

第3章 起源岩調査の内容と解析結果

3.1 調査方法

この調査の目的は起源岩の特定ならびに鉱床形成のメカニズムの解明にある。

起源岩の特定にあたっては「河川・海浜漂砂中の重鉱物重量比率は起源岩の重鉱物重量比率を反映している」及び「重砂鉱床はその形成に際して地理的背景の範囲内にある地質母体から重鉱物の供給を受けた」という前提をおくこととした。

これらに関して本年度の起源岩調査では、次の4種類の基礎データを得た。

- 砂試料 60個 粒度分析結果、重鉱物含有量
- ラテライト性土壌試料 20個 重鉱物含有量
- 岩石試料 20個 重鉱物含有量

なお、解析にあたっては、陽江地区と湛江地区(予察調査)の試料を合わせて処理しており、さらに、陽江地区では、第1年次(昭和62年度)に採取した33個の砂試料のデータを加えて、全体で合計93個の砂試料基礎データを用いた。

表12 起源岩の解析に用いた砂試料内訳

砂	地区	陽 江		湛 江	計
	年度	第1年次採取	本年度採取	本年度採取	
河川砂		16	15	4	35
		(16)	(-)	(-)	(16)
海浜砂		15	23	16	54
		(15)	(20)	(10)	(45)
風成砂		2	2	-	4
		(2)	(-)	(-)	(2)
計		33	40	20	93
		(33)	(20)	(10)	(63)

注:()内の数字は粒度分析試料数

そこで、これらの基礎データを用いて次のように解析をすすめた。

- 岩石試料ならびにラテライト性土壌試料によってそれぞれの地質母体の重鉱物ごとの含有量をみて、どの重鉱物がどの岩石に多く含まれているかを知る。
- 岩石試料とラテライト性土壌試料中の重鉱物含有量の違いを検討し、風化による重鉱物の動きの特長を把握する。
- ラテライト性土壌試料を用いてその重鉱物重量比と、その近辺で採取された砂試料の重鉱物重量比との関係を見る。

- 砂試料の重鉍物含有量について陽江から湛江に至る全地区を6区域に分け、背景となる地質の差異と区域別の砂試料中の重鉍物重量比の違いとの関係を追求する。

以上の解析の進め方は、

- 1) 岩石→ラテライト性土壌→河川の砂→海浜の砂→重砂鉍床という起源岩から重砂鉍床の形成に至る重鉍物の流れを把握するとともに、どの岩石がどの重鉍物の起源岩となっているかを確認、
- 2) またこれとは別に、ラテライト性土壌試料によって風化過程のもつ役割について検討し、かつラテライト性土壌試料の重砂分析と岩石試料の人工重砂分析の比較によってラテライト性土壌試料の重砂分析がこの解析において果たす意義について考察する

の2点を重要なポイントとして含むものである。

表13 陽江及び湛江地区における砂試料の重鉍物重量比に関する2鉍物間の相関係数

陽江地区

	Il	Ma	Zr	Rt	Mz	Xe
Ilmenite	1.0000					
Magnetite	-.2901	1.0000				
Zircon	-.5407	-.3002	1.0000			
Rutile	0.0266	-.1412	-.1865	1.0000		
Monazite	-.5448	-.0777	0.0704	-.3252	1.0000	
Xenotime	-.4259	-.1094	0.1273	-.3027	0.5084	1.0000

湛江地区

	Il	Ma	Zr	Rt	Mz	Xe
Ilmenite	1.0000					
Magnetite	-.5493	1.0000				
Zircon	-.4435	-.4238	1.0000			
Rutile	-.4314	-.3477	0.5441	1.0000		
Monazite	-.0212	-.4019	0.4277	0.1463	1.0000	
Xenotime	-.1095	-.3778	0.5545	0.2784	-.0743	1.0000

砂試料の重砂分析値及び換算値を一覧表としてまとめ、表20に示し、またこのデータと第1年次陽江地区試料のデータを加えた砂試料重砂分析値及び同重量比一覧表を表21に示してある。

図23 陽江及び湛江地区における砂試料中の重鉱物重量比に関するデンドログラム

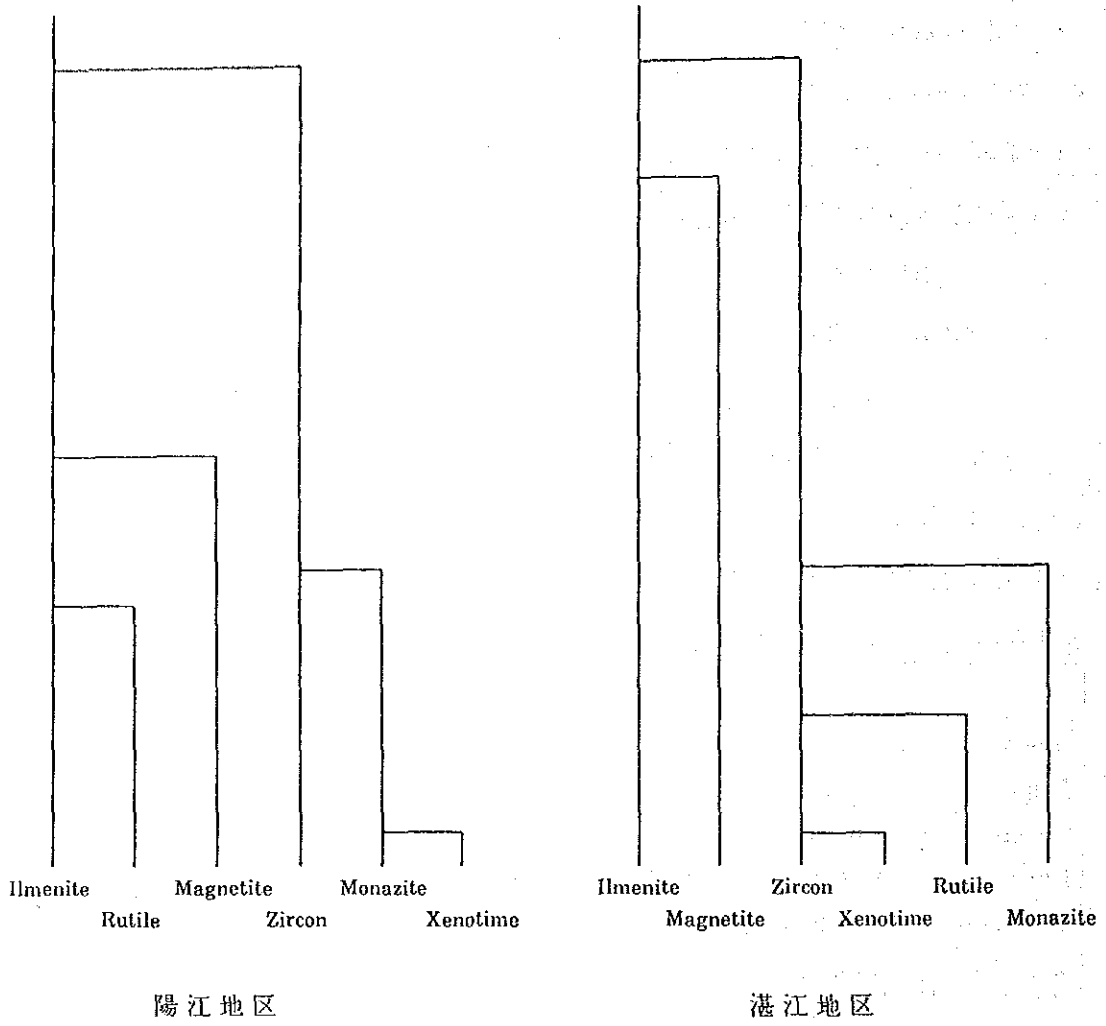


表14 ラテライト性土壌の重砂分析値(L)と岩石人工重砂分析値(R)

(単位g/t)

試料番号	地		域	岩石	Ilmenite		Zircon		Rutile		Monazite		Xenotime		Magnetite	
	L	R			L	R	L	R	L	R	L	R	L	R	L	R
0819-	1	2	海陵島, 白蒲	C	<1	101	156	496	5	1	74	239	15	41	19	724
0823-	14	8	双水	"	2	219	302	218	5	4	148	231	17	7	4	14
0823-	10	11	南中	"	-	9	192	51	<1	<1	79	6	25	1	2	534
0826-	5	6	海陵島, 白蒲	"	<1	27	208	312	0	<1	2	<1	1	<1	9	44
0827-	3	4	河北港	"	<1	6	60	163	<1	-	38	138	4	22	<1	201
0830-	1	2	織質 S	"	41	8	120	362	<1	-	36	153	2	2	1	<1
0908-	1	2	冷門	"	3	2	178	335	<1	<1	53	78	3	5	100	12
0918-	1	2	旦場 E	"	47	5	59	144	<1	-	45	23	9	5	<1	2
			平均値	"	12.0	54.6	159.4	260.1	1.9	1.0	59.4	108.6	9.5	10.5	17.1	191.5
0826-	1	2	海陵島, 丹濟W, 峠	73	<1	348	18	58	<1	<1	<1	77	<1	9	61	3655
0830-	4	5	通天竹	"	134	147	257	117	<1	-	65	9	34	3	<1	<1
0901-	7	8	上洋 N	"	4	2	23	5	<1	<1	8	8	<1	4	<1	177
0906-	5	3	沙扒	"	1178	2365	187	400	<1	<1	66	190	60	14	2	253
0914-	7	8	尖山	"	80	7	3	14	<1	<1	52	117	<1	<1	<1	765
0916-	2	3	塘塚 N	"	50	140	<1	42	<1	<1	<1	19	4	8	<1	70
			平均値	"	241.2	501.5	81.5	106.0	7.5	<1	38.4	70.0	16.8	6.5	11.2	721.8
0823-	13	6	南中	75	829	195	193	32	<1	<1	24	<1	4	<1	7843	4637
0825-	1	2	塘坪	"	0.29	-	169	243	5	<1	<1	<1	<1	<1	8260	23319
0829-	1	2	塘口	"	122	763	92	145	<1	-	5	<1	1	2	1666	6019
0829-	4	5	河口	"	359	382	253	258	<1	<1	0	-	0	2	2664	4030
0908-	5	6	麻崗	"	457	1104	19	132	2	<1	<1	<1	<1	<1	403	3629
0914-	4	5	黄坡	"	983	3060	11	41	1	<1	49	91	1	3	952	6763
			平均値	"	459.2	917.3	122.8	141.8	1.6	<1	13.3	16.0	1.3	1.7	3631.3	8148.5

注1: 試料番号は上の2桁数字(88)を省く

(例: 880819-1→0819-1)

注2: L: テラト性土壌

R: 岩石人工重砂

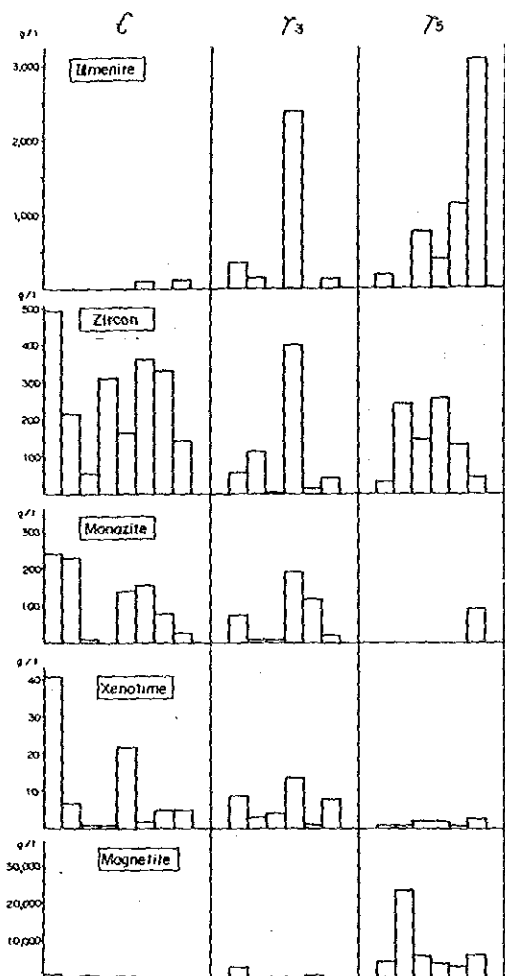


図 2 4 岩石(人工重砂)重砂分析値比較図

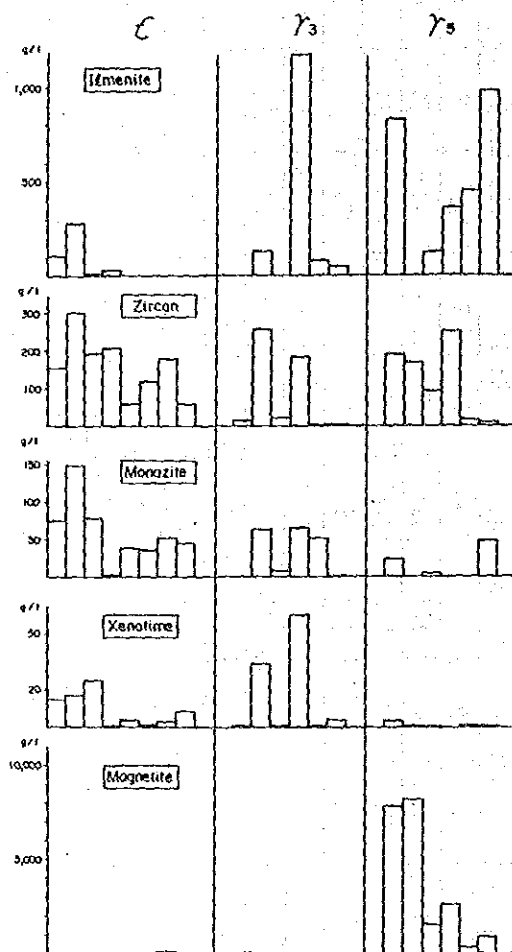


図 2 5 ラテライト性土壌重砂分析値比較図

なお、重鉱物重量比の特徴をみるに当たっては、3つ要素を取り出しこれを三角ダイアグラムによって比較することが最良の方法と考えたので、相互に関連する要素を抽出すべく砂試料の重鉱物重量比について相関関係及びデンドログラムを求めたところ、

ジルコン—モナザイト—ゼノタイム

ならびに

磁鉄鉱—イルメナイト

の2つのグループで検討することが適当であることが分かった(表13及び図23)。

そこで、 1) ジルコン—モナザイト—ゼノタイム

2) イルメナイト—磁鉄鉱—ジルコン

3) (イルメナイト+ルチル+磁鉄鉱)—ジルコン—(モナザイト+ゼノタイム)

の3つの三角ダイアグラムによる比較によって解析を進めることとした。

3.2 岩石試料及びラテライト性土壌試料

3.2.1 岩石及びラテライト性土壌の重鉱物含有量について

岩石試料の人工重鉱物分析結果及びその岩石試料と対で採取したラテライト性土壌試料の重砂分析結果を表14に示す。表14によればどの重鉱物も岩石試料中の重鉱物含有量に比してラテライト性土壌試料中のそれの方が少なくなるという一般的傾向が認められる。その逆の場合もあるが、そうしたケースはバラバラにあるのではなく同じ試料について各重鉱物ともラテライト性土壌試料の方が多という傾向にあるので(例えば0823-13)、これは岩石試料採取位置とラテライト性土壌試料採取位置との関係、あるいはラテライト性土壌試料のラテライト化進行度のちがひ、というような系統的な意味を表わしているものとみられる。その意味については現在のところ不明であり今後の調査に待ちたい。

この分析結果を試料ごとに図示したものが人工重砂・重砂分析比較図(図24)及びラテライト性土壌重砂分析値比較図(図25)である。これらの図をみると岩石試料とラテライト性土壌試料とではほぼ同じ傾向を表わしており、次のことが明らかである。

- 1) イルメナイトは燕山期花崗岩類(γ_5)に多く含まれているが、カレドニア期混合花崗岩類(γ_3)にも多く含むものがある。
- 2) ジルコンはカンブリア系片麻岩・混合岩類(ϵ)ならびに燕山期花崗岩(γ_5)に多く含まれている。
- 3) ルチルはどの岩石にもほとんど含まれていない。

- 4) モナザイトはカンブリア系片麻岩・混合岩類(€)に多く含まれているが、カレドニア期混合花崗岩類(γ_3)にもある程度含まれている。
- 5) ゼノタイムは主としてカンブリア系片麻岩・混合岩類(€)に多く含まれているが、カレドニア期の混合花崗岩類(γ_3)にもある程度含まれる。燕山期花崗岩類(γ_5)にはほとんど含まれていない。
- 6) 磁鉄鉱は燕山期花崗岩類(γ_5)に圧倒的に多く含まれている。
- 7) カレドニア期混合花崗岩類(γ_3)の重鉱物含有量は、ごくわずかしかない磁鉄鉱を除くと、試料によるバラツキが大きい。

以上をまとめたものが次の表である。

表15 岩種と重鉱物含有量との関係

重鉱物 \ 岩種	カンブリア系片麻岩・混合岩類(€)	カレドニア紀混合花崗岩類(γ_3)	燕山期花崗岩類(γ_5)
イルメナイト	ほとんどない	多いものあり	多い
ジルコン	多い	多いものあり	多い
ルチル	極めて少ない	極めて少ない	極めて少ない
モナザイト	多い	多いものあり	極めて少ない
ゼノタイム	多い	多いものあり	極めて少ない
磁鉄鉱	ほとんどない	ほとんどない	圧倒的に多い

この表15から、各重鉱物について、その起源であるらしいと考えられるものをあげると、次のようになる(岩種は記号表示)。

表16 重鉱物の起源岩の推定一覧

	€	γ_3	γ_5
イルメナイト	—	(γ_3)	γ_5
ジルコン	€	(γ_3)	γ_5
ルチル	—	—	—
モナザイト	€	(γ_3)	—
ゼノタイム	€	(γ_3)	—
磁鉄鉱	—	—	γ_5

混合花崗岩類(γ_3)は、そのデータにバラツキがあるのでここでは括弧つきで表わしたが、含有量の多いものがあることからみて、この岩石類が起源岩となっていることも十分考えられ

る。またルチルについてはどの基盤岩類もその起源と考えられるほどの含有量をもっていないので、鉱床中のルチル含有量と比較した場合、ルチルの起源に関して多くの問題が残されている。

3.2.2 岩石試料及びラテライト性土壌試料の重鉍物重量比

岩石試料及びラテライト性土壌試料の重鉍物重量比を調べてみる。重鉍物重量比の比較は、先に述べたように、三角形の頂点がそれぞれ

ジルコン—モナザイト—ゼノタイム

イルメナイト—磁鉄鉍—ジルコン

(イルメナイト+ルチル+磁鉄鉍)—ジルコン—(モナザイト+ゼノタイム)

となるような三角ダイアグラムを利用する。そのために必要な各重鉍物間の重量比計算結果を表17に掲げた。また、これによってそれぞれデータをプロットした三角ダイアグラムを図26—(1), —(2), —(3)及び図27—(1), —(2), —(3)に示した。

それぞれのダイアグラムについて岩種別の特長を述べると次のようになる(岩種は記号表示)。

1) ジルコン—モナザイト—ゼノタイム

r_5 の新鮮な岩石は、モナザイトに富む黄坡で採取した試料914—5を除くとすべてジルコンの頂点に集まる。この傾向は r_5 のラテライト性土壌試料についても同じで、914—5と対で採取した914—4のみモナザイトの頂点に近い方にある。

ϵ の新鮮な岩石はすべてゼノタイム10%以下、かつモナザイト50%以下の領域に入る。ラテライト性土壌試料ではさらにその領域が狭まり、海陵島で採取した極めてジルコンに富む試料の826—5(同じくジルコンに富む岩石試料826—6に対応)以外はすべてゼノタイム10%以下、かつモナザイト20~40%の領域に入る。

一方、 r_3 はバラツキが大きく、新鮮な岩石ではほとんど一定の傾向を示さない。ただし他の2者に比して全体としてややゼノタイムに富むと言える。ラテライト性土壌試料では上記の ϵ が形づくるひとつのまとまり付近に集まるものが全体の半数ある。また尖山の岩石試料914—8とラテライト性土壌試料914—7の対試料では著しくモナザイトに富む領域に落ちる。

2) イルメナイト—磁鉄鉍—ジルコン

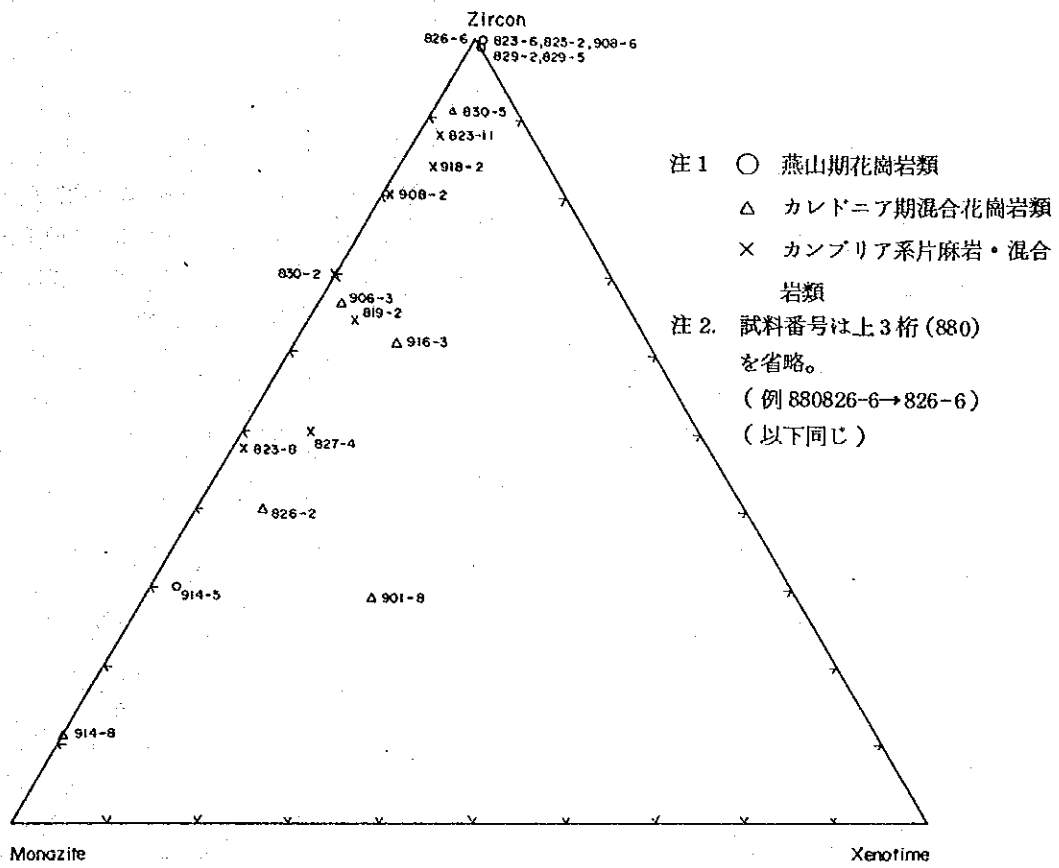
r_6 は岩石試料もラテライト性土壌試料も著しく磁鉄鉍に富む性向をもっている。ただし岩石でイルメナイトを25~35%もつ麻崗及び黄坡の試料(908—5, 6, 914—4, 5)は風化し

注1. 単位；％
 注2. L：ラテライト性土壌重砂分析
 R：人工重砂分析

表 17 ラテライト性土壌及び岩石（人工重砂分析）の三角ダイヤグラムの重鉱物重量比

試料番号	地 域	X ₁ Y ₁ Z ₁ 隕石	Zr/Mz/Xe						Il/Ma/Zr						Il+Rt+Ma/Zr/Mz+Xe					
			L		R		L		R		L		R		L		R			
0819-	1 2 海陵島, 白蒲	-C	64	30	6	64	31	5	37	7	56	0	59	41	34	42	24	48	33	19
0823-	14 3 双水	"	65	32	4	48	51	2	48	0	52	1	6	93	38	40	22	4	46	50
0823-	10 11 南中	"	65	27	8	88	10	2	4	1	95	0	87	13	4	62	34	90	9	1
0826-	5 6 海陵島, 白蒲	"	99	1	0	100	0	0	11	4	85	0	12	88	15	84	1	13	86	1
0827-	3 4 河北港	"	59	37	4	50	43	7	9	1	90	0	55	45	7	55	38	38	31	31
0830-	1 2 織笠 S	"	76	23	1	70	30	0	6	1	93	10	0	90	6	71	23	8	64	28
0908-	1 2 峠門	"	76	23	1	80	19	1	0	36	64	1	3	96	30	53	17	4	77	19
0918-	1 2 巨場 E	"	52	40	8	84	13	3	8	1	91	24	1	75	6	49	45	22	65	13
0826-	1 2 海陵島, 丹波, 峠	73	100	0	0	40	53	6	1	76	23	10	88	2	76	22	2	95	2	2
0830-	4 5 通天竹	"	72	18	10	91	7	2	34	0	56	55	1	44	28	52	20	53	42	5
0901-	7 8 上洋 N	"	74	26	0	29	47	24	14	4	82	1	95	3	16	60	24	91	3	6
0906-	5 3 沙丸	"	60	21	19	66	31	2	86	0	14	79	8	13	80	12	8	81	12	7
0814-	7 8 尖山	"	5	95	0	11	89	0	95	1	4	1	97	2	59	2	39	85	2	13
0916-	2 3 塘堀 N	"	0	0	100	61	28	12	96	2	2	56	28	15	89	2	9	75	15	10
0823-	13 6 南中	75	87	11	2	100	0	0	9	89	2	4	95	1	96	2	0.3	99	1	0
0825-	1 2 塚坪	"	100	0	0	100	0	0	0	98	2	0	99	1	98	2	0	99	1	0
0829-	1 2 塚口	"	94	5	1	99	0	1	6	89	5	11	87	2	95	5	0	98	2	0
0829-	4 5 河口	"	100	0	0	99	0	1	11	81	8	8	86	6	92	8	0	94	6	0
0908-	5 6 麻園 N	"	100	0	0	100	0	0	52	46	2	23	74	3	98	2	0	97	3	0
0914-	4 5 黄坡	"	18	80	2	30	67	2	50	49	1	31	68	1	97	0.5	2.5	99	1	0

