

Table 2 Contents and amount of works and Laboratory works

	PHASE I	PHASE II	PHASE III
Geological Survey	Geological survey Survey areas 7 areas Reconnaissance 340 km ² Semi-detail 110 km ²	Geological survey Survey areas 7 areas Reconnaissance 60 km ² Semi-detail 48 km ²	Geological survey Survey areas 7 areas Reconnaissance 133 km ²
Geophysical Survey	Airborn geophysical survey Whole project area Area 5,500 km ² Total survey line 26,498.80 km	TDIP Geophysical survey Survey areas 5 areas Line length 47.45 km Soil samples 3,705 samples	TDIP Geophysical survey Survey areas 5 areas Line length 70.4 km Soil samples 1,320 samples
Drilling Survey		DD drilling survey Mogoin gol area Total length 1002.00 m MTME-M1 501.80 m MTME-M2 500.20 m	DD drilling survey 2506.85 m Mogoin gol area Total length 1002.30 m MTME-M3 501.00 m MTME-M4 501.30 m Mogoin gol area Total length 1504.55 m MTME-Z1 502.10 m MTME-Z2 500.45 m MTME-Z3 502.00 m
Laboratorial Studies	Geological survey Thin section 62 samples Polished thin section 21 samples X-ray diffraction analysis 163 samples Whole rock analysis 10 samples Ore assay 41 samples Rock chemical analysis 217 samples Fluid inclusion 4 samples K-Ar Dating 4 samples Measurment of remanent magnetization 8 samples	Geological survey Thin section 51 samples Polished thin section 51 samples X-ray diffraction analysis 161 samples Whole rock analysis 12 samples Ore assay 66 samples Rock chemical analysis 251 samples Fluid inclusion 5 samples K-Ar Dating 5 samples Geophysical survey (TDIP method) Resistivity and chargeability 37 samples Drilling survey Thin section 13 samples Polished thin section 20 samples X-ray diffraction analysis 58 samples Ore assay 620 samples Fluid inclusion 6 samples Resistivity and chargeability 10 samples	Geological survey Soil chemical analysis 578 samples Rock chemical analysis 91 samples Geophysical survey (TDIP method) Resistivity and chargeability 93 samples Drilling survey Thin section 42 samples Polished section 42 samples X-ray diffraction analysis 117 samples Ore assay 1300 samples Fluid inclusion 19 samples Resistivity and chargeability 25 samples Measurment of remanent magnetization 7 samples K-Ar dating 7 samples O-D radiometric analysis 6 samples Re/Os dating 1 sample

調査団の編成

調査計画策定及び事前折衝

日本側	モンゴル国側
逆瀬川 敏夫 (金属鉱業事業団)	Dashiin BAT-ERDENE (MITM)
中川 陽一 (資源エネルギー庁)	Dambiisuren Bold (MRAM)
黒川 清登 (国際協力事業団)	
菱田 元 (金属鉱業事業団)	
本庄 鉄弥 (国際協力事業団)	

現地作業監理

日本側
第1年次 菱田 元 (金属協業事業団)
第2年次 菱田 元 (金属協業事業団) 荒井 英一 (金属協業事業団) 増田 一夫 (金属協業事業団)

現地調査団員

3年間に本調査に従事した調査団員の編成は以下に示すとおりである。

Table 3 Member of field survey of the project.

日本側	モンゴル国側
第1年次 後藤 求 団長，地質調査 石川 潤一 地質調査 津田 和康 地質調査 田中 啓二 物理探査	Dambiisuren Bold Project manager (MRAM) Sengee Muuhkbaatar Geologist (MRAM) Damdinjab Sharhuuhen Geologist (MRAM) Munkhjargal Nerguin Geologist (Erdenet Mine)
第2年次 後藤 求 団長，地質調査 根岸 義光 地質調査 エスコバル太仁 物理探査 遠藤 晋 物理探査 藤田 勝 物理探査 岩城 倉栄 物理探査 角島 和之 ボーリング調査	Dambiisuren Bold Project manager (MRAM) Sengee Muuhkbaatar Geophysicist (MRAM) Chuluunbat Ganbat Geologist (MRAM) Shiiter Battovshin Geologist (MRAM) Purev Tumenbayar Geophysicist (MRAM) Badamjav Bayarkhuu (GIC)
第3年次 後藤 求 団長，総括 甲斐 道照 地質調査 栗原 政臣 地質調査 縫部 保徳 地質調査 遠藤 晋 物理探査 藤田 勝 物理探査	Dambiisuren Bold Project manager (MRAM) Chuluunbat Ganbat Geologist (MRAM) Shiiter Battovshin Geologist (MRAM) Lkhamsranjav Gantumur Geophysicist (MRAM) Badamjav Bayarkhuu (GIC)

調査期間

第1年次：

本調査に伴うモンゴル国での現地調査の期間は以下のとおりである。

既存データ解析： 平成13年8月18日～平成13年8月23日
地質調査： 平成13年7月26日～平成13年8月17日
物理探査： 平成13年10月3日～平成13年12月4日
現地作業監理： 平成13年7月22日～平成13年7月24日

第2年次：

現地調査のためのモンゴル国滞在期間は、地質調査及び物理探査において7月17日から9月25日までの71日間であった。またボーリング調査に関して1月17日から3月21日までの64日間であった。

現地調査開始日及び終了日は以下のとおりである。

地質調査： 平成14年7月22日～平成14年9月23日
物理探査： 平成14年7月22日～平成14年9月23日
ボーリン調査： 平成14年1月17日～平成14年3月18日

第3年次：

現地調査のためのモンゴル国滞在期間は、6月14日から11月24日までの164日間であった。

地質調査、物理探査及びボーリング調査の現地調査はそれぞれ以下のとおりである。

地質調査： 平成15年6月14日～平成15年7月19日
物理探査： 平成15年6月14日～平成15年8月16日
ボーリング調査： 平成15年6月14日～平成15年11月24日

3. 調査結果

(1) 広域調査結果

調査地域の地質的位置付けと鉱化作用

本地域には、東アジア最大のポーフィリー型銅モリブデン鉱床であるエルデネット鉱床が存在し、他に同様のポーフィリー型銅モリブデン鉱徴地、高硫化系金鉱床、酸化銅鉱床、石英細脈帯及び高品位含金石英脈鉱床に関連した鉱徴地が多数存在する。これらの鉱床及び鉱化帯は、東西性の大規模な 2 つの構造線に挟まれた地域に位置し、二疊紀後期のサブダクションによりもたらされた火成活動の活発な地域に賦存する。

調査対象地域の地質を Fig. 4 に示した。調査対象地域の鉱化作用は NW-SE 系の構造に支配され、鉱化作用後の火成活動は NS 系の傾向が見られる。エルデネット鉱山を含む周辺地域の鉱化ゾーンは NW-SE 方向、約 20km にわたって連続し、近辺に遭わせて 6 つの既知鉱体・鉱化帯が把握されている。エルデネット鉱床は大きく 5 つの鉱体・鉱化帯からなるが、現在開発されている鉱床は、エルデネット北西鉱体のみである。その他の鉱体は、規模・品位ともに開発対象としては難しい。エルデネット鉱床形成に関連した火成岩は、アダカイト質の花崗閃緑斑岩及び閃緑斑岩からなるエルデネット複合岩体であると考えられる。

Fig. 4 に示した既存地質図の解釈から、ポーフィリー型銅モリブデン鉱床であるエルデネット鉱床は、NW-SE 方向の花崗岩類の配列構造や小岩体配列及び断層構造と NE-SW 方向の断層構造が交差する地域に位置し、また南部に位置する直径約 20km の環状構造の北縁に位置する。更に広域的には三疊紀後期からジュラ紀前期が堆積する地溝帯の南東縁に当たる。同様の地質構造条件は Danbatseren 地区周辺に認められる。詳細に見てみると、構造の交差点に位置する鉱床はほかにも、Mogoin gol/Khujiriin gol 地区や Zuukhiin gol 地区にも存在するものと考えられる。

空中物理探査結果

空中物理探査は、Fig. 2 に示した調査範囲において空中磁気探査及び空中放射能探査を実施した。調査範囲は 5,500km² であり、飛行測定距離は 26,538km であった。極磁気変換した全磁力図を Fig. 10 に、またカリウム放射能図を Fig. 11 に示した。

地質構造は、大局的には東西に走る大規模な構造線である Vitim Structure に支配されている。この構造線の南部では、空中物理探査の全磁力図から読みとれる NW-SE 方向の低磁気異常帯が南東端から地域の中央に向かって緩やかな凸型で連続する。その中でエルデネット鉱床は、NW-SE 方向に伸びる低磁気異常帯中に位置する。さらにこの低磁気異常帯中には鋭角状の低磁気異常帯の交差部が複数認められ、エルデネット鉱山はこの直上部に位置している。残留磁気測定の結果から低磁気異常帯はエルデネット複合岩体花崗岩類が逆帯磁していることに起因するものと考えられる。

鉍化と放射能異常の関係では、Erdenet 地域はいずれも高放射能異常域に位置しており、セレンゲ複合岩体や或いはエルデネット複合岩体の花崗岩類或いは斑岩類の影響と考えられる。カリウムの放射線異常はNW-SE 方向の低磁気異常帯と同様の分布を示し、特にエルデネット鉍山のオープンピット上で特徴的な高放射線異常を示す。このNW-SE 方向の相対的に高いカリウムの放射線異常帯は、さらに西側に連続して Khujiriin gol 鉍徴地地域へ、またエルデネット鉍床南東部へと連続する。

低磁気異常と火成活動及び鉍化作用の年代

低磁気異常と火成活動を検討するために、各地区から残留磁気測定用試料を採取し、残留磁気測定及び K/Ar 年代測定を行った。測定結果を Fig. 12 にまとめた。Erdenet Mine 地区で採取したセレンゲ複合岩体の花崗閃緑岩とエルデネット複合岩体の閃長斑岩は逆帯磁している。エルデネット複合岩体閃長岩斑岩はアダカイト質岩である。またエルデネット複合岩体の花崗岩類に貫入する安山岩質岩脈は正の帯磁である。従って、安山岩質岩脈の貫入前に逆帯磁から正の帯磁に変化したことが伺われる。Erdenet Mine 地区で確認された空中磁気探査の大規模な強い低磁気異常は逆帯磁したエルデネット複合岩体の花崗岩類に起因していることが推定される。

エルデネット鉍山の花崗閃緑岩と閃長斑岩の K/Ar 法年代結果は、それぞれ $224.8 \pm 5.9\text{Ma}$ と $208.0 \pm 5.4\text{Ma}$ の K/Ar 法年代を示した。安山岩質岩脈は $191.1 \pm 5.8\text{Ma}$ であった。K/Ar 法年代結果を残留磁気測定結果と対応させると、 225Ma のセレンゲ複合岩体花崗閃緑岩と 208Ma のエルデネット複合岩体閃長岩斑岩は逆帯磁し、 191Ma の安山岩岩脈で正帯磁しており、この間に地磁気の逆転が起こったことを示している。

Zuukhiin gol 地区のボーリングから Re-Os 年代測定用試料として輝水鉛鉍を採取し、年代測定を行った。Re-Os 年代は $231.3 \pm 0.8\text{Ma}$ であった。また Watanabe and Stein (2000)によるエルデネット鉍山の輝水鉛鉍の Re-Os 年代は $240.60 \pm 0.8\text{Ma}$ であった。いずれも K/Ar 法年代は、輝水鉛鉍の Re-Os 法同位体年代より若い年代を示す。これはマグマメルトが発生し、上昇過程あるいは岩体の定置初期に輝水鉛鉍が晶出し (Re-Os 年代)、マグマの固化定置が完了した (K/Ar 年代) ことを示している可能性があるものと考えられる。

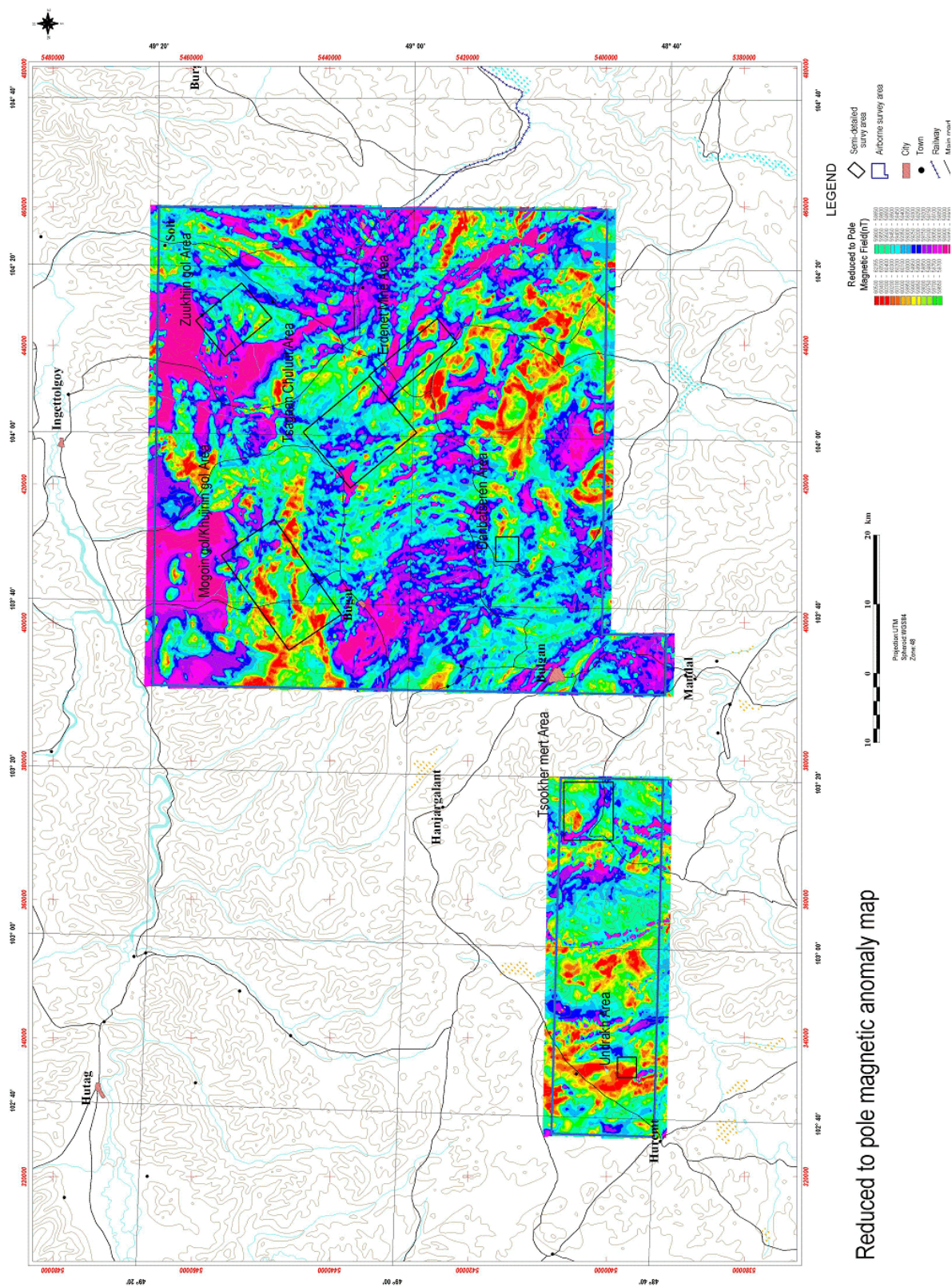


Fig.10 Total magnetic intensity – reduced to pole color image and map in the Western Erdenet area.

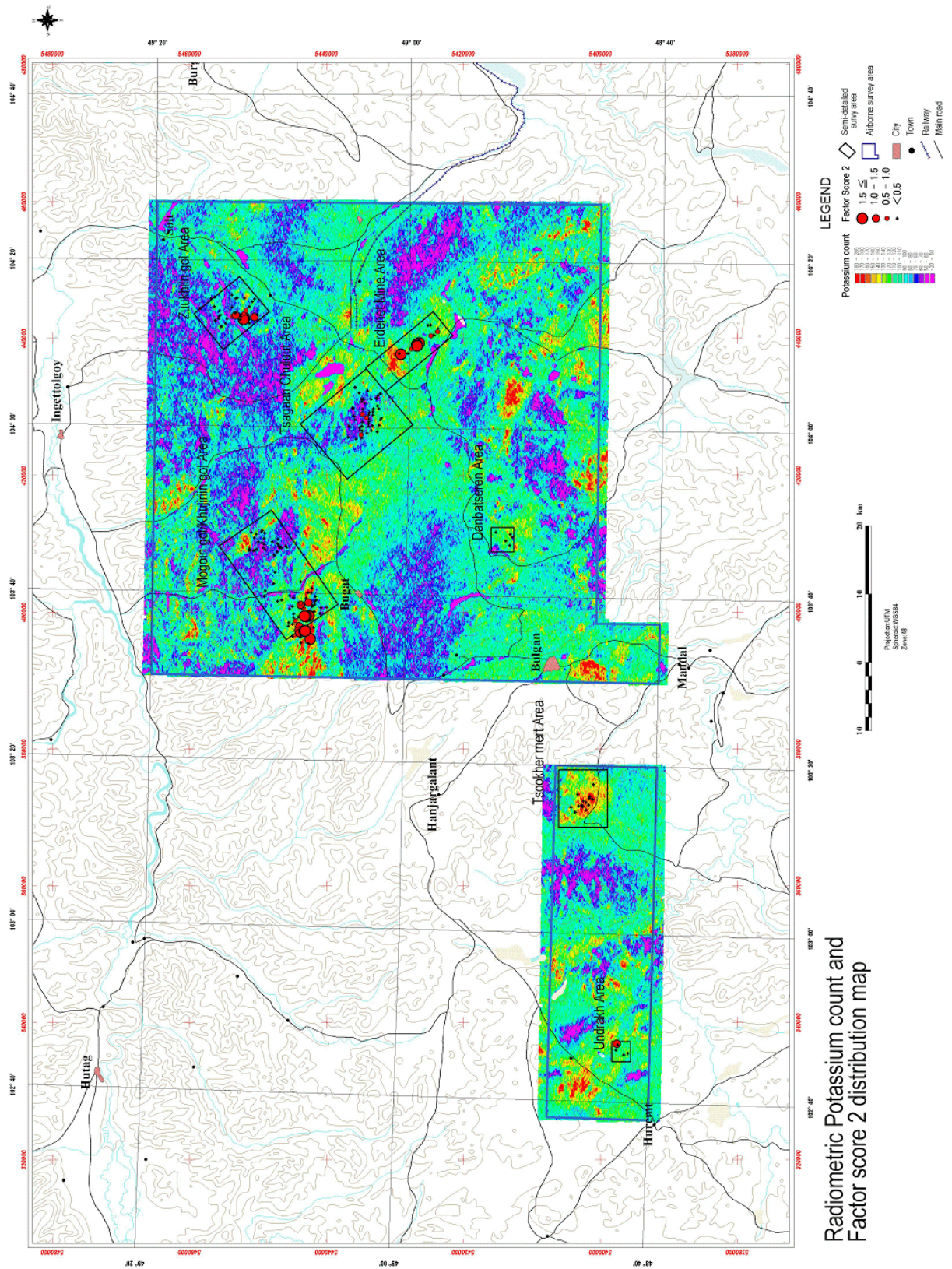


Fig. 11 Radiometric potassium count of airborne survey in the Western Erdenet area.

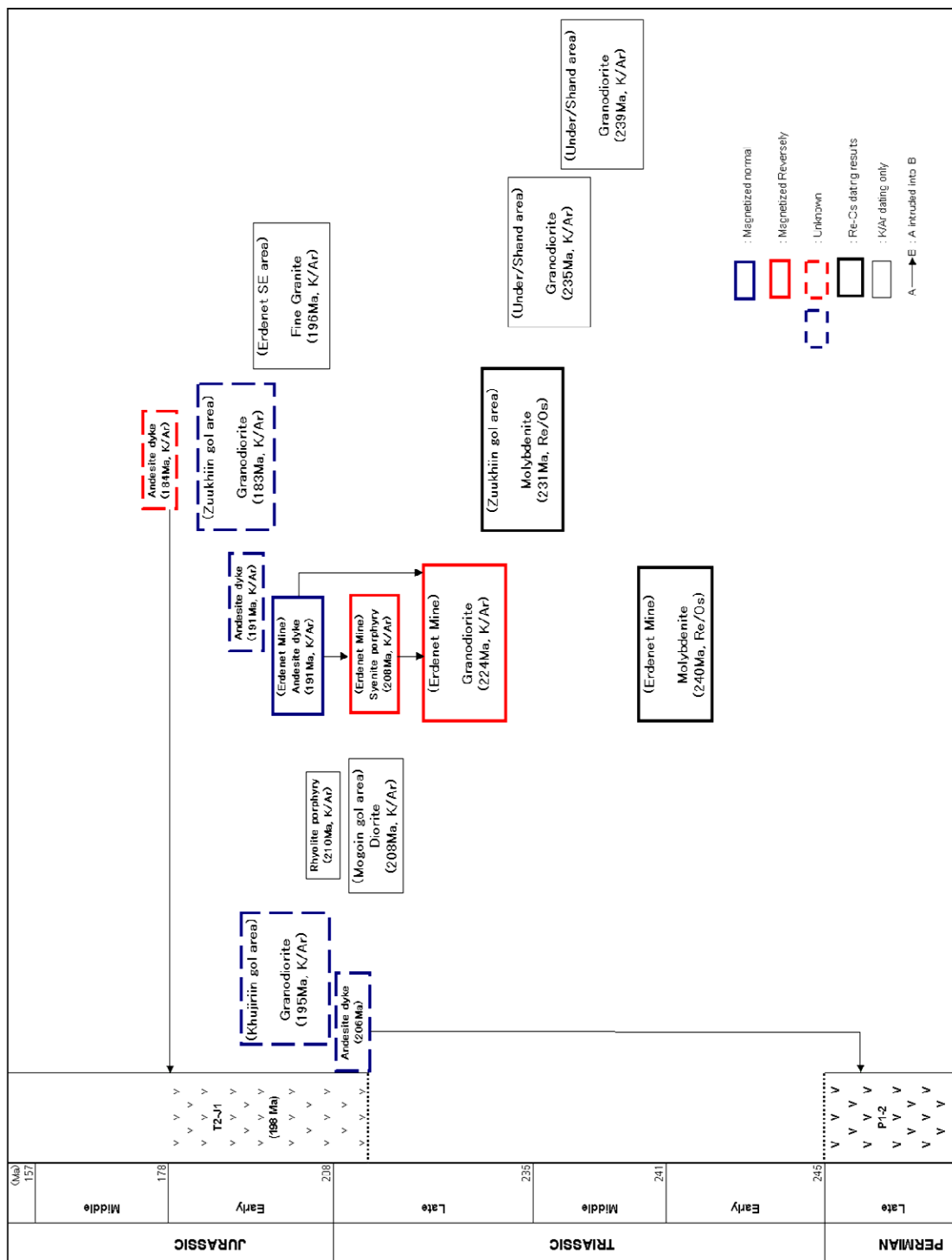


Fig. 12 Results of remanent magnetization, K/Ar dating and Re/Os dating on the geologic column.

