

第4章 室内試験

今回の調査で、各種室内試験用試料を採取した。試験項目別の試料数は、表2に示すとおりである。採取試料の位置は付図2に示してある。なお、室内試験はすべて中国で行った。

4-1 岩石薄片鑑定

岩石薄片作成用として81個の試料を抽出した。抽出にあたっては、調査地域の地質を構成する岩石を明らかにすること、特に、海西期及び燕山期貫入岩類を明らかにすること、鉱徴及びその周辺の岩石を明らかにすることなどを考慮して選定した。鑑定結果を巻末資料5に示し、各地層ごとにその結果を略述する。

4-1-1 三十五公里層 (P₁₅n)

鑑定結果は、硬砂岩、粘板岩、千枚岩、片岩などであり、いずれも片状構造を有し、主として石英、長石、黒雲母、白雲母などからなり、絹雲母、緑泥石、緑簾石及び透閃石を含み、電気石、ジルコン、ルチル、針鉄鉱及び赤鉄鉱を少量含有する。片麻岩は比較的細粒で片麻状構造を有し、主として石英、長石、黒雲母及び透輝石からなり、角閃石及び燐灰石を含有する。

4-1-2 大古里河層 (C₃)

鑑定結果は、結晶質石灰岩、スカルン、粘板岩などである。結晶質石灰岩は主に0.05~2mm程度の半自形ないし他形の結晶質の方解石からなり、緑簾石及び緑泥石を含み、一部石英及び玉髓などで珪化した部分も認められる。赤鉄鉱及びルチルを少量含有している。スカルンは主に石英、方解石、緑簾石及び緑泥石からなり、閃亜鉛鉱、柘榴石、赤鉄鉱などを含み、燐灰石、ジルコン及びチタン石を少量含有する。粘板岩は0.05mm以下の石英、緑泥石及び絹雲母からなり、炭質物、ルチル、緑簾石、チタン石などを少量含有する。

4-1-3 吉峰層群 (P₂jf)

鑑定結果は、粘板岩及び硬砂岩である。粘板岩は鱗片状構造を有し、石英、絹雲母及び緑泥石からなり磁鉄鉱を少量含有する。硬砂岩は片状構造を有し、細~中粒の石英、長石、絹雲母、白雲母及び苦灰石からなり、電気石、燐灰石、ルチル、赤鉄鉱などを少量含有する。

4-1-4 竜江層 (J₃l)

鑑定結果は、溶結凝灰岩、凝灰角礫岩、火山角礫岩などである。本岩はガラス質で、0.05~0.5mm程度最大2mmの斜長石や石英、カリ長石、黒雲母などで構成されており、一部は絹雲母化変質を受けている。ルチル、磁鉄鉱及び燐灰石を含有する。本岩中に含まれる礫は大部分は流紋岩質ないし石英安山岩質であるが、一部花崗岩質礫も認められる。

4-1-5 甘河層 (J₃g)

鑑定結果は、安山岩及び石英安山岩である。安山岩は斑状構造を有し、1~2mmの斜長石、単斜輝石、角閃石、黒雲母などからなり、緑泥石化及び緑簾石化を受け、チタン石及び磁鉄鉱を含有する。石英安山岩は斑状構造をもち斑晶は1~2mm程度の斜長石・カリ長石と、石基は0.1mm以下の石英・斜長石で構成されている。緑泥石化及び緑簾石化を受け、ルチル、燐灰石、磁鉄鉱などを含有する。

4-1-6 海西期貫入岩類 (γ^3)

鑑定結果は、花崗岩、アルカリ長石花崗岩、石英閃緑岩、花崗斑岩、閃長岩、石英モンゾニ岩、モンゾニ閃緑岩、閃緑玢岩などである。野外岩石名“斑状粗粒黒雲母閃長岩”は、鑑定結果では閃長岩で斑状構造を有し、斑晶として最大5mmの斜長石・微斜長石・カリ長石、石基としてカリ長石・石英、角閃石・黒雲母などで構成されている。緑簾石化を受け燐灰石、磁鉄鉱、チタン石、ジルコンなどを含有する。野外岩石名“桃色細粒～中粒花崗岩”は、鑑定結果ではアルカリ長石花崗岩で、微文象構造を有し0.15～1mmの微斜長石、カリ長石、斜長石及び石英で構成され、磁鉄鉱及びチタン鉄鉱を含有する。野外岩石名“中粒黒雲母花崗岩”は、鑑定結果では石英閃緑岩で斑状～粒状構造を有し、斜長石、カリ長石、石英、黒雲母及び角閃石で構成されている。カオリナイト化を受け磁鉄鉱、チタン石、燐灰石、ジルコンなどを含有する。

4-1-7 燕山期貫入岩類

(1) 超塩基性岩 (Σ)

鑑定結果では橄欖岩で、粒状構造を有し最大2mmの橄欖石、透閃石、蛇紋石及び磁鉄鉱で構成され、片理が発達している。

(2) 閃緑岩 (δ)

鑑定結果は閃緑岩で、粒状構造を有し、最大3mmで1mm以下のものが大部分を占める斜長石、角閃石及び黒雲母で構成される中～細粒の岩石である。緑泥石化及び絹雲母化を受け、磁鉄鉱、チタン鉄鉱及び燐灰石を含有する。

(3) 斑状安山岩 (αu)

鑑定結果は安山岩で斑状構造を有し、斑晶は最大0.8mmの斜長石で、石基は斜長石、角閃石などで緑泥石化及び緑簾石化を受けている。磁鉄鉱、チタン石などを含有する。

(4) 花崗岩～閃長岩 (γ^2)

鑑定結果はアルカリ長石花崗岩、花崗斑岩、石英閃長斑岩などである。アルカリ長石花崗岩は、細～中粒で粒状構造を有し、微斜長石、石英、斜長石、黒雲母などで構成され、緑簾石化を受け、磁鉄鉱を含有する。花崗斑岩は斑状構造を有し、斑晶として最大2mmの斜長石・カリ長石・石英・黒雲母、石基として斜長石・カリ長石・石英から構成されている。緑泥石化及び絹雲母化を受け磁鉄鉱を含有する。石英閃長斑岩は、斑状構造を有し斑晶として2mm以下の微斜長石・斜長石・黒雲母、石基として0.3mm以下の微斜長石・石英で構成されている。緑泥石化を受け、磁鉄鉱、チタン石、ジルコン及び燐灰石を含有する。

(5) 石英斑岩、流紋岩 ($\gamma \lambda^2$)

鑑定結果は石英斑岩及び流紋岩である。石英斑岩は斑状構造を有し、斑晶として最大1mmの石英・カリ長石・斜長石、石基として0.05mm以下の斜長石で構成され、絹雲母化を受けている。流紋岩は斑状で、斑晶として最大1.5mmの石英、石基として斜長石微晶・石英で構成され、赤鉄鉱を含有する。

(6) 石英閃長岩～石英モンゾニ岩 (㊦)

鑑定結果ではモンゾニ斑岩である。斑状構造を有し、斑晶として最大5 mm程度の斜長石、石基として微斜長石・斜長石・石英・黒雲母で構成されている。絹黒母化及びカオリナイト化を受け、磁鉄鉱、ジルコン、磷灰石などを含有する。

4-2 鉍石研磨片鑑定

鉍石研磨片作成用として39個の試料を、主としてスカルン型鉍徴から選定した。その鑑定結果を巻末資料6に示す。この表から明らかなように、索図罕林場地区では少量の黄鉄鉍及び針鉄鉍が検出されている。吉源林場地区では、磁鉄鉍と少量の方鉛鉍・閃亜鉛鉍が検出されている。これに対し、吉峰十一支線地区では、方鉛鉍、閃亜鉛鉍及び赤鉄鉍が検出されており、各地区ごとに出現鉍物の違いがわかる。

4-3 岩石分析(全岩分析)

調査地域の花崗岩質岩類の各岩体から、代表的なサンプル(計10個)を採集し、化学分析を行った。巻末資料7にこれらの岩石の化学組成、CIPWノルム組成、D. I.などを示す。分析値に関しては、いくつかの図を作製した。成分変化図では、横軸に分化指数(D. I.)をとり、各酸化物をプロットした。このほか、MFA図、 $MgO/FeO+Fe_2O_3-SiO_2$ 図、 $Fe_2O_3/FeO+Fe_2O_3-SiO_2$ 図、ACF図、ノルム鉍物に関しては、 $Q-(Ab+An)-Or$ 図を作成した。成分変化図(図27)から明らかなように、分化指数の増加に伴い SiO_2 は増加するが、 $FeO \cdot Fe_2O_3$ が直線的に減少するカルクアルカリ岩系列の特徴を示している。この傾向は、MFA図(図28)でも同様で、カルクアルカリ岩系列のトレンドにのる。

調査地域に分布する花崗岩質岩類は、その活動時期によって、海西期貫入岩類と燕山期貫入岩類とにわけられ、両者はさらにいくつかの岩相にわけられる。

成分変化図では、花崗岩間に大きな違いがみられないので、横軸に SiO_2 wt%、縦軸に $MgO/FeO+Fe_2O_3$ 比をとってみると(図29)、花崗岩間の差がある程度認められる。この図に、数少ない古生代の斑岩型鉍床である黒竜江省多宝山地域(調査地域東方180 km)の花崗岩質岩類の分析値をプロットすると類似性が明らかになる。

多宝山地域の花崗岩質岩類は、K-Ar年代240～292 Maを示しており、海西期貫入岩類に相当する。したがって、データが少なく、はっきりしたことはいえないが、海西期貫入岩類が $MgO/FeO+Fe_2O_3$ 値が高く、燕山期貫入岩類は $MgO/FeO+Fe_2O_3$ 値が低いようである。 $Fe_2O_3/FeO+Fe_2O_3-SiO_2$ 図では、多宝山地域の花崗岩質岩類は、 $FeO/FeO+Fe_2O_3$ 値0.35以上を示すものが多く磁鉄鉍系花崗岩である。図29から燕山期貫入岩類と推定されるものも0.35以上の値を示し磁鉄鉍系と考えられる。

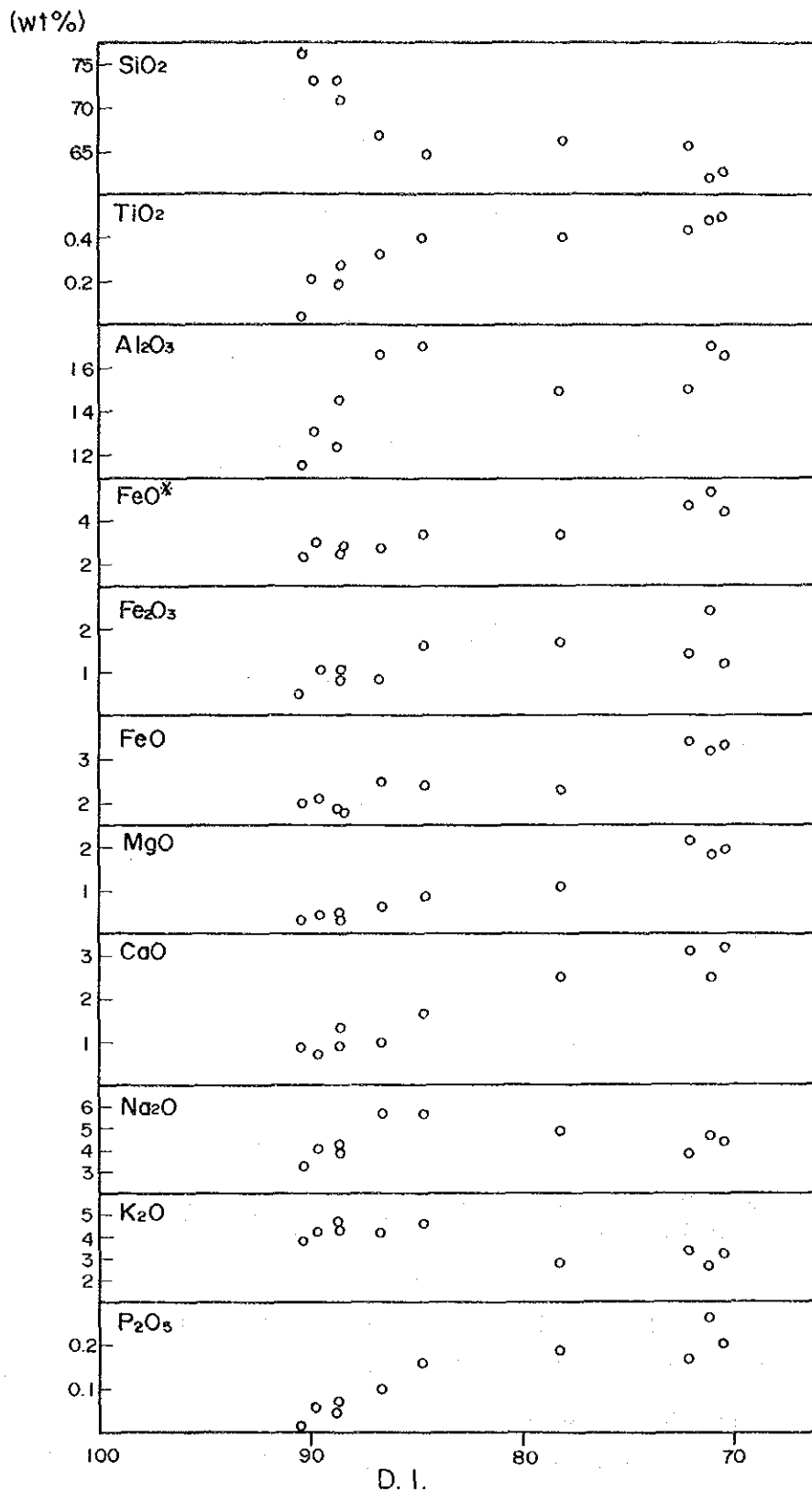


図27 成分変化図 (D.I.-酸化物図)
FeO* (FeOとして再計算された全鉄量)

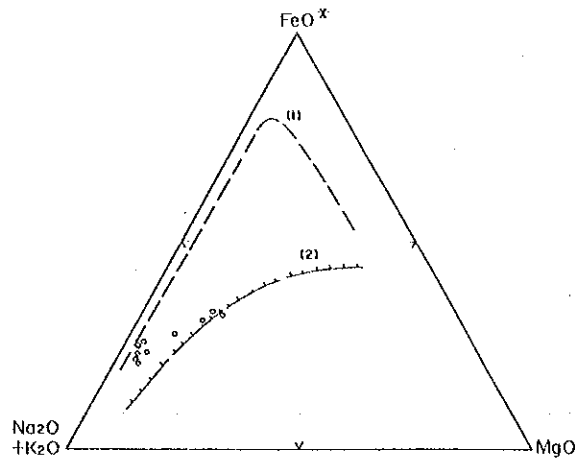


図28 MFA図

(1) Skaerggaard intrusion (2) Calc-alkaline rock series

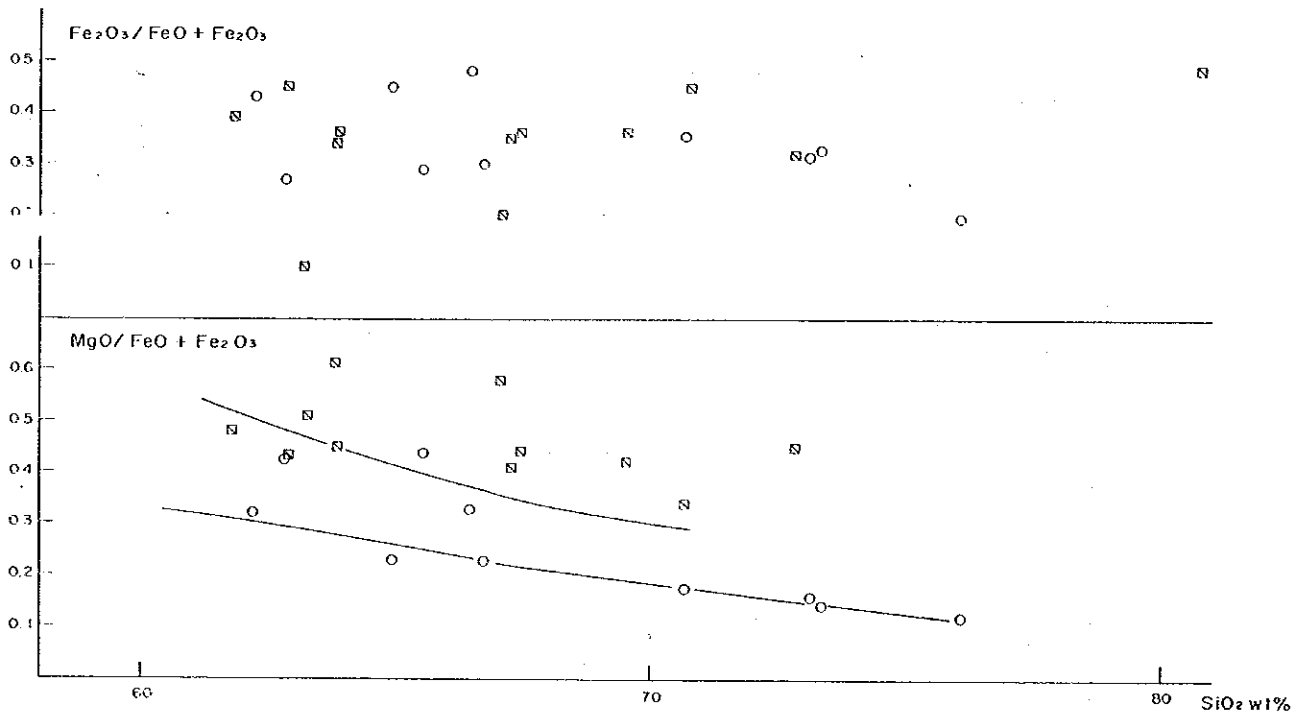


図29 $Fe_2O_3/FeO + Fe_2O_3 - SiO_2$, $MgO/FeO + Fe_2O_3 - SiO_2$ 図

○ 調査地域花崗岩質岩類 ◻ 多宝山花崗岩質岩類

ACF図(図30)では、調査地域の花崗岩質岩類は、Sタイプの領域にプロットされ、Sタイプの花崗岩質岩類ということが出来る。ややA頂点に近いところにプロットされるのは、 SiO_2 が高い分化の進んだ花崗岩質岩であるからであろう。

ノルムQ-(Ab+An)-Or図(図31)では、(Ab+An)端からQ-Or線に向って、ある限られた範囲におちる。

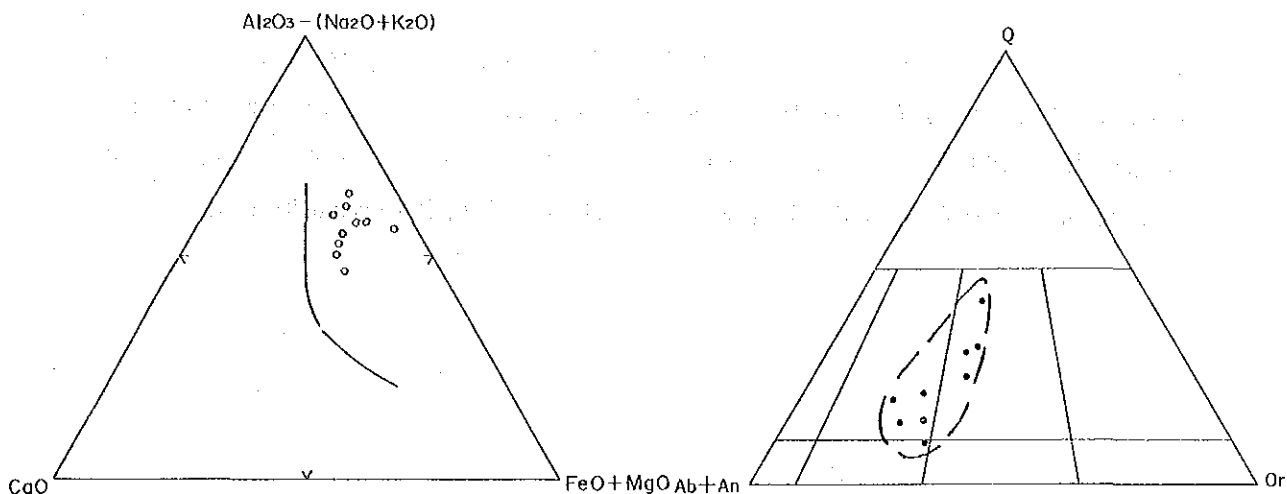


図30 ACF図

図31 ノルムQ-(Ab+An)-Or図

4-4 鉍石分析

鉍石分析用として30個の試料を、主として吉源林場地区及び吉峰十一支線地区の鉍徴地から選定した。肉眼鑑定による鉍種区分に従って以下の成分の分析を実施した。

- 鉛・亜鉛鉍：Ag, Cu, Pb, Zn, Mo 分析 22個
- 銅鉍：Au, Cu, Mo 分析 5個
- 鉄鉍：Pb, Zn, Fe 分析 3個

その結果を巻末資料8に示す。

鉛・亜鉛鉍では、吉源林場地区で最大Pb 1.38% Zn0.74%, Cu0.06%, Mo0.01%, Ag19.5 g/tを示している。銅鉍については、吉峰十一支線地区で最大Cu0.06%を示している。また、鉄鉍では吉源林場地区で最大Fe 66.16%である。

4-5 Rb - Sr 法年代測定

絶対年代測定用として、海西期貫入岩類と燕山期貫入岩類の年代を求めるため2件の年代測定を実施した(1件当たり6個ずつ試料を採取, 合計12個)。海西期貫入岩類としては、吉文鎮地区の岩体から、燕山期貫入岩類としては、甘河鎮地区の岩体から試料を採取した。

測定結果は、表15のとおりであり、それによるアイソクロンを図32に示した。ただし、海西期貫入岩類については、Rb⁸⁷ / Sr⁸⁶ 値及びSr⁸⁷ / Sr⁸⁶ 値が近接していてアイソクロンプロットができないためその絶対年代は不明であった。

表15 Rb-Sr 同位体測定結果

試料番号	Rb(ppm)	Sr(ppm)	Rb87 / Sr86 (原子比)	Sr87 / Sr86 (原子比)	表面年齢 (my)
87083 B1	158.5	151.6	3.0219	0.71122	
87083 B2	156	169.5	2.6626	0.71025	
87083 B3	151.7	155.5	2.8226	0.71089	
87083 B4	154.6	144.8	3.0908	0.71101	
87083 B5	151.7	140.7	3.1191	0.71165	
87083 B6	160.6	160.7	2.8920	0.71098	
測定	(Sr87 / Sr86)		等時線斜率	絶対年代 (10 ⁶ 年)	λ Rb87 値 (10 ¹¹ 年)
6	0.7043 ± 35		0.0022 ± 11	161.53 ± 82.55	1.42

燕山期貫入岩類については、アイソクロンから算出された年代は $161.53 \pm 82.5 \text{ Ma}$ を示しており、 161.53 Ma という年代は黒竜江省各地に分布する燕山期貫入岩類の年代測定結果($180 \sim 150 \text{ Ma}$)とは矛盾しない。初生値は、 0.7043 ± 0.000035 でマグマ上部マントル起源であることを示している。花崗岩系列とストロンチウム同位体比(図33)によれば、中国南東部の系列IIに相当する。

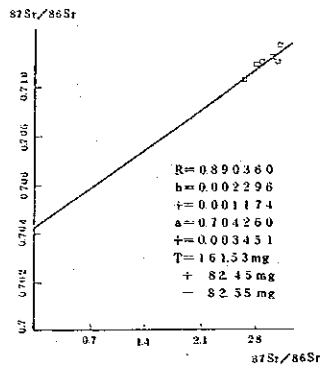


図32 Rb/Srアイソクロン

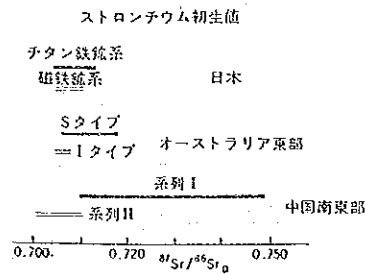


図33 花崗岩系列とストロンチウム同位体比

4-6 粉末X線回折

粉末X線回折用として、鉱微地付近の変質及びスカルン鉱物を同定するため10個の試料を選定した。その結果を表16に示すが、いずれからも粘土鉱物であるイライトが検出されている。

表16 粉末X線回折結果

試料番号	地区名	1/5万地形図名	石英	長石	緑泥石	イライト
87077	甘河鎮地区	G			○	○
87082	"	G				○
87140	"	D		○		○
87088	奎勒河地区	N				○
87159	索図罕林場地区	F	○		○	○
87160	"	F	○	○	○	○
87130	吉源林場地区	J	○	○	○	○
87132	"	J		○		○
87042	吉峰土支線地区	N	○	○	○	○
87043	"	N	○	○		○

第5章 調査結果の総合検討

5-1 鉱化作用及び鉱徴地の評価

調査地域には、確認された27個所の鉱徴があり、これらを24個所の鉱徴地として、巻末資料4のようにまとめた。この結果、調査地域の鉱徴は、性状から、スカルン型、鉱脈型、コバルト・ニッケル型、磁鉄鉱型、鉛・亜鉛型及び黄鉄鉱鉱染型に区分された。黄鉄鉱鉱染型以外の鉱化作用は、いずれも燕山期の火成活動に関係しているようである。黄鉄鉱鉱染型の鉱徴が、どのような性状の鉱化作用と関係しているかについては、今後十分に検討する必要がある。前掲24個所の鉱徴地に関して、現在得られているデータ及び周辺の地質環境などを総合的に検討したうえで、有望性の評価を行った。評価順位は表17に示すとおりである。

表17 黒竜江北西部地域鉱徴地評価一覧

鉱徴地番号	鉱徴地名	鉱徴確認状況					鉱徴タイプ					鉱種	規模	評価	
		頁岩	岩石	頁岩	日本田	中田田	スカルン	黄鉄鉱鉱染	石英類	燧石類	磁鉄鉱				
1	三十六林場北西部		○			○		○					不明	不明	A-1
2	雙仙東山地段		○				○						(Pb-Zn-Co-Ni)	不明(資料では大)	A-2
3	雙仙洞西部	○				○	○						不明	小	A-2
4	雙仙洞北西部	○				○	○						不明	200~300m	A-2
5	吉文鎮北部				○	○					○		不明	小	C
6	吉文鎮東部		○			○		○					不明	不明	B
7	甘河鎮北部	○			○	○		○	○				不明	小	C
8	甘河鎮北東部	○			○	○		○					不明	小	C
9	甘河鎮東部	○			○	○			○				不明	小	C
10	家園罕林場北西部	○			○	○		○					不明	200m	B
11	家園罕林場南西部	○			○	○		○			○		不明	小	B
12	西陵採場火站南西部	○				○			○				不明	小	B
13	奎勒河上流	○			○	○		○					不明	小	B
14	青峰林場南東部Co-Ni			○									(Co-Ni)	不明	A-3
15	青峰林場南東部Pb-Zn			○									(Pb-Zn)	不明	C
16	青峰林場南東部Co-Ni			○									(Co-Ni)	不明	A-3
17	青峰十一支線Pb-Zn-Cu	○			○	○	○						Pb-Zn-Cu	小	A-3
18	青峰十一支線北部	○	○		○	○		○					不明	1000m	A-3
19	青源Fe		○	○	○	○					○		Fe	小	B
20	青源203工段		○	○	○	○	○						Pb-Zn-Cu	小	B
21	青源西山	○		○	○	○		○	○				不明	小	A-1
22	青源林場西部		○			○		○					不明	不明	A-1
23	青源林場西部Pb-Zn			○									(Pb-Zn)	不明	C
24	十三支線	○			○	○		○					不明	小	C

(注) Aランク: 要採鉱鉱徴、Bランク: 要グラウンドチェック鉱徴、Cランク: 非有望鉱徴

5-2 地化学異常の評価

土壌試料25,275個についての、各分析元素含有量の相関係数を算出し、この相関係数を用い、クラスター分析を行い、元素の分類を行った。その結果、各元素はグループAとグループBに大きく分けられ、グループAの元素は岩石の組成に規制されており、鉱化変質作用には、あまり影響されていないこと、グループBの元素は鉱化変質作用の指標として重要であることが推定された。各グループはさらに2つにわけられ、4つのグループに細分された。

さらに、累積頻度分布曲線で、高含有量側に偏奇の認められるものを、その元素の地化学異常として扱い、高含有量側に偏奇の認められないものは、鉱化作用の影響外にある「バックグラウンド母集

団」とみなし地化学異常の認められない元素 (Au・Ag・Sn・Mn・V・Ti) 及び地化学異常が点在分布を示す元素 (W・Co) を除外し、元素の再分類を行うと、次の4つのグループに分けられる。

グループ a Cr・Ni

グループ b Sb・As

グループ c Bi・Pb・Zn

グループ d Cu・Mo・Hg

グループ a とグループ b の元素はグループ A に属する元素で、鉱化変質作用には、あまり影響されていないと考えられる元素である。

グループ a の2つの元素がまとまって分布するのは、吉峰林場地区及び嘎仙洞地区である。この両地区には、超塩基性岩に伴うニッケル・コバルトの鉱徴が報告されている。しかし、Cr、Niの各元素は、一般的に超塩基性岩～塩基性岩に多く含有されていることから、単に土壤母材である岩石の組成の影響によって出現している可能性が考えられるので、今後のトレンチ又はピット掘削調査による地化学異常の評価結果を待って判断したい。

グループ b の2つの元素がまとまって分布するのは、吉峰林場地区である。Sb・Asの地化学異常の分布が、吉峰林場地区の二置系分布域と一致すること、Sb・Asが頁岩などの堆積岩類に比較的多く含有されることから、Sb・Asの地化学異常は、鉱化変質作用に関係しているものではないと思われる。しかし、三十六林場北西部地区にみられるAs単味の地化学異常は、鉱化作用のハローを形成している可能性が強い。

グループ c とグループ d は、グループ B に属する元素でその分布傾向から鉱化変質帯と関連していると考えられる元素である。したがって、グループ c-d の元素で総合解析結果図を作成した。

グループ c の3つの元素の地化学異常がまとまってみられる地区は、三十六林場北西部地区、吉源林場地区及び吉源林場南部地区である。これらの地区には、元素の組合せからスカルン型の鉱床が期待できる。三十六林場北西部地区は鉱床の母岩と考えられる石炭系及び鉱化関連火成岩と考えられる燕山期貫入岩類が広く分布し、地化学異常の分布域も広い。しかし、これまでの調査が不足しているためか、確認されている鉱徴は、黄鉄鉱鉱染だけである。吉源林場地区には、鉱床の母岩と考えられる石炭系及び燕山期・海西期貫入岩類が分布する。鉱徴も多く得られており、これまでにある程度探鉱（地化学探査・磁気探査・IP探査）が実施されているが、今のところ顕著な成果は得られていない。吉源林場南部地区は、ジュラ系に被覆され、鉱床の母岩と考えられる石炭系及び鉱化関連火成岩と考えられる燕山期貫入岩類は不明であり、有望な鉱徴も発見されていない。

グループ d の3つの元素の地化学異常がまとまって分布するのは、三十六林場北西部地区である。この地区には、元素の組合せから斑岩型及び鉱脈型の鉱床が期待できる。特に、鉱化作用のハローを形成すると推定されるHgの地化学異常が、異常の伸びに方向性を持ち、まとまって広く分布していることは大変興味深い。

Hg の地化学異常がまとまって分布するのは、三十六林場北西部地区及び吉文鎮地区である。三十六林場北西部地区にみられるHg の地化学異常は、三十六林場北西部から三十六林場へかけて、NW-S E方向に約30kmの範囲に分布する。この地化学異常は、リニアメントに規制されるもの、鉍化作用のハローを形成しているものなどからなると推定される。また、三十六林場地区には、地化学探査結果から、多金属異常が認められているので、この広範囲にわたるHg の地化学異常は注目に値する。吉文鎮地区にみられるものは、NE-SW方向のリニアメント沿いに分布し、リニアメントに規制されている。

As の地化学異常の分布には、大きく二つの傾向が見出せる。一つは、西陵梯河地区から吉峰林場地区へかけての連続性のある分布、もう一つは、三十六林場北西部地区にみられる点在分布である。西陵梯河地区から吉峰林場地区へかけてのAs の地化学異常は、先ジュラ系の分布域と一致しており、地質を反映している。これに対し、三十六林場北西部地区にみられるものは、燕山期貫入岩類分布域にみられ、この地区の多金属地化学異常の鉍化作用のハローの可能性が強い。

