

1-4 物理探査

第1年次に2地区(Pishkash地区、Kotodesh地区)、第2年次に2地区(Katjel地区、Shebenik中央地区)の計4地区で物理探査(磁気探査)を実施した(図1-1-1参照)。

1-4-1 調査方法

(1) 測線設定

各地区の地質構造及び地形条件を考慮して、Pishkash地区、Kotodesh地区、Katjel地区の3地区では測線方向をN60°Eとし、Shebenik中央地区ではE-Wとした。4地区共に、測線間隔は100m、測点間隔は20mである。なお、全磁力異常が認められる場所では、測点間隔10mの補完測点を設けた。

Kotodesh地区では、既知鉱床との関係を明らかにする目的で、Katjel鉱床を横切る2測線(各1km)を調査範囲外(西方)に延長して設定した。Katjel地区では、N60°Eの主測線に直交するN30°W方向の4測線を設定した。さらに、磁気探査の検証を目的として、クロミタイト露頭を横断する測点間隔5mの3測線で測定を行った。

(2) 測定方法

各測線上の全測点で全磁力の測定を2回以上行い、原則としてその平均値を全磁力値とした。地磁気日変化補正と磁気嵐のモニターのために、各地区に定点観測地点を設けて5分間隔で全磁力観測を行った。なお、調査期間中に測定値に影響を及ぼすような磁気嵐は観測されなかった。

以上の測定と並行して、現地露頭における帯磁率の測定、自然残留磁気測定用の定方位試料の採取を行った。

磁気探査及び各測定に用いた機器は次のとおりである。

- ・全 磁 力：カナダ Scintrex 社製 Proton Magnetometer MP-2 型
- ・帯 磁 率：チェコ製磁率計 Kappameter KT-5 型(現場測定)
イギリス Bartington 社製 Bartington SM2 型(定方位試料)
- ・自然残留磁気：夏原技研製 Spinner Magnetometer SMM-85 型
夏原技研製 AC Demagnetizer DEM-8601 型消磁装置

(3) 解析方法

各地区における測定開始日の定点観測値の全磁力平均値を基準とし、調査期間中での日変化量を求め、全測定値に対し日変化補正を施した。補正された測定値を用いて、全磁力、極磁気変換解析、アップワード解析、上方接続フィルター解析を行い磁気異常を抽出し、さらに断面解析を行った。

極磁気変換解析では、磁気異常が磁性岩体の直上に表現されるようになるため、磁気異常と地質及び地質構造との対比が容易となる。アップワード解析は地表付近の磁気異常物質による短波長の異常を除去することを目的とする。上方接続フィルター解析は磁性岩体の深度の違いによる変化を解析することを目的とする。断面解析は、モデル計算により磁気異常岩体の形状を推定する曲線照合解析、全磁力値をもとに磁性岩体の規模及び帯磁率

の値をパラメーターとしてシミュレーションにより最適解を求める解析からなる。

1-4-2 解析結果

(1) Pishkash 地区 (図 2-1-7)

全磁力分布は主に南北方向のトレンドを示し、地区の北部と南東部には NW-SE 方向に伸長する高異常が見られる。このほか、地区北西部には小規模な高異常が集合した“異常群”が見られ、南部の Guri Pishkash 付近には弧状を呈する高異常と低異常の対が認められる。

北西部の“異常群”では、帯磁率が $1 \sim 10 \times 10^{-3} \text{SI}$ と変化に富む。主な磁化方向は -80° と 39° の 2 方向で、地質構造が著しくブロック化していることを示唆している。この付近には Pishkash-5 を始めとするクロム鉱床や鉱微地が多く分布しており、地質構造のブロック化と鉱化作用が関連している可能性が考えられる。

Guri Pishkash 付近では、帯磁率は $2 \sim 28 \times 10^{-3} \text{SI}$ と大きく変化している。付近にはこれ以外のクロム鉱床や鉱微地は確認されていないが、帯磁率分布パターンが北西部の短周期異常群と類似しており、磁力分布が地質構造を示徴している可能性がある。磁気異常 PM-5 は Guri Pishkash の南に位置し、南北方向に伸びる特徴的な磁気異常である。この近傍の岩石の残留磁気は、現在の磁化方位と約 90° 異なる方向の帯磁を示し、磁気異常の伸びの方向と調和的である。

(2) Kotodesh 地区 (図 2-1-8)

全磁力分布は東半部の高異常域と西半部の低異常域に明瞭に分けられる。

東半部では、NW-SE 方向に配列した更に高い磁気異常が 3 箇所認められるが、帯磁率分布には大きな変化は見られず、これらは地下浅所の高磁性岩体の存在を反映したものと考えられる。

西半部では、北西部に小規模な高・低異常が多数認められ、この周辺には多くのクロム鉱微が確認されている。この“異常群”は帯磁率の大きな変化を作り、Pishkash 地区の異常群と同様に、クロム鉱化作用に関連する地質構造のブロック化を示唆する可能性が高いと考えられる。

Katjel 鉱床上に延長した 2 つの測線では、顕著な南西側高異常と北東側低異常の対が検出され、同鉱床は両者の境界部に位置する。

(3) Katjel 地区 (図 2-1-9)

全磁力分布は西部高異常域と東部低異常域に大別される。両者の境界は NW-SE 方向で、非常に明瞭である。極磁力からフィルター解析によって深度ごとの磁気構造を抽出した結果、西半部の浅部では広域的な地質構造に調和した $N30^\circ W$ 方向を示す磁気リニアメントが卓越し、深部では $N40^\circ W$ 方向のものが多く、一方、東半部では各深度とも $N60^\circ E$ 方向が卓越し、両部の間には地質構造的な不連続が存在すると推定される。

Katjel クロム鉱体は、NW-SE 走向で東傾斜を示し、鉱体西端は垂直～急傾斜で、東側ほど緩傾斜になる。鉱体が最も地表に近い西端部は高異常域と低異常域の境界部に位置

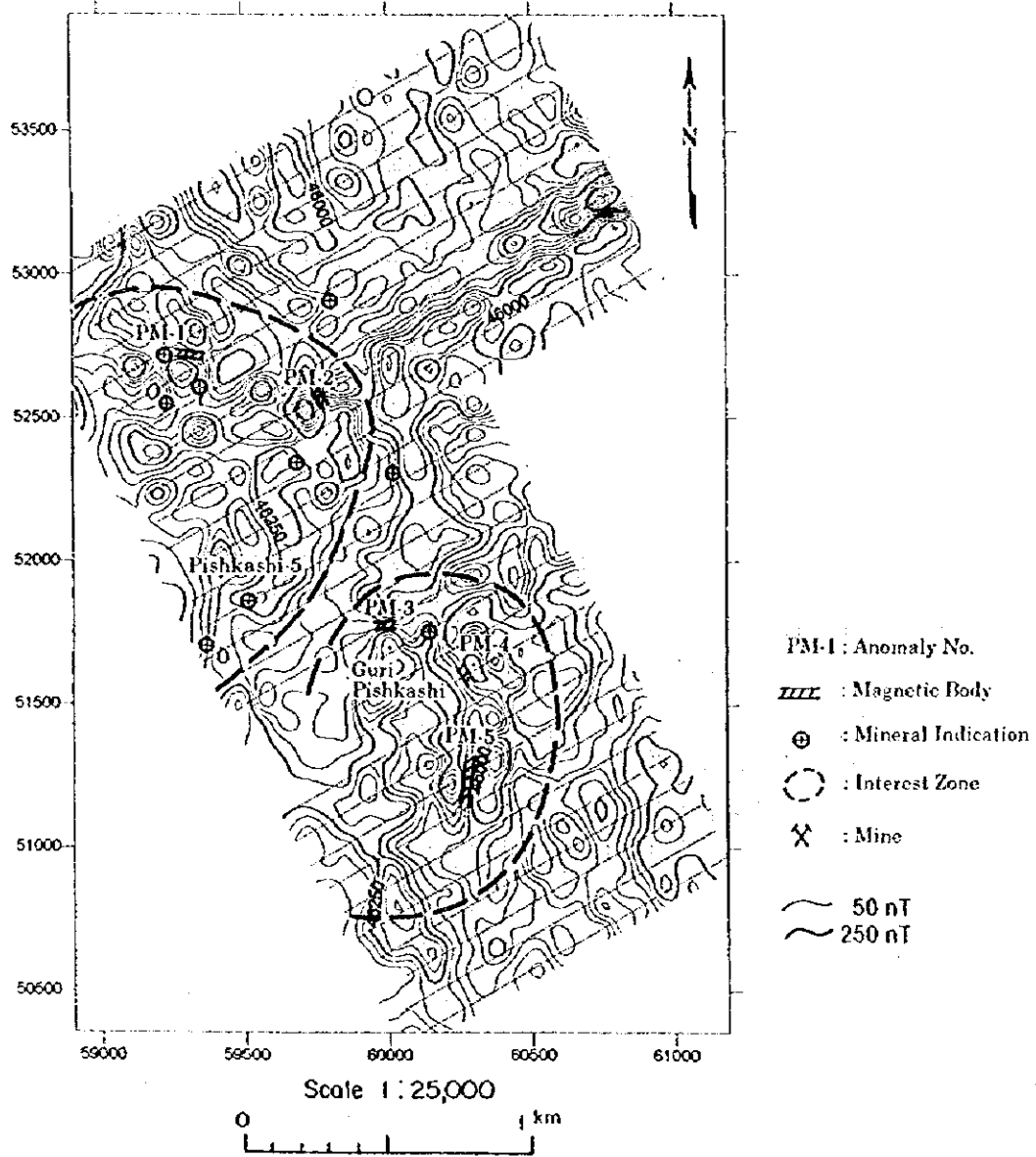


图 2-1-7 Pishkash 地区磁气探查解析图

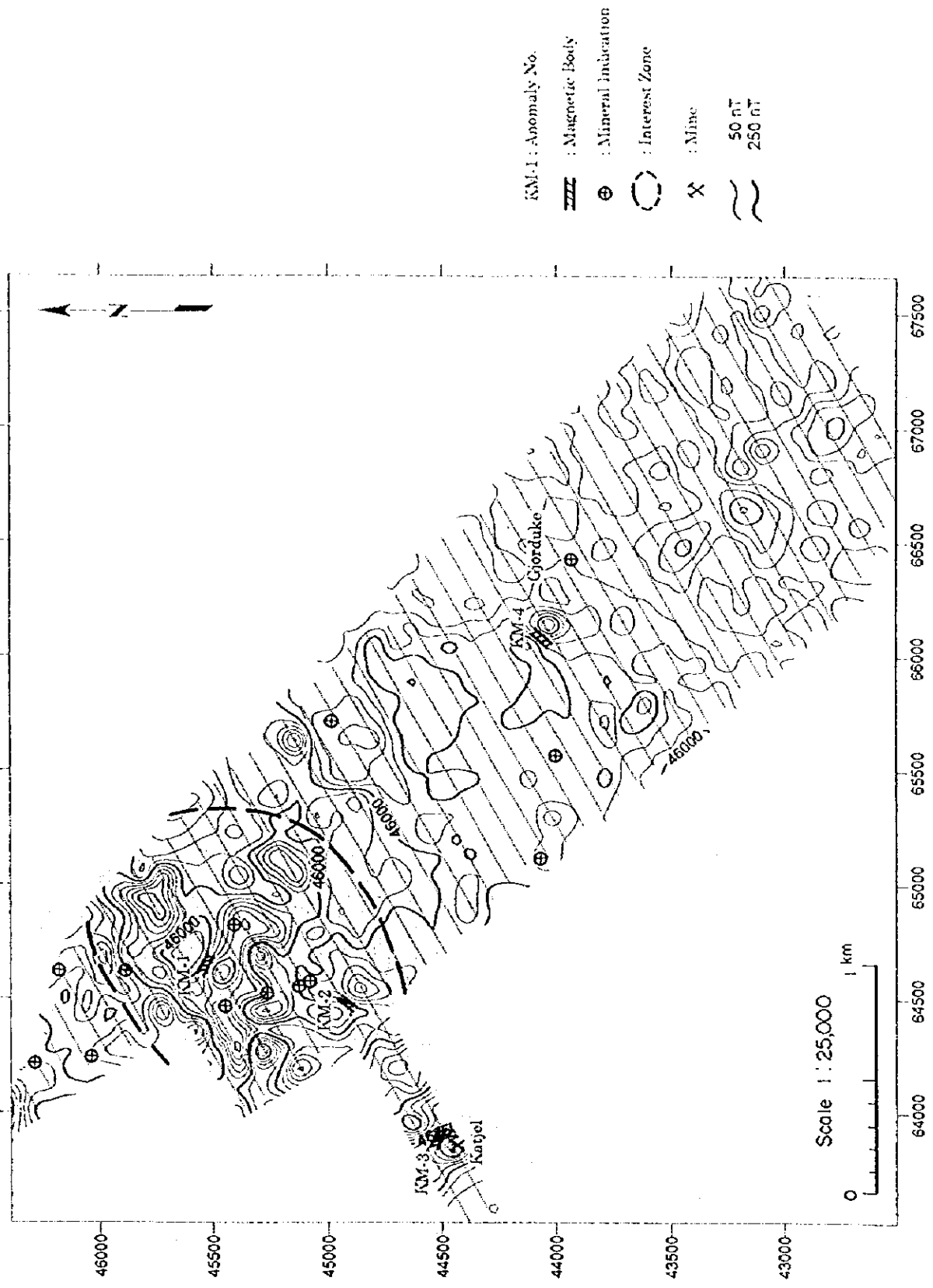
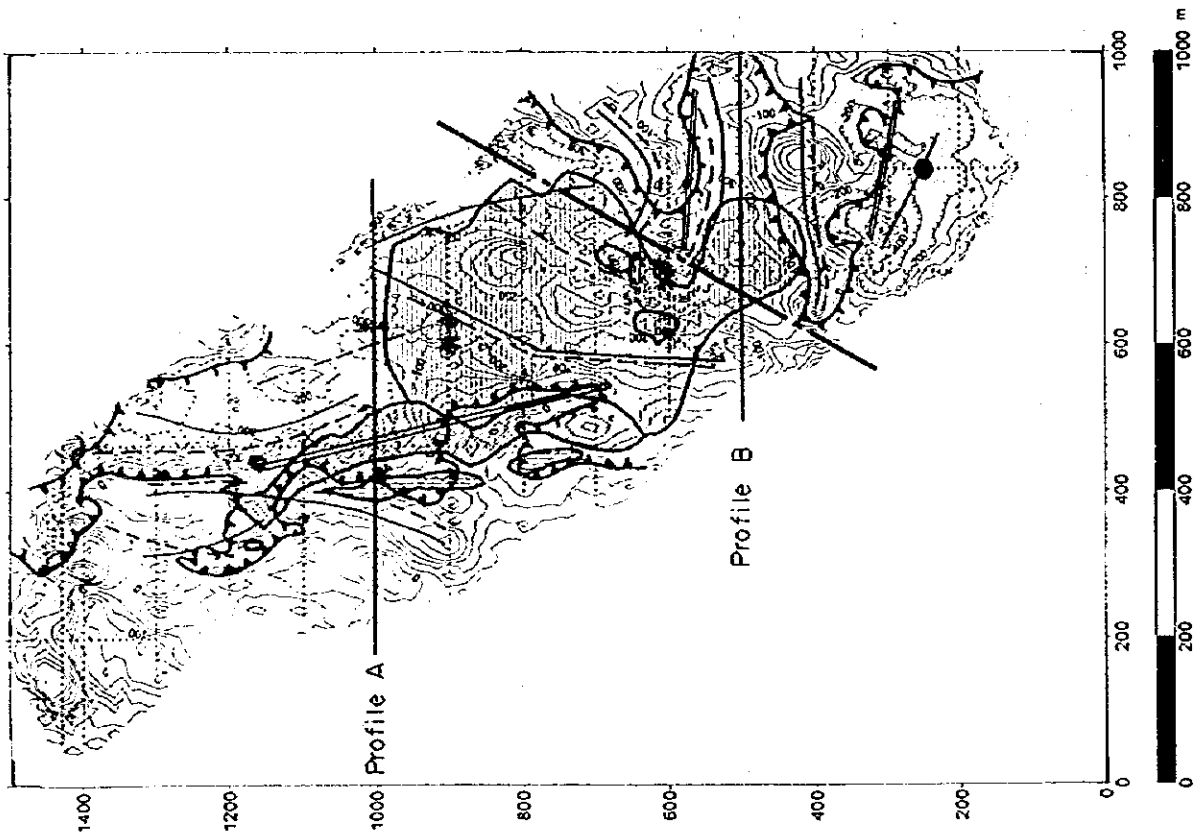