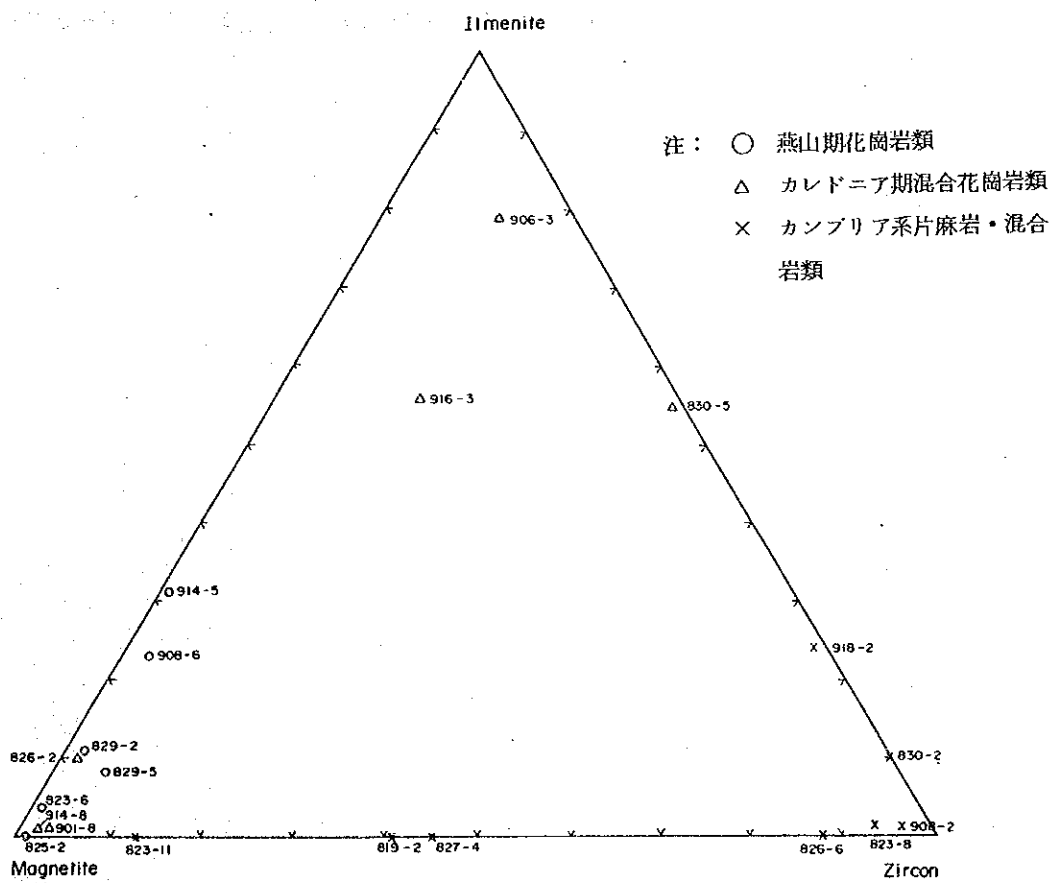
注：試料番号は上の2桁数字(88)を省く (例：880819-1→0819-1)



注1 ○ 燕山期花崗岩類
△ カレドニア期混合花崗岩類
× カンブリア系片麻岩・混合岩類

注2. 試料番号は上3桁(880)を省略。
(例 880826-6→826-6)
(以下同じ)

図26-1) 岩石(人工重砂分析)の重鉱物重量比三角ダイヤグラム(1)



注: ○ 燕山期花崗岩類
△ カレドニア期混合花崗岩類
× カンブリア系片麻岩・混合岩類

図26-2) 岩石(人工重砂分析)の重鉱物重量比三角ダイヤグラム(2)

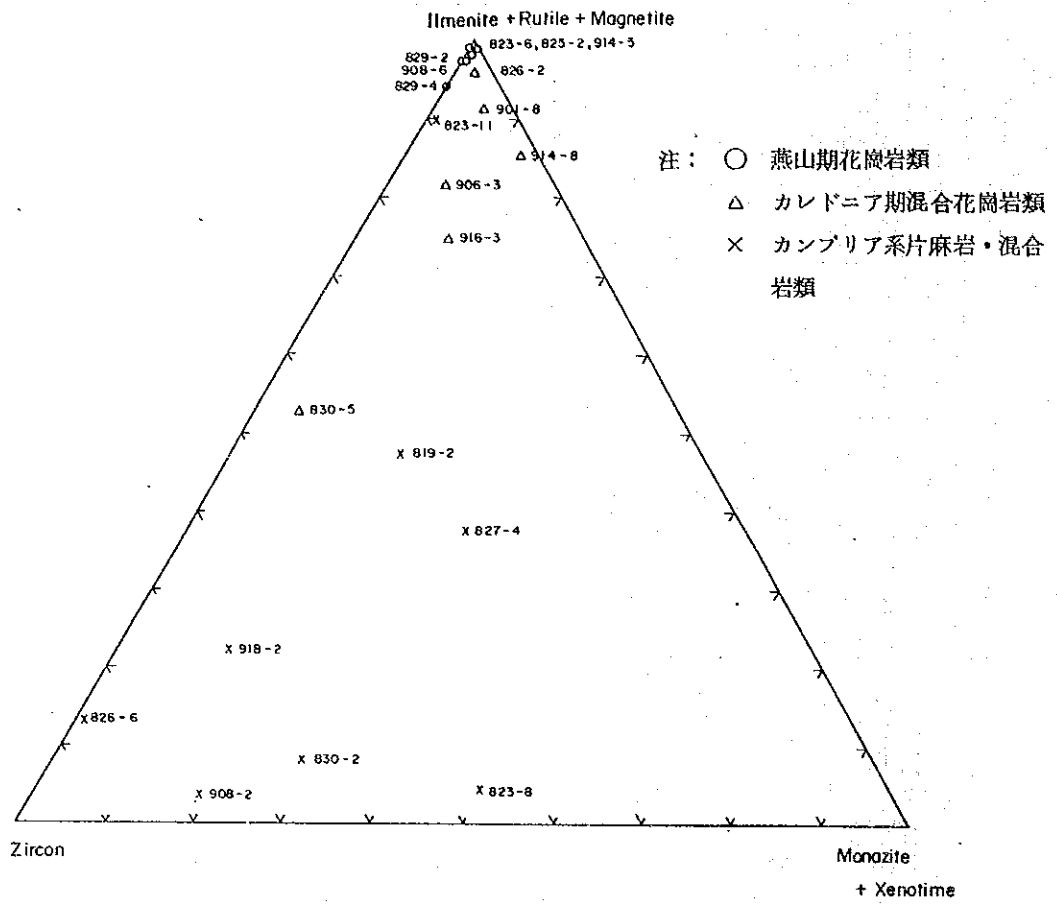
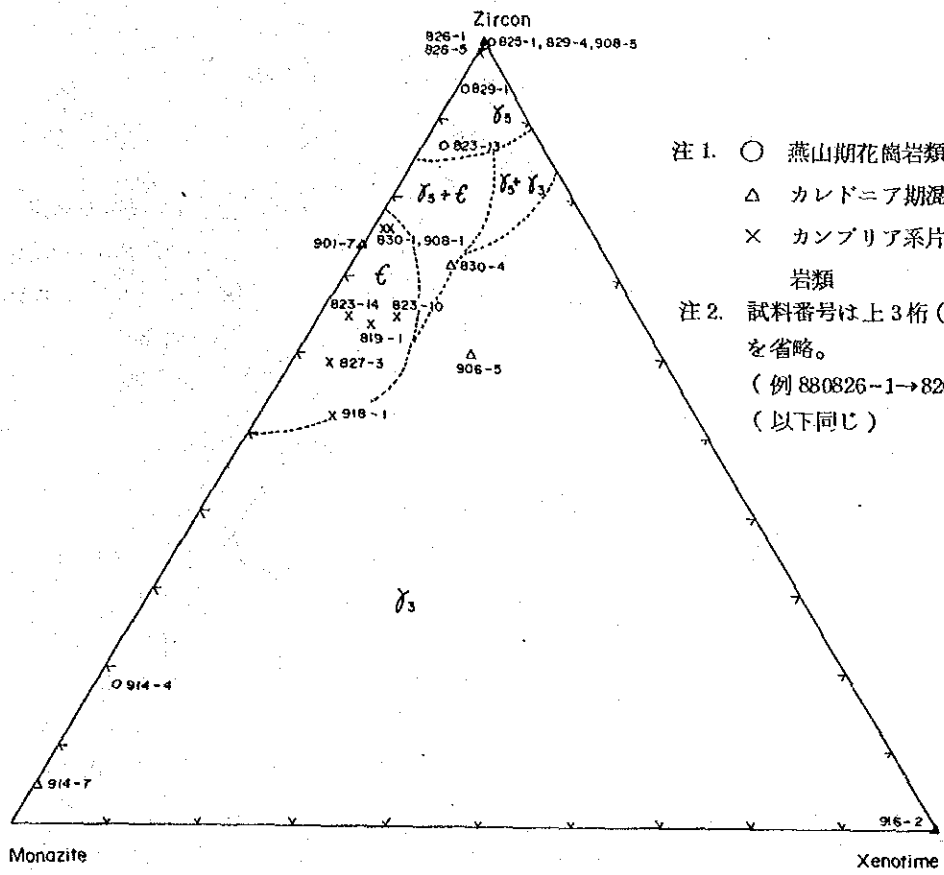


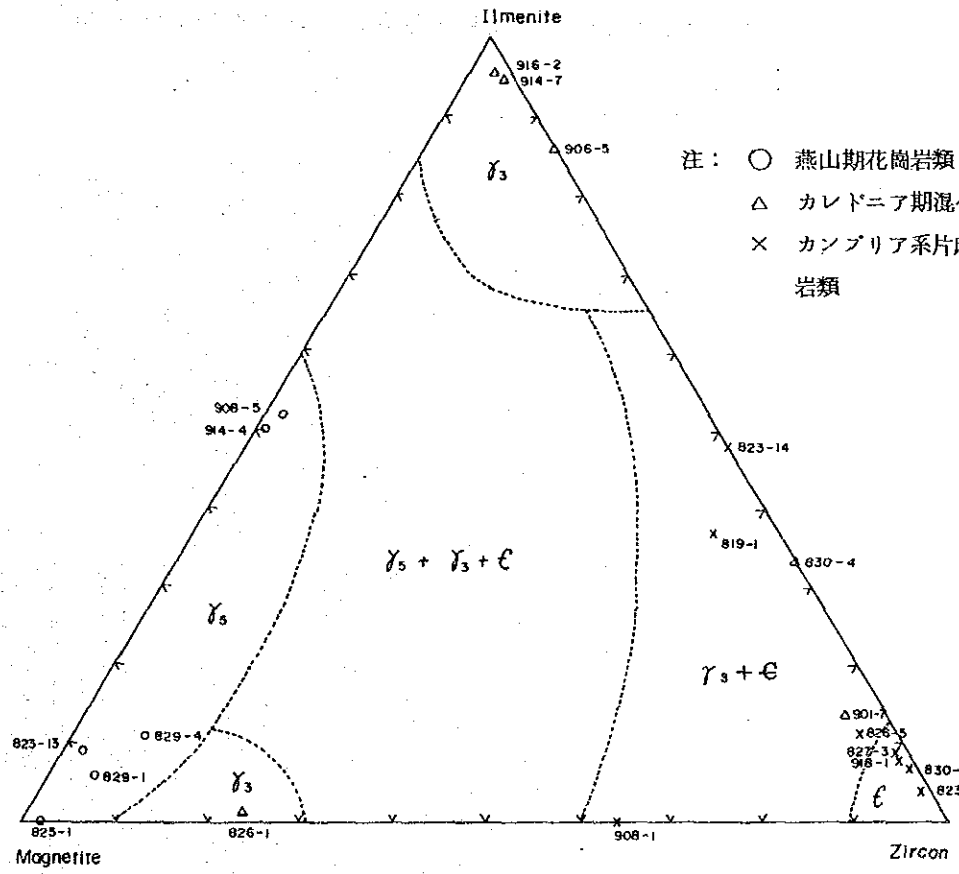
図 2 6 - (3) 岩石 (人工重砂分析) の重鉍物重量比三角ダイアグラム (3)



注1. ○ 燕山期花崗岩類
 △ カレドニア期混合花崗岩類
 × カンブリア系片麻岩・混合岩類

注2. 試料番号は上3桁(880)を省略。
 (例 880826-1→826-1)
 (以下同じ)

図 2.7-1) ラテライト性土壌の重鉱物重量比三角ダイヤグラム(1)



注: ○ 燕山期花崗岩類
 △ カレドニア期混合花崗岩類
 × カンブリア系片麻岩・混合岩類

図 2.7-2) ラテライト性土壌の重鉱物重量比三角ダイヤグラム(2)

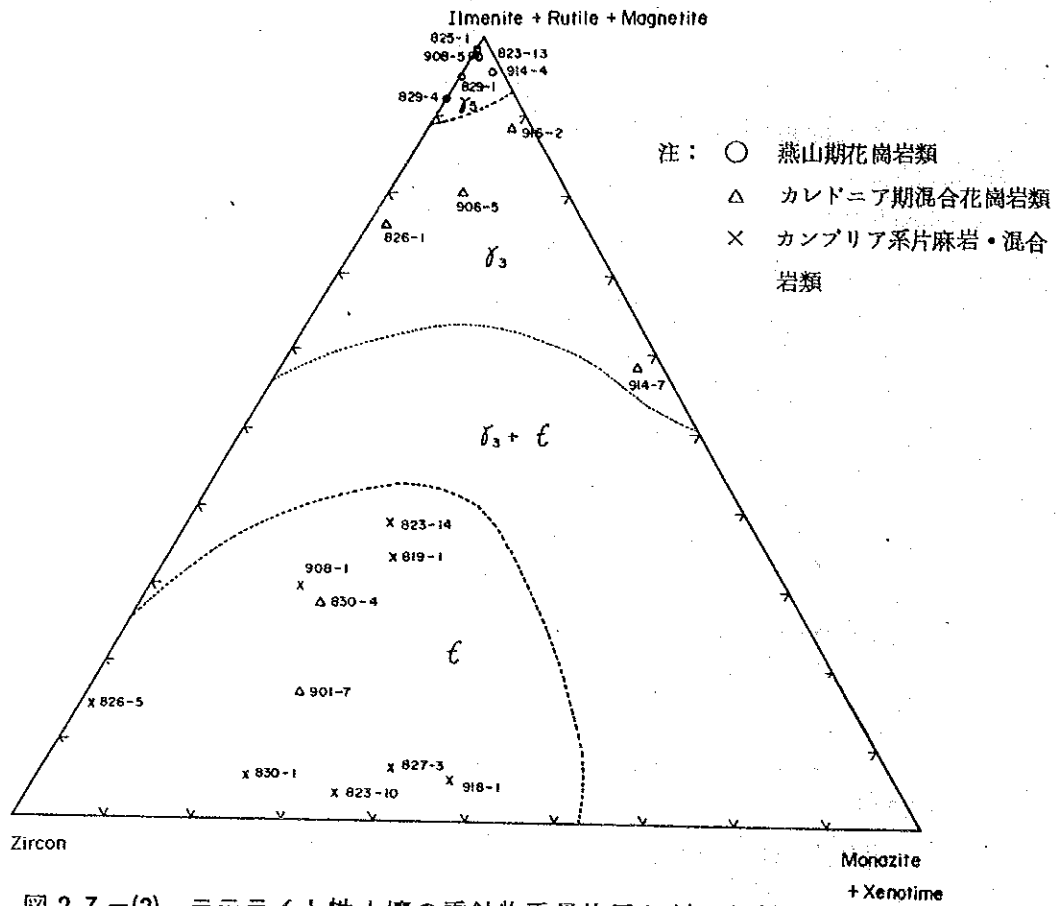
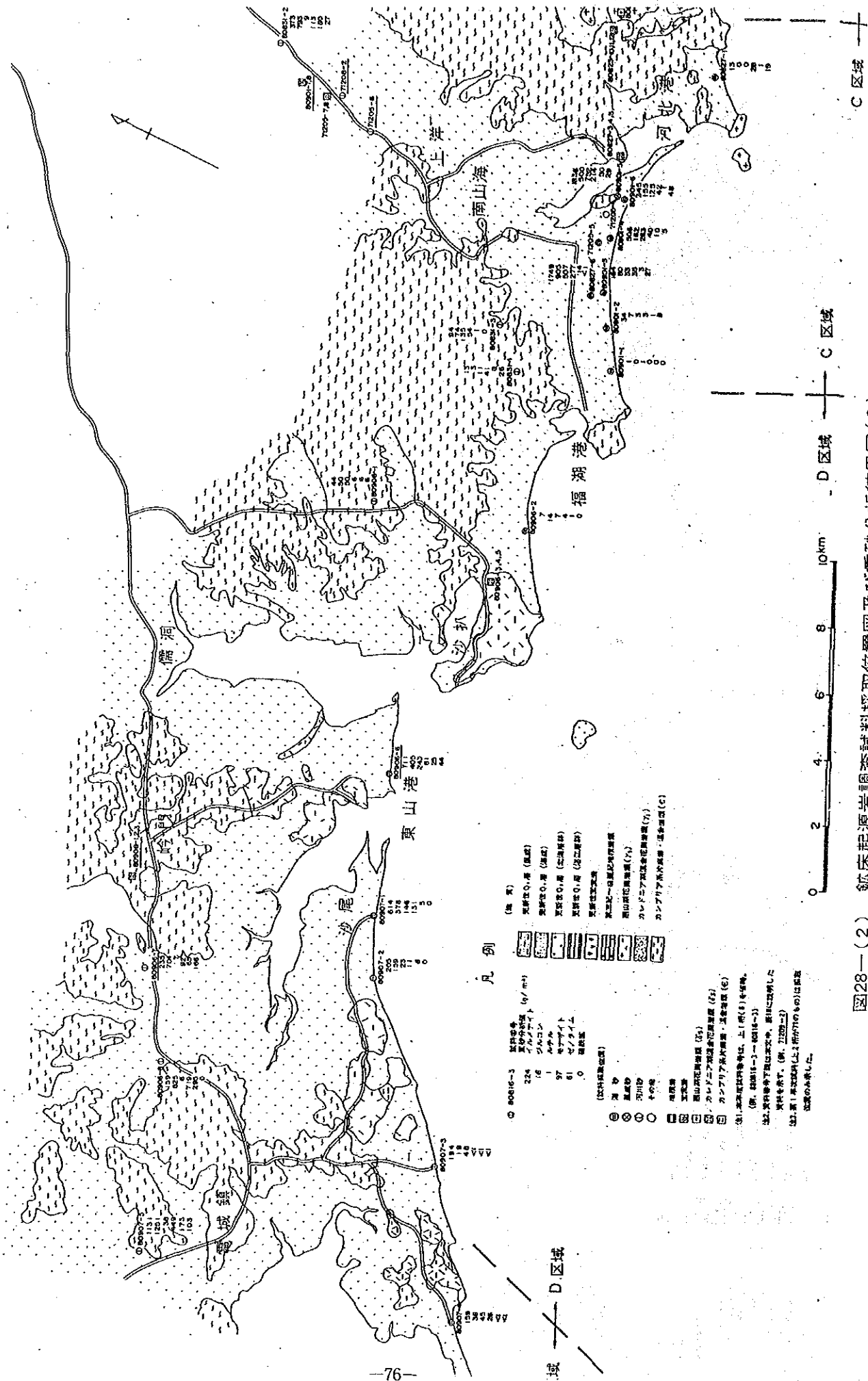


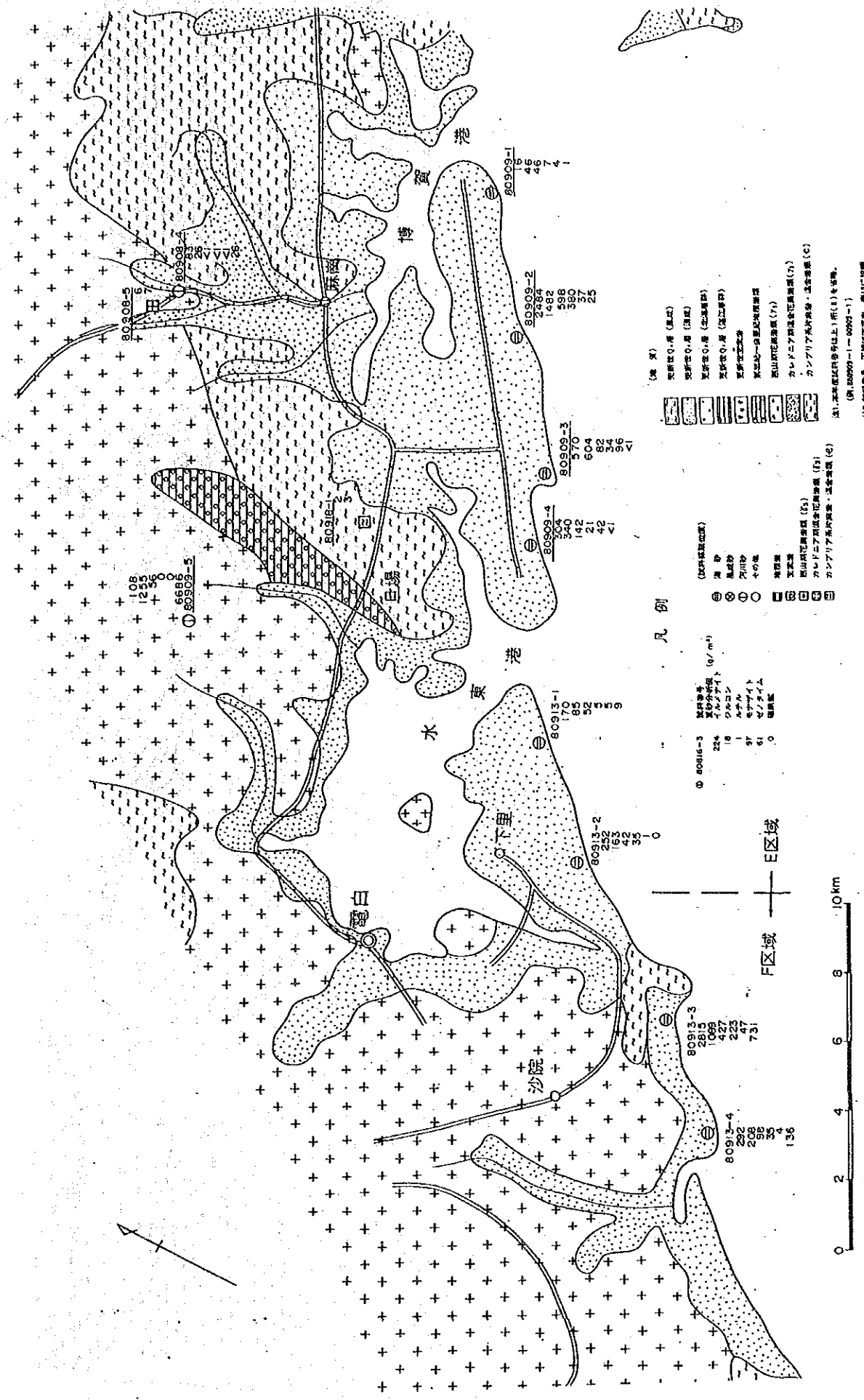
図 27-(3) ラテライト性土壤の重鉍物重量比三角ダイヤグラム (3)



凡例

- 80016-3 資料番号
- 80016-2 資料番号
- 80016-1 資料番号
- 80016-4 資料番号
- 80016-5 資料番号
- 80016-6 資料番号
- 80016-7 資料番号
- 80016-8 資料番号
- 80016-9 資料番号
- 80016-10 資料番号
- 80016-11 資料番号
- 80016-12 資料番号
- 80016-13 資料番号
- 80016-14 資料番号
- 80016-15 資料番号
- 80016-16 資料番号
- 80016-17 資料番号
- 80016-18 資料番号
- 80016-19 資料番号
- 80016-20 資料番号
- 80016-21 資料番号
- 80016-22 資料番号
- 80016-23 資料番号
- 80016-24 資料番号
- 80016-25 資料番号
- 80016-26 資料番号
- 80016-27 資料番号
- 80016-28 資料番号
- 80016-29 資料番号
- 80016-30 資料番号
- 80016-31 資料番号
- 80016-32 資料番号
- 80016-33 資料番号
- 80016-34 資料番号
- 80016-35 資料番号
- 80016-36 資料番号
- 80016-37 資料番号
- 80016-38 資料番号
- 80016-39 資料番号
- 80016-40 資料番号
- 80016-41 資料番号
- 80016-42 資料番号
- 80016-43 資料番号
- 80016-44 資料番号
- 80016-45 資料番号
- 80016-46 資料番号
- 80016-47 資料番号
- 80016-48 資料番号
- 80016-49 資料番号
- 80016-50 資料番号
- 80016-51 資料番号
- 80016-52 資料番号
- 80016-53 資料番号
- 80016-54 資料番号
- 80016-55 資料番号
- 80016-56 資料番号
- 80016-57 資料番号
- 80016-58 資料番号
- 80016-59 資料番号
- 80016-60 資料番号
- 80016-61 資料番号
- 80016-62 資料番号
- 80016-63 資料番号
- 80016-64 資料番号
- 80016-65 資料番号
- 80016-66 資料番号
- 80016-67 資料番号
- 80016-68 資料番号
- 80016-69 資料番号
- 80016-70 資料番号
- 80016-71 資料番号
- 80016-72 資料番号
- 80016-73 資料番号
- 80016-74 資料番号
- 80016-75 資料番号
- 80016-76 資料番号
- 80016-77 資料番号
- 80016-78 資料番号
- 80016-79 資料番号
- 80016-80 資料番号
- 80016-81 資料番号
- 80016-82 資料番号
- 80016-83 資料番号
- 80016-84 資料番号
- 80016-85 資料番号
- 80016-86 資料番号
- 80016-87 資料番号
- 80016-88 資料番号
- 80016-89 資料番号
- 80016-90 資料番号
- 80016-91 資料番号
- 80016-92 資料番号
- 80016-93 資料番号
- 80016-94 資料番号
- 80016-95 資料番号
- 80016-96 資料番号
- 80016-97 資料番号
- 80016-98 資料番号
- 80016-99 資料番号
- 80016-100 資料番号

図28-1(2) 鉱床起源岩調査試料採取位置図及び重砂分析結果図(2)



凡例

(地質) 更新世心層 (厚成) 更新世心層 (薄成) 更新世心層 (地層部) 更新世心層 (海成部) 更新世心層 (沖積部) 更新世心層 (扇状地) 更新世心層 (扇状地) カレドニア期海成花崗岩 (71) カレドニア期海成花崗岩 (72) カレドニア期海成花崗岩 (73) カレドニア期海成花崗岩 (74) カレドニア期海成花崗岩 (75) カレドニア期海成花崗岩 (76) カレドニア期海成花崗岩 (77) カレドニア期海成花崗岩 (78) カレドニア期海成花崗岩 (79) カレドニア期海成花崗岩 (80) カレドニア期海成花崗岩 (81) カレドニア期海成花崗岩 (82) カレドニア期海成花崗岩 (83) カレドニア期海成花崗岩 (84) カレドニア期海成花崗岩 (85) カレドニア期海成花崗岩 (86) カレドニア期海成花崗岩 (87) カレドニア期海成花崗岩 (88) カレドニア期海成花崗岩 (89) カレドニア期海成花崗岩 (90) カレドニア期海成花崗岩 (91) カレドニア期海成花崗岩 (92) カレドニア期海成花崗岩 (93) カレドニア期海成花崗岩 (94) カレドニア期海成花崗岩 (95) カレドニア期海成花崗岩 (96) カレドニア期海成花崗岩 (97) カレドニア期海成花崗岩 (98) カレドニア期海成花崗岩 (99) カレドニア期海成花崗岩 (100)

(採集地) 更新世心層 (厚成) 更新世心層 (薄成) 更新世心層 (地層部) 更新世心層 (海成部) 更新世心層 (沖積部) 更新世心層 (扇状地) 更新世心層 (扇状地) カレドニア期海成花崗岩 (71) カレドニア期海成花崗岩 (72) カレドニア期海成花崗岩 (73) カレドニア期海成花崗岩 (74) カレドニア期海成花崗岩 (75) カレドニア期海成花崗岩 (76) カレドニア期海成花崗岩 (77) カレドニア期海成花崗岩 (78) カレドニア期海成花崗岩 (79) カレドニア期海成花崗岩 (80) カレドニア期海成花崗岩 (81) カレドニア期海成花崗岩 (82) カレドニア期海成花崗岩 (83) カレドニア期海成花崗岩 (84) カレドニア期海成花崗岩 (85) カレドニア期海成花崗岩 (86) カレドニア期海成花崗岩 (87) カレドニア期海成花崗岩 (88) カレドニア期海成花崗岩 (89) カレドニア期海成花崗岩 (90) カレドニア期海成花崗岩 (91) カレドニア期海成花崗岩 (92) カレドニア期海成花崗岩 (93) カレドニア期海成花崗岩 (94) カレドニア期海成花崗岩 (95) カレドニア期海成花崗岩 (96) カレドニア期海成花崗岩 (97) カレドニア期海成花崗岩 (98) カレドニア期海成花崗岩 (99) カレドニア期海成花崗岩 (100)

