

#### (5) まとめ

地表地質調査の結果、本地区南西部のTsagaan chuluut山周辺に白色粘土化・珪化変質帯が広く発達するが、銅鉱物及び黄鉄鉱などの硫化物は確認できなかった。地表の変質帯は、ジャロサイト-(明礬石)-(カオリン)帯、明礬石-(カオリン)帯及び緑泥石帯からなる累帯分布を示し、絹雲母-(緑泥石)帯は断層に支配されて分布するものと思われる。

既存データ収集の結果、本地域では地質調査のほかに、物理探査及びボ-リング調査が実施されている。物理探査資料は地上磁気探査結果及びI P法電気探査結果が存在し、Appendix 15に示した。これによれば、白色粘土化・珪化変質帯のジャロサイト-(明礬石)-(カオリン)帯及び明礬石-(カオリン)帯は、NW Erdenet鉱床で認められた磁気異常の北西延長に当たる。また、I P法電気探査の分極率異常もこれに相当する。

#### (6) 評価

地質調査の結果、本地区南西部のTsagaan chuluut山南部には二畳紀から三畳紀のセレンゲ複合岩体である花崗閃緑岩が存在し、それを三畳紀からジュラ紀の火山岩類が広く被覆している。

Tsagaan chuluut山周辺の白色粘土化・珪化変質帯は、ジャロサイト-(明礬石)-(カオリン)及び明礬石-(カオリン)の変質鉱物組合せである。これは、Sillitoe(1995)のポーフィリー鉱床生成場の模式的全体像の中では、地表に近いadvanced arhillic変質と呼ばれる酸性変質帯に相当する。従って、期待される鉱体まで深度的に距離がものと考えられる(渡辺寧, 1999)。

既存データ収集結果の地上磁気探査結果及びI P法電気探査結果から、この白色粘土化・珪化変質帯はNW Erdenet鉱床で認められた磁気異常の北西延長及びI P法電気探査の分極率異常域に相当する。

従って、本地区の比較的深部に探査対象であるポーフィリー鉱床が存在する可能性はあるものと考えられる。

### 2-4-4 Erdenet Mine 地区

#### (1) 一般概要

ポーフィリー型銅モリブデン鉱床であるErdenet 鉱山は、Fig. 1 に示したようにウランバートルの北西260kmに位置する。本地区に賦存する鉱床は北からErdenet NW 鉱床、Erdenet Central 鉱床、Erdenet Intermediate 鉱床及びErdenet SE (Oyut) 鉱床である。Erdenet NW 鉱床は現在オープンピットによって採掘されている。Erdenet Central 鉱床、Erdenet Intermediate 鉱床及びErdenet SE (Oyut) 鉱床は、探鉱済みでF/S 調査まで実施されている。Fig. II-2-28 に示すように、鉱化帯が認められる地域は比較的急峻な地形を示し、背丈の低い草に覆われている。

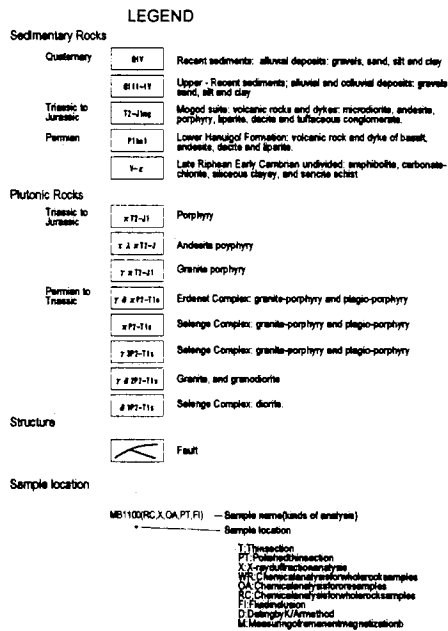
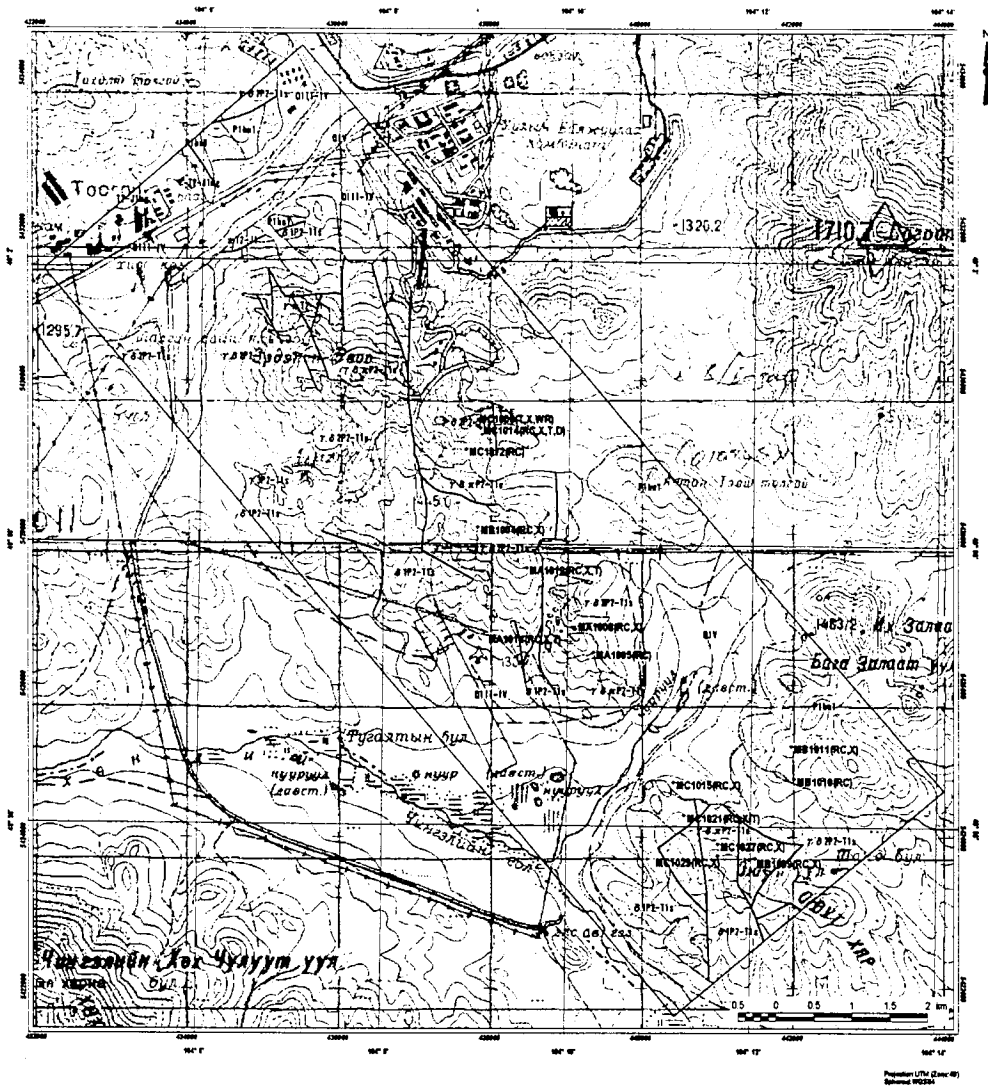


