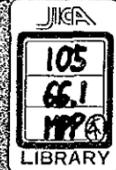


中華人民共和国 レアメタル総合開発調査
資源開発協力基礎調査報告書

第 1 年 次

昭和63年3月

国際協力事業団
金属鉱業事業団



計資
S C
88-36

17562

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

第 1 年 次

昭和63年 3 月

国際協力事業団
金属鉱業事業団

鉱計資
SC
88-36



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

第 1 年 次

昭和63年 3 月

国際協力事業団
金属鉱業事業団

105
61
107

中華人民共和國レアメタル総合開発調査
資源開発協力基礎調査報告書

第 1 年 次

JICA LIBRARY



1065740113

昭和63年3月

国際協力事業団
金属鉱業事業団

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、同国北部に位置する黒竜江北西部地域及び同国南部に位置する広東南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、地化学探査、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。本調査は、昭和62年度が第1年次にあたり、金属鉱業事業団は黒竜江北西部地域に関して7名、広東南西部沿岸地域に関して13名、計20名の調査団を編成して、各々、昭和62年8月15日から昭和62年11月5日まで、及び昭和62年10月8日から昭和63年1月23日まで現地に派遣した。

現地調査は、中華人民共和国政府関係機関、中華人民共和國有色金属工業総公司黒竜江地質勘探公司及同広東地質勘探公司の協力を得て予定どおり完了した。

本報告書は、第1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、並びに外務省、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るものである。

昭和63年3月

国際協力事業団

総裁 柳谷 謙介

金属鉱業事業団

理事長 佐藤淳一郎

要 約

要 約

黒竜江北西部地域では、本年度の調査は、5,000 km²の面積を占める調査地域に対し、地質調査及び地化学探査を実施し、調査で得られた土壌、岩石及び鉱石の各試料に対して各種室内試験を行った。

地質調査の結果では、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分布・性状などが明らかとなった。また、調査地域には、従来9個所の鉱徴地が知られていたが、今回の調査で、さらに18個所の鉱徴地が確認され、これらの多くは、燕山期の貫入岩体又はその周辺に分布する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、石英脈などであることが判明した。

地化学探査の結果では、抽出された各元素ごとの地化学異常の組合せなどによって、斑岩型鉱床、スカルン型鉱床、鉱脈型鉱床及び塩基性～超塩基性岩に伴う鉱床の4種のタイプの鉱床の存在する可能性のある地化学異常帯が9個所絞り出された。さらに、これら9個所の地化学異常帯の中から、3種以上のタイプの鉱床の存在する可能性の強い場所を選び出した結果、今後の探査有望地区として、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地区が抽出された。

前記の2探査有望地区には、いずれも周囲の地質条件から斑岩型、スカルン型及び一部には鉱脈型の各鉱床の存在が期待できるが、地化学異常の分布が広く、多くの元素の異常が重なり合い、かつ移動性元素（Hg, As）濃度の高い三十六林場北西部地区が、第2年次の調査対象地区として最も有望であると判断された。

広東南西部沿岸地域では、東里、陽江両地区4,500 km²において、地質調査、鉱床起源岩調査及びボーリング調査を実施し、各調査で採取した砂試料、岩石試料などについて各種室内試験を行った。

この結果、ボーリング調査によって、

(1) 東里半島の西側において、延長約10km、幅約2kmのイルメナイトを主とする重砂鉱床帯（合計重鉱物品位3 kg/m³以上を抽出）の存在をほぼ明確にすることができたが、当初、鉱床の広がりが期待されていた東里半島東側の海岸部一帯においては、鉱床帯は捕捉できなかった。

(2) 新寮島地区においても、延長約10km、幅約2kmのイルメナイトを主とする重砂鉱床帯（合計重鉱物品位3 kg/m³以上を抽出）の存在、及び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鉱床帯の端緒を捕捉した。

(3) 陽江地区においては、内陸部の平崗地区では、第四紀砂層の発達が予想に反して悪く、有望鉱床帯を捕捉できなかったが、海陵島中央部南岸では、地表から深度2～3m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鉱床帯（合計重鉱物品位3 kg/m³以上を抽出）を

捕捉した。

一方、地質調査及び鉍床起源岩調査によって、

(1) 東里地区では、雷州半島に広く活動する玄武岩の分布など、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た。すなわち、第四紀 $Q_1 \cdot Q_2 \cdot Q_3$ 各部層を区分すると同時に、玄武岩溶岩流との上下関係を明らかにした。

(2) 東里地区の重砂鉍床は、第四紀 Q_1 層が主要鉍床胚胎層であることを確認し、 Q_1 層の堆積環境、堆積年代などをほぼ明らかにできた。

(3) 陽江地区では、古生代古期岩類を基盤とする第四紀砂層の分布する地質環境の概要を明らかにし、さらに現在採掘されている鉍床を中心に、第四紀 Q_1 層に胚胎する重砂鉍床の富鉍部の賦存形態を一部明らかにすることができた。

(4) 東里地区の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したがって、イルメナイトに富むもの、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いことなどがほぼ推定できた。

(5) 陽江地区の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り、燕山期の花崗岩類は磁鉄鉍を供給した可能性が強いことなどがほぼ推定できた。

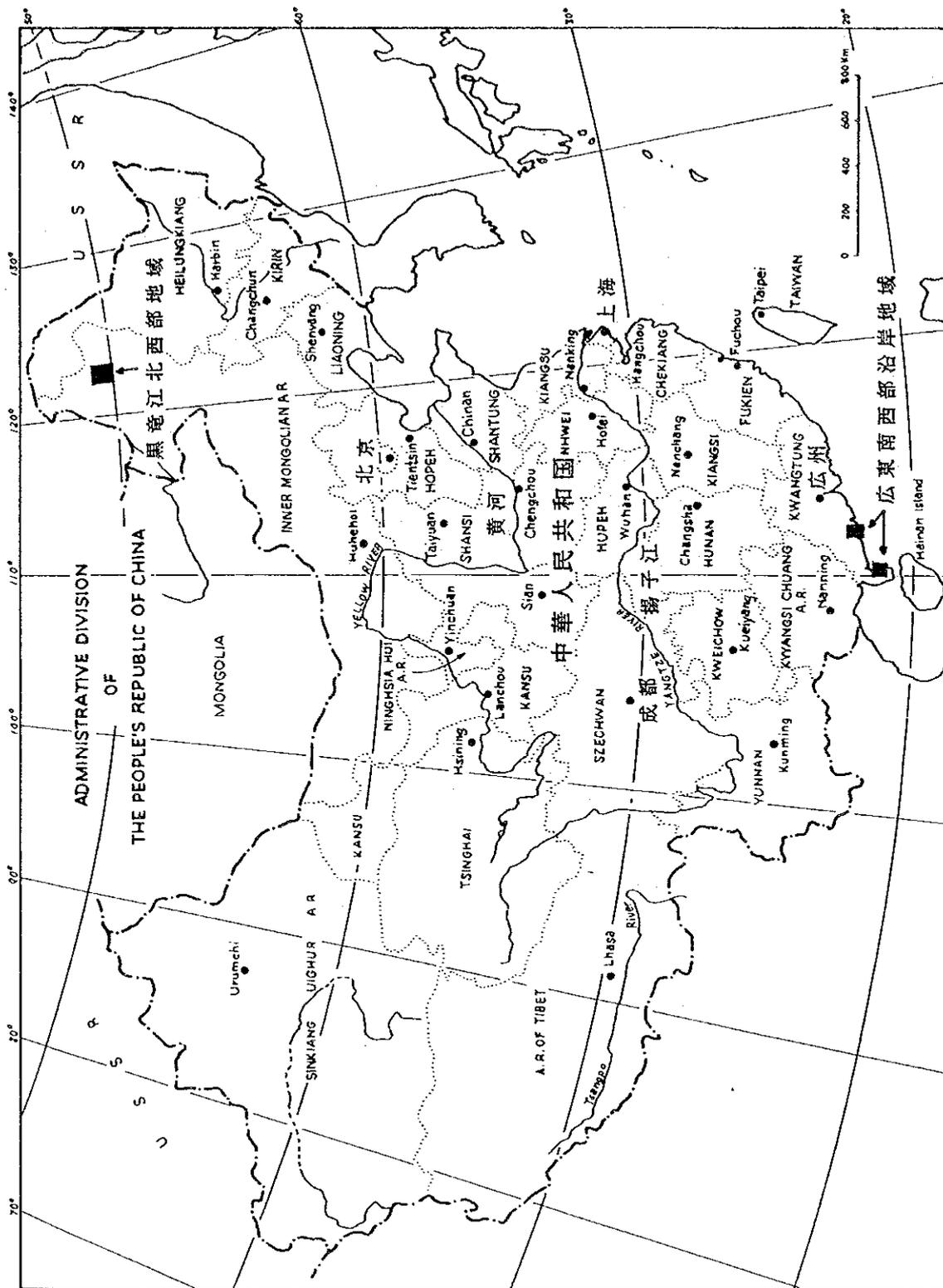


图1 調查地域位置图

目 次

はしがき	
要 約	
調査地域位置図	
目 次	
付図一覧表	

第I部 総 論

第1章 序論	1
1-1 調査の経緯及び目的	1
1-2 調査内容	2
1-2-1 黒竜江北西部地域	2
1-2-2 広東南西部沿岸地域	3
1-3 調査期間	4
1-4 調査団の編成	4
1-4-1 調査計画と折衝	4
1-4-2 現地調査	5
第2章 調査地域の地理	8
2-1 黒竜江北西部地域	8
2-1-1 位置及び交通	8
2-1-2 地形	9
2-1-3 気候	10
2-2 広東南西部沿岸地域	11
2-2-1 位置及び交通	11
2-2-2 地形	13
2-2-3 気候	13
第3章 調査地域の地質背景	16
3-1 東アジアの地質構造	16
3-1-1 総説	16
3-1-2 地塊各論	17
3-1-3 まとめ	19

3-2	黒竜江北西部地域	19
3-2-1	黒竜江省の一般地質	19
3-2-2	調査地域の地質構造上の位置	20
3-3	広東南西部沿岸地域	20
3-3-1	広東省の一般地質	20
3-3-2	調査地域及び周辺の地質	22

第II部 黒竜江北西部地域

第1章	調査方法	23
1-1	地質調査	23
1-2	地化学探査	23
1-3	調査班の編成	24
第2章	地質調査	25
2-1	地質概略	25
2-2	変成岩類・堆積岩類・火山岩類	28
2-3	貫入岩類	31
2-4	地質構造	33
2-5	鉱徴	37
2-6	鉱化作用	48
第3章	地化学探査	50
3-1	試料の採取及び調整	50
3-2	分析及び解析方法	52
3-3	調査結果	52
3-3-1	指示元素相互間の相関	52
3-3-2	異常値の設定	54
3-3-3	地化学異常の分布	56
第4章	室内試験	60
4-1	岩石薄片鑑定	60
4-2	鉱石研磨片鑑定	62
4-3	岩石分析(全岩分析)	62
4-4	鉱石分析	65

4-5	Rb-Sr法年代測定	65
4-6	粉末X線回折	66
第5章	調査結果の総合検討	67
5-1	鉍化作用及び鉍微地の評価	67
5-2	地化学異常の評価	67
5-3	地質構造と鉍化作用との関係	69
5-4	地化学異常と鉍化作用との関係	69

第Ⅲ部 広東南西部沿岸地域

第1章	調査方法	71
1-1	地質調査	71
1-1-1	東里地区	71
1-1-2	陽江地区	71
1-2	測線地質調査(路線地質調査)	71
1-3	鉍床起源岩調査	71
1-3-1	河川砂及び海浜砂の採取	71
1-3-2	岩石の採取	71
1-4	ボーリング調査	72
1-5	調査班の編成	72
1-5-1	地質調査, 測線調査及び起源岩調査	72
1-5-2	ボーリング調査	72
第2章	地質調査	74
2-1	東里地区の地質及び鉍床	74
2-1-1	地質	74
2-1-2	鉍床	82
2-2	陽江地区の地質及び鉍床	83
2-2-1	地質	83
2-2-2	鉍床	89
第3章	測線地質調査(路線地質調査)	92

第4章 鉾床起源岩調査	93
4-1 河川砂及び海浜砂のサンプリング	93
4-1-1 東里地区	93
4-1-2 陽江地区	93
4-2 鉾床近傍及び後背地の岩石のサンプリング	100
4-2-1 東里地区	100
4-2-2 陽江地区	100
4-3 解析結果及びその検討	100
4-3-1 東里地区	103
4-3-2 陽江地区	114
第5章 ボーリング調査	120
5-1 調査の内容	120
5-1-1 ボーリング作業	120
5-1-2 試料鑑定及びサンプリング	121
5-2 現地調査期間及び作業能率	122
5-3 ボーリング工法及び使用機器	122
5-3-1 ボーリング工法	122
5-3-2 使用機器及び消耗資材	122
5-3-3 作業形態	122
5-4 調査工程	125
5-5 調査結果	125
5-5-1 東里地区	125
5-5-2 陽江地区	126
第6章 室内試験	129
6-1 重砂分析	129
6-2 人工重砂分析	129
6-3 岩石分析(全岩分析)	129
6-4 粒度分析	129
6-5 花粉分析	132
6-6 年代測定	132
6-6-1 Rb-Sr法	134
6-6-2 ¹⁴ C法	134

6-7	岩石薄片鑑定	135
第7章	重砂鉍物の分析	136
7-1	総説	136
7-2	重砂分析	136
7-2-1	分析方法	136
7-2-2	分析精度	136
第8章	調査結果の総合検討	139
8-1	東里地区	139
8-1-1	重砂鉍床の分布域	139
8-1-2	重砂鉍床分布の特徴	140
8-1-3	探鉍有望地区及び高品位鉍徴の分布	140
8-1-4	鉍床起源岩調査	140
8-2	陽江地区	140
8-2-1	重砂鉍床の分布域	141
8-2-2	鉍床起源岩調査	141
第IV部 結論及び提言		
第1章	黒竜江北西部地域	143
1-1	結論	143
1-2	提言	143
第2章	広東南西部沿岸地域	145
2-1	結論	145
2-1-1	東里地区	145
2-1-2	陽江地区	145
2-2	提言	146
文 献		147

図 表 一 覧

図1	調査地域位置図	
図2	黒竜江北西部地域位置図	7
図3	調査範囲図	9
図4	年間平均気温分布図	10
図5	年間平均降水量分布図	11
図6	広東南西部沿岸地域位置図	12
図7	東アジア大陸地質構造概略図	15
図8	調査地域周辺の地質概略図	25
図9	地質総括図	26
図10	地質模式層序図	27
図11	露头スケッチ	33
図12	リニアメント抽出結果図	34
図13	リニアメントローズダイヤグラム	35
図14	吉峰十一支線地区トレンチ位置図	42
図15	吉峰十一支線トレンチTC1・TC2関係図	42
図16	吉峰十一支線トレンチTC1スケッチ	43
図17	吉峰十一支線トレンチTC2スケッチ	43
図18	吉峰十一支線トレンチTC1鉱石スケッチ	44
図19	吉源林場地区トレンチ位置図	45
図20	吉源林場地区トレンチTC9スケッチ	45
図21	吉源林場地区トレンチTC29スケッチ	46
図22	吉源林場地区トレンチTC16スケッチ	47
図23	地化学探査試料採取地点設定図	50
図24	試料調整工程	51
図25	デンドログラム	53
図26	地化学異常地区位置図	57
図27	成分変化図(D. I. -酸化物図)	63
図28	MFA図	64

図29	$Fe_2O_3 / FeO + Fe_2O_3 - SiO_2, MgO / FeO + Fe_2O_3 - SiO_2$ 図	64
図30	ACF 図	65
図31	ノルム $Q - (Ab + An) - Or$ 図	65
図32	Rb / Sr アイソクロン	66
図33	花崗岩系列とストロンチウム同位体比	66
図34	広東南西部沿岸地域東里地区地質模式柱状図	74
図35	広東南西部沿岸地域東里地区地質模式断面図	75
図36	東里地区玄武岩の帯磁率測定結果	79
図37	玄武岩の $Na_2O + K_2O - SiO_2$ 図	81
図38	玄武岩の $SiO_2 - 全FeO / MgO$ 図	81
図39	ネコ流し重砂選鉱器概略図	82
図40	広東南西部沿岸地域陽江地区地質模式柱状図	84
図41	広東南西部沿岸地域陽江地区地質模式断面図	84
図42	貫入岩のノルム $Q - (Ab + An) - Or$ 図	86
図43	白社重砂鉱床高品位部スケッチ	90
図44-(1)	東里地区重鉱物のデンドログラム	104
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)	105
図45	東里地区重鉱物重量比三角ダイヤグラム	108
図46	東里地区重鉱物重量比三角ダイヤグラム (中方既存分析値による)	112
図47	陽江地区重鉱物のデンドログラム	114
図48	陽江地区重鉱物重量比三角ダイヤグラム	118
図49	昭和62年度調査工程実績	127
図50	ボーリング調査工程総括	128
図51	人工重砂分析工程	131
図52	MJRT-17孔古環境変化総括図	132
図53	重砂分析工程	138
表1	調査内容及び調査量	2
表2	中方室内試験用採取試料及び数量	2
表3	調査内容及び調査量	3
表4	中方室内試験用採取試料及び数量	3
表5	日本国内試験用採取試料及び数量	4
表6	最高・最低気温	10

表7	平均・最高・最低気温	13
表8	平均降雨量・平均降雨日数	14
表9	黒竜江北西部地域中国側実施体制	24
表10	分析成分及び分析方法	52
表11	分析各元素の検出限界	52
表12	岩石中の元素の存在量	54
表13	土壌地化学探査統計量一覧	56
表14	地区別地化学異常	59
表15	Rb - Sr 法同位体測定結果	65
表16	粉末X線回折結果	66
表17	黒竜江北西部地域鉍鉍微地評価一覧	67
表18	黒竜江北西部地域地化学異常の評価一覧	69
表19	広東南西部沿岸地域中国側実施体制	73
表20	第四紀Q ₄ 層砂試料のモード測定結果一覧	77
表21	東里地区玄武岩の岩石分析（全岩分析）結果	80
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）	82
表23	陽江地区花崗岩類の岩石分析（全岩分析）結果	87
表24	陽江地区花崗岩類のノルム鉍物計算	88
表25	陽江地区白社鉍床及び大角環鉍床重鉍物品位	91
表26	東里地区起源岩調査河川砂及び海浜砂分析結果	94
表27	陽江地区起源岩調査河川砂及び海浜砂分析結果	97
表28	火成岩の随伴鉍物一覧	101
表29	鉍物の風化安定度	102
	(1) 化学的風化安定度	102
	(2) 機械的風化安定度	102
表30	重鉍物の比重及び硬度	103
表31-(1)	東里地区-2種の重鉍物品位に関する相関係数	104
表31-(2)	東里地区-2種の重鉍物品位に関する相関係数（中方既存分析値による）	105
表32	東里地区玄武岩人工重砂分析結果	106
表33	東里地区河川砂及び海浜砂の重鉍物量比の変化	107
表34	陽江地区-2種の重鉍物品位に関する相関係数	114
表35	陽江地区人工重砂分析結果	116
表36	陽江地区人工重砂分析結果による重鉍物量比	117
表37	地区別ボーリング実績	120

表38	実施ゾーン別ボーリング実績	120
表39	砕屑物名称分類	121
表40	土質名分類	121
表41	ボーリング調査使用機器一覧	123
表42	消耗資材使用実績	123
表43-(1)	調査班構成人員（日本人）	124
表43-(2)	調査班構成人員（中国人）	124
表44	人工重砂分析結果一覧	130
表45	東里地区花粉分析結果一覧	133
表46	Rb - Sr 法年代測定結果	134
表47	¹⁴ C法による第四紀砂層の年代測定結果	135
表48	重砂定量分析精度検査基準	137

巻末資料

(1) 黒竜江北西部地域

資料 1	各元素間の相関係数（対数表示）	資-1
資料 2	相関散布図	資-2
資料 3	ヒストグラム及び累積頻度分布図	資-15
資料 4	鉍微地調査結果一覧表	資-20
資料 5	顕微鏡観察結果一覧表	資-21
資料 6	鉍石研磨片鑑定結果一覧表	資-26
資料 7	岩石分析結果一覧表	資-27
資料 8	鉍石分析結果一覧表	資-28

(2) 広東南西部沿岸地域

資料 9	採取試料リスト及び室内試験内訳表	資-29
資料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表	資-34
資料11	粒度分析結果一覧表	資-37
資料12	粒度分析結果ヒストグラム	資-48
資料13	岩石薄片検鏡結果一覧表	資-70
資料14	岩石及び砂の顕微鏡写真	資-73
資料15	ボーリング柱状図（108 孔）	資-79

付図

- 付図1 地化学探査試料採取位置図 (縮尺1 : 50,000) A~N 14葉
- 付図2 各種試験用試料採取位置図 (縮尺1 : 50,000) A~N 14葉
- 付図3 地質図 (縮尺1 : 50,000) A~N 14葉
- 付図4 地質断面図 (縮尺1 : 50,000)
- 付図5 鉍徴地位置図 (縮尺1 : 50,000) A~N 14葉
- 付図6 鉍徴地・探鉍有望地区位置図 (縮尺1 : 200,000)
- 付図7-(1) 地化学探査解析結果図 (Au) (縮尺1 : 50,000)
- 付図7-(2) 地化学探査解析結果図 (Ag) (縮尺1 : 50,000)
- 付図7-(3) 地化学探査解析結果図 (As) (縮尺1 : 50,000)
- 付図7-(4) 地化学探査解析結果図 (Hg) (縮尺1 : 50,000)
- 付図7-(5) 地化学探査解析結果図 (Sb) (縮尺1 : 50,000)
- 付図7-(6) 地化学探査解析結果図 (Bi) (縮尺1 : 50,000)
- 付図7-(7) 地化学探査解析結果図 (Cu) (縮尺1 : 50,000)
- 付図7-(8) 地化学探査解析結果図 (Pb) (縮尺1 : 50,000)
- 付図7-(9) 地化学探査解析結果図 (Zn) (縮尺1 : 50,000)
- 付図7-(10) 地化学探査解析結果図 (W) (縮尺1 : 50,000)
- 付図7-(11) 地化学探査解析結果図 (Sn) (縮尺1 : 50,000)
- 付図7-(12) 地化学探査解析結果図 (Mo) (縮尺1 : 50,000)
- 付図7-(13) 地化学探査解析結果図 (Ni) (縮尺1 : 50,000)
- 付図7-(14) 地化学探査解析結果図 (Co) (縮尺1 : 50,000)
- 付図7-(15) 地化学探査解析結果図 (Cr) (縮尺1 : 50,000)
- 付図7-(16) 地化学探査解析結果図 (Mn) (縮尺1 : 50,000)
- 付図7-(17) 地化学探査解析結果図 (V) (縮尺1 : 50,000)
- 付図7-(18) 地化学探査解析結果図 (Ti) (縮尺1 : 50,000)
- 付図8-(1) 総合解析結果図 (Cu - Mo - Hg) (縮尺1 : 50,000)
- 付図8-(2) 総合解析結果図 (Pb - Zn - Bi) (縮尺1 : 50,000)
- 付図9-(1) 三十六林場北西部地区総合解析結果図 (Cu - Mo - Hg - As)
(縮尺1 : 50,000)
- 付図9-(2) 三十六林場北西部地区総合解析結果図 (Pb - Zn - Hg - As)
(縮尺1 : 50,000)
- 付図10-(1) 吉源林場地区総合解析結果図 (Cu - Mo - Hg - As)
(縮尺1 : 50,000)
- 付図10-(2) 吉源林場地区総合解析結果図 (Pb - Zn - Hg - As)
(縮尺1 : 50,000)

