

(3) 室内実験

岩石の変質状態を調べるため、偏光顕微鏡観察のほかX線回折及び全岩分析を実施した。

(a) X線回折

本年度調査したボーリングのうち、測線G440, G480及びB200(15測線)沿いのボーリングから13本を選定し、700MLを基準に100m間隔で50試料を採取し、X線回折に供した。X線回折により、変質鉱物の同定、絹雲母のポリタイプの決定及び絹雲母の結晶度解析を行った。回折条件を表1-8に、回折結果を表1-9に示す。

表1-8 X線回折条件

	不定方位	水ヒ定方位・EG処理
X線管球	Cu	Cu
ターゲット	Ni	Ni
電圧	40KV	30KV
電流	20mA	15mA
チャートスピード	2 cm/分	2 cm/分
回折スピード	2°/分	1°/分
回折角度(2θ)	2°~40°	2°~20°
フルスケール	1000C. P. S	1000C. P. S
時定数	1秒	1秒
スリット系	1°-0.3mm-1°	1°-0.3mm-1°

(i) 鉱物同定

X線回折の結果、石英、斜長石、カリ長石、絹雲母、モンモリロナイト、カオリン、方解石、苦灰石及び黄鉄鉱が同定された。このうち絹雲母、モンモリロナイト及びカオリンは粘土鉱物である。

石英及び絹雲母は全試料から検出されているが、モンモリロナイト、カオリンは出現頻度が低い。炭酸塩鉱物(方解石、苦灰石)の出現頻度は北鉱床に比べて高く、鉱化変質の中心であるカリ変質帯からも多く検出されている。なお、カリ長石は50試料中47試料で検出されており、出現頻度は高いが、初生カリ長石と次生カリ長石の区別はされていない。

これらの変質鉱物の出現位置は、炭酸塩鉱物がカリ変質帯から粘土化変質帯まで広く分布することを除いては全体的な変質帯の累帯配列と合致している。

(ii) 絹雲母のポリタイプ

雲母のポリタイプには1M, 2O, 2M₁, 2M₂, 3T, 6Hの6種類あることが知られている。このうち、粘土鉱物として産する雲母には1Md, 1M及び2M₁のものが多く(地熱開発総合ハンドブック, 1987)。絹雲母のポリタイプについては熱水合成実験や産状から1Md, 1M, 2M₁の順に生成温度が高くなることがわかっている(白水, 1988)。本調査で確認された絹雲母のポリタイプは1Md, 1M, 2M₁+1M及び2M₁であり、

表 1 - 9 X線回折結果一覧表

番号	ボーリング名	採取深度 (m)	レベル (ML)	変質帯	Q	P	Kf	M	S	K	Ca	Do	Py	絹雲母の ポリタイプ	W(10Å)/ W(5Å)
1	ZK59	159.5	600	K	#		#		#					1 M	1.3
2	"	259.5	500	K	#	#	#		#	±	±	±		1 M	1.1
3	"	339.0	400	P	#		#		±	±		±		1 M	-
4	ZK58	74.0	700	K	#		#	±	+					1 M	1.3
5	"	173.5	600	K	#	+	#		#			#		1 Md	1.3
6	"	273.6	500	K	#	#	#		#			±		1 Md	1.0
7	"	367.5	400	P	#	#	#		#			±		1 Md	1.3
8	"	474.0	300	P	#		#		#		+	+		2 M ₁	1.3
9	"	543.0	200	K	#		+		#		±			2 M ₁ +1 M	0.5
10	ZK57	120.0	700	K	#	#	#	±	+					1 M	1.1
11	"	208.5	600	K	#		#		#				±	1 M	1.2
12	"	315.1	500	P	#	#	+		±		±			1 Md	1.6
13	"	414.0	400	K	#	#	#		+			±		1 M	1.6
14	"	494.0	300	P	#	#	#		±					1 M	1.4
15	ZK76	100.5	700	K	#				#					2 M ₁ +1 M	0.9
16	"	184.0	600	K	#		+		#					1 M	-
17	"	309.0	500	K	#	#	#		#			±		1 M	1.1
18	"	400.0	400	K	#	#	#		#		±			2 M ₁ +1 M	1.2
19	"	478.0	300	P	#	#	#		#		±		±	1 Md	1.0
20	ZK56	95.0	700	K	#		#		#					1 M	0.9
21	"	194.0	600	P	#	+	#	±	#			±		1 M	1.0
22	ZK61	168.0	600	P	#	#	#	±	#					1 M	1.0
23	"	271.0	500	P	#	#	#		#			±		1 M	0.9
24	440-1	188.0	600	P	#				#			±		2 M ₁ +1 M	0.9
25	"	288.0	500	P	#	#	#		#		±			1 M	1.2
26	ZK53	99.5	700	P	#	#	#	±	#			±		1 M	1.0
27	"	198.5	600	P	#	#	#		#		±		±	2 M ₁	0.8
28	"	300.0	500	P	#		#		#		±			2 M ₁ +1 M	1.1
29	"	401.0	400	A	#	#	#		#		±		±	1 M	1.7
30	ZK52	159.0	700	P	#	#	#	±	#		±			1 M	1.2
31	"	258.7	600	A	#	#	#		#	±				1 Md	-
32	"	359.0	500	A	#	#	#		+		±			1 Md	1.5
33	380-1	71.0	700	P	#				#				+	2 M ₁	1.0
34	"	174.3	600	A	#	#	#		±					1 Md	0.9
35	"	269.3	500	A	#	#	#		+		±			1 Md	-
36	"	370.9	400	A	#	#	#	±	+		±			1 Md	1.1
37	420-1	108.9	700	P	#	#	+		+					1 Md	-
38	"	222.7	600	A	#		#		#		±			2 M ₁ +1 M	1.2
39	"	309.0	500	A	#		#		#		±	±	±	2 M ₁ +1 M	1.1
40	500-1	74.0	700	K	#		#	±	#				+	2 M ₁	0.9
41	"	176.2	600	K	#		#		#					2 M ₁	0.8
42	"	275.0	500	K	#		#		#				±	2 M ₁	1.4
43	"	375.0	400	K	#		#		#		±			2 M ₁	1.1
44	"	475.0	300	P	#	#	#		#					1 Md	1.4
45	"	550.0	200	P	#		#		#			+	±	1 M	-
46	ZK 8	103.4	700	K	#		#		#					1 M	0.8
47	"	203.0	600	K	#	#	#	±	+					1 Md	0.8
48	"	310.0	500	K	#	+	#	±	+					1 Md	1.0
49	"	405.5	400	K	#		#		#			±		1 Md	1.0
50	"	499.0	300	P	#		#	±	#		±		±	1 Md	1.3

凡例 Q:石英 P:斜長石 Kf:カリ長石 M:モンモリロナイト S:絹雲母 K:カオリン Ca:方解石
 Do:苦灰石 Py:黄鉄鉱
 #:回折線強度の非常に強いもの #+:回折線強度の強いもの
 +:回折線強度の弱いもの ±:回折線強度が微弱または存在が不確実なもの
 条件:Cu-Ni 40kV, 20mA
 変質帯 K:カリ変質帯 P:フィリック帯 A:粘土化変質帯

全試料中の出現頻度は1Mdが16試料，1Mが20試料，2M₁+1Mが7試料，そして2M₁が7試料である（表1-9，表1-10）。各ポリタイプの出現位置と変質累帯分布との関係を見ると高温型の2M₁はカリ変質帯に多く，低温型の1Mdは粘土化変質帯に多くなっており，流体包有物による均質化温度の分布測定結果と一致している。

表1-10 絹雲母の変質帯別ポリタイプ出現頻度及び結晶度

	1Md	1M	2M ₁ +1M	2M ₁	W (10Å) / W (5Å)
カリ変質帯	5	10	3	4	1.1
フィリック帯	6	9	2	3	1.1
粘土化変質帯	5	1	2	0	1.3

(iii) 絹雲母の結晶度

絹雲母の結晶度は回折X線のピークの半価幅から求めることができる。半価幅の単位は長さ(mm)である。10Åの回折X線ピークの半価幅をW(10Å)，5Åの回折X線ピークの半価幅をW(5Å)と表現すると，W(10Å)/W(5Å)比が1に近いほど絹雲母の結晶度が高いとされている(Shirozu, 1972)。回折結果を表1-9に示す。実際に結晶度を測定した試料では1Mdが13試料，1Mが17試料，2M₁+1Mが9試料そして2M₁が7試料である。

タイプ別にみるとW(10Å)/W(5Å)の平均値は1Mdが1.2，1Mが1.2，2M₁+1Mが1.0，そして2M₁が1.0となっており1Mdと1Mの値が大きくなっている。したがってこれらの結果から1Mdと1Mの結晶度は低く，2M₁+1Mと2M₁の結晶度は高いと判断される。また，同じポリタイプの試料間でも，半価幅比W(10Å)/W(5Å)が1より大きいほど結晶度が低いと判断される。

変質帯別の絹雲母の半価幅比を表1-11に示す。それによると粘土化変質帯は1.3と最も大きく，カリ変質帯とフィリック帯は1.1と低い値を示している。

以上，絹雲母のポリタイプ及び結晶度に関しても，鉍化変質モデルと調和している。

表1-11 絹雲母のポリタイプ別結晶度

	W (10Å) / W (5Å)
1Md	1.2
1M	1.2
2M ₁ +1M	1.0
2M ₁	1.0

(b) 全岩分析

鉍化変質に伴う元素の挙動を調べるため、岩石の化学分析を実施した。分析した成分は SiO_2 , TiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , FeO , MnO , MgO , BaO , CaO , Na_2O , K_2O , P_2O_5 , LOI, $+\text{H}_2\text{O}$, $-\text{H}_2\text{O}$ の15成分である。それぞれの成分の分析方法と検出限界を表1-12に示す。

表1-12 分析方法と検出限界

	分析方法	検出限界 (%)
SiO_2	ICP法	0.01
TiO_2	〃	〃
Al_2O_3	〃	〃
Fe_2O_3	〃	〃
FeO	滴定法	〃
MnO	ICP法	〃
MgO	〃	〃
BaO	〃	〃
CaO	〃	〃
Na_2O	〃	〃
K_2O	〃	〃
P_2O_5	〃	〃
LOI	強熱法	〃
$+\text{H}_2\text{O}$	〃	〃
$-\text{H}_2\text{O}$	〃	〃

試料は測線G480及び測線B200(15測線)沿いに本年度調査で鑑定したボーリングから10本を選定し、700MLを基準に100m間隔で33個採取した。分析結果を表1-13に、それに基づいて算出した各成分間の相関係数を表1-14に示す。

表1-13より、広域的にみると鉍床の近傍では K_2O が増加し、 Na_2O は減少する傾向を示している。一方、他の成分は CaO が全般に高くなっている以外は変化はほとんど認められない。上述の K_2O , Na_2O の挙動は鉍化変質の強さを反映するものと考えられ、両者の関係は図1-16に示すように明瞭な逆相関の関係にある。同図より南鉍床の試料はちょうど黄花菜溝区域と北鉍床の試料の中間にプロットされる。このことから鉍化変質は北鉍床、南鉍床、黄花菜溝区域の順に弱くなっていると考えられる。

表1-14より K_2O , Na_2O と各成分との関係は次のとおりである。

① K_2O と有意な正相関をする成分：なし

K_2O と有意な逆相関をする成分： Na_2O , FeO , CaO , Fe_2O_3

② Na_2O と有意な正相関をする成分： CaO

Na_2O と有意な逆相関をする成分： K_2O , SiO_2

したがって、 CaO は K_2O , Na_2O 両方と有意な相関関係にあることを示している。このことから南鉍床周辺でも北鉍床の場合と同様に K_2O , Na_2O , CaO の3成分が斑岩型鉍化作用に伴う成分移動を示す有力な指示元素と考えられる。 K_2O , Na_2O , CaO の三角形ダイアグラムを図1-17に

表 1-13 全岩分析結果一覽表

番号	ボーリング名	採取深度 (m)	レベル (ML)	岩石名*1	変質帯*2	SiO ₂ (%)	TiO ₂ (%)	Al ₂ O ₃ (%)	Fe ₂ O ₃ (%)	FeO (%)	MnO (%)	MgO (%)	BaO (%)	CaO (%)	Na ₂ O (%)	K ₂ O (%)	P ₂ O ₅ (%)	LOI (%)	合計 (%)	+H ₂ O (%)	-H ₂ O (%)	変質指数 (I)*3
1	ZK59	160.0	600	BC	K	75.09	0.20	12.31	1.39	1.03	0.18	0.35	0.07	0.23	0.28	6.65	0.22	1.92	98.91	0.95	0.10	93
2	"	259.5	500	BC	K	71.65	0.24	14.44	1.20	0.90	0.04	0.52	0.08	1.28	1.94	4.80	0.24	3.41	98.84	1.60	0.44	60
3	"	338.5	400	BC	P	74.46	0.27	14.38	0.74	0.39	0.01	0.39	0.04	0.81	3.13	3.86	0.11	2.12	100.30	0.75	0.25	49
4	ZK58	74.0	700	BC	K	75.00	0.22	13.11	0.74	0.41	0.10	0.22	0.10	0.25	0.98	7.27	0.20	1.80	99.99	0.96	0.44	86
5	"	173.0	600	BC	K	74.68	0.19	12.61	0.79	0.42	0.06	0.54	0.07	0.96	1.09	6.68	0.18	2.52	100.35	0.85	0.19	77
6	"	367.5	400	CP	P	67.37	0.44	15.86	1.33	0.90	0.02	0.89	0.11	1.91	4.01	3.71	0.29	3.82	99.77	1.18	0.27	39
7	ZK57	120.0	700	BC	K	67.98	0.49	17.31	0.92	0.74	0.07	0.40	0.10	0.54	2.59	5.90	0.25	2.85	99.39	1.60	0.30	65
8	"	208.0	600	BC	K	72.33	0.27	14.06	1.00	0.78	0.03	0.55	0.09	1.22	0.89	6.21	0.22	3.41	100.25	1.52	0.53	75
9	"	314.4	500	CP	P	68.54	0.31	14.93	1.33	1.21	0.02	0.49	0.08	2.70	4.59	3.69	0.23	3.45	100.35	0.64	0.15	34
10	"	414.0	400	BC	K	68.83	0.36	15.86	1.55	0.54	0.02	0.95	0.10	1.69	2.41	5.39	0.16	3.63	100.95	0.92	0.18	57
11	ZK76	100.5	700	CP	K	73.02	0.27	14.52	1.79	1.15	0.02	0.57	0.08	0.28	0.09	4.29	0.23	3.21	98.36	2.53	0.27	92
12	"	184.0	600	BC	K	71.07	0.29	15.71	2.30	1.28	0.01	0.57	0.09	0.21	0.17	5.26	0.24	3.18	99.09	2.40	0.18	93
13	"	309.0	500	BC	K	71.92	0.25	13.59	1.68	1.01	0.03	0.62	0.07	1.09	1.44	5.89	0.20	3.04	99.83	1.06	0.20	70
14	"	399.0	400	BC	K	68.40	0.46	17.30	2.49	0.63	<0.01	0.37	0.09	0.32	0.27	7.71	0.20	3.02	100.65	1.74	0.35	93
15	ZK56	95.1	700	CP	K	72.68	0.30	14.82	0.98	0.36	0.01	0.35	0.15	0.17	0.19	6.96	0.22	2.36	99.18	1.80	0.35	95
16	"	194.4	600	CP	P	65.70	0.39	15.39	3.47	1.12	0.05	0.60	0.08	1.91	2.13	4.48	0.24	5.38	98.82	1.84	0.58	53
17	ZK53	99.5	700	BC	P	73.02	0.24	13.72	1.87	0.53	0.01	0.37	0.05	0.69	2.92	4.47	0.18	2.45	99.99	0.96	0.17	55
18	"	198.5	600	GP	P	65.47	0.58	16.28	2.84	1.43	0.04	0.56	0.06	1.71	4.14	4.22	0.30	3.92	100.10	1.12	0.38	42
19	"	300.0	500	BC	P	69.05	0.29	14.03	3.82	0.66	0.03	0.60	0.04	0.43	0.14	6.02	0.11	3.87	98.42	1.72	0.20	91
20	"	401.0	400	BC	A	65.53	0.28	13.75	2.69	0.75	0.02	0.61	0.08	1.68	3.27	5.04	0.20	3.48	100.65	0.69	0.16	50
21	420-1	109.0	700	BC	P	70.85	0.21	13.35	3.08	0.71	0.03	0.24	0.06	0.28	2.89	4.56	0.18	2.57	98.35	0.80	0.12	59
22	"	223.5	600	BC	A	65.76	0.23	15.66	1.95	0.92	0.08	0.51	0.09	1.96	2.12	5.11	0.21	4.84	98.53	1.79	0.78	56
23	"	308.9	500	BC	A	70.28	0.32	15.68	2.33	0.34	0.04	0.47	0.07	1.19	3.05	4.47	0.16	2.86	100.90	1.00	0.20	51
24	"	410.0	400	BC	A	72.28	0.25	13.61	2.29	1.11	0.01	0.55	0.07	1.97	3.85	2.66	0.21	2.56	100.30	0.74	0.11	31
25	500-1	74.0	700	BC	K	75.36	0.18	12.03	1.23	0.33	0.01	0.24	0.10	0.10	0.62	6.39	0.15	1.63	98.03	0.99	0.18	90
26	"	175.4	600	BC	K	68.87	0.23	14.07	1.11	0.39	0.04	0.62	0.10	1.64	1.94	6.16	0.20	3.12	98.11	1.09	0.20	63
27	"	275.0	500	BC	K	76.93	0.18	11.52	0.65	0.37	0.01	0.27	0.16	0.34	0.34	6.58	0.17	1.62	98.77	0.82	0.12	91
28	"	375.0	400	BC	K	76.45	0.23	11.71	0.74	0.28	<0.01	0.27	0.09	0.39	0.36	6.71	0.16	1.43	98.61	0.82	0.14	90
29	ZK8	103.4	700	BC	K	73.27	0.26	14.44	0.74	0.57	0.02	0.29	0.08	0.09	0.41	8.36	0.16	1.78	99.90	1.24	0.29	94
30	"	203.0	600	BC	K	74.22	0.21	12.90	0.81	0.32	0.08	0.50	0.09	0.44	1.55	5.82	0.14	2.33	99.07	1.17	0.32	75
31	"	310.0	500	BC	K	72.01	0.21	13.04	1.12	0.36	0.06	1.06	0.10	1.67	1.89	5.63	0.18	4.04	101.00	0.64	0.05	61
32	"	405.5	400	BC	K	68.30	0.41	14.33	1.54	0.46	0.03	1.02	0.08	2.58	0.42	7.67	0.21	4.88	101.45	1.51	0.30	72
33	ZK78	501.0	---	BC	---	68.95	0.22	14.68	1.65	1.14	0.05	0.38	0.09	3.03	3.12	3.28	0.20	4.52	100.15	1.59	0.38	35

*1 (岩石名) BC: 黒雲母花崗岩 GP: 花崗斑岩 DC: 石英安山岩 *2 変質帯 K: カリ変質帯 P: フイリク帯 A: 粘土化変質帯

*3 変質指数 (I) は次式で定義する。

$$\text{変質指数 (I)} = \frac{K_2O \times 100}{K_2O + Na_2O + CaO}$$

表1-14 各成分間の相関係数

〈相関係数〉												
	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	BaO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅
SiO ₂	1.00	-0.70	-0.79	-0.59	-0.50	0.00	-0.46	0.16	-0.62	-0.48	0.33	-0.49
TiO ₂	1.00	0.80	0.34	0.34	-0.22	0.32	-0.06	0.25	0.30	-0.09	0.55
Al ₂ O ₃	1.00	0.34	0.41	-0.18	0.25	-0.07	0.27	0.32	-0.22	0.47
Fe ₂ O ₃	1.00	0.47	0.17	0.14	-0.47	0.16	0.20	-0.35	0.11
FeO	1.00	0.05	0.05	-0.26	0.37	0.34	-0.54	0.68
MnO	1.00	-0.22	-0.20	-0.16	0.06	-0.01	0.01
MgO	1.00	-0.03	0.57	0.18	-0.16	0.21
BaO	1.00	-0.09	-0.28	0.32	0.21
CaO	1.00	0.63	-0.51	0.33
Na ₂ O	1.00	-0.78	0.28
K ₂ O	1.00	-0.25
P ₂ O ₅	1.00

(n=33)