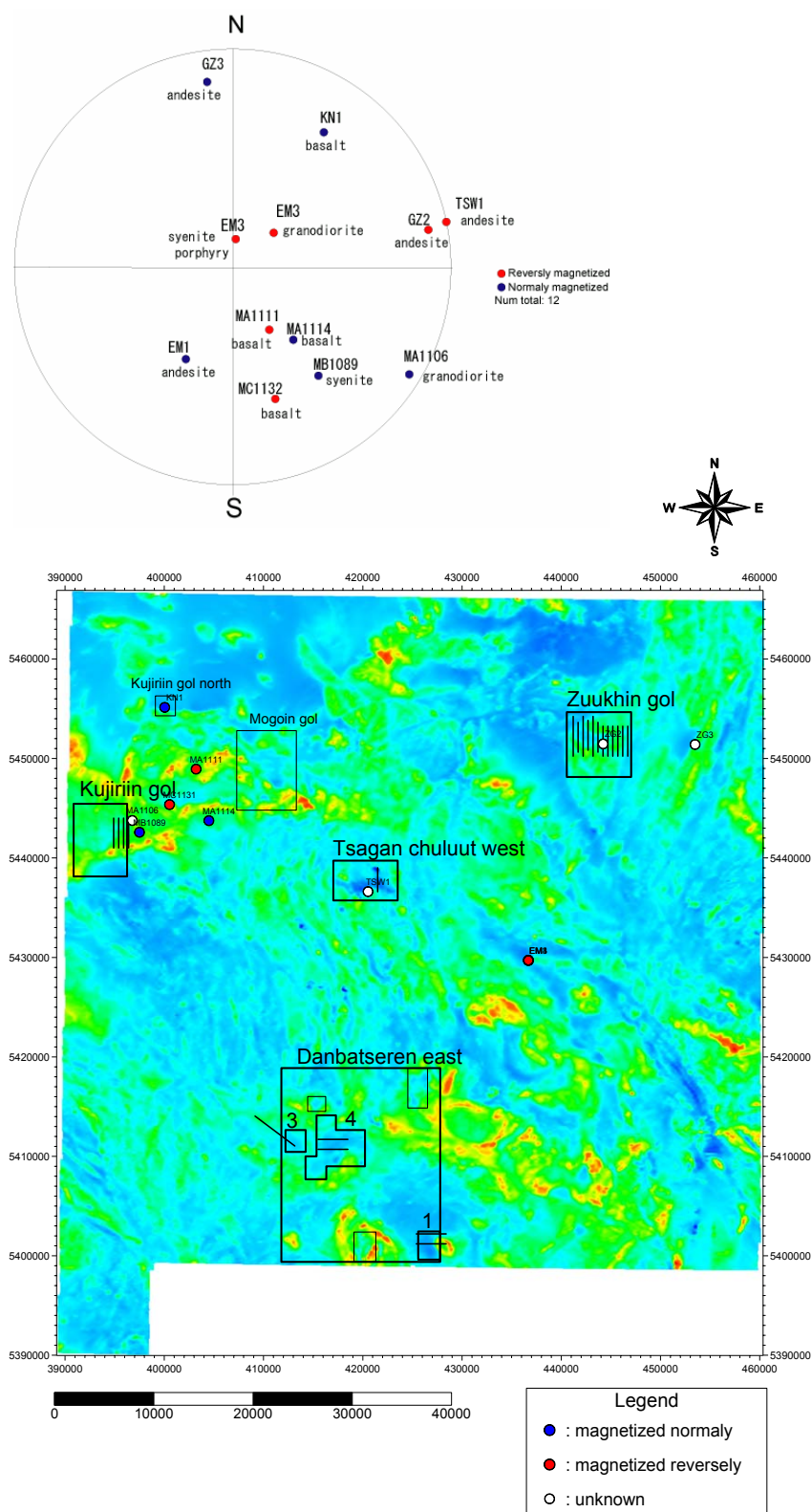


Fig. 13 Remanent magnetization measurements results.

(2) Mogoin gol 地区

一般概要

本地区は、Fig. 2に示したようにエルデネット市の北西約25kmに位置する。そこから更に徒歩約30分で”secondary quartzite”分布域に至る。地形は、標高約1,000m、比高差約300m近い山地で、北側斜面には針葉樹が繁茂する。植生のため岩盤の露出状況は悪い。本地区には Mogoin gol 鉱徴地が存在する。

Mogoin gol 鉱徴地は1967年に発見され、1971年に縮尺1/5万の地質図幅調査が実施された。また1981年には縮尺1/2.5万の地質図幅調査が実施された。Selenge複合岩体の貫入を受けた二疊紀前期の火山砕屑岩中に僅かに銅の鉱徴を伴う”secondary quartzite”が、1.5km×0.5kmおよび4km×2kmの範囲に確認されている。鉱石品位は、Cu 0.034～Cu 0.074%、Mo 0.002～Mo 0.018%である。物理探査(IP法)が実施され、高FE異常(6%)域が捕捉されている。ボーリング調査も実施されているが、顕著な銅の鉱化帯は捕捉されていない。流紋斑岩、粗面流紋斑岩、安山岩からデイサイト斑岩の記載もあり、これらはエルデネット複合岩体の斑岩質貫入岩の可能性もある。

地質調査結果

本地区は、Fig. 14 に示したように二疊紀後期のアルカリ岩質火山岩類、三疊紀後期からジュラ紀前期の火山岩類、二疊紀から三疊紀の花崗岩類、ジュラ紀岩株、岩脈及び第四紀堆積物からなる。K-Ar 法年代測定の結果、閃緑岩は 208Ma 及び流紋斑岩は 210Ma の三疊紀後期の地質年代を示し、エルデネット鉱山の絹雲母の K/Ar 年代である 190Ma から 210Ma 鉱化年代と近い年代であった。また年代測定に使用した閃緑岩と流紋斑岩はアダカイト質であり、最近ポーフィリー型銅モリブデン鉱床がアダカイト質岩に起因すると考えられている。

本地区は東西方向の断層と NW-SE 方向の断層が交差する地域である。主要な断層方向は、北部では NNW-SSE 方向、NW-SE 方向及び EW 方向が、中央部では NW-SE 方向及び EW 方向が、南部では NE-SW 方向と EW 方向がそれぞれ卓越する。エルデネット鉱床もまた NW-SE 方向と EW 方向の構造帯との交差部に位置することが知られており、Mogoin gol 地区の白色珪化変質帯は大局的にエルデネット鉱床と同様である。

鉱化帯は地域北部のシャルチュールト山周辺とその南部に確認され、藍銅鉱などの酸化銅鉱物を伴う白色珪化変質帯である。Fig. 15 に示したように北部変質帯の中心は石英或いは石英-絹雲母の変質鉱物組合せからなり、その外側に絹雲母-緑泥石と緑泥石の変質鉱物の組合せが分布し、変質分帯構造を形成する。この変質分帯構造はエルデネット鉱床で確認されている変質分帯モデルと同じである。南部珪化変質帯の中心は石英-絹雲母の変質鉱物組合せからなり、その中に黒雲母、トパーズ及び紅柱石が確認された。その周辺部では変質分帯構造は認められない。これらは高硫化系浅熱水性酸性変質帯で認められるものであり、

ポーフィリー型銅モリブデン鉱床の鉱化変質の上部に発達するものである。

北部白色珪化変質帯は南北 1.2 km 東西 2km 以上の規模を示す。二次珪岩を伴う南部白色珪化変質帯は南北 800m 東西 1400m の小規模な変質帯である。他の鉱化帯として流紋岩と閃緑岩の貫入に伴って形成された磁鉄鉱帯がある。白色珪化変質帯ではいずれもコーティングされた或いはスポット状の藍銅鉱や孔雀石が産する。鉱化地点での鉱石の最大品位は Cu0.026%, Mo0.001%, Pb0.021%, Zn0.004%, 12.72% であり、地表部の品位は低い。南部珪化変質帯の鉱化地点での鉱石の最大品位は Cu0.009%, Mo0.001% 以下, Pb0.006%, Zn0.002%, 23.16% であり、北部白色珪化変質帯と同様に地表部の品位は低い。磁鉄鉱帯の鉱石品位は低い。

岩石化学分析の解析の結果、Fig. 16 に示したように鉱化作用に関連する 3 つの因子が捕らえられ、Factor 2 (Mo : 北部白色珪化変質帯)、Factor 4 (Au-(Ag-Ni) : 北部白色珪化変質帯、流紋斑岩に及び地区南部) 及び Factor 5 (Hg-Cu : 北部白色珪化変質帯、南部白色珪化変質帯) である。因子得点は北部白色珪化変質帯で高い。また、Mo, Au, Ag, Ni, Hg, Cu の分析値も相対的に高い。岩石分析の結果から元素の溶脱帯も認められる。

物理探査結果

第 1 年次の空中物理探査の結果、Fig. 17 に示したように岩石磁気強度分布図は大小の空中磁気異常帯も捕らえられた。Mogoin gol 鉱徴地は一部低磁気異常域に含まれる。Mogoin gol 鉱徴地の北部地域に高カリウム放射線異常域が認められないが、Mogoin gol 鉱徴地の南部地域に高カリウム放射線異常域が認められた。

第 2 年次には、Fig. 18 及び Fig. 19 に示したように Mogoin gol 地区の北部白色珪化変質帯において低比抵抗帯と高分極率帯の IP 異常域が捕捉された。低比抵抗が 53 Ω m、高分極率帯が 121mV/V であり、その規模は浅部では 2.0km $\times$ 1.6km 以上で、深部では 2.5km $\times$ 2.8km 以上と大規模で深部まで連続する。ここには東西 2km 南北 1km の規模の白色珪化変質帯が広がっており、中心部から外に石英及び石英-絹雲母-変質帯、絹雲母-緑泥石-変質帯及び緑泥石-変質帯が帯状配列構造形成している。これは、エルデネット鉱床の帯状配列と同じである。また、地化学異常域も確認された。

Mogoin gol 地区の南部白色珪化変質帯において低比抵抗帯と高分極率帯の IP 異常域が捕捉された。低比抵抗が 74 Ω m で、高分極率帯が 29mV/V であり、その規模は浅部では 1.5km $\times$ 1.0km であるが、IP 異常は浅部のみである。ここには南北 800m 東西 1400m 以上の規模の白色珪化変質帯が広がっており、中心部から外に石英及び石英-絹雲母-変質帯及び未変質な岩石や緑泥石変質帯が分布し、緑泥石-変質帯を欠いている。高い地化学異常が認められないが、Au 及び Cu の化学分析値が僅かに高い。

ボーリング調査結果

第 1 年次の空中磁気探査から本地区において低磁気異常が確認された。第 1 年次及び第 2

年次の地質調査では地表に藍銅鉱を含む銅の鉱化帯及び弱い岩石地化学異常が確認され、また TDIP 法電気探査では非常に高い IP 異常を取られることができた。その結果、第 2 年次及び第 3 年次のボーリング調査を実施することになった。

ボーリング調査では第 2 年次と第 3 年次に合計 4 本のボーリングを実施した。第 2 年次には Mogoin gol 地区北部シャルチュールト山の西側と東側で 2 本のボーリングを、また第 3 年次にはシャルチュールト山を中心に 2 本のボーリングを実施した。Mogoin gol 地区のボーリング位置図を Fig. 20 に示した。ボーリングは MJME-M1 孔で 501.8m、MJME-M2 孔で 500.20m、MJME-M3 孔で 501.00m 及び MJME-M4 孔で 501.30m の掘進長であり、総掘進長は 2004.30m であった。ボーリング結果から Fig. 21 に示したようにボーリング地質断面図を作成した。

MJME-M1 では、二疊紀から三疊紀火山岩類の凝灰岩、三疊紀セレンゲ複合岩体花崗閃緑岩、これらに貫入する閃緑斑岩岩脈、細粒花崗閃緑岩岩脈及び安山岩岩脈が確認された。変質は主に黄鉄鉱を伴うプロピライト変質及び絹雲母-緑泥石変質が確認された。変質は続成作用に熱水鉱化変質がオーバープリントしたような中性から酸性変質と考えられる。鉱化作用は弱いながら、黄銅鉱、閃亜鉛鉱及び方鉛鉱が確認された。

MJME-M2 では、主に二疊紀から三疊紀火山岩類の凝灰岩を起源とする黄鉄鉱を伴う強珪化岩、細粒花崗閃緑岩岩脈及び安山岩岩脈が確認された。また、160m 付近と 335m 付近には断層帯が確認され、逆断層と考えられる。160m 付近の断層帯の上部における変質は絹雲母-緑泥石変質を主体とし、強珪化変質と石英-絹雲母変質からなり、一部カリ長石や蠟石が確認された。生成温度はおおよそ 300℃前後の酸性から中性の熱水変質作用が考えられる。本孔では角礫化強珪化岩とその基質を埋める黄鉄鉱によって特徴付けられる。鉱化作用は活発な黄鉄鉱化作用を示し、硫化鉄脈に伴って黄銅鉱及び閃亜鉛鉱が認められた。160m 付近の断層と 335m 付近の断層帯によって挟まれた珪化凝灰岩は、黄鉄鉱を伴う石英-絹雲母-緑泥石変質から石英-絹雲母変質が認められ、更に方沸石を伴う。熱水活動としては中性から酸性と考えられる。鉱化作用は活発な黄鉄鉱化作用を伴い、黄銅鉱が認められる。335m 付近の断層帯以深では、多量の黄鉄鉱を伴う石英-絹雲母変質からプロピライト変質が認められ、更に濁沸石や束沸石を伴い、石膏脈が多く確認された。変質は続成作用に熱水変質作用がオーバープリントした変質鉱物が認められた。硫化鉄脈に伴って黄銅鉱及び閃亜鉛鉱が認められる。160m 付近から 335m 付近の断層帯によって挟まれた珪化凝灰岩は、160m 付近断層帯の上部強珪化岩と 335m 付近断層帯以深の珪化凝灰岩の中間的な性質を示している。

MJME-M3 では、主に二疊紀から三疊紀の凝灰岩を起源とする黄鉄鉱を伴う強珪化岩が確認され、これに貫入する細粒花崗閃緑岩岩脈及び安山岩岩脈が確認された。また、250m 付近、330m 付近、400m 付近及び 440m 付近には断層帯が確認された。凝灰岩類は強珪化、粘土化及び黄鉄鉱化が著しい。68.00m 以深では頻繁に岩石が裂罅し、またせん断帯を伴う。変質は珪化、粘土化、絹雲母化、石英脈などを伴う。鉱化は網状褐鉄鉱-赤鉄鉱、細粒黄銅

鉍鉍染，黄鉄鉍細脈などを伴う． 19m～140m までは主に石英-絹雲母-明礬石-ジャロサイト変質或いは石英-絹雲母変質の鉍物組合せからなる． 160m～300m までは主に石英-絹雲母-黄鉄鉍変質の鉍物組合せからなる． 320m～460m までは主に石英-緑泥石-絹雲母-黄鉄鉍変質の鉍物組合せからなる． 480m～500m までは主に石英-カリ長石-絹雲母-黄鉄鉍変質の鉍物組合せからなる． これらは酸性変質タイプに属する． 鉍石鉍物は黄鉄鉍，針鉄鉍，赤鉄鉍，磁鉄鉍が確認された． 鉍石分析品位は最大 Cu 0.660%， Pb 0.033 %， Zn 0.120%， S 10.48%であるが， コア長 496.50m の平均品位は Cu 0.009%と低かった．

MJME-M4 は，主に二畳紀の珪化凝灰岩類，安山岩岩脈及び礫第四紀崩積堆積物からなる． 凝灰岩類は強珪化及び黄鉄鉍化が著しい． 変質は珪化，粘土化，絹雲母化，緑泥石化などである．他に蠟石なども確認された． 鉍化は主に黄鉄鉍鉍染，黄鉄鉍細脈であり，一部塊状の黄鉄鉍も確認された． 20m～60m までは，主に石英-絹雲母-パイロフィライト-明礬石-黄鉄鉍の鉍物組合せからなる． 80m～140m までは主に石英-絹雲母-黄鉄鉍の鉍物組合せからなる． 160m～360m までは主に石英-曹長石-カリ長石-緑泥石-絹雲母-黄鉄鉍の鉍物組合せからなる． 380m～500m までは，主に石英-絹雲母-カオリン-明礬石-黄鉄鉍-ルチルの鉍物組合せからなる． これらは酸性変質タイプからフィリック変質タイプに属する． 鉍石鉍物は黄鉄鉍，針鉄鉍，赤鉄鉍，褐鉄鉍，磁鉄鉍，黄銅鉍及び閃亜鉛鉍が確認された． 鉍石品位は最大 Cu 0.370%， Pb 0.012 %， Zn 0.032%， S 10.20%であるが， コア長 495.30m の平均品位は Cu 0.006%と低かった．

シャルチュールト山を中心に分布する白色珪化帯のボーリング調査の結果，鉍化変質作用は上部から石英-絹雲母-明礬石-ジャロサイト変質或いは石英-絹雲母変質，石英-絹雲母-黄鉄鉍変質，石英-緑泥石-絹雲母-濁沸石-黄鉄鉍変質及び石英-カリ長石-絹雲母-黄鉄鉍変質に変化し，最下部ではカリ長石を含む変質になり，生成温度はおおよそ 300℃前後の中性から酸性変質と考えられる． 鉍化作用は活発な黄鉄鉍化作用を示し，硫化鉍脈に伴って黄銅鉍及び閃亜鉛鉍が認められ，多金属型鉍化作用か，或いはポーフィリー型銅鉍床周辺部の鉍化作用である可能性が考えられる． シャルチュールト山周辺に確認された石英脈中の流体包有物の均質化温度は MJME-M1 孔で 147℃～165℃を，また MJME-M2 孔は 173℃～188℃を示し，低い均質化温度であった． 平均塩濃度は MJME-M1 孔で 3.9%～17.3%であり， MJME-M2 孔で 1.8%である． 以上のことから，シャルチュールト山西側と東側の各孔のボーリング調査結果は，シャルチュールト山山頂を中心とした熱水性多金属型或いはポーフィリー型銅鉍床の上部の鉍化作用を捕らえている可能性が考えられる．

第 2 年次及び第 3 年次に 4 本のボーリングを実施したが，黄鉄鉍を多量に伴う珪化凝灰岩が 500m 深部まで連続し，銅鉍化体に着鉍することはできなかった． 変質鉍物の分布状況からポーフィリー型銅モリブデン鉍床は地表からかなり深い深度に存在するものと考えられる． 経済的に見合う鉍化作用は期待できず，今後本地区での探鉍を継続する必要はないものと判断される．

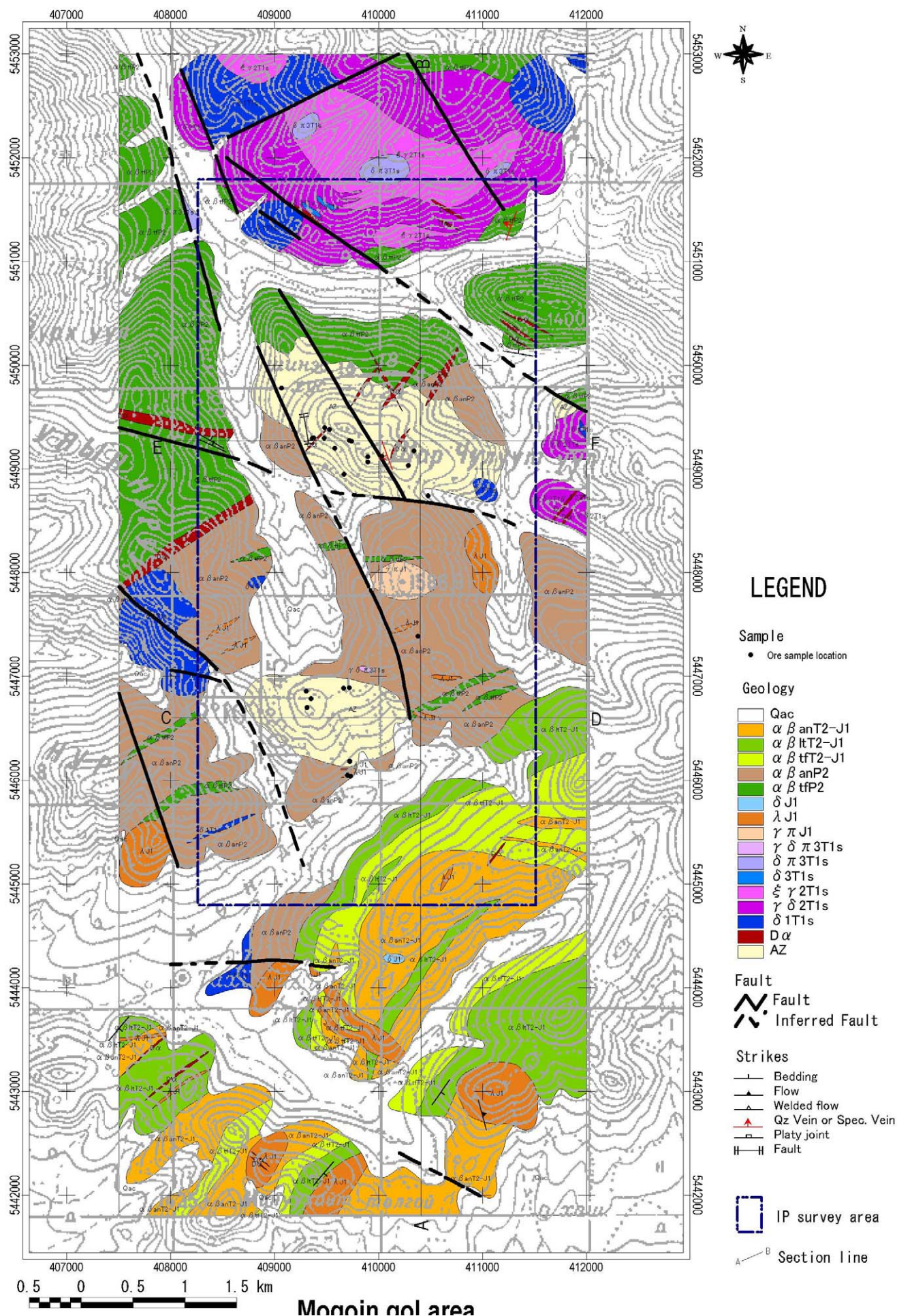


Fig.14(1) Geological map, geological section and mineral showing of the Mogoin gol area