Fig. II-2-28 Survey location and sample locations map of the Erdenet Mine area

1941年に本地域の調査がソ連によって実施され、ソ連地質学者によって初めてエルデネット鉱床が報告された。その後、1964年から1969年にかけてチェコスロバキア・モンゴル共同で調査が実施され、地質調査、物理探査(SP法、IP法、比抵抗法)、地化学探査及びボーリング調査が行われた。その結果、鉱量512百万トン、含銅量430万トンの大鉱床の存在が確認された。現在 Erdenet 鉱山は、モンゴル・ロシア合弁の Erdenet Mining Corporation(モンゴル51%、ロシア49%)によって操業されている。

## (2)地質

本地区の地質を Fig. II-2-29 に示した。地質層序及び地質構造は以下の通りである。

### (i) 地質層序

本地区は先カンブリア系、二畳系の火山岩類、三畳系からジュラ系の火山岩類及び第四系の堆積岩類からなり、また二畳紀の花崗岩類からなるセレンゲ複合岩体、二畳紀から三畳紀の斑岩類のエルデネット複合岩体、三畳紀からジュラ紀の斑岩類及び岩脈からなる。セレンゲ複合岩体はポーフィリー型銅モリブデン鉱床である Erdenet 鉱床の母岩となり、エルデネット複合岩体は鉱床形成に関与した火成岩と考えられている。

先カンブリア系は結晶質岩及び角閃岩(V-ε)からなり、地区の中央西部に分布する。

二畳系は二畳紀下部統下部層ハフィン層(P1hn1)の火山岩類からなり、主に安山岩、玄武岩及びそれらの凝灰岩からなる。ハフィン層は地区の北部及び東部に分布する。

三畳系からジュラ系は上部三畳紀から下部ジュラ紀の Mogod 層(T2-J1mg)の火山岩類からなり、安山岩、粗面岩質安山岩、玄武岩及びそれらの凝灰岩類からなる。

第四系(Qiii-iv, Qiv)は河川沿いに発達する礫、砂、シルト及び粘土からなる沖積層と、山の斜面から河川にかけて発達する崩積層からなる。

二畳紀から三畳紀セレンゲ複合岩体の花崗岩類は、閃緑岩( $\delta$ 1P2-T1s)、花崗閃緑岩( $\gamma$  $\delta$ 2P2-T1s)、花崗岩( $\gamma$ 3P2-T1s)及び花崗閃緑斑岩( $\pi$ P2-T1s)からなり、エルデネット複合岩体は花崗閃緑斑岩( $\lambda$  $\delta$  $\pi$ P2-T1e)からなる。エルデネット鉱山周辺で採取された花崗閃緑斑岩の K/Ar 年代測定の結果、181Ma の年代が得られ、これはジュラ紀前期の地質年代を示す。セレンゲ複合岩体は、地区全域に分布し、エルデネット複合岩体は本地区中央部で NW - SE 方向に線状に分布する。

三畳紀からジュラ紀の斑岩類は、花崗斑岩( $\gamma$  $\pi$ T2-J1)、粗面岩質リパライト斑岩( $\tau$  $\lambda$  $\pi$ T2-J1)及び斑岩( $\pi$ T2-J1)からなる。花崗斑岩は地区南部に分布する。安山岩質斑岩は地区北部に分布する。斑岩は地区北部に分布する。

岩脈は、閃長岩質斑岩、閃緑岩質斑岩、安山岩、玄武岩などからなる。

### (ii) 地質構造

本地区の主要な断層の方向は NS 方向であり、ほかに NW-SE 方向、NE-SW 方向及び東

西性の断層が発達する。Erdenet 鉱床の東に発達し、鉱床東縁を境する断層は南北断層と呼ばれている。

### (3) 鉱床

本地区には、北から(a)Erdenet NW 鉱床、(b)Erdenet Central 鉱床、(c)Erdenet Intermediate 鉱床及び(d)Erdenet SE (Oyut)鉱床が分布する。現在オープンピットによって稼働されている鉱山を本地区では Erdenet NW 鉱床と呼んでいる。地区の変質鉱物の分布を Fig. II-2-30 に、また岩石の化学分析の結果を Fig. II-2-31 及び Fig. II-2-32 に示した。

#### (a)Erdenet NW 鉱床

本鉱床の現状は以下のとおりである。

年間粗産量は 24,000,000 T (Cu : 0.69% , Mo : 0.02%) , その内訳は二次富化鉱 40% , 初生鉱 60% である。年間総採掘量 40,000,000 T , 年間精産量は 400,000 T (Cu : 30% , Mo : 1% ) , 金属量は 120,000 T metal Cu , 2,000 T metal Mo , 他に 8,000 T metal Ag である。

1999 年の埋蔵産量は 1,400,000,000 T (Cu : 7,000,000 T , Mo : 200,000 T) であり、今後 35 年間操業可能である。