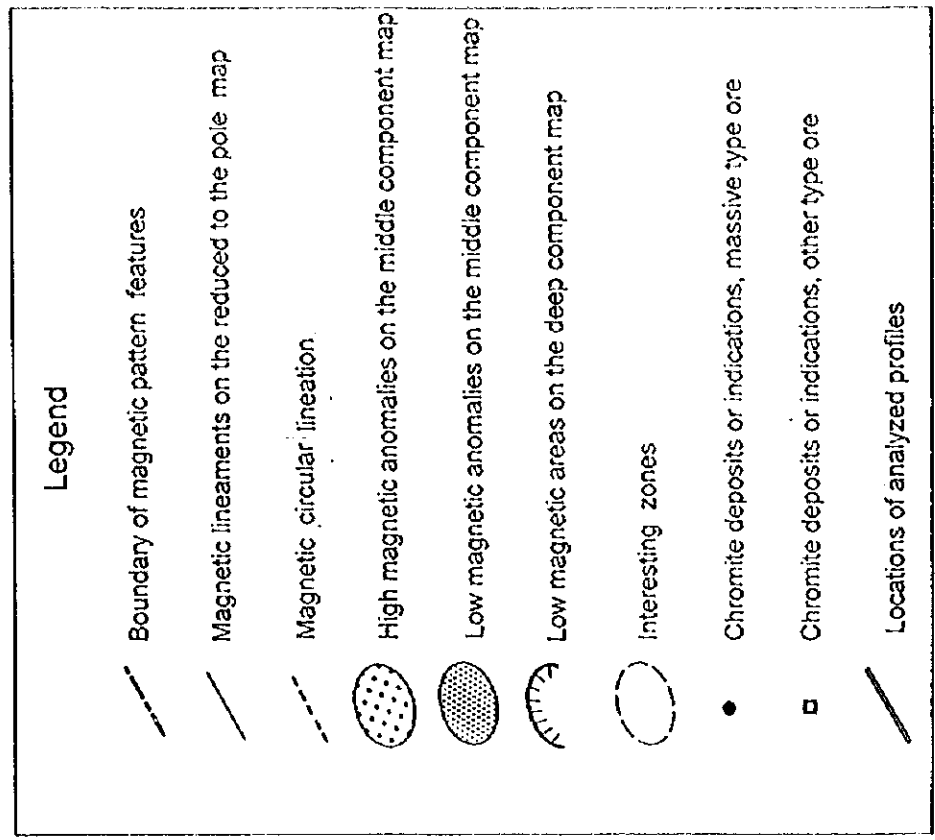
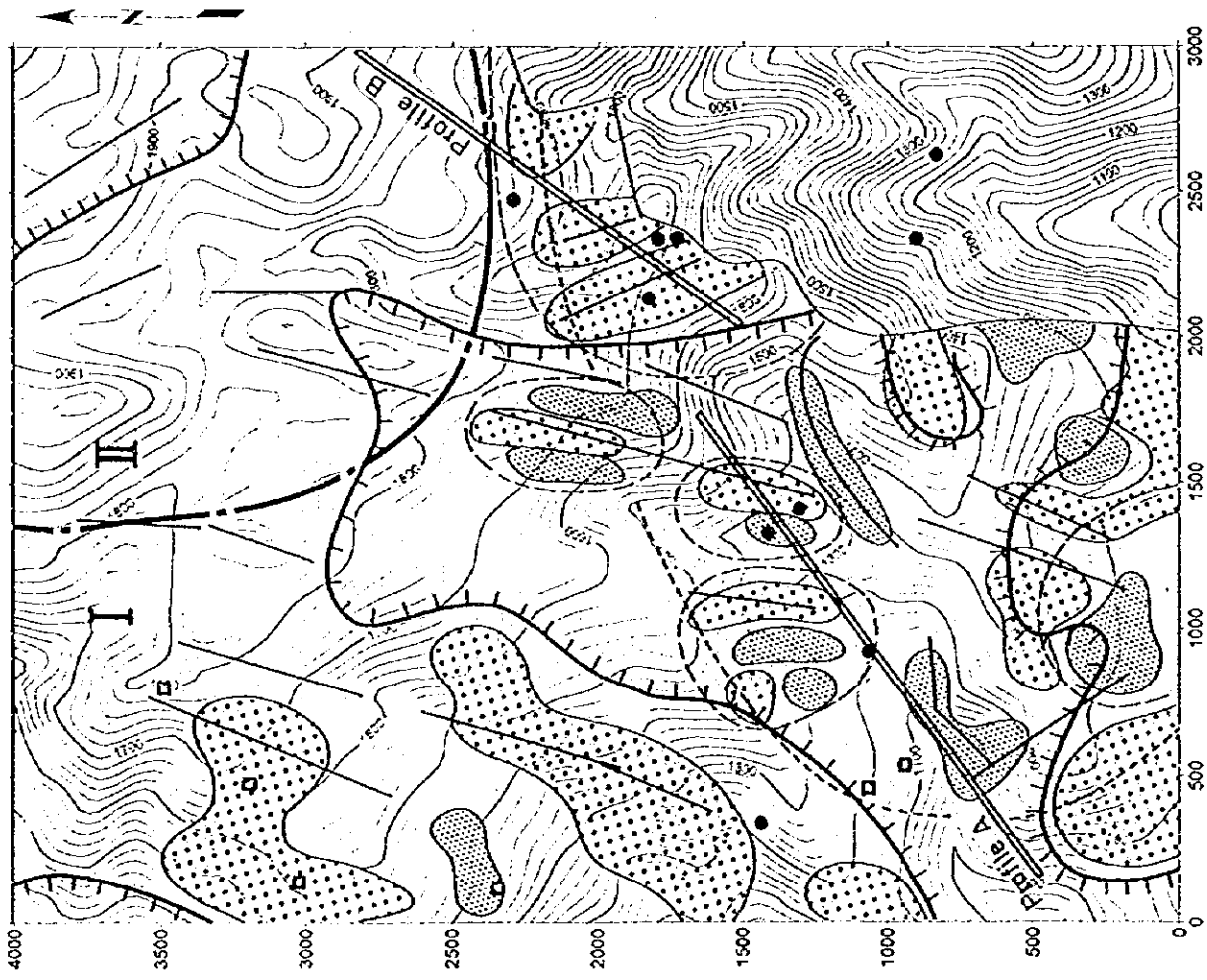
图 2-1-8 Kotodosh 地区磁气探查解析图



Legend

- Small ore body
- Vertical ore body
- Steeply inclined ore body
- Moderately inclined ore body
- Low magnetic zone
- Magnetic lineaments in the shallow components
- Magnetic lineaments in the middle components
- Magnetic lineaments in the deep components
- Boundary of magnetic lineation
- Location of chromite outcrop

图 2-1-9 Kadjei 地区磁气探查解析图



Scale 1:25,000

图 2-1-10 Central Shebenik 地区磁气探查解折图

し、緩傾斜の深部鉱体は低異常域のほぼ中央に位置している。クロミタイト露頭上での測定では、クロミタイト及びダナイトエンベロープは低異常として捉えられた。

低磁気異常は逆帯磁した岩石あるいは地質ブロックに起因する可能性が高いと考えられ、クロム鉱床及びダナイトエンベロープと関連していると考えられる。

(4) Shebenik 中央地区 (図 2-1-10)

全磁気分布は全般に N15° E 方向のトレンドを示し、北東部では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。

本地区に分布する岩石の自然残留磁化方位は、ハルツバージャイトでは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は稀であるが、ダナイトではかなり高い確率で逆帯磁を示す。したがって、磁気異常は岩種による残留磁化方位の相違を主に反映していると考えられる。

上方接続フィルター解析の結果、中間深度の主な磁気異常として、14 の高異常及び 10 の低異常が抽出された。上述した Katjel 地区の結果及び本地区の自然残留磁気測定結果からクロム鉱床は逆帯磁したダナイトエンベロープ中に胚胎されると考えられ、これら磁気異常のうち高低の磁気異常が対をなす 4 箇所が有望地として挙げられる。

1-5 ボーリング調査

第 2 年次に 8 地区 (Bregu i Pishes, Fusha e Madhe, Gjor duke, Qarri i Zi, Shesh Bush No.1, Pishkash South, Murriq, Mbi Skroske), 第 3 年次に 6 地区 (Ahu i Vetem, Lugu i Batres, Buzgare, Pishkash-5, Bregu i Pishes, Hija e Zeze) の計 13 地区でボーリング調査を実施した (図 1-1-1 参照)。調査結果を表 2-1-1 に示す。

掘削工法は、ダイヤモンドビットを使用したワイヤライン工法を主体とし、一部で普通工法が用いられた。

調査数量は 2 年次合わせて、掘削孔数 34 孔、総掘進長 3,708.4m である。このうち、クロム鉱体に着鉱したのは、Bregu i Pishes 地区 (MJAS-1, MJAS-2), Qarri i Zi 地区 (MJAS-8, MJAS-9), Ahu i Vetem 地区 (MJAS-23~27), Lugu i Batres 地区 (MJAS-28), Hija e Zeze 地区 (MJAS-36, MJAS-37) の計 12 孔である。クロミタイト着鉱状況を表 2-1-2, クロミタイトの Cr₂O₃ 品位を表 2-1-3 に示す。表 2-1-3 右端欄の平均品位は、着鉱全長を細分したコアの Cr₂O₃ 分析値 (同表左側) を各試料長 (コア長) に対して加重平均して求めた値である。

ボーリング調査を実施した地区は、大きく 3 地域に分けられる。以下に、各地域毎に調査結果を示す。

1-5-1 Shebenik 中央部域

本地域には、Ahu i Vetem, Lugu i Batres, Buzgare の 3 地区が位置する。ボーリング位置を図 2-1-11 に示す。

表2-1-1 ボーリング調査結果

地区名	孔番号	座標		標高 (m)	掘進長 (m)	傾斜角 (°)	方位	加砂付 着磁	コア採取率 (%)
		X	Y						
Bregu i Pishes	MJAS-1	67,132.14	43,300.49	1,141.32	80.0	-43	S60° W	有	82.6
	MJAS-2	67,122.11	43,334.64	1,141.46	80.0	-45	S60° W	有	88.8
	MJAS-3	67,121.57	43,370.25	1,135.48	130.9	-40	S60° W	無	90.6
Fusha e Madhe	MJAS-4	66,160.17	44,045.42	1,119.44	191.5	-45	N50° W	無	86.0
Gjorduke	MJAS-6	66,544.17	43,874.42	1,304.85	170.1	-60	S70° W	無	99.2
	MJAS-7	66,549.14	43,908.08	1,303.65	167.3	-49	S70° W	無	95.5
Qarri i Zi	MJAS-8	55,361.02	53,816.78	644.87	87.5	-40	N60° E	有	80.6
	MJAS-9	55,363.50	53,829.16	644.68	101.6	-51	N60° E	有	85.6
	MJAS-10	55,376.77	53,792.23	627.18	101.1	-46	N60° E	無	93.2
Shesh Bush No.1	MJAS-12	65,753.80	43,084.68	1,202.04	100.6	-40	S60° W	無	100
	MJAS-13	65,763.09	43,043.35	1,199.60	100.0	-43	S60° W	無	100
	MJAS-14	65,771.81	43,001.98	1,199.76	100.8	-40	S60° W	無	100
Pishkash South	MJAS-15	60,139.78	51,301.59	959.19	209.5	-45	E	無	99.9
	MJAS-16	60,198.17	51,182.74	885.63	211.8	-60	E	無	100
Murriq	MJAS-18	64,515.89	45,310.19	714.35	100.0	-30	N	無	90.1
	MJAS-19	64,564.52	45,310.46	719.74	100.0	-30	N	無	94.5
Mbi Skroske	MJAS-20	59,286.67	52,620.93	1,041.81	100.2	-55	N54° E	無	96.6
	MJAS-21	59,266.00	52,624.19	1,039.03	100.6	-55	N30° E	無	91.4
	MJAS-22	59,163.75	52,718.30	1,080.12	100.0	-63	S10° W	無	100
Ahu i Yetem	MJAS-23	57,824.16	56,350.25	1,717.15	140.0	-71	S78° W	有	96.8
	MJAS-24	57,824.16	56,350.25	1,717.15	130.0	-73	N78° E	有	97.7
	MJAS-25	57,847.17	56,306.94	1,718.25	130.0	-61	N78° E	有	98.5
	MJAS-26	57,853.11	56,327.78	1,711.85	130.0	-59	N78° E	有	97.7
	MJAS-27	57,878.45	56,314.37	1,718.51	150.0	-74	N78° E	有	96.7
Lugu i Batres	MJAS-28	58,292.63	56,435.11	1,781.57	60.0	-40	N16° E	有	96.7
	MJAS-29	58,301.84	56,395.93	1,776.68	70.0	-50	N16° E	無	95.0
Buzgare	MJAS-30	57,074.24	54,799.44	1,190.30	40.0	-40	N45° E	無	97.5
	MJAS-31	57,093.04	54,788.73	1,187.21	50.0	-40	N45° E	無	92.0
Pishkash-5	MJAS-32	52,446.34	59,680.67	1,243.50	125.0	-60	S80° W	無	97.6
	MJAS-33	52,446.34	59,680.67	1,243.50	110.0	-68	S80° W	無	99.0
Bregu i Pishes	MJAS-34	43,344.10	67,079.83	1,139.25	80.0	-40	S60° W	無	84.1
	MJAS-35	43,386.83	67,070.70	1,137.72	80.0	-43	S60° W	無	71.1
Hija e Zeze	MJAS-36	41,451.43	67,663.52	1,182.94	50.0	-40	S60° W	有	95.3
	MJAS-37	41,474.24	67,651.39	1,185.64	60.0	-40	S60° W	有	92.0

