

モンゴル国ツァガンツァヒルウール地域

資源開発協力基礎調査報告書

第 1 年 次

平成 9 年 2 月

JICA LIBRARY



J 1136968(3)

国際協力事業団
金属鉱業事業団

鉱調資
CR(3)
97-069

モンゴル国ツァガンツァヒルウール地域
資源開発協力基礎調査報告書

第 1 年 次

平成 9 年 2 月

国際協力事業
金属鉱業事業



115
66.1
MPN

LIBRARY

モンゴル国ツァガンツァヒルウル地域

資源開発協力基礎調査報告書

第 1 年 次

平成 9 年 2 月

国際協力事業団
金属鉱業事業団



1136968 [3]

1136968 [3]

は し が き

日本国政府はモンゴル国の要請に応え、同国の西部に位置するツァガンツァヒルウール地域の鉱物資源（含金石英脈）の鉱況確認のため、地質調査、物理探査及びボーリング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、平成8年度を第1年次とし、金属鉱業事業団は9名の調査団を編成して平成8年7月29日から平成8年10月19日まで現地に派遣した。

現地調査は、モンゴル国政府機関、エネルギー地質鉱業省（途中で農業産業省に改組）地質鉱業局の協力を得て予定どおり完了した。

本報告書は、本年次の調査をまとめたもので、最終報告書の一部となるものである。

おわりに、本調査の実施に当たってご協力いただいたモンゴル国政府機関並びに外務省、通商産業省、在モンゴル国日本国大使館、国際協力事業団青年海外協力隊モンゴル調査員事務所（途中で国際協力事業団モンゴル事務所に改組）、地質鉱物資源研究所及び関係各位の方々に衷心より感謝の意を表するものである。

平成9年2月

国際協力事業団

総裁 藤田 公郎

金属鉱業事業団

理事長 清瀧 昌三郎

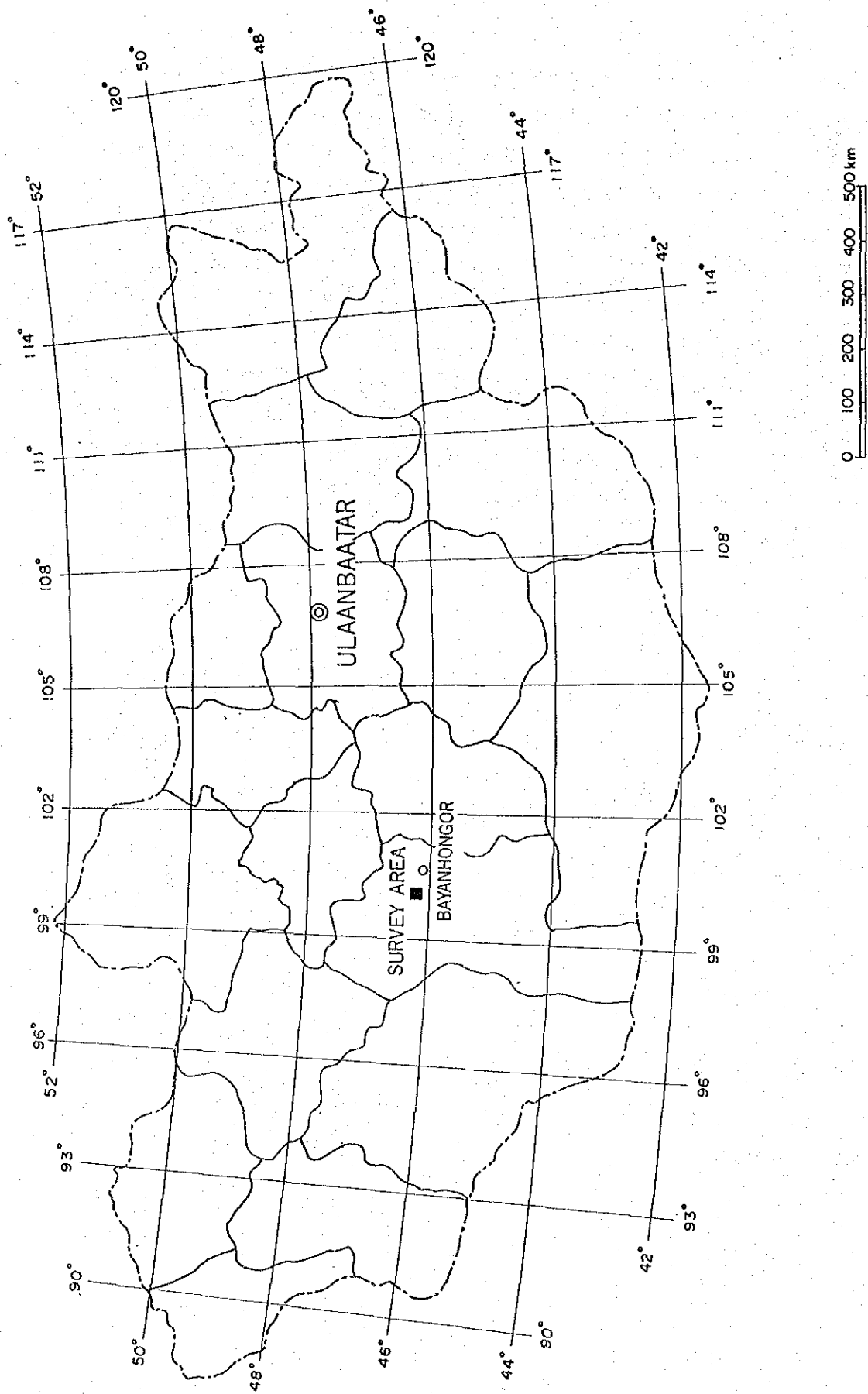


Fig. I-1-1 Location of Survey Area (1)

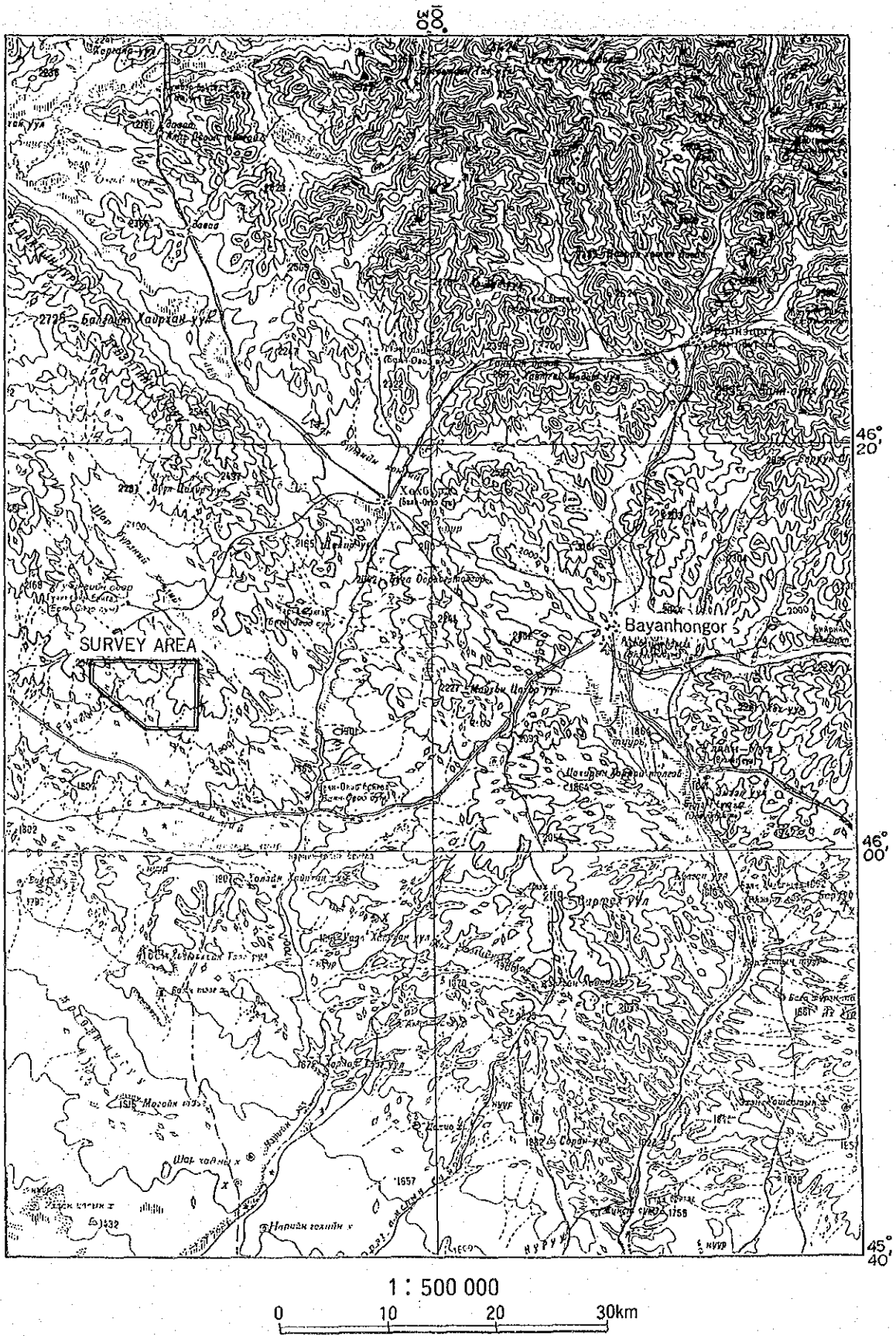


Fig. I-1-2 Location of Survey Area (2)

要 約

本調査は、モンゴル国ツァガンツァヒルウール地域の含金石英脈鉱床の賦存状況を明らかにすることを目的として、地質調査、物理探査及びボーリング調査を実施した。

本報告書はこれらの調査結果をとりまとめたものである。

1. 調査目的

- 1) 地質準精査 (面積: 43km²) : 本地域の地質・鉱脈、地質構造を解明する。特に石英脈群の分布、方向性、規模等を明らかにする。地質構造との関連から裂隙系を検討する。地質精査地区・物理探査範囲・ボーリング調査地点を確定する。野外調査及び岩石、変質鉱物の放射年代測定を行って鉱化作用の時期を考察する。
- 2) 地質精査 (面積: 10km²) : 石英脈調査、化学分析、鉱石研磨片作成ほかの分析・試験により、本地域の鉱化作用とそのポテンシャルを検討する。それらと関連して、変質帯調査により鉱化作用による熱水変質の有無を検討する。
- 3) 物理探査 (面積: 10.45km²) : アレイ式 CSAMT 法により浅部～深部の比抵抗構造を2次元的に解析し、鉱脈構造との関連を検討する。
- 4) ボーリング調査 (300m×2 孔) : 本地質調査及び既存データから最も鉱況優勢な No.1 脈、No.10 脈の下部延長探査を実施する。

2. 調査結果

- 1) 地質準精査: 本地域の地質は、変成岩類、両雲母花崗閃緑岩、黒雲母アダムロ岩、閃緑岩、及び角閃岩・石英斑岩・コウ斑岩などの岩脈類から構成される。変成岩類は本調査で砂質片麻岩、結晶質石灰岩、泥質片麻岩に区分された。両雲母花崗閃緑岩は大部分の石英脈群の母岩である。黒雲母アダムロ岩は鏡下観察で明らかにされたが、従来の黒雲母花崗閃緑岩である。年代測定(K-Ar)では、本岩が 384.7±7.8Ma、両雲母花崗閃緑岩が 268.1±5.6 Ma となった。また、Rb-Sr での閃緑岩、コウ斑岩は 250.4±85.7Ma と 351.8±236.7Ma が得られた。石英脈群の主要なものは、旧東ドイツ命名の No.1、2、3、5、6、7、8、9、10、14、15 である。平均脈幅は 20~30cm で最大延長 4km に達する。石英脈は膨縮の変化に富み、また、雁行状配列をなす。単一石英脈の延長は数 10m~数 100m である。石英脈群は NNW-SSE 系、NE-SW 系、E-W 系の 3 系列からなる。これらは東西方向の応力場での tension fracture (NNW-SSE 系、E-W 系) と shear fracture (NE-SW 系) の裂隙系に規制されていると解釈される。
- 2) 地質精査: I、II の 2 地区からなる。石英脈中の鉱石鉱物は、自然金、黄銅鉱、方鉛鉱、閃亜鉛鉱、黄鉄鉱、四面銅鉱、銅藍、針鉄鉱などである。これらは脈中に散点的に分布し、縞状あるいは帯状配列はみられない。採掘跡のズリ中の脈片には普遍的に自然金が発見される。

分析用試料は地質準精査地域を含め 449 個を採取した。平均金含有量 1 g/t 以上を示す石英脈は次のとおりである。

地区名	脈 No.	平均脈幅(cm)	Au 含有量(g/t)	脈延長(m)
I	1	20.7	21.97	900
II	2	18.9	7.78	1,000
II	3	23.6	6.15	1,000
II	6	26.5	2.55	800
I	10	42.3	10.01	2,800
I	15	10.8	2.43	400

Au 含有量は区間によって大きな変動がある。

鉍化変質について、各脈を横断する測線試料の X 線回折、及び POSAM による変質分帯調査の結果では、変質鉍物と鉍脈との直接的な関連は明らかにされていない。しかし、一部の脈の近辺、及びボーリング調査では変質粘土が確認された。それらの年代測定 (K-Ar) では 225.8~234.4±4.9Ma が得られた。この年代が鉍化作用の時期を示すものと想定される。

流体包有物均質化温度は、野外試料、ボーリングコアを含め 197~114°C (うち、コアの値: 197~147°C) であり、本邦の浅熱水性金鉍脈鉍床 (240~180°C、円城寺、竹内、1976) と比べても低い値である。本地域と類似するのは、オーストラリアの Charters Towers gold field の Devonian granitoids 中の石英脈にその例 (192~140°C、S.G.Peters & S.D.Golding, 1988) がある。

3) ボーリング調査: MJMT-1 (石英脈 No.10 下部探査) 及び MJMT-2 (石英脈 No.1 下部探査) では、それぞれ地表下約 150m で対象の石英脈を捕捉したがいずれも不毛脈であった。石英脈中の鉍石鉍物が散点的であることからすると、たまたまコアでは捕捉できなかった可能性もある。

4) 物理探査: 地質精査地区 I、II について、アレイ式 CSAMT 法 (496 点) を実施し、また、野外試料及びボーリングコア試料について、物性試験 (比抵抗測定) を行った。

解析された比抵抗の平面分布は、鉍脈構造と対応する南北性を示すことが判明した。また、1次元・2次元解析での断面構造は 2層構造 (第1層: 2,000 Ω·m 以下、第2層: 2,000~10,000 Ω·m 以上) となった。しかし、物性試験での母岩の花崗閃緑岩と石英脈には比抵抗に極端な差はなく、かつ、石英脈の幅が数 10cm であることから、単一石英脈と比抵抗構造の対応は明らかにされない。第1層 (深度: 200~300m) の範囲で、南北性の高比抵抗帯は石英脈の比較的分布頻度の高いゾーンに対応していると解釈される。