本鉱床の地表(標高 1,600m)から約 400m が二次富化帯(Secondary Sulphide)であり、地表から 100~300m が酸化帯となっている。地表から 1,000m のボーリングによって初生鉱(Primary Sulphide)の存在が確認されている。現在、1,325m の 8 レベルまで採掘中である。

#### (b)Erdenet Central 鉱床(Fig. II-2-33)

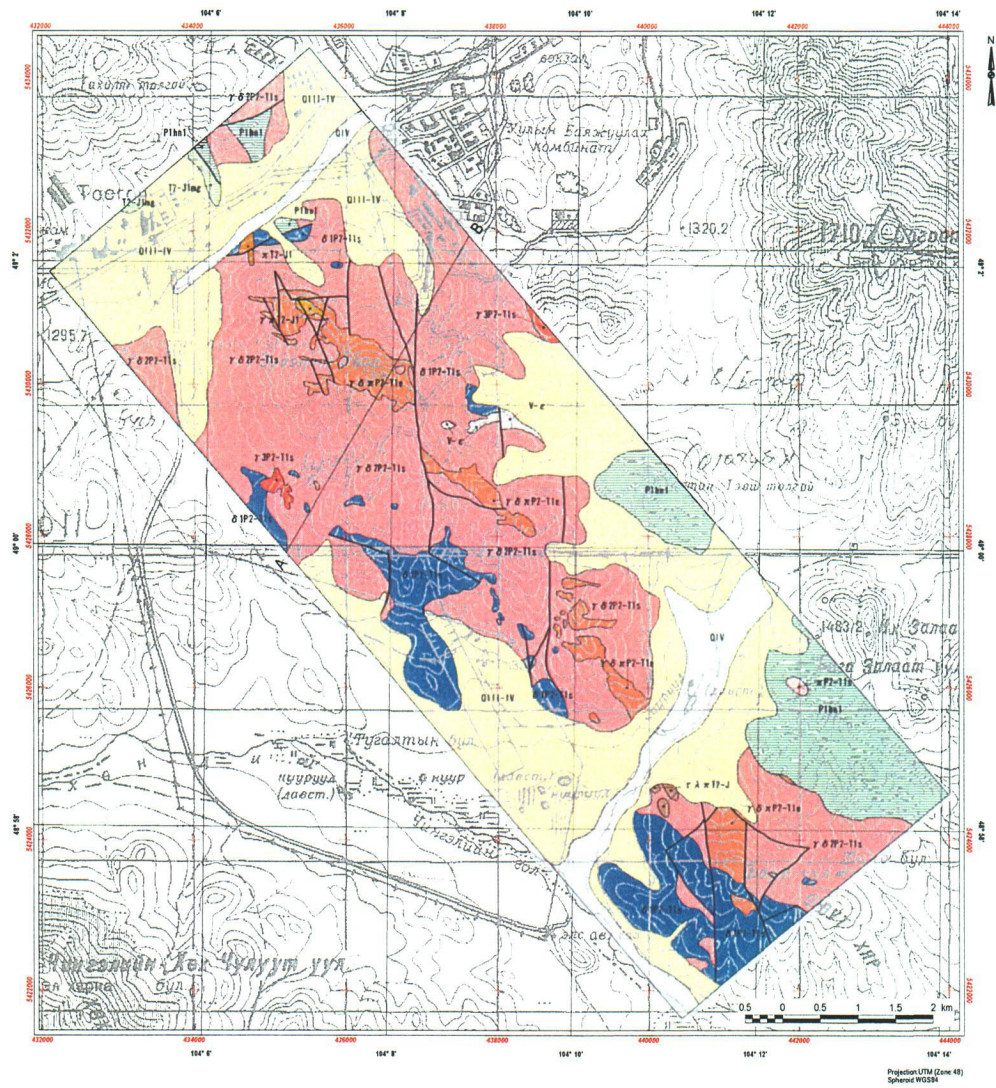
本鉱床は Erdenet NW 鉱床の南東に位置し、南北断層を境にして西に Erdenet NW 鉱床、東に Erdenet Central 鉱床が胚胎する。

Erdenet Central 鉱床は既に F/S 調査まで評価が進んでおり、1,250,000 T (Cu : 0.43% , Mo : 0.018%) の埋蔵産量が確認されている。

地表調査の結果から、鉱徴地から採取された試料の X 線回折試験(MC1006, MC1014)の結果、石英、カリ長石、曹長石及び緑泥石が確認された。岩石の化学分析の結果(MB1096~MB1100)、銅は Cu608ppm、鉛は 58ppm、亜鉛は 55ppm、金は 32ppb、銀 Ag7.7ppm 及びモリブデン Mo101ppm の分析値であった。

#### (c)Erdenet Intermediate 鉱床(Fig. II-2-33)

地表調査の結果から、鉱徴地から採取された試料の X 線回折試験(MA1008, MA1012, MA1014)の結果、鉱化帯の中心部では石英、カリ長石、曹長石、絹雲母及び緑泥石が、その周辺部では石英、カリ長石及び曹長石が、それぞれ確認された。岩石の化学分析の結果(MA1005, MA1008, MA1012, MA1014)、銅は Cu67,776ppm~Cu185ppm、鉛は Pb126ppm~Pb638ppm、亜鉛は Zn71ppm~Zn686ppm、金は 2ppb~Au10ppb、銀 Ag1.1ppm~Ag10.1ppm 及

