

2-2 断面上で掘削された MJAS-8 及び MJAS-9 両孔の地質は、Apx. 2-3-1(7)~(8)に示したように、ダナイト及びハルツバー-ジャイトからなり、ダナイトにはクロミタイトの濃集を伴うものがある。多くの漸層帯や角礫化帯が発達し、全体に蛇紋石化を受けている。

ハルツバー-ジャイトは帯緑暗灰色を呈し、含まれる斜方輝石の量は 30 ~ 35 % の範囲で変化する。

ダナイトは、一般に酸化を受けて、暗褐色~褐色を呈する。MJAS-8 孔では深度 0.00-12.90m 及び 20.70-53.30m の区間に規模の大きなものが認められ、いずれもクロミタイトを伴う。また、MJAS-9 孔では深度 0.30-12.00m 及び 18.70-31.90m の区間にクロミタイトを伴う規模の大きなダナイトが認められるほか、両区間に隣接する深度 12.00-18.70m 及び 31.90-53.19m の区間にダナイトとハルツバー-ジャイトの錯綜帯が認められ、一部のダナイトに厚さ数 cm のシュリーレン状のクロミタイトが認められる。クロミタイト濃集区間の鉱況を分析品位と共に Table 2-3-7 に示す。

一方、30m 南の測線上の高度 17.5m 下の地点で掘削された MJAS-10 孔の地質は、MJAS-8 及び MJAS-9 両孔と同様に、ダナイトを伴うハルツバー-ジャイトからなる。しかし、規模の大きなダナイトは深度 8.85-12.70m の区間にみられるのみで、これ以外には厚さ 10 ~ 20cm のものが 2 箇所だけ認められるにすぎない。また、これらのダナイトにはクロミタイトとしてのクロムスピネルの濃集は認められない。

MJAS-10 孔でクロミタイトに着鉱しなかった理由は、Fig. 2-3-20 に示したように、MJAS-8 及び MJAS-9 孔のクロミタイトを伴うダナイトが断層によって転位し、1-1 断面ではその下端の一部が MJAS-10 孔で捕捉されたに過ぎないためであると考えられる。

#### (6) Fusha e Madhe 地区

本地区では、第 1 年次調査によって抽出された KM-1 磁気異常 (Fig. 2-3-21 参照) の下部探査を目的として、MJAS-4 及び MJAS-5 の 2 孔のボーリングが計画され、そのうち MJAS-4 孔のボーリングを実施した。

なお、MJAS-5 孔の掘削中止理由は次のとおりである。

- ① MJAS-4 孔によって KM-1 磁気異常が地質的にほぼ解明されたこと、
- ② 9 月下旬の降雨によって MJAS-4 孔への移設に遅延が生じた上に、同孔に頻繁に出現する粘土化破砕帯によって掘削工程が遅延し、さらに粘土化破砕帯中でのロッド切断事故によって、ボーリング調査全体の工程に著しい遅延が生じたこと。

MJAS-4 孔の掘削地点の座標値、掘削方位・傾斜・深度及びコア採取率は既に Table 2-3-1 に示した。MJAS-4 孔のコアの記載結果を Apx. 2-3-1(4)に、ボーリング断面を Fig. 2-3-22 に示す。

MJAS-4 孔の地質は、深度 0.00-55.00m 間の大小の超塩基性岩類角礫を伴うラテライト質風化土壌、深度 63.00-140.00m 間の薄いダナイトを散点的に伴うハルツバー-ジャイト、深度 140.00-145.65m 及び 161.05-169.50m 間のダナイト、深度 145.65-161.05m、172.80-182.80 及び 188.20-191.50m 間のダナイトとハルツバー-ジャイトの複雑に交錯する錯綜帯、深度 169.50-172.80m 及

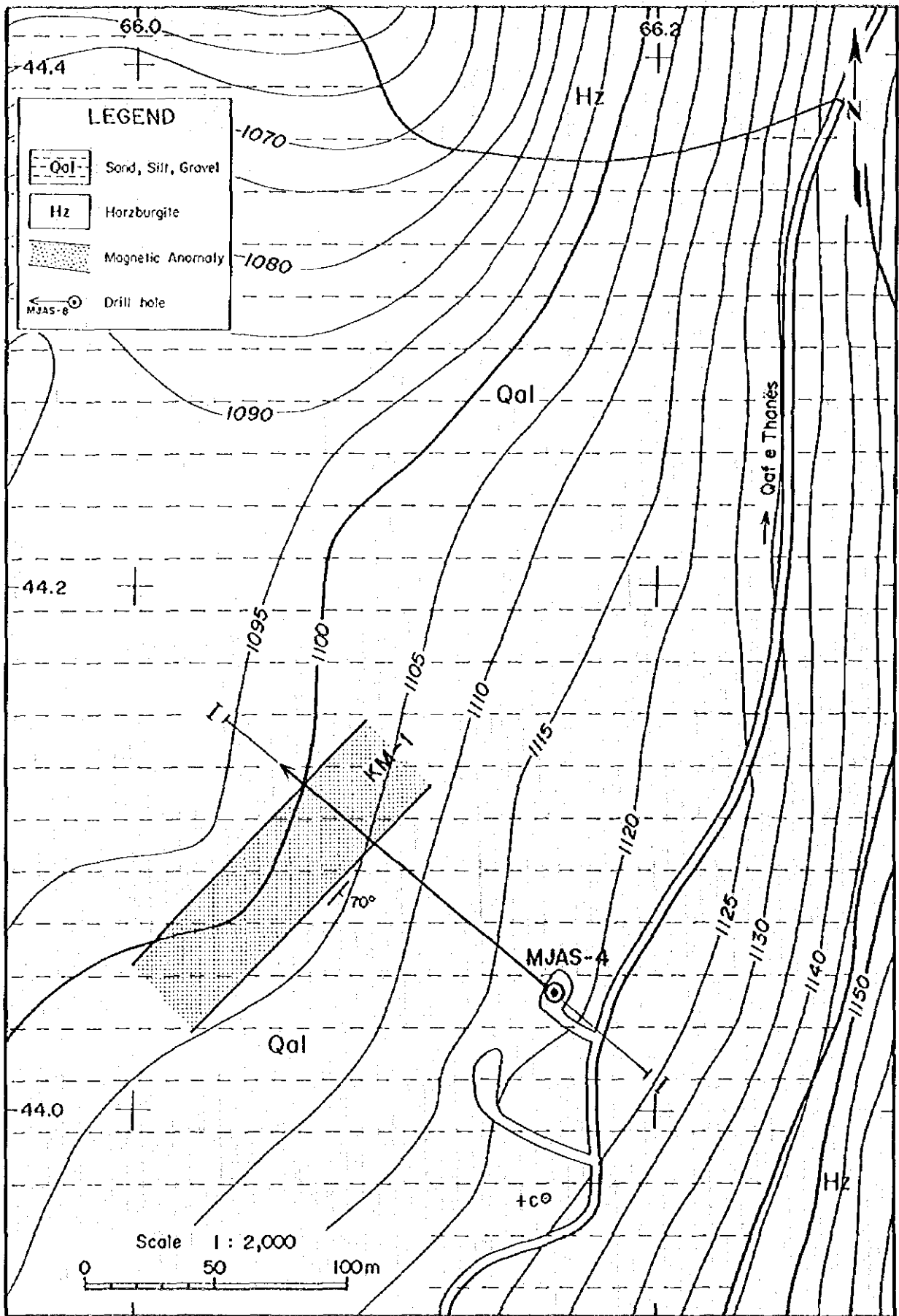


Fig. 2-3-21 Geological map with drilling sites, Fusha e Madhe area

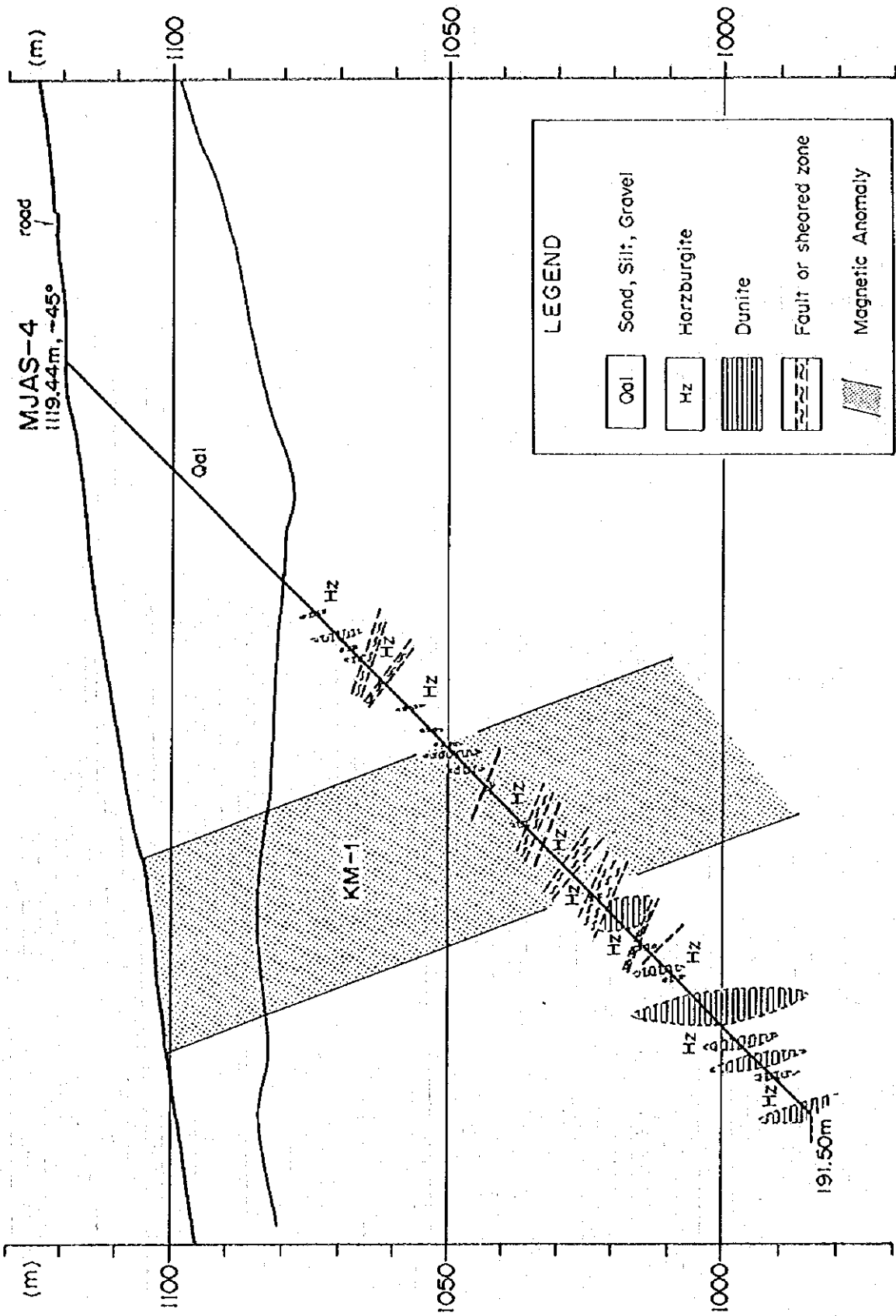


Fig. 2-3-22 Cross section along with MJAS-4, Fusha e Madhe area



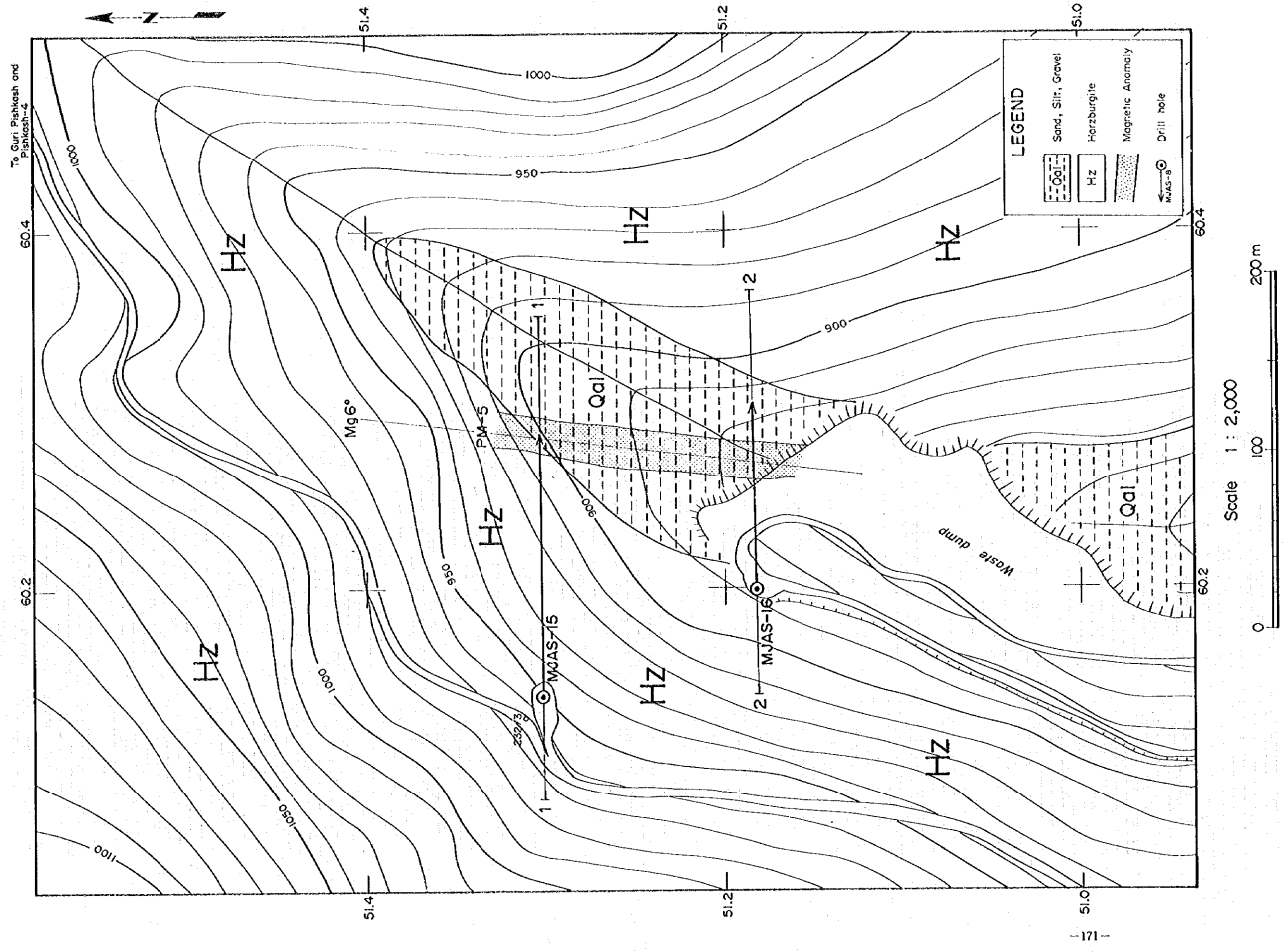


Fig. 2-3-23 Geological map with drilling sites, Faisalshah South area





び 182.80-188.20m 間のハルツバージャイトからなり、深度 117.80-121.60m 間の断層角礫化帯をはじめとする多くの断層角礫化帯によって切られ、孔底まで断層や角礫化帯に沿って酸化作用が及んでおり、しばしば酸化鉄汚染を受けた褐色粘土を伴う。

ハルツバージャイトは全体にやや強く蛇紋石化して暗灰色を呈し、含まれる斜方輝石量は 30 ~ 40 % の範囲で変化する。

グナイトはほとんどすべてが酸化して暗褐色を呈し、しばしば酸化鉄汚染を受けた褐色粘土を伴う断層で切られている。深度 140.00m 以深に頻繁に出現し、時にはハルツバージャイトと交錯した錯綜帯を成すが、クロムスピネルの顕著な濃集は認められない。

MJAS-4 孔は、Fig. 2-3-22 に示したように、深度 95-135m 間で磁気異常 KM-1 と交差し、この区間には上述の断層角礫化帯をはじめとして、深度 128.30-130.46m 間の断層帯ほかの破砕帯や角礫化帯が発達しており、酸化鉄汚染をはじめとする酸化作用が顕著に認められる。したがって、KM-1 の磁気異常は、断層や角礫化帯に沿って浸透した地下水による岩石中の鉄の酸化によって一部で磁鉄鉱を生じたことを反映したものと考えられる。

#### (7) Pishkash South 地区

本地区では、第 1 年次調査の磁気探査によって抽出された PM-5 磁気異常の下部探査を目的として、MJAS-15 及び MJAS-16 の 2 孔のボーリングを実施した。

両孔のボーリングサイト及び掘削地点を Fig. 2-3-23 に、コアの記載結果を Apx. 2-3-1(13)~(14)に、ボーリング断面を Fig. 2-3-24 にそれぞれ示す。MJAS-15 及び MJAS-16 両孔の掘削地点の座標値、掘削方位・傾斜・深度及びコア採取率は Table 2-3-1 に示したとおりである。

両孔の地質は、厚さ数 cm (最大 10cm) のパイロキシナイト岩脈をしばしば伴うハルツバージャイト及びグナイトからなり、多くの角礫化帯及び断層帯によって切られている。

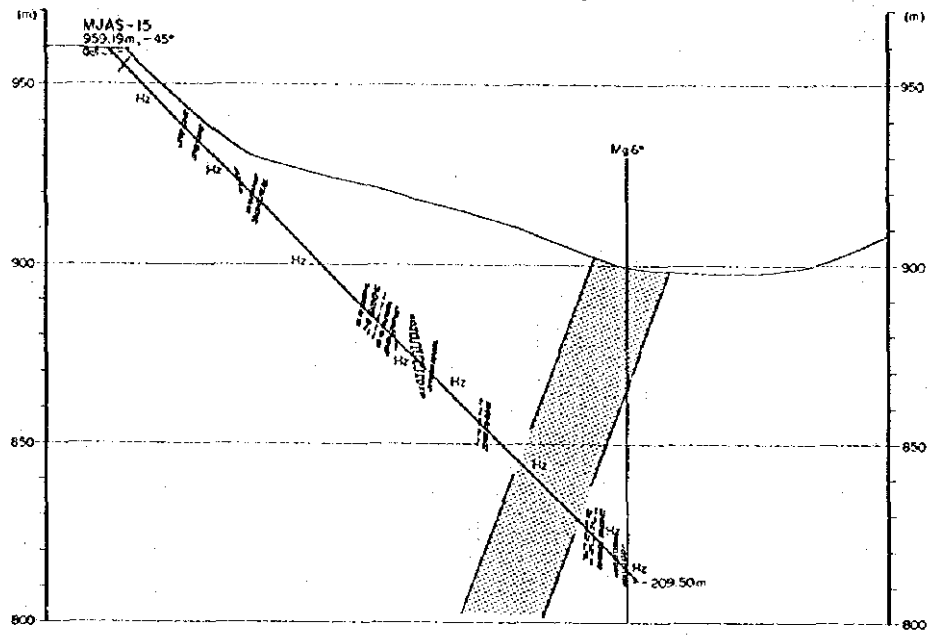
ハルツバージャイトは、蛇紋石化を受けて帯緑暗灰色を呈し、斜方輝石の量は 20 ~ 35 % の範囲で変化する。

グナイトは、蛇紋石化を受けて暗緑灰色~暗褐色を示す。MJAS-15 孔では深度 51.20-52.10m, 112.70-113.80m, 119.75-127.70m, 199.10-203.50m 等の区間に比較的規模の大きなグナイトがみられ、MJAS-16 孔では深度 131.30m 以深に多くのグナイトが分布する。このうち、MJAS-15 孔の深度 199.10-203.50m の区間はグナイトとハルツバージャイトが錯綜した錯綜帯をなしている。これらのグナイト中にはクロムスピネルが造岩鉱物として散点的に認められるものの、クロミタイトとしてのまとまった濃集は認められなかった。

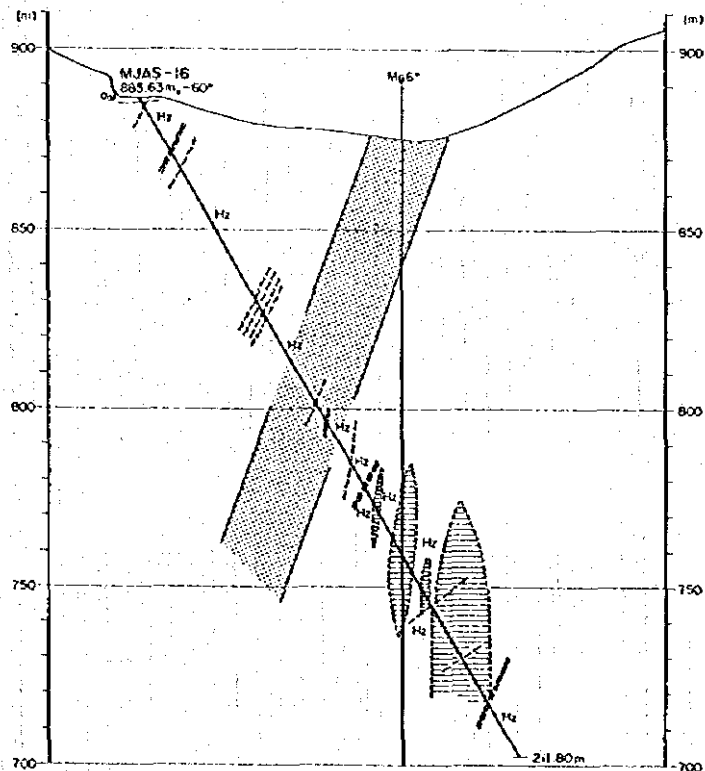
PM-5 磁気異常のシミュレーション結果に基づく迷着予定深度は、MJAS-15 孔で 162-186m, MJAS-16 孔で 83-111m である。これらの区間はいずれも薄い角礫化帯や断層帯を伴うハルツバージャイトからなり、その岩質や変質や風化状況は、磁気異常予定深度の周辺のものとはほぼ同じで、岩質・変質・風化の程度等の相違は認められない。このため、地質的に PM-5 磁気異常の原因を明らかにすることはできなかったが、一つの可能性として、断層によって境されたブロック間で残留磁気の方が異なり、その違いが磁気異常として捉えられたことが考えられる。



