

レアメタル資源

1. クロム … (2)

平野 英雄 (金属鉱業事業団)

Hideo HIRANO

3. 鉍床

1) 鉍床タイプ

クロム鉍床は 正マグマ鉍床と漂砂・残留鉍床に分けられるが 後者はクロム資源としてそれほど重要ではない。各鉍床タイプの特徴を第10表に示した。

正マグマ鉍床

正マグマ鉍床は鉍床の形態や地質環境から 層状タイプとポディフォームタイプの2つに区分される。

層状タイプの鉍床は 安定大陸地域に先カンブリア代に貫入した苦鉄質～超苦鉄質層状分化岩体の下部に産出し 薄い板状を示す。鉍床の母岩は 層状構造の発達した輝岩・斜長岩およびハルツバージャイトで クロム鉍床は母岩の層状構造と平行している。鉍体の厚さは薄いのが 一般に連続性がよく 広く追跡される。たと

第10表 クロム鉍床のタイプとその特徴

鉍床のタイプ	正 マ グ マ 鉍 床		漂 砂 鉍 床 残 留 鉍 床
	層 状 タ イ プ	ポ ディ フ ォ ー ム タ イ プ	
形 態	よく連続し 広範囲に広がるが鉍層は薄い。	連続性に乏しく 豆のさや状 さつま芋状棒状	層状 薄いポケット状
世界埋蔵量	89.8%	10.2%	0%
地質環境	安定地塊に先カンブリア代に貫入したソーレライト質層状分化火成岩体の底部や下部メンバーの岩石中に産出	オフィオライト層部の下部を占める re-sidue (テクトナイト) や cumulate メンバーの岩石中	クロマイト含有岩石の風化土壌 およびそれを後背地にもつ砂層
母 岩	輝岩 斜長岩 ハルツバージャイト	ダナイト	
鉍石鉍物の濃集機構	静的マグマだまり中の igneous sedimentation, turbidity current	変動的なマグマだまり およびマントルの部分溶融における igneous sedimentation と 珪酸塩質マグマのしぼり出し	風化作用によるクロマイト以外の溶脱と水の淘汰作用によるクロマイト粒子の濃集
鉍石の品質・化学組成	品質は極めて安定している。斑状鉍で鉍石はもろい。 High-Cr, High-Fe・Cr	品質は変わりやすい。鉍石は塊状で堅硬のものが多く。 High-Cr, High-Al	粒状鉍のみで Ti などの混入の可能性がある 品質は良くない。 High-Fe・Cr
副成分鉍物	白金族鉍物 ニッケル硫化鉍物を伴うことがある。	—	砂白金, 砂金
探 鉍	鉍体の分布に規則性があり 品質も安定しているので探鉍や鉍量算定は容易	鉍体の分布が不規則で しかも品質は安定していないため探鉍はむずかしく 品質別鉍量の算定も困難	探鉍は比較的容易
採 掘	鉍層が薄いためズリの混入が多く 採掘費は高い。	鉍体中のズリが少ないため 採掘費は相対的に安い	極めて簡単な設備でも採掘可能
鉍床地域名	Bushveld (南アフリカ) Great Dyke (ジンバブエ) Kemi (フィリピン) Cutback (インド)	Kempirsai (南ウラル) Erazig (トルコ) Eskisehir (トルコ) Zambales (フィリピン)	Great Dyke 周辺 (ジンバブエ)

えば ブッシュベルトの Merensky reef と名づけられた白金を含むクロマイト層は 厚さ 0.8m で 走行方向に 250km 以上もたどることができる。このタイプの鉱床をもつ主な層状分化岩体 または地域は以下の通り

Bushveld	(南アフリカ)
Great Dyke	(ジンバブエ)
Kemi	(フィンランド)
Saranovsk	(ソ連ウラル山地)
Cutuk	(インド)
Jacobina	(ブラジル)
Stillwater	(アメリカ)
Muscox	(カナダ)
Fiskenaesset	(グリーンランド)

このうち埋蔵鉱量が大きなものは ブッシュベルド (23億トン) で 世界のクロマイト埋蔵量の 88% を占めている (第 8 表 Duke, 1982 の欄)。

ポディフォームタイプの鉱床は 豆のさや状 さつまいも状 かまぼこ状等の不規則な形態をしており オフィオライト層序 (Coleman, 1971) の下部を占める超苦鉄質岩中に産出している。これらの超苦鉄質岩は アルプス型かんらん岩またはアルプス型蛇紋岩ともよばれ断層 褶曲により一般に著しく変形されている。したがってクロム鉱体自身も膨縮が著しい。そして 鉱体の分布も多くの場合不規則とされている。しかし ポディフォームタイプの鉱体のいくつかは 以下のように鉱体周辺の母岩の構造と調和した産状を示す例が知られている。

フィリピンルソン島 Zambales 岩体では 29 以上のクロム鉱体が走向方向に 50km の範囲にわたって 点々と斑れい岩直下のダナイト層 (Cumulate) およびその下位のハルツバーチャイト帯 (residual mantle: 残留マントル) の最上部に分布している (Rossman, D. L. 1970)。

また オフィオライト層序の下部を占める超苦鉄質岩に層状構造が見られる場合 クロム鉱体がある特定の層準に濃集した産状を占めることが知られている。その例として以下の岩体が挙げられる。

カナダ Bay of Island 岩体 (Smith, 1958)
ギリシャ Voulinous 岩体 (Moore, 1969)
トルコ アナトリア東部 Kopdag 岩体 (JICA・MMAJ, 1981)
日本 鳥取県多里岩体 (平野・東元・神谷, 1978)

一般にポディフォームタイプの鉱床は オフィオライト
1987年11月号

ト層序の下部を占める超苦鉄質岩のうち キュムレートメンバーおよび残留マントルメンバーのダナイト層中に集中して産する傾向がある。これは 層状タイプの鉱床が輝岩 斜長岩 ハルツバーチャイト中に生じていることと異なっている。

漂砂鉱床・残留鉱床

残留鉱床は クロマイトを含む岩石が地表風化を受け珪酸塩鉱物が分解・溶脱れざる一方 風化に強いクロマイトが原地周辺に残留・濃集した鉱体である。この例として Great Dyke 岩体 (ジンバブエ) 直上に発達する鉱床が知られている (Duke 1982)。他方 地表風化により 珪酸塩鉱物から分離したクロマイト粒子が 流水または波によって現地から移動・淘汰・濃集し 鉱体となったものは漂砂鉱床とよばれる。この例として ベトナムのトンキン湾沿いの沖積層中に発達する Co Dinh 鉱床 (Fontaine and Workman, 1978) があげられる。

2) 分布

主要なクロム鉱床の分布を鉱床タイプを区別して第 1 図に表した。層状タイプは 古い地質時代の大陸地域 (南アフリカ ジンバブエ スーダン フィンランド ブラジル インド等) に集中している。他方 ポディフォームタイプは古生代のパリスカン造山帯 (ウラル山脈沿い) と中〜新世代のアルプス〜ヒマラヤ 環太平洋の両造山帯 (アルバニア ギリシャ トルコ イラン オマーン パキスタン フィリピン 日本 キューバ) に分布している。

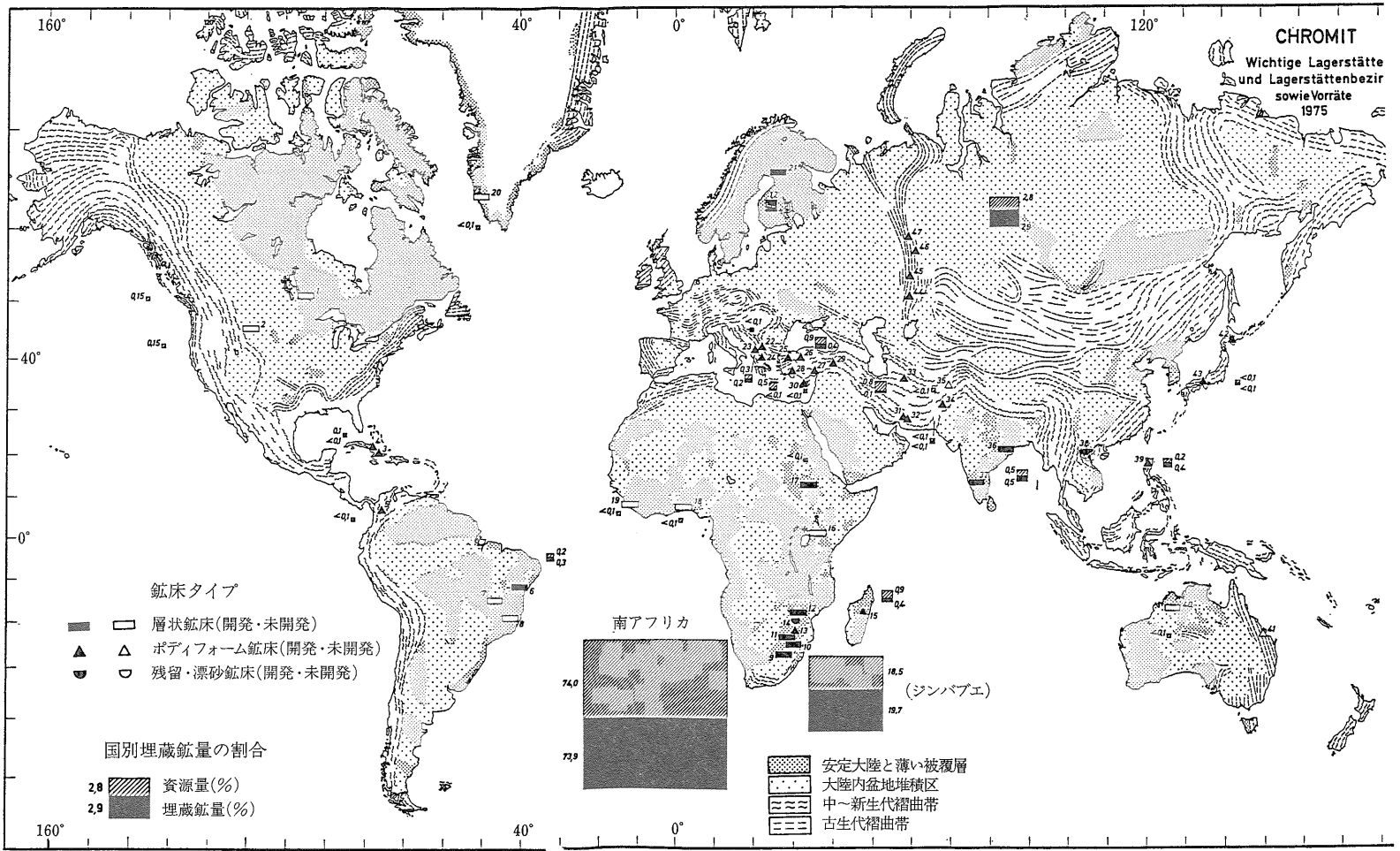
3) メタロジェニー

世界のクロム埋蔵鉱量を構造単位ごとに産出し その割合を第 11 表に表した。算出の基礎データとして 第 8 表の第 4 欄の埋蔵鉱量 (Duke, 1982 の掲げた値) を使用した。第 11 表から 埋蔵鉱量の 90% はアフリカをはじめとする安定大陸 (シールド) 地域に濃集していることが理解される。残り 10% のうち 8% が古生代 (石炭紀) 造山帯であるウラル山脈に分布し 中〜新世代の造山帯には わずか 2% の埋蔵量しかない。すなわち構造単位が新しくなるにつれ クロムの埋蔵鉱量は急激に少なくなっている。

4) 鉱床各論

(1) ブッシュベルド岩体に伴われる鉱床群

アフリカ南部に分布するカラハリクラトンは中央を東西に走るリンボボ造山帯 (27億年) により 南北 2 つのクラトンに分けられている。北のローデシアクラト



第1図 世界のタイプ別クロム鉱床 (BGR, 1975)