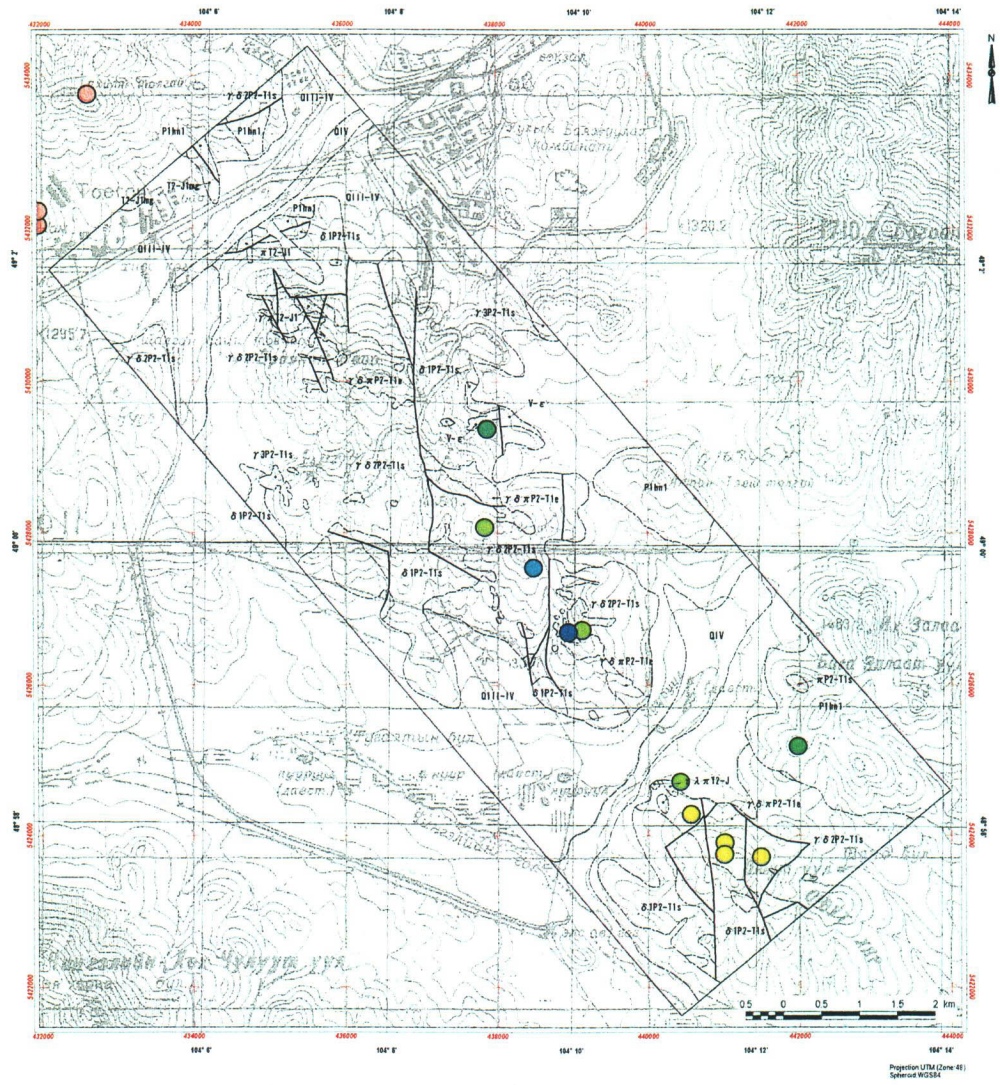


**LEGEND**

<b>Sedimentary Rocks</b>		
Quaternary	QIV	Recent sediments: alluvial deposits: gravels, sand, silt and clay
	QIII-IV	Upper - Recent sediments; alluvial and colluvial deposits: gravels, sand, silt and clay
Triassic to Jurassic	T2-J1nc	Mogod suite: volcanic rocks and dykes: microdiorite, andesite, porphyry, liparite, dacite and tuffaceous conglomerate.
Permian	P1ka1	Lower Hangai Formation: volcanic rock and dyke of basalt, andesite, dacite and liparite.
	V-c	Late Riphean Early Cambrian undivided: amphibolite, carbonate-chlorite, siliceous clayey, and sericite schist
<b>Plutonic Rocks</b>		
Triassic to Jurassic	πT2-J1	Porphyry
	γ A πT2-J	Andesite porphyry
	γ πT2-J1	Granite porphyry
Permian to Triassic	γ δ πP2-T1s	Eridnet Complex: granite-porphyry and plagioporphry
	πP2-T1s	Selenge Complex: granite-porphyry and plagioporphry
	γ 3P2-T1s	Selenge Complex: granite-porphyry and plagioporphry
	γ δ 3P2-T1s	Granite, and granodiorite
	δ IP2-T1s	Selenge Complex: diorite.
<b>Structure</b>		
		Fault
<b>Mineralization</b>		
		Mineral showing
		Section line

Fig. II-2-29 Geological map, cross section and mineral showings of the Erdenet Mine area

