

で平面図に示した。また、第1主成分、第2主成分共に $+ \sigma$ 以上を異常値（標準化データを用いたことから平均値は0となる）として得点図上に示した。

第1主成分では、Pananlaganの上流からTagkawayanの上流部をへてTagminatayにいたる地域が高得点である。鉍徴地との関係では、Pananlagan上流の鉍徴地、Tagkawayanの鉍徴地が含まれている。第2主成分では、Malinao Riverの上流部、Panamunoan River流域、Pananlagan上流の鉍徴地を含んだ地域、Tagkawayan鉍徴地からTagminatayに至る地域が高得点である。

2) 土地化学探査の結果

鉍徴地及びダナイトの分布域、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主成分の異常域を重ねて精査地区A-1の総合解析図（第36図）を作成した。

これらの結果が重なる地域として、Pananlagan鉍徴地を含んだ地域及びTagkawayan鉍徴地からTagminatay地域に連なる2地域を選ぶことができる。

最大の鉍徴地であるMacasaet Areaは、この地化学探査で異常域として検出されることが見込まれていたが、鉍床周辺で採集した試料は各元素とも高い値が得られず、抽出することができなかった。

Feはラテライト化によって土壤中に濃集する元素であり、Fe濃度は直接本地域の残留ラテライト層の発達を示していると考えられる。Feの高濃度地域とNiの高濃度地域が重なるのは、Tagkawayan上流部とTagminatayの北部であり、ニッケルラテライトについてはこの地域がポテンシャルが高い。

1-2-3 精査地区A-2及びA-3の土壤による地化学探査

1) 地化学データの解析

精査地区A-2及びA-3はいずれもMt. Beaufort Ultramafics分布域内が主な探査対象であり地質的にはほぼ同じ条件にあり、かつ両地域は距離的に比較的近いことから、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た。濃度分布図や異常値の設定にあたっては両地区共に同じ値を用いた。

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5表に示す。

第5表 精査地区A-2及びA-3の土壤試料の基本統計量

Basic statistic quantity (A-2 & A-3)				linear		logarithmic		
element	range	(*)	median	mean	std. dev	mean	10 ⁷ mean	std. dev
Pt(ppb)	<5 - 230	31	25	39.1	35.5	1.429	26.9	0.406
Pd(ppb)	<2 - 260	64	14	24.8	32.2	1.102	12.7	0.556
Au(ppb)	<2 - 66	205	4	7.2	9.3	0.563	3.7	0.512
Ni(ppm)	13 - 15000	0	4600	4428.3	2590.9	3.476	2990.4	0.563
Cr(ppm)	200 - 162000	0	14000	15612.4	13671.8	4.041	10979.1	0.444
Fe(%)	2.5 - 57.0	0	18.6	21.3	11.5	1.266	18.4	0.242
Co(ppm)	10 - 1640	0	430	427.5	219.0	2.545	350.9	0.326

(*) The number of the below-detection-limit samples. n=547

各元素の分析値を、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濃度分布図上に示した(第26図~第29図)。濃度分布図には、地化学異常値も示した。地化学データを異常値と後背値に区分するためのしきい値は、精査地区A-1との比較の問題があるので、精査地区A-1において設定した値を用いた。

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述べる。

[精査地区A-2]

ニッケル・クロム・コバルト・鉄は、母岩を反映してはんれい岩や変成岩分布域で低濃度であり、超マフィック岩体分布域で高濃度である。超マフィック岩体分布域でも採取地点によって濃度に差が認められる。これは、一つには母岩の組成差による要因が考えられるが、風化による土壤の発達、特にニッケルラテライトの発達によりこれらの元素が2次的に富化されたり溶脱したりすることも大きな要因となっている。特に鉄は、Bacunganから Maranatの北に到る広い地域で高濃度である。第1年度の岩石地化学探査の結果によれば、Mt. Beaufort Ultramaficsのかんらん岩のFe含有量は、4~5%程度であるが、土壤地化学探査試料ではFe 50%を越える試料がある。この地域ではかんらん岩が風化するとシリカが溶脱して、地表付近には鉄・コバルト・クロムが濃集するために、ニッケルラテライトの残留ラテライト帯が形成される。残留ラテライトは、最上部から鉄風化殻、酸化鉄の小ノジュールの入ったピソライト、リモナイトを主体とするラテライトを形成し、鉄の濃度が高いのが特徴である。つまり、鉄の異常域は、残留ラテライトの発達を表しているものと考えられる。

個々の元素についてみると、ニッケルは、Bacunganの北、Mt. Aireyの南及びMaranatの北で高濃度である。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。コバルトは、Mt. Aireyの南西及びMaranatの北で高濃度である。

[精査地区A-3]

ニッケル・クロム・コバルト・鉄は、母岩を反映してはんれい岩分布域で低濃度であり、超マフィック岩体分布域で高濃度である。ニッケル・コバルトはこの地区では顕著な異常域は認められない。

クロムの異常は、Pagasa 1付近、Pagasa 2の南及び国道を挟んでPagasa 1の対岸に認められる。鉄は、291mピークから西に延びる尾根及び国道に沿った地域が高濃度である。

1-2-4 岩石による地化学探査

本地域には、各種岩相が分布しており含まれる元素濃度に差が認められる。岩相による濃度差を検討するために土壤による地化学探査と同じ元素について、分析を行った。分析を行った試料は、A地区及び精査地区A-1併せて123試料である。

岩相別の元素濃度をTable*の統計量一覧表に示した。なお、岩相によるグループ分けは以下の7つのグループとした。

A：玄武岩及び玄武岩質の火砕岩

B：はんれい岩類～ひん岩類、ペグマタイトなどもここに含めた。

C：ハルツバージャイト～レルゾライト

D：ダナイト

E：クロミタイト

F：輝岩

G：変成岩類

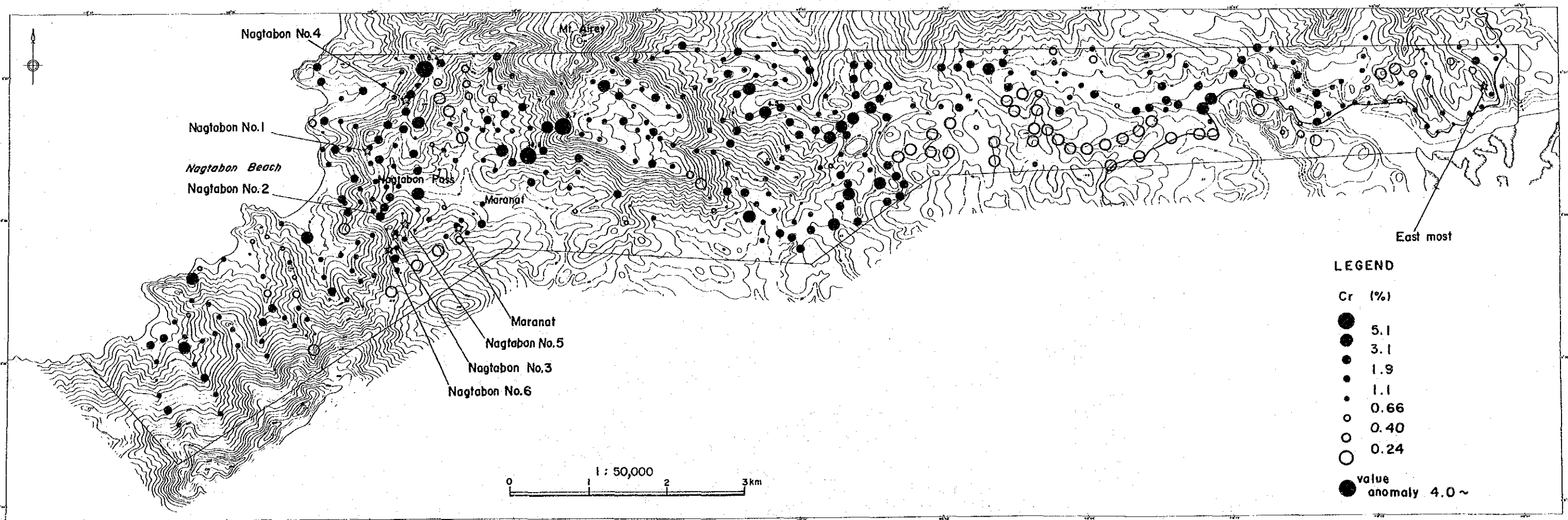
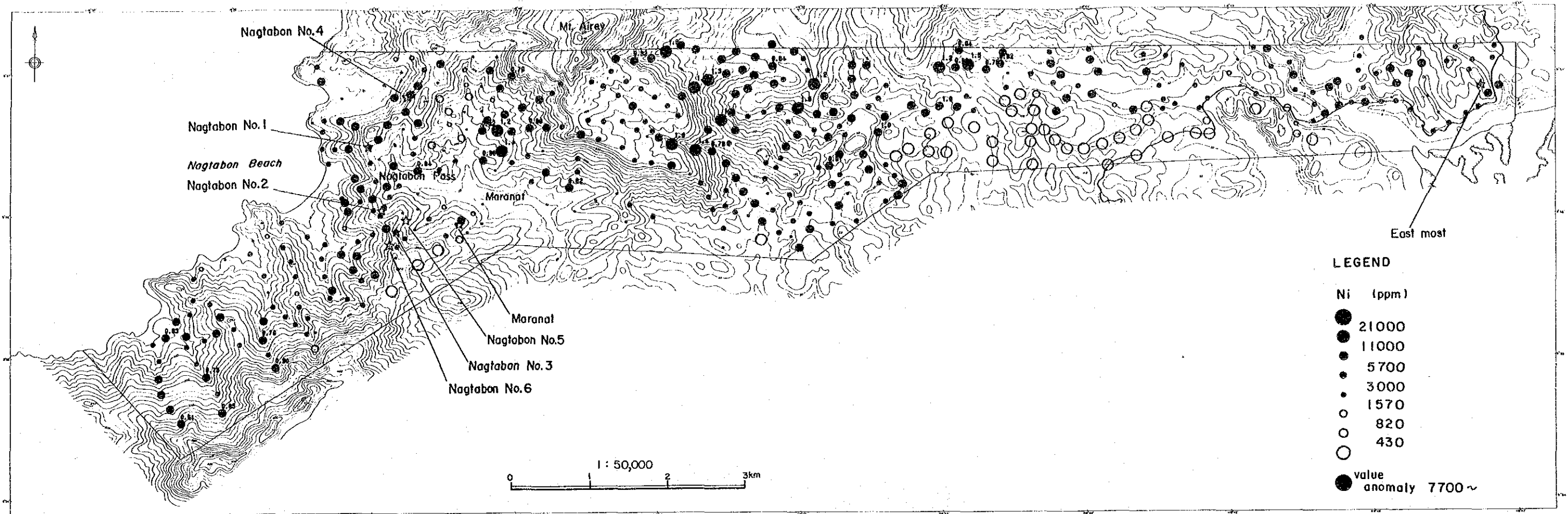
岩相別統計量の表は、以下のことを表している。

Pt, Pdはかんらん岩類及び輝岩で高く、それ以外の岩相にはほとんど検出されない。Auは、ハルツバージャイト中にやや高い試料が認められるものの、他の岩相にはほとんど含まれない。Cr, Niに関してはかんらん岩類が高く、かんらん岩類で1000ppmを越えるのに比べ、他の岩相では輝岩を除いて100ppm以下である。Coは、かんらん岩類で他の岩相の2倍程度の値を持つ。

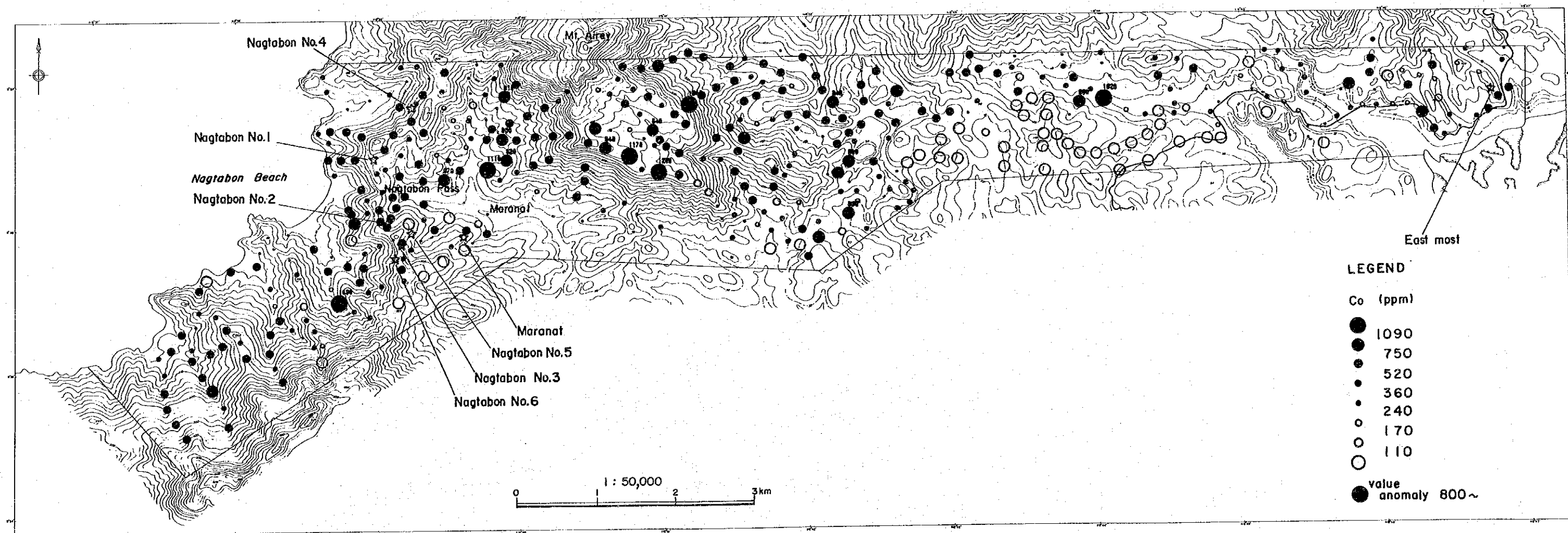
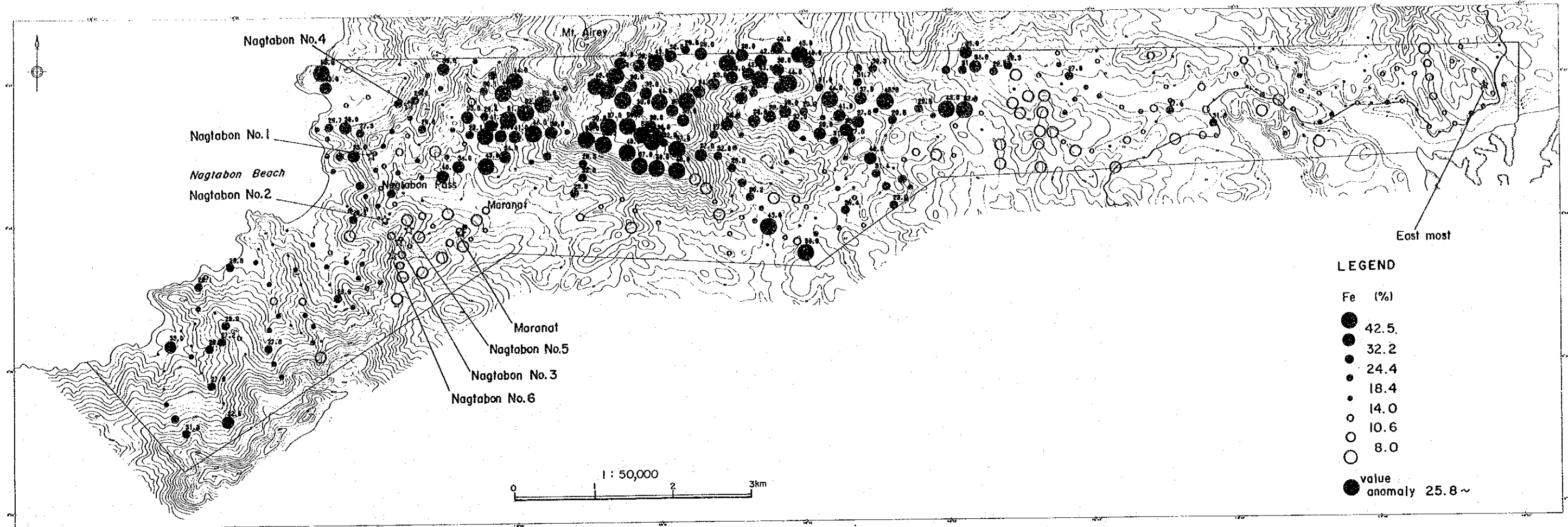
第 6 表 A 地区及び精査地区 A-1 岩石の基本統計量

	Rock type	number	range		median	linear*		logarithmic*		
						mean	std. dev.	mean	10 ⁷ mean	std. dev.
P t (ppb)	basalt	n=1	<5	-	-	-	-	-	-	-
	gabbroic	n=9	<5 - 10	<5	3.6	2.4	0.498	3.1	0.201	
	harzburgite	n=51	<5 - 80	<5	9.1	14.8	0.682	4.8	0.413	
	dunite	n=57	<5 - 75	<5	6.7	11.0	0.610	4.1	0.351	
	chromitite	n=1	<5	-	-	-	-	-	-	
	pyroxenite	n=2	<5 - 45	-	23.8	21.3	1.026	10.6	0.628	
	metamorphics	n=2	<5 - 5	-	3.8	1.3	0.548	3.5	0.151	
P d (ppb)	basalt	n=1	<2	-	-	-	-	-	-	
	gabbroic	n=9	<2 - 4	<2	1.3	0.9	0.067	1.2	0.189	
	harzburgite	n=51	<2 - 120	2	9.1	21.2	0.444	2.8	0.557	
	dunite	n=57	<2 - 82	<2	5.2	11.7	0.351	2.2	0.473	
	chromitite	n=1	<2	-	-	-	-	-	-	
	pyroxenite	n=2	2 - 36	-	19.0	17.0	0.929	8.5	0.628	
	metamorphics	n=2	<2 - 2	-	1.5	0.5	0.151	1.4	0.151	
A u (ppb)	basalt	n=1	<2	-	-	-	-	-	-	
	gabbroic	n=9	<2 - 4	<2	1.4	1.0	0.100	1.3	0.201	
	harzburgite	n=51	<2 - 42	<2	2.3	6.0	0.100	1.3	0.307	
	dunite	n=57	<2 - 6	<2	1.3	1.1	0.059	1.1	0.183	
	chromitite	n=1	<2	-	-	-	-	-	-	
	pyroxenite	n=2	<2 - <2	-	1.0	0.0	0.000	1.0	0.000	
	metamorphics	n=2	<2 - <2	-	1.0	0.0	0.000	1.0	0.000	
N i (ppm)	basalt	n=1	70	-	-	-	-	-	-	
	gabbroic	n=9	3 - 2620	60	316.2	814.9	1.412	25.8	0.871	
	harzburgite	n=51	40 - 2910	2240	1852.5	820.5	3.139	1377.3	0.461	
	dunite	n=57	820 - 3430	2470	2241.9	664.6	3.328	2129.8	0.146	
	chromitite	n=1	500	-	-	-	-	-	-	
	pyroxenite	n=2	160 - 1750	-	955.0	795.0	2.724	529.2	0.519	
	metamorphics	n=2	50 - 130	-	90.0	40.0	1.906	80.6	0.207	
C r (ppm)	basalt	n=1	<100	-	-	-	-	-	-	
	gabbroic	n=9	<100 - 1700	<100	255.6	512.3	1.975	94.4	0.485	
	harzburgite	n=51	<100 - 17000	1700	2168.4	2827.3	3.159	1443.5	0.404	
	dunite	n=57	500 - 54000	2400	4978.9	9008.9	3.444	2778.6	0.383	
	chromitite	n=1	148000	-	-	-	-	-	-	
	pyroxenite	n=2	<100 - 2000	-	1025.0	975.0	2.500	316.2	0.801	
	metamorphics	n=2	<100 - 200	-	125.0	75.0	2.000	100.0	0.301	
F e (%)	basalt	n=1	5.7	-	-	-	-	-	-	
	gabbroic	n=9	0.3 - 4.2	2.3	1.7	1.5	0.014	1.0	0.461	
	harzburgite	n=51	1.2 - 7.0	4.3	4.1	1.0	0.591	3.9	0.144	
	dunite	n=57	1.8 - 8.2	4.5	4.8	1.1	0.669	4.7	0.102	
	chromitite	n=1	0.5	-	-	-	-	-	-	
	pyroxenite	n=2	1.4 - 4.3	-	2.9	1.5	0.390	2.5	0.244	
	metamorphics	n=2	0.8 - 3.2	-	2.0	1.2	0.190	1.5	0.315	
C o (ppm)	basalt	n=1	48	-	-	-	-	-	-	
	gabbroic	n=9	14 - 63	55	44.2	17.0	1.602	39.9	0.213	
	harzburgite	n=51	29 - 281	93	91.8	35.2	1.936	86.3	0.154	
	dunite	n=57	39 - 137	91	90.4	21.4	1.943	87.7	0.109	
	chromitite	n=1	125	-	-	-	-	-	-	
	pyroxenite	n=2	46 - 97	-	71.5	25.5	1.825	66.8	0.162	
	metamorphics	n=2	2 - 380	-	191.0	189.0	1.440	27.6	1.139	