$|\gamma| > 0.34$ のとき相関係数は有意

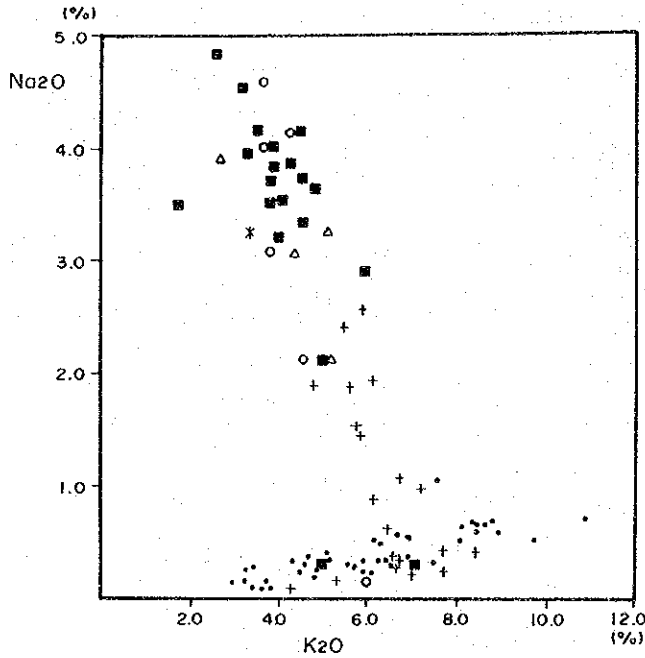


図1-16 K₂O-Na₂O ダイアグラム

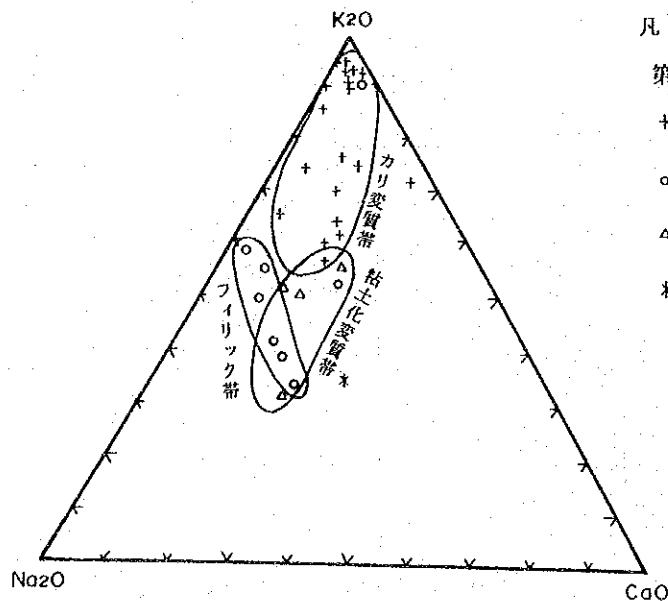


図1-17 K₂O-Na₂O-CaO 三角ダイアグラム

示す。

表1-13に示すように、変質指数 (I) *1は、南鉱床の場合、カリ変質帯では57~95の範囲にあり、60~75の低い値のグループと90~95の高い値のグループの2つの区分できる。また、フィリック帯では (I) は34~91の範囲にあり、多くが50~60の間に、そして粘土化変質帯では (I) は31~56の範囲で、多くが50~60の範囲に入っている。以上のように大局的には変質指数 (I) は鉱化変質の中央に位置するカリ変質帯から外側の粘土化変質帯へと弱くなっている。

各変質帯の変質指数をみると同じ変質帯においても、その値は大きくばらついている。その原因は CaO, Na₂O含有量の大きな変化*2にある。Na₂Oを含む鉱物としては、原岩の黒雲母花崗岩や花崗斑岩に含まれるカリ長石や斜長石があり、これらの鉱物の変質の程度がNa₂O含有量の変化に影響していると考えられる。一方 CaOについては、原岩の斜長石の存在も考えられるが、主として変質鉱物の方解石の量比が、CaO含有量の変化に影響していると考えられる。事実 CaO 含有量の多い試料は偏光顕微鏡観察及びX線回折により方解石が多く認められる試料に対応している。

一般に斑岩型鉱床に産する方解石は粘土化変質帯をとりまくプロピライト帯に存在し、粘土化変質帯より内側では少ないといわれている。しかし、南鉱床ではカリ変質帯から粘土化変質帯にかけて方解石の分布が広く認められている。このことから南鉱床では鉱化作用の後期以後に方解石が生成する活動のあったことが推定される。そのため、南鉱床の試料の変質指数は30~90と大きく変化するが、これは後からの何らかの作用が重複したもので、本来は60~90ぐらいの範囲だったと考えられる。

本調査の結果を第4年次調査の値と比較すると変質指数 (I) は黄花菜溝区域では25~50の範囲に、北鉱床では85~95の範囲に、そして南鉱床では60~90となり、南鉱床の値は黄花菜溝区域と北鉱床の値の間となっている。このことから南鉱床の鉱化作用は北鉱床のものより、弱かったと推定され、流体包有物の測定結果及び鉱石の品位分析結果とも一致している。

烏奴格吐山鉱床における変質帯の総括を表1-15に、そして烏奴格吐山区域の総合解析結果を図1-18に示す。

*1 変質指数 (I) は次式で定義される。

$$(I) = \frac{K_2O \times 100}{K_2O + Na_2O + CaO}$$

変質指数 (I) が高い値を示すほど鉱化変質は強くなる。

*2 北鉱床の試料では CaO及びNa₂O含有量はほとんどが 1.0%以下で、大きな変化はなかった。

表 1-15 烏奴格吐山鉅床變質帶總括表

	南 鉅 床			北 鉅 床		
	カリ変質帯	フィリック帯	粘土化変質帯	カリ変質帯	フィリック帯	粘土化変質帯
均質化温度 () は平均値	196~305°C(267°C)	184~310°C(254°C)	227~256°C(237°C)	317~442°C(388°C)	308~445°C(371°C)	324~380°C(350°C)
塩濃度 () は平均値	4.4~8.4wt%(6.4wt%)	4.5~6.8wt%(5.7wt%)	5.2~5.8wt%(5.6wt%)	6.8~18.1wt%(11.6wt%)	9.4~15.5wt%(11.4wt%)	6.8~13.2wt%(9.8wt%)
ポリタイプ () は頻度	1M(5), 1M(10) 2M ₁ +1M(3), 2M ₁ (4)	1M(6), 1M(9) 2M ₁ +1M(2), 2M ₁ (3)	1M(5), 1M(1) 2M ₁ +1M(2), 2M ₁ (-)	1M(27), 2M ₁ +1M(-) 2M ₁ (8)	1M(7), 2M ₁ +1M(4) 2M ₁ (40)	1M(2), 2M ₁ +1M(2) 2M ₁ (8)
絹雲母のX線回折 結晶度W(10Å) / W(5Å)	1.1	1.1	1.3	1.4	1.1	1.1
全岩 Na ₂ O含有量 () は平均値	0.17~2.59%(0.99%)	0.14~4.59%(2.99%)	2.12~3.85%(3.07%)	0.29~1.04%(0.58%)	0.13~1.04%(0.58%)	0.17~0.35%(0.26%)
分析 変質指数 () は平均値	80~95(81)	34~91(53)	31~56(47)	85~94(90)	85~94(90)	86~92(88)

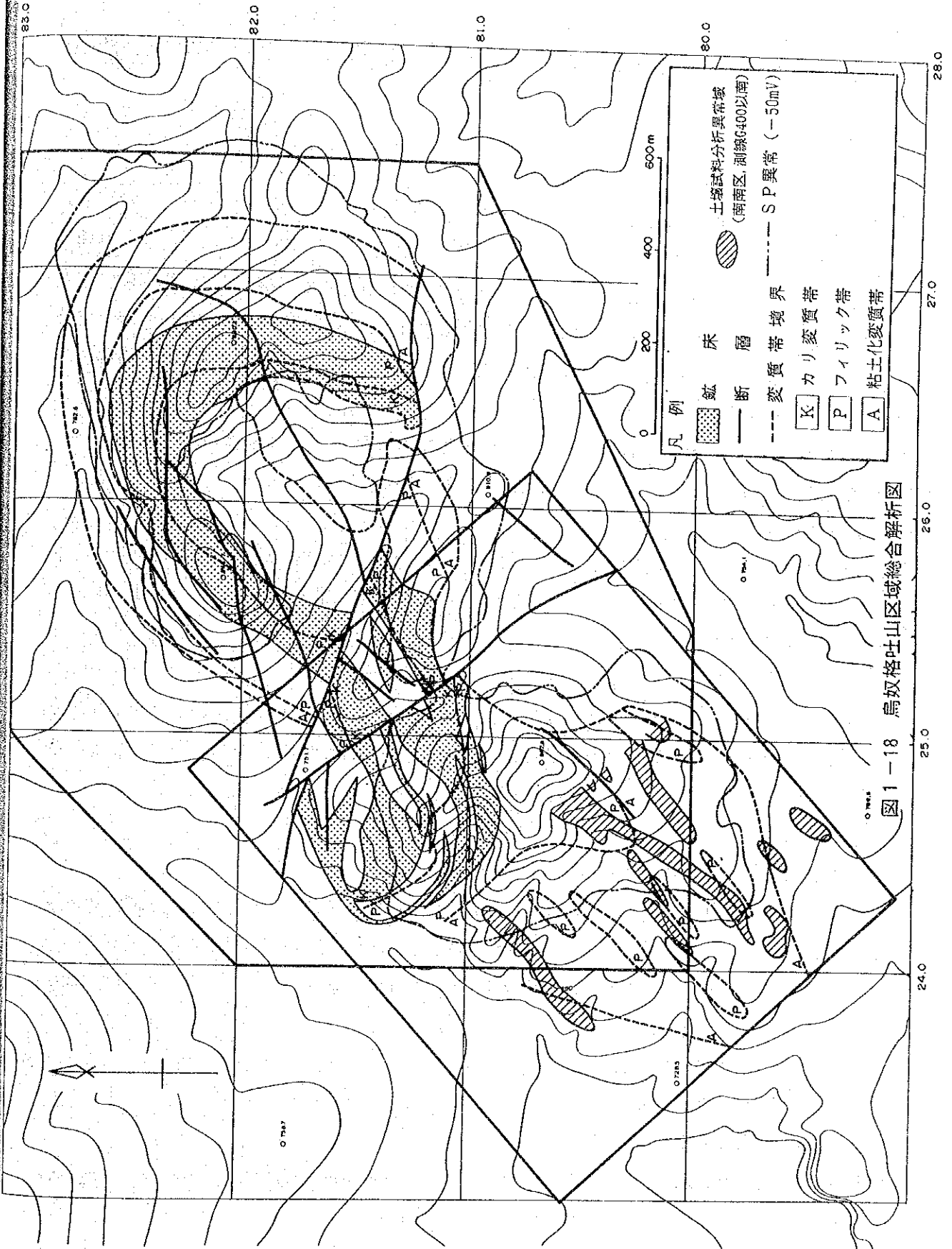


図1-18 烏奴格吐山区總合解析図

1.3.3 二次富化作用

本鉱床上部に賦存する風化帯は下部から上部にかけて二次硫化物富化帯、酸化帯、溶脱帯と移行している。

(1) 風化帯

(a) 二次硫化物富化帯

本帯は輝銅鉱、銅藍、斑銅鉱の存在によって特徴づけられ、下位の初生鉱化帯と比較して銅品位が1.5～3倍程度高くなっている。本帯は主として初生銅鉱化帯の上部に発達し、平均厚さ20m程度で、断層付近では厚くなり、厚い場合は40mにも達する。構成鉱物は輝銅鉱を主として銅藍、斑銅鉱を伴っている。輝銅鉱は鉱染状または岩石の割れ目に沿って粒状を呈して分布し、一部は煤状を呈する。銅藍は黄銅鉱を交代して、その周囲に皮殻状に、また岩石の割れ目に沿って分布している。

南鉱床の二次硫化物富化帯は北鉱床のものと比較すると発達が悪く、欠除することも多い。これは下部の初生鉱体帯の銅品位が低いことを反映していると考えられる。

(b) 酸化帯

酸化帯は平均厚さ20m程度でくじゃく石を主とし、少量の藍銅鉱、珪くじゃく石を伴う。本帯は二次硫化物富化帯を被覆して分布するが、二次硫化物富化帯と同様に南鉱床では北鉱床と比較して発達は悪い。

(c) 溶脱帯

銅の分析値が検出限界(0.02%)以下の場所を溶脱帯とした。溶脱帯は厚さ20～30m程度で、最大は60mに達する。本帯は多量の褐鉄鉱、赤鉄鉱によって特徴づけられ、岩石中に含まれる黄鉄鉱は溶脱してそのあとは空隙となっていることが多い。

(2) 物相分析

鉱石中に含まれる銅、モリブデンの酸化状態を調べるため、物相分析を実施した。試料数及び分析項目は銅については10試料3項目(酸化銅、硫酸銅、硫化銅)30件、またモリブデンについては5試料2項目(酸化モリブデン、硫化モリブデン)10件である。この項目区分を用い、試料の鉱質を次のように分類した。

酸化鉱(酸化物比率30%以上)

混合鉱(酸化物比率10～30%)

硫化鉱(酸化物比率10%以下)

分析結果を表1-15に示す。なお化学分析は銅については原子吸光法を、またモリブデンについては比色法を用い、その検出限界はCu:3ppm, Mo:0.5ppmである。

表1-15に示すように、銅の試料は2試料が酸化鉱に分類される以外は残り8試料が硫化鉱に、またモリブデン試料はすべてが硫化鉱に分類されることが判明した。

酸化鉱に分類された銅の2試料はいずれも二次硫化物富化帯に貫入する安山岩の岩脈で、肉眼的にくじゃく石が観察されている。

1.4 地質統計学的手法によるボーリング密度の検討

鳥奴格吐山南鉱床では、1979年から1981年の間に 200m×200 m格子上でボーリング調査が行われたが、その全体を把握するには至っていなかった。第5年次は、さらにボーリング調査を進め、ほぼ全体を 200m×200m格子ボーリングで覆った。これらボーリングコアの分析試料（銅及びモリブデン分析品位）を基礎に、地質統計学的手法(Kriging法、クリッキング法)によりボーリング密度の検討を行った。南鉱床の検討後、北鉱床を含めた鳥奴格吐山鉱床全体についても検討を試みた。

1.4.1 検討資料

検討に供したボーリング孔は、深掘りボーリングでその内訳は次のとおりである（図1-2）。

南鉱床：31本（ZK1～2, 7～10, 31, 46～48, 52～53, 56～61, 67, 76～78, 86～88, 及び 420-1～2, 440-1～3, 500-1）

北鉱床：71本（ZK4～6, 11～28, 30, 32～45, 49～51, 62, 及び 520-1, 540-1～2, 560-1～3, 580-1～3, 620-1～6, 640-1～7, 660-1～5, 680-1～4）

1.4.2 南鉱床のバリオグラムの検討

検討基礎資料は、第4年次と同様に、初生鉱化帯の分析値を対象として15m加重平均の銅換算品位（銅換算品位(Eq. Cu% = Cu% + 2.5Mo%)）を使用して、垂直方向のバリオグラムを検討した結果、次の通りの結果が得られた。

	ナゲット (Co)	シル (C + Co)	レンジ (a)	
南鉱床	0.0021	0.0060	85	(第5年次)
北鉱床	0.0017	0.0086	170	(第4年次)

これを北鉱床の結果と比較すると、北鉱床の方が南鉱床に比べて、ナゲット-シル比 (Co / (C + Co)) が小さく、レンジ (a) が長いので、北鉱床の方が南鉱床より鉱況が安定していることが推定できる。このことは南・北両鉱床における鉱化関連火成岩、花崗斑岩の貫入形態と鉱化作用の規模、すなわち北鉱床ではkm単位の花崗斑岩大岩体を取り巻くように馬蹄形の範囲に鉱化作用がみられるに対し、南鉱床ではいくつかの約 100m単位の小岩体とその周辺に生じた鉱化作用という違いを反映すると考えられる。南鉱床の Eq. Cu品位の垂直方向のバリオグラムを図1-19に示す。

1.4.3 烏奴格吐山鉱床のバリオグラムと推定誤差

第4年次は烏奴格吐山北鉱床、そして第5年次は同南鉱床とそれぞれについて、地質統計学的な検討を行った。しかしながら、これら鉱床は元来一つであった烏奴格吐山鉱床が断層で切られて、南・北両鉱床という現在みられる姿となっていることが、これまでの調査で明らかにされているので、南・北両鉱床全体について地質統計学的な検討を試みた。

手順としては、まず、15m加重平均 Eq. Cu品位による垂直方向及び直交する2つの水平方向（長軸方向：N48° E，短軸方向：N42° W）のバリオグラムの検討を行い、クリッキング法による推定誤差計算に供する3方向のパラメーターを抽出し、次いで推定誤差を検討した。

垂直方向のバリオグラムは、レンジ 100m～150m間のバリオグラム値平坦部がCu・Mo高品位部の連続性を示すことを重視して、ナゲット (Co) = 0.0019，シル (C + Co) = 0.0075，レンジ (a) = 140mのスフェリカルタイプのバリオグラムを得た（図1-20）。

このスフェリカルタイプのパラメーターを採用し、垂直方向のバリオグラムと鉱床規模から長・短両軸の水平方向のバリオグラムタイプ、ナゲット、シル及びレンジを推定した。鉱床の規模は長軸 2,000m，短軸 300m，傾斜NW55°とし、鉱床の垂直長は鉱床短軸長 300mの正接55°，430mが得られる。ここで、バリオグラムの長・短両軸方向及び垂直方向のレンジがそれぞれの方向の鉱床規模に比例すると考えると、鉱床の垂直長 430mに対し、垂直方向のレンジが140 mであるので、水平長軸方向のレンジは 645m，同短軸方向のレンジは95mとなる。さらに、ナゲット値及びシル値は、一般に垂直方向と水平方向では同じ値となる場合が多いので、既に垂直方向で得られている値とした。これら3方向のバリオグラムのパラメーターをまとめると次のとおりである。

	ナゲット (Co)	シル (C + Co)	レンジ (a)
水平短軸方向	0.0019	0.0075	95
水平長軸方向	0.0019	0.0075	645
垂直方向	0.0019	0.0075	140

Zone - P
 Item - Eq. Cu(%)
 Number of data - 672
 Step - 15.0
 Dip - 90.0
 Azimuth - 0.0
 Tolerance - 5.0
 Variable :
 Average - 0.16554 Variance - 0.01044
 Variogram :
 C0- 0.00210 A0- 0.000
 C1- 0.00390 A1- 85.000

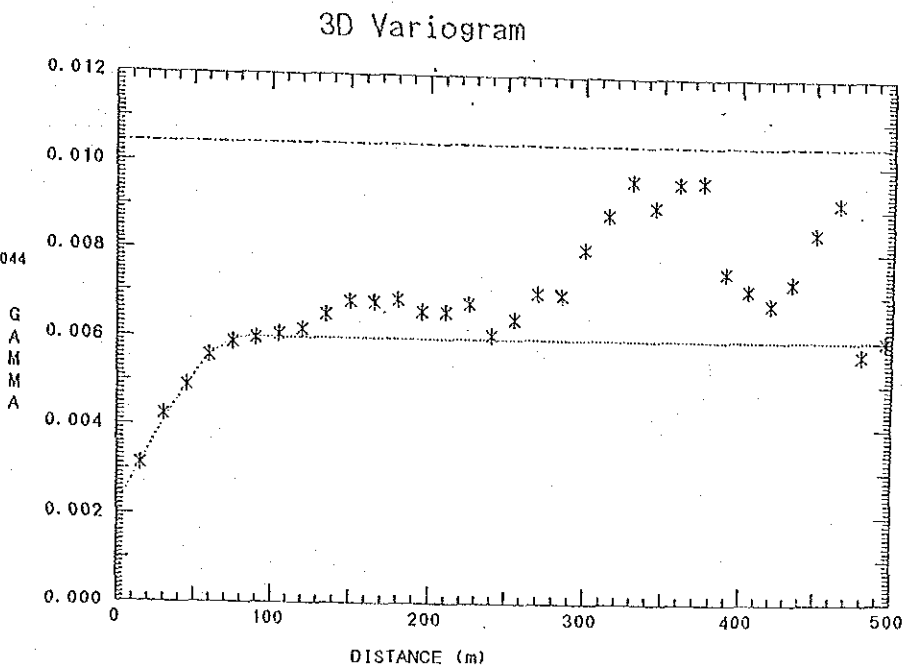


図1-19 Eq. Cu 品位垂直方向のバリオグラム (南鉱床)