以上のことから、Hg・As の2つの元素の地化学異常がみられる三十六林場北西部地区が最も鉍化作用の強い地区と推定される。

調査地域全域をみると、甘河を境に北東側にHg・As の地化学異常が分布することから、甘河から北東側が鉍化作用の強いブロックと考えられる。

第Ⅲ部 広東南西部沿岸地域

第Ⅲ部 広東南西部沿岸地域

第1章 調査方法

1-1 地質調査

1-1-1 東里地区

中方提供の縮尺1/50,000の地形図をもとに、踏査可能範囲を実調査し、さらに調査範囲内において並行して実施した簡易測量による測線地質調査結果(1/5,000)を参考にして、縮尺1/50,000の地質図を作成した。このほか、後述の起源岩調査の試料採取時に、採取地点周辺の地質概査もあわせて実施した。

1-1-2 陽江地区

後述する起源岩調査の試料採取時に、これと並行して、試料採取地点における地質確認(グラウンドチェック)及び周辺の地質概査を行った。

1-2 測線地質調査(路線地質調査)

東里地区でボーリングを実施した18測線のうちから、中方から要請のあった5測線(測線番号100, 123, 212, 223及び243)につき、100mの間縄及びクリノメーターを使用した簡易測量を併用して測線地質調査を実施した。

図面は、縮尺1/5,000のルートマップとして仕上げた。5測線の測線延長は合計68.5kmである。

1-3 鉱床起源岩調査

東里及び陽江両地区において、中方提供の縮尺1/200,000・1/100,000・1/50,000の地質図及び地形図をベースとして、砂試料及び岩石試料を採取し、前者については重砂分析及び粒度分析を、後者については人工重砂分析、全岩分析及び年代測定を実施した。

1-3-1 河川砂及び海浜砂の採取

河川及び沿岸部において、主としてハンドオーガーを使用し、河川砂、海浜砂を採取した。砂試料は5kg程度を目安として採取し、容積及び重量を測定したのち、中方分析所において、重砂分析及び粒度分析を実施した。重砂分析対象鉱物は、イルメナイト、モザナイト、磁鉄鉱、ジルコン、ルチル及びゼノタイムの6種で、重鉱物別の含有量によって採取地点の砂の含有重鉱物量比を求めた。

1-3-2 岩石の採取

一方、砂試料の採取と並行して、鉱床の後背地を形成する地域で岩石を採取した。

東里地区においては、第四紀の玄武岩及び北海層粗粒砂岩(Q₂層)から、また、陽江地区においては、カンブリア紀のミグマタイト、カレドニア期の花崗岩質岩類及び燕山期の花崗岩質岩類からそれぞれ試料を採取し、人工重砂分析を実施して岩石ごとの含有重鉱物量比を測定した。分析対象鉱物は、イルメナイト、ジルコン、モザナイト、磁鉄鉱、含チタン磁鉄鉱のほか、金、錫石、黄鉄鉱、方

鉛鉱、硫砒鉄鉱、長石、かんらん石などである。

1-4 ボーリング調査

東里、陽江両地区において、パイプロハンマー工法による垂直ボーリングを実施し、孔径PQサイズの特種サンプラーを使用して、砂の不攪乱試料を採取した。ボーリングで採取した砂試料については、鑑定を行った後、原則として地層別に1mごとにサンプリングし、中方分析所において重砂分析を実施し、一部については粒度分析もあわせて実施した。

重砂分析は、イルメナイト、モザナイト、ジルコン、ルチル、及びゼノタイムの5種の重鉱物を対象とした。

(1) ボーリング実績

東里地区ボーリング	93孔	1,418m
陽江地区ボーリング	15孔	204m
合計	108孔	1,622m

(端数切捨)

(2) 重砂分析用試料数：1,694 個

1-5 調査班の編成

1-5-1 地質調査、測線地質調査及び起源岩調査

今回の調査に日本から派遣された調査員は3人であったが、中方から提供された地質調査用車両は1台であり、通訳が1人であったため、広域鉱床起源岩調査においては、中方カウンターパートの地質エンジニア1人を含む全員が一緒に行動することを余儀なくされた。

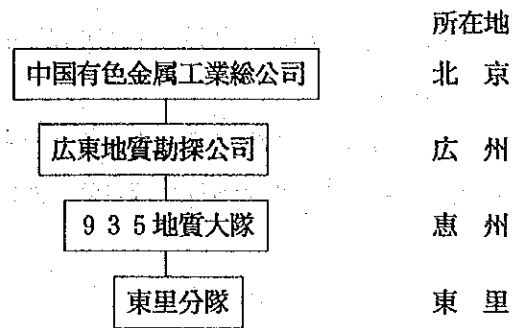
一方、地質調査及び測線地質調査においては、日本人3人が3班を編成し、中方地質エンジニア1人及び一般労働者数人を伴って調査を実施した。

1-5-2 ボーリング調査

日本から派遣された調査員9人（ボーリング技師6人及び地質技師3人）を3人ずつ3班に編成し、機械3台で2交代作業の各方につき、日本人1人ないし2人（地質技師は1の方のみ）で対応した。

これに対して、中方カウンターパートは、機械3台に対してそれぞれ、1の方9人（機長、班長及び地質技師1人を含む）及び2の方8人（機長除く）の体制で対応した。中方よりボーリング調査用に提供された車両は7台、通訳は7人であった。

表19 広東南西部沿岸地域中国側実施体制



現場の実作業に携っている935 地質大隊及び同東里分隊のメンバーは、大半が惠州市の大隊本部から派遣された。

第2章 地質調査

2-1 東里地区の地質及び鉱床

2-1-1 地質

東里地区は広東省南西部の雷州半島北東部に位置し、主として第四紀の玄武岩の分布域に属する。本地区に分布する堆積岩及び溶岩類は、その岩相上の特徴から第四紀完新統～更新統の堆積岩及び第四紀更新統の玄武岩類に対比される。

堆積岩は下位から更新統のQ₁層（湛江層群）と呼ばれるシルト質岩、同じく更新統のQ₂層（北海層群）と呼ばれるアーコース質中粒～粗粒砂層及び完新統のQ₄層と呼ばれる主として細粒の海成砂層及び風成砂層からなる。

玄武岩はQ₁層及びQ₂層を貫き、これらを覆い、海岸付近では、Q₄層に覆われている。玄武岩は地表付近では最大30mにおよぶラテライト化をこうむっている。雷州半島の大半を占めて分布する玄武岩の活動は数次にわたって、また、数多くの火口から行われたと推定されるが、その露出は大部分がラテライト化し、玄武岩の活動状況、噴出状況を明確にすることはできない。

調査地域の一部に分布するQ₂層は風化を受け、構成する砂粒の間隙を褐鉄鉱が埋め、特徴のある赤黄褐色を呈する。

当地区の地質図、模式柱状図及び模式断面図は、付図11、図34及び図35に示すとおりである。

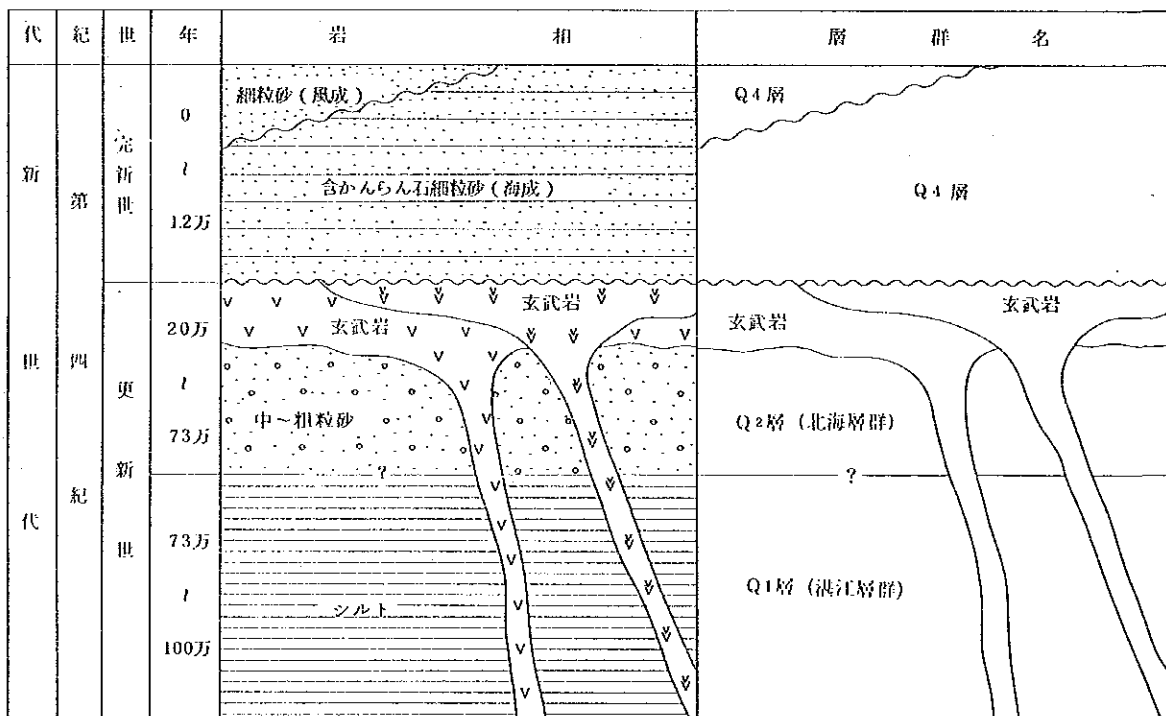


図34 広東南西部沿岸地域東里地区地質模式柱状図

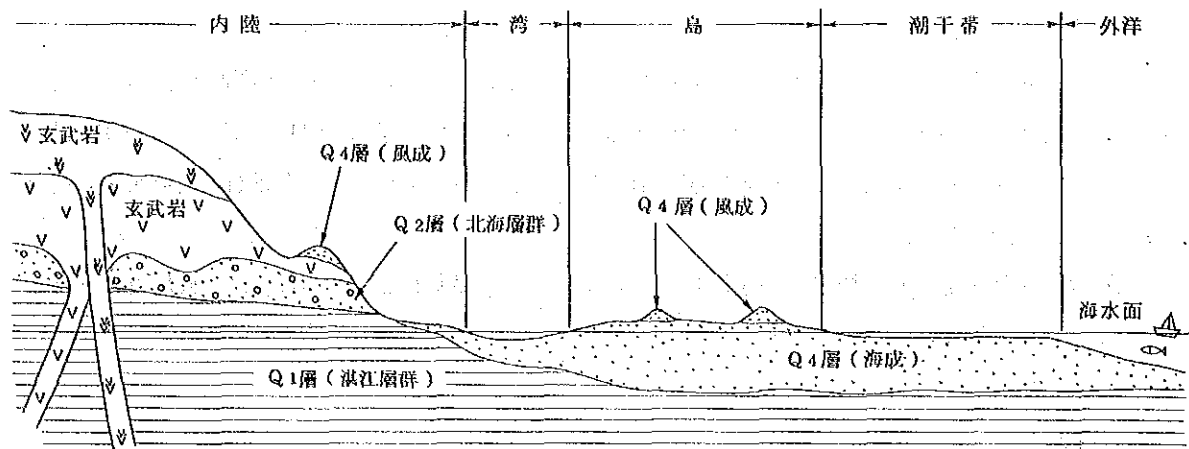


図35 広東南西部沿岸地域東里地区地質模式断面図

(1) Q₁層 (湛江層)

分布及び層厚：調査地区内の大陸側海岸線に沿って分布する。当地区に分布する地層の最下位層であり、最大10mの層厚を確認できるが、その下限は不明である（中国側の説明によるとQ₁層の層厚は300 m+）。ボーリングの結果、東里半島、新寮島でもその上部を捕捉している。

岩相：本層はシルト質頁岩からなり、砂岩の薄層を挟在することもあるが調査地区全域にわたり、岩相の変化は認められない。

代表的シルト質頁岩は、肉眼的には淡緑灰色を呈し、粘土鉱物に富む部分と石英粒からなる部分との縞状組織を呈し、剝離性が発達する。

鏡下の特徴：石英粒及び粘土鉱物を主体とする。石英粒子は粒径0.01~0.5 mmであり、淘汰は良くない。

構成鉱物は、石英30%、イライト56%、カオリナイト5%、絹雲母3%、黒雲母1%、酸化鉄（褐鉄鉱）5%、微量の緑泥石、海緑石、電気石、ジルコンなどからなる。

イライト、絹雲母、カオリナイトは小片状平行配列を呈する。酸化鉄（褐鉄鉱）は薄い葉理に沿って分布する。ジルコン、電気石は自形を呈し散在する。

(2) Q₂層 (北海層群)

分布及び層厚：調査地区では主として東里半島の西部の東平村付近に分布し、層厚30m+におよぶが、一般的には1~2mの薄層としてQ₁層の上に分布する。東里半島及び新寮島のボーリング調査の結果、Q₁層の下部に一部Q₂層の薄層の分布を確認している。

Q₁層とQ₂層の境界部は一般的に整合であるが、数cmの赤鉄鉱又は褐鉄鉱の薄層が存在する。

岩相：本層は砂礫岩又は中・粗粒石英砂岩からなる。

代表的な粗粒石英砂岩の肉眼的観察結果は、黄赤褐色を呈し、砂礫状組織を有し膠結は弱く、砂粒子の淘汰は非常に悪い。砂粒は石英、長石片からなり、基質は酸化鉄と粘土からなる。

鏡下の特徴：70~80%の碎屑物及び15~30%の基質からなる。

碎屑物は石英 70～85%，長石，その他岩片 5～10%，及び微量の電気石・ジルコン・白雲母・イルメナイトからなる。石英は粒径の差が明瞭で，粒径 0.1～0.2 mm のもの約 60%，0.2～0.4 mm のもの約 30% 及び 0.5～1.5 mm のもの約 10% からなる。また，石英粒子は，一般的にアンギュラーないしサブアンギュラーで，一部に強い波動消光が認められる。ジルコン，電気石は自形を呈し石英質岩片中に認められる。

基質は酸化鉄を主とし，微量の粘土鉱物（カオリナイト，緑泥石など）からなり，碎屑物の孔隙を埋めて膠結している。

(3) Q₄ 層

(a) 海成砂層

分布及び層厚：現在の海岸に沿って海側に分布し，層厚 1 m ～ 30 m になることが東里半島，新寮島のボーリングの結果判明している。

岩相：本層は細粒砂ないし中粒砂岩からなり，一部数 m のシルト質頁岩の薄層を挟在するが一般に岩相の変化に乏しく，無層理である。

砂岩は帯緑淡褐色～暗緑色を呈する細粒～中粒のサブアンギュラー粒子からなり，一部に石灰質の生物遺骸も含む。

鏡下の特徴：碎屑物，鉱物粒は，粒径 0.12～0.177 mm のものが 60～70% を示し非常に淘汰が良い。

構成鉱物は，石英を主とし，カリ長石，斜長石，海緑石，黒雲母，白雲母，ジルコン，チタン石，角閃石，斜方輝石などからなる（表 20）。

粒子は大半，サブアンギュラーないしラウンデッドの石英粒からなり，しばしば波動消光を呈する。海緑石はラウンデッド化し，自形を呈する。斜方輝石，ジルコン，角閃石，イルメナイトはサブアンギュラー化し，0.1～0.2 mm の粒径を呈する。かんらん石は認められない。

Q₄ 海成層中のボーリング M J R T-17 孔（100-1 孔）の花粉分析に基づく古環境解析結果は表 45 及び図 52 のとおりであり，孢子，花粉の組合せにより深度 1.7 m から 10.3 m 間の地質断面には少なくとも 2 回の潮干帯相及び 3 回の海浜低地湖沼相の変化がみられ，古気候も何回もの高温乾燥及び高温多湿の変化がみられる。

ボーリング M J R T-17 孔（100-1 孔）から採取した深度 5.5 m 地点での試料中の木片の ¹⁴C による年代測定は，1,786 ± 100 年を示し，そのほか，新寮島北部の海浜での試料では，試料番号 X 13-11 : 1,880 ± 85 年，外羅海浜砂 W 3-6 : 2,380 ± 90 年，東里北部内陸 D 20-12 : 2,180 ± 90 年，新寮島北西部海浜 X 5-5 : 260 ± 50 年をそれぞれ示している。

(b) 風成砂層

分布及び層厚：東里半島，新寮島及び雷州半島の海岸線に沿って陸上部に最大 10 m の層厚をもって，風成砂丘の形状で分布する。

岩相：本層は細粒砂～中粒砂からなり無層理でほとんど膠結していない。

表20 第4世紀Q₄層砂試料のモード測定結果一覧

採取地区		東里地区										陽江地区					
構成物	試料No.	71030-1	71030-2	71103-2	71113-2	71113-3	71113-3	71118-1	71202-1	71202-3	71202-5	71205-5					
岩片																	
珪岩(含チャート)		4.1	9.9	3.1	9.0	3.0	4.4	12.0	3.8	14.5	15.0						
花こう岩質岩		0.5	0.5	0	0	0.7	0.4	1.3	0.3	2.4	0.8						
炭酸塩岩(含頁等)		0.3	0.2	1.0	0	2.8	0.4	0	0	0.8	1.3						
白雲母岩		0.3	0.2	0.2	tr	0.2	0	0.7	0.3	0.5	1.3						
石英-絹雲母-凝泥岩		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.3						
砂岩		0.5	0.6	0.3	0	0.3	0	tr	0.3	0	0						
泥質岩		0.3	1.8	0.8	0.5	0.3	0.4	0	0.2	0.3	0.2						
粘土鉱物岩		1.8	2.9	3.6	tr	3.6	1.1	0.3	0.5	0	0.8						
岩片合計		7.8	10.7	9.1	9.4	10.9	6.5	14.3	5.6	18.5	19.5						
鉱物片																	
石英		70.5	70.3	75.8	87.9	74.8	71.3	71.2	80.1	55.7	64.7						
カリ長石		11.2	9.1	8.9	0.8	6.3	10.9	10.2	10.7	3.6	7.7						
斜長石		7.3	2.9	3.3	0.8	3.2	4.8	3.6	1.9	2.0	3.5						
黒雲母		0.5	0.2	1.3	0.9	1.5	1.2	0.3	0.2	0.1	1.7						
白雲母		0.5	tr	0.7	0.2	0.2	0.4	0.3	0.2	tr	0.2						
角閃石		tr	tr	0.2	tr	tr	0.2	tr	0	11.2	tr						
電気石		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0						
ジルコン		tr	tr	0.2	tr	tr	0.4	0	0	0	0						
スフェーン		0	0	tr	0	0	0.2	0	0	0.8	0						
ルチル		0	0	0.2	0	0	0	0	0	0	0						
斜方輝石		0	0	0.3	0	0	tr	0	0	0.3	0						
珪鱗石		0	0.2	0	0	0	0	tr	tr	tr	0						
紅柱石		0	0	0	0	0.2	0	0	tr	0.1	tr						
十字石		0	0	0	0	0	0	0	tr	tr	0						
燻れん石		0	0	0	0	0	0	0	0	0.3	0						
ザクロ石		0	tr	0	tr	0	0	0	0	1.2	0						
水酸化鉄鉱物		0.6	0.2	0	0	0.5	0.4	0.1	1.4	1.2	tr						
紫石		0	0.2	0	0	0	0	0	0	0	0						
不透明鉱物		0.3	tr	tr	tr	tr	0	tr	tr	5.1	tr						
海綠石		1.3	0.5	tr	0	2.5	3.9	0	0	0	0						
カルセドニー		0	0.2	0	0	0	0	0	0	0	0						

鏡下の特徴：碎屑物・鉱物粒は粒径0.12~0.177 mmのものが70~80%を示し非常に淘汰が良い。

構成鉱物は、Q₁海成層と同様に石英を主とし、カリ長石、斜長石、黒雲母、白雲母、角閃石、海緑石、水酸化鉄鉱物などからなる。

粒子の大半を構成する石英粒子はラウンデッド化しており、著しい波動消光を示すことが多い。白雲母及び黒雲母はともにへき開に沿って褐色に酸化していることが多い。

(4) 玄武岩類

分布及び層厚：調査地区の雷州半島大半にわたって分布する。その活動は数回にわたっていることがその岩相、磁性の差異などから推定されるものの、広範なラテライト化のためその詳細は不明である。溶岩の層厚は1 m以下のものから数100 mにわたると考えられるが詳細は不明である。

採取した玄武岩の帯磁率測定結果は図36のとおりである。

岩相：主としてかんらん石玄武岩の溶岩からなり、黒色緻密な斑状組織を呈するものから、発泡孔の発達する杏仁状組織を有するもの、角礫化作用を受けたものなどが認められる。

代表的試料の肉眼的観察結果は、黒色~灰黒色緻密で、一般的に斑晶は少量で発泡孔が多い。組織は填間状組織又は杏仁状組織を示す。

鏡下の特徴：填間状組織 又は 杏仁状組織を示し、斑晶は主として半自形を呈する斜長石からなり、粒径は0.05~0.2 mm程度のもが多く一部、アルバイト双晶、カールスバット双晶を呈するものが認められる。少量のかんらん石、単斜輝石も認められそれぞれ半自形を呈する。粒径は0.3~0.7 mmである。斑晶含有量は3~5%のものが多い。

石基は細粒(0.05~0.07mm)の短柱状の斜長石35~40%、単斜輝石25~30%、ガラス0~15%、かんらん石5~3%、イルメナイト+磁鉄鉱2~5%からなる。

発泡孔中には、方解石と酸化鉄が認められる。磁鉄鉱は、粒状又はサイコロ状でイルメナイトは板状を呈する。

岩石の組成：かんらん石玄武岩3個の試料について、岩石の化学組成について検討を行った。

これらの試料の化学分析値を表21に示す。

なお、表21には今回の分析結果のほかに、 $100 \times \text{Mg O} / (\text{Mg O} + \text{Fe O})$ 値、及び $100 \times \text{Mg O} / (\text{Mg O} + \text{Fe O} + \text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O})$ 値を加筆してある。

これらの分析試料はいずれもSiO₂ 50%程度を含み、また、そのほかの成分も極めて類似する値を示している。さらに、 $100 \times \text{Mg O} / (\text{Mg O} + \text{Fe O})$ の値は39.4、45.3及び45.8を示している。また、表21で得られた値によりSiO₂ - Na₂O + K₂O図を作成すると、これらの玄武岩はいずれもアルカリ玄武岩と非アルカリ玄武岩の境界付近にプロットされる(図37)。また、図38に示すようにSiO₂ - total Fe O / Mg O図を作成した結果、ほぼソレライト系列の岩石であることが判明した。

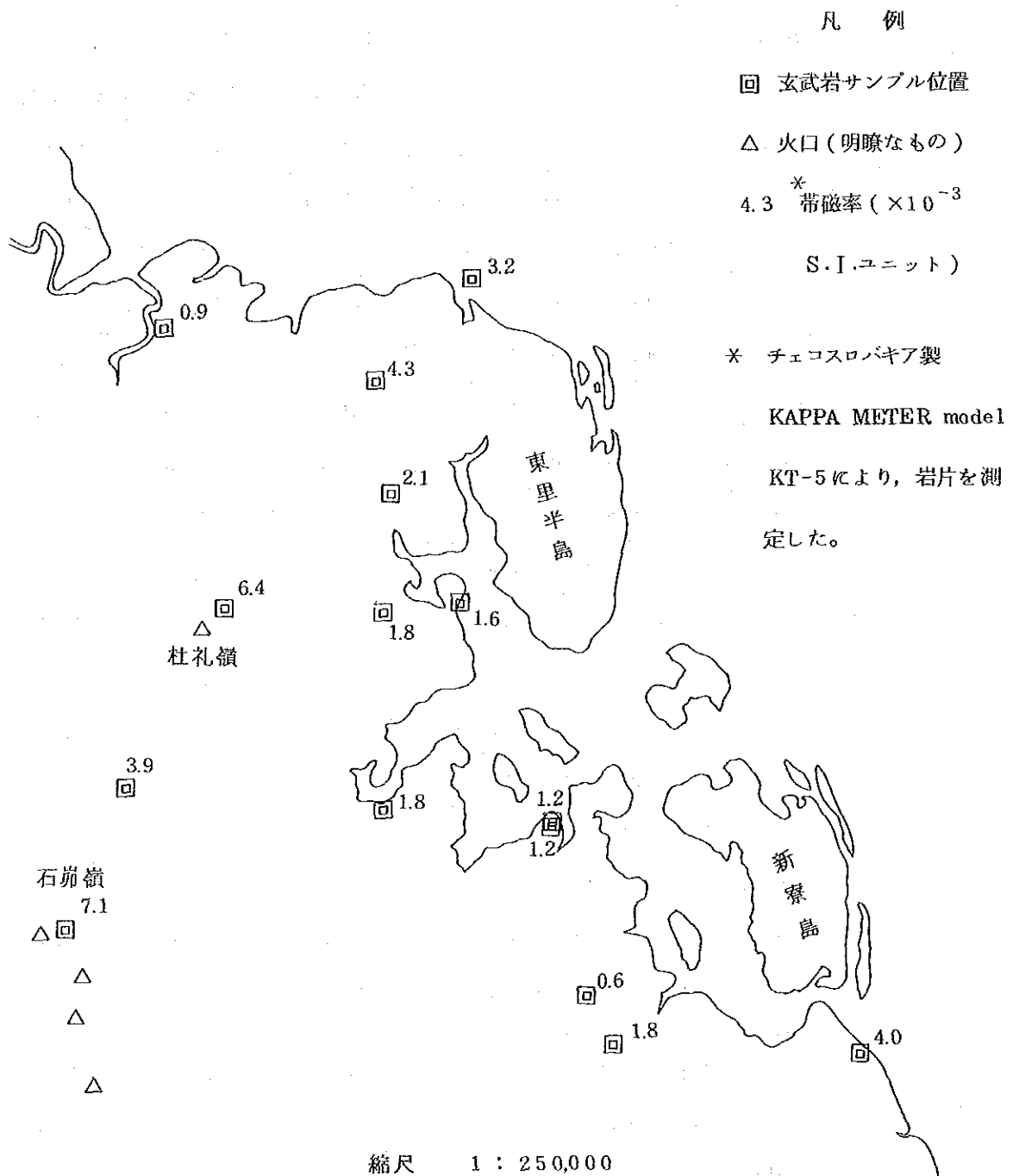


図36 東里地区玄武岩の帯磁率測定結果

表21 東里地区玄武岩の岩石分析（全岩分析）結果

Sample No.	71028-8	71102-1	71104-3
Location	雷高北東	石崩嶺	錦和南西
Rock name	basalt	basalt	basalt
Chemical Composition Si O ₂	48.63	50.58	50.84
Chemical Composition Ti O ₂	1.37	1.71	1.45
Chemical Composition Al ₂ O ₃	14.88	15.31	14.60
Chemical Composition Fe ₂ O ₃	0.45	1.25	0.75
Chemical Composition Fe O	10.41	7.80	9.33
Chemical Composition Mn O	0.42	0.18	0.22
Chemical Composition Mg O	6.78	6.45	7.89
Chemical Composition Ca O	6.57	6.50	6.63
Chemical Composition Na ₂ O	2.55	3.18	2.59
Chemical Composition K ₂ O	0.67	1.61	0.79
Chemical Composition P ₂ O ₅	0.18	0.34	0.20
Chemical Composition H ₂ O ⁺	1.09	0.52	0.45
Chemical Composition CO ₂	1.42	0.25	0.12
Chemical Composition LOS	—	—	—
Chemical Composition Total	95.51	95.63	95.86
100 × Mg O / (Mg O + Fe O)	39.4	45.3	45.8
100 × Mg O / (Mg O + Fe O + Fe ₂ O ₃ + K ₂ O)	32.4	31.8	37.0
Na ₂ O + K ₂ O	3.22	4.79	3.38
Total Fe O / Mg O	1.61	1.38	1.27

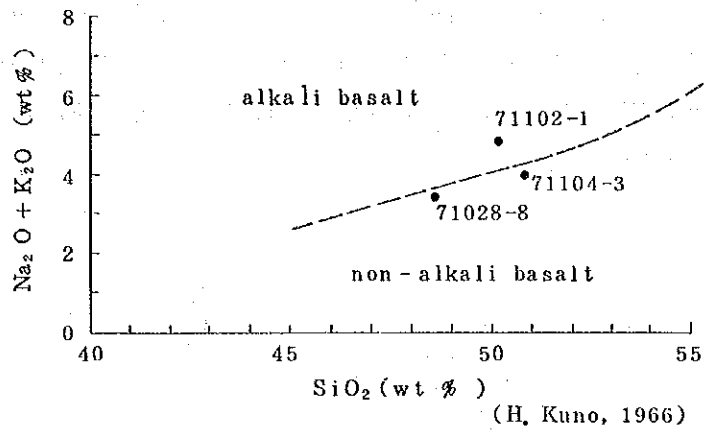


図37 玄武岩の $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O} - \text{SiO}_2$ 図

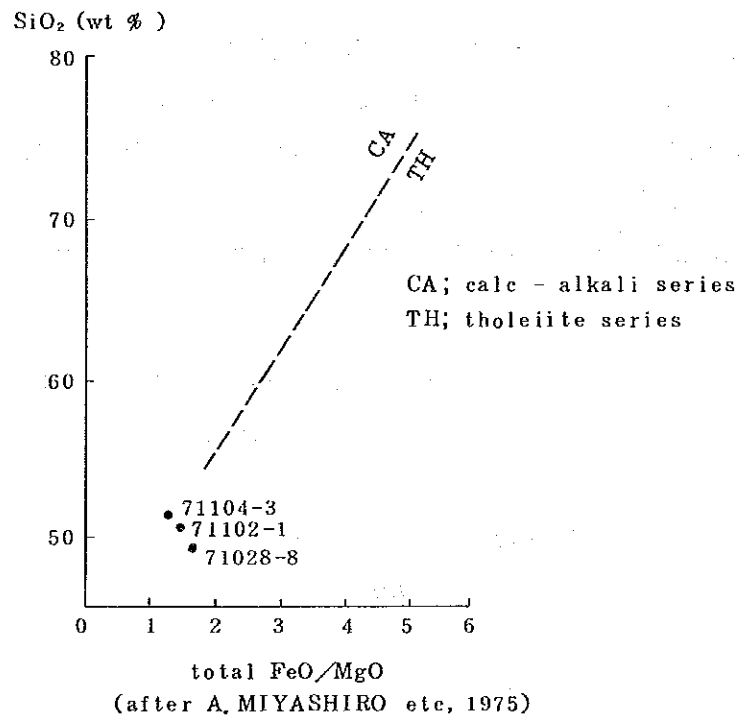


図38 玄武岩の $\text{SiO}_2 - \text{全FeO/MgO}$ 図

2-1-2 鉍床

東里地区の鉍床としては、第四紀Q₁海成層中のイルメナイトを主とする重砂鉍床があり、これを対象として個人操業が行われていることが知られている。すなわち、東里半島の一部並びに柳尾付近では、Q₁層の表面の富鉍部を手掘りによって採取し、以下に示すような簡単な木製のネコ流しによってチタン粗精鉍を採取している。

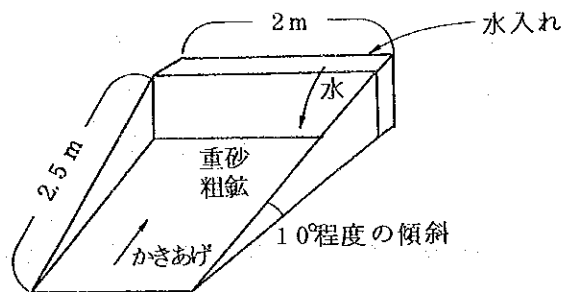


図39 ネコ流し重砂選鉍器概略図

個人操業は2人1組で1日約1tの粗精鉍を採取している。

採取した粗精鉍は脱水後有色金属工業総会社に1kg=1角=4円で販売している。

中国有色金属工業総公司により現在までに調査され、地表から採取された試料の分析値及び各地区別の平均値は表22のとおりである。

砂の見掛比重を1.8と仮定するとそれぞれの地区の重鉍物の含有率は3.77%、3.57%、2.47%及び0.68%となる。

表22 東里地区の既存重砂分析値による地区別平均
(中方の分析による)

新寮島～柳尾地区	試料個数	114	平均g/m ³
チタン磁鉄鉍			1,297
イルメナイト			4,003
ジルコン			1,407
モナザイト			87
*見掛比重1.8とした場合の重鉍物含有率			3.77%
東里地区	試料個数	50	
チタン磁鉄鉍			1,545
イルメナイト			3,464
ジルコン			1,342

モナザイト		81
*重鉍物含有率		3.57%
東海島～東筒地区 試料個数	17	
チタン磁鉄鉍		652
イルメナイト		2,312
ジルコン		1,331
モナザイト		158
*重鉍物含有率		2.47%
田洋 試料個数	3	
チタン磁鉄鉍		43
イルメナイト		1,173
*重鉍物含有率		0.68%