図28—(3) 鈳床起源岩調査試料採取位置図及び重砂分析結果図(3)

凡例

◎ 80916-3 試料番号
■ 頁岩質砂岩 (Q/m³)
■ 224
○ カルデラ花崗岩 (F₁)
○ 18
○ 16
○ 14
○ 12
○ 10
○ 9
○ 8
○ 7
○ 6
○ 5
○ 4
○ 3
○ 2
○ 1
○ 0

(地質)
■ 頁岩質砂岩 (風成)
■ 砂質砂岩 (海成)
■ 頁岩質砂岩 (沖積層)
■ 頁岩質砂岩 (沖積層)
■ 頁岩質砂岩 (沖積層)
■ 頁岩質砂岩 (沖積層)
■ 頁岩質砂岩 (沖積層)
■ 頁岩質砂岩 (沖積層)
■ 頁岩質砂岩 (沖積層)
■ 頁岩質砂岩 (沖積層)

注1. 本図は試料番号の上1桁(8)を除く。
(例. 80909-1 - 8090-1)
注2. 試料番号, 下部は本文, 表(1)に説明した試料番号を示す。(例. 80909-1)

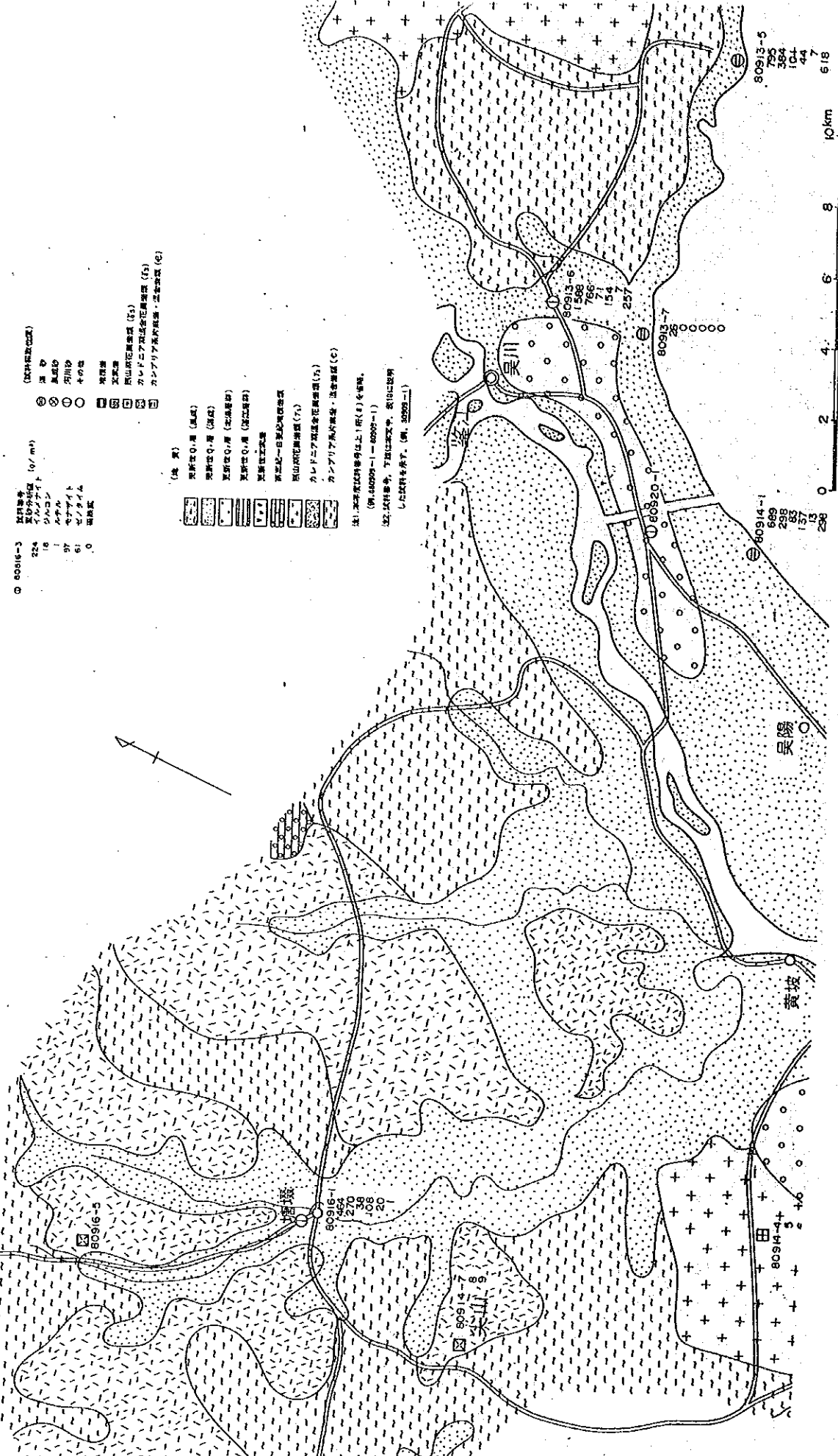
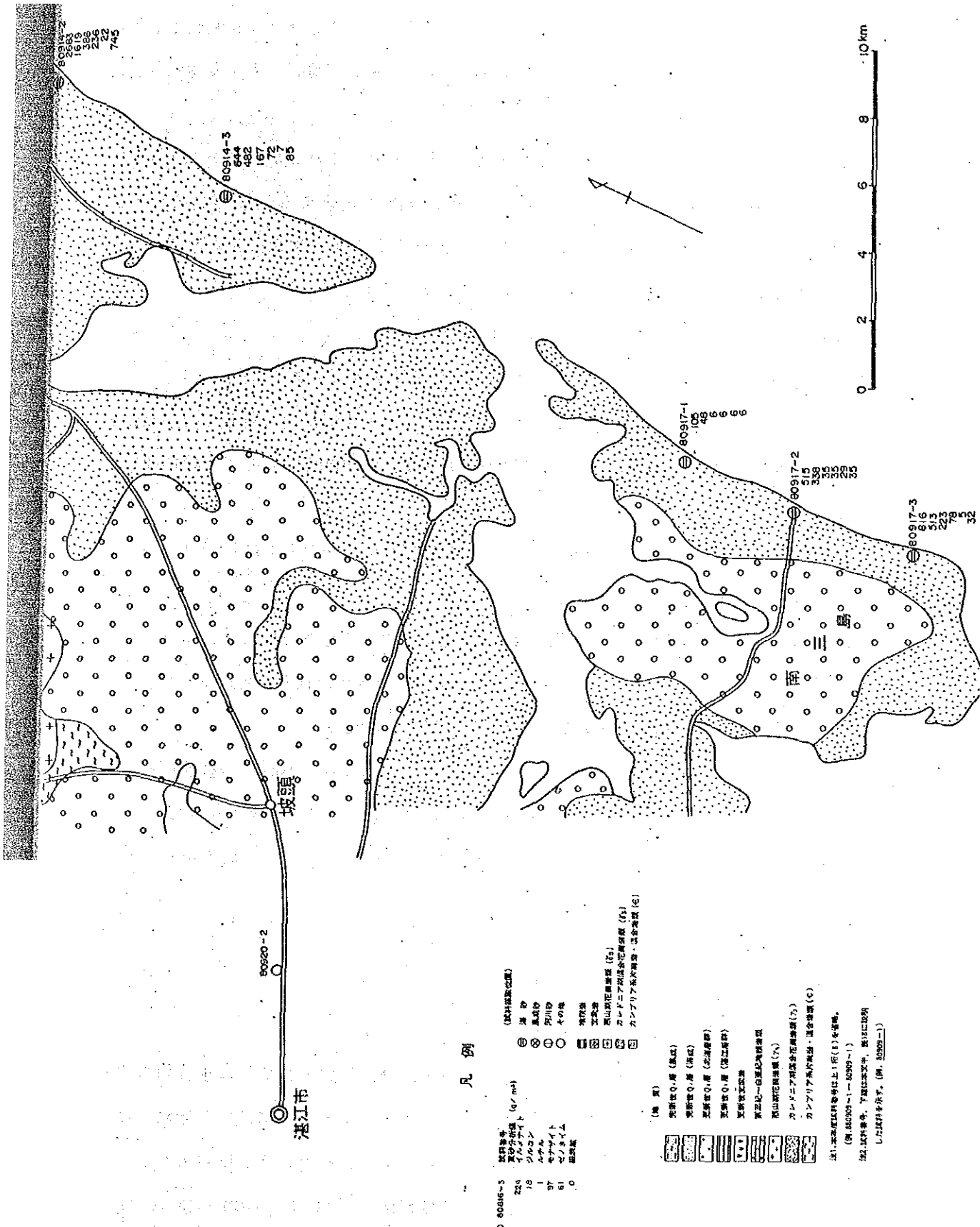


図28-(4) 鉞床起源岩調査試料採取位置図及び重砂分析結果図(4)



凡例

- 80916-3 試料番号
 700/1000 (g/m³)
 229
 18
 1
 97
 61
 0
 0
- (採 集)
 - 栗原産Q₂層 (風成)
 - 栗原産Q₁層 (海成)
 - 芝罘産Q₁層 (北海産層)
 - 芝罘産Q₂層 (洋江産層)
 - 芝罘産礫層
 - 第五紀一古近紀海成層
 - 西山新花崗岩層 (T_N)
 - カニリア産花崗岩層 (G₁)
 - カンパリア系片麻岩・混合岩層 (G)
- (採 集)
 - 栗原産Q₂層 (風成)
 - 栗原産Q₁層 (海成)
 - 芝罘産Q₁層 (北海産層)
 - 芝罘産Q₂層 (洋江産層)
 - 芝罘産礫層
 - 第五紀一古近紀海成層
 - 西山新花崗岩層 (T_N)
 - カニリア産花崗岩層 (G₁)
 - カンパリア系片麻岩・混合岩層 (G)

図28—(5) 鉱床起源岩調査試料採取位置図及び重砂分析結果図(5)

てラテライト性土壌試料になると磁鉄鉱の比率が低くなりイルメナイト50%強まで変化している。この三角ダイアグラムの中では γ_5 がジルコンを相当量含むという事実は磁鉄鉱の比率が高すぎるため表面に出てこない。

ϵ は、岩石試料ではジルコンの頂点付近に集まる傾向を示しているが、ラテライト性土壌試料になると磁鉄鉱の比率が低くなり一層この傾向が強まる。この場合、双水(823-8, 14), 且場(819-1, 2)の2組の対試料は風化するとジルコンがほとんど不変のまま磁鉄鉱比率が低下し、イルメナイト比率が高くなる傾向を示している。

γ_3 は非常にバラツキが大きく特定の傾向を示さない。

3) (イルメナイト+ルチル+磁鉄鉱)-ジルコン-(モナザイト+ゼノタイム)

この三角ダイアグラムでは、 γ_5 は岩石試料もラテライト性土壌試料も著しく磁鉄鉱に富む傾向をもっているので、イルメナイト+ルチル+磁鉄鉱が90%以上のごく狭い領域に集まる。

ϵ は岩石試料ではかなり散漫な分布となっているがラテライト性土壌試料ではジルコン寄りにほんやりとまとまった領域を持つ。

γ_3 は新鮮な岩石では比較的集中度が良く γ_5 の付近にプロットされているが、ラテライト性土壌試料では多少バラツキが出てイルメナイト+ルチル+磁鉄鉱40%以下の ϵ 領域近くに落ちるものが南山海北方の2試料(830-4, 901-7)に見られる。

以上により、カンブリア系片麻岩・混合岩類(ϵ)、カレドニア期混合花崗岩類(γ_3)及び燕山期花崗岩類(γ_5)は、少数の例外を別とすれば、それぞれ重鉱物重量比に関する独特の特長をもっていることが明らかになったので、それらを他のデータと比較することが可能であると考えられる。

3.3 砂試料中の重鉱物重量比について

3.3.1 ラテライト性土壌試料と近傍の砂試料中の重鉱物重量比について

ラテライト性土壌試料中の重鉱物重量比と砂試料中の重鉱物重量比との比較は後背地の地質構造ないし岩石分布が複雑な場合は困難となるので、まずラテライト性土壌試料と砂試料とが相互にごく近傍で採取されている場合において試みることにする。そのような試料の組合せは次の表18に示したとおりである。また、起源岩試料採取位置図を図28-(1), -(2), -(3), -(4), -(5)に示す。これは、付図2-(1), -(2)を分割したものである。

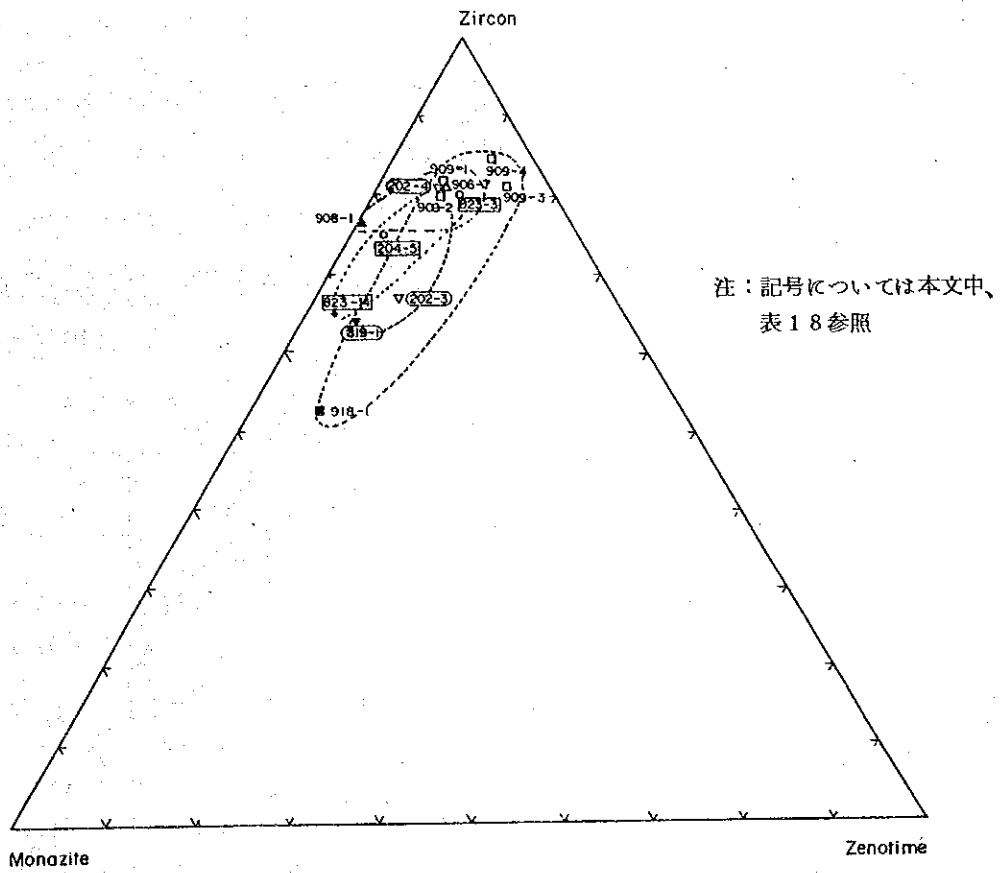


図 2-9-(1) ラテライト性土壌、砂試料の重鉍物重量比三角ダイヤグラム (1)

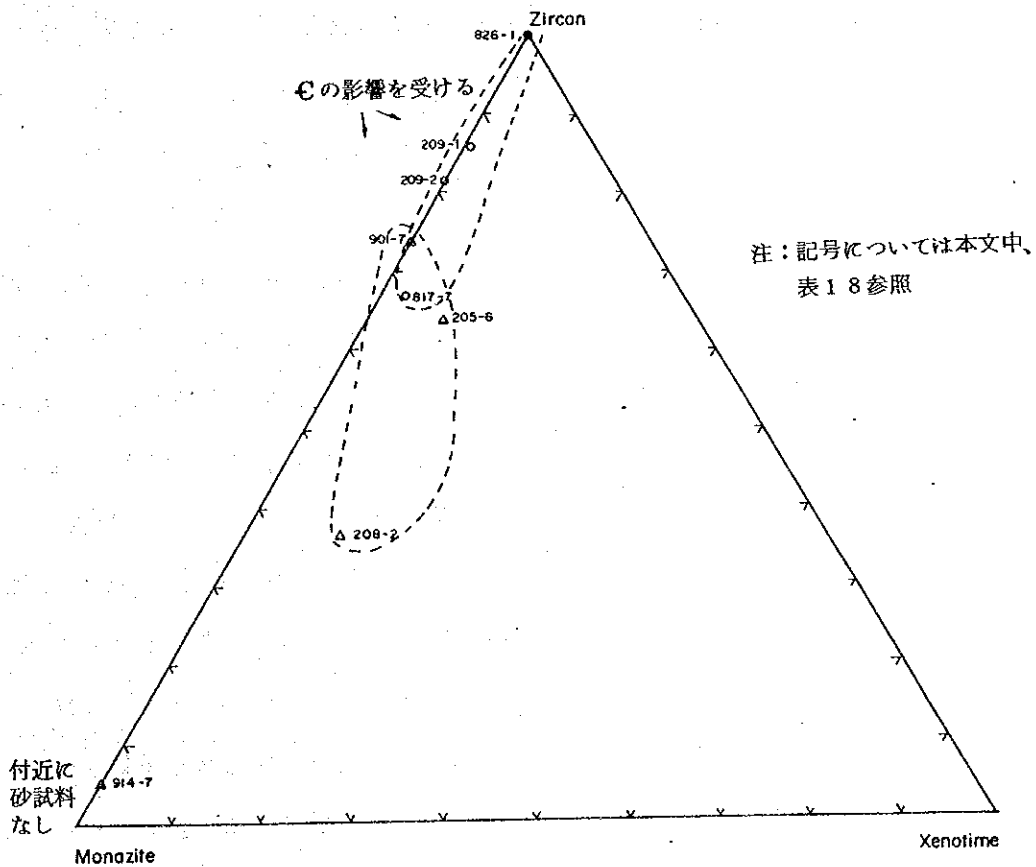


図 2-9-(2) ラテライト性土壌、砂試料の重鉍物重量比三角ダイヤグラム (2)

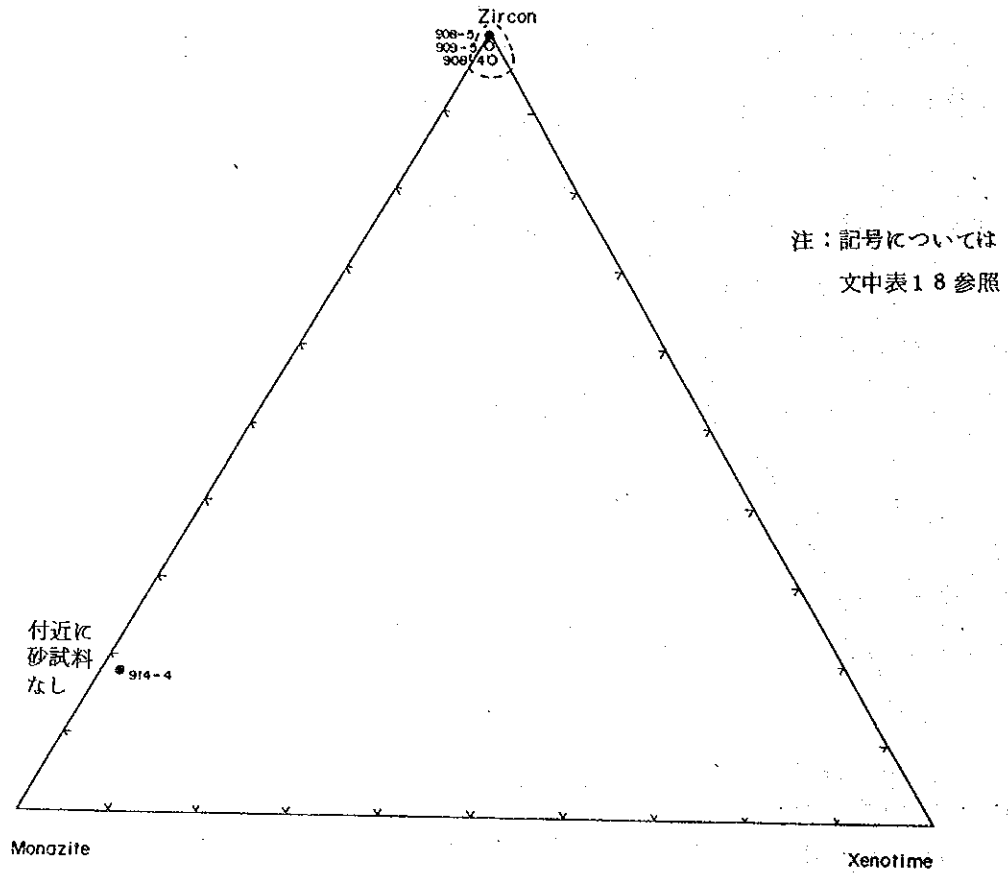


図 2 9 - (3) ラテライト性土壌、砂試料の重鉱物重量比三角ダイヤグラム (3)

この比較を行なうに当たっては、陽江及び瀧江地区の重砂鉱床を構成する主要重鉱物であるモナザイト、ゼノタイム、ジルコンの3鉱物を頂点とする三角ダイアグラムを用いる。

既に述べた3種の基盤岩を起源とするラテライト性土壌試料の重鉱物重量比の三角ダイアグラムにおける特長は先の3.2.2, 1)項において述べたが、これをここに整理しておくのと以下のとおりである。

表18 ラテライト土壌試料及び近傍採取砂試料の比較・組合せ一覧

基盤岩類	ラテライト性土壌試料		近傍の砂試料		記事	図番号
	試料番号	図上のマーク	試料番号	図上のマーク		
カンブリア系 片麻岩類・混合 岩類 €	823-14	●	204-5, 823-3	○	付近に γ ₅ あり	図29-(1)
	908-1	▲	906-7	△		
	819-1	▼	202-3, 4	▽		
	918-1	■	909-1, 2, 3, 4	□		
カレドニア期 混合花崗岩類 γ ₃	826-1	●	209-1, 2	○	付近に €あり	図29-(2)
	901-7	▲	817-7	○		
			205-6	△		
		208-2	△			
燕山期 花崗岩類 γ ₅	908-5	●	908-4	○	付近は γ ₅ のみ	図29-(3)
			909-5	○		

- 1) €はゼノタイム10%以下でモナザイト20~50%の範囲にある。
- 2) γ₃は€領域近傍にあるものも多いが、それぞれモナザイト頂点、ゼノタイム頂点、ジルコン頂点付近にプロットされるものもありバラツキが大きい。
- 3) γ₅は一つの例外を除くとほとんどジルコンの頂点付近に集まる。

ただし、後背地の地質構造は一様ではないからラテライト性土壌試料の近傍で採取された砂試料であってもその中の重鉱物重量比がラテライト性土壌試料のそれをそっくり保存しているとは考えられない。記事欄には付近に分布するほかの基盤岩についてのコメントを記した。これらの三角ダイアグラムによるラテライト性土壌試料と近傍の砂試料中の重鉱物重量比の比較の結果は以下のとおりである(図29-(1), -(2), -(3))。

- 1) カンブリア系片麻岩・混合岩類(€)起源のラテライト性土壌試料と近傍の砂試料の比較においては、4試料のいずれの場合も、ラテライト性土壌試料の重鉱物重量比より近傍の砂試料中の重鉱物重量比の方がジルコンに富む方向にズレている。この傾向は、これらの砂試料が、その近傍のラテライト性土壌試料の重鉱物重量比を保っていること、

ならびに、付近に分布する主要な基盤岩であって前記3)の特長を持つ γ_5 の影響を受けていること、の2つの要因が重なっていることを示している。

2) カレドニア期混合花崗岩類(γ_3)起源のラテライト性土壌試料と近傍の砂試料の比較においては、2試料のいずれの場合も、ラテライト性土壌試料の重鉍物重量比より近傍の砂試料中の重鉍物重量比の方がモナザイトに富む方向にズレている。この傾向はこれらの砂試料は、その近傍のラテライト性土壌試料の重鉍物重量比を保っていること、ならびに、付近に分布する主要な基盤岩であって前記1)の特長を持つ ϵ の影響を受けていること、という2つの要因が重なっていることを示している。

3) 燕山期花崗岩類(γ_5)起源のラテライト性土壌試料と近傍の砂試料の比較においては、ラテライト性土壌試料の重鉍物重量比と近傍の砂試料中の重鉍物重量比とはほぼ同じ領域にプロットされる傾向にあること、及び付近には燕山期花崗岩類だけが広く分布していることから、これらの砂試料はその近傍のラテライト性土壌試料の重鉍物重量比を良く保っている、ということが示されている。

以上により、ラテライト性土壌試料と近傍の砂試料の重鉍物重量比には近似性があり、砂試料中の重鉍物重量比は近傍のラテライト性土壌試料の重鉍物重量比を代表していることが明らかになった。

3.3.2 砂試料の地区別重鉍物重量比について

これまでの検討結果からみて、砂試料中の重鉍物重量比が後背地の地質(岩石分布)を反映していることが予想されたので、陽江及び湛江全地区を下表のように東から西に向かってA, B, C, D, E, Fの6区域に細分し、区域ごとの特長を調べた。

表19 区域別砂試料採取数一覧

陽江地区	東部	A	陽江、程村、海陵島	28試料
		B	溪頭、双水	18試料
		C	南山海、上洋	17試料
		D	沙扒、沙尾	6試料
湛江地区	西部	E	電城、下里	12試料
		F	吳陽、南三島	12試料

砂試料の重砂分析データ及び換算結果を表20に、また、その重鉍物重量比のデータを表21に示す。

表22 陽江及び湛江地区砂試料の区域別、重鉱物重量比平均値（標準偏差）一覧

重鉱物 区域	Ilmenite	Magnetite	Zircon	Rutile	Monazite	Xenotime
A	55.4 (19.9)	2.1 (4.6)	20.5 (13.4)	5.3 (6.3)	12.4 (12.9)	4.3 (7.5)
B	46.6 (22.2)	14.1 (23.4)	22.5 (17.0)	6.3 (6.7)	8.0 (7.9)	2.5 (2.0)
C	37.4 (15.3)	5.7 (9.1)	24.5 (17.2)	12.7 (14.2)	15.9 (13.3)	3.8 (4.0)
D	45.4 (18.6)	1.2 (1.6)	29.5 (11.2)	16.7 (7.6)	5.6 (3.8)	1.7 (1.2)
E	35.7 (19.8)	10.2 (22.6)	32.8 (11.8)	9.8 (10.8)	7.8 (9.4)	3.6 (4.1)
F	51.8 (14.7)	9.7 (8.9)	25.6 (8.5)	7.0 (4.1)	4.8 (2.7)	1.1 (1.0)
合計	46.8 (20.4)	7.1 (15.0)	24.4 (14.7)	8.4 (9.5)	10.2 (11.0)	3.2 (4.9)