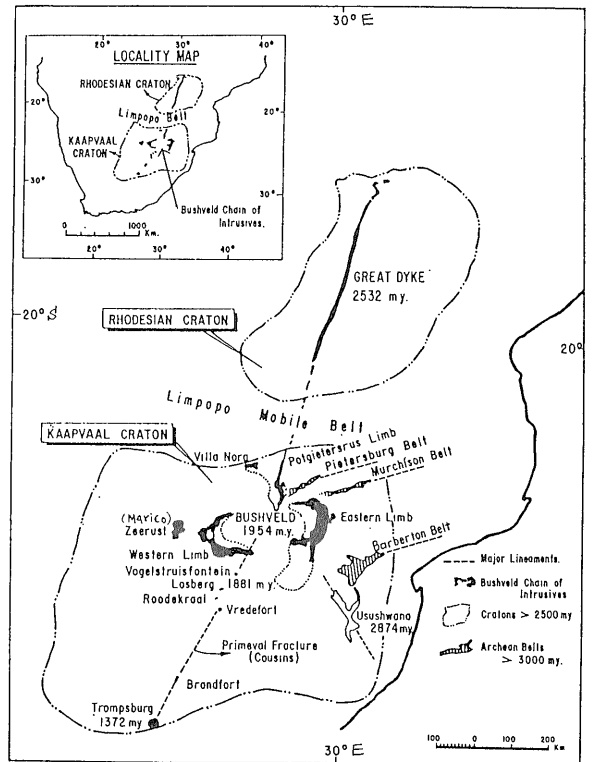
第11表 構造単元別クロム鉱床埋蔵鉱量

地質構造単元	割合%	鉱床タイプ		
		層状	ボディフォーム	漂砂・残留
安定大陸地域				
アフリカ	88.6	88.5	0.1	<0.05
フェノスカンジナビア	0.6			
ブラジル	0.2			
インド	0.5			
古生代造山帯				
ウラル	8.2	8.2		
中-新生代造山帯				
アルプス-ヒマラヤ	1.3	1.3	1.9	
環太平洋	0.6			
合計(%)	100.0	89.8	10.2	0
合計(単位:百万トン)	2,630	2,360	269	1

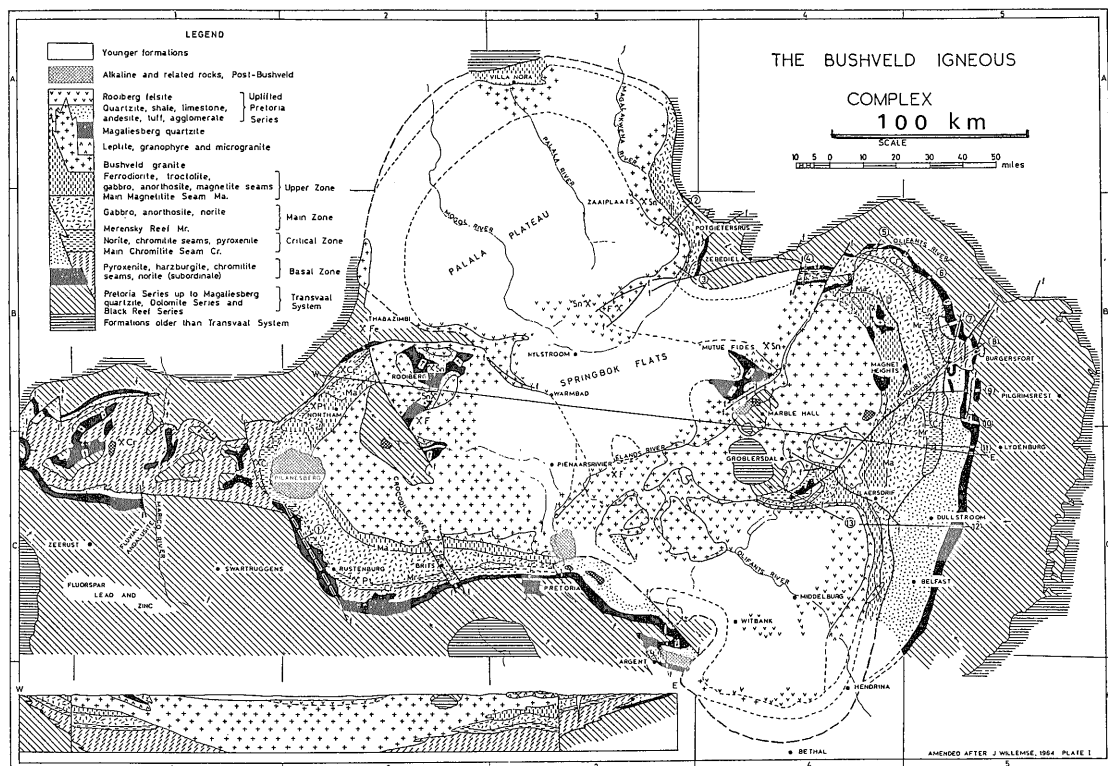
ンには グレートダイク (Great Dyke) 層状分化岩体 (25億年) が 南のカーヴァールクラトンには すこしおくれでブッシュベルド (Bushveld) 層状岩体 (20億年) が貫入している。これら両岩体は ソーレライト質のマグマ系列に属し よく結晶分化した層状構造の発達した岩石で構成されている。なお クロマイト鉱層等の顕著な層状構造は 二種類以上のマグマの混合が基本となって発達したと考えられるようになってきた (Irvine 1983; Harmer and Sharpe, 1985)。

ブッシュベルド岩体は いくつかの単位岩体が複合した巨大な層状分化岩体で トランスバール統 (堆積年代 22-20億年) に貫入し トランスバール統を覆うような形で 東西460km 南北250kmの範囲を占めている。岩体は全体として中心部に向かって緩く傾斜する盆状構造をしている。岩体の厚さは8 km以上で 最下位の Marginal Zone から上方へ向い Lower Zone (かんらん岩輝岩よりなる) Critical Zone (輝岩と斜長岩の類繁な積重なり) Main Zone (均質な斑れい岩 ノーライト) Upper Zone (鉄かんらん石閃緑岩) の5つのゾーンに分けられている。さらにすこしおくれで貫入した珪長岩 花崗岩が見かけ上 上位ののっているように分布している。クロム鉱床はブッシュベルド岩体の東と西に円弧状に分かれている。

個々のクロマイト鉱層は しばしば Seam またはより詳しく chromite seam と呼ばれている。最大のクロマイト鉱層 LG 6 (*注1) を含む主要なクロマイト鉱床は Critical Zone (*注2) 中に存在し 白金を含むクロマイト薄層 (Merensky Reef) は Critical Zone の最上部



第2図 ブッシュベルド複合岩体とグレートダイク複合岩体 (Van der Merwe, 1976)



第3図 ブッシュベルド複合岩体地質図 (Williamse, 1969)

層として産出している (第4図)。

クロマイト鉱層のほとんどは 顕微な層状構造の発達する Critical Zone 中に生じている。これらの鉱床は層序の下位より 下部グループ (または主要グループ) 中部グループ および上部グループの3つのグループに分けられており 鉱山ごとに名づけられたクロマイト鉱層の対比も行われている (第12表)。上部グループのものは主に斜長岩またはノーライト中に 中・下部グループのものは輝岩または斜長岩中に生じている。以上に記述されたクロム鉱層のうち 最も経済価値の高いものは下部グループに属するものである。それは 鉱層の厚

さが厚いことにもよるが 主に化学成分の Cr : Fe の比が高いことによっている (第13表)。鉱石の化学成分は下部グループの鉱体では 42-50% Cr₂O₃ (西部岩体) 40-46% Cr₂O₃ (東部岩体) で クロム成分が高く しかも品位が比較的一定している。これら3グループ中のクロム鉱体以外にも Basal Zone (critical zone の下位) の Harzburgite 中に2枚の とともに厚さ40cmのクロマイト層が知られている (Coertze and Coetzee, 1976, p.120)。これら2層の鉱石品位は良く 化学成分は 42-45% CrO₃ 14-15% FeO 6-9% SiO₂ で Cr : Fe は 2.4-2.7 と高い値を示す (Coertze and Coetzee, 1976)。したが

*注1 : LG6と名づけられたクロマイト鉱層は その名が地域により異なり ブッシュベルド岩体の西側部分では Magazine とよばれ 東側部分のうち Steelpoort 川より南側では Main chromite subzone, Steelpoort 川より北側では Steelpoort seam とよばれている (第12表参照)。

*注2 : Critical Zone の区分について岩石学者 (Wager and Brown, 1967, Williamse 1969) と鉱床学者 (Cameron and Desborough, 1969) の間で違いがみられた (第4図)。クロマイト鉱床を記載しているほとんどの論文には Cameron らの区分が採用されていて たとえば「critical zone は斜長岩・ノーライト層 (上半部) と輝岩 (下半部) からなり 主要クロマイト層は輝岩中に生じている。この Zone の最上部は Merensky Reef である」と記載されている (Gruenewaldt, 1977; Merwe, 1976)。その後 公式区分が採用された (南アフリカ層序委員会 1980; Gruenewaldt, 1985)。なおブッシュベルド複合岩体のうち 珪長岩 グラノフィアを除いた部分は ルステンベルグ層状岩体とよばれている。

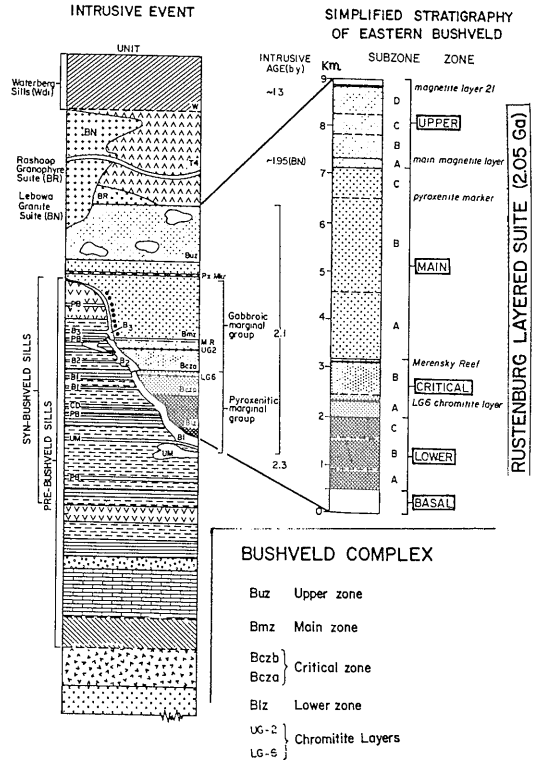
って ブッシュベルド岩体全体では クロム鉱層は下位にゆくほど Cr/Fe 比が増加し 鉱石品位が良くなっていく。

第14表にブッシュベルド岩体のクロム鉱床の鉱層別の詳しい鉱量が表わされている。この値は Gruenewaldt (1976) により見積られた値を Duke (1982) が埋蔵鉱量の垂直深度を -150m まで (Gruenewaldt の値の半分) としたものである。LG 6 とされた鉱層の鉱量が最も大きいことがわかる。

ブッシュベルド岩体中のクロム鉱山は1974年までに17鉱山が稼業された。内訳は西部岩体；8 東部岩体；6 Marico 地区 (西部岩体のさらに西)；2 Potgietersrus 地区；1である。

(2) グレートダイク岩体に伴われる鉱床群

グレートダイク (Great Dyke) 岩体は 長さ535km にわたってほぼ南北に続く長大な層状の超苦鉄質～苦鉄質複合岩体である。平均の幅は6 km であるが 斑れい岩が存在する部分では幅が広がっている。この岩体はブッシュベルド岩体よりも古く 25億年前に ロードシアクラトン中に張力性地溝を満たした4つの lacolith 岩体からなる複合岩体として形成された。4つの岩体は 北から ムセンゲジ ハートレイ セルクウェ ウェッダ岩体とよばれている。各岩体はその長軸方向に向って緩やかに傾斜し 向斜構造を形づくっている。



第4図 ブッシュベルド複合岩体中の層状分化岩体 (Rustenburg 岩体) の岩相柱状図 (Sharp and Hulbert, 1985)