5) 鉍量計算: 旧東ドイツは、上記 [2]) 石英脈のほか脈 No.9、No.14 を加えた計 8 脈について鉍量計算を実施し、金量 16.5t を計上した (各脈の総延長を対象。下部延長を 350m と想定)。

本調査では、上記 [2]) から No.15 を除いた 5 脈を対象に品位別にブロック化し、低品位区間を除き、かつ、下部延長を 150m (ボーリング結果を考慮) と想定した概略計算を行った。その結果金量は 6.5t となった。この値は、ボーリングの 150m 地点でも鉍徴を認めてい

ないので、現状では最大値となる。

3. 第2年次調査への提言

平均金含有量の高い石英脈 No. 1、2、3、10 の下部探査のためのボーリング調査を提案する。調査は、本年度の結果から本鉱床は鉱況優勢部の下方への連続性の小さい小規模鉱床であるとの観点に立ち、各脈の優勢部の比較的浅部での連続性を丹念に追跡することを目的とする。

調査は各脈の高品位区間を対象とし、調査地点間隔 100m、各地点傾斜 2 孔（地表下 50m、100m の鉱況確認）、各孔掘進長 100～150m とする。

目 次

はしがき	
調査地域位置図	
要 約	
	頁
第I部 総 論	1
第1章 序 論	1
1-1 調査の経緯及び目的	1
1-2 第1年次調査の範囲、目的及び作業の概要	1
1-3 調査団の編成	4
1-4 調査期間	4
第2章 調査地域の地理	5
2-1 位置及び交通	5
2-2 地形及び水系	5
2-3 気候及び植性	5
第3章 調査地域の既存地質情報	7
3-1 既往調査の概要	7
3-2 調査地域周辺の一般地質	7
3-3 調査地域の地質的位置付け	7
3-4 調査地域の鉱業略史	7
第4章 調査結果の総合検討	8
4-1 地質構造、鉱化作用の特性と鉱化規制	8
4-2 ボーリング結果と鉱化作用の関係	13
4-3 物理探査結果と鉱脈構造	13
4-4 鉱床生成モデル	17
4-5 鉱床賦存のポテンシャル	17
第5章 結論及び提言	21
5-1 結論	21
5-2 第2年次調査への提言	22
第II部 各 論	23
第1章 地質準精査	23
1-1 調査方法	23
1-2 地 質	23
1-3 分析・試験	44
第2章 地質精査	62

2-1	調査方法	62
2-2	地質	62
2-3	石英脈調査	71
2-4	分析・試験	73
第3章	付帯調査	86
3-1	変質帯調査	86
3-2	トレンチ調査	86
第4章	ボーリング調査	100
4-1	MJMT-1	100
4-2	MJMT-2	114
4-3	分析・試験	115
第5章	物理探査	122
5-1	調査方法	122
5-2	測定結果	130
5-3	解析	151
5-4	考察	203
第Ⅲ部	結論及び提言	207
第1章	結論	207
第2章	第2年次調査への提言	209
参考文献		211
付録		

Figure

	page	
Fig. I -1-1	Location of survey area(1)	
Fig. I -1-2	Location of survey area(2)	
Fig. I -4-1	Results of comprehensive analysis of geophysical survey (Area I)	15
Fig. I -4-2	Results of comprehensive analysis of geophysical survey (Area II)	16
Fig. I -4-3	Idealized model of mineralization	19
Fig. II -1-1	Geological map of semi-detailed area	25
Fig. II -1-2	Geological profile of semi-detailed area	27
Fig. II -1-3	Schematic geological column	29
Fig. II -1-4	Location map of test samples	31
Fig. II -1-5	Location of quartz veins	39
Fig. II -1-6	Harker variation diagram	52
Fig. II -1-7	Alkali (Na ₂ O+ K ₂ O)/SiO ₂ diagram	53
Fig. II -1-8	ACF diagram	53
Fig. II -1-9	Isotopic age determination by Rb-Sr (Diorite)	56
Fig. II -1-10	Isotopic age determination by Rb-Sr (Lamprophyre)	57
Fig. II -1-11	Isotopic age determination by Rb-Sr (Quartz vein clay)	58
Fig. II -1-12	Isotopic age determination by Rb-Sr (Clay vein of drilling core)	59
Fig. II -2-1	Map of geological and quartz veins surveyed(Area I) (1),(2)	63
Fig. II -2-2	Map of geological and quartz veins surveyed(Area II)	67
Fig. II -2-3	Geological profile of detailed area	69
Fig. II -2-4	Result of X-ray diffraction cross to quartz veins	75
Fig. II -2-5	Classification of gold contents of each veins	※
Fig. II -3-1	Distribution of altered clay minerals by POSAM	89
Fig. II -3-2	Trench sketch(1)~(8)	92
Fig. II -4-1	Location of drilling holes	101
Fig. II -4-2	Geological column (MJMT-1) (1),(2),(3)	105
Fig. II -4-3	Geological column (MJMT-2) (1),(2),(3)	108
Fig. II -4-4	Geological profile of drilling	111
Fig. II -5-1	Location map of geophysical survey Area	123
Fig. II -5-2	Location map of geophysical survey line and survey points.	125
Fig. II -5-3	CSAMT geometry	127
Fig. II -5-4	Section of apparent resistivity (Area I, Line C, J)	131

※:attached to the end of the report

Fig. II-5-5	Section of apparent resistivity (Area I, Line N, R)	133
Fig. II-5-6	Section of apparent resistivity (Area II, Line E, G)	135
Fig. II-5-7	Plan of apparent resistivity (Area I, 1,280Hz)	139
Fig. II-5-8	Plan of apparent resistivity (Area I, 320Hz)	141
Fig. II-5-9	Plan of apparent resistivity (Area I, 80Hz)	143
Fig. II-5-10	Plan of apparent resistivity (Area II, 1,280Hz)	145
Fig. II-5-11	Plan of apparent resistivity (Area II, 320Hz)	147
Fig. II-5-12	Plan of apparent resistivity (Area II, 80Hz)	149
Fig. II-5-13	Resistivity property of rock and core sample	153
Fig. II-5-14	Section of 1-D resistivity structure (Area I, Line A, B)	155
Fig. II-5-15	Section of 1-D resistivity structure (Area I, Line C, D)	157
Fig. II-5-16	Section of 1-D resistivity structure (Area I, Line E, F)	159
Fig. II-5-17	Section of 1-D resistivity structure (Area I, Line G, H)	161
Fig. II-5-18	Section of 1-D resistivity structure (Area I, Line I, J)	163
Fig. II-5-19	Section of 1-D resistivity structure (Area I, Line K, L)	165
Fig. II-5-20	Section of 1-D resistivity structure (Area I, Line M, N)	167
Fig. II-5-21	Section of 1-D resistivity structure (Area I, Line O, P)	169
Fig. II-5-22	Section of 1-D resistivity structure (Area I, Line Q, R)	171
Fig. II-5-23	Section of 1-D resistivity structure (Area I, Line S, T)	173
Fig. II-5-24	Section of 1-D resistivity structure (Area I, Line U, V)	175
Fig. II-5-25	Section of 1-D resistivity structure (Area I, Line W)	177
Fig. II-5-26	Section of 1-D resistivity structure (Area II, Line A, B)	179
Fig. II-5-27	Section of 1-D resistivity structure (Area II, Line C, D)	181
Fig. II-5-28	Section of 1-D resistivity structure (Area II, Line E, F)	183
Fig. II-5-29	Section of 1-D resistivity structure (Area II, Line G, H)	185
Fig. II-5-30	Plan of 1-D resistivity structure (Area I, Depth 100m)	191
Fig. II-5-31	Plan of 1-D resistivity structure (Area I, Depth 300m)	193
Fig. II-5-32	Plan of 1-D resistivity structure (Area II, Depth 100m)	195
Fig. II-5-33	Plan of 1-D resistivity structure (Area II, Depth 300m)	197
Fig. II-5-34	Panel diagram of 2-D resistivity structure (Area I)	199
Fig. II-5-35	Panel diagram of 2-D resistivity structure (Area II)	201
Fig. II-5-36	Results of comprehensive analysis of geophysical survey (Area I)	204
Fig. II-5-37	Results of comprehensive analysis of geophysical survey (Area II)	205

Table

	page
Table I -1-1 Outline of survey works	2
Table I -1-2 Outline of laboratory works	3
Table I -2-1 Major climatic indices	5
Table I -4 1 Result of ore reserve(Au) calculation	20
Table II -1-1 Scales of main quartz veins	42
Table II -1-2 Result of microscopic observation of thin section (semidetailed-detailed area) (1),(2)	45
Table II -1-3 Conditions of X-ray diffraction	44
Table II -1-4 Result of X-ray diffraction (semidetailed-detailed area) (1),(2)	47
Table II -1-5 Result of chemical analysis of whole rock (semidetailed area)	50
Table II -1-6 CIPW Classification (Norm. calculation)	51
Table II -1-7 Sample list of radioisotopic age determination	54
Table II -1-8 Isotopic composition of Rb/Sr	55
Table II -1-9 Result of Isotopic age determination by K-Ar	60
Table II -2-1 Gold content, thickness, length of main quartz veins	76
Table II -2-2 Microscopic observation of polished sections (Semidetailed-detailed area & drilling core)	78
Table II -2-3 Result of homogenization temperature measured from fluid inclusion in quartz vein (detailed area, dril. Core)(1)~(5)	79
Table II -2-4 Average homogenization temperature of fluid inclusion of each veins	84
Table II -3-1 Identification of clay minerals by POSAM	87
Table II -4-1 List of equipment used	102
Table II -4-2 List of supplies and consumables	102
Table II -4-3 Result of drilling	103
Table II -4-4 Time Table of drillings	104
Table II -4-5 Result of microscopic observation of thin section(drilling core)	116
Table II -4-6 Result of X-ray diffraction of drilling core (1),(2)	117
Table II -4-7 Result of chemical analysis of drilling core (1),(2)	120
Table II -5-1 Specification of the geophysical survey	122
Table II -5-2 List of geophysical survey equipment	129
Table II -5-3 Results of physical property test	152
Table II -6-1 Result of ore reserve(Au) calculation	208

Appendices

- A-1 Microphotographs of thin section
- A-2 Microphotographs of polished section
- A-3 Sample list of chemical analysis of quartz vein
- A-4 Result of chemical analysis of quartz vein
- A-5 Trench sketches

第 I 部

総論

第I部 総論

第1章 序論

1-1 調査の経緯及び目的

モンゴル国は、1980年代後半に従来の社会主義計画経済から市場経済への路線変更を行った。この間政治・経済面での混乱を招いたが、近年では日本を始め、西側諸国の経済的支援の効果も大きく、経済は上向き傾向に転じている。

一方、モンゴル国は、人口の30%（約70万人）が従事するといわれる牧畜業が主要産業であるが、厳しい自然条件のもとではその飛躍的な発展は望めない現状にある。

したがって、市場経済路線の進展には、外貨獲得の第1位を占める非鉄金属資源の一層の開発がその重要施策の一つとなっている。

モンゴル国の非鉄資源の開発は、斑岩銅鉱床のエルデネット鉱床（銅、モリブデン）がその代表である。地質的にはなお非鉄資源のポテンシャルは高いといわれるが、十分な探査活動は行われておらず、今後の探査・開発が大きく期待されている。

このような状況下で、1991年以降資源開発協力基礎調査として3プロジェクトが実施され、引き続き、モンゴル国関係機関は、国内でも産金地帯としての評価の高いツァガンツァヒルウール地域の資源開発調査の実施を日本国に要請した。

日本国は、これに応え、1996年6月3日～15日の期間、調査団員を現地に派遣し、S/W及び1996年度の調査内容の協議とM/Mの署名を行った。

M/Mに示される第1年次の調査内容及び目的は、含金石英脈群からなるツァガンツァヒルウール地域の地質調査（準精査・精査）、石英脈調査、物理探査、ボーリング調査及び各種室内試験並びに付帯調査として、変質帯調査、トレンチ調査を実施し、当地域の金鉱床賦存の把握とポテンシャルを評価し、次年度の調査計画立案に資することである。

また、調査結果については、中間報告及び検討会を現地で実施し、物理探査については、アレイ式CSAMT法による取得データのコンピューター解析指導を行う。

1-2 第1年次調査の範囲、目的及び調査の概要

精査範囲は以下の座標で示される面積43.0km²の区画である。

- | | | | |
|-----------------|----------------|-----------------|----------------|
| ① 46° 09' 20" N | 100° 06' 00" E | ② 46° 08' 20" N | 100° 06' 00" E |
| ③ 46° 06' 00" N | 100° 09' 40" E | ④ 46° 09' 20" N | 100° 13' 30" E |
| ⑤ 46° 06' 00" N | 100° 13' 30" E | | |

本年度各調査の目的及び調査の概要は次のとおりである。

1. 地質準精査

面積43.0km²について、1/10,000縮尺の地質図及び石英脈分布図を作成する。

2. 地質精査

地質準精査の結果及び既往調査（旧東ドイツ）資料に基づき、I及びII地区の計10km²の精査地区を抽出し、1/2,000縮尺の地質図及び鉍脈品位（Au）分布図の作成を行う。

3. 付帯調査

精査地区の10km²について、200mグリッドで試料を採取し、POSAM (Portable Spectro Radiometer for Mineral Identification) により変質鉍物の同定を行い、変質分帯図の作成を行う。

また、旧東ドイツが実施したトレンチ調査について、1/100での再調査を実施する。

4. ボーリング調査

本調査及び旧東ドイツ調査の結果、鉍況の最も優勢と判断されたNo.1及びNo.10脈の下部延長探査を目的として、それぞれ300mのボーリングを実施する。

5. 物理探査

地質精査地区について、鉍脈にほぼ直交する方向に100m間隔、脈にほぼ平行する方向に200m間隔を原則とする測点を設定し、アレイ式CSAMT法を実施する。

6. 室内試験等

上記各調査について、化学分析、岩石薄片作成、放射年代測定、粉末X線回折、流体包有物均質化温度測定、物性測定等を行う。

これらの調査内容、実績数量はTable I-1-1及びTable I-1-2に示すとおりである。

Table I-1-1 Outline of survey works

Survey	Specification			
Geological survey	[Semi-detailed survey]			
	Survey area	43.0km ²		
	Route line	69.0km		
	[Detailed survey]			
	Survey area	10.0km ²		
	Route line	42.4km		
Additional survey	[Clay mineral survey]			
	Survey area	10.0km ²		
	[Trench survey]			
	Total length (220 points)	1,540 m		
Geophysical survey	Survey lines	49.6km		
	Survey point	496points		
Drilling survey	Hole No.	Direction	Incline	Length
	MJMT-1	S72° W	-55° w	301.0m
	MJMT-2	N82° E	-74° E	301.7m
	Total 2 holes	602.7m		