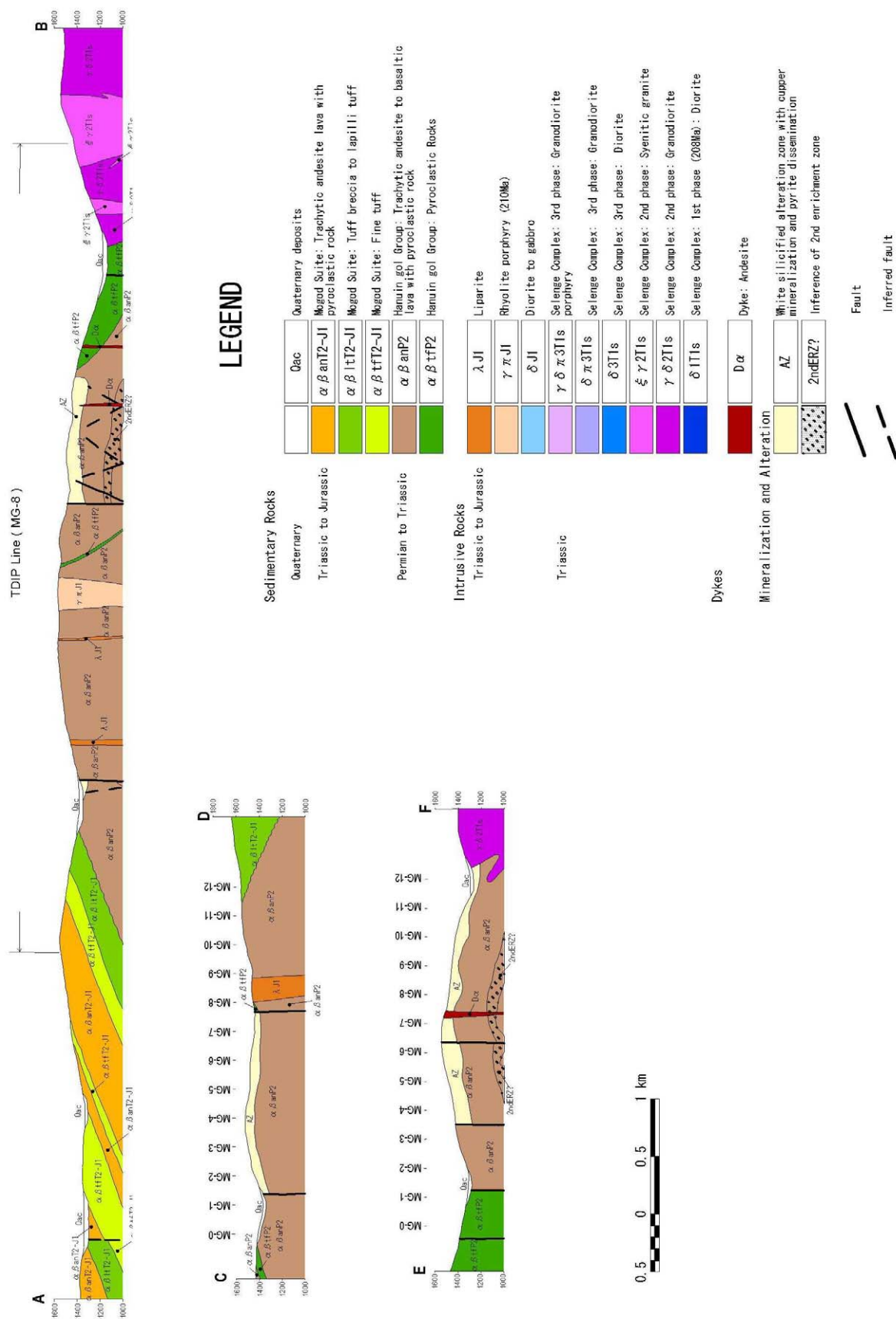


Fig.14(2) Geological map, geological section and mineral showing of the Mogoin gol area

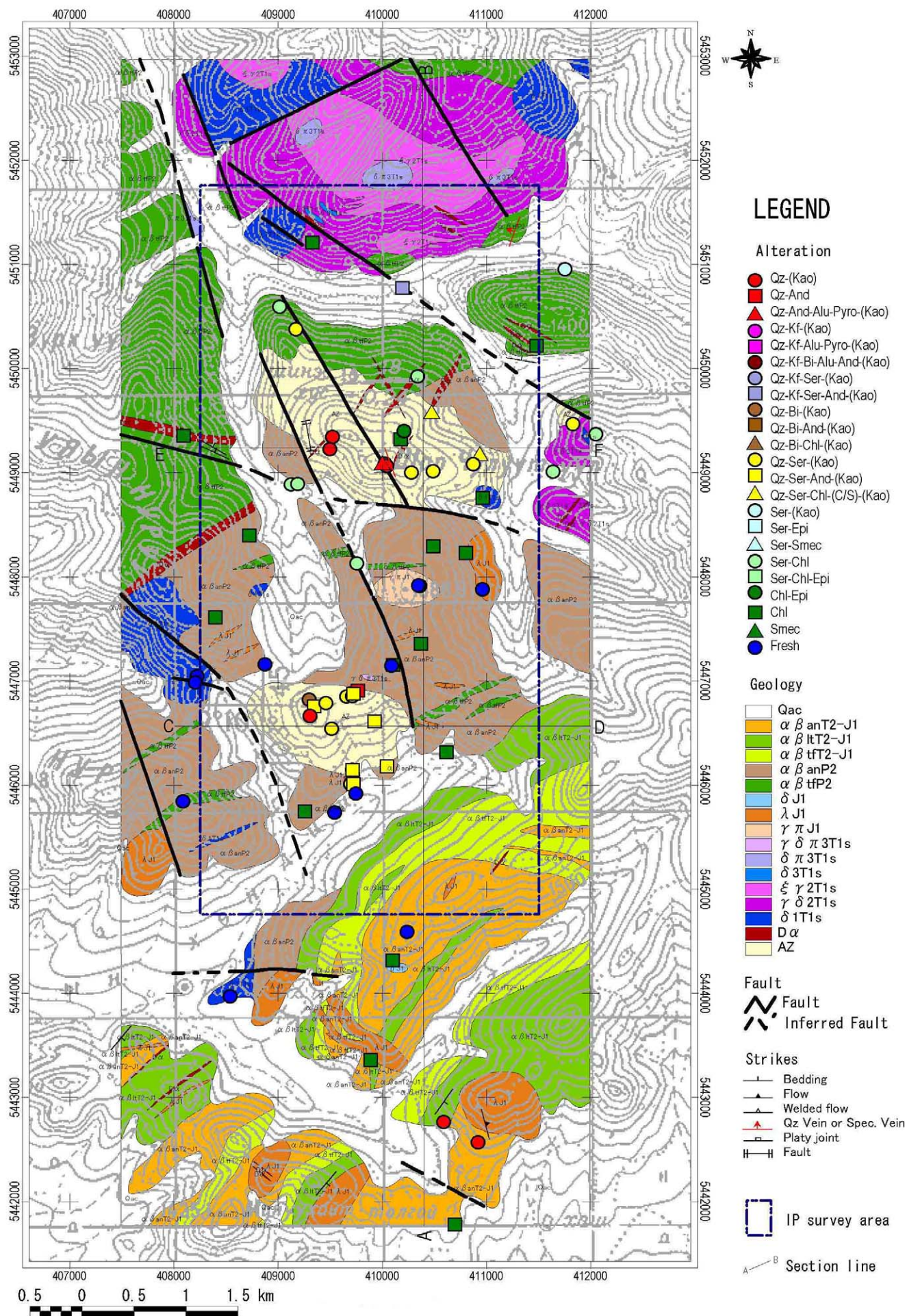


Fig.15 Distribution map of alteration mineral assemblages in the Mogoin gol area

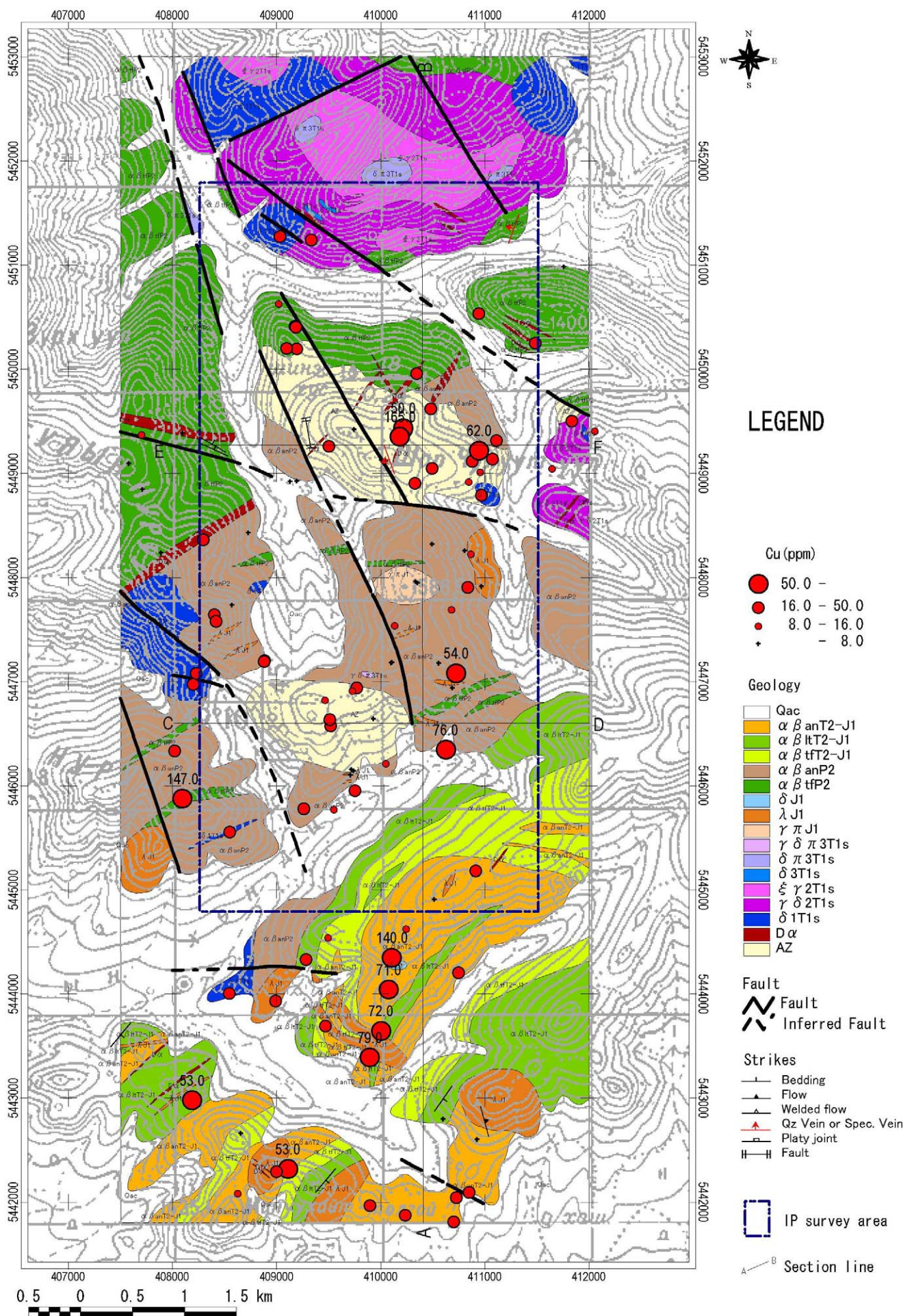


Fig.16 Distribution map of Cu anomaly in the Mogoin gol area

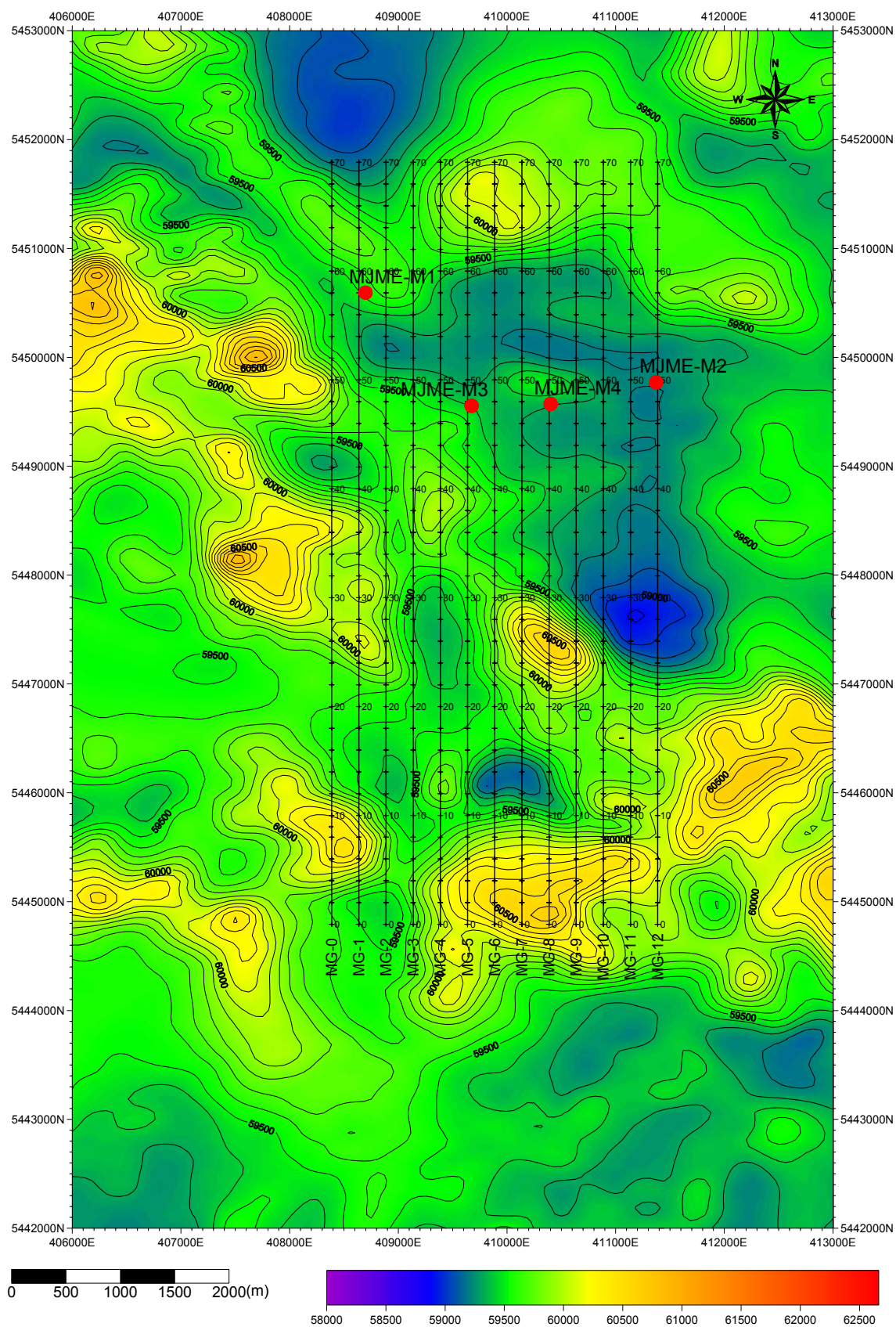


Fig. 17 Magnetic anomaly map (RTP) in Mogoin gol area.

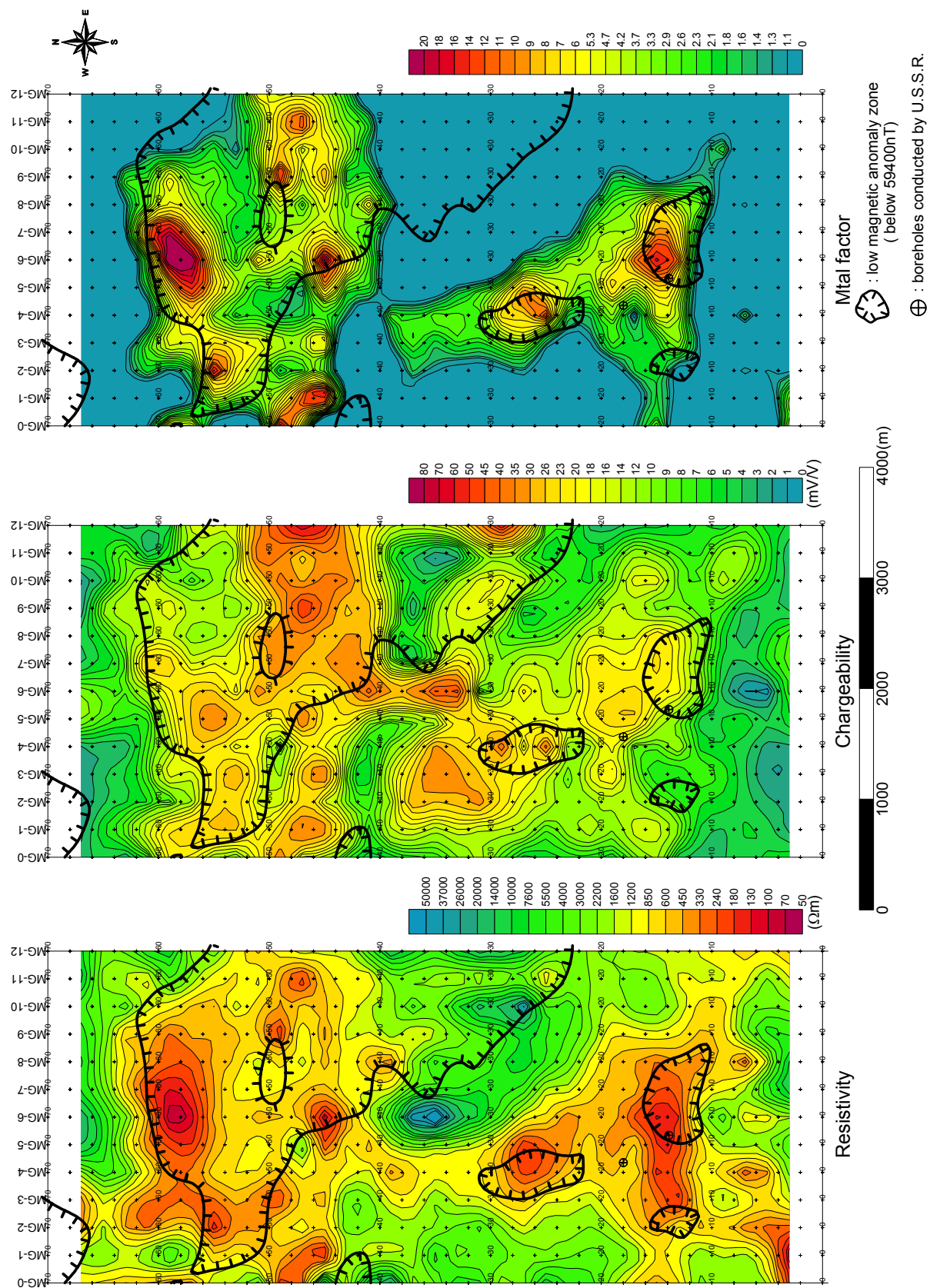


Fig.18 2D analysis plane map at the depth of 170m in Mogoin gol area

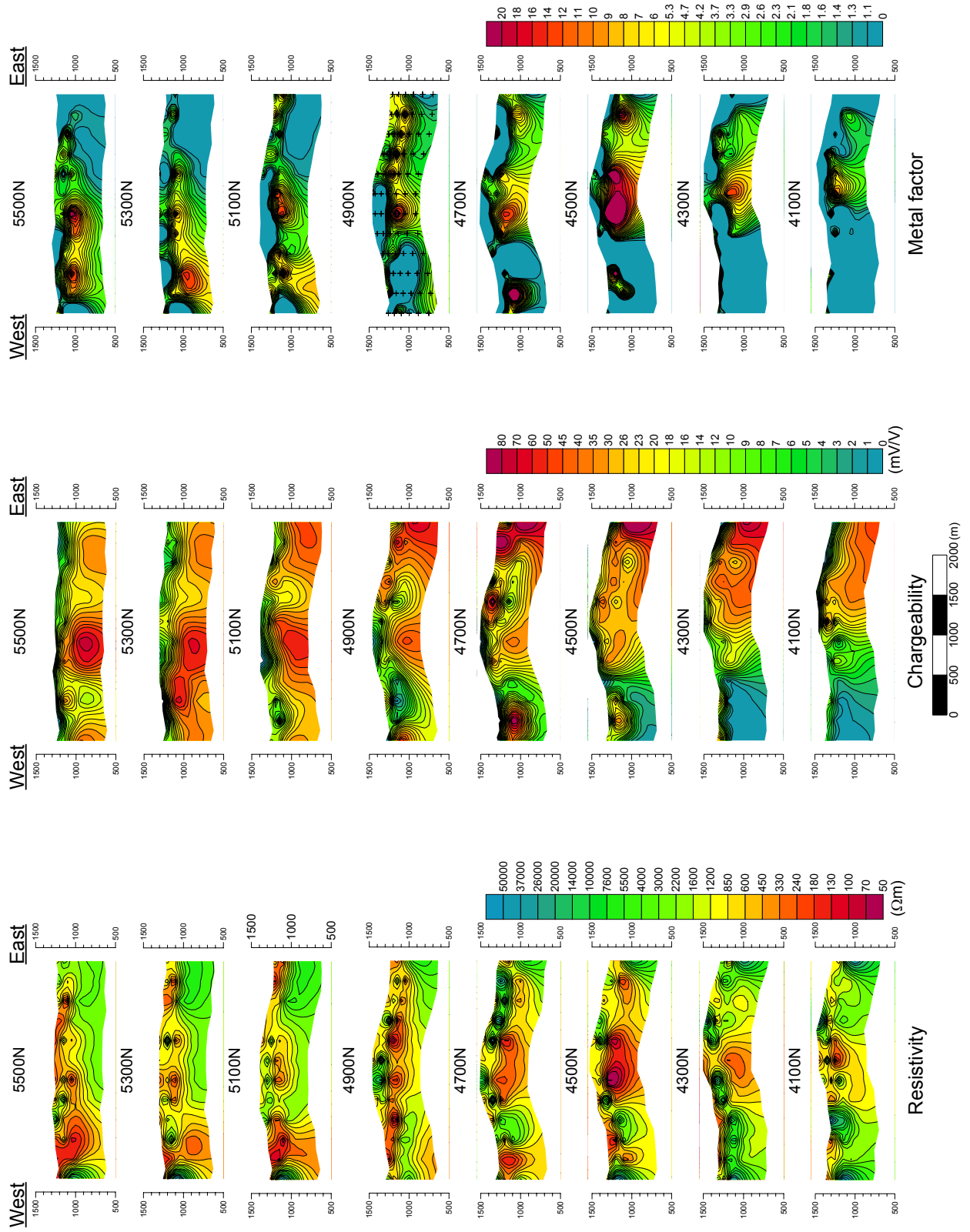


Fig. 19 3D analysis section at the northern part of Mogoin gol area (4100N – 5500N)

