

第2章 a - 1 区域

2-1 地質調査

2-1-1 地質

本地区は古生代の Terolak層とこれを貫くMain Range花崗岩とChangkat Rembian花崗岩および第四紀層から成る(Fig. II-2-1)。

Terolak層は、調査地区の東縁、北縁および西縁の一部を除く広範囲に分布している。本層は千枚岩を主とし、変砂岩の薄層が挟まれる。また局部的に鉄鉱層が挟在することがある。

千枚岩は、黒色～暗灰色を呈し、剝離性に富んでいる。片理はNNW-SSE系で、50～70°Wを示す。調査地区のほぼ中央には、厚さ50mの石墨千枚岩が分布している。またMain Range花崗岩の一部と思われる岩株の周辺の千枚岩がホルンフェルス化している。

第四紀層は沖積層で、調査地の北西部に広く分布する外、各河川の流域にも小規模に分布している。同層は砂礫で構成され、基底礫層を伴っている。層厚は最大で数m程度である。

Main Range花崗岩は、東縁部から北縁部にかけて分布し、岩株を伴っている。花崗岩の分布域は急傾斜の斜面が多く、Terolak層が分布するなだらかな地形と対照的である。

本花崗岩は斑状を呈し、長さが2～5cmのカリ長石の巨晶を含んでいる。主要構成鉱物は石英>カリ長石>斜長石>黒雲母>白雲母で、少量のリン灰石、電気石、スフェーン、不透明鉱物を伴っている。

Changkat Rembian花崗岩は、調査地区の西縁部に分布し、岩株を伴っている。この花崗岩は全般に風化が激しく、初生の鉱物組織が不明瞭のものが多い。一般に細～中粒で等粒状組織を有する。

接触変性作用は非常に弱く、東側のMain Range花崗岩に接近して分布する岩株の周辺に、小範囲のホルンフェルスが認められるだけである。

2-1-2 鉱化作用および変質作用

本区域には多数の石英脈が分布する(Fig. II-2-2)。その大部分は千枚岩の片理に沿う厚さ5～10cmの細脈で、乳白色を呈し、硫化鉱物を伴わない。他のタイプの石英脈は、千枚岩を切る(NNW-SSE, 50-60EまたはNNE-SSW, 60N)もので、透明または結晶質である。このタイプは金をほとんど含まない。

Jong川中流における石英脈の産状を Fig. II-2-3のスケッチに示す。

変質作用には、カオリン化作用および黄鉄鉱化作用が認められる。前者は花崗岩が変質したものが多く、千枚岩がカオリン化しているケースもある。後者はJong川本流の2箇所で見られる。ここではカオリン化と黄鉄鉱化が重複している。カオリン化した露頭サンプル中にパンニングで金粒が認められたが、これは、カオリン化作用が金の鉱化作用に関係があることを暗

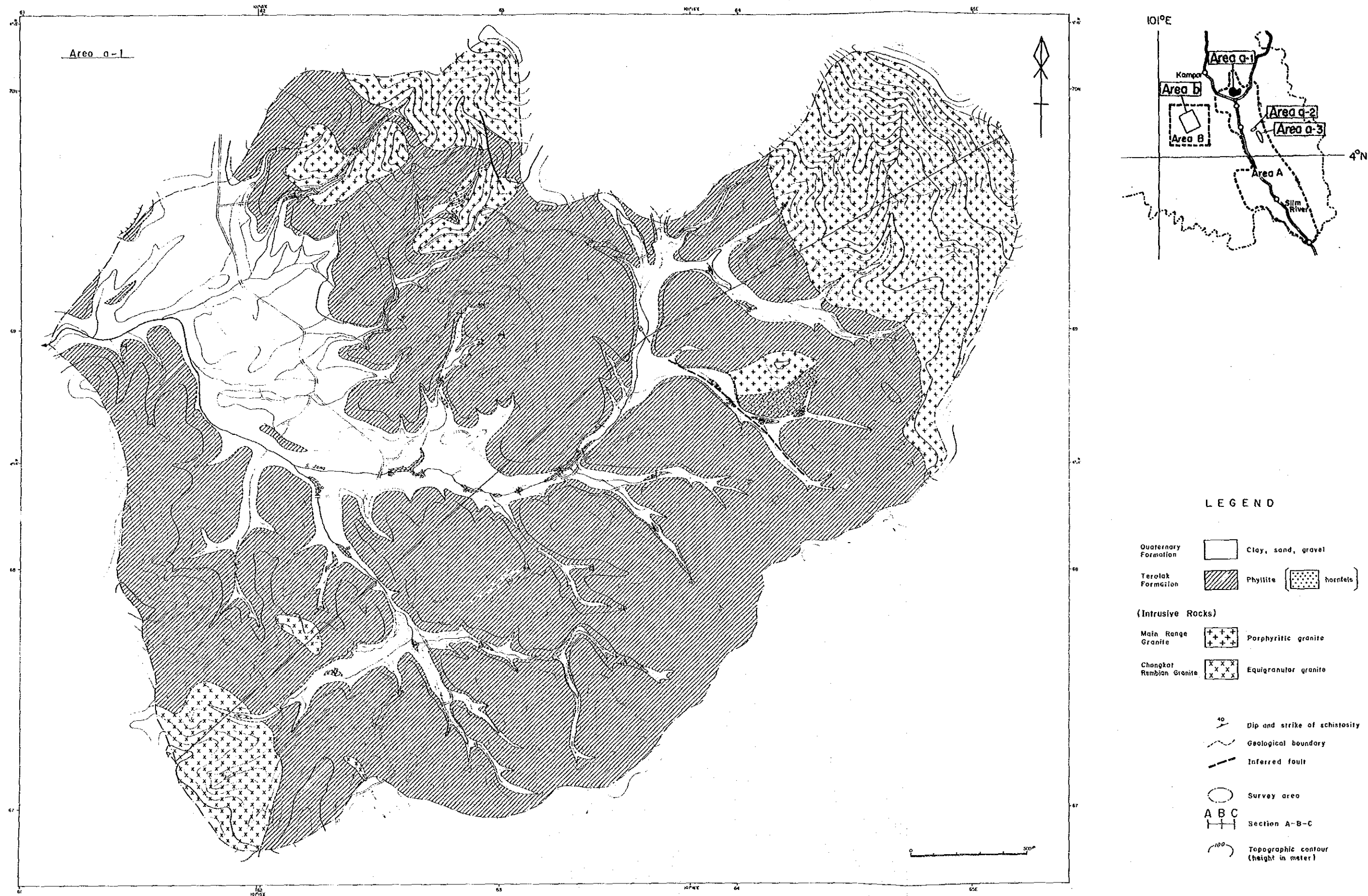


Fig. II - 2 - 1 Geological map of the Area a-1

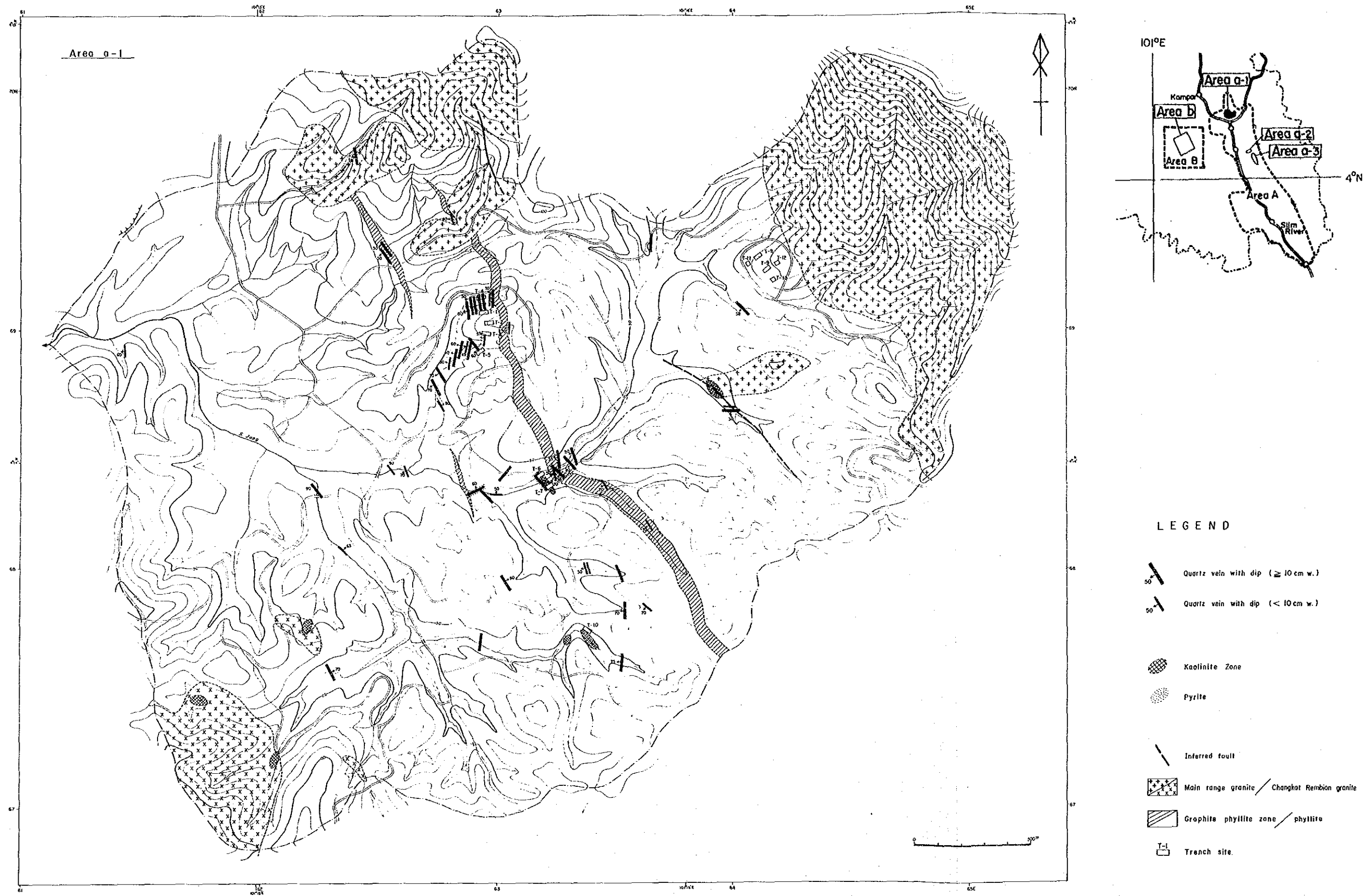


Fig. II - 2 - 2 Distribution map of the quartz veins and alteration zones in the Area a-1

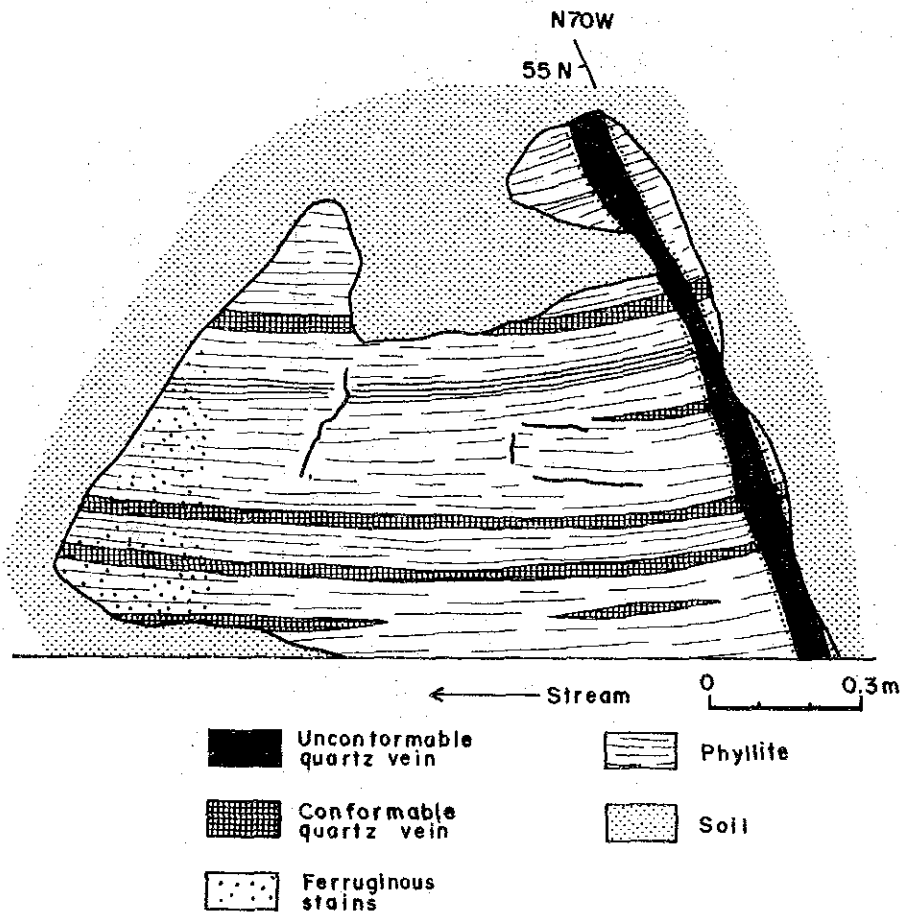
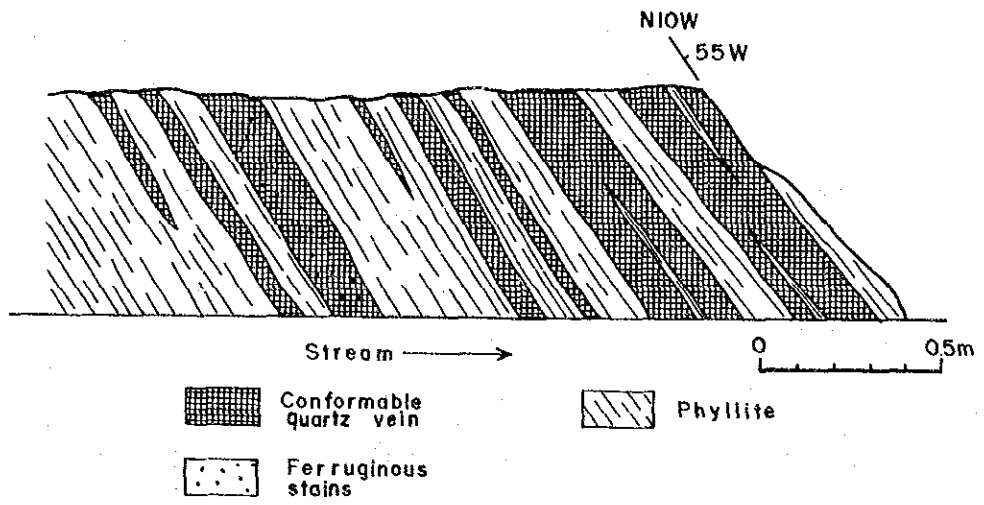


Fig. II - 2 - 3 Sketch map of quartz vein

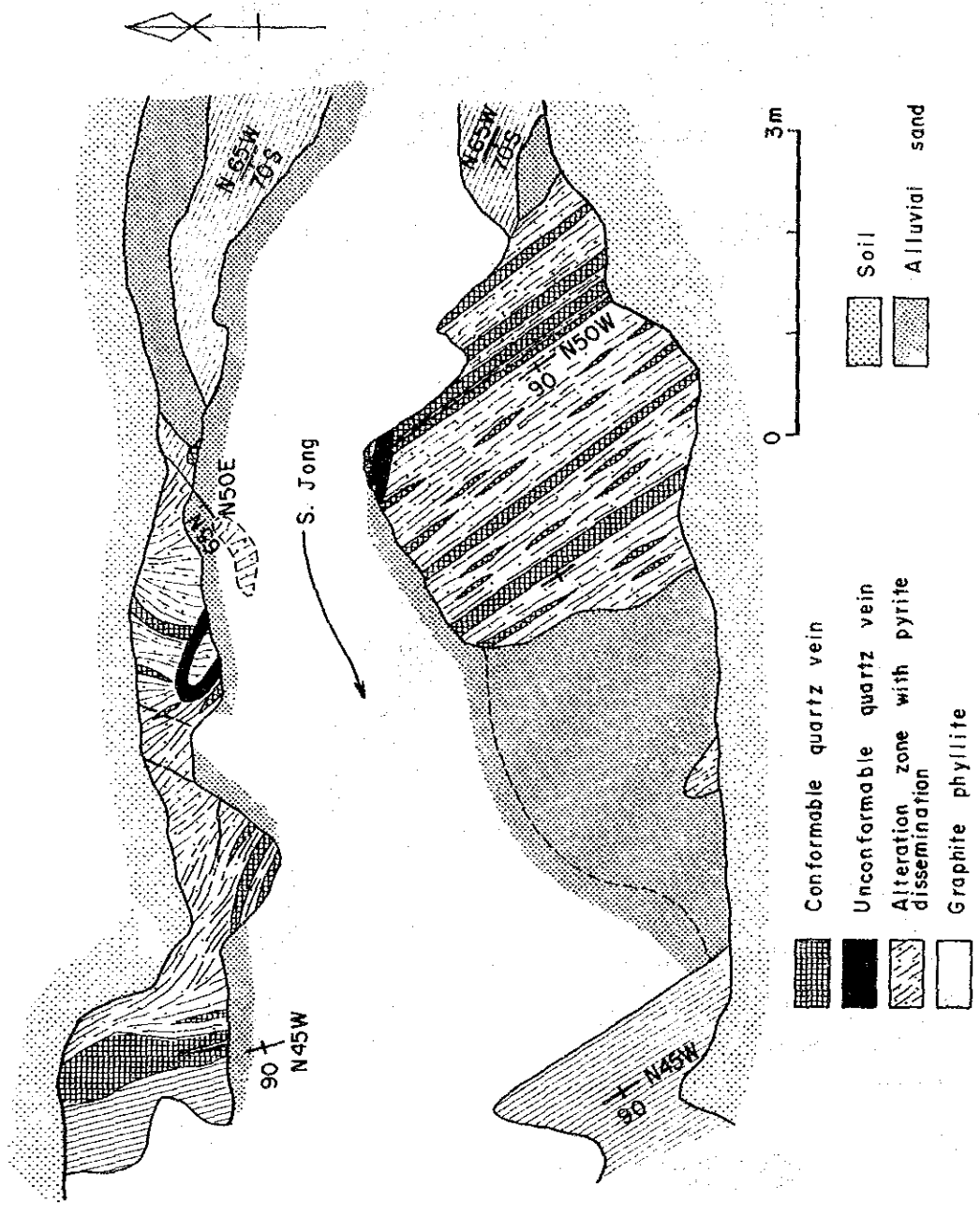


Fig. II - 2 - 4 Sketch map of alteration zone

示している。

2-2 地化学探査

2-2-1 探査・解析結果

各成分ごとの基本統計値、各成分間の相関係数およびEDA法によって得られた数値をTable II-2-1に示す。

(1) 基本統計値および相関係数

全試料は、沖積層を除外した試料の基本統計値を比較してみると、Au, Ag, Pb, Zn, Cu, As, W, Sn 8成分と、重鉍物中のAuの含有量にほとんど差異が認められない。

相関係数については、全試料、沖積層除外試料ともAu-As : 0.363 ~ 0.399, Sn-Pb : 0.336 ~ 0.392, W-As : 0.340 ~ 0.389 と若干高い値を示した。Au-Asの相関が高いことは、一般の金鉱床と同様、元素の挙動から予想されたことである。次に、土壌中のAuと重鉍物中のAuの含有量間の相関係数が、0.393, 0.403と期待をはるかに下回る値を示しているが、これはAuのNugget効果によるもので、サンプリングの方法に問題があったとも考えられる。

Table II-2-2は、基盤岩ごとの各成分間の相関係数を示すが、花崗岩地域で、Au-As = 0.519, Au-W = 0.524, As-W = 0.520 と比較的高い相関がみられる。

(2) EDA法による解析結果

Au, Asおよび重鉍物中のAuについては、全試料と沖積層除外の試料に分けて解析し、他の成分については沖積層除外試料について解析を行った(Fig. II-2-5)。

Au

①-1 土壌全試料

最小値 : 0.003ppm以下, 最大値 : 2.708ppmの含有量を示し, 90%以上が0.181ppm以下である。したがって boxplotは低濃度側に押し詰められている。濃度分布図はupper fence (0.023ppm), upper whisker (0.071ppm)とupper hinge (0.01ppm) の3区分で表示した。

upper fence (0.023ppm)以上を異常値と考えると, 異常帯は, 区域の東部, 中央南部および西部に分布し, NNW-SSE方向に伸びる傾向を示す。

①-2 沖積層除外土壌試料

最小値および最大値は, 全試料における値と同じであり, boxplotも低濃度側に押し詰められている。濃度分布図は, upper fence (0.026ppm), upper whisker (0.02ppm) およびupper hinge (0.011ppm)によって3区分してある。

upper fence 以上の異常値の分布域は, 全試料の場合と同様, 区域の東部, 中央南部および西部に分布し, NNW-SSE方向に伸びる傾向にある。

②-1 重鉍物全試料

(1) Maximum, minimum and mean values

(ppm)

element	All samples (556)				Phy, Hor, Pgt, Egt (456)			
	Maximum	Minimum	Mean	S.D.	Maximum	Minimum	Mean	S.D.
Au	2.708	<0.003	0.004	0.771	2.708	<0.003	0.004	0.779
Ag	2.10	0.05	0.062	0.211	2.10	0.05	0.061	0.206
Pb	470	3	21.0	0.247	470	3	20.8	0.256
Zn	189	10	31.9	0.262	189	10	31.0	0.265
Cu	43	1	8.3	0.300	43	2	8.8	0.298
As	2529	5	33.3	0.439	2529	5	35.4	0.448
W	180	2	9.4	0.197	180	2	9.4	0.200
Sn	90	5	9.5	0.329	80	5	9.4	0.328
conc-Au	39.344	<0.003	0.012	1.272	39.344	<0.003	0.011	1.232

Phy; Phyllite Hor; Hornfels Pgt; Porphyritic granite Egt; Equigranular granite

(2) Correlation matrix

Soil samples except for alluvium samples

	Au	Ag	Pb	Zn	Cu	As	W	Sn	conc-Au
Au	1.000								
Ag	-.031	1.000							
Pb	.100	.108	1.000						
Zn	.206	.079	.173	1.000					
Cu	.246	-.062	-.046	.114	1.000				
As	.363	-.034	.074	.051	.314	1.000			
W	.240	-.025	.207	.044	.073	.340	1.000		
Sn	.036	-.093	.336	.012	-.277	.240	.258	1.000	
conc-Au	.393	-.077	.053	.056	.040	.201	.225	.125	1.000

