

第2章 カンパヤス地区

2-1 地化学探査

2-1-1 調査目的

カンパヤス地区では、沢砂地化学探査により抽出された異常域について土壌地化学探査を実施し、より正確な地化学異常の分布状況を把握することにより、探鉱有望域を抽出することを目的としている。

2-1-2 調査内容

- (1) 試料採取範囲は巻末付図 3に示した。
- (2) 調査に当たっては、必要に応じて簡易測量を実施し、試料採取位置を求めるとともに地形図を補足した。
- (3) 鉱化帯及び露頭を発見した場合、できるだけ具体的に観察事項を記入し、特に重要な露頭は、スケッチ(縮尺任意)及びカラー写真撮影を行った。

2-1-3 地質及び鉱化作用

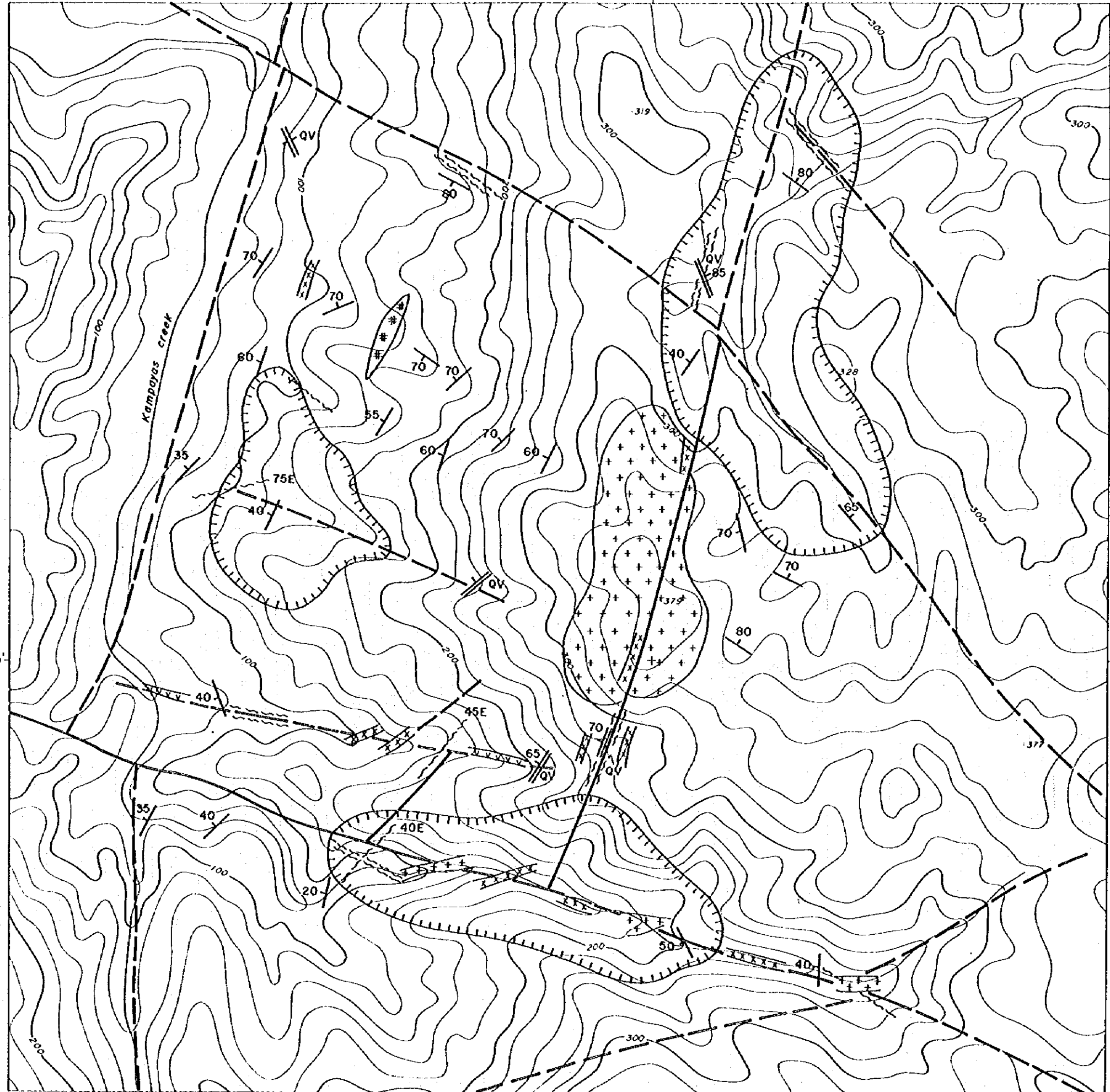
カンパヤス地区は、カロロンガン地区の南方に位置し、両地区はNW-SE系のオグボン断層によって境される。

当該地区の地質は、主にカタンドゥアネス層の塩基性火砕岩類を起源とする層理の不明瞭な暗緑色の中～粗粒砂岩から構成され、これに白亜紀のドレライト、斑れい岩及び漸新世のバタレイ貫入岩類が貫入している。(第6図)

調査地域の地質構造は、カンパヤス沢及び標高379mの頂部を通る2本のNNE-SSW系によって大きな変形を受けており、両断層間に挟まれる範囲は広域的な一般走向(NW-SE系)とは異なるNE-SW走向を示す。また、標高379mの山頂付近及びその南部では、本地域の鉱化作用に関連したと思われるバタレイ貫入岩類に属する安山岩質斑岩及び細粒閃緑岩の露頭や転石が数多く認められる。

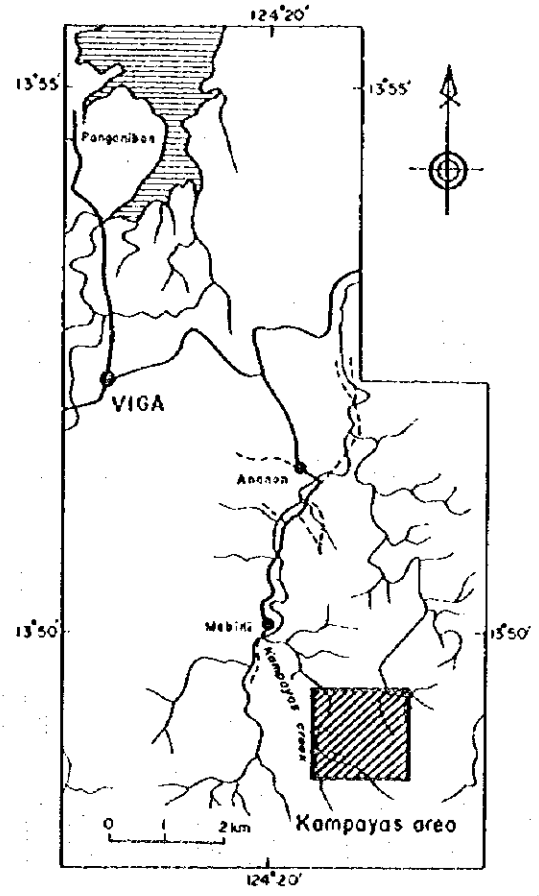
鉱化作用としては、調査地区の中西部に多量の黄鉄鉱で特徴づけられる強珪化帯が分布するほか、数ヶ所で黄鉄鉱の鉱染を伴う珪化帯が認められる。また、当地区にはNW-SEとNE-SWの共役的な方向を示す石英脈が観察され、特に地区南東部のNNE-SSW系断層近傍ではN30°E/65°NWの走向傾斜を示す幅約1mの石英脈が確認された。

124°21'



124°21'

第 6 図 カンパヤス地区の地質及びび鉄微分布図

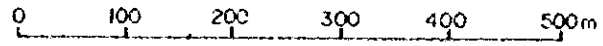


LEGEND

- SYMBOLS ROCKS**
- Sandstone/Lapilli tuff Colanduanes Formation
 - v
v
v Andesite
 - x
x
x Andesite Porphyry
 - +
+
+ Diorite
 - #

Gabbro
- } Batoloy Intrusives

- GEOLOGIC STRUCTURE**
- Fault (broken line shows inferred F.)
 - Sheared zone
 - 50
30 Strike and dip of strola
 - //
// Quartz vein >10cm
 - ●
● Silicification & Pyritization



2-1-4 試料採取

試料採取は、1.6km×1.6kmの調査範囲においてE-W方向に間隔100mで13本の探試測線を設け、探試測点間隔50mの矩形格子法により採取した。ただし、有望と推定された400×500mの範囲は精査地区とし、間隔50mの探試測線8本を設け、探試測点間隔10mないしは20mで試料採取を行った。土壌試料は原則としてB層準の土壌を対象に約1kg採取した。採取した総試料数は673個である。探試測線及び探試測点は、ポケットコンパスと間縄を使用した簡易測量により標定した。採取した土壌試料は風乾後篩分けし、-80メッシュのフラクションをフィリピン側と日本側で折半し、日本側試料を化学分析に供した。

2-1-5 指示元素及び化学分析方法

指示元素には、金・銀・砒素・銅・鉄・水銀・モリブデン・鉛・硫黄・アンチモニー・亜鉛の11成分を用いた。分析方法は、金については中性子放射化分析法を用い、硫黄については高周波炉燃焼法により、それ以外の9元素についてはICP-AES法を用いた。

各元素の検出限界値は、金が1ppb、銀が0.2ppm、砒素・鉛・アンチモニー・亜鉛が2ppm、銅・水銀・モリブデンが1ppm、鉄・硫黄が0.01%である。

2-1-6 データの解析

地化学データ処理に当たっては、分析値の常用対数を用いた。検出限界値未満のデータは検出限界値の1/2の値を便宜的に統計計算に使用した。

(1) 統計解析

第6表に調査地域の土壌微量成分基本統計値を示す。最大値、最小値には分析値を、平均値については分析値の平均と対数の平均とを、標準偏差には対数の標準偏差を示した。

第6表 土壌微量成分基本統計値

元素	単位	最大値	最小値	平均値	対数平均値	対数標準偏差
Au	ppb	2600	<1	38.59	11.2924	0.5622
Ag	ppm	0.4	<0.2	0.11	0.1047	0.0894
As	ppm	28	<2	5.08	3.7007	0.3625
Cu	ppm	316	89	178.06	175.1664	0.0856
Fe	%	10.7	3.68	6.39	6.3257	0.0687
Hg	ppm	3	<1	0.55	0.5345	0.0976
Mo	ppm	2	<1	0.61	0.5772	0.1326
Pb	ppm	22	2	8.60	8.0345	0.1647
S	%	0.09	<0.01	0.04	0.0349	0.1655
Sb	ppm	10	<2	1.75	1.4691	0.2347
Zn	ppm	186	20	76.20	72.2102	0.1561

元素の最大含有量及び平均含有量は、それぞれ金で2600ppb, 38.6ppb, 銅で316ppm, 178ppm, 鉛で22ppm, 8.6ppm, 亜鉛で186ppm, 76.2ppmである。地殻存在度に比較すると、金は数10倍、銅は3倍、鉛は10分の1、亜鉛は同程度である。したがって、カンパヤス地区の鉱徴としては金のみが対象として挙げられる。なお、銀・水銀及びモリブデンについては殆どの試料が検出限界以下であったことから、以下の検討では除外した。

第7表には土壌微量成分の相関行列を示した。金と相関を示す元素は無く、このほか鉄と硫黄に若干の正の相関が見られるほかは、各元素間でも相関関係は認められない。

第7表 土壌微量元素の相関行列

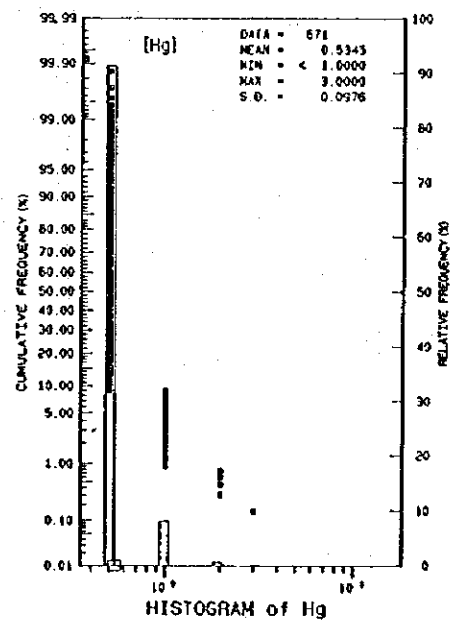
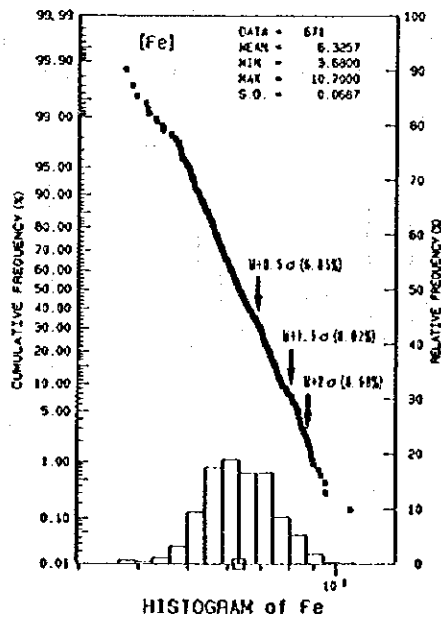
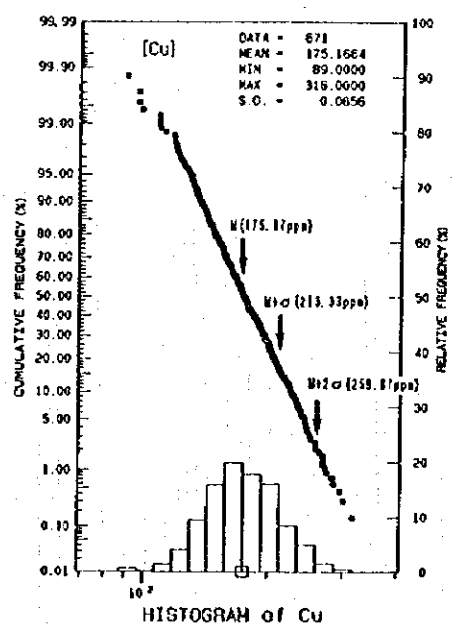
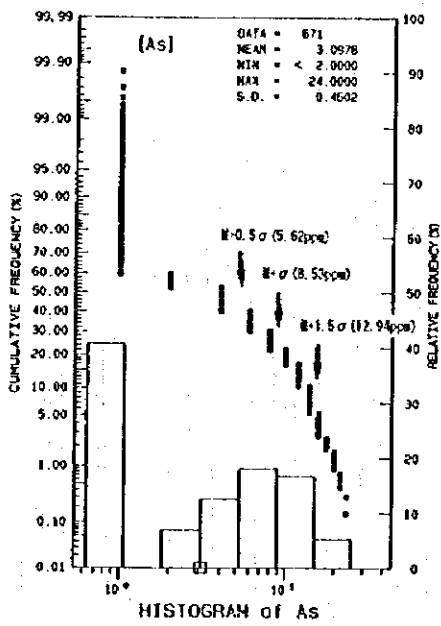
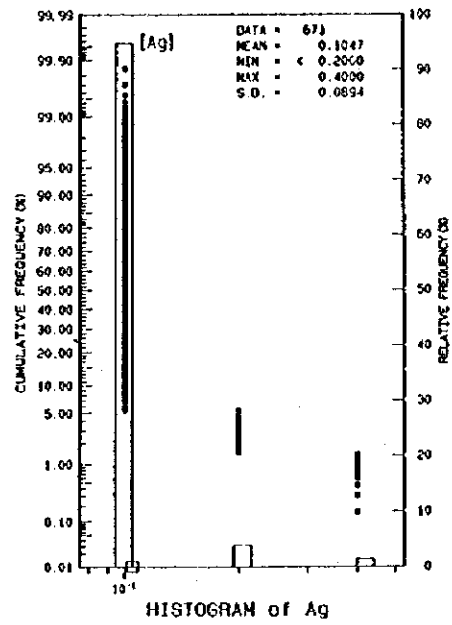
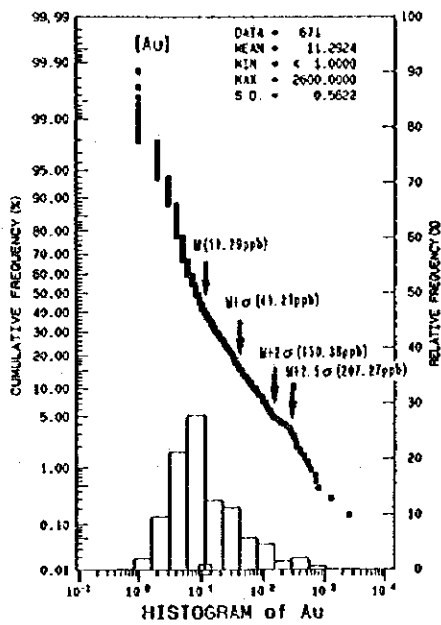
	Au	As	Cu	Fe	Pb	S	Sb	Zn
Au	1.000							
As	-0.011	1.000						
Cu	-0.001	0.040	1.000					
Fe	-0.040	-0.017	0.104	1.000				
Pb	0.095	-0.036	0.286	0.003	1.000			
S	0.014	0.086	0.122	0.346	0.227	1.000		
Sb	-0.037	-0.075	-0.026	0.107	-0.007	-0.038	1.000	
Zn	0.038	-0.057	0.215	-0.146	-0.078	-0.353	0.030	1.000

(2) しきい値の決定

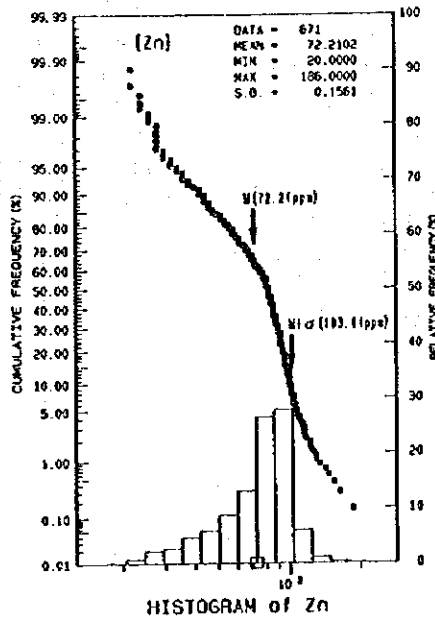
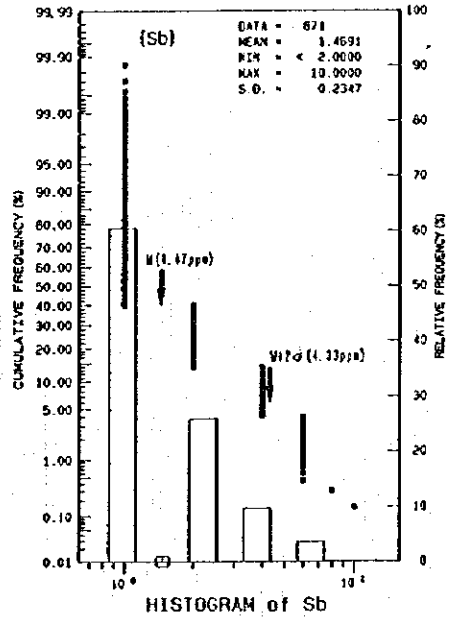
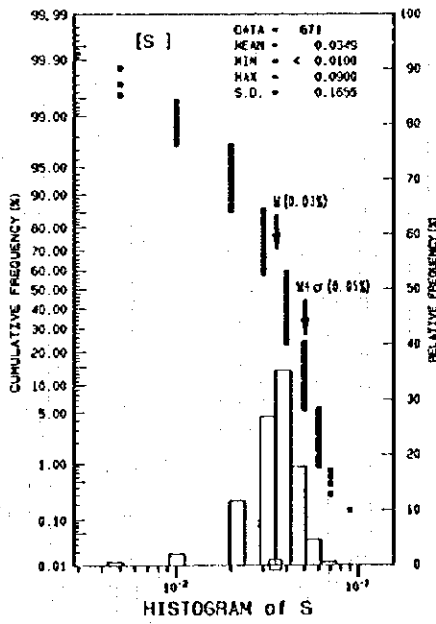
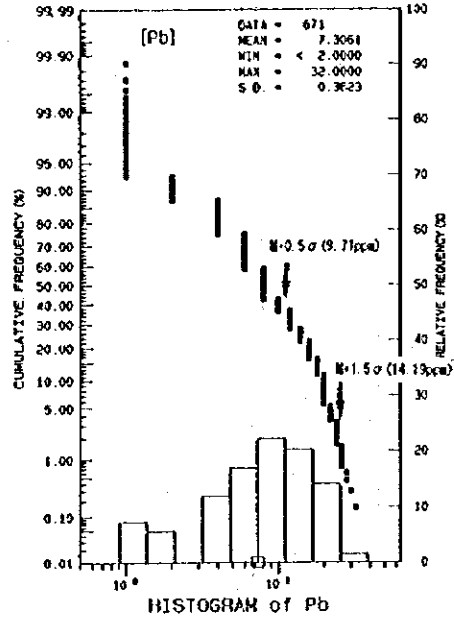
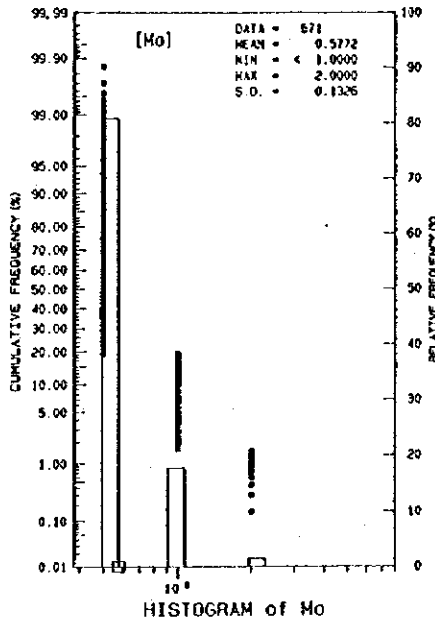
しきい値の決定には、平均値と標準偏差を用い、これに頻度分布及び累積頻度分布曲線を加味して決定した。第7図に各元素分析値の頻度分布図、累積頻度分布図を示す。クラス区分は $1/2\sigma$ である。第8表に土壌地化学異常値の区分を示す。分布の性格上から異常値と後背値の境界を示すしきい値の他に、特に高い異常を示す値を区分するため、複数のしきい値を設けた。

第8表 土壌地化学異常値の区分

Au	M(11.3ppb), M+ σ (41.2ppb), M+2 σ (150.4ppb), M+2.5 σ (287.2ppb)
As	M+0.5 σ (5.6ppm), M+ σ (8.5ppm), M+1.5 σ (12.9ppm)
Cu	M(175.2ppm), M+ σ (213.3ppm), M+2 σ (259.8ppm)
Fe	M+0.5 σ (6.85%), M+1.5 σ (8.02%), M+2 σ (8.68%)
Pb	M+0.5 σ (9.7ppm), M+1.5 σ (14.2ppm)
S	M(0.035%), M+ σ (0.051%)
Sb	M(1.5ppm), M+2 σ (4.3ppm)
Zn	M(72.2ppm), M+ σ (103.5ppm)



第 7 図 土壤微量成分分析値の頻度分布図及び累積頻度分布図(1)



第 7 図 土壤微量成分分析値の頻度分布図及び累積頻度分布図(2)

(3) 異常域の分布—単変量解析

第8図に本地区の主要な土壤地化学異常値分布図を示す。特に金に関しては、精査範囲の拡大図も作成した。

[Au] 金は標高379mの山頂部に分布する閃緑岩体の周辺ないしはNNE-SSW系断層沿いに異常域が広がっている。また、調査地域西部のカンバヤス沢東岸に分布する珪化帯付近や南部のカンバヤス沢上流沿いにもややまとまった高濃度域が認められる。

