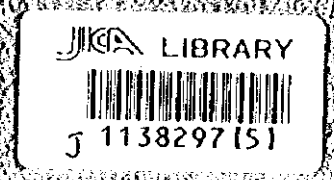


アルバニア共和国シェベニツク地域 資源開発協力基礎調査報告書

第 2 年 次

平成 9 年 3 月



国際協力事業団
金属鉱業事業団

鉦 調 資
JR
97-059

アルバニア共和国シェベニツク地域
資源開発協力基礎調査報告書

第 2 年 次

平成 9 年 3 月

国際協力事業団
金属鉱業事業団



1138297(5)

は し が き

日本国政府は、アルバニア共和国の要請に応え、同国南東部に位置するシェベニック地域の鉱物資源賦存の可能性を確認するため、鉱床探査に関する諸調査を実施することとし、その実施を国際協力事業団に委託した。国際協力事業団は、本調査の内容が地質及び鉱物資源の調査という専門分野に属することから、この調査の実施を金属鉱業事業団に委託することにした。

本調査は平成7年度をその第1年次として開始されたもので、本年度の調査はその第2年次に当たる。金属鉱業事業団は、第2年次の調査のために、地質班2名、物理探査班3名及び試錐班1名からなる計6名の調査団を編成して現地に派遣した。現地調査は、アルバニア共和国資源エネルギー省(MMRE)及びアルバニア地質調査所(Gjeoalba)の協力を得て予定どおり完了した。

本報告書は、第2年次に実施した地質調査、物理探査及びボーリング調査の結果をとりまとめたもので、最終報告書の一部をなすものである。

おわりに、本調査の実施にあたって御協力をいただいたアルバニア共和国政府関係機関並びに日本国外務省・通商産業省・在オーストリア共和国日本大使館及び関係各社の方々に衷心より感謝の意を表するものである。

平成9年2月

国際協力事業団

総 裁 藤 田 公 郎

金属鉱業事業団

理事長 清 瀧 昌 三 郎

要 約

本調査は、国際協力事業団及び金属鉱業事業団と、アルバニア共和国資源エネルギー省及びアルバニア地質調査所の間で交わされた「Scope of Works」に基づいて開始された「資源開発協力基礎調査（資源開発調査）：アルバニア共和国シェベニック地域」の第2年次にあたる。

第2年次調査として、地質調査・磁気探査及びボーリング調査が実施された。地質調査は Shebenik 超塩基性岩体中央部に位置する Shebenik 中央地区(面積 22km²) の範囲を対象とし、磁気探査は地質調査範囲から選ばれた西半部 10km² を対象として約 102 line-km について行われたほか、Katjel 鉱床上でその有効性の検証調査も行われた。ボーリング調査は、第1年次調査結果及びアルバニア側の既存資料に基づいて抽出された Bregu i Pishes, Fusha e Madhe, Gjorluka, Qarri i Zi, Shesh Bush No.1, Pishkash South, Murriq 及び Mbi Skroske の8地区において実施され、計 19 孔、総長 2,333.41m のボーリングが行われた。また、これらの調査と平行して、シェベニック地域でこれまでに発見されたクロム鉱床探査結果の再見直しが行われ、要探鉱地域が新たに抽出された。

これらの第2年次の調査結果の概要は以下のとおりである。

Shebenik 中央地区の地質は、Shebenik-Pogradec 超塩基性岩体に属する超塩基性岩類、白亜紀の石灰岩及び第三紀の陸成層からなる。このうち最も広い分布を示す超塩基性岩体は、ハルツパージャイトとダナイトからなり、ポデフォーム型クロム鉱床を伴う。クロム鉱床をなす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す。地表で確認したクロム鉱床の規模は最大で幅 2 m である。

超塩基性岩類は、下位の Massive dunite-harzburgite suite (MDHS) と上位の Dunite-harzburgite suite with remarkable layering (DHSRL) に 2 分される。クロム鉱床及び鉱徴が多く認められるのは、Massive dunite-harzburgite suite 中の Dunite rich zone で、ここには多くのダナイトレンズが集中している。また、上位の Dunite-harzburgite suite with remarkable layering との境界直下の Dunite rich zone にとくに多くの塊状クロミタイトが集中している。これらの事実は、本地域のクロム鉱床が層準規制を受けて形成されたことを示唆している。

ダナイト及びハルツパージャイト中のクロムスピネルについて行った EPMA 試験では、上記の Dunite rich zone からの試料に多くの EPMA 異常が認められた。EPMA 異常が多く認められる地点は、Gobille, No.115 (Qafa e Dinarit), Buzgare, Ahi i Vetem 及び Lugu i Batres の5地点である。なかでも、Ahi i Vetem に EPMA 異常が多い。本地区には Cr# が 0.6 前後のハルツパージャイトが認められ、最大幅 2 m の塊状クロミタイトが分布する。これらの調査結果や世界の他地域との比較から、本地域には数万～数十万 t 規模のクロム鉱床の分布が期待される。

磁気探査結果では、クロム鉱床や鉱徴の周辺で多くの磁気異常が検出され、クロム鉱床と磁気異常に何らかの関係があることが明らかとなった。また、クロミタイトの露頭直上で行った磁気探査ではクロミタイト及びこれを伴うダナイトが微弱ながら明瞭な低磁気異常として捉えられた。定方位サンプルによる自然残留磁気の測定では、ダナイトがかなり高い確率で、また、ハルツパージャイトの一部が現在の地球磁場とは異なった方向あるいは明らかに逆帯磁方向の自然残留磁化方位を示すことが明らかとなり、さらに、露頭での帯磁率測定の結果、帯磁率は岩種間で有意な差がないことが明らかになった。したがって、クロミタイトを含むダナイトがかなり高い確率で低磁気異常として抽出されていると考えられる。

ボーリング調査の結果、既知鉱床及び鉱徴地の下部延長の探査を目的とした Bregu i Pishes, Gjorluka, Qarri i Zi, Shesh Bush No.1 及び Murriq の5地区のうち、第1年次調査で EPMA 異常が認められた Bregu i Pishes 及び Qarri i Zi の2地区のそれぞれ2孔で Cr₂O₃: 21.60-49.70% の塊状～鉱染状クロミタイトに着鉱した。しかし、Gjorluka 及び Shesh Bush No.1 の2地区では鉱体が断層で大きく転位しているために、また、Murriq 地区では鉱床規模が小さかったために着鉱には至らなかった。

磁気異常の下部探査を目的とした Fusha e Madhe, Pishkash South 及び Mbi Skroske の3地区のボーリング調査では、ダナイトを捕捉したものの、いずれの孔井で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に生じた磁鉄鉱と考えられるが、他の2地区ではその原因は明らかでない。

ボーリングコアに出現する岩石は、いずれの孔井においても極めて類似しており、ダナイトを伴うハル

ツバージャイトを主体とし、まれにパイロキシナイト岩脈を伴っている。しばしば断層破砕帯や角礫化帯が発達し、クロミタイトは例外なくダナイトに伴われている。これらの超塩基性岩類は、Gjor Duke 及び Bregu i Pishes 両地区の下部に新鮮なものがみられる以外は、ほとんどが蛇紋石化している。

ボーリングコア試料のうちクロミタイトについてプラチナグループ元素 (PGE) の分析を行った結果、分析に供した全試料がコンドライト規格化図上で典型的なオフィオライトのパターンを示し、顕著な PGE の濃集は認められなかった。

ボーリングコア試料中のクロムスピネルについて行った EPMA 試験では、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。最も重要な指標である Cr#-V₂O₅ の異常は Bregu i Pishes, Qarri i Zi 及び Pishkash South の 3 地区で認められ、また、Cr# が 0.6 以下を示すハルツバージャイトは Qarri i Zi, Pishkash South 及び Mbi Shkroske の 3 地区で認められ、Bregu i Pishes でも 0.6 に極めて近い値を示す。

以上の調査結果から、第 3 年次調査として下記の 5 地区におけるボーリング調査を提案する。

ナンバ	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 ・ 着鉱した鉱体の規模の確認
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, Gobilla の各鉱徴の下部探査
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	・ 断層西側の転位した鉱体の捕捉
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

Bregu i Pishes 地区は、MJAS-1 及び MJAS-2 の 2 孔で着鉱した地区であり、着鉱部の鉱体の広がり及びその北方延長の下部探査が必要である。

Ahu i Vetem 地区は、Ahu i Vetem, Qafa e Dinarit, Lugu i Batres, Gobilla 等の鉱床や鉱徴を一括した地区で、地質的に MDHS と DIHSRL との境界直下の Dunite rich zone に位置し、厚さ 1.5 m の塊状クロミタイトが確認されている。高い頻度の EPMA 異常が抽出されており、最も注目される地区である。

Hija e Zeze 地区は、Bregu i Pishes 地区の南南東約 2 km に位置する。従来から幅 2 m の塊状クロミタイトの露頭が発見されていたが北方延長は未確認であった。しかし、1996 年度に Gjecoalba が実施した坑道探鉱によって断層で転位した鉱体の北延長が捕捉された。鉱石は、塊状～高密度鉱染状鉱で、Cr₂O₃ 品位 43.70 % を示す。未だ発見されたばかりで、今後その広がりの確認するためのボーリング調査が必要である。

Pishkash-5 地区は、Cr# が 0.6 以下のハルツバージャイトの地帯に位置し、塊状～鉱染状の好品位鉱を産し、かつて採行された Pishkash-5 鉱床を含む。南北性の断層で鉱体の西側は転位しており、その発見が急務となっている。近くに Pishkash-4 や Guri Pishkash 等の塊状鉱を産するクロム鉱床が分布する。

Qarri i Zi 地区は、MJAS-8 及び MJAS-9 鉱で着鉱したが、その南方延長は今年度の調査で見込めないことが明らかになったが、この地区のハルツバージャイトやダナイトには EPMA 異常が高い頻度で認められ、周辺に多くの鉱徴があることから、北部での探査を実施すべきであろう。

なお、Ahu i Vetem 地区のボーリング調査に当たっては、かなりの距離にわたって既存道路を補修する必要があり、また、ボーリングサイトまでの道路建設が必要なほか、この地区が標高 1,500m 以上の高地にあるため 9 月下旬以前に現地作業を終了させることを考慮する必要がある。

目 次

はしがき
要 約

第1章 序 論 -----	1
1-1 調査概要 -----	1
1-1-1 調査経緯及び目的 -----	1
1-1-2 第1年次調査の結論と提言 -----	1
1-1-3 調査内容 -----	2
1-1-4 調査期間 -----	2
1-1-5 調査団の編成 -----	2
1-2 調査地区の概要 -----	2
1-2-1 位 置 -----	2
1-2-2 交 通 -----	6
第2章 調査結果 -----	13
2-1 地質調査 -----	13
2-1-1 地 質 -----	13
2-1-2 地質構造 -----	19
2-1-3 クロム鉄微 -----	19
2-1-4 室内試験 -----	25
(1) 顕微鏡観察 -----	25
(2) 岩石及びクロム鉄石の化学分析 -----	28
(3) クロムスピネルのEPMA試験 -----	31
(4) Pt分析 -----	45
2-1-5 考 察 -----	47
(1) クロム鉄床の地質構造規制とEPMA異常の関係 -----	47
(2) シェベニック地域と世界の他地域のクロム鉄床との比較 -----	48
(3) クロム鉄床ポテンシャル -----	52
2-2 物理探査(磁気探査) -----	53
2-2-1 調査位置 -----	53
2-2-2 調査方法 -----	53
(1) 測線設定 -----	53
(2) 測定方法 -----	53
(3) データ処理及び解析方法 -----	51
2-2-3 解析結果(Shebenik中央地区) -----	59

(1) 全磁力分布	59
(2) フィルター解析	59
a. 極磁気変換	59
b. 上方接続解析	60
(3) 帯磁率	77
(4) 自然残留磁気	77
(5) 断面解析	85
2-2-4 解析結果 (Katjel 地区)	85
(1) 全磁力分布	85
(2) フィルター解析	85
a. 極磁気変換	85
b. 上方接続解析	85
(3) 帯磁率	86
(4) 断面解析	108
(5) クロム鉱体直上での検証	108
2-2-5 考 察	108
2-3 ボーリング調査	116
2-3-1 調査の概要	116
2-3-2 調査方法	117
(1) ボーリングの作業工程	117
(2) ボーリング作業と人員構成	117
(3) 道路及びサイト造成・補修・維持	117
(4) 使用機器・機材と掘削用水の供給	130
(5) 掘削工法	132
(6) コア調査, 試料採取及びコアの保管	135
2-3-3 調査結果	135
(1) Bregu i Pishes 地区	136
(2) Gjorduke 地区	146
(3) Shesh Bush No.1 地区	152
(4) Murriq 地区	161
(5) Qarri i Za 地区	165
(6) Pusha e Madhe 地区	168
(7) Pishkash South 地区	173
(8) Mbi Skroske 地区	179
2-3-4 室内試験	179
(1) 顕微鏡観察	179

(2) 岩石及び鉱石化学分析	183
(3) EPMA試験	189
2-3-5 考察	197
第3章 調査結果の総合検討	199
3-1 調査結果のまとめ	199
3-1-1 地質調査結果のまとめ	199
3-1-2 物理探査結果のまとめ	200
3-1-3 ボーリング調査結果のまとめ	201
3-2 総合検討	201
第4章 結論及び提言	207
4-1 結論	207
4-2 提言	207
参考文献	
巻末資料	

