

フィリピン共和国パラワン地域
資源開発協力基礎調査報告書

総括報告書

平成5年3月

国際協力事業団
金属鉱業事業団

フィリピン共和国パラワン地域
資源開発協力基礎調査報告書

総括報告書

JICA LIBRARY



1102858161

24666

平成5年3月

国際協力事業団
金属鉱業事業団

国際協力事業団

24666

は し が き

日本国政府はフィリピン共和国政府の要請に応え、同国パラワン州中南部地域の鉱物資源賦存の可能性を確認するため、地質調査等の鉱床探査に関する諸調査を実施することとし、その調査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。

本調査は平成2年10月から平成5年1月までの3か年にわたって実施され、フィリピン共和国政府機関、特に環境天然資源省鉱山地球科学局の協力を得て予定通り完了した。

本報告書は第1年次及び第2年次の調査結果をとりまとめたもので、最終報告書となるものである。

おわりに本調査の実施にあたってご協力いただいたフィリピン共和国政府機関ならびに外務省、通商産業省、在フィリピン日本国大使館及び関係各位に哀心より感謝の意を表すものである。

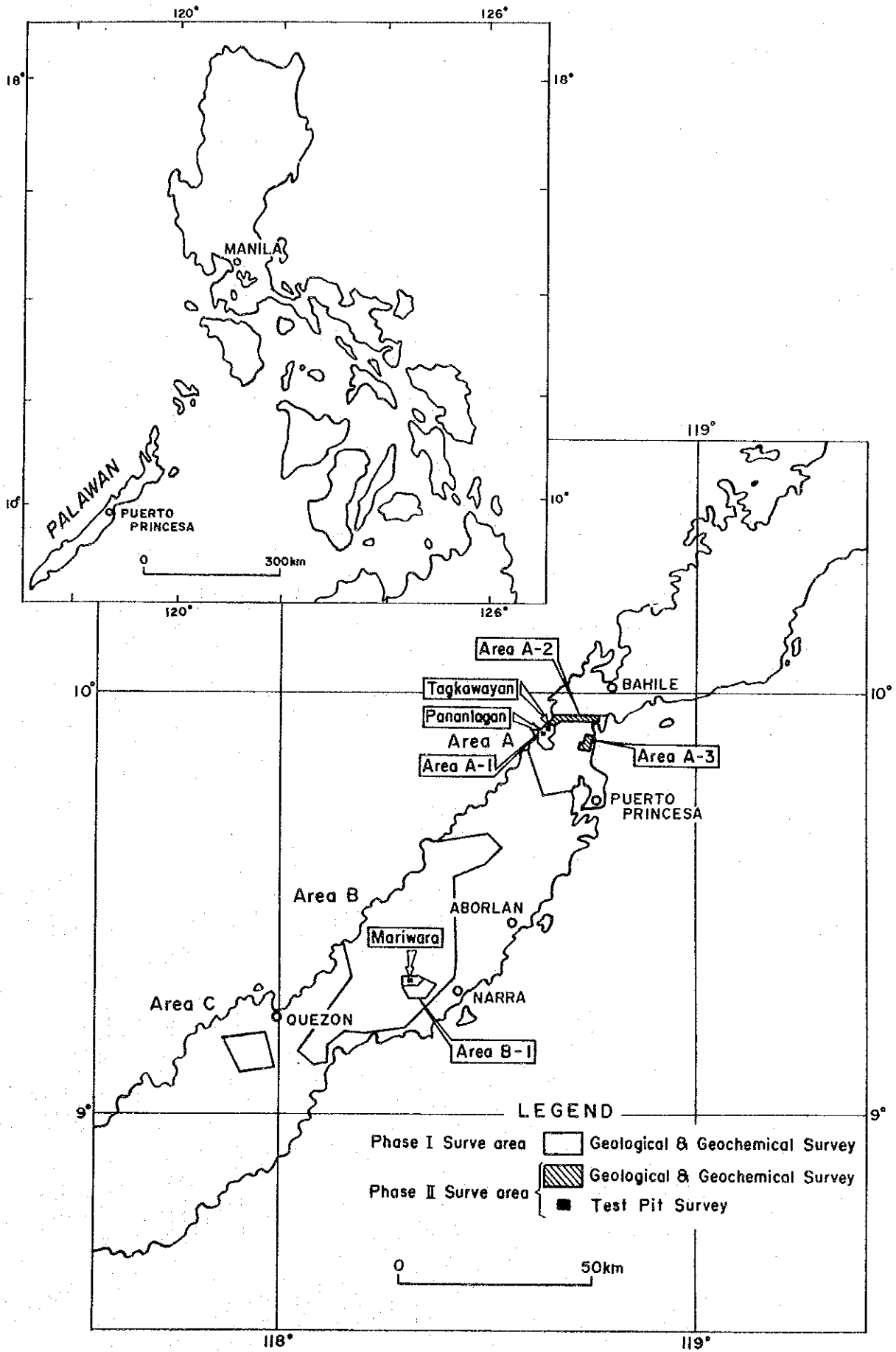
平成5年1月

国際協力事業団

総裁 柳谷謙介

金属鉱業事業団

理事長 石川 丘



第 1 図 調査位置図

要 約

鉱物資源基本図調査が、1984年から1989年にわたってフィリピン共和国各地で実施され、その結果を受けて中南部パラワン地域と東部パナイ地域で資源開発協力基礎調査が実施されることとなった。

本調査は中南部パラワンのA、B及びC地区における第1年次地質調査・地化学探査、第1年次調査で抽出した地域のなかからA-1、B-1地区における第1年次地質調査・地化学探査精査、並びにA-1～3及びB-1地区における第2年次地質調査・地化学探査精査からなる。

調査地域は、主としてハルツバージャイト・ダナイト・パイロキシナイトからなる超マフィック岩類に覆われる。本地域で重要な鉱徴は、クロム鉱徴とニッケル鉱徴でいずれも超マフィック岩類中に胚胎する。

A地区内の主なクロム鉱徴は、地化学探査の結果抽出された精査地区A-1、2及び3で確認されている。クロム鉱徴はいずれもハルツバージャイト中に貫入岩状に分布するダナイトテクトナイト中に認められる。

主なクロム鉱徴は、精査地区A-1内のサンクロマイト、マカサエット、パンラガン川流域、タグカワヤン、精査地区A-2内のナグタボン1～6、マラナット、及び精査地区A-3内のパガサ1～4に認められる。A-1内の鉱徴地周辺でピット調査を実施したが新たな鉱徴の広がり確認出来なかった。

ニッケルラテライトは、A-2内のバクンガン北方に発達するが、ピット調査によってもニッケル鉱徴を確認するにはいたらなかった。

B地区の主なクロム鉱徴は、西海岸ではロングポイント周辺、ベロング周辺に認められる。東海岸側では本地域唯一の稼行鉱山であるノルソフィル鉱山がある。これらの鉱徴はいずれもA地区同様ハルツバージャイト中のダナイトテクトナイト中に胚胎する。

一方精査地区B-1に分布するダナイトはキュムレイトタイプである。このダナイト中に認められるクロマイト鉱染帯でピット調査を実施したが局所的な鉱徴は認められたものの新たな鉱床の存在を期待できる鉱徴を確認するにはいたらなかった。B-1内のラテライトニッケル分布地域で実施したピット調査ではニッケル鉱徴の確認にはいたらなかった。

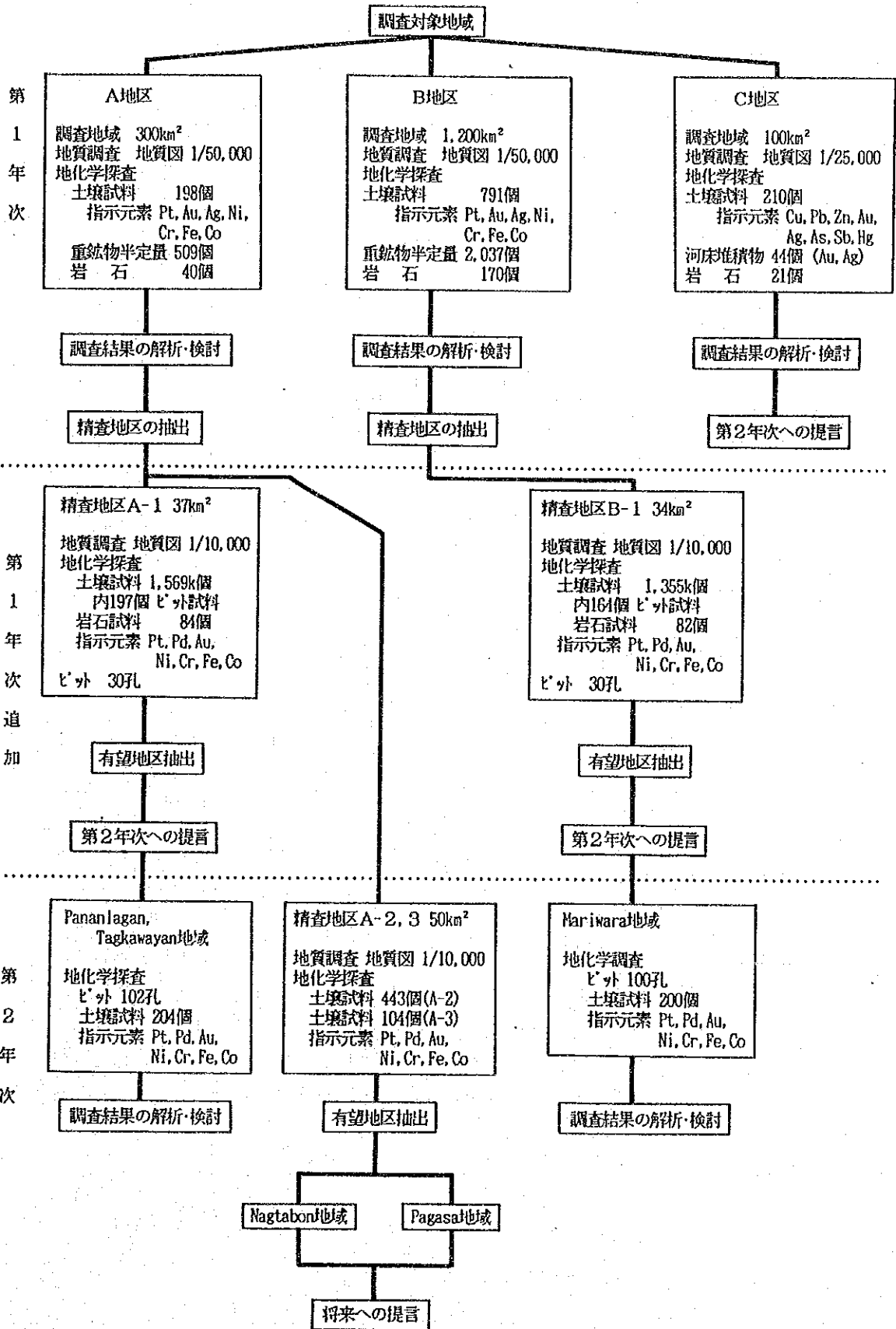
C地区においては、緑色岩類に伴われる硫化鉱床を期待して調査を実施したが、硫化鉱床、ニッケル・クロム鉱床ともに期待出来ない結果に終わった。

A-2及びA-3地区にはやや規模の大きい鉱徴地がそれぞれ1箇所ずつ存在する。すなわち、A-2地区ではナグタボン No. 1 鉱床がクロマイト量で2,000ト程度、A-3地区ではパガサ1 鉱床でクロマイト量で2～4万トが推定される。パガサ1 鉱床で品位20～25% Cr_2O_3 程度の鉱量を推定すると約20万トである。

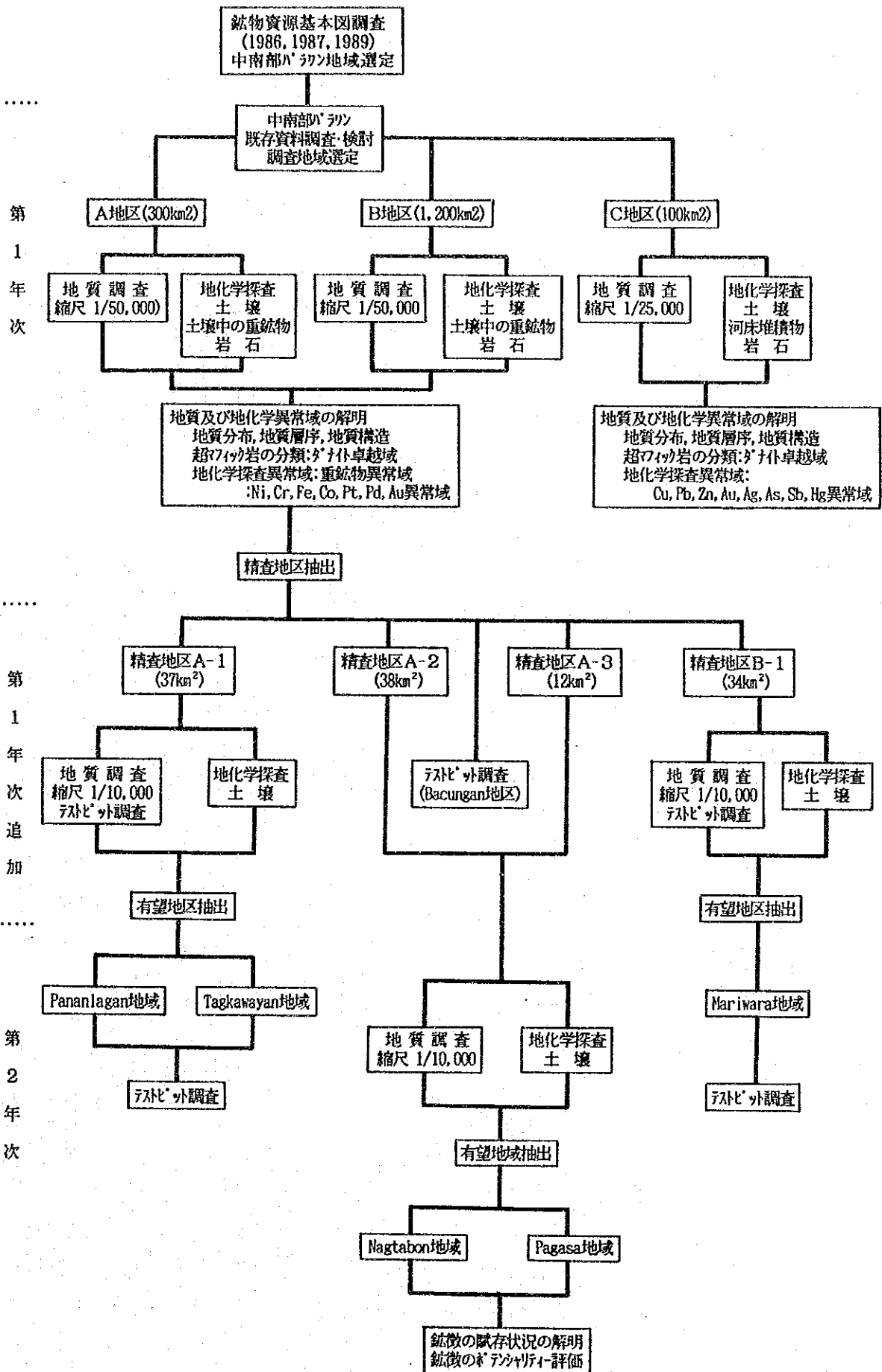
中部パラワンのノルソフィル鉱山では、クロム鉱床の単位鉱体が品位20% Cr_2O_3 程度、粗鉱量20～50万ト程度で、これらが複数個存在して稼行可能な鉱山となっていることを考えると、パガサ1 鉱床地区でさらに試錐調査を含む精査を実施したとしても、現在の市況（約100\$/ト、 Cr_2O_3 47～50%）では経済的に開発可能な鉱床を獲得するのは難しいと考えられる。

しかし今後市況が好転する可能性を考えると、ナグタボンNo. 1 鉱床及びパガサ1 鉱床で、試錐探鉱により、地表鉱徴から推定される地下深部の産状を確認しておくことが望ましいと考えられる。

調査フローシート



鉱床有望地区抽出フローチャート



目 次

はしがき

調査地域（中南部パラワン）位置図

要 約

「調査フローシート」

「鉱床有望地区抽出フローシート」

第 I 部 総 論

第 1 章 調査概要	1
1-1 調査地域及び調査目的	1
1-2 調査方法及び調査数量	2
1-3 調査期間及び調査員	6
第 2 章 既往調査の概要	8
第 3 章 調査地域周辺の一般地質及び鉱床	9
第 4 章 調査地域の状況	12
4-1 位置及び交通	12
4-2 地形及び水系	13
4-3 気候及び植生	14
4-4 一般情勢	14
第 5 章 結論及び提言	16
5-1 結 論	16
5-2 将来への提言	20

第Ⅱ部 各 論

第1章 A地区及び精査地区A-1, 2, 3	21
1-1 地質	21
1-1-1 地質概説	21
1-1-2 地質各論	29
1-1-3 地質構造	32
1-1-4 鉱床及び鉱徴	32
1-2 地化学探査	46
1-2-1 A地区の土壌による地化学探査	46
1-2-2 精査地区A-1の土壌による地化学探査	54
1-2-3 精査地区A-2及びA-3の土壌による地化学探査	60
1-2-4 岩石による地化学探査	62
1-3 精査地区A-1のピット調査	68
1-3-1 Pananlagan地域	68
1-3-2 Tagukawayan 地域	69
1-4 考 察	74
第2章 B地区及び精査地区B-1	82
2-1 地 質	82
2-1-1 地質概説	82
2-1-2 地質各論	82
2-1-3 地質構造	89
2-1-4 鉱床及び鉱徴	90
2-2 地化学探査	94
2-2-1 B地区の土壌による地化学探査	94
2-2-2 精査地区B-1の土壌による地化学探査	96
2-2-3 岩石による地化学探査	98
2-2-4 玄武岩分布地域の土壌による地化学探査	110

2-3	精査地区B-1のピット調査	110
2-3-1	精査地区B-1東部	111
2-3-2	精査地区B-1中央部	111
2-3-3	Mariwara地域	111
2-4	考察	116
第3章 C地区		120
3-1	地質	120
3-1-1	地質概説	120
3-1-2	地質各論	120
3-1-3	地質構造	123
3-1-4	鉍化作用	123
3-2	地化学探査	124
3-2-1	土壌による地化学探査	124
3-2-2	河床堆積物パンニング試料による地化学探査	125
3-3	考察	131
第4章 室内試験結果		132
4-1	重鉍物試料の粉末x線回折試験	132
4-2	全岩化学分析	133
4-2-1	ICPWノルム計算結果	133
4-2-2	元素の変化図	134
4-3	クロマイトのEPMA分析	138
参考文献		143

総括報告書添付図表類目次

第 1 図	調査位置図	
第 2 図	調査フローシート	ii
第 3 図	鉱床有望地区抽出フローシート	iii
第 4 図	既往調査範囲図	8
第 5 図	中南部パラワンの概略地質図	10
第 6 図	調査地域柱状図	11
第 7 図	A地区地質図及び地質断面図	23
第 8 図	A地区模式柱状図	24
第 9 図	精査地区A-1地質図	25
第10図	精査地区A-1地質断面図	26
第11図	精査地区A-2地質図及び地質断面図	27
第12図	精査地区A-3地質図及び地質断面図	28
第13図	精査地区A-1 鉱徴及びテストピット位置図	34
第14図	精査地区A-2 ナグタボンNo.1 鉱徴地スケッチ図	38
第15図	精査地区A-3 パガサ1 鉱徴地スケッチ	42
第16図	A地区バクンガン地区テストピット位置図	45
第17図	A地区土壌試料中のNi濃度図	49
第18図	A地区土壌試料中のCr濃度図	50
第19図	A地区土壌試料中のFe濃度図	51
第20図	A地区土壌試料中のCo濃度図	52
第21図	A地区土壌試料中の重鉱物濃度図	53
第22図	精査地区A-1 土壌試料中のNi濃度図	56
第23図	精査地区A-1 土壌試料中のCr濃度図	57
第24図	精査地区A-1 土壌試料中のFe濃度図	58
第25図	精査地区A-1 土壌試料中のCo濃度図	59
第26図	精査地区A-2 土壌試料中のNi・Cr濃度図	64
第27図	精査地区A-2 土壌試料中のFe・Co濃度図	65

第 2 8 図	精査地区 A - 3 土壤試料中の Ni・Cr 濃度図	66
第 2 9 図	精査地区 A - 3 土壤試料中の Fe・Co 濃度図	67
第 3 0 図	精査地区 A - 1 下部パナンラガン地域テストピット位置図	71
第 3 1 図	精査地区 A - 1 上部パナンラガン地区地質図及びテストピット位置図	72
第 3 2 図	精査地区 A - 1 タグカワヤン地区地質図及びテストピット位置図	73
第 3 3 図	A 地区調査結果総括図	78
第 3 4 図	精査地区 A - 1 調査結果総括図	79
第 3 5 図	精査地区 A - 2 調査結果総括図	80
第 3 6 図	精査地区 A - 3 調査結果総括図	81
第 3 7 図	B 地区地質図及び地質断面図	83
第 3 8 図	精査地区 B - 1 地質図及び地質断面図	84
第 3 9 図	B 地区タイタイ鉍徴地スケッチ図	92
第 4 0 図	B 地区ベロング北部鉍徴地スケッチ図	93
第 4 1 図	B 地区土壤試料中の Ni 濃度図	100
第 4 2 図	B 地区土壤試料中の Cr 濃度図	101
第 4 3 図	B 地区土壤試料中の Fe 濃度図	102
第 4 4 図	B 地区土壤試料中の Co 濃度図	103
第 4 5 図	B 地区土壤試料中の重鉍物濃度図	104
第 4 6 図	精査地区 B - 1 土壤試料中の Ni 濃度図	105
第 4 7 図	精査地区 B - 1 土壤試料中の Cr 濃度図	106
第 4 8 図	精査地区 B - 1 土壤試料中の Fe 濃度図	107
第 5 9 図	精査地区 B - 1 土壤試料中の Co 濃度図	108
第 5 0 図	B 地区玄武岩分布地域土壤中の元素濃度図	109
第 5 1 図	B - 1 地区テストピット位置図	113
第 5 2 図	マリワラ地区テストピット位置図	114
第 5 3 図	テストピット詳細図 (マリワラ NG035~NG03)	115
第 5 4 図	B 地区調査結果総括図	118
第 5 5 図	精査地区 B - 1 調査結果総括図	119
第 5 6 図	C 地区地質図及び地質断面図	121
第 5 7 図	C 地区模式柱状図	122