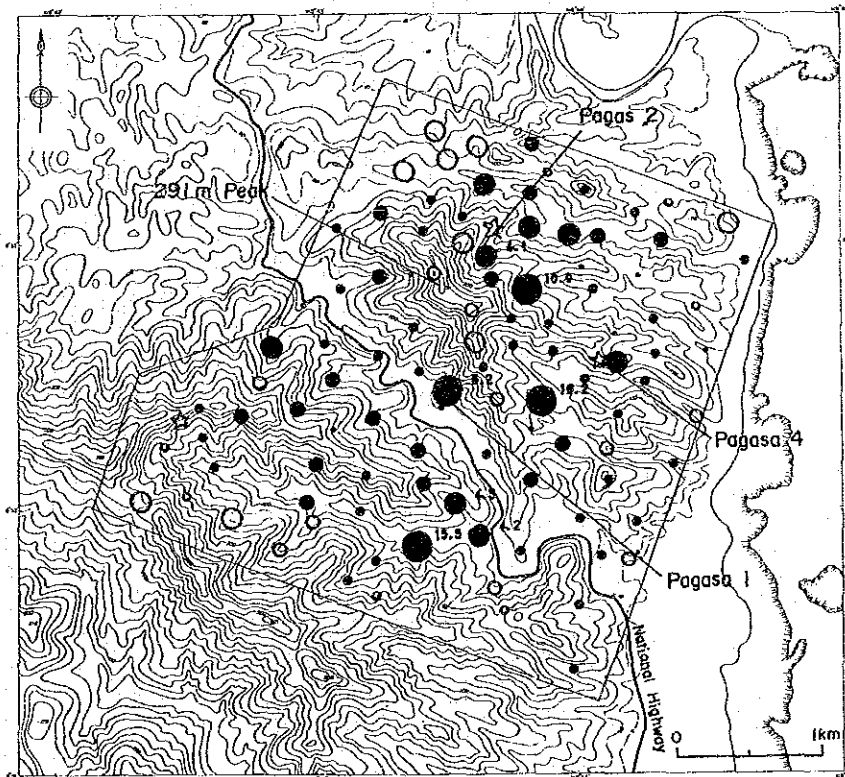
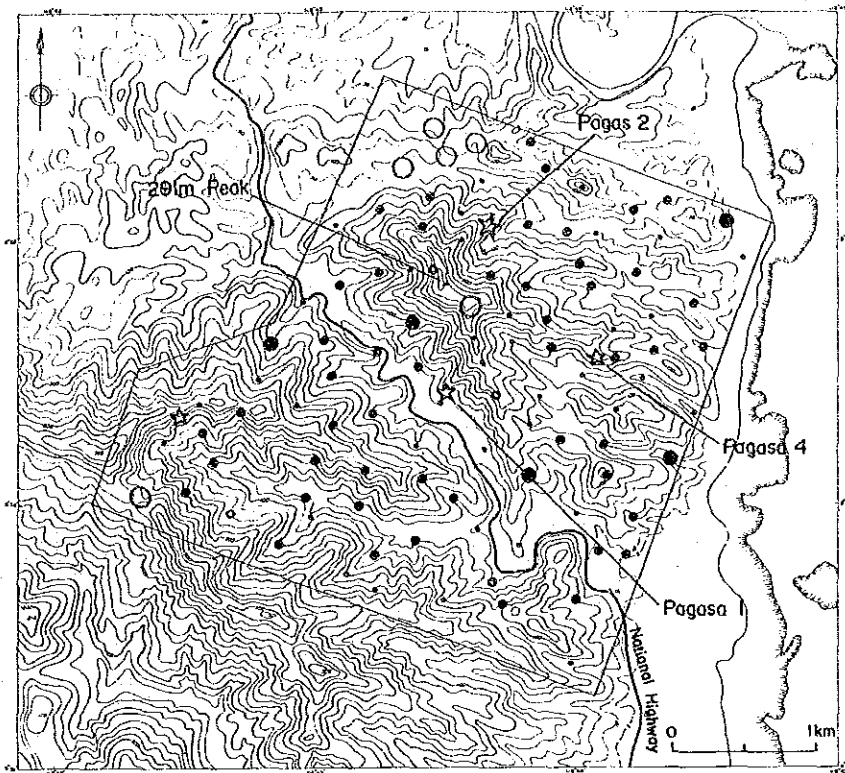
*:Half of the detection limit value is used for the below-detection-limit data.



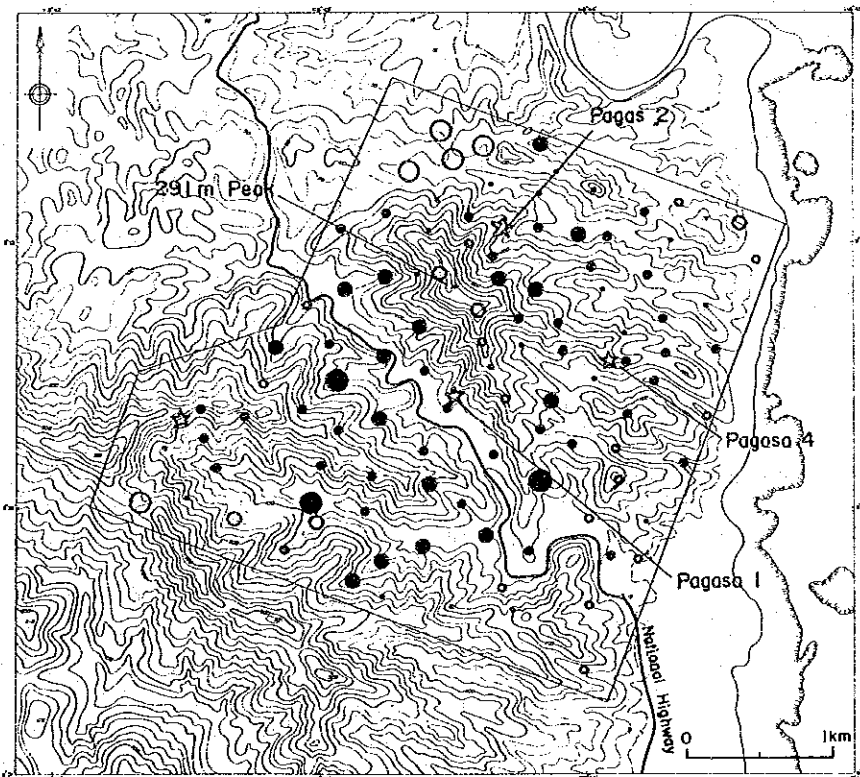
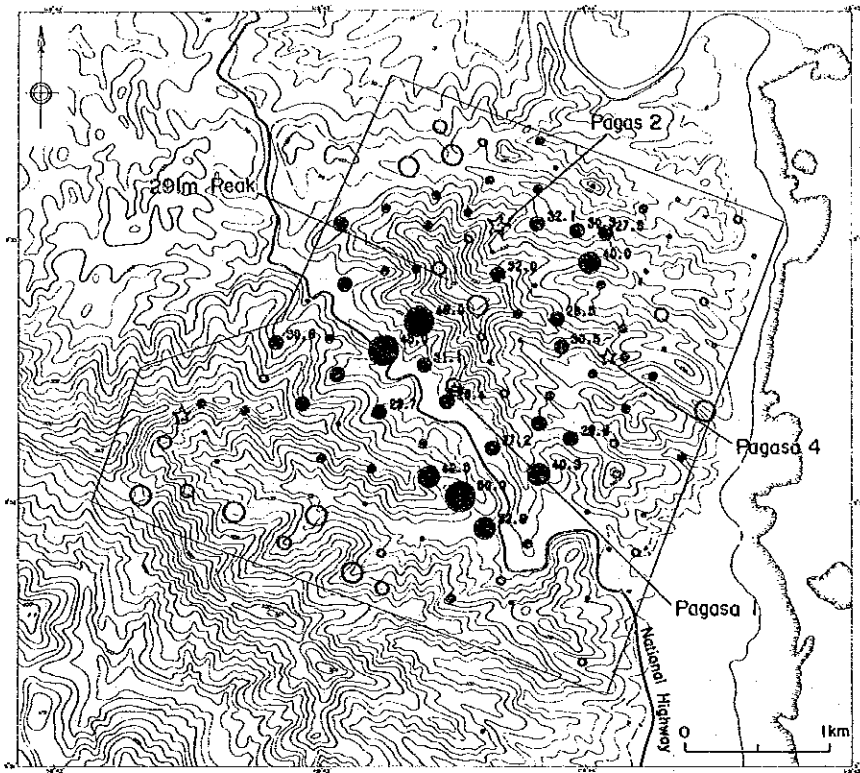
第26図 精査地区A-2土壤試料中のNi・Cr濃度図



第 27 図 精査地区 A-2 土壤試料中の Fe・Co 濃度図



第28図 精査地区A-3土壤試料中のNi・Cr濃度図



第 29 図 精査地区 A-3 土壤試料中の Fe・Co 濃度図

かんらん岩類のうち、ハルツバージャイト・レルソライトとダナイトを比較するとNi, Crは、ダナイト中により多く含まれている。本地域に胚胎するクロム鉱床は、主としてダナイト中に発達する。ダナイトは、鉱石以外の母岩のCr濃度も高い。

土壌中の統計量と比較するとCr, Fe は岩石内より土壌中に濃集されており、風化土壌が生成される際にCr, Feが土壌の上部に取り残されることを示している。

1-3 精査地区A-1のピット調査

第1年次追加調査では精査地区A-1及びB-1において地質精査及び土壌による地化学探査を実施した。この調査によって明かとなった鉱徴地及び土壌地化学探査の結果を基に、鉱床を直接確認する目的でピット調査を実施した。さらに第2年次調査では精査地区A-1内のPananlagan地域及びTagkawayan地域においてグリッドを切ったピット調査を実施した(第30図)。

1-3-1 Pananlagan地域

Pananlagan River下流及び上流地域で行ったピット調査の目的は、

- ① Lower Pananlaganの塊状クロム鉱体の追跡
- ② Pananlagan River下流の1支流に沿った異常域の検討
- ③ Upper Pananlaganのクロム鉱床の確認

である。以下に各地域におけるピット調査の結果について述べる。

① Lower Pananlagan 塊状クロム鉱体の追跡

この地域はかつて地元の鉱山会社(Sulu Sea Mines)によって、採掘が行われた地域であり、塊状及び鉱染状のクロマイト鉱石が幅50cm程度でN80W, 60~80W方向に数条認められる。周辺は風化したやや破碎されたダナイトからなる。この鉱床の延長を確認するためにPB047及びPB048の2つの地点においてピットを実施した(第30図)。しかし、鉱体の延長は確認できなかった。

② Pananlagan River下流の1支流に沿った異常域

第1年次追加調査の土壌地化学探査の結果Pananlagan River下流部で顕著な地化学異常域が検出された。この異常域の検討のために4地点でピット調査を実施した。これらピッ

トは深度1～2 m程度ですべて基盤にまで到達した。基盤の岩石はすべてハルツバージャイトであった。このハルツバージャイト中には顕著な鉍化作用は認められない。化学分析結果によれば、クロム濃度はCr 0.2～0.4%程度であり、非常に低濃度である。この地域は東側斜面から流れ下る多くの小沢により形成された扇状地状になっていることから、検出された地化学異常は表面近くの土壌の移動によって二次的にクロマイトが濃集したことによる偽地化学異常域であったと考えられる。

③ Upper Pananlaganのクロム鉍床の確認

Pananlagan Riverの北斜面に、2箇所古い露天採掘跡がある。これらの露天採掘跡を中心としてこれらの鉍徴地の周りに5本の測線を設定し、46地点でピット調査を実施した。測線はこの付近のダナイト岩体の伸びの方向にほぼ直交するNB方向とし、測線間隔は100m、各ピット間隔は25mとした。ピットの位置及び地質は第31図に示した。

下流側にある露天採掘跡には、鉍染状のクロマイト鉍露頭がE-W方向に約10m連続して見られる。この露頭から2.0m(AR-25)、2.5m(AR-26)にわたりチャンネルサンプリングを行って、鉍石分析を行った結果、それぞれCr₂O₃ 30.30%、50.70%が得られた。この鉍染状クロマイト鉍露頭の延長は、約10m離れたPA051で確認した。また、PA051から25m離れたPA015において、上記の鉍体と平行であると考えられるクロマイトバンドが確認され、Cr₂O₃ 18.10%の値を得た。

上流側にある露天採掘跡は、やや規模が大きく約50×200mである。この採掘跡は、かつてクロマイト塊状鉍石が採掘された場所であるが、現在はほぼ土石で埋められており、この採掘跡にはクロマイト鉍露頭は認められない。付近に数トンの塊状鉍の貯蔵がある。この露天採掘跡から沢に向かって約100mの地点において、ピット測線の伐開時に走向N45W、傾斜40NB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た。この露頭で1.0mにわたり採取した試料(FR-01)からは、Cr₂O₃ 49.00%の品位が得られた。

この地域のピットではクロマイト鉍染ダナイトを確認したが、いずれも品位が低くクロマイト鉍徴と呼べる程のものは発見できなかった。

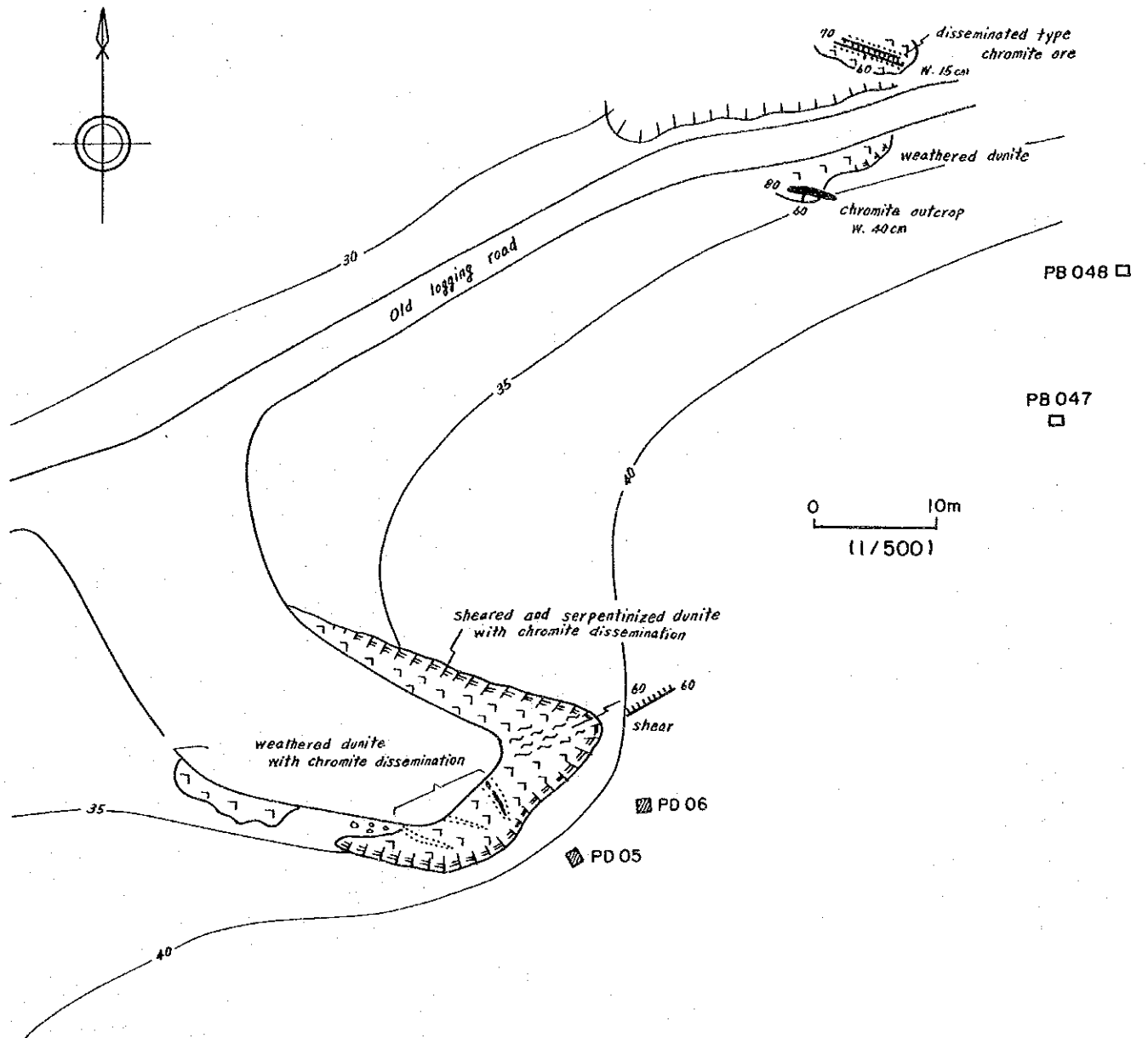
1-3-2 Tagukawayan地域

Tagukawayan River北側の支流は第1年次追加調査において、顕著なクロムの地化学異常が検出された地域であり、この付近のダナイト岩体中には2箇所に幅3m程度のクロマイト

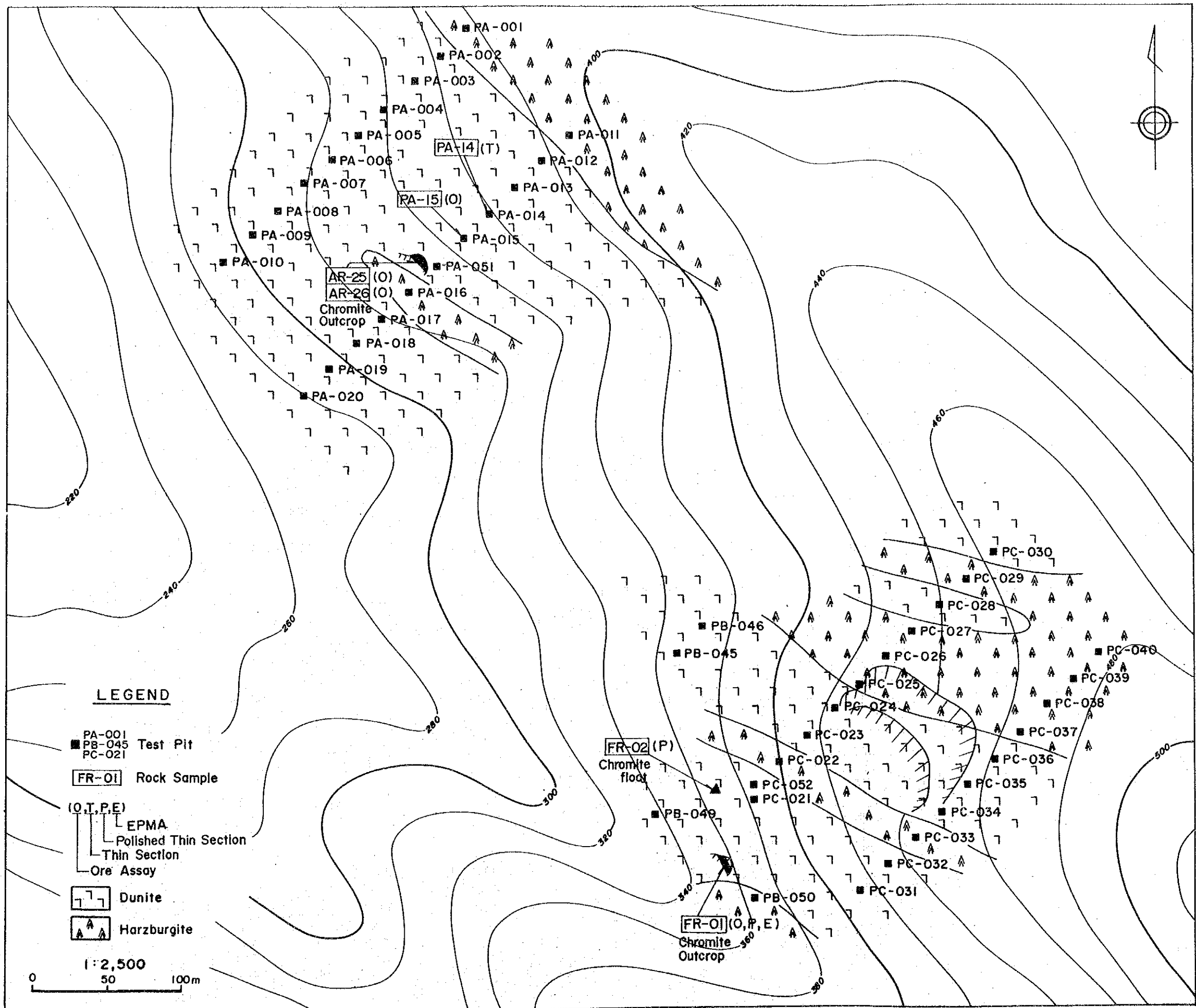
鉍染帯が確認された。このクロマイト鉍染帯の方向はN70E～E-W, 傾斜は60～70N であるので、この走向にほぼ直交するN-S方向に5本の測線を設定し、測線間隔100m, ピット間隔20mでピット調査を実施した。ピットの位置及び周辺の地質は第32図に示した。