表2-1-2 クロミタイト着鉍状況

地区名	孔番号	掘進長 (m)	着鉍深度		着鉍長 (m)	鉍床形態	Cr ₂ O ₃ (%)
			上端(m)	下端(m)			
Bregu i Pishes	MJAS-1	80.0	41.70	42.73	1.03	鉍染状	34.46
	MJAS-2	80.0	59.00	59.25	0.25	鉍染状	38.60
			60.05	60.90	0.85	塊状	49.70
Qarri i Zi	MJAS-8	87.5	4.85	5.32	0.47	鉍染状	39.61
			9.75	10.00	0.25	鉍染状	24.30
			28.76	28.81	0.05	鉍染状	—
			43.30	43.85	0.55	鉍染状	21.70
			48.80	49.25	0.45	鉍染状	26.70
	MJAS-9	101.6	3.60	4.51	0.91	鉍染状	23.48
			4.93	5.00	0.07	鉍染状	—
			6.97	7.47	0.50	鉍染状	27.10
			9.30	9.32	0.02	鉍染状	—
			11.17	11.19	0.02	鉍染状	—
			21.75	21.80	0.05	鉍染状	—
			25.60	25.65	0.05	鉍染状	—
			26.20	26.23	0.03	鉍染状	—
			36.30	36.32	0.02	鉍染状	—
Ahu i Vetem	MJAS-23	140.0	119.30	122.05	2.75	鉍染～縞状	26.10
	MJAS-24	130.0	100.20	101.00	0.80	鉍染～縞状	14.95
			101.30	102.95	1.65	鉍染～縞状	15.61
	MJAS-25	130.0	4.90	4.91	0.01	縞状	—
			113.90	115.00	1.10	鉍染～縞状	19.39
			115.15	115.65	0.50	鉍染～縞状	16.21
	MJAS-26	130.0	10.85	10.90	0.05	塊状	35.41
			113.90	118.50	4.60	鉍染～縞状	17.42
MJAS-27	150.0	116.85	118.83	1.98	鉍染～縞状	21.51	
Lugu i Baltes	MJAS-28	60.0	9.50	9.80	0.30	塊状	39.75
Hija e Zeze	MJAS-36	50.0	43.00	44.10	1.10	塊状	36.41
	MJAS-37	60.0	41.50	41.70	0.20	塊状	41.62

表2-1-3 クロミタイト品位

孔番	試料番号	Cr ₂ O ₃ 分析値 (%)	試料深度 (m)		試料長 (m)	着鉄長 (m)	平均品位 (%)		
			上端	下端					
MJAS-1	1-C-1	36.70	41.70	42.10	0.40	1.03	34.46		
	1-C-2	34.40	42.10	42.30	0.20				
	1-C-3	32.40	42.30	42.73	0.43				
MJAS-2	2-C-1	38.60	59.00	59.25	0.25	0.25	38.60		
	2-C-2	49.70	60.05	60.90	0.85	0.85	49.70		
MJAS-8	8-C-1	40.50	4.85	5.11	0.26	0.31	39.61		
	8-C-2	33.40	5.19	5.21	0.02				
	8-C-3	36.00	5.29	5.32	0.03				
	8-C-4	24.30	9.75	10.00	0.25			0.25	24.30
	8-C-5	21.70	43.30	43.85	0.55			0.55	21.70
	8-C-6	26.70	48.80	49.25	0.45			0.45	26.70
MJAS-9	9-C-1	25.60	3.67	3.87	0.20	0.84	23.48		
	9-C-2	23.00	3.87	4.13	0.26				
	9-C-3	22.70	4.13	4.51	0.38				
	9-C-4	27.10	6.97	7.47	0.50			0.50	27.10
MJAS-23	23-C-1	30.38	119.30	119.90	0.60	2.75	26.10		
	23-C-2	16.07	119.90	120.55	0.65				
	23-C-3	24.10	120.55	121.60	1.05				
	23-C-4	39.53	121.60	122.05	0.45				
MJAS-24	24-C-1	13.40	100.20	100.55	0.35	0.80	14.95		
	24-C-2	16.16	100.55	101.00	0.45				
	24-C-3	16.66	101.30	101.85	0.55			1.65	15.61
	24-C-4	14.16	101.85	102.25	0.40				
	24-C-5	18.47	102.25	102.65	0.40				
	24-C-6	11.82	102.65	102.95	0.30				
MJAS-25	25-C-1	8.64	113.90	114.20	0.30	1.10	19.39		
	25-C-2	23.42	114.20	115.00	0.80				
	25-C-3	16.21	115.15	115.65	0.50			0.50	16.21
MJAS-26	26-C-1	35.41	10.85	10.90	0.05	0.05	35.41		
	26-C-2	18.78	113.90	114.80	0.90			4.60	17.42
	26-C-3	15.73	114.80	115.90	1.10				
	26-C-4	15.41	115.90	116.50	0.60				
	26-C-5	24.41	116.50	117.10	0.60				
	26-C-6	15.73	117.10	118.50	1.40				
MJAS-27	27-C-1	24.01	116.85	117.65	0.80	1.98	21.51		
	27-C-2	18.08	117.65	118.55	0.90				
	27-C-3	25.37	118.55	118.83	0.28				
MJAS-28	28-C-1	39.75	9.50	9.80	0.30	0.30	39.75		
MJAS-36	36-C-1	26.94	43.00	43.40	0.40	1.10	36.41		
	36-C-2	43.85	43.40	44.00	0.60				
	36-C-3	29.63	44.00	44.10	0.10				
MJAS-37	37-C-1	41.62	41.50	41.70	0.20	0.20	41.62		



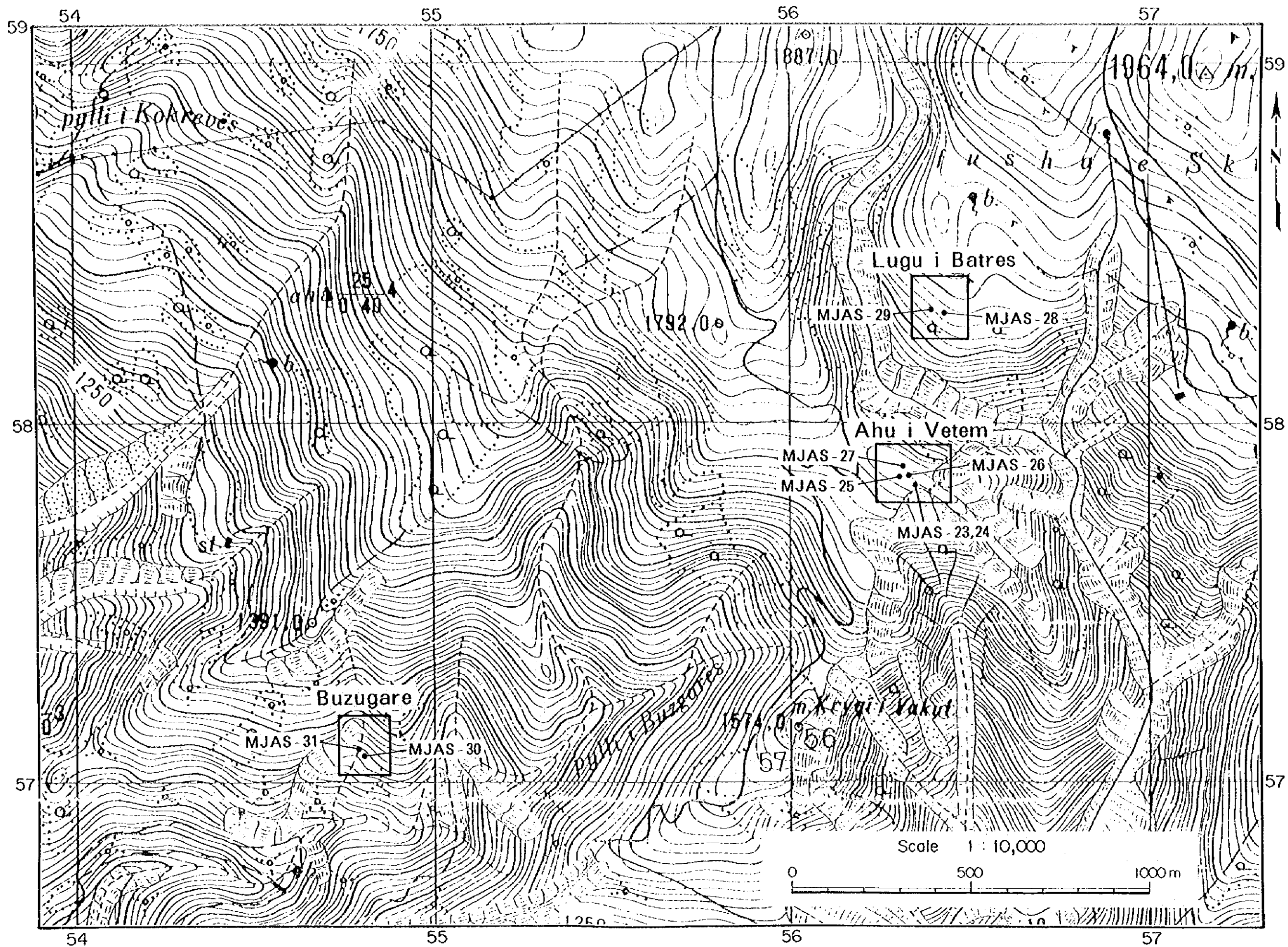


图 2-1-11 Shebenik 中央部域ボーリング位置図

(1) Ahu i Vetem 地区 (付図1 (1), (2))

- ・孔井：MJAS-23, MJAS-24, MJAS-25, MJAS-26, MJAS-27
- ・探査対象：地表露頭及び探鉱坑道などで確認されている鉱体の北方延長部。
- ・孔井地質：厚さ数m～数10m規模のダナイトとハルツバージャイト。
- ・着鉱状況：全5孔において掘進長100m以上の深部で鉱染状の深部鉱体に着鉱した。
MJAS-23では、厚さ12mのダナイト中に厚さ2.75mのクロミタイトが賦存し、 Cr_2O_3 品位は26.10%である。MJAS-24では、ダナイトの厚さが48m、クロミタイトの厚さが2.45m、 Cr_2O_3 品位が15%前後である。MJAS-25では、ダナイトの厚さが23m以上、クロミタイトの厚さが1.60m、 Cr_2O_3 品位が16～19%である。MJAS-26では、ダナイトの厚さが44m以上、クロミタイトの厚さが4.60m、 Cr_2O_3 品位が17.42%である。MJAS-27では、ダナイトの厚さが24m、クロミタイトの厚さが1.98m、 Cr_2O_3 品位が21.51%である。また、MJAS-25とMJAS-26では塊状の浅部鉱体に着鉱したが、クロミタイトの厚さは数cmと非常に薄く、 Cr_2O_3 品位はMJAS-26で35.41%である。
- ・鉱体：本地区の鉱体は、賦存する標高から深部鉱体と浅部鉱体に区分される。深部鉱体はNNE-SSW走向、 $40\sim 50^\circ$ の西傾斜を示し、緩く北にプランジする。浅部鉱体はNNW-SSE走向、 $20\sim 30^\circ$ の東傾斜を示し、緩く北にプランジする。深部鉱体は縞状～鉱染状を呈し比較的規模が大きい。深部鉱体の厚さは1～2mを主とし、最大4.8mであるが、 Cr_2O_3 品位は14～26%とやや低い。一方、浅部鉱体は塊状を呈し、 Cr_2O_3 品位は35～51%と高いが、厚さは1m未満で小規模である。
- ・非着鉱理由：MJAS-23, MJAS-24, MJAS-27では浅部鉱体に着鉱しなかった。これは、浅部鉱体の走向が深部鉱体と斜交しており、分布範囲が西側にずれていることを表す。

(2) Lugu i Batres 地区 (付図2)

- ・孔井：MJAS-28, MJAS-29
- ・探査対象：地表露頭及びピットなどで確認されている鉱体の下部。
- ・孔井地質：厚さ数m規模のダナイトを伴うハルツバージャイト。
- ・着鉱状況：MJAS-28では、厚さ約1mのダナイト中に厚さ0.3mの塊状の鉱体が賦存し、 Cr_2O_3 品位は39.75%である。MJAS-29では着鉱せず。
- ・鉱体：鉱体はWNW-ESE走向、 $40\sim 70^\circ$ の南傾斜を示す。断層により切られ、西へ緩くプランジすると考えられる。
- ・非着鉱理由：MJAS-29付近では鉱体の下部延長が断層により転位している、または下部方向への拡がりが小さいと考えられる。

(3) Buzgare 地区 (付図3)

- ・孔井：MJAS-30, MJAS-31
- ・探査対象：探鉱坑道で確認されている鉱体の下部及び北西延長部。EPMA異常。
- ・孔井地質：MJAS-30ではハルツバージャイトのみからなる。MJAS-31ではダナイト

を伴うハルツバージャイトで、断層及び角礫化帯が発達する。

- ・着鉱状況：着鉱せず。
- ・鉱体：鉱体はNW-SE走向で、50~80°の南傾斜を示す。
- ・非着鉱理由：既存鉱体の下部に緩傾斜の厚い破砕帯が存在することから、鉱体の下部延長は断層により大きく転位していると考えられる。

1-5-2 Shebenik 南部域

本地域には、Qarri i Zi, Mbi Skroske, Pishkash South, Pishkash-5 の4地区が位置する。ボーリング位置を図2-1-12に示す。