- 付図11 東里地区地質図 (縮尺 1 : 50,000)
- 付図12 東里地区地質断面図 (縮尺 1 : 50,000及び 1 : 2,000)
- 付図13-(1) 東里地区鉾床起源岩調査サンプル位置図及び重砂分析結果図
(縮尺 1 : 100,000)
- 付図13-(2) 陽江地区鉾床起源岩調査サンプル位置図及び重砂分析結果図
(縮尺 1 : 100,000)
- 付図14-(1) 東里地区ボーリング位置図 (縮尺 1 : 50,000)
- 付図14-(2) 陽江地区ボーリング位置図 (縮尺 1 : 50,000)
- 付図15-(1) ボーリング地質断面図 (東里地区) Line 124 (縮尺 1 : 50,000)
- 付図15-(2) ボーリング地質断面図 (東里地区) Line 112 (縮尺 1 : 50,000)
- 付図15-(3) ボーリング地質断面図 (東里地区) Line 100 (縮尺 1 : 50,000)
- 付図15-(4) ボーリング地質断面図 (東里地区) Line 111 (縮尺 1 : 50,000)
- 付図15-(5) ボーリング地質断面図 (東里地区) Line 123 (縮尺 1 : 50,000)
- 付図15-(6) ボーリング地質断面図 (東里地区) Line 135 (縮尺 1 : 50,000)
- 付図15-(7) ボーリング地質断面図 (東里地区) Line 212 (縮尺 1 : 50,000)
- 付図15-(8) ボーリング地質断面図 (東里地区) Line 200 (縮尺 1 : 50,000)
- 付図15-(9) ボーリング地質断面図 (東里地区) Line 211 (縮尺 1 : 50,000)
- 付図15-(10) ボーリング地質断面図 (東里地区) Line 223 (縮尺 1 : 50,000)
- 付図15-(11) ボーリング地質断面図 (東里地区) Line 235 (縮尺 1 : 50,000)
- 付図15-(12) ボーリング地質断面図 (東里地区) Line 239, 243 (縮尺 1 : 50,000)
- 付図15-(13) ボーリング地質断面図 (東里地区) Line 300, 311, 312, 323 (縮尺 1 : 50,000)
- 付図15-(14) ボーリング地質断面図 (陽江地区) Line 23, 25, 26 (縮尺 1 : 50,000)
- 付図15-(15) ボーリング地質断面図 (陽江地区) Line 28 (縮尺 1 : 50,000)
- 付図15-(16) ボーリング地質断面図 (陽江地区) Line 30 (縮尺 1 : 50,000)
- 付図15-(17) ボーリング地質断面図 (陽江地区) Line 32 (縮尺 1 : 50,000)
- 付図16-(1) ボーリング品位図 (東里地区) Line 124 (縮尺 1 : 5,000 及び 1 : 200)
- 付図16-(2) ボーリング品位図 (東里地区) Line 112 (縮尺 1 : 5,000 及び 1 : 200)
- 付図16-(3) ボーリング品位図 (東里地区) Line 100 (縮尺 1 : 5,000 及び 1 : 200)
- 付図16-(4) ボーリング品位図 (東里地区) Line 111 (縮尺 1 : 5,000 及び 1 : 200)
- 付図16-(5) ボーリング品位図 (東里地区) Line 123 (縮尺 1 : 5,000 及び 1 : 200)
- 付図16-(6) ボーリング品位図 (東里地区) Line 135 (縮尺 1 : 5,000 及び 1 : 200)
- 付図16-(7) ボーリング品位図 (東里地区) Line 212 (縮尺 1 : 5,000 及び 1 : 200)
- 付図16-(8) ボーリング品位図 (東里地区) Line 200 (縮尺 1 : 5,000 及び 1 : 200)
- 付図16-(9) ボーリング品位図 (東里地区) Line 211 (縮尺 1 : 5,000 及び 1 : 200)

- 付図16-(10) ボーリング品位図(東里地区) Line 223 (縮尺1:5,000 及び1:200)
- 付図16-(11) ボーリング品位図(東里地区) Line 235 (縮尺1:5,000 及び1:200)
- 付図16-(12) ボーリング品位図(東里地区) Line 239, 243
(縮尺1:5,000 及び1:200)
- 付図16-(13) ボーリング品位図(東里地区) Line 300, 311, 312, 323 (縮尺1:5,000 及び1:200)
- 付図16-(14) ボーリング品位図(陽江地区) Line 23, 25, 26
(縮尺1:5,000 及び1:200)
- 付図16-(15) ボーリング品位図(陽江地区) Line 28 (縮尺1:5,000 及び1:200)
- 付図16-(16) ボーリング品位図(陽江地区) Line 30 (縮尺1:5,000 及び1:200)
- 付図16-(17) ボーリング品位図(陽江地区) Line 32 (縮尺1:5,000 及び1:200)
- 付図17-(1) 東里地区ボーリング解析 Q₄層下底等深度線図(縮尺1:50,000)
- 付図17-(2) 東里地区ボーリング解析 Q₄層等層厚線図(縮尺1:50,000)
- 付図17-(3) 東里地区ボーリング解析 鉞床等層厚線図(縮尺1:50,000)
- 付図17-(4) 東里地区ボーリング解析 鉞床層厚×合計重鉞物分析品位図(縮尺1:50,000)
- 付図17-(5) 東里地区ボーリング解析 合計重鉞物分析品位図(縮尺1:50,000)
- 付図17-(6) 東里地区ボーリング解析 イルメナイト分析品位図(縮尺1:50,000)
- 付図17-(7) 東里地区ボーリング解析 ジルコン分析品位図(縮尺1:50,000)
- 付図17-(8) 東里地区ボーリング解析 ルチル分析品位図(縮尺1:50,000)
- 付図17-(9) 東里地区ボーリング解析 モナザイト分析品位図(縮尺1:50,000)
- 付図17-(10) 東里地区ボーリング解析 セノタイム分析品位図(縮尺1:50,000)
- 付図18-(1) 鉞徴地位置図(東里地区東里半島)(縮尺1:10,000)
- 付図18-(2) 鉞徴地位置図(東里地区新寮島)(縮尺1:10,000)
- 付図18-(3) 鉞徴地位置図(東里地区錦和)(縮尺1:10,000)
- 付図18-(4) 鉞徴地位置図(陽江地区南山海)(縮尺1:10,000)
- 付図18-(5) 鉞徴地位置図(陽江地区面前海東頭村)(縮尺1:10,000)
- 付図18-(6) 鉞徴地位置図(陽江地区海陵島大角環)(縮尺1:10,000)
- 付図18-(7) 鉞徴地位置図(陽江地区海陵島白社)(縮尺1:10,000)
- 付図19-(1) 探鉞有望地区位置図(東里地区東里半島)(縮尺1:10,000)
- 付図19-(2) 探鉞有望地区位置図(東里地区新寮島)(縮尺1:10,000)
- 付図20 総合解析結果図(縮尺1:10,000)

第I部 総論

第1部 総論

第1章 序論

1-1 調査の経緯及び目的

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黒竜江北西部地域及び広東南西部沿岸地域の第1年次として実施されたものである。

黒竜江北西部地域は、1960年代に地質鉱産部が地質調査・地科学検査の概査を実施し、その後、1982年から1985年にかけて有色金属工業総会社が、地質調査・地科学検査の概査を実施しており、スカロン型鉛・亜鉛鉱床、超塩基性岩中のニッケル・コバルト鉱床、斑岩型モリブデン鉱床及び熱水性鉱脈型多金属鉱床の賦存が期待される地域とされていたが、これまで顕著な成果は得られていない。

したがって、黒竜江北西部地域においては、地質調査及び地化学探査によって5,000 km²の面積を占める調査地域の地質・地質構造の明確化、鉱化作用の性状とその地質的条件との関係把握及び地化学異常の抽出を行い、さらに同地域の既存探査データなどをあわせて総合的に解析することにより、今後の有望地域を抽出することを主要目的として調査を実施した。

一方、広東南西部沿岸地域については、地域南西部の東里地区には第四紀玄武岩が広く分布し、海浜帯を中心として第四紀堆積層中にイルメナイトを主とする重砂鉱床が胚胎しており、また地域東部の陽江地区にはカレドニア期及び燕山期の花崗岩類が広範囲に分布し、海浜帯を中心として第四紀堆積層中にレア・アース鉱物を主とする重砂鉱床が胚胎している。当地域に対しては、新中国成立後、地質調査、ボーリング調査などが実施され重砂鉱床の賦存は確認されており、一部では住民による採掘も行われているが、全体としては地域内の西部域一帯及び全域の浅海部では十分な調査が行われていない。このような現状を踏まえ、広東南西部沿岸地域においては、東里及び陽江両地区合計4,500 km²に対して、主要鉱床帯と見られる場所でのボーリング調査及びこれを取囲む範囲の広域的地質調査を実施することによって、重砂鉱床分布の概要を把握し、さらに鉱床起源岩の追跡によって鉱床生成機構の解明をはかり、これらのデータに同地域の既存探査データ等をあわせて総合的に解析することにより、今後の有望地域を抽出することを主要目的として調査を実施した。

1-2 調査内容

1-2-1 黒竜江北西部地域

調査内容と調査量及び中方室内試験用採取試料と数量を、それぞれ、表1と表2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	調査面積 5,000 km ²
地化学探査	採取試料数 25,000個

表2 中方室内試験用採取試料及び数量

採取試料	数量
岩石薄片作成用試料	81個
鉍石研磨片作成用試料	39個
全岩分析用試料	10個
鉍石分析用試料	30個
X線粉末回折用試料	10個
絶対年代測定用試料 (Rb-Sr) 2件×6個	12個

1-2-2 広東南西部沿岸地域

調査内容と調査量，中方室内試験用採取試料と数量及び日本国内試験用採取試料と数量を，それぞれ表3，表4及び表5に示す。

表3 調査内容及び調査量

調査内容	調査量	
地質調査 (1/50,000)	調査面積	
	東里地区	600 km ²
起源岩調査	調査面積	
	東里地区	2,000 km ²
	陽江地区	2,500 km ²
	採取試料数	125 個
	(砂など 70個 岩石55個)	
路線地質調査 (1/5,000)	5 測線	測線延長計 68.5 km
ボーリング調査	掘進総延長	
		1,641.65m (108 孔)
	東里地区	1,436.15m (93 孔)
	陽江地区	205.50m (15 孔)
	採取試料数	1,694 個

表4 中方室内試験用採取試料及び数量

採取試料	数量
重砂分析用試料 (河川砂及び海浜砂)	72個
〃 (ボーリング採取砂)	1,694個
人工重砂分析用試料	8個
粒度分析用試料 (河川砂及び海浜砂)	72個
〃 (ボーリング採取砂)	20個
花粉分析用試料	18個
全岩分析用試料	8個
岩石薄片作成用試料	30個
絶対年代測定用試料 (Rb - Sr) 8件×4個	32個
〃 (C ¹⁴)	6個

(2) 中国側

陳 鉄 生 (中国有色金属工業總公司)
鄧 常 儉 (")
金 鐘 (")
袁 傳 盛 (")
袁 衛 新 (")
劉 正 愛 (")
房 学 增 (" 黑竜江地質勘探公司)
孫 長 慶 (" 広東地質勘探公司)

1-4-2 現地調査

(1) 日本側

黒竜江北西部地域

相 沢 直 人 (海外鉱物資源開発株式会社)
武 山 真 (")
松 本 泰 三 (")
小 村 幸二郎 (大手開発株式会社)
南 野 正 彦 (")
後 藤 求 (")
永 井 保 弘 (")

広東南西部沿岸地域

相 沢 直 人 (海外鉱物資源開発株式会社)
桑 原 利 夫 (")
中 村 廉 (")
福 元 勝 治 (三井金属資源開発株式会社)
丸 谷 雅 治 (")
菅 原 一 安 (")
林 盛 照 (")
山 本 延 彦 (")
清 水 久 司 (")
小 林 昭 一 (")
熊 野 初 雄 (")
東 沢 滋 (")
渡 辺 政 助 (")

(2) 中国側

黒竜江北西部地域

房	学	增	(中国有色金属工業総公司黒竜江地質勘探公司)
夏	源	熙	(")
金	昌	斗	(")
戸	松	林	(")
明	進	祥	(")
崔	永	發	(")
顔		平	(")

以上のほか、中国側から約 200名が、主として地化学探査試料採取のため今回の調査に参加した。

広東南西部沿岸地域

孫	長	慶	(中国有色金属工業総公司広東地質勘探公司)
蒙	合	榮	(")
許	幼	撫	(")
馮	家	本	(")
梁	維	業	(中国有色金属工業総公司広東地質勘探公司935 地質大隊)
譚	德	康	(")
劉	甲	昆	(")
陳	德	錢	(広東地質勘探公司935 地質大隊東里分隊)
巫	之	修	(")
李	振	元	(")
謝	禮	義	(")

以上のほか、中国側から約50名が、地質調査、ボーリング調査及び重砂分析用試料調整の作業に参加した。

第2章 調査地域の地理

2-1 黒竜江北西部地域

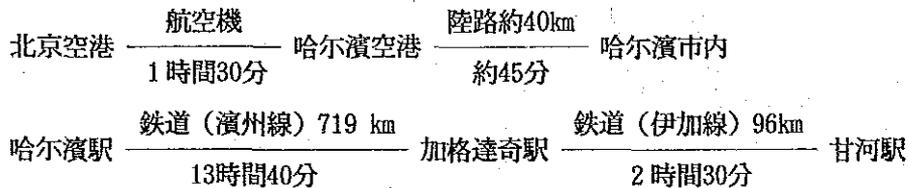
2-1-1 位置及び交通

調査地域は、中華人民共和国北部のおおよそ北緯 $50^{\circ} 10'$ ~ $51^{\circ} 00'$, 東経 $122^{\circ} 29'$ ~ $123^{\circ} 49'$ にわたり、5,000 km²の面積を占める。

行政上は内蒙古自治区鄂倫春自治旗に属するが、鉱物資源の探査・開発などの業務は、哈尔滨市に所在する中国有色金属工業総公司黒竜江地質勘探公司の管轄下にある。

中華人民共和国の中では、最も北部に位置しており、最北端のソ連との国境から調査地域の中心までは、直線距離で約360 kmの厳寒の地である(図2)。

首都北京市から調査地域への交通経路は、下記のとおりである。



北京から哈尔滨までは、鉄道を利用することもできる。両者間の距離は1,388 kmで、16~18時間を要する。加格達奇から甘河へ通ずる鉄道伊加線は、運行回数が1日2回となっているので、利用し難い。加格達奇からは、調査地域の中央部を通って西方へ向う主要道路が伊加線にほぼ沿って通じている、本年度調査当時は、数箇所架橋が破損していたため、これを利用することができず、道路の途中に位置する阿里河から、南方へ大きく迂回する道路を利用した。加格達奇から、調査地域のほぼ中央部に位置する甘河鎮までは、約165 km、所要時間は約4時間である。

調査地域内の主要道路の発達状況は、図3に示すとおりである。調査地域は、中華人民共和国では屈指の大森林地帯の一部に含まれており、主要道路は、木材搬出などを主目的に開設されている部分が少なくない。

樹木の伐採や搬出は、広大な湿地帯の凍結が始まる10月から4月末頃までの冬季に行われ、また、民家は主要道路のうち、鉄道にほぼ平行に通じている道路沿いと、吉峰及び吉源の両地区に密集していて、山間地にはほとんどないため、山地には自動車を通れる道路は極めて少ない。特に鉄道伊加線から北部では、甘河に沿ってほぼ南北方向に通じている道路以外には、自動車の通行出来る道路は少ない。

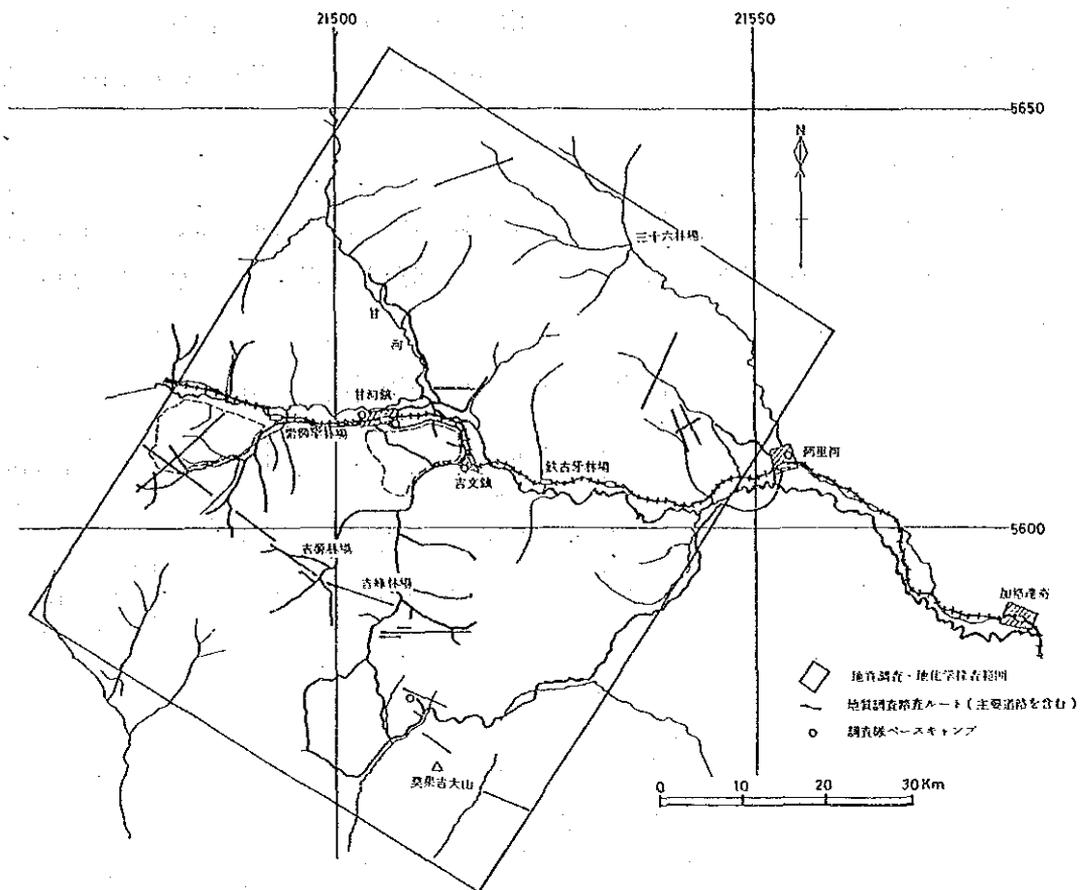


図3 調査範囲図

2-1-2 地 形

調査地域は、北北東-南南西方向に連なる大興安嶺東部に当り、大部分が海拔1,000m以下の壮年期の地貌を呈する。総体的には、西方から東方へ向かって地形が低くなる傾向にあり、比高は一般的に200~400mである。山腹の大部分は、比較的緩傾斜であるが、安山岩溶岩の分布地区や花崗岩体の一部では、地形はかなり急峻である。

狭長な谷は少なく、現地では位置の判断が容易でないほどの浅い谷が少ない。また、平地はほとんど湿地帯となっており、その深さが3mに達する部分もある。したがって、自動車道路から調査地区へ入るまでには、湿地帯を横断するに多大の時間を必要とすることがあり、さらに奥地では河川にほとんど架橋がないため、泳いで渡らざるを得ない所もある。特に、鉄道路線の北部では、甘河鎮北方の幅3km余の湿地帯をはじめ、比較的幅の広い湿地帯が数多く分布しているうえに、道路がほとんどないため、キャンプを出発してから調査地区に到着するまでに、3~4時間を要する場所もある。湿地帯を比較的容易に通過できるのは、地質調査などの調査が困難な10月から4月までの凍結期だけである。

調査地域内には最大の甘河をはじめ水系が顕著に発達している。これらの河川の流水は甘河に合流

し、甘河の流水は南東方で嫩江に注ぎ、嫩江は南流して松花江となる。甘河は、甘河鎮付近では幅約100mで流速が早く、上流では著しく蛇行し、また、分流している。調査地域内の河川流水の温度は、8月下旬で5℃前後である。

2-1-3 気 候

調査地域を含む大興安嶺地帯では、一応四季があるといわれているが、春季と秋季は短く、10月から4月末までの凍結する冬季が最も長い。このため、年間平均気温は、-2℃となっている（表6及び図4）。

表6 最高・最低気温

平均気温 (°C) \ 月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
最 高	-30	-20	-15	-5	0	10	20	30	20	10	-5	-20
最 低	-45	-30	-25	-15	-15	0	10	5	-5	-10	-20	-35

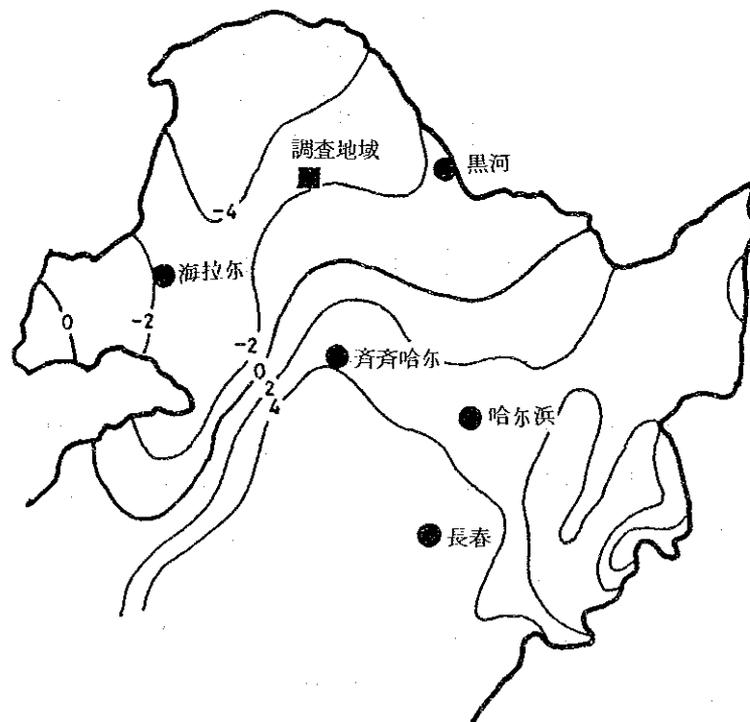


図4 年間平均気温分布図(°C)

本年度の調査当時は、8月下旬から9月初旬にかけて、気温は急速に下りはじめ、午前7時の屋外の気温は、8月25日：18℃、27日：11℃、9月6日：1℃で9月中旬には-4℃前後となった。

上記のような気温のため、運搬の関係で凍結時に現地作業を集中的に行う林業関係を除いては、現

地作業に適する時期は、5月中旬頃から10月中旬頃までの約5ヶ月間ということになるが、6月中旬頃まではダニ（稀に、脳を冒す悪性のものがある）が多いので、地質調査などは6月中旬以降に着手することが望ましいといわれている。しかし、7月から8月にかけては、蜂、ブヨ、アブ、蚊などが想像以上に多数発生するので、作業時には防虫対策が必要である。また、大陸性気候のため降雨量は少なく、年間平均降雨量は450 mm程度であり、その多くは7月から8月にかけて集中的に降る（図5）。

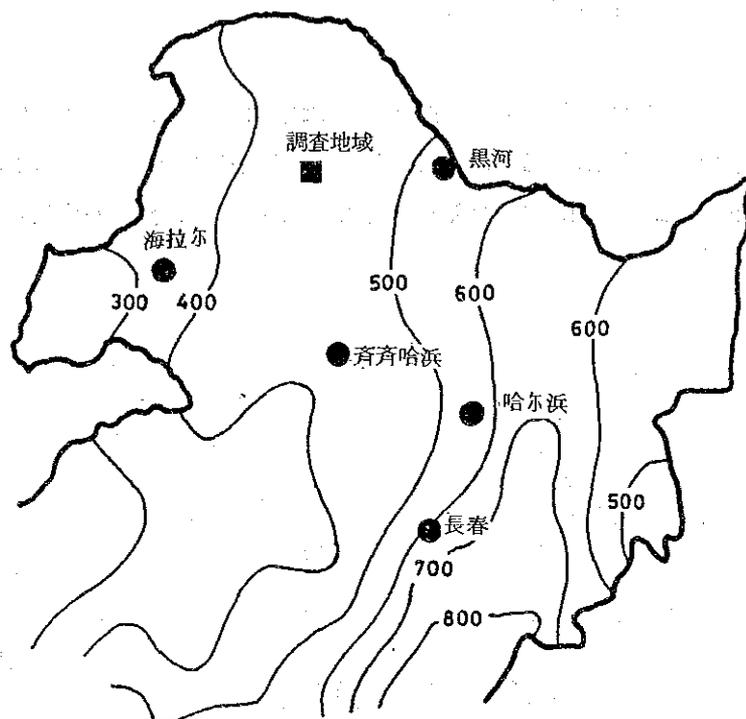


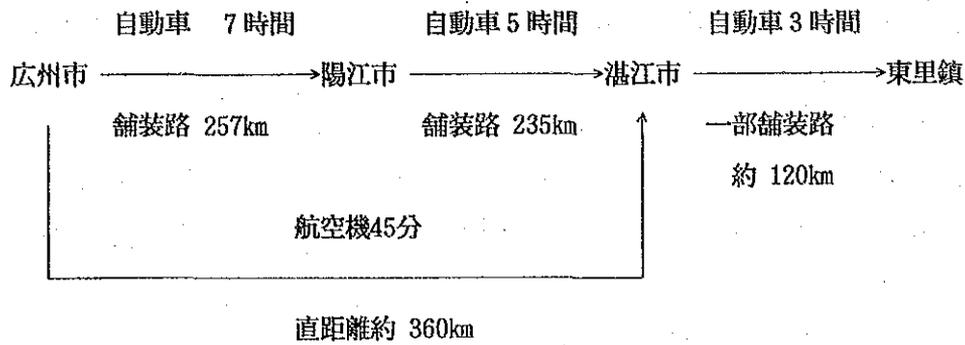
図5 年間平均降水量分布図 (mm)