*昭和62年度の起源岩調査で得られた海浜砂の平均見掛比重は1.8を示す。

2-2 陽江地区の地質及び鉍床

2-2-1 地質

(1) 分布及び岩相の概要

陽江地区は広東省南西部沿岸に位置し、カンブリア紀のミグマタイト、カレドニア期の片麻状花崗岩類及び燕山期の花崗岩類が分布し、一部を、第四紀完新世の堆積層(Q₄層)が覆う。調査地区の各地区に分布する地層の最下位層と考えられるのは海陵島、平崗、溪頭、南山海などの各地区に広く分布するカンブリア紀のミグマタイトで、源岩は砂岩、頁岩、シルト岩などの陸源海成碎屑物であったと推定されるが、著しいミグマタイト化を受けている。一部には片理面を残す片麻岩も認められるがほとんどその源岩構造は残されていない。カレドニア期の片麻状花崗岩類は、花崗閃長岩、石英閃長石、モンゾニ花崗岩などから構成され、カンブリア紀のミグマタイトを貫いているが野外においては片麻状花崗岩類とミグマタイトは漸移的で、その境界は明瞭でない場合が多い。燕山期の花崗岩類の大部分は中～半深成の酸性岩で、黒雲母花崗岩、白雲母花崗岩、両雲母花崗岩などからなる。第四紀の堆積層は、主として中粒～粗粒砂層、細粒砂及びシルト質頁岩層からなりすべての地層を覆う。

古生代から中生代の花崗岩及びミグマタイトはすべて著しい風化作用を受け、最大深度数10mに及ぶマサ状風化現地堆積物を形成している。

当地区は概査を実施しただけなので地質図は作成していないが、中方から提供された地質図を基にして作成した模式柱状図及び模式断面図を、図40及び図41に示す。

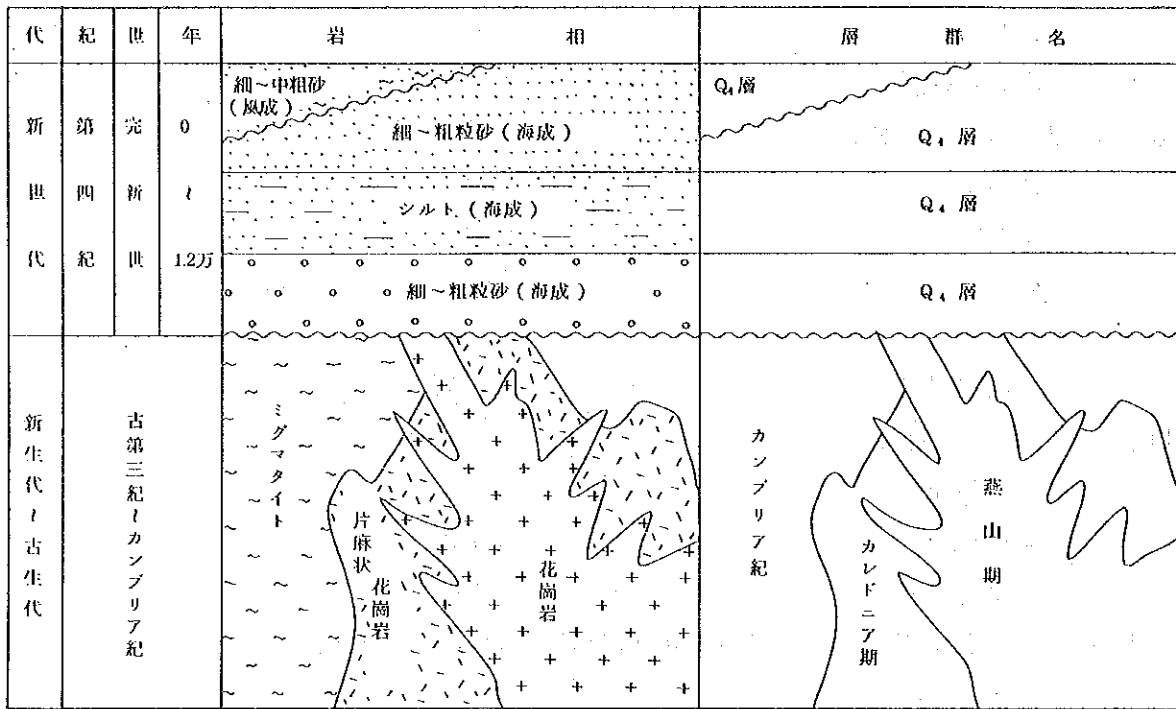


図40 広東南西部沿岸地域陽江地区地質模式柱状図

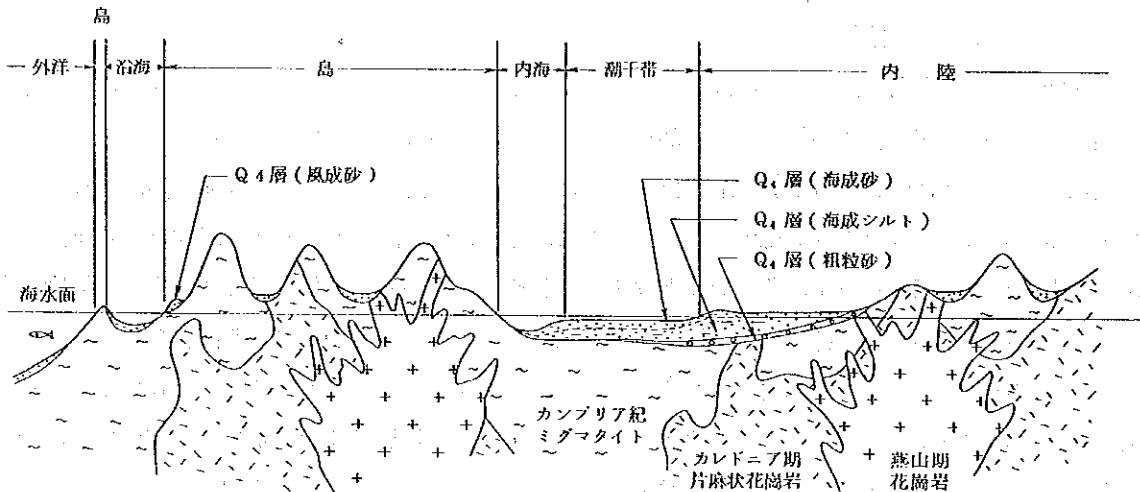


図41 広東南西部沿岸地域陽江地区地質模式断面図

i) カンブリア紀ミグマタイト

分布：調査地区内の海陵島，平崗，溪頭，双水村，南山海の各地区の海岸部に広範囲に分布している。

岩相：片麻状，黒雲母花崗岩質ミグマタイト，ミグマタイト化黒雲母花崗片麻岩などからなり，その岩相の変化は著しい。

その代表的試料の肉眼観察結果では，ミグマタイト及び片麻岩類は，灰緑色～灰黒色を呈し，石英，

長石、黒雲母などからなる片麻状組織を呈する。

鏡下の特徴：パリンプセスト組織、片麻状組織を呈し、構成鉱物は、斜長石20～40%、カリ長石5～30%、石英30～40%、黒雲母10～15%、白雲母3～5%で微量のジルコン、燐灰石、不透明鉱物などからなる。

斜長石は半自形板状を呈し、一部双晶が発達する。カリ長石は他形を呈し、一部カオリナイト化している。

石英はモザイク状をなし、波動消光を呈する場合が多い。黒雲母は濃褐色～緑褐色を呈し片状をなす。

石英粒と黒雲母は定方向配列をなして片麻状組織を構成する。部分的に原鉱物が置換された長石の残晶が認められることもある。

構造：カンブリア紀のミグマタイトは、NNE-S SW方向の片理、葉理面を有し、同方向の破砕帯、断層などの地質構造に一致する。

ii) カレドニア期片麻状花崗岩類

分布：海陵島中軸部、織簀から河北にかけての山岳部に分布する。

岩相：細粒黒雲母花崗岩、片麻状黒雲母花崗岩、ミグマタイト化黒雲母花崗岩などからなりその岩相の変化は著しい。

その代表的試料の肉眼観察結果では、花崗岩類は灰白色～淡黄褐色～灰緑色を呈し、片状組織ないし片麻状組織を呈する。

鏡下の特徴：鏡下では、細粒等粒状組織、片麻状組織を有し、構成鉱物は、カリ長石20～45%、斜長石20～35%、石英25～35%、黒雲母10～20%、白雲母1～5%でほかに微量のジルコン、ざくろ石、燐石灰などからなる。カリ長石は他形粒状を呈し、斜長石は半自形柱状を呈する。

石英は他形粒状を呈し、黒雲母は片状で褐緑色を呈する。一部の黒雲母は緑泥石に変質している。このほか、不透明鉱物とジルコンが微量認められる。

iii) 燕山期花崗岩類

分布：海陵島中軸部、河北地区に小岩体として分布する。

岩相：モンゾニ花崗岩、斑状カリ長石花崗岩、花崗閃緑岩等からなり、種々の岩相変化を有し、早期から晩期まで数期にわたる活動が知られている。

その代表的試料の肉眼観察結果では、岩石は灰白色～淡赤灰色を呈し、石英、カリ長石、斜長石、黒雲母、角閃石などからなる粒状組織を有する。

鏡下の特徴：鏡下では、斜長石20～40%、微斜長石30～50%、石英20～30%、黒雲母3～9%、角閃石1～2%、ほかに微量のチタン石、ジルコン、燐石灰、電気石、不透明鉱物などが認められる。斜長石は自形、短柱状を呈する。微斜長石は自形をなし一部絹雲母化、カオリナイト化している。石英は他形をなし、長石の粒間に分布し波動消光を示す。黒雲母、白雲母は片状をなし、角閃石は

柱状を呈する。

iv) Q₄ 層

分布及び層厚：調査地区の主として外洋に面した現世の海岸に沿って分布し、層厚1 mないし20m程度である。ボーリングの結果では、内海に面する平岡南部沿岸の陸上部にもQ₄層は認められたものの、大半シルト質層からなり、平岡南東部の一部以外、平岡南部沿岸には砂層の発達は認められなかった。

岩相：石英、長石質中粒～粗粒砂層からなり、一部シルト質頁岩を挟在する。中粒ないし粗粒砂層は、灰白色～灰褐色を呈し、膠結は弱く、一部では淘汰の悪いものも認められる。砂粒は石英、珪質岩片、長石、白雲母などからなる。

鏡下の特徴：碎屑物は石英 珪質岩片（粒径0.1～2 mm）、斜長石（0.2～0.8 mm）、黒雲母（0.1～0.3 mm）、白雲母（0.2～0.5 mm）、角閃石（0.1～0.9 mm）等のサブアンギュラーないしアンジュラー粒子よりなる。微量の珪線石、紅柱石、十字石、柘榴石、ジルコン、チタン石、不透明鉱物などを伴う。

陽江地区の中粒～粗粒砂の粒度分析の結果は、粒径 0.420～0.850 mm 程度のものが多く、淘汰もやや悪い。

(2) 岩石組成の概要

岩石の化学組成について室内試験を行った試料は、カンブリア紀ミグマタイト1個、カレドニア期花崗岩類2個、燕山期花崗岩類2個の合計5個である。表23にそれらの化学組成を示す。

この表よりSiO₂量は68～72%を示し、これらの岩石は花崗閃緑岩と花崗岩の中間的な値を有することが判る。

表24と図42にノルム鉱物計算を実施した結果を示す。

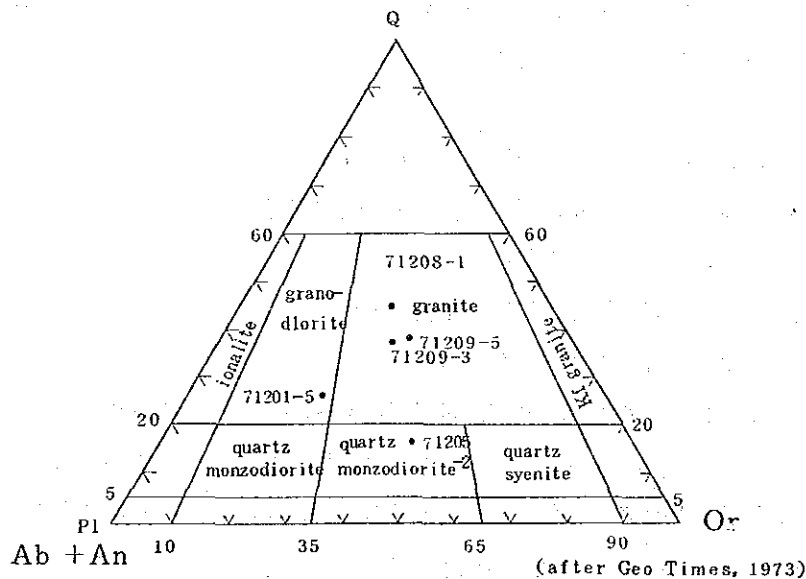


図42 貫入岩のノルムQ-(Ab + An) - Or 図

表23 陽江地区花崗岩類の岩石分析 (全岩分析) 結果

試料番号	71201-5	71205-2	71208-1	71209-3	71209-5
採取場所	海陵島 隣郊	程 村	上 洋	海陵島 草王ダム	平 崗
岩石名	燕山期 花崗岩	燕山期 花崗岩	カレドニア期 片麻状花崗岩	カレドニア期 片麻状花崗岩	カンブリア紀 ミグマタイト
	%	%	%	%	%
Si O ₂	69.39	62.29	69.36	73.60	71.64
Ti O ₂	0.333	0.267	0.667	0.117	0.409
Al ₂ O ₃	15.84	15.72	13.13	14.05	12.88
Fe ₂ O ₃	0.22	0.10	0.34	0.24	0.09
Fe O	2.00	2.1.43	5.05	1.80	3.79
Mn O	0.042	0.119	0.083	0.033	0.045
Mg O	0.67	0.18	3.84	0.21	2.14
Ca O	3.68	1.32	1.20	0.80	1.29
Na ₂ O	4.06	3.63	2.00	3.44	2.38
K ₂ O	2.94	6.77	3.12	4.41	4.28
P ₂ O ₅	0.108	0.046	0.121	0.118	0.092
H ₂ O*	0.50	0.29	0.90	0.50	0.52
CO ₂	0.20	0.11	0.17	0.09	0.09
LOS					
Total	99.953	99.272	99.981	99.408	99.646

表24 陽江地区花崗岩類のノルム鉱物計算

試料番号	71201-5	71205-2	71208-1	71209-3	71209-5
	%	%	%	%	%
Q (quartz)	24.82	16.43	34.18	33.69	32.86
C (corundum)	0	0.14	4.57	2.45	2.20
or (orthoclase)	17.38	40.01	18.44	26.06	25.29
ab (albite)	34.33	30.70	19.91	29.09	20.13
an (anorthite)	16.32	6.22	5.18	3.19	5.82
ne (nepheline)	0	0	0	0	0
wo (wollastonite)	0.51	0	0	0	0
en (enstatite)	0.18	0	0	0	0
di- fs (ferrosilite)	0.33	0	0	0	0
en (enstatite)	1.48	0.45	9.56	0.52	5.33
hy- fs (ferrosilite)	2.69	4.16	8.03	2.96	6.30
fo (forsterite)	0	0	0	0	0
ol- fa (fayalite)	0	0	0	0	0
mt (magnetite)	0.32	0.14	0.49	0.35	0.13
hm (hematite)	0	0	0	0	0
il (ilmenite)	0.63	0.51	1.27	0.23	0.78
tn (titanite)	0	0	0	0	0
ru (rutile)	0	0	0	0	0
ap (apatite)	0.26	0.12	0.28	0.28	0.21
Total	99.23	98.88	98.90	98.82	99.04

2-2-2 鉍床

陽江地区の鉍床は第四紀Q₁海成層中のモナザイト、ゼノタイム重砂鉍床が知られており、大小あわせて4個所において稼行されている。

鉍床はいずれも、外洋に面した海浜に存在し、中粒～粗粒の砂層に厚さ1m～3m程度でレンズ状の形状をなして存在する。

各鉍床の操業状況は以下のとおりである。

(1) 南山海採選鉍場（有色金属工業総公司所有）

・第1～第3選鉍場

・従業員数 約1000名

・鉍床（鉍区18km²）

i) 南山海鉍床

延長7.5 km, 幅1.4 km

鉍床の厚さ（地表からの平均厚さ）3.3 m, 比重1.5 として

概算埋蔵鉍量 5,200 万t (3,465 万m³)

可採鉍量（採掘実収率60%として）3,100 万t (2,079 万m³)

既生産量 約1,300 万t

品位 モナザイト 1,084g/m³

ゼノタイム（モナザイトの内数） 150g/m³

ジルコン 1,495g/m³

イルメナイト 1,386g/m³

ii) 河北鉍床

延長 1.5 km, 幅 0.4 km

鉍床の厚さ（地表から）3 m～8 m, 比重1.5 として

概算埋蔵鉍量 270 万t (180 万m³)～720 万t (480 万m³)

可採鉍量（採掘実収率60%として）162 万t (108 万m³)～432 万t (288 万m³)

品位 モナザイト 1,161g/m³

ゼノタイム（モナザイトの内数） 200g/m³

ジルコン 576g/m³

イルメナイト 1,174g/m³

・粗鉍生産

現在の海岸線に平行して分布する南山海鉍床に対し地表から深度3m～5mのピットを作り、ジェット・モニターで100万t/年採掘している。海水面以下の採掘ピットは滞水し、採掘は困難と考えられる。採掘した泥流はサンドポンプにて揚水し、スパイラル分離機2段（5台）によって重砂粗精鉍を採取している。採取跡にスパイラル分離磨石を放流（スパイラル分離機能力20,000t/月）

している。重砂粗精鉱は自然脱水したものを1t積トラクターにて第1・第3選鉱場に運搬している。

操業は1970年発見以降、1973年にはフル生産に入り、100万t/年の生産規模を維持している。

・選 鉱

スパイラル分離機によって処理された重砂粗精鉱は第1・第3選鉱場に於てテーブル選鉱機によりさらに精選されその精鉱は自然乾燥及び石炭炉による熱乾燥を実施している。

乾燥した重砂精鉱は第2選鉱場及び第1選鉱場に於て数段の磁選機によって処理され、イルメナイト精鉱、モナザイト精鉱、ゼノタイム精鉱、ルチル精鉱及びジルコン精鉱に分け採取されている。各精鉱の年生産量は、次のとおりである。

モナザイト 精鉱 (Re O 60%)	1,200t/年
ジルコン " (Zr ₂ O ₃ 65%)	5,000t/年
イルメナイト" (Ti O ₂ 48 ~50%)	8,000t/年
ルチル " (Ti O ₂ 87 %)	300t/年~350t/年
ゼノタイム "	250t/年~300t/年

・電力事情

0.5 ~0.8 百万kwh /月の電力を使用、単価0.3 元/kwh (12円/kwh)

(2) 白社重砂鉱床(個人)

海陵島南東部白社村海岸に位置する1.7 kmの海岸線沿いに、間隔約200 mで直径50m程度のピットが2個所あり、うち1ヶ所にてネコ流しにて採掘中である。他のピットにはスパイラル分離機(70t/月)が1台あるが休止中である。

ネコ流しは3組(6台)によって操業している。従業員は15人で、生産量は3t/日である。

採掘中のピットの 高品位部には、下図のように地表下2 mから厚さ1 m程の高品位縞状鉱床が認められる。

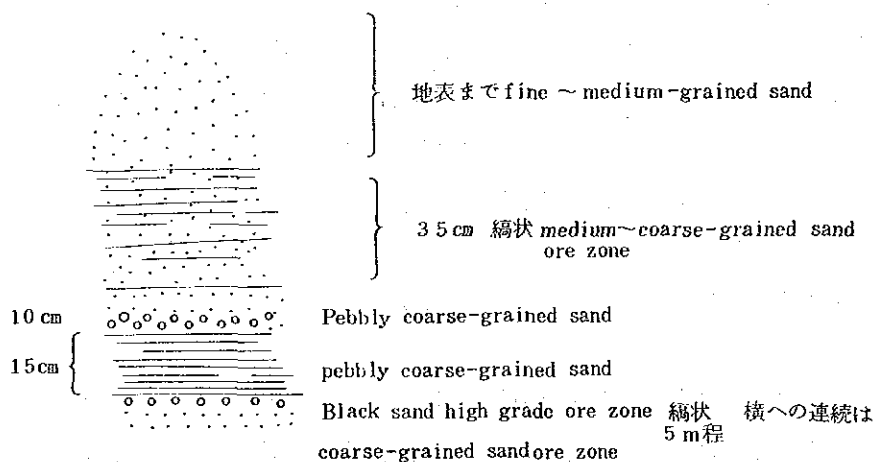


図43 白社重砂鉱床高品位部スケッチ

礫質砂層は、円磨度の高い石英ないし珪質岩粒子からなる。

(3) 大角環海岸重砂鉱床（個人）

2 kmの海岸線沿いに、海岸から内側50 mに直径20 mのピットが500 mの間隔で、2 箇所ある。それぞれ、スパイラル分離機（70t /月）が設置されているが、現在休止中である。重砂の存在は採掘ピットの壁に水平方向5 m程にわたって観察が可能であるが水平方向への連続性はあまり良くないように観察された。高品位部は幅20 cm ～ 30 cmの縞状をなして存在すると考えられ、それらは中粒～粗粒砂の黄褐色石英砂中にある。

(4) 面前海東頭村西部重砂鉱床（個人）

海岸から約1 km内側に位置し、標高5 m ～ 10 mの風成層の下部で採掘されている。ピットは2 箇所あり、スパイラル分離機（50t /月）1 台を設置しているが、現在休止中である。

ピットの間隔は約100 m程度である。

4 人ないし5 人の従業員により2 t /日程度の粗精鉱を生産したという。

なお、中方からデータの得られなかった白社及び大角環の両鉱床に関し、今回の調査で採取した試料の分析結果では、粗鉱の重鉱物品位は表25のとおりである。

表25 陽江地区白社鉱床及び大角環鉱床重鉱物品位 (g /m³)

	モナザイト	ジルコン	ゼノタイム	ルチル	イルメナイト
白社	① 807	897	348	2,313	12,280
	② 21,991	16,536	5,755	17,785	146,617 (高品位部)
大角環	8,947	10,898	3,255	2,188	25,487

第3章 測線地質調査（路線地質調査）

東里地区の5測線について実施した測線地質調査のルートマップ（縮尺1/5,000）は、付帯資料に示すとおりである。

東里半島及び新寮島内の測線は、第四紀Q₄層の海成層及び風成層中を通り、付近一帯は、水田、畑、防風林、蝦養殖場など、土地利用が高度に進んでおり、一般的に地質精査の効果は少なかったものの、雷州半島海岸部における第四系の地質関係が明確になり、縮尺1/50,000の地質図作成に有効な手段となった。

各々の測線沿いの地質断面はボーリング探鉱の結果をも加味し作成した（付図12）。

第4章 鈹床起源岩調査

今回の調査の主要目的の一つである重砂鈹床の起源岩解明及び鈹床生成機構解明をはかるために、調査前に、既知鈹床の重鈹物6種（イルメナイト、磁鉄鈹、ルチル、ジルコン、モナザイト、ゼノタイム）の鈹物量比と起源岩中の重鈹物の量比に近似関係が存在するとの作業仮説を設定し、それを立証することにより重砂鈹床の起源岩を明確にしようと考えた。

そのために、鈹床の後背地から採取した岩石類の人工重砂分析結果を解析すると同時に、調査地区の河川砂及び海浜砂をできるだけ多地点において採取し、それらに含まれる重鈹物の量比を測定し、さらに、これらの砂の粒度分析を実施した。

4-1 河川砂及び海浜砂のサンプリング

4-1-1 東里地区

調査地区には数10km以上の延長を持つ河川は認められず、河川幅数mのいくつかの小河川が玄武岩台地から流下しており、それらの河川においてハンドオーガーを使用して河川砂試料を採取した。しかし、河岸に砂層が露出する場合はほとんどなく両岸に作られている水田から採取する場合が大半であり、この場合には普通地表から粘土であるため、その下部に砂層の存在する場合にのみ、採取できた。この場合でも地下水面が浅い場合はハンドオーガー（深度2mまで掘進可能）による砂試料の採取は困難で完全なサンプリングとはいえない場合が多かった。

海浜砂・風成砂のサンプリングは同様にハンドオーガーを使用した。所によってはスコップによりピットを掘り、試料を採取した。

採取した試料はすべて東里キャンプにてその重量と容量をそれぞれバネ秤及びメスシリンダーによって測定し、見掛比重を求めたのち、中方に重鈹物分析試料として分析を依頼した。採取試料個数は合計39個である（表26）。

4-1-2 陽江地区

東里地区と同様の目的で河川砂、海浜砂の試料採取をハンドオーガーを使用して実施した。平岡周辺、海陵島周辺、溪頭周辺、南山海周辺の河川においては東里地区と同様の小河川が多く、採取に当たっては東里地区と同様に地下水面が浅いこと、及び浅い場所には砂層が無いという問題があった。

一方、調査地区の大陸側には河川長数100 km、河川幅数10mないし数100 mに達する大河が存在しており、これらの河川での砂試料は主として河岸の砂層から採取した。海浜砂及び風成砂はハンドオーガー、又はスコップによる採取を行った。採取した試料は東里キャンプに持ち帰り、東里地区の試料と同様に重量及び容量を測定し、見掛比重を求めたのち、中方に重鈹物分析を依頼した。

採取試料個数は合計33個である（表27）。

表26 東里地区起源岩調査河川砂及び海浜砂分析結果 (上段;重砂分析値(g), 下段;重量百分率(%))

Sample No.	Ilmenite	Magnetite	Zircon	Rutile	Monazite	Xenotime	Total
71028-1	0.121 51.9	0.040 17.2	0.010 4.3	0.060 25.8	0.001 0.4	0.001 0.4	0.233 100.0
71028-3	0.061 55.5	0.020 18.2	0.020 18.2	0.007 6.4	- -	0.002 1.8	0.110 100.1
71028-5	0.190 64.4	0.005 1.7	0.080 27.1	0.005 1.7	0.010 3.4	0.005 1.7	0.295 100.0
71029-1	2.410 92.5	0.010 0.4	0.100 3.8	0.080 3.1	0.005 0.2	0.001 0.04	2.606 100.1
71029-2	8.270 98.6	0.040 0.5	0.060 0.7	0.006 0.1	0.008 0.1	0.002 0.02	8.386 100.1
71029-4	1.580 99.7	- -	0.003 0.2	0.001 0.1	- -	- -	1.584 100.0
71029-5	1.340 61.2	0.030 1.4	0.490 22.4	0.200 9.1	0.060 2.7	0.070 3.2	2.19 100.0
71030-1	1.540 61.8	0.020 0.8	0.350 14.0	0.570 22.9	0.010 0.4	0.003 0.1	2.493 100.0
71030-2	2.150 64.4	0.010 0.3	0.290 8.7	0.840 25.2	0.040 1.2	0.009 0.3	3.339 100.1
71031-3	6.100 90.7	0.130 1.9	0.250 3.7	0.240 3.6	0.004 0.1	0.001 0.01	6.725 100.0
71031-4	0.030 33.0	0.050 54.9	0.009 9.9	0.002 2.2	- -	- -	0.091 100.0
71031-5	1.020 66.5	0.020 1.3	0.360 23.5	0.100 6.5	0.030 2.0	0.003 0.2	1.533 100.0
71102-2	9.883 97.4	0.005 0.1	0.200 2.0	0.060 0.6	0.0005 -	0.0005 -	10.149 100.1
71102-3	0.242 78.8	0.008 2.6	0.040 13.0	0.010 3.3	0.0025 0.8	0.0045 1.5	0.307 100.0

②

Sample No.	Ilmenite	Magnetite	Zircon	Rutile	Monazite	Xenotime	Total
71103-1	0.480 52.6	0.020 2.2	0.200 21.9	0.200 21.9	0.010 1.1	0.002 0.2	0.912 99.9
71103-2	0.770 61.3	0.020 1.6	0.100 8.0	0.350 27.8	0.010 0.8	0.007 0.6	1.257 100.1
71103-3	9.140 69.4	0.002 -	2.980 22.6	0.970 7.4	0.008 0.1	0.074 0.6	13.174 100.1
71103-4	30.770 66.8	0.060 0.1	8.620 18.7	6.110 13.3	0.400 0.9	0.120 0.3	46.08 100.1
71103-5	3.040 71.4	0.050 1.2	0.880 20.7	0.230 5.4	0.040 0.9	0.020 0.5	4.26 100.1
71103-6	1.475 55.3	0.040 1.5	0.970 36.3	0.170 6.4	0.004 0.1	0.010 0.4	2.669 100.0
71103-7	3.060 76.0	0.150 3.7	0.570 14.2	0.200 5.0	0.040 1.0	0.004 0.1	4.024 100.0
71104-1	17.750 65.8	0.060 0.2	4.200 15.6	4.740 17.6	0.160 0.6	0.050 0.2	26.96 100.0
71104-2	6.380 73.1	0.110 1.3	1.260 14.4	0.710 8.1	0.150 1.7	0.120 1.4	8.73 100.0
71104-4	6.210 64.4	0.060 0.6	1.550 16.1	1.600 16.6	0.170 1.8	0.060 0.6	9.65 100.1
71105-1	11.950 64.9	- -	2.870 15.6	3.470 18.8	0.090 0.5	0.038 0.2	18.418 100.0
71106-1	3.760 68.6	- -	0.900 16.4	0.760 13.9	0.060 1.1	0.002 0.04	5.482 100.0
71106-2	2.560 62.0	- -	0.760 18.4	0.780 18.9	0.020 0.5	0.008 0.2	4.128 100.0
71106-3	6.330 63.8	- -	1.320 13.3	2.150 21.7	0.090 0.9	0.028 0.3	9.918 100.0

③

Sample No.	Ilmenite	Magnetite	Zircon	Rutile	Monazite	Xenotime	Total
71107-3	12.430	0.044	3.410	3.290	0.100	0.009	19.283
	64.5	0.2	17.7	17.1	0.5	0.05	100.05
71110-4	1.450	-	0.480	0.008	0.001	0.003	1.942
	74.7	-	24.7	0.4	0.05	0.2	100.05
71112-1	25.810	0.660	2.680	3.540	0.270	0.110	33.070
	78.0	2.0	8.1	10.7	0.8	0.3	99.9
71113-2	15.370	0.080	5.090	3.940	0.170	0.032	24.682
	62.3	0.3	20.6	16.0	0.7	0.1	100.0
71113-3	3.950	0.006	0.870	0.500	0.024	0.022	5.372
	73.5	0.1	16.2	9.3	0.4	0.4	99.9
71114-4	5.420	-	0.620	0.095	0.083	0.067	6.285
	86.2	-	9.9	1.5	1.3	1.1	100.0
71116-1	0.960	0.012	0.310	0.130	0.005	0.014	1.431
	67.1	0.8	21.7	9.1	0.3	1.0	100.0
71118-1	10.640	0.137	2.490	1.880	0.130	0.004	15.281
	69.6	0.9	16.3	12.3	0.9	0.03	100.03
71121-1	28.540	0.226	4.120	5.402	0.130	0.020	38.438
	74.2	0.6	10.7	14.1	0.3	0.1	100.0
71028-6	460	0.001	0.026	0.010	0.001	0.001	499
	92.2	0.2	5.2	2.0	0.2	0.2	100.0
71031-2	0.035	0.001	0.003	0.002	0.002	0.002	45
	77.8	2.2	6.7	4.4	4.4	4.4	99.9

表27 陽江地区起源岩調査河川砂及び海浜砂分析結果 (上段; 重砂分析値(g), 下段; 重量百分率(%))

Sample No.	Ilmenite	Magnetite	Zircon	Rutile	Monazite	Xenotime	Total
71201-2	0.254 13.3	0.031 1.6	0.261 13.7	0.013 0.7	0.683 35.8	0.664 34.8	1906 99.9
71201-3	123.690 50.1	0.548 0.2	52.888 21.4	10.616 4.3	43.420 17.6	15.796 6.4	246.958 100.0
71201-6	2.381 58.5	- -	0.950 23.3	0.213 5.2	0.478 11.7	0.048 1.2	4.070 99.9
71202-1	1.262 57.1	0.002 0.1	0.486 22.0	0.148 6.7	0.226 10.2	0.086 3.9	2.210 100.0
71202-2	0.861 55.4	0.021 1.4	0.271 17.4	0.229 14.7	0.125 8.0	0.048 3.1	1.555 100.0
71202-3	15.013 54.9	0.116 0.4	5.586 20.4	3.877 14.2	1.966 7.2	0.765 2.8	27.323 99.9
71202-4	7.534 54.2	0.013 0.1	3.466 24.9	2.097 15.1	0.506 3.6	0.296 2.1	13.912 100.0
71202-5	638.400 68.3	15.048 1.6	75.072 8.0	80.744 8.6	99.840 10.7	26.128 2.8	935.239 100.0
71202-6	48.960 73.0	0.716 1.1	3.578 5.3	9.223 13.7	3.219 4.8	1.389 2.1	67.085 100.0
71202-7	17.900 86.8	0.041 0.2	2.078 10.1	0.021 0.1	0.524 2.5	0.054 0.3	20.618 100.0
71203-1	1.857 49.2	0.010 0.3	1.072 28.4	0.177 4.7	0.489 12.9	0.173 4.6	3.778 100.1
71203-2	1.200 52.3	0.182 7.9	0.771 33.6	0.045 2.1	0.093 4.1	0.003 0.1	2.294 100.1
71203-3	0.778 45.5	0.121 7.1	0.459 26.8	0.049 2.9	0.222 13.0	0.081 4.7	1.710 100.0
71203-6	6.050 62.4	0.067 0.7	1.155 11.9	0.237 2.4	2.067 21.3	0.118 1.2	9.694 99.9

