

第3章 岩石化学的検討

3-1 調査目的及び調査方法

本地域で見られるキプロス型銅鉱床の生成に重要な役割をはたしたと考えられるサマイル火山岩類の性格を明らかにするとともに、地質調査の結果得られた本地域の火山層序を岩石化学的に区分することが可能かどうか検討するため本調査を行った。

本調査では、30試料に対し主要13成分による全岩分析を、又33試料に対し24成分より成る微量成分分析を行った。試料は、サマイル・オフィオライト及び鉱化帯より採取した。鉱化帯より採取した試料に対する微量成分分析は、その結果とソハール地域の既存鉱床より得られている結果を比較するためである。

全岩分析試料の分析値及びC. I. P. W ノルム計算値をそれぞれTable II-3-1及びTable II-3-2に示す。微量成分分析の分析値をTable II-3-3に示す。各元素の検出限界は以下のとおり。

Al, Ca, Fe, Mg, P, K, Na, W	: 10 ppm
Bi, Pb	3 ppm
Mo	2 ppm
Ag	0.1 ppm

これら以外の元素の検出限界はいずれも1 ppmである。分析は大手開発(株)地科学試験所で行った。分析方法としてはAgを原子吸光分析法で、またK及びNaを蛍光分光分析法で行い、残りの元素はいずれもICAP法によった。

3-2 調査結果

1. 層状岩体及びハイレベル斑れい岩 (Cg, Hg)

層状岩体及びハイレベル斑れい岩からそれぞれ1個分析している。それぞれの成分のうち、 SiO_2 (48.23, 48.28%)をはじめとして Al_2O_3 , MnO , P_2O_5 , Co , Ni , Pb , Ag 及び Zn はいずれもほぼ同程度の値を示す。しかし、 MgO , CaO , Cr 及び Ni は層状岩体において富み、 Fe_2O_3^* (*:total), Na_2O , K_2O , V , Zn 及び液相濃集元素(成分)(incompatible elements)である TiO_2 , P_2O_5 , Ba , Sr にやや乏しく、両者の間には若干の分化の程度の差が認められる。固結指数(Solidification Index, S・I値=53.59-66.96)はシート・コンプレックス及び火山岩類と比較して高い値を示し、また FeO^*/MgO 比(F・M・I=0.37-0.63)については低い値を示しており、 MgO により富んでいる。

Table II-3-1 Results of Whole Rock Chemical Analyses

Ser. No.	Sample No.	Coordinates		Geol. ^{*1} Unit	Rock Name	MAJOR COMPONENTS (%)														Total	Remarks
		N (km)	E (km)			SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃ ^{*2}	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	BaO ^{*3}	P ₂ O ₅	LOI ^{*4}	CO ₂			
1	M003	2,618,723	453,108	Me	basalt	43.82	0.48	14.83	7.28	0.10	4.59	16.36	3.75	0.08	17	0.05	9017	5.09	100.21	calcareous	
2	M005	2,619,150	452,857	Me	diortite	43.68	1.19	14.34	10.19	0.21	5.65	11.70	4.15	0.12	40	0.11	1089	1.09	100.23		
3	M011	2,618,724	454,245	Hg	hb-cpx gabbro	48.23	0.38	14.92	7.35	0.12	10.44	12.12	2.04	0.39	16	0.02	4034	0.43	100.35		
4	M012	2,618,638	454,222	Sd	diortite	51.75	0.72	15.77	10.54	0.17	3.71	14.14	0.16	0.03	4	0.05	3017	0.10	100.21		
5	M015	2,619,830	453,344	LII	andesite	54.52	0.31	14.91	9.12	0.08	6.80	5.56	5.39	0.19	13	0.01	3.07	0.00	99.96		
6	M016	2,617,975	457,542	Sd	andesite	52.48	0.83	14.73	9.49	0.16	8.20	5.86	3.34	0.29	3	0.06	4.74	0.16	100.18		
7	M017	2,618,985	457,200	Cg	cpx gabbro	48.28	0.15	14.45	4.85	0.10	11.85	15.45	1.42	0.07	3	0.00	3.77	0.23	100.39		
8	M018	2,618,950	457,236	L'	andesite	54.77	0.48	14.57	11.64	0.15	6.04	6.49	1.01	0.05	2	0.05	4.72	0.06	99.97		
9	M020	2,618,365	457,172	LII	basalt	50.16	0.21	10.68	6.64	0.27	6.16	13.29	2.75	0.55	29	0.02	9.12	6.33	99.85		
10	M022	2,618,938	458,642	Me	andesite	55.32	0.72	14.83	9.11	0.10	4.90	6.65	3.32	0.11	8	0.06	4.87	0.15	99.99		
11	M023	2,618,440	458,925	Me	basalt	51.21	0.66	14.80	8.32	0.16	7.40	7.09	4.56	0.29	22	0.05	5.42	1.35	99.96		
12	M024	2,618,314	458,596	LI	basalt	50.11	1.23	16.13	10.29	0.19	5.15	7.57	4.18	0.58	34	0.12	4.34	0.20	99.89		
13	M031	2,618,249	457,534	L'	diortite	50.32	1.11	15.42	9.91	0.22	4.75	8.97	4.52	0.69	45	0.10	4.48	1.58	100.49		
14	M032	2,617,977	457,502	LI	andesite	52.18	0.84	14.42	10.22	0.18	7.35	6.04	2.13	0.76	18	0.06	5.83	0.17	100.03		
15	M034	2,619,127	453,198	LI	andesite	61.46	0.61	9.92	12.82	0.04	8.06	0.67	0.24	0.07	12	0.01	6.14	0.24	100.04	altered, silicified	
16	MJO-A4 44.20	2,618,676	453,458	LII	andesite	52.71	0.50	15.77	7.98	0.09	6.78	5.58	5.61	0.07	14	0.05	4.69	0.36	99.83		
17	MJO-A4 143.70	2,618,676	453,458	LI	basalt	47.12	0.45	16.02	6.75	0.13	9.50	9.03	2.22	1.36	42	0.03	7.16	0.60	99.77		
18	MJO-A1 58.70	2,618,742	453,434	LII	basalt	51.92	0.52	16.91	7.73	0.08	6.10	7.13	5.26	0.41	30	0.06	4.26	0.23	100.38		
19	MJO-A1 172.00	2,618,742	453,434	LI	basalt	46.65	0.26	12.77	8.49	0.09	12.35	11.71	0.49	0.11	6	0.01	7.22	0.62	100.05		
20	MJO-B5 23.50	2,618,700	457,404	LII	basalt	49.01	0.27	14.05	7.84	0.11	8.04	11.43	2.22	0.96	30	0.04	6.01	2.09	99.98		
21	MJO-B5 79.20	2,618,700	457,404	LI	basalt	45.64	0.33	15.49	9.47	0.10	8.97	8.28	1.78	1.22	22	0.03	8.29	0.30	99.60		
22	MJO-B5 186.10	2,618,700	457,404	LI	basalt	50.77	1.09	15.22	9.84	0.26	6.66	6.51	4.84	0.16	18	0.10	4.40	0.36	99.29		
23	MJO-B3 55.20	2,618,784	457,526	LII	basalt	51.91	0.45	15.54	8.33	0.09	4.79	9.33	4.25	0.17	15	0.04	4.39	0.30	99.79		
24	MJO-B3 147.70	2,618,784	457,526	LI	basalt	50.05	1.19	16.08	10.06	0.17	5.21	4.84	3.81	0.92	37	0.11	4.47	0.43	99.91		
25	MJO-B4 101.20	2,618,723	457,358	LI	basalt	49.49	0.30	13.42	9.20	0.09	10.09	8.93	1.50	0.94	22	0.01	6.87	0.39	99.84		
26	MJO-B6 85.90	2,618,631	457,405	LI	basalt	49.22	0.76	16.83	9.27	0.18	5.95	7.64	5.10	0.11	16	0.10	5.09	0.63	100.25		
27	N011	2,618,782	458,194	LII	andesite	57.48	0.21	12.67	8.96	0.07	7.02	6.00	3.61	0.51	18	0.01	3.62	0.50	100.16		
28	MJO-B2 52.20	2,618,772	457,385	LII	andesite	57.07	0.28	12.13	7.22	0.10	6.05	9.66	3.02	0.48	19	0.04	3.90	0.95	99.95		
29	MJO-A2 136.00	2,618,698	453,296	LI	basalt	51.85	10.64	15.92	10.58	0.17	6.47	3.29	5.81	0.13	38	0.16	4.23	0.16	100.35		
30	MJO-A5 17.50	2,618,792	453,296	LII	basalt	47.60	0.25	11.89	9.36	0.19	15.45	7.81	0.40	0.08	99	0.01	7.91	0.10	99.95		

*1 : Abbreviations are shown in Fig. II-3-1. *2 : Total iron as Fe₂O₃ *3 : PPM *4 : Ignition loss

Table II-3-2 Results of C. I. P. W. Norm Calculation

Set No.	Sample No.	Geol. Unit	q	c	or	ab	an	ne	ac	ms	ks	wo	diwo	dien	dis	hyen	olfo	olfa	mt	hm	il	tn	pf	ru	sp	cc	pr	Total FeO	S.I.*	F.M.I.**
1	M003	Me	0.00	0.00	0.47	30.30	22.58	0.77	0.00	0.00	0.00	0.00	9.54	5.43	3.71	0.00	4.21	3.17	2.12	0.00	0.91	0.00	0.00	0.12	11.58	0.00	6.55	30.65	1.43	
2	M005	Me	0.00	0.00	0.71	31.31	30.15	2.06	0.00	0.00	0.00	0.00	12.36	6.88	4.99	0.00	5.04	4.03	2.96	0.00	2.26	0.00	0.00	0.25	2.48	0.00	9.13	29.59	4.62	
3	M011	Hg	0.00	0.00	2.30	17.26	30.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	11.11	7.76	2.42	2.94	6.16	2.11	2.13	0.00	0.72	0.00	0.00	0.05	0.98	0.00	6.61	63.59	0.63	
4	M012	Sg	0.00	0.00	0.47	30.30	22.58	0.77	0.00	0.00	0.00	0.00	9.54	5.43	3.71	0.00	4.21	3.17	2.12	0.00	0.91	0.00	0.00	0.12	11.58	0.00	9.49	27.71	2.56	
5	M015	LII	0.00	0.00	1.12	45.61	15.93	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.84	2.84	1.73	6.09	2.77	1.84	2.64	0.00	0.59	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	8.21	33.03	1.21	
6	M016	SI	0.00	0.00	0.71	31.31	20.15	2.06	0.00	0.00	0.00	0.00	12.36	6.88	4.99	0.00	5.04	4.03	2.96	0.00	2.26	0.00	0.00	0.25	2.48	0.00	8.54	40.26	1.04	
7	M017	Cg	0.00	0.00	0.41	12.02	32.85	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	17.62	13.32	2.50	0.99	7.66	1.69	1.41	0.00	0.28	0.00	0.00	0.00	0.00	0.62	0.00	4.36	66.94	0.37
8	M018	L'	0.00	0.00	0.47	30.30	22.58	0.77	0.00	0.00	0.00	0.00	9.54	5.43	3.71	0.00	4.21	3.17	2.12	0.00	0.91	0.00	0.00	0.12	11.58	0.00	10.48	34.36	1.73	
9	M020	LII	0.00	0.00	2.30	17.26	30.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	11.11	7.76	2.42	2.94	6.16	2.11	2.13	0.00	0.72	0.00	0.00	0.05	0.98	0.00	5.98	39.9	0.97	
10	M022	Me	0.00	0.00	0.71	31.31	20.15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	12.36	6.88	4.99	0.00	5.04	4.03	2.96	0.00	2.26	0.00	0.00	0.25	2.48	0.00	8.20	29.65	1.67	
11	M023	Me	0.00	0.00	0.47	30.30	22.58	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	9.54	5.43	3.71	0.00	4.21	3.17	2.12	0.00	0.91	0.00	0.00	0.12	11.58	0.00	7.48	37.50	1.01	
12	M024	LI	0.00	0.00	0.71	31.31	20.15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	12.36	6.88	4.99	0.00	5.04	4.03	2.96	0.00	2.26	0.00	0.00	0.25	2.48	0.00	9.29	26.86	1.50	
13	M031	L'	0.00	0.00	2.30	17.26	30.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	11.11	7.76	2.42	2.94	6.16	2.11	2.13	0.00	0.72	0.00	0.00	0.05	0.98	0.00	8.91	26.17	1.88	
14	M032	LI	0.00	0.00	0.47	30.30	22.58	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	9.54	5.43	3.71	0.00	4.21	3.17	2.12	0.00	0.91	0.00	0.00	0.12	11.58	0.00	9.20	37.88	1.25	
15	M034	LI	0.00	0.00	1.12	45.61	15.93	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.84	2.87	1.73	6.09	2.77	1.84	2.64	0.00	0.59	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	11.53	40.50	1.43	
16	MJO-A4 44.20	LII	0.00	0.00	0.41	47.47	17.64	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.10	1.93	0.95	3.49	5.70	3.18	2.32	0.00	0.95	0.00	0.00	0.06	0.12	0.82	0.00	7.18	34.52	1.06
17	MJO-A4 44.20	LII	0.00	0.00	8.04	18.79	29.73	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.47	3.13	0.97	3.30	6.90	2.85	1.96	0.00	0.85	0.00	0.00	0.07	1.36	0.00	6.07	49.60	0.64	
18	MJO-A1 85.70	LI	0.00	0.00	2.42	44.51	21.32	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.04	3.08	1.67	0.26	3.12	4.84	2.25	0.00	0.99	0.00	0.00	4.07	0.52	0.00	6.95	32.58	1.74	
19	MJO-A1 172.00	LI	1.94	0.00	0.65	4.15	32.32	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	8.93	6.24	1.94	7.75	0.00	0.00	2.46	0.00	0.49	0.00	0.00	0.02	1.41	0.00	7.64	69.98	0.62	
20	MJO-B5 23.50	LII	1.36	0.00	5.67	18.79	25.54	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6.84	4.42	1.95	7.00	0.00	0.00	2.28	0.00	0.51	0.00	0.00	0.09	4.75	0.00	7.05	44.00	0.88	
21	MJO-B5 76.20	LI	0.00	0.00	7.21	15.06	30.67	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.39	2.15	1.02	6.57	4.45	2.93	2.74	0.00	0.63	0.00	0.00	0.07	0.68	0.00	8.52	43.78	0.95	
22	MJO-B5 136.10	LI	0.00	0.00	0.95	40.95	19.33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.10	2.44	1.45	4.47	4.63	3.02	2.80	0.00	2.07	0.00	0.00	0.23	0.82	0.00	9.69	32.75	1.30	
23	MJO-B3 55.20	LII	0.32	0.00	1.00	35.96	22.82	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	9.85	5.40	4.10	5.10	0.00	0.00	2.42	0.00	0.35	0.00	0.00	0.09	0.68	0.00	7.50	28.96	1.57	
24	MJO-B3 147.70	LI	0.00	0.00	5.44	32.24	24.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.65	2.83	1.95	6.83	1.09	0.93	2.91	0.00	2.26	0.00	0.00	0.25	0.99	0.00	9.05	27.44	1.74	
25	MJO-B4 101.30	LI	3.14	0.00	5.55	12.89	27.11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.02	4.07	1.48	7.90	0.00	0.00	2.38	0.00	0.57	0.00	0.00	0.02	0.89	0.00	7.28	50.69	0.73	
26	MJO-B6 85.90	LI	0.00	0.00	0.65	42.03	22.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.10	2.36	1.56	0.00	8.73	6.36	2.68	0.00	1.44	0.00	0.00	0.23	1.55	0.00	8.33	30.52	1.40	
27	NO11	LII	0.00	0.00	0.41	47.47	17.64	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6.01	1.88	0.95	3.49	5.70	3.18	2.32	0.00	0.95	0.00	0.00	0.12	0.82	0.00	8.06	36.55	1.15	
28	MJO-B2 52.20	LII	12.19	0.00	2.84	25.55	18.12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	9.52	5.88	3.15	5.06	0.00	0.00	2.09	0.00	0.53	0.00	0.00	0.09	2.16	0.00	6.50	37.70	1.07	
29	MJO-A2 156.00	LI	0.00	1.03	0.77	49.16	14.16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6.10	4.30	2.89	3.07	0.00	3.11	0.00	0.00	0.37	0.86	0.00	9.53	29.49	1.47	
30	MJO-A5 17.30	LII	2.79	0.00	0.47	3.38	30.41	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.16	2.30	0.57	9.18	0.00	0.00	2.42	0.00	0.47	0.00	0.00	0.02	0.23	0.00	7.52	65.88	0.49	