SECTION 1-1



SECTION 2-2



LEGEND





-  Horzburgite
-  Dunite
-  Fault or sheared zone
-  Magnetic Anomaly

Fig. 2-3-24 Cross section of 1-1 and 2-2, Pishkash South area



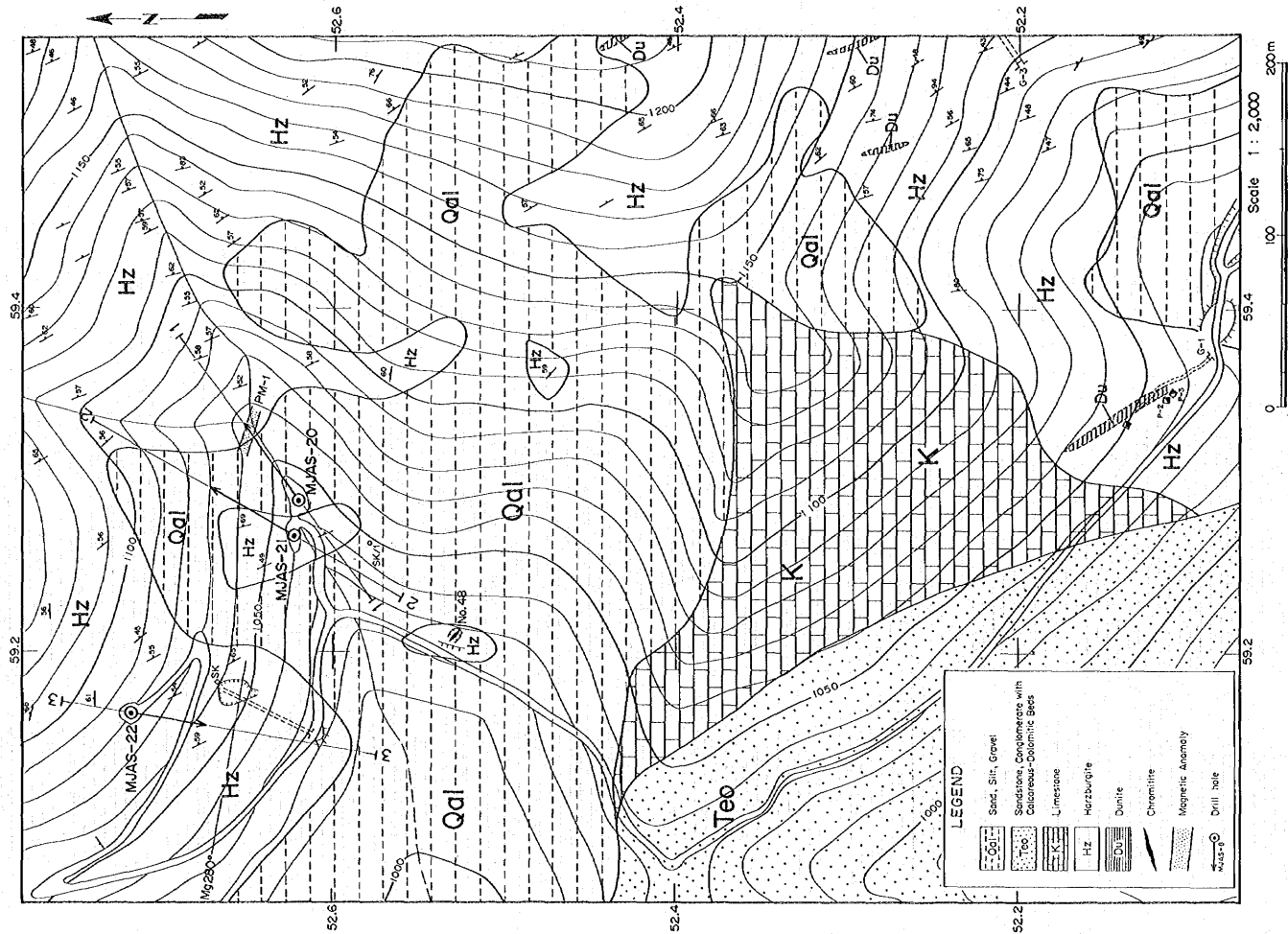
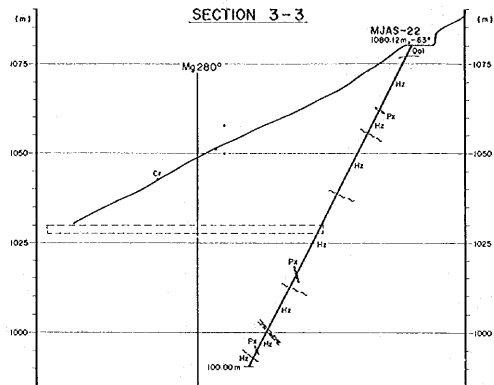


Fig. 2-3-25 Geological map with drilling sites, Mbi Shrokshe area





**LEGEND**

- Horzburgite
- Dunite
- Pyroxenite
- Fault or sheared zone
- Magnetic Anomaly

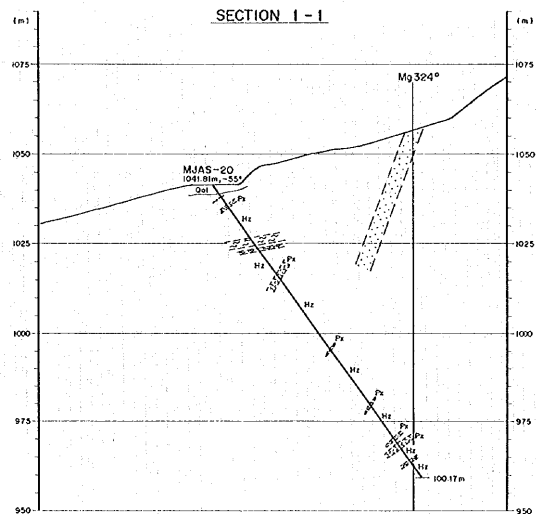
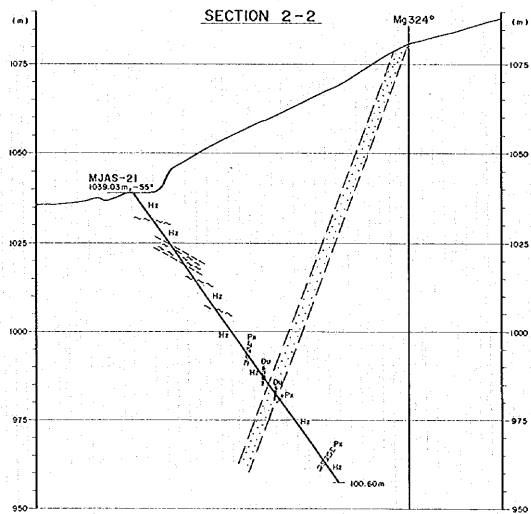


Fig. 2-3-26 Cross section of 1-1, 2-2 and 3-3, Mbi Skroske area  
-177-





## (8) Mbi Skroske 地区

本地区では、MJAS-20、MJAS-21及びMJAS-22の3孔のボーリングを実施した。このうち、MJAS-20孔は第1年次調査によって抽出されたPM-2磁気異常の下部探査を、MJAS-22孔はNO.49クロム鉱微(Mbi Skroske)の下部探査をそれぞれ目的としており、MJAS-21孔は両者の関係を調査することを目的としている。

各孔のボーリングサイト及び掘削地点をFig. 2-3-25に、コアの記載結果をApx. 2-3-1(17)~(19)に、ボーリング断面をFig. 2-3-26にそれぞれ示す。MJAS-20、MJAS-21及びMJAS-22の掘削地点の座標値、掘削方位・傾斜・深度及びコア採取率はTable 2-3-1に示したとおりである。

これら3孔の地質は、ダナイトをごくまれに伴うハルツバージャイトを主とし、パイロキシナイト岩脈がしばしば貫入している。角礫化帯や断層破碎帯も多く認められる。

ハルツバージャイトは蛇紋石化を受けて帯緑暗灰色を呈する。その岩相は3孔共にほぼ類似し、含まれる斜方輝石の量は20~35%の範囲で変化し、ごくまれに10%程度しか含まれないものもみられる。

ダナイトの出現率はこれまで述べた他の地区に比べて少なく、MJAS-20孔の深度5.90-6.30m、MJAS-21孔の深度53.90-54.60m、63.30-63.40m及び69.00-69.10mに認められるのみで、これらのダナイトにはクロミタイトの濃集は伴われていない。また、MJAS-22孔にはダナイトは認められなかった。

パイロキシナイトは、岩脈としてハルツバージャイト中に貫入しており、その出現頻度は他の地区に比べて高い。その多くは幅数cm~10cm前後の小規模な岩脈であるが、MJAS-20孔の深度29.90-32.50m、88.10-90.10m、MJAS-21孔の深度30.52-32.20m、MJAS-22孔の深度8.90-10.90m等の区間には幅1m以上のパイロキシナイト岩脈が貫入している。

本地区には、Mbi Skroskeクロム鉱微に近接してNo.48鉱微地があり、東方約800mの地点には現在稼行中のPishkash-4鉱床があり、また、後述するように、本地区のハルツバージャイト中のクロムスピネルのCr#は0.6前後の好ましい値を示すにもかかわらず、上述したようにクロミタイトの着鉱には至らなかった。本地区でのダナイトの出現率が他の地区に比べて低いことから、本地区にはクロミタイト鉱床を生ずるに十分なダナイトの活動がなかったものと推定される。

## 2-3-4 室内試験

ボーリング調査の一環として、鉱石研磨片と岩石薄片の顕微鏡観察、24成分の化学分析、Ptグループ元素(PGE)についての化学分析及びEPMA試験を実施した。試料の位置を各ボーリング柱状図Apx. 2-3-1(1)~(19)に示した。

### (1) 顕微鏡観察

岩石薄片の顕微鏡観察結果一覧表をTable 2-3-8に、岩石研磨薄片のそれをTable 2-3-9にそれぞれ示す。

岩石薄片はダナイト7件、ハルツバージャイト13件の合計20件について観察を行った。ま



**Table 2-3-8 Results of microscopic observation of thin sections**

No.	Sample No.	Depth (m)	Rock type	primary minerals								secondary minerals								Note	
				ol	opx	cpx	sp	par	pl	mi	ser	tc	chl	bru	mt	f.c	tre	ca	di		cl
1	1-R-4	53.40	Dunite	⊙	-	-	-	-	-	-	-	⊙									Completely serpentinized
2	2-R-1	22.30	OPX-bearing Dunite	⊙	-	-	Δ					⊙									Relatively OPX rich
3	3-R-3	59.20	Harzburgite	⊙	Δ	Δ						⊙									Completely serpentinized
4	4-R-7	189.00	Harzburgite	⊙	⊙	-	-					⊙									
5	6-R-2	35.65	Harzburgite	⊙	⊙	-	-					Δ									Porphyroclastic texture
6	6-R-3	72.80	Dunite	⊙			Δ					Δ									
7	7-R-3	79.60	Harzburgite	⊙	⊙	-	-					Δ									Porphyroclastic texture
8	7-R-4	80.00	OPX-bearing Dunite	⊙	-	-	-					Δ									Porphyroclastic texture
9	7-R-9	162.50	Harzburgite	⊙	⊙	-	Δ					-									Relatively fresh
10	8-R-1	22.70	Harzburgite	⊙	⊙	-	-					⊙									Strongly serpentinized
11	14-R-3	28.20	Harzburgite	⊙	⊙	-	-					⊙									
12	14-R-4	29.00	Dunite	⊙			Δ					⊙									Relatively spinel-rich
13	15-R-2	28.80	Harzburgite	⊙	⊙	-	-					⊙									Strongly serpentinized
14	15-R-4	51.60	Dunite	⊙			Δ					⊙									Completely serpentinized
15	15-R-12	198.40	Harzburgite	⊙	⊙	-	-					⊙									
16	16-R-2	65.70	Harzburgite	⊙	⊙	-	-					⊙									Completely serpentinized
17	16-R-9	183.30	Dunite	⊙			Δ					⊙									
18	20-R-2	38.70	Harzburgite	⊙	⊙	-	-					⊙									Strongly serpentinized
19	21-R-3	99.20	Harzburgite	⊙	⊙	-	-					⊙									Weakly porphyroclastic texture
20	22-R-1	56.80	Harzburgite	⊙	⊙	-	-					⊙									Strongly serpentinized

Legend; ⊙, abundant; ○, common; Δ, minor; - rare

ol: olivine, opx: ortho pyroxene, cpx: clino pyroxene, sp: chromian spinel, par: pargasite, pl: plagioclase, mi: mica, ser: serpentine (chrysotile/lizardite), tc: talc, chl: chlorite, bru: brucite, mt: magnetite, f.t.: ferrit chromite, tre: tremolite, di: diopside, ca: carbonate, cl: clay minerals

Table 2-3-9 Results of microscopic observation of polished-thin sections

No	Sample No.	Depth (m)	Rock type	primary minerals							secondary minerals							Note		
				ol	opx	cpx	sp	par	pl	ml	ser	tc	chl	bru	mt	f.c.	tre		ca	di
1	1-R-1	42.00	Olivine chromitite	○			⊙					○	Δ	.						Spinel has olivine-inclusion
2	1-R-2	43.00	Dunite	⊙		.						⊙								Strongly serpentinized
3	1-R-5	25.30	Harzburgite	⊙	○	.	.					⊙		.						Porphyroclastic texture
4	2-R-2	40.50	Harzburgite	⊙	○	.						⊙								Strongly serpentinized
5	2-R-3	59.80	Dunite	⊙			Δ					⊙								Spinel is relatively fine and rich
6	2-R-4	60.30	Chromitite		○		⊙					○	Δ							weakly crushed
7	2-R-5	66.40	OPX-bearing Dunite	⊙	Δ		Δ					⊙								Strongly serpentinized
8	3-R-4	74.00	Dunite	⊙		.						⊙								
9	3-R-5	115.50	Harzburgite	⊙	○	.	Δ					.								Porphyroclastic texture (fresh)
10	4-R-2	124.10	Harzburgite	⊙	○	.	Δ					⊙								Porphyroclastic texture
11	4-R-5	166.30	Dunite	⊙			Δ					○								
12	4-R-6	170.30	Harzburgite	⊙	○	.	Δ					⊙	.							Porphyroclastic texture
13	6-R-6	121.40	Harzburgite	⊙	○	.	Δ					Δ								Weakly Porphyroclastic (fresh)
14	6-R-7	156.00	OPX-bearing Dunite	⊙	Δ		Δ					.								Porphyroclastic texture (fresh)
15	6-R-8	153.00	Harzburgite	⊙	○	.	Δ					.								Porphyroclastic texture (fresh)
16	7-R-6	126.40	Harzburgite	⊙	○	.	Δ					.								Strongly Porphyroclastic (fresh)
17	7-R-7	150.85	Dunite	⊙			○					Δ								Strongly foliated; Porphyroclastic texture
18	8-R-3	44.45	Dunite	⊙			○					⊙	.					Δ		
19	8-R-4	49.20	Spinel-rich dunite	⊙			○					⊙								
20	8-R-6	70.00	Harzburgite	⊙	○	.	.					⊙					.	.		Protogranular texture
21	14-R-6	46.30	Dunite	⊙			Δ					⊙								
22	14-R-7	46.70	Harzburgite	⊙	○	.	Δ					⊙								Weakly Porphyroclastic
23	15-R-5	99.10	Harzburgite	⊙	○	.	Δ					⊙	Δ							Protogranular texture; relatively spinel rich
24	15-R-9	129.00	Harzburgite	⊙	○	Δ	.					⊙								
25	16-R-4	128.05	Harzburgite	⊙	○	Δ	Δ					⊙							Δ	Protogranular texture
26	16-R-6	148.50	Dunite	⊙			Δ					⊙	.							Veinlet serpentine is relatively rich
27	16-R-7	155.60	Harzburgite	⊙	○	Δ	Δ					⊙							Δ	Weakly Porphyroclastic
28	20-R-3	74.50	Harzburgite	⊙	○		.					⊙	○							
29	21-R-1	54.50	Dunite	⊙			Δ					⊙								It has foliation
30	21-R-2	62.35	Harzburgite	⊙	○	Δ	Δ					⊙	○						Δ	Protogranular texture; lherzoltic
31	22-R-2	96.70	Harzburgite	⊙	○	Δ	Δ					⊙								

Legend; ⊙, abundant; ○, common; Δ, minor; . rare

ol: olivine, opx: ortho pyroxene, cpx: clino pyroxene, sp: chromian spinel, par: pargasite, pl: plagioclase, ml: mica, ser: serpentine (chrysotile/lizardite), tc: talc, chl: chlorite, bru: brucite, mt: magnetite, f.t.: ferrit chromite, tre: tremolite, di: diopside, ca: carbonate, cl: clay minerals

た、岩石研磨薄片はクロミタイト2件、ダナイト（スピネルリッチなものを含む）12件、及びハルツバージャイト17件の合計31件について観察を行った。これらのうち岩石研磨薄片についてはEPMA試験（後述）を行った。顕微鏡観察結果は以下のとおりである。

#### 【ハルツバージャイト】

ハルツバージャイトは、主としてかんらん石と斜方輝石からなり、少量のクロムスピネルと単斜輝石を伴う。一般にプロトグラニューラーを示すが、葉状構造が発達し、ポーフィロクラスティック組織を示すこともある。また、蛇紋石化を主とした変質作用はいずれの岩石についても認められるが、Bregu i Pishes及びGjordukeの一部の試料ではほとんど蛇紋石化を受けていないものが存在する。オフィオライトの超塩基性岩体で、このような新鮮な岩石がボーリングを含めて地表に露出することは極めてまれで、特筆に値する。

かんらん石（1.0～0.1mm）及び輝石類（斜方輝石、5.0～0.1mm；単斜輝石、1.0～0.1mm以下）は、その一部もしくは全てが蛇紋石（クリソタイルあるいはリザーダイト）によって置換されていることが多い。蛇紋石はメッシュ組織を示すことがある。また、かんらん石及び斜方輝石にはキンクバンドがしばしば観察される。

クロムスピネル（1.0～0.1mm）は赤褐色～不透明である。結晶縁もしくは亀裂に沿って磁鉄鉱もしくはフェリットクロマイトに変化していることがあるが、多くの場合、結晶の中心部は新鮮である。また、包有物（0.2mm以下）としてかんらん石や輝石類と共にパーガサイトなどの含水鉱物が含まれていることが多い。

次生鉱物（変質鉱物）として、蛇紋石や磁鉄鉱のほかに、滑石・トレモライト及び炭酸塩鉱物が生じており、滑石及びトレモライトはかんらん石及び輝石類を置換して生じている。また、滑石の分解生成物として緑泥石が観察されることがある。なお、緑泥石はクロムスピネルの周囲にスピネルの変質ハローとして生じている場合が多い。炭酸塩鉱物（主にドロマイトを主とする）は細脈状に亀裂を充填していることがある。

#### 【ダナイト】

ダナイトほとんど全てかんらん石からなり、クロムスピネルを少量伴う。また、一部の試料では斜方輝石もしくは単斜輝石を少量伴うことがある。ハルツバージャイトと同様に、一部の試料ではほとんど蛇紋石化を受けていない。一般にプロトグラニューラー組織を示す。

かんらん石（1.0～0.1mm）及び輝石類（斜方輝石、5.0～0.1mm；単斜輝石、1.0～0.1mm以下）はその一部もしくは全てが蛇紋石（クリソタイルあるいはリザーダイト）によって置換されていることが多く、蛇紋石はメッシュ組織を示すことがある。

クロムスピネル（1.0～0.1mm）は赤褐色～不透明を示す。結晶縁もしくは亀裂に沿って磁鉄鉱もしくはフェリットクロマイトに変化していることがあるが、結晶の中心部は多くの場合新鮮である。また、包有物（0.2mm以下）としてかんらん石や輝石類とともにパーガサイトが含まれていることがある。

## 【クロミタイト】

ボーリングで得られたクロミタイトは、主としてかんらん石とクロムスピネルからなるかんらん石クロミタイト (1-R-1; 42.00m)と、ほとんどクロムスピネルのみからなる塊状クロミタイト (2-R-4; 60.30m)の2試料で、後者にはバスタイト化した斜方輝石 (一部かんらん石?) が伴われている。

いずれの試料共に、かんらん石 (5.0 ~ 0.1mm) は全て蛇紋石化 (クリソタイルあるいはリザーダイト) している。ただし、かんらん石クロミタイトではスピネル中の包有物としてのかんらん石が新鮮なまま残存しているのが観察される。クロムスピネルは、赤褐色を呈するが、結晶縁及び亀裂に沿って磁鉄鉱やフェリットクロマイトにより置換されている。

次生変質鉱物として、蛇紋石 (クリソタイルあるいはリザーダイトもしくはアンチゴライト)、緑泥石、磁鉄鉱 (もしくはフェリットクロマイト) が生じている。

## (2) 岩石及び鉱石化学分析

### (2) - 1 24成分分析

合計 52 個の試料について 24 成分の化学分析を、21 個の試料について鉱石分析 ( $Cr_2O_3$ ) を実施した。試料の内容は、ハルツバージャイト 19 個、グナイト 13 個及びクロミタイト 25 個である。これらの分析結果を一括して Table 2-3-10 に、統計量と共に岩相別にまとめて Table 2-3-11 に示す。

24 成分の化学分析における析分析成分は Ag, Ba, Be, Bi, Cd, Co, Cu, Mn, Mo, Ni, Sr, V, Zn, Al, Ca, Fe, K, Mg, Na, Ti, Pb 及び Cr である。これらの成分のうち、Ba, Be, Bi, Cd, Cu, Mo, Sr, K, Mg, Ti, 及び Pb の各元素はいずれも検出限界以下を示し、ハルツバージャイト・グナイト及びクロミタイト間での相違等は読みとれない。

これに対して、Al, Ca, Co, Fe, Mn, Na, Ni, V, Zn, 及び Cr では、Fig. 2-3-27 に示すように、Cr を横軸に各元素を縦軸にとったバリエーション図上で岩相ごとの特徴を読み取ることが可能で、その特徴は地表の岩石での解析結果と整合的である。いずれの元素についても組成のばらつきは地表試料に比べて少なく、蛇紋岩化を始めとする変質作用の影響が少ないことを示している。

Cr は、クロムスピネル中に最も多量に含まれるため、当然のことながらクロミタイト中の含有量がグナイト及びハルツバージャイトに比べて圧倒的に高く、約 5% ~ 49.7% (平均 30.3%) を示す。グナイトとハルツバージャイトを比較してみると、ハルツバージャイトの平均含有量 (約 854ppm) はグナイトのそれ (約 934ppm) よりも若干低く、この傾向は地表試料の傾向と逆の関係にある。また、グナイト及びハルツバージャイト共に地表の岩石の値より相対的に低い値を示している。これらはクロムスピネルもしくは斜方輝石の相対含有量が地表試料に比べてボーリング試料で低いことを反映しているものと考えられる。

Al, Ca, Mn, 及び V 含有量は、Fig. 2-3-27 に示したように、ハルツバージャイトの方がグナイトに比べて含有量が多い。この結果は地表の岩石のデータと整合的であり、これらの元素がかんらん石よりも斜方輝石により多く固定されるためであると考えられる。