[As] 砒素は標高379mの山頂部より北方に若干の高濃度域が広がっているものの、全体的に異常と言えるほどの濃度を示す箇所は認められない。

[Cu] 銅に関しては全域を通じて比較的高い濃度を有しているが、標高379mの山頂部に分布する閃緑岩体の周辺にややまとまった高濃度域が認められる。

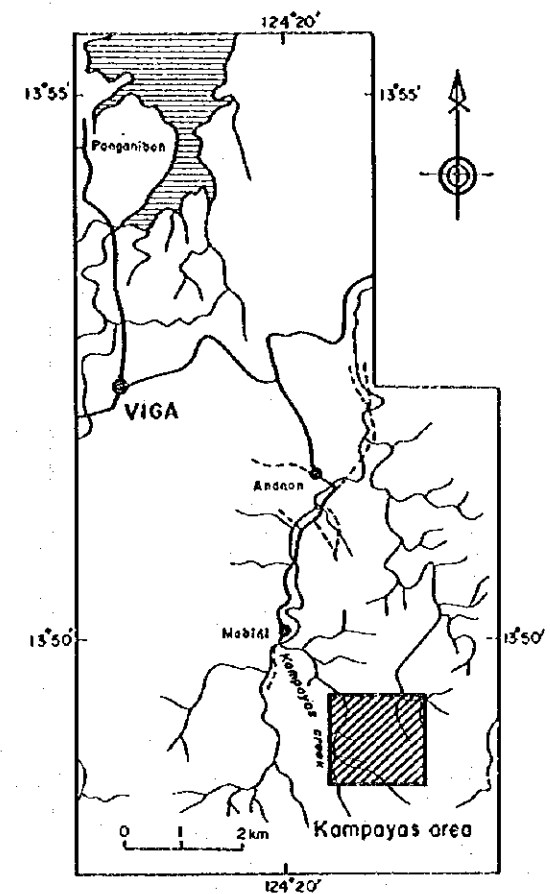
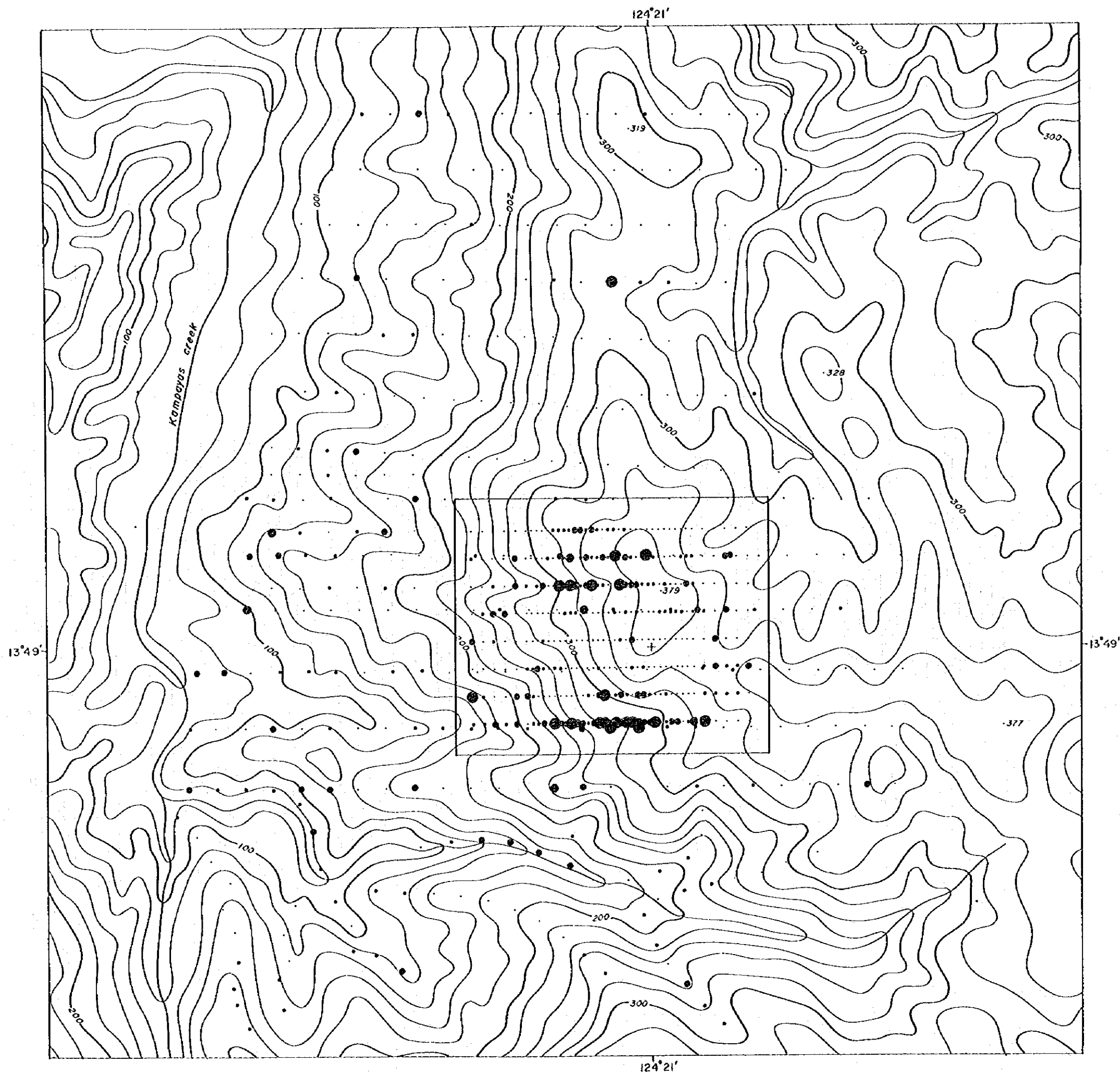
[Fe] 鉄はカンバヤス沢東岸沿いの珪化変質帯で代表されるような黄鉄鉱の鉱染を伴った緑色変質の認められる箇所で比較的高い濃度を示すほか、標高379mの山頂付近にも若干の高濃度域が認められる。

[Pb] 鉛は全体的に低い値を示すが、標高379mの山頂部より南側斜面に高濃度域が認められる。

[S] 硫黄はカンバヤス沢東岸沿いの珪化変質帯で代表されるような黄鉄鉱の鉱染を伴った緑色変質の認められる箇所で比較的高い濃度を示すほか、標高379mの山頂付近にも高濃度域が認められる。

[Sb] アンチモニーは全体的に低い値を示し、然したる傾向は認められない。

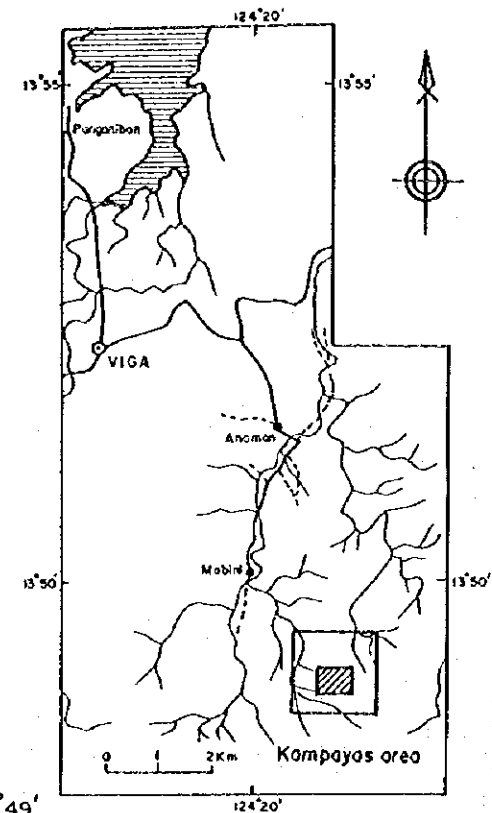
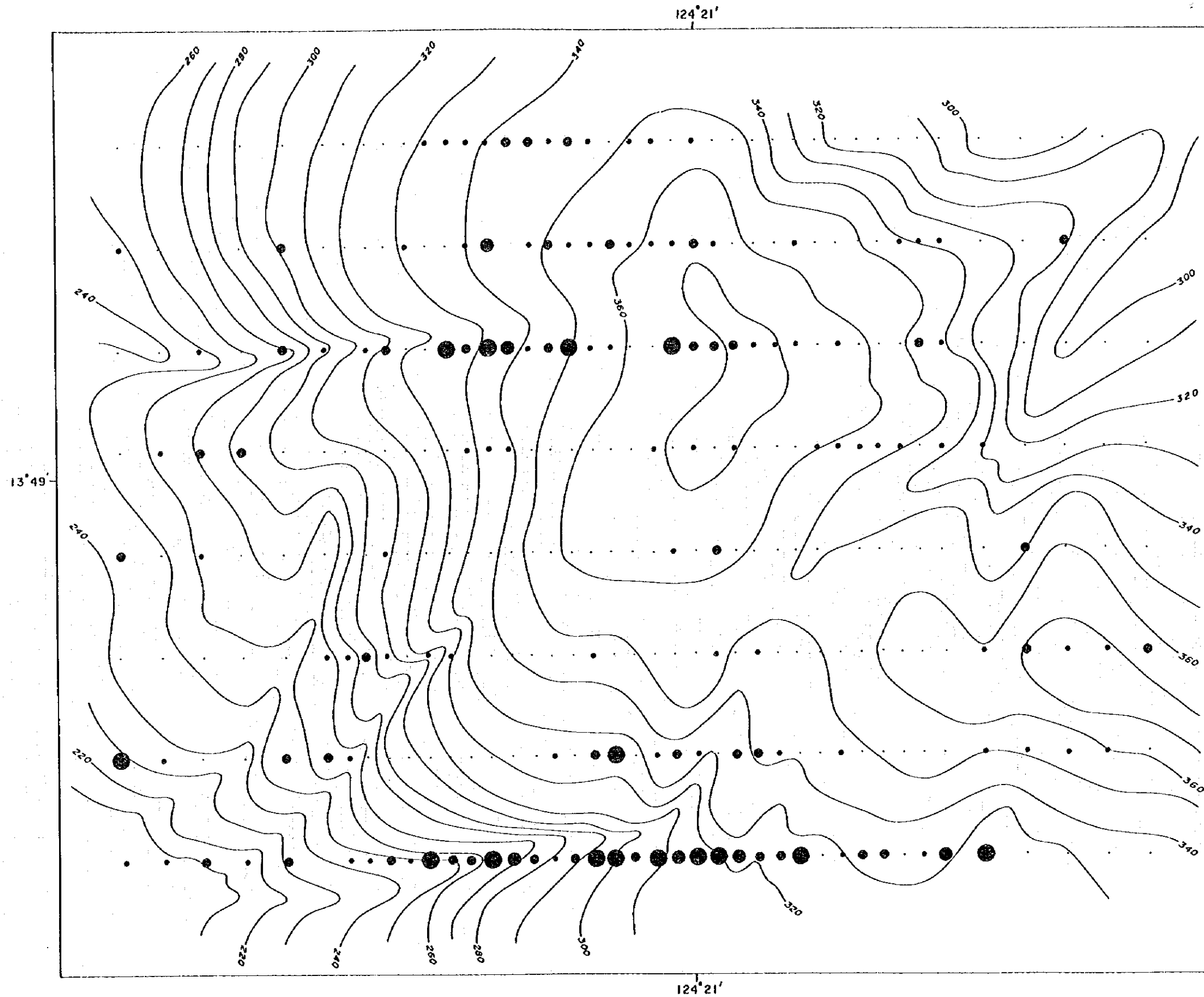
[Zn] 亜鉛は標高379mの山頂に分布する閃緑岩体内で低濃度を示すものが多い。



- Au (ppb)
- : < 11.292
 - : < 41.205
 - : < 150.355
 - : < 287.211
 - : > 287.211



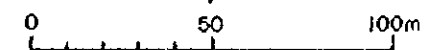
第 8 图 土壤化学异常值分布图(1)



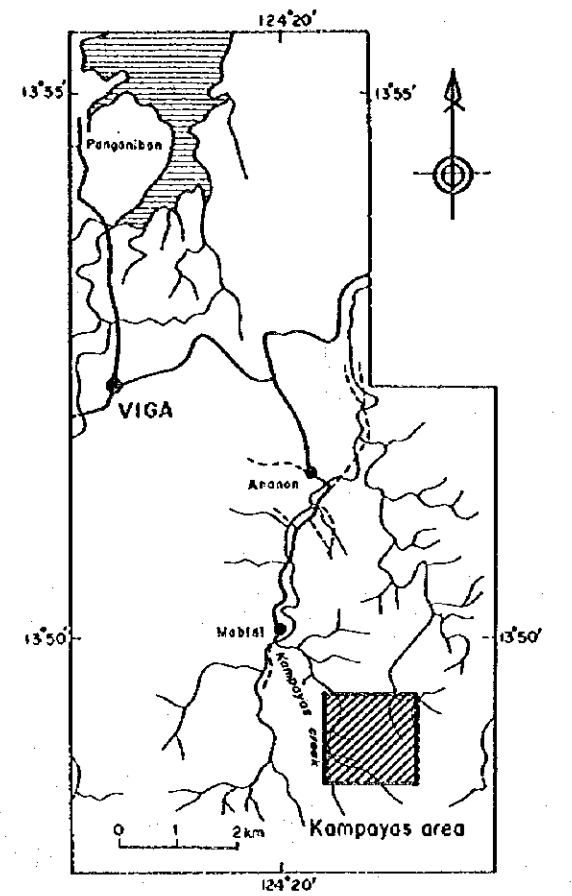
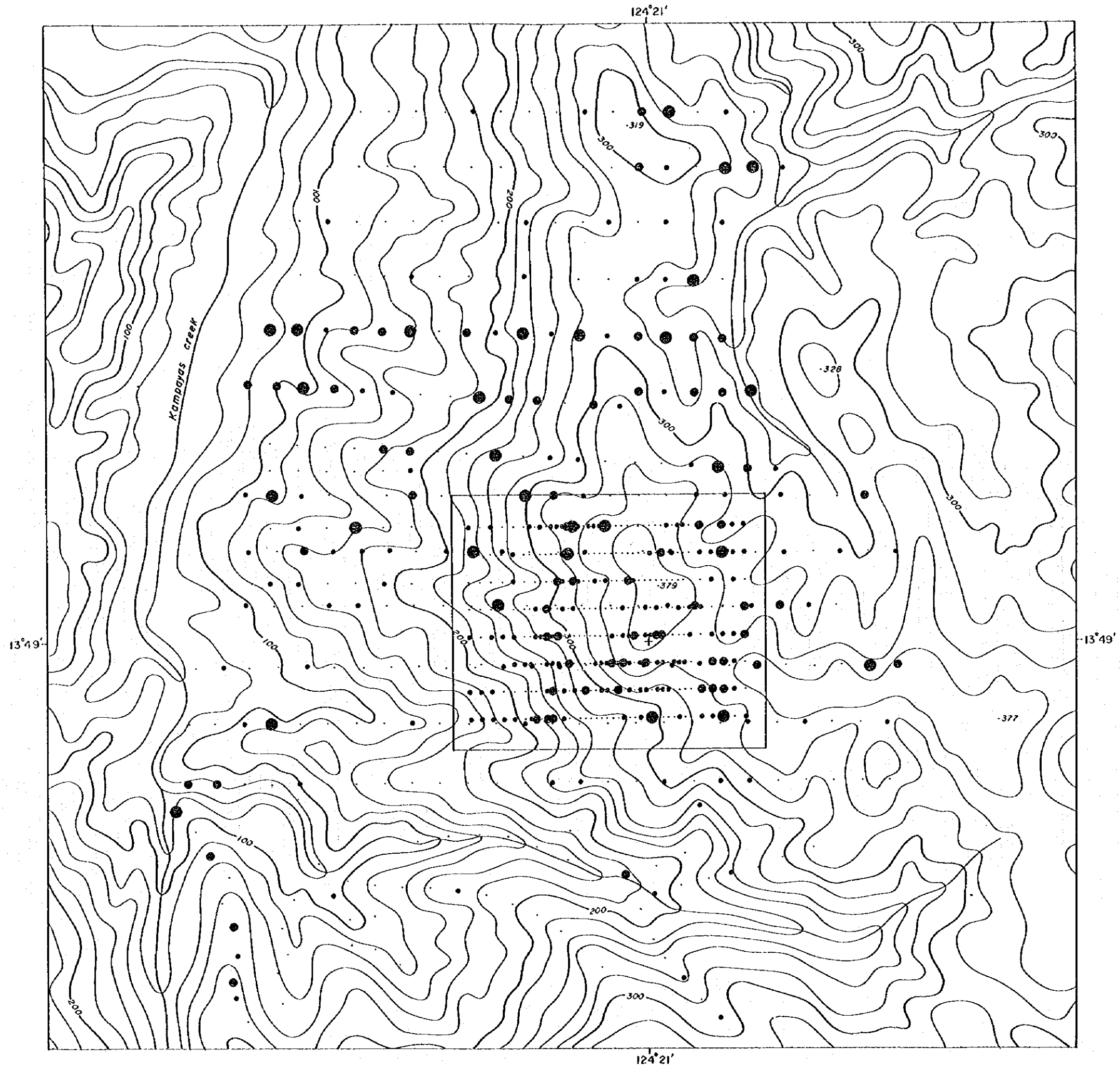
Au (ppb)

- : < 11.282
- : < 41.205
- : < 150.355
- : < 287.211
- : > 287.211

1 : 2,000

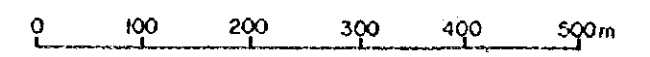


第 8 图 土地化学異常値分布図(2)

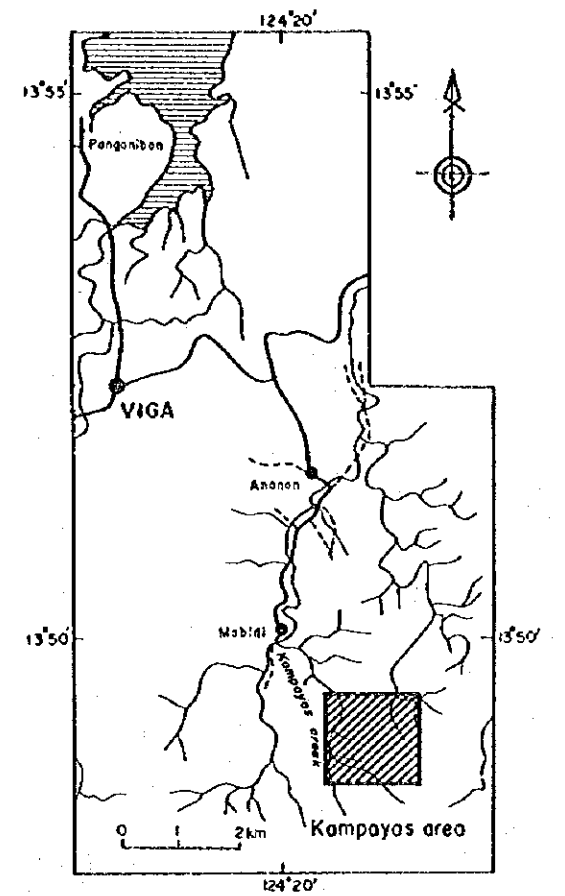
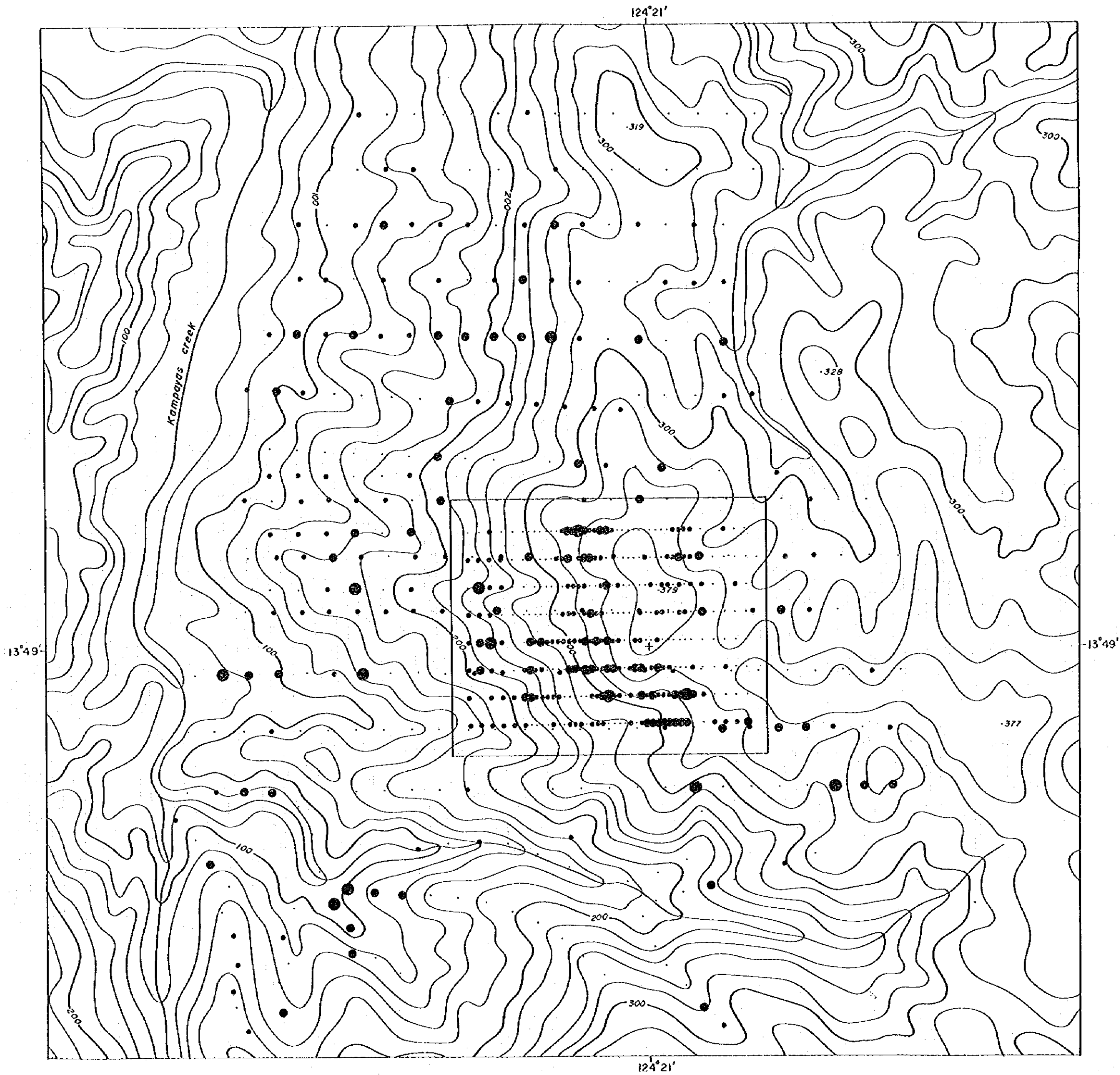


As (ppm)

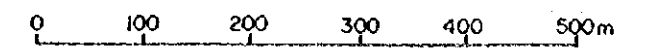
- : < 5.617
- : < 8.527
- (larger) : < 12.943
- (largest) : > 12.943



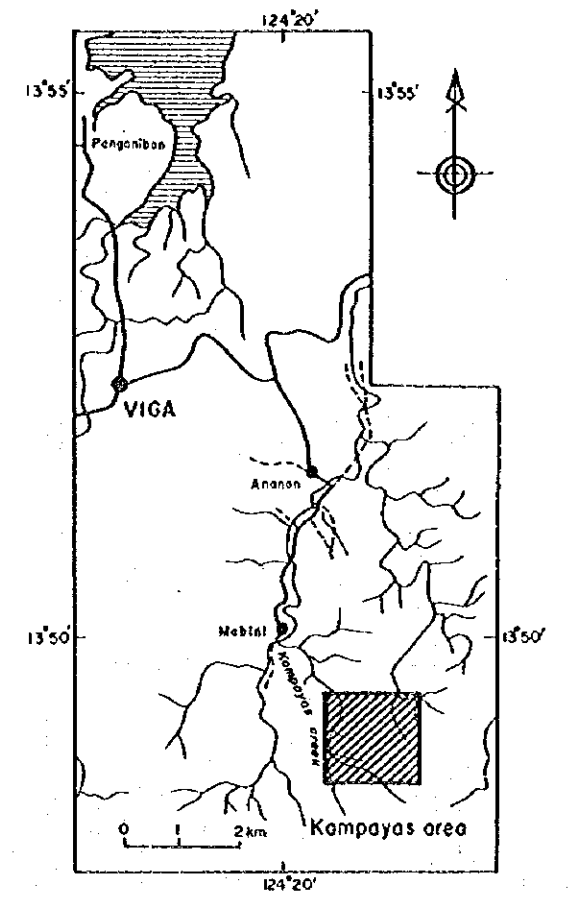
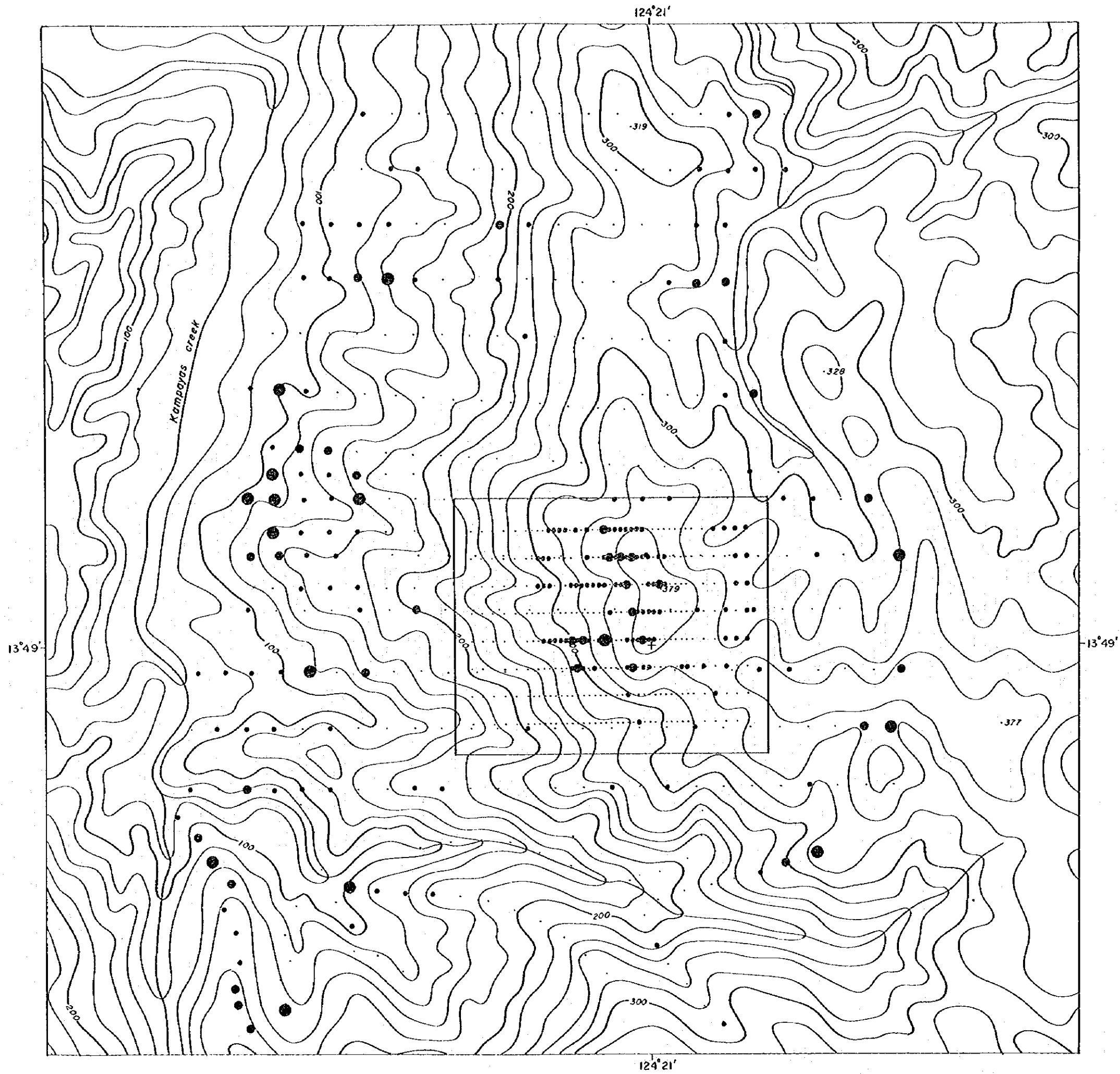
第 8 图 土地化学異常値分布图(3)