Table I -1-2 Outline of laboratory works

Survey	Item of tests	Quantity
Geological survey	[Semi-detailed survey]	
	① Rock thin section	32 pcs
	② Ore polished section	15 pcs
	③ Chemical analysis (Ore : 9 elements) elements : Au,Ag,As,Hg,Bi,Te,Sb,Se,Mo	46 pcs
	④ Chemical analysis (Rock : 12 elements) elements : SiO ₂ , TiO ₂ , Al ₂ O ₃ , Fe ₂ O ₃ , FeO, MnO, CaO, Na ₂ O, MgO, K ₂ O, P ₂ O ₅ , LOI	13 pcs
	⑤ X-ray diffraction	22 pcs
	⑥ Radioisotopic age determination (K-Ar)	2 pcs
⑦ Radioisotopic age determination (Rb-Sr)	2 pcs	
	[Detailed survey]	
	① Rock thin section	22 pcs
	② Ore polished section	22 pcs
	③ Chemical analysis (Ore : 9 elements) elements : Au,Ag,As,Hg,Bi,Te,Sb,Se,Mo	403 pcs
	④ X-ray diffraction	51 pcs
	⑤ Measurement of homogenization temperature of fluid inclusion	21 pcs
	⑥ Radioisotopic age determination (Clay mineral : K-Ar)	2 pcs
⑦ Radioisotopic age determination (Clay mineral : Rb-Sr)	2 pcs	
Geophysical survey	Physical property (Resistivity)	45 pcs
Drilling survey	① Rock thin section	12 pcs
	② Ore polished section	7 pcs
	③ Chemical analysis (Ore : 9 elements) elements : Au,Ag,As,Hg,Bi,Te,Sb,Se,Mo	66 pcs
	④ X-ray diffraction	50 pcs
	⑤ Physical property (Resistivity)	23 pcs
	⑥ Measurement of homogenization temperature of fluid inclusion	6 pcs

1-3 調査団の編成

本調査推進のため、調査計画、協定の折衝及び調査に参加した団員は下記のとおりである。

1. 調査計画及び折衝

中村研治：団長	金属鉱業事業団海外部計画課長
横川勝美：鉱業事業	金属鉱業事業団北京事務所海外調査員
縄田 透：企画・調整	国際協力事業団鉱工業開発調査部資源開発調査課
亀山正義：地質	金属鉱業事業団海外部計画課

2. 現地調査団

竹下陽一：技術責任者	同和工営株式会社
横山 裕：地質調査	同和工営株式会社
木村邦雄：物理探査	同和工営株式会社
乳井 正：物理探査	同和工営株式会社
吉村豊志：物理探査	同和工営株式会社
青山達弘：ボーリング調査	同和工営株式会社
池田武範：ボーリング調査	同和工営株式会社
中山徳三：ボーリング調査	同和工営株式会社
斎藤貞正：ボーリング調査	同和工営株式会社

1-4 調査期間

現地調査は下記の工程で実施した。

現地調査 : 1996年 8月 5日 ~ 10月 14日

地質調査 : 1996年 8月 5日 ~ 9月 26日

物理探査 : 1996年 8月 26日 ~ 10月 14日

ボーリング調査 : 1996年 9月 8日 ~ 10月 14日

調査結果中間報告及び物理探査結果解析指導 (竹下陽一、木村邦雄)

: 1996年 12月 9日 ~ 12月 22日

第2章 調査地域の地理

2-1 位置及び交通

ツァガンツァヒルウール (Tsagaan Tsakhir Uul) 地域は、首都ウラーンバートル (Ulaanbaatar) の西南西に位置し、直線距離で 550km である。車での距離は丁度 700km で所要時間は 14 時間前後である。

ウラーンバートルから 640km に位置するバヤンホンゴル (Bayanhongor) 市までの国道は、中途の 450km 間は舗装路で、それ以降は比較的平坦な山岳道である。バヤンホンゴルから調査地域までの 60km 間は 1 時間 15 分を要する。

一方、ウラーンバートル～バヤンホンゴルには週 2 便の航空便があり、1 時間 20 分を要する。

2-2 地形及び水系

調査地域は、変成岩類や花崗閃緑岩類が浸食を受けた標高 1,900m から 2,100m の準平原であり、最高標高はツァガンツァヒル山の 2,104m である。同山への登攀をはじめ、局所的な谷地形を迂回すればどこでもジープでの通行が可能である。

主な水系は、地域の西部を北から南に流下する河川と、地域北東部から南西に流下し地域中央部を経て南流する河川とがある。このうち西部の河川にのみ若干の水流がみられ、堰止めて、生活用水等への利用ができる。

遊牧民は沢筋等に井戸を掘り飲料水等に利用している。

2-3 気候及び植生

1. 気候

地域は、ハンガイ山脈の森林地帯とゴビ砂漠の中間のステップ気候区に属している。バヤンホンゴルの年間気温は、7月が最も高く、平均 15.9° C、最低気温は1月の平均-18.4° Cである。

降水量は、最大が7月の 66.4mm、最小は1月の 1.5mm で、年間の総降水量は 216.3mm である。

風は比較的強く、年間を通じて風速 3m/sec.前後である。

バヤンホンゴルとウラーンバートルの主要な指標（気温、降水量、風速）を次に示す。

Table I -2-1 Major Climatic Indices

1) Mean Monthly Temperature (° C)

	Jan.	Feb.	March	April	May	June	July	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.
Bayanhogor	-18.4	-16.8	-7.9	1.0	9.3	15.0	15.9	14.4	7.9	-0.8	-10.8	-17.4
Ulaanbaatar	-26.1	-21.7	-10.7	0.5	8.3	14.9	17.0	15.0	7.6	-1.7	-13.7	-24.0

2) Mean Monthly Precipitation (mm)

	Jan.	Feb.	March	April	May	June	July	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.
Bayanhogor	1.9	3.2	4.5	9.3	15.2	33.8	66.4	54.5	16.4	7.1	2.6	1.5
Ulaanbaatar	1.5	1.9	2.2	7.2	15.3	48.8	72.6	47.8	24.4	6.0	3.7	1.6

3) Mean Monthly Wind Velocity (m/second)

	Jun.	Feb.	March	April	May	June	July	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.
Bayanhogor	2.8	2.8	3.0	3.8	3.9	3.1	2.8	2.7	3.0	3.0	3.2	2.9
Ulaanbaatar	0.9	1.4	2.3	3.4	3.7	3.4	2.6	2.4	2.3	1.9	1.3	0.8

2. 植 生

灌木類は全くみられず、地域全体が丈の短い草原であり、草は牧草となる。

第3章 調査地域の既存地質情報

3-1 既往調査の概要

本地域については、1970年代、旧東ドイツが地質調査を実施し、1/25,000地質図(80km²)を作成し、また、1/5,000、1/2,000の鉱脈(石英脈)図の作成、立坑調査(3坑、総延長80m)及びトレンチ調査(212本、延長1390m)を実施した。

さらに物理探査(比抵抗法)も実施され、シュランベルジャー法によるVES曲線、比抵抗断面図及び3極法による比抵抗平面図が作成されているが、位置情報の詳細が不明である。

鉱脈調査では、本地域の北西延長部も含め55脈を記載した。鉱脈は、NNW-SSE、NE-SW、W-Sの方向を示し、主要な鉱脈は、脈幅数10cm~1mで延長数100mを単位として、断続的に数km連続することを確認した。

サンプリング試料の化学分析の結果、鉱況優勢な8条(No.1、2、3、6、9、10、14、15)の脈について、鉱量計算を実施し、粗鉱品位(金)20.78g/t、粗鉱量73万t、金(金属量)16.5tを計上した。この計算では、地表の鉱況が地下300m~350mまで連続すると想定したものである。

3-2 調査地域周辺の一般地質

調査地域周辺は変成岩類からなり、ベースキャンプの西方15km付近には、変成岩類を覆って第四紀の玄武岩が分布し、卓状地形を形成している。本地域の鉱化作用の母岩をなす花崗閃緑岩類は変成岩類中に侵入した東西8km、南北10kmの規模を有する。その中央部付近に鉱脈鉱床を形成している。

3-3 調査地域の地質的位置付け

モンゴル国は、地質的には北をシベリア地塊(アンガラプレート)、南を中朝地塊・タリム地塊(カタイシアプレート)等の先カンブリア系のクラトンに挟まれた古生代~中生代の褶曲帯(アンガラプレート南縁への付加帯)に位置し、本地域はその中のバヤンホンゴルカレドニアン構造帯中のバヤンホンゴル鉱床区(金)に属している。

3-4 調査地域の鉱業略史

中国人が12~15世紀頃、金鉱脈の高品位露頭部を採掘した。

第4章 調査結果の総合検討

4-1 地質構造、鉱化作用の特性と鉱化規制

1. 地質構造と鉱脈構造

本地域には、変成岩類、黒雲母アダメロ岩、両雲母花崗閃緑岩、閃緑岩、石英斑岩、コウ斑岩などが分布する。

これらの一般構造は、変成岩類がNW-S E系、閃緑岩の貫入方向はNW-S E系とNE-S W系の2方向、石英斑岩はN-S系及びコウ斑岩はNE-S W系をなす。また、確認された断層構造は、NE-S W系である。

一方、数10條からなる石英脈群は、NNW-S S E系、NE-S W系及びE-W系の3方向に分類される。

これらの火成岩類の放射年代は、アダメロ岩 $384.5 \pm 7.8\text{Ma}$ (K-Ar)、花崗閃緑岩 $268.1 \pm 5.6\text{Ma}$ (K-Ar)、閃緑岩 $250.4 \pm 85.7\text{Ma}$ (Rb-Sr) コウ斑岩 $351.8 \pm 236.7\text{Ma}$ (Rb-Sr) であり、また、鉱化作用の時期を示すと考えられる石英脈の変質粘土は $225.8 \sim 234.4 \pm 4.9\text{Ma}$ (K-Ar) が得られている。Rb-Sr 年代は同位体組成比の範囲が狭く誤差も大きくなり、良好なアイソクロンが得られていない。野外観察結果では、コウ斑岩は主要な石英脈と石英斑岩を貫いている。また、石英斑岩は石英細脈に切られることがある。さらに閃緑岩は主要な石英脈を切っていると考えられる一方で石英脈に切られることもある。

以上の年代測定及び野外観察結果から、本地域の火成岩、石英脈の生成順序は次のとおりと推定される。

コウ斑岩	……………	二畳紀ないしそれ以降
閃緑岩・石英脈（鉱化作用）	………	二畳紀
石英斑岩	……………	二畳紀
花崗閃緑岩	……………	二畳紀
アダメロ岩	……………	デボン紀

つまり、アダメロ岩を除く岩体及び石英脈はほぼ同時期の生成であると解釈される。

以上のことから、先に述べた岩体、石英脈の構造も同一の応力場で形成された裂罅系に支配されたとみることができる。

すなわち、本地域は花崗閃緑岩の進入時あるいはその直後に東西方向からの応力が働き、NE-S W系の shear fracture、及びNNW-S S E系ないしN-S系とE-W系の tension fracture が形成されたと考えられる。

NE-S W系の shear fracture の規制を受けたのは、脈幅最大50mの石英脈No.5で代表される。本脈の鏡下観察では、破碎された花崗閃緑岩が強度の珪化作用を受けた変質脈の可能性を示し、剪断帯の存在を暗示している。旧東ドイツ調査では本脈は断層沿いに形成されたとしている。本調査結果ではNo.5沿いの断層は確認されていない。

tension fracture に支配されたのは、石英斑岩及び N0.5 以外の石英脈群であり、これらの構造には剪断を受けた形跡がなく、普遍的にみられる雁行状配列が tension fracture の特徴を示している。

2. 鉱化作用の特性

1) 石英脈の性質

本地域の石英脈は、その方向性から①NNW-SSE/50~90° W、②NE-SW/60~80° NW及び③E-W/70~80° Nの3系統に分類される。それらの連続性は、①系統が1~4 km、②系統は最大1 km、③系統は数100mである。これらは、単一石英脈が膨縮を繰り返して断続する場合と、単一石英脈が一旦消滅した後、それから数m~数10m横にずれて新たな脈が出現する場合とがある。また、単一石英脈の末端部では2、3の脈に分岐したり、細かく雁行状配列をなして劣化することもある。

2) 鉱化作用の性質

a) 野外観察での鉱化作用

石英脈に伴う金粒、硫化鉱物についてルーペによる野外観察結果を主要な脈についてまとめれば、次のとおりである。金粒が見つかるのはほとんどの場合、その近くに黄銅鉱、方鉛鉱も存在している。しかし、これらの硫化物が存在しても金粒が見つかるとは限らない。

また、各脈とも金粒、硫化鉱物とも散点的であり、それらの縞状構造や帯状配列は全く観察されない。

i) No.1脈

採掘跡では、金粒がしばしば観察される。一般に金粒は石英脈中に単独に産出する。粒径は、0.1mm程度が普通である。時に黄銅鉱、まれに方鉛鉱も観察されることがあるが、同一試料のスケールで金粒と一緒に産出することはほとんどなく、その近くの試料で発見される。このことは全ての脈に共通している（鏡下では共存するものもある。）

ii) No.2脈

金粒は、本脈南部の分岐脈採掘跡では各所で観察される。ときに、黄銅鉱、方鉛鉱もみられる。本脈北部地区の露頭でも、金粒はしばしば観察され、ときに黄銅鉱、方鉛鉱も存在する。なお、黄銅鉱、方鉛鉱が同一試料で観察されるときは、両者は共生している場合が多い。このことも他の脈と共通している。

iii) No.3脈

金粒は、南部地区で比較的頻繁に観察されるが、採掘は局部的になされている。黄銅鉱も普遍的にみられる。

本脈北部地区では、最北部の一部で金粒、方鉛鉱がみられるに過ぎない。

iv) No. 3' 脈

露頭部の1箇所のみで金粒がみつまっている。

v) No. 6 脈

本脈でも採掘跡を主体に、金粒が単独にみつかる場合とちかくに黄銅鉱・方鉛鉱ないしは方鉛鉱がみつまっている。

vi) No. 7 脈

金粒はみつかっていないが、比較的まとまった範囲で黄銅鉱・方鉛鉱の鉱化がみられる。後述の化学分析結果でもこれらの金含有量は0.1g/t以下である。

vii) No. 8 脈

本脈でもまとまった範囲で方鉛鉱の鉱化がみられるが、分析結果の金含有量は0.1g/t以下である。

viii) No. 9 脈

本脈は、その延長が3 kmにも及ぶが、金粒は発見されず、黄銅鉱、方鉛鉱が一部でみつかったのみである。分析結果の金含有量も全体に低い。

ix) No. 10 脈

本脈も採掘跡を主体に、金粒単独ないしは黄銅鉱、方鉛鉱が存在する。

b) 鉱石鉱物の鏡下での産状

研磨片の鏡下観察で確認された鉱石鉱物は、一次鉱物として自然金、黄銅鉱、方鉛鉱、閃亜鉛鉱、黄鉄鉱、四面銅鉱、二次鉱物では銅藍、針鉄鉱である。これらのほかに、テルル鉛鉱、テルル硫化鉱物、テルル酸化鉱物が認められることがある。