第 5 8 図	C 地区土壤試料中のCu濃度図	126
第 6 9 図	C 地区土壤試料中のPb濃度図	127
第 6 0 図	C 地区土壤試料中のZn濃度図	128
第 6 1 図	C 地区主成分得点図(Z1)	129
第 6 2 図	C 地区主成分得点図(Z2)	130
第 6 3 図	超マフィック深成岩体の分類図	135
第 6 4 図	塩基性岩体の分類図	136
第 6 5 図	岩石の元素変化図 (A 地区, B 地区及びC 地区)	137
第 6 6 図	クロマイトの組成変化図 (1)	141
第 6 7 図	クロマイトの組成変化図 (2)	142
第 1 表	調査内容及び数量	4
第 2 表	室内試験項目及び数量	5
第 3 表	A 地区及びB 地区土壤試料の基本統計量	47
第 4 表	精査地区A - 1 土壤試料の基本統計量	55
第 5 表	精査地区A - 2 及びA - 3 土壤試料の基本統計量	61
第 6 表	A 地区及び精査地区A - 1 岩石の基本統計量	63
第 7 表	精査地区B - 1 土壤試料の基本統計量	96
第 8 表	B 地区及び精査地区B - 1 岩石の統計量一覧表	99
第 9 表	C 地区土壤試料の基本統計量	124

第I部 総論

第 I 部 総 論

第 1 章 調査概要

1-1 調査地域及び調査目的

本調査は、1990年7月5日、日本側国際協力事業団(JICA)並びに金属鉱業事業団(MMAJ)とフィリピン側環境天然資源省鉱山地球科学局(Mines and Geosciences Bureau; MGB)との間で締結された調査実施実務協定書(Implementing Arrangement)に基づき、資源開発協力基礎調査として、中南部パラワンにおいて、地質調査・地化学探査を実施したものである。

この調査に先立ち、1985年から1989年にわたってフィリピン共和国内各地において、鉱物資源基本図調査が逐次実施されてきた。このうちカラミアン諸島を含むパラワン島においては1986年及び1987年に現地調査が実施され全域が網羅された。さらに1989年には一部本調査地域と重複する中部パラワンにおいて鉱物資源基本図調査の準精査が実施された。

これらのフィリピン共和国内各地の鉱物資源基本図調査の総合解析の結果、中南部パラワンと東部パナイが資源開発協力基礎調査の対象地域として抽出されるにいたったものである。

パラワン島では、オフィオライトに伴われるクロマイト鉱床が中部パラワンに、また同じくオフィオライトに伴われるニッケル鉱床が南部パラワンに存在し、それぞれ稼行中である。

中南部パラワンは、同様にオフィオライトに伴われるクロマイト、ニッケルなどの鉱物資源の賦存が期待される地域で、これらの鉱床獲得を目的にA地区、B地区及びC地区の3地区、計1400km²が主としてオフィオライト分布域に設定され調査が実施された。その結果、精査地区A-1、A-2及びA-3がA地区から、精査地区B-1がB地区からそれぞれ鉱床賦存の可能性の高い地区として抽出された。

本調査は、A地区、B地区及びC地区における、1990年10月～12月に実施された第1年次地質調査・地化学探査と、精査地区A-1と精査地区B-1における、1991年1月～4月に実施された第1年次追加地質調査・地化学探査、並びに精査地区A-1～3及び精査地区B-1において1991年9月～11月に実施された第2年次地質調査・地化学探査からなる。

1-2 調査方法及び調査数量

1) 地質調査

地質調査は、縮尺1:50,000地形図より作成した縮尺1:10,000の拡大図を使用し、地区内の各沢及び各尾根に設定された踏査ルート上の岩石露頭及び転石の観察によって行い、観察結果は、縮尺1:10,000の地形図に記載した。調査地域の内、精査地区A-1の地質調査は、テープ、クリノメーターにより縮尺1:5,000のルートマップを作成しながら行い、その結果を縮尺1:10,000の地形図上にとりまとめた。

なお、岩石露頭及び転石の観察とともに、薄片・研磨薄片作製、X線回折試験などの室内試験用の試料及び地化学探査用の試料を採取した。

また、鉱床露頭周辺では露頭の広がりを確認するためにピット調査による観察も併用した。鉱床地については簡易測量によりその形状、規模を把握するとともに詳細な調査を行った。

2) 地化学探査

調査地域はいずれも植生が密で尾根部での露岩が極めて少ないので、有望地区を絞り込むために地化学探査の手法を活用することとした。

地化学探査はB層土壌を対象として実施し、土壌採取点は採取密度が均一となるように設定した。現地調査には、既存の縮尺1/50,000地形図を拡大した縮尺1/10,000地形図を使用した。

本地域ではオフィオライトに伴われる鉱床、特にクロム鉱床が報告されていることから、主として超塩基性岩岩体分布域の中に採取地点を設定し、試料採取は地質踏査と並行して行った。各採取点は主として沢筋に設定したが、河床堆積物の混入を避けるため各採取点においてはできるかぎり右岸と左岸の両側の最高水位跡より上部斜面のB層断面からの土壌試料を採取した。

A地区及びB地区においてはこの両岸からそれぞれ5kgの土壌を採取し、パンニングを行い、それに含有される重鉱物を採取した。ベースキャンプにおいては、採取した重鉱物の重量を測定し、土壌1kgあたりの重量を算出した。

A地区、B地区及びC地区の分析用土壌試料は右岸と左岸の試料を同量混合し、1kg程度採集した。精査地区A-1及びB-1においては、右岸と左岸の土壌試料をそれぞれ異なった試料として分析した。精査地区A-2及びA-3においては、右岸又は左岸のどち

らかの土壤試料を採取した。

分析用に採取した土壤は約1kgで、バスタブにて風乾後-80メッシュのフラクション約100gを篩分けし、分析に供した。

中南部パラワン地域では、クロム/ニッケル床の賦存が期待され、またオフィオライトには白金族元素が伴われることが多いので、指示元素は各地区ともPt, Pd, Au, Ni, Cr, Fe, Coの7成分とした。

但し、C地区では全域が玄武岩分布地域であると考えられていたため、玄武岩地域に期待される硫化鉱床を対象としたCu, Pb, Zn, Au, Ag, As, Sb, Hgを分析元素とした。

採取試料の分析は、フィリピンのPETROLAB及びカナダのChemex Labs Ltd. に依頼し、調査結果の解析は日本国内で実施した。

3) ピット調査

第1年次追加調査では精査地区A-1内の34地点、Bacungan北方のラテライト分布域の11地点及び精査地区B-1内の30地点でピットを掘削した。

精査地区A-1内のピットは、ラテライト分布域の13地点でラテライトの賦存状況を確認するために、21地点でクロマイト鉱床露頭周辺で鉱体の拡がりを確認するために掘削したものである。また、Bacungan北方のピットは、ラテライト分布域内でのニッケルの賦存状況を確認するために掘削したものである。

精査地区B-1内のピットはPダナイトの分布域の確認及びクロム鉱床獲得を目的に掘削したものである。

第2年次調査ではP精査地区A-1内のPananlagan地区及びTagkawayan地区P精査地区B-1内のMariwara地区でクロム鉱床獲得を目的に202地点でピットを掘削した。

ピット調査は主要な地質構造及び鉱脈の方向を考慮して地区毎にその方向を設定し、測線間隔は100mPピット間隔は20~25mの矩形格子法により実施した。ピット地点の決定は、クリノコンパス、間縄による簡易測量により行った。ピットは、手掘にて行い、母岩に到達することを原則とした。

地質調査、地化学探査及びピット調査の調査内容及び調査量を第1表及び第2表に示す。

第 1 表 調査内容及び数量

	調査内容・調査地区名		調 査 数 量			
	地質調査・地化学探査		調査面積	踏査延長	ピット調査	地化学探査試料
第 一 年 次	A 地 区		300 km ²	117 km	—	・土壌試料 1,040個 ・クロマイトの 判定量 2,546個 ・岩石試料 210個
	B 地 区		1,200km ²	441 km	—	
	C 地 区		100 km ²	105 km	—	・土壌試料 210個 ・岩石試料 44個
第 一 年 次 追 加	精査地区A-1		37 km ²	88 km	30カ所	・土壌試料 1,569個 (197) ・岩石試料 84個
	精査地区B-1	a	19 km ²	44 km	30カ所	・土壌試料 1,355個 (164)個 ・岩石試料 82個
		b	15 km ²	55 km		
第 二 年 次	精査地区A-1		—	—	102カ所	・土壌試料 (204)個
	精査地区A-2		50 km ²	106 km	—	・土壌試料 443個
	精査地区A-3					・土壌試料 104個
	精査地区B-1		—	—	100カ所	・土壌試料 (200)個

() ピットからの採取数量

第2表 室内試験項目及び数量

	調査地区名	室内試験項目	数量
第 一 年 次	A地区 及び B地区	① 岩石薄片作成 ② 研磨薄片作成 ③ EPMA (定量分析) ④ 化学分析 ア) 岩石(SiO ₂ , TiO ₂ , Al ₂ O ₃ , Fe ₂ O ₃ , FeO, MnO, MgO, CaO, Na ₂ O, K ₂ O, P ₂ O ₅ , LOI) イ) 地化学探査試料 ・ 土壌(Pt, Pd, Au, Ni, Cr, Fe, Co :7成分) ・ 土壌(Cu, Pb, Zn, Au, Ag, As, Sb, Hg:8成分) ・ 岩石(Pt, Pd, Au, Ni, Cr, Fe, Co :7成分) ウ) 鉱石(Cr, Fe, Al, Mg, Si :5成分) ⑤ X線粉末試験	60件 15件 10件 60件 1,040件 101件 210件 10件 50件
	C地区	① 岩石薄片作成 ② 化学分析 ア) 岩石(SiO ₂ , TiO ₂ , Al ₂ O ₃ , Fe ₂ O ₃ , FeO, MnO, MgO, CaO, Na ₂ O, K ₂ O, P ₂ O ₅ , LOI) イ) 地化学探査試料 ・ 土壌(Cu, Pb, Zn, Au, Ag, As, Sb, Hg:8成分) ・ 河床堆積物パンニング(Au, Ag :2成分) ③ X線粉末試験	21件 21件 210件 44件 11件
第 一 年 次 追 加	精査地区A-1	① 岩石薄片作成 ② 研磨薄片作成 ③ EPMA (定量分析) ④ 化学分析 ア) 岩石(SiO ₂ , TiO ₂ , Al ₂ O ₃ , Fe ₂ O ₃ , FeO, MnO, MgO, CaO, Na ₂ O, K ₂ O, P ₂ O ₅ , LOI) イ) 地化学探査試料 ・ 土壌(Pt, Pd, Au, Ni, Cr, Fe, Co :7成分) ・ 岩石(Pt, Pd, Au, Ni, Cr, Fe, Co :7成分)	53件 18件 10件 32件 1,569件 84件
	精査地区B-1	① 岩石薄片作成 ② 研磨薄片作成 ③ EPMA (定量分析) ④ 化学分析 ア) 岩石(SiO ₂ , TiO ₂ , Al ₂ O ₃ , Fe ₂ O ₃ , FeO, MnO, MgO, CaO, Na ₂ O, K ₂ O, P ₂ O ₅ , LOI) イ) 地化学探査試料 ・ 土壌(Pt, Pd, Au, Ni, Cr, Fe, Co :7成分) ・ 岩石(Pt, Pd, Au, Ni, Cr, Fe, Co :7成分)	52件 12件 10件 22件 1,355件 82件
第 二 年 次	精査地区A-1 " A-2 " A-3 及び 精査地区B-1	① 岩石薄片作成 ② 研磨薄片作成 ③ EPMA (定量分析) ④ 化学分析 ア) 地化学探査試料 ・ 土壌(Pt, Pd, Au, Ni, Cr, Fe, Co :7成分) イ) 鉱石(Cr ₂ O ₃ , Fe ₂ O ₃ , Al ₂ O ₃ , SiO ₂ , Ni :5成分)	14件 16件 10件 951件 33件

1-3 調査期間及び調査員

1) 調査計画の策定及び折衝

パラワン地域資源開発協力基礎調査の計画策定につき、事前調査・協定折衝のための調査団が派遣され、実務協定が下記の日程に調印された。

(a) 事前調査・協定折衝 平成2年7月5日

(b) 調査団の編成

日本側	フィリピン側
山口洋一 金属鉱業事業団	Joel D. Muyco 鉱山地球科学局局長
小山恭一 金属鉱業事業団	Salvador Martin 鉱山地球科学局
中野則男 外務省経済協力局	Edwin G. Domingo 鉱山地球科学局
池田 肇 国際協力事業団	Romeo L. Almeda 鉱山地球科学局
細井義孝 金属鉱業事業団	Noel V. Ferrer 鉱山地球科学局
梶谷雄司 金属鉱業事業団	
(マニラ海外調査員)	
升田健蔵 金属鉱業事業団	

2) 現地調査

a. 第1年次調査 A地区、B地区及びC地区

平成2年10月21日～12月9日(50日間)

	日本側	フィリピン側
総括・調整	志田 彰夫	Romeo L. Almeda
A地区	鍋島 秀明 前野 淳一	Noel V. Ferrer Benjamin Cadawan Jr. Joselito Velasquez
B地区(E)	伊藤 康則 野々口 稔	Rogel Santos Oliver Relova Noel Ariel Cruz

B地区(W)	山田 毅	Eugenio Esguera
及びC地区	吉村 文孝	Ronald Miranda
	山沢 茂行	Reinhold Salas
		Emmanue Cruz

b. 第1年次追加調査 精査地区A-1及びB-1

平成3年1月30日～4月18日(79日間)

	日本側	フィリピン側
総括・調整	志田 彰夫	Romeo L. Almeda
精査地区A-1	河野 愛	Noel L. Ferrer
	三好 誠	Joselito Velasquez
		Emmanuel Santos
		Oliver Relova
精査地区B-1	伊藤 康則	Antonio N. Apostol
		Rogel Santos
		Ronaldo Miranda
		Reinhold Salas

c. 第2年次調査 精査地区A-1, 2, 3, 及びB-1

平成3年9月9日～平成3年11月8日(61日間)

	日本側	フィリピン側
	志田 彰夫	Noel V. Ferrer
	伊藤 康則	Antonio N. Apostol
	三好 誠	Ronaldo Miranda
		Emmanuel Santos
		Jimmy Crisoloso
		Eleazar Mantaring
		Joselito Velasquez

第2章 既往調査の概要

パラワン島には、オフィオライトに伴われるクロム・ニッケル・含銅硫化鉱床、熱水鉱床である水銀・アンチモン鉱床が分布しており、現在稼行中の鉱山としてはクロム鉱山及びニッケル鉱山がある。特にクロム鉱床に関しては、1970年代から1980年代初頭にかけて民間企業による探査が多数行われたようであるが、公刊された資料はほとんどない。

フィリピン全体の地質層序・地質構造については、Bureau of Mines and Geo-Sciences (1982)により総括されており、このなかにはパラワン島の地質層序及び地質構造についても述べられている。フィリピンに分布する各種鉱床の記載については、Bureau of Mines and Geo-Sciences(1986)に総括されており、パラワン島に分布する鉱床についての概略が述べられている。

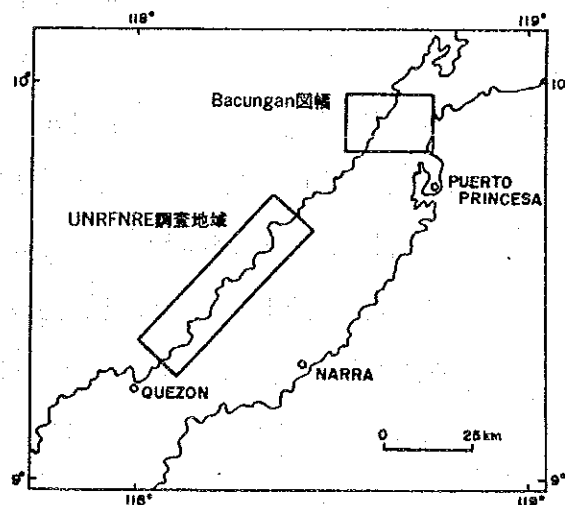
UNDP(1985)は、本調査対象であるA地区付近における地質層序、地質構造、鉱床について記載し、この地域の構造発達史を検討している。この調査をもとに、地質図Geologic Map of The Bacungan Quadrangle (BMG-UNDP, 1986)が編纂された。

JICA-MMAJは1984年から5年計画でフィリピン各地において鉱物資源基本図調査を行った。そのうちJICA-MMAJ(1987, 1988)において、パラワン島のほぼ全域で広域的に地質調査及び地化学探査を実施し、地質層序・地質構造・鉱徴地を記載し、地化学異常域の概要が明らかにされた。鉱物資源基本図調査の第5年次には鉱床賦存可能性の高い地域の一つとしてパラワン中南部が選ばれ、地質調査・地化学探査が行われた(JICA-MMAJ, 1989)。

パラワン中南部の西海岸沿いの地域については、UNRFNRE(1990)により、クロム鉱床を対象とした詳細な地質調査・地化学探査が行われており、Moorsom-Berong地域、Long Point地域、Tagkawayan地域などに分布する鉱徴地が記載されている。

本調査は UNRFNRE(1990)と同様の調査目的で行ったが、UNRFNREの調査地域とは重複しない。

第4図 既往調査範囲図



第3章 調査地域周辺の一般地質及び鉍床

調査対象地区を含む中南部パラワンの地質・鉍床は、従来の地質情報および本調査の調査結果から次のように要約される。

3-1 地質

南部パラワンは、南シナ海が形成されたときにユーラシア大陸の一部が分離して現在の位置に配置した北部パラワン地塊に、より若いスル海の形成により海洋地殻が東から西へ衝上して形成されたと考えられている。北部パラワンと南部パラワンはサバング断層により区分され、北部パラワンが大陸性の変成岩を主とするのに対し、南部パラワンはオフィオライトの塩基性～超塩基性岩類を主とする。

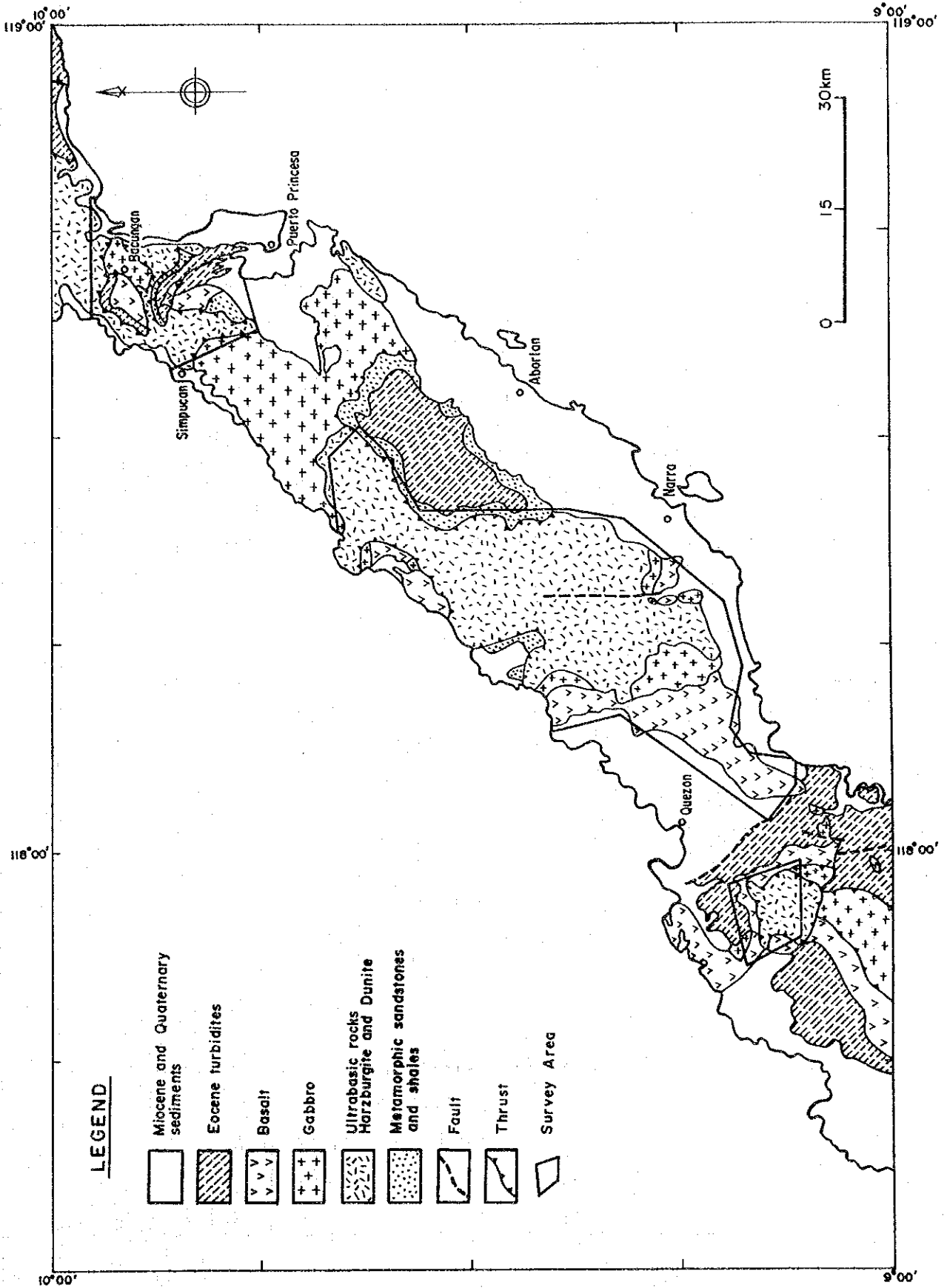
パラワンオフィオライトは下位より、超マフィック岩からなるMt. Beaufort Ultramafics、塩基性岩からなるStavelly Range Gabbro・San Vicente Gabbro・Espina Basalt からなる。オフィオライトの底面では、Inaguan Metamorphicsが認められる。Inaguan Metamorphicsの上部は超マフィック岩が変成された角閃岩を主体とするが、下部はタービダイト堆積物であるPanas Formationなどが変成した泥質～砂質片岩である（第5図、第6図）。