Zone - P
 Item - Eq. Cu(%)
 Number of data - 2483
 Step - 15.0
 Dip - 90.0
 Azimuth - 0.0
 Tolerance - 5.0
 Variable :
 Average - 0.17847 Variance - 0.01323
 Variogram :
 C0- 0.00190 A0- 0.000
 C1- 0.00560 A1- 140.000

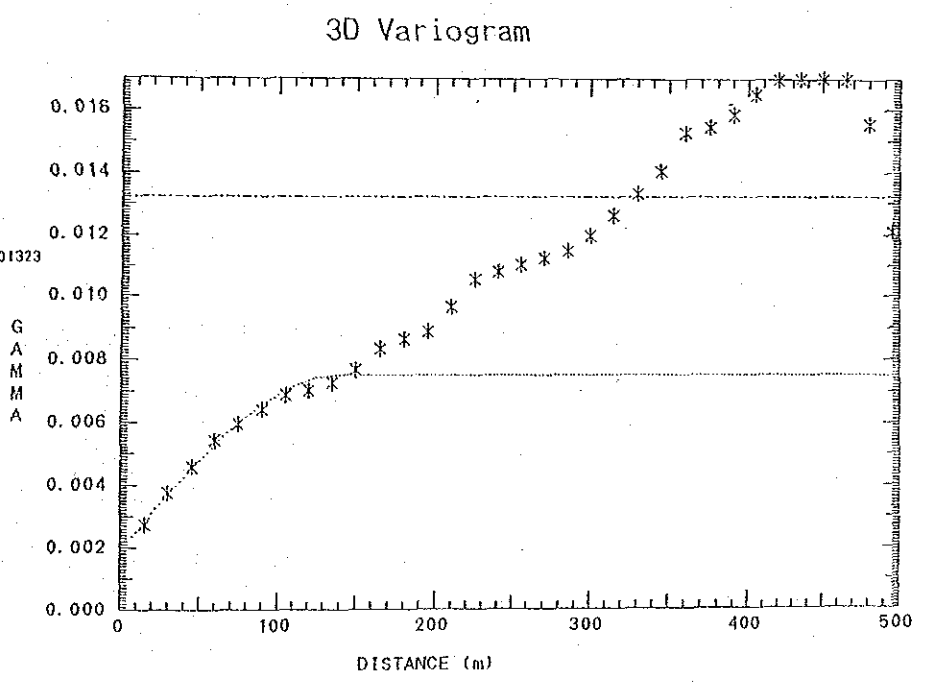
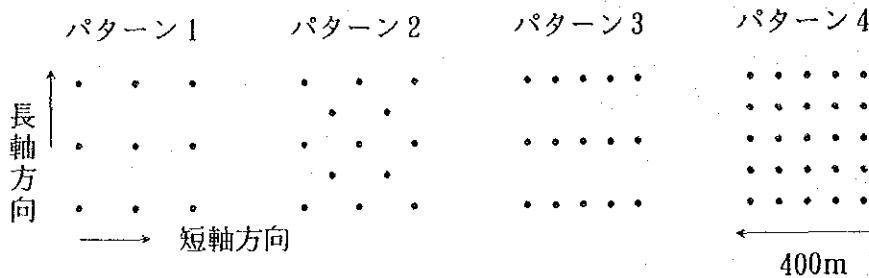


図1-20 Eq. Cu 品位垂直方向のバリオグラム (南北両鉱床)

これらパラメーターを用いて、ボーリング格子パターン別での年間出鉱量見合分の推定誤差をクリッキング法で求めた。

	パターン1 200m格子	パターン2 中心に追加	パターン3 短軸方向追加	パターン4 100m格子
① 130万t/y (3.7千t/d)	18.4%	13.9%	13.6%	12.5%
② 520万t/y (14.9千t/d)	15.3%	11.5%	11.2%	10.6%
③ 1,170万t/y (33.4千t/d)	12.5%	7.3%	7.7%	6.9%



北鉱床ではパターン3でのボーリングが実施済みであり、15~33千t/d程度の年間出鉱量の品位誤差は11.2%~7.7%と見込まれ、南鉱床ではパターン1でのボーリングが行われているので、同品位誤差は15.3~12.5%と見込まれる。今後、南鉱床に対してボーリング調査を追加すると、推定誤差は減少するが、現在得られている同鉱床の鉱化様式及びバリオグラムからは、ボーリング調査量に比例してその高品位部はより限定されていくものと推定される。

1.5 鉱量試算

1.5.1 銅鉱体とモリブデン鉱体

南鉱床の銅鉱体及びモリブデン鉱体についてカットオフ品位及び可採厚を変化させて鉱量試算を行った。試算方法は第4年次の北鉱床の場合と同様で、可採厚は2mまたは15mとし、その品位は深掘りボーリングコアの分析値を海水準に合わせて加重平均して求め、カットオフ品位以上のものを全て鉱体とした。ただし、厚さがその1/2未満の場合にはカットオフ品位以上でも鉱体から除いた。1つの鉱画はボーリング孔を中心とする四角形とし、銅鉱体とモリブデン鉱体とは銅カットオフ品位を優先させて区分した。なお、鉱石比重は2.6を用いている。カットオフ品位別埋蔵鉱量試算を表1-17に示す。

表1-17 銅鉍体とモリブデン鉍体 (南鉍床)

鉍体区分	可採厚 (m)	カットオフ品位 0.2%Cu					カットオフ品位 0.4%Cu				
		鉍量 (1,000,000t)	品位(%)		金属量(1,000t)		鉍量 (1,000,000t)	品位(%)		金属量(1,000t)	
			Cu	Mo	Cu	Mo		Cu	Mo	Cu	Mo
銅	① 2	232	0.336	0.023	780	56	43	0.632	0.028	272	12
	② 15	234	0.295	0.022	690	51	28	0.510	0.023	143	6
	(②÷①)%	(101)	(88)	(96)	(91)	(98)	(65)	(80)	(82)	(53)	(50)

鉍体区分	可採厚 (m)	カットオフ品位0.02%Mo					カットオフ品位0.05%Mo				
		鉍量 (1,000,000t)	品位(%)		金属量(1,000t)		鉍量 (1,000,000t)	品位(%)		金属量(1,000t)	
			Cu	Mo	Cu	Mo		Cu	Mo	Cu	Mo
モリブデン	① 2	331	0.098	0.036	324	119	51	0.138	0.072	70	37
	② 15	356	0.106	0.033	377	117	22	0.134	0.063	29	14
	(②÷①)%	(108)	(108)	(92)	(115)	(98)	(45)	(97)	(88)	(41)	(38)

カットオフ品位	可採厚 (m)	鉍量合計 (1,000,000t)	品位(%)		金属量(1,000t)	
			Cu	Mo	Cu	Mo
0.2%Cu } 0.02%Mo }	2	563	0.196	0.031	1,104	175
	15					
0.4%Cu } 0.05%Mo }	2	94	0.364	0.052	342	49
	15					

1.5.2 銅換算鉍体

銅換算品位 (Eq. Cu(%) = Cu(%) + 2.5Mo(%)) で区分した鉍体についても同様の試算を行った。カットオフ別埋蔵鉍量試算を表1-18に示す。

表1-18 銅換算鉍体 (南鉍床)

カットオフ品位 (Eq. Cu %)	可採厚 (m)	鉍量 (1,000,000t)	品位(%)			金属量(1,000t)	
			(1) Eq. Cu	Cu	Mo	Cu	Mo
0.2	① 2	408	0.329	0.256	0.029	1,044	118
	② 15	434	0.297	0.232	0.026	1,007	113
	(②÷①)%	(106)	(90)	(91)	(90)	(96)	(96)
0.3	① 2	162	0.460	0.374	0.034	606	55
	② 15	155	0.400	0.329	0.029	510	45
	(②÷①)%	(96)	(87)	(88)	(82)	(84)	(82)
0.4	① 2	72	0.605	0.510	0.038	367	27
	② 15	55	0.503	0.426	0.031	234	17
	(②÷①)%	(75)	(83)	(84)	(82)	(62)	(61)

$$\text{Eq. Cu}(\%) = \text{Cu}(\%) + 2.5\text{Mo}(\%)$$

$$2.5 = \frac{\text{Mo価格} (\$ 3.75/1b) \times \text{Mo実収率} (60\%)}{\text{Cu価格} (\$ 1.00/1b) \times \text{Cu実収率} (90\%)}$$

1.5.3 カットオフ品位・可採厚の変化と鉱量・品位

(1) 銅 鉱 体

表1-17からわかるように、可採厚の変化による銅鉱体の鉱量は、カットオフ品位0.2%Cuの場合では大差ないが、同0.4%Cuでは可採厚2mに比べて15mの場合は35%減となっている。さらに可採厚2mまたは15mのいずれの場合でもカットオフが0.2%Cuから0.4%Cuへ変化すると平均品位は0.3%Cu前後から0.5%Cu台に上昇するが鉱量は大幅に減少している。以上のことから銅鉱体の多く(約80%~90%)が0.2%Cu~0.4%Cuの品位で占められていること、及び0.4%Cu以上の部分の出現頻度が少なく、そしてまとまらないことが考えられる。

(2) モリブデン鉱体

可採厚の変化によるモリブデン鉱体の鉱量は、カットオフ品位0.02%Moの場合では可採厚15mの方がやや増加しているが、同0.05%Moの場合では可採厚15mの方で半減している。このことは、モリブデン品位の在り方が局部的に高品位部が存在することを示す。モリブデン平均品位は可採厚2mの場合では0.036%Moから0.072%Moへ、15mでは0.033%Moから0.063%Moへ上昇し、銅品位もモリブデン品位と同様に0.098%Cuから0.138%Cuへ、0.106%Cuから0.134%Cuへそれぞれ上昇するが、可採厚の変化による平均品位の変化はモリブデン、銅ともに少ない。以上のことからモリブデン鉱体の大部分(約85%~95%)が0.02%Mo~0.05%Moの品位で占められ、0.05%Mo以上の部分はその銅品位もともに上昇していることから、銅鉱体に近接した部分に局在すると考えられる。

(3) 銅換算鉱体

可採厚の変化による鉱量の増減は、カットオフ品位が0.2%Eq.Cu及び0.3%Eq.Cuの場合は可採厚15mでは同2mに比較して5%前後の増減を示すのみであるが、0.4%Eq.Cuの場合には25%減少している。また品位変化は、カットオフ品位が上昇するに連れて可採厚15mと同2mでの減少率が10%から20%程度と高くなっている。一方、カットオフ品位(Eq.Cu%)の上昇と鉱量の関係は、カットオフ品位0.2%Eq.Cuの鉱量を100%とすると、同0.3%Eq.Cuでは36%~40%、そして同0.4%Eq.Cuでは12%~17%と激減している。これらのことは銅換算鉱体の大部分が0.2%Eq.Cuから0.4%Eq.Cuで占められ、0.4%Eq.Cu以上の部分では可採厚を厚くすると品位の低下が著しいことがわかる。

1.5.4 北鉱床と南鉱床

第4年次に北鉱床の、第5年次には南鉱床の鉱量試算をそれぞれ行ったが、これら鉱床は大型低品位の斑岩型銅・モリブデン鉱床であり、開発方式は露天掘りなどの大型採掘法によると考えられるので、可採厚15mの場合のそれぞれの試算結果を比較検討した(表1-19, 20)。

鉱量では、銅鉱体・モリブデン鉱体区分、銅換算鉱体のいずれの場合でも南鉱床の方が大きく減少しており、特に、モリブデン鉱体のカットオフ品位0.05%Moの場合に激減しているのが注目される。品位では、南鉱床の銅品位は銅鉱体区分のカットオフ品位0.2%Cuの場合を除きいずれも上昇しているが、モリブデン品位は銅鉱体区分のカットオフ品位0.4%Cuの場合を除き、いずれも減少している。これらのことから、南鉱床は北鉱床と比較して、鉱量的には半減するが、一般に銅品位がわずかに高い鉱床と考えられる。しかしながら、鉱量・品位のまとまりを考えると、前項、1.4で述べたように、北鉱床と南鉱床との鉱化様式の違いにより、北鉱床では鉱化関連火成岩である花崗斑岩の大岩体を取り囲むような馬蹄形に大規模な鉱体としてまとまるのに対し、南鉱床では、数個の小岩体周辺の小規模な狭い鉱体が集まっていると考えられる(図1-21)。したがって、将来の採掘を考慮した場合、これら鉱床のような低品位大規模鉱床では、鉱量・品位のまとまりがあり、大型採掘法の適用可能な北鉱床が将来の採掘に有利と考えられる。

表1-19 北鉱床と南鉱床 (銅鉱体・モリブデン鉱体, 可採厚15m)

鉱体 区分	品位 (%Cu) (%Mo)	北 鉱 床			南 鉱 床			北鉱床を100とした場合の 南鉱床の比率		
		鉱 量 (1,000,000t)	品 位 (%)	金属量 (1,000t)	鉱 量 (1,000,000t)	品 位 (%)	金属量 (1,000t)	鉱 量	品 位	金属量
			Cu Mo	Cu Mo		Cu Mo	Cu Mo		Cu Mo	
銅	0.2	319	0.310 0.023	989 73	234	0.295 0.022	690 51	73	95 96	70 70
	0.4		0.480 0.019	264 10		28	0.510 0.023		143 6	51
モリブ	0.02	622	0.085 0.045	529 280	356	0.106 0.033	377 117	57	125 73	71 42
	0.05		0.119 0.069	279 162		22	0.134 0.063		29 14	9

表1-20 北鉱床と南鉱床 (銅換算鉱体, 可採厚15m)

品位 (%Eq. Cu)	北 鉱 床			南 鉱 床			北鉱床を100とした場合の 南鉱床の比率				
	鉱 量 (1,000,000t)	品 位 (%)	金属量 (1,000t)	鉱 量 (1,000,000t)	品 位 (%)	金属量 (1,000t)	鉱 量	品 位	金属量		
		Eq. Cu Cu Mo	— Cu Mo		Eq. Cu Cu Mo	— Cu Mo		Eq. Cu Cu Mo	— Cu Mo		
0.2	674	0.307 0.215 0.037	— 1,448 249	434	0.297 0.232 0.026	— 1,007 113	64	97 108 70	— 70 45		
0.3		0.402 0.305 0.039	— 822 105		155	0.400 0.329 0.029		— 510 45	57	99 108 74	— 62 43
0.4		0.490 0.395 0.038	— 440 42		55	0.503 0.426 0.031		— 234 17	50	103 108 82	— 53 40

G480

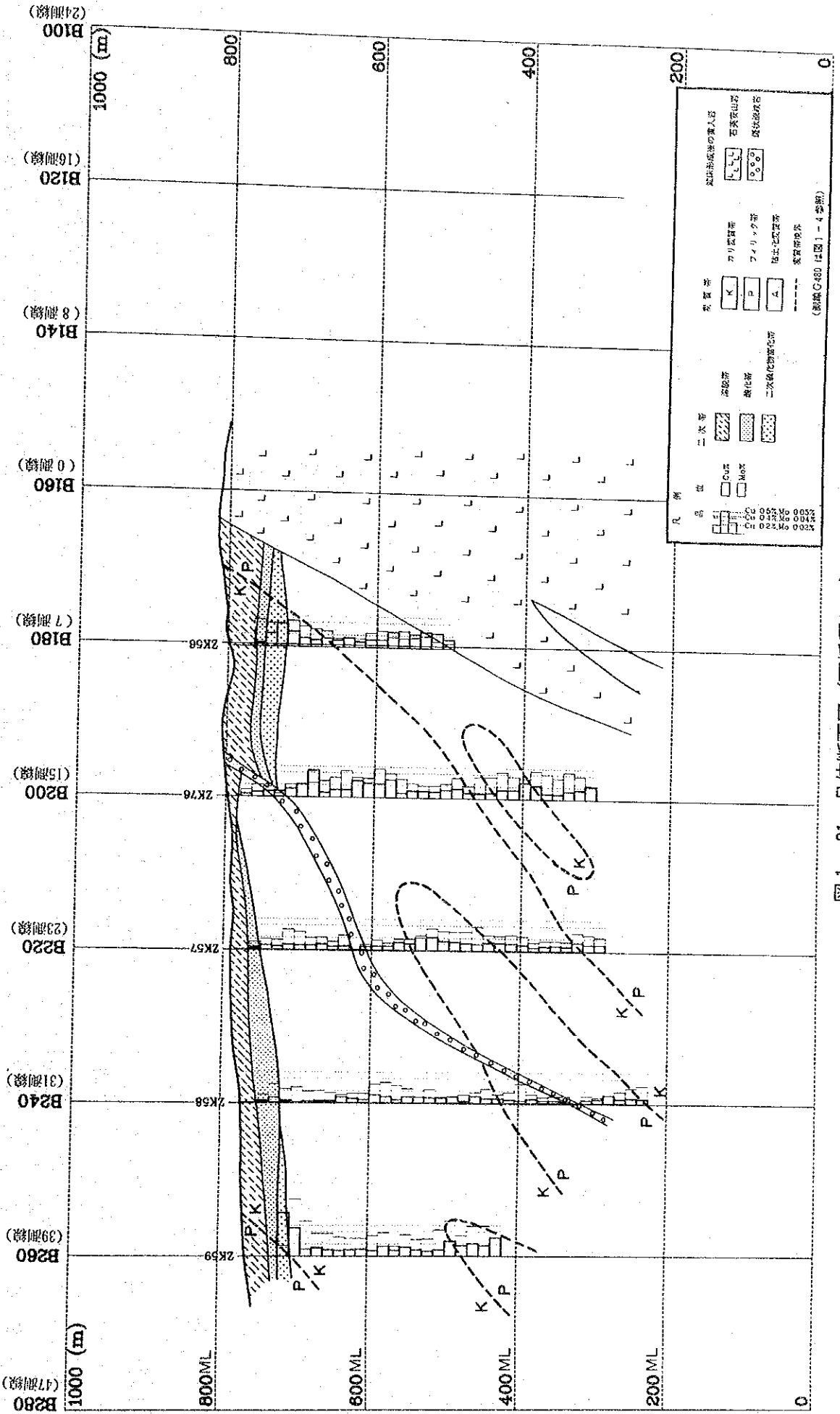


図 1-21 品位断面図 (可採厚15m) (1)

B180 (7 測線)

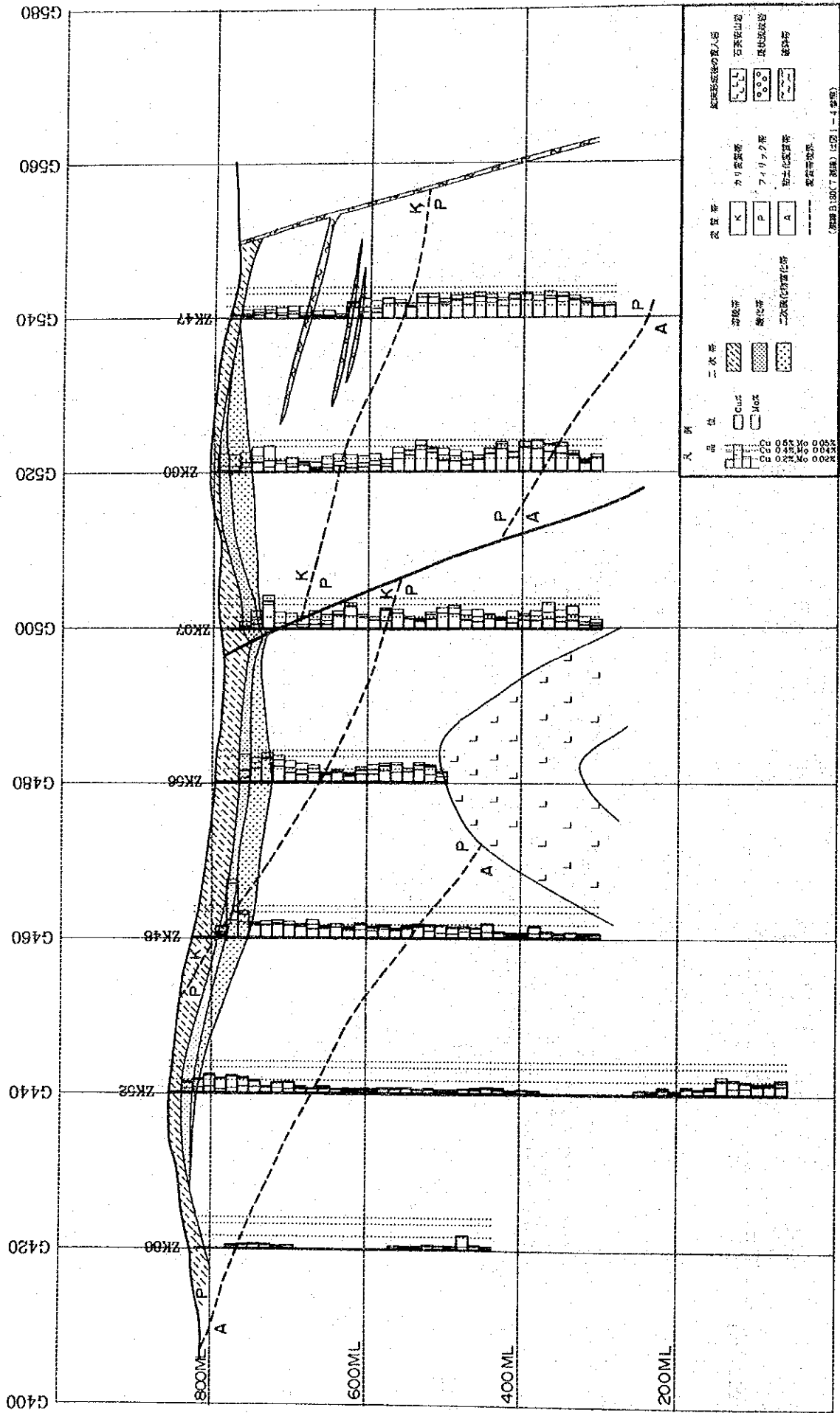


図 1-21 品位断面図 (可採厚 15m) (2)