測線伐開作業時に小規模な露天採掘跡を発見し、クロマイト塊状鉍石の貯鉍を数トン確認した。この貯鉍から採取した試料(AR-28)を分析したところ、 Cr_2O_3 35.30%の値が得られた。また、TG030付近にも少量のクロマイト塊状鉍石が貯鉍されており、かつて小規模な探鉍が行われた形跡がある。また、この支流では多数のクロマイト塊状鉍石転石が認められた。

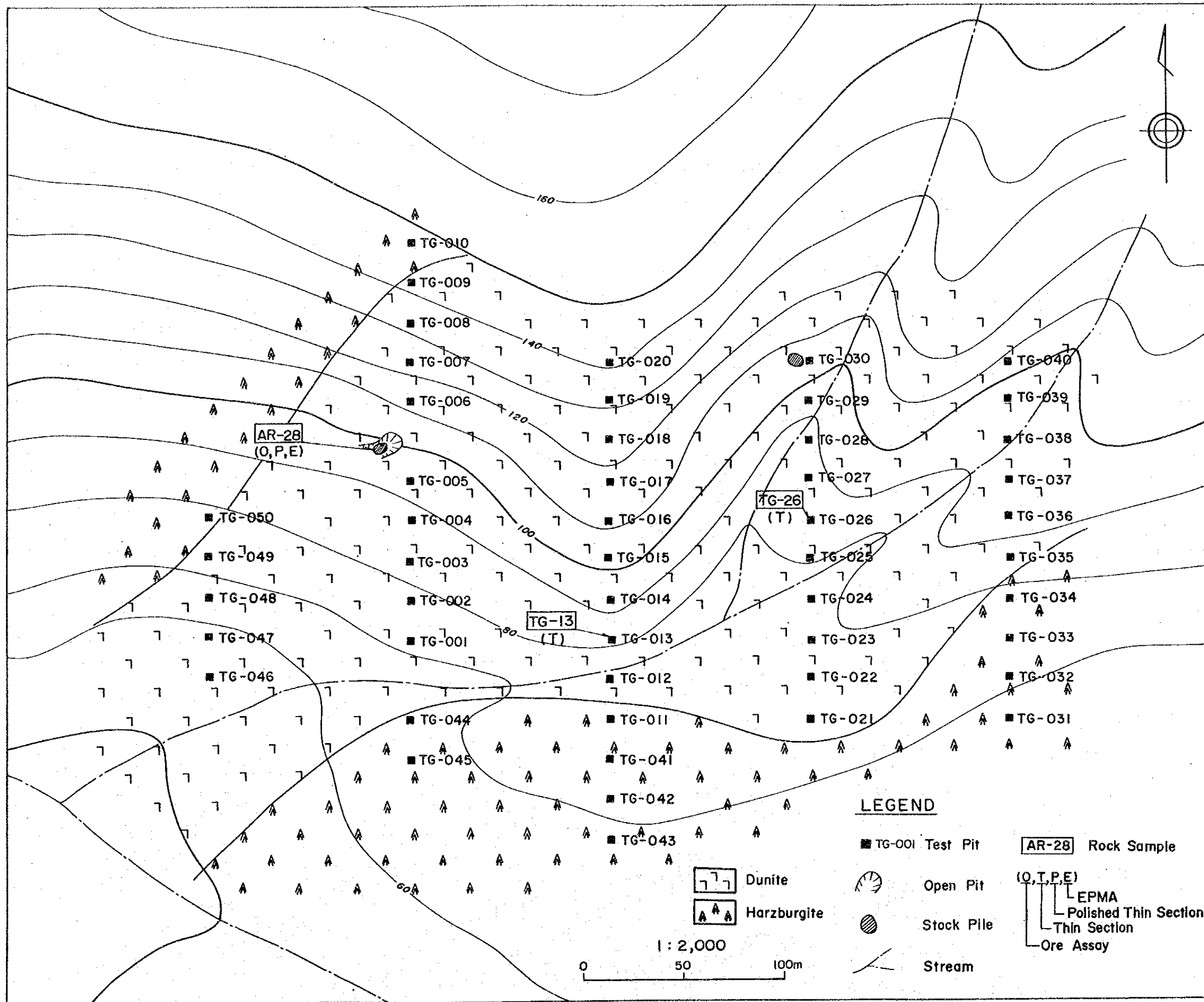
このように、本地域は非常にクロマイト鉍床の賦存の可能性が高い地域と考えられたにもかかわらず、ピットにより確認されたグナイトはあまりクロマイトを含んでおらず、クロマイトの鉍染や鉍条も確認できなかった。



第30図 精査地区A-1下部パンラガン地域テストピット位置図



第31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



第32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

1-4 考察

本地区は、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、インプリケート状に積み重なって現在の分布になったものと考えられ、空間的には最上部にはナップとしてMt. Beaufort Ultramafics が載っている。またこの岩体が削剝されることによってBacungan Window及びIratag Windowの2つの地窓が形成された。

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伴う。

本地域で重要な鉱徴は、クロム鉱徴とニッケル鉱徴である。これらの鉱徴はいずれもMt. Beaufort Ultramafics中に胚胎する。

主なクロム鉱徴は地化学探査で抽出された精査地区A-1, A-2及びA-3で確認された。

精査地区A-1は主にStavely Range BasaltとMt. Beaufort Ultramafics のハルツバージャイトで占められており、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をなして分布するダナイトテクトナイトに認められる。クロム鉱徴はSan Chromite Area, Macasaet Area, Upper Pananlagan, Lower Pananlagan, Tagkawayan, Tagminatay に分布する。観察された露頭の規模はいずれも小さく、それらの形状は幅数mのレンズ~ポッド、あるいは鉱染状のシームである。

精査地区A-2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。クロム鉱床の母岩となるダナイトテクトナイトのうち、規模の大きいものはMt. Airey の南西及びNagtabon Pass付近に南北にのびるものがある。

クロマイト鉱床は地区西部のNagtabon Pass 周辺のダナイトテクトナイト中に集中している。観察された鉱体は緻密塊状鉱が多い。鉱体の膨縮は激しいが、一般に厚さ2m以下の鉱体である。大部分の鉱床はクロマイト量で1,000トン以下と推定され、クロマイト鉱床としては小規模である。この地区の鉱床のうち、Nagtabon No. 1 鉱床は鉱染状鉱が発達

し、規模がやや大きいと考えられる。地表に分布する鉍染状鉍体のみを考えると、鉍化帯が現在の露頭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、鉍石のクロマイト品位を24%とすると、クロマイト量にして2,000トン程度の鉍量が見込める。

精査地区A-3はA-2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。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。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3km南北1kmのものがあり、標高の高い位置を占めている。この地区の主要な鉍床はこのダナイト岩体中に胚胎し、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、鉍区名の"Pagasa"よりPagasa 1, 2, 4鉍床と名付けられている。クロマイト鉍体は鉍染状鉍と塊状鉍からなる。鉍染状鉍は、厚さ数cm～数10cmのクロマイトの濃集したバンドが集まったものである。塊状鉍は連続性に乏しく、鉍体自身の膨縮も激しい。しかし、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、鉍染状鉍石の分布も考慮すると、鉍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、クロマイト品位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と考えられる。

ニッケル鉍徴はかんらん岩類の風化により形成されたものである。地表に水酸化鉄の濃集したラテライトはA地区北部のBacungan地域や精査地区A-1西海岸のTagkawayan Riverの流域などに認められた。Bacungan地域のラテライトは非常に発達がよく、今回掘削深度5m程度を目安にテストピット調査を行ったが残留ラテライト層が非常に厚く、ニッケルが濃集するとされる変質かんらん岩層までほとんどのテストピットは到達できなかった。Tagkawayan Riverの流域では、一部のテストピットでニッケルの鉍徴を確認したが、この地域は急峻な地域でありラテライトの発達はあまりよくない。ニッケルラテライトの発達には、母岩のニッケル含有量が高いことも重要であるが、むしろ地形や地下水位などの風化要因が重要である。

A地区の地化学探査では、まず現地調査において土壌分析試料採取と並行してパンニングによる重鉍物の量比を検討した。この方法は、現地において十分に水が確保できるときには有効であり、解析作業の早期に有望地域の概略を検出することができた。土壌地化学

探査について分析を行った7元素は、その挙動から2群にわけることができる。一つはクロムに関連したNi, Cr, Fe, Coであり、一つは貴金属に関連するPt, Pd, Auである。両者の地化学異常域について検討した結果、A地区西海岸のMalinao RiverからTagminatayにかけての地域（精査地区A-1）、Bacungan北側から西海岸にかけての地域（精査地区A-2）及びTagburouの北側地域（精査地域A-3）の3地域が有望域として抽出された（第33図）。

A地区の土壌による地化学探査を受けて、精査地区A-1、A-2及びA-3において地質調査地化学探査の精査を実施した。

地化学探査の結果、A地区同様にクロムに関連したNi, Cr, Fe, Coと貴金属に関連したPt, Pd, Auはそれぞれ異なった挙動を示す。

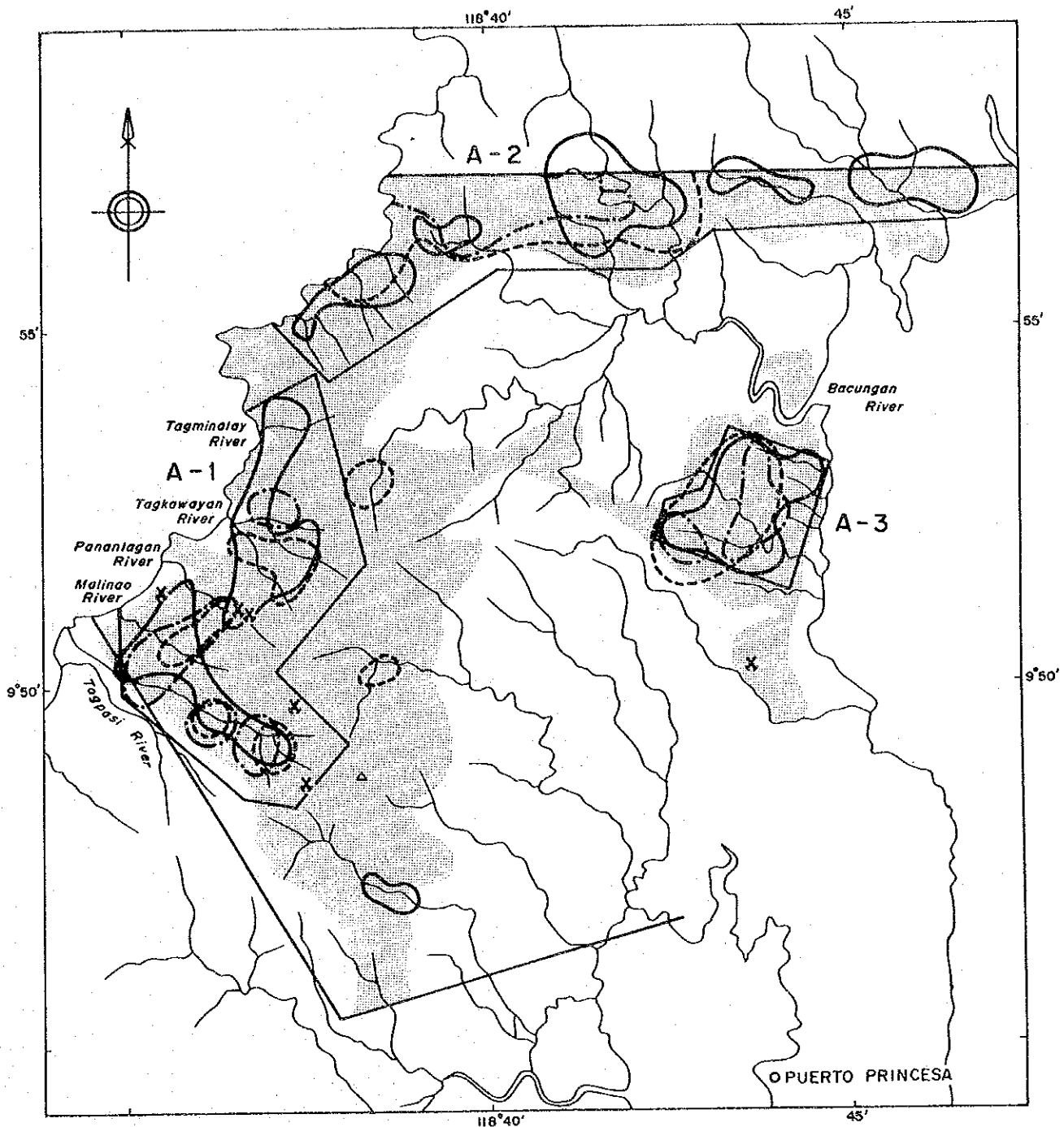
精査地区A-1ではこれらの地化学異常が重なる地域として、Pananlagan鉍徴地を含んだ地域及びTagkawayan鉍徴地からTagminatay地域に連なる2地域が有望域として抽出された（第34図）。

精査地区A-2においてはクロムの地化学異常は、Mt. Aireyの南、Maranatの北、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鉍床とかかわり合いがないように見える。鉍徴地は一部の例外を除いて第1年次地化学探査によって抽出されたクロムの地化学異常域に限られて分布するので、大局的にはクロム鉍体の賦存する地域のクロム濃度は高いと言ってよいと思われる。この地区は第1年次地化学探査で抽出された地区の一つであるが、野外の観察によれば鉍体の回りのダナイトのみが多量にクロマイトを含んでいるわけではなく、ダナイト・ハルツバーチャイト中にも普通にクロマイトが含まれるので、今回の地化学探査結果によりこの地域のクロム鉍床の賦存地域を限定することは難しい（第35図）。

精査地区A-3においてはクロム鉍床に関しては、ダナイトテクトナイトが国道の東側の標高の高い部分に広く分布しているので、このダナイト岩体の中でクロム濃度の高い部分が鉍床胚胎の可能性の高い地域と考えることができる。すなわち、クロム異常の認められるPagasa 1及びPagasa 2の南が有望であると考えられる（第36図）。

クロム鉍床胚胎地域をある程度限定するためには、風化土壌の地化学探査が有効であることは、今回の一連の地化学探査でも明かたされた。しかし、Macasaet鉍徴地のようにこの地化学探査で異常域として検出されることが見込まれたにもかかわらず抽出できなかった鉍徴地もあった。高いクロム濃度を持った母岩の中で、鉍体へのクロムの移動濃集が行

われて、鉱体周辺でかえって母岩中のクロム濃度が減少している場合があることを示しているのかも知れない。

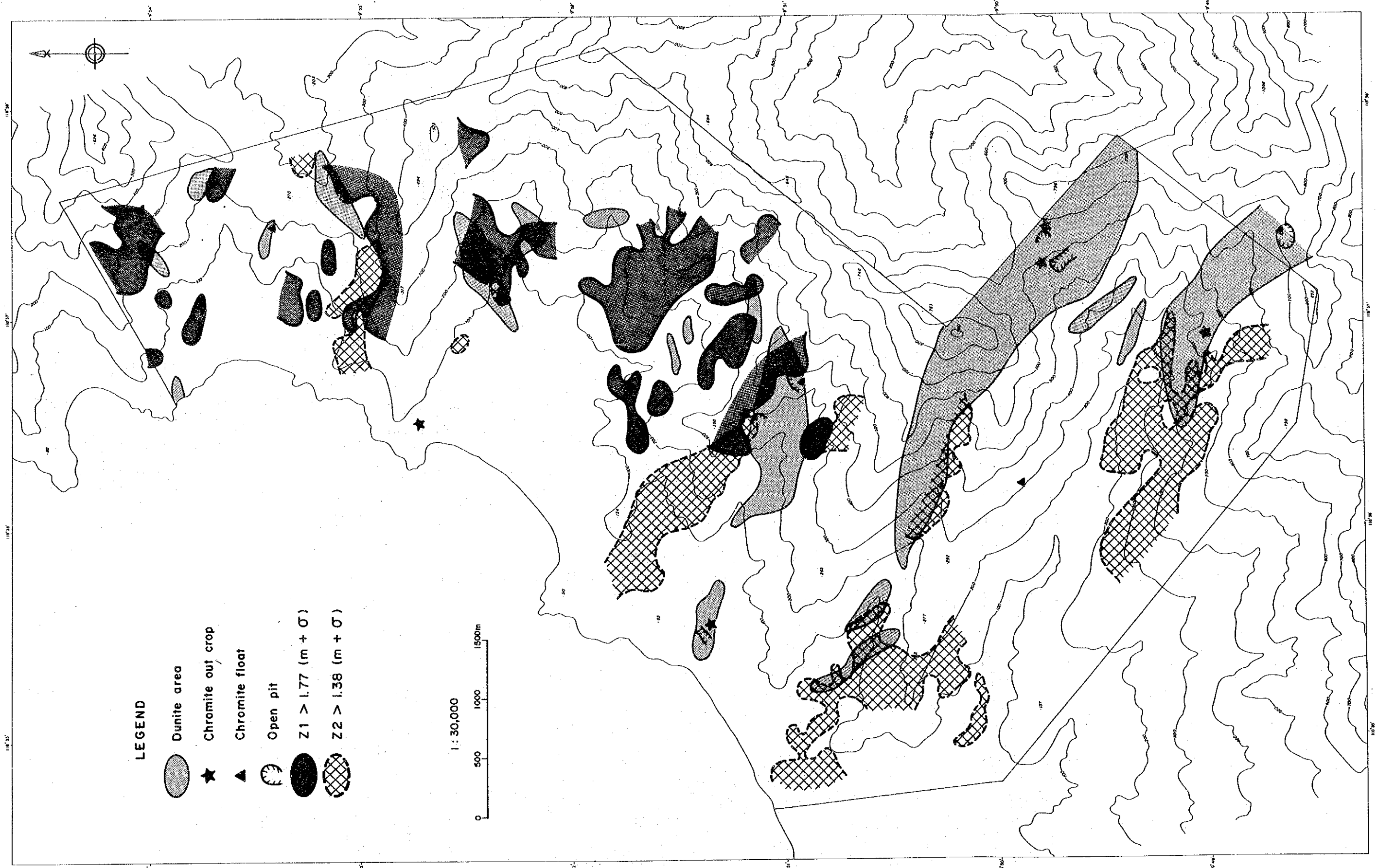


LEGEND

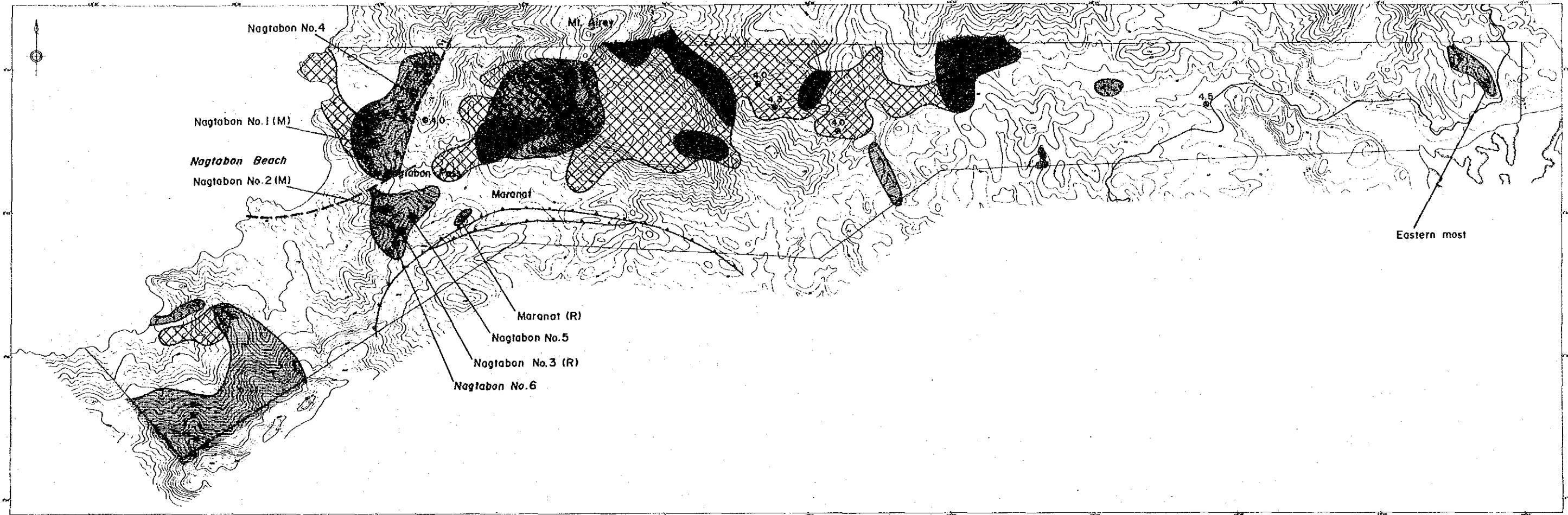
- ✕ Old workings
- Distribution of ultrabasic rocks
- Heavy mineral > 32g/soil 1kg
- Z1 > 1.98 (m + σ)
- Z2 < -1.31 (m - σ)



