

(4) 地質ユニットD

本地質ユニットは黄色の色調を特徴とする。

地層の傾斜によって地表分布が変化し、傾斜部ではケスタを示すことが多い。

(5) 地質ユニットE

本地質ユニットは暗青色、粗いテクスチャ、中程度の抵抗度を示し、地域的に層理が良く発達する。色調は地質ユニットAに類似するが、バンド組み合わせ4、5、7画像データ上では互いに異なる色調を呈する。本地質ユニットは対象地域内に広く分布する。

(6) 地質ユニットF

本地質ユニットはF1とF2の2つのサブユニットに区分できる。下位のサブユニットF1は青灰色、平坦な地形、滑らかなテクスチャ、低い抵抗性によって特徴づけられ、上位のユニットF2が示す暗灰色、中程度の抵抗性とは異なる。

画像上の色調は両サブユニット共地域毎にやや変化する傾向を示すが、その他の地質特徴はほぼ一定で、本地質ユニットは不整合に下位の地質ユニットを広く被覆している。

(7) 地質ユニットG

本地質ユニットは第四系に相当し、Q1、Q2、Q3の3区分を設けた。サブユニットQ1、Q2は異なる種類の風成砂（砂丘）、Q3はプラヤである。

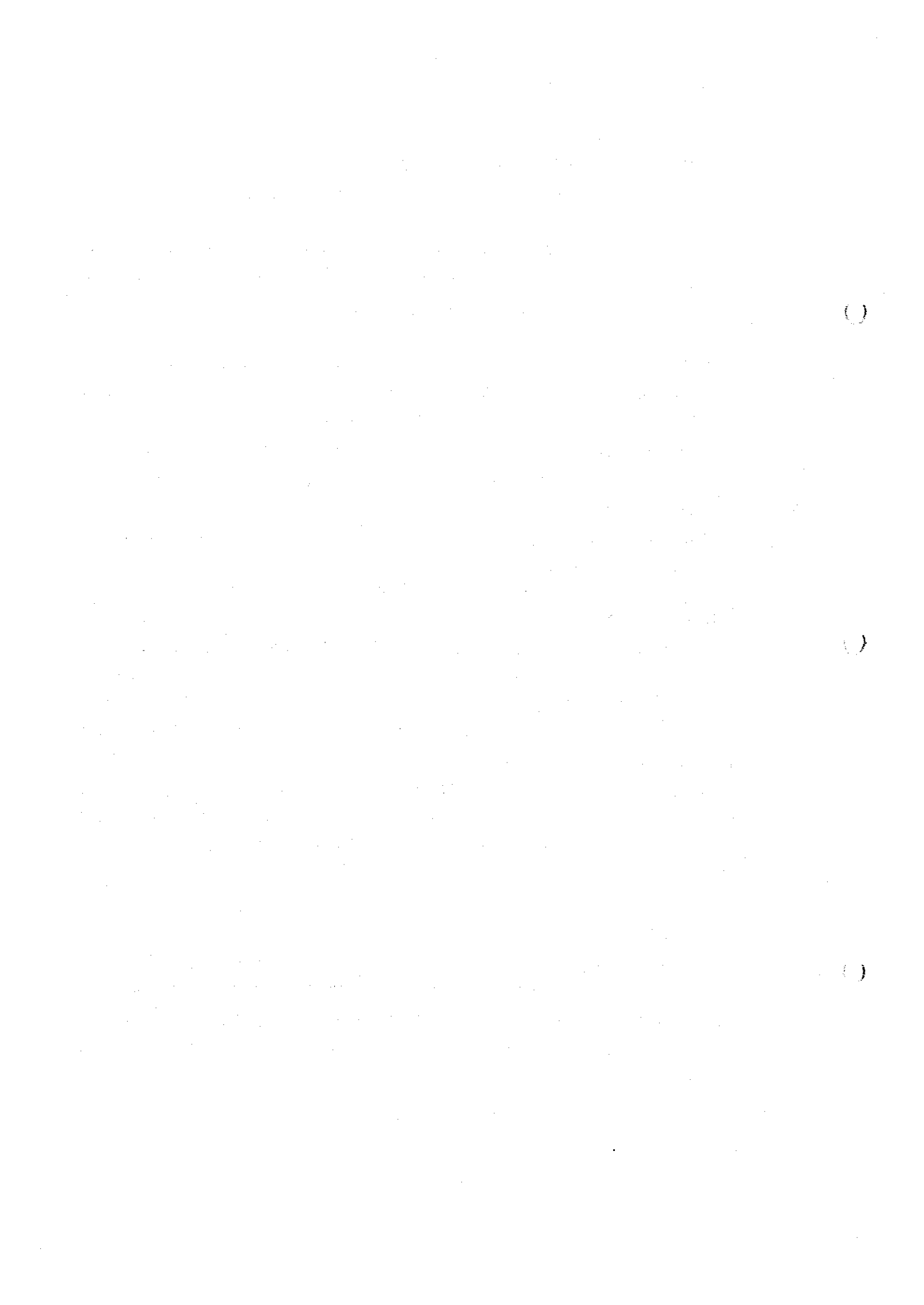
3-1-2-2 地質構造

対象地域で最も重要な地質構造として、同地域中央部に位置する背斜構造が注目される。背斜軸は東北東-西南西の方向を示し、西南西方向へプランジする。背斜構造は非対象型で、南側の翼部の傾斜が北側に較べて緩い。背斜軸の東北東方向への連続は南北系の断層によって変移している。この背斜構造とほぼ並行して、その北東方に小規模な背斜構造が抽出できる(Plate I-4-1-1)。

一方、断層はほぼ南北系のものが抽出され、上記背斜構造を切断する傾向にある。断層以外のリニアメントは顕著な構造方向を示さないが、対象地域北西部では北東-南西方向のリニアメントが発達する。対象地域西部では2つの不完全な環状構造が抽出された(Plate II-3-1-1)。

3-2 衛星画像処理結果

ジャマンアイバト地域においては、成因的に堆積岩に伴う鉱床の他に、火成岩に伴う鉱床の可能性も考えられている。本年度のスペクトル解析は、より多くの情報を得るためにすべてのバンド情報を使用したデジタル画像処理を行った。作成した画像は、バンド単体やバンドの比によるフォールスカラーやシュードカラー画像である。(Figure II-3-2-1~5)



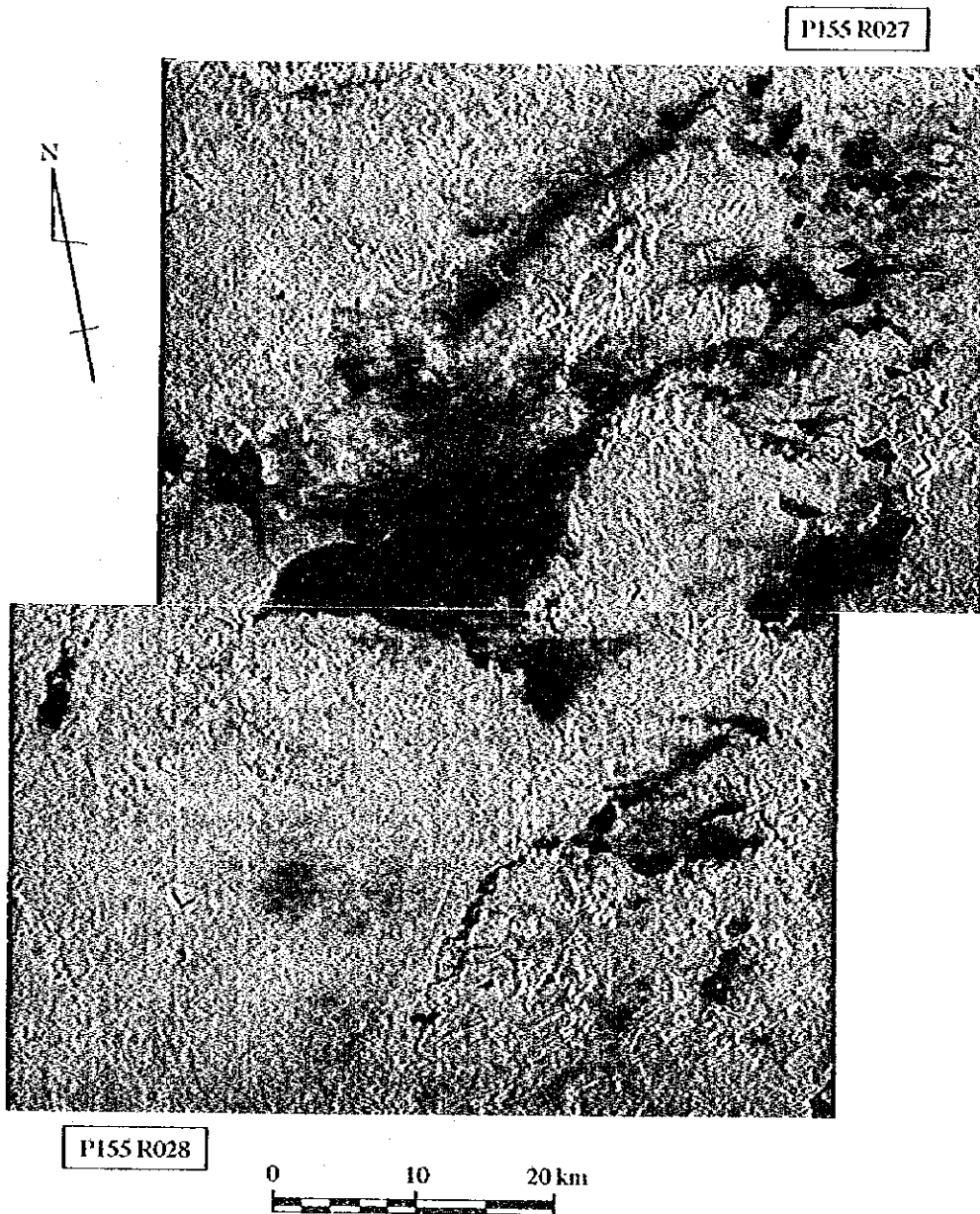


Figure II-3-2-1 Alteration Zone Extracted from the Satellite
Image in the Zhaman - Aibat Area ;
Color Ratio Composite of Landsat TM RGB : 5/7 5/4 3/1

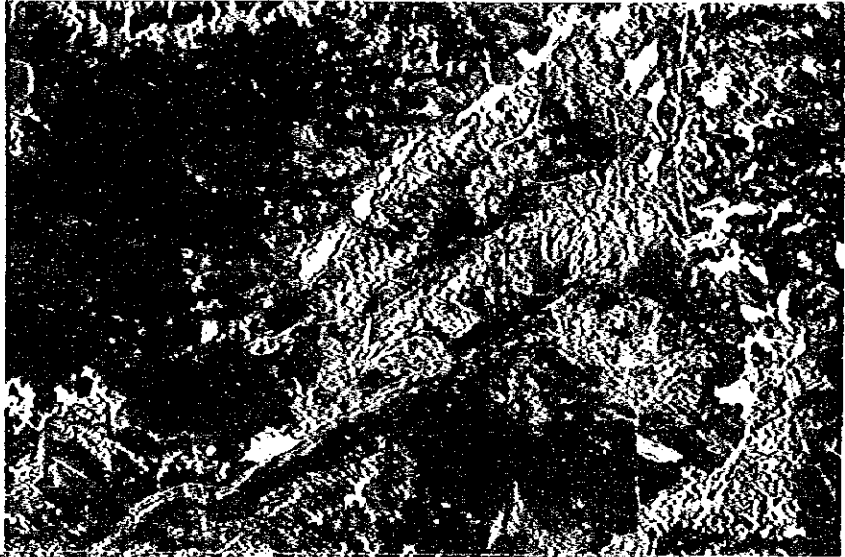
[The main body of the page contains extremely faint, illegible text, likely bleed-through from the reverse side of the document.]

()

()

()

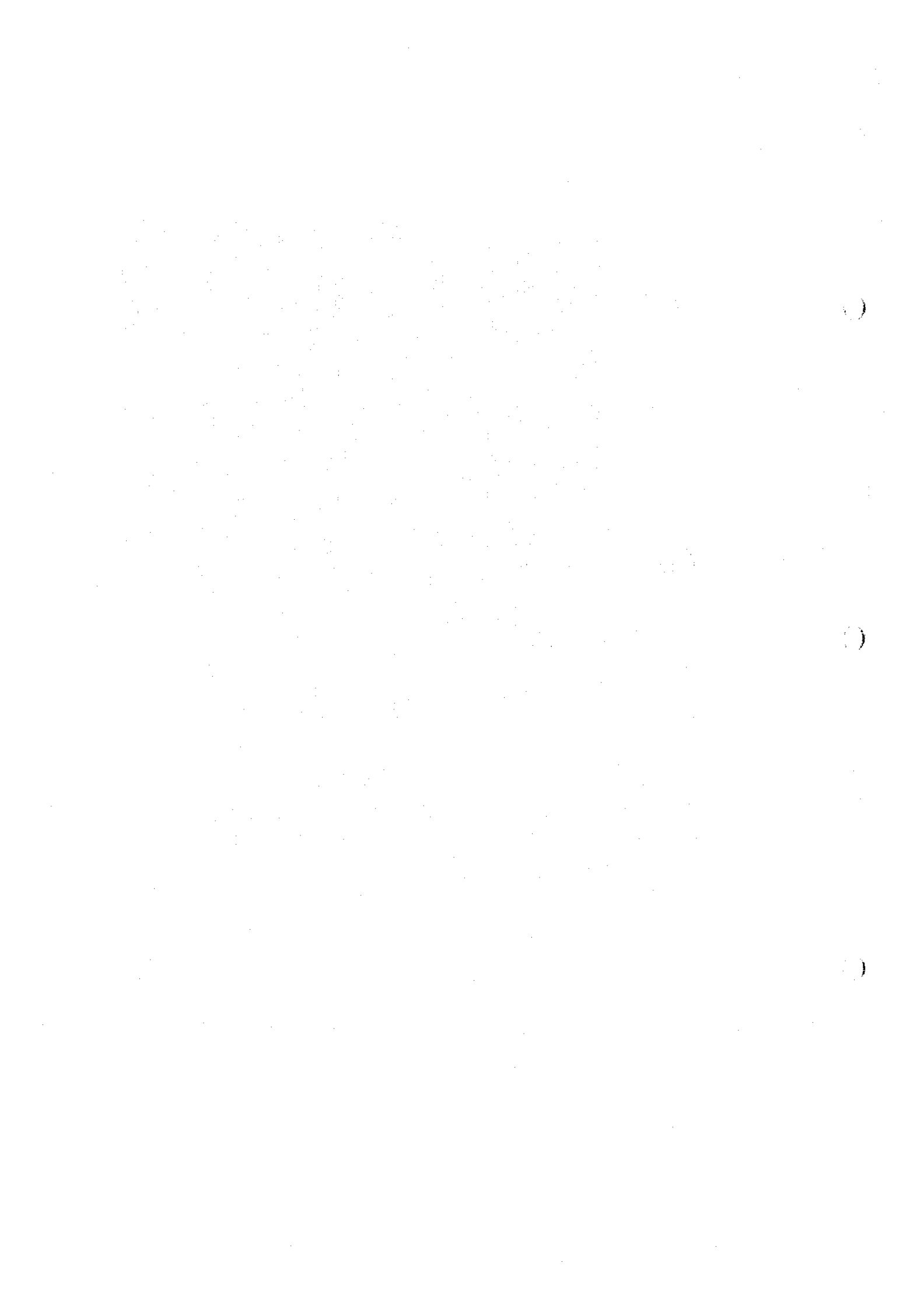
P155 R027



P155 R028



Figure II-3-2-2 False Color Composite of Landsat TM RGB : 432



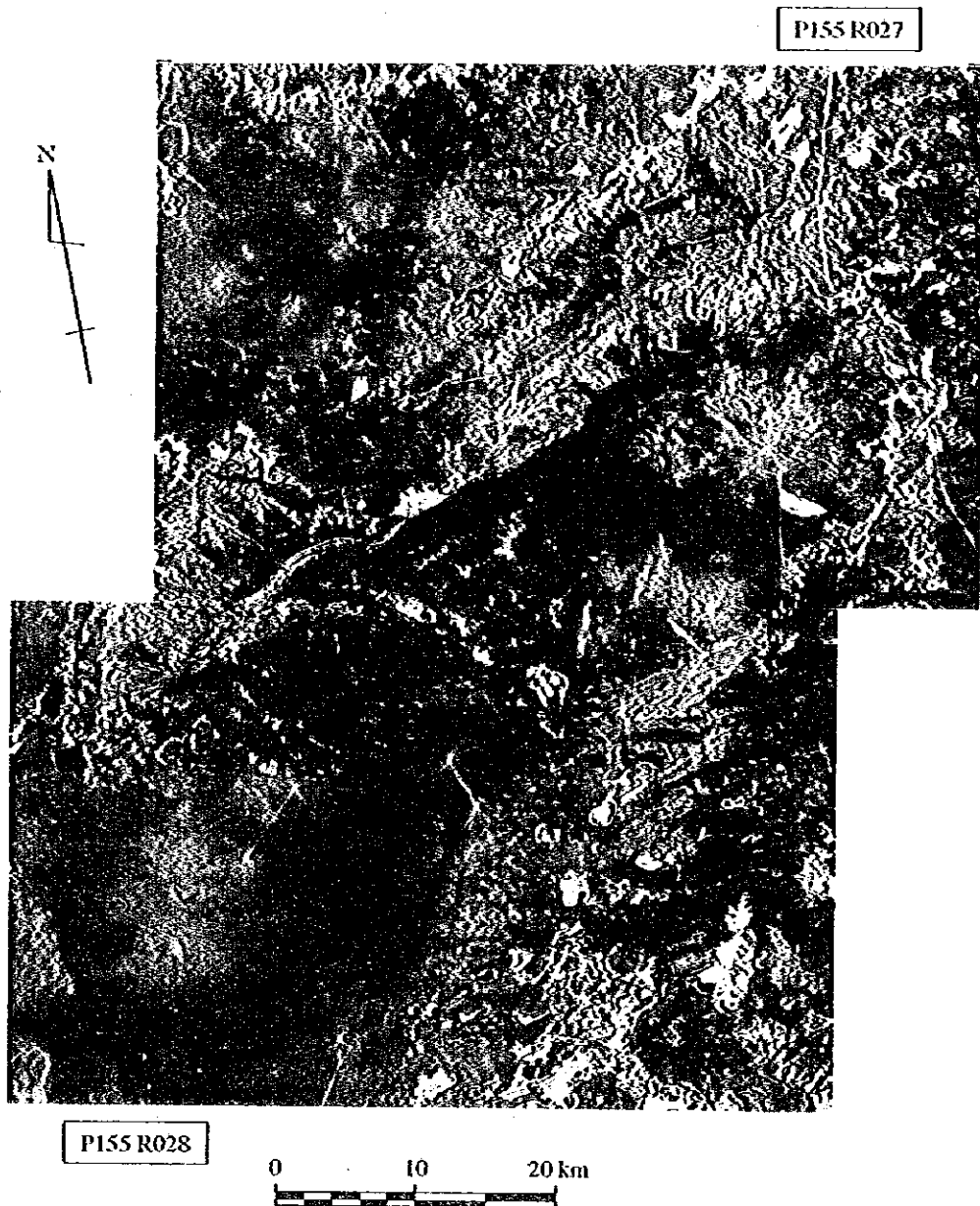
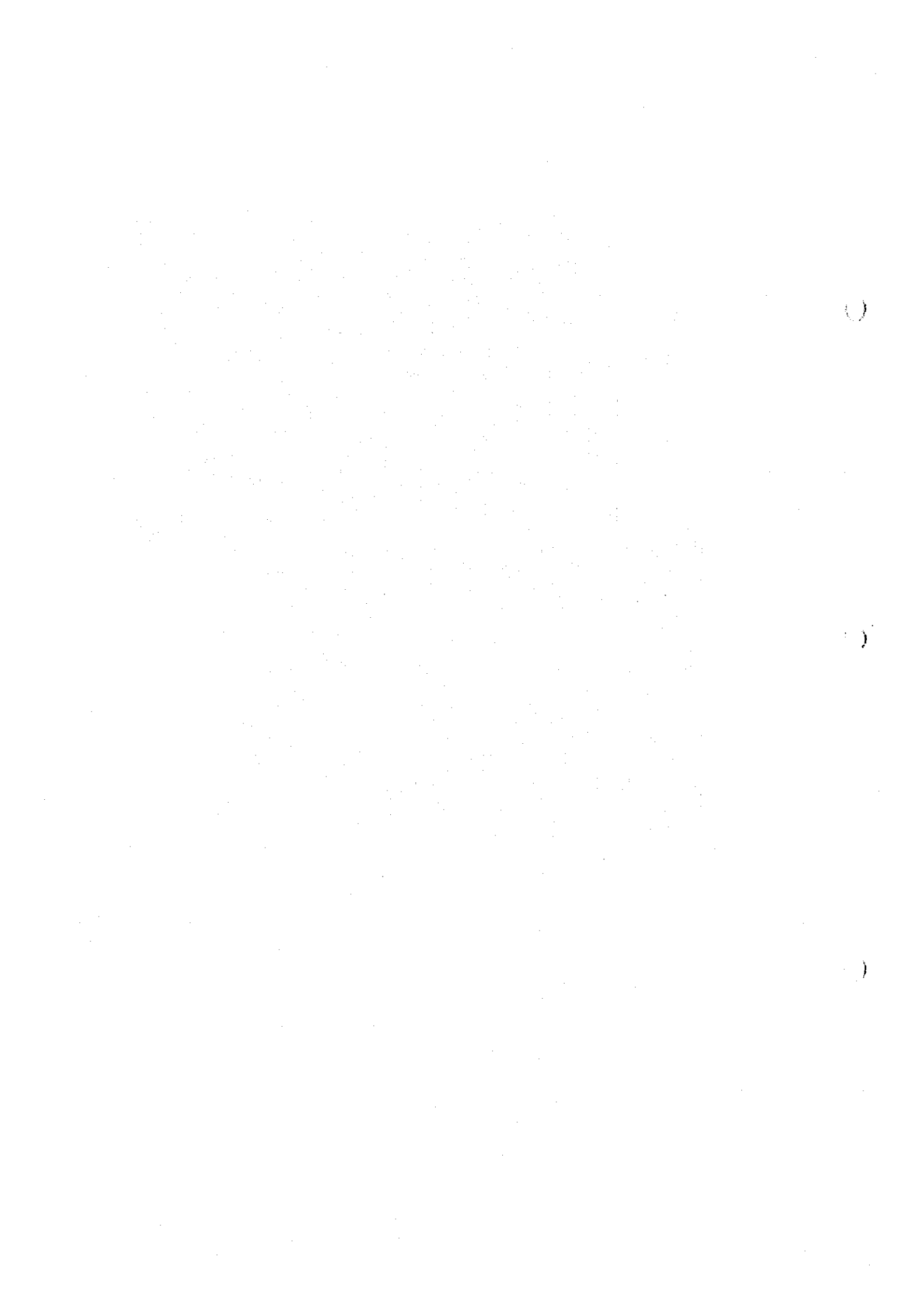
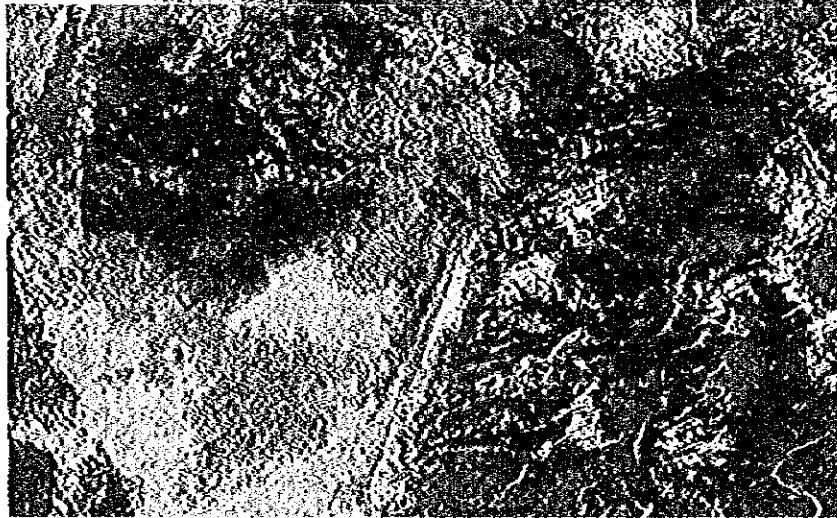
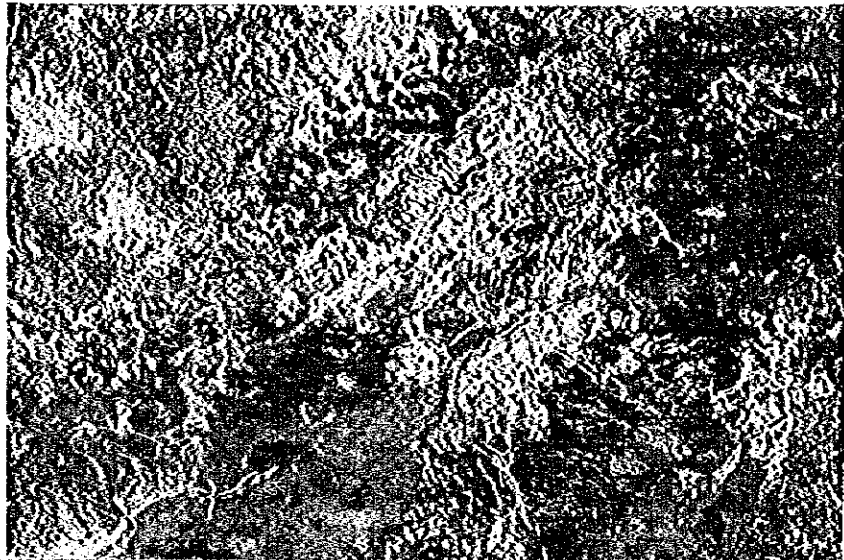


