

1-8 全岩分析

全岩分析は調査地域を代表する古期花崗岩類 9個、新期花崗閃緑岩類 10個及びジュラ系～始新統に属する火山岩類 11個、合計 30個について実施した。分析成分は微量成分であるバリウム (Ba) を含め 13成分である。分析方法は FeO については過マンガン酸カリ滴定法によりそのほかの成分についてはケイ光 X 線法または原子吸光法により行なわれた。第 16表に、その分析結果及び算出されたノルム鉱物量、分化指数 (D. I. : Differentiation Index)、固結指数 (S. I. : Solidification Index)を示した。なお、全岩分析に供した全試料は鏡下観察も行なわれた。花崗岩類の一部の試料は絶対年代の測定用にも供した。

花崗岩類：古期花崗岩類及び新期花崗閃緑岩類の化学組成について第 10 図～第 16 図に示すダイアグラム上で検討した。その結果は次のようにまとめられる。

- ① ノルム石英-斜長石-正長石三角ダイアグラム上で、古期花崗岩類は新期のものにくらべてノルム正長石が高い領域、すなわち Bateman et al (1963) の花崗岩の分類区分で石英モンソニ岩の領域に入る。一方、大部分の新期花崗閃緑岩は花崗閃緑岩の領域を占める。
- ② 両花崗岩類は D. I. -酸化物組成変化図で示されるように明瞭な組成変化の範囲を有している。

	古期花崗岩類	新期花崗閃緑岩類
D. I.	82~91	60~78
SiO ₂	71~75	61~69
MgO	0.3~ 1.2	1.1~ 2.6
CaO	0.5~ 1.8	2.0~ 5.4

- ③ 同様な傾向が CaO -アルカリ比にも表われ、新期花崗閃緑岩類は CaO の高い領域にまとまっている (第 13 図)。最近、Chappell and White (1974) や Ishihara (1977) 等により花崗岩類の成因的 분류が提案されている。

Chappell and White (1974) の分類では Na₂O の含有量、Al₂O₃ / (Na₂O + K₂O + CaO) モル比、ノルムデイオブサイト及びノルムコランダム の値が分類基準として挙げられている。これらの基準から古期花崗岩類及び新期花崗閃緑岩類とも I タイプに分類される。また、絶対年代測定 の項でもふれたように、古期花崗岩類の低い ⁸⁷Sr/⁸⁶Sr 初生値も古期花崗岩類が I タイプに属していることを示している。Ishihara (1977) は鏡下での不透明鉱物モード量及び Fe₂O₃/FeO 比を分類規準として挙げている。反射光下での不透明鉱物の

第 3表 全岩分析一覽表 (No. 1)

No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Sample No.	H-1	H-3	H-5	H-6	H-7	A-2	A-3	A-5	T-107	E-198	S-69	E-3	M-30	H-141	V-2
SiO ₂	71.47	74.88	70.65	71.28	71.30	71.30	72.35	70.45	73.05	61.42	74.79	68.02	61.69	61.05	68.47
TiO ₂	0.29	0.24	0.37	0.34	0.31	0.33	0.31	0.29	0.29	0.61	0.24	0.38	0.62	0.54	0.38
Al ₂ O ₃	15.08	13.36	14.59	14.47	13.94	15.17	14.42	14.88	14.65	15.97	13.17	15.30	16.76	16.83	14.93
Fe ₂ O ₃	0.62	0.55	0.25	0.01	0.40	1.37	0.01	1.42	0.18	2.04	0.75	1.18	2.22	0.70	1.49
FeO	1.09	0.82	1.72	2.44	2.11	0.11	1.82	1.23	1.48	3.74	1.16	2.12	3.23	4.74	1.57
MnO	0.07	0.07	0.08	0.07	0.08	0.07	0.07	0.08	0.07	0.10	0.08	0.10	0.10	0.13	0.10
MgO	0.45	0.43	0.69	1.23	0.83	0.29	0.45	0.50	0.42	2.63	0.69	1.31	2.46	2.49	1.69
CaO	0.71	0.53	0.89	0.63	1.80	1.55	1.41	0.91	1.28	5.44	1.51	3.22	5.07	5.03	1.94
Na ₂ O	4.39	3.52	3.81	3.40	3.63	3.89	3.70	4.55	3.85	2.79	4.36	3.36	3.39	3.31	3.99
K ₂ O	5.12	4.08	5.41	4.11	3.82	3.81	4.00	4.87	4.10	3.71	2.47	4.46	3.72	4.26	2.96
P ₂ O ₅	0.25	0.20	0.31	0.08	0.06	0.07	0.06	0.05	0.05	0.14	0.05	0.10	0.13	0.17	0.09
H ₂ O(+)	0.58	0.85	0.80	1.76	1.61	1.07	0.87	0.85	0.73	1.62	0.49	0.59	0.86	0.46	1.84
H ₂ O(-)	0.12	0.15	0.14	0.22	0.16	0.37	0.22	0.26	0.09	0.21	0.25	0.06	0.17	0.14	0.19
Total	100.24	99.66	99.91	100.04	100.05	99.40	99.69	100.34	100.24	100.42	100.01	100.20	100.42	99.85	99.64
Ba (ppm)	299	184	274	998	714	656	561	612	960	999	405	877	1001	897	1082
Q	24.33	37.22	24.79	30.97	29.19	30.54	30.65	22.45	30.72	15.11	35.28	22.10	13.12	9.23	26.96
C	1.62	2.67	1.59	3.47	0.70	2.00	1.58	0.59	1.67	-	0.70	-	-	-	1.85
or	30.26	24.11	31.97	24.29	22.58	22.52	23.64	28.78	24.23	21.93	14.60	26.36	21.98	25.18	17.49
ab	37.15	29.79	32.24	28.77	30.72	32.92	31.31	38.50	32.58	23.61	36.89	28.43	28.69	28.01	33.76
an	1.89	1.32	2.39	2.60	8.54	7.23	6.60	4.19	6.02	20.09	7.16	13.49	19.53	18.48	9.04
ne	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.50	-	0.76	1.99	2.24
wo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.43	-	0.42	1.23	1.01
en	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.95	-	0.32	0.65	1.22
fs	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5.12	1.72	2.84	4.90	5.19
hy	1.12	1.07	1.72	3.06	2.07	0.72	1.12	1.25	1.05	5.12	1.72	2.84	4.90	5.19	4.21
en	1.14	0.78	2.49	4.04	3.18	-	2.95	0.76	2.22	3.41	1.26	2.16	2.61	6.26	1.21
fs	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ol	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
fo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
fa	0.90	0.80	0.36	0.01	0.58	-	0.01	2.06	0.26	2.96	1.09	1.71	3.22	1.01	2.16
mt	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
hm	0.55	0.46	0.70	0.65	0.59	1.37	0.59	0.55	0.55	1.16	0.46	0.72	1.18	1.03	0.72
il	-	-	-	-	-	0.22	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ru	0.58	0.46	0.72	0.19	0.14	0.16	0.14	0.12	0.12	0.32	0.12	0.23	0.30	0.39	0.21
ap	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
S.I.	3.86	4.57	5.81	10.99	7.69	3.06	4.51	3.98	4.19	17.64	7.32	10.54	16.38	16.06	14.44
D.I.	91.74	91.12	89.00	84.03	82.48	85.97	85.60	89.73	87.53	60.65	86.77	76.89	63.79	62.42	78.21

Rock Name	Geological Unit	Locality
1. Biotite-hornblende quartz monzonite	Gümüşhane Granite	Gümüşhane
2. Biotite-muscovite quartz monzonite	ditto	ditto
3. Biotite-muscovite quartz monzonite	ditto	ditto
4. Muscovite quartz monzonite	ditto	Southeast of Gümüşhane
5. Biotite quartz monzonite	ditto	ditto
6. Biotite quartz monzonite	ditto	Midi
7. Biotite quartz monzonite	ditto	ditto
8. Biotite quartz monzonite	ditto	ditto
9. Biotite quartz monzonite	ditto	West of Altıntaşlar
10. Hornblende granodiorite	Younger Granitic rocks	Çami (A area)
11. Biotite granodiorite	ditto	İkibaca
12. Hornblende quartz monzonite	ditto	Sarısaman
13. Biotite-muscovite quartz monzonite	ditto	Demircıköy
14. Hornblende-biotite granodiorite	ditto	West of Ayasar Tepe
15. Porphyritic granodiorite	ditto	Maden dere(Hasandere area)

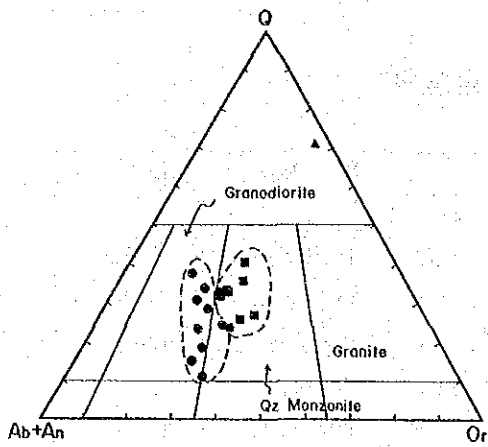
全岩分析一覽表 (No. 2)

No.	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Sample No.	H-38	T-1	E-202	E-201	H-31	H-108	E-204	E-205	E-158	Y-70	N-74	E-113	A-172	A-173	E-203
SiO ₂	67.53	69.43	69.31	78.68	69.09	63.10	57.58	47.88	48.35	71.30	79.26	83.52	51.38	49.87	50.28
TiO ₂	0.38	0.37	0.32	0.12	0.31	0.47	0.56	1.59	0.59	0.31	0.13	0.12	0.83	0.70	1.37
Al ₂ O ₃	15.86	15.21	14.07	13.36	15.42	16.63	16.65	19.35	17.51	12.89	11.47	8.97	17.11	15.53	16.59
Fe ₂ O ₃	1.32	1.06	1.52	0.01	1.08	2.31	3.59	5.23	1.81	1.19	1.34	0.19	4.39	4.26	6.74
FeO	2.05	1.68	1.64	0.79	0.54	2.32	2.83	4.45	6.81	2.53	0.62	0.69	3.53	4.09	2.54
MnO	0.10	0.12	0.11	0.05	0.08	0.11	0.13	0.09	0.13	0.16	0.06	0.06	0.10	0.14	0.20
MgO	1.32	1.14	1.38	0.52	0.70	2.40	3.73	7.04	5.95	1.75	0.60	0.46	3.84	4.37	6.55
CaO	3.51	2.96	4.42	0.01	0.69	5.54	8.34	6.73	5.11	0.97	0.01	0.14	8.93	10.61	3.45
Na ₂ O	3.84	3.52	2.90	0.41	5.24	3.60	3.17	4.12	4.87	4.69	0.43	2.23	2.80	4.92	6.30
K ₂ O	3.68	3.67	3.03	3.80	5.41	2.39	1.11	2.06	1.05	1.10	3.47	1.32	0.46	0.67	0.75
P ₂ O ₅	0.11	0.09	0.07	0.01	0.07	0.15	0.18	0.31	0.08	0.07	0.02	0.01	0.11	0.09	0.30
H ₂ O(+)	0.54	0.45	1.54	1.94	0.96	0.95	2.06	1.23	6.96	2.31	2.63	1.91	5.73	4.40	4.99
H ₂ O(-)	0.09	0.17	0.24	0.07	0.32	0.09	0.58	0.21	0.46	0.16	0.03	0.45	1.16	0.98	0.29
Total	100.33	99.87	100.55	99.97	99.91	100.06	100.51	100.29	99.68	99.43	100.30	100.07	100.37	100.23	100.35
Ba (ppm)	1093	949	802	634	1492	881	804	204	221	139	108	102	192	168	135
Q	21.24	26.29	29.95	62.04	15.67	18.11	13.91	-	-	33.75	64.32	64.07	10.36	-	-
C	-	0.28	-	8.76	-	-	-	-	-	2.39	7.23	3.64	-	-	-
or	21.74	21.69	17.91	22.81	31.97	14.12	6.56	12.17	6.21	6.59	20.59	7.80	2.72	3.96	4.43
ab	32.49	29.79	24.54	3.14	44.34	30.46	26.82	28.88	38.42	39.69	3.67	18.87	23.69	33.93	51.95
an	15.17	14.10	16.42	-	2.57	22.16	27.92	28.22	22.82	4.35	-	0.63	32.67	20.02	14.77
ne	-	-	-	-	-	-	-	3.24	1.51	-	-	-	-	2.34	0.74
no	0.64	-	2.11	-	0.16	1.81	5.13	1.31	0.84	-	-	-	4.52	13.34	0.16
en	0.36	-	1.38	-	0.14	1.28	3.93	1.07	0.48	-	-	-	3.45	9.48	0.14
di	-	-	-	-	-	-	-	0.33	-	-	-	-	-	-	-
fs	0.25	-	0.58	-	-	0.38	0.65	0.08	0.33	-	-	-	0.60	2.69	-
en	2.93	2.84	2.05	1.30	1.60	4.70	5.36	-	-	4.36	1.50	1.15	6.12	-	-
by	1.99	1.82	0.86	1.45	-	1.40	0.89	-	-	3.45	0.13	1.02	1.07	-	-
fo	-	-	-	-	-	-	-	11.54	10.05	-	-	-	-	0.99	11.34
ol	-	-	-	-	-	-	-	1.01	7.68	-	-	-	-	0.31	-
fa	-	-	-	-	-	-	-	7.58	2.62	1.72	1.85	0.28	6.36	6.18	4.87
mt	1.91	1.54	2.20	-	1.10	3.35	5.20	-	-	-	-	-	-	-	3.38
hs	-	-	-	-	0.32	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.60
il	0.72	0.70	0.61	0.46	0.59	0.89	1.06	3.02	1.12	0.59	0.15	0.23	1.58	1.33	-
ru	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ap	0.25	0.21	0.16	-	0.16	0.35	0.42	0.72	0.19	0.16	-	0.02	0.25	0.21	0.70
S.I.	10.81	10.30	13.18	9.40	5.40	18.43	25.85	30.74	29.04	15.54	9.29	9.41	25.57	24.40	28.63
D.I.	75.48	77.77	72.40	87.99	91.98	62.70	47.30	44.30	46.14	79.94	88.58	90.74	36.77	40.23	57.12

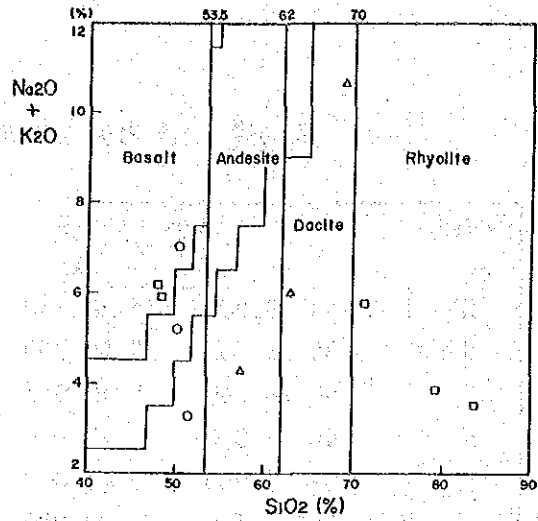
Rock Name	Geological Unit	Locality
16. Hornblende granodiorite	Younger Granitic rocks	Aşağı
17. Hornblende-biotite granodiorite	ditto	Kopuz
18. Hornblende granodiorite	ditto	Karadağ area
19. Muscovite quartz porphyry	Dyke	ditto
20. Augite-hornblende dacite	Venk Yayla Formation	Topcatı
21. Biotite-hyperthene-augite-hornblende dacite	ditto	Southeast of Hidrellez
22. Qz bearing hyperthene-biotite-augite-hornblende andesite	ditto	Kodil
23. Basalt	Zigana Formation	Avliyana
24. Basalt	ditto	North of Evliya Tepe
25. Andesite (altered)	ditto	Çalman
26. Dacite (altered)	ditto	Soğuksu Dere (A area)
27. Dacite (altered)	ditto	Ziyaret Tepe
28. Basaltic andesite	Kırıklı Formation	Kırıklı
29. Hyperthene-augite basaltic andesite	ditto	Yeniköy
30. Basaltic andesite	ditto	Lonunos

第 4表 全岩分析採取位置座標

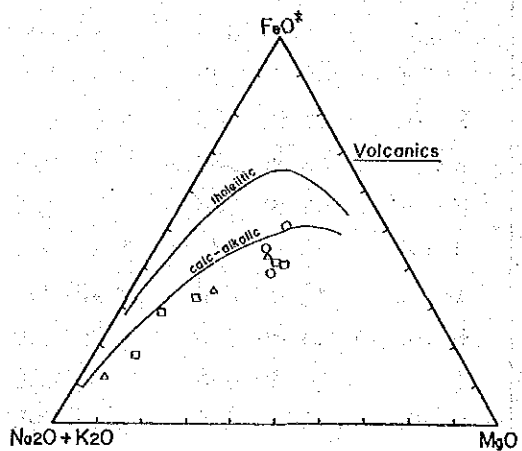
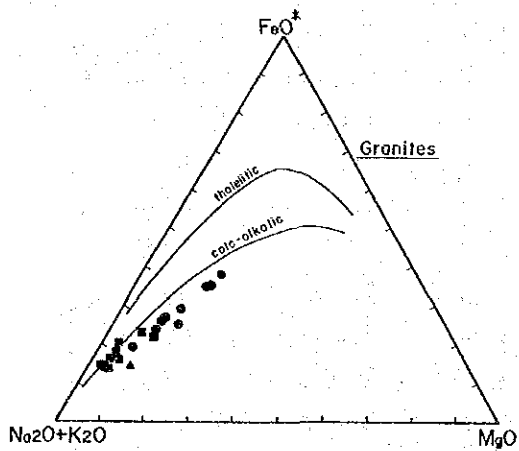
Sample No.	Coordinates			Map Name	No.
	X	Y	Z		
H- 1	44 79 200	5 40 150	1,140	Trabzon	H 42-b ₂
H- 3	44 78 750	5 40 750	1,140	Trabzon	H 42-b ₂
H- 5	44 78 700	5 40 950	1,150	Trabzon	H 42-b ₂
H- 6	44 75 050	5 45 050	1,210	Trabzon	H 43-a ₁
H- 7	44 75 050	5 45 050	1,210	Trabzon	H 43-a ₁
A- 2	44 65 100	5 29 000	1,610	Trabzon	H 42-b ₄
A- 3	44 65 100	5 28 875	1,610	Trabzon	H 42-b ₄
A- 5	44 64 800	5 28 800	1,620	Trabzon	H 42-b ₄
T-107	44 67 000	5 13 400	1,980	Trabzon	H 42-a ₃
E-198	45 17 800	4 95 100	650	Samsun	G 41-b ₃
S- 69	45 07 600	5 03 450	560	Trabzon	G 42-d ₁
E- 3	44 96 500	5 21 900	900	Trabzon	G 42-c ₄
M- 30	44 89 800	5 29 775	1,400	Trabzon	G 42-c ₃
H-141	44 96 475	5 42 975	2,400	Trabzon	G 42-d ₂
Y- 2	45 00 050	5 42 950	1,700	Trabzon	G 43-d ₁
H- 38	44 84 700	5 00 100	1,850	Trabzon	G 42-d ₄
T- 1	44 80 050	5 06 000	1,840	Trabzon	H 42-a ₁
E-202	44 67 600	5 12 325	2,350	Trabzon	H 42-a ₃
E-201	44 67 000	5 12 950	2,100	Trabzon	H 42-a ₃
H- 31	44 85 825	5 28 900	1,250	Trabzon	G 42-c ₄
H-108	44 88 750	5 14 000	1,850	Trabzon	G 42-d ₃
E-204	44 81 450	5 31 600	1,100	Trabzon	H 42-b ₁
E-205	44 77 800	5 11 350	1,750	Trabzon	H 42-a ₂
E-158	45 08 500	5 16 200	1,420	Trabzon	G 42-d ₂
Y- 70	44 96 700	5 05 250	1,150	Trabzon	G 42-d ₄
M- 74	45 04 000	5 14 150	930	Trabzon	G 42-a ₄
E-113	45 02 500	5 14 350	1,650	Trabzon	G 42-d ₂
A-172	44 67 250	5 47 750	1,410	Trabzon	H 43-a ₄
A-173	44 62 950	5 41 000	1,550	Trabzon	H 42-b ₃
E-203	44 69 900	5 18 800	1,500	Trabzon	H 42-a ₃



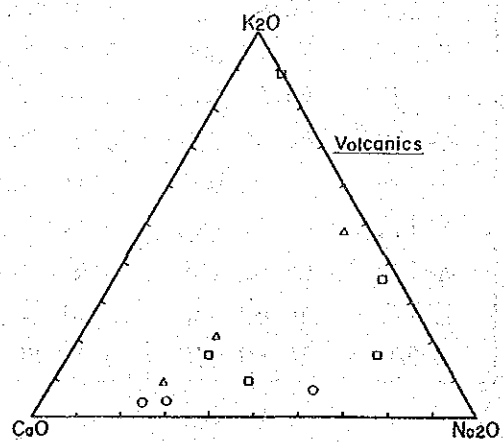
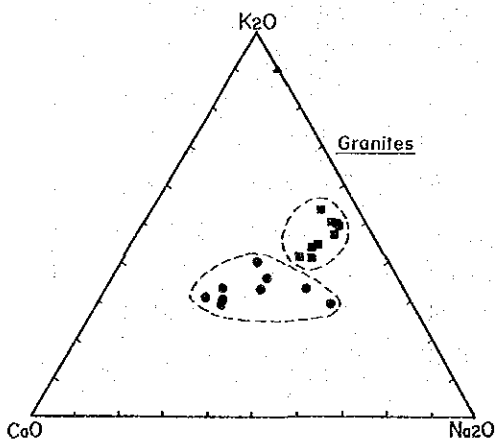
第10図 Gümüşhane地域花崗岩類の分類



第11図 Gümüşhane地域火山岩類の分類

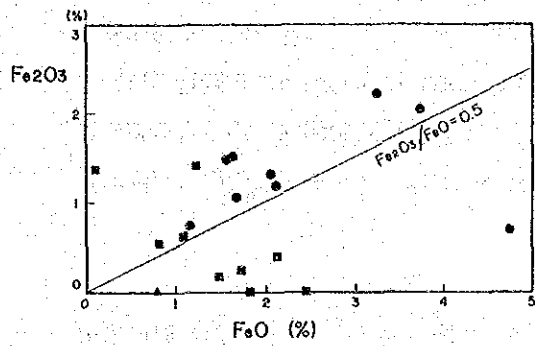


第12図 MFA ダイアグラム

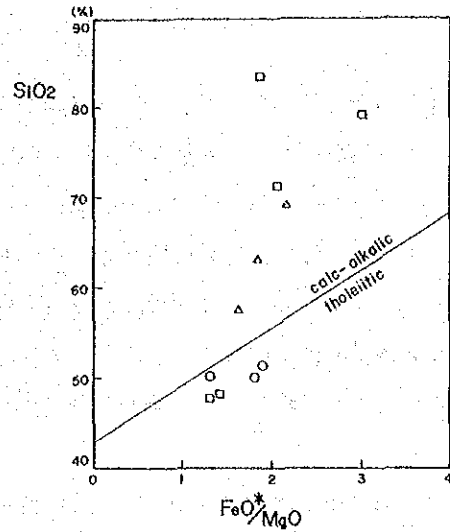


第13図 CaO-Na₂O-K₂O ダイアグラム

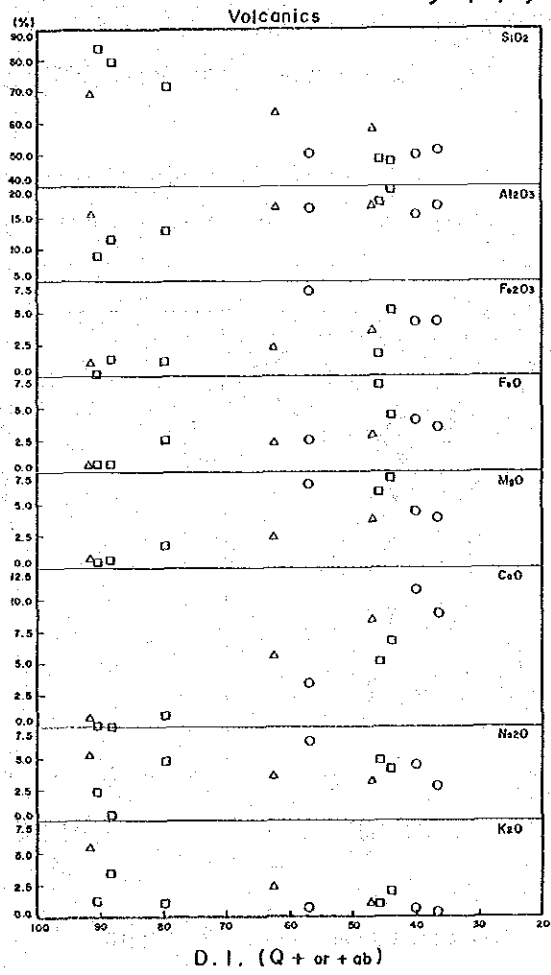
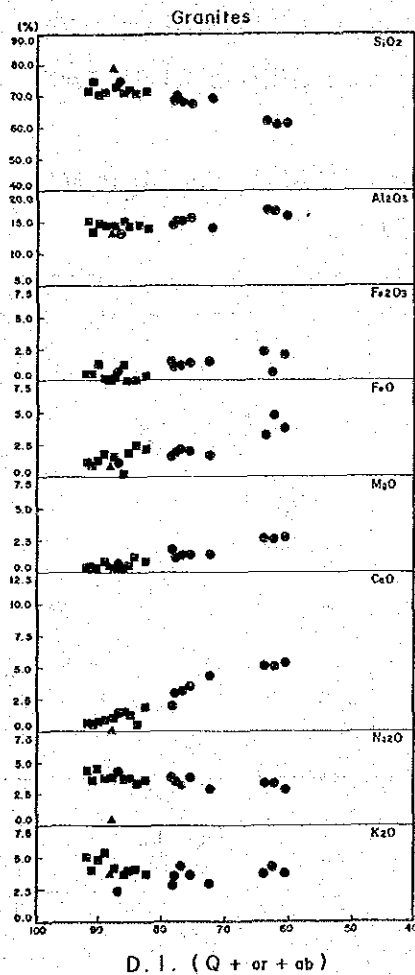
Symbols in each figure are in same : See in Fig. 17.