2-2 広東南西部沿岸地域

2-2-1 位置及び交通

調査地域は、中華人民共和国南部広東省のおおよそ北緯 $20^{\circ} 15'$ ~ 22° 、東経 110° ~ $112^{\circ} 10'$ の範囲に含まれ、調査面積は東里地区2,000 km²、陽江地区2,500 km²、合計4,500 km²を占める（図6）。

行政上は、東里地区は広東省海康県及び同徐聞県に属し、陽江地区は広東省陽江市に属している。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探公司の管轄下に置かれているが、本年度調査対象が海浜砂に含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の主たる交通経路は次のとおりである。



調査地域内の一般自動車道路の発達状況はあまり良好ではなく、かつ大部分未舗装路であるが、四輪駆動車を利用すれば四通八達する耕運機道路の一部及び海岸潮干帯の一部も走行可能である。

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半日を要する。

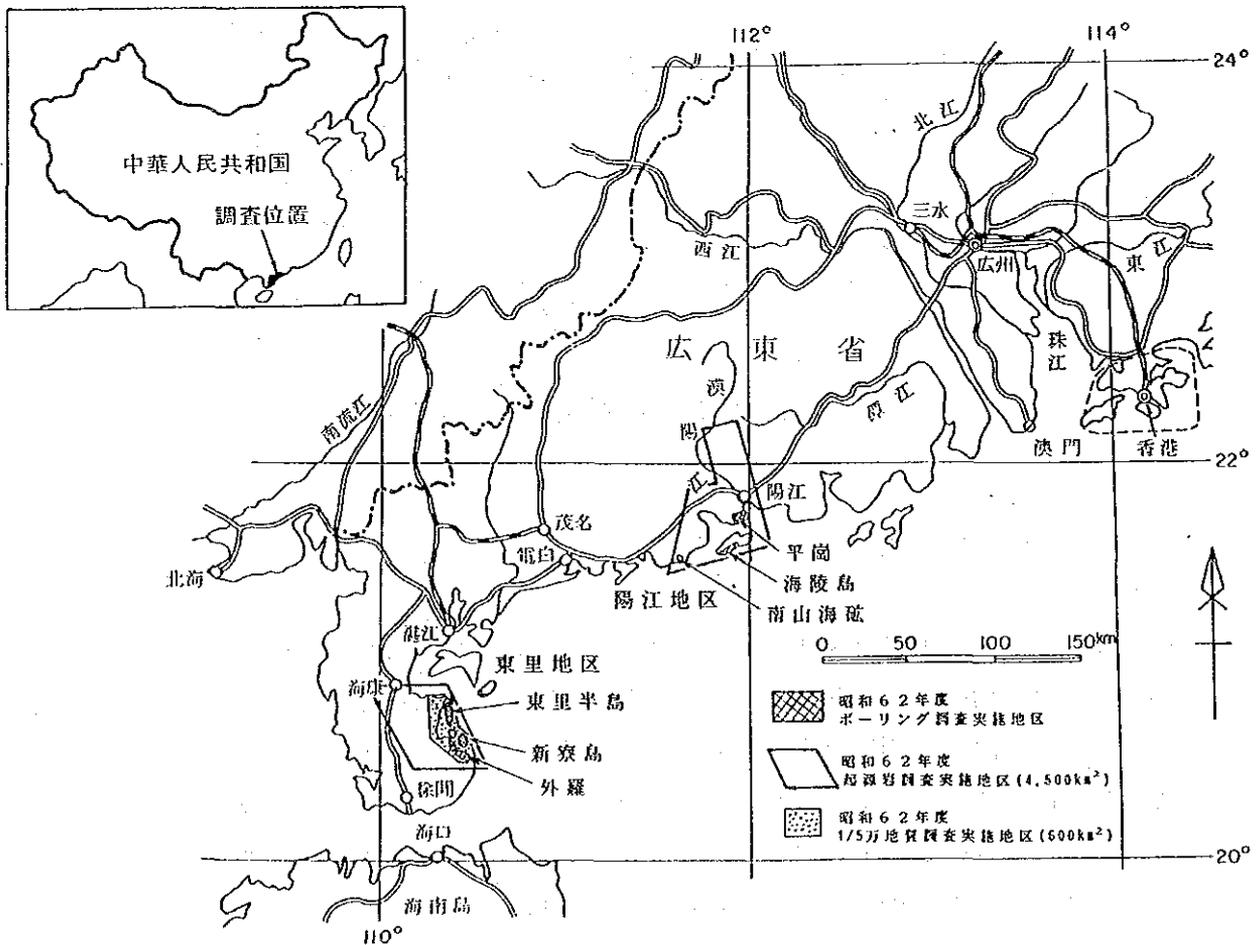


図6 広東南西部沿岸地域位置図

2-2-2 地形

東里地区は、平坦地形を示しながら南北に延びる雷州半島の東側に位置し、標高最大150m程度のなだらかな玄武岩台地、及び平坦な海成層によって構成される島々からなる。海岸沿いには沖合1kmないし3km以上に及ぶ潮干帯が発達している。

一方、陽江地区は、花崗岩類が分布し、標高最大900m台の、主として南北方向に支配される起伏の多い地形を呈する。潮干帯の発達には東里地区に比較して良好ではないが、各所で内陸へ向い幅1km～2kmの砂丘が発達している。

2-2-3 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見られるが、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。最も暑い季節は両地区共に7月で相当高温多湿である(表7)。

表7 平均・最高・最低気温

(℃)

	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(東里)地区	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 "

本年度の調査においては、11月下旬から12月上旬にかけて、日中25℃程度の気温から2日ないし3日の間に日中で10℃以下の気温に急降下し、夏から晩秋へと一気に気候が変化した。

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2,350mm、海康(東里)地区では年間平均、1,700mm程度の降雨がある(表8)。

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月に集中している。これは、本地域がいわゆる台風銀座といわれる位台風の影響を受けやすい場所に位置していることに関係しており、多い時には1ヶ月3回ないし4回、台風の接近に見舞われている。

表8 平均降雨量・平均降雨日数

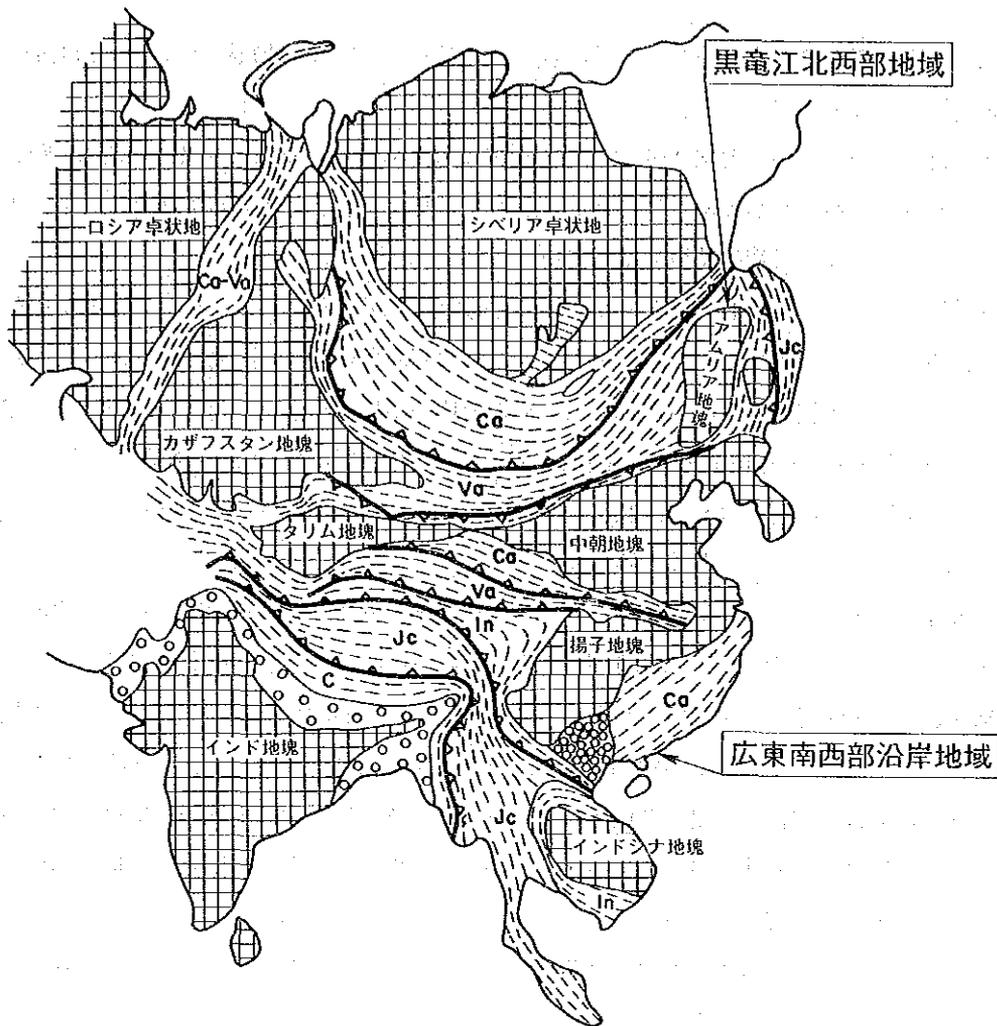
(mm/月)

	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(里区)	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
	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 //

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り、海上又は潮干帯での作業の大変困難な時期であると同時に、気温も猛烈な暑さを示しており、気候全体としてこの期間は、野外作業の実施には相当厳しい期間といえる。



- | | | | |
|---|------------------|---|------------|
|  | 古縫合線 |  | 新生代内陸盆地堆積物 |
|  | 新生代褶曲帯 |  | 中生代モラッセ堆積物 |
|  | ジュラ紀～白亜紀褶曲帯 |  | 卓状地、準卓状地 |
|  | インドシナ期(三畳紀)褶曲帯 | | |
|  | パリスカン期(古生代後期)褶曲帯 | | |
|  | カレドニア期(古生代前期)褶曲帯 | | |

図7 東アジア大陸地質構造概略図
(丸山・酒井1986を簡略化)

第3章 調査地域の地質背景

3-1 東アジアの地質構造

3-1-1 総説

調査地域の地質構造上の位置を明確にするため、まず、東アジア全体の地質構造について最近の調査研究の成果を踏まえ以下に記述する。

東アジア大陸は、いくつかの地塊 (platform) の集まりからなり、それらの地塊の間に造山帯が発達するという地質構造を有しており、これがほかのアフリカ大陸、南北アメリカ大陸、オーストラリア大陸などとは異なった構造的特徴をなしている。

Burrett (1974) は、プレート・テクトニクス立場で、オフィオライト、カルクアルカリ岩、藍閃石片岩、古生物の時空分布などから、東アジア大陸が数個の大陸地塊の衝突合体によって形成された複合大陸であることを初めて明らかにした。その後1978年Huang, T. K. (黄汲清) がAn Outline of the Tectonic Characteristics of Chinaにおいて中国の詳細な地質図を発表して以来、東アジアの地質構造の研究はStocklin (1980), Li et al. (1982), Zhang et al. (1984), 丸山ほか (1984) などによって著しく進歩した。

東アジア大陸は、それぞれロシア卓状地、シベリア卓状地、カザフスタン地塊、タリム地塊、中朝地塊及び揚子地域とよばれる6個の大陸地塊と、それらの間の発達した造山帯並びにアムリア地塊のような先カンブリア基盤の付加体とからなっている (丸山・酒井1986, 図7)。ロシア卓状地とシベリア卓状地との間にはウラル地向斜が発達し、シベリア卓状地、カザフスタン地塊、タリム地塊、中朝地塊の間には広大な蒙古地向斜が形成されている。タリム地塊、中朝地塊の南にはインド方面に向けて順に新しい地質時代の地向斜がほぼ東西の延びをもって帯状に発達しており、揚子地塊の南東にはカレドニア造山帯が分布している。

これらの大陸地塊はいずれも先カンブリア時代に造山運動を受けたが顕生代には安定シクラトンになつたいわゆる卓状地又は準卓状地^{*2}である。

*1 部分的には、古地磁気学的データからKropotokin (1972) やMcElhinny (1973) が、古生物の時空分布などからWhittington & Hughes (1972) やWilliams (1972) が、地質岩石学的視点からDewey & Bird (1970), Hamilton (1970), Peive et al. (1972), Dickinson (1973) がそれぞれ東アジア大陸の一部が複合大陸塊であることを既にプレート・テクトニクス立場で論じている。

*2 中国の東部にある先カンブリア変成岩地域は、顕生代になっても造山運動の影響による構造運動がみられ、花崗岩の貫入も認められるので、Huang (1959) はこれらを「准地台」と呼んで卓状地とは区別した。ここではこれらを準卓状地と呼ぶことにする。

卓状地 ～ 準卓状地の間に発達する造山帯には強い褶曲やスラストが生じており、また、広域変成作用が起こり花崗岩が貫入している。こうした造山帯には海洋プレートの年令や沈みこみ帯の活動時期とその位置を示す重要な要素となるオフィオライトや藍閃石片岩が存在する。特に、藍閃石片岩の分布は Sobolev (1982), Dorbretsov & Sobolev (1984) によりまとめられ、大陸(卓状地)の衝突・付加テクトニクスの解明に役立てられてきた。

3-1-2 地塊各論

(1) シベリア卓状地 (Siberian platform)

この卓状地の基盤は太古代 ～ 原生代前期の高度変成岩からなるが、その上を先カンブリア時代後期から顕生代までの堆積岩や火山岩に覆われている。古くはアンガラ楯状地とよばれていた。地形的には一般的に海拔200 mから1,000m程度の低いハイランドをなしている。

(2) ウラル地向斜 (Ural geosyncline)

シベリア卓状地の西側、ロシア卓状地との間に発達した地向斜で、先カンブリア時代から古生代の岩石が、厚さ数kmの中生代 ～ 新生代の堆積物に覆われている。このウラル地向斜を形成した造山運動はロシア卓状地とシベリアの卓状地の二つの大陸地塊が古生代後期に衝突したことにより生じたものと考えられている (Hamilton, 1970)。

(3) 蒙古地向斜 (Mongolian geosyncline)

シベリア卓状地に隣接してその南側にはカレドニア造山帯がある。このカレドニア造山帯には沈み込み帯に関係する火成岩の貫入が見られ、ここにコルディレラ型の造山運動が行われていたことを示している (Li et al, 1982)。

このカレドニア造山帯を取り巻くようにしてパリスカン造山帯である。このパリスカン造山帯も藍閃石片岩の形成をとめない (Dorbretsov & Sobolev, 1984), かつ、花崗岩の貫入が随所に見られる (Li et al, 1982) ので、カレドニア造山帯が付加してシベリア卓状地に向って大規模な沈み込み帯が存在していたことは確実である。大興安嶺はこのヴァリスカン造山帯の一部をなしている。

(4) アムリア地塊 (Amuria paraplatform)

大興安嶺の東側に広がる大平原の基盤になっている地塊である。この地塊では東南部に、先カンブリア時代(先震旦)の変成岩類が露出しているが、多くの部分は顕生代の地層に覆われている。特に、大興安嶺の東隣接地域は、先カンブリア基盤が沈降してその上に厚さ2 km ～ 6 kmの陸成中生層がのっている。アムリア地塊は蒙古地向斜のパリスカン造山帯中にあり、異地塊として石炭紀後期(310 Ma 頃)に衝突付加したものとみられている (Zonenshain et al., 1985)。

(5) 中朝地塊 (Sino-Korean massif) 及びタリム地塊

蒙古地向斜の南側にはタリム地塊及び中朝地塊である。タリム地塊は西方のタリム盆地の基盤をなすもので、先カンブリア時代(先震旦)の変成岩類が顕生代の堆積層に覆われている。中朝地塊はオルドスから山東地域をへて遼東半島や朝鮮半島まで分布する大規模な準卓状地で、先カンブリア変成岩が広く分布している。中朝地塊がシベリア卓状地に衝突付加した時期は、蒙古地向斜主要部内に中生

代以降の堆積物がないなどの理由から二畳紀末とする説 (Li et al. 1982, Zhang et al. 1984, Zonenshain et al. 1985 など) が有力であるが、蒙古地向斜北東部にはそうした堆積層があるとして、少なくとも東部は三畳紀～ジュラ紀であるとする考え (Klimetz 1983, Irving 1983 など) もある。

(6) 揚子地塊 (Yangtze paraplatform)

四川盆地から揚子江の下流域までを含む地域に分布する揚子地塊は、その周辺部に先カンブリア変成岩の露出があるが、内部では先カンブリア基盤の上に顕生代の地層が厚く堆積している。中朝地塊とは秦嶺山脈 (ヘルシニア造山帯) で境されているが、このヘルシニア造山帯には深海相を示す三畳系がないことなどから、中朝地塊に揚子地塊が付加されたのは二畳紀であるとされている (Zhang et al. 1984, Li et al. 1982) が、地磁気などのデータなどから三畳紀～ジュラ紀とする考え (Klimetz, 1983, Li et al. 1985) もある。

(7) 中国東南部

揚子地塊の東南側の福建省、広東省付近にはカレドニア造山帯がある。この造山帯には沈み込み帯に関係した花崗岩の貫入が認められるので、揚子地塊に対する沈み込み帯が発達したコルディレラ型の縁海を持っていたとみられる。沈み込み帯における地向斜堆積物がカレドニア造山運動による影響で変成された変成岩が分布している。

古生代前期のカレドニア造山期には揚子地塊はまだ中朝地塊に付加されていたわけではなく、これらの変成岩はローラシア大陸とは無関係な位置において生じた造山運動によって形成され、後にそれが運ばれてきたものである。この地域ではカレドニア造山帯の上に古生代後期の地層が不整合に堆積しており、その後の火成岩の貫入を受けている。

(8) アジア大陸東縁

アジア大陸に東側からの付加体が発達するようになるのはジュラ紀以降である^{*)}。すなわち、ジュラ紀から白亜紀にかけてアジア大陸の東縁に沿って幅の広い火成作用 (燕山期火成活動と呼ばれている) が起ったので、この時期にアジア大陸東縁は、それ以前とは全く異なる活動的な大陸縁辺になった^{**)}。

^{*)} 揚子地塊の南東側のカレドニア造山帯を除く。

^{**)} 三畳紀までは現在の大西洋と大陸との境界のような非活動的な大陸縁辺をもっていたと考えられる。

3-1-3 まとめ

以上の事柄をまとめると、次のことがいえる。

(1) 中国大陸は、地質構造的にロシア卓状地、シベリア卓状地、カザフスタン地塊、タリム地塊、中朝地塊及び揚子地塊と呼ばれる6個の卓状地～準卓状地、並びに、これらの間に分布する造山帯及びアムリア地塊のような先カンブリア基盤の付加体からなっている。

(2) 卓状地～準卓状地は、北方のシベリア卓状地に対して次々に衝突付加されていったものであると考えることができる。

(3) これらの卓状地～準卓状地の間に発達した造山帯に分布している岩石は、原生代後期から古生代にかけて堆積したものであり、したがって、中生代以前にローラシア大陸のほとんどは固結していたとみられる。

(4) タリム地塊、中朝地塊及び揚子地塊の南側に発達する造山帯は南に向けて順に新しい地質時代のものとなっており、大陸の成長がみられる。

3-2 黒竜江北西部地域

3-2-1 黒竜江省の一般地質

黒竜江省は、シベリア卓状地と中朝地塊の間に発達したパリスカン造山帯の中に位置する。パリスカン造山運動中に付加した先カンブリア基盤を持つ小さな大陸地塊「アムリア地塊」の北半部が黒竜江省のほぼ中央部に分布しており、黒竜江省内の地質構造はその付加体の存在によって、大きく3個の部分に分けて考えることができる。

シベリア卓状地の南縁は、ちょうどバイカル湖の南端のあたりとなっており、この付近から蒙古地向斜はシベリア卓状地を南側から取り巻くように発達している。パリスカン造山帯はシベリア卓状地に隣接し南に張り出しているカレドニア造山帯のさらに南側に帯状に発達した造山帯なので、バイカル湖の南方ではほぼ東西の延びを持っているが、シベリア卓状地の南東に位置する黒竜江省のあたりでは、北東から南西の延びを持つ構造となっている。したがって、黒竜江省付近の一般的地質構造はNE-SW系の方向性による基本的な拘束を受けているといえる。

黒竜江省を横断して広大な面積を占め、黒竜江省中央部の哈尔滨からチチハルを含む地域の付近に広く分布するアムリア地塊は、先カンブリア基盤を持っているが、その大部分は中生代～新生代の堆積物に覆われており地表に露出しているのは一部のみである。地表に露出している先カンブリア基盤は角閃石片岩、緑色片岩、大理石、千枚岩、石英片岩などからなる。この先カンブリア基盤を覆って松嫩(シュウニン)平野を中心に広く分布する白亜系は、碎屑岩類からなる内陸盆地堆積物であり、さらにその上にある新生界も同様である。したがって、このアムリア地塊の分布域は楯状地のような平坦な地形を呈している。

このアムリア地塊の西側は大興安嶺と呼ばれる山脈となっている。この大興安嶺地域の基盤を形成するのはパリスカン造山帯中の様々な岩石である。すなわち、沈み込み帯の地向斜に堆積していた

石炭紀～二畳紀の砂岩、粘板岩、石灰岩などの堆積岩のほか、パリスカン造山運動にともなって貫入した花崗岩類が数多く分布する。先カンブリア時代の変成岩類（原生代とされている結晶片岩や片麻岩類など）も認められるが、これらは異質地塊である可能性がある。大興安嶺地域は、他のヴェリカン造山帯とともに古生代末までに陸化し、風化剝削を受けたのち、ジュラ紀のいわゆる燕山期火成活動により流紋岩質溶結凝灰岩をはじめとする陸成火山碎屑物や溶岩に覆われ、かつ花崗岩、閃緑岩、閃長岩、安山岩又は塩基性岩など種々の火成岩類に貫入されている。内陸性堆積盆地となっていたところでは陸成火山碎屑物や溶岩などととも内陸盆地堆積物が堆積しており、時に炭層を挟んでいる。

黒竜江省の東部、すなわち、アムリア地塊の東側もパリスカン造山帯の一部であるが、この地域は三畳紀の海成堆積物を持っている点で特異な地質構造を示している。すなわち、宝清県の一部には海成の砂岩、頁岩、凝灰質シルト岩、凝灰質頁岩などが分布し、この地域がパリスカン造山運動のあと三畳紀になっても隆起していなかったことを示している。

3-2-2 調査地域の地質構造上の位置

本調査地域は先に述べた黒竜江省全体の地質構造のうえでは、アムリア地塊の西側の、大興安嶺地域を形成するパリスカン造山帯の真っただ中に位置している。

パリスカン造山帯における黒竜江省地域の位置的特性による先述のNE-SW系の基本構造は、大興安嶺地域にも如実に表れていて、大興安嶺地域は、大局的に見るとNE-SW方向に延びる3つの地質構造ゾーンからなっている。

すなわち、アムリア地塊に近い方から

(1) 北方の塔河～烏沙科沃の付近から、南方の伊爾施～布特始旗方面にかけての、パリスカン造山運動にともなって貫入した花崗岩の露出の多い地帯

(2) その北西側に隣接し並行するジュラ紀の燕山期火成活動によってもたらされた陸成火山碎屑物や溶岩などの卓越する地帯

(3) さらにその北西側のソ連との国境近くに発達する“額爾古納褶曲帯”と呼ばれる構造帯の3帯に区別される。

黒竜江省北西部地域は、このうち(1)の花崗岩地帯と(2)陸成火山碎屑物や溶岩などの卓越するゾーンとのちょうど境界部付近に相当する位置を占めている。このことは、花崗岩地帯が隆起帯を表わし、陸成火山碎屑物や溶岩などの卓越するゾーンがそれに対する相対的な陥没帯を代表しているとするれば、この地域ではブロック運動との関係で地質構造をとらえる必要のあることを示唆しているものと考えられる。

3-3 広東南西部沿岸地域

3-3-1 広東省の一般地質

広東省は揚子地塊の東南側に発達するカレドニア造山帯の中に位置する。

揚子地塊が中朝地塊に衝突付加したのは前述のように古生代末期～中生代の前期なので、このカレドニア造山帯を形成した造山運動が起った時期には、揚子地塊はローラシア大陸とは離れた位置にあったと考えられる。