1.6 考 察

1.6.1 地質と鉍化作用

本区域にはジュラ紀～白亜紀の火成活動による燕山期の貫入岩類が広く分布し、貫入時期により黒雲母花崗岩、アプライトからなる燕山早期貫入岩類と流紋岩、花崗閃緑岩、花崗斑岩、石英安山岩、安山岩などからなる燕山後期貫入岩類に区分される。本区域内の貫入岩の配列や断裂系にはNE-SW方向の構造が発達している。これは本区域のすぐ東方をNE-SW方向に通る額爾古納-呼倫湖断裂帯の影響を示すと考えられる。

烏奴格吐山南鉍床は黒雲母花崗岩、流紋岩、花崗閃緑岩を母岩とする斑岩型銅・モリブデン鉍床で、主として黒雲母花崗岩中に胚胎している。鉍化関連火成岩の花崗斑岩は地下深部で1つの岩体であったものが地表に向かうにつれて分岐し、地表では径200m程度の小岩体となって黒雲母花崗岩中に貫入していると考えられる。この花崗斑岩の貫入に伴って熱水活動が生じ、岩石の境界部付近、特に黒雲母花崗岩中に硫化物の沈殿を引き起こしたと推定され、鉍化作用は小貫入岩体に沿って低品位ながら地表下600m(200ML)以深まで認められる。変質は変質鉍物の組み合わせにより、(1)カリ変質帯、(2)フィリック帯、(3)粘土化変質帯に区分され、花崗斑岩の小岩体を中心にして、内側から外側へ(1)～(3)の順で累帯分布している。南鉍床の変質は鉍化関連火成岩体の規模を反映し、北鉍床に比べ、劣勢である。

南鉍床の縁辺からその南の南南区にかけてはNE-SW方向に伸長する小岩脈状の花崗斑岩が分布し、この岩脈に伴って鉛・亜鉛の鉍化作用が認められるが、この花崗斑岩は、烏奴格吐山南鉍床の関連火成岩の花崗斑岩と同一であることから、鉛・亜鉛の鉍化作用は南鉍床を中心とする鉍化累帯の外側にくる鉛・亜鉛帯と考えられる。

1.6.2 鉍床の賦存状況

烏奴格吐山鉍床は、南北2,000m、東西2,500mの範囲に分布し、中央部を通るWNW-ESE走向のF7断層により北鉍床と南鉍床に分断されている。南鉍床は南北850m、東西1,600mの範囲に分布し、東西方向に延びた楕円形を呈している。鉍床は下部より上部へ初生鉍化帯、二次硫化物富化帯、酸化帯及び溶脱帯に区分される。

初生硫化物は黄銅鉍、輝水鉛鉍、黄鉄鉍を主とし、少量の閃亜鉛鉍、方鉛鉍などを伴っている。産状的には主として鉍染状ならびに細脈状の場合が認められ、前者は黄銅鉍、黄鉄鉍からなり、後者は主に輝水鉛鉍・黄鉄鉍・石英脈からなっている。閃亜鉛鉍、方鉛鉍は南鉍床をとりまいて分布する鉛・亜鉛帯に産し、鉍脈状を呈する。

初生鉍化帯は銅・モリブデン品位により高品位銅鉍体、低品位銅鉍体、高品位モリブデン鉍体、低品位モリブデン鉍体に区分される。モリブデン鉍体は鉍床の内半部を構成し、主としてカリ変質帯中に賦存し、銅鉍体は鉍床の外半部を構成し、主としてフィリック帯に賦存している。南鉍床は銅・モリブデンとも品位が低く、大部分が低品位鉍体に区分され、高品位鉍体の占める割合は非常に低い。さらに鉍床内には鉍床品位に達しない、弱鉍化帯が広く分布している。

流体包有物、X線回折そして全岩分析の室内試験結果はすべて南鉱床が一般的な斑岩型鉱床の傾向に一致していることを示した。すなわち、鉱床の内側では生成温度が高く、変質作用が強いのにに対し、鉱床の外側では逆に生成温度が低く、変質作用が弱くなっている。

南鉱床のデータを北鉱床のものと比較すると次のことが言える。

- ① 南鉱床の変質は肉眼的に北鉱床のものより弱い。
- ② 液体包有物の測定結果によると南鉱床は北鉱床に比べて均質化温度、塩濃度ともに低い。
- ③ 南鉱床の岩石は北鉱床のものに比べて Na_2O 及び CaO 含有量が多く、一方 K_2O 含有量は少ない。

これらのことから南鉱床の鉱化作用は北鉱床よりも劣勢であったと考えられる。

1.6.3 ボーリング密度

既存及び第5年次のボーリング資料により、南鉱床を対象に地質統計学的に検討し、次いで、南・北両鉱床全体についても同様の検討を行った。その結果、北鉱床は南鉱床に比較して、鉱況が安定していること、さらに、年間出鉱量520万t～1,170万tに見合う鉱量の品位推定誤差は、200m×200m格子ボーリングの南鉱床では15.3%～12.5%、200m×100m格子の北鉱床では11.2%～7.7%と見込まれることが明らかにされた。今後、南鉱床に対してボーリング調査を追加した場合、その誤差は北鉱床と同程度まで向上することも示された。このように、烏奴格吐山鉱床のボーリング格子は適切に設定されていると考える。

1.6.4 鉱量試算

南鉱床の鉱量試算の結果、本鉱床の規模はその鉱化様式を反映し、北鉱床に比較すると小規模で高品位部の在り方も分散していると考えられ、今後、ボーリング調査を追加した場合、推定誤差は向上するものの、鉱量的には減少する傾向が推定される。

1.6.5 まとめ

本年度（第5年次）は、烏奴格吐山南鉱床及びその南の南南区を対象に、地質調査及びボーリング調査を行った。その結果、南鉱床から南南区にかけての鉱化・変質作用が解明され、南鉱床の規模が明らかとなった。しかしながら南鉱床は、第4年次に調査された北鉱床と比較して、鉱量的に小規模で、品位的にも高品位部のまとまりを欠くものと考えられる。

さらに、ボーリング密度は地質統計学的検討から、南鉱床に対する200m×200m格子と昨年度（第4年次）の北鉱床に対する200m×100m格子と適切に設定され、それぞれの格子についての精度は十分であることが示された。

第2章 烏奴格吐山区域全体の考察

黒竜江北西部地域満洲里地区の烏奴格吐山鉍床周辺には、当該地区の一般地質構造を反映した北東-南西方向に、黄花菜溝区域、烏奴格吐山北鉍床、同南鉍床及び南南区の鉍床・鉍徴が延長約9kmの範囲に分布している(図3)。これらの将来の開発のための比較優位を明らかにし、今後の本地区の総合開発に資するために、第4年次は黄花菜溝区域及び烏奴格吐山北鉍床を、第5年次は烏奴格吐山南鉍床及び南南区をそれぞれ調査した。

2.1 地質鉍床

第4年次及び第5年次の調査の結果、本地域にみられる黄花菜溝区域、烏奴格吐山北鉍床、同南鉍床及び南南区の鉍床・鉍徴は、燕山晩期の花崗斑岩の貫入と密接に関係する斑岩型銅・モリブデン鉍化作用によりもたらされたもので、鉍石鉍物は黄銅鉍、輝水鉛鉍、黄鉄鉍を主とし、閃亜鉛鉍、方鉛鉍を伴う。そして変質作用は貫入岩体を中心に、カリ変質帯、フィリック帯、粘土化変質帯に累帯分帯することが明らかにされた。

黄花菜溝区域では、4箇所の鉍徴・変質帯が抽出されたが、地化学異常値が低いこと、物理探査異常源(1P)が深いこと、さらにこれら異常帯には既にボーリング調査深度200~370mが行われているが鉍況が不良に終わったことから、本区域には烏奴格吐山鉍床級の大型鉍床の存在を期待し難く、今後の追加探鉍の必要性は極めて少ないと判断された。

烏奴格吐山北鉍床は岩株状貫入岩体を囲むように、南北1,300m、東西1,700m、幅350mの馬蹄形を呈し、地表下600m以深まで続く鉍床で、岩株と母岩との接触部にモリブデン鉍体を、その外側に銅鉍体を形成している。200m×100m格子のボーリング孔を中心とする鉍画法による鉍量計算では、億t級の規模であることが示された。

烏奴格吐山南鉍床は、分岐した数個の小岩体に伴い、南北850m、東西1,600mの範囲に分布し、地表下600mまで続く鉍床である。200m×200m格子のボーリング孔を中心とする鉍画法による鉍量試算では、数千万t級の規模を示すが、鉍化関連火成岩体が小さく分岐しており、鉍体、特に品位の高い部分のまとまりを欠くことが考えられる。

南南区は、小岩脈状貫入岩体と、これに伴う狭小な変質帯が観察され、銅・モリブデン鉍作用は部分的で弱くまとまらず、鉛・亜鉛の細脈が希にみられた。これら小岩体を離れると、母岩の鉍化変質は急激に弱くなる。

2.2 鉍量

以上述べたように、これら鉍床・鉍徴のうち、将来の開発対象となり得るのは、億t級で鉍体にまとまりのある烏奴格吐山北鉍床と考えられる。可採厚15mの場合、北鉍床の銅鉍体は55百万t、0.480%Cu(カットオフ品位0.4%Cu)、モリブデン鉍体は234百万t、0.069%Mo(0.05%Mo)の鉍量が試算される。また銅換算品位(Eq. Cu品位)では、111百万t、0.490%Eq. Cu(カ

ットオフ品位 0.4%Bq. Cu)となる。

一方、南鉱床も数千万t級の規模であるが、鉱体部分の、特にカットオフ品位を上げた場合に、まとまりを欠き、将来の採掘を考えると、有利な条件を備えているとは言い難い(表1-19, 1-20)。

2.3 まとめ

第4年次(1990年)及び第5年次(1991年)の調査の結果、黒竜江北西部地域満洲里地区の烏奴格吐山区域内の黄花菜溝区域、烏奴格吐山北鉱床、同南鉱床及び南南区の鉱床・鉱徴のうち、将来の開発対象となり得るのは、烏奴格吐山北鉱床と考えられる。

これら鉱床・鉱徴を表2-1にまとめた。

これまでに、烏奴格吐山北鉱床は、200m×100m格子のボーリング調査が終了している。地質統計学的解析では、その密度は大型採掘を考えた場合の品位推定に十分な密度と言える。従って、今後の調査は北鉱床の将来の開発の可否を検討するための資料を得る調査を行うことが望ましい。そのためには、選鉱試験用試料を採取するためのボーリング調査、コア試料を用いた選鉱試験及び開発計画調査を行うことが考えられる。

表2-1 烏奴格吐山鉱床周辺の鉱床・鉱徴

	黄 花 菜 溝	烏奴格吐山北鉱床	烏奴格吐山南鉱床	南 南 区
鉱化変質作用	燕山晩期の花崗斑岩の貫入に密接して関係する斑岩型銅・モリブデン鉱床で、黄銅鉱、輝水鉛鉱、黄鉄鉱を主とし、閃亜鉛鉱、方鉛鉱を伴う。変質作用は貫入岩体を中心に、カリ変質帯・フィリック帯・粘土化変質帯に分帯するが、貫入岩の規模により強弱がある。			
鉱床・鉱徴	4箇所の異常帯が認められるが、地化学異常値は低く、物理探査異常源(IP)は深い。各異常帯にはボーリング(深度200m~370m)が行われているが鉱況不良。	大岩体に伴う。南北1,300m, 東西1,700m, 幅350mの南へ開いた馬蹄形、深度600m。銅鉱体・モリブデン鉱体で億t級にまとまる。	分岐した小岩体に伴う。南北850m, 東西1,600mの範囲に分布。東西方向に延びた楕円形。深度600m。数千万t級と考えられるが、鉱化様式より、まとまりを欠く。	烏奴格吐山鉱床の鉱化変質分帯の最外側変質帯とそれに伴う鉛・亜鉛細脈が分布。
探 鉱 量	地質調査 地化学探査(土壌・岩石) 物理探査(IP) ボーリング調査 (4本, 1,200m)	地質調査 ボーリング調査(深掘り72本, 31,550m, 浅掘り44本, 4,550m)	地質調査 ボーリング調査 (32本, 15,720m)	地質調査 地化学探査(土壌・岩石) 物理探査(SP, IP) ボーリング調査(深掘り7本, 3,200m, 浅掘り5本 300m)
評 価	探鉱価値極少	将来の開発最優先対象	探鉱価値少	探鉱価値極少

(ボーリング調査量(m)は端数切捨での概数)

第Ⅲ部 結論及び提言

第Ⅲ部 結論及び提言

第1章 結 論

1.1 満洲里地区烏奴格吐山南部区域

地質調査、ボーリング調査により、区域内的の烏奴格吐山南鉱床及び南南区の地質、鉱化変質作用が明らかにされた。

南鉱床は南北 850m、東西 1,600mの東西方向を長軸とする楕円形を呈し、地表下 600m程度まで続く。地表より溶脱帯（厚さ20m～30m）、酸化帯（20m程度）、二次硫化物富化帯（20m程度）、そして初生鉱化帯が認められる。鉱化変質作用は北鉱床と同様に燕山晩期の花崗斑岩の貫入と密接に関連する。

花崗斑岩は地下深部で1つの岩体だったものが上へ向かって分岐するように貫入し、地表では径 200m程度の複数の小岩体として分布している。鉱化作用はこれら小岩体の外周部と被貫入母岩の黒雲母花崗岩にみられ、全体として楕円形の鉱床を形成していると考えられる。

鉱石鉱物は黄銅鉱、輝水鉛鉱及び黄鉄鉱を主とする。輝水鉛鉱は少量の黄銅鉱、黄鉄鉱を伴い石英細脈～網状脈中に存在し、これらが花崗斑岩と黒雲母花崗岩との接触部に発達する。そしてその外側の黒雲母花崗岩には黄銅鉱、黄鉄鉱が鉱染し、それぞれモリブデンまたは銅を主とする鉱化帯を形成している。これらは品位的に内側のモリブデン鉱体と外側の銅鉱体に区分されるが、鉱化作用が複数の小岩体を囲むように生じているので、カットオフ品位に達しない弱鉱化帯が楕円形をなす鉱床の内側を広く占めている。

変質作用は花崗斑岩を中心として、これと接する黒雲母花崗岩にカリ変質帯、そして外方へフィリック帯、粘土化変質帯が認められる。さらに外側に緑泥石化変質が部分的に認められたが、プロピライト帯として区分するほどの規模ではない。鉱化帯と変質帯との関係は、モリブデンを主とする鉱化帯がカリ変質帯に、銅を主とする鉱化帯がフィリック帯にほぼ一致する。

南南区は南鉱床の南縁部以南に位置している。本区には南鉱床の花崗斑岩小岩体から派生するように、北東－南西方向に伸長した小岩脈状花崗斑岩がみられ、これに伴う狭小な鉱化変質帯が観察される。銅・モリブデン鉱化作用は部分的で弱く、まともならず、鉛・亜鉛の細脈が希に認められた。このような花崗斑岩の産状と鉱化変質帯の形態ならびに鉛・亜鉛鉱化作用が認められることから、本区の鉱化変質作用は、南鉱床を中心とする鉱化変質累帯の外側部分の鉛・亜鉛帯と考えられる。

南鉱床は、第5年次までのボーリング調査によって、その全体が 200m×200m格子のボーリングで覆われたので、ボーリング孔を中心とする 200m×200mの鉱画で鉱量を試算したところ、低品位ながら数千万t級の鉱床規模となることが明らかとなったが、カットオフ品位を上げた場合、鉱床としてのまとまりを欠くと考えられる。なお、これらボーリングの地質資料、銅・

モリブデン品位を用いて地質統計学的手法により、品位推定誤差及びボーリング密度の検討を行ったところ、推定誤差は15.8%~12.5%と見込まれ、今後さらにボーリングを追加しても推定誤差は10%前後までにしか向上しないことが判明した。

1.2 満洲里地区烏奴格吐山鉱床周辺の評価

第4年次(1990年)及び第5年次(1991年)に調査された満洲里地区には、本区域の一般地質構造を反映した北東-南西方向に、黄花菜溝区域、烏奴格吐山北鉱床、同南鉱床及び南南区の鉱床・鉱徴がみられる。ここ2箇年の調査は、これらの鉱床・鉱徴の将来の開発のための比較優位を明らかにし、今後の本地区の総合開発に資することを目的として、第4年次は黄花菜溝区域及び烏奴格吐山北鉱床を、第5年次は烏奴格吐山南鉱床及び南南区をそれぞれ調査した。

その結果、これらの鉱床・鉱徴は、燕山晩期の花崗斑岩の貫入と密接に関係する斑岩型銅・モリブデン鉱化作用によりもたらされたものであることが明らかにされた。

黄花菜溝区域は、4箇所の鉱徴・変質帯が抽出されたが、大型鉱床の存在を期待し難く、今後の探鉱の必要性は極めて少ないと判断された。

烏奴格吐山北鉱床は、岩株状花崗斑岩を取り囲む、南北1,300m、東西1,700m、幅350mの馬蹄形の鉱床で、岩株と母岩との接触部にモリブデンを主とする鉱化帯が、その外側を銅を主とする鉱化帯が発達する。低品位ではあるが鉱床規模は億t級[111百万t, 0.490%Eq. Cu(カットオフ品位 0.4%Eq. Cu)]で鉱体のまとまりも良い。

烏奴格吐山南鉱床は、同北鉱床と同様の鉱化様式で形成されたが、鉱化関連火成岩の貫入が複数の小岩体に分岐しているため、鉱床も個々の小岩体ごとにまとまっている。全体としての鉱床規模は数千万t級[55百万t, 0.503%Eq. Cu(カットオフ品位 0.4%Eq. Cu)]であるが鉱床としてのまとまりを欠く。

南南区は南鉱床を中心とする鉱化変質累帯の外側帯に相当し微弱な鉛・亜鉛鉱化が認められるのみであることが明らかにされた。

このような第4年次・第5年次の調査結果から、本地区においてさらに一歩進めた開発計画調査の対象となり得るのは、烏奴格吐山北鉱床と考えられる。

第 2 章 提 言

第 5 年次の調査の結果、烏奴格吐山鉱床周辺で将来の開発計画調査の対象と考えられる鉱床は、烏奴格吐山北鉱床である。これまでに北鉱床は 200m×100m 格子のボーリング調査が終了しており、その密度は地質統計学的解析による大型採掘を考えた場合の品位推定誤差は小さく、十分な密度と言える。従って今後の調査は北鉱床の将来の開発の可否を検討するための資料を得る調査を行うことが望ましいので、次のとおり提言する。

- (1) ボーリング調査：選鉱試験用の試料を採取することを目的とする。
- (2) 選鉱試験：コア試料を用いて選鉱試験を行う。
- (3) 開発計画調査：技術的・経済的に北鉱床開発の場合の評価を行う。そして、本区域を含む総合評価に資する。

参 考 文 献

文 献

- BURRETT, C. F. (1974) : Plate tectonics and the fusion of Asia.
Earth Planet. Sci. Lett., 21, 181-198.
- 地団研地学事典編集委員会編 (1970) : 地学事典, 平凡社.
- 地熱開発総合ハンドブック (1987) : K. K. フジテクノシステム.
- 中国地質科学院構造地質室 黄汲清指導 新華書店北京発行所 (1979) : 中国台地構造図.
- 中国地質科学研究院主編 (1971) : 中華人民共和国地質図集.
- 中国地図出版社 (1984) : 中国自然地理図集.
- 中国地図出版社 (1979) : 中華人民共和国地図集.
- DEWEY, J. F. and BIRD, J. (1970) Mountain belts and the new global tectonics. J. Geophys. Res., 75, 2625-2647.
- DICKINSON, W. R. (1973) : Reconstruction of past arc-trench system from petrotectonic assemblages in the island arcs of the western Pacific. In the western Pacific, COLEMAN P. J. ed., 569-601. Univ. W. Australia Press, Nedlands, Australia.
- DOBRETSOV, N. L. and SOBOLEV, N. V. (1984) : Glaucophane schists and eclogites in the folded systems of northern Asia. *Ofioliti*, 9, 401-424.
- 杜崎・岸本文雄・石原舜三 (1982) : 多宝山斑岩銅鉍床の変質作用と鉍化作用, 地質調査所月報, 第33巻第9号, 469-477.
- FAN, P. (1978) : Outline of the tectonic evolution of southwestern China. *Tectonophys.*, 45, 261-267.
- HAMILTON, W. (1970) : The Uralides and the motion of the Russian Siberian Platforms. *Geol. Soc. Am. Bull.*, 80, 2409-2430.
- HUANG, T. K. (1959) : New studies on the geotectonics subdivisions of eastern China and their characteristics. *Internat. Geol. Rev.*, 1, 73-88.
- (1978) : An outline of the tectonic characteristics of China. *Eclogae. Geol. Helv.*, 71, 611-635.
- IRVING, E. (1983) : Fragmentation and assembly of the continents, Middle Carboniferous to Recent. *Geophys. Surv.*, 5, 299-323.
- 石原舜三 (1969) : ポーフイリーカップー鉍床入門〔I〕. ラティス社.
- 石原舜三 (1970) : ポーフイリーカップー鉍床入門〔II〕. ラティス社.
- 石原舜三 (1983) : 中国の鉍物資源④—タングステン鉍床—. 地質ニュース, 第346号, 39-51.
- (1988) : Aタイプ花崗岩とR E E鉍床. 地質ニュース, 第409号, 6-24.