第14図 花崗岩類の Fe_2O_3 -FeO
ダイアグラム



第15図 火山岩類の SiO_2 - FeO^*/MgO
ダイアグラム



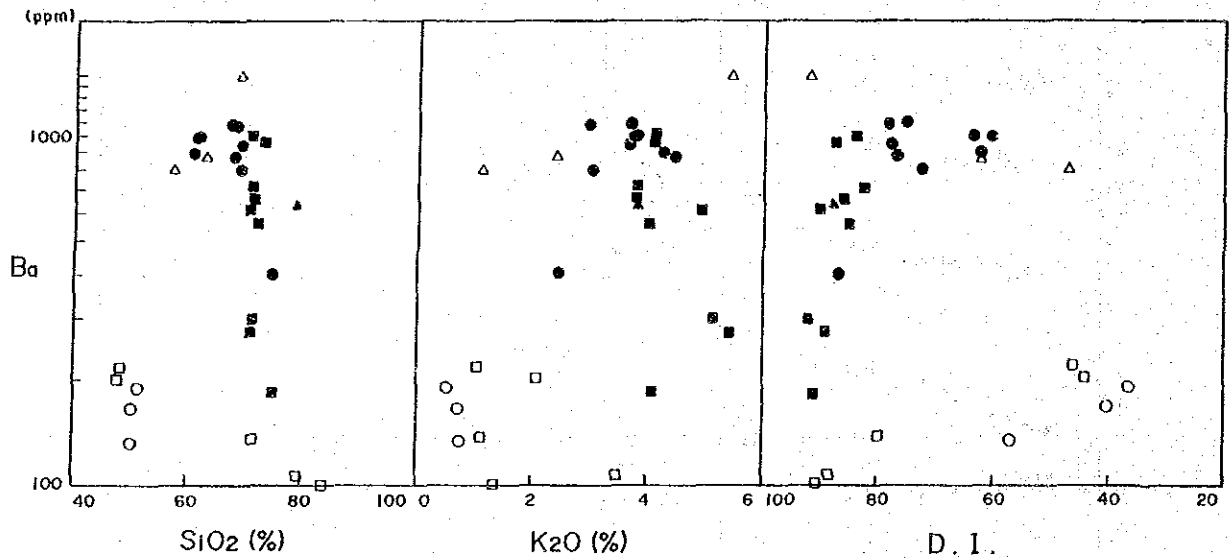
第16図 分化指数と酸化物の組成変化

Symbols in each figure are in same : See in Fig. 17.

観察は行なっていないが、不透明鉱物モード量及び第 14 図に示した Fe_2O_3-FeO ダイアグラムから判断して、新期花崗閃緑岩類は磁鉄鉱系列である。古期花崗岩類については Fe_2O_3/FeO が低い値を示すものも認められるが、そのストロンチウム初生値や不透明鉱物モード量からは磁鉄鉱系に属していると推定される。一般に磁鉄鉱系列の花崗岩類は Mo で、イルメナイト系列では Sn の鉱化作用で特徴づけられる。新期花崗閃緑岩類や古期花崗岩類が磁鉄鉱系列に属していることは本調査地域内で Sn を伴うグライゼン化作用が認められないことを示唆しているものと思われる。

火山岩類： $SiO_2-N_2O+K_2O$ 図による分類（第 11 図）では、Venk Yayla 層の火山岩は安山岩～石英安山岩の範囲にわたる。Zigana 層の安山岩～石英安山岩は流紋岩の領域に入るが変質のため SiO_2 が増加したためであると考えられる。また Zigana 層の玄武岩や Kirikli 層の玄武岩質安山岩はアルカリ成分 (Na_2O+K_2O) がやや高い特徴が示されているが、鏡下での観察結果では著しい変質が認められるため、詳細な議論は差しひかえる。

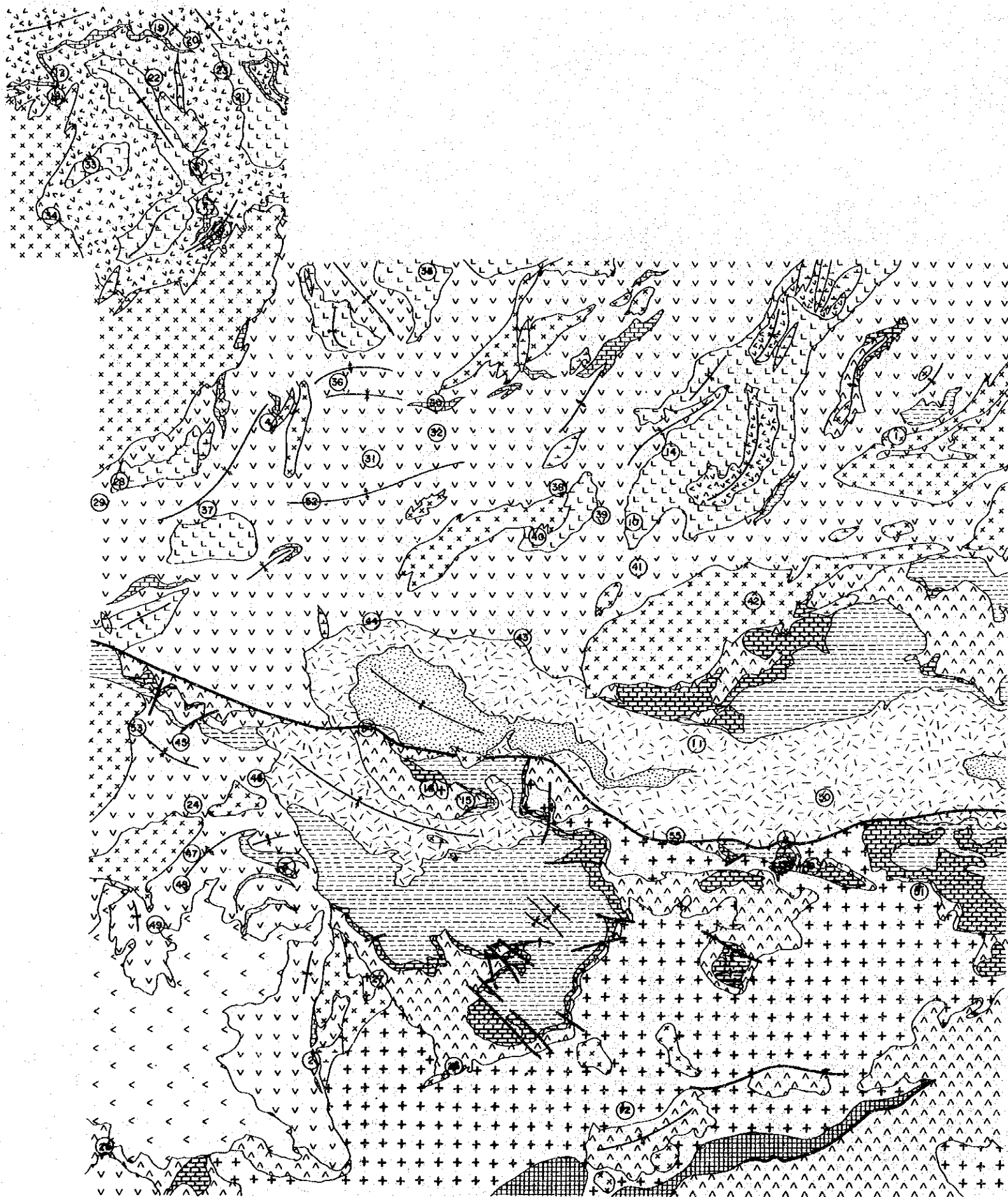
また、MFA 図（第 12 図）や SiO_2-FeO^*/MgO 図（第 15 図）では Venk Yayla 層の火山岩類はカルクアルカリ岩系に属していることを示している。



Symbols (Same as in Fig.10~ Fig16)

- : Gümüşhane Granite
- : Younger Granitic rocks
- ▲ : Quartz porphyry dyke
- △ : Venk Yayla Formation
- : Zigana Formation
- : Kirikli Formation

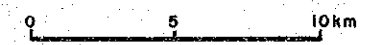
第17図 バリウムと SiO_2 , D.I., K_2O の関係



LEGEND

Tertiary	Gavurdağı Volcanics		Andesite lava, Pyroclastics
	Venk yayla F.		Flysh
			Andesite lava, Pyroclastics
Upper Cretaceous	Zığana F.		Limestone
			Dacite lava, Pyroclastics
			Andesite lava, Pyroclastics, Dacite
		Dacite lava, Pyroclastics	
		Andesite lava, Pyroclastics	
		Flysh	
Jurassic	Kuşaklı Limestone		Limestone
	Kirikli F.		Sandstone, Mudstone Basalt lava, Basaltic and Dacitic Pyroclastics
Paleo-zoic	Gümüşhane Granite		Granite
	Kurtoğlu Metamorphics		Gneiss, Schist
Intrusive rocks			
		Granodioritic rocks, Porphyritic granite	
		Quartz porphyry, Dacite	
		Anticlinal axis, Synclinal axis	
		Fault	
		Thrust fault	

- | | | |
|-----------------------|-------------------|---------------------|
| ① Hasandere | ①⑨ Fidilli | ③⑦ Maden Mah. |
| ② Karadağ | ②⑩ Demirdere | ③⑧ Şive |
| ③ Avliyana | ③⑪ Kelte | ③⑨ Köstere Dere |
| ④ Düzköy | ④⑫ Gırlak | ④⑩ Diğer Mah. |
| ⑤ Melek | ⑤⑬ Armutlu | ④⑪ Kalkanlı |
| ⑥ Kuru } (Belen Tepe) | ⑥⑭ Kopuz | ④⑫ Değirmen Dere |
| ⑦ Dere } | ⑦⑮ Altıntaşlar | ④⑬ Torul |
| ⑧ Kırkpavli | ⑧⑯ Kırıntı | ④⑭ Herek |
| ⑨ Hazine Mağara | ⑨⑰ Şimere | ④⑮ Beşkise |
| ⑩ Köstere | ⑩⑱ Kürtüklüyurt | ④⑯ Otalan |
| ⑪ Mastra | ⑪⑲ Çatak | ④⑰ Fidikar |
| ⑫ Midi | ⑫⑳ Konacık | ④⑱ Maden Tepe |
| ⑬ Sarıdere | ⑬㉑ Mandıra | ④㉑ Kürtmezarı Yayla |
| ⑭ İstala | ⑭㉒ Karapukur | ④㉒ Canca |
| ⑮ Haviyana - Mezraa | ⑮㉓ Keltaş Güney | ④㉓ Akçakale |
| ⑯ Mezraa | ⑯㉔ Kösedere | ④㉔ Araköy Yayla |
| ⑰ Aşağı Siğirlik | ⑰㉕ Erikbeli Yayla | ④㉕ Kaynar Tepe |
| ⑱ Nikola | ⑱㉖ Cami | ④㉖ Çamdibi |
| | | ④㉖ Kodilbahçekö |



第18圖 鉅微地分布圖

バリウム (Ba) : Ba は一般にそのイオン半径からカリウムと挙動をともにし、黒雲母やカリ長石中に含まれる (Mason, 1966)。このことから、 SiO_2 、 K_2O 及び D. I. との関係について注目し、第 17 図に関係を示した。本図から次の関係が読みとれる。

- ① 花崗岩類は Venk Yayla 層を除く火山岩類と比べて Ba の高い領域を占める。
- ② 古期花崗岩類では Ba 量が 200~1,000ppm と広い範囲にわたるのに対し、新期花崗岩類では比較的狭い範囲である。
- ③ 花崗岩類では Ba は SiO_2 、 K_2O の含有量と対応する相関関係は認められないが、D. I. が高くなると Ba 量が急激に下がる傾向がある。
- ④ 火山岩類は Ba の高い集団と低い集団に区分される。Venk Yayla 層の火山岩では Ba 値は高く、 SiO_2 、 K_2O 、及び D. I. の変化に対応する正の関係が認められるが、Zigana 層あるいは Kırıklı 層の火山岩類は Ba 値が低く、 SiO_2 、 K_2O 及び D. I. との対応関係は明瞭ではない。

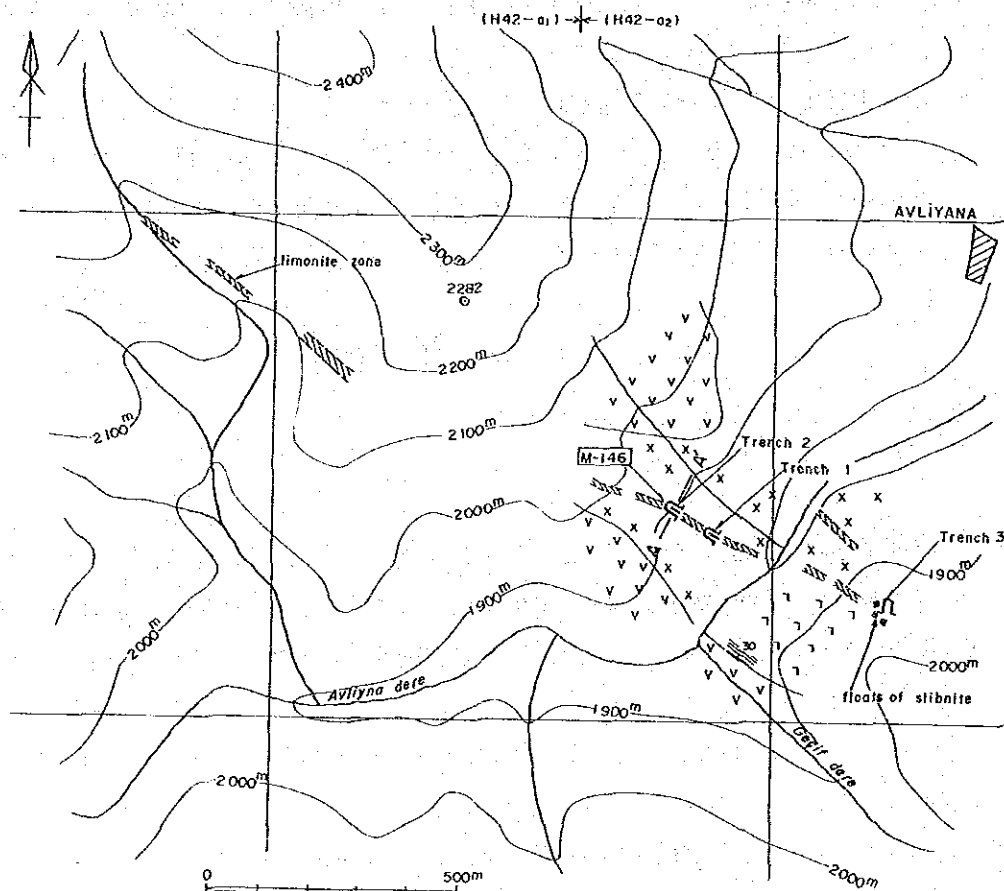
第 2 章 鉍化変質作用

2-1 概要

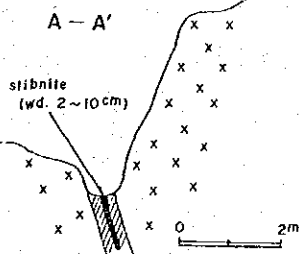
本地域の主な鉍床はスカルン型、鉍脈型、鉍染型に大きく区分され、鉍種として Fe, Cu, Pb, Zn, Mo, FeS (硫化鉄鉍), BaSO_4 (重晶石) 等からなる。これらの大部分は上部白亜系の Zigana 層か、Zigana 層に貫入している花崗閃緑岩類中から周辺の Zigana 層にかけて鉍化作用が及んでいる。スカルン型は Zigana 層中の石灰岩に関連し、多くの場合、A 地域の Demirdere 鉍化帯等のように鉄鉍物が圧倒的に多いが、Belen Tep 地域のように鉄鉍物のほかに Cu, Pb, Zn を伴うこともある。

鉍脈 (裂罅充填) 型の胚胎母岩は下位の Gümüşhane 花崗岩及び Kırıklı 層から上位の Venk Yayla 層に及び、小規模高品位の Cu, Pb, Zn, Ag, Sb, BaSO_4 等の鉍床を形成している。これらの鉍脈の方向は E~W 系のものが多い。代表的な鉍脈型鉍床は Cu, Pb, Zn を主とする Köstre 鉍山、含銀方鉛鉍を対象とした Mastra 鉍山及び閃亜鉛鉍からなる Midi 鉍山等があげられる。このうち Midi 鉍山のみが現在稼行されている。そのほかの鉍脈型鉍床として最近、輝安鉍鉍脈が発見され、トレンチによる探鉍が実施されている Avliana 鉍化帯や Gümüşhane 花崗岩中に見られる高品位重晶石鉍脈がある。重晶石鉍脈の規模は比較的小さいが、貴重な資源のため現在 MTA により当地域内の重晶石鉍床の精査がなされている。

鉍染型は第三紀の花崗閃緑岩類に関連し岩株状岩体から周辺の Zigana 層に及ぶ鉍化作用で Hasandere (Mo, Cu)、Karadağ 鉍山 (Cu, Zn, Pb)、Beşkise, Sarıdere, Değirmendere (以上いずれも黄鉄鉍のみ) 等があり、このうち Hasandere、Karadağ はポーフィリ



Section of Trench 2



LEGEND

- Andesit with intercalated siltstone
- Granodiorite
- Quartz porphyry
- Stibnite vein
- Limonite zone
- Trench
- Floats of stibnite
- Sample for X-ray analysis