Figures, Tables, Appendices and Plates

Figures

- Fig. 1-1-1 Location map of the survey areas in 1996
- Fig. 1-2-1 Location map of the semi-detailed survey area
- Fig. 1-2-2 Location map of the drilling survey zones
- Fig. 1-2-3 Geologic map of the Shebenik Area
- Fig. 2-1-1 Geologic map of the Central Shebenik area
- Fig. 2-1-2 Sketch showing irregular and obscure boundary between dunite and harzburgite dominant in the Dunite rich zone (II-D) of the massive dunite-harzburgite suite
- Fig. 2-1-3 Sketch showing typical lithofacies of the dunite and harzburgite layer (Du)
- Fig. 2-1-4 Lineament map of the Central Shebenik area
- Fig. 2-1-5 Location of chromitite deposits and showings in the Central Shebenik area
- Fig. 2-1-6(1) Sketch of massive type chromitite deposit
- Fig. 2-1-6(2) Sketch of massive type chromitite deposit
- Fig. 2-1-6(3) Sketch of nodular type chromitite deposit
- Fig. 2-1-6(4) Sketch of banded type chromitite deposit
- Fig. 2-1-6(5) Sketch of disseminated type chromitite deposit
- Fig. 2-1-7 Variation diagram of Al, Ca, Co, Fe, Mn, Na, Ni, V, Zn and Cr contents
- Fig. 2-1-8 Cr-Al-Fe³⁺ proportion of chromian spinel
- Fig. 2-1-9 Relationship between Cr# and TiO₂ wt % in chromian spinel
- Fig. 2-1-10 Relationship between Cr# and TiO₂ wt % in chromian spinel in each location
- Fig. 2-1-11 Relationship between Cr# and Mg# in chromian spinel
- Fig. 2-1-12 Relationship between Cr# and Mg# in chromian spinel in each location
- Fig. 2-1-13 Relationship between Cr# and Fe³⁺# in chromian spinel
- Fig. 2-1-14 Relationship between Cr# and Fe³⁺# in chromian spinel in each location
- Fig. 2-1-15 Relationship between Cr# and V₂O₅ wt% in chromian spinel
- Fig. 2-1-16 Relationship between Cr# and V₂O₅ wt% in chromian spinel in each location
- Fig. 2-1-17 Chondrite-normalized PGE pattern
- Fig. 2-1-18 Magma mixing model for the genesis of podiform chromitite
- Fig. 2-1-19 Correlation between degree of mantle melt interaction and chromite concentration from the Sangun zone of SW Japan
- Fig. 2-1-20 Comparison of Cr# of chromian spinel in the world
- Fig. 2-2-1 Location map of survey lines, Central Shebenik area
- Fig. 2-2-2 Location map of survey lines, Katjel area
- Fig. 2-2-3 Total magnetic intensity map, Central Shebenik area
- Fig. 2-2-4 Magnetic profiles, Central Shebenik area
- Fig. 2-2-5 Total magnetic intensity map(topography compensated), Central Shebenik area
- Fig. 2-2-6 Reduction to the pole map, Central Shebenik area
- Fig. 2-2-7 Magnetic spectra, Central Shebenik area
- Fig. 2-2-8 Reduction to the pole map (shallow component extracted), Central Shebenik area
- Fig. 2-2-9 Reduction to the pole map (middle component extracted), Central Shebenik area
- Fig. 2-2-10 Reduction to the pole map (deep component extracted), Central Shebenik area
- Fig. 2-2-11 Location map of oriented rock samples and susceptibility measurements, Central Shebenik area
- Fig. 2-2-12 Histogram of susceptibility, Central Shebenik area
- Fig. 2-2-13 Analyzed profiles, Central Shebenik area

- Fig. 2-2-14 Total magnetic intensity map, Katjel area
- Fig. 2-2-15(1) Magnetic profiles, Katjel area
- Fig. 2-2-15(2) Magnetic profiles, Katjel area
- Fig. 2-2-16 Total magnetic intensity map (topography compensated), Katjel area
- Fig. 2-2-17 Reduction to the pole map, Katjel area
- Fig. 2-2-18 Magnetic spectra, Katjel area
- Fig. 2-2-19 Reduction to the pole map (shallow component extracted), Katjel area
- Fig. 2-2-20 Reduction to the pole map (middle component extracted), Katjel area
- Fig. 2-2-21 Reduction to the pole map (deep component extracted), Katjel area
- Fig. 2-2-22 Location map of rock susceptibility measurements, Katjel area
- Fig. 2-2-23 Histogram of susceptibility, Katjel area
- Fig. 2-2-24 Analyzed profiles, Katjel area
- Fig. 2-2-25 Magnetic profiles above chromite outcrop
- Fig. 2-2-26 Interpretation of magnetic profiles above chromite outcrop
- Fig. 2-2-27 Interpretation map, Katjel area
- Fig. 2-2-28 Interpretation map, Central Shebenik area
- Fig. 2-3-1 Location map of the drilling survey areas
- Fig. 2-3-2 Advance of all drilling works in 1996
- Fig. 2-3-3 (1) Advance of drilling works, MJAS-1,2,3, Bregu i Pishes area
- Fig. 2-3-3 (2) Advance of drilling works, MJAS-4, Fusha e Madhe area
- Fig. 2-3-3 (3) Advance of drilling works, MJAS-6,7, Gjorduke area
- Fig. 2-3-3 (4) Advance of drilling works, MJAS-8,9,10, Qarri i Zi area
- Fig. 2-3-3 (5) Advance of drilling works, MJAS-12,13,14, Shesh Bush No.1 area
- Fig. 2-3-3 (6) Advance of drilling works, MJAS-15,16, Pishkash South area
- Fig. 2-3-3 (7) Advance of drilling works, MJAS-18,19, Murriq area
- Fig. 2-3-3 (8) Advance of drilling works, MJAS-20,21,22, Mbi Skroske area
- Fig. 2-3-4 Geological map of northern Pogradec ultra-basic massif with drilling survey areas
- Fig. 2-3-5 Geological map of Qarri i Zi and its surroundings with a drilling survey area
- Fig. 2-3-6 Geological map of South Shebenik ultra-basic massif with drilling survey areas
- Fig. 2-3-7 Geological map with drilling sites, Bregu i Pishes area
- Fig. 2-3-8 Cross section of VII-VII, IX-IX and X-X, Bregu i Pishes area
- Fig. 2-3-9 Longitudinal section of Mg-330', Bregu i Pishes area
- Fig. 2-3-10 Geological map with drilling sites, Gjorduke area
- Fig. 2-3-11 Cross section of III-III and IV-IV, Gjorduke area
- Fig. 2-3-12 Longitudinal section of Mg-340', Gjorduke area
- Fig. 2-3-13 Geological map with drilling sites, Shesh Bush No.1 area
- Fig. 2-3-14 Cross section of 9-9, 10-10 and 11-11, Shesh Bush No.1 area
- Fig. 2-3-15 Longitudinal section of Mg-330', Shesh Bush No.1 area
- Fig. 2-3-16 Geological map with drilling sites, Murriq area
- Fig. 2-3-17 Cross section of 1-1 and 2-2, Murriq area
- Fig. 2-3-18 Geological map with drilling sites, Qarri i Zi area
- Fig. 2-3-19 Cross section of 1-1 and 2-2, Qarri i Zi area
- Fig. 2-3-20 Longitudinal section of Mg-330', Qarri i Zi area
- 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, Pishkash South area
- 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 Skroske area

- Fig. 2-3-26 Cross section of 1-1, 2-2 and 3-3, Mbi Skroske area
 Fig. 2-3-27 Variation diagram of Al, Ca, Co, Fe, Mn, Na, Ni, V, Zn and Cr contents
 Fig. 2-3-28 Chondrite normalized PGE patterns of chromitite of drill-core samples
 Fig. 2-3-29 Cr-Al-Fe³⁺ proportion of chromian spinel
 Fig. 2-3-30 Relationship between Cr# and TiO₂ wt % in chromian spinel
 Fig. 2-3-31 Relationship between Cr# and Mg# in chromian spinel
 Fig. 2-3-32 Relationship between Cr# and Fe³⁺# in chromian spinel
 Fig. 2-3-33 Relationship between Cr# and V₂O₅ wt% in chromian spinel
 Fig. 3-2-1 Interpretation map of the Central Shebenik area
 Fig. 4-2-1 Recommended areas for the Phase III survey in 1997

Tables

- Table 1-1-1 Survey works in 1996 fiscal year
 Table 1-1-2 Personnel
 Table 2-1-1 Schematic geological column of the Central Shebenik area
 Table 2-1-2 Results of microscopic observation of polished-thin sections
 Table 2-1-3 Results of chemical analysis of 24 elements for whole rock
 Table 2-1-4 Results of EPMA analysis
 Table 2-1-5 Potentiality of EPMA anomaly
 Table 2-1-6 Platinum group elements of the Shebenik ultrabasic massif
 Table 2-2-1 Table of instruments for magnetic survey
 Table 2-2-2 Magnetic susceptibility of the Central Shebenik area
 Table 2-2-3 Statistics of magnetic susceptibility of the Central Shebenik area
 Table 2-2-4 Magnetic susceptibility and remnant magnetization of the Central Shebenik area
 Table 2-2-5 Magnetic susceptibility of the Katjel area
 Table 2-2-6 Statistics of magnetic susceptibility of the Katjel area
 Table 2-3-1 Summary of drill holes in 1996
 Table 2-3-2 Consumable materials used for the drilling survey in 1996
 Table 2-3-3 Equipment used for the drilling survey in 1996
 Table 2-3-4 Working days, core recovery and drilling rate of the drilling survey in 1996
 Table 2-3-5 Working hours of the drilling survey in 1996
 Table 2-3-6 Chromitite discovered by MJAS-1 and MJAS-2, Bregu i Pishes area
 Table 2-3-7 Chromitite discovered by MJAS-8 and MJAS-9, Qarri i Zi area
 Table 2-3-8 Results of microscopic observation of thin sections
 Table 2-3-9 Results of microscopic observation of polished-thin sections
 Table 2-3-10 Results of chemical analysis of rocks and chromitites
 Table 2-3-11 Chemical characteristics of chromitite, dunite and harzburgite
 Table 2-3-12 Results of chemical analysis of chromitite for platinum group elements
 Table 2-3-13 Results of EPMA analysis
 Table 2-3-14 Potentiality of EPMA anomaly
 Table 4-2-1 Target areas for the third year exploration of the Shebenik area
 Table 4-2-2 Ranking of chromite showings in the Central Shebenik area

Appendices

- Apx. 2-1-1 Microphotographs of rock samples
 Apx. 2-1-2 Cr# of orthopyroxene in chromitite, dunite and harzburgite in the Central

- area
- Apx. 2-1-3 Cr#-Fo diagram of the Shebenik area with olivine-spinel mantle array by Arai (1991)
- Apx. 2-2-1 Method of topographic compensation
- 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. 2-3-1 (1) Geological logging of MJAS-1, Bregu i Pishes area
- Apx. 2-3-1 (2) Geological logging of MJAS-2, Bregu i Pishes area
- Apx. 2-3-1 (3) Geological logging of MJAS-3, Bregu i Pishes area
- Apx. 2-3-1 (4) Geological logging of MJAS-4, Fusha e Madhe area
- Apx. 2-3-1 (5) Geological logging of MJAS-6, Gjor duke area
- Apx. 2-3-1 (6) Geological logging of MJAS-7, Gjor duke area
- Apx. 2-3-1 (7) Geological logging of MJAS-8, Qarri i Zi area
- Apx. 2-3-1 (8) Geological logging of MJAS-9, Qarri i Zi area
- Apx. 2-3-1 (9) Geological logging of MJAS-10, Qarri i Zi area
- Apx. 2-3-1 (10) Geological logging of MJAS-12, Shesh Bush No.1 area
- Apx. 2-3-1 (11) Geological logging of MJAS-13, Shesh Bush No.1 area
- Apx. 2-3-1 (12) Geological logging of MJAS-14, Shesh Bush No.1 area
- Apx. 2-3-1 (13) Geological logging of MJAS-15, Pishkash South area
- Apx. 2-3-1 (14) Geological logging of MJAS-16, Pishkash South area
- Apx. 2-3-1 (15) Geological logging of MJAS-18, Murriq area
- Apx. 2-3-1 (16) Geological logging of MJAS-19, Murriq area
- Apx. 2-3-1 (17) Geological logging of MJAS-20, Mbi Skroske area
- Apx. 2-3-1 (18) Geological logging of MJAS-21, Mbi Skroske area
- Apx. 2-3-1 (19) Geological logging of MJAS-22, Mbi Skroske area
- Apx. 2-3-2 Results of topographic survey of drilling points in 1996
- Apx. 2-3-3 Microphotographs of core samples
- Apx. 4-2-1 Geological situation and accessibility of chromite deposits in Ahu i Vetem area

Plates

- PL. 2-1-1 Geological map and profiles of the Central Shebenik area
- PL. 2-1-2 Location of chromitite deposits and showings in the Central Shebenik area
- PL. 2-1-3 Geological fact map of the Ahu i Vetem
- PL. 2-1-4(1) Geological fact map of the Lugu i Batres 1
- PL. 2-1-4(2) Geological fact map of the Lugu i Batres 2
- PL. 2-1-5 Location of geological samples for laboratory test in the Central Shebenik area

第 1 章 序 論

第1章 序 論

1-1 調査概要

1-1-1 調査経緯及び目的

本調査は、国際協力事業団及び金属鉱業事業団と、アルバニア共和国資源エネルギー省 (Ministry of Mineral Resources and Energy: MMRE) 及びアルバニア地質調査所 (Albanian Geological Survey: GJEOALBA) との間で、1995年7月5日に署名された「Scope of Works」に基づいて、シェベニック地域において実施された。

本年度は、その第2年次にあたり、第1年次調査によって抽出されたShebenik中央地区で地質調査及び物理探査(準精査)が、Shebenik南部地区及びPogradec北部地区の2地区でボーリング調査が実施された。

Shebenik中央地区での準精査の目的は、地表踏査、物理探査及び室内試験を行うことによつて地質及び地質構造とクロム鉱化作用の関係を明らかにすること、並びに、将来のボーリング探鉱のための有望地区を抽出することにある。Shebenik南部地区及びPogradec北部地区でのボーリング調査の目的は、既知鉱床の下部延長部を捕捉すること、また、第1年次調査で抽出された磁気異常やEPMA異常の地質や鉱化状況を確認することにある。

1-1-2 第1年次調査の結論と提言

(1) 結 論

第1年次調査の結果得られた結論は次のようにまとめられる。

- a) Shebenik-Pogradec 超塩基性岩体にはいわゆるアルパイン型ポディホームタイプのクロミタイトの鉱床や鉱徴地が多く分布している。
- b) これまで発見された規模の大きなクロム鉱床の多くが Shebenik 岩体南部から Pogradec 岩体にかけて分布している。これらの地域には、Shebenik-Pogradec 超塩基性岩体の下部層準が分布し、クロムスピネルの EPMA による地球化学的検討からもこれらの地域でクロミタイトの濃集に好ましい指標が得られている。
- c) Shebenik 岩体北部については EPMA による好ましい指標は得られなかった。

したがって、Shebenik 岩体南部と Pogradec 岩体が今後さらに探査すべき有望な地域として注目される。なお、これらの地域で今後探査を継続するに際して、次の既往探査の状況を考慮する必要がある。

- a) Pogradec 岩体についてはすでに系統的な探査が実施され、地表調査により新鉱床を発見できる可能性は少ない
- b) Shebenik 岩体南部では地形的な制約から十分な探査が実施されておらず、地表調査による探鉱余地が残されている

