

3-2 地 質 (Fig. 16-17)

本地区を構成する岩石は次のとおりである。

時 代	岩 石
ジュラ紀後期 ～白亜紀	“チルワーアルカリン岩石区” カーボナタイト (方解石質, アンケライト質, 菱鉄鉱質) 角礫岩類 (集塊岩, 長石化角礫岩) ネフェリン閃長岩 岩脈類 (フォノライト, トラカイト, ネフェリナイト, ランプロファイア他)
先カンブリア紀後期 ～カンブリア紀前期	片麻岩類, 閃長岩類

基盤をなす先カンブリア紀後期～カンブリア紀前期の片麻岩類及び閃長岩類は、調査地区の外側部に分布し、フェン岩化作用を強く被っている。片麻岩類は灰色ないし灰緑色を呈し、主にカリ長石、斜長石、石英、単斜輝石、普通角閃石、黒雲母からなる。この他に、少量のアパタイト、チタン鉱物、磁鉄鉱が認められる。閃長岩類は、灰色粗粒カリ長石、細粒ないし中粒単斜輝石、斜長石、石英からなる。この他に、少量のアパタイト、黄鉄鉱、磁鉄鉱等が認められる。

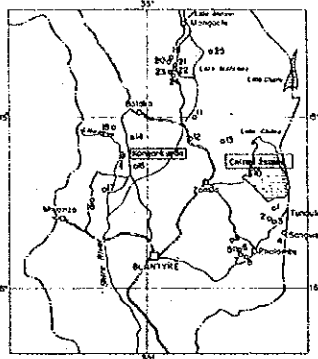
“チルワーアルカリン岩石区”岩石は調査地区全域に認められ、外側から内側にむかい角礫岩類、方解石質カーボナタイト、アンケライト質カーボナタイト、アンケライト質カーボナタイトと菱鉄鉱質カーボナタイト混在部とからなる環状構造が認められる。この環状構造の規模は膨縮はあるが直径略2 kmである。

ネフェリン閃長岩は調査地区北西部Michulu (ミチュル) 丘, Chinyombi (チンヨムビ) 丘付近に小岩体 (径100m) が認められる。岩相は優白色ないし淡桃色を呈し中粒完晶質である。

角礫岩類は、カーボナタイト中に小岩体として認められるものとカーボナタイトと基盤岩の境界部に巾100mから700mの規模で認められるものがある。本岩類は大別すると長石化角礫岩と集塊岩の2種類が認められるが、本地区ではほとんど長石化角礫岩である。一般に、カーボナタイト中に認められるもの及びカーボナタイトに接する付近の外側のものは炭酸塩化変質作用を被っている。岩相は赤褐色あるいは暗褐色等を呈し、しばしば黒色マンガン鉱物小脈が認められる。角礫の大きさは数cm大から数m大に達する。角礫間の充填物は炭酸塩鉱物であることが多い。

COOPERATIVE MINERAL EXPLORATION
IN
THE CHILWA ALKALINE AREA,
REPUBLIC OF MALAWI
(PHASE III)

**GEOLOGICAL MAP AND PROFILES
OF CHILWA ISLAND SECTOR**



JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY
METAL MINING AGENCY OF JAPAN
FEBRUARY 1989

0m 250m 500m

LEGEND

- Drift
- Dyke P: phonolite
- Lamprophyre
- Ankeritic sövite
- Ankeritic sövite and Sideritic carbonatite mixed zone
- Sövite
- Feldspathic breccia
- Agglomerate
- Nepheline syenite
- Fertilized gneiss
- Fertilized syenite
- Fault
- Drilling site (1988)
- Trench
- Profile line

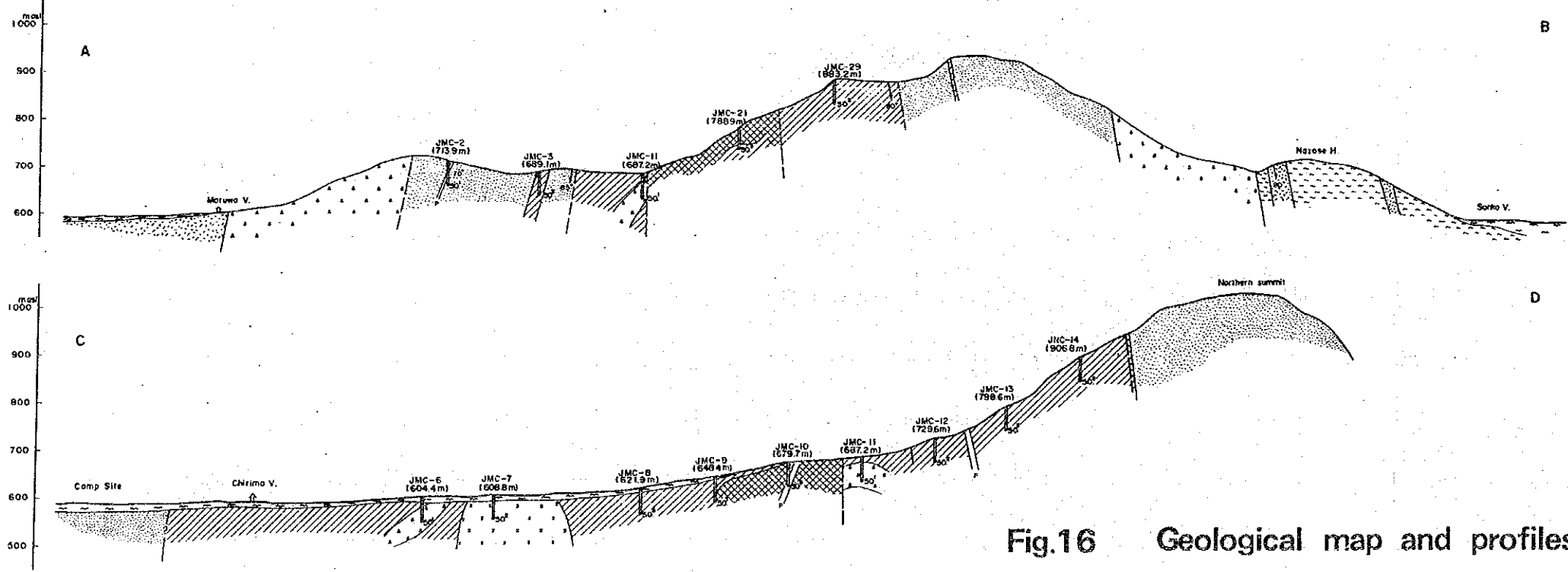
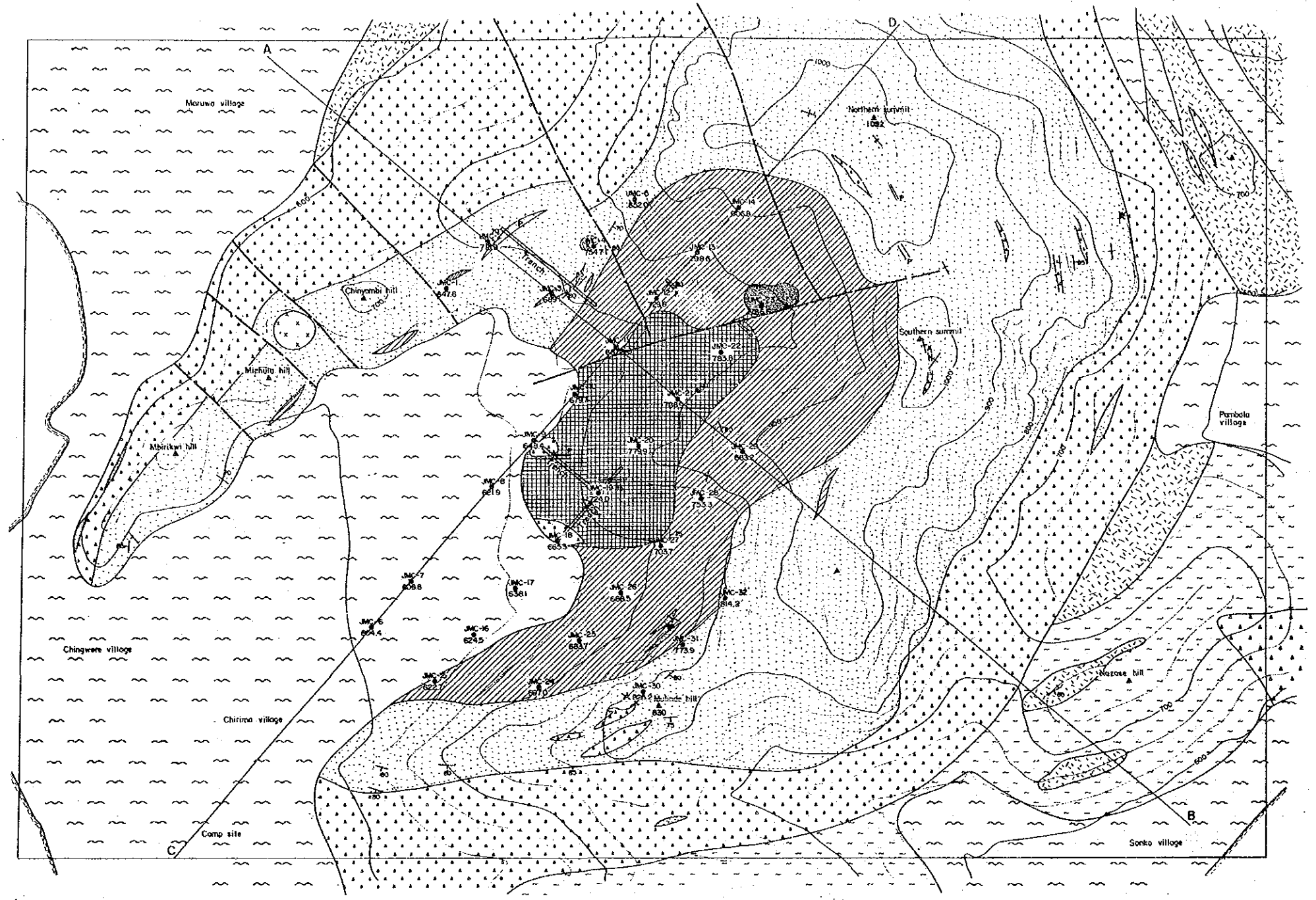
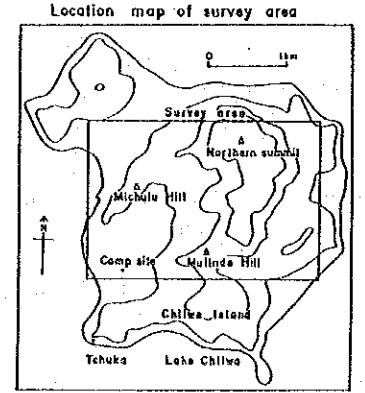


Fig.16 Geological map and profiles of Chilwa Island sector

カーボナタイトは方解石質カーボナタイト、アンケライト質、菱鉄鉱質カーボナタイトが環状構造を呈して分布する。

方解石質カーボナタイトはMbirikwi (ムビリクウィ) 丘, Michulu丘, Chinyombi丘, Northern summit, Southern summit, Mulinde (ムリンデ) 丘と連なる Chilwa Islandの山頂部に分布する。方解石質カーボナタイトは全体的には白色ないし灰色, 中粒ないし粗粒方解石を主とするものであるが, Chinyombi丘付近のものは輝石類に富み灰色ないし暗灰色を呈する。その他アパタイト, 螢石, 黄鉄鉱等を含むものがある。X線粉末回折結果ではパイロクロア, アパタイト, シンチサイト, スترونチアナイトが認められる。構造的には環状構造を示し, 傾斜は外側に急傾斜する。

アンケライト質, 菱鉄鉱質カーボナタイトは, 方解石質カーボナタイトの内側に位置し, Chilwa Islandの中心部で直径略1kmの環状構造を呈して分布する。本岩体は外側にアンケライト質のものが卓越し内側に菱鉄鉱質カーボナタイトとアンケライト質カーボナタイトの混在する2層に区分される。

アンケライト質カーボナタイト部分の岩相は, 灰色, 褐色ないし暗褐色, 黄褐色を呈し中ないし細粒であり, しばしば細粒黄鉄鉱と螢石が認められる。構成鉱物は, アンケライト, 方解石を主とし, X線粉末回折結果ではバストネサイト, カルキンサイト, スترونチアナイト, シンチサイト, パイロクロア, ベタファイト, アパタイト等が同定される。岩脈類は, フォノライト, ランプロファイア等が認められる。フォノライトは, 巾数mの規模であるが, ランプロファイアはJMT-23付近にて50m×100mの規模で認められる。

地質構造の特徴は“チルワーアルカリン岩石区”岩石の環状分布である。Garson et al (1958)は, 応力パターン解析を行い, Chilwa Islandのカーボナタイト岩体の構造は, 深さ1,700mの垂直軸上に700m毎に3つの活動中心を持つ火山構造を示すと推定した。

3-3 地化学探査結果

地化学探査試料は原則としてカーボナタイトを採取した。採取試料数は151件である。分析元素は10成分である。分析下限は下表に示すとおりである。全試料の分析値及びREOはAppendix 1に示す。

Detectable limits (ppm)

Element	La	Ce	Nd	Sm	Eu	Tb	Nb	Sr	Y	P
limit	1	2	5	0.1	0.1	0.1	10	1	10	10

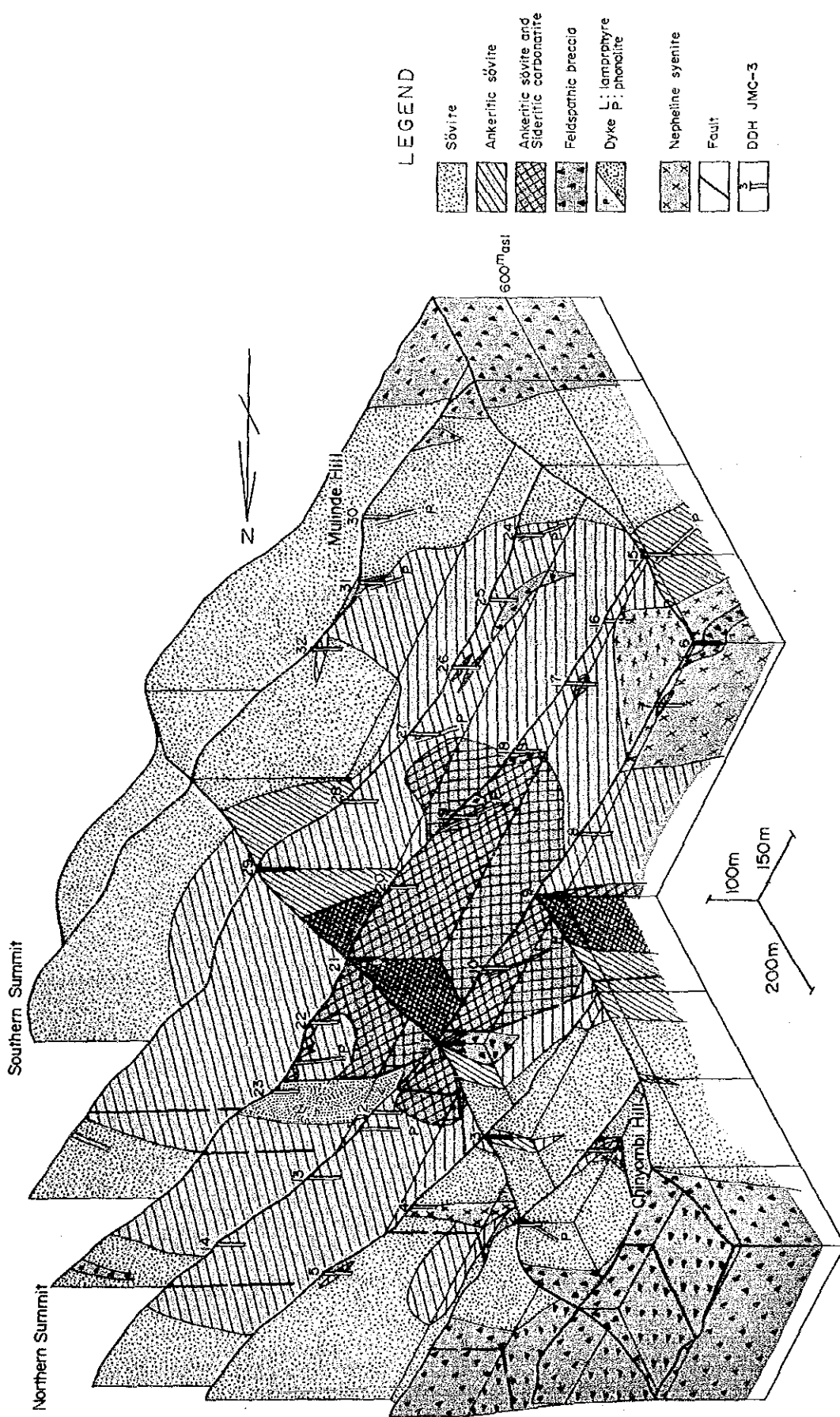
3-3-1 統計値

Chilwa Island地区の分析元素含有量、REOの統計値及び地殻中の存在度をTab.13に示す。本地区の分析された各元素の平均値は地殻中の存在度に比べ、全元素ともカーボナタイト中において10倍程度以上の値を示す。このことは、これら元素がChilwa Island地区カーボナタイトの指示元素として有効であると考えられる。

Tab.13 Statistical values of geochemical survey, Chilwa Island

(ppm)

Element	Rock Type	No. of Samples	Max.	Min.	Geometrical Mean (M)	M+1S	Abundance (Earth Crust)
La	Carbonatite	117	29505	63	1309	4033	25
	Others	34	6163	51	512	1871	25
Ce	Carbonatite	117	33400	95	2544	7543	81
	Others	34	14979	79	968	3942	81
Nd	Carbonatite	117	8031	16	845	2482	20
	Others	34	5426	14	313	1531	20
Sm	Carbonatite	117	1233	0.05	87.9	680	4
	Others	34	971.5	0.05	46.4	394	4
Eu	Carbonatite	117	292.5	1	31.0	80	0.8
	Others	34	170.1	0.05	10.9	81	0.8
Tb	Carbonatite	117	87.2	0.05	2.7	35	0.5
	Others	34	59.5	0.05	1.3	20	0.5
Nb	Carbonatite	117	9155	0.5	121	1207	20
	Others	34	2539	6	214	857	20
Sr	Carbonatite	117	15088	116	3181	7823	300
	Others	34	11782	64	1529	5223	300
Y	Carbonatite	117	947	24	173	360	38
	Others	34	818	20	110	294	38
P	Carbonatite	117	61403	34	2046	8723	900
	Others	34	164631	206	2672	9467	900
REO	Carbonatite	117	83009	249	6186	17863	
	Others	34	31762	251	2457	9531	



LEGEND

- Sövite
- Ankeritic sövite
- Ankeritic sövite and Sideritic carbonatite
- Feldspathic breccia
- Dyke L: lamprophyre P: phonolite
- Nepheline syenite
- Fault
- DDH JMC-3

Fig. 17 Panel diagram of the Chilwa Island carbonatite complex

3-3-2 元素の相関関係

本地区の各元素の相関関係をTab. 14に示す。

相関係数が 0.8以上で極めて相関が強い元素の組合せは (L a, C e), (L a, N d), (L a, E u), (C e, N d), (C e, E u), (N d, E u), (N d, Y), (E u, Y) である。これらはいずれもレアアース同志の組合わせである。

本地区のレアアース鉱物としてバストネサイト, カルキンサイト, シンチサイトが確認されていることから, S m, E u, N dは上記鉱物中のL a, C eの一部を置換しているものと考えられる。

Tab.14 Correlation coefficients of elements, Chilwa Island

AREA: C		(N of cases: 151)								
Correlations:	logLa	logCe	logNd	logSm	logEu	logTb	logNb	logSr	logY	logP
logLa	1.00									
logCe	.99	1.00								
logNd	.95	.97	1.00							
logSm	.71	.75	.77	1.00						
logEu	.81	.84	.89	.73	1.00					
logTb	.49	.51	.54	.41	.55	1.00				
logNb	-.35	-.36	-.36	-.32	-.25	-.26	1.00			
logSr	.36	.37	.42	.21	.40	.25	.12	1.00		
logY	.77	.80	.83	.73	.81	.54	.26	.38	1.00	
logP	.12	.13	.15	.08	.17	.20	.2	.60	.27	1.00

3-3-3 異常値分布

地化学探査異常値は, Chilwa Island地区の各元素及びR E Oの平均をM, 標準偏差をSとし, しきい値及び異常値を次式により求めた。

$$\text{しきい値} = M + 1 S$$

$$\text{異常値} \geq M + 1 S$$

しきい値はTab. 13に, 異常値分布はFig. 18に示すとおりである。

本地区のレアアース及びS rはカーボナタイト岩体中の主としてアンケライト質カーボナタイト及びアンケライト質と菱鉄鉱質カーボナタイトの混在する部分に異常値が集中する。一方, N bは方解石質カーボナタイト中に異常値が, Pは方解石質カーボナタイトとアンケライト質カーボナタイトの一部に異常値が集中する。

地化学探査異常値から本地区の資源としてのポテンシャルティーを考察すると、レアアースは調査地区中央部のアンケライト質カーボナタイトとアンケライト質カーボナタイトと菱鉄鉱質カーボナタイトの混在部、N b, Pはその外側の方解石質カーボナタイトが高いことを示すものである。

3-4 ボーリング調査

第1年次調査において、本地区はカーボナタイト鉱床としてのポテンシャルティーが高い地区として抽出された。

本年次調査は、Chilwa Island地区のカーボナタイト鉱床賦存状況を把握することを目的に実施された。

3-4-1 調査概要

使用ボーリング機材は、Tundulu地区から運搬された。作業形態及び作業方法はSongwe地区、Tundulu地区と同じである。

Chilwa Island地区のボーリング調査量は次のとおりである。

孔数	総掘進長	コア長	コア採取率	鉱石分析
32	1,606.4 m	1,391.85 m	93.0% (*)	322件

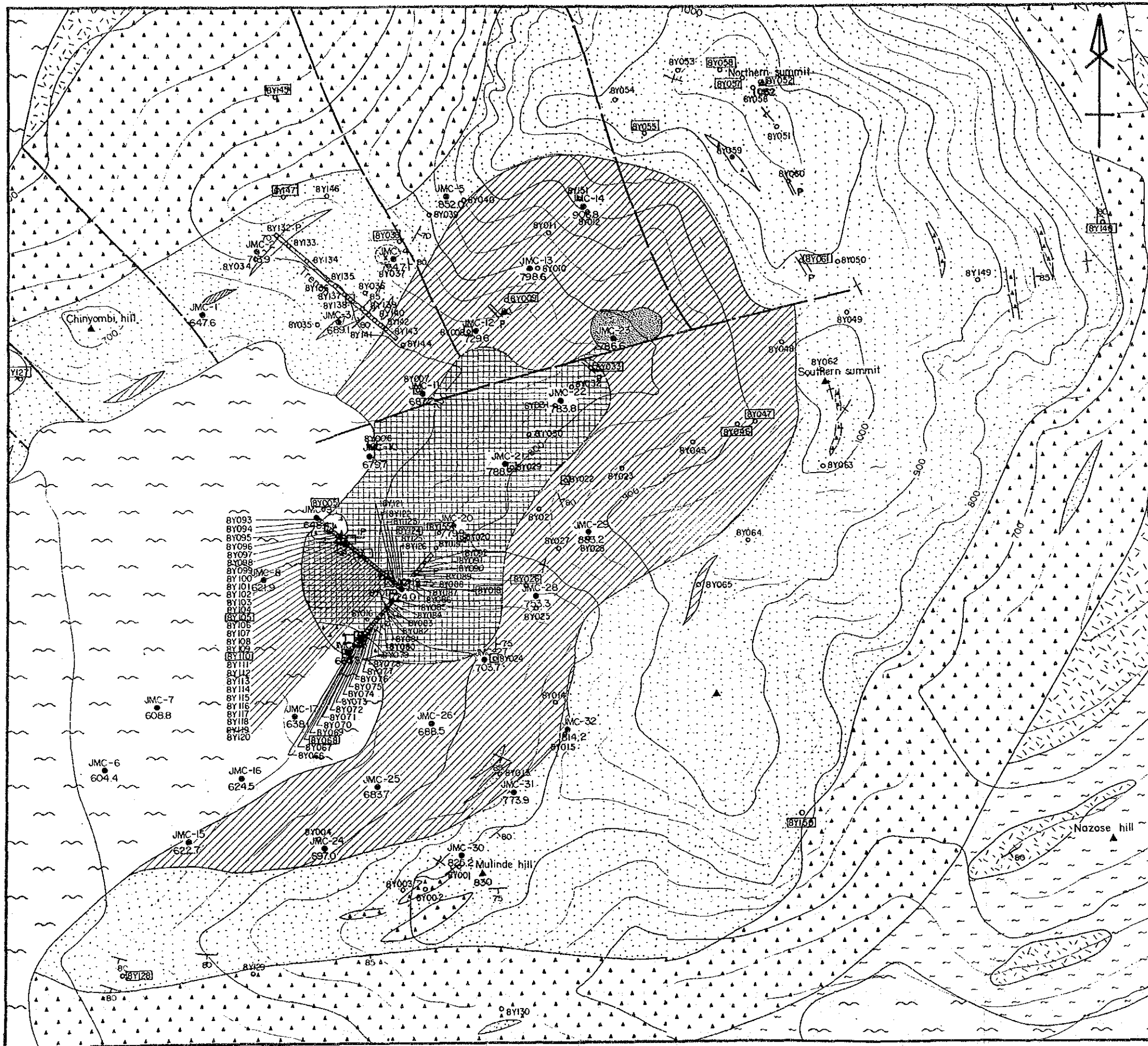
(*) 表土を除く

現地ボーリング調査期間は、8月6日から10月25日までの81日間であった。

3-4-2 ボーリング調査工事

Tundulu地区からChilwa Island地区への資・機材運搬は、Tundulu地区 NathaceからChilwa湖畔Kachulu (カチュール) 港まで4 t, 11 tトラックを使用した。KachuluからChilwa島Tchuka (ツカ) 港へは小型船を利用した。Tchukaから調査地までは人力で運搬した。

設営はJMC-6から開始した。ボーリング調査はJMC-6, 15, 7, 16, 17, 25, 18, 24, 26, 30, 27, 31, 19, 32, 20, 28, 21, 29, 23, 22, 13, 12, 14, 4, 5, 2, 3, 1, 11, 10, 9, 8の順に実施した。各ボーリング位置はFig. 19に示す。各ボーリング座間の山内運搬道路は、幅員1 m, 総延長7,000mである。道路建設及びボーリング座整地は、Songwe, Tundulu地区と



LEGEND

	Drift
	Dyke P: phonolite
	Lamprophyre
	Ankeritic sövite
	Ankeritic sövite and Sideritic carbonatite mixed zone
	Sövite
	Feldspathic breccia
	Agglomerate
	Nepheline syenite
Chilwa Alkaline Complex	
	Fenitized gneiss
	Fenitized syenite
	Fault
	Drilling site (1988)
Geochemical anomaly	
	REO > 17863 ppm
	Geochemical and rock sampling point
8Y001	Geochemical sample No.
	Rock sample No.