Table 2-3-10 Results of chemical analysis of rocks and chromites

No. SAMPLE	DESCRIPTION	Ag	Al	Be	Ba	B	Ca	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	K	Mg	Mn	Mb	Na	Ni	P	Pb	Sr	Tl	V	W	Zn	Cr2O3
		ppm	%	ppm	ppm	ppm	%	ppm	ppm	ppm	ppm	%	%	%	ppm	ppm	%	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	%
1	1-C-1	<2	1.15	<10	<5	<5	0.21	<5	66	>10000	<1	3.36	<0.1	11.7	450	5	0.02	1335	70	<2	1	0.01	173	imp*	54	36.70
2	1-C-2	<2	1.02	<10	<5	<5	0.16	<5	39	>10000	<1	3.1	<0.1	10.85	405	3	<0.1	1220	40	<2	<1	0.01	154	imp*	46	34.40
3	1-C-3	<2	0.47	<10	<5	<5	0.07	<5	33	>10000	<1	2.11	<0.1	9.83	330	1	<0.1	1155	10	<2	<1	<0.1	68	imp*	24	32.40
4	1-C-3-2	<2	0.96	<10	<5	<5	0.11	<5	62	>10000	47	3.07	<0.1	10.75	385	5	0.05	1250	130	<2	4	0.01	146	imp*	44	36.40
5	1-R-1	<2	0.12	<10	<5	<5	0.05	<5	30	700	4	4.2	<0.1	>15.00	590	<1	0.06	2100	imp*	<2	1	<0.1	17	20	30	—
6	1-R-2	<2	0.23	<10	<5	<5	0.15	<5	78	894	2	4.59	<0.1	>15.00	715	<1	0.01	1833	imp*	<2	1	<0.1	32	30	28	—
7	1-R-3	<2	0.96	<10	<5	<5	0.15	<5	55	>10000	<1	3.1	<0.1	9.75	415	4	0.01	1025	50	<2	<1	<0.1	166	imp*	54	38.60
8	2-C-1	0.2	0.82	<10	<5	<5	0.12	<5	39	>10000	<1	2.27	<0.1	4.1	320	3	<0.1	358	70	<2	<1	<0.1	144	imp*	44	49.70
9	2-C-2	0.2	0.82	<10	<5	<5	0.12	<5	39	>10000	<1	2.27	<0.1	4.1	320	3	<0.1	358	70	<2	<1	<0.1	144	imp*	44	49.70
10	2-C-2-1	<2	0.13	<10	<5	<5	0.03	<5	83	518	4	4.71	<0.1	>15.00	715	<1	0.01	1950	imp*	<2	1	<0.1	23	10	28	—
11	2-R-2	<2	0.06	<10	<5	<5	0.03	<5	84	233	2	4.57	<0.1	>15.00	645	<1	0.02	2170	imp*	<2	1	<0.1	16	10	30	—
12	2-R-3	<2	2.2	<10	<5	<5	0.24	<5	99	>10000	20	4.97	<0.1	7.05	580	13	0.03	506	160	<2	<1	0.02	404	imp*	122	—
13	2-R-4	<2	0.14	<10	<5	<5	0.04	<5	84	563	3	4.8	<0.1	>15.00	740	<1	0.07	1895	imp*	<2	<1	<0.1	24	20	28	—
14	2-R-5	<2	0.05	<10	<5	<5	0.02	<5	76	339	2	4.72	<0.1	>15.00	660	<1	0.02	2240	imp*	<2	1	<0.1	18	20	26	—
15	3-R-4	<2	0.33	<10	<5	<5	0.06	<5	91	1080	2	5.43	0.04	>15.00	870	<1	0.19	2020	imp*	<2	<1	<0.1	39	40	34	—
16	3-R-5	<2	0.11	<10	<5	<5	0.08	<5	98	2370	21	4.93	<0.1	>15.00	725	<1	0.05	2470	imp*	<2	<1	<0.1	24	10	30	—
17	4-R-1	<2	0.14	<10	<5	<5	0.22	<5	87	631	4	5.05	<0.1	>15.00	770	<1	0.09	1950	imp*	<2	<1	<0.1	27	30	30	—
18	4-R-2	<2	0.07	<10	<5	<5	0.08	<5	99	497	3	4.82	0.02	>15.00	665	<1	0.06	2280	imp*	<2	<1	<0.1	18	10	28	—
19	4-R-3	<2	0.25	<10	<5	<5	0.13	<5	83	808	7	4.92	0.02	>15.00	815	<1	0.12	1880	imp*	<2	<1	<0.1	34	40	32	—
20	4-R-6	<2	0.34	<10	<5	<5	0.3	<5	98	6770	2	5.36	<0.1	>15.00	815	<1	0.12	1880	imp*	<2	<1	<0.1	34	40	32	—
21	6-C-1	<2	0.14	<10	<5	<5	0.08	<5	107	2660	17	5.35	<0.1	>15.00	820	<1	0.07	2380	<10	<2	<1	<0.1	36	40	34	4.97
22	6-R-5	<2	0.14	<10	<5	<5	0.08	<5	107	2660	17	5.35	<0.1	>15.00	820	<1	0.07	2380	<10	<2	<1	<0.1	36	40	34	—
23	6-R-6	<2	0.19	<10	<5	<5	0.32	<5	100	1140	4	5.79	0.04	>15.00	900	<1	0.19	2200	imp*	<2	<1	<0.1	29	30	38	—
24	6-R-7	<2	0.28	<10	<5	<5	0.25	<5	109	1140	4	5.94	0.05	>15.00	800	<1	0.15	2370	imp*	<2	<1	<0.1	26	40	28	—
25	6-R-8	<2	0.27	<10	<5	<5	0.34	<5	93	1060	3	5.55	<0.1	>15.00	870	<1	0.12	2120	imp*	<2	<1	<0.1	38	40	34	—
26	7-R-3	<2	0.27	<10	<5	<5	0.3	<5	95	1360	9	5.26	<0.1	>15.00	850	<1	0.17	2050	imp*	<2	<1	<0.1	38	40	34	—
27	7-R-6	<2	0.29	<10	<5	<5	0.35	<5	88	983	3	5.21	<0.1	>15.00	825	<1	0.12	1980	imp*	<2	<1	<0.1	37	40	32	—
28	7-R-7	<2	0.14	<10	<5	<5	0.07	<5	107	680	5	5.69	0.01	>15.00	825	<1	0.12	2550	imp*	<2	<1	<0.1	22	30	34	—
29	8-C-1	<2	0.42	<10	<5	<5	0.22	<5	39	>10000	<1	2.18	<0.1	8.47	395	1	<0.1	1015	30	<2	4	<0.1	65	imp*	34	40.50
30	8-C-2	<2	0.35	<10	<5	<5	0.21	<5	67	>10000	<1	3.37	<0.1	10.45	540	4	<0.1	1265	90	<2	2	<0.1	143	imp*	68	35.40
31	8-C-3	0.4	0.91	<10	<5	<5	0.23	<5	84	>10000	3	3.77	<0.1	12.3	565	3	<0.1	1300	40	<2	1	<0.1	133	imp*	96	36.00
32	8-C-4	<2	0.22	<10	<5	<5	0.31	<5	34	>10000	4	1.94	<0.1	32.85	355	<1	0.01	1620	<10	<2	3	<0.1	33	imp*	20	24.30
33	8-C-5	<2	0.22	<10	<5	<5	0.31	<5	34	>10000	4	1.94	<0.1	32.85	355	<1	0.01	1620	<10	<2	3	<0.1	33	imp*	20	21.70
34	8-C-5-2	<2	0.24	<10	<5	<5	0.31	<5	34	>10000	4	1.94	<0.1	32.85	355	<1	0.01	1620	<10	<2	3	<0.1	33	imp*	20	21.60
35	8-C-6	<2	0.24	<10	<5	<5	0.31	<5	34	>10000	4	1.94	<0.1	32.85	355	<1	0.01	1620	<10	<2	3	<0.1	33	imp*	20	21.60
36	8-C-6-2	<2	0.32	<10	<5	<5	0.14	<5	45	>10000	6	2.35	<0.1	13.25	390	<1	<0.1	1670	imp*	<2	1	<0.1	49	imp*	30	26.70
37	8-R-2	<2	0.07	<10	<5	<5	0.65	<5	85	917	<1	4.68	<0.1	>15.00	530	<1	<0.1	2840	imp*	<2	9	<0.1	19	30	18	—
38	8-R-3	<2	0.11	<10	<5	<5	1.16	<5	66	2740	<1	3.35	<0.1	>15.00	595	<1	<0.1	2320	imp*	<2	13	<0.1	19	30	18	—
39	8-R-4	<2	0.23	<10	<5	<5	0.3	<5	92	965	16	5.19	<0.1	>15.00	740	<1	<0.1	2090	imp*	<2	5	<0.1	35	30	32	—
40	8-R-5	<2	0.28	<10	<5	<5	0.39	<5	40	9540	1	2.05	<0.1	8.07	410	<1	0.01	1065	imp*	<2	7	<0.1	29	190	28	25.60
41	9-C-1	<2	0.36	<10	<5	<5	0.22	<5	39	8790	1	2.18	<0.1	12.55	375	<1	0.01	1900	imp*	<2	4	<0.1	30	180	26	23.00
42	9-C-2	<2	0.26	<10	<5	<5	0.27	<5	40	7050	2	2.35	<0.1	13.5	405	<1	0.01	2160	imp*	<2	6	<0.1	27	170	26	22.70
43	9-C-3	<2	0.29	<10	<5	<5	0.27	<5	51	>10000	<1	2.66	<0.1	12.6	410	1	<0.1	1380	imp*	<2	13	<0.1	40	400	46	27.10
44	9-C-4	<2	0.09	<10	<5	<5	0.11	<5	90	691	3	4.88	<0.1	>15.00	715	<1	0.05	2080	imp*	<2	15	<0.1	20	30	30	—
45	14-R-6	<2	0.15	<10	<5	<5	0.21	<5	86	531	1	4.78	<0.1	>15.00	735	<1	0.08	1880	imp*	<2	4	<0.1	25	10	30	—
46	14-R-7	<2	0.24	<10	<5	<5	0.26	<5	84	891	1	4.95	<0.1	>15.00	750	<1	0.01	1865	imp*	<2	4	<0.1	34	30	30	—
47	15-R-5	<2	0.28	<10	<5	<5	0.29	<5	84	910	18	5.05	<0.1	>15.00	785	<1	0.05	1895	imp*	<2	3	<0.1	39	30	30	—
48	15-R-9	<2	0.2	<10	<5	<5	0.41	<5	86	875	4	5.13	<0.1	>15.00	810	<1	0.07	1875	imp*	<2	2	<0.1	38	30	30	—
49	16-R-4	<2	0.11	<10	<5	<5	0.07	<5	89	451	87	4.52	<0.1	>15.00	635	<1	0.07	2120	imp*	<2	2	<0.1	18	10	24	—
50	16-R-6	<2	0.17	<10	<5	<5	1.03	<5	81	677	4	4.93	<0.1	>15.00	815	<1	<0.1	1780	imp*	<2	7	<0.1	32	30	30	—
51	16-R-7	<2	0.35	<10	<5	<5	0.04	<5	83	715	9	4.41	<0.1	>15.00	700	<1	0.07	1975	imp*	<2	2	<0.1	26	<10	26	—
52	16-R-10	<2	0.21	<10	<5	<5	0.19	<5	92	859	<1	5.42	<0.1	>15.00	805	<1	0.02	2050	imp*	<2	4	<0.1	34	30	30	—
53	20-R-3	<2	0.1	<10	<5	<5	0.07	<5	90	537																

**Table 2-3-11 Chemical characteristics of chromitite, dunite and harzburgite**

chromitite		Ag	Al	Ba	Be	B	Ca	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	K	Mg	Mn	Mo	Na	Ni	P	Pb	Sr	Ti	V	W	Zn	C203 %	
SAMPLE DESCRIPTION		ppm	%	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	%	%	%	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	%
1-C-1		<2	1.15	<10	<3	inf*	0.21	<0.1	>10000	<1	>10000	<1	3.36	<0.1	1.17	4.50	0.02	1335	70	<2	<2	<1	0.01	inf*	inf*	44	36.70
1-C-2		<2	1.02	<10	<5	inf*	0.16	<0.1	>10000	<1	>10000	<1	3.1	<0.1	10.85	40.3	<0.1	1220	40	<2	<2	<1	<0.1	15.4	inf*	46	34.40
1-C-3		<2	0.47	<10	<3	inf*	0.07	<0.1	>10000	<1	>10000	<1	2.11	<0.1	9.83	330	<0.1	1155	70	<2	<2	<1	<0.1	6.8	inf*	24	32.40
1-C-3-2		<2	<0.86	<10	<3	inf*	<0.11	<0.1	>10000	<1	>10000	<1	3.07	<0.1	10.75	385	<0.1	1250	130	<2	<2	<1	<0.1	16.6	inf*	44	36.40
2-C-1		0.2	0.86	<10	<3	inf*	0.15	<0.1	>10000	<1	>10000	<1	3.1	<0.1	9.75	415	<0.1	1025	50	<2	<2	<1	<0.1	14.6	inf*	54	38.60
2-C-2		<2	0.82	<10	<3	inf*	0.12	<0.1	>10000	<1	>10000	<1	2.27	<0.1	4.1	320	<0.1	358	70	<2	<2	<1	<0.1	14.4	inf*	44	49.70
2-C-2-2		<2	2.2	<10	<5	inf*	0.24	<0.1	>10000	<1	>10000	<1	4.97	<0.1	7.05	580	<0.1	506	160	<2	<2	<1	0.02	40.4	inf*	122	46.19
3-C-1		<2	0.34	<10	<3	inf*	0.15	<0.1	>10000	<1	>10000	<1	3.86	<0.1	>15.00	815	<0.1	2360	<10	<2	<2	<1	<0.1	63	inf*	34	40.50
3-C-1		<2	0.42	<10	<3	inf*	0.22	<0.1	>10000	<1	>10000	<1	2.18	<0.1	8.47	395	<0.1	1015	30	<2	<2	<1	<0.1	63	inf*	34	40.50
8-C-2		<2	0.35	<10	<3	inf*	<0.21	<0.1	>10000	<1	>10000	<1	3.37	<0.1	10.45	540	<0.1	1265	50	<2	<2	<1	<0.1	14.3	inf*	68	36.00
8-C-4		0.4	0.91	<10	<3	inf*	0.25	<0.1	>10000	<1	>10000	<1	3.77	<0.1	12.3	565	<0.1	1300	<10	<2	<2	<1	<0.1	133	inf*	96	36.40
8-C-5		<2	0.42	<10	<3	inf*	0.51	<0.1	>10000	<1	>10000	<1	1.94	<0.1	12.85	355	<0.1	1620	<10	<2	<2	<1	<0.1	33	inf*	29	24.50
8-C-5-2		<2	0.24	<10	<3	inf*	<2.15	<0.1	>10000	<1	>10000	<1	3.36	<0.1	>15.00	860	<0.1	2110	<10	<2	<2	<1	<0.1	35	inf*	26	21.60
8-C-6		<2	0.32	<10	<3	inf*	<0.14	<0.1	>10000	<1	>10000	<1	2.35	<0.1	13.25	390	<0.1	1670	<10	<2	<2	<1	<0.1	49	inf*	26	7.78
8-C-6-2		<2	0.11	<10	<3	inf*	1.16	<0.1	>10000	<1	>10000	<1	3.35	<0.1	>15.00	595	<0.1	2320	<10	<2	<2	<1	<0.1	19	inf*	30	26.70
9-C-1		<2	0.28	<10	<3	inf*	0.39	<0.1	9540	<1	9540	<1	2.05	<0.1	8.07	410	<0.1	1065	<10	<2	<2	<1	<0.1	29	inf*	28	25.60
9-C-2		<2	0.36	<10	<3	inf*	0.22	<0.1	8790	<1	8790	<1	2.18	<0.1	12.55	375	<0.1	1900	<10	<2	<2	<1	<0.1	30	inf*	26	23.00
9-C-3		<2	0.3	<10	<3	inf*	0.27	<0.1	7050	<1	7050	<1	2.35	<0.1	13.5	405	<0.1	2160	<10	<2	<2	<1	<0.1	27	inf*	26	22.70
9-C-4		<2	0.29	<10	<3	inf*	0.27	<0.1	>10000	<1	>10000	<1	2.66	<0.1	12.6	410	<0.1	1380	<10	<2	<2	<1	<0.1	40	inf*	46	27.10
HUALEIZE		<2	0.11	<10	<3	inf*	0.04	<0.1	>10000	<1	>10000	<1	1.84	<0.1	7.86	225	<0.1	1320	<10	<2	<2	<1	<0.1	18	inf*	46	43.70
maximum		0.4	2.2	100	<5	inf*	2.2	<0.5	99.0	>10000	47.0	5.4	0.0	>15.00	860.0	13.0	0.3	2380.0	<10	<2	<2	0.0	404.0	<10	<10	49.7	49.7
Average		<2	0.6	<10	<5	inf*	0.4	<0.1	55.1	>10000	41.8	7.9	<0.1	14.16	461.3	<10	<0.1	1416.7	<10	<2	<2	<0.1	68.5	<10	<10	42.6	30.3
minimum		<2	0.1	<10	<5	inf*	0.0	<0.1	17.0	2740.0	<1	1.6	<0.1	4.1	235.0	<10	<0.1	338.0	<10	<2	<2	<0.1	18.0	<10	<10	12.0	3.0
Standard Dev.		0.5	0.5	21.7	0.5	1.0	0.5	21.7	0.5	137.9	0.5	1.0	0.5	75.9	137.9	0.5	0.0	369.3	0.5	0.5	0.5	0.5	96.2	0.5	0.5	27.0	11.6

dunite		Ag	Al	Ba	Be	B	Ca	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	K	Mg	Mn	Mo	Na	Ni	P	Pb	Sr	Ti	V	W	Zn	C203 %	
SAMPLE DESCRIPTION		ppm	%	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	%	%	%	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	%
1-R-2		<2	0.12	<10	<3	inf*	0.05	<0.1	80	700	4	4.2	<0.1	>15.00	550	<0.1	0.06	2170	<10	<2	<2	<1	<0.1	17	20	<10	30
2-R-3		<2	0.06	<10	<3	inf*	0.03	<0.1	84	233	2	4.37	<0.1	>15.00	665	<0.1	0.02	2100	<10	<2	<2	<1	<0.1	16	20	<10	30
3-R-4		<2	0.05	<10	<3	inf*	0.02	<0.1	76	330	2	4.72	<0.1	>15.00	660	<0.1	0.02	2240	<10	<2	<2	<1	<0.1	18	20	<10	36
4-R-1		<2	0.11	<10	<3	inf*	0.03	<0.1	98	2370	21	4.93	<0.1	>15.00	725	<0.1	0.05	2470	<10	<2	<2	<1	<0.1	24	20	<10	30
4-R-5		<2	0.07	<10	<3	inf*	0.08	<0.1	89	497	5	4.55	<0.1	>15.00	665	<0.1	0.06	2280	<10	<2	<2	<1	<0.1	18	20	<10	28
5-R-5		<2	0.14	<10	<3	inf*	0.08	<0.1	107	2860	17	5.38	<0.1	>15.00	820	<0.1	0.07	2360	<10	<2	<2	<1	<0.1	29	30	<10	28
6-R-7		<2	0.19	<10	<3	inf*	0.25	<0.1	99	1140	4	5.34	0.04	>15.00	820	<0.1	0.11	2370	<10	<2	<2	<1	<0.1	26	40	<10	28
7-R-7		<2	0.14	<10	<3	inf*	0.07	<0.1	80	680	4	5.69	0.01	>15.00	825	<0.1	0.12	2330	<10	<2	<2	<1	<0.1	22	30	<10	28
14-R-6		<2	0.09	<10	<3	inf*	0.11	<0.1	89	451	3	4.81	<0.1	>15.00	715	<0.1	0.05	2080	<10	<2	<2	<1	<0.1	20	30	<10	30
16-R-6		<2	0.11	<10	<3	inf*	0.07	<0.1	89	451	3	4.81	<0.1	>15.00	715	<0.1	0.05	2120	<10	<2	<2	<1	<0.1	18	10	<10	28
16-R-10		<2	0.13	<10	<3	inf*	0.04	<0.1	88	715	6	4.92	<0.1	>15.00	700	<0.1	0.07	2170	<10	<2	<2	<1	<0.1	18	<10	<10	28
21-R-1		<2	0.1	<10	<3	inf*	0.07	<0.1	90	537	3	5.09	<0.1	>15.00	740	<0.1	0.05	2010	<10	<2	<2	<1	<0.1	20	20	<10	30
maximum		<2	0.2	<10	<5	inf*	0.3	<0.5	107.0	2860.0	87.0	5.7	0.0	825.0	<10	0.2	2330.0	<10	<2	<2	<1	<0.1	29.0	40.0	<10	36.0	
Average		0.1	0.1	<10	<5	inf*	0.1	<0.1	91.4	934.4	13.3	4.9	<0.1	17.00	710.0	<10	0.1	2217.1	<10	<2	<2	<0.1	21.2	<10	<10	29.5	30.3
minimum		<2	0.0	<10	<5	inf*	0.0	<0.1	76.0	233.0	2.0	4.2	<0.1	4.1	590.0	<10	0.0	1975.0	<10	<2	<2	<0.1	16.0	<10	<10	24.0	3.0
Standard Dev.		0.0	0.0	9.7	0.1	0.5	0.1	9.7	0.1	823.9	24.0	0.5	0.1	75.9	823.9	0.1	0.0	175.1	0.1	0.1	0.1	0.1	4.2	0.1	0.1	3.7	11.6

harzburgite		Ag	Al	Ba	Be	B	Ca	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	K	Mg	Mn	Mo	Na	Ni	P	Pb	Sr	Ti	V	W	Zn	C203 %	
SAMPLE DESCRIPTION		ppm	%	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	%	%	%	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	%
1-R-3		<2	0.23	<10	<3	inf*	0.13	<0.1	78	694	2	4.59	<0.1	>15.00	715	<0.1	0.01	1835	<10	<2	<2	<1	<0.1	32	30	<10	28
2-R-2		<2	0.15	<10	<3	inf*	0.04	<0.1	84	365	3	4.8	<0.1	>15.00	740	<0.1	0.07	1895	<10	<2	<2	<1	<0.1	23	10	<10	28
2-R-3		<2	0.14	<10	<3	inf*	0.04	<0.1	84	365	3	4.8	<0.1	>15.00	740	<0.1	0.07	1895	<10	<2	<2	<1	<0.1	24	20	<10	28
3-R-5		<2	0.13	<10	<3	inf*	0.22	<0.1	91	1080	2	5.43	0.04	>15.00	770	<0.1	0.19	2020	<10	<2	<2	<1	<0.1	39	40	<10	34
4-R-2		<2	0.14	<10	<3	inf*	0.36	<0.1	87	680	4	5.05	<0.1	>15.00	785	<0.1	0.09	1950	<10	<2	<2	<1	<0.1	27	30	<10	30
4-R-6		<2	0.25	<10	<3	inf*	0.3	<0.1	83	808	7	4.92	0.02	>15.00	900	<0.1	0.12	1860	<10	<2	<2	<1	<				

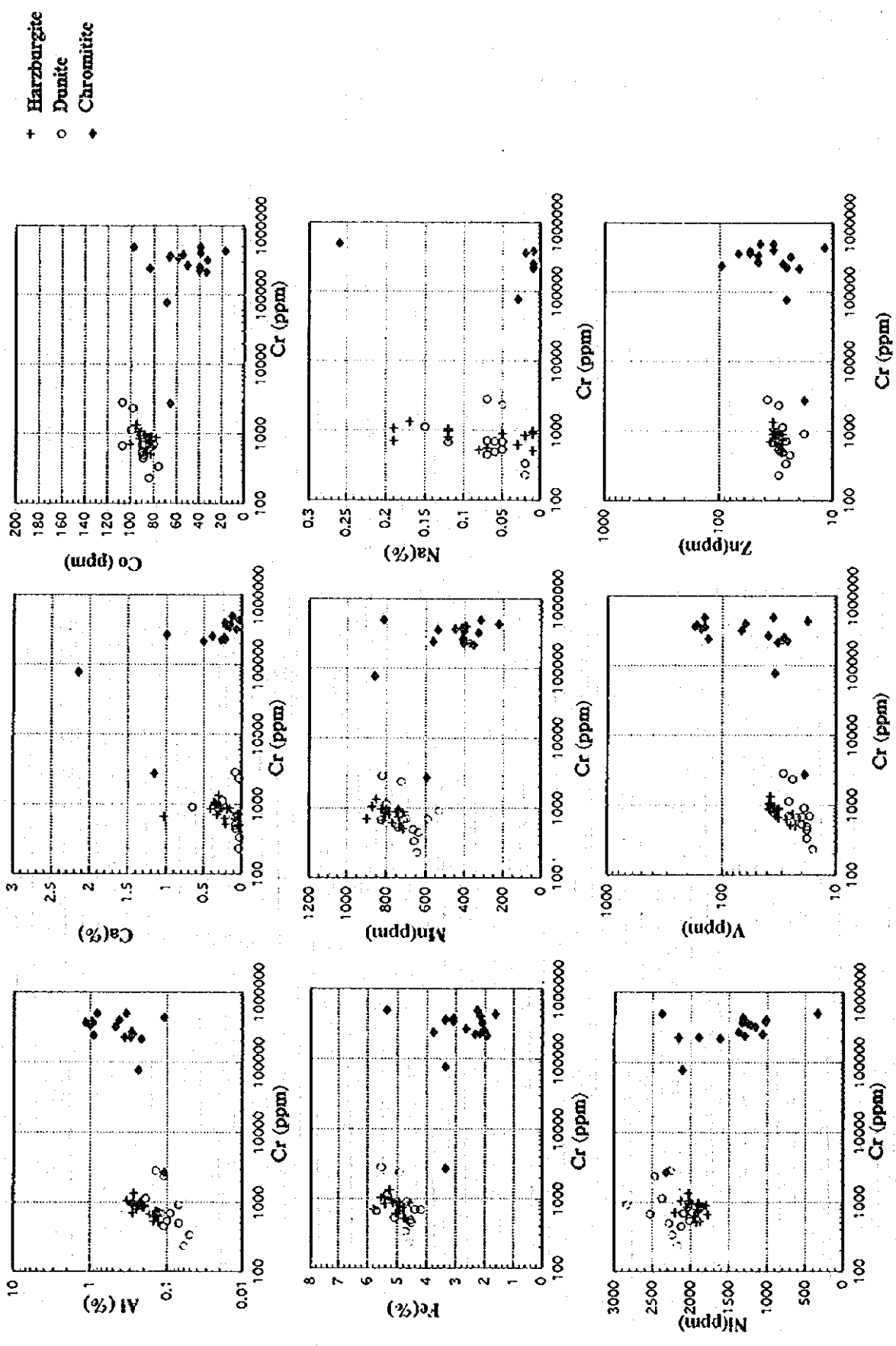


Fig. 2-3-27 Variation diagram of Al, Ca, Co, Fe, Mn, Ni, V, Zn and Cr contents

一方、Ni 含有量は、ダナイトの方がハルツパー-ジャイトに比べて含有量が多く、このことは Ni が斜方輝石よりもかんらん石により多く固定されることを反映しているものと考えられる。

