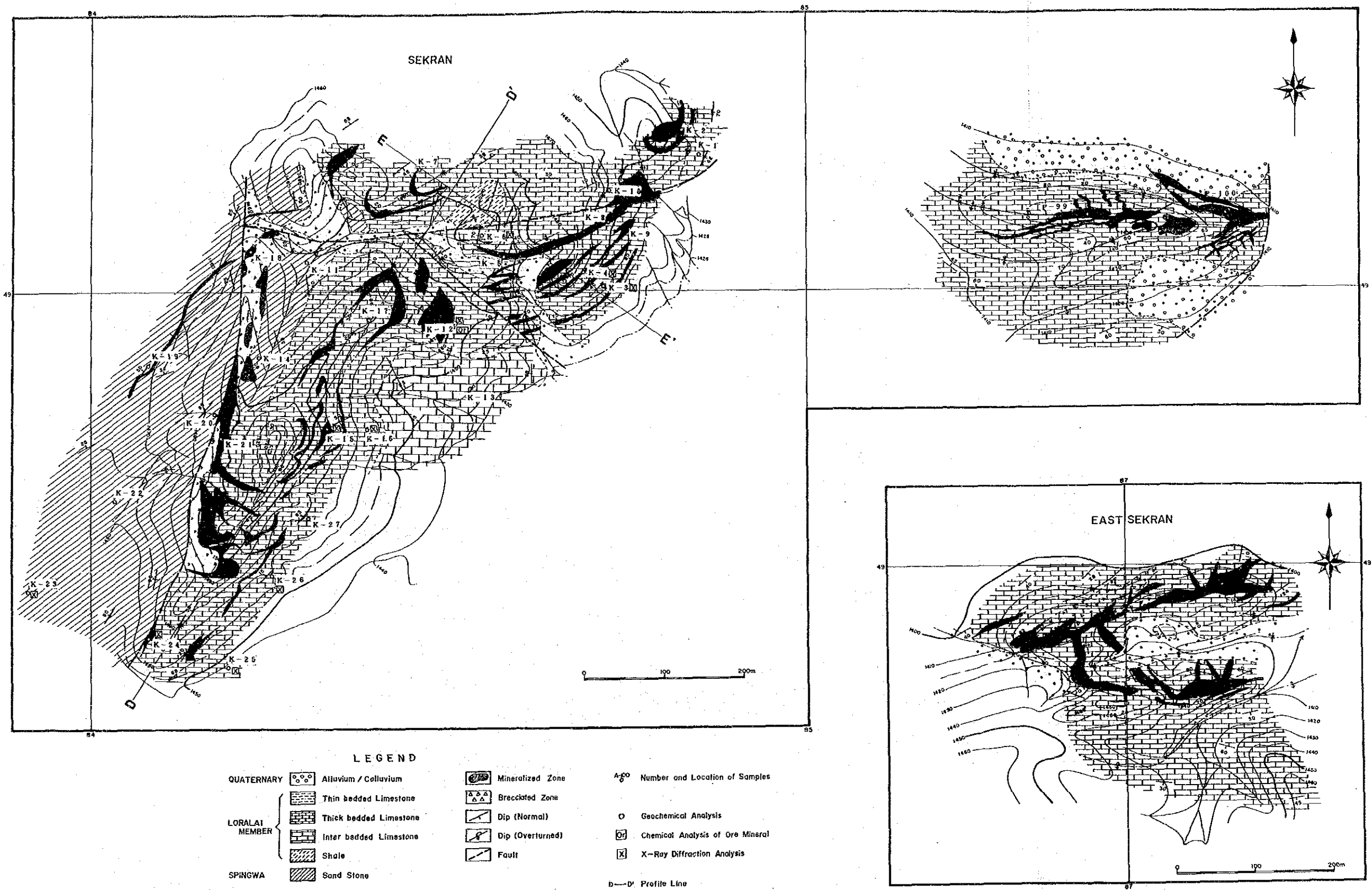
上部鉱化帯は主に重晶石から成り部分的に閃亜鉛鉱、方鉛鉱を伴う。鉱床は厚さ20~30mの板状~伸長したレンズ状をなし良い連続性を示す。

第2回国連プロジェクト調査の後、ボーリング泥水に使用する重晶石の生産を目的にBolan Mining Companyがバルチスタン州政府とBolan Company(石油会社)の共同出資により設立され同社により重晶石採掘の鉱業権が設定された。現在同社は手掘り採掘(露天)により1日100tの粗鉱を出鉱、クズダール町の破碎~粉碎設備まで運搬し1日70tの精鉱(製品)を生産している。

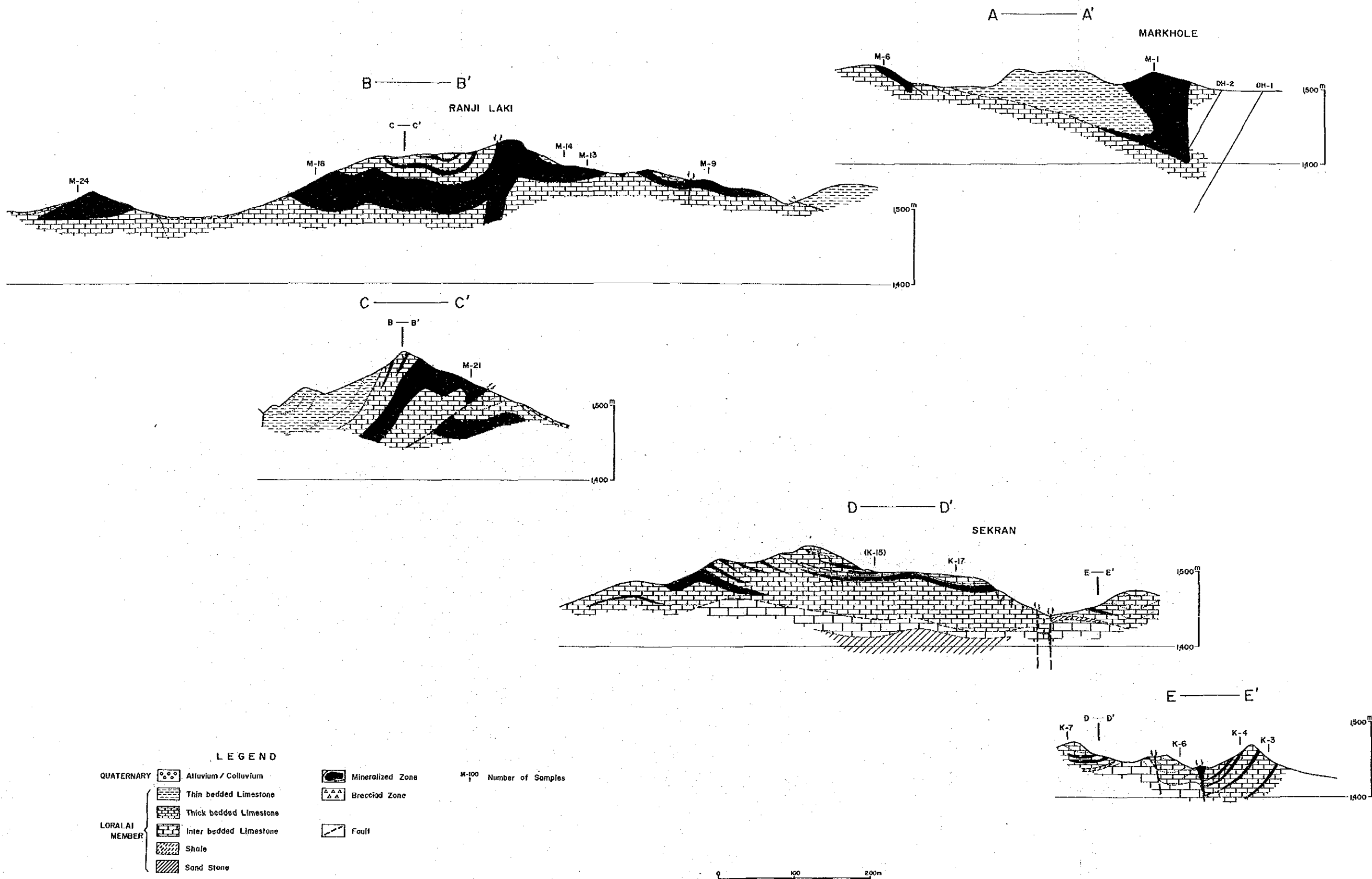
- LEGEND**
- | | | | | | | |
|----------------|--|------------------------|--|------------------|------|----------------------------------|
| QUATERNARY | | Alluvium / Colluvium | | Mineralized Zone | A-00 | Number and Location of Samples |
| LORALAI MEMBER | | Thin bedded Limestone | | Brecciated Zone | O | Geochemical Analysis |
| | | Thick bedded Limestone | | Dip (Normal) | | Chemical Analysis of Ore Mineral |
| | | Inter bedded Limestone | | Dip (Overturned) | | X-Ray Diffraction Analysis |
| SPINGWA | | Shale | | Fault | D—D' | Profile Line |
| | | Sand Stone | | | | |