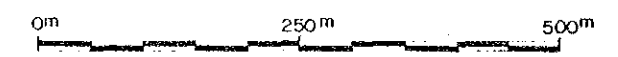
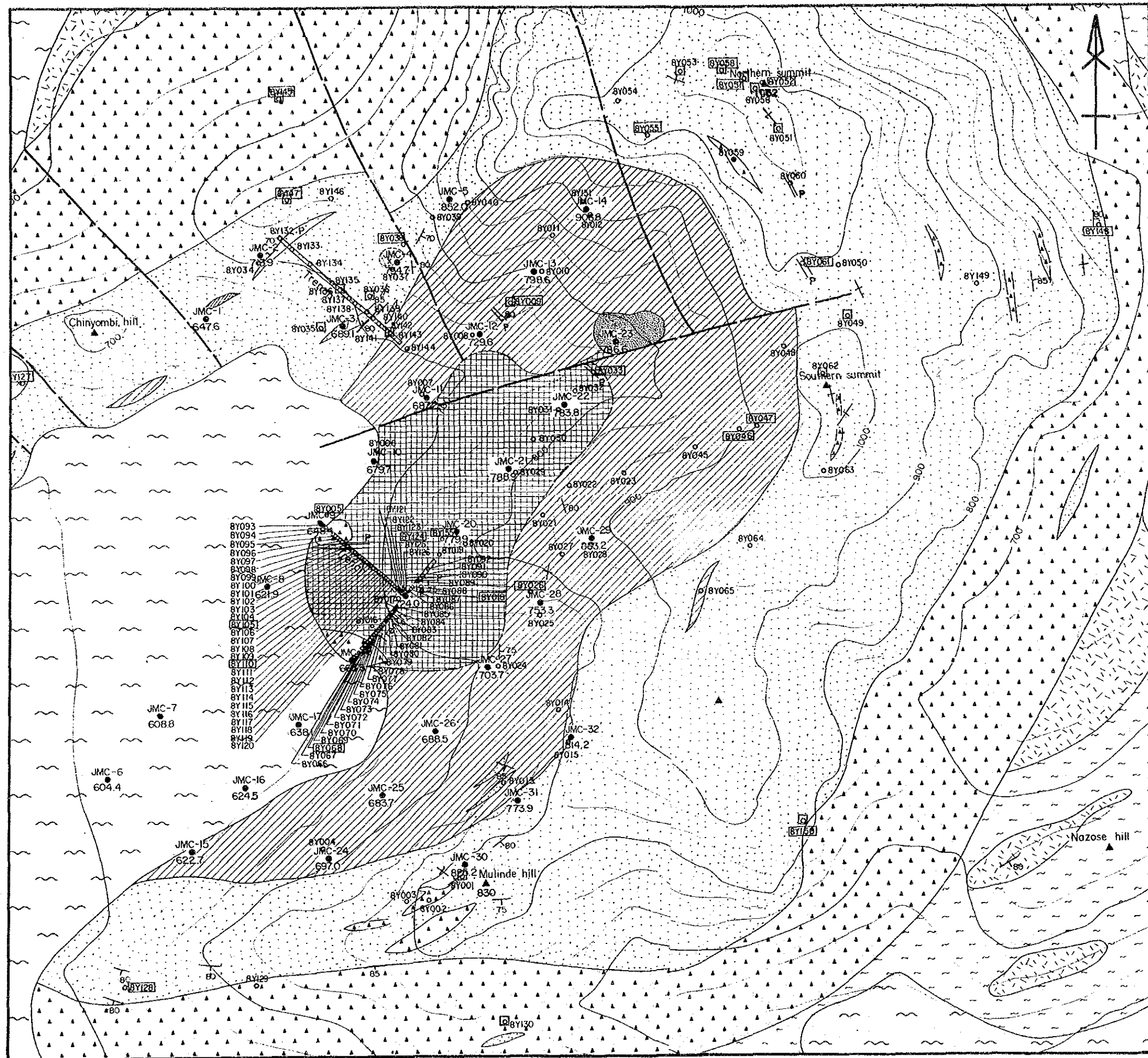


Fig.18 - I Distribution of geochemical anomalies, Chilwa Island (REO)



LEGEND

- Drift
- Dyke P: phonolite
- Lamprophyre
- Ankeritic sövite
- Ankeritic sövite and Sideritic carbonatite mixed zone
- Sövite
- Feldspathic breccia
- Agglomerate
- Nepheline syenite
- Basement Complex
- Fenitized gneiss
- Fenitized syenite
- Fault
- Drilling site (1988)
- Geochemical anomaly**
- Np > 1207 ppm
- Geochemical and rock sampling point
- 8Y001 Geochemical sample No.
- 8Y001 Rock sample No.

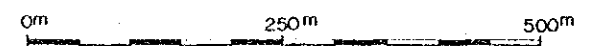
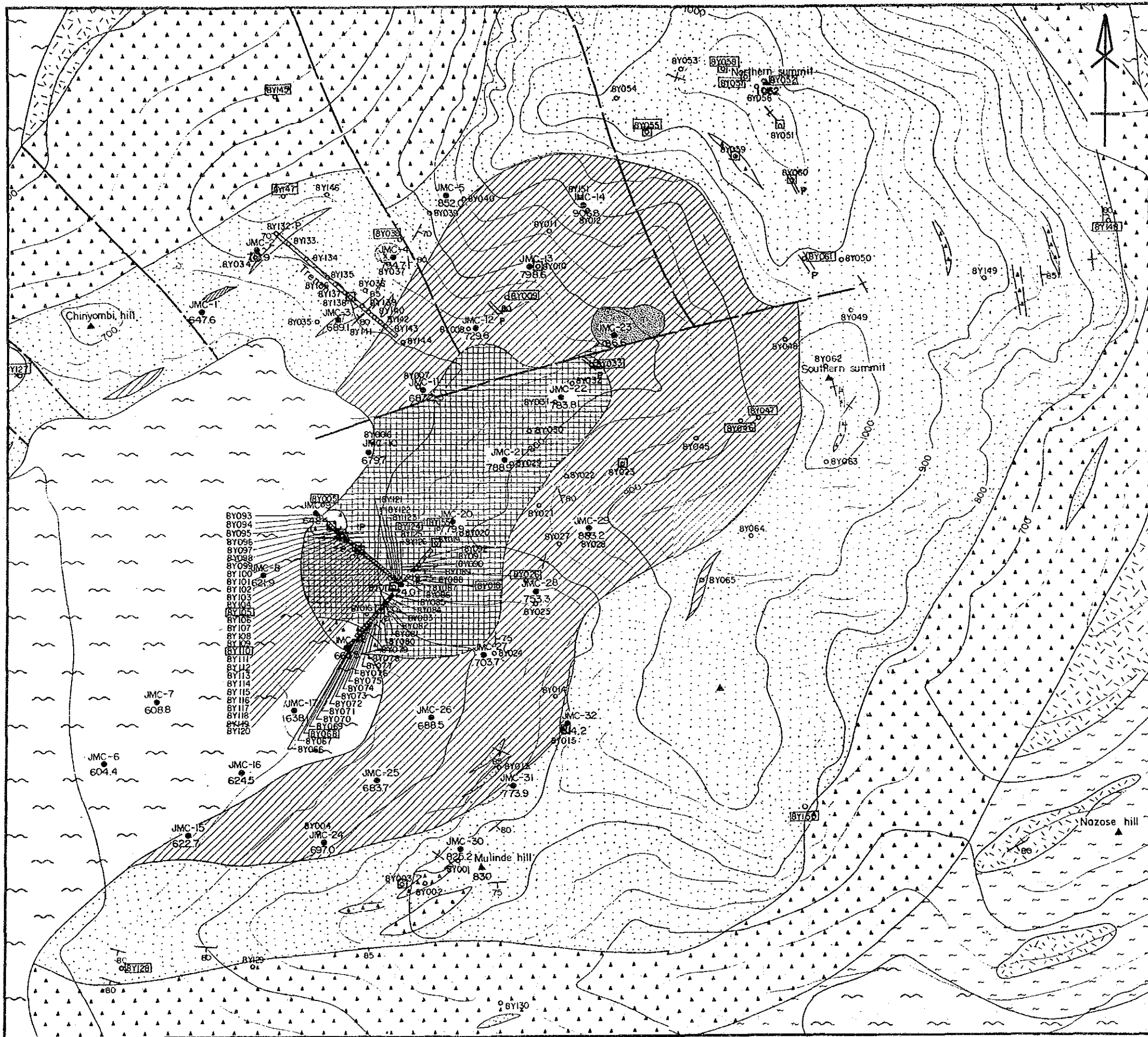


Fig.18-2 Distribution of geochemical anomalies, Chilwa Island (Nb)



LEGEND

	Drift
	Dyke P: phonolite
	Lamprophyre
	Ankeritic sövite
	Ankeritic sövite and Sideritic carbonatite mixed zone
	Sövite
	Feldspathic breccia
	Agglomerate
	Nepheline syenite
Chilwa Alkaline Complex	
	Fenitized gneiss
	Fenitized syenite
Basement Complex	
	Fault
	Drilling site (1988)
Geochemical anomaly	
	Sr > 7823 ppm
	Geochemical and rock sampling point
	8Y001 Geochemical sample No.
	8Y001 Rock sample No.

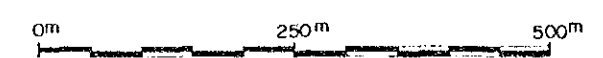
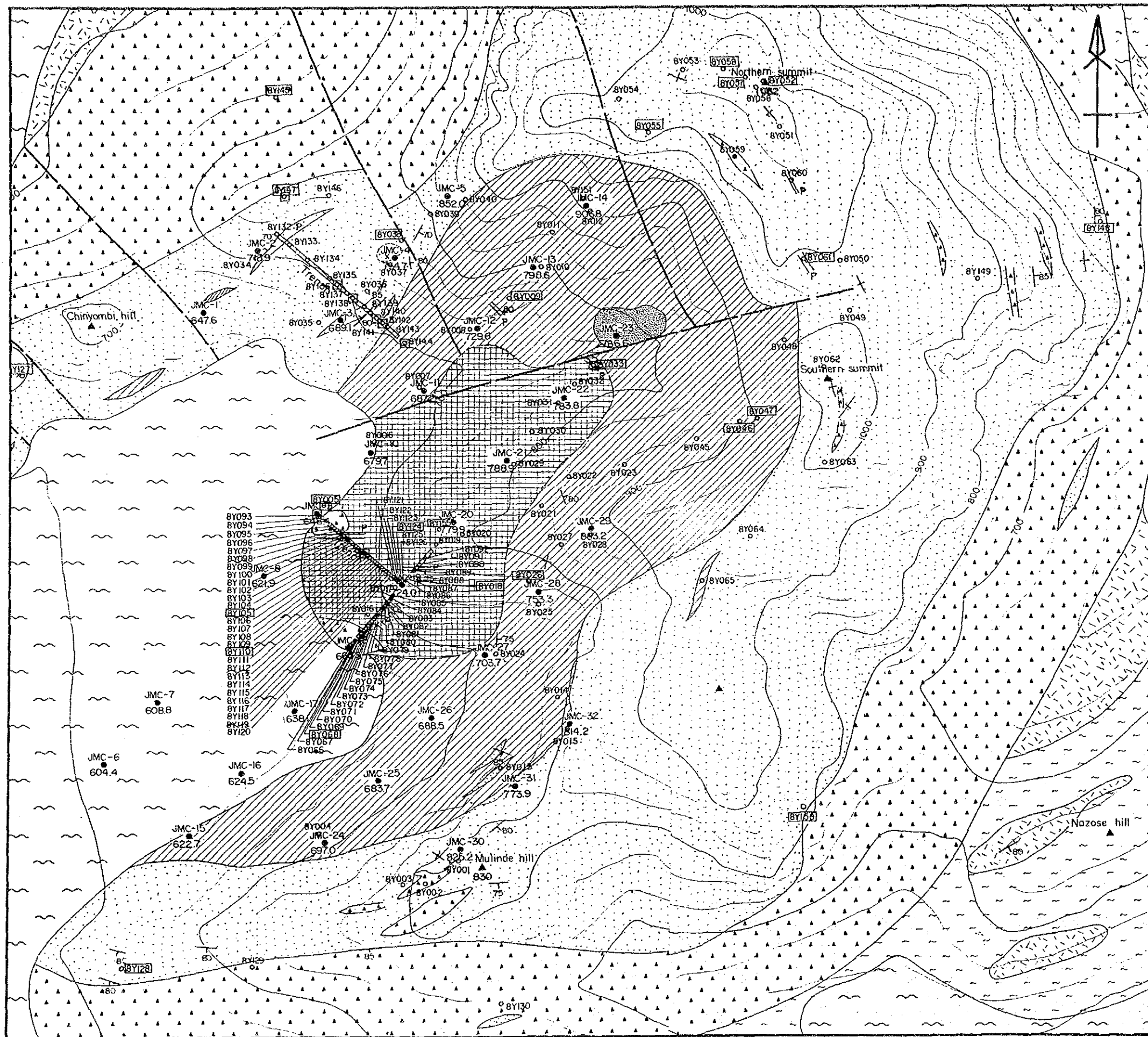


Fig.18-3 Distribution of geochemical anomalies, Chilwa Island (Sr)



LEGEND

	Drift
	Dyke P : phonolite
	Lamprophyre
	Ankeritic sövite
	Ankeritic sövite and Sideritic carbonatite mixed zone
	Sövite
	Feldspathic breccia
	Agglomerate
	Nepheline syenite
Chilwa Alkaline Complex	
	Fenitized gneiss
	Fenitized syenite
Basement Complex	
	Fault
	Drilling site (1988)
Geochemical anomaly	
	P > 8723 ppm
	Geochemical and rock sampling point
BY001	Geochemical sample No.
BY001	Rock sample No.

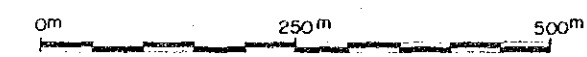
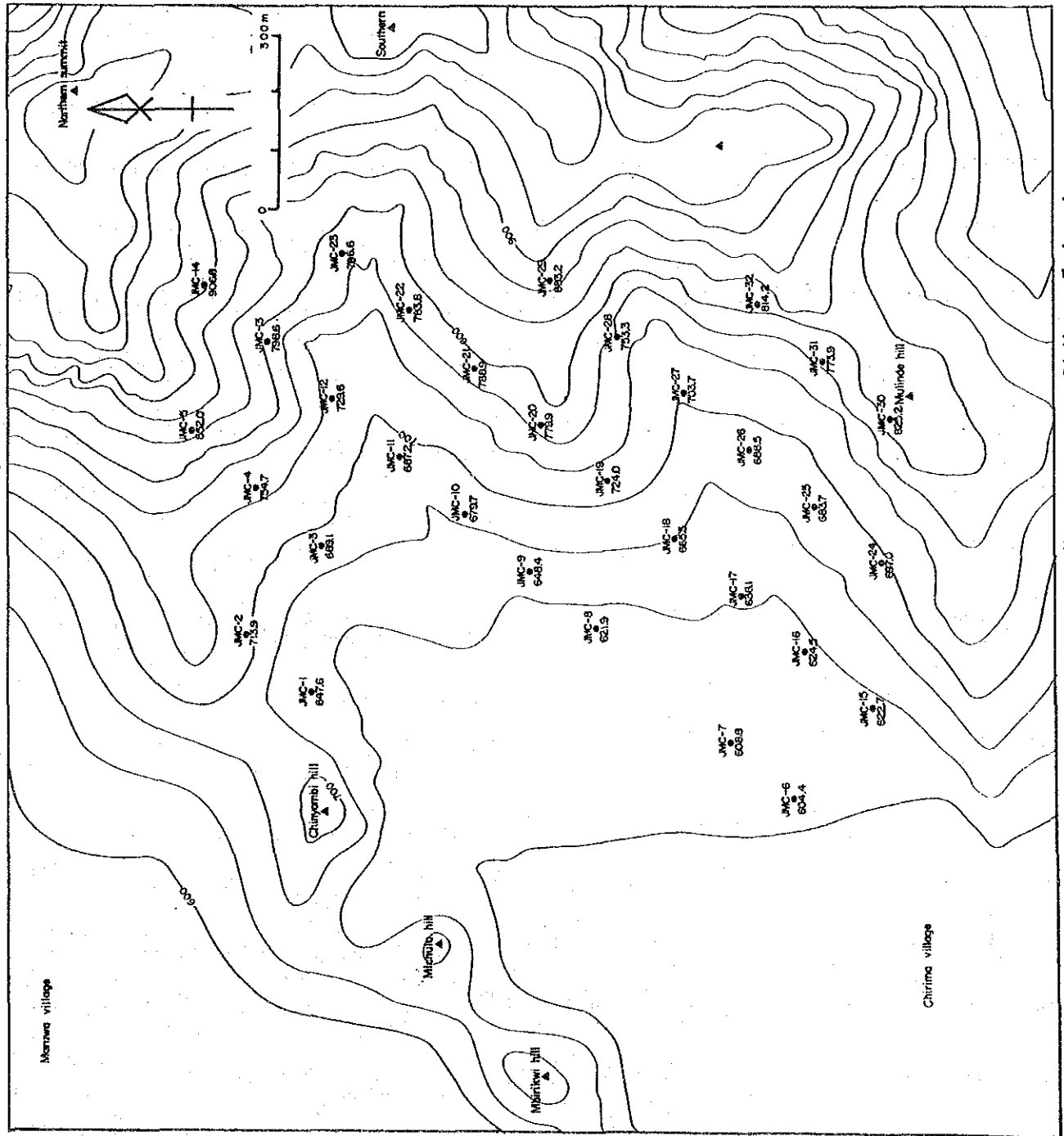


Fig.18-4 Distribution of geochemical anomalies, Chilwa Island (P)



LEGEND
 • Drilling site (1988)

Fig. 19 Location map of drilling sites, Chilwa Island

同様に人力で行った。

掘進作業は、表土部では73mmメタルシュー、着岩後はBWダイヤモンドシューを使用し、BWケーシングを挿入設置した。ケーシング挿入後、孔底まで56mmダイヤモンドビットで掘削した。

各ボーリング掘進状況は別表 Chilwa Island地区ボーリング掘進状況表に示すとおりである。

3-4-3 ボーリング孔の地質及び鉱化作用

ボーリング調査は、地表から深度50mまでの地質状況、カーボナタイト賦存状況及びレアアースを主とする有用鉱物の賦存状況を明らかにする目的で実施された。ボーリング孔中の地質状況はFig. 20に示すとおりである。各試料の分析値及びREOはAppendix 2に示す。

REO 1.0%以上の含有量を示すものを、レアアース鉱微部としてTab. 15に、燐含有量 2.2% (P₂O₅ 換算略5%) 以上、着鉱長2.0m以上の含有量、規模を示すものをTab. 16に示す。

本地区のボーリング調査の結果、REO 1.0%以上、ボーリング長10m以上の鉱微部が確認されたものは、JMC-3, 10, 11, 12, 19, 20, 21, 26, 29 である。これら鉱微部と地質の対比表をTab. 17に示す。

Tab.17 Relationship between REO mineralized zone and geology

JMC	Depth	Thick	REO	Geology
	m	m	%	
3	12.1 ~ 47.2	35.1	1.64	Phonolite dyke bearing ankeritic sövite with siderite
10	7.2 ~ 22.2	10.0	2.15	ditto
11	1.1 ~ 11.7	10.6	1.54	Feldspathic breccia and ankeritic sövite
12	2.2 ~ 50.2	48.0	1.48	Ankeritic sövite
19	1.0 ~ 18.3	17.3	1.46	Ankerite bearing sideritic carbonatite
20	0.4 ~ 21.4	21.0	2.05	Sideritic carbonatite and ankeritic sövite
21	21.6 ~ 46.5	24.9	1.33	ditto
26	15.0 ~ 47.9	32.9	1.26	Sideritic carbonatite, ankeritic sövite and feldspathic breccia
29	0.4 ~ 10.4	10.0	1.28	Ankeritic sövite

これら鉱微部はアンケライト質カーボナタイト及び菱鉄鉱質カーボナタイトと密接に関係し、方解石質カーボナタイト中にはほとんど認められない。レアアース鉱物はバストネサイト、シンチサイト、カルキンサイト等が認められる。ストロンチアナイト、パイロクロア等レアメタル鉱物もしばしば認められる (Fig. 21)。これらの鉱微部の各元素の含有量を Bayan Obo 鉱山産のものと比較するとREOは全体的に同程度かやや低い値を示す。しかし中希土類中のEu, Tbはそれぞれ同程度か最高 1.3倍, 1.9倍の値を示す。

Chilwa Island 地区ボーリング掘進状況表 (1)