Co, Fe 及び Zn については、ダナイトとハルツパー-ジャイト間での違いが認められないか非常に弱い。このことは、これらの元素の固定度にかんらん石と斜方輝石の間でそれほど差がないことを示すものと解釈される。

## (2) - 2 鉍石分析

分析結果は Table 2-3-10 に示したとおりで、孔別の鉍石品位及び産状については既に 2-3-2 節の Table 2-3-6 及び Table 2-3-7 で述べたとおりである。

## (2) - 3 Pt グループ元素分析

ボーリングコア 20 試料及び露頭 1 試料、合計 21 試料のクロミタイトについて PGE(Platinum Group Element)の分析を行った。

分析結果を Table 2-3-12 に、そのコンドライトで規格化した PGE パターンをメレンスキーリーフ、ブッシュフェルト岩体の LG5 及び LG6 の両クロミタイト層準、並びに、オフィオライトの岩石 (クロミタイト・ダナイト) のそれと共に Fig. 2-3-28 に示す。

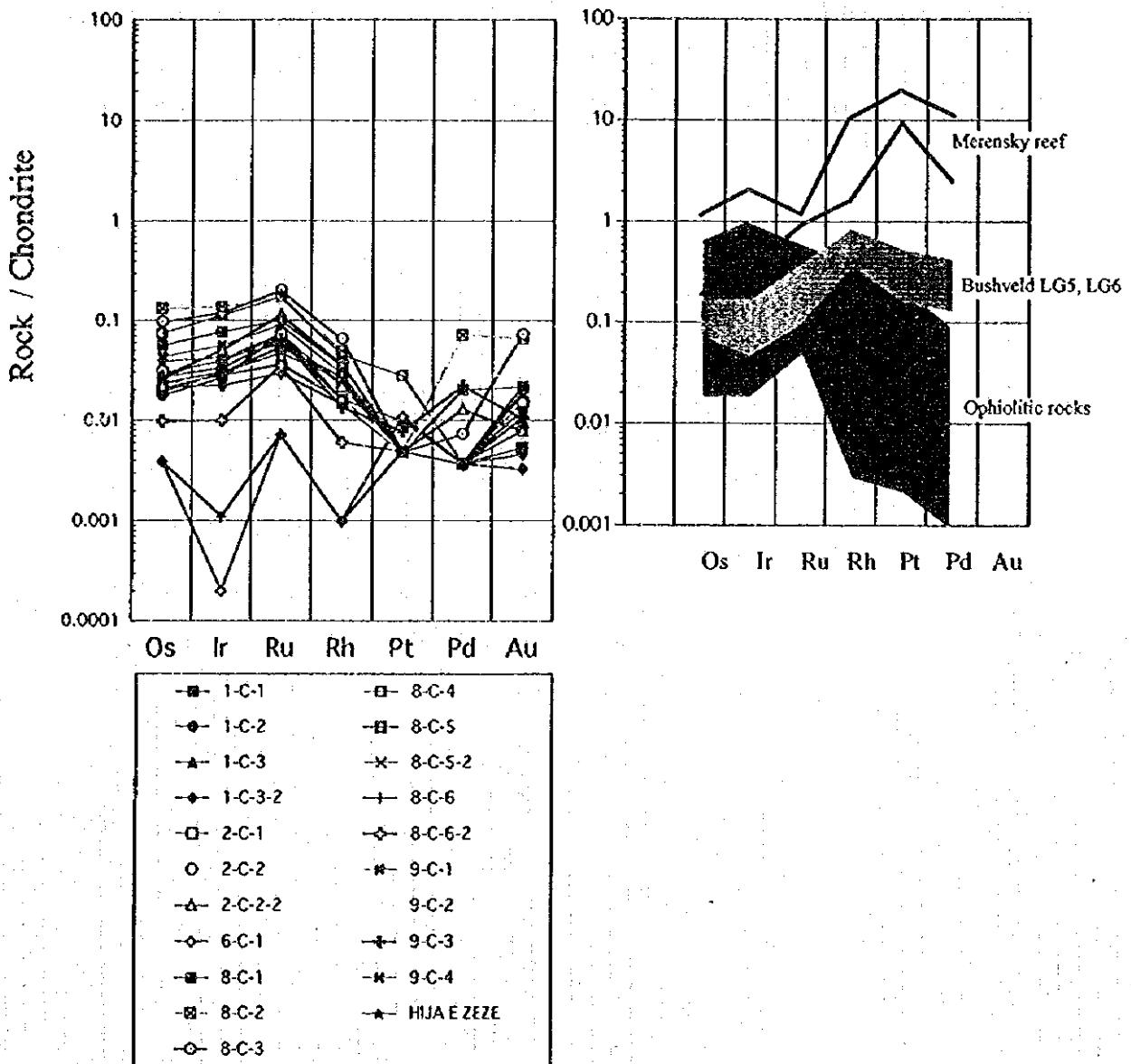
Table 2-3-12 Results of chemical analysis of chromitite for platinum group elements

No.	Sample No.	Rock Type	Os (ppb)	Ir (ppb)	Ru (ppb)	Rh (ppb)	Pt (ppb)	Pd (ppb)	Au (ppb)	Re (ppb)
1	1-C-1	Chromitite	12	15.0	25	3.2	10	< 2	0.8	< 5
2	1-C-2	Chromitite	9	14	51	3.2	< 5	< 2	1.9	< 5
3	1-C-3	Chromitite	15	21	49	3.1	< 5	< 2	1.3	< 5
4	1-C-3-2	Chromitite	11	12	20	2.9	< 5	< 2	0.7	< 5
5	2-C-1	Chromitite	14	22	50	4.3	< 5	< 2	2.3	< 5
6	2-C-2	Chromitite	16	22	67	7.4	< 5	< 2	1.3	< 5
7	2-C-2-2	Chromitite	14	27	79	7.2	< 5	7	1.2	< 5
8	6-C-1	Chromitite	< 2	0.1	< 5	< 0.2	11	< 2	< 0.5	< 5
9	8-C-1	Chromitite	29	42	70	7.1	< 5	11	3.3	< 5
10	8-C-2	Chromitite	63	74	120	9.8	< 5	39	10.0	< 5
11	8-C-3	Chromitite	50	65	140	13	< 5	< 4	11.0	< 5
12	8-C-4	Chromitite	38	61	120	8.8	28	< 2	1.2	< 5
13	8-C-5	Chromitite	10	16	37	5.4	< 5	< 2	0.8	< 5
14	8-C-5-2	Chromitite	11	15	24	3.2	10	< 2	3.3	< 5
15	8-C-6	Chromitite	< 2	0.6	< 5	< 0.2	< 5	< 2	< 0.5	< 5
16	8-C-6-2	Chromitite	5	5.4	24	1.2	< 5	< 2	1.6	< 5
17	9-C-1	Chromitite	22	30	62	5.7	< 5	< 2	0.8	< 5
18	9-C-2	Chromitite	11	16	30	3.1	< 5	14	4.5	< 5
19	9-C-3	Chromitite	14	18	45	2.7	8	12	1.6	< 5
20	9-C-4	Chromitite	12	16	32	5.0	< 5	< 2	2.7	< 5
21	HJJA EZEZE	Chromitite	20	23	40	4.8	< 5	< 2	2.9	< 5

Fig. 2-3-28 に示したように、一部の試料に Ir-グループの PGE 含有量の低いものがみられるものの、大部分の試料は Ir-グループから Pt-グループにかけて緩やかな右下がりのパターンを示し、オフィオライトのパターンに極めて類似している。

また、含有量の点からいえば、地表試料と同様に、いずれの試料も Ir-グループ PGE 及び Pt-グループ PGE 共に低い値を示し、異常に濃集したものは認められなかった。このことや、地質調査の際に採取された試料について PGE 分析結果等から判断して、今回のボーリング試料を含めて、アルバン東帯での Pt-グループの異常濃集の期待は高くはないものと考えられる。





Data sources;  
 Merensky reef: Lee (1983)  
 Bushveld LG5, LG6: Lee and Parry (1988)  
 Ophiolitic rocks: Talkington and Watkinson (1986)

Fig. 2-3-28 Chondrite Normalized PGE patterns of chromitite of drill-core samples

### (3) EPMA試験

今年度のボーリング調査の結果、既に述べたように、Bregu i Pishes及びQarri i Zi両地区の合計4孔でクロミタイトに着鉱した。しかし、他の15孔ではクロミタイトを捕捉することができなかつた。これらの孔井、なかでも着鉱しなかつた孔井について、そのクロム鉱床のポテンシャルを検討するためにコア試料を用いてEPMA試験を行った。EPMA試験の際に注目した項目・測定条件・標準試料及び検討項目は、前述した地質調査でのEPMA試験と全く同様である。

測定に用いた岩石試料は、11月末日までに試料採取が可能になったMJAS-1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 14, 15, 16, 20, 21及び22の合計13孔からのコア31試料である。しかし、MJAS-9, 10, 12, 13, 18及び19の6孔のコアについては時間的な制約からEPMA測定が実施できなかった。EPMA試験を実施したコアのうち、2試料がクロミタイト、12試料がグナイト、17試料がハルツバージャイトである。これらの岩石試料に含まれているスピネル粒子の中心部の未変質部についてEPMA試験を行った。

測定結果をTable 2-3-13に示す。また、Cr-Al-Fe<sup>3+</sup>関係をFig. 2-3-29に、Cr#-TiO<sub>2</sub>関係をFig. 2-3-30に、Mg#-Cr#関係をFig. 2-3-31に、Cr#-Fe<sup>3+</sup>#関係をFig. 2-3-32に、また、V<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-Cr#関係をFig. 2-3-33に示した。ボーリングコア試料についてこれらの図を作成した目的は、グナイト、ハルツバージャイト及びクロミタイトについて、これらの特性を読みとり、地表のデータとの整合性をチェックし、ボーリングコアについても探鉱開発のための指標となり得るかどうかを調べることである。各ボーリング孔ごとにそれぞれのバリエーション図を作成し、各ボーリングコアの深部でのクロム鉱化作用のポテンシャルについて検討した。

#### a) Cr#: Cr/(Cr+Al) atomic ratio

Cr#はおよそ0.55～0.78を示すが、ハルツバージャイト、グナイト及びクロミタイト間ではFig. 2-3-30～Fig. 2-3-33に示したような特徴がある。つまり、クロミタイトが比較的高いCr#(平均0.791, 最高0.797, 最小0.784)を示すのに対して、ハルツバージャイトは比較的低いものから高いものまで存在する(平均0.643, 最高0.775, 最小0.548)。また、グナイトのCr#はクロミタイトよりやや低い値を示す(平均0.771, 最高0.861, 最小0.618)。このようなCr#の岩相間との関係は地表のデータと整合的である。

既に述べたように、より低いCr#を示すハルツバージャイトが比較的大規模なクロム鉱床の母岩として好ましいことから、地表のデータと同様に、Cr#が0.6以下をEPMA異常とした。

Cr#異常として抽出された試料は、MJAS-8 (Qarri i Zi; 8-R-6)の深度70.00m, MJAS-15 (Pishkash South; 15-R-5; 15-R-9)の深度99.10m及び129.00m, MJAS-20 (Mbi Skroske; 20-R-3)の深度74.50m, 及び、MJAS-21 (Mbi Skroske; 21-R-2)の深度62.35mの5試料である。

#### b) TiO<sub>2</sub> wt%

TiO<sub>2</sub>含有量は、Fig. 2-3-30に示したように、全ての試料で0.2 wt%以下である。岩相間で比較するとグナイトとクロミタイトで高く(クロミタイトの平均0.099, グナイトの平均0.069)、ハルツバージャイトで低く(平均0.034)、それぞれは比較的明瞭に境される。このようなTiO<sub>2</sub>含有

Table 2-3-13 Results of EPMA analysis

No.	Sample No.	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO*	V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	MnO	MgO	Total	Ti	Al	Cr	Fe	V	Mn	Mg	total	Fe <sub>2+</sub>	Fe <sub>3+</sub>	Cr*	Mg#	Fe <sub>3</sub> #
1	1-R-1	0.12	11.06	59.75	14.72	0.14	0.24	14.20	100.24	0.003	0.415	1.505	0.382	0.004	0.006	0.674	3.000	0.322	0.070	0.704	0.679	0.035
2	1-R-2	0.06	10.69	58.03	18.20	0.21	0.31	11.10	98.60	0.002	0.417	1.517	0.503	0.005	0.009	0.547	3.000	0.446	0.058	0.785	0.551	0.029
3	1-R-5	0.03	20.49	48.83	17.31	0.23	0.28	12.50	99.65	0.001	0.753	1.203	0.451	0.006	0.007	0.580	3.000	0.413	0.038	0.615	0.583	0.019
4	2-R-2	0.03	14.58	55.10	18.86	0.27	0.31	10.79	99.93	0.001	0.554	1.404	0.508	0.007	0.008	0.518	3.000	0.474	0.034	0.717	0.521	0.017
5	2-R-3	0.05	13.16	56.17	18.26	0.20	0.31	11.18	99.33	0.001	0.504	1.443	0.496	0.005	0.008	0.542	3.000	0.451	0.045	0.741	0.545	0.023
6	2-R-4	0.07	10.33	60.58	14.68	0.14	0.24	13.64	99.68	0.002	0.393	1.544	0.396	0.004	0.007	0.656	3.000	0.340	0.056	0.797	0.659	0.028
7	2-R-5	0.01	9.66	59.69	19.76	0.26	0.37	9.65	99.39	0.000	0.379	1.573	0.551	0.007	0.010	0.479	3.000	0.511	0.040	0.806	0.482	0.020
8	3-R-4	0.07	9.89	58.61	20.25	0.21	0.36	9.97	99.36	0.002	0.387	1.539	0.563	0.006	0.010	0.494	3.000	0.498	0.064	0.799	0.497	0.032
9	3-R-5	0.05	17.14	52.30	19.07	0.29	0.31	11.36	99.50	0.001	0.644	1.318	0.482	0.007	0.008	0.540	3.000	0.453	0.029	0.672	0.543	0.015
10	4-R-2	0.03	14.60	55.23	17.90	0.23	0.32	11.06	99.37	0.001	0.556	1.412	0.484	0.006	0.009	0.533	3.000	0.459	0.025	0.717	0.536	0.012
11	4-R-5	0.04	6.72	62.19	19.90	0.21	0.36	9.62	99.04	0.001	0.268	1.665	0.564	0.006	0.010	0.486	3.000	0.409	0.059	0.861	0.489	0.029
12	4-R-6	0.05	16.33	52.97	18.07	0.29	0.33	11.41	99.46	0.001	0.616	1.339	0.483	0.007	0.009	0.544	3.000	0.448	0.035	0.685	0.548	0.018
13	6-R-6	0.03	18.46	50.27	17.94	0.30	0.28	11.55	98.82	0.001	0.693	1.266	0.478	0.008	0.008	0.548	3.000	0.445	0.033	0.646	0.551	0.016
14	6-R-7	0.04	11.28	58.00	16.85	0.21	0.29	12.07	99.34	0.001	0.455	1.489	0.458	0.006	0.008	0.584	3.000	0.409	0.049	0.766	0.587	0.024
15	6-R-8	0.02	16.66	52.70	18.01	0.33	0.30	11.51	99.51	0.000	0.625	1.329	0.480	0.008	0.008	0.547	3.000	0.445	0.035	0.680	0.550	0.018
16	7-R-6	0.03	20.51	49.98	17.41	0.26	0.28	11.72	100.18	0.001	0.754	1.233	0.454	0.007	0.007	0.545	3.000	0.448	0.006	0.620	0.548	0.003
17	7-R-7	0.04	8.55	61.06	18.80	0.25	0.35	10.02	99.05	0.001	0.338	1.618	0.527	0.007	0.010	0.500	3.000	0.491	0.036	0.827	0.504	0.018
18	8-R-3	0.15	11.76	56.02	20.80	0.10	0.34	10.03	99.20	0.004	0.457	1.461	0.574	0.003	0.010	0.493	3.000	0.501	0.072	0.762	0.497	0.036
19	8-R-4	0.13	10.82	58.59	17.49	0.12	0.30	12.34	99.79	0.003	0.413	1.502	0.474	0.003	0.008	0.596	3.000	0.399	0.076	0.784	0.601	0.038
20	8-R-6	0.05	23.39	44.63	17.44	0.21	0.25	13.21	99.78	0.001	0.848	1.085	0.449	0.005	0.007	0.605	3.000	0.389	0.059	0.561	0.608	0.030
21	14-R-6	0.04	11.87	57.09	18.95	0.27	0.32	10.34	98.89	0.001	0.482	1.489	0.523	0.007	0.009	0.509	3.000	0.483	0.040	0.763	0.512	0.020
22	14-R-7	0.02	11.27	57.90	18.65	0.27	0.33	10.22	98.65	0.001	0.441	1.519	0.518	0.007	0.009	0.505	3.000	0.486	0.032	0.775	0.508	0.016
23	15-R-5	0.04	24.54	44.31	17.06	0.25	0.27	12.91	99.36	0.001	0.886	1.073	0.437	0.006	0.007	0.590	3.000	0.404	0.033	0.548	0.593	0.016
24	15-R-9	0.04	23.38	45.49	16.73	0.25	0.25	13.19	99.33	0.001	0.847	1.105	0.430	0.006	0.007	0.604	3.000	0.390	0.040	0.566	0.607	0.020
25	16-R-4	0.03	17.83	50.92	18.37	0.33	0.30	11.51	99.29	0.001	0.668	1.280	0.489	0.008	0.008	0.546	3.000	0.447	0.042	0.657	0.549	0.021
26	16-R-6	0.12	13.21	55.60	18.10	0.19	0.30	11.62	99.14	0.003	0.505	1.426	0.491	0.005	0.008	0.562	3.000	0.433	0.058	0.738	0.566	0.029
27	16-R-7	0.04	16.38	52.34	17.96	0.32	0.29	11.42	98.75	0.001	0.621	1.331	0.483	0.008	0.008	0.549	3.000	0.445	0.038	0.682	0.551	0.019
28	20-R-3	0.03	21.85	47.22	17.92	0.28	0.27	12.18	99.75	0.001	0.799	1.158	0.465	0.007	0.007	0.563	3.000	0.431	0.034	0.592	0.566	0.017
29	21-R-1	0.08	19.93	46.06	17.91	0.29	0.29	12.10	98.65	0.002	0.741	1.200	0.473	0.007	0.008	0.570	3.000	0.425	0.048	0.618	0.573	0.024
30	21-R-2	0.04	23.99	44.65	17.78	0.26	0.30	12.55	99.56	0.001	0.869	1.085	0.457	0.006	0.008	0.575	3.000	0.419	0.038	0.555	0.578	0.019
31	22-R-2	0.06	18.94	50.16	18.06	0.29	0.29	11.70	99.50	0.001	0.705	1.252	0.477	0.007	0.008	0.551	3.000	0.443	0.034	0.640	0.554	0.017