(1) Qarri i Zi 地区 (付図4(1)~(3))

- ・孔井：MJAS-8, MJAS-9, MJAS-10
- ・探査対象：既存のQarri i Zi 鉱床の南方延長下部。EPMA 異常。
- ・孔井地質：MJAS-8 と MJAS-9 では、浅部がダナイト、深部がハルツバージャイトからなる。MJAS-10 では、浅部でわずかにダナイトが伴われるだけでハルツバージャイトが主体である。全体に、断層や角礫化帯が発達する。
- ・着鉱状況：MJAS-8, MJAS-9 とともに、厚さ10m以上のダナイト中に、厚さ数cm~1m未満の多層の鉱染状鉱体が賦存する。厚さ10cm以上のクロミタイトは、MJAS-8で4層、MJAS-9で2層である。Cr₂O₃品位は、MJAS-8の最浅部1層が39.61%なのを除き、すべて20%台(21~27%)である。MJAS-10は着鉱せず。
- ・鉱体：鉱体はNW-SE走向で、垂直~80°の東傾斜を示し、断層によるブロック化及び転位が認められる。
- ・非着鉱理由：MJAS-10ではダナイトが非常に少なく、クロミタイトを賦存するダナイトがENE-WSW走向の断層により大きく転位したと考えられる。

(2) Mbi Skroske 地区 (付図5)

- ・孔井：MJAS-20, MJAS-21, MJAS-22
- ・探査対象：MJAS-20は物理探査で抽出された磁気異常PM-1の下部、MJAS-22はクロミタイト鉱徴No.49の下部、MJAS-21はこれら両者の関係。
- ・孔井地質：パイロキシナイトを伴うハルツバージャイト。ダナイトは薄く非常にまれで、MJAS-22では認められなかった。
- ・着鉱状況：着鉱せず。
- ・非着鉱理由：ダナイトがわずかにしか存在しないことから、クロミタイト鉱床を伴うダナイトの生成場ではない。
- ・磁気異常：磁気異常部の岩相等は、その上下位と比べて特に差がなく、磁気異常の原因は不明瞭である。

(3) Pishkash South 地区 (付図6)

- ・孔井：MJAS-15, MJAS-16
- ・探査対象：物理探査で抽出された磁気異常PM-5の下部。

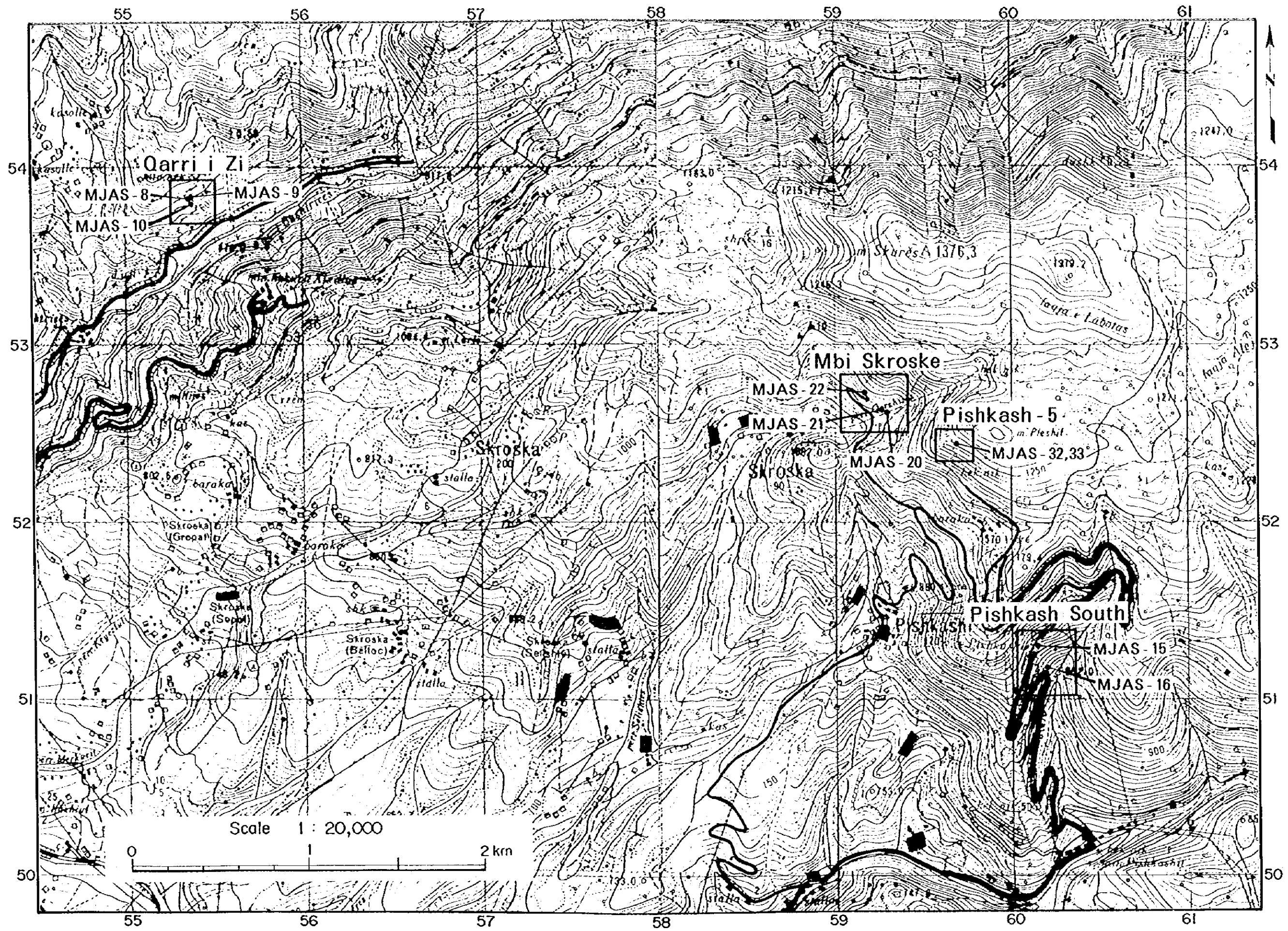


图 2-1-12 Shebenik 南部域ボーリング位置図

- ・孔井地質：パイロキシナイト，ダナイトを伴うハルツバーチャイト。角礫化帯及び断層が発達。

- ・磁気異常：磁気異常部の岩相等は，その上下位と比べて特に差がない。MJAS-16 では，PM-5 部より深部でダナイトが卓越する。磁気異常の原因として，断層を境にして岩体が異なる残留磁気方向をもつ可能性が考えられる。

- ・着鉱状況：着鉱せず。

(4) Pishkash-5 地区 (付図7)

- ・孔井：MJAS-32, MJAS-33

- ・探査対象：探鉱坑道で確認されている鉱体が断層で転位した北方延長部。

- ・孔井地質：ダナイトをわずかに伴うハルツバーチャイト。断層及び角礫化帯が発達。

- ・着鉱状況：着鉱せず。

- ・鉱体：鉱体は NW-SE~NNW-SSE 走向で，50~80° の東傾斜を示し，北に緩傾斜でプランジする。多くの NE-SW 系の正断層で切られ，相対的に北側が隆起している。

- ・非着鉱理由：鉱体と同方向の NNW-SSE 系の断層により，数 10m以上の規模で鉱体が大きく転位していると考えられる。

1-5-3 Pogradec 北部域

本地域には，Bregu i Pishes, Fusha e Madhe, Gjorduke, Shesh Bush No.1, Murriq, Hija e Zeze の 6 地区が位置する。ボーリング位置を図 2-1-13 に示す。

(1) Bregu i Pishes 地区 (付図8(1)~(4))

- ・孔井：MJAS-1, MJAS-2, MJAS-3, MJAS-34, MJAS-35

- ・探査対象：地表露頭及びピットで確認されている鉱体の北西延長部。EPMA 異常。

- ・孔井地質：厚さ 1m未満のダナイトを伴うハルツバーチャイト。断層及び角礫化帯が発達。

- ・着鉱状況：既知鉱体に近い MJAS-1 と MJAS-2 では，ダナイトエンベロープに胚胎されるクロミタイトに着鉱したが，これより北方に位置する他の 3 孔では着鉱に至らなかった。MJAS-1 では，厚さ約 2mのダナイト中に厚さ 1.03mの鉱染状の鉱体が賦存する。Cr₂O₃ 品位は 34.46%である。MJAS-2 では，厚さ約 2mのダナイト中に厚さ 0.25mの鉱染状の鉱体と厚さ 0.85mの塊状の鉱体が賦存する。後者のクロミタイトの下盤側は断層で切られ，ハルツバーチャイトと接している。Cr₂O₃ 品位は，前者で 38.60%，後者で 49.70%である。

- ・鉱体：鉱体は NW-SE 走向で，垂直~80° の東傾斜を示し，断層による転位で雁行状に配列する。

- ・非着鉱理由：断層により鉱体をもっと西側に大きく転位している，あるいは鉱体の傾斜方向の拡がり小さいことが考えられる。

(2) Fusha e Madhe 地区 (付図9)

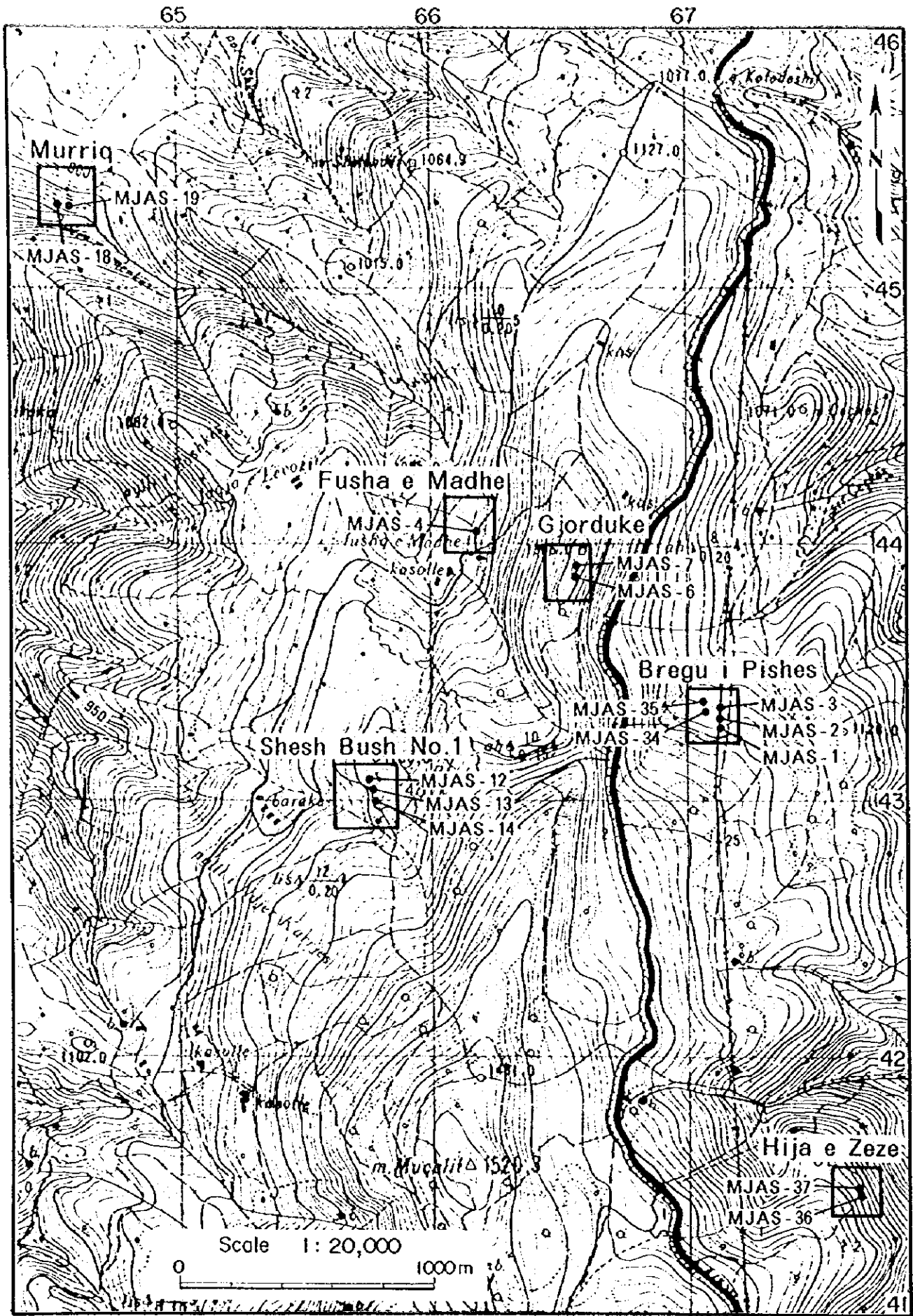


図 2-1-13 Pogradec 北部域ボーリング位置図

- ・孔井：MJAS-4
- ・探査対象：物理探査で抽出された磁気異常 KM-4 の下部。
- ・孔井地質：ダナイトを伴うハルツバージャイト。全般に顕著な酸化鉄汚染が認められる。
KM-4 に相当する深度では断層角礫帯や破砕帯が発達し、これより深部でダナイトが卓越する。
- ・磁気異常：磁気異常の要因として KM-4 部の断層を境にして岩体異なる方向の残留磁気をもつことが考えられる。
- ・着鉱状況：着鉱せず。

(3) Gjor Duke 地区 (付図 10)

- ・孔井：MJAS-6, MJAS-7
- ・探査対象：既存の Gjor Duke 鉱体の北方延長下部。
- ・孔井地質：ダナイトを伴うハルツバージャイト。断層角礫化帯を境として深部のハルツバージャイトは新鮮。
- ・着鉱状況：着鉱せず。ただし、鉱体に近い MJAS-6 で、厚さ 0.5m のダナイト中に粗粒クロムスピネルが厚さ 2cm のレンズ状に濃集するのが認められる。
- ・鉱体：鉱体は NNW-SSE 走向で、45~65° 東傾斜を示し、NW-SE 走向・10~30° 東傾斜と WNW-ESE 走向・40~50° 南傾斜の正断層でブロック化している。鉱体のプランジは北に 20° である。
- ・非着鉱理由：WNW-ESE 走向の正断層で北側が相対的に隆起しており、鉱体の大局的なプランジが北に 10° 程度であるため、両孔は鉱体の下盤側を通過したものと考えられる。

(4) Shesh Bush No.1 地区 (付図 11)

