

中華人民共和国レアメタル総合開発調査  
資源開発協力基礎調査報告書

広東南西部沿岸地域

第3年次

平成2年2月

国際協力事業団  
金属鉱業事業団

鉱計資

CR5

90-74



JICA LIBRARY



1080472(2)

20803



中華人民共和国レアメタル総合開発調査  
資源開発協力基礎調査報告書

広東南西部沿岸地域

第 3 年 次

平成 2 年 2 月

国際協力事業団

金属鉱業事業団



国際協力事業団

20803

## は し が き

日本国政府は中華人民共和国政府の要請に応え、同国南部に位置する広東西部沿岸地域の鉱物資源賦存の可能性を確認するため、地質調査、物理探査、ボーリング調査などの鉱床探査に関する諸調査を実施することとし、その実施を国際協力事業団に委託した。国際協力事業団は、本調査の内容が地質及び鉱物資源の調査という専門分野に属することから、この調査の実施を金属鉱業事業団に委託することとした。本年度調査は第3年次にあたり、金属鉱業事業団は3名からなる調査団を編成して、現地に派遣した。

現地調査は、第2年次に継続して平成元年9月11日に開始され、中華人民共和国政府関係機関、中華人民共和国有色金属工業総公司広東地質勘探公司の協力を得て、平成元年11月6日予定どおり完了した。

本報告書は、第3年次の調査結果をとりまとめたもので、最終報告書の一部となるものである。

おわりに、本調査の実施にあたってご協力いただいた中華人民共和国政府関係機関、ならびに外務省、通商産業省、在北京日本国大使館及び関係各社の方々に衷心より感謝の意を表すものである。

平成2年2月

国際協力事業団

総 裁 柳 谷 謙 介

金属鉱業事業団

理 事 長 福 原 元 一





# 要 約



## 要 約

本年度の調査は、資源開発協力基礎調査・中華人民共和国レアメタル総合開発調査広東南西部沿岸地域の第3年次として、次のように実施した。

調査内容	地区	調査範囲	室内試験項目
地質調査（起源岩調査）	湛江	面積 1,100km <sup>2</sup> ，調査延長及び試料採取ルート長 220km	—
鉱床調査	陽江	3 鉱床（沙尾，南山海，河北港）7 箇所	—
室内試験	—	—	重砂分析，粒度分析，岩石薄片鑑定，絶対年代測定，人工重砂分析，比重測定，元素分析，全岩分析

以下、これらの調査・試験の結果及び第4年次への提言について要約する。

### 1. 調査・試験の結果

#### 1) 地質調査（起源岩調査）

目的：重砂鉱床中に含まれる重鉱物の起源及び濃集メカニズムの究明

上記の目的で地質調査（起源岩調査）を実施した結果、次のようなことが判明した。

- ① 湛江地区に分布する基盤岩類は、先カンブリア時代堆積岩類 (Pre-C)，カンブリア系片麻岩・混合岩類 (C)，カレドニア期混合花崗岩類 ( $\gamma_3$ )及び燕山期花崗岩類 ( $\gamma_5$ )に区分される。また、これらを覆って第四紀のQ<sub>1</sub>層，Q<sub>2</sub>層，玄武岩類 (Ba) 及びQ<sub>4</sub>層が分布し、このうちQ<sub>4</sub>層が主な鉱床母層になっている。
- ② 河川砂，海浜砂中の重鉱物重量比は、基盤岩類などの原岩のラテライト性土壤中の比率をほぼ保持している。すなわち、原岩が風化してラテライト性土壤になり、さらに河川砂として流出，運搬されて海浜砂になるまでの過程をとおして、各過程に含まれている重鉱物の重量比は、岩種や重鉱物種類によりやや複雑に変動するが全体としては保存されている。ただカンブリア系片麻岩・混合岩類 (C) ではこの過程でジルコン，イルメナイト，モナザイトが多少濃集する傾向をしめすが、一方，燕山期花崗岩類 ( $\gamma_5$ )，玄武岩類 (Ba) などではイルメナイト，ジルコンが多少濃集するがやや複雑に変化する。
- ③ 湛江地区では、カレドニア期混合花崗岩類 ( $\gamma_3$ )，燕山期花崗岩類 ( $\gamma_5$ )の影響度が大きく、イルメナイト，ジルコン，磁鉄鉱などが河川砂，海浜砂に濃集している。

これは後背地の地質母体の種類や分布度合により、河川砂，海浜砂中の重鉱物の濃集度に地域的差異を生じているためである。この湛江地区の特徴は、カンブリア系片麻岩・混合岩類

(C) が広い陽江地区の河川砂、海浜砂にモナザイト、ジルコンなどが濃集するのと対照的である。

## 2) 鉍床調査

目的：重鉍物濃集の最終段階の鉍床形成メカニズムの解明

上記の目的で鉍床調査を実施した結果、次のようなことが判明した。

- ① 鉍床形成は、起源岩を異にする河川砂が流出、下降する途中、さらに海浜で混合した砂を原砂として、波浪などの影響により、重鉍物が鉍床レベルにまで濃集していったものと考えられる。このことは、基盤岩類などの原岩のラテライト性土壌と河川砂の重鉍物重量比が近似し、重鉍物の移動中に特定重鉍物の逸散、消滅がなかったことを根拠にしている。
- ② 河北港及び沙尾鉍床は中粒砂（中央粒径 $\phi = 1 \sim 2$ ）を、南山海鉍床は細粒砂（中央粒径 $\phi = 2 \sim 3$ ）を鉍床母砂とする。胚胎する重鉍物は3鉍床いずれもほぼ極細粒（中央粒径 $\phi = 3 \sim 3.5$ ）を呈し、ジルコン、モナザイト、ゼノタイム、ルチル、イルメナイトが極細粒→細粒の順に濃集している。

なお、ルチルは、鉍床母砂にかなり含有しているが、後背地の地質母体にはほとんど含有されず、その起源はまだ不明である。

- ③ 3鉍床の堆積環境は、粒度特性からみて、南山海鉍床は波浪の影響が働いた環境、また河北港、沙尾鉍床は逆に波浪の影響の弱い環境と考えられる。
- ④ このように、海浜における重砂濃集が異なる環境であっても、3鉍床に共通して重鉍物の粒度が極細粒砂に属することは、鉍床形成時に特定重鉍物の逸散、消滅や選択的濃集といった現象が存在しなかった一つの裏付けと考えられる。

海浜での重鉍物濃集過程に入る前の状態ですでに各重鉍物が極細粒砂領域の粒度にそろっていたことが推定される。

## 3) 室内試験

目的：調査結果の総合解析に資するための採取試料についての各種室内試験

上記の目的で中国側及び日本側において実施した各種室内試験により、前述の起源岩調査、鉍床調査の結果に加えて、次のようなことが判明した。

- ① 日本持ち帰り試料の分離重鉍物ジルコン、モナザイト及びゼノタイムの合計6試料について元素分析を実施した結果、ジルコン、モナザイトは、東里地区より陽江地区の方がレア・アース含有量が高い。
- ② カンプリア系片麻岩・混合岩類(C)は砂泥質岩起源であり、また、玄武岩類(Ba)はソレライト系列であるが、これは数次の噴出の産物である。

## 2. 提 言

本年度の調査結果に基づく第4年次への提言は次のとおりである。

## 1) 地質調査 (起源岩調査)

- ① 現在までに調査していない岩層 (先カンブリア時代堆積岩類など) を調べるとともに、また基盤岩類についても、岩体の位置により重鉍物含有量分布に変動がみられて、その傾向が十分に把握されていないものを確かめるために、ラテライト性土壌試料を採取して調査する。
- ② 沿岸部に近接した既調査地区だけでなく、その外廓または奥地から重鉍物が供給されていないかを調査し、とくにルチル起源となる地質母体を探るために、主要大河川の砂試料を組織的に採取する。
- ③ 数次の噴出があり、岩質も異なる玄武岩類 (Ba) のうち、イルメナイトに富む岩体は、東里地区の中粒玄武岩の1箇所のみであったが、この周辺地域を調査して、イルメナイトを供給した岩体を特定するために玄武岩類 (Ba) のラテライト性土壌試料を採取し、重鉍物含有量の対比を行い、併せて絶対年代の測定を実施する。
- ④ 日本側の既存重砂分析データに、中国側の重砂分析データを加え一括して第四紀の砂層中の重鉍物濃集について総合的に解析する。

## 2) 室内試験

前項の地質調査 (起源岩調査) の総合解析に資するために各種室内試験を行う。



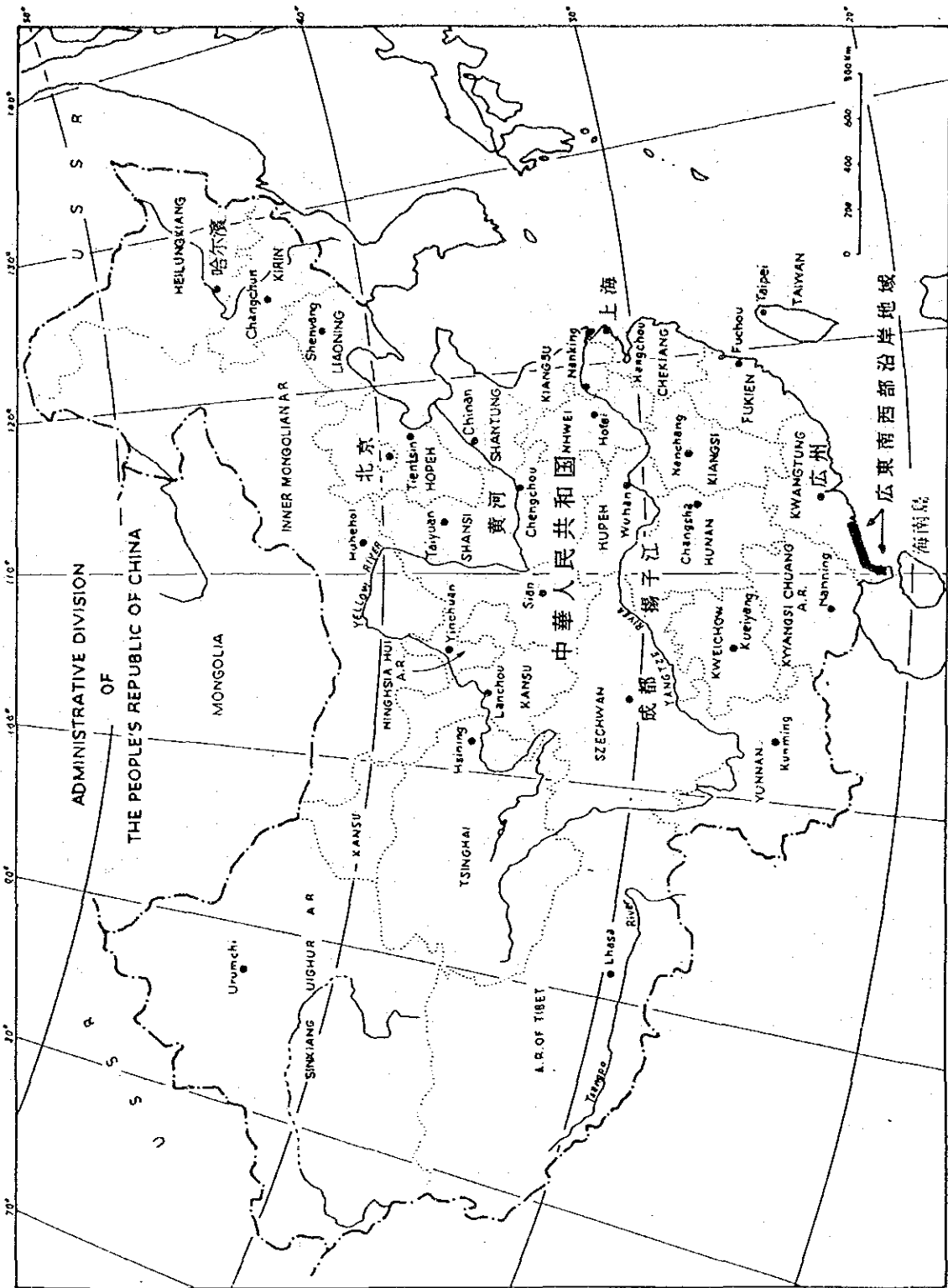


图1 調查地域位置圖

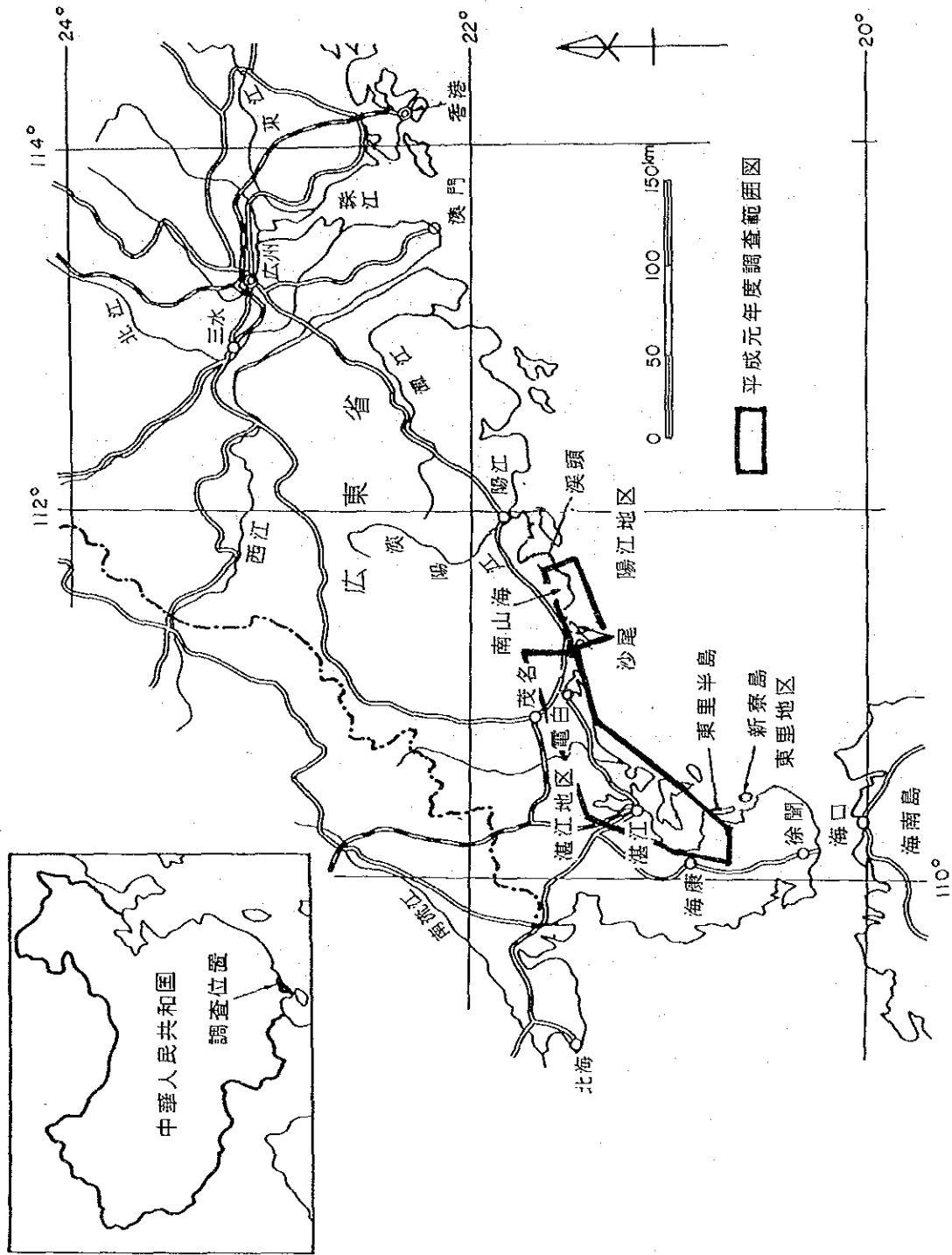


圖 2 廣東西南部沿岸地域位置圖



# (広東南西部沿岸地域)

## 目 次

はしがき

要 約

広東南西部沿岸地域調査地域位置図

目 次 .....	i
図表一覧 .....	V

### 第 I 部 総 論

第 1 章 序 論 .....	1
1. 1 調査の経緯 .....	1
1. 2 第 2 年次 (昭和 63 年度) 調査の結論と提言 .....	2
1. 2. 1 第 2 年次調査の結論 .....	2
1. 2. 2 第 2 年次調査の提言 .....	3
1. 3 本年度調査の概要 .....	3
1. 3. 1 調査地域 .....	3
1. 3. 2 調査目的及び調査内容 .....	3
1. 3. 3 調査団の編成 .....	6
1. 3. 4 調査期間 .....	6
第 2 章 調査地域の地理 .....	8
2. 1 位置及び交通 .....	8
2. 2 地 形 .....	8
2. 3 気 候 .....	8
第 3 章 調査地域の地質概要 .....	10
第 4 章 調査方法 .....	11
4. 1 地質調査 (起源岩調査) .....	11
4. 1. 1 調査の目的 .....	11
4. 1. 2 調査の方法 .....	11
4. 1. 3 砂 試 料 .....	12
4. 1. 4 ラテライト性土壌試料及び岩石試料 .....	12

4.2	鉦床調査	13
4.2.1	調査の目的	13
4.2.2	調査の方法	13
4.2.3	鉦床原砂試料	13
4.3	調査班の編成	14
第5章	調査結果の総合検討	21
5.1	地質調査(起源岩調査)	21
5.2	鉦床調査	22
5.3	室内試験	23
第6章	結論及び提言	24
6.1	結 論	24
6.1.1	地質調査(起源岩調査)	24
6.1.2	鉦床調査	24
6.1.3	室内試験	25
6.2	提 言	25
6.2.1	地質調査(起源岩調査)	25
6.2.2	室内試験	25
第II部	調査の内容及び解析結果	
第1章	地質調査(起源岩調査)の内容及び調査結果	27
1.1	湛江地区の概要	27
1.1.1	地 質	27
1.1.2	鉦 床	32
1.2	起源岩調査の方法	32
1.3	ラテライト性土壌試料及び岩石試料	37
1.3.1	ラテライト性土壌試料及び岩石試料の重鉦物含有量	37
1.3.2	ラテライト性土壌試料及び岩石試料の重鉦物重量比	48
1.4	砂試料中の重鉦物重量比	48
1.4.1	ラテライト性土壌試料と近傍の砂試料中の重鉦物重量比	48
1.4.2	砂試料の地区別重鉦物重量比	50
1.5	帯磁率の測定結果	57
1.6	解析結果及びその検討	59
1.6.1	重鉦物の起源岩の推定	59
1.6.2	河川砂・海浜砂形成にかかわる基盤岩類の区域別影響度	59

1.6.3	起源岩調査におけるラテライト性土壌試料の有効性	59
1.6.4	起源岩調査の今後の進め方	60
第2章	鉍床調査の内容と調査結果	61
2.1	対象鉍床及び調査方法	61
2.2	重砂分析結果	64
2.2.1	鉍床原砂中の重鉍物重量比	64
2.2.2	沙尾鉍床	68
2.2.3	南山海鉍床	68
2.2.4	河北港鉍床	68
2.3	粒度分析結果	68
2.3.1	沙尾鉍床	73
2.3.2	南山海鉍床	73
2.3.3	河北港鉍床	73
2.4	重砂鉍床形成メカニズムについての一考察	75
第Ⅲ部	室内試験	
第1章	中国側分析所における室内試験	77
1.1	試験目的及び試験内容	77
1.2	重砂分析	77
1.3	人工重砂分析	77
1.4	岩石薄片作成・鑑定	80
1.5	粒度分析	80
1.6	絶対年代測定	80
第2章	日本持ち帰り試料の室内試験	81
2.1	試験目的	81
2.2	試験内容及び試料数	81
2.2.1	重鉍物分離試験	82
2.2.2	粒度分析	82
2.2.3	比重測定	82
2.2.4	分離重鉍物の元素分析	82
2.2.5	全岩分析	82
2.3	試験方法	83
2.3.1	重鉍物分離試験	83
2.3.2	粒度分析	83

2.3.3	比重測定	83
2.3.4	分離重鉍物の元素分析	83
2.3.5	全岩分析	83
2.4	試験結果	84
2.4.1	重鉍物分離試験	84
2.4.2	粒度分析	84
2.4.3	比重測定	88
2.4.4	分離重鉍物の元素分析	88
2.4.5	全岩分析	88
2.5	試験結果のまとめ	88
2.5.1	重鉍物分離試験	88
2.5.2	粒度分析	88
2.5.3	比重測定	89
2.5.4	分離重鉍物の元素分析	89
2.5.5	全岩分析	89
第IV部 結論及び提言		
第1章	結 論	91
1.1	地質調査 (起源岩調査)	91
1.2	鉍床調査	92
1.3	室内試験	92
第2章	提 言	94
2.1	地質調査 (起源岩調査)	94
2.2	室内試験	94

