

Fig. 29 Pt content of soil samples in area A-1

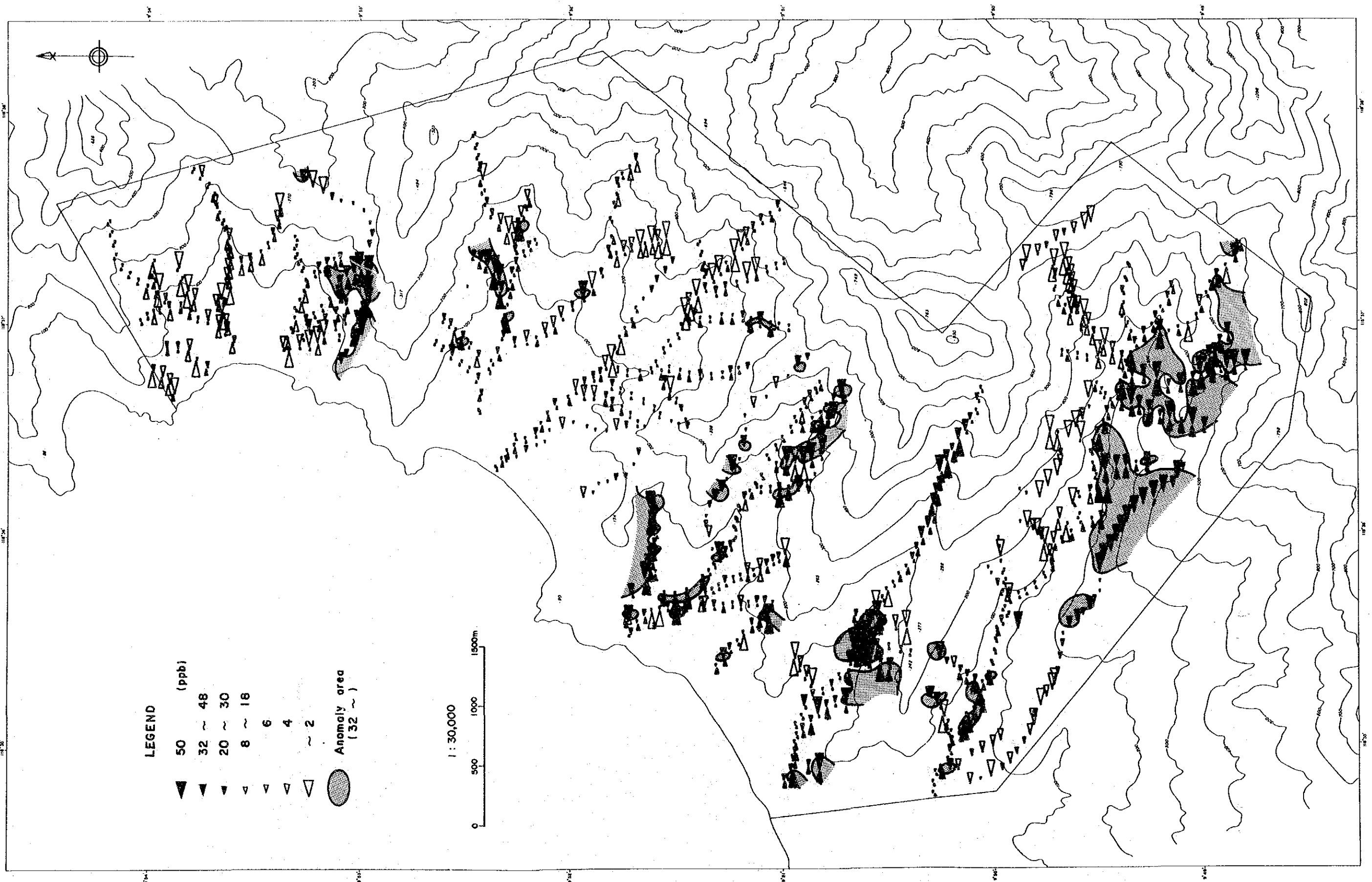


Fig. 30 Pd content of soil samples in area A-1

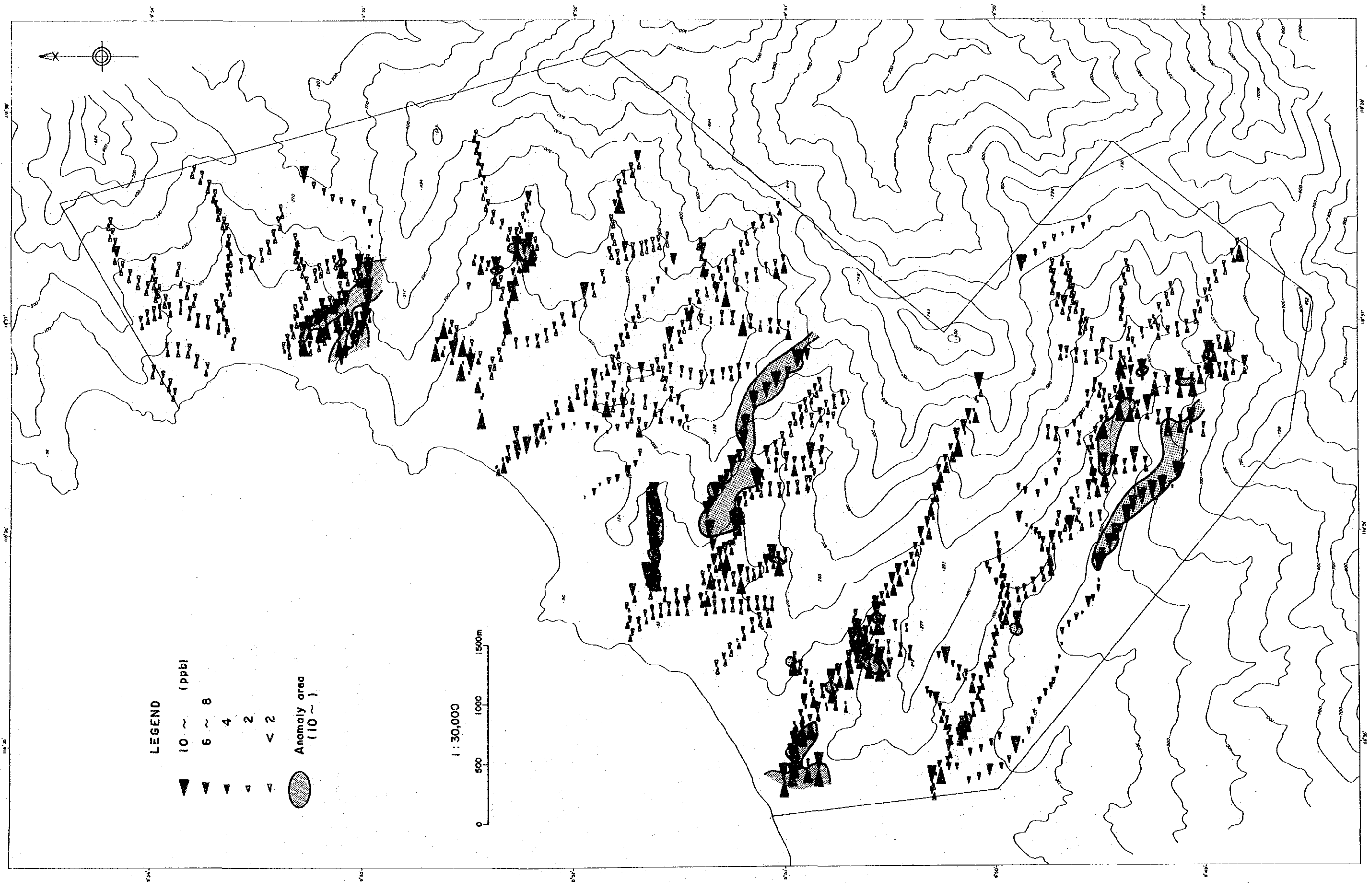


Fig.31 Au content of soil samples in area A-1

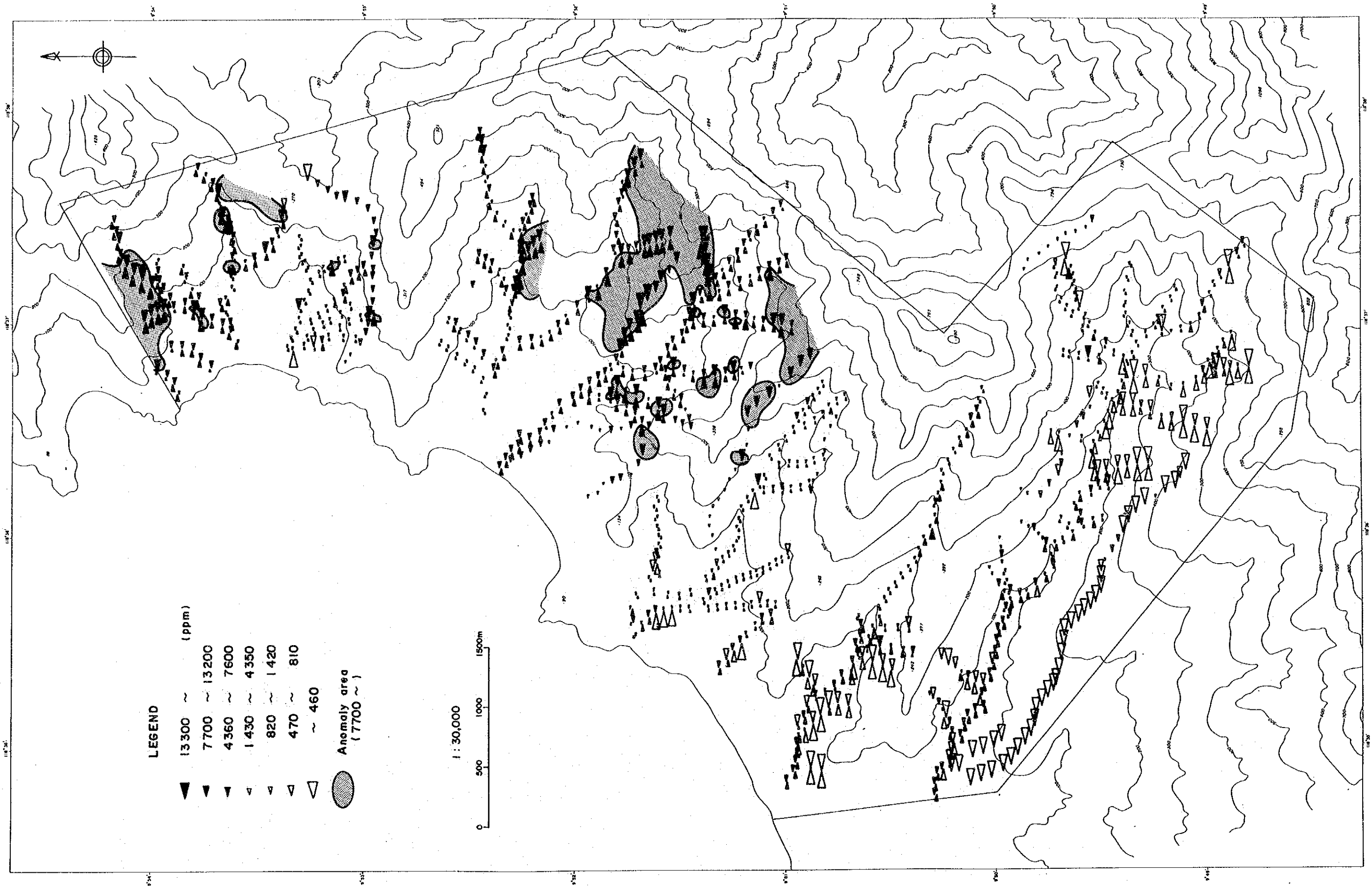


Fig. 32 Ni content of soil samples in area A-1

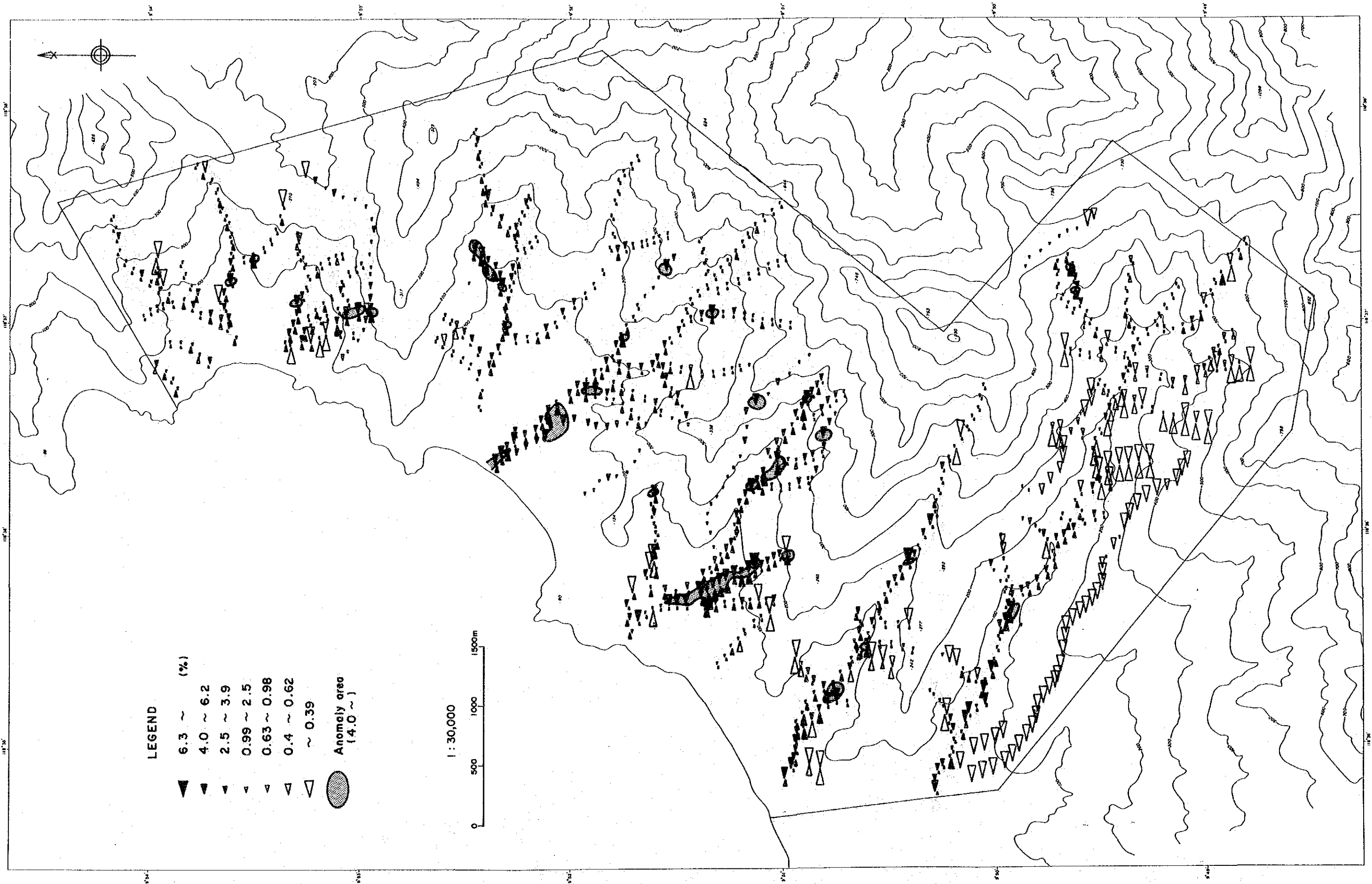


Fig. 33 Cr content of soil samples in area A-1

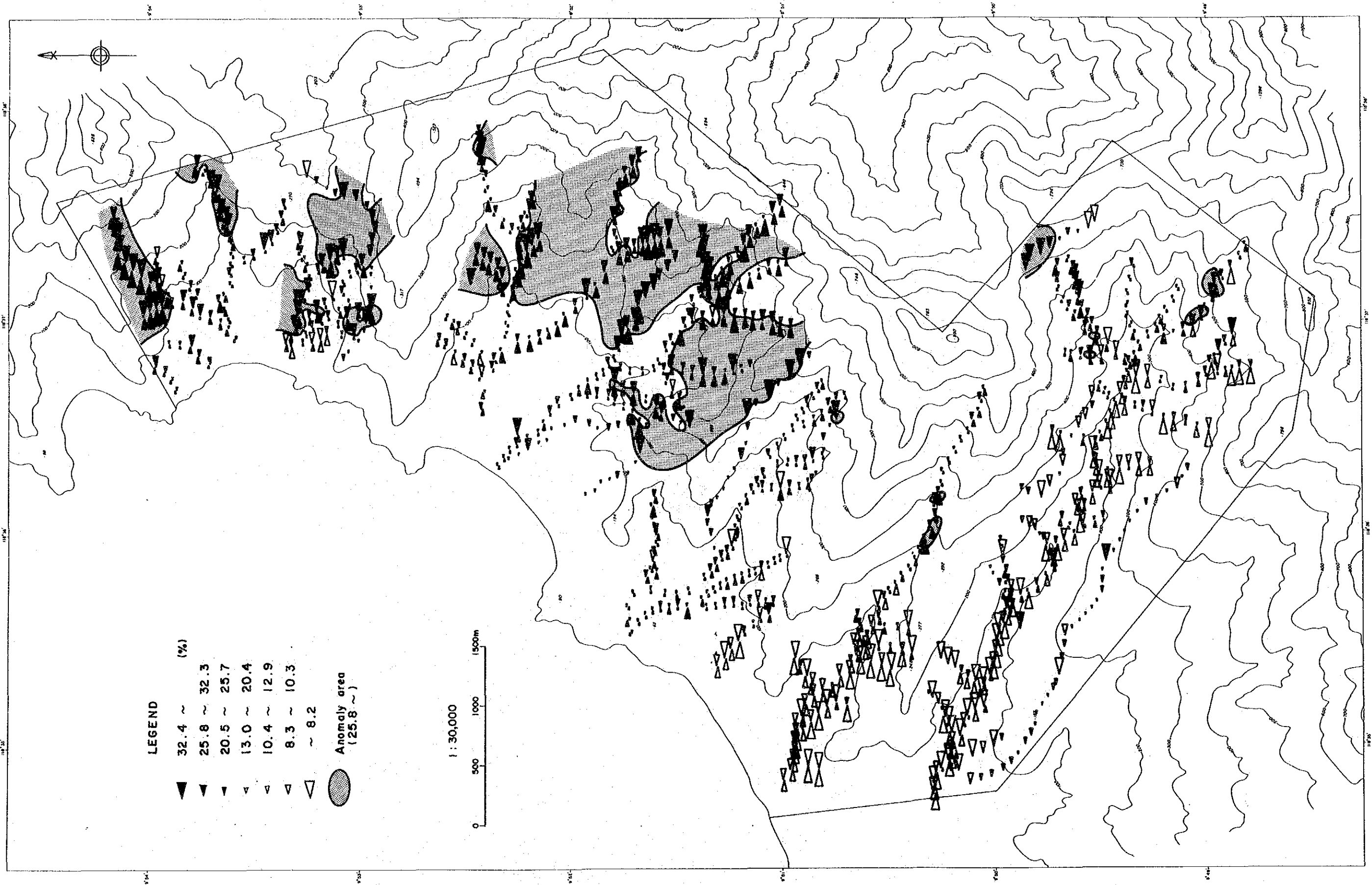


Fig. 34 Fe content of soil samples in area A-1

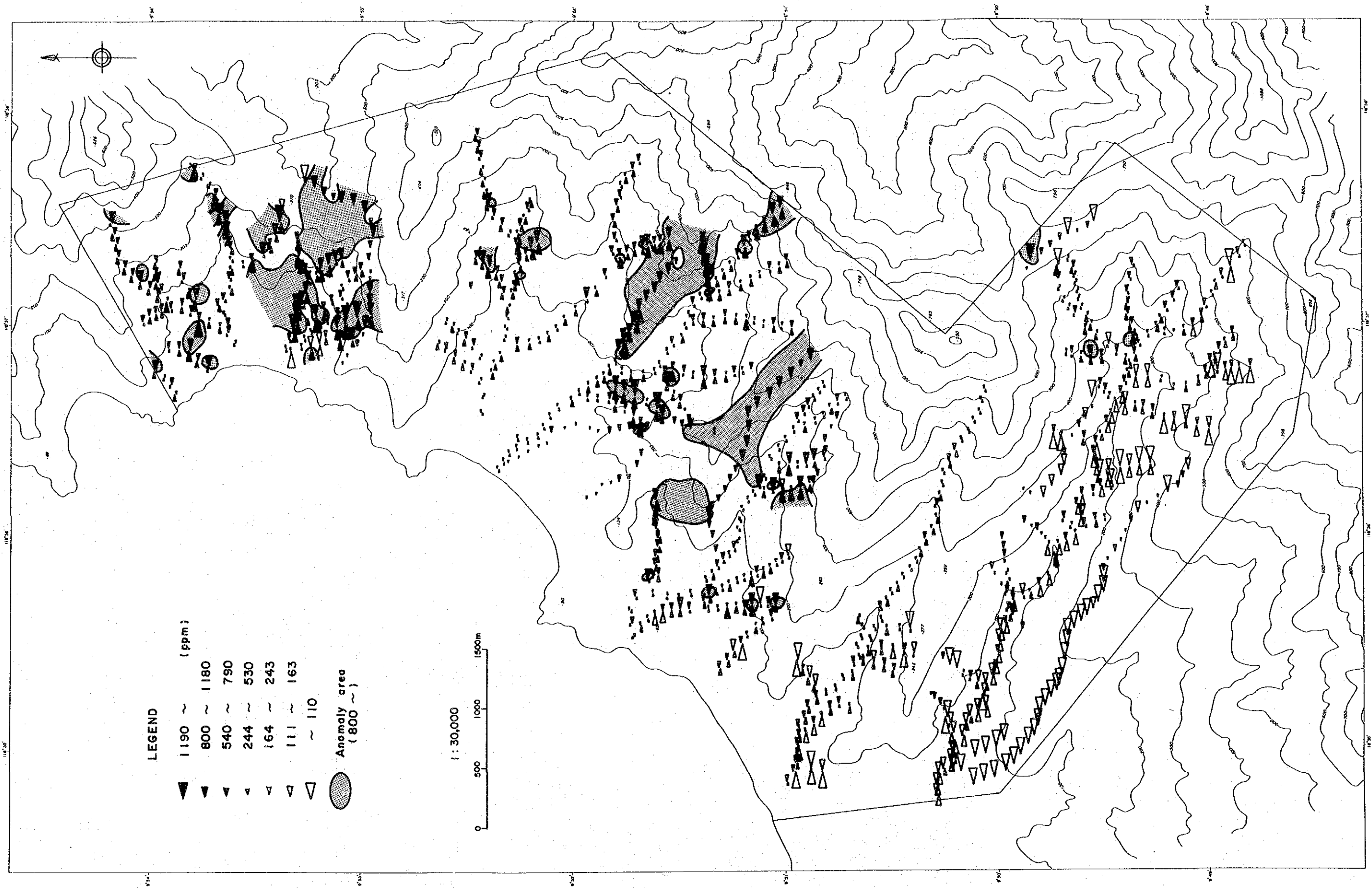


Fig. 35 Co content of soil samples in area A-1

Table 9 Results of principle components analysis in area A-1

COMPONENT	EIGENVALUE	PERCENT	CUMULATIVE
Z-01	<u>3.1179</u>	44.5461	44.5461
Z-02	<u>1.8939</u>	27.0594	71.6055
Z-03	0.7350	10.5012	82.1067
Z-04	0.6663	9.5203	91.6270
Z-05	0.2813	4.0190	95.6460
Z-06	0.1917	2.7394	98.3854
Z-07	0.1130	1.6146	100.0000
TOTAL	7.0000	100	

Factor Loading

	Z-01	Z-02	Z-03	Z-04	Z-05	Z-06	Z-07
Pt	0.3787	<u>0.7668</u>	-0.3824	-0.0372	-0.3386	0.0695	-0.0334
Pd	0.0881	<u>0.9007</u>	-0.1867	0.0936	0.3533	-0.1113	0.0059
Au	-0.0989	<u>0.6692</u>	0.7294	0.0239	-0.0886	0.0379	-0.0049
Ni	<u>0.9271</u>	-0.1677	0.1166	-0.0202	-0.0243	-0.2205	-0.2217
Cr	<u>0.7651</u>	0.0118	0.0487	-0.5928	0.1460	0.1986	0.0057
Fe	<u>0.7857</u>	-0.1177	0.0241	0.5488	0.0842	0.2436	-0.0286
Co	<u>0.9459</u>	-0.0684	0.0730	0.0521	-0.0708	-0.1603	0.2487

Eigen Vector

	Z-01	Z-02	Z-03	Z-04	Z-05	Z-06	Z-07
Pt	0.2145	0.5572	-0.4460	-0.0456	-0.6384	0.1586	-0.0993
Pd	0.0499	0.6545	-0.2178	0.1146	0.6661	-0.2542	0.0175
Au	-0.0560	0.4863	0.8508	0.0293	-0.1671	0.0866	-0.0146
Ni	0.5251	-0.1218	0.1360	-0.0247	-0.0457	-0.5035	-0.6593
Cr	0.4333	0.0086	0.0568	-0.7261	0.2752	0.4535	0.0170
Fe	0.4449	-0.0855	0.0281	0.6723	0.1587	0.5563	-0.0851
Co	0.5357	-0.0497	0.0852	0.0638	-0.1336	-0.3661	0.7398



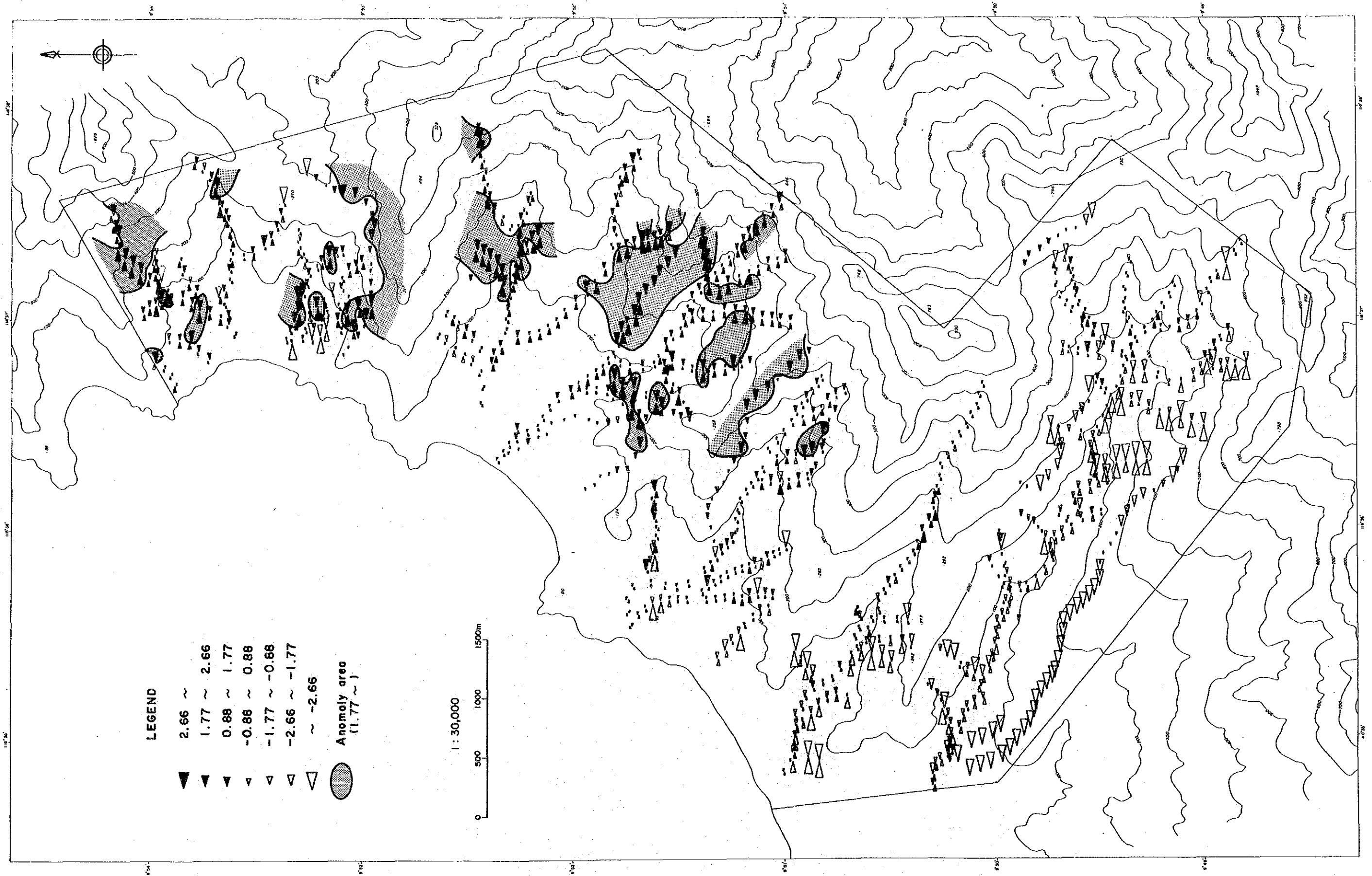


Fig. 36 Scores of principle components analysis in area A-1 (Z1)

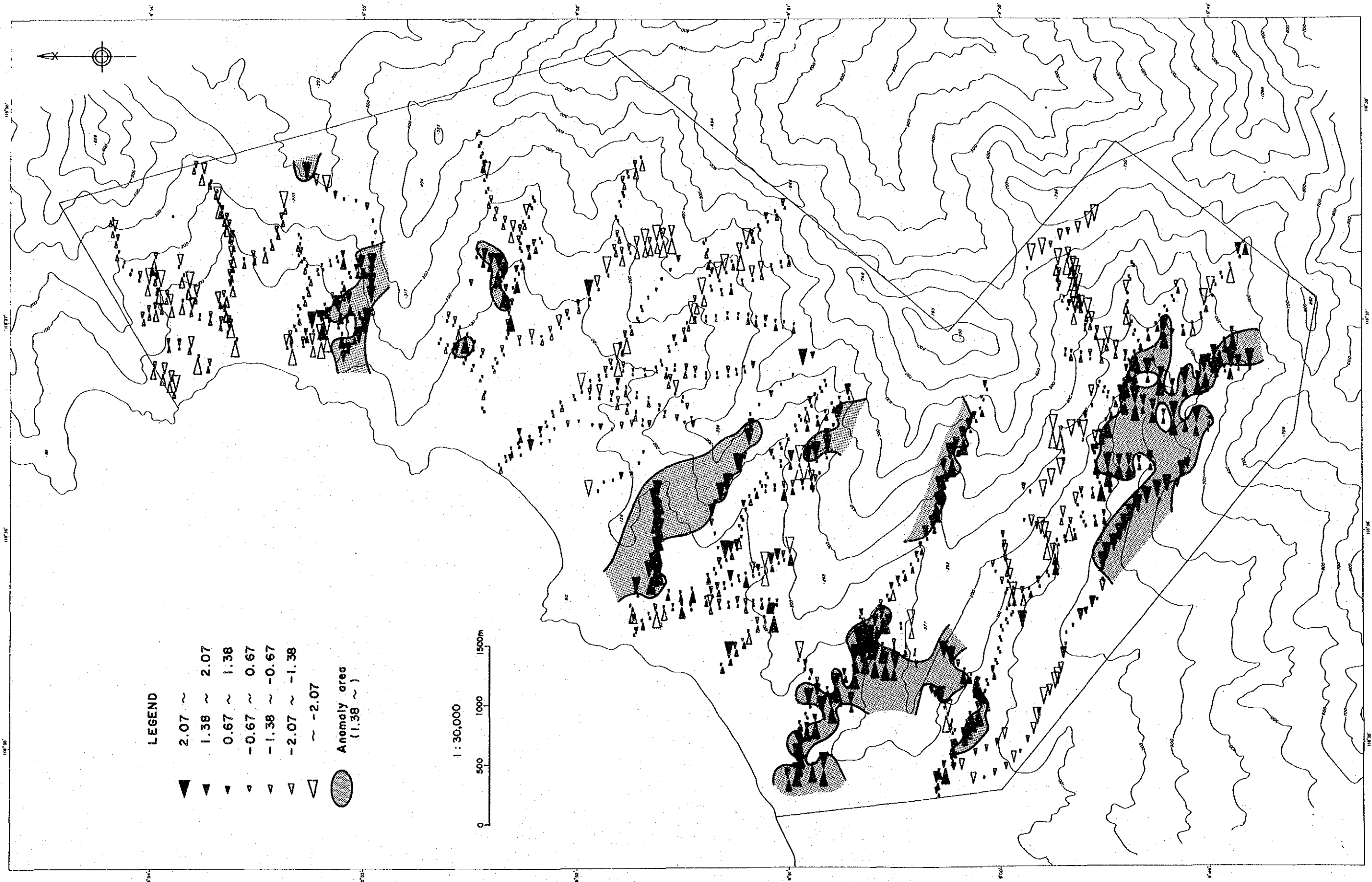


Fig. 37 Scores of principle components analysis in area A-1 (Z2)

### 1-6-3 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。分析を行った試料は、A及びA-1地区併せて123試料である。分析結果は、岩相などと共にAppendix 13に示した。

岩相別の元素濃度をTable 10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。

かんらん岩類のうち、ハルツバージャイト・レルゾ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、鉱石以外の部分でもCr濃度が高い。

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。

Table 10 Statistic quantities of rock samples in area A and A-1

	Rock type	number	range		median	linear*		logarithmic*		