第19圖 Avliyana 鉍化帶圖

一型として注目される。

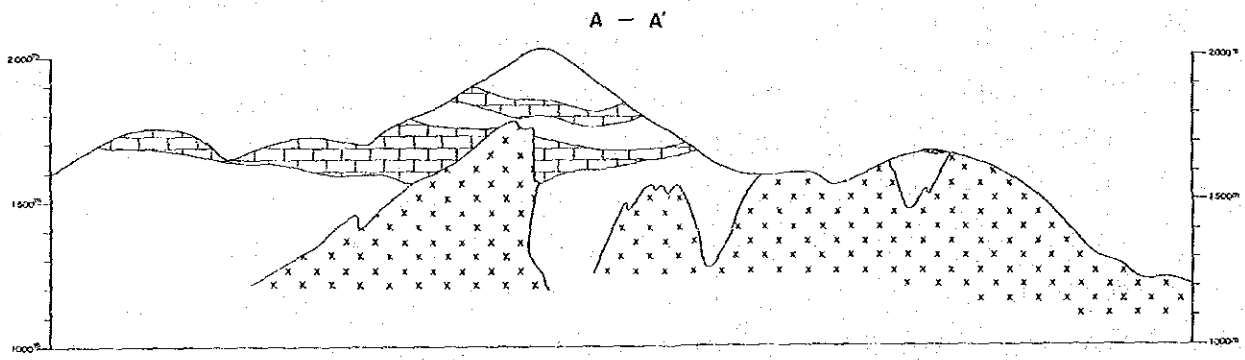
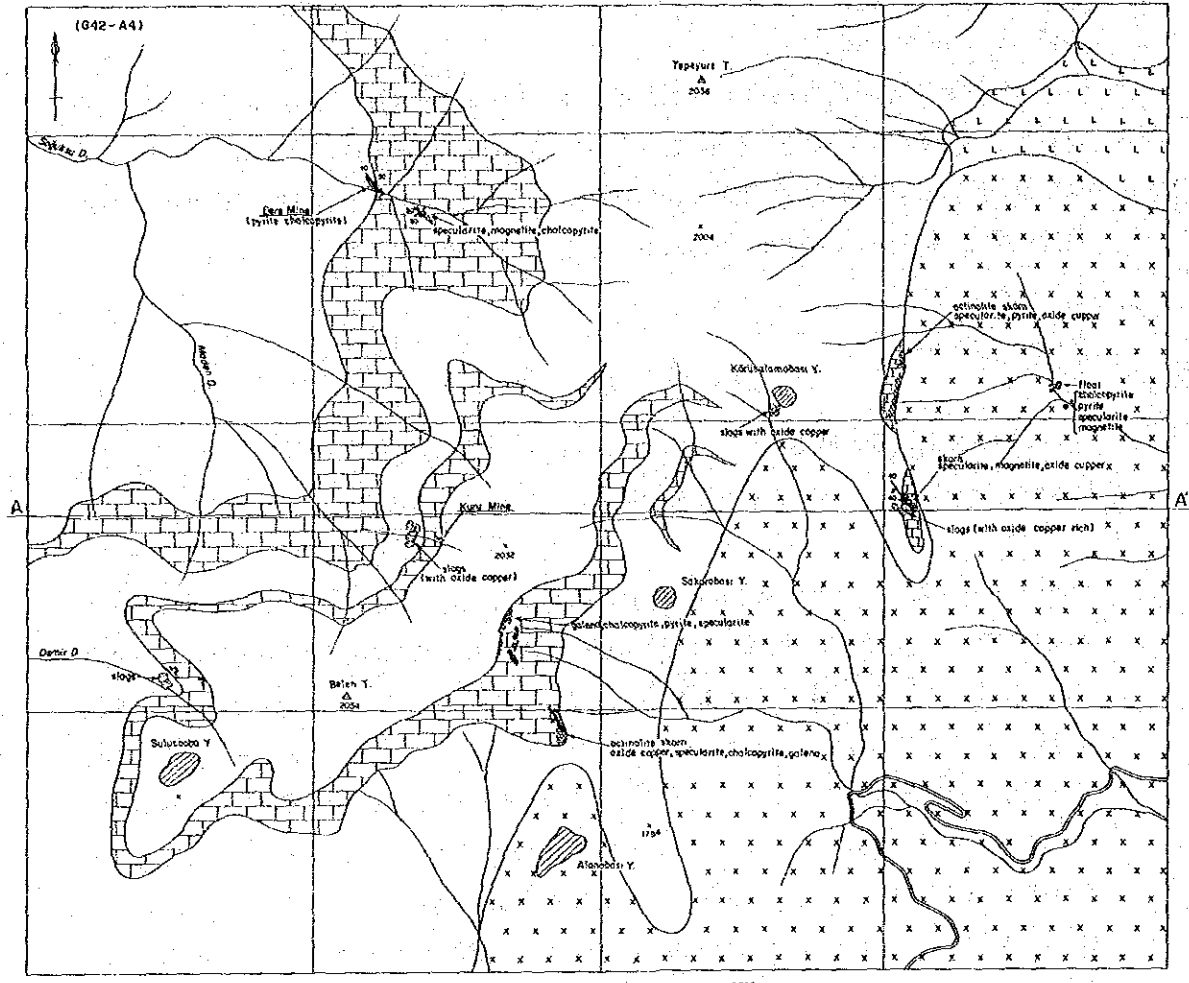
ポネードス褶曲帯には多くの層状鉱床が知られており、時代こそ異なるが上部白亜系の酸性火山岩類中に黒鉱型鉱床の報告がなされている。1974～1976年にかけて実施した資源開発協力基礎調査は本地域の北側に隣接する Trabzon 地域で、黒鉱鉱床と類似する鉱化帯の報告があるが、本地域では İstala 鉱化帯のみが類似しているにすぎない。

2-2 主要鉱化帯

調査地域の鉱化帯の概要については第 5 表に示した通りである。Hasandere 鉱化帯、Karadağ 鉱山については後述するので、その他の主な鉱化帯は以下のごとくである。

Avliyana 鉱化帯 Avliyana 部落の南西 1km に位置し、Avliyana 沢の両岸に発達するアンチモン鉱脈である。付近の地質は Zigana 層の安山岩とこれを貫く花崗閃緑岩及び石英斑岩からなる。アンチモン鉱化帯は最近見つかри、これら貫入岩体中の割れ目に沿って発達している。西側斜面のリモナイト化した箇所でも巾約 50cm のリモナイトゾーンの中にトレンチがなされ、その結果 No. 1, 2 では花崗閃緑岩の珪化した部分に輝安鉱が見らる。No. 1, 2 のトレンチでは幅 2～10cm と狭いが塊状の輝安鉱で、僅かに辰砂を伴っている。X線回折結果では輝安鉱に伴ってアンチモンの二次酸化鉱物であるローメイト (romeite): $(Ca, Fe, Mn, Na)_2(Sb, Ti)_2O_6(O, OH, F)$ が検出された。鉱脈の走向は $N70^\circ W$ 、傾斜は $80^\circ N$ である。東側での反対側の斜面でも No. 3 のトレンチがされているが、この部分では輝安鉱が見つからない。但し、この付近の転石には高品位なものが多く、その転石から脈巾 20cm 以上の塊状鉱の鉱脈と推定される。西側トレンチ No. 2 と転石の見つかっている東側とを結ぶと延長 500m に達し、西側延長のリモナイトゾーンも加えると、さらに広がることになる。東側は森林となり表土に被われているため露頭の存在や広がりは知られていない。転石の様子では東側の鉱徴は優勢である。地質調査結果からは、鉱床の規模は細脈で小さいものの、鉱脈はしっかりしている。品位は Sb 60% 以上と推定される。この鉱脈のゾーンは連続し膨縮の変化に富むものの、まとまった鉱床となりうる要素をそなえていると思われる。このほかにこの付近には平行するリモナイトゾーンがあり、下部でアンチモン鉱脈になりうる可能性がある (第 19 図)。また、アンチモンの二次酸化鉱物であるローメイトが検出されたことにより、当地区の土壤中にアンチモンがローメイトとして固定されていると期待され、地化探の有効な鉱物となりうることが指摘される。

Belen Tepe 鉱化帯: Belen Tepe は Kürtün の北北西 10km で、標高 1,600～2,000m にわたって分布する。本鉱化帯はスカルン型の Fe, Cu, Pb, Zn 鉱床で、A 地域の南東部に当たる Belen ～ Tepeyurt 山を中心として、数多くの鉱徴地・旧採掘跡が東西約 3km、南北



LEGEND

Zigono F	 	Andesite and pyroclastics Limestone Dacite Granodioritic rocks
Intrusive rocks	 	Slag zone and ore minerals Slag Adit

第20圖 Belen Tepe 地域地質圖

2km の範囲にわたって分布している。当地域へは、Kürtün から Mindidi 部落をへて、Alanobası Yayla 入口まで林道が設けられているが、それ以後は徒歩にて約 1 時間で達することができる。

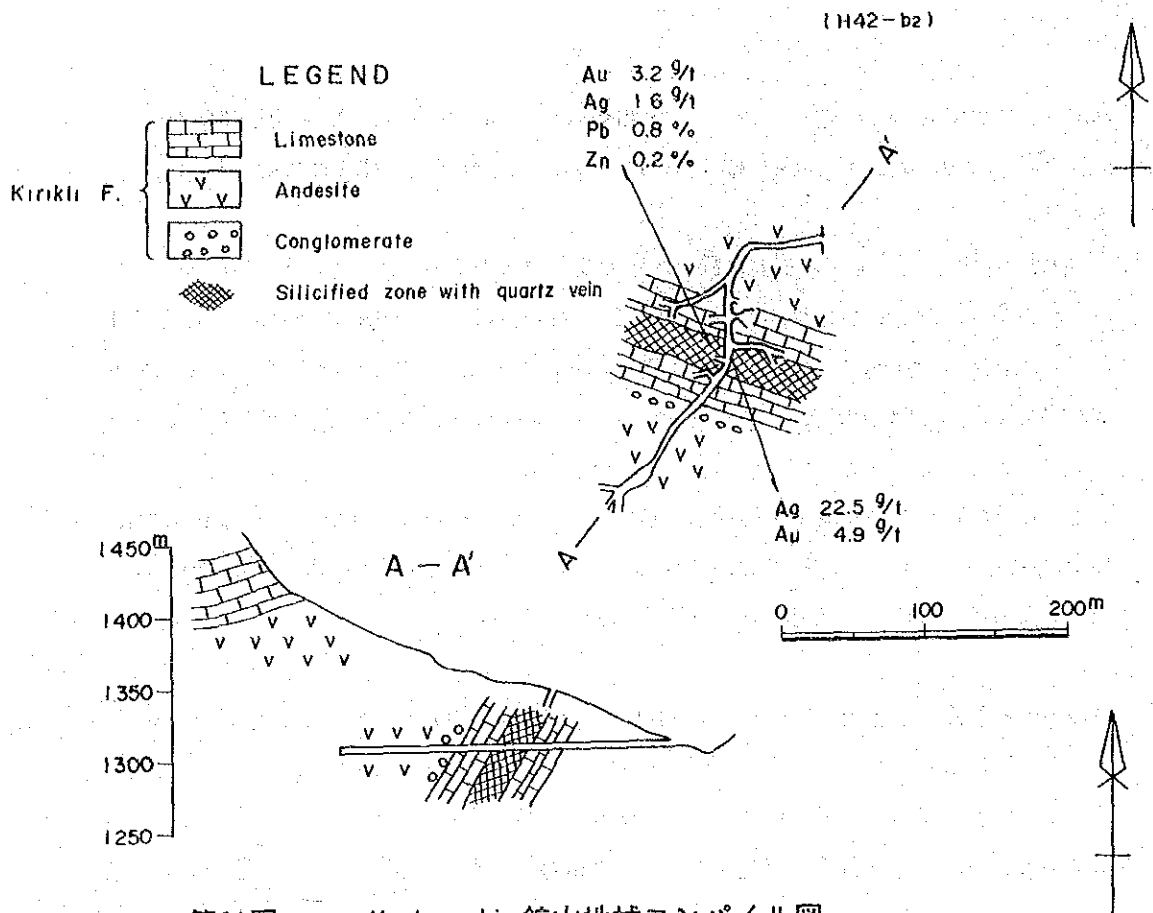
地質は主に上部白亜系の安山岩質火砕岩類及び塊状石灰岩 (Zigana 層 A2 部層) とこれらを通る花崗閃緑岩からなり、鉍化帯は安山岩溶岩と石灰岩層の接触部付近に発達する。石灰岩層は 2 層準に区分され、その層厚は両層準とも数 10m ~ 百数 10m の規模でほぼ水平である。花崗閃緑岩体は Kürtün から Doğankent にかけて大規模に発達する“Kürtün 岩体”の一部で、NE-SW 系の伸長方向を示す。

本鉍化帯は幾つかの鉍徴地・旧鉍山からなっており、それらは北側から、Dere鉍山、Kuru 鉍山、Sulucaoba Yayla 付近の旧坑、Alanobası Yayla 北方の旧坑、Korukalambası Yayla 東方の旧坑跡等に区分される (第 20 図、第 5 表)。

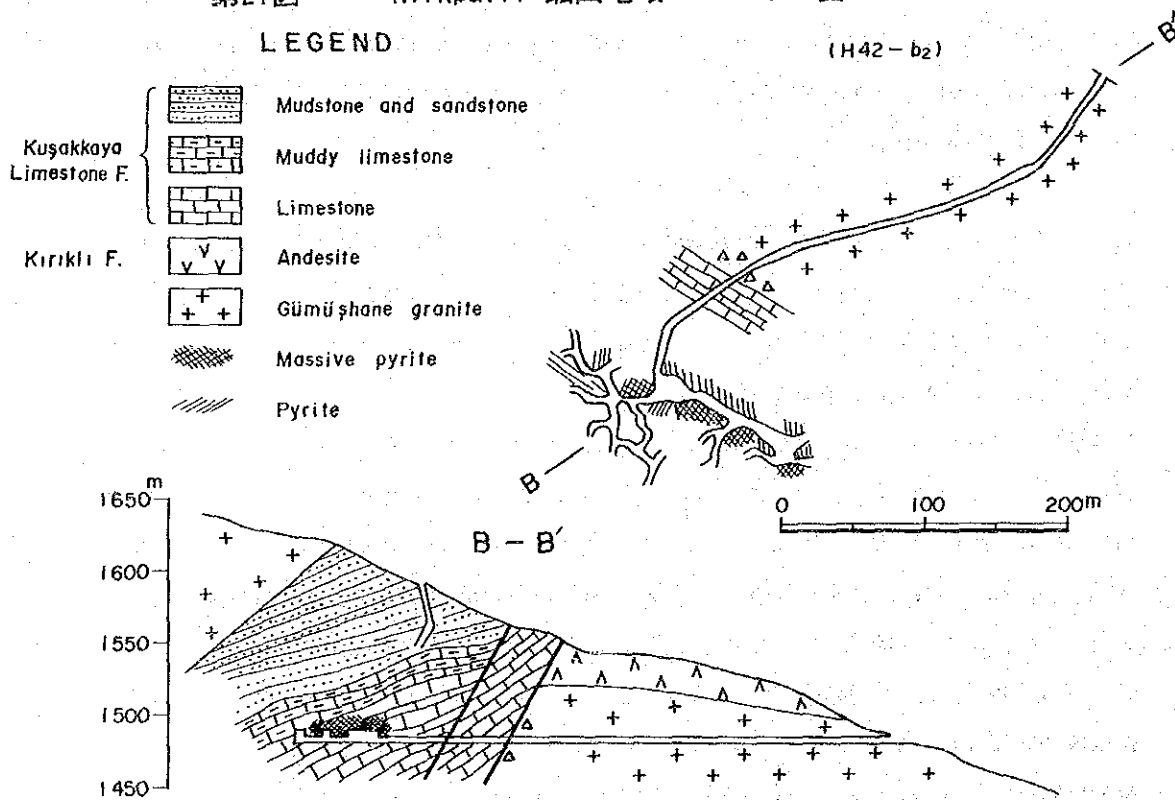
Kirkpavli 鉍山: 本鉍山は Gümüşhane 市西 3km の Eski Gümüşhane (標高 1,350m) に位置する。Kırıklı 層を母岩とする鉍脈型鉍床である。Kovenko (1939 年) によると、坑内の地質は石灰岩、安山岩、礫岩からなり、石灰岩中に約 20m 程の珪化帯があり、この部分に多量の黄鉄鉍を伴う石英脈が発達するが、連続性に乏しい。旧坑は 250m 程の立入坑道と 4ヶ所のひ押し坑道からなるが、ひ押し坑道はどれも短い。珪化帯全体を左右の側壁で採取した試料では Au 3.2g/t, Ag 16g/t, Pb 0.8%, Zn 0.2% と Au 4.9g/t, Ag 22.5g/t, Pb 0.0%, Zn 0.0% の分析結果が得られている。Au, Ag を対象にどの程度採掘したかは明らかでない (第 21 図)。

Hazine Mağara 鉍山: 本鉍山は Gümüşhane 市の南西 1km の標高 1,500~1,620m に位置する。Kuşakkaya 石灰岩層が E~W 系の平行する断層により角礫化され、その石灰岩のマトリックス中に方鉛鉍、黄鉄鉍がくる交代鉍床である。露頭と露頭の下 80m に立て入れた坑道とが結ばれ坑内採掘されている。

鉍床は塊状黄鉄鉍が大部分で局部的に方鉛鉍、四面銅鉍の濃集部がある。D'Andria (MTA, 1940 年) の調査によると標高 1,520~1,600m 間にある黄鉄鉍を主体にした鉍石で長さ 100m、厚さ 5m、落し 100m で 20 万トン、品位は Au 2.55g/t, Ag 89g/t, Cu 0.80%, Pb 3.04%, Zn 2.80% と計算している。四面銅鉍の多い部分では Ag 1600g/t を得ている。このほかにこの連続部で、実施した試錐 2 孔で着鉍、鉍体の広がりには N55°W 方向に 75m、幅 1.6m、平均品位 Pb 5.03% を見つけている。同一鉍体の連続部と見られるが位置的關係は明らかでない。本鉍床の下部には基盤の Gümüşhane 花崗岩があり、この付近は断層により Kuşakkaya 石灰岩層が落ち込んでいる。この部分に胚胎する交代鉍床で、下部での鉍床ゾーンの広がりには期待できる (第 22 図)。



第21図 Kırkpavli 鉱山地域コンパイル図



第22図 Hazine Mağara 鉱山地域コンパイル図

第 5 表 鉍 鐵 地 一 覽 表

NO	NAME	LOCATION	FORMATION	KIND OF MINERAL DEPOSITS	HOST ROCKS	TYPE OF MINERAL DEPOSITS	THICKNES OF WIDTH	ORE MINERAL	GANGUE MINERALS	GRADE OF ORE	DIRECTION OF VEIN STRIKE	REMARKS
1	Hasandere	Hamsiköy Çuze/Yayla	Zigana	Mo, Cu	Porphyritic granite	Dissemi.	1.7km x 1.4km	Molybdenite Chalcopyrite	Quartz			Soil sampling by MTA
2	Karadağ	Galliz Dere	Zigana	Cu, Pb, Zn, Fe	Basaltic Andesite	Dissemi.		Spinelite Oxide copper	Garnet Epidote Quartz Clay	Sb ₂ S ₃ , 80%	N70° W, 80° N	Float of slag
3	Avliyana	Avliyana	Intrusives Zigana	Sb	Qz Porphyry Andesite Limestone	Vein	wd: 20cm	Galena Stibnite	Specularite Garnet			
4	Düzköy	Düzköy	Zigana	Fe, Pb	Andesite	Skarn	wd: 2.0m	Chalcopyrite Magnetite	Actinolite Epidote Garnet	Cu: 1~2%		
5	Melek Maden (Belen Tepe)	Deregözü (Kürtüm)	Zigana	Fe, Cu	Limestone Andesite	Skarn		Galena Chalcopyrite	Actinolite			Gallery direction N60° E
6	Kuru Maden (Belen Tepe)	Deregözü (Kürtüm)	Zigana	Cu, Pb	Limestone Andesite	Skarn		Pyrite				
7	Dere Maden (Belen Tepe)	Deregözü (Kürtüm)	Zigana	Cu	Limestone Andesite	Skarn		Chalcopyrite Pyrite		Cu: 1~2%	N40° W 30° NE	
8	Kırkpavil	Gümüşhane	Kırıklı	Au, Ag	Limestone	Vein	< 1.0m	Pyrite	Quartz	Au: 3~5g/t Ag: 16~22g/t	N70° W, 40° S	
9	Hazine Mağara	Eski Gümüşhane	Kuşakkaya	Ag, Pb, Cu	Limestone	Replacement		Tetrahedrite Pyrite	Barite			
10	Köstere	Kalkanlı Zigana Dere	Zigana	Pb, Cu, Zn	Dacite	Vein	wd: 3.5m 2.50m	Galena Chalcopyrite	Quartz Clay	Cu: 2~3% Pb: 2m: 10%	N85° W 60° N	3 old galleries and dumps
11	Mastra	Mastra Mah. Yayla	Venk	Ag, Pb	Andesite	Vein	wd: 70cm 2.40-80m	Spinelite Galena Chalcopyrite Pyrite	Quartz Clay		80° S E W~	Shut down last year
12	Madi	Madi Mah. Talanlar D.	Kırıklı	Zn, Pb	Basalt~ Basaltic tuff	Vein	wd: 2-10m 2.100m±α	Spinelite Galena Smithsonite Pyrite	Epidote Clay Quartz Calcite	Zn: 20%	N80° E 60~70° N	Working mine, another skarn zone with Pb, Zn
13	Sarıdere (Deregözü)	Eski Gümüşhane	Grano-diorite	Py	Granodiorite	Dissemi.	2km x 1km	Galena Chalcopyrite Pyrite	Quartz		S10° W 65° W N80° W 50° S	Soil sampling by MTA Argillization
14	İstala	İstala Mah.	Zigana	Cu, Pb, Zn	Dacite	Massive	1.0m-2.5m	Galena Chalcopyrite Pyrite	Clay			N50° W, 60° S
15	Naviyana-Mezraa	Naviyana Mah. Acasu D.	Kırıklı	Ba, Pb, Cu	Basaltic andesite	Vein	wd: 3.0m 2.5m±α	Galena Chalcopyrite Tetrahedrite	Barite Quartz			veinlets with Limonite
16	Mezraa	Mezraa Mah. Mezraa D.	Gümüşhane granite	Ba, Pb	Granite	Vein	wd: 1.5m 2.100±α	Pyrite Spinelite Galena Malachite Azurite	Quartz Barite		N50° E 50° W N70° W 50° S	3~5 old N40° W vein along of old gallery
17	Aşağı Sığırlık	Gülpınar Mah.	Zigana	Fe, Cu	Limestone Andesite	Skarn		Pyrite	Epidote		E-W 35° N	
18	Nikola	Çatak Köyü	Zigana	Fe, Cu	Limestone Andesite	Skarn	2.3-4m	Specularite Magnetite Malachite	Epidote			
19	Fidilli	Karabörk Mah.	Zigana	Fe	Limestone Andesite	Skarn	±30cm	Specularite Magnetite Oxide copper	Actinolite Epidote	Fe: 25%		
20	Demirdere (Görelle)	Deregözü (Görelle)	Zigana	Fe	Limestone Andesite	Skarn		Magnetite Specularite	Actinolite Epidote	Fe: 40%		
21	Kellete (Deregözü)	Deregözü (Görelle)	Zigana	Fe, Cu	Limestone Andesite	Skarn		Pyrite Chalcopyrite Magnetite	Quartz	Ag: 2.0-170 g/t Cu: 1% Zn: 1% Fe: 6%	N55° W 90°	wd: 15m mineralized zone
22	Gırlak	Karabörk Mah.	Zigana	Fe	Limestone Andesite	Skarn	10cm-1.0m	Specularite Magnetite	Actinolite Epidote			
23	Armutlu	Deregözü Mah.	Zigana	Cu	Dacite Limestone	Vein	wd: 0.5m 2.100±α 200m	Chalcopyrite Pyrite	Quartz		N-S 70~80° E	Old dump
24	Kopuz	Kopuz Mah.	Zigana	Fe	Limestone Andesite	Skarn	?	Magnetite	Epidote			Old dump
25	Altıntaşlar Köyü	Kocadal Köyü	Kırıklı	Cu	Dacitic tuff	Vein	wd: 0.5m 2.100±α 200m	Chalcopyrite Pyrite	Quartz			Old dump
26	Kırantı Yayla	Kırantı Yayla	Kırıklı	Pb	Andesite	Vein		Pyrite Galena Chalcopyrite	Barite			Old dump
27	Şimere	Şimere Mah.	Kırıklı	Cu, Ba	Andesite	Vein		Pyrite Galena Chalcopyrite	Barite			Old dump
28	Kürtüklüyük	Kürtüklüyük Yayla	Zigana	Fe	Limestone Andesite	Skarn	wd: 1.5m 2.15-10m	Specularite Magnetite Pyrite	Epidote Actinolite			Old gallery
29	Çatak	Çatak Yayla	Zigana	Fe	Limestone Andesite	Skarn		Magnetite Pyrite	Actinolite			Slag
30	Konacık	Büyük Yayla	Zigana	Fe, Cu	Andesite	Skarn	wd: 0.5-1m wd: 0.5-1m	Oxide copper Spinelite Pyrite, Spn. Chalcopyrite	Epidote Quartz		N85° W, 86° N N60° E	Old dump Old gallery (100m)
31	Handıra	Mandıra Mah.	Zigana	Zn	Andesite	Vein	2.50-60m	Magnetite Specularite	Actinolite Tremolite Quartz			
32	Karaçukur	Doğumlu Mah.	Zigana	Fe	Andesite Limestone	Skarn		Pyrite Malachite Py. Chalco. Magnetite	Epidote			
33	Keltas	East of Dereyatak Mah.	Zigana	Cu, Fe	Dacite	Vein		Pyrite				Argillization
34	Kösedere	Piredil Mah.	Zigana	Fe	Limestone Andesite	Skarn		Pyrite				Argillization
35	Erikbeli Yayla	Virankilise Tepe Mah. (Kürtüm)	Zigana	Fe	Dacite Andesite	Dissemi.		Pyrite				Argillization
36	Çam	Çam Mah. (Kürtüm)	Zigana	Fe	Andesite	Dissemi.		Pyrite				Argillization
37	Maden Mah.	Maden Mah.	Zigana	Fe, Cu	Andesite	Vein		Pyrite Malachite	Quartz		N45° E, 60° W	Old gallery
38	Şive	Şive Mah.	Zigana	Fe	Andesite	Dissemi.		Pyrite Malachite	Quartz			Silicifi. Argillization Silicifi. Argillization Silicifi.
39	Köstere Dere	Ayur Dere	Zigana	Fe, Cu	Granodiorite Andesite	Dissemi.		Oxide Copper Pyrite				Argillization
40	Diker Mah.	Kızılçık Mah.	Granodiorite	Fe	Granodiorite	Dissemi.		Pyrite				Argillization
41	Kalkanlı	Kalkanlı Mah.	Zigana	Cu, Fe	Andesite Lim. Skarn	Skarn		Py. Mag. Specul. Oxide copper				Silicifi. Argillization Silicifi. Argillization Silicifi.
42	Değirmen Dere	Küplü Mah.	Granodiorite	Fe	Granodiorite	Dissemi.		Pyrite				Argillization
43	Torul Hersek	Torul Hersek Mah.	Zigana	Cu, Fe	Andesite	Dissemi.		Oxide copper Oxide copper				Silicifi. Argillization Silicifi. Argillization Silicifi. Argillization
44	Beşikse	Beşikse	Zigana	Fe	Andesite	Dissemi.		Pyrite				Silicifi. Argillization
45	Otağan Fıdıklar Mah.	Otağan Mah. Fıdıklar Mah. South of Tepe	Zigana	Fe	Andesite	Dissemi.		Pyrite				Silicifi. Argillization Silicifi. Argillization Silicifi. Argillization
46	Fıdıklar Mah.	Fıdıklar Mah. South of Tepe	Zigana	Fe	Andesite	Dissemi.		Pyrite				Silicifi. Argillization Silicifi. Argillization Silicifi. Argillization
47	Fıdıklar Mah.	Fıdıklar Mah. South of Tepe	Zigana	Fe	Andesite	Dissemi.		Pyrite				Silicifi. Argillization Silicifi. Argillization Silicifi. Argillization
48	Kürtmezarı	Kürtmezarı South of Yayla	Zigana	Fe	Andesite	Dissemi.		Pyrite				Argillization
49	Fıdıklar	Fıdıklar	Zigana	Fe	Andesite	Dissemi.		Pyrite				Argillization
50	Çanca	Darunnu Mah.	Venk Yayla	Fe	Andesite	Dissemi.		Pyrite				Argillization
51	Akçakale	Aşağı Mah.	Gümüşhane granite	Cu, Zn Ba, Pb	Andesite Granite	Dissemi. vein		Pyrite Chalcopyrite Galena	Barite			Argillization Limonit.
52	Araköy Yayla	Araköy Yayla	Zigana	Cu, Fe	Andesite	Dissemi.		Pyrite Oxide copper				Silicifi.
53	Kaynar Tepe	Kaynar Tepe	Zigana	Fe	Limestone	Skarn		Pyrite Hematite	Quartz		N20° W	
54	Çamdibi	Çamdibi Mah.	Zigana	Cu	Andesite	Vein	wd: 10cm	Chalcopyrite Oxide copper				
55	Kodilbağçe Köyü	Kodilbağçe Köyü Mah.	Gümüşhane granite	Fe	Granite	Skarn?		Specularite Magnetite				