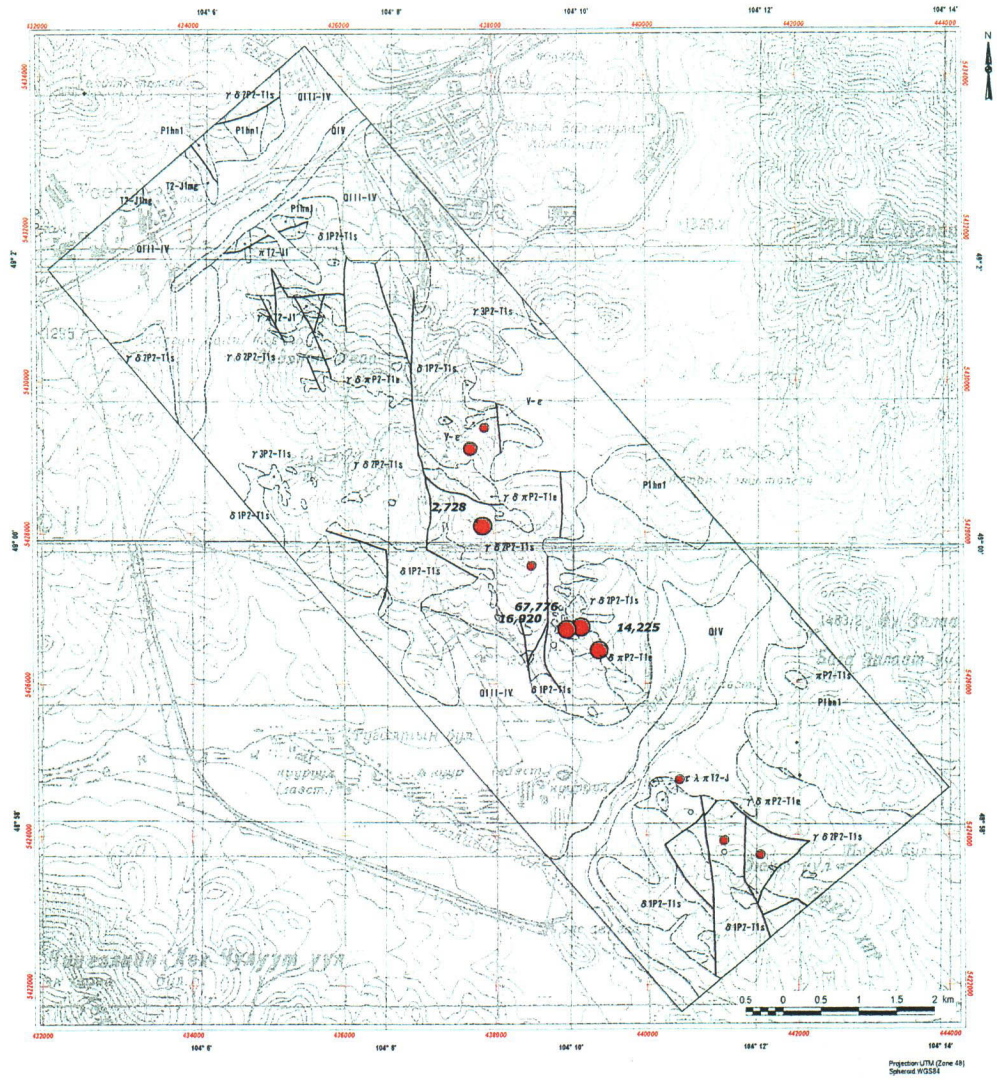




**LEGEND**

<b>Sedimentary Rocks</b>	
Quaternary	QIV Recent sediments: alluvial deposits: gravels, sand, silt and clay
	QI1-IIV Upper - Recent sediments: alluvial and coluvial deposits: gravels, sand, silt and clay
Triassic to Jurassic	T1-11ng Mogod suite: volcanic rocks and dykes: microdiorite, andesite, porphyry, liparite, dacite and tuffaceous conglomerate.
Permian	P1hm1 Lower Hanuigol Formation: volcanic rock and dyke of basalt, andesite, dacite and liparite.
	V-e Late Riphean Early Cambrian undivided, amphibolite, carbonate-chlorite, siliceous clayey, and sericite schist
<b>Plutonic Rocks</b>	
Triassic to Jurassic	xT2-J1 Porphyry
	zA xT2-J Andesite porphyry
	gamma xT2-J1 Granite porphyry
Permian to Triassic	gamma delta xP2-T1s Erdenet Complex: granite-porphyry and plagioporphry
	xP2-T1s Selenge Complex: granite-porphyry and plagioporphry
	gamma P2-T1s Selenge Complex: granite-porphyry and plagioporphry
	gamma delta P2-T1s Granite, and granodiorite
	delta IP2-T1s Selenge Complex: diorite.
<b>Structure</b>	
	Fault
<b>Alteration Type</b>	
● Qz-(Jaro)-(Kao)	● Qz-Ser-(K)-(Kao)
● Qz-Alu-(Pyro)-(Kao)	● Qz-Pyro-(Kao)
● Qz-Alu-Ser-(Kao)	● Qz-And
● Ser-(Smecc)	● Qz-And-Ser
● Ser-Chl-(Smecc)	
● Chl	
● Kao	
● Fresh	

Fig. II-2-30 Distribution map of alteration mineral assemblages in the Erdenet Mine area