						mean	std. dev.	mean	10 <sup>-1</sup> 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.

## 1-7 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, Stavelly 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。

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。

観察されたクロム鉱床露頭は、規模はいずれも大きくなく幅数m程度のクロマイトのレンズ~ポッド、あるいは鉱染状のシームであった。これらの多くは、A地区の土壤による地化学探査で抽出された地域西岸(A-1地区)で行った精査により確認されたものである。クロマイト鉱徴の大部分は、貫入岩状に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に分布する。ハルツバージャイト中にも鉱徴は認められるものの、これらは小規模で数も少ない。すなわち、ダナイトの分布がクロム鉱徴を規制していると考えてよい。

ニッケル鉱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地域北部のBacungan地域や西岸の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。地域西岸では、一部のテストピットでニッケルの鉱徴を確認したが、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壤分析試料採取と平行してパンニングによる重鉱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。土壤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、Tagburouの北側地域、Bacungan北側から西岸にかけて

の地域、地域西岸のMalinao RiverからTagminatayにかけての3地域が有望域として抽出された。

A地区の土壤による地化学探査結果に基づき、精査地区A-1としてMalinao RiverからTagminatayにかけての地域を調査した。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が、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。

クロム鉍床胚胎地域をある程度限定するためには、風化土壤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とされた。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、鉍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。

## 第2章 B地区及び精査地区B-1

### 2-1 位置及び交通

B地区は、Palawan島の中央部に位置し、Palawan州の州都Puerto Princesaの南東にあり、北緯9°07′から北緯9°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ポートによる他ない。

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Norsophil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。

### 2-2 地形及び水系

B地区には、NE-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1,000m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鉾山との間に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。

## 2 - 3 気候及び植生

Palawan島は、全般には乾季、雨季の区別が明瞭であるといわれているが、北部PalawanのRoxas、中部PalawanのPuerto Princesa、南部PalawanのBrookes Pointを結ぶ東海岸地域では、乾季、雨季の区分は余り明瞭ではないといわれている。

本地域付近では背梁山脈を境として、西側では12月から5月までが乾季で、6月から11月までが雨季にあたる。東側では西側同様6月から11月までが雨の多い季節ではあるが、西側ほどはっきりした区分はないようである。

## 2 - 4 調査方法

### 1) 地質調査

#### ① B 地区

B地区の地質調査は、縮尺1:50,000地形図から作成した縮尺1:10,000の拡大図を使用して、地区内の各沢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った。

踏査したルートの延長は、400kmである。ルート上の岩石露頭及び転石の観察結果は、縮尺1:10,000の地形図上に記載した。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試料及び地化学探査用試料を採集した。

調査地域東海岸側の調査は、Narraにサブキャンプを設置し、移動キャンプも併用して実施した。調査地域西海岸側の調査は、Quezonにサブキャンプを設置し、バンカーボート並びに、移動キャンプによって実施した。