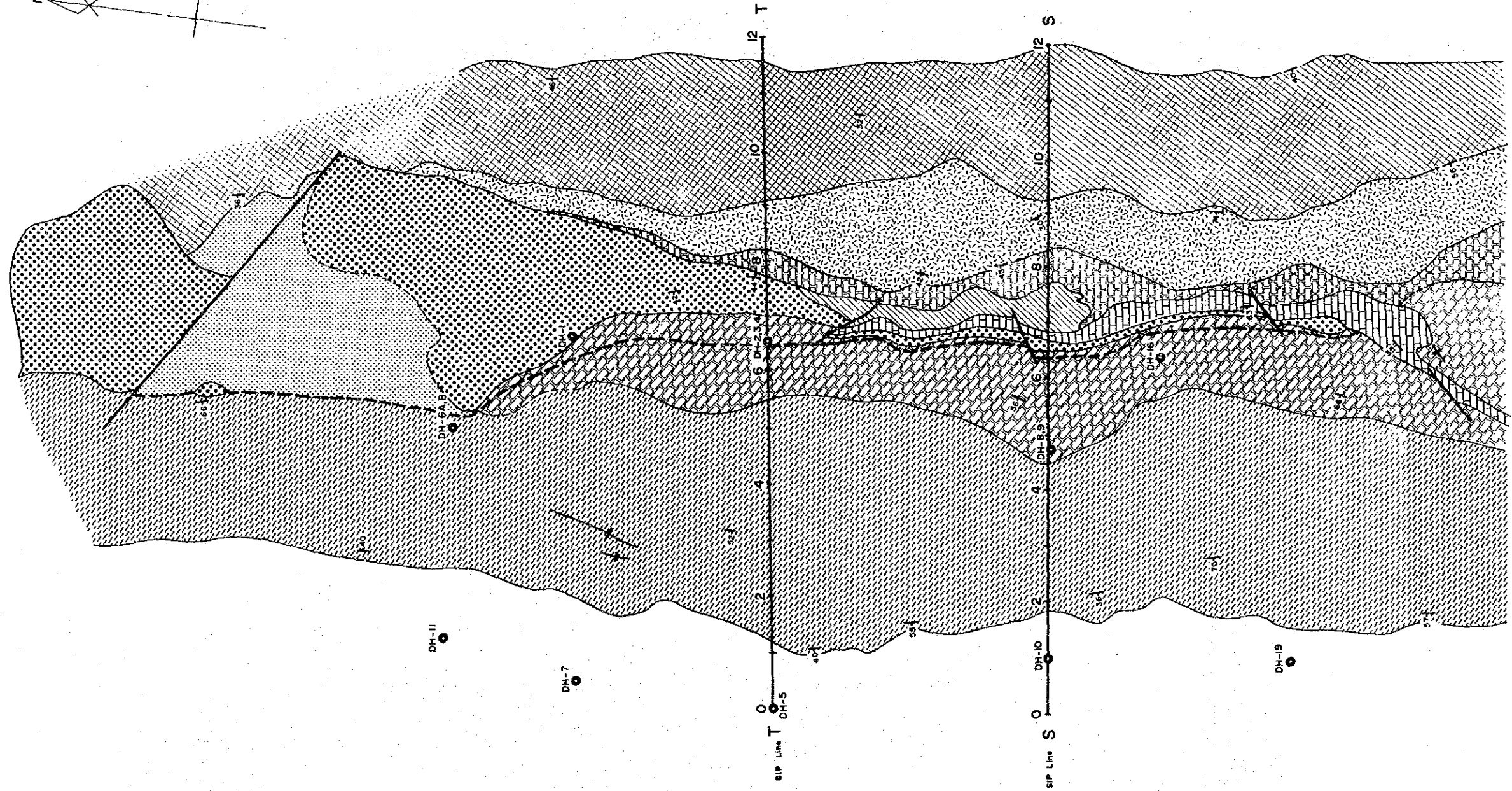
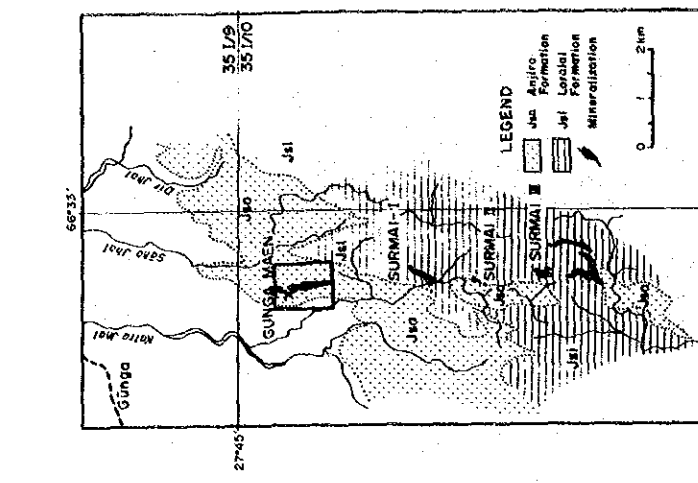
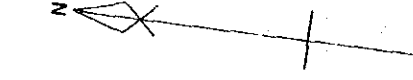
第II-1-3図 マルホール、ランジラキ 地質鉱床図



第II-1-4図 東シュ克蘭、シュ克蘭 地質鉱床図



第II-1-5図 マルホール、ランジラキ、シュクラン 地質断面図



LEGEND

- Covered
- Thick bedded Limestone and Shale
- Thin bedded Limestone and Shale
- Barite
- Limestone (Siliceous)
- Limestone
- Limestone (Partly oxidized)
- Silicic Gossan
- Inter bedded Limestone and Shale
- DH-12 Drill holes
- Dip
- Fault
- Syncline

(Geology by M. Isnoque Durrozi and Sarwar Azom)
(S.S.P., 1981)



第II-1-6図 グンガ鉱山地質図

第 II -1-2表 鉍石分析結果一覽表

Sample No.	Formation	Locality	Pb (%)	Zn (%)	Ba (%)	Ag (g/T)
A - 6	Loralai - II	Surmai II	0.18	0.42	0.02	3.3
A - 10	Loralai - II	Surmai II	0.48	4.92	<0.01	6.5
A - 11	Loralai - II	Surmai II	0.34	1.22	0.01	3.9
A - 33	Loralai - II	Surmai II	0.09	2.77	0.01	1.9
B - 13	Loralai - II	Surmai II	0.19	2.32	<0.01	2.3
C - 10	Loralai - IV	Surmai II	2.90	2.66	<0.01	24.0
C - 15	Loralai - IV	Surmai II	0.57	4.60	<0.01	12.0
C - 20	Anjira - I	Surmai II	1.63	1.92	0.02	8.0
D - 29	Loralai - II	Surmai II	0.93	1.30	<0.01	33.0
D - 41	Loralai - II	Surmai II	0.63	3.05	0.02	8.5
D - 55	Loralai - II	Surmai II	tr	tr	<0.01	5.5
D - 68	Loralai - II	Surmai II	1.34	0.35	0.02	21.5
E - 5	Loralai - II	Surmai I	0.57	1.59	<0.01	6.5
E - 8	Loralai - II	Surmai I	0.23	5.64	0.01	4.1
E - 29	Loralai - II	Surmai I	0.26	0.13	<0.01	3.3
E - 35	Loralai - I	Surmai I	0.13	<0.01	<0.01	2.3
E - 42	Loralai - I	Surmai I	<0.01	0.43	<0.01	1.7
K - 12	Loralai	Sekran	0.02	3.15	<0.01	1.7
M - 1	Loralai	Malkhor	0.02	0.59	<0.01	2.3
M - 14	Loralai	Ranj Laki	0.30	2.61	<0.01	7.0

Ditection Limit : Pb 0.01%, Zn 0.01%, Ba 0.01%, Ag 0.1g/t

Analytical method : Atomic Absorption and Common Assey

第 II -1-3表 鉻石研磨片檢鏡結果一覽表

Sample No.	Locality	M i n e r a l										Note	
		Ge	Ma	Py	He			Q	Ca	Do	Hf		
A - 6	Surmai-II	◎	●					◎	◎				Lo-II
A - 10	Surmai-II	○						◎					Lo-II
A - 11	Surmai-II	◎	△					○	○				Lo-II
A - 33	Surmai-II	○	△					●	●	○			Lo-II
B - 13	Surmai-II	○		△				○	△	○			Lo-II
C - 10	Surmai-II	◎						○	△				Lo-IV
C - 15	Surmai-II	○	△		△			○	●		△		Lo-IV
C - 20	Surmai-II	◎						○	●				Anj-I
D - 29	Surmai-II	◎						○	●		△		Lo-II
D - 41	Surmai-II	○			●			○	●				Lo-II
D - 46	Surmai-II	◎						○			●		Lo-I
D - 53	Surmai-II	◎						○	●				Lo-I
D - 55	Surmai-II	○						◎	○				Lo-II
D - 68	Surmai-II	◎		△				◎	○				Lo-II
E - 5	Surmai-I	◎			●			○	●				Lo-II
E - 8	Surmai-I	○						◎	△				Lo-II
E - 26	Surmai-I	◎						◎	○				Lo-I
E - 29	Surmai-I	◎	△					○	●				Lo-II
E - 35	Surmai-I	◎		△				△	○				Lo-I
E - 42	Surmai-I	◎		△				○	○				Lo-I

Abbreviation

- ◎ : Abundant
- : Common
- : A Few
- △ : Rare

Shirinab Formation

- Anj : Anjira Member
- Lo-IV : Loralai Member IV
- Lo-II : Loralai Member II
- Lo-II : Loralai Member II
- Lo-I : Loralai Member I

Ge : Goethite Ma : Marcasite Py : Pyrite He : Hematite
 Q : Quartz Ca : Calcite Do : Dolomite Hf : Hemimorphite

第 II -1-4表 岩石薄片檢鏡結果一覽表

Sample No.	Locality	Rock		Allochems /Grain	Orthochems /Matrix	Unit
		Name	Facies			
A-2	Sur- I	Ls.	biomicrite	bioclasts, gastropd. d:1mm.	micrite.	An- I
A-20	Sur- II	Ls.	oomicrite.	ooids, bioclasts. limo, d:0. 2mm.	micrite>sparite	Lo- II
A-23	Sur- II	Ls.	biomicrite	bioclasts. bivalve. d:+1mm.	micrite.	Lo- III
A-37	Sur- I	S. s.	limy sandstone	qz, d:0. 1mm.	fine cal, clay, opaque min.	Sp
A-38	Sur- I	Sh.	limy shale (siltstone)	fine qz, cal.	clay, dolc.	Lo- I
B-3	Sur- II	Ls.	biomicrite	bioclasts. d:1mm. sparry cal.	micrite.	Lo- IV
B-5	Sur- II	Ls.	biomicrite	bioclasts. d:1mm. sparry cal.	micrite.	Lo- III
B-10	Sur- III	Ls.	cherty biomicrite	radiolaria, d:0. 1mm. qz, cal.	micrite. limo, dolc.	An- I
B-21	Sur II ~ III	Ls.	cherty biomicrite	radiolaria, d:0. 1mm. qz, cal.	micrite. limo, dolc.	An- II
B-22	Sur II ~ III	Sh.	cherty biomicrite	radiolaria, d:0. 1mm. qz, cal.	micrite. limo, clay, dolc.	An- II
B-35	Sur- I	Ls.	oosparite	ooids, d:0. 4mm.	sparite.	An- III
C-7	Sur- II	Ls.	biomicrite	bioclasts, d:1mm. sparry cal.	micrite.	Lo- IV
D-1	Sur II ~ III	Ls.	biomicrite	bioclasts, d:0. 5mm. sparry cal.	micrite, dolc. opaque min.	Lo- III
D-22	Sur- III	Ls.	oomicrite	ooids, bioclasts. d:0. 3mm. micrite.	micrite, clay.	Lo- II
D-60	Sur- III	Ls.	oosparite	ooids, d:0. 3mm.	sparite.	Lo- II
E-9	Sur- I	Ls.	oomicrite	ooids d:0. 2mm. sparry cal.	micrite. dolc.	Lo- III
E-12	Sur- I	Ls.	biomicrite	bioclasts, d:1mm. sparry cal.	micrite.	Lo- IV
E-22	Sur- I	Ls.	oosparite	ooids d:0. 2mm	sparite.	Lo- II
E-23	Sur- I	Ls.	micrite	(sparry cal vein wd:0. 3mm)	micrite.	Lo- I
E-48	Sur- I	Ls.	biomicrite	bioclasts, d:0. 5mm. gastropod.	micrite.	Lo- IV

Sur:Surmai d:diameter min:mineral An:Anjira
 Ls.:Limestone limo:limonite dolc:dolomitic Lo:Loralai
 Sh.:Shale qz:quartz Sp:Spingwar
 S. s.:Sandstone cal:calcite

第 II-1-5表 X線回折結果一覽表 (1)