* S.I.: Abbreviations are shown in Fig. II-3-1. ** S.I.: Solidification Index = MgOx100/(MgO + Total FeO + Total FeO + Ne₂O + K₂O) *3 F.M.I.: Total FeO - MgO Index = Total FeO/MgO (Fe₂O₃: FeO was estimated to be 1:4)

Table II-3-3 Results of Chemical Analyses for Minor Elements

Ser. No.	Sample No.	Geol. ^{*1} Unit	Al	Ba	Be	Bi	Cd	Ca	Cr	Co	Cu	Fe	Pb	Mg	Mn	Mo	Ni	P	K	Ag	Nr	Sr	Ti	W	V	Zn
1	M003	Me	75900	15	1	<3	<1	117000	58	29	67	50900	6	27700	774	<2	37	235	640	2.2	27800	89	2700	<10	214	54
2	M005	Me	45900	35	3	<3	<1	83600	156	45	54	71300	7	34100	1680	<2	78	450	1000	1.0	30800	132	7020	<10	267	71
3	M011	Hg	79000	15	1	<2	<1	86600	322	35	87	51400	6	68000	906	<2	130	76	3200	0.7	15100	134	2590	<10	190	55
4	M012	Sd	83400	3	2	<3	<1	101000	166	22	7	73800	5	22400	1300	<2	25	293	270	0.2	1200	383	4620	33	317	33
5	M015	LH	78900	11	1	<3	<1	39700	322	31	53	63800	5	41000	612	<2	149	53	1550	0.1	40000	151	1850	<10	243	72
6	M016	Sd	78000	3	1	<3	<1	41900	81	35	5	56300	4	49500	1250	<2	45	261	2400	0.1	24800	73	4990	<10	105	28
7	M017	Cg	76500	3	<1	3	<1	110000	463	28	134	39900	4	71500	743	<2	14	12	550	0.6	10500	108	911	27	74	30
8	M018	L	77100	1	2	<3	<1	46400	127	33	34	31400	5	36400	1140	<2	42	225	450	<0.1	7500	127	2850	<10	190	60
9	M020	LH	56500	26	1	3	<1	95000	369	29	45	46400	9	73100	2070	<2	192	71	4600	1.3	20400	124	1270	34	156	55
10	M022	Me	78500	7	2	<3	<1	47500	98	29	220	63700	<3	29500	805	<2	31	278	910	0.7	24600	55	4330	<10	224	65
11	M023	Me	78200	20	1	<3	<1	60700	43	32	31	58200	7	44600	1240	<2	39	202	2400	0.4	33800	128	3970	<10	220	73
12	M024	L	85400	30	3	<3	<1	54100	70	35	75	72000	6	31100	1470	<2	42	507	4900	0.6	31000	148	7340	<10	291	83
13	M031	L	81600	40	3	<3	<1	64100	56	35	27	69300	7	26600	1730	<2	26	418	5800	0.4	33500	197	6660	30	288	76
14	M032	L	76500	16	2	<3	<1	43200	56	35	46	71500	3	44400	1430	<2	31	257	6300	0.3	15800	253	5040	<10	285	37
15	M034	L	52500	11	1	<3	<1	4790	93	33	1830	89700	<3	48500	297	<2	35	57	550	0.1	1800	22	3670	35	156	292
16	MJO-34 147.70	LH	83500	13	2	<3	<1	39800	165	124	13	56800	5	40900	666	<2	46	274	550	0.9	41600	87	2980	<10	196	195
17	MJO-34 147.70	L	84900	37	1	<3	<1	64500	263	31	12	47200	8	57300	976	<2	93	123	11300	0.6	16500	186	2690	13	186	58
18	MJO-34 147.70	LH	89500	27	2	<3	<1	51000	113	34	8	54100	10	36800	602	<2	44	250	3400	0.6	39000	135	3120	20	197	90
19	MJO-34 147.70	L	67600	6	1	<3	<1	82700	457	25	22	39400	6	74500	724	<2	211	65	910	0.9	3800	40	1540	54	231	67
20	MJO-35 20.30	LH	74400	27	1	<3	<1	81700	312	39	37	54800	<3	48500	843	<2	137	166	8000	0.8	16500	86	1610	48	207	71
21	MJO-35 75.20	L	32000	20	1	<3	<1	63100	305	30	8	66200	4	54100	806	<2	106	111	10100	0.6	13200	80	1960	<10	244	85
22	MJO-35 136.10	L	80600	16	2	<3	<1	46600	76	45	26	67400	3	40200	2000	<2	49	416	1360	0.3	25900	104	6550	<10	249	87
23	MJO-33 55.20	LH	82200	13	3	<3	<1	70300	127	35	18	58300	5	28900	720	<2	54	179	1450	0.7	31500	67	2710	49	237	59
24	MJO-33 147.70	L	85160	33	3	<3	<1	56900	61	28	15	70400	<3	31400	1280	<2	38	485	7600	0.2	28300	154	7150	10	291	83
25	MJO-34 161.20	L	71000	20	1	<3	<1	63800	387	33	101	57300	6	60900	685	<2	174	32	7800	0.2	11100	147	1800	29	220	70
26	MJO-36 85.90	L	89100	15	3	<3	<1	54600	41	37	25	64800	9	38900	1400	<2	31	413	910	0.6	3800	107	4560	<10	272	72
27	N011	LH	67100	16	1	<3	<1	42800	396	30	34	62700	6	42000	546	<2	137	33	4200	0.1	26800	133	1260	32	228	65
28	MJO-32 52.20	LH	64200	17	2	<3	<1	69000	464	34	26	50500	6	36500	787	<2	186	164	4000	0.6	25400	85	1690	30	207	54
29	MJO-42 136.00	L	84300	34	6	<3	<1	33300	66	45	40	74000	15	39000	1350	<2	25	698	1100	0.2	43100	121	9850	<10	321	540
30	MJO-45 17.50	LH	62900	38	3	<3	<1	56800	685	100	2310	58600	6	90200	1460	<2	419	<3	700	0.4	3000	89	1500	16	200	472
31	MJO-41 106.90	L	63300	2	1	<3	<1	3650	209	128	653	123700	4	54600	349	2	70	68	910	<0.1	7400	16	3260	34	195	601
32	N010*	ORE	4980	8	1	<3	<1	4750	769	40	36	38700	<3	2370	84	5	36	45	450	0.6	1700	40	181	28	33	60
33	MJO-81* 40.80	ORE	4940	<1	<1	<3	4	423	94	14	7070	408200	511	2710	1914	2	20	39	180	20.2	500	2	229	35	31	641

*1 Abbreviations are shown in Fig. II-3-1.

*2 Coordinates: N 2,618,345, E 4,531,168

*3 Coordinates: N 2,618,796, E 4,57,278

2. シート・コンプレックス (Sd)

シート・コンプレックスからは2個分析している。SiO₂ (51, 52%) は玄武岩質を示す。FeO*, CaO, TiO₂, V及び Sr に比較的富むが, MgO, Cr及びNiについてはハイレベル斑れい岩と比較して著しく乏しく, 上位の火山岩類とはほぼ同じ成分範囲にある。Cuは他の岩類と比較して最も低い値を示す。

3. 下部火山岩類 (L)

本岩類のうち, 下部噴出岩類 I から11個及び下部噴出岩類 II から9個の合計20個を分析している。

下部噴出岩類 I (L I)

本岩類のSiO₂は46~61%であり, 玄武岩質 (45~52%SiO₂) から安山岩質 (53~66%SiO₂) を示す。Fe₂O₃* (6~12%), MgO(5~12%), CaO(1~6%) 及び殆どの微量成分の含有量の範囲が上位の火山岩類 (L II及びM) と比較してより広い範囲に分散している。しかし, Fe₂O₃*, TiO₂, Cr, Co, W 及び Zn に富み, MgO, CaO及びCuは上位層と比較して乏しい傾向を示す。F・M・I値(FeO*/MgO比)は0.64~1.80で広い範囲を示し, 同様にS・I値 (consolidation index) も26~59で広い範囲にある。

下部噴出岩類 II (L II)

本岩類のSiO₂は49~57%で玄武岩質から安山岩質を示す。主成分の成分範囲は下部噴出岩類 I の成分範囲に留まるが, より集中し分布している。主要成分のうち Fe₂O₃* (6~9%) 及び TiO₂ (0.2 ~ 0.5%) がやや低い値を示し, Na₂O (2.2 ~ 5.6%) にやや富んでいる。微量成分については一般にCr, Ni及びZnに富んでいるが, Cuに乏しい傾向を示す。また, 下部噴出岩類 I と比較して, Niにやや富んでいるが, Coに乏しく, 更にCu・V及びZnにやや乏しい傾向が認められる。F・M・I値は0.88~1.57であり, またS・I値は28~44を示し, 下部噴出岩類 I の範囲にある。

4. 中部火山岩類 (M)

本岩類から4個を分析している。本岩類のSiO₂は47~55%で玄武岩質から安山岩質を示す。全体として液相濃集成分であるTiO₂, P₂O₅をはじめFe₂O₃*及びCuに富むが, MgO, K₂O, Co, Ni, Sr及びCrにやや乏しい傾向が認められる。また, 下位である下部火山岩類と比較してMnO, Co, Cr, Ni, V及びZnに乏しい傾向を示す。

F・M・I値は1.01~1.67であり, S・I値は29~37を示し, 中部火山岩類はFeに富みMgにやや乏しい傾向を反映している。

5. 後期岩脈

本岩の試料は2個を分析している。SiO₂は 50.32%及び54.77 %で玄武岩質及び安山岩質を

示す。一般に、 TiO_2 、 $Fe_2O_3^*$ 、 P_2O_5 及びBaOに富み、MgO、CaO、Cu及びCrに乏しい。この傾向は中部火山岩類とほぼ一致しており、一連の分化物と考えられる。また、シート・コンプレックスと比較して異った傾向が認められ、特に TiO_2 、 Na_2O 、 K_2O 、BaO、Cu及びZnに富み、CaO、MnO、MgO及びSrに乏しい。F・M・I値は1.73及び1.88で高く、S・I値は25及び34で比較的低い値を示す。

3-3 考 察

ラカー地域の岩石は全般に変質・変成作用を受けている。このため、変質・変成作用の影響をできるだけ受けにくい成分ないし元素で検討する必要がある。

Ti、P、Zr及びY等の液相濃集元素は一般に変質に対して動きにくいと考えられている(Lippard et al., 1986)。Fig. II-3-2に FeO^*/MgO 比と TiO_2 及び P_2O_5 のダイアグラムを示す。この Fe^*/MgO 比は結晶分化作用の程度の尺度として一般に使われている。 TiO_2 及び P_2O_5 は Fe^*/MgO 比の増加に伴いゆるやかに増加している。従って TiO_2 、 P_2O_5 はある程度液相濃集成分として扱ってよいと考えられる。また、 $P_2O_5-TiO_2$ の関係はFig. II-3-1に示す通り正の相関であり、 TiO_2 及び P_2O_5 は変質によって少なくとも相対的に大きく動いていないと云える。従って、 TiO_2 と他の成分の変化を検討することによって変質及び変成作用(大洋底変成作用)による