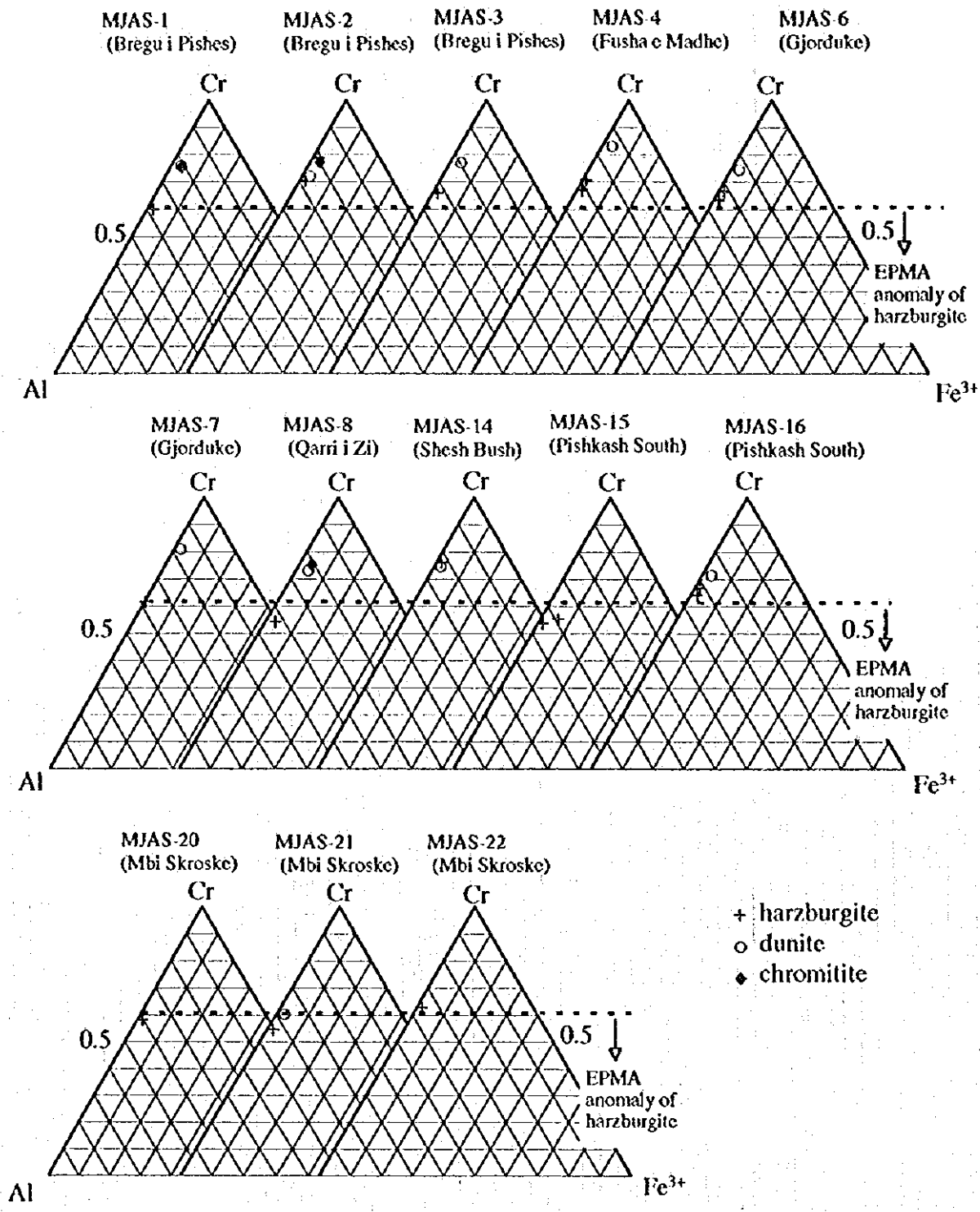


Fig. 2-3-29 Cr-Al-Fe<sup>3+</sup> proportion of chromian spinel

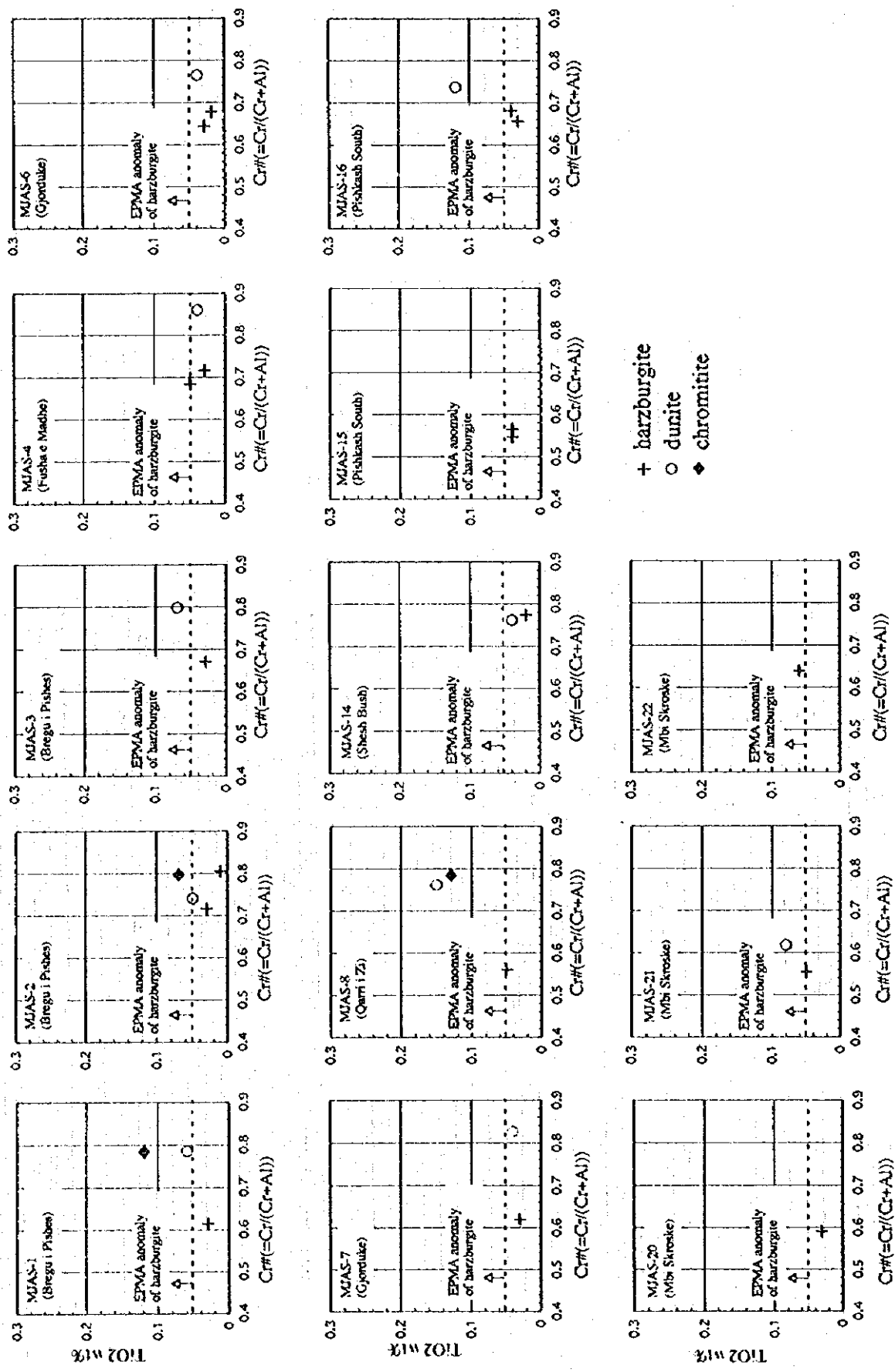


Fig. 2-3-30 Relationship between Cr# and TiO<sub>2</sub> wt % in chromian spinel

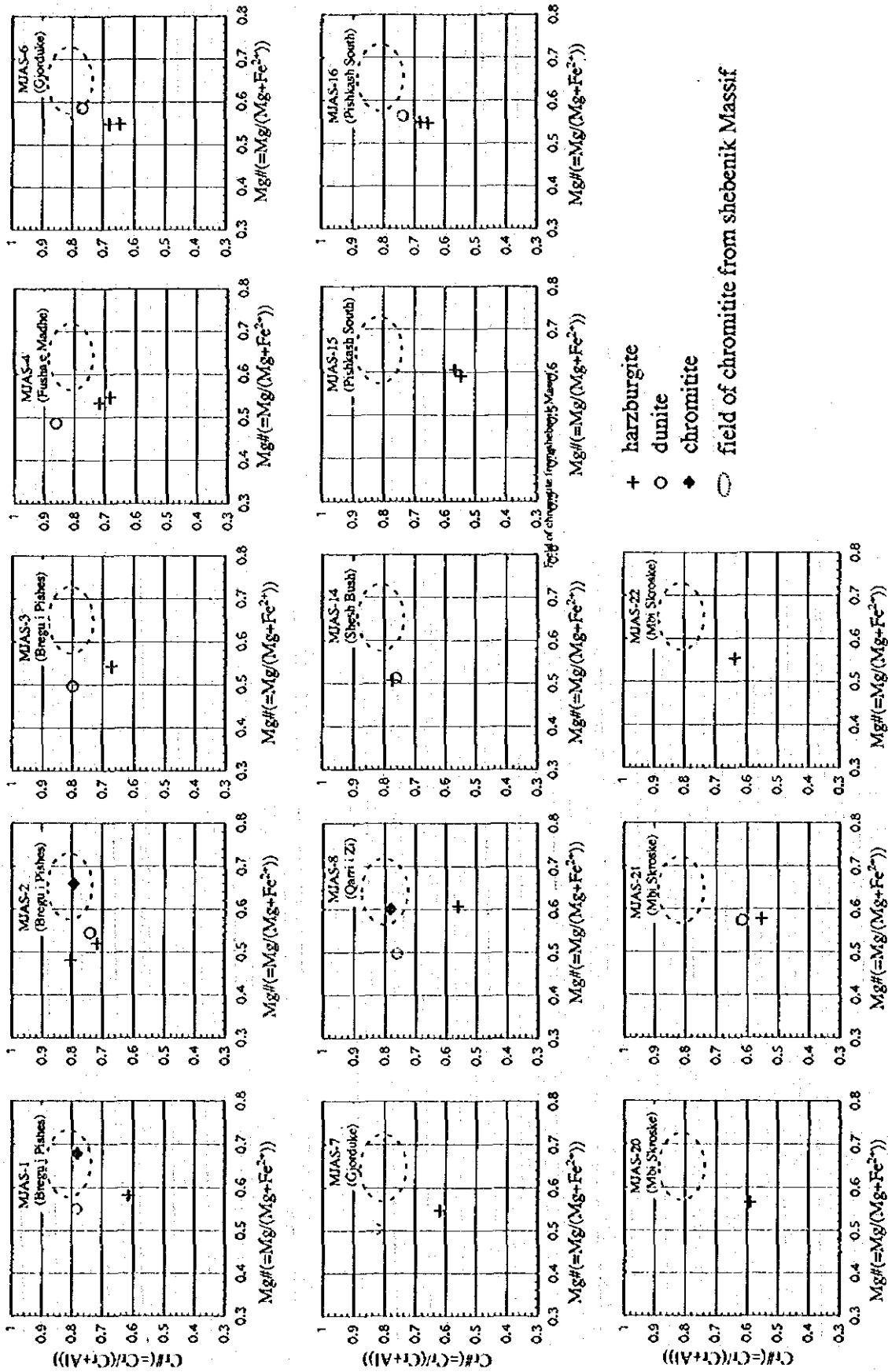


Fig. 2-3-31 Relationship between Cr# and Mg# in chromian spinel

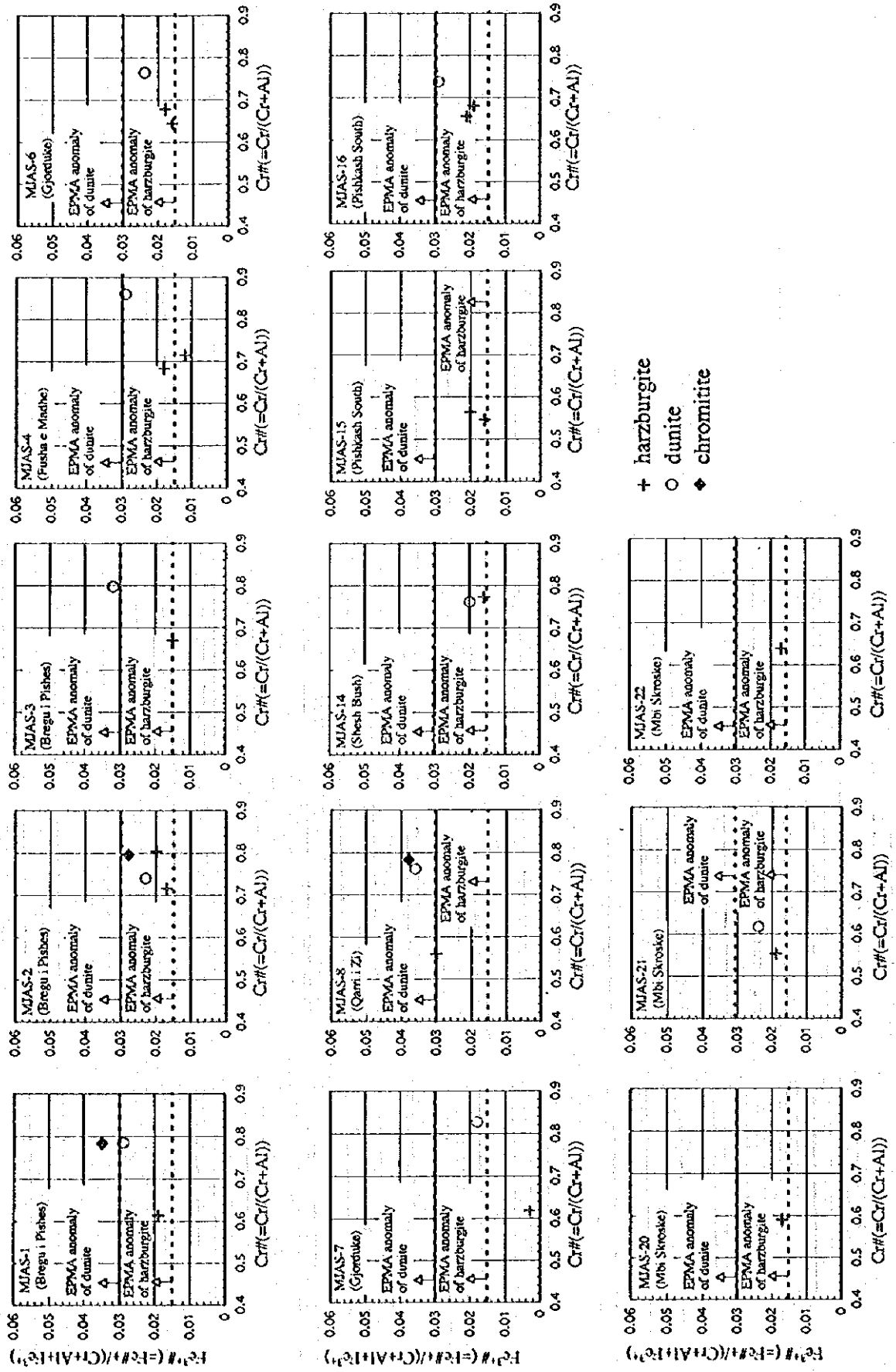


Fig. 2-3-32 Relationship between Cr# and Fe<sup>3+</sup> in chromian spinel

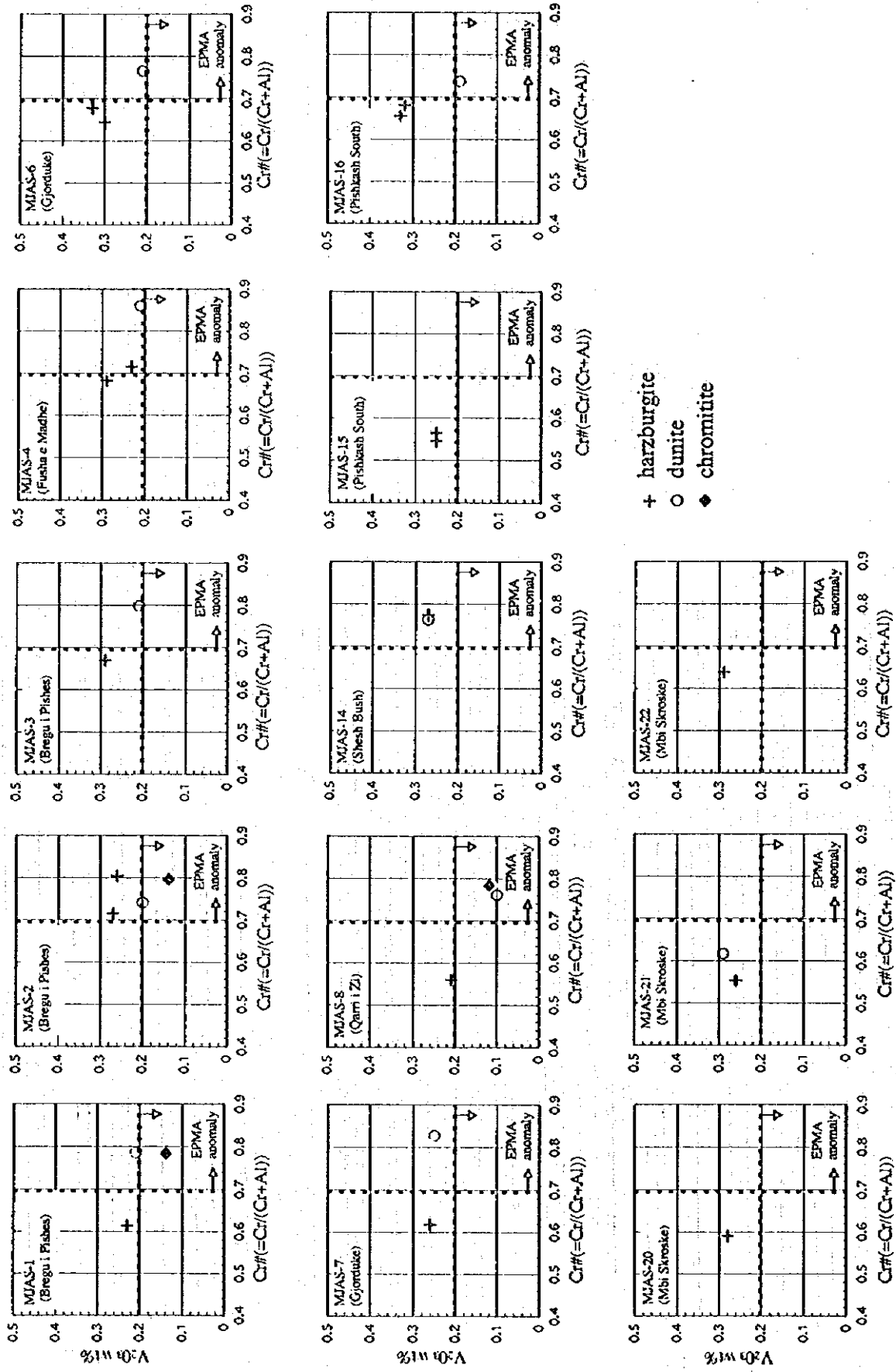


Fig. 2-3-33 Relationship between Cr# and V<sub>2</sub>O<sub>5</sub> wt% in chromian spinel



鼠における岩相間の関係は地表のデータと整合的である。したがって、地表のデータと同様に、 $\text{TiO}_2$  が 0.05 wt% よりも高いハルツバージャイトを EPMA 異常として抽出した。

$\text{TiO}_2$  含有量の異常として抽出されたハルツバージャイトは、MJAS-4 (Pusha e Madhe; 4-R-4) の深度 149.00m, MJAS-8 (Qarri i Zi; 8-R-6) の深度 70.00m 及び MJAS-22 (Mbi Skroske; 22-R-2) の深度 96.70m の 3 試料である。

c)  $\text{Fe}^\#$ ;  $\text{Fe}^\# / (\text{Cr} + \text{Al} + \text{Fe}^\#)$  atomic ratio

$\text{Fe}^\#$  は、全ての試料で 0.05 よりも低い値を示すが、クロミタイト、ダナイト及びハルツバージャイト間では Fig. 2-3-32 に示したような特徴がある。つまり、クロミタイト及びダナイトが比較的高い値 (クロミタイトの平均 0.032, ダナイトの平均 0.027) を示すのに対して、ハルツバージャイトでは比較的低い値 (平均値 0.017) を示す。

$\text{Fe}^\#$  のこのような岩相間の関係は、地表のデータと整合的であり、地表のデータと同様に、ダナイトでは 0.030 以上を、ハルツバージャイトでは 0.015 以上を EPMA 異常として抽出した。

異常として抽出された試料は、MJAS-7 孔からの試料を除く全てボーリング孔からの試料である。これは鉄化作用の影響が多少なりとも認められるためだと考えられる。

d)  $\text{V}_2\text{O}_5$  wt%

$\text{V}_2\text{O}_5$  wt% は、Fig. 2-3-33 に示したように、全ての試料について 0.4wt% 以下の値を示す。岩相間で比較すると、ハルツバージャイトで高く (平均 0.273 wt%)、ダナイト (平均 0.208wt%)、クロミタイト (平均 0.139 wt%) の順に低くなる。

岩相間での  $\text{V}_2\text{O}_5$  wt% のこのような違いは地表のデータと整合的であり、地表のデータと同様に、 $\text{V}_2\text{O}_3$  wt% が 0.2 wt% より低く、 $\text{Cr}^\#$  が 0.7 より高い試料 (クロミタイトを除く) を EPMA 異常として抽出した。なお、 $\text{V}_2\text{O}_5$ - $\text{Cr}^\#$  関係は、既に触れたように、岩石とメルトの相互反応及びマグマ混合を反映すると考えられることから、クロム鉄床の探査において最も重要なものである。

異常として抽出された試料は、MJAS-2 (Bregu i Pishes; 2-R-3) の深度 59.80m, MJAS-8 (Qarri i Zi; 8-R-3 と 8-R-4) の深度 44.45m と 49.20m 並びに MJAS-16 (Pishkash South; 16-R-6) の深度 148.56m の 4 試料である。

e)  $\text{Mg}^\#$ ;  $\text{Mg} / (\text{Mg} + \text{Fe}^\#)$  atomic ratio

$\text{Mg}^\#$  はスピネルの周囲に存在するかんらん石との間でのサブソリダス下での交換反応を行うため、クロムスピネルとかんらん石のモールド組成比に依存することが知られている (Arai, 1980)。つまり、スピネルのモールドが上昇すると  $\text{Mg}^\#$  も上昇する。そのため、 $\text{Cr}^\#$ - $\text{Mg}^\#$  図 (Fig. 2-3-31) においてクロミタイトは特徴的に  $\text{Mg}^\#$  の高い組成領域 (平均値 0.669) を、ダナイト及びハルツバージャイトは低い組成領域 (ダナイトの平均値, 0.534; ハルツバージャイトの平均値, 0.559) をそれぞれ示す。この関係は地表のデータとも整合的である。

河川堆積物中のスピネル粒子の  $\text{Mg}^\#$  は、その流域に分布する超塩基性岩の岩相やクロミタイトの有無を予測するのに有効であるとされているが (Arai and Okada, 1991; 荒井, 1992), 限定された地域の岩体に対しての鉄床探査的指標としての有効性については未だ検討されていない。

#### f) MnO wt%

MnO wt%は全ての試料で0.4 wt%より低い値を示す。岩相間で比較するとクロミタイトの平均が0.237 wt%, グナイトの平均が0.324, 及びハルツバージャイトの平均が0.291 wt%と岩相間での相違は認められる。しかし、クロム鉱床探査の指標としての有効性は現時点では見いだされていない。

#### g) EPMA 異常によるクロム鉱床ポテンシャルの評価

以上のようにして設定した EPMA 異常を用いて、前述した地質調査と同様に、試料採取地点のクロム鉱床ポテンシャルの評価を行った。なお、クロム鉱床ポテンシャルは、EPMA 異常の検討項目に対して異常が得られた比率として表現されている。その結果を Table 2-3-14 に示す。なお、Table 2-3-14 には参考のために最も重要な項目である Cr#-V<sub>2</sub>O<sub>5</sub> の異常も併せて示した。

Table 2-3-14 に示にみられるように、母岩としてのグナイト及びハルツバージャイトの評価では、MIAS-8(Qarri i Zi)の試料に異常値として抽出された点数が突出して多いことがわかる。また、Cr#-V<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 関係を見ると鉱化作用が MJAS-2(Bregu i Pishes), MJAS-8(Qarri i Zi) 及び

Table 2-3-14 Potentiality of EPMA anomaly

Number of drill hole	Value of Potentiality	Cr#-V <sub>2</sub> O <sub>5</sub> anomaly
MJAS-1 (Bregu i Pishes)	1/6 =0.167	
MJAS-2 (Bregu i Pishes)	2/8 =0.250	○
MJAS-3 (Bregu i Pishes)	2/6 =0.333	
MJAS-4 (Fusha e Madhe)	2/10=0.200	
MJAS-6 (Gjorduke)	2/10=0.200	
MJAS-7 (Gjorduke)	0/6 =0.000	
MJAS-8 (Qarri i Zi)	7/8 =0.875	○○
MJAS-14 (Shesh Bush)	1/6 =0.167	
MJAS-15 (Pishkash South)	4/8 =0.500	
MJAS-16 (Pishkash South)	3/10=0.300	○
MJAS-20 (Mbi Skroske)	2/4 =0.500	
MJAS-21 (Mbi Skroske)	2/6 =0.333	
MJAS-22 (Mbi Skroske)	2/4 =0.500	

MJAS-16(Pishkash South)で最も効果的に起こったことが示唆される。これら、EPMAによる結果とクロミタイトの各ボーリングでの存在とを比較してみるとほぼ調和的な結果であり、これらボーリングの周囲は未確認クロミタイトの賦存が期待される地点であるといえる。

#### 2-3-5 考 察

上述したように、Bregu i Pishes, Gjorduke, Shesh Bush No.1, Murriq 及び Qarri i Zi の5地区で既知クロム鉱徴の下部延長の探査を、Fusha e Madhe, Pishkash South 及び Mbi Skroske の3地区で磁気異常の下部探査を、それぞれ目的として合計8地区で19孔(掘削総長: 2,333.41 m)のボーリング調査が行われた。

ボーリング調査の結果、第1年次調査でEPMA異常が得られた Bregui i Pishes 地区(MJAS-1とMJAS-2)及びQarri i Zi 地区 (MJAS-8とMJAS-9)の4孔でクロミタイトに着鉱した。

Bregui i Pishes 地区では、MJAS-1孔の深度41.70-42.73m(Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>:32.40-36.70%)及びMJAS-2孔の深度59.00-60.90m(Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>:38.60-49.70%)で、それぞれ鉱体幅約1mの塊状～鉱染状クロミタイトを捕捉した。これまでの着鉱状況から、クロミタイトを伴うダナイトはN36°W70'-80°Eの走向傾斜を、クロミタイト鉱体は14°Nの落としをそれぞれ示すものと推定される。

Qarri i Zi 地区では、MJAS-8の深度0.00-12.90mと20.70-53.30mのダナイト中にCr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>:21.70-40.50%、MJAS-9の深度0.30-12.00mと18.70-36.40mのダナイト中にCr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>:22.70-27.10%の鉱染状クロミタイトにそれぞれ着鉱した。しかし、これらのクロミタイトを伴うダナイトは、その南では、断層で転位しているためMJAS-10孔ではその下底の一部が捕捉されたに過ぎない。

一方、クロム鉱徴の下部延長探査を行ったGjorduke, Shesh Bush No.1及びMurriqの3地区では、それぞれダナイトを捕捉したものの、クロミタイトの濃集部は認められなかった。

Gjorduke 地区で行ったGjorduke 鉱体北方下部延長のボーリング調査の結果、同鉱体は断層によって東に転位したFusha e Madhe 鉱体の下部である可能性が高く、断層で転位して鉱体全体として10°前後の比較的緩い傾斜を示し、さらに、深部では鉱体が西に再び転位しているため、今回のボーリングでは着鉱しなかったものと考えられる。したがって、今後の本地区でのボーリング調査ではより浅部の探査を行うべきであろう。

Shesh Bush No.1 地区では、地表付近で優勢な高品位塊鉱に着鉱しながら、1,201mL坑以深では今回の3孔のボーリングを含めて大部分のボーリングで着鉱していない。その理由は、標高1,200m前後を通る緩傾斜な断層によってクロミタイトを伴うダナイトの下部延長が大きく転位しているためであると考えられる。その転移量は既知鉱体の東西100mの範囲以上と推定される。

Murriq 地区では、鉱徴地の鉱染状クロミタイトを伴うダナイトは、連続性に乏しい小規模なものである上に、断層によって転位しているため、MJAS-18及びMJAS-19両孔でその延長が捕捉できなかったものと考えられる。