自然金：粒径が0.01~0.05mmが普通で、最大0.3×1.0mmである。不定形で、石英の粒間に単独に認められることが最も多く、ときに石英の割れ目に沿って認められたり、黄銅鉱中に包含されたり、まれに四面銅鉱を伴う。

黄銅鉱：方鉛鉱、黄鉄鉱と共生したり、四面銅鉱を随伴する。二次的にしばしば銅藍に、ときに針鉄鉱に交代される。

方鉛鉱：石英の粒間や黄銅鉱に包含される。

閃亜鉛鉱：四面銅鉱に包含され、また黄銅鉱と組合う。

黄鉄鉱：ほとんどの試料に認められ、石英の粒間に産したり、黄銅鉱に伴ったり、また、その内部に包含される。ほとんどの場合針鉄鉱に交代されている。

四面銅鉱：石英の粒間に産したり、黄銅鉱、閃亜鉛鉱を伴うことがある。

銅藍：黄銅鉱、四面銅鉱を二次的に交代することがある。

針鉄鉱：主として黄鉄鉱を交代している。

c) 鉱石化学分析（9成分）結果概要

化学分析は、Au、Ag、As、Sb、Hg、Bi、Te、Se、Moの9成分について実施（449試料）したが、このうち、Hg、Bi、Te、Se、Moの大部分は検出限界以下である。

Au：採掘跡は例外なく高く、数10ppmを示し、露頭部は一般にそれより低い。

Ag：Auと対応することも多く、その場合、Au/Agはほぼ5/1である。

As：AuあるいはAgと対応する場合としない場合がある。最大値は94ppmである。

Sb：Auとの対応は比較的よい。Ag、Asとも対応することがある。高くても数10ppmで、最大値は400ppmである。

Hg：No. 1脈の金品位の高い範囲で500～1,700ppbを示すことがある。

Te：ときに20～40ppmを示し、金高品位部と対応することもある。

Bi：大部分が検出限界以下であり、ときに10～60ppmを示すが、金品位とは対応しない。

Se・Mo：検出限界を越えるのは、Moの5試料で最大44ppmである。

以上の結果から、金探査の指標として考慮できる成分はSbであり、次いでAg、Asである。

d) Auの脈別平均含有量

主要石英脈の平均含有量、規模、脈方向等を次に示す。

精査地区名	脈 No.	脈方向	平均脈幅(cm)	Au 平均含有量(g/t)	総延長(m)
II	1	NNW-SSE	20.7	21.97	900
II	2	NNW-SSE	18.9	7.78	1,000
II	3	NNW-SSE	23.6	6.15	1,000
II	3'	NNW-SSE	22.8	0.92	800
II	6	NNW-SSE	26.5	2.55	800

I	7	NNW-SSE	12.6	0.03	750
I	7'	NNW-SSE	8.5	0.19	± 500
I	8	NE-SW	15.3	0.27	1,500
I	9	NNW-SSE	26.6	0.71	3,000
I	9'	NNW-SSE	17.8	0.21	400
I	9''	NNW-SSE	13.0	0.26	400
I	10	NNW-SSE	42.3	10.01	2,800
I	14	NNW-SSE	19.7	0.10	400
I	15	NNW-SSE	10.8	2.43	400
I	16~23	NNW-SSE	13.2	0.66	>1,500

以上のように、Au 平均含有量が 1 g/t を越えるのは、脈 No. 1、2、3、6、10、15 の 6 脈で、いずれも NNW-SSE 系の脈である。しかも、これらは区間（数 10m~数 100m=ほぼ単一脈）ごとに大きな変動がみられる。

3) 変質作用

石英脈の生成と関連する変質作用は、一般に、脈に接する母岩にもほとんど認められないが、ときに、セリサイト・緑泥石または方解石からなる変質粘土を伴うことがある。脈 No. 1、2、3（地質精査Ⅱ地区）及び No. 9、10 系列（同Ⅰ地区）のそれぞれ脈を横断する測線試料（50m 間隔）の X 線回折では、緑泥石が全試料で検出されたが、石英指数の大小と石英脈位置との対応は認められない。したがって、緑泥石は石英脈の生成とは直接関連せず、より広域的な変質作用によるものと考えられ。

また、POSAM による変質帯調査結果では、緑泥石、モンモリロナイト、（セリサイト）が検出された。このうちセリサイトは造岩鉱物の白雲母と区別できない。分帯結果は、ほぼ地質区分と一致し、変成岩分布域は緑泥石・モンモリロナイト帯、閃緑岩分布域は緑泥石帯となり、花崗閃緑岩分布域の大部分は（セリサイト）帯で、一部に緑泥石・モンモリロナイト帯が出現している。しかし鉱脈構造との対応は認められない。

4) 流体包有物均質化温度

主要な野外石英脈及びボーリングコアの 27 試料について、流体包有物均質化温度を測定した。試料は、露頭部とボーリングコアでは脈の中央部、採掘跡では自然金あるいは硫化鉱物の認められるものから採取した。石英脈には流理構造は認められない。包有物の粒径は一般に小さく、2.5~10 μm で、多くは卵形ないし多角形を示す。気・液 2 相のほか液相のみのもものも多い。気相の体積比は 2~5%、一部 10% である。測定は、包有物の粒径が小さいことから 2,000 倍に拡大し、テレビモニターのもとで行った。各試料の測定温度分布は一部に二つのピークを示すものもあるが、概ね正規分布をなす。測定結果の平均値は次のとおりである。

野外石英脈	165°C~118°C
コア石英脈 (地表下150m以上)	197°C~147°C
野外不毛脈	137°C~114°C

コア試料で高く、不毛脈が低くなる傾向もあるが、全体としては本邦の浅熱水金鉱脈鉱床 (240°C~180°C、円城寺、竹内、1976) と比べても低い値となっている。なお、本地域と類似するものとして、オーストラリアの Charters Towers gold field の Devonian granitoids の含金石英脈にその例 (192°C~140°C, S.G.Peters & S.D.Golding) があり、本地域のコア試料の値とほぼ一致している。この報告書では、石英脈の生成深度 (推定) と塩濃度から温度補正を行い、+70°C~+80°C としている。本地域の場合も、生成深度を 1,000m とすれば、温度-圧力変化図 (S. Takeuchi, 1975) から、生成温度の補正值は+15°Cと推定される。

いずれにしても、均質化温度は石英脈生成時の圧力条件や包有物の塩濃度と関連するので、これらを総合的に検討すべき課題である。

4-2 ボーリング結果と鉱化作用の関係

本調査及び既往調査 (旧東ドイツ) の結果、最も鉱況優勢な脈 No. 1、及び脈 No.10 について、その下部探査のボーリングを各 300m 実施した。その結果はそれぞれ地表下 150m 付近で対象の石英脈を捕捉したが、不毛脈であった。なお、MJMT-1 の石英脈 No. 10 の西脈では、微量 (径 1 mm) の方鉛鉱、閃亜鉛鉱が観察された。本地域の鉱化作用の性質から判断すれば、たまたま金の鉱徴は得られなかった可能性も残される。

4-3 物理探査結果と鉱脈構造

地質調査地区 I、II について、アレイ式 CSAMT 法 (496 点) を実施し、また、野外試料とボーリングコア試料について物性試験 (比抵抗測定) を行った。

1. 地区 I

本地区には、西部に両雲母花崗閃緑岩、東部に変成岩類 (砂質片麻岩) 及び南東縁部に閃緑岩が分布する。

石英脈は、東部の北から南に連なる No. 9、10、南西部の No. 7、8 などが分布する。

1) 1次元解析平面

比抵抗分布は鉱脈構造と対応する南北性を示すことが明らかになった。その南北構造は深度 500m 付近まで確認される。浅部では 2,000~5,000 Ω·m、5,000~10,000 Ω·m、10,000 Ω·m 以上を示す各ゾーンが 100m~300m の幅で縞状に配列する。深部に移行するにつれて、2,000~5,000 Ω·m のゾーンが減り、5,000~10,000 Ω·m、10,000 Ω·m 以上のゾーンが卓越する。そして縞状幅は

広くなる。

2) 1次元解析断面

北部から南部まで連続する高比抵抗ゾーンが存在する。その幅は300m以上で、北部と南部では地区外まで延びているが、中央部ではそのゾーンの東側の境界は、両雲母花崗閃緑岩と変成岩類との地質境界線とほぼ一致し、変成岩類が低比抵抗となっている。高比抵抗ゾーンの西側の境界は北から南まで両雲母花崗閃緑岩中に存在する。また、地区南西部の両雲母花崗閃緑岩中にもNNW-SSE方向の高比抵抗ゾーンが認められる。地区南東部の閃緑岩の比抵抗には周囲との差はみられない。

3) 2次元解析断面

全体に比較的平坦な2層構造を示す。深度200~300mに境界があり、上位の第1層は2,000 $\Omega \cdot m$ 以下、下位の第2層は2,000~10,000 $\Omega \cdot m$ 以上である。分布岩体の大部分は両雲母花崗閃緑岩であるので、この境界面を境に異質な岩体が存在するとは考えられない。本地区でなく地区IIで本岩を掘進したボーリング(MJMT-2)で、地表下220m程度まではかなり変質しており、それ以下が比較的新鮮であることからすれば、比抵抗の2層構造は変質の程度差によって区分されたものと推察される。

4) 比抵抗構造と鉍脈構造

物性試験での母岩の両雲母花崗閃緑岩と石英脈には比抵抗に極端な差[石英脈:4,300~17,100 $\Omega \cdot m$ 、花崗閃緑岩(野外試料:660~11,900 $\Omega \cdot m$ 、ボーリングコア:6,200~11,900 $\Omega \cdot m$)]はなく、かつ、石英脈の幅が数10cmであることから、単一石英脈と比抵抗構造との対応は明らかにされない。しかし、1次元解析断面で、北から南まで延びる高比抵抗ゾーンには、Fig. I-4-1に示されるように、石英脈No.9、10、14~23などの分布域がすべて含まれている。地区南西部の両雲母花崗閃緑岩中の高比抵抗ゾーンには、石英脈No.7の分布域が含まれる。

以上の結果から、本地区での南北性の高比抵抗構造は、石英脈の比較的分布頻度の高いゾーンと対応していると解釈される。

2. 地区II

本地区は両雲母花崗閃緑岩の分布域で、石英脈は、No.1、2、3、5、6が分布する。

1) 1次元解析平面

南北性の比抵抗構造がみられるものの、地区Iに比べ顕著でない。

2) 1次元解析断面

地区中央東部で3測線(Line-Eなど)に連なる南北性の高比抵抗ゾーンがみられるが、脈構造

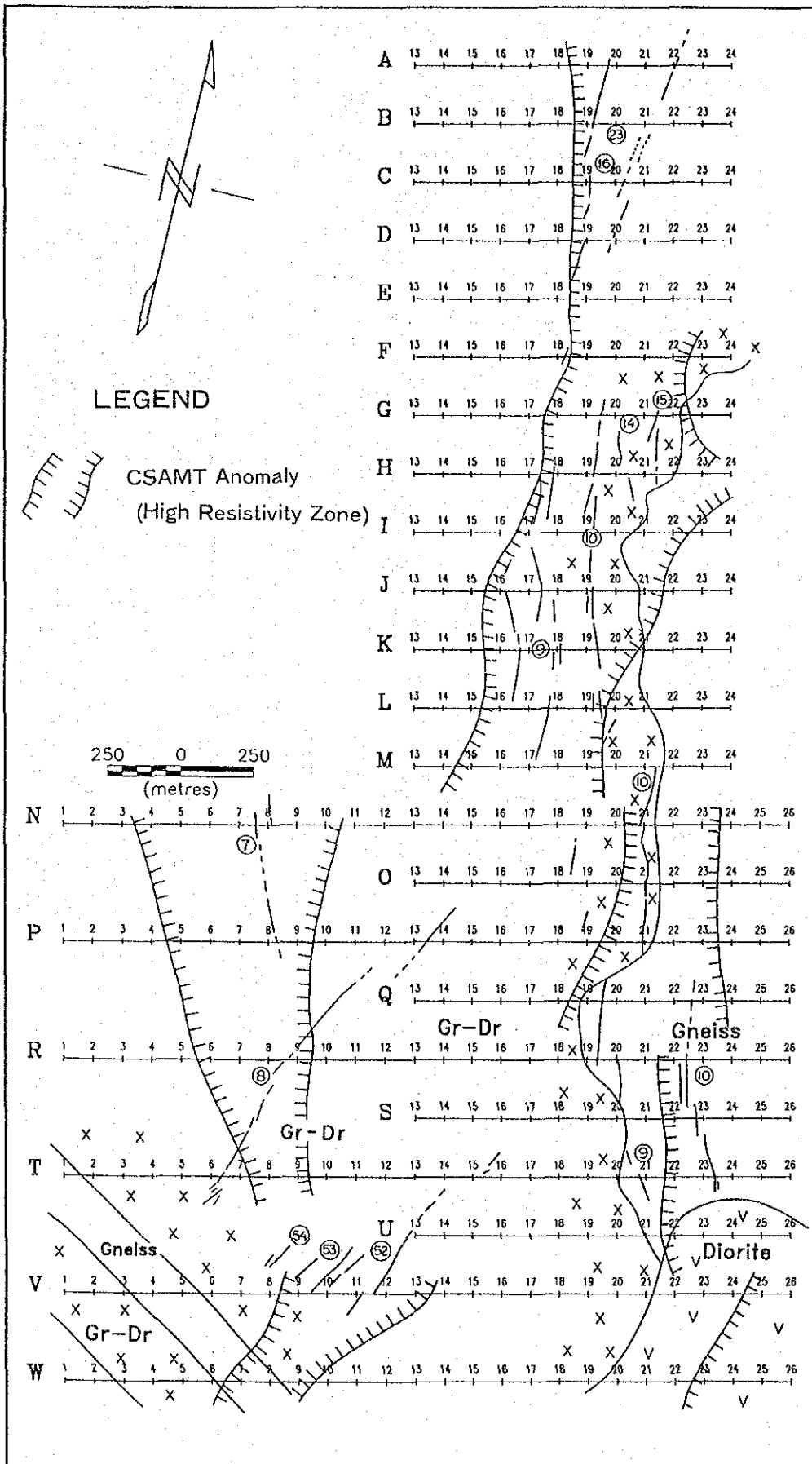


Fig. I-4-1 Results of Comprehensive Analysis of Geophysical Survey (Area I)