図表一覧

図 1	調査地域位置図	
図 2	広東南西部沿岸地域位置図	
図 3	東南アジア大陸地質構造概略図	10
図 4 - (1)	起源岩調査, 地質図, 試料採取位置図及び重砂分析結果図(1)	15
図 4 - (2)	起源岩調査, 地質図, 試料採取位置図及び重砂分析結果図(2)	16
図 4 - (3)	起源岩調査, 地質図, 試料採取位置図及び重砂分析結果図(3)	17
図 4 - (4)	起源岩調査, 地質図, 試料採取位置図及び重砂分析結果図(4)	18
図 4 - (5)	起源岩調査, 地質図, 試料採取位置図及び重砂分析結果図(5)	19
図 4 - (6)	起源岩調査, 地質断面図	20
図 5	湛江地区地質模式層序図	28
図 6	湛江地区地質模式断面図	28
図 7	カンブリア系片麻岩・混合岩類の A C F 図	29
図 8	玄武岩類の $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O} - \text{SiO}_2$ 図	30
図 9	玄武岩類の $\text{SiO}_2 - \text{全FeO/MgO}$ 図	30
図10	湛江地区及び陽江+湛江地区における砂試料の重鉍物重量比に関する デンドログラム	36
図11-(1)	ラテライト性土壌及び岩石中の主要重鉍物品位 (垂直変化) (1)	40
図11-(2)	ラテライト性土壌及び岩石中の主要重鉍物品位 (垂直変化) (2)	41
図12	代表的なラテライト性土壌及び岩石中の主要重鉍物品位 (垂直変化) 岩種別対比図	42
図13-(1)	ラテライト性土壌の重鉍物重量比三角ダイヤグラム(1) (基盤岩類領域の設定)	46
図13-(2)	ラテライト性土壌の重鉍物重量比三角ダイヤグラム(2) (基盤岩類領域の設定)	46
図13-(3)	ラテライト性土壌の重鉍物重量比三角ダイヤグラム(3) (基盤岩類領域の設定)	47
図14-(1)	ラテライト性土壌試料, 砂試料の重鉍物重量比三角ダイヤグラム(1) (重鉍物の移動による重量比の変化)	49
図14-(2)	ラテライト性土壌試料, 砂試料の重鉍物重量比三角ダイヤグラム(2) (重鉍物の移動による重量比の変化)	49
図15-(1)	陽江+湛江地区砂試料の重鉍物重量比の区域別三角ダイヤグラム(1) (基盤岩類の影響度把握)	53
図15-(2)	陽江+湛江地区砂試料の重鉍物重量比の区域別三角ダイヤグラム(2) (基盤岩類の影響度把握)	53
図15-(3)	陽江+湛江地区砂試料の重鉍物重量比の区域別三角ダイヤグラム(3) (基盤岩類の影響度把握)	54

図16-(1)	陽江地区稼行中重砂鉍床の主要垂直断面関係図(1) ..... (柱状図, 粒度分析, 重砂分析)	65
図16-(2)	陽江地区稼行中重砂鉍床の主要垂直断面関係図(2) ..... (柱状図, 粒度分析, 重砂分析)	66
図17	南山海鉍床(1号採掘場)鉍床原砂試料採取概略位置図 .....	67
図18-(1)	鉍床原砂及び分離重鉍物の粒度分布(1)沙尾鉍床 .....	70
図18-(2)	鉍床原砂及び分離重鉍物の粒度分布(2)南山海鉍床 .....	71
図18-(3)	鉍床原砂及び分離重鉍物の粒度分布(3)河北港鉍床 .....	72
図19-(1)	惠州分析所重砂分析系統図(1) .....	78
図19-(2)	惠州分析所重砂分析系統図(2) .....	79
図20	中国産重鉍物分離試験系統図 .....	83
図21	鉍床原砂及び分離重鉍物の粒度分布 .....	87
表 1	調査内容及び調査量 .....	5
表 2	中国側分析所において実施した室内試験項目及び数量 .....	7
表 3	日本において実施した室内試験項目及び数量 .....	7
表 4	平均最高・最低気温 .....	9
表 5	平均降雨量・平均降雨日数 .....	9
表 6	岩種別試料数と試験項目 .....	12
表 7	鉍床調査試料数及び分析項目一覧 .....	13
表 8	玄武岩類の絶対年代測定結果一覧表 .....	31
表 9	起源岩調査基礎データ内訳 .....	32
表10	起源岩調査河川砂及び海浜砂重砂分析値の換算結果一覧 .....	33
表11	陽江及び湛江地区砂試料重砂分析値及び同重量比一覧 .....	34
表12-(1)	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 .....	35
表12-(2)	陽江+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 .....	35
表13-(1)	ラテライト性土壌の重砂分析値(1) .....	38
表13-(2)	ラテライト性土壌の重砂分析値(2) .....	39
表14	岩種と重鉍物含有量との関係 .....	43
表15-(1)	ラテライト性土壌の三角ダイヤグラムで対比した重鉍物重量比(1) .....	44
表15-(2)	ラテライト性土壌の三角ダイヤグラムで対比した重鉍物重量比(2) .....	45
表16	区域別砂試料採取数一覧 .....	50
表17	陽江及び湛江地区砂試料の区域別, 重鉍物重量比平均値(標準偏差)一覧 .....	52
表18-(1)	区域別基盤岩類固有領域-砂試料数(1) .....	55

表18-(2)	区域別基盤岩類固有領域-砂試料数(2)	55
表18-(3)	区域別基盤岩類固有領域-砂試料数(3)	56
表18-(4)	三角ダイヤグラム(1)+(2)+(3)の砂試料個数及び比率(区域別, 岩石別)	56
表19	区域別, 岩石別の砂試料への影響度	57
表20	湛江地区岩石別帯磁率平均値	58
表21	鉍種別, 区域別起源岩の推定一覧表	58
表22	調査鉍床の規模及び平均品位	61
表23	調査鉍床の基礎データ	61
表24-(1)	鉍床原砂の重砂分析値	62
表24-(2)	鉍床原砂の重鉍物重量比	63
表24-(3)	鉍床原砂粒度特性	69
表25	鉍床調査結果一覧表	74
表26	中国側分析所における試験項目と試料明細	77
表27	惠州分析所重砂定量分析精度検査基準	79
表28	日本持ち帰り試料の明細及び試験項目	81
表29	元素分析対象元素	82
表30	重鉍物分離試験産物重量及び品位	84
表31	鉍床原砂及び分離重鉍物の粒度分布	85
表32	鉍床原砂及び分離重鉍物の比重	85
表33	分離重鉍物の元素分析結果一覧	86

#### 巻末資料

資料1	採取資料リスト及び室内試験内訳表	資-1
資料2	人工重砂分析結果一覧表	資-5
資料3	湛江地区岩石の全岩分析結果一覧表	資-6
資料4	湛江地区岩石薄片検鏡結果一覧表	資-7
資料5	岩石の顕微鏡写真	資-8
資料6	鉍床原砂粒度分析結果一覧表	資-13
資料7	分離重鉍物粒度分析結果一覧表	資-15

付図

付図1 湛江地区地質図及び地質断面図

(縮尺 1 : 50,000)

付図2 湛江地区起源岩調査, 試料採取位置図及び重砂分析結果図

(縮尺 1 : 100,000)

付図3 湛江地区起源岩調査, 総合解析結果図

(縮尺 1 : 100,000)



# 第 I 部 総 論



# 第 I 部 総 論

## 第 1 章 序 論

### 1.1 調査の経緯

日本国政府は、中華人民共和国政府の要請に基づき、黒竜江北西部地域及び広東南西部沿岸地域のレアメタル総合開発調査の実施を決定し、1987年7月3日、本調査の実施に関する口上書を中華人民共和国政府と交換した。同日、日本国政府が中華人民共和国政府へ発した口上書及び中華人民共和国政府の口上書による回答に基づき、日本側国際協力事業団及び金属鉱業事業団と中国側中国有色金属工業総公司是、調査の実施細則を定め調印した。

本調査は、締結された実施細則に基づき、資源開発協力基礎調査・レアメタル総合開発調査中華人民共和国広東南西沿岸地域の第3年次として実施されたものである。

第2年次(昭和63年度)の調査では、陽江、湛江両地区における中国側既存陸上探査データの解析、陽江地区 913km<sup>2</sup>に対する地質調査、湛江 1,800km<sup>2</sup>に対する予察調査及び東里、陽江両地区に対するボーリング調査をそれぞれ実施した。

この結果、海浜重砂鉱床に関し、重鉱物の起源、鉱床の特性、生成環境等につき主として以下のようなことが判明した。即ち、

#### (1) 陽江、湛江両地区に関して、

- 主な鉱床母層は第四紀Q<sub>4</sub>層の海成～風成砂層である。
- 後背地に分布する基盤岩類は、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<sub>3</sub>)、燕山期花崗岩類(γ<sub>5</sub>)に区分され、モナザイト、ゼノタイム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に、イルメナイト(及び磁鉄鉱)は主として、カレドニア期混合花崗岩類及び燕山期花崗岩類に、そしてジルコンは全ての岩種に関係すると考えられるが、ルチルは原岩中にはほとんど認められない。
- 岩石中の重鉱物含有量の調査には、近接して存在するラテライト性土壌の重砂分析が有効である。
- 河川砂・海浜砂試料中の重鉱物重量比は、後背地の地質母体にみられる重鉱物重量比と近似的に一致している。

#### (2) 東里地区を含めた本地域全体として見た場合

- 重鉱物の元素分析の結果、東里地区のゼノタイムはLaが、陽江地区のものではY、Uがそれぞれ高い含有量を示し、モナザイトではP、U、Yの含有量が、そしてルチルではTaの含有量が陽江地区のものに高いことがみとめられる。一方、イルメナイト及びジルコンでは地区別の差はあまり認められない。
- 粒度分析で、東里地区は波浪の比較的穏やかな、そして陽江地区は逆にその影響の強い堆積環

境であったと推定される。

本年度は、第2年次の調査結果に基づき、下記の調査が計画され実施された。

(1) 地質調査（起源岩調査）

湛江地区 1,100km<sup>2</sup>を主たる対象として実施するが、一部陽江、東里両地区においてラテライト性土壌の補完サンプリングを行う。

(2) 鉱床調査

陽江地区で現在稼行されている重砂鉱床のうち、主要な南山海、沙尾両鉱床に対して、詳しい鉱床調査を実施する。

## 1.2 第2年次（昭和63年度）調査の結論と提言

### 1.2.1 第2年次調査の結論

第2年次に実施した、既存陸上探査データの解析、地質調査、予察調査、ボーリング調査及びこれに伴う各種室内試験の結果から得られた結論の中から、第3年次調査計画に関連する事項を列記すれば以下のとおりにまとめられる。

1) 陽江地区及び湛江地区について行った既存の陸上探査データの解析の結果、次のようなことが判明した。

(1) 陽江地区及び湛江地区に分布する陸上部の各重砂鉱床は、海側へ連続して伸長する可能性は少ない。

(2) しかしながら、沖合浅海部においては陸上部の鉱床とは別の単位の重砂鉱床が賦存している可能性が考えられる。

2) 陽江地区及び湛江地区において実施した地質調査及び予察調査の結果、次のようなことが判明した。

(1) 後背地に分布する基盤岩類は、カンブリア系片麻岩・混合岩類 (C)、カレドニア期混合花崗岩類 ( $\gamma_s$ )、燕山期花崗岩類 ( $\gamma_s$ )に区分される。

(2) 重鉱物と起源岩との関係は、モナザイト、ゼノタイム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に、また、イルメナイト（及び磁鉄鉱）は、主として、カレドニア期混合花崗岩類及び燕山期花崗岩類に多いが、ジルコンは岩種による差は少ない。ルチルは原岩中にはほとんど認められない。

(3) 河川砂・海浜砂試料中の重鉱物重量比は、後背地の地質母体にみられる重鉱物重量比と近似的に一致している。

3) 各種室内試験の結果、主として次のことが判明した。

(1) 花粉鑑定の結果、鉱床形成時代の第四紀完新世は全般的に暖湿～熱湿気候で岩石の風化・ラテライト化に適した気候条件を備えていたらしい。

(2) 粒度分析では、東里地区は波浪の比較的穏やかな、そして陽江地区は逆にその影響の強い堆積環境であったらしい。

(3) 重砂多項分析では、第四紀砂層中には、基本5鉱物（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）以外の有用重鉱物はほとんど存在しない。

(4) 重鉱物の元素分析の結果、東里地区のゼノタイムLaが、陽江地区のものではY、Uがそれぞれ高い含有量を示す。モナザイトではP、U、Yの含有量が、そしてルチルではTaの含有量がそれぞれ陽江地区のものに高い。一方、イルメナイト及びジルコンでは地区別の差はあまり認められない。

### 1.2.2 第2年次調査の提言

第2年次の各種調査の結果に基づく第2年次調査の提言のうち、第3年次調査計画に関連する事項は以下のとおり。

1) 湛江地区及び陽江地区と東里地区の一部について、特にラテライト性土壌の系統的サンプリングを行い、まだよく判っていないラテライト性土壌中での重鉱物の挙動を引続き調査する。

2) 第2年次に予察調査を実施した湛江地区に対しては、砂試料を引続き採取して、調査精度を他地区と同じ水準にまで上げ、この地区においても地質母体のもつ重鉱物重量比と砂試料のもつそれとが近似的に一致することを確認する。

3) 重鉱物の最終的濃集の場である既存鉱床について、採掘ピットなどを利用して詳しく調査し、これらの鉱床原砂中の分離重鉱物の重量比に対する地質母体の重鉱物重量比との近似性の検討を行い、さらに原砂と重鉱物別の粒度分析を行うことによって、重鉱物濃集のメカニズムを究明する。この場合、粒度分析データは将来の開発段階での鉱物分離などにおける基礎データの一部として役立てる。

## 1.3 本年度調査の概要

### 1.3.1 調査地域

本年度の調査地域は、第2年次（昭和63年度）の調査結果に基づき、主として湛江地区からなり、このほかに陽江、東里両地区の一部が含まれる（図2）。

### 1.3.2 調査目的及び調査内容

#### 1) 調査の目的

本年度の調査は、第2年次（昭和63年度）までに得られている調査結果をベースとして、湛江地区を中心として第四紀鉱床母層、後背地に分布する各種岩石などの地質状況をさらに詳しく解明する一方、陽江地区では稼行中の重砂鉱床を対象として鉱床賦存状況を調査・把握したうえで、これらを総合的に組み合わせ、重砂鉱床の形成過程を上流から下流まで全過程を通して追跡することにより、今後の鉱床探査全般に役立てることを目的として実施した。調査の重点課題は以下のとおり。

(1) 地質調査（起源岩調査）

- 湛江地区における，鉍床後背地に分布する各種岩石の詳しい確認及び河川砂・海浜砂試料の採取→地質母体と，これに関連するとみられる漂流砂の確認と採取。
- 湛江地区及び一部分湛江地区から東里地区にわたり，露岩近傍から組織的にラテライト性土壤試料を採取→起源岩の風化，ラテライト化過程における重鉍物の挙動の究明。
- これにより，河川砂・海浜砂試料中の重鉍物重量比と後背地の地質母体にみられる重鉍物重量比とが近似的に一致することを確認する。

(2) 鉍床調査

陽江地区の南山海鉍床及び沙尾鉍床を対象に，現在稼行中の採掘場（ピット壁）を利用して重砂鉍床に直接調査のメスを入れ，鉍床原砂と後背地の地質母体との重鉍物重量比についてその近似性の検討を行い，さらに鉍床原砂及び分離重鉍物の粒度分析を行うことによって重鉍物濃集のメカニズムを究明する。

2) 調査内容

調査内容と調査量及び中国側・日本側双方で実施した室内試験項目と数量を，それぞれ表 1，表 2 及び表 3 に示す。

表 1 調査内容及び調査量

調査内容	調査量
地質調査 (起源岩調査)	調査面積 1,100km <sup>2</sup>
	調査延長及び試料採取ルート長 220km
	採取試料
	重砂分析試料
	河川砂・海浜砂試料 20個
	ラテライト性土壌試料 43個
	岩石試料
	全岩分析試料 9個
	岩石薄片作成試料 9個
	絶対年代測定試料 (k-Ar法) 2個
	人工重砂分析試料 9個
鉍床調査	対象鉍床及び調査箇所
	沙尾鉍床 1箇所
	南山海鉍床
	1号採掘場 4箇所
	2号採掘場 1箇所
	河北港鉍床 1箇所
	試料採取
	重砂分析試料
	鉍床原砂試料 20個
	粒度分析試料
	鉍床原砂試料 20個
同分離重鉍物試料 45個 (9試料×5鉍物)	

### 1.3.3 調査団の編成

本調査の計画と折衝及び現地調査に参加した調査員は次のとおりである。

#### 1) 調査計画と折衝

##### (a) 日本側

小山恭一（金属鉱業事業団）  
松本勝時（ ” ）  
増田信行（ ” ）  
佐藤直樹（ ” ）  
石田 真（ ” 北京連絡員）

##### (b) 中国側

陳鉄生（中国有色金属工業総公司）  
劉善方（ ” ）  
袁傳盛（ ” ）  
崔虎林（ ” ）  
孫長慶（ ” 広東地質勘探公司）

#### 2) 現地調査

##### (a) 日本側

相沢直人（海外鉱物資源開発株式会社）  
久米敏夫（ ” ）  
富沢尚明（ ” ）

##### (b) 中国側

孫長慶（広東地質勘探公司）  
蒙合栄（ ” ）  
許幼撫（ ” ）  
馮家本（ ” ）  
李 臣（ ” 935地質隊）  
巫之修（ ” ）  
李振元（ ” ）  
黄卓廣（ ” ）

### 1.3.4 調査期間

調査期間は、平成元年9月11日から同年10月25日まで現地調査を行い、平成元年10月26日から同年11月6日まで現地共同解析を実施した。



表2 中国側分析所において実施した室内試験項目及び数量

試 験 項 目	数 量
重砂分析（イルメナイト，ルチル，ジルコン，モナザイト，ゼノタイム，磁鉄鉱 6 鉱物）	
河川砂・海浜砂試料	20 件
鉱床原砂試料	20 件
ラテライト性土壌試料	43 件
人工重砂分析	9 件
粒度分析	
鉱床原砂試料	20 件
同分離重鉱物試料（9 試料×5 鉱物）	45 件
岩石薄片作成・鑑定	9 件
絶対年代測定（K-Ar法）	2 件

表3 日本において実施した室内試験項目及び数量

試 験 項 目	数 量
○ 第2年次（昭和63年度）採取試料	
重鉱物分離試験（イルメナイト，ルチル，ジルコン，モナザイト，ゼノタイム，磁鉄鉱 6 鉱物）	
鉱床原砂試料	2 件
ボーリング原砂試料	1 件
粒度分析	
鉱床原砂試料	2 件
ボーリング原砂試料	1 件
同分離重鉱物試料（3 試料×6 鉱物）	18 件 注1
比重測定	
鉱床原砂試料	2 件
ボーリング原砂試料	1 件
同分離重鉱物試料（3 試料×6 鉱物）	18 件 注2
元素分析	
分離重鉱物試料（3 試料×3 鉱物—ジルコン，モナザイト，ゼノタイム）	6 件 注3
○ 第3年次（平成元年度）採取試料	
全岩分析	9 件

注1 うち、3 鉱物は含有せず、15件の粒度分析を実施。

2 うち、4 鉱物は含有しないか少量のため、14件の比重測定を実施。

3 うち、3 鉱物は少量しか分離できず、6 件を元素分析に供した。

## 第2章 調査地域の地理

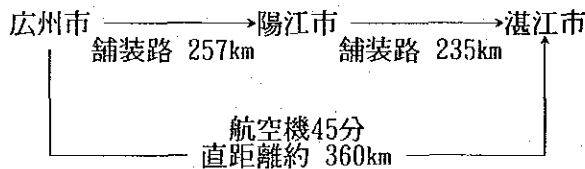
### 2.1 位置及び交通

調査地域は、中華人民共和国広東省のおおよそ北緯 $21^{\circ}$ ～ $22^{\circ}$ ，東経 $110^{\circ}$ ～ $112^{\circ}$ の範囲に含まれ、調査面積は主要調査対象地区である湛江地区 $1,100\text{km}^2$ のほかに、一部東里、陽江両地区にまで広がっている（図1，2）。

行政上は、湛江地区及び陽江地区は広東省南西部の湛江市から陽江市までの各県及び各市に属している。

本地域の鉱物資源の調査・探鉱等は主として有色金属工業総公司広東地質勘深公司の管轄下に置かれているが、調査対象が海浜砂層中にレアメタル重鉱物を含有する、いわゆる重砂鉱床ということもあって、砂鉱床の調査を専門とする同地質勘探公司935地質隊（本拠地広東省惠州市）が現地に派遣された。

広東省の省都広州市より調査地域へ至る主たる交通径路は次のとおりである。



調査地域内の道路網は主要都市間は舗装された国道で結ばれているが、そのほかの自動車道は一般的に未舗装で、雨季には泥濘化する部分が多い。また平野部の農村地区には多くの農道が走っているもののその幅が耕運機用のためジープ以外の車両の通行は困難である。