Figure II-3-2-3 False Color Composite of Landsat TM RGB : 571



P155 R027



P155 R028



Figure II-3-2-4 Ratio 5/7 Image with Density Slice



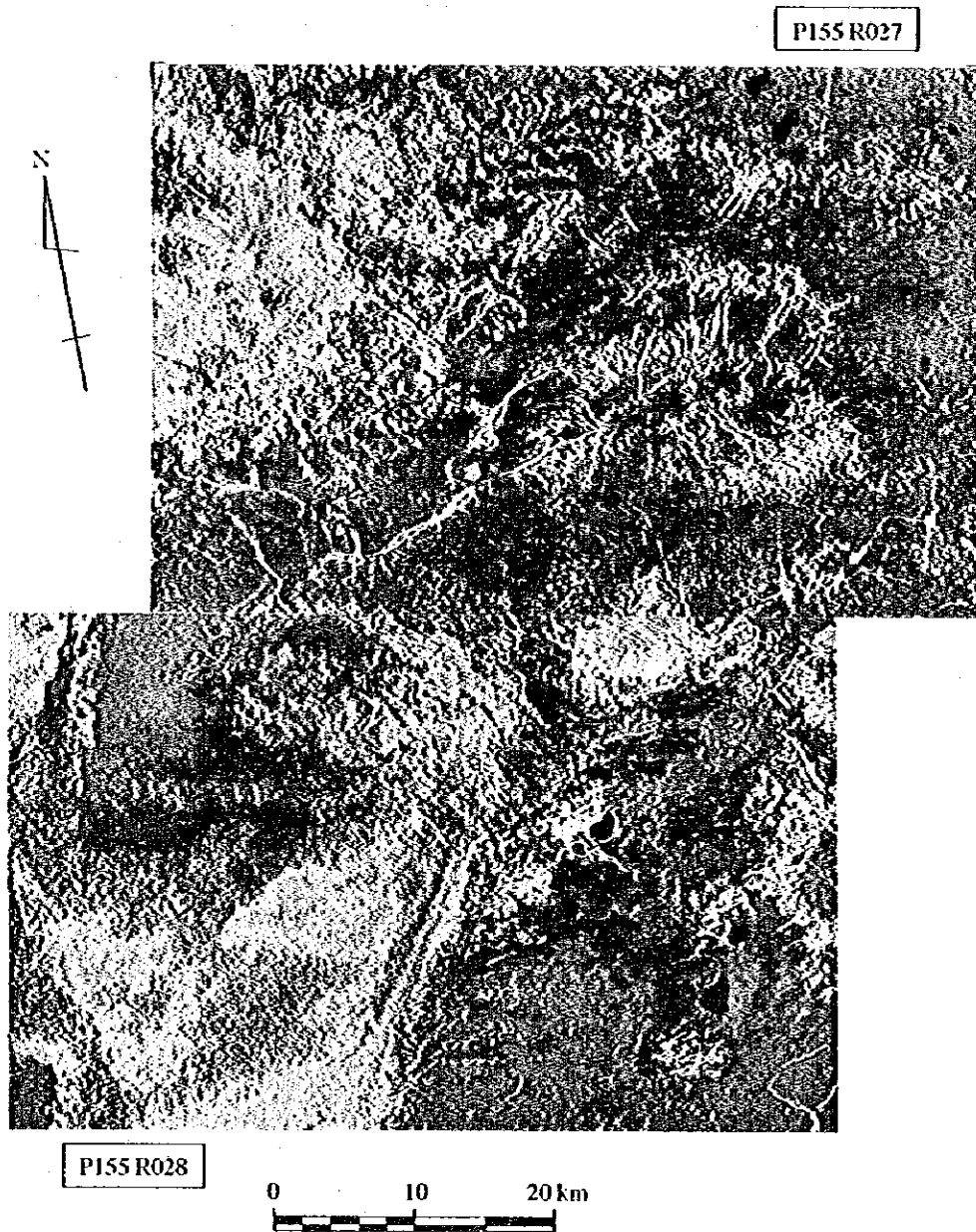
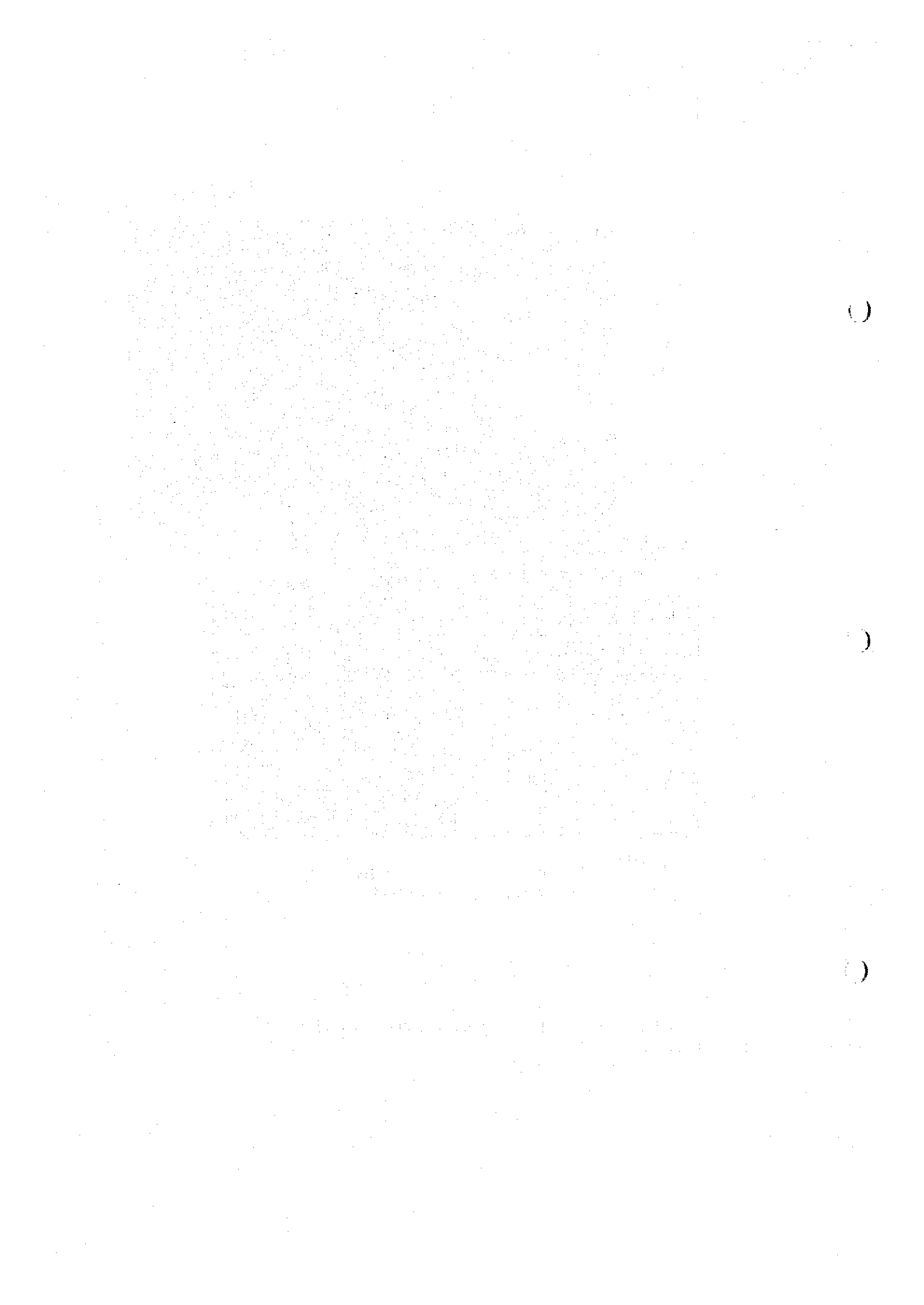


Figure II-3-2-5 Ratio 4/3 Image with Density Slice



3-2-1 変質帯.

比演算画像 (RGB;5/7,5/4,3/1) の結果を Figure II-3-2-2 に示す。ジャマンアイバト horst anticline を中心に 特徴的な 3 色を抽出することができた。それらの色は、本 horst anticline の西域に三角形状に広がる青色部、本 horst anticline を半円状に取り巻く孤立した赤紫色部の配列およびこれらに広くひろがる黄緑部である。青色部は、地質単元 A および B に対応している。単元 A、B は、地質判読によると、石炭紀の赤色砂岩層に対応している。したがってこの青色部は、赤色砂岩層に含まれる鉄酸化物あるいは鉄水酸化物を抽出している可能性がある。またこの赤色砂岩層は、本地域の鉍床胚胎層準であることから、本比演算画像の青色は、周辺地域の堆積岩層準の追跡に極めて有効と考えられる。

赤紫色部の多くは地質単元 Q 3 の分布に含まれる。単元 Q 3 は、地質判読によると、第四紀の地層に対応している。一般的にバンド 5/7 は、粘土鉍物を抽出するとされているが、現地の資料によるとこの赤紫色部の多くは、夏季に拡大する潮水に対応していると考えられる。しかし、今年度は、現地調査の時期が冬季であったため、確認できず、赤紫色部における粘土鉍物の有無の判断は現状では難しい。したがって、この赤紫色部については次年度にグラウンドトゥースを行う必要がある。黄緑部は、地質単元 F 1、F 2 および Q 1 の分布に対応する。これらの単元は、地質判読によると、本地域に広範囲に分布する第四紀～白亜紀の風化層、砂岩、に対応している。この色が変質鉍物によるものだとすると、この風化層には、酸化鉄鉍物と粘土鉍物が存在すると考えられる。また、この黄緑部の分布に明暗部の変化がある。時代的に古い F 1 の分布は暗い部分に、また新しい Q 1 は明るい部分に対応している。次年度は、これらの地質単元の岩石のスペクトル分析を行ってさらに検討する必要がある。

3-2-2 デジタル画像処理と写真判読地質単元.

写真地質で判読した地質単元とデジタル画像で処理した結果を比較した。結果は下表に示すとおりである。

対象地域の変質は、黄鉄鉍等からの酸化鉄鉍物の存在によって特徴づけられて、比演算処理で青色として抽出した。この分布が写真判読の地質単元 A および B に対応し、今回の調査でも、鉍床胚胎層準の砂岩は、赤色を示すことが確認された。一方、写真判読 RGB; 541 から、同様の変質および岩石的特徴等を読み取ることができる地質単元がある。それらは、黄色および橙色を示す地質単元 D および C の中の一部である。処理画像 RGB; 432 および 571 でもまた単元 D は、特徴的な黄色を示している。これら地質単元は、報告されている鉍床胚胎層準よりはるかに上位の地層であるが、次年度にこれらの地質単元の岩石のスペクトル分析を行って、さらに変質帯の検討する必要がある。

List of digital image and geologic unit

Geologic unit	Photo, RGB 541	False, RGB 5/7, 5/4, 3/1	False, RGB 432	False, RGB 571	Pseudo, RGB 7/5	Pseudo, RGB 4/3
Q3	white	reddish-violet	white (brown)	white (brown)	very low	very low
Q2	light-gray	reddish-violet	-	-	-	-
Q1	gray	yellowish-green	-	-	-	-
F2	dark gray	yellowish-green	grayish-green	yellowish-brown	middle	middle
F1	bluish-gray	yellowish-green	grayish-green	yellowish-brown	middle	middle
E	dark blue (white)	orange	grayish-green	dark brown	high	middle
D	yellow	-	yellow	yellow	high	middle
C	white	pink (white)	grayish-brown	-	high	middle
B	blue (orange)	dark blue	grayish-yellow	dark blue	high	middle
A	dark blue	dark blue	grayish-yellow	blue	high	middle

() partialy

第Ⅲ部

既往調査資料の 検討および解析

第Ⅲ部 既往調査資料の検討および解析

第1章 ジャマンアイバト地域

1-1 位置、交通および地形

1-1-1 位置および交通

ジャマンアイバト地域は中央カザフスタンの南西、Zhezkazgan市の東南約180kmに位置する。ジャマンアイバト調査地域の位置座標は次の各点を時計回りに順に結んだ範囲である(Figure 1-2-1-1)。

ポイント1: 46°40'10"N / 68°41'30"E

ポイント2: 46°55'30"N / 68°34'00"E

ポイント3: 47°06'00"N / 69°18'40"E

ポイント4: 46°50'40"N / 69°26'00"E

Zhezkazgan市から調査地域へは、Kzyl-Ordaに通ずる全天候道路にて約90km、Sarysu河橋の分岐点まで進み、これより砂利道を東進しJetykonur村を経由して、90kmで調査地域に至る。

1-1-2 地形

調査地は石炭紀に形成されたZhezkazgan-Sarysu depressionの東縁部に位置する。調査地の地形は地質を反映して二種類に大別される。一つは比較的平坦で比高10~30mの小丘が分布し、海拔が300~320mのもの、他は調査地の中央部のZhaman-Aibat背斜地のように、前者の平坦地から約60~80mの比高をもち、比較的大きな起伏を示す地形に区分される。当地域は、乾燥した大陸性気候のため河川系の発達は良くない。

1-2 既往調査

1-2-1 既往の地質調査

システムティックな地質調査は1920年代から開始された。Zhezkazgan-Ulsan地域の最初の地質図が完成し、Zhaman-Aibat地域の西5kmにTaskura鉱床が発見された。Karysh I. Satpayev が Zhezkazgan地域に特に注目し、地質層序や鉱石処理について報告した。このため1930年代にはZhezkazgan地域の経済的評価は高まり、当地域はKazakhstanで最も重要な鉱業地域として認識された。1940年代には数件の重要な地質調査プロジェクトが実施された。1953年には、Taskura鉱床が試錐探鉱され、浅部に高品位の鉱化があることが確認された。1959年以降は Zhezkazgan Exploration Party が試錐探鉱をZhezkazgan-Sarysu depression の銅鉱床に対して実施した。1959年から1964年にかけては、Zhaman-Aibat地域で試錐が実施され、地表下400m~700mの深度に厚さ0.4~1.0m、銅品位1.16~1.

30%の銅鉍化を確認した。1981年から1984年にかけて、極めて重要な探鉍が Zhezkazgan Expedition Party により Zhezkazgan-Sarysu depression の東縁部で実施された。この探鉍で深度615m~700mに賦存する高品位の銅と銅-鉛の鉍化が確認された。1981年から1994年にかけて実施された試錐の統計をTable III-1-2-1に、既往地質調査地域をPlate III-1-2-1に示す。試錐統計によれば、試錐の総本数は934孔、総掘進長は619,466.3mに達する。934孔のうち808孔は探鉍試錐で、残りの126孔は大口徑、短尺のサンプリングのための試錐である。試錐はその目的に応じて5種類に分類され、それぞれ鉍量の分類カテゴリーに対応している。すなわち、total prospecting試錐は、P₁およびP₂に対応している。detailed prospecting 試錐、preliminary estimation 試錐、preliminary surveying 試錐 はそれぞれ C₂、C₁、BおよびA (C₁を含む) に対応する。これらの他、Prospecting 試錐があるがこれは一種のスカウト試錐である。探鉍目的で実施した808孔の試錐のうち416孔は主要な鉍化層準である4-1層準を、また146孔の試錐は他の鉍化層準を貫通。したがって、562孔が鉍化層準を貫通したことになる。最終コア径は59mmφであるが、鉍化の認められたコアの全量が化学分析や選鉍テストに使用されたため、残存コアはほとんどなく、わずかに少量のコアピースが保存用サンプルとして残っているにすぎない。

1-2-2 既往の地化学探査

既往調査の範囲はPlate III-1-2-2に、また調査内容はTable III-1-2-6に示すとおりである。1981-1984および1987-1990に実施された地化学探査の結果、次の4地域において単一元素のハローあるいは複数元素の重複したハローなどが抽出された：Taskura、Zhaman-Aibat、Azatおよび Zhatykta。

南東部のTaskuraハロー（最高値、Cu;0.8%, Ag;0.004%, Pb;0.025%, Ba;8%：値は最高値）は、地表部での流出考えられる北西部を除けば、完全にKengir層準にのTaskura Cu鉍床の分布に一致した。Zhaman-Aibatハロー（最高値、Cu;0.03%, Ag;0.00015%, Ba;0.2%, Pb;0.005）は、Zhaman-Aibat 鉍床の南西側に合致したが、深部の鉍化作用と直接的には関係しないものと推定された。。ただし、鉍体を垂直に切って地表まで達する断層が存在するケースも考えられた。Azat anticlineの中央部に位置するAzatハロー（最高値、Ba;5%, Sr;0.02%, Pb;0.01%）は、鉍体に起因するものと考えられる。また、異常を構成する元素類がTaskuraやZhaman-Aibatと異なっており、チェックボーリングが望まれる。Zhatyktaハロー（最高値、Ba;1.5%, Mn;0.6%, As;0.008%）は、鉍化作用との関連は薄い。

Table III-1-2-1 Drilling Statistics in the Zhaman-Aibat Area

(TD): Technical Drilling

Year	Total Prospecting, P1, P2		Detailed Prospecting, C2		Prospecting Estimation, C1		Preliminary A and B(includ. C1)		Prospecting		Total	
	Nos of drill (TD)	Total Length m	Nos of drill (TD)	Total Length m	Nos of drill (TD)	Total Length m	Nos of drill (TD)	Total Length m	Nos of drill (TD)	Total Length m	Nos of drill (TD)	Total Length m
1981	2	1,760.0									2	1,760.0
1982	14	11,743.6									14	11,743.6
1983	19	16,110.1									19	16,110.1
1984			25	20,656.9							25	20,656.9
1985			37	30,869.7							37	30,869.7
1986			26	20,297.3							26	20,297.3
1987			2	1,667.2	26	21,184.9					28	22,852.1
1988					57	38,543.6	85	62,611.2			142	101,154.8
1989							160	119,231.1	3		163	121,696.9
1990							95	73,999.1	16		111	87,653.7
1991							94	68,141.3	9		103	76,885.8
1992							56	42,778.8	7		63	49,161.6
1993							49	37,905.6			49	37,905.6
1994							24	18,838.3	2		26	20,718.3
Subtotal	35		90		83		563		37		808	
Total	35	29,613.7	90	73,491.1	90	59,728.5	582	423,505.4	37		33,127.7	619,466.3

Table III-1-2-6 List of the Previous Geochemical Survey in the Zhaman-Aibat Area

Index	Organization	Survey year	Scale Network (m)
1	AGPhE, Stroiteleva A.	1954	1:200,000
2	DGPhE, Skalskii N.	1959	1:50,000
3	DGPhE, Skalskii N.	1960	1:50,000 500x50
4	DGPhE, Stefankevich Z.	1961	1:50,000 500x50
5	DGRE, Schuvatov T	1981-1984	1:50,000 500x50
6	DGRE, Scheripov A.	1987-1990	1:50,000 500x100

DGPhE-Zhezkazgan Geophysical Exploration Expedition

DGRE-Zhezkazgan Geological Exploration Expedition

AGPhE-Atasu Geophysical Expedition

1-2-3 既往の物理探査

既往調査の範囲は (Plate III-1-2-2) に示すとおりである。Zhaman-Aybat地域での物探の調査は、1950年代から実施されていた。最初に実施した探査は、1:50,000 (Table III-1-1-2, report 3) および 1:100,000 (Table III-1-2-2; report 5) の空中磁気探査であった。この目的は鉄鉱石の探査であった。調査地域外の東側で断層に沿った超塩基性岩体による磁気異常を捕捉したが、本地域での異常は抽出できなかった。本地域での最初の地表調査は、Atasu Expedition が1954年に、西部で実施した地下水探査のためのVES電気探査法であった。しかし、有望な結果は得られなかった。Zhezkazgan Geophysical Exploration Expedition (以後DGPhEと略記する) は、1957年に重力探査 (1:200,000) を行い (Table III-1-2-3; report 3)、Zhaman-Aibat地域の高重力異常を捕捉したが、その時は地質的な解明はなされなかった。1959-1960年に、DGPhEは、重力探査 (Table III-1-2-3; report 4, 5)、磁気探査 (III 2; 6)、VES電気探査 (Table III-1-2-4; report 2, 3) および地化学探査を含む総合的な物理探査 (1:50,000) をZhaman-Aybat地域内で行った。この結果、重力と磁気の探査から、Zhaman-Aybatの背斜構造を指摘した。その後、Zhezkazgan Geological Exploration Expedition (以後DGREと略記する) に引き渡され、鉱化帯を確認するために、テストボーリングが行われた (1962-1964)。その結果、0.4-1.16%の銅品位を有する胚胎層準の灰色砂岩を確認したが (Y-3、Y-4およびY-26)、ジャマンアイバト地域全体の鉱床評価について否定的な報告であった。

一方、1964年から1974年まで本地域を含むZhezkazgan depressionで、石油とガス探鉱のための地震探査 (反射法) が組織的に行われた。同時に、地震探査の補助として重力探査

Table III-1-2-2 Previous Magnetic Survey in the Zhaman-Aibat Area

No.	Organization	Year	System	Scale Network (m)	Accuracy m
1	ZGT, Rukin G.	1952	Aeromagnetic Survey AEM-49	1:100,000	+/- 29
2	AGPhE, Stroitelova L.	1954	Aeromagnetic Survey M-2	1:200,000 1000x200	+/- 10-15
3	ZGT, Zevjalova L.	1955	Aeromagnetic Survey AEM-49	2000x4000 1:500,000	+/- 30
4	DGPhE, Stefankovich Z.	1961	Aeromagnetic Survey M-2	1:50,000 500x100	+/- 9.7
5	KGT, Sargaskaev T.	1960	Aeromagnetic S. ASGM-25, ASO-45	1:100,000	+/- 25
6	DGPhE, Skalskii N.	1960	Ground survey N-2	1:50,000 500x50	+/- 11-14
7	DGRE, Kogai S.	1976-78	Ground survey MMS-1	1:50,000 500x10	+/- 11-14
9	DGRE, Shuvatov T.	1984	Ground survey MMA-301	1:50,000 500x50	+/- 6
10	DGRE, Scheripov A.	1987-90	Ground survey MMP-208	1:50,000 500x100	+/- 3

ZGT - Western Geophysical Trust, KGT - Kazakh Geophysical Trust
 DGPhE - ZHEKAZGAN Geophysical Exploration Expedition
 DGRE - ZHEKAZGAN Geological Exploration Expedition

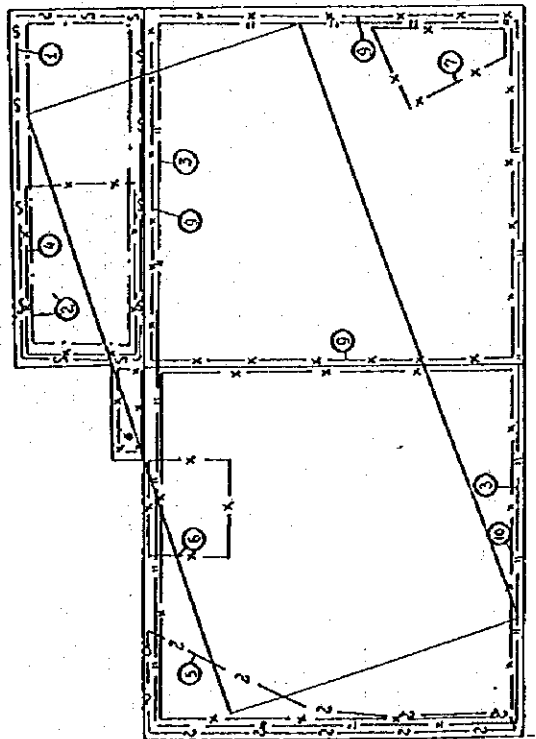


Table III-1-2-3 List of the Previous Gravity Surveys in the Zhaman-Aibat Area

No	Organization	Survey Year	Gravimeter	Scale Network (km)	Accuracy (mgal)
3	DGPhE, Loskutov A.	1957	SN-3	1:200,000 4x1	+/- 0.50
4	DGPhE, Skalskii N.	1959	GAK-3M GAK-4M	1:50,000 0.5x0.5	+/- 0.21
5	DGPhE, Skalskii N.	1960	GAK-3M GAK-4M	1:50,000 0.5x0.5	+/- 0.17
6	DGPhE, Stefankovich Z.	1961	GAK-3M	1:50,000 0.5x0.25	+/- 0.10
8	DGPhE, Antonov V.	1967	GAK-PY	1:200,000 3x2	+/- 0.32
9	DGRE, Kogan E.	1973-1974	GAK-PY GR/K-2	1:50,000 1x0.5	+/- 0.16
10	DGRE, Shuvatov T.	1981-1984	GR/K-2	1:50,000 0.5x0.5	+/- 0.12
11	DGRE, Scheripov A.	1987-1990	GNU-KV GNU-KS	1:50,000 0.5x0.5	+/- 0.09