Sample No.	Locality	M i n e r a l s																N o t e				
		Ca	Q	Do	Ka	Se	E	Ch	Fe	Ge	Fl	Sp	Hf	He	Es	Gy	Cr		Ce	Sm	Mg	
A-2	Surmai-I	⊙	●																			Ls., Anj-I
A-6	Surmai-I	△	●						⊙	●												Ore, (Lo-I)
A-10	Surmai-I		⊙						⊙	○												Ore, (Lo-I)
A-11	Surmai-I	○	○						⊙	○												Ore, (Lo-I)
A-20	Surmai-I	⊙	●		?					△												Ls., Lo-I
A-23	Surmai-I	⊙	●	?																		Ls., Lo-II
A-26	Surmai-I-II	○	⊙	?	△				⊙	●												Ore, (Lo-I)
A-33	Surmai-I	●	●	○					⊙	●												Ore, (Lo-I)
A-35	Surmai-I	⊙	●																			Ls., Lo-I
A-37	Surmai-I	○	⊙		○																	S. s. Spi
A-38	Surmai-I	⊙	○	△	△	△																Ls. Lo-I
A-40	Surmai-I	⊙	●	?																		Ls., Lo-I
B-3	Surmai-I	⊙	●	●	●																	Ls., Lo-II
B-5	Surmai-I	⊙	●		△																	Ls., Lo-II
B-10	Surmai-I	⊙	●	△	○																	Ls., Anj-II
B-13	Surmai-I	△	○						○	●												Ore (Lo-I)
B-21	Surmai-I-II	⊙	○	△	△		?															Ls., Anj-I
B-22	Surmai-I-II	⊙	⊙	△	●	●	?															Sh. Anj-I
B-35	Surmai-I	⊙	●																			Ls., Anj-II
C-5	Surmai-I	△	○						⊙	●												Ore (Anj-I)
C-7	Surmai-I	⊙	●																			Ls., Lo-II
C-10	Surmai-I	△	⊙						○	●												Ore (Lo-II)
C-15	Surmai-I	●	⊙						○				△									Ore (Lo-II)
C-17	Surmai-I	△	○						⊙				●									Ore (Anj-I)
C-20	Surmai-I	●	○						⊙	○												Ore (Anj-I)
D-1	Surmai-I-II	⊙	●	△																		Ls., Lo-II
D-22	Surmai-I	⊙	●		△																	Ls., Lo-II
D-27	Surmai-I								⊙	△			●		○							Ore (Lo-I)
D-29	Surmai-I	●	○						⊙	●			△	○								Ore (Lo-I)
D-38	Surmai-I	○	⊙						○	○			●									Ore (Lo-II)
D-41	Surmai-I	△	○						⊙	○												Ore (Lo-I)
D-46	Surmai-I	?	⊙						○	○			●									Ore (Lo-I)
D-53	Surmai-I	●	○						⊙	●												Ore (Lo-I)
D-55	Surmai-I	△	○						⊙	○												Ore (Lo-I)
D-60	Surmai-I	⊙	●	△																		Ls., Lo-I
D-68	Surmai-I	⊙	⊙						○	●												Ore (Lo-I)
E-5	Surmai-I	●	○						⊙	○				●								Ore (Lo-II)
E-8	Surmai-I	?	○						⊙	○												Ore (Lo-I)
E-9	Surmai-I	⊙	○	●																		Ls., Lo-II
E-12	Surmai-I	⊙	●																			Ls., Lo-II
E-19	Surmai-I		○						⊙	●			△									Ore (Lo-II)

Abbreviation

- ⊙ : very Abundant
- : Abundant
- : Common
- : A Few
- △ : Rare
- ? : Unclear

Shirinab Formation

- Anj : Anjira Member
- Lo-II : Loralai Member II
- Lo-I : Loralai Member I
- Lo-I : Loralai Member I
- Lo-I : Loralai Member I

Ca : Calcite E : Erite Sp : Sphalerite Cr : Cristobalite Ls : Limestone
 Q : Quartz Ch : Chlorite Hf : Hemimorphite Ce : Cerussite Sh : Shale
 Do : Dolomite Fe : Oxide Iron He : Hematite Sm : Smithsonite Ss : Sandstone
 Ka : Kaolinite Ge : Goethite Es : Esperite Mg : Magnesite
 Se : Sericite Fl : Fluorite Gy : Gypsum

第 II -1-5表 X線回折結果一覽表 (2)

Sample No.	Locality	M i n e r a l s																	Note			
		Ca	Q	Do	Ka	Se	E	Ch	Fe	Ge	Fl	Sp	Hf	He	Es	Gy	Cr	Ce		Sm	Mg	
E - 22	Surmai-I	⊙	△																			Ls.,Lo-I
E - 23	Surmai-I	⊙	●	●																		Ls.,Lo-I
E - 26	Surmai-I	●	⊙						⊙	●												Ore.(Lo-I)
E - 29	Surmai-I	●	○	△					⊙	●												Ore.(Lo-II)
E - 35	Surmai-I	●	●						⊙	●					△							Ore.(Lo-I)
E - 42	Surmai-I	●	●						⊙	●												Ore.(Lo-I)
E - 43	Surmai-I	●	⊙	△					○	●												Ore.(Lo-I)
E - 48	Surmai-I	⊙	●																			Ls.,Lo-II
E - 51	Surmai-I	⊙	●	●	△																	Ls.,Lo-I
K - 3	Sekran	⊙	△																			Ls.,Lo
k - 4	Sekran	○							⊙	●												Ore.(Lo)
K - 6	Sekran	⊙	●																			Ls.,Lo
K - 12	Sekran	○	○					●	⊙	●												Ore.(Lo)
K - 15	Sekran	○	⊙						○	●		●										Ore.(Lo)
K - 16	Sekran	⊙	△																			Ls.,Lo
K - 23	Sekran	⊙	○																			S.s.,Spi
K - 24	Sekran	○	●		?				⊙	●												Ore.(Lo)
K - 25	Sekran	⊙	●																			Ls.,Lo
k - 26	Sekran	⊙	●	△																		Ls.,Lo
M - 1	Malkhor	●	⊙		△				○					●								Ore.(Lo)
M - 2	Malkhor	△	○						⊙	●				●								Ore.(Lo)
M - 3	Malkhor	⊙	●																			Ls.,Lo
M - 4	Malkhor	⊙	●																			Ls.,Lo
M - 6	Malkhor	●	⊙		△				●	△				△								Ore.(Lo)
M - 7	Malkhor	⊙	●	△		△																Ls.,Lo
M - 8	Malkhor	⊙	●																			Ls.,Lo
M - 9	Ranj Laki	●	○						⊙	●	●			●								Ore.(Lo)
M - 10	Ranj Laki	⊙	●																			Ls.,Lo
M - 11	Ranj Laki	△	○		?				⊙	●				●								Ore.(Lo)
M - 12	Ranj Laki	⊙	△																			Ls.,Lo
M - 13	Ranj Laki	△	○					?	⊙	△				●								Ore(Lo)
M - 14	Ranj Laki	○	○						⊙	●												Ore.(Lo)
M - 15	Ranj Laki	●	○					?	⊙	○			●									Ore.(Lo)
M - 17	Ranj Laki	⊙	●																			Ls.,Lo
M - 18	Ranj Laki	○	○					?	⊙				●									Ore.(Lo)
M - 20	Ranj Laki	⊙	●																			Ls.,Lo
M - 21	Ranj Laki	△	⊙						●	●			○								?	Ore.(Lo)
M - 22	Ranj Laki	⊙	⊙		●																	S.s.,Sp
M - 23	Ranj Laki	⊙	●																			Ls.,Lo
M - 24	Ranj Laki	●	●						⊙	●						?						Ore.(Lo)

Abbreviation

- ⊙ : very Abundant
- : Abundant
- : Common
- : A Few
- △ : Rare
- ? : Unclear

Shirinab Formation

- Anj : Anjira Member
- Lo-II : Loralai Member II
- Lo-I : Loralai Member I
- Lo-I : Loralai Member I

- Ca : Calcite E : Eurate Sp : Sphalerite Cr : Cristobalite Ls : Limestone
- Q : Quartz Ch : Chlorite Hf : Hemimorphite Ce : Cerussite Sh : Shale
- Do : Dolomite Fe : Oxide Iron He : Hematite Sm : Smithsonite Ss : Sandstone
- Ka : Kaolinite Ge : Goethite Es : Esperite Mg : Magnesite
- Se : Sericite Fl : Fluorite Gy : Gypsum

第 II-1-5 表 X線回折結果一覽表 (3)

Sample No.	Locality	M i n e r a l s																	N o t e		
		Ca	Q	Do	Ka	Se	E	Ch	Fe	Go	Fl	Sp	Hf	He	Es	Gy	Cr	Ce		Sm	Mg
S - 1	C-D Section	○	◎		●																S.s., Spi
S - 6	C-D Section	◎	○		△	△															Ls., Spi
S - 14	C-D Section	◎	●																		Ls., Lo-I
S - 17	C-D Section	◎	●		?																Ls., Lo-I
S - 20	C-D Section	◎	●																		Ls., Lo-I
S - 40	C-D Section	◎	●	△	△																Ls., Lo-I
S - 48	C-D Section	◎	●		△																Ls., Lo-II
S - 54	E-F Section	◎	●																		Ls., Lo-III
S - 57	E-F Section	◎	●																		Ls., Lo-IV
S - 58	E-F Section	◎	●																		Ls., Lo-V
S - 59	E-F Section	◎	●	●																	Ls., Anj
S - 60	E-F Section	◎	●				?														Ls., Anj
S - 64	A-B Section	◎	○		●																S.s., Spi
S - 67	A-B Section	◎	●		●	△															Ls., Spi
S - 70	A-B Section	◎	●	△	●																Ls., Lo-I
S - 72	A-B Section	◎	●	●																	Ls., Lo-I
S - 78	A-B Section	◎	●																		Ls., Lo-I
S - 90	A-B Section	◎	○		△																Ls., Lo-I
S - 99	A-B Section	◎	●																		Ls., Lo-II
S - 102	A-B Section	◎	●																		Ls., Lo-II
S - 104	A-B Section	◎	●																		Ls., Lo-V
S - 105	A-B Section	◎	●				?														Ls., Lo-V
S - 106	A-B Section	◎	●				?														Ls., Anj
S - 107	A-B Section	●	●				?														Ls., Anj

Abbreviation

- ◎ : very Abundant
- : Abundant
- : Common
- : A Few
- △ : Rare
- ? : Unclear

Shirinab Formation

- Anj : Anjira Member
- Lo-V : Loralai Member V
- Lo-II : Loralai Member II
- Lo-I : Loralai Member I
- Lo-I : Loralai Member I

- Ca : Calcite E : Eprite Sp : Sphalerite Cr : Cristobalite Ls : Limestone
- Q : Quartz Ch : Chlorite Hf : Hemimorphite Ce : Cerussite Sh : Shale
- Do : Dolomite Fe : Oxide Iron He : Hematite Sm : Smithsonite Ss : Sandstone
- Ka : Kaolinite Ge : Goethite Es : Esperite Mg : Magnesite
- Se : Sericite Fl : Fluorite Gy : Gypsum

第II-1-6表 全岩分析結果一覽表

Sample NO.	SiO ₂ %	Al ₂ O ₃ %	Fe ₂ O ₃ %	MgO %	CaO %	Na ₂ O %	K ₂ O %	TiO ₂ %	P ₂ O ₅ %	MnO %	LOI %	FeO %	Ba ppm	Total %	Remark
A - 38	27.86	10.74	2.89	1.67	26.22	0.14	2.12	0.45	0.17	0.05	26.38	1.23	180	99.94	Lora-I, Shale
B - 21	24.76	3.94	1.17	1.30	34.57	0.38	0.81	0.22	0.10	0.11	29.96	1.81	190	99.13	Anji-I, Ls
D - 22	4.23	0.29	0.88	0.42	50.59	0.02	0.08	0.01	0.04	0.08	41.22	0.29	70	98.16	Lora-I, Ls
E - 12	6.83	1.14	0.99	0.53	47.51	0.04	0.21	0.05	0.06	0.08	39.39	0.60	60	97.44	Lora-IV, Ls
H - 148	1.66	0.51	0.14	0.35	52.72	0.02	0.14	0.01	0.05	0.01	42.66	0.14	40	98.44	Lora-I, Ls

参考：世界の主な堆積岩の平均化学組成

Rock Name	SiO ₂ %	Al ₂ O ₃ %	Fe ₂ O ₃ %	MgO %	CaO %	Na ₂ O %	K ₂ O %	TiO ₂ %	P ₂ O ₅ %	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	*1
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	*2
Pel	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	*3