- Cu (ppm)
- : < 175.166
 - : < 213.345
 - ◐ : < 259.848
 - ◑ : > 259.848

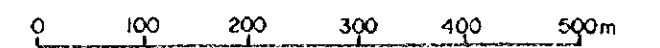


第 8 图 土壤化学异常值分布图(4)

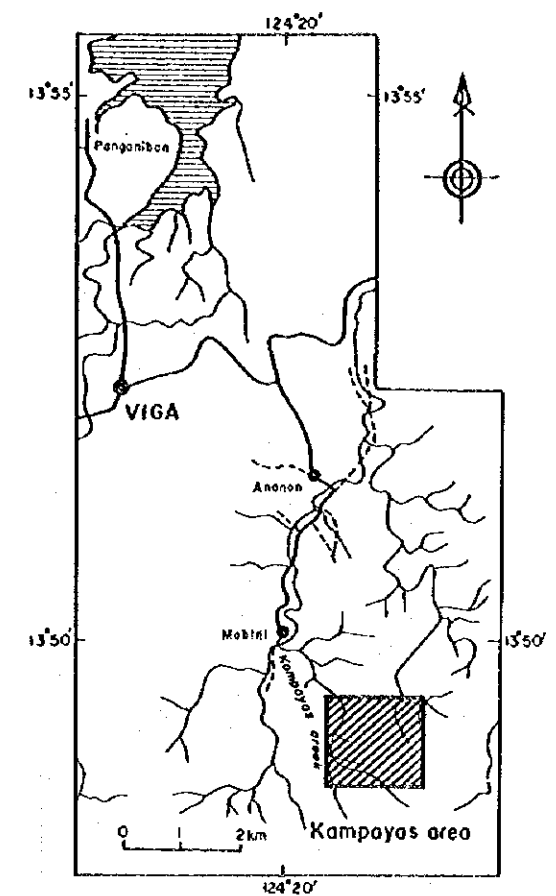
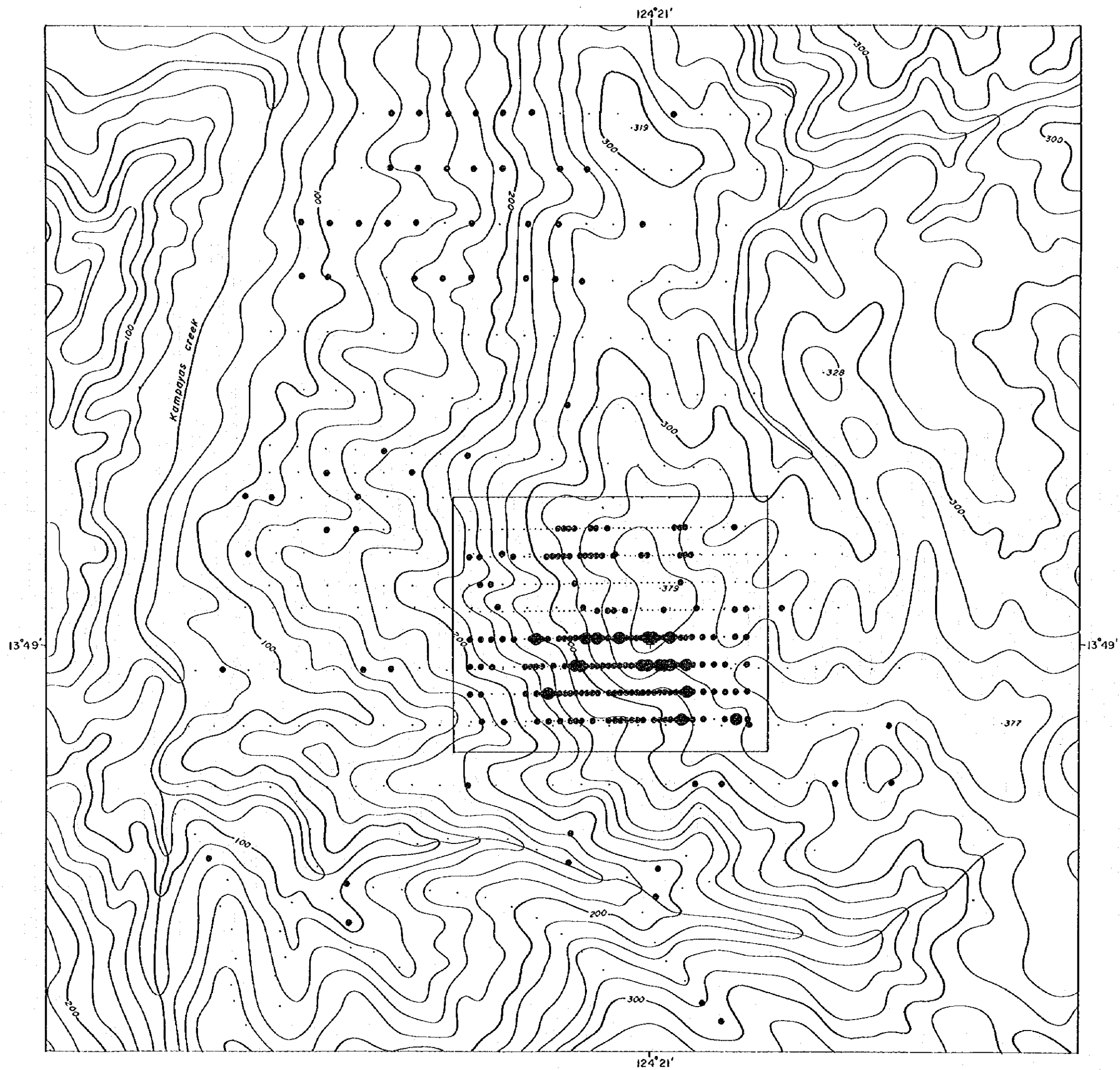


Fe (%)

- : < 6.848
- : < 8.018
- : < 8.678
- : > 8.878



第 8 图 土地化学异常值分布图(5)

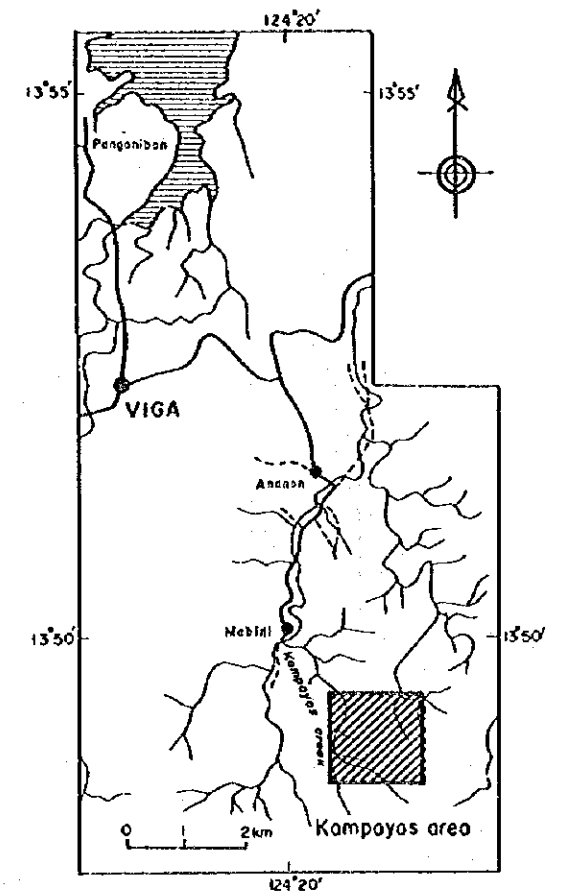
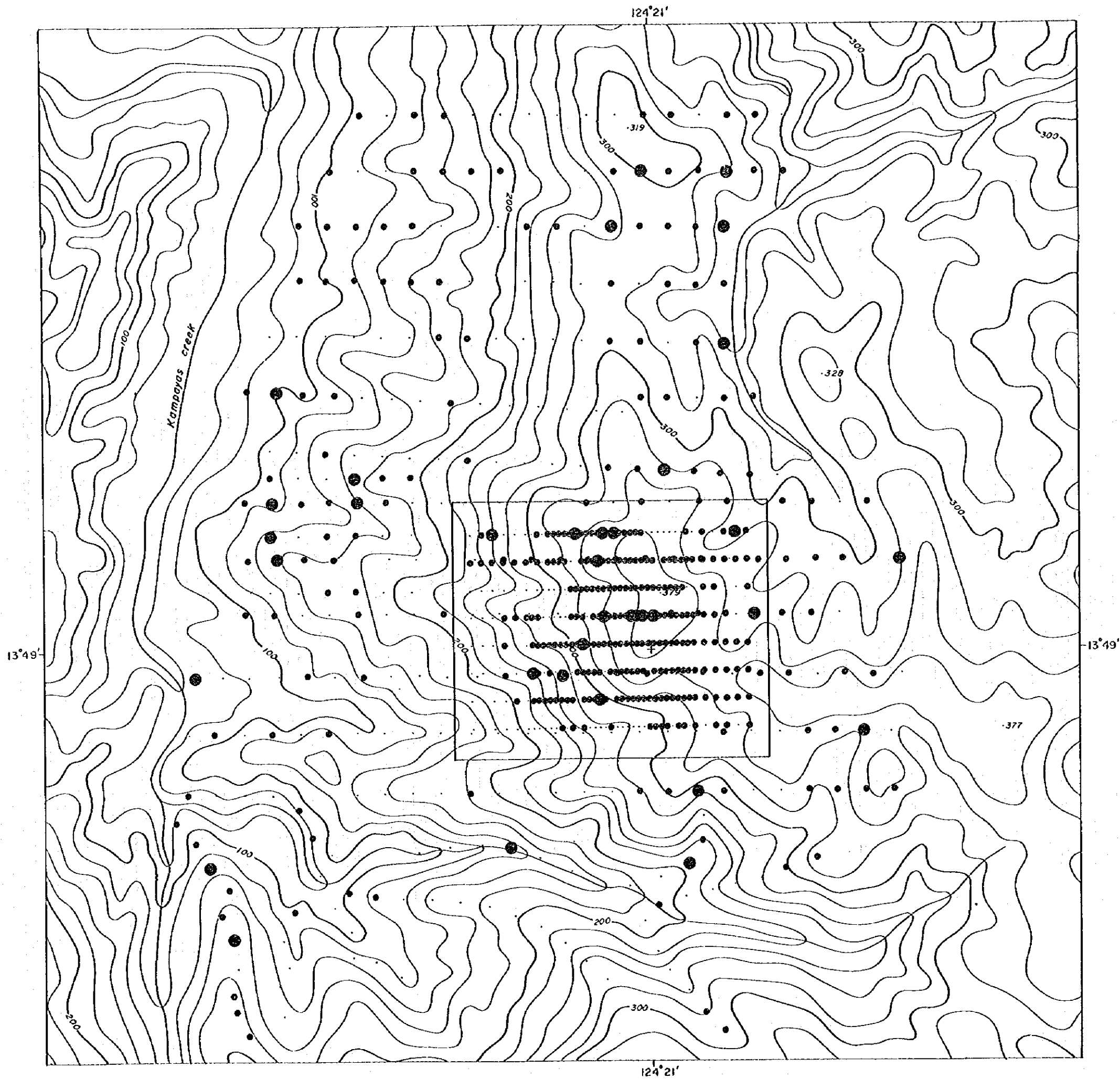


Pb (ppm)

- : < 8.035
- : < 14.192
- (filled) : > 14.192

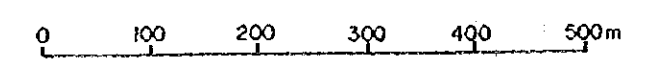


第 8 图 土壤地化学异常值分布图(6)

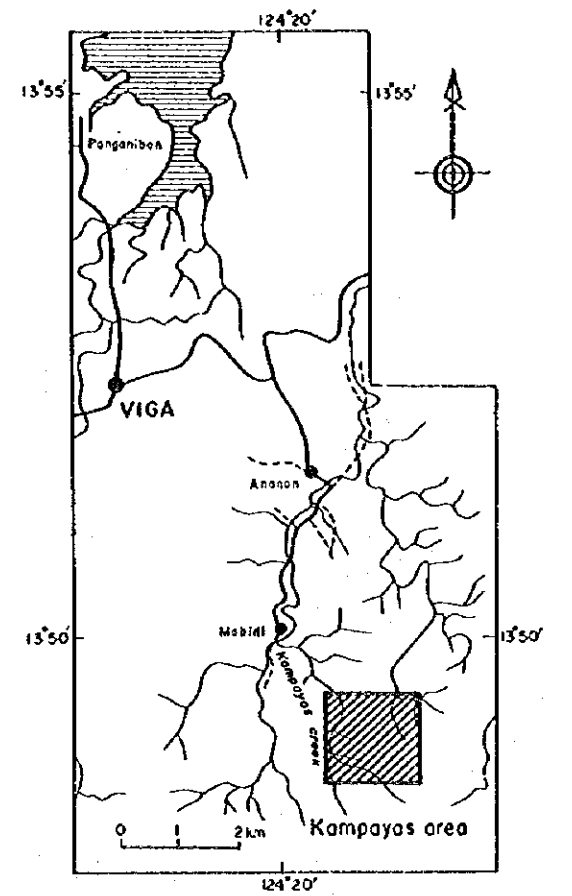
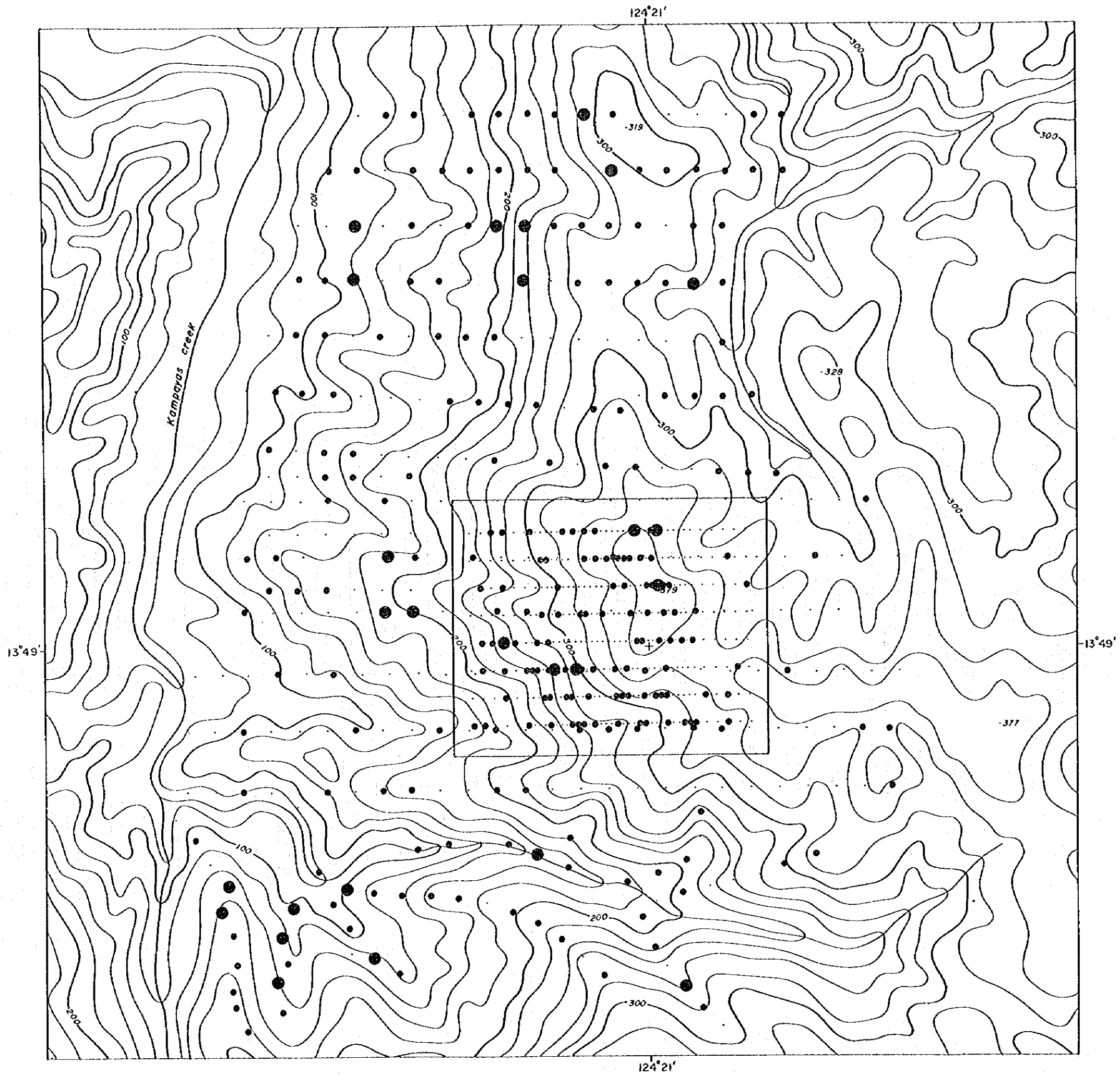


S(%)

- : < 0.035
- : < 0.051
- (large) : > 0.051

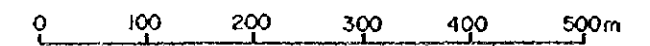


第 8 图 土壤化学异常值分布图(7)

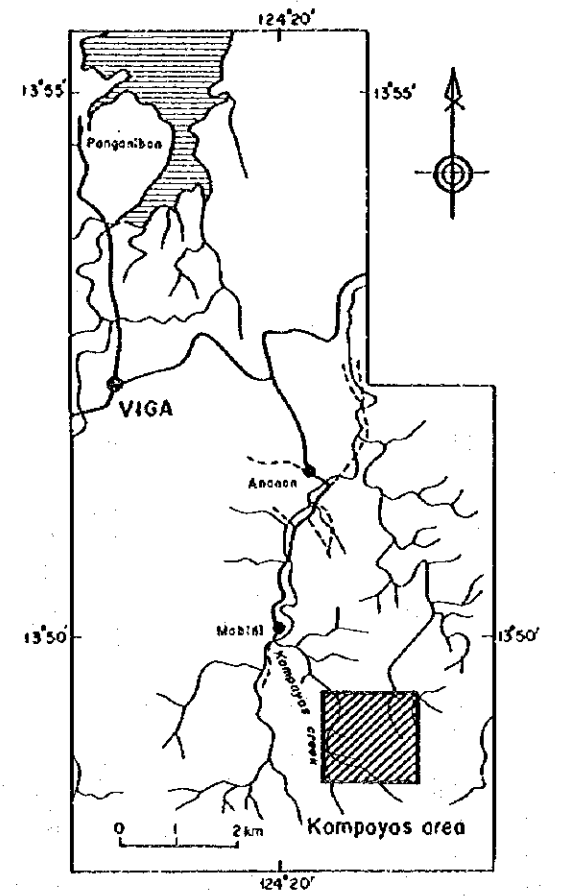
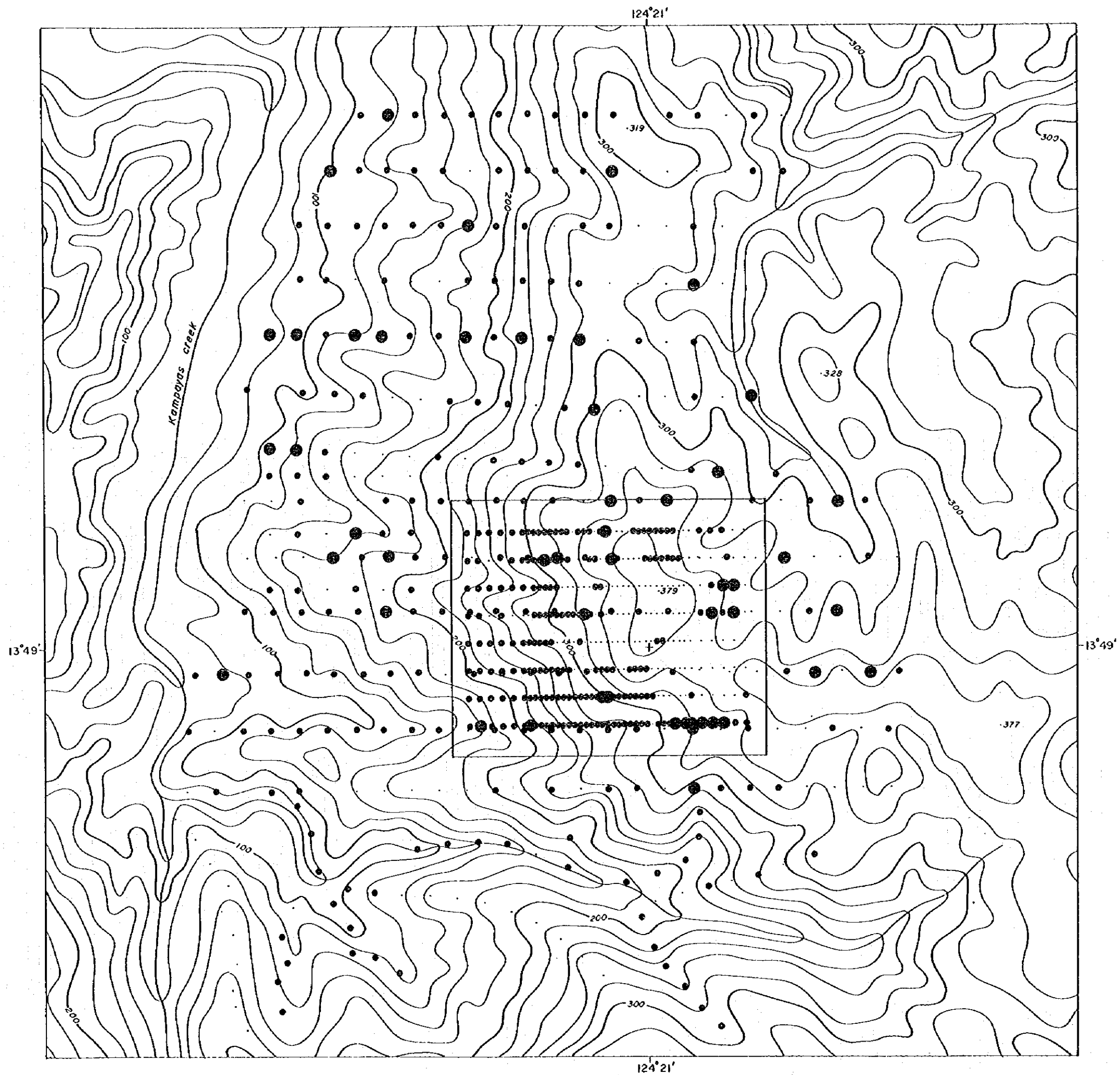


Sb (ppm)

- : < 1.469
- : < 4.329
- ⊙ : > 4.329

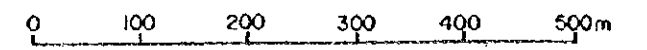


第 8 图 土壤化学异常值分布图(8)



Zn (ppm)

- : < 72.210
- : < 103.455
- : > 103.455



第 8 图 土壤地化学異常値分布图(9)

(4) 多変量解析(主成分分析結果)