第 3 章 地化学探査

3-1 UNDP データの再解析

1970年～1974年にかけて、国連とトルコ政府の共同によるトルコ国内の2地域 Menderes Massif, Merzifon-İspir の鉱物探査プロジェクト (United Nations Development programme) が実施された。このプロジェクトの一環として沢砂による地化学予察探査が行なわれ、Gümüşhane 地域を含む Merzifon-İspir 地域 (2,400km²) では 19,282 個の地化学探査試料が採取された。その試料密度は 0.8個/km² である。Merzifon-İspir 地域においては、Cu: 100ppm, Mo: 5ppm, Pb: 70ppm, Zn: 220ppm, Ni: 300ppm のしきい値により、47 箇所の地化学アノマリー域が抽出された。このうち、A 地域を除く本年度調査地域内に関するアノマリー域は 12 箇所で、そのうち 8 箇所を有望なアノマリー域としている (UNDP Technical Report 2, 1974)。本年度調査地域内の有望地域を第 2 3 図及び第 6 表に示す。

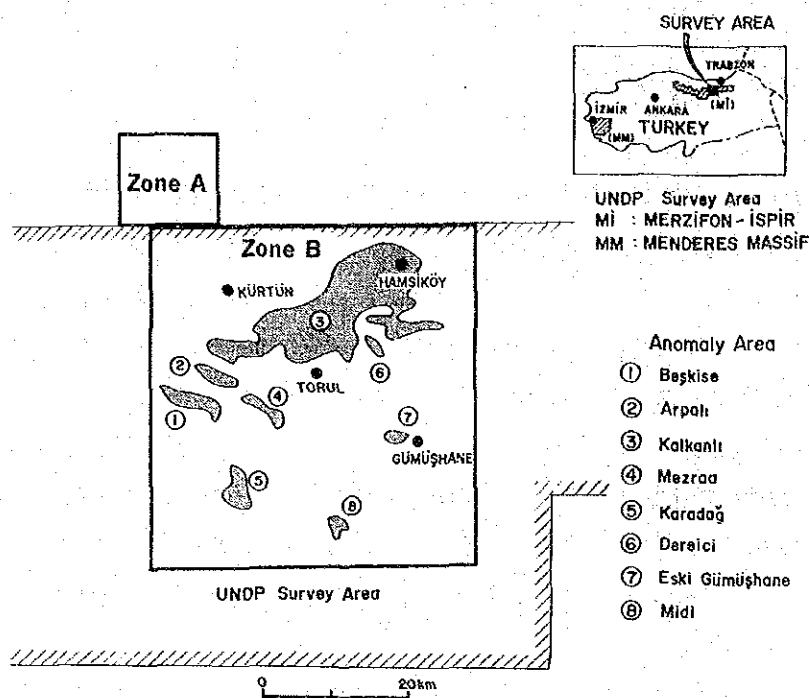
第 6 表 UNDP により抽出されたアノマリー域一覧表

Anomaly Area	Area(km ²)	Geochemical Values (ppm)
① Beşkise	5.1	Cu:110~290(6), Mo:10~29(4), Pb:90~110(3)
② Arpalı	6.0	Mo:29(1) Pb:70~200(5), 500(1), Zn:550, 800(2)
③ Kalıkanlı	114.8	Cu:110~650(19), Mo:10~15(3) Pb:70~250(6), 260~850(14), Zn:250~400(6), 1200(2)
④ Mezraa	10.3	Cu:110~240(4), Pb:75~230(6), 430~1,000(2) Zn:550(1)
⑤ Karadağ	20.5	Cu:120~320(11), Mo:38(1), Pb:70~200(10) Pb:450~1,000(7), Zn:230~450(2), 700~1,100(5)
⑥ Dereici	5.0	Mo:8~38(3)
⑦ Eski Gümüşhane	6.6	Cu:130~350(3), Pb:75~200(6), 300~1,300(6) Zn:250~300(4), 1,300~1,700(2)
⑧ Midi	9.7	Pb:110~700(10), Zn:2,500, 3,500(2)

() : Number of anomalous values

UNDP の解析は Merzifon-İspir 地域を便宜上単一のしきい値をもって評価している。しかし、特定の地域を考えた場合、後背値母集団とアノマリー値母集団の分布がどのような範囲でオーバーラップするかでしきい値の値は変化するため、本調査地域での両者の分

布形を明確にし、あらたなしきい値の選択が必要である。



第23図 UNDPにより抽出された地化学異常域図

現地調査を開始する前に、本年度調査地域内で採取された UNDP の地化学試料のみを統計処理し再解析を試みた。対象とした元素は調査地域の鉱化作用に密接に関連する Cu, Mo, Pb, Zn の 4 成分である。その試料数は Cu 2,018個、Mo 1,777個、Pb 2,095個、Zn 1,312個である。再解析は、後述する Lepeltier (1969) の方法により行なった。得られた累積頻度分布図は各成分とも 2つのほぼ対数正規分布を示す単元母集団から構成されていることを明瞭に表現しており、アノマリー値単元集団と後背値単元集団に区分される。累積頻度分布図から決定されたしきい値 (t) 及びその他の統計的パラメーターは次の通りである。

Element	N	Mean(M)	M+σ	M+2σ	Max. value	Min. value	t	t'
Cu	2,018	32	68	144	650	1	90	100
Mo	1,777	2.2	3.6	6.0	50	1	6	5
Pb	2,095	40	96	230	1,900	3	105	70
Zn	1,312	88	171	331	3,500	9	215	220

σ : standard deviation assuming lognormality (ppm)

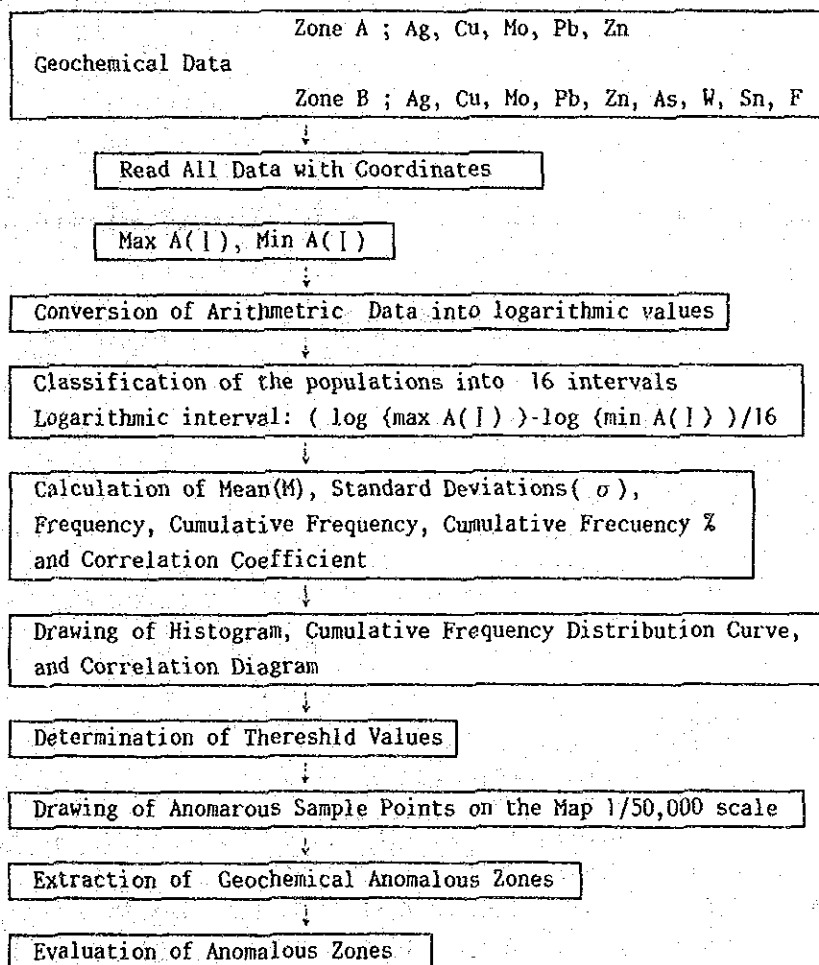
N: Number of Samples, t: Threshold of Surveyed Area, t': Threshold of UNDP

求められたしきい値により再解析された結果、B地域の地化学アノマリー域が明瞭に抽出された。これらのアノマリー域の中で Cu-Mo の成分が重なるアノマリー域、Cu-Pb-Zn が重複するアノマリー域が注目され、前者は Cu-Mo ポーフイリー型、後者は Cu-Pb-Zn のスカルン型～鉍脈型の鉍徴を示唆しているものと推定された。

3-2 沢砂地化学探査

A 地域：地化学探査試料はこれまで採取されていないため、Cu, Mo, Pb, Zn, Ag, を指示元素として、試料密度 2個/km² で採取した。

B 地域：すでに述べたように UNDP により試料密度 0.8個/km² で採取され、地化学アノマリー域が検出されている。そのため、Cu-Mo のアノマリーが強く出ている 3 地域と Gümüşhane花崗岩体分布域に焦点をしばり、試料採取を行なった。試料採取個数は A 地



第24図 地化学探査データ処理手順のフローチャート

第 7表 統計値一覽表

Zone A

	N	Mean(M)	Min.Value	Max.Value	σ	M+ σ	M+2 σ
Ag	406	0.12	0.1	10.7	0.290	0.2	0.5
Cu	406	48.4	1	5,500	0.471	143.0	422.8
Mo	406	1.5	1	120	0.317	3.0	6.3
Pb	406	41.0	1	9,000	0.524	137	457.9
Zn	406	105.2	2	3,140	0.360	241.2	552.9

Zone B

	N	Mean(M)	Min.Value	Max.Value	σ	M+ σ	M+2 σ
Ag	504	0.14	0.1	6.7	0.306	0.29	0.58
Cu	2,522	30.2	1	780	0.361	69.3	159.0
Mo	2,281	2.0	1	50	0.245	3.4	6.1
Pb	2,599	38.0	1	3,250	0.395	94.5	234.8
Zn	1,816	89.2	9	3,500	0.293	175.4	344.6
As	504	12.1	1	190	0.466	35.3	103.4
W	504	1.3	1	125	0.255	2.4	4.2
Sn	504	1.1	1	18	0.142	1.5	2.1
F	504	327.5	100	1,900	0.152	464.3	658.3

(ppm)

N: Number of Samples, σ : Standard deviation, assuming lognormality

第 8表 相関係数一覽表

Zone A

	Ag			
Cu	0.433	Cu		
Mo	0.430	0.424	Mo	
Pb	0.500	0.364	0.325	Pb
Zn	0.452	0.605	0.273	0.727

Zone B

	Ag							
Cu	0.404	Cu						
Mo	0.181	0.430	Mo					
Pb	0.622	0.540	0.165	Pb				
Zn	0.514	0.555	0.104	0.739	Zn			
As	0.456	0.437	-0.029	0.573	0.536	As		
W	0.092	0.013	0.164	0.041	0.028	-0.022	W	
Sn	0.090	-0.144	-0.055	-0.039	-0.038	-0.083	0.138	Sn
F	0.108	-0.092	0.014	0.068	0.026	0.242	0.143	0.076

域で 406個、B 地域で 504個である。調査地域全域では UNDP のデータも含め、3,000 個以上の試料採取が行なわれているが、地域的にはその採取密度は異なり、A 地域では 2.0個/km²、B地域では 1.0~ 0.7個/km² である。2 地域の採取密度が異なるため、数値処理を別々に行なうべきと思われる。そこで A 地域と B 地域の 2 つの母集団を考えて、この両母集団から求められた母平均について有意の差があるかどうかについて検討を行なった。

検定の結果、共通する Cu, Mo, Pb, Zn の各成分とも有意水準 1% で両母集団の母平均は異なることが認められたため、数値処理は A 地域と B 地域の 2 つの母集団に別けて行なった。数値処理はすべての分析値を対数変換し、元素別に平均値 (M)、標準偏差 (σ)、度数、累積度数及び各成分間の相関係数をコンピューターにより計算し、その結果をヒストグラム、累積頻度分布、相関散布図とした。その手順のフローチャートを第 24 図に示す。

強い正の相関が認められるのは両地域とも Pb-Zn で、相関係数 0.7 以上である。次いで Ag-Pb, Cu-Zn, Cu-Pb, Cu-Mo, Cu-As, Pb-As, Zn-As に弱い正の相関が認められる。W, Sn, (Ag, Mo) については大部分が検出限界以下であるため、明瞭な相関関係が示されていないと言える。負の相関を示す元素対は認められない。

各成分のしきい値は Lepeltier (1969)の方法により決定した。すなわち累積頻度分布図上で右下がりの直線を示す場合はその 2.5% の点を、50% 未満において折れる場合はその折れ点、あるいは折れ点が 2 点の時は、その中間点をもってしきい値とした。ただし、Ag, W, Sn, Moについては大部分が検出限界以下であるため、累積頻度分布図上で明瞭に折れ点が見えていない。そのため、M+2σ の統計値をもってしきい値とした。

Cu, Pb, Zn についてはその累積頻度分布は両地域とも明瞭な positive skewness を示すことから、これらの成分は両地域とも後背値単元集団とアノマリー値単元集団に分割される。しかし、F, As についてはほぼ直線となり、複数単元集団を識別できなかった。

決定されたしきい値は下記の通りである。

	Ag	Cu	Mo	Pb	Zn	As	W	Sn	F
A 地 域	0.5	174	7	154	293	-	-	-	-
B 地 域	0.6	100	6	100	227	105	5	3	631

(ppm)

決定した各成分のしきい値を用いて、アノマリー域を抽出した。抽出されたアノマリー域は第 25 図と第 9 表に示す通りである。なお、アノマリー域の定義は複数成分のアノマリー値が重なるか、あるいは隣りあう 2 個以上のアノマリー点 (アノマリーを示す試料採取点) が含まれる地域に限定した。

地域的なアノマリー域の分布特性についてみると、調査地域南部の先白亜系の分布域では、アノマリー域は数少ないのに対し、上部白亜系の広く発達する北部地域ではかなりの数のアノマリー域が分布する。これら北部のアノマリー域は安山岩-石灰岩のコンビネーションと新期花崗閃緑岩類の貫入が見られる地域、新期貫入岩体の周辺部や Zigana 層中に発達する大規模な白色変質帯等に関連している。これらのうち Kalkanli (アノマリー域番号B-11) や Derdere (アノマリー域番号B-15) アノマリー域は、NE-SW 方向の伸びを持ち、この方向は新期貫入岩体の一般伸長方向と一致することは注目すべきである。

また、南部では W, Sn, As, F のアノマリーがいくつか抽出されたが、単一成分のみであることが多く、散点的で、複数成分が重なるアノマリー域を形成するものは少ない。

アノマリー域の評価はそのアノマリー域を形成するアノマリー点の数、そのアノマリー値の大きさ、多成分の重複度、アノマリー域の広がり等の地化学データに既知鉱化・変質帯等の地質状況も加味して、アノマリー域を A, B, C, D の 4ランクに分類した。抽出された全アノマリー域については第 9 表にまとめた。

第 9 表 地化学異常域一覽表

No	Name of Anomaly	Area (km ²)	Am of An Po	Range of Anomalous Values *			Other elem	Geological environments and Related mineral occurrences**2	Rank of**3 evaluation
				Pb	Zn	Mo			
A-1	Eviya Tepe	5.5	10	245~600(5)	1,500~2,800(5) 350~860(4)	9~12(3)	Ag 0.5~3.9(6) Ag 6.3~10.7(2)	Kz1, Kza2, gp; Asagi Sığirlik Mine (vein, skarn, Cp-Py-Gn-Spec) Kza1, Kza2:	A
A-2	Armutlu	1.1	2	770(1)	160, 205(2)	9, 42(2)	1,020(1)	Armutlu altered zone (Sil., limo., Py-Cp-Oxcp)	B
A-3	Gecir	1.4	3	455(2)	180(1)	9, 19(2)	-	Kzd1, Kza2	C
A-4	Gırlak	1.8	3	175(2)	-	7, 17(2)	-	Gırlak (Skarn, Spec, Oxcp)	C
A-5	Kurtbeli Dere	1.2	2	210(1)	330(1)	-	295, 305(2)	Kzd1, gd; argillized tuff	D
A-6	South of Büyük Tepe	2.3	1	-	185(1)	-	Ag: 1.1(1)	weak silicification, Py-diss. in D2	D
A-7	Keltaş Tepe	1.3	3	-	360~420(3)	-	467~490(2)	Keltaş giney Mine (vein, Py-Cp)	D
A-8	Beilen Tepe	6.5	9	270~620(5) 1,640(1) 5,400(1) 960(1)	210~420(2) 9,000(1)	10~19(4)	320~590(5) 2,270(1)	Kz1, Kza2, gd; Dere and Kuru Mines (Skarn, Cp-Gn-Py-Spec)	A
A-9	Kökbükü Tepe	2.1	4	360(1)	-	7(1)	-	weak Py-diss gd (Kurtulu body)	B
B-1	Mindizli	3	3	164, 197(2)	249(1) 527~1,320(4) 100~435(12)	120(1)	319(1) 430~760(4) 230~390(8)	Kz1, Kzd1 Erikbeli Yayla altered zone (Py-diss)	D
B-2	Nabaşa	20	16	117~296(4)	202(1) 530(1)	6(1)	1,140(1)	-	C
B-3	Konacık	3.6	2	440(1)	-	6(1)	-	Kz1, Kza1, gd; Düzköy (Skarn, Spec-Cp-Py-Gn) gd	C
B-4	Düzköy	6	4	140~234(4)	115(1)	6(1)	-	-	B
B-5	Kakilli	11	9	229(1)	110~140(5)	6~10(5) 40~50(3)	230(1)	-	C
B-6	Dikme Tepe	6.5	7	-	102~280(6) 475(1) 381~442(2)	-	230~246(2) 545~685(2) 425~444(2)	Kz1, Kzi, Kzd1, gd; Çatak and Kurtukiyurt (Skarn, Spec-Mag)	C
B-7	Ziyaret Tepe	4	3	115(1)	-	-	-	Kza1	C
B-8	Dolumlu	1.7	2	147, 320(2)	-	-	-	Dolumlu (Skarn, Spec-Py-Oxcp)	D
B-9	Kızıllağaç	0.5	1	180(1)	-	10(1)	240, 290(2)	Kza1, gd	D
B-10	Yayla İstala	2.3	3	109(1) 400~650(10) 240~332(6) 100~200(30)	750~3,250(7) 300~606(17) 100~297(73)	9~15(6) 28(1)	1,000~1,560(4) 400~650(15) 230~385(32)	Ag 0.6~2.0(10)Kza1, Kzd1, Kza2, gd; As 110~180(4)Köster, İstala Mines F 770(1) Sive, Kalkanlı, Köstere and other altered zones Kza1, Kzd1, gd;	D
B-11	Kalkanlı	103	110	-	-	-	-	-	B
B-12	East of Büyükdüz Tepe	6.3	3	111, 186(2)	129, 174(2)	-	240, 290(2)	silicification with Py Kza1, Kzd1, gd;	D
B-13	Araköy Yayla	3.2	3	-	-	6(1)	228(2) 520	silicification with Py Kza1, Kzd1, gd;	D
B-14	Manara	0.5	1	159(1)	110(1)	6(1)	-	-	D
B-15	Derdere (Herak)	39.5	33	104~125(3)	500~900(9) 300~450(7) 120~298(15)	6~15(3)	291~55J(4)	Herak altered zone (sil. and arg. with Py-Cp-Gn-Sph) gd;	B
B-16	Sarısan	2.5	6	-	-	6~10(5)	-	W 6, 9(2) limonitization	C
B-17	Hasandere	5.3	8	780(1) 182~346(7)	222(1)	14~28(4) 8~10(2)	600, 685(2) 293(1)	Kza1, pg1, pg2; Hasandere mineralized zone (Py-Cp-Mo stockworks)	A
B-18	Bakimli Yayla	4.5	4	107, 110(2)	105~150(3)	6(1)	256(1)	Kza1, pg2	D
B-19	Derindere	5.7	5	100~110(3)	114~290(5)	-	-	Kza1, gd;	D
B-20	İstavri Dere	8.5	7	100~220(4)	100~190(4)	-	W 125(1)	silicification and limonitization with Py	D
B-21	Köydere (Toru)	3.2	5	100, 130(2)	-	6~10(4)	-	Kza1, gd	D
B-22	Tufekçili	0.7	1	-	245(1)	-	239(1)	Kza1, gd	D
B-23	Görkese	1.8	2	-	196, 200(2)	29(1)	268, 850(2)	silicifi. and argilli. Kz1, Kza1, gp, gd	D
B-24	West of Makrelbaşı Tepe	1.2	1	-	500(1)	-	550(1)	Kza1, gd	C
B-25	Çamdıbi	3.5	3	120(1)	1,000(1) 120, 230(2)	-	550(1)	Tva, Jkb Oz vein with Cp, Oxcp	C
B-26	Beşkise	12	19	320~480(5) 219~265(4) 100~107(4)	110~160(4)	26(1) 13~18(3) 6~9(7)	-	Kza1, gd; Beşkise altered zone (Sil., limo. with py)	B
B-27	Otaian	7.5	9	100~140(6)	100~110(4)	6~11(3)	230~245(3)	Otaian altered zone (Sil., limo. with py)	C
B-28	Kopuz	0.9	1	-	265(1)	10(1)	740(1)	Kza1, gd	D
B-29	Avlyana	2.3	2	122(1)	-	-	-	Kz1, Kza1, gd	D
B-30	South of Haviyana	2.3	2	110, 120(2)	450(1)	-	-	Tva, Kzi, gd	D
B-31	Zaimli	1.3	2	-	1,000(2)	-	-	Jkb, Jkul	C
B-32	Soguksu Eski	0.8	2	-	100(1) 200(2)	18(1)	-	Jkb, Jkul	D
B-33	Çamışhane	5.7	14	130~350(4)	750~1300(4) 250~510(3) 150~220(5)	-	950~2400(6) 300(2)	6.7(1) Kırkpavli (Au, Ag), Hazine Magara (Ag, Gn, Sph, Cp, Tet)	B
B-34	Karanustafa	2.8	2	-	110, 145(2)	-	250, 265(2)	Ag 0.6~0.9(2) Sn 3(1) W 8, 14(2) Pgg:	D
B-35	Isık	0.6	2	-	110, 145(2)	-	-	W 8(1) As 113(1) F 640(1)	D
B-36	Manador Tepe	7.5	4	120(1)	350(1)	38(1)	-	Jkb, Pgg, Kza1, gd;	C
B-37	Karadağ	10.8	16	120~180(6)	1,600~2,100(4) 450~800(8)	213~340(7) 8(1)	700~1,060(6) 230~450(3) 200(2)	Kz1, Kza1, gp, gd; Karadağ Mine (Skarn, Cp-Gn, Sph-Spec)	A
B-38	Altıntaşlar	2.4	5	100(2)	220~475(4)	-	240~400(3)	Jkd, Pgg, gd Altıntaşlar mineralized zone (Cp-py)	C
B-39	Hatırlar	0.6	1	110(1)	260(1)	-	-	Jkb, Pgg	D
B-40	Midı	11.2	14	-	336~780(4) 110~150(9)	6(3)	2,300~3,500(3) 228~400(3)	Ag 0.6, 2, 3(2) As 170(1) Sn 4, 18(2) W 7~21(4) Pgg:	A
-41	North of Iozlu Tepe	5.6	5	-	-	-	-	Pgg:	C