②

Sample No.	Ilmenite	Magnetite	Zircon	Rutile	Monazite	Xenotime	Total
71203-8	3.480	0.396	2.714	0.573	0.564	0.022	7.749
	44.9	5.1	35.0	7.4	7.3	0.3	100.0
71204-1	0.012	-	-	-	0.001	0.001	0.014
	85.7	-	-	-	7.1	7.1	99.9
71204-2	1.377	0.118	0.508	0.346	0.078	0.048	2.475
	55.6	4.8	20.5	14.0	3.2	1.9	100.0
71204-4	0.455	0.014	0.830	0.005	0.576	0.033	1.913
	23.8	0.7	43.4	0.3	30.1	1.7	100.0
71204-5	0.621	0.029	0.394	0.111	0.114	0.018	1.287
	48.3	2.3	30.6	8.6	8.9	1.4	100.1
71205-5	0.866	0.053	0.222	0.264	0.119	0.021	1.545
	56.1	3.4	14.4	17.1	7.7	1.4	100.1
71205-6	0.398	0.033	0.562	0.012	0.237	0.080	1.322
	30.1	2.5	42.5	0.9	17.9	6.1	100.0
71207-1	0.462	0.065	2.021	-	0.612	0.246	3.406
	13.6	1.9	59.3	-	18.0	7.2	100.0
71207-2	0.337	0.010	0.545	0.026	0.369	0.058	1.345
	25.1	0.7	40.5	1.9	27.4	4.3	99.9
71207-4	0.579	0.003	0.814	0.003	0.295	0.214	1.908
	30.3	0.2	42.7	0.2	15.5	11.2	100.1
71207-5	1.333	0.001	2.186	0.161	0.292	0.152	4.125
	32.3	0.02	53.0	3.9	7.1	3.7	100.0
71207-6	1.095	-	0.752	0.178	0.136	0.049	2.210
	49.5	-	34.0	8.1	6.2	2.2	100.0
71208-2	0.375	-	0.292	0.009	0.415	0.087	1.178
	31.8	-	24.8	0.8	35.2	7.4	100.0
71208-3	2.815	0.010	0.918	0.007	0.140	0.018	3.908
	72.0	0.3	23.5	0.2	3.6	0.5	100.1

4-2 鉱床近傍及び後背地の岩石のサンプリング

4-2-1 東里地区

鉱床起源岩調査を目的に、地質調査と並行して、主として後背地の玄武岩の試料採取を行なった。玄武岩台地は前述のように著しいラテライト化作用を受けているが、現地では、このラテライト表土をはぎとって玄武岩を石材として採掘している所が多く、後背地のいたるところに小規模の石材切出し場が存在している。

今回の調査は、その石材切出し場から試料を採取したために、比較的容易に新鮮な岩石片の試料を得ることができた。

これらの採取岩石試料は、人工重砂分析、岩石薄片鑑定、全岩分析等の室内試験に供された。

採取岩石試料は計15個である。

4-2-2 陽江地区

東里地区と同様、起源岩調査を目的に、カンブリア紀ミグマタイト、カレドニア期片麻状花崗岩及び燕山期花崗岩類の試料採取を行った。

当地域の岩石類も、一般的に表面は著しいマサ状風化現地堆積物になっているが、東里地区と同様、花崗岩類は石材として利用されていることから、その石材切り出し場から新鮮な岩石片の試料を得ることができた。

採取岩石試料は計16個である。

4-3 解析結果及びその検討

一般的に岩石中、特に、火成岩中に含まれる鉱物の組合せは、その火成岩の種類によって特徴をもつことが知られている。特に有価な重鉱物の組合せは、その火成岩の種類に係る(表28)。一方、岩石が風化作用を受け、壊される過程において、岩石を構成する鉱物の変化に対する安定度は大きく大別し、

(1) 化学的風化(風化、ラテライト化など)に対する安定度

(2) 機械的風化に対する安定度

に分けて考えることができる。

種々の造岩鉱物、有価重鉱物の化学的安定度及び機械的安定度は、E. H. Macdonaldによると表29のとおりである。

また、今回の調査地区において対象とした重鉱物の比重、硬度(モース)は表30のとおりである。

表28 火成岩の随伴鉱物一覽

Igneous Rocks and Related Mineral Associations

Source rocks	Usefull minerals	Accessory minerals
Granitoids	ilmenite, rutile, zircon, beryl, monazite, xenotime	garnet, magnetite, sphane, apatite, pyroxenes, hornblenes
Granites with pegmatoids	cassiterite, wolframite, topaz, tantalite, columbite, thorite, beryl, monazite, xenotime	fluorite, tourmaline, lepidolite
Granites with skarn	magnetite, scheelite, cassiterite	garnet(zonal tex), wollastonite, vesuvianite, diopside, hedenburgite, actinolite, tremolite, datolite, scapolite
Acidic intrusives with hydrothermal ore deposits	gold, cinnabar, wolframite, cassiterite, sheelite	barite, siderite
Alkaline granites-syenites	rutile, ilmenite, zircon, baddeleyite, monazite, columbite, corundum	magnetite, apatite, allanite, garnet, eudialyte, loparite, leucoxene, aegirine augite, titanite, pyroxenes
Gabbros-diabases	ilmenite, leucoxene, Timagnetite	diopside, augite, hypersthene, hornblende, apatite
Serpentinites, dunites, peridotites, pyroxentites, hornblendites	platinum, iridosmine, Ti-magnetite, diamond, rutile	olivine, bronzite, diopside, augite, chromium spinel, magnetite, garnet, hornblende, phlogopite, orthopyroxene
Ultramafic-alkaline complex with cabonatites	pyrochlore, apatite, Ti-magnetite, ilmanite	magnetite, allanite, olivine, sphane, Ti-augite, phlogopite, perovskite, anatase, spinel, hornblende, zircon, baddeleyite, monazite

by 地質調査所

表29 鉱物の風化安定度

Alluvial Mining
by E. H. Macdonald

(1) 化学的風化安定度

Table 2.3

Placer sediments and sedimentation
(Common minerals in order of susceptibility to chemical weathering)

↓ Decreasing temperature of crystallization ↑ Increasing susceptibility to weathering	Olivine $(Mg, Fe)_2SiO$	Calc. Plagioclase $CaAl_2Si_2O_8$	Gabbroic
	Augite $Ca(Mg, Fe, Al)(Al, Si)_2O_6$	Cal. Soda Plagioclase $(Ca, Na)(Al, Si)_4O_8$	Dioritic
	Hornblende $Ca_2(Mg, Al)_4(Al, Si)_8O_{22}(OH)_2$	Soda Calc. Plagioclase $(Na, Ca)(Al, Si)_4O_8$	
	Biotite $K(Mg, Fe)_3Al, Si_3O_{10}(OH)_2$	Soda plagioclase Na, Al, Si_3O_8	
	Orthoclase $KAlSi_3O_8$		
	Muscovite $KAl_2Si_3O_{10}(OH)_2$		Granitic
	Quartz SiO_2		

(2) 機械的風化安定度

Table 2.5

Placer sediments and sedimentation
(General order of increasing resistance to mechanical wear of common placer minerals)

Economic minerals	Non-economic minerals
Wolframite	Pyrite
Cassiterite	Fluorite
Columbite	Enstatite
Tantalite	Augite
Gold	Apatite
Monazite	Olivine
Kyanite	Hornblende
Haematite	Garnet
Zircon	Staurolite
Rutile	Tourmaline
Ilmenite	Quartz
Diamonds (gem quality)	

It will be noted that while olivine is the most chemically unstable mineral described in Table 2.3 it is intermediate in its resistance to impact forces and abrasion.

表30 重鉱物の比重及び硬度

鉱物名	比 重	硬度 (モース)
モナザイト	5.0~5.3	5~5.5
ジルコン	4.7	7.5
イルメナイト	4.8	5~6
ルチル	4.2	6~6.7
ゼノタイム	4.6	4~5
磁鉄鉱	5.9	6

河川の侵蝕力に関しては、岩石、鉱物の比重が同じであれば、流速が2倍になった場合、水中を動ける岩片の直径は4倍になるといわれている。

上記のことがらから、この地区に分布する重鉱物（磁鉄鉱、ジルコン、イルメナイト、ルチル及びゼノタイム）は、源岩の風化、破碎、運搬、堆積の過程で、ほぼ同様の動向を示すものと考えられる。したがって、もし、起源岩中に重鉱物がある組合せで、しかもある量比で存在しており、それらの岩石が、風化→破碎→運搬→堆積の進化を受けたときに、その各異なる進化の過程において適当なサンプリングができ、しかも、それらの砂試料の分析結果によって、その鉱物組合せ及び量比が源岩と近似することの証明が得られれば、堆積物、すなわち重砂鉱床の起源岩を堆論でき得るとの作業仮説を設定し、この考え方を立証することを先ず第1の目的として作業を遂行した。

起源岩調査のサンプリング位置は、東里地区、陽江地区それぞれ付図13-(1)及び付図13-(2)のとおりである。さらに、それぞれの試料について、中方によって重砂分析及び粒度分析を実施した結果は表26、表27及び巻末資料10・11・12に示すとおりである。なお、東里地区については調査に先立って中方から提供された地質図中に記載されていた重砂分析値、計209個も検討資料として使用した（イルメナイト、磁鉄鉱、ジルコン、モナザイトの4鉱物）。

4-3-1 東里地区

中方によって重砂分析された重鉱物種はイルメナイト、磁鉄鉱、ジルコン、ルチル、モナザイト、ゼノタイムの6種であり、それぞれの試料中（計39個）の各重鉱物の重量比をもとに、各重鉱物間の相関係数をコンピュータによって求めた結果が表31-(1)である。この結果を利用し重鉱物間のデンドログラムを作成すると図44-(1)のようになる。

表31-(1) 東里地区—2種の重鉍物品位に関する相関係数

	Ilmenite	Magnetite	Zircon	Rutile	Monazite	Xenotime
Ilmenite	1	-0.5308	-0.5511	-0.5202	-0.1141	-0.0878
Magnetite		1	-0.1119	-0.1039	-0.1280	-0.0162
Zircon			1	0.0824	0.0776	-0.0147
Rutile				1	-0.1193	-0.2131
Monazite					1	0.8734
Xenotime						1

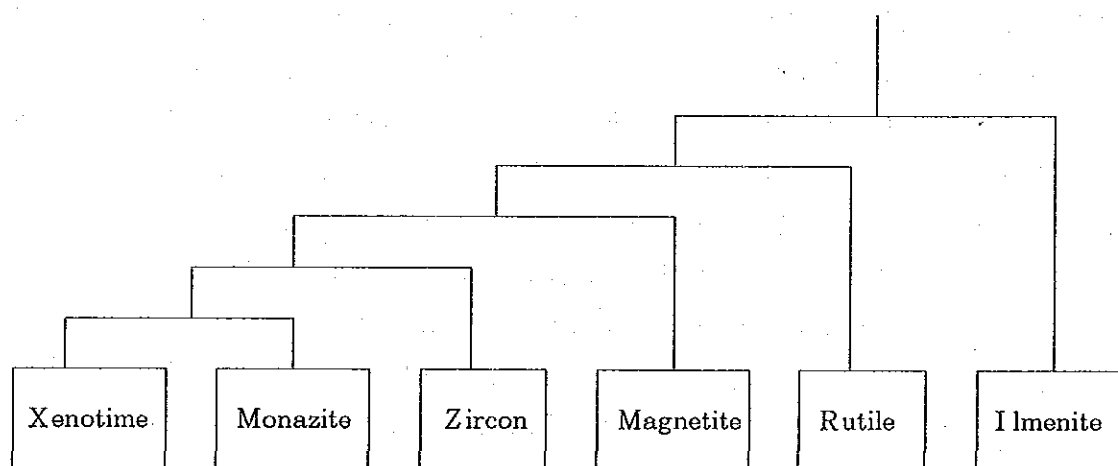


図44-(1) 東里地区重鉍物のデンドログラム

同様に東里地区には既に中方の手により採取され分析された前述の209個の分析があり、それらの4種の重鉍物間の相関係数は表31-(2)のように求められ、また、重鉍物のデンドログラムは図44-(2)のとおりになる。

表31-(2) 東里地区一 2種の重鉱物品位に関する相関係数 (中方既存分析値による)

	Ilmenite	Magnetite	Zircon	Rutile	Monazite	Xenotime
Ilmenite	1	-0.6607	-0.3965		-0.2653	
Magnetite		1	-0.4206		-0.2603	
Zircon			1		0.5357	
Rutile						
Monazite					1	
Xenotime						

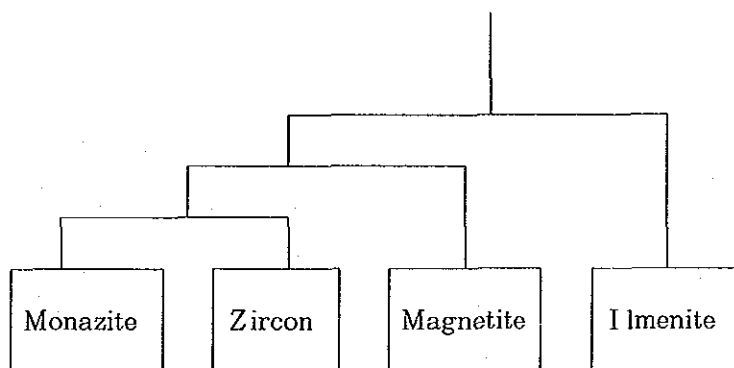


図44-(2) 東里地区重鉱物のデンドログラム (中方既存分析値による)

これらの結果から、東里地区においては、ゼノタイムとモナザイトは非常に親密な関係を有する。すなわち、モナザイトが増加すればゼノタイムも増加する。イルメナイトと磁鉄鉱はお互いに負の相関を有する。すなわち、イルメナイトが増加すると磁鉄鉱が減少するという関係を有する。

また、イルメナイトとルチル、イルメナイトとジルコンも同様に負の相関を有するということが判明した。さらに、ゼノタイム、モナザイトのグループとイルメナイトが一番遠い関係であるということが判明した。一方6種の重鉱物の中で3種の重鉱物を取上げてそれぞれの重量比を表示した三角ダイヤグラムを作ると20とおりの組合せが考えられる。

先に分析した2つの重鉱物間の相関係数及びデンドログラムを参考にする、重鉱物相互間の関係の特徴を浮き出させるためには、I (イルメナイト、磁鉄鉱、モナザイト)、II (イルメナイト、ルチ

ル, モナザイト), III (イルメナイト, ジルコン, モナザイト), IV (ジルコン, ルチル, モナザイト), V (イルメナイト, 磁鉄鉱, ジルコン), VI (イルメナイト, ジルコン, ルチル), VII (磁鉄鉱, ルチル, モナザイト) の各組合せで試料の各採取地区別に重量比をプロットするのが有効と考え, これらを図45の三角ダイヤグラムに示した。同様に中方のデータについて I, IV, V の組合せを三角ダイヤグラムにプロットしたものが, 図46である。

中方が実施した3個の玄武岩試料(71028-8, 71102-1及び71104-3)の人工重砂分析結果のうち, これら6種の重鉱物に関する結果は表32のとおりである。分析結果は, 必ずしもその含有量を定量的に表示していないが, ジルコンについては粒子のサイズを検鏡の結果から算出しその重量を仮定した。これにより, V (イルメナイト, 磁鉄鉱, ジルコン) の組合せを算出しそれぞれのダイヤグラムにプロットすると, 採取した玄武岩はそれぞれイルメナイト, 磁鉄鉱の量比が50%ないし63%のものでジルコンの量は少ないことが判る。

表32 東里地区玄武岩人工重砂分析結果

重鉱物名	71028-8		71102-1		71104-3		備 考
イルメナイト	- 1.37%	47.7%	0.060g 0.0024 % 1.71%	63.1%	- 1.45%	49.1%	分析結果 推定値 *1
磁鉄鉱	1~2 % 1.5 %	52.2%	25.4g 1 % 1.0 %	36.8%	1~2 % 1.5 %	50.8%	分析結果 推定値 *2
ジルコン	15粒 $9 \times 10^{-8}g$	0.1%	0.001g 0.001g	0.1%	8粒 $4.82 \times 10^{-8}g$	0.1%	分析結果 推定値 *3
ルチル	-		0.001g		-		分析結果
モナザイト	3粒		微量		-		分析結果
ゼノタイム	--		--		-		分析結果
岩石重量	2.85kg		2.55kg		1.80kg		
品位率	4.3×10^{-3} S. I. ユニット		7.1×10^{-3} S. I. ユニット		1.8×10^{-3} S. I. ユニット		*1 全岩分析値より算出 *2 人工重砂分析値を使用 *3 粒子サイズより推定

東里地区には、玄武岩台地から流下する大河は存在しないものの、小河川がそれぞれ東里半島、新寮島の後背地にみとめられ、必ずしも満足の行くサンプリングではなかったが一応上流から下流に向い系統的に試料採取した。それぞれの分析値を示したものが表33であり、イルメナイトの量比が上流から下流に向かい減少し、その反面、ジルコンが海浜に至って初めて増加していることが判る。

それぞれの値をイルメナイト-磁鉄鉱-ジルコンの三角ダイアグラムにプロットしたものは図45-vに示してある。

また、後背地の河川で唯一磁鉄鉱の量比の多い試料が採取されているのは71031-4であり、この採取地付近の玄武岩は高磁性を示している (6.4×10^{-3} S. I. unit, 図36)。

東里地区の重砂鉱床の起源岩は、仮説と異なり、下流に運搬されるに従って、イルメナイトの量比が減少し海浜でジルコンの量比が増加することが判明し、後背地に広がる玄武岩の特性に従ってイルメナイトに富むものと磁鉄鉱に富むものとに分れることが推定される。一方、重鉱物間の相関関係からモナザイトとゼノタイムが一番近い関係にあり、ほぼそのグループに近いジルコンは前述のとおり海浜で増加することから、これら3種の重鉱物は玄武岩からもたされたのではないことが推定される。

表33 東里地区河川砂及び海浜の重鉱物量比の変化

サンプル番号	採取位置	記号	イルメナイト	マグネタイト	ジルコン	ルチル	モナザイト	ゼノタイム	河川位置
71031-3	東里 溪南ダム西南	a	90.7%	1.9%	3.7%	3.6%	0.1%	-	上流
71103-7	東里 北西	b	76.0%	3.7%	14.2%	5.0%	1.0%	0.1%	↓ 海浜
71104-4	東里 西	c	64.4%	0.6%	16.1%	16.6%	1.8%	0.6%	
71105-1	東里 100-3-4	d	64.9%	-	15.6%	18.8%	0.5%	0.2%	
71112-1	錦和北	e	78.0%	2.0%	8.1%	10.7%	0.8%	0.3%	上流
71104-1	新寮島 西海岸	f	65.8%	0.2%	15.6%	17.6%	0.6%	0.2%	↓ 海浜
71031-4	課堂		33.0%	54.9%	9.9%	2.0%	-	-	小河川

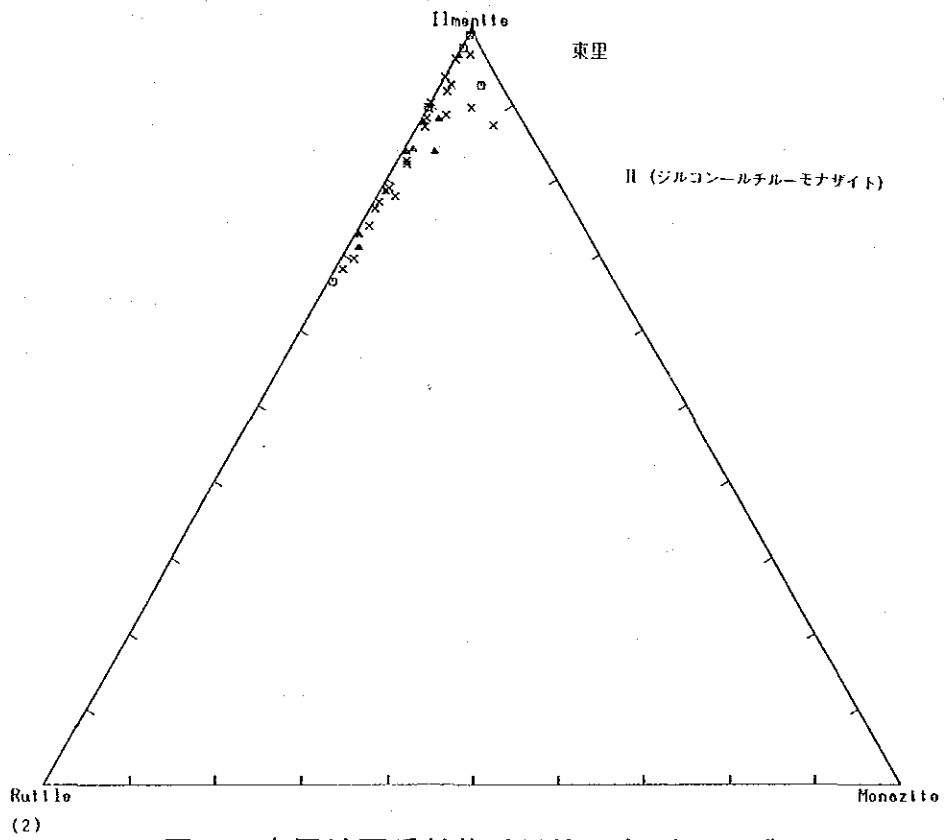
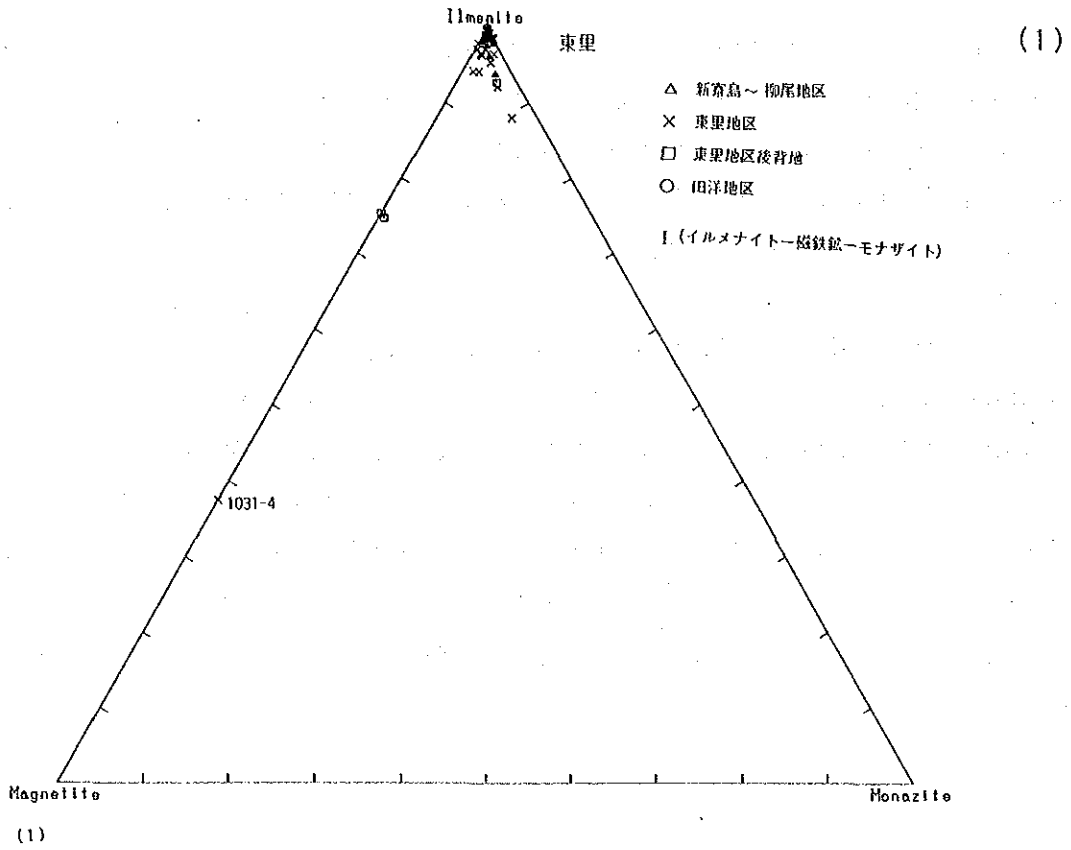
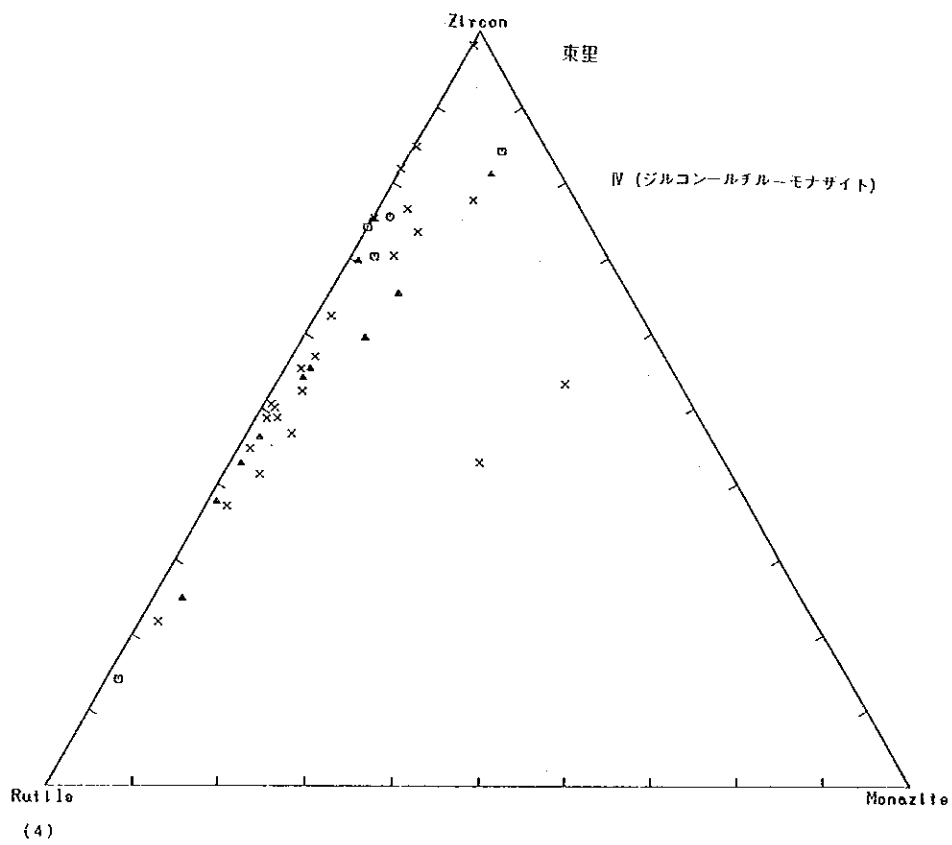
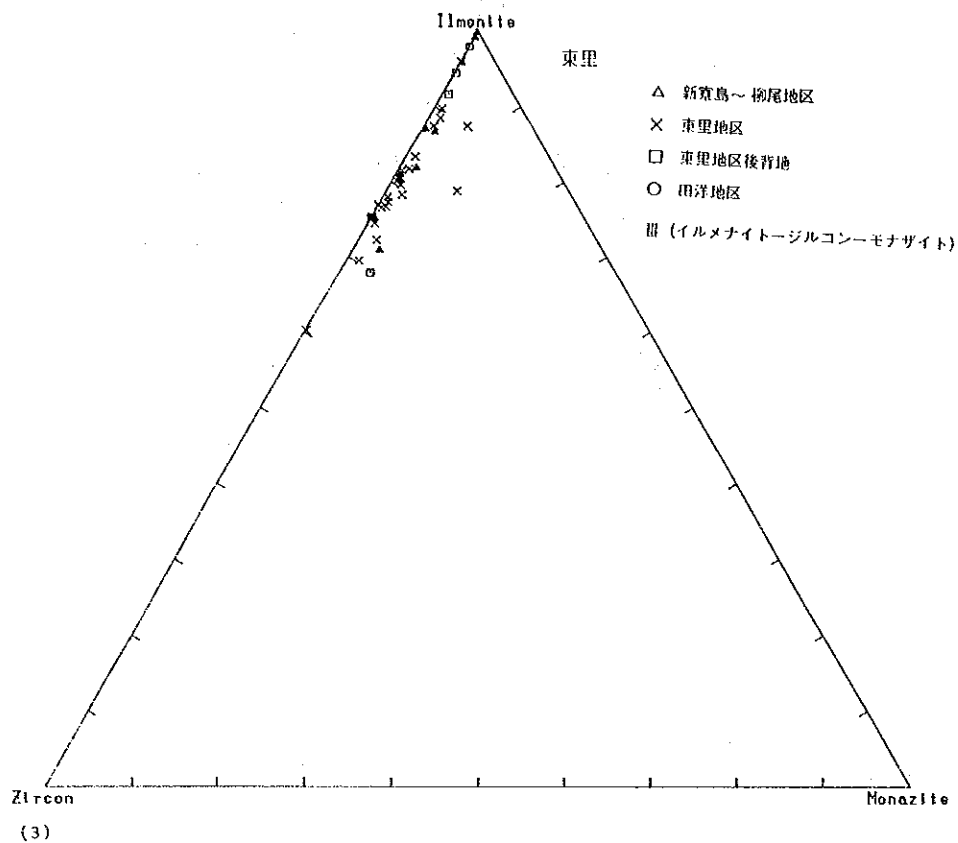
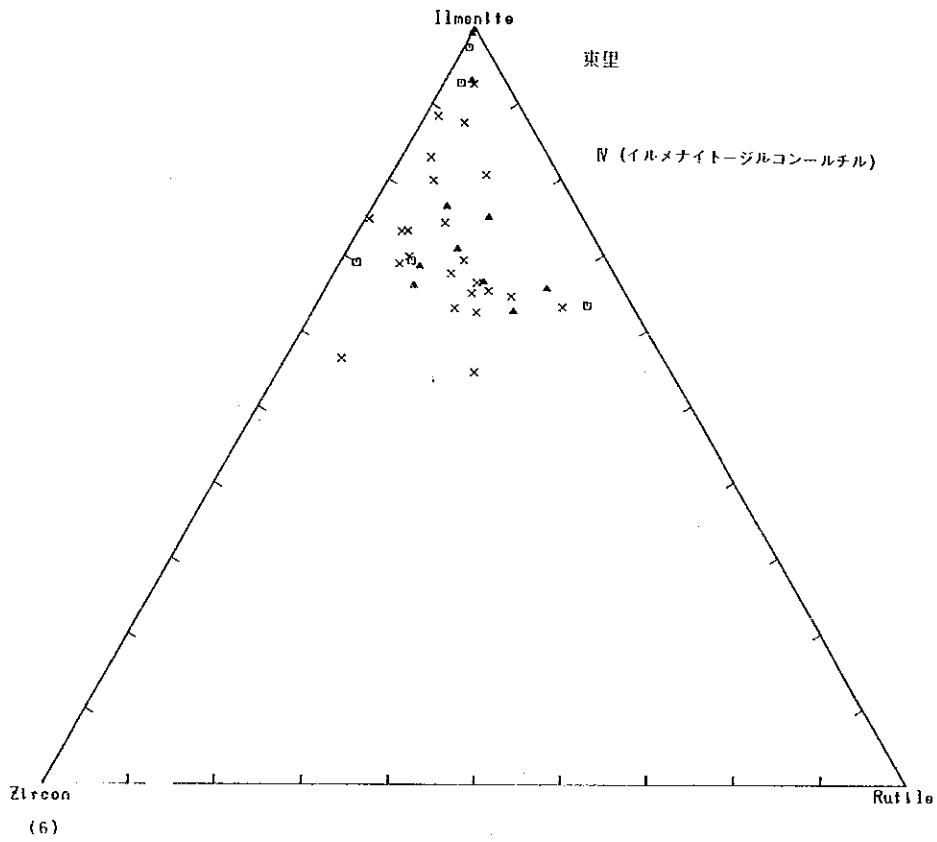
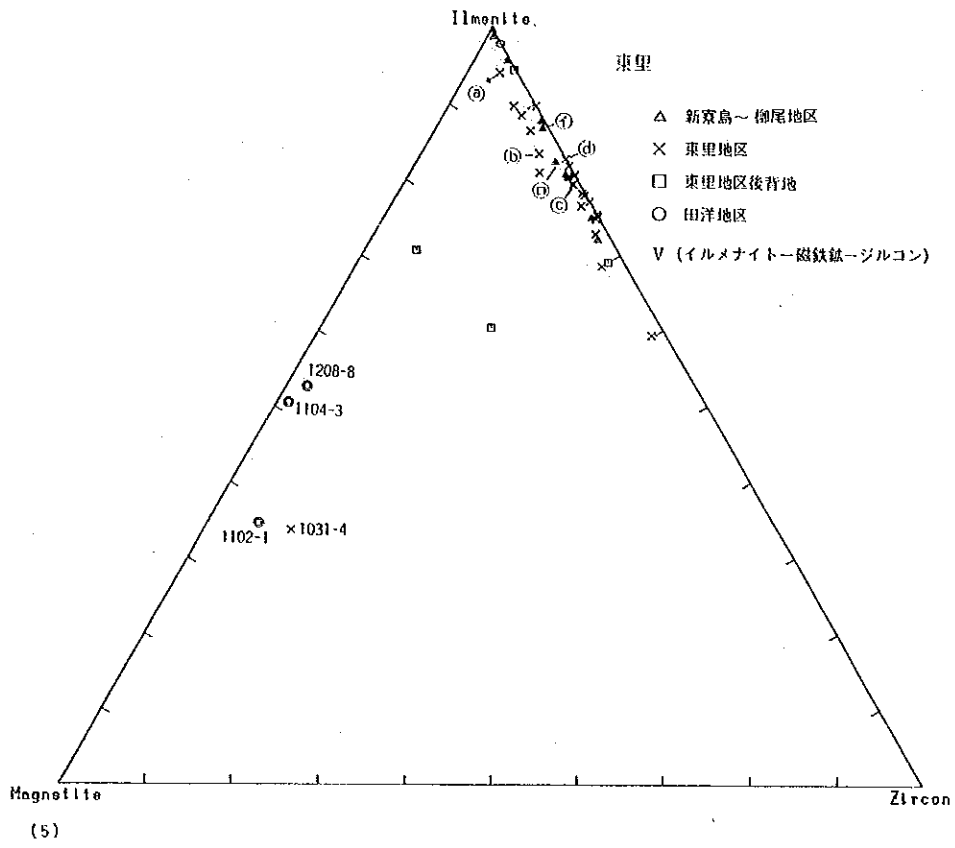