指示元素同士が相関をもって挙動しているか、また、相関の強いグループがあるとするればどのような因子によって支配されているのかを検討するため、主成分分析を行った。

主成分分析の計算には、第7表の相関行列を用いた。主成分分析結果を第9表、それぞれの主成分得点分布図を第9図に示す。

第9表 土地化学データの主成分分析結果

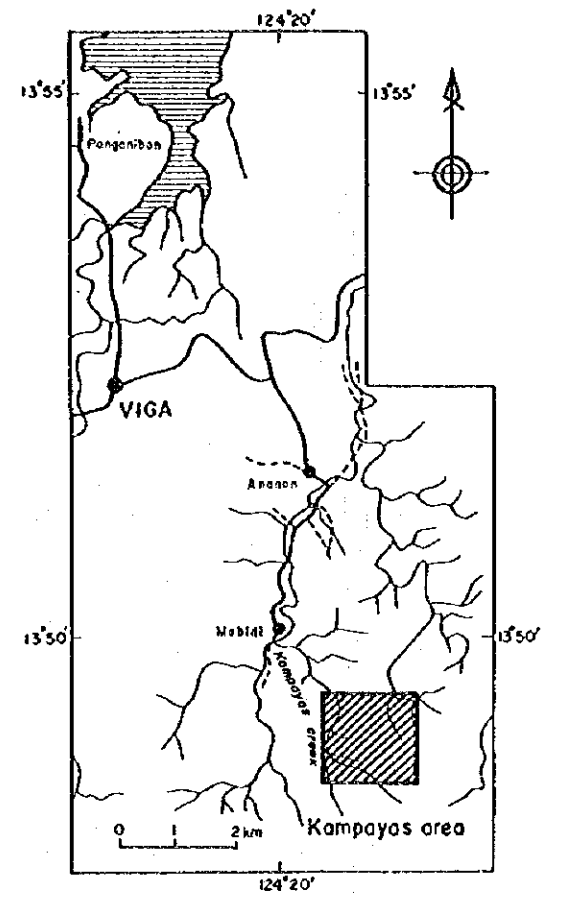
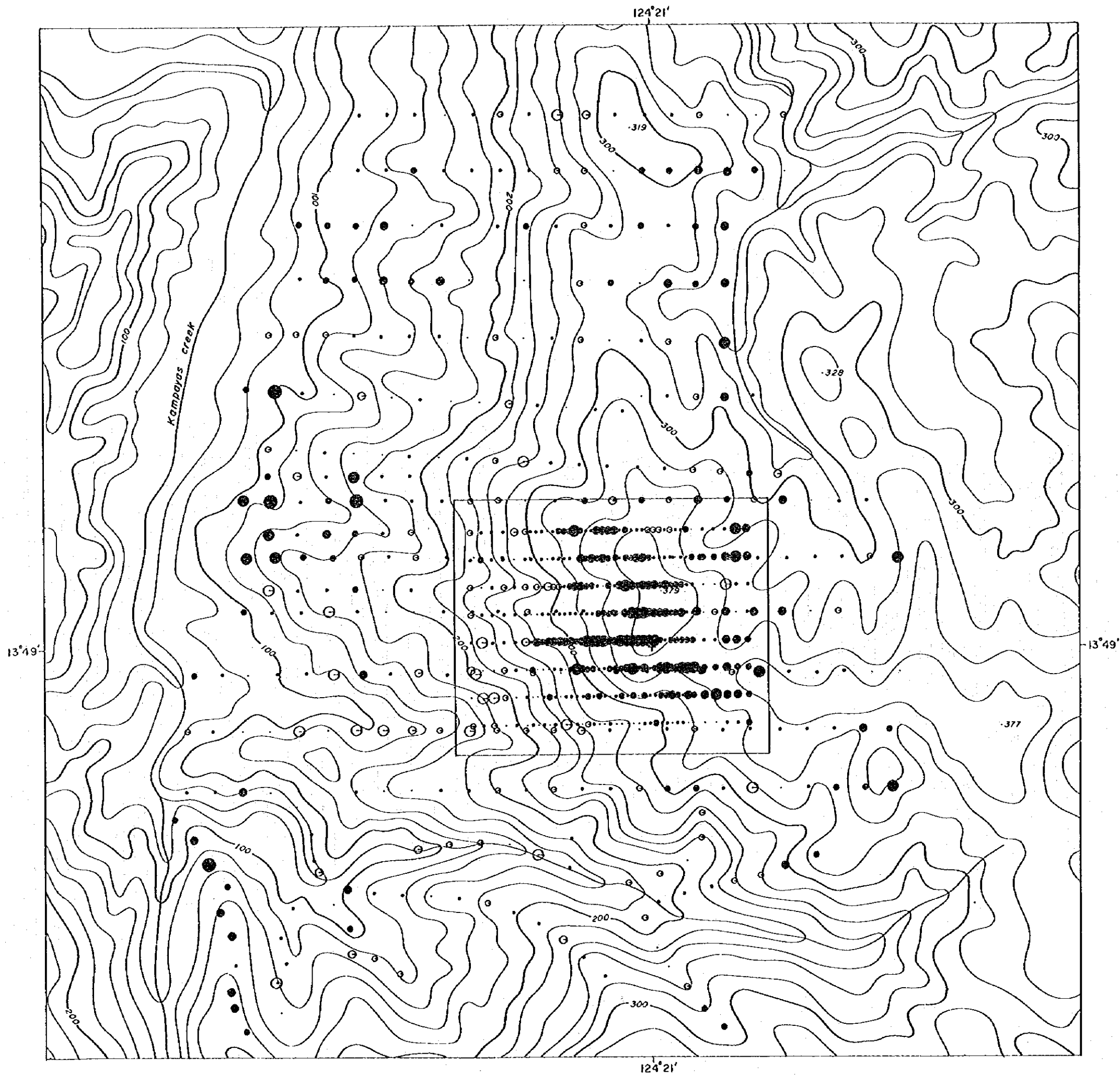
固有値				因子負荷量				
主成分	固有値	寄与率	累積		Z-01	Z-02	Z-03	Z-04
Z-01	1.663	20.789	20.789	S	0.833	-0.088	0.061	0.005
Z-02	1.329	16.608	37.397	Fe	0.596	-0.143	-0.431	-0.143
Z-03	1.137	14.213	51.610	Cu	0.278	0.773	-0.109	-0.320
Z-04	1.038	12.972	64.582	Zn	-0.550	0.566	-0.208	-0.212
Z-05	0.923	11.537	76.119	Pb	0.467	0.557	0.100	0.260
Z-06	0.866	10.823	86.942	Sb	-0.007	-0.070	-0.736	0.106
Z-07	0.539	6.740	93.682	Au	0.014	0.249	0.305	0.667
Z-08	0.506	6.319	100.000	As	0.131	-0.074	0.498	-0.588

第9表に示すように、第1主成分の固有値は1.66、寄与率が20.79%であり、第4主成分までの各固有値がほぼ1.0以上、累積寄与率は64.6%を示す。したがって、第1～第4までの主成分が有意義であると考えられる。各々の主成分には以下のような特徴を示す因子が含まれていると考えられる。

第1主成分：鉄と硫黄の因子負荷量が大きくなっており、緑色変質による黄鉄鉱化作用との関連が推定される。主成分得点分布図では高得点域が標高379mの山頂部及びその北東部、カンパヤス沢東岸沿いの珪化変質帯付近に認められる。

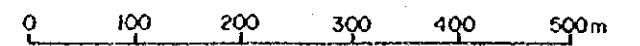
第2主成分：銅・鉛・亜鉛の因子負荷量が比較的大きくなっており、卑金属元素の高濃度域に対応する。高得点域は、標高379mの山頂部に分布する閃緑岩体の周辺部に分布する。また、同山頂部を通るNNE-SSW系断層の西側は高得点を示す試料が多く、対照的に東側は負の得点を示す試料が多い。

第3主成分：アンチモニーが負の因子負荷量として現れているが、地質的な意味はないものと判断される。

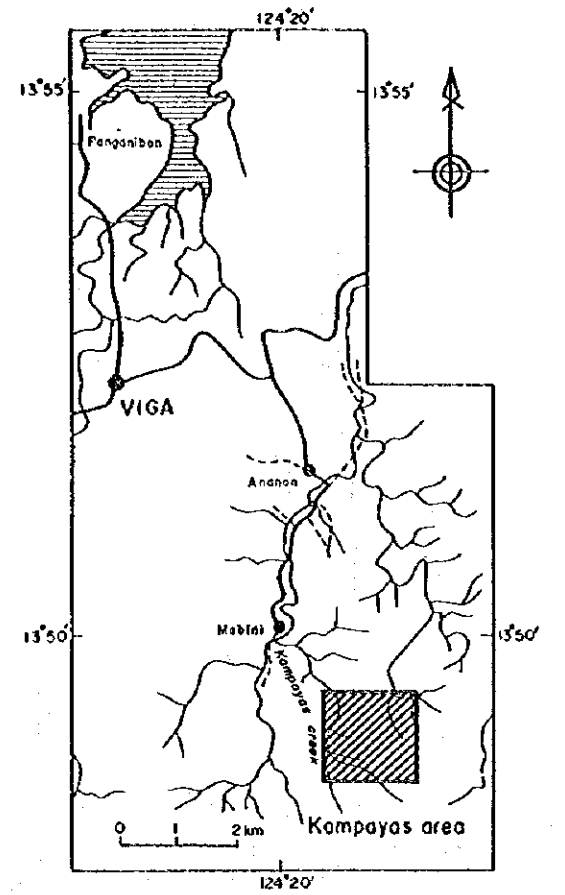
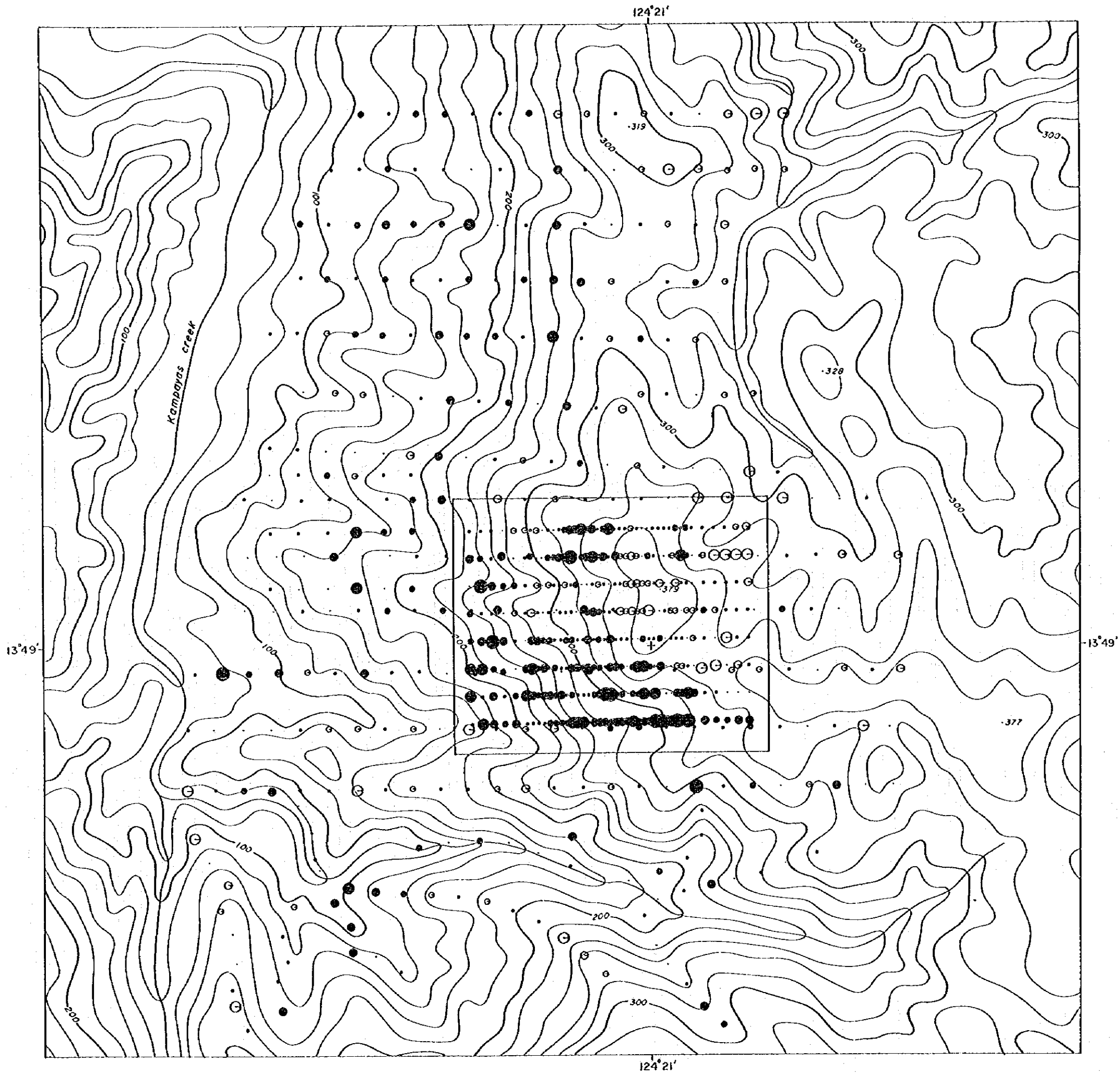


Z-01 (S-Fe-(Zn)-(Pb))

- ⊙ : < -2.578
- ⊖ : < -1.834
- : < -1.290
- : < -0.645
- : < -0.000
- : < 0.645
- : < 1.290
- : < 1.834
- : < 2.578
- : > 2.578

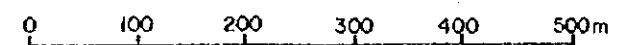


第 9 图 土壤化学探查主成分得点分布图(1)

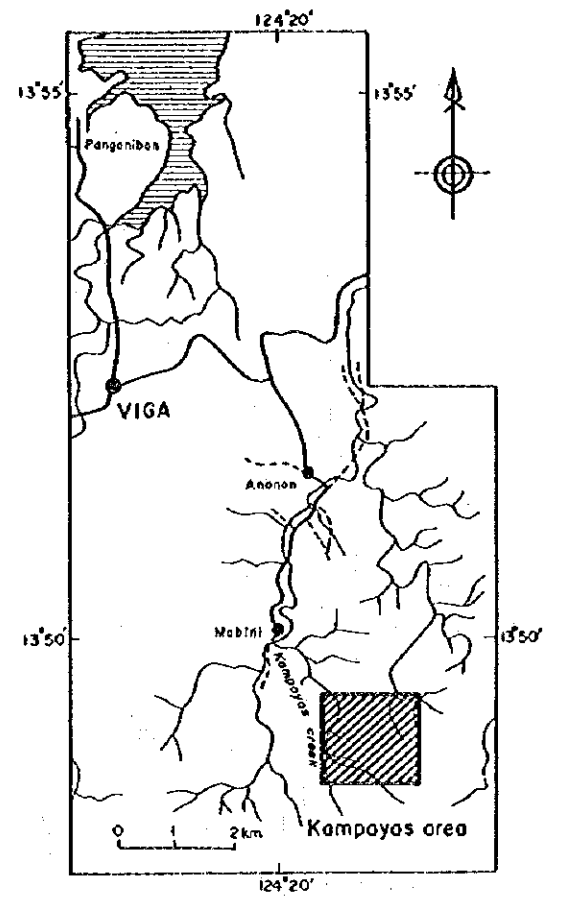
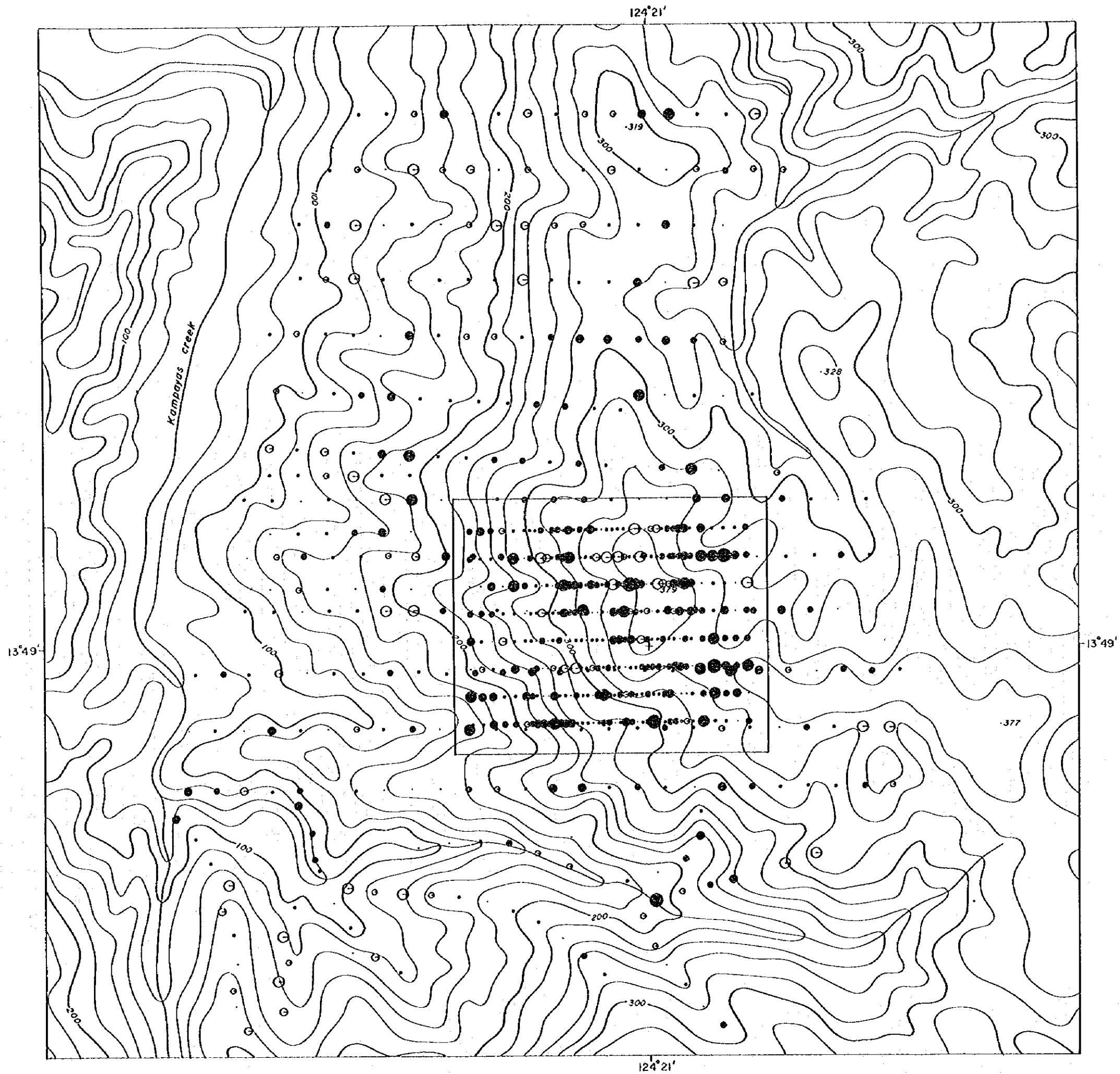


Z-02 (Cu-Zn-Pb)

- ⊙ : < 2.305
- ⊖ : < 1.728
- : < 1.153
- : < 0.576
- : < 0.000
- : < 0.576
- : < 1.153
- : < 1.728
- : < 2.305
- : > 2.305

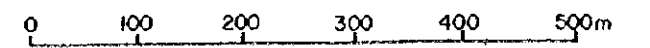


第 9 图 土壤化学探查主成分得点分布图(2)

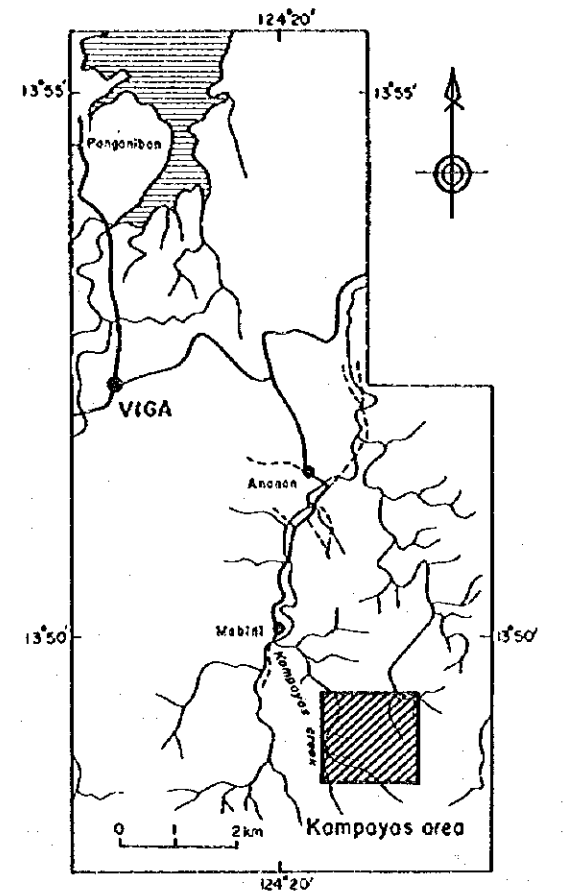
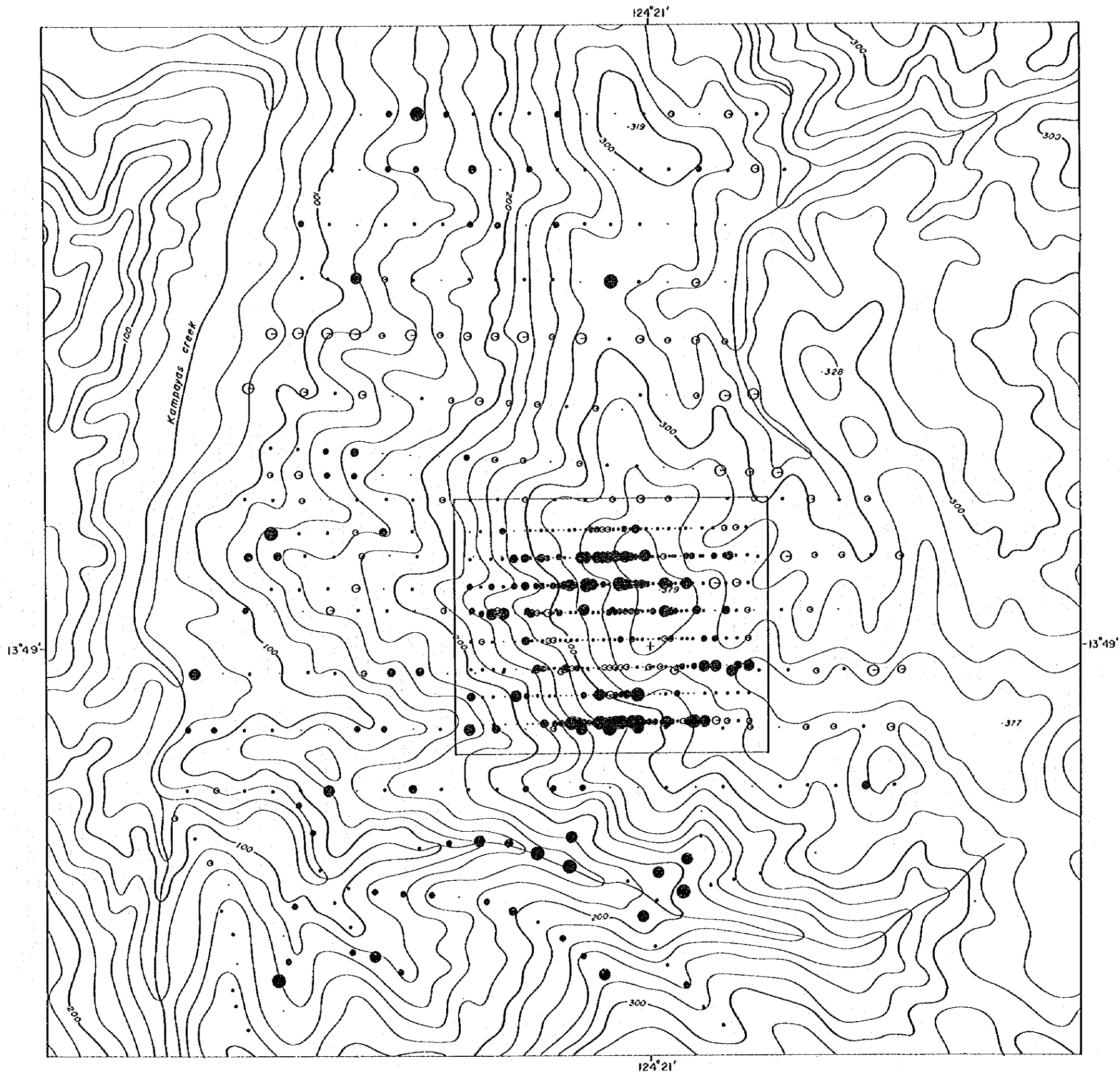


Z-03 (-Sb) - (-Fe) - (As)

- ⊙ : < 2.133
- ⊖ : < 1.589
- : < 1.066
- : < 0.533
- : < 0.000
- : < 0.533
- : < 1.068
- : < 1.589
- : < 2.133
- : > 2.133

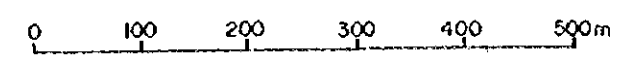


第 9 图 土壤化学探查主成分得分点分布图(3)



Z-04 (Au - (-As))

- ⊙ : < 2.037
- ⊖ : < 1.528
- : < 1.019
- : < 0.509
- ◌ : < 0.000
- ◌ : < 0.509
- ◌ : < 1.019
- ◌ : < 1.528
- ◌ : < 2.037
- : > 2.037



第 9 图 土壤化学探查主成分得点分布图(4)

第4主成分：金の因子負荷量が高く、金に関係の深い砒素が負の因子負荷量となっている。高得点域は、標高379mの山頂部とその南方に広がっており、金の高濃度域及びバタレイ貫入岩類の露頭ないしは転石が多く認められる地域に対応している。