**1 Figures in parentheses are amount of anomalous samples.
**2 See abbreviations in Fig.7
**3 Priority: A, B, C, D, in order.

第3部 Hasandere地区

第 3 部 Hasandere 地区

第 1 章 地質鉱床

1-1 概要

Hasandere 地区の地質は下位からジュラ系の Kırıklı 層及び Kuşakkaya 石灰岩層と上部白亜系の Zigana 層に大別され、Zigana 層は 5 つの層序単位の Kermut dere 部層、A1 部層、D1 部層、A2 部層及び D2 部層に細分される。本地区では最下部の A1 部層のみが分布する。これらを斑状花崗岩及び石英斑岩が貫いている。このほか小規模な安山岩岩脈、玄武岩岩脈が認められる。斑状花崗岩は鉍化作用と密接な関係を有する変質斑状花崗岩と鉍化作用を伴わない未変質斑状花崗岩の 2 種類のタイプに区分され、前者は Hasan 沢を中心とする小規模な岩体であるが、後者は ENE~WSW 方向の伸長を有する岩体を形成している。地質図、地質断面図及び模式柱状図をそれぞれ第 26~28 図に示した。

1-2 地質概要

Kırıklı 層：本層は調査地区北西部から調査地区外の Hamsiköy 周辺にかけて発達する玄武岩溶岩及び同質火砕岩である。調査地区北西部での分布は小規模で玄武岩溶岩のみである。その岩相は暗緑色~赤褐色を呈し、細粒塊状で、緑泥石、緑廉石化が著しい。玄武岩の鏡下での観察では杏仁状構造を示し、斜長石は緑泥石化している。

Kuşakkaya 石灰岩層：本層は Kiraz 沢下流に分布する塊状石灰岩であり、その分布は調査地区内では限られているが、調査地区北方の Dikkaya 部落周辺では下位の Kırıklı 層を広く被って発達している。本石灰岩層は塊状、無層理で灰白色~白色を呈する。Kiraz 沢下流では斑状花崗岩の貫入による熱により細粒の結晶質石灰岩となっているが、硫化鉍物は伴っていない。この石灰岩層の東側は断層により上位の Zigana 層の硫化鉍物を伴う変質を受けた安山岩と接している。

Zigana 層：Zigana 層は下位から Kermut dere 部層、A1 部層、D1 部層、A2 部層及び D2 部層に細分され、調査地区内では A1 部層のみが広く分布する。本部層は安山岩溶岩、同質火砕岩及び石灰岩-シルト岩の薄層により構成されている。

安山岩溶岩：本岩は淡緑色~濃緑色を呈し、塊状ないし水冷破碎状をなす玄武岩質安山岩である。Kiraz Mezrası 付近では水冷破碎により著しく角礫化し、同質のマトリッ

クスとからなる産状が認められ、一部では石灰岩あるいはシルト岩の異質礫を取り込んでいる。水冷破碎状溶岩は側方で塊状の溶岩相に移化する。調査地区西部のほぼ南北に走る断層を境として、著しい変質の差が認められる。すなわち、断層の西側では変質は弱く、緑泥石、緑簾石化が認められるのみであるのに対し、東側では著しい変質を受けると共に貫入岩の影響で割れ目が発達している。その変質は斑状花崗岩 (Pg1) を中心として、絹雲母、緑泥石化の変質作用である。Maden 川の崖及び林道の切通しでは割れ目や石英脈に伴って、黄銅鉱、輝水鉛鉱及び黄鉄鉱の鉱化が認められる。このような部分では鏡下での変質が著しく原岩の判定が難しい。

安山岩質凝灰岩：安山岩溶岩中に局部的に層理の発達する本層が挟在する。淡緑色～帯赤緑色を呈し、粗粒である。連続性は局部的であり、水冷破碎状溶岩と漸移することより、本層は一種のハイアロクラスタイトであろう。

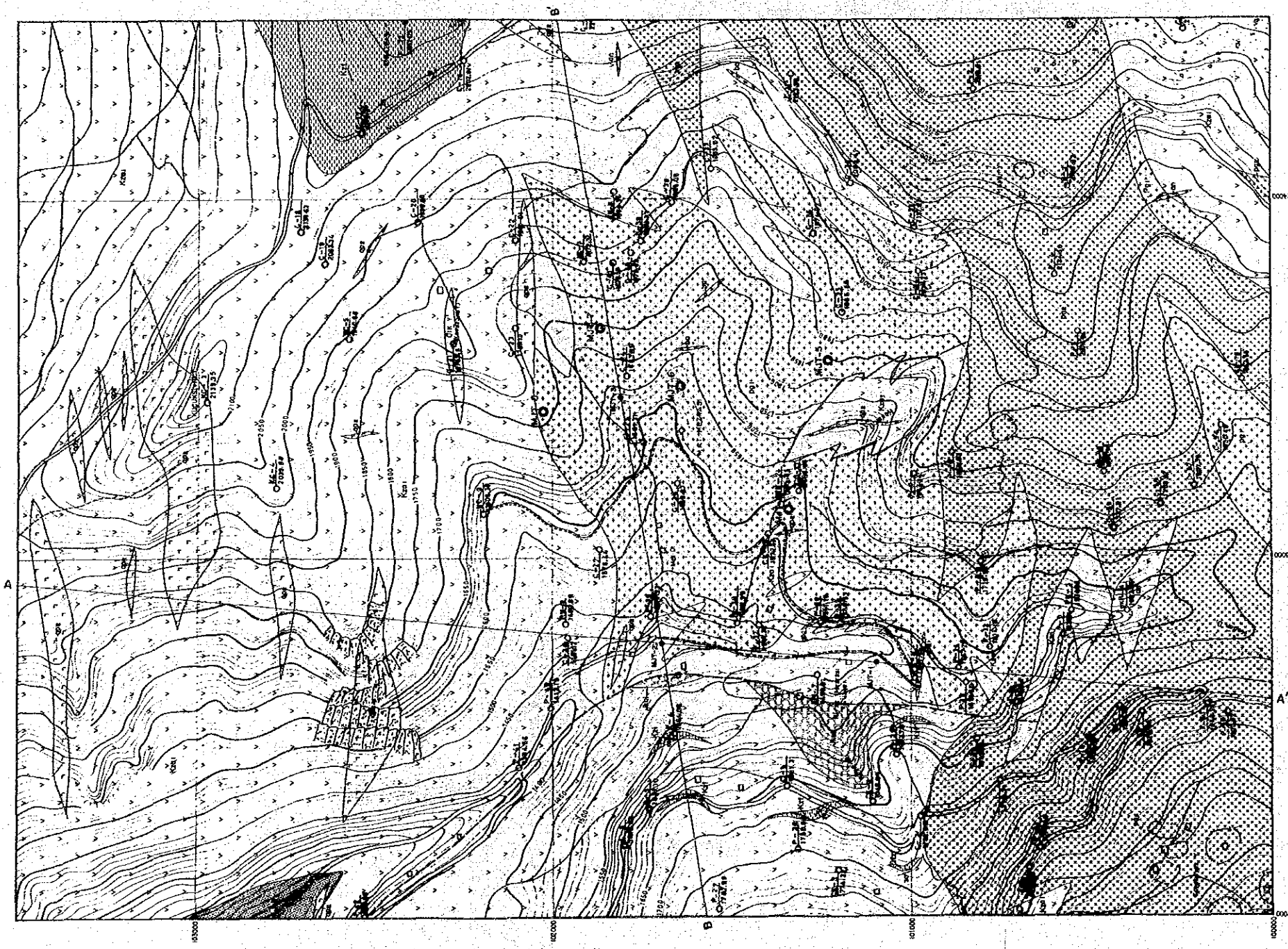
シルト岩～砂岩及び石灰岩：安山岩溶岩中に連続性に乏しい薄層として挟在する。調査地区東部の Kirazbası 山では層理の発達する厚いシルト岩-砂岩互層が分布する。石灰岩は連続性に乏しく、層準的にはシルト岩-砂岩層に移化する。また、一部では結晶質石灰岩になっている。

第四紀層：調査地区では第四紀層である礫岩層及びトラバーチンが分布する。礫岩層は地区中央部の Maden 川に沿って認められる。トラバーチンは主に Kiraz 沢の両岸に発達している。地質図上では、第四紀層は表現しなかった。

貫入岩類：主な貫入岩類は斑状花崗岩と石英斑岩であり、ほかに小規模な安山岩と玄武岩岩脈が分布する。斑状花崗岩及び石英斑岩はその変質によりそれぞれ 2種のタイプに区分される。

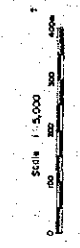
変質斑状花崗岩 (Pg1)：Hasan 沢、Mat 沢を中心として東西約 1.5km、南北約 1.5km の範囲に分布し、Zigana 層の安山岩中に貫入している。石英及び斜長石の斑状組織が顕著であり、後述する未変質斑状花崗岩 (Pg2) と岩質は類似するが、絹雲母及び黒雲母を主とする粘土化及び珪化変質を著しく受けているため容易に識別される。Hasan 沢では割れ目や石英脈に伴って、黄銅鉱、輝水鉛鉱及び黄鉄鉱の鉱化が認められる。また、地区南部の一部では黄鉄鉱鉱染を伴う白色化した本岩が分布している。鏡下では石英閃緑岩質斑岩から花崗閃緑岩質斑岩の岩質変化が認められ、斑状組織を有し一般的には著しい変質を受けているが、石英閃緑岩質とされる岩石は鏡下では黒雲母、普通角閃石がやや多く、これらの鉱物は緑簾石、緑泥石化しているものの変質の程度は弱い。

未変質斑状花崗岩 (Pg2)：本岩は Gagabeyaz Yayla から調査地区外の Turnagol 川にかけて発達し、ENE～WSW の伸長を有する大規模な岩体を形成している。淡緑色～灰色で、全般に石英及び斜長石の斑状組織が顕著である。苦鉄質鉱物が一部変質し、緑泥石や

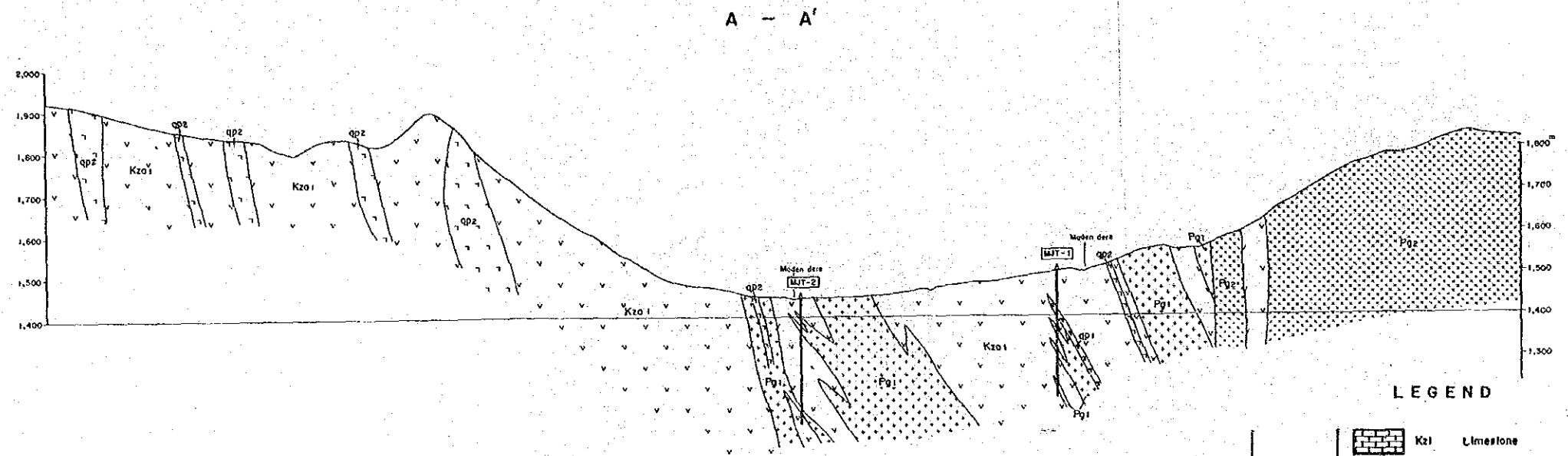


LEGEND

	Limestone
	Siltstone - Sandstone
	Andesite lava and pyroclastics
	Limestone
	Basalt lava
	Andesite / Basalt
	Quartz porphyry 2 (qp2)
	Quartz porphyry 1 (qp1)
	Porphyritic granite 2 (pg2)
	Porphyritic granite 1 (pg1)
	Fault (Inferred)
	Dip and strike
	Profile line
	Drilling site

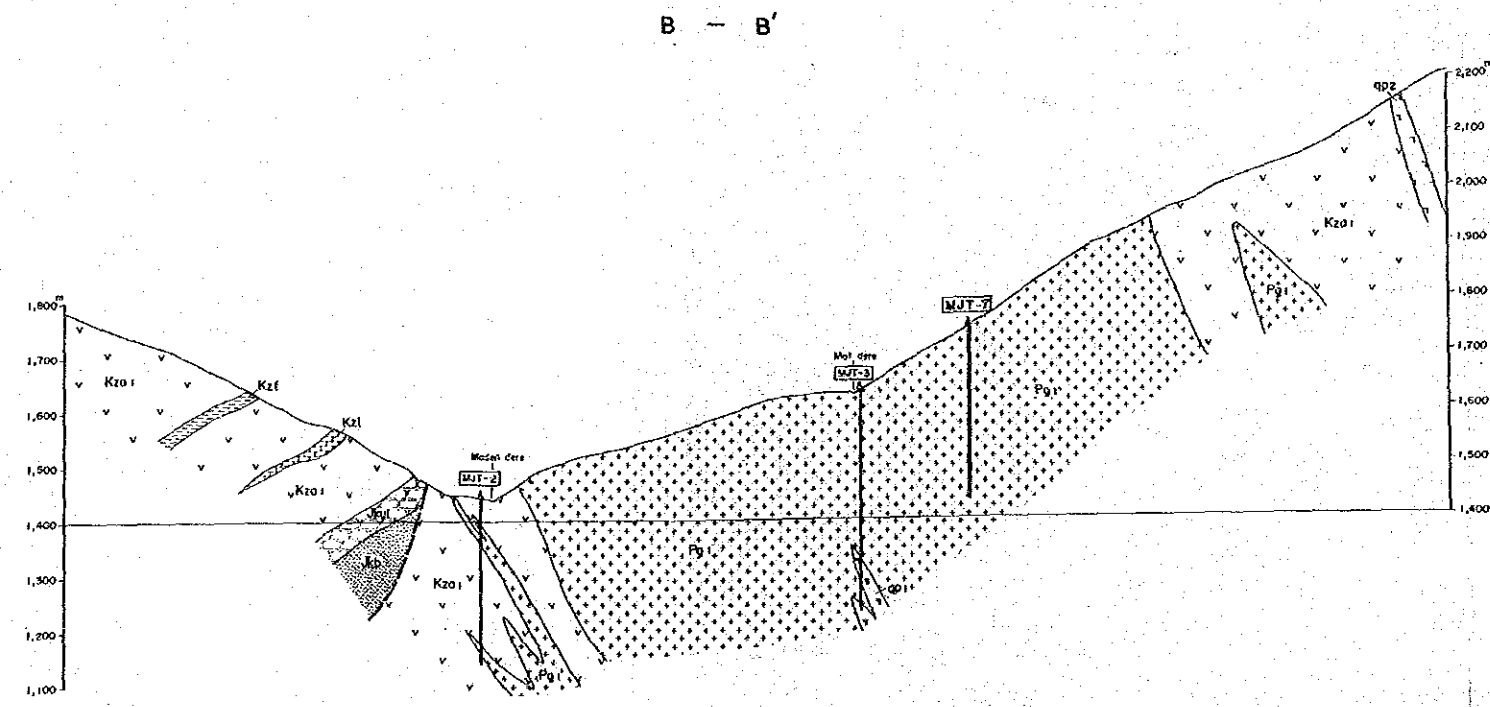
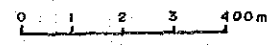


第26图 Hasandere 地区地质图

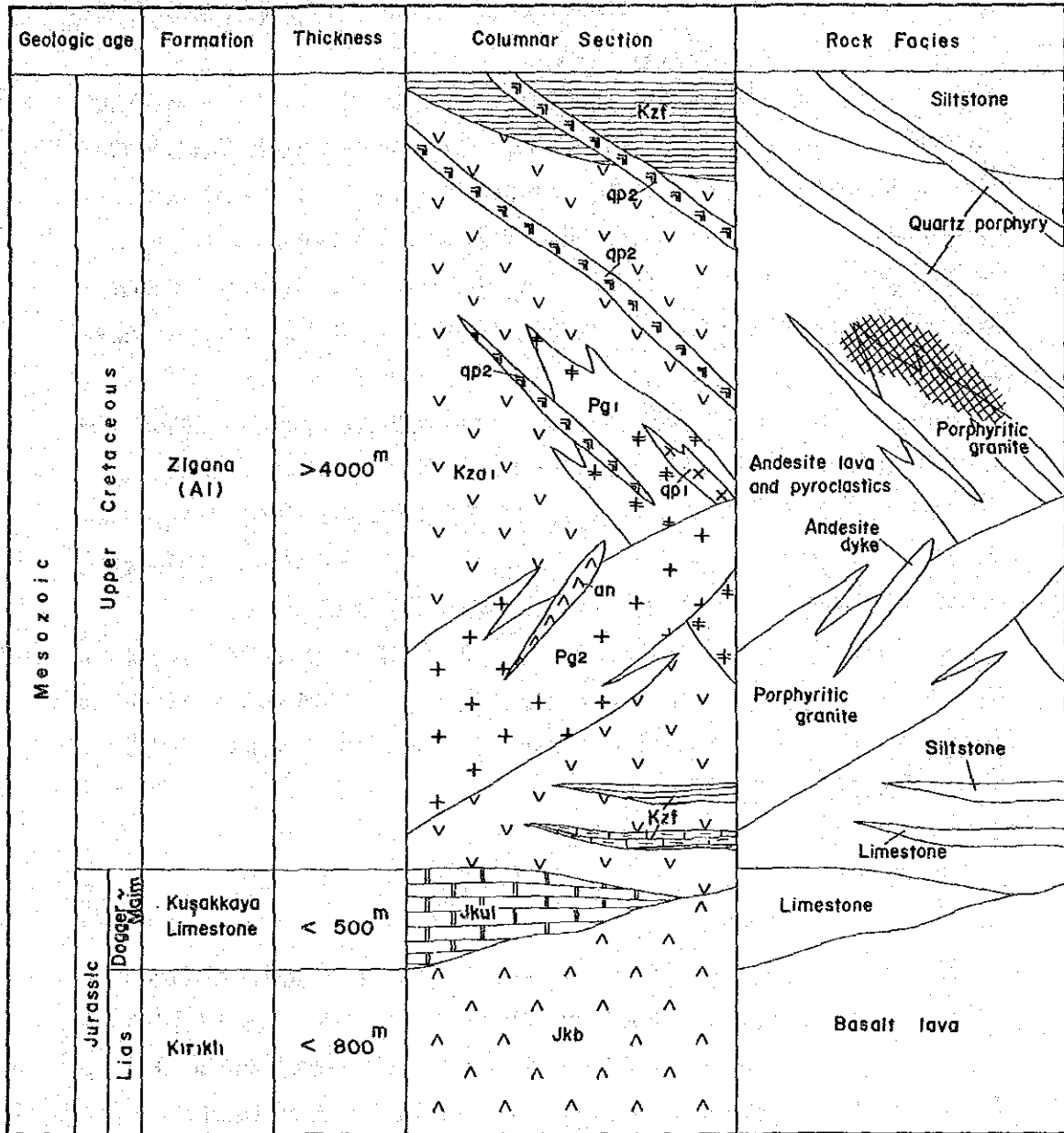


LEGEND

- | | | |
|---------------------|---------------------------------|-------------------------------------|
| Upper Cretaceous | Zigana F. (A1 Member) | Kz1 Limestone |
| | | Kzf Silstone - Sandstone |
| | | Kzo1 Andesite lava and pyroclastics |
| Jurassic | Kugakkaya Limestone | Jk1 Limestone |
| | | Jkb Basalt lava |
| Intrusive | qz/bo Andesite / Basalt | |
| | qp2 Quartz porphyry 2 (qp2) | |
| | qp1 Quartz porphyry 1 (qp1) | |
| | pg2 Porphyritic granite 2 (pg2) | |
| | pg1 Porphyritic granite 1 (pg1) | |
| Fault (inferred) | | |
| Dip and strike | | |
| Profile line | | |
| MJT-1 Drilling site | | |