第 3 3 図 A 地区調査結果総括図











第34図 精査地区A-1 調査結果総括図

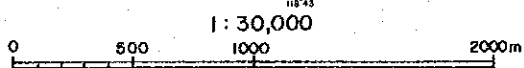
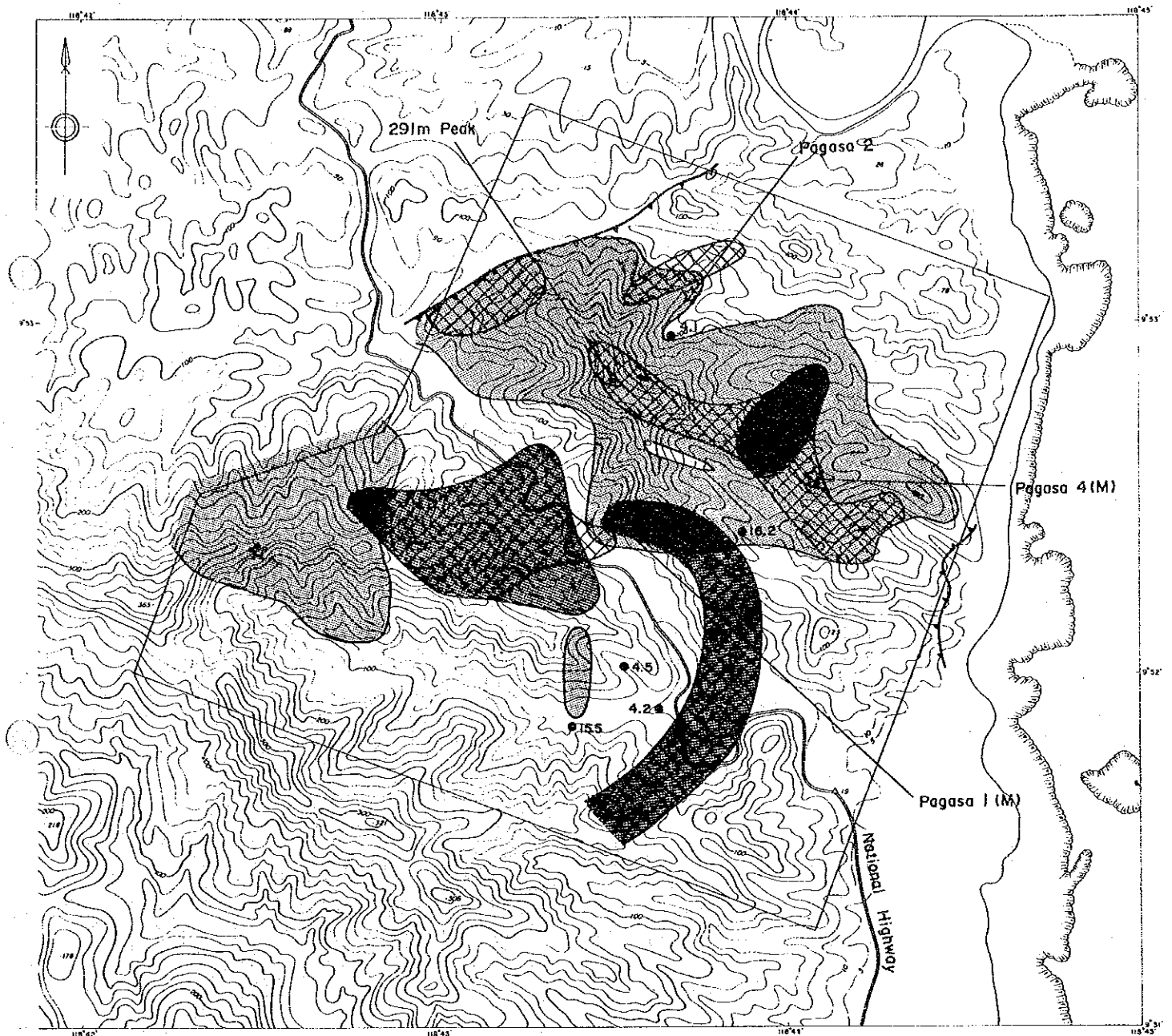


1 : 50,000
0 1 2 3 km







LEGEND

-  Dunite area
-  ☆ Chromite occurrence
-  (M) Metallurgical grade
-  (C) Chemical grade
-  (R) Refractory grade
-  ● 4.0 Content of chromium (%)
-  Ni anomaly area
-  Fe anomaly area

第 3 5 図 精査地区 A - 2 調査結果総括図



LEGEND

-  Dunite area
-  ☆ Chromite occurrence
-  (M) Metallurgical grade
-  ● 4.1 Content of Chromium (%)
-  Pt anomaly area
-  Pd anomaly area

第 3 6 図 精査地区 A - 3 調査結果総括図

第2章 B地区及び精査地区B-1

2-1 地質

2-1-1 地質概説

B地区は、BoceneのPanas FormationとLate BoceneにPanas Formationに衝上したPalawan Ophioliteとこれらを不整合に覆うMiocene~PlioceneのRansang Formation, Isugod Formation, Alfonso XIII Formation, Iwahig Formation, 第四系からなる(第37図)。

Panas Formationは、珪質頁岩、千枚岩質頁岩、珪質砂岩、チャートからなり、西海岸側のBerong周辺、Moorsom Point南方及び東海岸側のMarasgao River, Panacan River上流に地窓状にわずかに分布する。

Palawan Ophioliteは、ハルツバージャイト・ダナイトからなるMt. Beaufort Ultramafics, 層状はんれい岩からなるSultan Peak Gabbro, 輝緑岩・玄武岩からなるEspina Basaltから構成され、B地区の大部分を占めて分布する。

Panas FormationとPalawan Ophioliteの間には衝上断層に伴って形成された石英雲母片岩、緑岩片岩、角閃石片岩などからなるInagauan Metamorphicsがある。

Ransang Formation及びそれ以降の各層は、Palawan Ophioliteを覆って東海岸側及び西海岸側の低地に分布する。

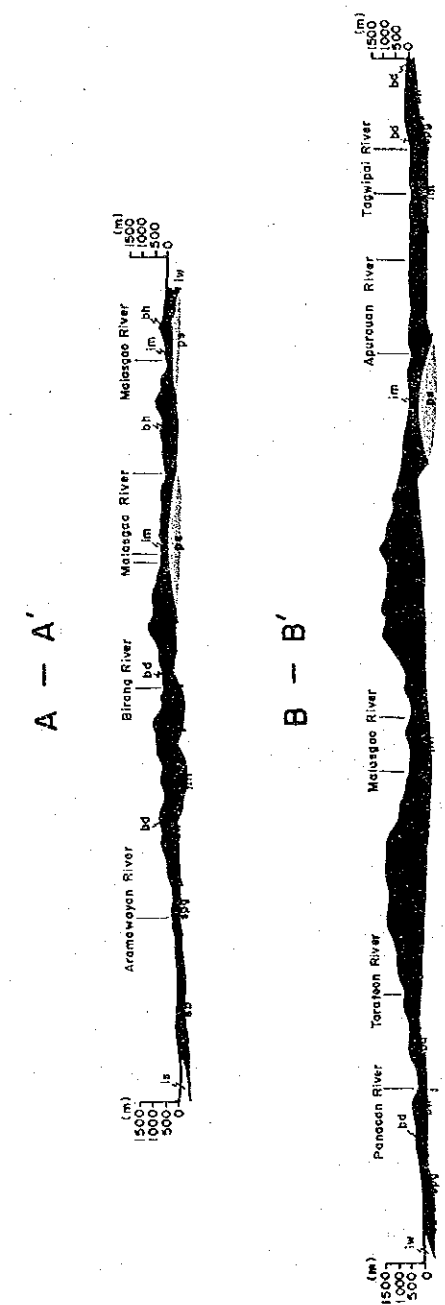
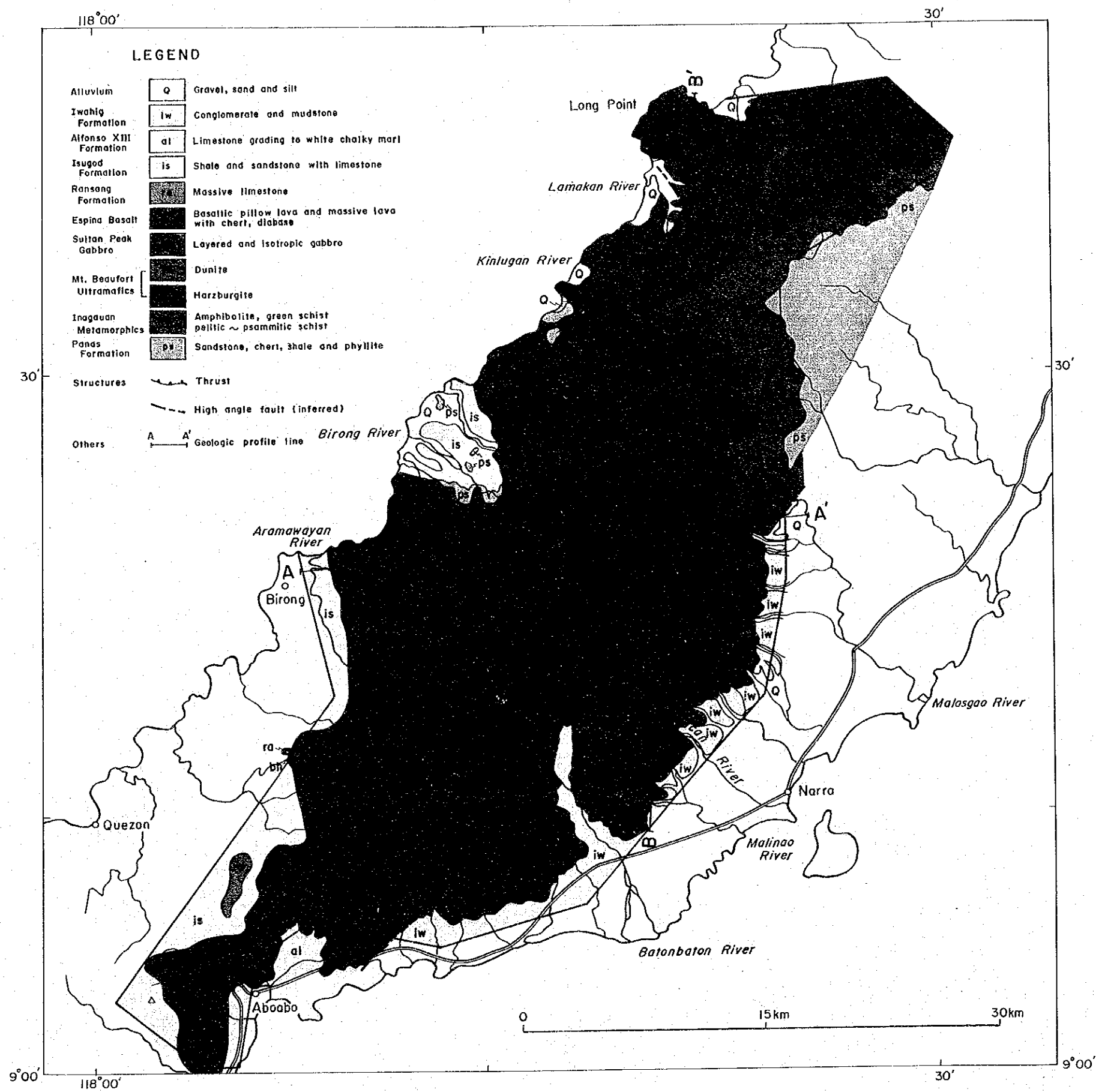
Panas FormationとPalawan Ophioliteとを境する衝上断層はほとんど水平である。また、B地区中央部のPalawan Ophiolite中には走行NS系の左横ずれ急傾斜断層が走り、この断層の東側と西側とは地質構造を異にしている。すなわち断層の東側のOphiolite岩体は走行WNW系で南南西に傾斜、断層の西側のOphiolite岩体は走行NNW系で南西~西南西方向に傾斜していると考えられる。

精査地区B-1は、北側からMt. Beaufort Ultramafics, Sultan Peak Gabbro, Espina Basaltで構成され、東部低地にこれらを覆ってIwahig Formationが分布している(第38図)。

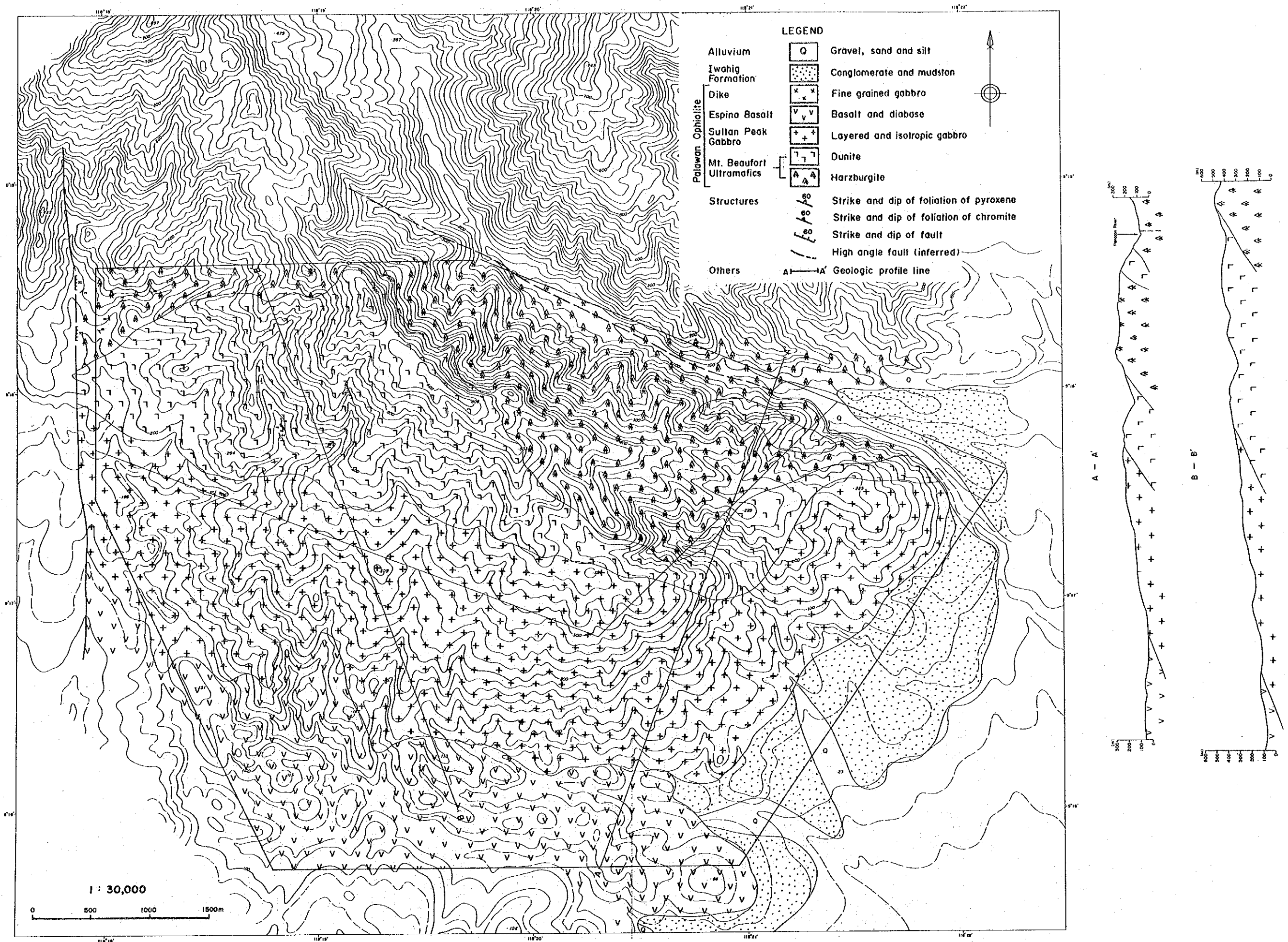
2-1-2 地質各論

1) Panas Formation

本層は、B地区北東部のInagauan River上流部、西海岸Berong周辺のBerong River, Tagbolante River及びその周辺の丘陵地に部分する。珪質頁岩、千枚岩質頁岩、珪質砂岩、



第 3 7 図 B地区地質図及び地質断面図



第 37 图 B 地区地質図及び地質断面図

チャートからなる。珪質頁岩及びチャートは、桃色、赤色、褐色、暗灰色を呈し、明瞭な層理を有している。千枚岩は緑灰色を呈し、石英細脈を伴う砂岩は、緑灰色を呈し堅硬緻密、細粒等粒状で、わずかに変成作用を受けている。変成度はInagauan Metamorphicsに近づくとともに高くなる傾向がある。本層の走行は一般にNS~N30°Eを示し、傾斜は50~80°NEを示す。

本層の時代は、Nannofossil並びにForaminiferaからEoceneと報告されている。

2) Inagauan Metamorphics

本層は、B地区北東部及び西海岸Berong周辺のPanas Formation分布域でそれぞれ見かけ上、Panas Formationの上位層として分布し、石英雲母片岩、石英片岩、緑色片岩、角閃岩などからなる。

石英雲母片岩・石英片岩は、B地区北東部のInagauan River上流部、Malasgao River中・上流部、及び西海岸Berong周辺の丘陵地に分布している。淡灰色~淡桃色を呈し、0.1~0.5 mm程度の石英、斜長石を主とし、白雲母を伴うことがある。強い片理が発達しており、西海岸Berong付近では走行NE系、傾斜60°SEで小褶曲が観察される。北東部のMalasgao Riverでは走行NE系、傾斜25°NWの片理を示している。石英雲母片岩のK-Ar法年代測定によれば、 45.6 ± 6.8 Ma (JICA・MMAJ, 1989) が得られている。

緑色片岩・角閃岩は、B地区北東部のInagauan River最上流部、Malasgao River上流部及び西海岸Berong附近の丘陵地と山岳部の境界付近に分布する。緑色片岩は、淡青色~青灰色を呈し、強い剪断作用を受けている。角閃岩は青灰色を呈し、伸長性の強い角閃石の多い部分と長石の多い部分が縞状に繰り返している部分もある。この緑色片岩・角閃岩中には、片理面の多い部分が縞状に繰り返している部分や、片理面に沿って石英細脈の発達する部分が認められることがある。本岩類は、Berong附近ではNE~NNE系の走行で傾斜30°~80°SEの片理を示すことが多い。まれに50°NWの傾斜を示すことがあり、NE~NNW系の褶曲軸を持つ小規模褶曲構造の影響によるものと考えられる。また、Malasgao RiverではNNW系の走向で、傾斜60°NWの片理を示す。

Malasgao River上流の角閃岩のK-Ar法による年代測定では 37.2 ± 1.9 Ma (JICA・MMAJ, 1987) が得られている。

西海岸Berong付近では、石英雲母片岩・石英片岩の下位にはPanas Formationの珪質泥岩、チャートが発達する。両者の間には断層が認められないこと、またPanas Formation

中には一部で千枚岩も発達することなどから、両者は漸移関係にあるものと考えられる。

石英雲母片岩・石英片岩がPanas Formation と漸移関係にあると考えられることから、原岩の生成時期はEoceneとなり、変成岩類の生成時期は衝上断層の時期と同時期となる。

3) Mt. Beaufort Ultramafics

本層は、B地区中央部から北部にかけての広い範囲に分布している。主にハルツバージャイトからなり、一部でダナイトを伴う。

ハルツバージャイトは新鮮な部分は緑灰色であるが、風化作用を受けた部分は淡褐色を呈する。数mmの大きさのかんらん石を主として斜方輝石を伴い、両鉱物とも蛇紋石化を受けている。少量のクロマイトを伴うことが多い。

ダナイトは4～5mmのかんらん石からなり、大半が蛇紋石化を受けている。ダナイトはハルツバージャイトの最上部、すなわち上位のはんれい岩の直下にみられるキュームレイトメンバーのダナイトと、ハルツバージャイト中に岩脈状あるいは小規模岩体として分布するダナイトテクトナイトに分類される。