Abbreviation

- Lora-I : Unit of Loralai Member *1 : Average of 345 Samples, Clarke
 Ls : Limestone *2 : Average of 253 Samples, Clarke
 Ss : Sandstone *3 : Average of 277 Samples, Wedepohl
 Pel : Pelitic Rock ** : Contained in Fe₂O₃

第2章 地化学探査

2-1 概要

本調査は調査地域に分布する鉍化作用の地化学特性を明確にすると共に新たな鉍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。分析に供する試料は岩石とし、調査面積 1,350km² から 2,700 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 1 km² 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-2-1~PL-II-2-6)

地域全体の検討は2,700個にスルマイ地区の代表的な試料を 50個加え合計 2,750個で部層毎、岩体毎に行った。これと共に、後述のスルマイ地区と同様に各部層のユニット区分が明確に適用できる岩体-IIの東端部で、地層の走行に直行する断面に沿ってユニット別に採取された試料(107個:内数)によりユニット毎の検討も行った。

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。

2-2 分析結果の処理

元素別の平均値(M)、標準偏差(σ)などの統計値は第II-2-2表、頻度分布図は第II-2-1図、累積頻度分布図は第II-2-2図、各2成分間の散布図は第II-2-5図のとおりである。

各成分の等値線図は、500m グリットの移動平均法を用いた。

各成分のしきい値は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-2-2図)上の各元素の曲線は、Pb, Zn, Hg, BaとMgが異常値集団とバックグランド集団の2母集団から構成されていることを示している。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。

クズダール地域のしきい値は下表のとおりである。

第II-2-1表 クズダール地域 しきい値一覧表

	Pb (ppm)	Zn(ppm)	Hg(ppb)	Ba(ppm)	Mg(ppm)	S(%)
Threshold	29	225	340	350	11,000	0.074

2-3 解析結果

2-3-1 シリナブ層中の成分分布

(1) 部層別品位傾向

鉛：スピングワ部層に濃集する傾向を比較的強く示す(n=402、平均値=2.60ppm、標準偏差=0.476)。標準偏差はロライ部層で高い(0.650)。

亜鉛：部層別に異なる濃集傾向は特に認められず(14.11~16.64ppm) 標準偏差にもあまり差がない(0.329~0.575)。

水銀：ロライ部層での濃集度が他部層に比べ多少高い傾向を持ち、標準偏差も高い(0.501)。

バリウム：ロライ部層での濃集度が他部層に比べ多少低い傾向を持つ(189.73ppm、平均値 210.39ppm)。標準偏差は全体に低い(0.213~0.300)。

マグネシウム：Baと同様に、他部層に比べロライ部層での濃集度が多少低い傾向を持つ。(3,365ppm、平均値 3,657ppm)。標準偏差はスピングワ部層が多少高い(0.450)。

イオウ：他部層に比べアンジラ部層に濃集する傾向が多少認められる。標準偏差は全体に高い(0.586~0.678)。

(2) 岩体別品位傾向

調査地域に発達するジュラ系石灰岩は前述の如く6岩体に分かれて分布する。

鉛、亜鉛、バリウム、水銀：平均値(M)及び標準偏差(σ)は岩体-II及び岩体-IVで高い値を示す。Hgは岩体-IIIでも高い値を示し、岩体-IIIの平均値は岩体-I中最大値を示す。岩体-II及びIVにはマルホールやスルマイの鉱徴地が知られており、このため2倍に近い標準偏差の違いが表れたものと思われる。

マグネシウム：各地域とも類似した値を示すが、平均値は岩体-I、V、IV及びVIの順で高い値を示し、標準偏差は岩体-I、IIで若干大きな値を示す。

イオウ：平均値は岩体-VI、V、IV、IIの順で若干高い値を示すが、一般的に低品位である、標準偏差は地域的に変化がなく0.50~0.67を示す。

(3) 地層断面ユニット毎の品位傾向

地層断面沿いの試料採取位置は第Ⅱ-2-3 図に示されるとおりスルマイ～シュクランゾーンの中に位置する。当地点にはシリナブ層の3部層が分布する。本検討ではロライ部層をⅠ～Ⅳユニットに区分し、スピングワ、アンジラ部層は各々1ユニットとして扱った。統計値一覧表は第Ⅱ-2-3表に示し、品位分布図は第Ⅱ-2-3図及び第Ⅱ-2-4図に示した。

鉛：スピングワ部層、ロライⅡ、アンジラ部層に比較的濃集する(4.25~4.14ppm)。標準偏差はロライⅡが最も高く0.769を示す。

亜鉛：ロライⅡ、アンジラ部層に比較的濃集する(39.01~35.46ppm)。標準偏差はロライⅡが最も高く0.753を示す。

水銀：ロライⅡ、ロライⅢに比較的濃集し(33.81、26.32ppb)、両者は標準偏差も比較的高い値を示す(0.409~0.474)。

バリウム：スピングワ部層に最も濃集し(332.7ppm)、ロライⅡが最も低い。

マグネシウム：ロライⅠに最も濃集し(7,256ppm)、ロライⅡが最も低い。標準偏差は全般に低い。

イオウ：アンジラ部層に最も高い濃集傾向を示す(0.013%)。標準偏差はロライⅠ、スピングワ、ロライⅡが高く0.81~0.68を示す。

以上、地層断面ユニット毎の品位ではロライⅡ、ロライⅢでPb, Zn, Hgが、スピングワ、ロライⅠでBa, Mgが高い傾向を示し、スピングワ部層にPb、アンジラ部層にもPb, Znが比較的多く含まれる。

2-3-2 成分の相関

クズダール地域の相関係数を第Ⅱ-2-4表に示し、その散布図を第Ⅱ-2-5図に示す。強い正の相関が認められるのはPb-Zn, Pb-Hg, Zn-Hgで相関係数0.5以上である。次いでBa-Sに弱い正の相関が認められる。

第Ⅱ-2-4表 クズダール地域 相関係数一覧表

	P b				
Z n	0.686	Z n			
H g	0.506	0.520	H g		
B a	0.015	0.098	0.011	B a	
M g	-0.066	0.024	-0.137	0.130	M g
S	0.179	0.238	0.170	0.316	0.166

地層断面ユニット毎の、各成分品位の相関係数を第Ⅱ-2-5表に示す。ここではスルマイ地区～マルホール地区にかけての鉱徴胚胎層準も含めて採取しており、各ユニット毎に特徴ある相関を示す。すなわち、平均品位、標準偏差がともに高いロライⅡでは Pb, Zn, Hgが互いに高い相関を示し、次いでPbとSとに弱い相関が認められる。Baは Pb, Znと負の相関を示す。ロライⅠとロライⅢはPb, Zn, Hgに相関が認められる。これに対してアンジラ部層及びロライⅣなどの上部層は Pb, Zn, Ba, Mg に強い相関が認められる。下部層ほど Ba と Mg が Pb, Zn, Hg に対して相関が悪くなる。

2-3-3 異常域の抽出と評価

(1) 異常域の抽出

成分毎の、500mグリッド移動平均値の等値線を添付図 PL-Ⅱ-2-7～PL-2-12に示す。この内、前項で決定したしきい値以上の範囲を成分毎の異常域とした。異常域分布の大きな傾向としては、岩体-Ⅱ及びⅣに多くの異常域が分布すること、Pb, Zn, Hgの異常域の分布は鉱徴地を中心に発達し、互いに良く合致すること、Ba異常域はPb, Zn, Hg異常域の外側に分布することが挙げられる。成分毎の異常域の分布傾向は次のようにまとめられる。

鉛： 鉱徴地を中心に発達するものと、スピングワ部層に広く発達するものがある。

亜鉛： 主に鉱徴地を中心に発達する。

水銀： Pb, Znに付随して分布する他、スピングワ部層中及び断層沿いにBaを伴うか単独で分布する。

バリウム： スピングワ部層に比較的高い値により異常域を形成する。ロライ及びアンジラ部層ではPb, Zn異常域周辺部に異常域が分布する。

マグネシウム： ロライ部層中に広く分布すると共に、Pb, Zn, Hg異常域周辺に発達する。

イオウ： アンジラ部層中のBa異常域に合致して発達する他、Pb, Zn, Hg, Mg, Baが小規模に分散して分布する位置に比較的低い値により異常域を形成する。

(2) 複合異常域の評価

異常域は殆どの場合多成分が重複して分布する。また当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。このため異常域の評価に当たっては、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。複合異常域を第Ⅱ-2-6表に示される評価基準により、A～Dの4ランクに分類した。

第II-2-6表 クズダール地域 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。

複合異常域一覧表は第II-2-7表、解析結果総合図は第II-2-6図に示す。重要な複合異常域は次のとおりである。

(1) Aランク

No. 10(Pb-Zn系): 当複合異常域はマルホール~シュクラン鉱徴地帯を中心にその周辺に広がる。Pb, Zn, Hg異常域の分布は鉱徴地と合致し、Ba異常域は鉱徴地の東及び西延長部に分布する。Mg異常値は南部及び南東部の一部に分布する。Sの弱異常値は他成分の異常域中央部に分布する。

No. 16(Pb-Zn系): 当複合異常域は殆どスルマイ地区の範囲と合致する。Pb, Zn, Hg異常域の分布は鉍徴地と合致し南北に延びる。Ba異常域は当地域の北西部及び南西部に分布し、その周囲にBaの低異常域(M+δ~Th)が比較的広く分布する。Mg異常値はPb, Zn, Hg異常域及びBa異常域の中間域に若干分布する。

No. 15(Ba系): 当複合異常域はグンガ鉍床を含み、北東方向に延びる。主にBa及びHg異常域から構成され、Zn異常値を伴う。

(2) Bランク

No. 6(Pb-Zn系): 当複合異常域はマルホール~シュクラン鉍徴地帯の西部延長部にあたる。地域全体にPb異常域が分布し、中央部にZn異常域がPb異常域に重複して分布する。Pb異常域の南部にAランクのBa異常域が分布するが、全体としてはBランクのPb-Zn系複合異常域と判断される。

No. 11(Pb-Zn系): 当複合異常域はスルマイ~シュクランゾーンに含まれ、グンガ鉍床とマルホール鉍徴地の中間部にあたる。背斜構造をなして地域中央部に露出するスピングワ部層にBa, S異常値が分布し、その両側に分布するロライ部層にPb, Zn異常値が分布する。

No. 12(Pb-Zn系): 当複合異常域はマルホール~シュクラン鉍徴地帯の東部に位置する。当地域中央部に露出するロライ部層中に、Pb及びHg異常値が一部重複して広く分布し、西部に露出するスピングワ部層中にZn異常値が分布する。

No. 19(Pb-Zn系): 当複合異常域はスルマイ地区の南部延長部にあたる。地域中央~東部にZn, Hg異常値及びPbの低異常値が分布し、その外側西部にMg、南部にBaの異常値が分布する。