孔 号	掘 進 長 m	コア採取長 m	コア採取率 (除灰土) %	作業期間 月日~月日	深 度 m	掘 進 状 況		深 度 m	口 径	備 考
						口 径	掘 進 状 況			
JMC-1	50.20	39.70	9.17	10.13~10.14	6.90	6.9 m までメタルシム挿進, TK-60 使用, BWケーシング設置	TK-60 使用, BWケーシング設置	43.30	φ175 mm	ダイヤモンドビット, TK-60 使用, 3.3.1 m で完全透水
JMC-2	50.10	46.20	9.35	10. 8~10.10	1.60	1.6 m までメタルシム挿進, TK-60 使用, BWケーシング設置	TK-60 使用, BWケーシング設置	48.50	φ175 mm	ダイヤモンドビット, TK-60 使用, 6.4 m で完全透水
JMC-3	50.30	46.20	9.39	10.11~10.12	1.70	1.7 m までメタルシム挿進, TK-60 使用, BWケーシング設置	TK-60 使用, BWケーシング設置	48.60	φ175 mm	ダイヤモンドビット, TK-60 使用, 4.2.9 m で透水
JMC-4	50.20	39.70	8.50	10. 3~10. 5	3.50	3.5 m までメタルシム挿進, TK-60 使用, BWケーシング設置	TK-60 使用, BWケーシング設置	46.70	φ175 mm	ダイヤモンドビット, TK-60 使用, 2.6.6 m で透水
JMC-5	50.30	39.00	8.21	10. 6~10. 8	2.80	2.8 m までメタルシム挿進, TK-60 使用, BWケーシング設置	TK-60 使用, BWケーシング設置	47.50	φ175 mm	ダイヤモンドビット, 2.8 m ~ 1.3.3 m まで抜孔, TK-60 使用, 3.9.0 m で透水
JMC-6	50.10	31.80	8.26	8. 6~8. 8	10.50	10.5 m までメタルシム挿進, TK-60 使用, BWケーシング設置	TK-60 使用, BWケーシング設置	39.60	φ175 mm	ダイヤモンドビット, TK-60 使用, 1.1.3 m で透水
JMC-7	50.20	34.10	8.42	8.11~8.13	9.70	0~9.7 m までメタルシム挿進, TK-60 使用, BWケーシング設置	TK-60 使用, BWケーシング設置	40.30	φ175 mm	ダイヤモンドビット, 9.7 m ~ 1.2.8 m まで抜孔, TK-60 使用, 1.5.3 m で透水
JMC-8	50.30	34.70	8.48	10.22~10.25	9.40	9.4 m までメタルシム挿進, TK-60 使用, BWケーシング設置	TK-60 使用, BWケーシング設置	40.90	φ175 mm	ダイヤモンドビット, TK-60 使用, 3.2.5 m で透水
JMC-9	50.10	38.10	8.58	10.20~10.22	5.70	5.7 m までメタルシム挿進, TK-60 使用, BWケーシング設置	TK-60 使用, BWケーシング設置	44.40	φ175 mm	ダイヤモンドビット, TK-60 使用, 4.3.5 m で透水
JMC-10	50.30	42.40	8.81	10.18~10.20	2.50	2.5 m までメタルシム挿進, TK-60 使用, BWケーシング設置	TK-60 使用, BWケーシング設置	47.80	φ175 mm	ダイヤモンドビット, TK-60 使用, 1.6.2 m で透水
JMC-11	50.10	45.70	9.23	10.15~10.17	1.50	1.5 m までメタルシム挿進, TK-60 使用, BWケーシング設置	TK-60 使用, BWケーシング設置	48.60	φ175 mm	ダイヤモンドビット, TK-60 使用, 2.1.1 m で完全透水
JMC-12	50.20	46.10	9.60	9.29~9.30	2.60	0~2.6 m までメタルシム挿進, 抜孔, TK-60 使用, BWケーシング設置	TK-60 使用, BWケーシング設置	47.60	φ175 mm	ダイヤモンドビット, 2.6 m ~ 3.5 m まで抜孔, TK-60 使用, 4.5 m で完全透水
JMC-13	50.30	48.40	9.58	9.27~9.28	1.80	1.8 m までメタルシム挿進, TK-60 使用, BWケーシング設置	TK-60 使用, BWケーシング設置	48.50	φ175 mm	ダイヤモンドビット, TK-60 使用, 2.5 m で完全透水
JMC-14	50.20	47.60	9.56	10. 1~10. 3	1.60	1.6 m までメタルシム挿進, TK-60 使用, BWケーシング設置	TK-60 使用, BWケーシング設置	48.60	φ175 mm	ダイヤモンドビット, TK-60 使用, 5.3 m で完全透水
JMC-15	50.20	44.80	9.41	8. 9~8.11	2.60	2.6 m までメタルシム挿進, TK-60 使用, BWケーシング設置	TK-60 使用, BWケーシング設置	47.60	φ175 mm	ダイヤモンドビット, TK-60 使用, 1.3.5 m で完全透水
JMC-16	50.20	44.70	9.68	8.14~8.15	4.00	4.0 m までメタルシム挿進, TK-60 使用, BWケーシング設置	TK-60 使用, BWケーシング設置	46.20	φ175 mm	ダイヤモンドビット, TK-60 使用, 1.5.3 m で完全透水

Chilwa Island 地区ボーリング掘進状況表 (2)

孔 番	現 述 長 m	コア採取長 m	コア採取器 (除塵土) 号	作業期時 月日~月日	7.3m		5.5m	
					口 徑 m	掘 進 状 況	口 徑 m	掘 進 状 況
JMC-17	50.20	3350	935	8.16~8.17	2.00	0~2.0mまでメタルシム掘進, TK-60使用, BWケーシング設置	4820	ダイヤモンドビット, 2.0m~2.3mまで試孔, TK-60使用, 1.3.4mで完全透水
JMC-18	50.10	4580	933	8.20~8.22	3.50	0~2.5mまでメタルシム掘進, TK-60使用, BWケーシング設置	4560	ダイヤモンドビット, 3.5m~1.2.5mまで試孔, TK-60使用, 3.8.7mで完全透水
JMC-19	50.20	4830	982	9.4~9.6	1.50	1.5mまでメタルシム掘進, TK-60使用, BWケーシング設置	4870	ダイヤモンドビット, TK-60使用, 4.5mで完全透水
JMC-20	50.20	4920	988	9.9~9.11	1.80	1.8mまでメタルシム掘進, TK-60使用, BWケーシング設置	4840	ダイヤモンドビット, TK-60使用, 2.7mで完全透水
JMC-21	50.30	4580	939	9.14~9.16	1.50	1.5mまでメタルシム掘進, TK-60使用, BWケーシング設置	4880	ダイヤモンドビット, TK-60使用, 2.4mで完全透水
JMC-22	50.20	4900	996	9.22~9.24	2.10	2.1mまでメタルシム掘進, TK-60使用, BWケーシング設置	4810	ダイヤモンドビット, TK-60使用, 2.5mで完全透水
JMC-23	50.10	3970	980	9.20~9.22	9.60	9.6mまでメタルシム掘進, TK-60使用, BWケーシング設置	4050	ダイヤモンドビット, TK-60使用, 1.6.0mで完全透水
JMC-24	50.30	4430	937	8.22~8.24	3.00	3.0mまでメタルシム掘進, TK-60使用, BWケーシング設置	4730	ダイヤモンドビット, TK-60使用, 1.8.4mで完全透水
JMC-25	50.10	4390	930	8.16~8.20	2.90	0~2.9mまでメタルシム掘進, TK-60使用, BWケーシング設置	4390	ダイヤモンドビット, 2.9~6.4mまで試孔, TK-60使用, 2.5.8mで完全透水
JMC-26	50.20	4725	980	8.26~8.28	2.00	2.0mまでメタルシム掘進, TK-60使用, BWケーシング設置	4820	ダイヤモンドビット, TK-60使用, 3.0.5mで完全透水
JMC-27	50.20	4870	100	8.31~9.1	2.00	2.0mまでメタルシム掘進, TK-60使用, BWケーシング設置	4820	ダイヤモンドビット, TK-60使用, 8.5mで完全透水
JMC-28	50.20	4840	100	9.12~9.14	1.80	1.8mまでメタルシム掘進, TK-60使用, BWケーシング設置	4840	ダイヤモンドビット, TK-60使用, 4.2mで完全透水
JMC-29	50.30	4840	970	9.18~9.19	1.60	1.6mまでメタルシム掘進, TK-60使用, BWケーシング設置	4820	ダイヤモンドビット, TK-60使用, 3.4mで完全透水
JMC-30	50.20	4530	902	8.28~8.30	2.50	2.5mまでメタルシム掘進, TK-60使用, BWケーシング設置	4770	ダイヤモンドビット, TK-60使用, 1.9.1mで完全透水
JMC-31	50.20	3500	810	9.2~9.4	7.00	7.0mまでメタルシム掘進, TK-60使用, BWケーシング設置	4320	ダイヤモンドビット, TK-60使用, 3.9.0mで完全透水
JMC-32	50.10	4640	975	9.7~9.9	3.00	3.0mまでメタルシム掘進, TK-60使用, BWケーシング設置	4710	ダイヤモンドビット, TK-60使用, 1.5.6mで完全透水

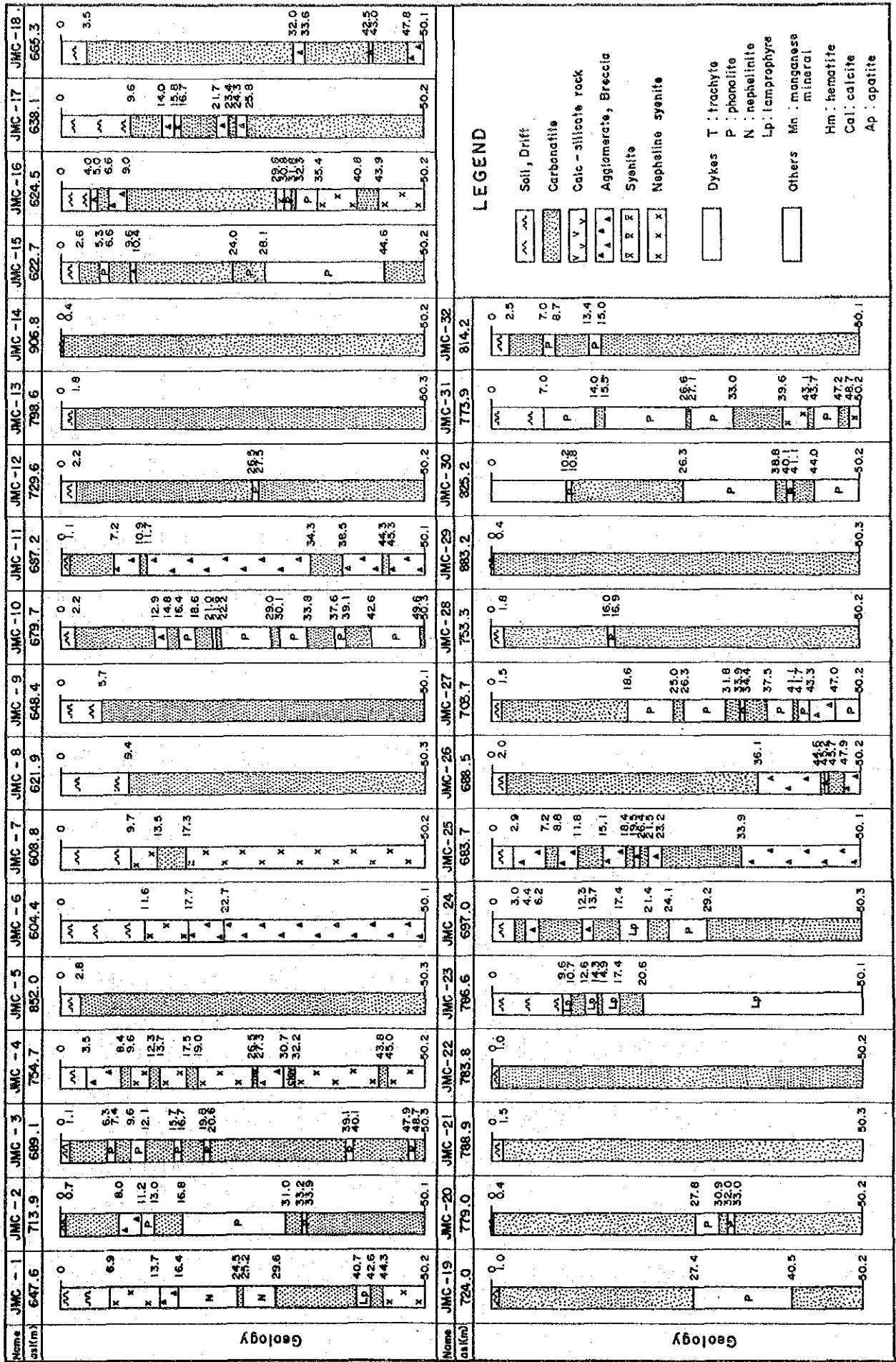
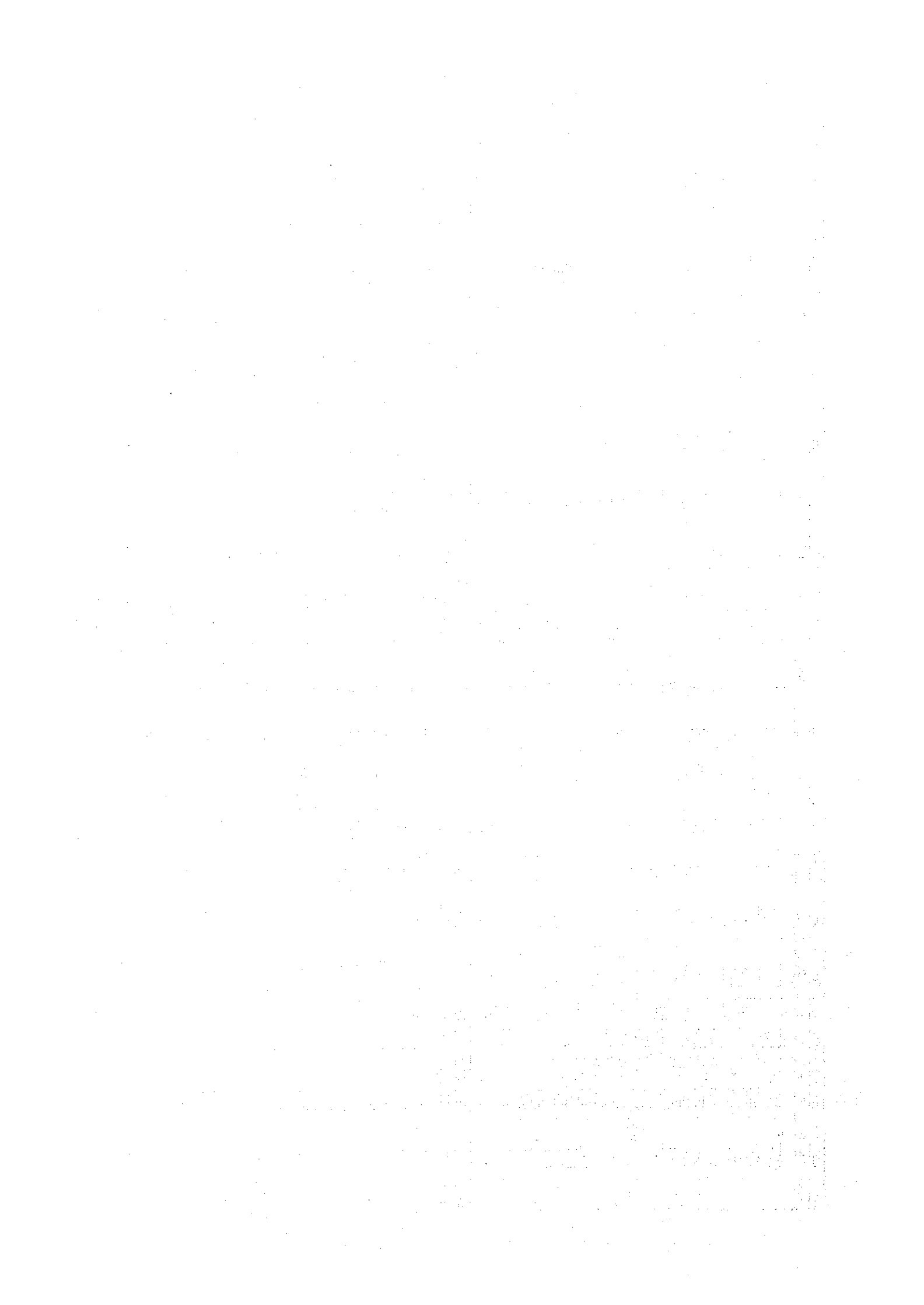


Fig.20 Compiled geologic log, Chilwa Island

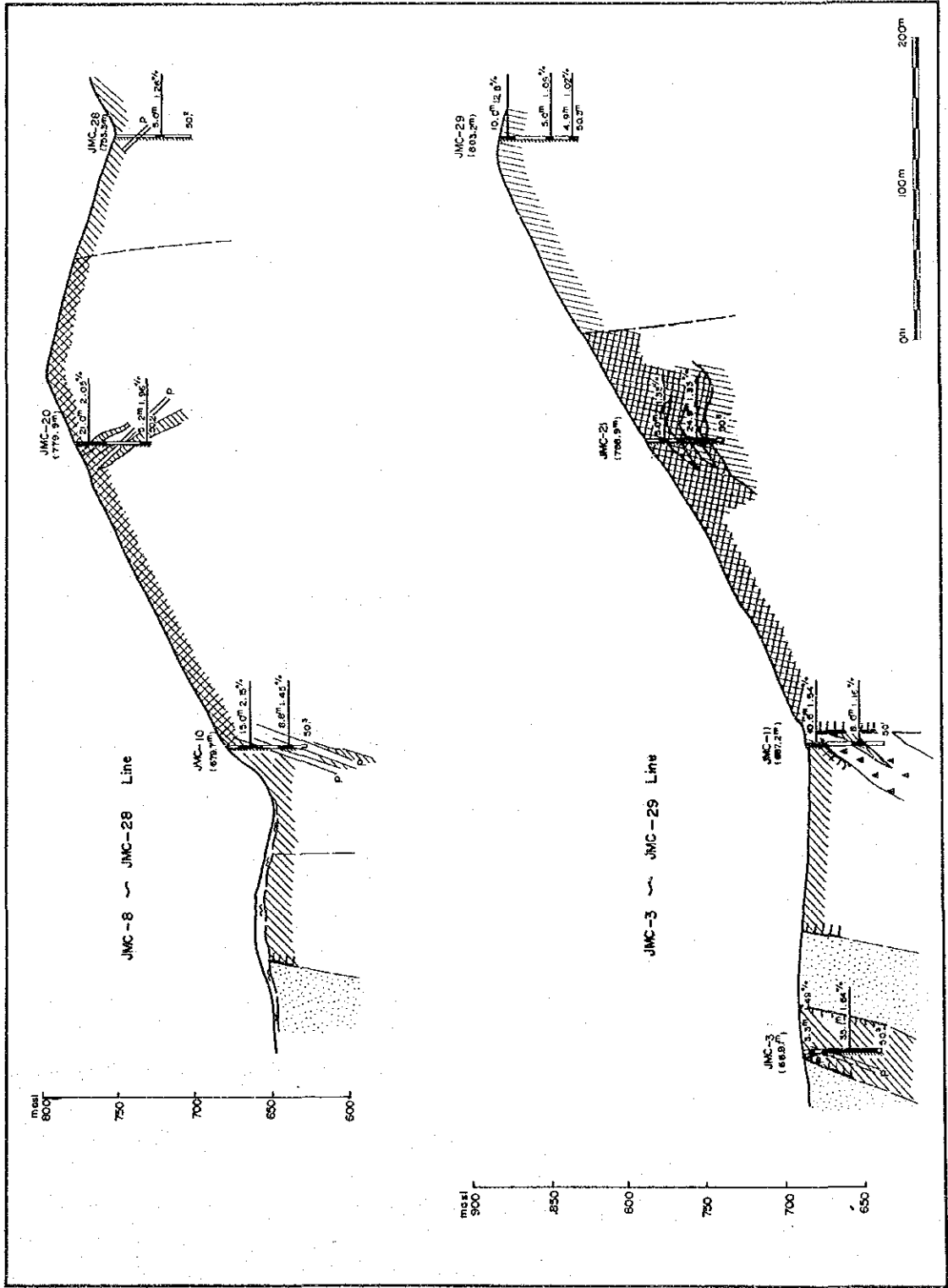


Tab.15 Summary of the mineralized zone (REO>1.0%), Chilwa Island (ppm)

Drill No.	Depth	Thick	La	Ce	Nd	Sm	Eu	Tb	Nb	Sr	Y	P	REO
JMC-3	1.1 - 4.4	3.3	4466	6007	1409	213.20	44.30	8.50	262.0	3938	227	3846.0	14854.8
	12.1 - 47.2	35.1	4763	6569	1647	303.61	68.06	15.51	528.2	5842	311	6438.6	16418.3
JMC-7	13.5 - 17.3	3.8	6176	8116	1911	318.60	58.70	20.40	90.0	3525	377	7230.0	20378.9
JMC-10	7.2 - 22.2	15.0	5627	9688	2054	267.87	43.91	13.26	310.4	6439	214	7579.7	21541.9
	33.8 - 42.6	8.8	3339	6602	1607	248.85	41.56	10.56	291.2	3578	172	3335.8	14464.2
JMC-11	1.1 - 11.7	10.6	3692	6804	1718	270.01	50.20	4.58	205.4	4566	262	6192.4	15399.2
	30.5 - 38.5	8.0	3114	4895	1240	200.71	33.81	7.32	321.5	4997	170	4494.6	11606.3
JMC-12	2.2 - 50.2	48.0	3760	6351	1715	229.74	37.41	11.12	254.8	5148	183	4817.9	14764.3
JMC-14	5.2 - 9.0	3.8	2831	4336	1233	207.20	47.50	12.90	141.0	3665	91	4608.0	10508.8
	31.4 - 36.2	4.8	2327	4222	1580	266.60	64.70	17.70	263.0	2076	133	1867.0	10329.9
JMC-19	1.0 - 18.3	17.3	2700	6344	2349	312.91	58.55	18.75	113.3	3361	351	3918.9	14594.2
JMC-20	0.4 - 21.4	21.0	5141	9006	2288	259.85	53.38	11.97	171.1	4957	283	3293.1	20541.3
	45.0 - 50.2	5.2	4430	8791	2435	291.50	51.10	15.80	239.6	6253	239	5205.0	19550.0
JMC-21	10.2 - 15.2	5.0	2652	6034	1892	250.60	49.30	21.70	302.0	6998	278	6763.0	13452.4
	21.6 - 46.5	24.9	2886	5950	1666	208.47	38.95	12.87	277.9	7395	259	6576.6	13264.8
JMC-22	1.0 - 6.8	5.8	3871	5711	1237	168.90	35.00	7.70	629.0	7733	264	5787.0	13576.7
	19.3 - 24.6	5.3	3951	6913	1758	227.10	40.00	14.50	450.0	10988	270	7409.0	15842.9
	43.9 - 47.7	3.8	3322	4808	914	117.20	18.40	14.50	331.0	2214	108	952.0	11177.8
JMC-25	11.8 - 15.1	3.3	3381	5139	1430	235.40	53.50	9.70	392.0	6389	268	5118.0	12630.5
JMC-26	15.0 - 47.9	32.9	2035	4961	2596	403.71	86.92	21.30	331.6	5477	383	4286.9	12585.8
JMC-28	26.7 - 31.7	5.0	2224	5091	2431	386.50	89.30	32.60	298.0	6330	274	10134.0	12632.3
JMC-29	0.4 - 10.4	10.0	3352	5252	1546	225.20	52.30	19.35	121.0	4349	211	3948.5	12794.8
	30.4 - 35.4	5.0	2410	4406	1678	323.80	75.80	14.70	91.0	3588	180	1736.0	10903.0
	45.4 - 50.3	4.9	1962	4111	1765	332.90	82.30	24.50	294.0	5797	255	6898.0	10241.2
Bayan Obo (China)			2171	7166	5061	567	67	17	-	-	134		20000

Tab.16 Summary of the mineralized zone (P>2.2%, Thick>2.0m), Chilwa Island (ppm)

Drill No.	Depth	Thick	La	Ce	Nd	Sm	Eu	Tb	Nb	Sr	Y	P	REO
JMC-2	1.7 - 7.2	6.5	736	1349	348	51.80	21.30	10.00	1336.0	5369	189	32492.0	3262.0
JMC-13	22.5 - 37.9	15.4	861	1840	784	126.39	34.85	9.35	612.2	5948	252	29433.8	4700.9
JMC-15	14.3 - 24.0	9.7	778	1451	446	71.65	20.28	1.73	824.1	3318	127	21408.8	3484.4
JMC-17	30.4 - 36.3	5.9	495	1007	376	66.60	17.90	0.05	1171.0	395	86	21892.0	2462.9
	41.0 - 46.2	5.2	754	1473	472	77.70	20.70	19.30	537.0	2763	110	22540.0	3519.7
JMC-28	46.7 - 50.2	3.5	1422	2718	1096	175.90	55.80	29.50	486.0	8471	629	52071.0	7385.1
JMC-32	20.1 - 26.5	6.4	1329	2272	645	122.20	35.50	5.90	5920.0	6058	190	20038.0	5532.0



LEGEND

- Drift
 - Dyke P : phonolite
 - Lamprophyre
 - Ankeritic syenite
 - Ankeritic syenite and Sideritic carbonate mixed zone
 - Syenite
 - Feldspathic breccia
 - Agglomerate
 - Nepheline syenite
 - Fenitized gneiss
 - Fenitized syenite
 - Fault
 - Drilling site (1988)
 - Expected mineralized zone (REO > 1%)
- Chilwa Alkaline Complex
- Basement
- Thickness^m REO%
- 50 | (La, Ce, Nd, Sm)
(Eu, Tb, Y)
- (Depth^m)