#### ② 精査地区B-1a及びB-1b

精査地区B-1aの地質調査は、縮尺1:50,000の地形図から作成した縮尺1:10,000の拡大図を使用して、地区内の各沢、一部の尾根に設定した踏査ルート上の岩石露頭及び転石の観察によって行った。踏査ルートの一部はテープ・クリノメーターによる簡易測量を実施した。踏査したルートの延長は40kmである。ルート上の岩石露頭及び転石の観察結果は、縮尺1:10,000の地形図上に記載した。

精査地区B-1bの地質調査は、縮尺1:50,000の地形図から作成した縮尺1:5,000の拡大図をベースマップとして、地区内の各沢、一部の尾根に設定した踏査ル



ートの岩石露頭及び転石の観察によって行った。各踏査ルートはテープ・クリノメーターによる簡易測量を実施した。踏査したルートの総延長は、50kmである。ルート上の岩石露頭及び転石の観察結果は、縮尺 1:5,000の地形図上にとりまとめた。

なお、B-1a, B-1b両地区とも、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試料及び地化学探査用試料を採集した。

精査地区の調査は、B地区と同様 Narraにサブキャンプを設置し、移動キャンプにより実施した。

## 2) ピット調査

精査地区B-1a内東部及びB-1b中央南部の2区域で、ダナイトの分布域の確認、クロム鉱床獲得を目的に、各15地点、計30地点においてピットを掘削した。

ピットの大きさは、およそ1m×1mで深さは1.2~3.0mで、掘削は現地で通常採用されているシャベル、鉄棒、滑車などを使用する手掘りによる。

ピット内の土壌断面は、縮尺 1:50でスケッチし、試料は各土壌区分毎に、また土壌区分が大きい場合は1m間隔で採取した。

ピットのスケッチを、Appendix 20のピット調査図に示す。

## 2 - 5 地 質

### 2 - 5 - 1 地 質 概 説

B地区は、EoceneのPanas FormationとLate Eocene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 X III Formation, Iwahig Formation, 第四系からなる。

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。

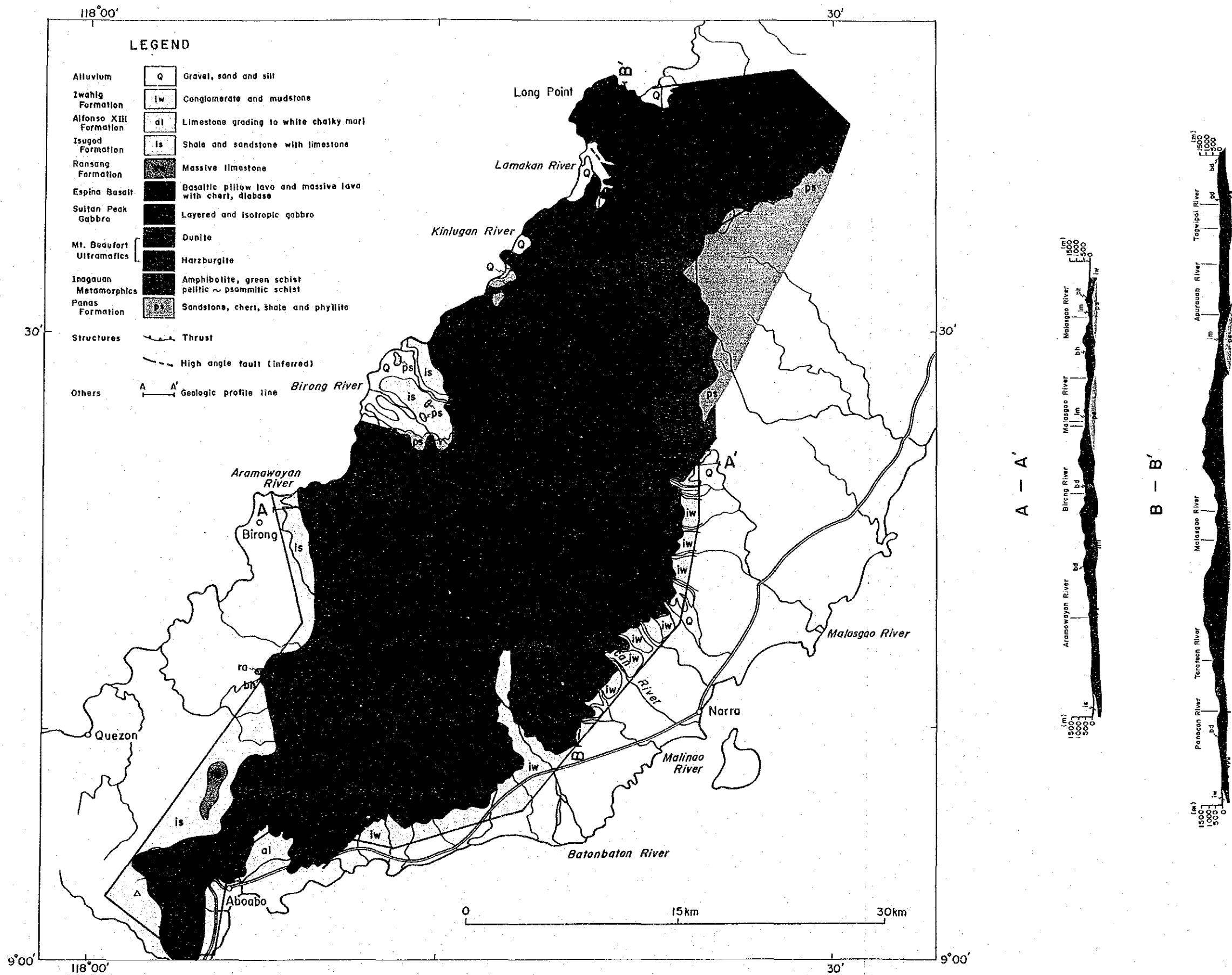


Fig. 38 Geologic map and profile in area B



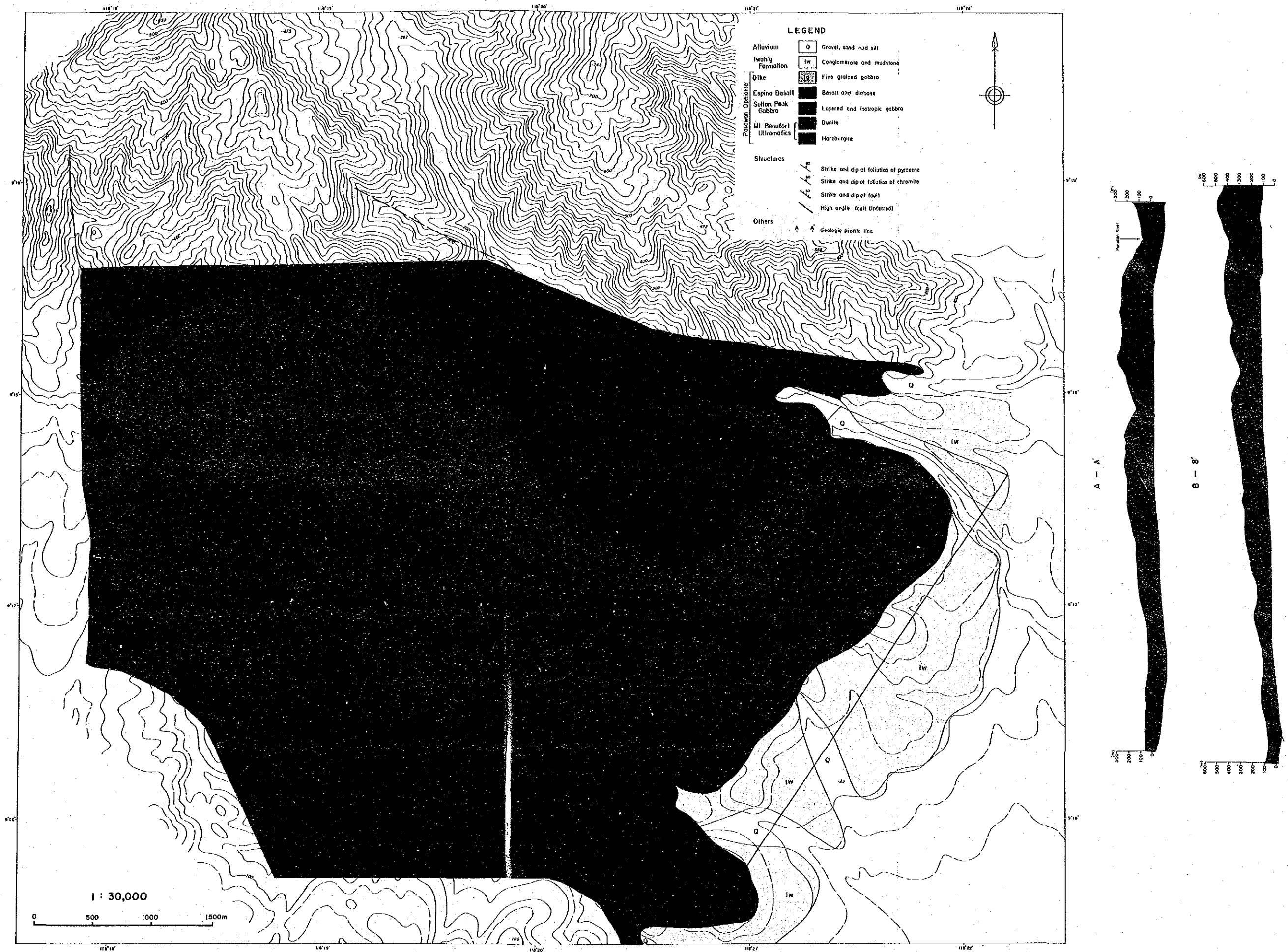


Fig. 40 Geologic map and profile in area B-1a

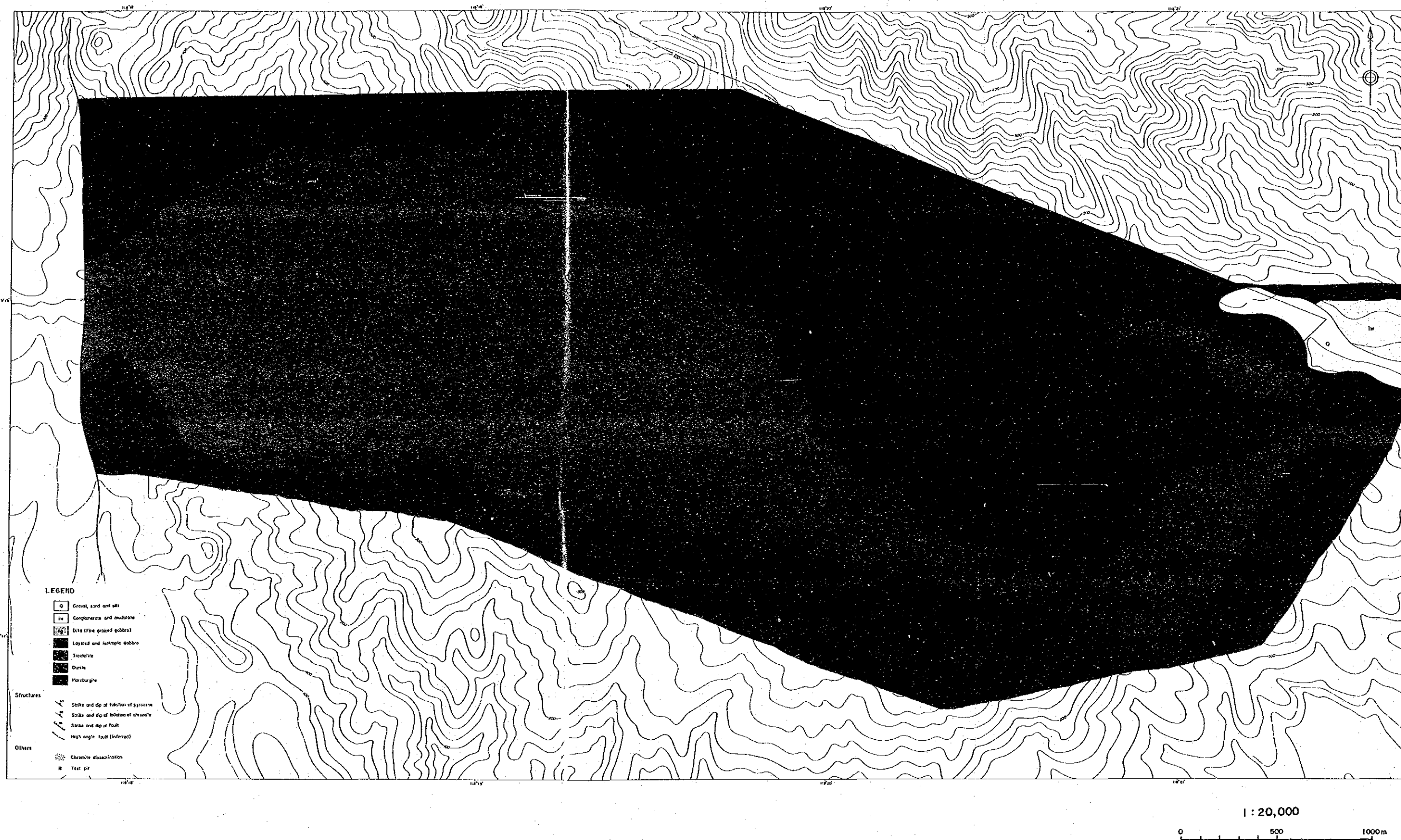


Fig. 41 Geologic map in area B-1b

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。

## 2-5-2 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、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に近づくとつれ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Bocene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、0.1～0.5mm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、 $45.6 \pm 6.8$  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ある。本岩類は、Berong附近ではNE～NNE系の走行で傾斜 $30^{\circ}$ ～ $80^{\circ}$  SEの片理を示すことが多い。まれに $50^{\circ}$  NWの傾斜を示すことがあり、NE～NNE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 $60^{\circ}$  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 $37.2 \pm 1.9$  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見える。本地区のNorsophil鉱山（旧 Trident鉱山）のクロム鉱床は、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-BSB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1～2 m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-SE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に対比されると考えられている。

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 Paak 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、ダナイトートロクトライト互層部が認められる。

#### 5) Bapina 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0.4～1.0 m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。Barly 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 X III 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。

### 2-5-3 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には、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ャ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 NB-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、Bocene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 NNB-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。

#### 2-5-4 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、採掘現場で見ると、地表から、1.3～1.6 m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1 m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。(Fig. 42)

#### 3) Berong北方鉍徴地

アトラス鉍山鉍石集積場の北東方約5 km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1 m程度、延長数m程度である。巾3 m、長さ10m程度の切羽が2ヶ所ある。(Fig. 43)

#### 4) Norsophil 鉍山 (旧 Trident鉍山)

Norsophil 鉍山では、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 250 t / 日、品位17%Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、精鉍生産量約 2,000 t / 月、品位48～52%Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、従業員数は約 300人である。

#### 5) 精査地区B-1 b 中央南部

Malinao River 中流部左岸の精査地区B-1 b 中央南部で、クロマイト鉍徴獲得を目的に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鉍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