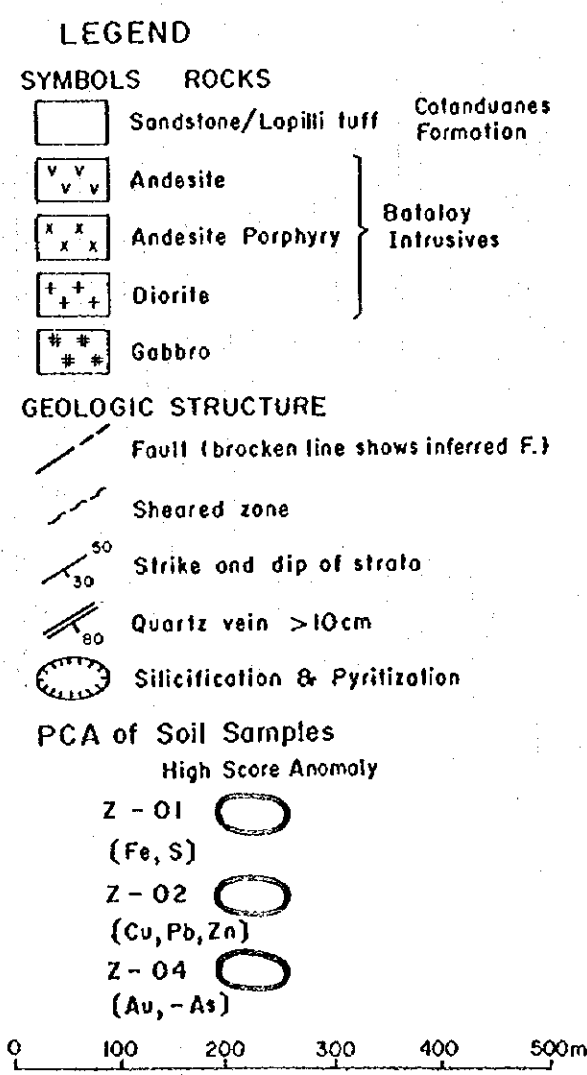
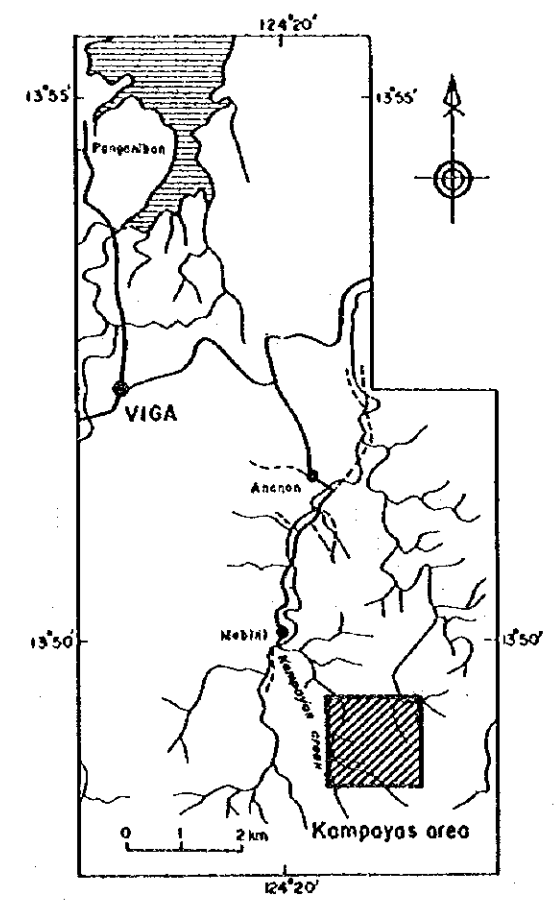
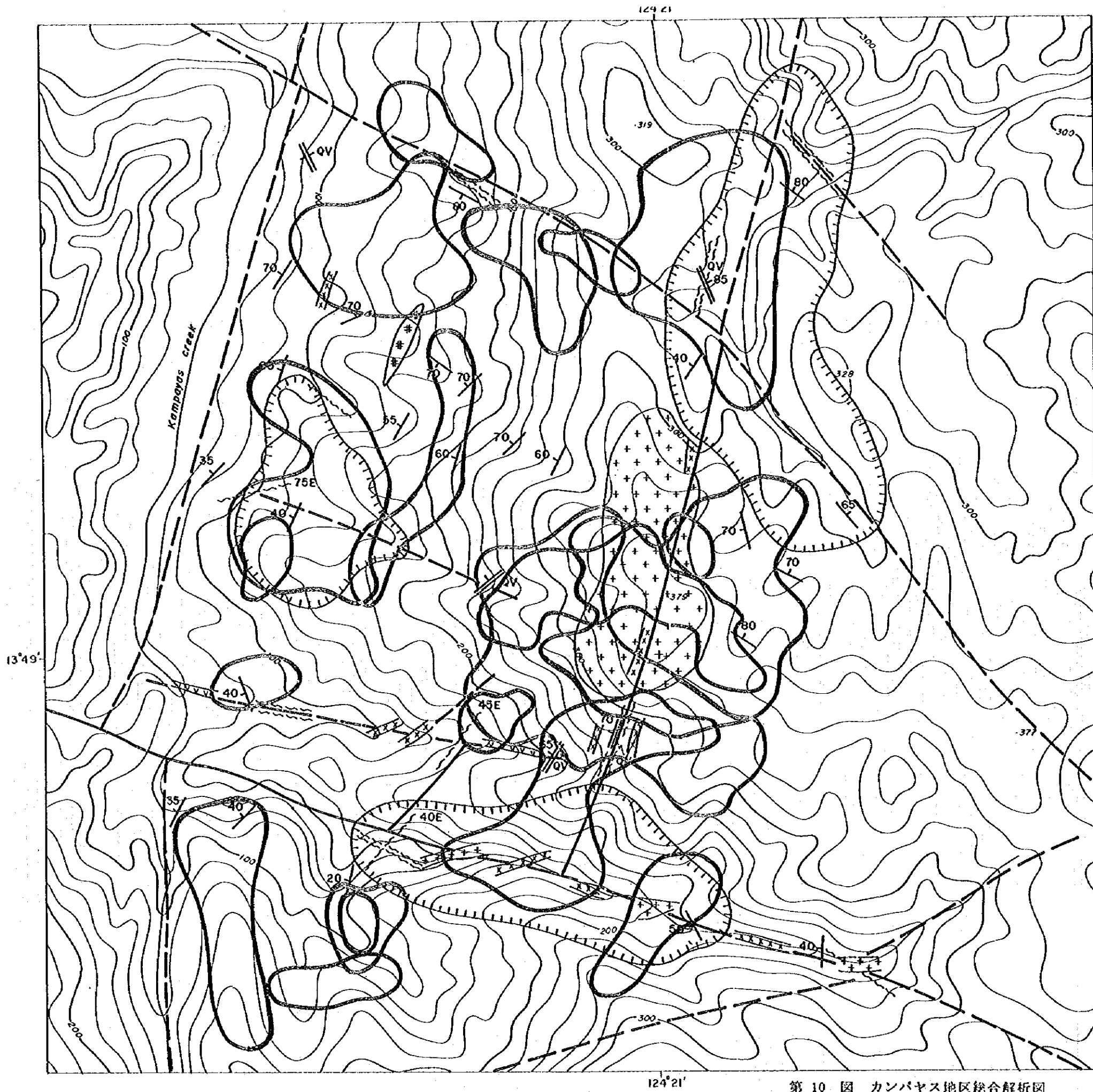
これらの解析の結果は、第10図に示した。

2-1-7 考 察

カンパヤス地区における各元素の濃度変化は、主に地質調査より推定されたNNE-SSW系断層沿い、標高379mの山頂付近の閃緑岩体及びカンパヤス沢東岸の強珪化帯等に規制されている。特に、上記のNNE-SSW系断層は標高379mの山頂部を通過しており、これ沿いには安山岩質斑岩の貫入が推定される。

地化学探査の結果、顕著な金の地化学異常が認められるのは標高379mの山頂付近及びその南部のNNE-SSW系断層とE-W系断層の交差部付近であることから、金の濃集に関わったのはバタレイ貫入岩類に属する安山岩質斑岩～閃緑岩と推定される。したがって、金の賦存ポテンシャルが最も高いのも、上記の金の地化学異常が認められる範囲と思われる。特に、上記の断層の交差部には幅1mでN30°E/65°NWの走向傾斜を示す石英脈や幅20cm(Au:0.3g/t)でN25°E/50°NWを示す石英脈など優勢な脈が確認されており、金鉱床を形成する条件は揃っている。

また、標高379mの山頂付近及びその南部では、土壌試料でAu:0.1~2.6g/tを示すものが多数存在すること、同山頂の東部沢においては、第2年次調査の沢砂地化学探査でAu:10.0g/t以上の金異常が確認されたこと、標高200m付近で幅1mの石英脈(KCR-08)から得られた石英の流体包有物均質化温度が203~285°C(平均248°C)を示し、金品位(Au:0.02g/t)が低いのに対して、標高270m付近の幅20cmの石英脈(KCR-09)から得られた石英の流体包有物均質化温度が189~262°C(平均217°C)を示し、金品位(Au:0.3g/t)が高いことなどから推定して、金の鉱徴部は比較的高所(標高200m以上)に存在する可能性が高い。



124°21'

第 10 図 カンパヤス地区総合解析図

第3章 室内試験結果

3-1 顕微鏡観察

本調査地域に分布する岩石・鉱石の性質及び産状を明らかにするために、薄片及び研磨薄片を作成し鑑定を行った。その結果を第10表及び第11表に示す。

鏡下観察により、以下の点が明らかになった。

- (1) カロロンガン地区のボーリング・コアから採取した試料のうち、緑色片岩類は、原岩の種類によって構成鉱物の量比は異なるものの、主成分として曹長石・石英・緑泥石・緑簾石・絹雲母・炭酸塩鉱物等が認められ、一般に少量の角閃石類・黄鉄鉱・磁鉄鉱・赤鉄鉱・黄銅鉱等を伴う。変斑れい岩は、主成分鉱物として曹長石、緑泥石、緑簾石、炭酸塩鉱物、石英等が認められ、一般に少量の絹雲母・斜方輝石・単斜輝石・菱鉄鉱・黄鉄鉱・磁鉄鉱・赤鉄鉱・黄銅鉱等を伴う。
- (2) ボーリング・コアから採取した試料は、すべて変質作用を被っており、中でも変斑れい岩中及びその周辺部における珪化作用には、顕著な黄鉄鉱・炭酸塩鉱物・絹雲母化作用が認められる。また、比較的コアの深部に多い緑簾石化作用の顕著な試料中には、磁鉄鉱が特徴的に産している。
- (3) トレンチで採取した鉱石試料(石英脈)は、殆どが石英で構成され、一部に曹長石、絹雲母を伴うものがある。一般に黄鉄鉱ないしは褐鉄鉱の鉱染が認められる。また、FT3-09の試料中には、長径5 μ m程度の黄白色を呈する金鉱物が褐鉄鉱と共存する。
- (4) カンパヤス地区の堆積岩類は、斜長石・緑泥石を主成分とし、中量～少量の緑簾石・石英を伴う塩基性の凝灰岩質砂岩を主体とする。
- (5) 標高379mの山頂付近には、変質した閃緑岩の転石と比較的新鮮な安山岩質斑岩の転石が多く認められる。閃緑岩は、変質が著しく主成分鉱物としては緑泥石・曹長石・石英が認められ、少量の緑簾石・絹雲母・方解石等を伴っている。安山岩質斑岩は、斜長石巨晶を特徴的に産するものが多く、主成分鉱物として斜長石・緑泥石・緑簾石等が認められ、少量の石英・角閃石・方解石・黄鉄鉱、希に単斜輝石・黄銅鉱を随伴する。

第 10 表 薄片校鏡結果一覽表

No	Sample No.	Rock Type	Location	Rock forming mineral															Remarks					
				Mon	Ch	Se	Ka	Ep	Ca	Pn	La	Ac	Q	Pl	Ab	Kf	Hb	Ap		Sh	Au			
1	JTS-09	silicified schist	Carorongun area		⊙			○						○	△	○							△	
2	KCB-21	andesite porphyry	Kampayas area		○			○	○					△		⊙	○	△					?	
3	KCB-32	fine sandstone	"		⊙			○						○		⊙		△					.	
4	KCB-20	medium sandstone	"		⊙			△						△		⊙		△					○	graywacke
5	KFB-03	medium sandstone	"		⊙			○	△					△		⊙		△					○	
6	KGB-01	andesite porphyry	"		○			△		△				△		⊙							○	
7	KJR-02	basic tuff	"		⊙	△		○	△	△						⊙							△	
8	KJR-15	medium sandstone	"		⊙	△		△	○							⊙							△	○
9	KJR-32	coarse sandstone	"		⊙	△		△	○							⊙							○	tuffaceous
10	KJR-35	micro diorite	"		○	△		○								⊙							⊙	

[Symbols] ⊙: abundant ○: common △: small amount .: rare

Q: Quartz Mon: Montmorillonite Ch: Chlorite Se: Sarcinite Ka: Kaolinite Ep: Epidote Ca: Calcite Ab: Albite Kf: Potassium feldspar Pl: Plagioclase Hb: Hornblende Au: Augite Ac: Actinolite La: Laumontite Pn: Prehnite Ap: Apatite Sh: Sphene

第 1.1 表 研歷薄片檢鏡結果一覽表(1)

No	Sample No.	Rock Type	Location	Opaka mineral														Rock forming mineral								Remarks													
				Cl		Bo	Cp	Cv	Sp	Py	Pr	Mg	He	Um	Ce	Ru	Mon	Ch	Se	Ka	Sp	Ca	Pn	Ia	Ac		Q	Pl	Ab	Kf	Hb	Ap	Sh	Au					
1	CCR-06	quartz vein	Caronogea area																							Δ													
2	CCR-15A	quartz vein	"					●			Δ	Δ	Δ											●	○	●											Au:310ppb, Pl rich, feldsite ?		
3	CCR-15B	quartz vein	"					●			○	Δ	Δ					Δ					●	○	○	○										Kf→Py			
4	CCR-17	quartz vein	"									Δ	Δ					?								○	●										Au:800ppb, Kf→Py, Pl→Ab		
5	J74-50	quartz vein	"									Δ	Δ										●			Δ													
6	JR-61	fine sandstone	"									Δ	Δ					○				?	○	○			Δ										basic tuffaceous		
7	E74-14	quartz vein	"									Δ	Δ					Δ					●														Au:150ppb		
8	FT3-09	quartz vein	"									Δ	Δ					?					●														Au:58.8g/t, gold mineral: -		
9	KCB-23	andesite porphyry	Kampayas area					○										○				Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ										trach andesite?		
10	KCB-28	andesite porphyry	"					Δ				○	Δ											●															
11	KCB-30	quartz vein	"									Δ	Δ										●																
12	KCB-31	gabbro	"																				○				Δ	○										gabbro?	
13	KCB-33	porphyrite	"					○					Δ										Δ	○			Δ	○										micro diorite?	
14	KCB-04	andesite porphyry	"									Δ	Δ										○				Δ												
15	KCB-04	micro diorite	"					Δ				○	Δ										○				Δ												
16	KJR-20	feldsite	"					○					Δ											○															
17	KJR-34	silt~fine sandstone	"					○					Δ										○																fine grain pyrite

[Symbols] ●: abundant ○: small amount . . . rare

Cl:Chalcocite So:Hornite Cp:Chalcopyrite Cv:Chavellite Sp:Spinelite Py:Pyrite Pr:Pyrrhotite Mg:Magnetite He:Hematite Um:Uraninite Ce:Ceconite Ru:Rutil Mon:Monazite Ch:Chlorite Se:Sericite Ka:Kaolinite Ep:Epidote Ca:Calcite Ab:Albite Kf:Potassium Feldspar Pn:Plagioclase Ia:Iaumontite Ac:Actinolite Q:Quartz Pl:Plagioclase Ab:Albite Kf:Potassium Feldspar Pn:Plagioclase Ia:Iaumontite Ac:Actinolite

Ap:Apatite Sh:Spinelite

第 1 1 表 研磨薄片檢鏡結果一覽表(2)

No	Sample No.	Rock type	Location & drilling No.	Opaqua mineral													Rock forming mineral											Remarks								
				Cl	So	Cp	Cv	Sp	Py	Pr	Mg	He	La	Ge	Ru	Mon	Ch	Se	Ka	Ep	Ca	Pb	La	Ac	Q	Pi	Ab		Kf	Rb	Ap	Sn	Au			
18	3-15.75	strong altered rock	Carotongan area			△		⊙																△	△	⊙										highly silicified, chl/sse :-
19	3-18.85	silicified schist	"			△		⊙																⊙	△	⊙									clear schistosity	
20	3-88.70	quartz-axinite vein	"																					⊙											axinite : ⊙, chl/sse :-	
21	4-22.20	metagabbro	"			⊙																		⊙	△	⊙										
22	4-26.90	metagabbro	"																					⊙	⊙	⊙										
23	4-92.00	basic tuff breccia	"																					△	⊙	⊙										
24	5-12.80	altered fine sandstone	"			△																		⊙	△	⊙										
25	5-26.40	silicified rock	"			△																		⊙	△	⊙									host rock : black shale?	
26	5-27.65	silicified metagabbro	"			⊙																		⊙	△	⊙									strongly altered, Au:2.7g/t	
27	5-33.15	metagabbro	"			⊙																		⊙	△	⊙									low Au : 19ppb	
28	5-40.45	altered rock	"			△																		⊙	△	⊙									host rock : Ⓞ or fss ?	
29	5-41.45	altered rock	"			⊙																		⊙	△	⊙									host rock : metagabbro	
30	5-44.95	shale-siltstone	"																					⊙	⊙	⊙									magnetic	
31	5-60.00	shale-siltstone	"			⊙																		⊙	⊙	⊙										
32	5-74.20	basic lapilli tuff	"																					⊙	⊙	⊙									green biotite : △	
33	5-119.1	pelitic schist	"			△																		⊙	△	⊙									green biotite : △, magnetic	
34	6-8.65	strong altered rock	"																					⊙	⊙	⊙									quartz poor	
35	6-11.50	strong altered rock	"			△																		⊙	⊙	⊙									quartz poor, Au:0.5g/t	
36	6-22.70	strong altered rock	"			△																		⊙	⊙	⊙										
37	6-27.50	shale-siltstone	"																					⊙	⊙	⊙										

[Symbols] ⊙ : abundant ○ : small amount △ : rare

Cl:Chalcolite Bo:Bornite Cp:Chalcopyrite Cv:Covellite Sp:Spinelite Py:Pyrite Pr:Pyrrhotite Mg:Magnetite Hb:Hamatite La:Limonite Ge:Goethite Ru:Rutil

Q:Quartz Mon:Montmorillonite Ch:Chlorite Se:Serpentine Ka:Kaolinite Ep:Epitaxial Ca:Carbonate Ab:Abite Kf:Potassium feldspar Pl:Plagioclase Hb:hornblende Au:Augite Ac:Actinolite La:Laumontite

Pn:Prehnite Ap:Apatite Sh:Sphene

3-2 粉末X線回折試験

岩石及び鉱石の変質作用の性質を明らかにするために、X線回折試験を実施した。その結果を第12表に示す。

カロロンガン地区の地表は、熱帯風化により岩石の土壌化が著しく、カオリナイト・絹雲母・褐鉄鉱・ギブサイト等の変質鉱物を多く産する。ただし、一部のカオリナイト・絹雲母等については、金鉱化作用を伴う石英脈及び珪化帯を形成した熱水変質の産物の可能性もある。

ボーリング・コアの試料によれば、カロロンガン地区の金鉱化作用は、珪化とともに炭酸塩化・黄鉄鉱化がほぼ同時に生じており、その周辺、特に深部は緑簾石化作用で特徴づけられる。取り分け、鉄鉱物と炭酸塩鉱物の産状には大きな特徴があり、金の高濃度域では珪化作用に伴って鉄鉱物は黄鉄鉱、炭酸塩鉱物はドロマイトーアングライト系鉱物を主体とし、金の低濃度域では鉄鉱物は緑簾石・磁鉄鉱、炭酸塩鉱物は方解石が主体となる。また、緑泥石は金の低濃度域に比較的多く、赤鉄鉱は普遍的に存在する。

カンパヤス地区は、カロロンガン地区と異なり、バタレイ貫入岩類に相当する安山岩質斑岩～閃緑岩類が地表露頭で確認され、X線的な特徴としてはカリ長石・角閃石が確認されることが多い。

標高379mの山頂付近に認められる閃緑岩は、変質が著しくX線回折試験でも石英のピークが明瞭に現れ、斜長石は曹長石化している。また、2次的にカリ長石も生じている。

カンパヤス沢東岸の強珪化帯及び石英脈は、石英・緑簾石・黄鉄鉱を主体とすることが、本試験でも確認された。

第 12 表 粉末 X 線回折試驗結果一覽表(1)

Sample No.	Locality Rock Type	Alteration Mineral	Clay Mineral						The Others Mineral																	
			Km	Chl /Km	Se /Km	Chl	Se	En	Gi	Q	Ab	Ep	An	Ca	Ar	Py	Pb	Di	Ep	Ha	Ph	Mt	La	Ax	St	Sp
1	KCR-02	Kampayan area, silicified vein w=2-3cm																								
2	KCR-03	" silicified vein w=10cm																								
3	KCR-21	" diorite																								
4	KCR-23	" porphyrite																								
5	KCR-24	" diorite																								
6	KCR-27	" schist																								
7	KCR-28	" sandstone																								
8	KCR-30	" Q.V.																								
9	KCR-31	" micro gabbro																								
10	KCR-33	" sandstone																								
11	KCR-36	" Q.V.																								
12	KCR-11	" Q.V. w=15cm																								
13	KCR-12	" silicified rock																								
14	KCR-04	" porphyrite																								
15	KCR-04	" diorite																								
16	KCR-03	"																								
17	KCR-32	" sandstone																								
18	KCR-33	" weathered tuff																								
19	KCR-9-1	" micro diorite																								
20	KCR-9-2	" andesite																								
21	BC-2	" gabbro																								
22	OCR-02	Carangan area, Q.V. w=1-3cm																								
23	OCR-10	" Q.V. w=20cm																								
24	OCR-15	" Q.V. Py imp.																								
25	OCR-17	" Q.V. Py imp.																								
26	OCR-63	" clay																								
27	J71-25	" (tranch No.1)																								
28	J71-09	" (tranch No.3), Q.V.																								
29	J71-08	" " schist																								
30	J74-16	" (tranch No.4), argillitic part																								
31	J74-51	" " clay																								
32	G75-02	" (tranch No.5), schist																								
33	G75-13	" " schist																								
34	G75-15	" " schist																								
35	G75-22	" " schist																								
36	G75-25	" " schist																								
37	G75-35	" " schist																								
38	G75-41	" " schist																								
39	J75-58	" " weatherd schist																								
40	E76-01	" (tranch No.6), Q.V.																								