Fig.21 - 1 Geological section of drill holes, Chilwa Island

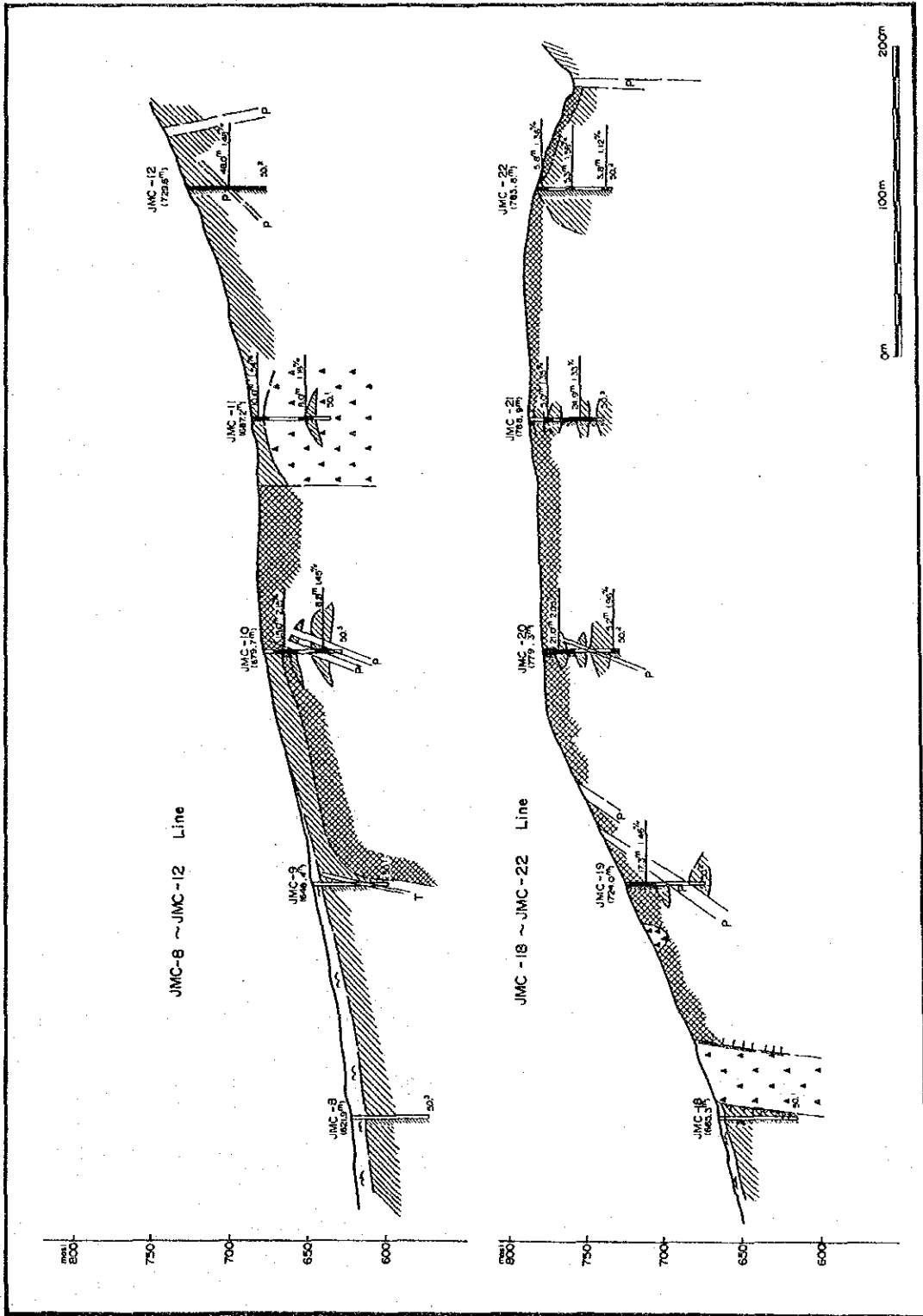
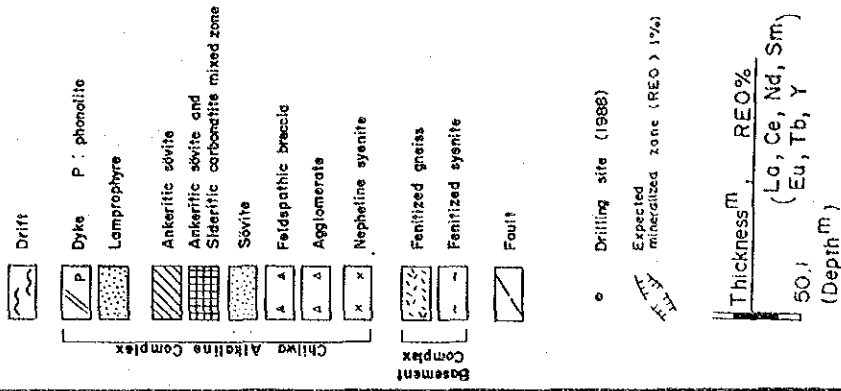


Fig.21 - 2 Geological section of drill holes, Chilwa Island

LEGEND



Thickness^m REO%
 (Lo, Ce, Nd, Sm)
 (Eu, Tb, Y)
 50.1
 (Depth^m)

隣の鉍微部はJMC-13の深度22.5mから37.9m(15.4m)間の角礫岩を含むアンケライト質カーボナタイト中に厚さ10m以上のものが認められた(P, 2.94%)ほかは、いずれも小規模であった。

3-5 考 察

Chilwa IslandはGarson et al(1958), JICA&MMAJ(1987)等より地質構造、カーボナタイトの特徴等が報告されている。これらの報告をまとめると、

- Chilwa Island中の3.5km×2.6kmの範囲がアルカリ岩とカーボナタイト岩体からなる。
- カーボナタイト岩体周辺の基盤岩はフェン岩化作用を被っている。
- カーボナタイト岩体は環状構造を呈し、外側から内側へ角礫岩→方解石質カーボナタイト→アンケライト質カーボナタイト→菱鉄鉍質カーボナタイトの順に分布する。
- これらは外側から内側に向ってより新期のものと考えられる。
- アルカリ岩、カーボナタイト岩体の構造は、深さ1,700mと垂直軸上に700m毎に3つの活動中心をもつ火山構造と考えられる。

本年度調査では、地質調査、地化学調査、ボーリング調査及び室内試験を行い、Chilwa Island地区カーボナタイト岩体の地質学的特徴、地質構造及び生成機構の検討を行った。

地質学的には、フィールドネームにて、方解石質カーボナタイト、アンケライト質カーボナタイト、菱鉄鉍質カーボナタイトと区分されていたものを、薄片鑑定、X線粉末回折結果を基に、これら三者の比較を行った。比較結果をTab.18に示す。

カーボナタイトは方解石質、アンケライト質とフィールドで観察されたものにも、ドロマイトが共生することが判明した。更に、菱鉄鉍質カーボナタイトには磁鉄鉍、針鉄鉍が多量に認められる。菱鉄鉍の一部は針鉄鉍に変化しているものと考えられる(C1901, C2606, C2609, C2907)。

従来の調査ではカーボナタイト岩体中央部は菱鉄鉍質カーボナタイト、その周辺がアンケライト質カーボナタイトと区分されていたが、本調査では、従来の菱鉄鉍質カーボナタイト中にもアンケライト質カーボナタイトが混在(JMC-19, 20, 21等)することから両者の区分が明確でなくなった。そこで本調査では両者の区分は、アンケライト質カーボナタイト中の菱鉄鉍質カーボナタイトの含有比(見かけ)により、アンケライト質カーボナタイト中でしばしば菱鉄鉍質カーボナタイトが認められる部分を両者の混在部として区分した。

地質構造は前述のとおり環状構造を呈しているが、カーボナタイト岩体の傾斜は環状構造の外側に向い急傾斜する(Fig.22)。しかし、各岩体内部では不規則な傾斜を示す。

鉱物とレアアース等の元素の関係を調べる目的でEPMAによる成分の含有状況の検討を行った。検討に供せられた鉱物はアパタイト(C1306), パイロクロア(C3211, 8Y058)である。この結果, アパタイトは, La 7.12%, Ce 13.7%, Th 1.21%, パイロクロアは Nb 33.1%~47.4%, Ce 1.33%~2.76%を含有することが判明した。さらに, カーボナタイト岩体の生成機構を解明する目的で, 炭素と酸素の同位体分析を行った。この結果, 方解石, アンケライト, ドロマイトからなる方解石質カーボナタイト(8Y038, 8Y058), アンケライト質カーボナタイト(8Y009, 8Y026)は $\delta^{13}\text{C} = -4.5\%$ から -2.4% , $\delta^{18}\text{O} = +8.2\%$ から 12.1% の値を示し, Nathace丘のアパタイト岩, カーボナタイトに比較すると炭素と酸素の両者ともにやや多量であるが, これらはいずれも火成岩起源を示唆しているものと考えられる。一方フィールドにて菱鉄鉱質カーボナタイトと鑑定した試料(8Y068, 8Y124)はX線粉末回折結果, 炭酸塩鉱物は認められなかったが $\delta^{13}\text{C} = -6.6\%$ から -6.7% , $\delta^{18}\text{O} = +18.3\%$ から 20.3% の値を示す。これはC1901, C2907試料のように, 炭酸塩鉱物と針鉄鉱が菱鉄鉱を置換したと思われる。更に炭酸塩鉱物は非晶質の可能性もある。この変質作用には大気中の酸素と天水の酸素の影響があったことを示唆している(4-2参照)。

本年度の地質調査, 地化学探査及びボーリング調査結果を総合し, レアアース鉱床としては調査地区中央部のアンケライト質カーボナタイト及びアンケライト質カーボナタイトと, 菱鉄鉱質カーボナタイトの混在する部分, Nb鉱床としてはNorthern summitとJMC-3付近の方解石質カーボナタイト中がポテンシャルが高いと考えられる。

Tab.18 Obeservation of the Chilwa Island carbonatites

Sample No.	Field		Name	Thin section		X-ray diffractometer
	Name	Description		Description	Mineral	
C3003	sövite	medium-grained white to brown calcite	sövite	calcite (0.05-0.7mm) with amount of barite, quartz and pyrite, mosaic texture	calcite >> dolomite = quartz = barite	
C1304	ankeritic sövite	fine-grained reddish brown carbonate	ankeritic sövite	carbonate (~0.15mm), porphyritic texture	ankerite > dolomite	
C2208	ankeritic sövite	fine-grained white and reddish brown carbonate	ankeritic sövite	carbonate (0.2-1.0mm), porphyritic texture	ankerite = siderite >> quartz = pyrite	
C2810	ankeritic sövite	pyrite bearing fine-grained white carbonate	ankeritic sövite	carbonate (0.1-1.25mm) with K-feldspar, quartz, pyrite, fluorite and barite, mosaic texture	ankerite >> K-feldspar > quartz > barite	
C2904	ankeritic sövite	fine-grained gray carbonate	ankeritic sövite	carbonate (0.1-0.7mm) with quartz pyrite, magnetite, and goethite	ankerite >> strontianite > quartz	
C2106	sideritic carbo-natite	black to dark brown coarse-grained carbonate	altered carbo-natite	euhedral to subhedral magnetite and goethite (1.5-7mm) with quartz, carbonate and K-feldspar	calcite = goethite > calkinsite = Synchysite = K-feldspar	
C2408	ankeritic sövite	fluorite bearing medium-grained carbonate	sideritic carbo-natite	euhedral to subhedral siderite (0.2-1.75mm) with quartz, barite and fluorite	siderite > fluorite > quartz > kutnahorite = barite	

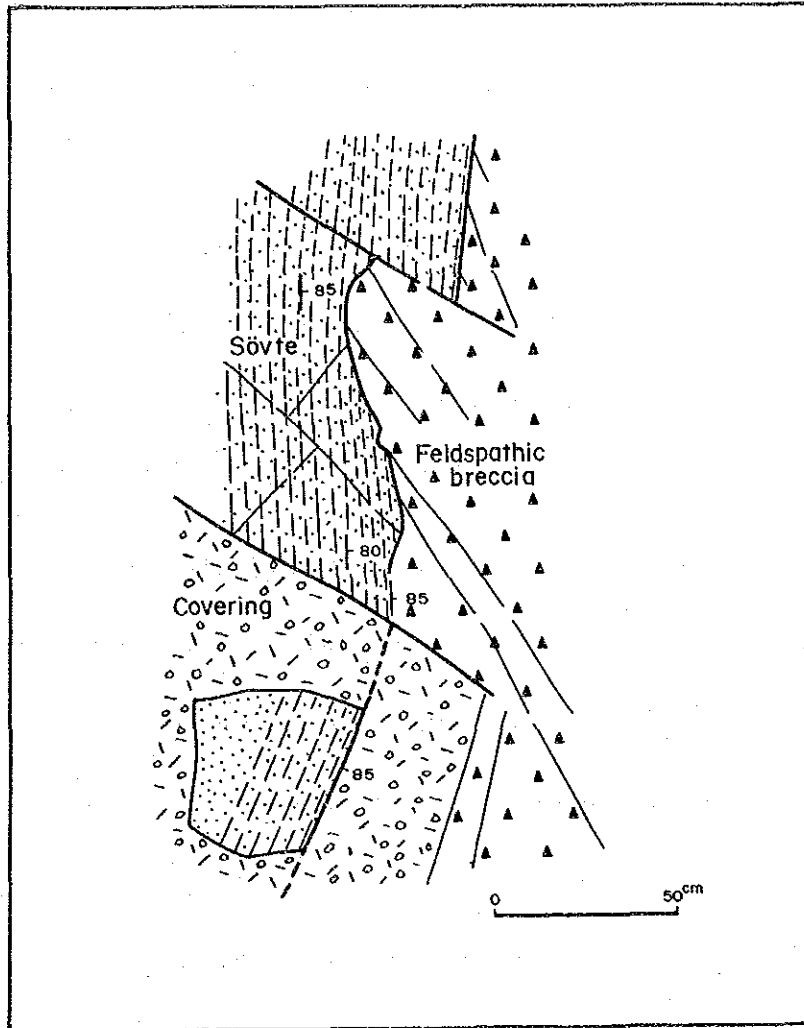


Fig.22 Sketch showing contact between banded sovite and feldspathic breccia, southern slop of Mulinde Hill

第4章 総合検討

4-1 カーボナタイト岩体の形成深度の検討

カーボナタイト岩体の産状のちがいは、基本的には火成岩の固結した深さ、すなわちマグマ固結当時の深度によってあらわれると考えられている (GSJ & DNPM, 1987)。そこで産状の違いを、地質学的に推定された深度に換算して表すことが可能であろう (Garson, 1965, 1966) といわれている。

本調査では、Tundulu, Songwe, Kangankunde, Chilwa Island各地区のカーボナタイト岩体を対象として、岩体の垂直方向の模式断面を想像し、それぞれの地区が相対的にいかなる深度になるものか推定した。

チルワーアルカリ地域のカーボナタイト岩体の共通の特徴は、一般に以下のものがある。

- ① 同心円状の岩石配列が認められる。
- ② 平断面が楕円形をしており、地形上に環状構造として認められる。
- ③ 基盤岩中に強いフェン岩化作用が認められる。
- ④ カーボナタイトは、方解石質、アンケライト質、菱鉄鉱質と外側から内側へ同心円状に変化する。
- ⑤ カーボナタイト岩体中に角礫岩が伴われる。
- ⑥ カーボナタイト岩体の構造は急傾斜を示す。

これらはGSJ & DNPM (1987)によるカーボナタイト岩体の形成深度による区分と対比すると、噴山・浅所型、中間深度型、深部型のうち浅所型ないし中間深度型に区分されるものと考えられる。

Songwe, Tundulu, Kangankund, Chilwa Island地区ではKangankundeカーボナタイト岩体が、角礫岩のカーボナタイト化、玉子状環状構造等を示すことから考えて他の3者より深度が深いのではないかと推定される (Fig. 23)。

4-2 同位体組成比の検討

チルワーアルカリ地域に産するカーボナタイト、アパタイト岩の生成機構を検討する目的で炭素及び酸素の同位体比の分析を行った。

分析は鉱物中の炭酸塩を磷酸で分解し、得られた二酸化炭素について質量分析を行う方法 (磷酸分解法) を用いた。

分析方法は試料 (-200メッシュ, 30~40mg) と100%磷酸を温度25℃に保った真空容器中にて1~7日間反応させた。反応によって生じた二酸化炭素を捕集し、エチレンアルコール

を寒剤として用いて、混入する水蒸気を除いたのち、質量分析計 (Finnigan MAT Delta-E) により $\delta^{13}\text{C}$ 、 $\delta^{18}\text{O}$ を求めた (本分析は三菱金属株式会社 中央研究所で行った)。

標準試料としては CK-13 (アラゴナイト: $\delta^{13}\text{C}_{\text{PDB}} = +0.54\%$, $\delta^{18}\text{O}_{\text{PDB}} = -1.75\%$) を用いた。 $\delta^{18}\text{O}$ については、燐酸による分解時の鉱物種による同位体分別係数の差を補正した。 $\delta^{18}\text{O}_{\text{PDB}}$ と $\delta^{18}\text{O}_{\text{SMOW}}$ の関係式は次式のとおりである。

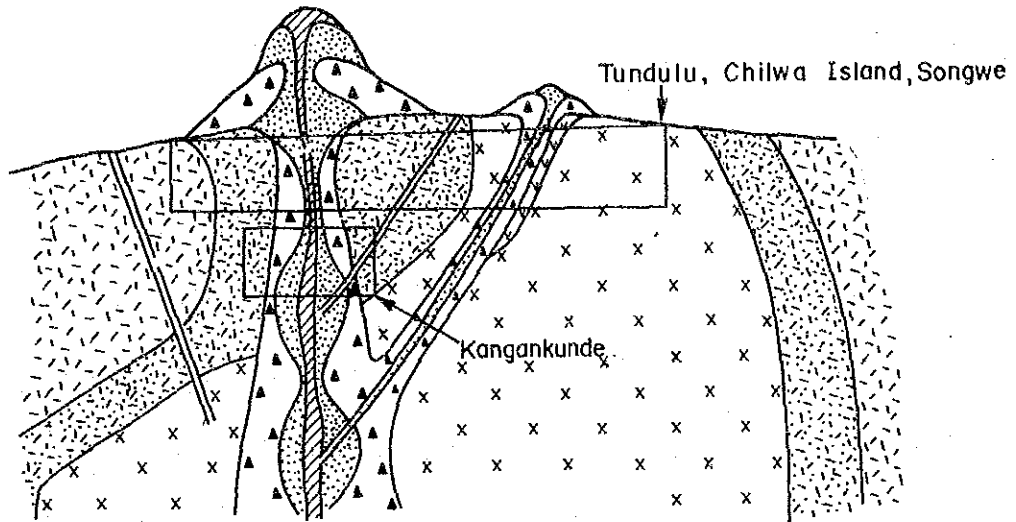
$$\delta^{18}\text{O}_{\text{SMOW}} = 1.03086 \delta^{18}\text{O}_{\text{PDB}} + 30.86 \text{ ‰}$$

同位体比分析値は Tab. 19 のとおりである。

Tab.19 Isotopic composition of the carbonatites

No	Sample No	Sector	Rock name	Mineral	$\delta^{13}\text{C}$ (PDB)	$\delta^{18}\text{O}$ (PDB)	$\delta^{18}\text{O}$ (SMOW)
1	8Y009	Chilwa Is	ankeritic sövite	ankerite	-4.5	-22.0	+ 8.2
2	8Y026	"	"	dolomite > calcite	-2.4	-20.1	+10.1
3	8Y038	"	sövite	calcite > dolomite	-3.8	-19.7	+10.6
4	8Y058	"	"	calcite > ankerite	-3.2	-18.2	+12.1
5	8Y068	"	sideritic carbonatite	fluorite > Fe	-6.6	-10.2	+20.3
6	8Y124	"	"	fluorite > Fe	-6.7	-12.2	+18.3
7	8Y153	Tundulu	apatite rock	apatite > quartz > calcite	-6.2	-24.7	+ 5.4
8	8Y154	"	"	"	-7.4	-21.5	+ 8.7
9	JMT-7	"	sideritic carbonatite	kutnahorite > calcite	-2.3	- 9.9	+20.7
10	JMT-22	"	ankeritic sövite	ankerite > siderite	-5.4	-23.3	+ 6.8
11	JMT-26	"	sideritic carbonatite	kutnahorite > calcite	-5.0	- 8.6	+22.0

炭酸及び酸素の同位体比の地球化学的分布を Fig. 24 に示す。チルワーアルカリン地域カーボナタイト中の $\delta^{13}\text{C}$ は -7.4 ‰ から -2.3 ‰, $\delta^{18}\text{O}$ は +5.4 ‰ から +12.1 ‰ と +18.3 ‰ から +22.0 ‰ の 2 領域に分布する。 $\delta^{13}\text{C}$ は一般的なカーボナタイト、ダイヤモンドの領域と著しく類似する。一方、 $\delta^{18}\text{O}$ の +5.4 ‰ から +12.1 ‰ の領域のものは玄武岩、花崗岩等の火成岩の領域にある。+18.3 ‰ から +22.0 ‰ のものは本図では堆積岩の領域であるが、 $\delta^{18}\text{O}$ の高い値は低温熱水液の影響によるものと推定される (GSJ & DNPM, 1987)。



LEGEND

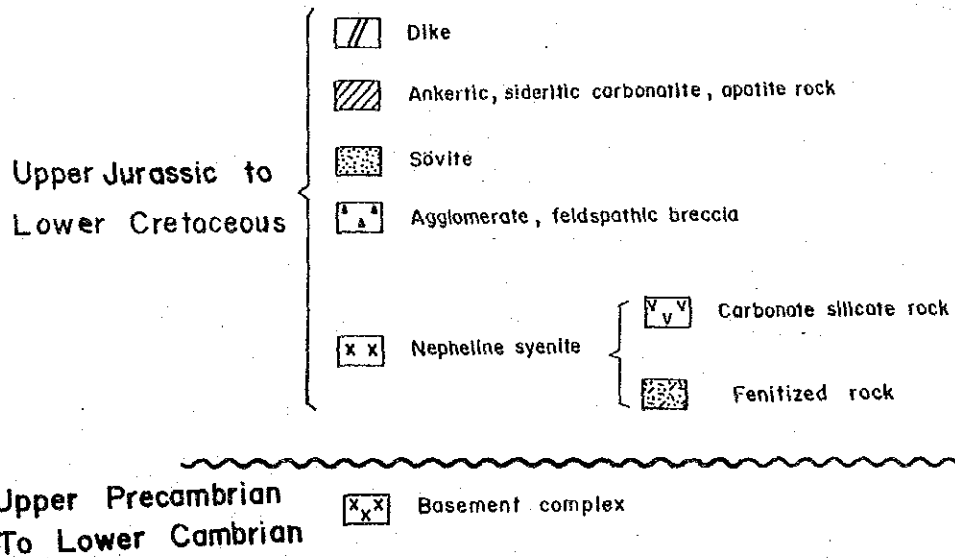


Fig.23 Schematic diagram of the carbonatite complex in the Chilwa Alkaline area

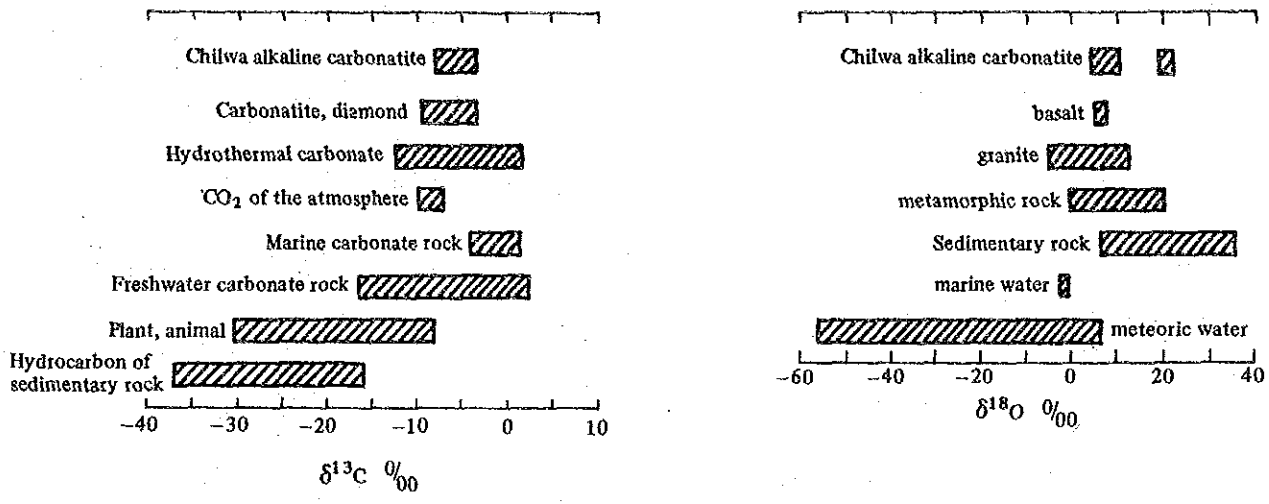


Fig.24 The carbon and oxygen isotopic ratios of the materials

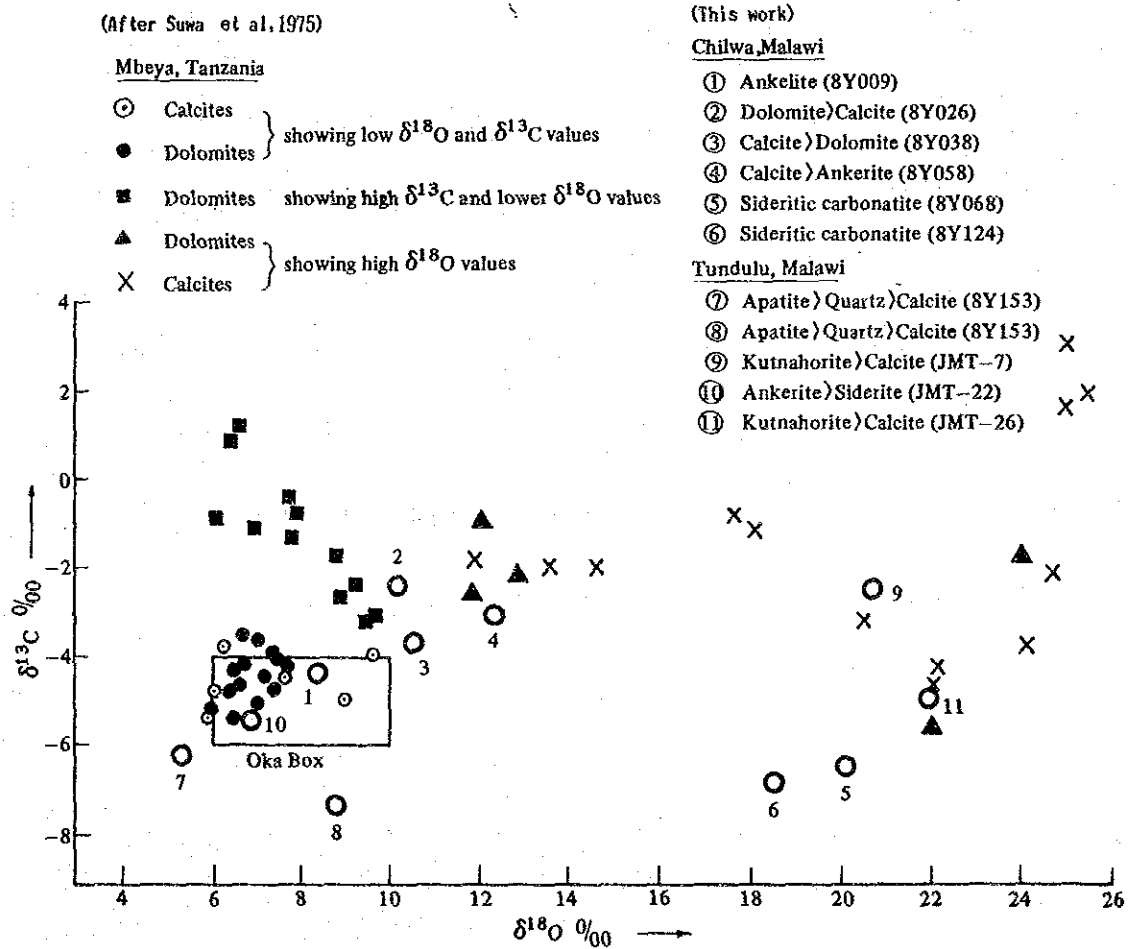


Fig.25 The oxygen and carbon isotopic ratios of carbonates in Chilwa Alkaline area carbonatite, southern Malawi and Mbeya carbonatite, southern Tanzania