第II-2-2表 クズダール地域 統計値一覧表

		Total	by Member of Shirinab F.			by Block Number ^a						Lino
			Anjira	Loralai	Spingwar	I	II	III	IV	V	VI	Sampling
Number of Samples		2,750	869	1,479	402	204	731	834	505	334	142	107
Pb (ppm)	min	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	max	10,000	10,000	10,000	950	33	10,000	4,600	10,000	27	13	2,700
	σ	0.563	0.400	0.650	0.479	0.303	0.736	0.336	0.722	0.303	0.194	0.558
	平均(M)	1.90	1.53	1.97	2.60	1.44	3.13	1.42	2.21	1.47	1.20	3.55
	M+ σ	6.9	3.8	8.8	7.8	2.9	17.0	3.0	11.6	2.9	1.8	12.8
	M+2 σ	25.3	9.6	39.3	23.5	5.8	93.1	6.6	61.5	5.9	2.9	46.2
M+3 σ	92.5	24.2	175.8	70.8	11.7	507.4	14.4	324.3	11.9	4.5	167.1	
Zn (ppm)	min	1	3	1	1	4	1	1	1	3	5	6
	max	10,000	10,000	10,000	5,500	215	10,000	3,340	10,000	90	54	6,560
	σ	4.489	0.329	0.575	0.422	0.320	0.640	0.347	0.574	0.310	0.266	0.581
	平均(M)	16.02	16.64	16.21	14.11	10.96	20.74	13.10	20.09	14.75	12.88	25.94
	M+ σ	49	35	60	37	22	90	29	75	30	23	98
	M+2 σ	152	75	229	98	47	394	64	282	61	43	377
M+3 σ	468	161	861	261	99	1,700	143	1,059	125	80	1,439	
Hg (ppb)	min	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
	max	55,000	1,500	55,000	960	210	55,000	2,000	29,000	170	90	770
	σ	0.440	0.346	0.501	0.379	0.310	0.507	0.449	0.559	0.264	0.222	0.388
	平均(M)	23.11	22.95	23.33	22.67	18.33	23.90	27.32	25.68	16.91	14.57	25.00
	M+ σ	63	50	73	54	37	76	76	73	31	24	61
	M+2 σ	175	112	234	129	76	246	216	212	57	40	149
M+3 σ	482	249	741	309	156	793	609	612	104	67	363	
Ba (ppm)	min	20	40	30	20	80	30	20	50	80	100	40
	max	6,800	4,200	6,800	6,400	1,720	5,800	2,700	6,400	6,800	2,800	4,300
	σ	0.249	0.265	0.213	0.300	0.173	0.287	0.201	0.271	0.257	0.244	0.266
	平均(M)	210.39	241.94	189.73	227.43	178.13	226.36	194.84	231.65	207.04	211.95	190.86
	M+ σ	373	445	310	452	268	437	309	432	373	371	352
	M+2 σ	663	819	506	905	394	847	492	807	675	651	649
M+3 σ	1,177	1,508	828	1,806	586	1,639	783	1,508	1,220	1,143	1,197	
Mg (ppm)	min	300	450	320	300	1,200	320	300	350	800	1,900	320
	max	90,000	48,500	90,000	85,000	55,000	70,000	90,000	80,000	52,000	21,000	17,500
	σ	0.314	0.216	0.312	0.450	0.358	0.343	0.309	0.272	0.250	0.209	0.328
	平均(M)	3,657	3,931	3,365	4,252	5,081	3,266	3,128	4,114	4,521	4,094	2,966
	M+ σ	7,532	6,462	6,906	11,980	11,576	7,200	6,375	7,687	8,040	6,629	6,318
	M+2 σ	15,511	10,622	14,174	33,755	26,373	15,877	12,992	14,365	14,298	10,734	13,458
M+3 σ	31,944	17,460	29,087	95,104	60,083	35,008	26,478	26,841	25,426	17,382	28,664	
S (%)	min	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.001	0.001	0.001
	max	1.21	1.21	0.862	0.638	0.167	0.862	0.123	1.21	0.221	0.301	0.136
	σ	0.640	0.586	0.631	0.678	0.619	0.661	0.605	0.675	0.605	0.512	0.672
	平均(M)	0.004	0.006	0.003	0.004	0.003	0.004	0.003	0.005	0.005	0.007	0.029
	M+ σ	0.017	0.024	0.013	0.017	0.014	0.017	0.012	0.024	0.025	0.022	0.014
	M+2 σ	0.075	0.093	0.056	0.082	0.059	0.079	0.048	0.112	0.086	0.079	0.065
M+3 σ	0.327	0.359	0.239	0.393	0.243	0.361	0.191	0.530	0.348	0.237	0.306	

^aBlock No.: Block of Distributed Jurassic Limestone

σ : log.

第II-2-3表 地質断面ユニット別 統計値一覧表

Elements	Unit of Member	Anjira	Lora-IV	Lora-III	Lora-II	Lora-I	Spingwar	Total
	N	4	4	20	44	15	20	107
P b (ppm)	min	2	1	1	1	1	2	1
	max	7	2	7	2,700	23	8	2,700
	σ	0.236	0.130	0.361	0.769	0.343	0.220	0.558
	平均(M)	4.14	1.19	2.63	4.16	3.36	4.25	3.55
	M+ σ	7.1	1.6	6.0	24.4	7.4	7.0	12.8
	M+2 σ	12.1	2.1	13.8	143.8	16.3	11.7	46.2
Z n (ppm)	min	21	7	8	6	9	6	6
	max	163	13	448	6,560	60	63	6,650
	σ	0.383	0.096	0.489	0.753	0.241	0.245	0.581
	平均(M)	35.46	9.27	28.01	39.01	16.87	15.58	25.94
	M+ σ	85	11	86	220	29	27	98
	M+2 σ	206	14	266	1,248	51	48	377
B a (ppm)	min	160	130	90	40	100	100	40
	max	360	180	320	200	4,300	1,760	4,300
	σ	0.153	0.054	0.117	0.119	0.408	0.285	0.266
	平均(M)	195.96	151.31	174.58	139.00	274.00	332.72	190.86
	M+ σ	278	171	228	182	701	641	352
	M+2 σ	395	194	299	240	1,795	1,236	649
M g (ppm)	min	2,500	2,700	320	850	3,700	800	320
	max	4,450	3,3050	7,000	15,000	17,500	13,500	17,500
	σ	0.104	0.022	0.285	0.288	0.177	0.348	0.328
	平均(M)	3,426	2,859	2,672	2,130	7,256	3,417	2,966
	M+ σ	4,358	3,005	5,135	4,136	10,918	7,620	6,318
	M+2 σ	5,544	3,159	9,940	9,031	16,429	16,996	13,458
H g (ppb)	min	10	10	10	10	10	10	10
	max	30	20	500	770	40	70	770
	σ	0.172	0.130	0.474	0.409	0.229	0.269	0.388
	平均	18.61	11.89	26.32	33.81	18.03	19.24	25.00
	M+ σ	27	16	78	86	30	35	61
	M+2 σ	41	21	233	222	51	66	149
S (%)	min	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
	max	0.025	0.003	0.017	0.071	0.136	0.030	0.136
	σ	0.286	0.389	0.444	0.682	0.809	0.704	0.672
	平均(M)	0.013	0.001	0.005	0.002	0.003	0.003	0.029
	M+ σ	0.025	0.003	0.013	0.012	0.016	0.014	0.014
	M+2 σ	0.049	0.007	0.035	0.057	0.104	0.073	0.065

σ : log.

第II-2-5表 地質断面ユニット別 相関係数一覧表

		P b		Total (N:107)		
Z n	0.647	Z n				
B a	-0.125	-0.188	B a			
M g	-0.154	-0.258	0.247	M g		
H g	0.562	0.591	-0.171	-0.272	H g	
S	0.313	0.156	0.301	0.015	0.131	

Anjira M.

		P b				
Z n	0.553	Z n				
B a	0.557	0.999	B a			
M g	0.996	0.624	0.627	M g		
H g	0.435	0.122	0.105	0.415	H g	
S	-0.341	0.571	0.572		-0.482	

Loralai M. - II

		P b				
Z n	0.709	Z n				
B a	-0.531	-0.551	B a			
M g	-0.197	-0.311	0.088	M g		
H g	0.764	0.640	-0.379	-0.231	H g	
S	0.425	0.157	-0.208	0.039	0.334	

Loralai M. - IV

		B a				
Z n	0.886	Z n				
B a	0.803	0.756	B a			
M g	0.749	0.361	0.462	M g		
H g	-0.333	-0.076	-0.702	-0.450	H g	
S	-0.577	-0.132	-0.384	-0.963	0.577	

Loralai M. - I

		P b				
Z n	0.578	Z n				
B a	0.076	0.306	B a			
M g	-0.308	-0.117	-0.323	M g		
H g	0.575	0.186	0.316	-0.418	H g	
S	0.189	0.283	0.904	-0.250	0.321	

Loralai M. - III

		P b				
Z n	0.567	Z n				
B a	0.108	0.380	B a			
M g	0.035	0.039	0.103	M g		
H g	0.133	0.571	0.167	0.081	H g	
S	0.380	0.215	0.335	0.125	-0.172	

Spingwar M.

		P b				
Z n	0.324	Z n				
B a	-0.071	0.251	B a			
M g	-0.443	0.004	0.142	M g		
H g	0.382	0.230	-0.080	-0.52	H g	
S	0.250	0.055	0.325	0.041	-0.161	