古生代前期に、地向斜に厚く堆積した砂岩、頁岩、シルト岩などを主とする陸源海成砕屑堆積物は、シルル紀末のカレドニア造山運動によって構造的擾乱を受け、同斜、直立、逆転褶曲が発達し、酸性マグマの貫入、ミグマタイト化作用、広域変成作用が起った。カレドニア造山運動ののちは、これらは陸化し、長期にわたる風化侵食を受けた。古生代後期には再び沈降し、砂岩、頁岩、炭酸塩岩など浅海成の地層が堆積し、場所によっては陸成層も形成された。すなわち、デボン紀には、礫岩、砂質頁岩、石灰岩などが堆積、石炭系としては、植物化石を含む砂質頁岩を主とし石炭層を有する地層が堆積、石灰岩も広く発達している。

二疊紀層も主として石灰岩であるが砂質頁岩や石灰層を持っている。

中生界は総じて浅海成又は陸成の堆積物を主としており、中生代を通じてこの地域には地向斜活動がなかったことが示されている。三疊紀の堆積物は、下部は石灰岩を主とし、上部は礫岩、砂岩、頁岩などの砕屑岩と炭層とからなる。下部三疊系以前の地層は、インドシナ期の造山運動による褶曲を受け、関係する火成岩に貫入されている。

ジュラ系は、火山砕屑岩と砂質頁岩を主とし炭層を挟む。白亜系及び第三系は、主として山間盆地堆積型の赤色礫岩、砂質頁岩及び火山砕屑岩からなる。雷州半島の玄武岩は第四紀に噴出したものである。

地質構造的には、揚子地塊の南東側辺縁線に平行で燕山期の火成活動の方向を代表する北東から南西の方向性を持つ構造が卓越する。

貫入岩は、カレドニア期、インドシナ期、燕山期及びヒマラヤ期の四つの時期に貫入している。このうちヒマラヤ期のものは小規模で、塩基性～超塩基性の岩脈が断裂構造に沿って貫入したものである。

カレドニア期の貫入岩は、花崗閃長岩、石英閃長岩、モンゾニ花崗岩などによって構成され、下部古生界を貫きデボン系に被覆される。下部古生界は、花崗片麻岩と漸移的であり、花崗片麻岩はカレドニア期貫入岩と漸移的であることが多い。貫入岩にはジルコン、燐灰石、磁鉄鉱、チタン石などの副成分鉱物も含まれている。

インドシナ期貫入岩は、花崗岩、閃緑岩、モンゾニ花崗岩、石英閃緑岩、斑れい岩などから構成され、おおむね中小規模の岩脈として産する。これらの岩脈は、下部三疊系以前の地層に貫入し、ジュラ系によって覆われる。陽春、肇慶一帯のインドシナ期の貫入岩体には、断裂帯の影響によるミロナイト化や眼球片麻岩化が見られる。

副成分鉱物としてジルコン、イルメナイト、磁鉄鉱、褐簾石、燐灰石、チタン石、ルチルなどを含むことが多い。

燕山期の貫入活動は広い範囲にわたっているが、ジュラ系を貫き白亜系に覆われる早期のもの、

白亜系に貫入する晩期のものに分けられる。しかし、燕山期貫入岩体の大部分は、中～半深成の酸性岩で、早期のものでも晩期のものでも、主として黒雲母花崗岩である。それが熱水変質と自変成作用によって白雲母花崗岩や両雲母花崗岩となっている場合も多い。副成分鉱物としてジルコン、イルメナイト、磁鉄鉱、燐灰石、チタン石、ルチルなどを含む。

3-3-2 調査地域及び周辺の地質

広東省の南西部は全体としてカレドニア造山帯の中にあるが、地質構造的には、清遠、肇慶から呉川、湛江を結ぶ北東から南西方向の線、及び湛江～遂溪～安鋪港を結ぶ線（雷州半島を付け根でくびる線）によって、大きく三つのブロックに分けられる。すなわち、清遠、肇慶から呉川、湛江を結ぶ線の北西側は震旦系を主とするカレドニア造山帯の基底部の露出域で、カレドニア期花崗岩の貫入の多い地域であるが、その南東側は主としてカンブリア系が露出する地域となっており、これを貫いて燕山期の花崗岩が東北東～北東方向に大規模に貫入している。一方、雷州半島は第三系および第四紀玄武岩の分布域であり、前二者とは全く異なる地質構造をもっている。

本調査地域は、広東省南西部の海浜付近にあり、ちょうどこれら三者にまたがるゾーンに位置する。したがって、調査地域の東部、陽江～電白～呉川付近は、主としてカンブリア紀の片麻岩類、カレドニア期の貫入岩類及び燕山期の花崗岩類からなる地域であるが、中央部、呉川～湛江の後背地は、震旦系とカレドニア期貫入岩類から構成される地質構造をもつ地域となっている。本調査地域の西部～南西部は第三系及び第四紀玄武岩分布域である。

第Ⅱ部 黒龍江北西部地域

第II部 黒竜江北西部地域

第1章 調査方法

現地調査着手前に、中国調査隊（主として、黒竜江地質勘探公司703 地質大隊及び地球物理探鉱隊所属）の大隊本部で、調査路線などについて中国調査隊と協議を行い、調査計画の概要を決定した。調査開始後は、調査によって得られた資料に基づいて、地質及び地質構造の解釈、既存地質図の改変などに関して、2日ないし3日おきに中国調査隊と討議を重ねながら調査を進めた。

1-1 地質調査

中国側が作成した縮尺1/50,000の地形図を用い、地化学探査と並行して主要道路沿い及び沢沿いに、可能な限り実施した。

調査地域については、既に中国側が、縮尺1/50,000の地質図を作成していたが、その大部分は、縮尺1/500,000の地質図を拡大したもので、岩石分布概略図に近く、調査開始早々に、甘河鎮付近の地質が、この地質図に示されている地質と全く異なっていることが判明した。したがって、地質調査を実施するにあたっては、この地質図に固執せず、地質・地質構造、鉱化作用の性状と地質・地質構造との関係などの解明・把握に重点をおいた。

なお、調査地域の地質図を作成するにあたっては、現地調査完了後に貸与された縮尺1/500,000の人工衛星MSSカラープリンター画像を用いて抽出したりニアメントをも活用した。

調査地域には、24の鉱徴地が認められており、これらのうち、トレンチによる調査が行われた鉱徴地については、縮尺1/100でスケッチを行うとともに試料を採取した。これら以外の鉱徴地は、岩脈に伴う黄鉄鉱染部、螢石細脈、以前に実施された物理探査又は地化学探査によって検出された異常帯部などであり、鉱石鉱物が認められないので、詳細な調査は割愛した。

1-2 地化学探査

地化学探査試料として、水系付近の土壌を採取した。水系を試料採取地点設定の一つの基準線として選定したのは、主として下記の理由による。

(1) 分析結果の処理の複雑化を避けるため、7月4日に試料採取を開始した中国調査隊と同様の地点で、同様の試料を採取する。

(2) 本調査では、1kmあたり5個の資料を採取することにしており、試料採取対象（調査）面積が5,000km²で、25,000個という膨大な採取数になるため、調査期間からみて、測量によって採取地点を設定することを省略する必要がある。

(3) 地形が緩やかな場所が多いので、目標として活用できるのは、水系だけである。

採取した試料については、検査班によって、採取量、性状、採取地点などの検査が行われ、これらの中で1件でも基準に合致しない場合は、試料の再採取が行われた。

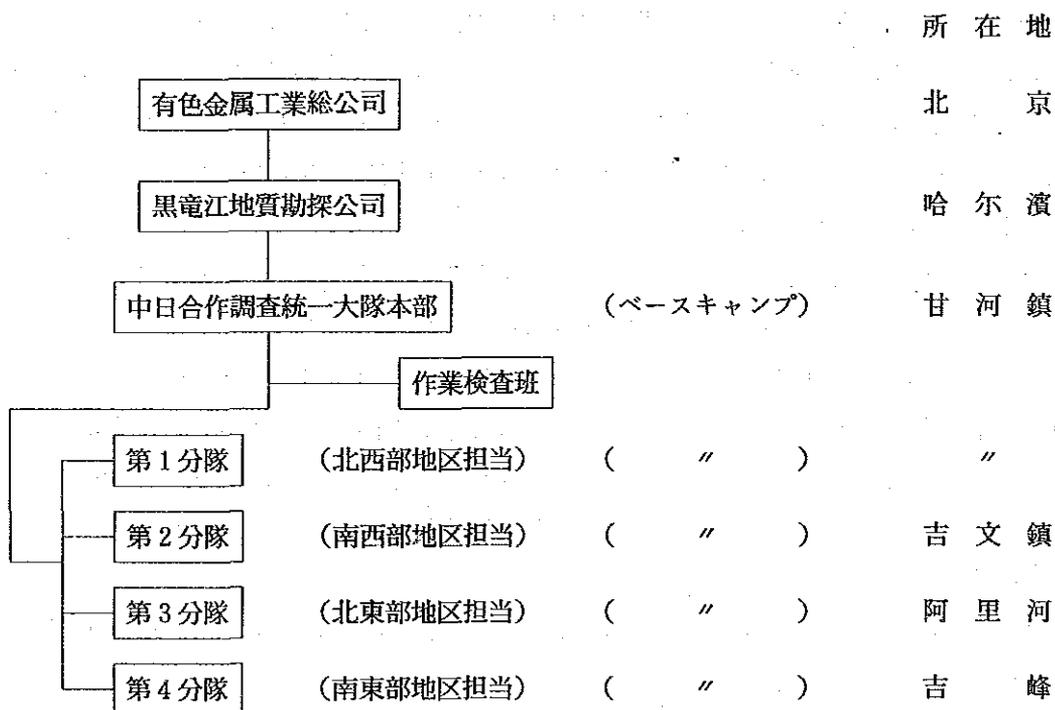
1-3 調査班の編成

日本人1人に対して、中国人2名ないし3名（地質エンジニア及び助理地質エンジニア）が同行し、4班を編成して調査を実施した。

中国側の調査隊は、表9のような組織を編成し、各分隊がそれぞれ1,250 km²の面積について、調査を実施した。分隊によって人員数が異なるのは、それぞれが担当する調査地区の自然条件及び交通事情などに係わる調査の難易度を考慮したものである。各小隊の構成人員は、地質及び地化学探査のエンジニア又は助理工程師それぞれ1名と、作業員2名の計4名である。

なお、各分隊の人員数は、調査の進捗状況と関連して変動し、また、採取試料の調整などを行う人員数を含んでいる。本調査当時は、各分隊では、2名ないし3名が試料の調整を行っていた。

表9 黒竜江西北部地域中国側実施体制



第2章 地質調査

2-1 地質概略

調査地域を含む大興安嶺一帯は、華東地域とならんで、古生代以降の花崗岩質岩類と中生代の火山岩類が、広く分布する地帯として知られている（図8）。これら両分布地域は、それぞれ北北東から南南西方向にのびる隆起帯にあたる。

図8に示されるとおり、花崗岩質岩類は主として北西部のソ連との国境地帯と本調査地域以東に、北北東から南南西方向に向って分布する。

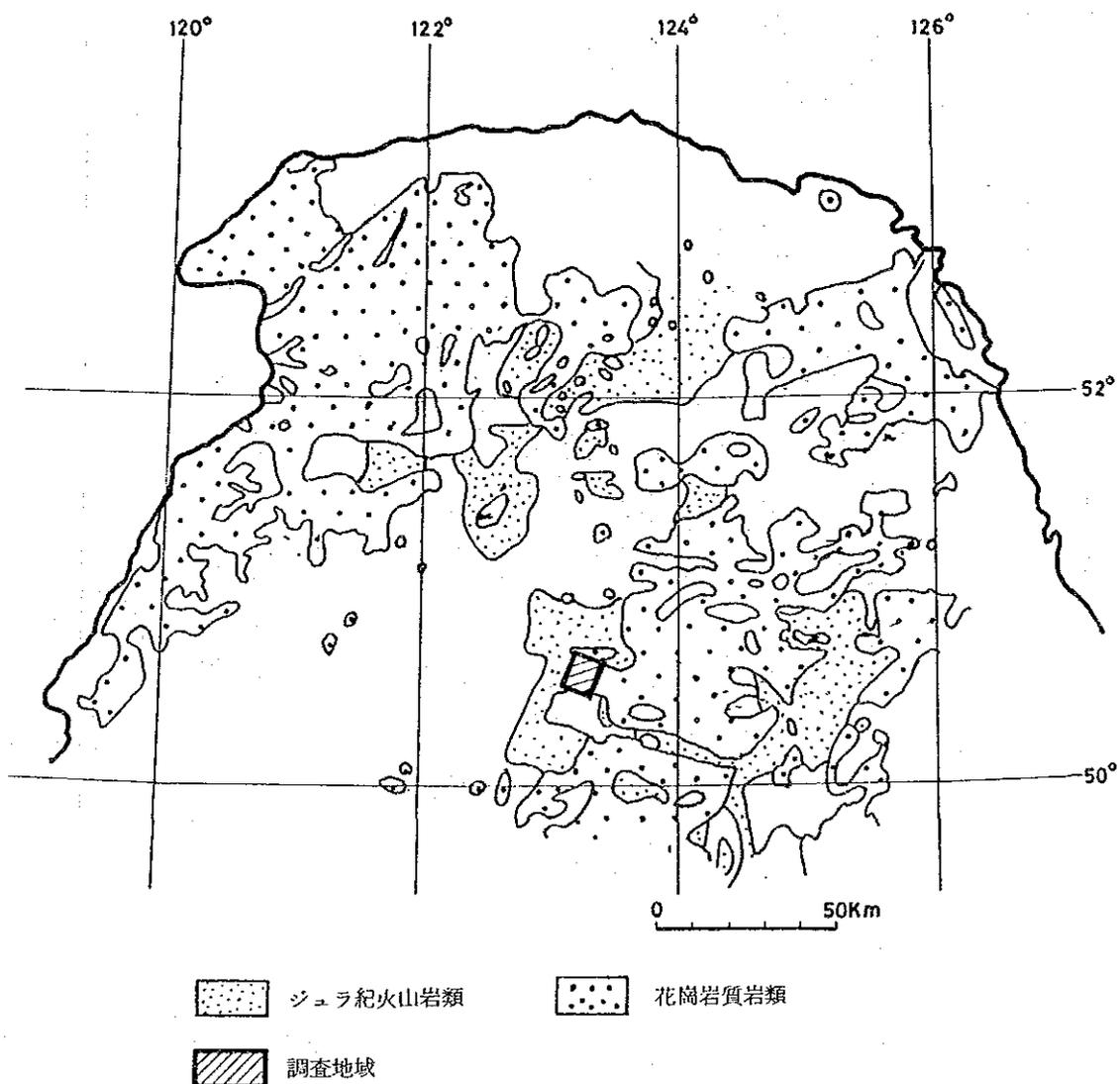


図8 調査地域周辺の地質概略図

これらの花崗岩質岩類は、貫入時期によって、パリスカン期（デボン紀～二疊紀）のもの、燕山期（ジュラ紀～白亜紀）のものに大別され、主として、パリスカン期の花崗岩質岩類は底盤状、燕山期のものは岩株状をなす。調査地域内の花崗岩質岩類は、海西期（パリスカン期にほぼ相当し、二疊紀に貫入したとみなされている）のもの、燕山期（ジュラ紀末に貫入したとみなされている）のものに区別される。産状は、前述のとおり、前者は底盤状、後者は岩株状であるが、岩株状をなす海西期の花崗岩質岩類も存在する。

火山岩類は、北西部の花崗岩質岩類分布地帯と東部の花崗岩質岩類分布地帯との間の相対的陥没部に分布する。東部の花崗岩質岩類分布地帯と火山岩類分布地帯の境界に位置する本調査地域内では、火山岩類は、岩質、層序的位置などによって、酸性火山岩を主体とする下位の竜江層（J₁l）と、中性（一部塩基性）火山岩類を主体とする上位の甘河層（J₃g）とに区分され、これらはジュラ紀とされている。

以上のほか、調査地域内には、先カンブリア系・石炭系・二疊系と目されている変成岩類及び堆積岩類が分布しているが、これらの分布は、花崗岩質岩類の貫入を受け、また、火山岩類に覆われているため、断片的で広くない。カンブリア系からデボン系、三疊系、白亜系及び第三系の分布は、確認されていない。

調査地域内の地質層序、火成活動の時期などを図9に、その断面図を図10に示す。

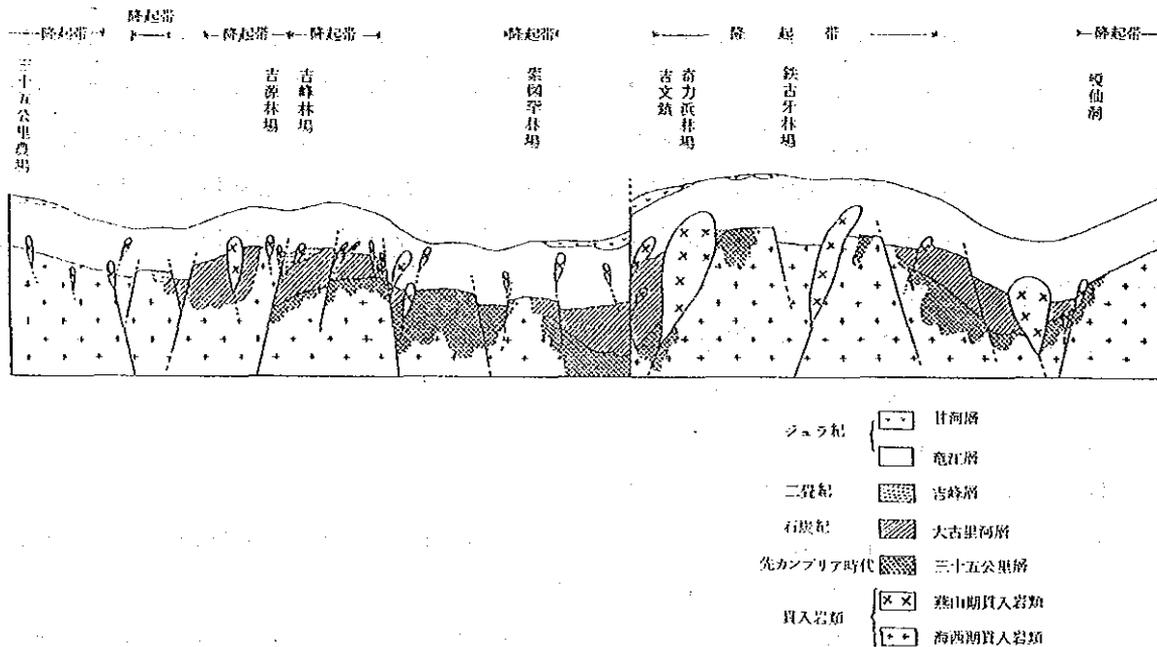


図10 地質模式層序図

2-2 変成岩類・堆積岩類・火山岩類

2-2-1 三十五公里層 (Pt₃₅)

本層は、主として、低変成の変成岩からなるが、高度に変成された部分もある。

分布・岩相 調査地域中央の鉄古牙林場の北部及び南部、西陵梯河の上流及び下流域、吉峰林場の南方などに分布し、主として、砂質片岩、片麻岩及び注入片麻岩からなる。

砂質片岩は、西陵梯河流域に分布し、淡灰～灰色を呈し、石英、斜長石、黒雲母、白雲母などからなる。片理が良好に発達しており、雲母類は片理に沿って配列している。

片麻岩及び注入片麻岩は、吉峰林場の南方に分布し、石英、斜長石、黒雲母及び透輝石のほか、角閃石、普通輝石を少量含む。

下位層との関係 調査地域では、層序的に最下位に位置する。

時代 本層の時代は、先カンブリア時代となっているが、その時代は明らかではない。

2-2-2 大古里河層 (C₃)

本層は、主に泥質及び石灰質の堆積岩からなる。

分布・岩相 調査地域北部の三十六公里付近及びその北東15km付近、嘎仙の北西10km付近、索図窄取場の北北東10km付近、吉文鎮、十三公里の東10km付近、吉源林場の西5km付近、吉峰林場の東5km付近などに分布し、粘板岩、千枚岩、ヘレフリント、結晶質石灰岩などからなり、凝灰質砂岩を挟在する。

結晶質石灰岩は、吉峰林場の東約5kmの山頂付近に分布し、白～淡灰白色を呈し、部分的に粘板岩と互層する。この結晶質石灰岩は、現在採掘されており、厚さが50m以上と推定される。現在の採掘場の東方には、低品質のため採掘を中止した所が2箇所あり、この間には、結晶質石灰岩層より下位と推察される黒色の粘板岩が露出しているが、その露出は路上のごく一部に限られているので、層序的位置は明らかではない。また、吉峰林場南東3km付近の旧採石場では、結晶質石灰岩と粘板岩の互層が見られる。この互層は、それぞれ30～40cmの厚さをもつ結晶質石灰岩と粘板岩からなり、粘板岩は部分的に片状構造を示す。

下位層との関係 下位の三十五公里層とは、不整合の関係にある。

時代 本層の時代は石炭紀後期とされている。

2-2-3 吉峰層群 (P₂f)

本層は、砂質、泥質及び石灰質の堆積岩からなる。

分布・岩相 主に吉峰林場付近に分布するほか、甘河鎮の南東3km付近及び吉源林場の西17km付近に分布し、砂岩、砂質粘板岩、千枚岩、片岩などからなる。

砂岩と砂質粘板岩は互層を呈する。吉峰林場東1km付近の林道近くでは、互層の厚さが20mで、厚さ2～3mの砂岩層を3層、砂質粘板岩中に挟在している。これらの砂岩層は灰色を呈する中粒凝灰質砂岩で、長さ数mmの軽石パッチを含む。砂質粘板岩は、暗灰色を呈し、厚さ2～6mの4層が認められ、場所によって、長さ0.1～3mのレンズ状石灰岩を挟在する。吉峰林場の南方では、道路

にそって、砂岩と砂質粘板岩の互層及び砂岩層が分布する。この互層をなす砂岩は、青灰～緑灰色を呈し、中粒～細粒、凝灰質で堅硬である。砂質粘板岩は暗灰～灰色で、明瞭な層理を示す。ここでは、波長1.5mほどの転倒褶曲を示し、その軸面は走向N80° E・傾斜30° Nを示し、褶曲軸はN10° E方向に20～30° プランジする。この露出の南方に分布する砂岩は、紫～褐桃色を呈し、中粒～粗粒の岩片や石英、斜長石、白雲母などからなり、1～2 cm大の粘板岩礫を少量含有し、ホルンフェルス化作用を受けている。

時代 本層群の時代は二畳紀後期である。

2-2-4 竜江層 (J; l)

本層は、主として酸性火山岩類からなる。

分布・岩相 調査地域のほとんど全域にわたって分布しており、分布面積は、調査地域の地質を構成する変成岩類、堆積岩類、火山岩類及び貫入岩類の中で最も広い。

新福村東方、索図罕林場付近、甘河鎮から阿里河に到る道路沿いなどで良好な露出が見られる。甘河鎮南東部では、骨材として採石されている。岩相は、流紋岩質溶結凝灰岩を主体とし、礫岩、軽石凝灰岩、凝灰岩、凝灰角礫岩、流紋岩、石英安山岩などからなる。

流紋岩質溶結凝灰岩は、淡紫灰色、桃灰色、淡青灰色、淡緑灰色、黄灰色、灰色など多様な色を呈し、堅硬緻密である。一般的にはレンズ状に偏平化した軽石やガラスを含有しているが、これらがほとんど認められない部分もある。本岩は凝灰角礫岩質～火山礫凝灰岩質で、平均礫径1～2 cm (最大礫径30cm) の垂角礫～亜円礫 (一部角礫) を含み、淘汰は中良～不良である。礫の多くは、淡桃～淡褐灰色の流紋岩、粘板岩及び暗灰色の安山岩であるが、吉源林場の北方では、これらのほかに、花崗岩質岩礫が見出された。基質は淡桃～灰色のガラス質凝灰岩で、カリ長石、石英及び黒雲母を含有している部分もある。溶結構造は、一般的に良く発達しており、露出状態が良好な所では、その構造を測定することができるが、場所によっては、溶結構造は弱いか又は認められない。本岩は弱い緑泥石化作用を受けている。

礫岩は、吉峰林場の北4 km付近の主要道路切取部で見られ、主に円礫からなり、亜円礫及び垂角礫を含む、礫種は桃色花崗岩、淡灰色石灰岩、粘板岩、砂岩などである。礫の大きさは平均約20cm、最大約50cmで、淘汰度は良くない。基質は緑灰色凝灰質粗粒砂岩である。本礫岩は、北側に分布する流紋岩質溶結凝灰岩と南側に分布する吉峰層群の砂質粘板岩及び海西期貫入岩体との間に位置するので、層位的に竜江層の基底礫岩と考えられる。