[Symbols] ● : abundant ○ : common △ : few - : rare
 [Abbreviations] Km: Kaolinite Ch: Chlorite Se: Sericite Ia: Epidote Ph: Pyrrhotite Q: Quartz Ab: Albite Ep: Epidote An: Anorthite
 Ca: Calcite Pb: Plumbite Mt: Magnetite He: Hematite Py: Pyrite Ak: Acherite An: Anorthite St: Stenonite Gi: Gibbsite
 Di: Diopside Sp: Serpentine La: Lawsonite

3-3 流体包有物均質化温度測定

本調査地域の岩石中には、珪化・炭酸塩化の著しいものが多い。これらと鉱化作用の関係を明らかにするため、流体包有物の均質化温度測定を実施した。測定結果を第13表に、均質化温度頻度分布図を第11図示す。

トレンチから得られた石英脈は、不純物が多く含まれ殆どが白濁している。5 μ m以下の小さい包有物らしきものも多く、殆どの場合、気相は認識できない。測定には、希に気相が認識できる5~10 μ m程度の流体包有物を用いた。流体包有物の均質化温度は、全体的に200°C前後にピークを有するものも多く、特に金含有量の高いFT3-03 (Au:23.9g/t)及びFT3-09 (Au:58.8g/t)では、200~220°Cをピークにほぼ正規分布を示す。

ボーリング・コアから採取された石英は、主に不純物の多いもの、比較的透明なもの、及び細脈状を呈するものの3タイプに大別される。一般的な傾向として、不純物を多く含む石英は白濁し、均質化温度が300°Cを越える包有物がしばしば認められるのに対し、透明な石英は250~300°Cにピークを有するものが多い。また、両者ともに180°Cと300°C程度にピークを持つバイモーダルな均質化温度を示すものがある。3~5mm程度の細脈状石英は、200°C程度の比較的低温を示す。

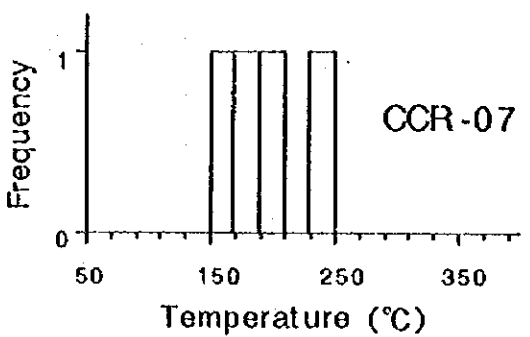
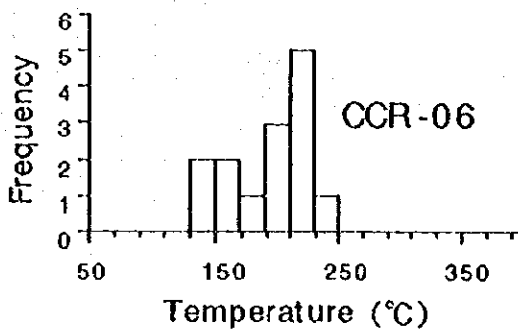
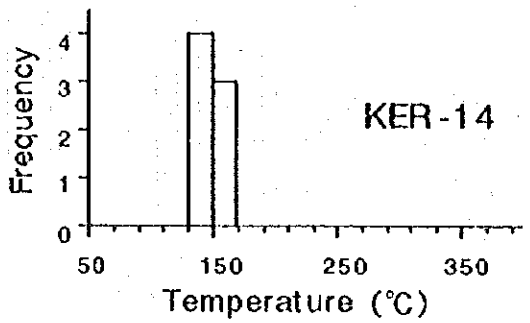
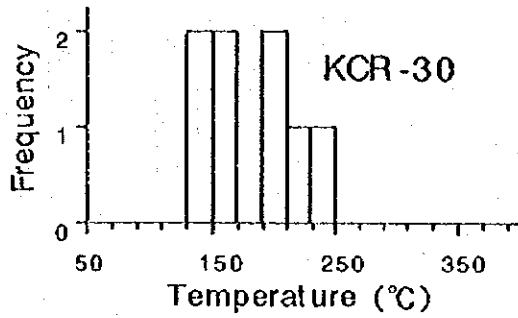
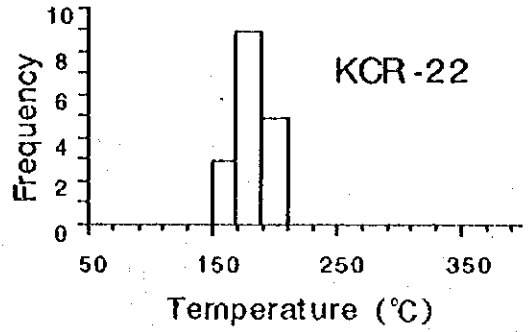
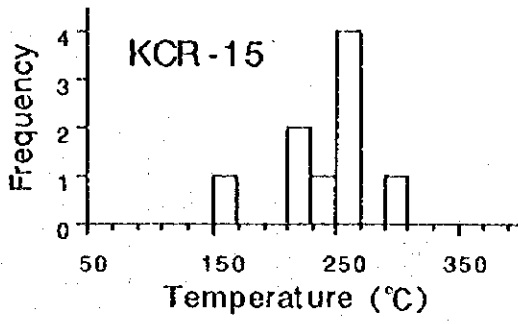
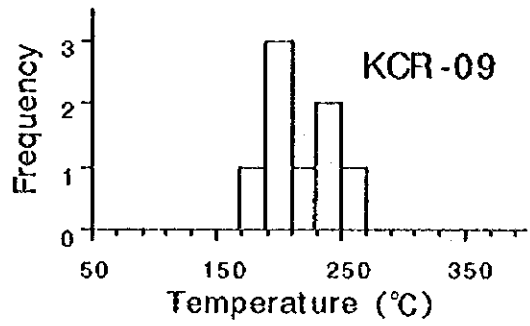
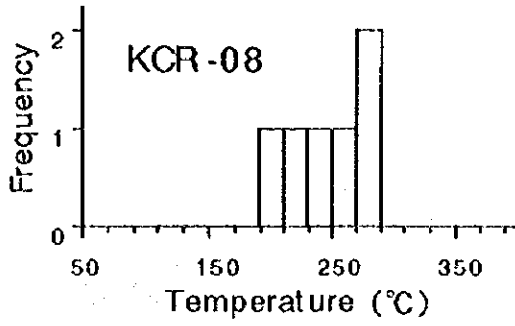
最も珪化作用の著しいMJPC-5孔においては、浅部から深部に至る数ヶ所で試料を採取し、均質化温度の垂直的な変化を調査した。その結果、どの試料も最高温度は350°C程度を示したが、最も高温側にピークを有する試料は60.45mあるいは68.3m付近より得られたものである。

また、地表のトレンチとボーリング・コアから得られたものを比較すると、前者が200°C前後にピークを有するのに対し、後者は250~300°C程度にピークを有するものも多く、均質化温度で50°C以上異なる傾向にある。

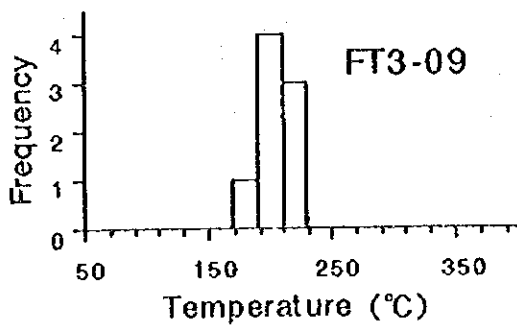
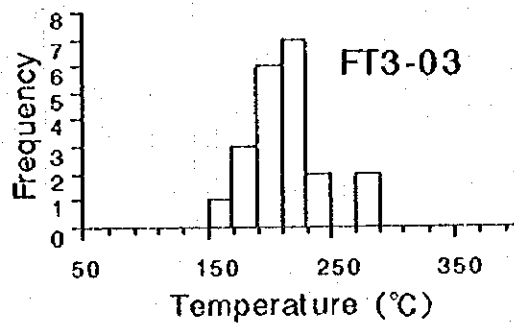
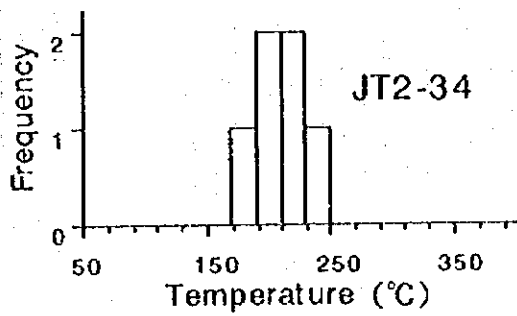
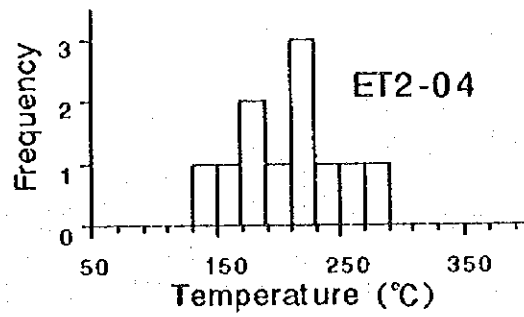
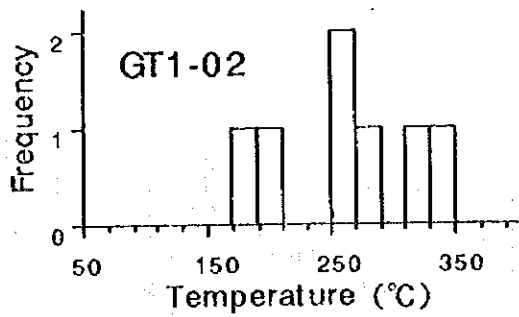
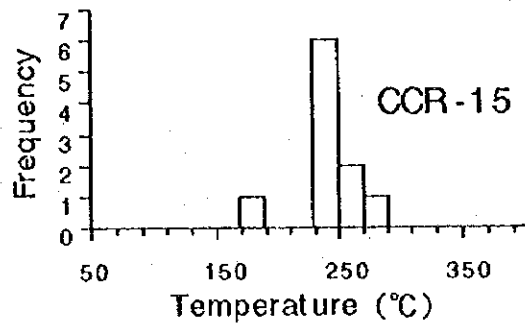
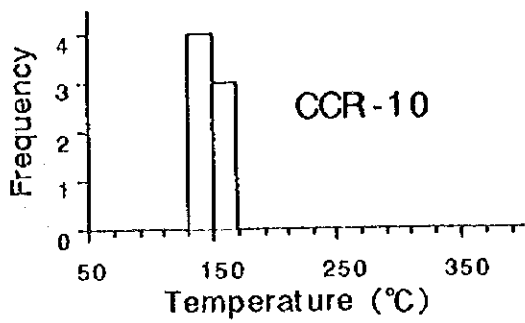
カンパヤス地区の試料では、標高200m付近に存在する幅1mの石英脈(KCR-08)が203~285°C(平均248°C)の均質化温度を示し金品位(Au:0.02g/t)が低いのに対して、標高270m付近の幅20cmの石英脈(KCR-09)が189~262°C(平均217°C)の均質化温度を示し、金品位(Au:0.3g/t)が高い。また、後者の金品位の高い脈の周辺で採取された土壌の多くも金の地化学異常を示している。石英・緑簾石脈(KCR-22, KCR-30)は、200°C前後の比較的低い均質化温度を示す。

第 13 表 流体包有物均質化温度測定結果

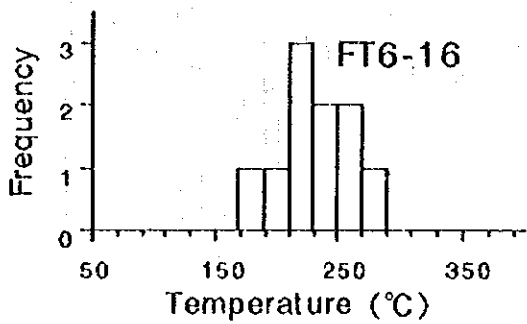
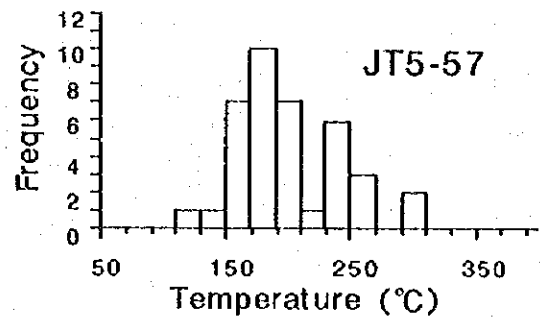
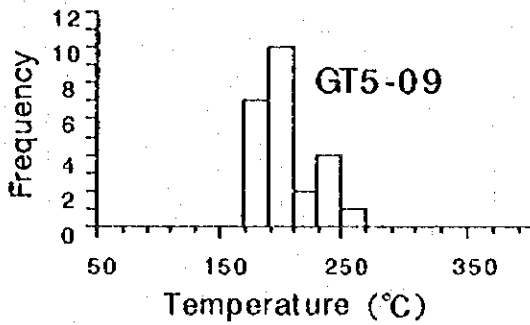
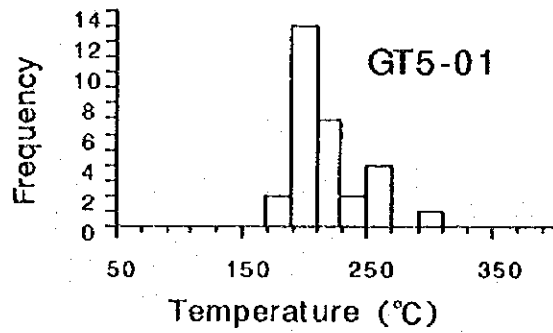
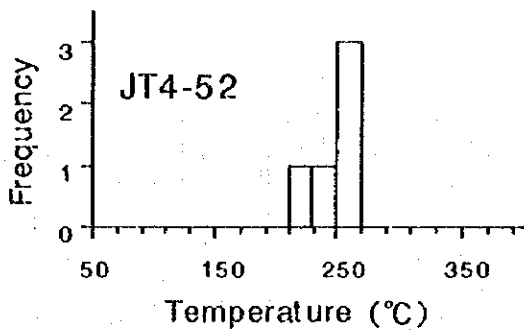
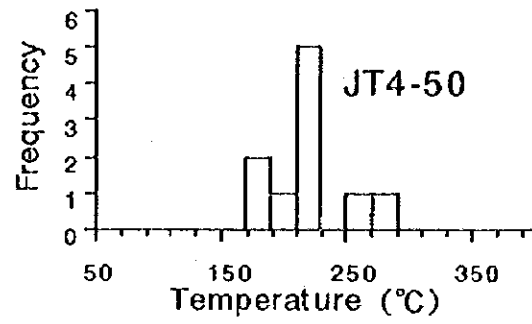
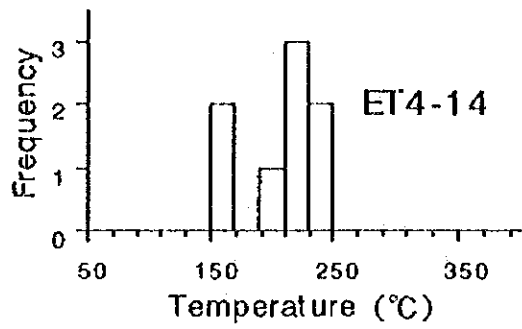
No	試料番号	対象鉱物	測定結果	測定個数	平均温度	均質化温度分布範囲
1	KCR-08	半透明石英	測定	6	248.2	203.0~285.0
2	KCR-09	白濁石英	測定	8	216.8	189.0~262.0
3	KCR-15	白濁石英	測定	9	241.3	151.0~296.0
4	KCR-22	半透明石英	測定	17	182.8	160.0~207.0
5	KCR-30	半透明石英	測定	8	184.5	139.0~233.0
6	KER-14	半透明石英	測定	7	147.9	137.0~159.0
7	CCR-06	白濁石英	測定	14	193.0	138.0~230.0
8	CCR-07	半透明石英	測定	4	198.5	166.0~240.0
9	CCR-10	白濁石英	測定	7	147.9	137.0~159.0
10	CCR-15	半透明石英	測定	10	241.3	180.0~271.0
11	GT1-02	半透明石英	測定	7	262.3	180.0~333.0
12	ET2-04	白濁石英	測定	11	208.7	135.0~273.0
13	JT2-34	白濁石英	測定	6	214.5	189.0~233.0
14	FT3-03	白濁石英	測定	21	211.8	168.0~285.0
15	FT3-09	白濁石英	測定	8	204.0	182.0~225.0
16	ET4-14	白濁石英	測定	8	208.1	150.0~244.0
17	JT4-50	半透明石英	測定	10	218.7	186.0~273.0
18	JT4-52	半透明石英	測定	5	249.4	224.0~261.0
19	GT5-01	白濁石英	測定	29	218.6	180.0~295.0
20	GT5-09	半透明石英	測定	24	203.5	170.0~262.0
21	JT5-57	半透明石英	測定	38	200.4	120.0~309.0
22	FT6-16	半透明石英	測定	10	233.9	179.0~279.0
23	3-20.70	半透明石英	測定	22	271.9	151.0~365.0
24	5-12.90	白濁石英	測定	20	218.8	122.0~344.0
25	5-27.95	白濁石英	包有物認められず			
26	5-31.75	白濁石英	測定	21	258.3	151.0~354.0
27	5-40.40	白濁石英	測定	13	227.9	169.0~289.0
28	5-60.45	半透明, 白濁石英	測定	17	226.8	135.0~338.0
29	5-68.30	白濁石英	測定	15	271.7	182.0~310.0
30	5-105.00	白濁石英	測定	20	208.6	109.0~343.0
31	6-24.50	半透明石英	測定	22	254.4	185.0~350.0
32	6-33.45	石英細脈	測定	11	180.0	132.0~204.0
33	6-40.60	半透明石英	測定	27	250.3	107.0~365.0
34	6-60.45	半透明石英	測定	19	186.3	151.0~231.0
35	6-85.00	石英細脈	測定	12	201.3	160.0~217.0
36	6-85.00	方解石脈	測定	6	185.0	164.0~203.0
37	6-95.30	白濁石英	測定	14	228.1	169.0~357.0
38	9-60.50	石英細脈	測定	7	224.6	133.0~277.0
39	9-61.60	半透明石英	包有物認められず			
40	9-85.70	白濁石英	測定	21	270.4	164.0~335.0



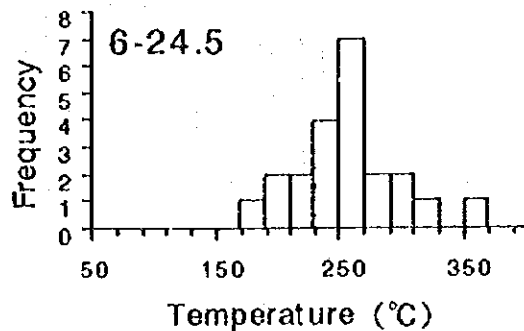
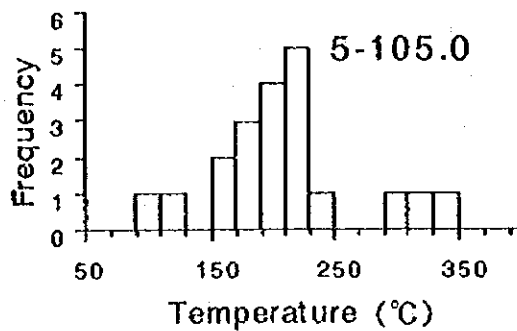
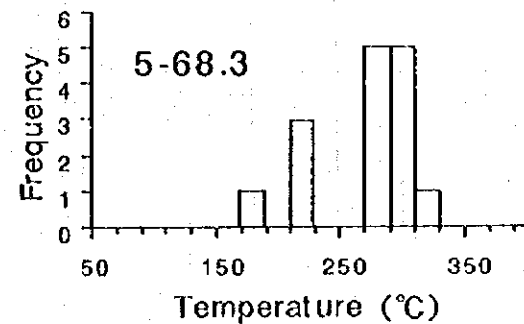
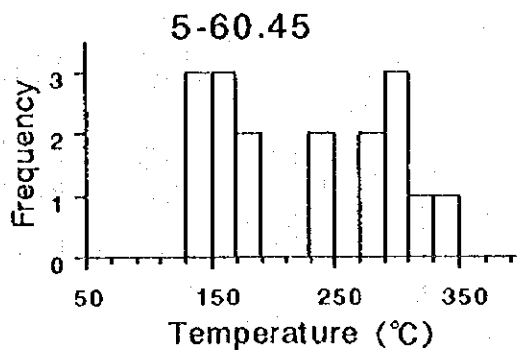
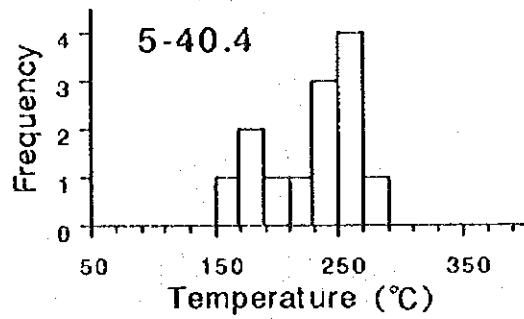
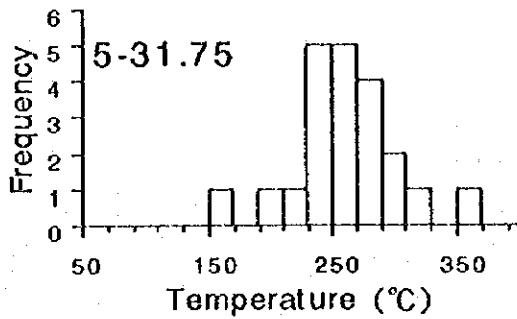
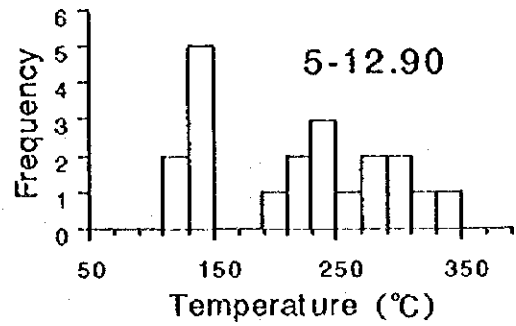
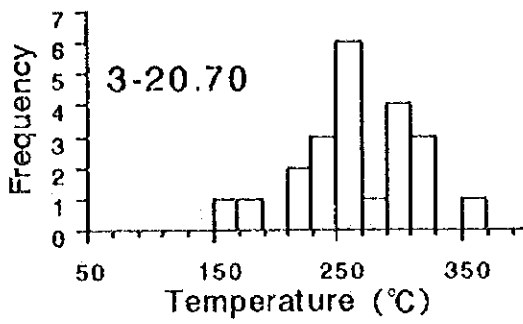
第 11 圖 流体包有物均質化温度頻度分布圖 (1)



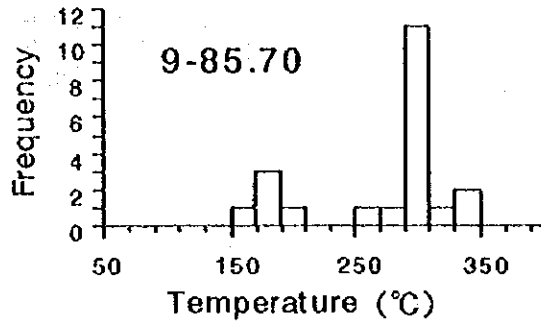
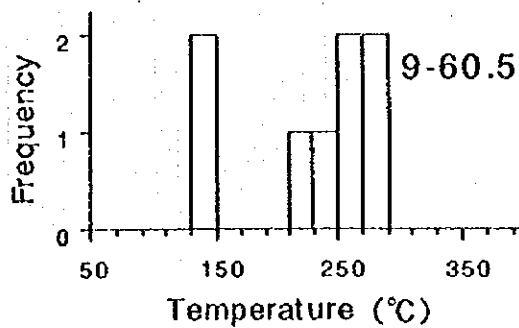
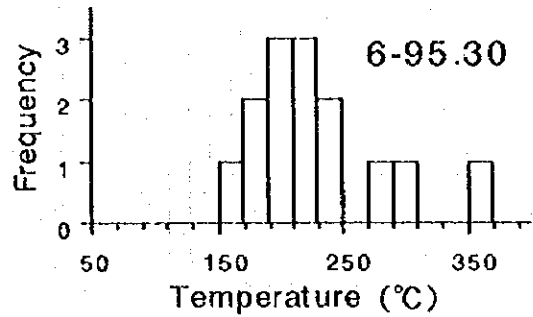
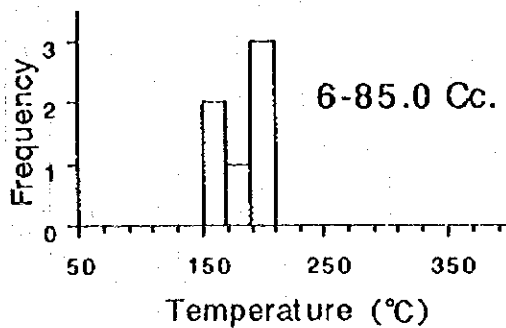
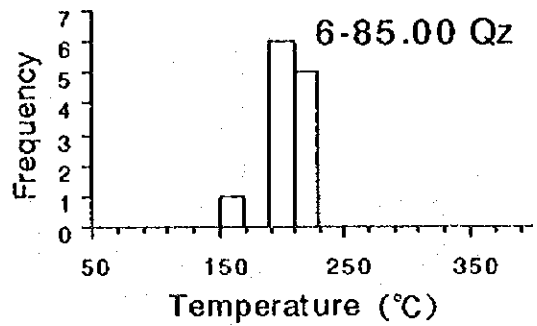
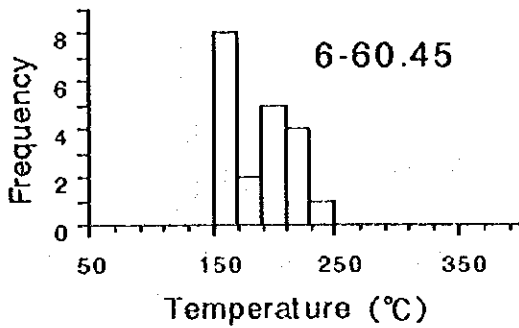
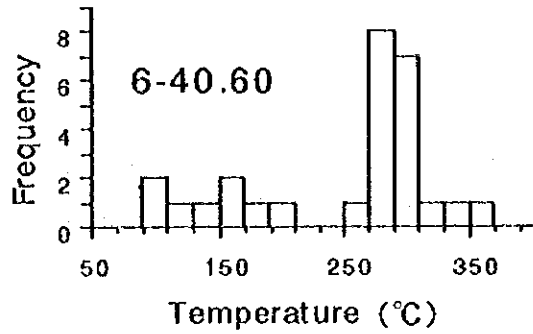
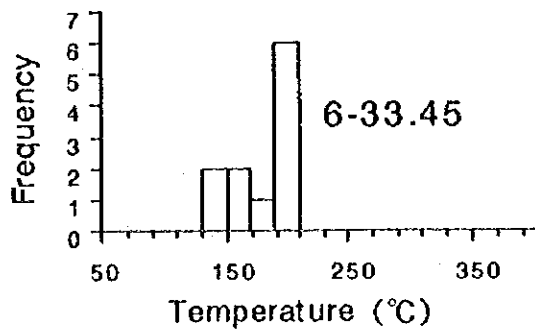
第 1 1 図 流体包有物均質化温度頻度分布図(2)



第 11 圖 流体包有物均質化温度頻度分布图(3)



第 11 圖 流体包有物均質化温度頻度分布圖(4)



第 11 图 流体包有物均質化温度頻度分布图(5)

3-4 K-Ar 法年代測定

カンパヤス地区の安山岩質斑岩(KCR-21), 閃緑岩(KGR-04)及び斑れい岩(KCR-31)試料をそれぞれ1個ずつ, 合計3個の試料についてK-Ar法による年代測定を実施した。壊変定数は Steiger and Jaeger (1977) により,

$$\lambda e = 0.581 \times 10^{-10}/Y, \quad \lambda \beta = 4.962 \times 10^{-10}/Y$$

とし, K中の ^{40}K の存在比を

$$^{40}\text{K}/\text{K} = 0.01167 \text{atom\%}$$

とした。また, 測定誤差の見積りは長尾ほか(1984)によった。測定結果を第14表に示す。

年代測定の結果, 斑れい岩(KCR-31)が $33.6 \pm 2.1\text{Ma}$, 閃緑岩(KGR-04)が $30.2 \pm 1.9\text{Ma}$, 安山岩質斑岩(KCR-21)が $26.7 \pm 0.6\text{Ma}$ の年代値を示した。何れの年代も, 従来よりバタレイ貫入岩類の活動時期と推定される漸新世中期~後期の年代を示しているが, 岩相の違いによって3~7Maの年代差が認められる。これらの年代差を一連の火成活動で解釈するのはやや問題があるのかも知れないが, 少なくともカンパヤス地区ではバタレイ貫入岩類の活動が活発であったことが推定される。

3-5 EPMA分析

カロロンガン地区の金鉱化作用に伴って生じた炭酸塩鉱物の化学組成を明らかにするために, EPMA分析を実施した。その結果を第15表に示す。

MJPC-5孔において最高金品位 $\text{Au}: 2.7\text{g/t}$ の値を示す試料(5-27.85m)中の炭酸塩鉱物は, 大部分が鉄含有量の多いドロマイトであるのに対し, $\text{Au}: 0.019\text{g/t}$ の値を示す試料(5-33.15m)中の炭酸塩鉱物としては方解石のみである。この傾向と同様に, MJPC-9孔において比較的高い金品位 $\text{Au}: 0.31\text{g/t}$ を示す試料(9-69.30m)中の炭酸塩鉱物は, やはり鉄含有量の多いドロマイトないしはアンケライトを主体とするのに対し, $\text{Au}: 0.004\text{g/t}$ を示す試料(9-67.50m)中には方解石しか認められない。また, 金鉱化作用の認められないMJPC-7孔の試料(7-48.75m)中に認められる炭酸塩鉱物も殆ど方解石である。このように同一孔内の極めて近傍に位置する試料でも, 金の濃度によって炭酸塩鉱物の主体が変化するの是非常に興味深い。

トレンチから得られたFT3-09試料中に認められる長径 $5\mu\text{m}$ 程度の黄白色を呈する金鉱物に対して, 定性分析を実施した。粒子が細粒のため褐鉄鉱?との分離ができず, 第12図のように金・テルル・鉄・アルミニウム・酸素が検出されているが, 金はAu-Te系鉱物として産出しているものと推定される。

第 14 表 K-Ar 法年代測定結果

Sample No.	Rock Type	Sample Locality (latitude, longitude)	POTASSIUM (K wt%)	Rad. ^{40}Ar (10^{-6}cc/g)	K-Ar AGE (Ma)	AIR CONT. (%)	Average of K-Ar Age (Ma)
KCR-21	Porphyrite	Kampayas creek (N 13° 48' 56", E 124° 20' 59")	2.19 ± 0.04	227 ± 3.0 229 ± 3.0	26.5 ± 0.6 26.8 ± 0.6	11.3 11.9	26.7 ± 0.6
KCR-31	Gabbro	East of Kampayas creek (N 13° 49' 52", E 124° 20' 59")	0.68 ± 0.04	89.5 ± 1.3 88.4 ± 1.4	33.8 ± 2.1 33.4 ± 2.1	26.5 23.3	33.6 ± 2.1
KCR-04	Diorite	Kampayas creek (N 13° 48' 15", E 124° 21' 00")	0.91 ± 0.06	109 ± 2.0 106 ± 2.0	30.5 ± 1.9 29.8 ± 1.8	19.7 18.2	30.2 ± 1.8

* Dating was done on bulk samples by Mitsubishi Material Co., Ltd. Central Laboratory.