- ・孔井：MJAS-12, MJAS-13, MJAS-14
- ・探査対象：地表露頭及び探鉱坑道で確認されている鉱体の北方延長部。
- ・孔井地質：ダナイトを多く伴うハルツバージャイト。角礫化帯及び断層も発達。
- ・着鉱状況：着鉱せず。ただし、鉱体に一番近い MJAS-14 の一部では、粗粒のクロムスピネルがスポット状に濃集する。
- ・鉱体：鉱体は NNW-SSE 走向で、垂直~80° 東傾斜を示し、北に 12° プランジする。
- ・非着鉱理由：地表下 10m 程度を通る非常に緩傾斜の断層により、鉱体の下部延長部が転位していることが考えられる。なお、既往調査では、既存鉱体の東西 100m の範囲では深部鉱体は捕捉されていない。

(5) Murriq 地区 (付図 12)

- ・孔井：MJAS-18, MJAS-19
- ・探査対象：トレンチ及びピットで確認されている鉱体の下部延長部。
- ・孔井地質：わずかにダナイトを伴うハルツバージャイト。角礫化帯及び断層も発達。
- ・着鉱状況：着鉱せず。
- ・鉱体：N60° W ・ 48° N の走向・傾斜を示す。

- ・非着鉱理由：クロミタイトを伴うダナイトエンベロープが小規模で、連続性に乏しい。
- (6) Hija e Zeze 地区 (付図 13(1)~(3))
- ・孔井：MJAS-36, MJAS-37
- ・探査対象：ピット及び探鉱坑道で確認されている鉱体の北北西方延長部。
- ・孔井地質：ダナイトを伴うハルツバージャイト。角礫化帯及び断層が発達。
- ・着鉱状況：MJAS-36 では、厚さ約 3 m のダナイト中に厚さ 1.1m の塊状の鉱体が賦存し、 Cr_2O_3 品位は 36.41% である。MJAS-37 では、厚さ 0.7m のダナイト中に厚さ 0.2 m の塊状クロミタイトが賦存し、 Cr_2O_3 品位は 41.62% である。
- ・鉱体：鉱体は NW-SE~NNW-SSE 走向で、垂直~80° 東傾斜を示し、北に緩傾斜でブランチする。

1-6 室内試験

室内試験として、岩石薄片及び鉱石研磨薄片の顕微鏡観察、岩石及び鉱石の化学分析、クロムスピネルの EPMA 分析を行った。

1-6-1 顕微鏡観察

調査地域の超塩基性岩類は全体に蛇紋岩化を受けている。しかし、ほとんど蛇紋岩化や変形を受けていない岩石も存在し、初生的な鉱物学的情報が保存されていることもある。また、一部のクロミタイトは、未変質かんらん石を含むことや、スピネル中の包有物として新鮮な角閃石を含むことがあり、これらはスピネル濃集時の情報を保存していると考えられる。

(1) ハルツバージャイト

ハルツバージャイトは、主に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組織を示すが、葉片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。かんらん石及び輝石類は、一部または全てが蛇紋石(クリソタイルまたはリザーダイト)により置換されていることが多い。

(2) ダナイト

ダナイトは、大部分がかんらん石からなり、少量のクロムスピネルを伴い、斜方輝石または単斜輝石を少量伴うことがある。一般にプロトグラニューラー組織を示す。ハルツバージャイトと同様に、強い蛇紋岩化を受けていることが多い。クロムスピネルの量比は変化に富み、ごく微量からクロミタイトに近い組成のものまで認められる。

(3) クロミタイト

クロミタイトは主にかんらん石とクロムスピネルからなる。かんらん石の大部分は、蛇紋岩化(クリソタイル、リザーダイトまたはアンチゴライト)している。かんらん石とクロムスピネルの量比は非常に変化に富む。

クロムスピネルは赤褐色~不透明を示し、自形性が高い。クロムスピネルの周縁や亀裂

部は磁鉄鉱（一部フェリットクロマイト）により置換されていることが多い。クロムスピネルの粒間は緑泥石で充填されていることが多い。スピネル包有物の多くは緑泥石または蛇紋石により置換されているが、一部で新鮮な角閃石（パーガサイト）が認められる。

(4) パイロキシナイト

パイロキシナイトは主に単斜輝石及び斜方輝石からなり、粗粒な粒状組織を示す。単斜輝石と斜方輝石の量比は8：2程度で、少量のかんらん石及び角閃石を伴うものと、斜長石及び不透明鉱物を伴うものがある。

1-6-2 化学分析

全岩化学分析結果を付表1, 岩石及び鉱石の化学分析結果を付表2, 白金族元素 (PGE; Platinum Group Elements) の化学分析結果を付表3に示す。

ハルツバージャイトはダナイトに比べて、 Al_2O_3 , Fe_2O_3 , SiO_2 及び CaO が若干高く、 Cr_2O_3 及び MgO が若干低い傾向がある。 K_2O , Na_2O , MnO , P_2O_5 , TiO_2 は両者共に低い。 Cr_2O_3 平均含有量は、ハルツバージャイトで 0.40%, ダナイトで 0.74% であり、クロミタイトでは 30% を越える。

付表2で分析した元素のうち、検出限界以下の試料が少ない Al, Ca, Co, Fe, Mn, Ni, V, Zn について、岩種別に平均値を算出した結果を表 2-1-4 に示す。

表 2-1-4 化学分析結果の基本統計量

岩種		Al (ppm)	Ca (ppm)	Co (ppm)	Fe (%)	Mn (ppm)	Ni (ppm)	V (ppm)	Zn (ppm)	Cr (ppm)
Chromitite	最大	4.51	4.2	195	10.05	1140	3710	899	276	—
	最小	0.05	0.01	10	0.65	110	300	4	12	—
	平均	0.49	0.28	47	2.49	379	1424	72	43	—
	試料数	112	91	109	112	112	112	110	80	—
Dunite	最大	0.30	0.65	130	5.90	950	2840	50	58	5060
	最小	0.05	0.02	66	3.94	530	1940	1	18	233
	平均	0.12	0.12	90	4.61	696	2310	19	29	1062
	試料数	32	32	32	32	32	32	32	32	29
Hartzburgite	最大	1.37	5.5	123	5.79	910	2770	55	54	8270
	最小	0.09	0.03	52	3.70	650	1250	7	20	366
	平均	0.24	0.40	88	4.93	787	1986	32	33	1645
	試料数	38	38	38	38	38	38	38	38	35

注：検出限界以下、同以上のデータは除いて計算した。

クロミタイトでは、ダナイト及びハルツバージャイトに比べて、V, Al と Zn が高く、Ni, Co, Fe と Mn が低い傾向がある。また、Cr はクロムスピネル中の主要元素であるため、クロミタイト中の Cr 含有量はダナイトとハルツバージャイトよりも非常に高くな

る(表2-4-1ではすべて検出限界以上となる)。

ダナイトとハルツバージャイトを比較すると、Niはダナイト中で高く、Al、Ca、Mn、VとCrは逆に低い。これは、Niは斜方輝石よりもかんらん石に固定され、Al、Ca、Mn、VとCrは逆にかんらん石中よりも斜方輝石中に固定されるためである。

シェベニック地域の露頭、ポーリングコア、東帯の Bulqiza 鉱山、西帯 Korce に産するクロミタイトに対する PGE の化学分析の結果、調査地域におけるプラチナグループのポテンシャルは低いと考えられる。しかし、西帯のクロミタイト中の各 PGE 元素は、東帯に比べて全体的に高い濃集を示す。(付表3参照)

なお、PGE をコンドライトで規格化したグラフでは、調査地域のクロミタイトのパターンはオフィオライトのパターン (Ir グループに富み、Pt グループに乏しい) に類似する。

1-6-3 EPMA 試験

(1) 測定条件

測定の対象鉱物は、クロミタイト、その母岩のダナイト及びハルツバージャイト中に含まれるクロムスピネルである。クロムスピネルは、結晶縁や亀裂沿いに磁鉄鉱(またはフェリットクロミタイト)に変化していることがあるため、スピネル粒子の中で未変質な特にコア部分を選んで測定した。EPMA 分析結果を付表4に示す。

EPMA 試験の測定条件は以下のとおりである。

- ・測定装置 : 日本電子社製 JAX-733 型(波長分散型)
- ・加圧電圧 : 15 kV
- ・X線取出角度 : 40°
- ・照射電流 : 12 nA
- ・ビーム径 : 1 μm
- ・測定元素 : Cr, Al, Fe, Mg, Ti, Mn, V

(2) EPMA 異常の定義

超塩基性岩中のクロムスピネルに関する従来の研究成果(Matsumoto, 1996, 他)から、クロミタイトがまとまった鉱床を形成していることを示す地球化学的指標として次の4項目があげられている。本調査では、これらの指標を EPMA 異常として扱い、探鉱指針とした。

なお、 $Cr\# = Cr/(Cr+Al)$ 、 $Mg\# = Mg/(Mg+Fe^{2+})$ 、 $Fe^{3+}\# = Fe^{3+}/(Cr+Al+Fe^{3+})$ である。

① ハルツバージャイト中のクロムスピネルの Cr# は、世界の大規模なクロム鉱床の周辺では0.4~0.5を示し、高くても0.6台の前半以下の値を示す。

EPMA 異常: 同 Cr# が0.4~0.6。

② ハルツバージャイト及びダナイト中のクロムスピネルの TiO₂含有量が、クロミタイ

ト寄りの中間的な値を示す。

EPMA 異常：ハルツバージャイトにおける TiO_2 含有量が 0.05 以上。

- ③ ハルツバージャイト及びダナイト中のクロムスピネルの Fe^{+3} # が、Ti 含有量と同様に、クロミタイト寄りの中間的な値を示す。

EPMA 異常： Fe^{+3} # がハルツバージャイトにおいて 0.015 以上、ダナイトにおいて 0.030 以上。

- ④ ハルツバージャイト及びダナイト中のクロムスピネルの V_2O_3 含有量がより低く、かつ Cr # の値がより高い。これは、ハルツバージャイトの斜方輝石が選択的にメルトに溶解することによって起こる現象である。

EPMA 異常：ハルツバージャイトとダナイトにおいて、 V_2O_3 含有量が 0.20 以下かつ Cr # が 0.70 以上。

以上4項目に該当する組成を持つクロムスピネルを含むハルツバージャイト及びダナイトがその周辺に規模の大きなクロミタイト鉱床を作ると期待される。

ハルツバージャイト中のクロムスピネルの Cr # は大規模なクロム鉱床の周辺では 0.6 以下の比較的低い値を示し、同時に斜方輝石中の Cr 含有量は枯渇度の低い岩石ほど高い。これにより、壁岩をなす岩石とその中を通ったメルトとの相互反応（マントルーメルト相互反応）によって、メルト中に Cr が富化されクロムスピネルが濃集したという形成仮説が提唱された (Arai, 1995; 1996)。

つまり、形成されるクロミタイトの規模は壁岩（ハルツバージャイト）中の斜方輝石の Cr/Al 比と Cr+Al 量により決定される。マントルかんらん石中の斜方輝石の Cr 量 (Cr/Al 比, Cr+Al 量) は共存するスピネルの Cr # と相関があるため、Cr # が 0.4~0.6 を示すスピネルを含有するハルツバージャイトがより多量の Cr を濃集させるポテンシャルが高いといえる。

ハルツバージャイト及びダナイト中のクロムスピネルの Ti 含有量及び Fe^{+3} # が中間的な値を示す試料は、マントルーメルト相互反応によって形成された中間的な岩相に相当すると考えられる (Matsumoto et al., 1995; 1996)。したがって、Ti 含有量及び Fe^{+3} # が中間的な値を示す範囲が広ければ、より広い範囲でマントルーメルト相互反応が起き、斜方輝石が分解され、より多くの Cr が濃集すると期待される。

ハルツバージャイト及びダナイト中のクロムスピネルの V_2O_3 含有量と Cr # の関係では、ハルツバージャイトの斜方輝石が選択的にメルトに溶解することが、より低い V_2O_3 含有量とより高い Cr # をもたらすと考えられる (Matsumoto et al., 1995; 1996)。

(3) EPMA 試験結果

地表露頭の試料において、前述の各種の EPMA 異常を示す試料は Shebenik 岩体中央部~南部と Pogradec 岩体に多く認められる。これらの EPMA 異常がより高い頻度で出現する鉱微地または鉱床は、Shebenik 岩体南部の Bushtice, Menik, Qarri i Zi 鉱床及

び Mbi Shtepite e Coles 鉍微地, Pogradec 岩体中央部～北部の Qershori Pojske 鉍床及び Bregu i Pishes, Shlleri i Koprit, Guri i Pellumbit, Cervenake, Krai i Parkuar 鉍微地である(付図 14 参照)。これらはいずれも Shebenik-Pogradec 超塩基性岩体の西半部に位置している点が注目される。

調査地域内で採取されたハルツバージャイト中のクロムスピネルの Cr # は 0.40～0.85 までの広い範囲の値をもつ(図 2-1-14 参照)。しかし、その多くは 0.60～0.80 に集中し、同 Cr # が 0.60 以下の EPMA 異常を示す試料は 12 個のみである。このうち 7 個は地表露頭の試料であり、Shebenik 岩体北西部の Librazhd-Katundi 付近(2 試料)、Shebenik 岩体中央部の Ahu i Vetem 地区付近(2 試料)、Shebenik 岩体中央東部の Skenderbeu 付近(1 試料)、Pogradec 岩体北部の Gjorduke 地区付近(1 試料)、Pogradec 岩体中央部の Fushes Madhe 山付近(1 試料)に位置する。また、残り 5 個はボーリングコアの試料であり、Shebenik 岩体南部の Qarri i Zi 地区(MJAS-8; 1 試料)及び Mbi Skroske 地区(MJAS-20, MJAS-22; 各 1 試料)、Pogradec 岩体北部の Murriq 地区(MJAS-18; 2 試料)に位置する。

このように、ハルツバージャイト中のクロムスピネルの Cr # が 0.60 以下の EPMA 異常を示す試料は少ないことから、調査地域内に Bulqiza 鉍山級以上の規模を持つクロム鉍床が賦存する可能性は低い。ただし、現実には小規模ながらクロム鉍床は数多く存在することから、クロムスピネルの Cr # が 0.6 以下のハルツバージャイトが広く分布し、ダナイト岩体を多く伴う地域があれば、大規模な鉍体もしくは小規模でも多数の鉍体が賦存する可能性は残っている。