注) 上段; 平均値

下段; 括弧内, 標準偏差

いずれも単位%, 小数点2位4捨5入

表21より砂試料の区域別重鉱物重量比及びその平均値(標準偏差)を求めたものが表22である。

この表22をみると、ただちに次のことが言える。すなわち、

- 1) イルメナイトは西部のF区域及び東部のA区域の砂試料に多い。
- 2) 磁鉄鉱はA, C, Dの3区域において極めて低い。
- 3) ジルコンはD, E区域においてやや高いが、全体的に変化の程度が小さい。
- 4) ルチルはC, D区域で比較的高い。
- 5) モナザイトはA, Cの両区域で高く西部では低い。
- 6) ゼノタイムはA区域で高く、C及びE区域でもやや高い。

これを全体的に見ると磁鉄鉱とイルメナイトは西部で高い傾向があり、モナザイト、ゼノタイムは東部で高い傾向がある。ジルコンは全域であり差がなくルチルは中央部でやや高い傾向がある。

個別砂試料の重鉱物重量比を区域別に前述の3つの三角ダイアグラムにプロットしたものを図30-(1), -(2), -(3)に示した。先に述べたラテライト性土壌試料の重鉱物重量比を示す三角ダイアグラム(図27-(1), -(2), -(3))から、3種の基盤岩類の含有する重鉱物重量比の特長を示す範囲を設定し(図31-(1), -(2), -(3))、この範囲を砂試料の重鉱物重量比三角ダイアグラムにかぶせてそれぞれの区域の砂試料の重鉱物重量比がどの基盤岩の領域にあるかを調べてみた。この方法によって各三角ダイアグラムごとに、区域別にそれぞれの基盤岩の領域に対応する砂試料の数を求めると、以下の3つの表のような結果が得られた。

1) ジルコン-モナザイト-ゼノタイム

表23-(1) 区域別基盤岩類固有領域-砂試料数

岩石	区域						計
	F	E	D	C	B	A	
カンブリア系片麻岩・混合岩類(€)	1	2	1	8	4	8	24
カレドニア期混合花崗岩類(γ_3)	1	1	0	5	4	10	21
燕山期花崗岩類(γ_5)	4	3	2	0	3	5	17
$\gamma_5 + \epsilon$	6	4	3	3	6	5	27
$\gamma_3 + \epsilon$	0	0	0	0	0	0	0
$\gamma_3 + \gamma_5$	0	2	0	0	0	0	2
$\gamma_5 + \gamma_3 + \epsilon$	0	0	0	0	1	0	1
計	12	12	6	16	18	28	92

注 砂試料901-1はジルコン、モナザイト、ゼノタイムがいずれも0なので省く。

2) イルメナイト-磁鉄鉱-ジルコン

表23-(2) 区域別基盤岩類固有領域-砂試料数

岩石	区域						計
	F	E	D	C	B	A	
カンブリア系片麻岩・混合岩類(€)	0	0	0	0	0	0	0
カレドニア期混合花崗岩類(r_3)	2	2	2	6	4	18	34
燕山期花崗岩類(r_5)	0	0	0	2	3	0	5
$r_5+€$	0	0	0	0	0	0	0
$r_3+€$	4	9	4	7	8	7	39
$r_5+r_3+€$	6	1	0	2	3	3	15
計	12	12	6	17	18	28	93

3) (イルメナイト+ルチル+磁鉄鉱)-ジルコン-(モナザイト+ゼノタイム)

表23-(3) 区域別基盤岩類固有領域-砂試料数

岩石	区域						計
	F	E	D	C	B	A	
カンブリア系片麻岩・混合岩類(€)	0	3	0	5	3	2	13
カレドニア期混合花崗岩類(r_3)	9	5	2	9	10	18	53
燕山期花崗岩類(r_5)	1	0	1	1	2	1	6
$r_5+€$	0	0	0	0	0	0	0
$r_3+€$	2	4	3	2	3	7	21
$r_5+r_3+€$	0	0	0	0	0	0	0
計	12	12	6	17	18	28	93

これを区域別に合計し各岩石別個有領域に出現する砂試料の個数の全体に対する割合を求めると表24のとおりとなり、この結果に基づきそれぞれの基盤岩の砂試料形成に関わった度合いを計算したものが次の表25である。ただし $r_5+€$ や r_5+r_3 のように1区域の砂試料に対して2種ないし3種の岩石が関係している場合には、その割合をそれぞれ1/2、1/3として計算した。

表24 三角ダイアグラム 1)+2)+3)の砂試料個数及びその区域・岩石別割合(%)

岩石	区域												計
	F		E		D		C		B		A		
€	1	2.8	5	13.8	1	5.5	13	26.0	7	13.0	10	11.9	37
r_3	12	33.3	8	22.2	4	22.2	20	40.0	18	33.3	46	54.7	108
r_5	5	13.8	3	8.3	3	16.7	3	6.0	8	14.8	6	7.1	28
$r_5+€$	6	16.7	4	11.1	3	16.7	3	6.0	6	11.1	5	6.0	27
$r_3+€$	6	16.7	13	36.2	7	38.9	9	18.0	11	20.4	14	16.7	60
r_3+r_5	0	0	2	5.6	0	0	0	0	0	0	0	0	2
$r_5+r_3+€$	6	16.7	1	2.8	0	0	2	4.0	4	7.4	3	3.6	16
計	36	100.0	36	100.0	18	100.0	50	100.0	54	100.0	84	100.0	278

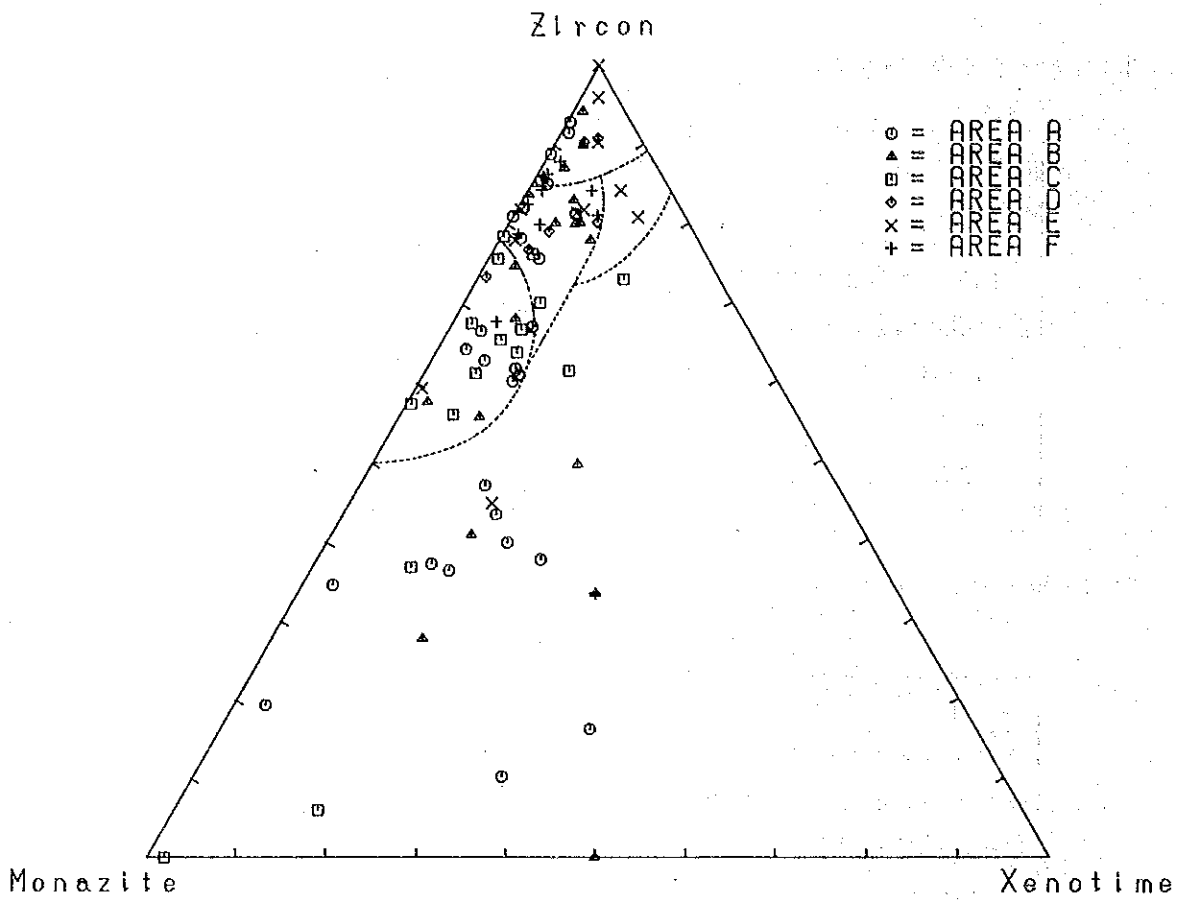


図30—(1) 砂試料の区域別重鉍物重量比三角ダイヤグラム(1)

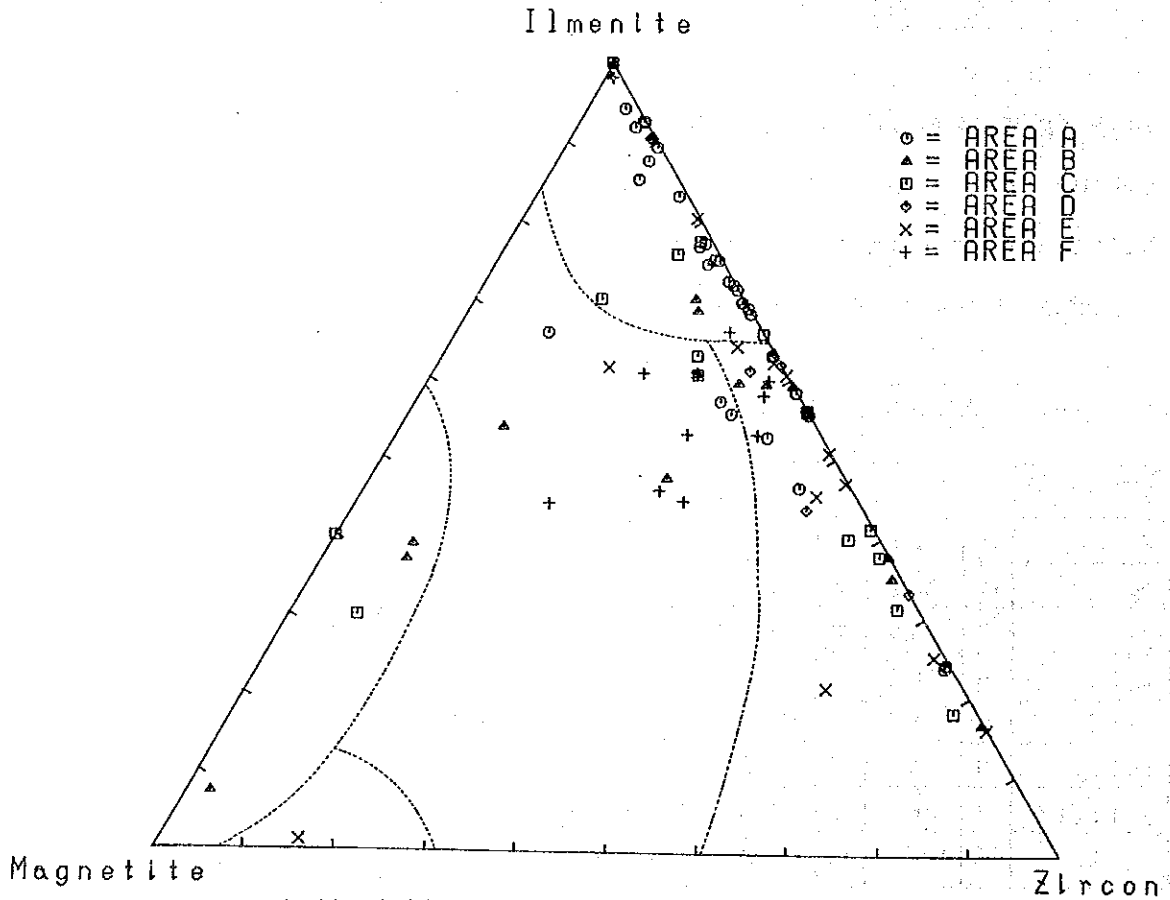


図30—(2) 砂試料の区域別重鉍物重量比三角ダイヤグラム(2)

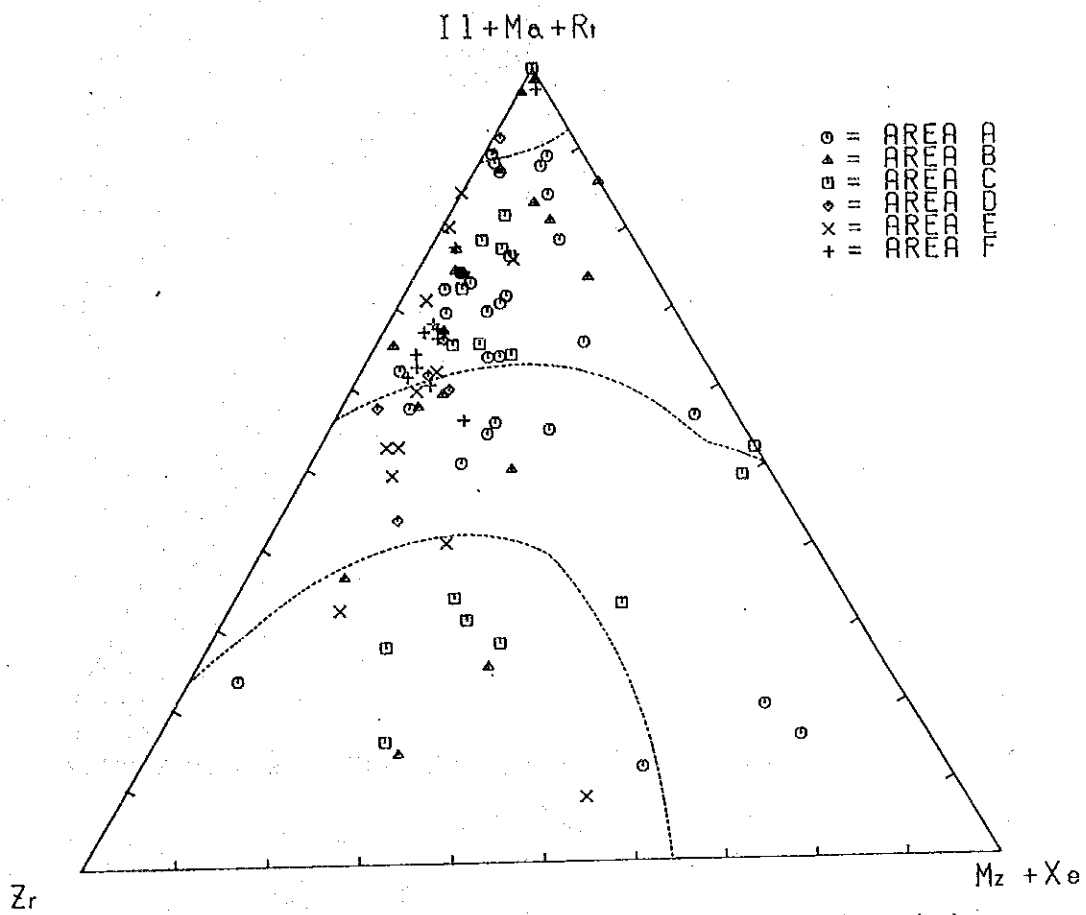


図30—(3) 砂試料の区域別重鉱物重量比三角ダイヤグラム(3)

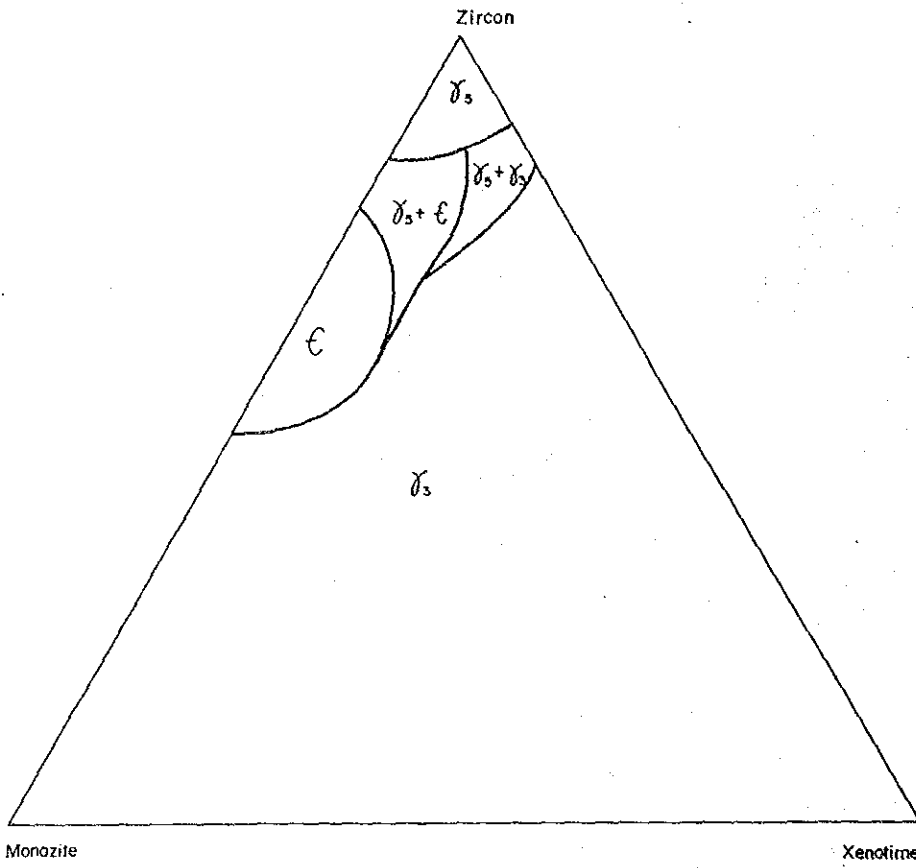


図31- (1) ラテライト性土壌試料の重鉍物重量比より求めた基盤岩類の三角ダイヤグラム領域図(1)

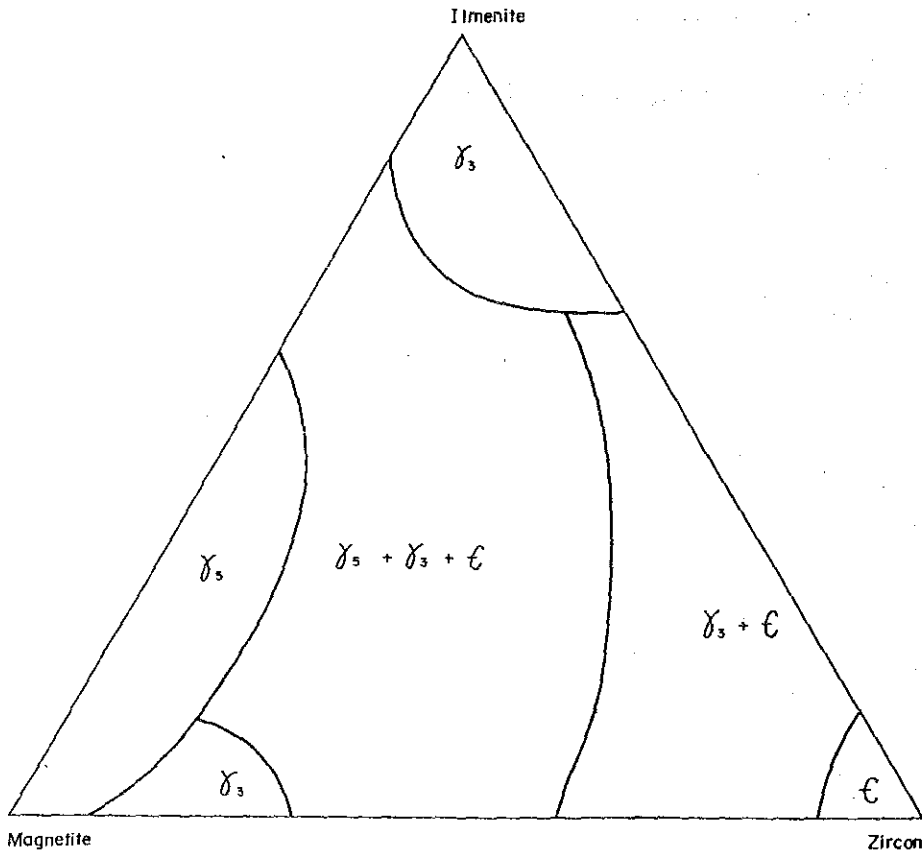


図31- (2) ラテライト性土壌試料の重鉍物重量比より求めた基盤岩類の三角ダイヤグラム領域図(2)

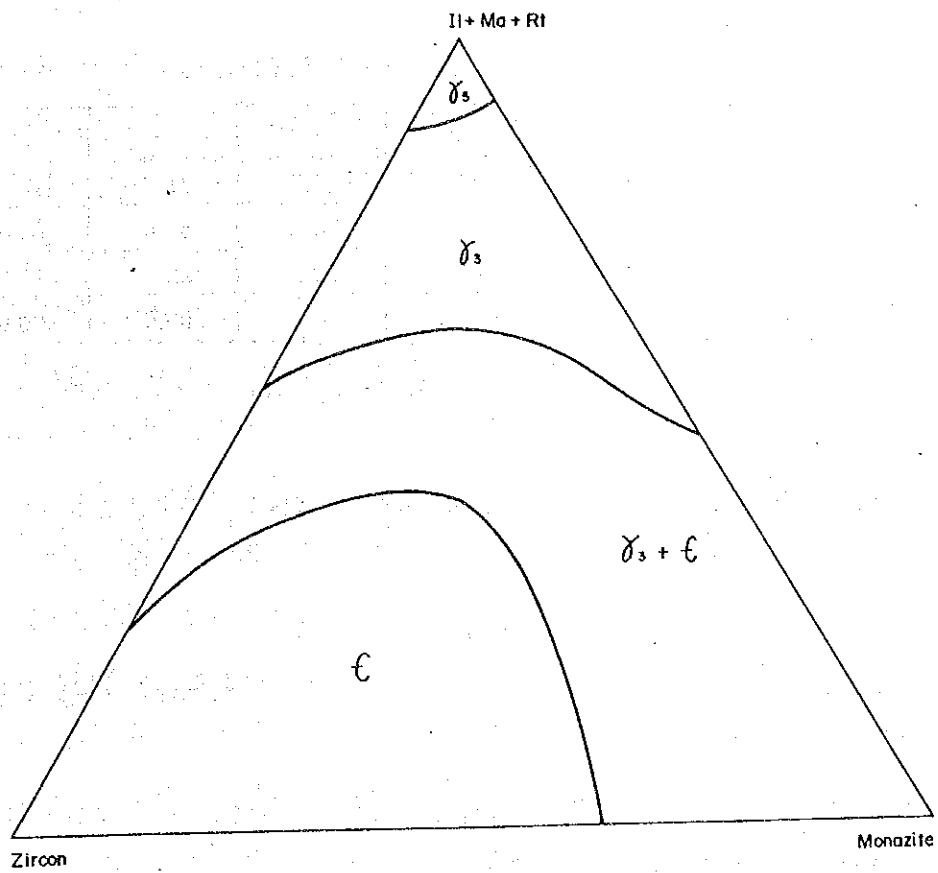


図31—(3) ラテライト性土壌試料の重鉍物重量比より求めた基盤岩類の三角ダイヤグラム領域図(3)

表25 区域別・岩石別の砂試料への影響度割合 (%)

岩石 \ 区域	F	E	D	C	B	A
€	25.2	38.4	33.3	39.3	31.3	24.4
r_3	47.1	44.0	41.6	50.4	46.0	64.3
r_5	27.7	17.6	25.1	10.3	22.7	11.3
計	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

この結果から区域別に各基盤岩類の砂試料形成に関わった割合について、次のことが明らかとなった。

- 1) A区域及びC区域では燕山期花崗岩類 (r_5) の影響が比較的になく、カレドニア期混合花崗岩類 (r_3) のもつ役割が大きい。
- 2) B区域ではすべての岩石 (€, r_3 , r_5) が影響を与えている。
- 3) C区域ではカンブリア系片麻岩・混合岩類 (€) とカレドニア期混合花崗岩類 (r_3) のもつ役割が大きい。
- 4) D区域ではカレドニア期混合花崗岩類 (r_3) 及びカンブリア系片麻岩・混合岩類 (€) の影響が大きい、燕山期花崗岩類 (r_5) も大きな影響を与えている。
- 5) E区域はカンブリア系片麻岩・混合岩類 (€) 及びカレドニア期混合花崗岩類 (r_3) の影響下にある区域である。
- 6) F区域ではカレドニア期混合花崗岩類 (r_3) のもつ役割が大きい、燕山期花崗岩類 (r_5) も大きな影響を与えている。

3.4 解析結果及びその検討

3.4.1 重鉍物の起源岩の推定

岩石及びラテライト性土壌試料の重鉍物含有量の検討により、各重鉍物についてその起源らしいと考えられる基盤岩が次のとおり明らかになった。

- 1) イルメナイト r_3 及び r_5
- 2) ジルコン €, r_3 及び r_5
- 3) ルチル 不明
- 4) モナザイト € 及び r_3
- 5) ゼノタイム € 及び r_3
- 6) 磁鉄鉍 r_5

これを岩石別に見ると、カンブリア系片麻岩・混合岩類(ϵ)は、モナザイト、ゼノタイム及びジルコンの起源岩、カレドニア期混合花崗岩類(γ_3)はモナザイト、ゼノタイム、ジルコン及びイルメナイトの起源岩、そして燕山期花崗岩類(γ_5)はジルコン、イルメナイト及び磁鉄鉱の起源岩となっている。

混合花崗岩類の重鉍物含有量データにはバラツキがあるが、これは混合花崗岩類(γ_3)がカンブリア系片麻岩類(ϵ)の原岩と花崗岩質マグマの混成したものであり、両者の混合の割合や程度の違いによって重鉍物の含有量を異にしているという特殊な背景を表わしているものであろうと考えられる。したがって先の結果からは基本的にはこれらの重鉍物の起源はカンブリア系片麻岩類の原岩、混合花崗岩類を形成せしめた花崗岩質マグマならびに燕山期花崗岩に求められるとみてよいように思われる。

3.4.2 河川砂・海浜砂形成にかかわる基盤岩類の区域別影響度

ラテライト性土壌試料と近傍の砂試料中の重鉍物重量比を比較検討した結果、両者の間には近似性があり、砂試料中の重鉍物重量比は近傍のラテライト性土壌試料の重鉍物重量比を代表していることが分かった。これは砂試料中の重鉍物重量比が背景となっている地質母体の重鉍物重量比を保存していることを表わすものである。これにより地域別に各基盤の砂試料形成にかかわった割合を調べた結果、次のことが明らかとなった。

- 1) A区域及びC区域では γ_5 の影響が少なく、 γ_3 の役割が大きいこと。
- 2) B区域では γ_5 の影響が比較的大きいこと。
- 3) C区域では ϵ と γ_3 のもつ役割が大きいこと。
- 4) D区域では γ_3 及び ϵ の影響が大きい、 γ_5 も大きな影響を与えていること。
- 5) E地域では ϵ 及び γ_3 の影響が大きいこと。
- 6) F地域では γ_3 のもつ役割が大きい、 γ_5 も大きな影響を与えていること。

これらの結果がA区域及びC区域に分布している重砂鉍床がモナザイトやゼノタイムに富むことや、B区域の砂試料の平均重鉍物重量比において磁鉄鉱の占める割合が大きいことなどに関連していることは間違いないとみられる。