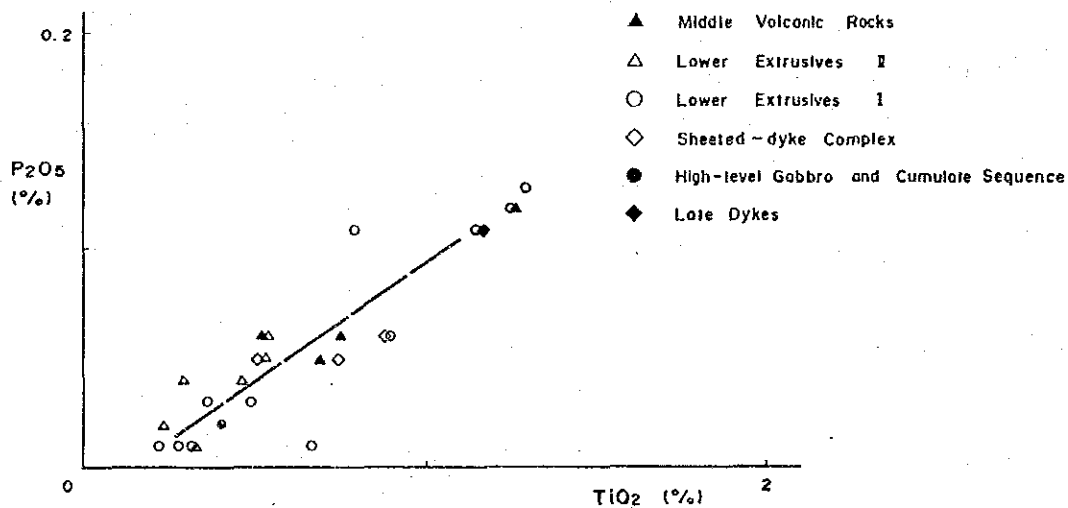
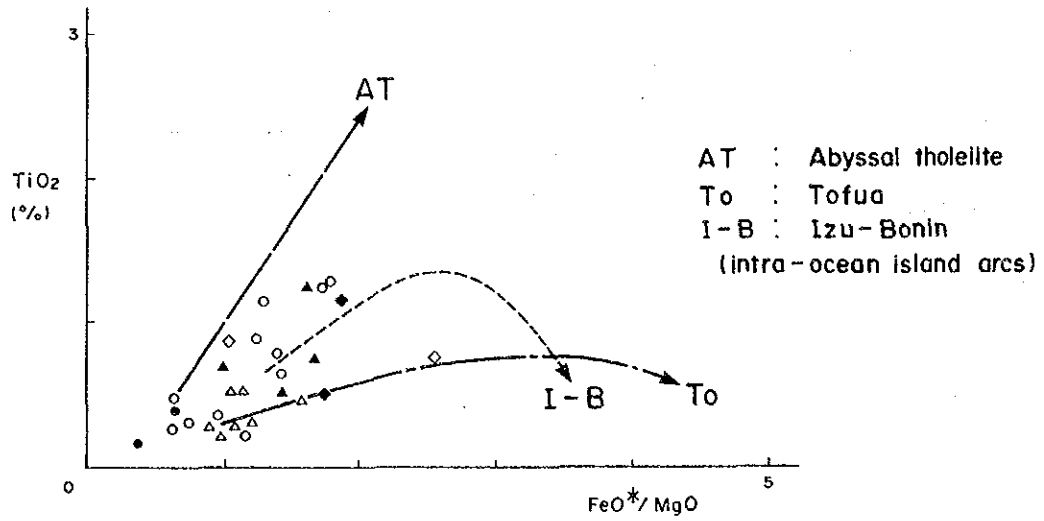
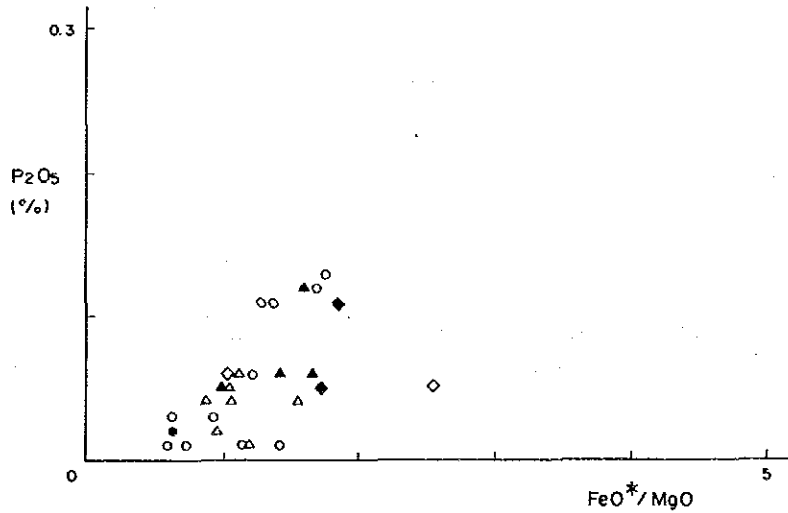


Fig. II-3-1 $P_2O_5-TiO_2$ Diagram

影響をある程度見積ることが可能である。Fig. II-3-3に TiO_2 と各成分の直角ダイアグラムを示す。比較的良く集中している成分は SiO_2 、 FeO^* 、MnO、 P_2O_5 、Ni、Cr、V及びZnであり、変質・変成作用に対し影響が少なかったと考えられる。ややバラツキの認められる成分は Al_2O_3 、MgO、及びCuであり、変質及び変成作用の影響をある程度受けていると考えられる。更に、CaO、 K_2O 、



(a)

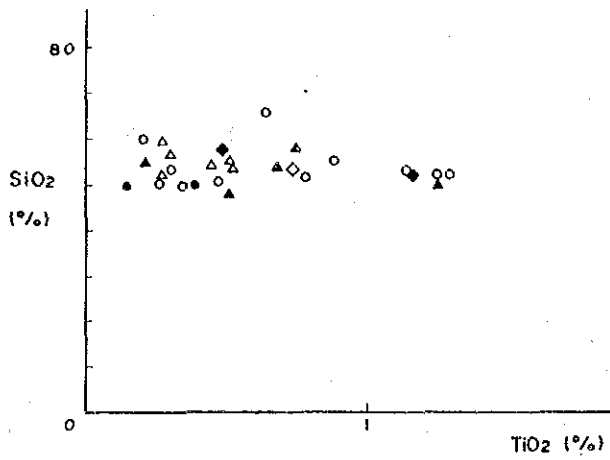


(b)

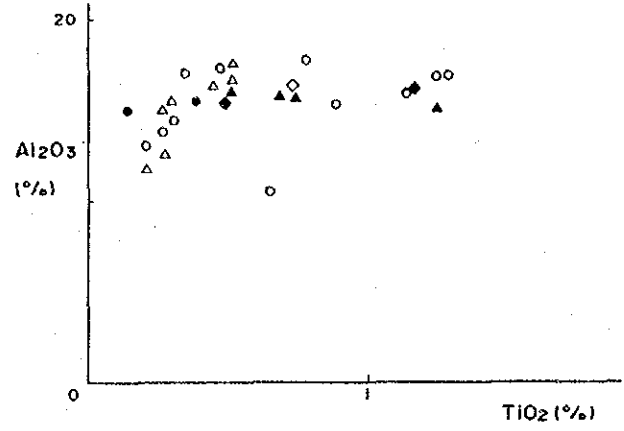
LEGEND

- ▲ Middle Volcanic Rocks
- △ Lower Extrusives II
- Lower Extrusives I
- ◇ Sheeted - dyke Complex
- High-level Gabbro and Cumulate Sequence
- ◆ Late Dykes

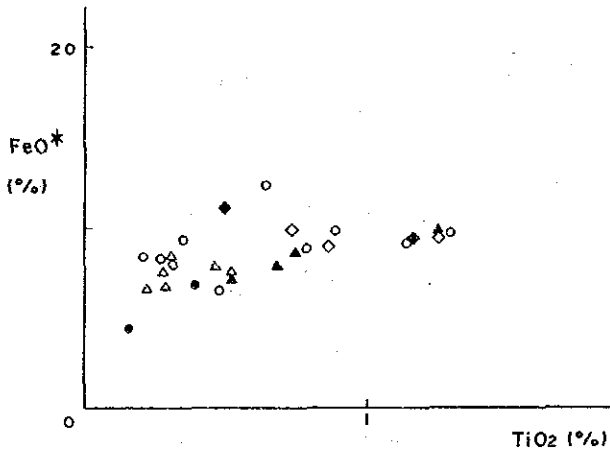
Fig. II-3-2 TiO_2 - FeO^*/MgO and P_2O_5 - FeO^*/MgO Diagrams



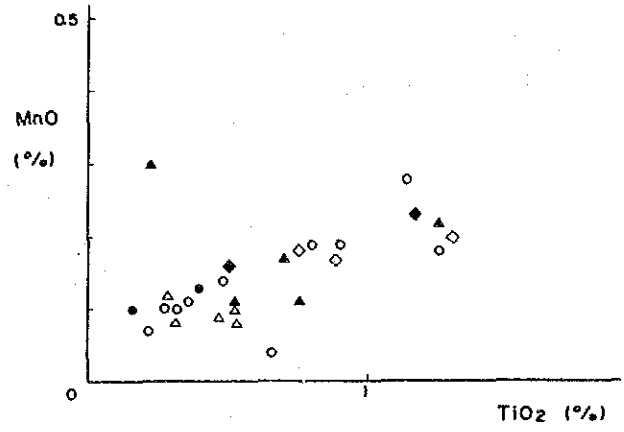
(a)



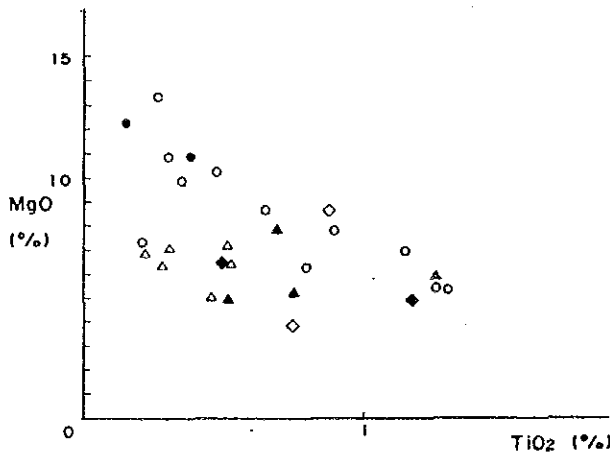
(b)



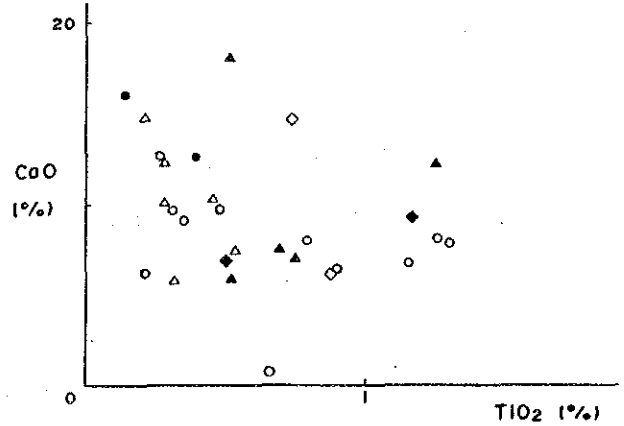
(c)



(d)

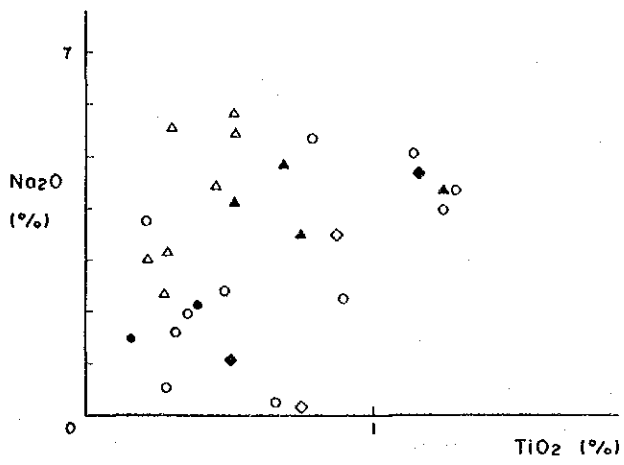


(e)

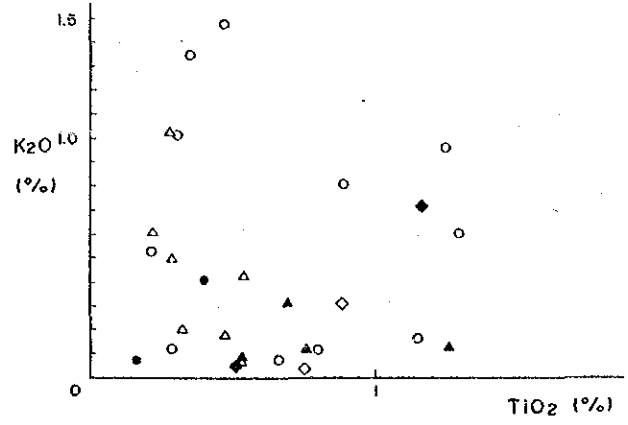


(f)

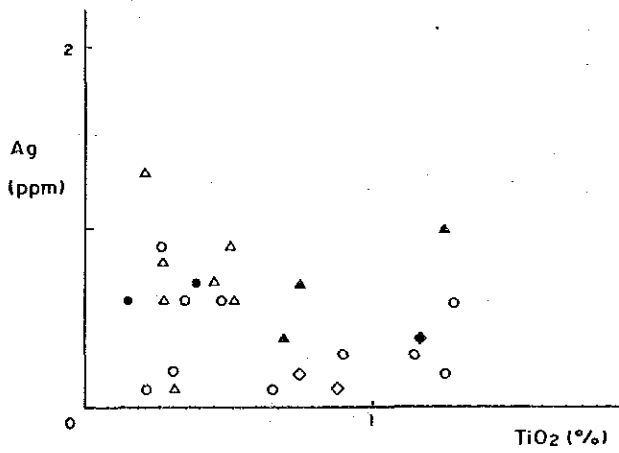
Fig. II-3-3 TiO₂ Diagram (1)



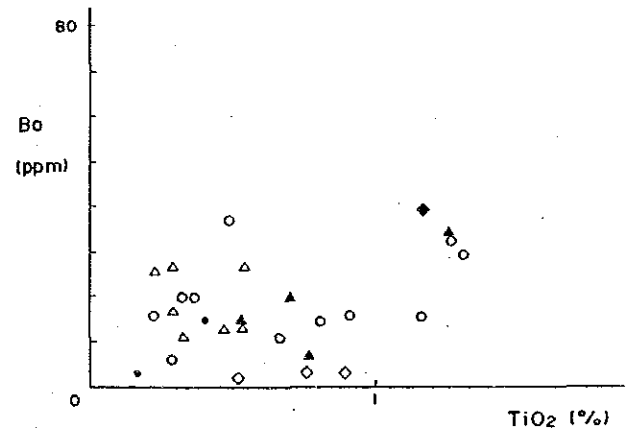
(g)