図45 東里地区重鉭物重量比三角ダイヤグラム

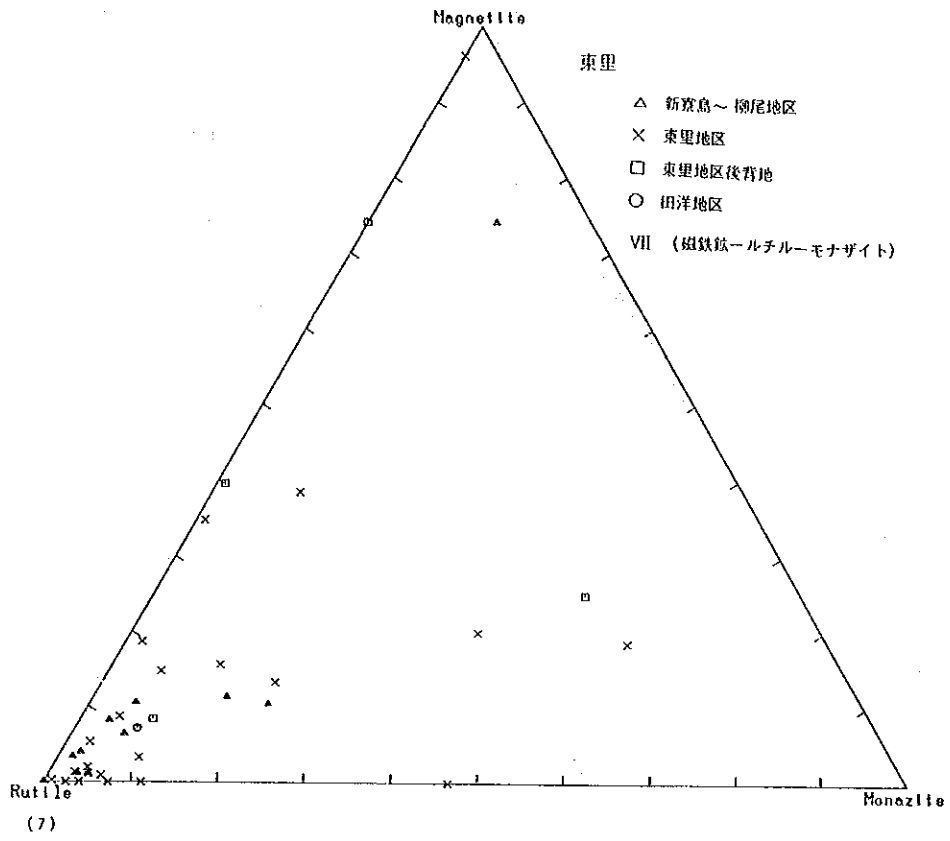
(2)



(3)



(4)



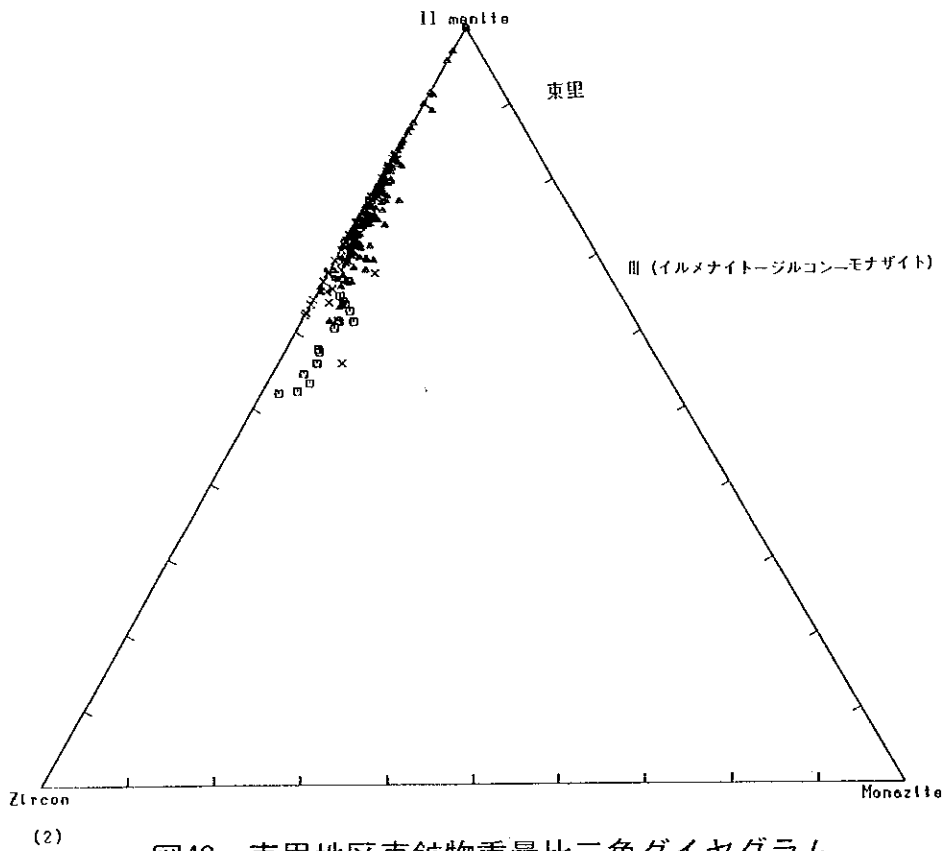
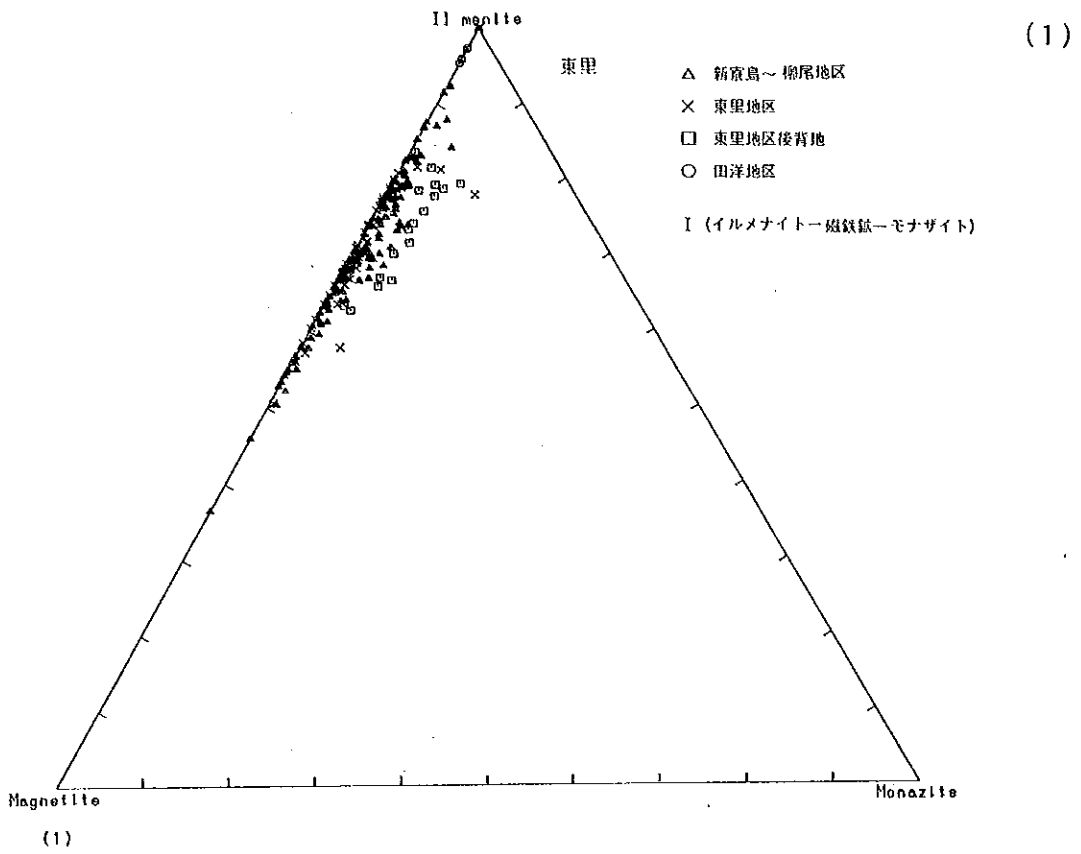
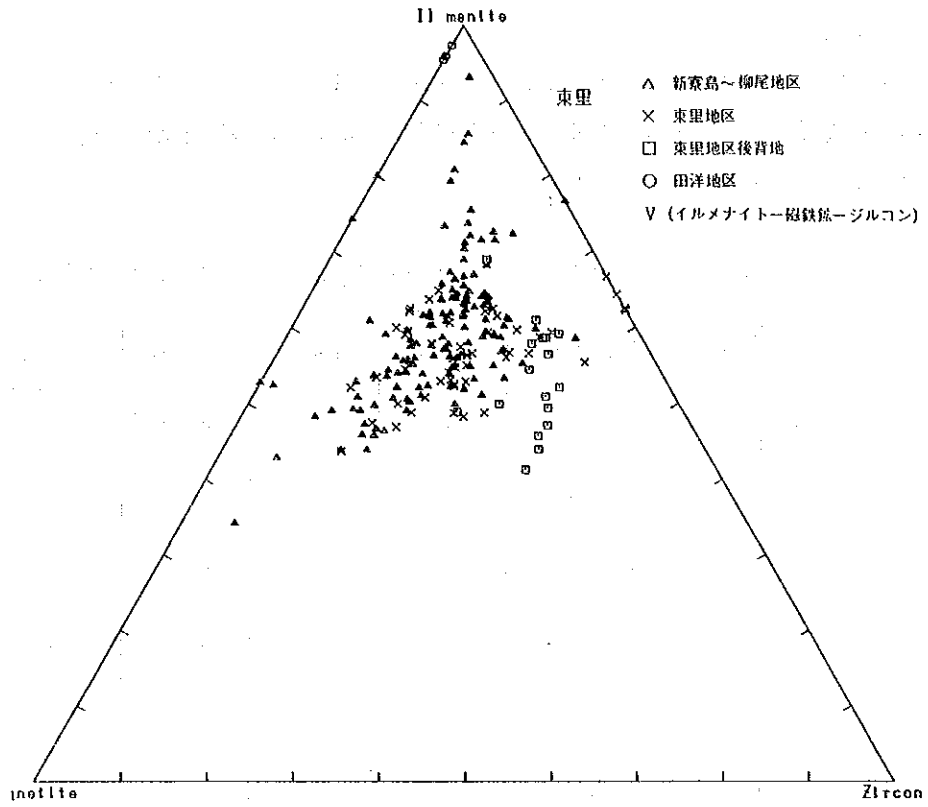


図46 東里地区東鉍物重量比三角ダイヤグラム
(中方既存分析値による)

(2)



(3)

4-3-2 陽江地区

東里地区と同様に中方により分析された6種の重鉱物の重量比をもとに33個の試料について各重鉱物相互間の相関係数をコンピューターで求めたものが表34である。この解析結果を利用し重鉱物のデンドログラムを作成すると図47のようになる。

表34 陽江地区—12種の重鉱物品位に関する相関係数

	Ilmenite	Magnetite	Zircon	Rutile	Monazite	Xenotime
Ilmenite	1	0.1090	-0.7484	0.2260	-0.7581	-0.6066
Magnetite		1	-0.1498	-0.0870	-0.2803	-0.1769
Zircon			1	-0.2605	0.3036	0.0685
Rutile				1	-0.4085	-0.2778
Monazite					1	0.6802
Xenotime						1

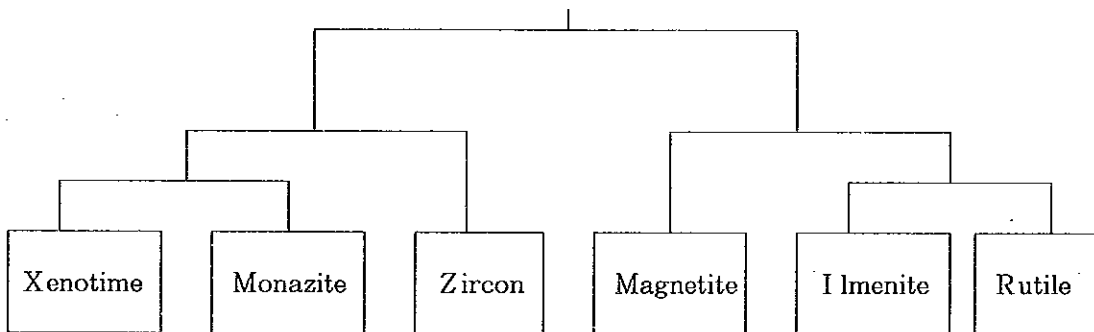


図47 陽江地区重鉱物のデンドログラム

これらの結果から、陽江地区においては、ゼノタイムとモナザイトは正の相関関係を有し、ジルコンもそのグループに属することが判明した。一方、イルメナイトとルチルは関連して磁鉄鉱と同じグループに属し、ゼノタイム、モナザイト、ジルコンのグループは、特に、イルメナイトと強い負の相関関係を示す。すなわち、イルメナイトが増加するとゼノタイム、モナザイト、ジルコンのグループは減少し、イルメナイトが減少するとゼノタイム、モナザイト、ジルコンのグループは増加する関係を有する。

三角ダイヤグラムは20とおりの組合せが考えられるが、2つの重鉱物間の相関係数及びデンドログ

ラムを参考にして、重鉱物相互間の関係の特徴を浮き出させると、

I (ジルコン, モナザイト, ゼノタイム), II (イルメナイト, 磁鉄鉱, ジルコン), III (イルメナイト, ジルコン, モナザイト), IV (ジルコン, ルチル, モナザイト)の組合せが有効と考え、これを、三角ダイヤグラムにプロットし図48に示した。

一方、人工重砂分析のうち、6種の重鉱物に関する部分の結果及び人工重砂分析の結果をノルム鉱物比などを利用して定量化したものは表35及び表36に示すとおりであり、これらを三角ダイヤグラムにプロットしたものはそれぞれ前掲の図48に示されている。

陽江地区の重砂鉱床の起源岩については、図48の密接な関係を有する重鉱物の組合せ、I (ジルコン, モナザイト, ゼノタイム)にみられるごとく、カレドニア期の片麻状花崗岩及びカンブリア期のミグマタイトは採取した砂試料と同様な重鉱物を含有する。

一方、図48のII (イルメナイト, 磁鉄鉱, ジルコン)の組合せにおいては、カレドニア期及びカンブリア期の原岩は砂試料と同様な重量比を示すのに反し、燕山期の花崗岩は全く異なった重量比を示すことが判る。

これらのことから、陽江地区のモナザイト, ゼノタイム, ジルコンを含有する重砂鉱床は、主としてカレドニア期片麻状花崗岩又はカンブリア期ミグマタイトからもたらされたもので、燕山期の花崗岩類は磁鉄鉱を供給した可能性が強いことなどが推定される。

表 35 陽江地区人工重砂分析結果

試料番号	71201-5	71205-2	71208-1	71209-3	71209-5	備考
岩石名	燕山期 花崗岩	燕山期 花崗岩	カレドニア期 片麻状花崗岩	カレドニア期 片麻状花崗岩	カンブリア紀 ミグマタイト	
供試料重量	2.57kg	2.15kg	2.55kg	2.85kg	2.27kg	(A)
イルメナイト	0.096g 0.0037% 0.63%	0.316g 0.015% 0.51%	*0.446g *0.0175% 1.27%	0.0407g 0.0014% 0.23%	*0.245g *0.0108% 0.78%	(B) (C) (D)
マグネタイト	7.615g 0.30%	5.300g 0.25%	0.001g 0.00004%	0.003g 0.0001%	0.001g 0.00004%	(B) (C)
ジルコン	1.403g 0.055g	1.3018g 0.061g	0.5703g 0.022g	0.0528g 0.0019g	0.819g 0.036g	(B) (C)
ルチル	—	—	—	—	—	
モナザイト	—	—	0.2042g 0.008g	0.3077g 0.011g	0.411g 0.018g	(B) (C)
ゼノタイム	—	—	0.1168g 0.0046g	0.015g 0.00053g	0.0001g 0.000004g	(B) (C)

(A) 供試料重量、(B) 人工重砂分析結果(重量)、(C) 人工重砂分析結果(B)÷(A)、(重量%)、(D) 全岩分析結果より算出したノルム比

* 試料 71208-1 及び 71209-5 は人工重砂分析結果にイルメナイトについて記載されていなかったため、本表のうち他の3試料の(C)/(D)の平均値
0.01379 を用い、両試料のイルメナイトの含有量を推定した。

表 36 陽江地区人工重砂分析結果重鉍物量比

試料番号 鉱物名	71201-5			71205-2			71208-1			71209-3			71209-5						
	* g	%	%	* g	%	%	* g	%	%	* g	%	%	* g	%	%				
イルメナイト	0.096	1.1	6.4	0.316	4.6	19.5	0.446	43.9	36.6	-	0.041	42.3	10.2	-	0.245	23.1	16.7	-	
マグネタイト	7.615	83.6	-	5.300	76.6	-	0.001	0.1	-	-	0.003	3.1	-	-	0.001	0.1	-	-	
ジルコン	1.403	15.4	93.6	1.302	18.8	80.5	0.570	56.0	46.7	64.0	0.053	54.6	13.2	14.1	0.319	76.8	55.5	66.6	
ルチル	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
モナザイト	-	-	-	-	-	-	0.204	-	-	22.9	0.308	-	76.6	81.9	0.411	-	27.8	33.4	
ゼノタイトム	-	-	-	-	-	-	0.117	-	16.7	13.1	0.015	-	-	4.0	0.0001	-	-	0.0	
計	-	100	100	-	100	100	-	100	100	100	-	100	100	100	-	100	100	100	

* 表 35 のイルメナイトの(B)人工重砂分析結果(重量)を使用

(1)

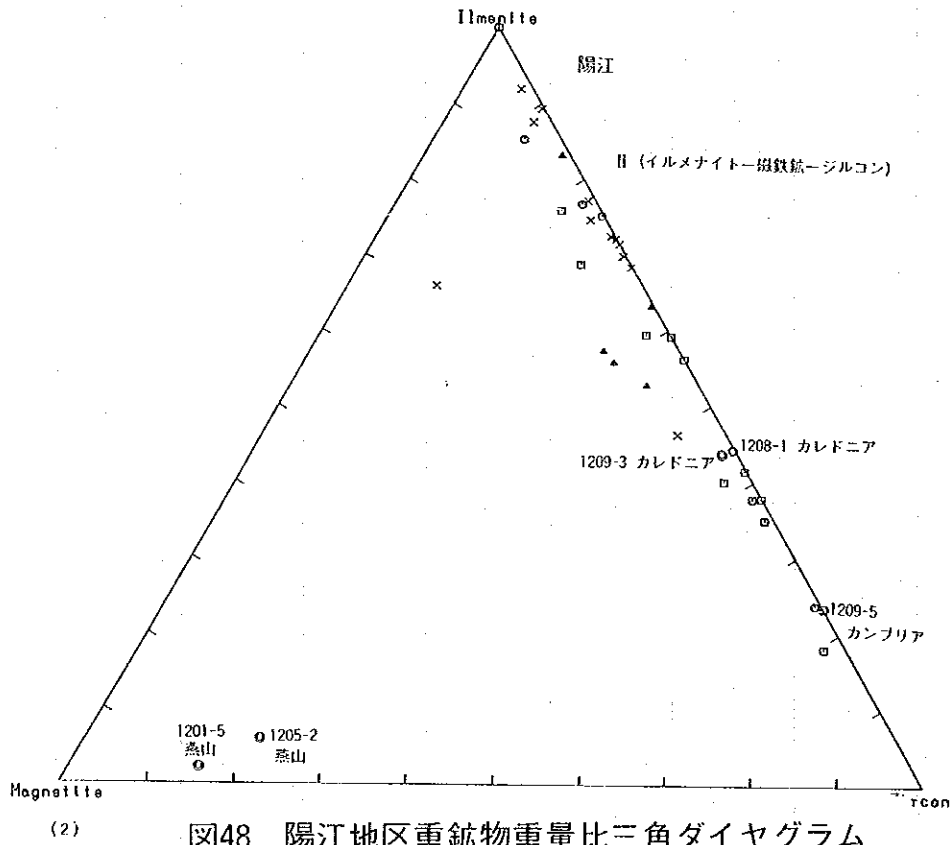
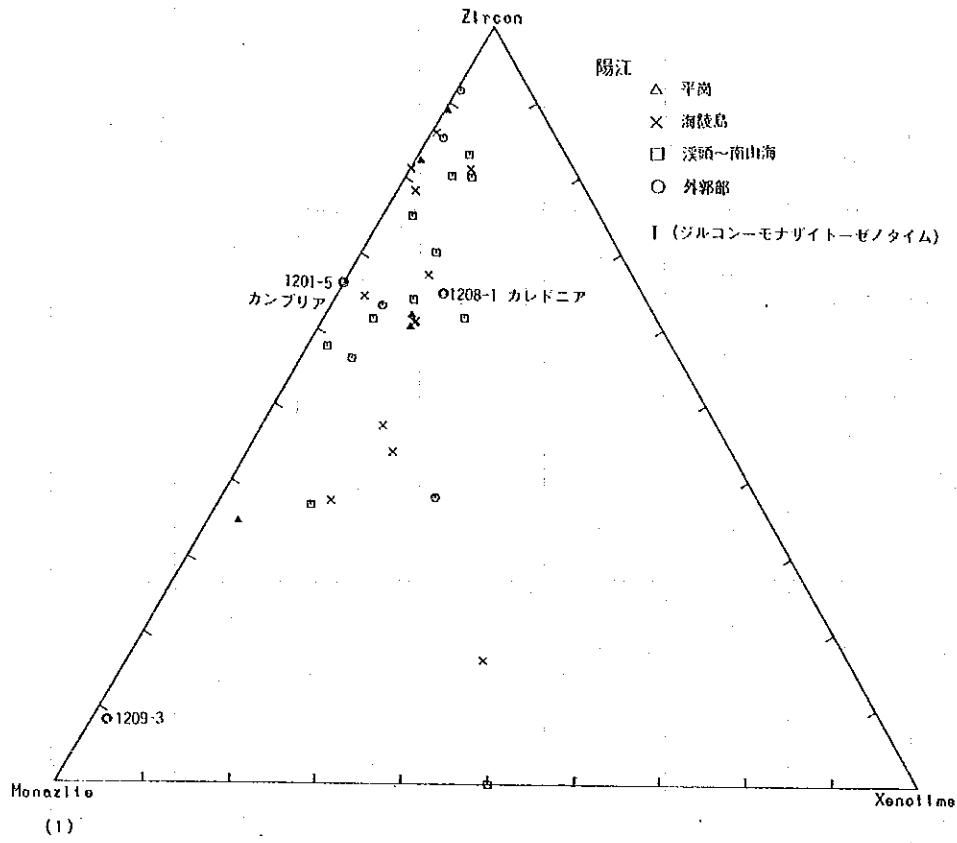
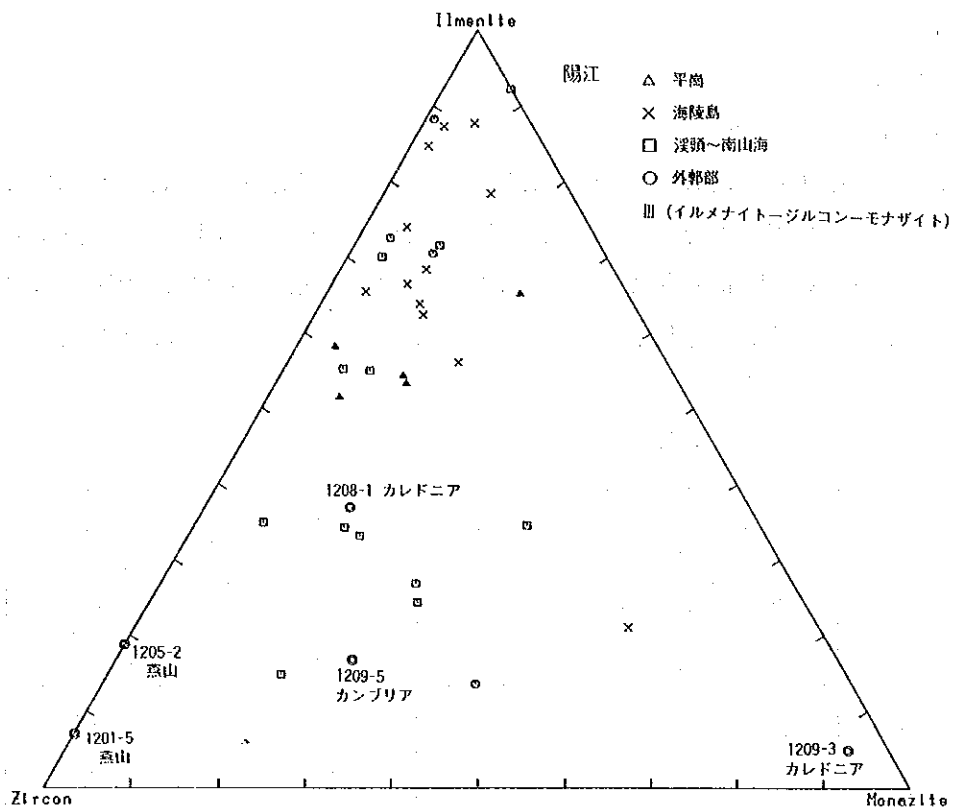
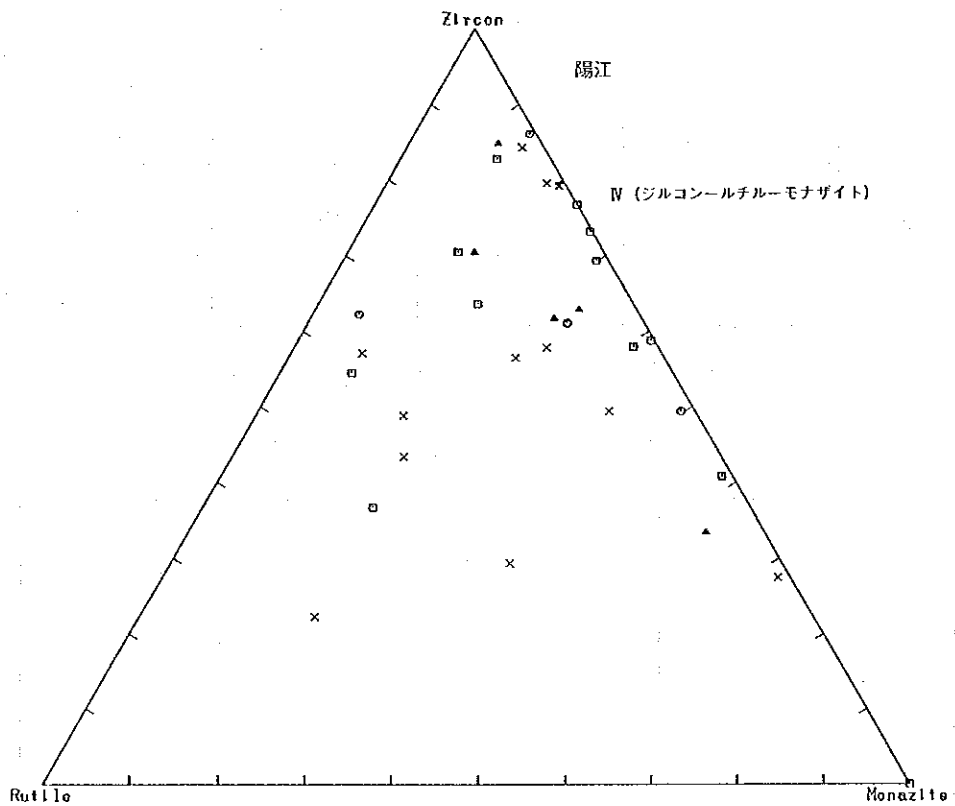


図48 陽江地区重鉍物重量比三角ダイヤグラム

(2)



(3)



(4)

第5章 ボーリング調査

5-1 調査の内容

5-1-1 ボーリング作業

本調査は、調査地域を主要調査地区別に3分割し、東里地区東里班（1号機）、東里地区新寮島班（2号機）及び陽江地区班（3号機）の調査班3班、試錐機3台の調査体制により2交代作業で行った。調査作業量は、潮干帯部の調査を含めボーリング調査孔は数東里地区93孔、陽江地区15孔、合計ボーリング調査孔数108孔、総掘進長1,622m（各孔端数切捨）であった（表37及び表38）。

表37 地区別ボーリング実績

地区名		調査孔数	掘進長* (m)	平均孔長 (m/孔)
東里地区	東里半島	37	623.15	16.84
	新寮島	36	634.80	17.63
	和安	7	69.90	9.99
	錦和	7	72.50	10.36
	柳尾	6	35.80	5.97
	計	93	1,436.15	15.44
陽江地区	平崗	9	108.50	12.06
	海陵島	6	97.00	16.17
	計	15	205.50	13.70
合計		108	1,641.65	15.20

* 実掘進長表示（各孔とも端数を除外していないもの）

表38 実施ゾーン別ボーリング実績

区分	調査孔数	掘進長(m)
陸上	80	1,252.05
潮干帯	28	389.60
合計	108	1,641.65

5-1-2 試料鑑定及びサンプリング

(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39の碎屑物名称分類に基づき、また、土質名は表40の中国側の分類を採用し鑑定を行った。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。

表39 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40 土質名分類

碎屑物含有量 (%)	粘 土	シルト	砂	礫
10~25	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

(中国側分類による)

(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毎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。

5-2 現地調査期間及び作業能率

調査団は、昭和62年10月8日に現地に派遣されたが、準備に時間を要し、掘削作業の開始は当初予定よりかなり遅れ、1号機は昭和62年11月5日、3号機は11月10日、2号機は11月18日となった。