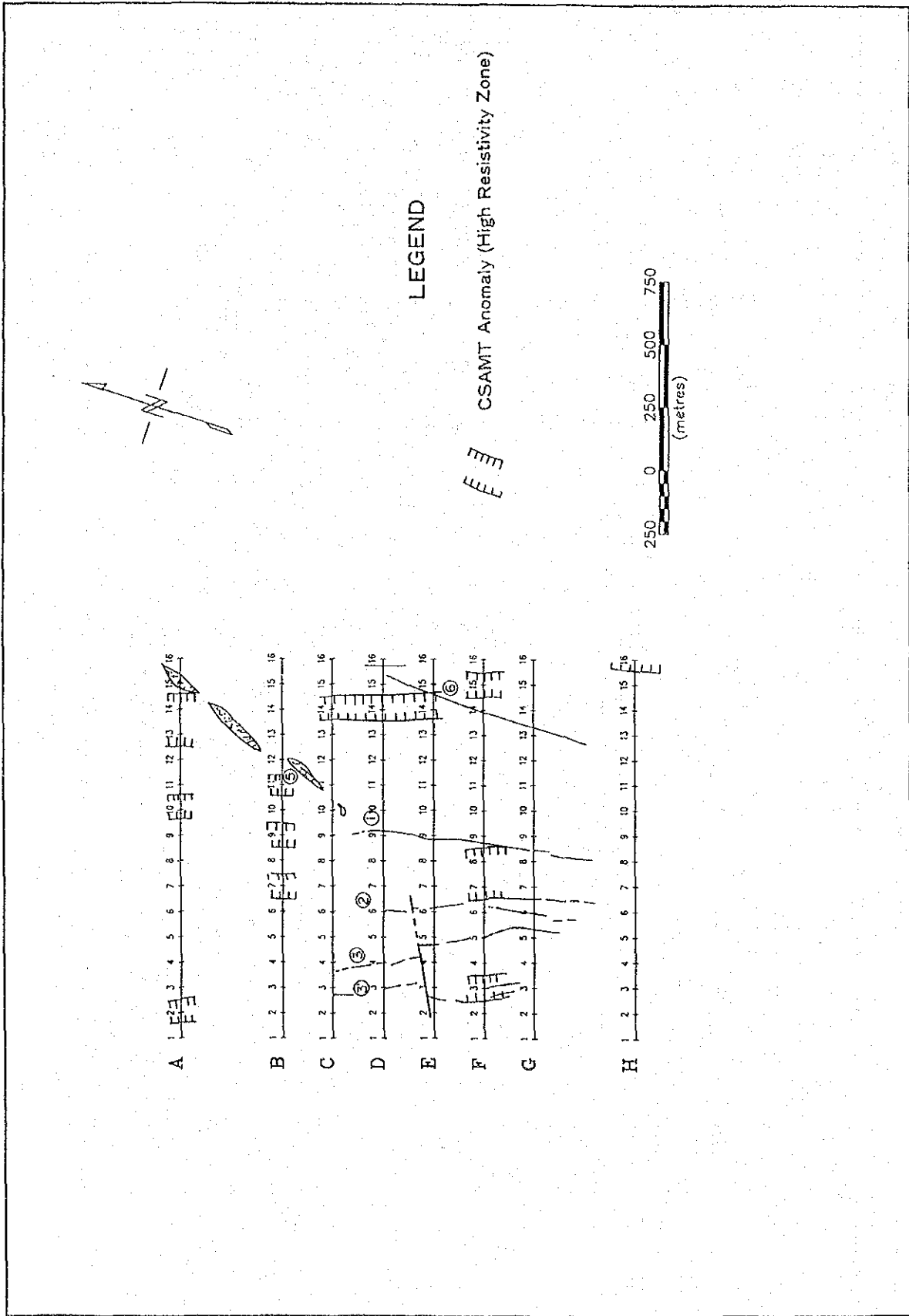


Fig. I-4-2 Results of Comprehensive Analysis of Geophysical Survey (Area II)

との関連はない。

3) 2次元解析断面

本地区も2層構造を示すが、その境界面は不規則で、かつ、測線によって境界深度はまちまちである。第1、2層の比抵抗はそれぞれ50~2,000 Ω・m、2,000~10,000 Ω・mである。ボーリングMJMT-2の近くの測線(Line-D)での第1/2層の境界深度は、変質域/未変質域の深度とほぼ一致し、250mである。

このことから、測線によって境界深度がまちまちなのは、変質域/未変質域の境界深度も不規則であることを示唆している。

4) 比抵抗構造と鉱脈構造

脈No.1、2、3などは比較的密(100~150m間隔)に分布しているが、地区Iのような特徴的な高比抵抗構造は示さず、鉱脈構造を捉えていない。

4-4 鉱床生成モデル

鉱化モデルの概念図をFig. I-4-3に示す。

Iステージ：花崗閃緑岩の進入と鉱化作用

二畳紀頃に花崗閃緑岩が変成岩類中に進入した。それらが固化した以後、東西性の応力場のもとでshear fractureとtension fractureが形成された。花崗閃緑岩類の後火成作用と考えられる鉱脈鉱床や石英斑岩は、これらのフラクチャーに規制されて形成された。金の沈殿温度は包有物の均質化温度とすれば120~200℃となるが、沈殿箇所の圧力条件や熱水溶液の塩濃度により、沈殿温度区間が脈ごとにあるいは脈の延長区間によって、高低差を生じた。

IIステージ：傾動運動・浸食作用

鉱脈形成後、傾動運動により、鉱脈は傾斜し、浸食作用により地表に露出した。鉱況の優劣も沈殿温度区間の高低差を反映して差異を生じた。

4-5 鉱床賦存のポテンシャル

本地域の石英脈は数10脈からなるが、現時点でポテンシャル的に評価できるのは、脈No.1、2、3、6、10の5脈である。それらの鉱況、規模等を再度列挙すれば次のとおりである。

脈No.	平均脈幅(cm)	平均金含有量(g/t)	脈総延長(m)
1	20.7	21.97	900
2	18.9	7.78	1,000

3	23.6	6.15	1,000
6	26.5	2.55	800
10	42.3	10.01	2,800

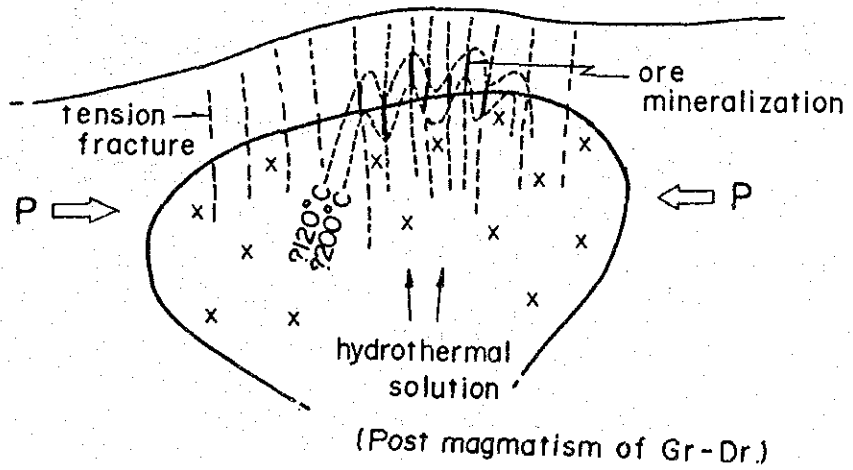
これらは各区間（数 10～数 100m）ごとに大きな変動があり、また、鉱況優勢部の下方の連続性についても、本年度実施の 2 本のボーリング結果だけでは推定できない段階にあるが、将来の開発及びその規模等の一つの判断要因とするため、今回、金含有量の試算を行った。

計算方法は、上記 5 脈を対象とし、それぞれについて比較的品位がまとまっている区間ごとにまずブロック化した。そして、Au 1 g/t 以下のブロックは除外し、脈幅はブロック間の平均、比重は 2.6（旧東ドイツと同一）、脈の下部延長は脈沿いに 150m、賦存率 100%とした。計算結果は Table I-4-1 に示す。

金含有量は、6.5t となった。ボーリング結果で地表下 150m で鉱徴が捕捉されていないことを考慮するとすれば、この量は最大限の数値となる。

旧東ドイツは、5 脈のほかに No. 9、14、15 脈を加えた 8 脈を対象とした鉱量計算を実施し、金量 16.5t を計上した。計算では脈ごとの総延長を対象とし、また、下方への延長を 350m としている。

I Stage : Gr-Dr Intrusion
and Mineralization (Permian?)



II Stage : Removal, Errosion

→ Recent

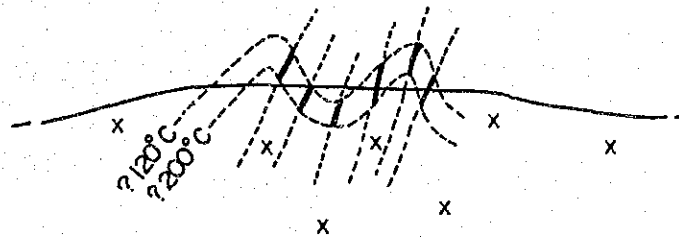


Fig. I-4-3 Idealized model of mineralization

Tablel-4-1 Result of ore reserve(Au)calculation

No. of vein	Block range	Thickness		Length (m)	Depth (m)	Volume (m ³)	Specific gravity	Weight (t)	Gold content (g/t)	Metal content (kg)	
		(m)	(m)								
1	No. 4 ~ 16	0.20	230	150	6,900	2.6 *	17,940	14.53	260.7		* same value with old east Germany
1	14 ~ 26	0.22	330	150	10,890	2.6	28,314	32.68	925.3		
1	27 ~ 30	0.25	90	150	3,375	2.6	8,775	5.70	50.0		
1	31 ~ 32	0.10	40	150	600	2.6	1,560	5.55	8.7		
	Sub total		690		21,765		56,589	22.00	1,244.7		
2	No. 36 ~ 53	0.29	440	150	19,140	2.6	49,764	8.21	408.6		
2	59 ~ 77	0.10	400	150	6,000	2.6	15,600	10.37	161.8		
2	80 ~ 81	0.10	80	150	1,200	2.6	3,120	376.90	1,175.9		
	Sub total		920		26,340		68,484	25.50	1,746.3		
3	No. 85 ~ 93	0.25	220	150	8,250	2.6	21,450	9.00	193.1		
3	119 ~ 130	0.21	260	150	8,190	2.6	21,294	17.58	374.3		
	Sub total		480		16,440		42,744	13.27	567.4		
6	No. 149 ~ 155	0.13	260	150	5,070	2.6	13,182	3.93	51.8		
6	158 ~ 163	0.28	150	150	6,300	2.6	16,380	4.07	66.7		
	Sub total		890		11,370		29,562	4.01	118.5		
10	No. 319 ~ 330	0.35	400	150	21,000	2.6	54,600	12.28	670.4		
10	348 ~ 352	0.40	200	150	12,000	2.6	31,200	12.86	401.2		
10	366 ~ 376	0.50	200	150	15,000	2.6	39,000	18.15	707.8		
10	377 ~ 382	0.45	110	150	7,425	2.6	19,305	56.75	1,095.6		
	Sub total		910		55,425		144,105	19.95	2,875.0		
	Total	0.225	3,890	150	131,340	2.6	341,484	19.19	6,551.9		

第5章 結論及び提言

5-1 結論

本調査結果、次の結論が得られた。

- 1) 地域の地質は、a)変成岩類、b)黒雲母アダメロ岩、c)両雲母花崗閃緑岩、d)閃緑岩、d)石英斑岩、e)コウ斑岩等からなる。b)はデボン紀、c)は二畳紀に進入し石英鉱脈群の母岩をなす。
- 2) 石英脈は数10條からなり、NNW-SSE系、NE-SW系、E-W系の3系列からなるが、鉱況、規模等の優勢な脈は、NNW-SSE系に属し、そのうち4脈の平均的脈勢は、脈幅20~40cm、金含有量6~22g/t、延長900~2,800mである。これらの延長距離は、単一石英脈が膨縮を繰り返しながら、あるいは雁行状配列をなして連続する総延長である。その中でのある区間ごとの鉱況は大きく変動する。
- 3) 鉱石鉱物は、自然金、黄銅鉱、方鉛鉱、四面銅鉱のほか若干のテルル鉱物（硫化鉱物、酸化鉱物など）である。これらは密接に関連するが、産状は散点的で縞状構造や帯状配列は認められない。
- 4) 鉱化作用は、両雲母花崗閃緑岩の後火成作用と関連すると考えられ、当時の広域的応力条件下で形成された裂隙系の規制を受けている。
- 5) 流体包有物の均質化温度から推定される金の沈殿温度は、一般の概念での温度に比べて低い結果となった。
- 6) 本年度の2孔のボーリング（脈No.1、10を対象）では地表下150mで、脈No.10に西脈で極く微量の硫化鉱物（方鉛鉱、閃亜鉛鉱）が確認された以外は鉱徴は捕捉されていない。しかし、本地域の鉱石鉱物の産状の特性からすると鉱化帯中であってもコアでは捉えられなかった可能性も残っている。
- 7) 物理探査（アレイ式CSAMT法）の1次元解析平面では、深度500m付近までは、主要な鉱脈構造と調和的な南北方向の比抵抗構造を示している。そのうちの地区Iの高比抵抗帯は石英脈の比較的分布頻度の高いゾーンと対応する。
- 8) ポテンシャルについては、地表の鉱況、2孔のボーリング結果だけでは評価できかねる面もあるが、鉱況優勢な5脈（No.1、2、3、6、10）を対象とした鉱量試算（脈の下方への延長150mと仮定）では、金量6.5tとなった。

5-2 第2年次調査への提言

本年度の調査結果、地表部での鉱況優勢な脈 No.1、2、3、10に対して、次年度はボーリング調査の実施を提案する。

本年度のボーリング結果から、本地域の鉱脈鉱床は鉱徴部の下方への連続性が小さい小規模鉱床であるという観点に立って、各脈の比較的浅部での連続性の把握を目的とする。調査は、各脈の高品位区間（ブロック）を対象とし、原則として調査地点間隔：100m、各地点での数量：2孔（傾斜）、掘進深度：100～150m/孔、着脈深度：地表下50m、100mとする。

これらの調査によって、鉱脈鉱床としての評価を行い、将来の開発手段、規模等の検討を行う。

第II部

各論

第II部 各論

第1章 地質調査

1-1 調査方法

1万分の1地形図を用いて調査し、ルートマップを作成した。各種分析・試験用試料の採取地点等は、GPS (global positioning system) により、緯度、経度を同定した。