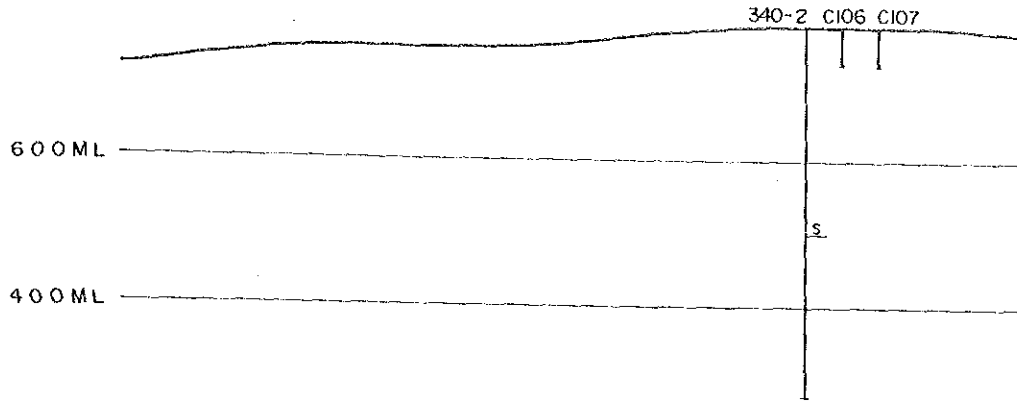
- ・張安棣(1982) : 中国の地質用語, 地質調査所月報, 第33巻第5号, 241-249.
- 石原舜三・佐藤岱生(1982) : 中国鉍物資源③—華南の花崗岩類—, 地質ニュース, 第340号, 30-45.
- 叶欣・王莉娟(1989) : 烏奴格吐山斑岩型銅・モリブデン鉍床の流体包有物と鉍化作用の研究, 地質と勘探, 第25巻, 第6期, 14-21.
- 金属鉍業事業団(1983) : 昭和57年度地質解析委員会報告書.
 —————(1984) : 昭和58年度地質解析委員会報告書.
 —————(1988) : 昭和62年度地質解析委員会報告書.
 —————(1989) : 昭和63年度地質解析委員会報告書.
- KLIMETZ, M. P. (1983) : Speculations in the Mesozoic plate tectonic evolution of Eastern China. *Tectonics.*, 2, 139-166.
- 黒竜江地質科学研究所編(1978) : 1,000,000分の1地質図及び説明書.
- 黒竜江省冶金地質勘探公司706隊(1983) : 烏奴格吐山銅・モリブデン鉍床地質評価報告書.
- 黒竜江有色地質勘探局物探隊(1990) : 烏奴格吐山銅・モリブデン鉍床南南区物探・地化探調査報告書
- 国際協力事業団・金属鉍業事業団(1988) : 中華人民共和国レアメタル総合開発調査資源開発協力基礎調査報告書黒竜江北西部地域第1年次.
 —————(1989) : 中華人民共和国レアメタル総合開発調査資源開発協力基礎調査報告書黒竜江北西部地域第2年次.
 —————(1990) : 中華人民共和国レアメタル総合開発調査資源開発協力基礎調査報告書黒竜江北西部地域第3年次.
 —————(1991) : 中華人民共和国レアメタル総合開発調査資源開発協力基礎調査報告書黒竜江北西部地域第4年次.
- KROPOTOKIN, P. N. (1972) : Eurasia as a composite continent. *Trans. Am. Geophys. Inst.*, 53, 180.
- LI CHUNYU, QUAN WANG XUEYA and LIU and YAOQING TANG(1982) : Tectonic map of Asia with its explanatory text. *Res. Inst. Geology. Chinese Academy of Geological Science.*, 49 pp.
- LIN, J., FULLER, M. and ZHANG, W. (1985) : Preliminary Phanerozoic polar wander paths for the North and South China Blocks. *Nature*, 313, 444-449.
- 陸志剛・佐藤岱生・石原舜三(1982) : 中国東部の中生代火山岩類の岩石化学とその地質学的意義, 地質調査所月報, 第33巻第8号, 409-415.
- 丸茂克美(1987) : イライトの結晶化度の岩石・鉍床研究への応用, 地質ニュース, 第397号, 6-23.

- 丸山茂徳・藤縄禎郎・酒井英男 (1984) : アジアのテクトニクス. 海洋科学, 16, 474-485.
- 丸山茂徳・酒井英男 (1986) : 複合大陸塊……アジアのテクトニクス. 地団研専報, 31, 487-518.
- MCELHINNY, N. W. (1973) : Paleomagnetism and plate tectonics.
University Press, Cambridge, 358 pp.
- 都城秋穂 (1979) : アジア大陸のテクトニクス概説. 岩波地球科学講座, 地球科学 16 「世界の地質」, 237-261.
- 長沢敬之助・白水晴雄・中村威 (1976) : 鉍脈鉍床中に産する粘土鉍物. 鉍山地質特別号 7 号, 75-84.
- 中嶋輝允 (1984) : 中国揚子プラットフォームの地質. 地質ニュース, 第 359号, 42-56.
- OINUMA, K., SHIMODA, S. and SUDO, T. (1972) : Triangular diagrams for surveying chemical compositions of chondrites. j. Toyo Univ., Gen. Education, No. 15 1-33.
- 大手開発株式会社 (1987) : 昭和62年度資源開発協力基礎調査レアメタル総合開発調査中華人民共和国黒竜江北西部地域地質調査・地化学探査報告書.
- (1988) : 昭和63年度資源開発協力基礎調査レアメタル総合開発調査中華人民共和国黒竜江北西部地域地質調査・地化学探査報告書.
- (1989) : 平成元年度資源開発協力基礎調査レアメタル総合開発調査中華人民共和国黒竜江北西部地域地質調査・地化学探査報告書.
- (1990) : 平成2年度資源開発協力基礎調査レアメタル総合開発調査中華人民共和国黒竜江北西部地域満洲里地区黄花菜溝区域地質調査・物理探査報告書.
- PARKET, R. L. (1976) : Composition of the earth's crust. in Date of Geochemistry, 6th ed., U. S. Geol. Surv. Prof. Paper, 440-D, D-13~16.
- PEIVE, A. V., PERFILIEP, A. S. and RUZHENTSEV, S. V. (1972) : Problems of intercontinental geosynclines. 24th Int. Geol. Cong. Montreal. Sec. III, Tectonics, 486 pp.
- RENDU J. M. (1984) : Geostatistical Methods of Ore Reserve Estimation. Mining Geol., 34, 197-224.
- 笹田政克 (1989) : 流体包有物マイクロサーモメトリーの基礎—地熱篇—(2). 地熱エネルギー, 第14巻第1号, 27-42.
- 鹿園直建 (1988) : 地の底のめぐみ—黒鉍の化学—. 裳華房
- 秦 克章・王之田・潘竜駒 (1990) : 満洲里—新巴尔虎右旗銅, モリブデン, 鉛, 亜鉛, 銀帯鉍化作用と斑岩岩体の含鉍評価標示, 地質論評, 36, 479-488.

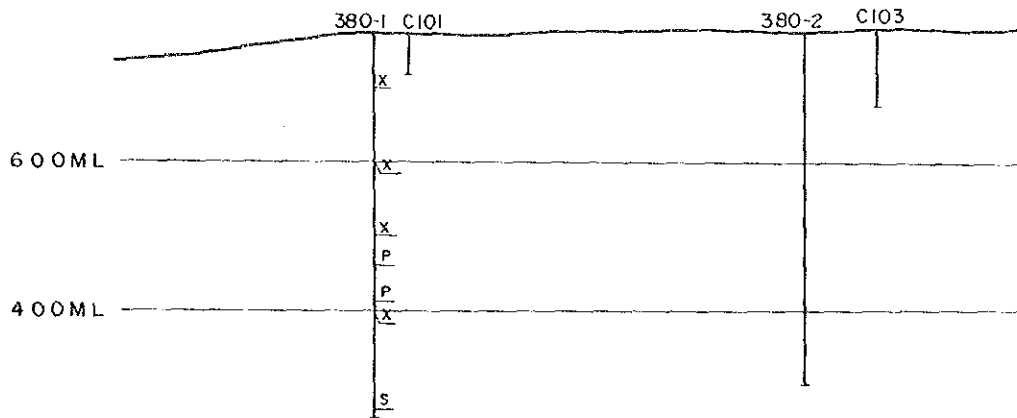
- 白水晴雄 (1988) : 粘土鉱物学—粘土科学の基礎—. 朝倉書店, 124-176.
- SOBOLEV, V. S. (Chief editor)(1982) : Metamorphic complexes of Asia Translated by B. A. Brown. Pergamon Press, Oxford, 320 pp.
- 佐藤信次 (1979) : 中国の地史. 岩波地球科学講座, 地球科学 16, 「世界の地質」, 301-326.
- STOCKLIN, J. (1980) : Geology of Nepal and its regional frame.
J. Geol. Soc. London., 137, 1-34.
- 高橋 洋 (1988) : 細倉鉱床の鉱化変質分帯と生成モデル. 鉱山地質, 38, 335-346.
- 高橋 洋 (1988) : 変質岩の鉱物組成の推定法—細倉鉱床の変質岩を実例として—. 鉱山地質, 38, 347-356.
- 竹内寿久称 (1978) : 斑岩銅鉱床の流体包有物と鉱化流体. 鉱山地質, 28, 117-130.
- 立見辰雄 (1977) : 現代鉱床学の基礎. 東京大学出版会.
- THORNTON, C. P. and TUTTLE, O. F., (1960) : Chemistry of igneous rocks I. Differentiation index. Amer. Jour. Sci., 258, 664-684.
- 塚田 靖・宇野 智 (1980) : 大江鉱山, 鉱床母岩の変質について. 鉱山地質, 30, 63-72.
- TUREKIAN, K. K. and WEDEPOHL, K. H. (1961) : Distribution of the elements in some major units of earth's crust. Geol. Soc. America Bull., vol. 72, 175-192.
- VINOGRADOV, A. P. (1962) : Average contents of chemical elements in the principal types of igneous rocks of the earth's crust. (in Russian). Translation in Geochemistry., No. 7, 641-664.
- WILLIAMS, A. (1972) : Distribution of brachiopod assemblages in relation to Ordovician paleo-geography. In organisms and continents through time. Sp. Papers Paleontol., 12, 241.
- ZHANG, Z. M., LIU, J. G., and Coleman, R. G. (1984) : An outline of plate tectonic of China. Geol. Soc. Am. Bull., 95, 295-312.
- ZONENSHAIN, L. P., KUZMIN, M. I. and KONOMOV, M. V. (1985) : Absolute areconstruction of the Paleozonic oceans. Earth Planet Sci. Lett., 74, 103-116.

卷 末 資 料

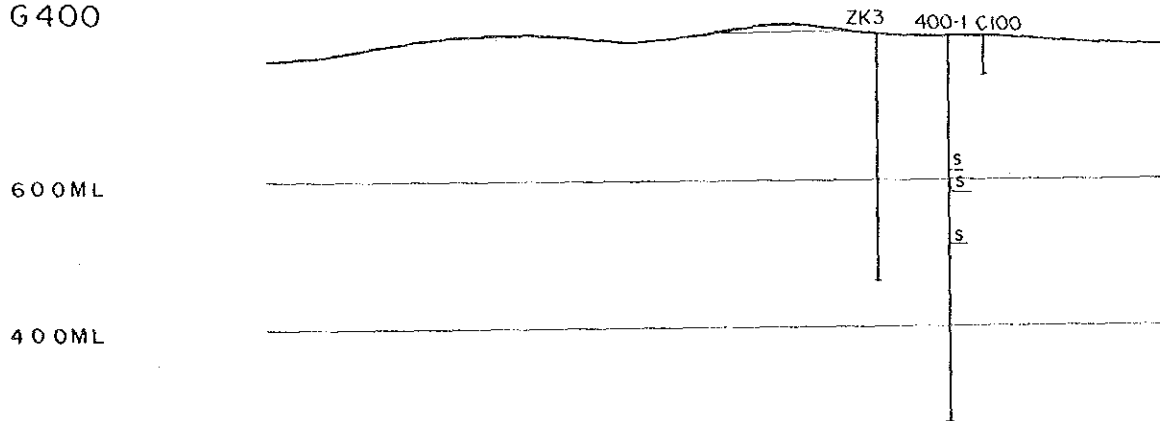
NW ——— B220 B200 B180 B160 B140 B120 ——— SE
 G 340