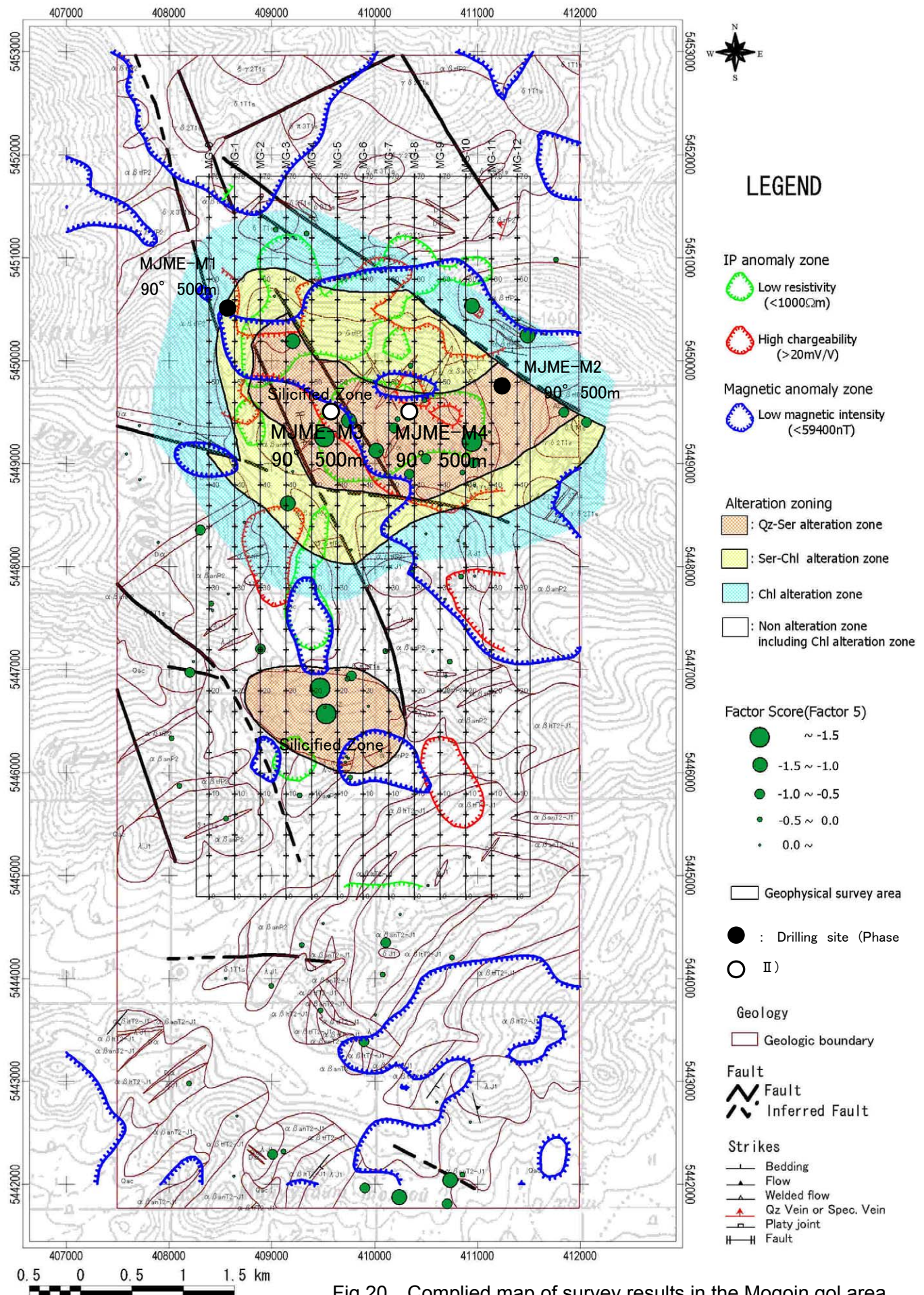


Fig.20 Compiled map of survey results in the Mogoin gol area

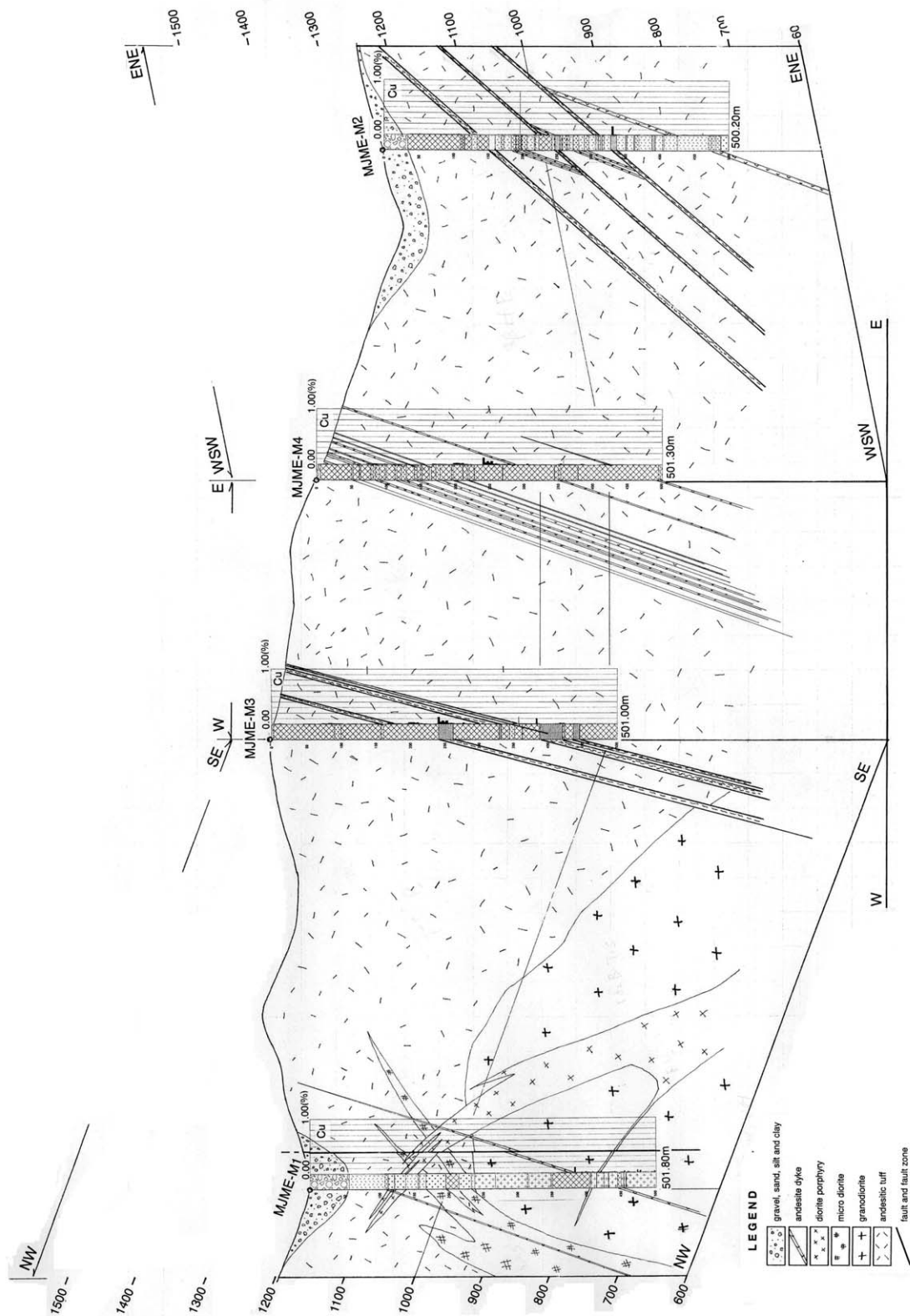


Fig.21 Geologic cross sections and panel diagram by the drilling survey results in the Mogoin gol area.

(3) Zuukhiin gol 地区

一般概要

本地区は Fig. 2 に示したようにエルデネット市の北東約 25km に位置し、標高は 1,400m である。本地区は、比較的起伏に富んだ山地地形である。植生は針葉樹林および草地であり、草の背丈は高く植生は濃い。

既存資料調査から、本鉱徴地は、1966 年にチェコスロバキアとモンゴルの協力調査によって最初に発見された。1:25,000 及び 1:10,000 縮尺の地質調査、物理探査、ボーリング調査などが実施されたが、採掘は行われなかった。調査の結果、評価は低かった。

1978 年から 1980 年までにエルデネット鉱山周辺地域において地質調査が実施され、他に磁気探査、電気探査、植物地化学探査が実施された。調査の結果、4.2km² の範囲に鉛鉱物が 45 地点で確認された。本調査で Pb 0.07%～ Pb 0.5%、Mo 0.0002%～ Mo 0.03% の分析値が確認された。その後、1981 年から 1985 年にかけてボーリング調査を含む組織的な探査が実施された。ボーリング調査は 5～10% の IP 異常および低磁気異常を対象として実施され、20 孔及び掘進長 150m～450m/孔であった。しかし、鉱石品位が Cu 0.006～Cu 0.2%、Mo 0.00～Mo 0.003% と低かったため探査活動は終了した。なお、地質情報センター (GIC) に保管されている既存資料によると、11 孔のボーリングによって捕捉された鉱化帯の品位は、Cu 0.11～Cu 0.17%、Mo 0.003～Mo 0.007% とされている。

地質調査結果

Fig. 22 に示したように、本地区は二疊系の火山岩類、三疊系からジュラ系の火山岩類、ジュラ系の火山岩類及び二疊紀から三疊紀の花崗岩類からなる。本地区の主要な断層は、NE-SW、WNW-ESE、EW の方向である。花崗岩類の分布は、周辺の地質状況からほぼ NS 方向に伸長している。地表の変質は、絹雲母 - 緑泥石と緑泥石の変質鉱物組合せである。特にトレンチが分布する Zuukhiin gol 鉱徴地の中央部には絹雲母-緑泥石変質が分布し、エルデネット鉱山周辺に認められる鉱化変質と同様の組合せが確認された。Zuukhiin gol 鉱徴地を中心に最大 Cu 11,740ppm の高い分析値が集中する。

第 3 年次の調査では 1980 年代に探鉱が行われた既知鉱徴地よりも東部を中心に地質調査を行った。流紋岩（リパライト）貫入部周辺に石英脈露頭、酸化銅を含む花崗閃緑岩が確認された。また Cu 100ppm を超える高い土壌地化学異常域は既知鉱徴地の南部で N80E～E-W の方向に広がる。地表の花崗閃緑岩中の裂隙を充填する酸化銅が認められた。緑色変質した安山岩中に斑状の酸化銅が存在し、その試料は Cu 1.48% の銅品位を示した。

従って、Zuukhiin gol 鉱徴地は、本調査対象地域の中でポーフィリー型銅モリブデン鉱床が存在する可能性が高いものと考えられる。なお、本鉱徴地の鉱化作用は、既に実施されたボーリング調査から深度 300m 以上連続するものと考えられる。

物理探査結果

第1年次の空中物理探査の結果, Fig. 23 に示したように Zuukhiin gol 鉱徴地は一部低磁気異常域に含まれるが, 高カリウム放射線異常域は認められなかった。

第3年次の TDIP 法電気探査で解析された比抵抗は, Fig. 24, Fig. 25 及び Fig. 26 に示したように沢沿いに低比抵抗部が分布する。表層付近で低比抵抗が認められる。また深度 200～400m では, Line-L の測点 10 から Line-J の測点 20 にかけて東北東－西南西方向に伸びる低比抵抗帯が認められる。分極率は, Line-A 以西付近を東西方向に高分極率部が帯状に認められる。IP 異常はさらに東側にも延長していることが判明した。深度 200m での 25mV/V 異常の高分極率異常帯の広がり, 東西約 4km, 南北約 2km に及び, 大規模な鉱化作用が推定される。この高分極率帯に囲まれるように, その中心付近に低比抵抗部が存在する。Line-K, F, J, A の2次元解析断面図を見ると, 浅部から深部にかけて連続的に低比抵抗が分布している。高分極率異常帯は, 低磁気異常帯の分布範囲ともよく一致し, 二疊期から三疊紀セレンゲ複合岩体の花崗岩の分布範囲に相当する。ボーリングコアの岩石化学分析結果から分極率の高いゾーンと硫黄の含有量の高いゾーンがよく一致しており, 分極率は硫化物の量を示すと言える。

ボーリング調査結果

第1年次の空中磁気探査では本地区において低磁気異常が確認され, 地質調査では地表に孔雀石と黄銅鉱を踏む銅の鉱化帯及び強い銅, 鉛, 亜鉛の岩石地化学異常が確認された。また Fig. 27 に示したように3年次地質調査では土壌地化学探査において Cu 200ppm が多く集中し, また Zn 100ppm～200ppm が分布する。岩石分析においては Cu, Zn, Ag が相対的に高い品位が東西に分布する。また TDIP 法電気探査では非常に高い IP 異常を取られることができた。その結果, 第3年次にボーリング調査を実施することになった。

ボーリング調査では第3年次に合計3本のボーリングを実施した。Zuukhiin gol 地区のボーリング位置図を Fig. 28 に示した。ボーリングは MJME-Z1 孔で 502.10m, MJME-Z2 孔で 500.45m 及び MJME-Z3 孔で 502.00m の掘進長であり, 総掘進長は 1504.55m であった。ボーリング結果から Fig. 29 に示したようにボーリング地質断面図を作成した。

MJME-Z1 は, 主に三疊紀の花崗閃緑岩, 安山岩岩脈及び礫第四紀崩積堆積物からなる。変質は主に弱緑泥石化と, 珪化脈及びその周辺の絹雲母化である。鉱化は黄銅鉱鉱染, 黄銅鉱と斑銅鉱を伴う硫化鉄細脈状, 銅銅鉄鉱染及びモリブデナイト細脈からなる。変質鉱物は主に炭酸塩鉱物を伴う緑泥石-絹雲母-方解石-黄鉄鉱の鉱物組合せであり, プロピライト変質からフィリック変質である。他にカオリン, 蛭石, 明礬石などを含む。鉱石鉱物は黄鉄鉱, 針鉄鉱, 赤鉄鉱, 褐鉄鉱, 磁鉄鉱, 黄銅鉱, 孔雀石, 閃亜鉛鉱, 方鉛鉱である。鉱石品位は最大 Cu 0.784%, Pb 2.270%, Zn 0.828%, Au 80.8g/t, S 4.97% であった。コア長 492.10m の平均銅品位は Cu 0.086% であった。

MJME-Z2 は, 主に三疊紀の花崗閃緑岩, 細粒閃緑岩から斑レイ岩, 中流閃緑岩, 流紋岩

岩脈、安山岩岩脈及び礫第四紀崩積堆積物からなる。変質は弱緑泥石化と珪化脈及びその周辺の絹雲母化である。鉍化は黄銅鉍鉍染。黄銅鉍と斑銅鉍を伴う硫化鉍細脈状、銅銅鉍鉍染及びモリブデナイトの細脈と鉍染からなる。変質鉍物は主に石英-絹雲母-緑泥石の鉍物組合せからなり、他に緑レン石、二次黒雲母、方解石及び黄鉄鉍である。これらは主にフィリック変質からプロピライト変質の鉍物組合せである。鉍石鉍物は、黄鉄鉍、針鉄鉍、赤鉄鉍、磁鉄鉍、黄銅鉍、輝銅鉍、閃亜鉛鉍及び輝水鉛鉍である。黄銅鉍と閃亜鉛鉍の共生が全コアで確認できる。岩石の分析値は最大 Cu 0.678%, Pb 2.005 %, Zn 0.132%, Au 1.27g/t, S 2.49% であるであり、コア長 494.65m の平均銅品位は Cu 0.120% であった。

MJME-Z3 は、主に三畳紀の花崗閃緑岩、安山岩岩脈及び礫第四紀崩積堆積物からなる。変質は緑泥石化、緑レン石化、炭酸塩化と珪化脈及びその周辺の絹雲母化である。鉍化は黄銅鉍鉍染、黄銅鉍を伴う硫化鉍細脈状、銅銅鉍鉍染及びモリブデナイトの細脈からなる。

変質鉍物は、主に石英、斜長石（曹長石）、カリ長石、角閃石、黒雲母、緑泥石、絹雲母、方解石、苦灰石、黄鉄鉍である。他に滑石、濁沸石が確認された。苦灰石は 420m 以深に分布する。これらは主にフィリック変質からプロピライト変質の鉍物組合せである。鉍石鉍物は、黄鉄鉍、針鉄鉍、磁鉄鉍、黄銅鉍、閃亜鉛鉍である。黄銅鉍と閃亜鉛鉍は共生する。分析値は最大 Cu 0.455%, Pb 0.375%, Zn 0.926%, Au 0.07g/t, S 2.39% であった。コア長 496.30m の平均銅品位は Cu 0.039% であった。

本地区の鉍化変質作用は一般に弱く、絹雲母-緑泥石の鉍物組合せの主にフィリック変質からプロピライト変質である。熱水活動としては中性から酸性変質と考えられる。鉍化作用は活発な黄銅鉍を主体とし、黄鉄鉍を伴う。鉍化作用はポーフリー型銅鉍床の可能性が考えられる。流体包有物の均質化温度は MJME-Z1 で 167°C～197°C を、MJME-Z2 で 187°C～267°C を示し、MJME-Z3 で 160°C～237°C であった。MJME-Z2 孔側で高温になる傾向にある。一方、塩濃度は MJME-Z1 孔で 1.2‰～12.0‰、MJME-Z2 孔で 1.3‰～10.1‰、MJME-Z3 孔で 1.9‰～2.9‰ を示し、西側で高くなる傾向にある。

考察

Zuukhiin gol 地区の銅鉍化作用について考察した。

粉末 X 線回折試験の結果から本地区の変質作用は、主にフィリック変質帯からプロピライト帯に相当する。MJME-Z1 孔の 163m 付近ではパイロフィライトが確認され、その生成温度は 250°C 以上と推定されている。MJME-Z2 孔 160m 以深では多くの黒雲母が出現し、260m 付近では石英指数で 10 を示す。これが二次黒雲母であれば、生成温度は 300°C を超える可能性もある。またカリ長石も確認されていることから変質帯の一部分はカリウム変質帯に属するかもしれない。MJME-Z3 孔の大部分が石英-緑泥石-黄鉄鉍-方解石及び石英-緑泥石-絹雲母-黄鉄鉍からなり、プロピライト帯に相当する。MJME-Z3 孔の下部ではドロマイトが確認され、中性熱水変質によるものと推定される。概略的に見ると、Zuukhiin gol 地区の鉍化変質作用は、花崗岩類が全体にフィリック変質からプロピライト変質を被った中に

部分的に高温熱水が通ったことを示している。

ボーリングコアから採取した石英中の流体包有物の平均均質化温度は、160℃から 267℃を示し、MJME-Z2 孔の 428m 付近では温度幅が 231℃～312℃の値を示し、平均均質化温度は 267℃と高かった。3 孔の塩濃度は 1.21%から 12.00%の値を示し、MJME-Z1 孔の 263m 付近では 12.00%で、MJME-Z2 孔の 428m 付近では 10.10%と高い塩濃度を示す。概略的に MJME-Z2 孔側で流体包有物の平均均質化温度及び塩濃度は、高くなる傾向にある。もともとの熱水流体は高温・高塩濃度であり、この熱水流体が周辺に拡散してゆく過程で低温・低塩濃度に変化していった可能性が考えられる。

酸素水素同位体測定結果を Taylor (1979)の $\delta^{18}\text{O} - \delta\text{D}$ 図に示すと、Zuukhiin gol 地区ボーリングコアから採取した絹雲母中の酸素水素同位体値は、カオリナイト線近傍にプロットされ、他のポーフィリー型銅鉱床が示す酸素水素同位体値分布範囲の下のカリマックス鉱床よりも更に下に位置する。また、花崗岩類中の石英脈とその周辺の珪化絹雲母化した母岩中の絹雲母は同時期の生成物であることから、共生する石英の充填温度によって絹雲母の酸素水素同位体値から鉱化溶液の同位対比を求めた。Zuukhiin gol 地区の鉱化溶液同位対比は、ネバダ西部の浅熱水性鉱床の同位対比領域に入り、初生マグマ水は天水の影響を受けている。初生マグマ水と Zuukhiin gol 地区の鉱化溶液の同位対比を結んだ延長線と天水線との交点は、 δD がおよそ -150‰を示す。大陸の天水起源と仮定すれば、この値は天水が大陸の高地起源である可能性を示している。

本地区で実施されたボーリングコアから、輝水鉛鉱の鉱化作用を伴う試料の Re-Os 法年代測定を実施した。その年代は Fig. 12 に示したように $231.3 \pm 0.8\text{Ma}$ であった。Watanabe and Stein (2000)はエルデネット鉱山の輝水鉛鉱の Re-Os 法同位体年代測定を実施し、 $240.60 \pm 0.8\text{Ma}$ の示した。本地区に分布する花崗閃緑岩の K/Ar 法年代測定は 183Ma と、Re-Os 法年代測定結果より若い年代を示す。これはマグマメルトが発生し、上昇過程あるいは岩体の定置初期に輝水鉛鉱が晶出し (Re-Os 年代)、マグマの固化定置が完了した (K/Ar 年代) ことを示している可能性がある。

以上のことから、Zuukhiin gol 地区の各孔のボーリング調査結果は、鉱化作用がポーフィリー型銅鉱床の可能性を示す。今後の探鉱としては、物理探査測線 J14 の南方への鉱化作用の連続を押さえる必要がある。また合わせて本地区では今後、物理探査 (TDIP 法電気探査) によって詳細な解析を行い、ボーリング選定地域を絞り込み、本地区の銅鉱化作用の規模と品位を解明することが期待される。