なお、首都北京市から広州市までは航空機で約3時間、また、鉄道を利用すれば特急列車で約1日半を要する。

### 2.2 地 形

湛江地区から陽江地区にかけては、第四紀堆積層の基盤をなす片麻岩類・混合岩類及び花崗岩類が後背地に広く分布し、標高最大300m台の、主として南北の方向性をもつ起伏の多い山岳部と、これから海岸へと続くなだらかな平野部からなる。

湛江地区の西部から東里地区にかけては、海岸沿いに沖合1～3km以上に及び潮間帯が発達するが、陽江地区における潮間帯の発達はあまり良好ではない。地域内の各所で内陸へ向い幅1～2kmの砂丘が発達している。

### 2.3 気 候

調査地域は低緯度地帯にあるにもかかわらず、大陸の地続きということもあって一応四季はみ

られるが、12月から2月までのやや寒い時期を除き、夏期が圧倒的に長く、春及び秋に相当する時期は短い。最も暑い季節は7月～8月で相当高温多湿である（表4）。

降雨量については調査地域全体が南東モンスーンの影響を受ける場所にあり、陽江地区では年間平均 2,250mm、海康（東里）地区では年間平均、1,700mm程度の降雨がある（表5）。

このうち、降雨の多いいわゆる雨期は、両地区共に4月から9月頃までの間で、特に5月、6月、7月及び8月に雨量は集中している。これは、本地域の雨期と台風銀座といわれるくらい台風の影響を受けやすい場所に位置している地理的条件とに関係している。なお、7月から9月位までの間が、最も台風来襲の多い時期にあたる。

表4 平均最高・最低気温

(°C)

	月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
陽江地区	平均	14.6	15.4	18.8	22.4	26.1	27.3	28.1	27.6	26.9	23.8	19.9	16.3
	最高	28.8	28.6	31.4	32.0	35.0	35.5	37.0	36.7	36.1	33.8	32.5	29.4
	最低	-1.4	-2.2	6.6	9.9	16.4	19.6	21.5	20.6	17.2	9.4	4.6	2.2
海康地区 (東里)	平均	15.5	16.1	19.6	23.5	27.0	27.9	28.4	27.8	26.9	24.3	20.6	17.3
	最高	30.6	34.2	36.2	38.4	37.7	38.5	36.8	36.4	35.3	33.7	31.7	29.2
	最低	3.6	3.8	7.1	7.6	16.3	20.5	21.7	20.3	17.4	12.7	5.9	3.0

(注) 陽江地区 1953年～1980年資料  
海康地区 1960年～1980年資料

表5 平均降雨量・平均降雨日数

(mm/月)

	月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	全年
陽江地区	平均降雨量	39.3	55.1	78.7	234.1	393.8	400.7	267.2	380.8	257.7	73.0	41.2	31.3	2,252.8
	降雨日数	8.2	11.3	14.0	13.9	17.6	21.0	19.2	19.7	15.3	7.2	5.0	5.4	157.8
海康地区	平均降雨量	23.4	23.0	46.1	124.4	165.4	254.9	242.6	329.6	290.4	144.3	48.4	19.1	1,711.6
(東里)	降雨日数	7.3	8.9	11.1	11.0	13.3	15.3	14.1	17.7	15.0	9.7	6.9	5.3	135.6

(注) 陽江地区 1953年～1980年資料  
海康地区 1960年～1980年資料

### 第3章 調査地域の地質概要

調査地域のある広東省南西部沿岸地域は、東アジア大陸の一部を構成する揚子地塊の東南側に発達するカレドニア造山帯中に位置する。古生代前期には揚子地塊はユーラシア大陸から離れていたと考えられ、当時この地塊に沿って形成された地向斜に堆積した陸源堆積物は、その後のカレドニア造山運動により酸性マグマの貫入やミグマタイト化を伴う構造的擾乱及び変成作用を受けた。その後中生代には、燕山期花崗岩類に代表される酸性火成岩活動が、断裂運動を伴って活動した(図3)。

調査地域には、これを反映して、カンブリア系片麻岩・混合岩類 (C), カレドニア期混合花崗岩類 ( $\gamma_3$ )及び燕山期花崗岩類 ( $\gamma_5$ )及び一部、先カンブリア時代(震旦系)の堆積岩類が基盤岩類として分布し、その上に第四紀層が被覆している。

第3年次は沿岸地域の電白から湛江にいたる湛江地区を調査対象としているが、本地区は、北東～南西系統の燕山期花崗岩類 ( $\gamma_5$ )が大規模に貫入する東部と、カレドニア期混合花崗岩類 ( $\gamma_3$ )及び先カンブリア時代堆積岩類 (Pre-C) の優勢な北西部と第四紀層(一部玄武岩類を伴う)の広く分布する鹽江流域から湛江～東海島にいたる南西部に大きく分けられる。第四紀層は、下位よりQ<sub>1</sub>層(湛江層群), Q<sub>2</sub>層(北海層群) Q<sub>4</sub>層の3層に分けられており、重砂鉞床は主としてQ<sub>4</sub>層に胚胎している。

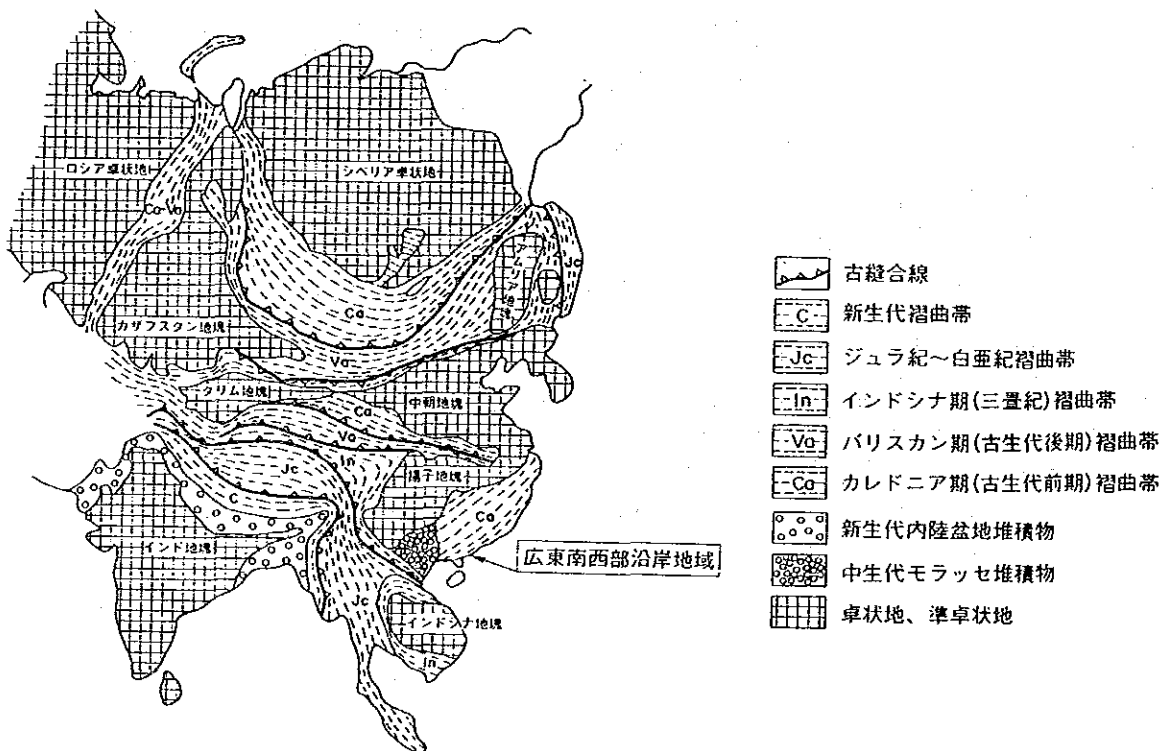


図3 東南アジア大陸地質構造概略図(丸山・酒井1986を簡略化)

## 第4章 調査方法

### 4.1 地質調査（起源岩調査）

#### 4.1.1 調査の目的

本調査の目的は、(1)重砂鉍床を構成する重鉍物をもたらした起源岩を探り、(2)原岩風化後、重鉍物が移動・濃集して最終的に鉍床を形成するまでのメカニズムを解明することである。

#### 4.1.2 調査の方法

今回は第3年次にあたり、次のような調査を実施した。

1) 第2年次に予察調査を実施した湛江地区において、基盤岩類及び第四紀層の分布産状の調査を詳細に行い、河川砂・海浜砂の採取を実施して、既に調査済みの東里・陽江地区と同じ精度にする。

2) 基盤岩類及び第四紀層の分布産状の調査は縮尺1:50,000の地形図を利用して実施し、中国側作成の地質図の確認並びに重要路線については縮尺1:5,000ないし1:10,000のルートマップの作成さらに試料採取箇所については随時詳細なスケッチや写真撮影を行った。その際、帯磁率計Kappa meter KT-5型（携帯用）により帯磁率の測定を併せて行った。なおルートマップ延長は66kmに達した。

また、後述するように今回はラテライト性土壌試料の調査を主としたが、これらの試料採取時に岩石試料を対で採取し、薄片作成、顕微鏡観察、全岩分析及び一部絶対年代測定（K-Ar法）を実施した。

3) 原岩が風化、ラテライト化する過程における重鉍物の挙動を探るために、湛江地区及び一部陽江、東里地区において、ラテライト性土壌の系統的サンプリングを行い、重砂分析を実施して、重鉍物含有量の垂直変化を調査、解析した。系統的サンプリングは、一地点で原岩と地表の間のラテライト性土壌を上・中・下の3箇所で採取し、原岩（人工重砂分析により推定）中の重鉍物のラテライト化過程における移動状態を推定するために行う。

4) 第2年次の起源岩調査の結果、河川砂または海浜砂中の重鉍物重量比は、後背地の地質母体中のそれに近似しており、さらにラテライト性土壌中の重鉍物重量比を調査することが、岩石薄片観察や人工重砂分析（機械的破碎により重鉍物を損傷するおそれあり）により推定するよりも起源岩調査には有効な手段であることが判明した。したがって今回はラテライト性土壌の調査を重点とし、そのために陽江及び東里地区にも調査を拡げ、ラテライト性土壌の採取を補完的に行った。すなわち、代表的な原岩分布地点を選定して、その近傍のラテライト性土壌試料を採取し、また各岩種のラテライト性土壌を平均して採取できるようにした。原岩自体の採取、分析は、第2年次調査結果を一部利用しており、新規箇所とくに現在までラテライト性土壌調査の不十分な玄武岩類及びカンブリア系片麻岩・混合岩類に重点を置き、ほかは補足的なものとした。

### 4.1.3 砂 試 料

#### 1) 試料の採取

主として、ハンドオーガーを使用して、1試料あたり4～5kgを採取した。重量及び比重は現場で簡易測定を行った。第2年次に判明したラテライト性土壌と近傍の河川砂中の重鉍物重量比の近似性をより詳しく確認するために、河川砂試料採取地点を、湛江地区内の代表的な原岩分布地点の近傍に選定した。しかし、湛江地区の河川砂は粒度が粗過ぎて採取不適の場合も多く、また、玄武岩類分布地域の河川砂採取は不可能であった。海浜砂の採取は第2年次予察調査の際の採取地点の間隔の粗い箇所で行った。

河川砂16、海浜砂4計20個の砂試料を採取している。

#### 2) 分 析

採取した砂試料について重砂分析（イルメナイト、ジルコン、ルチル、モナザイト、ゼノタイム及び磁鉄鉍の6鉍物）を実施した。なおデータの解析は陽江及び湛江地区において過去に採取した93試料の分析データを加え、合計113試料の分析データを用いた。

### 4.1.4 ラテライト性土壌試料及び岩石試料

ラテライト性土壌及び岩石の試料は、地質調査の岩石区分に応じて、玄武岩類（Ba）、カンブリア系片麻岩・混合岩類（C）、カレドニア期混合花崗岩類（ $\gamma_3$ ）及び燕山期花崗岩類（ $\gamma_5$ ）の分布地点から採取している。前項に述べたラテライト性土壌の系統的サンプリングを行うために、次表6の岩種別試料数にみられるように、新・旧調査箇所を合わせてほぼ均等な箇所数になるように採取地点を設定した。岩石試料は前述のとおり補足的なもので、新規箇所限定したため、ラテライト性土壌試料データとの対比は第2年次岩石試料データを使用している。岩石試料の試験項目を表6に併せて掲げた。

表6 岩種別試料数と試験項目

新・旧箇所別	玄武岩類 (Ba)		カンブリア系麻岩・ 混合岩類 (C)		カレドニア期 混合花崗岩類 ( $\gamma_3$ )		燕山期花崗岩類 ( $\gamma_5$ )		合 計		
	新	旧	新	旧	新	旧	新	旧	新	旧	
ラテライト性土壌試料(重砂分析)	4×3	—	3×3	2×2	1×3	3×2	1×3	3×2	9×3	8×2	
岩石試料	人工重砂分析	4	—	3	—	1	—	1	—	9	—
	岩石薄片観察	4	—	3	—	1	—	1	—	9	—
	全岩分析	4	—	3	—	1	—	1	—	9	—
	絶対年代測定(K-Ar)	2	—	—	—	—	—	—	—	2	—

注1. ラテライト項の新規箇所試料数は、4箇所×3点（原岩・地表間に、上・中・下の位置で採取）を4×3と示し、また旧箇所試料数は2箇所×2点（1点は2年次のラテライト試料を充当）を2×2と示す。

注2. 岩石試料はラテライト採取新規箇所対で採取。

ラテライト性土壌及び岩石の試料採取位置などを図4(1)～(6)及び付図2に示し、また採取試料リスト及び室内試験項目を巻末資料1に示している。

## 4.2 鉱床調査

### 4.2.1 調査の目的

前述の起源岩調査の目的の(2)項の重鉱物の移動濃集メカニズムの解明のための調査の一環として、現在稼行中の鉱床の採掘断面において級化層別のサンプリング及び詳細調査を行い、重鉱物濃集の最終段階の鉱床形成メカニズムを考察することを目的とする。前述の起源岩調査により、原岩から河川砂ないし海浜砂にいたる重鉱物の移動・濃集については推定可能となるが、さらに本調査の実施により原岩から鉱床にいたるまでの一連の重鉱物の移動・濃集の全過程の解析が可能となる。

### 4.2.2 調査の方法

起源岩調査の鉱床調査は第3年次に開始したもので次のような調査を実施した。

1) 湛江地区には稼行鉱床は少ないため、陽江地区沙尾、南山海及び河北港鉱床の現採掘ピットにおいて鉱床調査を行う。

2) 採掘ピット壁を利用して、重砂鉱床の産状を詳細に観察するとともに、同時に級化層、各層ごとの原砂(母砂)を採取し、重砂分析の上、重鉱物含有量及び重量比の対比を行い、さらに原砂と分離重鉱物についてそれぞれ粒度分析などを行う。

### 4.2.3 鉱床原砂試料

1) 沙尾、南山海及び河北港鉱床において、現在稼行されている採掘ピットの位置を把握し、重砂の賦存状況を調査して各鉱床を代表する採掘ピットを選定後、各採掘断面を詳細に観察し、級化層ごとの原砂を採取した。採取試料数は次表7のとおりである。

表7 鉱床調査試料数及び分析項目一覧

鉱床名	箇所数	試料数	分析件数	
			重砂分析	粒度分析注2
沙尾鉱床	1	3×2注1	3	S3, M3
南山海1号鉱床W	1	4×2 6×2注3	4 6	S4, M3 S6
南山海1号鉱床E	3	5×2	5	S5
南山海2号鉱床	1	2×2	2	S2
河北港鉱床	1	6×2	6	S6, M3
合計	7	26×2	26	S26, M9

注1. 各採取箇所、重砂分析用、原砂粒度分析用の2試料を採取。分離重鉱物の粒度分析には、重砂分析後の重鉱物を使用する(3箇所のみ)。以下同様。

注2. 粒度分析件数欄：Sは原砂対象、Mは分離重鉱物対象。

注3. 6×2は同一箇所、細分して採取した追加試料。

分離重鉱物の粒度分析は代表的な3箇所を対象としたが、そのために重砂分析用試料はすべておよそ20kgをめやすに多目に採取している。別に原砂粒度分析用試料を2kg程度を採取した。

## 2) 分 析

前項に分析項目をまとめて掲げている。重砂分析はイルメナイト、ジルコン、ルチル、モナザイト、ゼノタイム及び磁鉄鉱の6鉱物を実施した。

粒度分析は原砂及び分離重鉱物（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5鉱物）について実施した。

## 4.3 調査班の編成

本年度の地質調査（起源岩調査）、鉱床調査は、日本人技術者3名、中国側及び技術者2名（うち1名は通訳）及び運転手1名で実施された。ジープ1台のため、調査箇所付近にまで接近後原則として3班に分れて調査を行なった。



凡例

Q <sub>1</sub>	更新世0層(風成)
Q <sub>2</sub>	更新世0層(海成)
Q <sub>3</sub>	更新世0層(北浦層群)
Q <sub>4</sub>	更新世0層(浙江層群)
Ba	更新世末武蔵類
Pre-Tertiary	第三紀-白垩紀層群
T <sub>1</sub>	燕山期花崗岩類
T <sub>2</sub>	カレドニア期混合花崗岩類
ε	カンブリア系片麻岩・混合岩類
Pre-Cambrian	先カンブリア時代堆積岩類

A—A' 地質断面線

○ 891007-1	試料番号
78	重砂分析値 (g/m <sup>3</sup> )
143	イルメナイト
0	ジルコン
94	ルチル
80	モナサイト
2	ゼノタイム
2	磁鉄鉱

(試料採取位置)

- ◎ 海砂
- ⊗ 風成砂
- ① 河川砂
- その他
- ≡ 堆積岩類
- ⊠ 玄武岩類(Ba)
- ⊡ 燕山期花崗岩類(T<sub>1</sub>)
- ⊢ カレドニア期混合花崗岩類(T<sub>2</sub>)
- ⊣ カンブリア系片麻岩・混合岩類(ε)

注1. 第2年次試料番号は上2桁が88  
第3年次試料番号は上2桁が89  
注2. 試料番号下線は本文中、図に説明した  
試料を示す。(例、891007-1)

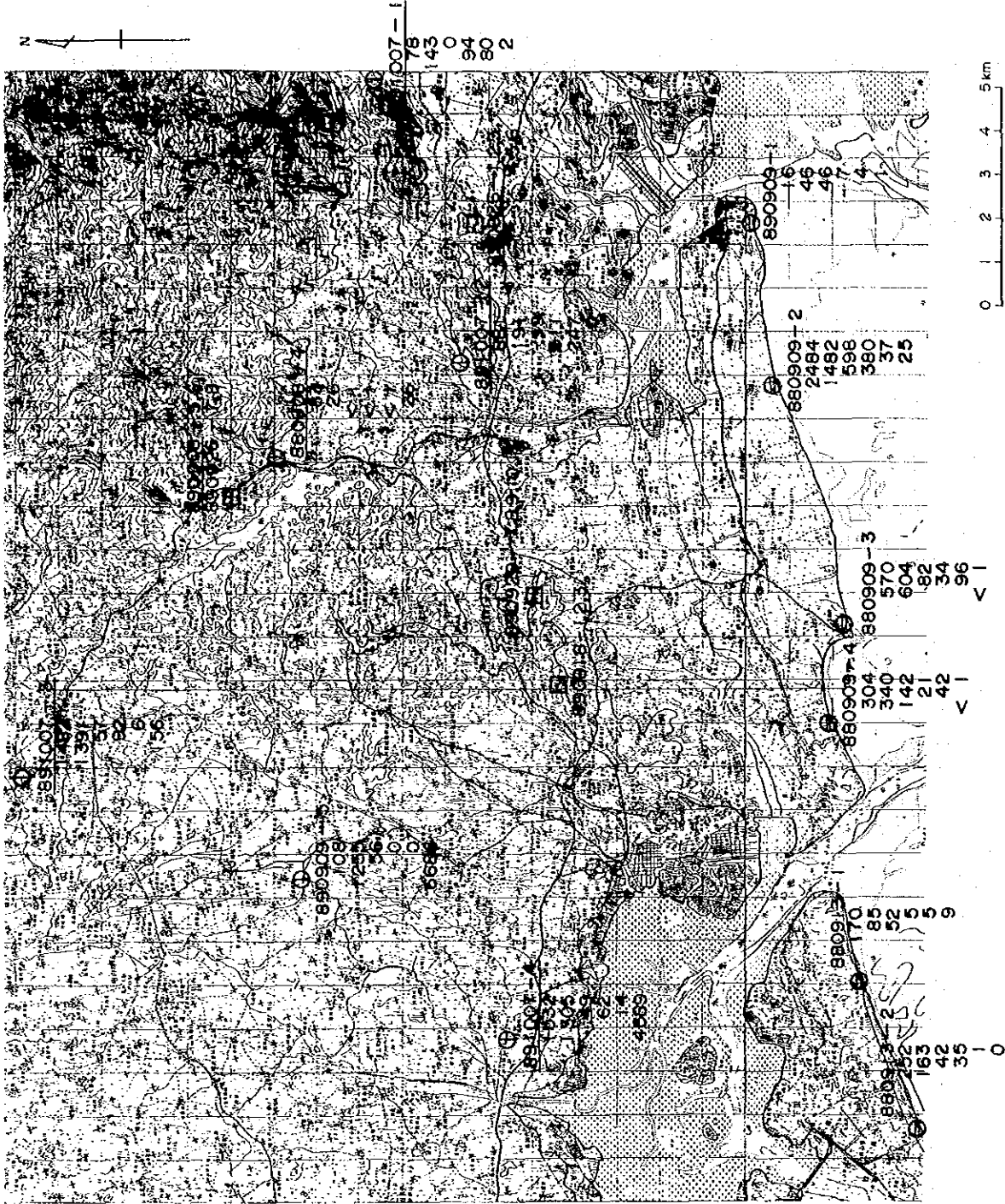


図4-1(1) 起源岩調査、地質図、試料採取位置図及び重砂分析結果図(1)