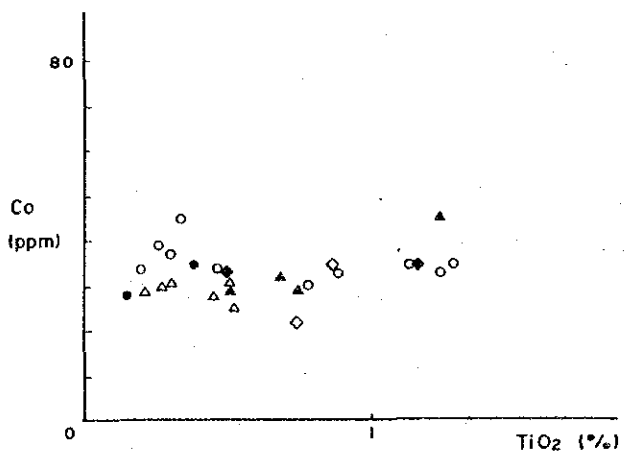
(h)



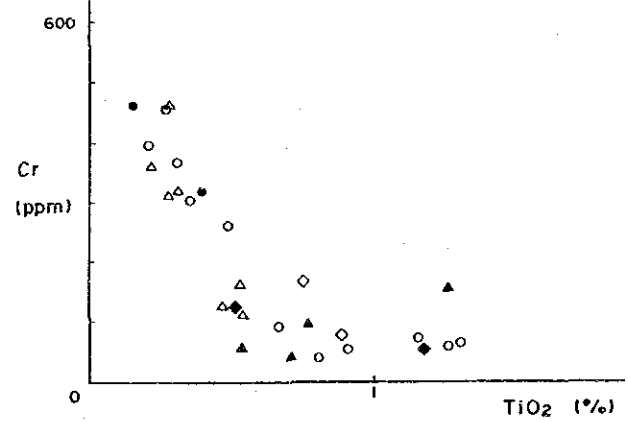
(i)



(j)

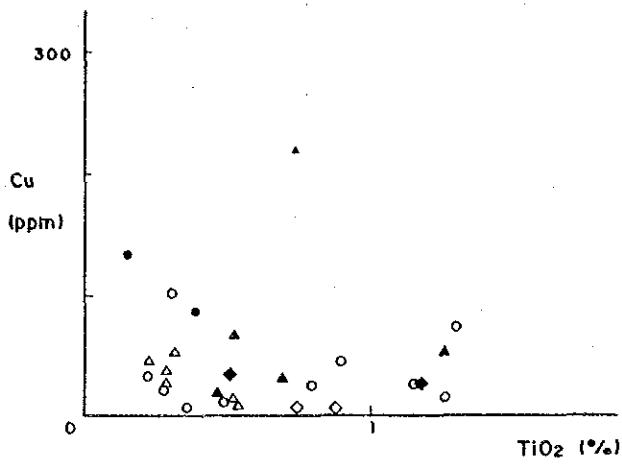


(k)

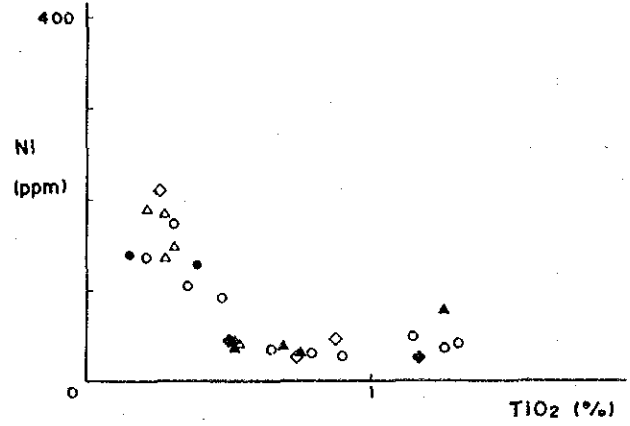


(l)

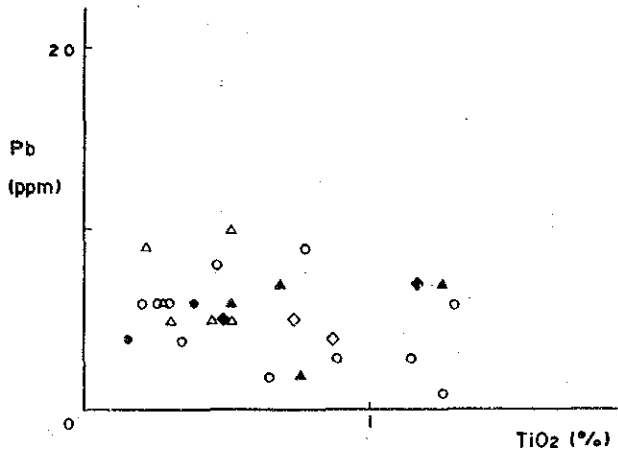
Fig. II-3-3 TiO₂ Diagram (2)



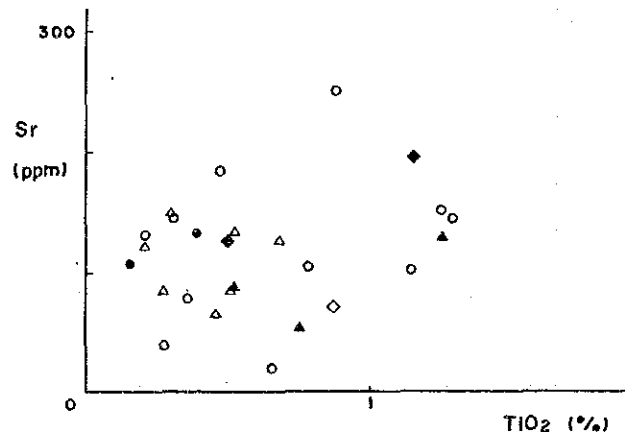
(m)



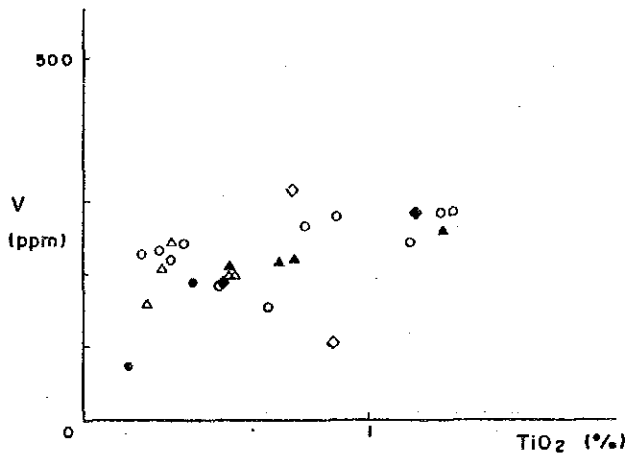
(n)



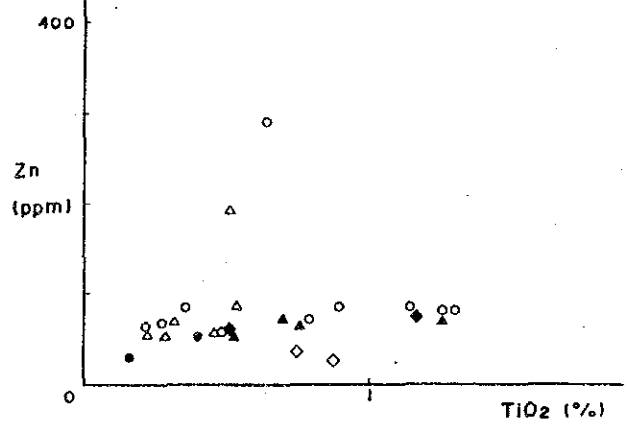
(o)



(p)



(q)



(r)

Fig. II-3-3 TiO₂ Diagram (3)

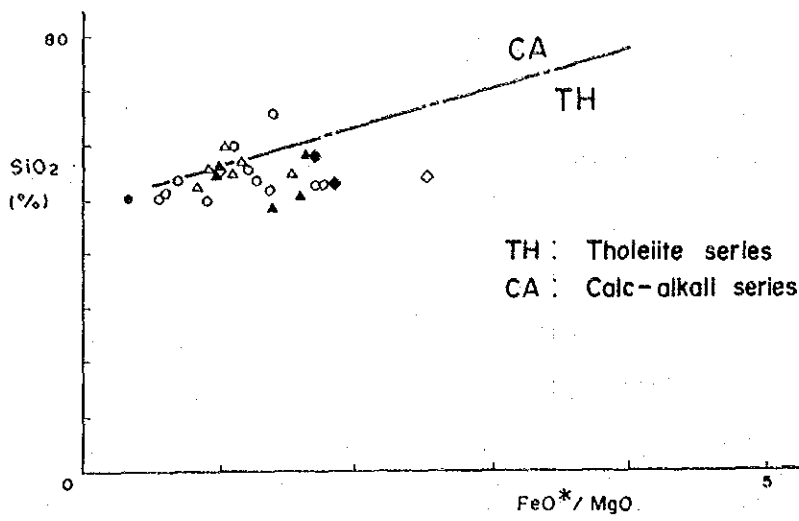
Na₂O, Pb, Sr, Ag及びBaは、分散が大きい事から変質及び変成作用の影響を著しく受けていると考えられ岩石化学的検討には望ましくない。

次に、結晶分化作用の程度の尺度として一般に使われているFeO*/MgO比と各成分の直角ダイアグラムをFig. II-3-2及びFig. II-3-4に示す。SiO₂, FeO*, TiO₂, P₂O₅及びVはFeO*/MgO比の増加に伴い、ゆるやかな増加を示し、一方、MgO, Cr, Ni及びCuは減少している。全般に分化作用の程度はTiO₂の極大(FeO*/MgO比の3.0付近で安山岩質を示す)にまで達しておらず、SiO₂の重量パーセントの分類結果(玄武岩質～安山岩質)及び検鏡結果とも一致する。TiO₂-FeO*/MgOダイアグラムでは、層状岩体、ハイレベル斑れい岩、シート・コンプレックス及び下部火山岩類がややバラつくが、一つのトレンドに沿っており、同様の傾向がFeO*-FeO*/MgO・MgO-FeO*/MgOダイアグラム及びFig. II-3-1のTiO₂-P₂O₅ダイアグラムにも認められることから、一連の分化物であることを示唆する。

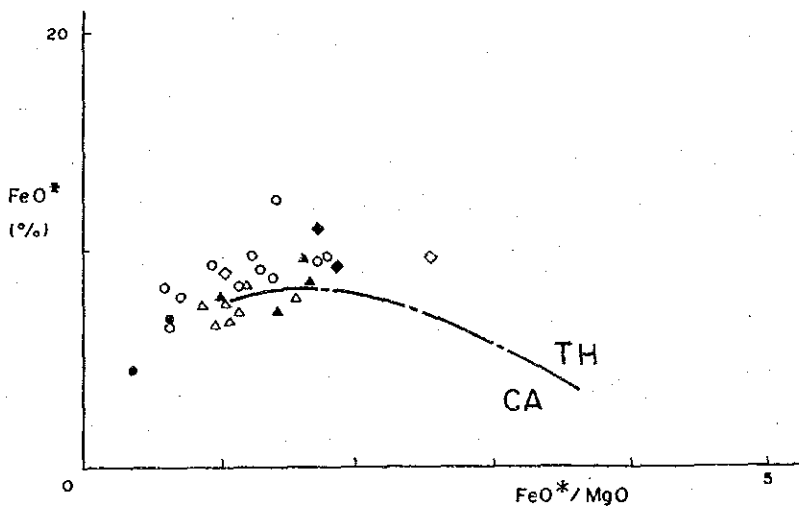
ところで、下部火山岩類は下位より下部噴出岩類I及びIIから成っており、同生鉱床が下部噴出岩類Iの最上部に賦存し、更に下部噴出岩類IIに覆われている。両層の化学組成を対比すると、下部噴出岩類IIの成分範囲は一般により狭い範囲に集中し、更にNi及びCrにやや富み、CoをはじめTiO₂, Fe₂O₃*, Cu及びVにやや乏しい傾向を示すことから、下部噴出岩類IIは一連の分化物であるがより早期の分化物であることを示唆する。更に、Co-Cr・Cu及びVの各微量成分の直角ダイアグラムでは、Fig. II-3-5に示す通り下部噴出岩類I(下盤)及び下部噴出岩類II(上盤)の分布領域に差が認められ、両者の区分がある程度可能である。

一方、中部火山岩類及び後期岩脈は一連の分化物と考えられるが、下部火山岩類、シート・コンプレックス及び斑れい岩類と対比すると、TiO₂及びP₂O₅が微かに低いこと、Cr, Ni及びCoに乏しいこと、SiO₂-FeO*/MgO及びFeO*-FeO*/MgOダイアグラムにおいて下部火山岩類などとやや異なった領域にプロットされることの特徴が認められる。

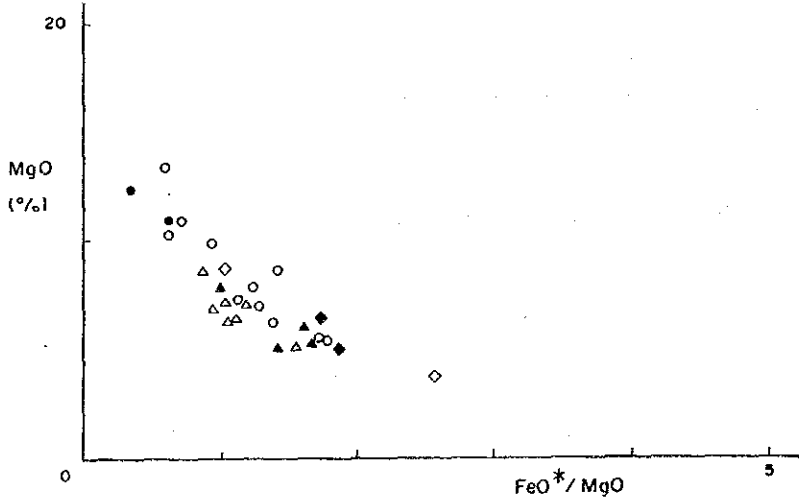
各岩石の分化トレンドは、Fig. II-3-2の(a) Fig. II-3-4の(b)及びFig. II-3-6から、下部火山岩類は深海性玄武岩から島弧性ソレイアイト系列の領域にあり、一方、中部火山岩類は島弧性ソレイアイト系列ないし一部カルクアルカリ系列の領域にプロジェクトされることからこの2つの火山岩類は異なった分化物である可能性が考えられる。