磁気異常の下部探査を行ったFusha e Madhe, Pishkash South 及びMbi Skroskeの3地区のうち、Fusha e Madhe 地区のMJAS-4では、KM-1磁気異常と交差する深度付近に断層帯、破碎帯、角礫化帯等が発達し、これらの構造を通して浸透した地下水による酸化作用によって生じた磁鉄鉱の存在を示徴しているものと推定される。しかし、他の2地区ではその原因は明らかではない。

ボーリングコアのクロミタイト21試料について行ったプラチナグループ元素(PGE)の定量分析の結果、コンドライトで規格化したパターンは、いずれも典型的なオフィオライトのそれに類似し、特に顕著なPGEの濃集は認められなかった。

コアについて行ったEPMA試験では、Qarri i Zi 地区でEPMA異常が最も高い頻度で認められたほか、Pishkash South 及びMbi Skroske 両地区のコアにCr#異常を示すものがある。最も重要な指標であるCr#-V<sub>2</sub>O<sub>5</sub>異常はQarri i Zi, Bregui i Pishes 及びPishkash Southの3地区で認められ、少なくともこれらの地区では岩石-メルト相互反応が起きたことを示唆している。





### 第3章 調査結果の総合検討



### 第3章 調査結果の総合検討

#### 3-1 調査結果のまとめ

##### 3-1-1 地質調査結果のまとめ

###### (1) 地質

Shebenik 中央地区の大部分は Shebenik-Pogradec 超塩基性岩体に属する超塩基性岩類で占められ、南西部の一画に白亜紀の石灰岩及び第三紀の陸成層が分布する。

超塩基性岩類は、ハルツバージャイトを主体としてダナイトを伴い、一部のダナイトにクロム鉱床が胚胎する。オフィオライト層序的に、下位の Massive dunite-harzburgite suite (MDHS)と上位の Dunite-harzburgite suite with remarkable layering (DHSRL) に区分される。

地質構造的に、超塩基性岩類は、走向 NNW-SSE, NE 傾斜の単斜構造を示すと考えられ、地区北東部に ENB-WSW 方向の断層が数条認められるほか、多くの小断層が発達している。

MDHS は、塊状のハルツバージャイトを主体とし、ダナイトのレンズを伴う。このうちダナイトのレンズに富む部分を Dunite rich zone として、また、主に塊状のハルツバージャイトからなる部分を Harzburgite 1 として区分した。一方、DHSRL は、ハルツバージャイト中にダナイトの薄層を挟む岩相を示し、このうち主にハルツバージャイトからなる部分を Harzburgite 2 として、ダナイトの薄層を頻りに挟む部分を Dunite and harzburgite layer として区分した。

超塩基性岩類のこれら4つの岩相のうち、クロム鉱床と密接に関わっているのは MDHS 中の Dunite rich zone である。

###### (2) 鉱徴

調査地区及びその周辺に多くのクロム鉱徴が分布し、そのほとんどは MDHS 中の Dunite rich zone に集中し、なかでも DHSRL との境界直下付近に優勢なクロム鉱徴が集中して分布する。

クロム鉱徴の規模は様々で、最大のもは幅 1 ~ 2 m である。これらの比較的規模の大きな鉱徴は地区中央の Lugu i Batres と Ahu i Vetem 付近に多く認められる。これらの鉱徴でのクロミタイトは、例外なくダナイトに取り囲まれた産状を示し、その鉱質から、塊状クロミタイト、ノジュラ-クロミタイト、アンチノジュラ-クロミタイト、鉱染状クロミタイト及び縞状クロミタイトに分類できる。その多くは、クロムスピネルとかんらん石からなるかんらん石クロミタイトである。このうち塊状クロミタイトは、調査地区中央の付近にまとまって分布している。

###### (3) 室内試験

クロミタイト、ハルツバージャイト及びダナイトの全岩による化学分析では、ハルツバージャイトに近い Cr 含有量を示すダナイトが Lugu i Batres と Ahu i Vetem から得られ、地化学異常として注目される。

クロムスピネルによる EPMA 分析では、次の基準に注目して EPMA 異常を抽出した。

1. ハルツバージャイト中のクロムスピネルの Cr# が低い (0.4 ~ 0.6 程度)
2. ハルツバージャイト中のクロムスピネルの TiO<sub>2</sub> wt % が高い



3. グナイト及びハルツバージャイト中のクロムスピネルの Fe<sup>3+</sup>#が高い

4. 高 Cr#かつ低 V<sub>2</sub>O<sub>5</sub> wt % 示すグナイト及びハルツバージャイト中のスピネルの存在

これらの EPMA 異常が多く検出された地点は IM002 (Gobille), IM003 (No.115, Qafa e Dinarit), IM005 (Buzgare), IM011 及び IM014 (Ahu i Vetem) の 5 地点で、なかでも IM014 (Ahu i Vetem) は異常頻度がとくに高く、注目される。

当地区でプラチナグループ元素 (PGE) 分析を行った全ての試料は、コンドライト規格図上でオフィオライト特有のパターンを示し、本地区の超塩基性岩類が枯渇したオフィオライト起源のものであることを示唆すると同時に、本地区のクロミタイトには顕著な PGE の濃集が伴われる可能性が低いことを示した。

### 3-1-2 磁気探査結果のまとめ

#### (1) Shebenik 中央地区

地質調査によって選出された西半部の地区を対象として磁気探査を実施し、併せて露頭での帯磁率測定及び定方位試料による自然残留磁気の測定を実施した。

Shebenik 中央地区の磁気リニアメントは、北東隅部の DHSRL が分布する一画で超塩基性岩類の広域地質構造に調和した N30°W 方向を示す以外は、ほぼ全域にわたって N15°E 方向を示す。

本地区に分布する岩石の帯磁率には岩種による有意な差がみられないが、岩種ごとにやや大きなばらつきを示す。また、自然残留磁化方位は、グナイトではかなり高い確率で逆帯磁を示し、ハルツバージャイトにも逆帯磁あるいは現在の地球磁場とは異なった方向を示すものが認められる。自然残留磁化方位のこのような傾向は、残留磁化獲得時の地球磁場の方向あるいは断層による転位等を示すものと考えられる。本地区で得られた磁気異常は、このような岩体ごとの帯磁率の差や、自然残留磁化方位の違い等を反映しているものと考えられる。

中間深度の主な磁気異常として、14 の高磁気異常及び 10 の低磁気異常が抽出された。しかし、Katjel 鉱床付近ではクロム鉱体が低磁気異常と相関性があり、大きな低磁気異常との境界部が重要である可能性があると考えられることなどから、高低の磁気異常が対をなす地区 4 箇所を今後の要探査地区として抽出した。

なお、深部の低磁気異常が地区南部から北半部中央かけて北東方向に大きな分布を示すが、この低磁気異常は、残留磁化方位の異なった岩体の影響を反映しているものと考えられるが、全磁力値の地形補正の際に沢浴いの測点では地形補正が十分でなかった可能性も否定できない。

#### (2) Katjel 地区

Pogradec-Shebenik 超塩基性岩体中最大の Katjel クロム鉱床直上で磁気探査を行い、併せて露頭での帯磁率測定及びクロム露頭上での磁気探査の検証を行った。

Katjel 地区の磁気リニアメントは、西半部では広域的な地質構造に調和した N30°W 方向を示すものが卓越し、深部では N40°W 方向のものが多い。これに対して、谷を挟んで東側では N 60°E 方向を示し、両者の間に地質構造的な不連続が存在する可能性を示唆している。

Katjel のクロム鉱体は、M-2 コントロール測線以東の低磁気異常中に賦存し、垂直～急傾斜し

た鉄体の西端は、西側の高磁気異常とその東の低磁気異常のほぼ境界部に、緩傾斜な深部の鉄体は大きな低磁気異常のほぼ中央にそれぞれ位置している。

Katjel 鉄体の南東に位置するクロミタイトの露頭上での磁気探査では、クロミタイト及びそのエンベロープとしてのダナイトは微弱ながらも明瞭な低磁気異常として捉えられた。

これらの結果から、クロミタイト鉄床及びそれを伴うダナイトは、低磁気異常と何らかの相関を持っていると考えられ、また、低磁気異常は逆帯磁した岩石に起因する可能性が高いと考えられる。

### 3-1-3 ボーリング調査結果のまとめ

Bregu i Pishes, Gjor duke, Shesh Bush No.1, Murriq 及び Qarri i Zi の5地区では既知クロム鉄微の下部延長の探査を、Fusha e Madhe, Pishkash South 及び Mbi Skroske の3地区では磁気異常の下部探査を、それぞれ目的として合計8地区で19孔(掘削総長: 2,333.41 m)のボーリング調査が行われた。

ボーリング調査の結果、第1年次調査でEPMA異常が得られたBregu i Pishes地区(MJAS-1とMJAS-2)及びQarri i Zi地区(MJAS-8とMJAS-9)の2地区でクロミタイトに着鉄した。

しかし、クロム鉄微の下部延長探査を行ったGjor duke, Shesh Bush No.1及びMurriqの3地区では、それぞれダナイトを捕捉したものの、クロミタイトの濃集部は認められなかった。これら3地区で着鉄しなかった理由は、断層によってクロム鉄体が大きく転位しているためと考えられるが、Murriq地区の場合はクロミタイトを伴うダナイトの規模が小さいためと考えられる。

一方、磁気異常の下部探査を行ったFusha e Madhe, Pishkash South 及び Mbi Skroske の3地区のうち、Fusha e Madhe地区のMJAS-4では、KM-1磁気異常と交差する深度付近に断層帯、破砕帯、角礫化帯等が発達し、これらの構造を通して浸透した地下水による酸化作用によって生じた磁鉄鉱が磁気異常として捉えられたものと推定される。しかし、他の2地区ではその原因は明らかではない。

クロミタイト21試料について行ったプラチナグループ元素(PGE)の定量分析結果では、コンドライト規格パターンはいずれも典型的なオフィオライトのそれに類似し、特に顕著なPGEの濃集は認められなかった。

コアについて行ったEPMA試験では、Qarri i Zi地区でEPMA異常が最も高い頻度で認められたほか、Pishkash South 及び Mbi Skroske 両地区のコアにCr#異常を示すものがある。最も重要な指標であるCr#-V<sub>2</sub>O<sub>5</sub>異常はQarri i Zi, Bregu i Pishes 及び Pishkash South の3地区で認められ、少なくともこれらの地区では岩石-メルト相互反応が起きたことを示唆している。

### 3-2 総合検討

#### (1) クロム鉄床の地質層準規制

Shebenik 中央地区のクロム鉄床のすべてはダナイトに取り囲まれた産状を示し、その多くは

MDHS中の Dunite rich zoneに胚胎し、なかでも塊状クロミタイト鉱床は上位の DHSRLとの境界直下付近に分布する Dunite rich zoneにとくに多い。このことは、当地区のクロム鉱床がある層準規制を受けて形成されたことを示唆する。

この様なクロム鉱床の層準規制は、世界の他地域のオフィオライト岩体でも認められており、Nicolas and Prinzfer (1983) はクロム鉱床の多くがいわゆる集積相直下のテクトナイトかんらん岩中に賦存することを示した。Shebenik 中央地区の DHSRL はこの集積相に対比することができ、本地区においてもクロム鉱床の多くは集積相直下に賦存しているということができる。

また、EPMA 異常もこの集積相直下の Dunite rich zoneに多く認められ、この付近でクロムスピネルの濃集に重要な岩石-メルト相互反応とマグマ混合の 2 つの作用が効果的に起きたことにより Transition zone (Matsumoto, 1996) が形成されたものと考えられる。

## (2) 磁気異常と鉱床との関係

Katjel クロム鉱床は低磁気異常帯に含まれ、クロミタイトの露頭上の詳細な測定でもクロミタイト鉱体が低磁気異常として捕捉された。一方、Shebenik 中央地区では、中波長の高・低磁気異常が組み合ったところや、長波長の低磁気異常の周縁部等にクロム鉱徴の多くが分布している。これらは磁気異常とクロム鉱床の間になんらかの関連性があることを示している。

一般的に、北半球で地下に強磁性体の存在を仮定した場合、地球磁場による強磁性岩体の誘導磁気異常は北側の負異常と南側の正異常の対として現われ、極磁気変換後は強磁性岩体直上の正の異常として表現される。

帯磁率測定の結果では、調査地区に分布する超塩基性岩類は比較的高い帯磁率を示しているが、これを構成するダナイト、ハルツバージャイト及びクロミタイトの各岩種間での有意な帯磁率の差は認められない。それぞれの岩種間では露頭ごとにかなりばらつきが大きい帯磁率を示す。一方、自然残留磁気測定の結果では、現在の地球磁場と調和的な正帯磁を示すもの、それとは異なるもの、及び、明らかに逆帯磁を示すものが認められ、ダナイトがかなり高い確率で逆帯磁しているほか、ハルツバージャイトにも逆帯磁あるいは現在の地球磁場とは異なるものがしばしば認められる。

これらの測定結果から、磁気探査による磁気異常は、岩種の違いを示徴するというよりはむしろ、露頭ごとあるいは地質ブロックごとの帯磁率の差や自然残留磁化方位の違い、なかでも低磁気異常は逆帯磁した地質体を反映している可能性が高いと考えられる。

したがって、中波長あるいは長波長の低磁気異常及びその縁辺部にクロミタイトの鉱徴や鉱床が存在することが多いことは、クロミタイトを伴うダナイトを含めてダナイトが高い確率で逆帯磁した自然残留磁化方位を示すことを反映していると考えられる。なお、ダナイトが高い確率で逆帯磁している現象については、今後更に検討する必要がある。

## (3) 鉱床ポテンシャルと有望地区の抽出

ポディフォーム型のクロム鉱床の規模は、ハルツバージャイトやクロミタイト中のクロムスピネルの組成を調べることである程度推定が可能で、一般的に、クロムスピネルの Cr#が 0.4 ~

0.6 前後を示すハルツバージャイトが大規模なクロム鉱床の母岩となる可能性が高いことが指摘されている (Arai, 1994 ; 1995 ; 1996) 。

Shebenik 中央地区の場合には, Cr#が 0.6 前後のハルツバージャイトが認められ, 最大幅 2 m の塊状クロミタイト鉱床が分布しており, 世界の他地域の例から判断すると, 本地区に数万～数十万 t 級のクロム鉱床が賦存している可能性があると判断される。

世界の他地域のオフィオライト岩体中のクロム鉱床と同様に, 本地区のクロム鉱床にも明瞭な層準規制が認められ, DHSRL の境界直下の Dunite rich zone 中に多くのクロム鉱床が集中し, EPMA 異常も多く認められることから, Shebenik 中央地区でのクロム鉱床のポテンシャルが高い地点として, Fig. 3-2-1 に示した Gobille, No.115 (Qafa e Dinarit 周辺), Buzgare, Ahu i Vetem 及び Lugu i Batres の 5 地点が抽出され, なかでも EPMA 異常が最も多く認められる Ahu i Vetem が注目される。これらの地点は, Fig. 3-2-1 に示すように, 磁気探査範囲外にある Gobille 及び No.115 を除いて, すべて磁気異常の中や周辺に位置する。





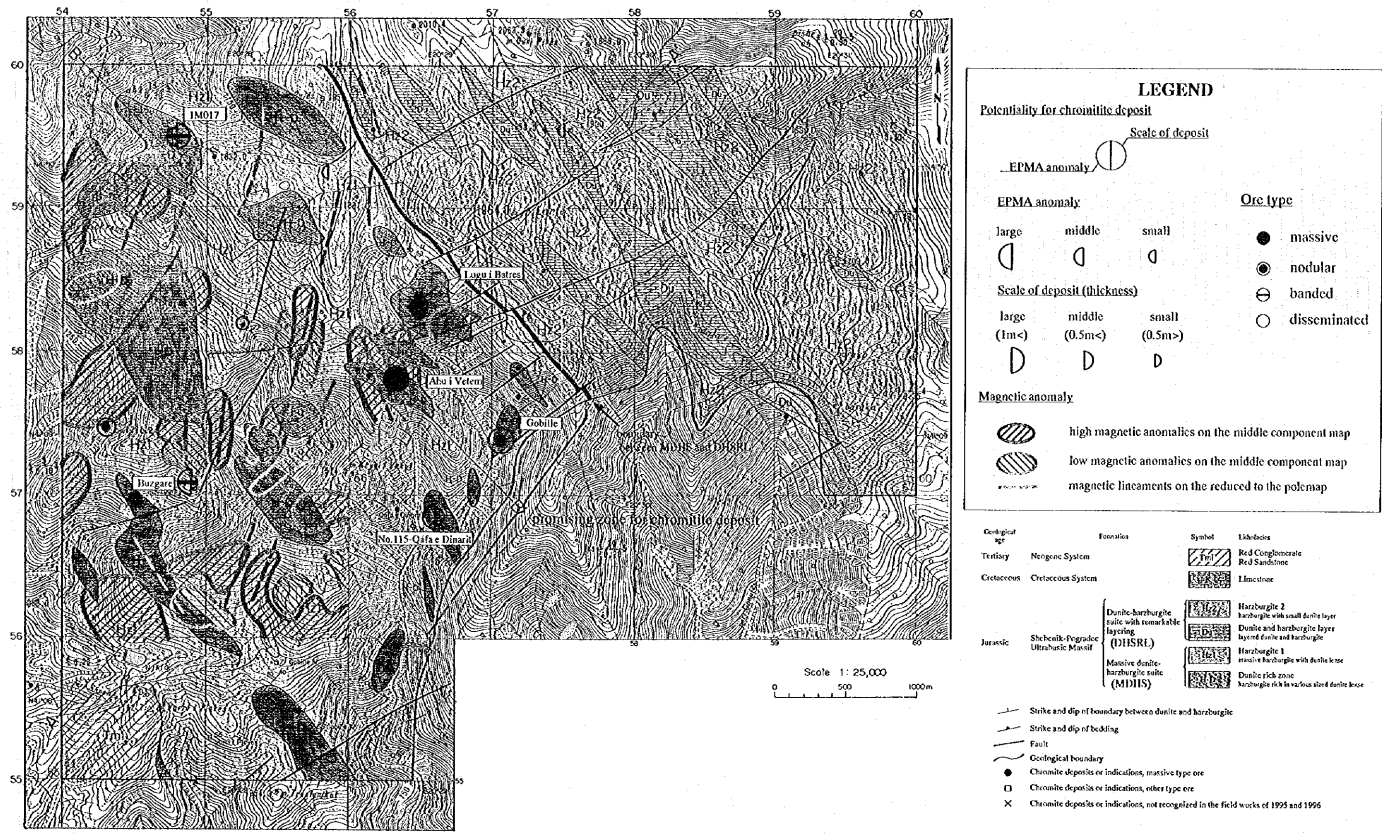


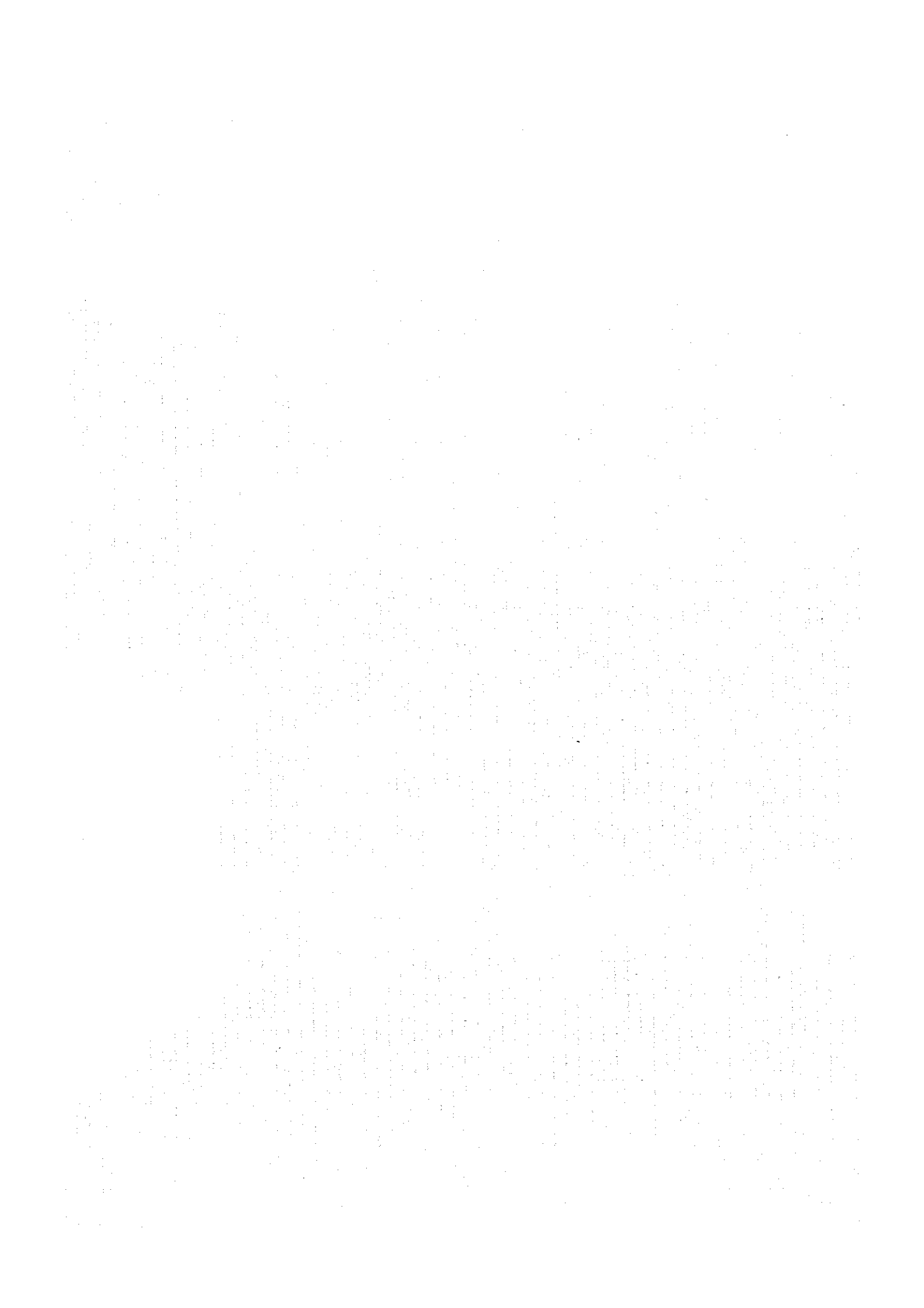
Figure 3-2-1 Interpretation map of the Central Shebenik area







## 第4章 結論及び提言



## 第4章 結論及び提言

### 4-1 結 論

地質調査、物理探査、ボーリング調査及び室内試験による地区別の結論は次のとおりである。

#### [Shebenik 中央地区]

- ・ Shebenik 中央地区に分布する超塩基性岩類のうち、比較的まとまったクロム鉱床が期待できるところは Massive dunite-harzburgite suite 中の Dunite rich zone で、なかでも特に有望なのは上位の Dunite-harzburgite suite with remarkable layering との境界付近である。
- ・ 有望な地点は、比較的規模の大きな塊状クロミタイトが分布し、EPMA 異常が多い Gobile, No.115, Buzgare, Ahu i Vetem 及び Lugu i Batres の5地点で、なかでも Ahu i Vetem が EPMA 異常が最も多く、注目される。
- ・ ハルツバージャイト中のスピネルの組成、地表鉱徴、世界の他地域との比較から、本地区には数万～数十万t級のクロミタイトが賦存する可能性がある。
- ・ 磁気探査の結果では、クロム鉱床は磁気異常及びその近傍に位置し、特に低磁気異常とクロム鉱床の相関が高い可能性がある。
- ・ 一部のハルツバージャイトは逆帯磁を示し、グナイトはかなり高い確率で逆帯磁しており、クロミタイトを含むグナイトは低磁気異常として抽出される可能性が高い。