凡 例

- Q<sub>1</sub> 最新世の層(風成)
- Q<sub>2</sub> 最新世の層(塊成)
- Q<sub>3</sub> 更新世の層(北海層群)
- Q<sub>4</sub> 更新世の層(准江層群)
- B<sub>a</sub> 更新世の礫層
- Per-Cret 第三紀-白亜地層
- T<sub>1</sub> 燕山期花崗岩類
- T<sub>2</sub> カレドニア期混合花崗岩類
- ε カンブリア系片麻岩・混合岩類
- Pre-ε 先カンブリア時代地層

A—A' 地質断面線

- 0 891007-1 試料番号
- 78 イルメナイト
- 143 ジルコン
- 0 ルチル
- 94 モナザイト
- 80 セノクタイム
- 2 斑鉄鉱

(試料採取位置)

- ⊙ 漂砂
- ⊗ 風成砂
- ① 河川砂
- その他
- ≡ 堆積岩類
- ⊕ 玄武岩類(Ba)
- ⊞ 燕山期花崗岩類(T<sub>2</sub>)
- ⊟ カレドニア期混合花崗岩類(T<sub>1</sub>)
- ⊠ カンブリア系片麻岩・混合岩類(ε)

注1. 第2年次試料番号は上2桁が88  
第3年次試料番号は上2桁が89  
注2. 試料番号下線は本文中、図に説明した  
試料を示す。(例. 891007-1)

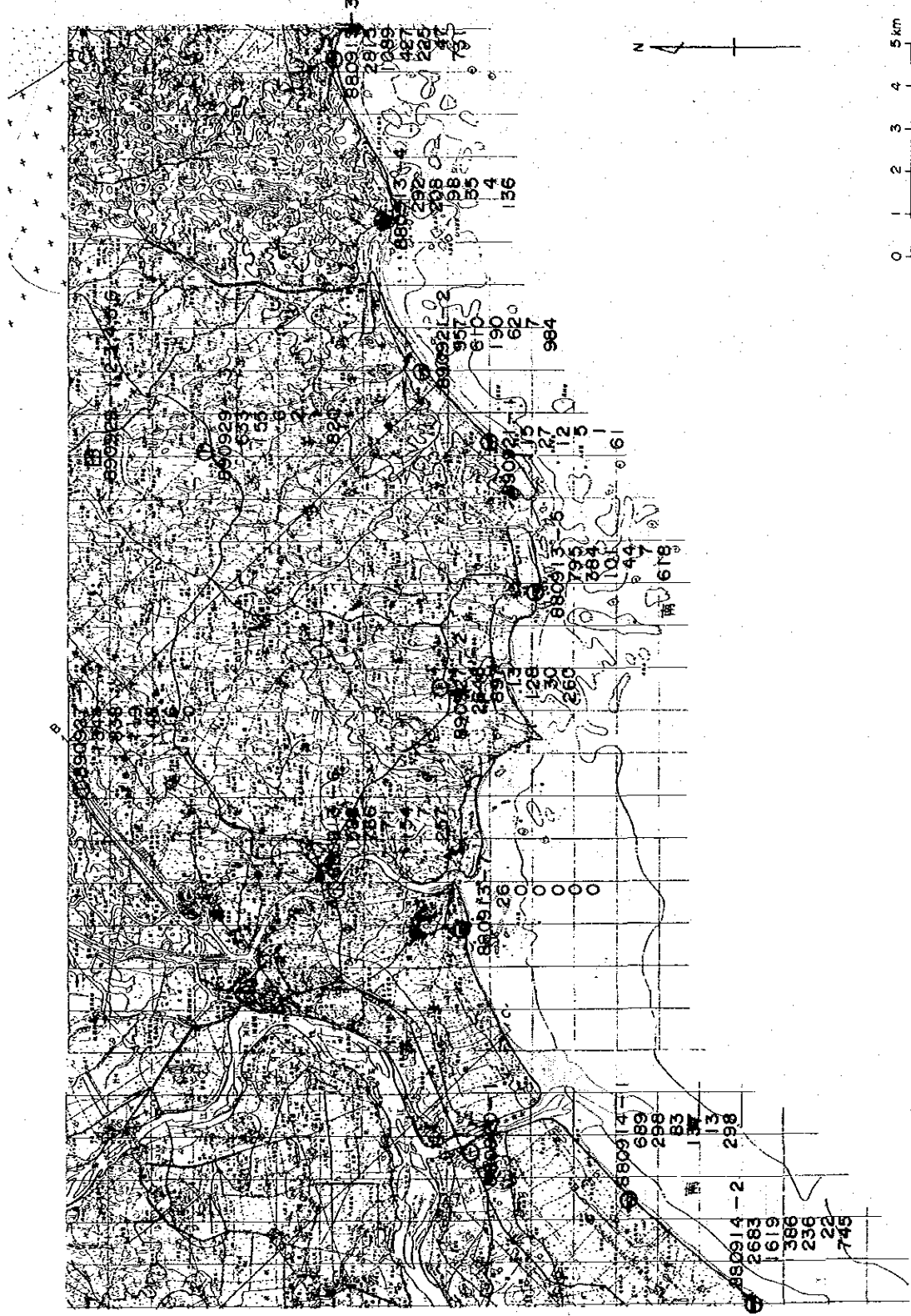


図4-2) 起源岩調査、地質図、試料採取位置図及び重砂分析結果図(2)

凡 例

- Q<sub>1</sub> 完新世Q<sub>1</sub>層(風成)
- Q<sub>2</sub> 完新世Q<sub>2</sub>層(海成)
- Q<sub>3</sub> 更新世Q<sub>3</sub>層(北海層群)
- Q<sub>4</sub> 更新世Q<sub>4</sub>層(温江層群)
- Ba 更新世玄武岩類
- Ter-Cret 第三紀-白堊紀堆積岩類
- Ys 燕山期花崗岩類
- Yc カレドニア期混合花崗岩類
- e カンブリア系片麻岩・混合岩類
- Pre-C 先カンブリア時代堆積岩類

A—A' 地質断面線

φ 891007-1	試料番号
78	重砂分析値 (g/m <sup>3</sup> )
143	イルメナイト
0	ジルコン
94	ルチル
80	モナザイト
2	ゼノタイム
	磁鉄鉱

(試料採取位置)

- ⊙ 海砂
- ⊗ 風成砂
- ⊖ 河川砂
- その他
- 堆積岩類
- 玄武岩類(Ba)
- ▣ 燕山期花崗岩類(Ys)
- ▤ カレドニア期混合花崗岩類(Yc)
- ▥ カンブリア系片麻岩・混合岩類(e)

注1. 第2年次試料番号は上2桁が'88  
第3年次試料番号は上2桁が'89

注2. 試料番号下線は本文中、図に説明した試料を示す。(例、891007-1)

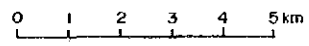
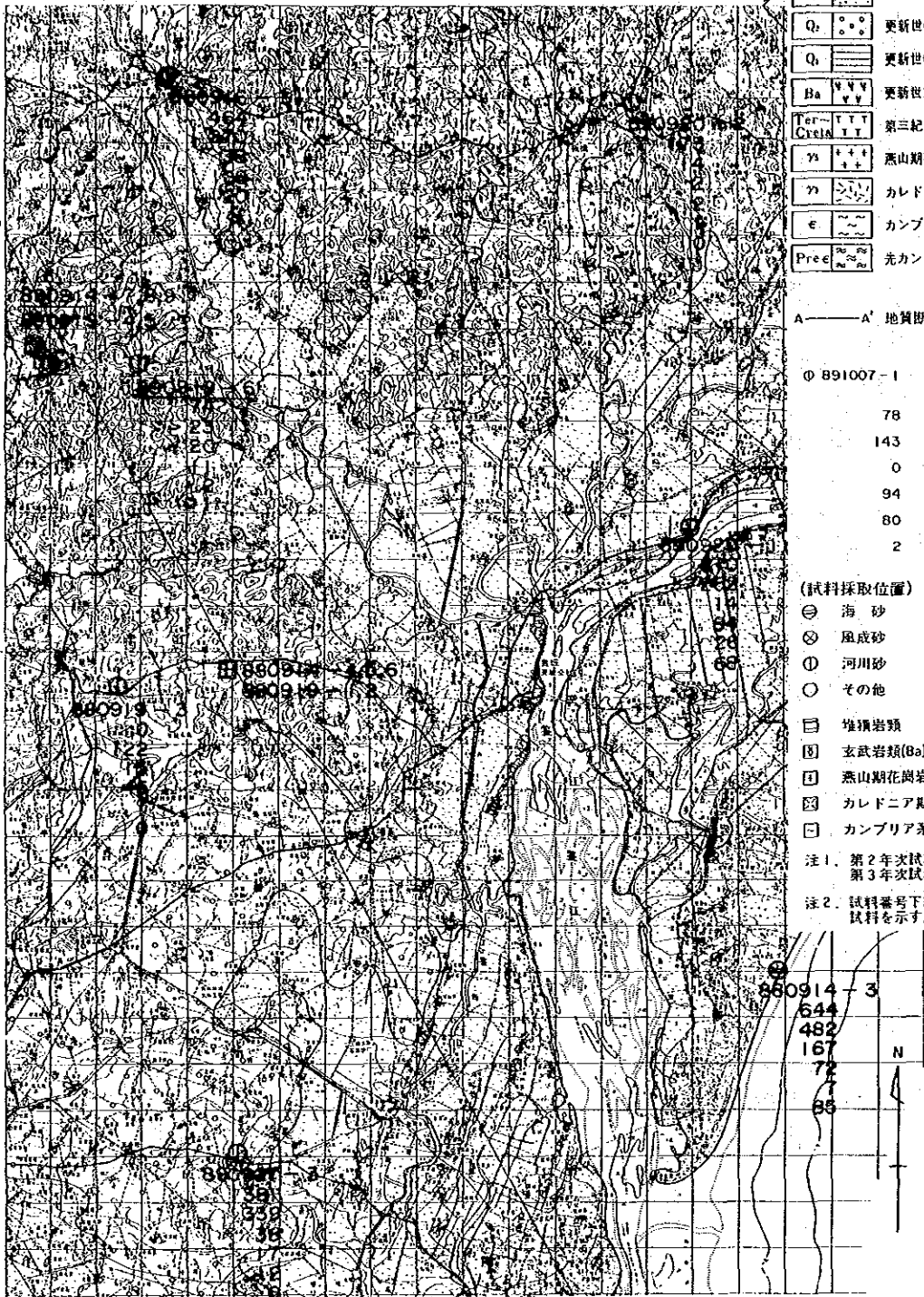


図4-(3) 起源岩調査, 地質図, 試料採取位置図及び重砂分析結果図(3)

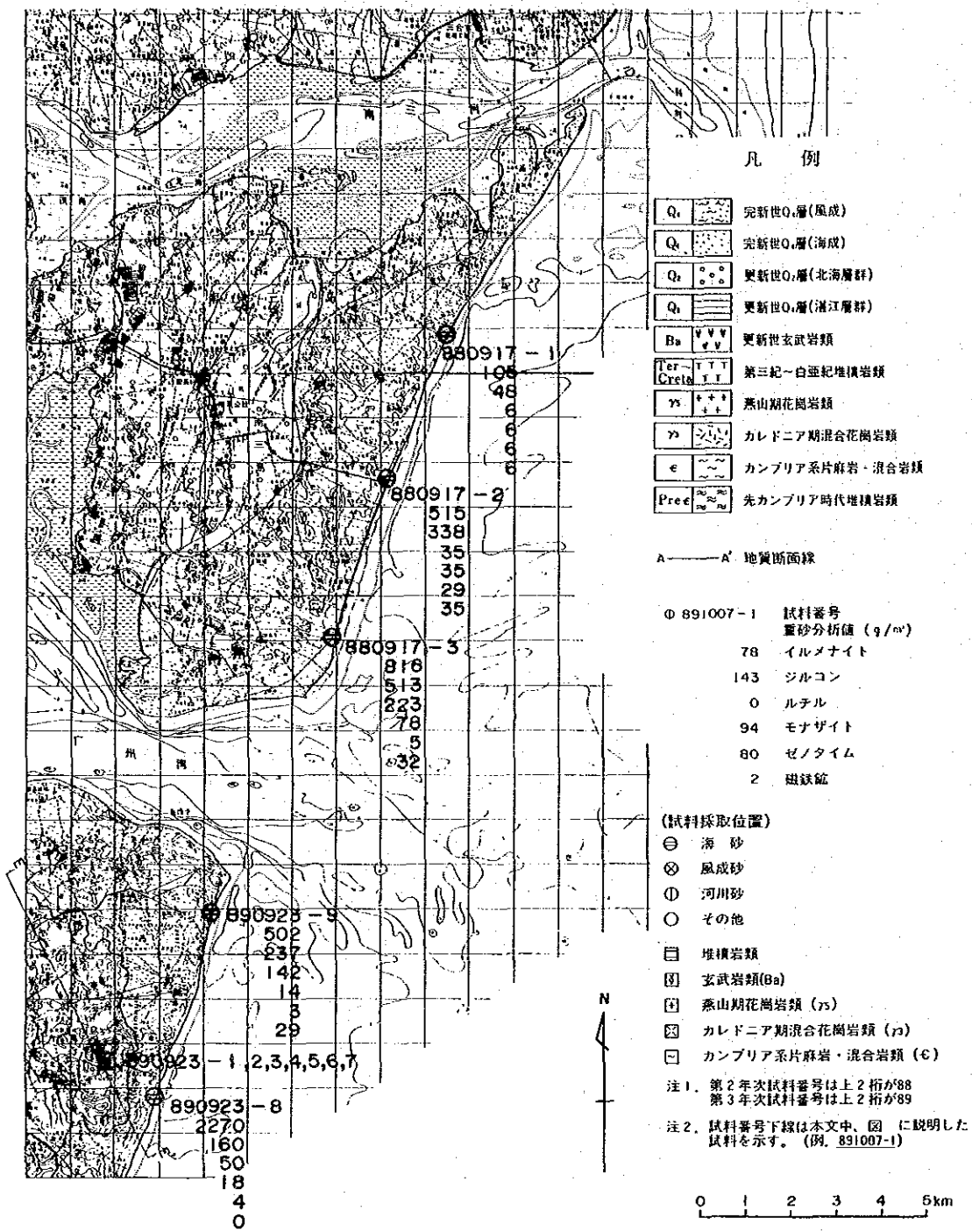
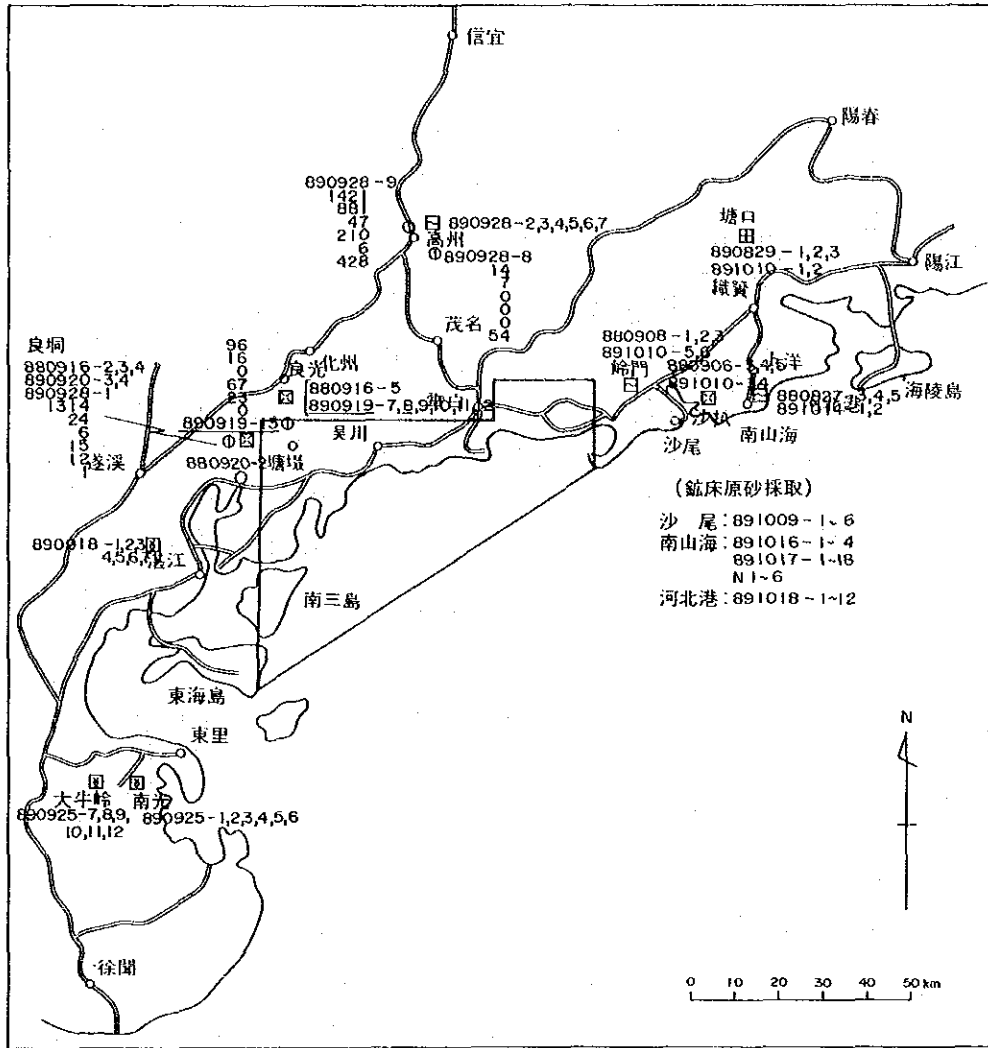


図4-(4) 起源岩調査，地質図，試料採取位置図及び重砂分析結果図(4)



凡 例

Q <sub>1</sub>	突新世O <sub>1</sub> 層(風成)
Q <sub>2</sub>	突新世O <sub>2</sub> 層(海成)
Q <sub>3</sub>	更新世O <sub>1</sub> 層(北海層群)
Q <sub>4</sub>	更新世O <sub>2</sub> 層(湛江層群)
Ba	更新世玄武岩類
T <sub>er-Creta</sub>	第三紀-白堊紀堆積岩類
γ <sub>s</sub>	燕山期花崗岩類
γ <sub>c</sub>	カレドニア期混合花崗岩類
e	カンブリア系片麻岩・混合岩類
Pre-c	先カンブリア時代堆積岩類

◎ 891007-1	試料番号
78	重砂分析値 (g/m <sup>3</sup> )
143	イルメナイト
0	ルチル
94	モナザイト
80	ゼノタイム
2	磁鉄鉱

(試料採取位置)

⊖	海砂
⊗	風成砂
⊙	河川砂
○	その他
■	堆積岩類
□	玄武岩類(Ba)
▣	燕山期花崗岩類 (γ <sub>s</sub> )
▤	カレドニア期混合花崗岩類 (γ <sub>c</sub> )
▥	カンブリア系片麻岩・混合岩類 (e)

注1. 第2年次試料番号は上2桁が88  
第3年次試料番号は上2桁が89  
注2. 試料番号下線は本文中、図に説明した  
試料を示す。(例. 891007-1)

A——A' 地質断面線

図4-(5) 起源岩調査, 地質図, 試料採取位置図及び重砂分析結果図(5)

凡例

Q <sub>4</sub>	第四紀沖積層(風成)
Q <sub>3</sub>	第四紀沖積層(海成)
Q <sub>2</sub>	更新世沖積層(北海層群)
Q <sub>1</sub>	更新世沖積層(後江層群)
B <sub>4</sub>	更新世玄武岩類
T <sub>1</sub> ~T <sub>4</sub>	第三紀~白亜紀堆積岩類
C <sub>1</sub> ~C <sub>4</sub>	燕山期花崗岩類
Y <sub>1</sub>	カレドニア期混合花崗岩類
Y <sub>2</sub>	カンブリア系片麻岩・混合岩類
e	先カンブリア時代堆積岩類
Pre-e	