軽石凝灰岩は、索図罕林場の東5 km付近で見られ、青灰～明灰色を呈し、岩質はもろい。含有している礫は、レンズ状に偏平化した軽石からなり、その大きさは、3×3×0.3 cm大である。基質は淡黄灰色の細～粗粒の凝灰岩からなり、径2～3 mmの石英粒を含む。

凝灰岩は、索図罕林場の北西3 km付近で見られ、粗粒で青緑灰色を呈し、径0.5～2 mmの岩片や石英、斜長石からなり、10m以上の厚さに達する。層理の発達状況及び級化作用は良好である。

流紋岩は、索図罕林場の東3 km、新福村の東2 km、吉文鎮の西2 km付近に分布し、淡灰色、灰色及

び桃灰色を呈し、緻密である。本岩の組織は、隠微晶質、ガラス質、無斑晶質である。また、流理構造が発達しているが、その程度は多様である。甘河鎮の南2 km付近の峠に露出する流紋岩は、顕著な流理構造と球顆構造を示す。大公里付近に分布する流紋岩は、黒～暗灰色を呈し、真珠岩質で斜長石の斑晶を含有している。

石英安山岩は、莫果吉大山の北10 km付近に分布し、紫灰～暗紫灰色を呈し、斜長石の斑晶を含有している。

資料によれば、本層は、前述の岩石のほかに、中性火山岩類を含む。

下位層との関係 本層は、三十五公里層、大古理河層、吉峰層群及びこれらに貫入している海西期貫入岩類を不整合に覆っている。本層は、主として陸成の堆積環境を示す溶結凝灰岩からなり、本層の堆積当初には、これらの被覆岩層の分布地区は陸化していたことになる。

時代 本層の時代はジュラ紀後期である。

2-2-5 甘河層 (J, 8)

本層は、中性（一部塩基性）の火山岩類からなる。

分布・岩相 三十六公里の東15 km付近から三十六林場にわたる地区、甘河鎮から新福村にわたる地区、莫冷格林場地区及びその南方、吉文鎮の西5 km付近、吉峰林場の北北東10 km付近、諾敏大山周辺などに分布する。

本層は主に安山岩からなり、安山岩質凝灰角礫岩及び粗粒凝灰岩を含んでおり、資料によれば、塩基性凝灰岩も含まれている。

安山岩は、暗灰～暗緑灰色を呈し、斑状組織及び填間状組織が認められる。斑状組織を示す安山岩は、斑晶として斜長石（径1～2 mm）、角閃石、普通輝石を有し、石基は斜長石からなる。安山岩は杏仁状ないし多孔質構造をもっており、この気孔は緑泥石で充填されている。一般的に弱い緑泥石化作用を受けているが、索図罕林場三隊の南方に分布する安山岩は、部分的に強い緑泥石化作用や緑簾石化作用を受けている。

安山岩質凝灰岩は、莫冷格林場北方に分布し、暗灰～暗緑灰色を呈し、安山岩礫を含んでいる。

凝灰角礫岩は、吉文鎮の北5 km付近に分布し、暗褐色を呈し、平均20 mm、最大60 mmの礫を含む。この礫は、安山岩、粘板岩、花崗岩などからなる角礫～亜円礫で、淘汰は良くない。この凝灰角礫岩は下位へ向って、主に粘板岩の礫からなる礫岩に漸移する。

下位層との関係 下位の竜江層とは整合関係にある。

時代 本層の時代はジュラ紀後期である。

2-2-6 沖積層 (Q)

本層は、第四紀の河川堆積物である。

主に、甘河、阿里河、西陵梯河、吉文河、索図罕河、北河、奎勤河及びその支流に分布する。分布幅は、最大4.5 kmである。

本層は、礫、砂、シルト、粘土などからなる。奎動河上流に分布する沖積層の一部には、地表下3 m前後で永久凍土となっている部分があることが判明している。

2-3 貫入岩類

調査地域には、海西期及び燕山期の貫入岩類が分布する。しかし、貫入岩類の多くは、露出状況が悪いため、産状や岩相変化の実態が把握できない場合が多い。

2-3-1 海西期貫入岩類 (γ^3)

海西期貫入岩類は、調査地域の広い範囲にわたって分布し、二疊紀後期の貫入と推定されている。この貫入岩類は、閃長岩、花崗岩及び花崗閃緑岩からなる。

閃長岩は、索図罕林場の南5 km付近の林道に沿って分布する。本岩は、一般的に桃～桃灰色を呈し、斑状のカリ長石及び斜長石、石英、黒雲母、角閃石を含む斑状粗粒黒雲母閃長岩である。カリ長石は平均10mm大、最大20mm大で、黒雲母は最大3 mm大の自形を示す。本岩は塊状で、構成鉱物などによる構造は見られない。

花崗岩は、索図罕林場の北5 km付近、吉文鎮北東部、吉源林場西部及び吉峰林場三〇三工地南方に分布する。本岩は、桃～桃褐色の黒雲母花崗岩で、1～5 mmの長石類、石英及び黒雲母からなる。

花崗閃緑岩は、吉源林場の南3 km付近、吉文鎮の西部、三十六林場の北西方及び三十六林場から嘎仙にかけて分布する。本岩は、優白色の角閃石花崗閃緑岩で、斜長石、カリ長石、石英、角閃石及び少量の黒雲母を含む。長石類は1～8 mm大、角閃石は半自形ないし他形で4～5 mm大である。

海西期貫入岩類は、三十五公里層、大古里河層及び吉峰層群に貫入していると考えられているが、露出状況が著しく悪いため、本貫入岩類と既存岩層との関係は、確認されていない。しかし、吉峰林場の南5 kmの主要道路沿いに露出している吉峰層群の砂岩が、ホルンフェルス化していること、及び吉峰林場三〇三工地南方に分布する花崗岩の位置関係からみて、本貫入岩類が吉峰層群に貫入していることは疑いない。

調査地域に分布する海西期貫入岩類の活動の時期は、資料によれば、二疊紀後期となっている。調査地域東方の加格達奇付近には、海西期に貫入した黒雲母花崗岩が広く分布しており、240 Maの年代測定結果が得られている。また、黒竜江省各地の二疊紀後期の花崗岩類については、224～280 Maの年代測定結果が得られている。

2-3-2 燕山期貫入岩類

燕山期貫入岩類は、調査地域内に岩株状をなして分布し、超塩基性岩 (Σ) (これについては、ジュラ系との関係が明らかでないが、ここでは一応燕山期貫入岩として扱っておく)、閃緑岩 (δ)、安山岩 ($\alpha\mu$)、花崗閃緑岩 ($\gamma\delta^2s$)、花崗岩ないし花崗閃緑岩 (γ^2s)、花崗斑岩 ($\gamma\pi^2s$)、石英斑岩・流紋岩 ($\gamma\delta^2s$)、石英閃長岩ないし石英モンゾニ岩 (ξ) からなる。

超塩基性岩は、嘎仙洞の北北西5 km付近、吉峰林場の南東6 km付近、三十五公里農場の北8 km付近及び東10 km付近などに分布し、橄欖岩及び蛇紋岩である。

閃緑岩は、三十五公里農場の北東6km付近、吉峰林場の南東12km付近及び南西部、莫果吉大山の北北西10km付近に分布する。本岩は、暗灰色を呈する中粒完晶質岩で、斜長石、黒雲母及び角閃石からなる。

安山岩は、吉峰林場の北東10km及び南6km付近、索図罕林場三隊の南東部に分布し、暗灰色を呈する斑状半晶質～完晶質岩である。

花崗閃緑岩は、奇力濱林場の西方5km付近及び嘎仙洞の北西5km付近に分布し、暗灰～灰色の黒雲母角閃石花崗閃緑岩である。

花崗岩ないし花崗閃緑岩は、嘎仙洞の西8km付近、鉄古牙林場の北部、吉文鎮の北5km付近、甘河鎮の北東部、吉源林場の西部及び吉峰林場の東南東11km付近に分布する。本岩は、灰白～淡桃灰色を呈し、細粒～中粒で等粒状の完晶質岩であるが、局部的にはやや異なった岩相が見出される。構成鉱物の量比は、斜長石=カリ長石>石英で、少量の黒雲母や角閃石を含む。吉源林場の西部では、斑状を呈する。

花崗斑岩は、吉文鎮の南6km、莫果吉大山の北部及び南東12km付近に分布する。本岩は、桃～桃灰色を呈し、斑晶鉱物として、石英、長石類及び黒雲母を含む。

石英斑岩・流紋岩・アプライトは、索図罕林場の西北西7km付近、索図罕林場の南西部、吉峰林場の東南東11km付近に分布する。流紋岩は、淡褐灰色を呈し、弱い流理構造を示すが、総体的に塊状である。この岩体の北側に分布する溶結凝灰岩は、この岩体との接触部付近で珪化又は粘土化しており、やや多量の黄鉄鉱を鉱染状に含む。索図罕林場の南西部に分布する流紋岩は、桃褐色を呈するガラス質ないし斑晶質岩である。斑晶鉱物はカリ長石で、少量の黄鉄鉱を鉱染状に含む。三十六林場の北西20km付近に分布する石英斑岩は、斑晶鉱物として、石英、カリ長石及び斜長石を含む。

石英閃長岩ないし石英モンゾニ岩は、諾敏大山の西15km付近に分布する。本岩は、桃色を呈し、細粒～中粒で等粒状の完晶質岩で、斜長石、石英、少量の黒雲母などを含む。

調査地域には、以上に述べた岩石のほか、安山岩岩脈が存在する。安山岩岩脈は、索図罕林場の西北西約5km及び甘河鎮の北東10kmで見られる。索図罕林場に露出する安山岩岩脈は、暗灰色を呈する半晶質岩で、幅3m、走向NS・傾斜80°Eで竜江層の流紋岩質溶結凝灰岩を貫いている。甘河鎮で見られる安山岩岩脈は、走向N45°E・傾斜70°N及び走向N60°W・傾斜20°Nで、細粒花崗岩(γ^2_s)に貫入している。

燕山期の貫入岩類は、三十五公里層、大古理河層、吉峰層群、海西期貫入岩体、竜江層及び甘河層に貫入している。露出が乏しいため、これらの被貫入岩層との接触部を各地で確認することは困難であるが、甘河鎮の北東約7kmの道路の切取部で、貫入状況を確認することができた。その状況は、古期のものから新期のものへ順に、中粒花崗岩(γ^3_i)、閃緑岩(δ)、細粒花崗岩(γ^2_s)、安山岩岩脈となっている。また、この地区の北部では、走向N30～50°E・傾斜70°SEで、竜江層の安山岩中に貫入する黒雲母花崗岩(γ^2_s)及び走向N10°E・傾斜30°SEで、竜江層の流紋岩質溶結凝灰岩中に貫入する細粒花崗岩($\gamma^{\pi^2}_s$)が認められた。

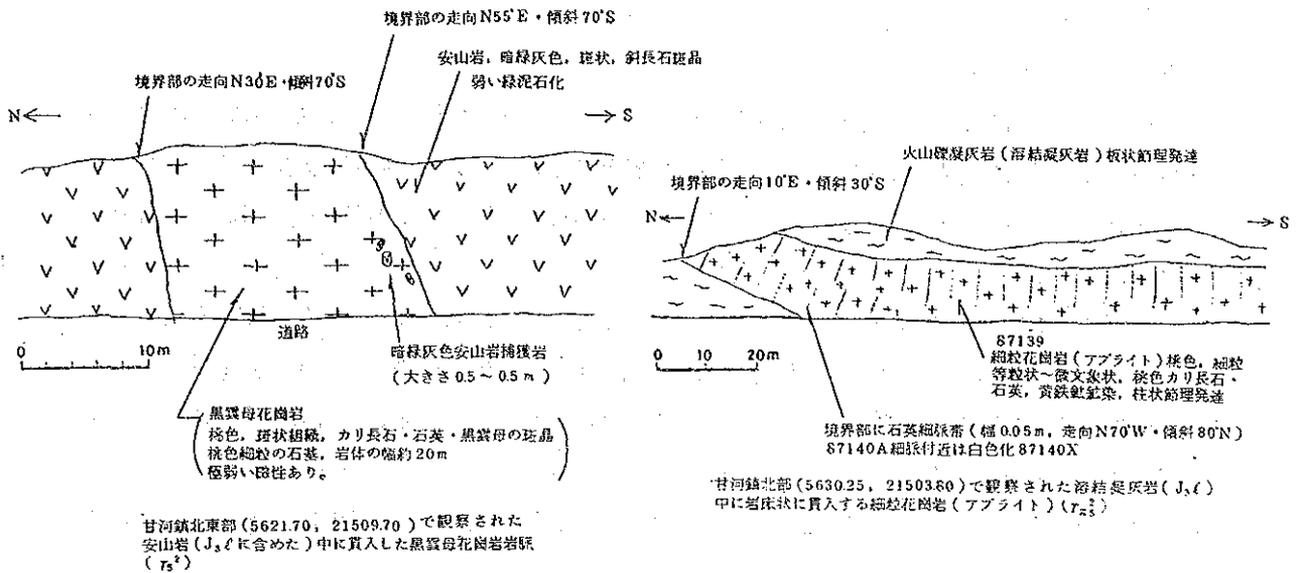


図11 露頭スケッチ

調査地域内に分布する燕山期貫入岩類の活動の時期は、資料によれば、ジュラ紀後期となっている。これと同時期に貫入したとされ、黒竜江省各地に分布する花崗岩質岩類の年代測定結果は、180~150 Ma である。甘河鎮北東部に分布する花崗岩質岩体で、Rb - Sr 法による年代測定を行った。測定結果は、161 Ma であった。

2-4 地質構造

調査地域の北西及び東方には、NNE-S SW方向の隆起帯があり、ほぼこれに沿って花崗岩質岩類が広大な地域を占めて分布している。調査地域は、広域的な地質構造との関係でみると、東方の隆起帯の西縁部に位置する。

調査地域の地質構造は、リニアメント、断層構造、先ジュラ系の構造、海西期及び燕山期の貫入岩類などで特徴づけられる。

2-4-1 リニアメント

ランドサットMSS画像(縮尺1/500,000)及び地形図(縮尺1/200,000及び1/50,000)によって判読しうる地質的特性(直線状の水系、凹地及び崖の連続)をリニアメントとして抽出した(図12)。ランドサットMSS画像の範囲その他は、次のとおりである。

LANDSAT MSS画像(中国作成1980年6月,中国科学院地理研究所編制1:500,000)	
1. PASS/ROW 131-24 呼中 画像中心座標 東経 123° 12' 北緯 51° 29' 撮影年月日 1973年12月25日 太陽高度 12°, 方位 157° バンド RGB=5,4,7	2. PASS/ROW 131-25 克一河 画像中心座標 東経 122° 44' 北緯 50° 18' 撮影年月日 1974年1月30日 太陽高度 17°, 方位 152° バンド RGB=5,4,7

抽出したリニアメントの定義は、O.Leary, Friedman and Pohn (1976) による下記の提案に従ったものである。

すなわち、「図面上に表現できる規模をもつ、地表の単一な又は複合した線状の形態を示すもの、部分的には直線又は僅かな曲線を呈して、同一直線上に配列しているもので、隣接する地形が示すパターンとは明らかに異なる特徴をもっており、地下の現象を反映する地形特徴と思われるもの」によった。

ランドサット画像上で判読したリニアメントは、既知の断層、断層崖及び変位の認められるものを実線で、その他のリニアメントを破線で示し、縮尺1/500,000 画像、縮尺1/200,000 及び1/500,000 の地形図上に表示し、それぞれをまとめて図12に示した。また、各方向ごとのリニアメントの出現頻度と1 km当りの単位長を5° 間隔ごとに分類し、ローズダイヤグラムにまとめ、上半球には出現頻度(度数)を、下半球にはリニアメント総延長に対する各方向別の累積長を、それぞれ百分率で表示した(図13)。

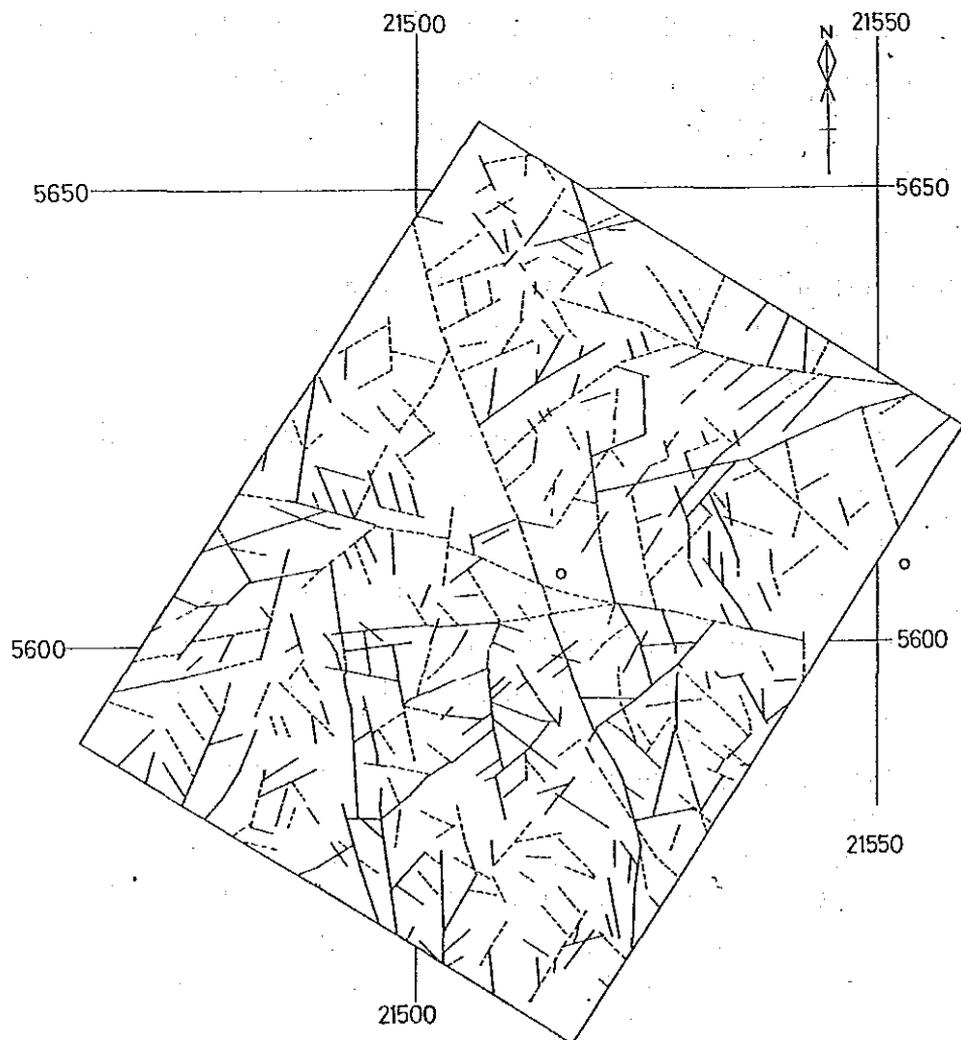
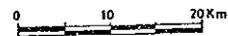


図12 リニアメント抽出結果図



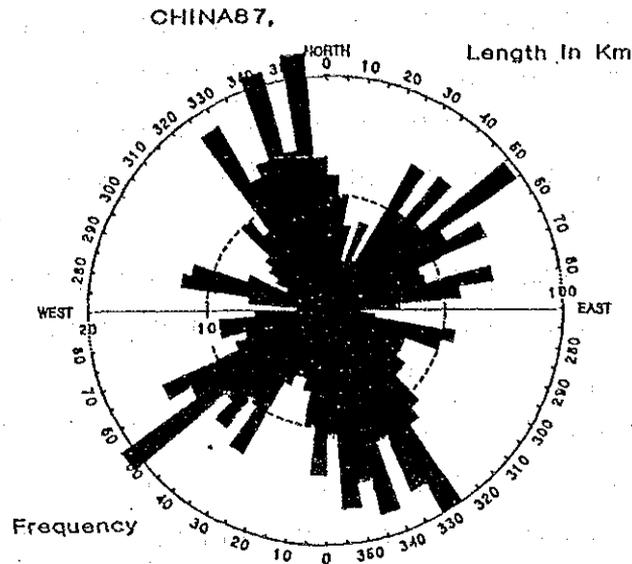


図13 リニアメントローズダイヤグラム

調査地域には、NNW-SSE系統(335~350°)のリニアメントが最も良く発達しており、これらは甘河とその支流の水系を規制している。次いで、NE-SW系統(30~85°)のリニアメントが良く発達しているが、これは堆積岩(主に粘板岩、砂岩)の走向方向とほぼ調和的である。これらのほかに、E-W系統(190~195°)のリニアメントが発達するがこれはNNW-SSE系統のリニアメントと同様に、調査地域の主要河川の水系を規制している。

この3系統の主要リニアメントは、吉文鎮付近で交差しており、NE-SW系統のリニアメントを切ってNNW-SSE系統及びE-W系統のリニアメントが発達している。

2-4-2 断層構造とリニアメント

調査地域には、NNW-SSE、NE-SW及びE-Wの3方向の断層がみられる。これらの断層の方向は、リニアメント解析の結果認められた3方向の卓越したリニアメントと一致又は調和的である。

NNW-SSE方向の断層は、吉文鎮の南方及び嘎仙の南方に発達する。吉文鎮の南方に発達する断層は、東側の海西期貫入岩類及び大古里河層とジュラ紀火山岩類とを境し、見掛上、西側を下方へ転位している。この断層と甘河鎮北方の直線的な連続性に富むリニアメントを結ぶ線は、調査地域で最も連続性の良い線構造である。嘎仙南方に発達する断層は、東側のジュラ紀火山岩類と西側の三十五公里層とを境し、見掛上、東側を下方へ転位している。この断層付近には、断層と同じ方向のリニアメントが発達する。

NE-SW方向の断層は、吉峰林場の南東方、鉄古牙林場の南方及び嘎仙の北方に発達する。吉峰林場南東方の断層は、東側のジュラ系と西側の大古里河層とを境しており、見掛上、東側が下方へ転位している。この断層の連続性は中程度で、周辺には弱~中程度のリニアメントが発達している。鉄古牙林場の南方の断層は、東側の三十五公里層と西側の海西期貫入岩体とを境する。こ

の断層は連続性に乏しいが、断層の北方及び南方の延長方向や西側には、同じ方向のリニアメントが弱く発達している。嘎仙北方の断層は、東側の大古里河層及び燕山期貫入岩体と西側のジュラ紀火山岩類とを境する。この断層の連続性は中程度で、見掛上、西側が下方へ転位している。断層の東方と西方には、これと同じ方向及びこの方向に類似した比較的明瞭なリニアメントが発達している。

E-W方向の断層は、吉文鎮の南東方に到達している。この断層は、北側の大古河層と南側のジュラ紀火山類とを境し、南側を下方へ転位している。この断層は連続性に乏しいが、断層の西方延長線上や北方の甘河沿いには、同じ方向の断層が発達する。

総じて、主要な前記3方向の断層と、リニアメント解析によって得られた3方向のリニアメントとは良く一致する。このことから、調査地域に発達しているリニアメントは、断層、断層、断裂、裂かなどを良く反映していることが推測される。また、これらの断層が、ジュラ紀火山岩類と先ジュラ系とを境していることから、これらの断層は、先ジュラ紀に形成された断層が再活動したものを除いて、ジュラ紀以後に形成されたと考えられる。

2-4-3 先ジュラ系の構造

吉峰林場東方の林道に露出する大古里河層と吉峰林場南方の主要道路沿いに露出する吉峰層群の走向は、一般的に、NE-SW方向を示し、南方ではE-W方向となり、北西方向へ傾斜する。

大古里河層は、吉峰林場の東部、鉄古牙林場の南西部及び嘎仙の北部とほぼNE-SW方向に断続的に分布し、その東側には、三十五公里層が分布する。

以上のことから、先ジュラ系は、総体的にはNE-SWの走向で、北西方に傾斜した単斜構造をしていると推定される。これはパリスカン地向斜における堆積構造と矛盾しない。

2-4-4 ジュラ系堆積時の基盤の形状と燕山期貫入岩類

調査地域には、鉄古牙林場を中心に、先ジュラ系が形成する隆起帯がある。

その延長は約20km、幅約20kmであり、吉文鎮西方を通るNNW-SSE方向のリニアメント又は断層で西端部を限られている。この隆起帯のほぼ中心に当たる鉄古牙林場では、その一部に、ジュラ紀火山岩類が島状に分布しており、その北側には、燕山期貫入岩類が位置している。嘎仙の南方にも、先ジュラ系からなる隆起帯の一部に、ジュラ紀火山岩類が島状に分布している。このような火山岩類の分布は、隆起帯を形成する基盤岩類の凹地を示すものである。