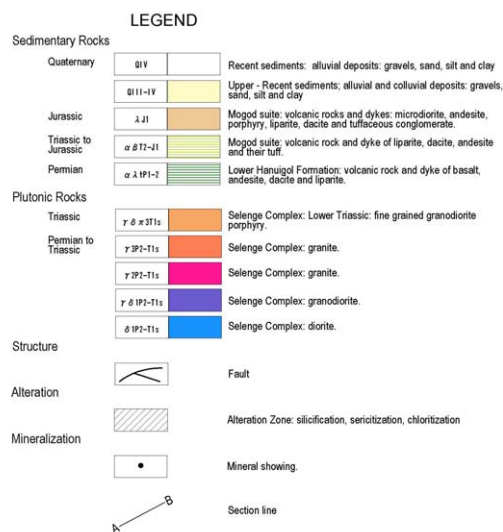
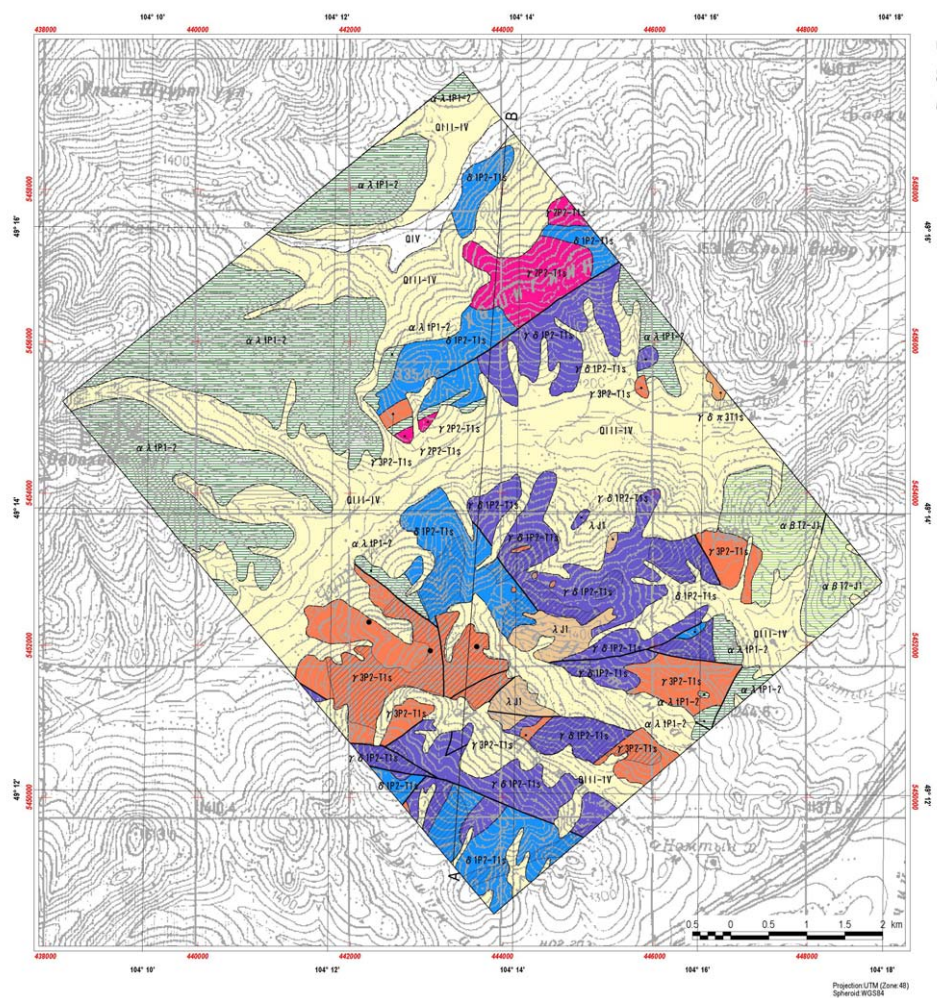


Fig. 22 Geological map, geologic section and mineral showings in the Zuukhiin gol area.

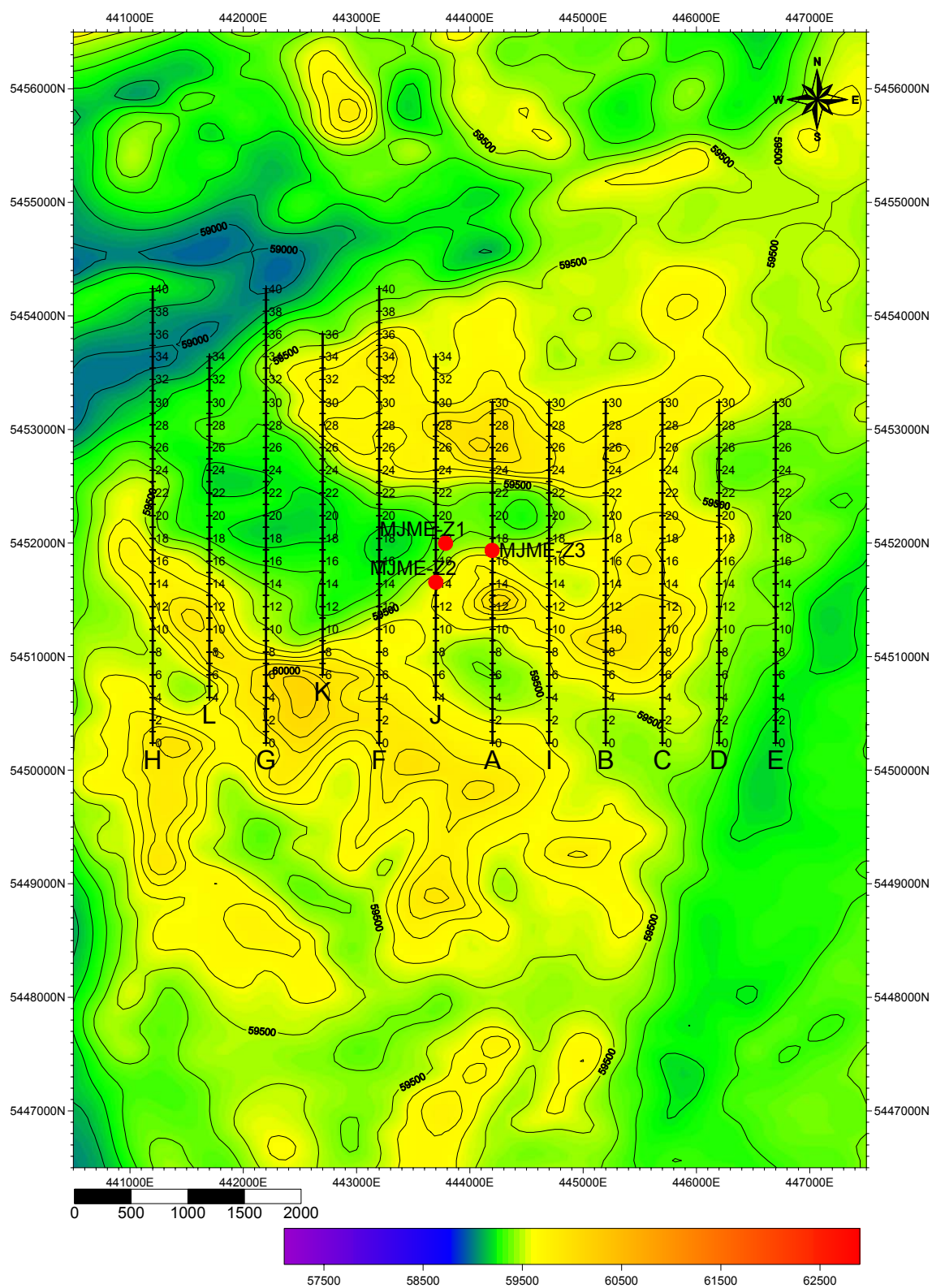


Fig. 23 Magnetic anomaly map (RTP) in Zuukhin gol area

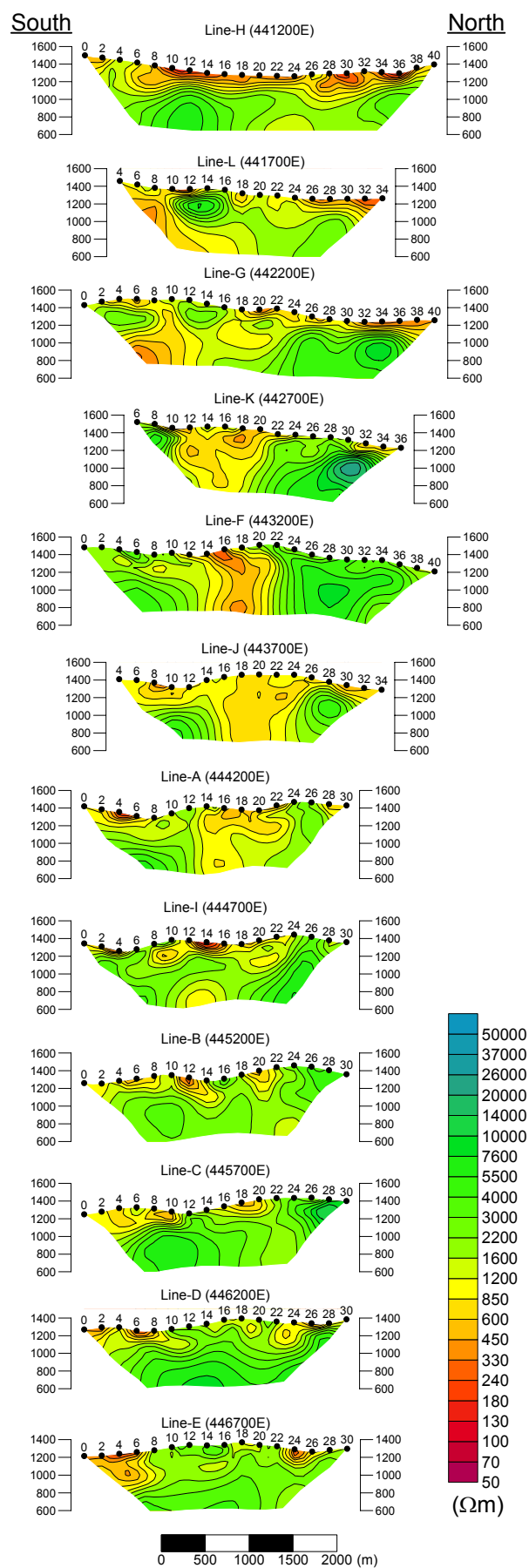


Fig.24 2D analysis sections for resistivity in the Zuukhiin gol area.

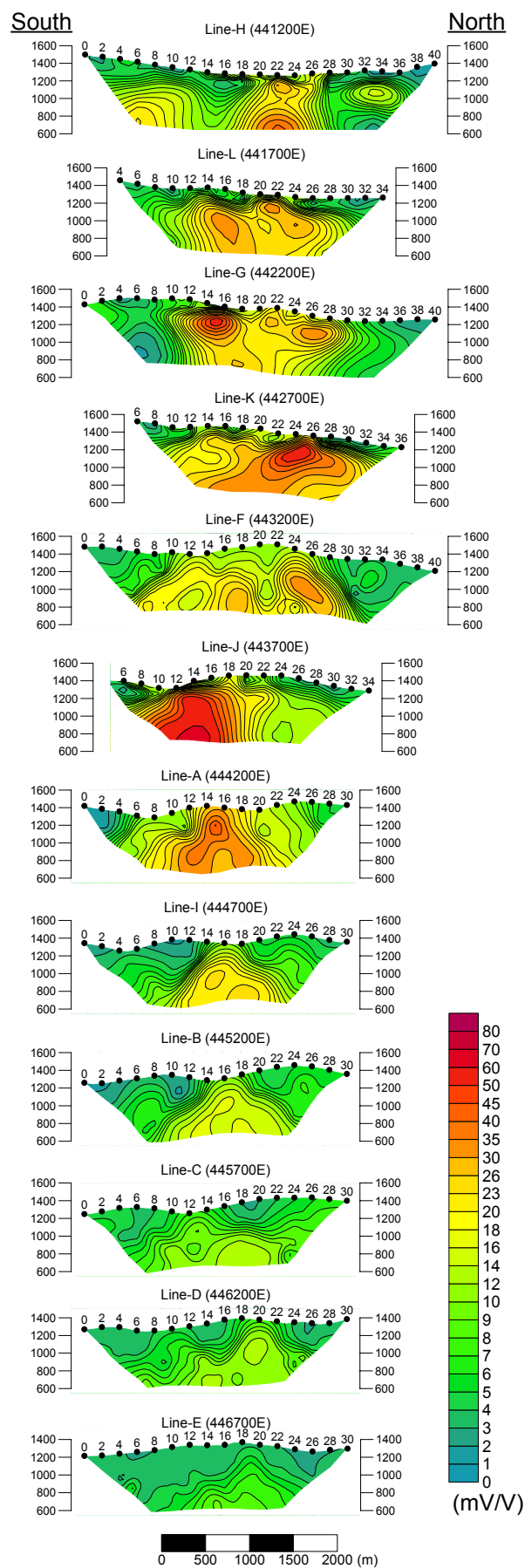


Fig.25 2D analysis sections for chargeability in the Zuukhiin gol area.

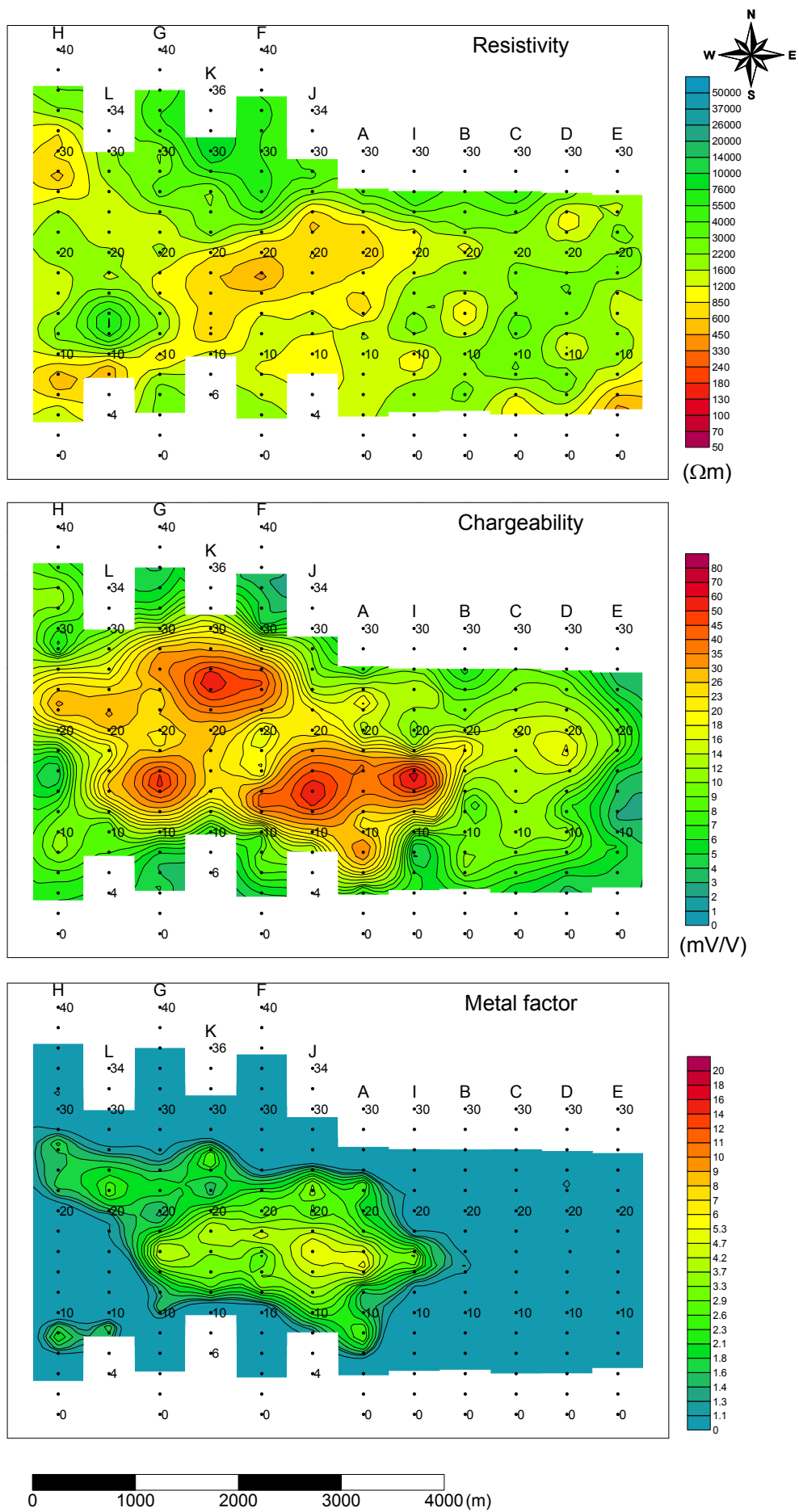


Fig.26 2D analysis plane at the depth of 200m in the Zuukhiin gol area.

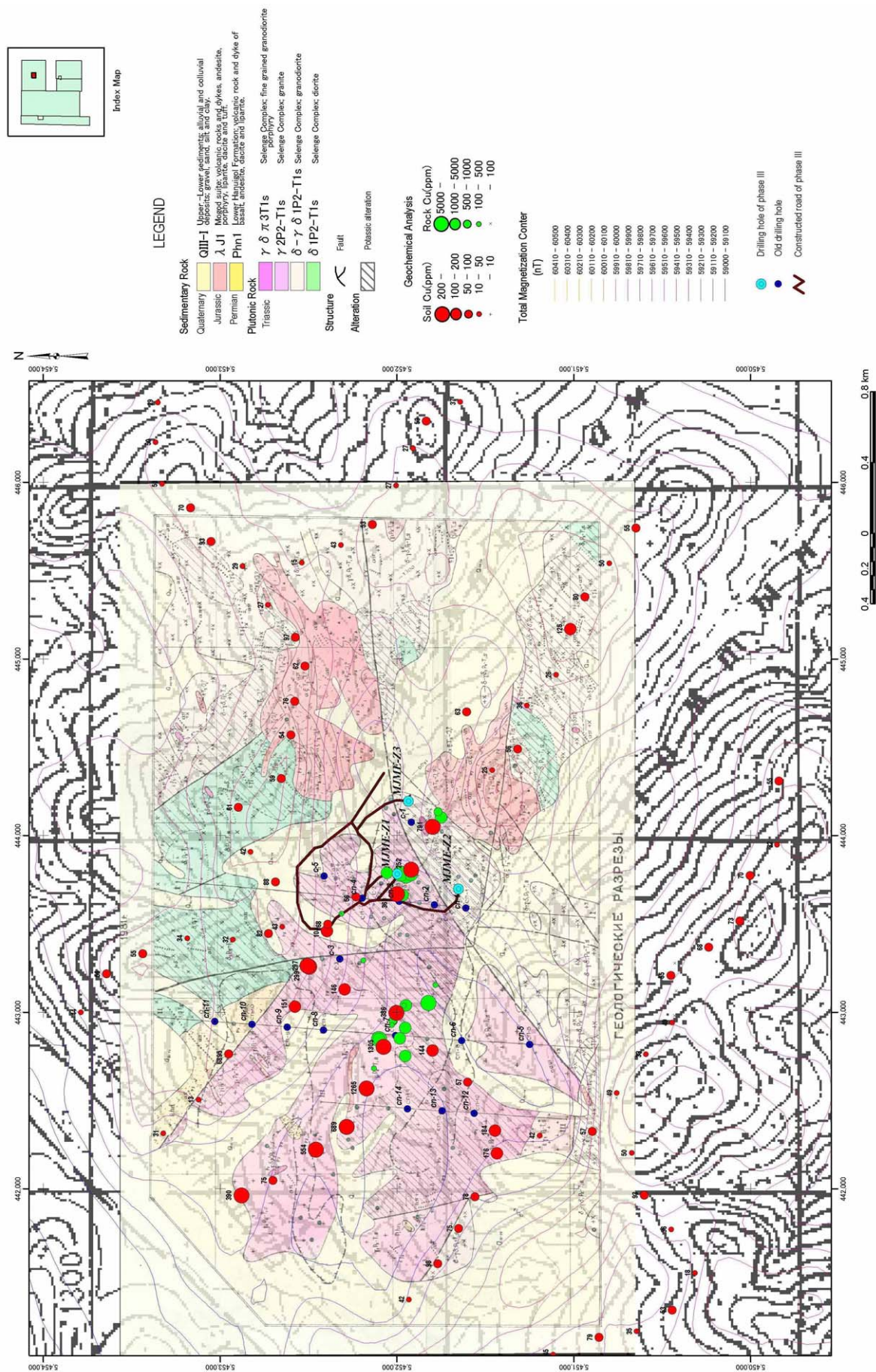


Fig. 27 Geological map and compiled map in the Zuukhiin gol area.