(2) 提 言

以上の第1年次調査の結論に基づき、第2年次調査として以下の調査が提言された。

a) 地質調査及び物理探査（磁気探査）準精査

- ・ Bushtrice 川北側の Shebenik 中央地区

Shebenik 中央地区は、本地域の主要なクロム鉱床が分布する地帯の北方延長部にあたり、多くのクロミタイト鉱床が分布するものの地形的制約により十分な探査が行われていない。

b) ボーリング調査

- ・ Pogradec 北部地区 (Murriq, Pusha e Madhe, Gjorduke, Bregu i Pishes, Shesh Bush No.1)

これらの地区ではこれまでに多くの調査が行われてきたが未だ探鉱余地が残されている。また、Bregu i Pishes では EPMA 試験によりクロミタイトの濃集に好ましい指標が得られた。

- ・ Shebenik 南部地区(Qarri i Zi, Mbi Skorske, Pishkash South)

Qarri i Zi 地区では浅部が開発されたが下部が未探鉱であり、かつ EPMA 試験によりクロミタイトの濃集に好ましい指標が得られた。Mbi Skorske 及び Pishkash South では磁気探査で異常が認められた。

1-1-3 調査内容

第2年次調査は、地質調査、磁気探査及びボーリング調査からなる。Fig. 1-1-1 にそれぞれの調査範囲を、Table 1-1-1 にそれぞれの調査量を示す。

1-1-4 調査期間

各調査の作業期間は下記のとおりである。

現地調査（地質調査）	平成8年6月17日～平成8年7月27日
現地調査（磁気探査）	平成8年7月15日～平成8年8月24日
現地調査（ボーリング調査）	平成8年6月17日～平成8年12月21日
室内試験・報告書作成	平成8年7月28日～平成9年2月23日

1-1-5 調査団の編成

本プロジェクトの折衝にあたった調査団及び現地調査に参加した人員を Table 1-1-2 に示す。

1-2 調査地区の概要

1-2-1 位置

シェベニック地域は、アルバニア共和国南東部の山岳地帯に位置し、東はマケドニア国境及び Ohrit 湖に面する。シェベニック地域には、標高 2,262m の Shebenik 山に代表される高山が北北西-南南東方向に連なり Shebenik 山地とよばれている。Shebenik 山地は、北部の Shebenik 山塊と南部の Pogradec 山塊の2つの山塊からなる。本地域の北西端に Librazhd, 南端に Pogradec の町があり、地域の交通及び産業の中心となっている。

準精査の対象となった Shebenik 中央地区は、Shebenik 山塊のほぼ中央、Bush trice 川北岸の面積 22km² の地域で、Pogradec 市の北北西約 25km、Librazhdi 市の東方約 11km に位置する。

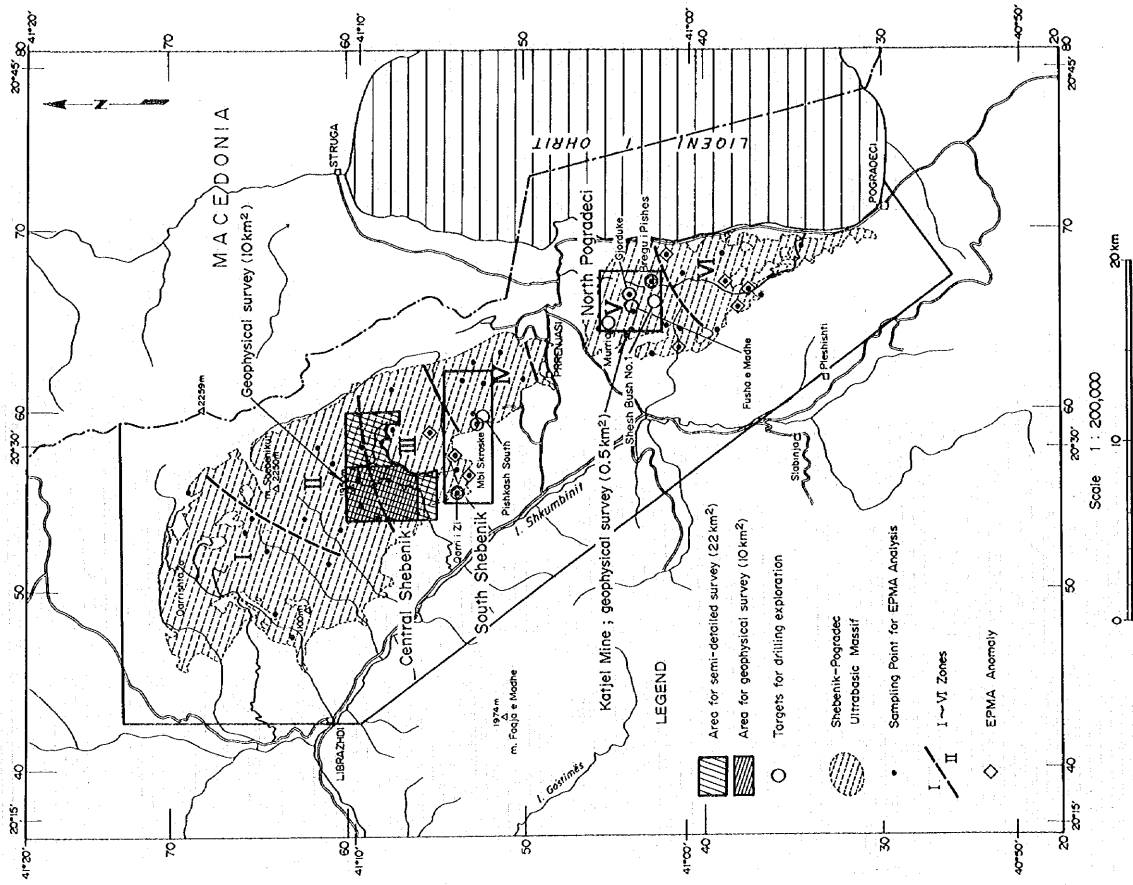


Fig. 1-1-1 Location map of the survey areas in 1966

Table 1-1-1 Survey Works in 1996 Fiscal Year

(1) Field works

Type of Survey		Quantity of field works		
-Geological Survey	Scope of survey	Length of survey	Number of sample	
Central Shebenik Area	22 km ²	72.6 km	72 pcs.	
-Magnetic Survey	Scope of survey	Length of survey line	Number of measurement	
Central Shebenik Area	10 km ²	102.32 km, 41 lines	5,155 points	
Katjel Area	0.52 km ²	7.21 km, 18 lines	378 points	
-Drilling Survey				
Zone	No. of hole	Depth(m)	Inclination	Direction
Bregu i Pishes	MJAS- 1	80.00	-43'	S60°W
	MJAS- 2	80.00	-45'	S60°W
	MJAS- 3	130.86	-40'	S60°W
Fusha e Madhe	MJAS- 4	191.50	-45'	N50°W
	Gjorduke	MJAS- 6	170.10	-60'
Qarri i Zi	MJAS- 7	167.30	-49'	S70°W
	MJAS- 8	87.50	-40'	S60°E
	MJAS- 9	101.55	-51'	S60°E
Shesh Bush No.1	MJAS-10	101.13	-46'	S60°E
	MJAS-12	100.60	-40'	S60°W
	MJAS-13	100.00	-43'	S60°W
Pishkash South	MJAS-14	100.80	-40'	S60°W
	MJAS-15	209.50	-45'	E
	MJAS-16	211.80	-60'	E
Murriq	MJAS-18	100.00	-30'	N
	MJAS-19	100.00	-30'	N
Mbi Skroske	MJAS-20	100.17	-55'	N54°E
	MJAS-21	100.60	-55'	S30°E
	MJAS-22	100.00	-63'	S10°W

(2) Laboratory tests and Measurements

Item	Number	Remarks
-Laboratory Test for Geological Survey		
-Thin Section of Rocks	28 pcs.	
-Polished-thin Section of Ores	20 pcs.	
-Quantitative Analysis by EPMA	44 pcs.	TiO ₂ , Al ₂ O ₃ , Cr ₂ O ₃ , Fe ₂ O ₃ , V ₂ O ₅ , FeO, MnO, MgO
-Chemical Analysis of Rocks	37 pcs.	Al, Ba, Be, Bi, Cd, Ca, Cr, Co, Cu, Fe, Pb, Mg, Mn, Mo, Ni, P, K, Ag, Na, Sr, Ti, W, V and Zn
-Chemical Analysis of Ores	30 pcs.	Cr ₂ O ₃
-Chemical analysis of PGE	12 pcs.	Os, Ir, Ru, Rh, Pt, Pd, Au and Re
-Laboratory Test for Geophysical Survey		
-Natural Magnetic Remnant	20 pcs.	(Central Shebenik area)
-Magnetic Susceptibility	149 points	(Central Shebenik area: 123, Katjel area: 26)
-Laboratory Test for Drilling Survey		
-Thin Section of Rocks	21 pcs.	
-Polished-thin Section of Ores	31 pcs.	
-Quantitative Analysis by EPMA	31 pcs.	TiO ₂ , Al ₂ O ₃ , Cr ₂ O ₃ , Fe ₂ O ₃ , V ₂ O ₅ , FeO, MnO, MgO
-Chemical Analysis of Rocks	20 pcs.	Al, Ba, Be, Bi, Cd, Ca, Cr, Co, Cu, Fe, Pb, Mg, Mn, Mo, Ni, P, K, Ag, Na, Sr, Ti, W, V and Zn
-Chemical Analysis of Ores	20 pcs.	Cr ₂ O ₃
-Chemical Analysis of PGE	20 pcs.	Os, Ir, Ru, Rh, Pt, Pd, Au and Re

Table 1-1-2 Personnel

日 本 側		アルバニア側	
・作業管理調査団			
五十嵐吉昭 金属鉱業事業団		Mr. Vasil GRILLO, Gjeolba	Mr. Vaxhid TAHSINI, Gjeolba
・現地調査団			
団 長 (総 括)	宮島 弘 SMC	Mr. Kristaq DHIMA, Geological Institute, Gjeolba	
団 員 (地質班長)	永野 統宏 SMC	Mr. Besnik POJANI, Korçe Enterprise, Gjeolba	
団 員 (地 質)	松木 一郎 SMC	Mr. Fatmir BLACEJI, Pogradec Enterprise, Gjeolba	
団 員 (物探班長)	飯 博行 SMC	Mr. Aleksander KOSPURI, Geophysical Center, Gjeolba	
団 員 (物 探)	勝田 充 SMC	Mr. Gani SHEHU, Geophysical Center, Gjeolba	
団 員 (物 探)	上原大二郎 SMC	Mr. Apollon DIJO, Geophysical Center, Gjeolba	
団 員 (物 探)		Mr. Albi KOSPURI, Geophysical Center, Gjeolba	
団 員 (物 探)		Mr. Agron FESHTI, Geophysical Center, Gjeolba	

註) Gjeolba; Albanian Geological Survey, SMC; Sumiko Consultants Co., Ltd.

ボーリング探査を実施した Shebenik 南部地区は、Shebenik 中央地区のすぐ南側に位置し、西から東へ向かって Qarri i Zi, Mbi Skorske, Pishkash South の3地区を含む。また、同様にボーリング探査の対象となった Pogradec 北部地区は、Pogradec 山塊北部、Ohrit 湖の西岸に位置し、北から南へ、Murriq, Fusha e Madhe, Gjor duke, Brequ i Pishes 及び Shesh Bush No.1 の5地区を含む。

標高 700m にある Pogradec は、Ohrit 湖南岸の人口約 1 万人の小さな町で、夏は避暑地及び湖水浴の地として多くの観光客でにぎわう。Pogradec の町には PTT (電話・郵便局) があり、国際電話及び FAX の発信が可能であるが、しばしば不通となる。Pogradec の宿泊施設としては、旧国営のホテルが 1 軒及び軍の保養施設があるほか、私営の宿泊施設が多くある。Librazhd は、地域の北西端に位置する人口数千程度程度の小さな町で、旧国営のホテル及び PTT (電話・郵便局) がある。

1-2-2 交 通

シェベニック地域の中心都市の一つである Pogradec は、首都ティラナの南西約 80km に位置し、ティラナから舗装された国道が整備されている。この国道は、ティラナから、アルバニア有数の工業都市 Elbasan, Librazhd 及び Prrenjas をとおる、マケドニア・ギリシャ両国境に達している。ティラナと Pogradec 間の所要時間は 3～4 時間である。

Shebenik 中央地区は、標高 1,000～2,000m の山岳地帯にあり、Librazhd と Pogradec 間を結ぶ国道から林道 (未舗装) が通じており、四輪駆動車で調査地区のほぼ中央、Kryqi i Vakut 山北側の標高 1,700m 地点まで到達できる。しかし、林道の状況は劣悪で、雨天の場合は通行不能となる。林道入口の Xhyra (Bushit) から調査地域南西端の貯水池までの道路距離は約 9km、所要時間は約 1 時間である。また、貯水池から標高 1,700m 地点までの道路距離は約 5km、所要

時間は約1時間である。なお、LibrazhdからXhyra (Bushit)までの道路距離は約12km、所要時間は約20分である。

ポーリング調査を行った Pogradec 北部地区には、Qaf Thane から Çervenak を経て Pogradec へ通ずる未舗装道路（積雪期は閉鎖）がある。この道路から Bregu i Pishes, Gjor duke, Fusha e Madhe 及び Shesh Bush No.1 の各地区まで既存道路を補修し、一部新たに造成してアクセス道路とした。Murriq 地区では Pprenjas から Katjel 鉱山への未舗装道路を利用し、ここから新たに約300mを造成した。

Shebenik 南部地区では、Pishkash South 地区が Guri Pishkash の Fe-Ni 鉱山道路のごく近傍に位置し、鉱山道路を改修してアクセス道路としたほか、Qarri i Zi 地区では Bushtrice 川沿いの未舗装道路から、かつての探鉱道路までの既存道路を改修し、サイト付近で一部新たに造成してアクセス道路とした。なお、Mbi Skroske 地区では Pishkash-4 クロム鉱山に至る既存道路から約1.5kmの新設道路を造成する必要がある。