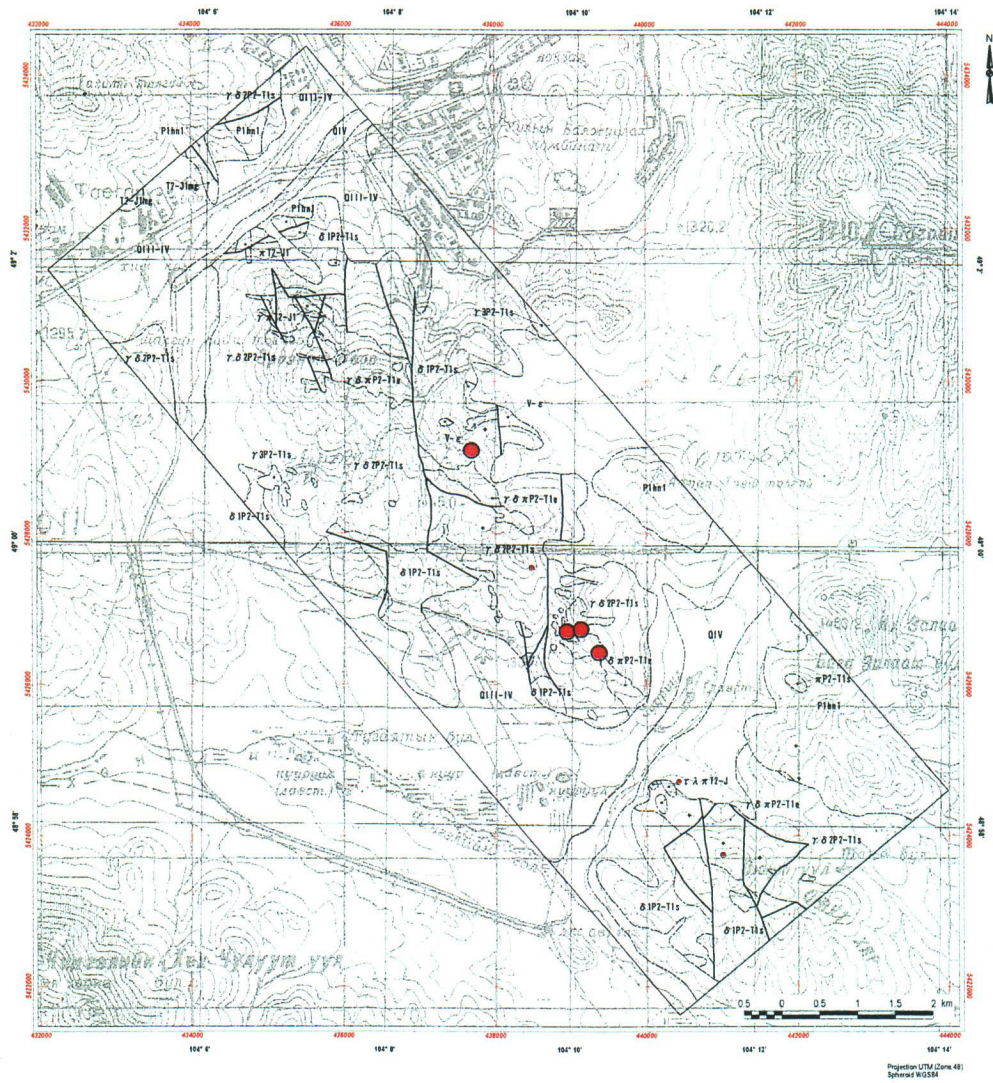


**LEGEND**

<b>Sedimentary Rocks</b>	
Quaternary	QIV Recent sediments: alluvial deposits: gravels, sand, silt and clay
	QIII-IV Upper - Recent sediments; alluvial and colluvial deposits: gravels, sand, silt and clay
Triassic to Jurassic	T2-Jhc Mogod suite: volcanic rocks and dykes: microdiorite, andesite, porphyry, liparite, dacite and tuffaceous conglomerate.
Permian	P1ha1 Lower Hensigol Formation: volcanic rock and dyke of basalt, andesite, dacite and liparite.
	V-c Late Riphean Early Cambrian undivided: amphibolite, carbonate-chlorite, siliceous clayey, and sericite schist
<b>Plutonic Rocks</b>	
Triassic to Jurassic	πT2-J1 Porphyry
	r.λ πT2-J Andesite porphyry
	γ πT2-J1 Granite porphyry
Permian to Triassic	γ δ πP2-T1s Erdenet Complex: granite-porphyry and plagioporphry
	πP2-T1s Selenge Complex: granite-porphyry and plagioporphry
	γ πP2-T1s Selenge Complex: granite-porphyry and plagioporphry
	γ δ πP2-T1s Granite, and granodiorite
	δ πP2-T1s Selenge Complex: diorite
<b>Structure</b>	
	Fault
<b>Geochemical Anomaly</b>	
	Cu(ppm)
●	1000 ≤
●	300 - 1000
●	50 - 300
○	10 - 50
*	≤ 10

Fig. II-2-31 Distribution map of Cu anomaly in the Erdenet Mine area



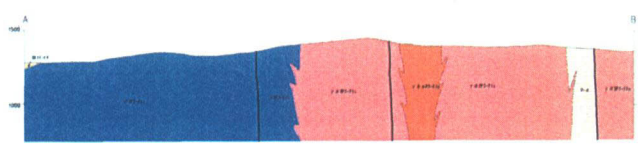
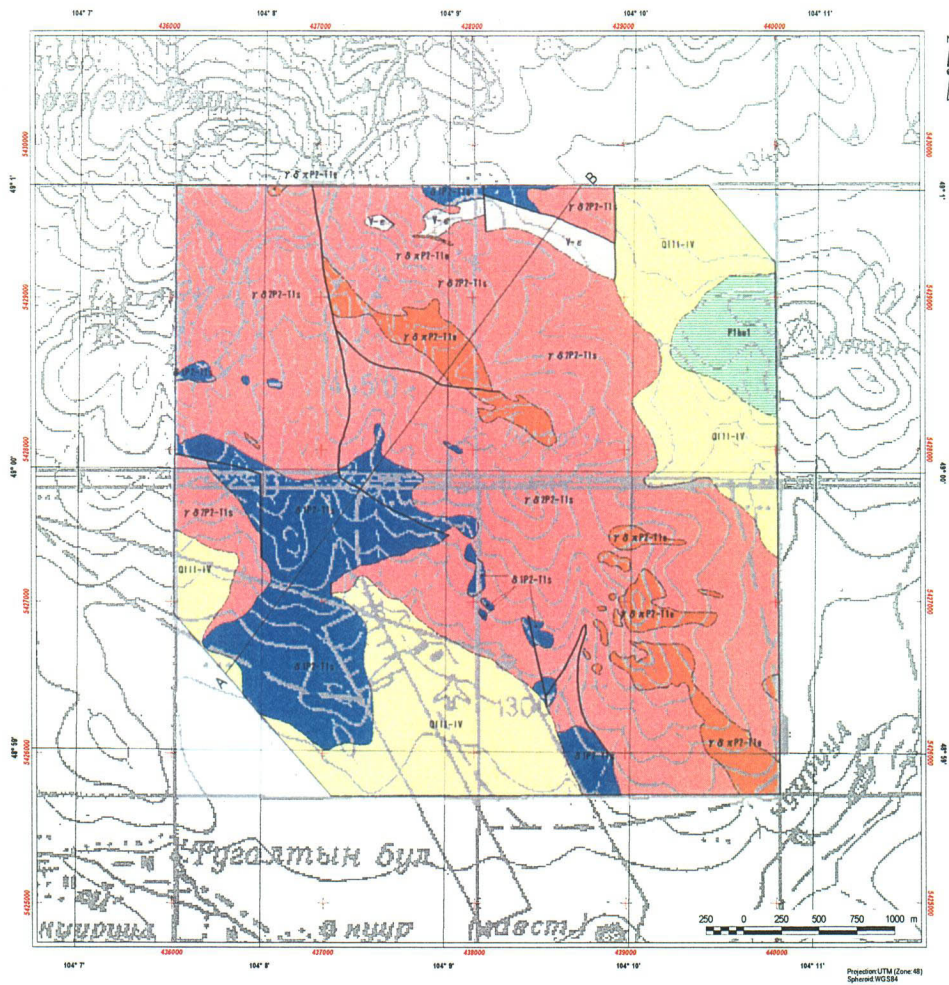