DGPhE - ZHEKAZGAN Geophysical Exploration Expedition
 DGRE - ZHEKAZGAN Geological Exploration Expedition

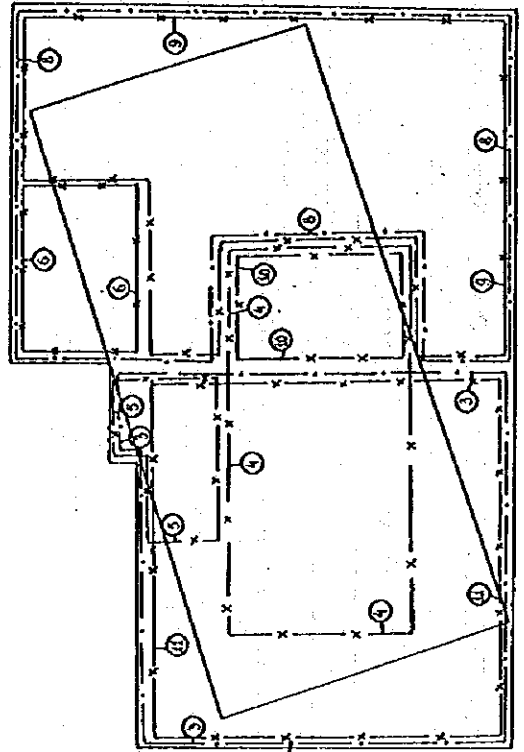


Table III-1-2-4 List of the Previous Electrical Surveys in the Zhaman-Aibat Area

Index No.	Organization	Year	Equipment	Scale Network (km)	Accuracy (x)
1	AGPhE, Stroiteleva A	1954	EP-1	1:100,000 SP, Moving Schlum 0.1x0.02 VES, IP	3-5
2	DGPhE, Skalskii N.	1959	EP-1	1:100,000 VES 2x1, 1x1, AB=1-4	max 5
3	DGPhE, Skalskii N.	1960	EP-1	1:200,000 VES 4x3, 2x1, AB=max 12	max 5
4	DGPhE, Stefankevich Z.	1961	ESK-1	1:200,000 VES 4x3	max 4.6
5	DGPhE, Antonov V.	1967	ESK-1	1:200,000 VES, space=2, AB=1-1.5	max 5
6	DGRÉ, Schuvatov T.	1984	AE-72	1:50,000 VES, 1x1, 1x0.5, AB=max 1 Gradient IP, a=0.05, AB=1.6	3-2
7	DGRÉ, Smirnova N	1986	VPS-63 CYCLE-2	1:50,000 TEM, line=1-2	< 5
8	DGRÉ, Scheripov	1988	CYCLE-2	1:50,000 TEM, space=0.5	< 5

ZGT - Western Geophysical Trust, AGPhE - Alasu Geophysical expedition
 DGPhE - ZHEKAZGAN Geophysical Exploration Expedition
 DGRÉ - ZHEKAZGAN Geological Exploration Expedition

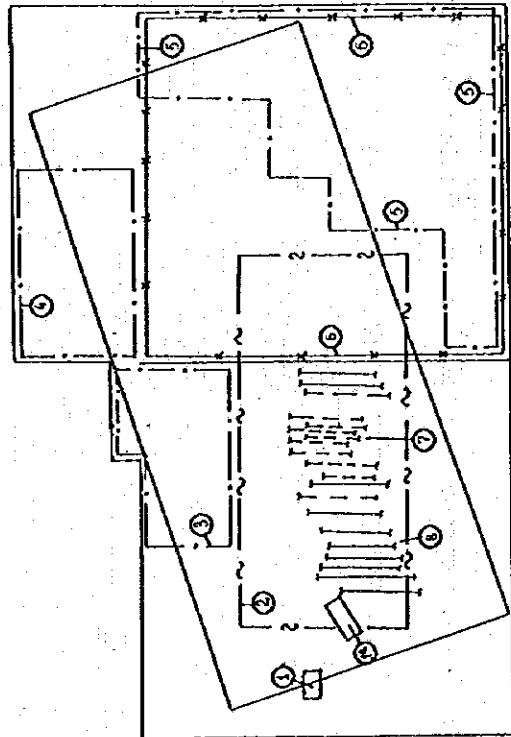
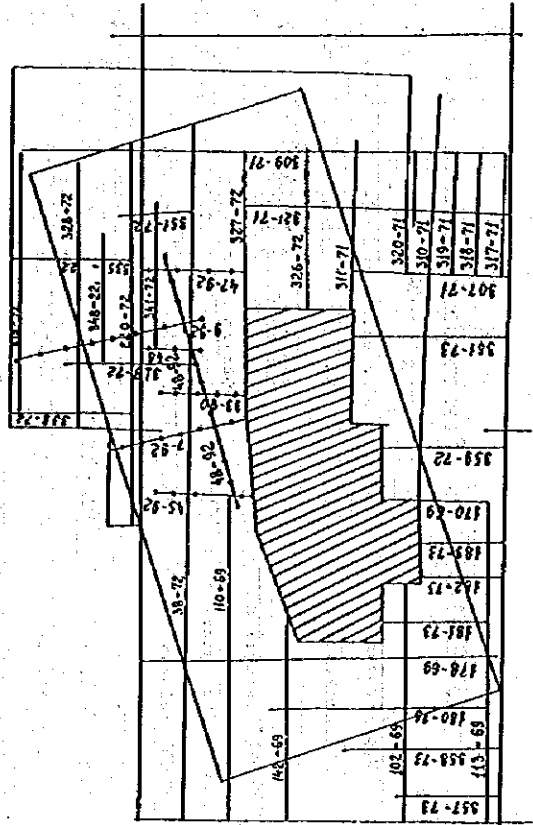


Table III-1-2-5 List of the Previous Seismic Surveys in the Zhaman-Aibat Area

No.	Organization	Year	Instruments
1		1964-1974	MOV (The reflection method)
2		1990-1992	M061 (Common Depth Point)

DGPhE - ZHEKAZGAN geophysical exploration expedition
 DGRÉ - ZHEKAZGAN geological exploration expedition



(1:50,000、Table III-1-2-5;report 9)が実施された。地震探査の解析結果から、反射面RIIとRIIIに着目した深度図が作成された。これにより、さらに詳しく Zhaman-Aybat背斜構造を含む、石油とガスの有望な、多数の背斜構造が示された。

D) DGREは、1980にZhezkazgan-Sarysu向斜での銅探査プログラムを検討し、Zhaman-Aybat背斜構造を探鉱の第一優先順位として取り上げた。このプログラムにしたがって、1:50,000スケールの物理探査を、1981-1984年および1987-1990年にZhaman-Aybat地域で実施した。調査法は、重力探査(Table III-1-2-3;report 10, 11)、磁気探査(Table III-1-2-2;report 9, 10)、VES、IP、およびTEM法(III 4;6, 8)、地化学探査および小規模なボーリングである。1983-1986年および1990-1992年では、0.8-2km測線間隔の電気探査(III 4;7)および精査地震MOGTを実施した。これらの期間に実施した探査結果から、ジャマンアイバト地域をカバーする物理探査マップ(1:50,000 および1:100,000)を作成した。調査地域の 深部構造や Zhaman-Aybat鉱床の広域地質構造の検討および探査に、このマップは有効に利用されている。

本地域での探査法として、最も有効な探査法は、地震探査(反射法)であった。また重力探査は、地震探査の補助的役割を果たした。

○) ジャマン アイバト調査地域では、物理探査からいくつかの背斜構造を推定した(Zhaman-Aybat, Kulen及びZhatyktay)。とくに、その中のZhaman-Aibat horst anticlineは、反射面の深度図(800m以浅)および重力図(1~2mg1)に明確に示された。(Plate III-1-2-3)。また、反射深度の分布は、Zhaman-Aibat horst anticlineの範囲の中に、局所的なhorst(西部のTaskula、中央部および東部)を捕捉した。それまでの試錐資料や地質資料から、鉱体と鉱化帯の多くは局所的なこのような背斜構造の頂部の肩に分布しているという結論を得て、Zhaman-Aybat地域の未探鉱地における、鉱床胚胎域を推定した(Plate III-1-2-3)。

磁気探査では、Taskuduk層に磁鉄鉱含有の砂岩を伴うことが知られているが(本地域の東、Zhezkazgan-Sarysu depression の東側、200nT)この地層は、本地域ではかなり深い位置にあり、地表で検出できる磁気異常を発生させていない。また実験室の測定では供試体の帯磁率は大きくない。

○) TEM法電磁探査では、Zhaman-Aybat鉱床での局所的な比抵抗の上昇があるパターンから、Zhaman-Aybat鉱床の 南東に位置するKazybek地域も 要探鉱地域として指摘した(Plate III-1-2-4)。

○) ボーリング孔での検層は、探査や探鉱あるいは評価の過程で広く適用された。検層は、主に地質断面あるいは孔間の地質の分類(ガンマ線検層、電気)と孔内の鉱物含有量を求める原位置試験(放射線検層)の目的で使用された。

1-2-4 ジャマンアイバト地域の現状

200m×200mグリッド試錐を完成するため、現在4台の試錐機を使用し、探鉱を継続している。しかし最近の経済情勢の変化により、新規の調査、探鉱を実施する計画はほとんどない。

1-3 地質および鉱化作用

1-3-1 地質

ジャマンアイバトCu鉱床は、Zhezkazgan-Sarysu depressionの東縁部に分布するが、これは中期～後期石炭紀さらに二畳紀の沖積～デルタの堆積環境下で生成した、いわゆる“赤色砂岩層”内の灰色砂岩中に胚胎するストラティフォーム型銅鉱床である。本地域の地質の特徴は、ほぼ全てが堆積岩で占められ、火成活動がほとんど認められないことである。

1-3-1-1 層位

1) 古生代 (Pz)

(1) 石炭紀 (C)

石炭紀の堆積物は調査地域内に広く分布する。石灰質で沖積起源の海洋堆積物は下部層に、陸源の種々の堆積物は中部層から上部層に認められる (Figure III-1-3-1)。

Serpukhov階 (C_{1s})

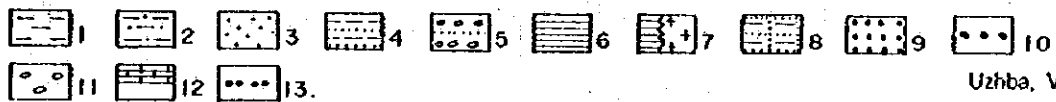
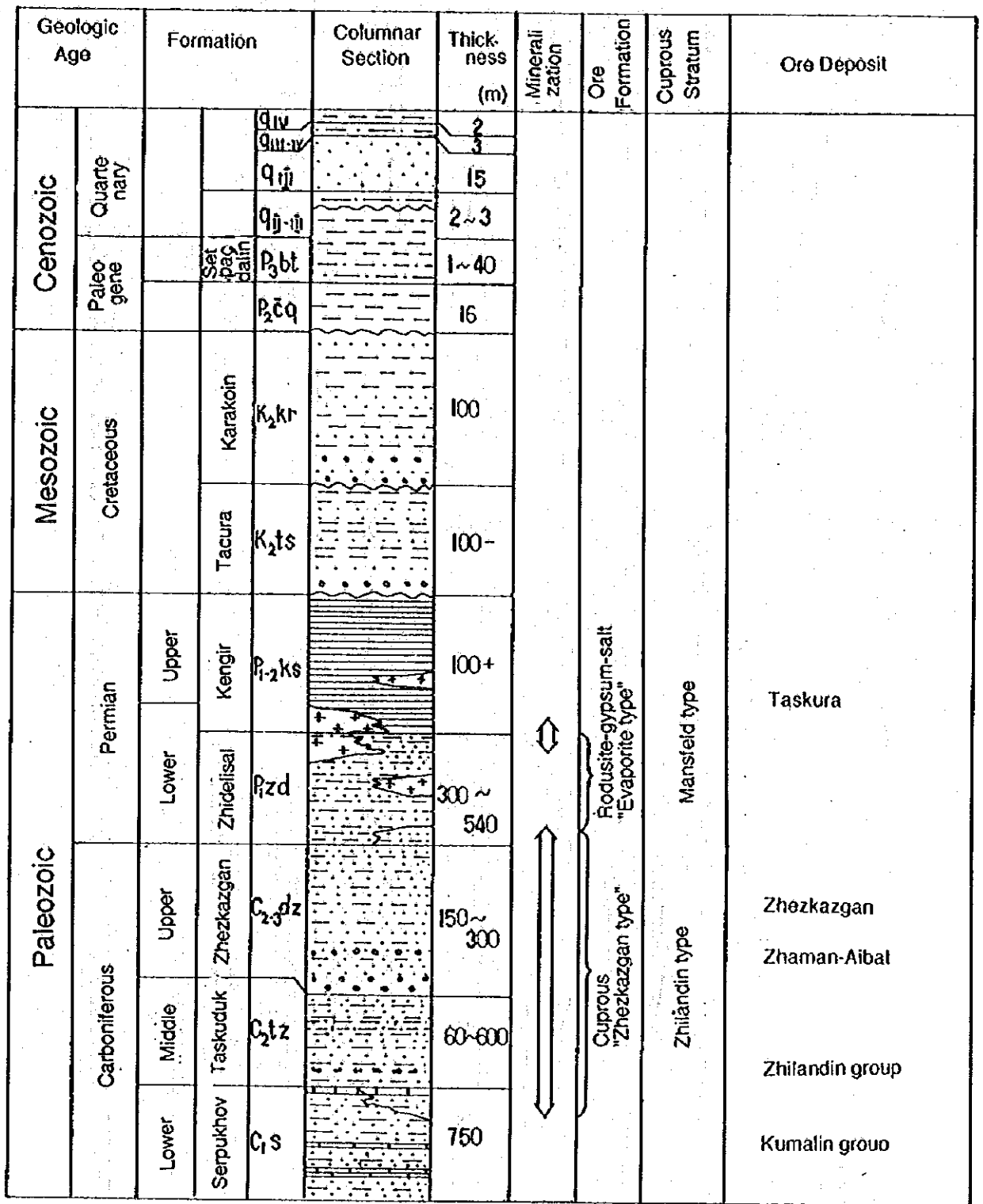
岩屑状あるいはペリトモルフィックな石灰岩、赤色砂岩のほか、暗灰、緑灰色、暗灰色の砂岩が挟在するシルト岩およびシルト岩等は上部層に多い。陸源堆積物の量は下位に向かって減少し、ペリトモルフィックで生物起源の石灰岩が、石灰質のシルト岩層準中に認められる。本層の厚さは約750mと推定される。

Taskuduk層 (C_{2ts})

Taskuduk層の堆積物は、Serpukhov階を整合で覆い、上部のZhezkazgan層にはウオシュアウトを伴い覆われる。地表では背斜構造を示し分布する (Plate III-1-3-1およびPlate III-1-3-2)。Zhezkazgan層との上部の境界は、Zhezkazgan層の層間礫岩の層準に沿っている。。また下部の境界は、化石をもつ石灰岩の上面となっている (Figure III-1-3-1)。Taskuduk層は、褐色および灰色の砂岩を挟在する均一な赤色砂岩とシルト岩で構成される。また侵食や被覆が堆積の途中で起きている。優勢な銅鉱化はTaskuduk層の灰色砂岩中のみ認められる。

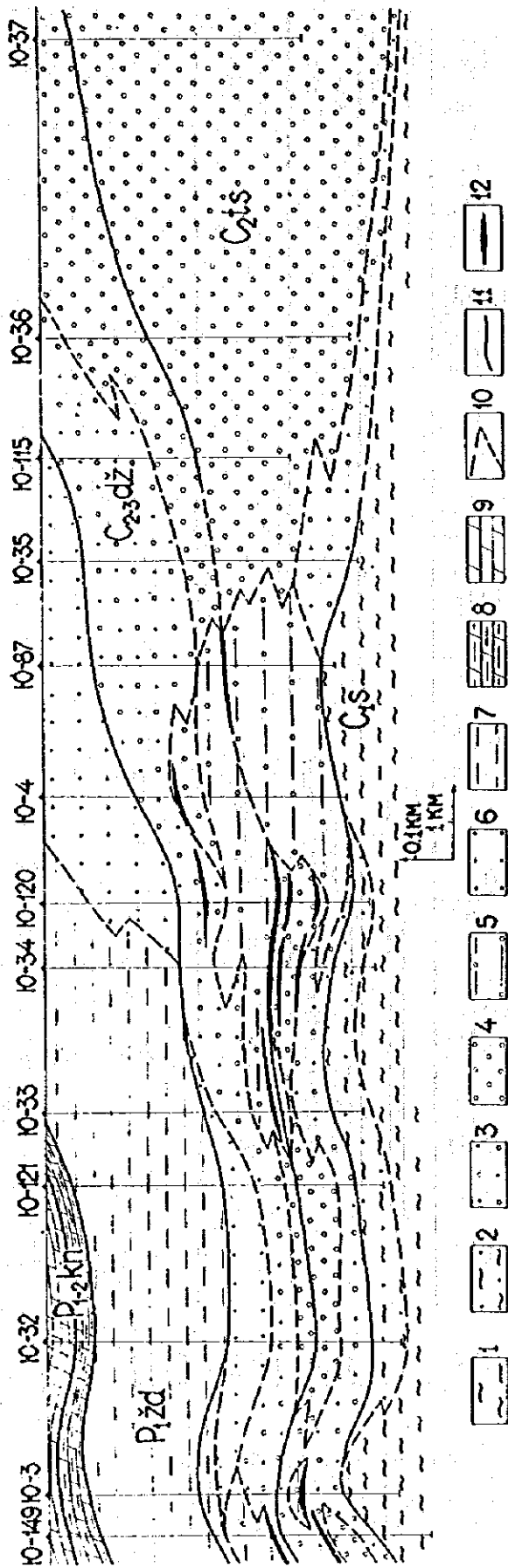
試錐の結果では、本層は層厚の変化が著しい (Figure III-1-3-2)。Zhaman-Aibat背斜構造中では、本層の厚さは西部では70mであるが、東に向かって厚さを増し600mにも達する。また北、南、南西方向に向かって次第に厚さを増し1000mにも達する。

本層の厚さが増加するにしたがって灰色砂岩の厚さが減少しまた完全に消滅することが本



Uzhba, V. I. (1995)

Figure III-1-3-1 Generalized Geological Columnar Section of the Zhaman-Aibat Area



Glybovski V. O. (1988)

1 Submarine facies zone
 2 Subcontinental facies zone; Continental facies zone of lacustrine-alluvial plain;
 3 Lacustrine-alluvial subzone
 4 Alluvial subzone
 5 Subaqueous lithofacies, continental facies zone of shallow lake and weak river streams
 6 Alluvial-lacustrine subzone
 7 Shallow water lacustrine subzone
 8 "Transition" facies zone
 9 Facies zone of lagoon-sea
 10 Boundary of facies zone and subzone
 11 Boundary of formation
 12 Ore body

Figure III-1-3-2 Structure and Distribution of Mineralized Sediments of the Zhaman-Aibat Deposit Area

層の特徴である。

Zhezkazgan層(C₂-3dz)

本層は調査地域に広く分布し、堆積盆の東部の背斜構造のコアの部分では、地表に露出している(Plate III-1-3-1)。鉱床地域では、本層の堆積物は多数の試錐によりほぼ、深度400m~500mまで分布することが確認されている。本層の上部の境界は、灰色の細粒砂岩の上面としている。本層の堆積物はラミナの発達した赤色砂岩、シルト岩、灰色砂岩などのほか、まれに層内の礫岩(intraformational conglomerate)を挟在するシルト岩および基底部の“Raimundoタイプ”のinterformational conglomerateなどである。

Zhaman-Aibat 鉱床地域で基底部の灰色砂岩の層厚が増すことが本層の特徴で、これまでの探鉱でこの灰色砂岩中に高品位の銅、鉛、亜鉛の鉱化が確認されている(Figure III-1-3-2, Plate III-1-3-3および Plate III-1-3-4)。

本層の層厚は、Taskuduk層と同じ方向に層厚が変化するが、ウオーピングの不均一や堆積速度の差が認められる。Zhaman-Aibat 鉱床における本層の厚さは150m~300mと推定される。

(2) 二疊紀(p)

陸源堆積物から成る Zhidelisai層および陸源で石灰質から成る Kengir層の堆積物は、二疊紀に対比される(Figure III-1-3-1)。

Zhidelisai層(P₁zd)

本層の堆積物は調査地域内に広く分布し、背斜構造のコアを形成している(Plate III-1-3-1)。本層は、均一な赤色シルト岩、泥岩、砂岩等、Zhidelisai層とほぼ同じ岩相で構成される。本層では上部から下部に向かって粒度が減少することが観察されている。南西部では脈状、層状の石こうや凹地構造部では厚い岩塩が認められている。本層の厚さは400m~500mと推定されている。

Kengir層(P₁-2Kn)

本層の堆積物は調査地域の全域に分布する(Plate III-1-3-1)。本層は下位のZhidelisai層とは整合、上位の中生代~新生代の堆積物層とは不整合の関係にある。

岩相はマール、石灰質のシルト岩、砂岩等と共にわずかに魚卵構造をもつ石灰岩や泥岩などである。本層の岩石中には脈状、はちの巣状の石こうや方解石が認められる。本層の厚さは1000mに達する。

2) 中生代(M₂)

白亜紀(K)

Taskura層(K₂ts)

上部白亜基の堆積物は明瞭な不整合で古い地層を覆っている(Plate III-1-3-1)。また種々の地質時代の新生代の地層により覆われている。岩相は灰色~緑色のシルト岩に似たオボカ、粘土、不等粒の砂岩、礫岩およびマールなどである。本層の厚さは100m以下である。

Karakoin層 (K₂kr)

本層の堆積物は不整合で Taskura層を覆っている。また上位の新生代の地層に不整合で覆われている。ペブル～グラニユールサイズの礫層が基底部に、また風成砂と粘土の互層は、中部層～上部層にそれぞれ対比されている。

3) 新生代(Kz)

古第三紀(P)

晩新世～始新世の堆積物(P₁₋₂)は、古生代および中生代の地層を覆っている。また岩相は種々の色調の粘土、シルト岩、砂岩(石英に富む砂岩のレンズを挟在する)。本層の厚さは20m～30m、凹地では時に120mに達する。

Betpakdalin層(P₃bt)

漸新世の Betpakdalin層は本地域内に広く分布し、赤色、赤褐色、褐色、さらに石こうを伴う緑色粘土、褐色のシルト岩と粘土質の砂を挟在する。

本層の厚さは1m～40mである。

第四紀(Q)

第四紀は成因時に種々の地層で構成されている。

- ① 中部～上部(Q_{m-iv}) : 礫を混在する風成砂およびシルト岩。
- ② 上部～第四紀～現世(Q_{m-iv}) : proluvium～deluvium のローム、粘土質砂、礫。
- ③ 現世 : “Takyr”、含塩粘土、シルト岩などで構成される。

本層の厚さは10m以下である。

1-3-1-2 地質構造

調査地域は、Zhezkazgan-Sarysu depressionの東縁で Chu-lli anticlinorium との交叉部を含んでいる。Chu-lli anticlinorium は定方向に伸長し、堆積岩類の下に南西方向に沈降した褶曲構造で代表され、これが Zhezkazgan-Sarysu depression を形成している(Plate 1-3-2-1)。これら二つの構造は Bekei deep seated fault により壊されている。褶曲構造の特徴から、4つのステージに分類されている。

すなわち、初期古生代の地向斜ステージ、デボン紀の造山運動ステージ、石炭紀～二疊紀のサブプラットフォームステージ、中生代～新生代のステージ、などである。

初期古生代の地向斜のステージでは、ベンデイアン紀～カンブリア紀さらに後期オルドビス紀の堆積物で代表され、これらは狭い南北性の褶曲帯を形成している。褶曲帯は多くの断層により複雑なものになっている。このステージの堆積物はシャープな不整合で造山作用により生成された新しい地層で覆われている。