All soil samples

	Au	Ag	Pb	Zn	Cu	As	W	Sn	conc-Au
Au	1.000								
Ag	-.019	1.000							
Pb	.087	.083	1.000						
Zn	.187	.078	.172	1.000					
Cu	.236	-.077	-.077	.159	1.000				
As	.399	-.047	.078	.052	.292	1.000			
W	.279	-.022	.215	.061	.087	.389	1.000		
Sn	.049	.094	.392	-.026	-.296	.247	.254	1.000	
conc-Au	.403	-.067	.076	.053	.059	.244	.229	.115	1.000

(3) Result of EDA

Soil samples except for alluvium samples

(ppm)

	Au	Ag	Pb	Zn	Cu	As	W	Sn	conc-Au
MAXIMUM	2.708	2.10	470	189	43	2529	180	80	39.344
U. FENCE	0.026	0.05	54	85	32.5	170	18	42.5	0.294
U. WHISKER	0.020	0.10	34	58	17	100	12	20	0.256
U. HINGE	0.011	0.05	30	46	16	80	12	20	0.118
MEDIAN	0.003	0.05	20	27	8.5	25	8	10	0.004
L. HINGE	0.001	0.05	14	20	5	20	8	5	0.001
L. WHISKER	0.001	0.05	13	18	4	15	8	5	0.001
L. FENCE	-0.014	0.05	-10	-19	-11.5	-70	2	-17.5	-0.175
MINIMUM	<0.003	0.05	3	10	2	5	2	5	<0.003

All soil samples (ppm)

	Au	As	conc-Au
MAXIMUM	2.708	2529	39.344
U. FENCE	0.0238	120	0.343
U. WHISKER	0.017	100	0.282
U. HINGE	0.01	60	0.138
MEDIAN	0.003	25	0.004
L. HINGE	0.001	20	0.001
L. WHISKER	0.001	15	0.001
L. FENCE	-0.012	-40	-0.204
MINIMUM	<0.003	5	<0.003

(4) Result of factor analysis

Factor loading and communality

	Factor 1	Factor 2	Factor 3	Communality
Au	0.565	0.080	0.226	0.3760
Ag	-0.089	-0.159	0.156	0.0573
Pb	0.137	-0.531	0.320	0.4032
Zn	0.111	0.016	0.460	0.2241
Cu	0.343	0.433	0.214	0.3517
As	0.682	-0.135	-0.013	0.4671
W	0.558	-0.237	0.002	0.3673
Sn	0.214	-0.651	-0.068	0.4746

Factor contribution (%)

Factor 1	Factor 2	Factor 3
56.086	36.319	14.399

Tabel II - 2 - 1 Statistical values of each element in the Area a-1 (1)

Table II-2-1 Statistical values of each element in the Area a-1 (2)

(5) Granite area

element	Pgt, Egt			
	Maximum	Minimum	Mean	S.D. (LOG)
Au	2.628	.001	.002	.696
Ag	.300	.050	.067	.227
Pb	470.000	5.000	29.734	.258
Zn	189.000	10.000	37.319	.307
Cu	32.000	2.000	6.696	.330
As	1400.001	5.000	32.720	.454
W	180.000	2.000	9.375	.224
Sn	70.000	5.000	15.148	.312

Pgt; Porphyritic granite
Egt; Equigranular granite

Correlation matrix								
	Au	Ag	Pb	Zn	Cu	As	W	Sn
Au	1.000							
Ag	-.065	1.000						
Pb	.083	.061	1.000					
Zn	.357	.220	.283	1.000				
Cu	.344	-.061	-.259	-.013	1.000			
As	.519	.036	-.069	-.116	.329	1.000		
W	.524	-.069	.209	-.083	.287	.520	1.000	
Sn	-.109	-.010	.327	-.211	-.387	.095	.097	1.000

(6) Phyllite area

element	Phy, Hor			
	Maximum	Minimum	Mean	S.D. (LOG)
Au	2.708	.001	.005	.789
Ag	2.100	.050	.060	.199
Pb	192.000	3.000	18.990	.239
Zn	175.000	10.000	29.562	.248
Cu	43.000	2.000	9.406	.282
As	2529.000	5.000	36.106	.447
W	160.000	2.000	9.343	.193
Sn	80.000	5.000	8.337	.311

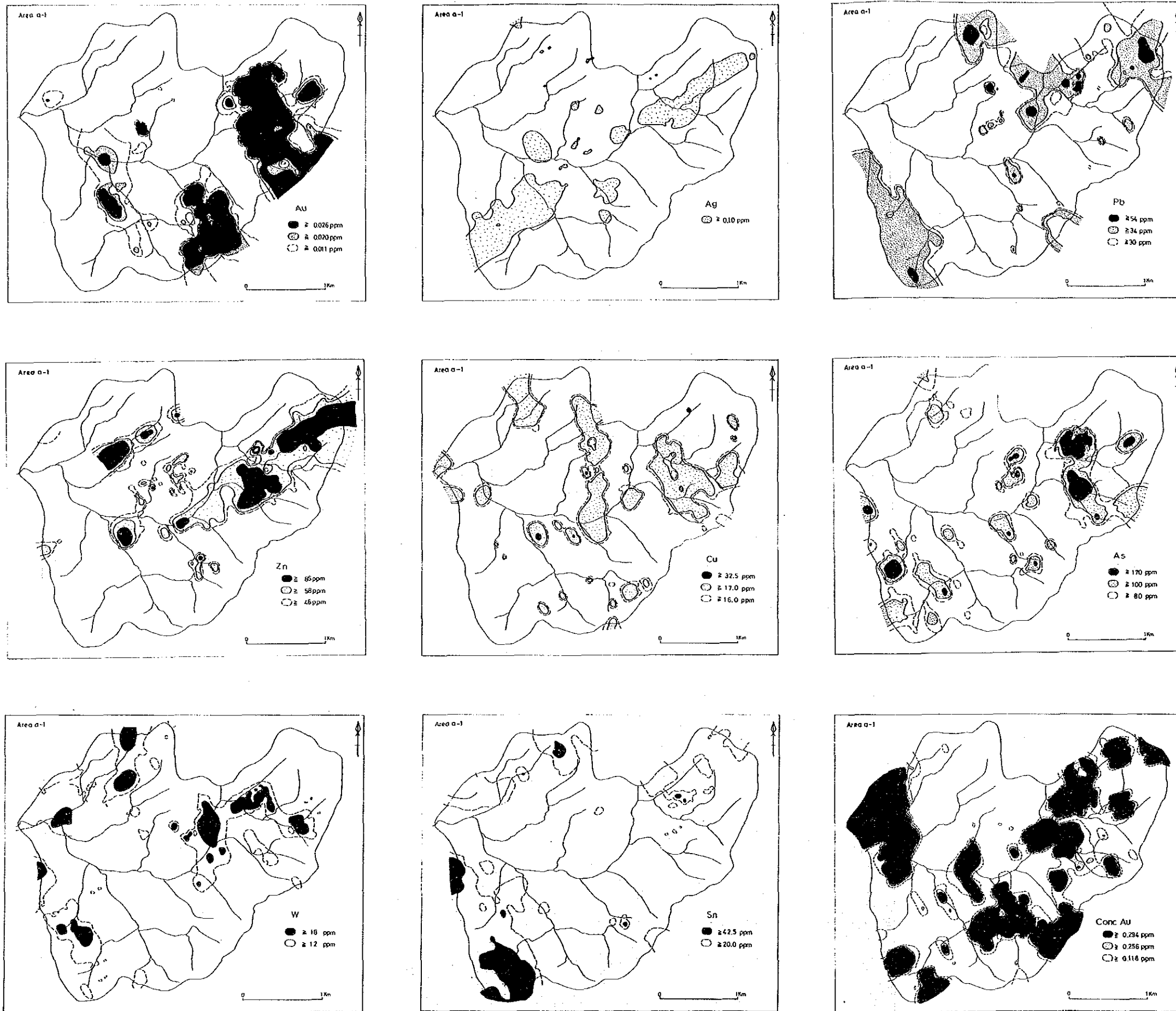
Phy; Phyllite
Hor; Hornfels

Correlation matrix								
	Au	Ag	Pb	Zn	Cu	As	W	Sn
Au	1.000							
Ag	.010	1.000						
Pb	.159	.056	1.000					
Zn	.179	.008	.080	1.000				
Cu	.179	-.059	.064	.276	1.000			
As	.371	-.068	.142	.116	.279	1.000		
W	.220	-.006	.230	.116	.019	.350	1.000	
Sn	.154	.090	.324	-.040	-.208	.322	.319	1.000

(7) Alluvium

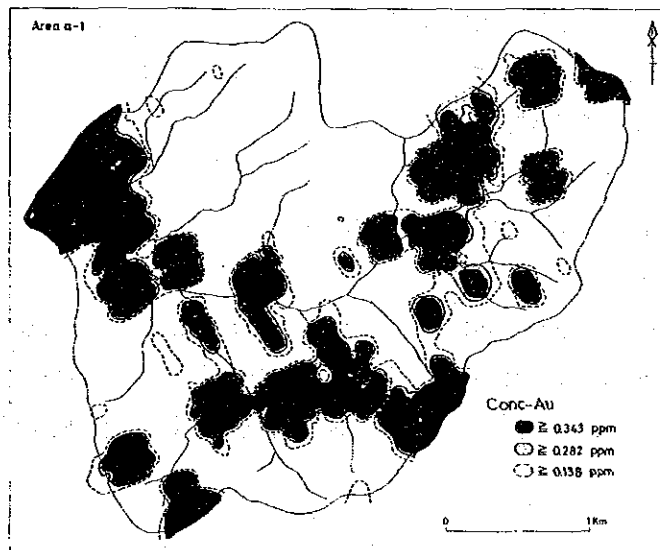
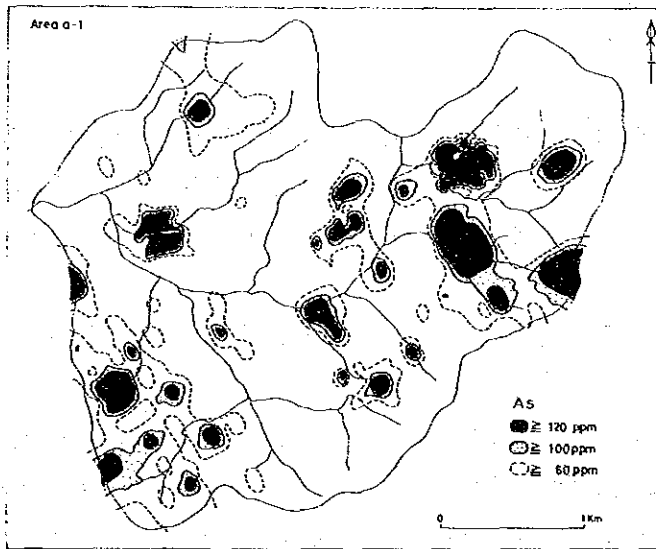
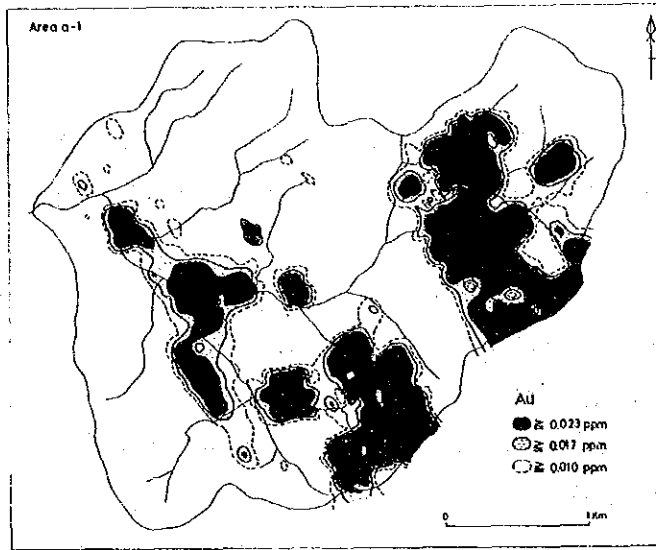
element	All samples (556)			
	Maximum	Minimum	Mean	S.D. (LOG)
Au	.902	.001	.005	.735
Ag	.400	.050	.064	.232
Pb	92.000	6.000	21.583	.206
Zn	183.000	12.000	36.299	.242
Cu	32.000	1.000	6.368	.280
As	1200.001	5.000	25.370	.371
W	36.000	2.000	9.395	.183
Sn	90.000	5.000	10.041	.333

Correlation matrix								
	Au	Ag	Pb	Zn	Cu	As	W	Sn
Au	1.000							
Ag	-.088	1.000						
Pb	.173	.237	1.000					
Zn	.291	.070	.171	1.000				
Cu	.356	.023	.169	.002	1.000			
As	.202	.045	.076	.137	.342	1.000		
W	.035	-.041	.161	-.052	.013	.068	1.000	
Sn	.034	.088	.029	-.187	-.180	.242	.281	1.000



(Soil samples except for alluvium samples)

Fig. II - 2 - 5 Distribution map of elements in soil samples (Area a-1) (1)



(All samples)

Fig. II-2-5 Distribution map of elements in soil samples (Area a-1) (2)

最小値：0.003 以下，最大値：39.344ppm の含有を示す。濃度分布図は，upper fence (0.343ppm)，upper whisker (0.282ppm)およびupper hinge (0.138ppm)の3段階に分けて表示した。

upper fence 以上の異常値の分布域は，土壌試料の場合と同様，NNW-SSE方向に伸びる傾向があるが，この外にNE-SW方向も認められる。

②-2 沖積層除外重鉍物試料

最小値：0.003ppm，最大値：39.344ppm，94%が2ppm以下の値を示し，boxplotは低濃度側に押し詰められている。

upper fence (0.294ppm)，upper whisker (0.256ppm)，upper hinge (0.118ppm)。

upper fence 以上の異常値の分布は，②-1の重鉍物全試料と同様NE-SW方向の傾向が認められる。

Ag

Agは，最小値：0.05ppm，最大値：2.1ppmの広がりを持ち，90%以上の分布値が0.187ppm以下である。従って，boxplotは低濃度側に押し詰められている。upper whisker (0.1ppm)が，upper fence (0.05ppm)より高い値を示すので，濃度分布図はupper whiskerにより2つに区分して図示した。

upper whisker より高い濃度域は，区域の北東から南西に伸びる傾向が認められる。

Pb

Pbは，最小値：3ppm，最大値：470ppmの広がりを持ち，80%以上の分析値が34ppm以下であり，boxplotは低濃度側に位置している。濃度分析図は，upper fence (54ppm)，upper whisker (34ppm)，upper hinge (30ppm)，lower hinge (14ppm)で区分，表示した。

upper fence 以上の異常値は区域内に点在し，傾向が明らかでないが，upper whisker 以上の値では，北東部，中央北部および南部，南西部にまとまっており，全体傾向としてNNW-SSE方向に伸びる傾向を示している。

Zn

Znは，最小値：10ppm，最大値：189ppmの広がりをもつ。boxplotは，他元素と比較して比較的高い濃度側に幅広く位置する。

upper fence (85ppm)，upper whisker (58ppm)，upper hinge (46ppm)，lower hinge (20ppm)であるが，upper fence 以上の異常値は，中央部から北東部にかけて分布している。濃度分布の全体の傾向としては，NE-SW方向を示し，Agの異常域の一部と重複している。

Cu

Cuは、最小値：2ppm、最大値：43ppmの広がりをもつ。boxplotは、Znと同様、比較的高い濃度側に幅広く位置している。

upper fence(32.5ppm)、upper whisker(17ppm)、upper hinge(16ppm)、lower hinge(5ppm)であるが、upper fence以上の異常値は、中央付近に点在する。upper whisker異常をとると、地区内に万遍なく分布し、どちらかと言えばNW-S E方向に伸びる傾向がある。

A s

① 土壌全試料

Asは、最小値：5ppm、最大値：2,529ppmの広がりをもつ。90%以上が173ppm以下で、boxplotは低濃度側に押し詰められた位置にある。

濃度分布図は、upper fence(120ppm)、upper whisker(100ppm)、upper hinge(60ppm)、lower hinge(20ppm)で区分、表示してある。

upper fence以上の異常値は、小さな島状に点在し、分布の傾向は明らかでない。

② 沖積層除外試料

最小値：5ppm、最大値：2,529ppmの広がりをもち、90%以上の値が173ppm以下を示し、boxplotは低濃度側に押し詰められた位置にある。

upper fence(170ppm)、upper whisker(100ppm)、upper hinge(80ppm)、lower hinge(20ppm)である。

upper fence以上の異常値は、地区の北東部から南西部にかけて、点在する。この内、北東部の異常域はAuの異常域と一致している。

濃度分布の傾向は、upper whisker以上でも、小規模に点在しているため明らかでない。個々の異常域は、NW-S E方向またはNE-S W方向に伸びている。

W

Wは、最小値：2ppm、最大値：180ppmの広がりを示す。86%の値が13ppm以下を示し、boxplotは低濃度側に押し詰められている。

upper fence以上の異常値は、北東部、北部および西部にかけて散在し、明瞭な傾向を示さない。

S n

Snは、最小値：5ppm、最大値：80ppmの広がりを示す。boxplotは、低濃度側に幅広く位置している。

濃度分布図はupper fence(42.5ppm)、upper whisker(20ppm)で区分され、表示されている。

upper fence以上の異常値は、南西部に分布し、北部または北東部にも点在している。

全体の分布傾向は明らかでないが、異常域は花崗岩に接近した箇所に位置している。

(3) 多変量解析結果

沖積層除外試料(456個)について、因子分析を行った。この結果、Table II-2-1に示すような3つの因子が抽出された。

第1因子と第2因子の寄与率は、それぞれ56.1%、36.3%であり、この2つの因子の累積寄与率は92%に達する。すなわち、この2つで、変数の背後にある潜在因子の大部分が説明できることを意味している。従って、ここでは第1因子と第2因子だけを取上げる。

第1因子 (Au-As-W)

第1因子は、主としてAu, As, Wによって構成され、AuまたはWの鉱化作用を反映した因子であると考えられる。

各試料の因子得点の分布を1,000と0.500の2段階に分けてFig. II-2-6に示した。主な高得点域は、北東部のMain Tange花崗岩の境界付近にあり、NNW-SSE方向に伸びる傾向がある。

第2因子 (Pb-Sn)

第2因子はPb, Snの鉱化作用を反映していると考えられる。因子得点分布図は、-1,000と-0.500の2段階に分けて示してある。主な因子高得点域は、北東部、北部および西南部に位置し、花崗岩の分布に関連があるように思われる。

2-2-2 考察

単変量解析結果と因子分析結果を総合すると、因子分析の結果抽出された第1因子の高得点域は、Auの鉱化作用を反映した異常域であると考えられる。この第1因子の高得点域は、北東部のMain Range花崗岩と千枚岩の境界付近に広く分布するが、ここには、単変量解析で記述したように、W, Zn, Pb, As成分の高異常も得られており、全体としてNW-SSE方向に伸びている。露出状況が悪くて、地表からの推定は困難であるが、Main Range花崗岩の境界に平行する構造線が潜在し、これに沿ってAuを主体とする鉱化作用が行われた可能性がある。

また、第1因子の高得点域は、小範囲ながら、中央南部にも分布するが、この地点を中心として、Auの高異常がNNW-SSE方向に広がっている。本区域では、第1因子は花崗岩の周辺に分布する傾向があるので、この中央南部の高得点は、地下深部に花崗岩が潜在することを暗示していると思われる。

2-3 トレンチ調査

2-3-1 調査結果

地質調査および土壌のパンニング調査結果から、a-1区域が有望と考えられたので、石英脈の延長または、土壌中の金と地質との関係を明らかにするため、a-1区域の13箇所にてトレ

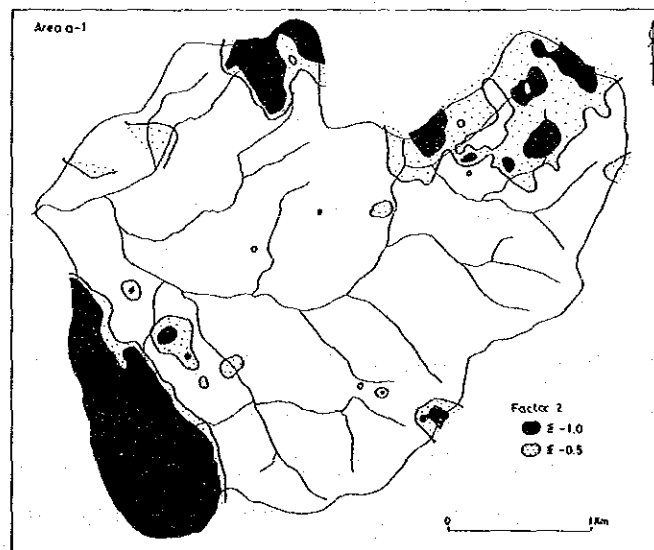
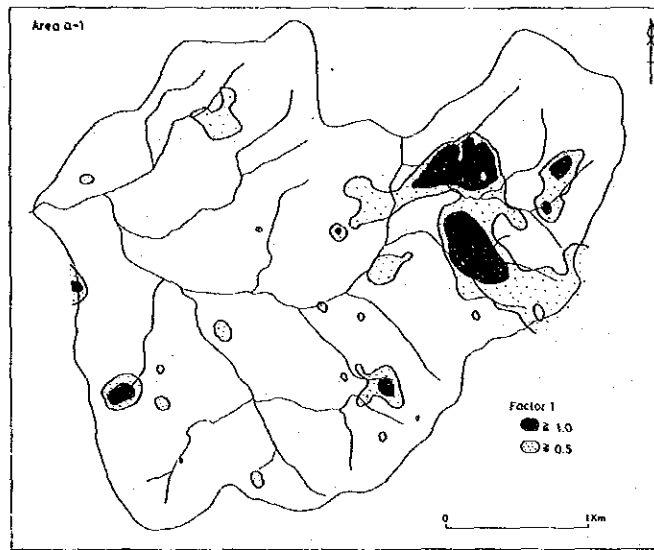


Fig. II - 2 - 6 Factor analysis map in the Area a-1

ンチ調査を実施した(Fig. II-2-2)。

各トレンチの状況は下記のとおりである。

トレンチNo.1 (延長10m)

川底に露出する石英脈群の30m南部延長を確認するため実施。地表より約2m深で、基盤の千枚岩に遭遇した。千枚岩の片理に平行する6条の石英脈(脈幅15~40cm)のAu品位は0.003~0.007ppmであった(Fig. II-2-7)。

パンニングの結果、最高で5粒の金(重鉍物の品位で23.262ppm Au 一原試料では0.070ppmに相当)を確認した。5箇所(5箇所)の土壌分析では、0.005~0.008ppm Auであった。

トレンチNo.2 (延長10m)