$\delta^{13}\text{C}$ と $\delta^{18}\text{O}$ の相関関係をFig. 25に示す。本図はカナダのOka(オカ)カーボナタイト(Deines, 1970)中の $\delta^{13}\text{C}$ と $\delta^{18}\text{O}$ の分布域をOka Boxと表示し、更にタンザニアのMbeya(ムベヤ)カーボナタイトの同位体比(Suwa et al, 1969)を載せてある。本図からチルワールカリン地域のフィールドにおいてアパタイト岩、方解石質、アンケライト質カーボナタイトと区分されたカーボナタイトはOka box中に入るもの2試料、近似するもの5試料である。これらは一般に“火成岩起源の $\delta^{13}\text{C}$ 、 $\delta^{18}\text{O}$ は値が低い”と推定されていることから、マグマ起源のものと考えられる。残りの4試料は、フィールドで菱鉄鉱質カーボナタイトと同定されたものであり、 $\delta^{18}\text{O}$ が高く、 $\delta^{13}\text{C}$ は特に高くない。これら4試料に含まれる酸化鉄量は全岩分析の結果13.55%から47.38%の値を示す。一般に $\delta^{18}\text{O}$ が高く $\delta^{13}\text{C}$ が低い値を示すものは“金属酸化物中に $\delta^{18}\text{O}$ が濃集する”といわれており、濃集したものと考えられる。この $\delta^{18}\text{O}$ の濃集は大気中の酸素と天水の酸素の相互作用により生じたものと推定される(Suwa et al, 1969)。

4-3 カーボナタイト全岩分析結果検討

カーボナタイトの成分組成を検討する目的で、フィールド観察による区分中、方解石質カーボナタイト10試料、アンケライト質カーボナタイト6試料、菱鉄鉱質カーボナタイト7試料、アパタイト岩2試料の全岩分析を実施した(Tab. 20)。分析結果から、モル比によるMgO, CaO, T-FeO及びMgO, CaO, SiO₂三角ダイアグラムを作成した(Fig. 26)。本図から、方解石質カーボナタイトはフィールド観察結果の10試料とアンケライト質カーボナタイトのうち1試料(8Y005)が、その領域に入る。菱鉄鉱質カーボナタイトのうち2試料(JMT-7, JMT-26)はアンケライト質カーボナタイトの領域に入る。1試料(8Y030)はアンケライト質、菱鉄鉱質カーボナタイトの混合物、1試料(8Y110)は方解石質、菱鉄鉱質カーボナタイトの混合物と考えられる。

4-4 レアアース含有量の検討

カーボナタイト中のレアアースの含有量はLa, Ceに富む特徴があると言われている。これらはLa, Ceを含む鉱物であるバストネサイト、シンチサイト、パリサイト等がカーボナタイト中に存在することに起因している。更に、Nd, Sm, Eu, Tbについても本調査にて分析を実施しこれら元素の存在が確認されている。本項では、分析されたLa, Ce, Nd, Sm, Eu, Tbについて、レアアース存在度パターンの検討を行った。更にパイロクロア、バストネサイト、ルチル、アパタイト等の微量成分分析を行い、本地域のレアアースがいかなる鉱物中に含有されているのか検討を行った。

各地区の代表試料によるレアアース存在度パターン図をFig. 27に示す。これによると、Songwe地区において中希土類含有量が、Tundulu, Kangankunde, Chilwa Island 地区及びMountain Pass 鉱山に比べ高い値を示す。Bayan Obo 鉱山のパターンと比較すると、Songwe地区のEu, Tbが高い値を示す特徴がある。

E PMAによる分析結果では、Songwe, Tundulu地区のバストネサイト中にThが0.01%~0.19%重量比含有される。Chilwa Island地区のアパタイト中にもThが1.21%重量比含有されていることが判明した (Tab. 21)。

Songwe地区, Tundulu地区の地表部から深度50mまでの鉱量、品位の試算結果と、世界の主要カーボナタイト鉱床の鉱量、品位の比較検討を行った。比較検討結果をTab. 22に示す。

Tab.22 REO & P₂O₅ resources related carbonatite/alkaline complex

Name of complex	Type of carbonatite	REO			P ₂ O ₅		
		(Mil.t) Reserves	(%) Ore grade	(Th.t) Metal	(Mil.t) Reserves	(%) Ore grade	(Th.t) P ₂ O ₅
Songwe, (Malawi) (This work)	sövite, ankeritic	1.4	1.7	23.8			
Tundulu, (Malawi) (This work)	ankeritic, sideritic, apatite	0.6	2.1	12.6	0.5	17.0	85.0
Araxa, (Brazil)	beforsite, sövite				460	15.01	69,046
Tapira (Brazil)	sövite				921	8.32	76,627
Catalao (Brazil)	beforsite,	2	12.20	244	306	7.96	24,358
Jacupiranga (Brazil)	sövite, beforsite				89	6.15	5,474
Ipanema (Brazil)	Sövite				117	6.73	7,874
Oka (Canada)	sövite	122	0.2	244			
Sukulu (Uganda)	carbonatite				200	13.0	26,000
Sillinjärvi (Finland)	sövite				465	4.0	18,600
Mountain Pass (USA)	(USA)	100	5-10				
Bayan Obo (China)	(China)	(REO) 35	1.9-13.5				

(after GSJ and DNPM, 1987)

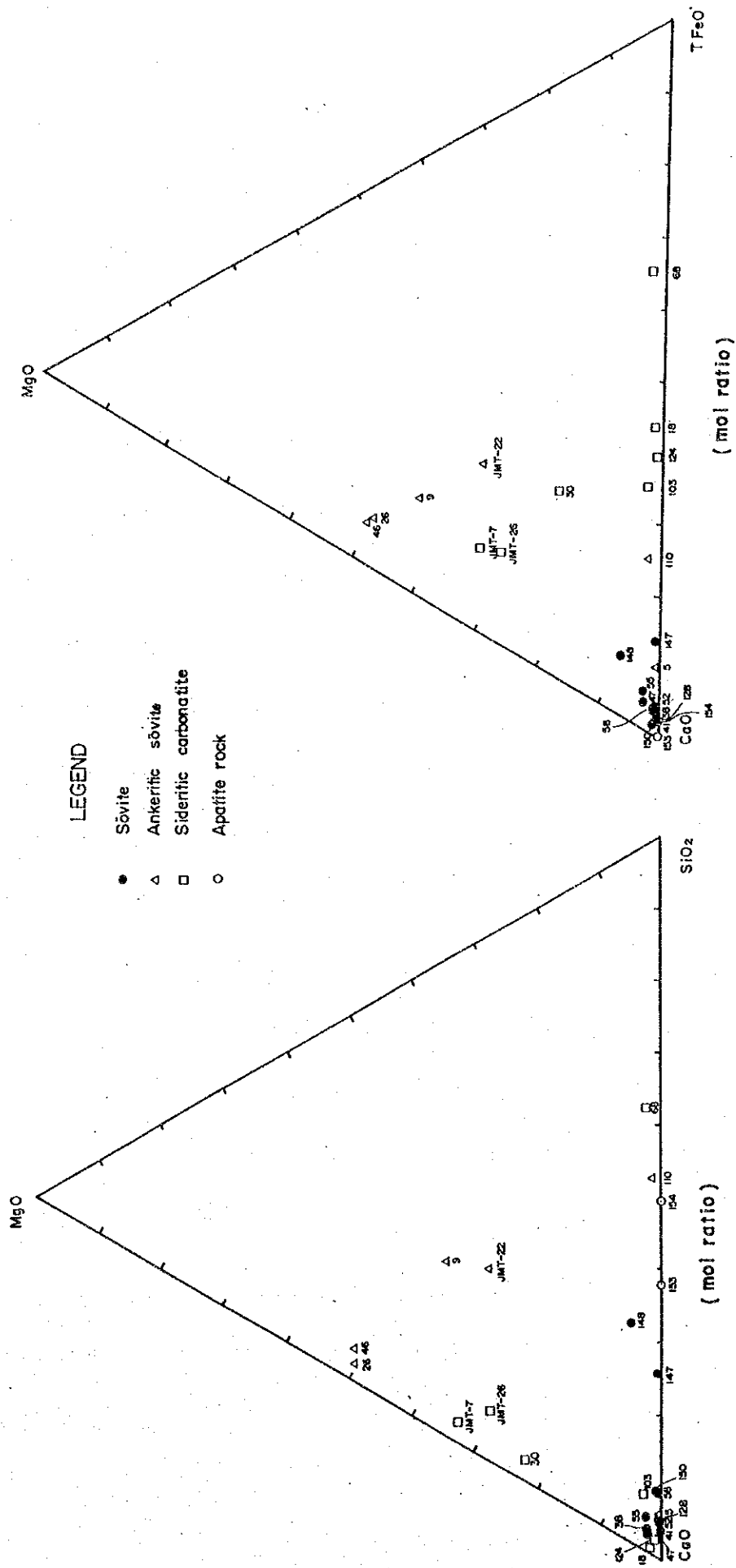


Fig.26 Ternary diagrams of the carbonatites

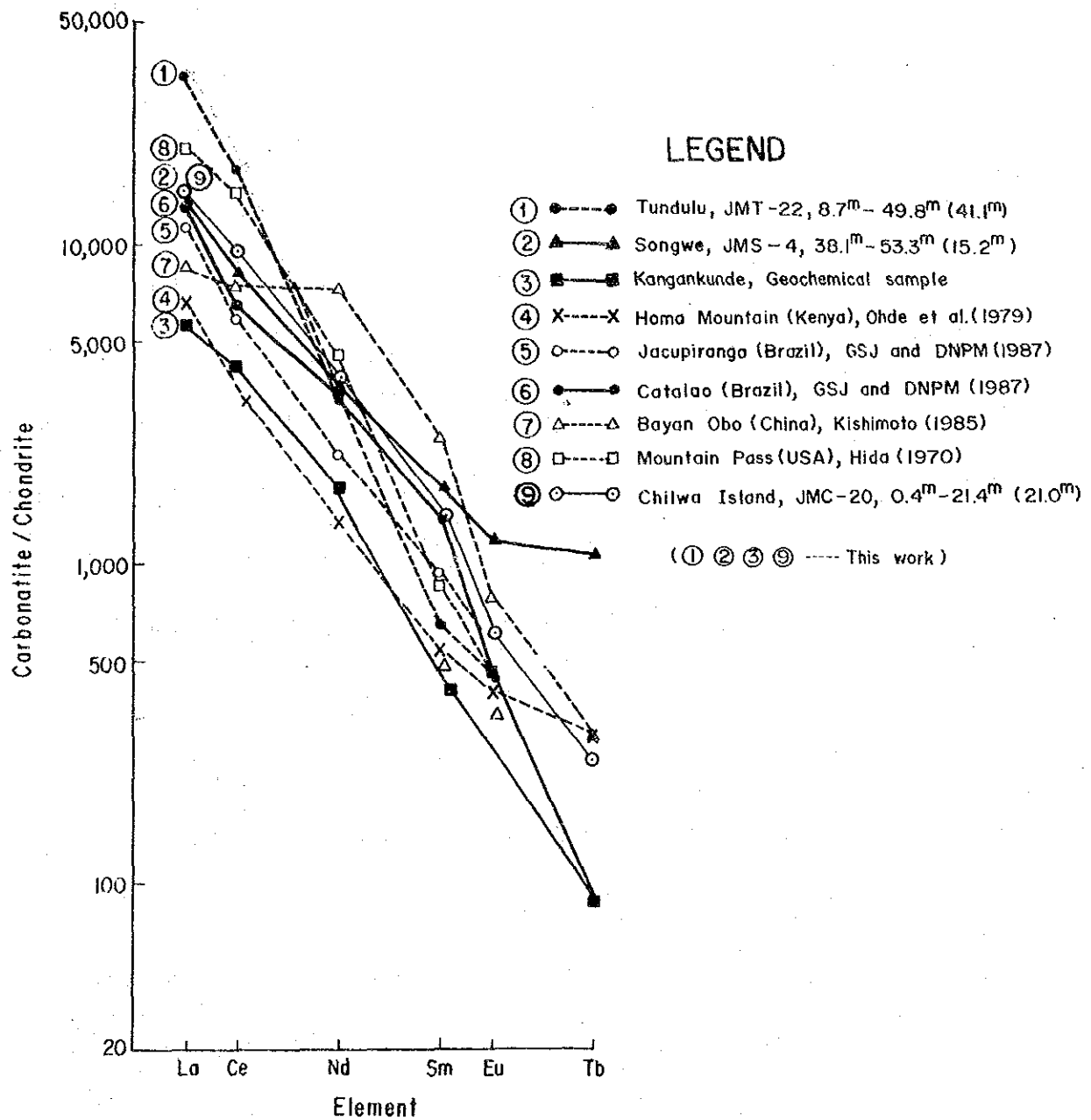


Fig. 27 Chondrite normalized rare earth concentration

Tab.21 Result of quantitative EPMA analysis

No.	Sample No.	Sector	Locality	Rock name	Mineral	Element (wt %)														
						La	Ce	Sm	Gd	Dy	Nb	Y	Na	Ca	Ti	Th	Zr			
1	C1306	Chilwa Island	JMC-13	30.2m	Apatite sövite	Rutil	0	9.68	0	0	0	0	0	4.43	0	0.14	1.19	69.6	0	0.29
2	C1306	"	"	"	"	Apatite	7.12	13.7	0	0.29	0	0	0	0	2.44	0.12	0.83	0	1.21	1.58
3	C3211	"	-32	47.4m	Sövite	Pyrochlore	0	2.76	0	0	0	0	47.4	2.50	1.06	14.0	1.70	0	4.13	
4	S1604	Songwe	JMS- 4	14.0m	Iron oxide ore	Bastnaesite (?)	38.5	29.3	5.39	0.58	0	0	0.16	0	0	0.21	9.01	0	0.01	0
5	T2501	Tundulu	JMT-15	3.2m	Apatite rock	Pyrochlore	0	0.53	2.76	0	1.62	18.7	1.28	4.07	6.32	1.21	0	2.19		
6	T2501	"	"	"	"	Bastnaesite	9.62	14.1	2.58	0.69	0	1.21	0	0.19	7.66	0	0	0		
7	T2607	"	MJT-26	28.9m	Apatite rock	Pyrochlore	0	0.16	0.59	0	0.32	19.1	0.82	0.61	6.22	0.90	0	1.44		
8	T2607	"	"	"	"	Bastnaesite	15.0	17.1	4.67	0.20	0	0	0	0	5.90	0	0.19	0		
9	8Y058	Chilwa Island	Surface		Sövite	Pyrochlore	0	1.33	3.90	0	0	37.8	1.82	1.03	11.0	1.68	0	3.26		
10	8Y058	"	"	"	"	Pyrochlore	0	1.69	0	0.84	0	33.1	3.01	1.06	12.8	1.28	0	3.70		

比較検討の結果、鉍量についてはREO、 P_2O_5 ともに本調査では地表下50mまでについて算出しており、他鉍山の鉍量とは比較が困難である。しかしながら品位についてはSongwe地区のREO 1.7%、Tundulu地区のREO 2.1%となり、Bayan Obo鉍山のREO 2.0%と同程度かやや低い値を示す。中希土類についてはSongwe地区のものがBayan Obo鉍山のものに比較して1.5倍から2.0倍の値を示す。

なお、近年のレアアースの需給関係は、1983年をピークに消費量が減少しつつあるが、高純度レアアースの需要は増加傾向にある。又、軽希土類は供給過剰傾向にあるが、中希土類、重希土類については、供給量が不足気味の状態である。

Tundulu地区の燐については P_2O_5 17%と高品位であり、Araxa鉍山の P_2O_5 15%、Sukulu鉍山の P_2O_5 13%と比較しても高品位であることが判明した。この高品位の燐鉍床は燐肥料の原料として開発可能と考えられる。開発方法の一つとして、マラウイ国内の電力と同国産の超塩基性岩又はドロマイト岩とを利用し年間50,000 t (P_2O_5 換算約10,000 t)の熔成燐肥生産が可能と考えられる。

第Ⅲ部 結論及び提言

第1章 結 論

本年次調査はSongwe地区, Tundulu地区のボーリング調査, Chilwa Island地区における地質調査・地化学探査及びボーリング調査である。これらの地区の調査の結果, 得られた結論は以下のとおりである。

(1) Songwe地区

- カーボナタイト岩体は, 方解石質カーボナタイト, アンケライト質カーボナタイト及び角礫岩等から構成される。
- カーボナタイト中に認められるレアアース, Nb, Sr, P等の鉱石鉱物はバストネサイト, シンチサイト, パリサイト, スترونチアナイト, モナズ石, パイロクロア, アパタイト等である。
- 地質構造的には, カーボナタイト岩体は, Songwe丘を中心に円錐構造を呈し, カーボナタイトは略南北にのびる東西2列に配列し, 傾斜は垂直ないし 70° を示す。
- レアアース鉱徴部はカーボナタイト中で海拔850m以下に主要部が分布する。
- ボーリング調査結果, コア長10m以上, REO 1%以上の規模, 品位を有する鉱徴部が6か所確認された。この6か所について, 地表下50mまでを対象とし, 概略埋蔵鉱量計算を行った。
計算結果は埋蔵鉱量合計約140万t, REO品位1.7%の結果を得た。
- 本地区のレアアース含有量は, Bayan Obo鉱山産鉱石に比べEu, Tb等の中希土類が1.4~2倍の値を示す特徴がある。

調査結果を総合するとSongwe丘の北斜面には, 中希土類の含有量が比較的多いカーボナタイト鉱徴地が存在することが明らかとなった。この鉱徴地は, 鉱量的には未だ深部の調査が実施されていないため他鉱山との比較は困難であるが品位的にはREOはBayan Obo鉱山に比べてやや低いの中希土類が高い。このことは今後のレアアース需給関係の好転によっては開発可能と考えられる。

(2) Tundulu地区

- カーボナタイト岩体は, 方解石質カーボナタイト, アンケライト質カーボナタイト, 菱鉄鉱質カーボナタイト, アパタイト岩及び角礫岩類から構成される。
- カーボナタイト中に認められるレアアース, Nb, Sr, P等の鉱石鉱物はバスト

- ネサイト、シンチサイト、ストロンチアナイト、パイロクロア、アパタイト等である。
- 地質構造的には、2重の環状構造を呈し、外側に方解石質カーボナタイトに富むもの、内側にアンケライト質カーボナタイト、菱鉄鉱質カーボナタイト及びアパタイト岩に富むものと帯状分布を示す。
 - レアアース、燐等の鉱徴部は Nathace 丘と呼ばれる内側のカーボナタイト中に分布する。
 - ボーリング調査結果、コア長10m以上、REO品位1%以上、又はコア長10m以上、P品位2.2%以上の規模、品位を有する鉱徴部が前者3か所、後者1か所まとまって確認された。

これらの鉱徴部について、地表下50mまでを対象とし、前者をレアアース鉱床、後者を燐鉱床として概略埋蔵鉱量計算を行った。

計算結果はレアアース埋蔵鉱量60万t、REO品位2.1%、又は燐埋蔵鉱量として50万t、 P_2O_5 品位17%の結果を得た。

調査結果を総合すると、Nathace 丘東及び南斜面に分布するカーボナタイト中にレアアース、燐の鉱徴地が存在する。このうちアパタイト岩を含むカーボナタイト中に燐の濃集部が認められた。レアアースは燐と共生して産すること及びREO品位が他鉱山産のものと比較して、特に高品位でないこと、中希土類についても同程度の品位であることから現時点では経済性にやや乏しいと考えられる。しかしながら燐については P_2O_5 品位17%と高品位であり、マラウイ産の超塩基性岩又はドロマイト岩と電力による熔成燐肥の生産が可能と考えられる。

(3) Chilwa Island地区

地質調査……… カーボナタイトは、Mbirikwi 丘、Michulu 丘、Chinyombi 丘、Northern summit, Southern summit, Mulinde 丘を通る山頂部及びその斜面を外周とする直径約2kmの環状構造を呈し分布する。このカーボナタイトは外側から内側に向い方解石質カーボナタイト、アンケライト質カーボナタイト、アンケライト質カーボナタイトと菱鉄鉱質カーボナタイト混在部と帯状分布を示す。これらカーボナタイト中の主要鉱石鉱物は、パイロクロア、シンチサイト、ストロンチアナイト、アパタイト、螢石、パイロクロア等である。

地化学探査……… 地化学探査異常値は、レアアース、Srがアンケライト質カーボナ

タイト及びアンケライト質カーボナタイトと菱鉄鉍質カーボナタイト混在部に集中する。Nbは方解石質カーボナタイト中に、Pは方解石質カーボナタイト及びアンケライト質カーボナタイトの一部に異常値が認められる。

ボーリング調査結果…… REO 1.0%以上の鉍徴部は、JMC-3, 7, 10, 11, 12, 14, 19, 20, 21, 22, 25, 26, 28, 29において確認された。このうち、コア長10m以上に達する鉍徴部はJMC-3, 10, 11, 12, 19, 20, 21, 26, 29であり、そのほとんどがアンケライト質カーボナタイト及びアンケライト質カーボナタイトと菱鉄鉍質カーボナタイト混在部に認められる。このうち最大規模のものは、JMC-12のアンケライト質カーボナタイトに伴うコア長48.0m、REO品位1.48%である。レアアース含有量は、REOはBayan Obo鉍山産のものと比較し同程度かやや低い値を示すが中希土類は同程度から最高1.9倍の値を示す。

上記3調査方法の結果を総合すると、やや中希土類の含有量の多いレアアースはカーボナタイト岩体の中心部及びその周りのアンケライト質カーボナタイト、アンケライト質カーボナタイトと菱鉄鉍質カーボナタイト混在部に存在し、この地区が鉍床としてのポテンシャルが高い地区と考えられる。一方、P、Srについては、カーボナタイト外側部の方解石質カーボナタイト中が鉍床としてのポテンシャルが高いと考えられる。

第2章 将来への提言

本年次の調査結果及び既存の資料を総合し、Songwe地区、Tundulu地区及び Chilwa Island地区のレアアース資源、燐資源としてのポテンシャル把握、開発を対象とした鉱量、品位調査、更には経済性調査を以下のとおり取進めることを提言する。

(1) Songwe地区

本年次までの調査でカーボナタイト中に中希土類の比較的含有量の多いレアアース鉱徴部が地表から深度50mまでの範囲内で確認された。現時点では本鉱徴地のレアアース鉱床としての経済性には疑問があるが、中希土類の含有量が多いことに着目し、将来のために今までに確認された鉱徴部の鉱量、品位の確定化及び深部への連続性を確認し、鉱量の増加を計り、その資料を基に開発に対する経済性の検討を行うことが望まれる。

(2) Tundulu地区

Nathace丘のアパタイト岩、カーボナタイト中にレアアース、燐の鉱徴部が確認された。特に燐は P_2O_5 、17%と高品位である。この品位は熔成燐肥資源として開発可能と考えられることから今後は、これら鉱徴部の鉱量、品位の確定化及び鉱量増加を目的として、地化学探査結果、異常値が認められたカーボナタイト岩体へのボーリング調査及びそれらの下部への連続性把握のためのボーリング又は坑道調査を行い、その資料を基に開発に対する経済性の検討を行うことが望まれる。

(3) Chilwa Island地区

本年次調査の結果、中希土類のやや含有量の多いレアアース鉱徴部が認められたアンケライト質カーボナタイト、アンケライト質カーボナタイトと菱鉄鉱質カーボナタイトが混在する部分において、Songwe地区と同じ手法により、将来のために地質精査、ボーリング調査を実施し、鉱量、品位を確認することが望まれる。

REFERENCES

- A special Contributor (1985): Malawi. Mining Annual Review - 1985, p433-435.
- Bloomfield, K. (1956): Infracrustal Ring-Complexes of Southern Malawi. Geol. Surv. Malawi, Memoir. no.4.
- Bloomfield, K. (1958): The Geology of the Port Herald Area. Geol. Surv. Malawi, Bull, no.9.
- Bloomfield, K. (1961): The Geochemistry of Zircons from Malawi alkaline rocks. Records of the Geol. Surv. Malawi, Vol.3, p.21-34.
- Bloomfield, K. (1965): The Geology of the Zomba Area. Geol. Surv. Malawi, Bull. no.16.
- Bloomfield, K. and Garson, M.S. (1965): The Geology of the Kirk Range-Lisungwe Valley Area. Geol. Surv. Malawi, Bull. no.17.
- Bureau of Mines (1984): Malawi. Mineral Yearbook - 1984, vol. 3, p.952.
- Cannon, R.T. (1970): Geological Atlas of Malawi, Sheet II, Zomba.
- Cooper, W.G.G. and bloomfield, K. (1961): The Geology of the Tambani-Salambidwe Area. Geol. Surv. Malawi, Bull. no.13.
- Delnes, P. (1970): The carbon and oxgen isotopic composition of carbonates from the Oka carbonatite complex, Quebec, Canada, Geochim. Cosmochim. Acta 34.
- Dixey, F., Smith, W.C. and Bisset, C.B. (1955): The Chilwa Series of Southern Nyasaland. Geol. Surv. Malawi, Bull. no.5 (Revised).
- Evans, R.K. (1965): The Geology of the Shire Highlands. Geol. Surv. Malawi, Bull. no.18.
- Furon, R. (1963): The Rhodesias and Nyasaland. Geology of AFRICA. Oliver & Boyd Edinburgh and London, p.329-335.
- Garson, M.S. Smith, W.C. (1958): Chilwa Island. Geol. Surv. Malawi, Memoir no.1.
- Garson, M.S. (1960): The Geology of the Lake Chilwa Area. Geol. Surv. Malawi, Bull. no.12.
- Garson, M.S. (1961): The Geology of the Chimbiri Hills area, Mlanje District. Records of the Geol. Surv. Malawi, vol.3, p.21-34.
- Garson, M.S. (1961): The Geology of the Area West of Lake Malombe, Fort Johnston District. Records of the Geol. Surv. Malawi. vol.3, p.35-48.
- Garson, M.S. (1962): The Tundulu Carbonatite Ring-Complex in Southern Nyasaland. Geol. Surv. Malawi, Memoir no.2.