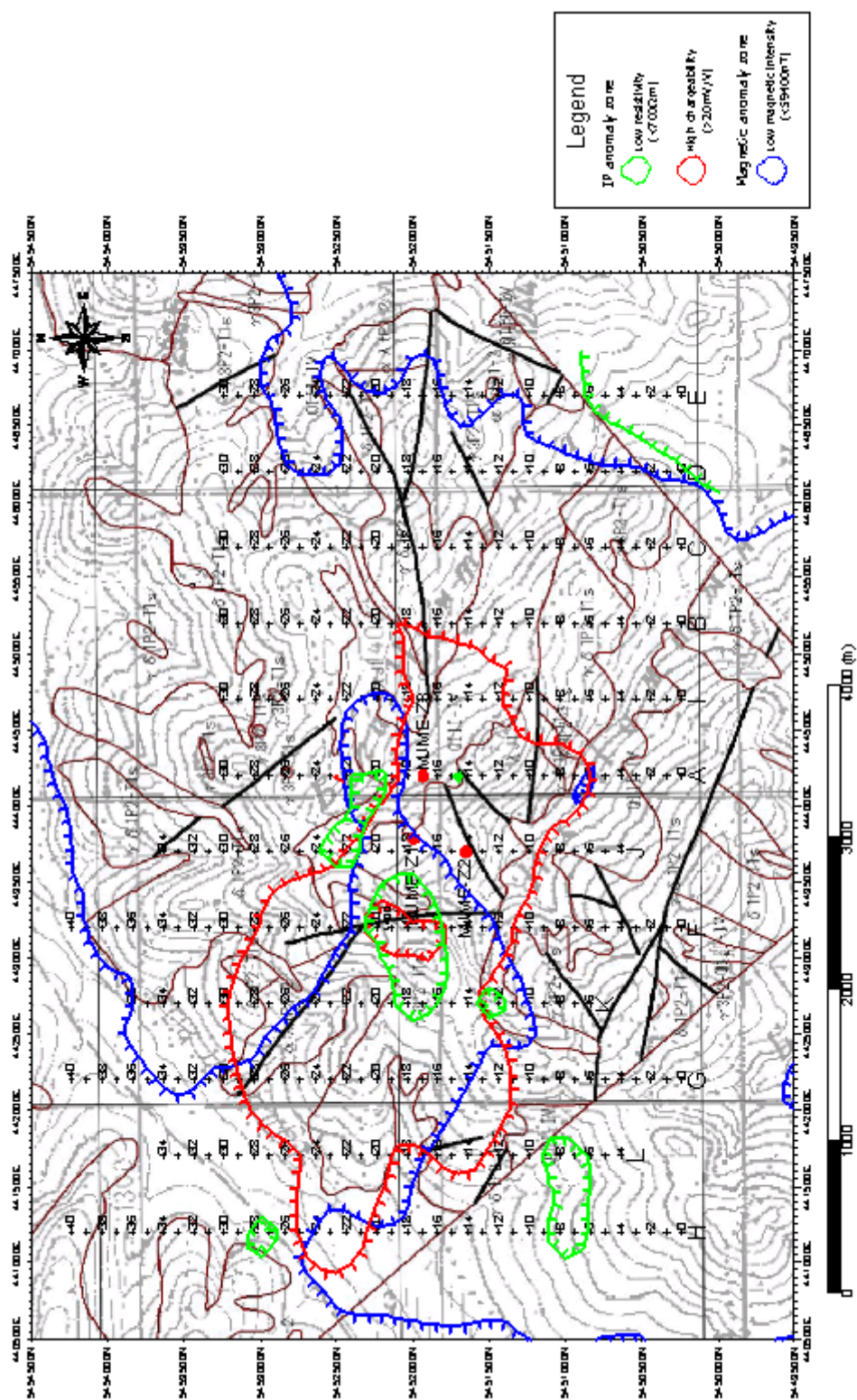


Fig.28 Compiled map in the Zuukhiin gol area.

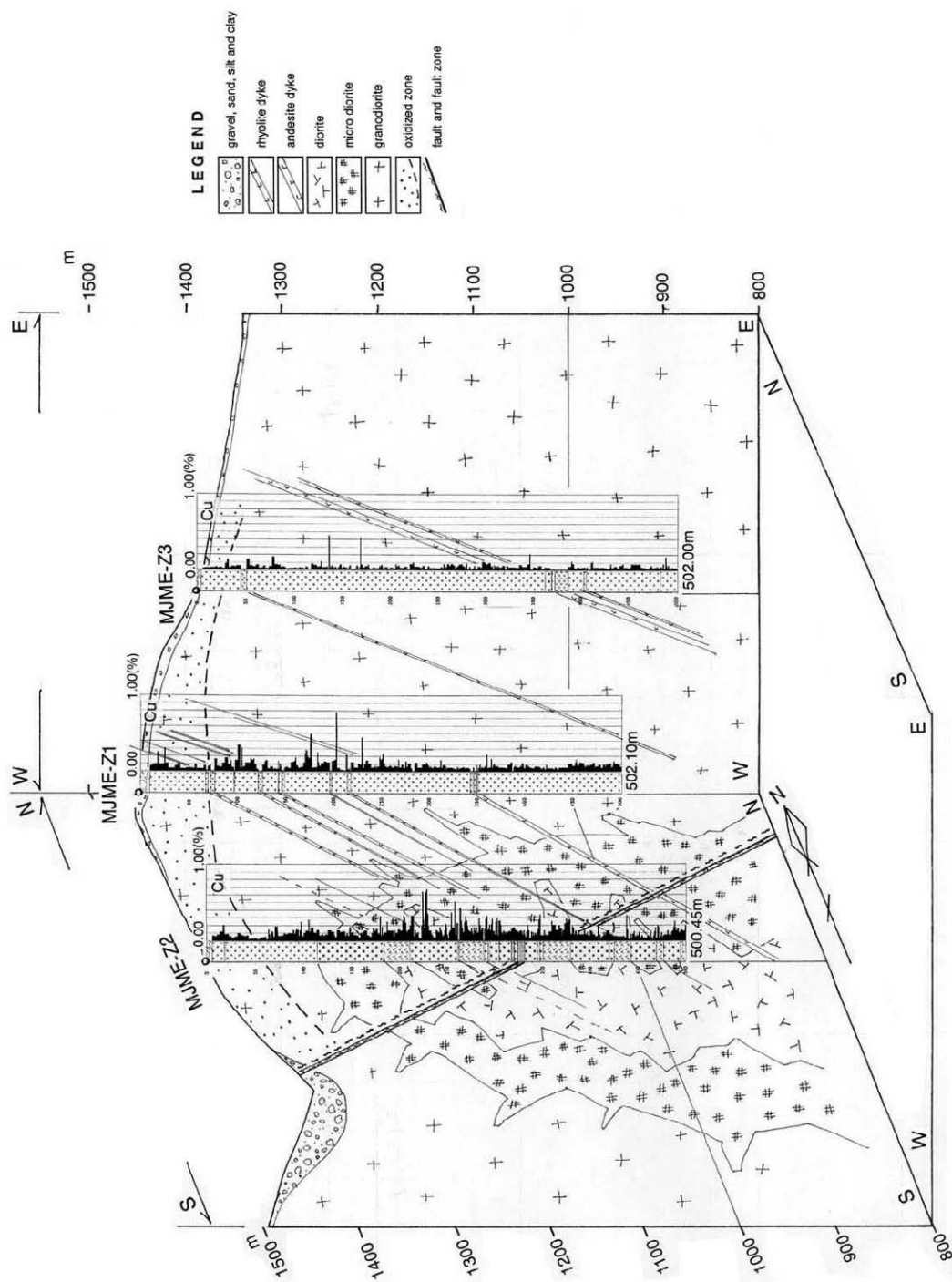


Fig. 29 Schematic geologic section by the drilling results on the topographic map of the Zuukhiin gol area

(4)Khujiriin gol 地区

一般概要

本地区はFig. 2に示したようにエルデネット市の北西約25kmに位置する．そこから更に徒歩約30分で”secondary quartzite”分布域に至る．本地区は標高約1,000m，比高約300m近い山地で，北側斜面には針葉樹が繁茂する．植生のため岩盤の露出状況は悪い．

Khujiriin gol鉱徴地はエルデネット市より未舗装道路を車両にて走行し，片道約1時間で現地付近に至る．アクセスは比較的良好である．標高1,195mに位置し，酸化銅の鉱徴が存在する．地形は丘陵～山地地形であり，尾根及び沢は，概ね東北東方向に配列する．地形は東北東に向かって低下し，その東方は北流する川に沿った平坦地となっている．植生は低地において草地であるが，高地は樹林となっている．

地質調査結果

本地区は Fig. 30 に示したように，二畳系の火山岩類，三畳系からジュラ系の火山岩類，二畳紀から三畳紀の花崗岩類，ジュラ紀岩株，岩脈及び第四系からなる．主要な断層の方向は，東部ではNE-SW 方向が卓越し，西部では WNW-ESE, EW が卓越する．花崗岩類は，周辺の地質状況から東部において NW-SE 方向に伸長して分布し，西部では EW 方向に伸長して分布する．変質は，絹雲母-(スメクタイト)型，絹雲母-緑泥石型と緑泥石型が分布し，エルデネット鉱山周辺に認められる鉱化変質と同様の組合せが確認された．

岩石分析の結果，Khujiriin gol 鉱徴地を中心に Cu 50ppm 以上最大 Cu 5,072ppm の銅分析値が集中し，ポーフィリー型銅モリブデン鉱床の元素挙動に関連する Factor 2 のスコア 0.5 以上が Khujiriin gol 鉱徴地を中心に集中する．酸化銅を伴う鉱化帯の鉱石は最大銅品位 Cu 11.13%を含み，最大鉛品位 Pb 5.78%，最大亜鉛品位 Zn 2.64%，最大モリブデン品位 Mo 0.269%，最大金品位 Au 0.03g/t，最大銀品位 Ag 221g/t を示し，ポーフィリー型銅鉱床だけでなく多金属石英脈鉱化帯の可能性もある．石英脈の平均均質化温度は 244.2℃～289.0℃で，塩濃度は 3.0%～4.0%であることから，ポーフィリー型銅鉱床の低い生成温度に当たり，温度的には浅熱水性鉱化作用に相当する．

第3年次では，本地域中央部に淡赤色の中粒花崗岩が卓越するが，北部では淡青色から白色の花崗閃緑岩が分布する．同地区中央部東部および南東部に酸化した銅鉱物が産出する．現調査地域の東側に他者鉱区が位置し，既存資料によれば，東西方向に伸長する銅の鉱化帯(Cu 0.5%以上)が存在する．本調査では，この他者鉱区との境界部から西側で地質調査を行い，併せて土壤地化学探査（測線間隔 250m 南北，測点間隔 500m，千鳥格子）も実施した．南東部では東西に延長する石英脈群（走向 N80° E～E-W，傾斜 80° N～90° ）とそれに伴う Cu 0.1%以上の銅鉱化が確認され，この鉱化帯は他者鉱区に連続している可能性が高い．また南西部では局所的に銅鉱化が存在する．北東部では，銅鉱化が視認されなかったものの，土壤地化学探査異常の分布から銅の鉱化帯の存在を示す結果が得られた．

物理探査結果

第1年次空中物理探査の結果、Khujiriin gol 鉱徴地はやや高い磁気異常域に含まれ、また高カリウム放射線異常域に含まれる。

第3年次 TDIP 法電気探査の調査範囲を Fig. 31 に示した。解析された比抵抗は、Fig. 32 及び Fig. 33 に示したように、深度 150m 以深で、また地区東部で高比抵抗が卓越し、Line-B 沿いの南北に伸びる沢を境にして東西で比抵抗構造が大きく変化している。分極率は地区西側の Line-A、E の測点 12～16 の深部で北に傾斜するような高分極率異常部が深部にまで連続する。Line-B 沿いでは黄銅鉱、孔雀石及び藍銅鉱などを伴う石英脈がほぼ東西に発達する。本地区では分極率が全体的に低く、ポーフィリー型銅鉱床のような大規模な鉱化作用を示すような IP 異常は認められなかった。しかしながら、本地区の南部で東北東－西南西方向に伸びるような銅－石英脈が地表で確認されている。ここでは脈に対応する部分で若干比抵抗が高く、分極率も若干高い値を示しており、石英による影響の可能性も考えられる。また脈が北側に傾斜している可能性もある。

物理探査の結果を Fig. 34 にまとめた。

本地区は未評価であり、また多金属石英脈鉱化帯が賦存する可能性も考えられ、物理探査（TDIP 法電気探査）及び土壌地化学探査精査によって鉱化帯の西方向への広がりを解明することが望まれる。

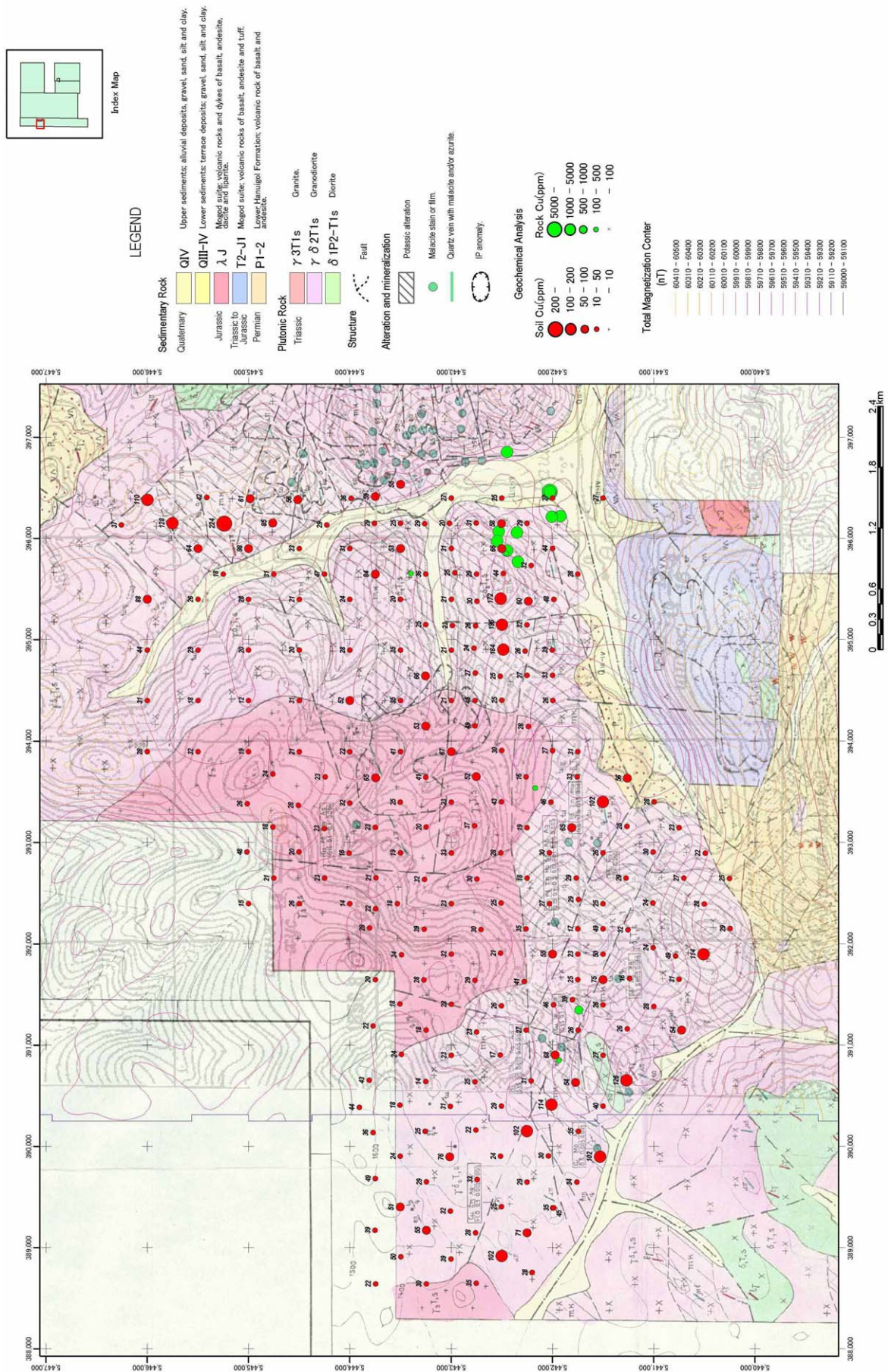


Fig. 30 Geological map and compiled map in the Khujirjin gol area

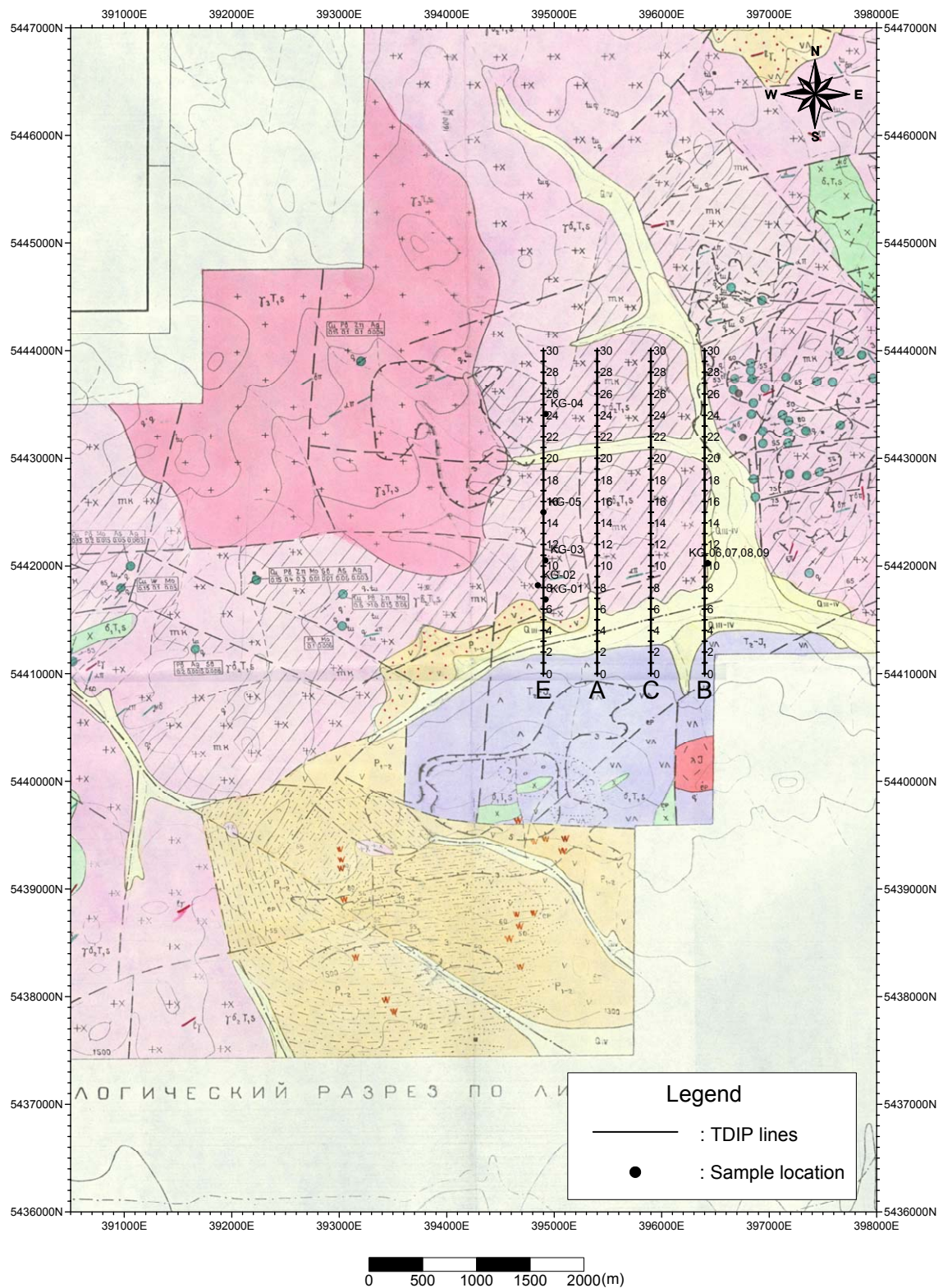


Fig.31 Geophysical survey location in the Khujiriin gol area.