3-2 鉍床

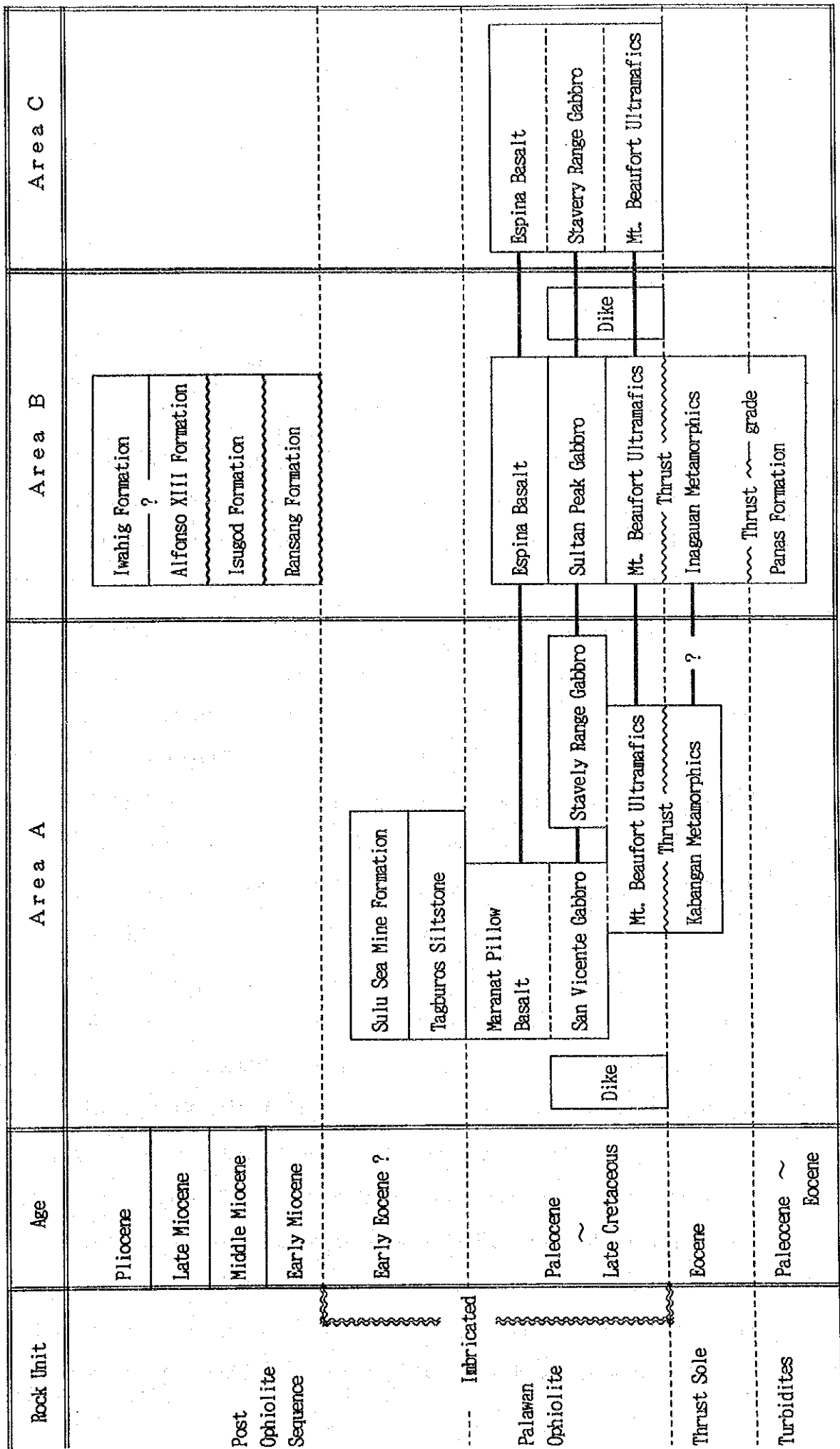
先に述べたように南部パラワンには、正マグマ性クロム鉍床と風化残留クロム鉍床・ニッケルラテライト鉍床・含銅硫化鉍床及び熱水性水銀鉍床が分布する。クロム鉍床に関しては、パラワン島はクロム品位の高い金属グレードのクロマイトが産出することで知られている。

本調査地域内での主要な鉍床はかんらん岩 (peridotite) に伴われるクロム鉍床であり、ダナイトテクトナイト及びキュムレートメンバーのダナイト中に胚胎する。ポディフォームタイプ鉍床が主であり、一般に緻密塊状鉍からなり、一部に鉍染状鉍を伴う。大規模な衝上運動に伴いかんらん岩岩体自身が断層・褶曲により変形されていることから、クロム鉍体は膨縮が激しい。鉍体は不規則な分布を示し、厚さ数m以下の小規模な鉍体が多い。

調査地域内の稼行鉍山は Narra北東方に位置するクロマイト鉍山（旧名Triden/t鉍山）が唯一で、1990年から Norsophil Metal Resources Inc. によって採掘が再開されている。粗鉍生産量約 250t/日、品位 17%/Cr₂O₃、精鉍生産量約 2,000t/月、品位48～52%/Cr₂O₃、従業員数は約300人である。



第 5 図 中南部パラワンの概略地質図



第 6 図 調査地域柱状図

A地区東海岸側のTagbueros付近にかつて Palawan Quicksilver Mines, Inc. によって稼行された水銀鉱山がある。現在は Atlas社によって金対象の探鉱が実施されている。

かんらん岩分布地域でかつ地形のなだらかな地域では、ニッケルラテライトの発達も認められる。

第4章 調査地域の状況

4-1 位置及び交通

パラワン島は、フィリピン群島の南西部に位置する細長い島で、東はスル海に、西は南シナ海に面している。

A地区は、パラワン島中央部北寄りに位置し、北緯 $9^{\circ}45'$ から北緯 $9^{\circ}57'$ にわたる東海岸と西海岸とに囲まれた地域である。精査地区A-1は、A地区南西部で脊梁山脈の西海岸でシンプーカンからブラッフポイント南にわたる地区である。精査地区A-2は、A地区北端で東海岸から西海岸にわたる細長い地区である。精査地区A-3は、Puerto Princesa市北方の東海岸寄りに位置する。

A-1地区へは、Puerto Princesa市から東海岸沿いに走る舗装された国道を南下し、途中Iwahigから西海岸のNapsanを經由、さらにA-1地区南端のSimpucan村に至る未舗装道路が通じている。Puerto Princesa市からNapsanまでは毎日7:00が往復しているが路面の状況は悪く、かつIwahig川をはじめとするいくつかの大きな川を横断しなくてはならず、増水時には渡渉不能となる。Puerto Princesa市からSimpucan村までは約80kmであるが、道路状況の良いときでも自動車で片道3時間半かかる。

A-2地区東側に至るには、Puerto Princesa市よりBacunganに向かって東海岸沿いの国道を北上する。A-2地区西側には、Bacunganより西海岸のNagtabon Beachまで脊梁を横断する未舗装道路が通じている。この道路の一部はかなりの急傾斜悪路で、四輪駆動車以外の車両の通行は困難である。Puerto Princesa市よりBacunganまでは自動車約30分、BacunganからNagtabon Beachまでは自動車30分強を要する。

A-3地区は、前述のPuerto Princesa市より北にのびる国道のBacunganまでの途中に位置する。地区中央部をこの国道が縦断している。Puerto Princesa市より自動車20分弱で到達できる。

B地区は、Palawan島の中央部に位置し、Palawan州の州都 Puerto Princesaの南東の北緯 $9^{\circ}07'$ から北緯 $9^{\circ}40'$ の範囲にあり、東海岸から西海岸にわたっている。B地区は

背梁山脈東側のNarraと西側のQuezonの2つの行政地区にまたがっている。

Palawan 州の州都 Puerto Princesaから今回サブキャンプを設営したB地区南東の Narraに至るには、自動車で約2時間を要する。東海岸沿いには Puerto Princesaから Narraを経て、Palawan島の南端、Pio Tubaに至るまで自動車道路が通じている。Narraの南西40kmのAboaboでこの道路が分岐しており西海岸のQuezon迄、未舗装自動車道路が通じている。QuezonからB地区南西部には一部自動車道路が通じているが、西海岸沿いには自動車道路がなく、Quezon西海岸のBerong, Long Pointに至るには、徒歩またはバンカーボートによる他ない。

精査地区B-1はB地区ほぼ中央の南東部に位置し、Narraの北西10kmにありNorsophi 鉾山(旧Trident鉾山)の南西隣接にあたる。Narraから精査地区B-1付近迄は自動車で行けるが、地区内には自動車を使える道路はなく通行は徒歩による他ない。

C地区は、中央部Palawanの南部、西海岸側でQuezonの南西方に位置する。Quezonに至るには、Puerto Princesaから東海岸沿いに、Narraを経てAboaboまでは舗装された国道があり、AboaboからQuezonまでは国道から分岐した未舗装道路が通っている。Puerto PrincesaからAboaboまで約120km、AboaboからQuezonまでは約20kmである。Puerto Princesa~Quezon間には、1日数回バスが運行されている。QuezonからC地区北端のLamacanまでは、未舗装自動車道路が通じている。

4-2 地形及び水系

A地区の西海岸寄りに海岸線とほぼ平行に背梁山脈が走り、A地区を大きく西側と東側に2分している。この山脈は標高1,269mのThumb Peak, 1,098mのMt. Beaufortなどの高山を擁す。

背梁山脈の西側では、海岸から背梁までの距離は、Malinao River 流域では約7kmであるが、その他の地区では、2~4kmと短かく地形はかなり急峻で、ほぼ南東から北西方向に流下するいくつもの溪谷に刻まれている。

背梁の東側は、標高200~400mのなだらかな丘陵からなる北部と、Mt. Beaufortを中心とする急峻な山地からなる南部とに分けられる。

東側北部は、本地域最大のBacungan Riverの流域で北方、西方、南方から集中し、東流しHonda Bayに注いでいる。Tagbros River他の河川も同様に東流し、Honda Bayに注いでいる。

東側南部では、Irawan Riverをはじめとする各河川は、Mt. Beaufort の南東斜面及び北方で南東に流下し、Puerto Princesa Bayに注いでいる。

B地区には、NB-SW方向に延びる中央背梁山脈があり、その東側の東海岸沿いには平野部が細長く広がっているが、一方西海岸沿いには平野部の発達はなくわずかに大きな河川の河口付近に平坦部が散在するのみで、海岸近く迄山が迫っている。背梁山脈は標高1,000 m以上の山々で構成され、Palawan島最高峰のVictoria Peak (標高1,798m) もこれに含まれている。この背梁山脈を分水嶺として、東海岸及び西海岸に向かって川が流下している。地形は全般に急峻であり、特にB地区の大半を占める超塩基性岩分布域では、谷が深く開析され、各所に滝が懸かっている。

精査地区B-1では、北東側のNorsophil 鉱山との間にPanacan Riverが、南西側にMarinao River があり地区内はこれらの両河川に挟まれた山岳地帯になっている。いずれの河も南東方向に流下し東のSulu海に注いでいる。

中央部 Palawanの背梁山脈は、Aboabo~Quezonの道路で分断された形になっており、この道路の南西のPulute Rangeから新たに南部 Palawanの背梁山脈が南へ走っている。C地区は、このPulute Range付近の背梁山脈を南端として、北方の山地に位置しており、やや急峻な地形になっている。

水系は、いずれもPulute Range付近から北流し、南シナ海に注いでいる。

4-3 気候及び植生

本地域は熱帯に属しており、気候は熱帯特有の乾季と雨季に大別される。一般的には1~5月は乾季、6~12月は雨季とされている。しかし年間降雨量は2,700mm程度で、熱帯としては比較的降雨量の少ない地域である。特に乾季の末期である4~5月には主な河川以外は干上がり、Puerto Princesa市では深刻な水不足が起こる。

山岳地帯の山深くは広葉樹を主体とする原生林に覆われているが、人家から近い部分は二次林の低灌木の密生や焼き畑となっている。東海岸の低地帯は、河川や小沢に沿って水田や畑が開けている。東海岸沿いには、マングローブの群落が見られる。

4-4 一般情勢

ベースキャンプを設置した Puerto Princesa市は、パラワン州の州都である。ここには大きなマーケットがあり、ほとんどの日用品はここで手にはいる。サブキャンプを設置し

た Narra村にもマーケットがある。こうした大きな街とその周辺には、電気・水道が引かれている。

主要河川沿いの平地や自動車道路沿いに数戸～十数戸からなる集落が点在する。山岳地帯にはほとんど人は住んでいないが、山中には炭焼き・造材・樹脂採取のための小道が発達している。この地域の産業は、農業と漁業が主体である。農業は、米・ヤシ・カシューナッツ・果樹の生産が行われている。

第5章 結論及び提言

5-1 結論

中南部パラワン地域において地質調査及び地化学探査を実施し次の結論を得た。

[A地区及び精査地区A-1地質調査・地化学探査]

- (1) A地区はPalawan Ophiolite, Kabangan Metamorphics, Tagburos Siltstone, Sulu Sea Mine Formationからなる。精査地区A-1は主としてMt. Beaufort Ultramaficsからなる。
- (2) A地区に見られる鉱徴は、クロム鉱徴とニッケル鉱徴でいずれもMt. Beaufort Ultramaficsに限って胚胎する。
- (3) クロム鉱徴の大部分は、ハルツバージャイト中に貫入岩状に分布するダナイトテクトナイトに認められる。主なクロム鉱徴は、地化学探査で抽出したA-1地区で行った精査によって確認され、鉱徴地としてSan Chromite Area, Macasaet Area, Upper Pananlagan Lower Pananlagan, Tagkawayan及びTagminatayが認められた。
- (4) ラテライトは、Bacunganに良く発達しており、ニッケル鉱徴として期待できる。
- (5) パンニングによる土壤中の重鉱物の量比を検討することによってTagburos北方地域、Bacungan周辺、北西部地域、西海岸沿いに重鉱物の高濃集地域が検出された。
- (6) 土壤による地化学探査をPd, Pt, Au, Ni, Cr, Fe, Coの7元素で行った結果、Tagburos北方地域、Bacungan北方～北西方地域及び西海岸沿いのMalinao RiverからTagminatayにかけての異常域が検出された。
- (7) 以上の結果から、A地区では①Tagburos北方地域、②Bacungan北方から西海岸にかけての地域及び③西海岸沿いのMalinao RiverからTagminatayにかけてが有望地域として抽出できた。
- (8) 精査地区A-1として、A地区の地化学異常域として検出された3地域のうち、西海岸沿いのMalinao RiverからTagminatayにかけての地域において地質調査及び地化学探査を行った。地質調査からは、ダナイトテクトナイトの形状が明かとなった。また、鉱徴地の詳細が確認された。
- (9) 精査地区A-1の地化学探査では、①Pananlagan鉱徴地を含む地域、②Tagkawayan鉱徴地からTagminatay地域にかけての地域がクロム鉱床胚胎の有望地域として抽出できた。

[A-2 地区地質調査・地化学探査]

- (1) A-2 地区は主として超マフィック複合岩体(Mt. Beaufort Ultramafics)のナップからなる。この岩体は主としてハルツバージャイトからなり、ダナイト・パイロキシナイトを含む。
- (2) クロム鉱床の母岩となるダナイトテクトナイトは、Mt. Aireyの南西及びNagtabon Passで南北にのびるものがやや規模が大きい。
- (3) クロマイト鉱体は地区西部の Nagtabon Pass周辺のダナイトテクトナイト中に集中して認められる。鉱体は主として緻密塊状鉱からなり、鉱体の膨縮は著しい。Nagtabon No.1 鉱床を除きクロマイト鉱床としては小規模である。
- (4) Nagtabon No.1 鉱床は塊状鉱を採掘した記録があり、鉱染状鉱の発達もよい。地下の賦存状況が不明なことから鉱量を見積もることは難しいが、地表に分布する鉱染状鉱体のみの鉱量はクロマイト量にして 2,000トン程度見込める。
- (5) 土壌地化学探査の結果、白金族元素は地区北西部のMt. Aireyの南からNagtabon Passの北に至る地域、特に Maranatの北の沢で地化学異常が認められた。ニッケルは、Bacunganの北、Mt. Aireyの南及び Maranatの北で高濃度であり、ニッケル鉱床の賦存が期待される。クロムの地化学異常は、Mt. Airey の南、Maranatの北及びNagtabon Passの北に散在するが、必ずしもダナイトテクトナイトの分布や実際に存在する鉱床とかわり合いがないようであり、クロムの地化学異常からクロム鉱床の賦存地域を限定することは難しい。

[A-3 地区地質調査・地化学探査]

- (1) 本地区は、超マフィック複合岩体(Mt. Beaufort Ultramafics)を主とする。超マフィック岩体は、ハルツバージャイトを主とし、ダナイト・パイロキシナイトを含む。
- (2) ダナイトテクトナイトは、地域中央部の国道東側の291mピークを中心とする東西3 km 南北1 kmのものが標高の高い位置に分布しており、このダナイト岩体中にPagasa 1, 2, 4 鉱床が胚胎する。
- (3) Pagasa 2, 4 鉱床は、クロマイト鉱染状鉱と塊状鉱からなる。塊状鉱は一般に連続性に乏しく、鉱体自身の膨縮も激しい。
- (4) Pagasa 1 鉱床は複数のクロマイト塊状鉱体と鉱染状鉱体からなり、鉱徴地の規模は少なくとも南北150m東西150mある。地表踏査のみで鉱量を見積もるのは難しいが、クロマ

イト量で4～6万トン程度の鉍量は期待できると考えられる。

- (5) 土地化学探査の結果、白金族元素にはPagasa 1から南に続く地域、Pagasa 2からPagasa 4にいたる地域、そして国道の西側に地化学異常域が認められた。クロム鉍床に関しては、地化学異常の認められるPagasa 1及びPagasa 2の南が有望であると考えられる。

[A-1地区ピット調査]

- (1) Lower Pananlaganの塊状鉍体の延長は確認できなかった。
- (2) Pananlagan River下流の1支流に沿って検出されたクロムの地化学異常域は、二次的にクロマイトが濃集して現れた偽地化学異常域であった。
- (3) Upper Pananlaganの下流側にある露天採掘跡の鉍染状クロマイト鉍露頭の延長は、約10m離れたピットでも確認された。この鉍体と平行するクロマイトバンドが確認された。
- (4) Upper Pananlagan上流側にある露天採掘跡では、ピット測線の伐開時にN45W, 40NEにのびる幅2m延長7m以上の塊状クロマイト鉍露頭を発見し、 Cr_2O_3 49.00%の品位を得た。しかし、この付近から他に新たな鉍床は発見できなかった。
- (5) Tagkawayan地域では、測線伐開作業時に2箇所で大規模な露天採掘跡を発見し、 Cr_2O_3 35.30%の品位を得た。しかし、これらの鉍徴地以外のダナイトは不毛であり、新たな鉍徴は発見できなかった。

[B地区及び精査地区B-1地質調査・地化学探査]

- (1) B地区はPalawan Ophiolite, Inaguan Metamorphics, Panas Formation からなる。精査地区B-1はPalawan Ophioliteで占められている。
- (2) B地区に見られる鉍徴は、クロム鉍徴とニッケル鉍徴でいずれもMt. Beaufort Ultramaficsに限って胚胎する。
- (3) クロム鉍徴は、層状はんれい岩のキュムレートダナイトに伴われるものとハルツバージャイト中のダナイトテクトナイトに伴うものがある。前者はMalinao River流域の鉍徴地が代表的なものであり、後者はNorsophil鉍山付近、西海岸のBerong地域などの鉍徴地がこれにあたる。
- (4) EPMAによるクロマイト組成の検討によれば、漸移帯からキュムレートダナイト中のクロマイトはダナイトテクトナイト中のものよりクロム濃度が低い。

- (5) パンニングによる土壤中の重鉍物の量比を検討することによって Norsophil 鉍山付近, Malasgao River 上流域, Malinao River 流域, Long Point 周辺, Berong 地域に重鉍物の高濃集地域が検出された。
- (6) 土壌による地化学探査を Pd, Pt, Au, Ni, Cr, Fe, Co の 7 元素で行った結果, 土壤中の重鉍物量から得られた結果とほぼ重なって異常域が検出された。
- (7) 以上の結果から, B 地区では東海岸側の①Malasgao River 上流域, ②Norsophil 鉍山付近, Malinao River 上流域, 西海岸側の③Long Point 周辺, ④Berong 地域が有望地域として抽出できた。
- (8) 精査地区 B-1 として B 地区の地化学異常域として検出された地域のうち, Malinao River 上流域において地質調査及び地化学探査を行った。地質調査からは, はんれい岩とかんらん岩の間の漸移帯が確認され, またダナイト中の鉍徴地の詳細が明かとなった。
- (9) 精査地区 B-1 の地化学探査では, B-1 地区の北西部がクロム鉍床胚胎の有望地域として抽出できた。

[B-1 地区ピット調査]

- (1) Mariwara 地区のピット調査では, 13 地点において鉍徴が発見された。
- (2) 地区中央部の鉍徴地では, NG034 ピットからクロマイト塊状鉍が発見され, Cr_2O_3 26.70% の値を得た。この鉍徴地では, 白金族元素も高濃度であり, NG034 と NG100 の 2 つのピット底から得られた土壌試料で Pt 1600ppb, Pd 3400ppb と Pt 1200ppb, Pd 740 ppb の値を得た。
- (3) 地区中央部の鉍徴地以外は, クロマイトの鉍染と細い鉍条からなり, 品位も低い。
- (4) Malinao 川支沢中にクロマイト塊状鉍及びノジュール鉍 (レパードタイプ) の転石数個を発見し, Cr_2O_3 30.50% の結果を得た。

[C 地区]

- (1) C 地区は Espina Basalt・Sultan Peak Gabbro に広くハルツバーチャイトが衝上している。
- (2) キプロス型硫化鉍床が期待されたが, 緑色岩体の分布は狭く, かつ硫化鉍床の鉍徴は認められなかった。
- (3) 超塩基性岩分布域にはクロム鉍徴は認められなかった。

(4) 地化学探査では、有望地域を検出することができなかった。

5-2 将来への提言

A-2及びA-3地区にはやや規模の大きい鉍徴地がそれぞれ1箇所ずつ存在する。すなわち、A-2地区ではナグタボン No. 1 鉍床がクロマイト量で 2,000ト程度、A-3地区ではパガサ 1 鉍床でクロマイト量で 2~4 万トが推定される。パガサ 1 鉍床で品位 20~25% Cr_2O_3 程度の鉍量を推定すると約 20 万トである。

中部パラワンのノルソフィル鉍山では、クロム鉍床の単位鉍体が品位 20% Cr_2O_3 程度、粗鉍量 20~50 万ト程度で、これらが複数個存在して稼行可能な鉍山となっていることを考えると、パガサ 1 鉍床地区でさらに試錐調査を含む精査を実施したとしても、現在の市況（約 100\$/ト、 Cr_2O_3 47~50%）では経済的に開発可能な鉍床を獲得するのは難しいと考えられる。

しかし今後市況が好転する可能性を考えると、ナグタボン No. 1 鉍床及びパガサ 1 鉍床で、地表鉍徴から推定される地下深部の産状を、試錐探鉍により確認しておくことが望ましいと考えられる。

今回の中南部パラワン地域調査では概査及び精査の両段階で地質調査と地化学探査を併用して実施した。概査段階での地化学探査は、有望地区の抽出に有効であり、なかでも土壤試料中の重鉍物量調査は、現地調査中に有望地区をかなり絞り込めるという点で特に有効であった。しかし精査段階での地化学探査は、概査で抽出した地化学異常域の中での異常域の抽出ということになり、鉍徴に結びつく地化学異常域の抽出はかなり難しい。精査段階では、地質精査を実施し、ダナイト分布域を明らかにしその分布域のなかの露頭調査を実施するのが有効と考えられる。

今後ポディフォームタイプのクロム鉍床探査では、①概査（地質調査、地化学探査—土壤試料中の重鉍物量調査を含む—）、②精査（地質精査、露頭調査、ピット調査；地化学探査は実施しなくともよい）、③鉍床調査（ピット調査、トレンチ調査、試錐調査）という段階で調査を実施するのがよいと考えられる。

第Ⅱ部 各 論

第Ⅱ部 各 論

第1章 A地区及び精査地区A-1, 2, 3

1-1 地 質

1-1-1 地質概説

1) A地区

A地区は、Palawan Ophiolite, Kabangan Metamorphics, Tagbueros Siltstone, Sulu Sea Mine Formationからなる。

Palawan Ophioliteは、地域の大半を占めて分布し、下位よりMt. Beaufort Ultramafics, San Vicente Gabbro, Stavely Range Gabbro, Maranat Pillow Basalt から構成される。各岩相は、Ophiolite 衝上時にいくつかの衝上断層により剪断され、インブリケート構造をなして積み重なっている。そのため、上位岩相が下位岩相に衝上されて複雑な関係となっている(第7図, 第8図)。