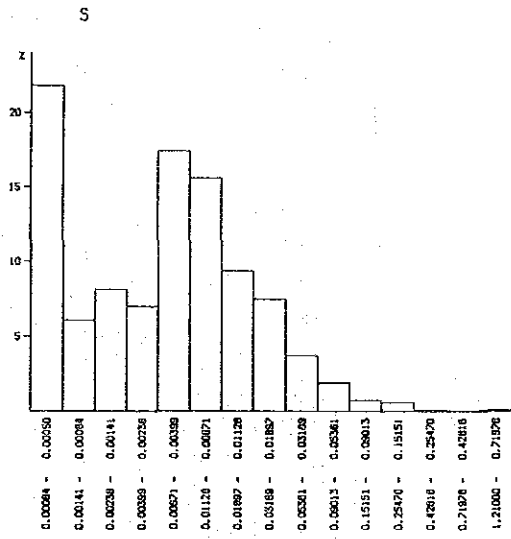
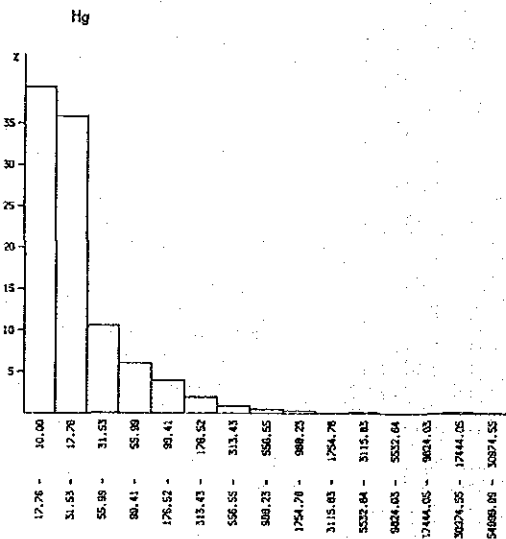
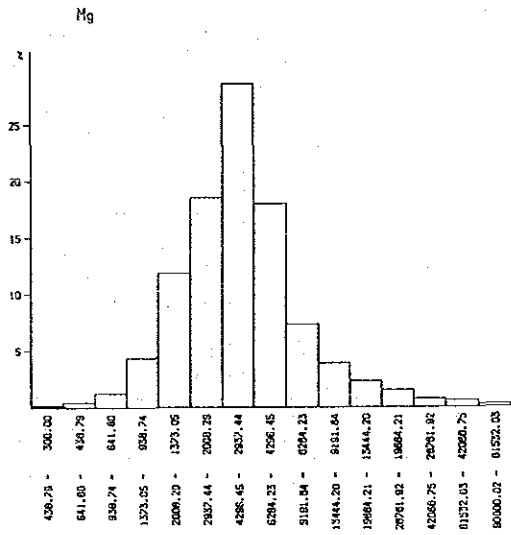
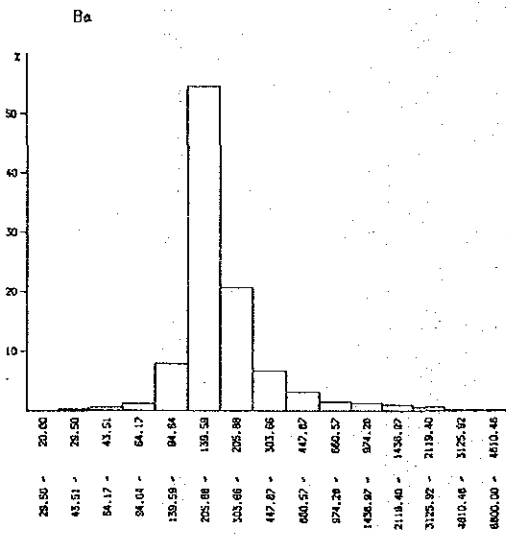
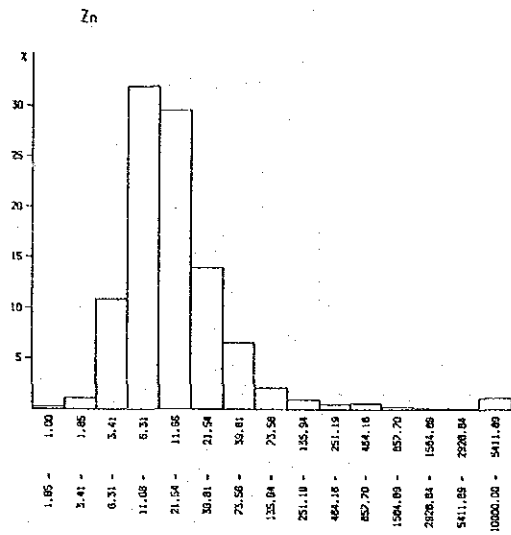
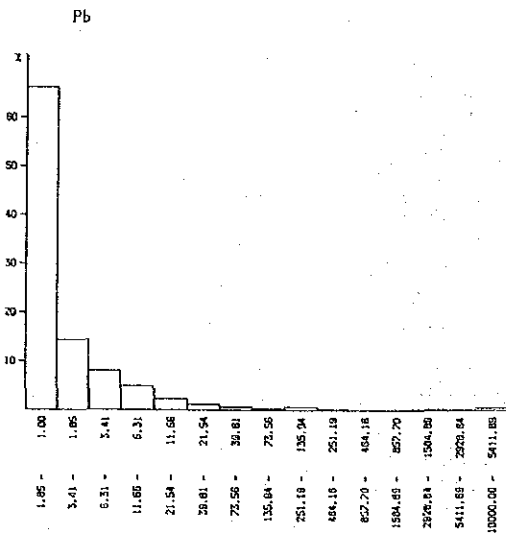
Correlation Diagram of Line Sampling in Shirinab Formation

第II-2-7表 クズダール地域 複合異常域一覽表(1)

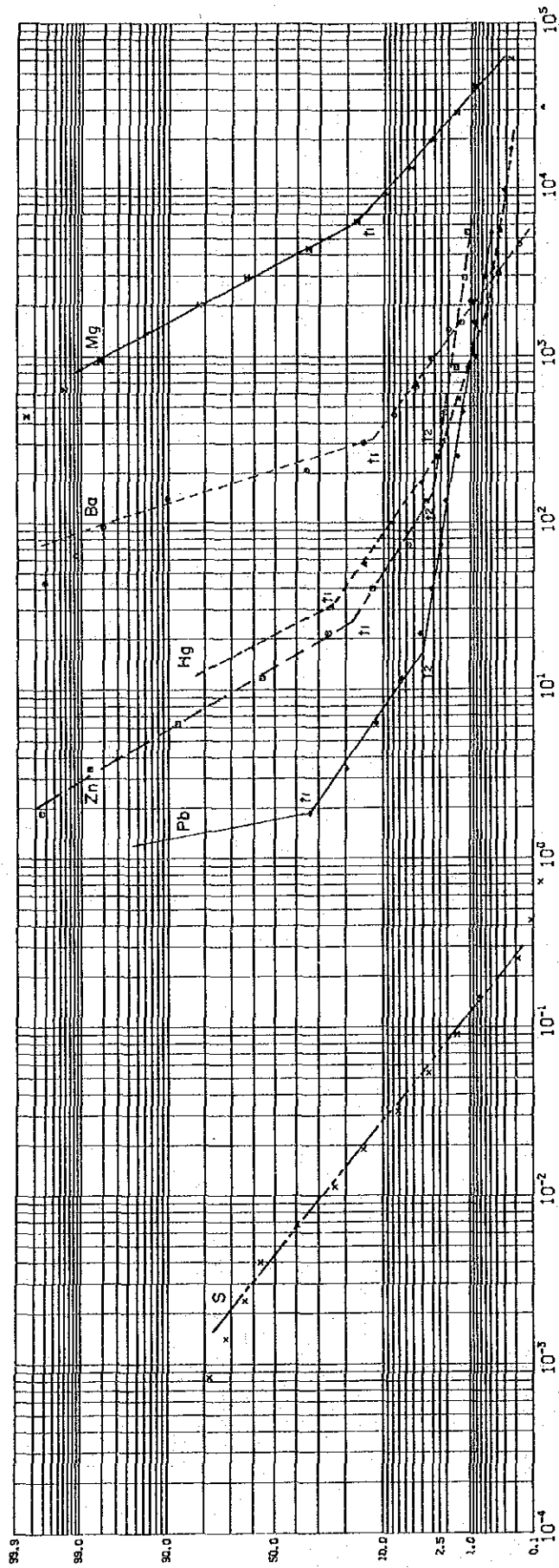
No.	L o c a l i t y	Amount of Anomalous Points (Maximum Values : ppm)												Geological Environments	Rank of Evaluation						
		Pb		Zn		Ba		Mg		Hg (ppb)		S (%)			Pb,Zn	Ba					
		Th	M+σ	Th	M+σ	Th	M+σ	Th	M+σ	Th	M+σ	Th	M+σ	TH	M+σ						
1	Central part of Block I	1	3	1	2	5	1					1	5	(83)	(1,720)	(13,500)	(80)	(0.04)	Spingswar,loralai	C	B
2	Southern part of block I	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	10	1	(5)	(520)	(21,500)	(210)	(0.08)	Loralai,Spingswar,Anjira	D	C
3	Western part of Block I	2	12	1	1	14	3	13	8	8	8	1	6	(52)	(5,800)	(62,000)	(70)	(0.54)	Spingswar,Loralai	C	B
4	Western part of Block I	7	1	1	2	12	3	8	5	5	5		10	(20)	(2,400)	(27,000)	(40)	(0.31)	Spingswar,Loralai,Anjira	C	B
5	Central part of Block I	11	18	1	6	15	6	8	4	4	4		10	(62)	(2,800)	(25,000)	(68)	(0.05)	Spingswar,Loralai,	C	B
6	Central part of Block I	10	15	5	3	12	6	5	4	4	4		9	(197)	(1,250)	(30,000)	(170)	(0.11)	Loralai,Spingswar	B	A
7	Western part of Block I					12	2	3	1	1	1		5	(3)	(2,100)	(32,300)	(60)	(0.05)	Loralai	-	A
8	Central part of Block I	2	1	1	7	7	1						4	(14)	(280)	(8,000)	(150)	(0.01)	Loralai,Anjira	C	B
9	Central part of Block I			2	2								1	(12)	(630)	(4,860)	(90)	(0.06)	Loralai Anjira	D	-
10	Eastern part of Block I	21	8	19	6	19	5	4	5	14	27	25		(10,000)	(10,000)	(46,500)	(22,000)	(0.14)	Loralai,Spingswar,Anjira (Walkhor~Sekran)	A	B
11	Eastern part of Block I	8	6	7	5	13	4	3	1	1	5	7		(2,700)	(8,560)	(42,500)	(770)	(0.14)	Spingswar,Loralai,Anjira	B	C
12	Southern part of Block I	9	10	1	3	5	3	26	13	18	62	12		(4,600)	(940)	(62,000)	(2,000)	(0.07)	Loralai,Spingswar,Anjira	B	C
13	Eastern part of Block I	3			1	5	4		2	1	5			(14)	(81)	(1,500)	(360)	(0.04)	Anjira	C	C
14	Eastern part of Block I	8	7	3	2	18	10				21	1	29	(385)	(1,580)	(3,600)	(300)	(0.20)	Loralai,Anjira	C	A
15	Central part of Block I			2	5	13	2	1	1	1		9		(18)	(590)	(2,800)	(60)	(0.04)	Anjira (Gunga Mine)	B	A

第II-2-7表 クズダール地域 複合異常域一覽表(2)