立上りの準備遅れとともに、調査開始直後は調査作業方法などの不慣れから、調査の作業能率も11月5日から11月20の間は3.58m /方・台と低迷したが、その後、作業者の調査法の習熟などの諸効果により、掘削能率は11月21日から11月30日間においては、5.14m /方・台、12月1日から12月10日間においては7.29m /方・台と大幅に上昇した。以後、掘進作業は極めて順調に進み、昭和63年1月7日予定掘進長に達して掘進作業は終了した。

動復員、移動などを含めた調査所要日数は、東里地区東里班、104日、東里地区新寮島班99日及び陽江地区班100日であった。また、動員、復員、地区間移動、調査準備、休日などを除いた実作業所要日数は、東里地区東里班50日、東里地区新寮島班43日、陽江地区班47日であった。

現地調査の平均作業能率は、実作業日数当り11.73m /日、調査所要日数当り5.42m /日で、試料採取率は平均93.3%であった。

5-3 ボーリング工法及び使用機器

5-3-1 ボーリング工法

ボーリング工法は、バイプロハンマー工法で行い、孔径PQの特殊サンプラーを使用して不攪乱試料を採取した。砂の液状化による噴砂現象の防止及び試料採取率の向上のため、ケーシングパイプを先行させて掘進を行った。

5-3-2 使用機器及び消耗資材

調査に使用した機器は表41に示すとおりであるが、発電機、バイプロハンマー、コンプレッサー、ポンプ、工具類などの調査機器類は、全てゴムクローラーに搭載して移設作業の能率向上をはかった。

このほか、調査に使用された消耗資材は表42に掲げるとおりである。

5-3-3 作業形態

ボーリング調査は2交代作業により、機械3台を使用し、3組の調査班に分かれて実施した。

(1) 作業時間

1の方 7:30~15:30

2の方 15:30~23:30

表41 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	MST - 1100型	最大積載量 5t	3
バイプロ	NVA - 10 SS		3
コントローラ		10 KW	3
ゼネレーター	SVG - 25 S	20 KVA	3
クレーン	TM - Z 302	2.5 t(2段ブーム)	3
ゼネレーター	SVG - 10 S	7.5 KW	3
エンジン駆動溶接機	PGW - 140V	3.4 KW	3
小型コンプレッサー	GUE - 7D	1 HP. 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

表42 消耗資材使用実績

	総使用量	掘進長当り	1孔当り	記事
ガソリン	612.5 ℓ	0.37 ℓ/m	5.67 ℓ/孔	
軽油	14,990 ℓ	9.13 ℓ/m	138.80 ℓ/孔	
オイル	1,709 ℓ	1.04 ℓ/m	15.82 ℓ/孔	
グリス	211 kg	0.13 kg/m	1.95 kg/孔	
シュエ他	101 ケ	0.06 ケ	0.94 ケ	

(2) 調査班の構成人員

表43-(1) 調査班構成人員(日本人)

(1台当り)

	1の方	2の方	計	備 考
ボーリング技師	1	1	2	
地 質 技 師	1	-	1	
計	2	1	3(名)	

表43-(2) 調査班構成人員(中国人)

(1台当り)

	1の方	2の方	合 計	備 考
ボーリング機長	1	-	1	番割、土地交渉、道路作成等
ボーリング班長	1	1	2	
ボーリング技術者	1	1	2	
ボーリング作業者	4	4	8	作業現地での雇用
地 質 技 師	1	1	2	
通 訳	1	1	2	
計	9	8	17(名)	

5-4 調査工程

調査団動員撤収、資材搬出入、掘削準備及び掘削作業を含む調査工程は、図49昭和62年度調査工程実績及び図50ボーリング調査工程総括に示すとおりである。

調査初期段階では、掘削準備に時間を要し、立上りが計画に比較して20日以上遅れたが、その後は調査法の習熟などにより能率が向上したため、掘削工事は、当初予定の約2週間遅れで終了した。

5-5 調査結果

5-5-1 東里地区

(1) 東里半島

堆積層は、細砂、中砂、粗砂、含礫砂、シルト及び粘土から構成されており、掘進作業は比較的順調に推移したが、MJRT-38孔(123-4孔)及びMJRT-43孔(135-2孔)で孔底からの噴砂現象がみられたほか、MJRT-19孔(100-3孔)では試料採取率が低かったため、また、MJRT-30孔(111-3孔)ではサンプラーバスケットの孔内残留のため、それぞれ再掘削を行った。

移設作業は、水田、畑、防風林、蝦養殖場などの土地利用が高度に進んでおり、こちらを迂回しながらの移動となったため大巾な時間を費やした。調査準備作業及び地区間移動を除いた本地区の調査作業能率は、平均5.82m/方であった。また、試料採取率は、平均91.1%であった。

(2) 新寮島

堆積層は、細砂、粗砂、含礫砂及び粘土から構成されており、掘進作業は噴砂現象もなく極めて順調に推進した。潮干帯部の調査孔、MJRT-113孔(235-14孔)及びMJRT-89孔(211-9孔)は掘進作業中に潮が満ちて来たため一時掘進作業を中断し、潮の引くのを待って再度掘進作業を行った。

移設作業は、道路が整備されていないうえ、防風林や田畑が多く移動に時間を要したが、同一島内の作業であったため地区間移動のような長距離の移動はなかった。

調査作業能率は、平均8.01m/方と高く、試料採取率は、平均94.6%であった。

(3) 和安

堆積層は、細砂、中砂、粗砂、含礫砂及び粘土から構成されており、地表付近は酸化鉄により半固結状を呈していたが、掘進作業は順調に推移した。

移設作業は畑や防風林が多く移動に時間を要した。

調査作業能率は、平均5.46m/方で、試料採取率は、平均95.0%であった。

(4) 錦和

堆積層は、細砂、中砂、粗砂及び粘土から構成されており、地表付近は酸化鉄により半固結状となっていたが、掘進作業は順調に推移した。

移動作業は、畑、防風林、民家などが多く迂回するため移動に時間を要した。

調査作業能率は、平均5.75m/方で、試料採取率は、平均92.7%であった。

(5) 柳 尾

堆積層は、シルト質砂、細砂、中砂、粗砂及び含粘土砂礫から構成されており、地表付近は酸化鉄により半固結状となっていたが、掘進作業は順調に推移した。

移設作業は、畑、防風林及び潮干帯が多く移動に時間を要した。

調査作業能率は、平均4.84m /方で、試料採取率は、平均91.8%であった。

5-5-2 陽江地区

(1) 平 岡

堆積層は、粘土、シルト、細砂、中砂、粗砂、粘土化花崗岩質岩及び粘土化片麻岩から構成されており、粘土及び粘土化岩が比較的浅所に出現したが、孔底からの噴砂現象もなく掘進作業は極めて順調に推進した。

移設作業は、周辺一帯が農村地帯で、水田、畑を避けて迂回するため移動に時間を要した。

調査作業能率は、平均7.19m /方で、試料採取率は97.9%であった。

(2) 海 陵 島

堆積層は、シルト、細砂、中砂、粗砂、粘土、粘土化片麻岩及び粘土化花崗岩質岩から構成されていたが、粘土化した地盤による孔底から噴砂現象もなく、掘進作業は順調に推移した。

移設作業は、主に海浜に沿って行われたため調査用ゴムクローラーの移動は容易であったが、資材運搬は資材運搬専用牛車も少なく人力運搬が主であった。

調査作業能率は、平均6.51m /方で、試料採取率は平均94.2%であった。

 予定
 実績

調査内容	作業量	1987年(昭和62年)				1988年(昭和63年)	
		9月	10月	11月	12月	1月	2月
調査準備		16	4				
動員(日本～中国)			5	8	12		
資材搬入、掘削準備				4			
ボーリング調査	57孔 801.35m			5		6	
	36孔 634.80m			18		5	
	15孔 205.50m				22	7	
資材撤去					6	14	
復員(中国～日本)					30	14	19
報告書作成					31		10
						23	29

図49 昭和62年度調査工程実績

第6章 室内試験

6-1 重砂分析

ボーリングで採取した砂泥1,694 試料, 及び起源岩調査で採取した表層の砂泥72試料(東里地区39試料, 陽江地区33試料)について重砂分析を実施した。

分析方法は, いずれも水洗及びテーブル選鉱によって得られた粗精鉱を, 磁選及びパンニングによって各重鉱物に分離し秤量するものである。重砂分析に関する詳細は, 第7章に別途記述した。

ボーリングで採取した試料については, イルメナイト, ジルコン, ルチル, モナザイト, ゼノタイムの5 鉱物について分析した。また, 起源岩調査の試料については, 前記5 鉱物に磁鉄鉱を加え計6 鉱物について分析した。

ボーリング採取試料の重砂分析結果は巻末資料15・ボーリング柱状図に, また, 起源岩調査採取試料の重砂分析結果は巻末資料10・起源岩調査河川砂及び海浜砂分析結果一覧表に示すとおりである。

6-2 人工重砂分析

重砂鉱床の起源岩を解明するため, 東里地区で3 個, 陽江地区で5 個, 計8 個の岩石試料について人工重砂分析を行った。

本分析は, 現地から採取した新鮮な岩石を2 mm以下に粉碎し, テーブル選鉱にて得られた粗精鉱を, 通常重砂分析と同様の分析工程によって, その重鉱物含有量を測定するものである。分析結果を表44に, 分析工程は図51に示す。

6-3 岩石分析(全岩分析)

人工重砂分析を実施した8 試料について, 人工重砂分析結果と併用し, 起源岩同定に資する目的で, 全岩化学分析を実施した。

分析結果及びノルム計算値は東里地区については前掲の2-1-1 項の表21, 図37及び図38に, さらに, 陽江地区については同じく前掲の2-2-1 項表23, 表24及び図42にそれぞれ示すとおりである。

6-4 粒度分析

ボーリングからの砂試料20試料及び起源調査で採取した砂試料72試料(東里地区39試料, 陽江地区33試料)について, 粒度分析を実施した。

粒径63ミクロン(μ)以上の粗いもの(砂)は, 篩により5 mm以上までの22段階に, また, 63 μ 以下の細かいもの(シルトおよび泥)については, MICRO PHOTO SIZERにより1 μ 未満までの7段階にそれぞれ分類した。

分析結果は巻末資料11・粒度分布結果一覧表及び巻末資料12・粒度分布結果ヒストグラムに示すとおりである。

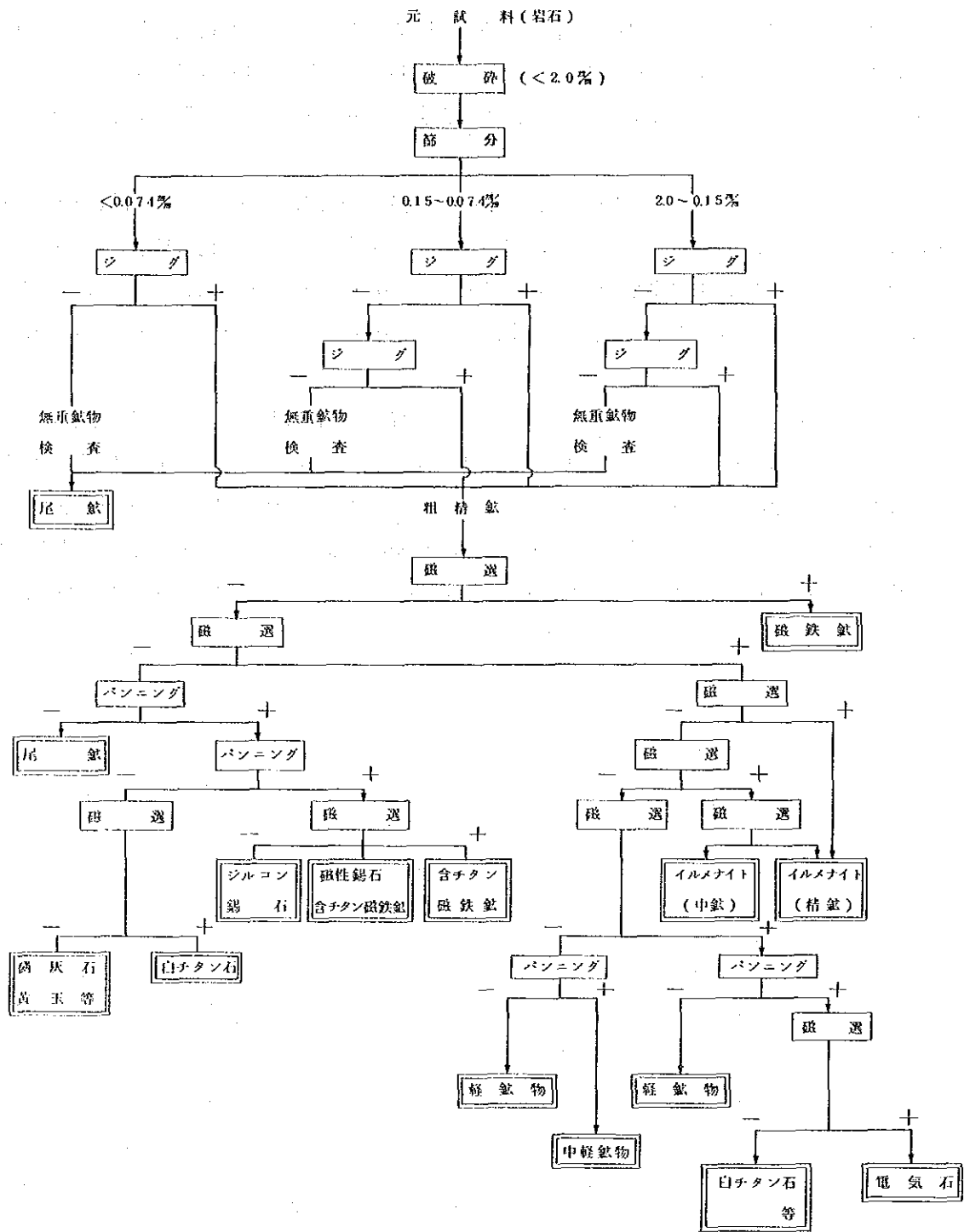


図51 人工重砂分析工程

6-5 花粉分析

孢子・花粉分析用試料として東里地区において、地表から5個、ボーリングMJRT-17孔(100-1孔)から13個、計18個を採取したが、そのうち、孢子又は花粉をある程度以上含むものは、地表の試料3個、ボーリングの試料5個、計8個であった。表45に8試料の分析結果を示す。

試料番号W3-6は、外羅の海浜にて採取した黒色炭質シルトで、完新世中期の温暖な気候の淡水湖沼相を示す。

試料番号X5-5は、新寮島北部の海浜にて採取した褐色～灰黒色炭質シルトで、前述のW3-6に比較して、陸成相ではあるが、より海に近く、気温はより低く、より早い時代を示している。

試料番号D20-12は、東里北方の内陸部にて採取した青灰色炭を含む粘土であるが、孢子及び花粉の数が少なく、かつ各々の孢子、花粉が相矛盾する古環境を示したため、古環境の推定はできなかった。

ボーリングMJRT-17孔から採取した試料のうち、17-1(深度1.7m)、17-5(深度4.5m)、17-10(深度6.7m)、17-12(深度8.9m)及び17-13(深度10.3m)の5個の試料から相当量の孢子及び花粉が見出され、図52のごとく、少なくとも2回の潮干帯相及び3回の海浜低地湖沼相の変化が認められている。古植生は、同様に海相と陸相が交互に変化している。また、古気候では、1回の高湿乾燥期(乾熱)及び2回の高湿多湿期(湿熱)、2回の高湿中湿(温熱)期が認められている。

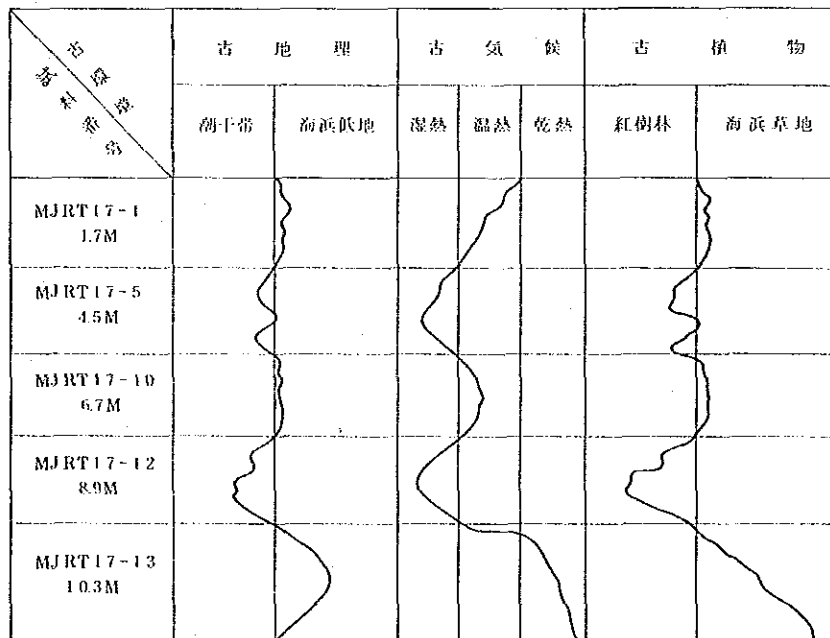


図52 MJRT-17孔古環境変化総括図

6-6 年代測定

人工重砂分析及び岩石分析(全岩分析)を実施した8試料について、前二者と併せ検討することにより、鉍床の起源岩同定を側面から支援する目的で、Rb-Sr法による絶対年代測定を実施した。また、東里地区の第四紀砂層から採取した6試料については、砂層(特にQ₄層)の堆積時代を同定

する目的で、 C^{14} 法による年代測定を実施した。

6-6-1 Rb-Sr 法

花崗岩質岩 5 個及び玄武岩 3 個について、Rb-Sr 法による絶対年代測定を実施した。

この結果、陽江地区で採取した花崗岩質岩 5 個については、表46のような絶対年代が得られた。

表46 Rb-Sr法年代測定結果

試料番号	採取地	岩石名	Rb-Sr法 測定結果	中国側提供地質図幅 による年代
			Ma	
71201-5	海陵島	モンゾナイト	104 ±0.5	燕山期
71205-2	程村	カリ長石花崗岩	169 ±0.5	燕山期
71208-1	上洋	黒雲母花崗岩	178 ±10	カレドニア期
71209-3	海陵島	片麻状黒雲母花崗岩	146 ±1	カレドニア期
71209-5	平崗	片麻状黒雲母花崗岩	201 ±0.3	カンブリア紀

これらの年代測定結果は、いずれも燕山期 (80~190 Ma) からインドシナ期 (190 ~230 Ma) 後期を示し、試料71208-1、71209-3及び71209-5については、中国側提供資料による地質年代よりもずっと新しい年代を示しているが、この差異の理由については不明である。

また、東里地区で採取した玄武岩 3 個についても、Rb-Sr 法による年代測定を実施したが、各試料とも有効な測定結果は得られなかった。

6-6-2 C^{14} 法

表47に示したとおり、測定した 6 試料は、18,480±470 年の更新世末期から、260±50年の完新世末期までの年代を示している。

表47 ^{14}C 法による第四紀砂層の年代一覧

試料番号	岩相	採取位置	測定絶対年代
X13-11	シルト	新寮島北東部の海浜	1,880 ± 85 年
W 3- 6	黒色炭質シルト	外羅の海浜	2,380 ± 90 年
X 5- 5	褐色～灰黒色炭質シルト	新寮島北西部の海浜	260 ± 50 年
D20-12	青灰色炭を含む粘土	東里村北方の内陸	2,180 ± 90 年
M J R T 12-12	暗灰色粘土	東里村西方M J R T-12孔 (深度10.5m)	18,480 ± 470 年
M J R T 17- 6	暗灰色含シルト細砂	東里村南方M J R T-17孔 (深度 5.5m)	1,786 ± 100 年

6-7 岩石薄片鑑定

起源岩調査で採取した岩石試料55個のうち、東里地区から22個、陽江地区から8個、計30個について岩石薄片鑑定を実施した。

鑑定結果を巻末資料13・岩石薄片検鏡結果一覧表に示す。

第7章 重砂鉱物の分析

7-1 総説

ボーリング調査で採取された砂試料は、東里のキャンプに集められ、容積測定、水洗の後、小型テーブル選鉱機にかけられ粗選されたのち乾燥され、粗精鉱として広東省中部の惠州市にある広東地質勘探公司935 地質大隊本部の分析所に送られ重砂分析が行われた。

一方、起源岩調査によって採取された河川砂及び海浜砂試料は、秤量及び容積測定されたのち、直接前述の惠州市935 地質大隊分析所に送られ重砂分析が行われた。

7-2 重砂分析

7-2-1 分析方法

図53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る。

砂試料は脱泥(0.02mm程度以下のもの)され、さらに粗粒砂(1.0 mm程度以上のもの)が棄てられて粗精鉱に濃縮されたのち、分析用試料と控え試料に厳密に縮分され秤量されて、分析用試料が分析工程に流される。

本分析所における重砂分析は、パンニング(手動及び機械動)及び電磁選法による鉱物分離を基本としており、重液などは使用されておらず、極めて簡潔な系統になっている。

最終的に電磁選法によって分離された重鉱物は秤量された後、双眼実体顕微鏡によって人間の目で分離鉱物の純度(鉱物含有率)が測定されている。

なお、分析工程初期の段階で、0.04mm以下を脱泥し、1.0 mm以上の粗粒砂を放棄するのは、0.04mm以下は砂鉱中の有用鉱物の分離が困難なこと、また、これまでの経験から、0.25mmを越える重鉱物は砂鉱中にほとんど見つかっていないことなどの理由による。

7-2-2 分析精度

惠州市の分析所における重砂分析の分析精度は、表48のような検査基準に基づいて保持されている。

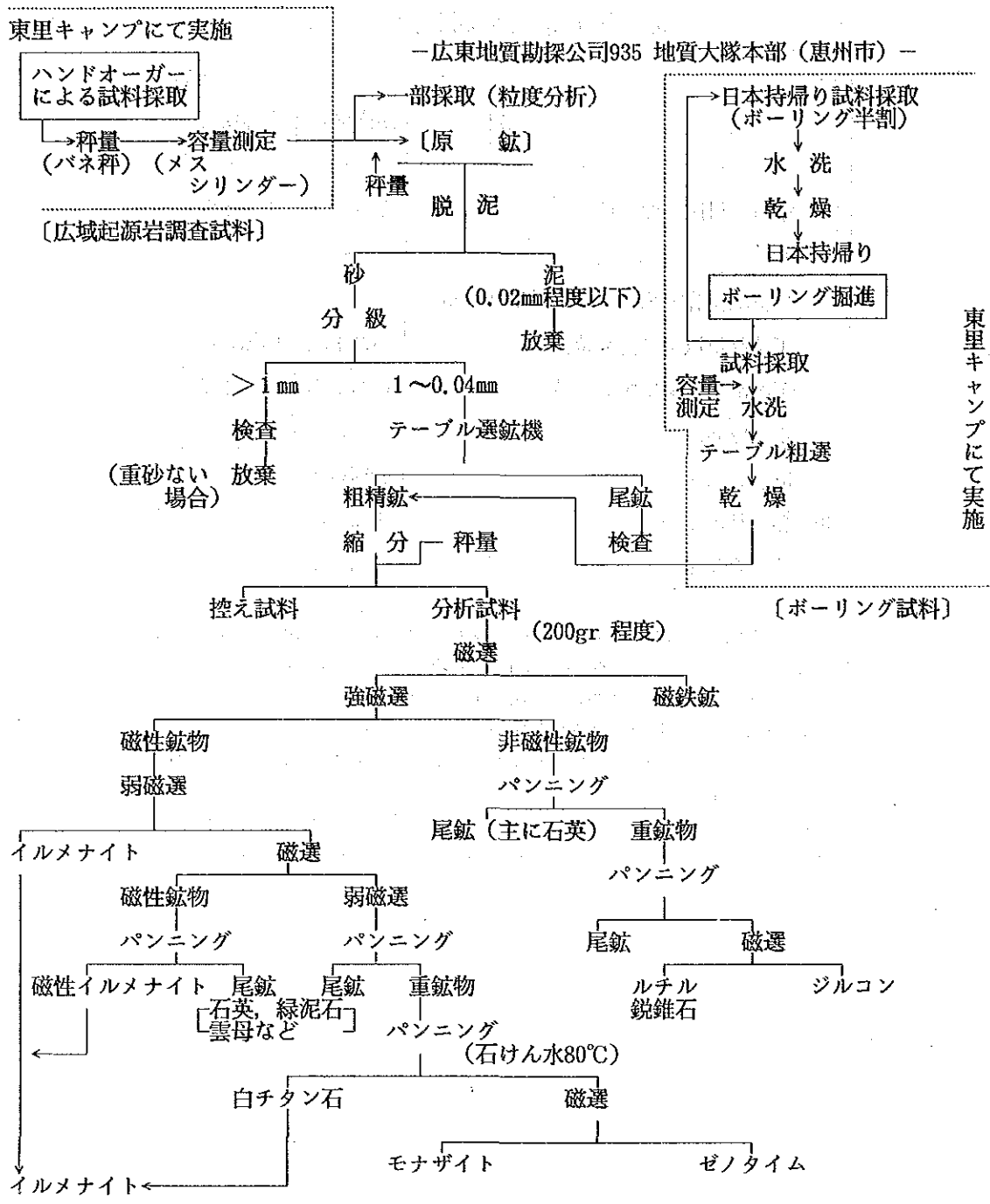
表48 重砂定量分析精度検査基準

項 目	所内検査	所外検査
(1) 検査試料抜き取り量	5～10%	3～5%
(2) 分析品位許容誤差 (分析単位 g/m ³)		
工業品位以上 (高品位)	15%未満	15%未満
工業品位～検出限界品位	15%未満	15%未満
検出限界以下	無検査	無検査
許容合格率	90%以上	80%以上
(3) 精鉱総流出率	4%未満	—
許容合格率	90%以上	—

(注) ① 所内検査とは同じ分析所における検定, また, 所外検査とは他の組織 (現在は広東地質勘探公司広州研究所に依頼) による検定をいう。検定の結果, それぞれの許容相対誤差を超えた場合には, さらに抜き取り量を増やして再検定を行い, それぞれも不合格の場合には選鉱工程に戻す。

② 精鉱総流出率は, 粗選段階での流出量及び分析工程での流出量の合計が全体量の4%以内であることを要す。したがって, これまでの経験では, 最初の粗選段階での流出を1.5%程度におさえる必要がある。

③ 惠州市分析所における分離鉱物純度 (鉱物含有率) は, 現在, イルメナイト (含白チタン石), ルチル (含銳錒石), モナザイト, ジルコン及びゼノタイムの5鉱物共に, 90%を超える実績を持っている。



注：電磁選機は最大磁力32オースタ (OERSTED, 1,000 ガウスの意らしい) で、通常は 0.2 アンペア程度の電流を流し、磁力は電極間距離で調節する。

図53 重砂分析工程

第8章 調査結果の総合検討

広東南西部沿岸地域の第1年次の調査は、東里地区（地質調査、起源岩調査及びボーリング調査）及び陽江地区（地質概査、起源岩調査及びボーリング調査）の2地区に分けて実施された。

特に、ボーリング調査は東里、陽江両地区ともに、第四紀Q₁層を主たる対象として実施された。ボーリングによる不攪乱試料の採取方法は、第5章のとおりである。

中方分析所において5種の重鉱物に分けて分析された重砂分析の結果は、巻末資料15・ボーリング柱状図及び付図16・ボーリング品位図に示すとおりである。

また、本報告書では、鉱床のカットオフ品位は、比較的低品位であった本年次の調査地域の鉱床の性状を良く反映させるため、合計重鉱物品位 3 kg/m^3 とした。なお、中方は一般的にカットオフ品位を合計重鉱物品位 8 kg/m^3 としている。

8-1 東里地区

各ボーリング断面において各試料分析品位の合計重鉱物品位が 3 kg/m^3 以上の部分を摘出し、特に、地表より各試料品位で 3 kg/m^3 以上の部分が存在し、隣接するボーリング孔と連続する部分を鉱床帯として区分し、その鉱床帯の鉱層の厚さ、合計重鉱物品位、イルメナイト品位、ジルコン品位、ルチル品位、モナザイト品位、ゼノタイム品位及び鉱床帯の鉱層層厚×合計重鉱物品位をそれぞれ求め、傾向線図を描いたのが付図17-(3)-17-(10)である。

8-1-1 重砂鉱床の分布域

また、同様にボーリング断面図からQ₁層の下面の等深度線を描いたのが付図 17-(1)であり、同じくQ₁層の等層厚線を描いたのが付図17-(2)である。

これらの結果、東里地区の重砂鉱床は、イルメナイトを主体とし、重鉱物合計品位 3 kg/m^3 以上の鉱床帯が東里半島の西部に延長約10km、幅約2kmにわたって分布することが確認され、さらにその北部の延長には若干期待が持たれるものの、南側においてはほぼ全貌があらわれていると判断された。

また、新寮島地区においても、島のほぼ中央部に、東里地区と同様に延長約10km、幅約2kmの鉱床帯が確認されたが、その南側部においては分布範囲はほぼ限定されるものと判断された。

今回の調査で確認された鉱床帯に平行するほかの鉱床帯の存在については、東里半島東部の海岸線一帯ではQ₁層は連続するものの鉱床帯の胚胎する端緒は今のところ確認されていない。一方、新寮島では島の南部において2本のボーリングによって高品位部を捕捉しているので、中央部の鉱床帯と平行する鉱床帯の胚胎する可能性は残されている。さらに、島の北部を横切る212 測線及び200 測線の東部におけるボーリングでも若干の高品位部を捕捉しており、この部分から潮干帯にかけて鉱床帯の賦存する可能性がある。

雷州半島沿岸の錦和付近におけるボーリングの結果では、延長約1.5 km、幅約200 mの高品位重砂鉱床帯を捕捉したが、その南部については、玄武岩が発達しているため砂層の連続は考えられず大鉱床帯への発展の期待は薄いと判断された。

同じく柳尾付近についてはボーリングの本数が少なく、かつ配列も良くないため明確なことはいえないが、一般的に砂層の発達が良い傾向がみられた。

以上、東里地区全体としてはこれまで、特に高品位でかつまとまった鉱床帯を胚胎する場所は抽出されていないが、前述の東里半島の一部及び新寮島の一部には、今後の探鉱により、高品位でかつまとまった鉱床帯が抽出される可能性は残されている。付図19、に探鉱有望地区を示した。

8-1-2 重砂鉱床分布の特徴

鉱床の主要胚胎層準であるQ₁層の層厚は付図17-(2)Q₁層等層厚線図に示すごとく玄武岩の分布域周辺部で最も薄く、玄武岩分布域東端から東方5 km ~ 7 kmの東里半島及び新寮島の中軸部において最も厚く15m以上となるが、さらに東方の外洋に向っては、徐々に薄くなってゆく。

また、鉱床の分布とQ₁層の分布の間には、次のような関係が見出された。すなわち、付図20の総合解析結果図に、鉱床帯の層厚、合計重鉱物品位、それらの層厚×品位及びQ₁層層厚、の各要素を同時に表現したが、本図でわかるように、鉱床帯の分布域は、Q₁層の層厚15m以上の分布域中心部と比較した場合、東里半島では2 km程西側にずれるものの、南北方向に伸長しながら、ほぼ一致した分布を示し、さらに新寮島では、両者はよく一致している。

合計重鉱物のカットオフ品位を3 kg/m³にした場合の鉱床の層厚は、東里半島では最大17.3mであり、層厚6 m以上の分布域は約8 km×2 kmであるが、新寮島では最大層厚6.5 mで、層厚6 m以上の分布域は約3 km×0.5 kmと小さい。一方、各ボーリング孔毎の鉱床部の平均品位が6 kg/m³以上の分布域は、東里半島では約5 km×1 kmと小さいが、新寮島では約9 km×2 kmである。すなわちカットオフ合計重鉱物品位を3 kg/m³として両鉱床帯を比較すると、鉱床の層厚及び広さでは東里半島の鉱床帯の方が圧倒的に優位に立つが、品位的には新寮島の鉱床帯の方が高品位であるといえる。

8-1-3 探鉱有望地区及び高品位鉱徴の分布

東里地区において、中方が一応の鉱床の基準としている合計重鉱物品位8 kg/m³を超える分析値を示す試料採取地は、前述した東里半島及び新寮島の鉱床帯、さらに錦和及び佳平島(212-5孔)に分布する。これらの地点は付図18-(1)~18-(3)の鉱徴地分布図に示した。

8-1-4 鉱床起源岩調査

前述の鉱床帯の中で、東里地区の重砂鉱床は、一般的にイルメナイト60%~65%、ジルコン15%~20%、ルチル10~15%、モナザイト1~2%を含むが、起源岩調査の結果では、イルメナイトは玄武岩から供給され、ジルコン、ルチル及びモナザイトは玄武岩以外に起源をもつことがほぼ判明した。