(a)

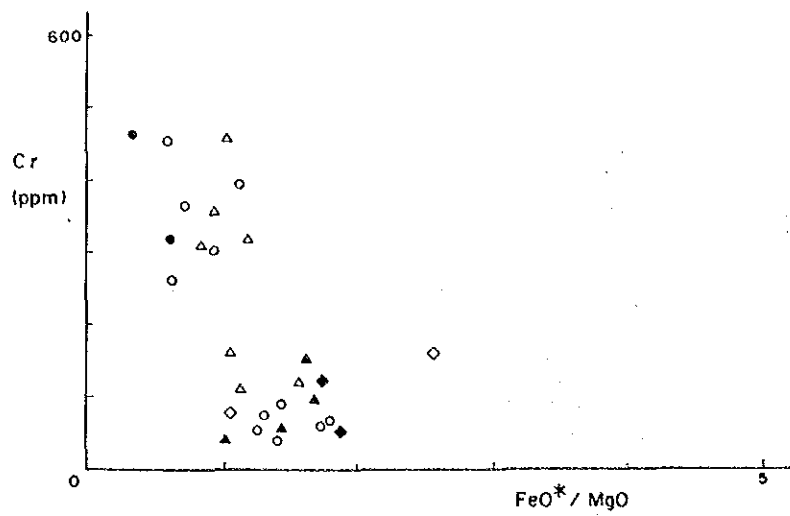


(b)

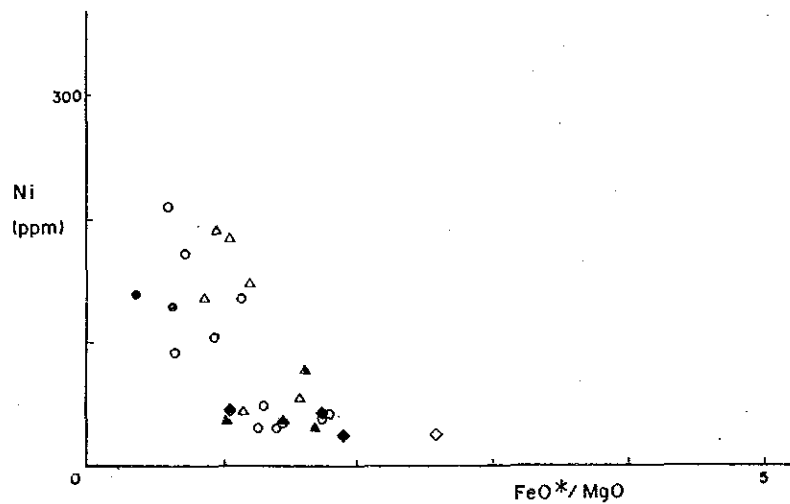


(c)

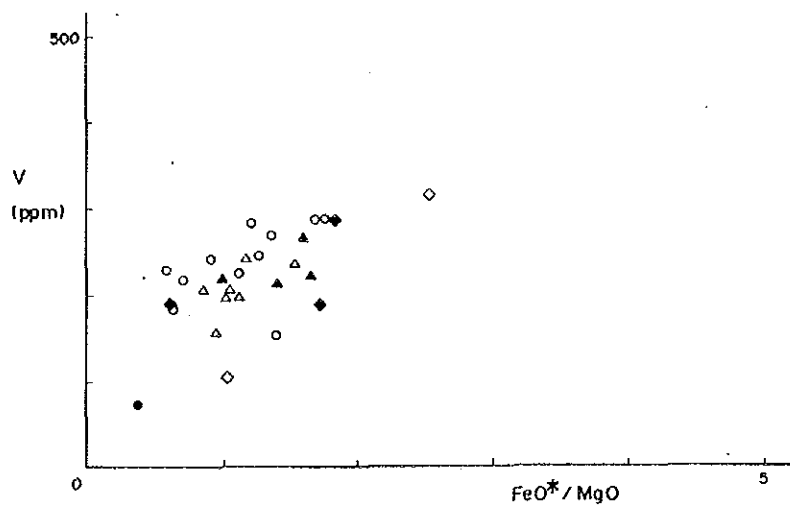
Fig. II-3-4 FeO*/MgO Diagrams (1)



(d)



(e)



(f)

Fig. II-3-4 FeO*/MgO Diagrams(2)

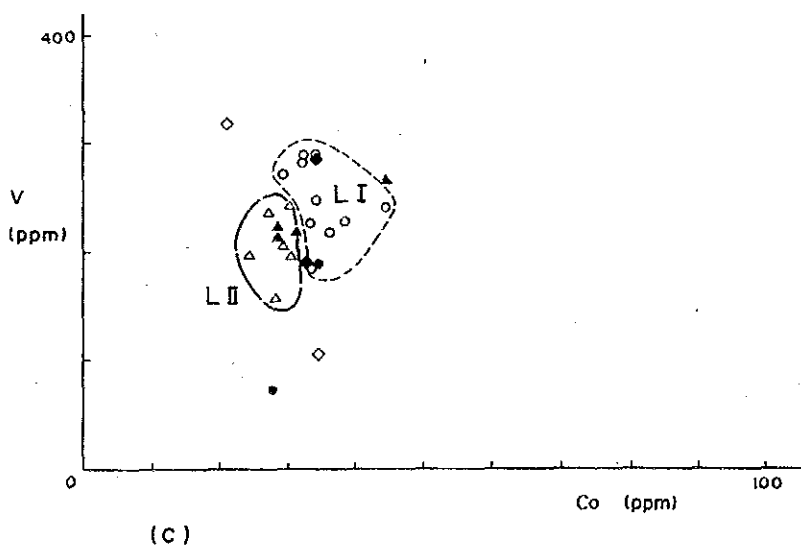
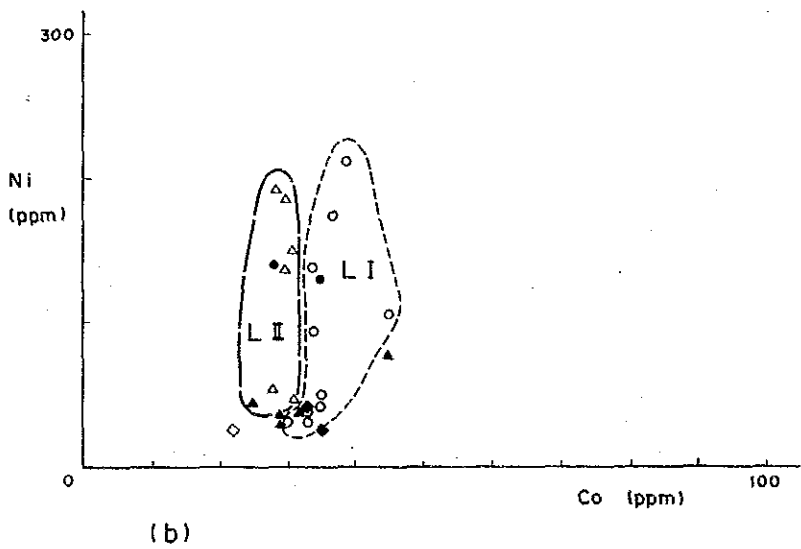
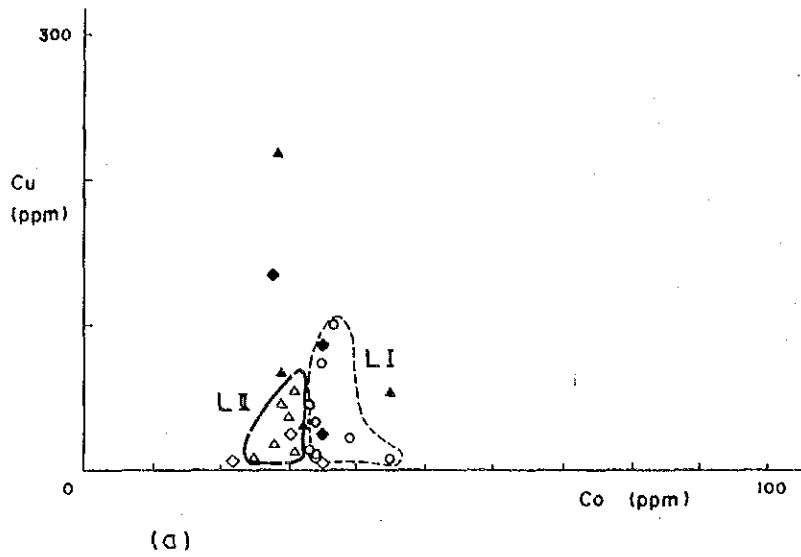


Fig. II-3-5 Cu-Co, Ni-Co and V-Co Diagram

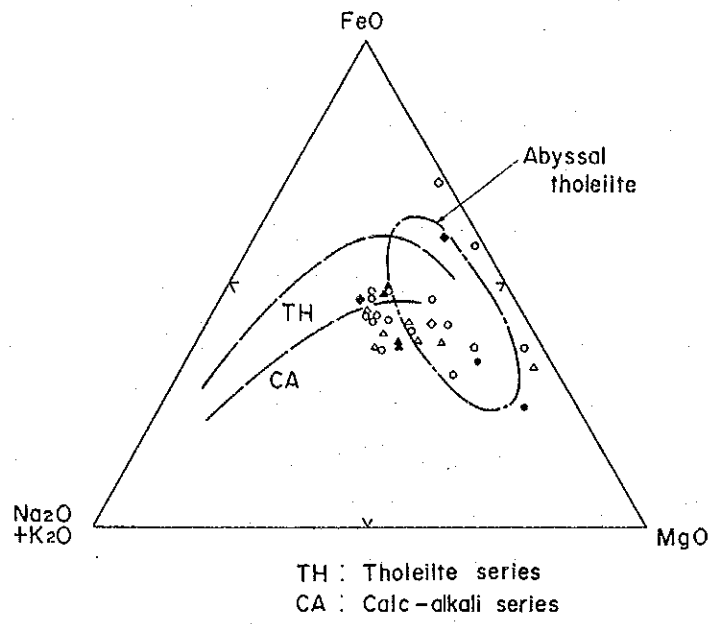


Fig. II-3-6 AMF Diagram

第4章 プレリミナリー・フィジビリティ・スタディ予備調査

4-1 調査目的及び調査方法

オマーン・国営鉱山社(OMCO)は1983年にソハール地域所在の銅鉱山と銅製錬所の操業を開始し、1984年以降は毎年15,000トン程度の電気銅を生産しその全量を輸出している。

1984年以降の輸出金額は、非石油部門では水産物に次ぎ第二の地位をしめ、非石油輸出金額の28パーセントをしめている。しかし、ラセイル鉱山は1990年代初めには終掘に至ると見られていることから、石油鉱物省(MPM)とOMCOは同製錬所の生産と電気銅の輸出を維持するために、ソハール鉱山に代わる国内銅鉱床の発見に努めてきた。この結果、ラカー地域において有望な鉱床を確認した。今回の調査目的は、ラカー地域の開発にかかわるプレリミナリー・フィジビリティ・スタディを実施するための予備調査である。

収集資料のうち「ソハール鉱山の操業資料」については現場査察、鉱山保有の資料収集及び関係者との面談により行った。「ラカー地域鉱山施設建設予定地の調査」、「資機材輸送道路」及び「精鉱輸送道路」については現地踏査により行った。「電力」、「通信」、「水の供給」に関する情報収集はそれぞれ関係省庁との面談により行った。「地域社会、経済に与える効果」については、ラカー近隣地域の査察とDevelopment Council(1987)及びその他の資料収集により行った。

4-2 収集資料及び調査結果

4-2-1 ソハール鉱山の操業資料

(1) 採鉱操業

ソハール鉱山はラセイル(Lasail)、ベイダ(Bayda)及びアアジャ(Aarja)の3鉱体よりなるが、ベイダ鉱体は1986年に終掘し現在はラセイル鉱体下部の採掘を行っている。採掘法として初期にはサブレベル・ケーピング法が採用されたが、現在はオープン・ストーピング法が採用されている。アアジャ鉱体は現在開発計画を策定中であるが、採掘法としては当初計画を変更し露天採掘法とオープン・ストーピング法の組合せを検討している。

ソハール鉱山操業開始以降の鉱体別出鉱量を Table II-4-1 に示す。1986年以降の出鉱量は計画(年量 1,050,000トン)を上廻っているが、粗鉱品位は所期の計画品位(Cu 1.6~1.8%)に達していない。

Table II-4-1 Annual Production from Lasail and Bayda Mines in the Sohar Area

Year	Run of Mine Ore (Tons Trammed to Crusher)			Average Head Grade %Cu
	Lasail	Bayda	Total	
1983	544,089	247,742	791,831	1.60
1984	662,770	313,414	976,184	1.70
1985	843,560	126,511	970,071	1.71
1986	1,066,640	8,160	1,074,800	1.60
1987	1,096,331	—	1,096,331	1.59
1988(1~9)	868,974	—	868,974	1.57
Total	5,082,364	695,827	5,778,191	

採鉱操業に関する資料としては以下の資料を収集した。

- (i) 粗鉱出鉱量及び品位実績
 - (ii) メインランプ及び坑道規格
 - (iii) オープン・ストーピング採掘法
 - (iv) 通気網
 - (v) 採鉱重機の保守及び管理
 - (vi) ロッド、ビット、火薬類等主要消耗物品の消費量と価格
- (2) 選鉱操業

粗鉱は1段破碎ののちオートジナス・ミルとペブル・ミルよりなる磨鉱回路に供給される。オートジナス・ミルとペブル・ミルの操業成績は鉱石特性に依存するといわれる。現在出鉱されているラセイル鉱山の鉱石は自生粉碎適応性が良好であり、1986年以降の選鉱処理鉱量は当初の計画値を達成している(Table II-4-2)。磨鉱された鉱石は浮選に供給され、銅鉱物が回収される。粗鉱中の金の一部は銅鉱物とともに銅精鉱中に回収される。

選鉱操業に関する資料としては、以下の資料を収集した。

- (i) 一次磨鉱機、二次磨鉱機の給鉱、産物サイズ、鉱石のワークインデックス
 - (ii) 磨鉱回路の循環鉱量
 - (iii) 浮選給鉱、精鉱、尾鉱のサイズ及びサイズ別品位
 - (iv) 浮選pH
 - (v) 試薬類(種類別)、石灰、ボール、ミルライナ等主要消耗品の消費量と価格
- (3) 製錬操業