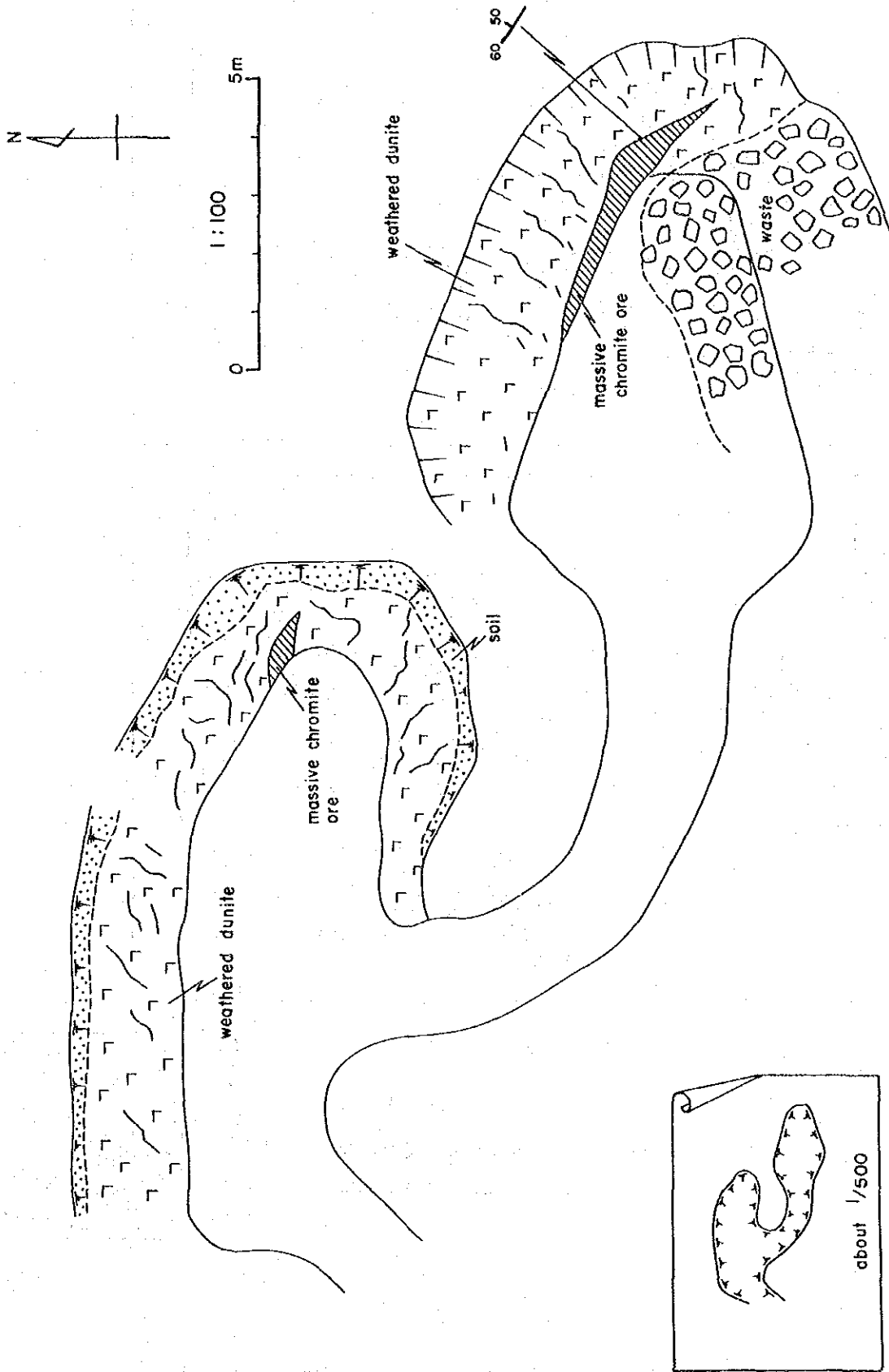
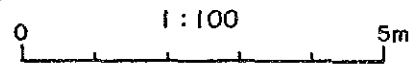
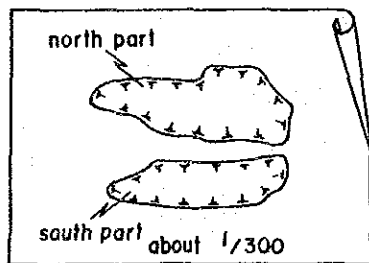
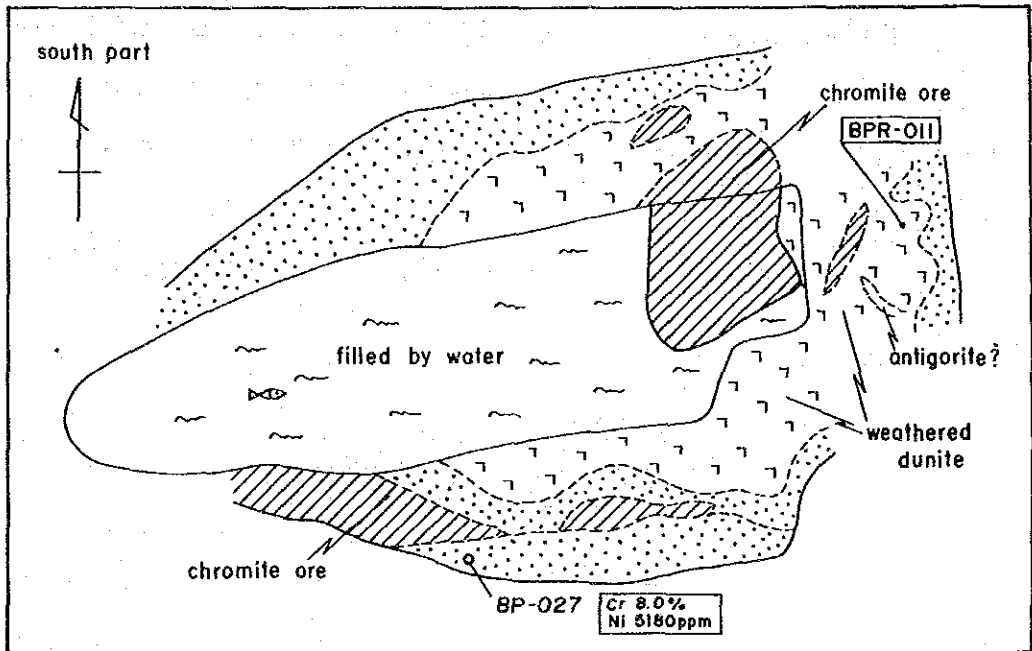
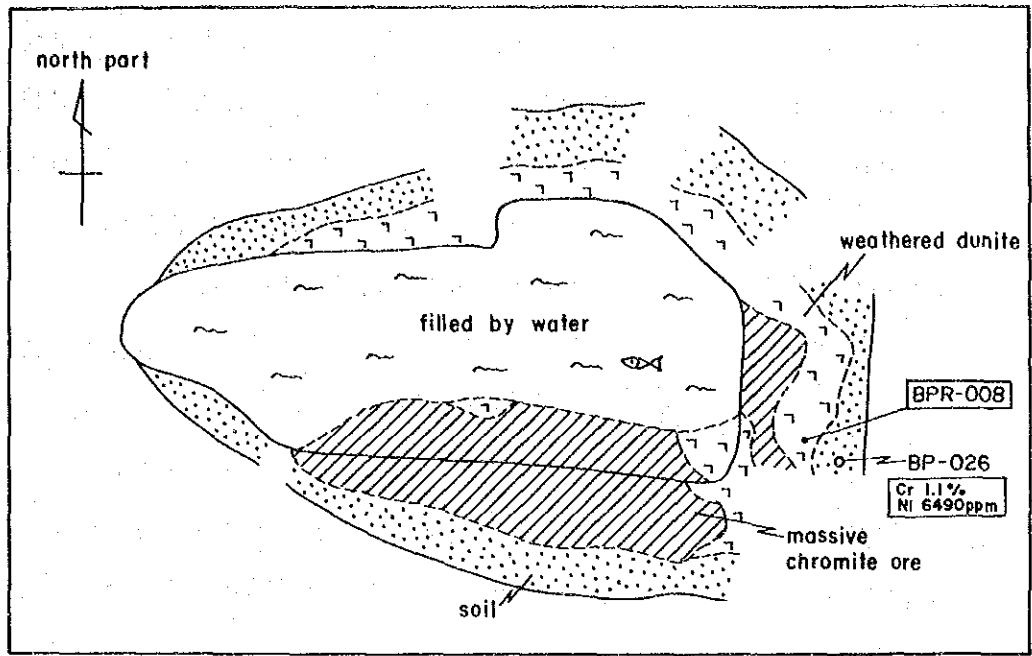


Fig. 42 Taytay chromitite outcrop in Long Point area



LEGEND

BP-026 Geochemical Soil Sample

BPR-011 Rock Sample

Fig. 43 Chromitite outcrop to the north of Berong area

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1～2 m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。

#### 6) 精査地区B-1 a 東部

精査地区B-1 bからB-1 aに連続するグナイト分布域で、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 b中央南部に比べて、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。

各テストピットのプロファイル及び分析結果はAppendix 19 に示した。



## 2 - 6 地化学探査

### 2 - 6 - 1 B地区の土壌による地化学探査

#### 1) 試料採取

B地区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平行して行った。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。

現地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集した。分析用の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。

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。また、分析用に採取した土壌は、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。土壌試料の採取位置は、PL.26に示した。

#### 2) 地化学指示元素及び化学分析

B地区では、オフィオライトに伴われる鉱床の賦存が期待されることから、指示元素はPt, Pd, Au, Ni, Cr, Fe, Coとした。Ni, Cr, Fe, CoについてはPETROLABにて分析し、またPt, Pd, AuについてはカナダのChemex Labs Ltb.に分析を依頼した。

分析結果は、位置データ、採取条件などと共にAppendix 22に示した。

#### 3) 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ティ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、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、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、1-6章に述べた。

### 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 $0.5\sigma$ ごとに区切った値により分類してFig. 45~Fig. 51に示した。また、別添図(PL. 29~PL. 35)の濃度分布図には、オリジナルの分析値をそれぞれ示し、濃度分布は等濃度線で示した。

土壌1kgあたりの重鉍物重量のデータについては、どちらの岸で採取したかにも意味があるので、1/50,000図(PL. 28)上では、分析値を $m+1\sigma$ (16g)、 $m+2\sigma$ (32g)でわけ、 $m+1\sigma\sim m+2\sigma$ 及び $m+2\sigma$ 以上の値について右岸から採取したものか左岸から採取したものを表すため矢印を示した。またしきい値は、 $m+2\sigma$ をとった。報告書内に示した図には図面上の制約から、右岸及び左岸の試料を算術平均した値を用いて、それらの平均値から $0.5\sigma$ ごとに区切った値を使用し分類して示した。

### ii) 異常域

濃度分布及び異常域分布状況を以下各元素についてのべる。

土壌1kgあたり重鉍物重量：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のみ認められる。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。

Pt： 本地域のPt濃度は非常に低く、ほとんど地化学異常は認められない。わずかにLong point周辺に小規模な異常域が認められる。

Pd： 本地域のPd濃度は非常に低い。小規模な異常域は、東岸ではMalinao River及びBatonbaton Riverの上流、西岸ではBerong周辺とLong Point周辺に認められる。

Au： 本地域のAu濃度は、非常に低い。異常値は地域全域に散在するが、特にまとまった異常域は認められない。

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のみ認められる。東岸では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Kinlугan 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。

1-6章で行った主成分分析結果では、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 (Fig. 52~Fig. 53)。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。

#### 4) 土壌地化学探査の結果

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壌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B地区の総合解析図 (Fig. 6) 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鉍山周辺
3. Malinao River上流