#### [ボーリング調査地区]

- ・ ボーリング調査を実施した8地区のうち、クロミタイトの着鉱をみたのは Bregu i Pishes 及び Qarri i Zi の2地区で、いずれも第1年次調査で EPMA 異常が検出された地区である。
- ・ ボーリングコアについて行った EPMA 分析では Qarri i Zi 地区で最も多くの異常が認められたほか、Bregu i Pishes, Pishkash South 及び Mbi Skroske の3地区でも異常が認められた。
- ・ 既知鉱床の延長を探査した Gjor duke (2孔), Shesh Bush No.1 (3孔), Murriq (2孔) の3地区では、いずれもクロミタイトの濃集は認められなかった。Gjor duke 及び Shesh Bush No.1 で着鉱しなかった理由は緩傾斜な断層によって鉱体が転位しているためであり、Murriq 地区では鉱徴の規模が小さいことがその理由である。
- ・ 磁気異常の下部探査を目的とした Fusha e Madhe, Pishkash South, Mbi Skroske の3地区ではいずれもクロミタイトの濃集は認められなかった。磁気異常の原因は Fusha e Madhe 地区では断層破砕帯中の磁鉄鉱の形成と考えられるが、他の2地区ではその原因は明らかでない。

#### [その他の地区]

- ・ Gjeoalba が今年度 Pogradec 超塩基性岩体中で実施した坑道探鉱によって、Bregu i Pishes 地区の南約2 km に位置する Hija e Zeze 地区で、優勢な塊状クロミタイトが新たに捕捉された。
- ・ Pishkash-5 鉱体は、EPMA 異常を伴う Pishkash South 及び Mbi Skroske 両地区と一連のハルツバージャイト中に胚胎しているが、現在断層で転位した鉱体の捕捉が急務となっている。

### 4-2 提 言

以上の結論から、Shebenik 中央地区では地表鉱徴及び EPMA 異常が多く認められた地点で、また、ボーリング地区では新たに着鉱した地区で、また、シェベニック地域全体では坑道探鉱で新たに着鉱した地区や探鉱が急がれる鉱床の延長部で、それぞれの地下の鉱体の分布を把握・確認するためのボーリング調査を提言する。

地質状況・地形条件等を考慮して選出した地点は、Shebenik 中央地区では Ahu i Vetem, Gobilla, Qafa e Dinarit, Buzgare 及び Lugu i Batres を含む Ahu i Vetem 地区、今年度のボーリング地区では Bregu i Pishes と Qarri i Zi の 2 地区、その他として Hija e Zeze と Pishkash-5 の 2 地区、合計 5 地区である。

選出された地区を Fig.4-2-1 に、その優先順位、調査方法、選出理由等を Table 4-2-1 に示す。

Table 4-2-1 Target areas for the third year exploration of the Shebenik area

Ranking	地区名	調査方法	選出理由	調査目的
1	Bregu i Pishes	ボーリング	MJAS-1,2 で着鉱 EPMA 異常あり	MJAS-1,2 の北方延長下部での 鉱況探査
2	Ahu i Vetem	ボーリング	塊状鉱ほかの露頭多 EPMA 異常あり	Ahu i Vetem, Qafa e Dinarit, Lugu i Batres, (Gorille) の下部探査
3	Hija e Zeze	ボーリング	坑道探鉱によって 塊状鉱に着鉱	着鉱部の北方延長の下部探査
4	Pishkash-5	ボーリング	EPMA 異常の延長 断層転位先不明	断層転位部の捕捉
5	Qarri i Zi	ボーリング	EPMA 異常多 MJAS-8,9 で着鉱	EPMA 異常を伴うダナイトの北方延長 下部の鉱況探査

なお、Ahu i Vetem 地区での各鉱徴地の優先順位を EPMA 異常の状況と共に Table 4-2-2 に示す。  
鉱徴地の位置及び磁気異常の分布は既に Fig.3-2-1 に示した。

Table 4-2-2 Ranking of chromite showings in the Central Shebenik area

Rank	Locality	Ore type	Thickness	EPMA anomaly					Anomaly by 24 elements
				Cr#	TiO <sub>2</sub>	Fe <sup>3+</sup> #	Cr#-V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Total	
1	Ahu i Vetem	Massive	1.5	-	-	3/3	2/3	0.625	●
2	Lugu i Batres	Massive	2	-	-	-	1/2	0.167	●
3	No. 115	Disseminated	0.7×0.5(pods)	-	1/1	1/2	1/2	0.500	
4	Gobille	Nodular	1.5	1/1	-	1/2	1/2	0.500	
5	Buzgare(IM009)	Massive	0.1	-	-	1/2	-	0.167	
6	Buzgare(IM005)	Banded	0.3	-	-	2/2	1/2	0.500	
7	IM017	Banded	1.5	-	-	1/2	1/2	0.333	
8	Qerroi i Qukul	Nodular	0.5	-	-	1/2	1/2	0.333	

Remarks; "-" is an abbreviation for "0/1", ND; not determined

なお、ボーリング調査に際しては、少なくとも縮尺 500 分の 1 で地表の鉱体を確認した上でボーリング地点、傾斜及び方向の検討を行う必要がある。また、Ahu i Vetem 地区は、道路状況の悪い高山地帯に位置するため、ボーリングに際して相当量のアクセス道路の改良や建設が必要である上に、降雪が早く 9 月下旬までには現地調査作業を終了する必要がある。

Ahu i Vetem 地区の地質状況やアクセス等を Apx. 4-2-1 に示した。



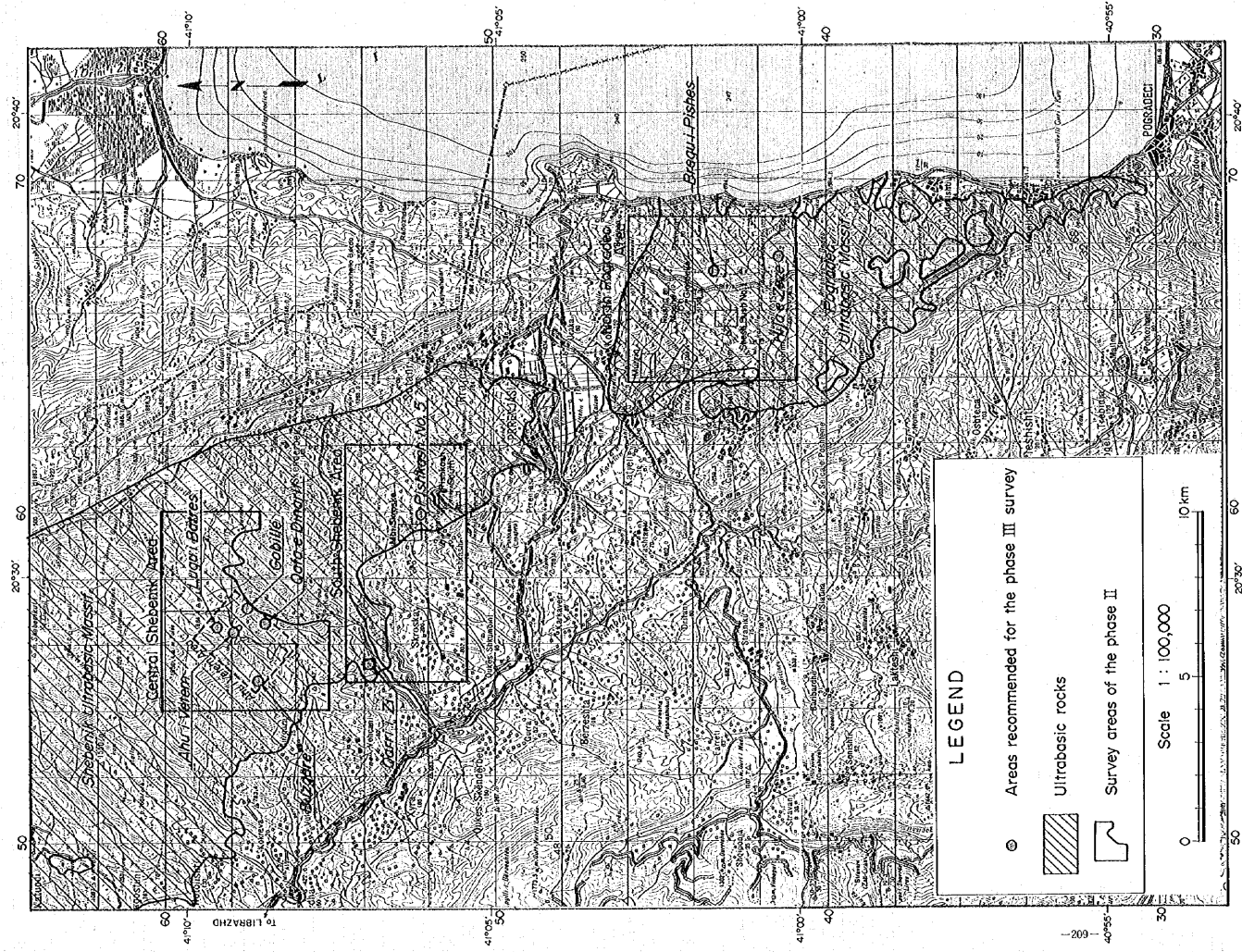


Fig. 4-2-1. Recommended areas for the Phase III survey in 1997

[The page contains extremely faint and illegible text, likely bleed-through from the reverse side of the document. The text is too light to transcribe accurately.]

)

)

)





## 参考文献

- 荒井章司 (1992); 上部マントルかんらん岩の岩石学—いかにマントル・プロセスを読みとるか—, 岩鉱, 87, 351-363.
- Arai S. and Yurimoto, H. (1994); Podiform chromitites of the Tari-Misaka ultramafic complex, South-western Japan, as mantle-melt interaction products., *Econ. Geol.*, 89, 1279-1288.
- Arai S. and Yurimoto, H. (1995); Possible subarc origin of podiform chromitites., *The Island Arc*, 4, 104-111.
- 荒井章司 (1996); Crの濃集機構:ポディフォーム・クロマイトの成因., 資源地質学会第46回年会講演会, 講演要旨集 (東京).
- Arai, S. (1980); Dunite-harzburgite-chromitite complexes as refractory residue in the Sangun-Yamaguchi zone, western Japan., *J. Petrol.*, 21, 141-165.
- Arai, S. (1987); An estimation of the least depleted spinel peridotite on the basis of olivine-spinel mantle array., *Neues Jahrb. Mineral. Monatsh.*, 1987, 347-354.
- Arai, S. (1994); Characterization of spinel peridotites by olivine-spinel compositional relationships: Review and interpretation., *Chemical Geology*, 113, 191-204.
- Arai, S. and Abe, N. (1995); Reaction of orthopyroxene in peridotite xenoliths with alkali-basalt melt and its implication for genesis of alpine-type chromitite., *Am. Mineral.*, 80, 1041-1047.
- Arai, S. and Okada H. (1991); Petrology of serpentine sandstone as a key to tectonic development of serpentine belts., *Tectonophys.*, 195, 65-81.
- Blacéri, F., (1990); Geological map of the Shebenik Massif, 1:10,000.
- Cina A., Casli, H. and Goci, L. (1986); Chromites in the ophiolites of Albanides., *Unesco's IGCP-197 project metallogeny of ophiolites*, (Petrascheck, W. et. al. eds.), Theophrastus Pub. Athens 107-128.
- Irvine, T. N. (1975); Crystallization sequences in the Muskox intrusion and other layered intrusions(II). Origin of chromitite layers and similar deposits of other magmatic ores., *Geochim. Cosmo. chim. Acta*, 39, 991-1021.
- Kravchenko, G. G. and Grigoryeva, I. I. (1986); The Kempirsaisky chromite-bearing massif in the Ural Mountains., In *chromites. Unesco's IGCP-197 project metallogeny of ophiolites*, (Petrascheck, W. et. al. eds.), Theophrastus Pub. Athens, 23-44.
- Leblanc, M and Violette J.-F. (1983); Distribution of Aluminum-Rich and Chromium-Rich Chromite Pods in Ophiolite Peridotites., *Econ. Geol.*, 78, 293-301.
- Lee, C. A. (1983); Trace and platinum-group element geochemistry and the development of the Merensky unit, western Bushveld Complex., *Mineralium Deposita*, 18, 173-190.
- 松本一郎, 荒井章司, 村岡弘康, 山内英生 (1995); 三郡帯のグナイト-ハルツバー-ジャイト-クロミタイト複合岩体の記載岩石学的特徴, 岩鉱, 90, 13-26.
- Matsumoto, I. (1996); Degree of mantle-melt interaction and genesis of podiform chromitite in the dunite-harzburgite-chromitite complexes of the Sangun Zone, Southwest Japan., D. Sc. thesis, Univ. Kanazawa., p99.
- 松本一郎 (1996);ポディフォームクロミタイトの岩石学的探査法., 資源地質学会第46回年会講演会講演要旨集 (東京).
- Melcher, F., Stumpel, E. F. and Distler, V. (1994); Chromite deposits of the Kempirsai massif, southern Urals, Kazakhstan., *Trans. Instn. Min. Metall.*, 103, 107-120.
- Nicolas, A and Prinzhofer, A (1983); Cumulative or Residual Origin for the Transition Zone in

**Ophiolites: Structural Evidence. *Journal of Petrology*, 24, 188-206.**

**Talkington, R. W. and Watkinson, D. H. (1986); Whole rock platinum-group element trends in chromite-rich rocks in ophiolitic and stratiform igneous complexes., In *Metallogeny of Basic and Ultrabasic Rocks*, (M. J. Gallagher, et al., eds.), Symp., 427-441.**

通商産業省資源エネルギー庁 (1993);希少金属鉱物資源の賦存状況調査報告書・道後山地域 (平成4年度), 通商産業省資源エネルギー庁

通商産業省資源エネルギー庁 (1994);希少金属鉱物資源の賦存状況調査報告書・道後山地域 (平成5年度), 通商産業省資源エネルギー庁

**Yumul, G. P. Jr. (1992); Ophiolite-Hosted Chromite Deposits as Tectonic Setting and Melting Degree Indicators: Examples from the Zambales Ophiolite Complex, Luxon, Philippines., *Resource Geology*, 42, 5-17.**

**Zhou, M.-F., Robinson, P. T. and Bai, W.-J., (1994); Formation of podiform chromitites by melt/rock interaction in the upper mantle. *Mineralium Deposita*, 29, 98-101.**

**Zhou, M.-F., Robinson, P. T., Malpas, J. and Li, Z. (1996); Podiform chromitites in the Luobusa ophiolite (Southern Tibet): Implications for melt-rock interaction and chromite segregation in the upper mantle., *J. Petrol.*, 37, 3-21.**





## 卷末資料



Apx. 2-1-1(1) Microphotographs of rock samples



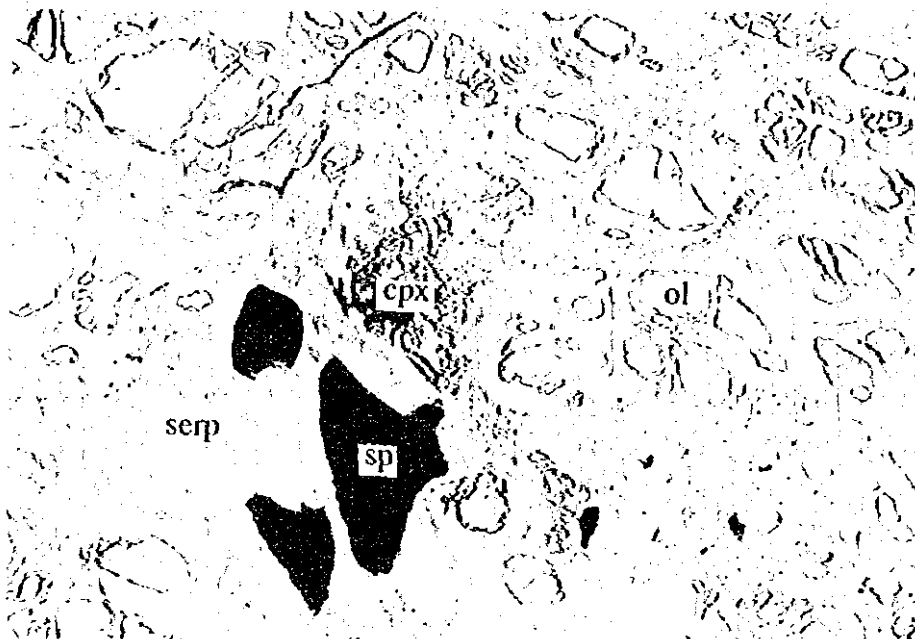
open nicol

0.5mm

Sample number : IM002Du

Rock type : dunite

Note : clear olivine + dusty olivine



open nicol

0.5mm

Sample number : IM005Du

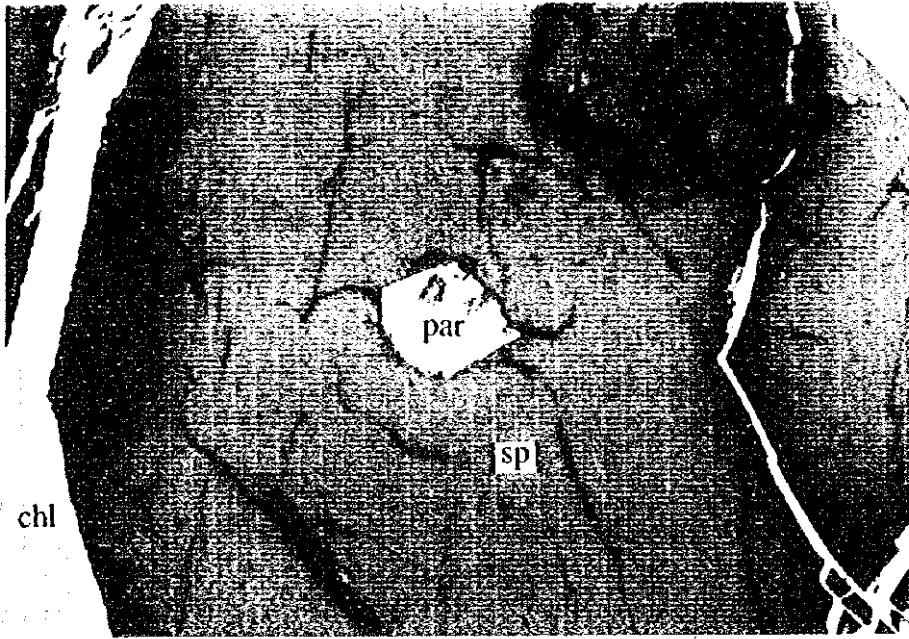
Rock type : dunite

Note : spinel + clinopyroxene





Apx. 2-1-1(2) Microphotographs of rock samples



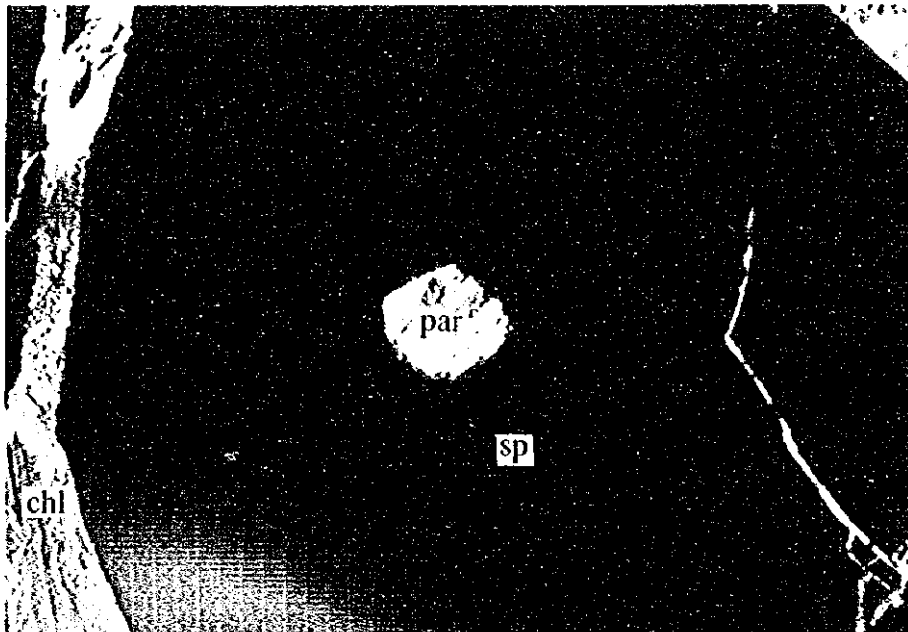
open nicol

0.5mm

Sample number : IM009Cr

Rock type : chromitite

Note : pargasite in spinel



cross nicol

0.5mm

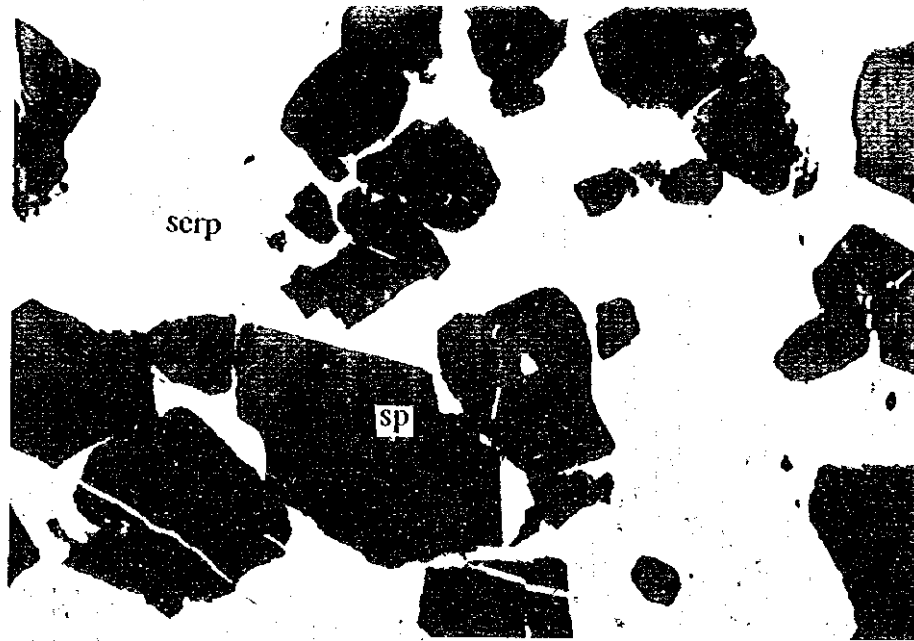
Sample number : IM009Cr

Rock type : chromitite

Note : pargasite in spinel



Apx. 2-1-1(3) Microphotographs of rock samples



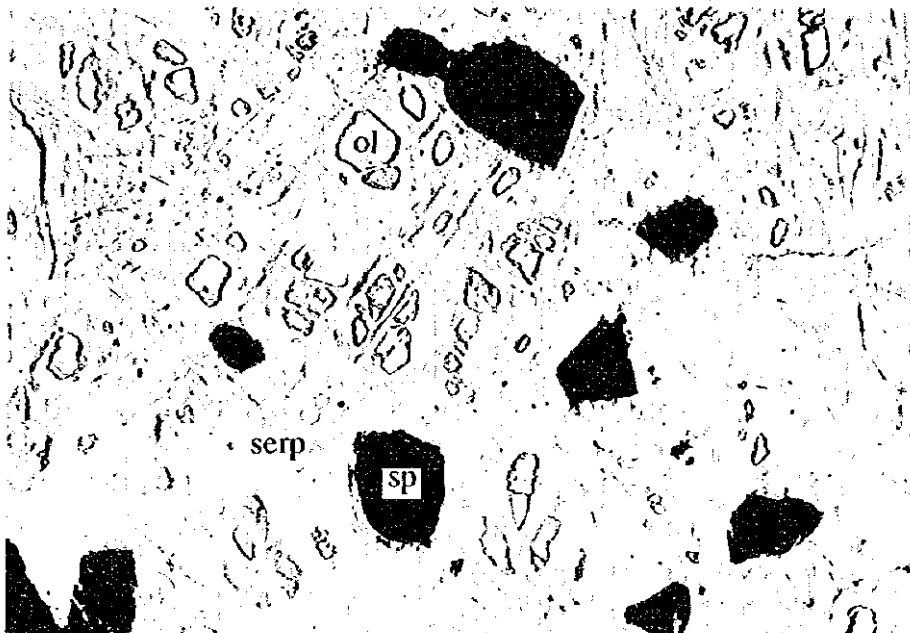
open nicol

0.5mm

Sample number : IM011Cr

Rock type : chromitite

Note : olivine chromitite (relatively fine)