ただし、これらの結果は湛江地区については予察調査のみから得られたものであり、調査の精度を上げる必要のあることは言うを待たない。陽江地区についても、起源岩調査としては、今後は鉍床調査や堆積環境調査などを実施する必要がある。

3.4.3 起源岩調査におけるラテライト性土壌試料の有効性

ラテライト性土壌試料の重鉍物重量比が近傍の砂試料中の重鉍物重量比と近似しており、砂試料中の重鉍物重量比が、背景となっている地質母体の重鉍物重量比を保存していると見られることから、本年度から試験的に取り入れたラテライト性土壌試料の重砂分析は極めて有効な解析手段であることが確認された。しかし岩石及びそれと対で採取したラテライト性土壌の帯磁率測定値に典型的にみられるように風化過程における重鉍物の挙動については不明の点が多く、ラテライト性土壌試料の系統的なサンプリングによる検討を行なってその概要をつかんでおくことが重要である。

3.4.4 起源岩調査の今後の進め方

この起源岩調査の前提とした「重砂鉍床の重鉍物重量比率は起源岩の重鉍物含有量比率を反映している」という仮定は、これまでの調査結果により、河川砂・海浜砂試料の段階まではほぼ確実な事実として扱うことができそうである。今後はこの前提によって、さらに重鉍物の重砂鉍床への濃集のメカニズムをはっきりさせ、探鉍の指針を得るところに結び付けてゆく必要がある。

第4章 ボーリング調査の内容と解析結果

4.1 ボーリング概要

ボーリング調査は8月8日に開始され、東里地区では12月1日まで、陽江地区では12月3日まで行われた(表26ボーリング調査現地調査総括、表27ボーリング調査実績及び表31ボーリング調査工程実績)。

調査は3班、試錐機3台で実施された。作業時間は原則として 1の方(7:00～15:00)及び2の方(11:00～19:00)であったが、本年度は潮間帯での作業が主体で潮位にあわせての作業時間となった。また、東里地区では海上調査作業があり、保安上の問題を考慮して昼間作業を原則とした(表28ボーリング調査班構成人員数)。

ボーリング工法は、パイプロハンマー工法を採用し、砂の液状化による噴砂現象の防止及び試料採取率向上のため、ケーシングパイプを先行させて掘進した。サンプラーは孔径PQサイズの特種サンプラーを用いた。コア採取率は平均95.6%であった。足場は調査地点の潮位に合わせてゴムクローラーまたは海上足場を使用した(表29 ボーリング調査使用機器一覧及び表30 ボーリング調査消耗資材使用実績)。

表26 ボーリング調査現地調査総括

項目		東里A班 (1号機)	東里B班 (2号機)	陽江班 (3号機)	合計	記 事	
調査量	孔 数	21孔	26孔	43孔	90孔	端数切捨では1,305m	
	掘進長	341.10m	429.00m	551.70m	1,321.80m		
	(平均孔長)	(16.2m/孔)	(16.5m/孔)	(12.8m/孔)	(15.2m/孔)		
調査開始年月日		'88.8.4	'88.8.4	'88.8.11	'88.8.4	団長は除く	
調査終了年月日		'88.12.15	'88.12.15	'88.12.13	'88.12.15	団長は除く	
所要 日数	作業日	92日	85日	61日	238日	動復員、大移動、準備 格納、事故処理含む	
	その他	37日	43日	59日	139日		
	休日	休日	3日	2日	2日	7日	台風等の悪天候による 待機
		天候障害日	2日	4日	3日	9日	
		計	5日	6日	5日	16日	
合計		134日	134日	125日	393日		
稼働 工数	中国人	技術者	637	500	520	1,657	団長、副団長工数は 除外
		作業員	779	721	195	1,695	
	計	1,416	1,221	715	3,352		
日本人		398	398	375	1,171		
作業日数当り作業量		3.63m/日	4.82m/日	8.62m/日	5.35m/日	日数は天候障害日を含み	
所要日数当り作業量		2.55m/日	3.20m/日	4.41m/日	3.36m/日		
平均コア採取率					95.5%		

表27 ボーリング調査実績

区 分	東里地区			陽江地区			合 計		
	孔数	掘進長 (m)	平均 (m/孔)	孔数	掘進長 (m)	平均 (m/孔)	孔数	掘進長 (m)	平均 (m/孔)
陸上(ゴムクローラー)	8	157.50	19.69	10	145.00	14.50	18	302.50	16.89
潮間帯(ゴムクローラー)	18	261.30	14.52	25	282.70	11.31	43	544.400	12.65
潮間帯(海上足場)	29	475.30	16.39	-	-	-	29	475.30	16.39
合 計	55	894.10	16.26	35	427.70	12.22	90	1,321.80 (1,305)	14.69

(コア採取率平均95.6%)

()内:端数切捨て総掘進長

表28-(1) ボーリング調査班構成人員数

日本人(1台当り)

	1の方	2の方	計
ボーリング技師	1	1	1
地質技師	1	-	1
計	2	1	3(名)

表28-(2) ボーリング調査班構成人員数

中国人(1台当り)

	ゴムクローラーの場合 作業日当り人員	海上足場の場合 作業日当り人員
ボーリング機長	1	1
ボーリング班長	1	1
ボーリング技術者	1	1
ボーリング作業者	4	6
地質技師	1	1
通 訳	1	1
計	9(名)	11(名)

表29 ボーリング調査使用機器一覧

装置名	モデル名	仕様	数量
ゴムクローラー	MST-1100型	最大積載量 5t	3
バイプロコントロールローラー	NVA-10SS	10KW	3
ゼネレーター	SVG-25S	20KVA	3
クレーン	TM-Z302	2.5t(2段ブーム)	3
ゼネレーター	SVG-10S	7.5KW	3
エンジン駆動溶接機	PGW-140V	3.4KW	3
小型コンプレッサー	GUE-7D	1HP,70ℓ/min	3
ステンレス水中ポンプ	CS-750		3
小型ポンプ	TA-500M	32ℓ~60ℓ/min	3
海上足場		7m×7m(浅海用)	2
海上浮作業台		4m×4m	2
光波測距器	RED 2L	5km 測量可能	2
サンドサンプラー		バタフライタイプ他	1式

表30 ボーリング調査消耗資材使用実績

	総使用量	掘進長 (m) 当り	1孔長当り
ガソリン	1,597ℓ	1.21ℓ	17.14ℓ
軽油	12,270ℓ	9.28ℓ	136.33ℓ
オイル	1,203.5ℓ	0.91ℓ	13.37ℓ
グリス	272.8ℓ	0.21kg	3.03kg
シュー他	144ヶ	0.11ヶ	1.60ヶ

表31 ボーリング調査工程実績

□ 予定
■ 実績

調査内容	作業量	1988年(昭和63年)						1989年(平成元年)	
		7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月
調査準備			29	10					
動員(日本~中国)				11					
資材搬入、掘削準備			29	27					
ボーリング調査	東里A班(1号機)	217孔 341.10m		14					2
	東里B班(2号機)	267孔 429.00m		16					1
	湯江班(3号機)	43孔 551.70m		21					3
資材搬出・機械格納・揚国準備							2	10	
揚国(中国~日本)							12	5	
報告書作成							6	10	10

4.2 ボーリング作業

各地区の調査作業の内容は次のとおりである。

4.2.1 東里地区

東里地区は冬松島及び北莉島の陸上部と一部の潮間帯においてゴムクローラーによるボーリング調査を実施し、ゴムクローラーの使用が困難な低潮位の潮間帯ボーリング調査においては海上足場を使用した。

1) 陸上部(冬松島・北莉島)

掘進作業は中国側の調査手順の改善により実掘進能率が向上し、調査は順調に推移した。また、ゴムクローラーの運搬は上陸用舟艇で行われた。島内における移設作業は、道路が未整備のうえ防風林や田畑が多く迂回の為に移動に時間を要したが、長距離の移動はなかった。

陸上部のボーリング調査能率は平均6.10m/方で、コア採取率は平均97.3%であった。

2) 潮間帯部(ゴムクローラーによる調査)

ゴムクローラーによる調査は、調査手順の改善により実掘進能率は向上したが、潮の干満に合わせての調査となったため干潮待ちの待機や満潮時の退避時間が多く、調査能率は平均4.90m/方と低く、コア採取率は平均93.9%であった。

3) 潮間帯部(海上足場による調査)

調査は、当初心配された噴砂現象はなく高コア採取率となったものの、9月下旬から11月中旬にかけて連続して来襲した台風や熱帯性低気圧による悪天候と、長期間にわたって日中は低潮位が続き、海上足場の移動が困難であったため実稼働率が極めて低下し、調査は難渋を極めた。とくに、9月22日の台風23号では東里A班の海上足場は台風の直撃による脚部(スパット)折損事故を被り、調査復帰までに約2週間を要した。

こうしたことから、11月中旬以降の好天で調査能率の向上はあったものの、海上調査全体での調査能率は平均2.19m/方と低能率となった。また、コア採取率は高く、平均96.8%であった。

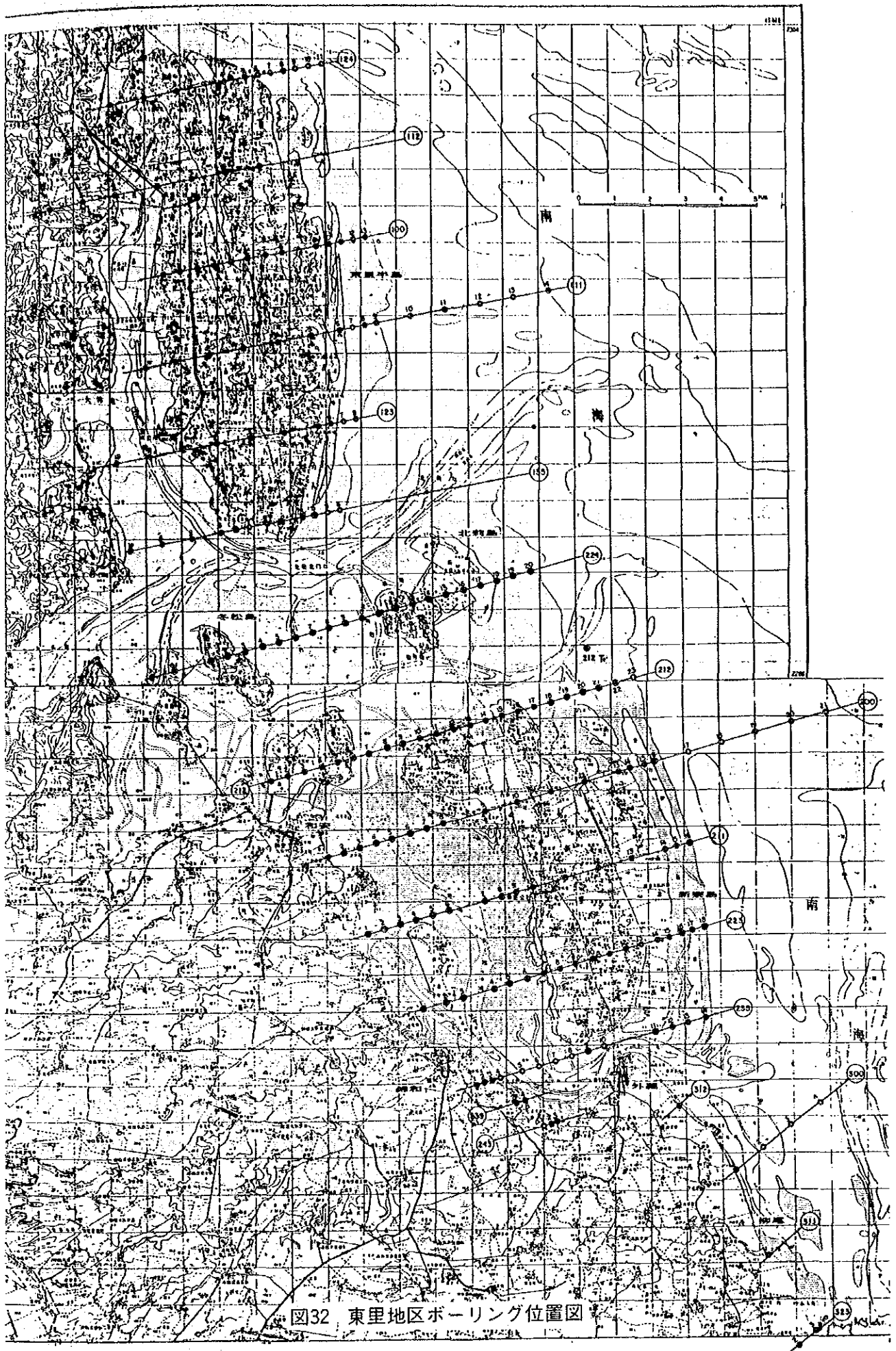


図32 東里地区ボーリング位置図

4.2.2 陽江地区

陽江地区は、陸上部及び潮間部ともにゴムクローラーを使用して、溪頭、南山海及び沙尾の3地区の調査を実施した。以下に調査地区ごとの調査状況を述べる。

1) 溪 頭

調査は噴砂現象もなく順調に推移し、潮帯部ボーリングにおいても潮の干満にともなうロス時間は少なかった。ただし、陸上部における移設作業は、周辺一体が農村地帯であり、水田、畑を避けての迂回となったため移動に時間を要した。

また、9月3日本地域の最終調査孔40-1孔の掘削終了後、溪頭キャンプへの移動中にゴムクローラー3号機が海浜部軟泥中に立往生し、満潮時に海水を被る事故が発生した。この事故機の回収及び整備は約3週間を要したため調査計画に大きな変更が生じたが、陽江班(3号機)の調査は調査復帰後極めて順調に推移したため全調査期間には大きな影響は及ばなかった。

調査準備、地区間移動及び事故処理期間を除いた本地域の調査能率は平均7.19m / 方で、コア採取率は平均 95.0%であった。

2) 南山海

調査は、ほとんどが潮間帯部ボーリングであり潮待ち時間が発生したが、実質的な調査の中断まで至らず順調に推移した。また、比較的浅所に粘土化花崗岩が出現したため一部の調査孔を除いて調査孔の短いものが多く、とくに探鉱測線-42上の調査孔は4.50m～7.50mと極めて短かった。

調査準備作業及び地区間移動を除いた本地域の調査作業能率は平均5.4m / 方で、コア採取率は平均 95.4%であった。

3) 沙尾

調査は、一部の調査孔を除きほとんどが潮間帯部ボーリングであり、潮待ち時間が発生し、とくに探鉱測線-12上の12-1孔及び12-2孔の調査では満潮時に進入通路が水没するため掘進作業を中断してゴムクローラーを陸上へ退避させた。しかしながら、潮位により掘進作業が中断する調査孔は他にはなく、調査は総じて順調に推移した。

本地域の調査能率は平均5.58m / 方で、コア採取率は平均94.1%であった。

4.3 試料鑑定及びサンプリング

4.3.1 試料鑑定

ボーリングで採取した全試料について、縮尺1:50による試料鑑定を実施した。碎屑物の名称は表32碎屑物名称分類に基づき、また、土質名は表33の中国側の分類を採用し鑑定を行った。

土質の色調の記載にあたっては、鑑定者個々の個人差が生じないように(財)日本色彩研究所監修による「配色カード129」を利用した。このほか現場の調査においては市販の粒度表を補助に使用した。

4.3.2 試料サンプリング法

ボーリングにより採取した試料は、原則として地層別に1mごとにサンプリングした。地層別にサンプリングすることにより試料長に端数が生ずる場合、1試料の長さを、0.5m以上1.5m未満とした。

また、1回当たりの試料採取率が100%に満たない場合には、実際の採取試料長に試料採取率を勘案して比例配分させることによりサンプルの長さを決定した。

4.3.3 採取試料数

ボーリング総掘進長1,321.80mに対し、1,410試料が採取された。これは0.94m/試料となり、採取試料数は予定した数量の6%増となった。

表32 碎屑物名称分類

碎屑物名	直径 (mm)
礫	>2.0
極粗砂	2.0-1.0
粗砂	1.0-0.5
中砂	0.5-0.25
細砂	0.25-0.063
シルト	0.063-0.004
粘土	<0.004

表33 土質名分類

碎屑物含有量 (%)	粘土	シルト	砂	礫
12~25	含粘土-	含シルト-	含砂-	含礫-
25~50	粘土質-	シルト質-	砂質-	礫質-
50~75	-質粘土	-質シルト	-質砂	-質礫
75~90	含-粘土	含-シルト	含-砂	含-礫
>90	粘土	シルト	砂	礫

4.4 東里地区の解析

本地区には第1年次(昭和62年度)に93孔、1,436.15m、本年度に55孔、894.10m、2年間合計では148孔、2,330.25m、平均深度15.74mが陸上及び潮間帯に実施されている。原則的にボーリングの測線間隔は2.4km、測線上の孔間隔は480~960mである。

重砂鉱床の解析は各ボーリング断面で基本重鉱物5種(イルメナイト、ジルコン、ルチル、モナザイト及びゼノタイム)の合計重鉱物品位が 3kg/m^3 以上で、隣接するボーリング孔と連続するものを鉱床帯として区分し解析対象とした。解析には鉱床帯の層厚、合計重鉱物品位、基本5重鉱物の各々の品位及び鉱床帯の層厚 \times 合計重鉱物品位を、さらに鉱床胚胎層準の Q_4 層の層厚及び等深度を検討した(付図5,6)。

4.4.1 地質概要

本地区は広東省南西部、雷州半島東側の海岸部に位置し、同半島より東~南東へ派生する小半島部(東里半島)及びその南側の海陵島一帯を含む地区である。

本地区に分布する地層は未固結堆積物類でその層相上の特徴から第四紀更新世~完新世の堆積物に対比されている。これらは下位から更新統 Q_1 層(湛江層群)と呼ばれるシルト質土(層厚10m以上)、中部更新統 Q_2 層(北海層群)のアルコース質中・粗粒砂(層厚0~6m)及び完新統 Q_4 層の海成砂(層厚5~20m)・風成砂(0~8m)である。これら地層は Q_1 層と Q_2 層とは整合的にそして Q_2 層と Q_4 層とは不整合に境する。

これら堆積物のうち、重砂鉱床は主に Q_4 層の海成砂及び風成砂に胚胎することがボーリング調査で確認されている。

Q_4 層の海成砂は細砂層を主とし、粗・中砂層及び粘土・シルト層をともなう。細砂層は細砂及びシルト質細砂からなり、石英の亜角粒子を主成分としている。細砂の色調は、暗灰色から灰緑色、帯緑暗青色、暗青緑色と変化する。本層は全般的に貝殻片を5%程度含み、本層上部には層厚1m前後の暗褐色~の黒色腐植土層が所々に存在する。粗・中砂層は、暗灰色~灰緑色を呈す、多量の貝殻片をしばしば含有する。 Q_4 層の風成砂は灰褐色からベージュ色ないし灰緑色を呈しほとんど膠結していない細砂からなる。ボーリングでは海成砂とは色調で識別した。

また雷州半島に広く分布する第四紀更新世後期(Q_3 期)の活動と考えられている玄武岩類はボーリングでは確認されていない。

4.4.2 Q₄層の分布と構造

ボーリング調査の結果、Q₄層はボーリング対象地区の西端部を占める雷州半島東海岸から東方に広く分布することが確認されている。層厚は3~24mを示すが、雷州半島東海岸から東へ徐々に厚くなり、同海岸より2~3km以東は多少の変化はあるが5~7kmの間15m前後の層厚となっている。ただし、東里半島南端の西方に位置するボーリング135~8孔付近は急激に層厚を増し最大層厚24mを示すが、それより東では徐々に薄くなり、やはり15m前後となっている。等層厚線の延長は北北西~南南東方向の雷州半島東海岸に調和している。後述する鉱床帯はQ₄層の層厚が15m前後の部分に胚胎する傾向にある。

Q₄層下底等深度線は上述のQ₄層の層厚を反映して雷州半島東海岸から東方へ全体として徐々に深度を増しており、等深度走行方向は同海岸線にはほぼ平行している。

しかしながら詳細に検討すると、後述する2列の上盤鉱体を取り巻くように-12m等深度線が走り、不明瞭ではあるが小規模で浅い盆状構造を表わしているようである。更に後述する下盤鉱床付近の同層下底深度は、ほぼ水平または東へ微緩傾斜する傾向にあり別の同様構造の存在する可能性がある。

4.4.3 鉱床帯の分布と規模

合計重鉱物品位3kg/m³以上の鉱床帯はQ₄層中の2つの層準に胚胎していると考えられる。1つは地表より下へ連続する上盤鉱体で、もう1つはQ₄層最下底部またはその近くの下盤鉱体である。また211-15孔、224-16孔、のように一部のボーリングでは上・下盤鉱体の中間層準にも鉱体を確認しているが、それらは連続性に乏しく本解析の対象から除いた。

上盤鉱体は東里半島の西側部分及び北莉島~新寮島の東側部分を中心に、北北西~南南東方向にずれて平行に配列している。前者は探鉱測線最北端の124 lineから135 lineを主体に延長10km以上、最大幅約3,000m、最大層厚約17m(111-1孔)の規模で分布している。本鉱体の主部は東里半島西側の111-1孔~123-2孔を中心に層厚6m以上の範囲として約8×2kmの規模を示す。合計重鉱物品位4kg/m³以上もこの主部内に一致し、鉱床層厚×合計重鉱物品位もこの主部が最大値を示している。南への延長は測線221 lineの新寮島西部までさらに約10km程度が認められるがその幅は狭く1km程度であるが、224-8孔では層厚18.20m、合計重鉱物品位3,805g/m³が認められる。北への延長は未確認であるが薄層化の傾向にある。

後者の上盤鉱体は測線224 lineから223 lineの間、延長12km以上、最大幅約3,000m、最大層厚6.50m(221-12孔)の規模で確認されている。本鉱体の主部は200-11孔~211-12孔が中心であるが、前者と比較して層厚はやや薄く層厚4m以上の範囲として約8km×2kmが認められる。

この範囲に重複して合計重鉱物品位 $6\text{kg}/\text{m}^3$ の区域がみられ、鉱床層厚 \times 合計重鉱物品位の値も高い。北への延長は、本鉱体の最北探鉱測線224 lineの224-14孔で層厚 8.00m 、合計重鉱物品位 $5,850\text{g}/\text{m}^3$ を捕捉しており、その可能性を残している。南へは薄層化、低品位化し、測線235 lineでは捕捉されておらず、閉じていると考えられる。

下盤鉱体は北莉島～新寮島東側部分に分布する上盤鉱体の東側下部から東方に上盤鉱体と平行に延長 8km 以上、最大層厚約 8m が捕捉されているが、その鉱体幅については、第2年次までのボーリング調査ではその西限を確認したのみで東限については未確認である。南へは探鉱測線223 lineまで認められるが薄層化しており、北へは現在確認されている最北端の224-18孔で、本地区で最も優勢な濃集(合計重鉱物品位 $16,735\text{g}/\text{m}^3$ 、層厚 7.8m)を捕捉している。

4.4.4 重鉱物の種類と量比

東里地区のボーリングコアについては前述の基本5鉱物が分析されている。その結果、本地区の鉱床帯はイルメナイト主体でモナザイトは少なく、ゼノタイムはほとんど含有されていない。鉱床帯中の5鉱物の量比は一般的にイルメナイ $60\sim 65\%$ 、ジルコン $15\sim 20\%$ 、ルチル 15% 前後、モナザイト 1% 前後、ゼノタイム 1% 以下である。従って、合計重鉱物品位及び各5鉱物品位の等品位線は類似した傾向を示す。

4.4.5 解析結果

東里地区の重砂鉱床はイルメナイトが主体で、合計重鉱物品位 $3\text{kg}/\text{m}^3$ 以上の鉱床帯としては北北西～南南東方向に配列する2列の上盤鉱体とこれと平行分布する1列の下盤鉱体が確認された。これら各鉱体は鉱床胚胎層準である Q_4 層の層厚が 15m 前後を示す場所、そして同層下底が盆状構造を示す部分に胚胎するようにみえる。

4.5 陽江地区の解析

陽江地区では、本年度35孔、 427.70m 、平均深度 12.22m のボーリング調査が沙尾～南山海～双水～溪頭の間を実施された。探鉱測線間隔は 2km 、全21測線のうち14測線上へは1孔のみ、また7測線上では2～4孔がそれぞれ行われた。

4.5.1 地質概要

本地区はカンブリア系片麻岩・混合岩類、カレドニア期混合花崗岩及び燕山期花崗岩類の基盤岩類とこれを不整合に覆う第四系よりなる。

ボーリングでは第四系の Q_4 層と一部 Q_3 相当層及び花崗岩質岩を確認している。

花崗岩質岩は第四系の基盤を構成し、深度 -2m から -17m で確認されている。基盤表面は海岸線に沿う方向にはゆるい波状起伏を示し、海岸線に直角の方向では陸域より海側へ徐々に深

くなる傾向にある。Q₄層は層厚3~18mで細砂層を主とし、粘土・シルト層及び粗・中砂層をと
もなう。細砂層はベージュ色~灰緑色細砂からなり、石英の亜角粒を主成分とし、黒雲母、貝
殻片を少量含む。粘土・シルト層は本地区東部の3測線、48,50,52 lineの本層下部に発達し、暗
灰色~灰緑色粘土を主とし、灰色シルト及び灰色~灰緑色含粘土細砂を挟在する。粘土は貝殻
小片と炭化木片を少量含有する。粗・中砂層は灰緑色~ベージュ色の粗砂、極粗砂及び中砂か
らなり、少量の貝殻片とまれに小角礫を含む。Q₃相当層は粘土を主とし、砂層をともなう。

4.5.2 解析方法と結果

陽江地区の重砂鉱床はジルコン、モナザイト、ゼノタイムの3鉱種に比較的富んでいるので
中国側工業限界品位のジルコン1,000g/m³、モナザイト500/m³及びゼノタイム70g/m³のいずれ
かが限界品位を越える部分を鉱床帯として区分し解析した。

その結果、鉱床帯として区分され、比較的まとまりを示したものは沙尾の14-8,9孔、南山海
の32-2孔、及び双水の42-1孔である。このうち沙尾地区で捕捉された鉱床帯は第II部1章1.2.3
項で述べた沙尾鉱床の東方延長部分に相当するものと考えられる。南山海及び双水のものは基
盤岩直上近くにそれぞれ地表下-15m及び-5mと深部に確認されている。しかしながら、この
ほかの30孔の着鉱状況は薄くかつまとまりがない。

このように沙尾~南山海~双水~溪頭間では海岸線に沿う優勢な鉱床帯は本年度のボーリング
では確認されていない。すなわち、現在稼行中の南山海鉱床などの海岸内陸側の鉱床帯の海岸
~沖合浅海部への延長と推定されるような重鉱物の濃集は認められなかった。

4.6 探鉱有望地区

4.6.1 東里地区

合計重鉱物品位3kg/m³以上の鉱床帯として上盤鉱体が2列で2鉱体、そして下盤鉱体
が1鉱体それぞれ捕捉されている。このうち東里半島西側を中心に胚胎する上盤鉱体の
輪郭はほぼ把握されたが、北莉島~新寮島の東側を中心に胚胎するもう1つの上盤鉱体
はその側部及び南部の輪郭はかなり明瞭であるがその北部への延長にやや可能性を残し
ている。また下盤鉱体はその西限がほぼ明らかにされているが、その南・北延長及び東
限については未確認である。特に、優勢な品位を示す224-18孔は現在確認されている
本鉱体の北端及び東端近くに位置しており、本鉱体の北部への延長及び東への広がり
が期待される(付図7-(1))。