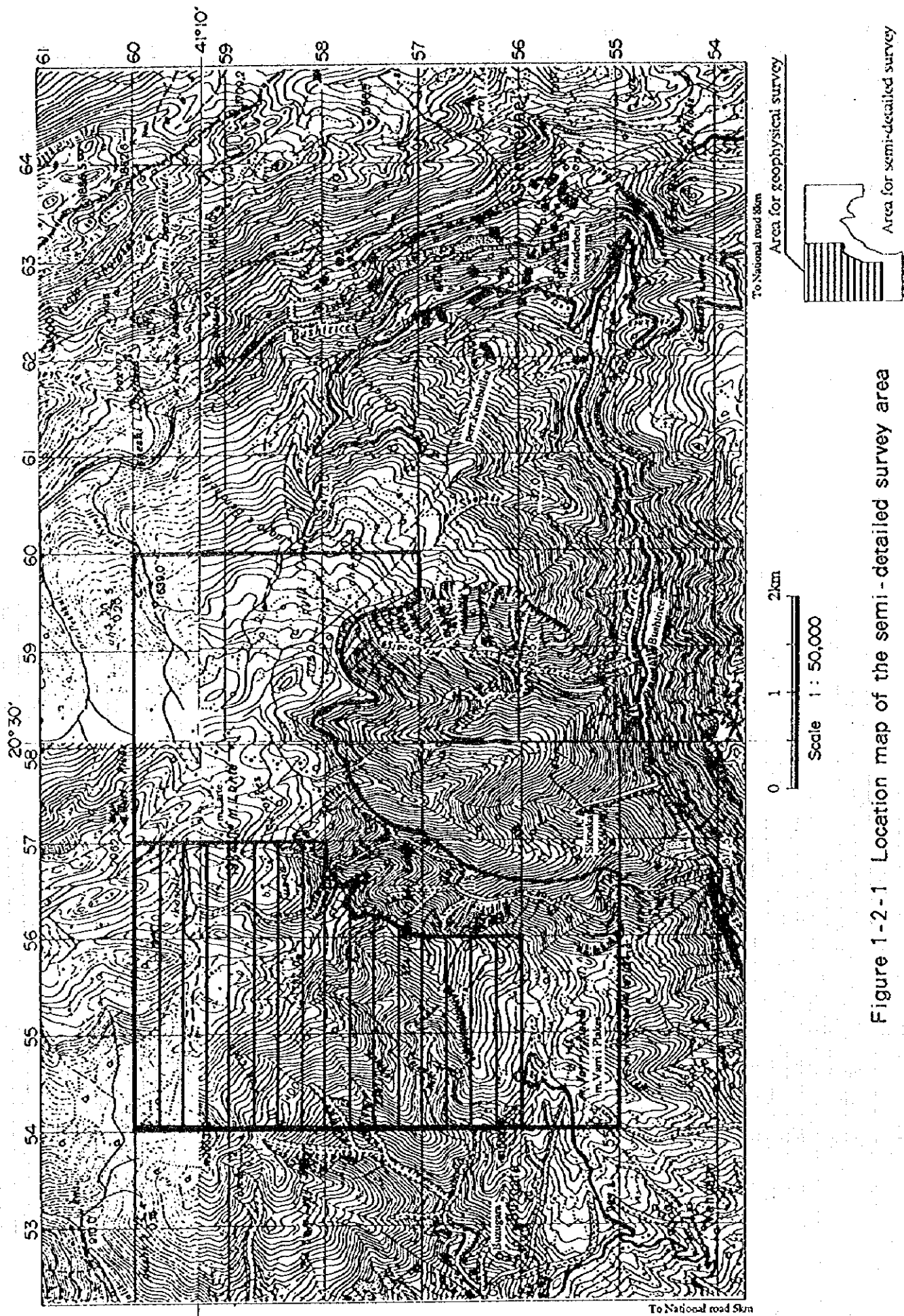
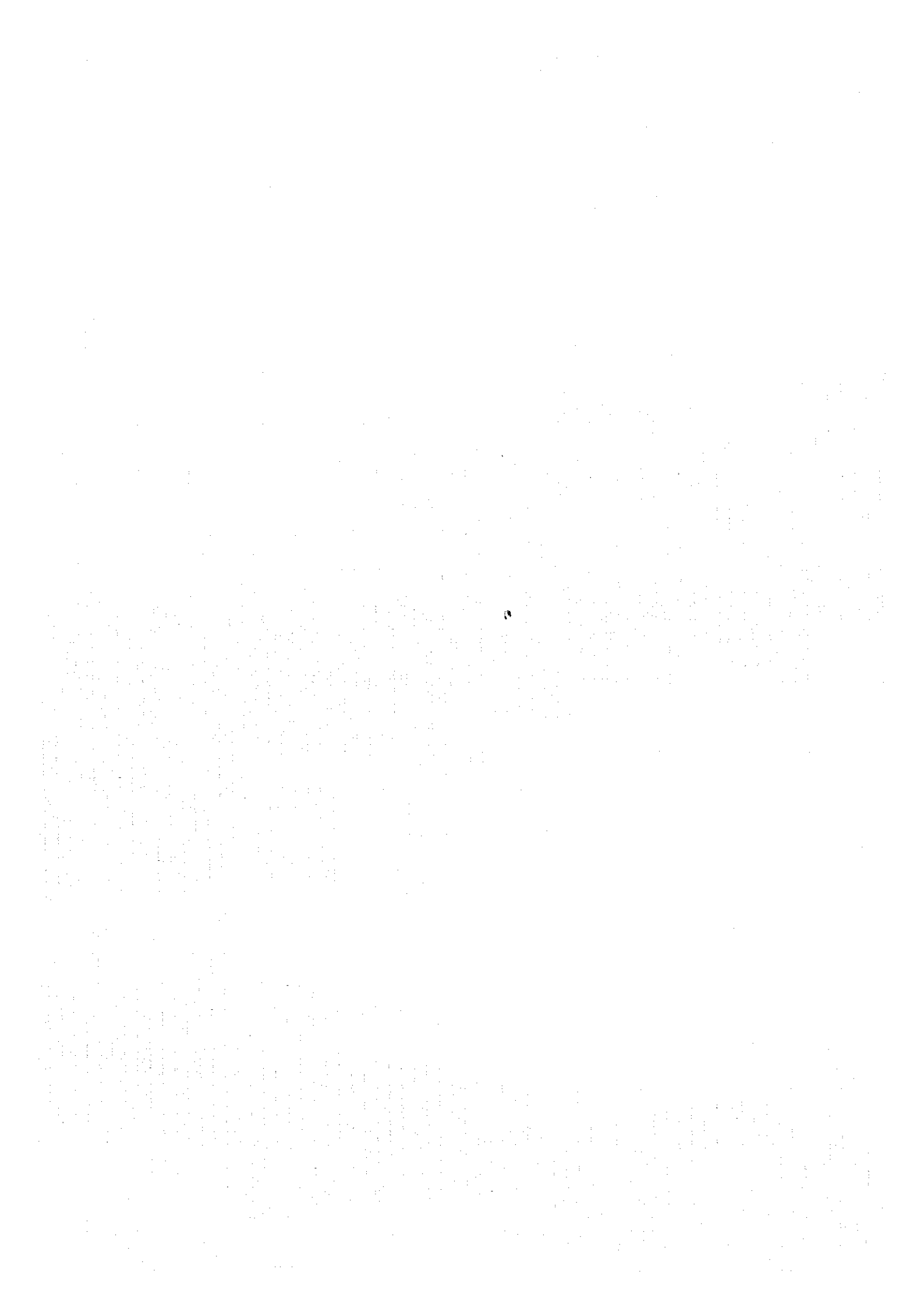


Figure 1-2-1 Location map of the semi-detailed survey area



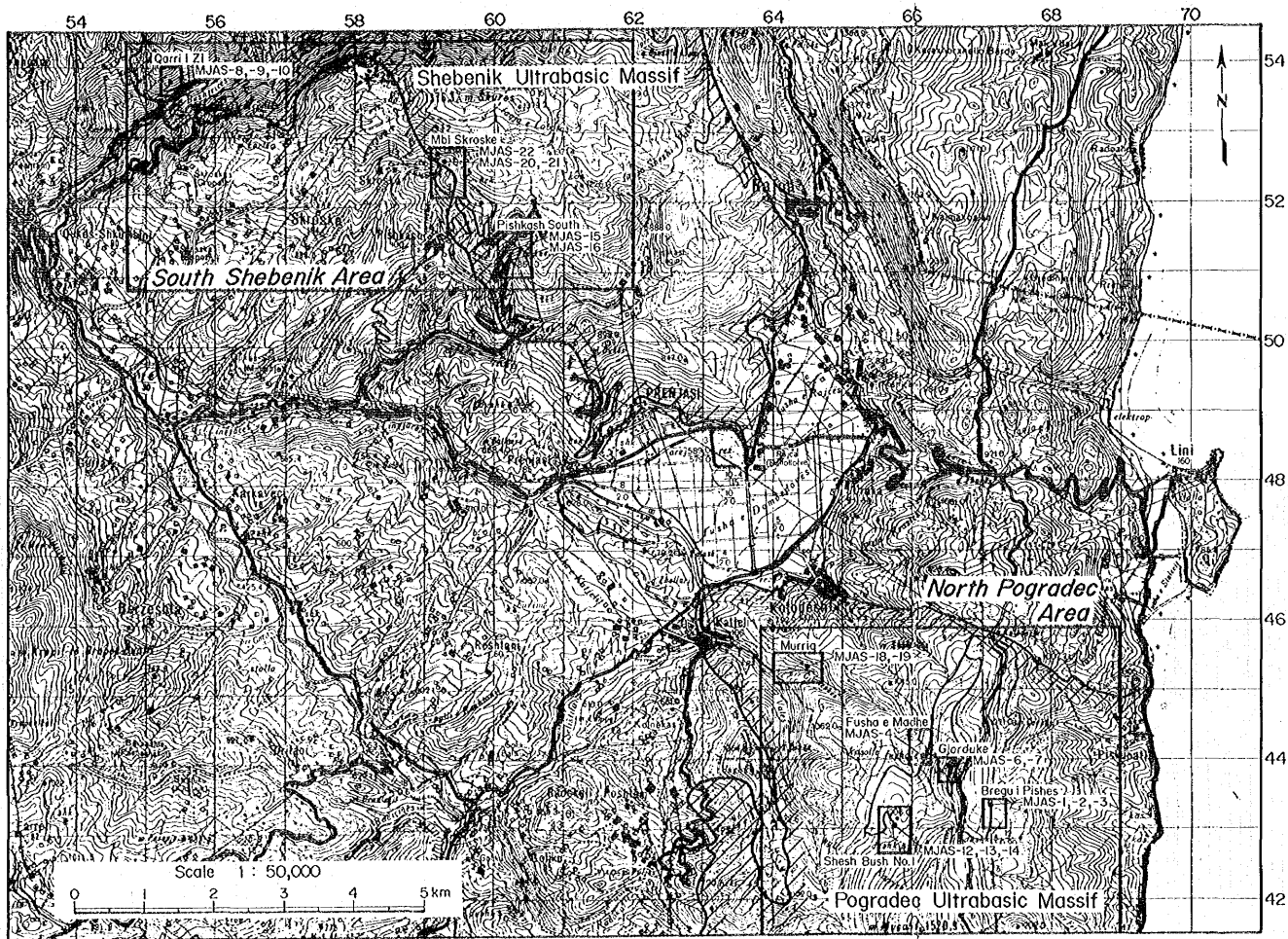


Fig. 1-2-2 Location map of the drilling survey areas

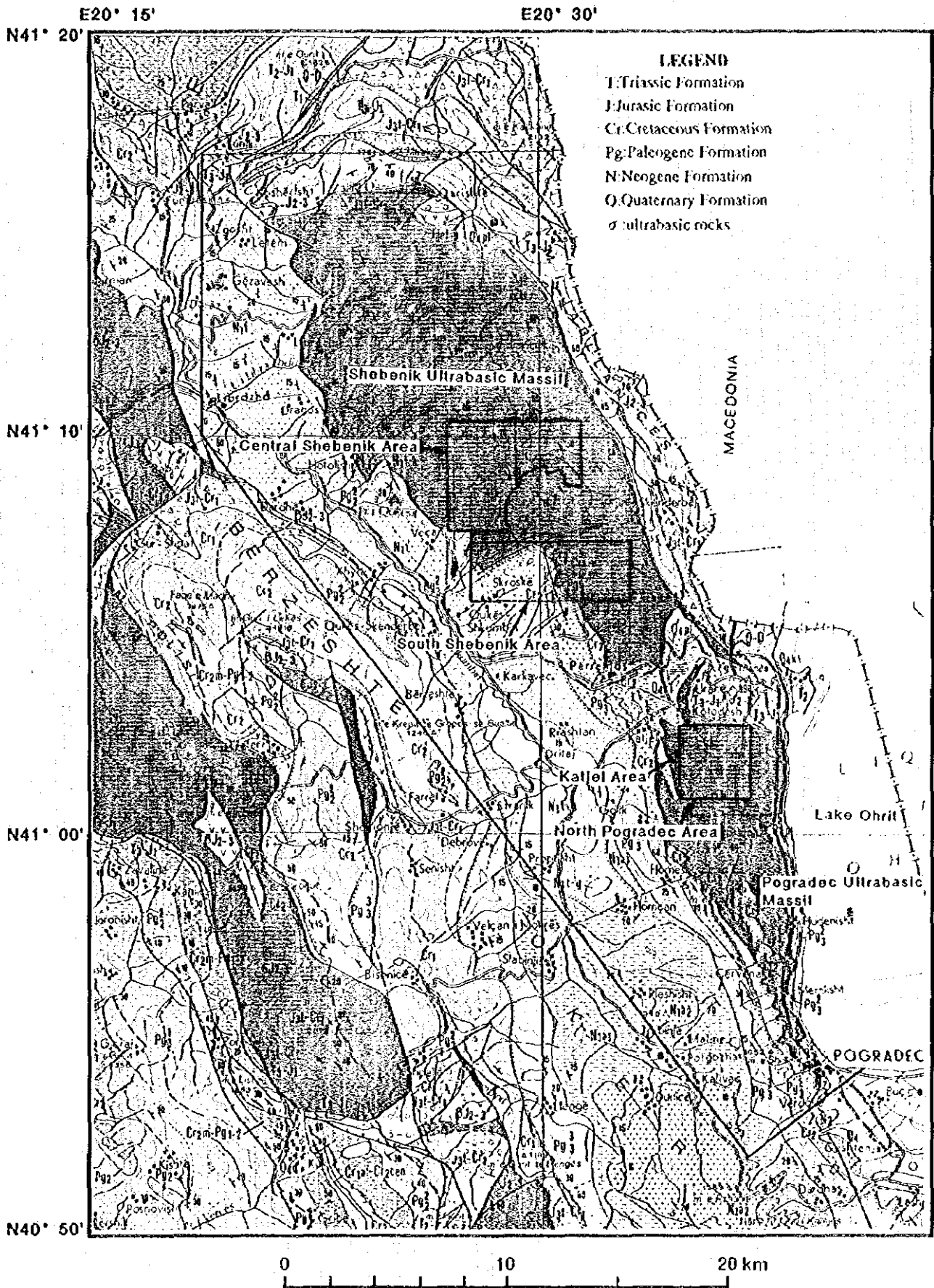


Fig. 1-2-3 Geologic map of the Shebenik Area

第2章 調査結果

第2章 調査結果

2-1 地質調査

2-1-1 地質

Shebenik 中央地区には、シェベニック地域に分布する地層のうち、Shebenik-Pogradec 超塩基性岩体に属する超塩基性岩類、白亜紀石灰岩及び新第三紀陸成層が分布する。超塩基性岩類はハルツバージャイトを主体とし、ダナイトを伴うもので、準精査地区のほとんどを占める。白亜紀石灰岩及び新第三紀陸成層は調査地南西隅の一部に超塩基性岩類を不整合に覆って分布する (Fig. 2-1-1, Table 2-1-1)。