G 380



G 400

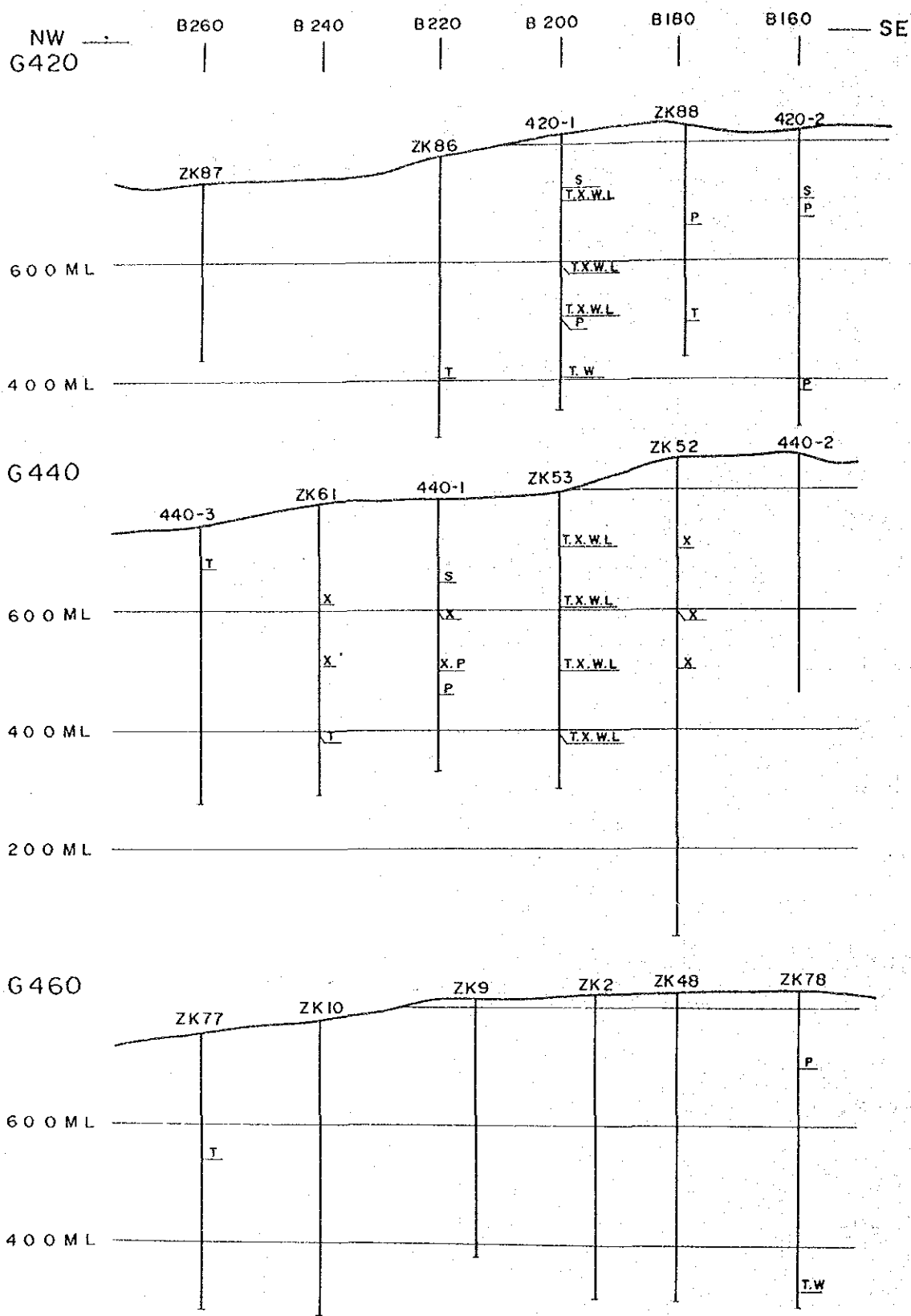


0 200 400m

凡 例

T : 岩石薄片 X : X線回折 W : 全岩分析 L : 流体包有物
 P : 鉍石研磨片 S : 硫黄同位体

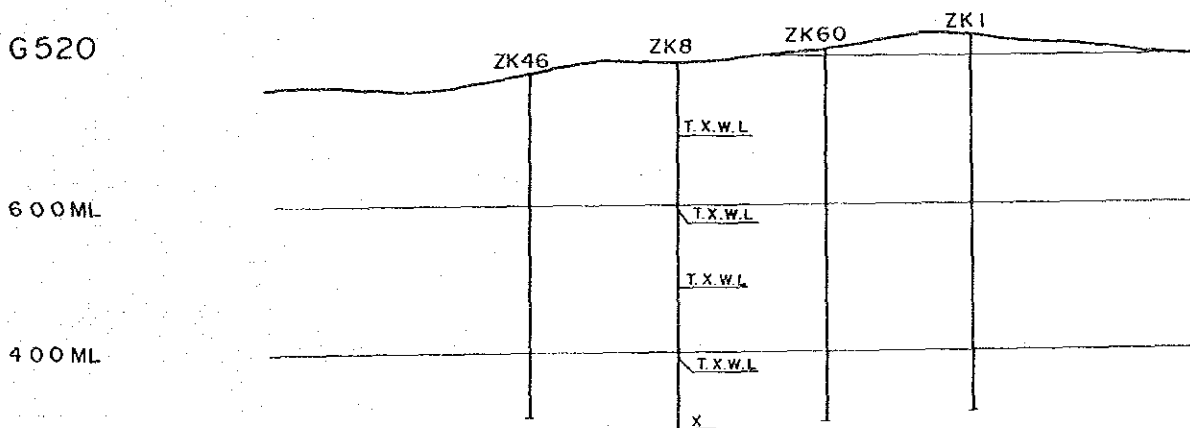
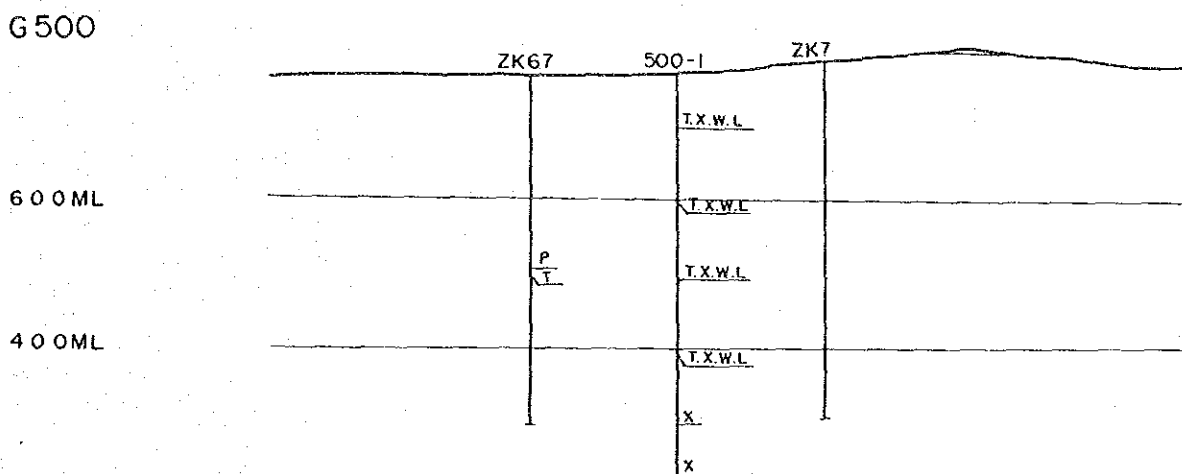
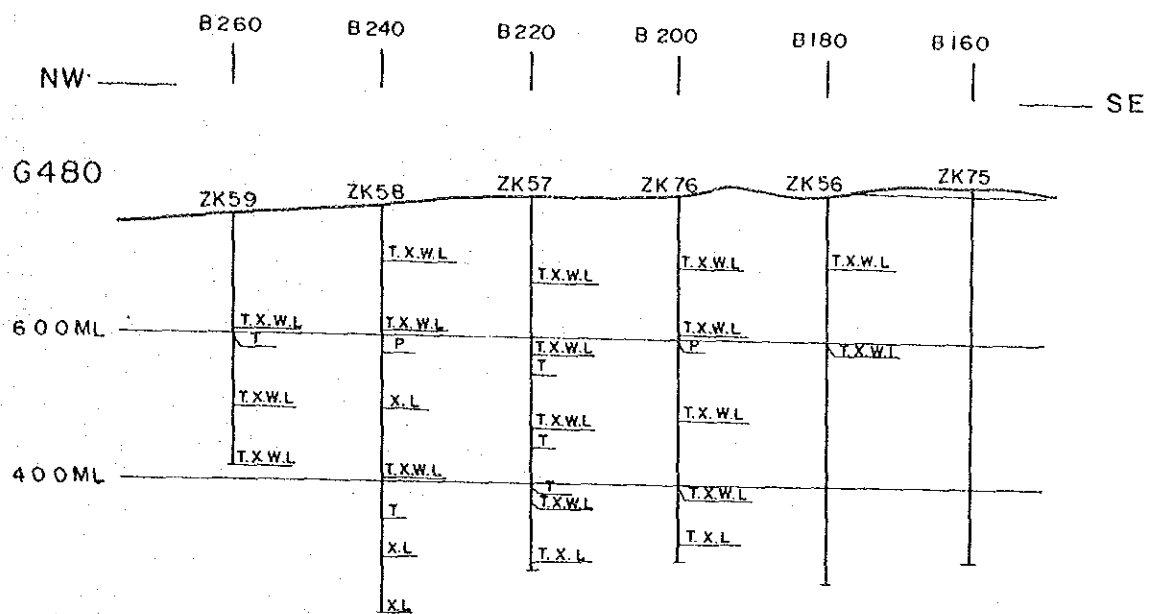
資料1 烏奴格吐山南部区域試料採取位置図 (その1)



凡 例

- T : 岩石薄片 X : X線回折 W : 全岩分析 L : 流体包有物
 P : 鉍石研磨片 S : 硫黄同位体

資料1 烏奴格吐山南部区域試料採取位置図 (その2)



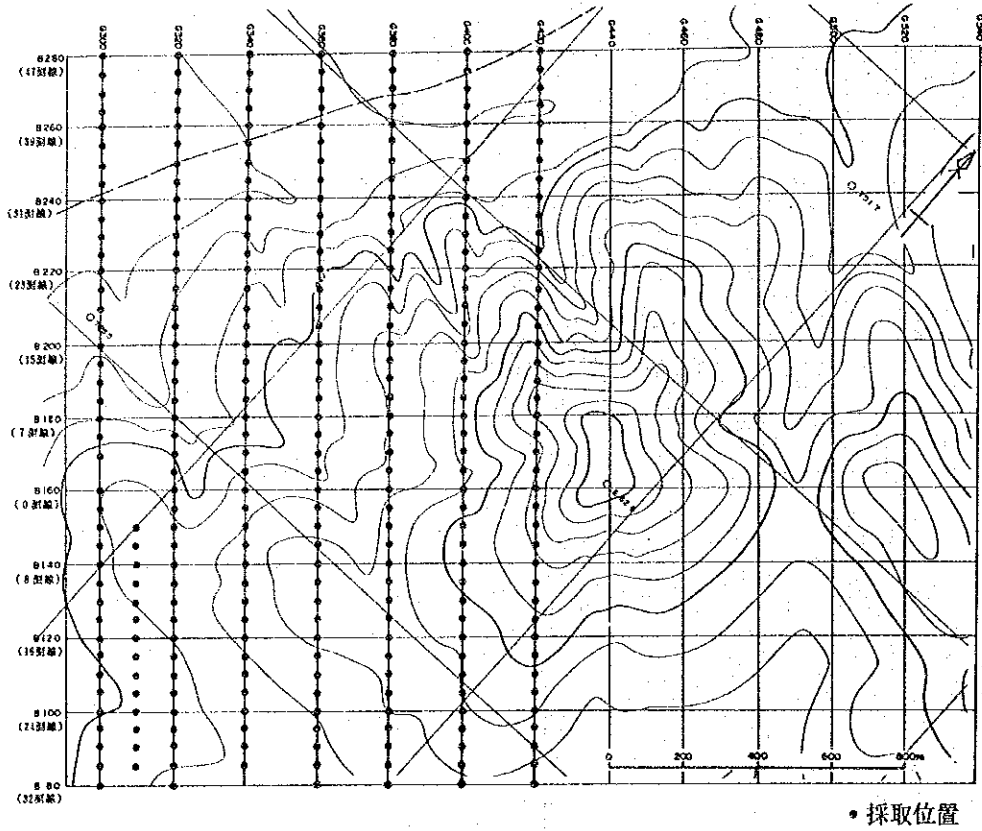
0 200 400m

凡 例

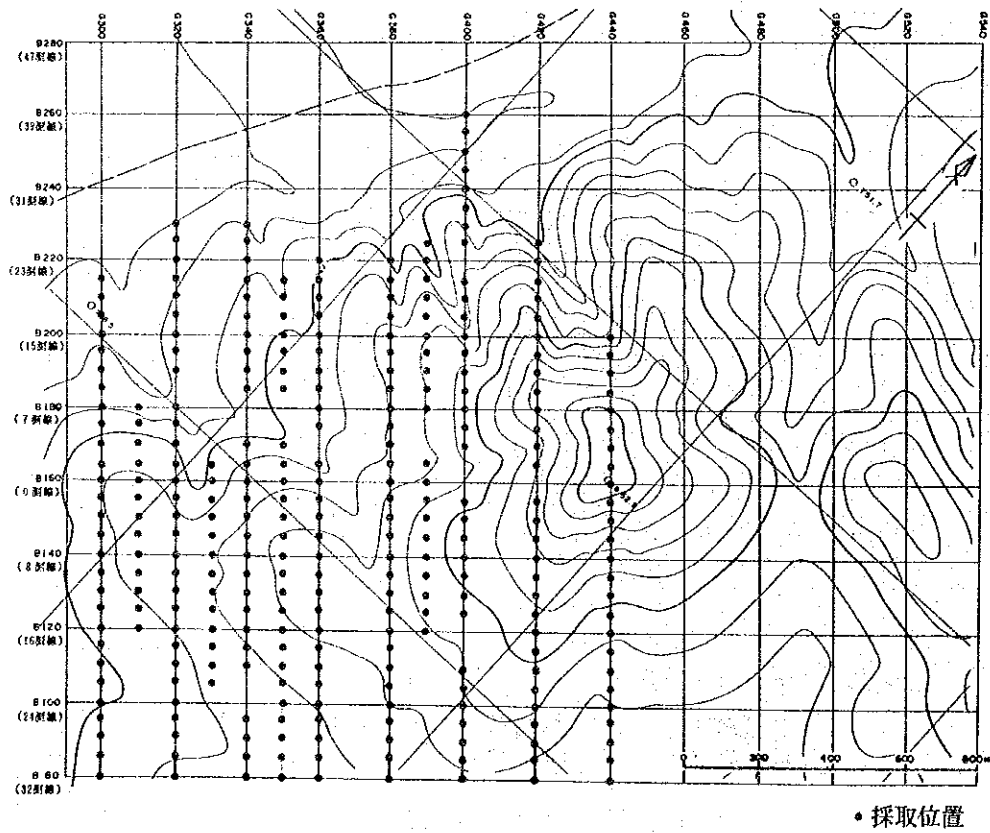
T : 岩石薄片 X : X線回折 W : 全岩分析 L : 流体包有物
 P : 鉍石研磨片 S : 硫黃同位体

資料1 烏奴格吐山南部区域試料採取位置図 (その3)

(A) 土壤試料



(B) 岩石試料



資料1 烏奴格吐山南部区域試料採取位置図 (その4)

資料2 岩石薄片鑑定結果一覧表 (その1)

番号	ボーリング名	レベル (ML)	採取深度 (m)	岩石名	主要構成鉱物								二次鉱物・変質鉱物														
					石英	カリ長石	微斜長石	斜長石	正長石	黒雲母	かんらん石	チタン石	ジルコン	金紅石	燐灰石	石英	カリ長石	絹雲母	カオリン		緑泥石	炭酸塩鉱物	加水雲母	白雲母	白チタン石	黄鉄鉱	
1	ZK59	600	160.0	黒雲母花崗岩	+	+								±			○	△	△								珪化, カリ長石化
2	"	500	259.5	"	#	#		±					±	±			○	△	○								珪化, 絹雲母化
3	"	400	359.0	"	#		±							±					○								絹雲母化, 炭酸塩化, 珪化
4	ZK58	700	74.0	"	#	+	±							±			△	○	○								カリ長石化, 絹雲母化, 珪化
5	"	600	173.0	"	#	+								±			△	△	○								カリ長石化, マイロナイト化
6	"	400	367.5	花崗斑岩	+	+		#					±	±					○								絹雲母化
7	ZK57	700	120.0	黒雲母花崗岩	#			±					±	±	±		△	△	○								カリ長石化, 絹雲母化, 珪化
8	"	600	208.0	"	#	#		±					±				○	△	○								珪化, 珪化
9	"	500	314.5	花崗閃緑斑岩	+			#					±	±					○								絹雲母化, 炭酸塩化
10	"	400	414.0	黒雲母花崗岩	#	#							±				○	○	○								珪化, カリ長石化, 絹雲母化, 珪化
11	"	300	494.0	黒雲母花崗閃緑岩	#	#		#					±					△	○								カリ長石化, 絹雲母化
12	ZK76	700	100.5	花崗斑岩		±		±											◎								絹雲母化強い
13	"	600	184.0	"	+	+							±	±	±		△	△	◎								絹雲母化強い
14	"	500	309.0	黒雲母花崗岩	#	#		#					±	±	±		○	○	○								珪化, カリ長石化, 絹雲母化
15	"	400	400.5	黒雲母花崗閃緑岩	+	+		#					±	±	±		○	○									珪化, 絹雲母化, 炭酸塩化
16	"	300	478.0	"	#	±		#									△		○								絹雲母化, マイロナイト化
17	ZK56	700	95.0	花崗斑岩	#	+		#					±	±			○		○					◎	△		加水雲母化強い, 珪化, 絹雲母化
18	"	600	194.0	"	#			+					±	±					◎							△	絹雲母化, カオリン化, 炭酸塩化
19	ZK53	700	99.5	黒雲母花崗岩	#			+					±				○	△	◎								絹雲母化強い, 珪化, 炭酸塩化
20	"	600	198.5	花崗斑岩	+	+		+					±	±			△		○								珪化, 絹雲母化, 炭酸塩化
21	"	500	301.0	黒雲母花崗岩	#			+					±				△		◎								珪化, 絹雲母化, 炭酸塩化
22	"	400	401.0	"	#	#		+									△	△	△								珪化, 絹雲母化, カオリン化
23	420-1	700	109.0	"	#	#		+									○	△	◎								絹雲母化強い, 珪化
24	"	600	223.5	"	#	#		+					±				○	△	◎	△							絹雲母化強い, 珪化, カオリン化
25	"	500	309.0	"	#	+		#					±				○	△	◎								絹雲母化強い, 珪化
26	"	400	410.1	"	#	+	+	#									○	△	△	△							珪化, 絹雲母化, カオリン化
27	500-1	700	74.0	"	#	#		+					±	±			△	△	◎								絹雲母化強い。

資料2 岩石薄片鑑定結果一覧表(その2)

番号	ボーリング名	レベル(ML)	採取深度(m)	岩石名	主要構成鉱物										二次鉱物・変質鉱物																
					石英	カリ長石	微斜長石	斜長石	正長石	黒雲母	かんらん石	チタン石	ジルコン	金紅石	燐灰石	石英	カリ長石	絹雲母	カオリン	緑泥石	炭酸塩鉱物	加水雲母		白雲母	白チタン石	黄鉄鉱					
28	500-1	600	178.2	黒雲母花崗岩	#	+		+						±								○	△	○							珪化, カリ長石化, マイロナイト化
29	"	500	275.2	"	#	+								±		±						△	△	△						カリ長石化	
30	"	400	375.0	"	#			+						±	±							○		△						マシ化著しい	
31	ZK8	700	102.0	花崗斑岩	#	+		+						±								○		◎	・					絹雲母化強い。	
32	"	600	202.3	黒雲母花崗岩	#	+		+								±						○	○	○						珪化, カリ長石化	
33	"	500	310.0	"	#	+		+														○		◎	・		△			絹雲母化強い	
34	"	400	405.5	"	#	+																◎		◎	・		○			珪化, 絹雲母化, 炭酸塩化強い。	
35	300-1	—	205.0	安山岩				+			+											△		△	◎	△				基質の40%は緑泥石	
36	ZK56	—	205.6	角礫岩																		○		◎			○			絹雲母化が著しい	
37	ZK59	—	212.4	花崗閃緑岩	#	+		#		#				±		+								△			△			変質が弱い。	
38	ZK78	—	501.0	石英安山岩	#	+		#						±									△	△	・		△			炭酸塩化, 絹雲母化	
39	ZK88	—	332.0	アプライト	#			#	+													○		◎			△			絹雲母化, 珪化	
40	ZK58	—	427.0	花崗斑岩	+	+		#						±	±									△	・	△	△			黒雲母は緑泥石化	
41	ZK77	—	214.5	黒雲母花崗閃緑岩	#	#		#						±	±									○	・					絹雲母化	
42	ZK86	—	373.2	花崗斑岩	#	#		#						±	±									○	・	△	△			黒雲母は緑泥石化	
43	ZK57	—	241.0	"	#	+		#														○		◎						絹雲母化が強い。珪化	
44	"	—	340.0	"	#	#		#						±	±									○	・		△			絹雲母化	
45	"	—	393.5	"	#	+		#						±	±									◎						絹雲母化が強い。	
46	440-3	—	72.5	斑状石英閃緑岩	#					#			±	±	±												○			炭酸塩化	
47	ZK61	—	386.5	斑状流紋岩	+			±	±															○						絹雲母化	
48	ZK67	—	259.6	安山斑岩	±	#		+																○			○			絹雲母化, 炭酸塩化	
49	91072306			グラノファイアー		+		+																						新鮮	
50	91072304			流紋岩質凝灰岩質砂岩										±																流紋岩・安山岩の礫を含む。	

No.1~No.48 ボーリング試料

No.49~No.50 トレンチ試料

主要構成鉱物(上段:斑晶, 下段:石基)

: 多量, # : 中量, + : 少量, ± : 微量

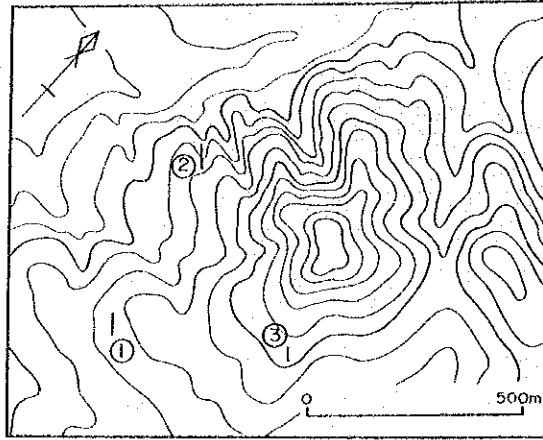
二次鉱物・変質鉱物

◎ : 多量, ○ : 中量, △ : 少量, ・ : 微量

資料3 鉍石研磨片鑑定結果一覧表

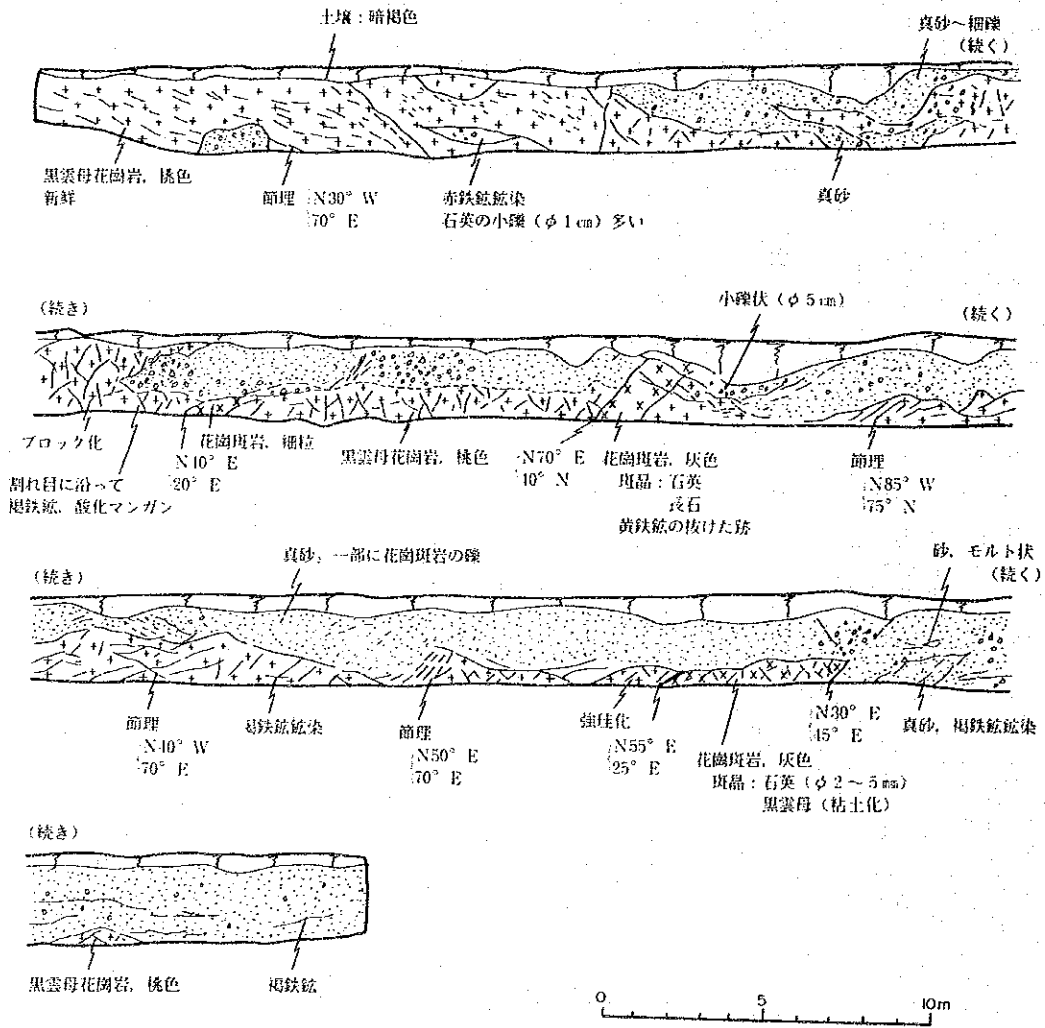
番号	ボーリング名	採取深度 (m)	黄銅鉍 (Cp)	四面銅鉍 (Tr)	方鉛鉍 (Gn)	閃亜鉛鉍 (Sp)	黄鉄鉍 (Py)	磁鉄鉍 (Mt)	赤鉄鉍 (Hm)	晶出順序
1	420-1	320.3	・			・	△			
2	420-2	155.4	△		◎	◎	◎			Py→Sp, Cp→Gn
3	420-2	443.0	・	◎	◎	◎	◎			
4	440-1	284.0	◎			◎	◎			Py→Cp, Sp
5	440-1	325.0	◎		・	・	◎			
6	ZK58	199.0	◎				△			
7	ZK67	255.0	△			○	◎			Py→Sp, Cp
8	ZK76	199.0	○				○	○		
9	ZK76	199.1	・		・	・	・			
10	ZK78	131.0	○		◎	◎	◎			Py→Sp→Cp→Gn
11	ZK88	168.7	・		・	◎	◎			
12	TC380-1						◎	・		