トレンチNo.1の石英脈の更に50m南延長部を確認するため、山頂部でトレンチ調査を実施した。地表より2m掘下ったが基盤岩に到達せず、オーガー探査の結果、下底より更に3.0~3.5mあることが判明し、中止した。側壁の最高品位は、重鉍物で0.014ppm Au、土壌が0.004ppm Auに過ぎなかった。

トレンチNo.3 (延長10m)

トレンチNo.2の更に40m南部の調査で、この地点より30m南方には、次の小沢があり、川底に数条の石英脈が露出している。

地表から約4mで基盤の千枚岩および砂岩に遭遇、数条の石英細脈(脈幅2~5cm)を確認した。基盤の上には、厚さ20~50cmの石英や褐鉄鉍の円礫を含む礫質部(C層)があり、土壌が若干移動したことを暗示している。

トレンチNo.4 (延長10m)

川底に露出する石英脈群の30m北部延長を確認するためのもので、トレンチNo.1の反対斜面に位置している。

基盤の千枚岩には深度約2.5mで逢着し、2状の石英脈(脈幅いずれも5cm)を確認したが、分析結果は、石英脈、土壌とも低い値であった。

トレンチNo.5 (延長10m)

トレンチNo.3の50m南方に位置し、川岸に露出する脈幅5mの石英脈の南方延長を確認するためのものである。石英は結晶質で、硫化鉍物を伴わない。

トレンチは、深度2mで基盤岩の千枚岩に到達、脈幅2.5mの石英脈も確認した。石英脈そのものには、金はほとんど含まれない(0.004ppm)が、重鉍物中に1ppmを越える箇所がある。土壌中の金は検出限界に近い0.003~0.004ppmであった。

トレンチNo.6 (延長13m)

Jong川中流で、強いカオリン化と黄鉄鉍化を受けた千枚岩から、パンニングで金粒を確認したもので、この変質帯の広がりを確認するため、Jong川の北側(トレンチNo.6)と南側

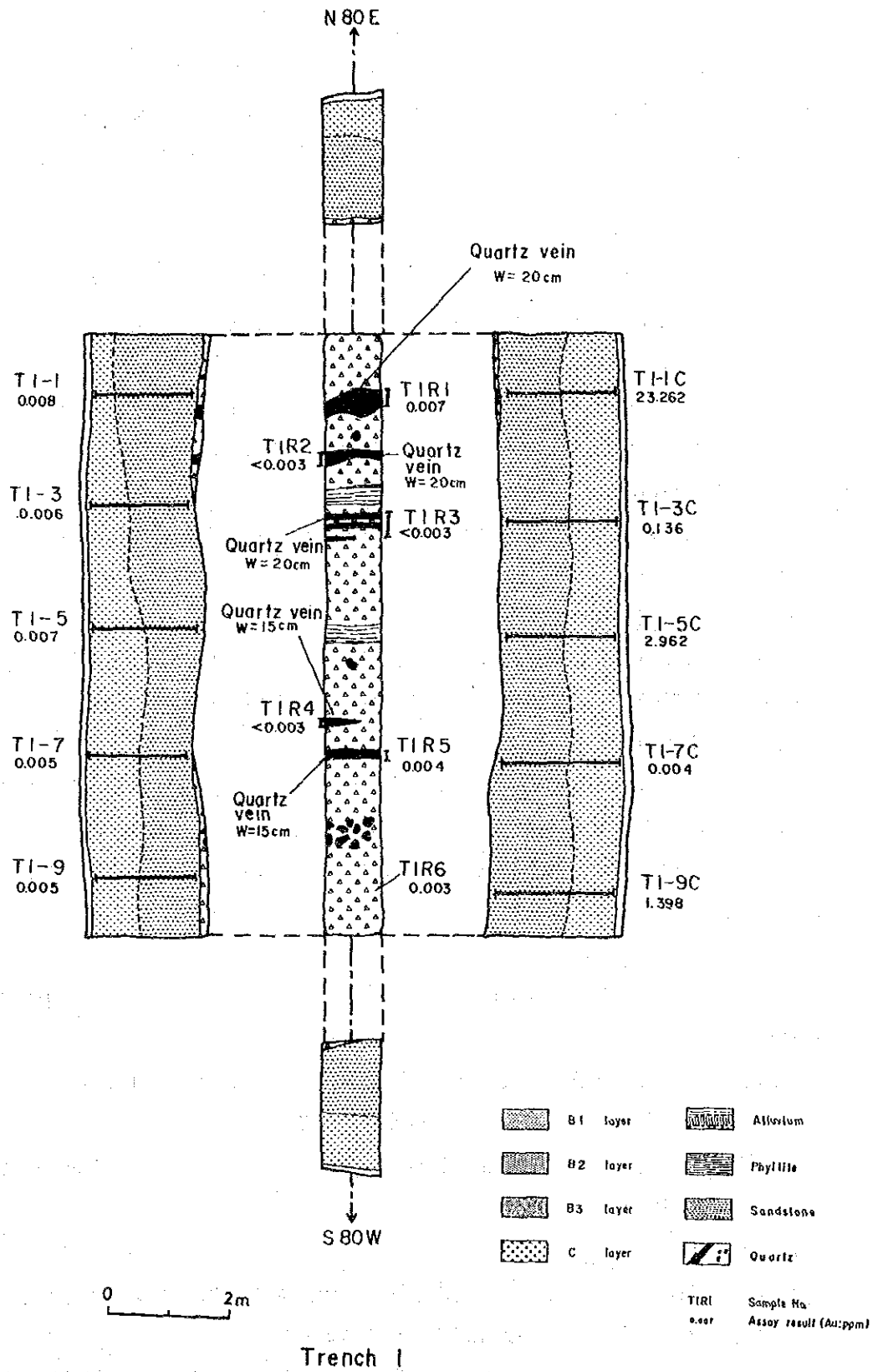


Fig. II - 2 - 7 Sketch map of trench 1 in the Area a-1

(トレンチNo.7)の2箇所において、トレンチ調査を行った。

トレンチNo.6においては、地表から約1.5m深で、沖積層下の千枚岩に逢着した。千枚岩はN50W、65Nの片理を示し、1～3cmのレンズ状石英脈を多数含んでいる。カオリン化が著しい。露頭と、トレンチ内の石英脈を含む変質千枚岩のAu品位は次のとおりである。

試料番号	採試幅	Au品位	備考
Y-60	50cm	2.00ppm	露頭
TR6-1	150cm	3.25ppm	トレンチ

トレンチNo.7 (延長9m)

トレンチNo.6の約40m南方に位置する。約1m深で沖積層下の千枚岩を捕捉した。千枚岩は強いカオリン化作用を受けており、弱いながら黄鉄鉱化作用も伴っている。脈幅1～3cmの石英脈も多数確認された。

しかし、対岸のトレンチNo.6と異なり、石英脈千枚岩とも分析品位は検出限界程度の低い値であった。

トレンチNo.8 (延長10m)

トレンチNo.8およびNo.9は、Jong川上流で、Main Rage 花崗岩に近接した位置で得られたAuの地化学異常帯について実施したものである。露出が極めて悪いため、トレンチ調査が地質状況を知る有力な方法と考えられた。

トレンチNo.8はオイルパーム園の道路上で行った。地表から2.7m掘下がったが、下底までB層であった。オーガー探査から、基盤岩までは更に4～5mあると推定される。原岩は風化が激しく、その判定が困難であるが、粗粒の石英質砂岩と思われる。重鉱物の金含有量は6.91～14.19ppm、土壌では1.61～3.57ppmと高い値を示した。

トレンチNo.9 (延長10m)

このトレンチは、前期No.8の南東50mの位置にあり、追加土壌サンプル中にも金粒が認められた箇所である。

地表から約2mで基盤の千枚岩と砂岩に遭遇。石英脈は認められなかった。千枚岩の片理はN50W、35Sを示し、砂岩は粗粒、石英質である。

2m間隔で採取した重鉱物はAu:22.993～66.47ppm、土壌は1.96～2.6ppmと他のトレンチに比し、最も高い値を示した。

トレンチNo.10 (延長10m)

地区の中央南部で得られたAuの地化学異常を確認するためのトレンチである。本トレンチ南方の沢には、カオリン化千枚岩が露出している。

地表から約2.5mで千枚岩に逢着した。千枚岩は、N50E、50Nの単斜構造を示し、脈幅1

cm程度の石英脈が数条含まれている。弱いカオリン化も認められる。

石英脈のAuの分析結果は0.003ppm以下、千枚岩が0.013ppm、側壁土壌の最高含有量は0.182 ppmである。

トレンチNo.11 (延長3 m)

トレンチNo. 8のWSW50mの位置でバックホーによるトレンチを実施。この地点はオーガーによる土壌試料中に大粒の金粒(23.4mg)を確認したが、風化土壌が厚すぎて人力トレンチを断念した所である。

地表から4.0m掘下ったが基盤には到達できなかった。

土壌は浅所から深所に向かって黄褐色→赤褐色に変化している。岩片は見いだせなかった。分析品位は次のとおりで、下部に向うほど含有量が増加している。

Table II - 2 - 2 Assay Results of Samples in the Trench 11

Soil			Concentrate		
SampleNo.	Depth	Au	SampleNo.	Depth	Au
T111	0.20-3.20m	0.661ppm	T111c	0.20-1.20m	0.312ppm
			T112c	1.20-2.20	0.389
			T113c	2.20-3.20	4.542

トレンチNo.12 (延長5 m)

トレンチNo. 9のENE方向50m地点におけるトレンチで、バックホーによった。

トレンチは、地表から2m深まで黄褐色土壌(B層)、2m深付近から黄褐色千枚岩の岩片が多くなり、3mで基盤の黄褐色千枚岩に到達した(Fig II - 2 - 8)。

Auの含有量は、トレンチNo.11と同様、下部に向かって増加している。

Table II - 2 - 3 Assay Results of Samples in the Trench 12

Soil			Concentrate		
SampleNo.	Depth	Au	SampleNo.	Depth	Au
T121	0.20-4.00m	0.267ppm	T121c	0.20-1.20m	0.312ppm
			T122c	1.20-2.20	0.340
			T123c	2.20-3.20	0.576
			T124c	3.20-4.20	1.388
T122	0.20-3.70	0.361	T125c	0.20-1.20	0.196
			T126c	1.20-2.20	1.230
			T127c	2.20-3.40	2.321

基盤の千枚岩は、N-S, 50Eの走向傾斜を有する。石英脈は確認できなかった。
トレンチNo.13 (延長3m)

Table II - 2 - 4 Assay Results of Samples in the Trench 13

Soil			Concentrate		
SampleNo.	Depth	Au	SampleNo.	Depth	Au
T131	0.20-4.00m	1.179ppm	T131c	0.20-1.20m	9.932ppm
			T132c	1.20-2.20	4.432
			T133c	2.20-3.20	3.979
			T134c	3.20-4.20	4.089

地表より2.5m深までは黄褐色の土壌 (B層) が続き、以降、針鉄鉱の破片 (最大50×20×20cm) が多数発見された。本トレンチでは、バックホーの能力一杯の4.2mまで掘下げたが、基盤には到達しなかった。

2-3-2 考察

本区域中央部の石英脈が集中して認められゾーンで5箇所、Jong川中流の鉍化変質帯について2箇所、土壌地化学探査で金粒が認められた地点で6箇所、合計13箇所においてトレンチ調査 (延長113m) を実施した。

トレンチ箇所は、全部ゴム園またはオイルパーム園の中にあつて、海抜40~70mのなだらかな丘陵地帯であった。そのため、基盤岩までの風化土壌の厚さが2~5mに及び、13トレンチの内、4トレンチが基盤岩に達することができなかった。

中央部の石英脈ゾーンのトレンチでは、トレンチ側壁で1箇所金粒を認めたにとどまり、基盤岩中の石英脈もほとんど金含有を示さなかった。

鉍化変質帯のトレンチでは、基盤の千枚岩と片理に並行する石英脈を確認することができた。千枚岩は、カオリン化と黄鉄鉱染を強く受け、千枚岩全体の分析品位が採試幅: 1.5m, Au: 3.247ppm (トレンチNo.6) であった。今後、この変質帯の広がり確認が必要と思われる。

東部のMain Range花崗岩の境界付近で行った5箇所のトレンチにおいては、Au含有量が高く、側壁土壌試料で採試幅: 2~4m, Au: 0.3~3.6ppm, 重鉍物試料で採試幅: 2~4m, Au: 0.6~66.5ppmを示している。この異常帯は、ある程度まとまりを示し、Au含有量も地表から下部に向かって増加する傾向にあるので、Au鉍床賦存のポテンシャルは高いと考えられる。

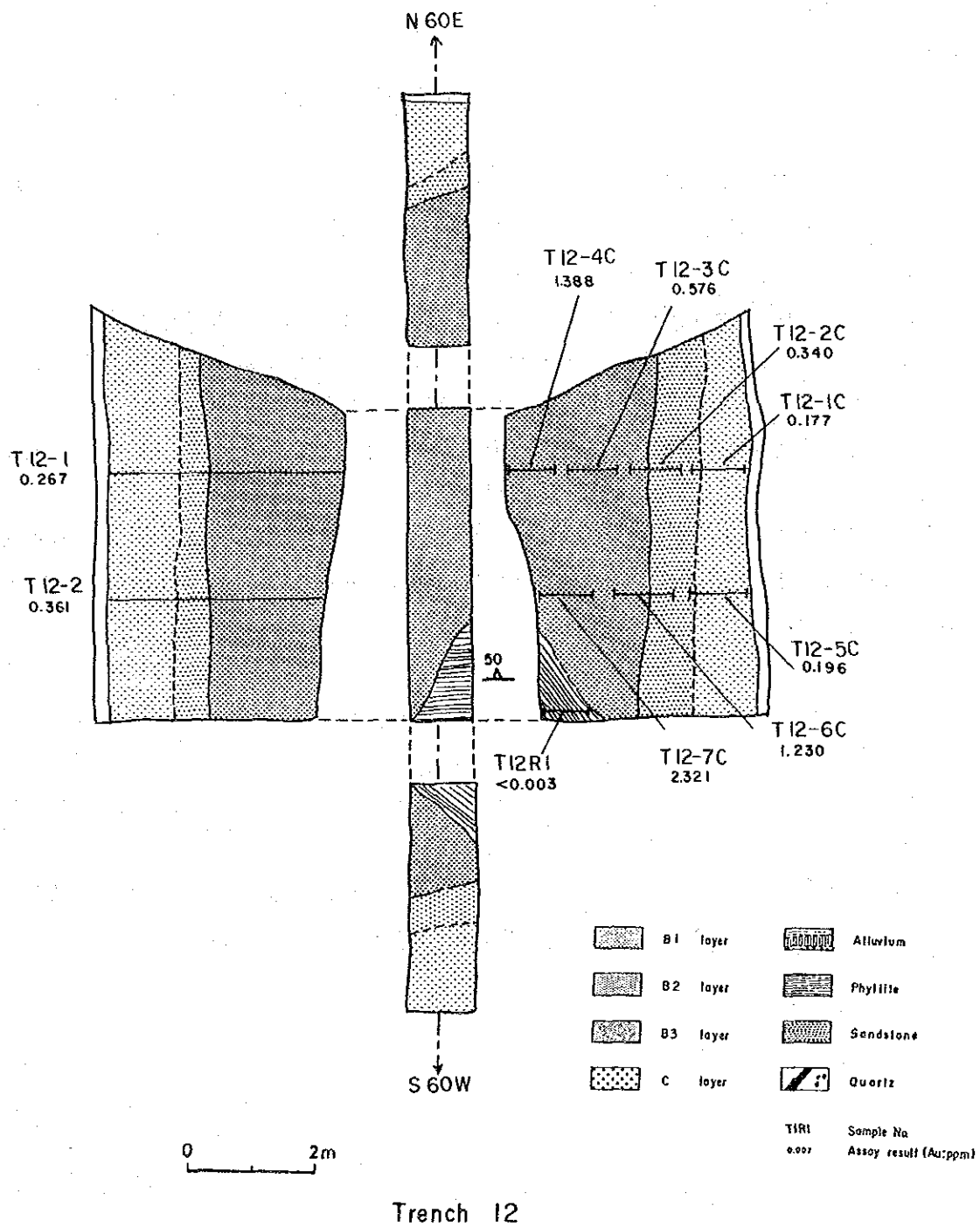


Fig. II - 2 - 8 Sketch map of trench 12 in the Area a-1

2-4 調査結果の総合検討

土壤による地化学探査の結果、本地区北東部に分布するMain Range花崗岩に近接して、千枚岩中に、顕著なAu-As異常帯が存在することが明らかになった。この異常帯は、 $0.6\text{km} \times 1.4\text{km} = 0.8\text{km}^2$ の広がりを持ち、Auの平均含有量は 0.410ppm 、最大 2.708ppm に達している。5箇所の特レンチ結果では、土壤中に $0.267 \sim 3.572\text{ppm}$ のAu量を含み、下部に向かって含有量が増加している。

この異常帯には、Zn, Sn, Wの異常も重複して現われているので、高温型の鉍化作用が及んでいると考えられる。

地表の露出状況が不良のため、鉍化作用と地質の関係は明らかでないが、異常帯が直線的な広がりを見せているので、花崗岩の境界に並行する地質構造線の潜在が予想され、これに沿って主としてAuの鉍化作用が行われたことが想像される。

本地区中央南部の千枚岩帯には、同じくAuの地化学異常帯（広さ： $0.6\text{km} \times 0.9\text{km} = 0.54\text{km}^2$ 、平均Au含有量： 0.139ppm 、最大： 0.902ppm ）が分布している。露出状況が悪くて、ホルンフェルス等貫入岩の存在を示唆するものを発見できなかったが、周辺の地質状況から、花崗岩の岩株が潜在する可能性がある。この異常帯の平均Au含有量と最大含有量は、ともに北東部の異常帯に比し、 $1/3$ であるので、鉍床賦存のポテンシャルは若干落ちると考えられる。

次に、第1年次河川堆積物調査によって判明した、本地区中央部のJong川北支流の多数の金粒については、その根源を求めため、流域（ $0.5\text{km} \times 0.6\text{km} = 0.30\text{km}^2$ ）全体の精密地質・地化学探査を行った。

パンニングによる支流の河川堆積物中の金粒は、上流に向かって急減するが、源流まで約 1km にわたって追跡できる。それにもかかわらず、石英脈露頭やオーガーによる土壤および特レンチ内の土壤中には、ほとんどAuが認められなかった。

この原因として、第1年次の採試地点がたまたま金の集積地点であったことや金のNugget効果（不均質性による品位のばらつき）が考えられる。

今年次、採取した $100\text{m} \times 50\text{m}$ グリッド試料96箇所と多数の石英脈が、ことごとく低品位であったことから、この支流の流域内に金鉍床の賦存する可能性は低いと考えられる。

第3章 a - 2 区域

3-1. 地質調査

3-1-1 地質

本区域は、古生代の Terolak層とこれを貫くMain Range花崗岩および第四紀層から成る(Fig II-3-1)。

Terolak層は、本区域の東側の丘陵地に分布している。本層は黒色千枚岩から成り、a-1区域の千枚岩と同様、N30W, 60Wの片理を示す。

第四紀層は沖積層で、南側のバス道路付近に分布している。同層は細粒の砂で構成される。

花崗岩は、調査区域の北西部の台地に分布している。転石から判断すると、この花崗岩は細粒且つ斑状組織を示し、岩株状をなすと考えられる。

顕著な地質構造線は存在しないと考えられる。

3-1-2 鉍化作用および変質作用

地表の露出が著しく悪く、本区域内で、鉍化作用や変質作用を認めることはできないが、a-1区域同様、千枚岩層中の含金石英脈と思われる。バス道路の北側を流れている小沢の河川堆積物中には、1 dulang (約5 l) 当り1~2粒の砂金が含まれている。また、本区域に東接する地区には、かつて砂錫を採掘した所があり、採掘跡の池ができています。

3-2. 地化学探査

3-2-1 探査・解析結果

各成分ごとの基本統計値、各成分間の相関係数およびE D A法によって得られた数値をTable II-3-1に示す。

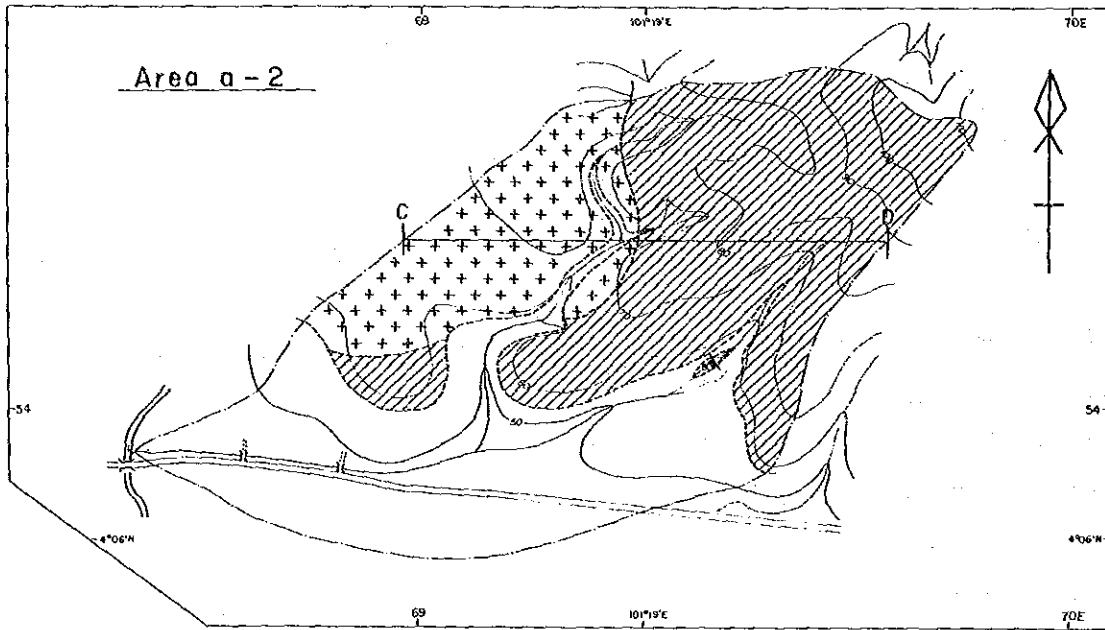
(1) 基本統計値および相関係数

全試料と沖積層除外試料の基本統計値を比較すると、平均値で前者が若干高い成分はSu, 低いのはZnおよび重鉍物中のAuで、他はほとんど同じ値を示している。

相関係数は、全試料においては、As-Cu : 0.560, Sn-Cu : 0.544, Sn-As : 0.538, およびAs-Au : 0.495, 沖積層除外試料においては、Au-As : 0.666, Su-W : 0.595, W-Pb : 0.588, W-Zn : 0.431 が比較的高い。このように、Au-Asを除いて両試料に共通して高い相関を示す成分がないのは、全試料が土壌と沖積層と云う全く性質の異なる試料が50%ずつ混在するためと思われる。