4.6.2 陽江地区

ジルコン、モナザイト及びゼノタイム3鉱物の鉱床帯が、沙尾、南山海及び双水の3箇所に認められた。しかしながら、南山海及び双水の鉱化帯は基盤直上部に胚胎し、地表から深い。一方沙尾の鉱床帯は地表より連続し、沙尾鉱床の東延長と考えられるのでこの間に鉱床胚胎が期待される(付図7-(2))。

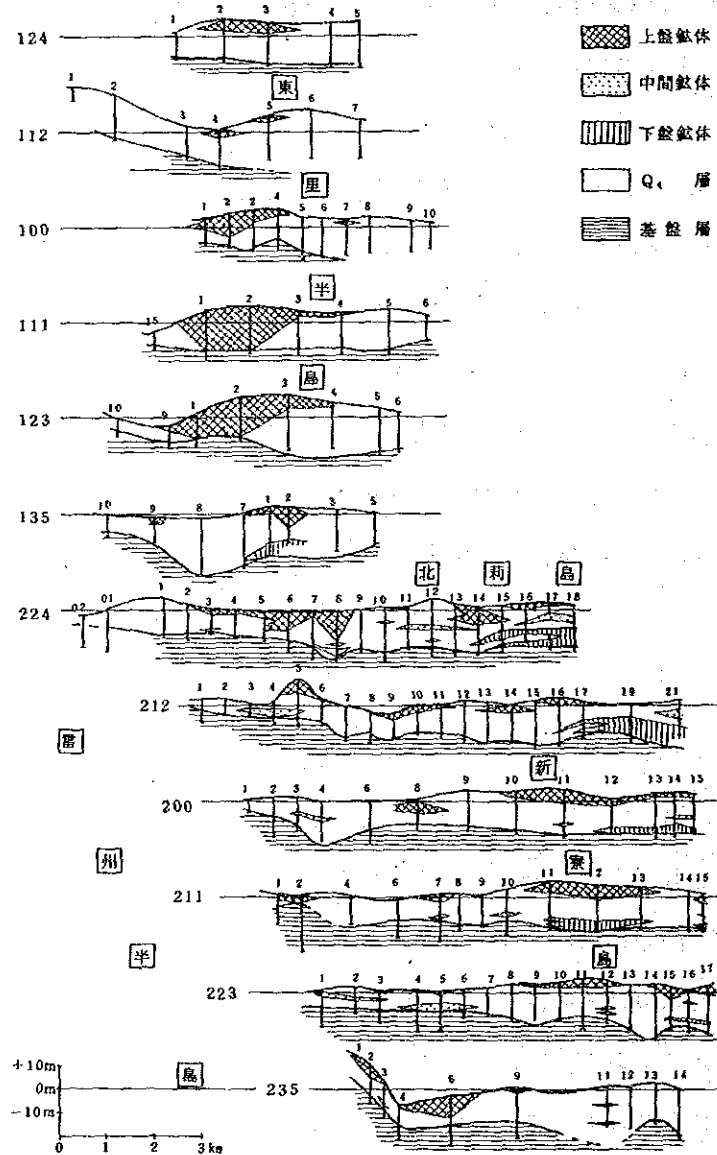


図 3 3 東里地区ボーリング地質・鉱床断面図

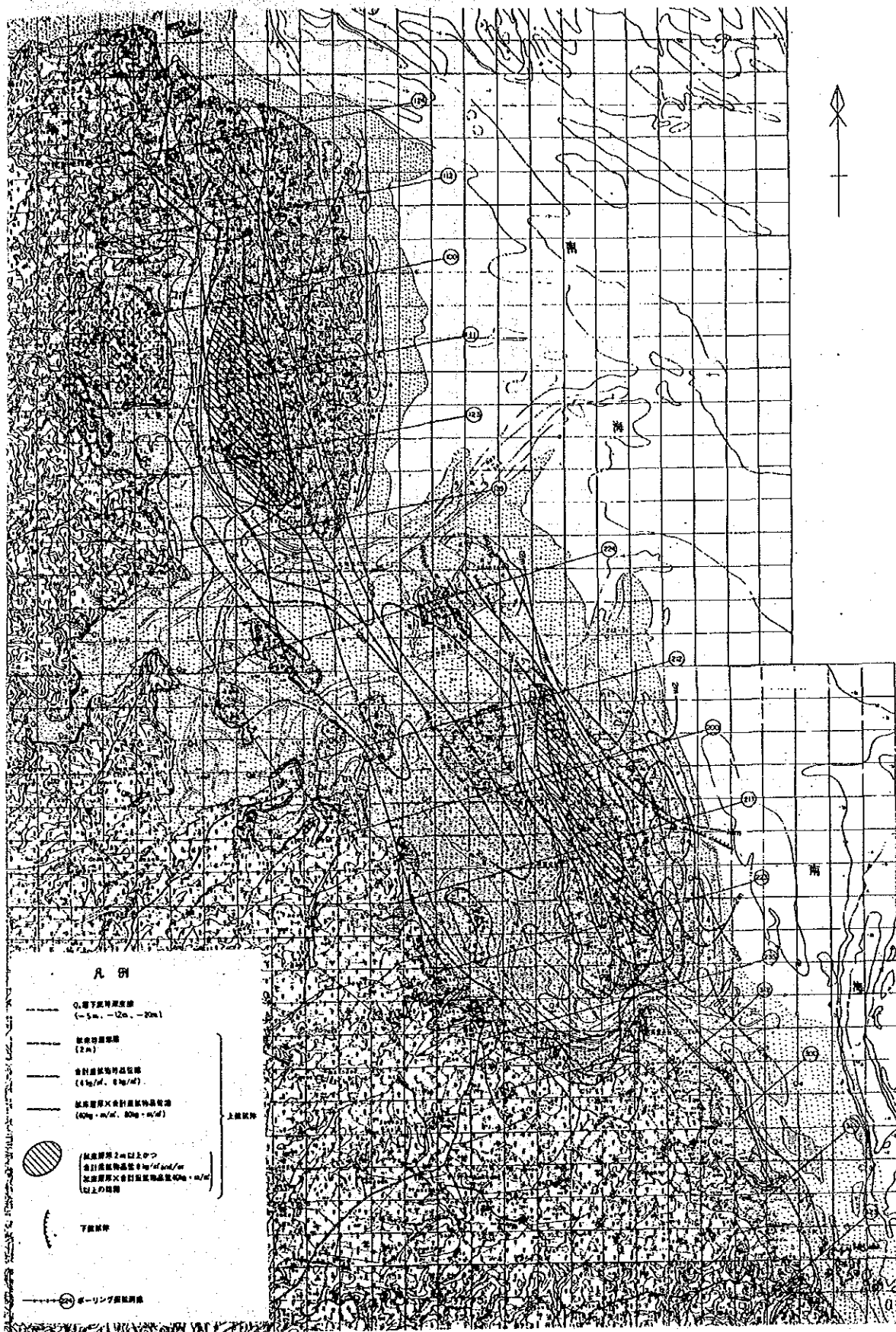


図34 東里地区総合解析結果図

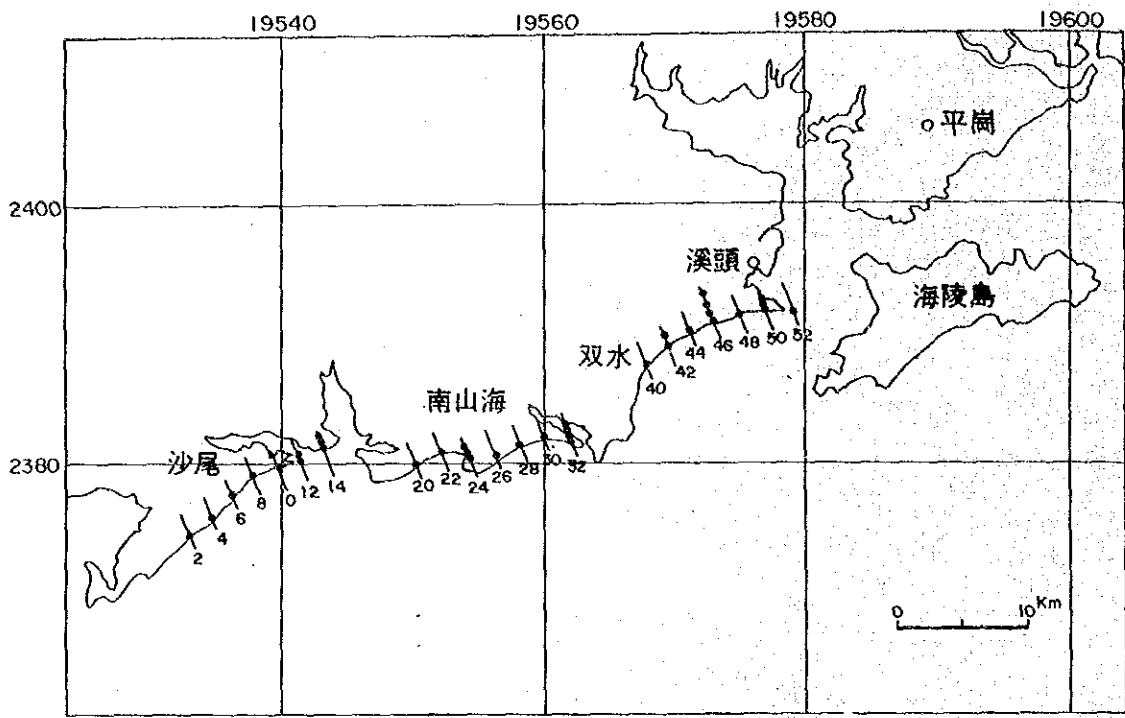


図35 陽江地区ボーリング位置図

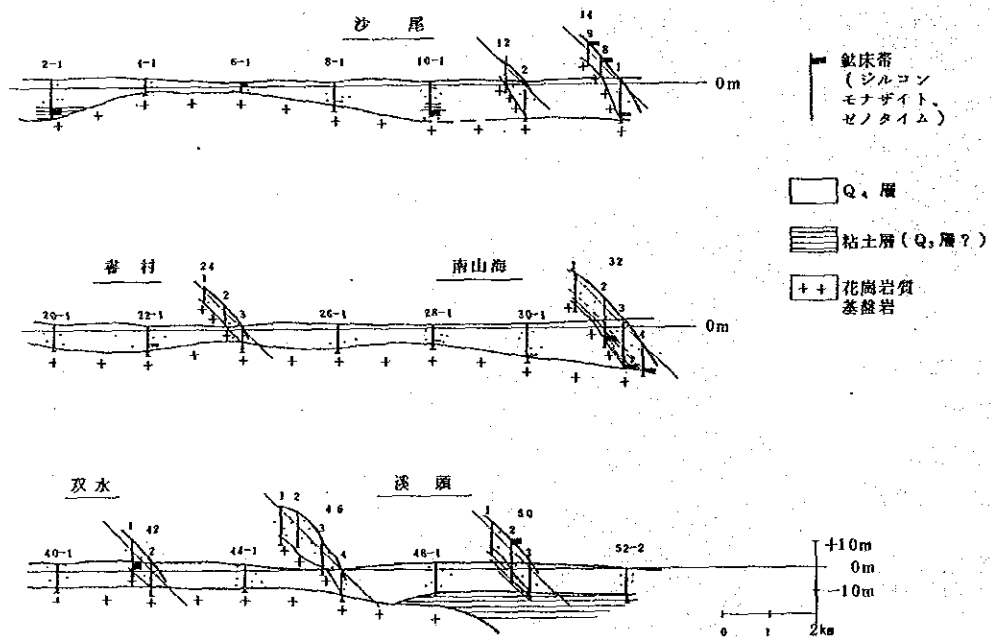


図36 陽江地区ボーリング地質・鈇床断面図

第Ⅲ部 室内試験

第III部 室内試験

第1章 中国側分析所における室内試験

1.1 試験目的及び試験内容

本年度のボーリング調査、地質調査・起源岩調査及び予察調査で採取した試料について、現地調査結果の総合解析に資することを目的として重砂分析、粒度分析、全岩分析、岩石薄片鑑定、絶対年代測定などの室内試験を行った。各種試験の項目と試料の明細は表38に示している。

1.2 重砂分析

1.2.1 分析試料

ボーリング調査で採取した砂泥1,322試料、起源岩調査で採取した河川砂・海浜砂62試料(陽江地区40試料、湛江地区22試料)及び起源岩調査採取のラテライト性土壌20試料について重砂分析を実施した。

ボーリング採取試料は、主としてモナザイト、ジルコン、ゼノタイム、ルチル、イルメナイトの5鉱物について分析したが76試料については、これに金、錫、コロンバイト、フェルグソナイトを加えた9鉱物について分析を実施した。また起源岩調査採取試料はモナザイト、ジルコン、ゼノタイム、ルチル、イルメナイト、磁鉄鉱の6鉱物について分析した。

1.2.2 分析方法

① 分析工程

図38-(1)は惠州市の分析所における重砂分析系統を簡略化して示したものであり、一般的に簡潔な工程になっている。工程はテーブル重選と磁選に大別され、重液は用いられていない。

砂試料は泥(粒径0.063mm)、及び粗粒砂(同1mm以上)を除き、0.063~1.000mmのものをテーブル重選に供する。除かれた泥及び粗粒砂も重砂があるかどうかパンニングでチェックしてする。以下の工程でも放棄物は常にパンニングでチェックされている。

テーブル重選粗精鉱が300g以上の場合は300g以上の部分を控え試料としてを保存する。本工程の最終精鉱は、さらに磁選により目的とする重鉱物の高・中・低含有量の3つに分包され、分包ごとに双眼顕微鏡下で目的重鉱物と共有物の含有量比をカウント法により測定した上、分包ごとの結果を加重平均をして砂試料の品位(g/m^3)を求める。各重鉱物の識別は、色、結晶系などにより習熟した作業者が実施している。

ラテライト性土壌も本工程で分析される。

② 分析精度

惠州分析所における重砂分析の精度は表39のような検査基準に基づく。最近の実績は、惠州分析所の所内検査(内検)で、148試料の流出率0.2%、86試料の誤差4.3%、合格率96.8%である。また、所外検査(外検)は広東地質勘探会社の広州研究所で行うが、36試料の実績は誤差8.5%、合格率91.5%でいずれも表の基準を満たしている。

1.2.3 分析結果

起源岩調査で採取した砂試料は、陽江地区から河川砂15、海浜砂23、風成砂2、計40、湛江地区から河川砂4、海浜砂16、Q₂層2、計22、両者合わせて合計62試料である。6種類の重鉱物についての重砂分析結果を表20に示した。砂試料の起源岩調査の結果は第II部に記述している。

起源岩調査で採取したラテライト性土壌試料は陽江地区15、湛江地区5、合計20試料である。6種類の重鉱物についての重砂分析結果は表14に示した。このデータを用いて解析した起源岩調査の結果は第II部に記述している。

1.3 人工重砂分析

起源岩調査において後背地の新鮮な岩石試料(陽江地区15、湛江地区5、計20)を採取、人工重砂分析を行った。人工重砂試料は図38-(2)のような粉碎前処理をしたあと、前項の重砂分析工程により分析された。分析結果を表14に示した。このデータを用いて解析した起源岩調査の結果は第II部に記述している。

1.4 岩石分析(全岩)

人工重砂分析の試料を採取した場所と同じ箇所から陽江地区7、湛江地区3、計10個の岩石の試料を採取して全岩化学分析を実施した。

分析結果及びノルム計算値を巻末資料・3及び4に示した。このデータを用いて解析した地質調査・起源岩調査の結果は第I部、第II部に記述している。

1.5 岩石薄片作成・鑑定

人工重砂分析の試料を採取した場所と同じ箇所から陽江地区15、湛江地区5、計20個の岩石試料を採取し、薄片を作成して顕微鏡鑑定を実施した。

鑑定結果を巻末資料・5岩石薄片検鏡結果一覧表に示し、また第II部の地質岩石の記載のなかにもまとめられている。

1.6 粒度分析

粒度分析は重砂鉦床を胎胚するQ₄層の砂層の粒度特性を把握し、必要な場合の選鉦試験資料の一部とすること及びQ₄層の堆積環境を考察するために、東里地区のボーリング4孔、49試料及び陽江地区の同5孔、49試料、合計9孔、98試料について行った。ただし本年度の粒度分析はQ₄層のみを対象としており重鉦物そのものの分析は実施されていないので重鉦物の粒度特性は得られていない。

分析は粒径63ミクロン($\phi=4$)以上の砂礫部分は篩により5mm以上までの22段階に、そして63ミクロン以下の泥質部分はマイクロフォトサイザーにより1ミクロン未満($\phi=10$)までの7段階に区分して行われた(巻末資料・7粒度分析結果一覧表)。

解析方法としては、各試料に昨年度の100~1孔、13試料を加えた111試料の ϕ スケールによる粒度重量分布の $\phi 16, \phi 50, \phi 84$ の値を求め、そして次式により中央値、平均値、淘汰度及び歪度を計算し、更に含泥率を算出し、図示した(図37)Q₄層と粒度分析・14C年代・花粉鑑定結果)。

表34 堆積物の粒径区分

Wentworthの粒径区分		粒径 (mm)	ϕ 値
巨 礫	(Boulders)	> 256	-8 ϕ 以下
大 礫	(Cobbles)	64 ~ 256	-6 ~ -8 ϕ
礫	(Pebbles)	4 ~ 64	-2 ~ -6 ϕ
細 礫	(Granules)	2 ~ 4	-1 ~ -2 ϕ
極粗砂	(Very coarse sand)	1 ~ 2	0 ~ -1 ϕ
粗 砂	(Coarse sand)	1/2 ~ 1	1 ~ 0 ϕ
中 砂	(Medium sand)	1/4 ~ 1/2	2 ~ 1 ϕ
細 砂	(Fine sand)	1/8 ~ 1/4	3 ~ 2 ϕ
極細砂	(Very fine sand)	1/16 ~ 1/8	4 ~ 3 ϕ
シルト	(Silt)	1/256 ~ 1/16	8 ~ 4 ϕ
粘 土	(Clay)	> 1/256	8 ϕ 以上

中央値 $Md\phi = \phi 50$ 、

平均値 $M\phi = (\phi 16 + \phi 84) / 2$

淘汰度 $\sigma\phi = (\phi 84 - \phi 16) / 2$ 、

歪度 $\alpha\phi = (M\phi - \phi 50) / \sigma\phi$

含泥率: $\phi = 4$ 以上の重量%

1.6.1 東里地区

東里地区のQ₄層の砂は中央値が $\phi=2.4\sim 3.0$ 、平均値が $\phi=2.5\sim 3.5$ の細砂～極細砂に属し、淘汰度は一般的に0.4～0.8の範囲で淘汰はよい。歪度はプラス値を示すことが多い。含泥率は中央値、平均値及び淘汰度の増加と挙動が一致する傾向にある。堆積環境は歪度がプラス値の傾向にあり、一般的な海浜とやや異なって波浪、海流の穏やかな場であったとも考えられる。重鉱物は相対的に含泥率が低く、粒径が同じ細砂でも中砂寄り、淘汰の良い層準に濃集する場合(100-1孔、211-7孔)が認められる。

1.6.2 陽江地区

陽江地区のQ₄層の砂は中央値が $\phi=-2.0\sim 2.5$ 、平均値が $\phi=-2.0\sim 2.6$ と極粗砂から極細砂まで変化し、淘汰度は一般に $\phi=1.0$ 以上で淘汰は悪い。含泥率は10%を超えることは少なく一般に低い。堆積環境としては、波浪の影響が強い海浜であったことを示すようで、このことは柱状図でも細かい単位で層相が変化していることで支持されている。重鉱物は粗砂というよりはむしろ中～細砂に濃集する場合(10-1孔、30-1孔)が認められる。

1.7 年代測定

地質調査の目的の1つである起源岩同定を側面から支援するため、人工重砂分析及び岩石薄片鑑定を試料を採取した場所と同じ箇所より15試料(陽江地区10試料、湛江地区5試料)、及び湛江地区よりさらに1試料、合計16試料について、Rb-Sr法による絶対年代測定を実施した(巻末資料・9Rb-Sr同位体測定結果一覧表)。

さらに、東里・陽江両地区の第四紀砂層から採取した炭化木、貝殻等の10試料についてその堆積年代を同定し、重砂鉱床形成時期を考察するため、¹⁴C法による絶対年代測定を実施した。

1.7.1 Rb-Sr法

Rb-Sr法による絶対年代測定用試料としてカンブリア系片麻岩類6試料、カレドニア期混合花崗岩類5試料及び燕山期花崗岩類5試料を採取した。測定の結果、8試料についてはアイソクロンを引くことが可能でそれによる絶対年代が得られた(表35 Rb-Sr法年代測定結果)が、これらの年代測定結果には問題も残されているので、以下個別に記載する。

表35 Rb-Sr法年代測定結果

試料番号	採取地	岩石名(注)	Ma	中国側地質図幅による年代
80819-3	海陵島	片麻岩(条带状混合岩)	124.1±98	カンブリア紀
80823-9	溪頭・双水	片麻岩(条带状混合岩)	453.2±417	
80827-5	河北	片麻岩(片麻状混合岩)	424.2±44	
80830-6	織篋・溪頭	混合花崗岩(花崗質混合岩)	523.9±24	カレドニア期
80906-4	沙扒	混合花崗岩	247.8±200	
80916-5	塘環	混合花崗岩	748.4±460	
80829-3	織篋北方	中・粗粒斑状 黒雲母花崗岩	325.4±191	燕山期
80829-6	織篋北方	中・粗粒斑状 黒雲母花崗岩	172.2±139	

(注): 岩石名の()内は中国側による観察結果

- ① 試料番号80829-6は172.2Ma、初生値0.7058を示し、燕山期前期(150~190Ma)に相当し、中国側地質図幅による年代と矛盾しない。
- ② 同図幅でカレドニア期混合花崗岩とされている試料番号80830-6は523.9Maを示す。これはカレドニア期早期(490~520Ma)に相当し、その時期にRb-Sr移動の系が閉じたことを示していると解釈されるが初生値が0.6701と低すぎることからみて信頼度は低い。
- ③ 試料番号80823-9及び80827-5は片麻岩類でそれぞれ453.2Ma、424.2Maを示している。これはカレドニア期中期(430~460Ma)に相当し、カンブリア系片麻岩類の変成による部分溶融・移動等の終了した時期を示すものと考えられる。初生値はそれぞれ0.7205、0.7204である。
- ④ 試料番号80819-3は中国側地質図幅ではカンブリア系とされている片麻岩類であるが、年代測定では124.1Maとなっており燕山期後期(60~143Ma)に相当する時期を示している。肉眼的観察による岩石区分は明らかに片麻岩類であるので極く近傍に分布している燕山期花崗岩類の影響があったものかと考えられる。
- ⑤ その他の3件試料について得られた数値の意味は不明である。

1.7.2 ¹⁴C法

東里地区7試料、陽江地区3試料の測定の結果27,200年(晩更新世中期)~4,410年(完新世中期)の年代が得られた(図37・Q₄層と粒度分析・¹⁴C年代・花粉鑑定結果、表36・¹⁴C法年代測定結果)。

東里地区の135-5孔・深度14.00mの粘土層、223-16孔・深度14.00mの粘土層及び224-01孔・

深度7.30mの粘土層は晩更新世中期の堆積でこれら粘土層以浅に発達し重砂鉱床を胚胎する砂層は完新世のQ₄層であると考える。

陽江地区では10-1孔・深度8.00mの粘土層が晩更新世晩期を示し、さらにその下部の深度11.00mからの砂層中にも重砂の濃集がみられ本地区にはQ₃相当層が分布し、その中にも重砂が濃集している可能性がある。

表36 14C法年代測定結果

ボーリング試料			試料	14C年代(年)	地質年代
位置	ボーリング番号	深度(m)			
陽江地区	10-1	8.9~9	含貝殻粘土	10,870±360	晩更新世晩期
陽江地区	10-1	9.5~11	粘土	12,010±410	晩更新世晩期
陽江地区	28-1	6.5~7	貝殻	5,650±110	完新世中期
東里地区	135-5	13.5~14.5	貝殻	4,410±100	完新世中期
東里地区	135-5	14~15	腐木	24,780±560	晩更新世中期
東里地区	212-7	8	腐木	11,460±380	晩更新世晩期
東里地区	212-21	10.5~11	貝殻	5,450±120	完新世中期
東里地区	223-16	12.5~12.6	貝殻	6,060±130	完新世早期
東里地区	223-16	17~18	淤泥	20,880±490	晩更新世中期
東里地区	224-01	8.3	炭化木	27,200±610	晩更新世中期

1.8 花粉鑑定

花粉鑑定はQ₄層堆積時の古地理及び古気候を推定し、当時の堆積環境と重砂鉱床生成との関連性を考察するために東里地区のボーリング2孔、24試料、陽江地区のボーリング3孔、24試料、合計48試料について行われた(巻末資料・10 花粉鑑定結果一覧表)。

このうち花粉が検出され、古地理・古気候の変化の推定可能な連続的な試料は212-7孔の16試料のうちの14試料、212-21孔の8試料のうちの4試料でいずれも東里地区のものであった。さらに、昭和63年度に実施された東里地区の100-1孔の資料をも合わせ解析した。東里地区は晩更新世晩期には温~暖でやや乾燥した気候の海浜~潮間帯で粘土を主体とする堆積相であった。完新世に入り気候は暖~熱化すると共に湿化し、風化・ラテライト化に適する気候条件を備えて、現在に至っていると推定される。古地理は多少の海水面の上下があったが基本的には海浜~潮間帯の状態が完新世を通じて保たれた。