[凡例] ◎:多量 ○:中量 △:少量 ・微量



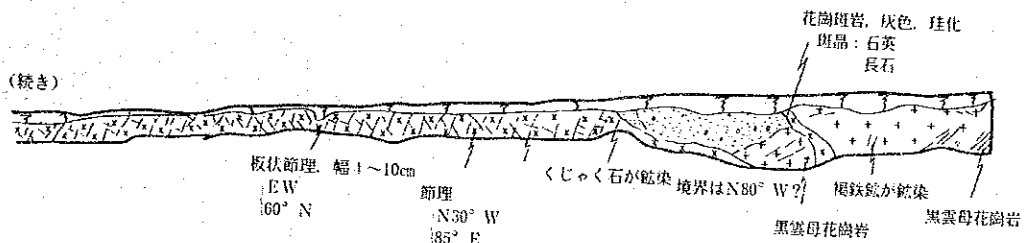
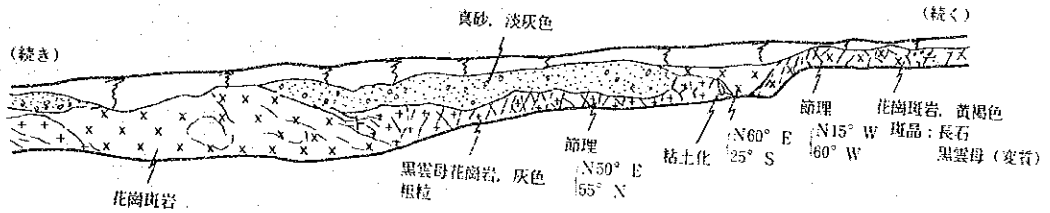
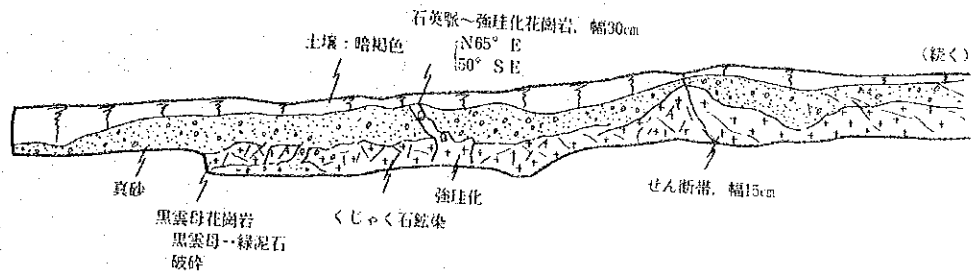
烏奴格吐山南部区域トレンチ位置図

① Tc340-3 (北東側面)

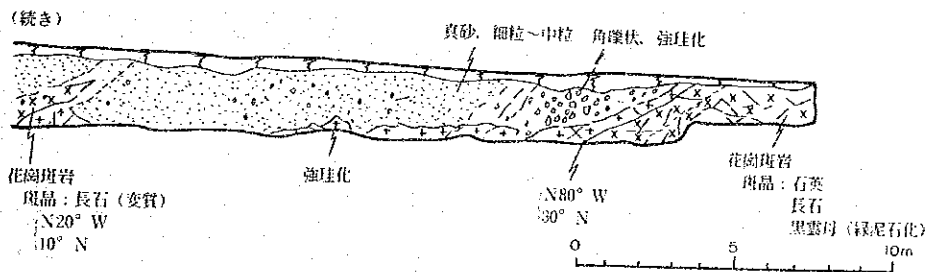
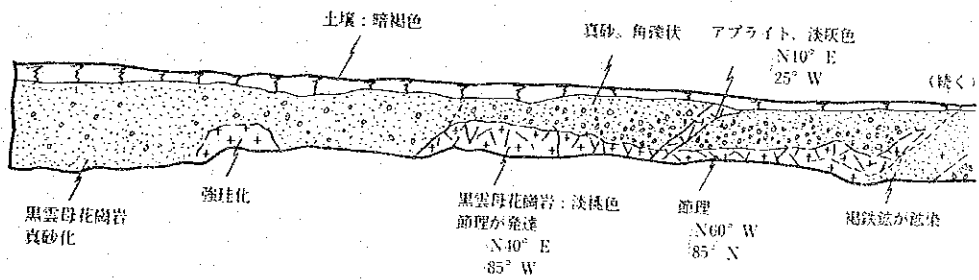


資料 4 烏奴格吐山南部区域トレンチ調査スケッチ図 (その1)

② Tc380-1 (北東側面)



③ Tc420-1 (北東側面)



資料4 烏奴格吐山南部区域トレンチ調査スケッチ図 (その2)

資料 5 微量分析結果一覽表

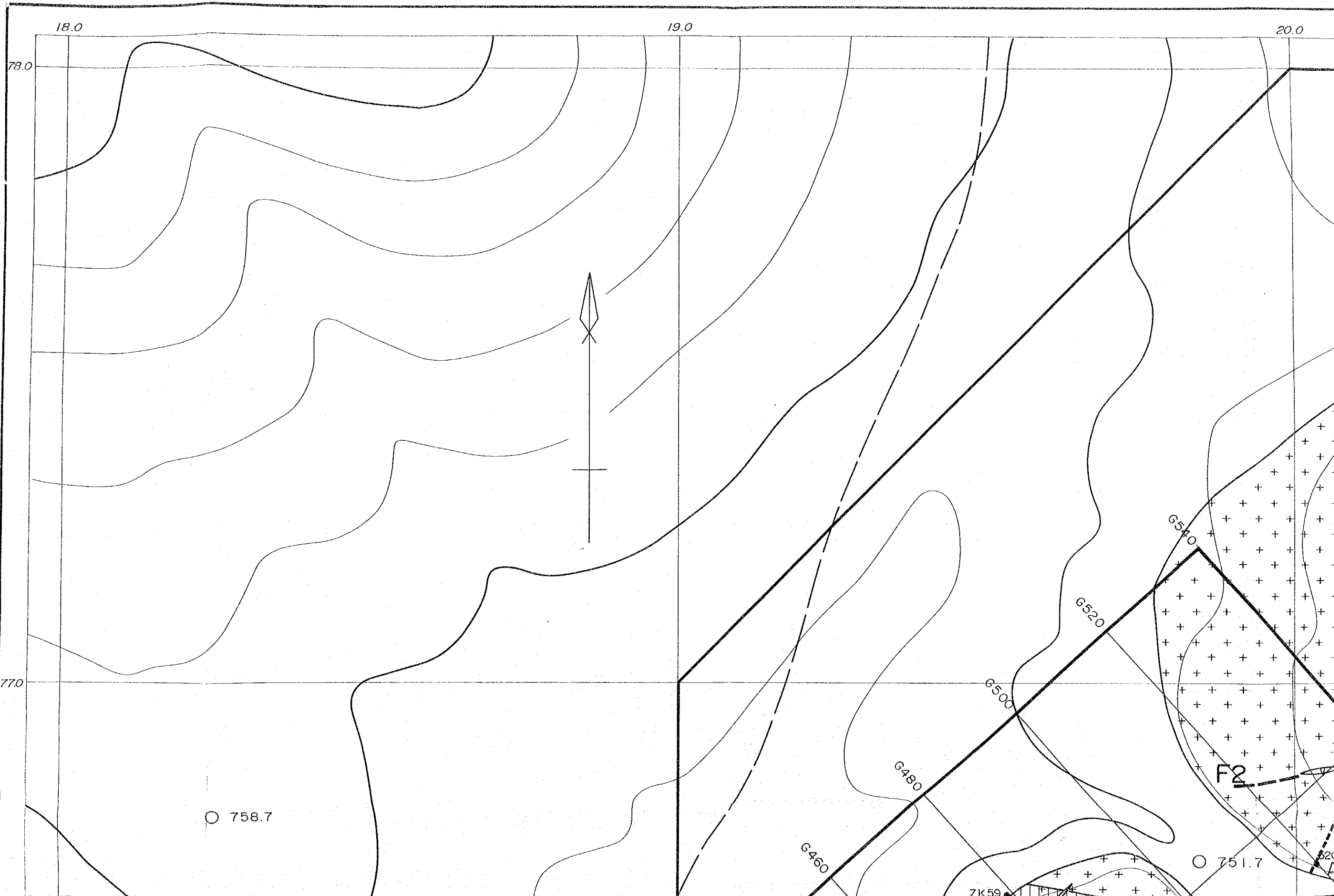
試料名	井ノ口 番号	深 度		Cu (ppm)	Pb (ppm)	Zn (ppm)	Ag (ppm)	Co (ppm)	Sn (ppm)	Mo (ppm)	V (ppm)	Ti (ppm)	Ni (ppm)	Cr (ppm)	Mn (ppm)	B (ppm)	Bi (ppm)	Ga (ppm)	As (ppm)	Ba (ppm)	Sb (ppm)	W (ppm)
		自 (m)	至 (m)																			
GP-01	500-1	259.78	261.78	200	40	150	0.3	2	1	40	30	>1000	3	80	300	50	<3	3	<100	<300	<30	30
GP-02	"	249.78	251.78	300	60	200	0.4	5	1	60	50	>1000	3	100	200	50	<3	5	<100	<300	<30	30
GP-03	"	253.78	255.78	1000	100	150	4	10	2	100	50	>1000	3	100	500	70	<3	10	<100	1000	<30	30
GP-04	440-1	57.00	58.58	>1000	300	1000	50	20	30	120	100	>1000	10	50	300	40	<3	20	>1000	300	50	30
GP-05	380-1	63.29	65.29	>1000	70	500	8	10	5	5	70	>1000	3	30	200	100	5	10	500	<300	50	30
GP-06	440-1	106.40	108.40	>1000	80	200	3	20	5	100	60	>1000	3	50	250	40	3	8	<100	700	<30	<30
GP-07	"	122.40	124.40	>1000	100	700	50	15	40	300	70	>1000	5	80	1000	10	<3	10	>1000	300	40	30
GP-08	420-1	428.88	430.88	>1000	150	500	30	50	30	50	300	>1000	200	200	>1000	30	5	20	300	300	30	50
GP-09	380-1	75.29	77.29	>1000	70	400	40	5	20	10	50	>1000	10	10	300	70	5	10	1000	<300	40	30
GP-10	"	108.26	110.26	>1000	80	400	40	20	20	30	150	>1000	200	200	1000	100	3	10	700	<300	30	40

試料名	Na (ppm)	Cd (ppm)	In (ppm)	Pt (ppm)	Ge (ppm)	La (ppm)	Re (ppm)	Au (ppm)	Li (ppm)	Sr (ppm)	Be (ppm)	Nb (ppm)	Ta (ppm)	Ce (ppm)	Os (ppm)	Te (ppm)	Hf (ppm)	P (ppm)	Th (ppm)	Hg (ppm)	K (%)
GP-01	>1	<10	<10	<10	<3	<300	<10	<10	<30	<300	<3	<300	<1000	<300	<30	<10	<100	<1000	<1000	<100	<1
GP-02	>1	<10	<10	<10	<3	<300	<10	<10	<30	<300	<3	<300	<1000	<300	<30	<10	<100	<1000	<1000	<100	<1
GP-03	>1	<10	<10	<10	<3	<300	<10	<10	<30	<300	<3	<300	<1000	<300	<30	<10	<100	<1000	<1000	<100	<1
GP-04	<1	<10	<10	<10	<3	<300	<10	<10	<30	<300	<3	<300	<1000	<300	<30	<10	<100	<1000	<1000	<100	<1
GP-05	<1	<10	<10	<10	<3	<300	<10	<10	<30	<300	<3	<300	<1000	<300	<30	<10	<100	<1000	<1000	<100	<1
GP-06	1	<10	<10	<10	<3	<300	<10	<10	<30	<300	<3	<300	<1000	<300	<30	<10	<100	<1000	<1000	<100	<1
GP-07	<1	<10	<10	<10	<3	<300	<10	<10	<30	<300	<3	<300	<1000	<300	<30	<10	<100	<1000	<1000	<100	<1
GP-08	<1	<10	<10	<10	<3	<300	<10	<10	<30	<300	<3	<300	<1000	<300	<30	<10	<100	<1000	<1000	<100	<1
GP-09	<1	<10	<10	<10	<3	<300	<10	<10	<30	<300	<3	<300	<1000	<300	<30	<10	<100	<1000	<1000	<100	<1
GP-10	<1	<10	<10	<10	<3	<300	<10	<10	<30	<300	<3	<300	<1000	<300	<30	<10	<100	<1000	<1000	<100	<1

資料6 比重測定結果一覽表

試料	ホ-リツ 番号	採取 深度 (m)	比重	水分 (%)	岩相	変質鉱物				品位	
						カリ 長石	石 英	絹 雲母	粘 土 鉱物	Cu (%)	Mo (%)
T01	500-1	113.90	2.61	0.36	GP		(2)		1	0.11	0.020
T02	"	253.00	2.63	0.15	GP		(2)	1	(2)	0.06	0.004
T03	"	346.00	2.72	0.14	GP		2	2	1	0.14	0.066
T04	"	459.00	2.69	0.12	BG		1	1	(2)	0.15	0.014
T05	"	468.00	2.51	0.06	BG		1	1	(2)	0.14	0.016
T06	"	479.74	2.61	0.19	BG		1	2	1	0.09	0.038
T07	"	486.93	2.67	0.13	GP		2			0.07	0.036
T08	"	497.00	2.59	0.26	BG					0.13	0.028
T09	"	523.00	2.63	0.29	BG		(2)	(1)	(2)	0.10	0.115
T10	"	535.00	2.43	0.00	GP		2	2	(2)	0.22	0.032
T11	"	540.12	2.62	0.00	GP		2	2	(2)	0.10	0.024
T12	"	550.00	2.66	0.03	GP		2	2	(2)	0.34	0.034
T13	440-1	55.00	2.70	0.00	BG		2	1	2	0.74	0.010
T14	"	57.50	2.75	0.07	BG		2	1	2	0.49	0.006
T15	"	61.50	2.33	1.54	AP					0.60	0.004
T16	"	105.00	2.84	0.00	GP		1~(2)	(1)	1	0.24	0.011
T17	"	119.00	2.77	0.28	BG		2	(1)	1	0.32	0.022
T18	"	123.00	2.84	0.00	BG		2	(1)	1	0.68	0.034
T19	"	129.00	2.73	0.00	BG		2	(1)	1	0.26	0.010
T20	"	143.00	2.78	0.00	BG		2	(1)	(1)~1	0.37	0.005
T21	400-1	205.00	2.74	0.33	BG		1			0.65	0.004
T22	"	209.00	2.72	0.00	BG		1			0.19	0.004
T23	"	217.00	2.71	0.16	BG		1	(2)	3	0.09	0.004
T24	380-2	271.00	2.70	0.00	BG		1	2	1	0.11	0.004
T25	"	277.00	2.79	0.11	BG		2	2	1	0.14	0.004
T26	"	281.00	2.67	0.00	BG		2	2	1	0.34	0.004
T27	"	77.00	2.64	0.00	BG				(1)	0.38	0.004
T28	380-1	455.00	2.62	0.58	BG		1	1~2	1	0.61	0.004
T29	380-2	152.00	2.76	0.05	BG		2	2	1	0.35	0.004
T30	420-2	377.00	2.78	0.00	BG			2		0.09	0.004

BG: 黒雲母花崗岩 GP: 花崗斑岩 AP: 安山玢岩
 変質鉱物: 1 (少) ~ 3 (多)