- Komura, K. (1981): Niobium and Tantalium Resources in Africa. *Newer Metal Industry*, no.302, p.1-8. (in Japanese)
- Le Bas, M.J. (1977): *Carbonatite-Nephelinite Volcanism*. John Wiley&Sons, London, 347p.
- Metal Mining Agency of Japan (1981): 1980 Report of Development and Research in Mineral Resource Exploration - Remote Sencing - p.1-36. (in Japanese)
- Metal Mining Agency of Japan (1982): 1981 Report of Development and Research in Mineral Resource Exploration - Remote Sencing - p.1-56. (in Japanese)
- Metal Mining Agency of Japan, Mining Information Center (1971): Metallogenic Province in Africa. Research Analysis Committee, no.6, p.1-56. (in Japanese)
- Metal Mining Agency of Japan, Mining Information Center (1972): Structure in Africa, Metallogenic Province and its Units. Research Analysis Committee, no.12, p.1-26. (in Japanese)
- Metal Mining Agency of Japan, Mining Information Center (1973): Mining Circumstance in Malawi. *Overseas Information*. no.42, p.1-22. (in Japanese)
- Metal Mining Agency of Japan, Mining Information Center (1975): Summary of Mining Act in the World, Malawi. *Overseas Information*. no.70, p.75-79. (in Japanese)
- Metal Mining Agency of Japan, Mining Information Center (1982): 1982 Report of Geological Analysis Committee, Niobium Tantalium. p.70-85. (in Japanese)
- Metal Mining Agency of Japan, Mining Information Center (1982): 1982 Report of Development and Environment Analysis Committee. Mineral Resources and their Development and Environment in Central and South Africa, p.110-121. (in Japanese)
- Morel, S.W. (1958): The Geology of the Middle Shire Area. *Geol. Surv. Malawi, Bull.* no.10. 4th Prelim. Rept. Afr. Studies, Nagoya Univ., p.175-179.
- Ohde, S., Suwa, K. and Kitano, Y. (1979): Trace Element Geochemistry of Carbonatites from Homa Mountain, Kenya. 4th Prelim. Rept. Afr. Studies, Nagoya Univ., P.169-174.
- Okano, T. (1981): On the Niobium and Tantalium Mineral Resources. *Mining Geology*, vol.31, no.5, p.407-414. (in Japanese)
- Pennant, T. (1985): Malawi. *Africa Review 1985 Ninth Edition of Africa Guide*, World of Information England, p.189-192.
- Peters, E.R. (1975): Geochemical Soil Sampling of the Tundulu, Chilwa Island and Kangankunde carbonatite Complexes. *Records of the Geol. Surv. Malawi*, vol.8, p.1-16.

- Garson, M.S. (1965): Carbonatite and Agglomeratic Vents in the Western Shire Valley. Geol. Surv. Malawi, Memoir no.3.
- Garson, M.S. (1965): Carbonatites in Southern Malawi. Geol. Surv. Malawi, Bull. no.15.
- Garson, M.S. (1966): Carbonatites in Malawi. in "Carbonatites" ed. Tuttle and Gittins, P33-71.
- Garson, M.S. and Morgam, D.L. (1977): Secondary Strontianite at Kangankunde Carbonatite Complex, Malawi. I.M.M. Trans., vol.87, B70-73.
- Garson, M.S. and Walshaw, R.D. (1969): The Geology of the Mlanje Area. Geol. Surv. Malawi, Bull. no.21.
- Geological Survey Department of Malawi (1985): Airborne Geophysical Survey maps.
- Geological Survey of Japan and Departamento Nacional da Producao Mineral (1987): Research on Mineral Deposits Associated with Carbonatite in Brazil. ITIT Projects No. 8316
- Habgood, F., Holt, D.N. and Walshaw, R.D. (1973): The Geology of the Thyolo Area. Geol. Surv. Malawi, Bull. no.22.
- Hida, N. (1970) : Rare Earth. Newer Metal Industry, March, P.7-14. (in Japanese)
- Holt, D.N. (1965): The Kangankunde Hill Rare Earth Prospect. Geol. Surv. Malawi, Bull. no.20.
- Hutcheson, A.M. (1971): Atlas for Malawi. Collins&Longman Atlases 1971.
- Japan International Cooperation Agency (1981): Life in Africa, Malawi. International Cooperation Service Center.(in Japanese)
- Japan International Cooperation Agency and Metal Mining Agency of Japan (1987): Report on the Cooperative Mineral Exploration in the Chilwa Alkaline Area, Republic of Malawi (Phase I)
- Japan International Cooperation Agency and Metal Mining Agency of Japan (1988): Report on the Cooperative Mineral Exploration in the Chilwa Alkaline Area, Republic of Malawi (Phase II)
- Kamiya, M. (1982): Rare Metal(1). Bonanza, Metal Mining Agency of Japan, no.81, p8-22. (in Japanese)
- Kamiya, M. (1982): Rare Metal(2). Bonanza, Metal Mining Agency of Japan, no.82, p.12-28. (in Japanese)
- Kishimoto, F. (1985): On the Bayan Obo Rare-Earth-Niobium-Iron Ore Deposits of China. Journal of Geography, vol.94, no.4 P.30-47. (in Japanese)

- Rose, A.W., Hawkes, H.E. and Webb, J.S. (1979): *Geochemistry in Mineral Exploration*. Academic Press, London, 657p.
- Suwa, K., Osaki, S., Oana, S., Shiida, I. and Miyakawa, K. (1969): *Isotope Geochemistry and Petrology of the Mbeya Carbonatite, south-western Tanzania, East Africa*. *J. Earth Sci, Nagoya Univ.* 17, P125-168
- Suwa, K., Oana, S., Wada, H. and Osaki, S. (1975): *Isotope Geochemistry and Petrology of African Carbonatites*. *Phys. Chem. Earth*, 9, Pergamon Press, P735-746
- Suwa, K. (1981): *Petrology of Carbonatite*. *Mining Geology*, vol.31, no.6, p.457-465. (in Japanese)
- Takenouchi, S. (1973): *Carbonatite Ore Deposits(I)* *Mining Geology*, vol.23, no.5, p.367-382. (in Japanese)
- Takenouchi, S. (1973): *Carbonatite Ore Deposits(II)* *Mining Geology*, vol.23, no.6, p.437-451. (in Japanese)
- Takenouchi, S. (1981): *Carbonatite Deposits*. *Mining Geology*, vol.31, no.5, p.415-420. (in Japanese)
- Takenouchi, S., Kanehira, K., Komura, K. and Mariko, T. (1986): *Lithium, Beryllium, Niobium, Tantalum, Rare Earth Elements, and Zirconium, Hafnium Ore Deposits-Resources of Rare Metal 2-* *Mining Geology*, vol.36, no.4, p.291-312. (in Japanese)
- Tanaka, T. (1981): *Rare-Earth Behavior in Magmatism and Genesis of Carbonatite*. *Mining Geology*, vol.31, no.6, p.467-478. (in Japanese)
- Tatsumi, T. (1965): *Mineral Deposits Associated with Carbonatite and Alkaline Complexes*. *Journal of Geography*, vol.74, no.1, p.13-33. (in Japanese)
- Tuttle, O.F. and Gittins, J.(ed.)(1966): *Carbonatites*. John Wiley&Sons, London, 591p.
- Vail, J.R. and Mallick, D.I.J. (1961): *The Mongolowe Hills nepheline-syenite ring-complex, southern Malawi*. *Records of the Geol. Surv. Malawi*, vol.3, p.49-60.
- Walshaw, R.D. (1961): *The Geology of the Balaka-Pirilongwe area*. *Records of the Geol. Surv. Malawi*, vol.3, p.5-20.
- Walshaw, R.D. (1965): *The Geology of the Ncheu-Balaka Area*. *Geol. Surv. Malawi, Bull. no.19*.

Appendices

Appendix 1

Assay results (Geochemical samples)

Abbreviation

	OCC
Area	1 : massive 2 : sheet
C : Chilwa Island	3 : dyke 4 : agglomerate
	5 : breccia
	REO
Rock	$\text{La}_2\text{O}_3 + \text{CeO}_2 + \text{Nd}_2\text{O}_3 + \text{Sm}_2\text{O}_3$
10 : carbonatite	$+ \text{Eu}_2\text{O}_3 + \text{Tb}_2\text{O}_3 + \text{Y}_2\text{O}_3$
20 : others (Alkaline rock)	Units
30 : others	ppm

Sample	Rock	Occ	La	Ce	Nd	Sm	Eu	Tb	Nb	Sr	Y	P	REO
8Y001	12	1	603	1177	422	48.00	16.20	.05	1440.0	1876	150	96.0	2909.72
8Y002	2	3	200	369	123	38.50	13.40	7.70	454.0	501	103	2610.0	1031.00
8Y003	12	1	512	907	297	14.50	11.10	6.20	878.0	9632	86	4484.0	2206.70
8Y004	12	1	4187	6130	1731	304.20	84.10	21.10	343.0	4506	542	4997.0	15620.22
8Y005	14	0	4205	7050	1743	209.80	34.20	.05	68.0	7003	331	61403.0	16325.60
8Y006	14	0	17299	26446	6021	685.70	91.40	15.30	79.0	4291	354	7379.0	61156.34
8Y007	13	1	6423	10529	2548	326.90	53.40	13.30	252.0	2788	280	574.0	24246.71
8Y008	13	1	11318	17613	4453	598.10	39.50	8.90	184.0	3926	398	3154.0	41414.75
8Y009	13	1	1372	2624	929	117.80	24.30	1.80	1365.0	4218	45	1927.0	6138.85
8Y010	13	1	497	994	398	72.50	21.20	.05	95.0	8979	77	5517.0	2474.18
8Y011	13	1	1415	2466	1002	233.20	67.00	5.30	365.0	5005	140	3645.0	6388.37
8Y012	13	1	1049	2085	875	166.70	43.10	20.30	5	2474	171	1607.0	5167.92
8Y013	12	1	1109	2371	1177	344.80	110.30	19.20	5	1922	276	506.0	6485.14
8Y014	13	1	461	998	1003	454.60	90.80	34.90	121.0	3343	245	1850.0	2919.60
8Y015	12	1	467	946	391	35.40	18.70	14.20	1009.0	9373	154	6661.0	2440.03
8Y016	14	1	1085	2172	701	133.00	82.30	15.70	96.0	9206	364	6818.0	11221.96
8Y017	14	1	2240	4506	1798	335.30	82.30	15.70	96.0	9206	364	6818.0	11221.96
8Y018	14	1	2725	6385	2202	287.30	49.10	62.00	5	13556	298	1073.0	16644.55
8Y019	14	1	4696	6948	1642	179.50	27.10	16.80	5	3537	947	1247.0	50866.92
8Y020	14	1	10533	21450	8031	1158.00	206.00	19.50	38.0	7473	246	2616.0	14947.80
8Y021	13	1	3905	6136	1793	291.60	62.90	15.70	5	3325	327	498.0	20495.64
8Y022	13	1	5341	8248	2481	404.80	77.50	.05	5	798	132	6130.0	10813.46
8Y023	13	1	2441	4749	1400	201.70	35.20	37.05	34.0	8408	470	1157.0	19573.86
8Y024	13	1	5015	7938	2345	434.70	93.20	.05	292.0	2159	139	2087.0	7768.10
8Y025	13	1	1490	3117	1458	119.70	51.10	1.80	561.0	4091	80	139.0	5898.05
8Y026	13	1	1115	2423	1105	158.50	35.20	28.05	5	2871	269	674.0	13427.68
8Y027	13	1	1519	4935	3766	589.00	118.70	.05	5	2519	269	674.0	13427.68
8Y028	13	1	3211	5180	1717	275.10	58.10	27.60	162.0	5292	158	973.0	12716.68
8Y029	14	1	4322	8496	2813	318.90	51.90	27.60	216.0	1258	522	1782.0	19907.48
8Y030	14	1	1842	3732	1152	153.90	31.50	22.40	5	1232	309	180.0	8720.01
8Y031	14	1	2088	2998	457	90.80	16.60	20.60	5	1439	114	3980.0	6956.67
8Y032	14	1	1577	3487	1068	168.90	25.90	.05	37.0	2363	188	5980.0	7841.88
8Y033	2	3	753	1400	438	79.80	17.50	.05	307.0	12028	125	8753.0	3384.82
8Y034	12	1	491	889	316	41.70	17.50	3.50	273.0	12028	164	6047.0	2319.24
8Y035	12	1	257	518	204	23.00	14.60	7.60	1311.0	3950	128	203.0	1390.32
8Y036	12	1	1363	2057	808	186.10	58.40	.05	1518.0	1930	294	2187.0	5723.86
8Y037	12	1	1198	2447	1122	169.80	46.60	25.70	506.0	1477	224	3135.0	6283.41
8Y038	12	1	424	876	364	29.00	17.60	5.00	285.0	7301	152	5835.0	2250.32
8Y039	12	1	538	1021	425	51.60	28.60	.10	1144.0	2938	268	736.0	2813.86
8Y040	12	1	649	1474	756	118.10	33.60	4.00	329.0	5044	154	3494.0	3828.93
8Y041	1	1	185	419	229	17.30	10.20	4.60	77.0	9206	94	14458.0	1155.11
8Y042	2	1	96	160	63	19.20	2.30	.05	39.0	831	46	1741.0	465.96
8Y043	3	1	51	79	31	10.20	.05	.05	15.0	726	36	1004.0	250.65
8Y044	3	1	72	123	47	8.40	2.30	.05	70.0	1663	28	950.0	338.33
8Y045	13	1	1400	2867	1089	136.80	28.30	.05	143.0	2378	98	1363.0	6748.63
8Y046	13	1	2006	3680	1206	152.20	28.60	.05	328.0	3992	145	1035.0	8672.15
8Y047	13	1	463	976	418	49.70	17.50	.05	1149.0	5316	89	118.0	2420.02
8Y048	13	1	990	1796	602	80.60	21.60	1.70	245.0	4254	144	3850.0	4372.04
8Y049	12	1	1029	1954	605	83.00	26.20	.05	2856.0	4473	187	7592.0	4676.13
8Y050	12	1	502	912	351	37.60	15.10	2.70	234.0	4066	224	11065.0	2466.74

Sample	Rock	Occ	La	Ce	Nd	Sm	Eu	Tb	Nb	Sr	Y	P	REO
8Y051	12	1	638	1102	318	19.40	5.90	7.40	1562.0	14517	57	922.0	2582.66
8Y052	12	1	345	583	171	5.50	6.50	5.40	548.0	2385	90	1720.0	1454.42
8Y053	3	0	1853	4076	1104	234.50	56.80	57.00	1642.0	6749	818	26891.0	9908.42
8Y054	3	0	467	949	395	62.00	22.30	1.60	166.0	2876	187	6427.0	2510.81
8Y055	12	0	722	1235	435	50.50	17.60	6.80	797.0	8116	180	2692.0	3186.08
8Y056	12	0	412	707	217	1.70	5.50	2.40	1657.0	2465	49	700.0	1677.83
8Y057	12	0	372	664	221	0.05	6.40	11.80	1605.0	8119	54	1622.0	1599.06
8Y058	12	0	108	598	171	11.30	7.60	10.05	9155.0	8322	71	6163.0	1172.55
8Y059	13	0	976	1675	581	88.70	24.00	12.40	474.0	9146	94	491.0	4143.53
8Y060	2	0	233	623	338	49.80	23.20	6.40	336.0	11030	286	164631.0	1887.68
8Y061	2	1	477	758	234	49.30	9.60	0.05	253.0	5107	68	6846.0	1917.91
8Y062	12	1	327	914	329	38.90	14.20	0.05	5917.0	4408	192	43069.0	2195.04
8Y063	12	1	384	832	462	102.40	39.40	10.40	220.0	2235	207	1711.0	2450.09
8Y064	12	1	1242	2205	789	110.60	31.90	0.05	97.0	2296	177	355.0	5474.66
8Y065	13	3	1242	2679	1150	196.30	43.30	24.50	375.0	2808	75	1302.0	6488.88
8Y066	2	1	1356	2979	1126	215.20	42.30	10.20	214.0	6844	252	6092.0	7192.11
8Y067	2	1	4419	14979	5426	971.50	125.40	59.50	6.0	2418	407	3058.0	31761.94
8Y068	14	1	1687	5144	2065	284.30	43.10	25.20	5	1082	143	1198.0	11293.79
8Y069	14	1	1129	2233	839	167.10	34.10	7.90	211.0	3065	150	3497.0	5477.63
8Y070	2	1	1023	2050	730	155.10	39.90	2.30	389.0	3936	149	4449.0	4986.56
8Y071	2	1	1009	2548	1211	270.90	59.50	18.20	28.0	4845	151	6927.0	6320.39
8Y072	14	1	2090	4392	1818	370.50	107.80	44.30	95.0	5078	334	5781.0	10994.52
8Y073	14	1	6393	12374	4182	750.00	191.00	62.60	100.0	2547	449	6953.0	29303.93
8Y074	14	1	4845	7708	2063	390.80	92.00	26.10	157.0	6489	389	7177.0	18638.00
8Y075	12	1	4220	9444	2946	971.70	186.60	75.90	37.0	2063	864	1441.0	22510.22
8Y076	14	1	1367	2459	626	127.40	27.20	6.00	241.0	425	146	129.0	5724.67
8Y077	14	1	2435	4681	1758	316.10	75.50	8.90	80.0	5399	302	5269.0	11502.24
8Y078	14	1	2441	3825	1046	203.90	53.30	8.00	315.0	5493	268	4882.0	9427.84
8Y079	2	1	1435	2272	622	117.00	27.90	6.10	365.0	11782	130	9349.0	5538.67
8Y080	2	1	1450	3115	1343	286.00	74.70	19.40	366.0	5177	298	3473.0	7911.06
8Y081	14	1	2441	4793	1443	228.40	41.30	7.50	476.0	2410	254	1412.0	11075.62
8Y082	14	1	584	1132	146	60.50	14.80	3.80	586.0	116	89	36.0	2450.09
8Y083	2	1	1410	2713	1088	223.40	58.40	16.90	73.0	1983	271	1419.0	6944.50
8Y084	2	1	2145	4399	1716	250.00	54.70	3.80	97.0	2216	293	3227.0	10648.74
8Y085	14	1	3038	8898	3333	542.30	100.40	28.50	15.0	4548	324	3124.0	19566.21
8Y086	14	1	3654	8056	2424	346.30	65.70	22.10	175.0	5555	409	4461.0	18027.95
8Y087	14	1	747	1278	236	66.20	14.90	0.05	269.0	273	85	34.0	2922.84
8Y088	14	1	345	733	239	31.50	12.80	0.80	283.0	808	71	951.0	1749.26
8Y089	14	1	1458	3120	1122	196.70	50.60	18.30	100.0	4366	298	2662.0	7536.14
8Y090	2	3	1752	3336	1085	149.80	29.80	8.50	581.0	1946	121	4808.0	7788.54
8Y091	14	1	2705	4862	1893	353.50	78.20	19.80	431.0	3947	243	2886.0	12182.75
8Y092	13	1	1934	3321	954	136.20	30.40	9.50	344.0	6559	203	4671.0	7921.07
8Y093	14	1	1499	3253	1407	214.80	41.80	6.90	123.0	2495	183	3275.0	7933.95
8Y094	13	1	1906	3424	1058	173.60	40.00	5.60	93.0	4651	184	5299.0	8161.86
8Y095	2	3	6163	12089	4659	542.20	96.70	33.60	100.0	1628	537	792.0	28968.48
8Y096	2	1	3565	5952	1490	187.20	36.00	8.10	485.0	12605	221	17740.0	13776.97
8Y097	2	1	381	703	240	35.10	6.60	5.70	545.0	984	59	394.0	1719.89
8Y098	2	1	715	1364	589	85.20	19.80	0.05	394.0	1184	115	1141.0	3468.33
8Y099	3	3	77	136	21	85.20	19.80	7.60	176.0	64	125	1079.0	323.64
8Y100	14	1	4871	8021	2011	184.00	25.10	5.80	140.0	12512	124	11626.0	18314.96