キュームレイトダナイトは新鮮な部分では緑灰色であるが、風化部は淡褐色を呈する。本岩体は上位のはんれい岩～トロクトライトと互層した漸移帯が認められることがある。一般に蛇紋石化を受けており、少量のクロマイトを伴う。

ダナイトテクトナイトもクロマイトを伴っており、このクロマイトはダナイトテクトナイトの伸びと同じ方向に層状～レンズ状に配列することが多い。両岩中のクロマイトの含有状況をみるとキュームレイトダナイトよりもダナイトテクトナイトのほうにクロマイト鉱染が顕著なようにみえる。本地区の Norsophil 鉱山 (旧 Trident 鉱山) のクローム鉱床は、この岩脈状のダナイトテクトナイト中に胚胎されている。

キュームレイトダナイトは、東海岸側中央部、Narraの北西部と、西海岸側中央部、Berong南東に分布している。

Narra北西部のキュームレイトダナイトは、走行 WNW系で延長約 6 km、南西方向に 20° ～ 30° 傾斜しており、厚さ100～200mと推定される。

Berong南東のキュームレイトダナイトは、走行NW～NNW系で南西～西南西方向に 20° ～ 30° 傾斜しており、厚さ 200～300mと推定される。

ハルツバージャイト中に分布するダナイトテクトナイトは、Norsophil 鉱床を胚胎する岩体が最大でこのダナイトは平面的にはWNW-ESE方向に伸びる巾 1 km弱延長約 4 kmにも及

ぶ岩体である。この岩体の地下形態は明らかではないが、小規模岩脈状ダナイトと同様に考えると、急傾斜で北東方向に傾斜しているものと推定される。岩脈状ダナイトは、ハルツバージャイトの縞状構造を切る産状を呈することが多い。Norsophil 鉱床を胚胎するダナイト以外のダナイトテクトナイトは小規模で幅1~2mの岩脈状と考えられる。

ハルツバージャイトの内部構造として斜方輝石による縞状構造が認められるが、B地区内でもその方向性を異にする。例えば東海岸側中部のTagbolante River流域及び西海岸側ではNNW系、EW系で南傾斜を示すが、西海岸側北部ではENE系で北傾斜のものも見られる。東海岸側ではNE系、NW系で北傾斜を示すものが多いが、南傾斜のものも見られる。

Mt. Beaufort Ultramaficsはキュームレイトダナイトの分布位置及び構造から、全体にNW-SB系で南西方向に緩く傾斜し、南西側に上位部分が、北東側に下位部分が分布していると考えられる。

Mt. Beaufort Ultramaficsは下位のPanas Formationに衝上しているが、その間にMetamorphic SheetとしてのInagauan Metamorphicsが介在している。またMalasgao River上流では変成岩に近接する部分でMt. Beaufort Ultramaficsが剪断作用を受けミロナイト化しているところがある。

4) Sultan Peak Gabbro

本層は、B地区南部北寄りのSultan Peakを中心に背梁山脈の東側、西側にまたがる大きな岩体として分布する他、東海岸側のNarra西方、西海岸側のBerong南方及びLong Point付近に分布する。

本層は、A地区のSan Vicente Gabbroに対比され则认为られている。

岩石は、淡緑灰色を呈する中粒はんれい岩~かんらん石はんれい岩で、主要構成鉱物は、斜長石、単斜輝石でかんらん石を伴うことがある。斜長石は新鮮なものが多いが、プレーナイト化していることがある。かんらん石は、ほとんど蛇紋石に交代されてしまっている。

本層は、白色部と暗色部の層状構造が明瞭に認められることを特徴とする。ただし、Berong付近には層状構造が認められないはんれい岩も分布する。

精査地区B-1に分布する本層は、走行N50°W、傾斜80°SWを示す。

精査地区B-1ではSultan Peak Gabbro下部にはトロクトライト層があり、その下位には、キュームレイトダナイトとの漸移帯として、ダナイト-トロクトライト互層部が認められる。

5) Espina Basalt

本層は、B地区南部に広く分布し、さらに、西海岸のBerong南部にまで延びている。そのほか西海岸のLong Point南部、東海岸側のNarra北西方にも分布している。

本層は、玄武岩質枕状溶岩と輝緑岩からなる。

玄武岩質枕状溶岩は、灰色～淡灰色を呈し、枕状構造が良好に発達している。“枕”の直径は0.4～1.0mである。また塊状の玄武岩も観察されている。玄武岩の分布域には赤色チャートの転石が認められており、このチャートは玄武岩質枕状溶岩に挟まれているものと考えられる。

輝緑岩は灰色～淡灰色を呈し、細粒オフィチック組織を示すが、強い珪化を受け輝緑岩組織が残らないほどに珪化していることがある。

玄武岩質枕状溶岩は、走向N30° W、傾斜40° SWを示す。

輝緑岩は、岩脈状の産状を呈し、走行N20°～45° Wで南西方向に傾斜しているものと推定される。

下位Sultan Peak Gabbroの層状はんれい岩の層状構造と、Espina Basaltの全体の構造が類似していること、両地層間に断層などが認められないことなどから、下位から上位へ、Sultan Peak Gabbro、輝緑岩、玄武岩質枕状溶岩と累重していると考えられる。

玄武岩質枕状溶岩中のチャートから得られた放散虫化石より、本層はLate Cretaceousとされている。

6) Ransang Formation

本層はB地区南部、背梁山脈西麓の小範囲に散在して分布している。

微化石に富むマイクライト質の石灰岩からなる。Early Mioceneのものとされており、石灰岩層の一部は北部PalawanのSt. Paul Limestoneに対比される。

7) Isugod Formation

本層は西海岸側Berong付近及び南部西側の低地を埋めて分布している。

本層は頁岩、砂岩を主とし、石灰岩を伴う。

8) Alfonso XIII Formation

本層はB地区南部のAboabo付近でEspina Basaltを不整合に覆って分布している。

本層は粗粒～泥質石灰岩及び微晶質のサンゴ石灰岩からなる。有孔虫及びナンノ化石からLate Mioceneとされている。

9) Iwahig Formation

本層はB地区東海岸側の低地に、Inagauan Metamorphics, Palawan Ophioliteを不整合に覆って分布している。

本層は礫岩、泥岩を主とし、石灰岩を伴うことがある。

2-1-3 地質構造

B地区の地質構造は、Late Cretaceousに海洋底で形成されたOphioliteが、late EoceneにPanas Formationに衝上する過程、またはその後の変動により形成されたものである。

本地区の主な地質構造は、衝上断層、急傾斜横ずれ断層及び褶曲などに支配されている。

1) 衝上断層

B地区には、2つの衝上断層があると推定される。1つは、Mt. Beaufort Ultramaficsの下底を境する衝上断層で、他はInagauan Metamorphicsの緑色片岩・角閃岩と石英雲母片岩・石英片岩を境する衝上断層である。前者の断層付近では、断層上位のハルツバージヤイト及びダナイトは著しく蛇紋石化しかつ剪断され、一部でミロナイトとなっている。後者の断層は、Berong南部では緑色片岩・角閃岩と石英雲母片岩・石英片岩を境しており、Malasgao River上流及びこれより北では、Mt. Beaufort Ultramaficsと石英雲母片岩・石英片岩を境している。すなわち、2つの衝上断層は、Mt. Beaufort UltramaficsとPanas Formationの間にあるが、衝上断層付近に常にInagauan Metamorphicsの2つの変成相が存在するのではなく、緑色片岩・角閃岩相を欠いて、石英雲母片岩・石英片岩相だけ介在する場合もある。衝上断層の上位のMt. Beaufort Ultramafics中の構造は全体として、走向NE-SWで南西方向に傾いているので、この岩体の内部構造と衝上断層は斜交することになる。

JICA・MMAJ (1989) のK-Ar法年代測定で、石英雲母片岩で44.8～46.3±6.8Maの年代が得られており、衝上の時期は、Eocene中期と考えられる。

2) 急傾斜断層

B地区東海岸側中央南部のBatanbatan River中流から、西海岸のTagbolante River上流に連続する急傾斜断層がある。この断層は、Mt. Beaufort Ultramafics中にあり、巾2mの破碎剪断帯を伴い、剪断帯付近では著しい蛇紋石化が認められる。この断層の走向は N-Sで、地質図上では見かけ上、左横ずれ断層と思われる。

この他小規模な断層が、東海岸側のBatanbatan River中流、Panacan River 流域、西海岸側のBerong周辺、Long Point近辺に存在する。いずれもPalawan Ophiolite中にある。

3) 褶曲構造

Inagauan Metamorphics の分布域のうち、Berong南部で褶曲が認められる。この褶曲は向斜、背斜を繰り返しているが、一般的な軸の方向は NNE-SSW系である。

また、Mt. Beaufort Ultramafics中に輝石などの定向配列が認められるが、地域により様々な走向傾斜を示している。このことは岩体中に複雑な褶曲構造の存在を示唆しているものと思われるが、詳細は明らかでない。

2-1-4 鉍床及び鉍徴

B地区における主要な鉍床あるいは期待される鉍床は、超塩基性岩に伴うクロム鉍床と、超塩基性岩の風化によって形成されたラテライトに伴うニッケル鉍床である。

クロム鉍床は、現在クロマイト鉍を採掘中の Norsophil鉍山(旧 Trident鉍山)をはじめ数箇所にクロム鉍床及び鉍徴が認められる。

JICA-MMAJ (1989)の、今回のB地区に包含されるヴィクトリア地区の調査では、次の6地区の鉍床・鉍徴が明らかになった。

西海岸側 Tagbolante River上流地区

Birong River上流地区

東海岸側 Malasgao River上流地区

Tarateon River上流地区

Panacan River 上流地区

Malinao River 上流地区

この内Panacan River上流地区及びMalinao River上流地区の鉍徴は今回の精査地区B-1のなかにある。Panacan River地区の鉍徴は風化して砂状になったダナイト中に認め

られるクロマイトの濃集であり、Malinao River 上流地区ではダナイト中に鉍染状にクロマイトが認められる。

今回のB地区調査によって、Camp 1及びCamp 2地区、Taytay地区、Berong北方地区に、新たな鉍徴が確認された。

クロム鉍徴に関しては、Norsophil 鉍山の南部隣接であり、ダナイトの分布からポテンシャルが高いと判断され抽出された精査地区B-1内において、ダナイト分布の確認とともに、クロム鉍徴確認を目的にテストピット調査を行ったが、新たな鉍徴を確認するには至らなかった。ニッケル鉍徴に関してはJICA-MMAJ(1989)において、Norsophil 鉍山地区、Bethlehem、Berong 付近で、珪ニッケル鉍が認められたが、今回の調査においては新たな鉍徴は確認されていない。

1) Camp 1及びCamp 2

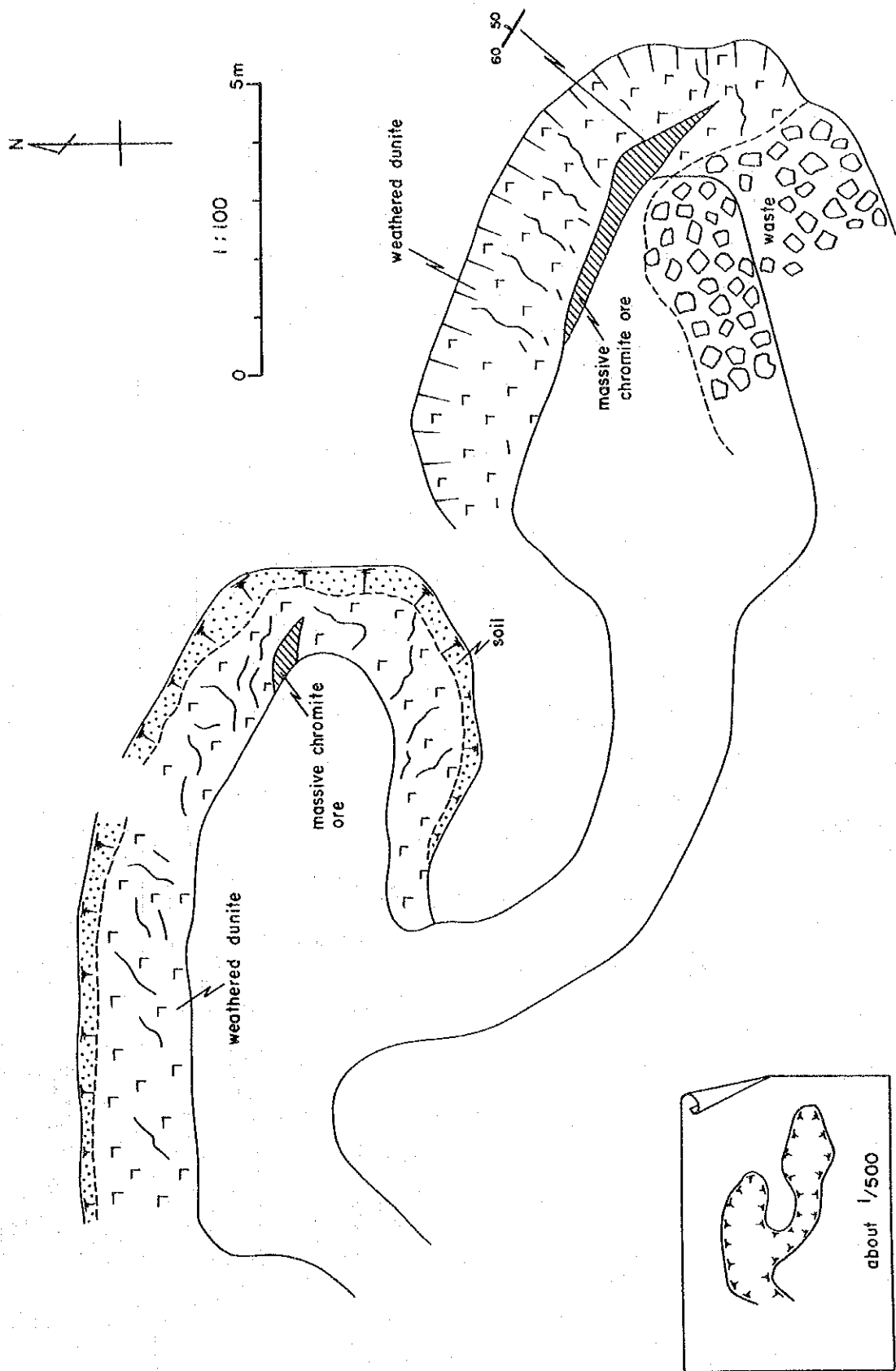
Camp 1鉍徴地は、B地区西海岸側のLong Point北方の川の中流部にあり、Camp 2鉍徴地はその500m上流にある。クロム鉄鉍徴はハルツバージャイト中の小規模な岩脈状ダナイトに伴うもので、風化が進み、露頭は黄褐色を呈し軟弱になっている。地域住民により小規模に採掘されており、採掘現場でみると、地表から、1.3~1.6mまではハルツバージャイトがその下位にダナイトが分布する。ダナイトは上部約20cm間に鉍染状にクロマイトを伴い、それより下部に塊状クロマイトを伴う。

2) Taytay鉍徴地

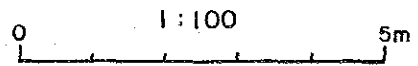
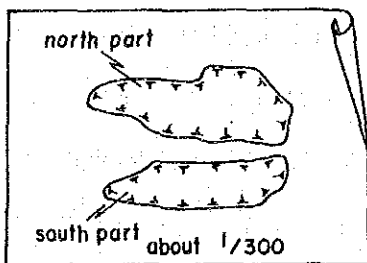
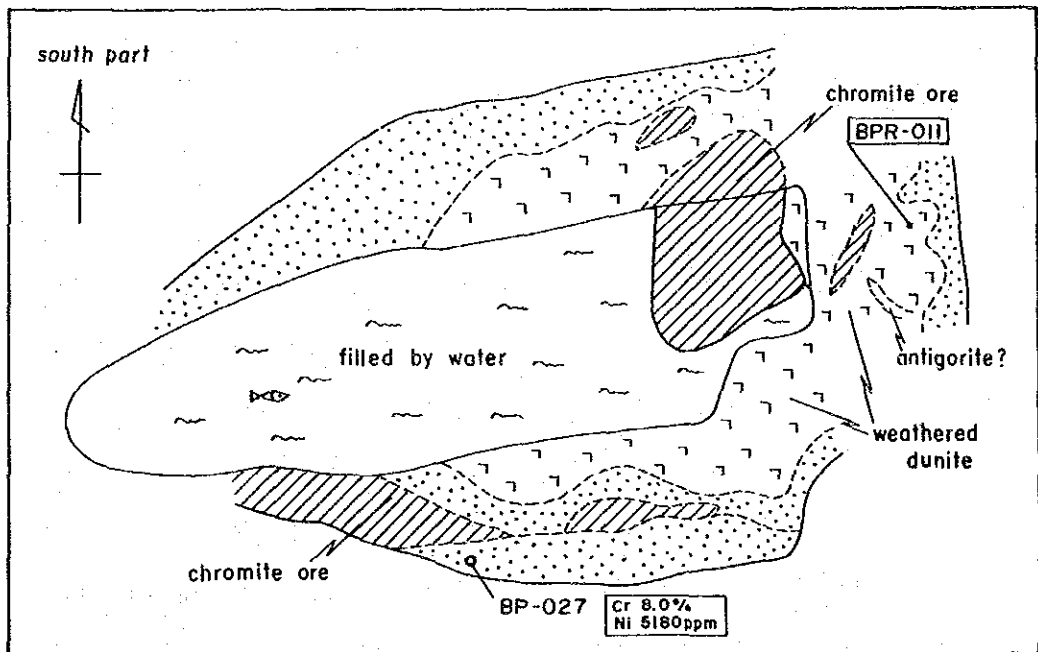
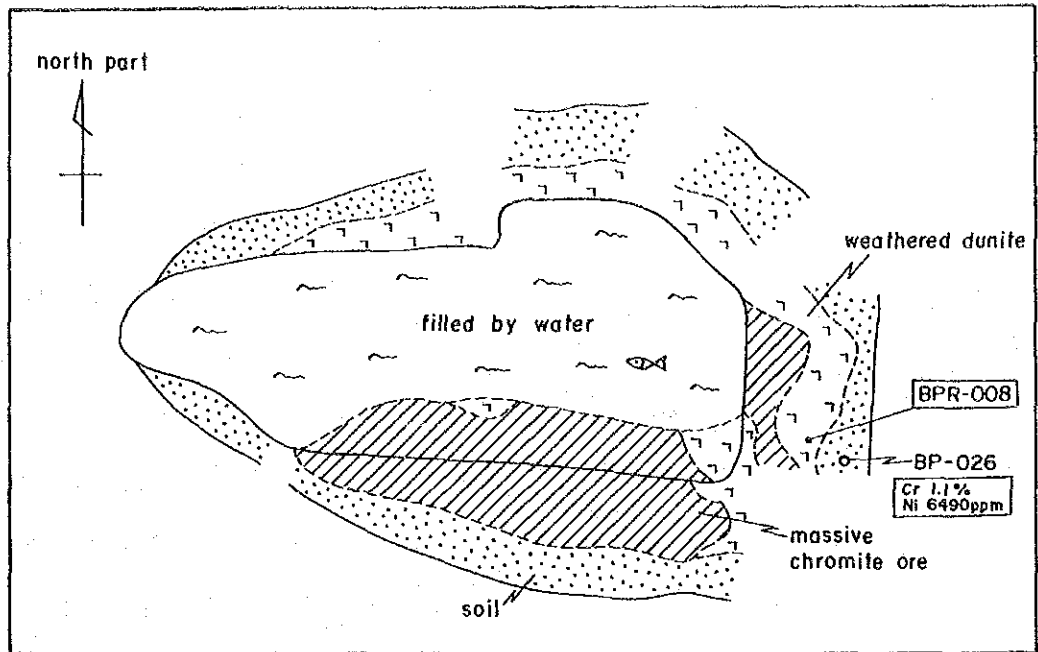
Long Point北側斜面に位置し、風化ダナイト中に胚胎する。鉍床は小規模で単位鉍体は、厚さ1m以下、延長数mで、連続性もよくない。巾数m、長さ5~10mの切羽が数ヶ所あるが、試掘を実施した程度のもので、現在は採掘されていない(第39図)。

3) Berong北方鉍徴地

アトラス鉍山鉍石集積場の北東方約5kmの南シナ海に面した斜面に位置する。鉍床は、蛇紋石化した超塩基性岩中のレンズ状クロマイト鉄鉍床である。規模は小さく厚さ1m程度、延長数m程度である。巾3m、長さ10m程度の切羽が2ヶ所ある(第40図)。



第39図 B地区タイタイ鉈徴地スケッチ図



LEGEND

BP-026 Geochemical Soil Sample

BPR-011 Rock Sample

第40図 B地区ベロング北部鉍微地スケッチ図

4) Norsophil 鉍山 (旧 Trident 鉍山)