製錬は電気銅年量20,000トンの設備容量を有するが、鉱山産出の精鉱含銅量がこれに満たないため操業度の低下を余儀なくされている(Table II-4-2)。そのため製錬費は、固定費についてはもちろんのこと直接操業費についても計画に比し割高になっているものと推定

Table II-4-2 Monthly Production from Losail Mine in 1987

Month	Trammed Ore (t)	Milled Ore (t)	Concentrate (t)	Conc. Grade (Cu %)	Conc. Recovery (%)	Copper in Conc. (t)	Cathode (t)
January	94,061	97,357	7,163	20.83	92.7	1,492	1,369
February	83,150	79,969	5,317	20.75	93.4	1,103	1,260
March	94,304	91,744	6,790	21.68	93.9	1,472	1,291
April	91,188	83,272	5,774	21.43	93.4	1,237	1,329
May	98,372	93,559	7,351	20.89	93.2	1,536	1,546
June	83,460	83,144	5,707	20.95	91.9	1,196	1,328
July	90,344	91,956	6,417	20.51	92.9	1,316	1,204
August	88,661	87,435	6,045	22.22	93.7	1,343	1,232
September	85,399	84,282	5,398	22.15	94.0	1,196	1,235
October	93,348	89,764	5,398	21.67	93.7	1,170	1,230
November	97,218	90,624	5,983	20.96	93.0	1,254	1,102
December	96,826	90,851	7,101	20.87	93.9	1,482	1,364
Total	1,096,331	1,065,957	74,444	21.22	93.3	15,797	15,490

される。

ソハール製錬所における銅の実収率は約97%であるが、金の実収率は調査されていない。金を含む電解スライムは国外において処理されるが、スライムからの金の実収率は約96%といわれている。コストに関連しては管理部門と補助部門費を含む製錬総費用は算定されていないことから、必要な資料を入手することはできなかった。

(4) その他資料

以上の外に以下の資料を収集した。

(i) 設備配置図

(ii) 組織、人員配置及び人件費

(iii) 主要設備に関する資料：形式、仕様、メーカー、モーター電圧及び馬力等

(iv) 部門別電力消費量

(v) 建設費を検討するための資料：スチール工事費、コンクリート工事費、掘削工事費、建屋工事費及びセメント・骨材の入手方法と価格等

4-2-2 鉱山施設建設予定地の調査

鉱山施設のレイアウトを計画するに当たって、採鉱施設と選鉱場の位置の選定は最も重要である。このうち採鉱施設の位置は一義的には鉱体の位置と広がり依存するが、現在はまだ採鉱が終了していない段階である。また施設の種類と規模は採鉱方法により異なるが、採鉱方法としては、露天採掘、坑内採掘あるいは両者の組合せが考えられ、現段階ではそのいずれかに限定することはできない。このような状況にあるため採鉱施設建設予定地の調査は今回実施を見送ることとし、選鉱場建設予定地の予備調査を実施した。

一般論として採掘切羽から選鉱場までの鉱石輸送距離はできるだけ短いことが望ましい。ラカー地域の鉱体はA地区とB地区の2ヶ所に分かれて賦存する。このような場合には、将来の出鉱量の大きい鉱体に近接して選鉱場を建設することが、鉱石輸送の観点からは合理的である。鉱石輸送のほかにも、選鉱場建設時の資機材輸送、将来の操業時における精鉱輸送、物品の輸送、従業員の通勤そのほかの点を考慮に入れることが必要である。いずれにせよ現段階では選鉱場建設予定地をA地区、B地区のいずれかに限定することはできない状況にあるため、両地区及びその周辺地区についての調査を実施した。調査の結果、いずれの地区においても選鉱場建設に適する場所を選定し得るとの見通しを得たが、2、3の候補地を予備的に選定した。

選鉱場建設地選定上の一般的考慮事項を下に挙げる。

(i) 採鉱からの鉱石運搬と受け入れ

(ii) 廃さいダムとの地形的位置関係

(iii) 取水点までの距離

(iv) 地耐力（特に破碎機、ミル、コンプレッサ、貯鉱ビン、シクナは大きな地耐力を必要とする）

(v) 修理工場との間の運搬関係

4-2-3 資機材輸送道路の調査

建設期間中の輸入資機材陸揚港としては、他に適当な港湾がないためマスカットに限定される。マスカットからA地区（本プロジェクトの鉱山サイトの位置は決定されていないが、とりあえずA地区を想定した。鉱山サイトの位置はプレリミナリー・フィージビリティ・スタディ段階で決定される運びとなる）に至る輸送道路としては、Fig. II-4-1に示す下記ルートが良好な道路状況にある唯一のルートである。コンクリート用骨材工場等は同ルート沿いに所在するから、オーマン国内調達資機材についても、その輸送の大部分を本ルートに拠ることになる。操業期間中の資機材輸送についても、その主体は輸入品であるから、建設用資機材の輸送と同様に考えて差し支えない。

マスカット—イブリ—ヤンクル—A地区ルート

全長	マスカット—A地区	378km
舗装道路区間	マスカット—イブリ	310km
	イブリ—ヤンクル	55km
	計	365km
未舗装道路区間	ヤンクル—A地区	13km

マスカット—イブリ区間

マスカットから緩い上り勾配（0%~3%の範囲で変化）で最高点（標高約700m）に達したのち、極めて緩い下り勾配によりイブリに至る。アップ・ダウン、カーブともに少なく、カーブの曲率半径は大きい。幅員7mの片側1車線の舗装道路であるが、市街地を除いて他の道路との交差が少ない、構造物・電力線等の道路横断がなく見通しがよい、交通量が少ない等の好条件にあるため車両の渋滞は見られない。平坦な直線部での大型トラックの走行速度は毎時80km程度である。

イブリ—ヤンクル区間

55kmの道路延長全体としてはほぼ無勾配である。マスカット—イブリ区間と同様な道路状況にある。

ヤンクル—A地区区間

道路延長全体としてはごくゆるい上り勾配である。幅員はほぼ6mであるが最狭部では4m程度である。無舗装（ワジの砂礫が路面のほぼ全面を覆い碎石舗装同様の効果を与えてい

る。以下ではグラベル道路と記す) である上に数ヵ所にアップ・ダウンとカーブが見られ、またカーブの曲率半径も小さい個所がある。現状のままでは大型車の走行に適さないから、鉱山設備建設工事に際しては改修を必要とする。

Fig. 1 Proposed Road for Transportation of Construction Material and Operation Material

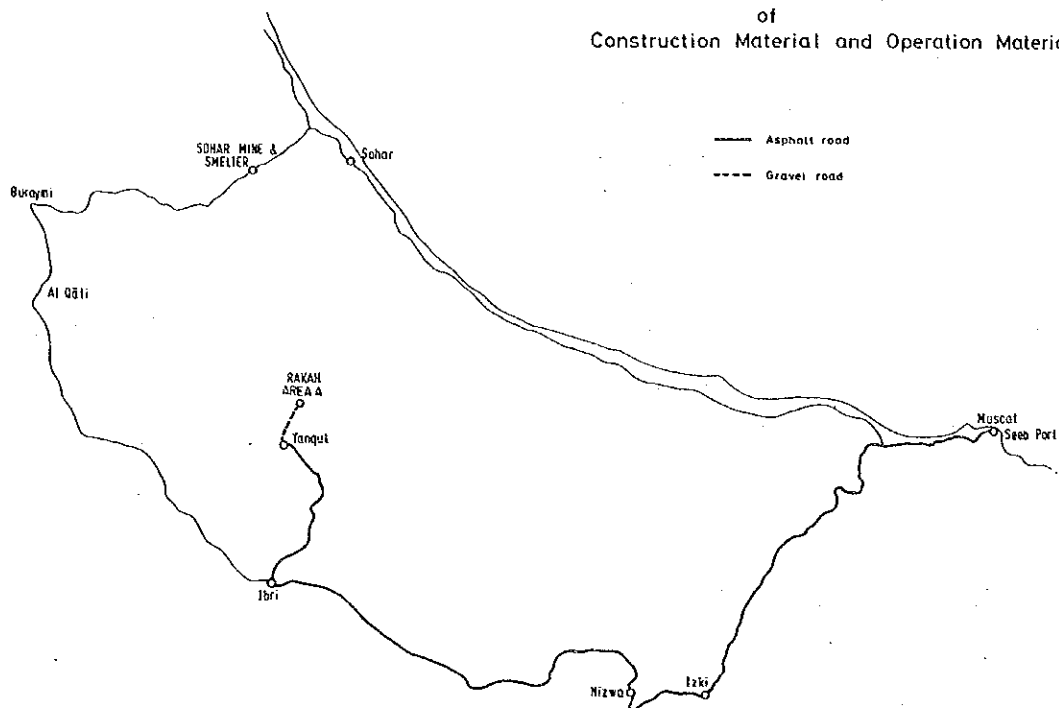


Fig. II-4-1 Proposed Road for Transportation of Construction and Operation Materials

以上の調査結果によれば、ヤンクルーA地区間の改修を行えば、大型トラック及び8' × 40' トレーラー（最大積載重量35トン程度）の走行が可能である。さらに大型のトレーラーの走行も可能と思われ、資機材輸送ルートとして適当である。

4-2-4 精鉱輸送道路の調査

ラカー地域において鉱山を稼行する場合には、その生産物である銅精鉱は製錬所に送られる。ラカー地域とソハール製錬所を結ぶルートはいくつか考えられるが、最短のルートによっても約150kmである。この輸送費は銅地金の全生産コストに比して無視できる大きさではないから、輸送費を最小にするための輸送方法と輸送ルートの選定が必要である。ルート選定には輸送方法が関連するが、大型トラックまたはトレーラー輸送を想定して予備調査を行った。

(1) ルート選定の前提条件

ルートの選定に当たっては、以下の条件を想定して行った。

輸送量

本プロジェクトの生産規模は未決定であるが、仮に1日当り選鉱処理量を1,500トンとして試算すると、1日当り精鉱産出量は湿量100トン未満であり、これが輸送すべき量である。生産規模は未定ながらも、大規模な道路工事費負担を可能にするほどには輸送量は大きくないといえる。

輸送方法

ルート選定に当たっては10トン程度のトラックを想定した。しかし、予備的に選定したルートにより、10トン以上のトラックまたはトレーラーの走行が可能な場合には、それぞれの車種につき輸送コストを求め比較検討することとする。

プロジェクト負担による道路建設

既存道路に拠らない場合には道路建設を要するが、輸送量に比して建設工事量が大きいと予想されたので、プロジェクト負担による道路建設は考慮しないこととした。大規模な道路改修についても同様である。しかし小規模、局所的な改修は考慮することとした。

国の負担による道路建設

国の計画による道路建設について情報を収集し、実施確度の高いものは考慮に入れることとした。改修についても同様である。

ルート選定条件のまとめ

既存道路の組合せのうちから輸送ルートを選定することとし、国による道路建設、改修のうち確度の高いものと小規模な改修は考慮に入れることとした。輸送方法としては10トン以上のトラックまたはトレーラーを想定した。

(2) ルート選定のの基準

輸送費のうち道路にかかわる費用は差し当たって無視し、車両の走行に要する費用のみに着目することとした。かつ、予備調査においては、車両の走行に要するすべての費用は、同一車種については走行時間に比例すると仮定した。この仮定に基づき、いくつかのルートのうちA地区ーソハール製錬所間の所要走行時間のより短いルートを選定することとした。

(3) 精鉱ルート

ルート選定の前提条件及び基準に基づきFig. II-4-2に示す4つのルートに対し調査を行った。

ルート1

本ルートは、A地区よりヤンクル、イブリ、アル・カティ (Al Qati)、プレイミー (Buraymi) を経てソハール製錬所へ至る全長288kmのルートである。

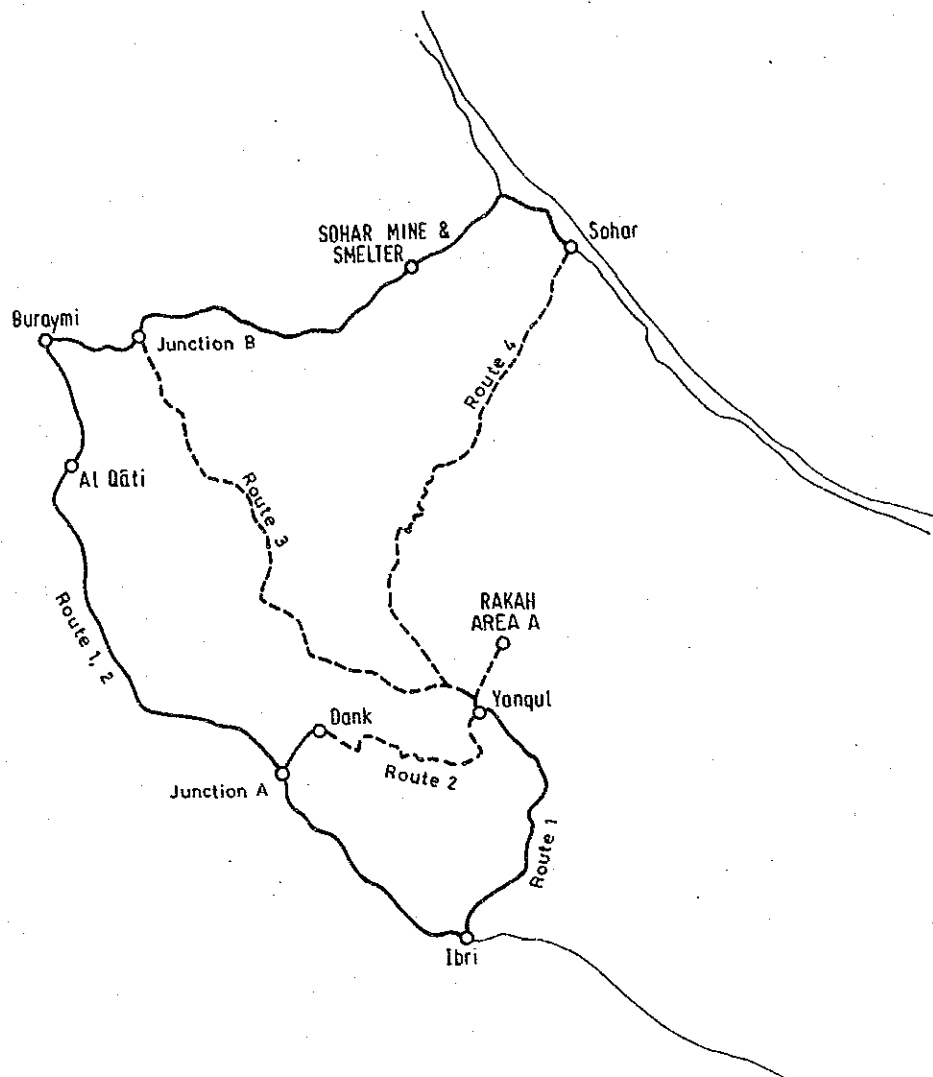


Fig. II-4-2 Transportation Road for Copper Concentrates

舗装区間	ヤンクル—イブリ	55km
	イブリ—アル・カティ	117km
	アル・カティ—ソハール製錬所	103km
	計	275km
グラベル道路区間	A地区—ヤンクル	13km