**LEGEND**

<b>Sedimentary Rocks</b>											
Quaternary	<table border="0"> <tr> <td>QIV</td> <td>Recent sediments: alluvial deposits: gravels, sand, silt and clay</td> </tr> <tr> <td>QIII-IV</td> <td>Upper - Recent sediments; alluvial and colluvial deposits: gravels, sand, silt and clay</td> </tr> </table>	QIV	Recent sediments: alluvial deposits: gravels, sand, silt and clay	QIII-IV	Upper - Recent sediments; alluvial and colluvial deposits: gravels, sand, silt and clay						
QIV	Recent sediments: alluvial deposits: gravels, sand, silt and clay										
QIII-IV	Upper - Recent sediments; alluvial and colluvial deposits: gravels, sand, silt and clay										
Triassic to Jurassic	T2-J1nc Mogod suite: volcanic rocks and dykes: microdiorite, andesite, porphyry, iparite, dacite and tuffaceous conglomerates.										
Permian	<table border="0"> <tr> <td>P1ba</td> <td>Lower Hangul Formation: volcanic rock and dyke of basalt, andesite, dacite and iparite.</td> </tr> <tr> <td>V-e</td> <td>Late Riphaean Early Cambrian undivided: amphibolite, carbonate-chlorite, siliceous clayey, and sericite schist</td> </tr> </table>	P1ba	Lower Hangul Formation: volcanic rock and dyke of basalt, andesite, dacite and iparite.	V-e	Late Riphaean Early Cambrian undivided: amphibolite, carbonate-chlorite, siliceous clayey, and sericite schist						
P1ba	Lower Hangul Formation: volcanic rock and dyke of basalt, andesite, dacite and iparite.										
V-e	Late Riphaean Early Cambrian undivided: amphibolite, carbonate-chlorite, siliceous clayey, and sericite schist										
<b>Plutonic Rocks</b>											
Triassic to Jurassic	<table border="0"> <tr> <td>π T2-J1</td> <td>Porphyry</td> </tr> <tr> <td>τ λ π T2-J1</td> <td>Andesite porphyry</td> </tr> <tr> <td>γ π T2-J1</td> <td>Granite porphyry</td> </tr> </table>	π T2-J1	Porphyry	τ λ π T2-J1	Andesite porphyry	γ π T2-J1	Granite porphyry				
π T2-J1	Porphyry										
τ λ π T2-J1	Andesite porphyry										
γ π T2-J1	Granite porphyry										
Permian to Triassic	<table border="0"> <tr> <td>γ δ π P2-T1a</td> <td>Erdenet Complex: granite-porphyry and plagioporphry</td> </tr> <tr> <td>π P2-T1b</td> <td>Selenge Complex: granite-porphyry and plagioporphry</td> </tr> <tr> <td>γ P2-T1c</td> <td>Selenge Complex: granite-porphyry and plagioporphry</td> </tr> <tr> <td>γ δ P2-T1d</td> <td>Granite, and granodiorite</td> </tr> <tr> <td>δ IP2-T1e</td> <td>Selenge Complex: diorite</td> </tr> </table>	γ δ π P2-T1a	Erdenet Complex: granite-porphyry and plagioporphry	π P2-T1b	Selenge Complex: granite-porphyry and plagioporphry	γ P2-T1c	Selenge Complex: granite-porphyry and plagioporphry	γ δ P2-T1d	Granite, and granodiorite	δ IP2-T1e	Selenge Complex: diorite
γ δ π P2-T1a	Erdenet Complex: granite-porphyry and plagioporphry										
π P2-T1b	Selenge Complex: granite-porphyry and plagioporphry										
γ P2-T1c	Selenge Complex: granite-porphyry and plagioporphry										
γ δ P2-T1d	Granite, and granodiorite										
δ IP2-T1e	Selenge Complex: diorite										
Structure	<table border="0"> <tr> <td></td> <td>Fault</td> </tr> </table>		Fault								
	Fault										
<b>Geochemical Anomaly</b>											
	Factor 2 score										
	1.5 ≤										
	1.0 - 1.5										
	0.5 - 1.0										
	≤ 0.5										

Fig. II-2-32 Distribution map of factor 2 scores in the Erdenet Mine area





**LEGEND**

<b>Sedimentary Rocks</b>		
Quaternary	Q11-IV	Upper - Recent sediments; alluvial and colluvial deposits: gravels, sand, silt and clay
Permian	P1a1	Lower Permian Formation: volcanic rock and dyke of basalt, andesite, dacite and liparite.
	V-z	Late Riphean Early Cambrian undivided; amphibolite, carbonate-chlorite, siliceous clayey, and sericite schist
<b>Plutonic Rocks</b>		
Permian to Triassic	r.δ.к.р.2-11a	Erdenet Complex: granite-porphry and plagioporphry
	r.δ.р.2-11c	Granite, and granodiorite
	δ.р.2-11s	Selenge Complex: diorite.
<b>Structure</b>		
		Fault
<b>Mineralization</b>		
		Mineral showing.
		Section line

Fig. II-2-33 Geological map, cross section and mineral showings of the Erdenet Central and Intermediate area