(2) E D A法による解析結果

全試料 0.05ppmの含有量を示すAgを除く7成分について、濃度分布図を作成した(Fig. II-3-2)。Au, Asおよび重鉍物中のAuについては、全試料と沖積層除外試料とに分けて検



LEGEND

- | | | |
|--------------------------|---|---------------------------------------|
| Quaternary Formation | | Clay, sand, gravel |
| Teralok Formation | | Phyllite |
| (Intrusive Rocks) | | |
| Main Range Granite | | Porphyritic granite |
| | | Dip and strike of schistosity |
| | | Geological boundary |
| | | Topographic contour (height in meter) |
| | | Survey area |
| A | B | Section A-B |
| C | D | Section C-D |

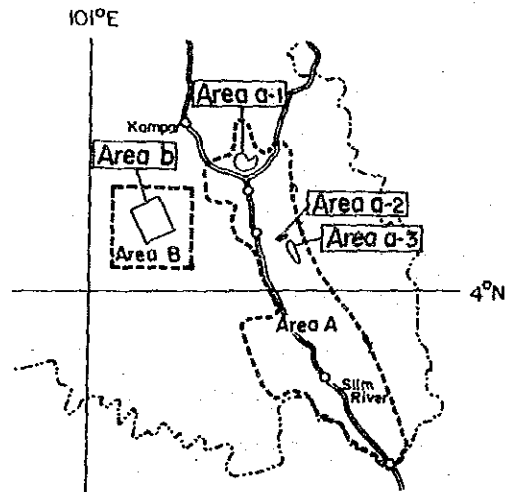


Fig. II - 3 - 1 Geological map of the Area a-2

(1) Maximum, minimum and mean values

(ppm)

element	All Samples (34)				Pgt, Egt (17)			
	Maximum	Minimum	Mean	S.D.	Maximum	Minimum	Mean	S.D.
Au	0.068	<0.003	0.005	0.582	0.068	<0.003	0.005	0.557
Ag	0.10	0.05	0.052	0.072	0.05	0.05	0.050	0.000
Pb	49	7	19.2	0.221	49	8	18.9	0.220
Zn	163	25	58.0	0.206	163	25	62.6	0.213
Cu	21	2	7.7	0.255	19	2	6.4	0.238
As	200	5	20.7	0.407	200	5	19.2	0.347
W	20	4	10.3	0.142	20	4	10.4	0.164
Sn	180	5	15.4	0.495	40	5	9.4	0.325
conc-Au	0.415	<0.003	0.007	0.861	0.415	<0.003	0.013	0.964

Pgt; Porphyritic granite Egt; Equigranular granite

(2) Correlation matrix

Soil samples except for alluvium samples

	Au	Ag	Pb	Zn	Cu	As	W	Sn	conc-Au
Au	1.000								
Ag	.001	1.000							
Pb	.250	-.002	1.000						
Zn	.071	-.002	.142	1.000					
Cu	.056	-.003	.240	.267	1.000				
As	.666	-.001	.432	.344	.175	1.000			
W	.176	-.001	.588	.431	.286	.343	1.000		
Sn	-.007	-.001	-.097	.308	-.078	.018	.595	1.000	
conc-Au	.255	.002	.175	-.158	.361	-.076	.202	.327	1.000

All soil samples

	Au	Ag	Pb	Zn	Cu	As	W	Sn	conc-Au
Au	1.000								
Ag	-.077	1.000							
Pb	.072	.220	1.000						
Zn	-.008	.150	.392	1.000					
Cu	.336	.124	.044	-.081	1.000				
As	.495	.209	.167	-.003	.560	1.000			
W	.184	.074	.366	.267	.212	.307	1.000		
Sn	.205	.238	-.111	-.203	.544	.538	.289	1.000	
conc-Au	.061	-.181	.035	-.066	.052	-.163	.158	-.086	1.000

(3) Result of EDA

Soil samples except for alluvium samples

(ppm)

	Au	Ag	Pb	Zn	Cu	As	W	Sn	conc-Au
MAXIMUM	0.068	0.05	49	163	19	200	20	40	0.415
U.FENCE	0.013		33	140	12.5	47.5	18	17.5	0.086
U.WHISKER	0.006		21	79	8	25	12	10	0.035
U.HINGE	0.006		21	79	8	25	12	10	0.035
MEDIAN	0.004		18	67	5	20	12	10	0.005
L.HINGE	0.001		13	38	5	10	8	5	0.001
L.WHISKER									
L.FENCE	-0.006		1	-23.5	0.5	-12.5	2	-2.5	-0.050
MINIMUM	<0.003	0.05	8	25	2	5	4	5	<0.003

All soil samples (ppm)

	Au	As	conc-Au
MAXIMUM	0.068	200	0.415
U.FENCE	0.019	60	0.041
U.WHISKER	0.009	30	0.035
U.HINGE	0.008	30	0.017
MEDIAN	0.004	15	0.004
L.HINGE	0.001	10	0.001
L.WHISKER	0.001	10	0.001
L.FENCE	-0.01	-20	-0.023
MINIMUM	<0.003	5	<0.003

(4) Result of factor analysis

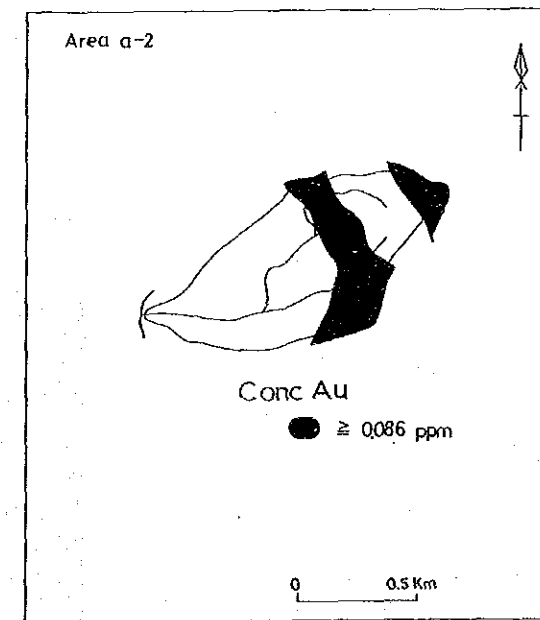
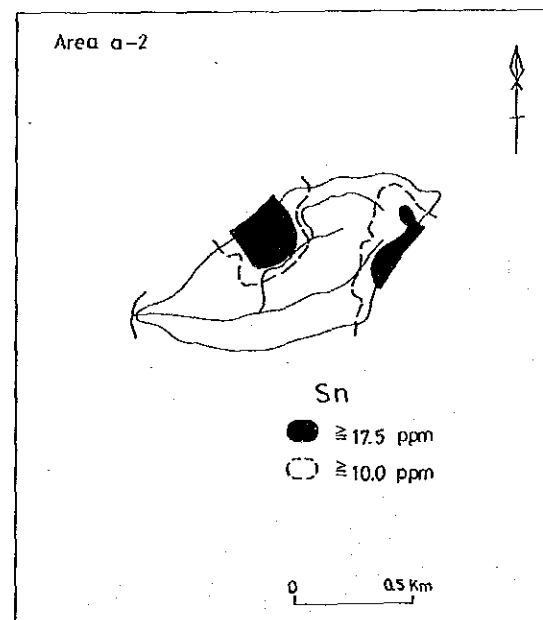
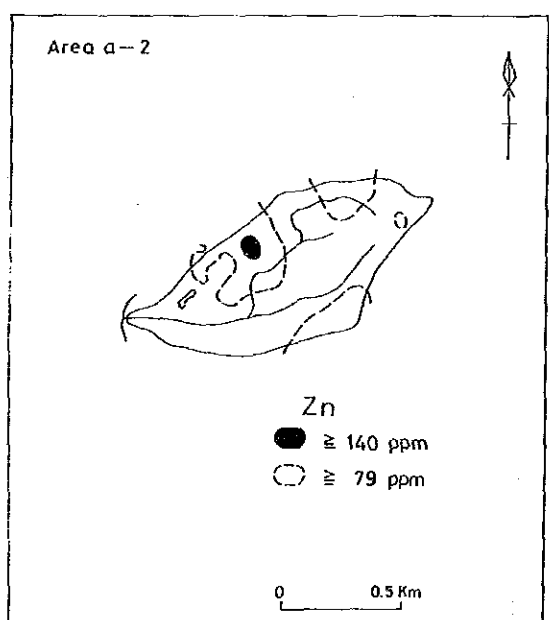
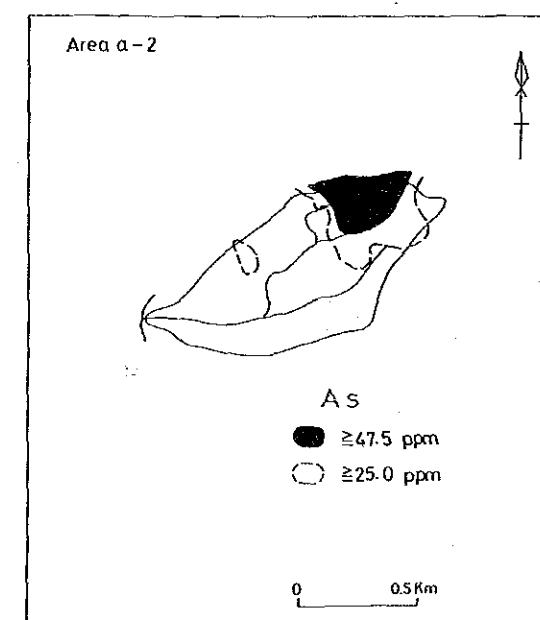
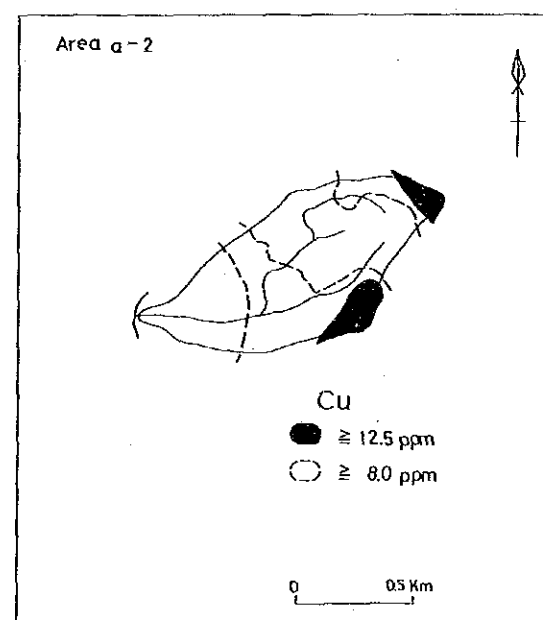
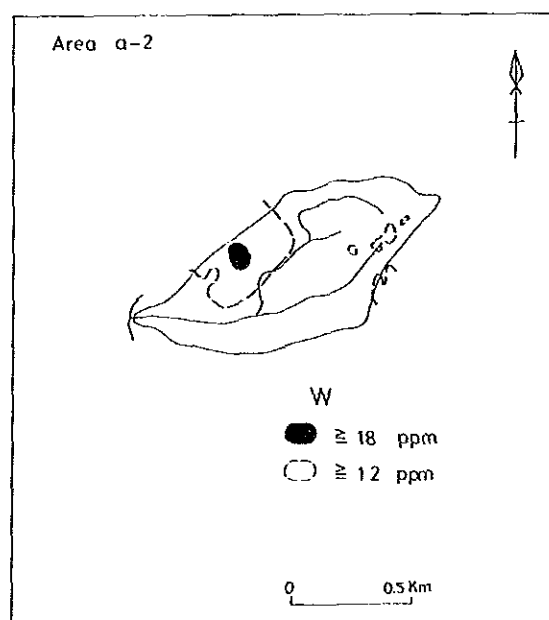
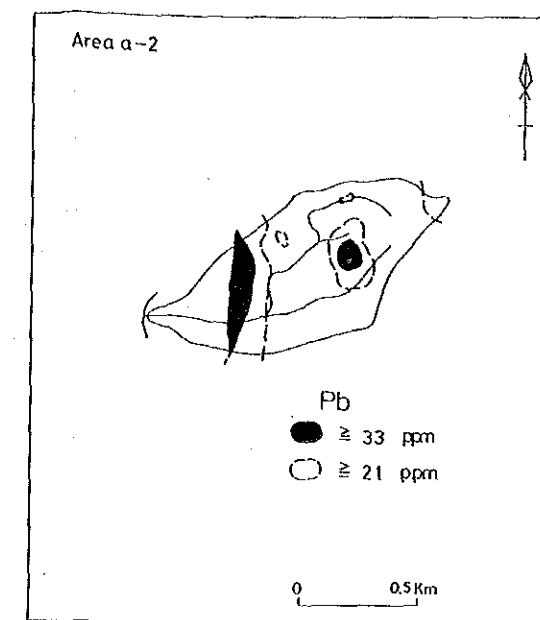
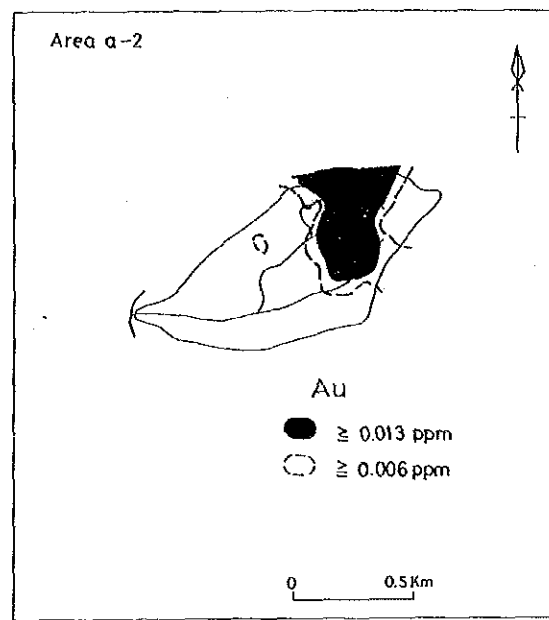
Factor loading and communality

	Factor 1	Factor 2	Factor 3	Communality
Au	-0.823	-0.017	-0.040	0.6795
Pb	-0.270	-0.061	-0.713	0.5849
Zn	-0.134	-0.481	-0.273	0.3234
Cu	-0.031	-0.063	-0.461	0.2178
As	-0.764	-0.141	-0.311	0.6998
W	-0.155	-0.668	-0.506	0.7263
Sn	0.038	-0.806	0.134	0.6689

Factor contribution (%)

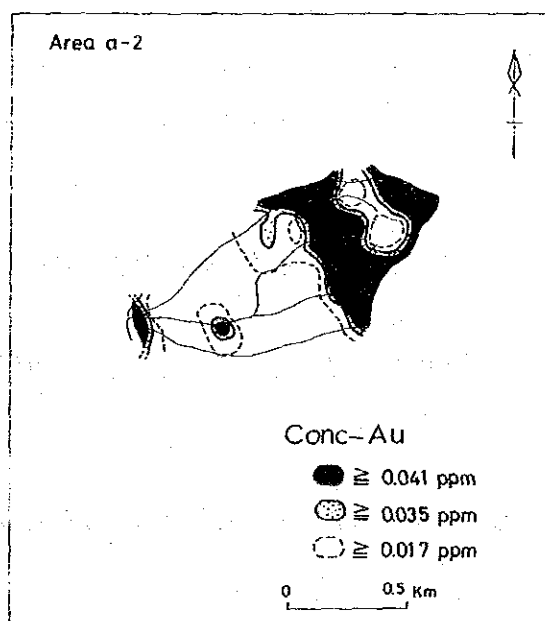
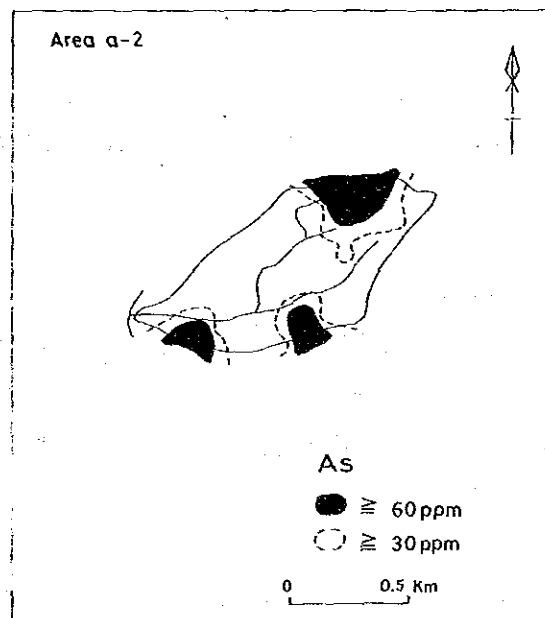
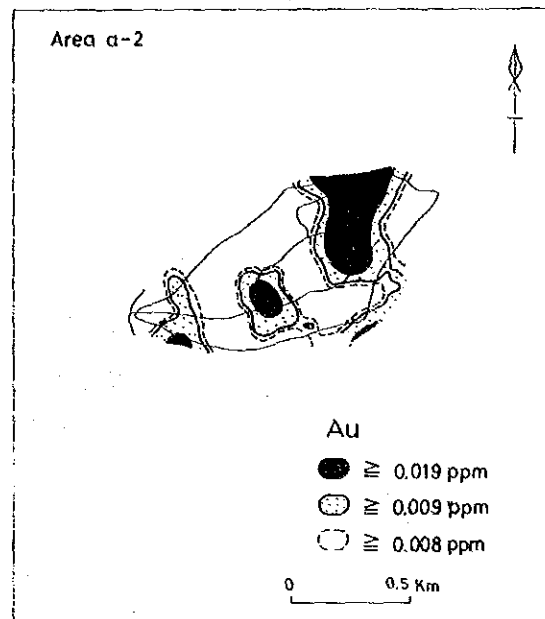
Factor 1	Factor 2	Factor 3
57.655	28.575	15.692

Table II - 3 - 1 Statistical values of each element in the Area a-2



(Soil samples except for alluvium samples)

Fig. II - 3 - 2 Distribution map of elements in soil samples (Area a-2) (1)



(All samples)

Fig. II-3-2 Distribution map of elements in soil samples (Area a-2) (2)

討を行った。

Au

① 土 壤 試 料

upper fence(0.013ppm)以上の異常帯は、沖積層除外試料の場合、Auの異常帯は、中央部に広く分布する。位置的には花崗岩と千枚岩の境界付近を占めている。全試料の場合、中央部の異常帯の外に、南東部や南西部にも現われているが、これらは沖積層中のAuの濃集を示すと考えられる。

② 重 鉍 物 試 料

upper fence 以上の異常帯が中央部に分布するのは、土壌試料の場合と同様であるが、異常帯はNW-S Eの方向に伸びる傾向がある。

As

upper fence 以上の異常値は、沖積層除外試料の場合、中央部に広く分布し、Auの異常帯と重複している。全試料についても、As異常帯は南東部や南西部にも分布し、Auの異常帯とよく一致している。

他成分

各元素ごとの異常値分布域を重ね合せてみると、下記のような特徴が認められる。

a-2 区域中央部に、Au, Asの異常帯が重複して広く分布するが、この異常帯には一部Pbの異常帯も包含されている。Snの異常帯は、Au, As異常帯の南東部と南西部に、Cuの異常帯は、北東部と南部にAu, As異常帯をとり囲むように分布している。南西部のSn異常帯には、一部でZn, W の異常が重複している。

(3) 多変量解析結果

沖積層除外試料(17箇)について因子分析を行った結果、Table II-3-1に示す3つの因子が抽出された。

第1因子と第2因子の寄与率は、それぞれ57.7%、28.6%であり、この2つの因子の累積寄与率は86%に達している。ここでは第1因子と第2因子を取り上げて検討する(Fig. II-3-3)。

第1因子 (Au-As)

第1因子は、Snを除きいずれも負の値を示す。負の大きい値をとるものはAu, Asであり、Auの鉍化作用を反映していると考えられる。

第1因子の高得点域は、区域の北東部で得られ、花崗岩体の東側の千枚岩中においてN-S方向に伸びている。

第2因子 (W-Sn-Zn)

第2因子も、全成分とも負の値を示す。負の大きい値をとるものはW, Sn, (Zn)であり、

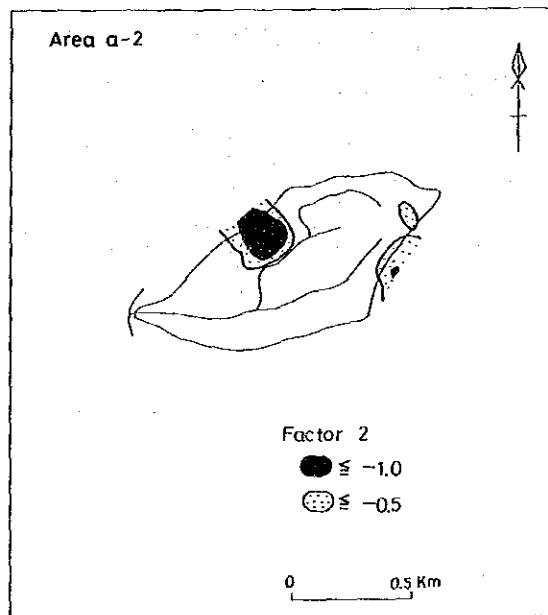
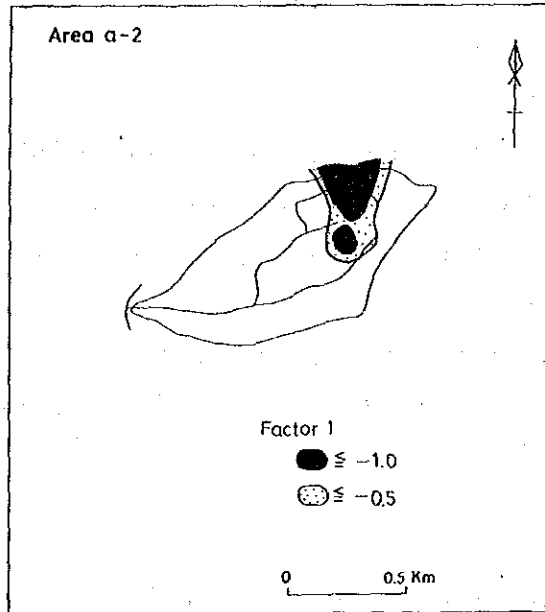


Fig. II - 3 - 3 Factor analysis map in the Area a-2

主として、Sn, W の鉍化作用を反映していると考えられる。因子得点図に示すように、高得点域は東部の千枚岩中および北西部の花崗岩中に分布し、単変量解析のSnの異常域と全く同じ位置を占めている。