Kabangan Metamorphicsは、Mt. Beaufort Ultramaficsの下面の衝上断層に接触して小規模に分布する。この変成岩岩体は、Ophiolite 衝上時に衝上断層の上下面が変成したものと考えられている。

地域内には、ナップとして衝上した Mt. Beaufort Ultramaficsの削剝によって形成されたBacungan Window 及びIratag Window の2つの大規模な地窓が認められる。この地窓には、Ophiolite の最上部のMaranat Pillow Basalt と、Tagbueros Siltstone及びSulu Sea Mine Formationが分布する。これらの岩相は整合的に累重しており、Bacungan River Group と呼ばれている(UNDP, 1985)。Tagbueros Siltstone及びSulu Sea Mine Formation は、おそらくOphioliteの衝上前に海洋～前弧海盆において堆積した岩相と考えられる。

2) 精査地区A-1

本地区は、A地区の西海岸沿いの地域にあり、主としてStavely Range GabbroとMt. Beaufort Ultramaficsからなる。

Stavely Range Gabbroは、全調査地域の南端部及び西端部に限って分布する。Mt. Beaufort Ultramaficsとの関係は衝上断層で接すると考えられる。はんれい岩～かんらん石はんれい岩、トロクトライトからなり、層状構造が良く発達している(第9図, 第10図)。

Mt. Beaufort Ultramaficsは、本地域の大半を占めて分布する岩相で、主としてハルツバージャイトからなる。このハルツバージャイト中には、貫入岩様あるいは互層状に大小様々な規模のダナイトテクトナイトが認められる。このダナイトはクロム鉱床を伴うことがあり、留意すべき岩相である。なお地域西部では、小規模に輝岩（ウェブステライト）が分布する他、北方には、Sulu Sea Mine Formationの千枚岩様赤色チャートが小規模な地窓状に認められる。

これらの超マフィック岩及びはんれい岩中には、輝岩、細粒はんれい岩、ひん岩、斜長石・普通角閃石ペグマタイトの岩脈が各所に貫入している。

3) 精査地区A-2

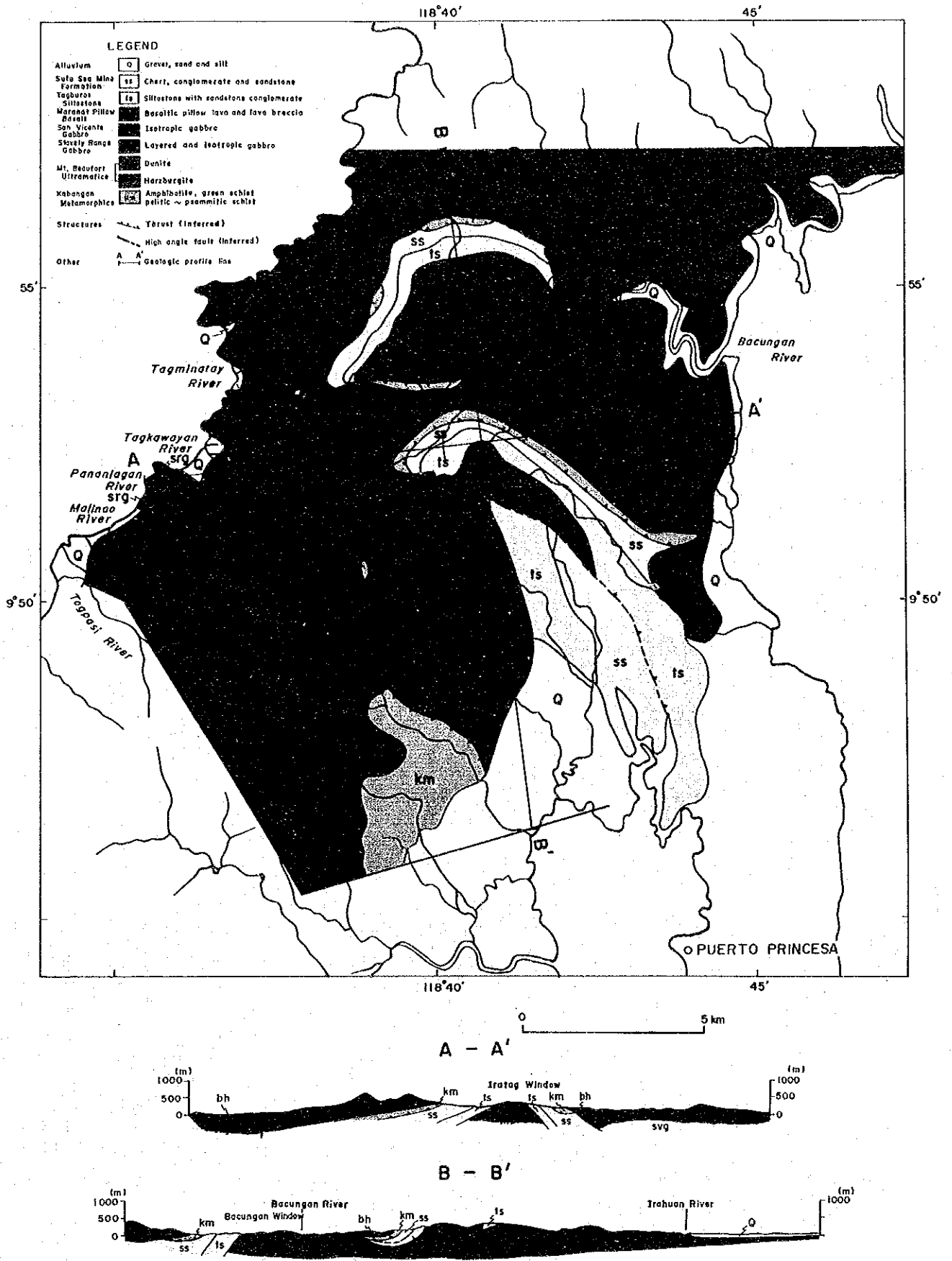
本地区は主としてMt. Beaufort Ultramaficsのナップからなる。地域東側ではこのMt. Beaufort Ultramaficsは、San Vicente Gabbroに衝上しており、地域西側ではSulu Sea Mine Formationに衝上している。Maranat付近では、衝上面近くにThrust soleで形成された石英片岩からなるInagauan Metamorphicsが認められる（第11図）。

Mt. Beaufort Ultramaficsは主としてハルツバージャイトからなり、ダナイト・パイロキシナイトを含む。クロム鉱床の胚胎母岩となるダナイトは、このハルツバージャイト中に貫入岩様に分布する。そのほかダナイトは、ハルツバージャイトあるいはパイロキシナイトと互層して産する。

超マフィック複合岩体は、各所で細粒はんれい岩・ひん岩・斜長石-普通角閃石ペグマタイトの岩脈に貫入される。

4) 精査地区A-3

本地区はA-2地区とほぼ同様の地質状況であり、Mt. Beaufort Ultramaficsを主とする。このMt. Beaufort Ultramaficsに衝上されて、San Vicente Gabbroが地域の西～北部に分布する。Mt. Beaufort Ultramaficsは、ハルツバージャイトを主とし、ダナイト・パイロキシナイトを含む。超マフィック岩体分布地域では地形は非常に急峻であるが、はんれい岩分布域では非常になだらかである。東側では海岸付近に衝上面があり、小規模にInagauan Metamorphicsが分布する（第12図）。



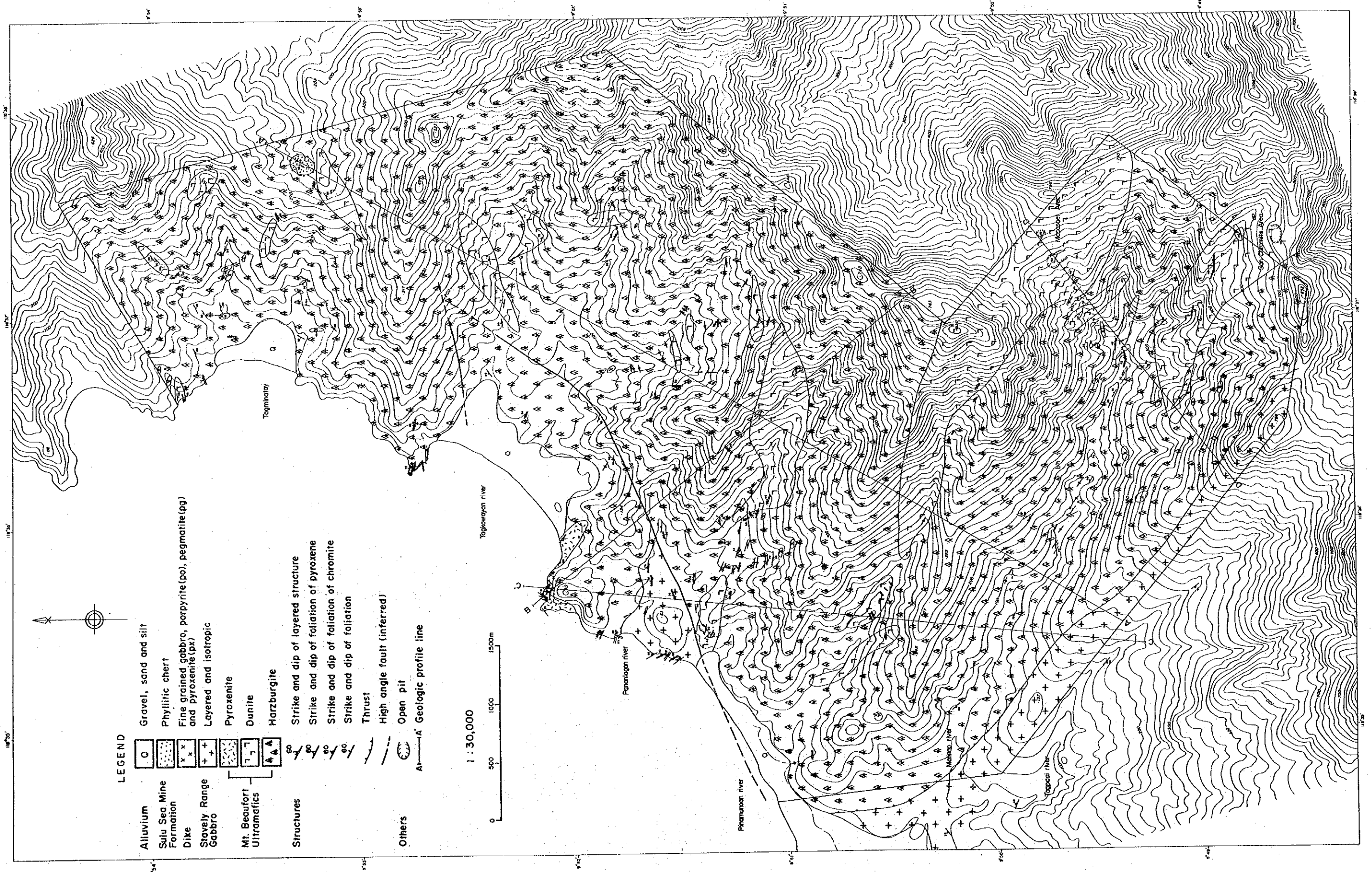
第 7 図 A地区地質図及び地質断面図

Age	Geologic Column	Rock Description	Formation/Rock Unit	Mineral Showings
Quaternary	Q	Gravel, sand and silt ~unconformity	Alluvium	
Early Eocene ?	ss	Red chert, conglomerate, wacke and mudstone	Sulu Sea Mine Formation	
	ts	massive greenish siltstone, interbedded minor wacke and conglomerate	Tagburos Siltstone	
Paleocene ~ Late Cretaceous	mb srg dike bd Cr px bd bh dike	Aphyritic pillow basalt, lava breccia	Maranat Pillow Basalt	Crustal Sequence
		inferred stratigraphic fine ~ medium grained gabbro midium ~ coarse grained gabbro ~ troctolite inferred stratigraphic harzburgite pyroxenite dunite tectonite (dikes) porphyrite ~ dolerite (dikes) fine grained gabbro pegmatite	Stavely Range Gabbro San Vicente Gabbro	
Eocene	Km	Amphibolite, greenschist pelitic ~ psammitic schist	Kabangan Metamorphics	Metamorphic Sheets

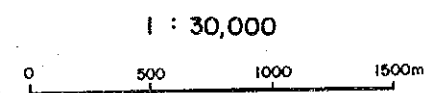
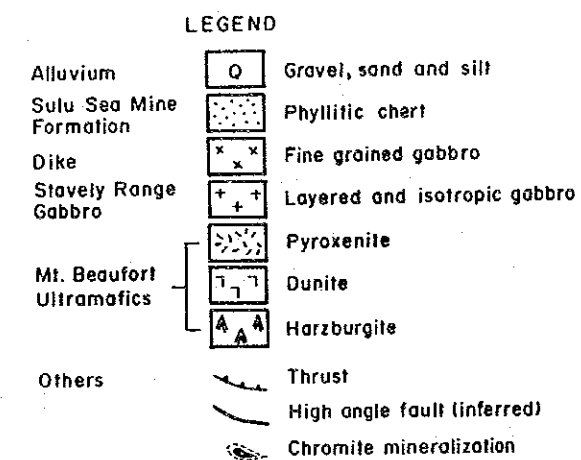
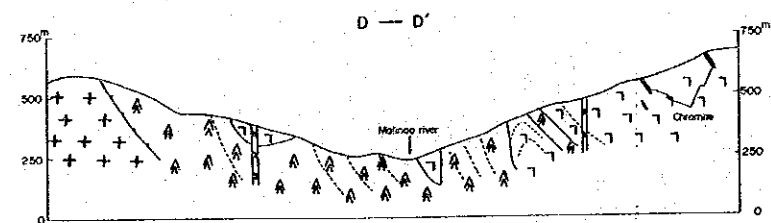
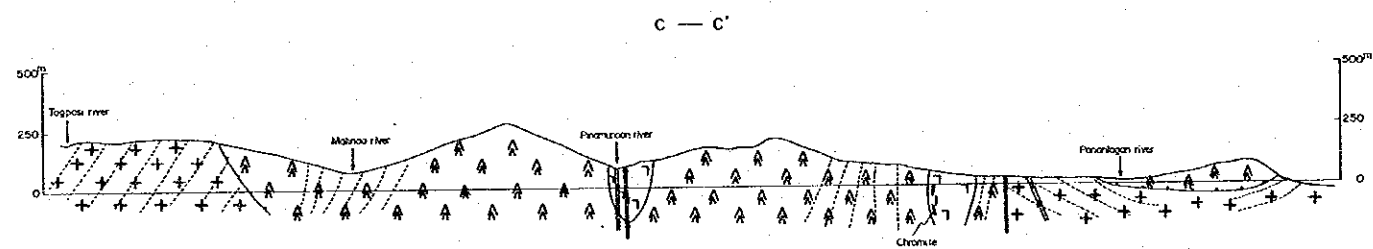
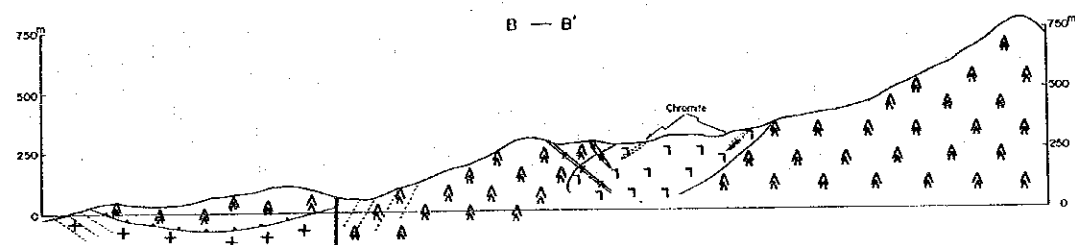
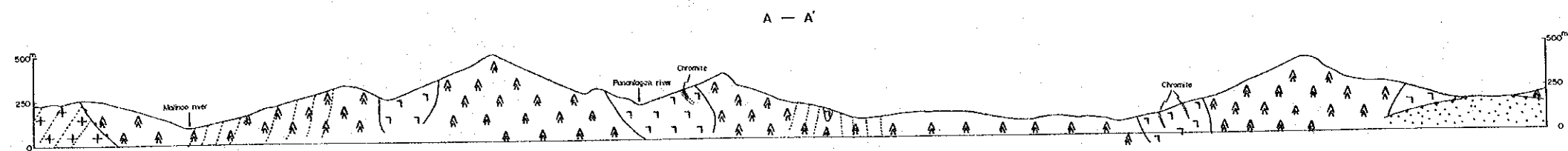
● Macasaet Area and other Cr deposits

Mantle Sequence

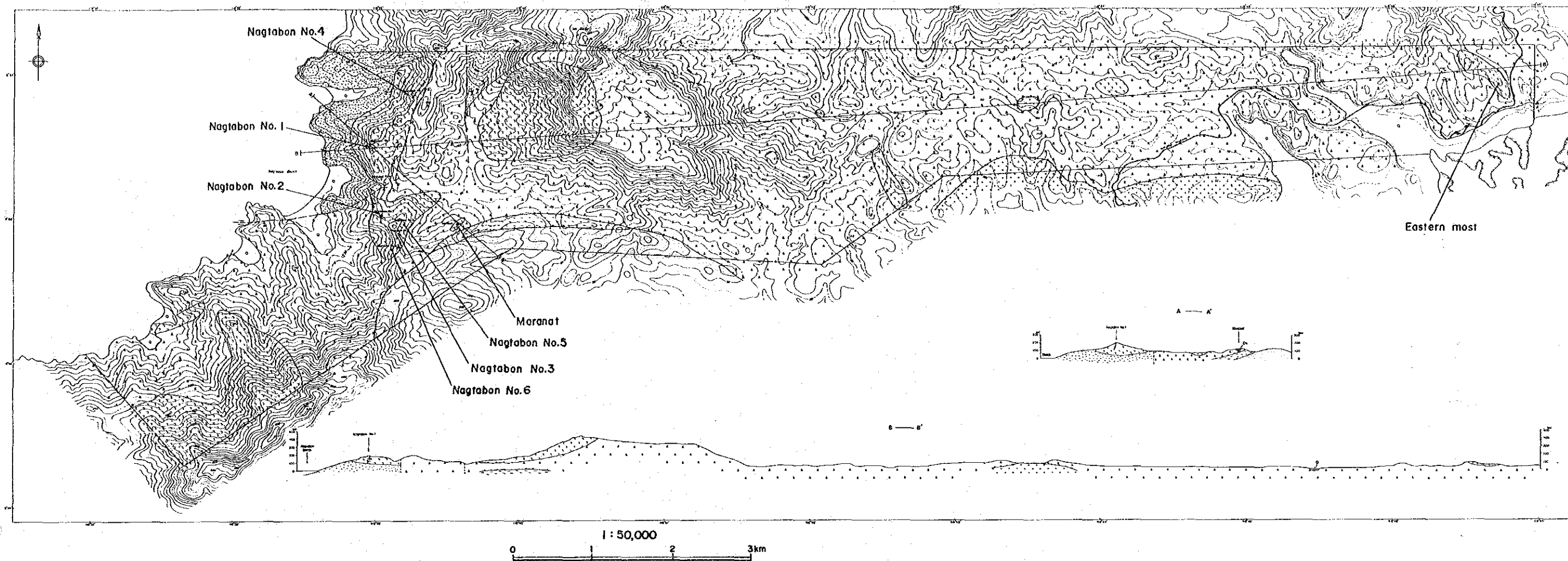
第 8 图 A 地区模式柱状图



第 9 图 精查地区 A-1 地质图



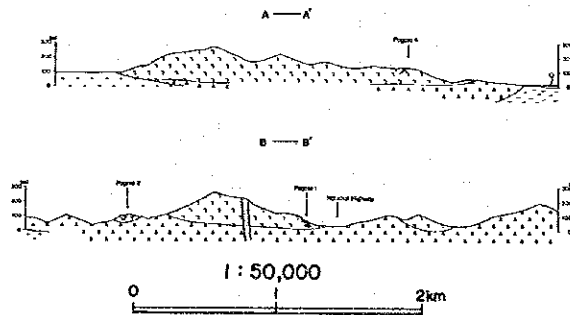
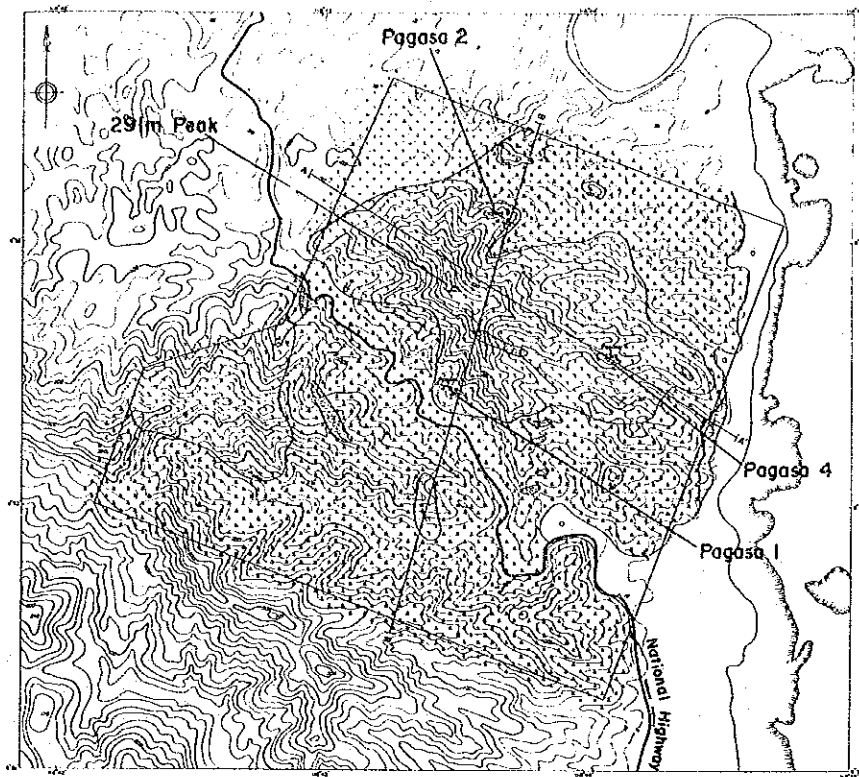
第10图 精查地区A-1地质断面图



LEGEND

Alluvium		Gravel, sand and silt
Sulu Sea Mine Formation		Chert, conglomerate and sandstone with basaltic lava and tuff breccia
Dike		Fine grained gabbro
San Vicente Gabbro		Isotropic and layered gabbro
Mt. Beaufort Ultramafics		Pyroxenite rich dunite
		Dunite
		Harzburgite
Inogawan Metamorphics		Quartz schist
Structures		Foliation of pyroxene
		Foliation of chromite
		Thrust
		High angle fault (inferred)
Others		Open pit
		Chromite occurrence
		Geologic profile line