省略([第 I 部 総論 第 3 章 調査地域周辺の一般地質及び鉍床]で記載)

2-2 地化学探査

2-2-1 B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、鉍床胚胎のポテンシャルティの高い地域を抽出することを目的としている。このための解析方法として、基礎統計解析、主成分分析を採用した。

今回の調査では、B地区はA地区同様にMt. Beaufort Ultramafics 分布地域内が主な探査対象であることから、解析にあたっては両地域の試料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、統計解析及び解析方法も同じ手法を用いた。得られた統計値やしきい値に関しては、II-1章1-2に述べた。

i) 濃度分布図

濃度分布図は、分析値をヒストグラムのクラス幅同様に平均値から0.5ごとに区切った値により分類して第4-1図～第4-4図に示した。

ii) 異常域

濃度分布及び異常域分布状況を以下 Ni, Cr, Fe, Coの各元素についてのべる。

土壌1kgあたり重鉍物重量(第4-5図)：地域南部のはんれい岩から玄武岩分布域では、超塩基性岩分布域に比べて土壌中の重鉍物は非常に少ない。地化学異常は、超塩基性岩分布域中にもみ認められる。東岸ではNarraの西側のMalinao River上流部に広く異常域が分布する。Norsophil鉍山周辺、Malasgao River上流に異常域が分布する。地域西岸では、Berong地域に異常域が分布する。Long PointからMoorson Point にかけても異常値が点在するが異常域としてはあまりまとまっていない。

Ni：地域南部のはんれい岩から玄武岩分布域では、超塩基性岩分布域に比べて土壌中のNiは非常に少ない。地化学異常は、超塩基性岩分布域中にもみ認められる。東岸でNarraの西側のMalinao River とBatonbaton River上流部に異常値が点在する。地域西岸では、Long Pointに非常に広い異常域が分布する。BerongからKinlunan Riverに至る地

域に小規模な異常域が散在する。

Cr : 地域南部のはんれい岩から玄武岩分布域では、超塩基性岩分布域に比べて土壤中のCrは非常に少ない。地化学異常は、超塩基性岩分布域中にのみ認められる。東岸ではNarraの西側のMalinao RiverとNorsophil鉱山周辺に異常域が認められる。またBatonbaton River上流部に異常値が点在する。地域西岸では、Long Point周辺の濃度が高い。しかし、異常値はまとまりに欠ける。

Fe : 一般に超塩基性岩分布域の濃度が高く、地化学異常も超塩基性岩分布域中にのみ認められる。東岸ではMalinao RiverとMaklasgao River上流部に異常域が散在する。西岸では、Long Pointに非常に広い異常域が認められる。また、Moorson PointからBerongにかけても異常域が認められる。

Co : Ni, Feと似通った分布を示す。超塩基性岩分布域の濃度が高く、地化学異常も超塩基性岩分布域中にのみ認められる。東岸ではMalinao River, Norsophil鉱山付近とMaklasgao River上流部に異常域が認められる。西岸では、Long Pointに非常に広い異常域が認められる。また、Moorson PointからBerongにかけても異常域が認められる。

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が高い負の値を持つ。すなわち、クロム鉱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ことが判明した。

この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、その強度を記号で平面図に示した。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主成分の高い得点を示す地域は、超塩基性岩分布地域に限られる。そのうち地化学異常が認められるのは、東岸ではMalinao River, Norsophil鉱山付近とMaklasgao River上流部である。また、西岸ではLong Pointに非常に広い異常域が認められる。また、Moorson Point周辺とBerong付近に異常域が認められる。

第2主成分の低い得点を示す地域は、東岸ではMalinao Riverの中流域, Batonbaton Riverの上流, 西岸ではLong Pointの東側, Berongの南, Iwahigの東側に認められる。

2) 土地化学探査の結果

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主成分の異常域及び化学分析以外のデータである土壤1kgあたりの重鋳物含有量の異常域と超塩基性岩分布地域を重ねてB地区の総合解析図(第54図)を作成した。これらの異常域のうち2つ以上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る。

東岸では、北から

1. Malasgao Riverの上流
2. Norsophil鋳山周辺
3. Malinao River上流

西岸では、北から

1. Long Point周辺
2. Berong地域

2-2-2 精査地区B-1の土壤による地化学探査

1) 地化学データの解析

B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7表に示す。最大値、最小値、平均値は真数値も共に示した。

B-1地区は、B地区の地化学異常域にあたり、A・B地区の統計値に比べやや高い分析値となっている。

第7表 精査地区B-1の土壤試料の基本統計量

element	range	median	linear		logarithmic		
			mean	std. dev.	mean	10 ^{1/2} mean	std. dev.
Pt(ppb)	2.5 - 730	15	24.2	36.3	1.185	15.3	0.408
Pd(ppb)	1 - 290	14	20.3	22.5	1.068	11.7	0.514
Au(ppb)	1 - 316	1	4.7	14.4	0.319	2.1	0.450
Ni(ppm)	34 - 16700	2770	3192.9	2898.7	3.186	1536.0	0.657
Cr(ppm)	100 - 150000	16000	22350.6	21691.0	4.017	10398.5	0.668
Fe(%)	0.6 - 54.0	10.7	14.0	9.9	1.031	10.7	0.329
Co(ppm)	15 - 1990	246	328.0	285.4	2.319	208.2	0.452

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。濃度分布図(第46図~第49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B地域の中の異常域であるので、B-1地区の分析値のみを使用して、平均値と標準偏差から新たにしきい値として $m + \sigma$ を採用する事にした。

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。

Ni: 漸移帯~かんらん岩地域で高濃度であり、はんれい岩・玄武岩地域では非常に低濃度となっている。特に高濃度なのは、Malinao River 流域の北西側の地域であり、異常域が広く分布する。

Cr: Ni同様に漸移帯~かんらん岩地域でやや高濃度であり、はんれい岩~玄武岩地域では低濃度である。特に異常域が認められるのは、かんらん岩帯の中で漸移帯に近い地域であり、東西に帯状に地化学異常域が認められる。

Fe: Niと非常に似通った濃度分布が認められ、漸移帯~かんらん岩地域で高濃度なことに加え、かんらん岩帯の中でも特に北西部で異常域が広く認められる。

Co: Niと非常に似通った濃度分布を示し、かんらん岩地域の北西部で広い異常域が認められる。

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が高い負の値を持ち、二つの元素群に分けることができる。クロム鉱床との関連でみると、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、その強度を記号で平面図に示した。また、第1主成分は $+\sigma$ 以上を第2主成分は $-\sigma$ 以下を異常値(標準化データを用いたことから平均値は0となる)として得点図上に示した。

第1主成分は、はんれい岩~玄武岩分布域で非常に低く、漸移帯~かんらん岩分布域で

高い得点となっていることから、地質状況も反映しており地質境界により得点に明瞭な差が認められる。全体に高得点であるがかんらん岩分布域の中でも、西側地域では高得点試料が集中している。第2主成分は、Malinao River 支流の上流や最南部の玄武岩地域で正の高い得点を示し、高得点であり、地域中央部からMalinao River 支流の中流部のはんれい岩分布域で低い得点をもつ。

2) 土壌地化学探査の結果

鉍徴地及びダナイトの分布域、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主成分の異常域を重ねて精査地区B-1の総合解析図(第55図)を作成した。

NiやCrの有望地としては、第1主成分の結果とダナイト分布域が重なる北西部地域が有望であると考えられる。この地域は、精査地区B-1の地質調査により認められたクロマイトの鉍徴地をほとんど含んでいる。さらに地域を限定するならば、Crの濃度分布図から得られた異常域と北西部地域の重なり合う、やや南よりの東西に延びる帯状地帯が有望であると結論できる。

2-2-3 岩石による地化学探査

本地域には、各種岩相が分布しており含まれる元素濃度に差が認められる。岩相による濃度差を検討するために土壌による地化学探査と同じ元素について、分析を行った。

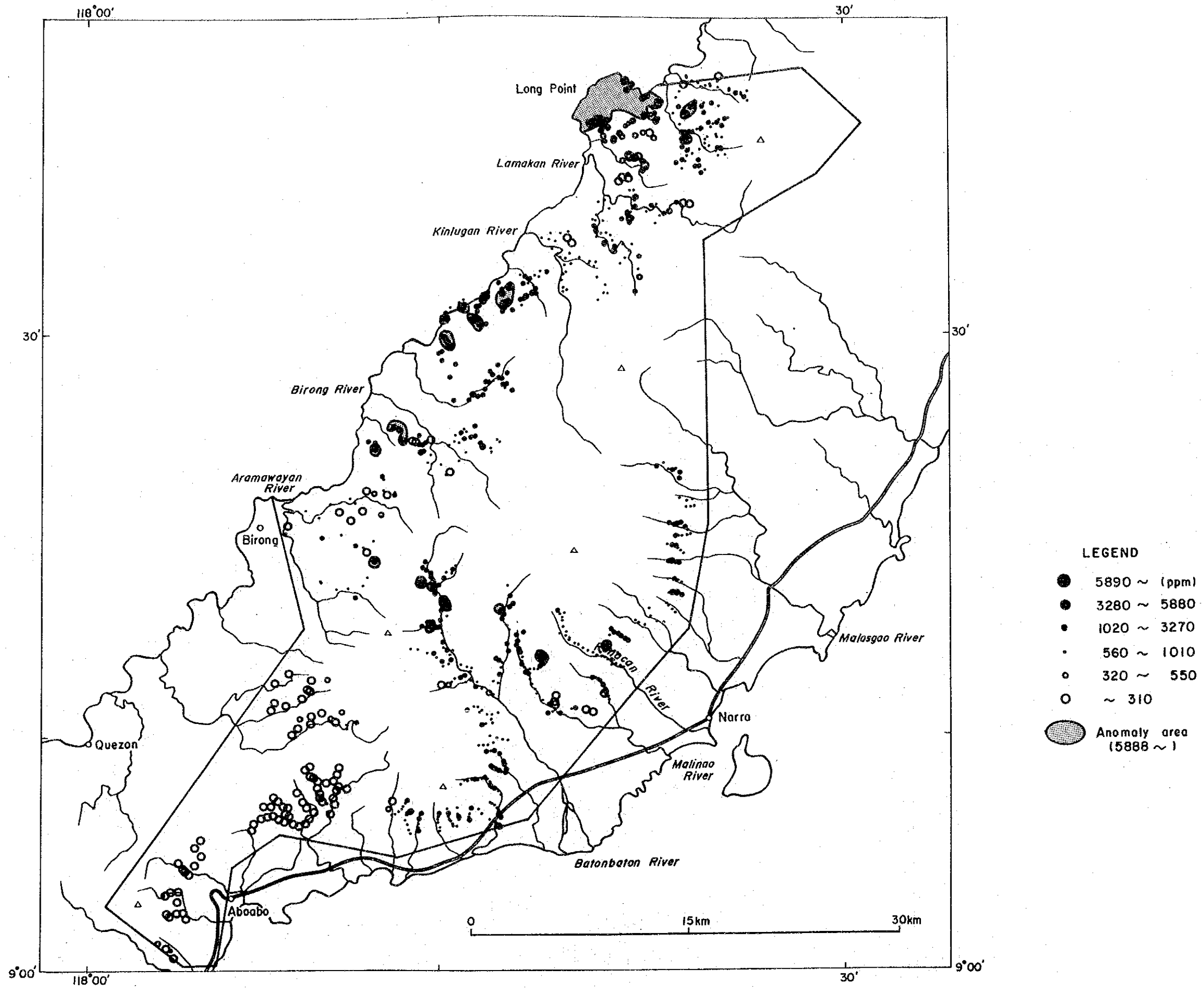
岩相別の元素濃度をTable??の統計量一覧表に示した。なお、岩相によるグループ分けは以下の7つのグループとした。

- A : 玄武岩及び玄武岩質の火砕岩
- B : はんれい岩類
- C : ハルツバージャイト～レルゾライト
- D : ダナイト
- E : クロミタイト
- F : 輝岩
- G : 変成岩類

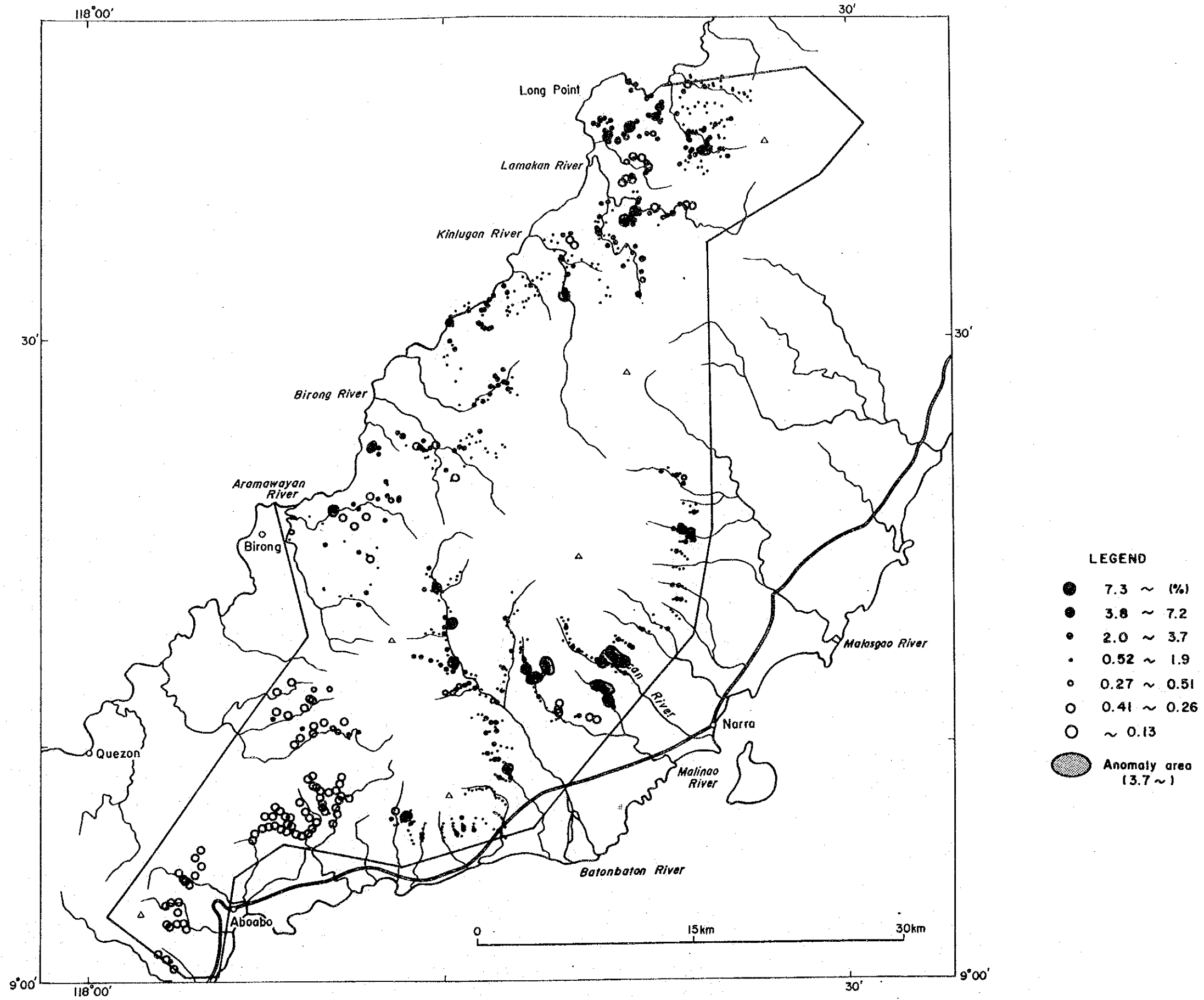
第8表 B地区及び精査地区B-1の岩石の統計量一覧表

	Rock type	number	range		median	linear*		logarithmic*		
						mean	std. dev.	mean	10 ⁻¹ mean	std. dev.
P t (ppb)	basalt	n=27	<5 -	5	<5	2.6	0.5	0.409	2.6	0.057
	gabbroic	n=31	<5 -	35	<5	4.8	6.2	0.538	3.4	0.278
	harzburgite	n=90	<5 -	30	<5	4.6	5.2	0.521	3.3	0.283
	dunite	n=86	<5 -	65	<5	5.0	7.6	0.546	3.5	0.285
	chromitite	n=5	<5 -	870	5.0	181.0	344.6	1.166	14.7	0.959
	pyroxenite	n=8	<5 -	80	<5	18.4	26.3	0.834	6.8	0.592
	metamorphics	n=3	<5 -	20	5.0	9.2	7.7	0.799	6.3	0.375
P d (ppb)	basalt	n=27	<2 -	12	<2	2.0	2.2	0.174	1.5	0.283
	gabbroic	n=31	<2 -	110	<2	11.6	21.6	0.511	3.2	0.657
	harzburgite	n=90	<2 -	32	<2	3.9	6.4	0.287	1.9	0.440
	dunite	n=86	<2 -	50	<2	3.5	6.2	0.293	2.0	0.391
	chromitite	n=5	2 -	3200	2	644.8	1277.6	1.133	13.6	1.242
	pyroxenite	n=8	<2 -	106	4	22.0	33.4	0.858	7.2	0.673
	metamorphics	n=3	2 -	16	6	8.0	5.9	0.761	5.8	0.369
A u (ppb)	basalt	n=27	<2 -	4	<2	1.1	0.6	0.033	1.1	0.125
	gabbroic	n=31	<2 -	4	<2	1.5	1.0	0.117	1.3	0.212
	harzburgite	n=90	<2 -	4	<2	1.0	0.3	0.010	1.0	0.070
	dunite	n=86	<2 -	8	<2	1.2	0.9	0.040	1.1	0.148
	chromitite	n=5	<2 -	520	<2	105.0	207.5	0.603	4.0	1.063
	pyroxenite	n=8	<2 -	18	<2	3.8	5.5	0.307	2.0	0.413
	metamorphics	n=3	<2 -	<2	<2	1.0	0.0	0.000	1.0	0.000
N i (ppm)	basalt	n=27	10 -	100	51	47.4	20.6	1.625	42.2	0.226
	gabbroic	n=31	27 -	2460	70	395.8	593.8	2.164	146.0	0.598
	harzburgite	n=90	36 -	4010	2000	2056.3	672.6	3.260	1819.9	0.296
	dunite	n=86	58 -	39000	2120	4469.7	6974.9	3.426	2666.5	0.389
	chromitite	n=5	1640 -	12700	3400	5072.0	3969.3	3.593	3921.7	0.300
	pyroxenite	n=8	100 -	1200	170	426.3	417.4	2.442	276.7	0.388
	metamorphics	n=3	150 -	1400	170	573.3	584.6	2.518	329.3	0.445
C r (ppm)	basalt	n=27	<100 -	230	100	90.0	45.4	1.903	80.0	0.208
	gabbroic	n=31	<100 -	3500	130	341.3	668.4	2.209	161.7	0.437
	harzburgite	n=90	140 -	6100	1900	1970.2	766.3	3.258	1813.0	0.204
	dunite	n=86	<100 -	136000	3900	7848.5	16572.3	3.543	3487.7	0.577
	chromitite	n=5	108000 -	192000	142000	39400.0	30289.3	5.135	136313.7	0.091
	pyroxenite	n=8	<100 -	2900	1100	1148.8	971.7	2.722	527.6	0.677
	metamorphics	n=3	130 -	1900	140	723.3	832.0	2.513	325.8	0.542
F e (%)	basalt	n=27	2.1 -	7.5	4.3	4.6	1.2	0.644	4.4	0.113
	gabbroic	n=31	0.5 -	7.1	3.1	3.0	1.8	0.370	2.3	0.331
	harzburgite	n=90	1.6 -	6.4	4.5	4.4	0.7	0.639	4.4	0.085
	dunite	n=86	1.9 -	7.2	4.9	4.9	0.8	0.684	4.8	0.079
	chromitite	n=5	0.2 -	3.8	2.0	2.1	1.2	0.180	1.5	0.423
	pyroxenite	n=8	0.4 -	8.6	1.5	3.1	2.8	0.304	2.0	0.418
	metamorphics	n=3	1.1 -	1.6	1.2	1.3	0.2	0.108	1.3	0.070
C o (ppm)	basalt	n=27	27 -	63	42	41.9	9.8	1.610	40.7	0.103
	gabbroic	n=31	29 -	122	48	59.1	26.2	1.735	54.3	0.173
	harzburgite	n=90	40 -	117	91	89.7	14.2	1.946	88.2	0.084
	dunite	n=86	23 -	160	98	97.0	20.4	1.975	94.4	0.110
	chromitite	n=5	25 -	209	67	88.6	62.8	1.848	70.5	0.293
	pyroxenite	n=8	26 -	167	37	68.5	46.0	1.742	55.2	0.284
	metamorphics	n=3	35 -	68	35	46.0	15.6	1.640	43.7	0.136