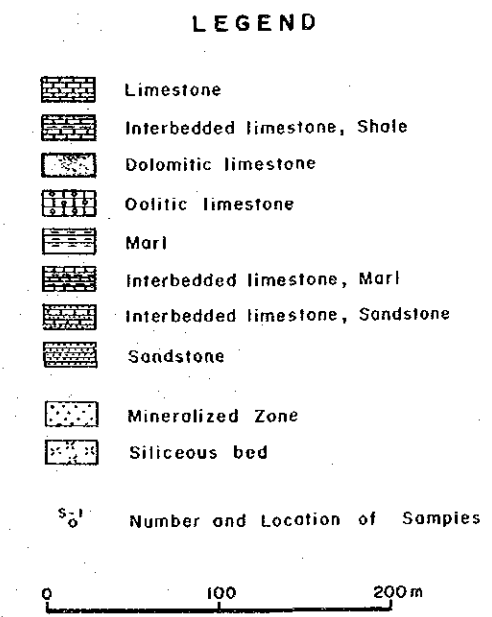
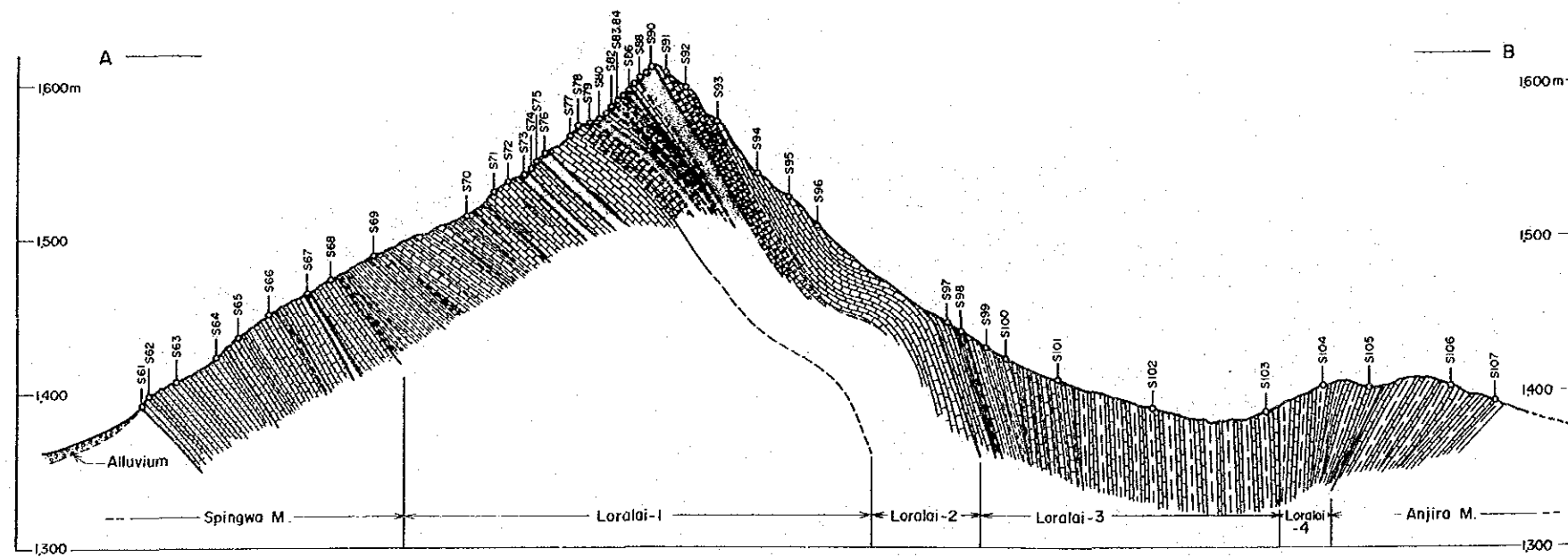
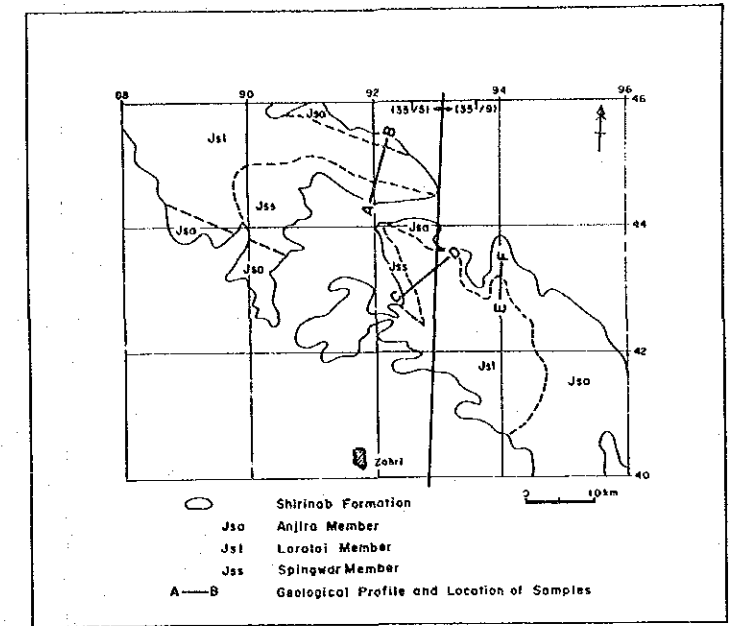
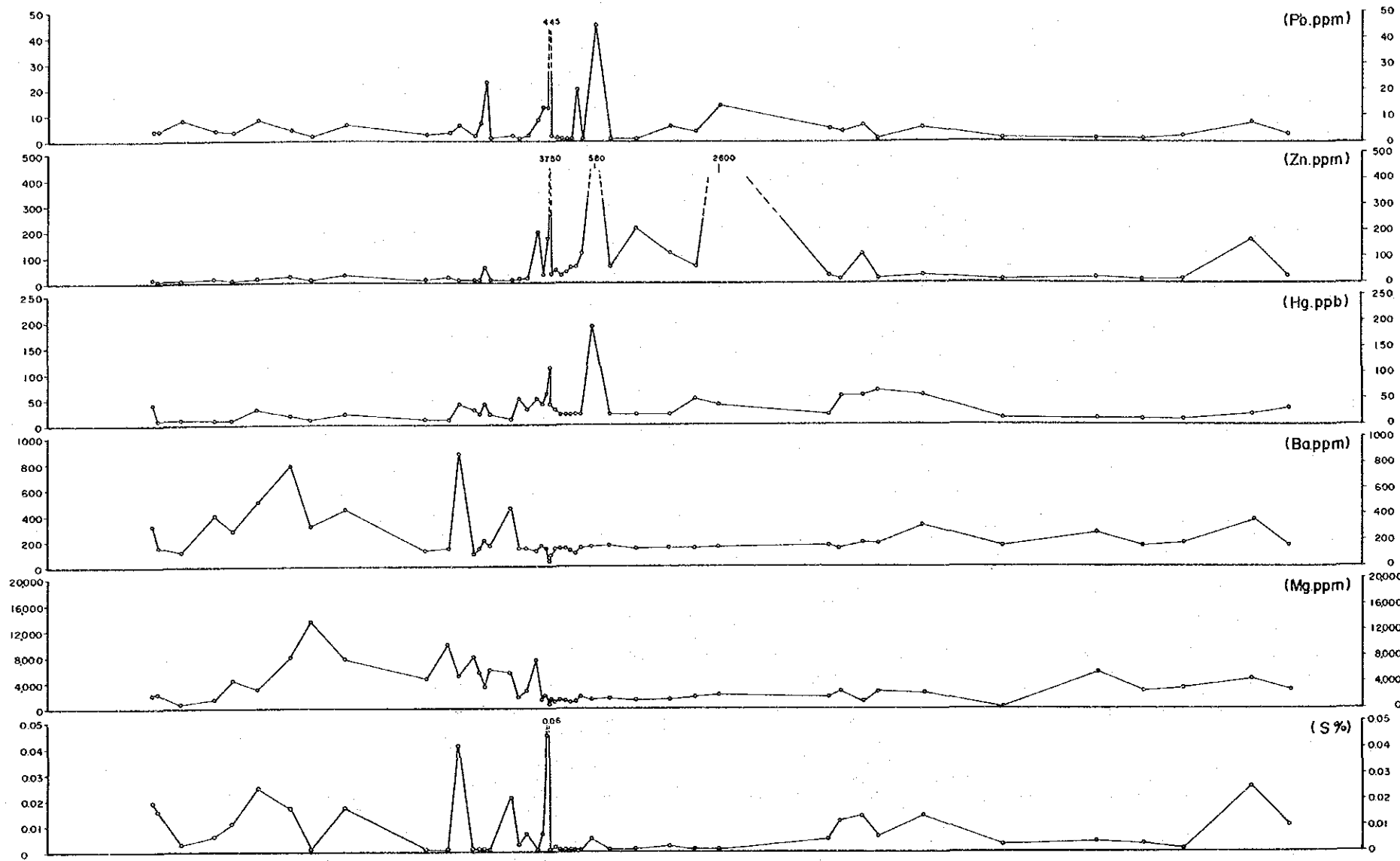
No.	L o c a l i t y	Amount of Anomalous Points (Maximum Values :ppm)												Geological Environments	Rank of Evaluation	
		Pb		Zn		Ba		Mg		Hg (ppb)		S (%)			Pb,Zn	Ba
		Th	M+σ	Th	M+σ	Th	M+σ	Th	M+σ	Th	M+σ	Th	M+σ			
16	Central part of Block IV	40 (10,000)	4 (10,000)	39 (10,000)	8 (1,620)	20 (1,620)	11 (1,620)	2 (61,000)	12 (61,000)	26 (40,000)	17 (40,000)	12 (1.21)	18 (1.21)	Loralai,Anjira,Spingwar [Surumai]	A	C
17	Western part of Block IV					19 (1,760)	5 (1,760)					1 (0.20)	10 (0.20)	Anjira	-	B
18	Southern part of Block IV	2 (92)	6 (92)	2 (91)	2 (1,180)	8 (1,180)	3 (20,000)	2 (20,000)	9 (20,000)		3 (90)		14 (2.18)	Anjira	C	B
19	Southern part of Block IV		4 (18)	2 (6,350)	1 (340)	3 (340)	4 (47,000)	4 (47,000)	4 (47,000)	1 (170)	1 (170)		6 (0.05)	Loralai,Anjira	B	C
20	Eastern part of Block IV	3 (210)	5 (210)	1 (67)	1 (360)	2 (360)	2 (39,000)	7 (39,000)	2 (170)	1 (170)	2 (0.03)	1 (0.03)	Loralai,Spingwar	C	C	
21	Northern part of Block V					6 (3,600)	2 (6,000)	2 (6,000)	2 (6,000)	1 (170)	2 (0.08)		8 (0.08)	Loralai,Anjira	-	C
22	Northern part of Block V					6 (2,100)						1 (0.08)	1 (0.08)	Anjira	-	C
23	Central part of Block V	3 (10)	3 (10)	2 (73)	2 (4,200)	12 (4,200)	1 (13,500)	1 (13,500)	1 (80)	1 (80)		10 (0.08)	10 (0.08)	Loralai,Anjira,Spingwar	-	C
24	Central part of Block V		11 (27)		3 (55)	3 (6,860)	1 (52,000)	8 (52,000)	3 (50)	3 (50)	2 (0.16)	2 (0.16)	Loralai,Anjira	-	C	
25	southern part of Block V					3 (90)	2 (8,000)	2 (8,000)		1 (100)	1 (0.21)	3 (0.21)	3 (0.21)	Anjira,Loralai	-	D
26	Northern part of Block IV					7 (2,800)	2 (5,500)				1 (0.30)	1 (0.30)	6 (0.30)	Anjira,Loralai	-	C
27	Western part of Block IV		2 (18)			15 (2,300)	2 (8,500)	1 (8,500)				6 (0.04)	6 (0.04)	Anjira	-	D