V_2O_3 含有量と Cr # の相関図(図 2-1-14)では、クロミタイト中のクロムスピネルのほとんどは V_2O_3 含有量が 0.20 以下かつ Cr # が 0.70 以上を示す。このクロミタイトの範囲内に入るダナイトは V_2O_3 -Cr # の EPMA 異常とされる。地表露頭試料のほとんどは、クロミタイト-ダナイト-ハルツバージャイトのセットで採取されており、48 セットのうち 29 個のダナイトが V_2O_3 -Cr # の EPMA 異常を示す。このダナイトは低い V_2O_3 含有量、高い TiO_2 含有量、低い Mg # で特徴づけられる。ボーリングコア試料で V_2O_3 -Cr # の EPMA 異常を示すダナイトは、Qarri i Zi 地区(MJAS-8)、Ahu i Vetem 地区(MJAS-26)と Hija e Zeze 地区(MJAS-36)で認められる。

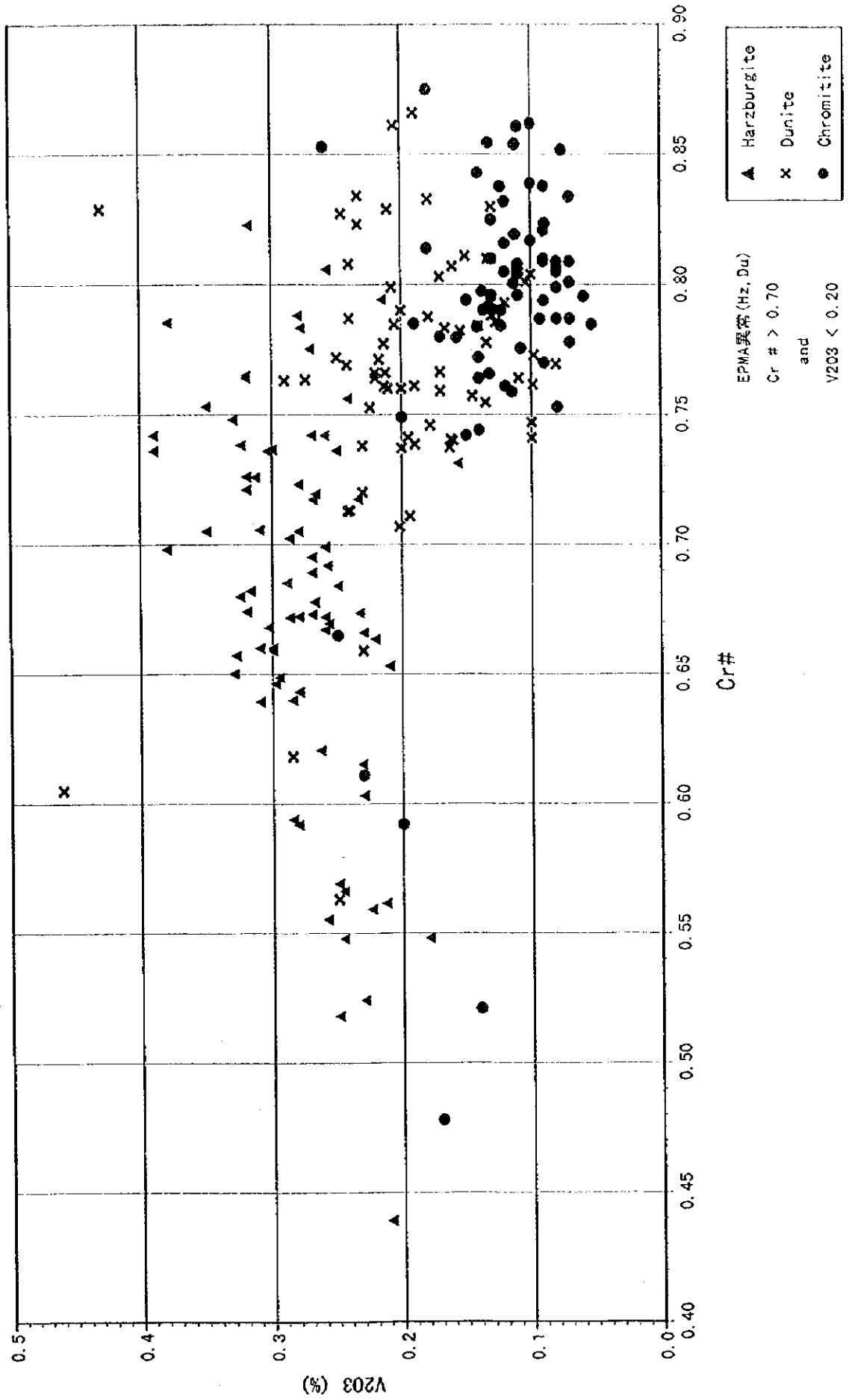


图 2-1-14 EPMA 試験: V₂O₃ - Cr# 相関図



第2章 考察

地質調査、磁気探査及び EPMA 試験などの結果に基づき、Shebenik 超塩基性岩体の中央部から Pogradec 超塩基性岩体の北部にかけての 13 地区において、ボーリング調査が行われた。ボーリング調査の目的は、既知鉱体の傾斜延長部あるいは走向延長部における鉱体の賦存及び連続性を確認すること、磁気探査による磁気異常の原因を明らかにすることである。13 地区のうち、Bregui Pishes, Qarri i Zi, Ahui Vetem, Lugu i Batres, Hija e Zeze の 5 地区 12 孔でクロミタイトに着鉱した。以下に各地区のクロミタイト賦存状況及びシエベニック地域のクロム鉱床について検討する。

2-1 クロミタイトの賦存状況

(1) Bregui Pishes 地区

既往調査で確認されている鉱体の北北西延長部を探索する目的で、第2年次に3孔のボーリングが掘削され、うち2孔が着鉱した。この結果に基づき、第3年次に2孔が掘削されたが、2孔とも着鉱に至らなかった。

鉱体は NW-SE~NNW-SSE 走向で垂直~80° の東傾斜を示し、緩く北にプランジしながら NNW-SSE 方向に伸びて胚胎する。この方向は周囲の超塩基性岩体の地質構造に調和する。鉱体は断層による転位を伴い、雁行状に配列する。

鉱体は塊状鉱からなる。鉱体規模は、厚さ 0.1~2.0m、傾斜延長 30m程度、走向延長 200m以上である。ボーリング2孔の着鉱長は 1.0mと 1.1m、Cr₂O₃品位は 34%と 49%で、ダナイトエンベロープの厚さは約2mである。鉱体の平均品位を 41%、平均厚を 1.0m、傾斜延長 30m、走向延長 200m、比重 3.0 と仮定すると、鉱量は1万8千トン、クロム金属量は約5,000トンとなる。

着鉱した2孔は、着鉱しなかった3孔より既知鉱体に近い所に位置する。着鉱しなかったボーリング周辺では断層による鉱体の転位量が大きいと考えられる。

(2) Qarri i Zi 地区

既往調査で確認されている鉱体の下部と走向延長部を探索する目的で3孔が掘削され、鉱体下部の2孔は着鉱したが、走向延長部の1孔は着鉱しなかった。

鉱体は NNW-SSE 走向で垂直~80° の東傾斜を示し、緩く南にプランジする。この方向は周囲の超塩基性岩体の地質構造に調和する。

着鉱した2孔では、鉱染状を呈する幅数 cm~1m未満の薄い複数の鉱体が賦存する。MJAS-8では厚さ 25~55cm の4層の鉱体、MJAS-9では厚さ 50cm と 91cm の2層の鉱体が捕捉され、この他に各孔で厚さ 5cm 以下のクロミタイト薄層がいくつか確認される。ダナイトエンベロープの厚さは 2~23mである。既存データを含めた Cr₂O₃品位は、最高 39%、最低 19%、大半は 23~27%である。

2孔の着鉱状況から、比較的薄い複数の鉱体がある幅をもって胚胎し、全体的にひとつ

の鉍床を形成していると考えられる。走向延長部の1孔が着鉍しなかったため、鉍体南方では断層による鉍体の転位が想定される。

(3) Ahu i Vetem 地区

本地区では、既往調査により、鉍染状鉍を主体とするやや低品位の深部鉍体と塊状鉍からなる浅部鉍体が確認されている。5孔のボーリングが掘削され、5孔すべてが深部鉍体に着鉍し、2孔が浅部鉍体に着鉍した。

① 深部鉍体

深部鉍体の特徴は、鉍体が比較的厚く、品位はやや低く、ダナイトエンベロープが非常に厚いことである。鉍体は鉍染状～縞状の集積岩組織を呈し、局所的にクロムスピネルの高濃集部が認められる。

深部鉍体は、NNE-SSW 走向で $40\sim 50^\circ$ の西傾斜を示し、緩く北にプランジしながら走向方向に伸長して胚胎する。鉍床規模は、厚さ $0.5\sim 4\text{ m}$ 、幅 70 m 以上、延長 200 m 以上である。鉍体の平均的な厚さは $1.5\sim 2.5\text{ m}$ である。深部鉍体を胚胎する超塩基性岩体の構造は NNE-SSW 方向であり、鉍体の構造と調和的である。しかし、この構造は後述の浅部鉍体の構造とは斜交関係にある。

既存データによると、 Cr_2O_3 品位は、最高 29.70% 、最低 14.55% 、大半は $19\sim 24\%$ である。本調査における孔別の平均品位では、最高 26.10% 、最低 15.39% 、算術平均 19.76% である。鉍体の平均品位を 20% 、平均厚を 2 m 、幅 70 m 、延長 200 m 、比重 2.5 と仮定すると、鉍量は 7 万トン、クロム金属量は約 $9,600$ トンとなる。

全5孔が着鉍し、着鉍長も 2 m 以上と厚いことから、深部鉍体はさらに走向方向（北北東）に伸びていると考えられる。

② 浅部鉍体

浅部鉍体の特徴は、鉍体がやや薄く、品位は高く、ダナイトエンベロープが非常に薄いことである。鉍体は薄層塊状を呈するが、連続性はあまり良くない。

浅部鉍体は、NNW-SSE 走向で $20\sim 30^\circ$ の東傾斜を示し、緩く北にプランジしながら走向方向に伸長して胚胎する。鉍床規模は、厚さ $0.3\sim 1\text{ m}$ 、幅 30 m 以上、延長 80 m 以上である。浅部鉍体を胚胎する超塩基性岩体の構造は NW-SE 方向であり、クロミタイト鉍体の構造と調和している。3孔が着鉍しなかったこと、2孔の着鉍長が 5 cm 以下と非常に薄いことから、浅部鉍体は北北東側には拡がっていないと考えられる。

既存データによると、 Cr_2O_3 品位は、最高 51.94% 、最低 19.31% で、多くの鉍石品位は 50% 前後である。本調査では MJAS-26 の試料のみが分析可能で、その品位は 35.41% である。鉍体の平均品位を 40% 、平均厚を 0.8 m 、幅 30 m 、延長 80 m 、比重 3.0 と仮定すると、鉍量は約 $5,700$ トン、クロム金属量は約 $1,600$ トンとなる。

③ 深部鉍体と浅部鉍体の関係

深部鉍体と浅部鉍体の構造はそれぞれの母岩となる超塩基性岩体の構造と調和しているが、両者は斜交関係にある。深部鉍体を胚胎する超塩基性岩の構造は NNE-SSW 方向

で、シェベニック地域の主要地質構造 NNW-SSE とは異なる。浅部鉍体を胚胎する超塩基性岩の構造は NW-SE 方向で、シェベニック地域の主要構造に調和的である。

このような構造の違いが超塩基性岩体の生成時に生じたのか、あるいは後の構造運動によって生じたのかは不明である。後者の場合であっても、両クロム鉍体は異なる産状をもつことから、両鉍体がもともと同一の鉍体であり褶曲や断層運動によって現在の位置にあるとは考えにくい。いずれにしても、シェベニック地域の主構造、両鉍体の構造・産状・位置関係からみて、深部鉍体と浅部鉍体では鉍化作用に至ったメカニズムに違いがあったと考えられる。

(4) Lugu i Batres 地区

地表露頭やトレンチなどで確認されている鉍体は、E-W~WNW-ESE 走向で 40~70° の南傾斜を示し、緩く西にプランジする。鉍体は西方に向かい、断層により転位しながら WNW-ESE 方向に伸びて胚胎する。一方、鉍体の東端は断層による変形を受け、コの字形を呈し途切れている。着鉍したボーリングと地表露頭の関係から、鉍体は南傾斜で見掛け傾斜角度は 55° となる。

鉍体は塊状鉍を主体とし、一部で縞状~ノジュール状を呈する。鉍体規模は、厚さ 0.1~2.0m、傾斜延長 20m 以上、走向延長約 80m と小規模である。

Cr₂O₃ 品位は、地表の塊状鉍で 38.0~52.5%、縞状鉍で 28.0%、ボーリングの塊状鉍で 39.75% である。これらの品位分析が行われた 5 試料の算術平均値は 41.49% である。

既往調査では、鉍体東方への延長は捕捉されておらず、鉍体下部の連続性も確認されていないため、本調査は鉍体中央~西部の下方延長と西方延長を期待したものであった。しかし、鉍体西端の下部を通る MJAS-29 が着鉍しなかったこと、鉍体西方に向かい塊状鉍ではない鉍体が現れ品位が低下することから、鉍体西部の鉍床賦存のポテンシャルはあまり高くないと考えられる。

(5) Hija e Zeze 地区

既往調査で確認されている鉍体の北北西延長部を探查する目的で、2 孔のボーリングが掘削され、2 孔ともに着鉍した。

鉍体は NW-SE~NNW-SSE 走向で垂直~80° 東傾斜を示し、北東に 10 度程プランジしながら NNW-SSE 方向に伸びて胚胎する。この方向は周囲の超塩基性岩体の地質構造に調和する。ボーリングにより蛇紋岩化と破碎帯の発達を確認されたことから、鉍体は断層により少なからず転位しながら走向方向に伸長していると考えられる。

鉍体は塊状鉍からなる。鉍体規模は、厚さ 0.7~2.2m、傾斜延長 15m 以上、走向延長 100m 以上である。MJAS-36 の着鉍長は 1.1m、MJAS-37 の着鉍長は 0.2m である。平均厚さは 1 m 程度と考えられる。

Cr₂O₃ 品位は、地表の塊状鉍で 35.05~51.53%、MJAS-36 で平均 36.41%、MJAS-37 で 41.62% である。これらの品位分析が行われた 6 試料の算術平均値は 41.90% である。

鉍体の平均品位を 42%, 平均厚を 1.0m, 傾斜延長 20m, 走向延長 100m, 比重 3.0 と仮定すると, 鉍量は 6,000 トン, クロム金属量は約 1,700 トンとなる。