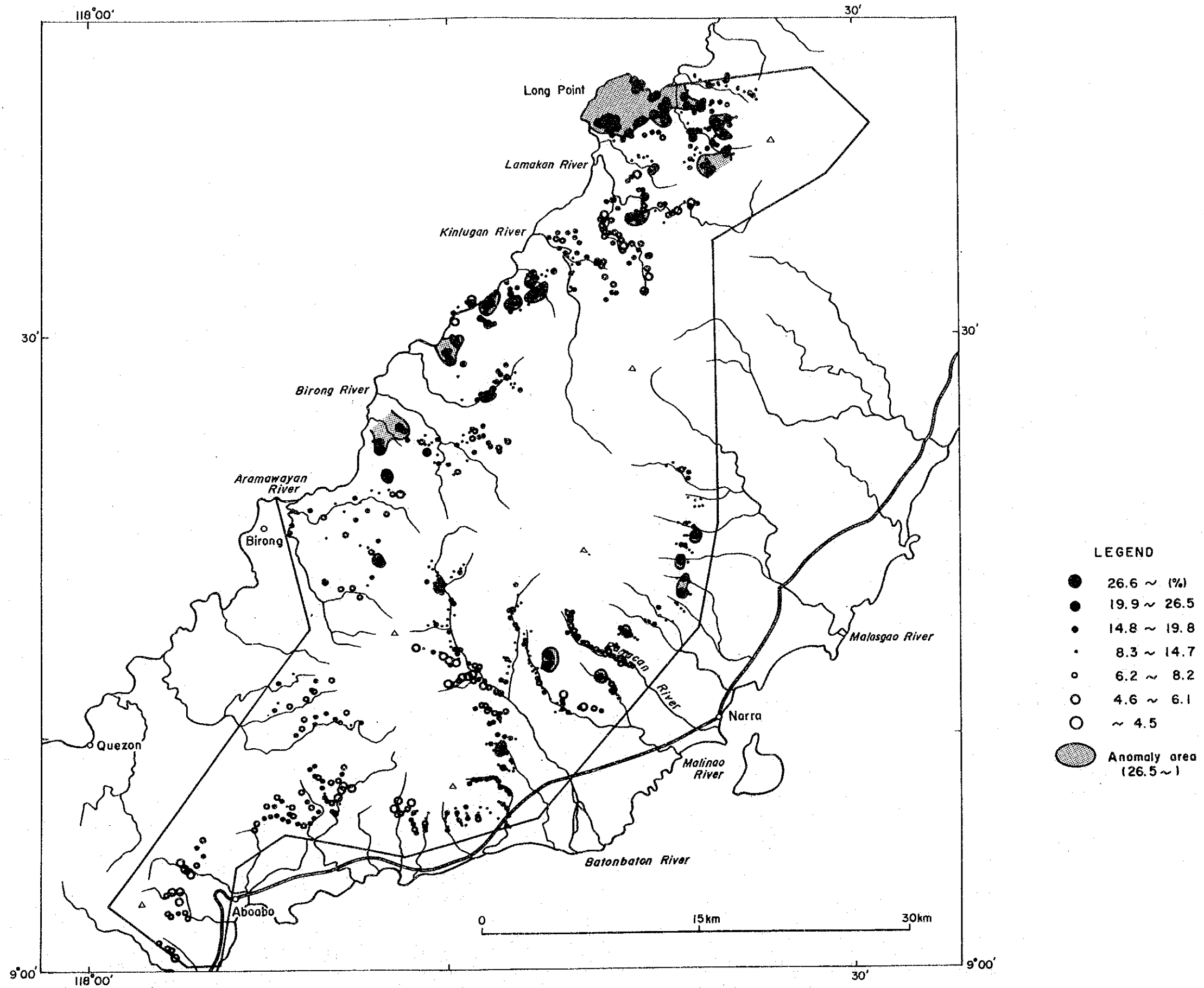
*:Half of the detection limit value is used for the below-detection-limit data.



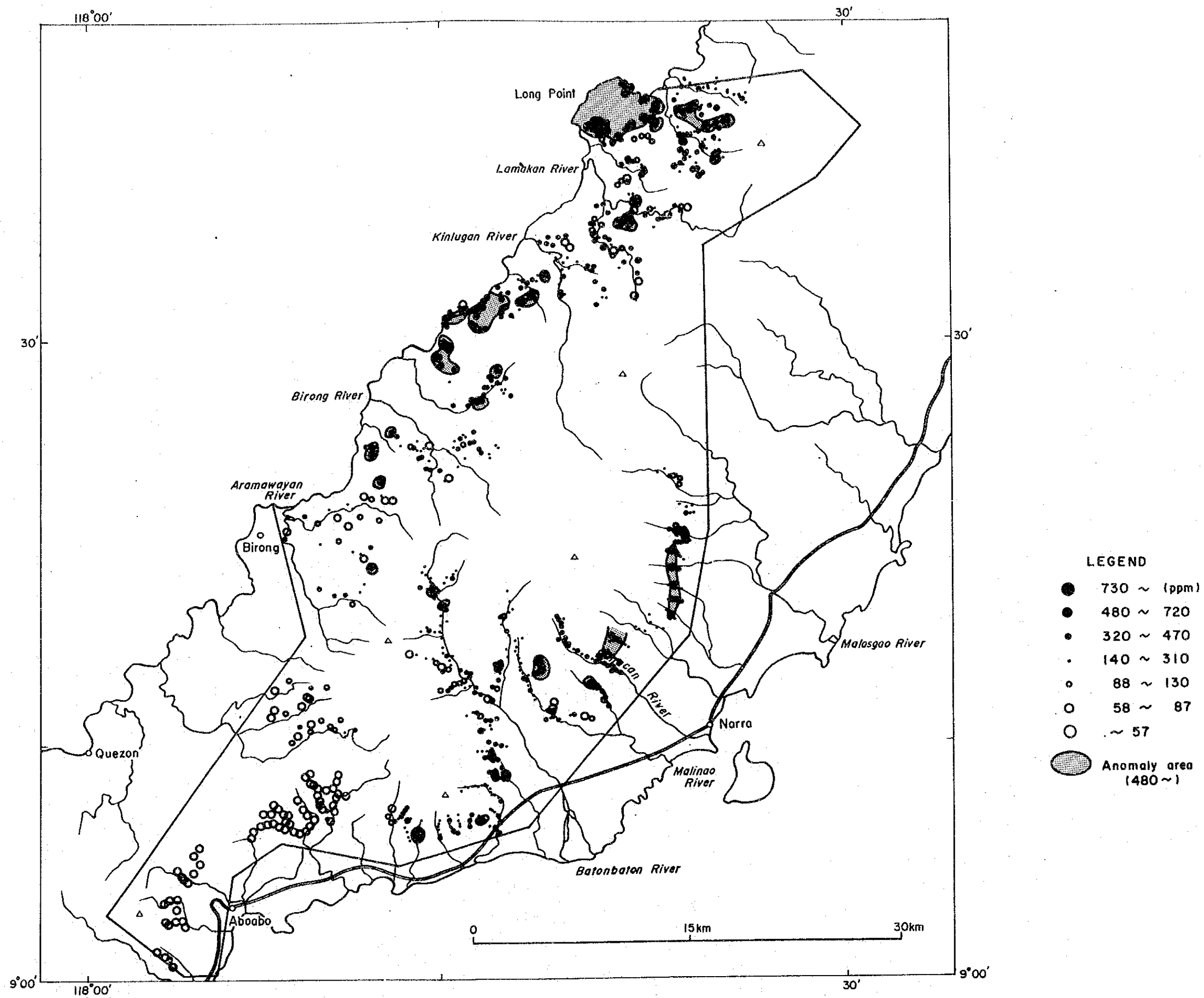
第 4 1 図 B 地区土壤試料中のNi濃度図



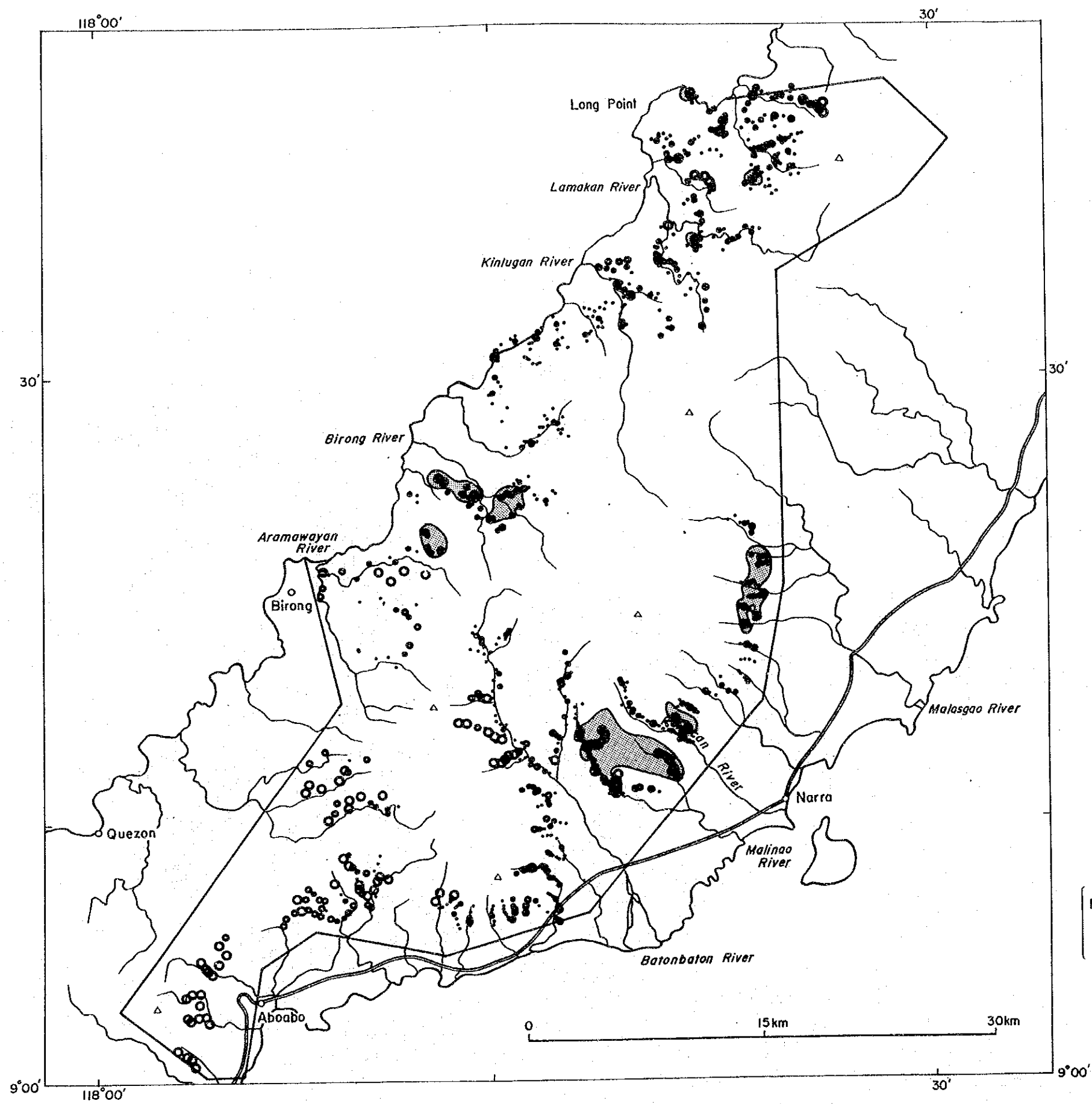
第42図 B地区土壤試料中のCr濃度図



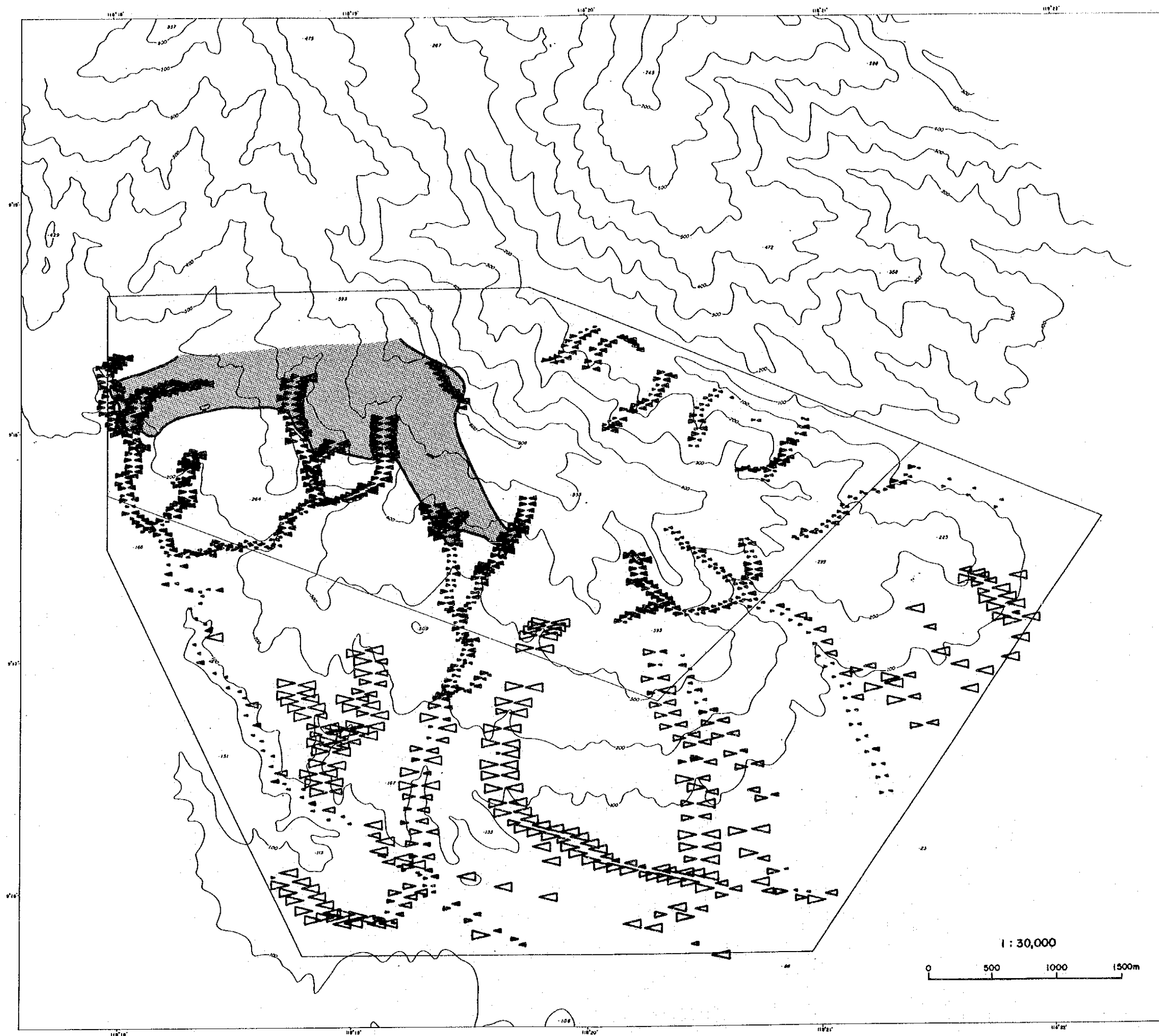
第 4 3 図 B 地区土壤試料中のFe濃度図



第 4 4 図 B 地区土壤試料中のCo濃度図



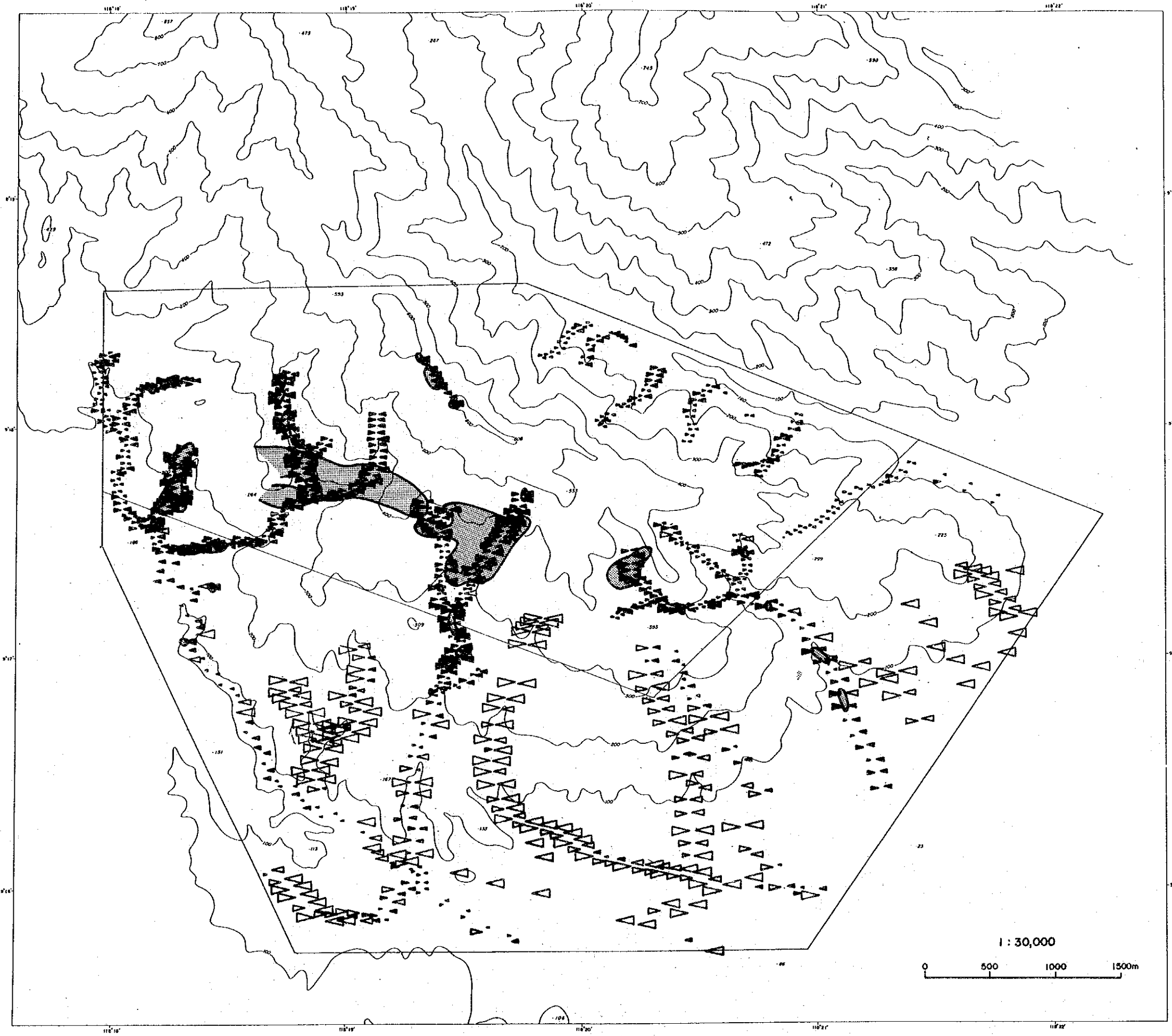
第 4 5 図 B地区土壤試料中の重鉛物濃度図



LEGEND

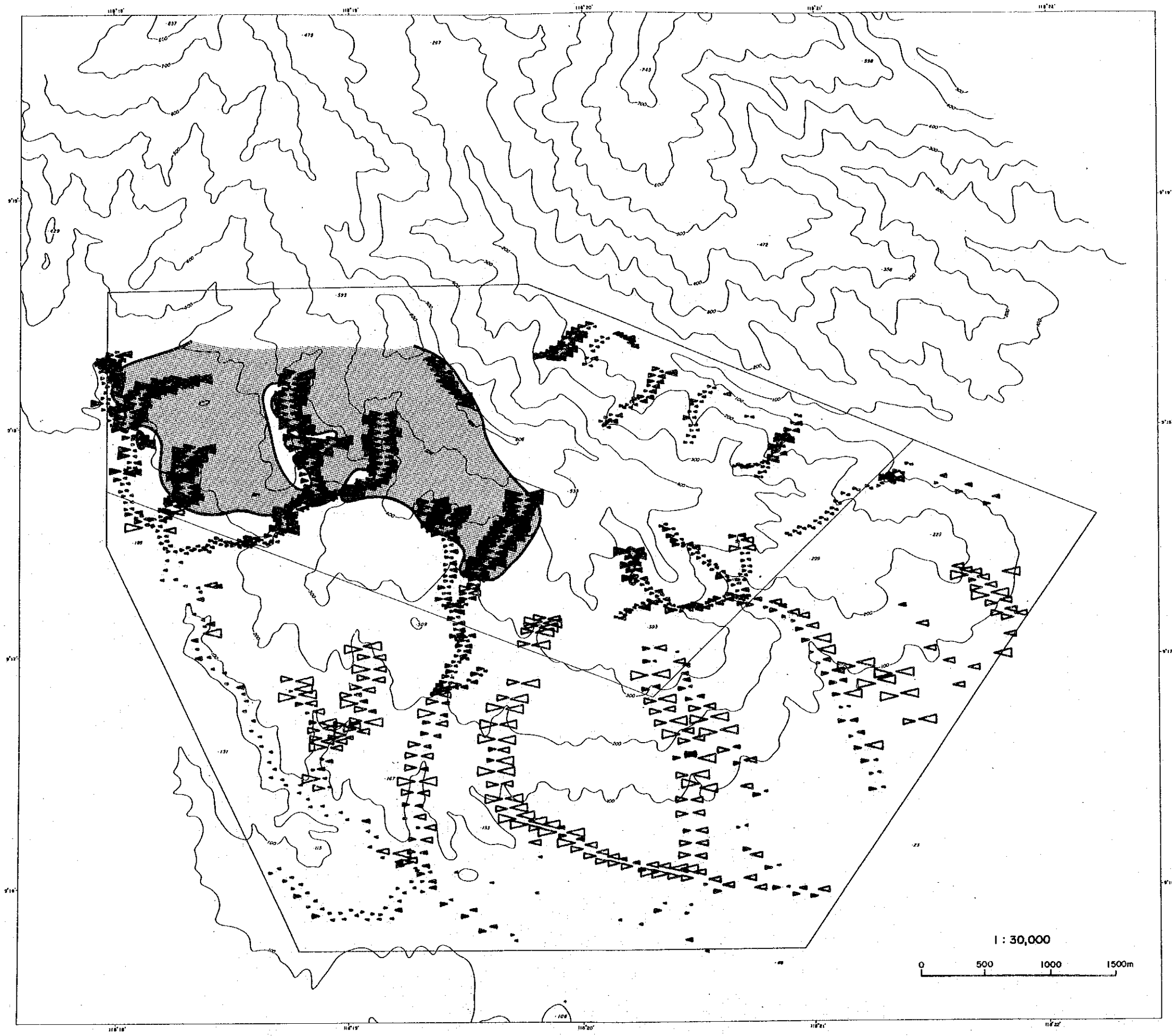
▲	14840 ~	(ppm)
▲	6970 ~ 14830	
▲	3280 ~ 6960	
▲	720 ~ 3270	
△	340 ~ 720	
△	160 ~ 330	
△	~ 150	
●	Anomaly area	(6970 ~)