第27图 Hasandere 地区 地质断面图



Mineralization

第28图 Hasandere 地区 模式柱状图

緑簾石に変化している程度で全般に変質は弱い。変質斑状花崗岩との時期的関係は露頭では観察されなかったが、変質斑状花崗岩との境界に近い部分の本岩には、変質斑状花崗岩に見られる鉍化変質が全く認められない事より本岩の貫入時期は変質斑状花崗岩よりは後と考えられる。鏡下観察では斑状組織を有し、黒雲母、角閃石が緑泥石、緑簾石、絹雲母、方解石化している。

石英斑岩 (qp1) : MJT-1, 3号で確認された岩体である。MJT-1号では Zigana 層の安山岩中に貫入、MJT-3号では斑状花崗岩中に貫入している。両箇所とも珪化、絹雲母化作用を受け、岩体中の割れ目や石英脈に黄銅鉍、輝水鉛鉍を伴っている。鏡下では斑状組織を有し石英斑晶以外の石基部分は二次石英、絹雲母の集合体となっている。

石英斑岩 (qp2) : Küçükşiviri 山周辺や Maden 川で主に安山岩溶岩中に貫入する岩体である。一部では変質斑状花崗岩岩体 (Pg1) を切る産状がみられたことより、この活動は Pg1 の後と考えられる。

安山岩岩脈 (an) : Maden 沢と Saralim 沢との合流点付近に認められ、暗緑色塊状の安山岩岩脈である。Zigana 層の安山岩と未変質斑状花崗岩を切り、その貫入方向は E~W ないしは NNW~SSE である。このほか、Mat 沢上流では変質斑状花崗岩及び Zigana 層の安山岩を切る小規模な岩脈が幾つか認められた。鏡下では含石英安山岩で斑状組織を有し斜長石、角閃石、輝石が弱い変質を受け、緑泥石、方解石化している。

玄武岩岩脈 (ba) : Mat 沢の上流で幅数mの細脈が4箇所、また MJT-6号下部でも認められた。いずれも斑状花崗岩 (Pg1, Pg2) を貫いている。方向は N~S, NE~SW, NW~SEと様々である。鏡下では玄武岩特有の填間状組織を有し斜長石、黒雲母、角閃石等が僅かに変質し緑泥石、方解石化している。

1-3 地質構造

当調査地区は Hamsiköy から Dikkaya にかけての N-S~NE-SW 方向の向斜構造の翼部に位置しており、基本的にはこの向斜構造に支配されている。しかし、調査地区中央部から南部にかけて進入した斑状花崗岩岩体の影響あるいはこの進入後の断層活動により、若干の乱れがみられる。断層の西側では西落としであり、東側では北ないしは東落としである。断層は Maden 沢の東側に推定され、N~S 系で、断層の南方向は未変質斑状花崗岩 (Pg2) により切られ、消滅している。一方、北方向は NW~SE 系に転じ調査地域外に伸びていくものと思われる。この断層による転位は断層の西側が相対的に上昇する変位である。このことはすなわち、西側でより下位の Kuşakkaya 石灰岩層が分布することから判断される。また、断層の西側では、Mo-Cu の鉍化作用あるいは鉍化変質が全く認められないことと調和的であり、石灰岩層に再結晶化が認められることより、この変位量はそれほど大きくはないと思われる。また、地表に分布する未変質石英斑岩 (qp2) の主要な貫入方向

は N~S系の断層と異なり E~W 系で直行する方向である。

1-4 鉍化・変質作用

本鉍化帯は Hamsiköy 南東 4km に位置する Maden 川支沢の Mat 沢から Hasan 沢にかけて分布する岩株状の変質斑状花崗岩 (Pg1) と、その周辺に分布する安山岩類 (Zigana 層の A1 部層) 中に発達する。斑状花崗岩は前節で述べたように微細な割れ目に沿って Mo-Cu を伴う Pg1 と変質が弱く鉍化が認められない Pg2 とからなる。肉眼的な特徴はよく似ているものの貫入時期に若干のずれがあり、前者は限られた地域のみに分布し若干早く貫入しているのに対し、後者は前者の南部に NE~SW 方向の広がりをして広い範囲に分布している。鉍化作用の特徴は Pg1 の貫入の際に生じた微細な割れ目に沿う輝水鉛鉍-黄銅鉍-黄鉄鉍の鉍化作用で、

- ①割れ目に沿って石英脈と共に発達する部分 (脈状)
- ②割れ目に沿ってフィルム状に発達する部分 (網状)
- ③母岩全体に鉍染状に認められる部分 (鉍染状)

等からなる。Maden 沢、Mat 沢、Hasan 沢等では上記の①、②の産状がよく認められるが、地形がやや高くなる尾根の部分では降雪、降雨と酸化によるリモナイト化が著しく、しかも森林に被われていることもあって上記のような特徴は見られない。このようなところは銅分は溶脱し土壤化探でも極めて低い含有量を示す。ボーリング調査でも MJT-1号、2号では Maden 沢であったことから上記の①、②の産状が地表から孔底の 30m まで続いた。これに対し地形の凸部に近い MJT-3~8号 では地表下数m は溶脱しているが、その下から自然銅、輝銅鉍、銅藍からなる二次富化帯が認められた。MJT-5号 は地形の関係もあるが地表下 100m 以上も二次富化帯が続いた。MJT-8号でも 80m 付近まで達している。以下③を主とし①、②を伴う初生鉍化作用となっている。

鉍石鉍物は Maden 沢、Mat 沢、Hasan 沢等では黄鉄鉍が主で輝水鉛鉍、黄銅鉍からなり、Mat 沢の転石で輝銅鉍、Maden 沢沿いに僅かに孔雀石が認められた。第三年次の MJT-5号 向け道路では輝銅鉍-黄銅鉍-黄鉄鉍が、MJT-7号、8号向け道路では輝水鉛鉍-輝銅鉍-黄銅鉍等が認められた。ボーリングコアでは、これらのほかに微量ではあるが自然銅、銅藍、方鉛鉍、閃亜鉛鉍、灰重石、磁鉄鉍、赤鉄鉍等が含まれる。鉍石鉍物のうち黄鉄鉍は鉍染状、網状、脈状をなし、他の硫化鉍物と共存し、鉍化作用の初期から末期にかけて長い stage にわたり認められる。黄銅鉍は殆どの場合黄鉄鉍と共存し、割れ目に沿って発達、輝水鉛鉍-黄鉄鉍-石英脈に切られている。この現象は MJT-2号で顕著であるが、MJT-3~8号 では黄鉄鉍、黄銅鉍の鉍染状部分の割れ目に沿って輝水鉛鉍、黄鉄鉍・(石英)脈が認められることが多い。

鏡下では磁鉄鉍の集合した部分を切って黄鉄鉍-黄銅鉍が認められることから初期に晶

出したのは磁鉄鉱で、その後黄鉄鉱-黄銅鉱のステージとなり、さらに遅れ黄鉄鉱の自形の周辺の割れ目(空隙部分)に沿って輝水鉛鉱-石英が晶出している。輝水鉛鉱は石英中に針状結晶をなしている。ごく微量に存在する閃亜鉛鉱は黄銅鉱と共に離溶構造を示すこともあり、ほぼ同じような時期に晶出したものと思われる。二次富化鉱物の輝銅鉱、銅藍は黄銅鉱の周辺部や割れ目に沿って認められる。

以上のことより磁鉄鉱→黄鉄鉱→黄銅鉱・閃亜鉛鉱→輝水鉛鉱の順で晶出し、鏡下、野外での産状と一致する。

鉱化帯の範囲は MTA で採取した土壤化探結果から Mat 沢~Hasan 沢にかけて No の高濃度部が中心で Cu の $M+\sigma=200$ ppm 以上のアノマリーを結ぶと NE~SW の Pgl の伸びの方向に 1.8~2.0 km、この方向と直行する方向に 1.8 km の広がりとなし、岩株状貫入岩体の変質斑状花崗岩(Pgl)から、この岩体の周辺の被貫入岩の安山岩にまで及んでいる。

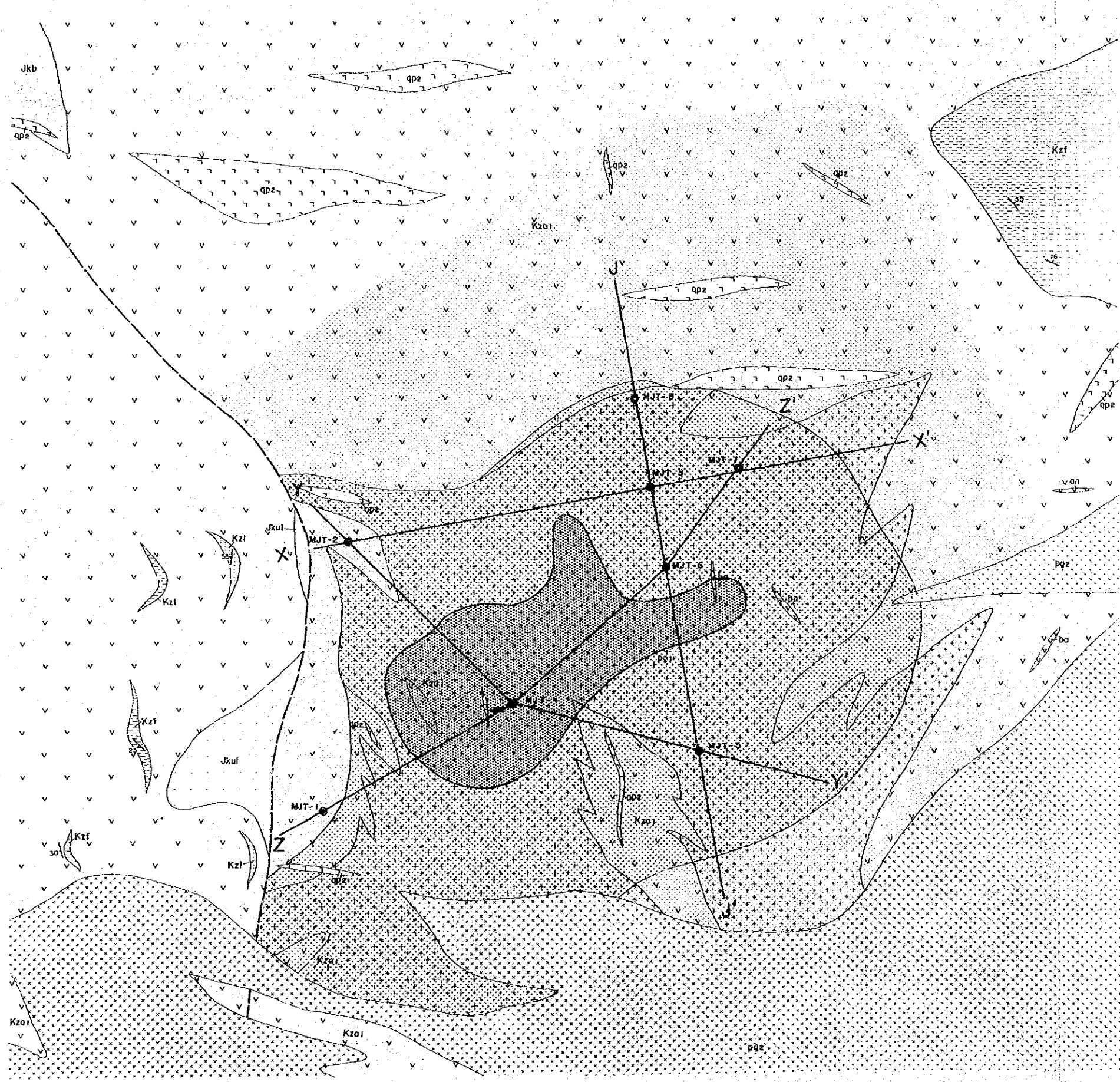
変質帯のゾーニングを把握する目的で Maden 沢、Mat 沢、Hasan 沢等で岩株状貫入岩体の Pgl と被貫入岩の安山岩にかけて X 線回折用試料を採取し、地表の変質帯図(第29図)と、更に MJT-1号から MJT-8号までのコア試料を選び、ボーリングコアによる下部の変質帯図(第30図)を作成した。X 線回折では変質粘土鉱物は絹雲母、緑泥石、黒雲母、カオリン、モンモリロナイト、混合層鉱物等からなり、大部分が絹雲母、緑泥石である。X 線回折はバルクにより試料中の定性的な鉱物比を求め変質帯図を作成した。

“コア(核)”となる Potassic Zone は Hasan 沢下流地域が中心で、この中心部で実施した MJT-4号では終始黒雲母を伴う Potassic Zone であった。MJT-3, 6~8号の下部では硬石膏を伴う Potassic Zone で地表よりは下部で広がっていることが明らかになった。

この Potassic Zone とした周辺は絹雲母、緑泥石からなり、変質した原岩が白色で定性的に絹雲母の多いものは Phyllic Zone に含め、原岩が緑色がかかり定性的に緑泥石の多いものは Propylitic Zone に含めた。Phyllic Zone のさらに外側に、緑泥石と磁鉄鉱の顕著な Propylitic Zone が認められ、離れるにつれ緑泥石が減じ、緑簾石が増加する傾向にある。これらのほかに局部的ではあるが、MJT-4号の地表から 105m にかけて上部でカオリン、モンモリロナイトが認められた。

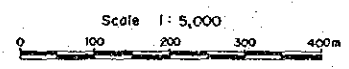
以上のことより南東部に約 60° 傾斜する Pgl の中心は Potassic Zone で Pgl の周辺にかけて Phyllic Zone となる。Potassic Zone は下部で広がり中心部は主として黒雲母からなるが Phyllic Zone にかけて硬石膏の多い Potassic Zone となる。Pgl の縁辺部は Phyllic Zone であるが、Zigana 層の安山岩に入ると Propylitic Zone となる。

変質帯のパターンは Potassic - Phyllic - Propylitic を示す。Potassic の中心が核となり Phyllic にかけて変質作用が顕著になる傾向がある。Propylitic Zone は外側へと広がっていくが、その限界は次第に弱くなり明瞭でないことから、MTA で採取した土壤試料の No, Cu のアノマリーから、鉱化を伴う Propylitic Zone の範囲を 1.8km



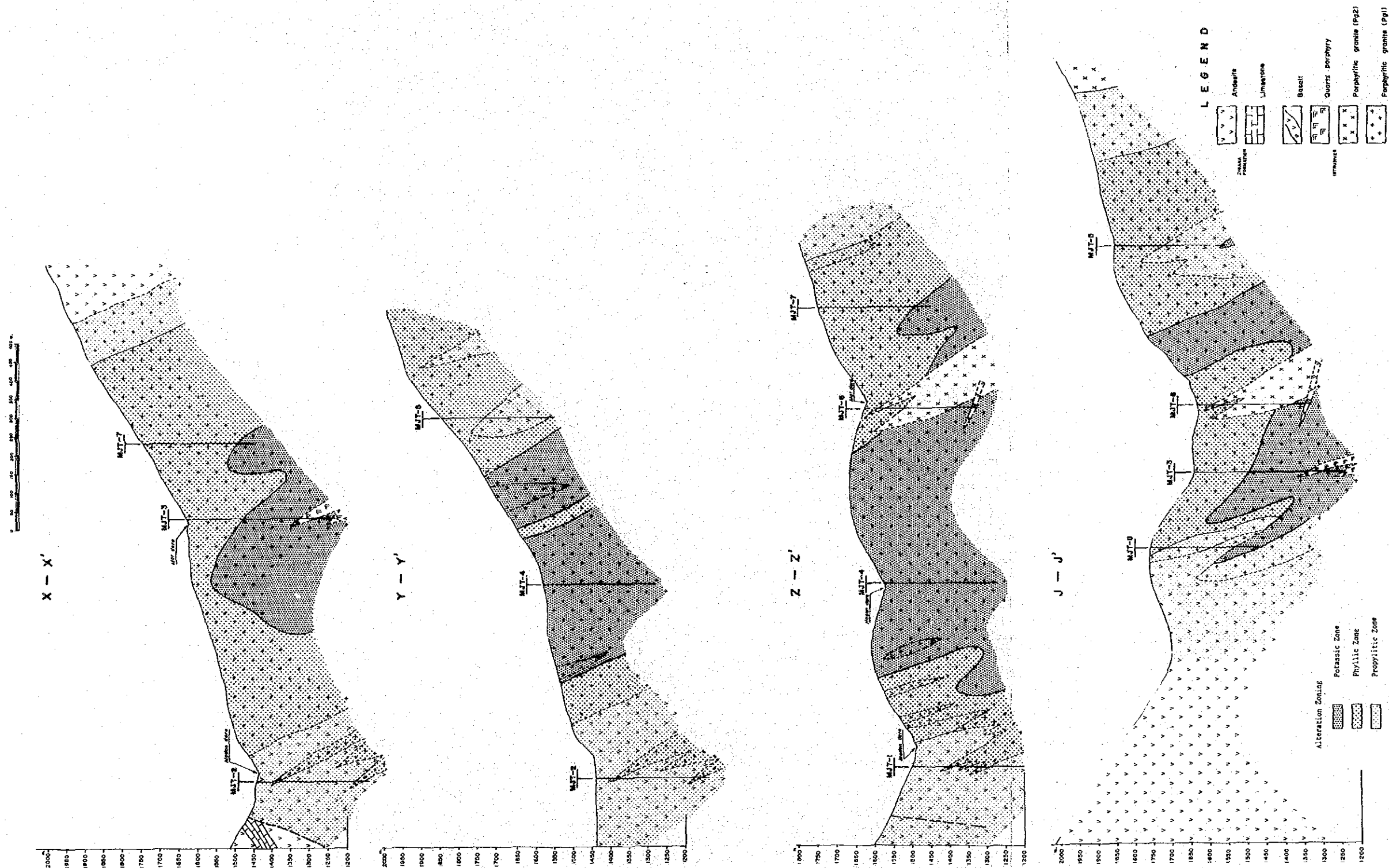
LEGEND

- | | | |
|------------------|---------------------------------|-------------------------------------|
| Upper Cretaceous | Zigano F (A1 Member) | Kz1 Limestone |
| | | Kzf Siltstone - Sandstone |
| | | Kza1 Andesite lava and pyroclastics |
| Jurassic | Kuşakkaya Limestone | Jkul Limestone |
| | | Kırıklı F. |
| Intrusive | an/ba Andesite / Basalt | |
| | qp2 Quartz porphyry 2 (qp2) | |
| | qp1 Quartz porphyry 1 (qp1) | |
| | pg2 Porphyritic granite 2 (pg2) | |
| | pg1 Porphyritic granite 1 (pg1) | |
| | Fault (inferred) | |
| Alteration Zonig | Potassic Zone | |
| | Phyllic Zone | |
| | Propylitic Zone | |



第29图 Hasandere 地区 变质带分带平面图

GEOLOGICAL PROFILES OF GÜZELYAYLA MINERALIZED ZONE



第30图 Hasandere 地区 变质带分带断面图

×1.8km²と推定した。

第 2 章 流体包有物

2-1 流体包有物の測定

地質調査と地化学探査よりポーフィリー-銅-鉛床が期待される Hasandere 地区で流体包有物の試料が採取された。測定対象試料岩石と試料数は下記の通りである。

変質斑状花崗岩 (Pg1)	90個
未変質斑状花崗岩 (Pg2)	15個
石英斑岩 (Qp1)	3個
安山岩 (Zigana 層)	42個
計	150個

上記の試料で Pg1 は鉍化をもたらした貫入岩で、この中に含まれる石英脈と石英斑晶を、Pg2 は鉍化を伴わず Pg1 より若干遅れて貫入した貫入岩で石英斑晶を測定対象とした。また被貫入岩の安山岩は岩体中の石英脈に含まれる流体包有物を測定した。

測定個数は試料数、150個 に対し流体包有物の測定個数は 2,719個、1試料当たり測定数は 10~21個 で、平均は 18個 である。岩種別の測定数は下記の通りである。

	石英斑晶	石英脈	計
安山岩中の石英脈	-	750	750
変質斑状花崗岩 (Pg1)	695	974	1,669
未変質斑状花崗岩 (Pg2)	163	82	245
変質石英斑岩 (Qp1)	55	-	55
計	913	1,806	2,719

なお 均質化温度の測定結果は第 10 表に示す通りである。

測定された全部の均質化温度の中は 250℃~660℃ と温度巾は広いが 300℃ から450℃の範囲に 90% 以上が含まれる。同一試料での各包有物間の均質化温度は 50~100℃ の範囲に入るものが 80% 以上で、正規分布に近いものが多い。この傾向は石英斑晶より石英脈で顕著である。

測定可能な流体包有物は 20~30 μ 程度で、ときには 10 μ 、数 10 μ のものも測定した。石英に含まれる包有物は透明度が高く、かなり多く認められる。10 μ 以下のものがかかなり多い、形は楕円形のものが多い。中には石英の負結晶（六角形）を示すものも認められた。また擬二次包有物、二次包有物は不規則な形状を示し、これらは湾曲面または分岐面に沿って配列し明らかに二次生と判断され測定に際しては除かれた。当地区の流体包有物の特徴は気相の割合が多い。

Hasandere 地区の流体包有物は他のポーファイリーカッパー鉱床と同様、多相包有物を含み、60% 以上の気泡と僅かな液相とよりなり加熱すると液相が蒸発し包有物は気相によって満たされる気相包有物、10~40% の球状の気泡と水溶液とよりなり加熱すると水溶液が膨張しついに液相によって包有物が充填される液相包有物等からなる。一般的に気相包有物の均質化温度の誤差は大きいので可能な限り液相包有物の測定を行った。このため測定した包有物 2,719 個のうち液相包有物 2,315 個、気相包有物 404 個と圧倒的に液相包有物が多い。液相包有物と気相包有物の均質化温度を比較した場合、母岩のいかん、また石英脈、石英斑晶のいかんを問わず、いずれも気相包有物の均質化温度が 50 $^{\circ}\text{C}$ 程度高く出ている。

石英脈や石英の斑晶に含まれる流体包有物の大部分は

- ①気液 2相の包有物のほか、固相包有物が地表と比較して多くなっている。
- ②液相では二酸化炭素と思われる流体包有物が多い。
- ③多相包有物中で認められる固相のうち 260 $^{\circ}\text{C}$ ~280 $^{\circ}\text{C}$ 前後で消失するもの（正方形を示し NaCl の結晶と考えられる）と 260 $^{\circ}\text{C}$ ~620 $^{\circ}\text{C}$ 前後で消失するもの（やや丸味があるものの不規則な形を有する）とが認められる。
- ④上記の他に 600 $^{\circ}\text{C}$ に達しても多相包有物中の容積の変わらない固相もわずかに存在する。
- ⑤流体包有物の大きさは全般的に 20 μ 以下の小型包有物が非常に多い。