西岸では, 北から

1. Long Point周辺
2. Berong地域

が挙げられる。

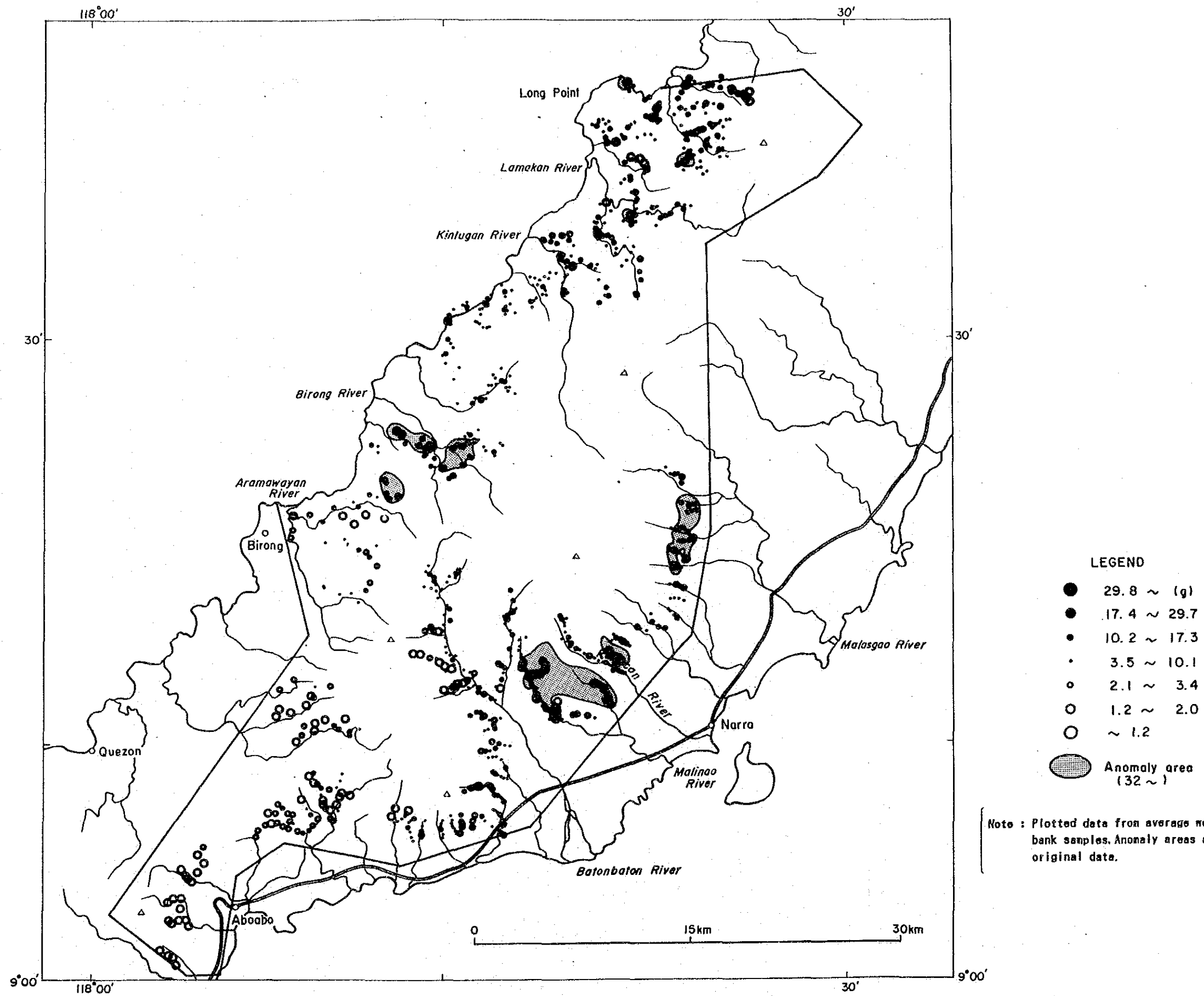


Fig. 44 Heavy mineral content of soil samples in area B

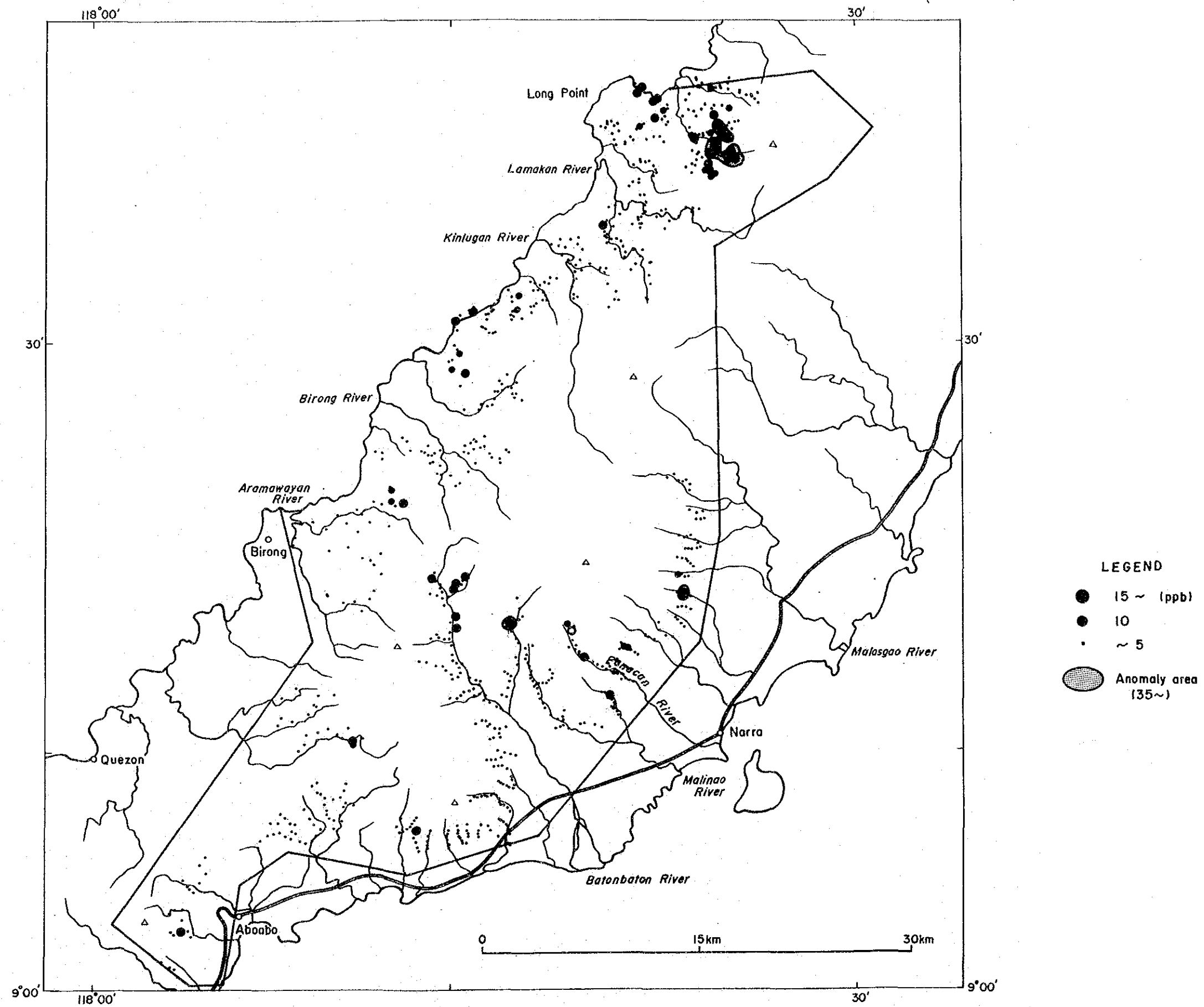


Fig. 45 Pt content of soil samples in area B

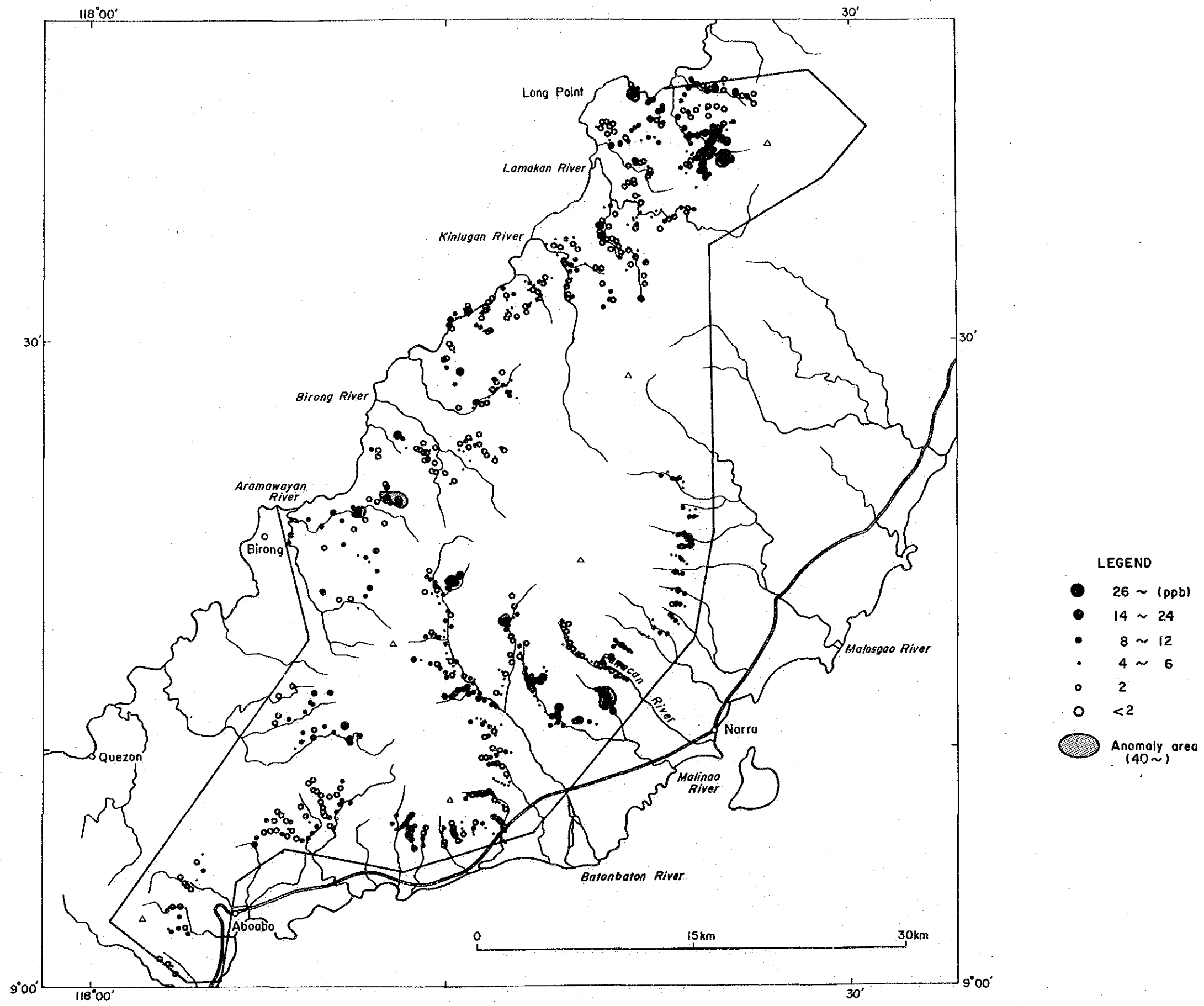


Fig. 46 Pd content of soil samples in area B

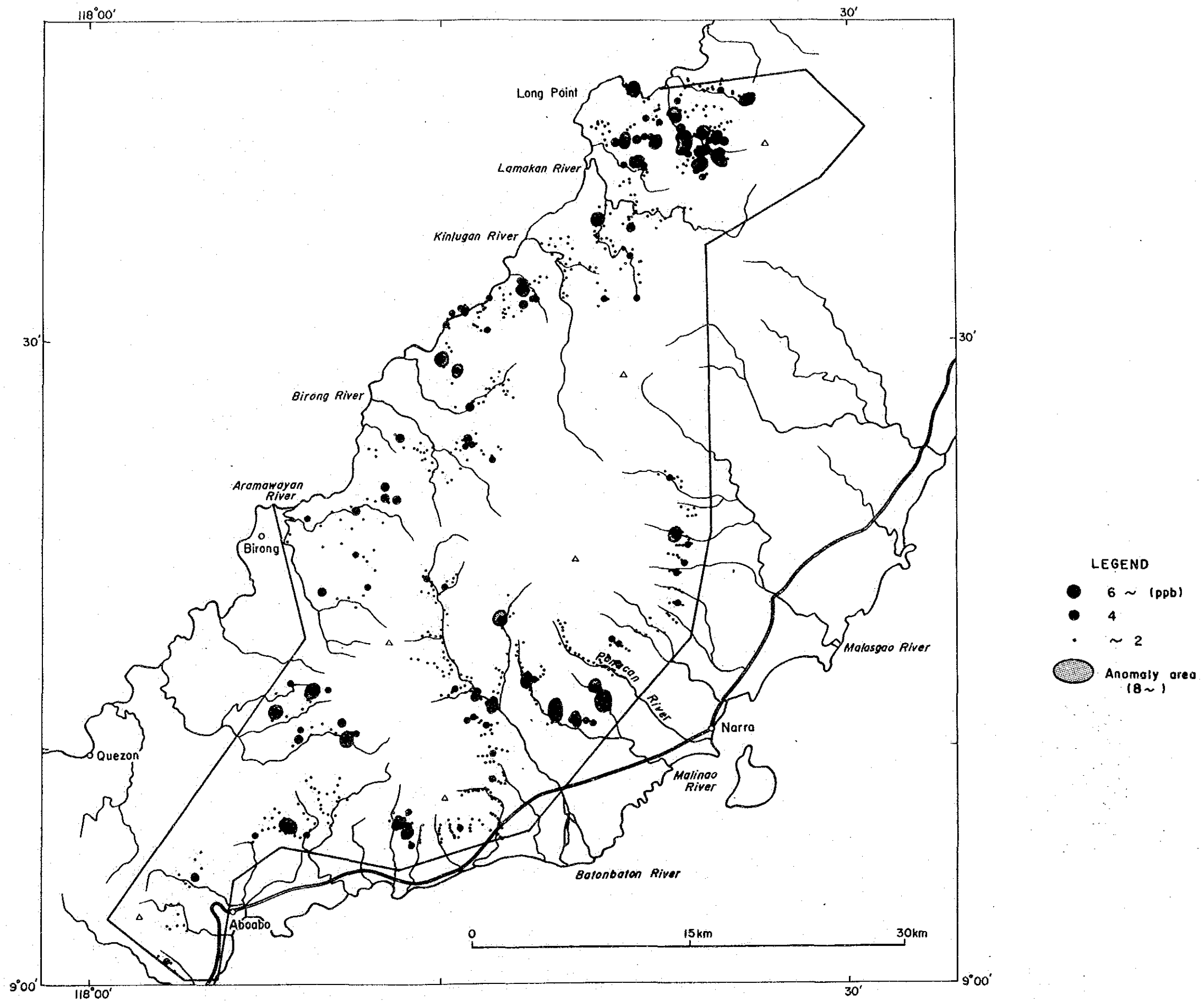


Fig. 47 Au content of soil samples in area B



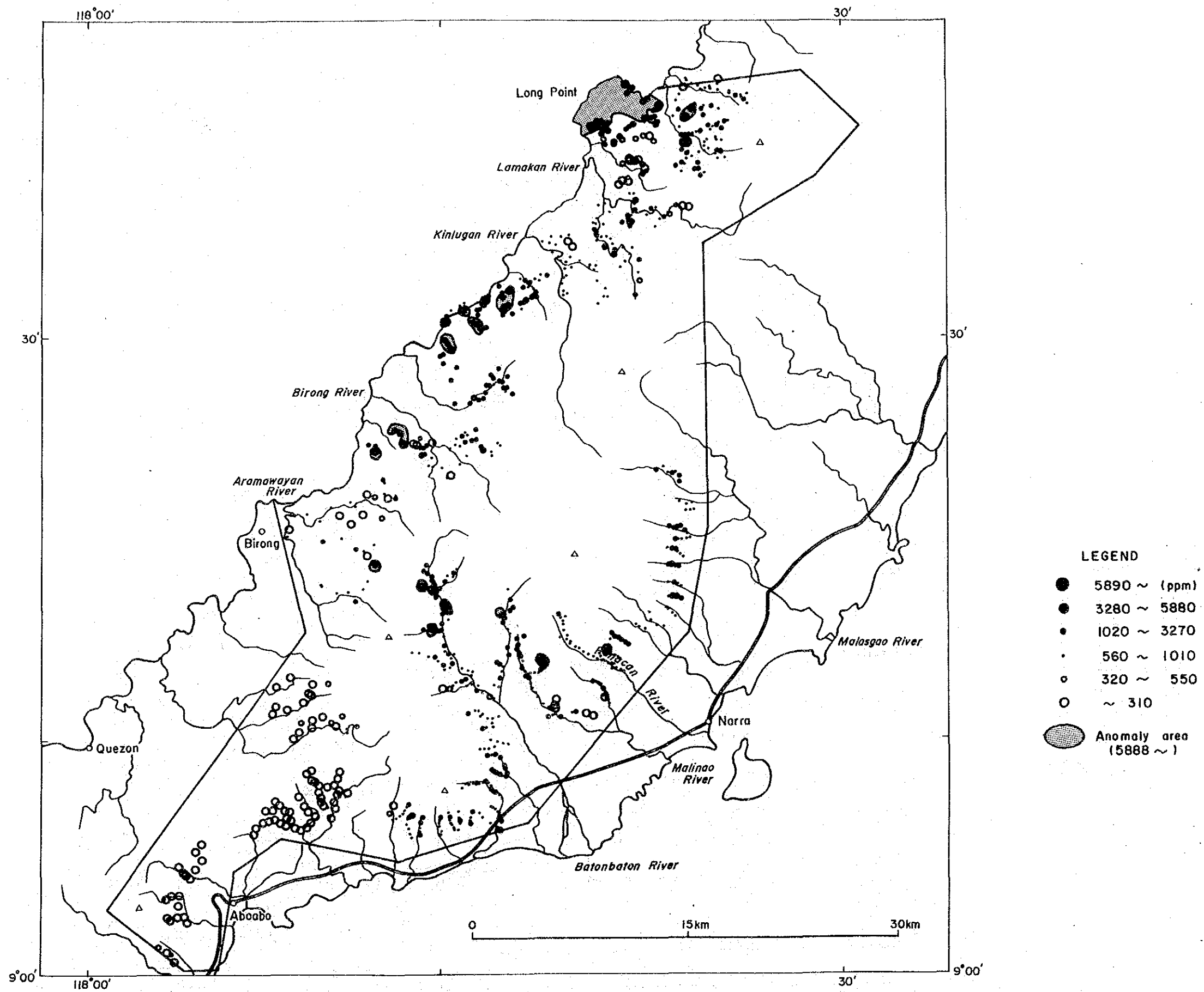


Fig. 48 Ni content of soil samples in area B

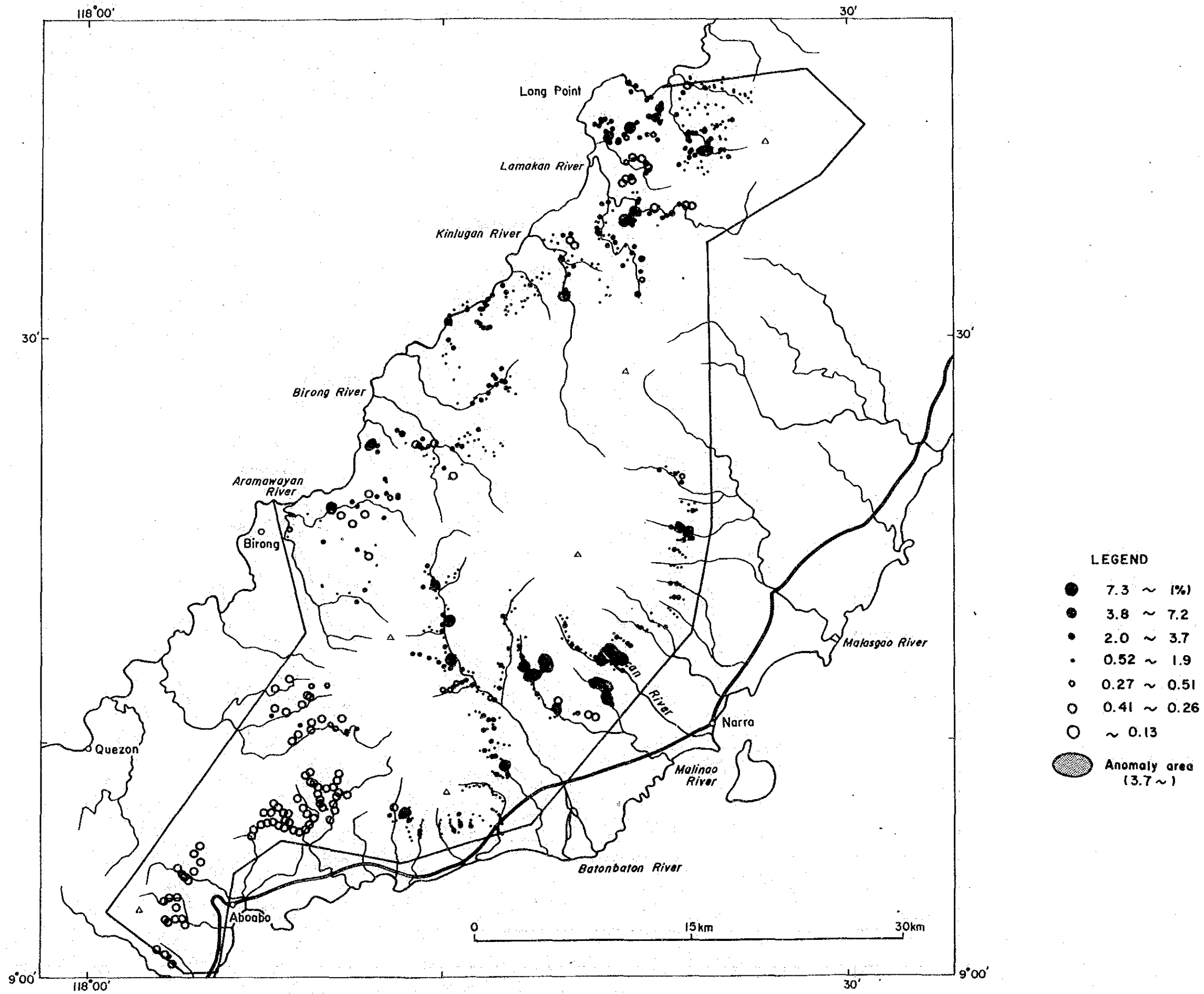


Fig. 49 Cr content of soil samples in area B

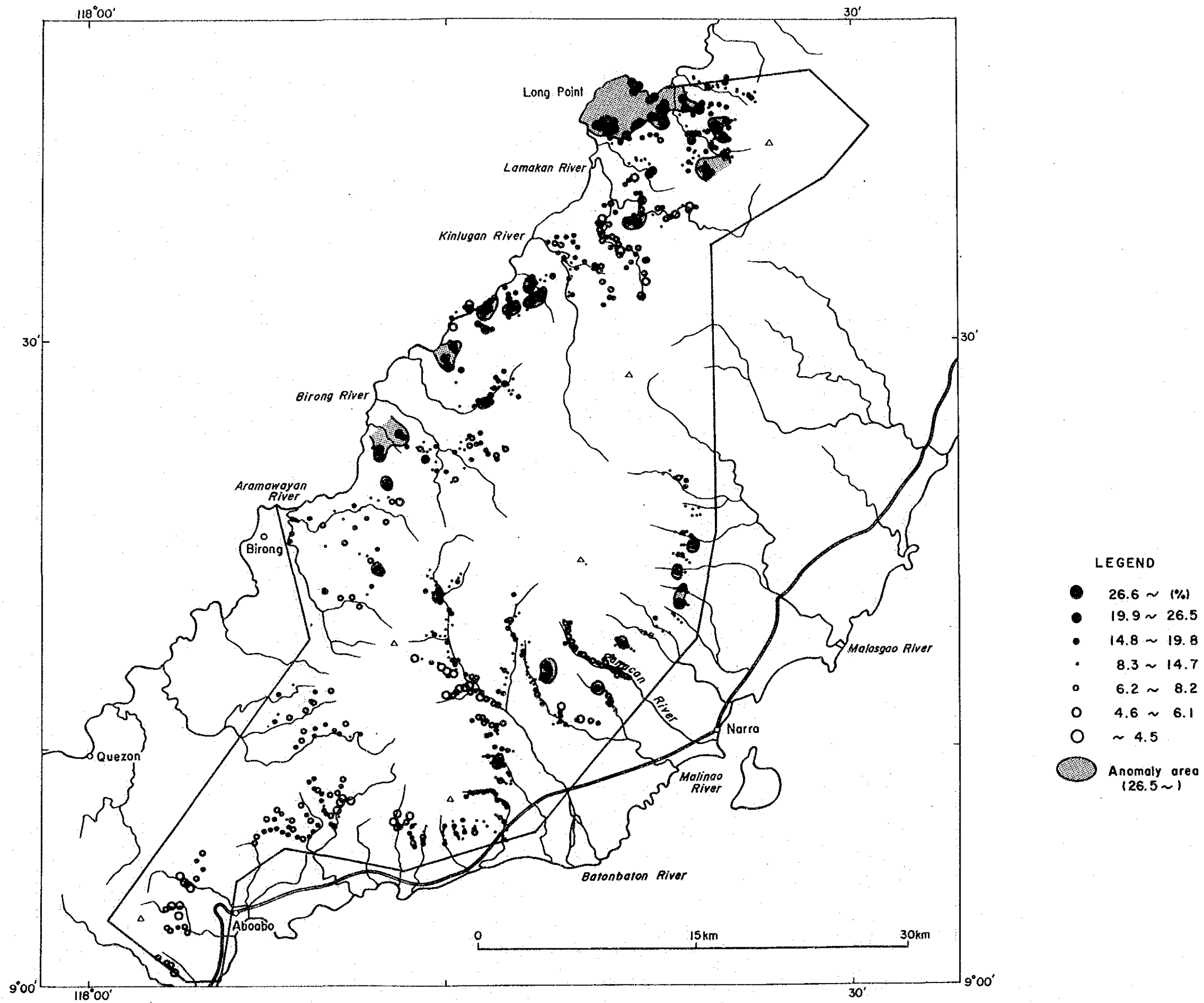


Fig. 50 Fe content of soil samples in area B

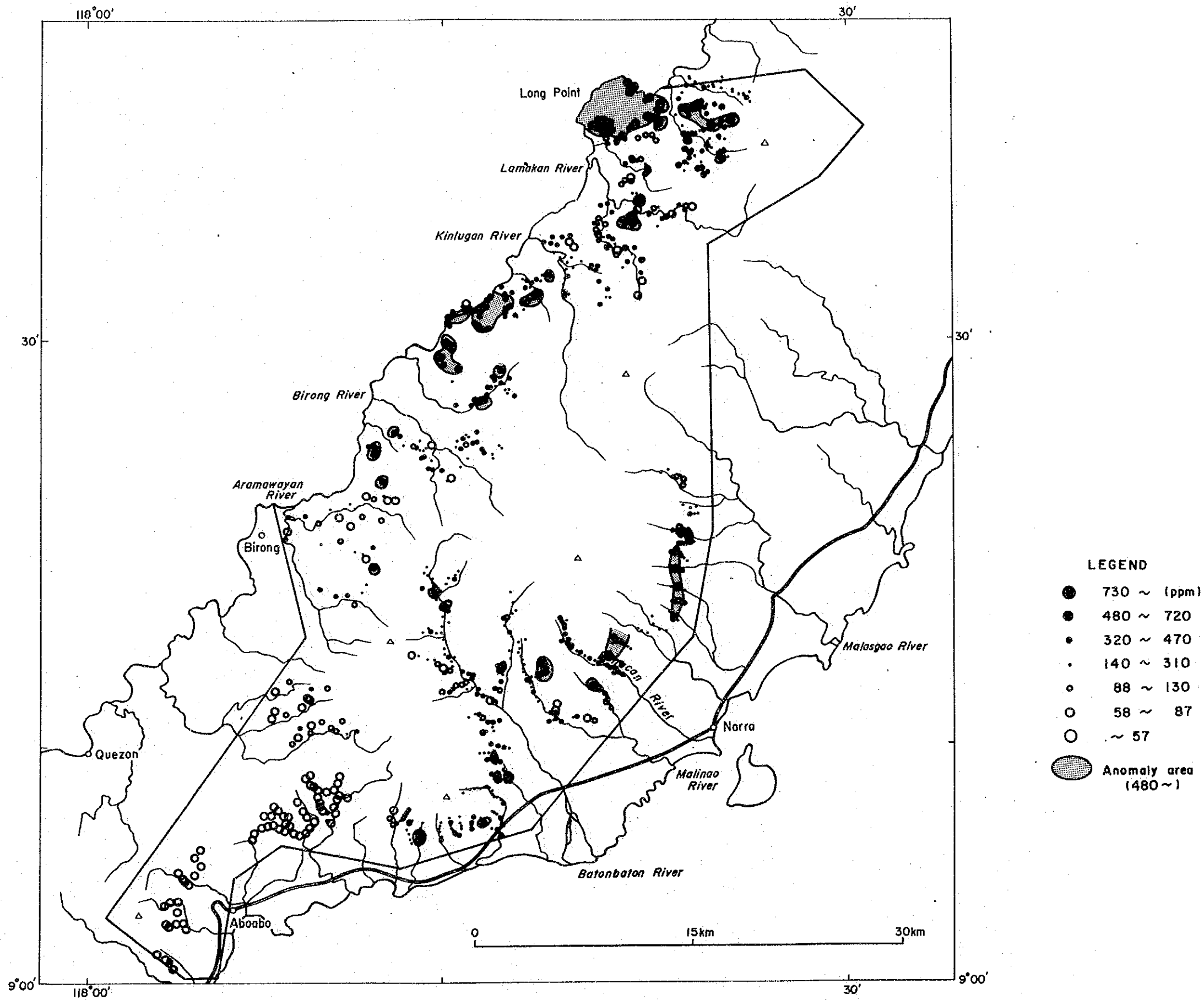


Fig. 51 Co content of soil samples in area B

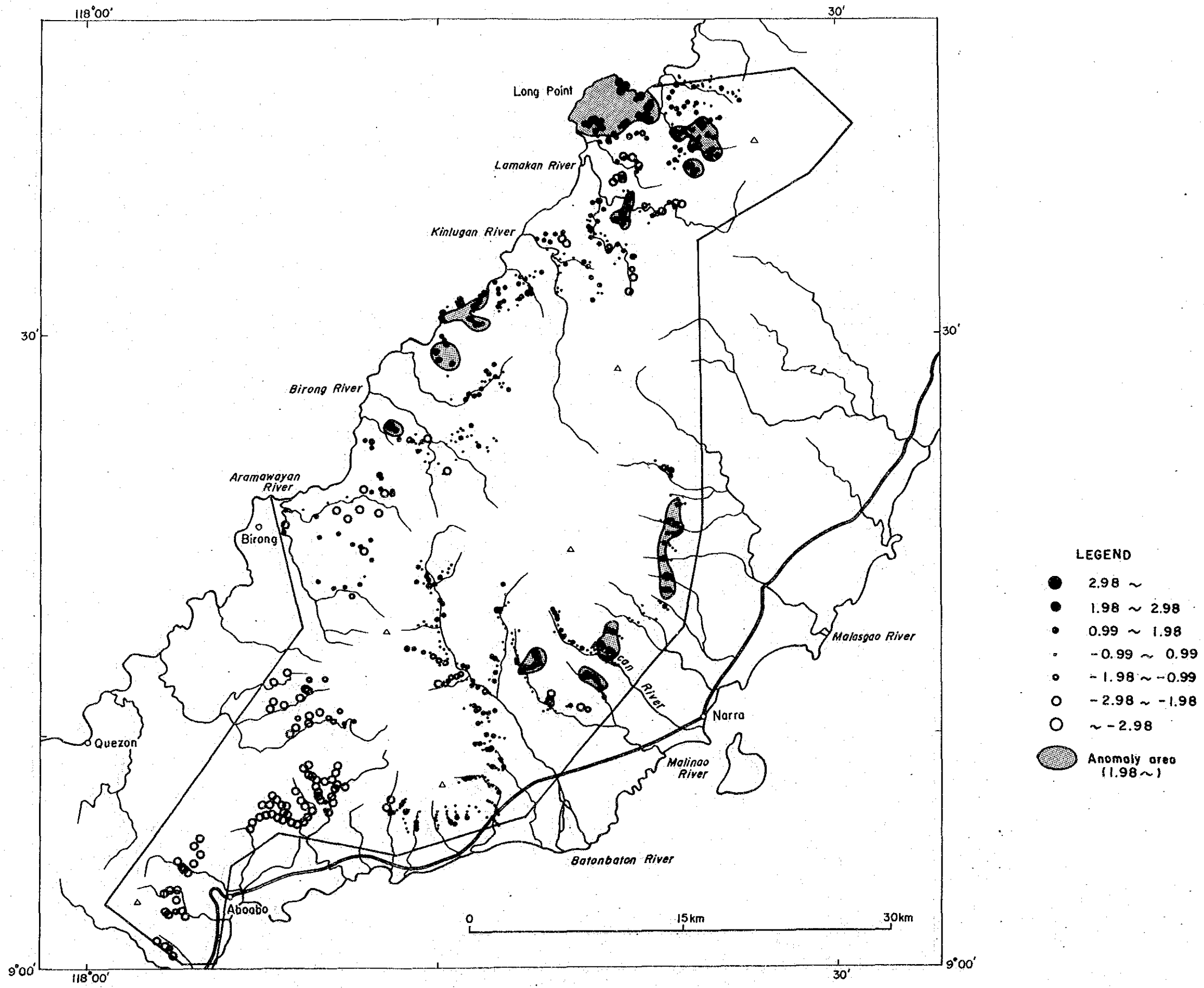


Fig.52 Scores of principle components analysis in area B (Z1)

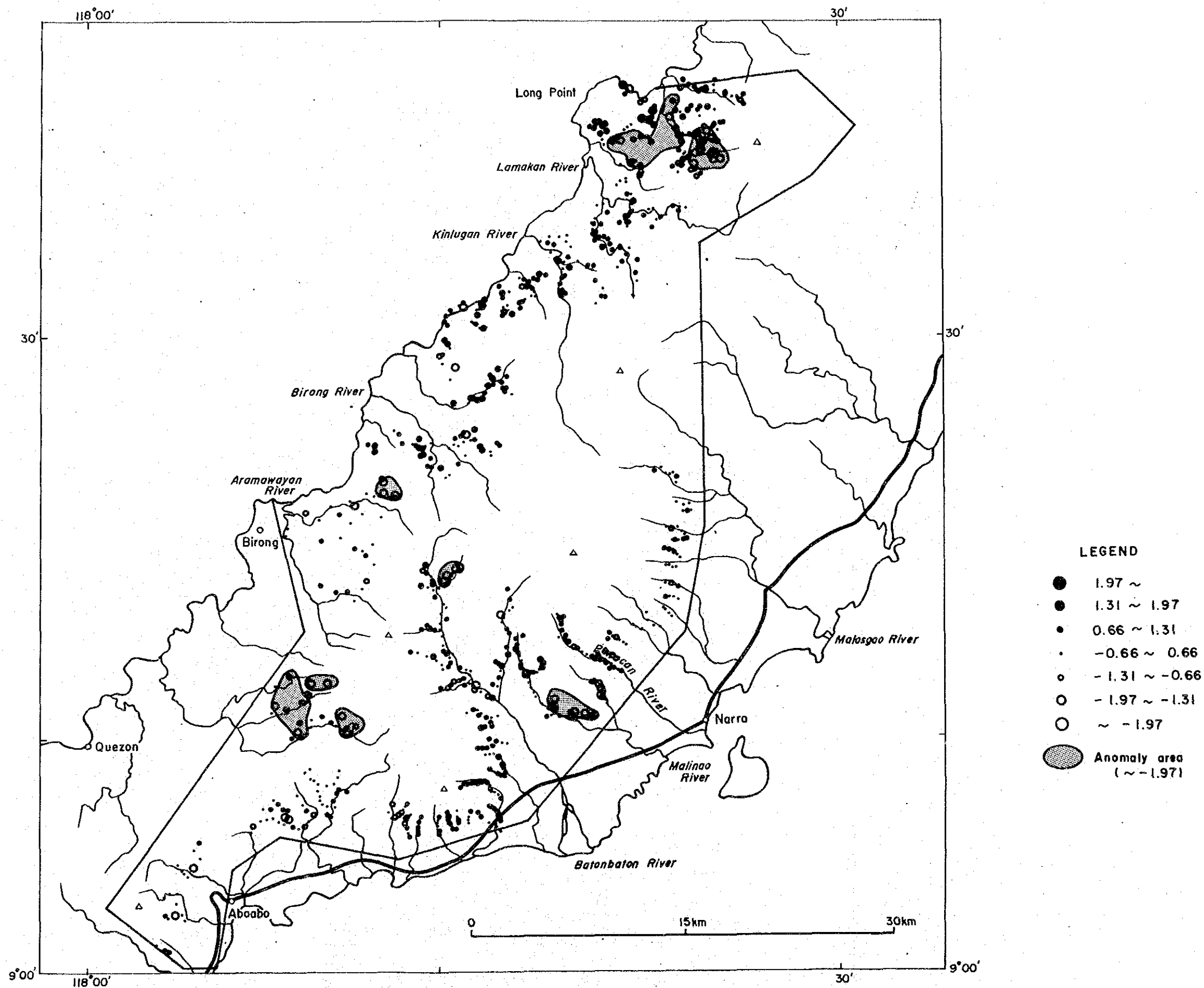


Fig. 53 Scores of principle components analysis in area B (Z2)

## 2-6-2 精査地区B-1の土壤による地化学探査

### 1) 試料採取及び化学分析

試料の採取方法は、B地区地化学探査とほぼ同様であるが、B地区地化学探査においては右岸と左岸の試料を同量混合した土壤を分析したのに対し、精査地区B-1においては右岸と左岸の試料を別々に採集し、それぞれ異なった試料として分析した。試料採取位置図は、PL.38に示した。

指示元素はA地区同様にPt, Pd, Au, Ni, Cr, Fe, Coの7成分とした。

分析結果は、位置データ、採取条件などと共にAppendix 23に示した。

### 2) 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 ( $\sigma$ ) をTable 11に示す。最大値、最小値、平均値は真数値も共に示した。また、各元素の含有量のヒストグラム及び確率紙上での累積頻度分布をAppendix 24に示す。ヒストグラムのクラス幅は $0.5\sigma$ を用いた。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。

Table 11 Basic Statistic quantities of soil samples in area B-1

element	range	median	linear		logarithmic		
			mean	std. dev.	mean	$10^{\wedge}$ 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

各指示元素間の相関係数をTable 12に示す。各指示元素間の相関係数が+0.5以上のものは、Pt-Pd, Ni-Cr, Ni-Fe, Ni-Co, Cr-Fe, Cr-Co, Fe-Coであり、Ni-Cr-Fe-Co間で相関が非常に高い。指示元素間の散布図はFig. 54に示す。