第46図 精査地区B-1土壤試料中のNi濃度図

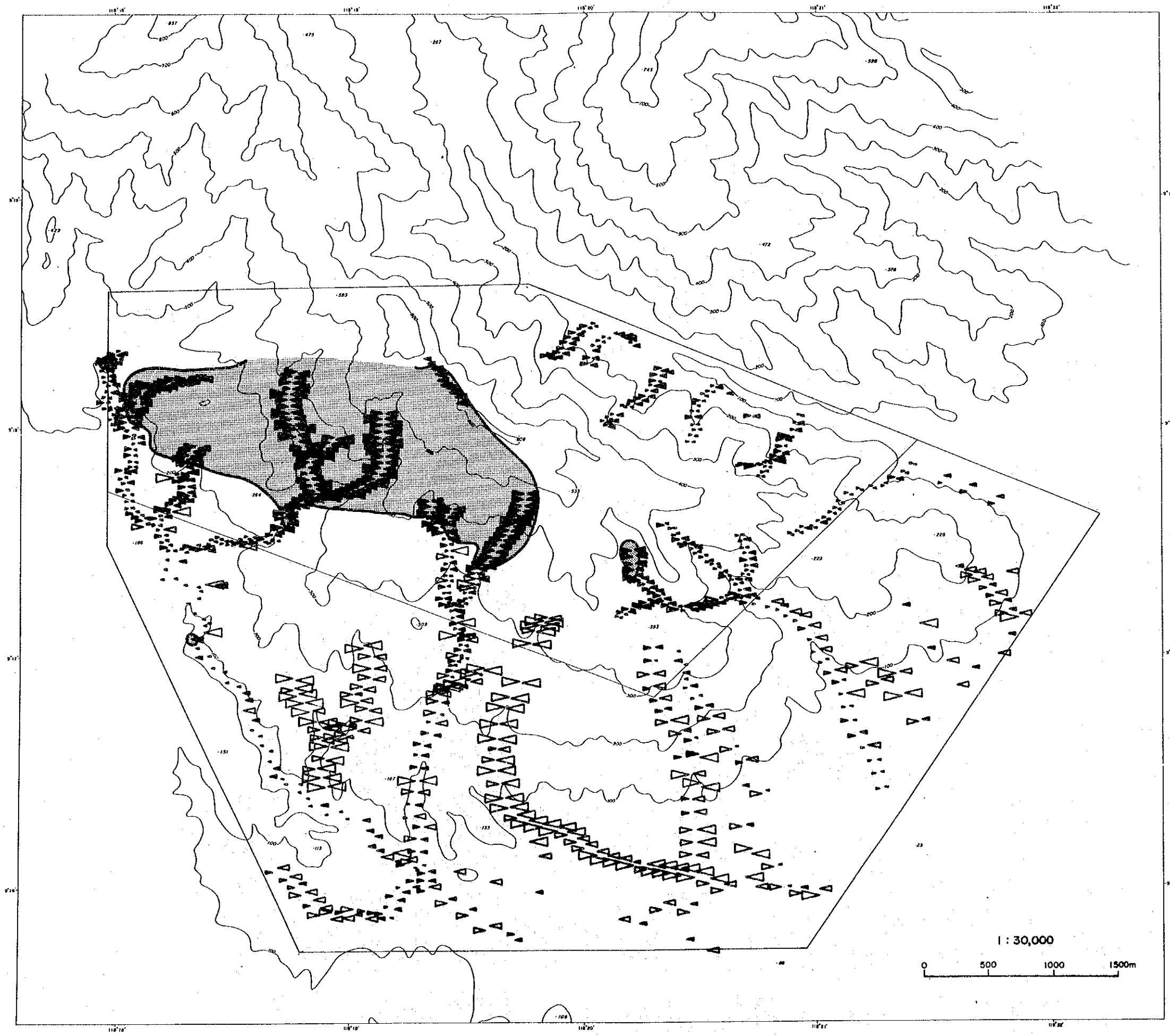


- LEGEND
- ▲ 10.5 ~ (%)
 - ▲ 4.9 ~ 10.4
 - ▲ 2.3 ~ 4.8
 - ▲ 0.49 ~ 2.2
 - ▲ 0.23 ~ 0.48
 - ▲ 0.104 ~ 0.22
 - ▲ ~ 0.103
 - Anomaly area (4.9 ~)

第47図 精査地区B-1土壤試料中のCr濃度図



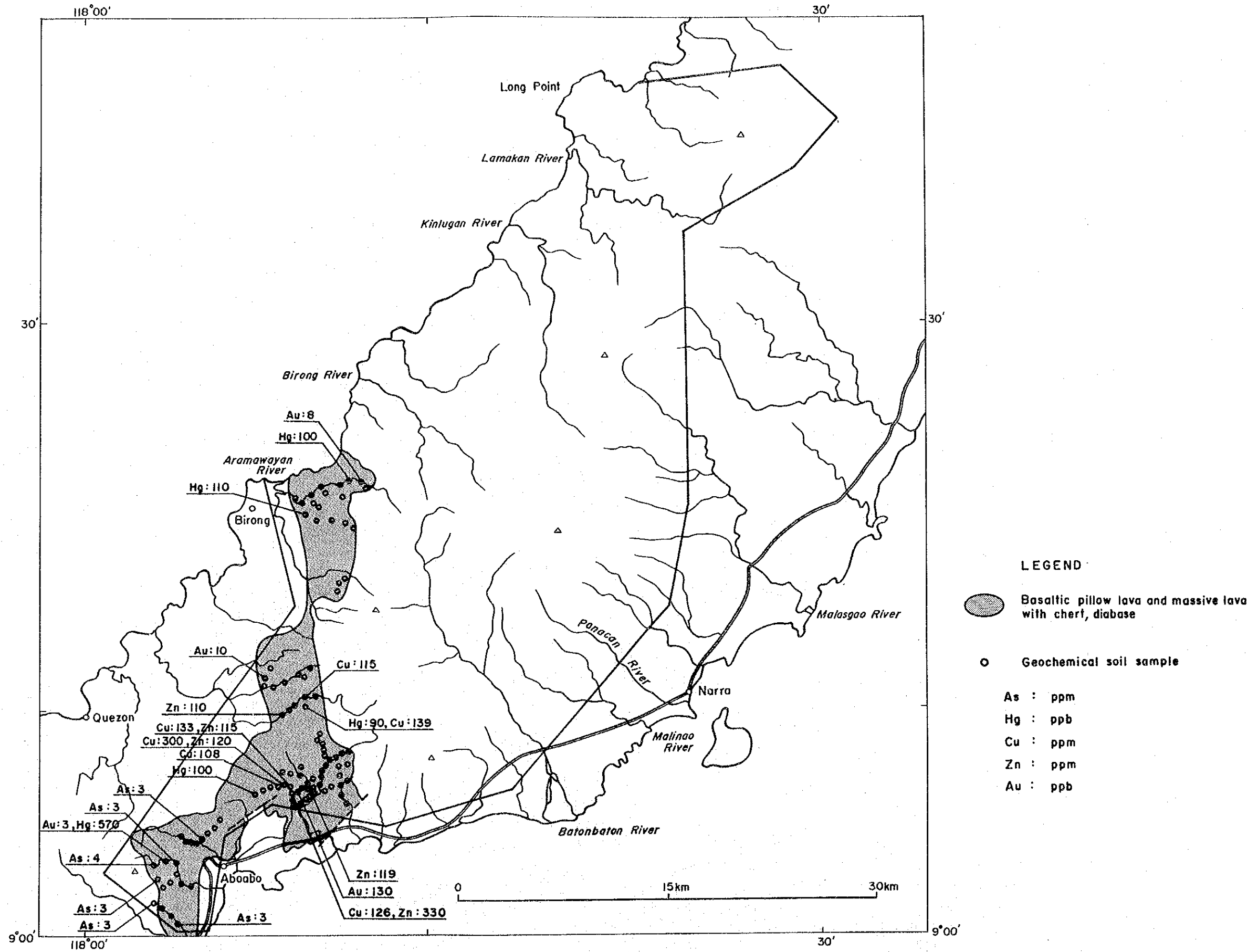
第48図 精査地区B-1土壤試料中のFe濃度図



LEGEND

▲	1000 ~ (ppm)
▲	590 ~ 990
▲	351 ~ 580
▲	124 ~ 350
▲	74 ~ 123
▲	44 ~ 73
▲	~ 43
●	Anomaly area (590 ~)

第59図 精査地区B-1土壤試料中のCo濃度図



第50図 B地区玄武岩分布地域土壤中の元素濃度図

岩相別統計量の表は、以下のことを表している。

Pt, Pd, Auはクロミタイトを除いてどの岩相も余り差が認められない。クロミタイトには、Pt, Pd, Auともに非常に高濃度なものがある。

Ni, Cr は、かんらん岩類で高濃度であり、それ以外の岩相の10倍以上の値を持つ。かんらん岩類のうちハルツバージャイトとダナイトを比較するとNi, Cr は、ダナイト中により多く含まれている。本地域に胚胎するクロム鉱床は、主としてダナイト中に発達する。ダナイトは、鉱石以外の母岩のCr濃度も高い。Coは、かんらん岩類でやや高濃度である。ハルツバージャイトとダナイトとではほとんど差が認められない。

土壌中の統計量と比較するとCr, Fe は岩石内より土壌中に濃集されており、風化土壌が生成される際にCr, Feが土壌の上部に取り残されることを示している。

2-2-4 玄武岩分布地域の土壌による追加地化学探査

地点は明かではないが、B地区南部の玄武岩分布地域において、かつて塊状硫化鉱石の転石が採取されたことがある。B地区の土壌による地化学探査ではクロム鉱床に関する元素については分析を行ったが、塊状硫化鉱床に関係する元素については分析を行っていない。そこで、採取した試料のうち玄武岩地域で採取した試料のうち101試料を選び出して、Ag, As, Hg, Sb, Cu, Pb, Znの7元素についてさらに分析を行い検討することとした。追加分析のため、7試料については分析試料の量が不足して完全なセットの分析値が得られなかった(第50図)。

Cuで高濃度を示す地域はAboaboの北東方約6kmにあり、直径1.5kmの円内に高濃度試料が集まっている。この地域ではZnも高濃度である。Asについては、Aboabo西方に検出限界値を越える試料が集まっている。それ以外の地域では、何らかの元素の高濃度試料が散点的に認められるのみである。

以上の分析値からは、Aboaboの北東方が可能性があるということになるが、岩石の露出状況が悪いため地質調査ではこの地域において鉱徴を確認していない。そのため、この高濃度地域が鉱床に関連したものかどうかはいまのところ断言できない。

2-3 精査地区B-1のピット調査

精査地区B-1内の、東部及び中央部で第1年次追加調査で、またMariwara地域で第2年次調査でピット調査を実施した(第51図)。

2-3-1 精査地区B-1 東部

精査地区B-1内東部の東西に連続するダナイト分布域で、クロマイト鉱徴確認を目的に15地点でテストピットを掘削したが、いずれのテストピットでもクロマイト鉱徴を確認するには至らなかった。

地化探分析の結果では、15地点中9地点のテストピットで、1%以上のCrを検出しているが、全般にB-1中央部に比べて、Cr品位は低い。

Niに関しては全般に低く、0.5%以上の品位が得られているのは4地点で、最高でも0.7%である。

2-3-2 精査地区B-1 中央部

Malinao River 中流部左岸の精査地区B-1中央部で、クロマイト鉱徴獲得を目的に15地点でテストピットを掘削したが、いずれのテストピットでもクロマイト鉱徴を確認するには至らなかった。

この付近は、土壤中の重鉍物量による異常が認められる地域であり、テストピット試料の地化探分析結果では、いずれのテストピット試料でも、数%のCrが検出されている。またこの地区は、超塩基性岩の風化により形成されたラテライトの分布域でもある。ラテライトの厚さは1~2mで、いずれのテストピット試料でも1%前後のNiが検出された。しかし、深さによるNi含有量に顕著な差は認められなかった。

15地点のテストピット中9地点で100ppb以上のAuが検出されており、最高はテストピットPK04の600ppbである。

2-3-3 Mariwara地域

クロム鉱床胚胎の有望地域として抽出された北西部地域の中から、Malinao River 上流のMariwara地域でピット調査を行った。ピット調査を行った地域は、第1年次追加調査により抽出されたクロムの地化学異常域であり、これはダナイトの分布域西部にあたる。このダナイトは漸移帯~キュムレートメンバーのダナイトであり、ダナイト中にはクロマイト鉱染及び小さな鉱条が各所に認められた。

この地区のダナイト岩体の分布はほぼE-W方向であるので、この方向にほぼ直交するN-S方向に5本の測線を設定し、測線間隔100m、ピット間隔25mでピット調査を実施した。さらにクロマイトの鉱染~鉱条が確認されたピット周辺では鉱体の延長を確認するた

めに、5～10mの間隔でピット調査を実施した。ピットの位置は第52図に示した。

ピットの大部分は基盤まで到達し、この地域にグナイトが広く分布していることが再確認された。地表部ではクロマイト鉱石の露頭は認められないが、ピット測線の伏開時に Marinao 川支沢中からクロマイト塊状鉱石及びノジュール鉱（レパードタイプ）の転石数個が発見された。この転石(FR-16)から、 Cr_2O_3 30.50%の値が得られた。

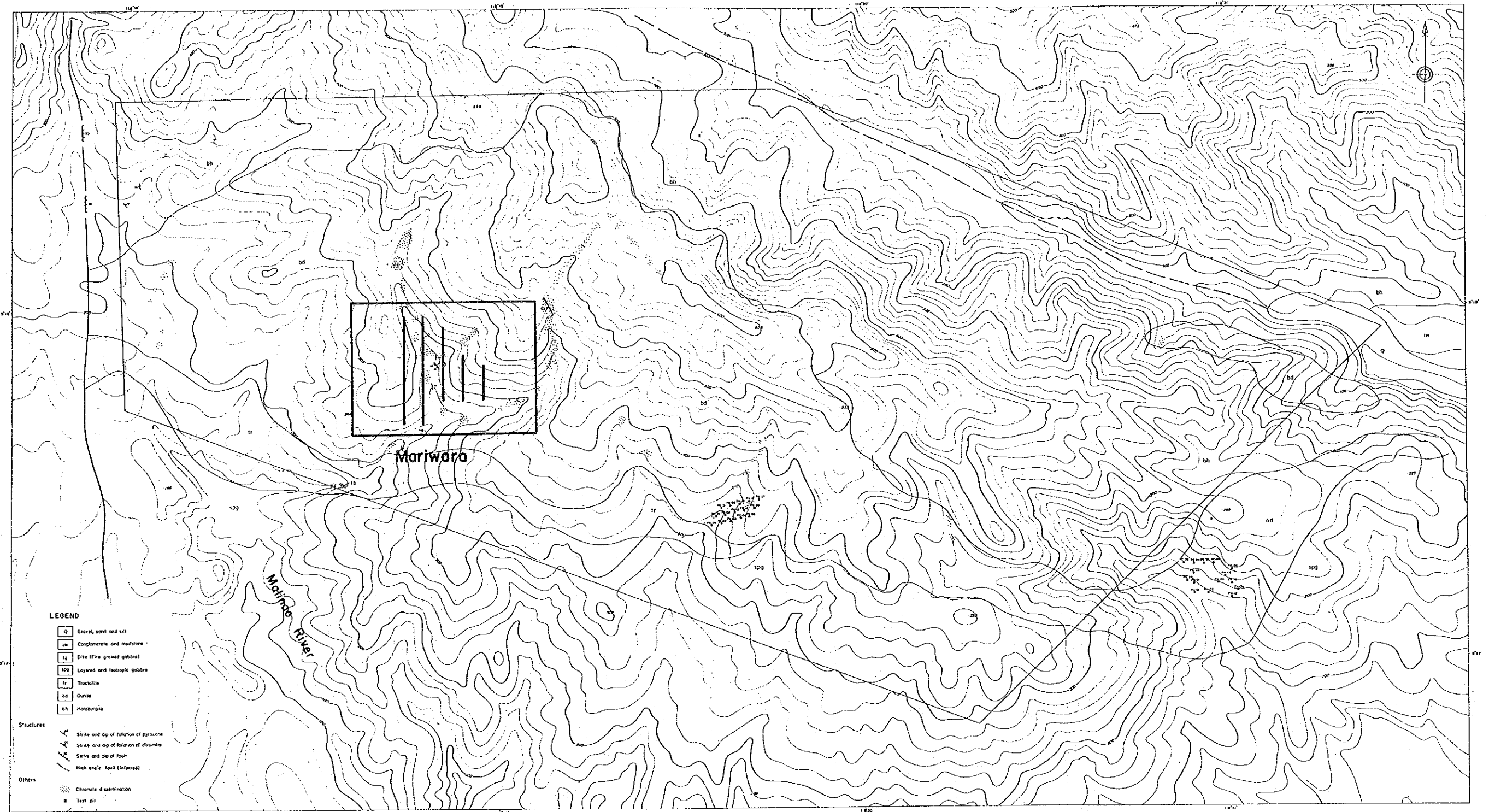
本地域では、13ピットにおいて鉱徴が確認された。

地域北のNH044からNH045付近の鉱徴地は、クロマイトの鉱染と細い鉱条からなる。NH045の10m南のNH086で、鉱条を横切るように0.6mにわたり試料を採取し(FR-18)、 Cr_2O_3 3.09%の値を得た。

地域西側のNH014からNG017付近で確認された鉱徴地も鉱染と細い鉱条からなる。この鉱徴地のNH016から採取したクロマイト鉱染グナイト(NH-16)の分析結果は、 Cr_2O_3 4.23%であった。

地域中央部のNG034を中心とした鉱徴地では、NG034で幅1.4m、延長2m+のクロマイト塊状鉱を捕捉した。NG034のピット底で1.4mにわたって採取した試料(FR-17)の分析結果は、 Cr_2O_3 26.70%であった。この鉱徴地では白金族元素が高濃度であり、ピット底から採取した土壌試料ではNG034でPt 1600ppb、Pd 3400ppb、NG100でPt 1200ppb、Pd740ppbの値が得られた（第53図）。

地域東のNG067では、幅2～6cmのクロマイトバンド数枚からなる鉱徴が確認された。これらのクロマイトバンドを横切るように1.0mにわたり採取した試料(FR-19)からは、 Cr_2O_3 17.20%の値を得た。



第51図 B-1地区テストピット位置図