1-2 地質

本地域の地質は、後期原生界とされる変成岩類及び花崗閃緑岩類が、第四系の分布域を除く地域全体の90%以上を占めて発達する。

これらを用いて閃緑岩、角閃岩、石英斑岩、コウ斑岩 (ランプロファイアー) などの岩脈類が分布する。

本調査の主目的である石英脈は、数10脈からなる。

本地域の地質図を Fig. II-1-1 に、地質断面図を Fig. II-1-2 に、及び模式地質柱状図を Fig. II-1-3 にそれぞれ示す。また、各種試験試料採取位置図を Fig. II-1-4 に示す。

1. 変成岩類

本岩類は、地域西部、南部及び東部に分布し、花崗閃緑岩類他の岩体に貫かれる。次の3岩類から構成される。

- 砂質岩起源の片麻岩 (砂質片麻岩 Psammitic gneiss)
- 石灰岩起源の変成岩 (結晶質石灰岩 Crystalline limestone)
- 泥質岩起源の片麻岩 (泥質片麻岩 Pelitic gneiss)

1) 砂質片麻岩

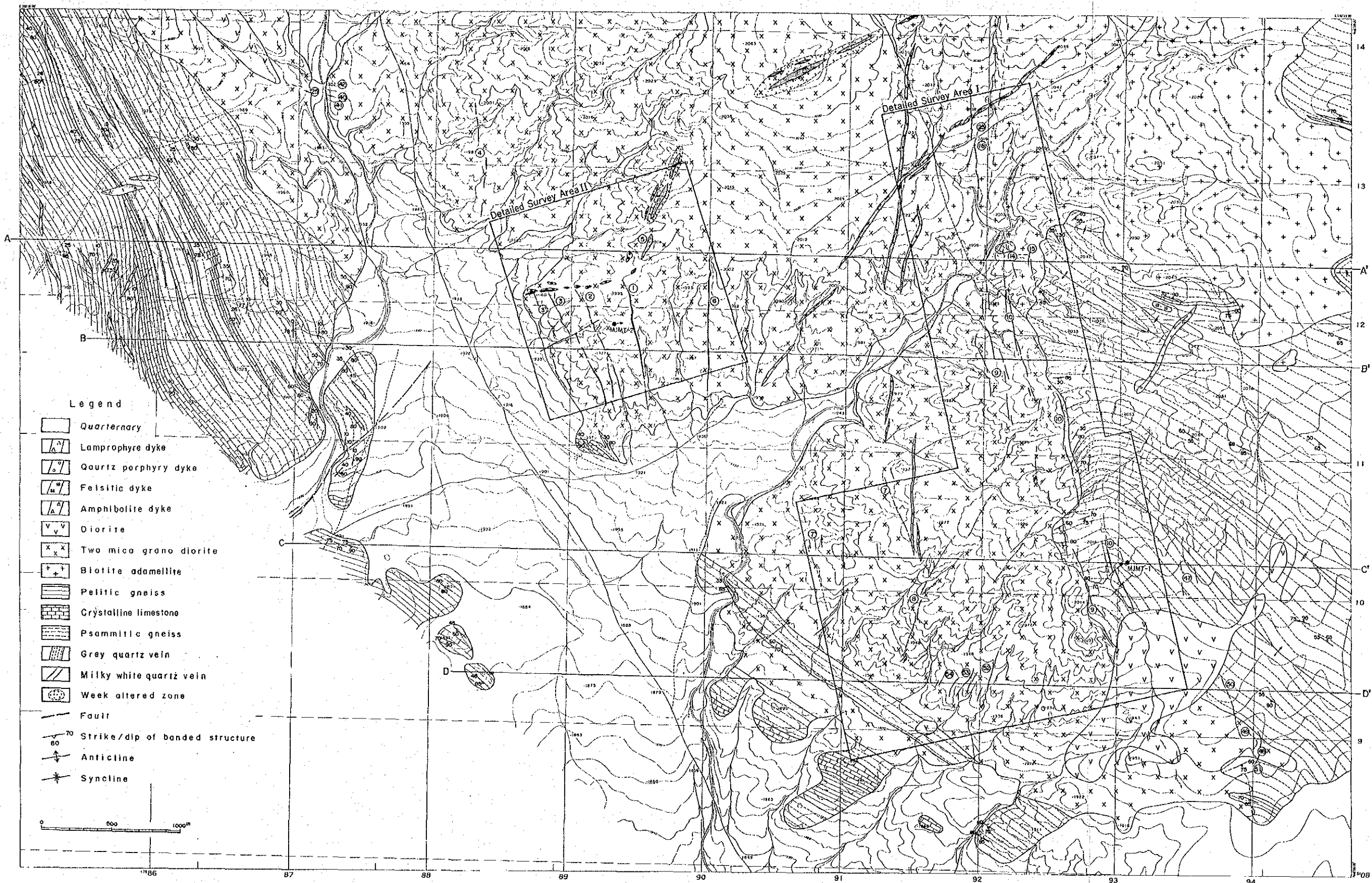
本岩は、変成岩類の層序的最下位に位置し、地域西部、南部及び東部に分布する。層厚は2 km 以上と推定される。

野外観察では、一般に灰白色で、石英、斜長石及び白雲母ときに黒雲母からなる等粒状組織を示し、一見完晶質酸性火成岩の様相を呈する。一般に数10cm～数m単位の層理面が残存し、それとほぼ平行する縞状構造が普遍的に観察される。また、それらの構造と平行的な幅数cm～10cmの分結石英脈 (Segregation quartz vein) もみられる。本岩は、結晶片岩が片理面に沿って割れやすいような性質はみられない。

薄片 No.50、53 の鏡下観察 (Fig. II-1-4、Table II-1-2 参照) では、主として石英、斜長石、カリ長石からなり、少量の白雲母、黒雲母ときに燐灰石を伴う。片麻状組織を示す。また、石英-斜長石-普通輝石-黒雲母-カリ長石-スフェーン-不透明鉱物の組合せをもつこともある。

また、薄片 No.53 と同一の粉末X線回折 (No.55) [Fig. II-1-4、Table II-1-4 参照] では、多量の石英、カリ長石、斜長石のほか、微量の緑泥石、絹雲母を生じている。

地域東部に発達する本岩と後述の両雲母花崗閃緑岩との境界部付近では、幅数100mの範囲で、



CARTOGRAPHY 1996
 PHOTOGRAPHY 1983

Fig. II-1-1 GEOLOGICAL MAP OF SEMI-DETAILED AREA

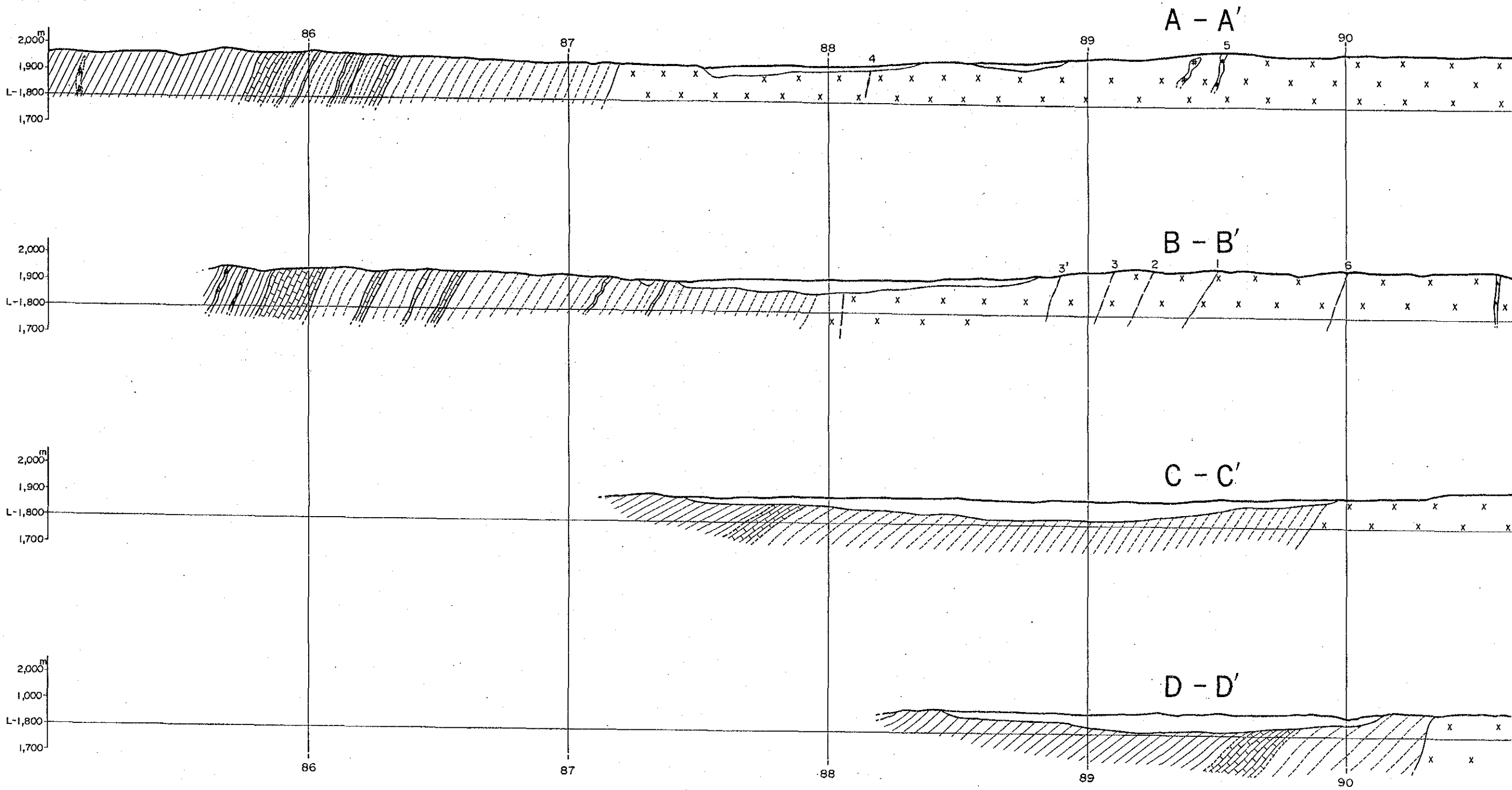
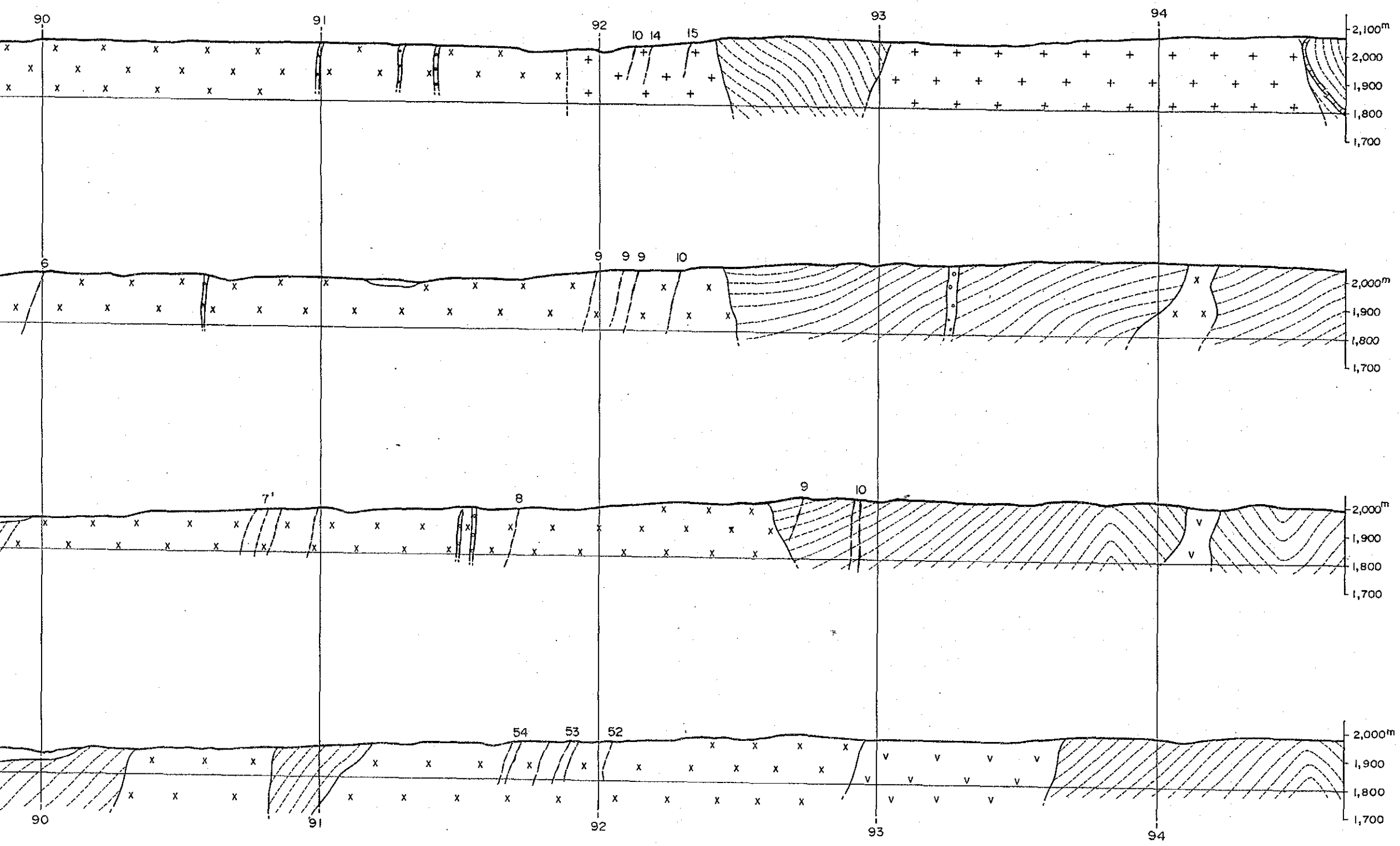
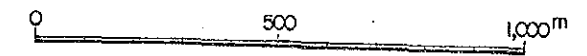


Fig. II -1-2 GEOLOGICAL PROFILE OF SE



- Legend**
- Quaternary
 - Lamprophyre dyke
 - Quartz porphyry dyke
 - Felsitic dyke
 - Amphibolite dyke
 - Diorite
 - Two mica grano diorite
 - Biotite adamellite
 - Pelitic gneiss
 - Crystalline limestone
 - Psammitic gneiss
 - Milky white quartz vein
 - Fault