8-2 陽江地区

東里地区と同様、各ボーリング断面において各試料の分析品位の合計重鉱物品位を算出したが、3

kg/m³以上を示す部分がほとんど認められないような低品位のものばかりであり、この基準では図示可能な鉱床帯は捕捉できなかった。

8-2-1 重砂鉱床の分布域

なお、合計重鉱物品位 1 kg/m³以上の部分を抽出し、特に、地表から各試料の品位がまとまっている部分を求めてみると、海陵島中央部の25測線及び26測線、海陵島西部の23測線、平岡地区の28測線及び32測線において一部に品位のまとまる部分が認められた。しかし、海陵島のもは薄い砂層（層厚 1 m ~ 3 m）中の鉱床であり、もし、鉱床帯が存在するとしても小規模高品位鉱床としてしか期待はできない。また、平岡の28測線のもはシルト岩中の高品位部で砂層の発達が見られないことから、いずれも大規模な鉱床帯として今後に期待の持てるものではなかった。このほか、モナザイト、ゼノタイムなどのレアアース鉱物の含有量は東里地区に比べて高いものの、一般的には低品位であった。

なお、今回の採取試料では中方が一応の鉱床帯の目安としている合計重鉱物品位 8 kg/m³を超える分析値は得られなかったが、本地区に分布する現在稼行中又は休止中の重砂鉱床を付図18-(4)~18-(7)の鉱徴地分布図に示した。

8-2-2 鉱床起源岩調査

当地区の重砂鉱床は、モナザイト、ゼノタイム及びジルコンを主体とし、中粒 ~ 粗粒砂層中にレンズ状に胚胎している。これらのジルコン、モナザイト及びゼノタイムは、起源岩調査の結果では、主としてカレドニア期の片麻状花崗岩類及びカンブリア紀のミグマタイトから供給されたものと推定された。

第Ⅳ部 結論及び提言

第IV部 結論及び提言

第1章 黒竜江西北部地域

1-1 結論

黒竜江西北部地域に対する第1年次の調査によって、地質及び鉱床に関して、次のような新しい知見が得られた。

(1) 鉱化作用に関係があると考えられる貫入岩体の分布、規模及び堆積岩類の性状・分布などが、かなり明らかとなり、既存の地質図は著しく改変され、また、調査地域の基礎的地質資料が作成された。

(2) 地質構造の解明を行い、燕山期の貫入岩体の分布、断層、リニアメント、鉱徴地などの間に関連性がある可能性を見出した。

(3) 調査地域内には、従来の物理探査や地化学探査によって得られた異常帯を含めて、9個所の鉱徴地が知られていたが、今回の調査によって、さらに18個所の鉱徴地が見出された。これらの多くは、燕山期の貫入岩体又はその周辺の石炭系及びジュラ系中に見出されたスカルン型鉱徴、黄鉄鉱鉱染帯、石英脈、変質部などである。

(4) 地化学探査の結果、地化学異常の種類及び組み合わせによって9個所の地化学異常帯が抽出された。これらの地化学異常帯においては、主たる鉱床タイプとして、斑岩型鉱床、スカルン型鉱床、鉱脈型鉱床及び超塩基性岩に伴う鉱床の4種類の存在が期待できることが判明した。

(5) 地質調査及び地化学探査の結果に基づく総合検討の結果、3種以上のタイプの鉱床の存在が期待でき、かつ周囲の地質条件から、斑岩型鉱床及びスカルン型鉱床の賦存する可能性の強い、三十六林場北西部地区及び吉源林場地区（吉源林場南部地区地化学異常帯を含む）の2地区が、第2年次以降の調査有望地区として抽出された。

(6) 前記の2調査有望地区に関する優劣順位としては、移動性の高い揮発性元素（Hg・As）が濃度が高く、より広く、かつより強いハローを形成して地化学異常帯の周辺部に分布する三十六林場北西部地区が、最も有望と結論された。

1-2 提言

第1年次の調査結果に基づき、第2年次には以下のような調査を実施することが望ましい。

(1) 地質調査及び地化学探査の結果から抽出された調査有望地区に対して、次のような調査方法によってフォローアップ調査を実施する。

i) 地質精査

対象地区は一般的に岩石の露出があまり良くないので、ピット調査を併用した地質精査を行う必要がある。ピット調査は、岩石の分布を確認することを主たる目的とし、土壌下の岩石を採取して地質精査の主要手段とする。

ii) 土壌による地化学探査

地質精査と並行して、採取密度を高めた土壌試料による第2次地化学探査を行う。同時に、地

質精査の補助手段として土壤中の混入岩石分布図を作成する。

iii) 物理探査

調査有望地区に対する地質精査によって新たに地質情報が得られ、かつ有望ターゲットが絞られた場所に対しては、引き続き物理探査を実施する。物理探査の具体的手法については、得られた地質情報などに基づき、最適の手法を採用する。

(2) このほか、調査有望地区以外で地化学異常の認められたほかの6地区に対しては、地化学異常帯に含まれる既知の鉱徴地を主たる対象にしたトレンチ調査により、周辺に広がる地化学異常帯の評価を行う。

第2章 広東南西部沿岸地域

2-1 結論

広東南西部沿岸地域に対する第1年次の地質調査、鉍床起源岩調査、ボーリング調査などの実施によって、次のようなことが判明した。

2-1-1 東里地区

(1) 東里半島西側から内湾部にかけて、延長約10km、幅約2km、平均層厚約7m（最大層厚17m）のイルメナイトを主とする重砂鉍床帯（合計重鉍物品位 3 kg/m^3 以上を抽出）の存在がほぼ明確となった。しかしながら、当初、鉍床の広がり期待されていた東里半島東側の海岸一帯から潮干帯にかけては、重砂鉍床は賦存していないことがはっきりした。

(2) 新寮島地区においては、延長約10km、幅約2km、平均層厚約3m（最大層厚6m）のイルメナイトを主とする重砂鉍床帯（合計重鉍物品位 3 kg/m^3 以上を抽出）の存在をほぼ明らかにし、さらに、外洋部に広がって分布すると予想される同タイプの重砂鉍床帯の端緒を捕捉した。

(3) 雷州半島に広く分布する第四紀玄武岩の分布など、イルメナイトを主とする重砂鉍床の後背地の地質環境を明確にし、さらに、第四紀 Q_1 、 Q_2 、 Q_3 各部層の堆積環境、堆積年代などを明らかにした。

(4) 重砂鉍床に含まれる重鉍物のうち、イルメナイト及び磁鉄鉍は玄武岩を起源岩とし、後背地に広がる玄武岩の特性に従って、イルメナイトに富むもの、及び磁鉄鉍に富むものに分かれること、また、少量ながら含有されているジルコン、モナザイト及びゼノタイムは玄武岩を起源岩とするものではなく、ほかからもたらされたものであることなどがほぼ推定できた。後者の起源については現在のところ不明である。

2-1-2 陽江地区

(1) 内陸部の平岡地区においては、期待された第四紀砂層の発達予想に反して悪く、ボーリング調査の結果、一部で層厚の薄いモナザイト、イルメナイトなどの低品位帯に逢着してはいるものの、有望鉍床帯を捕捉するには至らなかった。

(2) 海陵島中央部の南側海岸においては、地表から深度2m～3m間において、低品位のモナザイト、ゼノタイム、イルメナイトなどを含む重砂鉍床帯（合計重鉍物品位 3 kg/m^3 以上を抽出）を捕捉した。ここでも東里地区と同じく、海岸線沿いよりは多少内陸部の方が第四紀砂層の発達が良い傾向がみられる。しかしながら、ボーリング数が少ないため全貌を把握するまでには至らなかった。

(3) 第1年次に得られたデータを総合すると、陽江地区では東里地区に比較して、鉍床帯の規模がやや小さく、かつ不規則な形態を示す傾向がみられた。

(4) 重砂鉍床に含まれる重鉍物のうち、主要鉍物であるモナザイト、ゼノタイム及びジルコンは、主としてカレドニア期の片麻状花崗岩又はカンブリア紀のミグマタイトからもたらされたものであるらしいことがほぼ推定された。また、従来この地区の重砂鉍床に最も関連があるといわれてきた燕山期の花崗岩類については、主として磁鉄鉍を供給している可能性が示唆された。

2-2 提言

第1年次の調査結果に基づき、第2年次の調査に関し以下のとおりに考える。

第1年次の東里地区におけるボーリング調査の結果、当地域と海浜重砂鈳床は、現在の海岸線から潮干帯にかけて卓越して分布するものではなく、第四紀堆積層堆積時の古地理、堆積環境や鈳床起源岩からの距離などの諸条件に規制されて富鈳部を形成していることが判明した。したがって、当地域の海浜重砂鈳床の賦存を確認し、評価する順序としては、まず陸上部の概査ボーリング及び地質調査によって鈳床帯の賦存形態、特性などを十分に把握することが先決であり、そののちに、海上部で効果的な調査を実施する方が妥当である。以上の基本的考え方に基づき、次のような手順で調査することが望ましい。

(1) 東里地区においては、ボーリング未実施地区の中で重砂鈳床賦存の可能性が考えられる東里半島から新寮島間の潮干帯部に対して概査ボーリングを実施する。

(2) 陽江地区においては、鈳床帯の形態が東里地区に比較して小規模かつ不規則である点を考慮し、第1年次に若干の低品位鈳床帯を捕捉した海陵島中央部南岸の陸上部において、第1年次のボーリングを補完するような概査ボーリングを実施する。また、ボーリング未実施地区であり、かつ現稼行鈳床が分布する溪頭地区に対しても、東里地区よりボーリング間隔を狭くして陸上部の概査ボーリングを実施する。

(3) 陸上部のボーリングと並行して、陽江及び湛江両地区に関しては、これ迄に中国側が陸上部で実施したボーリング資料を収集し、これを十分に解析したうえ、これに第2年次のボーリングで得られる新しいデータをあわせ検討することにより、両地区の陸上部における鈳床の賦存形態を解明する。

(4) 陽江地区及び湛江地区に対して、第1年次と同様の地質調査及び鈳床起源岩調査を実施し、同時に前述の中国側既存ボーリング資料の解析結果をあわせ検討することによって、両地区における鈳床生成機構の解明をはかる。

(5) 以上の手順によって得られたデータに基づき、海上部における主要調査ターゲットを絞り出し、これらの地区に対して、引き続き海上物理探査、海底表層サンプリング、海底柱状サンプリングなどの概査を実施して有望地区の抽出をはかる。

文 献

- Burrett, C. F. (1974) Plate tectonics and the fusion of Asia.
Earth Planet Sci. Lett., 21, 181-198.
- 中国地質科学院構造地質室, 黄汲清指導 (1979) 中国台地構造図, 新華書店北京發行所
- 中国地質科学研究院主編 (1971) 中華人民共和国地質図集
- 中国地圖出版社 (1979) 中華人民共和国地圖集
- Dewey, J. F. and Bird, J. (1970) Mountain belts and the new global tectonics.
J. Geophys. Res., 75, 2625-2647.
- Dickinson, W. R. (1973) Reconstruction of past arc-trench system from petrotectonic assemblages in the island arcs of the western Pacific.
"In the western Pacific", Coleman P. J. ed., 569-601.
Univ. W. Australia Press, Nedlands, Australia.
- Dobretsov, N. L. and Sobolev, N. V. (1984) Glaucophane schists and eclogites in the folded systems of northern Asia. *Ophioliti*, 9, 401-424.
- 杜 琦・岸本文雄・石原舜三 (1982) 多宝山斑岩銅鉍床の変質作用と鉍化作用. 地質調査所月報, 第33卷第九号, P. 469-477.
- Eoin, H. Macdonald (1973) Manual of Beach Mining Practice - Exploration and Evaluation Department of Foreign Affairs.
- Fan, P. (1978) Outline of the tectonic evolution of southwestern China.
Tectonophys., 45, 261-267.
- Hamilton, W. (1970) The Uralides and the motion of the Russian Siberian platforms. *Geol. Soc. Am. Bull.*, 80, 2409-2430.
- Huang, T. K. (1959) New studies on the geotectonic subdivisions of eastern China and their characteristics. *Internat. Geol. Rev.*, 1, 73-88.
- (1978) An outline of the tectonic characteristics of China.
Eclogae Geol. Helv., 71, 611-635.
- Irving, E. (1983) Fragmentation and assembly of the continents,
Middle Carboniferous to Recent. *Geophys. Surv.*, 5, 299-323
- 石原舜三 (1983) 中国の鉍物資源 ④-タングステン鉍床- 地質ニュース, 第346号, P. 39-51.
- ・張安棣 (1982) 中国の地質用語, 地質調査所月報, 第33卷第5号, P. 241-249.
- ・佐藤岱生 (1982) 中国の鉍物資源③-華南の花崗岩類- 地質ニュース, 第340号, P. 30-45.

- J. L. Baxter, B. Sc. (Hons.) (1977?) Heavy Mineral Sand Deposits of
Western Australia Mineral Resources Bulletin 10
- 金属鉱業事業団資料センター (1982) 昭和57年度地質解析委員会報告書
————— (1983) 昭和58年度地質解析委員会報告書
- 岸本文雄 (1985) 中国のバヤンオボ希土類-ニオブ-鉄鉱床. 地学雑誌94巻4号, P.30-47.
- Klimetz, M. P. (1983) Speculations in the Mesozoic plate tectonic evolution
of Eastern China. Tectonics, 2, 139-166.
- 黒竜江地質科学研究所編 (1978) 1,000,000分の1 (地質図) 及び説明書
- 公害資源研究所 (1985) レアメタルの精製技術に関する調査研究報告書, 通商産業省工業技術院
- Kropotkin, P. N. (1972) Eurasia as a composite continent.
Trans. Am. Geophys. Inst., 53, 180
- Li Chunyu, Quan Wang, Xueya and Liu and Yaoqing Tang (1982) Tectonic
map of Asia with its explanatory text. Res. Inst. Geology,
Chinese Academy of Geological Science, 49 pp.
- Lin, J., Fuller, M. and Zhang, W. (1985) Preliminary Phanerozoic polar wander
paths for the North and South China Blocks Nature,
313, 444-449.
- 陸 志剛・佐藤岱生・石原舜三 (1982) 中国東部の中生代火山岩類の岩石化学とその地質学的意義.
地質調査所月報, 第33巻第8号, P. 409-415.
- 丸山茂徳・藤縄禎郎・酒井英男 (1984) アジアのテクトニクス, 海洋科学, 16, 474-485.
- 丸山茂徳・酒井英男 (1986) 複合大陸塊………アジアのテクトニクス. 地団研専報 31, 487-518.
- McElhinny, M. W. (1973) Paleomagnetism and plate tectonics.
University Press, Cambridge, 358 pp.
- 都城秋穂 (1979) アジア大陸のテクトニクス概説. 岩波地球科学講座 地球科学 16「世界の地質」
P. 237-261.
- 中嶋輝允 (1984) 中国揚子プラットフォームの地質. 地質ニュース, 第359号, p.42-56.
- Parker, R. L. (1976) Composition of the earth's crust. in Data of Geochemistry,
6th ed. U. S. Geol. Surv. Prof. Paper, 440-D, D-13-16.
- Peive, A. V., Perfilief, A. S., and Ruzhentsev, S. V. (1972) Problems of
intracontinental geosynclines.

- 24th Int. Geol. Cong. Montreal. Sec. III, Tectonics, 486.
- Sobolev, V. S. (Chief editor) (1982) Metamorphic complexes of Asia.
Translated by B. A. Brown. Pergamon Press, Oxford, 320
- 佐藤信次 (1979) 中国の地史. 岩波地球科学講座 地球科学 16 「世界の地質」 p. 301-326.
- Stocklin, J. (1980) Geology of Nepal and its regional frame.
J. Geol. Soc. London, 137, 1-34.
- 山田新一 (1978) チタン鉱床とその起源. チタニウム・ジルコニウム, 第26巻3号, p. 154-249.
- Whittington, H. B. and Hughes, C. P. (1972) Ordovician geography and faunal provinces.
s. Phil. Trans. R. Soc. London, 263, 235.
- Williams, A. (1972) Distribution of brachiopod assemblages in relation to
Ordovician paleogeography. In organisms and continents
through time. Sp. Papers Paleontol., 12, 241.
- Zhang, Z. M., Liou, J. G., and Coleman, R. G. (1984) An outline of plate tectonics
of China. Geol. Soc. Am. Bull., 95, 295-312.
- Zonenshain, L. P., Kuzmin, M. I. and Kononov, M. V. (1985) Absolute reconstruction
of the Paleozoic oceans. Earth Planet Sci.
Lett., 74, 103-116.

中華人民共和國有色金屬工業總公司提供資料

黑龍江西北部地域

1. 大興安嶺地区交通位置 縮尺 1 : 1,500,000
2. 黑龍江省大興安嶺大揚氣測区・工作研究程度図 縮尺 1 : 200,000
3. 黑龍江省大興安嶺大揚氣測区・地質探鉍工作全体設計図 縮尺 1 : 200,000
4. 黑龍江省大興安嶺大揚氣測区・化探地質綜合図 縮尺 1 : 200,000
5. 大揚氣・鉛・亜鉛鉍区地形地質概要図 縮尺 1 : 2,000
6. 内蒙古自治区鄂倫春旗, 吉源測区・地質化探綜合図 縮尺 1 : 50,000
7. 内蒙古自治区鄂倫春旗, 吉源測区・測線135 綜合断面図 縮尺 1 : 5,000
8. 吉源測区・Tc₄, Tc₆, Tc₉号溝 (トレンチ)
原生量 (Primary Metal?) 含有図 縮尺 1 : 100
9. 嘎仙鉍点東山地域・ニッケル鉍化帯平面略図 縮尺 1 : 1,000
10. 嘎仙鉍点東山地域・測線34断面図 縮尺 1 : 1,000
11. 吉峰・測線11多金屬鉍, 第1,000 測線断面図 縮尺 1 : 500

広東南西部沿岸地域

1. 広東省新会—徐聞浜海砂鉍地質図 縮尺 1 : 1,000,000
2. 広東省陽江至徐聞浜海砂鉍地質図 縮尺 1 : 200,000
3. 広東省徐聞柳尾鉍区鈦砂鉍区域地質略図 縮尺 1 : 100,000
4. 広東省徐聞柳尾鉍区鈦砂鉍区第四紀地質図 縮尺 1 : 25,000
5. 広東省陽江県南山海稀土鉍区地質地貌図 縮尺 1 : 10,000
6. 広東省白沙尾嶼鉍海浜砂鉍区第四紀地質図 縮尺 1 : 7,500
7. 広東西南部沿海浜海稀有金屬砂鉍陽江區総合開発調査工程分布図 縮尺 1 : 50,000
8. 広東西南部沿海浜海稀有金屬砂鉍東里區総合開発調査工程分布図 縮尺 1 : 50,000

卷末資料

資料1 各元素間の相関係数 (対数表示)

	Au	Ag	As	Hg	Sb	Bi	Cu	Pb	Zn	W	Sn	Mo	Ni	Co	Cr	Mn	V	Ti
Au	1.0000																	
Ag	0.3400	1.0000																
As	0.1757	0.0254	1.0000															
Hg	0.2344	0.3968	0.0705	1.0000														
Sb	0.0476	0.0256	0.5576	0.0779	1.0000													
Bi	0.0819	0.2527	0.2611	0.0395	0.3029	1.0000												
Cu	0.3635	0.5714	0.0686	0.3059	0.0061	0.2604	1.0000											
Pb	0.1886	0.5525	0.1008	0.2730	0.0914	0.3838	0.4046	1.0000										
Zn	0.1302	0.5546	0.0565	0.2558	0.0553	0.3291	0.4225	0.6621	1.0000									
W	0.0361	0.0044	0.0981	0.0105	0.0226	0.1046	0.0377	0.0973	0.0786	1.0000								
Sn	0.0086	0.0582	0.0587	0.0201	0.0397	0.0614	0.0302	0.0640	0.0414	0.0864	1.0000							
Mo	0.1947	0.4141	0.0001	0.2225	0.0891	0.2445	0.2659	0.3521	0.3284	0.1257	0.0373	1.0000						
Ni	0.1322	0.1330	0.2870	0.0223	0.1902	0.0985	0.4313	0.0799	0.1328	0.0046	0.0074	0.0623	1.0000					
Co	0.0629	0.0918	0.2821	0.0084	0.2039	0.1296	0.5020	0.1558	0.1999	0.0818	0.0262	0.0136	0.4822	1.0000				
Cr	0.0407	0.0429	0.2571	0.6263	0.2168	0.1113	0.1685	0.0365	0.0395	0.0750	0.0446	0.0580	0.5043	0.2941	1.0000			
Mn	0.0055	0.2641	0.0432	0.1614	0.0750	0.0715	0.2793	0.2882	0.4140	0.0214	0.0046	0.1004	0.2594	0.425	0.0826	1.0000		
V	0.0303	0.0368	0.1990	0.0825	0.1931	0.1248	0.0536	0.0059	0.0171	0.0972	0.0274	0.0505	0.2167	0.2469	0.2391	0.0149	1.0000	
Ti	0.2821	0.3149	0.2158	0.2986	0.2172	0.1188	0.2467	0.0688	0.0775	0.2511	0.0626	0.1630	0.0573	0.2241	0.2185	0.0355	0.3049	1.0000

***** CHANNEL #01 *****

***** LOGSHEET *****

***** AU(PPH) CU(PPH) *****

Value	10	20	30	40	50	60	70	80	90	00
-0.139794E+01	1									1
	2									2
	3									3
	4									4
	5									5
-0.984108E+00	6									6
	7									7
	8									8
	9									9
	10									10
-0.576278E+00	11									11
	12									12
	13									13
	14									14
	15									15
-0.156468E+00	16									16
	17									17
	18									18
	19									19
0.257332E+00	20									20
	21									21
	22									22
	23									23
	24									24
	25									25
0.671212E+00	26									26
	27									27
	28									28
	29									29
	30									30
0.105504E+01	31									31
	32									32
	33									33
	34									34
	35									35
0.149887E+01	36									36
	37									37
	38									38
	39									39
	40									40
0.191270E+01	41									41
	42									42
	43									43
	44									44
	45									45
0.232652E+01	46									46
	47									47
	48									48
	49									49
	50									50
0.274036E+01	51									51

***** CHANNEL #01 *****

***** LOGSHEET *****

***** AU(PPH) CU(PPH) *****

Value	10	20	30	40	50	60	70	80	90	00
-0.139794E+01	1									1
	2									2
	3									3
	4									4
	5									5
-0.984108E+00	6									6
	7									7
	8									8
	9									9
	10									10
-0.576278E+00	11									11
	12									12
	13									13
	14									14
	15									15
-0.156468E+00	16									16
	17									17
	18									18
	19									19
0.257332E+00	20									20
	21									21
	22									22
	23									23
	24									24
	25									25
0.671212E+00	26									26
	27									27
	28									28
	29									29
	30									30
0.105504E+01	31									31
	32									32
	33									33
	34									34
	35									35
0.149887E+01	36									36
	37									37
	38									38
	39									39
	40									40
0.191270E+01	41									41
	42									42
	43									43
	44									44
	45									45
0.232652E+01	46									46
	47									47
	48									48
	49									49
	50									50
0.274036E+01	51									51

資料 2 相関散布図

***** CHECKED RESULT ***** -1326.11.20- ***** LOGPRINT *****

AG(PPM)	Pz(PPM)	AG(PPM)	Pz(PPM)	AG(PPM)	Pz(PPM)	AG(PPM)	Pz(PPM)
0.413227E+01	0.722793E+01	0.141211E+01	0.205746E+01	0.272202E+01	0.344820E+01		
-0.222185E+01							
-0.185109E+01							
-0.148033E+01							
-0.110957E+01							
-0.738811E+00							
-0.368055E+00							
0.270212E-02							
0.373459E+00							
0.744215E+00							
0.111497E+01							
0.148572E+01							

***** CHECKED RESULT ***** -1326.11.20- ***** LOGPRINT *****

AG(PPM)	Pz(PPM)	AG(PPM)	Pz(PPM)	AG(PPM)	Pz(PPM)	AG(PPM)	Pz(PPM)
0.413227E+01	0.722793E+01	0.141211E+01	0.205746E+01	0.272202E+01	0.344820E+01		
-0.222185E+01							
-0.185109E+01							
-0.148033E+01							
-0.110957E+01							
-0.738811E+00							
-0.368055E+00							
0.270212E-02							
0.373459E+00							
0.744215E+00							
0.111497E+01							
0.148572E+01							

***** CHUCOAM PFCICA ***** -1752-1125- ***** LCG44INT *****

***** BI(PPV) ZI(PPV) *****

	0.198570E+02	0.115014E+01	0.119021E+01	0.250477E+01	0.310646E+01	0.376859E+01
-0.130103E+01	1					
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						
24						
25						
26						
27						
28						
29						
30						
31						
32						
33						
34						
35						
36						
37						
38						
39						
40						
41						
42						
43						
44						
45						
46						
47						
48						
49						
50						
51						

***** CHUCOAM PFCICA ***** -1752-1125- ***** LCG44INT *****

***** CU(PPV) PE(PPV) *****

	0.413928E+01	0.702853E+00	0.141211E+01	0.209746E+01	0.275250E+01	0.344820E+01
0.161368E+00	1					
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						
24						
25						
26						
27						
28						
29						
30						
31						
32						
33						
34						
35						
36						
37						
38						
39						
40						
41						
42						
43						
44						
45						
46						
47						
48						
49						
50						
51						

***** CHUSORU REGION ***** -1992,71,29-

----- LOGARITHM -----

***** CU(PPS) CU(PPS) *****

CU(PPS)	CU(PPS)	CU(PPS)	CU(PPS)	CU(PPS)	CU(PPS)	CU(PPS)
0.161368E+00	1-	1	1	1	1	1
	2-	1	1	1	1	1
	3-	1	1	1	1	1
	4-	1	1	1	1	1
	5-	1	1	1	1	1
0.428964E+00	6-	1	1	12 11 2	1	1 11 1 1 1
	7-	1	1	1 11	1	1 2
	8-	1	1	11 11 22 1	1	1 1111
	9-	1	1	21 122 1 1 21 13 11 121 1	1	
0.694561E+00	10-	2	1 11	1111 1211 11 111212 111	1	
	11-	1	1	21113 311132314333111211	1	
	12-	1	1 11	1 1122 4 434*1332*33134552 21 2	1	
	13-	2	1 1113311121	14142441*****5*2*55 1 21	1	
	14-	3	1 1 1	2 1 243 3214*3*****42341 11 1	1	
	15-	1	1 1 111 133 12334554*****2234 1	1		
0.264152E+00	16-	2	1 21 21322*****442 11	1		
	17-	1	1 11 1121124*13*****24111	1		
	18-	1	1 1 13212*****25 1	1	1 11 1	
	19-	1	1 1 11 5 34 454*****44 1	1	1 11 1	
	20-	1	1 2 1113*****1	1	1 1 1	
0.123175E+01	21-	1	1 2 4 4432*****322 1	1	1 1 1	
	22-	1	1 411 15233*****243121 1 1 3	1	1 1 1	
	23-	2	1 11 1 13225*****323 21 1 1 1 1	1	1 1 1	
	24-	1	1 1 1 1 3355*****313511 1 1 1 2	1	1 1	
	25-	1	1 11 13325*****34355 111 1 2 1	1	1	
0.140935E+01	26-	1	1 1 1 12122*3*****52533231 1	1		
	27-	1	1 11 1 312335*****443 2	1		
	28-	1	1 112542*2*****42423 11 1	1		
	29-	1	1 1 12 2322442*****14322121 1	1		
0.176695E+01	30-	1	1 11 1121*2*****35*322 1112 1	1		
	31-	1	1 21 141 342*****343113 23 1	1		
	32-	1	1 11 21434*1*****5541312 1 1 1	1	1	
	33-	1	1 211 2 *5*534*421224 212 2	1	1	
	34-	1	1 1 1 11224315 441 12 11	1	1	
	35-	1	1 13 3222311133212 1 1 1 1	1	1	
0.203454E+01	36-	1	1 3 2 2212 1	1	1	
	37-	1	1 2 3 1212 1 1 11	1	1	
	38-	1	1 1 1 32 1 1 1 11	1	1	
	39-	1	1 11 11 13 11 1 1 1	1	1	
	40-	1	1 2 2 11 1 11	1	1	
0.230214E+01	41-	1	1 1 1	1	1	
	42-	1	1 1 1	1	1	
	43-	1	1 1 1	1	1	
	44-	1	1 1 1	1	1	
	45-	1	1 1 1	1	1	
0.256973E+01	46-	1	1 1 1	1	1	
	47-	1	1 1 1	1	1	
	48-	1	1 1 1	1	1	
	49-	1	1 1 1	1	1	
	50-	1	1 1 1	1	1	
0.283734E+01	51-	1	1 1 1	1	1	

***** CHUSORU REGION ***** -1992,71,29-

----- LOGARITHM -----

***** CU(PPS) CU(PPS) *****

CU(PPS)	CU(PPS)	CU(PPS)	CU(PPS)	CU(PPS)	CU(PPS)	CU(PPS)
0.413928E+01	1-	1	1	1	1	1
	2-	1	1	1	1	1
	3-	1	1	1	1	1
	4-	1	1	1	1	1
	5-	1	1	1	1	1
0.384473E+00	6-	1	1	1	1	1
	7-	1	1	1	1	1
	8-	1	1	1	1	1
	9-	1	1	1	1	1
1.725754E+00	10-	1	1	1	1	1
	11-	1	1	1	1	1
	12-	1	1	1 11 1	1	1
	13-	1	1	1 212 1 1 1	1	1
	14-	1	1	1 1 2 11 11	1	1
	15-	1	1	1112221112222 13	1	1
1.106943E+01	16-	1	1	121 2112 3225*2437421112 1 1 1 1	1	1
	17-	1	1	11232*5*****55*5*621 1	1	1
	18-	1	1	11321*5*****421 2	1	1
	19-	1	1	314*****21 11 2	1	1
	20-	1	1	3 14*****5*2122 12 1 1 1	1	1
0.141211E+01	21-	1	1	1 11 *3*****546514111 1 111	1	1
	22-	1	1	1 212*4*****5 421422 1 1	1	1
	23-	1	1	1 213*****54 131 1 11	1	1
	24-	1	1	11243*****74*32 1 111 1	1	1
	25-	1	1	121232*****4*3 42 32 1	1	1
1.175479E+01	26-	1	1	133*****4*1 13 11 11	1	1
	27-	1	1	1 114 3*****131443 1 1 1	1	1
	28-	1	1	1175 45*****1*5*334 312 1 1	1	1
	29-	1	1	111432*55*5*****3121 111 1	1	1
	30-	1	1	11 1 12 54512*****3*****5*2433*13521 1	1	1
1.209747E+01	31-	1	1	11 33 34 *53*1*****54*44434532422 21 23 11	1	1
	32-	1	1	1 12 341 5442344547*3411*5 4314432121 1 11	1	1
	33-	1	1	11 1 1 121*152413552353211134 234221 2 2	1	1
	34-	1	1	11 3321 5113*4*54225 1 3212211111 1 1	1	1
	35-	1	1	11131 2252 2 2 1 113 1 1 1	1	1
0.244015E+01	36-	1	1	1 11 111 1 1121321 2133212 1 2 1	1	1
	37-	1	1	1 111 1 11 12115 1 1 1	1	1
	38-	1	1	1 1 1 31 1 1 13311 21	1	1
	39-	1	1	1 111 3 111 2 1	1	1
	40-	1	1	1 11 1 1 2	1	1
1.272253E+01	41-	1	1	1 1 1 111	1	1
	42-	1	1	1 1 1 11 11	1	1
	43-	1	1	1 2 1 1 1 1	1	1
	44-	1	1	1 1 1 1 1 1	1	1
	45-	1	1	1 1 1 1 1 1	1	1
0.312551E+01	46-	1	1	1 1 1	1	1
	47-	1	1	1 1 1	1	1
	48-	1	1	1 1 1	1	1
	49-	1	1	1 1 1	1	1
	50-	1	1	1 1 1	1	1
0.346820E+01	51-	1	1	1 1 1	1	1