本調査による現地調査結果及び Gjeolba によって作成された 1 万分の 1 の地質図 (Blaceri, 1990) を総合的に検討し、1 万分の 1 の地質図 (Plate 2-1-1) を作成した。

(1) Shebenik 超塩基性岩体

当地域に分布する超塩基性岩類は、ハルツバージャイト及びダナイトからなり、しばしばクロミタイトを伴う。また、幅数 cm ~ 1m 程度のはんれい岩~パイロキシナイトの岩脈が一部に認められる。クロミタイトは必ずダナイトにより取り囲まれた産状を示す。

本地域の超塩基性岩類は全体的に蛇紋岩化しているが、その程度は弱く、原岩の識別は容易である。ダナイトは暗灰色~暗緑色を呈し、風化面はなめらかで淡褐色を呈する。鏡下の観察でダナイトは、初生鉱物としてかんらん石・クロムスピネル、二次鉱物として主に蛇紋石からなり、まれに磁鉄鉱、緑泥石等が生じている。ハルツバージャイトは暗灰色~暗緑岩を呈し、径 1cm に達する斜方輝石を含む。風化面は斜方輝石とかんらん石の風化程度の違いによりざらついた外見を示す。ハルツバージャイトは、鏡下に、初生鉱物としてかんらん石、斜方輝石及び少量の単斜輝石、クロムスピネルからなる。二次鉱物として主に蛇紋石、まれに滑石が生じている。

これらの超塩基性岩類はダナイトの含まれる割合、ダナイトとハルツバージャイトとの関係などから、下位より、Massive dunite-harzburgite suite 及び Dunite-harzburgite suite with remarkable layering の 2 つに区分される。Massive dunite-harzburgite suite は、塊状のハルツバージャイト中にダナイトレンズを含むもので、このうちハルツバージャイトを主体とする部分を Harzburgite 1 として、ダナイトレンズに富み比較的規模の大きいダナイトレンズを含む部分を Dunite rich zone として区分した。Dunite-harzburgite suite with remarkable layering はハルツバージャイト中にダナイトの薄層を挟むもので、ハルツバージャイトを主体とする部分を Harzburgite 2 として、頻繁にダナイトの薄層を挟む部分を Dunite and harzburgite layer として区分した。それぞれの産状及び分布は次のとおりである。

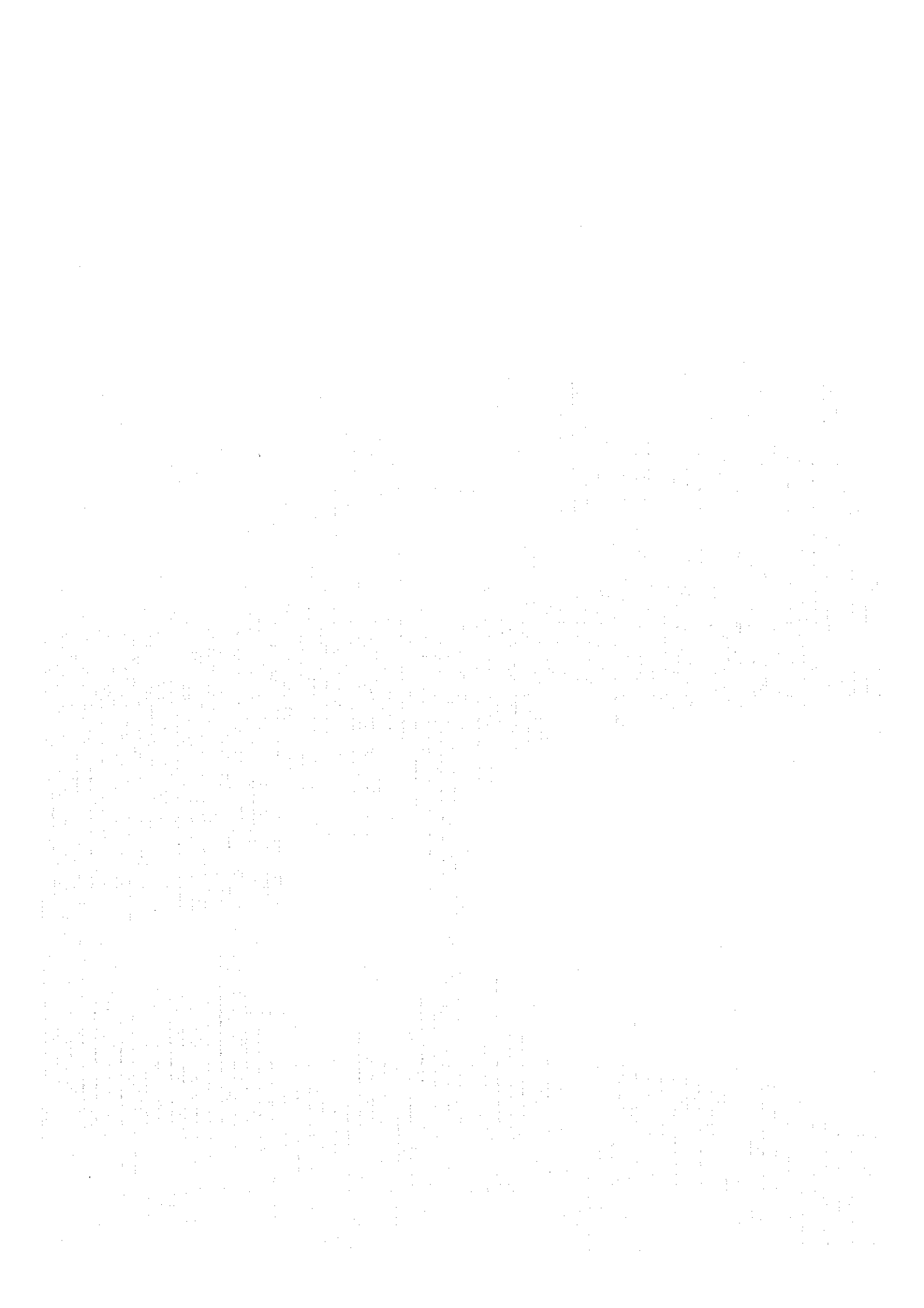
Massive dunite-harzburgite suite

Harzburgite 1 (Hz1)

塊状のハルツバージャイトを主体とし、まれに数十 cm ~ 数 m のダナイトレンズを伴う。調査地区中央部から南西部に分布がみられる。作られるダナイトレンズの走向・傾斜は様々である。

Table 2-1-1 Schematic geological column of the Central Shebenik area

GEOLOGICAL AGE	COLUMNAR SECTION	SYMBOL	THICKNESS (m)	ROCKFACIES	MINERALIZATION	STRATIGRAPHY OF TRANSITION ZONE IN OPHIOLITE
CENOZOIC	QUARTERNARY	Q	10-30	gravel, sand, silt, clay		modified by Nicolas and Prinzhofer (1983)
	TERTIARY					
NEOGENE		Tmi	>250	red conglomerate and sandstone		gabbroic formation
		K	>100	limestone		
MESOZOIC	<p>Shebenik-Pogradec Ultrabasic Massif</p>	Hz2 / Du	>2500	dunite-harzburgite suite with remarkable layering Hz2: Harzburgite 2 harzburgite with small dunite layer Du: Dumite and harzburgite layered dunite and harzburgite	podiform chromite disseminated chromite in dunite	dunite with foliation
		Hz1 / H-D	>4000	massive dunite-harzburgite suite Hz1: Harzburgite 1 massive harzburgite with dunite lense H-D: Dumite rich zone harzburgite rich in various sized dunite lense	massive chromite ~ disseminated chromite in dunite	chromite clinopyroxenite and websterite harzburgite with foliation



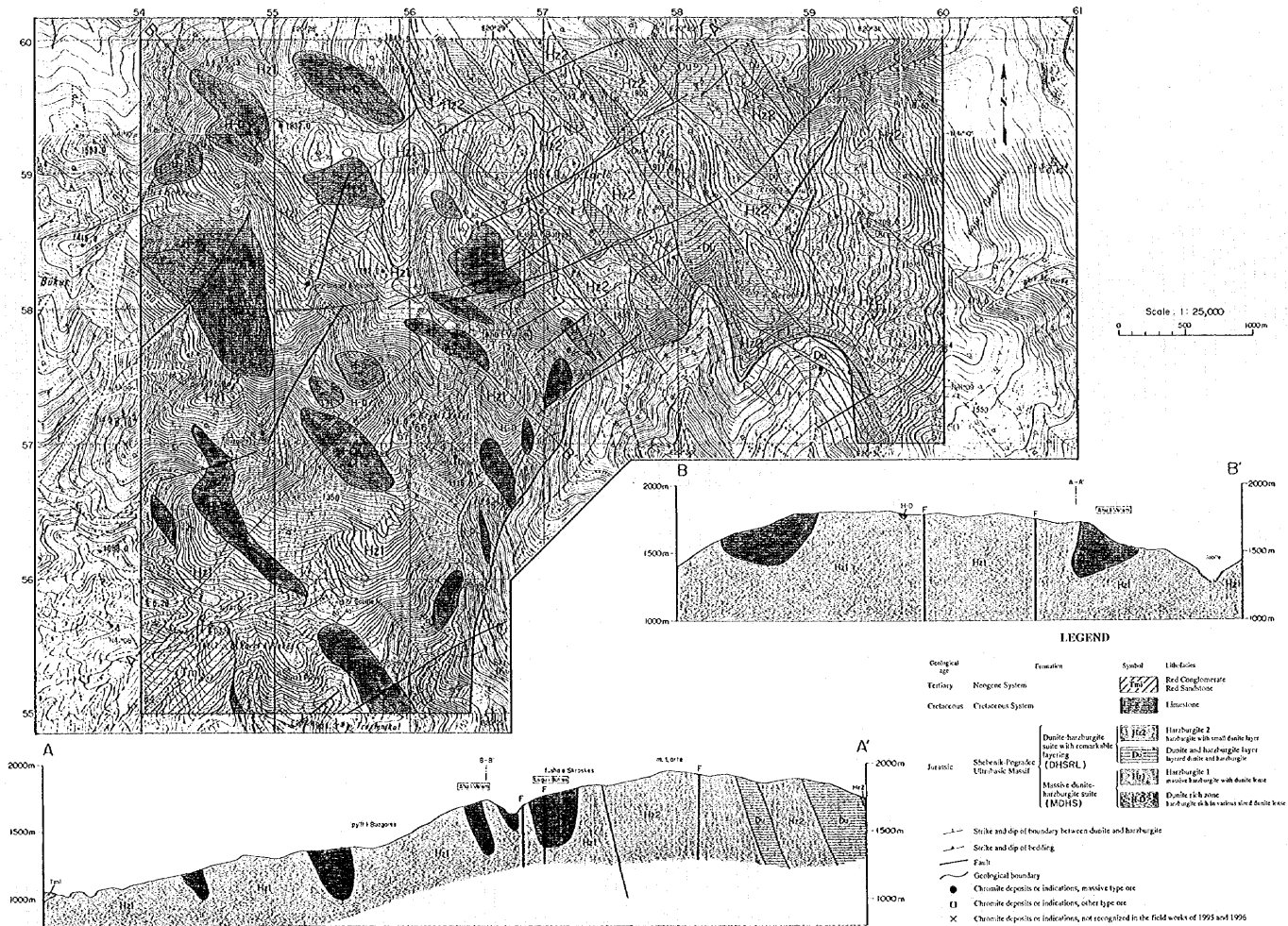
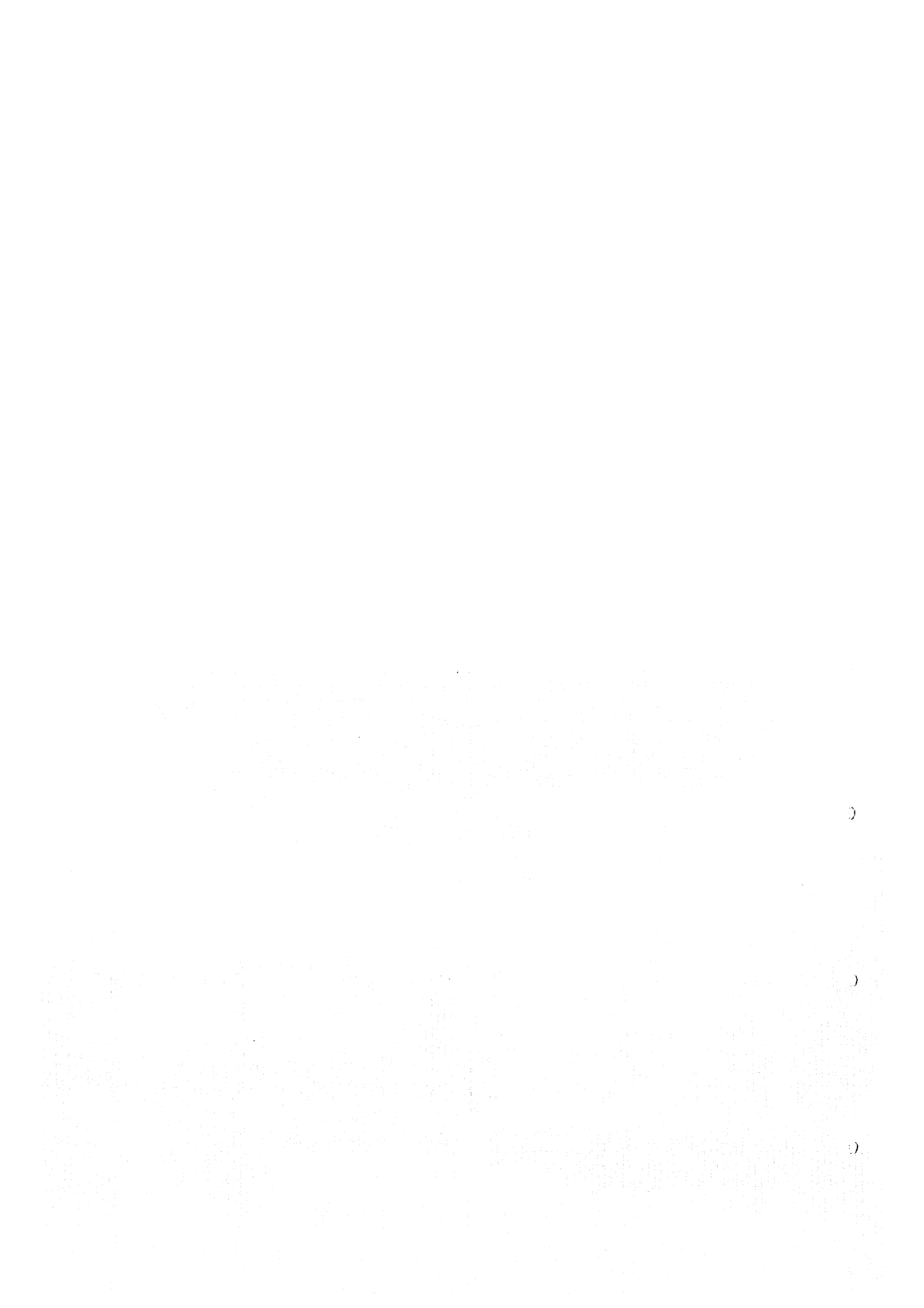