デボン紀の造山運動ステージでは、下部～中部デボン紀の火山岩類からなる岩塊が形成され、大規模な背斜構造を示し分布している。

石炭紀～二疊紀のサブプラットフォームステージは主として上部古生代の陸源の石灰質岩類から成る。これらの堆積物は広範囲に分布し、Zhezkazgan-Sarysu depression を

構成している。ほぼ緯度に沿った背斜構造はTaskura-Tasbulak troughの東縁にみられ、例えば Zhaman-Aibat anticlineに見られる nose structureを示す。火成活動が全くないことや異常に厚い堆積物層などがこのステージの特徴である(Plate III-1-3-1)。

上部(中生代~新生代)のステージは、主として陸源の海底堆積物や陸棚堆積物で構成され、ジュラ紀、白亜紀、古第三紀、第四紀などの地質時代の堆積物である。中生代~新生代の堆積物は典型的なプラットフォーム堆積物である。

調査地域の構造は、北西方向と経度方向の断層が特徴的である。北西方向の断層は、最も古くカレドニアン期のものである。Zhezkazgan-Sarysu depressionと Chu-Ili anticlinoriumを境している Bekei deep seated faultはこの代表的なものである。ほぼ緯度方向の断層は古い断層とは異なった変位を示している。この種の断層は新しい時代のもので、最初の方向の断層を切っており、褶曲構造の配列を規制している。これらの断層は、衝上断層で大規模な変位を伴う。

1-3-1-3 火成活動

貫入岩の活動は調査地域の東部でわずかに認められ、デボン紀中期の流紋岩、石英斑岩、ひん岩などである(plate III-1-3-1)。

1-3-2 鉍化作用

1) 鉍床胚胎層

Serpukhov階(C1s)

本層の岩相は主として陸源の灰色および赤色の砂岩、シルト岩、泥岩、生物起源で砕屑の多いあるいは粘土に富み、腕足類、二枚貝、まれにさんご等の化石を含む砂岩で代表される(Appendix-1)。本層の堆積岩は化石による時代同定が成されていないが、上部の境界は便宜上生物起源の石灰岩の上面としている。

Taskuduk層(C2ts)

本層の堆積物は、海岸あるいは沖積環境のもとで生成した陸源堆積物を挟在するのが特徴である。岩相は赤色あるいは灰色の細粒砂岩、シルト岩などである(Appendix-1)。一部赤色の円礫を伴う礫岩がしばしば認められる。礫岩のセメント物質は、褐色で極めて細粒の砂岩である。Taskuduk層の堆積物についての、古生物学的な地質時代の同定はこれまで行われていない。本層の厚さは一定ではなく、背斜構造の西部の軸部の北翼で60m~70m、東部の北翼と南翼で480m~540mに達する。

Zhezkazgan層(C3dz)

Zhezkazgan層と Taskuduk層はいずれも沖積環境で生成した陸源堆積物のリズムカルな挟在が特徴である。本層の基底には河川の水流水流により生成された礫、砂質のクラストなどからなる河床堆積物が認められる。ジャマンアイバト地域内で顕著なこの堆積物は、最初のリズムカルな堆積にのみ認められる。厚さは数十mである。この下位に分布するリズム

カルな堆積物は、内部構造からみると、厚さや岩相は Taskuduk層の堆積物に類似している。一般に Zhezkazgan層の岩相は、赤色あるいは灰色の砂岩、シルト岩、極めてまれに礫岩等で構成されている(Appendix-1)。本層の基底部の境界は、“Rainundóタイプ”と呼ばれる層内礫岩を挟在する灰色砂岩としている。上部の境界は岩相にもとずき、本層で最も厚い灰色岩の出現をもって本層の最上部としている。本層の厚さは、鉱床ゾーン内で180m~200m、縁辺部で約300m以上と推定されている。

Zhidelisai層(P1zd)

本層の堆積物は、褐色(灰色~赤色)の細粒砂岩が挟在し、ラミナ構造をもつ赤色シルト岩、砂岩などで構成され調査地域全域に分布する(Appendix-1)。石こうや硬石こうが本層全般に分布することが特徴である。又、岩塩が南部や西部の翼部で認められている。これらの岩塩、石こう、硬石こうが本層の赤色岩中に分布するが、これらは極めて高温で乾燥した気象条件のもとで氾濫原や湖などで生成したエバポライト・コンプレックスと呼ばれるものである。本層の厚さは西縁で約300m、北縁で540m以上と推定される。

Kengir層(P1-zkn)

本層の堆積物は、背斜構造の西部でのみ、地表で観察することができるが、これまでに多くの試錐で確認されている。岩相は灰色~暗灰色のマール、魚卵構造をもち水平に分布する石灰岩などで構成される。基底部に分布する多量の石膏が特徴的である。Taskura Cu鉱床は酸化鉱と硫化鉱の両者が認められるが、本層中に胚胎するものである。

2) 岩相の特徴と鉱化層準

ジャマンアイバト地域の二疊紀~石炭紀の赤色堆積物の岩相や構成鉱物は Zhezkazgan 地域の堆積物とは大きな違いはない。しかし、細部をみると、例えば岩相の構成、堆積のリズム、堆積物そのものの特徴などは両者で異なる。

これまでの地質学的な検討によれば、Taskuduk層の上部と Zhezkazgan層の下部は、沖積環境の特徴的な堆積リズムの構造を示している。すなわちこの沖積タイプのサイクロセムの特徴は、完全にかつ安定した環境下で生成した事を示している。このサイクロセム中の各相では、粗粒の堆積物に始まり、砂質河床堆積物から粘土質の氾濫原の堆積物に至る変化が観察されている。粒度の変化は、大規模なクロスベディングで顕著である。

湖底や沖積環境で生成した堆積物の多くは、地表で堆積したものである。堆積時の気象条件は、極端な乾燥気候であったと推定される。

炭酸カルシウムの含有量の多い岩石は、酸化第二鉄のほうが他の酸化鉄より多く、したがって赤色を呈する。鉄含有量は灰色砂岩で2%、赤色砂岩で4%、粘土で4%あるいはそれ以上である。灰色砂岩と赤色泥岩の境界部の緑色の縁が認められるがこれは灰色砂岩の第2の特性でもある。

水中生成の岩相は湖底~沖積堆積物とみられるが、Zhezkazgan層や Taskuduk層の地質断面に顕著である(Figure III-1-3-2)。これらは、調査地域中央部で大規模なレンズ状に堆

積したものである。東端では、このレンズは最も厚く、Serpukhov 階の灰色堆積物に直接接している。西部では断面のとおり上位にシフトし、Zhezkazgan層の大部分を覆っている。平面的には、このレンズ状堆積物は、Zhaman-Aibat anticlineの軸部に沿って広がった分布を示している。

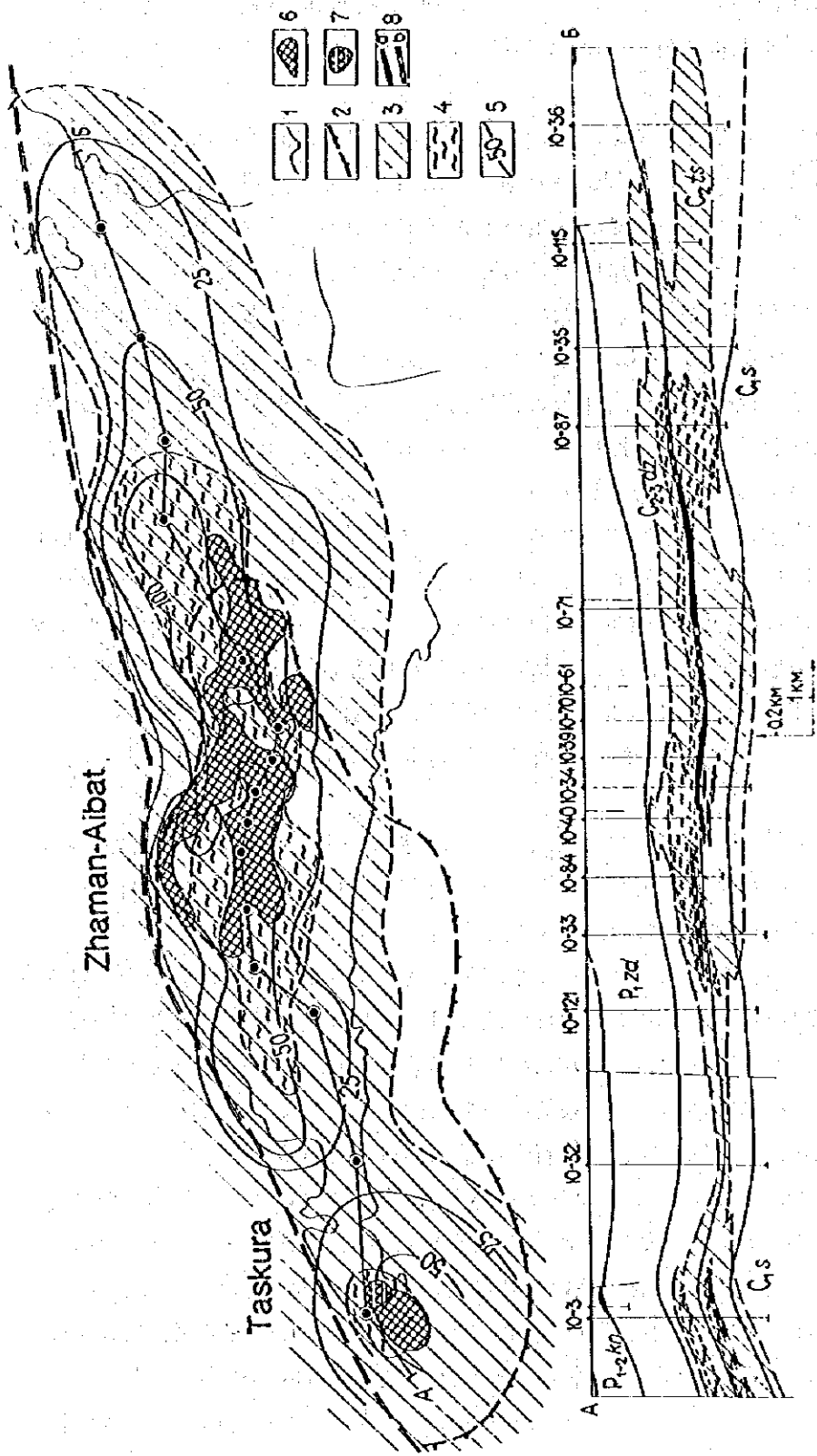
湖底堆積物は、シルト岩や泥岩であるが、これらは水平に波状あるいは波状のラミナ構造、あるいは塊状の構造を示し、Zhidelisai層中では顕著である。石こうの薄層やインクルージョンを挟在する。ジャマンアイバト地域の西翼で岩塩の一部やインクルージョンがまれに認められる。ソーティングの悪い粗粒の砂岩や層内礫岩はほとんど認められていない。岩石の色はすべてが赤色である。岩石の色調や硫化物や岩塩からなる均質な堆積物から、二疊紀の気象条件すなわちエバポライトが顕著であったことを示している。Zhidelisai層の堆積物は、比較的浅い湖（但し硫化物の堆積を伴う）あるいは弱い流れの河川の堆積環境に対比される。湖底～沖積環境の境界は明かではないが、本地域の地上の景観が次第に変わりつつあったことを示している。

ジャマンアイバト地域の赤色堆積物相の構成は、陸源～亜陸源の堆積相を示している。一般に同時代の堆積物はほぼ同じ岩相で構成されている。しかし、Zhezkazgan 鉱床地域では、Taskuduk層と Zhezkazgan層の一部の堆積物のみが他と異なり、沖積環境を示すサイクリックな堆積のリズムを示している。赤色堆積物中にみられる灰色の岩石は2つの異なる成因によるものである(Figure III-1-3-3)。後生的な灰色砂岩は、湖岸平野～沖積平野で生成されたものである。同生的な灰色～緑色で暗色の泥岩や砂岩は局部的に発達し、湖底～沖積相に対応している。

二種の色調を持つ灰色岩石の岩片がSerpukhov階の亜陸成堆積物中に記載されている。一般に、灰色の岩石は比較的規模が大きく、多くの色調を示すレンズを形成しており、これらの境界は東部および南部の境でのみ観察可能である(Figure III-1-3-3)。

銅の鉱化は灰色の岩石、グラベルストーンや礫岩、まれにシルト岩砂岩やシルト岩泥岩などの挟み中のみ認められる。特に高品位の鉱化は二次的（後生的）な灰色の岩石でかつ沖積性のサイクロセムの下位相の粗粒な岩相に濃集する傾向がある。細粒でもともと灰色の海底堆積相は銅の鉱化に乏しい。一般的に銅の鉱化は、これまでの各地質ステージで形成された種々の色調を示すレンズ状の岩石全般に認められている。

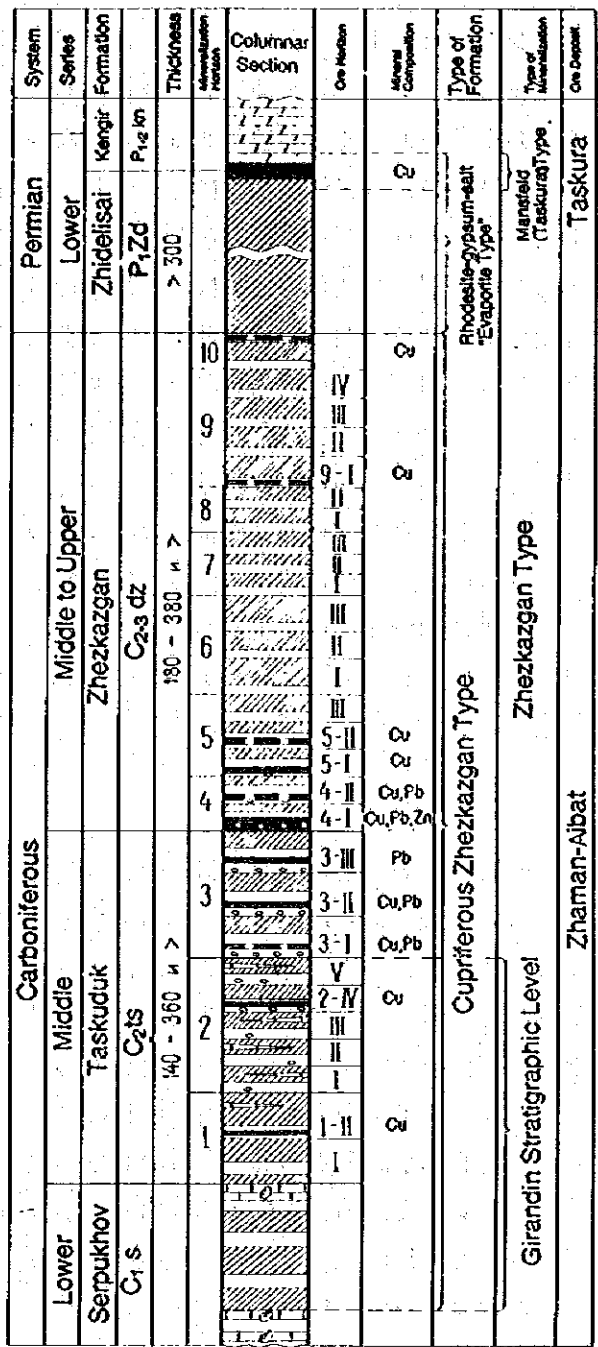
Zhezkazgan 鉱床地域と同様に、ジャマンアイバト 鉱床地域でも鉱床胚胎層準の区分を行っている。これには種々のマーカー層準、例えば Serpukhov 階の生物起源の石灰岩、Raimundo タイプの礫岩、比較的連続性の良い灰色砂岩の挟みなどがある。ジャマンアイバト 鉱床地域の鉱床胚胎層準の柱状図を Figure III-1-3-4 に示す。Taskuduk層には3層準が、Zhezkazgan層には7層準が認められている。各鉱床胚胎層準はさらに小規模な“バンド(band)”に分類される。またこの“バンド”はさらにサイクロセムに対応し、二枚の薄層で構成されている。下部は灰色で砂質の地層で、この最下位にはしばしば礫岩（礫岩～



Glybovski V. O. (1988)

- 1 Boundary of outcrop of cuprous red coloured formation
- 2 Epicentre of con-sedimentation
- 3 Distributed area of epigenetic grey coloured rocks
- 4 Distributed area of syngenetic grey coloured rocks
- 5 Isopach line of grey sandstone
- 6 General outline of assumed-commercial mineralization of the Zhezkazgan type
- 7 The outline of assumed-commercial mineralization of the Mansfeld type
- 8 Ore body (a: high grade, b: low grade)

Figure III-1-3-3 Schematic Geological Cross-Section of the Zhaman-Aibat Ore Deposit Area



Glybovski V. O. (1988)

- 1 - Marl ; 2 - Limestone ; 3 - Red Aleuro-Argillite ; 4 - Grey Sandstone ; 5 - Intra Formation Conglomerate ; 6 - "Raimundo" Conglomerate and Gravelite ; 7 - Assumed Commercial Grade Mineralization ; 8 - Assumed Low Grade Mineralization.

Figure III-1-3-4 Generalized Stratigraphic Column of Cupriferous Sediments of the Zhaman-Aibat Deposit Area

角礫)あるいはグラベルストーンも伴う。また上部には赤色シルト岩が分布する。

Taskuduk層で最初の鉍床胚胎層準は、湖底～沖積層中に認められる。これは、サイクルが明かでないこと、厚さの変化が大きく不連続であること、などが特徴である。二枚の鉍化層準が認められている。第2の層準は沖積相中に認められている。五枚の鉍床胚胎層準がある。一般に第2の層準は、基底部に層内礫岩があり、無化石の石灰岩の薄層を底部に挟在するのが特徴である。第2層準の上部の境界は、石灰岩の最上部の薄層の上面としている。第3の層準は沖積相中に認められ、明瞭なサイクリックな堆積構造を示している。三枚の比較的安定したバンドと底部の厚い灰色のバンドがある。二枚のバンドは第4の鉍床胚胎層準とみられている。Raimundo タイプの礫岩を含む灰色砂岩は、底部のバンドの最下底に位置する。Taskuduk層と Zhezkazgan層の境界は、このバンドの堆積物を境界としている。堆積構造によれば両バンドとも典型的な沖積性のサイクロセムである。第5の層準は沖積層中であって、三枚のバンドに分けられている。第6, 7, 8, 9および10の鉍床胚胎層準は湖底～沖積層を示し、非常に明瞭な堆積サイクル(リズム)、砂岩の層厚の安定性などが特徴的である。したがって、ジャマンアイバト 鉍床地域の Taskuduk層 および Zhezkazgan層両層の堆積物中には、10層の鉍床層準と28枚のバンド(56の薄層)が認められる。

3) 鉍物構成

鉍石を構成する鉍物は比較的単純である。主要な銅鉍物は輝銅鉍、斑銅鉍および黄銅鉍である(Appendix-2)。これらの3種の鉍物は鉛直方向にある種の累帯分布しているものと推定されている。上部では黄銅鉍が、その下部では斑銅鉍が、さらにその下部では輝銅鉍が卓越しているものと見られる。鉛と亜鉛の鉍物はそれぞれ方鉛鉍、閃亜鉛鉍である。銀は銀鉍物中に含まれるが、硫化鉍物の格子中に含まれる場合もある。最も多くみられる鉍石のタイプは、セグリゲーションタイプである。鉍石鉍物は砂岩や礫岩、まれに長石などのマトリックスを交代した産状を示す。鉍石の構造はしばしば縞状構造を示すがこれは堆積岩そのものの堆積構造によるものである。鉍化の比較的弱い場合は、鉍石鉍物は主として粗粒な部分に濃集している。高品位の鉍石で鉍石鉍物が多量に濃集する場合は、鉍石はいわゆる塊状鉍となる。礫岩では鉍石鉍物はマトリックス中に濃集している。鉍脈型の鉍化も数多く認められているが、全体の鉍化に較べると銅の濃集量はわずかである。一般に脈状鉍の鉍物構成は縞状鉍やセグリゲーションタイプの鉍石とほぼ同様である。

1-4 鉍量計算結果

1-4-1 試錐データ

ジャマンアイバト地域では934本の試錐が実施され、その累計延長は619,466.3mとなっている(Table III-1-2-1)。

試錐で得られたコア試料は、全量が半定量分析され、そのうちで銅含有量が高い部分が分取されて湿式分析で定量分析されている。分析対象元素はCu、Pb、Zn、Agが主要元素である。更に何個かのコンポジット試料を用いてRe、Os、Cd、P、Sb、V、Hg、Seの微量元素並びにS(トータル硫黄と硫化物)の定量分析も行われている。分析結果は、試錐番号、採取位置等のデータと共に手書きで分析台帳に記載されている。

鉱床のデータベースを構築するため、日本側調査団はこれらのデータの入力作業を行った。今年度は現地調査の期間が非常に限定されていたため、データ入力の対象を東部鉱体のブロックAに限定して実施せざるを得なかった。入力されたデータはブロックAとその周辺を中心に試錐305本、データ数2,862個である。このデータに基づき、日本側調査団の鉱量計算が実施された。

これまでZhezkazgangeologiya社ではこれらデータ管理にパソコンを含むコンピュータシステムを使用していない。そのため、データの欠落、重複、転記ミス等のトラブルが絶えない。また各種の台帳間で書式や記載方法の統一もなされていないため様々の問題を抱えており、我々が入力したデータにも多くの間違いその他が認められる。このうち、鉱量計算の対象となった試錐217孔の主要元素データの修正は完了しているが、その他の部分についても引き続きデータのチェックと修正を続ける必要がある。

1-4-2 チェック分析

Zhezkazgangeologiya社の化学分析の信頼性を確かめるために、控え試料をもとにして日本側調査団で独自にチェック分析が実施された。対象試料をTable III-1-4-2に示す。

その結果、双方の分析値に異常に大きな乖離があることが明らかになった (Table III-1-4-3)。つまり、日本側調査団の化学分析値はZhezkazgangeologiya社の値よりも低く、日本側調査団と比較すると彼らの分析値は50試料の平均で+7.6%も高く、+100%以上高い2試料の異常値を除いても32%の試料が+10%以上高く、更に10%(5個)の試料は+20%以上高い値を示す。

これら双方の分析値の差が余りにも大きすぎるので、早急に双方の試料調整方法、分析方法等を検討する必要がある。

1-4-3 鉱量計算

ジャマンアイバト銅鉱床では、鉱石はその鉱物組成により次の4種類に分類されている。それらは銅鉱、複雑鉱、鉛亜鉛鉱及び銀鉱である。

各鉱石のカットオフ品位はそれぞれ、0.4% Cu(銅鉱)、0.8% (Pb+Zn) & 0.3% Cu(複雑鉱)、1.10% (Pb+Zn)(鉛亜鉛鉱)そして5g/t Ag(銀鉱)である。

Table III-1-4-2 Samples for Check Analysis of Ore from the Zhaman-Aibat Copper Deposit

Ser. No.	Sample No.	Line No.	Drill No.	Sampling Depth (m)	
				From	To
1	30262	191	268	605.7	606.3
2	30264	191	268	607.3	607.9
3	30265	191	268	607.9	608.9
4	30266	191	268	608.9	610.0
5	30267	191	268	610.0	610.75
6	30268	191	268	610.75	611.7
7	30270	191	268	612.2	612.7
8	30271	191	268	612.7	613.4
9	6042	195	117	613.7	614.7
10	6043	195	117	614.7	615.7
11	6044	195	117	615.7	616.3
12	5735	195	117	616.3	616.9
13	5736	195	117	616.9	617.6
14	5737	195	117	617.6	618.3
15	109478	207	535	561.6	562.2
16	109480	207	535	562.7	563.2
17	109809	207	535	563.2	563.7
18	109510	207	535	563.7	564.45
19	109511	207	535	564.45	564.95
20	109513	207	535	565.5	566.0
21	109517	207	535	567.95	568.8
22	109518	207	535	568.8	569.4
23	109519	207	535	569.4	569.9
24	109520	207	535	569.9	570.4
25	109523	207	535	571.5	572.1
26	109524	207	535	572.1	572.6
27	109525	207	535	572.6	573.1
28	111038	213	553	549.5	550.1
29	111039	213	553	550.1	550.6
30	111041	213	553	551.6	552.65
31	111044	213	553	554.15	555.05
32	111046	213	553	555.95	556.8
33	111047	213	553	556.8	557.4
34	111048	213	553	557.4	558.05
35	111495	219	561	527.4	527.9
36	111496	219	561	527.9	528.6
37	111497	219	561	528.7	529.1
38	111498	219	561	529.1	529.9
39	111499	219	561	529.9	530.65
40	111500	219	561	530.65	531.35
41	111501	219	561	531.35	531.85
42	111502	219	561	531.85	532.5
43	111503	219	561	532.5	533.3
44	111504	219	561	533.3	534.15
45	111505	219	561	534.15	534.95
46	111506	219	561	534.95	535.85
47	111507	219	561	535.85	536.35
48	111508	219	561	536.35	536.85
49	111509	219	561	536.85	537.35
50	111510	219	561	537.35	537.85