open nicol

0.5mm

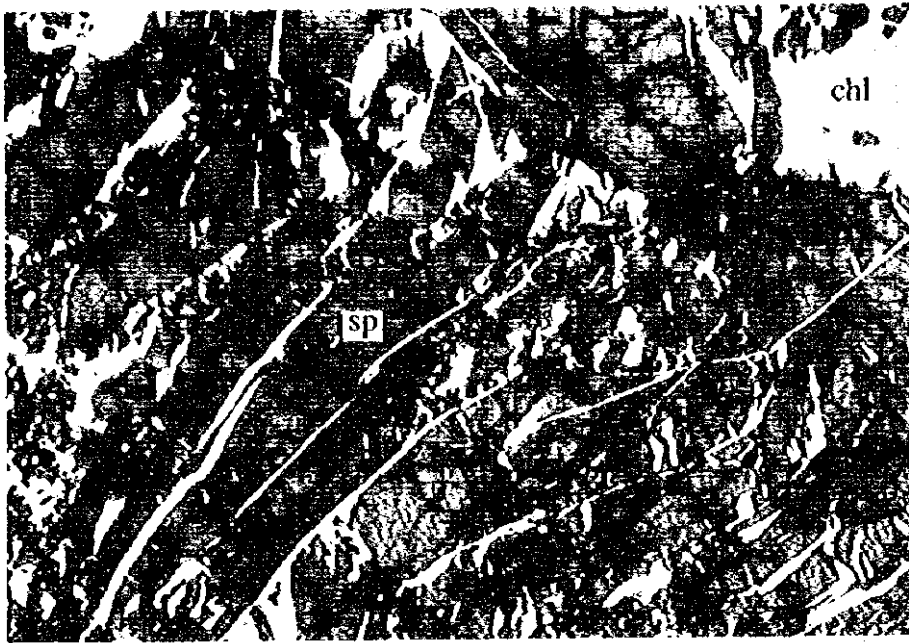
Sample number : IM011Du

Rock type : dunite

Note : spinel rich part and relic olivine



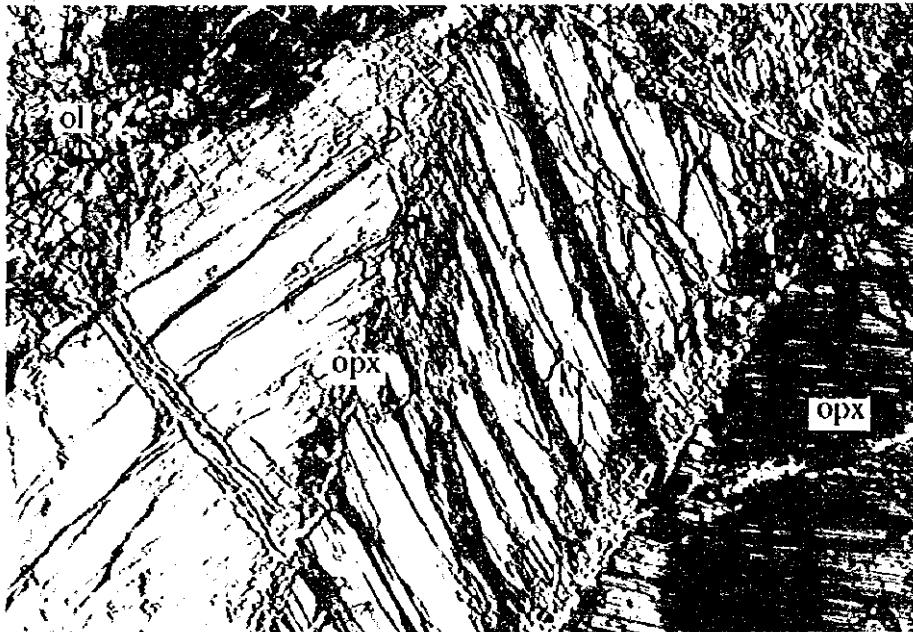
Apx. 2-1-1(4) Microphotographs of rock samples



open nicol

0.5mm

Sample number : IM013Cr  
Rock type : chromitite  
Note : olivine chromitite (cracked)



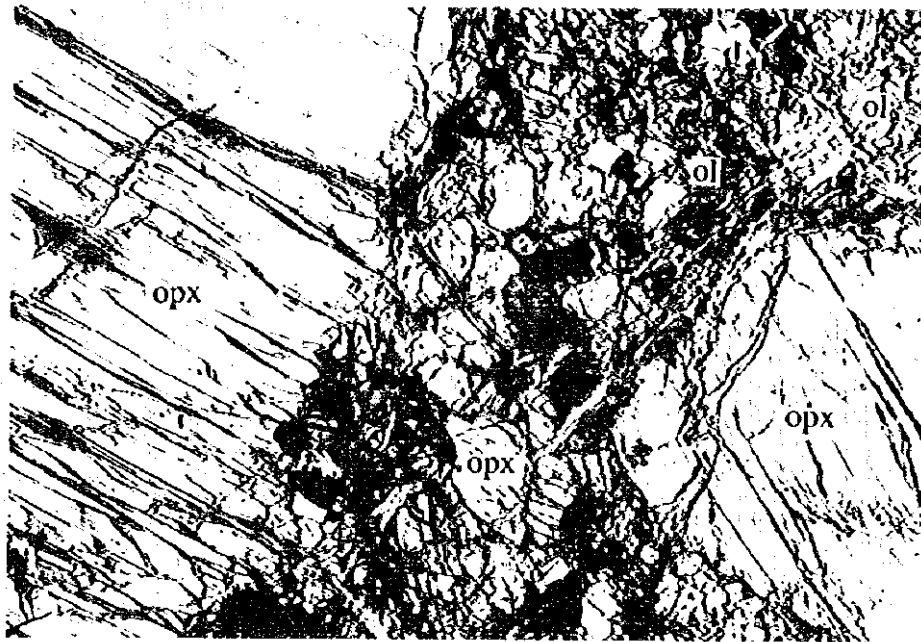
cross nicol

0.5mm

Sample number : IM013Hz  
Rock type : harzburgite  
Note : kinked orthopyroxene



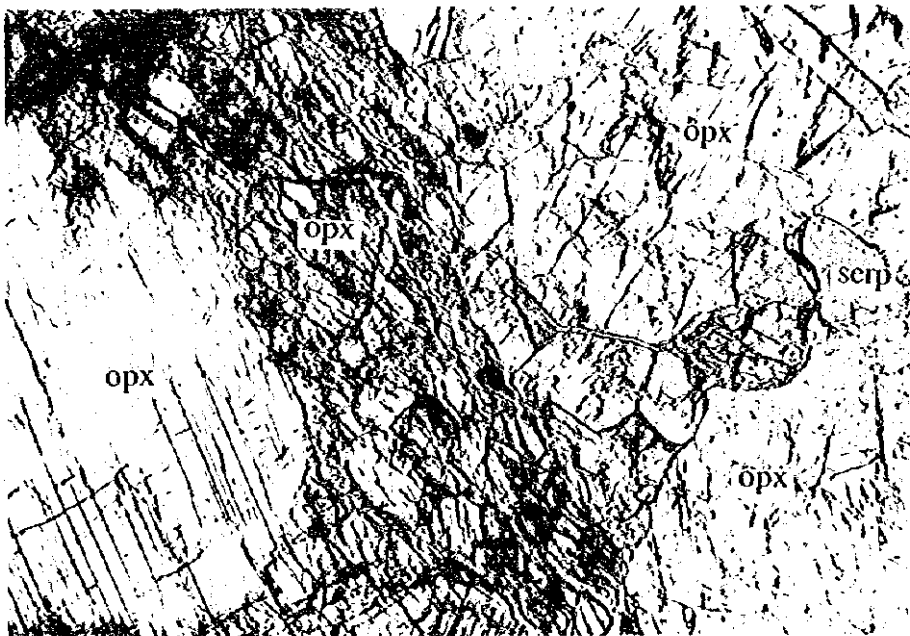
Apx. 2-1-1(5) Microphotographs of rock samples



cross nicol

0.5mm

Sample number : IM014Hz  
Rock type : harzburgite  
Note : porphyroclastic texture



open nicol

0.5mm

Sample number : IM020Px  
Rock type : orthopyroxenite  
Note : porphyroclastic texture



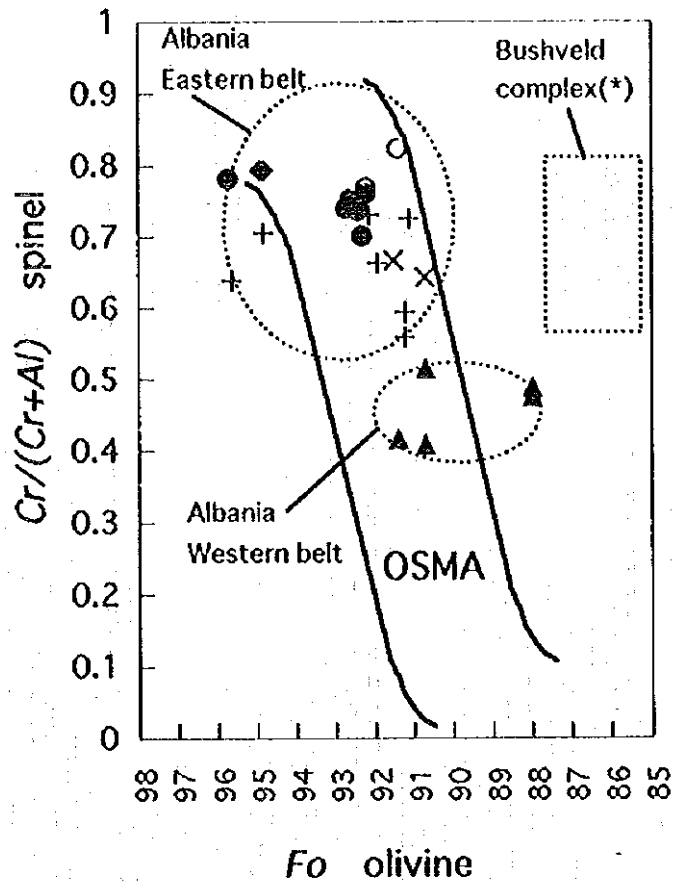


**Apx. 2-1-2 Cr# of orthopyroxene in chromitite, dunite and harzburgite in the Central Shebenik area**

No.	Sample No.	Rock type	OPX		spinel			
			Cr#	TiO <sub>2</sub>	V <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Cr#	Mg#	Fe <sup>3+</sup> #
1	IM002 Cr	Ol-chromitite		0.12	0.09	0.824	0.718	0.0412
2	IM002 Du	Dunite		0.10	0.15	0.757	0.547	0.0195
3	IM002 Hz	Harzburgite	0.179	0.03	0.29	0.594	0.554	0.0151
4	IM003 Cr	Ol-chromitite		0.07	0.13	0.766	0.652	0.0182
5	IM003 Du	Dunite		0.09	0.19	0.711	0.554	0.0159
6	IM003 Hz	Harzburgite	0.115	0.06	0.30	0.737	0.485	0.0180
7	IM005 Cr	Chromitite		0.07	0.13	0.790	0.638	0.0259
8	IM005 Du	Dunite		0.08	0.17	0.766	0.511	0.0406
9	IM005 Hz	Harzburgite	0.160	0.01	0.31	0.706	0.551	0.0162
10	IM007 Cr	Ol-chromitite		0.08	0.08	0.852	0.611	0.0204
11	IM007 Du	Dunite		0.11	0.13	0.810	0.540	0.0256
12	IM007 Hz	Harzburgite	0.161	0.01	0.31	0.726	0.509	0.0198
13	IM009 Cr	Chr+Dun		0.03	0.12	0.838	0.642	0.0233
14	IM009 Du	Dunite		0.06	0.22	0.753	0.555	0.0287
15	IM009 Hz	OPX poor harz.		0.03	0.22	0.794	0.467	0.0162
16	IM011 Cr	Ol-chromitite		0.06	0.15	0.794	0.620	0.0161
17	IM011 Du	Dunite		0.07	0.13	0.778	0.515	0.0240
18	IM011 Hz	Harzburgite	0.174	0.05	0.16	0.731	0.515	0.0150
19	IM013 Cr	Ol-chromitite		0.08	0.12	0.759	0.679	0.0300
20	IM013 Cr2	Ol-chromitite		0.09	0.16	0.780	0.651	0.0290
21	IM013 Du	Dunite		0.08	0.16	0.737	0.569	0.0255
22	IM013 Hz	Harzburgite	0.215	0.00	0.27	0.678	0.567	0.0140
23	IM014 Cr1	Ol-chromitite		0.09	0.11	0.819	0.695	0.0328
24	IM014 Du1	Dunite		0.06	0.20	0.707	0.556	0.0298
25	IM014 Cr2	Ol-chromitite		0.08	0.14	0.790	0.636	0.0220
26	IM014 Du2	Dunite		0.08	0.16	0.740	0.509	0.0359
27	IM014 Hz	Harzburgite	0.259	0.03	0.31	0.639	0.523	0.0163
28	IM017 Cr	Dun with sp. conc.		0.12	0.11	0.801	0.585	0.0260
29	IM017 Du	Dunite		0.12	0.15	0.782	0.572	0.0274
30	IM017 Hz	Harzburgite	0.145	0.03	0.38	0.785	0.496	0.0210
31	IM021 Hz	Harzburgite	0.163	0.03	0.28	0.643	0.563	0.0085
32	IM022 Du	Dunite		0.04	0.23	0.823	0.485	0.0203
33	IM023 Du	Dunite		0.07	0.24	0.769	0.544	0.0180
34	IM023 Hz	Harzburgite	0.152	0.03	0.30	0.668	0.542	0.0104
35	NN006 Cr	Sp-rich dunite		0.07	0.11	0.854	0.621	0.0344
36	NN006 Du	Dunite		0.07	0.18	0.833	0.506	0.0254
37	NN006 Hz	Orthopyroxenite		0.08	0.32	0.823	0.421	0.0373
38	NN008 Hz	Harzburgite	0.141	0.01	0.22	0.559	0.588	0.0150
39	NN009 Cr	Ol-chromitite		0.08	0.13	0.855	0.659	0.0303
40	NN009 Du	Dunite		0.08	0.21	0.761	0.560	0.0199
41	NN009 Hz	Harzburgite	0.158	0.05	0.22	0.663	0.580	0.0126
42	NN010 Du	Harzburgite		0.04	0.24	0.713	0.522	0.0182
43	NN010 Hz	Harzburgite	0.192	0.05	0.24	0.756	0.512	0.0128
44	NN011 Hz	Harzburgite	0.150	0.03	0.30	0.649	0.547	0.0148

Note; The samples of IM013 (Lugu i Batres) and IM014 (Ahu i Vetem) are relatively higher in Cr# than the other place's one.

Apx. 2-1-3 Cr#-Fo diagram of the Shebenik area with olivine-spinel mantle array by Arai (1994)



- + Harzburgite of massive suite from the Shebenik massif
- Dunite of massive suite from the Shebenik massif
- ◆ Chromitite of massive suite from the Shebenik massif
- X Harzburgite of layering suite from the Shebenik massif
- O Dunite of layering suite from the Shebenik massif
- ▲ Harzburgite from the Vallamare and the Voskopoja massives

OSMA : olivine-spinel mantle array of Arai(1987; 1994)

\*) compositional range for Bushveld complex (Jackson, 1969;  
Cameron, 1978; Raedeke and McCallum, 1984)

## Apx.2-2-1 地形補正

地形補正は次のような手順で行った。

- 1) 測定全磁力値を極磁気に変換 (測定極磁力)
- 2) 地形に一定帯磁率を与え極磁力を計算 (一定帯磁率地形極磁力)
- 3) (1) と (2) のデータ間の相関を調べ、帯磁率分布を求める (帯磁率分布極磁力)
- 4) 地形に (3) の帯磁率を与え全磁力を計算 (変帯磁率地形全磁力)
- 5) (1) の測定全磁力値から (4) を差し引き地形補正後の全磁力とする。

なお 地形モデルの底面は地域の最低標高とし、磁化率は  $1 \times 10^3$  CGS とした。

この過程で作成した図面類を以下に示す。

Apx. 2-2-1 (1) Reduction to the pole map before correction, Central Shebenik area

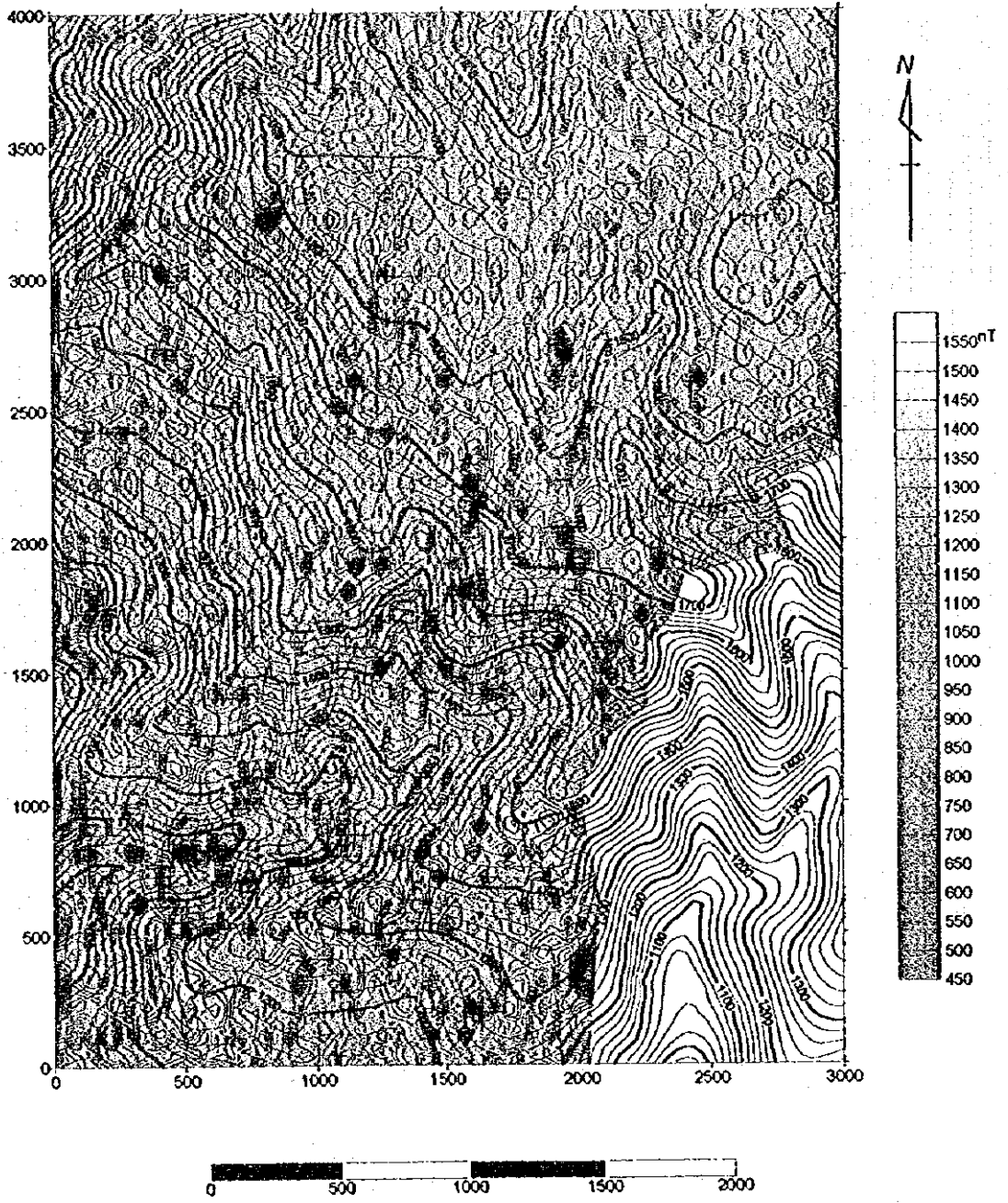
Apx. 2-2-1 (2) Reduction to the pole map by terrain model, Central Shebenik area

Apx. 2-2-1 (3) Magnetic susceptibility map, Central Shebenik area

Apx. 2-2-1 (4) Total magnetic intensity map computed with susceptibilities, Central Shebenik area

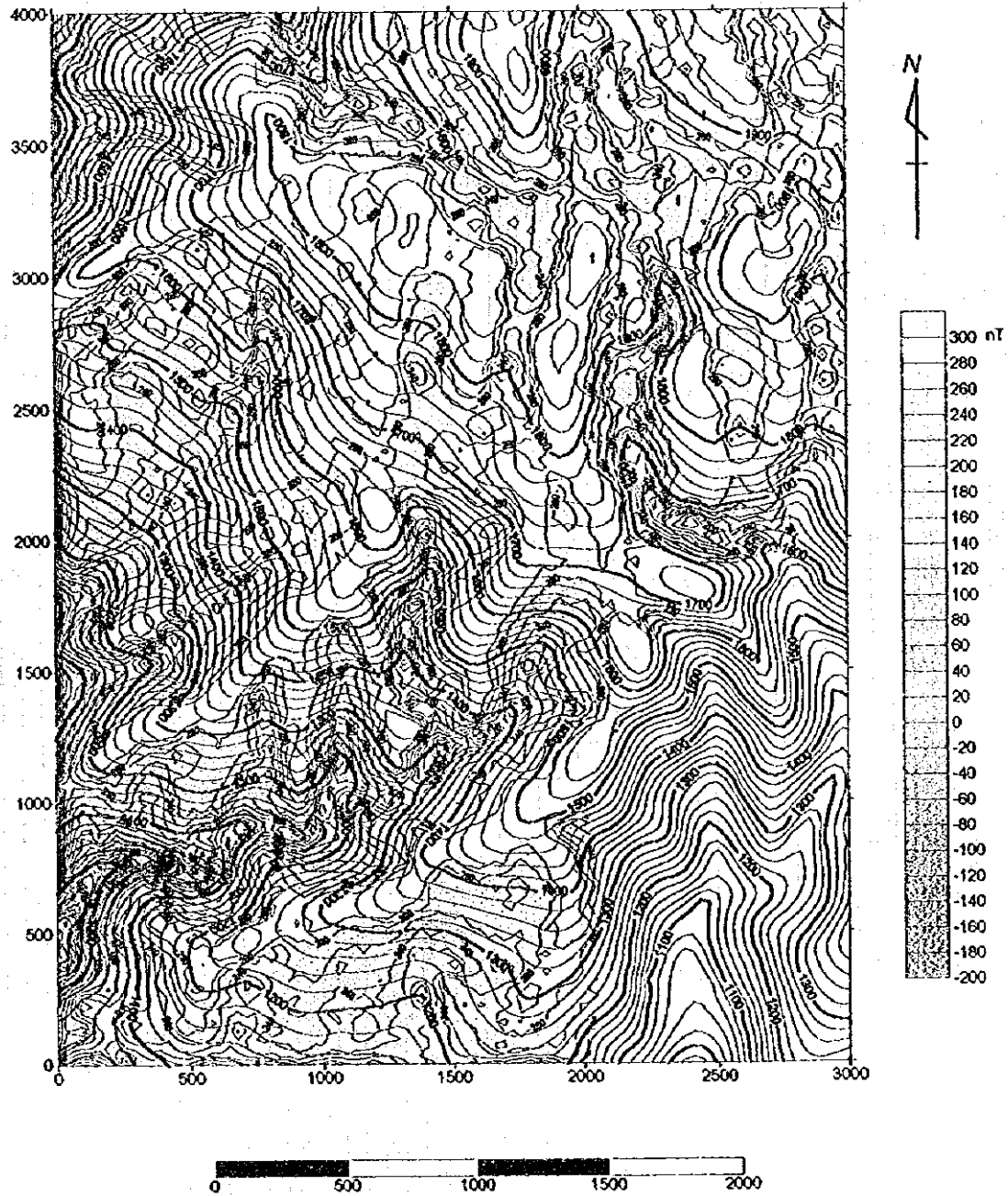


Apx. 2-2-1 (1) Reduction to the pole map before correction, Central Shebenik area





Apx. 2-2-1 (2) Reduction to the pole map by terrain model, Central Shebenik area







Apx. 2-2-1 (3) Magnetic susceptibility map, Central Shebenik area