第12表 ブッシュベルド岩体クロマイト鉱層の対比と特徴

クロマイト 鉱層層準	クロマイト 鉱層名	西部岩体			特徴		東部岩体	
		Rustenberg	Pilanesberg	Swartcop	厚さ	化学成分	Southern (Steelpoort) (川南)	Central (Steelpoort) (川北)
上部 グループ	Merensky Reef				0.8m	白金族グループ		
	UG 2				0.9m	Cr/Fe 低い		
	UG 1				1.0m			
中部 グループ	MG 4						Y	
	MG 3						X	
	MG 2							
	MG 1							
下部 グループ (または主要 グループ)	LG 7	—	Guinea fowl	—				
	LG 6A	Leader	Leader	Leader	0.3m	Cr ₂ O ₃		
	LG 6	Main	Magazine	Magazine	0.7-1.3m(西)	42-50%	Main Sub-Zone	Steelpoort
	LG 5	—	Garage	Roemer	1.1-1.8m(東)	40-46%		
	LG 4	—	V 1	New				
	LG 3	—	V 2	Intermediate				
	LG 2	—	Upper	Old	0.15m			
		—	Lower	Compound	0.05m			
	LG 1	—	Groenfontein		0.35-0.5m			

(Coertze and Coetzee, 1976 および Duke, 1982 第61表, p.202)

MAP OF THE BUSHVELD COMPLEX
SHOWING PRODUCING MINES

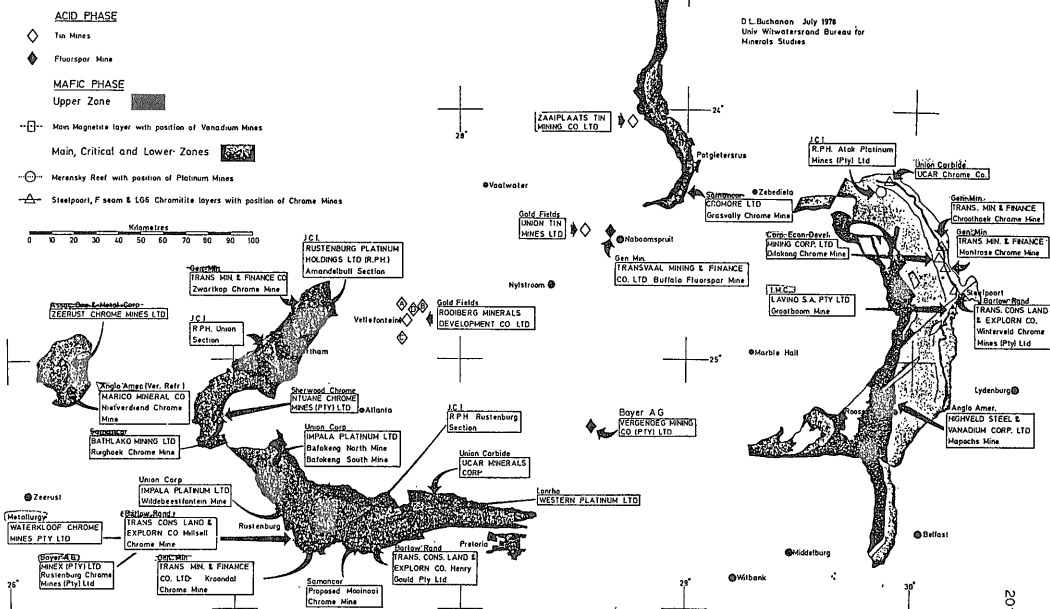


FIGURE XLVII

第6図 ブッシュベルド複合岩体のクロム 白金鉱山分布図

第14表 ブッシュベルド岩体の原地性クロム鉱床の埋蔵鉱量と資源量 (Duke 1982 を一部修正)

鉱床と位置	平均 Cr ₂ O ₃ %	平均 Cr/Fe	既知 ×100万トン 埋蔵鉱量 資源量 垂直深度-150m 150-1,200m		合計 ×100万トン
I. High-Cr ore	>50				
A. Potgietersrus area					
1. Grasvally	57	2.9			
2. Zwartfontein	52.5	2.2	7.3	51.3	58.3
B. Western Bushveld					
1. LG 3 and LG 4	52	2.0	78	546	624
II. High-iron chromite	50 >> 40				
A. Eastern Bushveld					
1. Steelport layer (LG 6)	46.5	1.6	211	1,477	1,688
2. Flayer	46	1.58	155	1,085	1,240
B. Western Bushveld					
1. LG 6	46.5	1.6	164	1,148	1,312
2. MG 1 and MG 2	46.2	1.52	143	1,004	1,147
III. High-iron chromite (low grade)	44+	1.45+			
A. Eastern Bushveld					
1. H layer	44	1.45	—	1,246	1,246
B. Western Bushveld					
1. MG 1 and MG 2	44.3	1.43	—	1,978	1,978
合計			758	8,535	9,293

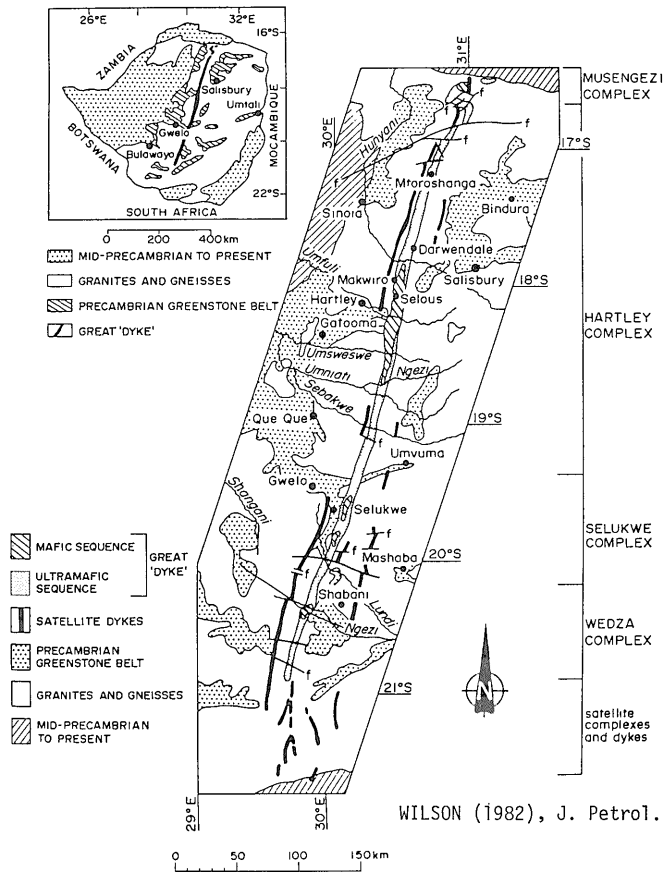
岩体と周囲の花崗岩・片麻岩との境界は平均して46度で内側に傾斜している。岩体内部の傾斜角は周縁部で最も大きく 中心に向かって緩くなり 平均して25度から5度へとかわっている(第8図)。岩体は 下位から上位に向い 超苦鉄質岩から苦鉄質岩の次のような積み重なりでできている。

- a. 超苦鉄質岩(蛇紋岩 ダナイトからなり クロマイト鉱層を伴う)
- b. 移化岩(ダナイト ハルツバージャイト輝岩の組み合わせが数回くりかえし 一部にクロマイト鉱層を伴う)。
- c. 斑れい岩質岩(斜長岩質斑れい岩 ノーライト 石英斑れい岩)

全層厚はハートレイ地区で最も厚く 3,060 mに達する。内訳は 超苦鉄質岩層 900 m; 移化層 1,160m; 斑れい岩質岩層 900 mである。

グレートダイクのクロム鉱層は 超苦鉄質岩層と移化層の層準のダナイト (Nos. 4-10 seam)とハルツバージャイト (Nos. 1-3 seam)中に生じている。4岩体で確認されたクロム鉱層の数は 北から南に向かってそれぞれ 7層 10層 7層および6層である。クロム鉱層はハートレイ岩体で最もよく発達している。そこでは各鉱層の厚さは30cmを越えるものもあるが 平均して13cm程度で プッシュベルド岩体の下部グループのもの比べてかなり薄い。鉱層のうち 地表から3番目までのものはハルツバージャイト中に それ以下のクロム鉱層はダナイト中またはそれから変わった蛇紋岩中に生じている。鉱石の品位は プッシュベルド岩体と同様に下位にゆくにつれ良くなり Cr_2O_3 は 51 から 57% と増し Cr/Fe 比も 1.9 から 3.4へと増加している(第15表下段)。しかしこれらの鉱層の多くは 特に下位のほとんどのものは 採掘されていない。ムセンゲジ岩体では全部で7鉱層が知られている。そのうち No. 2 seam の厚さが 10-30cm と最も厚いが この鉱層を含め 7鉱層とも今までに採掘されたことがない。ハートレイ岩体のクロム鉱層は 10層知られており やはり No. 2 seam が最も厚い(第15表)。本地区では上位5層までが一部地表に露出しており 地下210mまで採掘されたことがある。セルクウェ岩体では7層のクロム鉱層が知られており 採掘の

THE GREAT 'DYKE', ZIMBABWE

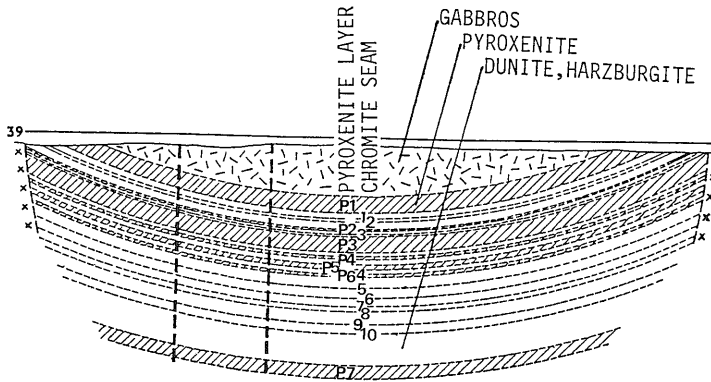


第7図 グレートダイク複合岩体

主体は No. 1 と No. 2 seam である。ウェッジ岩体には 5層知られており このうち No. 1 と No. 2 seam が採掘の対象となっている。

ジンバブエのクロム鉱石生産量を第16表に示した。この生産量のうち 約半分はグレートダイク岩体から出鉱され 残りはグレートダイク岩体西側に位置するセルクウェ周辺を中心とする超苦鉄質岩中のポディフォームタイプのクロム鉱床から生産されているグレートダイク岩体に関係するクロム鉱山は1919年に生産が開始され クロム鉱石の値段が高かった。1951-1963年には多数の鉱山が開発された。Worst (1960) は 36 以上の鉱山をリストアップしているが 1979年の稼業鉱山は以下のように減少している (Duke, 1982)。

Gatooma 地区	1 鉱山
Salisbury (現在の Harare) 地区	8 地点20 鉱山
Gwelo 地区	4 鉱山



第8図 グレートダイク岩体の模式断面図

CROSS SECTION OF THE GREAT DYKE (HARTLEY AREA)
WORST 1958

このうち上記の最初の2地区はハートレイ岩体中にグウェロ地区はセルクウェ岩体中にある。すなわちグレートダイク岩体の重要なクロム鉱床は4岩体のうち最も大きなハートレイ岩体に分布している。

次にグレートダイクのクロム鉱床の埋蔵鉱量を第17表に示した。この表には比較のため他のタイプのクロム鉱床埋蔵量も示されている。グレートダイクの層状タイプ鉱床の埋蔵鉱量を見積る際の主要な仮定としてWorst (1960) は傾斜方向180mまでの鉱層を計算したが

厚さ7.5cm以下の鉱層は傾斜方向3mまでを鉱量とした。Gruenewaldt (1979) は垂直深度150mまでを埋蔵鉱量とし150mで深1,200mまでを資源量として区別した。Duke (1982) はGruenewaldtの方式のほとんどを採用したが厚さ20cm以下の鉱層は経済利益をもたらさないとして埋蔵鉱量から除いた。したがって鉱層の薄いグレートダイクの層状タイプの埋蔵鉱量は従来の見積値の2/100~3/100と大幅に減少した値となった(第8表 第17表)。