Figure 2-1-1 Geologic map of the Central Shebenik area



Dunite rich zone (H-D)

調査地区の中央部～西部に分布する。塊状のハルツバージャイトからなり、様々な規模のグナイトレンズに富む。グナイトレンズの規模は厚さ数 m ～数十mで、走向・傾斜は様々な方向を示す。グナイトレンズに富む範囲は数 100 m四方から最大 1km 四方で、Dunite-harzburgite suite と Massive dunite-harzburgite suite の境界付近に集中して分布する傾向がある。グナイト中には、しばしば塊状～鉄染状クロミタイトを伴い、その規模も比較的大きい。

この Dunite rich zone では、Fig. 2-1-2 に示すように、グナイトとハルツバージャイトの境界は、一般に不規則かつ漸移的な場合が多く、ハルツバージャイト及びグナイトに含まれる斜方輝石の肉眼でのモード組成にばらつきが認められる。すなわち、グナイトでも斜方輝石を含むものから、ハルツバージャイトでも斜方輝石の少ないものが存在し、これらはハルツバージャイトとグナイトの漸移的な岩相であると考えられる。この漸移的な岩相はクロム鉄微地の周辺で顕著になる傾向が認められる。

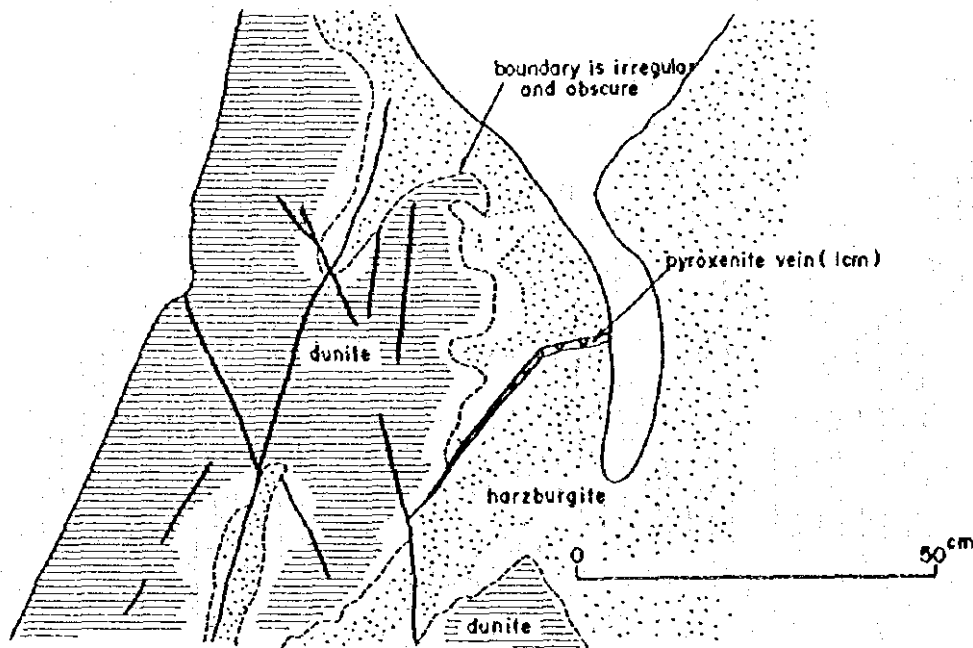


Fig. 2-1-2 Sketch showing irregular and obscure boundary between dunite and harzburgite dominant in the Dunite rich zone (H-D) of the Massive dunite-harzburgite suite.

Dunite-harzburgite suite with remarkable layering

Harzburgite 2 (Hz2)

調査地域の北東部に分布する。ハルツバージャイトを主体とし、まれに数 cm ～数十 cm のグナイトを層状に挟む。ハルツバージャイトと挟まれるグナイト薄層との境界は明瞭である。層状に挟まれるグナイトの走向・傾斜はほぼ一定で、走向 N20-40°W 及び 60-80°NE 傾斜を示す。

Dunite and harzburgite layer (Du)

層状のダナイトとハルツバージャイトが互層状の産状を示し、厚さ数 cm ~ 数 m のダナイトを頻繁に挟む。調査地域北東部に分布する。Fig. 2-1-3 に示すように、厚さわずか数 cm のダナイトでも走向方向に良く連続する。ダナイトとハルツバージャイトの境界は明瞭である。挟まれるダナイトの走向・傾斜はほぼ一定で、N20-40°W 及び 60-80°NE の走向・傾斜を示す。この走向・傾斜は、シェベニック地域の超塩基性岩体の構造と調和的である。

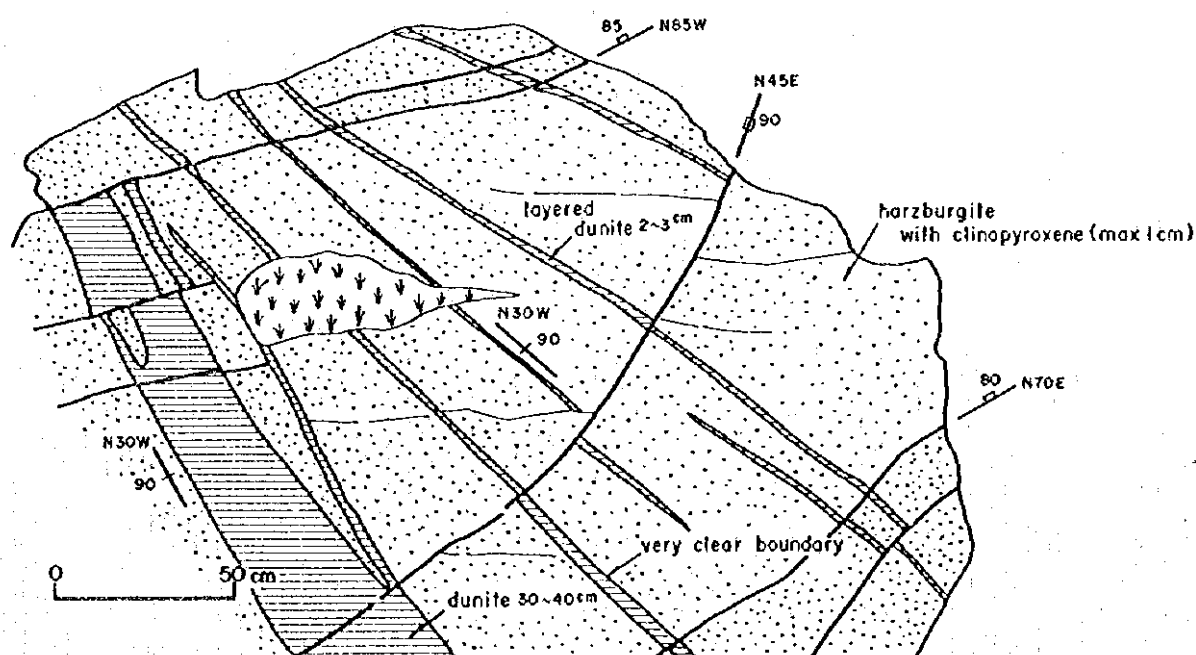


Fig. 2-1-3 Sketch showing typical lithofacies of the Dunite and harzburgite layer (Du)

(2) 白亜系 (K)

白亜系は、石灰岩からなり、調査地区の南西部隅に分布する。Shebenik-Pogradec 超塩基性岩体を不整合に覆う。

(3) 新第三系 (Tmi)

新第三系は赤色の砂岩、頁岩及び礫岩の互層からなる。調査地区南西部隅に分布し、下位の白亜系及び Shebenik-Pogradec 超塩基性岩体を不整合に覆う。新第三系は、WNW-ESE ~ NW-SE の走向を示し、南に 10 ~ 20° の緩い傾斜を示す。

礫岩は、淘汰が悪く、超塩基性岩類や石灰岩の中礫 ~ 大礫を含む。とくに白亜系石灰岩の上位には、石灰岩礫を非常に多く含む礫岩が分布する。Shebenik-Pogradec 超塩基性岩体との不整合面は、貯水池の南側の林道沿いで観察することができ、そこでは超塩基性岩体の直上に赤色の砂岩とシルトの互層がほぼ水平に堆積し、超塩基性岩体の最上部には赤色の風化帯が発達している。

2-1-2 地質構造

調査地域の Shebenik-Pogradec 超塩基性岩体は、走向 NNW-SSE, NE 傾斜の単斜構造を示すと考えられる。超塩基性岩体を不整合に覆う白亜系及び新第三系は、緩く西に傾斜した地質構造を示す。調査地域の北東部には ENE-WSW 方向の断層が数条平行している。

調査地域北東部に発達する層状ダナイト及びハルツバージャイトは、ハルツバージャイトの中に数 cm ~ 数 m のダナイトが層状に挟まれている。これらのダナイト層の走向・傾斜は地域内でほぼ一定で、走向 N20-40°W, 傾斜 60-80°NE を示す。この走向は、Shebenik-Pogradec 超塩基性岩体全体の伸長方向と調和的であり、超塩基性岩の形成に関連した火成活動の際に生じた初生的な構造であると考えられる。

調査地域の南西部に分布する白亜系及び新第三系は、Shkumbin 川と平行なほぼ南北の軸をもつ向斜構造の東翼に位置し、西に緩く傾斜した単斜構造を示す。

第1年次に使用した LANDSAT TM 画像を縮尺 1:50,000 に拡大し、リニアメントを判読した結果を Fig. 2-1-4 に示す。調査地区の北東部から Larte 山にかけての範囲に ENE-WSW 方向の平行なリニアメントが数本認められる。これらのリニアメントの一部には、左ずれのセンスが判読できるものがある。

2-1-3 クロム鉱徴

(1) 分布及び岩相との関係

第1年次の地質調査の際に、Fig. 2-1-5 及び Plate 2-1-2 に示したように、Shebenik 中央地区で 36 個所のクロム鉱徴地が確認された。これらの鉱徴地の大部分は Massive dunite-harzburgite suite 中に集中し、Dunite-harzburgite suite with remarkable layering にはほとんど分布していない。

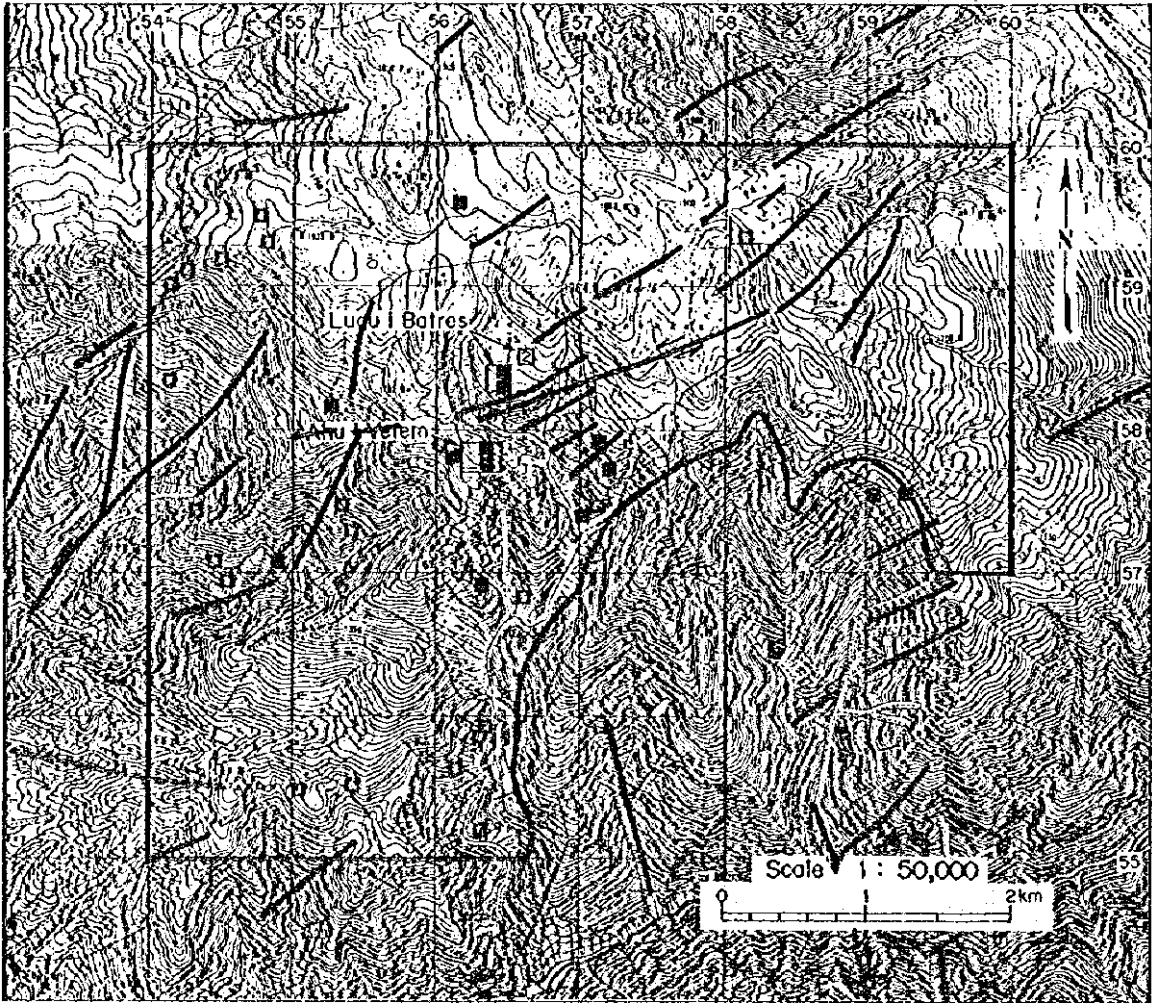
クロム鉱徴地の周辺には、比較的多くのダナイトレンズが分布し、クロミタイトは必ずダナイトによって取り囲まれている産状を示す。クロミタイトを覆うダナイトの厚さは数 cm から数十 m に及ぶものまで様々である。代表的な鉱徴地のスケッチを Fig. 2-1-6(1)~(5)に示す。