Table III -1-4-3 Result of Check Analysis of Ore Samples
from the Zhaman-Aibat Copper Deposit

No.	Spl. No.	"JAPAN"	"Zhez."	Ratio(%)	Note
1	30262	0.25	0.16	64.00	
2	30264	2.09	2.34	111.96	
3	30265	4.82	5.16	107.05	
4	30266	3.20	3.44	107.50	
5	30267	2.62	2.78	106.11	
6	30268	5.16	5.46	105.81	
7	30270	0.23	0.32	139.13	
8	30271	0.50	0.50	100.00	
9	6042	0.63	0.55	87.30	
10	6043	1.56	1.62	103.85	
11	6044	0.01	0.01	100.00	
12	5735	0.56	4.14	739.29	Abnormal
13	5736	4.28	4.50	105.14	
14	5737	8.99	9.65	107.34	
15	109478	0.35	0.39	111.43	
16	109480	0.37	0.40	108.11	
17	109809	6.24	6.70	107.37	
18	109510	0.43	0.46	106.98	
19	109511	2.43	2.48	102.06	
20	109513	0.39	0.42	107.69	
21	109517	5.49	5.67	103.28	
22	109518	5.28	5.38	101.89	
23	109519	3.72	3.91	105.11	
24	109520	1.62	1.75	108.02	
25	109523	0.19	0.21	110.53	
26	109524	0.34	0.38	111.76	
27	109525	0.24	0.27	112.50	
28	111038	7.04	7.68	109.09	
29	111039	0.46	0.51	110.87	
30	111041	1.56	1.87	119.87	
31	111044	0.59	0.61	103.39	
32	111046	0.09	0.12	133.33	
33	111047	0.96	1.05	109.38	
34	111048	0.92	0.98	106.52	
35	111495	4.42	4.95	111.99	
36	111496	0.78	0.87	111.54	
37	111497	0.07	3.72	5314.29	Abnormal
38	111498	0.64	0.56	87.50	
39	111499	0.07	0.08	114.29	
40	111500	0.15	0.17	113.33	
41	111501	2.88	2.99	103.82	
42	111502	1.43	1.46	102.10	
43	111503	2.49	2.64	106.02	
44	111504	2.24	2.09	93.30	
45	111505	12.10	13.00	107.44	
46	111506	6.24	6.73	107.85	
47	111507	6.32	6.85	108.39	
48	111508	1.43	1.52	106.29	
49	111509	3.81	5.91	155.12	
50	111510	4.02	4.11	102.24	
Average		2.54	2.74	107.62	

"JAPAN": Japanese Laboratory

"Zhez.": Zhezkazgangeologiya Laboratory

各鉱石の主要な鉱石鉱物は次のとおりである。

- (1) 銅鉱 : 輝銅鉱、斑銅鉱、稀に黄銅鉱
- (2) 複雑鉱 : 輝銅鉱、斑銅鉱、方鉛鉱、閃亜鉛鉱、稀に黄銅鉱
- (3) 鉛亜鉛鉱 : 方鉛鉱、閃亜鉛鉱、斑銅鉱
- (4) 銀鉱 : 輝銅鉱、斑銅鉱、自然銀、稀に黄銅鉱

ジャマンアイバト銅鉱床では、これらのうち銅鉱が最も卓越する。今年度は期間的な制約が非常に大きかったため、このうちで鉱量的にも品位的にも最も優勢な鉱体である東部鉱体のブロックA(4-1層準)について地質学的埋蔵鉱量の計算を実施した。

1) Zhezkazgangeologiya社の地質学的埋蔵鉱量計算方法

鉱体範囲の決定は、原則として試錐による地質、鉱床の状況や、化学分析結果からなされる。Zhezkazgangeologiya社の手法は次のとおりである。

- (1) ジャマンアイバト鉱床の特性に基づきカットオフ銅品位は0.4%Cuとしている。
- (2) 各試錐孔での鉱床層準の対比は基本的には層序学的になされている。東部鉱体のブロックAでは鉱床胚胎層準はZhezkazgan層の4-1層準であるので、鉱床はこの層準を中心にカットオフ銅品位から鉱石区間が抽出された。
- (3) その際、試錐コアで鉱石の間に母岩を挟んでいる場合は、母岩の厚さ累計が4mまでは鉱石内の挟在層としてカウントされる。但し、そのためにはこの挟在母岩層とその上下両盤の鉱石の加重平均品位がカットオフ品位以上である事が条件で、カットオフ品位未満の時は母岩として排除される。
- (4) 鉱体の平面的な外郭は原則として着鉱試錐孔の着鉱点位置と非着鉱試錐孔点位置の垂直二等分線を採用し、着鉱試錐の外側に試錐がない場合は最外縁の試錐孔口から100mの点を境界としている。

Zhezkazgangeologiya社も最終的にはポリゴン法による地質学的埋蔵鉱量の計算を予定しているが、現在の処は総ての計算を手計算に頼らざるを得ないため鉱量計算は簡易面積法によっている。その計算手順は次のとおりである。

- (1) 対象金属元素の各試錐孔における平均品位は分析区間の長さ(厚さ)による加重平均で計算され、鉱石区間の長さ(厚さ)は単純合計されている。
- (2) 各金属元素のブロック全体の平均品位は、各試錐孔の鉱石厚さによる加重平均で計算され、ブロック全体の平均厚さは、各試錐孔の鉱石厚さの単純平均から求められている。
- (3) ブロックの容積は鉱体面積と平均厚さの積として計算されている。

なお、ブロック面積はプランメータを用いて計測されている。

- (4) 鉱石重量はブロックの容積と鉱石の平均密度の積としている。

鉱石の平均密度は実測値から求められ、当面の平均値として2.60(t/m³)が採用されている。

(5) 各金属量は鉱石重量と平均品位の積から求められている。

2) 日本側調査団による地質学的埋蔵鉱量の計算方法

これに対して日本側調査団も独自に地質学的埋蔵鉱量の計算を実施して Zhezkazgan-geologiya社の鉱量計算のチェックを実施した。鉱量計算の対象としたのはジャマンアイバトCu鉱床で鉱量、品位とも最も有望な東部鉱体のブロックAである。計算の基礎となったのは同鉱床のデータベース作成用に入力したデータである。その計算方法にはポリゴン法を採用し、以下の手順で実施した。

(1) 鉱画の設定にはポリゴンを用いて、その外形には試錐間の垂直二等分線を用いた。

その面積計算にはポリゴンを三角形に分割して個別に辺の長さを計測し、算出した。

(2) 鉱石厚さ、品位については日本側調査団で入力、修正済みの東部鉱体・ブロックAのデータをもとに4-I層準を基本にして独自に抽出、計算した。

(3) 鉱量計算結果を相互に比較するために鉱体外形としては先方の輪郭を採用した。鉱体外形に包含される各ポリゴンの面積が三角形の集合体として計測した。その際、ポリゴンが鉱体の外縁からはみ出す場合には鉱体内側だけの面積を計測した。また、鉱体外縁と内部ポリゴンの間に隙間が生じる場合には、その隙間が属するべきポリゴンを再度特定し、そのポリゴンに隙間の面積を付加した。

(4) 鉱量、金属量の計算は各ポリゴン毎に計算した。その際、平均鉱石密度としては

Zhezkazgan-geologiya社と同じく $2.60(t/m^3)$ を採用した。ポリゴン毎の容積は平面積と試錐孔の鉱石厚さの積、ポリゴン毎の鉱量は容積と平均鉱石密度の積で計算された。同じくポリゴン内の金属量は試錐孔平均品位と鉱石厚さの積で求めた。

(5) 東部鉱体・ブロックAの鉱量、金属量、平均品位等の集計は次の手順で行った。

①ブロックAの全面積、全容積は各ポリゴンの値を累計して求めた。

②ブロックAの平均厚さは全容積を全面積で除して計算した。

③ブロックAの全鉱量、各金属量は各ポリゴンの値を累計して求めた。

④各金属元素の平均品位は、各金属についてブロックA全体の金属量を全鉱量で除して計算した。

双方の鉱量計算結果をTable III-1-4-1に示す。双方の計算結果は同様の傾向を示し、基本的には大差はない。

日本側調査団による計算結果ではブロックAの全面積は $3,365,326m^2$ (Zhezkazgan-geologiya社の値 $3,447,426m^2$ に対して97.6%、以下同じ) 鉱床の平均厚さは $5.45m$ ($5.18m$ に対して105.2%)、したがってブロックAの容積は $18,346,112m^3$ ($17,857,668m^3$ に対して102.7%)、これらに鉱石の平均密度 $2.60(t/m^3)$ (双方とも同じ)を掛けて、地質学的埋蔵鉱量は $47,699,892t$ ($46,429,900t$ に対して102.7%)となった。銅金属量は日本側調査団は876,

Table III-1-4-1 Summary Table of Ore Reserve Estimation on Block-A
Orebody of the Zhaman-Aibat Copper Deposit

TEAM/Calc.		Japanese Survey Team (1995)	Zhezkazgangeologiya (1994)	Note
Category of Estimation		Geological Ore Reserve (Not Mining Reserve)	Geological Ore Reserve (Not Mining Reserve)	
Calculation Method		Polygon Method	Section Method	
No. of Drills		217	217	
No. penetrate Ore		115	115	
Outline of Estimation				Ratio(%)
Area (sq. m)		3,365,326	3,447,426	97.6
Dimension of Dep.	Leng. (ENE) (m)	4,500	4,500	
	Width(WNW) (m)	1,500(max)-500	1,500(max)-500	
Ore Horizon	Min. (m)	493.50	493.50	
	Max. (m)	632.20	632.20	
Average Thickness (m)		5.45	5.18	105.2
Volume (cub. m)		18,346,112	17,857,668	102.7
Ore Density		2.600	2.600	100.0
Ore Weight (t)		47,699,892	46,429,900	102.7
Ore Grade	Cu (%)	1.84	1.80	102.1
	Ag (g/t)	9.19	8.87	103.7
Metal Amount	Cu (t)	876,883	835,700	104.9
	Ag (kg)	438,545	411,800	106.5
Condition of Calculation	1) Ore body boundary delineated by Zhezkazgangeologiya was adopted. It is the bisector of pairs of neighbouring drills in which one of the pair penetrated the ore body and the other did not. 2) Gaps inside border and polygon are assigned to nearest polygons. 3) Cut-off grade is 0.4%Cu. Interlayer is less than 4 m.			
Results of Estimation	1) Both results have mainly similar values. 2) Differences of values are related to those of thickness and area. The difference of average thickness depends on the gap between simple mean and block area weighted mean.			

883t(先方の 835,700tに対して104.9%)となり、鉍量の差と併せて平均銅品位は日本側調査団が 1.84%Cuに対して先方の計算結果は 1.80%Cuで日本側調査団がやや高く102.2%の値となった。

これらの鉍量計算過程で最も重要な問題は鉍石平均密度である。実測値から当面值として $2.60(t/m^3)$ が与えられている。品位-密度の実測からはすでに銅品位と銅鉍石関係式として次の近似式が得られている。

$$\text{銅鉍石の密度} = 2.63 + (0.016 \times \text{Cu}\%) + (0.0002 \times \text{Cu}\% \times \text{Cu}\%)$$

しかし、Zhezkazgangeologiya社の密度計測データの項目にはしばしば鉍石内で見られる黄鉄鉍の分析値が欠けているため、黄鉄鉍を多量に含有する銅鉍石に対する密度推定には大きな問題を抱えたままになっている。

上記の分析精度の問題と併せて今後の検討課題である。

第2章 サマルスキー地域

2-1 位置、交通および地形

2-1-1 位置および交通

サマルスキー地域はカラガンダ地方のデルマンスキー地域に位置し、カラガンダの街から北に35km、テミルタウの北方10kmの距離にある。調査地域の地理的な位置は次の各点を時計回りに結んだ範囲である(Figure 1-2-1-2)。

No. 1 ; 50° 11' 25" N / 72° 52' 45" E,

No. 2 ; 50° 16' 45" N / 73° 00' 00" E,

No. 3 ; 50° 09' 38" N / 73° 10' 50" E,

No. 4 ; 50° 04' 18" N / 73° 02' 47" E.

サマルスキー地域はカラガンダ-テミルタウ-ポコルノイェ-ツェリノグラッド幹線道路(ルート36)と連絡されており、テミルタウの街から5kmの交差点でアクタウ向けのルート194号線に南東方向に右折し、同交差点から約5kmの地点でさらに南東向けに右折する。人造のサマルカンド貯水池の北岸のサマルスキー・サナトリウム付近で舗装道路から離れて未舗装の砂利道を約5km北進して調査地域の中心に至る。

近傍の鉄道駅としては地域の北東10kmにアクタウ駅があり、又、東方15kmにはトカレフカ駅がある。冬季でもカラガンダから車で約2時間で現地に到着し、交通の便は比較的良好。

2-1-2 地形

両調査地域は共に地形学的輪廻による分類では老年期ないし準平原期に属し、低~中高度の比高の丘陵地形で特徴付けられている。これらの円錐形丘陵とその間の谷が地形の起伏として卓越している。

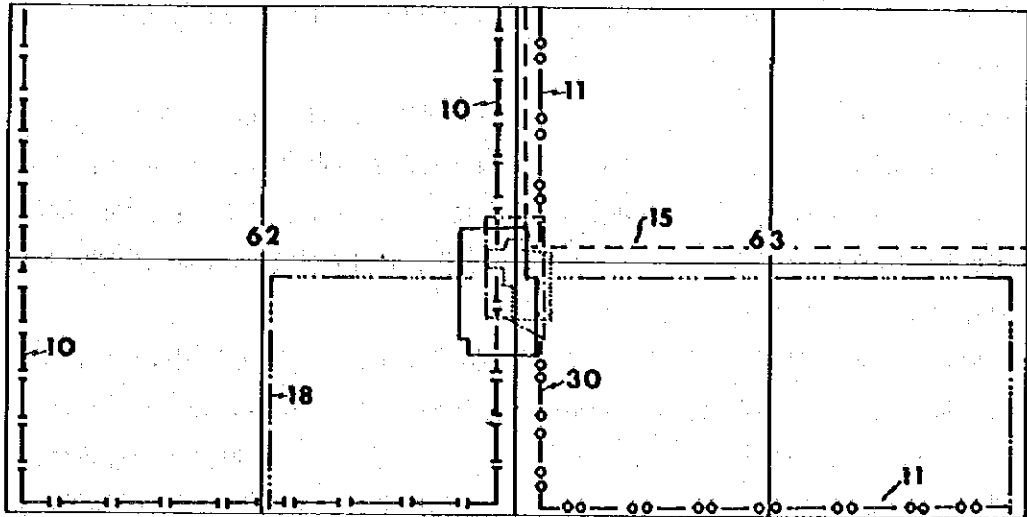
地域の海拔高度は約500-600mで、高度差は小さいものの、地形の起伏は小さな河床や沢、人工水路や石切り場の露天掘り等で比較的複雑に込み入ったものになっている。サマルスキー銅鉱床地域内の最高地点の標高は594.2m、最低地点の標高は489.3mである。

2-2 既往調査




2-2-1 既往の地質調査 (Figure III-2-2-1)

サマルスキー地域を含む当地方の隣接地域"Sarymsak"地区で1935年に最初の探鉱が開始され、当時はホウ素原料としてSarymsak山の電気石化した二次珪岩を対象に探鉱がなされた。この地域でのこの調査の主要な対象鉱物はホウ素の原料が目的であった。

金の鉱化が最初に確認されたのは1953年で、この鉱床は"Nurin鉱床"と名付けられた。それと同時に珪岩の中に幾つか小規模に伸びた鉱化帯で孔雀石、藍銅鉱を伴うものが発見



Legend

- 10 MSU (Moscow State University) Konfel O.M. 1:200,000. 1959
- 11 MSU Mozarovich O.A. 1:200,000 1959
- 15 CKGA, CKPhE Bydrin V.P. 1:200,000 1967
- 18 CKGA, Aksamentova N.V. 1: 50,000 1956-1957
- 30 Contour of work by P.I. Khomchenko 1: 10,000 1960
-  Contour of work by Opravhat V.A. 1: 10,000 1965
-  Area covered by works of X.K. Ismailova 1: 10,000
-  Contour covered by work of Samarsky Party 1: 10,000 1994

scale 1:500,000



Figure III-2-2-1 Compiled Index Map of Previous Geological Surveys in the Samarsky Area

された。1954年にはSarymsak地域が再びホウ素原料の可能性を探るために調査された。数多くのトレンチや探鉱立坑が掘削され、縮尺1:2,000の地質図が二次珪岩の特性とともにまとめられた。

1956年から1959年までの間に当地域は"Nur in 鉱床"の名称で電気石を含むものを中心に総括的な調査がなされた。その調査では電気石化した岩石と金および銅の鉱化作用の関係の可能性についても注目された。金と銅を対象に4本の試錐が実施され、Cuの拡散ハロ(中心部で0.1~0.4%Cu)とMoのハロ(0.02%Mo)が二次珪岩の分布するSarymsakの円錐丘に隣接して発見されたが、鉱床は発見されなかった。

この地域での地質調査は1959年までに縮尺1:200,000の地質図が完成した。又、同時に大縮尺の地質調査が始められ、縮尺1:50,000の地質図が1956年から1958年にかけて作成された。これらの調査の結果、地域内の地質層序、構造発達史と金属元素の累帯分布に関する知見が得られ、二次珪岩中のポーフイリー-Cu-Mo鉱床を対象により詳しい探鉱の必要性が提言された。

Sarymsak二次珪岩体はポーフイリー-Cu-Mo鉱床タイプの探査に非常に有望と判断されたので、1962年には15.75km²の地域をカバーして地球物理探査と共に縮尺1:10,000の地質調査が行われた。ここで明らかにされた数多くの地化学探査異常を評価するために短尺試錐と探査作業が実施された(立坑 約8.5m., トレンチ 35 m, 試錐 約 770m.)

1966年から1972年までの間に サマルスキー鉱床地域の他、Severny, Zapadny, TsentralnyおよびYuzhnyを含む地域が種々の方法により調査された。使用された手法は、重力探査(22.1 km²), 金のサンプリングと分析(6 km), トレンチ(5,204.3 m²), 立坑(163.8m.) および試錐(2,398.5m)であった。その結果、この地域は金とポーフイリー-Cu-Mo型の鉱化に関して有望であるとの結論を得た。さらに探査を進めるべきであるとの提案がなされた。

1989年にはサマルスキー地域を再び探鉱地域として定めた。先ず サマルスキー鉱床(中央)とその周辺の縮尺1:2,000の地質図を完成させるために表層堆積物の下を探る短尺mapping drillingが実施された。

さらに1990年からはexploration drillingでサマルスキー中央鉱床(ポーフイリー-Cu-Mo鉱床)とサマルスキー西部鉱床(Au-多金属鉱床)の鉱体を明らかにする探査を開始した。1994年末までに合計76本の探鉱試錐が実施された。

2-2-2 既往の地化学探査 (Figure III-2-2-2)

サマルスキー地域の探鉱では、1950年代の系統的な探査の初めから地化学探査が採用され、対象地域の特定などの重要な役割を果たしてきた。1957年以来、当地域で二次ハロによる地化学探査がなされ、3万点以上のサンプルが採取されてきた。サンプリングは100m×20mもしくは100m×25mで行われた。

スペクトル分析の利用で23元素の定量が可能となったが、分析対象元素は、Mo, Ag,

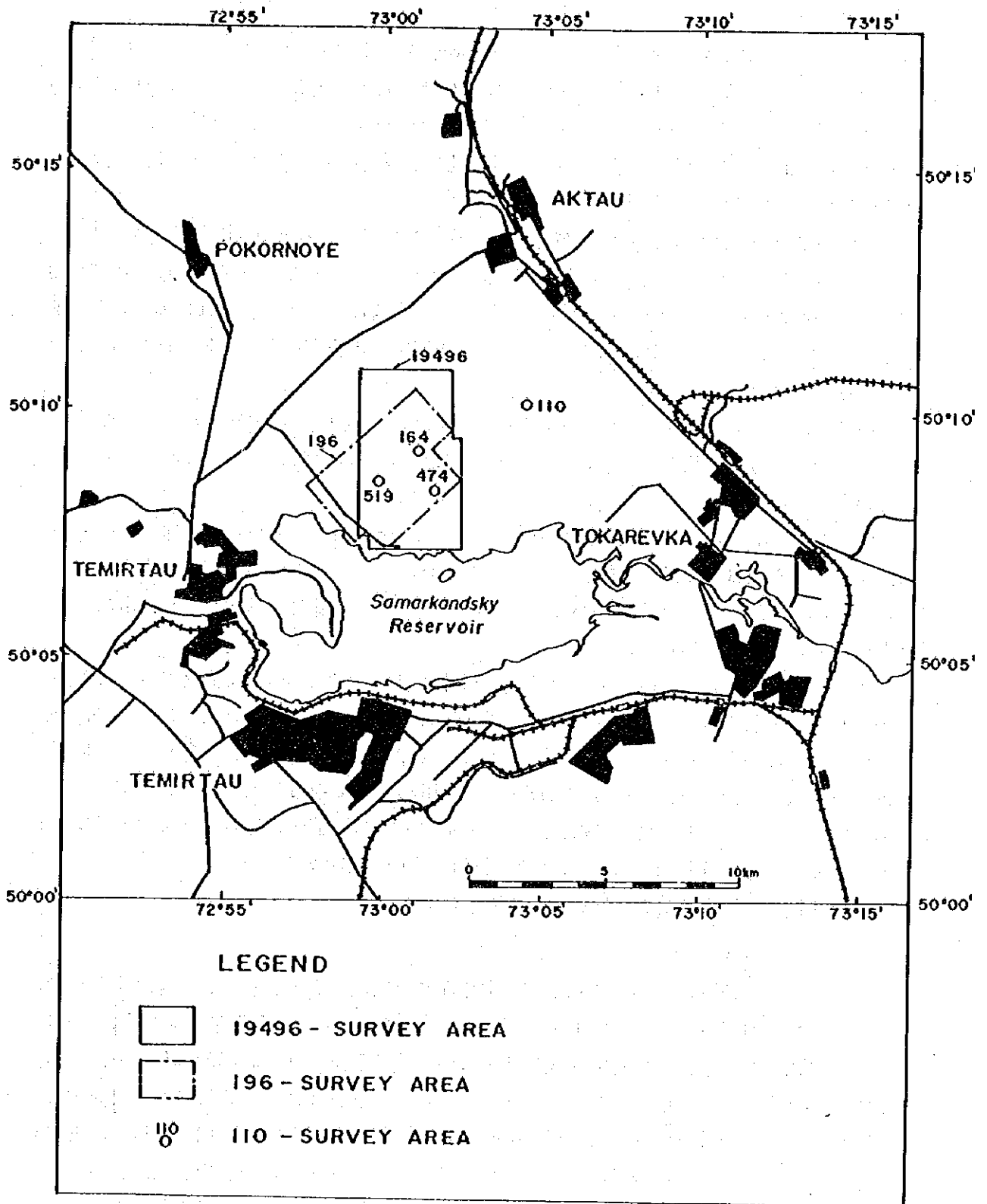


Figure III-2-2-2 Compiled Index Map of Previous Geochemical Surveys in the Samarsky Area

Pb, Cu, Co, Bi, Sn, Cd, Ge, V, Be, Sr, Ni, Sb, W, Li, Ti, Mn, As, B, Zn, Ba および Auである。このうち、13元素については鉱化の指標として有効なことが分かり、二次ハロの分布図としてまとめられた。それらの元素は、Cu, Mo, Sn, W, Ag, Bi, Au, Ba, B, Ge, Pb, Zn および Asである。分布図には当地域の地質構造と地化学的特性が反映されており、その事で探鉱地区の絞り込みが可能となった。

当地域の中央と北部でCuのハロが認められるがこれはCuとMo鉱床の母岩となっている貫入岩を指示しており、小規模の線状に伸びたCuのハロはAu-多金属鉱床に関係した鉱化帯を示している。0.01-0.1%のハロ域は中央鉱体の銅鉱染域に相当する。それは環状の形態をなしており、その中でより強い銅の鉱化部分は0.03-0.1%の範囲にあって地化探異常帯となっている。

W (0.003-0.03%), Sn (0.0002-0.0005%) および Mo (0.0003-0.01%)のハロは形態的にお互いに似ており、環状の形状を示す。これは閃緑岩類を貫いた新しい貫入岩の形態を示している。