全体の均質化温度を平均した場合、Pg1 中の石英脈は 396 $^{\circ}\text{C}$ 、安山岩中の石英脈は 388 $^{\circ}\text{C}$ と若干 Pg1 の方の均質化温度が高めに出ている。両者平均すると 393 $^{\circ}\text{C}$ となる。一方 Pg1 の石英斑晶もほぼ同一値で 393 $^{\circ}\text{C}$ となる。第 13 表から明らかなように平均してみた場合には「有意差」は認められない。

地域別に均質化温度の結果を表したのが第 12, 13 表である。Pg1 の石英脈では Hasandere 付近の均質化温度 (MJT-5) が 413 $^{\circ}\text{C}$ と高く、ついで Mat 沢の 409 $^{\circ}\text{C}$ 、Maden 沢で 375 $^{\circ}\text{C}$ と周辺に行くにしたがって温度が下がる。Pg1 の南部は Pg2 に貫入されており、Pg2 に貫入さらに南部の Pg1 では更に低くなり 303 $^{\circ}\text{C}$ となる。Pg1 の石英斑晶でも同じような傾向が見られる。

石英斑晶中の流体包有物の特徴を Pg1 と Pg2 を比較した場合、Pg2 では小型の気相包有物が多い。これに対し Pg1 ではやや大きい気相包有物が多いのが特徴である。これ

らの石英斑晶中の多相包有物のなかには、まれに Pg2 の AE-54 のように 590℃ で消失、390℃ で再現するものや、Pg1 の YY-12 のように 620℃ で消失する固相包有物 (?)らしきものが認められた。以上が Pg1, Pg2 中の石英斑晶中で認められる流体包有物の特徴である。気相包有物は Mat 沢, Maden 沢, Hasan 沢等で他の地域に比べていづれも多く認められ、なかでも均質化温度が高いのが Mat 沢である。

全体の流体包有物の測定数の 66% を占めるが石英脈中に含まれる流体包有物で、石英脈中に含まれる硫化鉱物の差により鉱化作用について論ずるデータが得られるかとの観点から下記のように石英脈、石英脈中に含まれる硫化鉱物の黄鉄鉱、黄銅鉱、輝水鉛鉱に富むもの等、それぞれに別けて均質化温度の平均値を求めると

硫化鉱物-石英	包有物	測定数 (個)	均質化温度	
			範囲 (°C)	平均 (°C)
石英脈	液相	209	300~560	386
	気相	40	370~550	441
黄鉄鉱-石英	液相	228	280~520	374
	気相	21	380~480	421
黄銅鉱-石英	液相	132	320~500	390
	気相	25	380~500	414
輝水鉛鉱-石英	液相	384	250~580	385
	気相	47	360~560	440

となる。これによると全体の傾向と同じで気相包有物が液相包有物より高いこと、硫化鉱物の違いによる均質化温度の差は明瞭ではないが、僅かな温度差より黄銅鉱の晶出温度が高く早期で、やや遅れて温度が下がり気相の均質化温度が高くなり輝水鉛鉱が晶出していると推定される。

深度別では MJT-1号 では深度が深くなるにつれ均質化温度は上昇している。MJT-2~MJT-8号 までは若干の出入りがあるものの全体を眺めた場合、深度が増すにつれ均質化温度はやはり上昇するような傾向が認められる。

2-2 塩濃度

当地区の流体包有物は小型包有物が多く、かつまた液相が少ないこともあって凍結状態から融解するときの相変化が検鏡出来にくく、測定ができたのは 150 試料中 103 試料であった。測定結果では融解する氷点範囲は -3~-19℃ で、H₂O-NaCl 系のダイヤグラムから 4.8~20.6w% NaCl 相当濃度となる。

安山岩石英脈中の NaCl 濃度は 10~15 wt% で均質化温度は 350~400℃ と比較的まとまった範囲に収まっているのに対し、貫入岩、特に Pgl ではかなりのバラツキがある。均質化温度と塩濃度の関係は第 31 図に示す。第 31 図から

- ① 均質化温度が高くなると塩濃度が高くなる流体包有物が多い。
- ② 安山岩中の石英脈に含まれる流体包有物は地表のものに比べボーリングで得られたものからは、やや高い塩濃度のものが認められた。
- ③ Pgl について Hasan, Mat, Maden 沢等の地域別にみた場合は Mat, Hasan 沢では塩濃度が高く、Maden 沢で比較的低い塩濃度のものが多く、これまでの均質化温度との関係とも一致した結果が得られている。

固相を持つ包有物の場合は Hydrohalite が出来るが、この場合も包有物が小さいため確認が難しい。NaCl や KCl の結晶を持つ多相包有物で比較的単純な形の包有物の場合、塩濃度の推定に固相及び液相の体積を推定し、析出塩及び溶解塩成分を算出する方法がとられている(武内 1962)。この方法で塩濃度を試算してみると 40~50wt% 高い値が得られる。

KCl については低温度で消失する固相は認められなかったことから存在しないと思われる。流体包有物の塩濃度は鉱床核部と思われる Maden 沢と周辺部の Maden 沢とでは明らかな相違があり、鉱床核部では多相包有物中の塩類の容積から数10% の高塩濃度流体の存在が推定される。周辺部では流体包有物の冷却台法により 7~20% の塩濃度(氷点 -4.2~ -15℃) の流体の存在が推定される。

2-3 流体包有物測定結果

地表の岩石の包有物、ボーリングコアの包有物を岩石別、気液相別にすると測定個数の内訳は以下の通りである。

岩石名 試料数	石英脈		石英斑晶		石英脈+石英斑晶		合計	%
	液相	気相	液相	気相	液相	気相		
安山岩 42	679	71	-	-	679	71	750	27.6
Pgl 90	806	168	578	117	1,384	285	1,669	61.4
Pg2 15	56	26	152	11	208	37	245	9.0
Qp1 3	-	-	44	11	44	11	55	2.0
計 150	1,541	265	774	139	2,315	404	2,719	100
%	66.4		33.6		85.1 14.9		100	

以上のことにより

第10表 流体包有物試料表

Sample No	V/P	Name and Description	Homogeniza.T.		Salinity	
			Pcs	Average	Pcs	Average
AE-7	V	Qz-vein in andesite	21	409	4	8.7
AE-8	V	Qz-vein in Pgl	16	308	3	5.8
AE-8	P	Qz-pheno of Pgl	13	342	2	7.2
AE-9	P	Qz-pheno of Pgl	13	321	2	10.7
AE-11	P	Qz-pheno of Pgl	20	382	3	9.2
AE-13	P	Qz-pheno of Pgl	10	321	2	6.3
AE-15	V	Py-Qz vein in andesite	20	366	3	8.7
AE-16	V	Py-Qz vein andesite	19	381	3	6.9
AE-18	V	Py-Qz vein in andesite	15	369	*	*
AE-23	V-1	Py-Qz vein andesite	14	362	3	10.8
AE-23	V-2	Mo-Py-Qz vein in andesite	17	349	3	9.2
AE-24	V	Mo-rich Py-Qz vein in and.	20	340	3	7.5
AE-25	V	Mo-rich Py-Qz vein in and.	18	396	3	12.4
AE-31	V	Mo-Py-Qz vein in sili and.	15	381	2	10.8
AE-33	V	Mo-Py-Qz vein in sili and.	14	339	2	7.2
AE-37	V	Py-(Mo)-Qz vein in sili and.	17	391	3	14.3
AE-39	V	Py-Mo-Cp-Cc?-Qz vein in and.	12	342	3	17.7
AE-42	V	(Py)-Qz vein in andesite	10	350	3	12.9
AE-43	V	Qz-vein in sili-ser Pgl	20	401	3	16.5
AE-45	P	Qz-phenocryst of Pgl	15	328	2	9.8
AE-54	P	Unaltered Pgl2	20	362	4	12.2
AE-56	P	Unaltered Pgl2	20	362	*	*
YY-5	V	Mo-Qz vein in andesite	22	404	3	11.7
YY-6	P	Qz-pheno of Pgl	16	377	3	7.5
YY-9	V	(Py)-Qz vein of Pgl	18	361	4	14.1
YY-12	P	Qz-pheno of unaltered Pgl	14	477	3	17.5
YY-15	V	Py-Qz-vein of Pgl	20	408	3	15.4
YY-15	P	Qz-pheno of Pgl	12	361	2	11.8
YY-18	P	Qz-pheno of Pgl	16	347	3	14.3
YY-33	P	Unaltered Pgl2	20	333	*	*
YY-26	V	Py-Qz vein Pgl	15	366	4	14.4
YY-26	P	Qz-pheno of Pgl	13	332	3	17.2
YY-27	V	Py-Qz vein of Pgl	20	405	4	17.1

No 2

Sample No.	V/P	Name and Description	Homogeniza.T		Salinity	
			Pcs	Average	Pcs	Average
YY-27	P	Qz-pheno of Pgl	18	403	3	17.2
YY-29	P	Qz-pheno of Pgl	15	396	3	19.5
HY-1	V	Mo-Qz vein in andesite	20	351	3	11.0
HH-9	V	Pgl with Mo-Py-Qz vein	20	384	4	8.5
HH-13	P	Qz-pheno of Pgl, Py-diss	16	385	2	9.9
HH-19	P	Qz-pheno of wht-alt Pgl	17	304	3	9.2
HH-21	P	Pgl with Py diss	15	304	3	12.2
HH-24	V	Qz-vein of biotite-alt Pgl	20	391	3	12.2
HH-24	P	Qz-pheno of biotite-alt Pgl	20	510	*	*
HH-27	V	Qz-vein of alt Pgl	20	364	4	8.5
HH-36	P	Qz-pheno of greenish P2	21	344	3	12.2
HH-37	P	Qz-pheno of gry glassy Pgl2	17	314	*	*
HH-46	P	Qz-vein wht Pgl	20	415	*	*
HH-46	V	ditto	20	408	3	17.2
HH-47	V	Qz-veinlets of Pgl	18	354	4	17.1
HH-53	V	Qz-veinlets of Pgl	20	357	3	8.1
HH-53	P	Qz-pheno of sili-limo.Pgl	12	400	3	10.5
KY-1	V	Py-Qz vein in andesite	20	386	3	12.2
KY-9	V	Py-Qz vein in andesite	20	345	3	10.5
KY-12	V	Mag-Py-Qz vein in andesite	20	361	4	10.3
KY-18	V	Mo-Py-Qz vein in andesite	15	453	*	*
KY-19	V	Mo-Py-Qz vein of Pgl	15	386	3	15.4
KY-19	P	Qz-pheno of Pgl	20	397	3	17.7
KY-20	P	Qz-pheno of Pgl	20	406	4	12.2
KY-21	V	Mo-Qz vein of Pgl	20	390	4	18.0
KY-21	P	Qz-pheno of Pgl	18	383	4	13.1
KY-23	V	Mo-Qz vein of Pgl	20	389	3	12.4
KY-24	V	Mo-Qz vein of biotite Pgl	17	399	*	*
KY-24	P	Qz-pheno of biotite Pgl	17	461	3	20.1
KY-25	P	Pg with Mo-Qz vein	17	413	4	15.8
KY-25	V	Pg with Mo-Qz vein	16	479	3	19.3
KH-4	V	Qz-veinlets of Pgl	10	467	2	17.9
KH-21	V	Qz-vein(float) from andesite	20	404	4	14.4
KH-25	V	Qz-vein of andesite	17	403	*	*

MJT-1

No 3

Depth(m)	V/P	Name and Description	Homoginiza.T		Salinity	
			Pcs	Average	Pcs	Average
52.8	V	Py-Cp-Qz vein in andesite	20	385	*	*
99.8	V	Py-Mo-Cp vein in andesite	20	375	*	*
138.0	V	Py-Mo-Qz vein in Pgl	20	406	3	17.2
183.3	V	(Mo-Py)-Qz vein in Pgl	20	378	*	*
183.3	P	ditto	15	349	2	12.6
210.5	V	Magnetite-Py-Qz vein in and.	15	392	*	*
222.8	V	Py-Cp-Mo-Qz vein in and.	20	401	4	17.7
290.7	V	Mo-Py-Qz vein in and.	15	420	*	*

MJT-3

No 5

Depth(m)	V/P	Name and Description	Homoginiza.T		Salinity	
			Pcs	Average	Pcs	Average
10.15	P	Qz-pheno of Pgl	15	404	4	13.8
59.0	V	Cp-(Mo)-Py-Qz vein	18	409	4	16.0
59.0	P	ditto	15	384	*	*
80.3	V	(Mo)-Py-Qz vein in Pgl	18	399	3	12.9
118.7	V	Mo-Qz vein in Pgl	10	440	2	11.8
196.0	V	Cp-Py vein in Pgl	20	428	4	16.8
238.9	P	Pgl with disseminated Cp-Py	20	397	3	17.9
255.6	P	Pl-rich Pgl	17	435	4	15.5
258.0	A	Qz-anhydrite vein in Pgl	15	416	*	*
312.5	P	Qz porphyry	15	422	3	17.9
328.1	P	Qz porphyry with Cp-Py diss.	20	409	4	15.5
378.0	V	Py-Mo-Qz vein in Pgl	10	409	*	*
400.6	P	Qz porphyry with Cp-Py diss.	20	435	4	14.4

Homoginiza.T ; Homoginization Temperature (°C)

Salinity ; NaCl wt %

* ; Impossible to Measure Salinity of Fluid Inclusion

MJT-2

No 4

Depth(m)	V/P	Name and Description	Homoginiza.T		Salinity	
			Pcs	Average	Pcs	Average
58.4	V	Mo-Qz vein in andesite	12	365	*	*
68.5	V	Cp-Qz vein in andesite	12	371	*	*
71.8	V	Cp-Mo-Qz vein in andesite	15	393	*	*
129.8	V	Qz vein in andesite	20	383	*	*
145.3	V	Magnetite-Cp-Qz vein in and.	20	398	4	17.1
213.5	V	Mo-Qz vein in and.	20	371	*	*
248.0	V	Mo-Qz vein in and	20	406	4	14.4
255.3	V	Py-Mo-Qz vein in and	15	357	3	12.9
268.5	V	Magnetite-Cp-Qz vein in and.	20	409	4	15.0
272.9	V	Mo-Qz vein in and.	20	401	3	17.2
278.0	P	Porphyritic granite (Pgl)	10	387	*	*
283.4	V	Py-Cp-Qz vein in and.	20	410	*	*

MJT-4

No 6

Depth(m)	V/P	Name and Description	Homoginiza.T		Salinity	
			Pcs	Average	Pcs	Average
19.0	V	Sericite Pgl with qz(5mm)	20	364	8	13.2
37.7	V	Bio-ser Pgl with qz(5mm)	22	375	9	14.6
60.0	P	Biotite Pgl	20	392	*	*
72.1	P	Chl-bio Pgl	22	367	7	11.7
81.6	V	Chl-bio Pgl with qz(6mm)	22	355	*	*
109.0	P	Bio(chl) Pgl	22	424	*	*
116.8	V	Bio Pgl with qz(8mm)	22	382	6	12.3
180.4	V	Chl-bio Pgl with qz(7mm)	22	379	8	13.8
253.0	V	Chl-bio-ser Pgl with qz(5mm)	22	373	9	14.6
280.7	V	Chl-bio-Pgl with qz(1~2mm)	22	419	*	*

MJT-7

No 9

Depth(m)	V/P	Name and Description	Homoginiza.T		Salinity	
			Pcs	Average	Pcs	Average
14.45	P	Sericite Pgl	22	379	5	12.8
16.0	V	Sericite Pgl with qz(5mm)	20	371	*	*
56.0	V	Qz vein(10mm) in Pgl	22	367	7	11.0
74.0	V	Chl-ser Pgl with qz(4mm)	20	419	*	*
105.0	P	Ep-chl-ser Pgl with Mo	21	441	8	16.2
125.0	V	Qz vein(20mm) in Pgl	20	419	7	15.0
166.6	V	Qz vein(20mm) in Pgl	22	374	*	*
190.0	V	Silicified Pgl with qz(3mm)	20	375	7	13.3
244.8	V	Sericite Pgl with qz(2mm)	20	398	7	16.2
300.0	V	Silicified ser-anhydrite Pgl	20	435	9	15.4

MJT-5

No 7

Depth(m)	V/P	Name and Description	Homoginiza.T		Salinity	
			Pcs	Average	Pcs	Average
5.0	P	Sericite Pgl	22	433	*	*
8.0	P	Sericite Pgl	20	448	6	17.3
36.4	P	Sericite Pgl	22	416	*	*
49.0	P	Sericite Pgl with Cc & Cp	20	423	6	14.5
65.3	V	Sericite Pgl with Cc & Cp	20	421	7	13.3
75.5	V	Mo qz (4mm) in Pgl	20	406	*	*
99.0	P	Sericite Pgl	20	392	*	*
133.4	P	Sericite Pgl	11	386	*	*
141.7	V	Py qz vein (10mm) in andesite	20	380	6	13.5
261.4	V	Mo qz vein (10mm) in andesite	20	409	8	16.8

MJT-8

No 10

Depth(m)	V/P	Name and Description	Homoginiza.T		Salinity	
			Pcs	Average	Pcs	Average
24.0	V	Mo-qz vein(8mm) in Pgl	22	386	6	13.8
46.6	V	Qz vein(5mm) in Pgl	18	383	*	*
66.1	V	Chl-ser Pgl with Cc and qz	22	396	6	14.9
131.0	V	Mo qz vein(30mm) in Pgl	20	404	*	*
135.0	V	Chl-ser Pgl with qz(3mm)	20	411	*	*
146.35	V	Chl-ser Pgl with qz(6mm)	21	402	7	12.6
184.0	V	Mo qz vein(5mm) in andesite	20	440	3	15.4
225.0	V	Ser-chl Pgl with Mo qz(4mm)	20	422	*	*
274.7	V	Magnetite-Py qz(25mm) in Pgl	20	466	*	*
298.5	V	Mo qz vein(10mm) in Pgl	20	410	7	15.0

MJT-6

No 8

Depth(m)	V/P	Name and Description	Homoginiza.T		Salinity	
			Pcs	Average	Pcs	Average
40.0	P	Chl-sericite Pgl	13	382	*	*
73.0	V	Silicified chl-sericite Pgl	20	398	6	10.4
85.3	V	Silicified chl-sericite Pgl	18	385	5	10.9
112.6	P	Intrusive rock (Pg2)	17	406	*	*
113.0	V	Segregated qz in Pg2	20	402	7	13.5
123.0	P	Intrusive rock (Pg2)	20	396	*	*
124.5	V	Segregated qz in Pg2	22	397	8	14.7
128.0	P	Intrusive rock in Pg2	10	414	*	*
136.0	V	Segregated qz in Pg2	20	414	*	*
168.4	P	Intrusive rock (Pg2)	23	401	*	*

Abbreviations

- Rock name
 Pgl: Altered porphyritic granite
 Pg2: Unaltered porphyritic granite
- Minerals
 Qz :Quartz
 Ch :Chlorite
 Ser:Sericite
 Bio:Biotite
 Mag:Magnetite
 V :Quartz vein
 P :Quartz phenocryst
- V/P
 Homoginiza.T
 Salinity NaCl wt %
 * : Impossible to Measure Salinity of Fluid Inclusion

第11表 箇所別流体包有物試料一覧表

V/P	Rock Name	Locality of sample	No of Sample	Sample Name
V	Andesite (Zigana F)	Maden dere	15	AE-7, 15, 16, 18, 23(VI), 23(V2), 24, 25, 31, 33,
		Hasan dere	4	KY-1, 9, 12, 18,
		North Mat dere	2	KM-21, 25
		MJT-1	7	52.8m, 99.8m, 198m, 183.3m, 210.5m, 222.8m, 290.7m
		MJT-2	11	58.4m, 68.5m, 71.8m, 129.8m, 145.3m, 213.5m, 248m, 255.3m, 268.5m, 272.9m, 283.4m
		MJT-5	2	141.7m, 261.4m
		MJT-8	1	184.0m
		Maden dere	4	AE-8, 63, YY-26, 27
	Porphyritic granite (Pg1)	Hasan dere	11	HH-9, 24, 27, 46, 47, 53, KY-19, 21, 23, 24, 25
		Mat dere	3	YY-9, 15, KY-4
		MJT-3	6	59m, 80.3m, 118.7m, 196m, 258m, 378m
		MJT-4	7	19.0m, 37.7m, 81.6m*, 116.8m, 180.4m, 253.0m*, 280.7m
		MJT-5	2	65.3m, 75.5m*
		MJT-6	1	85.3m
		MJT-7	8	16.0m, 56.0m, 74.0m, 125.0m, 166.6m*, 190.0m, 244.8m, 300m
Porphy granite (Pg2)	MJT-8	9	24.0m, 46.6m, 66.1m, 131.0m*, 135.0m, 146.35m, 225.0m, 274.7m, 298.5m	
	MJT-6	4	73.0m, 113.0m, 124.5m, 136.0m	
			97	
P	Maden dere	Maden dere	6	AE-8, 9, 11, 13, 45, YY-6
		Hasan dere	9	HH-13, 24, 46, 53, KY-19, 20, 21, 24, 25
		Mat dere	6	YY-12, 15, 18, 26, 27, 29
		South Hasan	2	HH-19, 21
		MJT-1	1	183.3m
		MJT-2	1	278m
		MJT-3	4	10.15m, 59m, 238.9m, 255.6m
		MJT-4	3	60.0m, 72.1m, 109.0m
	Porphyritic granite (Pg1)	MJT-5	6	5.0m*, 8.0m, 36.4m, 49.0m, 99.0m*, 133.4m*
		MJT-6	1	40.0m
		MJT-7	2	14.45m, 105.0m
		MJT-8	-	
		South Hasan	5	HH-36, 37, AE-54, 56, YY-33
		MJT-6	4	112.6m*, 123.0m, 128.0m, 168.4m*
		MJT-3	3	312.5m, 328.1m, 400.6m
Quartz porphyry (Qp1)	53			
			150	