第 1 1 図 精査地区 A-2 地質図及び地質断面図



LEGEND

Alluvium		Gravel, sand and silt
Dike		Fine grained gabbro, porphyrite
		Pyroxenite
San Vicente Gabbro		Isotropic and layered gabbro
Mt. Beaufort Ultramafics		Dunite
		Harzburgite
Inagaon Metamorphics		Amphibolite
Structures		Foliation of pyroxene
		Foliation of chromite
		Schistosity
Others		Thrust
		Open pit
		Adit
		Chromite occurrence
		Geologic profile line

第 1 2 図 精査地区 A - 3 地質図及び地質断面図

1-1-2 地質各論

1) Kabangan Metamorphics

本岩体は、Bacungan River中流域のBacungan Windowの北縁及び南縁、Tagbueros西方のIratag Windowの北縁、東縁及び南西端に沿って幅300m以内の規模で分布し、角閃岩、緑色片岩、砂岩～泥質片岩からなる。Kabangan Metamorphicsは、超塩基性岩岩体底部の衝上断層の上面及び下面が変成したものと考えられる。このうち砂質～泥質変成岩は、おそらく南部パラワンに分布するPanas Formation同様のタービダイトが変成したものと考えられる。

2) Mt. Beaufort Ultramafics

Mt. Beaufort Ultramaficsは、Palawan ophioliteの主要な部分を占める超マフィック複合岩体で、調査地区南部の Mt. Beaufort周辺から北側にナップ状に広く分布する。本岩体は、やや蛇紋岩化したハルツバージャイトを主とし、ダナイト、輝岩を伴う。Bacungan River中流域及びTagbueros西方では削剝されて、それぞれBacungan Window、Iratag Windowとして下部の岩相を覗かせている。

ハルツバージャイトは、風化面では褐色～淡褐色を呈するが、新鮮な面では暗灰緑色から黒色を呈し、数mmから2 cm程度のかんらん石と斜方輝石からなる。一般にやや変質しており、斜方輝石はバスタイト化し、またかんらん石も蛇紋石化していることが多い。副成分鉱物として、クロムスピネル(クロマイト)を含む。斜方輝石の定向配列は、風化面で良く認めることができる。

ダナイトは、数m～数百mの規模で紡錘状～不規則な形態でハルツバージャイトに数多く貫入する。風化面では黄褐色から褐色を呈し、また新鮮面では暗緑色からオリーブ色を呈する。ハルツバージャイト同様にやや蛇紋石化して、鏡下では蛇紋石(粉末X線分析によればアンチゴライト)によりメッシュ状構造を呈する。ダナイトとハルツバージャイトとの境界面は、ハルツバージャイト中の斜方輝石の定向配列の方向とやや斜交することが多いが、全体的にダナイト岩体はハルツバージャイトの面構造方向に伸びた形状をなして分布している。ダナイト中には、一般にクロマイトの粒子が肉眼で認められ、定向配列が認められる。この定向配列やクロマイトシームやレンズの方向がダナイトの貫入方向と平行であることがある。精査地区A-1では、輝岩(ウェブステライト)はハルツバージャイト中に層状に分布する。

3) Stavely Range Gabbro

本岩体は、A地区南西端のMalinao Riverの南西及びBalsahan River流域に分布する。主として中粒～粗粒のはんれい岩からなり、かんらん石はんれい岩、トロクトライトを伴う。

調査地域以南の地域では層状構造が余り発達していないが、精査地区A-1内西方では有色鉱物の量比や粒度の差による層状構造が顕著に認められる。層状構造は、Tagpasi Riverでは、NW-SB方向で北傾斜、Pananlagan River下流域ではN-S方向で東傾斜である。Pananlagan River下流域では、輝石斜長石はんれい岩とかんらん石はんれい岩やトロクトライトの互層状部分が認められる。

4) San Vicent Gabbro

本岩体は、Puerto Princesa市から北へ通ずる国道沿いのBacungan, San Vicenteを中心とする地域に分布する。非常に風化が顕著で、なだらかな丘陵地帯を形成する。岩相は、細粒から中粒の輝石斜長石はんれい岩で、一般に有色鉱物の量比による層状構造や縞状構造は不明瞭である。

本岩体は、Mt. Beaufort Ultramaficsに衝上され、Maranat Pillow Basaltに衝上している。岩相から見ておそらく南部パラワンに分布するSultan Peak Gabbroと対比できるものと考えられる。

5) Maranat Pillow Basalt

本層は、Bacungan WindowのMalanat Creekを中心とする地域及びIratag WindowのIrawan Riverを中心とする地域に分布し、主として枕状溶岩、凝灰角礫岩からなる。

Bacungan Windowに分布する本層は、無斑晶状または非杏仁状の玄武岩からなり、緑泥石化を被っていることが多い。

Iratag Windowにおける本層は、Bacungan Windowと同様の玄武岩からなるが、数～10m程度の泥岩を挟在することがある。

Maranat Pillow Basaltは、Palawan南部に広く分布するBspina Basaltに対比できると考えられる。本層はSan Vicente Gabbroとハルツバージャイトに衝上されており、上位のTagbueros Siltstoneに整合に覆われる。

6) 岩脈類

細粒はんれい岩, ドレライト, ひん岩, 輝岩, ペグマタイトの岩脈がMt. Beaufort Ultramafics, Stavelly Range Gabbro, San Vicent Gabbro, Maranat Pillow Basalt 中の各所に貫入している。細粒はんれい岩～ドレライト及びひん岩は, 明灰色～暗灰色の硬質な岩石で各地で普通に認められる。脈幅は1～10m程度である。これらの岩脈の貫入方向は, 非常に変化に富んでおり特に明瞭な規則性は認められない。

輝岩岩脈は, Mt. Beaufort Ultramafics, Stavelly Range Gabbro 中に貫入し, 特に西海岸の精査地区A-1及び東海岸の精査地区A-3に多く見られる。脈幅は0.1～1m程度であり, 緑灰色～暗緑灰色を呈する。輝石の粒度は5～7mm程度の等粒状の岩石で, ウェブステライト～かんらん石ウェブステライトである。

ペグマタイトは, 普通角閃石と斜長石の数cmの巨晶からなり, 幅1m程度でMt. Beaufort Ultramafics, Stavelly Range Gabbro 中に貫入する。

7) Tagbueros Siltstone

本層は, Bacungan Windowの北部とIratag WindowのBacungan River及びIratag Riverに分布する。Bacungan Windowでの本層は, 緑色のシルト岩と細粒砂岩からなり礫岩を挟在する。Iratag Windowの本層は, 主として緑色のシルト岩からなり, 砂岩, 礫岩を挟在する。

本層は, 下位のMaranat Pillow Basaltと上位のSulu Sea Mine Formationとは整合の関係にある。

8) Sulu Sea Mine Formation

本層は, Bacungan Windowの北部及びIratag Windowの東部に分布し, 赤色チャート, 鉄質珪質岩, 礫岩, 砂岩, 泥岩の互層からなる。精査地区A-1の北部では, ハルツバージャイト中に地窓状に千枚岩様赤色チャートが小規模に分布する。

本層は, Mt. Beaufort UltramaficsとKabangan Metamorphicsに衝上されており, 下位のTagbueros Siltstoneを整合に覆う。

1-1-3 地質構造

A地区の地質構造は、Late Cretaceous~Paleoceneに海洋底で形成されたOphioliteが、Late Eocene~Early Paleoceneに衝上する過程、またその後の変動により形成されたものである。

1) 衝上断層

本地区で最も低角度の衝上断層は、Mt. Beaufort UltramaficsあるいはKabangan Metamorphicsの下底を境する衝上断層である。このほぼ水平な衝上断層によって超マフィック岩岩体及び衝上断層sole部の変成岩類は広くクリッペンとして地域内に分布する。

超マフィック岩岩体の底がこの衝上断層によって限定されているため、超マフィック岩岩体が削剝された部分には大小の地窓が認められる。特に大きな地窓はBacungan付近とIratag付近に認められ、これらはBacungan Window及びIratag Windowと称されている(UNDP, 1985)。

衝上断層近くでは、上盤側のハルツバージャイトは著しく蛇紋岩化し、一部でミロナイト化している。

また本地区には、Ophioliteが北部パラワン地塊にインプリケート構造をなして衝上してきた際に形成されたいくつかの衝上断層が発達する。例えばSan Vicente GabbroとMaranat Pillow Basalt, Maranat Pillow BasaltとTagbueros Siltstoneなどの関係に認められるものなどである。

2) 急傾斜断層

西海岸沿いにENE-WSW方向に急傾斜断層が認められる。この断層は、ハルツバージャイト及びはんれい岩を切り見かけ上右横ずれ断層である。

1-1-4 鉱床及び鉱徴

A地区の最も重要な鉱床は、かんらん岩(peridotite)に伴うクロム鉱床である。これはマンツルの部分溶融により濃集したものと考えられている。また、本地域にはかんらん岩の風化作用に伴って形成されたニッケルラテライトも分布する。その他、今回の調査対象ではないが、Tagbueros近くに7~8年前に閉山した水銀鉱山があり、現在は、Atlas社により金の探鉱が続けられている。

クロム鉱徴に関しては、特にポテンシャルティの高いと考えられる西海岸の精査地区A-1、北方の精査地区A-2及び東海岸の精査地区A-3において精査を行い、鉱徴地

の分布を確認した。クロム鉱徴の規模を確認するために精査地区A-1においてテストピット調

査も併せて行った。

ニッケル鉱徴に関しては、A地区北部のBacungan地域と西海岸の精査地区A-1内のハルツバーサイト分布域にラテライトの分布が見いだされ、その産状を把握するためにテストピット調査を行った。

以下、各鉱徴地について述べる。

1) クロム鉱床及び鉱徴

(1) 精査地区A-1

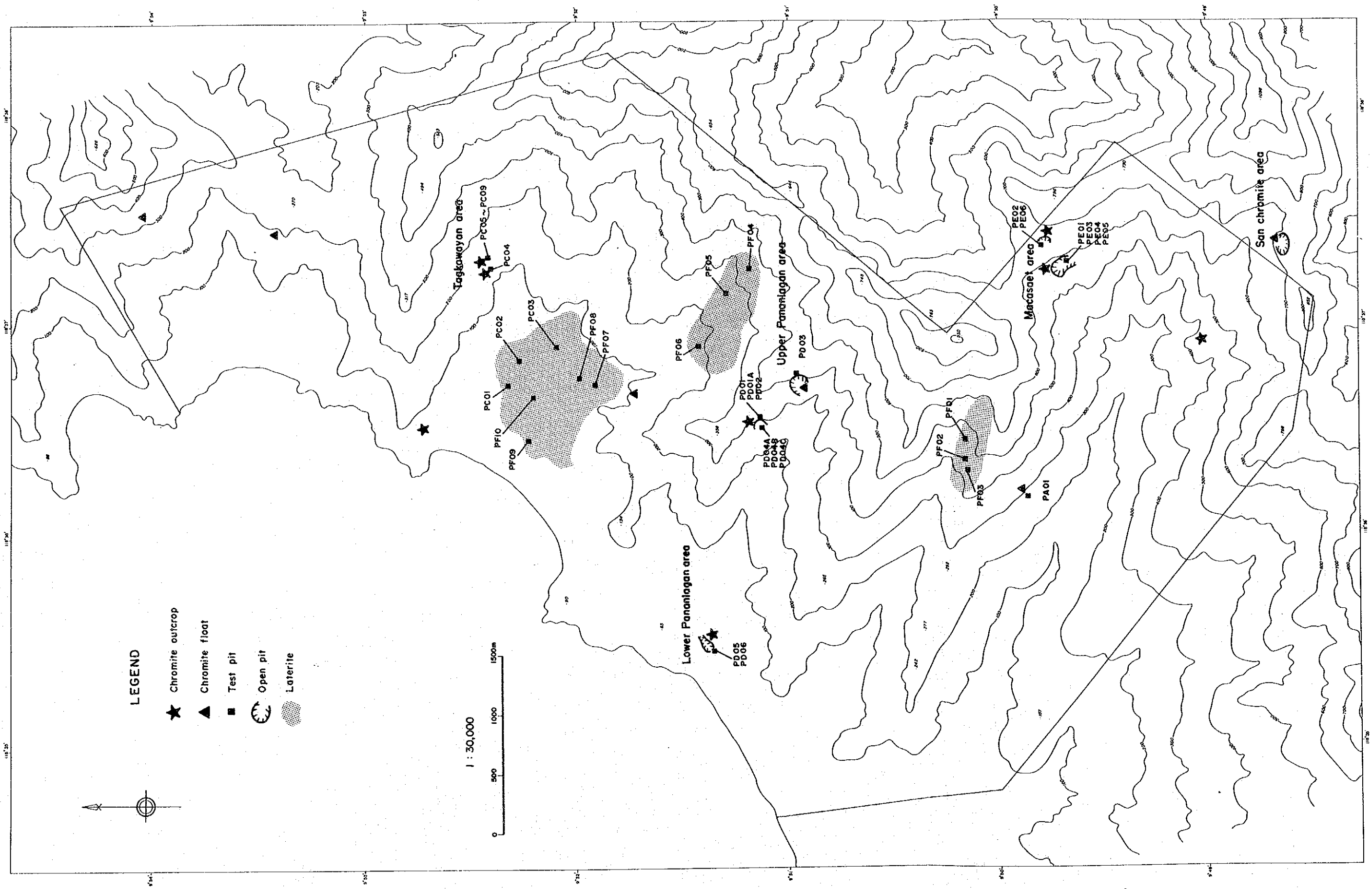
A地区の西海岸にある精査地区A-1では、10数カ所にクロマイト塊状鉱の露頭や転石が認められる。これらの鉱徴地は、南東部のSan Chromite Area, Macasaet Area, 中央部のUpper Pananlagan Area, Lower Pananlagan Area, 北部のTagkawayan Area, Tagminatay Areaに分布する。これらの鉱徴地を第13図の鉱徴地位置図に示した。

この地域に現在稼行中の鉱山はない。しかし、Macasaet Area及びSan Chromite Areaにはやや規模の大きい露天採掘跡がある他、Upper Pananlagan, Lower Pananlaganにも小規模な露天採掘跡がある。Tagkawayan River地域、Tagminatay地域には採掘跡は認められなかったが、クロマイト塊状鉱の転石が認められる。

i) Macasaet Area

本鉱徴地は地域南東部のMalinao River上流部に位置し、南北500m×東西400mの拡がりをもつ。この中に、直径50~200mの露天掘跡とクロマイト塊状鉱石の大小の露頭が8地点で認められる。本地域には、Irawanからも車道が伸びており、この車道はここから南のSan Chromite Areaまで延びている。本鉱徴地は精査地区A-1内で最大のダナイトテクトナイト中に位置し、上記の露頭以外にもダナイト中にはクロマイト鉱染が広く認められる。

露天採掘跡は重機による大規模なものであり、かつては一部坑内採掘も行われていたという。最近では1987年までBCI社が精力的に探鉱していた。BCI社による探鉱は、土壌による地化学探査とクロム鉱石の転石分布を把握したうえでテストピット調査及び試錐調査が行われた。



第13図 精査地区A-1 鉻徴及びテストピット位置図

露頭あるいはテストピットにより確認された鉍体の規模は、いずれも幅1～2mである。延長は最大で60m程度追跡されている鉍体があり、この最大の露頭脇には、150トン弱の高品位塊状鉍が貯蔵されている。個々の鉍体は塊状鉍石が主体であるが、一部にノジュール鉍（レパードタイプ）も認められる。鉍体の延長方向はNNW～NWで、50～65°東に傾斜している。

6地点でテストピット調査を行い、1地点でクロミタイト露頭を確認した。

ii) San Chromite Area

精査地区A-1地区南東端のMalinao River源流部に、東西200m×南北200m弱の規模で露天採掘跡がある。付近はクロマイトの鉍染したダナイトからなる。現在は鉍石の露頭は認められないが、廃石中に塊状鉍の転石がわずかに認められることから、Macasaet Areaと同様な塊状鉍を採掘したものと考えられる。この露天採掘跡から北側の尾根の中腹に幅1m程度で延長20m強追跡できる塊状鉍の露頭があり、付近には数トンの貯蔵がある。

iii) Lower Pananlagan Area

本鉍徴地は、Pananlagan Riverの下流域にあり、3地点にクロマイト塊状鉍の露頭が認められる。最大の露頭は40m×20mの露天採掘跡にあり、幅50cm程度の紡錘状のクロマイトレンズが、破碎された風化ダナイト中に走行N80W、傾斜60～80W方向に数状認められる。塊状鉍石の回りは、鉍染状鉍石が分布する。1年次に4地点、2年次に2地点で鉍床の延長を調べるためにテストピット調査を行ったが、鉍体の延長は確認できなかった。

iv) Upper Pananlagan

Pananlagan Riverの北斜面に、2地点に露天採掘跡が認められる。

下流側の一つは、約20×10m程度の小規模な露天採掘跡で、幅10m程度でE-W方向に鉍染状のクロマイト鉍石が認められる。ここでは1年次、2年次にテストピット調査を実施し、鉍染状クロマイト鉍床の延長を確認した。

上流側の露天採掘跡は、やや規模が大きく約200m×50mである。斜面全体が崩壊しておりクロム鉍石の露頭を発見することはできなかったが、崩落土中にクロマイト塊状鉍が認められた。付近には、この採掘跡から出鉍したとされる数トンの塊状鉍の貯蔵がある。

2年次に採掘跡付近においてテストピット調査を行ったが、クロム鉍体を発見することは

できなかった。

v) Tagkawayan

Tagkawayan River北側の支流2地点にクロマイトの鉍染したダナイトの層が幅3m程度認められる。クロマイト鉍染の方向はN70E~E-W, 傾斜は60~70Nである。この支流の下流側にも上流側にも多数のクロマイト塊状鉍転石が認められたが、露頭は発見できなかった。西側の斜面に少量のクロマイト塊状鉍が貯鉍されており、かつて小規模な探鉍が行われた模様である。この地域で1年次、2年次にテストピット調査を行った。クロマイトの鉍染したダナイトはどのテストピットにも認められた。しかし、鉍石と呼べる程のものは発見できなかった。

Tagkawayan River南側の支流にもクロマイト塊状鉍石の転石が分布する。しかし、露頭は発見できなかった。

vi) Tagminatay 地域

Tagkawayan River地域からTagminatayに抜ける古い林道上に径5cm内外のクロム鉄鉍鉍石が散在している。これらは、林道開削時にハルツバージャイト中に発見された30cm×6m程度のレンズ状鉍体に由来するものである。しかし、規模が余りに小さいため埋め戻されたということである。

Tagminatay地域の北の支沢で、多数の塊状鉍の転石を発見したが、露頭は発見できなかった。付近にはダナイトが分布している。

(2) 精査地区A-2

本地区の主な既存鉍床は、調査地区西側のNagtabon Pass周辺に認められる。

この地区には現在稼行中の鉍山はないが、1970年代後半に民間会社により熱心に探鉍が行われたらしい。これらの鉍床は東側からMaranat鉍床及びNagtabon鉍床群に分けられる。

鉍床の規模はNagtabon No.1 鉍床を除いてかなり小規模である。Nagtabon No.1 鉍床のみが規模がやや大きく、現在地表に露出している鉍体は、主にクロマイト鉍染状鉍石からなるが、地下の賦存状況によっては稼行可能な鉍床としてまとまる可能性がある。以下に各既存鉍床及び鉍徴地について詳細を列記する。

i) Maranat 鉍床

Maranatの集落からすぐ南側の比較的なだらかな尾根（標高約140m）に古い露天採掘跡がある。周辺は草本及び小灌木からなる。

鉍床母岩は風化したダナイトである。鉍床のすぐ東側を衝上断層が走っており、また、この尾根の上部で Thrust soleの石英片岩露頭が認められることから、この付近では超マフィック岩体の厚さは薄く、数10m程度であると考えられる。

この鉍床は2箇所に露天採掘跡があり、クロマイト鉍の採掘が行われたのは上部の採掘跡である。採掘跡には、風化したダナイト中に走向N10E、傾斜60E、幅0.4~1m、露出延長3m程のクロマイト塊状鉍露頭が残存している。この走向方向にトレンチ状に約15mの採掘跡がかすかに認められる。しかし、40m離れた下部の採掘跡にはクロマイト鉍石が露出していないことから、鉍体は延長15m程度で尖滅したものと推察される。採掘跡には、この鉍床から採掘されたクロマイト塊状鉍石、約200トンが貯蔵されている。現地の人によれば、この鉍床は、当初 Golden Island社により鉍体地表部のクロマイト塊状鉍石及び塊状鉍の転石が採掘されていたが、同社は予算不足のため1977年1月で作業を中止したとのことである。この間、ほぼ現在のストックパイルと同量程度の塊状鉍を2回船積みしたとのこと、これを含めると採掘された鉍石は600トン程度となる。

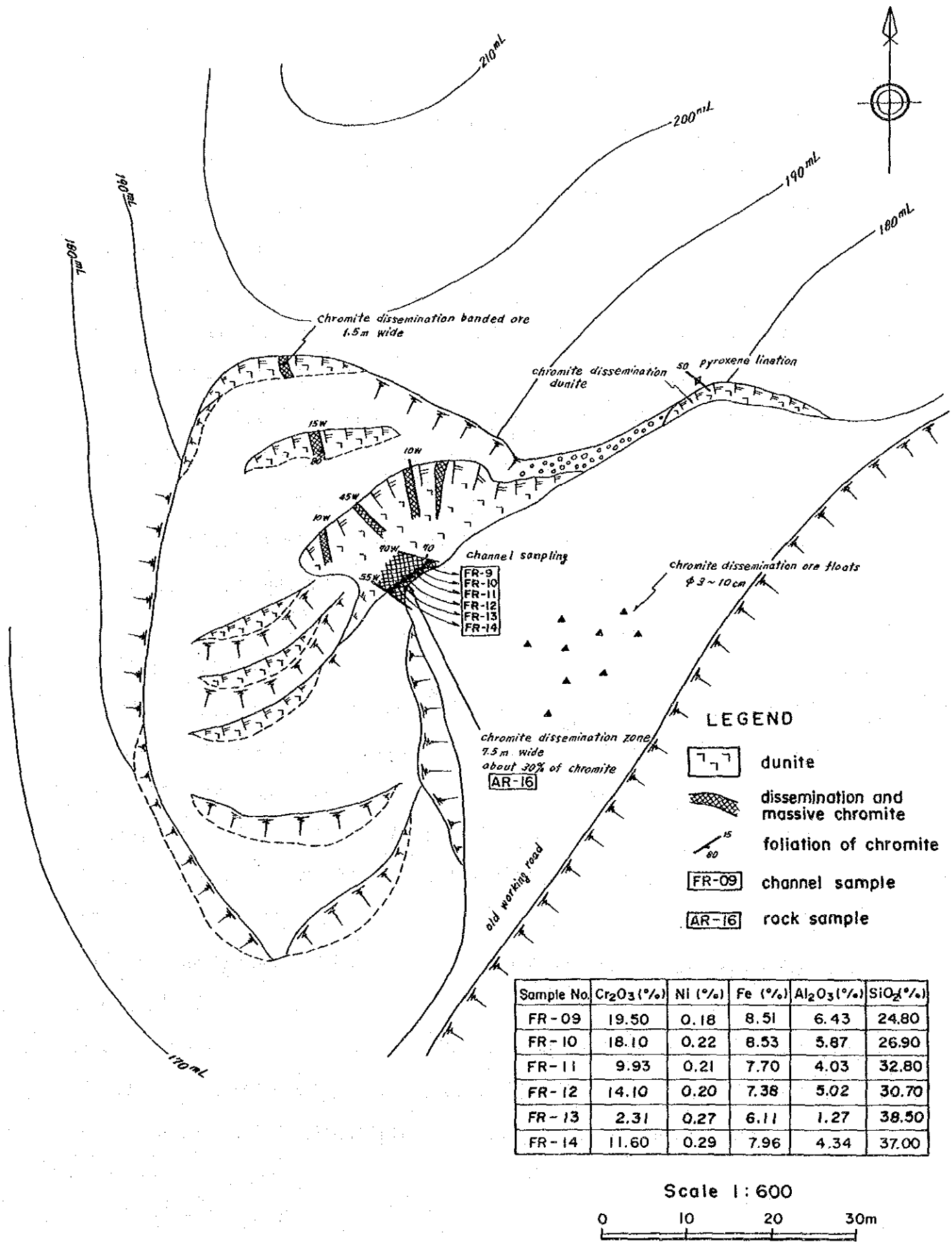
鉍床の下部延長は未確認であるが、超マフィック岩体が薄いこと、クロマイト鉍床胚胎母岩であるダナイトの分布が小規模であること、採掘された鉍体は1鉍体であったと推定されることから、これまでに採掘された鉍石もあわせて1,000トン弱の鉍量をもつポディフォーム鉍体であると考えられる。