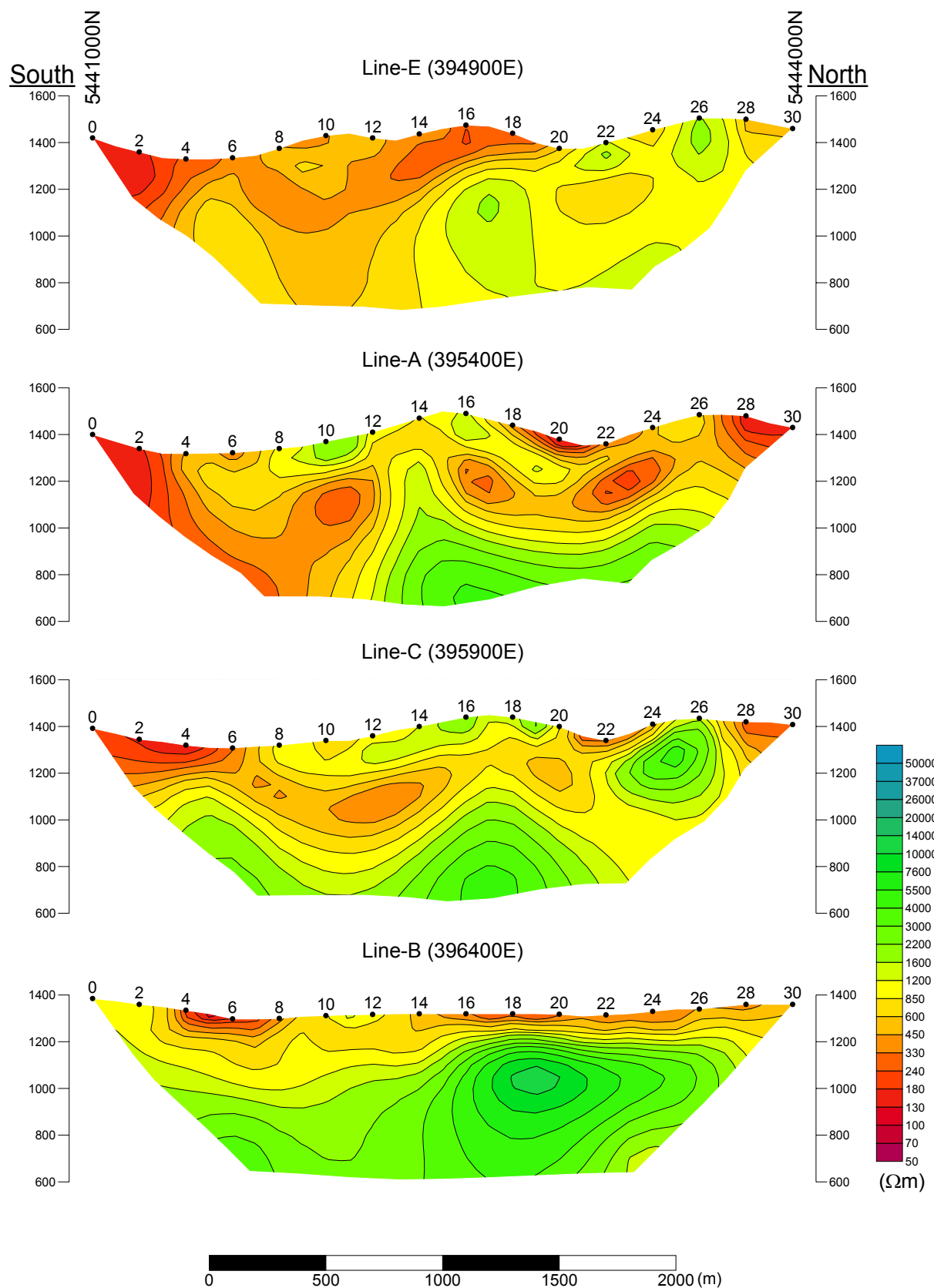


Fig.32(1) 2D analysis sections for resistivity in Khujiriin gol area

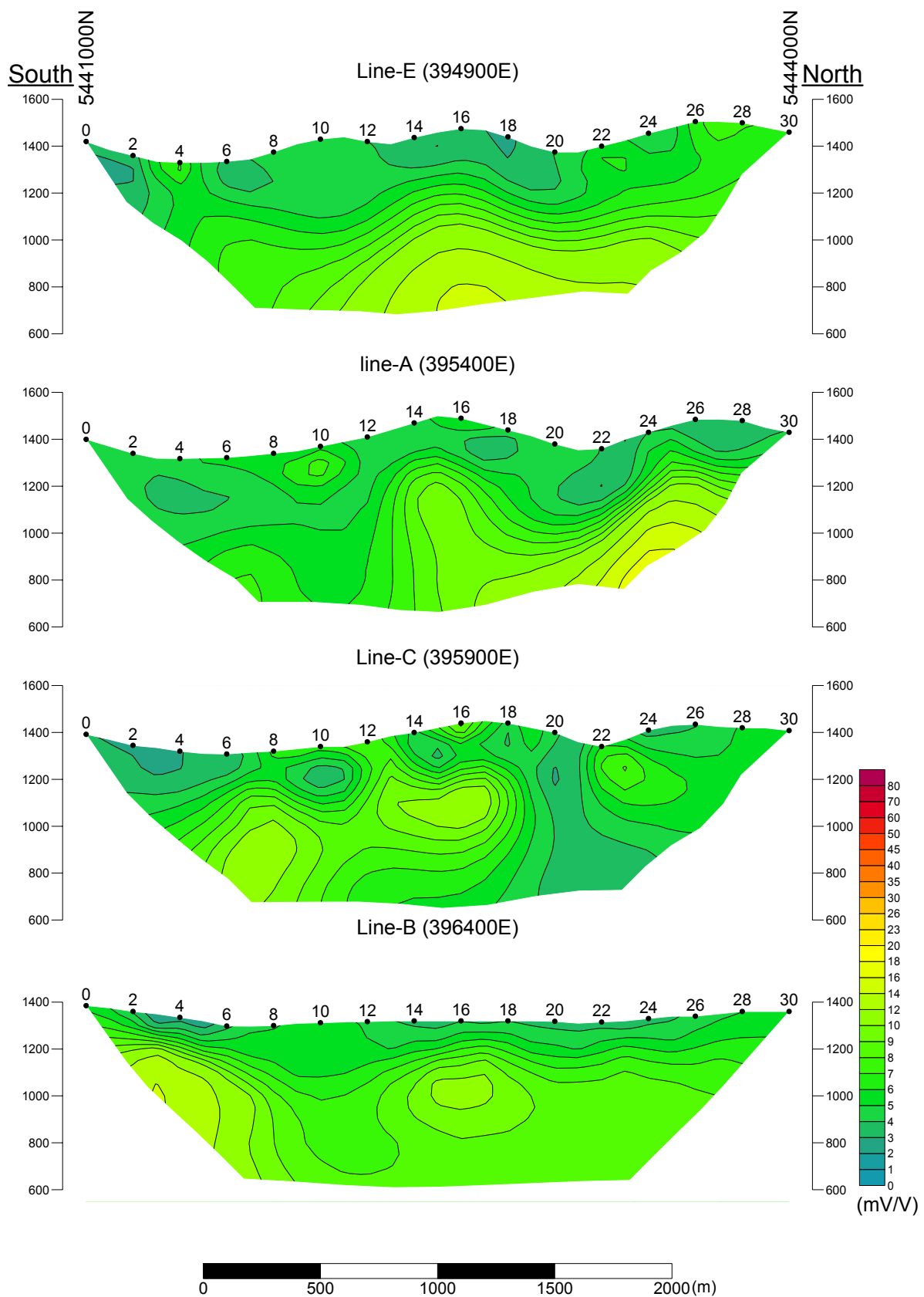


Fig.32(2) 2D analysis sections for chargeability in Khujiirin gol area

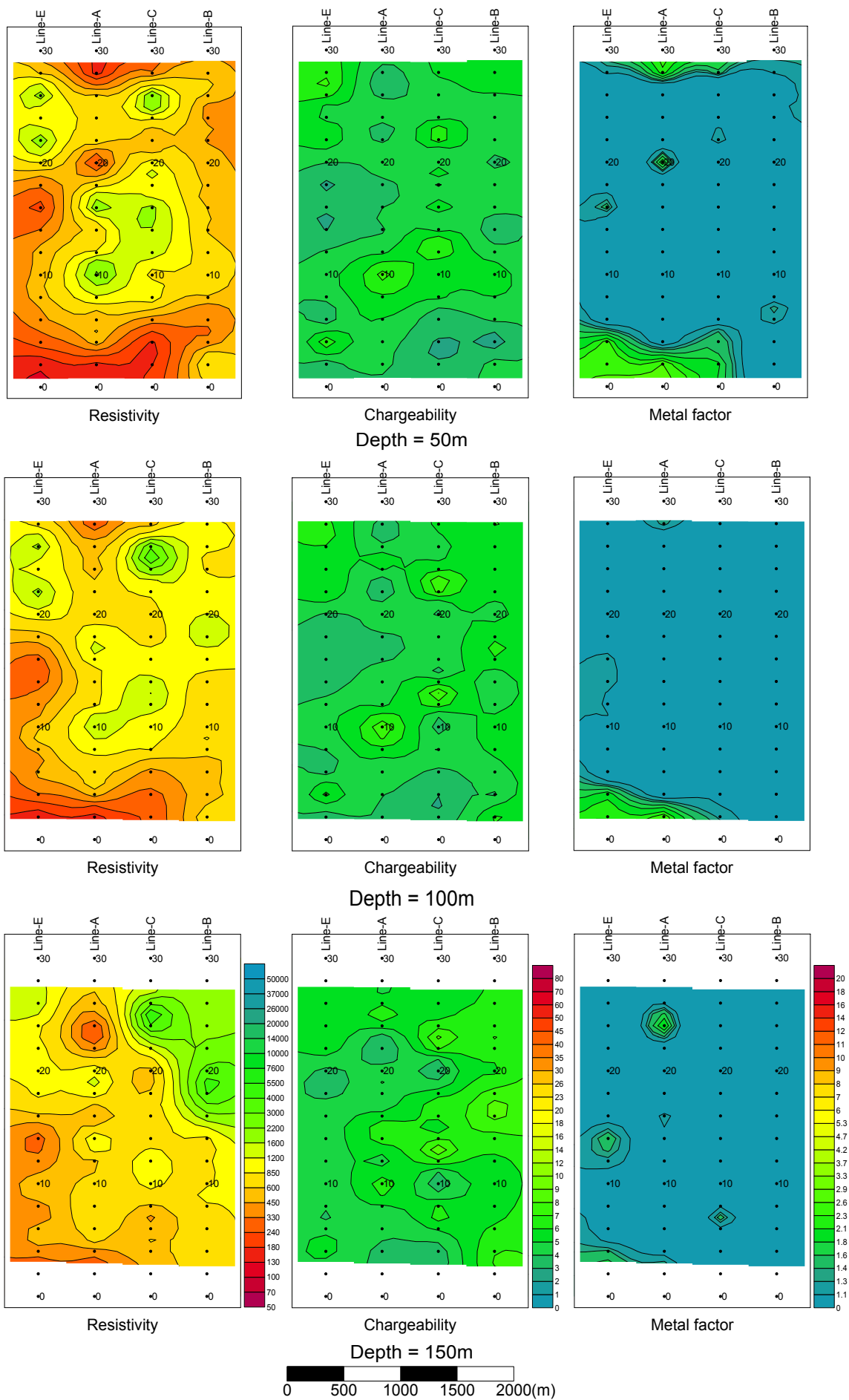


Fig.33 2D analysis plane at the depth of 200m in the Khujiiriin gol area.

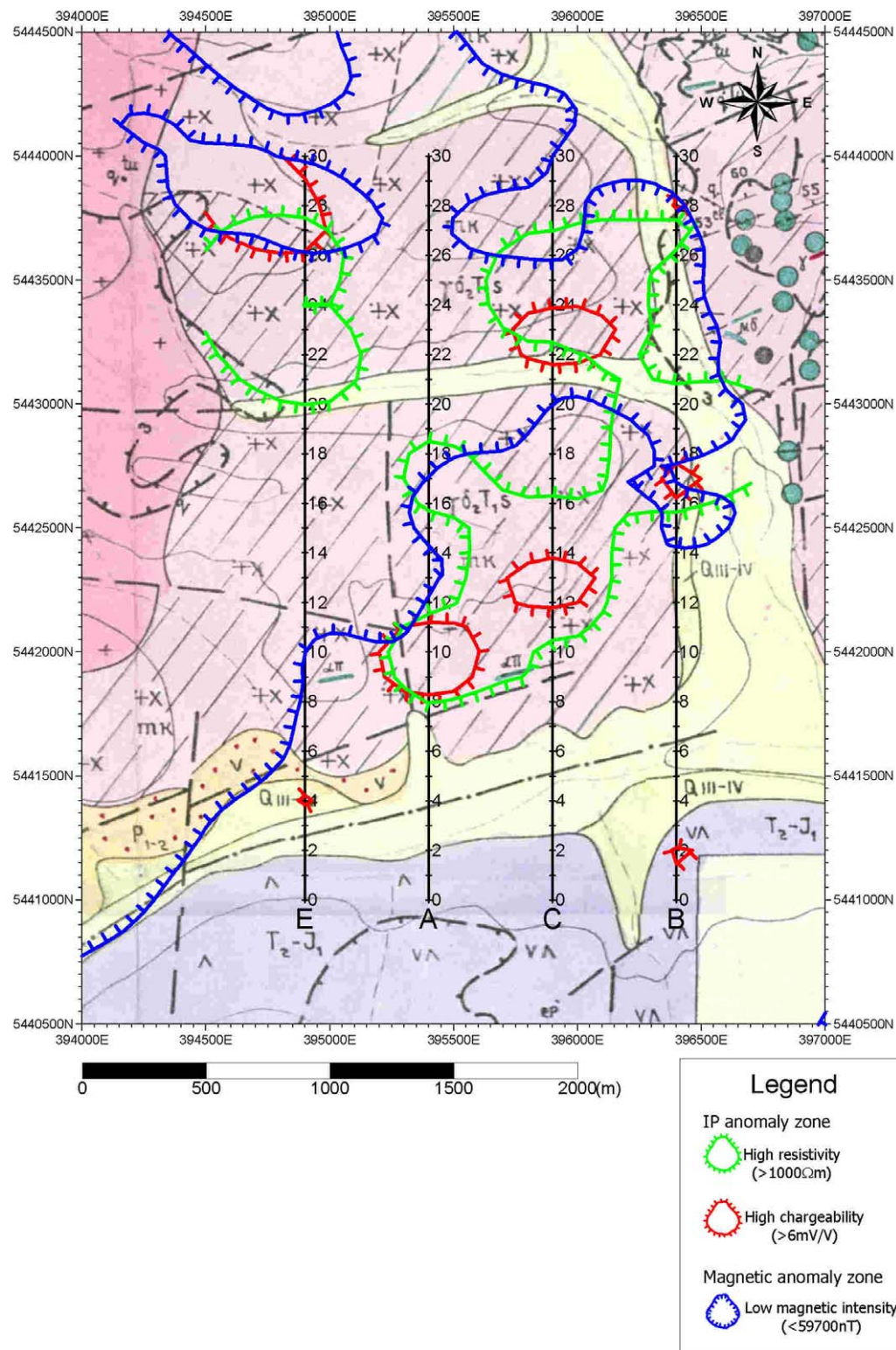


Fig.34 Compiled map of geophysical survey in Khujirjin gol area

(5) Under/Shand 地区

一般概要

本地区は、Fig. 2 に示したように Erdenet 市中心から南東方 25km に位置する。地形は、標高約 1,050m から 1,200m の低地及び標高約 1,200m から 1,600m の丘陵地を形成する。植生は主に草地である。北側及び南側には 1400m を超える丘陵地が広がる。

本地区に分布する鉱徴地として、Under/Shand_1 地区に Under 鉱徴地が、また Under/Shand_3 地区に Shand 鉱徴地が知られており、過去に探鉱が進められてきた。

Under 鉱徴地において縮尺 1/20 万の地質図副調査、縮尺 1/1 万の地質図副調査、縮尺 1/5 万の地質図副調査及び物理探査が実施されてきた。IP 法電気探査で IP 異常が、地上磁気探査で磁気異常が捕捉されている。

Shand 鉱徴地において縮尺 1/20 万の地質図副調査、縮尺 1/2.5 千の地質図副調査、地化学探査、物理探査及びボ-リング調査が実施された。縮尺 1/5 万の既存地質図から本鉱徴地では地化学異常と IP 法電気探査異常が重なって分布する。地表部では珪化、絹雲母化及びカリ長石化の変質が認められている。実施された 17 本のボ-リング調査によってポーフィリー型銅及びモリブデン鉱化作用が確認されており、銅鉱量は 500,000 トン（品位は Cu 0.2%）、モリブデン鉱量は 5,000 トン（品位 Mo 0.001%）と概算されている。

地質調査結果

本地区は、Fig. 35 に示したように二疊紀から三疊紀の火山岩類及び第四紀の堆積岩類及び二疊紀後期花崗岩類のセレンゲ複合岩体及び岩脈からなる。花崗閃緑岩の K/Ar 年代測定は 235Ma で三疊紀中部の地質年代を示し、花崗閃緑斑岩は 239Ma で三疊紀中部である。

主要な地質構造は NW-SE 方向、NS 方向及び NE-SW 方向の断層である。また NW-SE 方向に配列する閃長斑岩の分布は地区南部に NW-SE 方向の潜在的断層帯が推定される。衛星画像のリニアメントの判読から南部において NW-SE 方向が卓越し、地区北部において N-S 及び NE-SW が認められる。Under 鉱徴地は NS 方向のリニアメント上に位置し、Shand 鉱徴地は NS 方向と NW-SE 方向のリニアメントの交差部に位置する。

Under 鉱徴地の酸化帯の中心部は石英-絹雲母変質からなり、その外側に絹雲母化変質を伴う。変質鉱物組合せは石英-絹雲母変質である。これは酸性熱水鉱化作用に伴って形成されたものと考えられる。鉱化規模は 100m×100m と小規模である。鉱石品位は Cu 0.002%、Mo 0.001%以下、Pb 0.003%、Zn 0.001%以下、Fe 0.83%と低品位である。

Shand 鉱徴地は第四紀堆積物に覆われた潜頭鉱床である。周辺の岩石の変質鉱物組合せは絹雲母-緑泥石であり、広く分布する。エルデネット鉱山のポーフィリー型銅モリブデン鉱床に伴う変質分帯の一部を示している可能性がある。

Under/Shand_3 地区北西外において、カリ変質した中粒花崗閃緑岩中にフィルム状孔雀石及び藍銅鉱の緑色酸化銅が認められ、最大銅石品位は Cu 0.119%、Pb 0.036%、Zn 0.116%

及び Ag 24ppm であった。

本地区中央西部に白色珪化帯を伴う黄鉄鉱鉱染帯は、褐鉄鉱を主体とする酸化帯である。鉱化変質帯は主に珪化及び網状細脈状の石英、絹雲母及びカオリンであるが、鉱化の中心部は石英、カリ長石、黒雲母、明礬石、紅柱石及びカオリンからなり、その周辺では緑泥石の変質である。鉱石鉱物は斑点状の藍銅鉱及び黄銅鉱、鉱染状の黄鉄鉱、針鉄鉱、赤鉄鉱及び褐鉄鉱が確認された。鉱石品位は Cu 0.001%～Cu 0.014%、Mo 0.001%以下～Mo 0.003%、Pb 0.003%～Pb 0.005%、Zn 0.001%以下～Zn0.002%、Fe0.40%～8.55%であった。

Under/Shand_3 地区北西外のカリ変質した中粒花崗閃緑岩中に、フィルム状孔雀石及び藍銅鉱の緑色酸化銅を含む高品位(Cu 0.119%、Pb 0.036%、Zn 0.116%及び Ag 24ppm)の鉱石が確認された。また本地区中央西部に白色珪化帯を伴う黄鉄鉱鉱染帯が確認された。

物理探査結果

第 1 年次の空中物理探査の結果、Fig. 36 に示したように本地区に 3 つの低磁気帯が認められる。

IP 電気探査の結果、Fig. 37 に示したように Under/Shand_1 地区の Under 鉱徴地において中程度の IP 異常が捕らえられたが、比抵抗は高く、またメタルファクターは低い。Fig. 38 に示したように Under/Shand_3 地区の Shand 鉱徴地において小規模の低抵抗、高分極率及び高メタルファクターの重なる IP 異常を捕らえた。Under/Shand_3 地区では低比抵抗が 135 Ω m で、高分極率帯が 58mV/V であり、その規模は 1.4km×1.0km 以上であった。本地区にはポーフリー型銅鉱床である Shand 鉱床が知られており、これを捕らえたものである。地表部の鉱化変質は絹雲母-緑泥石変質が確認されたものの、地区の大部分が第四紀堆積物によって覆われている。しかしながら、過去に 17 本のボ-リングが実施されており、銅鉱量は 500,000 トン（品位は Cu 0.2%）、モリブデン鉱量は 5,000 トン（品位 Mo 0.001%）と概算されている。本地区では既に 17 本のボ-リング調査を実施しており、その鉱化状況が良く把握されている。

地質調査及び物理探査の結果を Fig. 39 にまとめた。

調査の結果、Under/Shand 地区の Under 鉱徴地及び Shand 鉱徴地において今後調査を継続する必要はないものと考えられる。

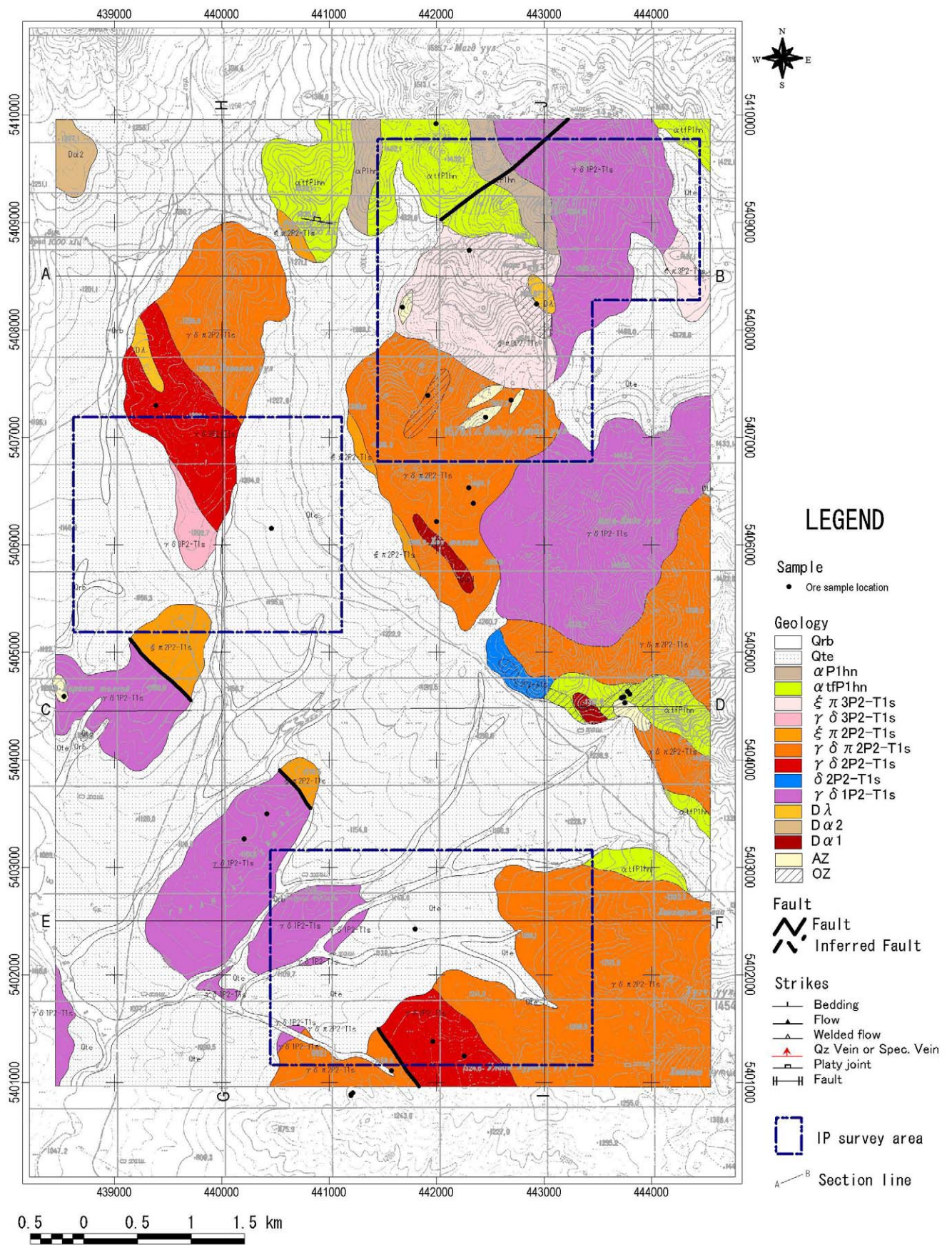
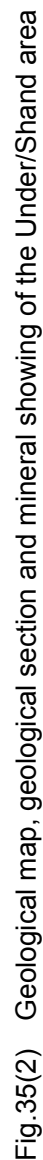


Fig.35(1) Geological map, geological section and mineral showing of the Under/Shand area