吉文鎮西方のNNW-SSE方向のリニアメントから調査地域西端の海西期貫入岩体までの間、約40kmのジュラ紀火山岩類の分布域には、吉峰林場を中心とする基盤岩類からなる隆起帯及び吉源林場を含む地区の隆起帯があり、これらのほかにも点在する小規模な隆起帯が数箇所ある。

燕山期貫入岩類の多くは、先ジュラ系が形成する隆起帯の中心部や、その周辺部に貫入している。鉄古牙林場を中心とする隆起帯では、鉄古牙林場の北側に位置する燕山期貫入岩類がこの隆起帯のほぼ中心部に当たる。甘河の北方、吉文鎮の南方及び嘎仙の北方に分布する燕山期貫入岩類の位置は、この隆起帯の縁辺部にあたる。吉峰林場を中心とする隆起帯の中心部付近には、安山岩や閃緑

岩が貫入しており、この隆起帯の南東部では、ほぼNE-SW方向に、燕山期貫入岩類が点在する。吉源林場を含む地区の隆起帯の中心部付近には、小規模な燕山期貫入岩類が貫入している。

2-5 鉍徴

調査地域には、鉛・亜鉛・銅・鉄・コバルト・ニッケルの鉍徴が、確認又は報告されている。これらの鉍徴を地区別に分け巻末資料4にまとめた。各鉍徴の概要は次のとおりである。

2-5-1 三十六林場北西部地区

(1) 三十六林場北西部鉍徴地(鉍徴地番号1)

位置 柯布坑河の上流三十六林場の北西約19kmの地点にある。道路の発達状況が悪く、交通の便はよくない。

地質 鉍徴地付近には、ジュラ系、海西期貫入岩類及び燕山期貫入岩類が分布する。鉍徴の認められる転石が発見された沢の上流側には、燕山期と推定される石英斑岩の小岩体があり、東側には海西期の角閃石黒雲母花崗閃緑岩がある。

鉍徴 鉍徴は、流紋岩転石に認められる黄鉄鉍鉍染である。この転石の起源は確認されていないが、燕山期貫入岩体の西側にも黄鉄鉍の鉍染した流紋岩質転石が認められていることから、転石の起源は、ジュラ紀の酸性火山岩類と推定される。この転石には、緑泥石及び緑簾石も認められる。

2-5-2 嘎仙洞地区

(1) 嘎仙東山地段鉍徴地(鉍徴地番号2)

中国側調査資料によると本鉍徴の性状は次のとおりである。

位置 阿里河北西方にある嘎仙洞の西北西約5kmの地点にある。嘎仙洞まで車両通行可能な道路があるが、嘎仙洞から鉍徴地までの間には、湿地帯が広く発達しており、交通の便は極めて悪い。

地質 ホルンフェルス及び結晶質石灰岩からなる石炭系が分布し、この石炭系の中に超塩基性岩～塩基性岩が貫入している。この貫入岩体は、NE-SW方向に伸びた形を示し、透閃石岩、橄欖岩、粗面岩、輝緑岩などからなる。この岩体の東側には、海西期貫入岩類が広く分布し、北東側及び西側には、燕山期の花崗岩ないし花崗閃緑岩の小規模な岩体がある。

鉍徴 本鉍徴は、ホルンフェルス及び結晶質石灰岩と超塩基性岩との境界部に発達したスカルン帯、また、超塩基性岩と塩基性岩との境界部に発達したスカルン帯であるが、中国側の説明では、ニッケル・コバルトの鉍徴であるとされている。スカルン帯は、走向NE-SW・傾斜70°NWを示し、厚さ約20mで、長さ200～300m以上の規模を有する。このスカルン帯は、ボーリングにより地表から深度100m以上連続していることが確認されている。スカルン鉍物は、透閃石、透輝石、柘榴石などである。スカルン帯の一部には、多金属鉍化が報告されている。また、超塩基性岩中のニッケル含有量は、0.2%であるとの報告がある。

(2) 嘎仙洞西部鉍徴地 (鉍徴地番号3)

位置 嘎仙洞の西約5kmの地点にある。本鉍徴地へは、嘎仙洞まで車両、嘎仙洞から徒歩による。

地質 本鉍徴地付近には、主として黒色粘板岩からなる石炭系が分布する。石炭系の東側には、海西期の斑状黒雲母花崗岩及び角閃石花崗閃緑岩が、西側には、燕山期の花崗閃緑岩が分布する。

鉍徴 粘板岩の中にレンズ状にスカルン帯が認められ、付近の粘板岩は、灰色を呈し珪化作用を受けている。スカルン鉍物は緑簾石である。

(3) 嘎仙洞北西部鉍徴地 (鉍徴地番号4)

位置 嘎仙洞の西北約9kmの地点にある。本鉍徴地へは、嘎仙洞まで車両、嘎仙洞から徒歩による。

地質 本鉍徴地付近には、ジュラ紀の酸性火山岩類が分布し、東側には海西期貫入岩類が分布する。酸性火山岩類は、流紋岩質凝灰岩、流紋岩質溶結凝灰岩、流紋岩などである。海西期貫入岩類は、中粒～粗粒で、等粒状ないし斑状の黒雲母花崗岩である。

鉍徴 主鉍徴地は、酸性火山岩類の中に認められる黄鉄鉍鉍染である。黄鉄鉍は細粒で部分的には強く鉍染している。黄鉄鉍鉍染の認められる範囲は、200～300mである。

2-5-3 吉文鎮地区

(1) 吉文鎮地区北部鉍徴地 (鉍徴地番号5)

位置 吉文鎮の北約5kmの地点にあり、甘河鎮から吉文鎮への鉄道線路沿いにある。

地質 本鉍徴地付近には、海西期貫入岩類が分布しており、その東側は走向NNW-SSEの断層で、ジュラ紀の中性火山岩類と接している。海西期貫入岩は、中粒で等粒状の角閃石花崗閃緑岩である。

鉍徴 本鉍徴は、海西期貫入岩類中に認められる螢石脈である。螢石は、紫色で幅2～3cmの細脈で、幅15～20cmにわたり細脈帯を形成している。細脈帯は走向N-S・傾斜65～70°Eである。

(2) 吉文鎮東部鉍徴地 (鉍徴地番号6)

位置 吉文鎮の東約4kmの地点にある。本調査当時、甘河に架かる橋が崩壊していたため、本鉍徴地への交通の便は、極めて悪い状況にあった。

地質 本鉍徴地付近には、燕山期貫入岩類が分布する。この岩体は、海西期貫入岩類中に貫入し、ほぼ東西方向に伸びた形態を示す。岩体の南側には、ジュラ紀の中性火山岩類が分布する。

鉍徴 本鉍徴は、燕山期貫入岩類が分布する地区で採取された閃緑岩の転石に認められる黄鉄鉍鉍染である。地形から判断すると、この閃緑岩の転石は、燕山期貫入岩類が分布する地点を源としていると推定される。

2-5-4 甘河鎮地区

(1) 甘河鎮北部鉍徴地 (鉍徴地番号7)

位置 甘河鎮の北約17kmの地点にある。本鉍徴地は、車両通行可能な道路に面しているが、本調査当時には、甘河に架かる橋の補修工事中で、車両通行できず、交通の便は極めて悪い状況であった。

地質 本鉾徴地付近には、流紋岩質溶結凝灰岩を主とするジュラ紀の酸性火山岩類が広く分布する。この溶結凝灰岩中には、岩床状に、走向N10° E・傾斜30° S Eで貫入する燕山期の桃色細粒花崗岩が認められる。

鉾徴 本鉾徴は、細粒花崗岩及び溶結凝灰岩の中に認められる黄鉄鉾染、並びに細粒花崗岩と溶結凝灰岩の境界部に発達した石英細脈である。黄鉄鉾染は、細粒花崗岩と溶結凝灰岩の境界部の主として花崗岩中に発達した石英細脈である。黄鉄鉾染は、主として花崗岩中に発達しており、溶結凝灰岩中には、わずかに黄鉄鉾が認められる程度である。石英細脈は、褐鉄鉾によって汚染されており、細脈帯としての幅は5 cmである。この細脈帯は、走向N70° W・傾斜80° N Eを示す。石英細脈の周辺は、白色変質帯となっている。

本鉾徴地で認められる黄鉄鉾染及び石英は、燕山期と推定される細粒花崗岩の活動に伴って形成されたものと考えられる。

(2) 甘河鎮北東部鉾徴地(鉾徴地番号8)

位置 甘河鎮の北東約8 kmの地点にあり、甘河沿い道路に面している。本調査当時の交通事情は、前記鉾徴地と同様極めて悪い状況にあった。

地質 本鉾徴地付近には、ジュラ紀の酸性火山岩類とこれに貫入した燕山期貫入岩類が分布する。酸性火山岩類は、流紋岩と流紋岩質溶結凝灰岩からなるが、後者が卓越している。燕山期貫入岩類には、優白質中粒花崗閃緑岩及び桃色中粒石英閃長岩が認められる。また、燕山期貫入岩類の中には多数の安山岩が岩脈状に貫入している。この安山岩は緑泥石化作用を受けている。

鉾徴 本鉾徴は、燕山期貫入岩類中の石英閃長岩に認められる黄鉄鉾染及びこの岩体中に認められる白色変質帯である。黄鉄鉾染及び白色変質帯は、燕山期の石英閃長岩又は安山岩岩脈の貫入に関連して形成されたものと推定される。

(3) 甘河鎮東部鉾徴地(鉾徴地番号9)

位置 甘河鎮の東約9 kmの地点にある。本鉾徴地は、車両通行可能な道路に面した斜面上にあり、交通の便はよい。

地質 本鉾徴地付近には、海西期貫入岩類とジュラ紀の酸性火山岩類が分布する。海西期貫入岩類は、花崗岩及び花崗閃緑岩からなる。酸性火山岩類は、流紋岩質溶結凝灰岩である。

鉾徴 本鉾徴は、花崗閃緑岩中に認められる石英脈である。この石英脈は、幅25 cmで走向N25° E・傾斜90°である。石英脈周辺は、幅1.0 mにわたって脱色し、また、緑簾石が認められる。石英脈には、鉾石鉾物は認められない。

2-5-5 索図罕林場地区

(1) 索図罕林場北西部鉾徴地(鉾徴地番号10)

位置 索図罕林場の北西約6 kmの地点にある。本鉾徴地は、車両通行可能な道路に面しており、交通の便は比較的よい。

地質 本鉾徴地付近にはジュラ紀の竜江層が広く分布している。本鉾徴地の北約2 kmには、海西期

貫入岩類が露出し、南側には燕山期貫入岩類が露出している。本地区の竜江層は、主として流紋岩質溶結凝灰岩からなるが、凝灰質砂岩の薄層も見られる。海西期貫入岩としては、桃色を呈し、中粒等粒状のカリ長石花崗岩が観察された。燕山期貫入岩としては、淡桃色流紋岩が観察された。

鉍徴 本鉍徴は、竜江層の溶結凝灰岩中に認められる黄鉄鉍鉍染である。黄鉄鉍鉍染は、約200m離れた2個所の露頭で観察される。溶結凝灰岩中の割れ目に沿って褐鉄鉍化していることも認められた。

(2) 索図罕林場南西部鉍徴地（鉍徴地番号11）

位置 索図罕林場の南西約175mの地点にある。本鉍徴地は、車両通行可能な道路付近にあり、交通の便は比較的よい。

地質 本鉍徴地付近には、ジュラ系が広く分布する。ジュラ系は、酸性溶結凝灰岩からなる竜江層と安山岩及び安山岩質凝灰岩からなる甘河層である。また、淡褐色流紋岩からなる小規模な燕山期貫入岩体がある。

鉍徴 本鉍徴地は、燕山期の貫入岩である流紋岩中に認められた黄鉄鉍鉍染である。また、酸性溶結凝灰岩中には、紫色の蛍石細脈が認められた。これらの鉍徴は、燕山期貫入岩類の活動に関連して形成されたものと推定される。

2-5-6 西陵梯河地区

(1) 西陵梯防火站南西部鉍徴地（鉍徴地番号12）

位置 阿里河の南西約30kmにあり、甘河の支流である西陵梯河の上流にある西陵梯防火站の南西約5kmの地点に位置する。鉍徴地は、阿里河から甘河鎮へ通じる車両通行可能な道路沿いにあり、交通の便はよい。

地質 本鉍徴地付近には、先カンブリア時代の三十五公里層と海西期貫入岩が分布している。本地区の三十五公里層は、灰色～淡緑灰色の砂質片岩を主としている。海西期貫入岩は、黒雲母花崗岩である。

鉍徴 本鉍徴は、海西期貫入岩中の石英脈である。石英脈は、幅1cmの細脈であり、鉍石鉍物は認められない。石英脈の周辺は白色を呈している。

2-5-7 奎勒河地区

(1) 奎勒河上流鉍徴地（鉍徴地番号13）

位置 奎勒河上流阿里河の南西約45kmの地点にあり、阿里河から甘河鎮へ通ずる道路に面している。

地質 本鉍徴地付近には、ジュラ紀の竜江層が広く分布する。本地区の竜江層は、溶結凝灰岩、流紋岩、石英安山岩などからなる。

鉍徴 本鉍徴は、石英安山岩中に認められた黄鉄鉍鉍染である。石英安山岩は、変質して白色を呈し、堅硬緻密である。また、石英安山岩中の節理に沿って褐鉄鉍化が認められた。

2-5-8 吉峰林場地区

(1) 吉峰林場南東部コバルト・ニッケル鉍徴地（鉍徴地番号14）

中国側資料によると本鉍徴の性状は次のとおりである。

位置 吉峰林場の東南東約10kmの地点に位置する。

地質 本地区付近には、石炭系が広く分布し、この中に貫入した超塩基性～塩基性岩がある。

鉱徴 本鉱徴は、超塩基性岩～塩基性岩に関係したコバルト・ニッケルの鉱徴であると報告されているが、今回の調査では、露出状況が悪く確認されなかった。

(2) 吉峰林場南東部鉛・亜鉛鉱徴地(鉱徴地番号15)

中国側資料による本鉱徴の性状は次のとおりである。

位置 吉峰林場の南東約10kmの地点に位置する。

地質 本地区付近には、粘板岩を主とする石炭系が広く分布する。この石炭系中に、燕山期の閃緑岩の小岩体が貫入している。

鉱徴 本鉱徴は、鉛・亜鉛であると報告されているが、今回の調査では露出状況が悪く、確認されていない。

(3) 吉峰林場南部コバルト・ニッケル鉱徴地(鉱徴地番号16)

中国側資料によると本鉱徴は次のとおりである。

位置 吉峰林場の南約10kmの地点に位置する。

地質 本地区には、ジュラ紀の竜江層が広く分布している。鉱徴地には蛇紋岩及び安山岩の小岩体があるとされているが、それが竜江層中に貫入しているかどうか今のところ明らかでない。

鉱徴 本鉱徴は、コバルト・ニッケルであると報告されているが、詳細は明らかでない。

2-5-9 吉峰十一支線地区

(1) 吉峰林場十一支線鉛・亜鉛・銅鉱徴地(鉱徴地番号17)

位置 吉峰林場の南南東約16kmの地点にある。本鉱徴地は、車両通行可能な道路(吉峰十一支線)に面しているので、交通の便は極めてよい。

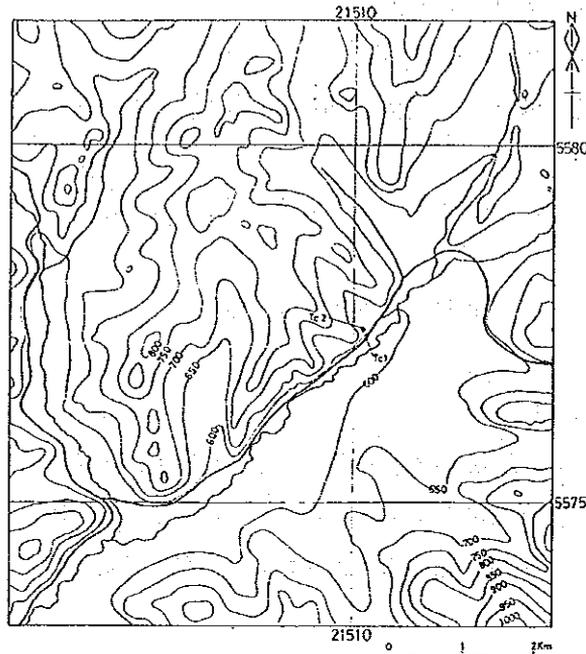
地質 本鉱徴地付近には、先カンブリア系、石炭系、ジュラ系、海西期貫入岩類及び燕山期貫入岩類が分布する。先カンブリア系は、本鉱徴地の北部に広く分布し、主として砂質片岩からなる。石炭系は本鉱徴地付近にだけ分布し、結晶質石灰岩からなる。結晶質石灰岩は、灰白色、細粒で走向N-S・傾斜Wの縞状構造を示す。ジュラ系は、吉峰林場十一支線沿いに分布し、流紋岩質の溶結凝灰岩からなる。海西期貫入岩類は、本鉱徴地の西方に広く分布し、桃色の中粒黒雲母花崗岩からなる。燕山期貫入岩類は、本鉱徴地付近に小岩体としてみられ、花崗斑岩、花崗岩、流紋岩ないし石英閃長斑岩からなる。

本鉱徴地付近で、石炭紀の結晶質石灰岩とジュラ紀の溶結凝灰岩を境する走向N-Sの断層が認められた。

鉱徴 本鉱徴は、トレンチ(TC1, TC2)で認められた鉛・亜鉛・銅を含むスカルン帯と溶結凝灰岩中の黄鉄鉱鉱染である。

鉛・亜鉛・銅を含むスカルン帯は、主として岩脈と考えられる流紋岩ないし石英閃長斑岩と結晶質石灰岩との境界部に発達している。スカルン帯は、トレンチ内では岩脈から水平方向に5～8mの

範囲に認められるが、中国側の試料では地表下約80mまで連続しているようである。主なスカルン鉱物は、透輝石、緑簾石、方解石及び緑泥石である。鉱石鉱物は、方鉛鉱、閃亜鉛鉱、黄銅鉱、黄鉄鉱などで、スカルン帯の中に鉱染状及び細脈状に認められる。これらの構成鉱物が比較的濃集しているのは、岩脈の周辺0.5～2.0mの範囲である。岩脈中にもわずかにスカルンが認められる。



トレンチ
 図14 吉峰十一支線地区トレンチ位置図

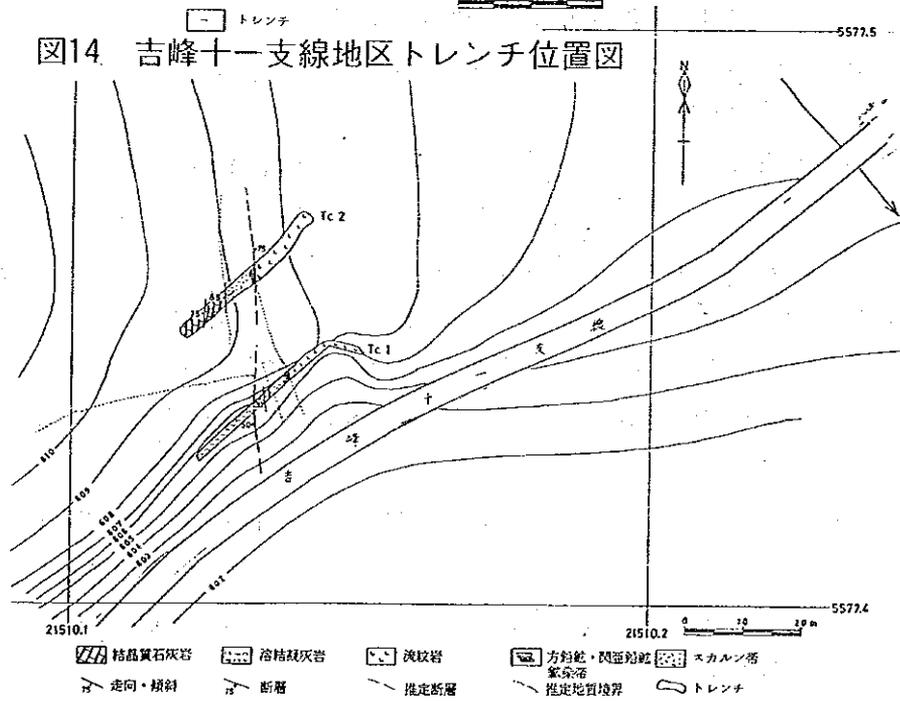


図15 吉峰十一支線トレンチTC1・TC2関係図

結晶質石灰岩と断層で接する溶結凝灰岩には、黄鉄鉱の鉱染が認められる。また、この断層付近は、幅7mの破碎帯となっており、割れ目に沿って褐鉄鉱化が認められる。

以上のような鉱徴の特徴から、本鉱徴は、燕山期の貫入岩と推定される流紋岩ないし石英閃超斑岩の活動に関連した鉛・亜鉛・銅のスカルン型鉱化作用によって形成されたものと考えられる。

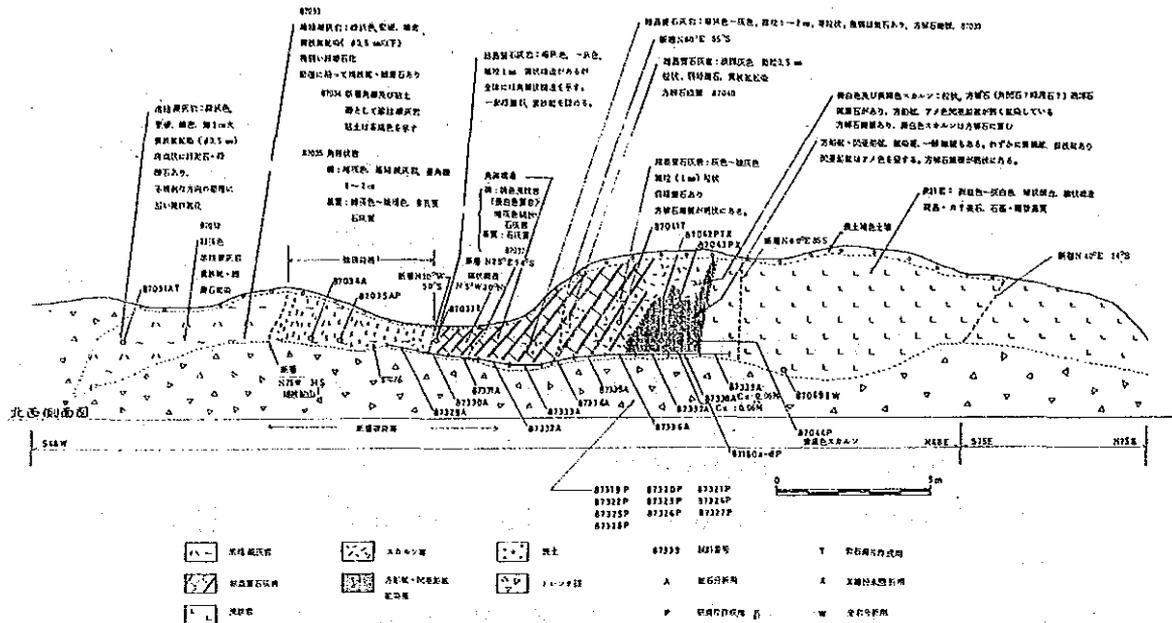


図16 吉峰十一支線トレンチTC1スケッチ
吉峰十一支線Pb・Zn・Cu鉱徴地(鉱徴地番号17)