Cu, Mo, W および Snを総合したハロは銅の鉱化域を示す。Bのハロは電気石化作用の地域を示し、それは金の鉱化と関係する。Auのハロは地表の銅鉱化の分布とよく似ている。

Ag, Pb, Zn, As および BiのハロはCuのハロの側面と、多金属鉱化を伴う熱水変質した火山岩の側面とに位置している。

垂直的な鉱化の分布を確認するために、34番線(E-W測線)の上で実施された探鉱試験の岩石コアを利用して一次ハロの分布が調べられている。使用された元素はCu, Mo, Sn, W, B, Ge, Sr, Ni, Bi, Co, Pb およびZnの11元素である。それによると鉱化帯の断面形状はアーチ状で西側が東側よりも急角度であると推測されている。軸部での累帯配列は鉱床の西縁で調べられ、その構造はGe, Bi, Snで明瞭である。鉱体の形状は Mo, Au, Pbで示され、鉱体の下部は ZnとMoで、鉱体より下位はBiとCrで示される。

地化学探査の総合解釈を Plate III-2-2-1に示す。

2-2-3 既往の物理探査

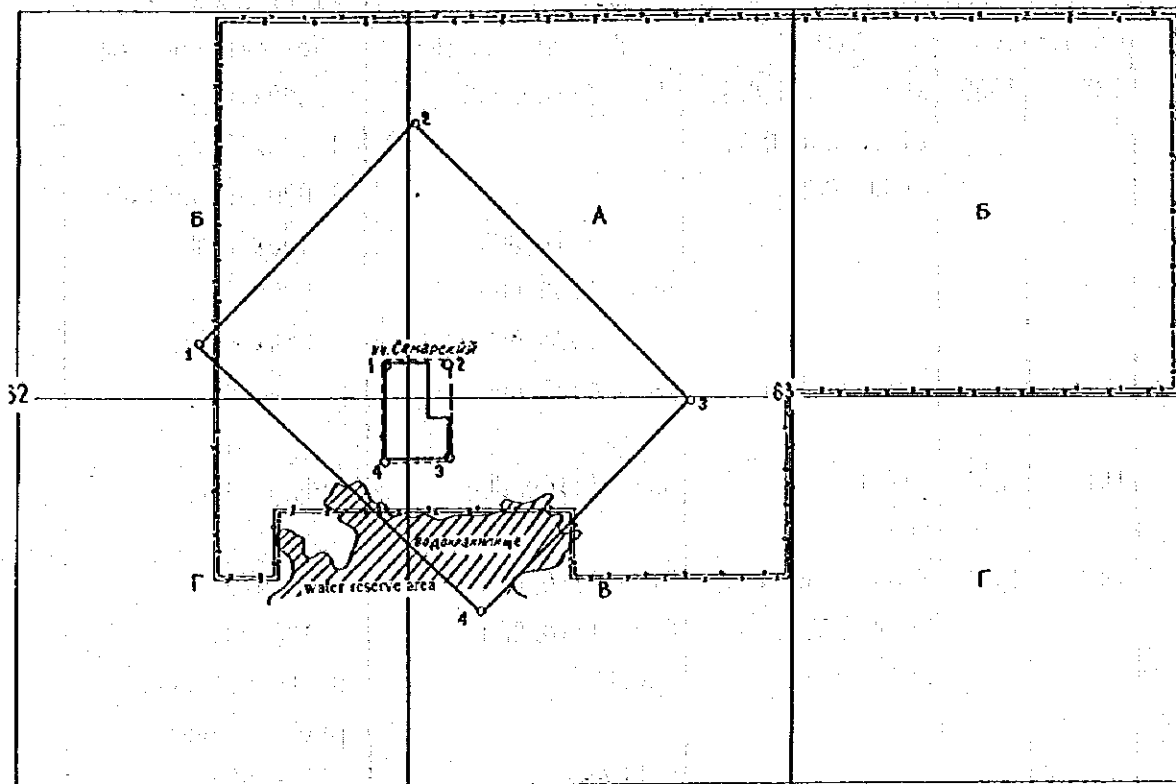
サマルスキー地域においてこれまでに実施された物理探査の資料は、物探既往調査のリスト (Table III-2-2-2) および索引図 (Figure III-2-2-3) に示すとおりである。サマルスキー鉱床周辺の物理探査は1960年代に始まった。地化学探査(1:50,000スケール)の結果、サマルスキー地域の中央付近に異常が発見された。1961年に、この異常を再調査するため 0.5 km x 1.6 kmのサイズの地域が選ばれ、簡易放射能探査およびIP電気探査が行われた。鉄分の多い二次的な珪岩の地域と一致する鉛、モリブデン、銅、銀、亜鉛、および砒素が高度に濃縮した異常が明らかにされた。またその地域で、SP電気探査による50mVの異常を捕捉した(Plate III-2-2-3)。このらの結果に基づいて、1962年から1:10,000スケールの探査が行われた。この範囲では、次のような地質と物探を合わせた方法が適用された。

Table III-2-2-2 List of the previous geophysical survey in the Samarsky area

(after BOOK1, 1992)

Report	Year	Author	Method , scale	Network, spacing
148	1960	Khomchenko P. I. Zinchenko O. V. CKSD, CGPE	Ms - 1:100,000 1:10,000 Gch- 1:50,000 1:25,000 Es - 1:25,000	500x100 m 1,000x100 m 1,000x50, 500x50m 100x20 m 500x50m 250x50m
161	1961	Pak V. P. Kaz	Ms - 1:100,000	height 40m
164	1961	Khomchenko P. I. Vydrin V. P. CKSD, CGPE	Ms - 1:10,000 Gch- 1:10,000 Es(VES)- Es(IP) -	100x20 100x20 distance 2,000m pitch 500m 200x200m 400x200m 100x20m
196	1962	Khomchenko P. I. Belousov A. I. CKSD, CGPE	Ms - 1:10,000(15.75) Gch- 1:10,000 Es - 1:10,000 (7) (SP, IP)	100x20m 100x20m 200x40m
494	1965 - 1972	Opravhat V. A. Pacholyuk V. P. CKTSD, CGPE	Gr - 1:25,000 (22.1) Ms - 1:10,000 (4) Gch- 1:10,000 (6)	200x100 m 100x20 m 100x20 m, 100x100m
950	1983	Mageramova E. A. CKTSD, KSPE Geophysical party	Ms - 1:10,000 Es - 1:10,000 (SP)- --	100x25 m 200x50 m pitch 25 m

Gr.Gravity, Es:Electric, Ms:Metallometric, Gch:Geochemical



LEGEND



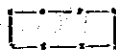
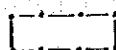

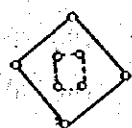
-  The Gravity Survey 1:50,000, network 500 x 500m
-  The Magnetic Survey 1:50,000, network 500 x 100m
-  The Samarsky area 12 (squ.Km)
The Gravity survey 50 x 50 m
The Magnetic survey 25 x 5 m
The Electric survey : SP; 100 x 20 m, IP; 200 x 40 m, TEM; 100 x 50 m
-  Survey area
Deposit area

Figure III-2-2-3 Compiled Index Map of Previous Geophysical Surveys in the Samarsky Area

それは、100m x 20m (15.75 km²)のネットワークでの磁気探査とmetallometric survey, IP、SP電気探査(7 km²)であった(Plate III-2-2-1)。その結果、本調査範囲のいくつかは、ポーフィリー-Cu-Mo鉱床およびAu-多金属鉱床の賦存の可能性のある有望地域と見なされ詳しい調査の必要性を報告した。特にSamar Zapadney範囲内はAu-多金属鉱床が有望な地域とされた。IP法電気探査では、2%のバックグラウンド値の中の、6%から8%の強さのIP異常が探知され、北-西の方向へ張りだした鉱化帯が明らかにされた。

1961-1962年に実施された物探と地質調査は、質的に今日の要請に対応したものではない。磁力探査の測定誤差は、火成岩-堆積岩が複合した構造のマッピングには不十分である。ライン16-20での異常は測定で達成された正確さに疑問点もあったが、V. P. Vydrinによれば、鉱床発見の可能性のある有望な探査地域の合計面積は40 km²と報告している。

1966年以来、サマルスキー鉱床地域は、Central Geophysical Expedition (CGPE)のAlexandrovskayaグループにより調査され、ネットワーク 200m x 100m (22.1 km²)の重力探査、ネットワーク100m x 20m (7 km²)の磁気探査、ネットワーク100m x 20m、100m x 100m (6 km²)の地化学探査などの調査方法が適用された。

1965-1972年に行われた一連の探査の資料がThematic隊(1989)によってまとめられた。この報告では、サマルスキー地域でのAu-多金属鉱床について有望であることも示された。

サマルスキー地域で実施された1972年の探査結果から、本地域の複雑な地質構造を予測し、500m以上の深度において、いろいろなマグマ起源の岩体とその強い熱水性の変質の地域が、広く分布していることと関連づけている。深部で発達したTulkulin円形背斜構造の南側の範囲は、重力の分布傾度が増加するが、北側に向かって重力値が減少している。この傾度境界はSarymsak-Tulkulin断層ゾーンと一致する。1:10,000スケールの磁気探査のデータによれば(Plate III-2-2-2)、調査地域は磁気基盤構造の性質により明かに2つの異なる部分に分けられている。磁気異常を強く形成する部分は、Zharsor層の交代変成作用を受けた花崗岩類と火山岩である。図面上では、Tulkulin構造の中央部と一致し、主に磁気異常の縦方向の変化を示している。磁気異常の弱い部分は、この構造の縁辺部に分布するKonyr層の礫岩-砂岩の塊の露頭をとり囲んでいる。

磁気異常は、その振幅の大きさ、方向、長さ等から原因となるいくつかの磁気基盤構造や磁性岩体を推定することができる。本地域の磁気異常は、次の4つの部分に分けられている。

- 小規模の貫入岩と塩基性貫入岩のゾーン
- 銅の鉱化に関連する斑岩岩体を含む閃緑岩類の露頭
- 西部地区のAu-多金属鉱化の発達した地域
- Zharsor層の火山岩の露頭(南東の部分)

1) 深成岩の異常帯

ライン28(測点200から350まで)に位置する異常は、200nT~400nTの振幅で短波長の異常であることから垂直構造を反映した磁気異常である。これらの異常は、Late PermianのManybai累層群のsubalkalineの斑岩-閃緑岩と粗粒玄武岩の多数の小規模な岩脈、および深成岩や貫入岩脈に貫かれた安山岩-玄武岩とモンゾ閃緑岩が発達した地域と一致する。交代作用は広範囲に及ぶため、火山岩と貫入岩が混在する当地域で貫入岩の範囲を磁力探査のデータだけから直接選び出すことは、ここでは極めて難しいと思われる。

2) 閃緑岩類の異常帯

この異常帯は、上記異常帯の北側に分布して、ライン28~50の中央部を占める高異常帯である。地質分布との対応では、この異常は、(1)ポーフイリー Cu-Mo 鉱床を含むKaramendinコンプレックスの第1および第2フェーズの小規模な閃緑岩類(Tulkulin貫入岩体)の露頭と一致する。既存資料によれば、貫入岩は深部から盛り上がり、全体として南東の方向へ角度30°で傾斜しており、このことと磁気異常は整合している。デボン紀の花崗岩

類と火山岩類の多くは変成作用によりberesite^{*1}とプロピライトに変化し、限られた部分が低磁性体として残されている。すなわち、貫入の第2フェーズでは、beresiteとberesite化した花崗閃緑岩類が半リング状に形成されたと、推定されており、その構造が特徴的な半リング状の磁気異常と良く一致している。低磁気異常域内に分布する花崗閃緑岩類のサンプル測定によると、 $1.631 \times 10^{-5} \text{SI}$ の高い平均磁化率を持っている。しかし試錐結果によると、第1フェーズで閃緑岩類に発達した鉍石とberesiteを含む鉍石は、特に高い磁化率を有している。ボーリング孔58の下部と上部のberesiteから採取したサンプルでも、3,000から $5,500 \times 10^{-5} \text{SI}$ という高い磁化率が示された。一方、beresiteが分布するポアホール48と49の深さ100mから312mの平均磁化率は308から $3,182 \times 10^{-5} \text{SI}$ まで変わり、最大で6,000から $9,000 \times 10^{-5} \text{SI}$ に達した。すべてのこうしたデータと複雑な地質構造を考慮に入れて、上に述べた半リング状の磁気異常帯は、おそらく第2フェーズの花崗閃緑岩類だけでなく、Karamendinコンプレックスの第一フェーズの閃緑岩類を中心に発達したberesiteを含む鉍石および鉍石の赤鉄鉍と磁鉄鉍の存在がその要因と考えられている。

3) Au-多金属鉍化の異常帯

本異常帯は、調査地域の北西の部分に分布する。重力図では、この部分は深部にある塊状の花崗岩と関連して、重力の値の減少を示す。磁気異常は、比較的小さい振幅を示している(-50nTから+100nTまで)。地質分布によると、Konyr層の砂岩、および上部Zharsor累層の変成作用を受けた凝灰岩、凝灰礫岩、角礫岩、および大きな砕屑状の凝灰安山岩の発達した地域と一致する。小振幅で長周期の磁気異常は、初期二疊紀の石英モンゾ閃緑岩体のような露出していない小規模な岩脈と思われる。

ライン52から57間(測点150~240)の異常は、IP法電気探査の異常と関連があり、これは岩石中の熱水活動と関連があると考えられる。鉛、亜鉛、金まれには銅が認められる地域、電気石-セリサイト-石英の分布域に限られている。試錐資料によれば、すべてのAu-多金属の富鉍帯は、このゾーン内に位置している。

4) 南東の部分の異常帯

ライン0から30までの南東の部分は、100nT~300nTの低異常である。地質分布では、本異常域は、Zharsor層の火山岩の露頭およびデボン紀中期のKonyr層の陸成岩石の発達した地域と一致する。

*1 beresite: 石英に富みしばしば黄鉄鉍も含む、グライゼンに類似した変質を受けたアプライト質半深成岩。その後は石英斑岩相当の語として利用されている。旧ソ連邦で通常使用され、変質を受けて石英に富む組成になった熱水変質岩に対して使用されている。

2-2-4 探査の現状

サマルスキー中央鉱床(ポーフィリー Cu-Mo 鉱床)と サマルスキー西部鉱床(Au - 多金属鉱床)を含むサマルスキー地域の探鉱として総延長 33,056.2mの試錐がなされてきた(Table III-2-2-1)。各試錐孔の掘進長は銅を対象とするものは垂直で約600m、金を対象とするものは傾斜80°~90°で約300mである。

さらに1994年秋からは深部の地質構造と鉱化の確認を目指して旧試錐孔の増掘と新試錐孔の削孔によりサマルスキー中央Cu-Mo鉱床の東部でより深い試錐3孔が開始されている。

また、ボアホール検層以外に他の物理探査は計画されていない。本年5月には、これまでの物探データについて総合的な報告書“サマルスキー鉱床地域および周辺地域についての物理探査の結果”として提出される予定である。

2-3 調査地域の地質および鉱化作用

2-3-1 地質

サマルスキー地域は大きなカレドニアン構造の交点、すなわちErementay-Nyaz anticlinorium、Semizbuginおよび Shokshan synclinoriaの分岐点のデボン紀の火山帯の縁部に位置する(Figure 1-3-2-2)。このためデボン紀の火山岩、貫入岩や火山性堆積岩などが広く分布する。当地域内の地質層序区分では堆積層序と貫入岩類は下記のとおりである。

1) 堆積岩類

(1) デボン系堆積岩類

サマルスキー地域には、デボン紀の地層が広く分布している。それらは、主としてTulukulinの環状火山岩-深成岩構造の翼部をなしており、初期デボン紀のZharsor累層火山岩類、中部デボン紀のKonyr累層の火山性堆積層とに分けられる。前者はさらに下部・部層と上部・部層に分けられる。

① 初期デボン紀Zharsor累層

岩石化学的データ、岩相データからZharsor累層は、下部・部層(D_{1zr}、主として安山岩玄武岩質火山岩類)と上部・部層(D_{1zr2}、主として安山岩、石英安山岩質火山岩類)の2部層に分けられる。

(i) Zharsor累層の下部・部層

Zharsor累層の下部・部層(D_{1zr1})は地域の南東部と北東部に広く分布する。当部層はシルル紀とオルドビス紀の地層を不整合に覆い、自身は地域内でZharsor累層上部・部層に整合関係で覆われる。その厚さは545m以上である。

当部層は主として凝灰集塊岩質凝灰岩からなる。北西部のZamadny地区では当部層は交代作用で完全にberesite化して多くの黄鉄鉱を伴っている。

Table III-2-2-1 Drilling Statistics in the Samarsky Area

Area. Type	Samarsky Ore Field			Samarsky Copper Area			Samarsky Gold Area			Annual Total	
	Kind of Drill	No. of Holes	Total Length m	Kind of Drill	No. of Holes	Total Length m	Kind of Drill	No. of Holes	Total Length m	No. of Holes	Total Length m
1989	Mapping Drill	548	17,913	-	-	-	-	-	-	-	17,913.0
1990	-	-	-	Core Drill	21	8,006	Core * Drill	19	2,829.2	-	10,835.2
1991	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.0
1992	-	-	-	-	-	-	Core Drill	11	2,251	-	-
1993	Mapping Drill	47	795	Core Drill	25	19,970	-	-	-	('92-93)	2,251.0
1994	-	-	-	-	-	-	-	-	-	('93-94)	20,765.0
Mapping	-	595	18,708	-	-	-	-	-	-	595	18,708.0
Exploration	-	-	-	-	46	27,976	-	30	5,080.2	76	33,056.2
Total	-	-	-	-	-	-	-	-	-	671	51,764.2

* Core Drill : for Exploration

(ii) Zharsor累層上部・部層

Zharsor累層の上部・部層(D_{1zr2})は中部デボン紀のKonyr累層の火山性堆積岩類に整合的に覆われる。当部層は、地域の南東と北西部で20-30°の傾斜で最も広く分布する。当部層はTulkulin火山岩-深成岩環状構造の縁辺部を構成している。主として粗粒の岩屑質の火砕質凝灰岩から成り、時に安山岩質-石英安山岩質堆積岩と安山岩の溶岩から成る。当部層の厚さは510m以上である。

(iii) 半深成岩類

初期デボン紀の半深成岩類($\alpha\beta\pi D_1$)はZharsor時(亜期)に活動したものが本地域には

Zharsor累層の下部部層として広く分布しており、主として優白岩質玄武岩や安山岩質~玄武岩質の岩石からなる。

② 中部デボン系 Konyr累層 (D_{2kn})

当累層はZhivet階のものでサマルスキー地域の北部と西部に広く分布する。Zharsor累層の下部・部層、上部・部層のウォッシュアウトを伴い、角度のある不整合で覆い、本累層そのものは新第三紀の粘土で覆われる。当部層は主に赤色の凝灰質等粒砂岩、礫岩から成る。当部層の厚さは250m以下と推定される。

(2) 新第三系累層

新第三系の堆積岩類は、中部~上部中新世の Kalkaman層(N₁²⁻³kl)および上部中新世~下部鮮新世の Pavlodar層(N₁³-N₂¹pv)より成る。これらは、主として粘土と、崩壊して再堆積した風化層でその中に砂質レンズとlump(ノジュール状不規則石灰岩塊)、礫を伴う地層から成る。

① 中部~上部中新統 Kalkaman累層(N₁²⁻³kl)

当累層は古第三系の岩石を覆って本地域内に広く分布する。それらは又、Pavlodar統に覆われる。当 Kalkaman累層は 主として湖成層、沖積~湖成層 および diluvial~proluvialの堆積物で灰色~緑色の脂光質粘土と再堆積した風化層とから成る。当累層の厚さは様々であり、数m~50mまでである。

② 上部中新統~下部鮮新統 Pavlodar累層(N₁³-N₂¹pv)

Pavlodar層は、Kalkaman層と比べてより広く分布し、特に本地域の北部と北東部で最も広く認められる。当累層はKalkaman層と古第三紀層を覆い、第四紀層に覆われる。又、主として赤色~赤褐色で稀に斑入りの湖底、湖底~沖積に堆積した砂質粘土質の堆積物から成る。当累層の厚さは数mから22m-35mまで様々に変化する。

(3) 第四系堆積物

第四系堆積物のうち下部層は、湖底~沖積性堆積物(LaQ₁)で地域の西部に頻繁に分布する。それらは、湖成~沖積性および沖積性の褐色~ベージュ色のローム、粘土および多相の細粒~中粒の砂から成る。その厚さは5m以下である。

第四系中部～上部層は proluvial-deluvial (pdQ_{III-III})堆積物および proluvial (pQ_{IV})さらに湖底堆積物(LQ_{IV})に分類される。それらは岩屑を含む石灰質ロームからなる。その厚さは通常1～2 mを越えない。

現世系堆積物はproluvial堆積物(pQ_{IV})および湖成堆積物(LQ_{IV})から成り、proluvialのローム、砂質ロームと砂がこの層に最も広く分布する。その厚さは1 mを越えない。

風化層は2タイプが知られており、その一つは埋没風化層でZharsor累層とKonyr累層中に産する厚さ6、5 mまでの層である。もう一つのタイプは再堆積風化層でその厚さは5～20-30mと変化するが、古第三系をウォッシュアウトして新第三系の最下部を構成する。

2) 貫入岩類

サマルスキー地域の貫入岩は、その貫入の時期により岩石化学的組成や構造などで非常に変化に富む。それらのすべてがデボン紀の火山活動と密接な関係をもち、そしてそれは、鉱床を含むTulkulin火山岩-深成岩環状構造を形成し、また二疊紀の後カレドニアン造構造-マグマ活動とも関係している。次に述べるcomplexがこれまでに知られている。

(1) 初期デボン系Karamendin complex

初期デボン紀の貫入岩としてKaramendin complexの石英閃緑岩(qδ₁D₁km)が、第一フェーズとして貫入し、花崗閃緑斑岩(γδ₂D₁km)が第二フェーズとしてTulkulin貫入岩体を構成し、サマルスキー地域の中央のTulkulin火山-深成岩環状構造部に露出している。これらの主貫入岩体はそれぞれその後の新しい貫入岩の活動を伴っている。

第一フェーズに続く貫入岩類としては、中粒～細粒の交代作用、微粒閃緑岩、石英閃緑斑岩、ヒン岩等の貫入があり、交代作用、変質作用を伴う。

第二フェーズに引き続いて同じ場所への貫入岩や岩脈の活動があり、それらは石英閃緑斑岩、花崗閃緑斑岩の噴出礫などと交代作用、変質作用を伴う。このコンプレックスはデボン紀の火山活動と密接に関係しその火山岩分布帯内に最も広く分布している。

これらの活動の全時期を通じて貫入岩体の一部は破砕作用を被り、中心部はデボン紀初期の周辺の様々な岩相の礫を取り込んで、breccia pipeの形成が行われた。このbreccia pipeが熱水変質とポーフィリー-Cu-Mo鉱化およびAu-多金属鉱化作用に第二フェーズの貫入時期に大きな役割を果たした(Figure III-2-3-1)。

平面的にはTulkulin岩体は楕円形をしており、形態はほぼ切り株状で6×3 kmの範囲を占める。貫入地域の西側では岩体は西-Tulkulin衝上断層に切られている。この岩体はその殆どが交代作用で完全にberesite化されている。

(2) 初期二疊系 Vishnev(qμδP_{IV}) complex

初期二疊紀の Vishnev complexは主に石英モンゾニ閃緑岩(qμδP_{IV})で、時にモンゾニ閃緑岩(μδP_{IV})や花崗閃緑岩(γδP_{IV})がサマルスキーcomplex内でみられる。このcomplexは小型の貫入岩体や岩脈からなり、そのほとんどがTulkulin火山岩-深成岩環状構造帯や断層帯の周辺に分布する。それらのほとんどは部分的にあるいは完全に新第三紀の