(2) 規 模

クロム鉱徴の規模は、数 cm ~ 数十 cm 四方の小規模なものから、幅 1 ~ 2m 程度で 15m 程度連続する比較的規模の大きなものまで様々である。調査地区内では比較的規模の大きな Lugu i Batres (Plate 2-1-3) と Ahu i Vetem (Plate 2-1-4) の2つの鉱徴は、Dunite-harzburgite suite with remarkable layering との境界に近い Massive dunite-harzburgite suite 中に認められる。また、クロミタイトが 1m 以上連続する鉱徴地の分布を Fig. 2-1-5 に示す。

(3) クロミタイトの濃集度及び濃集形態

クロム鉱徴は、クロムスピネルの濃集度及び濃集形態から、塊状クロミタイト、ノジュラー状クロミタイト、アンチノジュラー状クロミタイト、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。鉱徴地分布図 (Fig. 2-1-5) では、これらのクロミタイトの濃集度及び濃集形態によつ



LEGEND

————— Lineament detected on LANDSAT image

Chromite deposit and showing
verified by the field survey of 1995 and 1996

- Massive type ore
- Other type ore

Figure 2-1-4 Lineament map of the Central Shebenik area

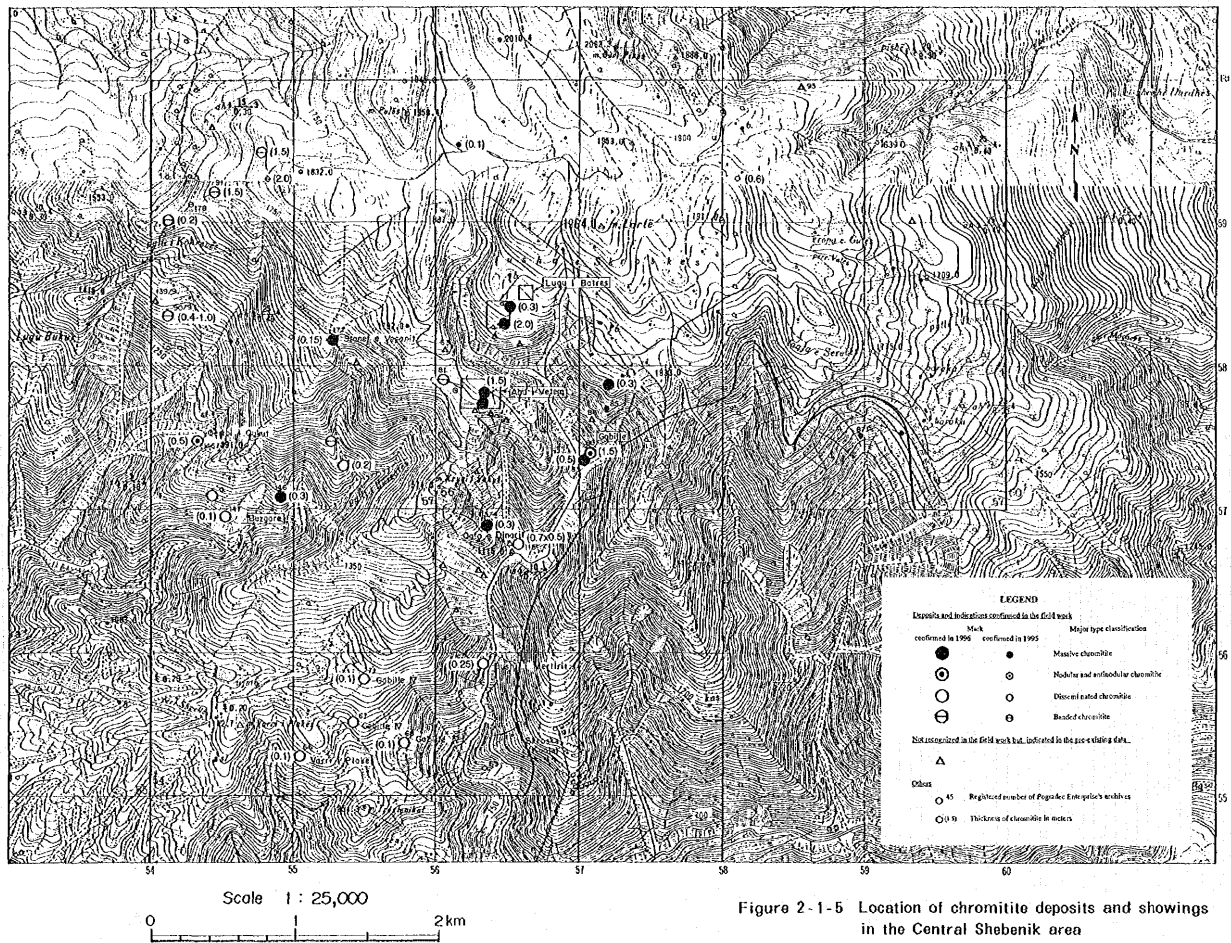


Figure 2-1-5 Location of chromitite deposits and showings in the Central Shebenik area

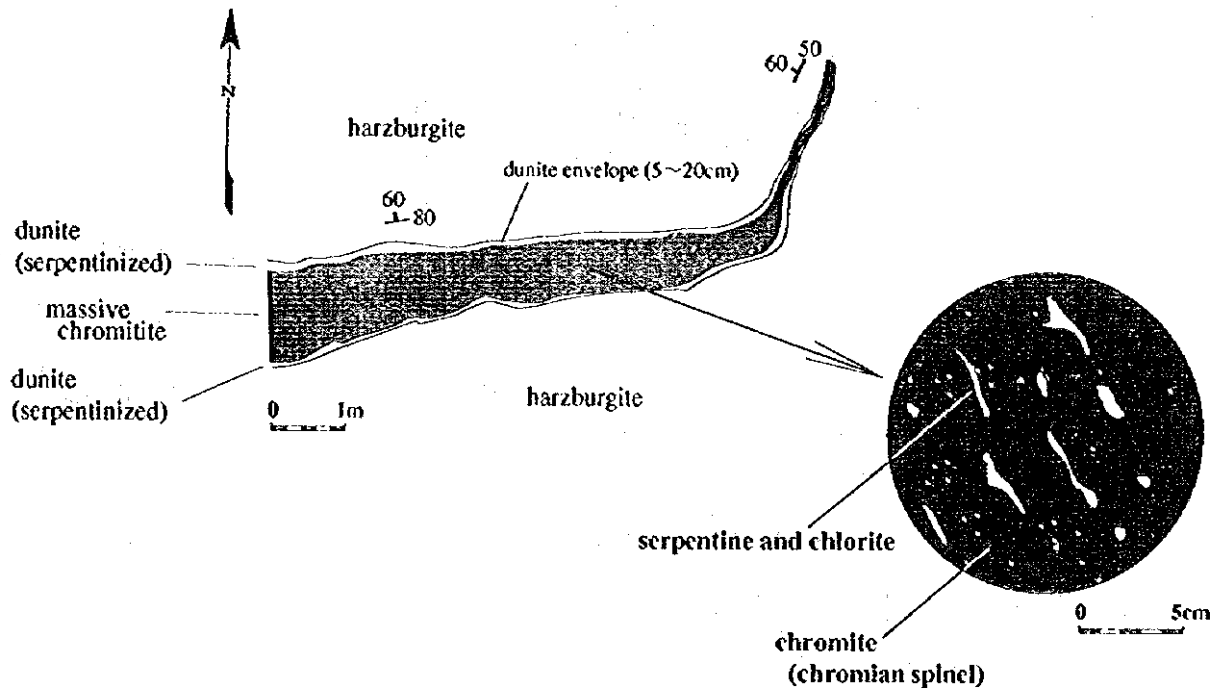


Figure 2-1-6(1) Sketch of massive type chromitite deposit sample location; IM013 (Lugu i Batres)

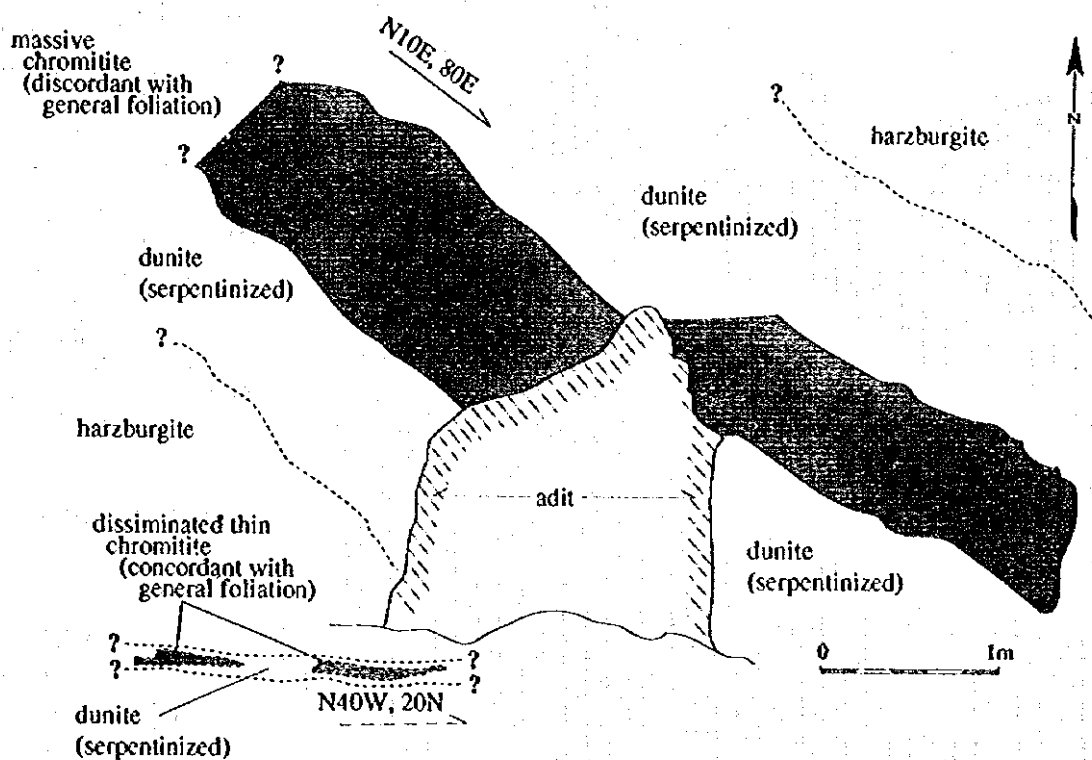


Figure 2-1-6(2) Sketch of massive type chromitite deposit sample location; IM014 (Ahu i Vetem)