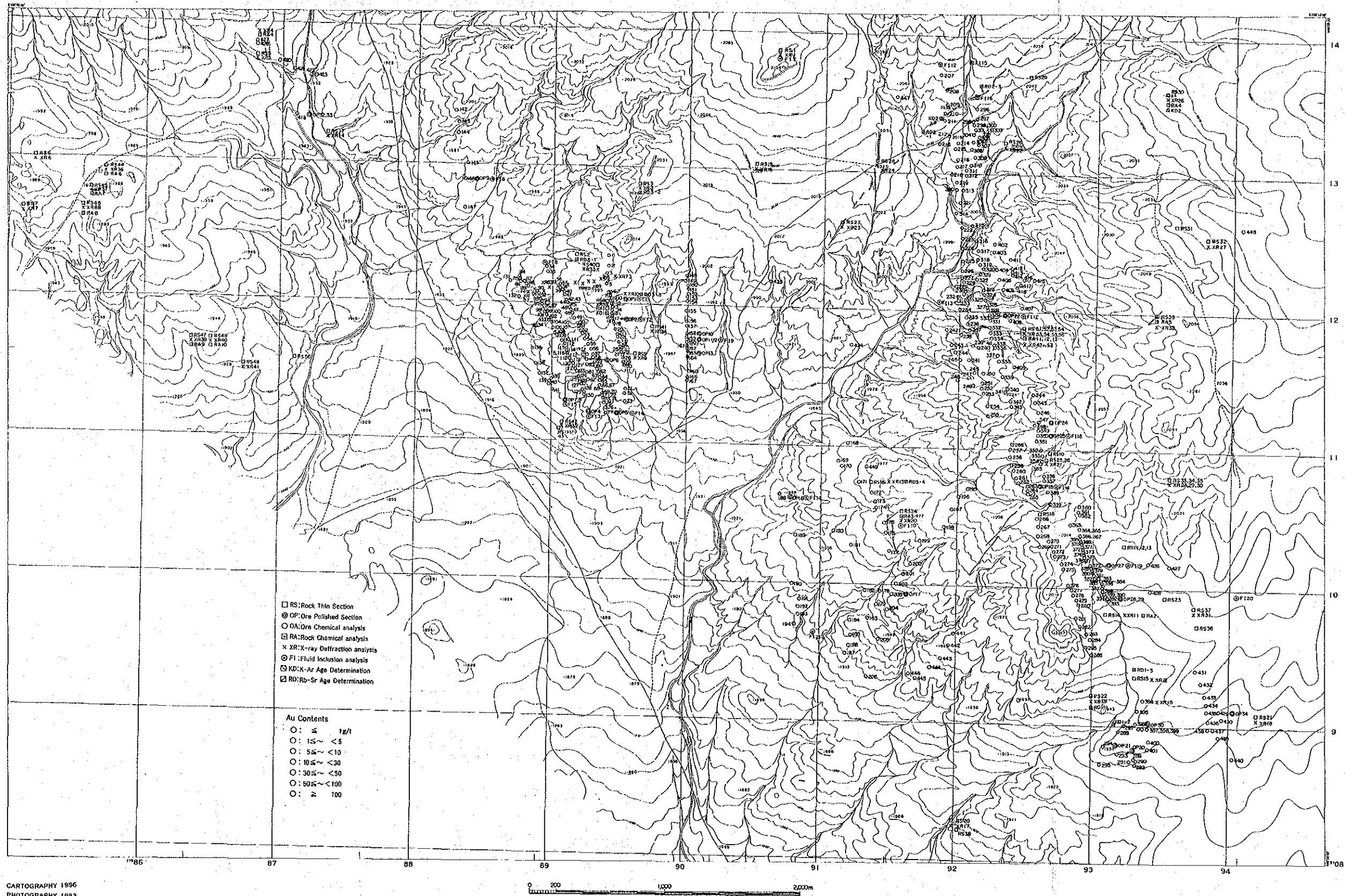


PROFILE OF SEMI-DETAILED AREA

Geological time		Metamorphic rocks	Geological column	Thickn. (m)	Ore mineraliz.	Rock facies	Age determ. by K-Ar, Rb-Sr
Cenozoic	Quaternary			> 50		Gavel, Sand, Silt	
	Tertiary						
Mesozoic	-100×10 ⁵ y.		Lp				
	-200		Dr				Cl of Q. Y. : 225.8~234.4 ±4.9
Upper paleozoic	-300		Am				Dr: 250.4 ± 85.7 Tgd: 268.1 ± 5.6
	-400		Tgd				
Middle~Lower paleozoic	-400		Am				
	-500		Am				
Late Proterozoic		Pelitic gneiss		> 700		Layered, Schistose ~gneissose st. occurred chlorite, muscovite, biotite, garnet	
		Crystalline limestone		max 250		Saccharoidal structure	
		Psammitic gneiss		> 2,000		Gneissose structure occurred muscovite, biotite, augite, garnet locally foiled intercalated crystalline limestone	

QP: Quartz porphyry Lp: Lamprophyer Am: Amphibolite Dr: Diorite BAD: Biotite adamellite Tgd: Two mica granodiorite
Cl: Clay st.: structure Thickn.: Thickness determ.: determination

Fig. II-1-3 Schematic geological column



CARTOGRAPHY 1996
PHOTOGRAPHY 1983

Fig. II-1-4 LOCATION MAP OF TEST SAMPLES

幅数mから10m程度の細～中粒の花崗閃緑岩（アダメロ岩：後述）が不規則に頻繁に進入しており、本岩との混成岩様を呈する箇所もある。

2) 結晶質石灰岩

本岩は、主として地域西部及び南部に発達し、砂質片麻岩中に挟在されて分布する。単層としては西部地域で10層以上を数える。層厚は数mから250m程度であり、薄い層はレンズ状で連続性に乏しい。最大層厚250mの単層は西部地域で、上位の泥質片麻岩に整合的に被覆される。東部地域での本岩の発達は弱く、稀に厚さ数mの層が分布するにすぎない。

野外観察では、灰白色、結晶質石灰岩～大理石で、ほとんど例外なく径1mm以下の黒色不透明鉱物がみられる。

鏡下（薄片 No.31、43、47）では、糖状石灰岩あるいは大理石で、95%以上を粗粒結晶質の方解石が占め、少量～微量の石英、不透明鉱物（酸化鉄？）、白雲母、燐灰石などを伴う。

3) 泥質片麻岩

本岩も、主として地域西部及び南部に分布する。西部地域では変成岩類の最上位を占めて発達し、層厚は700m以上である。地域南部では、層厚約200mの本岩の上位に砂質片麻岩が被覆している。

野外観察では、黒色～暗灰黒色で、層理面～片理面が卓越し、比較的板状に割れやすい。しばしばザクロ石の巨大結晶（最大径1cm）が観察され、かつて高温、高圧の環境下にあったことを示している。

鏡下（薄片 No.46）では、緑色片岩あるいは白雲母－緑泥石－石英片岩であり、白雲母－緑泥石－石英－角閃岩－黒雲母－不透明鉱物などからなる。非常に不均質である。薄片と同一試料のX線回折（No.38）では、多量の石英、緑泥石、セリサイトのほか、微量の斜長石が検出される。

2. 花崗閃緑岩類

次の2岩体からなるが、連続露頭が欠如することもあるためその境界を追跡するのは困難である。

○両雲母花崗閃緑岩

○黒雲母花崗閃緑岩（白雲母含有黒雲母アダメロ岩）

後述のK-Ar放射年代測定結果では、前者が $268.97 \pm 5.6\text{Ma}$ 、後者が $384.67 \pm 7.8\text{Ma}$ であり、両者の時代に大きな開きがある。

1) 両雲母花崗閃緑岩

黒雲母・白雲母花崗閃緑岩で、地域中央部から北部～北西部にかけて分布する。また、地域南部では、砂質片麻岩中にその構造と調和的な幅200m強の岩脈状岩体の存在が、転石の分布から

推定される。

本岩は、灰白色、中～粗粒の完晶質岩で、主として石英、斜長石からなり、少～中量の黒雲母、白雲母を伴う。ときにピンク色のカリ長石を伴うことがある。肉眼的には、一部の石英脈に接するものを除き、顕著な変質は認められない。

鏡下（薄片 No. 8、40、41）では、中粒・等粒状組織を示し、主として石英、斜長石からなり、少～中量の白雲母、黒雲母、カリ長石を伴う。3試料ともやや変質の程度は高く、斜長石と黒雲母が変質したり、あるいは斜長石のみが選択的に変質している。No.40 では緑簾石の細脈が認められる。

薄片にそれぞれ対応する試料のX線回折（No. 8、33、34）では、ほぼ同一の反射パターンを示し、多量の石英、斜長石のほか少量の白雲母、カリ長石を伴う。黒雲母は白雲母とのピークの重なり具合で、確認できない。

2) 黒雲母花崗閃緑岩（白雲母含有黒雲母アダメロ岩）

本岩は、地域北東部に分布する。記述のとおり、両雲母花崗閃緑岩との境界は不明確である。

灰白色を呈するが、両雲母花崗閃緑岩に比べ、白色度がやや強い。また、分布域の中央部付近のやや風化した部分では、砂質片麻岩の構造と調和的なNW—SE系の縮状構造が一樣に観察され、弱い変成作用を受けた可能性を示している。新鮮部ではこの構造は見られない。

肉眼的には主として石英、斜長石、カリ長石？、黒雲母からなり、少量の白雲母が観察されることも多い。

鏡下（薄片 No.26、29、32）では、粗粒・等粒状組織を示し、主として石英、カリ長石、斜長石からなり、中量の黒雲母を伴う。No.26、32 では、少～微量の白雲母も認められる。また、No.32 では、カリ長石は斜長石よりも多く、明瞭なマイクロクリン組織を示す。

以上から本岩の正式名称は、上記のとおり、白雲母含有黒雲母アダメロ岩となるが、本報告書では、「黒雲母アダメロ岩」とする。

薄片 No.26、32 に対応する試料のX線回折（No.22、27）では、鏡下観察と同様の鉱物が確認される。特に雲母類は、ほとんど黒雲母（ $2\theta=17.7\text{ A}$ の反射欠如）であり、また、No.27 では、カリ長石と斜長石とは同等の反射ピークを示す。

変質の程度はNo.22 だけが高く、緑簾石、石英、セリサイト、不透明鉱物（硫化鉄）、粘土鉱物などを生じている。

なお、既述した地域東部の砂質片麻岩と両雲母花崗閃緑岩との境界部付近で、砂質片麻岩中へ頻繁に貫入する花崗閃緑岩は、検鏡（No.10）の結果、両雲母花崗閃緑岩ではなく、黒雲母アダメロ岩であることが明らかになった。もしこの多数の小規模黒雲母アダメロ岩が本体のそれと同一であるとすれば、本体の黒雲母アダメロ岩は、両雲母花崗閃緑岩より古いことになる。変成作用を受けた可能性を示す縮状構造の存在や後述の年代測定結果もこれを裏付けている。

3. 閃緑岩

本岩は、地域北西部及び南東部に3岩体が分布する。南東部岩体の規模が最も大きく、最大幅0.8kmで、北東-南西方向に2.0km延長する岩株状岩体である。本岩は、石英脈No.9、10の南限部を貫いていると考えられるが、一方では本岩の南縁部を数条の小規模不毛石英脈に切られている。

後述のRb-Sr放射年代測定結果では、 250.37 ± 85.66 Maであり、誤差が大きい。

暗緑～暗灰色を呈し、外縁部は細粒、中心部は中～粗粒の均質な半～完晶質岩体である。斑晶として、斜長石、有色鉱物が観察される。

鏡下(薄片No.14、15、22)では、粗粒完晶質で、深成岩組織を示す。主として斜長石、紫蘇輝石、普通角閃石からなり、少量の普通輝石、石英、カリ長石、黒雲母、燐灰石、不透明鉱物(酸化鉄)などを伴う。No.12は強く変質しているが、他の2つは無視できる程度の変質を示す。

薄片(No.14、15、22)と同一試料のX線回折(No.11、12、19)では、斜長石、紫蘇輝石、普通角閃石、黒雲母を主とし、少量の石英を伴う。鏡下で変質しているNo.12では中量の緑泥石と少量のセリサイトが検出される。

4. 岩脈類

岩脈類には、角閃岩(塩基性岩起源)、ペグマタイト、石英斑岩、珪長質岩、コウ斑岩(Lamprophyre)などがある。

1) 角閃岩(塩基性岩起源)

変成岩類中に分布し、特に地域西部の泥質片麻岩中に多く発達する。N-S系、NE-SW系、NW-SE系と方向性の变化に富み、一般に片麻岩の構造を切っている。幅は数m～10m程度の延長性に乏しい小規模岩脈である。岩体はしばしば規則的にちぎれてブーディン構造を示し、また、周囲の泥質片麻岩との浸食差による突出地形を呈することもある。

暗緑色、中粒、均質な岩体で、ほとんど角閃石からなっている。片理～片麻状構造はみられない。

鏡下(No.6)では、斑状変晶状組織を示す。普通角閃石を主とし、ザクロ石(長径2mm)、石英、不透明鉱物、斜長石を伴う。ザクロ石角閃岩相の広域変成岩であり、原岩は玄武岩質の苦鉄質岩である。

同一試料のX線回折(No.6)では、多量の角閃石、少量の石英、斜長石からなり、微量の緑泥石が検出される。

2) ペグマタイト岩脈

本岩も変成岩類中に、地域によっては非常に頻りに分布している。幅は一般に1m以下であり、連続性はなく、方向性も一般に不定である。主として石英、斜長石、カリ長石、普通角閃石からなる。カリ長石の単一結晶はしばしば径1cm以上となる。

規模が小さいことから本岩の地質図への記載は省略されている。

3) 石英斑岩

本岩は、主として地域中央部に発達し、両雲母花崗閃緑岩を貫いている。幅2～10mの数本の岩体がN-S系に比較的連続性をもって連なっている。不毛の石英細脈に切られることがある。

淡緑灰色、細粒～無斑晶質で、ときに細粒石英、斜長石が観察される。

鏡下 (No.24) では中粒完晶質で、主として斜長石と石英からなり、少量のカリ長石を伴う。有色鉱物は存在したらしいが鉱物種は不明である。ひん岩としたほうがよいが、従来どおり「石英斑岩」とする。

強い変質作用により石英以外の鉱物はほとんど変質している。

同一試料のX線回折 (No.20)では、石英と中量の斜長石からなり、少量のカリ長石を伴う。また、中量のセリサイトが検出される。

4) 珪長質岩

本岩は、石英脈 No.5 と平行的に、不規則雁行状に配列する岩体で、肉眼的には、淡灰色、細粒～無斑晶質で、珪質である。No.5 脈とほぼ同時期生成と考えられる。

薄片は作成していなく、X線回折も行っていない。

5) コウ斑岩 (Lamprophyre)

本岩は、地域中央部から北東部にかけて分布するNE-SW系の岩脈で、岩体幅は最大10m程度だが連続性に富んでいる。北東部では2～3本に分岐したり、雁行状に配列したりする。石英脈 No.9、10 系列の脈を切っている。

後述の Rb-Sr 放射年代測定結果では、 $351.75 \pm 236.69\text{Ma}$ で誤差が大きい。

暗青黒色、細粒緻密な岩体で、見掛けは玄武岩的である。

鏡下 (No.27)では、細粒完晶質で、斑晶として極く少量の小形のかんらん石、普通輝石、普通角閃石を含む。石基は主としてカリ長石と普通角閃石からなり、少量の普通輝石や不透明鉱物などを伴う。かなり強い変質作用を受け、緑泥石、方解石、石英などが生成している。また石英の捕獲結晶を少量含む。