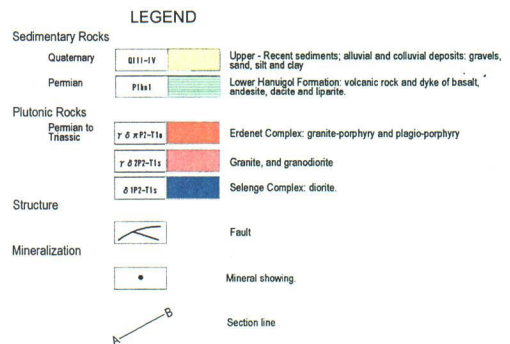
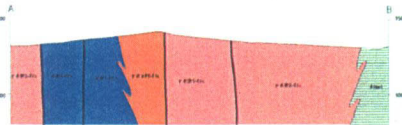
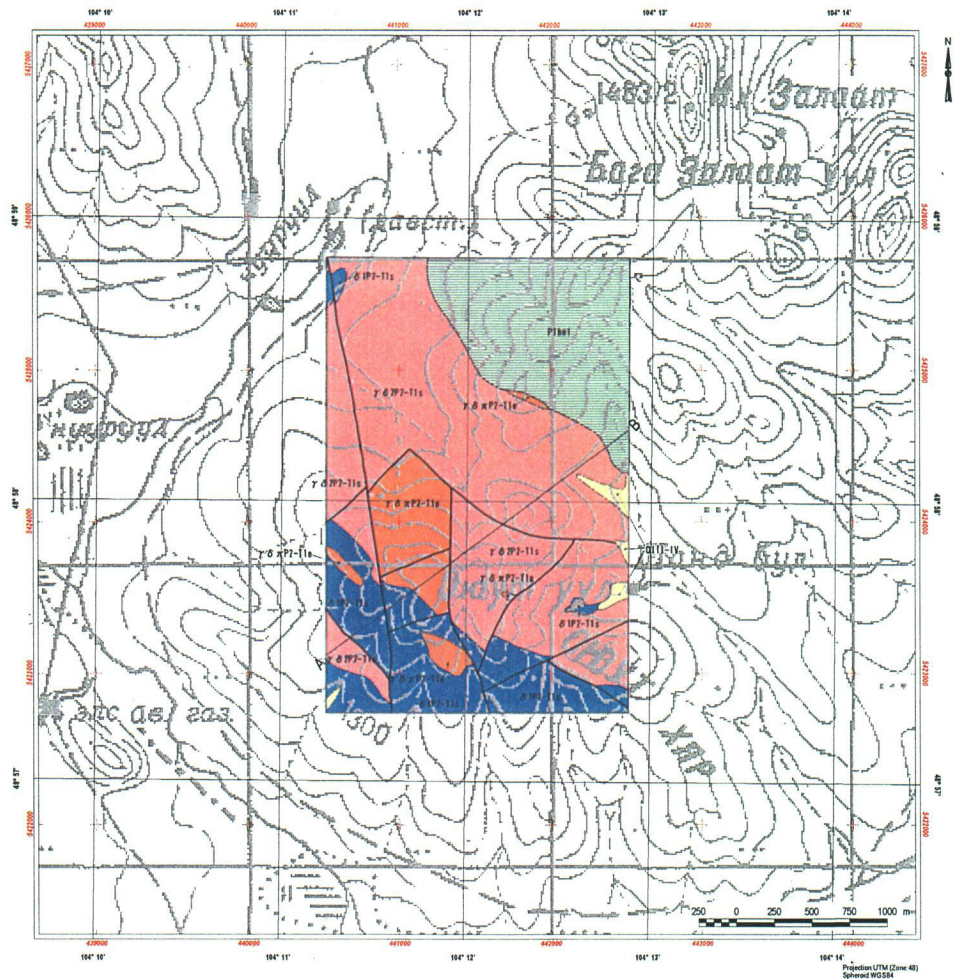


Fig. II-2-34 Geological map, cross section and mineral showings of the Erdenet Southeast area

びモリブデンMo3ppmからMo188ppmの分析値であった。

(d)Erdenet SE (Oyut)鉱床(Fig. II-2-34)

本鉱床は本地区の南東部に位置し、既に F/S 調査までの評価が進んでおり、41,890,000T (Cu : 0.40%, Mo : 0.007%)の埋蔵鉱量が確認されている。

地質調査の結果、鉱徴地から採取された試料のX線回折試験(MB1009, MB1011, MC1015, MC1021, MC1027, MC1029)の結果、鉱化が強いところでは石英、カリ長石、曹長石絹雲母及び緑泥石が確認された。岩石の化学分析の結果(MB1009, MB1010, MB1011, MC1015, MC1021, MC1027, MC1029)、銅はCu9ppm~Cu169ppm、鉛はPb42ppm~Pb142ppm、亜鉛はZn13ppm~Zn110 ppm、銀はAg0.7ppm~Ag2.3ppm及びモリブデンはMo1ppm~Mo9ppmであった。

(4) 既存物理探査結果

収集資料に磁気探査及びIP法電気探査の結果が存在し、Appendix 16 に示した。これによれば、本鉱徴地の特徴は、以下のとおりである。

- i) Erdenet NW鉱床は東西に伸長した最低磁気異常帯に位置。Erdenet Central鉱床、Erdenet Intermediate鉱床及びErdenet SE (Oyut)鉱床が低磁気異常帯に位置
- ii) Erdenet NW鉱床地域は東西に伸長した典型的な楕円状高分極率帯
- iii) Erdenet Central鉱床及びErdenet SE (Oyut)鉱床の鉱化帯は小規模分極率帯に位置
- iv) Erdenet NW 鉱床地域は相対的に低い楕円状比抵抗帯に位置。Erdenet Central 鉱床及び Erdenet SE (Oyut)鉱床の鉱化帯はNW-SE方向に伸長した比抵抗帯に位置。

(5) まとめ

本地区には、北から(a)Erdenet NW 鉱床、(b)Erdenet Central 鉱床、(c)Erdenet Intermediate 鉱床及び(d)Erdenet SE (Oyut)鉱床が賦存し、F/S 調査まで進んでいる。現在、オープンピットによって稼働されている鉱山は Erdenet NW 鉱床のみである。

Erdenet NW 鉱床の1999年の埋蔵鉱量は1,400,000,000t(Cu : 7,000,000t, Mo : 200,000t)であり、今後35年間操業可能である。本鉱床は地表から約400mが二次富化帯であり、地表から100~300mが酸化帯である。地表から1,000mのボーリングによって初生鉱の存在が確認されている。

Erdenet Central 鉱床は1,250,000T(Cu : 0.43%, Mo : 0.018%)の埋蔵鉱量が確認されている。地表調査の岩石化学分析の結果、銅はCu608ppm、鉛は58ppm、亜鉛は55ppm、金は32ppb、銀Ag7.7ppm及びモリブデンMo101ppmの分析値であった。

Erdenet Intermediate 鉱床周辺で採取された岩石の化学分析値は、Cu67,776ppm~Cu185ppm、Pb126ppm~Pb638ppm、Zn71ppm~Zn686ppm、Au2ppb~Au10ppb、Ag1.1ppm~Ag10.1ppm及びモリブデンMo3ppmからMo188ppmであった。