この露頭から採取した鉍石（AR-10）は肉眼的には非常にクロマイト量の多いものであったが、分析結果は Cr_2O_3 26.50%であり、Alの多い窯業用クロマイトである。

ii) Nagtabon No.1 鉍床

西海岸のNagtabon Beachへの分水嶺となっているNagtabon Pass から北に向かって450m程古い鉍山道路をたどると露天採掘跡に至る（第14図）。鉍床の東側近くまではBacunganから続くなだらかな丘陵地形となっており、一方、鉍床より西海岸までは非常に急傾斜となっている。付近は、背の低い雑木林となっている。

この鉍床は、やや蛇紋石化したダナイト中に胚胎する鉍染状のクロマイト鉍床である。尾根に沿って延長70mにわたり剝土が行われており、鉍染状クロマイト鉍体は斜距離で約



第14図 精査地区A-2ナグタボンNo.1 鉍徴地スケッチ図

40m追跡できる。露頭最下部では肥厚しており幅7.5m程度であるが、このクロマイト鉱体は尾根の上部では3～4条に分岐してそれぞれ幅1.5m程度の鉱染状鉱体となる。これらのクロマイト濃集部は、単位厚1～40cm程度のクロマイト濃集層が密集したものである。露頭最下部で、7.5mにわたりチャンネルサンプリング(PR-09～PR-14)を行った。この分析結果は、平均で Cr_2O_3 12.59%であった。

現地の人によれば、当初クロマイト塊状鉱石を対象に採掘していたとのことであるが、地表近くの塊状鉱石はすでに終掘しており、現在塊状鉱は転石として認められるのみである。坑内採掘は行われておらず、地下のクロマイト塊状鉱体の賦存状況は明かではない。

以上から地下に胚胎すると思われる塊状鉱石の鉱量は不明であるが、地表に露出している鉱染状鉱についてのみ考慮すると、鉱化帯が現在の最低レベルより下に10m程度まで連続していると仮定し、鉱物分析によってクロマイトのクロム量は Cr_2O_3 53.4%程度であるのでクロマイト品位を約24%(12.59%/53.4%)とすると、鉱染状クロマイト鉱体の鉱量はクロマイト量にして2,000トン程度見込める。

iii) Nagtabon No. 2 鉱床

西海岸のNagtabon Beachへの分水嶺となっている峠から、南側に2本の古い鉱山道路が延びている。このうち東側の古い鉱山道路を約500m終点までたどると、分水嶺から東側の小さな沢底(標高160m)に露天採掘跡がある。付近は、雑木林となっている。

この鉱床は、走向N35E、傾斜65W方向に延びた厚さ最大70cmのクロマイト塊状鉱体からなり、延長6m近く追跡できる。この露頭から採取した鉱石(AR-12)の分析結果は、 Cr_2O_3 38.40%であった。鉱体母岩は著しく破碎された蛇紋石化したダナイトであり、鉱体は剪断の方向であるN10E方向に引き延ばされ、雁行状に分断されており、露頭の最上部では毛髪状にまで引き延ばされている。

この鉱床から採掘されたクロマイト塊状鉱石が、20トン程度貯鉱されている。この貯鉱から採取した鉱石(AR-13)の分析結果は、 Cr_2O_3 37.80%であった。鉱量は鉱床が深度10m程度まで連続していると仮定しても200トン程度であり、非常に小規模なものである。

iv) Nagtabon No. 3 鉱床

西海岸のNagtabon Beachへの分水嶺となっている峠から、南側に2本の古い鉱山道路があり、このうち西側の古い鉱山道路を500m程たどると50m×50m程度の露天採掘跡に至る。

この鉍床母岩は蛇紋石化したダナイトである。採掘跡にはクロマイト鉍石は、露出していないが、クロマイト塊状鉍石を主体として約30トン貯鉍されている。この貯鉍から採取した鉍石(AR-14)の分析結果は、 Cr_2O_3 39.60%であった。鉍染状鉍石は少なく、Nagtabon No. 2 鉍床同様のレンズ状塊状鉍鉍体であったと推定される。貯鉍中の塊状鉍石の大きさは最大径60cm程度であるので、レンズの幅は少なくともそれ以上の幅があったと考えられる。

鉍石露頭がなく、また採掘跡も乱されているため、鉍床規模を推定することは難しい。しかし、採掘跡の規模から推定すると、この採掘跡はNagtabon No. 2 鉍床よりは大きい、Nagtabon No. 1 鉍床よりは小さいのでクロマイト量で1,000トン弱の鉍床であったと思われる。

v) Nagtabon No. 4鉍徴地

Nagtabon Passから北のNagtabon No. 1鉍床に延びる古い鉍山道路をさらに北に進むと林道のカッティング跡にクロマイト塊状鉍鉍体が幅70[㊦]延長6mほどの規模で認められる。この露頭から採取した鉍石(AR-17)の分析結果は、 Cr_2O_3 47.20%であった。母岩は風化したダナイトからなる。周辺には、他の鉍体は認められない。肉眼的には、非常に品位の高いクロマイト塊状鉍石ではあるが、深度10m程度連続していると仮定すると鉍量200~300トン程度のNagtabon No. 2 鉍床とほぼ同規模のレンズ状鉍体と考えられる。

vi) Nagtabon No. 5 鉍徴地

Nagtabon No. 3 鉍床から、北東に向かって小さな踏み跡をたどると幅1m長さ2m程度のトレンチ跡に至る。トレンチ跡周辺には、数cm~10cm程度のクロマイト塊状鉍石が散乱している。この鉍石から採取した鉍石(AR-15)の分析結果は、 Cr_2O_3 33.50%であった。トレンチ内は風化したダナイトが露出しているのみであり、クロマイト鉍石の露頭は認められない。

vii) Nagtabon No. 6鉍徴地

Nagtabon No. 3 鉍床から、200m程南に位置する。幅1.5m長さ4m程度のトレンチ跡にクロマイトの鉍染状鉍石が散乱している。この鉍石から採取された鉍石(AR-18)の分析結果は、 Cr_2O_3 31.80%であった。鉍染状鉍石の大きさは、最大径40cm程度である。

viii) その他の鉍徴地

地域東端に小規模なダナイト岩体があり、この中に非常に小さなクロマイトポッドが認められ、それから採掘されたクロマイト塊状鉍石が1トン程度貯鉍されている。この貯鉍から採取した鉍石(CR-04)の分析結果は、 Cr_2O_3 41.20%であった。

Nagtabon Pass周辺及びMt. Aireyの南に分布するダナイト中には、鉍条状のクロマイトが普通に認められる。これらは幅数cm~10cm程度の鉍条が一本あるいは数本まばらに見られるものである。

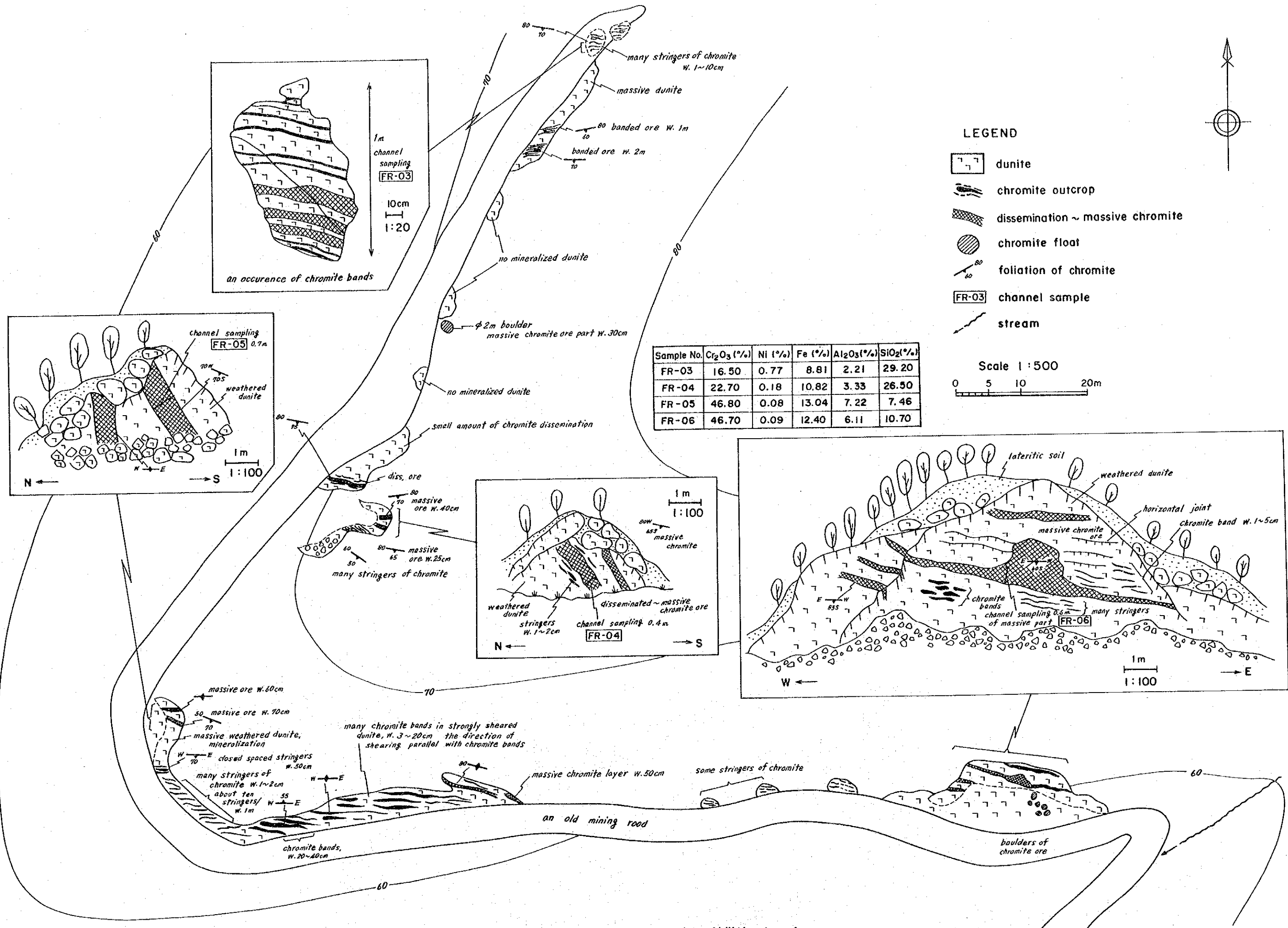
(3) 精査地区A-3

本地区の主要な鉍床はすべて地域中央部の国道東側の291mピークを中心とするダナイト岩体中に胚胎する。これらの鉍床は1970年代後半にこの地域で探鉍を実施したCountry Mineral Resources Corporation社により、採掘区が設定されて鉍区名の"Pagasa"よりPagasa 1~5鉍床と名付けられている。このうちPagasa 3及び5鉍床は当時の地化学探査の成果により設定されたものと思われ、実際に位置の確認及び鉍体は確認できなかった。

Pagasa 1, 2, 4鉍床はかつて採掘が行われた地域であり、古い鉍山道路が通じている。急峻な地形であるために土壤の発達が悪いのに加えて、採掘と併行して探鉍もかねていたと考えられる鉍山道路の取り付け及び剝土が行われており、母岩の露出状況は良好である。この3鉍床のうち、Pagasa 1鉍床に関しては複数のクロマイト塊状鉍石の露頭が認められ、鉍徴地規模が大きいことからクロマイト量で数万トン以上のまとまった鉍量が確保できる可能性がある。以下に各鉍床について詳細を述べる。

i) Pagasa 1鉍床

国道が本地区を南北に縦断している。この国道から、地区中央部の南西に延びる尾根に沿って古い鉍山道路が派生する。この鉍山道路の標高60m付近から上部に、塊状ないし鉍染状のクロマイト鉍石が150m×150mの中に10箇所以上露出している(第15図)。この付近は背の低い灌木が生い茂っているが、土壤発達はきわめて悪く尾根の上部は巨礫が積み重なったようになっている。本鉍床の母岩は風化したダナイトで、東西方向にやや剪断されている。このダナイト岩体は上部へは稜線まで連続しているが、標高50mから下ではハルツパーチャイトが露出しているのでクロマイト鉍床の母岩としてのダナイトの下方



第15図 精査地区A-3パガサ1鉱徴地スケッチ

への連続は限られている。

クロマイトレンズ及びバンドの一般走向は、ほぼ東西であり南に急立している。これらは幅数10cm～2m程度であり、クロマイト塊状鉍石あるいは数mm～2cm程度のクロマイトバンドが密集したクロマイト鉍染状鉍石である。鉍山道路に露出しているこれらの露頭でチャンネルサンプリング(FR-03～FR-06)を行った。分析結果は、FR-03 : Cr₂O₃ 16.50%, FR-04 : Cr₂O₃ 22.70%, FR-05 : Cr₂O₃ 46.80%, FR-06 : Cr₂O₃ 46.70%であった。

鉍物分析からクロマイトの組成はCr₂O₃ 約60%であるので、この値を用いると今回分析した鉍石の品位はクロマイト品位で30～80%となる。地表踏査のみで鉍量を見積もるのは難しいが、この鉍徴地の150×150m範囲で地下10m程度まで鉍床賦存帯があり、クロム鉍石の賦存率を20～30%とした場合、品位30%でもクロマイト量で4～6万トン程度の鉍量は期待できる。

ii) Pagasa 2鉍床

本地区の北部に東に延びる古い鉍山道路があり、この道路の終点到クロマイト塊状鉍体を坑内採掘した跡がある。付近は、背の高い草本及び灌木帯となっている。鉍床母岩はクロマイトの鉍染したダナイトである。坑道の周辺部、特に南側にはバンド状及び鉍染状鉍石が認められ、走向N80WでNE方向に急傾斜する。このクロマイトバンドの走向はこの坑道方向とほぼ同じである。坑口付近には、クロマイト塊状鉍石の小礫が散乱している。この塊状鉍小礫(AR-06)はCr₂O₃ 49.00%、この坑口そばの貯鉍から採取した鉍石(BR-07)はCr₂O₃ 46.60%の品位である。

現地の人によれば、坑内にはクロマイト塊状鉍体が1.5mにわたり露出していたとされる。現時点では水平坑道に35mほど入坑でき、引立で斜坑とつながっている。坑道の表面は岩粉に覆われておりクロマイト鉍石は確認できなかった。斜坑は引立より7mほど掘り上がって地表に抜けている。水平坑道の加背が約2×2mでほぼ一定なのに比べて、斜坑の幅が不規則であることから、実際に採掘が行われたのは斜坑であったと思われる。斜坑は水平坑道のレベルより下では、崩落した土石により埋められている。地表部には斜坑で採掘された鉍体の露出部と考えられる表面の酸化したクロマイト塊状鉍石の小角礫がN80W方向に並んで認められる。この鉍石(AR-07)からはCr₂O₃ 51.30%の値が得られた。

確認できるクロマイト鉍露頭がごく僅かであることと水平坑道のレベルより下のクロマイトの賦存状況が不明なことから鉍量を見積もることは難しい。しかし、付近の状況から

採掘対象となった鉍体は坑内採掘をした1鉍体のみであったと推定されることと、付近のクロマイトバンドがそれほど密集していないことから、大規模な鉍床とはいえない。

iii) Pagasa 4 鉍床

国道東側291mピークから東に延びる尾根上に露天採掘跡がある。現地の人によれば、東海岸側にクロマイト塊状鉍石が運搬されたことがあるとのことで、位置からするとこの鉍床で採掘された鉍石が当時船積みされたのであろう。

鉍床母岩は風化したダナイトである。付近は東西140m×南北70mにわたって広く剝土が行われている。クロマイト鉍露頭は、幅0.3～2m程度の中に走向N70-80B傾斜50で、1～5cm程度のクロマイトバンドが密集したものであり、3～4本認められる。鉍徴地中央部にかつて採掘された露頭があり、ここには幅0.6～1.2m程度N70W方向のクロマイトレンズが認められる。この露頭で1.2mにわたりチャンネルサンプリング(FR-07)を行い、 Cr_2O_3 30.90%の結果を得た。しかし、このレンズは掘込みの両側に向かって尖滅ピンチしており、すでにクロマイト塊状鉍体はほぼ終掘されてしまったと思われる。残りのクロマイトバンドは、非常に小規模なものである。

iv) その他

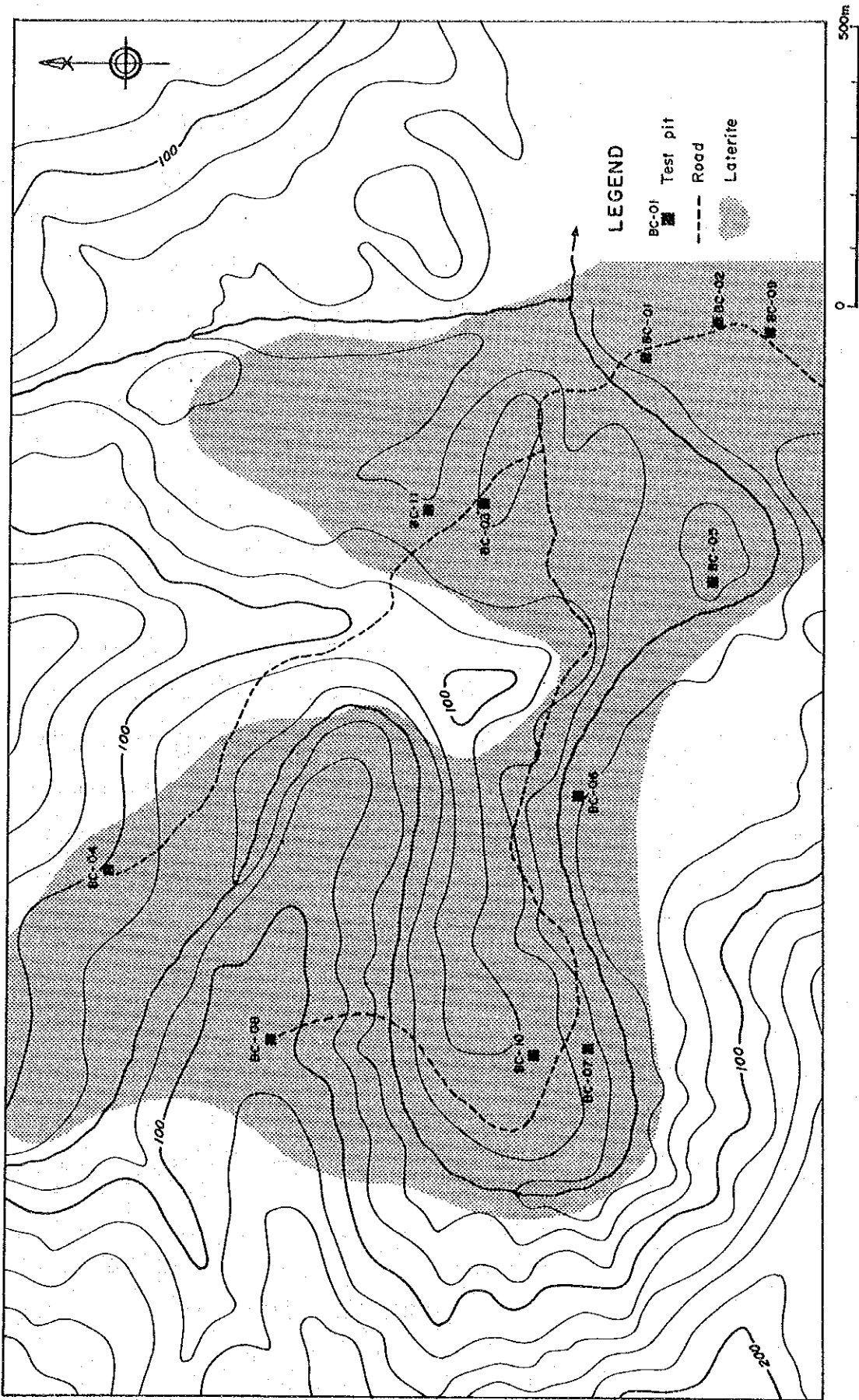
Pagasa 1 と Pagasa 2 鉍床の間の尾根には、幅1～5cm程度のクロマイトバンドがいくつか認められる。しかし、いずれも小規模な鉍染であるし、お互いに離れている。鉍床賦存の可能性はあるが、地表において鉍床となり得る鉍徴は認められなかった。

地区西端でも、幅数10cm規模の塊状クロマイト鉍露頭を発見したが、周辺の露出が悪く鉍徴地の広がりにはならなかった。しかし、母岩は小さなダナイト岩体であるので大規模な鉍床となる可能性は少ない。この露頭から採取した鉍石(BR-03)からは、 Cr_2O_3 11.70%の値を得た。

2) ニッケルの鉍徴地

A地区北部のBacungan付近には、ニッケルラテライトが分布する。また、精査地区A-1西海岸のPinamonoan River上流域、Tagkawayan River流域にもラテライトの発達が認められた。

これらの地域において、テストピット調査を行った。



第16図 A地区バクガン地区テストピット位置図

i) Bacungan 地域

Bacungan地域では、11地点においてテストピット調査を行った(第16図)。

Bacungan地域は非常にラテライトの発達がよく、1 m程で基盤に到達した2本のテストピットを除いて4.5~6.5mの深さまで手掘した。そのうち、約半数のピットは基盤にまで到達していない。採取試料の分析結果によれば、Ni濃度はどのテストピットも0.5~1%程度であり、ニッケル鉱石としては品位が不足している。しかし、テストピットBC01, BC02を除く他のピットではいずれの孔底でもFe濃度が40%を越えており、このことはテストピットの最下底がまだ残留ラテライト層内であることを意味している。ニッケルの濃集する部分は残留ラテライト層より下位の変質かんらん岩層(Saprolite)であり、今回実施したほとんどのテストピットはニッケル濃集層まで到達していない可能性が高い。