## 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(Fig. 55 ~ Fig. 61)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 $0.5\sigma$ ごとに区切った値を使用して分類した。また、別添図(PL. 40~PL. 46)の濃度分布図には、オリジナルの分析値をそれぞれ示し、濃度分布は等濃度線で示した。等濃度線を引くにあたっては、右岸から採取したのか左岸から採取したのかを考慮している。

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。

以下に各元素の濃度分布及び異常域についてのべる。

Pt: はんれい岩地域~かんらん岩との漸移帯で高濃度であり、玄武岩地域では濃度が低い。

Pd: Ptと同様にはんれい岩から漸移帯で高濃度であり、玄武岩地域やかんらん岩帯の内部ではやや濃度が低い。

Au: はんれい岩から玄武岩地域内に高濃度の試料が認められる。かんらん岩帯にも高濃度試料が散在する。

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。特に高濃度なものは、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。



### 3) 多変量解析

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。標準化を行ったデータ(平均=0, 標準偏差=1)から求めた共分散は相関係数に等しいので, 主成分分析の解を求めるにあたってはTable. 12に示した相関係数を用いた。

第2主成分までの因子負荷量が固有値が1以上であり, 第2主成分までで変動の約77%が説明されている。因子負荷行列に示されるように, 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 (Fig. 62~Fig. 63)。また, 得点の累積頻度分布図はAppendix 25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。

### 4) 土壌地化学探査の結果

鉱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B-1地区の総合解析図 (Fig. 7)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, B-1地区の地質調査により認められたクロマイトの鉱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, 北西部地域中でCrの濃度分布図から得られた異常域が重なり合う, 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。

Table 12 Correlation coefficients of soil samples in area B-1 n=1190

	Pt	Pd	Au	Ni	Cr	Fe	Co
Pt	1.000	0.529	0.078	0.377	0.406	0.249	0.356
Pd	0.529	1.000	0.320	0.025	0.081	-0.072	-0.020
Au	0.078	0.320	1.000	-0.153	-0.076	-0.145	-0.174
Ni	0.377	0.025	-0.153	1.000	0.893	0.836	0.904
Cr	0.406	0.081	-0.076	0.893	1.000	0.770	0.843
Fe	0.249	-0.072	-0.145	0.836	0.770	1.000	0.911
Co	0.356	-0.020	-0.174	0.904	0.843	0.911	1.000