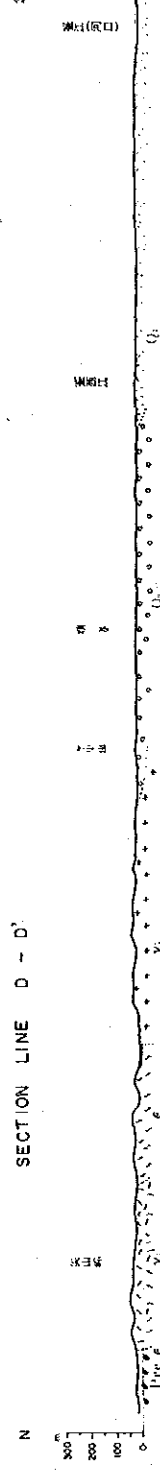
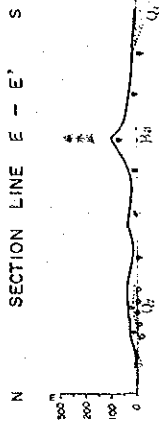
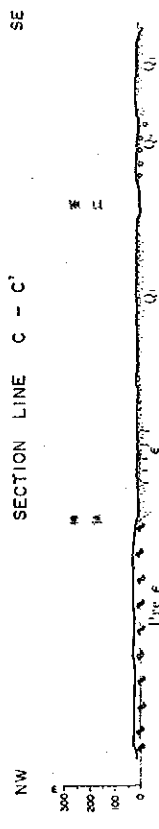
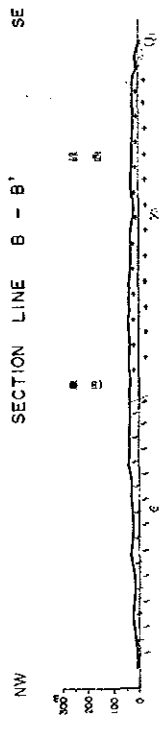
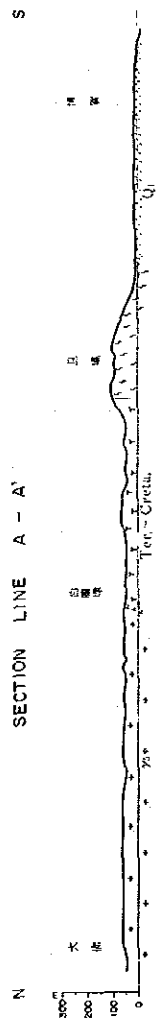


図4-(6) 起源岩調査，地質断面図(6)

## 第5章 調査結果の総合検討

本年度は、広東南西部沿岸地域の湛江地区、面積 1,100km<sup>2</sup>について地質調査（起源岩調査）を行い、同時に陽江地区の現在稼行中の重砂鉍床の鉍床調査を行い、また、採取試料について各種室内試験を実施した。さらに、第2年次に日本に持ち帰った試料についても各種室内試験を行った。以下、これらの調査・試験の目的、内容及び調査結果について要約する。

### 5.1 地質調査（起源岩調査）

湛江地区に対して、重砂鉍床に含まれる重鉍物の起源及び濃集メカニズムなどの究明を目的として、次のような方法で起源岩調査を実施した。

- 1) 鉍床後背地の地質母体の区分を明らかにする。
- 2) ラテライト性土壌試料及び岩石試料を採取し、重鉍物含有量及び同重量比を調べる。特にラテライト性土壌の垂直断面の含有量変化を調べる。
- 3) 河川砂及び海浜砂試料を採取し、重鉍物重量比を調べる。
- 4) 2) と 3) を岩種別に対比することにより、後背地の地質母体と河川砂、海浜砂中の重鉍物重量比の近似性を前提として起源岩を推定し、さらに「原岩→ラテライト性土壌→河川砂、海浜砂」の風化、流出及び運搬過程をとおして重鉍物がどのような挙動をしたかを調べている。
- 5) 上述の調査を行うことにより、湛江地区の調査精度を、既に調査済みの陽江、東里地区と同じ精度に高める。

以上の調査によって次のようなことが判明した。

- 1) 湛江地区に分布する後背地の基盤岩類は、先カンブリア時代堆積岩類 (Pre-C), カンブリア系片麻岩・混合岩類 (C), カレドニア期混合花崗岩類 ( $\gamma_3$ )及び燕山期花崗岩類 ( $\gamma_5$ )に区分される。また、これら基盤岩類を覆って第四紀層が分布するが、これは、下位より上位に、Q<sub>1</sub>層、Q<sub>2</sub>層、第四紀噴出玄武岩類、Q<sub>4</sub>層に区分される。重砂鉍床は主としてQ<sub>1</sub>層に胚胎する。
- 2) 河川砂、海浜砂中に含まれる重鉍物の重量比は、後背地の地質母体のラテライト性土壌中の比率をほぼ保持している。すなわち、後背地の地質母体が風化してラテライト性土壌になり、さらに河川砂として流出、運搬されて海浜砂になるまでの一連の過程をとおして、含有重鉍物の重量比は、岩種、重鉍物種類によりやや変動するが、全体として保存されている。
- 3) この岩種、重鉍物種類による重鉍物重量比の変動については、カンブリア系片麻岩・混合岩類 (C) では、風化運搬過程でジルコン、イルメナイト、モナザイトなどが多少濃集する傾向がみられるが、ほかの燕山期花崗岩類 ( $\gamma_5$ )、玄武岩類 (Ba) 及びカレドニア期混合花崗岩類 ( $\gamma_3$ )ではイルメナイト、ジルコンなどが濃集するがやや複雑に変動している。
- 4) このように岩種により重鉍物の挙動には多少差異があるが、全体としては地質母体に含まれ

る重鉍物の重量比は近傍の河川砂、海浜砂中の重鉍物重量比にほぼ保持されているとみてよい。よって主にラテライト性土壌を用いることにより、地質母体と砂試料の重鉍物重量比の近似性は確かめられた。

5) カレドニア期混合花崗岩類 ( $\gamma_3$ )、燕山期花崗岩類 ( $\gamma_5$ )などの影響度の大きい湛江地区では、イルメナイト、ジルコン、磁鉄鉍などが沿岸部の河川砂、海浜砂に濃集しているが、これはカンブリア系片麻岩・混合岩類 (C) が広い陽江地区にモナザイト、イルメナイト、ジルコンなどが濃集するのと対照的である。

## 5.2 鉍床調査

重鉍物濃集の最終段階の鉍床形成メカニズムを解明するために、陽江地区の沙尾、南山海及び河北港の稼行鉍床の採掘ピット壁を利用して、級化層別の重鉍物濃集度及び粒度特性を詳細に調査した。

この結果、次のようなことが明らかになった。

1) 鉍床形成は、起源岩を異にする河川砂が流出、下降する途中、さらに海浜で混合した砂を原砂として、波浪などの影響により重鉍物が鉍床レベルにまで濃集していったものと考えられる。

基盤岩類などのラテライト性土壌と河川砂の重鉍物重量比が近似していることは、重鉍物の移動中において特定重鉍物の逸散、消滅がなかったことを示しているが、鉍床の濃集過程における重鉍物の挙動も、陸上の起源岩のラテライト化により重鉍物が河川砂とともに海浜にいたる道程でその重量比を保っていることを考えれば、海浜における濃集過程でも特定重鉍物の逸散、逆にいえば特定重鉍物の選択的濃集といった現象は考え難く、同様に各オリジンの重量比を保持していたものと推定される。

2) 調査3鉍床のうち、河北港及び沙尾両鉍床は中粒砂 (中央粒径  $\phi = 1 \sim 2$ ) を、南山海鉍床は細粒砂 (中央粒径  $\phi = 2 \sim 3$ ) を鉍床母砂とするが、胚胎する重鉍物はすべての鉍床でおおむね極細粒砂 (中央粒径  $\phi = 3 \sim 3.5$ ) の領域に入り、細かい方から、ジルコン、モナザイト、ゼノタイム、ルチル、イルメナイトの順で重鉍物が濃集している。

なお、ルチルは、鉍床原砂にかなり含有されるが、後背地の地質母体にはほとんど含有されず、その起源についてはまだ判明していない。

3) これら3鉍床の堆積環境は粒度特性から次のように考えられる。

細粒砂を母砂とする南山海鉍床は淘汰が良く歪度がマイナスであり、波浪の影響が働いた環境、また、中粒砂を母砂とする河北港、沙尾両鉍床は逆に淘汰が悪く、歪度がプラスであり、波浪の影響の弱い環境と考えられる。

4) 両者に共通することは、海浜における重砂濃集過程が異なる環境であっても重鉍物の粒度が極細粒砂に属することである。

このことから、海浜での重鉍物濃集過程に入る前の状態ですでに各重鉍物は極細粒砂領域の粒



度にそろっていたことが推定され、よって鉱床形成時に特定重鉱物の逸散、消滅や選択的濃集といった現象が存在しなかったことの一つの裏付けと考えられる。このような重鉱物の極細粒領域における濃集の原因としては河川運搬中での磨鉱現象または元来極細粒砂サイズであったことが考えられる。

### 5.3 室内試験

調査結果の総合解析に資するために、ラテライト性土壌、岩石、砂試料について中国及び日本において室内試験を実施した。

これにより前述の地質調査（起源岩調査）、鉱床調査の結果に加えて、次のようなことが判明した。

1) 分離重鉱物ジルコン、モナザイト及びゼノタイムの合計6試料について元素分析を実施した結果、東里地区と陽江地区間で重鉱物の構成元素に差異が認められた。

① ジルコンは、陽江地区（沙尾鉱床）の方が、東里地区（ボーリング下盤鉱体）よりZr, Hf, TREO（全酸化希土元素）のいずれの値も高い。また、TREOは両地区とも0.7～0.9%とやや高い値を示す。

② モナザイトは、陽江地区（南山海及び沙尾鉱床）の方が、東里地区（ボーリング下盤鉱体）よりP, Ce, Th, Y, La, Nd, Dy, Gd, Pr, Sm, Uなどいずれの値も高く、構成希土元素にかなりの含有差が認められる。また、これらの元素の値は一般のモナザイト中の値よりかなり低い。

③ ゼノタイムは、陽江（沙尾鉱床）のみ分析したため比較できないがY, P, Ce, Thなどの値が一般のゼノタイム中の値より低い。

2) 全岩分析及び絶対年代測定によれば、カンブリア系片麻岩・混合岩類（C）は砂泥質岩起源であり、また、玄武岩類（Ba）は、一般にソレイト系列であるが、調査箇所により噴出時代がかなり異なっている。

## 第6章 結論及び提言

### 6.1 結論

#### 6.1.1 地質調査（起源岩調査）

湛江地区において、起源岩調査を実施した結果、次のようなことが判明した。

1) 基盤岩類は、先カンブリア時代堆積岩類 (Pre-C), カンブリア系片麻岩・混合岩類 (C), カレドニア期混合花崗岩類 ( $\gamma_3$ )及び燕山期花崗岩類 ( $\gamma_5$ )に区分される。また、これらを覆って第四紀のQ<sub>1</sub>層, Q<sub>2</sub>層, 玄武岩類 (Ba)及び, Q<sub>4</sub>層が分布し, このうち, Q<sub>4</sub>層が主な鉍床の母層になっている。

2) 河川砂, 海浜砂中に含まれる重鉍物の重量比は, 後背地の地質母体のラテライト性土壌中の比率をほぼ保持している。すなわち, 後背地の地質母体が風化してラテライト性土壌になり, さらに河川砂として流出, 運搬されて海浜砂になるまでの一連の過程をとおして, 含有重鉍物の重量比は, 岩種, 重鉍物種類により多少変動するが, 全体としては保存されているとみてよい。

3) この岩種, 重鉍物種類による重鉍物重量比の変動については, カンブリア系片麻岩・混合岩類 (C)ではこの過程で, ジルコン, イルメナイト, モナザイトなどが多少濃集する傾向がみられるが, ほかの燕山期花崗岩類 ( $\gamma_5$ ), 玄武岩類 (Ba)及びカレドニア期混合花崗岩類 ( $\gamma_3$ )では, イルメナイト, ジルコンなどが濃集するがやや複雑に変動している。

4) カレドニア期混合花崗岩類 ( $\gamma_3$ )や燕山期花崗岩類 ( $\gamma_5$ )が優勢に分布する湛江地区では, イルメナイト, ジルコン, 磁鉄鉍などが河川砂, 海浜砂に濃集している。第2年次調査の陽江地区で, カンブリア系片麻岩・混合岩類 (C)が広く分布して, モナザイト, ジルコンなどが河川砂, 海浜砂に濃集するのと対照的である。

#### 6.1.2 鉍床調査

陽江地区の稼行鉍床の鉍床調査を実施した結果、次のようなことが判明した。

1) 鉍床形成は, 起源岩を異にする河川砂が流出, 下降する途中, さらに海浜で混合した砂を原砂として, 波浪などの影響により重鉍物が鉍床レベルにまで濃集していったものと考えられる。このことは, 基盤岩類などのラテライト性土壌と河川砂の重鉍物重量比が近似し, 重鉍物の移動中において特定重鉍物の逸散, 消滅がなかったことを根拠としている。

2) 調査3鉍床のうち, 河北港及び沙尾両鉍床は中粒砂 (中央粒径 $\phi = 1 \sim 2$ )を, 南山海鉍床は細粒砂 (中央粒径 $\phi = 2 \sim 3$ )を鉍床母砂とするが, 胚胎する重鉍物はすべての鉍床で, おおむね極細粒砂 (中央粒径 $\phi = 3 \sim 3.5$ )の領域に入り, 細かい方から, ジルコン, モナザイト, ゼノタイム, ルチル, イルメナイトの順で重鉍物が濃集している。

このうち, ルチルの起源については, どの基盤岩類 (C,  $\gamma_5$ ,  $\gamma_3$ )または玄武岩類 (Ba)もほとんどルチルを含有せず, まだ不明である。

3) 3鉍床の堆積環境は, 粒度特性からみて, 南山海鉍床は波浪の影響が働いた環境で, また河

北港，沙尾鉍床は波浪の影響が弱い環境と考えられる。

4) このように海浜における重砂濃集が異なる環境であっても，3 鉍床に共通して，重鉍物の粒度が極細粒砂に属している。このことから，海浜での重鉍物濃集過程に入る前の状態ですでに各重鉍物は極細粒砂領域の粒度にそろっていたことが推定され，よって鉍床形成時に特定重鉍物の逸散，消滅や逆にいえば選択的濃集といった現象が存在しなかったことの一つの裏付けと考えられる。

### 6.1.3 室内試験

調査結果の総合解析に資するために，ラテライト性土壌，岩石砂試料について中国及び日本において室内試験を実施した。これにより前述の起源岩調査，鉍床調査の結果に加えて次のようなことが判明した。

1) 日本持ち帰り試料の分離重鉍物ジルコン，モナザイト及びゼノタイムの合計6 試料について元素分析を実施した結果，ジルコン，モナザイトは東里地区より陽江地区の方がレア・アース含有量が高い。

2) 全岩分析及び絶対年代測定によれば，カンブリア系片麻岩・混合岩類（C）は砂泥質岩起源であり，また，玄武岩類（Ba）は，一般にソレイト系列であるが，調査箇所により噴出時代がかなり異なっている。

## 6.2 提 言

本年度の調査結果に基づく第4 年次への提言は次のとおりである。

### 6.2.1 地質調査（起源岩調査）

1) 現在までに調査していない岩層（先カンブリア時代堆積岩類など）を調べるとともに，また，基盤岩類についても，岩体の位置により重鉍物含有量分布に変動がみられて，その傾向が十分把握されていないものを確かめるために，ラテライト性土壌試料を採取して調査する。

2) 湛江地区の鑿江沿岸の河川砂中の重鉍物含有量が高いが，これらが調査地区外廓または奥地から供給されていないかを確かめることと，また，鉍床原砂中にかなり含有するルチルが沿岸部の地質母体にはほとんど含有していないので，外廓の地質母体でこれを調査するために，主要大河川の砂試料を上流から下流まで組織的に採取する。

3) 数次の噴出がみられ，岩質も異なる玄武岩類（Ba）の岩体のうち，イルメナイトなど重鉍物に富む岩体は東里地区の中粒玄武岩の1 箇所のみであったが，周辺地域を調査して，イルメナイトを供給した岩体を特定するために，玄武岩類（Ba）のラテライト性土壌試料を採取し，重鉍物重量比の対比を行い，併せて絶対年代を測定する。

4) 日本側実施の河川砂，海浜砂試料の重砂分析データに，中国側で実施済みの第四紀の砂層試料の重砂分析データを加えて，一括して総合的な解析を実施する。

### 6.2.2 室内試験

前項の地質調査（起源岩調査）の総合解析に資するために各種室内試験を行う。



## 第 II 部 調査の内容及び解析結果



## 第Ⅱ部 調査の内容及び解析結果

### 第1章 地質調査（起源岩調査）の内容と調査結果

#### 1.1 湛江地区の概要

##### 1.1.1 地質

湛江地区は広東省南西部、南シナ海沿岸に位置し、揚子地塊の東南側に発達するカレドニア造山帯の中にある。本地区には、東部及び中央部に優勢なカンブリア系片麻岩・混合岩類（ $\epsilon$ ）、燕山期花崗岩類（ $\gamma_5$ ）と西部に優勢な先カンブリア時代堆積岩類（Pre- $\epsilon$ ）、カレドニア期混合花崗岩類（ $\gamma_3$ ）が主に分布する。これら基盤岩類の上に、第四紀の堆積層として、下位より更新世の $Q_1$ 層（湛江層群）、 $Q_2$ 層（北海層群）、玄武岩類（Ba）及び完新世の $Q_4$ 層が覆うがこれら堆積層は吳川以西の沿岸地域に広範に発達している。

カンブリア系片麻岩・混合岩類（ $\epsilon$ ）は、数mm程度の厚さの葉状（片麻状）構造を有する砂泥質岩起源のもので、優白質なカレドニア期混合花崗岩類（ $\gamma_3$ ）をしばしば挾在している。このカレドニア期混合花崗岩類（ $\gamma_3$ ）は、本地区西部、北部にまとまって分布しており、尖山岭にみられるように一般に平坦な本地区にあって対照的な山地形を示している。燕山期花崗岩類（ $\gamma_5$ ）は、北東-南西系統の規模の大きい岩体として、電白付近に分布している。第2年次予察調査でカンブリア系岩石（ $\epsilon$ ）とされた西部、北部地域の岩石の一部は、先カンブリア時代の堆積岩類（Pre- $\epsilon$ ）にあらためられたが、本岩は圧砕化のはげしい砂岩、シルト岩の互層である。

これら基盤岩類及び第四紀の岩層は風化して、地表部はラテライト性土壌になっている。地形的には、燕山期花崗岩類（ $\gamma_5$ ）や玄武岩類（Ba）がゆるい丘陵を呈しており、ラテライト化も顕著である。

図5、6に本地区の模式層序図及び模式断面図を、また付図1に地質図及び地質断面図を示した。また全岩分析結果及び岩石薄片検鏡結果をそれぞれ一覧表にして巻末試料3、4に示した。

以下、これらの基盤岩類ならびに重砂鉍床を胚胎する第四紀層について詳述する。

##### 1) カンブリア系片麻岩・混合岩類（ $\epsilon$ ）

黒雲母、斜長石、石英による暗色、明色帯が交互に数mmの厚さで繰返す葉状（片麻状）構造を呈する。鏡下では、黒雲母5~20%、斜長石15~20%、カリ長石35~50%、石英30~35%を主とし、数%の角閃石、緑れん石や微量のジルコン、くさび石、緑泥石、燐灰石などから成り、また、磁鉄鉍、黄鉄鉍の不透明鉍物を伴う。

ACF図に、本年度採取したものの全岩分析結果をプロットすると（図7）、第2年次の結果と同様に泥質岩-グレイワッケ領域にあり、本岩が砂泥質岩起源であることを示している。本岩がいずれも、狭い泥質岩-グレイワッケ領域に落ちることと、本岩とカレドニア期混合花崗岩類が混在する現場の産状を考えると、これら片麻岩類が部分熔融して花崗岩質メルトをしばしば生

じた可能性が高い。

ラテライト性土壌の項で後述するが、本岩中にジルコンが微量なりとも常に鏡下で認められていることと、本岩近傍のラテライト性土壌の高ジルコン性は、ジルコン重砂の起源岩としてカンブリア系片麻岩・混合岩類 (€) が重要な岩石であることを示している。

2) カレドニア期混合花崗岩類 (γ<sub>3</sub>)