クロム濃度はどのテストピットも2%以上の値が得られ、6%を超える試料も認められた。この地域は、クロム鉱床賦存の可能性も高い。

ii) 西海岸地域

Pinamunoan River上流域、Tagkawayan River流域にラテライトの発達が認められたため、3地域13地点においてテストピット調査を行った。本地域は、地形が急峻なため一般にBacungan地域と比べるとかんらん岩の風化殻はあまり発達していない。

Pinamunoan River上流域では、3地点でテストピット調査を行った。3ピットとも底部で変質かんらん岩相にまで到達してはいるが、Ni濃度は、0.5~0.7%前後であった。

Tagkawayan River下流では、7地点のテストピット中PF10を除いていずれも基盤まで到達している。Ni濃度は、PC02・PC03で0.5~1.0%であり、その他のピットは0.4%前後であった。

Tagkawayan River上流では3地点でテストピット調査を行った。Ni濃度は、細粒はんれい岩の風化層を掘削したPF05を除いて、Ni濃度で0.7%以上の値が得られた。特にPF06は濃度が高く、深度3~4 mの部分でNi1.9%、4~5 mの部分で2.7%であった。

1-2 地化学探査

1-2-1 A地区の土壌による地化学探査

1) 地化学データの解析

土壌地化学探査は、鉱床胚胎のポテンシャルの高い地域を抽出することを目的と

し、解析方法として、基礎統計解析、主成分分析を採用した。

今回の調査では、A地区はB地区同様にMt. Beaufort Ultramafics 分布地域内が主な調査対象であることから、解析にあたっては両地域のデータを併せて解析することとし、濃度分布図や異常値の設定にあたってはA地区及びB地区ともに同じ値を用いた。

土壌1kgあたりの重鉍物の重量に関しては、右岸左岸についてのデータがあり、分析値と1対1に対応させることができないので、相関係数や多変量解析など他の分析値と関係させる手法を用いる場合には、右岸及び左岸での重鉍物重量の平均を算出して、分析地点のデータとした。

i) 統計解析

一般に地化学探査において微量元素の含有量は分析精度が十分であれば対数正規形の分布に近似することが多いとされていることから、以下の解析には各分析値の常用対数値を用いた。またPt, Pd, Auに関しては、最小検出限界以下の分析値があるが、これらは検出限界値の半分の値、すなわちPd, Auに関しては1ppbを、Ptに関しては2.5ppbを用いた。

各元素の含有量の最大値・最小値、中央値、平均値(m)及び標準偏差(σ)を第3表に示す。最大値、最小値、平均値は真数値も共に示した。

第3表 A地区及びB地区土壌試料の基本統計量

element	range	median	linear		logarithmic		
			mean	std. dev.	mean	10 ^{mean}	std. dev.
Pt (ppb)	2.5 - 120	2.5	6.5	13.9	0.540	3.5	0.351
Pd (ppb)	1 - 120	4	8.7	13.5	0.613	4.1	0.527
Au (ppb)	1 - 130	1	2.2	5.3	0.153	1.4	0.308
Ni (ppm)	28 - 16100	2690	2773.3	1964.4	3.261	1823.3	0.509
Cr (ppm)	100 - 324000	14000	17121.7	18206.2	3.998	9948.9	0.576
Fe (%)	2.8 - 53.4	10.5	13.3	9.0	1.043	11.0	0.254
Co (ppm)	17 - 1900	236	277.2	208.6	2.309	203.7	0.368

ii) 濃度分布図及びしきい値

各元素の分析値と試料採取位置のデータを利用して濃度分布図を作成し、地化学異常域を示した。

濃度分布図（第17図～第20図）では、各成分ともに分析値をヒストグラムのクラス幅同様に、平均値から 0.5σ ごとに区切った値を使用して分類して示した。

異常値と後背値に区分するためのしきい値は、Ni, Cr, Fe, Co に関しては、累積頻度分布図上で屈曲点に近い $m + \sigma$ を採用し、等濃度線は m から 0.5σ ずつ区切った値を採用した。

iii) 異常域

大半の試料が超塩基性岩分布域で採取した試料ではあるが、濃度分布図を作成した結果、各元素の異常はランダムに散在するのではなく、まとまりをもって分布していることが判明した。以下に Ni, Cr, Fe, Coの各元素の濃度分布及び異常域についてのべる。

土壌1kgあたり重鉍物重量（第21図）：Tagbueros北側地域、地域北部のBacungan周辺、地域北西部地域、地域西岸に沿って異常域が存在する。

Ni：地域北部のBacungan地域、地域西岸のTagkawayanから北の地域に認められる。

Cr：Tagbueros北側地域、地域北部のBacungan周辺に異常域が分布する。地域西岸の異常域は、Malinao 川から、地域北西部の地域の超塩基性岩分布地域、地域西岸に沿って異常域が存在する。

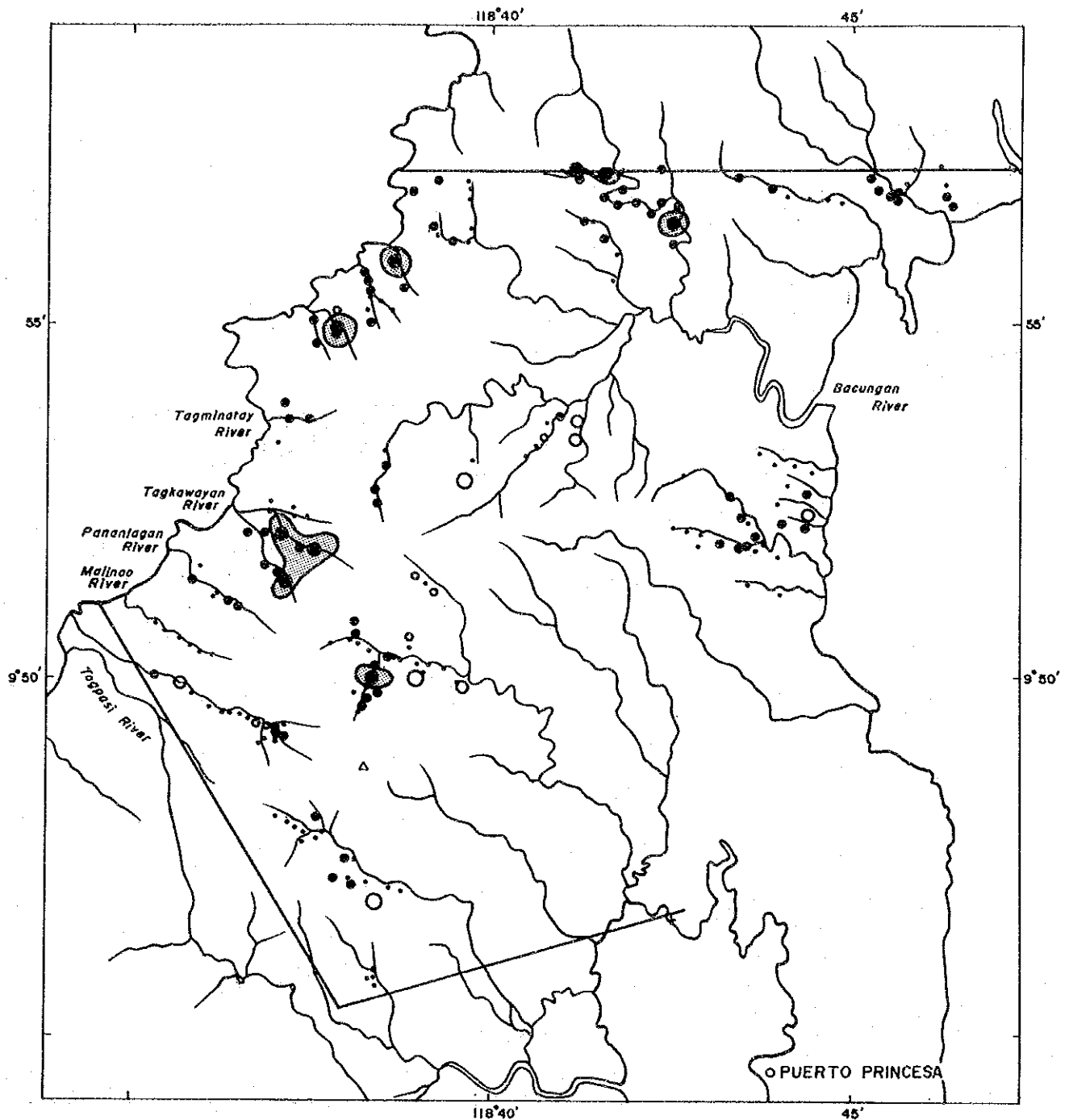
Co：Tagbuerosの北方、Bacunganの北方、地域西岸に沿って異常域が認められる。

iv) 主成分分析

対数化及び標準化を行った分析値をもとに主成分分析を行った。第1主成分ではNi, Cr, Fe, Co の4成分が、正の非常に高い値を持ち、第2主成分ではPt, Pd, Auが高い負の値を持つ。すなわち、クロム鉍床との関連で見ると、第1主成分がその存在を示唆していると考えられる。また、第2主成分は貴金属元素に関連している。

第1主成分については $+\sigma$ 以上を異常値とし、第2主成分については $-\sigma$ 以下を異常値とした（標準化データを用いたことから平均値は0である）。

第1主成分では、Tagbueros北側地域、地域北部のBacunganの北から西海岸にかけて、西海岸のMalinao River ~Tagminatayにかけて異常域が認められる。また、第2主成分の異常値は第1主成分の異常域に重なるように表れたTagbueros北側地域、地域北西部及び地域西岸に異常域が存在する。

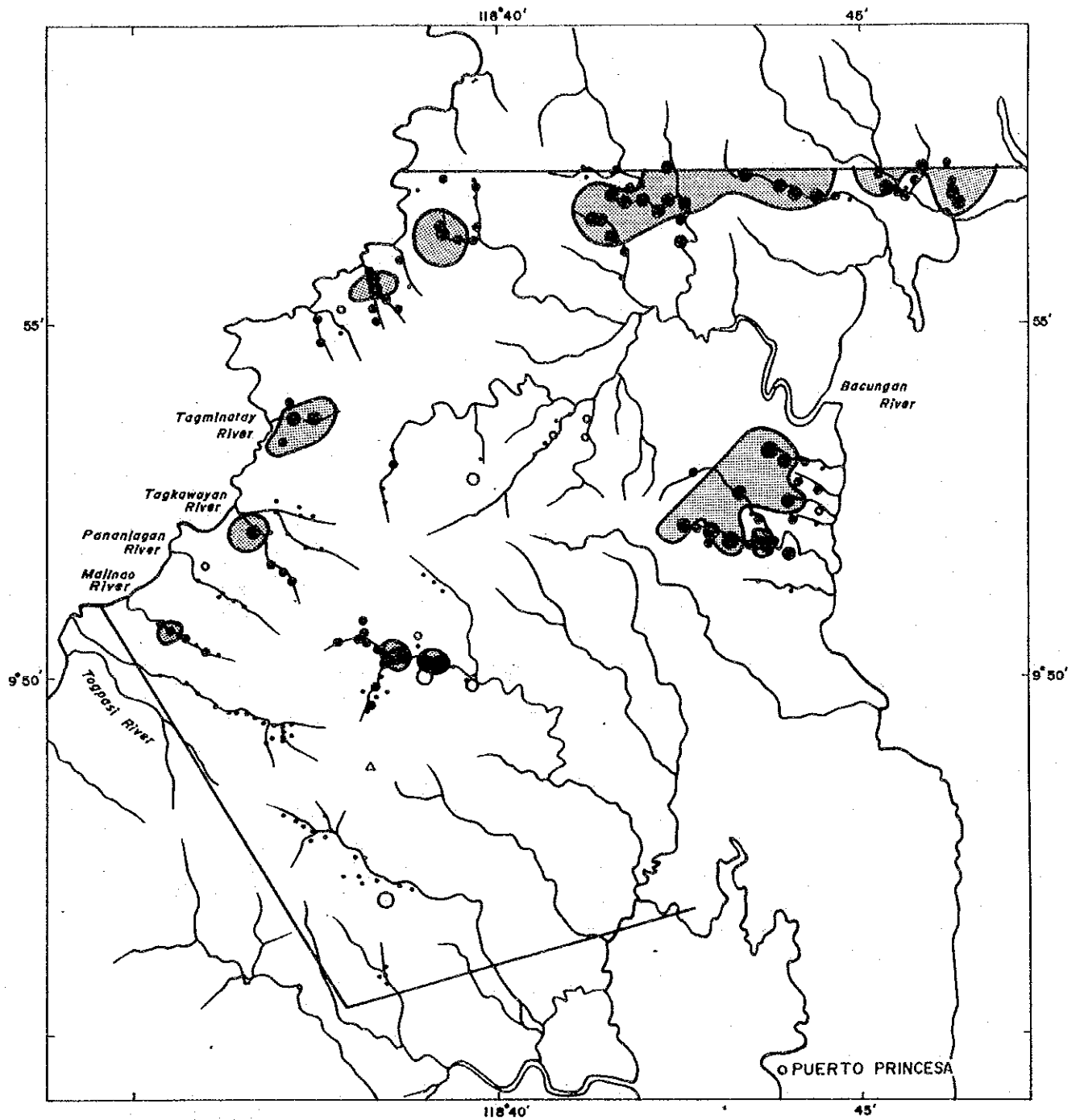


LEGEND

- 5890 ~ (ppm)
- 3280 ~ 5880
- 1020 ~ 3270
- 560 ~ 1010
- 320 ~ 550
- ~ 310
- Anomaly area (5888 ~)

0 5 km

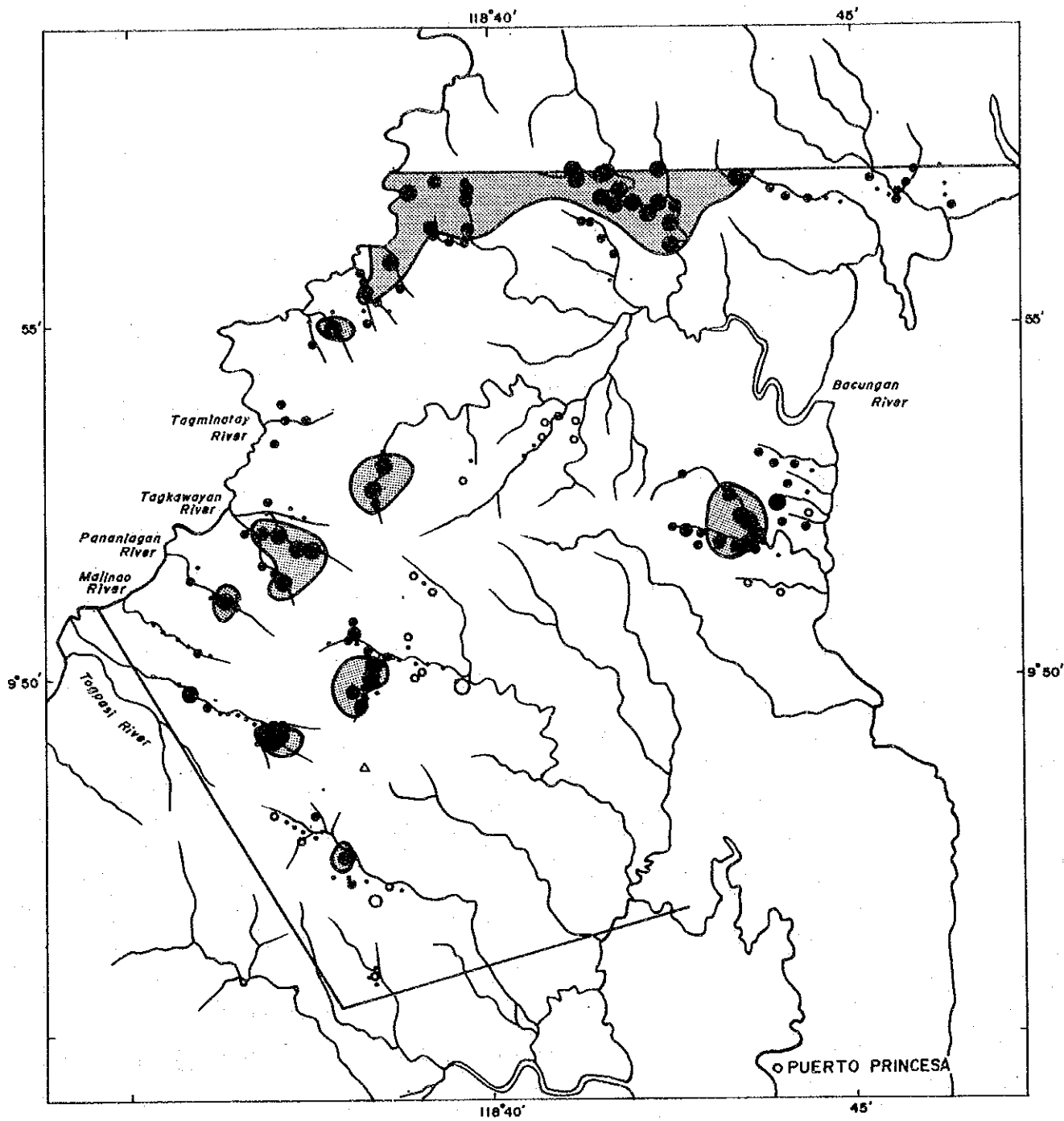
第17図 A地区土壤試料中のNi濃度図



LEGEND

- 7.3 ~ (%)
- 3.8 ~ 7.2
- 2.0 ~ 3.7
- 0.52 ~ 1.9
- 0.27 ~ 0.51
- 0.41 ~ 0.26
- ~ 0.13
- Anomaly area (3.7 ~)

第18図 A地区土壤試料中のCr濃度図

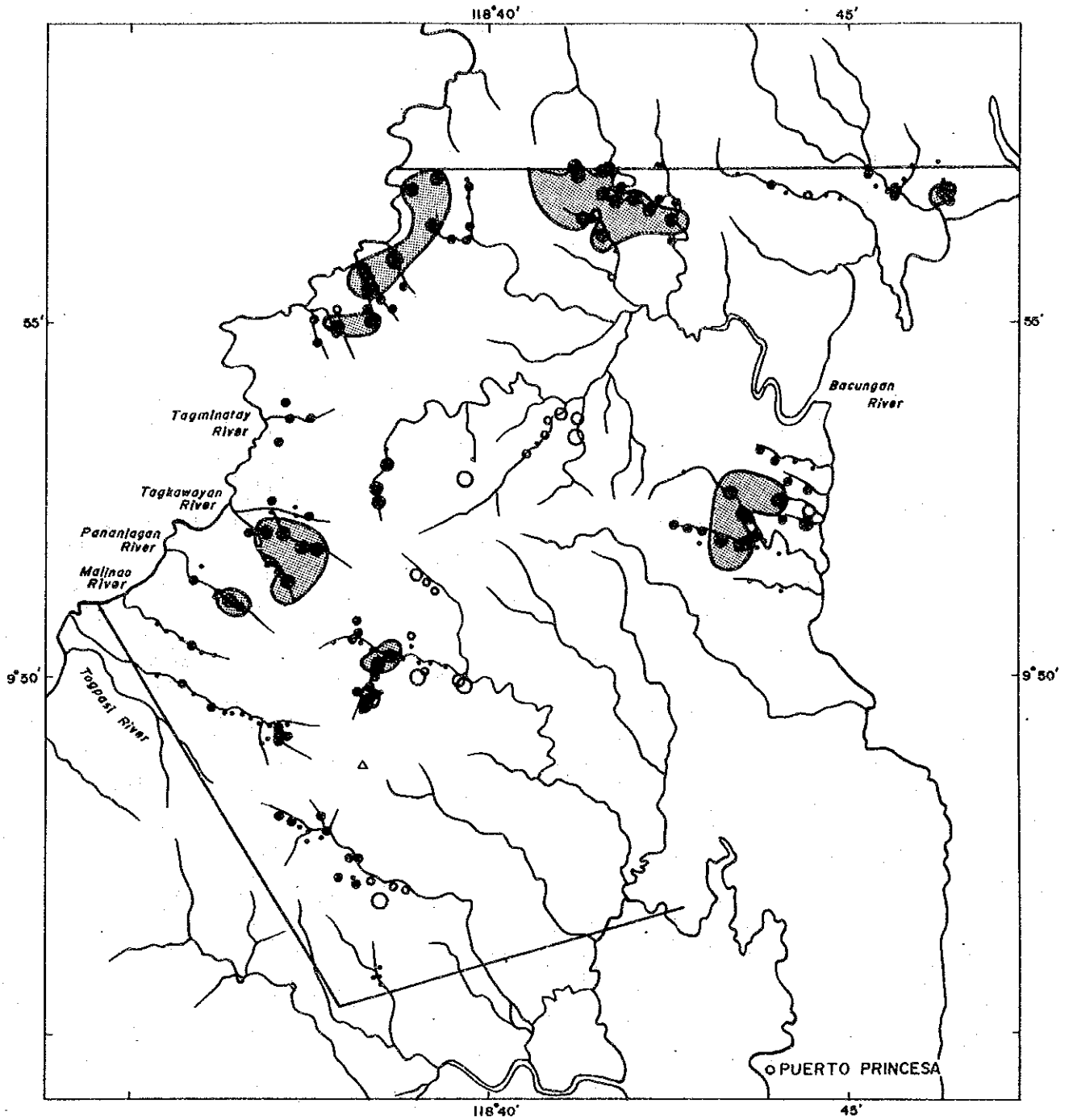


LEGEND

- 26.6 ~ (%)
- 19.9 ~ 26.5
- 14.8 ~ 19.8
- 8.3 ~ 14.7
- 6.2 ~ 8.2
- 4.6 ~ 6.1
- ~ 4.5
- Anomaly area (26.5 ~)

0 5 km

第19図 A地区土壤試料中のFe濃度図

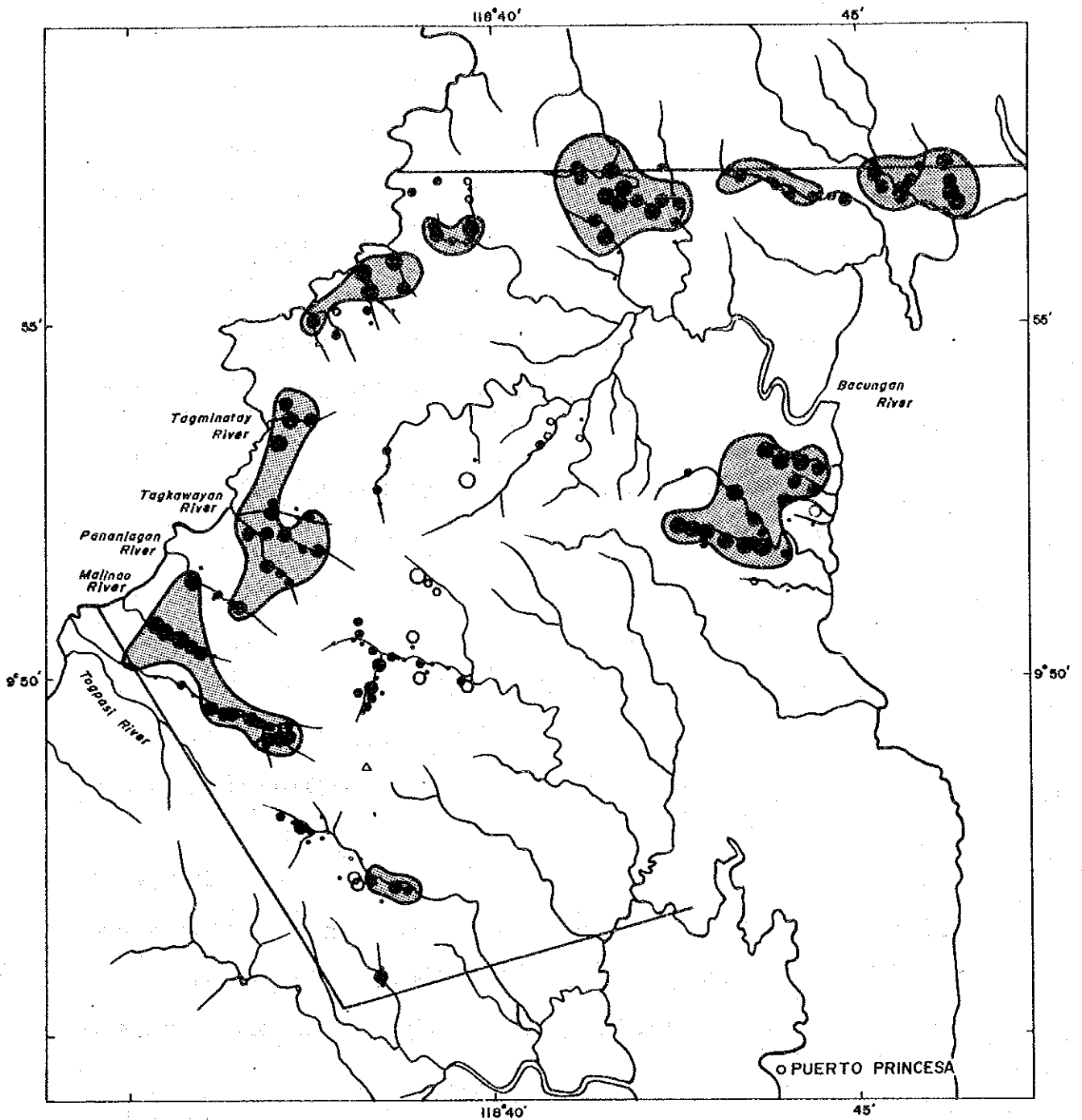


LEGEND

- 730 ~ (ppm)
- 480 ~ 720
- 320 ~ 470
- 140 ~ 310
- 88 ~ 130
- 58 ~ 87
- ~ 57
- Anomaly area (480~)

0 5 km

第20図 A地区土壤試料中のCo濃度図



LEGEND

- 29.8 ~ (g)
- 17.4 ~ 29.7
- 10.2 ~ 17.3
- 3.5 ~ 10.1
- 2.1 ~ 3.4
- 1.2 ~ 2.0
- ~ 1.2
- Anomaly area (32 ~)

Note : Plotted data from average weight of right and left bank samples. Anomaly areas are extracted from original data.