3-2-2 考察

本区域については、試料数が17箇と僅少であるため、地化学データを統計処理するためには若干問題があると思われる。しかしながら、傾向としては、岩株状花崗岩をとり囲むように、花崗岩の東側の千枚岩中にAu-Asの地化学異常があり、その周辺にCu, Zn, Sn, W の異常帯が分布している。

この花崗岩は、Main Range花崗岩から2 km離れた位置にあって、その間に、4つの操業中の錫鉍山と幾つかの砂錫鉍床が知られているが、今回の地化学異常はこれらと一連の鉍化作用によるものと考えられる。

3-3 調査結果の総合検討

本区域の地質・地化学調査によって、花崗岩の貫入が確認され、花崗岩の東側の千枚岩中にAu-Asの顕著な地化学異常帯が捕捉された。

Auの異常帯は、 $0.3\text{km} \times 0.5\text{km} = 0.15\text{km}^2$ の広がりを持ち、平均含有量：0.039ppm、最大含有量：0.068ppmである。これらの含有量はa-1地区に比較すると、それぞれ1/11, 1/40 に相当する値である。

地表の岩石の露出状況が悪く、異常帯と地質との関係を明らかにすることができなかった。

昨年次に、本地区の南西部の小川で大粒の金粒（約100mg）を発見し、その源を探するため、全流域から土壌を採取して分析を行ったが、結果的には、Au含有量の高い地化学異常は検出できなかった。従って、花崗岩の貫入があって、その周辺にAuの地化学異常帯を伴っていると云う地質条件は揃っているが、含有量の点から鉍化作用は弱いと判断される。

第4章 a - 3 区域

4-1 地質調査

4-1-1 地質

本区域は、ほとんど全域にわたって、古生代の Terolak層が分布している。本層は黒色千枚岩またはシルト質千枚岩から成り、N20W、50~80Wの片理を示す(Fig. II-4-1)。

第四紀層は鉍山の廃滓で、Chebor川の中流から下流にかけて細長く堆積している。

本区域内には花崗岩は分布せず、Main Range花崗岩との境界は約1km東方にある。

Chebor川が直線的に伸びていることやChebor川を挟んで地形の急峻度が異なること等から、Chebor川は構造谷と考えられる。

4-1-2 鉍化作用および変質作用

今年次の調査によりChebor川中流で、山錫を採掘したと思われる旧鉍山を確認した。採鉍跡は、幅50~150m、長さ400mにわたって山腹を切り割っており、高さ20mの壁が両側にそびえている(Fig. II-4-2)。

この鉍山は、1940年頃、錫を対象として稼行されたが、金も副産物として採取された模様である。

現在、側壁にわずかの絹雲母化帯と不毛の石英脈(脈幅3~10cm)が数条残っているだけである。残存石英脈のAuの分析品位は、検出限界以下(<0.003ppm)であった。

また、全域にわたって千枚岩中に、脈幅1~10cmの石英脈が片理に沿ってよく認められるが、ほとんど不毛である(Fig. II-4-3)。

4-2 地化学探査

4-2-1 探査・解析結果

各成分ごとの基本統計値、各成分間の相関係数およびEDA法による数値をTable II-4-1に示す。

(1) 基本統計値および相関係数

全試料と沖積層除外試料の基本統計値を比較すると、沖積層試料数が全試料数の12%に過ぎなかったため、各成分ともほとんど類似した値を示している。

相関係数については、沖積層除外試料で、土壌中のAu-重鉍物中のAu: 0.435, Sn-As: 0.353, Cu-Pb: 0.330, Au-Pb: 0.322, 全試料で、Cu-Pb: 0.507, Au-Cu: 0.498, Au-Pb: 0.421, Pb-Zn: 0.414, Cu-As: 0.391 が比較的高い値を示している。

a-1, a-2区域では、Au-Asが比較的高い相関をもつのに対し、a-3区域ではほとんど関係がなく、逆に相関係数が非常に低かったCu-Pbがa-3区域では高い値を示してい

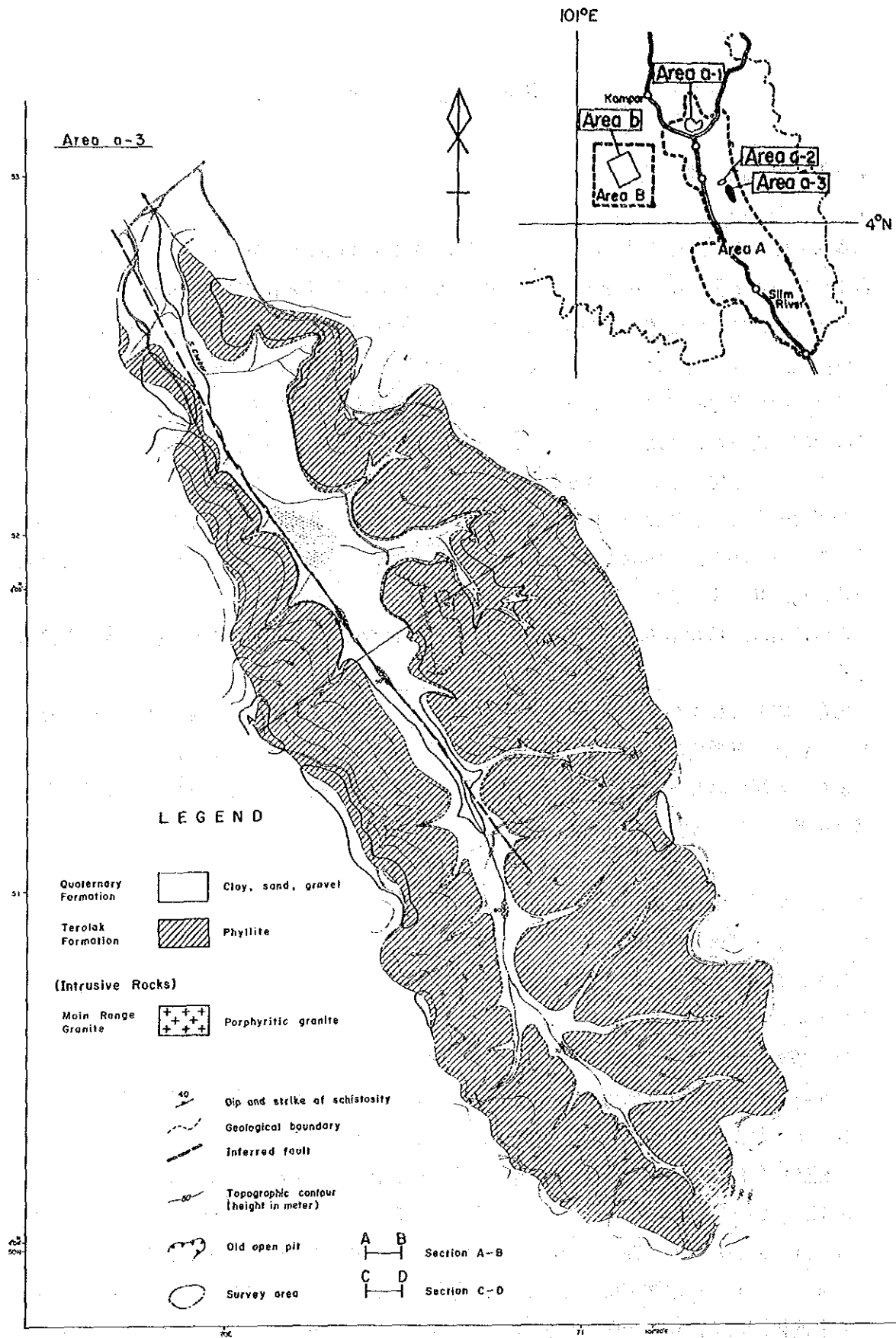


Fig. II - 4 - 1 Geological map of the Area a-3

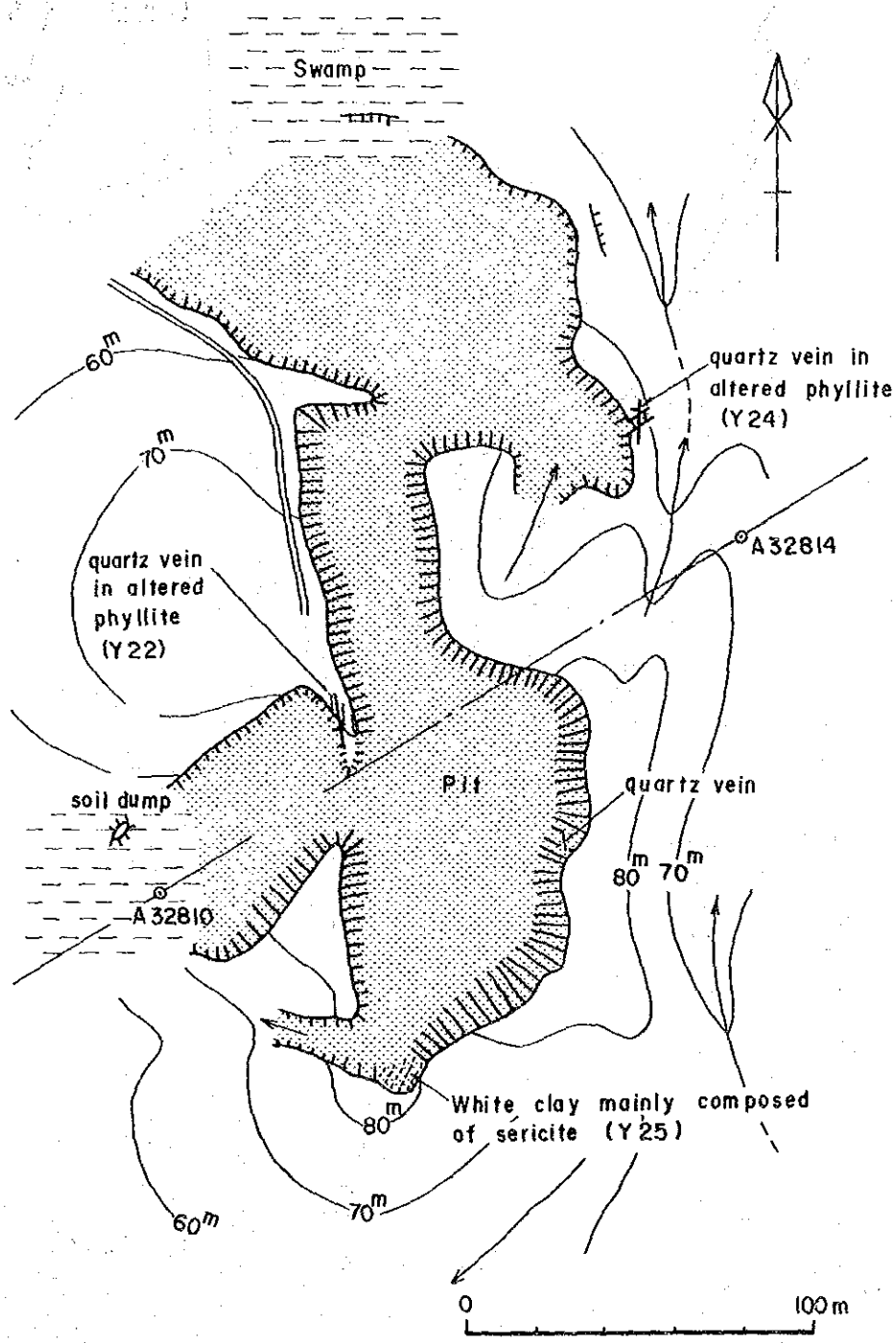


Fig. II - 4 - 2 Sketch map of old open-pit

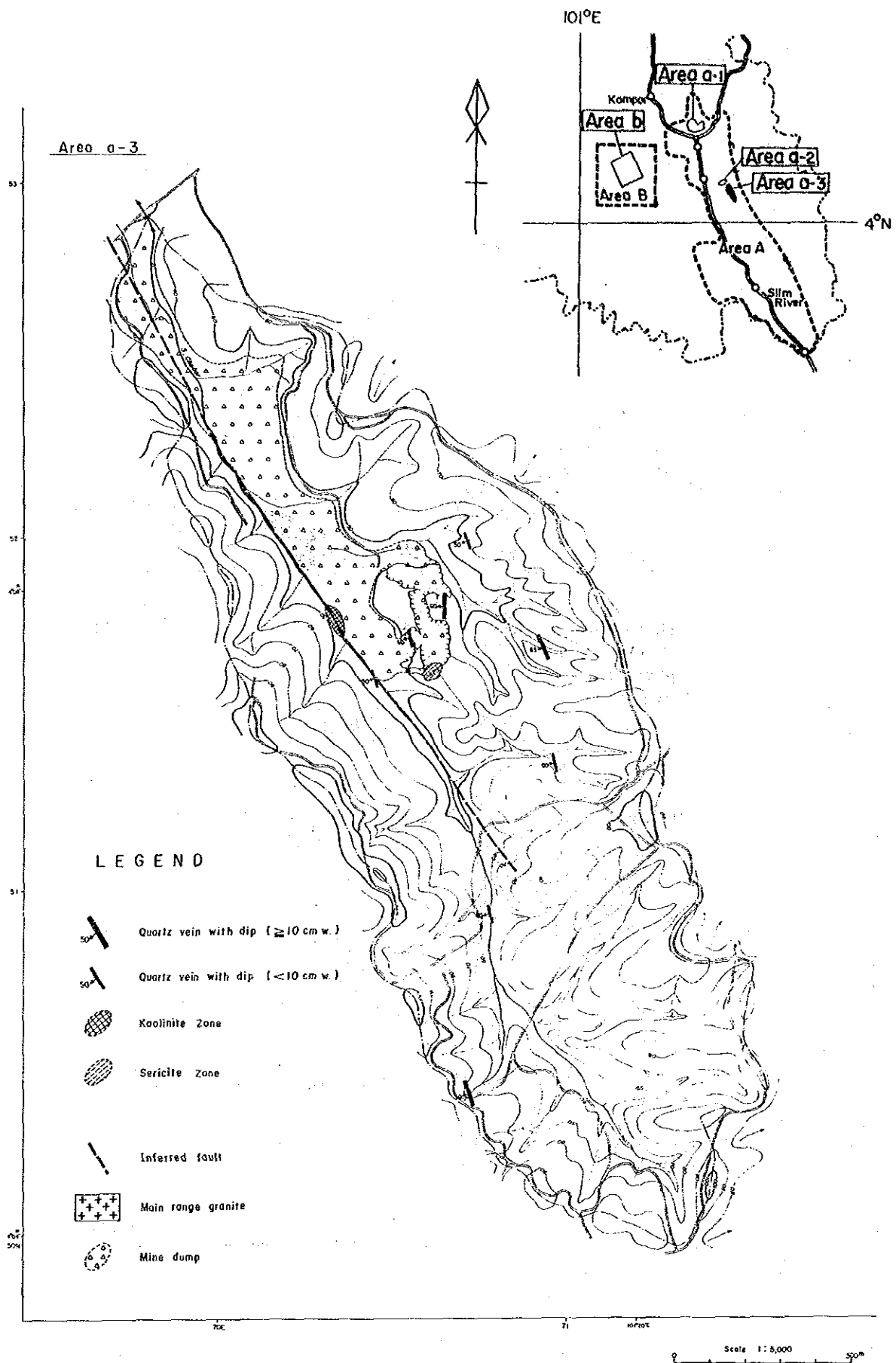


Fig. II - 4 - 3 Distribution map of the quartz veins and alteration zones in the Area a-3

(1) Maximum, minimum and mean values

(ppm)

element	All Samples (132)				Phy (116)			
	Maximum	Minimum	Mean	S.D.	Maximum	Minimum	Mean	S.D.
Au	0.339	<0.003	0.007	0.663	0.339	<0.003	0.006	0.642
Ag	0.10	0.05	0.051	0.045	0.10	0.05	0.051	0.048
Pb	43	3	9.4	0.172	43	4	9.6	0.161
Zn	412	16	47.8	0.225	412	16	48.8	0.227
Cu	49	1	5.4	0.440	49	1	5.5	0.451
As	200	5	17.1	0.319	200	5	18.1	0.331
W	16	4	8.1	0.057	16	4	8.1	0.051
Sn	510	5	6.5	0.236	510	5	6.6	0.247
conc-Au	64.490	<0.003	0.036	1.389	64.490	<0.003	0.027	1.380

Phy; Phyllite

(2) Correlation matrix

Soil samples except for alluvium samples

	Au	Ag	Pb	Zn	Cu	As	W	Sn	conc-Au
Au	1.000								
Ag	-.122	1.000							
Pb	.322	-.084	1.000						
Zn	.037	.042	.069	1.000					
Cu	.061	.058	.330	.017	1.000				
As	-.022	.017	.190	-.321	-.109	1.000			
W	.115	.169	.266	-.043	.059	.134	1.000		
Sn	.134	-.078	.017	-.035	-.131	.353	.078	1.000	
conc-Au	.435	-.146	.221	-.116	.132	-.024	.068	.029	1.000

All soil samples

	Au	Ag	Pb	Zn	Cu	As	W	Sn	conc-Au
Au	1.000								
Ag	-.119	1.000							
Pb	.309	-.065	1.000						
Zn	.042	.046	.133	1.000					
Cu	.097	.060	.350	.012	1.000				
As	-.045	.028	.197	-.278	-.077	1.000			
W	.072	.146	.263	-.039	.032	.119	1.000		
Sn	.099	-.073	.042	-.042	-.115	.346	.074	1.000	
conc-Au	.451	-.150	.186	-.081	.114	-.074	.065	-.007	1.000

(3) Result of EDA

Soil samples except for alluvium samples

(ppm)

	Au	Ag	Pb	Zn	Cu	As	W	Sn	conc-Au
MAXIMUM	0.339	0.10	43	412	49	200	16	510	64.490
U. FENCE	0.036		19.5	105.5	23	35	8	17.5	0.501
U. WHISKER	0.021		12	66	15	25	8	10	0.651
U. HINGE	0.015		12	62	11	20	8	10	0.201
MEDIAN	0.006		10	52.5	4	15	8	5	0.008
L. HINGE	0.001		7	33	3	10	8	5	0.001
L. WHISKER	0.001		7	27	2	10	8	5	0.001
L. FENCE	-0.020		-0.5	-10.5	-9	-5	8	-2.5	-0.299
MINIMUM	<0.001	0.005	4	16	1	5	4	5	<0.003

All soil samples

(ppm)

	Au	As	As	conc-Au
MAXIMUM	0.339	43	200	64.490
U. FENCE	0.041	17	35	0.949
U. WHISKER	0.022	12	25	0.657
U. HINGE	0.017	11	20	0.380
MEDIAN	0.006	9	15	0.018
L. HINGE	0.001	7	10	0.001
L. WHISKER	0.001	7	10	0.001
L. FENCE	-0.023	1	-5	-0.568
MINIMUM	<0.003	3	5	<0.003

(4) Result of factor analysis

Factor loading and communality

	Factor 1	Factor 2	Factor 3	Factor 4	Communality
Au	0.485	-0.127	0.174	-0.174	0.3210
Ag	-0.092	-0.024	-0.078	0.433	0.2028
Pb	0.648	0.057	-0.016	0.061	0.4268
Zn	0.059	-0.568	-0.022	0.036	0.3280
Cu	0.401	0.029	-0.395	0.078	0.3236
As	0.115	0.506	0.382	0.112	0.4279
W	0.312	0.068	0.121	0.403	0.2793
Sn	0.096	0.135	0.569	-0.032	0.3522

Factor contribution (%)

Factor 1	Factor 2	Factor 3	Factor 4
41.658	34.907	18.940	13.031

Table II - 4 - 1 Statistical values of each element in the Area a-3

る。

(2) EDA法による解析結果

Au, Pb, As および重鉍物中のAuについては、全試料と沖積層除外試料に分けて解析し、他成分については、沖積層除外試料について解析を行った(Fig. II-4-4)。

Au

① 沖積層除外試料

Auは、最小値： $<0.003\text{ppm}$ 、最大値： 0.339ppm の広がりをもつ。試料の80%が 0.024ppm 以下であり、boxplotは低濃度側に押し詰められている。Auの最大値 0.339ppm はa-1区域の最大値の 2.708ppm に比べ、かなり低い値である。

濃度分布図は、upper fence (0.036ppm)、upper whisker (0.021ppm)、upper hinge (0.015ppm)の3段階に区分して表示してある。

upper fence以上の異常帯は、Chebor川の両岸に幅広く現われている。異常域はいずれもNW-S E方向に伸びる傾向にあり、旧鉍山跡にも小規模ながらAu異常が得られた。

沖積層を含む全試料でも、Au異常は全く同様な分布パターンを示している。

② 沖積層除外重鉍物試料

最小値： $<0.003\text{ppm}$ 、最大値： 64.49ppm 。

upper fence(0.501ppm)以上の異常値はChebor川沿いの幅広く分布し、NW-S E方向に連続している。分布の状況は上述の①の場合に類似している。