Sample	Rock	Occ	La	Ce	Nd	Sm	Eu	Tb	Nb	Sr	Y	P	REO
8Y101	2	3	162	189	59	05	1.20	.05	18.0	126	20	206.0	517.82
8Y102	14	1	8676	15408	3938	481.20	75.10	29.70	38.0	8562	364	6174.0	34831.30
8Y103	14	1	6537	12896	3931	467.80	84.20	27.10	57.0	1805	405	605.0	29273.43
8Y104	14	1	5022	9900	2724	379.90	69.30	32.40	104.0	5268	486	8271.0	22399.64
8Y105	2	5	867	1546	520	63.90	15.10	5.50	357.0	2821	97	2179.0	3742.93
8Y106	14	1	4431	8968	3398	425.90	71.70	20.70	28.0	8740	247	10224.0	21086.92
8Y107	14	1	7028	15212	6393	1233.00	292.50	82.80	27.0	11769	932	9859.0	37426.36
8Y108	14	1	2061	3845	1052	131.90	26.30	11.40	19.0	1695	298	908.0	8940.89
8Y109	14	1	1566	2775	888	123.50	26.00	.05	10.0	1248	189	657.0	6693.48
8Y110	13	1	1154	2390	601	178.50	17.90	.05	286.0	2392	102	1793.0	5230.71
8Y111	13	1	63	95	16	3.30	4.50	.20	49.0	612	24	3785.0	248.96
8Y112	13	1	823	1739	587	73.30	24.90	17.40	113.0	658	103	615.0	4050.01
8Y113	14	1	1336	2767	737	89.20	21.10	9.20	26.0	892	111	287.0	6103.81
8Y114	13	1	1091	2534	996	143.10	33.00	.05	58.0	1866	153	1739.0	5951.41
8Y115	14	1	8874	14848	4154	776.80	188.30	87.20	30.0	6963	638	7515.0	35515.88
8Y116	14	1	4459	9024	2408	310.70	52.00	22.60	12.0	1656	294	1848.0	19939.63
8Y117	14	1	3464	6809	2003	240.30	40.80	15.80	36.0	582	207	792.0	15121.69
8Y118	14	1	3585	8068	3033	388.50	64.00	34.00	12.0	1392	280	1421.0	18568.69
8Y119	14	1	1006	2283	788	145.70	35.10	20.40	147.0	1452	209	1062.0	5400.94
8Y120	14	1	1508	3397	1169	205.30	52.20	22.90	77.0	4126	327	3126.0	8043.70
8Y121	14	1	536	1301	169	73.50	14.10	2.60	.5	717	187	122.0	3025.50
8Y122	14	1	1251	3008	1202	203.10	49.00	.05	171.0	4254	274	3373.0	7203.15
8Y123	14	1	2644	6171	2209	254.20	44.30	15.40	136.0	1392	214	1004.0	13890.77
8Y124	14	1	604	1629	417	49.10	9.70	.05	69.0	908	72	274.0	3354.81
8Y125	14	1	729	1660	439	57.40	12.60	1.70	458.0	2621	44	5233.0	3544.48
8Y126	2	5	831	1830	553	106.20	28.50	7.60	392.0	3675	95	2821.0	4152.39
8Y127	2	1	145	282	61	13.10	5.90	.05	400.0	1324	25	344.0	635.55
8Y128	12	1	296	533	151	.05	5.10	.05	59.0	5575	66	4450.0	1260.02
8Y129	2	1	158	275	55	28.80	3.90	.05	381.0	539	86	3737.0	729.91
8Y130	2	1	152	276	64	12.30	3.90	.05	2539.0	271	30	1316.0	648.79
8Y131	2	1	82	144	14	15.50	1.00	.05	300.0	1146	62	2229.0	387.28
8Y132	12	1	499	1224	726	172.00	57.20	17.50	834.0	5126	197	951.0	3471.01
8Y133	2	5	2339	5359	2458	644.90	170.10	40.50	70.0	2078	623	6349.0	13973.41
8Y134	2	2	579	1033	350	84.40	18.90	3.90	1102.0	1573	125	4172.0	2638.82
8Y135	2	5	377	480	183	36.10	11.30	.05	1149.0	364	68	2008.0	1386.42
8Y136	12	1	174	403	203	12.50	15.40	3.10	1742.0	2140	192	11958.0	1215.43
8Y137	12	1	115	189	50	8.70	1.00	.05	174.0	453	24	299.0	467.07
8Y138	12	1	29505	33400	5330	577.10	71.80	27.20	464.0	15088	304	11843.0	83009.31
8Y139	13	1	475	954	318	48.70	11.40	8.20	136.0	1737	91	1287.0	2294.18
8Y140	12	1	622	1056	398	44.70	25.60	4.20	551.0	2129	222	1506.0	2858.71
8Y141	12	1	1585	2910	1143	229.90	78.70	42.20	627.0	5110	499	23167.0	7805.54
8Y142	12	1	1585	1253	432	66.80	22.40	5.40	7564.0	3496	141	32815.0	3017.31
8Y143	2	1	1920	3421	1259	20.30	45.20	15.90	127.0	1209	154	1017.0	8210.91
8Y144	13	1	11890	3167	888	116.20	26.70	.05	462.0	6054	181	10448.0	7537.09
8Y145	2	1	88	144	31	12.70	2.30	.05	1085.0	172	35	1085.0	378.10
8Y146	12	1	211	376	98	.05	5.00	3.40	1087.0	6449	41	7496.0	885.33
8Y147	12	1	211	409	174	6.80	13.90	10.00	1258.0	5606	143	19967.0	1169.74
8Y148	12	1	521	707	181	.80	7.60	.05	475.0	1491	60	254.0	1776.36
8Y149	12	1	460	934	275	.05	6.40	.05	1285.0	5350	34	9724.0	2057.89
8Y150	12	1	341	476	148	.05	3.40	.05	1485.0	7707	98	3515.0	1285.60
8Y151	13	1	544	968	342	45.50	15.60	.05	159.0	4498	60	2664.0	2372.69

Appendix 2

Assay results (Drilling core samples)

Abbreviation

NO.	REO
S12~S19 : JMS-12~JMS-19	$\text{La}_2\text{O}_3 + \text{CeO}_2 + \text{Nd}_2\text{O}_3 + \text{Sm}_2\text{O}_3$
T25~T27 : JMT-25~JMT-27	$+ \text{Eu}_2\text{O}_3 + \text{Tb}_2\text{O}_3 + \text{Y}_2\text{O}_3$
C01~C32 : JMC-1~JMC-32	

SAMPLE	Depth (m)	Depth (m)	Thick- ness(m)	La	Ce	Nd	Sm	Eu	Tb	Nb	Si	Y	P	REO
S1201	0.2	7.2	7.0	1638	3483	1414	273.00	76.00	21.80	1813.0	1770	405	9813.0	8791.4
S1202	7.2	11.4	4.2	1574	3698	1793	364.20	83.40	17.40	1031.0	1807	310	5110.0	9410.9
S1203	11.4	16.4	5.0	1233	2671	1104	226.00	58.30	16.30	1292.0	1438	283	5849.0	6721.4
S1204	16.4	21.4	5.0	1183	2508	1046	212.20	50.10	19.20	1542.0	1647	367	9846.0	6491.1
S1205	21.4	26.4	5.0	1473	3165	1282	254.70	64.70	21.70	1960.0	1659	262	6448.0	7837.4
S1206	26.4	31.4	5.0	1812	3501	1205	233.90	64.00	16.40	1112.0	1944	291	5179.0	8569.4
S1207	31.4	36.4	5.0	1082	2333	889	172.90	41.80	10.50	1211.0	2326	135	1611.0	5603.2
S1208	36.4	41.4	5.0	1585	3391	1328	241.30	63.40	17.40	1160.0	2735	315	2738.0	8345.2
S1209	41.4	46.4	5.0	1396	2859	1081	220.30	60.20	17.70	1191.0	1834	279	2736.0	7121.1
S1210	46.4	50.2	3.8	1260	2556	971	195.20	51.70	11.20	986.0	1525	236	4256.0	5347.9
				1434	3036	1216	240.28	62.82	17.28	1362.2	1880	294	5567.5	7572.6
S1301	2.3	7.3	5.0	2440	4574	1715	298.90	74.30	16.40	1130.0	1988	496	7197.0	11560.2
S1302	7.3	12.3	5.0	1402	3171	1364	272.60	77.70	22.30	1607.0	4214	407	3723.0	8077.7
S1303	12.3	17.3	5.0	2080	4201	1646	311.90	82.20	24.00	1134.0	7252	509	4657.0	10649.0
S1304	17.3	22.3	5.0	2523	5021	1805	349.10	81.60	24.80	894.0	943	288	3552.0	12123.7
S1305	22.3	27.3	5.0	1572	3500	1522	300.70	73.60	17.50	1199.0	3408	339	827.0	8801.3
S1306	27.3	29.1	1.8	1557	3594	1536	305.20	82.20	23.10	1184.0	7353	451	525.0	9079.4
S1307	31.1	32.9	1.8	1390	3084	1186	218.00	60.80	18.30	1042.0	5384	468	4882.0	7739.2
S1308	42.7	47.7	5.0	1751	3365	1201	249.40	62.80	13.90	604.0	838	192	471.0	8208.4
S1309	47.7	50.1	2.4	1662	3842	1541	330.70	72.50	16.10	448.0	1216	224	1468.0	9234.9
				1893	3900	1524	295.79	74.79	19.66	1053.4	3307	371	3205.3	9709.4
S1401	0.6	5.0	4.4	3023	5300	1774	577.00	96.70	23.70	1132.0	2834	384	8042.0	13193.0
S1402	5.0	10.0	5.0	2428	4534	1651	325.20	80.60	18.60	1375.0	3658	210	9008.0	11099.5
S1403	10.0	15.0	5.0	2878	5101	1756	329.10	77.30	20.00	1337.0	2517	237	8033.0	12482.7
S1404	15.0	20.0	5.0	2356	4222	1469	293.20	79.90	18.80	1400.0	1844	480	7702.0	10724.9
S1405	20.0	25.0	5.0	2550	4925	1687	313.50	81.20	28.20	1891.0	1711	443	6897.0	12058.9
S1406	25.0	30.0	5.0	2102	4363	1605	328.60	88.70	30.30	1549.0	1927	609	11066.0	10987.0
S1407	30.0	35.0	5.0	2155	4476	1748	332.90	92.90	28.30	936.0	2074	622	110682.0	11378.8
S1408	35.0	40.0	5.0	3566	7373	2753	531.90	126.60	34.60	2633.0	2328	424	7817.0	17788.9
S1409	40.0	46.7	6.7	2784	5650	2106	398.40	90.80	21.00	2307.0	2032	275	4891.0	13600.1
S1410	46.7	50.1	3.4	914	1964	867	188.40	45.90	12.20	602.0	1532	169	3189.0	4995.2
				2530	4906	1782	348.30	87.39	23.85	1597.8	2254	389	7778.2	12096.1
S1501	0.0	5.0	5.0	2318	5167	2179	424.90	110.60	35.10	1636.0	7344	694	10112.0	13147.5
S1502	5.0	10.0	5.0	2499	5658	2486	418.30	109.10	24.10	1277.0	12471	592	12337.0	14169.2
S1503	10.0	15.0	5.0	1638	3442	1491	247.20	70.20	22.00	714.0	13113	557	17783.0	8987.4
S1504	15.0	20.0	5.0	1818	3969	1799	320.20	82.90	27.50	449.0	11354	530	11434.0	10276.3
S1505	20.0	25.0	5.0	1316	2931	1277	228.00	65.20	19.50	487.0	9357	465	15477.0	7584.9
S1506	25.0	30.0	5.0	1668	3406	1441	235.50	64.30	25.80	898.0	5946	439	13152.0	8754.2
S1507	30.0	35.0	5.0	995	2244	1049	189.90	51.80	10.00	525.0	2177	327	7918.0	5853.0
S1508	35.0	40.0	5.0	1324	2838	1204	231.70	66.20	21.00	690.0	3398	410	8616.0	7332.3
S1509	40.0	45.0	5.0	1255	2842	1341	276.40	78.30	16.40	560.0	1987	301	1967.0	7338.1
S1510	45.0	50.1	5.1	1048	2332	1015	201.50	58.10	17.00	547.0	2530	374	6488.0	6072.1
				1587	3481	1527	277.21	75.63	21.83	777.8	6959	469	10520.3	8945.7

SAMPLE	Depth (m)	Depth Thick- ness(m)	La	Ce	Nd	Sm	Eu	Tb	Nb	Sr	Y	P	REO
SI601	0.3	5.3	1956	4543	2022	364.30	97.10	27.90	5042.0	9930	598	9077.0	11557.5
SI602	5.3	9.0	2217	5075	2208	408.90	107.70	32.40	2828.0	4572	454	2646.0	12620.1
SI603	9.0	11.5	6111	9664	2611	434.70	99.60	24.30	806.0	3368	321	2022.0	28135.3
SI604	11.5	15.8	9444	15020	3248	498.20	93.30	50.10	1037.0	2984	310	3455.0	34446.9
SI605	15.8	19.1	2485	5237	2251	452.90	125.80	51.10	4206.0	4192	744	12272.0	13645.3
SI606	19.1	21.2	2002	4526	1983	332.10	88.50	44.90	5122.0	12449	509	9137.0	11404.3
SI607	21.2	22.2	1224	2740	1150	233.60	61.60	22.00	2112.0	2595	218	1330.0	6785.9
SI608	22.2	27.2	4308	7901	2972	542.30	135.10	48.60	1999.0	2451	562	5515.0	19776.3
SI609	27.2	33.3	1940	4351	2053	425.60	114.80	39.10	2060.0	2085	589	6738.0	11443.8
SI610	33.3	38.3	1405	3576	2036	460.60	111.00	27.40	791.0	1738	366	3310.0	9572.6
SI611	38.3	43.3	2542	5435	2248	414.60	100.80	58.10	1228.0	4787	329	1889.0	13359.5
SI612	43.3	48.3	2300	4729	1909	346.70	90.10	12.50	1619.0	13310	561	13310.0	11964.4
SI613	48.3	50.1	1808	3933	1784	381.00	100.70	29.30	919.0	2918	665	19163.0	10467.5
			3120	6056	2272	423.53	105.69	37.04	2235.0	5217	491	6663.9	15024.4
SI701	0.0	7.0	6958	13755	5002	865.50	204.50	77.70	5390.0	3039	1799	38023.0	34500.2
SI702	17.3	19.3	2295	4642	1745	269.20	68.90	15.50	1417.0	25807	576	12902.0	11568.5
SI703	19.3	22.5	1065	2165	814	146.10	40.30	0.05	1144.0	5130	316	12646.0	5474.5
SI704	22.5	28.2	374	779	356	85.60	25.00	47.70	852.0	724	136	3657.0	2166.3
SI705	28.2	31.3	846	1650	615	113.40	33.20	32.10	476.0	1700	441	9054.0	4502.7
SI706	31.3	35.7	653	1323	541	109.40	32.80	15.40	349.0	1890	183	3546.0	3436.4
SI707	35.7	40.7	2734	4176	1197	192.40	44.70	21.90	677.0	2599	201	5035.0	10286.2
SI708	40.7	47.0	1085	2174	779	135.50	37.00	3.70	590.0	1633	225	5569.0	5340.7
SI709	47.0	50.1	1175	1890	524	109.00	29.30	2.20	861.0	1125	182	5020.0	4704.2
			2223	4229	1506	264.79	66.22	28.99	1554.4	3361	520	11879.4	10634.3
SI801	0.6	5.6	4663	8299	2935	413.60	101.90	30.50	3909.0	15394	623	31068.0	20507.2
SI802	5.6	10.6	2953	6139	2276	367.90	89.90	40.40	1257.0	10671	419	14873.0	14765.9
SI803	10.6	15.6	5921	10167	3382	503.20	114.70	21.30	1756.0	4734	465	15846.0	24730.0
SI804	15.6	25.8	12162	16758	4400	592.50	119.20	31.70	398.0	19468	388	7519.0	41329.8
SI805	25.8	30.8	4258	7212	2473	362.50	85.90	26.60	1628.0	25649	395	13184.0	17786.7
SI806	30.8	35.8	12163	16962	4388	605.10	120.00	4.80	1678.0	43873	492	16109.0	41684.2
SI807	35.8	40.8	10753	15212	4230	641.80	135.00	40.60	1130.0	31665	547	24816.0	37868.0
SI808	40.8	45.8	8275	13921	4448	650.30	138.50	45.40	1213.0	17758	662	25194.0	33795.7
SI809	45.8	50.2	8657	13421	4104	568.10	122.60	39.50	658.0	33061	543	23312.0	32957.0
			8207	12493	3702	529.54	114.61	31.15	1407.5	22031	491	17837.0	30690.8
SI901	2.0	3.0	2886	5884	2324	405.60	97.20	27.80	2773.0	1539	455	3142.0	14513.5
SI902	3.0	7.6	5342	8578	2903	395.00	81.20	19.90	1254.0	9119	362	4100.0	21219.7
SI903	7.6	9.6	3824	6233	1783	321.00	77.30	14.60	1043.0	17313	337	6926.0	15125.3
SI904	12.7	17.7	3253	5278	1596	259.70	69.80	19.70	981.0	1616	371	6243.0	13045.7
SI905	17.7	22.7	2131	3369	1057	175.40	51.30	14.10	620.0	4141	265	6827.0	18509.5
SI906	22.7	28.3	2836	4432	1324	216.90	61.20	8.50	745.0	2212	378	7103.0	11125.2
SI907	28.3	33.3	505	911	331	61.60	23.20	4.50	716.0	976	100	1028.0	2327.5
SI908	33.3	38.3	1127	2064	681	113.50	30.40	7.60	710.0	874	107	1729.0	4862.1
SI909	38.3	43.3	593	1150	425	75.30	27.10	10.30	826.0	887	90	1786.0	2843.2
SI910	43.3	48.3	360	778	366	67.60	25.50	1.90	737.0	708	105	3049.0	2047.9
SI911	48.3	50.3	1567	2753	1017	188.60	50.80	10.50	648.0	1117	171	6972.0	6911.5
			2080	3451	1128	181.90	48.81	11.23	863.8	3070	231	4267.4	8566.5
			(11 Samples)										

SAMPLE	Depth (m)	Depth (m)	Thick- ness(m)	La	Ce	Nd	Sm	Eu	Tb	Nb	Sr	Y	P	REO
T2501	1.6	6.6	5.0	2053	4218	1517	264.40	96.30	36.20	2483.0	22242	1047	89758.0	11146.3
T2502	6.6	10.6	4.0	2885	4913	1485	266.90	83.70	35.50	2021.0	16262	1098	94042.0	12990.6
T2503	10.6	15.6	5.0	2418	4498	1440	273.70	91.70	32.40	771.0	5803	1427	136253.0	12312.2
T2504	15.6	20.6	5.0	2488	4660	1521	271.50	88.10	14.40	1437.0	5499	1362	129063.0	12577.7
T2505	20.6	24.7	4.1	2361	3499	941	186.80	72.40	35.90	1458.0	6462	1457	141406.0	10355.7
T2506	24.7	27.0	2.3	2451	4254	1309	274.00	100.80	24.10	3287.0	9439	1632	138915.0	12160.2
T2507	27.0	32.0	5.0	1405	2632	916	224.80	93.10	26.90	478.0	5468	1606	141350.0	8387.4
T2508	32.0	37.7	5.7	1583	2883	968	234.00	91.90	24.70	1050.0	5260	1559	142559.0	8912.1
T2509	44.0	50.3	6.3	2602	4978	1672	316.50	104.10	43.60	1797.0	4723	1401	113384.0	13431.8
(9 Samples)				2219	4048	1317	258.57	91.73	30.89	1527.7	8680	1392	124633.6	11319.0
T2601	4.7	7.8	3.1	1779	3947	1430	263.10	82.10	24.80	3232.0	4114	878	78724.0	10144.9
T2602	7.8	12.5	4.7	1405	2893	1175	177.30	62.40	13.30	2924.0	3147	640	42474.0	7676.8
T2603	12.5	13.8	1.3	2496	5151	1734	289.10	84.10	28.40	5198.0	4690	755	47295.0	12599.4
T2604	14.8	17.8	3.0	2316	4045	1291	200.40	66.80	17.10	945.0	4135	645	48168.0	10337.9
T2605	17.8	21.3	3.5	4287	6253	1671	234.20	65.90	19.40	1402.0	31602	513	30519.0	15677.5
T2606	21.7	28.3	6.6	5395	7460	1694	270.40	75.90	54.10	1668.0	3950	684	68280.0	18796.9
T2607	28.3	33.3	5.0	1971	3653	1295	238.90	78.00	31.60	745.0	22528	787	47773.0	9711.2
T2608	33.3	37.7	4.4	3790	5919	1854	315.60	92.70	28.10	714.0	52372	857	52865.0	15470.1
T2609	37.7	39.9	2.2	1603	3017	1055	171.70	53.60	1.20	1648.0	6538	495	28838.0	7706.6
T2610	39.9	46.7	6.8	1752	2989	1082	165.80	50.60	21.20	432.0	4522	417	26887.0	7792.1
T2611	46.7	50.2	3.5	111	175	12	8.10	1.20	8.80	222.0	1362	12	1243.0	395.3
(11 Samples)				2614	4256	1303	211.95	64.70	25.21	1439.4	13054	604	43746.5	10928.2
T2701	1.5	6.4	4.9	41	150	51	5.40	6.30	3.20	221.0	15693	72	8361.0	400.4
T2702	6.4	10.5	4.1	52	137	22	6.60	3.80	1.20	190.0	8095	33	6718.0	310.2
T2703	10.5	12.4	1.9	25	129	66	31.60	19.40	15.80	195.0	2238	201	19741.0	597.3
T2704	12.4	17.4	5.0	1332	2666	1039	152.80	45.30	12.70	314.0	2565	350	26032.0	6736.6
T2705	17.4	21.4	4.0	1887	3132	959	151.00	48.80	18.60	372.0	2615	408	25967.0	7949.0
T2706	21.4	26.4	5.0	1797	3399	1194	209.50	72.80	26.40	1169.0	2598	727	53748.0	8955.1
T2707	26.4	30.5	4.1	1349	2595	943	167.90	58.20	23.80	414.0	3218	545	48249.0	6850.3
T2708	30.5	35.7	5.2	1965	3433	1191	219.40	71.20	13.30	1259.0	24576	624	41173.0	9054.1
T2709	39.4	42.6	3.2	3186	5086	1509	228.10	52.50	24.50	969.0	24200	246	14542.0	12408.3
T2710	42.6	49.9	7.3	3713	5308	1332	186.10	42.00	11.40	1196.0	28671	196	11935.0	12953.2
(10 Samples)				1716	2862	897	144.22	43.68	14.52	698.2	12938	349	25834.6	7249.6
JMT07	0.0	8103	9770	1635	229.60	32.40	10.20	146.0	37763	41	89.0	23776.5		
JMT22	0.0	13965	15452	2429	348.10	35.50	5.00	508.0	56987	40	2.5	38839.7		
JMT26	0.0	16328	18221	2623	354.30	35.80	6.90	35.0	68647	34	2.5	45090.1		
8Y153	0.0	337	718	368	124.50	66.00	62.70	.5	5965	2260	129629.0	4889.31		
8Y154	0.0	269	558	277	73.00	45.30	46.70	.5	5292	1667	114074.0	3631.72		

SAMPLE	Depth (m)	Depth Thick- ness(m)	La	Ce	Nd	Sm	Eu	Tb	Nb	Si	Y	P	REO
C0101	6.9	13.7	196	388	118	22.50	3.50	0.05	432.0	1428	43	2421.0	928.8
C0102	13.7	16.4	664	1101	277	45.00	10.60	0.05	443.0	1590	93	2637.0	2636.5
C0103	16.4	19.0	487	958	285	53.00	12.80	0.80	579.0	2520	80	6873.0	2258.8
C0104	19.0	22.3	318	529	198	29.90	8.90	0.05	416.0	2762	64	3606.0	1502.6
C0105	22.3	25.2	766	1246	348	55.30	16.50	0.05	436.0	3047	92	6163.0	3034.5
C0106	25.2	29.6	425	823	253	46.10	14.30	0.05	469.0	3443	81	7502.0	1977.1
C0107	29.6	34.6	214	408	108	14.60	17.30	0.05	291.0	2388	44	1760.0	959.3
C0108	34.6	40.7	1116	1758	474	88.70	25.00	8.30	443.0	2550	130	5124.0	4327.1
C0109	40.7	44.3	290	492	122	17.90	7.60	0.05	311.0	6430	49	2466.0	1178.5
C0110	44.3	50.2	252	467	120	19.60	8.00	2.40	354.0	6564	53	1758.0	1111.1
(10 Samples)													
C0201	0.7	7.2	461	801	223	38.53	11.30	1.58	408.9	3303	71	3776.9	1934.3
C0202	7.2	11.2	736	1349	348	51.80	21.30	10.00	1336.0	5369	189	32492.0	3262.0
C0203	11.2	13.0	861	1490	405	75.30	21.70	5.70	2161.0	2423	129	8024.0	3594.8
C0204	13.0	16.8	175	322	70	14.70	5.70	0.05	286.0	1532	69	1370.0	793.7
C0205	16.8	31.0	92	183	39	6.00	3.10	0.05	1194.0	7401	117	6172.0	2198.0
C0206	31.0	36.4	651	1173	379	47.00	21.00	7.00	958.0	4088	137	4687.0	430.6
C0207	36.4	37.5	785	1265	385	68.10	21.40	6.80	920.0	4180	159	11512.0	2906.9
C0208	37.5	42.5	199	519	347	56.60	27.50	2.10	761.0	8011	114	1928.0	3236.7
C0209	42.5	47.5	425	856	483	95.70	37.70	4.00	980.0	6819	157	3943.0	1520.1
C0210	47.5	50.1	671	1098	378	50.20	22.50	4.90	480.0	12045	130	5273.0	2471.5
(10 Samples)													
C0301	1.1	4.4	426	736	265	41.93	17.51	3.59	854.7	4296	109	7243.3	2831.2
C0302	4.4	9.6	466	6007	1409	213.20	44.30	8.50	262.0	3938	227	3846.0	1984.9
C0303	9.6	12.1	1629	2769	960	178.60	42.40	5.50	485.0	5763	164	4757.0	14854.8
C0304	12.1	16.7	1004	1562	444	77.20	19.40	6.20	700.0	6065	101	5959.0	6901.4
C0305	16.7	22.2	4080	5231	1115	199.40	43.50	4.70	685.0	4538	197	4124.0	3861.0
C0306	22.2	27.2	2654	7013	1833	331.90	68.90	9.60	470.0	4869	290	4476.0	13046.9
C0307	27.2	32.2	4089	3750	927	156.30	34.10	0.60	708.0	9080	123	10172.0	17404.4
C0308	32.2	37.2	2259	6105	1778	356.20	89.40	21.30	278.0	4060	439	3444.0	9176.7
C0309	37.2	42.2	6363	8696	2035	356.10	81.70	32.70	534.0	7425	249	7963.0	15465.3
C0310	42.2	47.2	8870	11326	2680	504.30	104.40	31.70	498.0	6261	416	6716.0	9121.1
C0311	47.2	50.3	1151	1933	610	128.90	35.50	6.60	352.0	4120	153	4133.0	21588.9
(11 Samples)													
C0401	3.5	9.6	3994	5583	1432	261.82	59.23	12.95	503.4	5609	269	5917.3	28756.7
C0402	9.6	17.5	872	1143	233	42.50	14.30	2.30	213.0	986	76	1364.0	4839.4
C0403	17.5	22.5	308	582	176	18.40	8.90	0.05	339.0	1590	35	3254.0	13940.0
C0404	22.5	27.3	606	876	199	29.40	7.90	1.60	232.0	1650	52	2860.0	2863.2
C0405	27.3	32.2	447	746	204	29.80	8.60	0.05	289.0	1876	57	4677.0	1357.4
C0406	32.2	39.0	460	802	275	58.60	18.20	0.05	327.0	1135	96	1478.0	2129.7
C0407	39.0	45.0	445	730	240	43.90	13.60	0.05	283.0	5063	71	3238.0	1795.3
C0408	45.0	50.2	793	1461	597	123.00	31.00	1.50	290.0	4448	136	4270.0	2056.1
(8 Samples)													
			336	601	187	26.90	8.30	5.70	297.0	2833	48	4761.0	1855.2
			529	863	264	46.21	13.90	1.33	285.6	2510	48	3220.9	3773.4
											71		1458.5
													2149.2