その他のボーリング孔で、花粉鑑定の可能であった断片的な試料でも前述の環境を支持する結果を示している(図37 Q₄層と粒度分析・14C年代・花粉鑑定結果)。

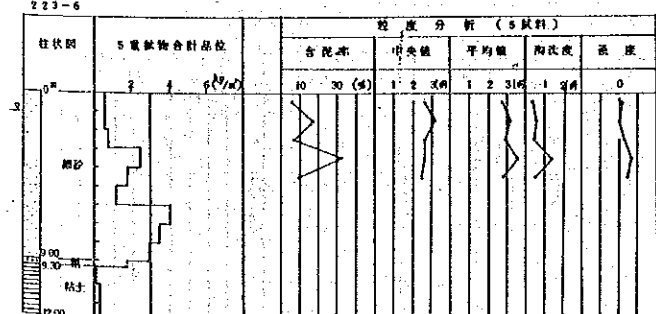
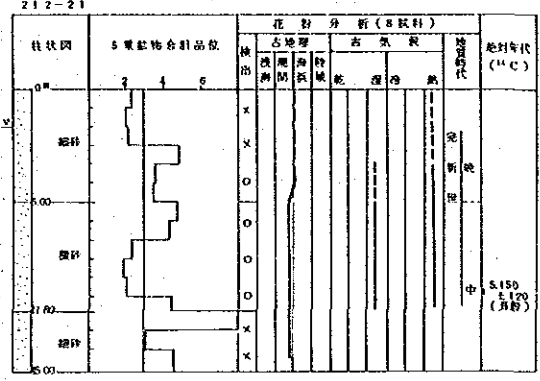
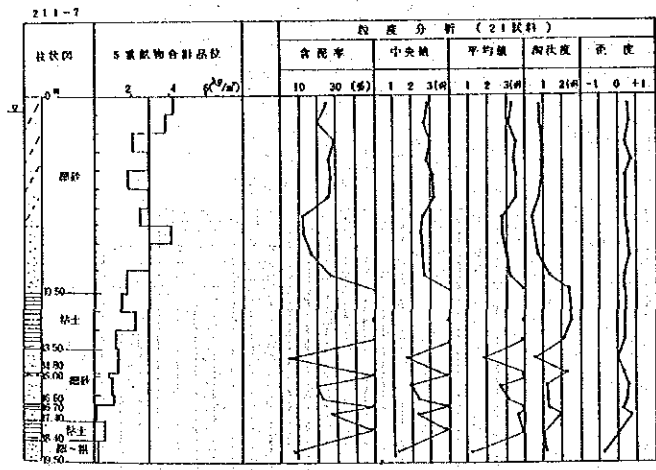
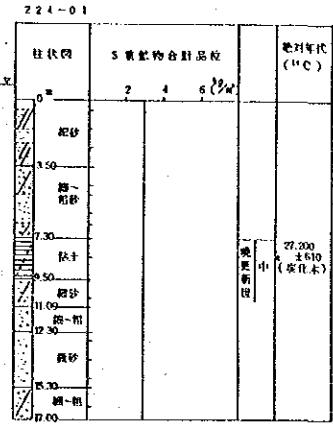
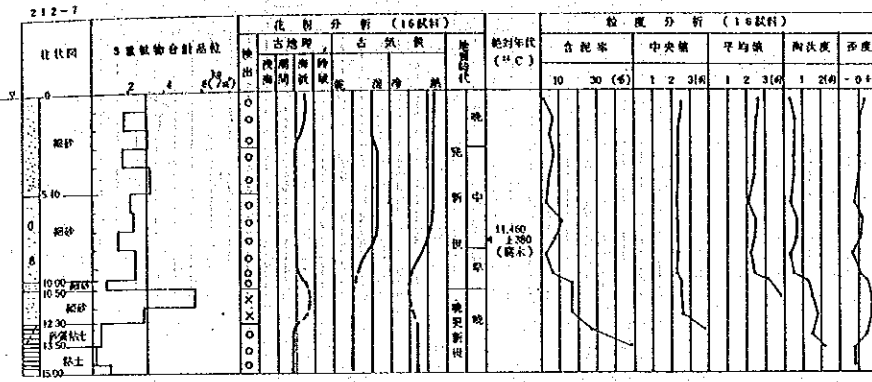
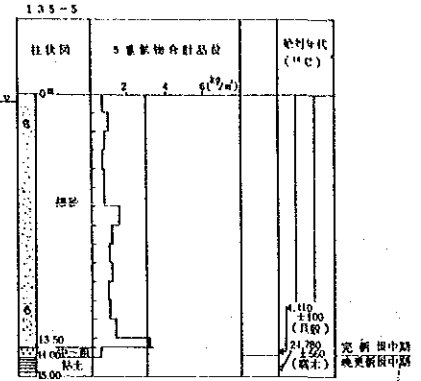
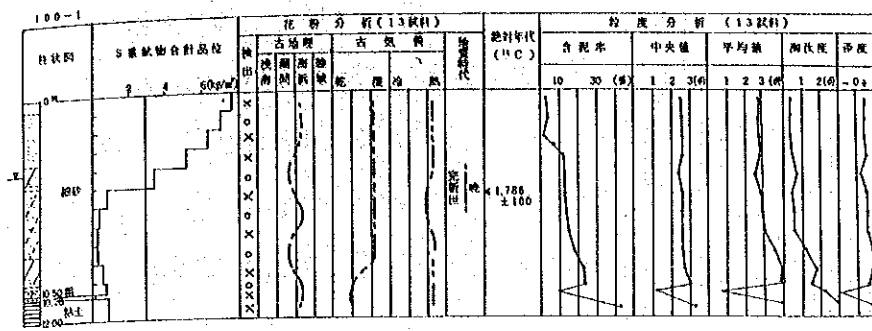


図37 Q4層と粒度分析・14C年代・花粉鑑定結果(1)

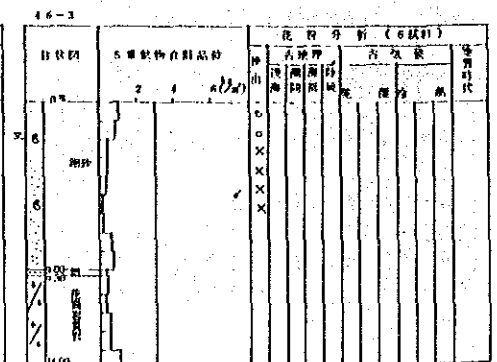
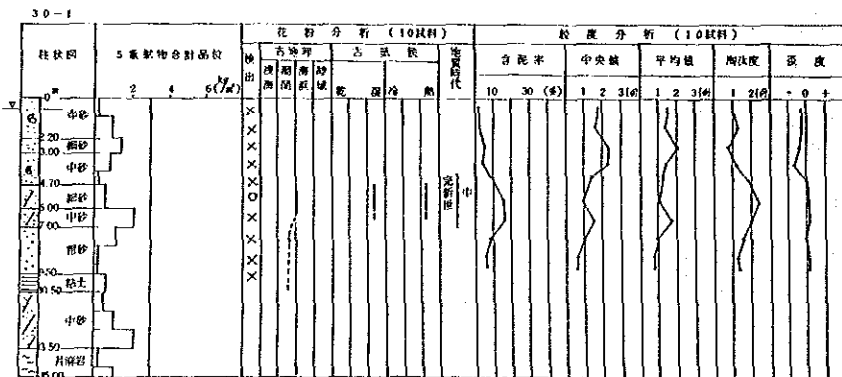
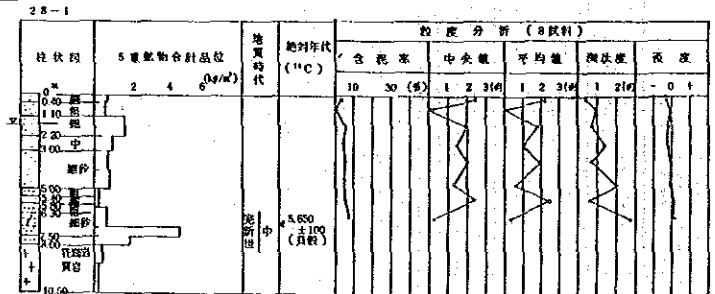
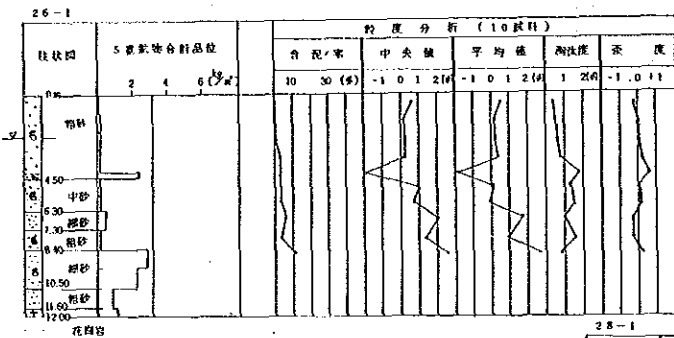
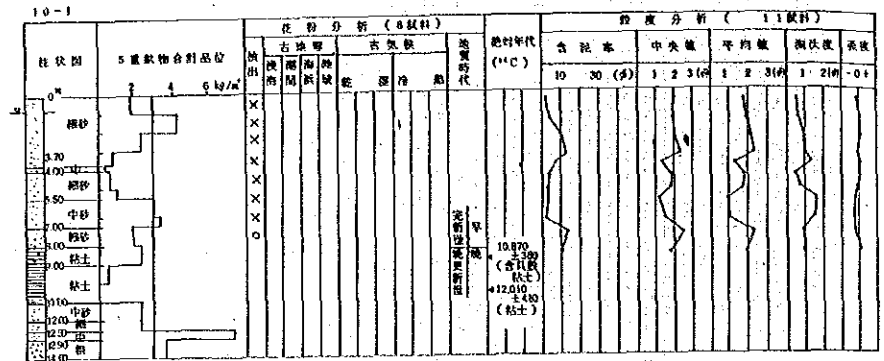
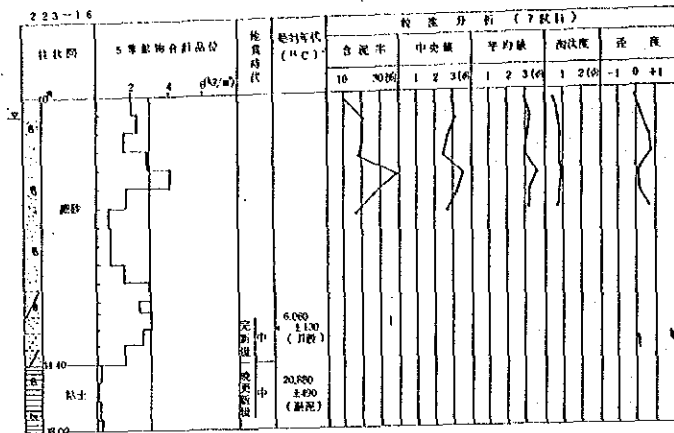


図37 Q₄層と粒度分析・14C年代・花粉鑑定結果(2)

1.9 蛍光X線分析

起源岩調査の岩石、ラテライト性土壌試料採取箇所と同じ場所から、蛍光X線分析用岩石試料を採取した(陽江地区8箇所、湛江地区2箇所)。これらの試料につき、TiO₂、Nb₂O₅、Ta₂O₅、錫、ジルコニウム、セリウム、イットリウム及び金分析を実施した。岩種別には混合・変成岩類(ε及びγ₃)のTiO₂、錫、ジルコニウム、イットリウム及び金の一部に高い傾向がみられる(表37)。

表37 蛍光X線分析一覧

試料番号	岩石名	分析項目及び結果							
		%			ppm				g/T
		TiO ₂	Nb ₂ O ₅	Ta ₂ O ₅	Sn	Zr	Ce	Y	
880819-3	片麻岩・混合岩類 ε	0.36	0.0000	0.004	2.25	115	75	66	1.14
880823-7	花崗岩類 γ ₅	0.13	0.0004	0.008	3.20	81	61	66	0.06
880823-9	片麻岩・混合岩類 ε	0.55	0.0004	0.002	1.50	47	75	19	0.03
880827-5	片麻岩・混合岩類 ε	0.74	0.0002	0.004	4.10	60	75	31	0.97
880829-3	花崗岩類 γ ₅	0.13	0.0018	0.006	1.55	57	51	31	0.40
880829-6	花崗岩類 γ ₅	0.35	0.0004	0.004	0.50	105	75	34	0.63
880830-3	片麻岩・混合岩類 ε	0.45	0.0001	0.008	0.70	56	75	27	0.06
880830-6	混合花崗岩類 γ ₃	0.28	0.0001	0.008	2.95	115	79	41	2.05
880914-5	花崗岩類 γ ₆	0.12	0.0000	0.008	0.50	33	75	8	0.17
880914-8	混合花崗岩類 γ ₃	0.22	0.0003	0.006	1.80	36	7.5	6	0.06

注: Sn, Zr, Ce, Y: 蛍光X線法
 Au, Nb, Ta, Ti: 比色法

表38 中国側分析における室内試験の項目明細及び数量

試験項目	地区				備考
	陽江	湛江	東里	計	
重砂分析5成分 (ボーリング試料)	393		853	1246	モナザイト、ジルコン、ゼノタイム、ルチル、イルメナイト
重砂分析9成分 (ボーリング試料)	76			76	上記5成分に金、錫、コロンバイト、フェルグソナイト加える
重砂分析6成分 (河川砂、海浜砂、風砂試料)	40	22		62	モナザイト、ジルコン、ゼノタイム、ルチル、イルメナイト、碲酸塩
重砂分析6成分 (ラテライト性土壌試料)	15	5		20	同上
重砂分析6成分 (人工重砂分析)	15	5		20	同上
粒度分析 (ボーリング試料)	49		49	98	
粒度分析 (海浜砂試料)	20	10		30	
金岩分析	7	3		10	
岩石薄片作成鑑定	16	5		20	
絶対年代測定 Rb-Sr法	10	6		16	
絶対年代測定 14C法	3		7	10	
蛍光X線分析	8	2		10	
花粉鑑定	24		24	48	
重砂多項分析	10			10	

1.10 重砂多項分析

イルメナイト、ジルコン、ルチル、モナザイト及びゼノタイム以外の有用重鉱物が砂層中に存在する可能性を探るために、後背地に混合・変成岩類及び花崗岩類の広く分布する陽江地区において、ボーリング46-3孔より9試料、10-1孔より1試料、合計10試料について重砂多項分析を行った。対象の重鉱物は錫石、黄鉄鉱、菱鉄鉱、磁鉄鉱、赤-褐鉄鉱、クサビ石、藍晶石、りん灰石、珪線石、鋼玉、及びトーライト (ThSiO_4) の11種類であった。

46孔のボーリング地質は孔口より9.00mまで細砂層、9.00~9.30mが粗砂層そして9.30mから孔底の15.00mまでが基盤と考えられる花崗質岩である。このうち重砂多項分析用試料は0.00~9.00m間の細砂層(1試料/1m)の9試料、また10-1孔の試料はボーリングで確認された砂・泥層14.00mのうち孔口より0.80mまでの表層細砂1試料であった。

重砂多項分析対象10試料のイルメナイト以下5鉱物の含有量は合計重鉱物品位 $1,850\text{g}/\text{m}^3$ 以下と低く、また、各鉱物の品位も中国側工業限界品位にも達していない。

重砂多項分析の結果、対象11鉱物のうち比較的高い含有量を示したものは磁鉄鉱と菱鉄鉱のみである。磁鉄鉱は $16\text{g}/\text{m}^3$ の含有量が46-3孔のボーリング深度7.00~9.00mの花崗質基盤に近い2試料に、また、菱鉄鉱は46-3孔の深度3.00~4.00mの間に $27.5\text{g}/\text{m}^3$ そして7.00~8.00mの間(磁鉄鉱含有量 $16\text{g}/\text{m}^3$ と同一層準)に $16\text{g}/\text{m}^3$ がそれぞれ認められた。

そのほかには赤-褐鉄鉱 $5\text{g}/\text{m}^3$ 、黄鉄鉱とクサビ石が $3\text{g}/\text{m}^3$ そしてりん灰石が $4\text{g}/\text{m}^3$ を示す部分も認められるが一般に低い。また、その他6鉱物は $0\sim<1\text{g}/\text{m}^3$ を示したのみであった(巻末資料・11 重砂多項分析結果一覧表)。

(重砂分析暫定流程 (簡化) 広東第935地質隊—惠州市)

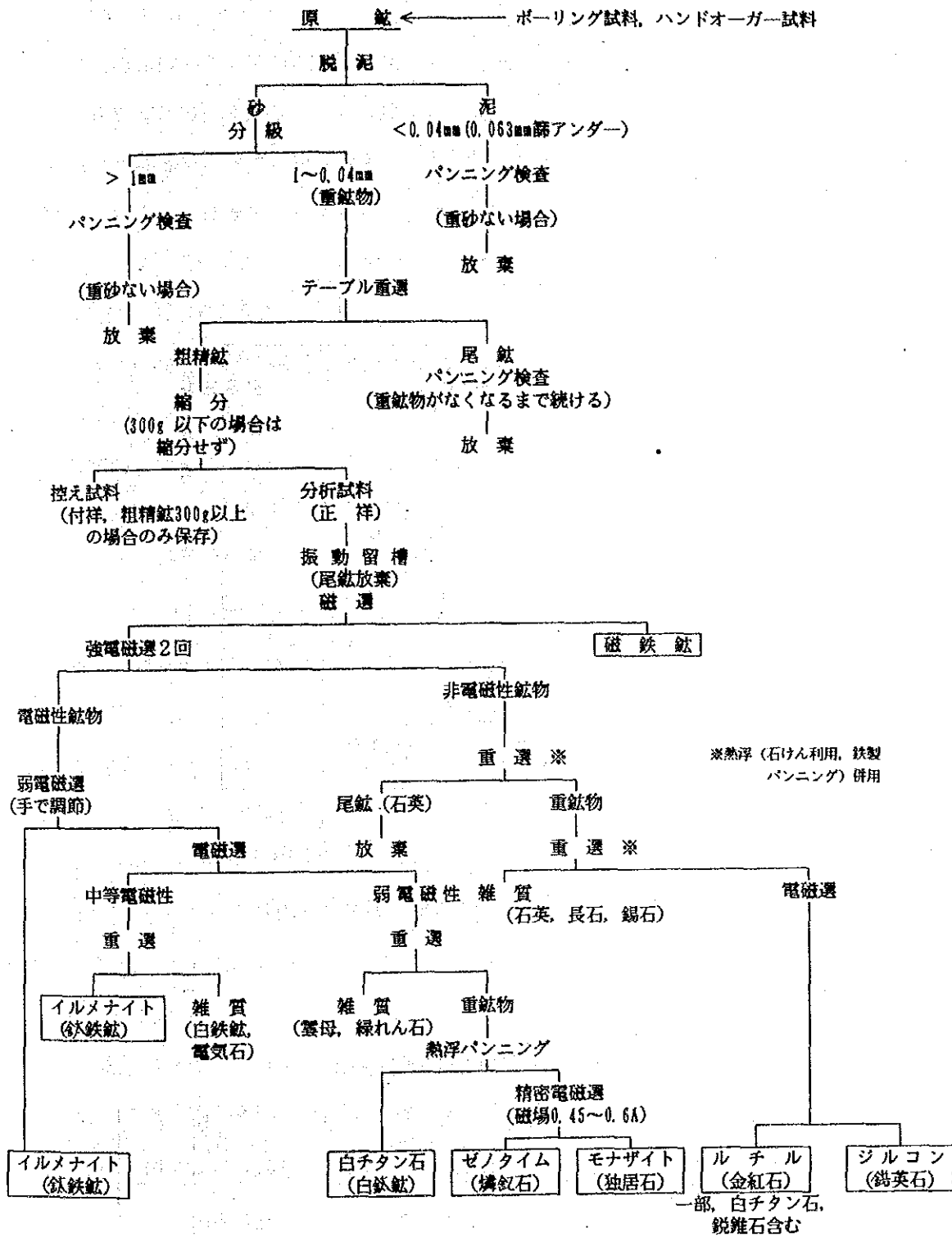


図38—(1) 惠州分析所重砂分析系統図(1)

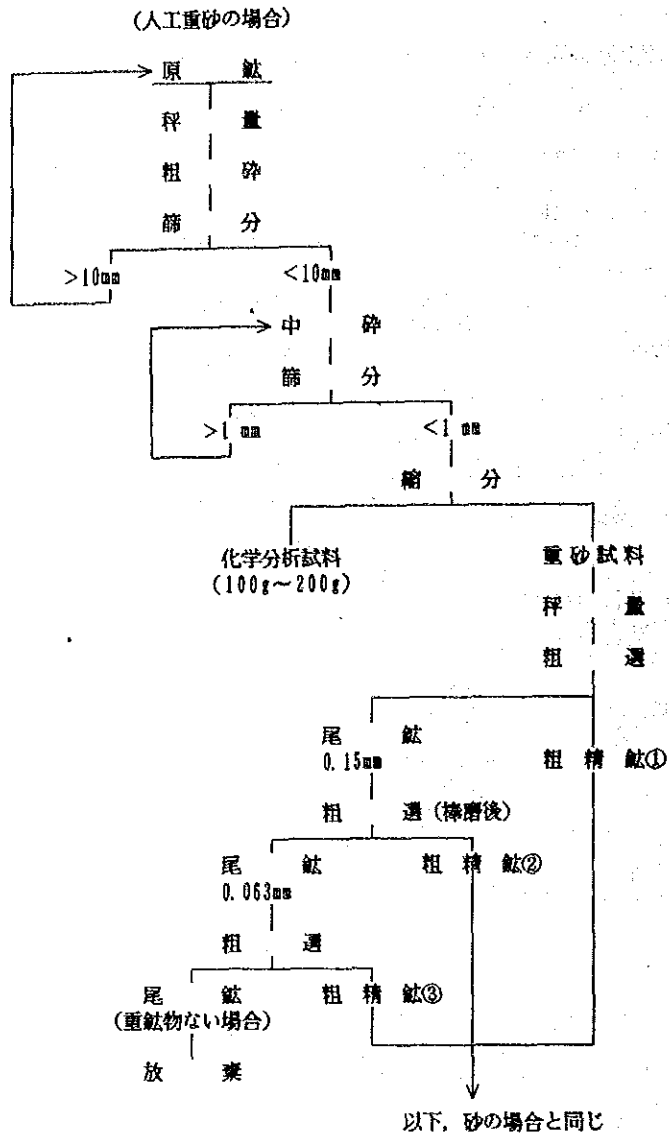


図38—(2) 惠州分析所重砂分析系統図(2)

表39 惠州分析所重砂定量分析精度検査基準

項 目	所 内 検 査	所 外 検 査
(1) 検査試料抜き取り量 (抽查)	5~10% (合格率90%以上)	3~5% (合格率80%以上)
(2) 分析品位許容誤差 { 大手工業品位 (高品位) { 工業品位~検出限界品位 { 限界品位以下 許容合格率	10%未満 15%未満 無検査 90%以上	15%未満 20%未満 無検査 80%以上
(3) 尾鉱中, 精鉱流出率 許容合格率	4%未満 90%以上	— —

第2章 日本持ち帰り試料の室内試験

2.1 試験目的

第1年次(昭和62年度)の日本持ち帰り試料について、重鉍物の分離特性などの把握、重鉍物の分離、分離重鉍物の元素分析、EPMAによる定性分析、顕微鏡モード測定と構成元素分析による重鉍物含有量分析手法の把握などを主目的とし、室内試験を行い、あわせて中国側による重鉍物分離結果との比較検討を実施した。

2.2 試験内容及び試料数

各種の試験の項目と試験試料の明細は表40に示してある。

2.2.1 重鉍物分離試験

以下の試料について、磁鉄鉍、イルメナイト、ルチル、ジルコン、モナザイト及びゼノタイムの6鉍物の鉍物分離試験を行った。

試料:49試料

① ボーリング採取半割原砂	27試料
● 東里地区100-8(MJRT-24)孔	14試料
● 陽江地区26-3(MJRY-12)孔	13試料
② 起源岩調査採取原砂	2試料
③ 中国側分析残粗選精鉍	20試料
● 東里地区ボーリング	17試料
● 陽江地区ボーリング	3試料

2.2.2 分離重鉍物の元素分析

1) 試料:40試料

重鉍物分離試験で得られた各重鉍物精鉍を東里地区及び陽江地区の各地区ごとに表41に示す8区分にまとめ、イルメナイト、ゼノタイム、モナザイト、ルチル、ジルコンの5鉍物ごとの複合試料に調整し、合計40試料について元素分析を実施した。

表 41 複合試料区分及び試料番号一覧

複合試料の区分		試料番号
ボーリング試料	東里地区	IL-1, XE-1, MZ-1, RT-1, ZR-1,
ボーリング試料	陽江地区	IL-2, XE-2, MZ-2, RT-2, ZR-2,
起源岩調査試料	71202-5(陽江・海陵島)	IL-3, XE-3, MZ-3, RT-3, ZR-3,
中国側粗選精鉱試料	東里地区(東里半島)	IL-4, XE-4, MZ-4, RT-4, ZR-4,
同	東里地区(新寮島)	IL-5, XE-5, MZ-5, RT-5, ZR-5,
同	東里地区(錦和)	IL-6, XE-6, MZ-6, RT-6, ZR-6,
起源岩調査試料	71202-9(陽江・海陵島)	IL-7, XE-7, MZ-7, RT-7, ZR-7,
中国側粗選精鉱試料	陽江地区(平崗、海陵島)	IL-8, XE-8, MZ-8, RT-8, ZR-8,

備考： 試料番号のIL, XE, MZ, RT, ZRはそれぞれイルメナイト、ゼノタイム、モナザイト、ルチル、ジルコンの複合重鉱物試料を意味する。

2) 分析対象元素数

イルメナイト：3元素、ゼノタイム：21元素、モナザイト21元素、

ルチル：3元素、ジルコン：3元素

2.2.3 EPMAによる定性分析

重鉱物のジルコン、モナザイト、ゼノタイムは、主成分の金属元素であるZr、Ce、Yのほか副成分元素として希土類元素や重金属元素を含有するので、東里地区及び陽江地区の5試料より12鉱物を選び出し、EPMAによって構成する元素を定性分析により求め、さらに定性分析で求められた各鉱物の主要構成元素の濃度とその分布を調べるために、カラーマッピングを行った。表 42 に試料番号及び定性分析結果を示す。

表 42 EPMAによる定性分析結果一覧

試料番号	鉱物名	検出された元素
71202-5	zircon	<u>Zi</u> <u>Hf</u> Si O Ca C
	monazite	<u>Ce</u> <u>La</u> <u>Th</u> <u>Y</u> Nd Sm Gd Pr Sc Cs Si Ca P O C
	xenotime	<u>Y</u> <u>Dy</u> <u>Gd</u> <u>U</u> Lu Yb Er Ho Nd Ca P O C
71202-9	zircon	<u>Zi</u> <u>Hf</u> Si O Ca
	monazite	<u>Ce</u> <u>La</u> <u>Th</u> <u>Y</u> Nd Sm Gd Pr Sc Cs Si Ca P O C
	xenotime	<u>Y</u> <u>Dy</u> <u>Gd</u> U Lu Yb Er Ho Nd Ca P O C
MJRT-24 (100-8)-2	monazite	Ce La Nd Sm Gd Pr Si Ca Al P O C
	xenotime	Y Dy Gd Lu Yb Er Ho Nd Ca Al P O C
MJRT-24 (100-8)-5	monazite	<u>Ce</u> <u>La</u> <u>Th</u> <u>Nd</u> <u>Gd</u> <u>Pr</u> Sm Si Ca Al Fe Mg P O C
	xenotime	<u>Y</u> <u>Dy</u> <u>Gd</u> <u>U</u> <u>Er</u> Lu Yb Ho Nd Tm Ca Al P O C
MJRY-12 (26-3)-12	monazite	Ce La Th Y Nd Sm Gd Pr Si Ca P O C
	xenotime	Y Dy Gd U Yb Er Ho Nd Ca Al P O C

下線：カラーマッピングを行った元素

2.2.4 顕微鏡による鉍物モード測定と構成元素成分の組合せによる重鉍物含有量分析

以下のバルク粗選精鉍試料について、

- 1) 顕微鏡モード測定による鉍物量比の算出
- 2) 構成元素分析及び結果に基づくノルム計算による鉍物含有量の算出
- 3) X線回折による不明鉍物の同定

の3種類の試験を実施し、これらの組合せによる重鉍物の含有量分析を試みた。

1) 試料: 32試料

- | | |
|-----------------------|------|
| ① ボーリング採取半割原砂粗選精鉍 | 15試料 |
| ● 東里地区100-8(MJRT-24)孔 | 11試料 |
| ● 陽江地区26-3(MJRT-12)孔 | 4試料 |
| ② 起源岩調査採取原砂粗選精鉍 | 2試料 |
| ③ 中国側分析残粗選精鉍 | 15試料 |
| ● 東里地区ボーリング試料 | 14試料 |
| ● 陽江地区ボーリング試料 | 1試料 |

2) 構成元素分析: 32試料

バルク粗選精鉍32試料について、La, Ce, Y, Ti, Sn, Fe, Mn, Zr, P, Nb及びのTaの11元素を対象に構成元素分析を実施し、イルメナイト、ルチル、ジルコン、モナザイト、ゼノタイム、錫石、コロムバイト-タンタライト、フェルグソナイト及び磁鉄鉍の9鉍物についてノルム計算によって鉍物の含有量を算出する。