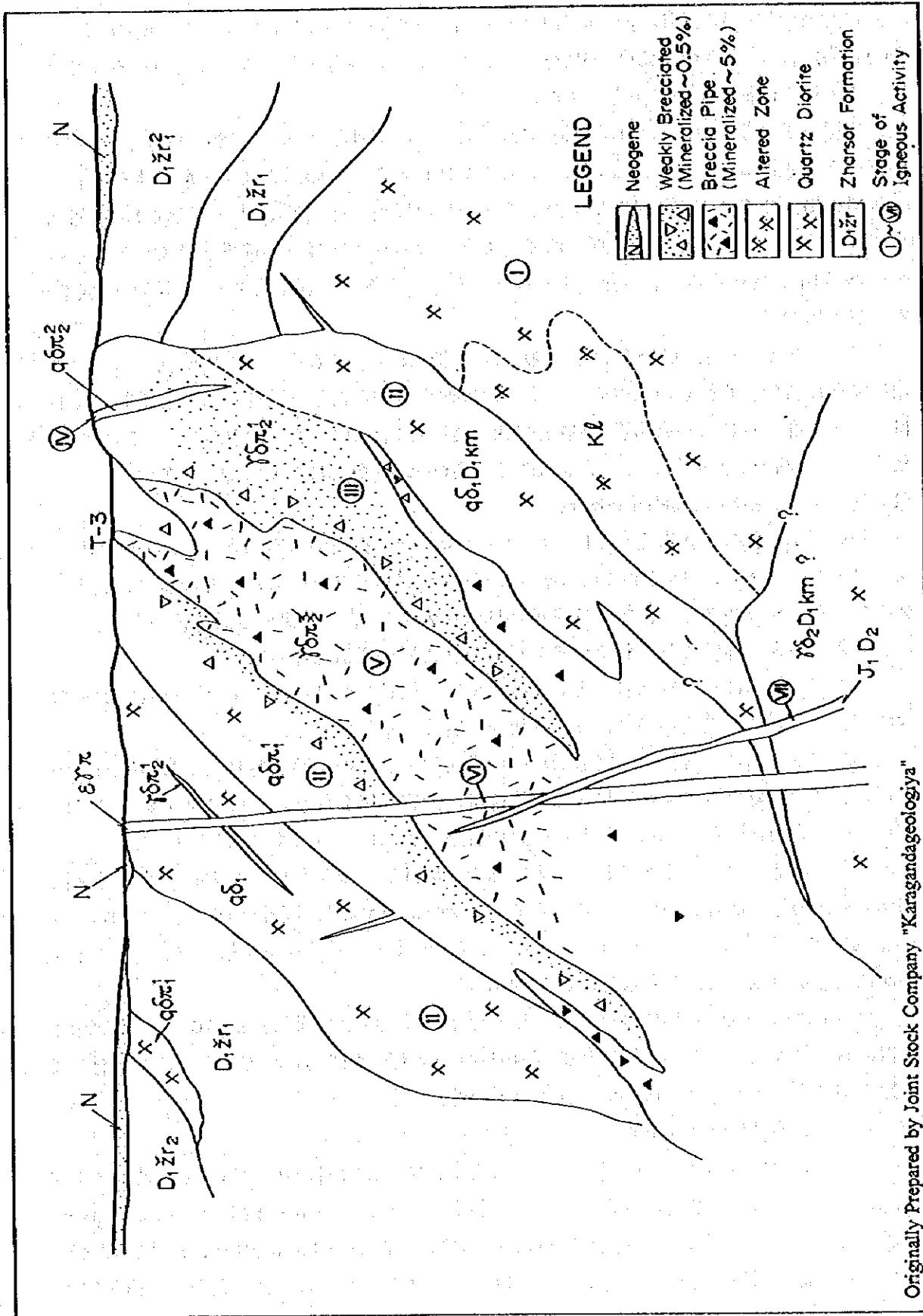


Figure III-2-3-1 Schematic Cross-Section of the Samarsky Copper-Molybdenum Deposit Area

粘土に覆われるか、あるいはKonyr累層の砂岩地域では侵食で露出している。

そのcomplexの中で最も広く分布するのは石英モンソニ閃緑岩で、それらは岩脈と貫入岩体の大半を占めている。

(3) 後期二疊系 Manybai complex ($\epsilon \beta P_{2mn}$)

後期二疊紀の Manybai complexの粗粒玄武岩($\epsilon \beta P_{2mn}$)、斑レイ岩($\epsilon \nu P_{2mn}$)および斑レイ岩-閃緑岩($\epsilon \beta \delta P_{2mn}$)等が調査地域ではみられる。このcomplexは岩脈と小規模貫入岩を含み、そのほとんどがTulkulin火山岩-深成岩環状構造帯の軸部に分布する。このcomplexの花崗岩類はしばしば地域の南部に分布する。

(4) 後期二疊系 Koytas complex

Koytas complexでは流紋石英安山岩-斑岩($\lambda \xi \pi P_{2kt}$)、流紋岩-斑岩($\lambda \pi P_{2kt}$)および花崗斑岩($\gamma \pi P_{2kt}$)などから成る。このcomplexは主として岩脈、時には小規模な貫入岩体をなし、主としてTulkulyn火山岩-深成岩構造の周辺に分布する。

3) 地質構造

サマルスキー地域は地質構造の上からはデボン紀の火山帯の縁辺部に位置しており、大きなカレドニアン構造、すなわち Erementau-Nyaz anticlinoriumとSemizbugin および Shokshan synclinoriaの交点にあり、中央カザフスタンにおけるカレドニアンと初期ヘルシニアン構造の交点に隣接している。そのために本地域の地質構造が複雑になっている。地域には、卓越する褶曲と断層に基づいて定められた二つの構造運動ステージと五つの構造帯および貫入岩complexがあり、褶曲と断層構造は地域内の深成岩と堆積岩に対しても影響を与えている。サマルスキー地域で主要な構造的な要素はTulkulin火山岩-深成岩環状構造である。

初期とそれに続く構造ステージは造山運動の発達期のものであるとされている。

(1) 初期の構造ステージはZharsor累層の初期デボン紀の大陸域安山岩質玄武岩-石英安山岩およびKaramendin complexとドレライト(粗粒玄武岩)から成る。

初期デボン紀の初めまでに本地域はカレドニアン造構造運動により明らかな構造運動を被り、Tulkulin火山岩-深成岩構造が小規模貫入岩体と共に形成されていた。

Tulkurin小規模貫入岩体の頂部の上位は、西部と東部で安山岩質玄武岩-粗粒玄武岩から成っている。

火山岩-深成岩構造の中心は二疊紀の数多くの断層や小規模貫入岩、脈岩で複雑になっている。これらはそのほとんどが初期デボン紀のKaramendin complexの花崗閃緑岩である。それらがAu-多金属鉱化とポーフィリー-Cu-Mo鉱化を含むTulkurin貫入岩体を形成した。これら全体がドーム構造を示し、その中心部は初期デボン紀のKaramendin complexが熱水変質を受けた花崗閃緑岩からなっている。

(2) 第二次の構造ステージ

第二次の構造ステージはKonyr累層に伴う陸成~海成の中期デボン紀のモラッセからな

り、それはサマルスキー向斜を覆っている。この向斜はTulkurin火山岩-深成岩構造の北、西および東の構造を形成している。

(3) 後カレドニアン構造運動ステージ

後カレドニアンステージは二疊紀初期～後期のVishnev, Manybay, Koitasの各complexのアルカリ～酸性の組成の小規模貫入岩体と岩脈である。このステージの褶曲と貫入岩complexは数多くの断層で複雑となり、構造的に重要な役割と鉱床生成を決定づける役割を持っている。

(4) 断層

断層は地域内に広く分布し、その構造の中に小さなブロック(地塊)を卓越させるという地質的に重要な役割を果たしている。

主要な断層としては、Tulkulinおよび西-Tulkulin断層、Sarymsak-TulkulinおよびSarymsak断層がある。

最も大きい断層はTulkulin深部断層で、その傾斜は60-85度西で、南北方向の走向をもち南から北へ向けて伸びており、地域内の西部すべてにわたっている。その断層により、ポーフィリーCu-Mo鉱化の場が規定され、またAu-多金属鉱化作用の場を与えた構造的割れ目ももたらされた。

Sarymsak-Tulkulin断層は地域の中央部に位置している。当断層は殆ど垂直に近い急傾斜で、初期二疊紀の岩脈状の花崗閃緑岩の位置を限り、またそのほぼ同じ位置にあるKaramendin complexの第二の貫入フェーズの花崗閃緑岩類の露出範囲の外形も当断層で規制されている。

2-3-2 鉱化作用と変質作用

1) 鉱化作用とその鉱物組成

サマルスキー地域内に分布する鉱床と産状としてはCu-Mo鉱化作用、Au-多金属鉱化作用があり、それらは鉱床を含むTulkulin火山岩-深成岩構造を形成したデボン紀の火山活動と密接に関係している。サマルスキー地域の構造的な位置からポーフィリーCu-Mo鉱化作用と、Au-多金属鉱化作用の2タイプが域内に見られる。

(1) ポーフィリーCu-Moタイプ鉱化作用

二つの比較的大きいポーフィリーCu-Mo鉱体がサマルスキー地域に賦存する。それらは地域北部にある鉱体(No. 1鉱体)と中央部にある鉱体(No. 2鉱体)である。両鉱体とも初期デボン紀の石英閃緑岩、花崗閃緑岩が交代作用で変質したものから成る。

No. 2鉱体は今年度の地質学的埋蔵鉱量計算の対象とした鉱体である。それはTulkulin貫入岩体の上部を占めている。岩体は熱水変質を受けたberesite-絹雲母組成の岩石から構成されている。鉱体の形状はカットオフ銅品位0.2%Cu以上の分布範囲は不規則な外形を示し規模は平面で500×400mの鉱体である。鉱体は北東方向のSarymsak-Tulkulin断層および

Sarymsak断層と、南北方向のTulkulin断層で切られている。

第2 鉱体は円錐状の形態をもち貫入岩体の上部を占めている。鉱体の底部分は楕円形を呈し、その平面的広がり最も張り出した部分で2000m×1500mである。鉱化作用の垂直的な広がり500m以上である。

第1 鉱体は第2 鉱体と同様の特徴を有し、その形態は円筒状でやや引き伸ばされており平面上では約400m×250mである。それら両鉱体の硫化鉱は脈状-鉱染状である。

(2) Au-多金属鉱化作用

このタイプの鉱石は地域西部とその南部延長で知られている。鉱化帯は初期デボン紀のZharsor累層と関係している。

金鉱化作用は破碎帯と変質帯(絹雲母-beresite変質)で発達している。鉱石と鉱化帯は明瞭な境界をもたないため、サンプリングやAu-多金属含有石英、硫化物含有石英、硫化物などから描き出される。鉱化帯は北東方向の走向をもち西に35-55度傾斜した破碎帯とほぼ同じ伸張方向を示す。

鉱体の分布域と構造からAu-多金属鉱体は累帯構造を示すことが分かっている。鉱化帯外側では多金属、金共に鉱化が弱く、内部では強い鉱化(3g/t Au以上)を有する。

地域北西部のDumkorin地区では南北に伸びる線上の4箇所で金を含む鉱体が発見されている。北側の2 鉱体では鉛・亜鉛よりも金が卓越し、南部では金よりも鉛・亜鉛が優勢である。

(3) 含金風化層

金を含有する風化層はDumkorinブロック(西地区)で新第三紀堆積層内に広く分布する。その厚さは平均20mで平均金含有量は0.2g/tAuである。

2) 鉱物組成

サマルスキー鉱床地域のいくつかの鉱石について顕微鏡観察その他の研究がなされている。当地域では銅鉱石と金を伴う鉛-亜鉛-石英からなる鉱石の2つの主要なタイプの鉱石があるが、その特徴は以下のとおりである。

(1) 銅鉱

銅鉱物の組み合わせから、銅鉱は主として黄銅鉱からなる鉱石と輝水鉛鉱-黄銅鉱からなる鉱石に分類される。黄銅鉱の鉱化は鉱化の深度が深くなるに従い輝水鉛鉱-黄銅鉱・鉱化に置き換わる傾向を示す。黄銅鉱からなる鉱石は基本的には黄銅鉱、黄鉄鉱と随伴する閃亜鉛鉱、金紅石および磁鉄鉱からなる。輝水鉛鉱-黄銅鉱からなる鉱石はその殆どが黄銅鉱以外に随伴鉱物として輝水鉛鉱、黄鉄鉱および金紅石が認められる。これらの鉱石の母岩は斑状組織を示す。

(2) 多金属鉱

多金属鉱は鉛、亜鉛と時に金を含み石英からなる。当鉱の鉱石鉱物の組成は基本的には閃亜鉛鉱、方鉛鉱、黄鉄鉱、黄銅鉱で、微量の鉱物として時に四面銅鉱、自然金、磁鉄

鉍ならびに金紅石が含まれる。卓越する組織は鉍染状が主で、脈状および脈～節理状組織も時に見られる。

3) 変質作用

貫入岩類と母岩の火山岩類は貫入岩の熱水変質の影響を受けている。熱水変質を受けた岩石の分布は同心円状の分布を示す(Figure III-2-3-2)。中心には珪化岩が位置しており、中心から外に向かって珪化帯から石英-絹雲母帯の広大な地域、そしてそれが外周では絹雲母帯に変わり、さらに石英-電気石帯から電気石帯に変わる。当地域の周囲はほとんどがプロピライトで占められている。

ポーフイリー-Cu-Mo鉍床の母岩は一般に様々な強度でberesiteに変質している。

金の鉍化帯もまた一般に絹雲母-beresite交代作用を受けた岩石に伴われており、その鉍化帯は破碎帯で、細かい黄鉄鉍の鉍染を伴う熱水変質作用の部分で発達している。Konyr累層の岩石の二次変質は膠質物の再結晶をもたらしており、その二次変質の種類は緑泥石化、炭酸塩化、珪化作用と赤鉄鉍化作用である。

2-4 鉍量計算結果

2-4-1 試錐データ

サマルスキー(中央Cu-Mo鉍床)地域ではこれまでに実施された試錐のうち、12本の試錐でポーフイリー-Cu-Mo鉍床が捕捉されている。

試錐で得られたコア試料は、全量が半定量分析され、そのうちで銅含有量が高い部分が取られて湿式分析で定量分析されている。単位分析区間長は基本的には2mで、分析対象元素はCu、Mo、Au、Ag、Znである。分析結果は、試錐番号、採取位置等のデータと共に手書きで分析台帳に記載されている。

鉍床のデータベースを構築するため、日本側調査団はこれらのデータの入力作業を行った。今年度は現地調査の期間が非常に限定されていたため、データ入力の対象をポーフイリー-Cu-Mo鉍体とその周辺に限定して実施せざるを得なかった。入力されたデータは鉍体内とその周辺を中心に試錐30本、データ数2,197個である。このデータに基づき、日本側調査団の鉍量計算が実施された。

現在、Karagandageologiya社もこれらのデータ管理にはパソコンを含めコンピューターシステムを使用していない。そのため、データの欠落、重複、転記ミス等のトラブルも多い。また同一の台帳内でも時期により書式や記載方法の不統一が多く、様々な問題を生じている。日本側調査団が入力したデータにも多くの間違いその他が認められたために全数の見直しを実施して訂正を行った。今後のデータ入力作業でも十分な注意が必要とされる。

又、将来的に鉍床評価作業の迅速化、正確な処理、転記、計算等の雑作業の軽減とデ

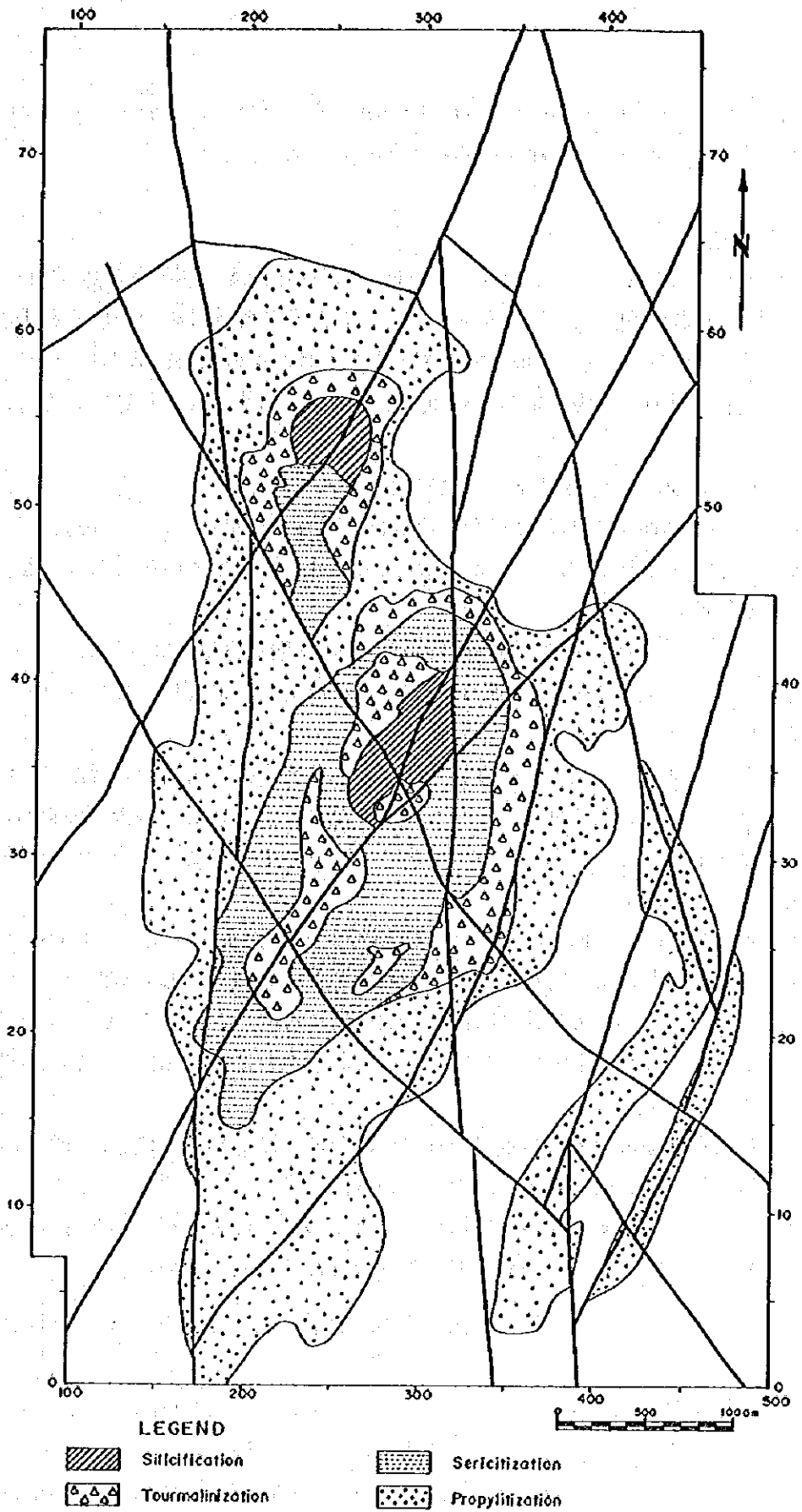


Figure III-2-3-2 Generalized Alteration Map
of the Samarsky Copper-Molybdenum Deposit Area
Originally Prepared by Alexander V. Pokusaev (1955)

ータ信頼性のアップを図るためには極力早い段階でまずパソコンの導入とデータベースの構築を通じて全データの一元管理を進める事が必要であろう。

2-4-2 鉍量計算

サマルスキー調査地域にはポーフィリー-Cu-Mo鉍床とAu多金属脈状鉍床が知られている。今年度は時間的な制約が非常に大きかったため、このうちで地域の中心に分布するポーフィリー-Cu-Mo鉍床について日本側調査団がデータベース構築のために入力したデータをもとに地質学的埋蔵鉍量の計算を実施してKaragandageologiya社の鉍量計算結果と対比した。

1) Karagandageologiya社の地質学的埋蔵鉍量計算

ポーフィリー-Cu-Mo鉍床でも鉍体範囲の決定は、試錐データにもとづく地質、鉍床や、化学分析結果から実施されるが、Karagandageologiya社の手法は断面法であり、その手順は次のとおりである。

- (1) サマルスキー-Cu-Mo鉍床の特性に基づきカットオフ銅品位は0.5%Cuとしている。
- (2) 各試錐孔での鉍床区間の抽出はカットオフ品位をもとに最低長さ("スプリット長") 2m以上を鉍石としている。
- (3) その際、試錐コアで鉍石の間に母岩を挟んでいる場合は、母岩の累計が15mまでは鉍石内の母岩としてカウントされる。ただし、そのためには母岩とその両側の鉍石の加重平均品位がカットオフ品位以上である事が条件で、カットオフ品位未滿の時は母岩として排除される。
- (4) 鉍体の外形は東西断面沿いに100m毎に設定された垂直断面(パネル)上で複数の試錐の着鉍区間の配列をもとに、同じ断面内での岩相分布等を参考にして描かれる。
それらの各パネル面上での鉍体断面は3次的に配置され、いくつかのレベル深度の平面上に平面的な外形として投影している。それをもとにして鉍体の立体形状を推定している。
- (5) 試錐の孔底が鉍体の中で終わっている場合はその深度からさらに深度100m迄を鉍体として推定し、鉍量計算対象鉍量に計上している。
- (6) 未だ試錐が実施されていない鉍体の南北両側については最終パネルから100m先で鉍体が尖滅するものと仮定してその点までの鉍体の存在を推測している。

Karagandageologiya社の平行断面法による地質学的埋蔵鉍量の計算手順は次のとおりである。

- (1) 対象金属元素の各試錐孔における平均品位は分析区間の長さ(厚さ)による加重平均で計算し、鉍石区間の累計長は単純合計により、算出している。
- (2) 各金属元素のパネル平面内の鉍石断面における平均品位は、各試錐孔の鉍石長さによ

る加重平均で計算している。なお、パネル面での鉱石断面積はプランメータを用いて計測している。各ブロックの平均品位は、南北両パネル断面の鉱体断面積による加重平均から求められている。

(3) ブロックの容積はブロック端の南北両パネルでの鉱体断面積とパネル間距離(厚さ)から計算し、容積計算には条件毎に下記の3種類の近似計算方法を用いている。

- ① 角柱近似計算：南北両パネルにおける鉱石断面積の差が40%未満の場合
- ② 角錐台近似計算：南北両パネルにおける鉱石断面積の差が40%以上の場合
- ③ くさび型近似計算：片方のパネルで鉱体が尖滅している場合

(4) 鉱石重量はブロックの容積と鉱石の平均密度の積としている。

鉱石の平均密度は実測値から求め、平均値 $2.76(t/m^3)$ を当面の鉱石密度として採用している。

(5) 各金属量は鉱石重量と平均品位の積から求められた。これらを各ブロック毎に集計し、全鉱体について累積している。全体の平均品位は全鉱量と各金属量から割り戻して算出している。

2) 日本側調査団の地質学的埋蔵鉱量計算

これに対して日本側調査団も独自にポーフィリーCu-Mo鉱床の地質学的埋蔵鉱量の計算を実施して彼らの鉱量計算のチェックを実施した。計算の基礎となったのは同鉱床のデータベース作成用に入力したデータである。その計算方法にはKaragandageologiya社と同じく平行断面法を採用した。計測、計算手順は基本的に先方と同じであるが鉱体の外形決定を除いては独自に実施した。その概要は次のとおりである。

(1) 鉱体の外形はKaragandageologiya社のものをそのまま用いた。

各パネル上の鉱体の面積計算にはその鉱体断面図を台形または三角形に分割して個別に辺の長さ、高さ等を計測し、算出した。

(2) 鉱石区間については、彼らのカットオフ銅品位 $0.5\%Cu$ 、並びに上記の鉱石の抽出基準に基づいて独自に抽出作業を実施した。

(3) 各試錐孔毎の平均品位算出以降の計算は彼らと同じ方法を踏襲し、鉱石の平均密度も $2.76(t/m^3)$ を採用して計算した。実際の処理はパソコン上で表計算ソフトウェアを用いて実施した。

双方の鉱量計算結果をTable III-2-4-1に示す。双方の計算結果は同様の傾向を示し、基本的には大差はない。

日本側調査団による計算結果では各パネル断面の合計全面積は $378,838m^2$ (Karagandageologiya社の値 $382,663m^2$ に対して99.0%、以下同じ)、鉱床の容積は $41,447,469m^3$ ($40,729,933m^3$ に対して101.8%)、これらに鉱石の平均密度 $2.76(t/m^3)$ (双方とも同じ)を

Table III-2-4-1 Summary Table of Ore Reserve Estimation
on the Samarsky Copper-Molybdenum Deposit

TEAM/Calc.		Japanese Survey Team (1995)	Karagandageologiya (1994)	Note
Category of Estimation		Geological Ore Reserve (not Mining Reserve)	Geological Ore Reserve (not Mining Reserve)	
Calculation Method		Panel/section Method	Panel/section Method	
No. of Used Drills		14	14	
No. penetrate Ore		12	12	
Outline of Estimation		(A)	(B)	Ratio(A)/(B) (%)
Dimension of Dep.	Leng. (ENE) (m)	800	800	
	Width(WNW) (m)	400(max)-300	400(max)-300	
Depth of Dep.	Min. (m)	89	89	
	Max. (m)	612	612	
Average Thickness (m)		-	-	
Volume (m)		41,447,469	40,729,933	101.8
Ore Density		2.76	2.76	100.0
Ore Weight (t)		114,395,015	112,414,616	101.8
Ore Grade	Cu (%)	1.28	1.24	102.8
	Mo (%)	0.01	not calculated	-
	Ag (g/t)	2.46	not calculated	-
	Au (g/t)	0.48	not calculated	-
Metal Amount	Cu (t)	1,458,777	1,397,806	104.4
	Mo (t)	10,576	not calculated	-
	Ag (kg)	281,709	not calculated	-
	Au (kg)	54,716	not calculated	-
Condition of Calculation	1) Ore body boundary delineated by the Karagandageologiya is adopted. It is the bisector of drills penetrated ore and not penetrated. 2) Block volume is calculated by either prism or truncated pyramid depending on the difference of section area on end panel. In the case of ore-pinch out, wedge volume calculation is adopted. 3) The cut-off grade is 0.5%Cu. Interlayer is less than 15 m.			
Results	1) There is no significant difference in the results. 2) The difference of values depends on area and grade differences.			