18.0

19.0

20.0

78.0

77.0

○ 758.7

○ 751.7

6460

6480

6500

6520

6540

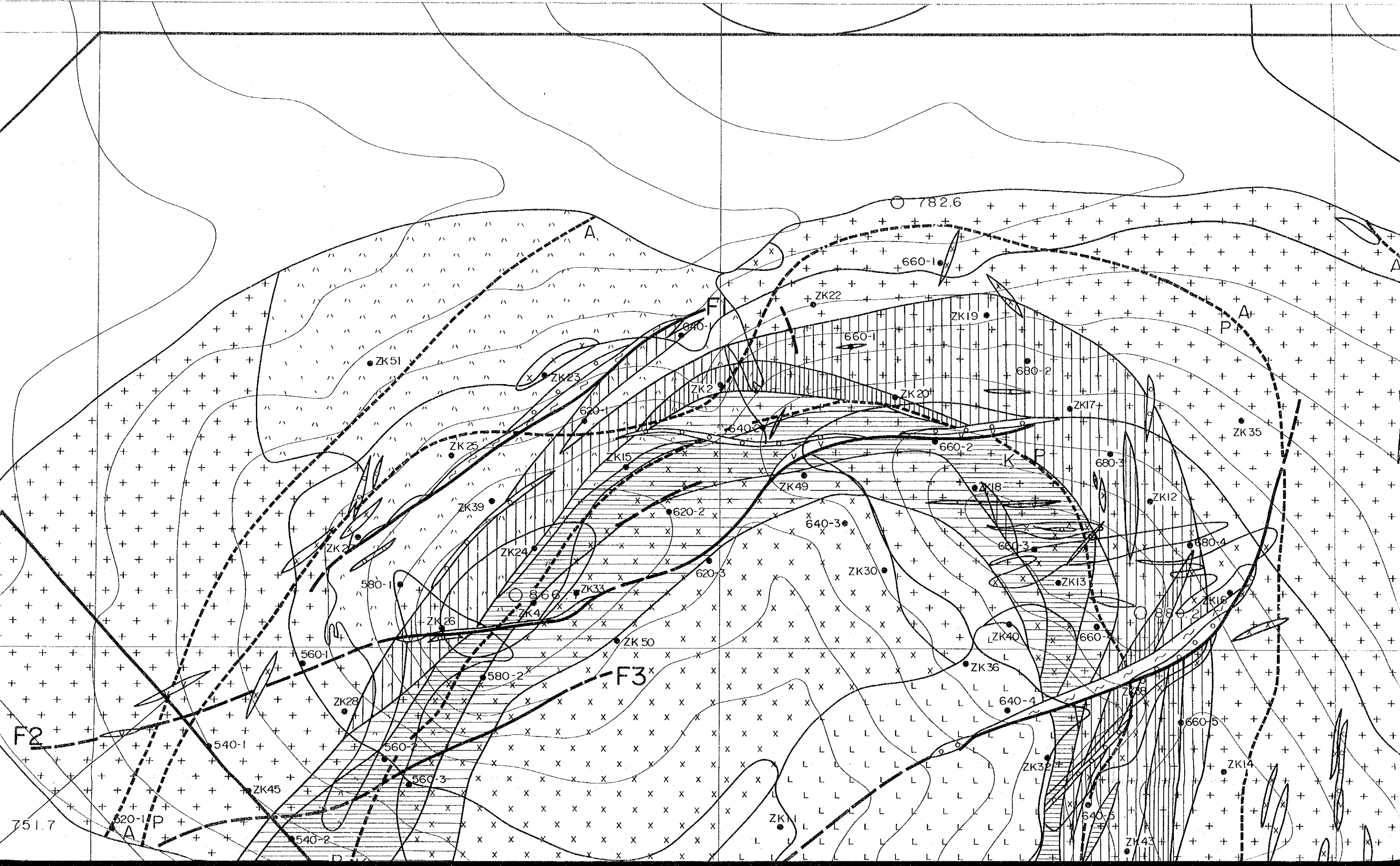
F2

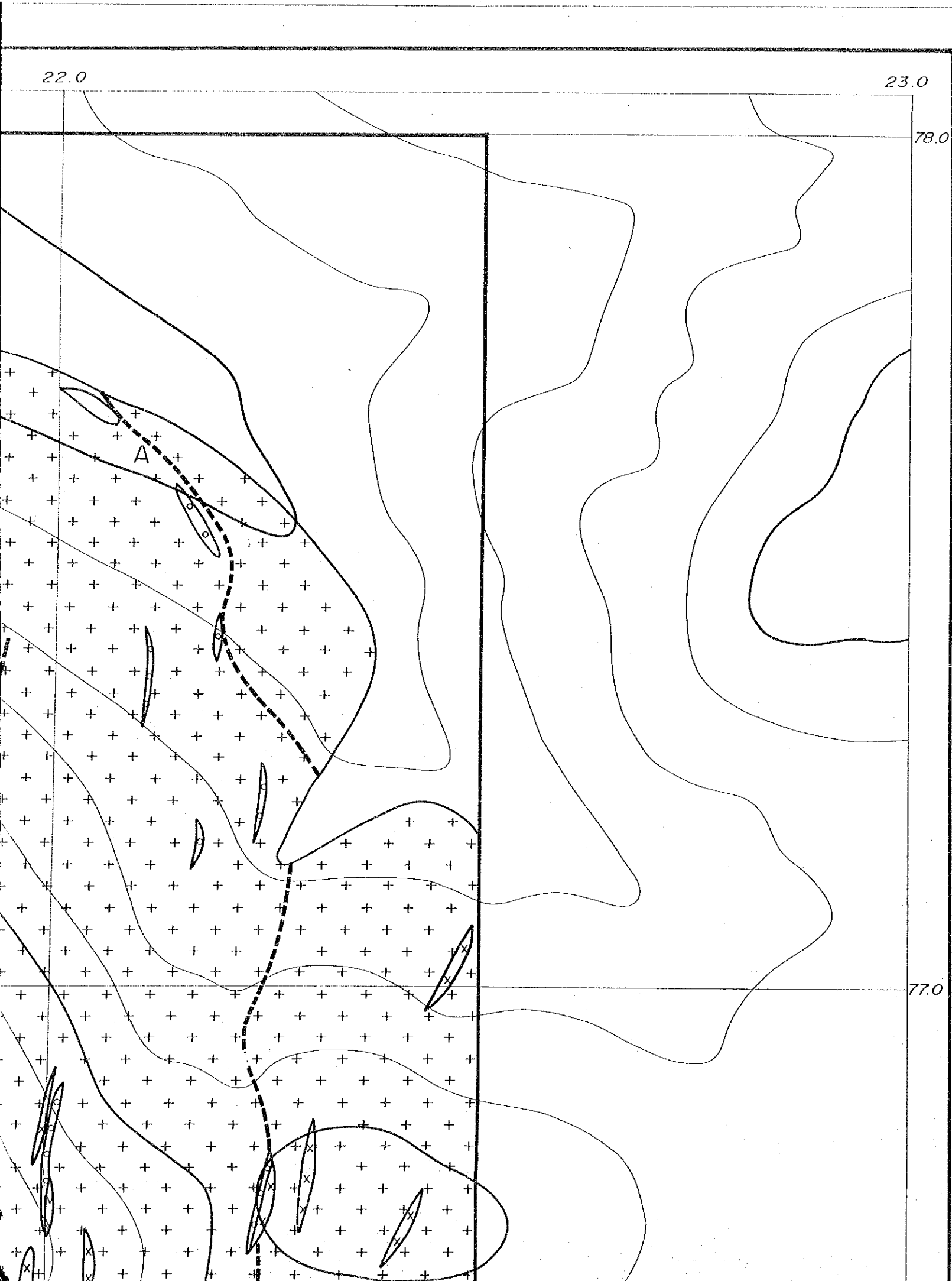
7K59

20.0

21.0

22.0

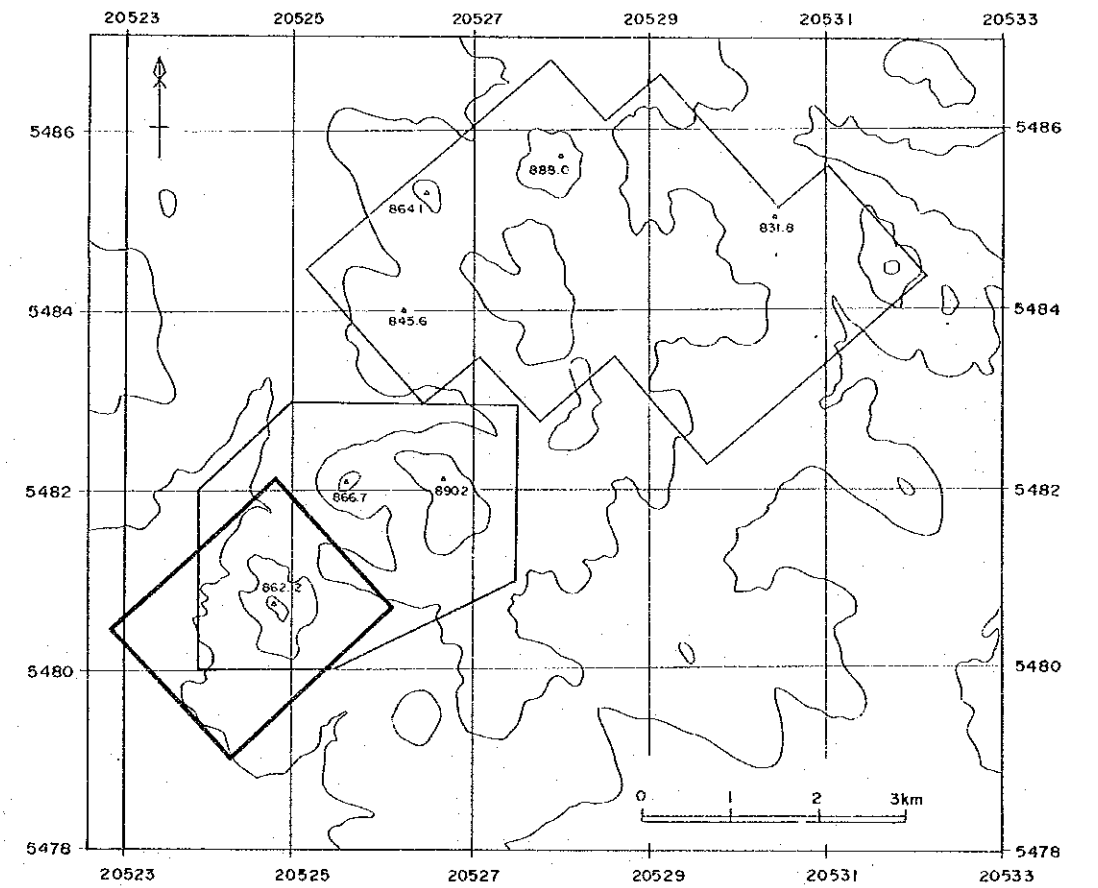




付図 I

中華人民共和国レアメタル総合開発調査
資源開発協力基礎調査
黒竜江北西部地域
第 5 年次

満洲里地区烏奴格吐山区域
地質 鉍 床 図



平成 4 年 2 月

国際協力事業団
金属鉍業事業団

縮尺 1 : 5,000



○ 758.7

○ 751.7

520-1 P

G-460

G-440

G-420

ZK 59

ZK 77

ZK 58

ZK 67

440-3

ZK 10

ZK 57

ZK 87

ZK 61

ZK 9

ZK 76

440

ZK 5

76.0

A P

ZK 86

ZK 55

ZK 48

420-1

ZK 54

ZK 78

A
750

380-1

C101

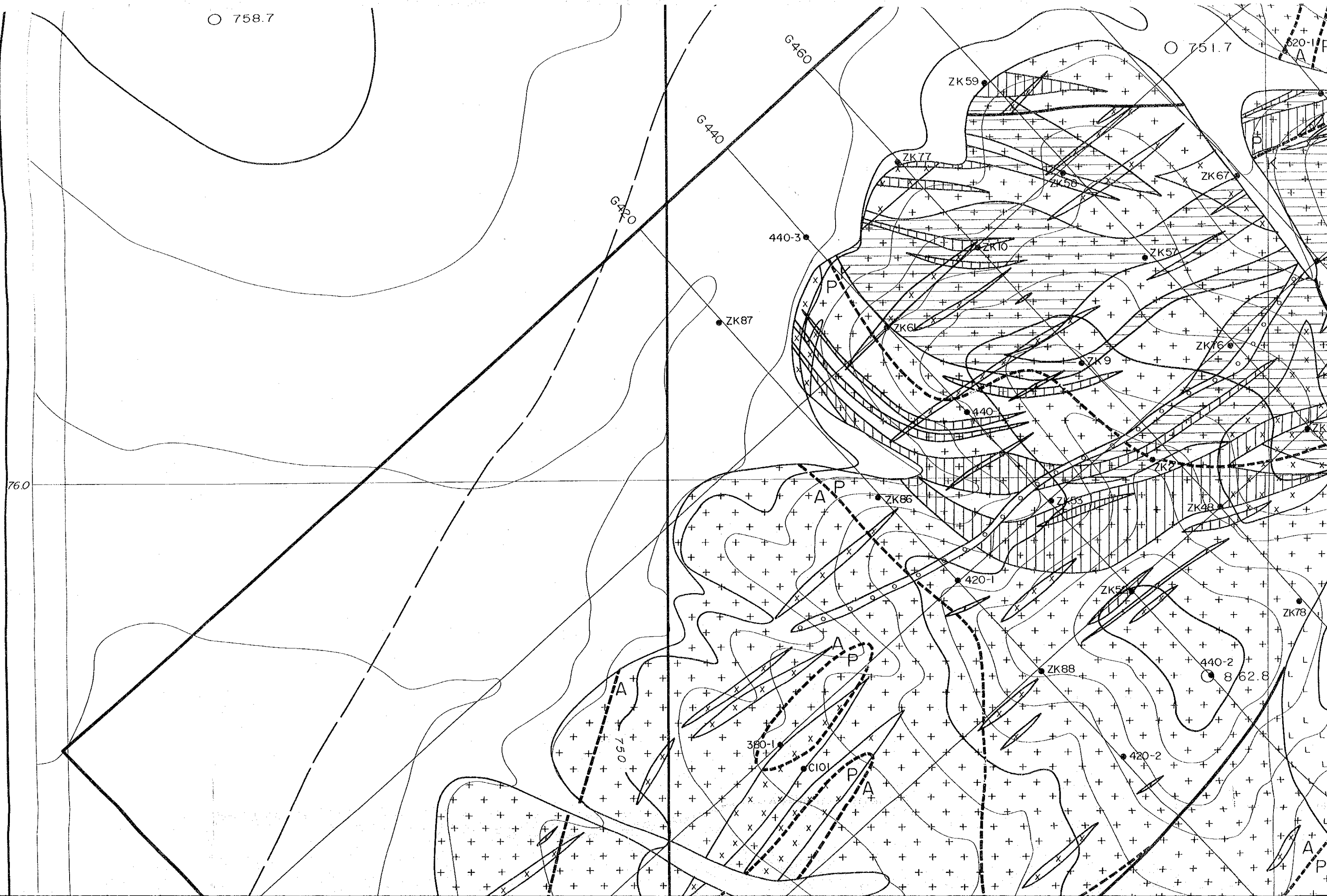
ZK 88

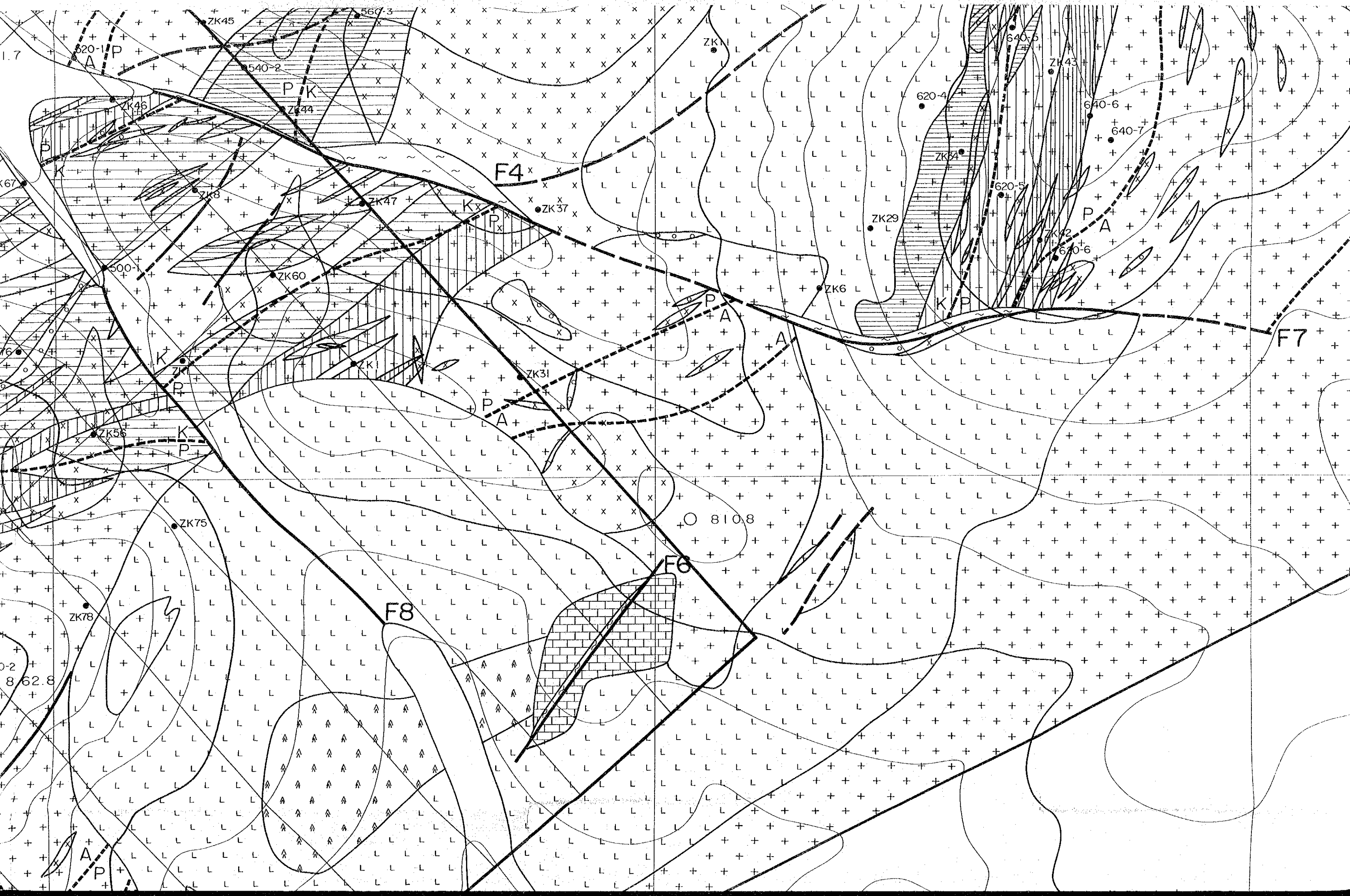
440-2

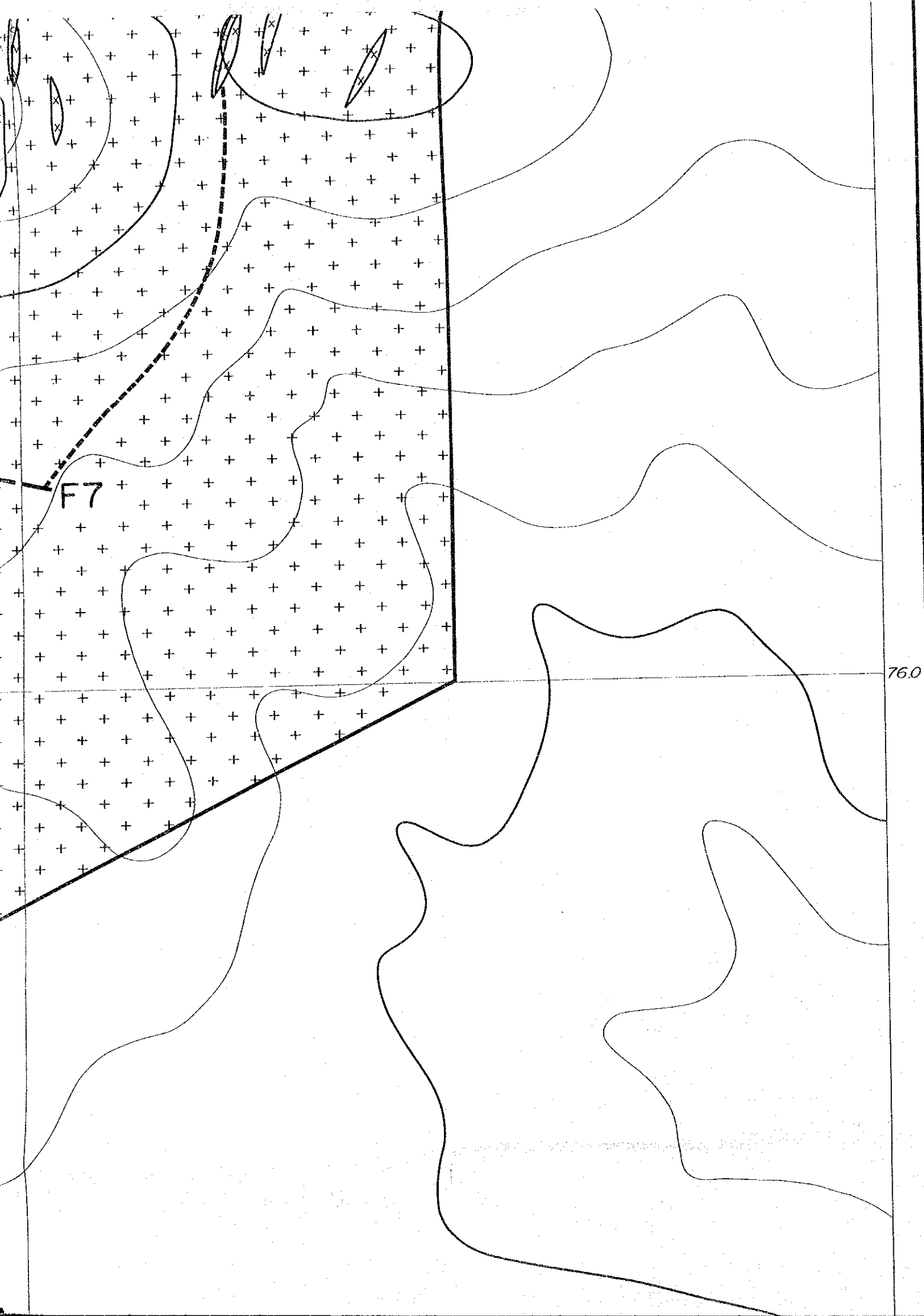
8 62.8

420-2

A P







- 凡例
- | | | |
|-----------|--|--------------------------------|
| 堆積岩類 | | 泥・砂・礫 |
| 第四紀 沖積層 | | 砂岩・石灰岩 |
| 石炭紀 莫尔根河層 | | 安山岩 |
| 貫入岩類 | | 斑状流紋岩 |
| 燕山晚期貫入岩類 | | グラノファイアー |
| | | 石英安山岩 |
| | | 花崗斑岩 |
| 燕山早期貫入岩類 | | 流紋岩 |
| | | 黒雲母花崗岩 |
| | | 破碎帯 |
| | | 実在断層 |
| | | 推定断層 |
| | | 地質境界 |
| | | 変質境界 |
| | | カリ変質帯 |
| | | フィリック帯 |
| | | 粘土化変質帯 |
| | | 高品位銅鉬体 (Cu ≥ 0.4%) |
| | | 低品位銅鉬体 (0.2 ≤ Cu < 0.4%) |
| | | 高品位モリブデン鉬体 (Mo ≥ 0.05%) |
| | | 低品位モリブデン鉬体 (0.02 ≤ Mo < 0.05%) |
| | | ボーリング位置及び名称 |
| | | 地質断面線 |

*1 鉬床及び変質帯の形態は、海拔 700Mの形態を投影している。



B240
(測線)

○ 728.5

B200
(15測線)

B180
(7測線)

A

PA

PA

P
A
F5

● ZK3

● 380-2

● 400-1

● 420

● C103

● C103

● 340-2

● C106

● C107

● 300-1

○ 766.5

75.0

74.0

18.0

19.0

20.0