***** ORIGINAL SIZE ***** 4327.01.77 ***** LOGARITHM *****

PE (PPM)	FC (FEY)	*****	*****	*****	*****	*****	*****
0.413923E+01	1-						1
	2-						2
	3-						3
	4-						4
	5-						5
0.384073E+00	6-						6
	7-						7
	8-						8
	9-						9
	10-						10
0.726754E+00	11-						11
	12-						12
	13-						13
	14-						14
	15-						15
0.166943E+01	16-						16
	17-						17
	18-						18
	19-						19
	20-						20
0.141211E+01	21-						21
	22-						22
	23-						23
	24-						24
	25-						25
0.175479E+01	26-						26
	27-						27
	28-						28
	29-						29
	30-						30
0.269747E+01	31-						31
	32-						32
	33-						33
	34-						34
	35-						35
0.244015E+01	36-						36
	37-						37
	38-						38
	39-						39
	40-						40
0.278283E+01	41-						41
	42-						42
	43-						43
	44-						44
	45-						45
0.312551E+01	46-						46
	47-						47
	48-						48
	49-						49
	50-						50
0.346220E+01	51-						51

***** ORIGINAL SIZE ***** 4327.01.77 ***** LOGARITHM *****

PE (PPM)	FC (FEY)	*****	*****	*****	*****	*****	*****
0.693470E+00	1-						1
	2-						2
	3-						3
	4-						4
	5-						5
0.999932E+00	6-						6
	7-						7
	8-						8
	9-						9
	10-						10
0.130027E+01	11-						11
	12-						12
	13-						13
	14-						14
	15-						15
0.160175E+01	16-						16
	17-						17
	18-						18
	19-						19
	20-						20
0.190281E+01	21-						21
	22-						22
	23-						23
	24-						24
	25-						25
0.220177E+01	26-						26
	27-						27
	28-						28
	29-						29
	30-						30
0.250473E+01	31-						31
	32-						32
	33-						33
	34-						34
	35-						35
0.280569E+01	36-						36
	37-						37
	38-						38
	39-						39
	40-						40
0.310666E+01	41-						41
	42-						42
	43-						43
	44-						44
	45-						45
0.340762E+01	46-						46
	47-						47
	48-						48
	49-						49
	50-						50
0.370859E+01	51-						51

***** SHUGUAN RES205 ***** --1--00-11-27-- LOGPRINTP *****

***** ZH(PHY) SE(PHY) A****

	0.472757E+00	0.124095E+01	0.320823E+01	0.270122E+01	0.754390E+01	0.431175E+01
0.098970E+00	1-					1
	2-					2
	3-					3
	4-					4
	5-					5
0.999932E+00	6-					6
	7-					7
	8-					8
	9-					9
	10-					10
0.130089E+01	11-					11
	12-					12
	13-					13
	14-					14
	15-					15
0.160185E+01	16-					16
	17-					17
	18-					18
	19-					19
	20-					20
0.190221E+01	21-					21
	22-					22
	23-					23
	24-					24
	25-					25
0.220377E+01	26-					26
	27-					27
	28-					28
	29-					29
	30-					30
0.250473E+01	31-					31
	32-					32
	33-					33
	34-					34
	35-					35
0.280569E+01	36-					36
	37-					37
	38-					38
	39-					39
	40-					40
0.310666E+01	41-					41
	42-					42
	43-					43
	44-					44
	45-					45
0.340762E+01	46-					46
	47-					47
	48-					48
	49-					49
	50-					50
0.370859E+01	51-					51

***** SHUGUAN RES205 ***** --1--00-11-27-- LOGPRINTP *****

***** ZH(PHY) SE(PHY) A****

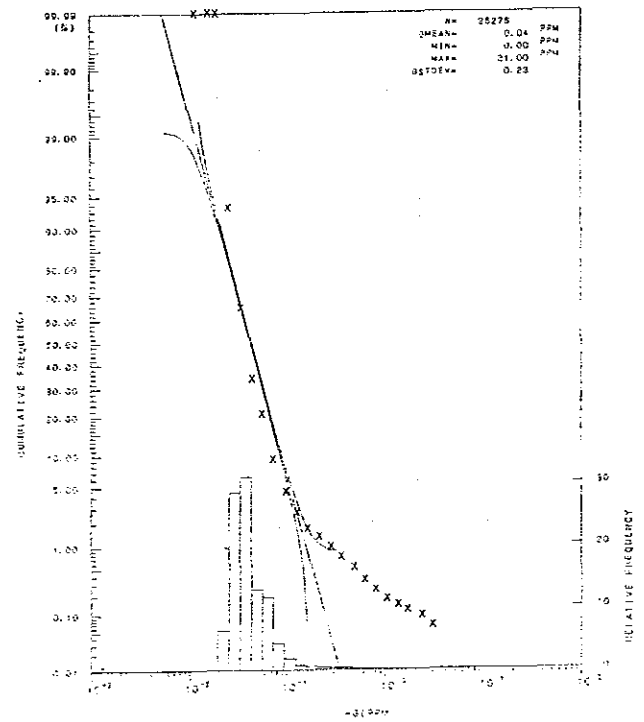
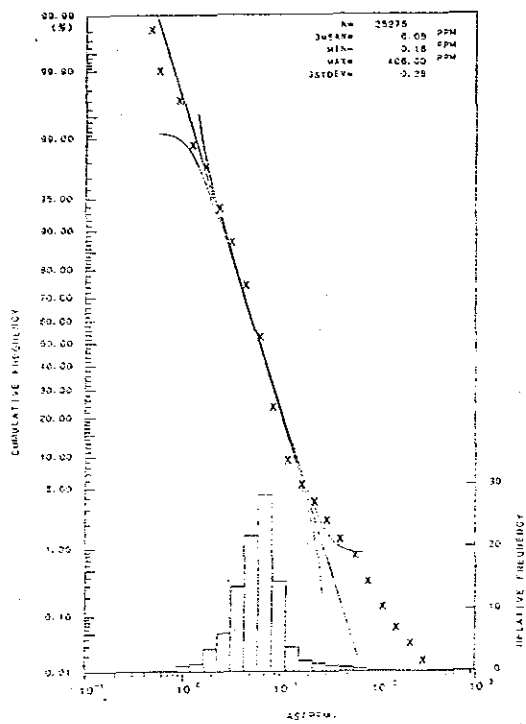
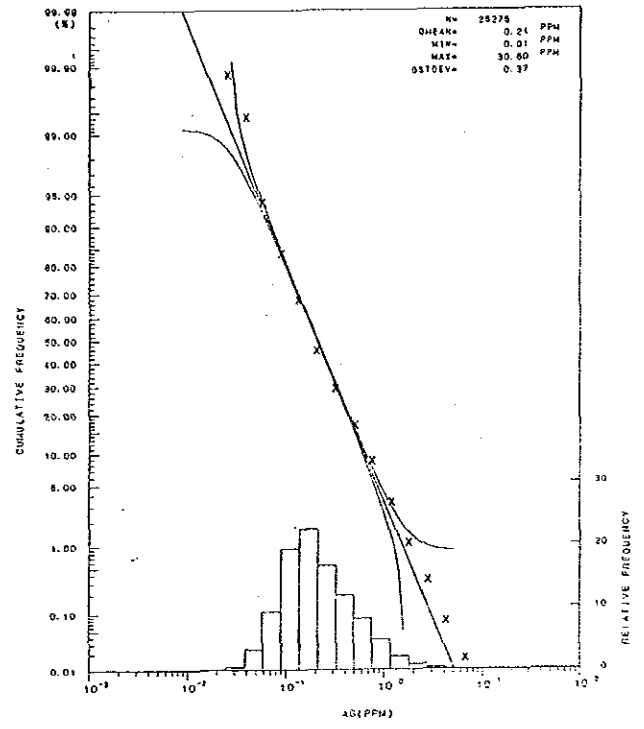
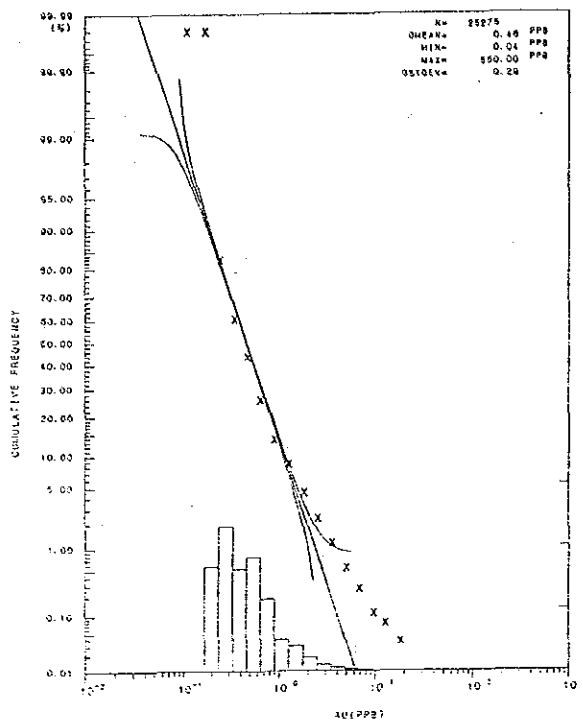
	0.199057E+00	0.470169E+00	0.753080E+00	0.303115E+01	0.150870E+01	0.159021E+01	0.186372E+01	0.214123E+01	0.241874E+01	0.268625E+01	0.297377E+01	
0.199057E+00	1-											1
	2-											2
	3-											3
	4-											4
	5-											5
0.470169E+00	6-											6
	7-											7
	8-											8
	9-											9
	10-											10
	11-											11
	12-											12
	13-											13
	14-											14
	15-											15
0.303115E+01	16-											16
	17-											17
	18-											18
	19-											19
	20-											20
	21-											21
	22-											22
	23-											23
	24-											24
	25-											25
0.159021E+01	26-											26
	27-											27
	28-											28
	29-											29
	30-											30
0.186372E+01	31-											31
	32-											32
	33-											33
	34-											34
	35-											35
0.214123E+01	36-											36
	37-											37
	38-											38
	39-											39
	40-											40
0.241874E+01	41-											41
	42-											42
	43-											43
	44-											44
	45-											45
0.268625E+01	46-											46
	47-											47
	48-											48
	49-											49
	50-											50
0.297377E+01	51-											51

***** 000000000000 ***** -1-22-11.123-

----- LC.LF107A -----

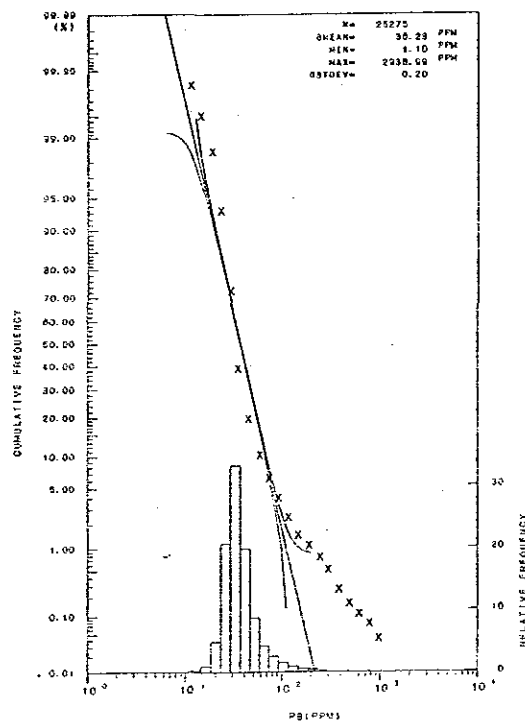
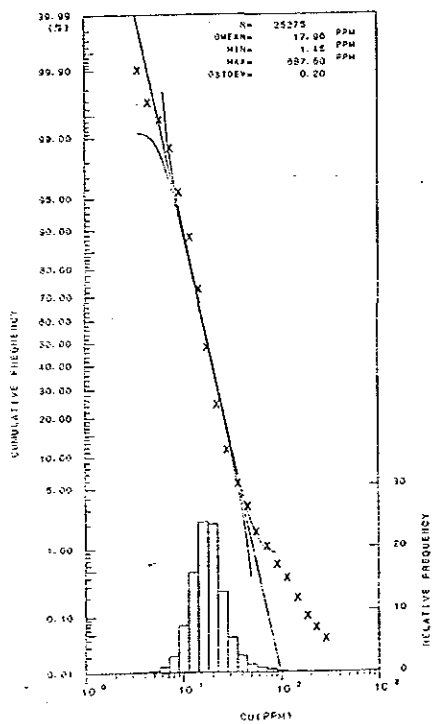
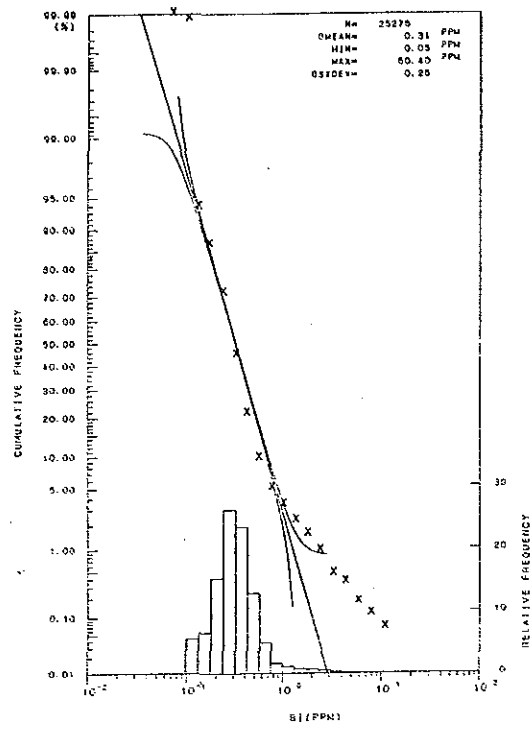
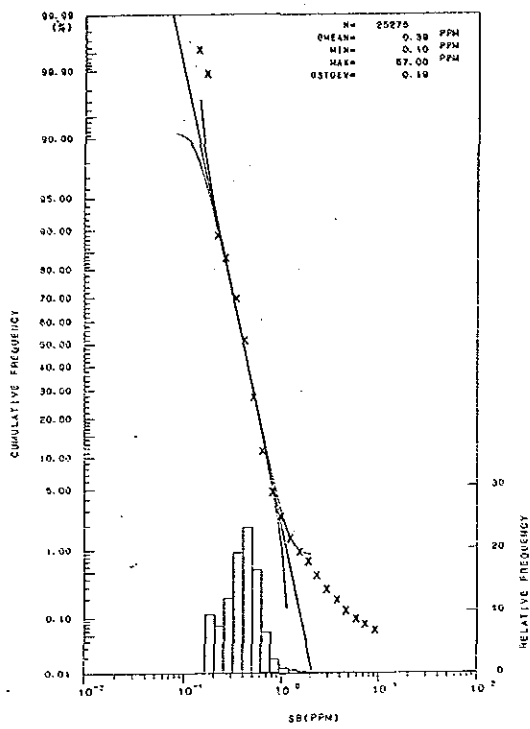
V (PPH)	T (PPM)	*****
0.778151E+00	1-	1
	2-	2
	3-	3
	4-	4
	5-	5
0.993923E+00	6-	6
	7-	7
	8-	8
	9-	9
	10-	10
0.121969E+01	11-	11
	12-1	12
	13-	13
	14-	14
	15-	15
0.144046E+01	16-1	16
	17-	17
	18-	18
	19-	19
	20-	20
0.166124E+01	21-	21
	22-	22
	23-	23
	24-	24
	25-	25
0.182201E+01	26-	26
	27-	27
	28-1	28
	29-	29
	30-	30
0.210273E+01	31-	31
	32-	32
	33-	33
	34-	34
	35-	35
0.232355E+01	36-	36
	37-	37
	38-	38
	39-	39
	40-	40
0.254432E+01	41-	41
	42-	42
	43-	43
	44-	44
	45-	45
0.276509E+01	46-	46
	47-	47
	48-	48
	49-	49
	50-	50
0.298588E+01	51-	51

0.....10.....20.....30.....40.....50.....60.....70.....80.....90.....00

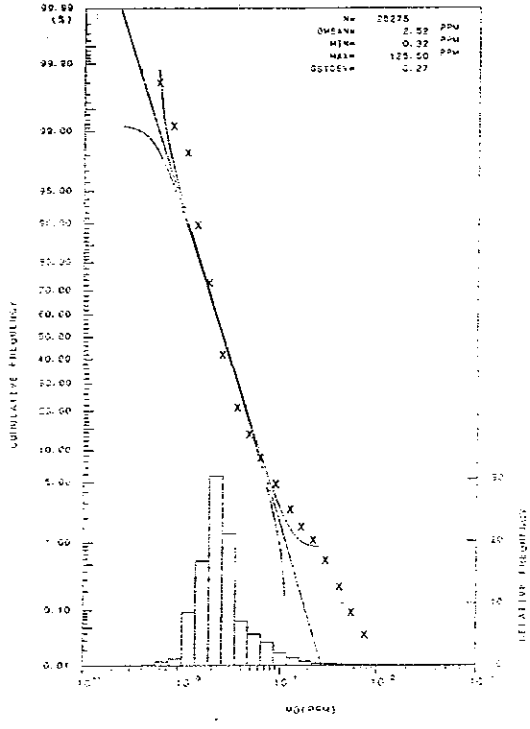
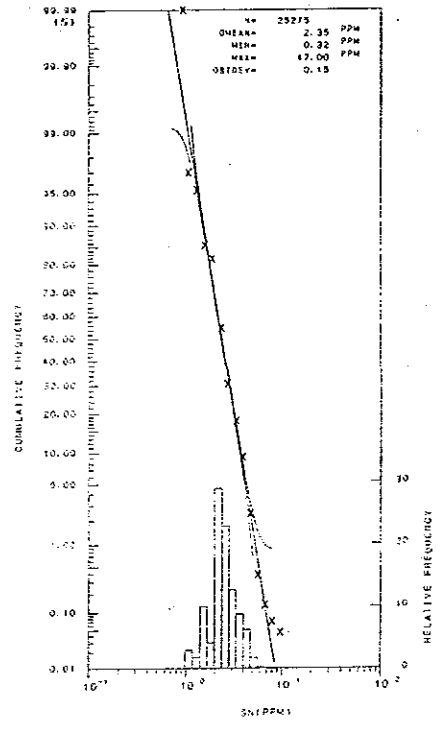
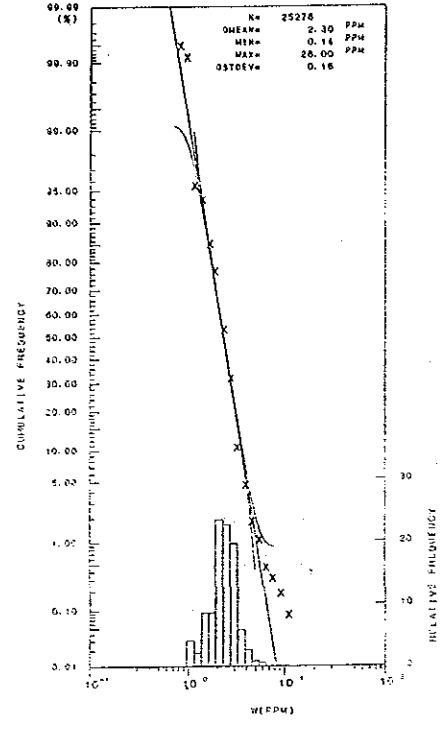
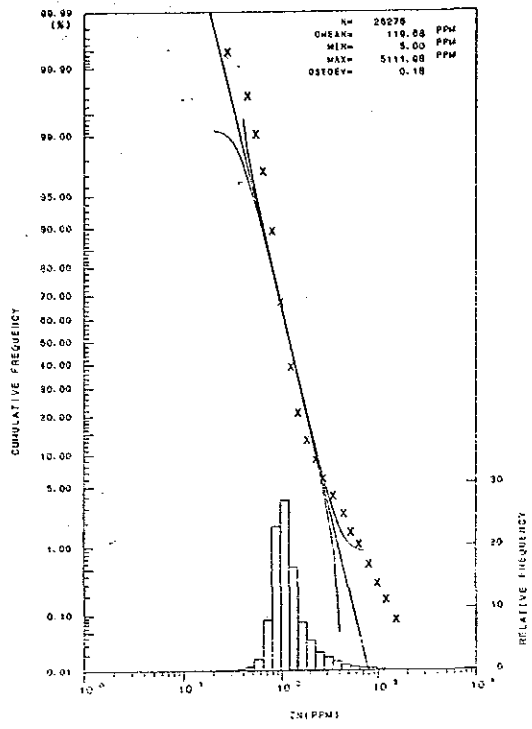


資料3 ヒストグラム及び累積頻度分布図

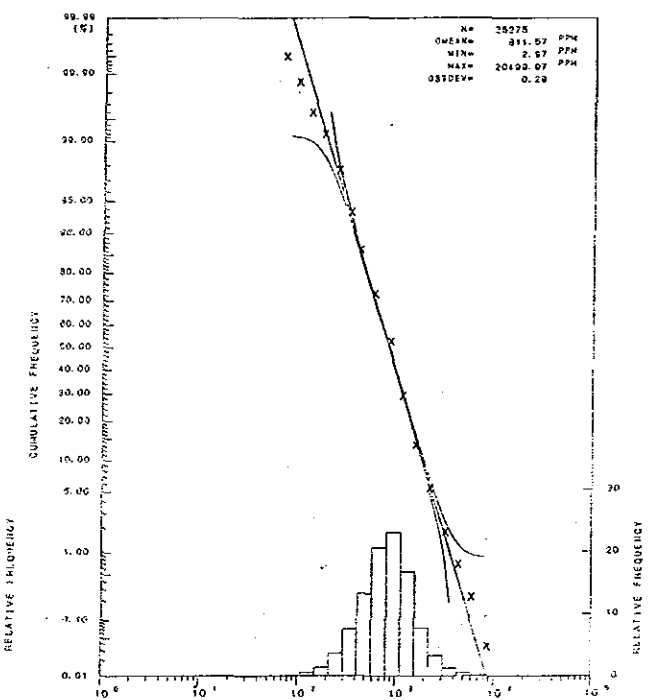
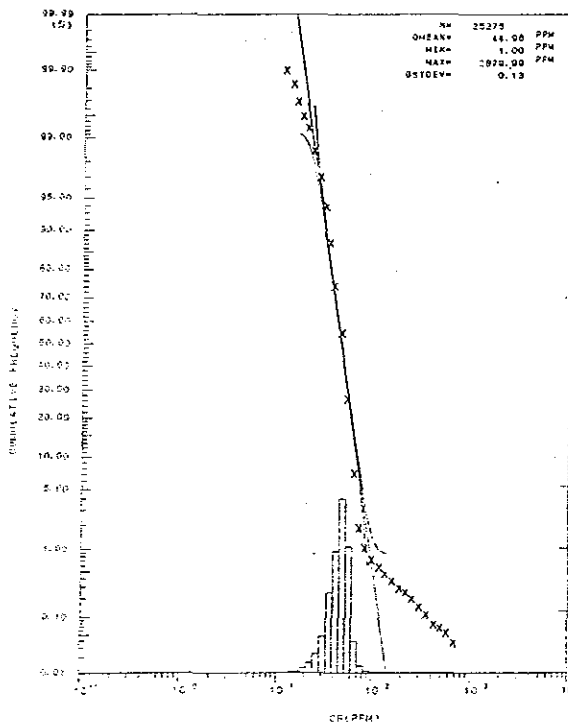
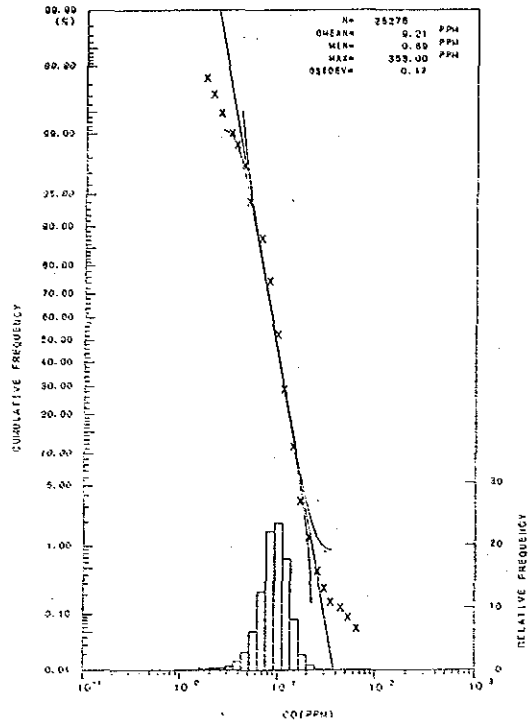
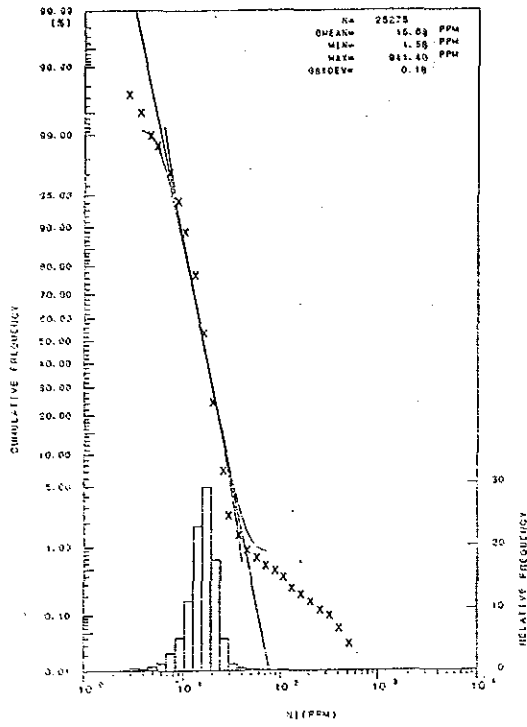
(2)



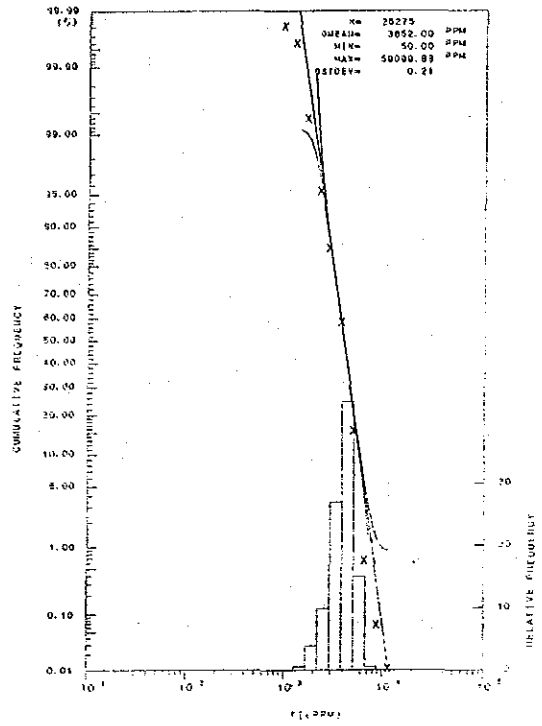
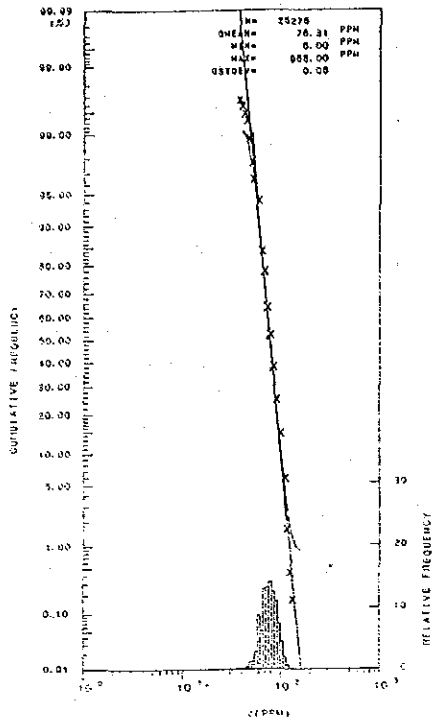
(3)



(4)



(5)



資料 4 鉍微地調査結果一覽表

地区名	鉍微地名	鉍微地番号	1/5万地形図名			鉍石鉱物・脈石鉱物	母岩	産	状
			緯距	経距	距離				
三十六林場北西部地区	三十六林場北西部	1	56430	215190	D	黄鉄鉱	流紋岩 (J ₁ ℓ)	鉍石中の黄鉄鉱	状
		2	56143	215398	H	多金属・透閃石・透輝石 結晶岩	結晶質石灰岩 (C ₃)	超基性～凝結性岩と結晶質石灰岩の境界部に発達するスカルン	
		3	56121	215407	H	綠泥石	粘板岩 (C ₃)	粘板岩中のレンズ状スカルン	
		4	56195	215390	H	黄鉄鉱	流紋岩風層凝結灰岩 (J ₁ ℓ)	鉍鉄状, 黄鉄鉱, 鉍鉄の範囲は 200~300 m	
吉文鎮地区	吉文鎮北西部	5	56120	215145	G	螢石	花崗岩 (r ₁)	細脈状, 幅 1.5 ~ 2.0 cm の細脈帯 (走向 N-S・傾斜 65 ~ 70°E)	
		6	56080	215200	G	黄鉄鉱	閃輝岩 (r ₁)	鉍石中の黄鉄鉱	状
甘河鎮地区	甘河鎮北西部	7	56304	215039	D	黄鉄鉱・褐鉄鉱・石英	細粒花崗岩 (r ₁) 凝結凝灰岩 (J ₁ ℓ)	鉍鉄状黄鉄鉱, 細粒花崗岩と凝結凝灰岩の境界部の石英細脈帯 (幅 0.05 m 走向 N70°W・傾斜 80°E) 石英細脈帯の周辺は白色黄鉄帯あり	
		8	562015 561995	2151025 2151040	G	黄鉄鉱	花崗閃輝岩 (r ₁)	鉍鉄状黄鉄鉱, 白色黄鉄帯あり	
綏園翠林場地区	綏園翠林場東部	9	56142	215145	G	石英	花崗閃輝岩 (r ₁)	脈状, 石英脈 (幅 0.25 m, 走向 N 25°E・傾斜 90°) の周辺は幅 1.0 m の 藍色・凝結石帯	
		10	56165	214874	F	黄鉄鉱・褐鉄鉱	凝結凝灰岩 (J ₁ ℓ)	鉍鉄状黄鉄鉱	
西陵河地区	西陵河林場南西部	11	56048 56041	214782 214787	F	黄鉄鉱 螢石	流紋岩 (r ₁) 凝結凝灰岩 (J ₁ ℓ)	流紋岩中の鉍鉄状黄鉄鉱 凝結凝灰岩中の鉍石細脈	
		12	56858	215325	L	石英	花崗岩 (r ₁)	花崗岩中の石英細脈 (幅 1 cm), 細脈周辺は白色黄鉄	
吉峰林場地区	吉峰林場東部	13	567780	2152045	N	黄鉄鉱	石英安山岩 (J ₁ ℓ)	鉍鉄状 黄鉄鉱	
		14	56880	215160	K			未 確 認	
青峰十一支線地区	青峰十一支線 Pb-Zn-Cu	15	56870	215150	K			未 確 認	
		16	56877	215063	K			未 確 認	
青峰十一支線地区	青峰十一支線 Pb-Zn-Cu	17	56725 56730	2151010 2151005	N	方鉄鉱・閃輝岩・黄鉄鉱・透閃石・綠泥石・方解石・綠泥石	結晶質石灰岩 (C ₃) 流紋岩・花崗岩 (r ₁)	流紋岩・花崗岩と結晶質石灰岩の境界部に発達するスカルン帯の中 に鉍鉄状～細脈状に鉍石鉱物が認められる。流紋岩～花崗岩中 にもわずかにスカルンあり	
		18	567855	2151150	N	黄鉄鉱・褐鉄鉱・綠泥石	凝結凝灰岩 (J ₁ ℓ)	鉍鉄状黄鉄鉱	
吉源林場地区	吉源林場西西部	19	569805	2149280	J	磁鉄鉱	粘板岩 (C ₃)	鉍石 (脈状又は層状)	
		20	569830	2149310	J	方鉄鉱・閃輝岩・黄鉄鉱・透閃石・綠泥石・方解石	粘板岩 (C ₃)	スカルン脈石では鉍鉄状～細脈状に鉍石鉱物が認められる。スカル ンの産状はレンズ状又は塊状	
吉源林場地区	吉源林場西西部	21	569474	2149540	J	黄鉄鉱・ 褐鉄鉱・石英	アブライト (r ₁) 石英モンネ岩 (r ₁)	鉍鉄状黄鉄鉱 石英モンネ岩中にある褐鉄鉱化した石英細脈 (走向は N-S が 越する)	
		22	569760	2149400	J	黄鉄鉱・石英	花崗岩 (r ₁)	花崗岩起源の灰白色黄鉄質花崗岩中の鉍鉄状黄鉄鉱及び石英細脈	
吉源林場地区	吉源林場西西部	23	56945	214935	J			未 確 認	
		24	56745	214965	M	褐鉄鉱	細粒質白質岩・ 閃輝岩	細粒質白質岩の節理に沿った褐鉄鉱	