Pb

Pbは最大値： 4ppm 、最小値： 43ppm の広がりを持ち、boxplotは、比較的幅をもっている。

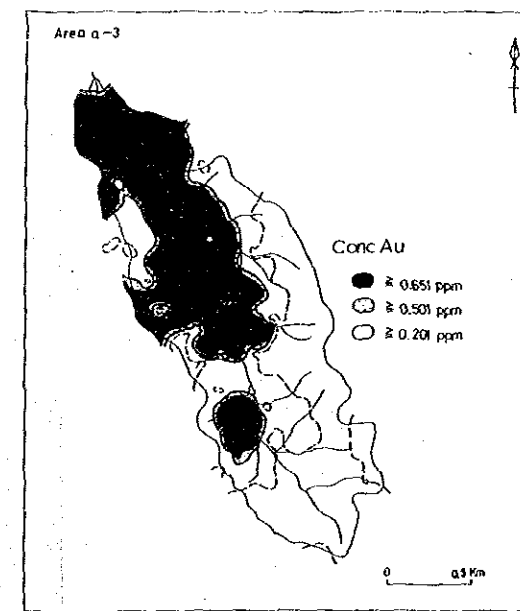
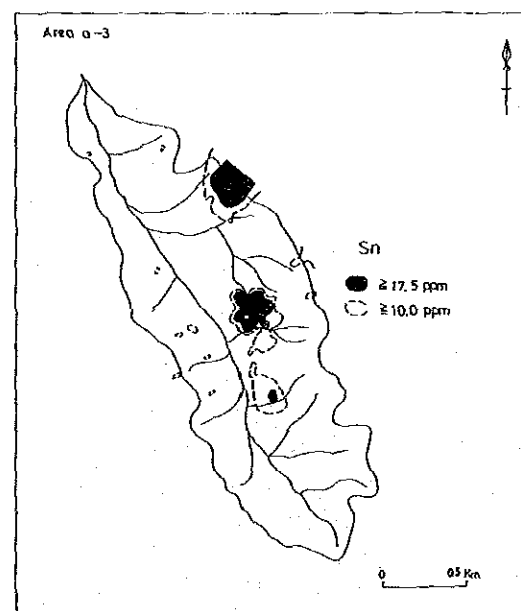
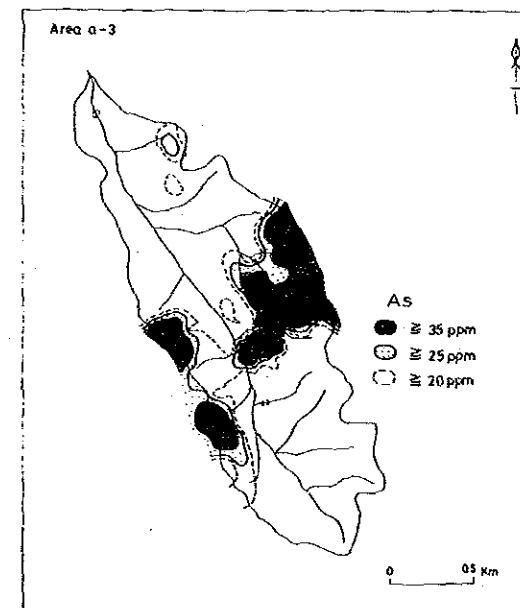
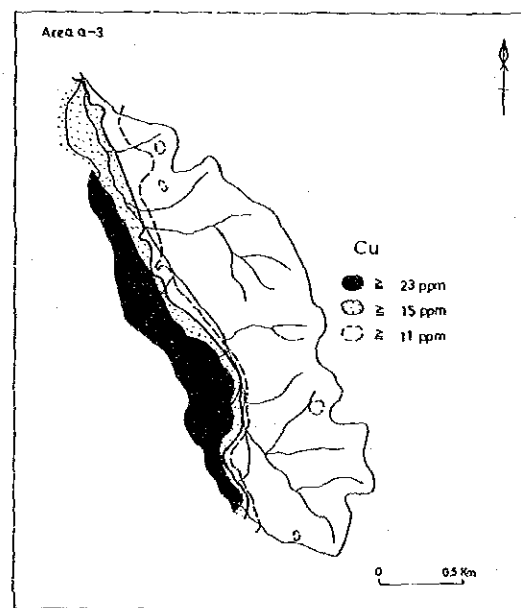
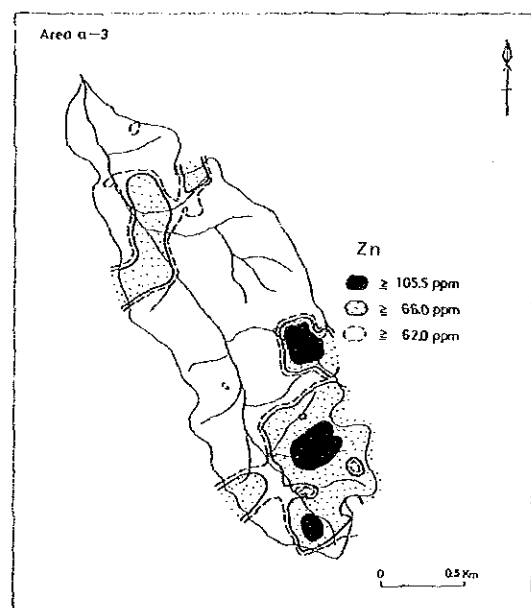
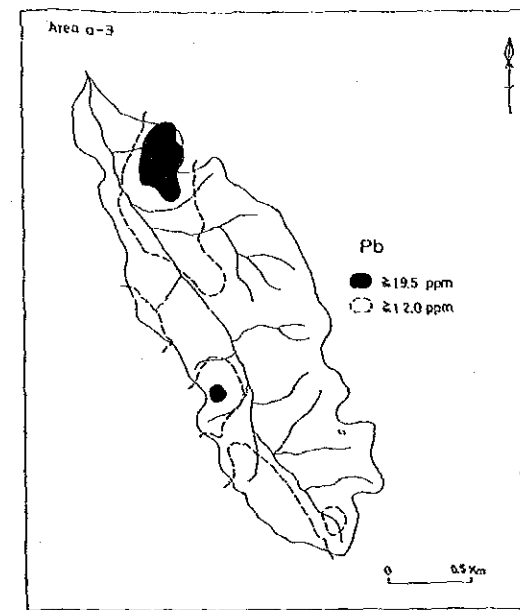
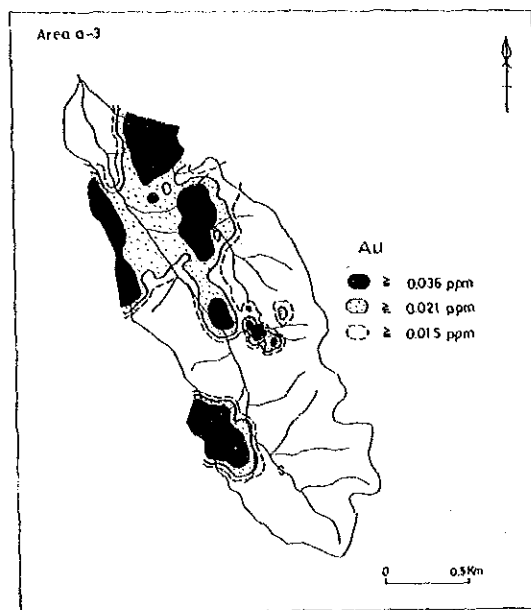
濃度分布図は、upper fence (19.5ppm)、upper whisker (12ppm)、lower hinge (7ppm)の値で区分し表示した。upper fence 以上の異常域は、Chebor川下流と中央部に位置している。

全試料についてPbの異常域も同様なパターンを示し、Chebor川下流の外、中央部の西側山腹に3箇所分布している。

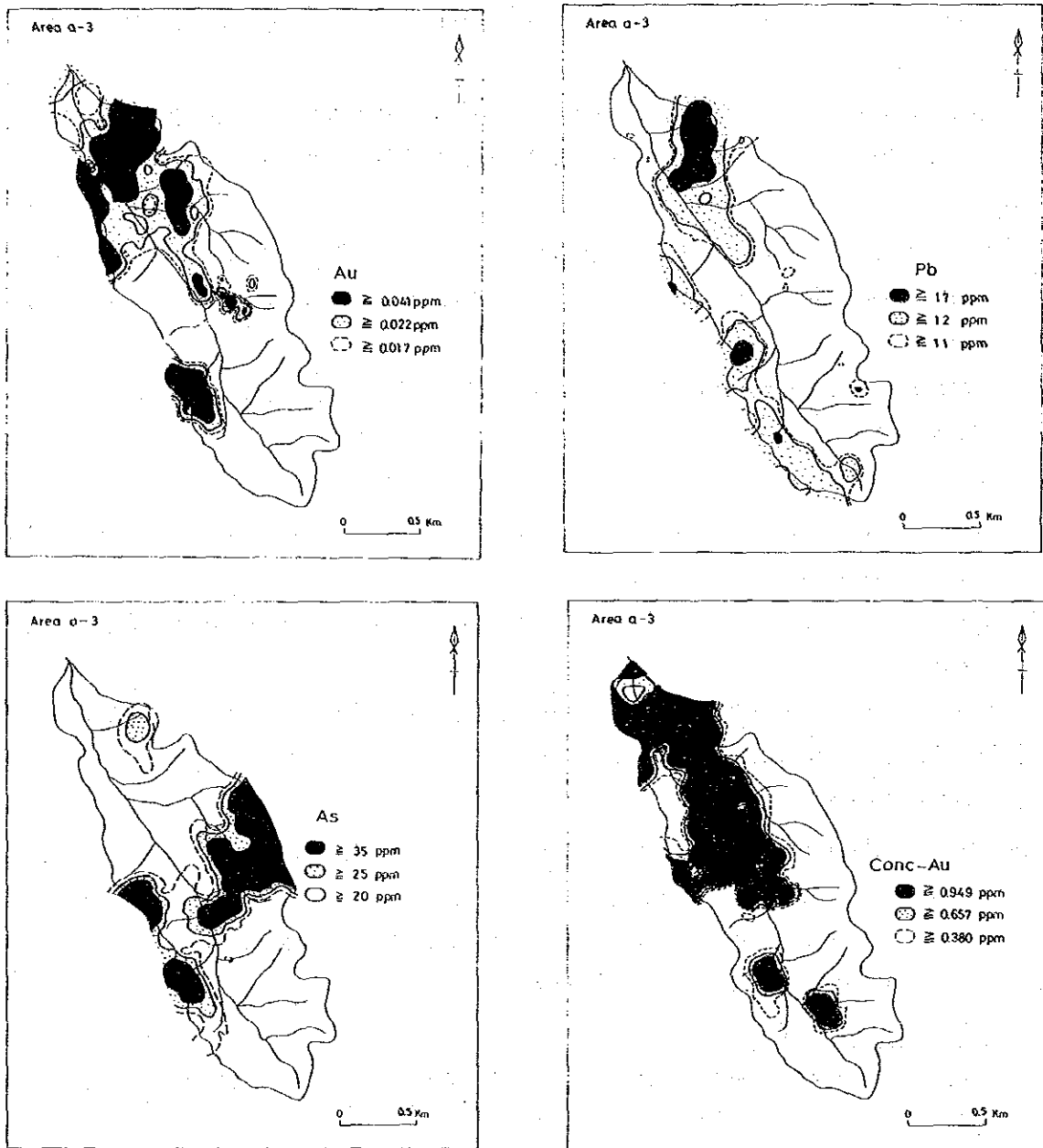
Zn

Znは、最小値： 16ppm 、最大値： 412ppm の広がりをもつ。濃度分布図は、upper fence： 105.5ppm 、upper whisker： 66ppm 、upper hinge： 62ppm 、lower hinge： 33ppm で区分、表示した。

upper fence 以上の異常域は、中央部から南部にかけて点在している。他成分と異なり、Znの濃度分布は、NW-S E方向よりも、NE-S W方向に伸びる傾向を示している。



(Soil samples except for alluvium samples) (All samples)
 Fig. II - 4 - 4 Distribution map of elements in soil samples (Area a-3) (1)



(All samples)

Fig. II-4-4 Distribution map of elements in soil samples (Area a-3) (2)

Cu

Cuは、最小値：1ppm、最大値：49ppmの広がりをもつ。濃度分布図は、upper fence (23ppm)、upper whisker(15ppm)、upper hinge(11ppm)、lower hinge(3ppm)の値で区分、表示してある。

upper fence 以上の異常域は、Chebor川の西側斜面だけでNW-S E方向に幅広く分布している。地形や濃度分布の状況から、Chebor川は構造谷と考えられる。

As

Asは、最小値：5ppm、最大値：200ppmの広がりをもつ。濃度分布図は、upper fence (35ppm)、upper whisker(25ppm)、upper hinge(20ppm)、lower hinge(10ppm)の値で区分し、表示した。

upper fence 以上を異常値とすると、異常域は中央部に広く分布し、NE-SW方向に伸びる傾向にある。

Sn

Snは、最小値：5ppm、最大値：510ppmの広がりをもつ。分析値の98%が38.667ppm以下を示し、boxplotは低濃度側に押し詰められている。

濃度分布図は、upper fence(17.5ppm)、upper hinge(10ppm)、lower hinge (5ppm)で区分、表示した。

upper fence 以上の異常域は、中央部の旧鉱山跡の南延長線上に1箇所、北東部にも1箇所分布する。いずれも露出がないので、地質との関連はつかめなかった。

(3) 多変量解析結果

沖積層除外試料 116個について因子分析を行った。この結果、Table II-4-1に示すような4つの因子が抽出された。第1、第2、第3の各因子の寄与率は、それぞれ、41.6%、34.9%、18.9%であり、これらの3因子の寄与率は95%に達している。従って、ここでは、第1から第3までの因子を取り上げて検討する。

第1因子 (Pb-Au-(Cu))

第1因子として大きい値を示すものは、Pb、Au、Cuであり、これらの鉱化作用を反映していると考えられる。

第1因子の得点分布図は Fig. II-4-5に示す。

高得点域は、a-3区域の西側の千枚岩帯中に限られている。

単変量解析のAuとCuの異常分布図と比較してみると、第1因子得点図は、両成分の異常を複合したような形を示している。高得点の伸びの方向はChebor川と平行で、NNW-SSE系である。

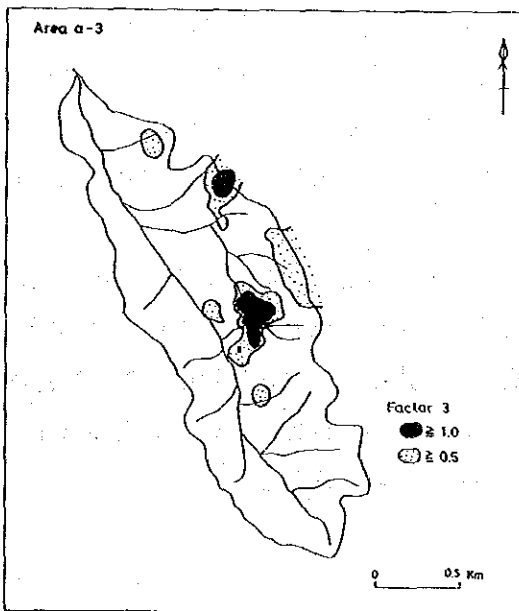
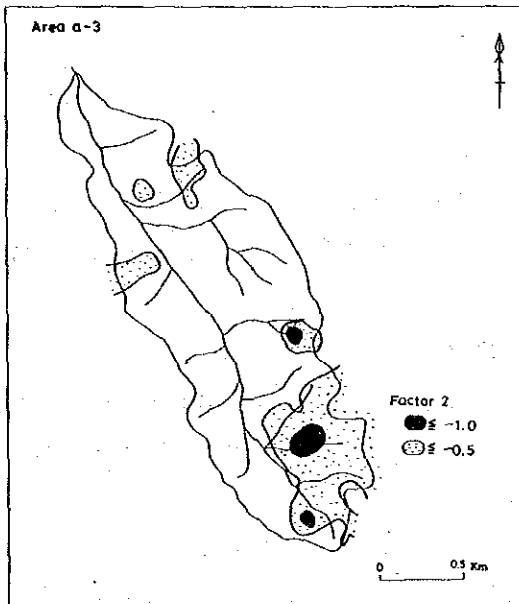
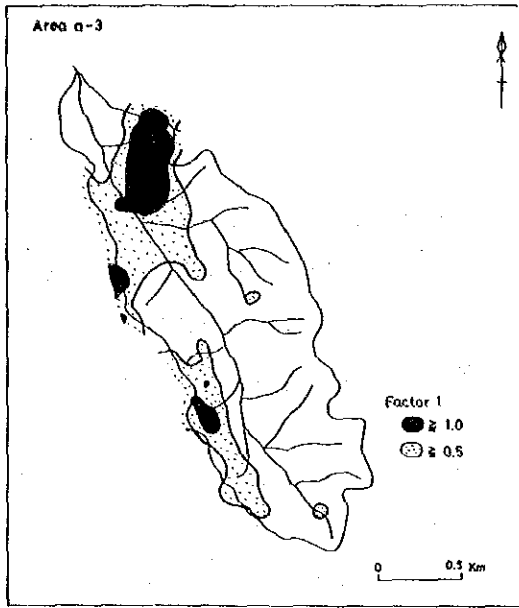


Fig. II - 4 - 5 Factor analysis map in the Area a-3

第2因子 (Zn, As)

第2因子の内、Asの正の大きな値をとり、Znは負の大きな値を示す。

第2因子得点図は、負の大きさ値を高因子得点としてその分布を示してある。単変量分析のZnの異常分布図と比較してみると、両者は全く一致している。

岩石の露出状況が非常に悪いので、この因子と地質との関係は明らかでない。

第3因子 (Sn, (As), (Cu))

第3因子の内、正の大きさ値をとるものはSn, (As)であり、負の値ではCuである。

第3因子得点図は、正の大きい値を高因子得点として、その分布を示したものである。高因子得点域は、地区の中央部と北部に小範囲に分布している。単変量解析のSnの異常分布図と比較すると、両者はよく一致している。

4-2-2 考察

本地区で得られる地化学異常帯は、各成分ともNNW-SSE方向に伸びる傾向を有している。この方向は断層谷と考えられるChebor川の方角であるとともに、千枚岩の片理の方角とも一致している。この地区内または周辺には、花崗岩の露出は認められないが、Chebor川断層帯に花崗岩の貫入があり、Au, Sn, Asの鉱化作用が行なわれた可能性がある。

4-3 調査結果の総合検討

Main Range花崗岩と千枚岩の境界付近には、錫鉱床が期待され、Bidor川では4鉱山が稼行中である。鉱床は、千枚岩の片理に平行する錫石-石英脈（レンズ状）と、これに直行する錫石-電気石-石英脈である。

本a-3区域は、Main Range花崗岩の西方1kmに位置し、全域千枚岩で構成されている。今回の調査で旧採掘跡が確認されたが、鉱床は同タイプと思われる。

土壌の地化学探査によれば、中央を流れるChebor川の東側には、旧採掘跡を含むNNW-SSE方向のAuの異常帯が分布し、その更に東側にSnの異常が点在している。Auの異常帯は、Chebor川の西側の分水嶺近くにも広がっており、Chebor川沿いの第四紀層がもしなければ、東西の異常帯は1つにまとまる可能性がある。Cuの異常帯はChebor川の西側だけに分布し、東側には分布しない。

Chebor川が直線状であること、地形の急峻度がChebor川の東部と西部で異なること、Cuの異常帯がChebor川の西側だけに限られ、異常帯の境界が川に平行して直線的に伸びていること等から、Chebor川は構造線谷と考えられ、鉱化作用は、この構造線に沿って行われたことが想像される。本区域内のAu鉱床賦存の可能性は、地化学異常値（平均含有量0.095ppmおよび最大値0.135ppm）が低いので、小さいと考えられる。

第Ⅲ部 B 地 区

第1章 b区域の調査概要

1-1 概要

Tapah および Teluk Intan地区に広がる第四紀層の調査は、1982年よりGSMが実施中で、浅掘試錐175孔、深掘試錐22孔が錐進されている。

各孔とも、浅海～河口堆積物と考えられる、粘土、シルト、砂、礫およびピートで構成される。この内、Teluk Intan東北のLabu Kubung地区においては、深さ70～80mの古生代の基盤岩直上または接近した砂・礫層中に、砂錫鉱が濃集している。

GSMの資料によると、錫の濃集部には6孔が着鉱しており、その範囲は $3 \times 8 \text{ km}^2$ 、厚さ1.5～6.0m、 $\text{SnO}_2 : 0.24 \sim 1.29 \text{ kg/m}^3$ の含有量を示している。

鉱層の厚さは、基盤岩の地形に支配されていると考えられたので、第2年次は、最も期待がもてる 30 km^2 の地域について、精密重力調査を行って、基盤までの深度を推定した。また同時に3本のボーリングを実施して、推定値と適合性を検証した。

1-2 調査目的

第四紀層中の砂錫鉱床の分布を規制する基盤岩の起伏状況を把握することを目的として、精密重力探査を実施する。また同時にボーリング調査を行って、砂錫（および粘土層）の賦存状況を明らかにし、重力探査結果とボーリング調査結果の適合性を検討する。

1-3 調査内容

第2年次に本区域で実施した調査の内容はTable III-1-1のとおりである。

Table III-1-1 Amount of survey in the Area b

Method	Amount	
Geophysical survey (Gravimetric)	Survey area	30km ²
	Measuring points	860points
Drilling	Total drilling length	237.3 m
	MJMP-1	98.0 m
	MJMP-2	76.5 m
	MJMP-3	62.8 m

第2章 物理探査（重力法）

2-1 探査方法

2-1-1 重力法の原理

重力とは地球の質量による引力と自転による遠心力との合力である。重力は単位質量に作用する力、すなわち、加速度として定義され、地球上では約980gal (1 gal = 1/sec²) である。ここで、地球の質量をM、万有引力定数をG、半径をR、自転の角速度を ω とすれば、緯度 ϕ の地表における重力gは、

$$g = GM/R^2 - \omega^2 R \cos \phi$$

で求められる。

地球の形は回転楕円体に近似されることから、回転楕円体による重力が地上での標準的な重力とみなすことができる。標準的な地球重力は、1967年国際測地学地球物理学連合 (IUGG: International Union of Geodesy and Geophysics) により公認された重力式により与えられる。また、連合はほぼ全世界をカバーする国際重力基準網1971 (IGSN71) を1971年に採択した。地球重力を求める式を次に示す。

$$\gamma_{1967} = 978.03185 (1 + 0.005278895 \cdot \sin^2 \phi - 0.000023462 \cdot \sin^4 \phi) \text{ [gal]}$$