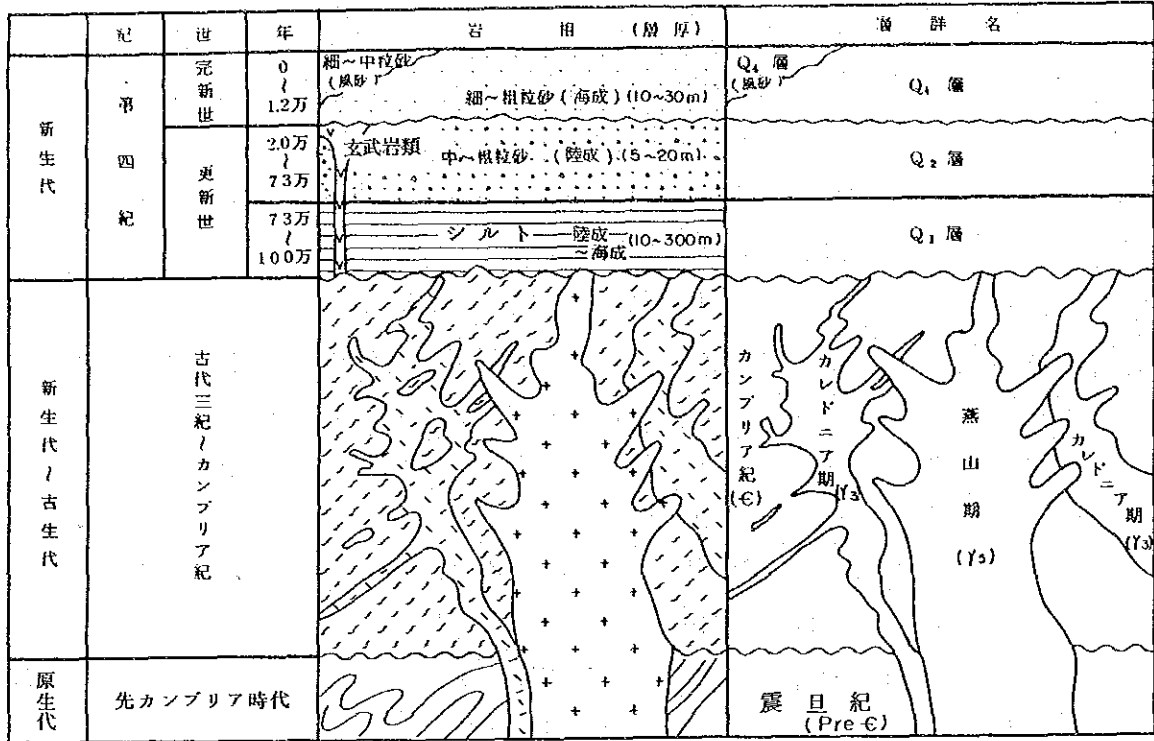


図5 湛江地区地質模式層序図

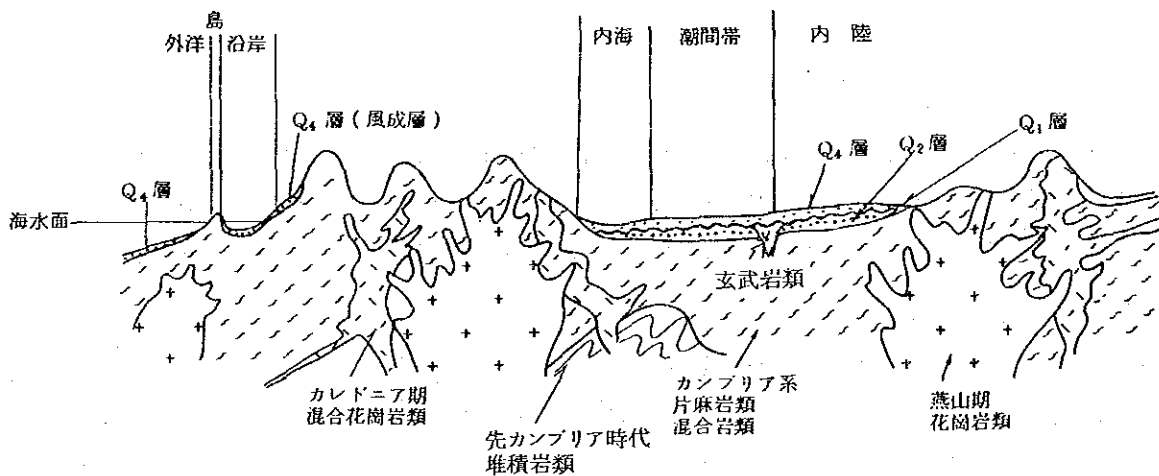


図6 湛江地区地質模式断面図



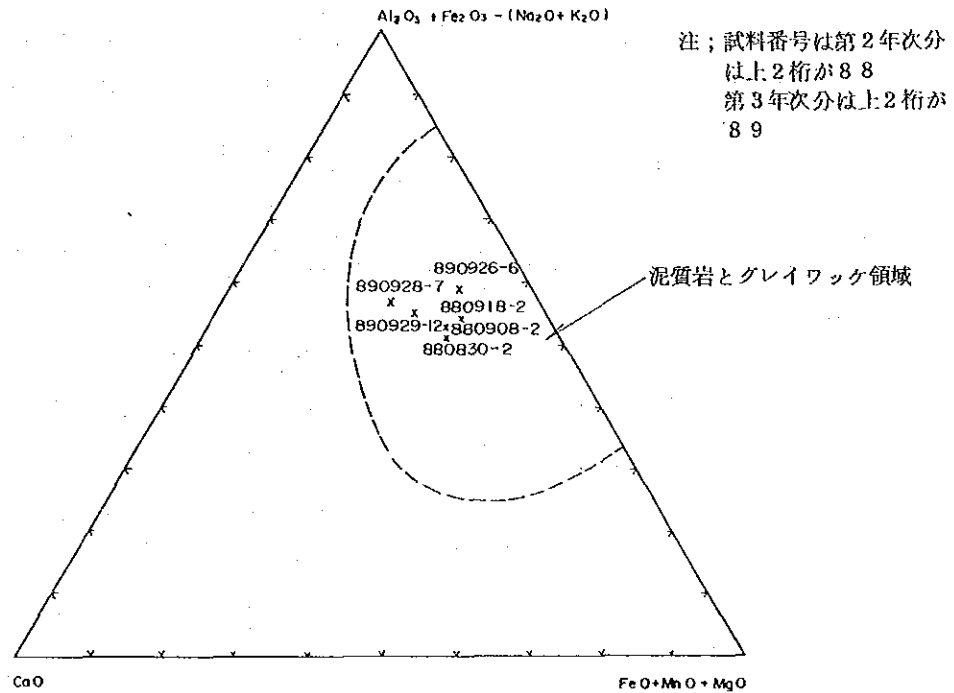


図7 カンブリア系片麻岩・混合岩類のACF図

本岩は、上述のカンブリア系片麻岩・混合岩類 (C) としばしば混在しており、この場合、優白質な花崗岩質部分の本岩 ( $\gamma_3$ ) と片麻岩質部分 (C) は 1 m から数 m 単位で互いに漸移関係にある。葉状構造も本岩にも弱いことができる。また基底部の露出といわれている尖山地域では、本岩は広く分布しているが、ここではペグマタイト質で電気石、雲母などの粗大結晶が認められることが多い。

鏡下では、黒雲母 6~15%、斜長石 13~25%、カリ長石 30~45%、石英 30~40% を主とし、ほかに緑泥石、緑れん石、ジルコン、燐灰石などを微量含んでいる (予察調査の検鏡結果も参考)。

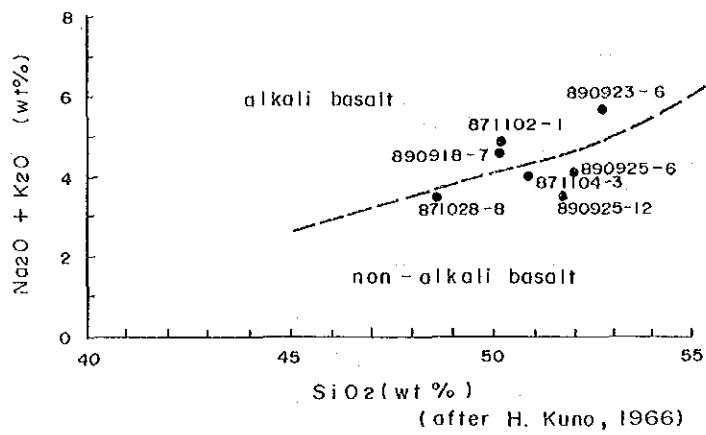
### 3) 燕山期花崗岩類 ( $\gamma_5$ )

陽江地区から湛江地区電白付近にかけて北東~南西系統の大規模岩体をなす本岩は、風化・削剝を受けやすく、ラテライト化も顕著で、丘陵地形をなしている。本地区の麻崗、電白、黄坡に分布する本岩は斑状から中・細粒で岩相変化も著しい。黄坡の本岩は、 $Q_2$  層に覆われる産状が観察できる。

鏡下では、黒雲母 3~7%、斜長石 12~33%、カリ長石 43~50%、石英 25~35% を主とし、磁鉄鉱、燐灰石、緑泥石、ジルコン、くさび石などを微量含んでいる。第 2 年次予察調査の結果ではソレイト系であった。

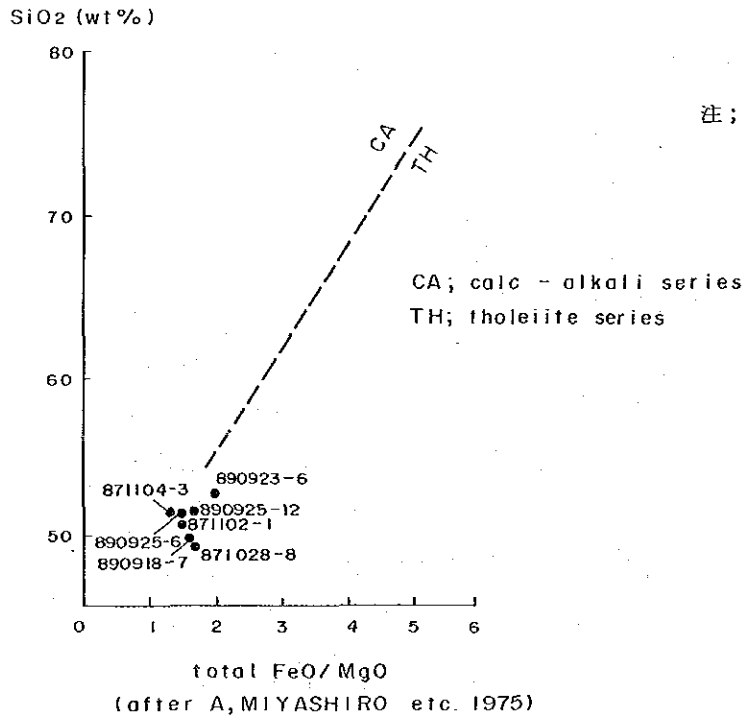
### 4) 先カンブリア時代堆積岩類 (Pre C)

前述のように、本岩は砂岩、シルト岩の互層で、細かく圧碎されている。砂岩は、斜長石に富むアルコーズ砂岩で、シルト岩は粘土質で圧碎されちぎれている。塘堰付近に広く分布するが、風化されており、産状は明らかでない。



注；試料番号は第1年次分は  
上2桁が87  
第3年次分は上2桁が  
89

図8 玄武岩類のNa<sub>2</sub>O + K<sub>2</sub>O - SiO<sub>2</sub>図



注；試料番号は第1年次分は  
上2桁が87  
第3年次分は上2桁が  
89

図9 玄武岩類のSiO<sub>2</sub> - 全 FeO/MgO 図

### 5) 第三紀～白亜紀堆積岩類 (Ter. ~Creta.)

本岩は、本地区東部、且場周辺に局部的に分布している礫岩から砂岩質の固結度の高い岩層で、礫は花崗岩質半角礫を主として淘汰不良であるが、30cm程度の堆積輪廻が認められる。北西～南東系統の走向、西南傾斜の層理が顕著である。

燕山期花崗岩類と断層で接していると考えられ、また、この付近では侵食が激しい。

### 6) 第四紀層

本地区の第四紀層として、下位より更新世のQ<sub>1</sub>層(湛江層群)、Q<sub>2</sub>層(北海層群)、玄武岩類(Ba)及び完新世のQ<sub>4</sub>層が、基盤岩類を覆って広く分布している。Q<sub>1</sub>層は標式地の湛江市付近に、Q<sub>2</sub>層は鹽江流域の呉川付近から坡頭、南三島、東海島にかけて、また玄武岩類は湛江西部及び東海島東岸に溶岩層として発達している。重砂鉱床を胚胎するQ<sub>4</sub>層は沿岸部に広く分布している。

Q<sub>1</sub>層は主にシルトより成り、1cm単位の葉理が顕著で、しばしば褐鉄鉱層(10～30cm)を挟む。殆ど水平である。

Q<sub>2</sub>層はアルコーズ質中粒～粗粒砂より成り、また白色石英円礫(0.1～5cm)を含み、淘汰は不良である。坡頭地域の本層は厚さ20m以上に達し、また、ラテライト化も顕著で、赤褐～赤紫色斑状の脆弱な粘土質層(数m)を挟んでいる。

玄武岩類(Ba)は湛江西部や東海島東岸部に分布する。東海島では、Q<sub>2</sub>層を覆う鉄赤色のラテライト土壤中に50cm～1m大の玄武岩の円礫～半角礫が残留する玄武岩溶岩台地が観察できる。岩石薄片検鏡結果は、数次の噴出による岩質の差異を示唆している。

玄武岩類の全岩分析結果を、Na<sub>2</sub>O+K<sub>2</sub>O-SiO<sub>2</sub>図及びSiO<sub>2</sub>-全FeO/MgO図上にプロットすると、第1年次結果と同様にソレイト系列に入っており、かんらん石の少ない玄武岩である(図8, 9)。しかし、鏡下でみられるように、かんらん石が1～2%、普通輝石が48%の中粒玄武岩(大牛嶺産)と、かんらん石10%前後、普通輝石、30%以下、単斜輝石20～30%のかんらん石玄武岩に細分される。

また、玄武岩類の絶対年代測定結果は次のとおりである(表8)。

表8 玄武岩類の絶対年代測定結果一覧表

試料番号	採取位置	年代	備考
890918-6	湛江W	29±10千年 (上部更新世)	若い時代のためK-Ar法で測定不能のため <sup>230</sup> Th- <sup>238</sup> U法で測定
890923-7	東海島竜水嶺	0.715±0.027Ma (下部更新世)	重量0.3576, K1.38%, <sup>40</sup> Ar6.52%

表8で明らかのように、下部更新世から上部更新世と玄武岩噴出時代の幅は大きい。

Q<sub>4</sub>層は、中粒～細粒の海成～風成層で、海岸沿いに広く分布する。

### 1.1.2 鉍 床

呉陽、南三島及び東海島など調査地区西部に重砂鉍床が知られているが、稼行採掘されている箇所は少ない。東海島沿岸部、南湖採掘場で農民が小規模に採掘（1987年に開始、1 t / 日、粗精鉍を生産し、湛江西に売鉍）しているのをみた程度である。

### 1.2 起源岩調査の方法

本調査の目的は、前章に述べたように、重砂鉍床の起源岩の特定と鉍床形成メカニズムの解明にある。

起源岩の特定には「河川、海浜砂中の重鉍物重量比は起源岩の重鉍物重量比を反映する」という前提をおいた。この前提は第2年次までの調査の結果、立証されており、とくに後背地の原岩自体よりその風化したラテライト性土壌中の重鉍物重量比が河川砂、海浜砂中のそれに一層近似することが判明しており、この結果、本年度ラテライト性土壌の調査を深め、ラテライト性土壌の系統的サンプリングを実施することとした。

上述のラテライト性土壌試料と近傍の河川砂試料中の重鉍物重量比の対比は第2年次湛江地区予察調査において解析されたが、本年度の調査においても、湛江地区で河川砂試料を採取し、陽江地区と同じ精度に高め、また第2年次に不十分であった岩種（ $\epsilon$ など）につき解析を深めた。海浜砂試料は第2年次予察調査を補足する程度に採取した。

本年度の起源岩調査では次の基礎データを得ている（表9）。

表9 起源岩調査基礎データ内訳

砂試料（20箇所20個）	重砂分析値（6重鉍物）
ラテライト性土壌試料（17箇所43個）	重砂分析値（6重鉍物）
岩石試料（9箇所）	人工重砂分析値、岩石薄片検鏡、全岩分析値（以上9箇所）、絶対年代測定（2箇所のみ）

なお、解析には、過去の調査データを合わせて実施した。砂試料は、第1、2年次のデータ93個に上記20個を加えて合計113個（河川砂51個、海浜砂58個、風成砂4個）の重砂分析値データを解析に使用している。

これら基礎データを用いて主として次の解析を実施した。

#### 1) 砂試料につき、

後背地の地質母体が河川砂、海浜砂に及ぼす影響度を調べる目的で、第1、2年次の陽江から湛江までの6区域の重鉍物重量比データに第3年次データを追加して、統計処理（相関及びデンドログラム）を行い、区域別重量比三角ダイヤグラムを作成、解析する。

表10 起源岩調査河川砂及び海浜砂重砂分析値の換算結果一覽

地区	試料番号	元試料		分析供試料		Ilmenite		Zircon		Rutile		Monazite		Xenotime		Magnetite		Total	
		測定重量	見掛比重	測定重量	換算容積	重量	品位	重量	品位	重量	品位	重量	品位	重量	品位	重量	品位	重量	品位
		g	cm <sup>3</sup>	g	cm <sup>3</sup>	g	g/m <sup>3</sup>	g	g/m <sup>3</sup>	g	g/m <sup>3</sup>	g	g/m <sup>3</sup>	g	g/m <sup>3</sup>	g	g/m <sup>3</sup>	g	g/m <sup>3</sup>
港	890919-3	3.900	2.150	3.900	2.150	<0.001	0	0.261	122	0.033	15	0.096	45	0.002	1	<0.001	0	0.394	133
	-6	3.330	1.630	3.330	1.630	0.12	74	0.033	23	0.032	20	0.018	11	0.003	2	0.002	1	0.213	131
	-13	3.820	1.880	3.820	1.880	0.18	96	0.03	16	<0.001	0	0.126	67	0.042	23	<0.001	0	0.360	202
	890920-1	4.300	2.500	4.300	2.500	2.025	810	0.654	282	0.036	14	0.209	84	0.064	26	0.171	68	3.159	1.264
	-2	4.000	2.150	4.000	2.150	0.37	173	0.03	14	0.005	2	0.005	2	0.002	1	<0.001	0	0.413	192
	890921-1	4.630	2.430	4.630	2.430	0.279	115	0.066	27	0.030	12	0.012	5	0.002	1	0.148	61	0.537	221
	-2	4.960	2.760	4.960	2.760	2.64	957	1.683	610	0.524	190	0.171	62	0.02	7	2.717	984	7.755	2.810
	890923-8	4.900	2.500	4.900	2.500	0.675	270	0.399	160	0.126	50	0.045	18	0.01	4	0.001	0	1.256	502
	-9	5.500	2.800	5.500	2.800	1.406	502	0.666	237	0.387	142	0.04	14	0.007	3	0.08	29	2.596	927
	890927-1	3.300	2.100	3.300	2.100	2.824	1,344	1.760	838	0.250	119	0.310	148	0.033	16	0	0	5.177	2.465
	-2	4.350	2.250	4.350	2.250	5.958	2,648	2.02	897	0.029	13	0.288	128	0.067	30	0.584	260	8.946	3.976
	-3	4.650	2.150	4.650	2.150	2.97	1,381	0.729	339	0.081	38	0.036	17	0.025	12	<0.001	0	3.842	1.787
	890928-1	3.600	2.500	3.600	2.500	3.285	1,314	0.06	24	0.015	6	0.038	15	0.03	12	0.002	1	3.430	1.372
-8	4.620	2.520	4.620	2.520	0.035	14	0.018	7	<0.001	0	<0.001	0	<0.001	0	0.135	54	0.191	75	
-9	4.850	2.400	4.850	2.400	3.411	1,421	2.114	881	0.112	47	0.504	210	0.015	6	1.026	428	7.182	2.993	
890929-13	4.000	2.300	4.000	2.300	1.456	633	0.356	155	0.013	6	0.005	2	0.002	1	1.888	820	3.720	1.617	
891007-1	4.700	2.400	4.700	2.400	0.186	78	0.344	143	0.001	0	0.225	94	0.192	80	0.005	2	0.953	397	
-2	4.480	2.380	4.480	2.380	2.096	881	2.835	1,191	0.045	19	1.216	511	0.589	247	<0.001	0	6.782	2.849	
-3	5.000	2.750	5.000	2.750	4.075	1,482	3.826	1,391	0.158	57	0.252	92	0.016	6	0.43	156	8.757	3.184	
-4	5.020	2.600	5.020	2.600	3.983	1,532	3.393	1,305	0.127	49	0.161	62	0.037	14	11.932	4,589	19.633	7.551	

注：中方による重砂分析結果は測定重量 (g) 及び品位 (g/T) のみ報告されたので、本表に品位 (g/m<sup>3</sup>) への換算結果を記載した。



2) ラテライト性土壌試料につき、

岩種別 (C,  $\gamma_5$ ,  $\gamma_3$ , Ba)重鉍物含有量を比較し、さらにラテライト中の重鉍物重量比の三角ダイヤグラムを作成し、第2年次解析結果を新データにより、一部修正する。