A地区とヤンクルの間は、資材輸送の項で述べたとおり改修が必要であり、又、ヤンクルとイブリの間は、好条件にある。イブリとアル・カティ間は、アップ・ダウン、カーブともに少なく、カーブの曲率半径は大きい。幅員7mの片側1車線の舗装道路であるが、市街地を除いて他の道路との交差が少ない、構造物・電力線等の道路横断がなく見通しが

よい、交通量が少ない等の好条件にあるため車両の渋滞は見られない。平坦な直線部での大型トラックの走行速度は毎時80km程度である。アル・カティとソハール製錬所の区間については、今回調査できなかったが、イブリとアル・カティの間と同様な道路状態にあるといわれている。

総合的には、A地区とヤンクルの区間を除き道路状況は極めて良好であり、8'×40'トレーラー（最大積載重量35トン程度）の走行が可能であると結論し得る。本ルートは道路状況が良好な一方では道路延長が大きい。

ルート2

本ルートは、A地区よりヤンクル、ダンク(Dank)を経てジャンクションAに至るルートで、ジャンクションAよりソハール製錬所までのルートは、ルート1と同様でありその全長は241kmである。

舗装区間	ダンク——ジャンクションA	16km
	ジャンクションA——アル・カティ	67km
	アル・カティ——ソハール製錬所	103km
	計	186km
グラベル道路区間	A地区——ヤンクル	13km
	ヤンクル——ダンク	42km
	計	55km

ヤンクルよりダンクを経てジャンクションAに至るルートを除けば、ルート1と同様である。ヤンクルとダンクの間は、ワジ内に建設されたグラベル道路で、全体としては極めてゆるい下り勾配をなす。幅員は6m程度であるがアップ・ダウン、カーブともに少なく、またカーブの曲率半径は大きい。ごく部分的な改修により8'×40'トレーラー（最大積載重量35トン程度）の走行が可能である。しかし、ワジ内にあるため降雨時には冠水のおそれがある。ダンクよりジャンクションAまでの間は、幅員7m、片側1車線の舗装道路である。全体としては勾配がなく平坦である。アップ・ダウン、カーブとも少なくカーブの曲率半径は大きい。他の道路との交差が少ない。構造物・電力線等の道路横断がなく見通しがよい、交通量が少ない等の好条件にあるため車両の渋滞は見られない。平坦な直線部での大型トラックの走行速度は毎時80km程度である。

総合的には、ヤンクルとダンクの間は、グラベル道路ながら良好な道路状況にあり、ごく部分的な改修により8'×40'トレーラー（最大積載重量35トン程度）の走行が可能であると結論し得る。その他の区間の道路状況はA地区とヤンクル間を除き極めて良好である。

ルート2はルート1よりも47km短いですが、その反面ではグラベル道路区間が42km長いため、トラックの所要走行時間には大差がないものと思われる。ヤンクル——ダク間の整備計画が実現すれば、精鉱輸送道路として極めて有望な候補である。

ルート3

本ルートは、A地区よりヤンクルを経てジャンクションBに至るルートで、ジャンクションBよりソハール製錬所までの間は、ルート1及び2と同様である。本ルートは全長172kmでルート1及び2に比較してその道路延長は短い。

舗装区間	ジャンクションB——ソハール製錬所	60km
グラベル道路区間	A地区——ヤンクル	11km
	ヤンクル——ジャンクションB	101km
	計	112km

本ルートは、ヤンクルとジャンクションBの間を除けば、ルート1もしくは2の一部が含まれる。ヤンクルとジャンクションBの間の全長101kmのうちヤンクルを起点とする40kmにつき現地調査を行った。道路延長全体としてはほとんど勾配のないグラベル道路で、幅員は6.5m程度である。アップ・ダウンとカーブが多く、またカーブの曲率半径が小さい個所がある。大型トラックの走行には、かなりの数にのぼる個所の改修が必要である。改修を行ったのちも、大型トラックの走行速度は舗装道路の50%以下と推定される。

本ルートは道路延長は短いですが、その反面グラベル道路延長が大きく110kmに及ぶ。かつ道路状況が不良である。そのためルート2に比較して道路延長では約70km短いものの、大型トラックの所要走行時間はかえって大きくなるものと判断される。

ルート4

本ルートは、A地区よりヤンクル、ソハールを経てソハール製錬所に至るルートで、その全長は161kmである。

舗装区間	ソハール——ソハール製錬所	40km
グラベル道路区間	A地区——ヤンクル	11km
	ヤンクル——ソハール	110km
	計	121km

ヤンクルとソハールの間の全長110kmのうちヤンクルを起点とする30kmにつき現地調査を行った。ゆるい上り勾配のグラベル道路で幅員は6.5m程度である。アップ・ダウンとカーブが比較的多く、またカーブの曲率半径が小さい個所がある。大型トラックの走行には、かなりの数にのぼる個所の改修が必要である。改修を行ったのちも、大型トラックの走行速度は舗装道路の50%以下と推定される。

今回調査のうち本ルートの道路延長は最も短い、その反面ではグラベル道路延長が最も大きい。他のルートに比較して大型トラックの所要走行時間は大きいものと判断される。

(4) 国による道路改修計画

アル・カティとソハール製錬所を結ぶ道路はアラブ首長国連邦領内を横切るが、これを回避するためにオマーン国内にバイパス道路が建設中であるといわれている。このバイパス道路は精鉱輸送距離を短縮するものと思われるが、その確認調査は今回は実施できなかった。ヤンクルとダンク間の整備計画は工事設計を完了し、政府の決定待ちである。その他のルートの道路改修については、オマーンの財政と道路改修の工事費及びその効果を考えあわせると早急には期待できないように思われる。

4-2-5 電力

ラカー・プロジェクトの将来の操業において電力を多使用する部門は選鉱である。選鉱処理量は未定であるが、仮りに1日当りの処理量を1,500トンとすると、電力需要は4,500KVA程度と予想される。このほかに採鉱、事務部門及び住宅の電力需要を考慮することが必要であるがいずれにせよ現段階で電力需要を確定的に予想することはできない。とりあえず4,500KVA程度の電力需要につき、国営発電所による供給の可否、電力料金等を電力省宛に照会した。

この照会により電力省より以下の情報が得られた。

電力供給

ヤンクル サブ・ステーションは余裕容量を有さないが、ヘイル(Hayl)サブ・ステーションからの供給が可能である。

電力線延長工事費

電力省の試算による電力線延長工事費は下記の通りであるが、その全額がプロジェクトの負担となる。工事費はいわゆる Rule of Thumbにより求めた概算値である。

ヘイル——ヤンクル 間(約10km) 33KV, 12MV × 1回線増設

ヤンクル——A地区 間(約13km) 11KV, 6MV × 2回線増設

工事費合計 約 300,000オマーン・リアル (1ドル=0.38オマーン・リアル)

電力料金

12ヵ月中 8ヵ月 0.016 オマーン・リアル/Kwh

12ヵ月中 4ヵ月 0.024 "

平均 0.019 "

4-2-6 通信

オマーンにおける電話網は主要都市間のマイクロウェーブと近距離域内の有線により構成さ

れる。ラカー・プロジェクトの将来の外部通信方法としては、ヤンクル電話局との間に有線による電話回線を設置することが可能と思われるが、今回はその確認を行うことはできなかった。

4-2-7 用 水

将来の操業において水を多使用する部門は選鉱であり、処理鉱石1トン当り0.5m³程度の新水を使用するものと予想されるが、1日当り鉱石処理量は決定されていない。このほかに採鉱、事務部門及び社宅の需要量を考慮することが必要であるが、いずれにせよ現段階では水の需要量を確定的に予想することはできない。とりあえず1日当り使用水量を2,000m³程度と想定して、その取水源に関連する資料、情報につき環境省宛て照会した。なお環境省は政府内にあって水利用と水質保全を統轄的に管掌する立場にある。

上記の照会を行ったところ、環境省にはラカー地区の水源に関連する資料、調査記録の保有はないことが判明した。

4-3 考 察

1. ソハール鉱山の操業資料

製錬費を除き所期の資料を収集した。得られた資料、情報はラカー・プロジェクトのプレリミナリー・フィジビリティ・スタディの実施に反映される運びとなる。プレリミナリー・フィジビリティ・スタディにおける製錬費の重要性につき以下に述べる。

鉱石（精鉱）の取引における鉱石代金は、輸送費、副製品収入そのほか二、三の点を無視して大まかに述べれば、製錬において鉱石から回収される地金の代金より製錬費を差し引いたものである。この場合、回収地金量は鉱石中の金属含有量に、別に定める契約上の実収率を乗じて求め、また控除すべき製錬費としては契約上の製錬費を用いるのが一般的である。ラカー・プロジェクトの生産物は銅精鉱であるが、プレリミナリー・フィジビリティ・スタディにおける銅精鉱の評価は、上記の考えに基づいてなされることになる。ラカー・プロジェクトの産出銅精鉱は、その全量をソハール製錬所に供給する計画であるが、銅精鉱評価に適用する製錬費は、同製錬所の現実の製錬コスト（管理、補助部門費を含む総コスト）に無関係ではあり得ないであろう。このような視点から、ソハール製錬所の将来のコストは、ラカー・プロジェクトの評価に重要な係わりあいを有する。ソハール製錬所の現在のコストは、将来のコストとは異なるものであろうが、その予測を行う上で重要な手がかりを与えるものである。従って、ソハール製錬所の製錬費は、MPM及びOMCOの関係者により調査することが望まれる。

2. ラカー地域の鉱山施設建設予定地の調査

鉱山施設建設のための適当な場所を見出し得るとの予備的結論を得た。なお鉱山施設建設予

定地を含む地域の適当な地形図は現在作成されていない。今後の検討のためにはA地区、B地区及びヤンクルをカバーする区域の1/10,000の地形図が必要である。また採鉱施設、選鉱場そのほかの鉱業所施設、ダム、タウン・サイトを含む区域については縮尺度のさらに大きい地形図が必要である。

3. 資機材輸送道路

建設機材輸送道路としては予備調査で挙げたルートが適当であるとの結論を得た。

4. 精鉱輸送道路

今回はラフな方法によって予備的なルート選定を行ったが、これによるとルート1またはルート2が精鉱輸送道路として適当である。今後の調査においてはルート1、2について車種ごとに車両購入費、燃料費、部品代そのほかの維持費、運転及び修理のための労務費等の、車両にかかわる総費用を算定し、その比較を行うことが必要である。ルート3、ルート4は候補から除外して差し支えないように思われるが、予備調査において採用した評価方法（所要走行時間による方法）の妥当性につきチェックすることが望ましい。また道路改修費、維持費そのほかの費用がプロジェクトの負担となる場合には、これを輸送費に算入することが必要である。

5. 電力

電力省から供給を受ける場合の電力線延長工事費と平均電力料金はそれぞれ約 300,000 オマーン・リアル、約 0.019 オマーン・リアル/kwh と予想される。一方、ラカー地区に 4,500KVA のディーゼル自家発電所を設置する場合の建設費と操業費の予想は下記の通りである。

建設費 500,000 オマーン・リアル

操業費 0.044 オマーン・リアル/kwh

以上はいずれも Rule of Thumb による概算値であるが、電力省からの買電による方が有利であることは確実である。なお国営電力の質は良くないといわれるので、この点も含めてさらに調査することが必要である。

6. 通信

ヤンクル電話局との間に有線による電話回線を設置する案につきさらに検討することが必要である。

7. 水の供給

将来の選鉱用水そのほかの用水の水源に関する情報、資料は得られなかった。今後調査を実施することが必要である。

第Ⅲ部 結論及び提言

第1章 結 論

第1年次に当る本年度の調査では、ラカー地域においてこれまでの探鉱により確認されているハイル・アス・サヒル鉱床及びラカー鉱床の賦存状況を明らかにするとともに、その周辺地区のポテンシャルを解明することを目的とした。このため、既知鉱床を中心とするA地区及びB地区において、地質調査、流電電位法による物理探査及びボーリング調査を行った。これに加えて、第2年次に計画されているプレリミナリー・フィジビリティ・スタディのための予備調査を行った。これらの調査の結果により以下の結論が得られた。

- (i) ラカー地域は、オマーン山脈を構成するサマイル・ナツプの分布域に位置する。本地域の地質は、サマイル・オフィオライト及びオフィオライト上部堆積物より構成される。サマイル・オフィオライトは、下位よりテクトナイト、層状岩体、ハイレベル班れい岩、シート・コンプレックス及びサマイル火山岩類より成る。オフィオライト上部堆積物は、主としてオリストストローム層より構成される。
- (ii) ラカー地域の地質構造は、サマイル・オフィオライトのオブダクションに伴う衝上断層群により特徴付けられる。この衝上断層群により形成された各スラスト・シートは正常層序を示すが、層序的に下位の岩相が上位に載っており見掛上逆転している。この成因は、インブリケート構造によると考えられる。オブダクション後の構造としては、NW-SE系を主とする断層構造と弱い褶曲構造が見られる。
- (iii) オマーン山脈地域で見られる銅鉱床の母岩として重要なサマイル火山岩類は、下部火山岩類、中部火山岩類及び上部火山岩類に区分されるが本地域では、上部火山岩類を欠く。下部火山岩類は、更に下位より下部噴出岩類Ⅰ及び下部噴出岩類Ⅱに細分される。岩石化学的な調査結果では、下部火山岩類と中部火山岩類は異なった分化物である可能性を示す。下部噴出岩類ⅠとⅡは、一連の分化物であるが、下部噴出岩類Ⅱがより早期の分化物であると考えられる。
- (iv) ハイル・アス・サヒル鉱床及びラカ鉱床は、いずれも下部噴出岩類Ⅰの最上部に位置し、下部噴出岩類Ⅱに覆われる。両鉱床の鉱石は、その鉱質より珪質鉱、塊状鉱及びストックワーク状鉱に区分される。ハイル・アス・サヒル鉱床は、珪化及び角礫化の顕著な厚いストックワーク状鉱に特徴付けられ、下位よりストックワーク状鉱、塊状鉱及び珪質鉱より成る。ラカー鉱床は、上下2層の鉱化帯より成り、そのストックワーク状鉱は、緑泥石化が顕著である。珪質鉱及び塊状鉱は、北西部に見られ、チャートをもつ堆積岩類と密接な関係を示す。また塊状鉱中にはAuが濃集する。鉱石鉱物は、両鉱床とも黄鉄鉱、黄銅鉱、閃亜鉛鉱、銅藍、輝銅鉱及び班銅鉱が見られる。これらの鉱物のうち銅藍、輝銅鉱及び班銅鉱