* Decay Constant (after Steiger and Jäger, 1977):

$$\lambda_e = 0.581 \times 10^{-10} / \text{Y}$$

$$\lambda_\beta = 4.962 \times 10^{-10} / \text{Y}$$

* ^{40}K content in K: $^{40}\text{K}/\text{K} = 0.01167$ atom %

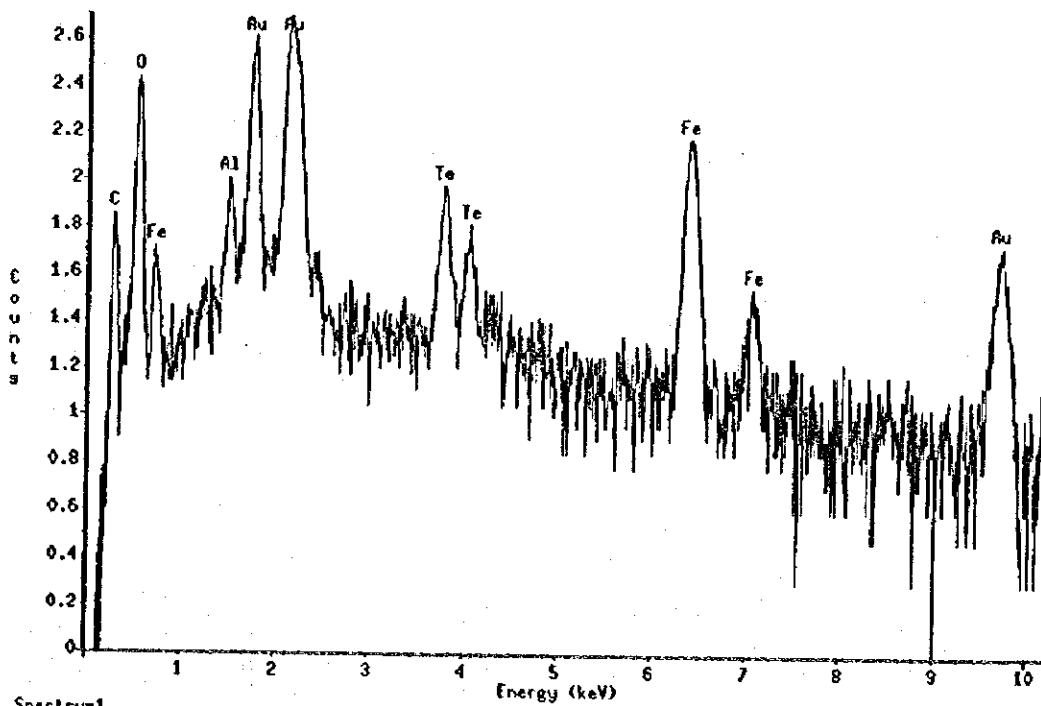
* Error estimation was done after Nagao et al. (1984)

第 15 表 炭酸塩鉱物の化学組成

Sample Number	5-27.85m	5-27.85m	5-33.15m	5-33.15m	7-48.75m	7-48.75m
Sample Type	Dolomite	Dolomite	Calcite	Calcite	Calcite	Calcite
Weight Percent						
CaO	28.77	29.22	54.83	55.25	54.50	53.05
MgO	9.69	10.95	0.10	0.22	0.44	0.38
FeO	15.88	13.32	0.00	0.31	0.35	0.93
MnO	0.00	1.43	0.71	0.19	0.57	0.38
CO ₂ *	42.89	43.94	43.59	43.90	43.82	42.86
Total	97.23	98.86	99.23	99.87	99.68	97.60
Atomic Ratio(CO ₃ =1or2)						
Ca	1.053	1.044	0.987	0.988	0.976	0.971
Mg	0.493	0.544	0.003	0.005	0.011	0.010
Fe	0.454	0.371	0.000	0.004	0.005	0.013
Mn	0.000	0.040	0.010	0.003	0.008	0.006
CO ₃	2.000	2.000	1.000	1.000	1.000	1.000
Total	4.000	3.999	2.000	2.000	2.000	2.000

Sample Number	9-67.50m	9-67.50m	9-69.30m	9-69.30m	KCR-23	KCR-23
Sample Type	Calcite	Calcite	Dolomite	Dolomite	Calcite	Calcite
Weight Percent						
CaO	54.17	53.64	29.07	27.22	54.90	56.65
MgO	0.46	0.58	10.53	10.06	0.00	0.08
FeO	0.86	0.73	15.57	17.94	0.00	0.21
MnO	0.43	1.02	0.80	0.60	0.00	0.00
CO ₂ *	43.80	43.81	44.35	43.71	43.09	44.67
Total	99.72	99.78	100.32	99.53	97.99	101.61
Atomic Ratio(CO ₃ =1or2)						
Ca	0.971	0.961	1.029	0.977	1.000	0.995
Mg	0.011	0.014	0.519	0.503	0.000	0.002
Fe	0.012	0.010	0.430	0.503	0.000	0.003
Mn	0.006	0.014	0.022	0.017	0.000	0.000
CO ₃	1.000	1.000	2.000	2.000	1.000	1.000
Total	2.000	1.999	4.000	4.000	2.000	2.000

CO₂*:Weight Percent calculated by Difference.



Spectral

Column	: JXA-733.Pioneer	Accelerating voltage	: 20
Take-off angle	: 40	Magnification	: 1000
Acquisition type	: eds	Charge	: 15
Creation time	: 95/10/30 16:45	Beam current	: 0.15
Livetime	: 100	Beam spot size	: 0
Deadtime	: 30.758	Beam location	: 0.442247,0.363126
Channels	: 1024	Working distance	: 11
Channel width	: 10	Stage X	: 0
Detector type	: Silicon/Lithium	Stage Y	: 0
Window type	: norvar	Stage Z	: 0
Window thickness	: 0.3	Stage tilt	: 0
Coating material	: Al	Stage rotation	: 0
Coating thickness	: 0.04	Contamination material	: none
Contact material	: Au	Contamination thickness	: 0
Contact thickness	: 0.02		
Crystal thickness	: 3		

File name :

Notes:

Mon Oct 30 16:42:36 1995

Livetime : 16.5 Sec.
Technique: Least Squares Fit

Elements Present:
C (6), O (8), Si(14), Nb(41), Fe(26)

Energy	Intensity	Element
0.272	87	C K α

第 12 図 金鉍物の定性分析チャート

3-6 岩石・鉱石の化学分析

調査地域に分布する火成岩は、斑れい岩、閃緑岩、ドレライト、安山岩質斑岩等である。

今回、これらの代表的な試料について、主成分・鉱石(微量)成分及び希土類元素(Rare earth element; REE)の化学分析を実施した。鉱石成分については金・銀・砒素・銅・水銀・モリブデン・鉛・硫黄・アンチモン・亜鉛及び鉄の11成分について分析した。REEについてはCe, Eu, La, Lu, Nd, Sm, Tb, Th, U, Ybの10成分について分析した。

主成分及び鉱石成分の分析にはICP-AES法を用いた。ただし、FeOの分析は滴定法により、金の分析は中性子放射化分析法、硫黄の分析は高周波炉燃焼法で測定した。

検出限界値は金が1ppb、銀が0.2ppm、砒素・鉛・亜鉛が2ppm、銅・モリブデンが1ppm、硫黄が0.001%であり、主成分元素については0.01%である。

3-6-1 全岩分析

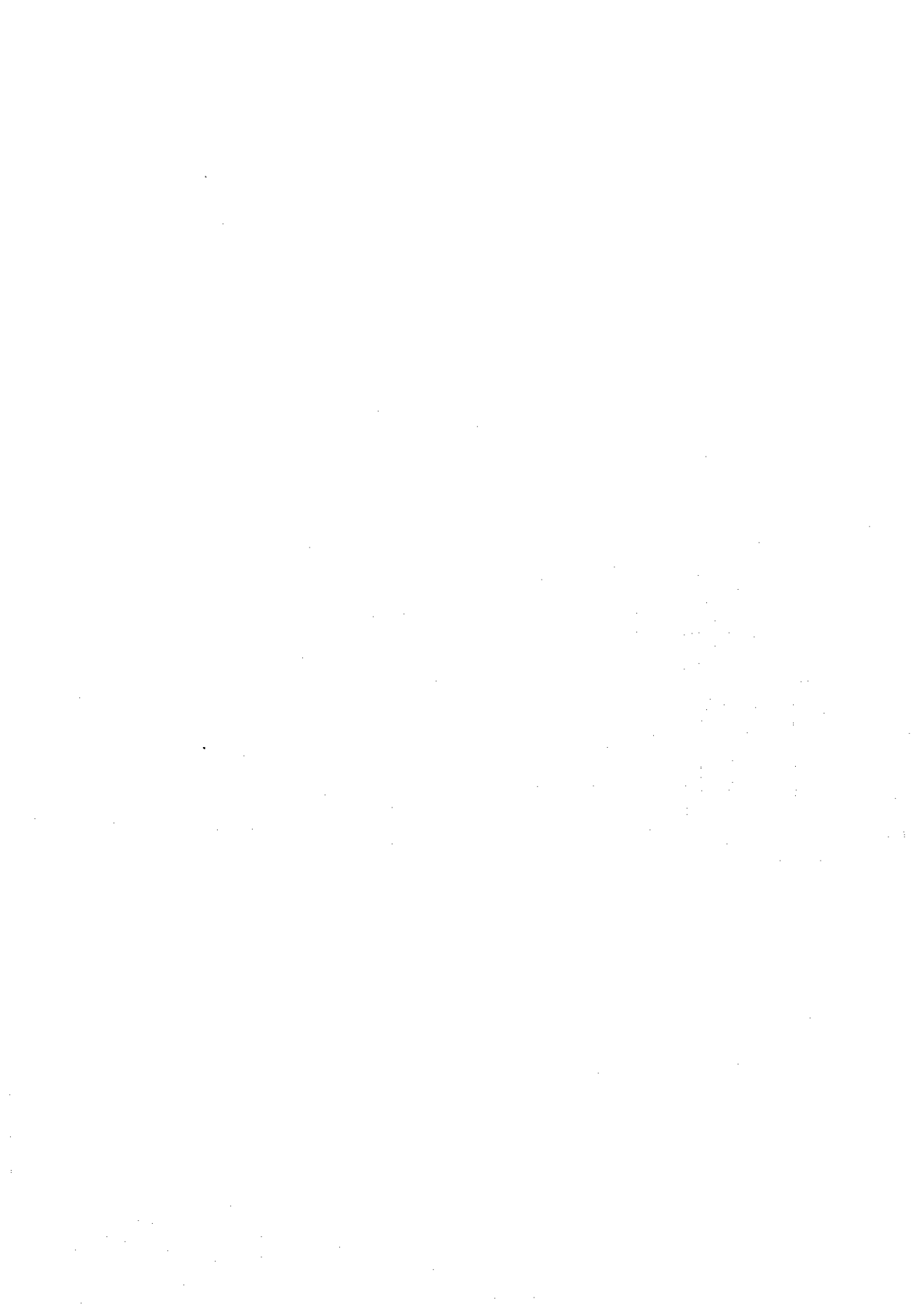
第16表に岩石の主成分組成及びノルム計算結果を示す。また、以下のデータの表示にはTAS図(第13図)・ハーカー図(第14図)・ACF図(第15図)及びMFA図(第16図)を用いた。図表中の岩種は

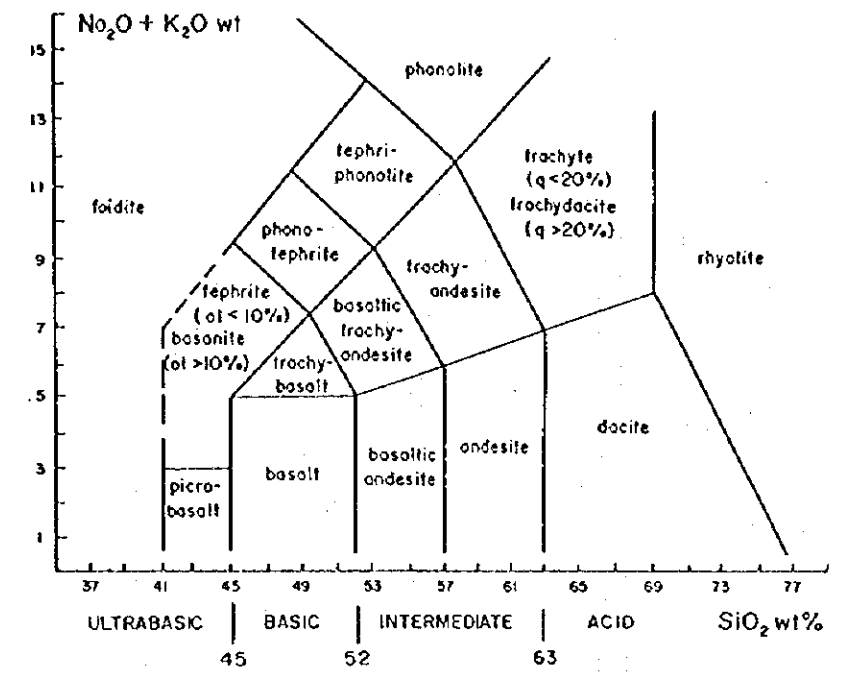
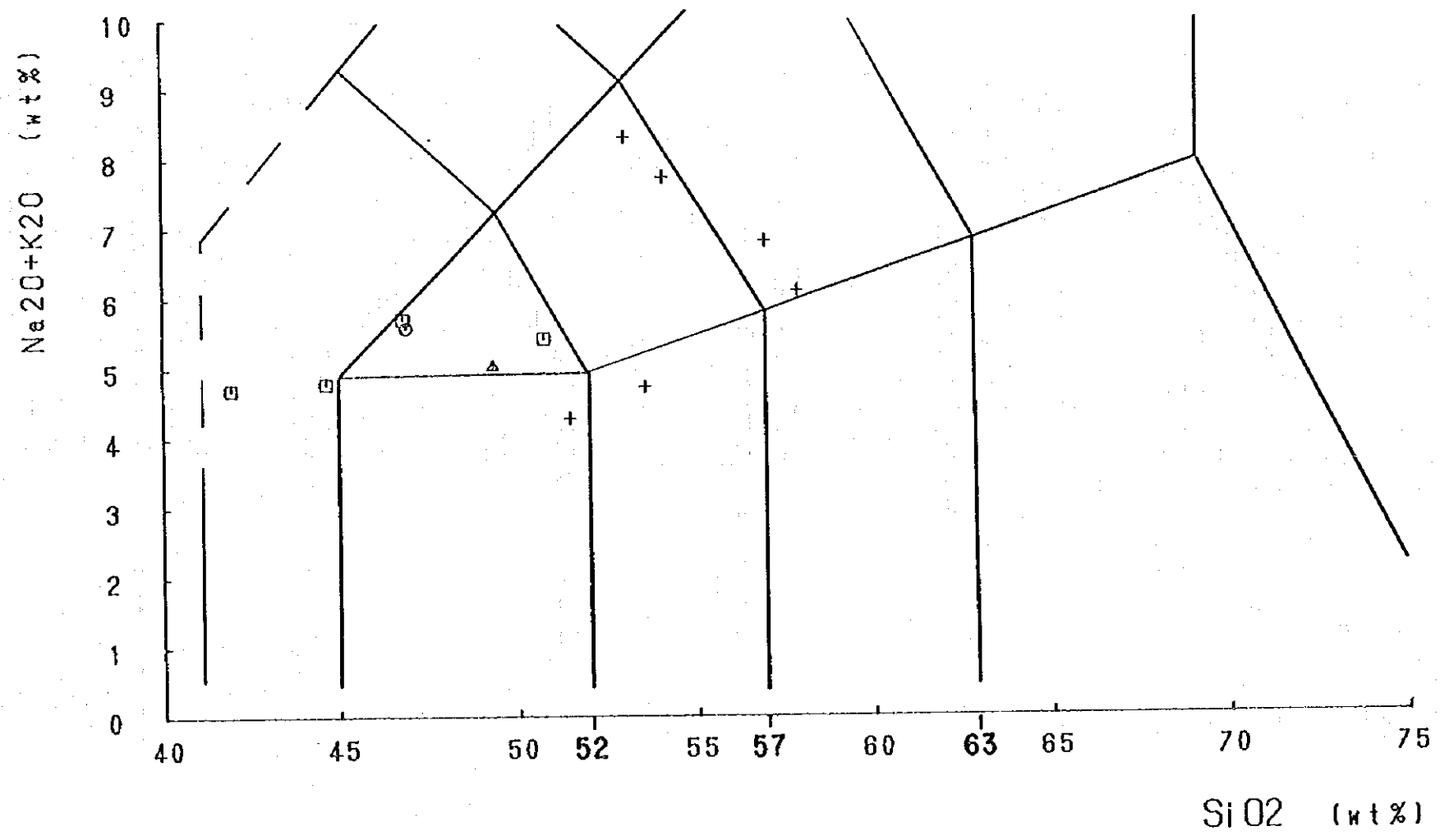
1: 変斑れい岩, 2: ドレライト, 3: 斑れい岩, 4: バタレイ貫入岩類に分類される。また、玄武岩質砂岩及び緑色片岩に相当する暗緑色玄武岩質砂岩試料は、鏡下観察により碎屑岩及びその変成岩類であることが明らかになったため、岩石学的検討からは除外した。

バタレイ貫入岩類: Drummond and Defant(1990), Defant and Drummond(1990), Defant et al.(1990)は沈み込み帯で産出する島弧系の岩石(安山岩・デイサイト・流紋岩)の化学的性質は、 $\geq 56\%$ の SiO_2 、 $> 15\%$ の Al_2O_3 、 $< 3\%$ の MgO に特徴があると述べている。一方、David Jr.(1994)はバタレイ貫入岩類の閃緑岩・安山岩類の化学組成について、 SiO_2 は59~69%の範囲を示すとしている。しかしながら、カンパヤス地区の本岩類は、 $< 56\%$ の SiO_2 含有量を示すものが多く、 MgO も3%を越すものが認められ、一般的なバタレイ貫入岩類の主成分組成とは異なっている。

特にKCR-21及びKCR-23の試料は、鏡下で斑状組織を呈することから安山岩質斑岩と判断されるが、TAS図による分類では玄武岩質粗面安山岩領域に位置し、X線的に石英が認められずカリ長石に富むことからアルカリ岩的な性質を有する。

その他の試料も、従来のバタレイ貫入岩類と比較すると変質が顕著でやや SiO_2 に乏しいが、ほぼカルクアルカリ岩系列の岩石的性質を有するものと推定される。

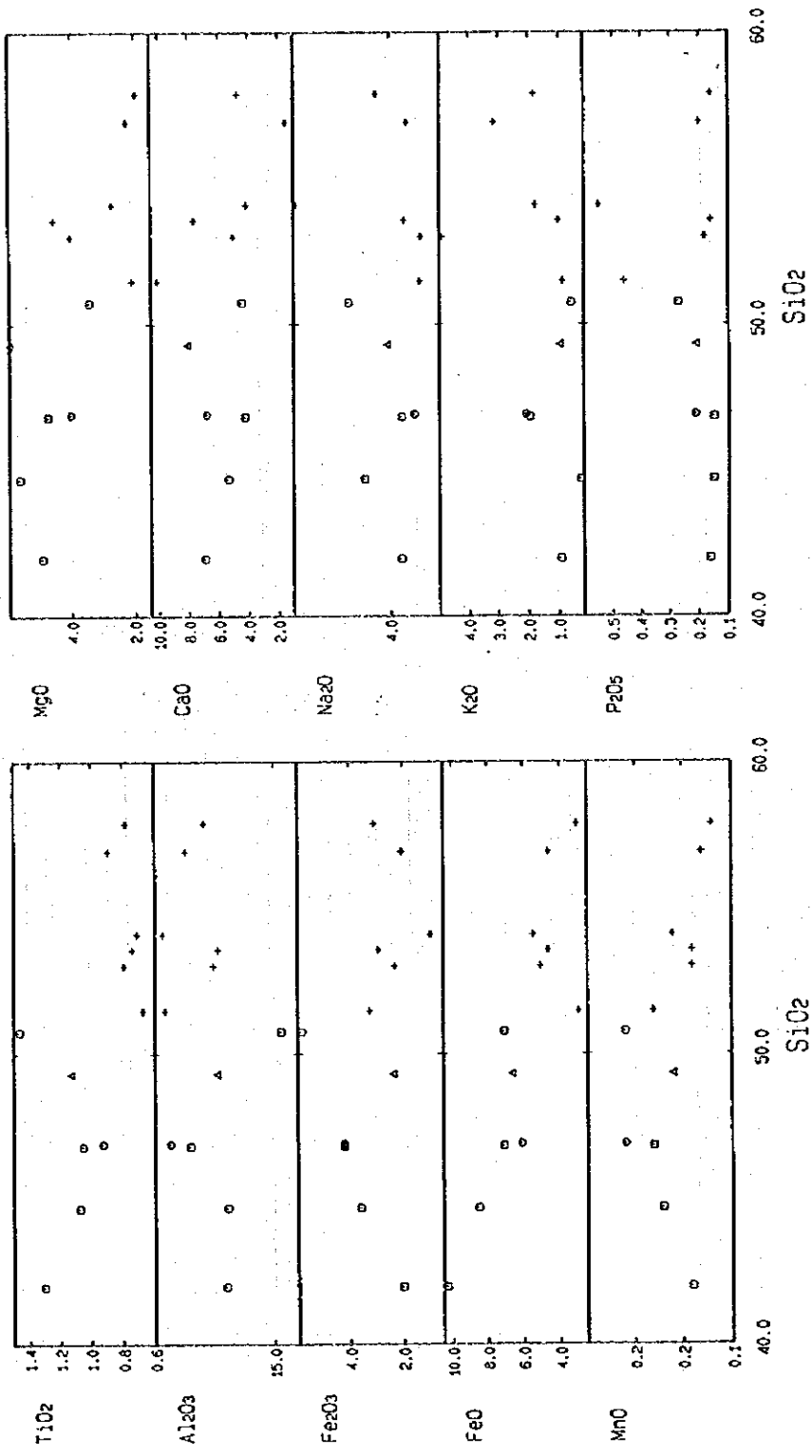




(Le Bas et al., 1986)

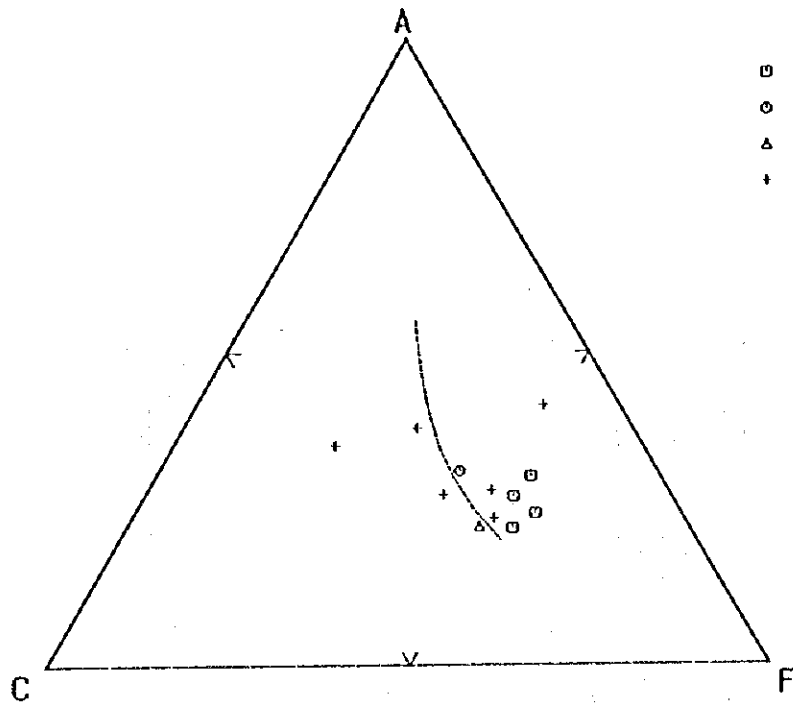
- LEGEND**
- Metagabbro
 - Dolerite
 - △ Gabbro
 - ⊕ Bataray Intrusive