3) ラテライト性土壌と近傍砂試料の重鉍物重量比を三角ダイヤグラム上で対比する。

4) 岩石試料につき、上述の解析のための補助データを収集し、総合解析に資する。

5) 上述の各試料の採取時に帯磁率の測定を実施し、地質母体の確認、比較を行い、総合解析に資する。

以上の解析のうち、砂試料の統計処理（相関及びデンドログラム）は重鉍物重量比の三角ダイヤグラムの頂点鉍物を決定するための基礎となるので、さきに記述する。なお湛江地区第3年次砂試料の重砂分析値及び換算値をまとめ表10に示した。この試料の採取位置及び表10の結果を図4にプロットした。図4は付図2を切図にして文中に載せたものである。付図3の総合解析結果図に河川砂・海浜砂及びラテライト性土壌の主要重鉍物の重量比の対比を行った。

また、第1、第2年次陽江、湛江地区砂試料重砂分析値及び同重量比データに第3年次データを加えた一覧表を一括して、表11に掲げた。これらは前述の区域別（A～F）解析に使用するデータである。

重鉍物重量比の特徴に調べるために、先ず砂試料の統計処理を行った。湛江地区及び湛江+陽江地区の相関係数及びデンドログラムは次の通りである（表12-(1), (2), 図10）。

表12-(1) 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

	Il	Ma	Zr	Rt	Mz	Xe
Il	1.0000					
Ma	-0.4634	1.0000				
Zr	-0.5024	-0.3700	1.0000			
Rt	-0.2375	-0.2861	0.3634	1.0000		
Mz	-0.2973	-0.3381	0.3431	-0.0791	1.0000	
Xe	-0.2124	-0.2710	0.1847	-0.0849	0.6474	1.0000

表12-(2) 陽江+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

	Il	Ma	Zr	Rt	Mz	Xe
Il	1.0000					
Ma	-0.3534	1.0000				
Zr	-0.5234	-0.2945	1.0000			
Rt	-0.0515	-0.1992	-0.0546	1.0000		
Mz	-0.4565	-0.1923	0.1040	-0.2394	1.0000	
Xe	-0.3580	-0.1834	0.1276	-0.2343	0.5478	1.0000

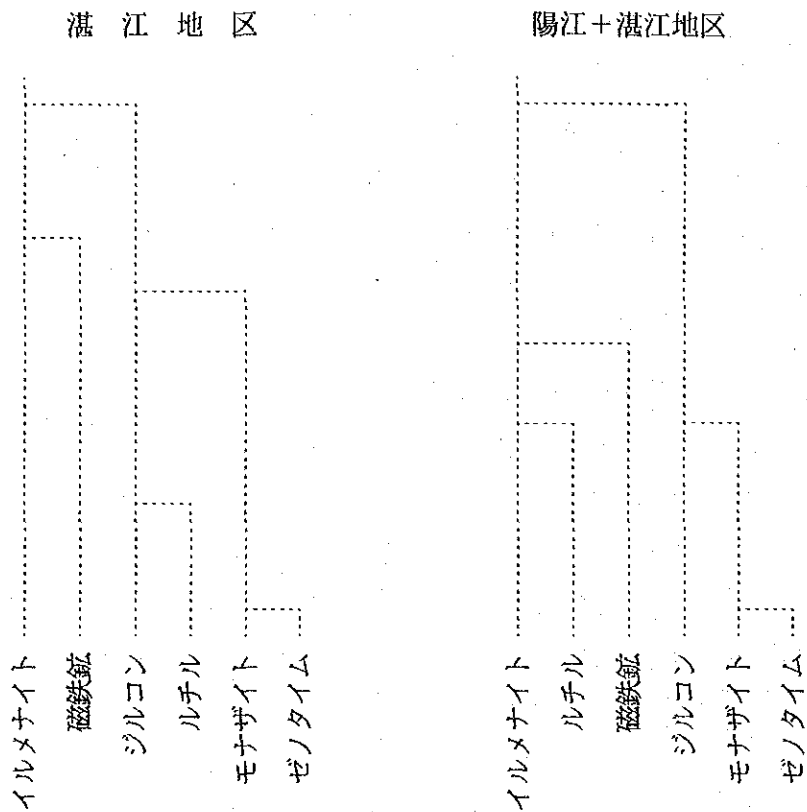


図10 湛江地区及び陽江+湛江地区における砂試料の重鉱物重量比に関するデンドログラム

この結果、カンブリア系片麻岩・混合岩類 (C), カレドニア期混合花崗岩類 ( $\gamma_3$ )及び燕山期花崗岩類 ( $\gamma_5$ )の分布する湛江, 陽江地区の重鉱物の特徴を解析するには (ジルコン, モナザイト, ゼノタイルム) (イルメナイト, 磁鉄鉱, ジルコン) (イルメナイト+ルチル+磁鉄鉱, ジルコン, モナザイト+ゼノタイルム) の組合せの三角ダイヤグラムによる比較が適当であると考えられた。



### 1.3 ラテライト性土壌試料及び岩石試料

#### 1.3.1 ラテライト性土壌試料及び岩石試料の重鉱物含有量

ラテライト性土壌試料（及びこれと対となる岩石試料）の重砂分析値を表13-(1), (2)に、岩種別に示している。前述のように第3年次の調査の主目的の一つであるラテライト性土壌の系統的サンプリングの結果を図示したものが、図11-(1), (2), 図12である。原岩（人工重砂分析結果）とラテライト性土壌（下部、中部、上部）の主要重鉱物の含有量の垂直変化を調査箇所、岩種別に図示した。

このラテライト性土壌中の含有量垂直変化には次の一般傾向がみられる。

- 1) カンプリア系片麻岩・混合岩類 (C) 及びカレドニア期混合花崗岩類 ( $\gamma_3$ ) のラテライト性土壌中のジルコン、モナザイト、及びイルメナイトの品位は原岩直上で一度下降し、中部・上部に行くにしたがい再び上昇する。
- 2) 一方、燕山期花崗岩類 ( $\gamma_5$ ) の磁鉄鉱の品位は逆にラテライト下部、中部、上部で下降する。本岩 ( $\gamma_5$ ) ラテライト性土壌中のジルコン、モナザイト及びイルメナイト品位も調査箇所で差異があるが一般に同様の下降傾向を示す。
- 3) 玄武岩類 (Ba) ラテライト性土壌中のイルメナイト品位は箇所により著しい差異があり、また大牛嶺、東海島試料は地表に向い上昇傾向があるが南光試料は下降傾向がある。また本岩 (Ba) 中のジルコン品位は上昇傾向がある。
- 4) カレドニア期混合花崗岩 ( $\gamma_3$ ) ラテライト性土壌中の重鉱物品位は、ラテライト下部、中部、上部で各鉱物ごとの変化が複雑である。すなわちカンプリア系片麻岩・混合岩類 (C) の各鉱物品位は相互間で平行して増減するが（例えばジルコンが増加するとイルメナイトも増加する）、本岩 ( $\gamma_3$ ) では、不規則に増減している。玄武岩 (Ba) も複雑な傾向がみられる。
- 5) いずれの重鉱物品位も、ラテライト性土壌中の垂直変化（せいぜい10m以内で）が著しく、3桁のオーダーで変化する。花崗岩類 ( $\gamma_5, \gamma_3$ ) のラテライト性土壌中の変化がとくに顕著である。

表13-(1) ラテライト性土壌の重砂分析値(1)

単位 g/T

岩石	地域	試料番号	Ilmenite	Zircon	Rutile	Monazite	Xenotime	Magnetite
カンブリア系片麻岩・混合岩類 (C)	河北港	891014-1	17	101	0.4	59	4	1
		880827-3	6	60	<1	38	4	<1
		891014-2	7	162	<1	113	4	<1
		(R 880827-4)	<1	163	-	138	22	201
	命門	891010-5	17	315	3	103	18	1748
		880908-1	2	178	<1	53	3	100
		891010-6	1	201	0	49	5	<1
		(R 880908-2)	3	335	<1	78	5	12
	麻崗 <sup>◎</sup> E	890926-1*	45	179	2	196	8	<1
		-2	71	196	<0.1	246	15	<1
		-3	27	139	<0.2	95	4	<1
		(R 890926-5)	14	121	-	-	-	46
	麻崗	890929-7	2	459	<0.1	54	<1	295
		-8*	3	337	<1	1	<0.1	397
		-9	5	156	0	0	0	163
		(R 890929-11)	26	356	-	-	-	5050
	高州	890928-2	4	78	0.3	0.4	0.1	15
		-3	293	121	<1	<1	<0.2	225
		-4	2	128	0	0	0	<1
		(R 890928-6)	<1	103	-	-	-	527
	(Rを除いた平均値)	33.5	187.3	0.7	67.2	4.4	196.7	
カレドニア期混合花崗岩類 (C3)	沙扒 <sup>◎</sup>	891010-3	1549	370	25	140	45	<1
		880906-5	1178	187	40	66	60	2
		891010-4	400	167	35	27	17	1
		(R 880906-3)	2365	400	<1	190	14	253
	尖山	880914-7*	80	3	<1	52	<1	<1
		890919-4	38	9	<1	74	6	<1
		-5	75	6	<1	24	11	<1
		(R 880914-8)	7	14	<1	117	<1	765
	塘塚NW	890920-3	352	102	4	31	31	<1
		890920-4	228	52	7	29	18	<1
		880916-2	50	<1	<1	<1	4	<1
		(R 880916-3)	140	42	<1	19	8	70
	良光	890919-7	104	30	3	17	13	<1
		-8*	<1	3	8	4	2	<1
		-9	7	5	<1	13	6	<1
	(R 890919-11)	132	3	<1	1	2	-	
	(Rを除いた平均値)	338.5	77.9	10.6	39.8	17.8	1.1	

表13-(2) ラテライト性土壌の重砂分析値(2)

単位 g/T

岩石	地域	試料番号	Ilmenite	Zircon	Rutile	Monazite	Xenotime	Magnetite
燕山期 花岗岩類 (γ <sub>3</sub> )	塘口	880829-1	122	92	<1	5	1	1666
		891010-1	47	100	3	<1	<1	806
		-2	242	132	<1	1	<1	1842
		(R 880829-2)	763	145	-	<1	2	6019
	麻崗	890926-7	1366	159	<0.1	0.3	5	109
		880908-5*	457	19	2	<1	<1	403
		890926-8	2164	157	1	0.1	4	78
		(R 880908-6)	1104	132	<1	<1	<1	3629
	黄坡	890919-1	<0.1	9	3	8	0.2	<1
		880914-4*	983	11	1	49	1	952
		890919-2	<0.1	19	6	73	0.4	682
		(R 880914-5)	3060	41	<1	91	3	6763
	吳川小良 <sup>◎</sup>	890929-1*	285	278	5	<1	<1	721
		-2	<0.1	178	0.2	<0.1	<1	304
		-3	<0.1	295	<0.1	<1	<0.1	2512
		(R 890929-5)	30	250	<1	-	-	4561
	(Rを除いた平均値)	472.2	120.8	2.0	19.5	1.4	840.0	
玄武岩類 (Ba)	湛江W	890918-1	27	33	2	2	1	8
		-2	30	26	3	5	1	17
		-3	7	8	0.4	1	0.2	82
		(R 890918-5)	33	<1	<1	-	-	315
	東海島	890923-1*	149	58	10	5	2	18
		-2*	9	11	5	<1	0.09	53
		-3	14	9	2	2	0.08	<1
		(R 890923-5)	<1	<1	-	-	-	1498
	南光	890925-1	36	33	4	1	<0.1	248
		-2	54	2	0.5	<0.1	0	248
		-3	1659	4	<0.1	0	0	38
		(R 890925-5)	96	<1	<1	<1	-	740
	大牛岭 <sup>◎</sup>	890925-7	5008	16	1	<0.1	<0.1	373
		-8	4787	15	<0.1	2	<0.1	1371
	-9	4054	8	1	0	0	543	
	(R 890925-11)	1319	<1	-	<1	-	1312	
	(Rを除いた平均値)	1319.5	18.9	2.4	1.6	0.4	250.0	

注1. 試料番号の上位2桁が88は第2年次採取、また89は第3年次採取のもの  
 2. 4数値は、上より、ラテライト上部、中部、下部、及び人工重砂(岩石R印)の分析値を示す  
 3. 平均値は人工重砂(R印)を除いたもので、<1は1、<0.1は0.1とする  
 4. 試料番号欄\*印はラテライトと砂試料を対比したもの(図14-(1)、(2)または付図3)  
 5. 地域欄◎印:各岩種で代表的なものを図12にとり出し対比した。

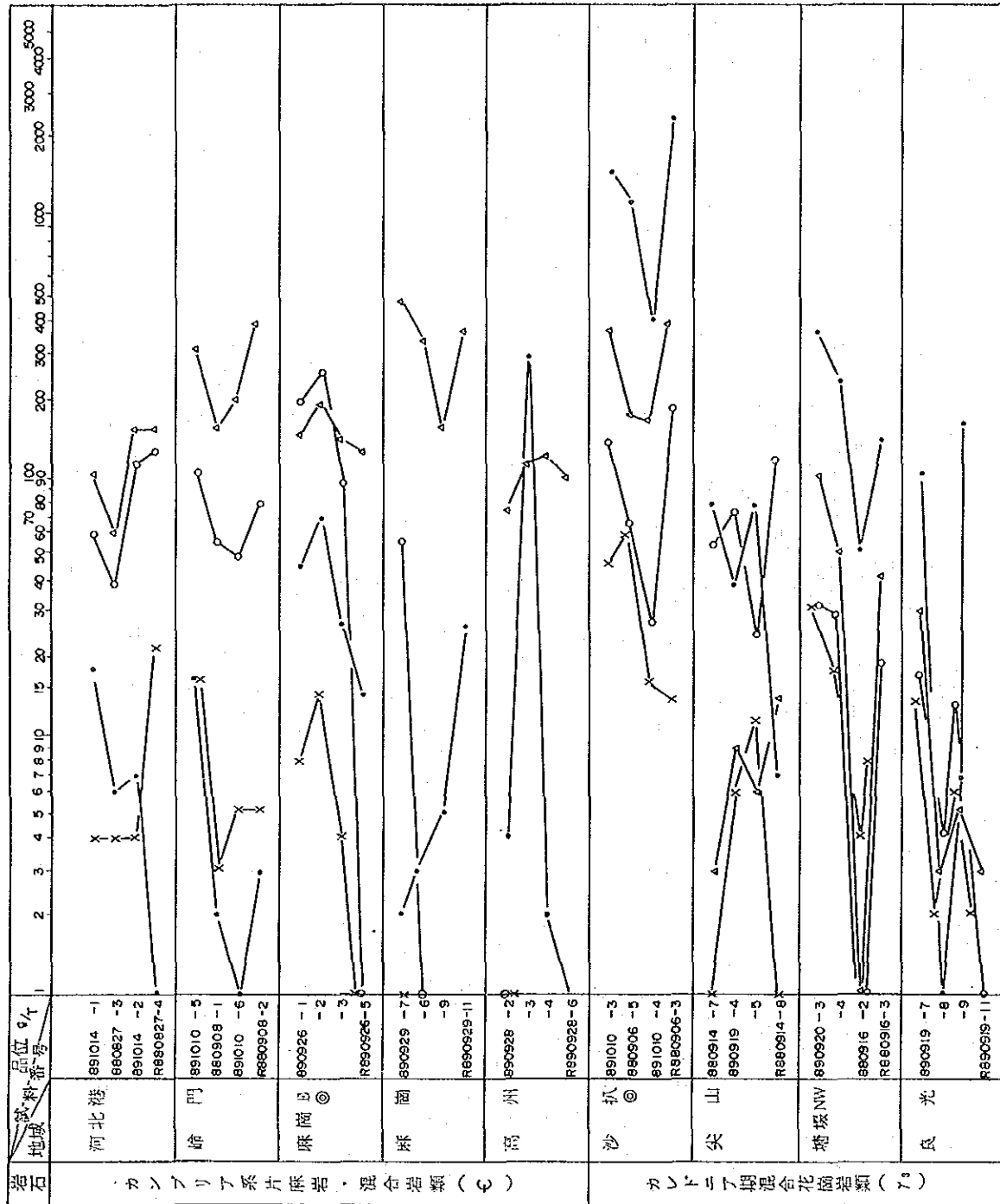


図11-1) ラテライト性土壌及び岩石中の主要重鉱物品位 (垂直変化) (1)

注1.

- Ilmenite
- △ Zircon
- Monazite
- × Xenotime

注2. 試料番号欄, 上よりラテライト上部, 中部, 下部及び人工重砂(岩石, R印)試料を示す。

注3. magnetite, rutileは省略(文中表参照)

注4. 各岩石で代表的な試料(◎印)を別図にとり出し岩石対比を実施

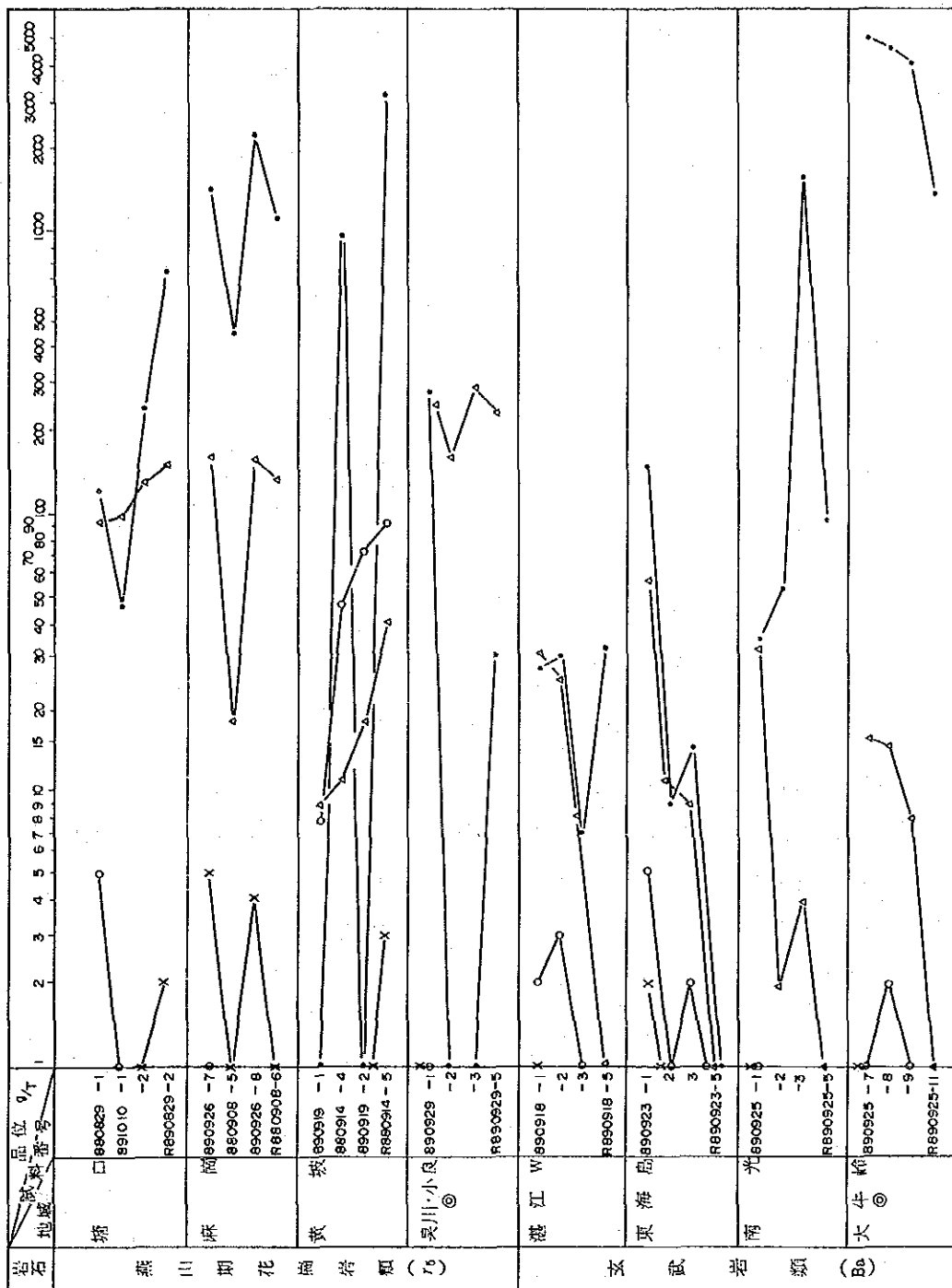
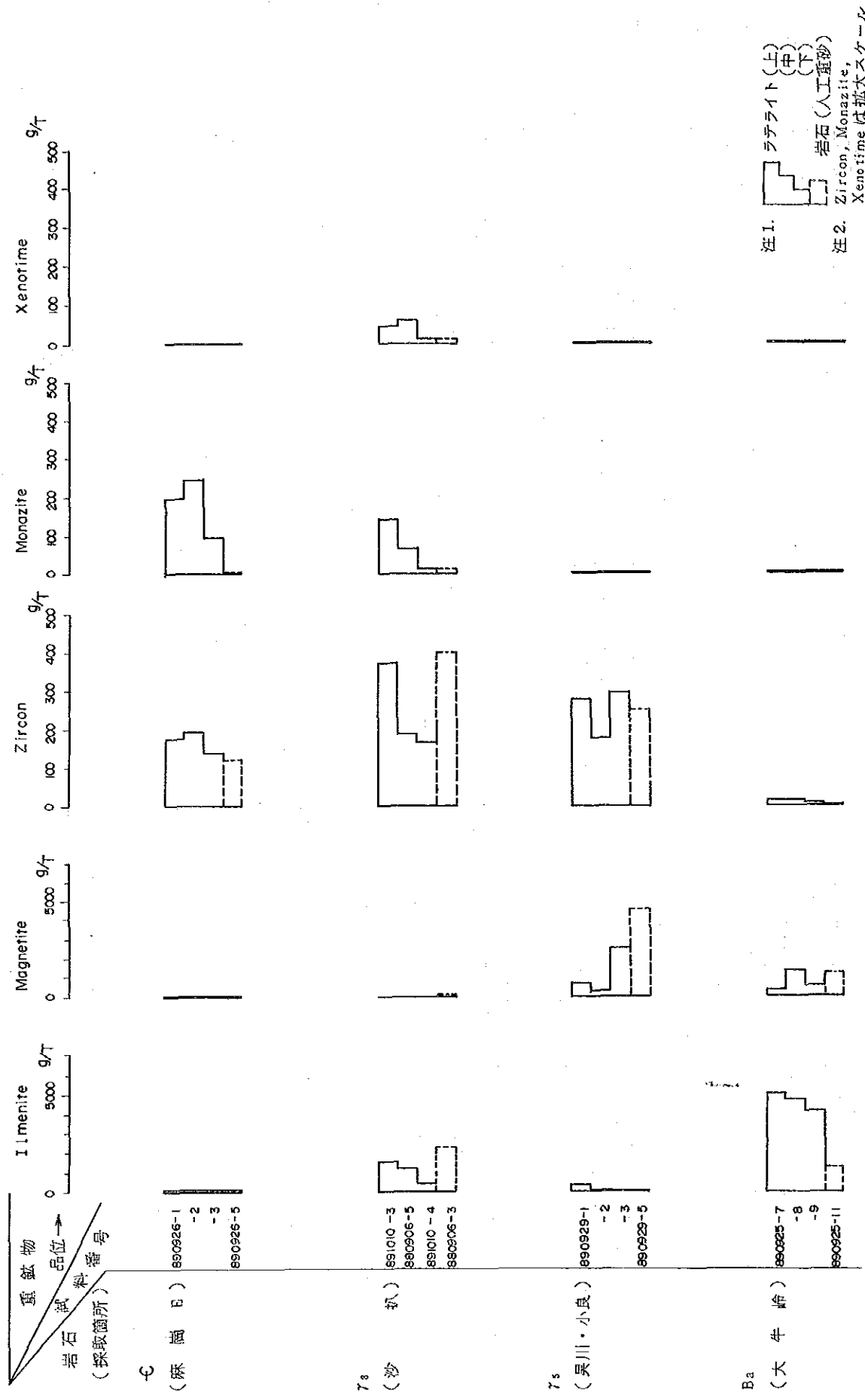