掛けて、地質学的埋蔵鉍量は 114,395,015t (112,414,616tに対して101.8%)となった。銅金属量は日本側調査団は 1,458,777t (先方の 1,397,806tに対して104.4%)となり、鉍量の差と併せて平均銅品位は日本側調査団が 1.28%Cuに対して先方の計算結果は 1.24%Cuで当方がやや高く102.8%の値となった。

これらの鉍量計算過程で最も重要な問題点は試錐本数の少なさにある。鉍体の形状を僅か12本の試錐から推定したため、その形態はかなり恣意的であり、今後試錐本数が増せば鉍体が分断される可能性もある。より確度の高い鉍量計算のためには追加試錐が不可欠であろう。

次の問題は鉍石平均密度である。当面の値として2.760(t/m³)が実測値に基づき与えられているが、鉍石中の黄鉄鉍の分析を欠くため、今後の鉍石密度の見積もり計算には密度データの計測試料に関してCu、Mo、Ag、Au、Znの有用金属だけでなく黄鉄鉍の分析も必須であろう。

また、大きな乖離が認められるジャマンアイバト鉍床の化学分析結果(Zhezkazgan-geologiya社)の問題(前述)もあるため、早急にチェック分析でKaragandagecologiya社の化学分析の信頼性を確認する必要がある。

REFERENCES

Glybovski, V.O., 1988, Peculiarities of Localization of Stratiform Copper Deposit in the Zhezkazgan-Sarysu Depression (Permian-Carboniferous Red Formation, Type of Cuprious Sandstones), Ministry of Geology USSR and Kazakhstan Research and Development Institute of Mineral Resources, Almaty, No.2668, P.1~202, ph.D.Thesis (in Russian).

Ismailov, H.K., Report on Prospecting Copper Deposits by Geological- Geophysical Methods in Scale 1:100,000 in Marginal Devonian Volcanic Belt on the Site Samarsky, 1989-1992, "Center Kezgeologiya", Production and Geology Association, Ministry of Geology, Book 1, P.1-260. Karaganda 1992. (in Russian).

Kogan, E., The Report about the Gravimetric Survey in Scale 1:50,000 in the Eastern Part of the Zhezkazgan-Sarysu by the South-Gravimetric 73 Party., Archives of DGRE. (in Russian).

Kotljarov, A., Smirnova, N., 1967-68, The Report about Seismic Exploration Works MOV, by 23-24-25/67 and 55-56/68 Parties of Zhezkazgan Geophysical Expedition on the Area of the Zhezkazgan-Sarysu Depression., Archives of DGRE. (in Russian).

Kotljarov A., Smirnova N., 1971, The Report about Seismic Exploration Works MOV, by 56/71 Party of Zhezkazgan Expedition in the South-Eastern Part of the Zhezkazgan-Sarysu Depression. Archives of DGRE (in Russian).

Novosibirsk, 1981, Methodical Recommendation for Electrical Exploration Works by Method ZSB with Use of the "CYCLE", P.1~96. (in Russian).

Nuralin, N.N., Bakarasov, V. et al, 1992, Precise Study of Rocks and Ores of Zhaman-Aibat Deposit, Kazakhstan Academy of Sciences, Geology Institute, Almaty, P.1~214. (in Russian).

Ospanova, G., 1992, Laboratory Investigations of Geotechnological Methods of Recovery Ore Admixed Components from the Zhaman-Aibat Sediments Ores and Schemes of Processing of Productive Solutions, Feasibility Study and Choosing Rational Option of Leaching Copper. Copper-head and Copper-Silver Ores in Three Samples of 50Kg Weight Each. International Center of World Culture-Kazakh Branch, Almaty, P.1~96. (in Russian).

Pokusaev, A.,V.,1975, Short Summary of the Results of Geochemical Survey at Samarsky Area. P.1 - 5.(not published, by personal communication)

Salkov,S.,V.,1991, Geological and Mineralogical Features of Outlining Ore Location at the Field of Copper Sandstones Zhaman-Aibat(Central Kazakhstan),Ministry of Geology, USSR, "Kazrudgeologia" Kazakh Scientific Institute of Mineral Resources, No.2751, P.1~180, ph.D.Thesis.(in Russian).

Sheripov,A.,1987-1990, The Regional Geophysical Works in Scale 1:50,000 at the Area of the Zhaman-Aibat Copper Deposit on Papers L-42-42-A,B,V,G., The Zhetikonur Party. (in Russian).

Shuvatov,T.,B., The Report about Results of Regional Geophysical Works in Scale 1:50,000 in the North-Western Part of the Chu-Ili Anticline on the Papers L-42-43 A,B,V,G (the Azat Area), Archives of DGRE.(in Russian).

Skalskii,N.,1959, The Report about the Results of Combined Geophysical Researches by Gravimetral Party of DGPhE in Outlines of the Zhezkazgan-Taskura Zone, Trapeze M-42-135;L-42-3,4,15,16 and L-42-42,43., Archives of DGRE. (in Russian).

Skirda,P.,I.,1989, Results of Exploitation-Estimating Works at the Zhaman-Aibat Deposit, " Center Kazgeology" Production and Geology Association, Karaganda, Vol.1 of 3, No.2667, P.1~319.(in Russian).

Skirda,P.,I.,and Sosura,B.,B.,1984, Report of General Prospecting of the Copper Deposits in the Area of the Eastern Flange of the Zhezkazgan-Sarysu Depression for 1981-1984, Kazakastan Ministy of Geology "Center Kezgeologia" Production and Geology Association, Karaganda, No.2425, P.1~291.(in Russian).

Stobodchikov,V.,G.,1992, Geological Structure and Minerals of the Zhaman-Aibat Area, Ministry of Geology of Kazakhstan "Center Kazgeologia" Production-Geological Association, Central Prospecting-Survey Expedition, Karaganda, No.2743, P.1~273.(in Russian).

Smirnova,N.,1983-86, The Report about Results of Detailed Geophysical Works in the Northern Part of the Kumola Syncline and at the Zhaman-Aibat Area, Archives of DGRÉ, P.1~262. (in Russian).

Strokin U.,Smirnova N.,1973, The Report about Seismic Exploration and Detailed Works in Outline of Eastern Part of the Zhezkazgan-Sarysu Depression at the Zhideli, Zhaman-Aibat and Zhatiktau Areas., Archives of DGRÉ (in Russian).

Susura,B.,B.,and Kolmogorov,B.,Y.,1991, The Substance Composition of Ores and Ore-Containing Rocks in the Zhaman-Aibat Deposit, Recommendations for Carrying out Prospecting Copper, "Kazrudgeologia" Scientific-Production Association, "Kazims" Kazakhstan Scientific-Research Institute of Mineral Resources, Vol.2 of 4,No.2707, P.1~176.(in Russian).

Susura,B.,B., Sjmelov,A.,A., Glybousky,V.,O., and Strutynsky,A.,V.,1989, Prospects for Stratiform Copper Deposits in the Zhzkazgan-Sarysu Depression,P.13~18.(in Russian).

Uzhba,V.,I.,1990, Report on Adding Copper Reserves of C₁ and C₂ Category of the Zhaman-Aibat Deposit(Eastern Section), "Geologichesky" Settlement, "Kazgeologia" Zhezkazgan Prospecting Expedition, P.1~130.(in Russian).

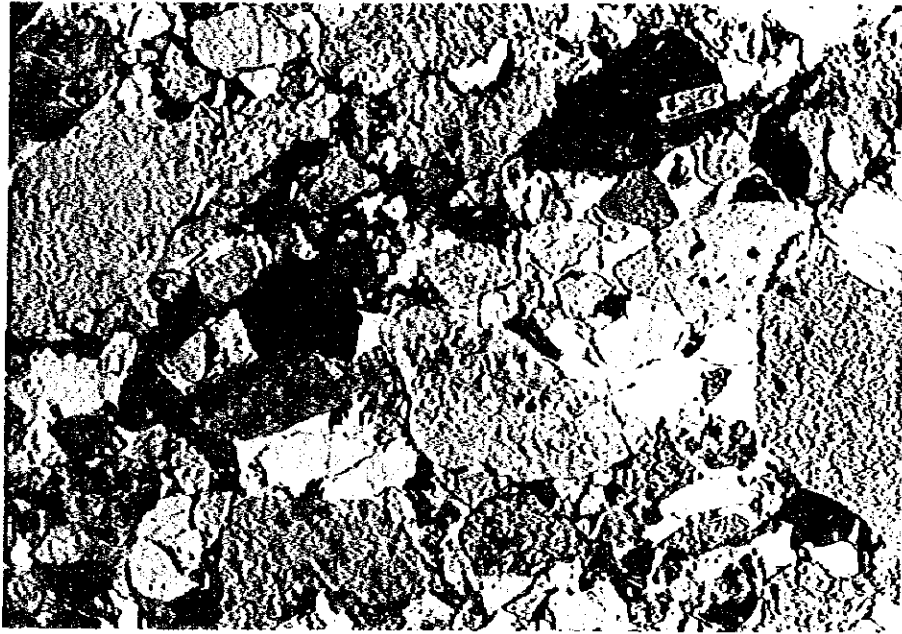
Appendix

Appendix 1. Microscopic Observation of Rocks in Thin Section

Sample No.	DHl No.	Depth(m)	Formation	Rock Name	Macroscopic Feature	Microscopic Feature	Identified Minerals
TS-1	838	314.0	Cdz	Very fine-grained sandstone (Red sandstone)	Poor sorting. Average diameter: 0.08mm ϕ	Matrix: carbonitization	Quartz: angular, 40%. Feldspar: plagioclase, K-feldspar, 40%. Muscovite, Opeque minerals, Goethite(?)
TS-2	710	673.2	Cdz	Carbonatized conglomerate (< "Raimundo" conglomerate)	Pebble size congl.s.: Max. dia., 95mm ϕ . volcanic rocks. Limestone (micrites), Chert	Matrix: carbonatization	
TS-3	584	381.2	Cdz	Laminated very fine-grained sandstone (Grey sandstone)	Average diameter: 0.06mm	Matrix: carbonitization	Quartz: angular, 30%. Feldspar: plagioclase, Opeque minerals. Calcite (<20%)
TS-4	776	528.8	Cdz	Very fine-grained sandstone (Grey sandstone)	Average diameter: 0.1mm ϕ	Matrix: carbonitization	Quartz: angular, 40%. Feldspar: plagioclase, K-feldspar, 40%. Others: chlorite, Goethite(?)
TS-5	508	732.0	Cts	Carbonatized conglomerate (< "Interformational conglomerate")	Pebble size congl.s.: Max. dia. 10mm x 6mm Limestone (micritic), Chert, Sandstone	Matrix: carbonitization, quartz, plagioclase, K-feldspar, chlorite, etc.	
TS-6	577	912.0	Cts	Fine grained sandstone (Red sandstone)	Average diameter: 0.18mm ϕ	Matrix: carbonitization	Quartz: angular, 30%. Feldspar: plagioclase, K-feldspar, 40%. Chlorite, Goethite, Biotite
TS-7	584	740.5	Cts	Coarse-grained siltstone (Green aleuroilite)	Average diameter: 0.05mm ϕ	Matrix: carbonitization	Quartz: angular, 20%. Feldspar: plagioclase, K-feldspar, 20%. Muscovite, Chlorite, Opeque minerals
TS-8	584	811.3	Cis	Fossiliferous limestone (Biomicrite)	Fossils: brachiopods, mollusca, etc.	Micritic	Calcite, Opeque minerals, etc.
TS-9	664	74.5	Pikn	Coarse-grained siltstone (< "Marl")	Average diameter: 0.05mm ϕ Rocks fragment: limestone, chert, volcanic rocks	Matrix: carbonitization	Quartz: angular, 20%. Feldspar: plagioclase, K-feldspar, Perthite(?) .10% Chlorite, Opeque minerals
TS-10	577	130.7	Pizd	Coarse-grained sandstone (Red-sandstone)	Average diameter: 0.5mm ϕ Rock fragment: limestone, chert, volcanic rocks	Matrix: carbonitization	Quartz: angular, 40%. Feldspar: plagioclase, K-feldspar, Perthite(?) .40%. Rock fragment: 10%, Others: 10%. (calcite: 10%)

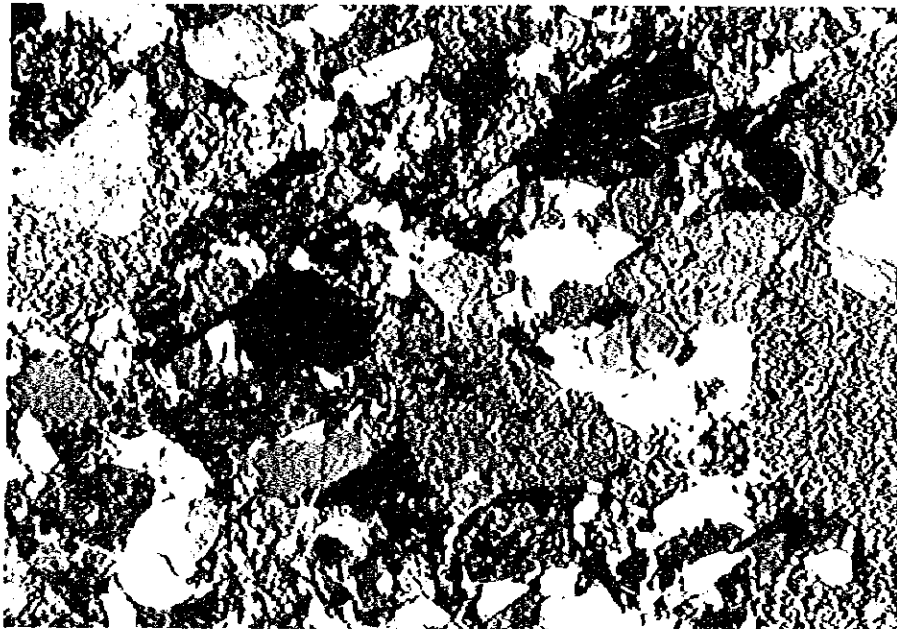


Appendix-1.



open polar

1mm

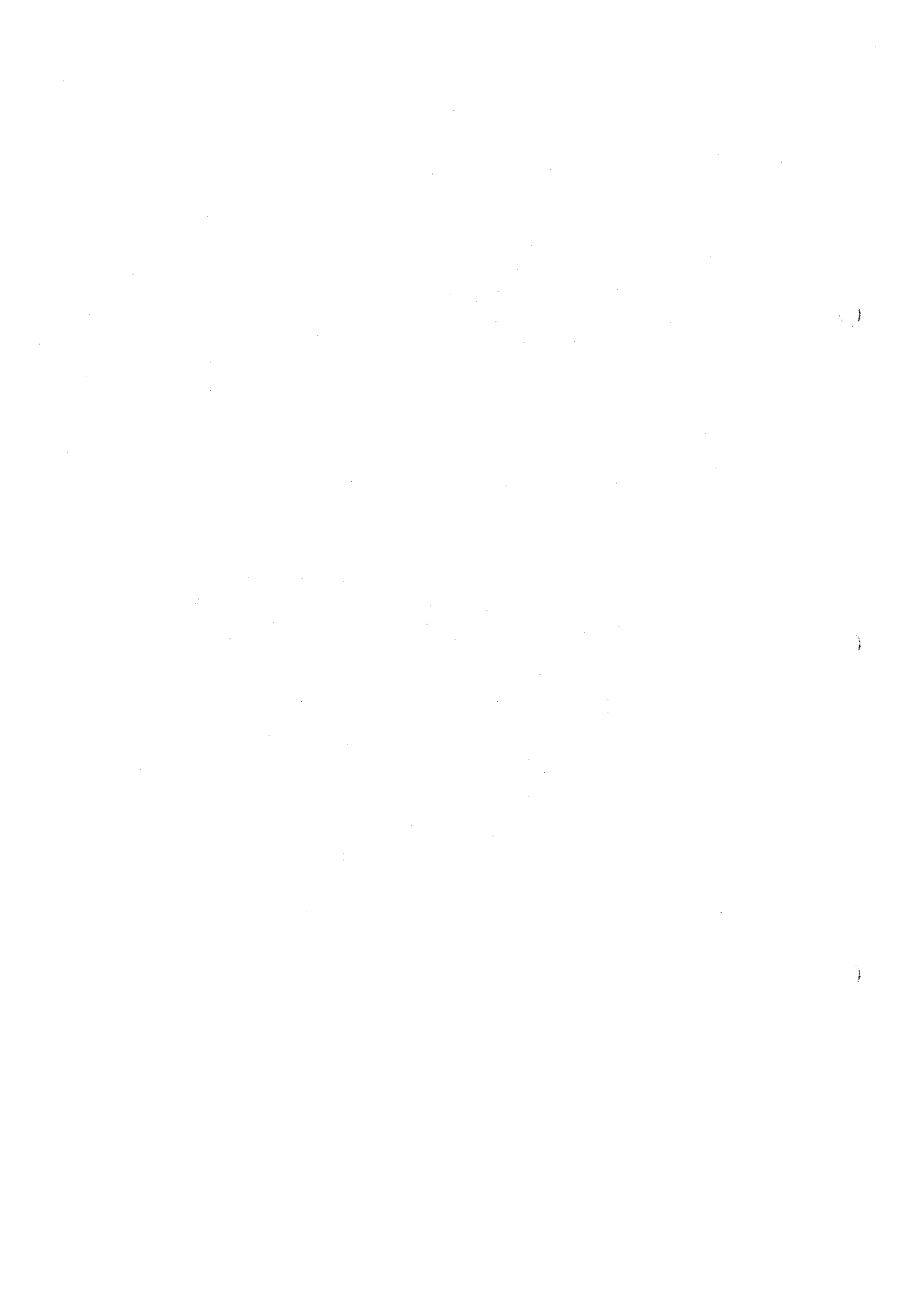


crossed polars

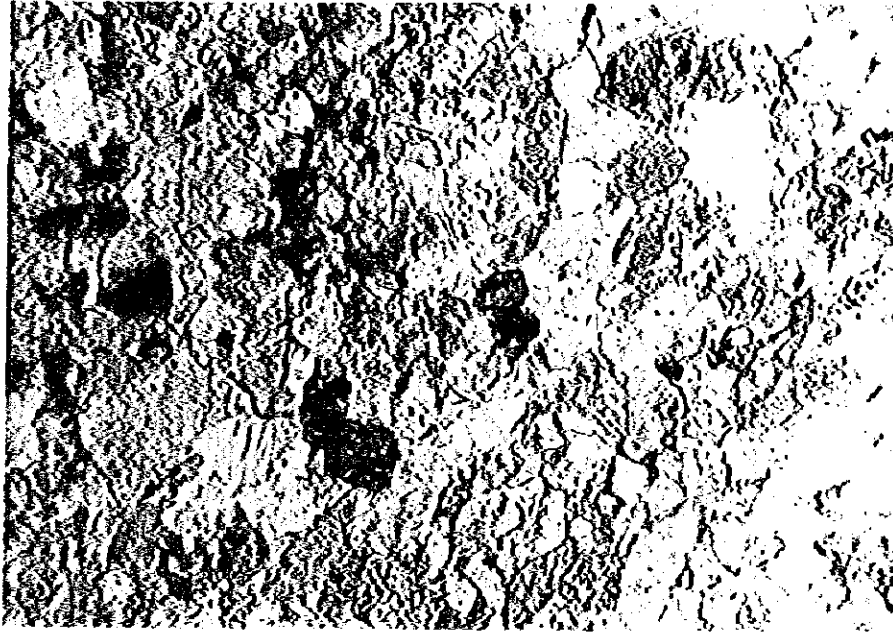
1mm

Sample No.: TS-2
DDH: 710
Depth: 673.2m
Formation: Zhezkazgan
Rock Name: Conglomerate

Photomicrographs of Rocks in Thin Section



Appendix-1.



open polar

1mm



crossed polars

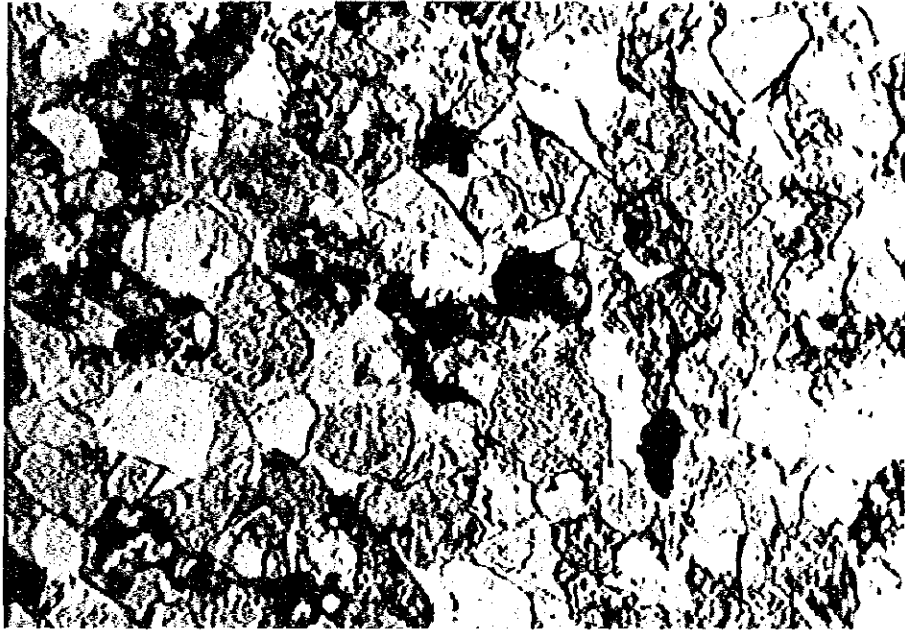
1mm

Sample No.: TS-3
DDH: 584
Depth: 381.2m
Formation: Zhezkazgan
Rock Name: Sandstone

Photomicrographs of Rocks in Thin Section

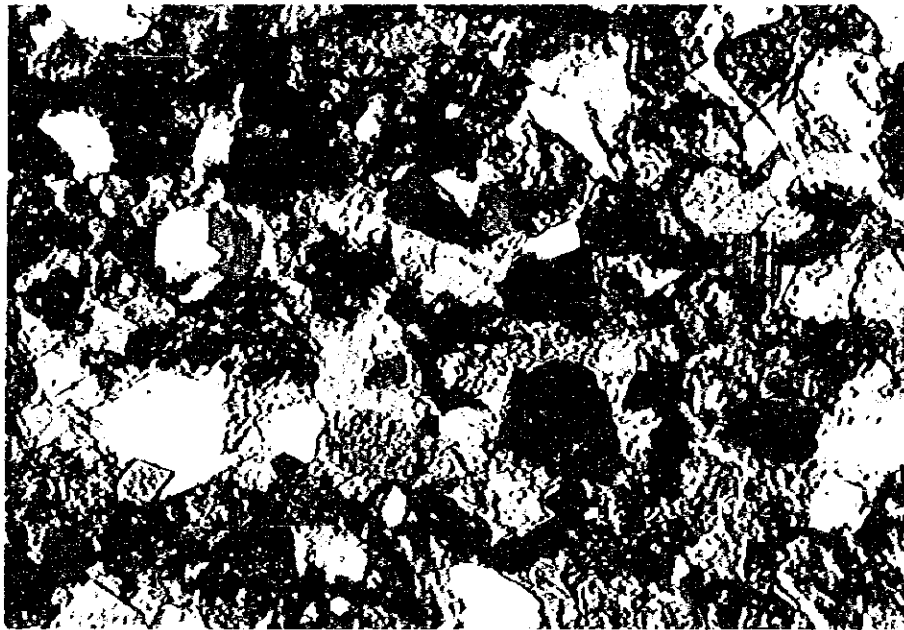


Appendix-1.



open polar

1mm



crossed polars

1mm

Sample No.: TS-6
DDH: 577
Depth: 912.0m
Formation: Taskuduk
Rock name: Sandstone

Photomicrographs of Rocks in Thin Section

100-1000

1000

1000-1000

1000

1000

1000-1000