同一試料のX線回折 (No.23) では、中量の緑泥石、少量の斜長石、微量の角閃石、石英、方解石が検出された。

なお、地域西部の変成岩類中に局部的に分布し本岩に含めた岩体 (薄片 No.44、X線回折 No.36=GPS Coordinate:46.8.59N、100.6.51E) は、アルカリ玄武岩で、変質は全くみられない。本岩は地域外で卓状地形をなす第四紀の玄武岩と同一である可能性がある。

5. 石英脈

本調査で確認された石英脈群は、Fig. II-1-1 の地質図にも示したが、石英脈を強調して、Fig. II-1-5 に石英脈分布図として示す。図の○数字で示す個々の脈番号は、旧東ドイツの脈番号を踏襲した。

旧東ドイツ調査では本地域外北西部を含め、55 脈を図示している。本調査では、地域内については、北西部の No.26、27、28 の小規模脈を除きすべて確認し、それ以外にも No.3´、No.7´ 及び No.9 系列の北方脈 (No.16~23) の分岐脈などを新たに確認している。なお、調査地域外の脈としては、No.13、30~39、44~46 が存在する。

これら地域内の石英脈は、方向性から次の 3 系列に分類される。

方向性	脈 No.
① NNW-SSE系 No.1、2、3、3´、6、7、7´、9、10、14、15、16~23
② NE-SW系 No.5、8、52、53、54
③ E-W系 No.25、40、41、42

これらのうち、鉱況優勢な脈はすべて①系列に属している。

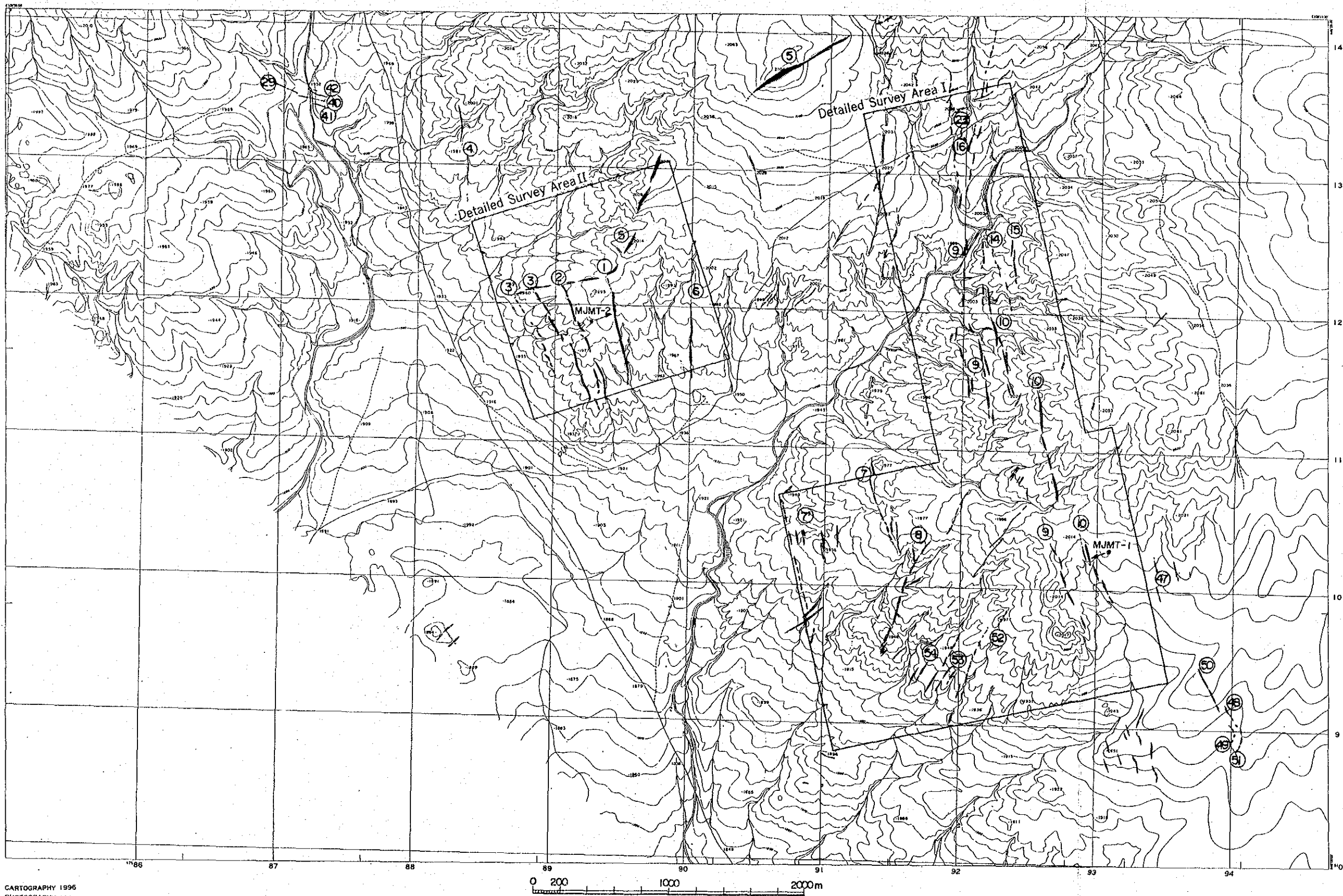
一方、旧東ドイツは、脈の方向性とそれらの随伴鉱石鉱物から、次の 3 つのタイプに分類している。

	方向性	脈 No.	随伴金属
タイプ 1	NW系 (地域外)	No.30~39、40~46	Cu, Pb, Zn
タイプ 2	NNW系 (一部 E-W, NW 系)	No. 1~ 4、6~10、14~23、 25、27~29、40~43、47~51	Cu, Pb, Bi, Au
タイプ 3	NE系	No. 5、13	Cu, Pb

本地域内の石英脈の性質について以下に述べる。鉱石鉱物については第 2 章で一括して述べる。

1) NNW-SSE系の石英脈 (No. 1、2、3、3´、6、7、7´、9、10、14、15、16~23)

本系列の石英脈は乳白色を呈し、小規模の No. 4、47~51 などを除きすべて後述の精査地区内に分布する。大部分は両雲母花崗閃緑岩を、一部は砂質片麻岩をそれぞれ貫いている。石英脈自体は、全体に均質で細粒石英結晶の集合体からなっていると判断される。生成時期の前後関係を示すような流理構造などは肉眼的には認められない。主要な脈 (No. 1、2、3、6、7、9、10) の平均的な脈幅は 20~30cm で、最大 110cm (No.10) である。連続性に富むのが特徴で、一般に 1 km~数 km に達する。しかし、単一脈は数 10m~数 100m であり、これらが膨縮を繰り返して延長する場合と、数 m~数 10m の間隔幅をおき雁行状に配列しながら延長する場合とがある。



LEGEND

- ROAD
- RIVER
- HOUSE

CARTOGRAPHY 1996
PHOTOGRAPHY 1983

Fig. II-1-5 Location of Quartz Vein

No. 1、2、3、6脈（精査Ⅱ地区）はほぼ前者に、No. 9、10脈（精査Ⅰ地区）はほぼ後者に属する。ただし、No. 9、10脈については単一脈をそれぞれ別の脈として扱うのが妥当である。

No. 14、15は、No. 10の小規模平行脈であり、No. 16～23は、No. 9の北方延長脈である。

なお、No. 1、2、3、6、9、10の鉱況優勢部の露頭部は採掘されている。採掘深度は、ズリ山の量、No. 1の3本の調査立坑（いずれも深度18m程度で立入で脈確認）などから判断すれば、10m以内であろう。

2) NE-SW系の石英脈 (No. 5、8、52、53、54)

本系列の石英脈は、No. 5が灰白色を呈する以外は乳白色で、いずれも両雲母花崗閃緑岩を貫いている。

代表的なNo. 5は、ツァガンツァヒル山を中心として分布し、延長数10mから数100mの不規則レンズ状の単一脈が線状に配列するもので、地域内での総延長は約4 kmである。脈幅は他の脈に比べて極端に大きく、ツァガンツァヒル山では最大50mである。

脈自体は、一般に灰白色を呈するが、僅かな色調の濃淡の変化がみられる。他の乳白色石英脈と比べてやや不均質であるが、全体に石英の集合体である。次に述べる鏡下観察での岩石組織などは識別できない。

鏡下（薄片No. 3）の観察結果では、原岩は石英、カリ長石、斜長石、白雲母などからなる花崗閃緑岩であったと推定される。原岩は一度破砕され、その後強い珪化変質作用を被り、現在はほとんど全て石英から構成されて、ごく少量の～微量のカリ長石、斜長石、白雲母が認められる。

同一試料のX線回折（No. 3）では、石英のほか、微量～少量の斜長石、微量のカリ長石、セリサイトが検出される。

薄片1個のみのデータでは断定できないが、No. 5脈は変質脈である可能性が高い。

次いで、延長性のあるのはNo. 8で、脈幅5～20cm、延長数10mの単一脈が断続し、総延長約1 kmに達する。その南西部末端部では、数脈に分岐したり雁行状に配列した後尖滅している。

No. 52～54は、平行性の5～6本の脈からなり、それぞれ脈幅5～10cmの連続性に乏しい単一脈が数100mに亘って断続している。

3) E-W系の石英脈 (No. 25、40、41、42)

この系列は、地域北西部に分布する小規模脈である。脈幅は数cm～10cmで連続性に乏しい。No. 41の露頭部の一部には採掘跡も見られる。

4) 石英脈群の規模

本調査で確認された主要な石英脈群の規模を、Table II-1-1に示す。このうち、精査地区に分布するものについては、第2章でそれらの細部を述べる。

Table II-1-1 Scales of main quartz veins

No. of Q.V.	Direction	Mean width (cm)	Total Length(m)	Remark
1	NNW-SSE	20.7	900	
2	NNW-SSE	18.9	1,000	omit parallel vein
3	NNW-SSE	23.6	1,000	omit parallel vein
6	NNW-SSE	26.5	800	
7	NNW-SSE	12.6	750	omit parallel vein
8	NE-SW	15.3	1,500	omit parallel vein
9	NNW-SSE	26.6	3,000	omit parallel vein
10	NNW-SSE	42.3	2,800	
16 ~23	NNW-SSE	13.2	> 1,500	omit parallel vein

5) No. 5 脈と No. 1、2、3 脈との関係

No. 5 と No. 1、2、3 の北方末端部は近接しており、それらの前後関係は不明確である。旧東ドイツは、前者が後者を切っているとしているが、本調査ではトレンチの再調査を含め明かにされていないが次の考え方も出来る。

- ① No. 1、2、3 は No. 5 に切られている。しかし、切られた先が見あたらない。
- ② No. 1、2、3 は No. 5 にぶつかって消滅した。
- ③ No. 1、2、3 は、たまたま No. 5 に近接した地点で自然消滅した。
- ④ No. 1、2、3 は、No. 5 からの分岐脈である。

強いて結論づけるとすれば、③であり、前後関係については、No. 5 が後期ないしほぼ同時期であろう。

6) 石英脈と岩脈類等との関係

石英脈と岩脈類等との前後関係については、1-3、1-4 項でも述べたが、まとめれば次のとおりである。

石英脈 No. 23 (No. 9 の北方延長) は、コウ斑岩岩脈 (Rb-Sr 年代: 351.75 ± 236.69 Ma) に切られている。

No. 9、10 は、閃緑岩 (Rb-Sr 年代: 250.37 ± 85.65 Ma) に切られている可能性が大きい。一方、本岩は、小規模細脈 (NNW系) に切られている。

石英斑岩を切る小規模細脈 (NNW系) がある。

6. 第四系

主として河川堆積物と考えられ、地域中央部から南部にかけて広く分布する。淘汰不良の壘円礫、砂、及びシルトからなる。

7. 地質構造

1) 変成岩類の構造

地域西部から南部にかけての変成岩類は、NWの走向をもちSWに $60^{\circ} \sim 85^{\circ}$ 傾斜する単斜構造をなす。上位の泥質片麻岩に移行するにつれて急傾斜となる傾向がある。

地域東部の変成岩類は、基本的には西部地域と同様NW系の走向をもつが、傾斜 $65^{\circ} \sim 90^{\circ}$ かなる背斜、向斜を繰返す褶曲構造を形成している。そして褶曲軸の一部は両雲母花崗閃緑岩との境界部付近で、同岩の進入時の影響を受け緩く屈曲している。

2) 断層

西部地域の変成岩類中には、泥質片麻岩の分布のずれから推定される、水平的に数 100m の転移量をもつNE-SW系の断層（左ずれ）が存在する。その位置は谷地形とも一致し、また断層周辺の変成岩類の構造（走向）にも乱れが生じている。断層の北東延長は石英脈 No.5 の方向に連なる可能性があるが明らかでない。

旧東ドイツは、本断層と No.5 脈の延長部は一連の断層であるとし、それは No.1、2、3 脈を切るほか、No.5 脈はそれ沿いの進入脈と考えている。既述のように、No.5 脈は花崗閃緑岩が破砕を受けた変質脈の可能性のあることからすれば、少なくとも No.5 脈が断層と関連することは否定できない。

本調査の No.5 周辺の調査では、断層の存在は明かにされていないが、珪化変質によりその痕跡が消されているかもしれない。

その他の小規模断層も全てNE-SW系で、結晶質石灰岩や石英脈が 10m 前後転移しているのがみられる。

8. 石英脈の構造規制

旧東ドイツ調査では、タイプ1（NW系＝地域外）は、花崗閃緑岩と混成岩との接触部、タイプ2（NNW系）は、変成岩類と花崗閃緑岩との接触部にそれぞれ分布し、いずれも shear fracture の fissure filling としている。（タイプ3（NE系）の分布規制の記載はない）。

本調査結果では、タイプ3（NE系）の No.5 は、剪断を受けた可能性が大きいことから shear fracture の変質脈であり、他の系列は剪断を受けた形跡はなく、また、雁行状の配列を示すことが多いことから、tension fracture の fissure filling と考えられる。すなわち、石英脈群の形成前の広域的応力場は、その主応力がほぼE-W方向にあり、それに対してほぼ 45° のNW系に生じた shear fracture が No.5 で代表され、また、主応力とほぼ直角及びほぼ平行に生じた tension fracture に、タイプ2（NNW系）の主要脈及びE-W系の石英脈群が形成されたと考えられる。

さらに考え方を拡大すれば、石英斑岩やコウ斑岩などの岩脈類は、貫入時期の問題ともからむが、同一応力場の規制を受けたとも推察される。

また、異質岩体の接触部に石英脈が分布するというのは、同一の応力場でも接触部には裂隙系が生じやすいとみるべきである。