第 2 1 図 A 地区土壤試料中の重鉛物濃度図

2) 土壤地化学探査の結果

Ni, Cr, Fe, Co 4成分の化学分析の結果を要約している第1主成分の異常域と, Pt, Pd, Auの化学分析結果を要約している第2主成分の異常域, 化学分析以外のデータである土壤1kgあたりの重鉍物含有量の異常域と超塩基性岩分布地域を重ねてA地区の総合解析図 (Fig. *)を作成した。

これらの異常域が重複する部分として, 以下の3地域を抽出することができ, それぞれ精査地区A-1, 2, 3として精査を実施した。

1. 地域西岸のMalinao RiverからTagminatayにかけての地域
2. Bacungan北側から西海岸にかけての地域
3. Tagburouの北側地域

1-2-2 精査地区A-1の土壤による地化学探査

1) 地化学データの解析

A地区同様に基礎統計解析, 主成分分析を採用した。

i) 統計解析

各元素の含有量の最大値・最小値, 中央値, 平均値 (m) 及び標準偏差 (σ) を第4表に示す。最大値, 最小値, 平均値は真数値も共に示した。A-1地区は, A地区の地化学異常域にあたり, A・B地区の統計値に比べ全ての元素に関して高い分析値となっている。

ii) 濃度分布図及び異常域

各元素の分析値と試料採取位置のデータを利用して濃度分布図を作成し, 地化学異常域を示した。報告書内に示した濃度分布図 (第22図~第25図) では, 分析値をヒストグラムのクラス幅同様に, 平均値から 0.5σ ごとに区切った値を使用して分類して示した。

同じ地域内での一連の地化学探査の場合, しきい値を変えることはあまり望ましいことではない。しかし, この地域はA地域の中の異常域であり, A・B地区で決めた値をそのまま使用すると高濃度地域を抽出することができないので新たにしきい値として, 精査地区A-1の分析値のみを使用して, 平均値と標準偏差からしきい値として $m + \sigma$ を採用することにした。

以下に Ni, Cr, Fe, Coの各元素の濃度分布及び異常域についてのべる。

第4表 精査地区A-1 土壤試料の基本統計量

element	range	median	linear		logarithmic		
			mean	std. dev.	mean	10 ¹ mean	std. dev.
Pt (ppb)	2.5 - 320	25	29.7	25.8	1.331	21.4	0.382
Pd (ppb)	1 - 650	12	18.2	25.1	1.067	11.7	0.421
Au (ppb)	1 - 270	1	4.5	12.0	0.314	2.1	0.447
Ni (ppm)	2 - 17200	3200	3657.7	2653.7	3.396	2489.8	0.485
Cr (ppm)	140 - 71000	19000	20336.2	11429.0	4.195	15669.2	0.403
Fe (%)	3.0 - 55.0	16.8	18.0	7.9	1.212	16.3	0.199
Co (ppm)	4 - 1890	390	453.9	271.0	2.557	361.0	0.343

Ni : 地域中部以北に比べ地域南部の濃度が低い。高濃度地域はPananlagan River上流～Tagkawayan 中流部・上流部, Tagminatayの北部に分布する。

Cr : 地域南部, 低濃度で地域中央部で高濃度である。高濃度の地域は, 地域中央部のPananlagan～Tagkawayan地域に散在する。鉍徴地との関係では, Pananlaganの鉍徴地とTagkawayanの鉍徴地で高濃度である。一番大きな鉍徴地であるMacasaet Areaでは, 鉍徴地周辺のでやや高い濃度が認められるものの, まとまった高濃度域は検出されていない。

Fe : 地域南部で低濃度であり, 地域中央部から北部にかけて高濃度である。特に高濃度なのは, Tagkawayan River～Tagminatayにかけてである。

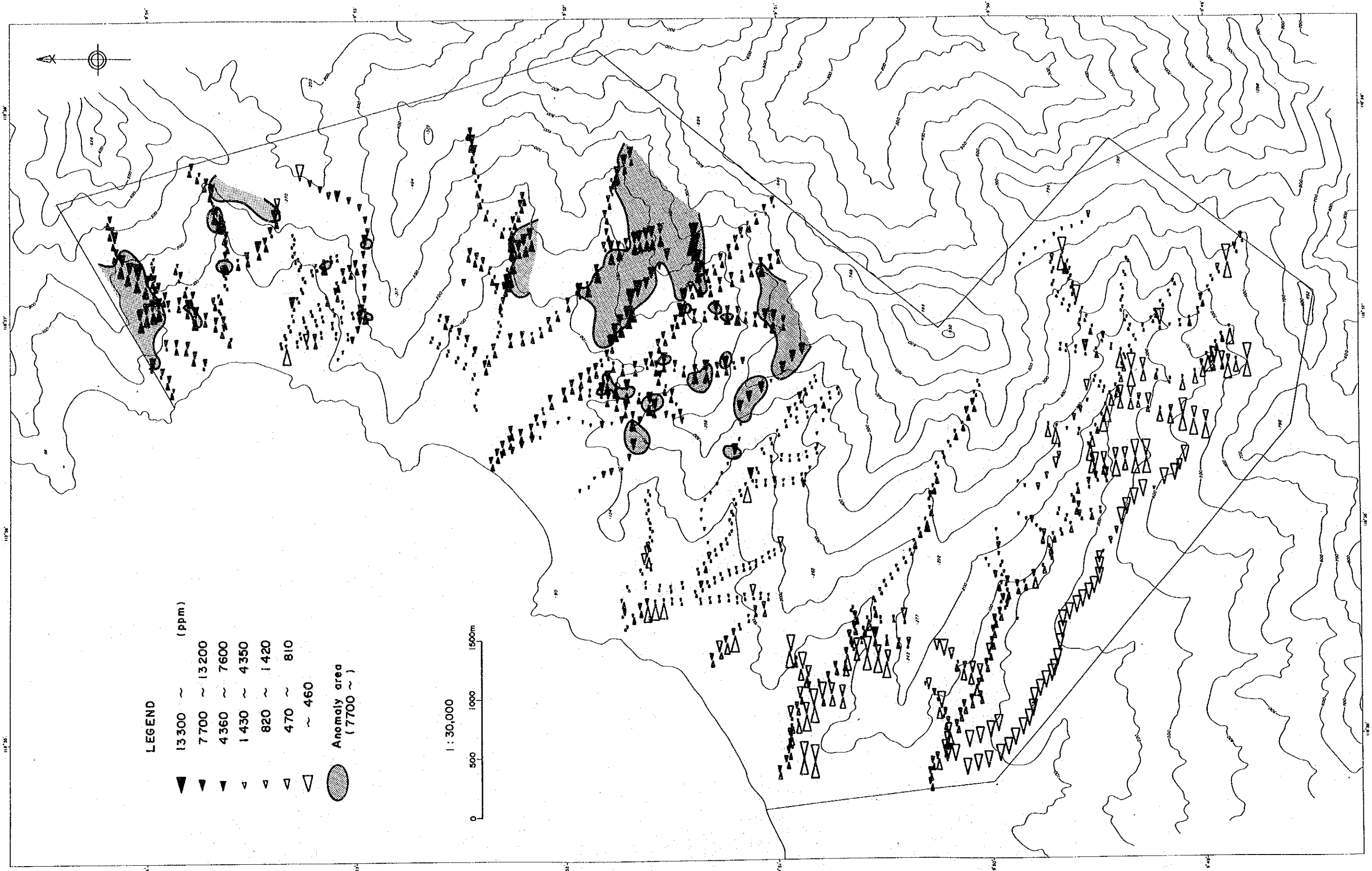
Co : 地域南部で低濃度である。Pananlaganの鉍徴地からTagkawayanの上流の南斜面, Tagminatayの南側が高濃度である。

iii) 主成分分析

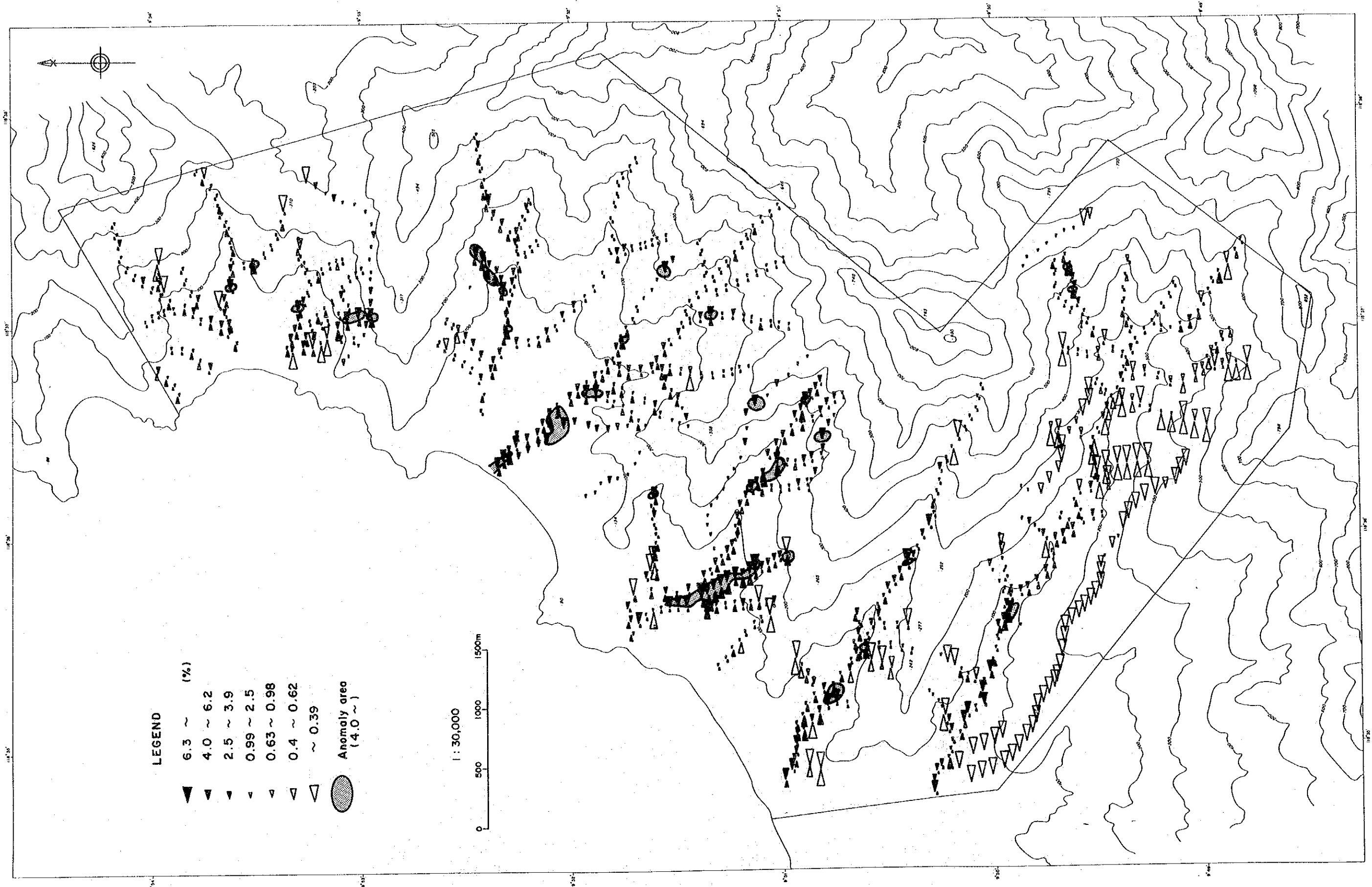
対数化及び標準化を行った分析値をもとに主成分分析を行った。

第1主成分ではNi, Cr, Fe, Coの4成分が, 正の非常に高い値を持ち, 第2主成分ではPt, Pd, Auが高い正の値を持ち, 二つの元素群に分けることができる。クロム鉍床との関連で見ると, 第1主成分がその存在を示唆していると考えられる。また, 第2主成分については貴金属元素に関連している。

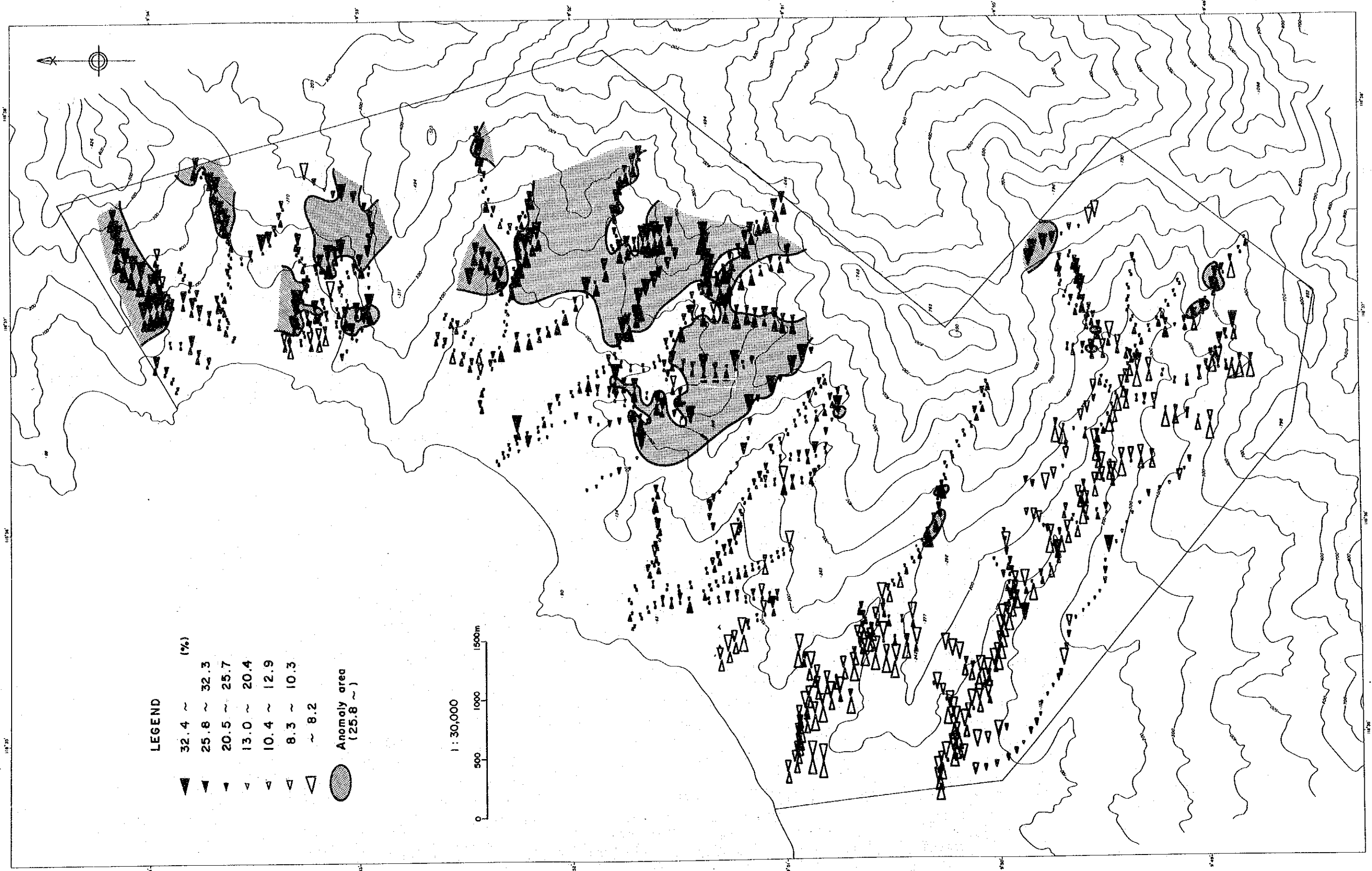
以上の2つの因子のそれぞれについて各試料の主成分得点を算出して, その強度を記号



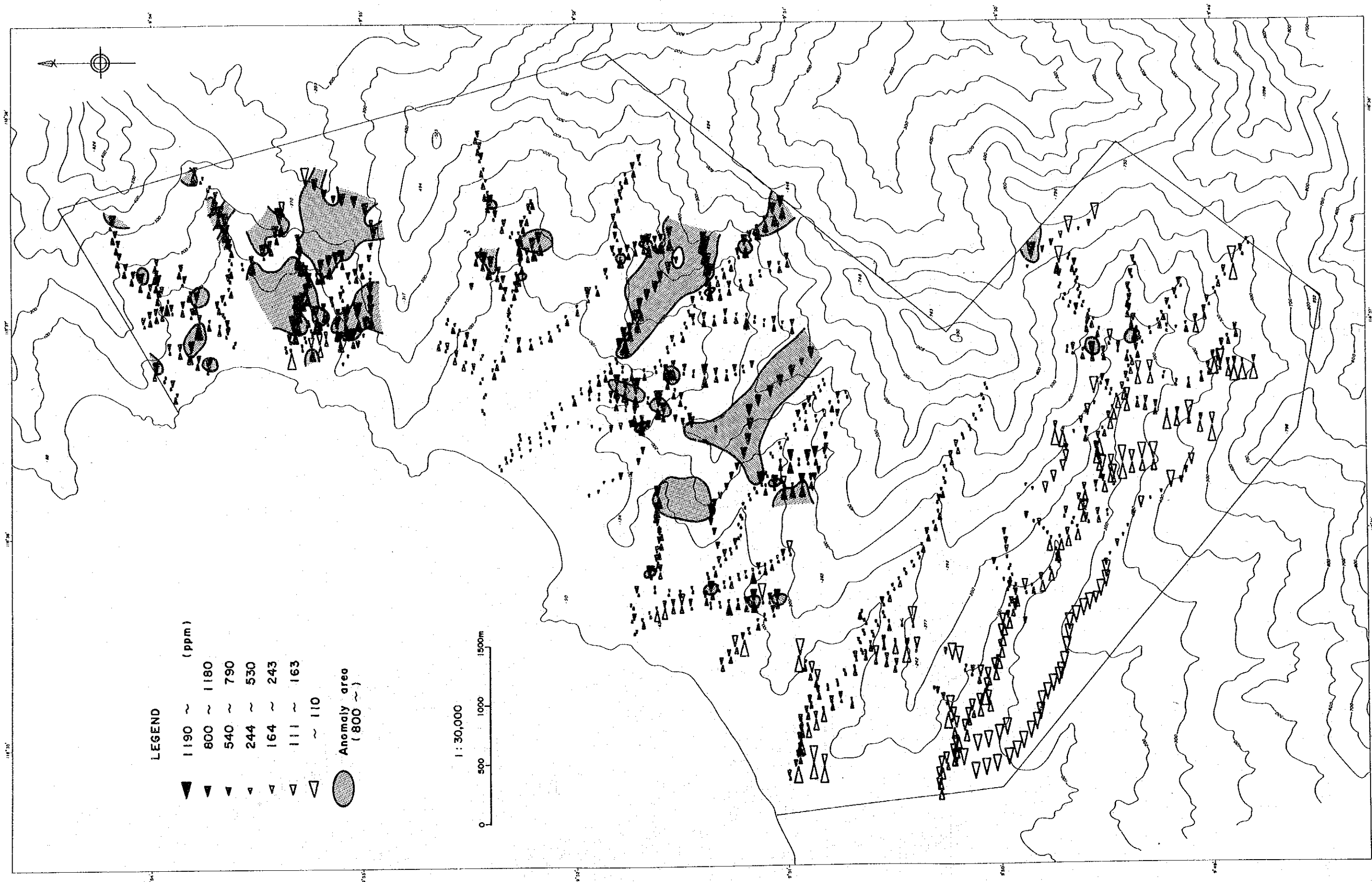
第22図 精査地区A-1 土壤試料中のNi濃度図



第23図 精査地区A-1 土壌試料中のCr濃度図



第24図 精査地区A-1 土壌試料中のFe濃度図



LEGEND

▲ 1190 ~ 1180 (ppm)
 ▼ 800 ~ 790
 ▲ 540 ~ 530
 ▼ 244 ~ 243
 ▲ 164 ~ 163
 ▼ 111 ~ 110
 ● Anomaly area (800 ~)

1 : 30,000

0 500 1000 1500m

第25図 精査地区A-1 土壌試料中のCo濃度図