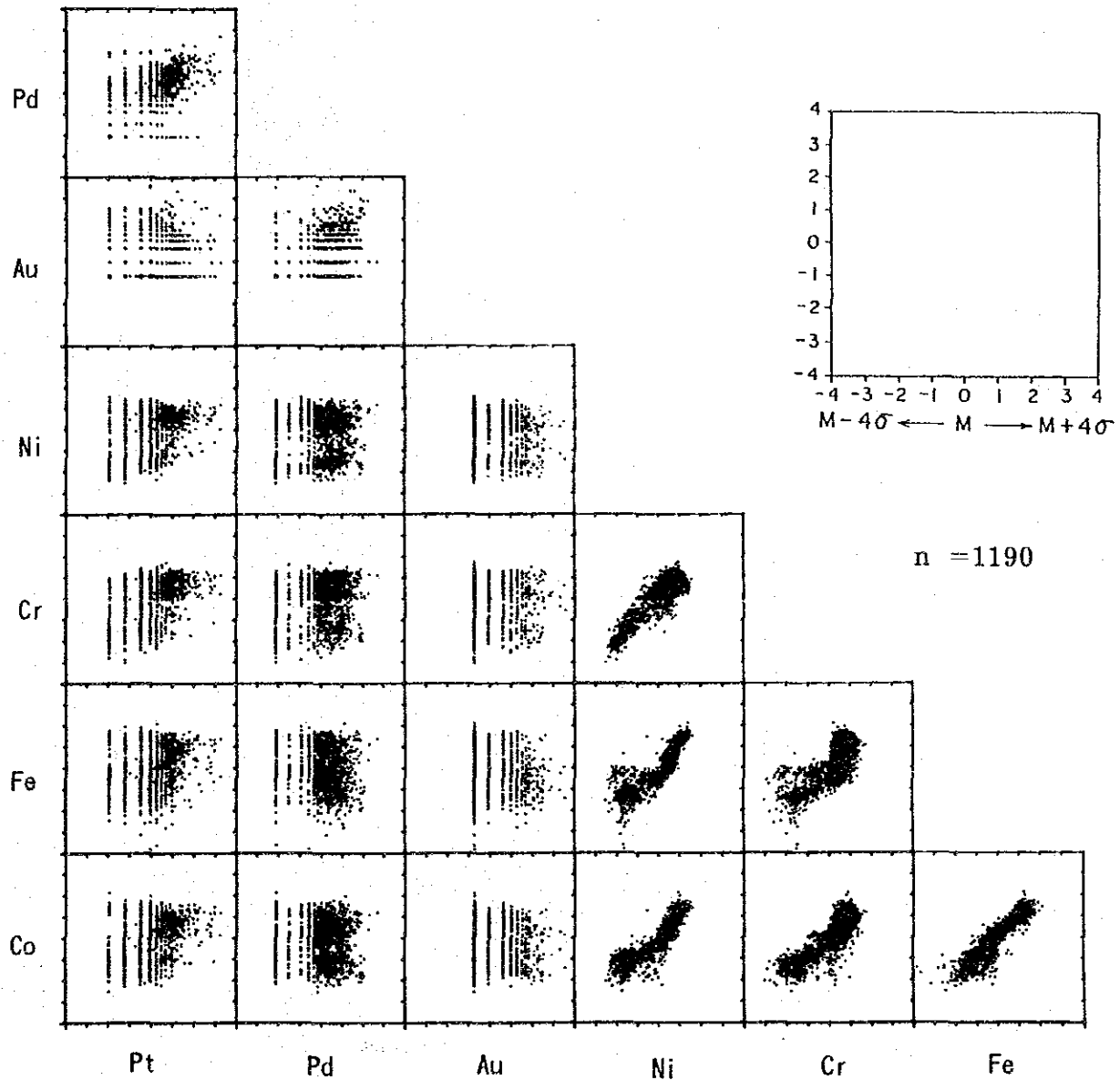


Fig. 54 Scatter diagram of soil samples in area B-1

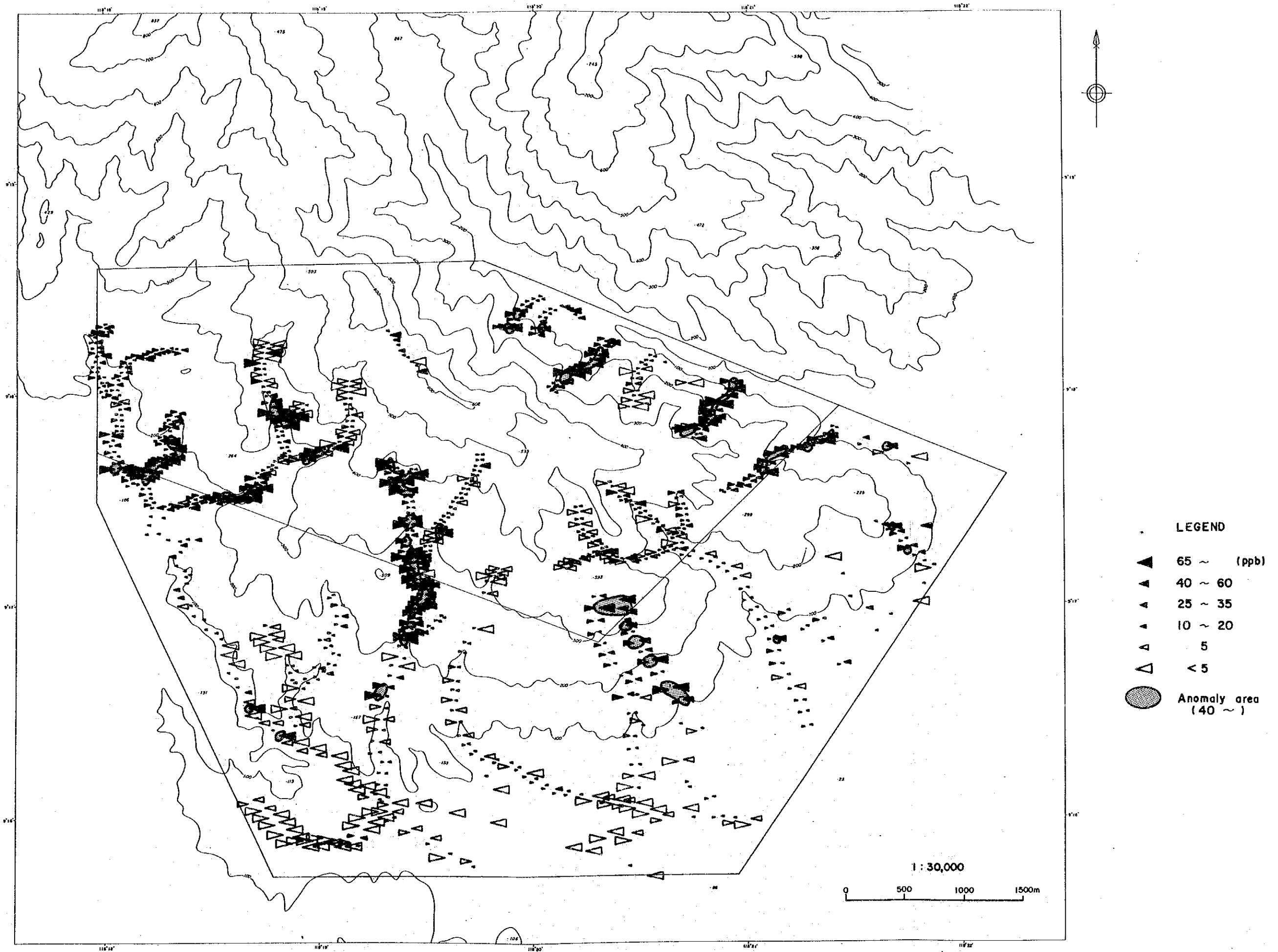


Fig. 55 Pb content of soil samples in area B-1

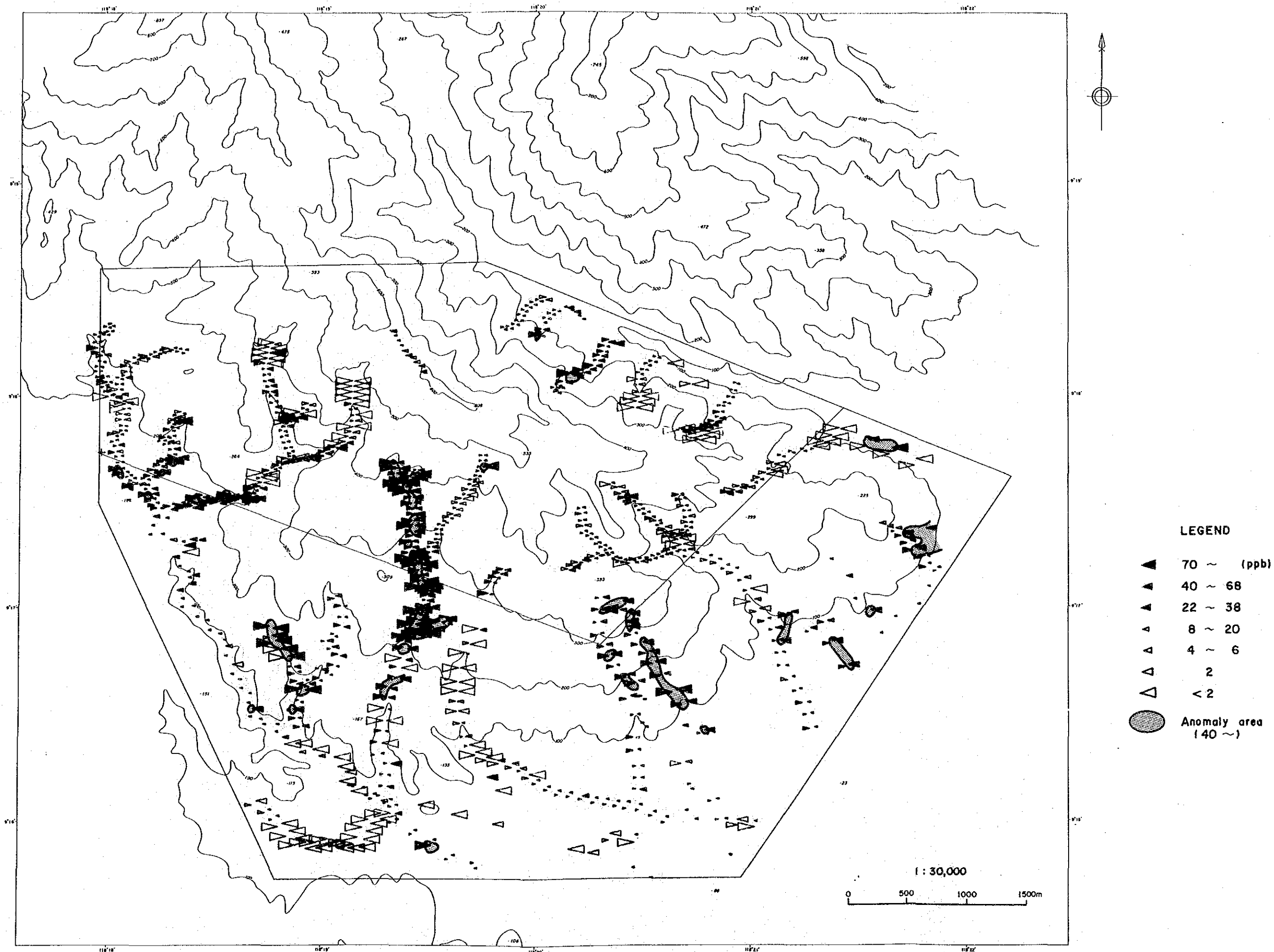


Fig. 56 Pd content of soil samples in area B-1

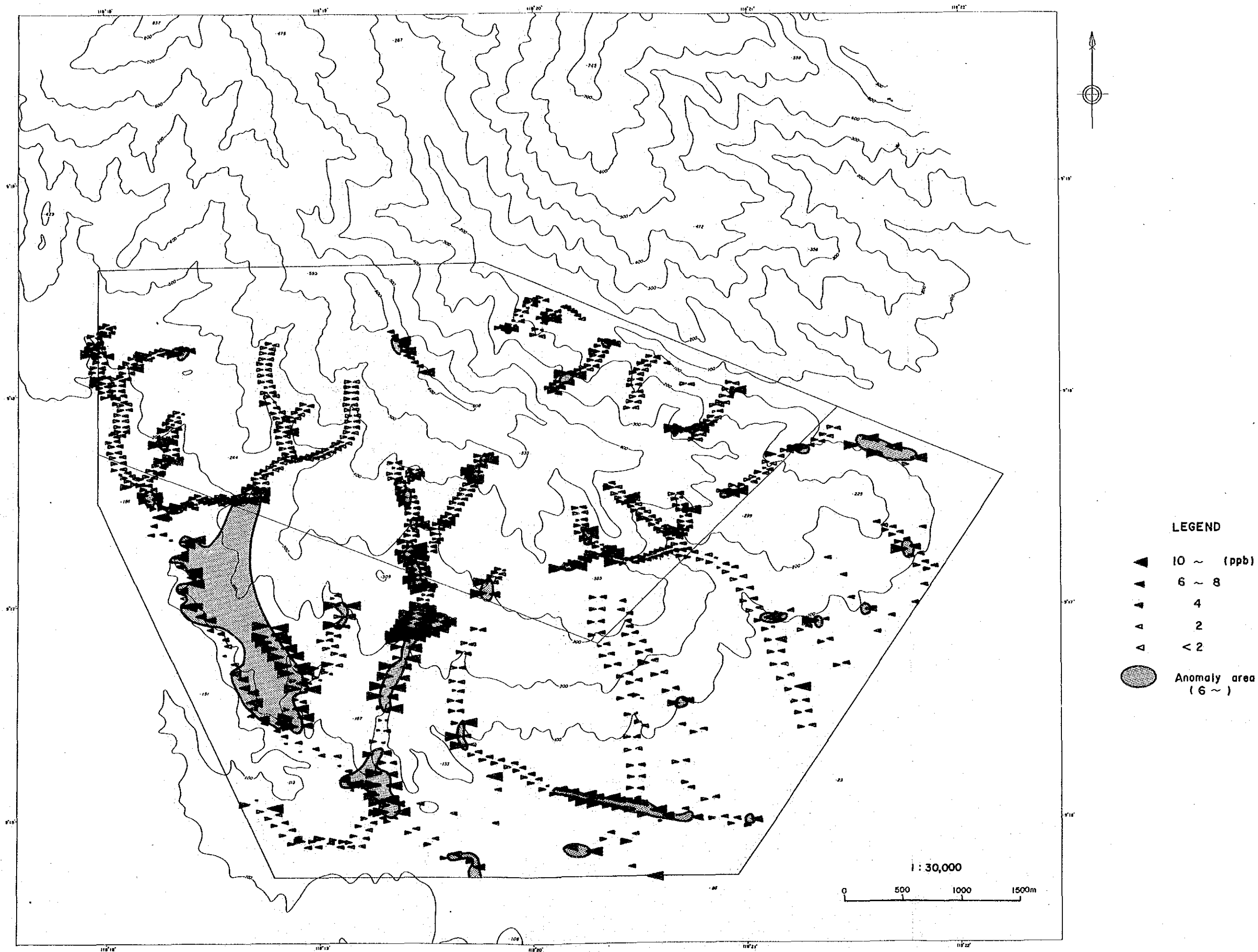


Fig. 57 Au content of soil samples in area B-1

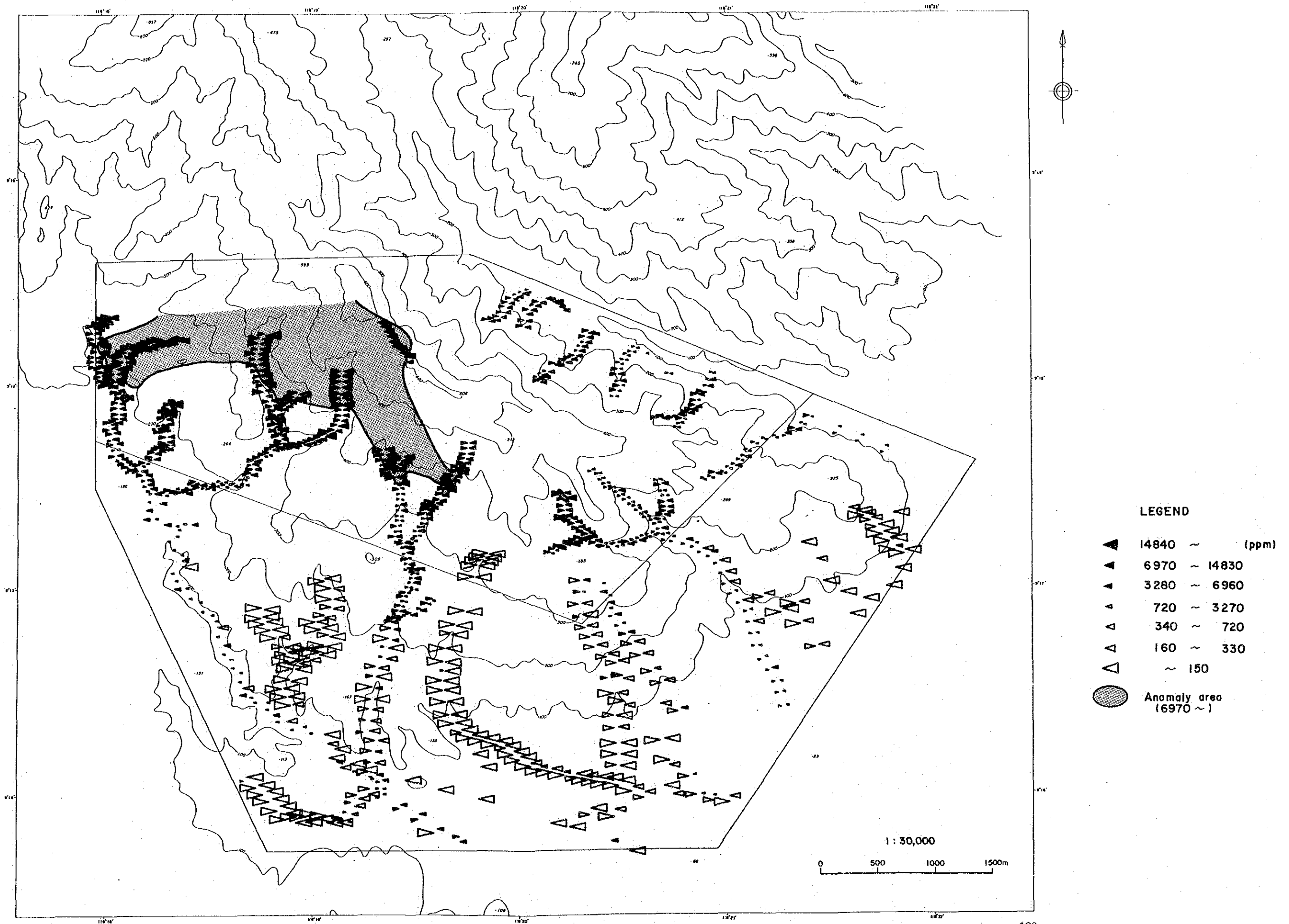


Fig. 58 Ni content of soil samples in area B-1

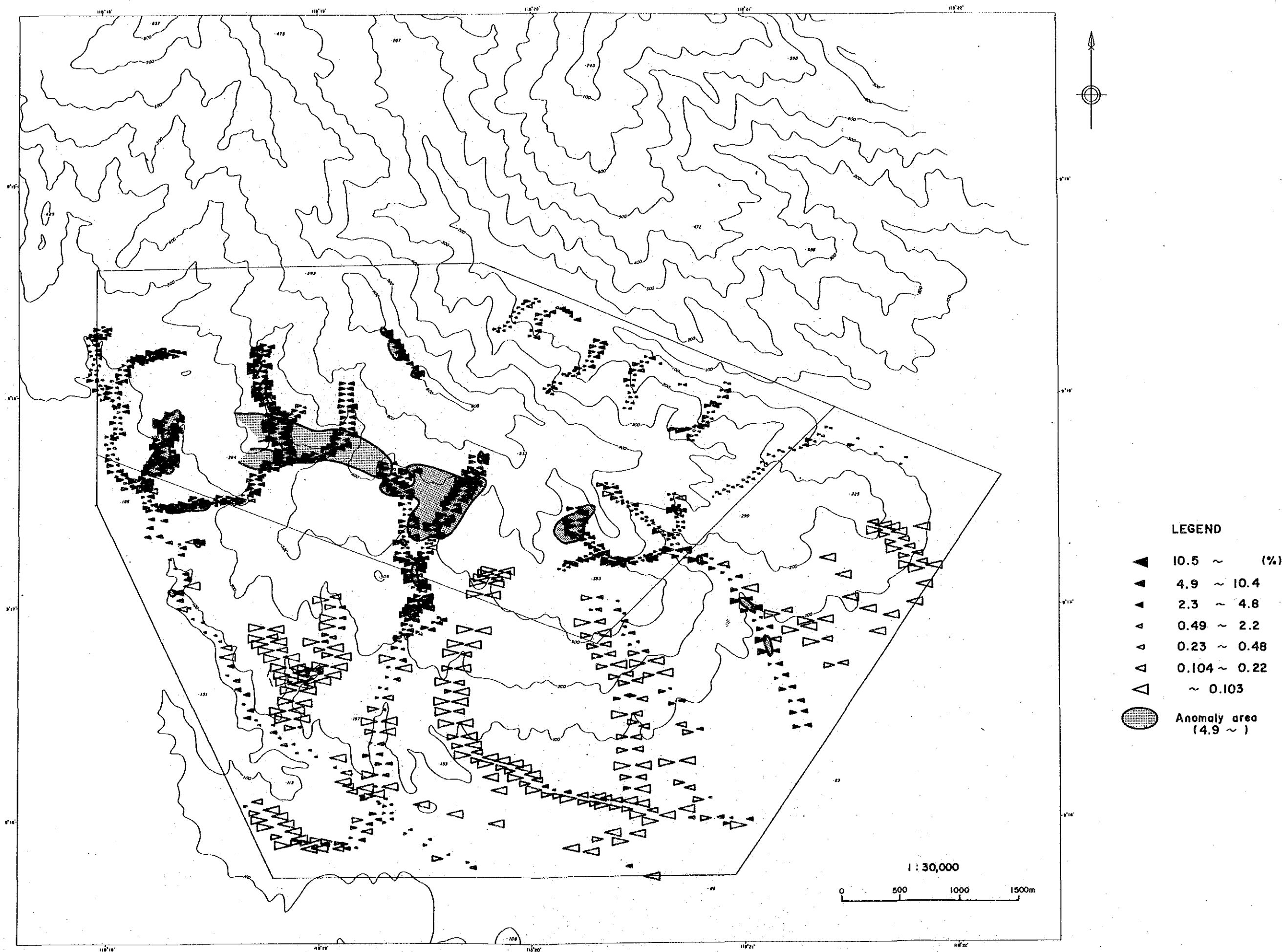
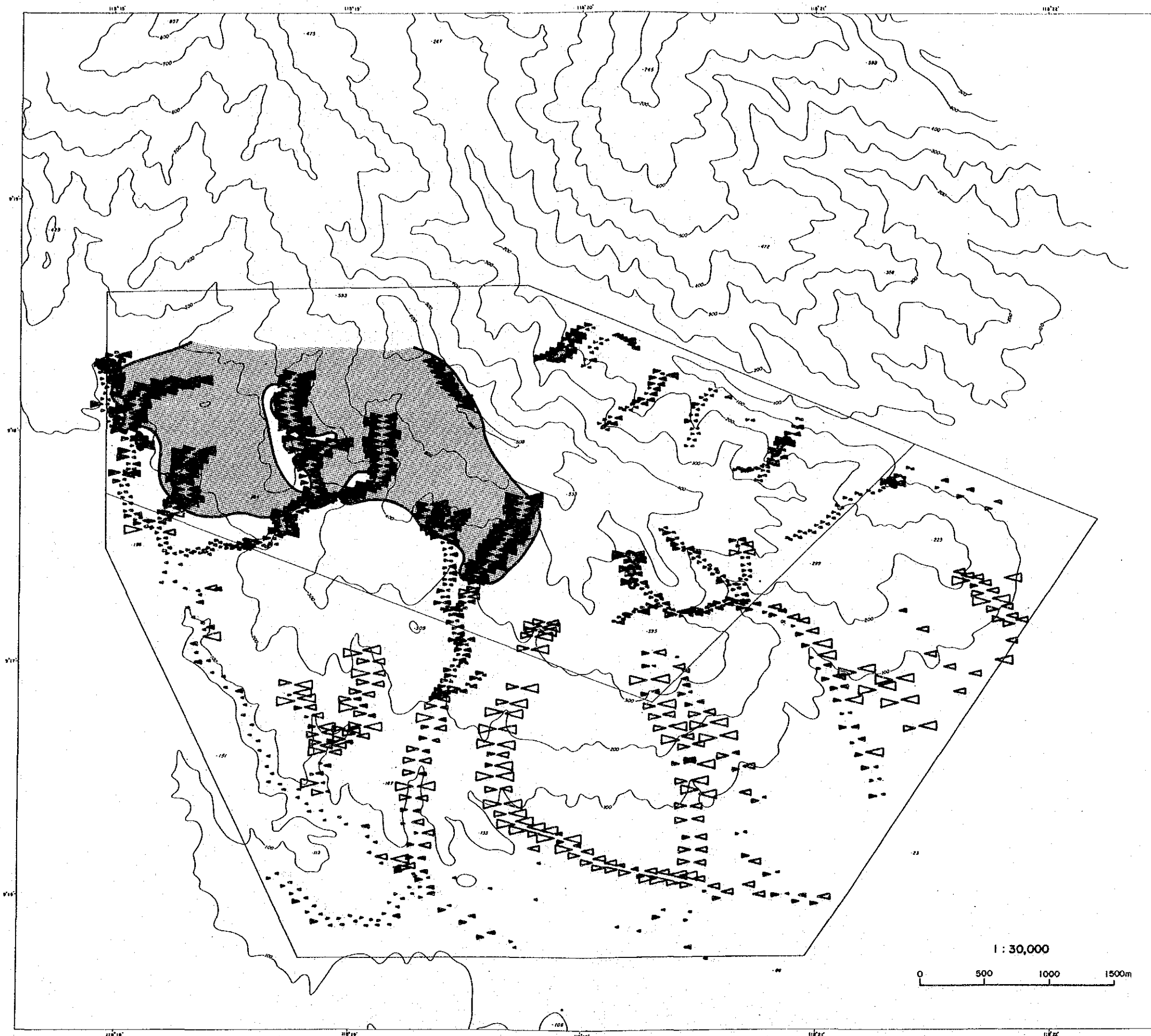