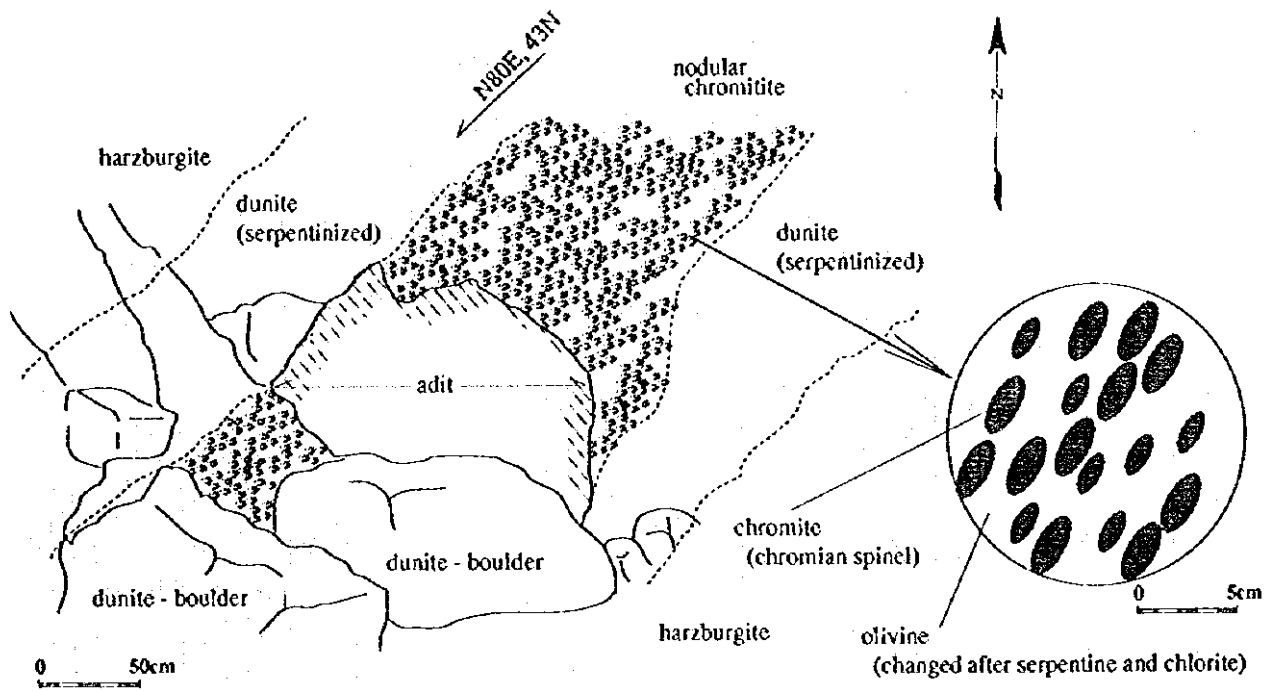


Figure 2-1-6(3) Sketch of nodular type chromitite deposit
sample location; IM002

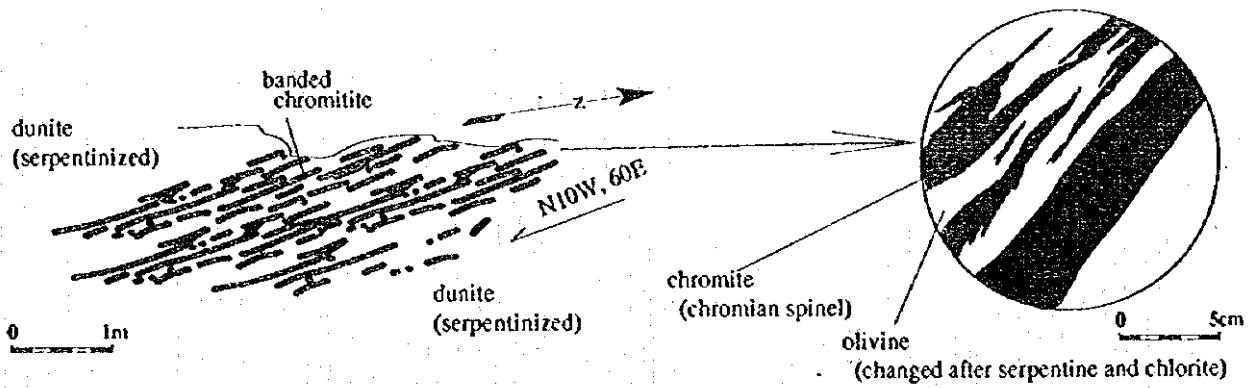


Figure 2-1-6(4) Sketch of banded type chromitite deposit
sample location; IM017

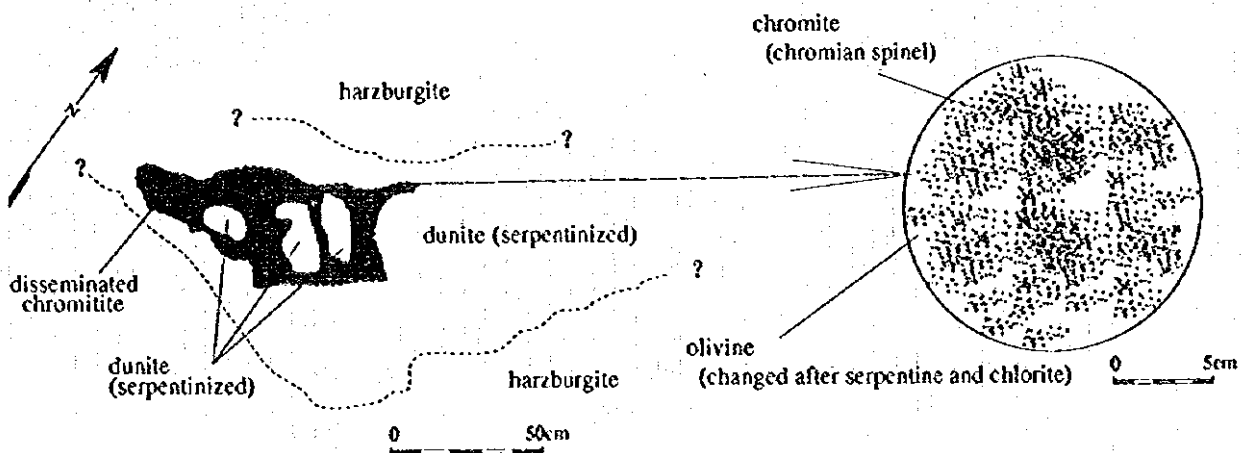


Figure 2-1-6(5) Sketch of disseminated type chromitite deposit
sample location; IM003

て以下の4つの区分にまとめて示した。なお、同図ではノジュラークロミタイトとアンチノジュラークロミタイトを一括して示した。

1. 塊状クロミタイト
2. ノジュラークロミタイト及びアンチノジュラークロミタイト
3. 鉱染状状クロミタイト
4. 縞状クロミタイト

これらの分類は、人為的なもので、中間的な形態を示すクロミタイトも認められ、また、一つの鉱微で複数の形態を示す場合も多いため、Fig. 2-1-5には各鉱微地で最も優勢な産状で代表させた。塊状クロミタイトが比較的多く分布するのは、Dunite-harzburgite suite with remarkable layering との境界に近い Massive dunite-harzburgite suite 中であり、なかでも Lugu i Batres と Ahu i Vetem 周辺の調査地区の中央にまとまって分布する傾向がある。

(4) クロミタイトの肉眼的特徴及び構造

全てのクロム鉱微のクロミタイトは、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。クロミタイトとそれを取り囲むダナイト中には、肉眼的に、輝石類（ほとんどは斜方輝石）は認められないか極めてまれである。かんらん石は多くの場合蛇紋石化を受けているが、まれに比較的新鮮なかんらん石がクロミタイト中に観察できる場合がある。また、クロムスピネルは比較的新鮮であるが、その一部または全てを磁鉄鉱もしくはフェリットクロミタイトによって置換されている場合がある。

ダナイトとハルツバージャイトの境界は、Dunite-harzburgite suite with remarkable layering 中では非常に明瞭である。一方、Massive dunite-harzburgite suite 中では、ハルツバージャイトとダナイトの境界から幅数 cm ~ 数 m 程度ダナイト側にも輝石類が少量認められることが多い。

クロミタイトを胚胎するダナイトの構造は、超塩基性岩体の一般的な構造 (NW-SE) に調和的なものと不調和なものが認められる (例えば Fig. 2-1-6(2))。また、ノジュラークロミタイト中の楕円形のノジュールの長軸がダナイトとハルツバージャイトの境界面に調和的に配列している例も認められる (Fig. 2-1-6 (3))。なお、ノジュラークロミタイト中の楕円形クロムスピネルは、クロムスピネル生成後の変形作用によって生じた可能性がある。

2-1-4 室内試験

(1) 顕微鏡観察

岩石薄片及び鉱石研磨薄片の顕微鏡観察結果を Table 2-1-2 に示す。鉱石研磨薄片を作成した試料はクロミタイト 15 件及びダナイト 5 件の合計 20 件であり、また、岩石薄片を作成した試料はダナイト 11 件、ハルツバージャイト 15 件及び斜方輝岩 2 件の合計 28 件である。このうち 44 件について EPMA 試験を行った。

[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。ハルツバージャイトは一般にプロトグラニューラー組織を示すが、フォリエーションが発達し、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 (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場合が多い。蛇紋石はメッシュ組織を示すことがある。また、しばしば、斜方輝石にはキンクバンドが観察される。

クロムスピネル (1.0 ~ 0.1mm) は赤褐色~不透明を示し、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、多くの場合はコアを中心に新鮮部が確認できる。また、クロムスピネルの包有物 (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が観察される。

次生鉱物として、上述したもののほかに、滑石、トレモライト及び炭酸塩鉱物が観察される。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場合がある。なお、緑泥石はクロムスピネルの周囲にスピネル変質のハローとして生成している場合が多い。量的には微量であるが、炭酸塩鉱物 (方解石、ドロマイト) が小脈状に亀裂を充填している場合がある。

〔ダナイト〕

ダナイトはその大部分がかんらん石からなり、クロムスピネルを少量伴う。ダナイトのクロムスピネルの量比には比較的ばらつきがあり、スピネルをほとんど含まないダナイトからクロミタイト (クロムスピネルのモードで20%程度以上) に近いようなダナイトまで認められる。また、シーム状にクロムスピネルが濃集していることもある。ダナイトは、斜方輝石もしくは単斜輝石を少量伴う場合がある。

ダナイトは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、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、もしくはアンチゴライト) によって置換されている場合が多く、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~不透明を示し、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、多くの場合コアを中心に新鮮部が確認できる。また、クロムスピネルの包有物 (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が観察されることがある。

クロミタイトを胚胎するダナイトには、超塩基性岩体の一般的な構造に対して調和的なダナイトと不調和なダナイトの2種が存在する。これら2種のダナイトの顕微鏡下での性質は以下のとおりである。なお、この比較のための試料は、これら2種のダナイトが一個所で認められたIM014地点 (Figure 2-1-6(2)) から採取した。構造に不調和なダナイト (IM014Du2) は、粗~中粒 (5.0 ~ 0.1mm) で、スピネル中に包有物が伴われている。一方、構造に調和的なダナイトは、細~中粒 (1.0 ~ 0.1mm 以下) で、スピネル中の包有物を欠いている。これらの違いは、

ダナイトの成因を考察する上で重要である。

〔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。肉眼での観察と同様に、かんらん石とクロムスピネルの量比は、同一薄片の中でも場所によってことなり、薄片の作成位置の違いにより、ダナイトに近い岩相を示すこともある。特に、ノジュラークロミタイト及び縞状クロミタイトではこの傾向が強い。また、鏡下においては、露頭で観察された4つの濃集形態（塊状、ノジュラー及びアンチノジュラー、縞状、鉱染状）の他にオービキュラー組織も認められた。

いずれのクロミタイトもかんらん石クロミタイトであり、かんらん石（5.0～0.1mm）の大部分は、蛇紋石化（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）している。しかし、同一薄片において、クロミタイト中のスピネルとかんらん石が変質から免れて共存している事実は、クロミタイトの生成環境（とくに生成場）を考察する上で重要である。

クロムスピネルの量比の高いクロミタイトでは、スピネル粒間を緑泥石が充填している。また、スピネル周縁や亀裂部は磁鉄鉱やフェリトクロミタイトにより置換されていることが多い。スピネル包有物が観察される場合には、多くのものは緑泥石もしくは蛇紋石により置換されている。

〔単斜輝岩〕

調査地区には、小規模ではあるが単斜輝岩の分布が認められる。これらの単斜輝岩には2つのタイプが認められる。ひとつは、IM020地点の幅2mの岩脈状のものから採取されたもので、斜方輝石が優勢であるが、単斜輝石、少量のかんらん石及びクロムスピネルのパッチ状の濃集が認められる。一方、NN006地点からのものは、露出が悪くその産状は不明であるが、鏡下観察では、ほとんど全てを斜方輝石が占め、次生変質鉱物以外には少量のクロムスピネルを伴うのみである。

これら2種の単斜輝岩とも弱いポーフロクラスティック組織を示し、蛇紋石、滑石、トリモライトが二次的に生成している。

（2）岩石及びクロム鉱物の化学分析

ハルツバージャイト、ダナイト及びクロミタイトを対象に24成分の微量分析を実施した。分析した成分は、Ag, Ba, Be, Bi, Cd, Co, Cu, Mn, Mo, Ni, Sr, V, Zn, Al, Ca, Fe, K, Mg, Na, Ti, PbとCrである。分析結果をTable 2-1-3に示す。

これら成分のうちBa, Be, Bi, Cd, Cu, Mo, Sr, K, Mg, Ti及びPbはいずれの試料においても検出限界以下で、岩種（ハルツバージャイト、ダナイト、クロミタイト及び斜方輝岩）間の相違は検討できない。Al, Ca, Co, Fe, Mn, Na, Ni, V, Zn及びCrの各成分については、Crを横軸に各元素を縦軸にとったバリエーション図において、Fig. 2-1-7に示すように、岩種ごとの特徴が読みとれる。これらの特徴は、以下に述べるように、各岩種を構成するおもな4つの鉱物（クロムスピネル、かんらん石、斜方輝石、単斜輝石）の量比の差を表すと考えられる。

Crは、クロムスピネル中に最も多量に含まれるためクロミタイト中のCr含有量がダナイト及

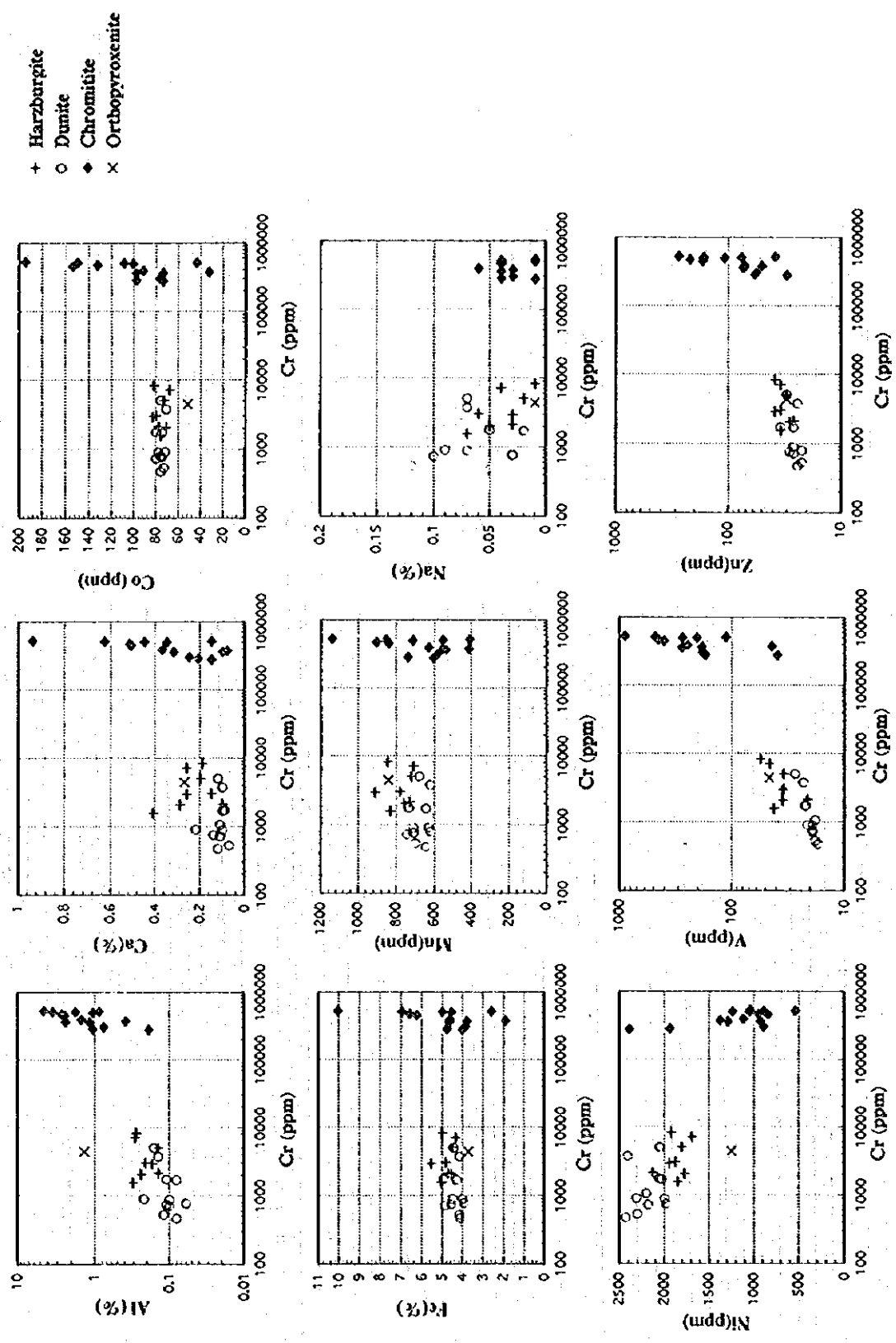


Figure 2-1-7 Variation diagrams of Al, Ca, Co, Fe, Mn, Na, Ni, V, Zn, and Cr contents