第15表 グレートダイク岩体のクロマイト鉱層の産状と化学組成 (Worst, 1958)

地 域	Hartley area					Wezda	Hartley area					
	1	2	3	4	5		6	7	8	9	10	
鉍 層 名 (番号)												
垂 直 深 度 (m)	0	30	168	687	885		1,002	1,095	1,227	1,341	1,467	
鉍 層 の 数	2	1	2	1	1		1	1	1	1	1	
鉍 層 の 厚 さ (cm)	5, 10	35	5, 15	12.5	10		15	12.5	15	10	7.5	
鉍 層 の 上 盤 岩 石	H*	H	H	SD*	SD		SD	SD	SD	SD	SD	
鉍 層 の 下 盤 岩 石	H	01-px	H	PX	SD		SD	SD	SD	SD	SD	
分析サンプル	鉍 層	鉍 層 (細粒)	鉍 層 (粗粒)	鉍 層 (粗粒)	鉍 層	鉍 層	鉍 層	鉍 層	鉍 層	鉍 層	鉍 層	
TiO ₂	0.61	0.39	0.39	0.38	0.37	—	0.37	0.43	0.46	0.32	0.21	
Al ₂ O ₃	11.79	13.33	12.98	11.50	12.53	14.12	12.07	11.20	11.29	10.65	12.23	
Cr ₂ O ₃	51.68	52.59	55.21	56.16	57.06	49.68	57.24	59.06	57.24	57.14	56.07	
Fe ₂ O ₃	9.90	7.94	8.74	9.19	4.56	—	6.76	5.12	4.71	8.15	4.99	
FeO	13.33	13.28	12.06	9.98	11.82	16.44	8.88	9.78	11.29	8.80	10.86	
MgO	12.40	11.91	12.53	12.73	14.11	14.47	14.38	14.14	14.63	14.69	14.12	
Total	99.71	99.45	99.56	99.99	99.55	—	100.06	99.73	99.62	99.75	98.48	
Cr/Fe	2.05	2.27	2.44	2.71	3.16	2.66	3.37	3.61	3.24	3.12	3.22	

注 * H: Harzburgite; 01-px: 01 ivine pyroxenite; SD: Serpentinized dunite

第16表 ジンバブエのクロム鉱石
生産量 海外鉱業情報
(MMAJ, 1983. 12)

年	精鉱生産量 (×1,000トン)
1964	447.5
1965	585.6
1970	503.8
1975	875.7
1976	863.9
1977	677.3
1978	477.8
1979	541.8
1980	553.5
1981	536.1
1982	431.6

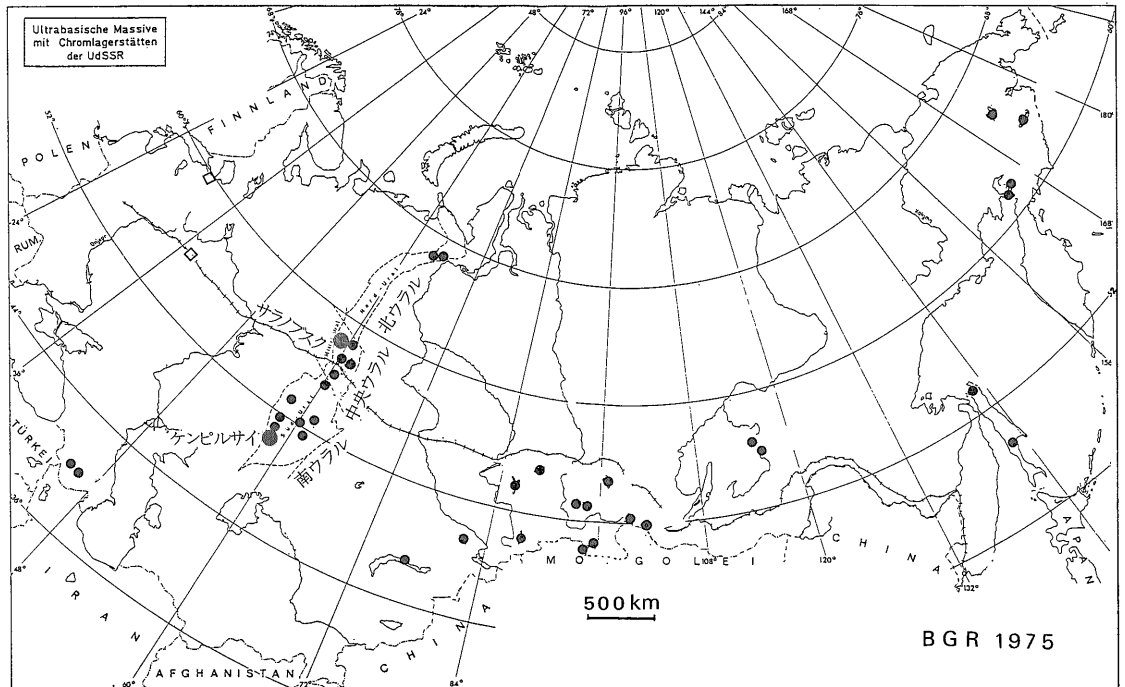
第17表 ジンバブエのクロム鉱床の埋蔵鉱量・資源量 (単位: 100万トン)

鉱量区分	埋蔵鉱量	資源量		埋蔵鉱量	
		垂直深 150m	垂直深 1,200m	垂直深150m, 厚さ20cm以上	資源量
層状タイプ Great Dyke	296 (化学級 193) (金属級 103)	493	3,451	8.2	16
残留タイプ		54	—	1.0	5.0
ポディフォームタイプ Selukwe		3.15 (1.15)	106.5 (84)	3.15 (1.15)	6.8 (2.3)
Mashaba		(0.75)	(8.5)	(0.75)	(1.5)
Belingwe		(1.25)	(14)	(1.25)	(3.0)
合計		550.15	3,557.5	12.35	27.8
調査者	Worst, 1960	Gruenewaldt, 1979		Duke, 1982	

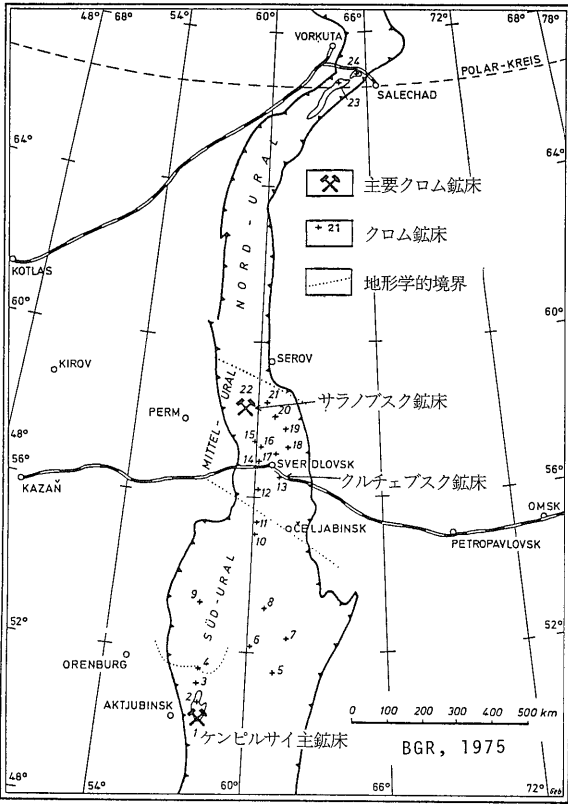
(3) ウラル山脈のクロム鉱床

ソ連のクロム鉱床は ウラル山脈南部 (カザフ共和国) 中部 (ロシア共和国) コーカサス山脈 (アルメニア アゼルバイジャン) シベリア東部等に知られている (第9図)。このうち資源的に最も重要なものは ウラル山脈南部のケンピルサイ超苦鉄質岩体とウラル山脈中央部

のクルチュブスクおよびサラノブスク両超苦鉄質岩体に産出している (第10図)。これらのうち前2者はポディフォームタイプに属するが サラノブスク鉱床は その産状から 層状タイプに属すると考えられている (Pavlov and Grigoeva, 1977)。



第9図 ソ連のクロム鉱床分布図



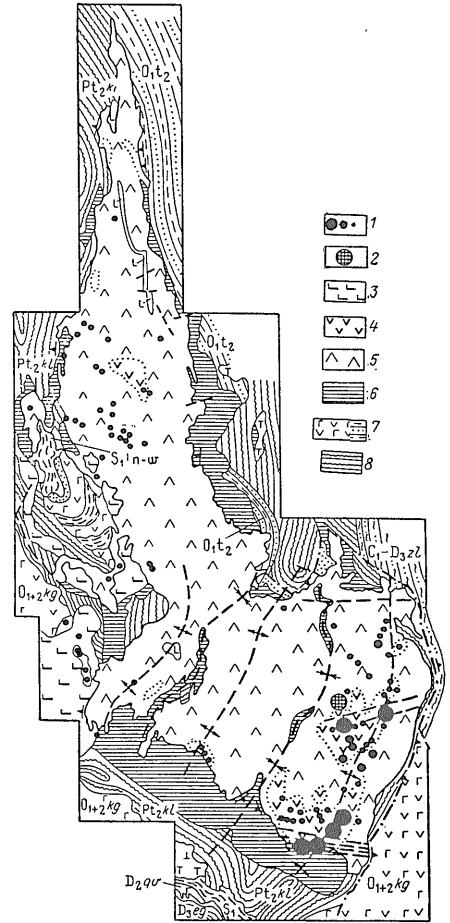
第10図 ウラル山脈のクロム鉱床

ケンピルサイ鉱床群

ケンピルサイ (Kempirsai) 超苦鉄質岩体は 南ウラルの Aktsubinsk 市 (カザフ共和国) の東 50km に分布している。この岩体は南北にのびた巨大な lacolith 状の岩体(南北 120km 東西 30km)で 東西を上部原生代および下部古生代の変成岩類に挟まれている。岩体自身はカレドニア造山で形成され その中に含まれるフログパイトの放射年代は404-380Ma を示している。岩体はハルツパーチャイト ダナイト トロクトライトからなり全体の厚さは 地質学的見積りでは 4~5 km 地物データからは16km (南東部)~6 km (西部)とされている。クロム鉱床は ケンピルサイ岩体の南端部(主鉱床群地区またはドン鉱床群地区とよばれる)および中央部(バタムシンスク鉱床群地区とよばれる)に濃集しており 全部で100鉱体以上が確認されている(第11図)。このうち南端部の鉱床群の規模が最も大きく カザフ20周年鉱体 カザフ40周年鉱体 モロデジュノ等の7つの巨大な鉱体(群)が分布している(第12 13 14図)。

鉱床の母岩は ハルツパーチャイト帯の中の蛇紋岩化したダナイトで 背斜軸の東にあるカザフ40周年 モロ

1987年11月号



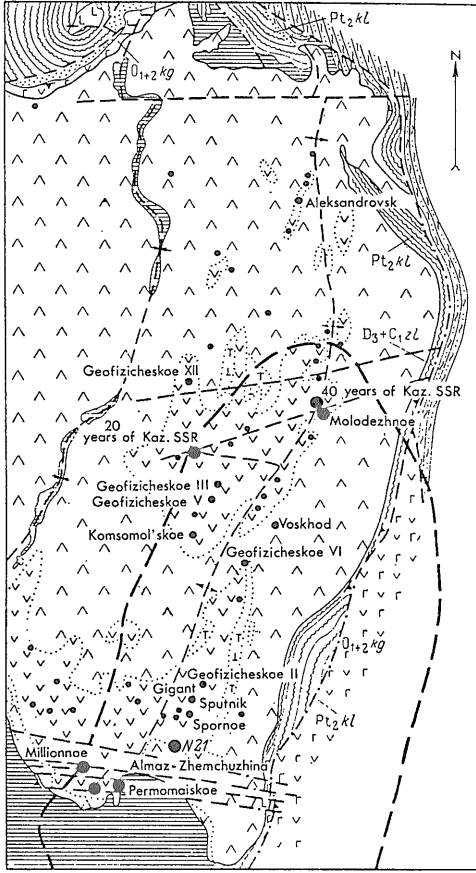
Pavlov and Grigo'eva, 1977

第11図 ウラル山脈南部ケンピルサイ超苦鉄質岩体のクロム鉱床

1. クロム鉱床 (大規模 中規模 小規模); 2. クロム鉱床 (低品位); 3. 斑れい岩; 4. ダナイト源蛇紋岩; 5. かんらん岩源 蛇紋岩; 6. 角閃岩~斑れい岩; 7. オルドビス系; 8. 上部原生代結晶片岩