SAMPLE	Depth (m)	Depth Thick- (m)	ness(m)	La	Ce	Nd	Sm	Eu	Tb	Nb	Si	Y	P	REO
C0501	2.8	5.5	2.7	85	80	35	0.05	2.10	6.80	42.0	139	27	2893.0	283.4
C0502	5.5	8.3	2.8	200	360	148	0.05	7.30	14.20	324.0	603	69	3655.0	961.7
C0503	8.3	15.0	6.7	59	94	47	0.05	2.50	0.05	51.0	434	27	3170.0	276.7
C0504	15.0	19.9	4.9	53	117	56	2.90	3.20	0.05	193.0	3066	40	4794.0	329.1
C0505	19.9	24.0	4.1	400	728	241	37.40	14.10	4.40	674.0	4980	143	16754.0	1890.6
C0506	24.0	29.0	5.0	777	1408	457	38.70	19.10	10.90	729.0	3769	152	5648.0	3445.9
C0507	29.0	34.0	5.0	412	743	273	18.00	12.40	9.50	504.0	3523	134	9440.0	1930.4
C0508	34.0	39.0	5.0	447	778	287	18.30	13.30	4.80	772.0	3436	120	6702.0	2008.9
C0509	39.0	44.0	5.0	257	522	218	3.40	9.30	4.30	361.0	3303	90	3332.0	1330.6
C0510	44.0	50.3	6.3	515	1128	465	63.00	26.40	5.70	772.0	2922	156	4619.0	2839.8
(10 Samples)														
C0601	0.0	5.2	5.2	333	627	236	20.15	11.65	5.48	458.2	2715	99	6024.8	1603.1
C0602	5.2	11.6	6.4	1917	3466	1234	258.00	64.00	5.50	1164.0	4034	324	13248.0	8734.9
C0603	11.6	17.7	6.1	1292	2253	816	174.50	47.80	7.80	1046.0	4072	247	8662.0	5814.1
C0604	17.7	22.7	5.0	112	278	105	27.10	10.80	0.05	712.0	784	64	741.0	720.5
C0605	22.7	27.7	5.0	185	479	246	75.40	22.30	8.20	1065.0	1284	115	1269.0	1360.8
C0606	27.7	32.7	5.0	55	194	53	21.40	6.80	3.10	768.0	1125	48	429.0	461.8
C0607	32.7	37.7	5.0	248	495	80	28.90	8.80	0.05	774.0	825	59	544.0	1110.8
C0608	37.7	42.0	4.3	70	221	81	15.40	7.10	0.05	718.0	607	52	1105.0	540.1
C0609	42.0	47.0	5.0	115	307	112	28.00	7.10	0.05	659.0	949	54	1487.0	751.8
C0610	47.0	50.1	3.1	393	838	392	73.10	24.10	14.70	879.0	1666	126	4620.0	2236.8
(10 Samples)														
C0701	0.0	9.7	9.7	947	2025	779	167.80	45.10	11.20	1091.0	1994	224	2295.0	5050.1
C0702	9.7	13.5	3.8	541	1055	388	86.53	24.36	4.88	884.8	1789	131	3646.5	2684.0
C0703	13.5	17.3	3.8	1839	3354	1158	220.50	53.10	24.80	889.0	4772	255	13599.0	8295.8
C0704	17.3	23.4	6.1	77	191	45	7.20	1.10	6.50	474.0	1641	20	1749.0	419.9
C0705	23.4	29.4	5.0	6176	8116	1911	318.60	58.70	20.40	90.0	3525	377	7230.0	20378.9
C0706	29.4	34.4	5.0	1836	2420	471	73.70	14.60	0.70	307.0	2231	102	2557.0	5907.3
C0707	34.4	39.4	5.0	193	394	124	24.20	5.80	0.05	239.0	1703	40	2212.0	940.5
C0708	39.4	44.5	5.1	490	935	231	37.30	8.60	0.05	271.0	2060	51	2434.0	2110.4
C0709	44.5	50.2	5.7	585	884	176	38.90	7.60	0.80	346.0	1725	57	1930.0	2104.2
(9 Samples)														
C0801	2.4	9.4	7.0	231	459	106	18.20	4.20	0.05	221.0	3601	43	2877.0	1038.9
C0802	9.4	14.4	5.0	208	387	91	13.50	3.40	0.05	274.0	8320	32	1944.0	885.6
C0803	14.4	19.4	5.0	1250	1920	513	91.43	19.96	7.16	408.9	3511	117	4883.4	4708.5
C0804	19.4	24.4	5.0	1534	2668	712	111.00	24.80	13.10	313.0	1488	179	574.0	6299.6
C0805	24.4	29.4	5.0	250	492	139	25.60	7.40	4.30	436.0	2286	40	3293.0	1153.5
C0806	29.4	32.2	2.8	288	556	155	27.60	8.70	0.05	388.0	2467	45	4191.0	1294.8
C0807	32.2	38.5	6.3	253	494	163	15.90	7.10	0.05	338.0	2709	43	3046.0	1174.8
C0808	38.5	42.4	3.9	283	541	183	23.60	7.90	8.40	381.0	1947	46	1792.0	1314.3
C0809	42.4	46.0	3.6	185	347	91	13.80	2.40	0.05	318.0	2160	31	1830.0	807.4
C0810	46.0	50.3	4.3	185	347	91	13.80	2.40	0.05	318.0	2160	31	1830.0	807.4
(10 Samples)														
C0801	2.4	9.4	7.0	516	968	320	48.60	13.20	0.30	493.0	2978	67	7997.0	2324.2
C0802	9.4	14.4	5.0	229	433	121	18.40	7.70	0.05	452.0	2021	35	4483.0	1016.2
C0803	14.4	19.4	5.0	362	697	204	26.00	9.70	4.60	482.0	2503	49	6151.0	1627.3
C0804	19.4	24.4	5.0	465	901	308	37.90	11.10	7.60	443.0	2734	58	6778.0	2150.2
C0805	24.4	29.4	5.0	502	923	271	39.95	11.10	4.32	403.0	2316	67	3964.6	2186.9

SAMPLE	Depth (m)	Depth Thick-ness (m)	La	Ce	Nd	Sm	Eu	Tb	Nb	Y	P	REO
C0901	5.7	10.2	1552	2510	708	96.10	22.80	0.05	365.0	3829	8245.0	6012.3
C0902	10.2	12.4	366	723	231	36.50	11.20	0.05	879.0	1470	4713.0	1720.6
C0903	12.4	19.6	860	1793	728	98.90	23.90	0.05	588.0	3027	11325.0	4386.0
C0904	19.6	24.6	330	666	202	32.10	9.90	0.05	904.0	1725	8379.0	1551.5
C0905	24.6	28.3	322	589	150	25.50	6.90	0.05	876.0	1094	3894.0	1365.6
C0906	28.3	33.3	175	327	78	14.10	3.10	3.50	624.0	725	1507.0	759.9
C0907	33.3	35.4	196	356	85	14.70	4.70	3.90	438.0	685	3656.0	822.1
C0908	35.4	40.4	202	377	97	8.20	4.00	2.20	438.0	822	3095.0	867.3
C0909	40.4	44.7	675	1093	263	27.90	8.00	0.05	589.0	1522	4629.0	2539.5
C0910	44.7	50.1	466	734	144	18.50	5.50	0.05	732.0	1126	2889.0	1676.8
(10 Samples)												
C1001	2.2	7.2	553	996	303	41.48	10.76	0.86	552.9	1728	5664.6	2366.4
C1002	7.2	12.9	867	1579	488	71.20	16.40	0.05	291.0	7665	7562.0	3756.2
C1003	12.9	16.4	2918	4862	2994	375.10	57.10	18.70	263.0	7248	10091.0	33196.2
C1004	16.4	18.6	2530	4219	1034	125.70	20.30	2.70	443.0	5112	5954.0	10798.5
C1005	18.6	22.2	4971	9367	2269	330.30	61.00	0.05	344.0	3927	3870.0	9623.3
C1006	22.2	28.0	640	1206	326	34.80	9.20	0.05	236.0	7984	7451.0	20817.7
C1007	28.0	30.1	971	1852	530	68.10	15.70	2.90	410.0	1861	1883.0	2732.7
C1008	30.1	33.8	445	836	248	32.20	0.05	0.05	471.0	2223	3172.0	4285.4
C1009	33.8	39.1	4312	7933	1625	243.80	38.10	17.50	362.0	2818	2503.0	17260.0
C1010	39.1	42.6	1866	4586	1579	256.50	46.80	0.05	184.0	4728	4597.0	10230.5
C1011	42.6	50.3	545	1080	279	39.80	11.50	25.10	484.0	2297	2502.0	2461.8
(11 Samples)												
C1101	1.1	7.3	2697	4857	1112	152.48	26.64	10.23	350.4	4344	4716.0	10814.6
C1102	7.3	11.7	4243	7681	1972	306.50	58.50	7.80	217.0	6210	8954.0	17527.0
C1103	11.7	15.5	2916	5569	1361	218.60	38.50	0.05	189.0	2250	2301.0	12400.9
C1104	15.5	20.5	708	1244	349	32.90	8.60	0.05	345.0	1044	1137.0	2899.6
C1105	20.5	25.5	1672	2959	661	116.70	22.90	17.40	271.0	2799	2988.0	6700.0
C1106	25.5	30.5	1001	1917	475	72.50	16.30	0.05	381.0	2799	3302.0	4290.5
C1107	30.5	34.3	2358	3978	713	131.80	16.50	0.50	317.0	2060	1963.0	8793.3
C1108	34.3	38.5	3032	4908	1225	175.40	26.30	0.05	270.0	2770	2697.0	11426.2
C1109	38.5	44.3	3189	4883	1254	223.60	40.60	13.90	368.0	7011	6121.0	11769.2
C1110	44.3	50.1	2200	3749	995	55.80	10.70	15.20	269.0	2920	2320.0	4457.7
(10 Samples)												
C1201	2.2	6.4	2232	3942	957	149.25	26.90	5.83	269.9	3227	3389.5	9026.8
C1202	6.4	11.4	9907	17745	5190	683.60	116.70	26.50	42.0	6192	6463.0	40946.4
C1203	11.4	17.2	3559	6838	2434	349.90	64.50	25.80	240.0	4701	4546.0	16240.1
C1204	17.2	22.2	2077	3626	964	124.50	20.40	7.30	288.0	5709	4936.0	8338.1
C1205	22.2	25.2	1569	2666	685	89.60	16.70	8.40	220.0	6196	5264.0	6175.5
C1206	25.2	31.0	4692	7339	1628	190.40	0.05	17.00	211.0	6864	5160.0	16854.1
C1207	31.0	34.2	864	1570	479	75.90	15.90	0.05	422.0	6079	7336.0	3744.9
C1208	34.2	39.7	4575	8275	2409	309.50	48.40	13.30	382.0	5386	4824.0	19027.8
C1209	39.7	44.9	4138	7290	1993	279.10	47.90	17.10	58.0	2556	1739.0	16846.2
C1210	44.9	50.2	3564	4986	1071	142.60	23.40	3.40	366.0	5854	5802.0	11909.9
(10 Samples)												
C1210	44.9	50.2	4935	7194	1405	180.80	28.10	0.70	294.0	2999	2497.0	16701.1
C1210	44.9	50.2	3760	6351	1715	229.74	37.41	11.12	254.8	5148	4817.9	14764.3

SAMPLE	Depth (m)	Depth (m)	Thick-ness (m)	La	Ce	Nd	Sm	Eu	Tb	Nb	Sr	Y	P	REO
C1301	1.8	5.2	3.4	1193	2794	888	127.80	29.00	8.30	234.0	7601	139	6030.0	6233.7
C1302	5.2	10.7	3.5	1160	2081	686	109.30	24.30	18.70	263.0	7652	109	5479.0	5030.9
C1303	10.7	16.5	5.8	1385	2730	1016	181.90	43.40	0.05	282.0	8572	149	6927.0	6612.3
C1304	16.5	22.5	6.0	1161	2596	1054	160.40	38.20	0.05	280.0	6095	183	10648.0	6241.5
C1305	22.5	27.9	5.4	868	1828	747	134.60	40.50	13.70	484.0	7287	341	23552.0	4785.8
C1306	27.9	32.9	5.0	820	1889	874	123.80	30.10	13.60	579.0	4629	200	36969.0	4748.8
C1307	32.9	37.9	5.0	893	1803	734	120.10	33.50	0.40	784.0	5821	209	28251.0	4561.4
C1308	37.9	42.9	5.0	1273	3080	1021	141.40	31.20	0.50	685.0	3595	148	19618.0	6854.6
C1309	42.9	47.9	5.0	1173	2326	1016	169.40	44.20	27.00	566.0	5367	226	17217.0	5982.7
C1310	47.9	50.3	2.4	1144	2424	1024	165.10	43.40	6.00	640.0	4485	231	13493.0	6054.6
(10 Samples)														
C1401	0.4	5.2	4.8	1106	2341	902	143.29	35.69	8.82	469.6	6214	193	17000.8	5686.1
C1402	5.2	9.0	3.8	546	961	358	54.40	14.60	0.05	112.0	3955	52	2664.0	2384.1
C1403	9.0	17.0	8.0	2831	4336	1233	207.20	47.50	12.90	141.0	3565	91	4608.0	10508.8
C1404	17.0	22.0	5.0	731	1492	573	99.80	25.30	3.60	298.0	7170	99	6593.0	3632.7
C1405	22.0	27.0	5.0	1003	2037	858	151.70	39.00	15.20	234.0	3270	144	9764.0	5099.9
C1406	27.0	31.4	4.4	982	2006	804	126.80	35.00	14.20	365.0	2624	108	1168.0	4893.8
C1407	31.4	36.2	4.8	1114	2434	1121	165.00	40.30	10.10	220.0	2746	144	2051.0	6035.3
C1408	36.2	41.2	5.0	2327	4222	1580	266.60	64.70	17.70	263.0	2076	133	1867.0	10329.9
C1409	41.2	46.2	5.0	2276	3732	1336	272.30	71.00	27.90	174.0	4437	162	7988.0	9446.4
C1410	46.2	50.2	4.0	1643	2899	1050	170.80	40.50	4.20	188.0	2733	92	1185.0	7078.2
(10 Samples)														
C1501	2.6	9.6	7.0	1646	3465	1485	242.80	56.60	16.70	130.0	3188	108	2237.0	8420.9
C1502	9.6	14.3	4.7	1434	2635	998	169.31	42.06	11.68	221.1	3823	113	4226.9	6483.0
C1503	14.3	19.3	5.0	587	1072	287	53.50	12.50	2.90	442.0	2185	93	14491.0	2537.6
C1504	19.3	24.0	4.7	928	1683	776	184.40	45.10	7.00	1215.0	3149	155	18610.0	4531.1
C1505	24.0	27.1	3.1	904	1626	493	88.80	22.90	3.30	529.0	3398	142	21871.0	3945.6
C1506	27.1	32.1	5.0	643	1264	397	53.40	17.50	0.05	1138.0	3233	112	20917.0	2993.8
C1507	32.1	37.1	5.0	497	932	276	46.40	12.80	4.90	439.0	1810	78	11820.0	2222.6
C1508	37.1	41.9	4.8	366	654	191	31.90	10.60	8.70	218.0	1255	63	4160.0	1594.4
C1509	41.9	44.6	2.7	287	529	169	18.30	8.10	2.70	231.0	1801	54	4894.0	1285.6
C1510	44.6	50.2	5.6	584	1066	324	62.90	18.00	18.30	257.0	1737	99	5589.0	2612.5
(10 Samples)														
C1601	4.0	9.0	5.0	625	1049	353	78.50	22.10	5.10	322.0	2026	104	4348.0	2687.5
C1602	9.0	14.0	5.0	1485	2095	459	90.40	20.00	9.20	264.0	2465	114	5209.0	5133.2
C1603	14.0	19.0	5.0	706	1218	372	70.40	18.64	6.20	503.9	2327	102	11475.2	2997.7
C1604	19.0	24.0	5.0	1464	2365	903	223.50	60.00	15.40	394.0	3391	231	5553.0	6314.2
C1605	24.0	29.8	5.8	457	817	223	34.60	11.10	5.90	1096.0	1597	70	7069.0	1948.0
C1606	29.8	30.8	1.0	457	1340	390	68.50	17.00	0.05	638.0	2108	122	10858.0	3230.6
C1607	30.8	35.4	4.6	674	1262	367	60.40	16.10	0.05	763.0	2174	104	12053.0	2989.1
C1608	35.4	40.8	5.4	515	939	265	45.40	12.60	1.60	555.0	2545	81	13802.0	2238.1
C1609	40.8	43.9	3.1	463	881	274	42.50	11.60	0.05	483.0	5531	75	17217.0	2102.5
C1610	43.9	50.2	6.3	385	731	255	37.50	8.90	0.05	440.0	17909	62	13449.0	1779.2
(10 Samples)														
C1601	4.0	9.0	5.0	503	906	298	41.00	10.50	2.00	363.0	9858	70	13582.0	2201.0
C1602	9.0	14.0	5.0	358	610	236	38.50	9.80	0.05	427.0	5059	78	8554.0	1599.3
C1603	14.0	19.0	6.3	382	628	189	26.80	5.60	8.00	435.0	7486	52	1207.0	1552.5
C1604	19.0	24.0	6.3	610	1068	345	63.27	16.64	3.85	567.2	5738	96	9118.3	2647.2

SAMPLE	Depth~ (m)	Depth (m)	Thick- ness(m)	La	Ce	Nd	Sm	Eu	Tb	Nb	Sr	Y	P	REO
C1701	0.0	2.0	2.0	528	932	311	13.40	13.80	2.10	138.0	2202	67	3064.0	2245.5
C1702	2.0	9.6	7.6	1089	1996	975	152.30	42.30	10.30	428.0	932	167	5361.0	5233.3
C1703	9.6	14.0	4.4	563	1011	309	63.70	16.50	0.05	360.0	250	85	1287.0	2544.8
C1704	14.0	17.3	3.3	415	729	225	43.50	13.20	0.05	376.0	1126	82	3486.0	1814.3
C1705	17.3	21.7	4.4	442	803	286	33.80	14.00	1.90	291.0	1620	85	2504.0	2003.0
C1706	21.7	25.8	4.1	609	1546	933	176.20	36.00	0.05	190.0	4453	189	4784.0	4186.9
C1707	25.8	30.4	4.6	669	2222	1692	281.00	58.70	12.60	643.0	1085	207	11994.0	6157.6
C1708	30.4	36.3	5.9	495	1007	376	66.60	17.90	0.05	1171.0	395	86	21892.0	2462.9
C1709	36.3	41.0	4.7	496	944	342	61.60	16.90	1.20	955.0	525	103	13898.0	2363.0
C1710	41.0	46.2	5.2	754	1473	472	77.70	20.70	19.30	537.0	2763	110	22540.0	3519.7
C1711	46.2	50.2	4.0	381	697	225	46.10	11.80	0.05	503.0	138	62	2890.0	1711.1
	(11 Samples)			625	1291	597	100.41	25.58	5.10	549.3	1323	119	9424.2	3317.5
C1801	3.5	8.5	5.0	931	2024	688	112.00	26.80	0.05	467.0	492	128	4904.0	4703.3
C1802	8.5	11.7	3.2	1358	2562	929	152.00	34.50	6.10	515.0	4186	188	4478.0	6284.3
C1803	11.7	14.2	2.5	695	2354	1306	172.80	33.20	13.50	1.0	440	130	2272.0	5648.3
C1804	14.2	19.2	5.0	1121	2295	840	186.30	29.30	4.30	483.0	533	163	2053.0	5516.6
C1805	19.2	24.2	5.0	1223	2527	987	160.70	36.80	2.80	453.0	456	181	2034.0	6150.1
C1806	24.2	30.2	6.0	968	1785	611	98.90	23.10	9.10	487.0	573	131	2167.0	4258.2
C1807	30.2	35.2	5.0	1345	2277	727	115.00	25.20	7.10	568.0	1471	111	4396.0	5533.3
C1808	35.2	40.2	5.0	1154	2020	702	121.20	27.10	4.30	466.0	744	158	2438.0	5030.3
C1809	40.2	47.8	7.6	854	1700	619	103.70	24.50	9.10	639.0	587	137	2595.0	4144.2
C1810	47.8	50.1	2.3	875	1568	607	78.50	19.30	0.05	509.0	4244	105	4780.0	3783.7
	(10 Samples)			1057	2082	762	122.46	27.60	5.79	488.9	1087	144	3065.5	5048.2
C1901	1.0	5.7	4.7	2704	7073	2776	360.20	65.90	20.00	43.0	4687	484	6414.0	16226.1
C1902	5.7	10.9	5.2	2920	6970	2733	378.20	72.90	32.50	110.0	1430	407	861.0	16248.4
C1903	10.9	13.0	2.1	2088	5301	1854	215.80	40.50	6.50	340.0	4514	229	6742.0	11716.2
C1904	13.0	18.3	5.3	2724	5496	1790	245.40	45.10	9.00	89.0	3622	225	3588.0	12664.5
C1905	18.3	25.3	7.0	1479	2743	809	120.80	27.90	11.50	428.0	3567	129	10646.0	6336.1
C1906	25.3	27.4	2.1	942	1695	532	88.10	22.30	10.90	259.0	1853	116	9694.0	4094.6
C1907	27.4	29.3	1.9	61	150	59	8.90	4.80	0.05	71.0	554	31	4321.0	379.9
C1908	29.3	38.0	8.7	26	61	32	0.05	3.50	13.40	57.0	1683	25	4101.0	194.0
C1909	38.0	40.5	2.5	59	118	55	12.20	1.40	0.05	76.0	521	36	5251.0	339.8
C1910	40.5	45.5	5.0	1673	3597	1225	184.80	42.70	8.80	204.0	5273	190	10364.0	8323.1
C1911	45.5	50.2	4.7	1510	2742	880	138.20	32.50	17.80	438.0	6598	149	11896.0	6572.2
	(11 Samples)			1524	3343	1183	163.93	33.83	13.65	191.0	3280	188	6655.0	7756.4
C2001	0.4	3.2	2.8	1128	18374	4132	549.20	95.90	35.60	246.0	6332	412	3745.0	41746.7
C2002	3.2	7.8	4.6	8748	14675	3594	465.10	82.80	15.50	31.0	3623	474	1561.0	33722.3
C2003	7.8	11.3	3.5	2706	4278	967	126.70	23.00	3.90	233.0	6661	135	4515.0	9904.6
C2004	11.3	15.9	4.6	1721	2689	668	94.80	18.40	4.10	337.0	6697	112	5473.0	6378.0
C2005	15.9	21.4	5.5	3490	7789	2453	316.40	55.70	8.70	72.0	2731	296	1911.0	17336.3
C2006	21.4	27.8	6.4	1341	2228	580	83.10	17.10	1.40	236.0	6642	86	5515.0	5212.3
C2007	27.8	33.0	5.2	1041	1829	499	69.10	14.50	6.10	237.0	7187	75	3741.0	4248.2
C2008	33.0	39.4	6.4	1436	2471	656	94.10	19.30	0.20	277.0	4730	102	6099.0	5745.0
C2009	39.4	45.0	5.6	1486	2870	848	112.90	23.30	16.40	214.0	5136	114	4840.0	6577.8
C2010	45.0	50.2	5.2	4430	8791	2435	291.50	51.10	15.80	239.0	6253	239	5205.0	19550.0
	(10 Samples)			3263	5833	1525	199.57	36.66	9.38	211.8	5533	189	4359.6	13294.8