本地区では初めてボーリングが掘削され, 既知鉍体の走向延長が捕捉された。鉍体の平均厚さが 1 m 程度で, 走向方向の連続性が確認され, 品位も高いことから, 今後の探鉍による鉍量増加が期待される。

2-2 シェベニック地域のクロム鉍床

(1) クロム鉍床の成因論と探査法

世界のクロム鉍床は, 表砂鉍床を除き大陸地域に産する層状型鉍床と造山帯に産するポディフォーム型 (アルパイン) 鉍床とに 2 分される。火山層序が探鉍指針として使える層状型の鉍床 (プッシュフェルトやクレートダイク) と異なり, ポディフォーム型鉍床は比較的塊状の岩体中に不規則な形態で産するため, これまでその探鉍は困難であった。

本調査では, 最近のクロマイト成因論 (マグマ混合モデル; Arai and Yurimoto, 1994, 1995; Zhou et al., 1994; Matsumoto, 1996) に基づき, 野外観察事実, 岩相分布の特徴, クロムスピネルの化学組成 (EPMA 分析), 過去の調査資料を検討し, 探査方針を決定してきた。

本調査の結果, ポディフォーム型鉍床の成因モデルは, マグマとかんらん岩との相互反応とマグマ混合の両作用によって形成されるというモデル (図 2-2-1) を支持することになる。最上部マントルの地殻-マントル漸移帯において, 下方から供給されたマグマと壁岩が反応し, 比較的珪酸分にとんだメルトが形成される。この二次的なメルトと下方から供給される初生マグマの混合により, クロムスピネルが単独で晶出しクロム鉍床が形成される。この時, 反応する壁岩は低枯渇度のハルツパーチャイトが鉍化に対して最も有効であり, マグマとの反応により輝石類が選択的にマグマ中に溶解する。マグマ混合によるクロムスピネル晶出の機構は, Irvine(1977)のモデルにより説明される。

以上のように鉍床が形成された場合, マグマと壁岩との反応帯が形成されることが期待される。本調査では, 日本の三郡帯の例 (図 2-2-2) から (通産省, 1992, 1993; Matsumoto, 1995, など), 変質や変成に比較的強いクロムスピネルの化学組成は反応帯に対するセンサー (Matsumoto and Arai, 1997) として用いられ, 有望地の抽出などの探鉍指針として活用された。この結果, クロムスピネルの化学組成はシェベニック地域のポディフォーム型クロム鉍床探査に対して有効であることが示された。同時に, このセンサーは汎用性があることが明らかになった。

本調査では, 各岩相 (ダナイト, ハルツパーチャイト, クロミタイト) に含まれるクロムスピネルの化学組成が, 各岩相が有する一般的な組成範囲から離れたものを異常 (EPMA 異常) としている。しきい値は各地域のハルツパーチャイト壁岩及びマグマの性質によって変化することが予想されるので, それぞれの地域で設定する必要がある。

調査地域におけるしきい値は以下のとおりである。

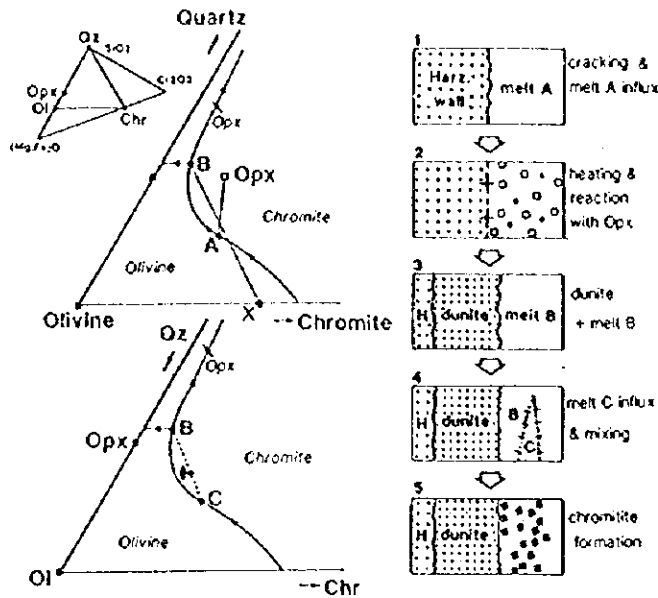


FIG. 6. A magma-mixing model for the genesis of podiform chromitite. At the first stage a melt (A) of deep origin is intruded into shallow mantle harzburgite (stage 1). Melt A reacts with orthopyroxene (open squares) in the harzburgite (stages 2 and 3) to produce olivine (+ spinel) and a secondary Si-rich melt (B), which may precipitate spinel only if mixed with successively supplied relatively primitive melt (C) (stages 4 and 5). Thin straight lines in the upper left panel indicate pairs of reactants (Opx and melt A) and products (crystal mixture X—olivine + spinel—and melt B) of the interaction. The thin dotted line in the lower left panel denotes the mixing of B (secondary silica-rich melt) and C (primitive melt). Primary liquidus fields are indicated by italicized minerals. Chr = chromite, Ol = olivine, Opx = orthopyroxene, Qz = quartz. Phase diagrams modified from Irvine (1977).

図 2-2-1 ポディフォーム型クロミタイトの生成機構 (マグマ混合モデル)

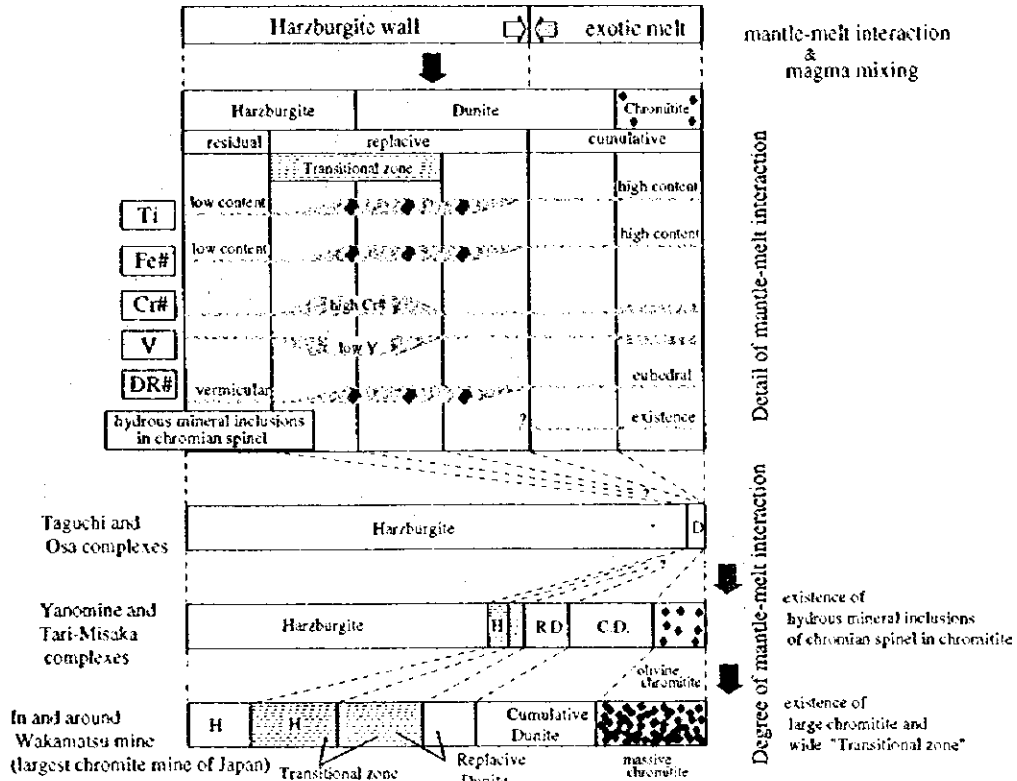


図 2-2-2 クロミタイト生成に係るマンタル溶融の相互作用

- ① ハルツバージャイト中のクロムスピネルの Cr# : 0.6 以上
- ② ハルツバージャイト中のクロムスピネルの TiO₂ : 0.05 以下
- ③ ダナイトとハルツバージャイト中のクロムスピネルの Fe³⁺ # :
ダナイトで 0.030 以上, ハルツバージャイトで 0.015 以上
- ④ ダナイトとハルツバージャイト中のクロムスピネルの V₂O₃ - Cr# 関係 :
V₂O₃ が 0.20 以下かつ Cr# が 0.70 以上

①はハルツバージャイトの Cr 潜在量を表し、クロムスピネルの Cr # が低い方が有望視される (ハルツバージャイト中の Cr の固定はスピネルよりも斜方輝石に依存する)。一方、②、③、④はマグマ混合モデルに基づく相互反応の度合を近似的に示すと考えられる。

(2) シェベニック地域のクロム鉱床の位置付け

アルバニアの超塩基性岩体は、高枯渇度のダナイト-ハルツバージャイトから構成される東帯と低枯渇度のレールゾライト-ハルツバージャイトからなる西帯とに大別されている (例えば, Aina et al., 1996)。

東帯と西帯の枯渇度の違いは、クロムスピネルの組成にも良く現れている (図 2-2-3)。図 2-2-3 には比較のために、世界の主なクロム鉱床を伴う超塩基性岩とクロミタイトのスピネル組成を示す。

世界で最も大規模なボディフォーム型クロム鉱床であるカザフスタンの Kempirsai 岩体は低枯渇度のハルツバージャイトである (スピネルの Cr # が 0.4~0.6)。一方、日本の神居古潭帯北部は高枯渇度のハルツバージャイト (スピネルの Cr # が 0.8~0.9) であり、クロミタイトの濃集はほとんど認められない。また、低枯渇度のレールゾライト (スピネルの Cr # が 0.4 以下) にはクロミタイトは認められない (図には示されていない)。

アルバニアの東帯はカザフスタンと日本の神居古潭帯の中間に位置し、西帯は日本の三郡帯やフィリピンの Coto block よりも枯渇度が低い位置にある。アルバニア東帯には Bulqiza 鉱山があり、同鉱山クラスの鉱床の賦存が期待される。しかし、西帯では鉱山として成立するような規模でクロムスピネルが濃集する可能性は低い。

調査地域のシェベニック地域では、ハルツバージャイトの枯渇度が Bulqiza 鉱山より若干高いことから、Bulqiza 鉱山を上まわる規模の鉱床が賦存する可能性は低いと考えられる。ただし、反応帯を示すダナイトが多く観察される地区では、ボーリング調査の結果で推定されるような数万~数十万トンクラスの鉱床が点在するといえる。

(3) 鉱床の評価

本調査の結果及び既存資料から、シェベニック地域のクロム鉱床は小規模なものが多く、鉱体は断層により寸断されその連続性は決して良くないといえる。

シェベニック地域でこれまでに開発されたクロム鉱床は、鉱体の幅が 1 m 以上、規模が数 10m×100m 以上、鉱量が数万トン以上である。本調査でボーリング調査が実施され

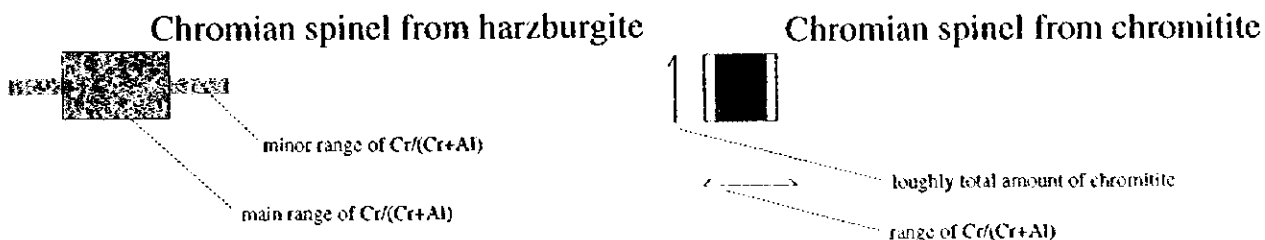
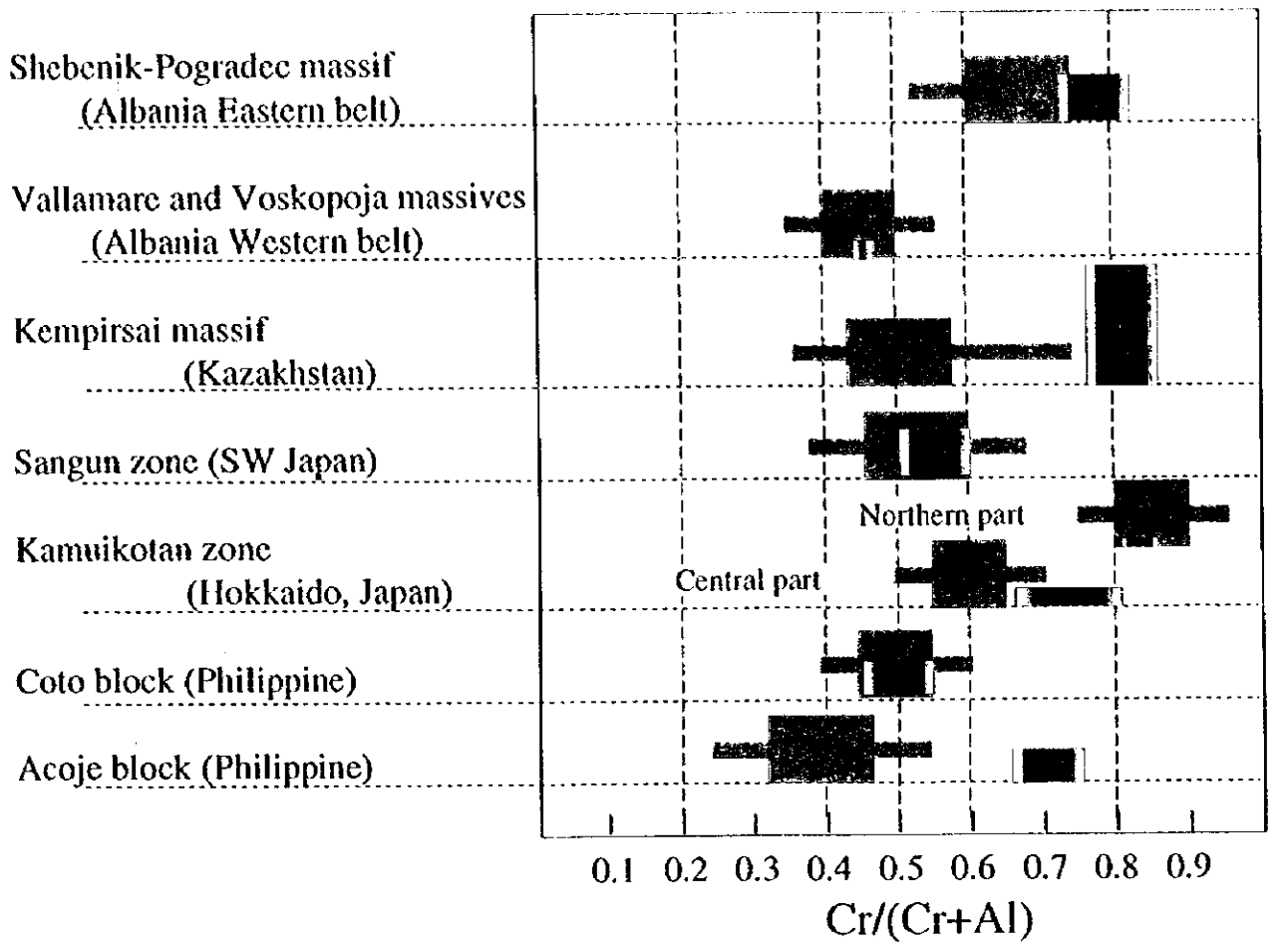


図 2-2-3 世界のクロム鉱床における Cr# の比較

Data sources;

Shebenik-Pogradec, Vallamare and Voskopoja massives: This survey.