デジュノ ジオフィジチェスコII スポルノ No. 21 鉱体等の傾斜は東に0-50度傾いており ジオフィジチェスコXII カザフ20周年 ミリオノ アルマズーチュムチュツナ鉱体は西に15-75度傾斜している。また これらの鉱体群の内 北端近くに分布する鉱体を除くと 多くの鉱体は南にピンチしている。鉱床の規模・産状を第18表に表わした。

鉱石の化学組成は ケンピルサイ岩体の 南部地区(主鉱床地区)のものの中・西部地区のものと異なる(第19表)。南部地区の鉱石の平均値は Cr₂O₃ 49.1% (59-37%); SiO₂ 8.1% (2-18%); total FeO 12.5% (10



Pavlov and Grigo'eva, 1977

第12図 ケンピルサイ岩体南端主鉍床群 (ドン鉍床群) の
クロム鉍床, 例は第11図に同じ

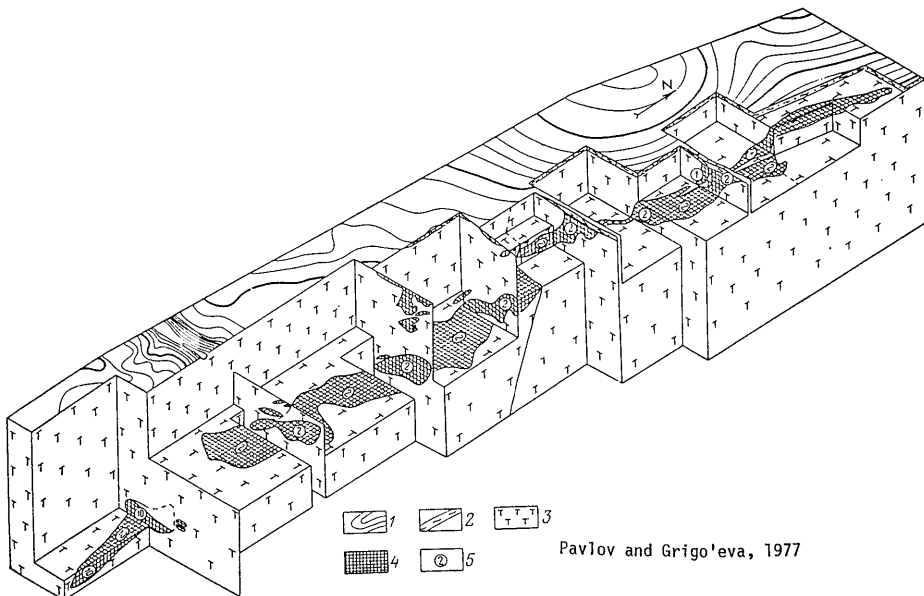
-15%); Al_2O_3 9%であるが 中・西部地区の鉍石は
やや低い Cr_2O_3 含量 (38-32wt%) と高い Al_2O_3 含量 (32
-20%) を示す。

クルチェブスク鉍床群

クルチェブスク (Klyuchevsk) 超苦鉄質岩は ウラル
山脈中部の東斜面 スペルドロブスクの南東 50km に
シルリア紀の火山性堆積岩源の変成岩に囲まれ 分布し
ている。 形成時代 (貫入時代) はデボン紀または石炭
紀といわれている。 この岩体の面積は80平方 km で
南北延長17km 南部の幅が17km 北部の幅が1-3 km
である。 岩体はハルツパージャイトとダナイトからなり
ダナイトは岩体の南側に分布している。 このダニ
イトまたはダナイト源の蛇紋岩中に約 200 個のクロム
鉍床が存在する。 この中で レプタ プルボマイクス
サマクワロボの 4 鉍床が最も大きい。

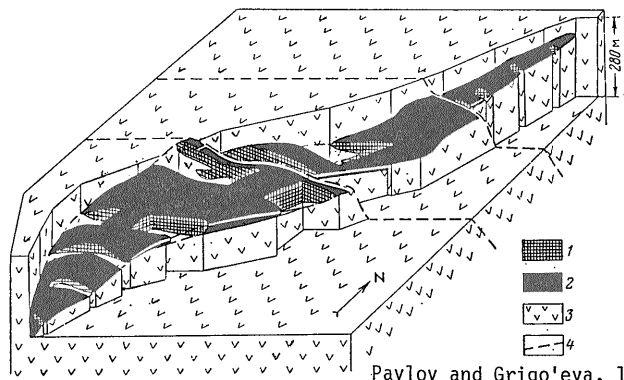
レプタ鉍床は 5 鉍体からなり 東から西へ第 1, 第 2
と配列し 鉍体帯の延長は 1.5km に達する。 鉍体はレ
ンズ状~脈状で 北に 65-90 度傾斜している。 旧露天
掘の鉍体のうち最大のものは 延長が 175m 幅が 40m
で 深さは 15m であるが ボーリングにより鉍体は 300
m の深さに達していることが確認されている。 クロ
マイト鉍石は 貧鉍染鉍 (クロマイト含有量 10-30% Cr_2O_3
含量 $\leq 15\%$) 中鉍染鉍 (それぞれ $\leq 50\%$ 10-30%) 濃
鉍染鉍 (50-90% 35-45%) 緻密鉍 ($< 90\%$ 40-45%) の
4 種からなり 富鉍部では 36% Cr_2O_3 まで達する。 し
かし 大部分の鉍体は 8-10% Cr_2O_3 である。

プルボマイクス鉍床はレゼブ鉍床の東側にあり 鉍床



Pavlov and Grigo'eva, 1977

第13図 カザフ 20 年鉍床の第 1 第
2 および第 10 鉍体
のブロック図
1. 地表 2. 中~
新生界 3. かんらん
岩 4. クロマイ
ト鉍体 5. 鉍体名



第14図 モロデジュノ鉄床のブロック図

1. クロマイト鉄体(垂直断面) 2. クロマイト鉄体(上面) 3. 超苦鉄質岩 4. 断層

Pavlov and Grigo'eva, 1977

第18表 ウラル山脈南部ケンピルサイ超苦鉄質岩体のクロム鉄床 (Pavlov and Grigo'eva, 1977)

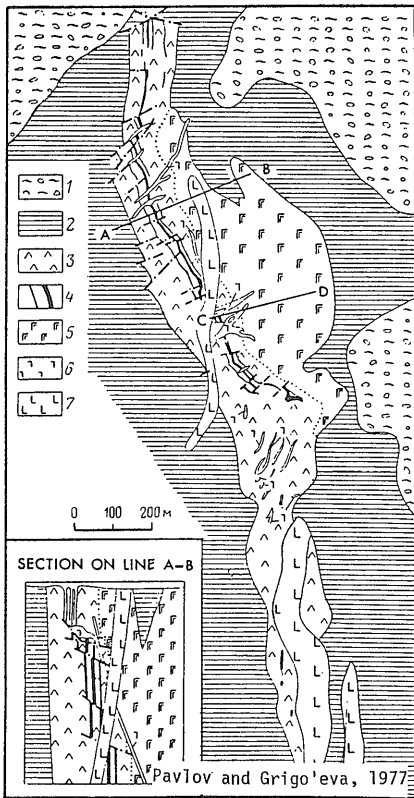
	鉄床名	埋蔵鉄量	Cr ₂ O ₃ 品位	鉄体数	1鉄体の規模(m) (長さ×幅×厚さ)	地表からの深さ	母岩; 鉄石*
南部主鉄床地区	カザフ SSR 20周年	2,500万 t	50%以上	60	(80-1350)×(33-130)×(3-55)	40m(北), 240m(南)	H帯のD中; Ds>U, 中-粗粒
	カザフ SSR 40周年	9,000万 t	50%	23	934×200×65	浅い(北), 300-350m(南)	同上 ;
	Molodezhnoe				1540×(200-300)×140	422-600m(北), より深(南)	同上 ; U, Ds
	Almaz-Zhemchuzhina			5			
	Millionnoe			90			
中部・地区 西区	Batamshinsk			30	135×(?)×(5-10)	50-60m	H帯のD中; U, Ds, Nd
	Tagashasai						
	Stepninsk						

* 岩石名: D, ダナイト; H, ハルツバージャイト

鉄石組織: Ds, 密に濃集; Nd, ノジュール状; U, ほぼクロマイトのみからなる

第19表 ケンピルサイ岩体クロム鉄石の化学組成 (Pavlov and Grigo'eva, 1977)

鉄床	南部地区(主鉄床区)						中・西部地区				
	アルマズ1		チェムツチナ	スコオヴィジチ	カザフ20周年	カザフ40周年	クバタムシンス	タガシヤサイ	南西鉄体	クステプニス	
	131-60	135-60	135-60	700-60	88-64	704-62	2	3	7	9	10
SiO ₂	2.33	0.48	0.73	0.26	0.23	0.26	1.75	1.97	0.39	0.73	4.50
TiO ₂	0.13	0.16	0.21	0.13	0.26	0.31	0.23	0.34	0.43	0.35	0.28
Al ₂ O ₃	10.20	9.28	8.36	7.87	8.83	8.40	22.98	26.20	25.75	23.78	32.89
Cr ₂ O ₃	56.85	59.17	60.20	62.44	61.99	62.15	39.34	39.70	39.92	42.88	30.57
Fe ₂ O ₃	2.34	2.92	3.68	2.04	2.21	2.96	3.90	2.67	3.53	6.80	2.51
FeO	17.00	15.01	9.49	10.86	11.62	10.64	14.11	11.80	12.80	10.18	13.40
MnO	0.20	0.20	0.14	0.15	0.18	0.17	0.23	0.08	0.19	0.16	0.15
MgO	11.02	12.92	15.82	15.69	14.94	15.25	15.62	15.62	16.34	15.36	14.99
CaO	0.00	0.00	0.54	0.00	0.00	0.00	—	0.00	0.00	0.00	0.00
Na ₂ O	—	—	0.12	0.05	0.04	0.00	—	—	0.10	0.12	—
K ₂ O	—	—	0.05	0.04	0.06	0.05	—	—	0.03	0.04	—
H ₂ O ⁻	0.00	—	0.00	0.00	0.00	0.04	0.25	0.19	0.28	0.00	0.00
H ₂ O ⁺	0.35	0.20	0.42	0.00	0.15	0.13	0.75	0.53	0.30	0.00	0.63
V ₂ O ₅	0.01	0.05	0.08	0.09	0.10	0.10	0.13	0.13	0.16	0.11	0.06
P ₂ O ₅	0.01	0.03	0.04	0.03	—	—	—	0.00	—	0.05	0.03
NiO	—	—	0.08	0.06	0.13	0.09	0.13	0.14	0.10	0.10	0.11
CoO	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.06
Total	100.44	100.42	99.96	99.71	100.74	100.55	99.42	99.37	100.32	100.66	100.18



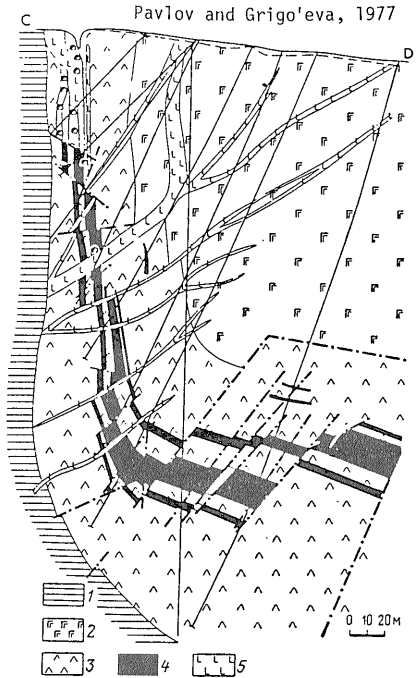
第15図 サラノブスク 超苦鉄質岩体 (Pavlov and Grigo'eva, 1977)