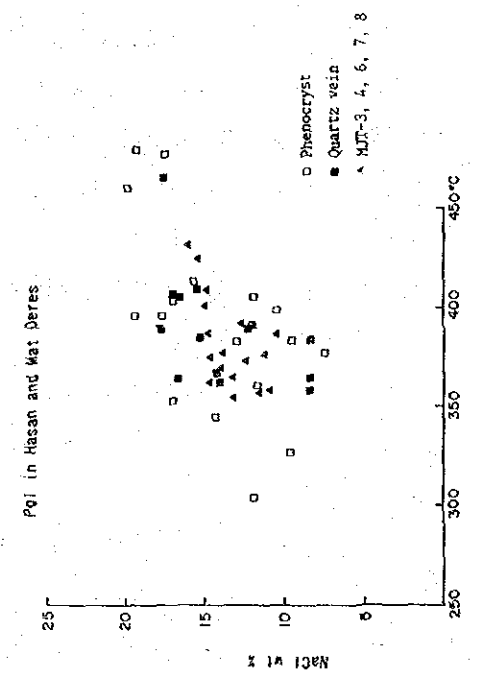
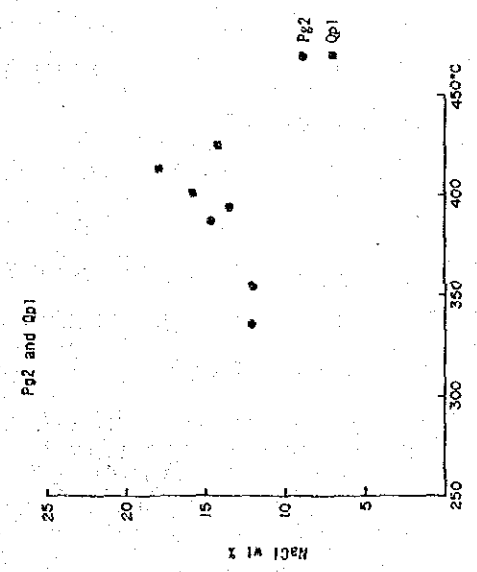
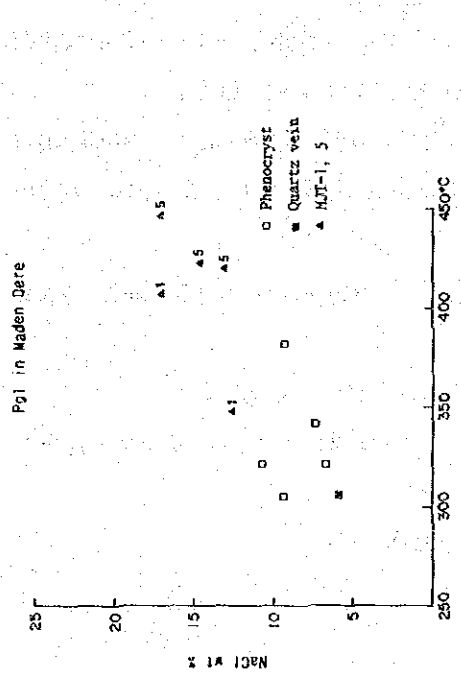
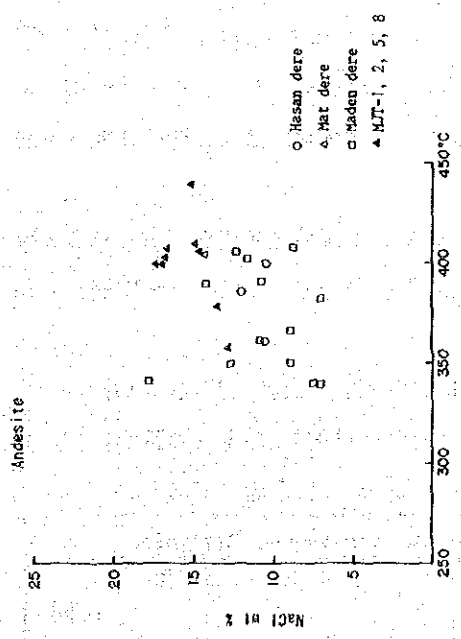
* : Abundance of micro-fluid inclusions

第12表 気液相別包有物試料一覧表

V/P	Rock Name	Locality of sample	Liquid Inclusion		Gaseous Inclusion	
			No of M.I.	Homogenization T.	No of M.I.	Homogenization T.
				°C		°C
V	Andesite (Zigana F)	Maden dere	232	369°C	22	465°C
		Hasan dere	58	363	17	457
		North Mat dere	30	403	7	421
		MJT-1	129	391	1	380
		MJT-2	182	389	12	423
		MJT-5	35	391	5	422
		MJT-8	13	434	7	450
		Maden dere	67	372	4	422
	Porphyritic granite (Pg1)	Hasan dere	189	387	17	441
		Mat dere	42	401	7	447
		MJT-3	36	416	55	406
		MJT-4	130	372	22	416
		MJT-5	38	412	2	435
		MJT-6	13	385	5	384
Porphy. granite (Pg2)	MJT-7	147	391	17	424	
	MJT-8	144	401	39	437	
	MJT-6	56	399	26	409	
		1,541	387	265	427	
		82	352	5	450	
		127	410	33	482	
P	Porphyritic granite (Pg1)	Hasan dere	75	389	14	430
		Mat dere	32	303	-	-
		South Hasan	15	349	-	-
		MJT-1	10	387	-	-
		MJT-2	43	412	24	410
		MJT-3	52	381	12	415
		MJT-4	92	413	23	444
		MJT-5	8	373	5	396
	Porphyritic granite (Pg2)	MJT-6	42	395	1	400
		MJT-7	87	339	6	478
		South Hasan	65	403	5	400
		MJT-6	44	426	11	416
		MJT-3	774	386	139	439
		Quartz Porphyry (Qp1)		2,315	387	404

第13表 均質化温度総括一覧表

V/P	Rock name	Locality of sample	No of Sample	No of Inclusions	Range of Temperature (°C)	Mean value (°C)	
V	Andesite (Zigana F)	Maden dere	15	254	250~350	377	
		Hasan dere	4	75	280~560	384	
		North Mat dere	2	37	340~460	406	
		MJT-1	7	130	330~470	391	
		MJT-2	11	194	320~500	392	
		MJT-5	2	40	340~450	395	
		MJT-8	1	20	380~490	440	
		Maden dere	4	71	280~450	375	
	Potphyritic granite (Pg1)	Hasan dere	11	206	300~580	391	
		Mat dere	3	49	330~560	408	
		MJT-3	6	91	360~490	410	
		MJT-4	7	152	370~460	378	
		MJT-5	2	40	350~480	413	
		MJT-6	1	18	360~420	385	
		MJT-7	8	164	330~480	397	
MJT-8		9	183	380~540	409		
Porphy. granite (Pg2)	MJT-6	4	82	380~470	402		
		97	1,806	250~580			
P	Andesite (Zigana F)	Maden dere	6	87	300~570	358	
		Hasan dere	9	160	320~660	427	
		Mat dere	6	89	290~620	405	
		South Hasan	2	32	260~350	303	
		MJT-1	1	15	290~420	349	
		MJT-2	1	10	340~420	387	
		MJT-3	4	67	350~490	411	
		MJT-4	3	64	330~450	394	
	Potphyritic granite (Pg1)	MJT-5	6	115	340~490	418	
		MJT-6	1	13	340~410	382	
		MJT-8	-	-	-	-	
		MJT-7	2	43	320~460	409	
		South Hasan	5	93	380~540	368	
		MJT-6	4	70	320~450	403	
		Quartz Porphyry (Qp1)	MJT-3	3	55	350~490	424
				53	913	260~660	394
			150	2,719	250~660	393	



第31図 均質化温度と塩濃度との関係図

- ① 安山岩中の気相包有物は液相包有物に比較して 30~50℃ 均質化温度が高いが MJT-1号のみ逆に液相包有物の均質化温度が 10℃ 程高く出ている。
- ② 変質斑状花崗岩 (Pg1) では石英脈と石英斑晶中の流体包有物を測定した。地表ではいずれの石英中の包有物も気相がやはり 40~50℃ 程高く出ているが、コアでは逆に 2~10℃ と僅かに低く出ている、安山岩と同じ傾向を示している。地表では Hasandere 付近の Pg1 の石英斑晶中の均質化温度が高く岩株貫入岩体の中心はこの付近と推定され、下部にはやや均質化温度が下がる。深度が増すにつれ均質化温度が少しづつ上昇することから Pg1 岩体は傾斜しているものと推定される。
- ③ “沸騰” 現象のあったと思われる Mat 沢から北部にかけた地域ではコア中の固相包有物が多く認められ塩濃度が高く、均質化温度の温度範囲がほかの箇所比してひろい。
- ④ Pg2 は Pg1 に比して均質化温度が高く、しかもこの中に含まれる気相包有物の大きさが小さい。
- ⑤ Pg2 に貫入された南側の Pg1 では気相包有物が殆ど見つからない。
- ⑥ 高塩濃度鉍化流体が Mat 沢から Hasan 沢にかけた地域に供給されていたと推定される。

第 3 章 土地化学探査

3-1 概要

1984年 MTA により、Hasandere 地区 (Mat 沢~Hasan 沢を中心とする約 3.63 km²) の土地化学探査が実施され、Cu, Mo の地化学アノマリーが認められた。Cu では最高 3,820ppm, Mo で 272ppm に達するかなり高いアノマリー値であった。また、Cu についてはしきい値 236ppm 以上の分布範囲は閉じていなく、土地化学探査範囲の北側へも延びる可能性が指摘された。

これを受けて、1985年 MTA により北側地域において、土地化学探査が引き続き実施された。試料は昨年と同様 50m ごとの等高線沿いに 50m 間隔で、土壌の B~C 層から採取された。分析成分は Cu, Mo の 2成分である。

1984年に採取された 942個 と 1985年に採取された 389個、合計 1331個 の分析データについてまとめて処理された。データ処理は Lepeltier (1969) の手法に基づいて、コンピューターにより行った。得られた統計パラメーターは下表の通りである。

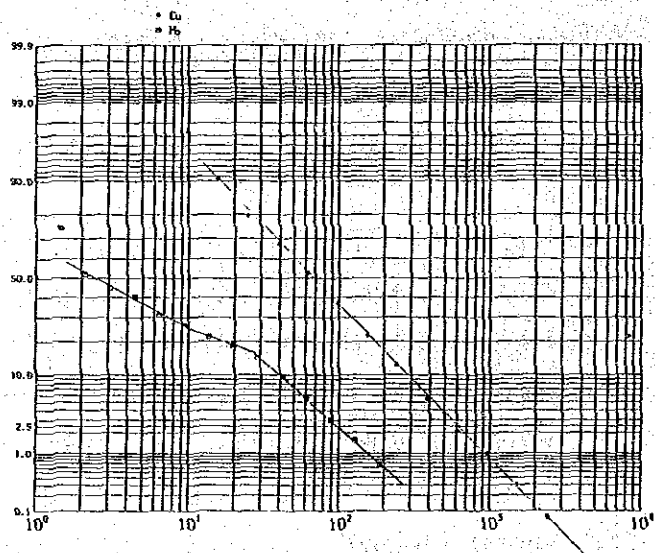
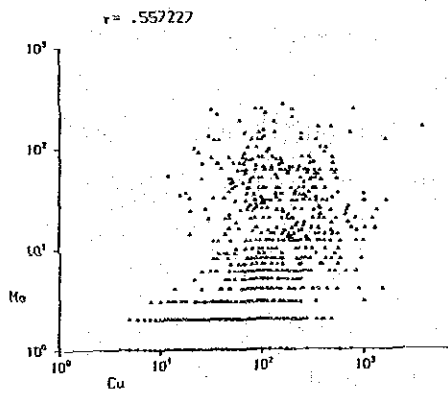
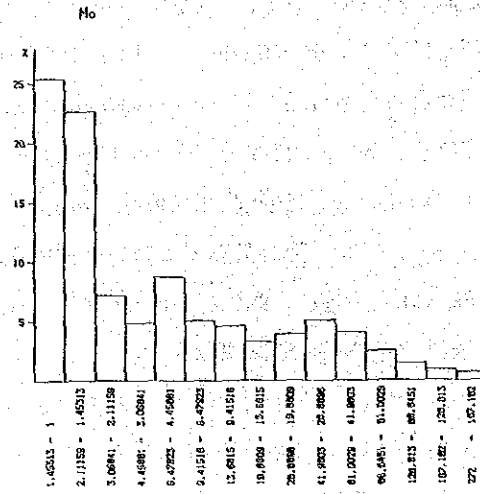
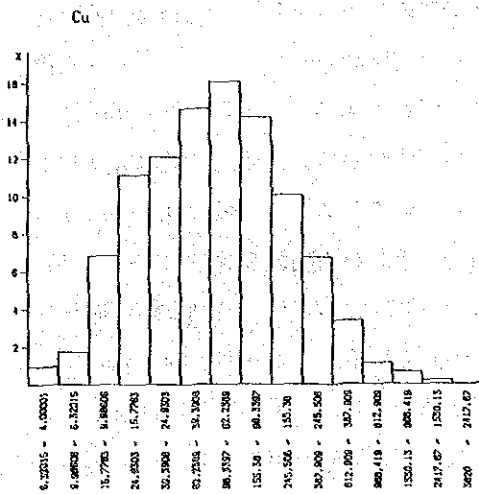
Element	N	Mean(M)	M+σ	M+2σ	Min. value	Max. value	γ
Cu	1331	66.3	200	602	4	3,820	0.56
Mo	1331	4.4	18	71	<1	272	

3-2 解析結果

Cu についてはその累積頻度分布図ではほぼ直線となり、単一母集団であると判断される。一方、Mo についてはその累積頻度分布は t_1 (11ppm) と t_2 (27ppm) の点において2つの折れ点が認められる。頻度分布の形態と累積頻度分布の2つの折れ点から判断して、 t_2 以上はアノマリー値集団、 t_1 以下は後背値集団、 $t_1 \sim t_2$ は両集団がオーバーラップする範囲と考えられる。Mo-Cu の相関については相関係数 $r=0.56$ を示し、強い相関性は認められない。各成分について等値線図を描いて、高濃度部の分布傾向を検討した結果、Cu, Mo は互いに調和的な対応をする分布を示さず、Mo のアノマリー域の外郭部にCu の高アノマリー部が分布する傾向が認められ、両成分の乏しい相関性を裏付けている。等値線図から明瞭に Mat 沢～Hasan 沢にかけて Mo の高濃度部が現れ、特に Mat 沢北側 (MJT-3号の北) では $M+2\sigma$ 以上のアノマリーが集中している。しかし、Cu の高アノマリー値 ($M+\sigma$) についてはその集中度が弱く、分散的である。土壤地化探結果で Cu の $M+\sigma$ 以上の分布は北側へも延びることが指摘され、その予想どおり 200ppm 以上のアノマリーが把握された。地質調査結果と土壤地化探結果から、Mat 沢下流～Hasan 沢下流付近には Mo について地化学アノマリーが現れていない。地質調査あるいは変質帯調査ではこの範囲は Potassic Zone に対応しており、不毛帯 (いわゆるポーフィリー型鉱化作用の核に相当) に当たると考えられる。

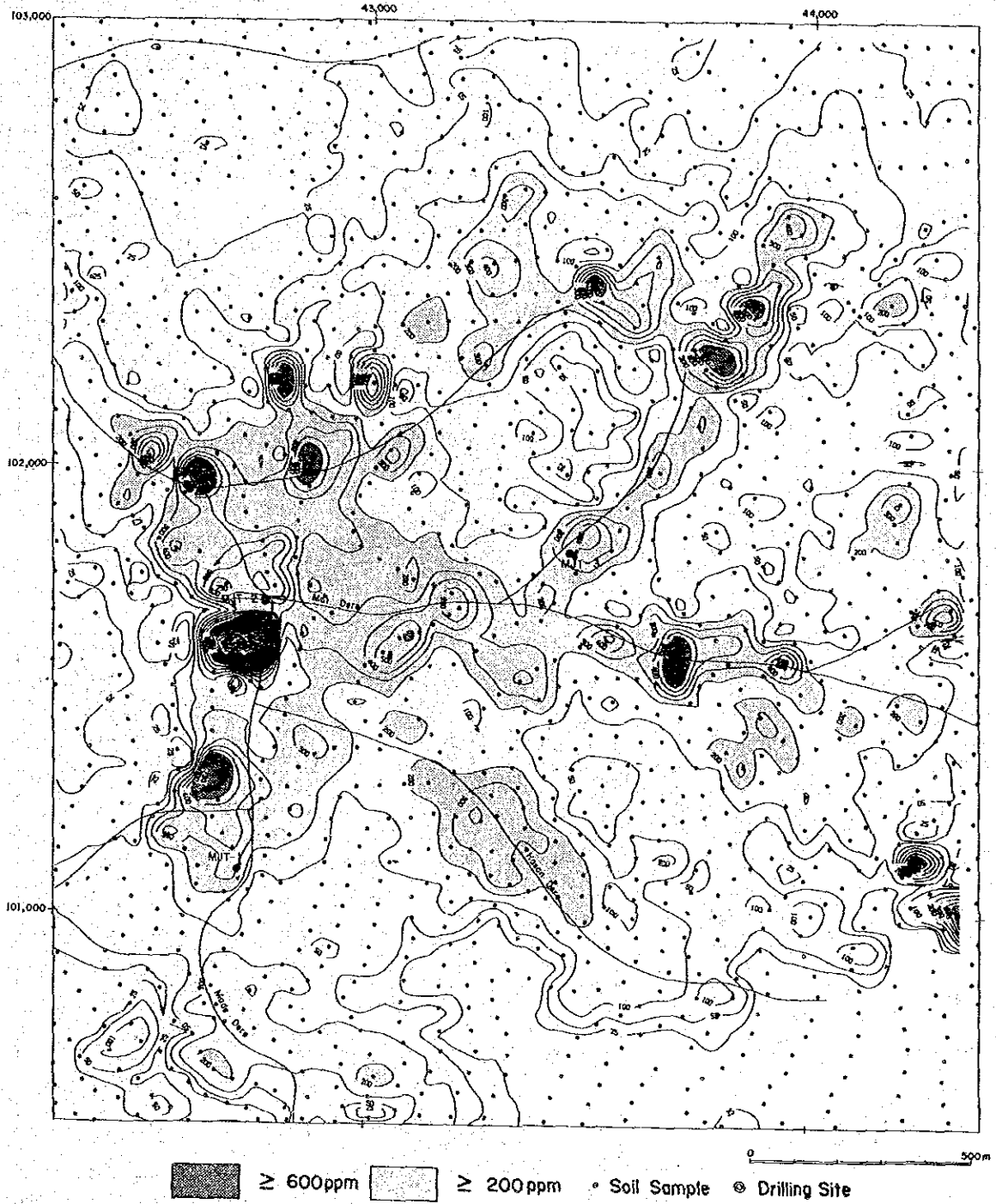
Maden 沢西側には鉱化後に形成された断層が推定されたが、Cu, Mo の両成分ともこの断層の西方で地化学アノマリーは見出されない。検出された地化学アノマリー域の西限は断層の伸びの方向と調和的である。これらの地化学探査結果はこの断層の存在を示唆している。

Cu 地化学アノマリーは沢を中心として分布するのに対し、Mo の地化学アノマリーは地形に左右されない分布が認められる。一般に酸化・溶脱帯を形成する場合、Cu 及び S はほぼ完全に黄鉄鉱などの硫化鉱物の酸化により生成された酸性水により溶脱され、容易に移動するが、Mo や Au はその移動性は低いといわれている (Bloom, 1966; Shannon Jr., 1971; Asami and Britten 1980)。輝水鉛鉱が酸化され、モリブデン酸 (MoO_4^{2+}) が形成される場合、その Mo の電荷は 6価であるため極めて溶解性が高いが、酸性水中に Fe^{3+} (low Eh) や中性水中に Ca^{2+} イオンが存在すれば、Ferrimolybdate ($\text{Fe}_2\text{O}_3\text{MoO}_3 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$) や Powellite (CaMoO_4) が形成され鉱物相として固定される (Garrels and Christ, 1965)。このような Cu と Mo の二次分散の違いが、Cu と Mo の地化学アノマリー域の分布を規制しているものと考えられる。Mo の低い移動性は Mo により示された地化学アノマリー域が地表下での鉱化状況 (品位) をよりの確に示すことが期待され、Mo の高濃度部の集中する Mat 沢北側周辺がポテンシャルとして最も高いと推定される。



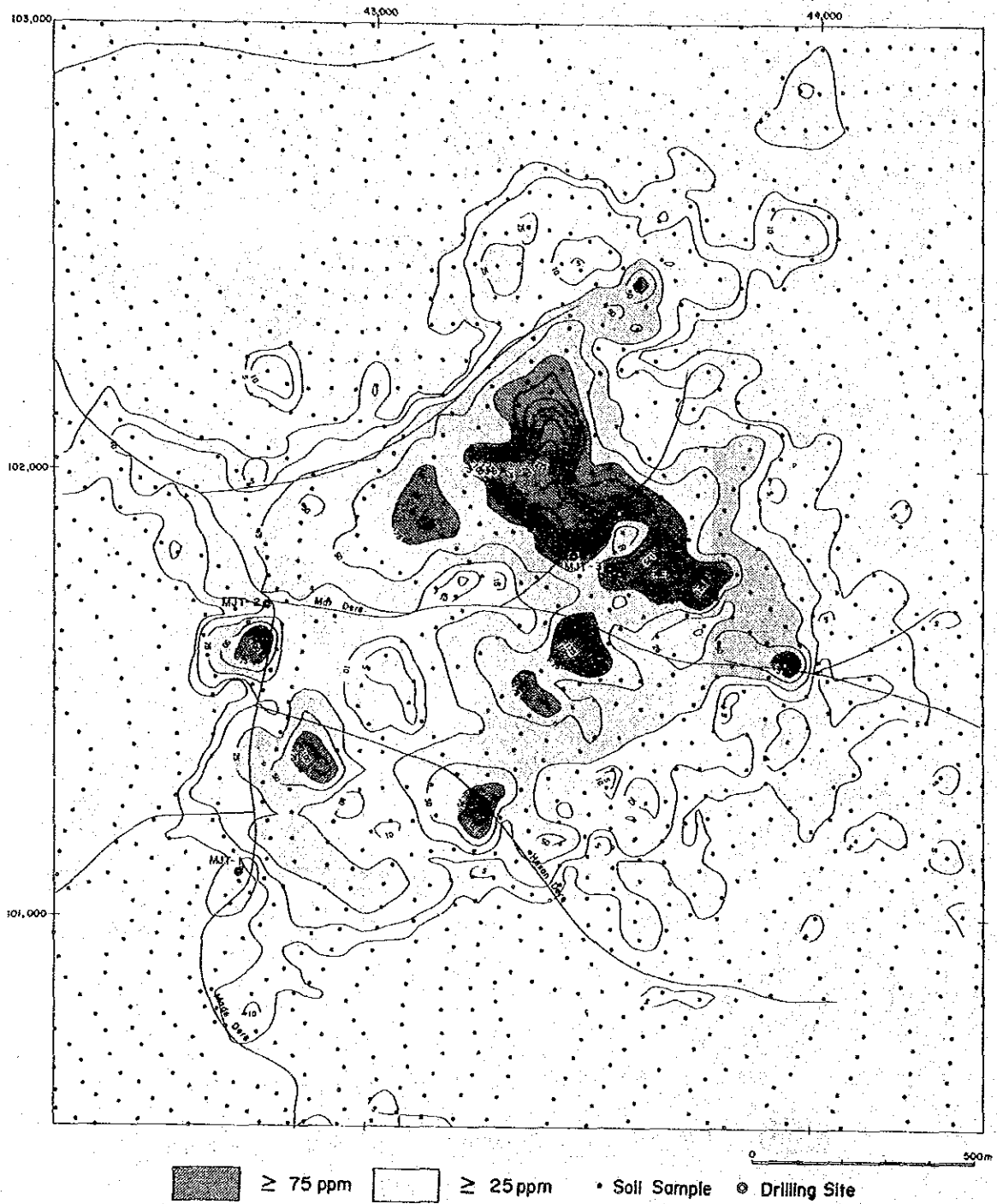
第32図 Hasandere 地区 土地化学探査の頻度分布・累積頻度分布・散布図

Cu



第33圖 Hasandere 地区 Cu 土壤地化学探查等值线图

Mo



第34图 Hasandere 地区 Mo 土壤地化学探查等值线图