は、その大部分が二次富化により生成したと考えられる。

(v) A地区で実施した流電電位法による物理探査結果では、ハイル・アス・サヒル鉱床はこれまで推定されていた分布域より更に広い範囲に賦存している可能性が大きいことを示す。A地区では、ハイル・アス・サヒル鉱床よりスモール・ゴツサンの間とその周辺を除くとポテンシャルの高い箇所は見られない。

(vi) B地区で行った流電電位法による調査の結果では、良導体の分布が既知のラカー鉱床分布域とその東部及び南西部を除けば良く一致する。東部及び南部では、良導体の外側への張り出しが認められる。ラカー鉱床及びその周辺を除くと鉱床賦存の可能性は、少ないと考えられる。

(vii) A地区で実施したボーリング調査結果は、既知のハイル・アス・サヒル鉱床とメイン・ゴツサンが一連の鉱化帯であることを示す。ハイル・アス・サヒル鉱床の西側延長部（本鉱床とメイン・ゴツサン間）に対して行ったボーリングの平均鉱況は、厚さ 43.60m, Au0.73g/t, Cu1.27%を示し、約 3,000千トンの鉱量増が期待される。

(viii) B地区で行ったボーリングの結果を含む地質断面図では、下部鉱化帯に対するボーリング調査が不十分であることを示す。またラカー鉱床の既知分布域のうち東方及び南西方に小規模ではあるがその良好部が張り出している可能性が推定される。鉱床の北西部で行ったMJ0-B1で塊状鉱（厚さ 18.30m）を捕捉したが、この塊状鉱はAu品位が高い(Au8.96g/t, Ag 13.3g/t)。このAu品位の高い鉱石の鉱量は、ラカー鉱床の評価にとって重要である。

以上の調査結果によれば、調査地域の中でポテンシャルの高い箇所として以下が抽出できる。

A地区：メイン・ゴツサンの南半部の下部及び南側。ハイル・アス・サヒル鉱床の北東及び南西延長部。

B地区：下部鉱化帯。ラカー鉱床の南西及び東方延長部。塊状鉱分布域及びその周辺のAu富鉱部。

第2年次に計画されているプレリミナリー・フィジビリティ・スタディのために行った資料収集及び現地調査により、一部を除けば必要な資料の大部分を収集した。また、鉱山施設建設予定地や運搬道路などに対する見通しを立てることができた。更に、計画されている選鉱試験のための試料も採取した。これらを基に次年度プレリミナリー・フィジビリティ・スタディを実施する。

第2章 第2年次調査への提言

本調査により、ハイル・アス・サヒル鉱床及びラカー鉱床の賦存状況がほぼ明らかとなり、更に幾つかの有望箇所を抽出することができた。従って、これらの箇所のポテンシャルを解明するため、引き続き以下の調査を実施すべきである。

(i) A地区におけるボーリング調査

目的：ハイル・アス・サヒル鉱床の広がりの確認

ボーリング箇所：メイン・ゴツサン南半部下部及び南側。ハイル・アス・サヒル鉱床の北東及び南西延長部

(ii) B地区におけるボーリング調査

目的：ラカー鉱床の広がり確認、下部鉱化帯の鉱況確認及びAu濃業部の解明。

ボーリング箇所：ラカー鉱床の南西及び東方延長部、鉱床中央部及び塊状鉱分布域。

(iii) B地区西部の地表精査

目的：ゴツサン及びゴツサン・ズリ中のAu品位の分布及び量を明らかにする。

第2年次には、鉱量計算、選鉱試験及びこの結果に基づくプレリミナリー・フィジビリティ・スタディが計画されている。第1年次の調査結果によれば、その実施に当たって以下の点を考慮すべきである。

(i) 鉱量計算は、両鉱床とも低品位の鉱量が多いことからCuのカットオフ品位を0.25%又はそれ以下とし、適応される採掘方法を基にレベル別、ブロック別に鉱量の計算を行うことが必要である。また、ラカー鉱床にはAu品位の高い部分があり、更にこの部分がCuの二次富化を受けていることから、この鉱量に対しては別計算を行うことが望ましい。

(ii) 選鉱試験の実施に当たっては、その鉱質の差に基づいて行うことが必要である。

(iii) 鉱山施設建設地、運搬道路、用水、排水及び送電経路を決定するため、更に広い範囲を含む地形図の作成が必要である。

(iv) 水資源に関する資料が無いのでラカー地域周辺での地下水調査が望まれる。

REFERENCES

1. Alpan S. (1986): United Nation Mission Report for Rakah Area, United Nations Department of Technical Cooperation for Development
2. Bishimetal Exploration Co., Ltd. (1987): Report on a Copper Exploration Programme in the Northern Part of the Oman Mountains, Vol. I-X, Ministry of Petroleum and Minerals, Sultanate of Oman
3. BRGM (1985): Detailed and Semi-detailed Exploration for the Daris, Mahab, Rakah, Shinas, Ghuzayn, Wadi Andam, Washihi and Al Ajal Areas - Interim Report, Ministry of Petroleum and Minerals, Sultanate of Oman
4. BRGM (1985): Detailed and Semi-detailed Exploration for the Daris, Mahab, Rakah, Shinas, Ghuzayn, Wadi Andam, Washihi and Al Ajal Areas - Final Report, Ministry of Petroleum and Minerals, Sultanate of Oman
5. BRGM (1986): Detailed and Semi-detailed Exploration for Copper and Associated Gold in the Daris, Mahab-Hara Kilab, Rakah, Hayl as Safil, Tawi Rakah, Ghuzayn and Shinas Areas, Progress Report No. 1, Ministry of Petroleum and Minerals, Sultanate of Oman
6. Coleman R. G. (1981): Tectonic Setting of Ophiolite Obduction in Oman, *J. Geophys. Res.* 86, 2497-2508
7. Development Council (1987): Statistical Year Book, Technical Secretariat, Sultanate of Oman
8. Gass I. G. (1982): Ophiolite, *Scientific American*, 247, 2, 122-131
9. Gass I. G. (1984): Ophiolite and Ocean Lithosphere, *Geol. Soc. Spe. Pub.* 1-431
10. Geoterrex Ltd. (1974): Interpretation Report Airborne Electromagnetic Survey Barringer Input System of the Mullaq, Ibra and Rakah Areas
11. Glennie K. W., Boeuf M. G. A., High-Clarke M. W., Moody-Stuart M., Pilaar W. F. W. and Reinhárdt B. M. (1974): Geology of the Oman Mountains, *Kon, Nederlands Geol. Mijb. Ben. Var. Verh.* 31
12. Haddadin M. A. (1988): Report for Hayl as Safil Deposit, Ministry of Petroleum and Minerals, Sultanate of Oman
13. Lippard S. J., Shelton A. W. and Gass I. G. (1986): The Ophiolite of Northern Oman, *Memoir No. 11, The Open University*, 1-178
14. Miyashiro A. and Kushiro I. (1977): *Petrology I · II · III*, Kyoritsu Syuppan
15. Prospection Ltd. (1974): Report of Field Investigations September to December, 1973 Concession No. 1 Area

16. Prospection Ltd. (1974): Report of Field Investigations April to June, 1974 Concession No. 1 Area
17. Prospection Ltd. (1976): Report of Field Investigations January to March, 1976 Concession No. 1 Area
18. Prospection Ltd. (1976): Report of Field Investigations July to September, 1976 Concession No. 1 Area
19. Prospection Ltd. (1977): Report of Field Investigations April to June 1977 Concession No. 1 Area
20. Villey M., Bechennec F., Beurrier M., Le Metour J. and Rabu D. (1986): Geological Map of Yanqul, Sheet NF40-2C, Scale 1:100,000, Explanatory Notes, Ministry of Petroleum and Minerals, Sultanate of Oman

FIGURES

- Fig. 1 Location Map of the Rakah Area
- Fig. 2 Location Map of Survey Areas
- Fig. I-1-1 Compilation Map of Survey Results in Area A
- Fig. I-1-2 Compilation Map of Survey Results in Area B
- Fig. II-1-1 Stratigraphic Columnar Section of the Rakah Area
- Fig. II-1-2 Tectonostratigraphic Section of the Rakah Area
- Fig. II-1-3 Geologic Map of Area A
- Fig. II-1-4 Structural Map of Area A
- Fig. II-1-5 Sketch of Thrust Fault between Tectonites and High-level Gabbro
- Fig. II-1-6 Sketch of Chromitite Showing
- Fig. II-1-7 Correlation of Samail Volcanic Rocks
- Fig. II-1-8 Columnar Sections of Volcanic Rocks in Area A
- Fig. II-1-9 Tectonic History of Samail Ophiolite in the Rakah Area
- Fig. II-1-10 Geologic Map of the Hayl as Safil Deposit Area
- Fig. II-1-11 Geologic Sections of the Hayl as Safil Deposit Area (1), (2), (3)
- Fig. II-1-12 Location Map of CP Survey Stations in Area A
- Fig. II-1-13 Schematic Illustration of Charged Potential Method
- Fig. II-1-14 Charged Potential Distribution
- Fig. II-1-15 Location Map of Far Potential Electrode
- Fig. II-1-16 Model Curve of Charged Potential and Its Electric Field
- Fig. II-1-17 Charged Potential Map (HS-14)
- Fig. II-1-18 Charged Potential Map (HS-7)
- Fig. II-1-19 Electric Field Map (HS-14)
- Fig. II-1-20 Electric Field Map (HS-7)
- Fig. II-1-21 Location Map of Section
- Fig. II-1-22 A-A' Section
- Fig. II-1-23 Geophysical Interpretation Map of Area A

- Fig. II-1-24 Schematic History of the Hayl as Safil Deposit
- Fig. II-1-25 Distribution Map of Mineralized Zone in the Hayl as Safil Deposit
- Fig. II-2-1 Geologic Map of Area B
- Fig. II-2-2 Columnar Sections of Volcanic Rocks in Area B
- Fig. II-2-3 Structural Map of Area B
- Fig. II-2-4 Geologic Map of the Rakah Deposit Area
- Fig. II-2-5 Geologic Ssections of the Rakah Depost Area (1), (2), (3)
- Fig. II-2-6 Location Map of CP Survey Stations in Area B
- Fig. II-2-7 Charged Potential Map (MJ0-B1)
- Fig. II-2-8 Charged Potential Map (MJ0-B5)
- Fig. II-2-9 Electric Field Map (MJ0-B1)
- Fig. II-2-10 Electric Field Map (MJ0-B5)
- Fig. II-2-11 Location Map of Section
- Fig. II-2-12 B-B' Section
- Fig. II-2-13 Geophysical Interpretatoin Map
- Fig. II-2-14 Detailed Sketch for Mineralized zone of Core Sections (1), (2)
- Fig. II-3-1 P_2O_5 - TiO_2 Diagram
- Fig. II-3-2 TiO_2 - FeO^*/MgO and P_2O_5 - FeO^*/MgO Diagrams
- Fig. II-3-3 TiO_2 Diagram (1), (2), (3)
- Fig. II-3-4 FeO^*/MgO Diagrams (1), (2)
- Fig. II-3-5 Cu-Co, Ni-Co and V-Co Diagram
- Fig. II-3-6 AMF Diagram
- Fig. II-4-1 Proposed Road for Transportation of Constraction and Operation Materials
- Fig. II-4-2 Transportation Road for Copper Concentrates

TABLES

- Table II-1-1 Numbe of Samples for Laboratorial Studies in the Project
- Table II-1-2 Observation Results of Thin Sections
- Table II-1-3 Physical Properties
- Table II-1-4 Average Values of Physical Properties
- Table II-1-5 Details of Drill Holes Completed in Area A
- Table II-1-6 List of Previous Drill Holes in Area A
- Table II-1-7 Results of Microscopic Observation for Polished Sections in the Hayle as Safil Deposit
- Table II-1-8 Results of X-ray Diffraction Anlyses in Area A
- Table II-2-1 Details of Drill Holes Completed in Area B
- Table II-2-2 List of Previous Drill Holes in Area B
- Table II-2-3 Results of Microscopic Observation for Polished Sections in the Rakah Deposit
- Table II-2-4 Results of EPMA Analyses
- Table II-2-5 Results of X-ray Diffraction Analyses in Area B
- Table II-3-1 Results of Whole Rock Chemical Analyses
- Table II-3-2 Results of C. I. P W. Norm Calclation
- Table II-3-3 Results of Chemical Analyses for Minor Elements
- Table II-4-1 Annual Production from Lasail and Bayda Mines in the Sohar Area
- Table II-4-2 Monthly Production from Losail Mine in 1987

PLATES

- Plate II-1-1 Geologic Map of Area A (1 : 2,000)
- Plate II-1-2 Geologic Sections of Area A (1 : 2,000)
- Plate II-2-1 Geologic Map of Area B (1 : 2,000)
- Plate II-2-2 Geologic Sections of Area B (1 : 2,000)

APPENDICES

- Appendix 1 Charged Potential in Area A
- Appendix 2 Electric Field in Area A
- Appendix 3 Progress of Each Drill Hole in Area A
- Appendix 4 Geologic Core Log for Drill Holes in Area A
- Appendix 5 Charged Potential in Area B
- Appendix 6 Electric Field in Area B
- Appendix 7 Progress of Each Drill Hole in Area B
- Appendix 8 Geologic Core Log for Drill Holes in Area B
- Appendix 9 SEM and Microprobe Images of Ore Samples