1. 砂礫まじり粘土層
2. 結晶片岩
3. 蛇紋岩
4. クロマイト鉱体
5. 斑れい岩
6. 変輝緑岩
7. 斑れい岩-輝緑岩

帯の幅は 300-500m 延長は 1 km 深さは 250mに達している。鉱床はダナイト中にあり その走向は北東で著しく褶曲している。鉱体は最長 350m 厚さ 5-20m である。ボーリングにより確かめられた鉱石の化学組成は レゼブ鉱床のそれとよく似ているが 品位は低く富鉱体でも 13-18% Cr_2O_3 である。

サラノブスク鉱床群

サラノブスク (Saranovsk) 超苦鉄質岩体は 他の多くのアルプス型超苦鉄質岩と同様ウラル山脈中に存在しかつ変形している。しかし クロム鉱床は 斑れい岩直下のかんらん岩中に層状に広範囲に連続して産するため層状タイプに属すると考えられている。ウラル山脈中央部の Chusovo 市の 100km 東側にあり 前述のクルチュエブスクの超苦鉄質岩体の北西方向にあたる。岩体は南と北に分かれている。北側の岩体の分布面積は少し



第16図 サラノブスク鉱床の東西断面

1. 結晶片岩
2. 斑れい岩
3. 蛇紋岩
4. クロマイト鉱体
5. 変輝緑岩脈

大きいけれども 0.22 平方 km 程度である。岩体は南北性断層で規制され 原生代後期の結晶片岩に囲まれているが カレドニア期頃に形成されたい。クロム鉱床は南北両岩体に存在するが 現在は北側の鉱床のみが稼業されている。北側の岩体は南北に延びており 東側は斑れい岩 西側はかんらん岩起源の蛇紋岩で構成されている (第15図)。蛇紋岩中には 斑れい岩との境界面に平行に 40-50m の幅で鉱床帯があり その中に 3 枚の層状のクロム鉱体が見られる (第16図)。それぞれの鉱体の大きさは 中央鉱体が 延長 1,200m 厚さ 10m; 西側鉱体は 910m と 5m; 東側鉱体は 1,100m と 3-3.5 m である。一般の層状タイプのクロム鉱体 (ブッシュベルドやグレートダイク) と比べると 延長の長さが少なく 厚さはかなり厚く しかも鉱体自身がかなり褶曲・変形している。鉱体は東に急傾斜しているため 現在は地表から深さ 120m まで坑内採掘されている。3 鉱体を構成する鉱石のほとんどは塊状鉱で 中央鉱体が最も品位が高い。 Al_2O_3 含量は 15-20% FeO 含量は 17-20% と 共にかなり高い。 Cr/Fe 比は 1.5-1.9 で ブッシュベルド岩体のものと同様の値を示している (第20表)。クロマイトには Ti V が多く含まれ 層状タイプのクロム鉱石の特徴が現われている (Pavlov and

第20表 ウラル山脈中央部サラノブスクロム鉱石の化学組成 (Pavlov and Grigo'eva, 1977)

成 分 wr%	西部鉍体	中央鉍体	東部鉍体	中央鉍体塊状鉍	鉍体群からの分岐脈
Cr ₂ O ₃	35.86	38.24	33.17	38.81	34.72
Al ₂ O ₃	15.11	18.80	20.35	14.86	15.84
FeO	17.68	18.53	20.05	18.34	18.60
MgO	16.85	15.16	16.20	12.16	18.03
CaO	0.24	1.36	—	—	—
SiO ₂	6.25	5.00	5.14	3.04	5.68
Ig. loss	1.63	1.96	2.98	2.58	5.66
Cr/Fe	1.79	1.82	1.46	1.86	1.64

Grigoeva, 1977).

(4) トル国のクロム鉍床

トルコ国にはオフィオライトが広範囲に分布しているが(第17図) これらは 以下のように大きく3列にまとめることができる。

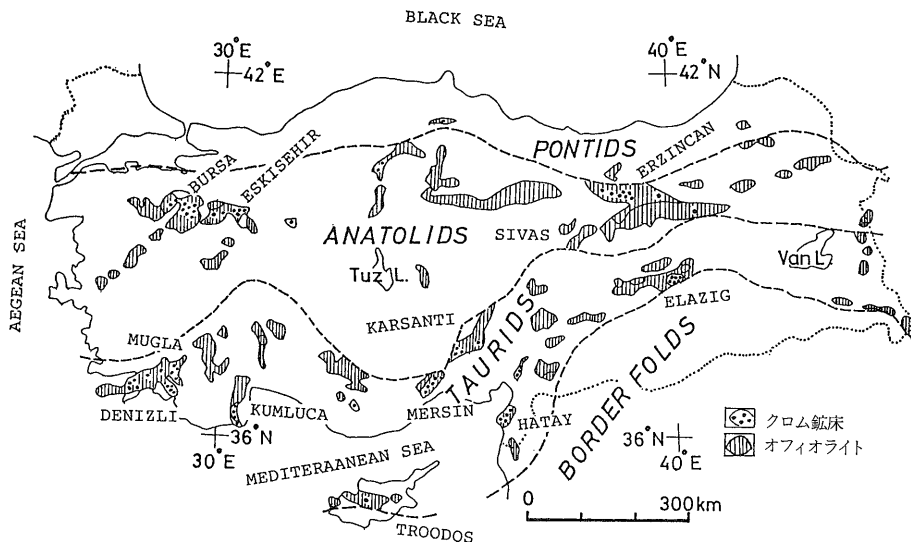
- アナトリア区北縁列 プルサ エスキシェヒル エルジンジャン
- タウルヌ区北縁列 ムグラ デニズリ カルサント
- タウルヌ区南縁列 ハタイ エラズ

これらのオフィオライトのほとんどは ジュラ紀後期より白亜紀にかけて形成されたもので その大部分は超苦鉄質岩を伴っており その中に大小のポディフォーム

型のクロム鉍床が伴われている。 そのうち 経済的に価値の高いクロム鉍床区を埋蔵鉍量とともに第21表に表わした。 また代表的な鉍床の鉍石分析値を第22表に表わした。

エラツ鉍床区

トルコ国東部のエラツ (Elazig) 鉍床区はタウルス構造区の南縁に位置する。 このオフィオライト列はシリアとの国境に近いハタイ地区をへて キプロス島のロードスオフィオライト岩体 (Wilson, 1959, Gass and Sme-wing, 1973) へと続いている。 エラツ地区では1936年よりクロムの採掘が開始され 1941年頃から生産量が増加していった。 1936-1981年の45年間で 約500のクロム鉍体が見つかり クロム精鉍 630万トンがこの地区より採掘された。 これは トルコ国全体のクロム総生産



第17図 トルコ国の構造区分とオフィオライトの分布

第21表 トルコ国のクロム鉱床埋蔵量 M. T. A. (1975)

鉱床区名	構造区	埋蔵鉱量 ×100万 t	品位 Cr ₂ O ₃ %	鉱石種	代表鉱床名
Elazig	タウルス南列	26.4	38	塊状, 縞状, 鉱染状	グレマン
Eskisehir	タウルス北列	2.0	35	塊状, 鉱染状	ミハルジュック, カバック
Mugla	タウルス北列	1.6	45.3	塊状, ノジュール状	フェティエ, キョイジェイズ
Erzincan	アトリア北列	1.5	43	塊状, 鉱染状	コプダー
Denizli	タウルス北列	1.3	36.8	縞状, 鉱染状, 塊状, ノジュール状	メウルトラ, イエンロバ
Bursa	アナトリア北列	1.3	25	縞状, 塊状, 鉱染状	オルハネリ, チャタック

第22表 トルコ産クロム鉱石の化学組成

	Elazig			Eskisehir		Mugla	
	Guleman 鉱山			Sazak	Kavak	Soluk 塊状鉱	Cenger 塊状鉱
	Golalan Cumulate 帯	Kef-Kapin Tectonite 帯	塊状鉱				
SiO ₂	0.15	4	3.30	7.73- 9.45	4.78	4.13	—
TiO ₂	0.02	—	—	—	—	—	—
Al ₂ O ₃	9.88	8- 9.5	13.20	10.06-10.47	9.50	15.06	10.08
Cr ₂ O ₃	59.17	48-51	51.60	43.47-47.80	51.28	47.77	51-52
T・FeO	12.54	15-17	13.60	9.17-12.11	13.60	15.01	12.11
MnO	0.02	—	—	—	—	0.12	—
MgO	15.00	16-17	16.10	17.90-19.85	17.26	13.15	19.18
CaO	1.03	—	—	—	—	1.32	—
NiO	—	—	—	—	—	0.20	—
H ₂ O	0.02	—	—	—	4.47	—	—
Cr/Fe	4.15	2.5-3.0	3.34	3.32- 3.65	3.32	2.80	3.7-3.8
文献	MTA 1966	MTA 1966	Thayer 1961	Barutoglu 1961	MTA 1966	MTA 1966	MTA 1966

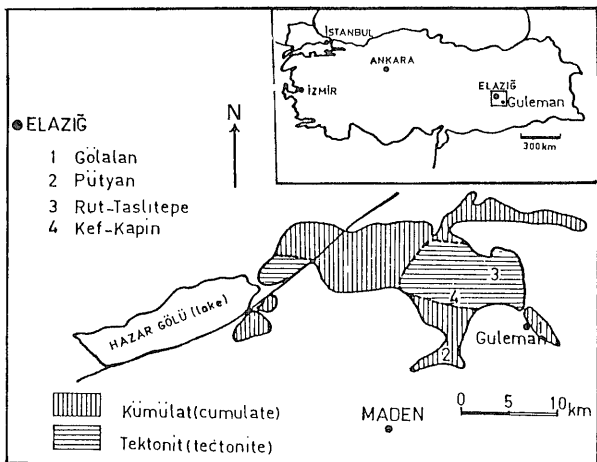
量の30%にあたる。

クロム鉱床は 上部ジュラ～下部白亜紀に形成されたグレマン (Gureman) 超苦鉄質岩体中 (表面積200平方km) に存在する。グレマン岩体は 中央部が緩いドーム状を構成するハルツバージャイト質のテクトナイト (残留マントル) で占められ 外側をダナイト ウェーライトからなるキュムレイト岩および斑れい岩によってとり囲まれている (第18図)。クロム鉱床は オフィオライト層序 (Coleman, 1971) のテクトナイトおよびダナイトキュムレート中に 4ヶ所に分かれて分布しているが テクトナイト層中の方が資源的に重要で鉱床規模は大きくクロム品位も高い (Engin ら 1983)。クロム鉱床は場所ごとに産状が異なり 以下のような特徴をもっている。

<グレマン地区>ダナイト ウェーライト 輝岩が発

達するが クロム鉱床の母岩は蛇紋岩化したダナイトである。母岩の構造は極めて複雑であるが NW-SE 方向を示すようである。鉱体ののびの方向は これと斜交し NE-SW である。鉱床は1943年に開発され いまままでに約65個の鉱体が発見されている。鉱体の平均の大きさは 22m×4m×8m である。最大のものは長さ180m 幅50mで この鉱体一つから120万トンの高品位塊状クロム鉱石が採掘された。この地区の鉱山は1978年に閉鎖されたが 1943-77年の間に 200万トンのクロム精鉱 (平均品位48% Cr₂O₃) がほとんど露天採掘によって生産された。

<プトヤン地区>鉱体周辺の岩石種はグレマン地区同様ダナイトのキュムレートからなり 鉱体の形態もグレマン地区同様 不規則でサイズもまちまちである。しかし鉱床全体としての規模はかなり小さい。鉱体の分