試験試料の明細と、モード分析結果、構成元素の分析結果、及びX線回折による鉍物同定の結果は表46-(1), -(2), -(3)にそれぞれ示す。

2.2.5 原砂試料及び岩石試料の顕微鏡観察

1) 偏光顕微鏡によるモード測定

- | | |
|-----------------------|------|
| ① ボーリング採取半割原砂 | 10試料 |
| ● 東里地区100-8(MJRT-24)孔 | 5試料 |
| ● 陽江地区26-3(MJRT-12)孔 | 5試料 |
| ② 起源岩調査採取原砂 | 20試料 |
| ● 東里地区 | 10試料 |

71028-4 71030-1 71103-2 71104-1 71105-1

71106-1 71110-3 71112-1 71114-4 71121-1

- 陽江地区 10試料

71202-1 71202-3 71202-5 71203-1 71203-6

71205-5 71205-6 71207-5 71207-6 71209-1

- 2) 偏光顕微鏡による岩石鑑定 10試料

起源岩調査採取岩石

- 東里地区 5試料

1102-1 71110-1 71111-1 71113-1 71118-2

- 陽江地区 5試料

1201-5 71205-1 71208-1 71209-5 71216-1

2.3 試験方法

2.3.1 重鉍物分離試験

- 1) ボーリング採取半割原砂試料及び起源調査採取原砂試料

重砂分離試験は以下の手順で行った。試験の系統の概略を図39-(1)及び図39-(2)に示す。

- ① 試料の重量(湿量)の測定。
- ② 試料の体積は水置換法及び水中タップ法にて測定した。
- ③ 試料中の泥分はデカンテーション法により除去し、その除去産物を濾過、乾燥後秤量し、一方、重産物は篩分け作業に供した。なお、デカンテーション除去産物(泥分)の一部についてX線回折法により鉍物の同定及びサイクロサイザーによる粒度測定を実施した。
- ④ 脱泥試料の篩分け作業は湿式にて実施した。
- ⑤ $-1\text{mm}/+250(297)\mu\text{m}$ 産物及び $-250(297)\mu\text{m}$ 産物についてテーブルによる重砂の分離を図39-(1)の系統図にしたがい実施した。

テーブル分離産物は乾燥後、秤量し、またそれぞれの試料につき、粒度別の重産物を合わせ、粗選精鉍とした。

なお、篩分け産物の重量が100g以下の東里地区ボーリング試料については、テーブル給鉍としては量が少ないため、直接次の重選に供した。

- ⑥ 粗選精鉱中の軽鉱物(主として石英)を除去する目的で重選を行った。重液として四臭化エタン(比重2.96)を使用した。
- ⑦ 磁選に先立ち重選で得られた重産物を乾式により+177 μ m, -177/+105 μ m, -105 μ m産物に篩分けした。
- ⑧ 磁選による重砂分離は篩分け産物ごとに、図39-(2)の系統図に従い実施し、その着磁産物を目的鉱物の磁選精鉱とした。
- ⑨ 磁選精鉱から軽鉱物を除去する目的で、それぞれの磁選精鉱をさらに下記の重液を用いて重選し、得られた重産物を目的鉱物の最終精鉱とした。

目的重鉱物	重液の条件
magnetite, ilmenite, xenotime monazite	クレリシス原液(比重4.21)
rutile, zircon	クレリシス希釈液(比重3.73~3.80)

2) 中国側分析残粗選精鉱試料

中国側粗選精鉱試料についての重砂分離試験は、前項の⑥以降の手順にしたがい実施した。

2.3.2 元素分析

以下の4種の分析手法によって重鉱物の元素分析を実施した。

- ① Fusion-ICAP法
 - ② Emmission-Spect法
 - ③ INNA法
 - ④ Promt Gamma法
- } プラズマ発光分析法
- 機器中性子放射化分析法
- 即発ガンマー分析法

1) 分離重鉱物の元素分析

分離重鉱物5種—イルメナイト、ゼノタイム、モナザイト、ルチル及びジルコンの複合試料に対する元素分析法は以下のとおり。

鉱物名	対象元素	分析手法	検出限界
イルメナイト:	Ti	Fusion-ICAP	0.001 %
	Mn	Fusion-ICAP	0.01 %
	Fe	Fusion-ICAP	0.01 %
ゼノタイム:	La	INAA	0.5 ppm
	Ce	INAA	3 ppm
	Pr	INAA	0.5 ppm
	Nd	INAA	5 ppm
	Sm	INAA	0.1 ppm
	Eu	INAA	0.2 ppm
	Gd	Prompt Gamma	0.5 ppm
	Tb	INAA	0.5 ppm
	Dy	INAA	0.5 ppm
	Ho	INAA	0.5 ppm
	Er	INAA	0.5 ppm
	Tm	Fusion-ICAP	50 ppm
	Yb	INAA	0.2 ppm
	Lu	INAA	0.01 ppm
	Y	Fusion-ICAP	1 ppm
	Sc	INAA	0.1 ppm
	Cs	INAA	0.5 ppm
	U	INAA	0.5 ppm
	Th	INAA	0.5 ppm
	Nb	Fusion-ICAP	0.01 %
P ₂ O ₅	Fusion-ICAP	0.01 %	
モナザイト:	ゼノタイムに同じ		
ルチル:	Ti	Fusion-ICAP	0.001 %
	Nb	Fusion-ICAP	0.01 %
	Ta	INAA	0.5 ppm

ジルコン:	Zr	Fusion-ICAP	1 ppm
	Hf	INAA	0.5 ppm
	*TREO	INAA	0.1 ppm

*TREO: 全酸化希土元素

2) バルク粗選精鈮試料の構成元素分析

重鈮物分離試験の過程で得られる粗選精鈮の中から、顕微鏡によるモード測定及びX線回折に供した試料の残試料に対して、以下の分析手法でノルム計算のための元素分析を実施した。

対象元素	分析手法	検出限界
La	INAA	0.5 ppm
Ce	INAA	3 ppm
Y	Fusion-ICAP	1 ppm
Ti	Fusion-ICAP	0.001 %
Sn	Emmission-Spect	1 ppm
Fe	Fusion-ICAP	0.01 %
Mn	Fusion-ICAP	0.01 %
Zr	Fusion-ICAP	1 ppm
P	Fusion-ICAP	0.01 %
Nb	Emmission-ICAP	0.01 %
Ta	INAA	0.5 ppm

2.3.3 EPMAによる定性分析

分離されたジルコン、モナサイト、ゼノタイムの3鈮物について、WDX (Wave Dispersive X-ray Spectrometer) 法を用い、定性分析を行った。WDX法とは、15~30KVに加速した細束電子線を物質に照射して物質を構成する元素によって固有に発生する特性X線を発生させ、特性X線の分光・検出を行い、既知の面間隔をもった分光結晶を用いて特性X線の波長を求めて元素の種類を、また特性X線の強度を求めて、濃度を求める方法である。

1) 分析用試料の作製

砂試料は樹脂で固めて研磨薄片を作製したが、この際試料の偏りが生じないように注意

して、構成鉱物を均等に分散させた。

なお、研磨した表面にグラファイトの薄膜を蒸着させて導通性を与えた。

2) 定性分析

WDX法によりジルコン、モナザイト、ゼノタイム3鉱物の定性分析を行い、各鉱物を構成する元素を調べた。

3) カラーマッピング

WDX法によりジルコン、モナザイト、ゼノタイム中の希土類元素の濃度分布を半定量的にカラーマッピングした。カラーマッピングは、定性分析により検出された元素について行い、各元素の濃度分布は色別に示した。測定はビームを固定して試料を乗せたステージを1 μm ずつ移動させるステージスキニング法を用いた。

各鉱物の定量は、既知の量の元素を含有する鉱物及び金属を標準試料として用い、2点の一次式による検量線を作成し半定量値を求めた。

また、各鉱物の組成像及び二次電子像をポラロイドカメラで撮影した。

2.3.4 顕微鏡観察

1) 偏光顕微鏡による鉱物同定とモード分析

① 分析試料の作製

2.3.3, 1) 項に同じ。

② 鉱物同定及びモード分析

研磨薄片を偏光顕微鏡により観察して鉱物の同定を行った。鉱物の同定は、主に透明鉱物と一部の不透明鉱物(イルメナイト、赤鉄鉱、黄鉄鉱)である。

同定した鉱物はポイントカウンターによりその量比を算出した。ポイントカウンターは一定間隔(100 μm)で移動して、顕微鏡下で十字線の交点に観察される鉱物の頻度を求めた。各鉱物の頻度は面積比であるので、各鉱物の比重の荷重平均をして重量比(wt%)に換算した。測定ポイント数は500ポイントで約15 \times 10mmの領域でモード分析を行った。

2) X線回折による鉱物同定

① 分析用試料の作製

砂試料約0.5gをライカイ機により粉碎して、さらに乳鉢で手すりにより磨砕してX線回折用の試料とした。

② 鉱物同定

X線回折により透明鉱物及び不透明鉱物の同定を行った。

3) 偏光顕微鏡による岩石鑑定

岩石試料は通常の岩石薄片を作製し、岩石の組織・構成鉱物の量比を観察し岩石名を付した。

2.4 試験結果

2.4.1 重鉱物分離試験

1) 重鉱物分離試験

重鉱物分離試験における各工程ごとの産物重量を試験工程にしたがい、テーブル、重選工程のものを表43-(1)に、磁選工程のものを表43-(2)に及び重鉱物分離の結果を表43-(3)に示す。

表43-(1)は受入試料の重量(湿量)、体積の測定結果及びテーブル、重選工程における産物重量を示したものである。同表において受入試料の体積は水置換法及び水中タップ法による測定結果を表示してある。両法による測定結果には5~15%位の差が認められ、水中タップ法による測定値の方が小さな値を示しているが、本試験の最終目的である分離重鉱物の品位算出に際しては水中タップ法により測定された体積を用いた。また、中国側粗選精鉱試料の体積は、中国側の測定値を同表に表示し、さらにこの値を用いて品位を算出した。

重砂分析のための試料は粗選精鉱を対象に採取されたが、その採取量はボーリング試料については表43-(1)の重選-重産物と磁選工程試料重量の差として、また中国側粗選精鉱試料については受入重量と粗選精鉱の差として同表内に反映されている。

また、磁選工程に供した試料の重量が多いものについては、対極磁選機で処理(磁選条件4.0A)したのち、その着磁産物及び非着磁産物について重選による軽産物の除去を行い、その結果を同表の重選(S.G.=4.2, 3.8)の欄に示している。磁選により分離された各磁選精鉱の重量及びその精鉱をクレリシス溶液により重選した軽産物と重産物を表43-(2)に示している。

なお、表43-(1)及び表43-(2)において、試験工程間の産物重量に若干の差が認められるが、これは、種々の秤量器を使用したことによる秤量器の精度差により、また試験時のハンドリングロスにより生じたと推定される。

表43-(3)は重鉱物の分離結果を示したものである。分離試験で得られた重鉱物の最終精鉱の重量を同表の重量の欄に、また途中段階での試料採取等による減量を補正したのち算出された原鉱に対する各重鉱物の品位を品位の欄に示している。なお、重量の欄のミドリリング(単体分離不良重鉱物)は目的とする重鉱物を20~40%含有するが、他の重鉱物も含むため精鉱になし得なかった産物である。したがって、同表の品位の算出にはこの重量は含まれていない。

2) 分離重鉱物精鉱の分離度検定

重鉱物分離試験で分離された各重鉱物精鉱の分離度の検定を目的として東里地区及び陽江地区の各1試料について、顕微鏡によるモード測定をおこなった。その結果を表44に示すが、磁鉄鉱精鉱、ゼノタイム精鉱を除き他の4精鉱では目的鉱物の分離精度は70~90%に達している。

磁鉄鉱精鉱及びゼノタイム精鉱の分離精度が他の精鉱に比し著しく悪いが、磁鉄鉱精鉱については分離に際し対極磁選機を使用したため弱磁性鉱物の巻き込みが生じたこと、さらに磁選では分離不可能な磁気的特性の似た鉄鉱物が共存している点に起因すると考えられる。一方、ゼノタイム精鉱については磁選によるイルメナイトとゼノタイムの完全分離は不可能であること、さらに他鉱物に比べその含有量が極めて少ないことを考慮してゼノタイムが他の精鉱中に分散しないよう分離条件を決めた事に起因すると考えられる。

3) デカンテーション除去産物(泥分)の粒度及び鉱物の同定

デカンテーションにより除去された産物中の重鉱物の有無を検定する目的で、X線回折法によりデカンテーション除去産物の鉱物種の同定を東里地区及び陽江地区各5試料について行った。その結果、重鉱物は認められなかった。

さらに、これらの試料から4試料を選びデカンテーション除去産物の粒度測定を行った。この結果、試料により除去産物の粒度分布に著しい差があること、また100 μ m以上の粗粒子が試料により6%から17%含まれていることが判明した。

以上、デカンテーション除去産物のX線回折及び粒度測定の結果より、デカンテーションにより除去された産物は試料により著しく粒度に差があり、またかなり量の粗粒子を含むが、この操作による重鉱物の損失はなかったものと判断された。

2.4.2 元素分析

1) 分離重鉍物の元素分析

重鉍物分離試験によって分離されたイルメナイト、ゼノタイム、モナザイト、ルチル、及びジルコン5鉍物の複合試料についての構成元素分析結果は表 45 に示す通りである。以下、本分析結果から、各重鉍物に認められる地区別元素含有量の特徴を列記すれば、

- ① イルメナイトについては、 Fe_2O_3 及び TiO_2 は東里地区と陽江地区の間に全く差は認められないが、 MnO は陽江地区が東里地区より多い。
- ② ゼノタイムについては、陽江地区のものが東里地区のものに比較して、 P_2O_5 , Y , Tm , 及び U が明瞭に多く、このほか Dy_2O_3 , Tb_4O_7 , Ho_2O_3 , Yb_2O_3 及び Lu_2O_3 が若干多い傾向を示すのに対して、東里地区のものは La_2O_3 が陽江地区のものより明らかに多く、ほかでは Pr_6O_{11} , Nd_2O_3 , Eu_2O_3 及び ThO_2 などがやや多い傾向を示す。
- ③ モナザイトについては、陽江地区のものが東里地区のそれに比較して、 P_2O_5 , ThO_2 及び U が明瞭に多く、さらに Y , Tb_2O_7 , Ho_2O_3 及び Yb_2O_3 がやや多い傾向を示す。
- ④ ルチルについては、 TiO_2 が地区による差異が認められないが、 Ta は全体として陽江地区が明らかに東里地区より多く、しかも含有量のバラツキが大きい。
- ⑤ ジルコンは、陽江、東里両地区ともにほとんど差は認められない。

2) バルク粗選精鉍試料の元素分析

重鉍物含有量の調査を目的としたノルム計算のためバルク重鉍物粗選精鉍試料について行った構成元素分析の結果は表 46-(2) に示すとおりである。

2.4.3 EPMAによる定性分析

1) 定性分析

定性分析結果は表 42 に示すとおりである。

ジルコンでは、試料による構成元素は変わらないが、モナザイト、ゼノタイムでは試料により検出された元素に差異がみられる。

ジルコンでは、主成分の Zr , Si , O と Hf , Ca が検出されている。

モナザイトでは、主成分の Ce , P , O と、 La , Th , Y , Nd , Sm , Gd , Pr , Fe , Al , Mg , Si , Ca が検出されている。この中で Y は MJRT-24 (100-8) -2, MJRT-24 (100-8) -5 の試料では検出されない。また、 Th は MJRT-24 (100-8) -2 では検出されない。

ゼノタイムでは、主成分の Y , P , O と Dy , Gd , U , Lu , Yb , Er , Ho , Nd , Tm , Ca , Al が検出されている。この中で、 U は MJRT-24 (100-8) -2 の試料では検出されない。 Tm は MJRT-

24(100-8)-5にのみ検出される。LuはMJRT-12(26-3)-12の試料では検出されない。さらにMJRT-24(100-8)-2, MJRT-24(100-8)-5, MJRT-12(26-3)-12ではAlが検出されている。

2) カラーマッピング

定性分析を行った12鉱物から代表的な8鉱物を選び出し、定性分析で検出された元素のうち量比が比較的大きい重金属元素について、カラーマッピングを行った。カラーマッピングの結果を巻末資料・12の写真1(1)~(30)に示し、説明を記した。これらは微量元素の鉱物内分布パターンを示しており、それらの特徴は起源岩調査への応用などに関する検討の可能性を与えるものである。

2.4.4 顕微鏡による鉱物モード測定と構成元素成分の組合せによる重鉱物含有量分析

1) 偏光顕微鏡によるモード分析

ボーリング試料の粗選精鉱、中国側分析残粗選精鉱及び起源岩調査採取砂試料の粗選精鉱についての試料明細及び偏光顕微鏡によるモード分析結果を表46-(1)「ボーリング採取砂半割試料、中国側粗選精鉱試料、起源岩調査採取砂試料の粗選精鉱の偏光顕微鏡によるモード分析結果一覧」に示す。

不透明鉱物は主にイルメナイトで16~65%を占める。東里地区の中国側粗選精鉱試料は、イルメナイトが50%以上を占めるが、その他の試料はいずれも50%以下で、ボーリング試料は20%前後のものが多い。

白チタン石とルチルは両方で10~52%を占め、中国側粗選精鉱試料よりボーリング試料の方が量比は大きい。特に東里地区のボーリング試料のルチルの比率が大きく、最大37%に達する。

ジルコンは2~16%を占め、陽江地区の中国側粗選精鉱試料MJRY-2(32-2)-2が最大値16%を示す。ボーリング試料より中国側粗選精鉱試料の方がやや大きい。

モナザイトは0~16%を占め、ジルコンと同様に陽江地区の中国側粗選精鉱試料のうちMJRY-2(32-2)-2が最大値の16%を示す。その他の試料はいずれも数%以下で、ボーリング試料より中国側粗選精鉱試料の方がやや大きい。

2) X線回折による鉱物同定

ボーリングの粗選精鉱、中国側粗選精鉱試料及び起源岩調査採取砂試料の粗選精鉱についてのX線回折による鉱物同定結果を表46-(3)「ボーリング採取砂半割試料、中国側粗選精鉱試料、起源岩調査採取砂試料の粗選精鉱X線回折による鉱物同定一覧」に示す。

同定された重鉱物は、石英指数の高い順に、ジルコン、ルチル、アナターゼ、イルメナイト、ゼノタイム、錫石、モナザイト、赤鉄鉱である。ジルコン、ルチル、アナターゼ、イルメナイト、ゼノタイムはいずれの試料にも含まれ、明瞭なピークが得られている。

モナザイトは少量であるが大半の試料で認められる。

赤鉄鉱は中国側粗選精鉱試料の一部にのみ認められる。

不透明鉱物では、イルメナイト、黄鉄鉱以外の鉱物は認められない。

錫石は起源岩調査試料に認められる。

3) 構成元素の分析値に基づくノルム計算結果

ノルム計算のフローチャートを図40-(1)に、また化学分析値を用いて算出したノルム計算結果を表47-(1)ノルム計算結果に示す。最も量比の大きいのはイルメナイトで、33~66%を占める。全体としてはボーリング採取砂半割試料より中方粗精鉱試料のほうがやや大きく、表46-(1)の顕微鏡によるモード分析結果と同一の傾向を示す。次いで量比の大きいのはルチルで0~29%を占める。ジルコンは2~21%である。モナザイト-ゼノタイムは1~5%で、MJRY-12(26-3)-13が最大値を示す。バストネサイトはMJRY-12(26-3)-1, MJRY-12(26-3)-2, MJRY-12(26-3)-12, 71202-9で4~6%を示すが、他の試料ではいずれも1%以下である。りん灰石は全体に1%以下である。磁鉄鉱は、MJRY-2(32-2)-2, MJRY-12(26-3)-1で1~2%を示すが、ほかの試料では認められない。錫石はMJRY-12(26-3)-1, MJRY-12(26-3)-2, MJRY-12(26-3)-12, MJRY-12(26-3)-13, 71202-9で微量が計算されている。フェルグソナイトは71202-5, 71202-9で微量が計算されている。コロンパイト-タンタライトは計算されない。ノルム鉱物の合計は52~87%で100%にはならないが、これはAl, Ca, Siなどを成分とする鉱物がノルム鉱物として計算されていないためであろう。

4) ノルム計算値と偏光顕微鏡によるモード分析値との比較

各試料の化学分析値より算出したノルム計算値(wt%)と、各試料の薄片の偏光顕微鏡によるモード分析値(wt%)の相関を表47-(2)「ノルム計算値の相関係数一覧」及び図40-(2)「ノルム計算値とモード分析値の散布図」に示す。

表47-(2)の値から判断すると、正の相関を示すのはジルコン、イルメナイトでルチル、モナザイト-ゼノタイムでは相関はない。ルチルとモナザイト-ゼノタイムを比較すると相関係数値は後者のほうが大きい。

散布図によると、ジルコンではモード分析値よりノルム計算値のほうが大きい。イルメナイトではモード分析値が40%以下の領域ではノルム計算値のほうがモード分析値より大きい、モード分析値が40%以上の領域ではノルム計算値とモード分析値はよく対応している。ルチルでは分布は散在しており、相関は見られない。モナザイト-ゼノタイムではノルム計算値よりモード分析値のほうが大きく、またモード分析値が大きくなるとノルム計算値が大きくなる傾向がある。

ノルム計算値とモード分析値は、ジルコン、イルメナイトでは相関が認められるがルチル、モナザイト-ゼノタイムでは認められない。ルチルについては、白チタン石中のルチルがモード分析値に反映されないためにノルム計算値とモード分析値の相関が見られないと考えられる。モナザイト-ゼノタイムについては、ノルム計算値よりモード分析値よりのほうが大きい、これは希土類元素の分析成分がCe, La, Yの3元素であり、他の希土類元素がノルム計算値に含まれないためと考えられる。実際にTh, Dy, Nd, Gdなどの希土類元素がモナザイト-ゼノタイム中に含まれていることがEPMAで確認されている。

2.4.5 原砂試料及び岩石試料の顕微鏡観察

1) 起源岩調査採取原砂試料の偏光顕微鏡によるモード分析

起源岩調査採取原砂試料の偏光顕微鏡によるモード分析結果を、表48「起源岩調査採取原砂試料の偏光顕微鏡によるモード分析結果一覧」に示す。

最も量比の大きいのは石英で、16~99%を占める。石英の量比が極端に小さいのは東里地区では起源岩調査試料71028-4で31%、陽江地区ではボーリング試料MJRY-12(26-3)-16で16%である。

褐鉄鉱は0~65%を占め、東里地区の起源岩調査試料に量比の大きい試料が集中している。

緑泥石は0~64%を占め、最も量比が大きいのは陽江地区のボーリング試料MJRY-12(26-3)-16の64%でその他の試料は10%以下である。

カリ長石は0~13%を占め、陽江地区の起源岩調査試料の71202-5で13%、71203-6で12%、その他の試料では2%以下である。

黒雲母は0~17%を占め、陽江地区のボーリング試料のMJRY-12(26-3)-16で17%、MJRY-12(26-3)-20で13%で、その他の試料は2%以下である。

斜長石は0~9%を占め、陽江地区のボーリング試料のMJRY-12(26-3)-20で9%を示すが、その他の試料は2%以下である。

白雲母は0~5%を占め、陽江地区のボーリング試料のMJRY-12(26-3)-20が最大の5%で、その他の試料は3%以下である。

電気石は、0~14%を占め、陽江地区の起源岩調査試料の71202-5で14%で、その他の試料は3%以下である。

角閃石、モンモリロン石、絹雲母、方解石、緑れん石は量比が小さく、2%以下を占める。

重鉱物のざくろ石、ジルコン、白チタン石、ルチル、ゼノタイムと不透明鉱物のイルメナイトは、陽江地区の起源岩調査の71202-5で最大値を示すがいずれの鉱物も5%以下で、その他の試料ではこれら重鉱物はさらに小さい値を示す。

2) 起源岩調査採取岩石試料の偏光顕微鏡による岩石鑑定

偏光顕微鏡による起源岩調査採取岩石試料の岩石鑑定結果を表49「起源岩調査採取岩石鑑定一覧」に示す。

東里地区の試料は玄武岩及びドレライトである。71102-1,7111-1は新鮮な玄武岩で、インターサータルな組織を示し、斑晶として、かんらん石、斜方輝石、単斜輝石、斜長石、石英として、かんらん石、斜方輝石、斜長石、カリ長石、と一部ガラス質な部分からなり、針状のイルメナイトや一部褐鉄鉱化による空隙が見られる。71113-1,71110-1,71118-2はドレライトでオフィテイク組織を示し、かんらん石、斜方輝石、斜長石、カリ長石とガラス質な部分からなる。71113-1,12220-1は新鮮であるが、71118-2は変質により粘土鉱物(緑泥石、モンモリロン石)を生じている。また針状のイルメナイトや一部褐鉄鉱による空隙が見られる。

陽江地区の試料は花崗岩類である。黒雲母、石英、カリ長石、斜長石を主として少量のりん灰石、緑泥石からなり、白雲母、ジルコン、緑れん石、絹雲母、クサビ石、ざくろ石を含むものがある。変質度は弱く、黒雲母の一部が緑泥石化している。またジルコンの放射能により、黒雲母が黒変しているものがある。また、71209-5では炭酸塩鉱物の脈が見られる。

2.5 試験結果のまとめ

2.5.1 重鉱物分離試験

- 1) 広東南西部沿岸地区の磁鉄鉱、イルメナイト、モナザイト、ルチル及びジルコンの磁選による分離は、対極磁選機、フランツ・アイソダイナミック・セパレータを使用した場合、良好な分離が可能である。
- 2) ゼノタイムの磁気的特性は東里地区と陽江地区で著しく異なり、東里地区のものが、ほとんど磁性が認められないのに対し、陽江地区のものは磁性を持っている。
また、ゼノタイムとイルメナイト、モナザイト、ルチル、ジルコンの磁選による良好な分離は困難である。
- 3) モナザイトは、ゼノタイムほどではないが、東里地区と陽江地区で若干の差が認められ、定性的観察であるが、東里地区のものが、鉄で汚染された赤味があったものがあるのに対して陽江地区のものが、黄色を呈するものが多く、組成性状の差に基づく若干の磁性の差があるものと推定される。
- 4) ゼノタイム及びモナザイトについて東里地区と陽江地区とで磁気的特性に認められる差異は、構成元素の違い(2.4.2, 1)項)と関係している可能性が考えられる。
- 5) 日本側の重鉱物分離結果と中国側の分析結果の対比を表50に示したが、一部の試料を除きほぼ妥当な差の範囲にある。また、これらの差は体積の測定法及び日本側と中国側の分離試験方法の違いに基づくと考えられる。
- 6) ボーリング原砂試料についての日本側の重砂分離結果と中国側の分析結果に基づき、イルメナイト、ゼノタイム、モナザイト、ルチル及びジルコンの5鉱物についての相関性を検討し図示したのが図41-(1), -(2), -(3), -(4), -(5)である。
これによれば、分析値は日本側が、全般的に高いが、一部の異常値を除いて、日中双方の分析値は高い相関を示す。
- 7) 日本側重鉱物分離結果に分離度の概念を導入することにより、表50及び図41に示した日本側との中国側との重鉱物品位の差は小さくなくと推定される。
- 8) 表50に示されているとおり、粗選精鉱による分析値では、中国側が日本側より全般的に高い傾向が認められる。その原因については現在良く判っていないが、重砂の縮分誤差などが、原因の1つとして考えられる。