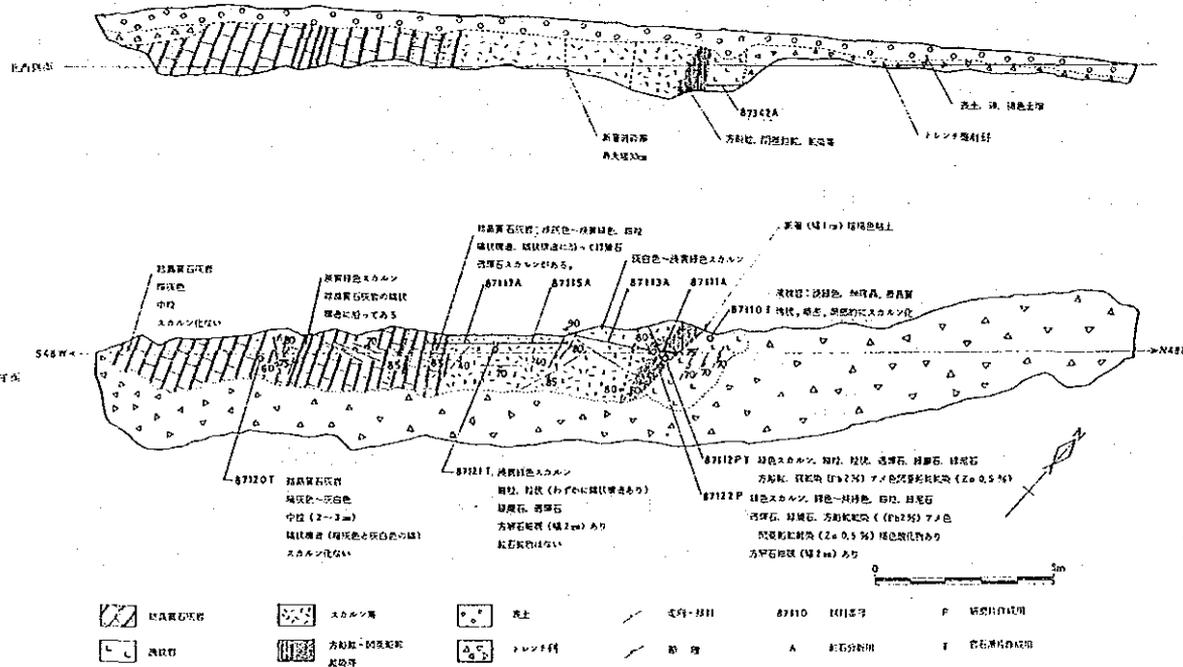


図17 吉峰十一支線トレンチTC2スケッチ
吉峰十一支線Pb・Zn・Cu鉱徴地(鉱徴地番号17)

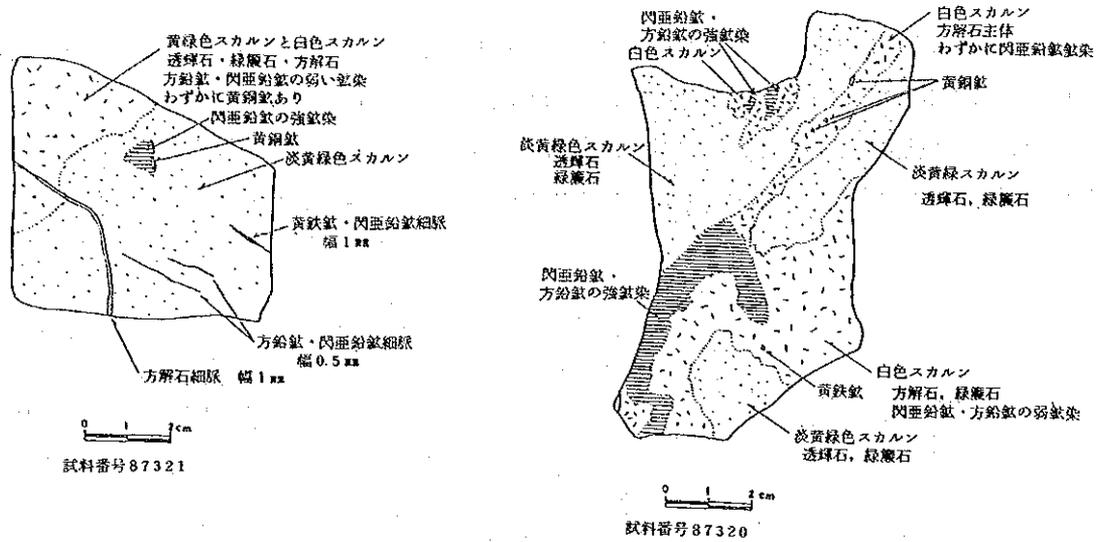


図 18 吉峰十一支線トレンチ TC1 鉱石スケッチ

吉峰十一支線 Pb・Zn・Cu 鉱微地 (鉱微地番号 17)

(2) 吉峰十一支線北部鉱微地 (鉱微地番号 18)

位置 吉峰林場の南南東約 15km の地点にある。本鉱微地は、車両通行可能な道路付近にあり、交通の便は比較的よい。

地質 本鉱微地付近には、広く分布するジュラ紀の竜江層と燕山期貫入岩類の小岩体がある。竜江層は酸性溶結凝灰岩であり、燕山期貫入岩類は花崗斑岩及び石英斑岩である。

鉱微 本鉱微は、酸性溶結凝灰岩中に認められる黄鉄鉱鉱染である。この溶結凝灰岩は、灰白色を呈し、弱い珪化作用が認められ、また、割れ目に沿って褐鉄鉱化及び緑簾石化しているのが観察された。黄鉄鉱鉱染の認められる溶結凝灰岩の転石が分布する範囲は、約 1 km² である。

本鉱微地は、吉峰十一支線鉛・亜鉛・銅鉱微地の北東約 2 km に位置することから、スカルン型鉱化作用と関連して形成されたものかもしれない。

2-5-10 吉源林場地区

(1) 吉源鉄鉱微地 (鉱微地番号 19)

位置 吉源林場の西約 6 km の地点にある。本鉱微地は、車両通行可能な道路から約 400m 離れた緩斜面上にあり、交通の便は比較的よい。

地質 本鉱微地付近には、岩石は全く露出していない。転石及び中国側の古いトレンチ調査結果によると、この付近には、石炭系に属する灰～暗灰色粘板岩が分布している。この粘板岩は走向 N55° W・傾斜 70° S を示し、ホルンフェルス化を受けている。本鉱微地の東側には、燕山期の貫入岩体がある。

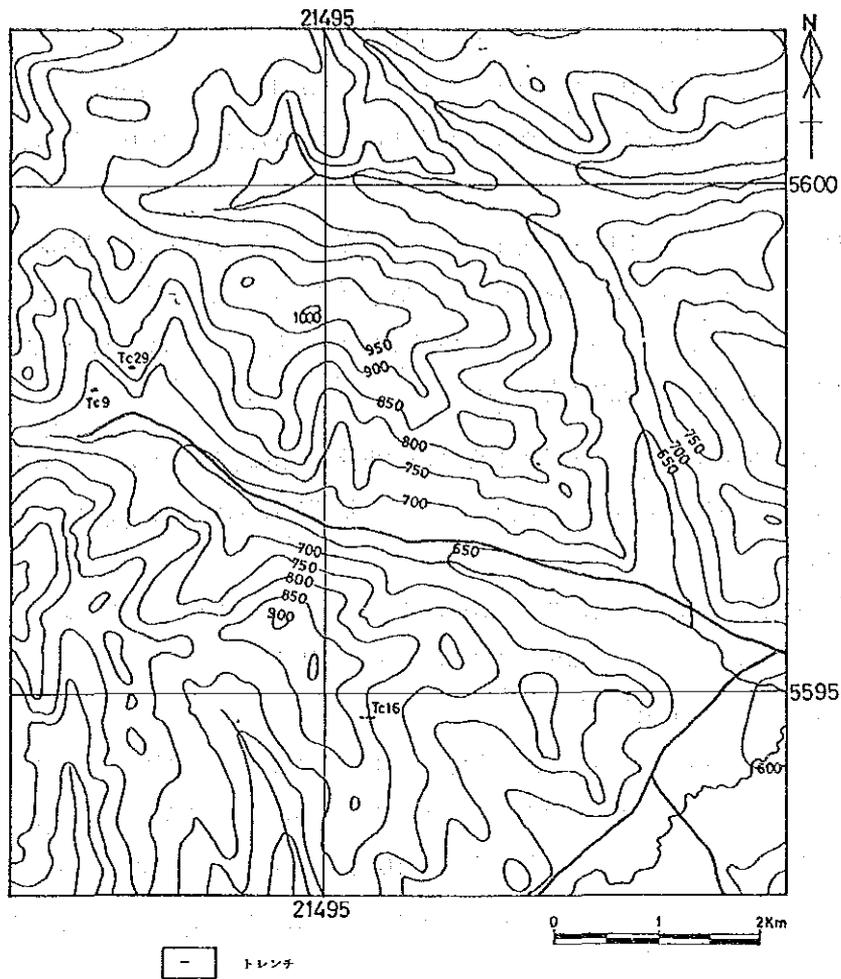


図19 吉源林場地区トレンチ位置図

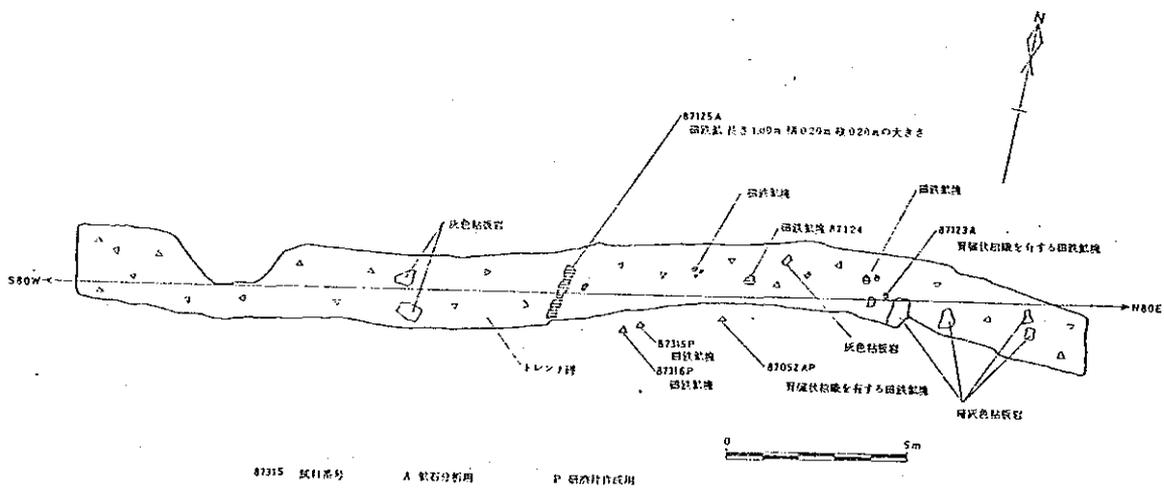


図20 吉源林場地区トレンチTC9 スケッチ
吉源Fe鉱徴地 (鉱徴地番号19)

鉍徴 トレンチ跡の現況については、図20に示すとおりで、トレンチの内部は、トレンチ研、土、砂などで埋っており、露頭を見ることはできなかった。しかし、トレンチ内部及び付近で散在する磁鉄鉍塊が認められた。磁鉄鉍塊の大きさは、最大1mのものもある。また、局部的に腎臓状組織が観察された。

今回の調査では、磁鉄鉍塊の産状を明らかにすることはできなかったが、中国側資料によれば、鉍体の厚さは5.65mあり、母岩である粘板岩の片理に平行であると記載されている。また、分析結果では、採取幅2.00m 銅0.2%、鉛1.5%、亜鉛0.10%、モリブデン0.005%の分析値も報告されている。

(2) 吉源203 工段鉍徴地 (鉍徴地番号20)

位置 吉源林場の西方約6km、吉源鉄鉍徴地の北東約400mに位置している。本鉍徴地は、車両通行可能な道路から約500m離れた尾根付近に位置するが、道路との標高差は100m程度であり、交通の便は比較的よい。

地質 本鉍徴地付近には、岩石は全く露出していない。転石及び中国側の古いトレンチ調査結果によると、この付近には、石炭系に属する暗灰～灰色の粘板岩及び砂岩が分布している。本鉍徴地の東側には、燕山期の花崗岩質岩体がある。

鉍徴 トレンチ跡の現況について図21に示すとおり、トレンチの内部はトレンチ研、土、砂などで埋っており、露頭を見ることはできなかった。しかし、転石ではあるが、鉍染状及び細脈状の閃亜鉛鉍 (アメ色を呈する) 及び方鉛鉍を含むスカルン塊が認められた。このスカルン塊は、主として透輝石からなり、一部陽起石も認められた。また、スカルンと硫化鉍物が酸化したものと考えられる茶褐色の塊も認められた。

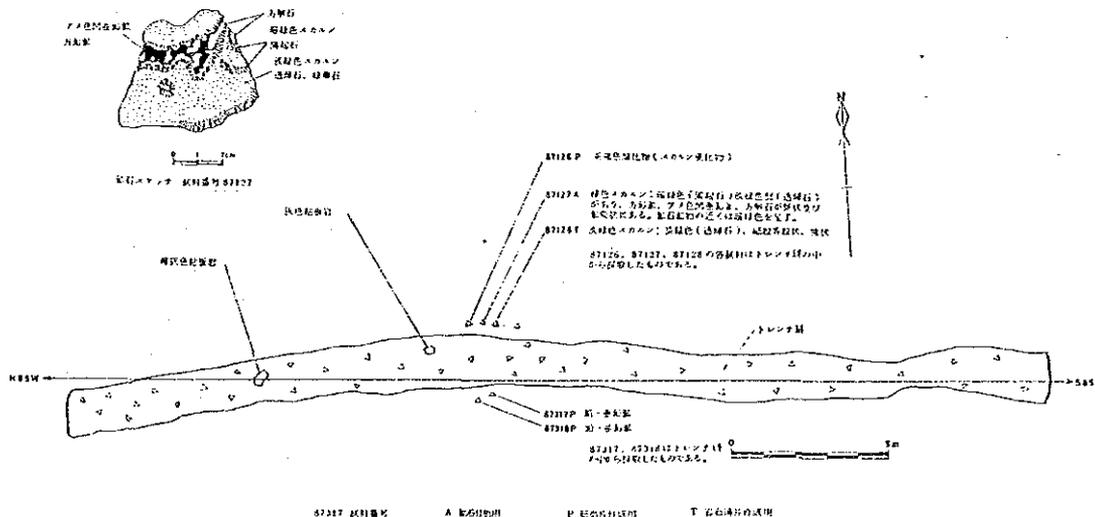


図21 吉源林場地区トレンチTC29スケッチ
吉源203工段鉍徴地 (鉍徴地番号20)

今回の調査では、これらのスカルンの産状を明らかにすることはできなかったが、中国側資料によれば、粘板岩中に塊状褐鉄鉱が存在すると記載されている。この塊状褐鉄鉱は、走向N60°W・傾斜39°SWを示し、その付近には、細脈状緑簾石・方解石が記載されている。また、採取幅0.8mで銅0.02%、鉛0.78%、亜鉛0.91%、モリブデン0.005%という分析値も得られている。今回は、スカルンの塊1試料について分析を行った。分析結果は、銅0.01%、鉛0.59%、亜鉛0.74%であった。

(3) 吉源西山鉍徴地（鉍徴地番号21）

位置 吉源林場の西約4kmの地点にある。本鉍徴地は、車両通行可能な道路から約3km離れた尾根付近にあり、また、途中の沢は湿地帯となっており、交通の便はよくない。

地質 本鉍徴地付近には、岩石は全く露出していない。今回のトレンチ跡調査及び中国側の古いトレンチ調査結果によると、この付近には、海西期と燕山期の2種類の貫入岩類が分布する。トレンチ内で観察された海西期貫入岩類は、淡紫灰色を呈し、優白質で中粒の等粒状花崗岩である。少量の有色鉍物は、緑泥石に変わっている。この花崗岩には、小規模な流紋岩の貫入が見られる。燕山期貫入岩類は、鉍徴地の北東側に小岩体としてあり、黒雲母花崗岩からなる。

鉍徴 本鉍徴は、流紋岩中に認められる黄鉄鉱鉍染と、花崗岩中の石英細脈である。流紋岩は、灰白色で、絹雲母と鉍染状の黄鉄鉱が認められる。流紋岩付近の花崗岩中には、褐鉄鉱化した石英細脈が多数発達している。石英細脈の方向には、NW-SE系、NE-SW系及びN-S系があるが、N-S系が卓越している。トレンチ内での観察結果から、黄鉄鉱鉍染及び石英脈は、流紋岩の貫入活動に関連して形成されたものと考えられる。

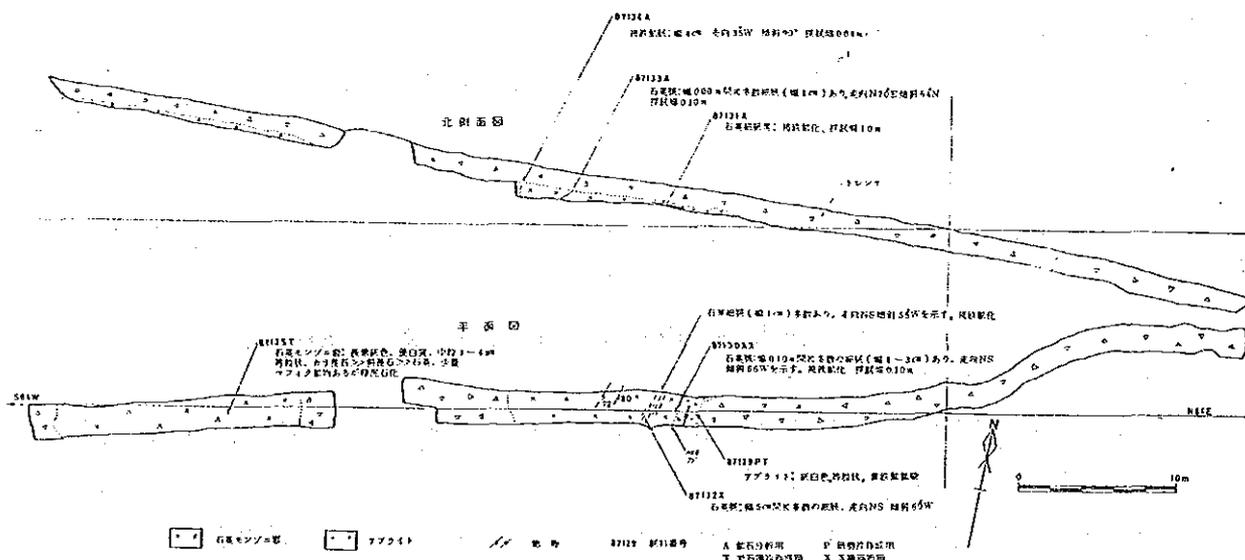


図22 吉源林場地区トレンチTC16スケッチ

吉源西山鉍徴地（鉍徴地番号21）

(4) 吉源林場西部鉍徴地 (鉍徴地番号22)

位置 吉源林場の西北西約5kmの地点にある。本鉍徴地は、車両通行可能な道路付近にあるので、交通の便はよい。

地質 本鉍徴地付近には、石炭系と燕山期貫入岩類が分布している。石炭系はホルンフェルス化した粘板岩からなり、燕山期貫入岩類は黒雲母花崗岩からなる。

鉍徴 本鉍徴は、灰白色変質岩の転石に認められる黄鉄鉍鉍染及び石英脈である。この転石は灰白色を呈し、残された組織から花崗岩の変質したものと考えられるが、自形の黄鉄鉍が鉍染状にあり、また、石英細脈も認められる。転石は、沢に近いところで観察されたが、その起源は確認されていない。

(5) 吉源林場西部鉛・亜鉛鉍徴地 (鉍徴地番号23)

中国側資料によると本鉍徴の性状は次のとおりである。

位置 吉源林場の西部約6kmの地点にある。

地質 本鉍徴地付近には、石炭系が分布し、その北側には、燕山期貫入岩類がある。

鉍徴 中国側資料によると、鉛・亜鉛の鉍徴地であるとされているが、詳細は不明である。

2-5-11 諾敏大山東部地区

(1) 十三支線鉍徴地 (鉍徴地番号24)

位置 諾敏大山の東約11kmの地点にある。本鉍徴地は、車両通行可能な道路に面しており、交通の便はよい。

地質 本鉍徴地付近には、ジュラ紀の竜江層と燕山期貫入岩類が分布する。竜江層は、酸性溶結凝灰岩である。燕山期貫入岩類は、桃色を呈し、中粒で等粒状の石英モンゾニ岩であり、この岩体の一部に桃色細粒優白質岩が認められる。

鉍徴 本鉍徴は、桃色細粒優白質岩の節理に沿って認められる褐鉄鉍である。

2-6 鉍化作用

調査地域の鉍徴をその性状により区分すると、スカルン型、黄鉄鉍鉍染型、鉍脈型、磁鉄鉍型、コバルト・ニッケル型及び鉛・亜鉛型となる。

(i) スカルン型とは、スカルン鉍物が確認又は報告された鉍徴であり、鉍種、母岩及び関係火成岩で区分すると次のようになる。

- ・流紋岩ないし石英斑岩と結晶質石灰岩との境界部に発達したスカルン帯に方鉛鉍、閃亜鉛鉍及び黄銅鉍が、主として鉍染状に認められる。(鉍徴地番号17)

- ・粘板岩中のスカルン帯に方鉛鉍、閃亜鉛鉍及び黄銅鉍が認められる。(鉍徴地番号3・20)

- ・超塩基性岩 ~ 塩基性岩と結晶質石灰岩の境界部にスカルン帯が発達し、多金属鉍化が報告されている。(鉍徴地番号2)

以上のように、スカルン型鉍徴の関係火成岩は、いずれも燕山期の貫入岩類に属し、粘板岩及び

結晶質石灰岩は、石灰系に属する。したがって、スカルン型鉍徴は、燕山期の火成活動に関連した鉍化作用により形成されたものと考えられる。

(ii) 黄鉄鉍鉍染型とは、貫入岩類、火山岩類などに鉍染状の黄鉄鉍又は褐鉄鉍が認められた鉍徴であり、母岩によって、火山岩類(鉍徴地番号1・4・10・11・13・18)、細粒花崗岩(鉍徴地番号7・22)、閃緑岩(鉍徴地番号6)、石英モンゾニ岩(鉍徴地番号24)、石英閃長岩(鉍徴地番号8)及び流紋岩(鉍徴地番号11・22)に区分される。

以上のように、黄鉄鉍鉍染型鉍徴は、ジュラ紀の火山岩類及び燕山期貫入岩類の中に認められる鉍徴である。この鉍徴が、どのような鉍化作用と関係しているかについては明らかでないが、燕山期の火成活動に関連した鉍化作用により形成されたものと考えられる。

(iii) 鉍脈型とは、石英脈(含褐鉄鉍脈)及び螢石脈が確認された鉍徴であり、脈質によって、海西期及び燕山期の貫入岩類中にある石英細脈及び褐鉄鉍細脈(鉍徴地番号7・9・12・21)と海西期貫入岩類及びジュラ紀の溶結凝灰岩中にある螢石細脈に区分される。

鉍脈型鉍徴には、褐鉄鉍及び螢石以外の鉍石鉍物は認められない。また、一部の鉍脈型鉍徴は、黄鉄鉍鉍染型鉍徴とほぼ同一地点に認められ、黄鉄鉍鉍染型鉍徴の形成と関係しているものと考えられる。

(iv) 磁鉄鉍型とは、粘板岩中にある磁鉄鉍体であり、鉍徴地番号19で報告されている。この鉍徴の鉍化作用については、不明な点が多いが、鉍徴地の東方の粘板岩中にはスカルン型鉍徴が知られており、磁鉄鉍型鉍徴は、スカルン型鉍徴と関連した鉍化作用と関係しているかもしれない。

(v) コバルト・ニッケル型とは、超塩基性岩～塩基性岩中にあると報告されているコバルト・ニッケル鉍徴であり、鉍徴地番号2・14・16がこれにあたる。本鉍徴は、超塩基性岩～塩基性岩(燕山期?)の活動に関連したものであろうと考えられる。

(vi) 鉛・亜鉛型とは、燕山期貫入岩付近にあると報告されている鉛・亜鉛鉍徴であり、鉍徴地番号15・23がこれにあたる。本鉍徴は、燕山期の火成活動に関連したものであろうと考えられる。

第3章 地化学探査

3-1 試料の採取及び調整

地化学探査試料として、水系付近の土壌を採取した。

地化学探査試料の採取にあたっては、本地域の調査のために中国側が策定した水系区分・試料採取地点設定基準（中日合作項目、中国大興安嶺嘎仙—吉源有色稀有金属成鉱区勘査設計書）に基づいて、まず、縮尺1/50,000地形図上に水系を1級から3級に区分して記入し、これを基線として試料採取地点を設定した。水系区分及び試料採取地点の決定基準を図23に示す。