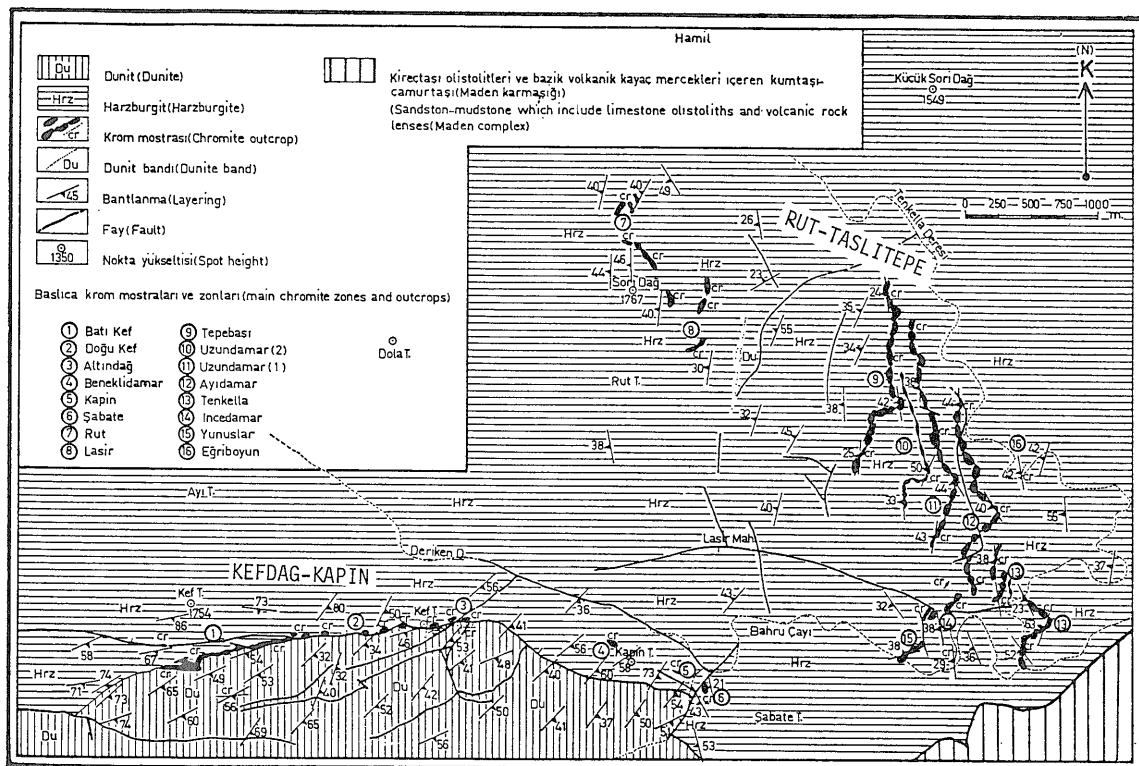


第18図 トルコ国エラツ地区の超苦鉄質岩 (Engin ら 1983)

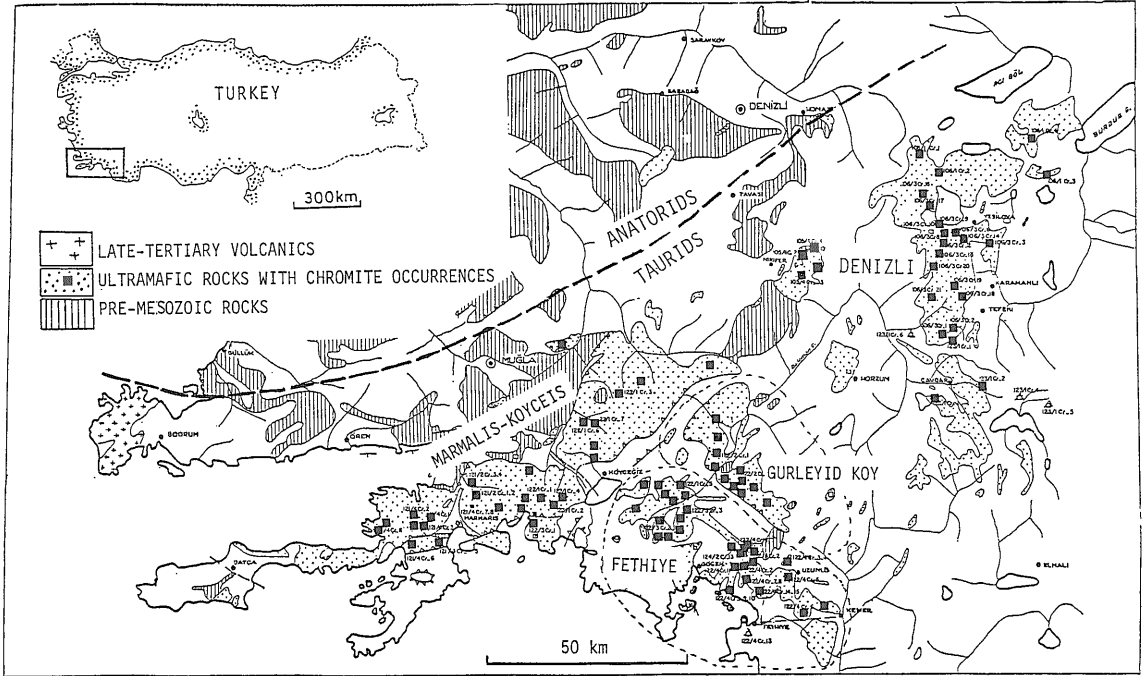
＜ルートータシュラテペ地区＞グレマン岩体の北東部に位置し この地方で最も重要なクロマイト産地である (第19図)． 鉱体周辺は主に 縞状構造の発達した ハルツバージャイトからなるテクトナイトであるが 鉱床自身は薄いダナイトレンズに包まれて産出する． 鉱体の形態はポディフォームタイプであるが 重要な鉱体が濃集する“鉱床層準”が存在する． この層準内では厚さ1 km の間に6枚のクロマイト層がみられる． 1 鉱体の平均の大きさは 20m×1.5m×7m 平均品位は42-48% Cr₂O₃ で金属グレードである． 1950-1981年の間に220万トンの鉱石が露天および坑内採掘されている．

＜ケフダーカピンーサバテ地区＞クロム鉱体は 第19図に示されているように ハルツバージャイト (テクトナイト) とその南のダナイト (キュムレート) を境とする東西性の断層に沿って ハルツバージャイト側に産出する． 鉱床は断続的に東西に伸び 傾斜は南に50度と急傾斜であるため 坑内掘と露天掘が併用されている． この地区で最も大きな パティケフ鉱床からは 1952-1981年の間に100万トンの鉱石が採掘された．

布は個々の鉱体の伸長方向と一致している． いままで15鉱体が発見された． 平均の大きさは 7.5m×1.5m×2.5m 鉱石は塊状および角礫状で平均品位は45% Cr₂O₃ である． いままでに2,500トンの高品位鉱石が露天採掘された．



第19図 エラツ地区ルートータシュラテペ鉱床とケフダーカピン鉱床 (Engin ら 1983)



第20図 トルコ国南西部ムグラ-デニズリ地区のクロム鉄床の分布 (MTA 1966)

エスキシェヒル鉄床区

この鉄床区には ミハルジュック カバック鉄床群が存在する。鉄床はハルツバージャイト帯のダナイト中に 煙突状 シュリーレン状 綫状等の形態で産する。カバック鉄床群はエスキシェヒル東方に位置し 1931年に開発されて以来 1960年までに76万トンの鉄石を産出した。近年ではトルコ鉄山会社によって鉄山が運営され 年間11万トンの鉄石 (平均品位 34% Cr₂O₃) が生産されている。埋蔵鉄量は 200 万トンと見積られている (MTA 1966)。この鉄床群の鉄石品位は 30-50% Cr₂O₃ と変化するが アルミナ含量は一般に低く 9-11% Al₂O₃ 程度である (第22表)。

ムグラ鉄床区

ムグラ (Mugla) 鉄床区は マルマリス-キョイジェ-フェティエの三角形に分布する超苦鉄質岩中に存在する (第20図)。この地区の鉄床のほとんどは ハルツバージャイト帯 (テクトナイト) に薄く挟まれているダナイトおよびそれを原岩とする蛇紋岩中にレンズ状層状パイプ状などの形態で産出する。ノジュール状鉄石を産すること クロム透閃石を脈石として伴うことが特徴である。この地区の鉄床群は産状から 次の3つに区分される。

<マルマリス-キョイジェ-フェティエ>超苦鉄質岩の分布する三角形の西底辺に位置する。資源的には他の2地区より劣る。鉄石はノジュール状 鉄染状を主とし 化学組成からは金属グレードと耐火物グレードの2種類が存在する。

<ギョルレユック-キョイ>超苦鉄質岩分店の三角形の頂点を含む東側の部分にあり 多くの鉄床が分布する。鉄床はハルツバージャイト帯のダナイト中に存在し 多くの場合南北に伸びている。例えば ウチュカブル鉄床は南北に250m 幅 1-6 mで急傾斜しており 1956年以来 8万トンの鉄石 (Cr₂O₃ 46.%; FeO 13.26% Cr/Fe=3.1) がエティバンク公社により採掘された。鉄石は金属グレードが多いが Al₂O₃ が10~18%と一般に高いため 耐火物グレードも見られる。鉄石は塊状 鉄染状のほかにノジュール状のものも多く存在する。一部の鉄石にはクロム角閃石 クロム緑泥石が生じている。

<フェティエ>超苦鉄質岩分布の三角形の底辺東側にあり そこに比較的大きな鉄床が多数分布する。その内の1つ チェンガ鉄床は南北に 150m 東西幅は地表で 2 m 地下50mでは 15mの鉄床で そこから 100万トンの鉄石が採掘された。鉄石品位は Cr₂O₃ 51~52%; Al₂O₃ 10.08%; FeO 13.45%; MgO 19.18%

である。この地区で最も重要なブルチュル鉱体は 走行方向に 200m 続き 幅は 20m 平均品位は 45-46% Cr_2O_3 である。鉱石は塊状 鉱染状のほか ノジュール状およびまれに特異な構造のオーピキュラ状のもの(地質ニュース No. 387, 1986. 11 表紙)がある。フェティエ地区の鉱床には 脈石鉱物としてクロム透閃石 クロム緑泥石が伴われることが特徴である。

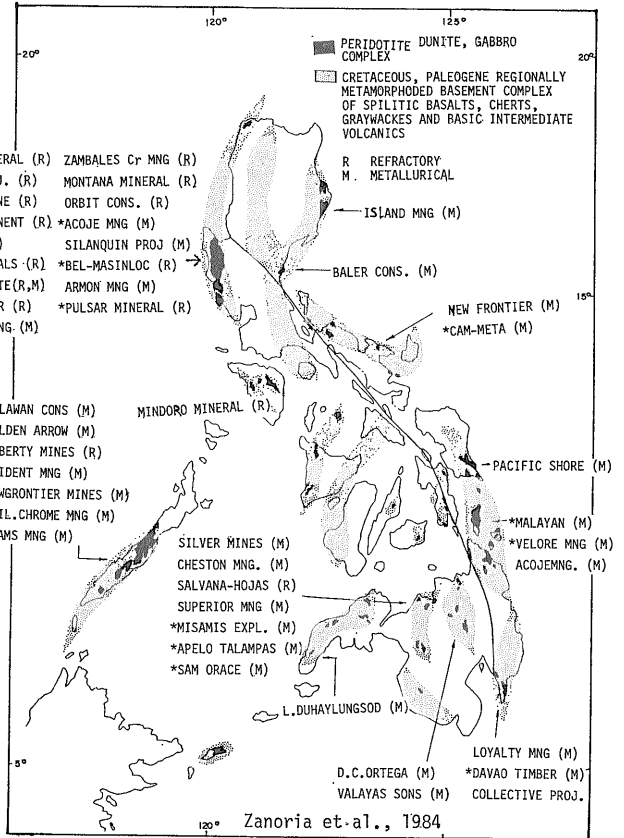
(5) フィリピンのクロム鉱床

フィリピン群島全体には オフィオライトが広範囲に分布している。これらはルソン島とミンドロ島の中央を結ぶ線で 西列と東列に区分されている(第21図)。クロマイト鉱床は 西列のオフィオライトのうち サンバレス(Zambales)地域(ルソン島西部)とパラワン島に濃集している。サンバレスとパラワンのオフィオライトの火成活動は それぞれ 白亜紀~古第三紀および白亜紀前期であり 現在の位置にもたらされた時代はそれぞれ後期漸新世および中新世と考えられている(Bacuta, 1977; Zanoria et al., 1984)。