第 13 图 TAS图



LEGEND
 ○ Metagabbro
 □ Dolerite
 △ Gabbro
 + Bafaray Intrusive

第 14 図 ハーカ一

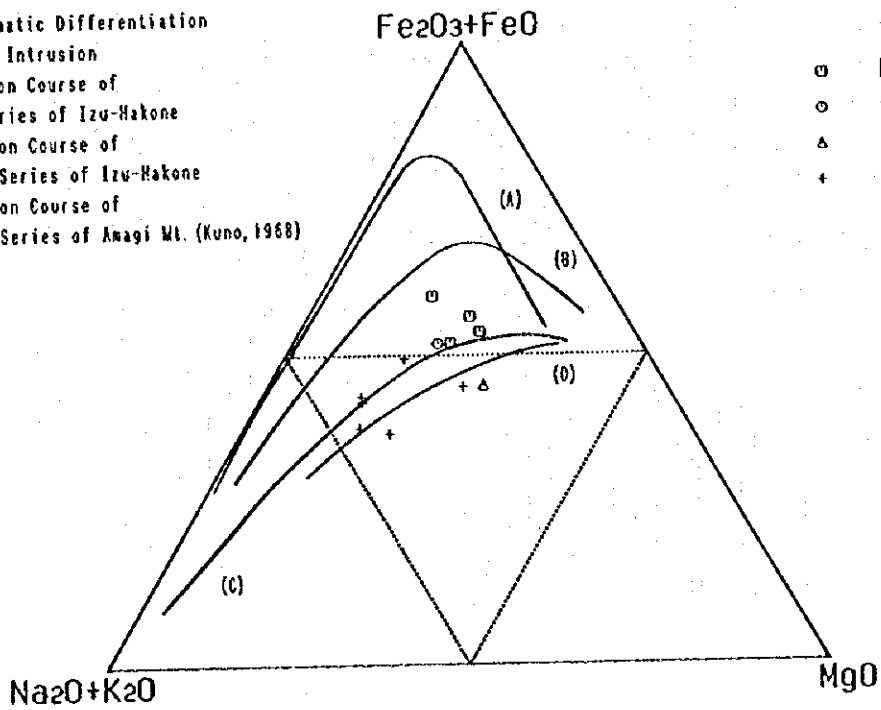


LEGEND

- Metagabbro
- Dolerite
- △ Gabbro
- + Bataray Intrusive

第 15 图 ACF图

- (A): Course of Magmatic Differentiation in Skaergaard Intrusion
- (B): Differentiation Course of Tholeiitic Series of Izu-Hakone
- (C): Differentiation Course of Calc-Alkalic Series of Izu-Hakone
- (D): Differentiation Course of Calc-Alkalic Series of Anagi Mt. (Kuno, 1968)



LEGEND

- Metagabbro
- Dolerite
- △ Gabbro
- + Bataray Intrusive

第 16 图 MFA图

ドレライト：カンパヤス地区の西方に位置する未鉱化地帯で採取したBC-02はSiO₂含有量が46.89%、Al₂O₃が19.36%、MgOが4.01%の主成分組成を示す。TAS図による分類では粗面玄武岩の境界領域に位置する。岩石組織は中粒で完晶質を呈することからドレライトと判断される。

斑れい岩：カンパヤス地区のKCR-31がSiO₂含有量が49.30%、Al₂O₃が17.40%、MgOが5.99%を示す。TAS図による分類では粗面玄武岩と玄武岩の境界領域に位置する。岩石組織は完晶質であり、本岩石は斑れい岩と判断される。

変斑れい岩：カロロンガン地区で認められる唯一の火成岩で、緑色片岩とともに顕著な片理を有することから、変斑れい岩(metagabbro)と記載した。これらの岩石のSiO₂は41.96～50.75%の間にあり、TAS図による分類ではテフライト(tephrite)～粗面玄武岩の範囲にプロットされ、岩石組織は中粒～粗粒で完晶質を呈することから、大部分は斑れい岩と判断される。しかしながら、マグネシウムに乏しく、鉄に著しく富むものが多く、これまでの調査で確認されている斑れい岩とはやや性質を異にする。ACF図及びMFA図を考慮すると、シート状に進入していることから周辺の堆積岩類にやや影響を受けている可能性もある。

3-6-2 鉱石成分分析

本分析の目的は、調査地域に分布する基盤岩中における有用金属の潜在含有量を確認するとともに、土壌分析値に与える影響を考慮することにある。

巻末付表 1に鉱石(微量)成分組成を示した。以下の記載で平均値の計算の際に、検出限界値未満の試料については検出限界値の1/2の値を使用した。カロロンガン地区の分析値に関しては、既にトレンチ調査及びボーリング調査の項で触れているので再述を避け、本項ではカンパヤス地区の岩石試料についてのみ記述する。カンパヤス地区の岩石試料採取位置は巻末付図 4に示した。

銀・砒素・水銀・モリブデン・鉛・アンチモニーは多数の試料で低い値を示す。また、銅については安山岩質斑岩(KCR-23)で最高の0.038%を示すものの、大部分は地殻存在度と同程度、亜鉛についても地殻存在度と同程度の量が検出されたに過ぎない。鉄に関しては各々の岩種毎の特徴を表し、硫黄は珪化・黄鉄鉱化の顕著な試料で高くなる傾向がある。

金は、未変質～弱変質の岩石で地殻存在度の数倍、珪化を主体とする変質の顕著な岩石で数倍～数10倍程度の濃集が認められる。特に石英の細脈の発達する岩石や石英脈自体は、

Au:0.1~0.3g/t程度を有する試料も存在する。今回、カンパヤス地区で最も高い金含有量を示した試料は、標高379mの山頂を通るNNE-SSW系の断層沿いに胚胎する幅20cmの石英脈で0.3g/tであった。

3-6-3 R E E 分析

調査地域の代表的な岩石12試料について、希土類元素の分析を行い、従来のデータと比較した。分析結果を第17表に、また、分析値をコンドライト組成(Thompson et al., 1984: ただし, EuのみTaylor and McLennan, 1985)で規格化して、第17図のR E Eパターン図(スパイダーグラム)に示した。

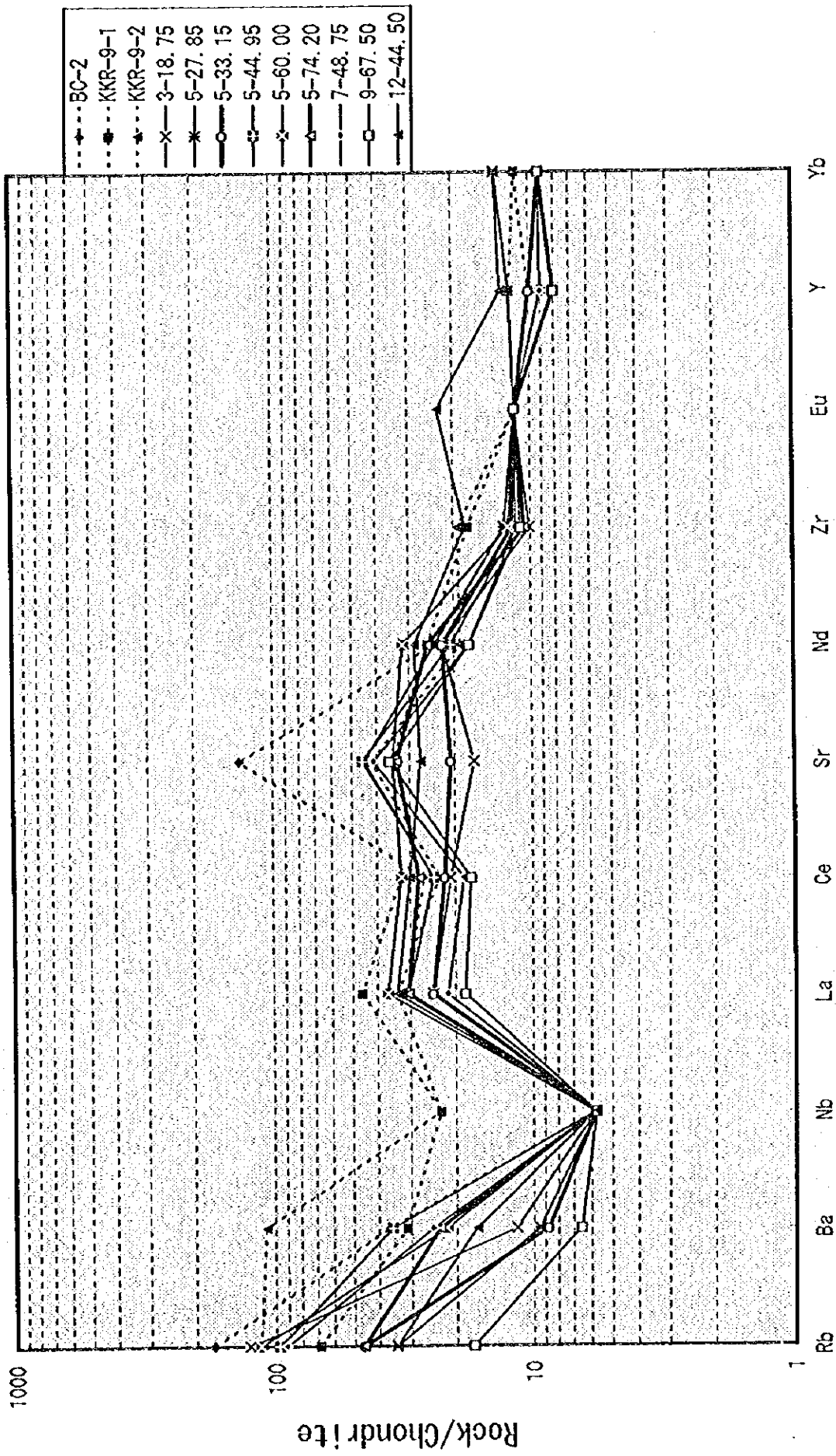
第17図からカンパヤス地区のドレライト、斑れい岩及びカロロンガン地区の変斑れい岩は各々の元素の含有量に多少の相違は認められるものの、ほぼ平坦な類似したパターンを示し、これまでの調査で得られている典型的な島弧パターンとはやや性質が異なる。

第 17 表 岩石の R E E 分析結果

Sample No.	BC-2	KKR-9-1	KKR-9-2	3-18.75	5-27.85	5-33.15	5-44.95	5-60.00	5-74.20	7-48.75	9-67.50	12-44.50	OIB (*1)	コトヲト (*2)	コトヲト (*3)
Ba ppm	250.0	215.0	745.0	80	65	60	245	150	160	170	45	115	150	6.9	—
Ce ppm	23.0	28.0	20.0	18	21	19	21	28	24	16	15	26	35.5	0.865	0.957
Eu ppm	1.0	1.0	1.0	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1.88	—	0.087
La ppm	10.0	15.0	11.0	8	10	8	10	12	10	7	6	11	13.4	0.328	0.367
Lu ppm	0.2	0.3	0.3	0.2	0.3	0.3	0.2	0.3	0.2	0.3	0.2	0.5	—	—	—
Nb ppm	2.0	8.0	8.0	2	2	2	2	2	2	2	2	2	17	0.35	—
Nd ppm	15.0	16.0	12.0	14	15	14	13	20	16	11	11	18	10	0.63	0.711
Rb ppm	60.0	24.0	40.0	44	12	16	34	40	16	32	6	12	9.2	0.35	—
Sm ppm	4.1	4.3	3.7	3.4	4.2	3.8	3.6	4.4	4.1	3.2	3.1	5.4	—	—	—
Sr ppm	1580.0	412.0	494.0	198	526	244	536	410	396	484	420	320	371	11.8	—
Tb ppm	<0.5	0.8	<0.5	<0.5	0.6	<0.5	0.6	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	1	—	—	—
Th ppm	1.0	2.0	2.5	1	<0.5	<0.5	1	1.5	1	0.5	0.5	1	—	—	—
U ppm	<1.0	1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	—	—	—
Y ppm	16.0	24.0	20.0	16	24	20	16	18	16	18	16	26	25	2	2.25
Yb ppm	2.0	2.5	2.5	2	3	2	2	2	2	2	2	3	1.98	0.22	0.248
Zr ppm	87.0	120.0	132.0	69	87	81	78	84	72	78	75	123	115	6.84	—
Sr/Y	98.8	17.2	24.7	12.4	21.9	12.2	33.5	22.8	24.8	26.9	26.3	12.3	14.8	5.9	—

*1:Willson(1989), *2:Thompson R.N. et al.(1984), *3:Taylor and McLennan(1985)

OIB: Ocean island basalt



第 17 図 REEパターン図

第Ⅲ部 結 論

第Ⅲ部 結 論

第1章 結 論

1-1 カロロンガン地区

(1) カロロンガン地区の地質は、カタンドゥアネス層の緑色片岩及び変斑れい岩より構成される。緑色片岩は、火山礫凝灰岩・砂岩・シルト・頁岩等を原岩とし、NW-SE走向の断層破碎帯と平行する片理が発達する。変斑れい岩は、緑色片岩類同様、片理を有することが多く、カタンドゥアネス層中へシート状に進入した形態をとり、数枚の層として存在する。

(2) 調査地域の地質構造は、先行するNW-SE系の断層及び褶曲と、これらを切るNE-SW系及びE-W系の断層によって特徴づけられ、主な破碎帯や珪化帯の伸長方向はNW-SE方向を示すものの、一部の金品位の高い石英脈でE-W走向を有するものも存在する。

(3) トレンチ調査の結果、すべてのトレンチにおいて熱水変質及び石英脈の生成に伴う金の鉱徴を確認した。石英脈は、量的にはNW-SE系の石英脈が圧倒的に多く、N-S系、E-W系、NE-SW系の順に続くが、高い金含有量を示すのはNW-SE系とE-W系のものに多い。

特にTrench-3においては、走向傾斜N75°E/85°NW、脈幅15cm、Au:58.8g/tの石英脈を含む幅約4mでAu:4.2g/tの珪化帯が確認された。

(4) ボーリング調査の結果、地表付近に認められる金鉱化作用に伴う珪化帯が地下深部にまで連続することが確認された。特に、第2試錐座から実施した4本のボーリング(MJPC-3,4,5,6)では、地表部から地表下約30mまで珪化帯が連続し、第3試錐座から実施したMJPC-8,9においては、上記の珪化帯より深部(地表下44~86m間)に発達する珪化帯が捕捉された。また、珪化帯の多くは、主に変斑れい岩と緑色片岩の境界部及び変斑れい岩自体に発達する。

(5) 鉱石分析の結果、Cu、Znで若干の高濃度を示す試料が認められるものの、顕著な異常を示したのは金のみであった。金品位については、浅部珪化帯で幅約4m、Au:1.5g/t(MJPC-5,26.80~30.85m)、深部珪化帯で幅1m、Au:1.2g/t(MJPC-8,83.20~84.20m)等の値が得られた。

1-2 カンパヤス地区

(1) カンパヤス地区の地質は、主に白亜系カタンドゥアネス層の堆積岩類及びバタレイ貫入岩類に属する第三系漸新統の安山岩質斑岩～閃緑岩の小岩体から構成される。鉱化作用としては、バタレイ貫入岩類の活動に関連すると思われる珪化帯及び石英脈が数ヶ所で認められる。

(2) カンパヤス地区における各元素の濃度変化は、主に地質調査より推定されたNNE-SSW系断層沿い、標高379mの山頂付近の閃緑岩体及びカンパヤス沢東岸の強珪化帯等に規制されている。特に、上記のNNE-SSW系断層は標高379mの頂部を通過しており、これ沿いには閃緑岩及び安山岩質斑岩の貫入が推定される。

(3) 金は、未変質～弱変質の岩石で地殻存在度の数倍、珪化を主体とする変質の顕著な岩石で数倍～数10倍程度の濃集が認められる。特に、石英の細脈の発達する岩石や石英脈自体は、Au:0.1～0.3g/t程度を有する試料も存在する。今回、最も高い金含有量0.3g/tを示した試料は、標高379mの山頂を通るNNE-SSW系の断層沿いに胚胎する幅20cmの石英脈から得られたものである。

(4) 年代測定の結果、何れの試料からも $33.6 \pm 2.1 \sim 26.7 \pm 0.6$ Maの値が得られ、従来よりバタレイ貫入岩類の活動時期と推定される漸新世の年代を示した。これにより、カンパヤス地区では、バタレイ貫入岩類の活動時期に主たる熱水変質が進行し、金の鉱化作用を生じたものと推定される。

第2章 将来への提言

2-1 カロロンガン地区

本年次の調査により捕捉された鉱床は、一部に高品位部が見られるものの、全体としては品位的にやや低く、かつ鉱化帯も小規模であり、現状では開発は難しいものと考えられる。

しかしながら、本地区内においては、変斑れい岩が僅かの変質を被っただけで、Au:0.1 g/t以上の品位に達しており、地域全体の金の賦存ポテンシャルは極めて高いと言える。特に、これまでの調査結果では当該地区が金鉱化作用をもたらした熱水活動の中心であったか否かの判断は難しく、珪化帯の伸張方向と一致するNW-SE系断層と、これらを切るNE-SW系及びE-W系断層の交差部に着目し、周辺地域での精査を実施した上で、カタンドゥアネス地域全体の金の賦存ポテンシャルを評価すべきであろう。

2-2 カンパヤス地区

本地区において金の賦存ポテンシャルが最も高いのは標高379mの山頂付近及びその南部のNNE-SSW系断層とE-W系断層の交差部付近と推定される。特に、上記の断層の交差部には幅1mでN30°E/65°NWの走向傾斜を示す石英脈や幅20cm(Au:0.3g/t)でN25°E/50°NWを示す石英脈など優勢な脈が確認されており、金鉱床を形成する条件は揃っている。したがって、物理探査並びにボーリング調査等の追加調査を実施することが望ましい。

また、標高379mの山頂付近及びその南部では、土壌試料で0.1~2.6g/tを示すものが多数存在すること、同山頂の東部沢においては、第2年次調査の沢砂地化学探査でAu:10.0g/t以上の金異常が確認されたこと、標高270m付近に存在する石英脈(KCR-09)が最も高い金品位(Au:0.3g/t)を示すことなどから推定して、金の鉱徴部は比較的高所に存在する可能性が高い。したがって、本地区内で追加調査を実施する場合は、標高200m以上の範囲で行うことを提言したい。

さらに、本地区より東方のシクミル(Sicmil)地域にかけては、第1年次調査によって金の地化学異常の広がり確認されており、同様な鉱徴地が賦存する可能性が極めて高く、引き続き地質精査及び地化学探査を実施することが望ましい。

参考文献

- Angeles, Corned M. and Theodore, Levy G.(1980): Detailed Geological/Geochemical Survey of Tilled and Guiamlong Area in Catanduanes. MGB.
- Angeles, Corned M. and Theodore, Levy G.(1983): Statistical Analysis of the Geochemical Data in Kaglatawan, San Miguel, Catanduanes. MGB, Region V.
- Berkman, D.A.(1976): Field Geologists' Manual. The Australian Institute of Mining and Metallurgy.
- Capistrano, P.M.(1951a): Geological reconnaissance of Catanduanes. Progress Report, Philippine Bureau of Mines.
- Capistrano, P. M.(1951b): Preliminary Report on the A.A.R. Botelho Coal Claim, Hitoma, Caramoran, Catanduanes. MGB.
- Capistrano P. M.(1952): Notes on the Mineral Resources of Catanduanes Island. The Philippine Geologist, Vol. VI, No.4, the Geochemical Society of the Philippines, Manila.
- Crispin, O.A., Weller, J.M. and Ibanez, C.B. (1955): Geology and coal resources of the Panganiban region, Catanduanes. Philippine Bureau of Mines Special Project Series Publication No. 2.
- Govett, G.J.S.(1983): Handbook of exploration geochemistry, Volume 2. Statistics and Data Analysis in Geochemical Prospecting. ELSEVIER SCIENTIFIC PUBLISHING COMPANY, p.437.
- JICA and MMAJ(1994): Report on the cooperative mineral exploration in the Catanduanes area, the Republic of the Philippines, Phase I. Japan International Cooperation Agency and Metal Mining Agency of Japan.
- JICA and MMAJ(1995): Report on the cooperative mineral exploration in the Catanduanes area, the Republic of the Philippines, Phase II. Japan International Cooperation Agency and Metal Mining Agency of Japan.
- Kajitani, Yuji (1993): Environment of Mining Investment in the Philippines(part 2). Mineral Information Center, Metal Mining Agency of Japan.
- LeBas, M.J., LeMaitre, R.W., Streckeisen A. and Zanettin, B.(1986): A chemical classification of volcanic rocks based on the total alkali-silica diagram. *J. Petrol.*, 27, 745-750.
- Lepeltier, C.(1969): A simplified statistical treatment of geochemical data by graphical representation. *Econ. Geol.*, 64, 538-550.
- Levinson, A.A.(1974): Introduction to Exploration Geochemistry.
- Meek, W.B.(1938): Report on the Geological Survey and Investigation of copper prospect in Agban, Catanduanes. Unpublished report, MGB.
- Metal Mining Agency of Japan(1992): Geology and Mineral Resources of Southeast Asia-Oceanian Islands, 1991. Report of Geology Analysis Committee, Mineral Information Center, Metal Mining Agency of Japan.
- MGB(1982a): Geology and Mineral Resources of Catanduanes Province. Report of Investigation No.108, Map and Mineral Resources Compilation Team, MGB, Region V.
- MGB(1982b): Geology and Mineral Resources of the Philippines, Vol. 1.
- MGB(1983a): Geological Map of Nagumbuaya Point Quadrangle, Sheet 3860 I. Bureau of Mines and Geo-Sciences, Ministry of Natural Resources.

- MGB(1983b): Geological Map of Calolbon Quadrangle, Sheet 3860 IV. Bureau of Mines and Geo-Sciences, Ministry of Natural Resources.
- MGB(1983c): Geological Map of Bagamanok Quadrangle, Sheet 3861 I. Bureau of Mines and Geo-Sciences, Ministry of Natural Resources.
- MGB(1983d): Geological Map of Gigmoto Quadrangle, Sheet 3861 II. Bureau of Mines and Geo-Sciences, Ministry of Natural Resources.
- MGB(1983e): Geological Map of Hitoma Quadrangle, Sheet 3861 III. Bureau of Mines and Geo-Sciences, Ministry of Natural Resources.
- MGB(1983f): Geological Map of Caramoran Quadrangle, Sheet 3861 IV, Bureau of Mines and Geo-Sciences, Ministry of Natural Resources.
- MGB(1983g): Geological Map of Pandan Quadrangle, Sheet 3862 III. Bureau of Mines and Geo-Sciences, Ministry of Natural Resources.
- MGB(1985): Geological Map of Gibgos Quadrangle, Sheet 3761 I. Bureau of Mines and Geo-Sciences, Ministry of Natural Resources.
- Mitchell, A.H.G. and Balce, G.R.(1990): Geological features of some epithermal gold systems, Philippines. Epithermal gold mineralization of the circum-pacific, 1, p.241-296.
- Nishido, H., Itaya, T. and Ogata, K.(1984): K-Ar age determination method. Bull. Hiruzen Res. Inst., No.9, 19-38.
- Santos, V. de los, et al.(1955): Geology and Coal Resources of the Hitoma-Manambrag Region, Catanduanes. Bureau of Mines, Manila.
- Santos, V. de los, et al.(1959): Memorandum report on the phosphate and manganese deposits, Catanduanes. Unpublished report, Bureau of Mines, Manila.
- Sinclair, A.J.(1976): Application of probability graphs in mineral exploration. Special Volume No. 4, the Association of Exploration Geochemists.
- Steiger, R. and Jaeger, E.(1977): Subcommission on geochronology, Convention on the use of decay constants in geo- and cosmo-chronology. Earth Planet. Sci. Lett., 36, 359-362.
- Theodore, Levy G. et al.(1988): Preliminary Report on the Small-Scale Gold Mining Development Project in Catanduanes for the Period September 19 to December 18, 1988. MGB.
- Teves, J.S. et al.(1949): Report on the investigation of rock phosphate and other mineral possibilities of Bohol. Philippine Geologist, Vol. III, No. 2.
- Tompson, R.N., Morrison, M.A., Hendry, G.L. and Parry, S.J.(1984): An assessment of the relative roles of a crust and mantle in magma series; an elemental approach. Phil. Trans. Roy. Soc. London, A310, 549-590.
- Torres, Mario A.(1978): Geologic Investigation of the Gold Property of Rajah Lahuy Mining Company at Gata, Caramoan, Camarines Sur. MGB.
- United Nations(1992): The Philippines, a Prospectus for the International Mining Industry. United Nations Development Programme 1992, United Kingdom.
- Wilson, M.(1989): Igneous petrogenesis- A global tectonic approach. Unwim Hyman, London, 466p.
- Wolfe J.A.(1981): Philippine geochronology. Jour. Soc. Phil., Vol. 35, 1-30.