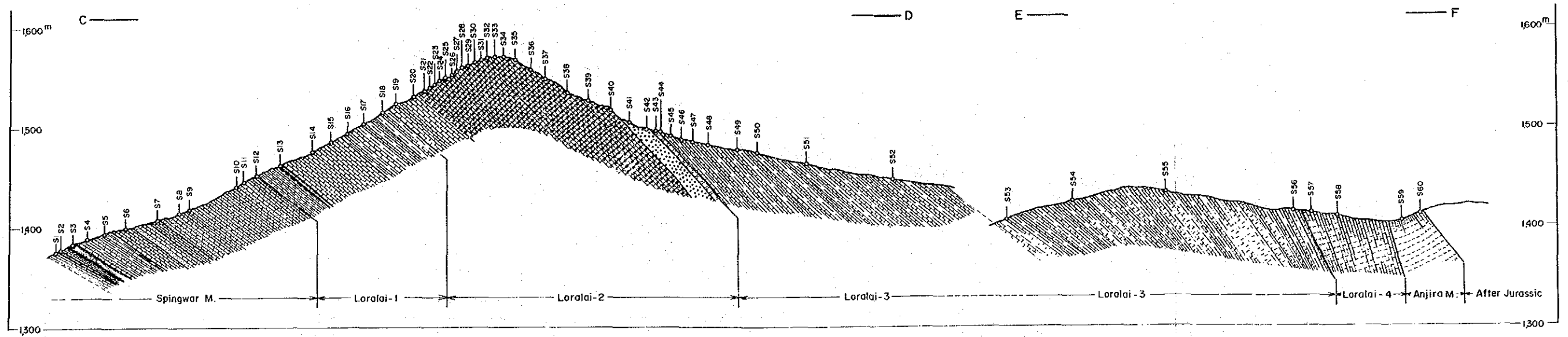
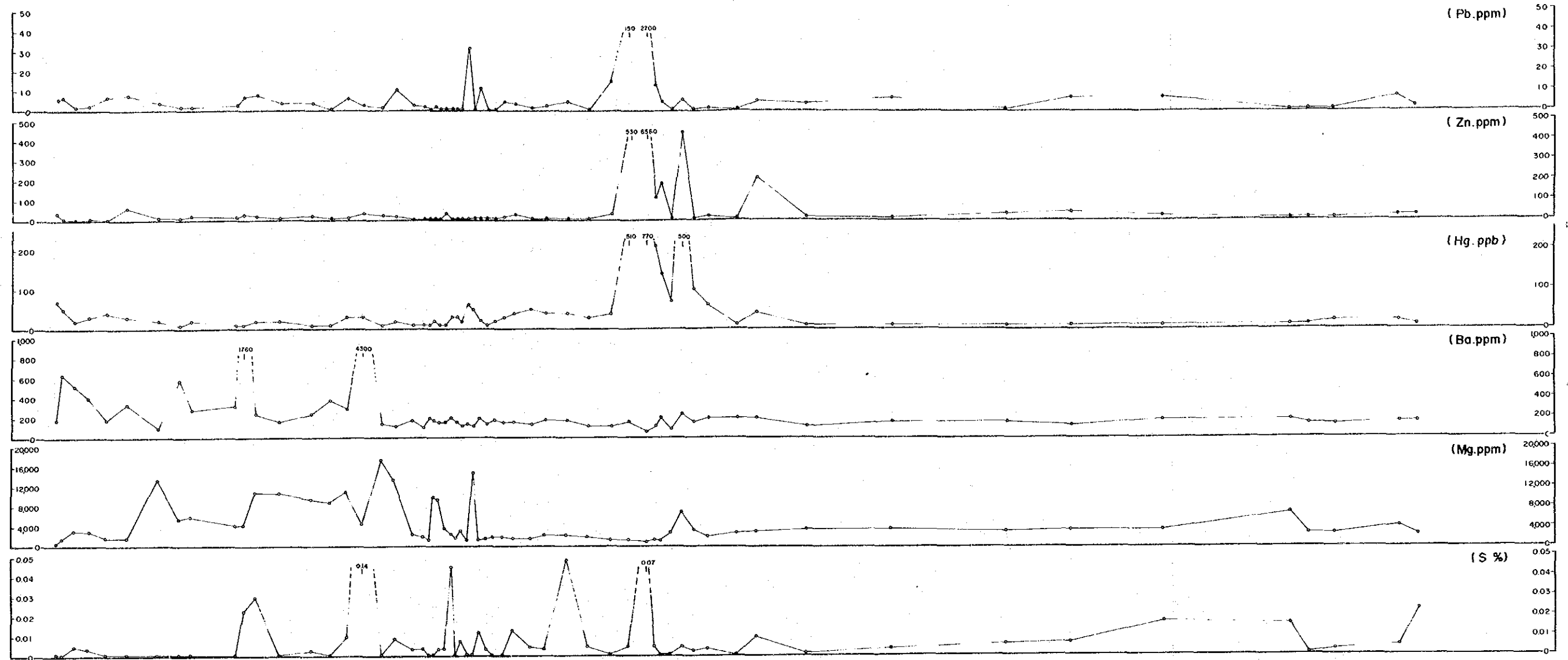
第II-2-1図 クズダール地域 頻度分布図



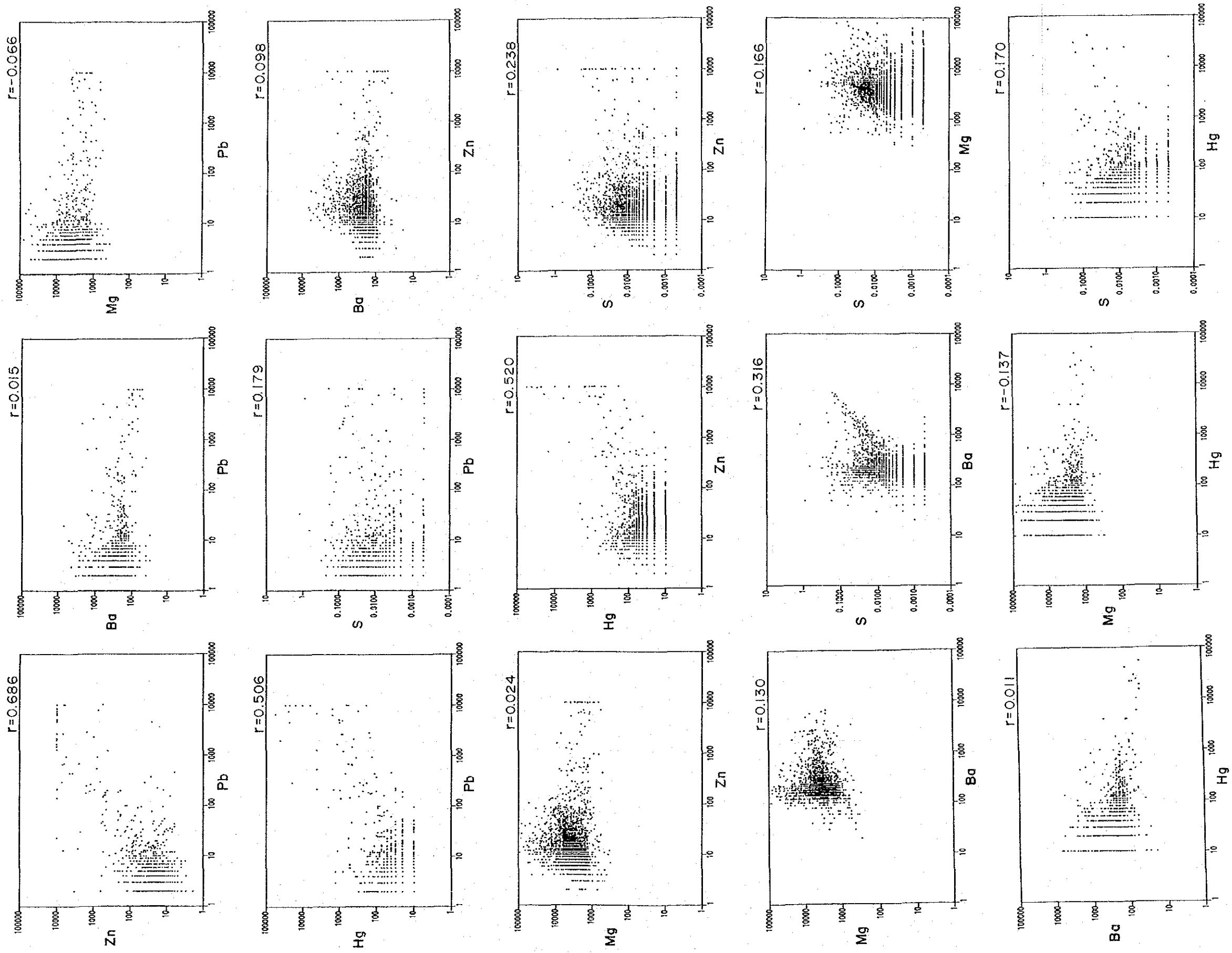
第II-2-2図 クズダール地域 累積頻度分布図



第II-2-3図 地質断面ユニット別品位分布図(1)

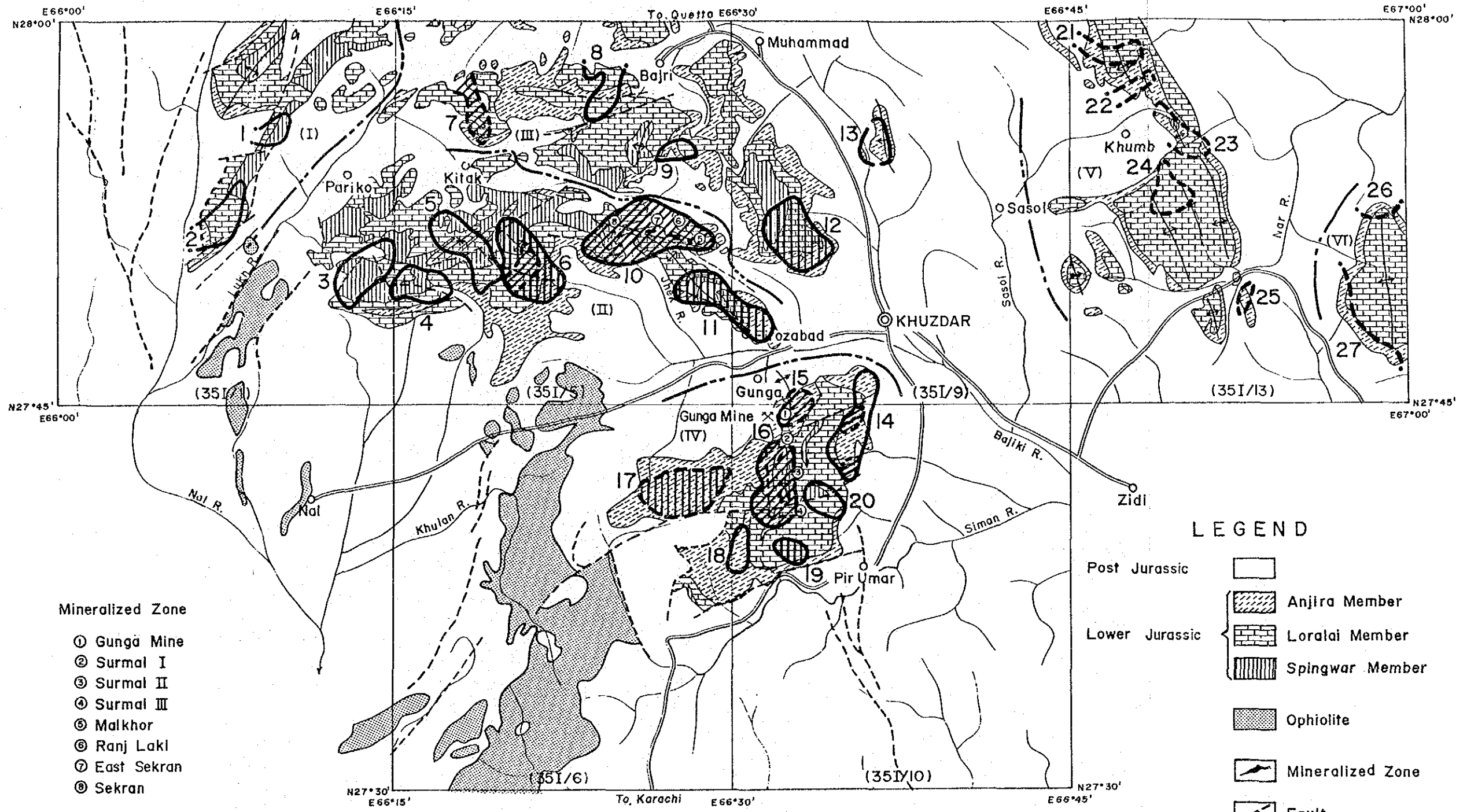


第II-2-4図 地質断面ユニット別品位分布図(2)



$r =$ Coefficient of Correlation

第II-2-5図 クズダール地域 散布図



Mineralized Zone

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

Classification of Geochemical Anomaly

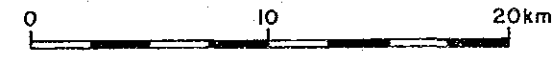
- Pb-Zn(Ba) Anomalous Area
- Ba Anomalous Area

Rank of Evaluation by Geochemical Analysis

- ▨ A Rank
- ▨ B Rank
- C, D Rank

LEGEND

- Post Jurassic
 - Anjira Member
 - ▨ Loralai Member
 - ▨ Spingwar Member
 - Lower Jurassic
 - ▨ Ophiolite
 - ▨ Mineralized Zone
 - ▨ Fault
 - ▨ Anticlinal Axis
 - ▨ Synclinal Axis
 - ▨ Brock Number and Boundary
- (35I/9) Topo Sheet Number



第 II-2-6 図 鉱微地分布及び地化学探査解析結果総合図