Fig. 59 Cr content of soil samples in area B-1

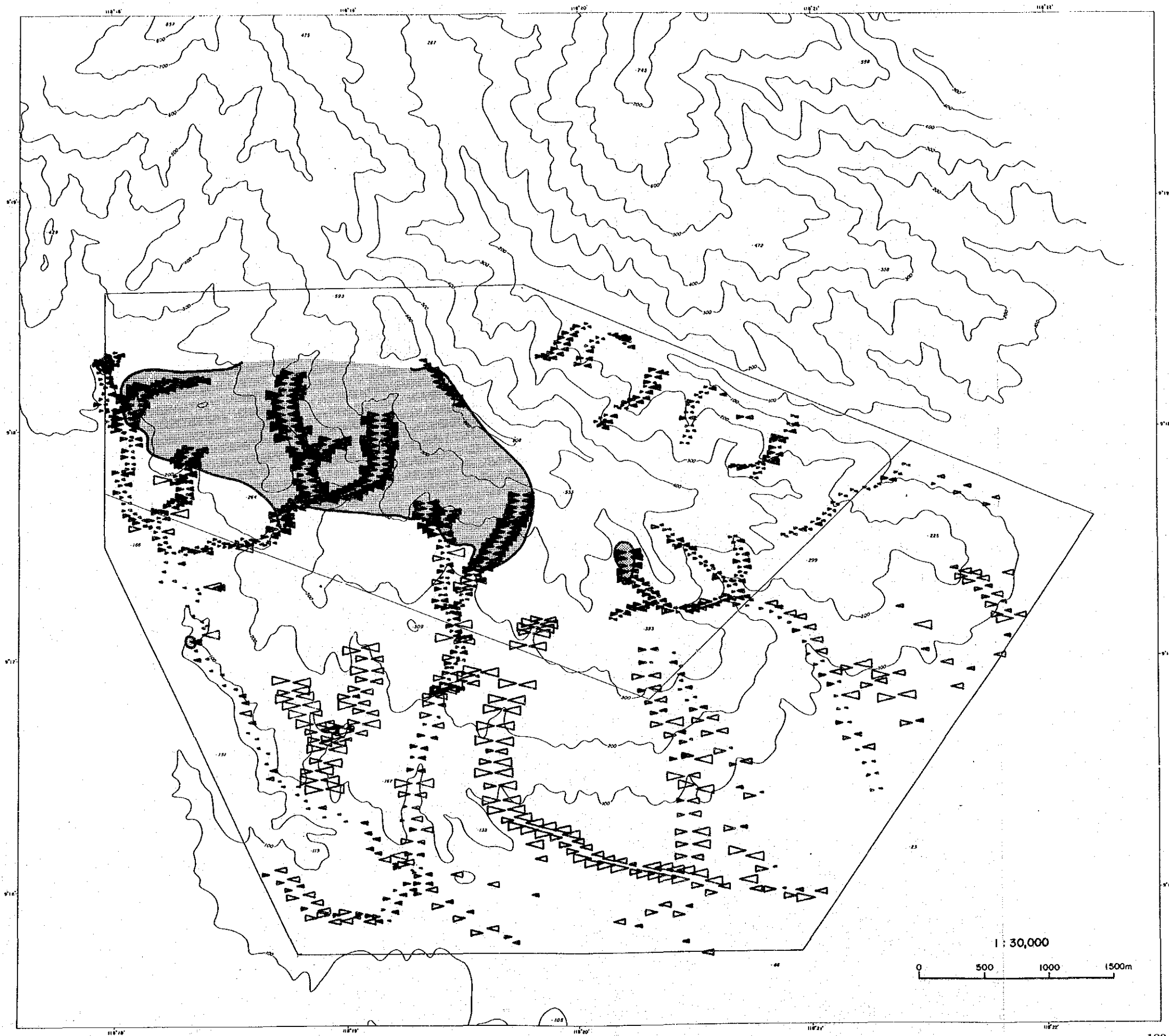


**LEGEND**

▲	33.5 ~	(%)
▲	23.0 ~ 33.4	
▲	15.7 ~ 22.9	
△	7.4 ~ 15.6	
△	5.1 ~ 7.3	
△	3.5 ~ 5.0	
△	~ 3.4	
●	Anomaly area	
	(23.0 ~ )	

Fig. 60 Fe content of soil samples in area B-1





LEGEND

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

Fig.61 Co content of soil samples in area B-1

Table 13 Results of principle components analysis in area B-1

COMPONENT	EIGENVALUE	PERCENT	CUMULATIVE
Z-01	<u>3.7823</u>	54.0327	54.0327
Z-02	<u>1.6359</u>	23.3696	77.4023
Z-03	0.8167	11.6677	89.0700
Z-04	0.3716	5.3081	94.3781
Z-05	0.2333	3.3336	97.7117
Z-06	0.0944	1.3486	99.0603
Z-07	0.0658	0.9397	100.0000
TOTAL	7.0000	100	

Factor Loading

	Z-01	Z-02	Z-03	Z-04	Z-05	Z-06	Z-07
Pt	0.4794	<u>-0.6652</u>	-0.3899	-0.4140	0.0632	-0.0092	-0.0147
Pd	0.0777	<u>-0.8831</u>	-0.1955	0.4191	0.0213	0.0015	0.0037
Au	-0.1629	<u>-0.6062</u>	0.7679	-0.1257	0.0125	0.0166	0.0048
Ni	<u>0.9570</u>	0.0570	0.0529	0.0339	-0.1345	0.2201	-0.1022
Cr	<u>0.9264</u>	-0.0306	0.0849	0.0142	-0.3216	-0.1730	0.0143
Fe	<u>0.9080</u>	0.1730	0.1513	0.0812	0.3014	-0.1104	-0.1146
Co	<u>0.9600</u>	0.1099	0.0630	0.0271	0.1281	0.0592	0.2043

Eigen Vector

	Z-01	Z-02	Z-03	Z-04	Z-05	Z-06	Z-07
Pt	0.2465	-0.5201	-0.4314	-0.6792	0.1309	-0.0299	-0.0572
Pd	0.0400	-0.6904	-0.2163	0.6876	0.0440	0.0049	0.0144
Au	-0.0838	-0.4739	0.8497	-0.2062	0.0258	0.0540	0.0186
Ni	0.4921	0.0445	0.0585	0.0556	-0.2784	0.7163	-0.3985
Cr	0.4763	-0.0239	0.0940	0.0233	-0.6657	-0.5630	0.0557
Fe	0.4669	0.1352	0.1674	0.1333	0.6239	-0.3592	-0.4468
Co	0.4936	0.0859	0.0697	0.0445	0.2653	0.1927	0.7966

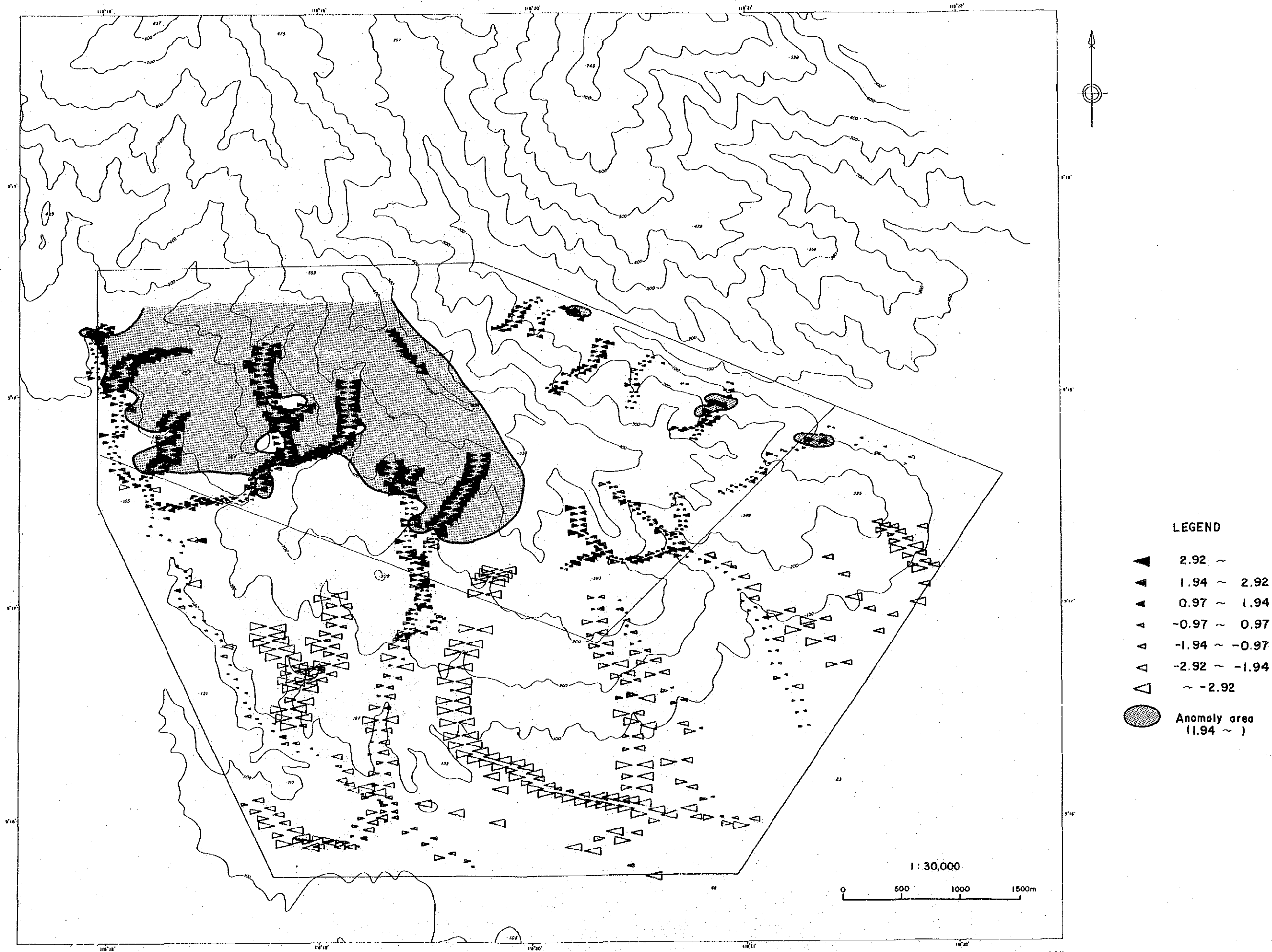
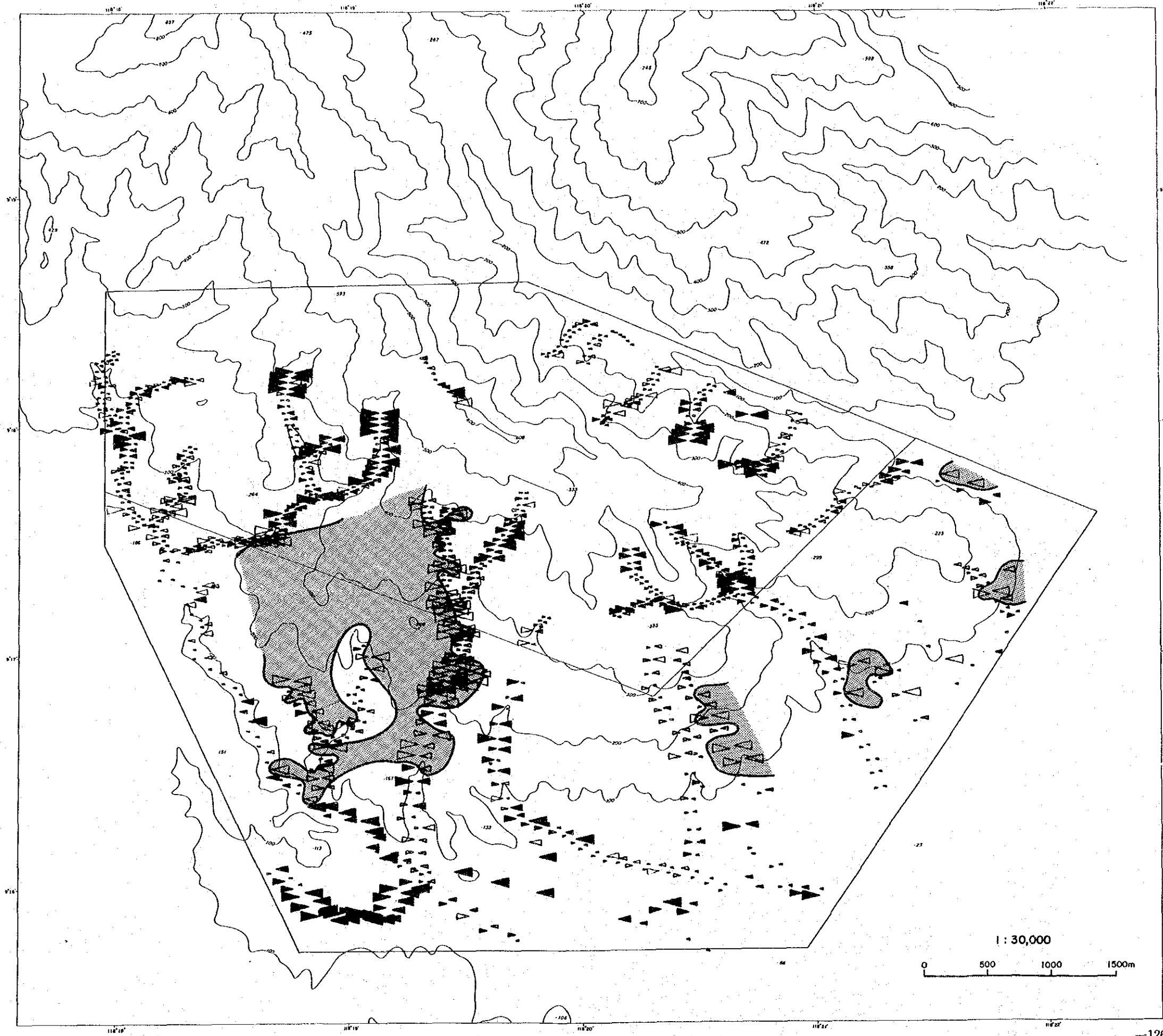


Fig. 62 Scores of principle components analysis in area B-1 (Z1)



- LEGEND**
- ▲ 1.92 ~
  - ▲ 1.28 ~ 1.92
  - ▲ 0.64 ~ 1.28
  - △ -0.64 ~ 0.64
  - △ -1.28 ~ -0.64
  - △ -1.92 ~ -1.28
  - △ ~ -1.92
  - Anomaly area (-1.28 ~)

Fig.63 Scores of principle components analysis in area B-1 (Z2)

### 2-6-3 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。分析を行った試料は、B及びB-1地区併せて250試料である。分析結果は、岩相などと共にAppendix 26に示した。

岩相別の元素濃度をTable. 14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

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、鉱石以外の部分でもCr濃度が高い。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。

Table 14 Statistic quantities of rock samples in area B and B-1

	Rock type	number	range		median		linear*		logarithmic*		
			min	max	min	max	mean	std. dev.	mean	10 <sup>1/2</sup> 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	0.877	
	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.