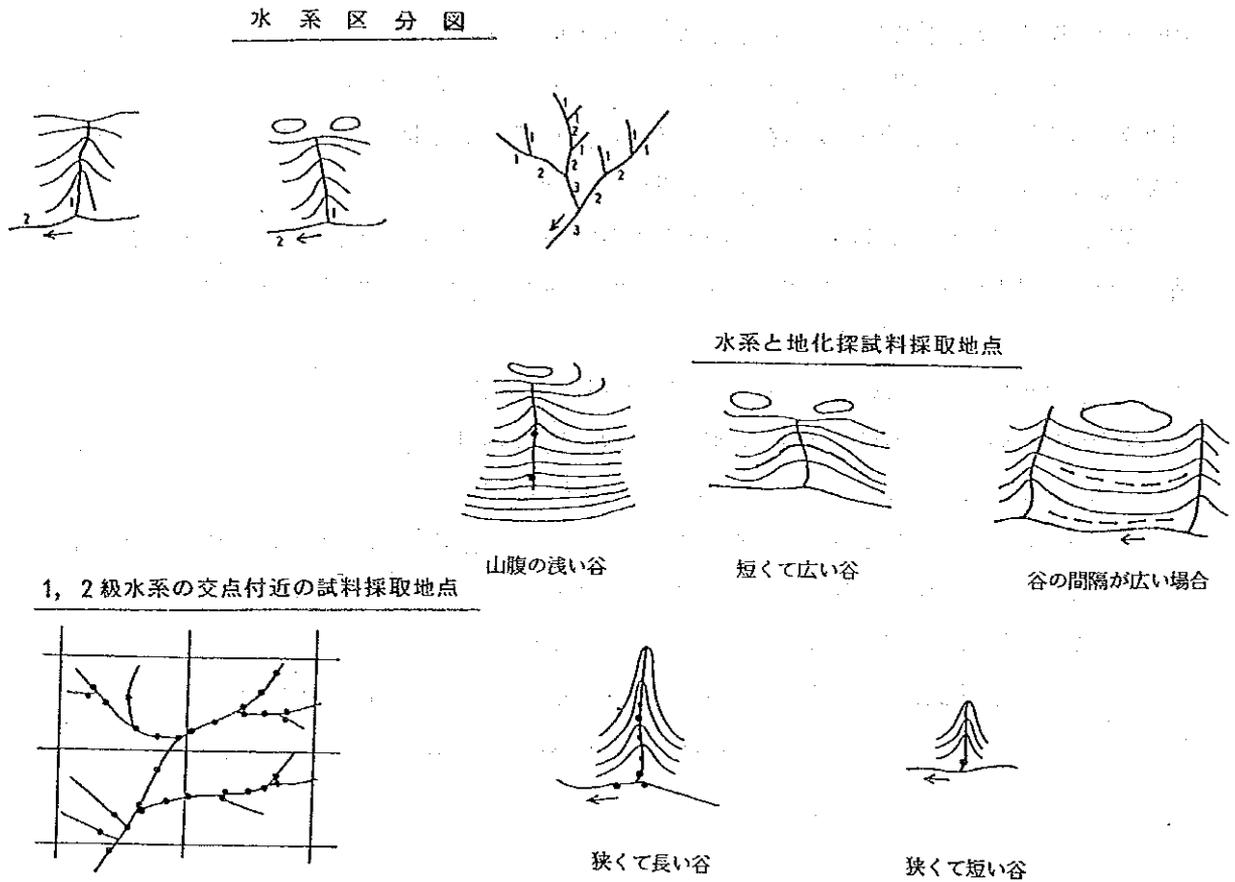


図23 地化学探査試料採取地点設定図

試料採取のため、ハンドオーガーの使用を試みたが、地表付近には多くの岩片が含まれている部分が多いため、試料採取に長時間を要することが判り、結局ショベルを用いた。

各採取試料は地表下30cm付近の土壌で、人家農耕地などに関係したコンタミネーションの影響がないと判断される試料である。採取試料数合計は、25,275件であった。

採取した試料については、検査班によって、採取量、性状、採取地点などの検査を行い、これらの中で1件でも基準に合致しない場合には、試料の再採取を行った。

検査に合格した試料は、各分隊の設営地で、袋に入れたまま、自然乾燥又は寒暖計を常置した室内でストーブによって60°C以下の温度で、間接的に乾燥し、袋に入れたまま粉碎した後篩分けした。現地での試料調整作業は、篩分けした後に秤量して200gに縮分した試料を作成する段階までで、これらの試料を紙袋、さらにビニール袋に入れ、2500個を単位に箱詰めにして、調整されたものから順に、哈尔滨から東方約90kmにある黒竜江地質勘探公司703 地質大隊及び地球物理探鉱隊に送付し、分析試料としてさらに調整した。

黒竜江地質勘探公司703 地質大隊及び地球物理探鉱隊に送付した試料は、1試料を正200gとし、その内75gを長期保存用として瓶に詰め、残りの125gを60°C以下で24時間乾燥した後、行星式筒研磨機で180メッシュ以下に粉碎し、55gを保管、70gを分析用試料として2ヶ所の実験室へ送付した。以上の工程を図24に示す。

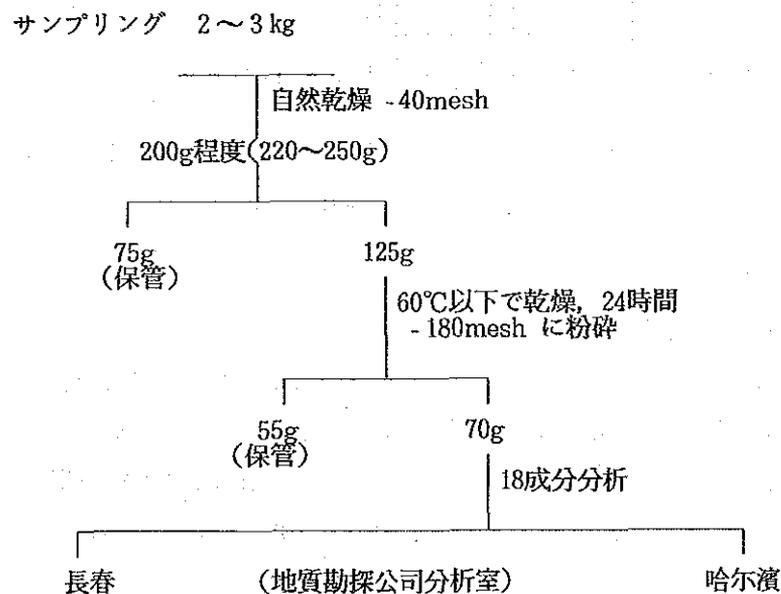


図24 試料調整工程

3-2 分析及び解析方法

2ヶ所の実験室（哈尔滨・長春地質勘探公司分析室）で18成分の分析を実施した。分析成分及び分析方法を表10に、各元素の検出限界を表11に示す。

表10 分析成分及び分析方法

分析所	分析成分	分析方法
哈尔滨	Cu, Pb, Zn, Ni, Co, Mn	原子吸光分析法
	Bi, As, Sb	原子蛍光分析法
長春	Au, Ag, Cr	原子吸光分析法
	Mo, W, Sn, V	ポーラログラフ分析法
	Hg	原子蛍光分析法
	Ti	発光分光分析法

表11 分析各元素の検出限界

(単位 ppm)																	
(ppb)	Ag	Hg	Bi	Sb	As	Mo	W	Sn	Co	Ni	Cu	Pb	Zn	Cr	V	Ti	Mn
Au	0.02	0.02	0.1	0.2	0.5	0.5	1	1	1	3	3	5	5	10	20	50	50

分析結果をもとに、C. Lepeltier(1969)の簡易統計処理法に従い、単一変量解析を行った。計算には、コンピュータ（NEC ACOS-403）を利用した。

3-3 調査結果

3-3-1 指示元素相互間の相関

土壌試料25275個についての、各指示元素含有量の相関係数及び相関散布図を、それぞれ巻末資料1及び2に示す（相関散布図は、相関係数0.3以上のものを示してある）。なお、相関係数の計算は、対数ベースで行った。これらの図表に示されるように、各指示元素間で相関係数の高いのは、Pb-Zn, Cu-Ag, Sb-As, Zn-Ag, Pb-Ag, Cr-Niなどで、いずれも、0.5以上の正の値を示す。

次に、この相関係数を用い、クラスター分析を行い、元素の分類を試みた（図25）。図25から明らかのように、各元素は大きく2つのグループに分けられる。

相関係数

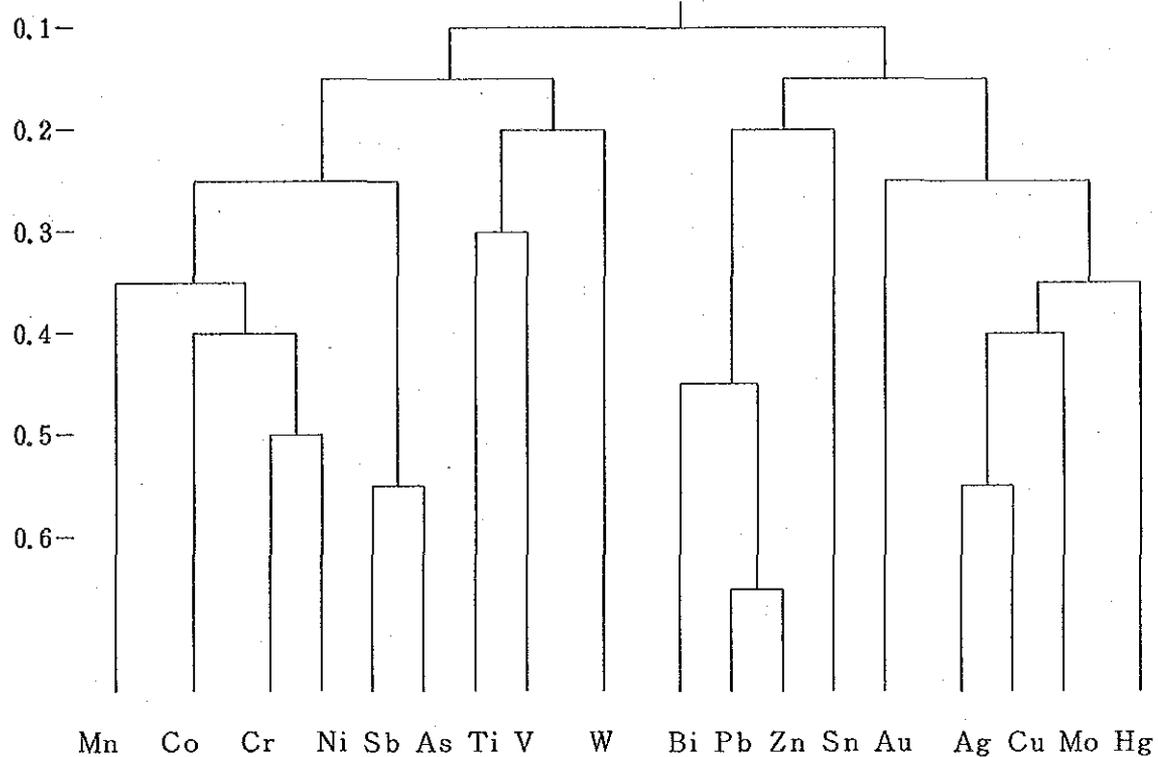


図25 デンドログラム

グループA Mn・Co・Cr・Ni・Sb・As・Ti・V・W

グループB Bi・Pb・Zn・Sn・Au・Ag・Cu・Mo・Hg

グループAとグループBは、互いに相反する挙動パターンを有することが推測される。また、グループAには、岩石の主成分元素が多く含まれており、このグループ性が、土壤試料についてのものであることを考えると、グループAに含まれる成分の多くは、主として土壤母材としての岩石の組成に大きく規制されており、鉱化変質作用には、あまり影響されていないと思われる。これに対して、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と考えられる。

各グループは、さらに2つに分けられ、各元素は次のように分類される。

グループ① Mn・Co・Cr・Ni・Sb・As

グループ② Ti・V・W

グループ③ Bi・Pb・Zn・Sn

グループ④ Au・Ag・Cu・Mo・Hg

グループ①の元素は、Mn・Co・Cr・NiとSb・Asの2つに分けられる(図25参照)。表12に示すように、Co・Cr・Niは一般に超塩基性岩～塩基性岩に、Sb・Asは堆積岩(頁岩)に多く含有される。したがって、グループ①は岩石の組成に大きく規制されている可能性が強い。

表12 岩石中の元素の存在量

単位 ppm

元素	塩基性岩		玄武岩		中性岩	柱長質花崗岩及び花崗閃緑岩 V	花崗岩 (T&W)		閃長岩	粘土及び頁岩 V	頁岩 T&W	砂岩 T&W	炭酸岩 T&W
	T&W	V	T&W	V	V		花崗岩 (T&W)						
							高カルシウム	低カルシウム					
Au	.006	.005	.004	.004		.0045	.004	.004	.00X	.001	.00X	.00X	.00X
Ag	.06	.05	.11	.1	.07	.05	.051	.037	.0X	.1	.07	.0X	.0X
As	1	.5	2	2	2.4	1.5	1.9	1.5	1.4	6.6	13	1	1
Hg	.0X	.01	.09	.09		.08	.08	.08	.0X	.1	.4	.03	.04
Sb	.1	.1	.2	1	.2	.26	.2	.2	.X	2	1.5	.0X	.2
Bi		.001	.007	.007	.01	.01		.01		.01			
Cu	10	20	87	100	35	20	30	10	5	57	45	X	4
Pb	1	.1	6	8	15	20	15	19	12	20	20	7	9
Zn	50	30	105	130	72	60	60	39	130	80	95	16	20
W	.77	.1	.7	1	1	1.5	1.3	2.2	1.3	2	1.8	1.5	.6
Sn	.5	.5	1.5	1.5		3	1.5	3	X	10	6	.X	.X
Mo	.3	.2	1.5	1.4	.9	1	1	1.3	.6	2	2.6	.2	.4
Ni	2000	2000	130	160	55	8	15	1.5	4	95	68	2	20
Co	150	200	48	45	10	5	7	1	1	20	19	.3	.1
Cr	1600	2000	170	200	50	25	22	4.1	2	100	90	35	11
V	40	40	250	200	100	40	88	44	30	130	130	20	20
重 量 部													
Mn	.162	.15	.15	.2	.12	.06	.054	.039	.085	.067	.085	.00X	.11
Ti	.03	.03	1.38	.9	.8	.23	.34	.12	.35	.45	.46	.15	.04

表示 X 1 ~ 9 T&W: Turekian, K. K. and Wedepohl, K. H (1961)による
 .X .1 ~ .9 V: Vinogradov, A.P. (1962)による
 .0X .01 ~ .09
 .00X .001 ~ .009
 .000X .0001 ~ .0009
 .0000X .00001 ~ .00009

グループ②の元素は、塩基性岩 ~ 中性岩及び堆積岩（頁岩）に多く含有されるもの、酸性岩に多く含有されるものなどがあり、岩石の組成に規制されているのか、鉱化変質作用に影響されているのか不明である。

グループ③は、スカルン型鉱床及び鉱脈型鉱床にみられる金属元素からなり、グループ④は斑岩型鉱床及び鉱脈型鉱床にみられる金属元素からなっている。

以上のような結果は、スカルン型鉱床及び鉱脈型鉱床の賦存有望地区を抽出するためにはグループ③の元素が、斑岩型鉱床及び鉱脈型鉱床の賦存有望地区を抽出するためにはグループ④の元素が有効であり、グループ①及びグループ②の元素は、それほど重要でないことを意味している。

3-3-2 異常値の設定

分析に供した全試料について、18成分の各元素ごとにヒストグラムを作成した。さらに、各元素ご

とに対数確率紙上に累積頻度分布図を作成し、対数正規分布の検定をコロモゴロフの方法で行った(巻末資料3)。巻末資料3に示された各元素の分布の特徴に基づき、18成分について異常集団とバックグラウンド集団をわけしきい値を次のように設定した。

Au : ヒストグラムは低含有量側にかたよる分布を示す。累積頻度曲線では、変曲点が判然としない。

Ag : ヒストグラムは正規分布を示す。累積頻度曲線は、ほぼ直線に近く単一集団からなっている。

As : ヒストグラムは正規分布を示す。累積頻度曲線では、平均値(M) + 標準偏差(σ)から、 $M+2\sigma$ の間に変曲点がみられるので、 $M+1.5\sigma$ の値をしきい値とした。

Hg : ヒストグラムは正規分布を示す。累積頻度曲線では、 $M+\sigma$ 値と $M+2\sigma$ 値の間に変曲点がみられるので、 $M+1.5\sigma$ 値をしきい値とした。

Sb : ヒストグラムはやや低含有量側にかたよる分布を示す。累積頻度曲線では、 $M+\sigma$ 値と $M+2\sigma$ 値の間に変曲点がみられるので、 $M+1.5\sigma$ 値をしきい値とした。

Bi : ヒストグラムは正規分布を示す。累積頻度曲線では、 $M+\sigma$ 値と $M+2\sigma$ 値の間に変曲点がみられるので、 $M+1.5\sigma$ 値をしきい値とした。

Cu : ヒストグラムは正規分布を示す。累積頻度曲線では、 $M+\sigma$ 値と $M+2\sigma$ 値の間に変曲点がみられるので、 $M+1.5\sigma$ 値をしきい値とした。

Pb : ヒストグラムは正規分布を示す。累積頻度曲線では、 $M+\sigma$ 値と $M+2\sigma$ 値の間に変曲点がみられるので、 $M+1.5\sigma$ 値をしきい値とした。

Zn : ヒストグラムは正規分布を示す。累積頻度曲線では、 $M+\sigma$ 値と $M+2\sigma$ 値の間に変曲点がみられるので、 $M+1.5\sigma$ 値をしきい値とした。

W : ヒストグラムは低含有量側がやや不足している。累積頻度曲線では、 $M+\sigma$ 値と $M+2\sigma$ 値の間に変曲点がみられるので、 $M+1.5\sigma$ 値をしきい値とした。

Sn : ヒストグラムは低含有量側がやや不足している。累積頻度曲線では変曲点が判然としない。

Mo : ヒストグラムは正規分布を示す。累積頻度曲線では、 $M+\sigma$ 値と $M+2\sigma$ 値の間に変曲点がみられるので、 $M+1.5\sigma$ 値をしきい値とした。

Ni : ヒストグラムは正規分布を示す。累積頻度曲線では、 $M+\sigma$ 値と $M+2\sigma$ 値の間に変曲点がみられるので、 $M+1.5\sigma$ 値をしきい値とした。

Co : ヒストグラムは正規分布を示す。累積頻度曲線では、 $M+2\sigma$ 値に変曲点がみられるので、 $M+2\sigma$ 値をしきい値とした。

Cr : ヒストグラムは正規分布を示す。累積頻度曲線では、 $M+2\sigma$ 値に変曲点がみられるので、 $M+2\sigma$ 値をしきい値とした。

Mn : ヒストグラムは正規分布を示す。累積頻度曲線はほぼ直線に近く、単一の集団からなっている。

V : ヒストグラムはピーク位置のあまりはっきりしない分布を示す。累積頻度曲線はほぼ直線に近

く、単一の集団からなっている。

Ti : ヒストグラムは中央にかたよる分布を示す。累積頻度曲線はほぼ直線に近く、単一集団からなっている。

以上のように設定されたしきい値、平均値、標準偏差などの統計値を表13に示す。表13の統計値に基づいて、地化学探査解析結果図〔付図7-(1)~7-(18)〕を元素別に作成した。

表13 土地化学探査統計量一覧

	最小値	最大値	算術平均	幾何平均 M	標準偏差	標準偏差 (対数)	異常値1 (M+σ)	異常値2 (M+1.5σ)	異常値3 (M+2σ)
Au	0.04	550.0	0.64	0.46	3.56	0.292	0.90	1.26	1.77
Ag	0.008	30.60	0.314	0.211	0.43	0.370	0.495	0.758	1.161
As	0.18	406.0	7.90	6.08	10.64	0.280	11.60	16.02	22.12
Hg	0.003	21.00	0.057	0.043	0.266	0.229	0.073	0.094	0.123
Sb	0.10	57.00	0.445	0.395	0.582	0.191	0.613	0.764	0.952
Bi	0.05	50.40	0.400	0.314	0.767	0.250	0.558	0.744	0.993
Cu	1.45	687.6	20.29	17.96	15.287	0.201	28.51	35.92	45.25
Pb	1.10	2939.00	42.23	36.28	48.433	0.204	58.008	73.346	92.740
Zn	5	5112	140.0	119.7	121.39	0.188	184.5	229.1	284.4
W	0.14	26.00	2.45	2.30	0.937	0.151	3.25	3.87	4.60
Sn	0.32	47.0	2.51	2.36	0.998	0.151	3.34	3.97	4.73
Mo	0.32	125.5	3.27	2.52	4.215	0.269	4.68	6.38	8.69
Ni	1.58	941.4	17.43	15.64	18.333	0.182	23.76	29.30	36.12
Co	0.89	353.0	9.88	9.21	4.770	0.167	13.52	16.37	19.84
Cr	1	2680	47.6	45.0	30.02	0.138	61.8	72.4	84.8
Mn	2.97	20550	999.4	812.8	738.71	0.287	1573.4	2189.1	3045.7
V	6	968	78.1	76.3	16.35	0.060	87.6	93.8	100.5
Tl	50	59100	4090	3850	1146.9	0.238	6660	8760	11520

* 単位はAuはppb, その他はppmである。

3-3-3 地化学異常の分布

地化学探査解析結果図に示された各元素の地化学異常の分布には、次のような特徴が認められる。なお、ここでは、今回、11地区24鉱徴地が報告されているので、24鉱徴地を含む11地区(図26)を中心に、地化学異常の分布傾向をみとめる。

Au : 地化学異常は、本地域では見出されなかった。

Ag : 地化学異常は、本地域では見出されなかった。

As : 地化学異常は、吉峰林場地区から西陵梯河地区にかけて、三十六林場北西部地区及び吉源林

揚南部地区でまとまった分布を示す。

Hg : 地化学異常は、三十六林場北西部地区及び吉文鎮地区でまとまった分布を示す。

Sb : 地化学異常は、吉峰林場地区でまとまった分布を示す。

Bi : 地化学異常は、吉源林場地区、吉源林場南部地区、三十六林場北西部地区、索図罕林場地区南方及び南西方などでまとまった分布を示す。

Cu : 地化学異常は、三十六林場北西部地区、吉源林場地区、吉源林場南部地区及び嘎仙洞地区西方でまとまった分布をしている。

Pb : 地化学異常は、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まとまった分布をしている。

Zn : 地化学異常は、三十六林場北西部地区、吉源林場地区、吉源林場南部地区、索図罕林場地区西方及び南西方、嘎仙洞地区西方などでまとまった分布をしている。

W : 地化学異常は、点在分布を示すだけである。

Sn : 地化学異常は、本地域では見出されなかった。

Mo : 地化学異常は、三十六林場北西部地区、吉源林場地区から吉源林場南部地区、嘎仙洞地区西方及び甘河鎮地区でまとまった分布を示す。

Ni : 地化学異常は、嘎仙洞地区及び吉峰林場地区であるが、特に、吉峰林場地区がまとまりが良い。

Co : 地化学異常は、小分布を示すだけである。

Cr : 地化学異常は、吉峰林場地区で比較的まとまった分布を示している。

Mn : 地化学異常は、本地域では見出されなかった。

V : 地化学異常は、本地域では見出されなかった。

Ti : 地化学異常は、本地域では見出されなかった。

以上の地化学異常の分布状況を地区別にまとめて表14に示す(地区名は図26参照)。なお、表14には、各元素ごとの分析値のうちで高い値を示す上位3つの分析値がどの地区にみられるかを示している。

表14に示すように、多くの元素の地化学異常が分布するのは、三十六林場北西部地区、吉源林場地区、嘎仙洞地区及び吉源林場南部地区の4地区であるが、各元素の上位3位までの分析値が圧倒的に多く集っているのが三十六林場北西部地区である。

表14 地区別地化学異常

地区名	地形名	Au	Ag	As	Hg	Sb	Bi	Cu	Pb	Zn	W	Sn	Mo	Ni	Co	Cr	Mn	V	Ti
三十六林場 北西部地区	D			○	◎		○	◎	◎	◎			◎						
			2	2	1-3			1-2	1-2-3	1-2	3		3		1		1-2	2	
索 図 罕林場地区	F		1			1	○		○	◎		2	2	○					1
甘河镇地区	G				2								○						
吉文鎮地区	G				◎			2										3	3
嘎仙洞地区	H							○		○			○	◎					
吉 源 林場地区	J		3				◎	◎	◎	◎			◎						
										3	1								
吉源林場 南部地区	J			○			◎	◎	◎	◎			◎						1
								3					1-2						
吉 峰 林場地区	K			◎		◎								◎		◎			
						2	3							1-2-3		1-2-3	3		
西 陵 梯河地区	L			◎										○		○			2
		3		1-3											2				2
諾 敏 大 山東部地区	M																		
		1-2					1					3							
吉峰十一 支線地区	N						3												
奎勤河地区	N																		
												1			3				

◎ 大規模地化学異常

○ 中規模地化学異常

分析値 1 最大値

2 第2最高値

3 第3最高値