図11-(2) ラテライト性土壌及び岩石中の主要重鋳物品位 (垂直変化) (2)



注1. ラテライト (上) (中) (下)  
 岩石 (人工重砂)  
 Zircon, Monazite,  
 Xenotime は拡大スケール

図12 代表的なラテライト性土壌及び岩石中の主要重鉱物品位 (垂直変化) 岩種別対比図

また、岩種と重鉍物含有量との関係につき、第2年次の結果を今回のラテライト性土壌の系統的サンプリング結果により修正したものが、次の表である（表14）。

表14 岩種と重鉍物含有量との関係

	カンブリア系片麻岩・混合岩類 (C)	カドニエ期混合花崗岩類 ( $\gamma_3$ )	燕山期花崗岩類 ( $\gamma_5$ )	玄武岩類 (Ba) 注2
イルメナイト	○	◎	◎	(◎)
ジルコン	◎	○	◎	(△)
ルチル	—	△	—	(△)
モナザイト	◎	○	—	—
ゼノタイム	○	○	△	—
磁鉄鉍	○	—	◎	(◎)

注1 ◎極めて多い, ○多い, △少ない, —ほとんどない

注2 玄武岩類記号( )印は試料数が少なく, また, 調査箇所により大きな差異があるので明瞭でないことを示す。

以上により、現在までの調査結果によれば、ジルコン、モナザイトなどの各重鉍物の起源岩として、カンブリア系片麻岩・混合岩類 (C)、次に花崗岩類 ( $\gamma_3$ ,  $\gamma_5$ ) が考えられる。イルメナイト、磁鉄鉍は玄武岩類 (Ba)、燕山期花崗岩類 ( $\gamma_5$ ) も起源を考えられる。ルチルについては一部 ( $\gamma_3$ ) に認められるが、まだ起源はわからない。このように起源岩は単一の岩体でなく、これらの岩体の分布割合により沿岸部の重砂中の各重鉍物の濃集に差異を生じてくる。これについては、ラテライト性土壌や砂試料の重鉍物重量比の解析の項で述べるが、湛江地区の河川砂、海浜砂中の重鉍物重量比をみると、東部はジルコン、モナザイト、また中央部はイルメナイト、磁鉄鉍、さらに南西部はジルコン、イルメナイトそれぞれの重量比が高くなっており、明らかに後背地の地質母体の影響をうけていることから、この考えは支持される。

表15-(1) ラテライト性土壌の三角ダイアグラムで対比した重鉍物重量比(1)

単位%

岩石	地域	ダイアグラム 試料番号 頂点	Zr	Mz	Xe	Il	Ma	Zr	Il+Rt + Ma	Zr	Mz+Xe
(-C) カン プリア 系片 麻岩 ・ 混合 岩類	河北港	891014-1	62	36	2	14	3	83	10	55	35
		880827-3	59	37	4	9	1	90	7	55	38
		891014-2	58	41	1	4	1	95	3	56	41
		(R 880827-4)	50	43	7	0	55	45	39	31	30
	崧門	891010-5	72	24	4	1	84	15	81	14	5
		880908-1	76	23	1	0	36	64	30	53	17
		891010-6	79	19	2	1	0	99	1	78	21
		(R 880908-2)	80	19	1	1	3	96	4	77	19
	麻崗E	890926-1*	47	51	2	20	0	80	11	42	47
		-2	43	54	3	26	1	73	14	37	49
		-3	58	40	2	16	1	83	11	52	37
		(R 890926-5)	100	0	0	8	25	67	33	67	0
	麻崗	890929-7	89	11	0	0	39	61	36	57	7
		-8	100	0	0	0	54	46	54	46	0
		-9	100	0	0	2	50	48	52	48	0
		(R890929-11)	100	0	0	1	93	6	93	7	0
	高州	890928-2	99	1	0	4	16	80	19	80	1
		-3	100	0	0	46	35	19	80	19	1
-4		100	0	0	2	0	98	2	98	0	
(R 890928-6)		100	0	0	0	84	16	84	16	0	
(γ <sub>3</sub> ) カレ ドニ ア期 混合 花崗 岩類	沙扒	891010-3	67	25	8	81	0	19	74	17	9
		880906-5	60	21	19	86	0	14	80	12	8
		891010-4	79	13	8	70	1	29	67	26	7
		(R 880906-3)	66	32	2	78	9	13	82	12	6
	尖山	880914-7*	5	95	0	95	1	4	59	2	39
		890919-4	10	83	7	79	2	19	31	7	62
		-5	15	58	27	92	1	7	65	5	30
		(R 880914-8)	11	89	0	1	97	2	85	2	13
	塘坂NW	890920-3	62	19	19	77	1	22	69	19	12
		-4	53	29	18	81	0	19	70	16	14
		880916-2	0	0	100	96	2	2	89	2	9
		(R 880916-3)	61	28	11	56	28	16	75	15	10
	良光	890919-7	50	28	22	77	1	22	64	18	18
-8*		34	44	22	20	20	60	52	16	32	
-9		21	54	25	54	8	38	27	15	58	
	(R890919-11)	50	17	33	98	0	2	96	2	2	

- 注 1. 試料番号の上位2桁が88は第2年次採取、また89は第3年次採取のもの。  
 2. 4数値は、上よりラテライト上部、中部、下部及び人工重砂(岩石、R印)の重鉍物重量比を示す。  
 3. 試料番号欄\*印はラテライトと砂試料を対比したもの(図14-(1)、(2))。

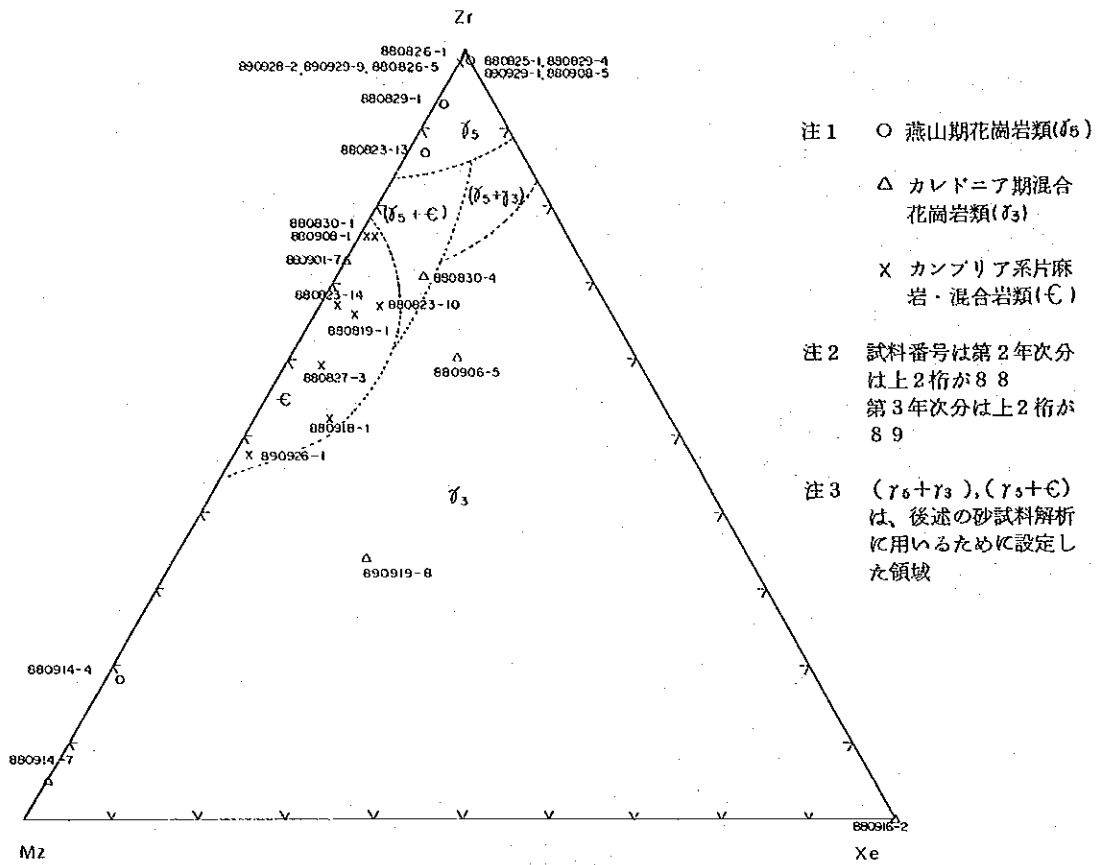


表15-(2) ラテライト性土壌の三角ダイヤグラムで対比した重鉍物重量比(2)

単位%

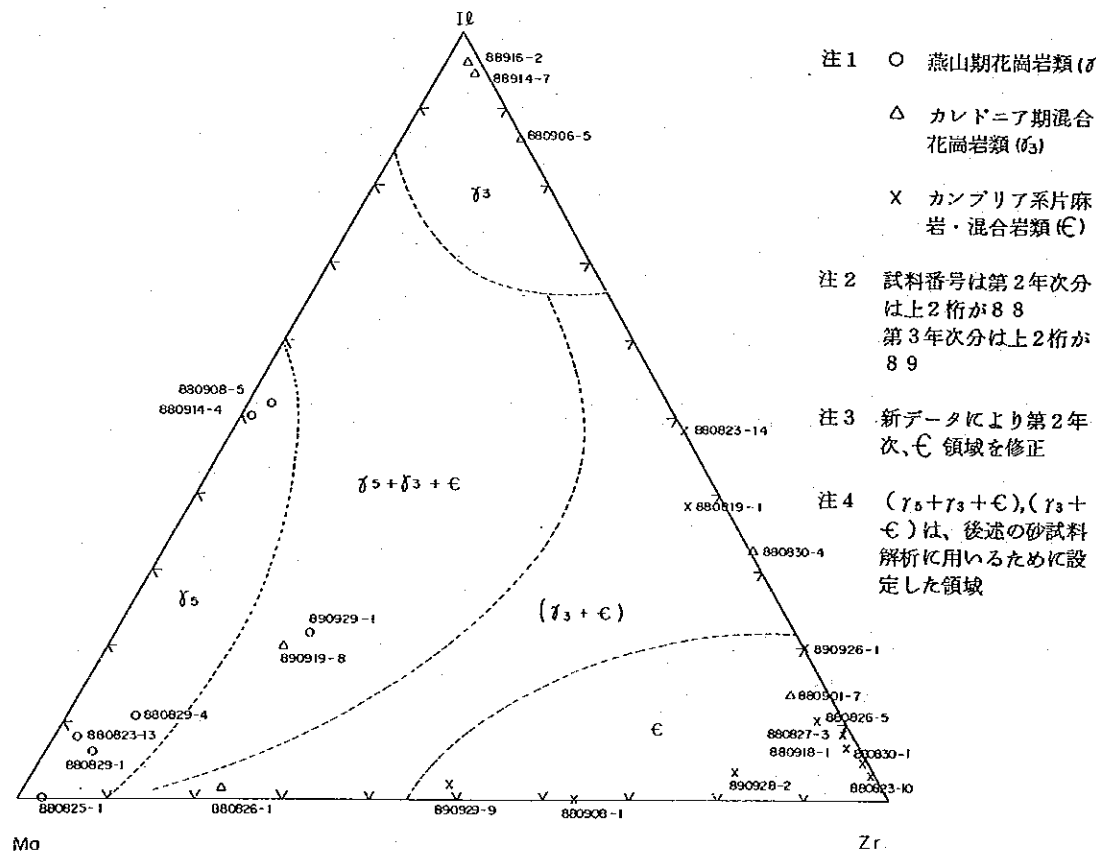
岩岩石	地 域	ダイヤグラム 試料番号 頂点	Z r	M z	X e	I l	M a	Z r	I l+R T + M a	Z r	M z+X e	
(γs)	塘 口	880829-1	94	5	1	6	89	5	95	5	0	
		891010-1	100	0	0	5	85	10	90	10	0	
		-2	100	0	0	11	83	6	94	6	0	
	燕 山 期	(R 880829-2)	98	0	2	11	87	2	98	2	0	
		麻 崗	890926-7	97	0	3	84	6	10	90	10	0
		880908-5*	100	0	0	52	46	10	98	2	0	
	花 崗 岩 類	890926-8	97	0	3	90	3	7	93	7	0	
		(R 880908-6)	100	0	0	23	75	2	89	11	0	
		黄 坡	890919-1	52	47	1	0	10	90	20	42	38
	岩 類	880914-4	18	80	2	50	49	1	96	1	3	
		890919-2	21	79	0	0	97	3	89	2	9	
		(R 880914-5)	30	67	3	31	69	0	99	0	1	
		吳川小良	890929-1*	100	0	0	22	56	22	78	22	0
		-2	100	0	0	0	63	37	63	37	0	
		-3	100	0	0	0	89	11	89	11	0	
(Ba)	湛 江 W	890918-1	91	6	3	40	11	49	51	45	4	
		-2	81	16	3	41	23	36	61	32	7	
		-3	87	11	2	7	85	8	91	8	1	
	玄 武 岩 類	(R 890918-5)	-	-	-	9	90	1	100	0	0	
		東 海 島	890923-1	89	8	3	66	8	26	73	24	3
		-2	91	8	1	12	73	15	85	14	1	
	岩 類	-3	81	18	1	58	4	38	61	32	7	
		(R 890923-5)	-	-	-	0	100	0	100	0	0	
		南 光	890925-1	97	3	0	11	78	11	90	10	0
		-2	100	0	0	18	82	0	99	1	0	
		-3	100	0	0	98	2	0	100	0	0	
		(R 890925-5)	50	50	0	11	88	1	100	0	0	
	大 牛 嶺	890925-7	100	0	0	93	7	0	100	0	0	
		-8	88	12	0	78	22	0	100	0	0	
		-9	100	0	0	88	12	0	100	0	0	
(R890925-11)		50	50	0	50	50	0	100	0	0		

- 注 1. 試料番号の上位2桁が88は第2年次採取、また89は第3年次採取のもの。  
 2. 4数値は、上よりラテライト上部、中部、下部及び人工重砂(岩石、R印)の重鉍物重量比を示す。  
 3. 試料番号欄\*印はラテライトと砂試料を対比したもの(図14-(1)、(2))。



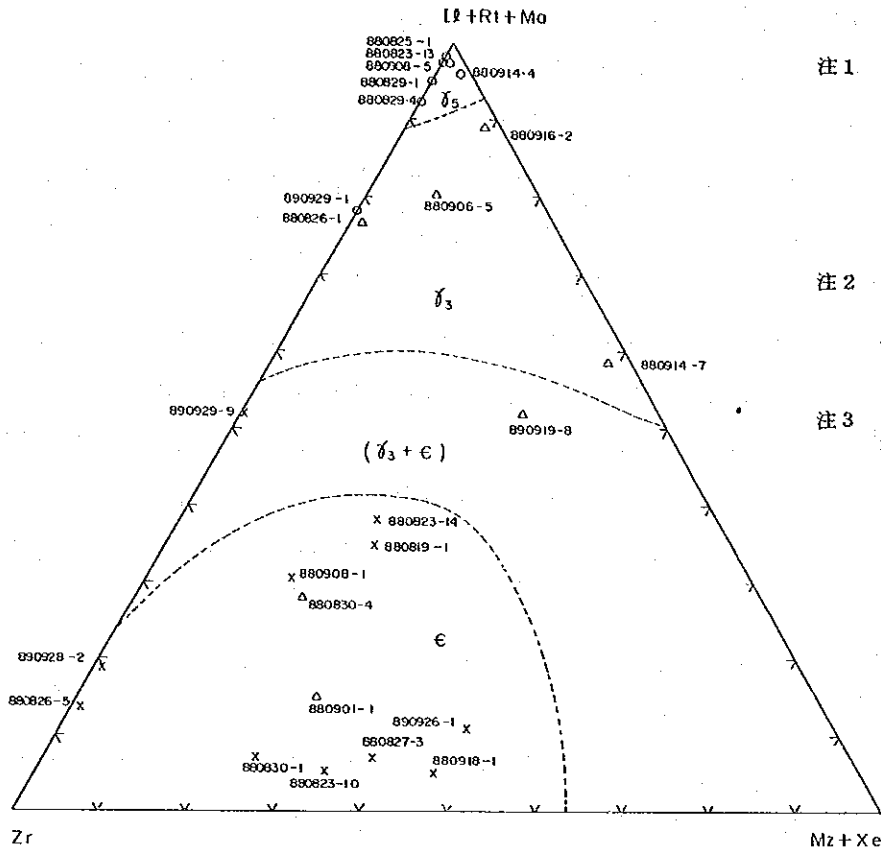
- 注1 ○ 燕山期花崗岩類( $\delta_5$ )
- △ カレドニア期混合花崗岩類( $\delta_3$ )
- × カンブリア系片麻岩・混合岩類( $\epsilon$ )
- 注2 試料番号は第2年次分は上2桁が88  
第3年次分は上2桁が89
- 注3 ( $\gamma_5 + \gamma_3$ ), ( $\gamma_3 + \epsilon$ )は、後述の砂試料解析に用いるために設定した領域

図13-1) ラテライト性土壌の重鉱物重量比三角ダイヤグラム(1)  
(基盤岩類領域の設定)



- 注1 ○ 燕山期花崗岩類( $\delta_5$ )
- △ カレドニア期混合花崗岩類( $\delta_3$ )
- × カンブリア系片麻岩・混合岩類( $\epsilon$ )
- 注2 試料番号は第2年次分は上2桁が88  
第3年次分は上2桁が89
- 注3 新データにより第2年次、 $\epsilon$  領域を修正
- 注4 ( $\gamma_5 + \gamma_3 + \epsilon$ ), ( $\gamma_3 + \epsilon$ )は、後述の砂試料解析に用いるために設定した領域

図13-2) ラテライト性土壌の重鉱物重量比三角ダイヤグラム(2)  
(基盤岩類領域の設定)



- 注1 ○ 燕山期花崗岩類 ( $\delta$ )  
 △ カレドニア期混合花崗岩類 ( $\delta_3$ )  
 × カンブリア系片麻岩・混合岩類 ( $\epsilon$ )
- 注2 試料番号は第2年次分は上2桁が88  
 第3年次分は上2桁が89
- 注3 ( $\gamma_s + \epsilon$ )は、後述の砂試料解析に用いるために設定した領域

図13-(3) ラテライト性土壌の重鋳物重量比三角ダイヤグラム(3)  
 (基盤岩類領域の設定)