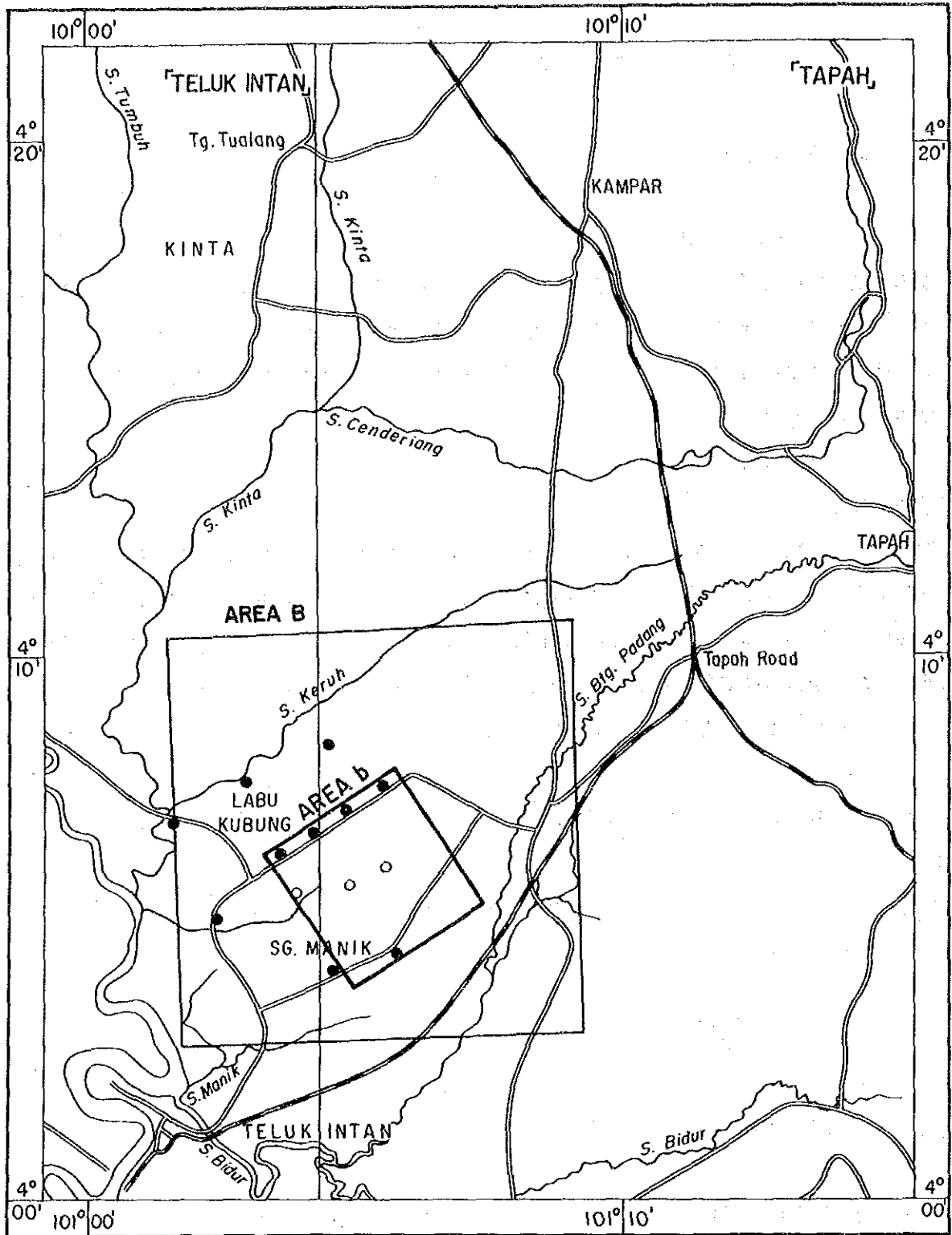
連合は、近年地球の形に近似される回転楕円体を規定する定数の精度が向上したことから、1980年に次に示す最新の重力式を決定した。

$$\gamma = \frac{a \gamma_e \cos^2 \phi + b \gamma_p \sin^2 \phi}{\sqrt{a^2 \cos^2 \phi + b^2 \sin^2 \phi}} \text{ [gal]}$$

$$\gamma_{1980} = 978.03267715 (1 + 0.052790414 \cdot \sin^2 \phi + 0.0000232718 \cdot \sin^4 \phi + 0.0000001262 \cdot \sin^6 \phi + 0.0000000007 \cdot \sin^8 \phi) \text{ [gal]}$$

2-1-2 測点配置

測点は、Fig. III-2-2重力測点位置図のように配置した。当初、計画測点は800点であったが、既存のボーリング点を結ぶ道路上およびボーリング点等において、さらに詳細な基盤構造を明ら



Geophysical surveyed area
(Gravity method)



MMAJ drilling sites



GSM drilling sites

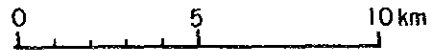
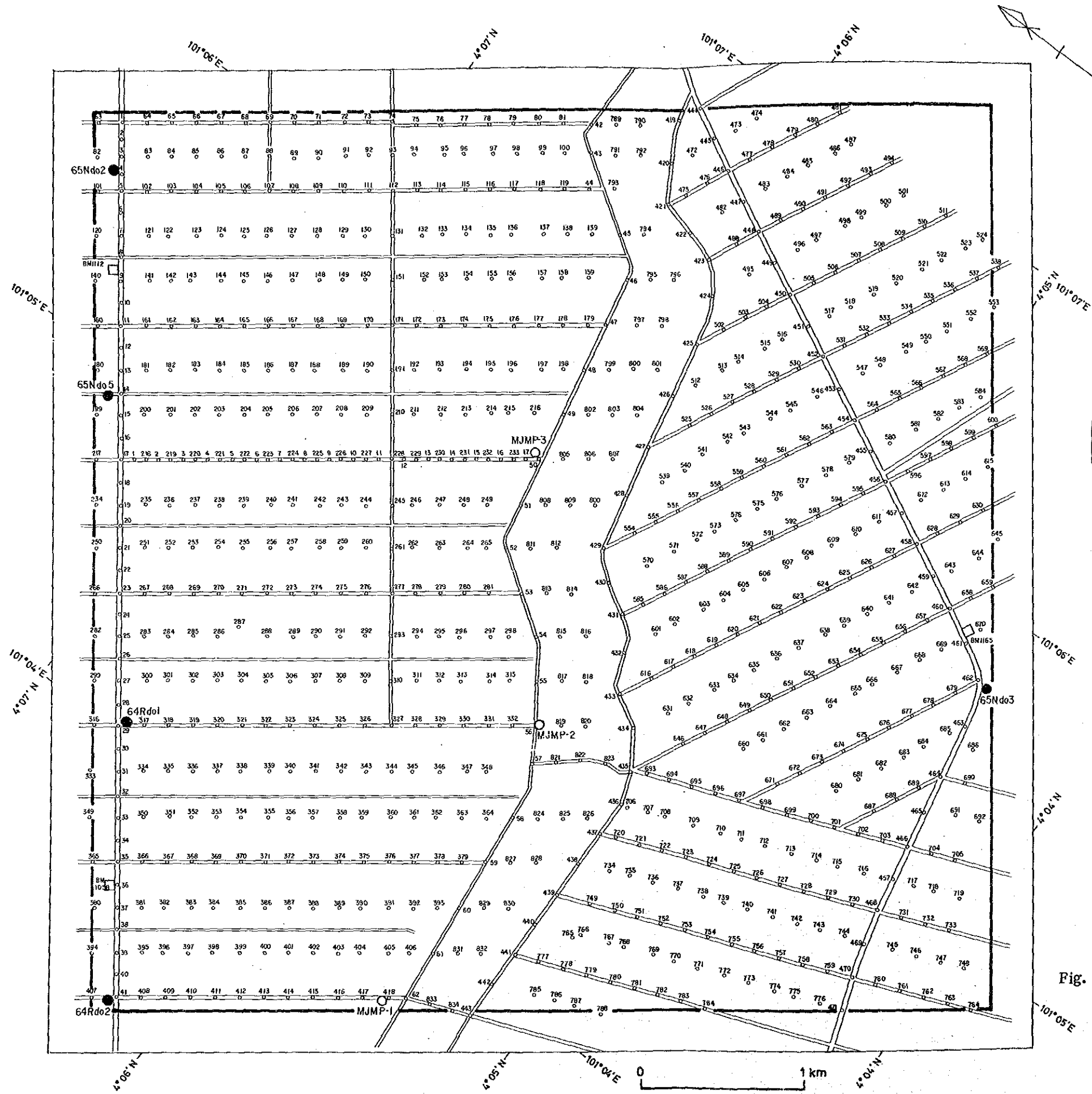


Fig. III - 2 - 1 Location map of the geophysical survey area



- LEGEND**
- Geophysical survey area (gravity method)
 - Gravity point measured in this phase
 - Drilling site conducted by MMAJ in this phase
 - Previous drilling site conducted by G.S. Malaysia
 - Base station of leveling (Bench mark)

Fig. III - 2 - 2 Location map of the measured gravity points

かにするために60点追加した。また、測点は本地区内に発達する道路・畦道を利用し、原則として測点間隔150m、測線間隔 250mになるように設定した。

2-1-3 重力計

重力測定には、La Coste & Romberg (ラコステ・ロンベルグ) 社製の重力計を使用した。その仕様は次のとおりである。

Table III-2-1 Specifications of the gravity meter used

No of Production	G-236
Operating range(mgal)	0-7440.76
Temperature of heater(°C)	47.5
Reading line	2.60

ラコステ重力計はドリフト率が小さく、通常1日当り 0.1mgal 以下、1か月当たり0.5 mgal 以下である。したがって、閉塞観測は通常1日1回で十分精度を保持することが出来る。

2-1-4 基点の重力値

本調査の基点は、調査地域の南方約 20 kmに位置するテリュックインタン (Teluk Intan) 市のレストハウスに設置した。また、本調査の基点 (1000番) 重力値は、タパ (Tapah) にある IGSN 71 (国際重力基準網, 1971) 基準重力点と閉塞することにより決定した。基点の重力値を次表に示す。

Table III-2-2 Gravity standard value

Base station	Location		Gravity value (mgal)
	Latitude (Deg., Min., Sec.)	Longitude (Deg., Min., Sec.)	
TAPAH	4° 12' 00"	101° 15' 30"	978025.765
T. INTAN (No. 1000)	4° 01' 15"	101° 01' 20"	978078.334

2-1-5 水準測量

水準測量は全測点について測器舎製B-2型オートレベルを用いて実施した。

(1) 水準測量網

水準測量の基準点は、調査地域内および周辺を横断する国道70号線沿いに設定されている3箇所の既知標高点を用いた。水準測量の基準標高は以下の通りである。

Elevation of Bench mark

Bench mark	Elevation(m)	Location	
		Latitude	Longitude
BM1058	4.054	04° 06' 24"	101° 03' 34"
BM1112	9.613	04° 07' 25"	101° 05' 03"
BM1165	5.957	04° 04' 33"	101° 05' 54"

(2) 水準測量の精度

本調査における水準測量の精度は各路線とも十分満足する結果であった。各路線の水準測量精度をTable. III-2-3に示す。

Table III-2-3 List of leveling error

Order	Route	Observed elevation difference (m)	Closed Error (mm)	Distance of closed loop (D, km)	Precision required (mm)
1	BM1112-10-20-BM1058	-5.571	+12	3.8	$6\sqrt{D}$
1	BM1112-80-50-60-41-BM-1058	-5.570	+11	12.2	$3\sqrt{D}$
1	435-441-470-BM1165-444-435	-0.019	-19	14.1	$5\sqrt{D}$

2-1-6 重力値計算および重力補正

Fig. III-2-3に、重力値計算および重力補正のフローチャートを示す。

(1) 重力値計算

重力値の計算には、「ミリガル変換」, 「潮汐補正」, 「器械高補正」および「ドリフト補正」の各計算がある。

1) ミリガル変換

ミリガル変換とは重力計のダイヤル読取り値を重力単位に変換する計算をいう。スプリング型重力計のダイヤル値はスプリングの相対的な大きさを示すものでこれに変換係数を乗ずることにより重力値が得られる。本調査で使用したラコステG型重力計については、変換係数は、ダイヤル値100 毎に僅かずつ異なっている。したがって、ミリガル変換は次式により求められる。

$$V_{\gamma_k} = K_{100} + (123.456 - 100.000) \times k_{100}$$

V_{γ_k} : 重力測定値

K_{100} : ダイヤル読取り値で指定される重力計定数

k_{100} : ダイヤル読取り値で指定される変換係数

2) 潮汐補正

潮汐補正は月、太陽などの天体の位置の変化が重力計におよぼす影響を除去する補正であり、補正值は年、月、日、分、緯度及び経度によって変化する。本調査では月と太陽による潮汐力を次式にて算出し各測点ごとの潮汐補正值とした。

$$V_{et} = -\sum 1.16 u$$

$$u = -\frac{3}{2} \cdot G \cdot M \cdot \frac{a}{r^3} \left\{ 3 \left(\sin^2 \delta - \frac{1}{3} \right) \cdot \left(\sin^2 \phi - \frac{1}{3} \right) + \sin 2\delta \cdot \right.$$

$$\left. \sin 2\phi \cdot \cos^2 \theta + \cos \delta \cdot \cos^2 \phi \cdot \cos 2\theta \right\}$$

V_{et} : 潮汐補正值

u : 天体の潮汐力

G : 万有引力定数

M : 天体（月、太陽など）の質量

a : 地球の中心からの距離

r : 天体と地球との距離

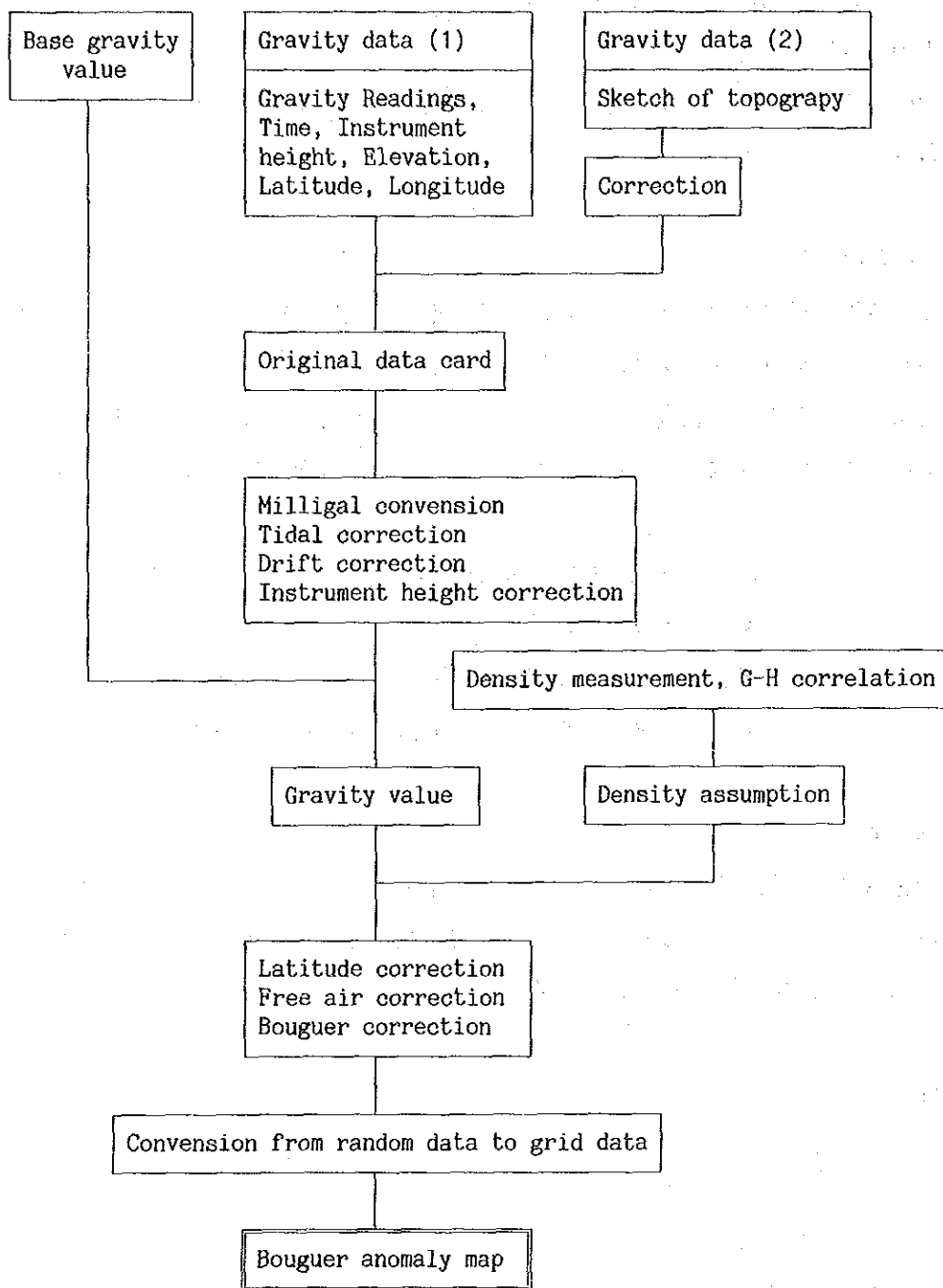


Fig. III-2-3 Flow chart of the gravity analysis and interpretation

- δ : 天体の赤緯（赤道から南北に測った角度）
- ϕ : 観測点の緯度
- θ : 天体の時角（天体の子午面と測点の子午面との角度）

〔注〕 本調査ではTeluk Intan のレストハウスの前庭において、15分毎に29時間の連続重力測定を実施し重力潮汐定数を検定した。その結果、理論計算値と一致することから重力潮汐定数を1.16とした。測定結果はFig. III-2-4に示す。

3) 器械高補正

器械高補正は、水準測量の測定点と重力測定点の高さの差に関する補正である。器械高補正值は次式であらわされる。

$$V_{hi} = 0.3086 \cdot h_i \times 10^{-2}$$

V_{hi} : 器械高補正值

h_i : 水準測量した測点から重力計上面までの高さ (cm)

4) ドリフト補正

ドリフトは重力計固有の誤差であり、ほぼ時間に比例して変化する。ドリフト補正は、この誤差を補償するために行うものである。本調査では閉塞誤差をドリフトによるものとみなし、時間に比例して各測点に配分した。なお、本調査のドリフト値はいずれも仕様に定められた誤差範囲を十分に満足している。

5) 重力値

測点の重力値 (g) は次式により求められる。

$$g = (V_{rk} + V_{hi} + V_d - V_g) + B_g$$

g : 測点の重力値

V_c : 補正済重力値

V_{rk} : 重力観測値

V_{hi} : 器械高補正值

V_d : ドリフト補正

V_g : 基点の補正済重力値

B_g : 基点の重力値

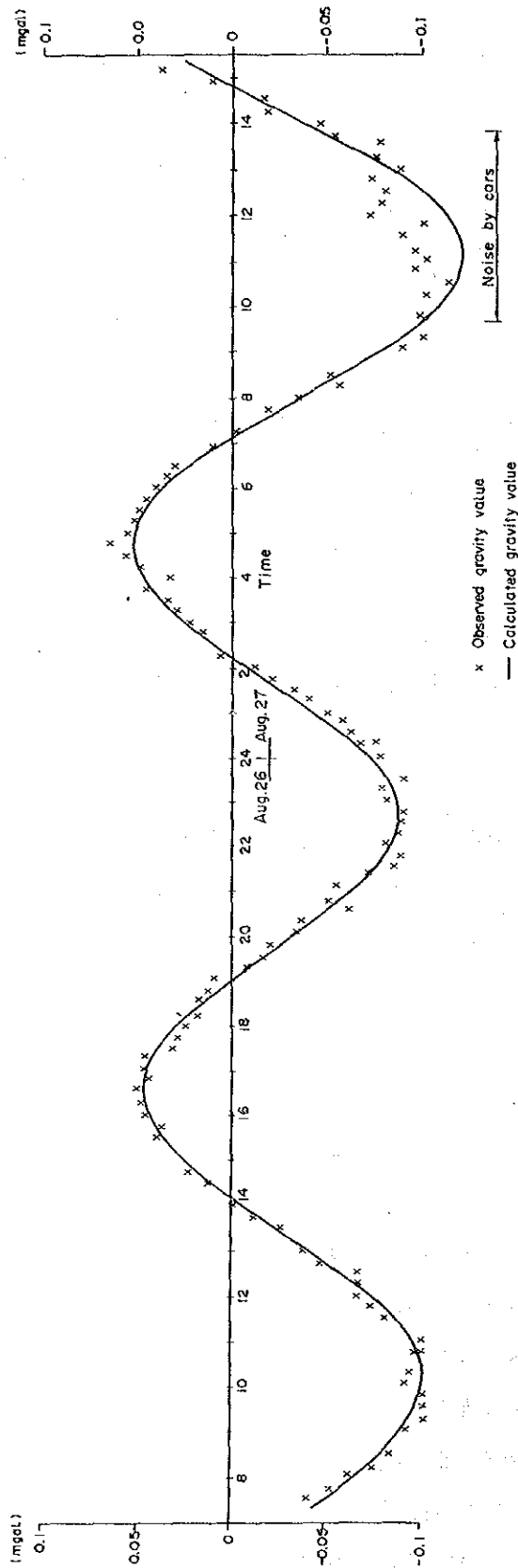


Fig. III - 2 - 4 Gravity measurement to estimate the tidal constant at station

(2) 重力補正

重力値からブーゲー異常値を算出し、等重力線図を作成するまでの過程は、Fig. III-2-3に示す通りである。

1) フリー・エア補正

フリー・エア補正は、任意の高度の測点で観測された重力値を平均海水面（ジオイド面）上の重力値に換算する補正であり、ブーゲー補正と合わせて高度補正と呼ばれている。フリー・エア補正值は次の式であらわされる。

$$\delta g_0 = \alpha \cdot H_m$$

δg_0 : フリー・エア補正值

H_m : 測点高度 (m)

α : フリー・エア常数 (mgal/m)

[注] 荻原(1982)の文献によると、フリー・エア常数は地球の極地域から赤道地域にかけて変化し、極地域では-0.3083、中緯度地域（日本を含む）では-0.3086、赤道地域では-0.3088を採用すべきであると報告している。この文献から、本調査ではフリー・エア常数(α)を-0.30878とした。

2) 地形補正

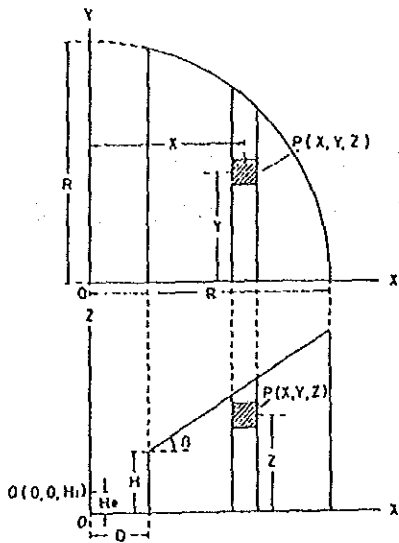
地形補正は、測点の周囲の地形の凹凸を測点高度に等しい平面にもどす補正である。

本調査地域は、調査面積が狭く平坦でしかも山地まで20km以上離れているため、地形の影響は対象とする異常値の大きさ（数100 μ gal程度と予想される）に較べて無視できる程度の大きさであった。したがって、本調査では、測点周辺の用水路等による影響を補正するため周辺地形補正のみを実施した。

* 周辺地形補正

周辺地形補正值は測点から20mの範囲内の地形の凹凸を測点から2方向の断面に表示し、次式により算出した。

$$\delta g_0' = 2G\rho \int_0^R \left(\tanh^{-1} \sqrt{\frac{R^2 - X^2}{R^2 + H_0^2}} - \tanh^{-1} \sqrt{\frac{R^2 - X^2}{R^2 + (X \tan \beta + H - H_0 - D \tan \beta)^2}} \right) dX$$



$\delta g_0'$: 地形補正值

G : 万有引力定数

ρ : 密度

D : 測点より崖までの距離

H : 崖の高さ

β : 崖の傾斜角

R : 補正範囲

H_0 : 重力計の重錘の高さ (0.15m)