Kempirsai massif: Kravchenko and Grigoryeva (1986), Melcher et al. (1994).

Sangun zone: Arai (1980), MITI(1993), Matsumoto et al., (1995).

Kamuikotan zone: Arai (1978), MITI(1994).

Coto and Acoje blocks: Leblanc (1983), Yumul (1994).

た 13 地区において、同程度の規模の鉱床が賦存することが期待できるのは、Ahu i Vetem, Bregu i Pishes, Hija e Zeze の 3 地区である。

第 Ⅲ 部



第III部 結論及び将来への提言

第1章 結論

1-1 地質調査

調査地域の大部分は超塩基性岩類からなる。これは Shebenik-Pogradec 超塩基性岩体と呼ばれ、北側の Shebenik 岩体と南側の Pogradec 岩体に分けられる。クロム鉱床・鉱微地は Shebenik 岩体北東部を除く Shebenik-Pogradec 超塩基性岩体のほぼ全域にわたって分布するが、特に Pogradec 岩体及び Shebenik 岩体南西部に多い。

超塩基性岩体のほとんどはハルツバージャイトからなり、ダナイト、レールソライト、パイロキシナイト、はんれい岩等を伴う。ハルツバージャイト、レールソライト及びダナイトのほとんどは蛇紋岩化している。新鮮なハルツバージャイト及びダナイトは、Pogradec 岩体北部及び Shebenik 岩体南部東縁にのみ分布し、これらは超塩基性岩体の下部を代表する岩相と考えられる。

調査地域のクロム鉱床はいずれもポディフォーム型（アルバインタイプ）鉱床である。これらは、ハルツバージャイトを母岩としたダナイトエンベロープ中にクロムスピネルが鉱染状、縞状、塊状、ノジュール状など多様な産状で濃集したものである。

鉱体の一般的な規模は、幅数 10cm～2m、走向延長数 10～数 100m、傾斜延長数 10～数 100m である。鉱体を伴うダナイトエンベロープの厚さは数 10cm～数 10m である。現在稼行されているクロム鉱石は塊状鉱を主体とし、 Cr_2O_3 品位は 25～30% 以上である。

クロム鉱床探査において重要な情報は以下のとおりである。

- ・ 鉱体は蛇紋岩化したハルツバージャイト中のレンズ状ダナイト中に胚胎する
- ・ 鉱体は必ずダナイトに包有されている（断層で切られている場合を除く）
- ・ クロムスピネルの配列構造は鉱体全体の傾斜方向と一致するが多い
- ・ 鉱体はそのプランジ方向に良く連続する

1-2 物理探査

Pishkash 地区、Kotodesh 地区、Katjel 地区、Shebenik 中央地区の4地区で磁気探査を実施した。

Katjel 鉱床のクロミタイト露頭上における検証調査では、鉱体及びそれを伴うダナイトエンベロープが低磁気異常と関連することが確認された。また、各地区の既知鉱微地は、高・低異常が多数集まった“異常群”または、連続性の良い高異常と低異常の対として現れることが確認された。これらは、残留磁化方位の異なるブロック化した岩体の存在もしくは逆帯磁したダナイトエンベロープの存在を示唆するものと考えられる。

磁気探査の結果を受けて Pishkash South (Pishkash 地区)、Mbi Skroske (Pishkash

地区), Fusha e Madhe (Kotodesh 地区) の3磁気異常地においてボーリング調査を実施したが、クロミタイトの着鉱はなく、これらの磁気異常は断層により残留磁化方位の異なる岩体が接したため生じたものと考えられる。

1-3 ボーリング調査

ボーリング調査は Shebenik 中央部~南部域及び Pogradec 北部域に位置する 13 地区において実施され、計 34 孔が掘削された。このうち、Bregu i Pishes, Qarri i Zi, Ahu i Vetem, Iugu i Batres, Hija e Zeze の 5 地区の 12 孔でクロミタイトが捕捉された。

いずれのクロミタイトも上下位にダナイトを伴う。ダナイトエンベロープの厚さは地区及びボーリングにより様々であるが、より低品位の Ahu i Vetem 地区において厚く、他の地区で薄い傾向がある。

① Bregu i Pishes 地区

5 孔が掘削され、うち 2 孔が幅約 1 m の鉱染状~塊状の鉱体に着鉱した。Cr₂O₃ 品位は鉱染状鉱で 34~38%、塊状鉱で 50% である。ダナイトエンベロープは約 2 m の厚さをもつ。1 孔では、クロミタイトの下盤は断層を境にしてハルツバージャイトと接する。

着鉱した 2 孔は、着鉱しなかった 3 孔より既知鉱体に近い所に位置する。既知鉱体は断層による転位を伴い雁行状に胚胎するため、着鉱しなかったボーリング周辺では鉱体が大きく転位している可能性がある。

② Qarri i Zi 地区

3 孔が掘削され、うち 2 孔が幅数 cm~1 m 未満の薄い複数の鉱体に着鉱した。鉱体は鉱染状を呈し、1 層のみが Cr₂O₃ 品位 39% を示す以外、Cr₂O₃ 品位は 21~27% である。ダナイトエンベロープの厚さは 10 m 以上である。

着鉱した 2 孔は既知鉱体のほぼ直下を、着鉱しなかった 1 孔は鉱体の走向延長の下部をターゲットとした。2 孔が着鉱したことで、既知鉱体のある程度の拡がり把握された。しかし、鉱体走向延長部の 1 孔が着鉱しなかったため、断層による鉱体の転位が想定される。

③ Ahu i Vetem 地区

5 孔が掘削され、5 孔すべてが深部鉱体に、2 孔が浅部鉱体に着鉱した。深部鉱体は鉱染状~塊状を呈し、幅は約 1~5 m、Cr₂O₃ 品位は 15~26% である。浅部鉱体は薄い塊状を呈し、幅は 5 cm 未満、Cr₂O₃ 品位は 35% である。ダナイトエンベロープの厚さは、深部鉱体では 10 数 m~約 50 m、浅部鉱体では 3 m 以下である。

5 孔は深部鉱体の走向延長部に位置し、ボーリングで捕捉された鉱体は既知鉱体と同様の産状、品位を示す。5 孔すべてが着鉱し、着鉱長も 2 m 以上と厚いことから、深部鉱体はさらに走向方向に伸びていると推定される。

また、5 孔は浅部鉱体の傾斜延長部に位置している。2 孔のみが浅部鉱体に着鉱し、その幅は非常に薄いことから、浅部鉱体の傾斜延長方向の拡がりはいと小さいと考えられる。

④ Lugu i Batres 地区

2孔が掘削され、1孔が幅0.3mの塊状鉍体に着鉍した。Cr₂O₃品位は39%である。ダナイトエンベロープの厚さは約1mである。

着鉍した1孔は既知鉍体中央部の下部を、着鉍しなかった1孔は同西部の下部をターゲットとした。したがって、鉍体中央部でのみ傾斜方向の拡がりを確認された。既往探査で鉍体東方の延長は確認されていないことから、この鉍体の規模はやや小さいと判断される。

⑤ Hija e Zeze 地区

2孔が掘削され、両孔は幅0.2~1.1mの塊状鉍体に着鉍した。Cr₂O₃品位は36~42%である。ダナイトエンベロープの厚さは約1~3mである。

2孔は既知鉍体の走向延長部に位置し、ボーリングで捕捉された鉍体は既知鉍体と同様の産状、品位を示す。走向方向の連続性が確認されたことから、さらなる延長及び賦存鉍量の増加が期待される。

⑥ その他の地区

上述の5地区以外の8地区では、既存鉍体の下部や走向延長部または磁気異常帯の下部を探査する目的で、各地区1~3孔のボーリングが掘削された。しかし、いずれもクロミタイトに着鉍しなかった。

既知鉍体の周辺で掘削されたボーリングが鉍体を捕捉できなかった原因として、鉍体が断層により転位しているか、または鉍体の規模が小さいことが考えられる。断層は複雑に発達しており、その転位量と方向を判定することは一般に非常に困難である。

磁気探査の結果で得られた磁気異常帯の下部を探査する目的で、3地区で1~2孔のボーリングが掘削された。しかし、磁気異常の原因を解明するに至らなかった。

1-4 EPMA 試験

EPMA 試験によるクロムスピネルの化学組成の検討は、規模の大きなクロム鉍床を胚胎する母岩を化学的な特性から判断することを目的とする。下記の4つの特性は規模の大きなクロム鉍床賦存を示唆する(通産省 1994; 1995, Matsumoto 1996, 荒井 1994, 他)。括弧内は本調査で使用した EPMA 異常のしきい値である。なお、Cr# = Cr/(Cr+Al), Mg# = Mg/(Mg+Fe²⁺), Fe³⁺# = Fe³⁺/(Cr+Al+ Fe³⁺)である。

- ・ハルツバージャイトにおいて、Cr# が比較的低い。[0.4~0.6]
- ・ハルツバージャイトにおいて、TiO₂ wt%が高い。[0.05% 以上]
- ・ダナイト及びハルツバージャイトにおいて、Fe³⁺# が高い。[ダナイトで 0.030 以上、ハルツバージャイトで 0.015 以上]
- ・ダナイト及びハルツバージャイトにおいて、Cr# が高く、かつ V₂O₃ wt%は低い。[Cr# は 0.7 以上、V₂O₃ wt%は 0.2% 以下]

特に、低 V_2O_3 かつ高 Cr # (V_2O_3 -Cr #) EPMA 異常はポディフォーム型クロム鉱床生成時のマンタルーメルト相互反応の結果できたメルトの組成を反映しており、クロム鉱床を胚胎するダナイト（またはダナイトとハルツバージャイトの中間的岩相）によく見られる特性である。 V_2O_3 -Cr # の EPMA 異常は地表試料では、Ahu i Vetem, Lugu i Batres, Gobille, Buzgare 等のシェベニック中央部の鉱徴地、Quarri i Zi 等のシェベニック南部の鉱徴地、Bregu i Pishes 等のボグラデッツ北部の鉱徴地で確認された。

地表試料による EPMA 結果で提言されたボーリング調査の結果、幾つかの地区ではクロミタイトに着鉱した。また、クロミタイトに着鉱した Quarri i Zi, Bregu i Pishes, Ahu i Vetem, Hija e Zeze のボーリングコア試料の EPMA 試験でも、 V_2O_3 -Cr # の EPMA 異常が確認された。したがって、調査地域におけるクロム鉱床の探査において、クロムスピネルの化学組成は有効な指標と考えられる。なお、Pishkash South, Mbi Shkroske でも同異常が確認されており、周辺に鉱床が賦存する可能性がある。

高い Fe^{3+} # を示すハルツバージャイトやダナイト、及び高い TiO_2 wt% を示すハルツバージャイトはメルトの影響を強く受けた可能性があり、シェベニック中央部から南部にかけて見られる。

ハルツバージャイト中のクロムスピネルの Cr # は大規模なクロム鉱床周辺では 0.4~0.5 (高くても 0.6 前半) の値を示す。本地域では、ハルツバージャイト中のクロムスピネルの Cr # は概して高く、0.6 を越える試料がほとんどである。この Cr # が 0.6 以下の EPMA 異常は地域内に散点的に分布する。したがって現存データでは、調査地域内に Bulqiza 鉱山級以上の規模を持つクロム鉱床が賦存する可能性は低いと考えられる。ただし、EPMA 異常が比較的多く存在する地区では、ボーリング調査で推定されたような数万~数十万トンクラスのクロム鉱床が賦存する可能性がある。

第2章 将来への提言

今後の探査として以下の地区でのボーリング調査が提言される。

- ① Hija e Zeze 地区：ボーリングで捕捉された鉱体の下方延長部及び北方延長部
- ② Ahu i Vetem 地区：ボーリングで捕捉された深部鉱体の北北東方延長部と浅部鉱体の北西方延長部
- ③ Bregu i Pishes 地区：3年次ボーリングで探査した部分の下部及び西部

いずれの地区でも、幅 1 m 以上のクロム鉱体が賦存することが確認されており、今後の探査では、既知鉱体の傾斜（上下）方向の拡がり及び走向方向の延長を捕捉することが目的となる。

Hija e Zeze 地区は他地区に比べて既存探査資料が少なく、本調査で初めてボーリングが実施され成果が得られた。同地区は地形・地理条件も良好なため、今後の探査で良い結

果が得られれば、鉱床の開発に結び付く可能性が高い。

Ahu i Vetem 地区の深部鉱体はやや低品位であるが、鉱体の規模は他地区に比べて大きく、本調査で確認された鉱体はさらに北方に広がっていると考えられる。鉱体の一部にはやや高品位な部分が存在することから、今後の探査結果次第では、経済的な評価がより高くなる可能性がある。

Bregu i Pishes 地区では、第2年次のボーリング調査で鉱体の北方走向延長部が捕捉されたが、第3年次のボーリングではさらに北方への延長は確認されなかった。しかし、走向延長方向の連続性が否定されたわけではなく、今後の探査により、断層で転位したと推定される鉱体が捕捉される可能性は十分にある。



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・プロセスを読み取るか—, 岩鉱, 87, 351-363.
- 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.
- 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.
- 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(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).

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, 荒井章司, 村岡弘康, 山内英生(1995); 三郡帯のダナイトーハルツバージャイト
ークロミタイト複合岩体の記載岩石学的特徴, *岩鉱*, 90, 13-26.

Melcher, F., Stumpe, 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(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(1995); 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 inter-action 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