フィリピンの 1946-1974 年間のクロム鉱石総生産量は 1,380 万トンで 内訳は Al に富む耐火物用 1,136 万トン(82%); 金属用 244 万トン(18%)で耐火物用が圧倒的に多いことが特徴である(成田 1976)。耐火物用クロム鉱石は 4 鉱山から採掘されているが サンバレス地域の コト鉱山(Consolidated 会社)からの鉱石はそのうちの 99% 以上を占めている。金属グレードの鉱石は 12 鉱山より産出するが アコヘ鉱山からの産出量は 227 万トンで 金属用クロム鉱石生産量の 93% を占めている。コトおよびアコヘ鉱山はともにサンバレス地域に存在する。パラワン島からは クロム品位の高い金属グレード鉱石が産出する。

サンバレス地域には ハルツパージャイト ダナイト 斑れい岩からなるオフィオライト複合岩体が広く発達している。この地域のオフィオライト複合岩体は 超苦鉄質岩の分布から 北から南に向かって次の 6 地区に区分されている。

マラバゴ地区 サンタクルス地区 マシンロック地区 パロイグ地区 イバ地区 ボトラン山地地区。サンタクルス地区には アコヘ鉱山が マシンロック地区には

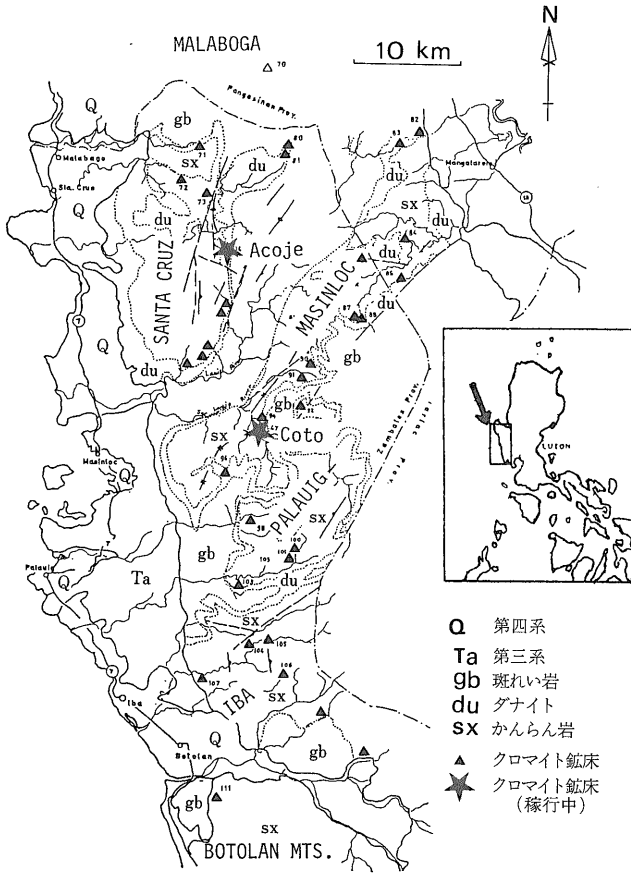


第21図 フィリピンの超苦鉄質岩とクロム鉱床の分布

コト鉱山が分布する。この地域のクロム鉱床は オフィオライト層層に従って 特徴的な産状を示している(第22-23図)。すなわち クロム鉱床は ある特定の層準に多く濃集しており さらに斑れい岩層直下のクロム鉱床は薄く広がった鉱染状のものが多いのに対し 層序的にやや深部(ハルツパージャイト帯の上部)のものは不規則塊状となり 個々の鉱体の規模も大きくなっている。

アコヘ鉱山はサンタクルス市の東南東 17km に位置している。鉱床は 1933 年に発見された。付近の地質は南北にのびたドーム状構造のかんらん岩-斑れい岩からなり 鉱床はドームの東翼に点々と分布する。それらはオフィオライト層層の最下位のハルツパージャイト帯にも存在するが 大部分はその上位の厚さ 1 km 程度のダナイト層中に存在している。このうち最大の鉱体 H5-86) は 走行延長 250m 厚さ 20m で東に傾斜している。

コト鉱床はマシンロック市の東 16km に位置している。高アルミナクロム鉱石を産出する鉱山として古くから世界的に著名で 近年まで大部分の鉱石はアメリカに輸出

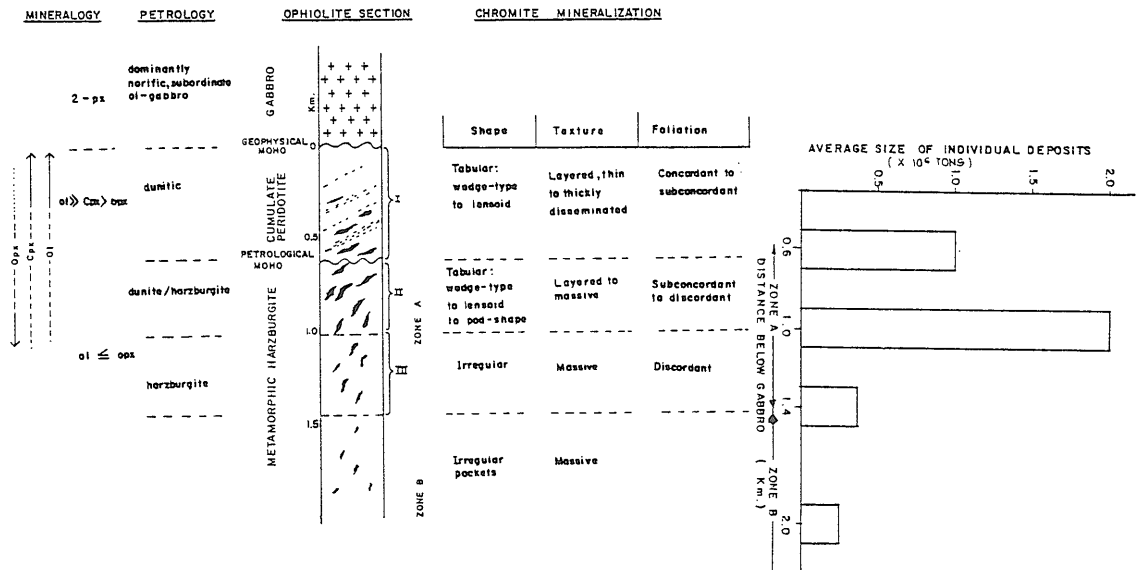


第22図 サン Blas 地域のクロム鉱床の分布 (Rossman, 1970)

されていた。 マンソック地区にはこのコト鉱床を含め 13以上の鉱床があるが このうち 4 鉱床を除くとすべて ハルツバージャイト帯中に ダナイトの殻につつまれて産出している (成田 1976)。 これらの鉱床の分布は 斑れい岩の底面から 下方に向かって最大 700m の範囲内におさまるが (Stoll, 1958) ここでは アコヘ鉱山周辺と比べ ダナイト帯が極めて薄くなっているため 鉱床はその下位のハルツバージャイト帯に存在しているのである。 この地区の主要な鉱体は 北東方向に伸びた楕円体をしており その規模は長さ540m 幅290m 最大厚さ 35-50m である。 鉱体はほぼ緻密塊状鉱からなり ごく一部に鉱染状鉱を伴っている。 いたる所で走行 NE 傾斜 50度 SE の細粒斑れい岩岩脈に貫かれており 採掘上問題となっている。 両鉱床およびパラワン産鉱石の化学分析値を第23表に示した。

4. 鉱床 (副成分鉱物)

クロマイトを副成分として含む鉱床として正マグマ白金鉱床のみが知られている。 ブッシュェルド複合岩体の超苦鉄質岩層の最上位メレンスキーリーフ層の直下の UG 2 と名づけられたクロム鉱層 (厚さ1.7-2.0m) は Cr/Fe が低い ため 当初採掘されなかった。 その後



第23図 サン Blas 地域のクロム鉱床の産状の特徴 (Zanoria et al., 1984)

第23表 フィリピン産クロム鉱石の化学組成

	サンバレス地方 マシンロック地区						サンバレス地方 アコヘ地区			パラワン
	産出鉱石 平均値 (1946-52)	塊状鉍	塊状鉍	鉍染状鉍 石(平均値)	ダナイト 中のクロ マイト	ハルツバ ージャイ ト中のク ロマイト	鉍 石	鉍 石	鉍 石	鉍 石
SiO ₂	5.06	1.18	1.02	1.59	1.00	2.61	7.41	1.79	0.97	6.63
TiO ₂				0.14						
Al ₂ O ₃	29.38	32.31	32.06	32.35	25.85	23.04	11.65	14.16	13.4	6.88
Cr ₂ O ₃	32.33	35.44	35.63	34.81	35.77	38.89	43.16	49.46	52.8	48.75
Fe ₂ O ₃									5.6	
FeO	13.60	13.37	13.36	13.52	21.95	19.18	13.42	18.20	13.3	15.16
MgO	17.93	17.42	17.73	17.79	13.97	14.21	17.0	14.20	13.7	11.45
CaO	0.54	0.14	0.03	0.07	0.08	0.05	0.22			1.47
Total	98.84	99.86	99.83	100.27	98.62	97.98	92.86	97.81	99.77	90.34
Cr/Fe	2.09	2.33	2.35	2.27	1.43	1.78	2.83	2.39	2.39	2.83
文 献	Stoll, 1958						Bacuta 1979	Ignacio 1976*	Fernandez 1960*	Bacuta 1979

* Bacuta, 1979 より引用

UG 2層にメレンスキーリーフ同様白金族元素が含まれることがわかり 現在はその採掘の副産物としてクロム鉱石が回収されている。

5. 未利用低品位資源

クロム資源は 現在のところ 火成岩および堆積物中のクロマイト濃集体のみが採掘対象となっている。クロムの未利用低品位資源を考える場合にも やはりクロマイトが主要な対象となる。それは クロマイトが他のクロム含有鉱物と比べ 1. 集合体の規模の大きさ 2. 選鉍・精練の容易さをもっているためである。クロマイトの未利用低品位資源として 正マグマ鉍床と漂砂・残留型鉍床があげられる。

1) 正マグマ鉍床

第3章で述べた 層状タイプとポディフォームタイプのクロム鉍床の低品位の部分に相当する。一般にダナイト ハルツバージャイト中には クロマイトは造岩鉱物として0.1~2%程度含まれるが ポディフォームタイプ鉍床の周囲には 低品位縞状鉍(10%程度のクロ

マイトを含む部分)が発達している(例えば ソ連ケンピルサイ岩体 トルコのエラズ地域)。したがって 既存のクロム鉍床クロム鉍床地域には 相当量の低品位未利用クロム資源が期待される。

2) 漂砂・残留鉍床

ジルコニウム チタン モナザイト 砂鉄等の漂砂鉍床には クロマイトも僅かながら含まれている。将来急激な需給変化または 選鉍技術の発達により これらの漂砂鉍床から 将来副成分として回収される可能性があるかもしれない。しかし一般に大陸地域または沿岸地域のクロムのポテンシャルは極めて低いであろう。

これに対し 超苦鉄質岩分布地域に発達した沖積層や河川堆積層は 低品位クロム資源としてはより有望であろう。ブッシュベルド グレートダイク等の巨大な層状貫入岩体の超苦鉄質岩分布地域 およびオフィオライト分布地域の超苦鉄質岩近接地の未凝固堆積層中に未利用低品位クロム資源の相当のポテンシャルがあると思われるが、しかし 実際の採掘にあたっては 他の地上権益や環境問題との調整が必要となろう。