3) ブーゲー補正

ブーゲー補正は、測点の重力値を平均海水面上の重力値に換算することにより、測点と平均海水面との間に存在する岩石等の影響を取り除く補正である。ブーゲー補正值は次式であらわされる。

$$\delta g_0'' = -2\pi G \rho H_m = -0.0419 \rho H_m$$

$\delta g_0''$: ブーゲー補正值

ρ : 補正密度

H_m : 測点高度

4) 緯度補正

地球上の観測重力値（絶対重力値）は赤道上で小さく両極に向かって大きくなる。これは、地球の自転による遠心力の影響が含まれているからである。緯度補正は、観測重力値より地球の標準的な重力である正規重力値を差し引くことである。正規重力値は、国際測地学協会 IAG (International Association of Geodesy) で採択された測地基準系1967 (Geodetic Reference System 1967) に基づき定義された正規重力式 (International Gravity Formula) により算出した。

$$\gamma_{1967} = \frac{a \gamma_E \cos^2 \phi + b \gamma_P \sin^2 \phi}{\sqrt{a^2 \cos^2 \phi + b^2 \sin^2 \phi}}$$

- γ_{1967} : 正規重力値
 a : 赤道半径 (6,378.140 km)
 b : 極半径 (6,356.755 km)
 γ_E : 赤道における標準重力 (978.03184558gal)
 γ_P : 極における標準重力 (983.21772792gal)
 ϕ : 緯度

上式をさらに簡略化したものを次式に示す。

$$\gamma_{1967} = 978.0318 (1 + 0.005278895 \sin^2 \phi - 0.000023462 \sin^4 \phi) \text{「gal」}$$

- γ_{1967} : 標準重力値(gal)
 ϕ : 緯度

5) ブーゲー異常値

観測重力値 (g) に対して以上に述べたフリー・エア補正 (δg_0)、地形補正 ($\delta g_0'$)、ブーゲー補正 ($\delta g_0''$) を施したのものより標準重力値 (γ_{1967}) を差し引いたものがブーゲー異常値である。ブーゲー異常値は次式であらわされる。

$$\Delta g_0'' = g + \delta g_0 + \delta g_0' + \delta g_0'' - \gamma_{1967}$$

$\Delta g_0''$: ブーゲー異常値

ブーゲー異常値は、地形補正值およびブーゲー補正值の補正密度 ρ によって異なるが、本調査では地形補正とブーゲー補正の補正密度を同一にして、 $\rho = 1.60, 1.80, 2.00 \text{g/cm}^3$ の3種類について算出した。

2-1-8 密度仮定

調査対象地区の地下構造を解析するためには、本調査地区に最も適した仮定密度によるブーゲー異常図を作成する必要がある。本調査地区では、この最適仮定密度を求める方法として、岩石試料の密度測定およびG-H関係図の2手法を試みた。その結果、本調査地区における最適仮定密度は $\rho=1.8\text{g/cm}^3$ に決定した。

1) 岩石試料の密度測定

本調査地区の地質は、第四紀層と古期古生層およびこれを貫く三畳紀の花崗岩類からなる2層構造を呈している。

一般的に仮定密度は海拔0mまでの地層を対象とする。このため、本調査地区では第四紀層の密度を用いることになる。しかし、調査地区の第四紀層は固結度が弱いため密度測定用試料を採取することが出来なかった。したがって、本調査には一般的な砂の密度($1.4\text{--}2.2\text{g/cm}^3$ 文献)の平均値である 1.8g/cm^3 を採用した。

なお、本調査では基盤構造を推定するために、ボーリング孔および調査地区外にて基盤と予想される岩石(花崗岩、千枚岩等)24個を採取し、乾燥、自然および湿潤の3状態の密度を測定した。各試料の測定結果をTable. III-2-4に掲げ、試料採取位置をFig. III-2-5に示した。また、岩石別の平均密度および密度の分布をTable. III-2-5にまとめた。

2) G-H関係

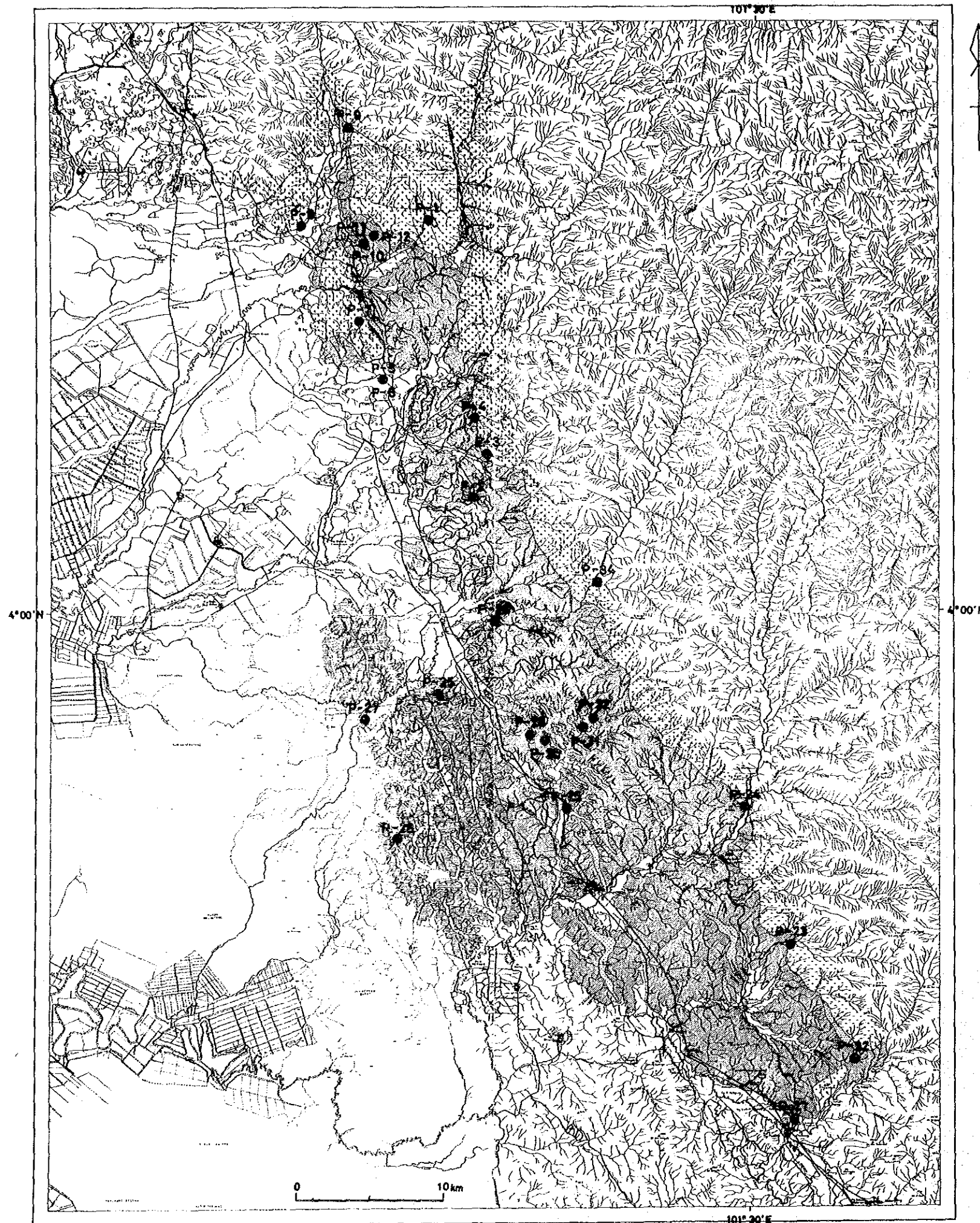
重力値は測点標高が増すにしたがって減少する。その減少率はフリー・エアおよびブーゲー補正の和($0.3086-0.0419 \cdot \rho$) / mに等しい。したがって、測点標高を横軸にとり、縦軸に重力値をとって緯度補正済み重力値をプロットすれば各点のつくる直線の勾配から、調査地区の平均的な岩石密度 ρ が推定できる。

測点標高と重力値の関係を表現したものが、Fig. III-2-6のG-H関係図である。この関係図により求められた密度は -19.62 である。この手法により求められる密度は通常1から3程度の値であることから、この値は明らかに異常値である。したがって、求められた密度は本調査地区に対して適当ではないと考えられる。この原因としては、①標高差が小さい(最大12m) ②地域的な重力トレンドがある等が推察される。

2-2 解析方法

解析は、Fig. III-2-7に示す流れ図にしたがって実施した。

地表で観測される重力異常は、種々の深度、種々の形状をもった地下構造による重力異常が重畳したものである。したがって、目的とする地下構造を的確にかつ容易に表現しうる解析が求められる。このため、適切な仮定密度のブーゲー異常図に対してフィルタ処理を施して異常を分解



LEGEND




















- Quaternary Formation  Clay, sand, gravel
- Belata Formation  Phyllite
- Belata Formation  Metasandstone
- Tarotak Formation  Green Schist
- Tarotak Formation  Phyllite
- Tarotak Formation  Metasandstone, psammitic schist
- (Intrusive Rocks)
- Main Range Granite  Porphyritic granite
- Main Range Granite  Equigranular granite
- Main Range Granite  Granite porphyry
- Changkai Rembian Granite  Equigranular granite
-  Mineral showing (Major quartz vein)
-  Kaolinization
-  Dip and strike of schistosity
-  Geological boundary
-  Inferred fault
-  Anticline
-  Syncline
-  Lineament extracted from aerial photographs
-  Sampling point

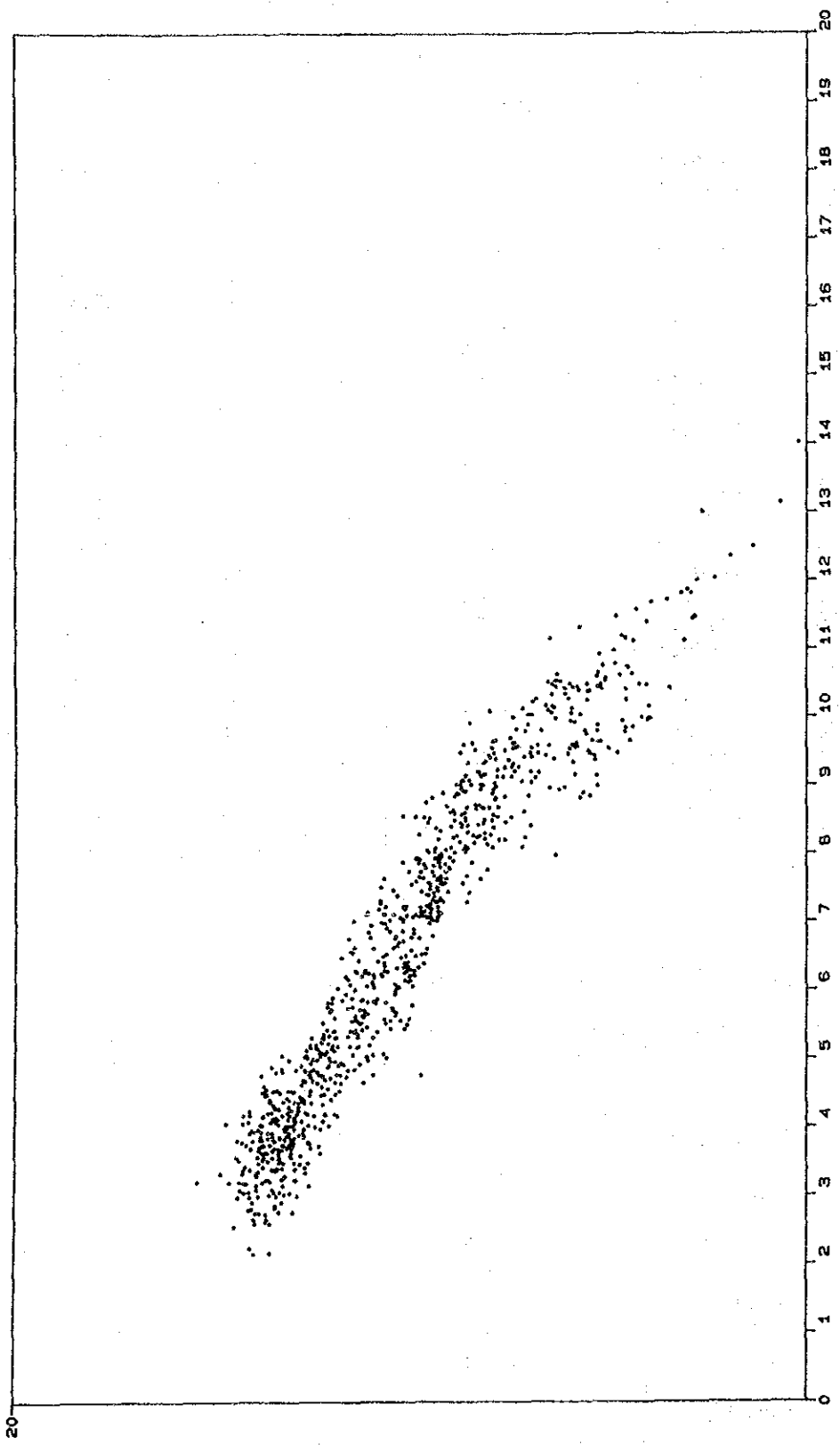
Fig. III - 2 - 5 Location map of the rock samples collected

Table. III-2-4 List of rock densities

SNo.	Sample No.	Rock name	Density (g/cm ³)			Porosity (%)
			Natural	Wet	Dry	
1	P-1	Granite	2.66	2.66	2.66	0.77
2	P-2	Phyllite	2.37	2.37	2.16	20.78
3	P-3	Schist	2.64	2.65	2.61	4.48
4	P-4	Granite	2.66	2.66	2.65	0.66
5	P-5	Clay	1.53	1.58	0.95	62.79
6	P-6	Silt	1.42	1.55	0.92	62.61
7	P-7	Granite	2.54	2.56	2.49	6.61
8	P-8	Granite	2.63	2.63	2.59	4.28
9	P-9	Granite	2.62	2.63	2.62	1.32
10	P-10	Phyllite	2.26	2.27	2.02	25.08
11	P-11	Phyllite	2.49	2.50	2.34	15.30
12	P-12	Horanfels	3.04	3.04	3.04	0.16
13	P-21	Slate	1.68	1.85	1.44	40.06
14	P-22	Slate	2.54	2.54	2.49	5.59
15	P-23	Granite	2.63	2.63	2.62	0.88
16	P-24	Granite	2.67	2.67	2.66	0.88
17	P-25	Phyllite	2.43	2.45	2.28	17.48
18	P-26	Phyllite	2.34	2.37	2.15	22.17
19	P-27	Sandstone	2.40	2.42	2.28	13.79
20	P-28	Sandstone	2.50	2.51	2.43	8.81
21	P-29	Phyllite	1.50	1.75	1.28	47.27
22	P-30	Schist	2.25	2.32	2.14	17.54
23	P-31	Sandstone	2.47	2.49	2.38	10.26
24	P-32	Granite	2.45	2.46	2.36	9.79
25	P-33	Phyllite	2.40	2.42	2.33	9.07
26	P-34	Granite	2.57	2.58	2.55	2.83

Table. III-2-5 Average of classified rock densities

Periods	Rock name	Number of samples	Average (g/cm ³)	Density (g/cm ³)	
				2.0	2.5
Quaternary	Silt, clay	2	1.57	-	-
Paleozoic	Granite	9	2.61	2.55	-
	Phyllite	6	2.31		
	Schist	2	2.65		
	Slate	2	2.54		
	Sandstone	3	2.47		



MALAYSIA PERA

$$g-r = A \times H + B$$

$$A = -1.13$$

$$B = 17.66$$

$$\rho = -19.62 \text{ (g/cm}^3\text{)}$$

Fig. III - 2 - 6 G-H correlation

(1e6w) 4-6

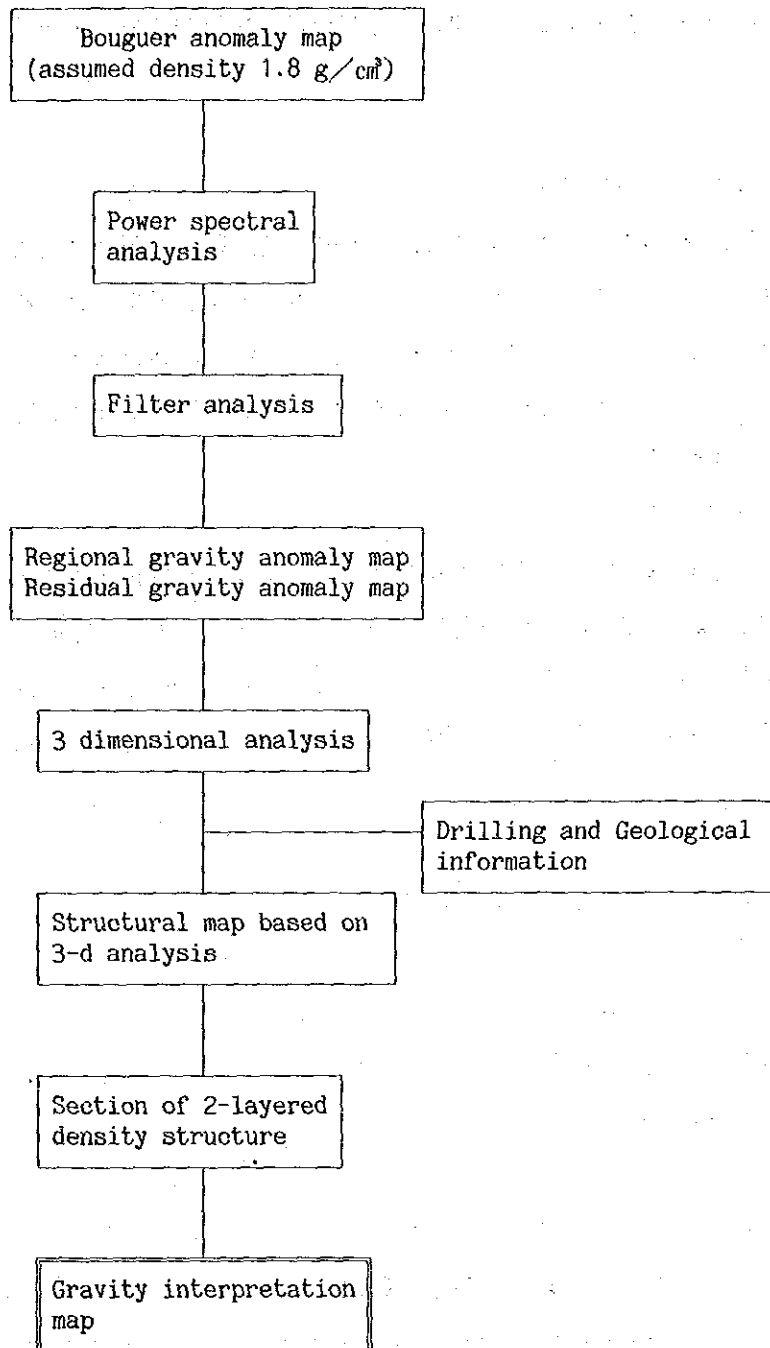


Fig. III-2-7 Flow chart of the gravity analysis

する必要がある。本調査ではFig. III-2-7に示す流れ図にしたがいノイズを除去した処理図から地域的な傾向を反映する長波長成分と、対象とする基盤構造を反映する短波長成分に分類し、解析を行った。

2-2-1 重力異常の周波数帯域分離

前述のように地表で観測される重力異常は、種々の深度、種々の形状による重力異常が重畳したものであるため、ブーゲー異常にたいしてパワースペクトル解析を行い、その結果により周波数帯域分離を実施した。パワースペクトル解析には、演算精度の高い高速フーリエ変換 (FFT) 法を使用した。解析に使用したデータは格子間隔を170mとしたY (北東) 方向33個、X (南西) 方向33個の合計1089個である。

(1) パワースペクトル解析

パワースペクトル解析は、地下の密度境界の平均的な深度および波長を推定するため、パワースペクトル解析図を作成して実施した。また、パワースペクトル解析図は平面の重力分布 $g(x, y)$ にたいしてフーリエ変換を行い、パワースペクトル (P_{mn}) を計算して作成した。このパワースペクトル分布の勾配から各層の境界の平均深度 (D_0) が推定でき、各層の帯域分離波長も求められる。

$$\ln P_{mn} = C - 4\pi D_0 \left\{ \sqrt{(m/N_x)^2 + (n/N_y)^2} \right\}$$

C: 密度に関する定数

N_x, N_y : x および y 方向の測点数

m, n : x および y 方向の波数

(2) 周波数帯域分離

パワースペクトル解析の結果得られた帯域分離波長を用いてハイカットフィルター処理によりブーゲー異常図を3波長帯域 (ノイズ, レシデュアルおよびリージョナル) に分離した。重力ポテンシャル $G(x, y)$ のフーリエ変換を $F(u, v)$ とすると、ハイカットフィルターの演算は次式により表示される。

$$G_\lambda(x, y) \equiv F(u, v) \cdot \exp(-\lambda(u^2 + v^2))$$

ここで、 λ はハイカットをする波長により定まる係数である。

2-2-2 3次元構造解析

あるポテンシャル分布に対してこれと同じポテンシャル分布を与える解は無限に存在する。このうち最も現地の地質構造に適合する解が採用される。

重力分布に対しては、この重力異常を発生する地下構造が、

①地下の密度変化が深度の関数であるとした堆積構造である。

②一様な密度の堆積層と基盤岩とからなる2層構造である。

というような種々の仮定が採用される。

周波数帯域分離によって得られた余剰重力に対して調査地域の地質状況に対応するように解析するのが一般的である。本解析には、周波数領域の解析法を採用し、演算には高速フーリエ変換法(FFT)を使用した。

周波数領域の解析法では、周波数領域に変換した重力分布から地下の密度分布を推定する。まず、重力分布 $g(x)$ のフーリエ変換を $F(\omega)$ とすると、地下構造の平均深度 D における重力分布 $F(\omega)$ は、ポテンシャル下方接続により $\exp(\omega D) \cdot F(\omega)$ で表示することができる。これは、深度 D にある凝縮密度 $\rho^*(\omega)$ による重力と同等である。この凝縮密度の分布は、2層間の密度差を $\Delta\rho$ 、平均深度 D にある密度分布の振幅変化を $H(\omega)$ とすると、 $\rho^*(\omega) = \Delta\rho \cdot H(\omega)$ と置き換えることができる。

したがって、

$$\exp(\omega D) \cdot F(\omega) = 2\pi G \Delta\rho H(\omega)$$

より $H(\omega)$ を求め、このフーリエ逆変換により2層構造の境界の深度変化 $h(x)$ を求めることができる。すなわち、2層構造の深度分布は $S(x)=D-H(x)$ で求められる。ここで、 G は万有引力定数、 ω はフーリエ変換後の変数、 x は変数である。

本解析では、調査地域内の8箇所のボーリング孔で確認された基盤深度をコントロールポイントとして各深度に一致するように平均深度 D と密度差 $\Delta\rho$ との組み合わせを変化させ反復修正計算した。計算に用いた密度差および平均深度は密度試料測定データおよびボーリングデータを参考にした。断面解析図には3次元構造解析結果を表示している。