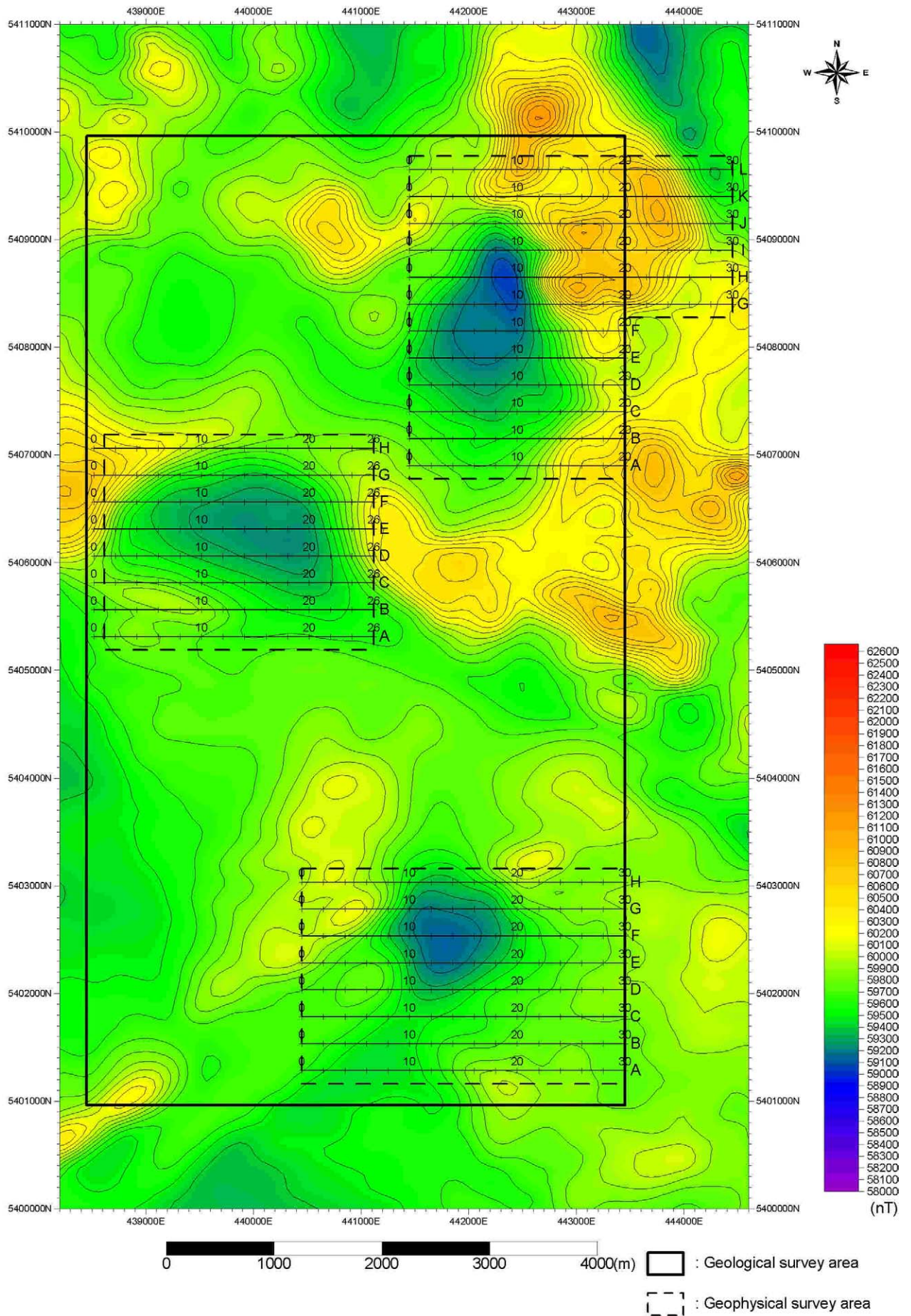


Fig.36 Airborne magnetic intensity map in the Under/Shand area on Phase I survey

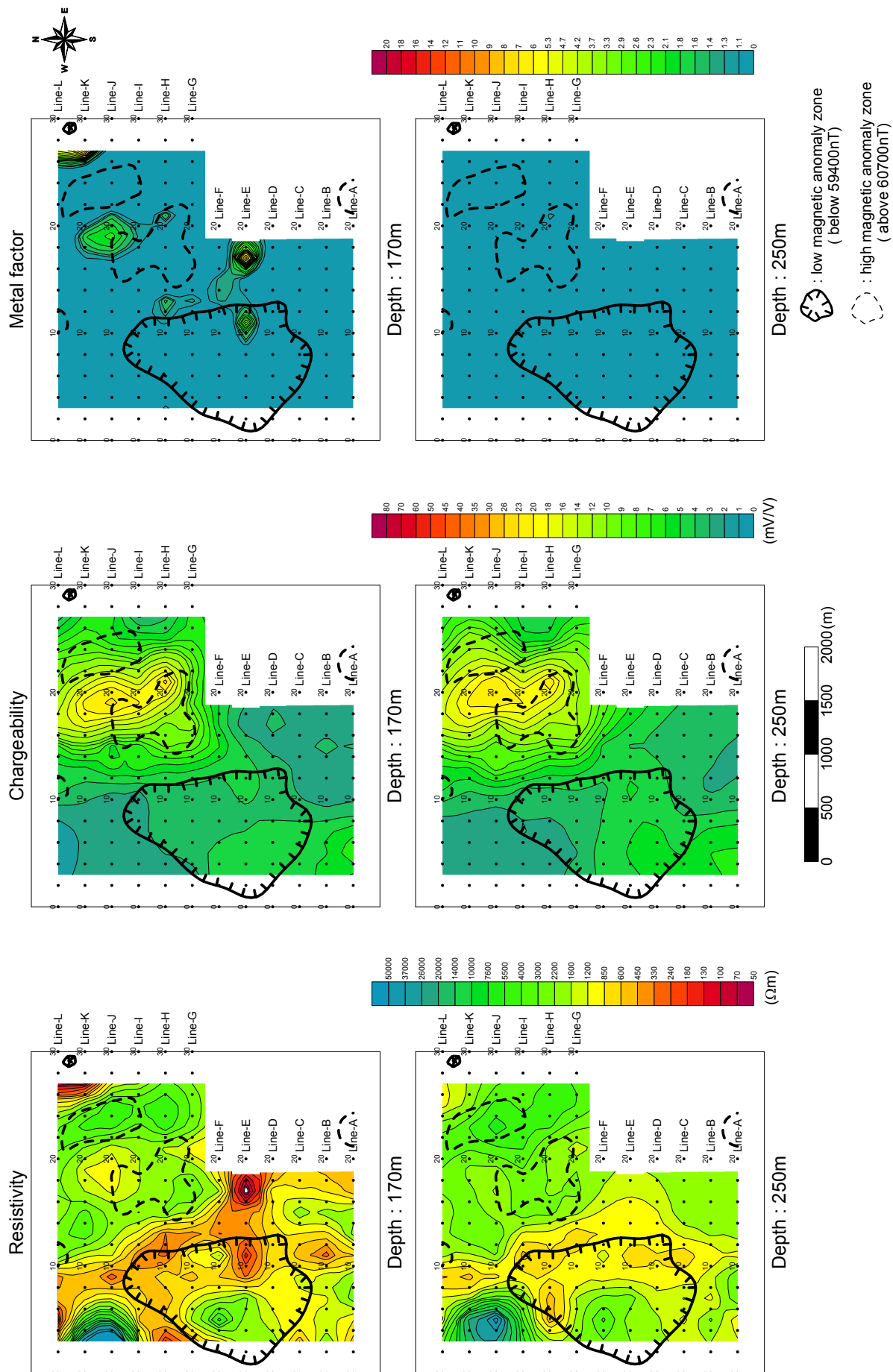


Fig. 37 2D analysis plane map at the depth of 170m and 250m in Under/Shand_1 area

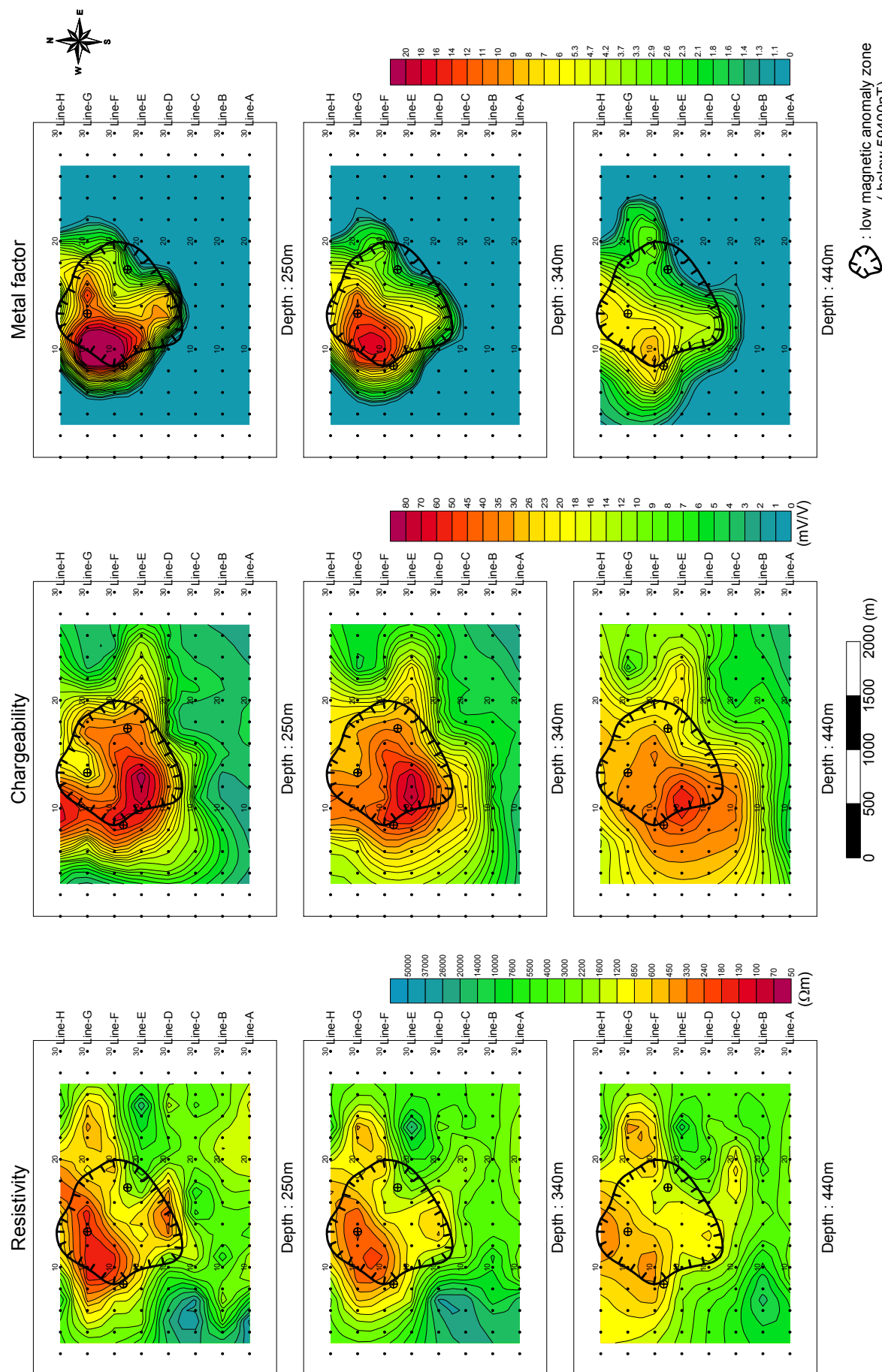


Fig.38 2D analysis plane map at the depth of 250m, 340m and 440m in Under/Shand_3 area

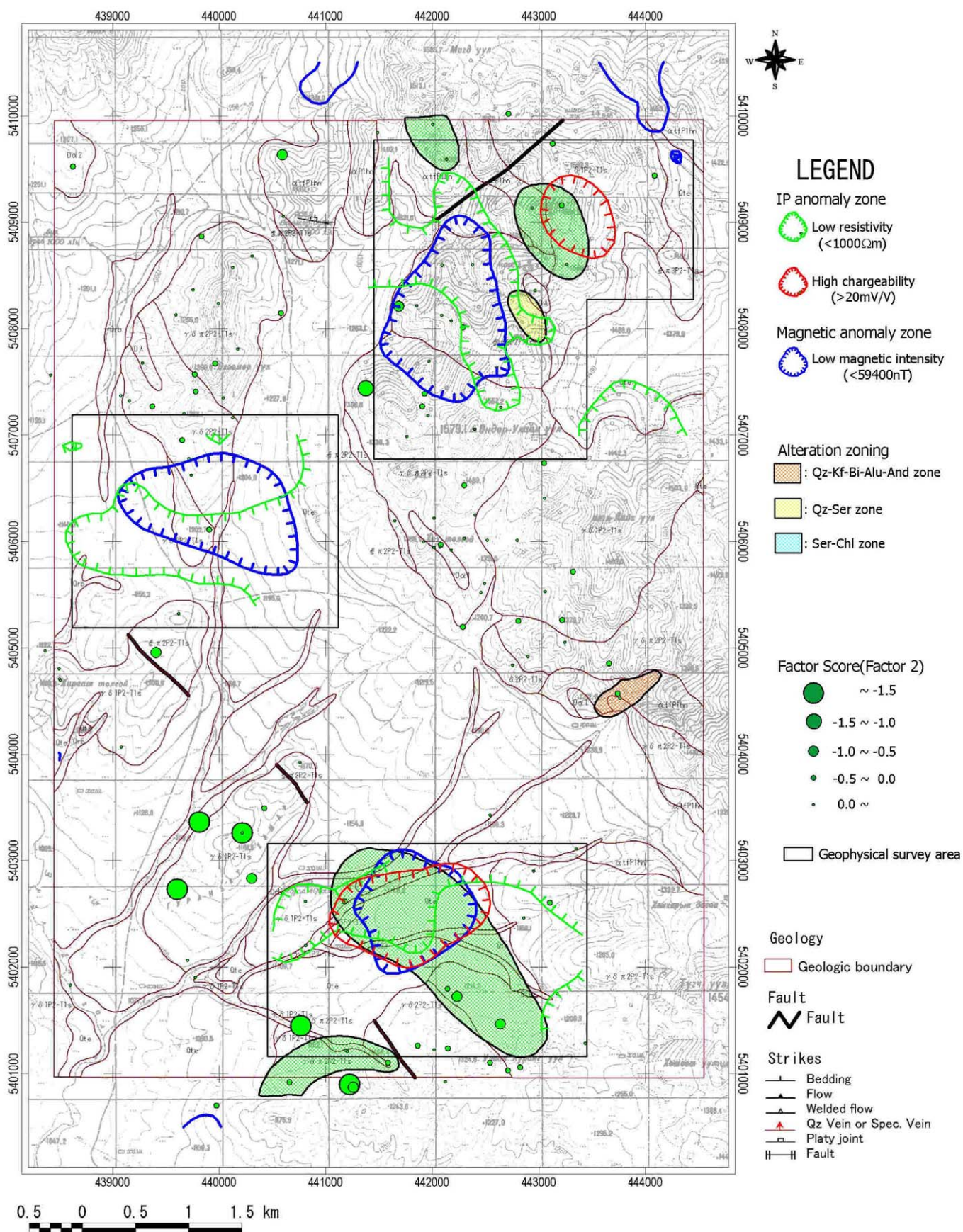


Fig.39 Compiled map in the Under/Shand area

(6) Erdenet SE 地区

一般概要

本地区は、Fig. 2 に示したように Erdenet 市の南東約 12 km に位置する。地形は標高約 1,300m の低地に位置し、主に草地である。北側及び南側には 1400m を超える丘陵地となっている。

既存地質図から本地区の地質は、二疊紀前期の火山岩類と二疊紀後期の花崗岩類、第四紀堆積物が分布し、花崗岩類中には変質帯が分布する。第四紀堆積物は本地区を広く覆っている。地質構造的には、NW-SE 方向の断層と NS 方向の断層が交差する地域である。

地質調査結果

本地区の地質は、Fig. 40 に示したように二疊紀前期の火山岩類及び第四紀の堆積岩類及び二疊紀後期花崗岩類のセレンゲ複合岩体及び岩脈からなる。セレンゲ複合岩体の花崗岩類の花崗閃緑岩は 196Ma の K-Ar 年代を示し、ジュラ紀前期の地質年代を示す。閃緑岩はアダカイト質岩であり、Erdenet 鉱山に認められるエルデネット複合岩体の花崗閃緑斑岩同様の性質を示す。主要な地質構造の方向は、岩脈群による NE-SW 方向、断層構造が示す NS 方向及び NE-SW 方向である。地区南部の河川に沿った NW-SE 方向の断層が発達するものと考えられる。

確認された鉱徴地は石英脈を伴う北東に位置する白色珪化変質帯である。本変質帯は石英、斜長石、カリ長石、カオリン及び絹雲母からなる酸性熱水変質作用に伴って形成された。鉱石品位は低い。

本地区の岩石の変質は石英-カリ長石-絹雲母-(カオリン)、石英-絹雲母-(カオリン)、石英-絹雲母-紅柱石-(カオリン)、絹雲母-緑泥石-緑レン石、緑泥石-緑レン石及び緑泥石からなるが、大規模が鉱化作用に伴う変質帯を捕らえることはできなかった。また、岩石化学分析の単変量解析及び多変量解析の結果からも同様に、鉱化作用に関連する地化学異常を補足することはできなかった。しかしながら、エルデネット鉱床形成に係わる関連火成岩に相当するアダカイト質閃緑岩が分布することから、エルデネット鉱床形成に関連する火成岩は存在するものの、ポーフイリー型銅モリブデン鉱床に係わる鉱化作用はなかったと言える。

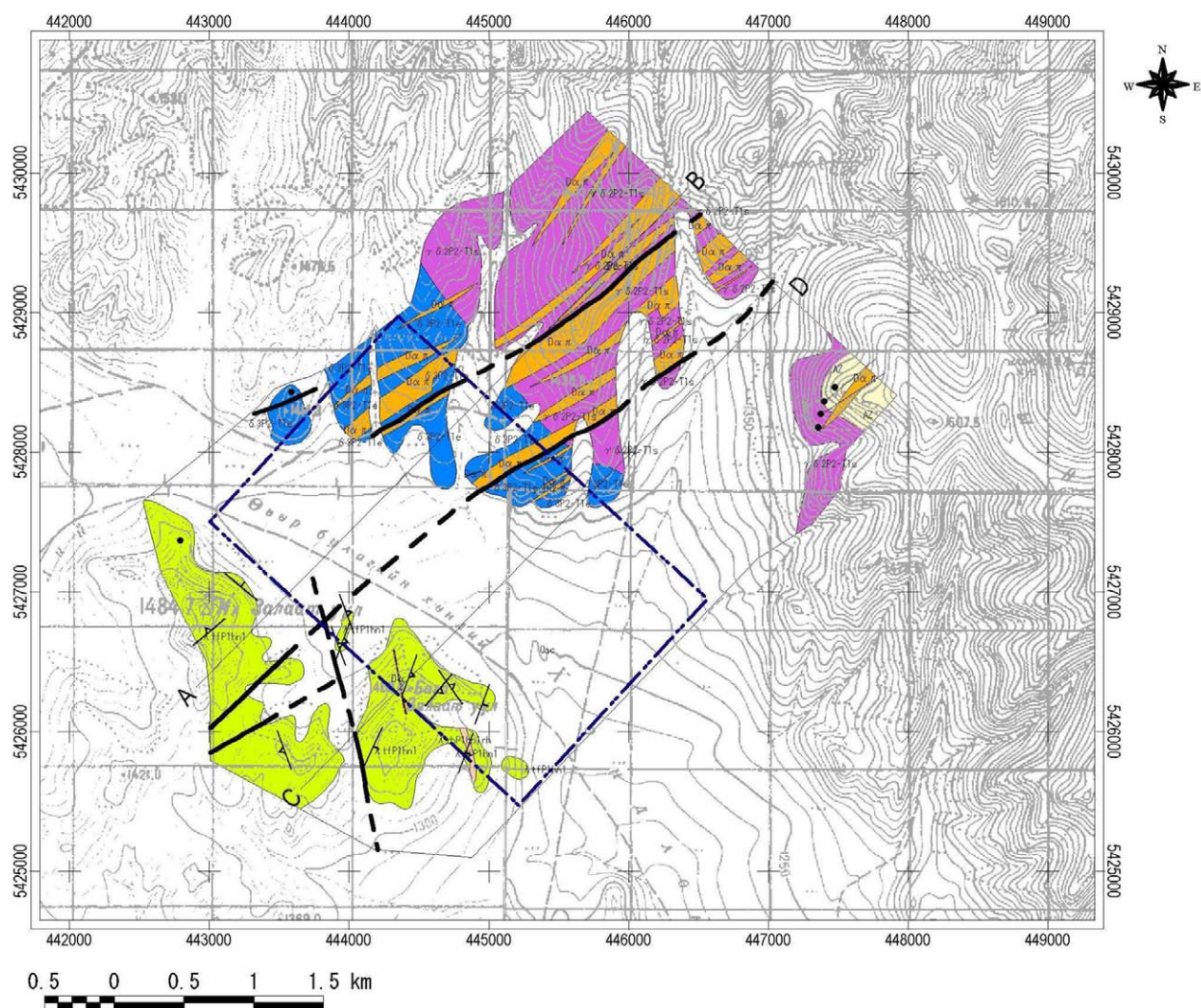
物理探査結果

第 1 年次に空中物理探査から、Fig. 41 に示したように本地区は低磁気異常が捕捉され、有望と考えられた地域である。得られた低磁気異常域には第四紀堆積物が広範に分布し、その北にはアダカイト質閃緑岩が分布するが、良好な鉱化作用を確認することはできなかった。この閃緑岩は貫入時に逆帯磁を示している可能性がある。鉱化作用に伴う岩石の消磁帯は地区の北東部に確認されたが、そこでの地化学データは良好な鉱化作用を示していない。

第2年次 TDIP 物理探査の結果, Fig. 42 に示したように本地区は他の地区に比べ比抵抗が低いことが特徴的である。調査地区中央部の地表浅部に第四紀の堆積層による低比抵抗が広く分布する。地区南部では石英安山岩～流紋岩質凝灰岩に対応すると思われる顕著な高比抵抗が分布する。鉱化作用を示唆するような顕著な分極率異常は認められない。空中磁気探査で得られた低磁気異常帯と比抵抗あるいは分極率との明瞭な関係は無いが低磁気異常帯の周辺部で分極率が相対的に高くなっている部分があり、低磁気異常が貫入岩によるものだとするとその縁辺部での微弱な鉱化作用を反映している可能性もある。地区東南部には深度 150m 以深に連続する低比抵抗が認められる。ここは地区の南東側にある高磁気異常の北西端に位置しており、低比抵抗の貫入岩体も想定される。

エルデネット鉱床形成に係わる関連火成岩に相当するアダカイト質閃緑岩が本地区に分布することから、エルデネット鉱床形成に関連する深成火成岩は存在するものと考えられるが、ポーフリー型銅モリブデン鉱床形成に係わる鉱化作用は伴わなかったと言える。

従って、今後本地区の探鉱を継続する必要はないものとする。



LEGEND

Sample

- Ore sample location

Geology

- Qac
- λ tfP1hn1
- λ rhP1hn1rh
- δ 3P2-T1e
- γ δ 2P2-T1s
- Dα π
- Dα
- AZ

Fault

- Fault
- Inferred Fault

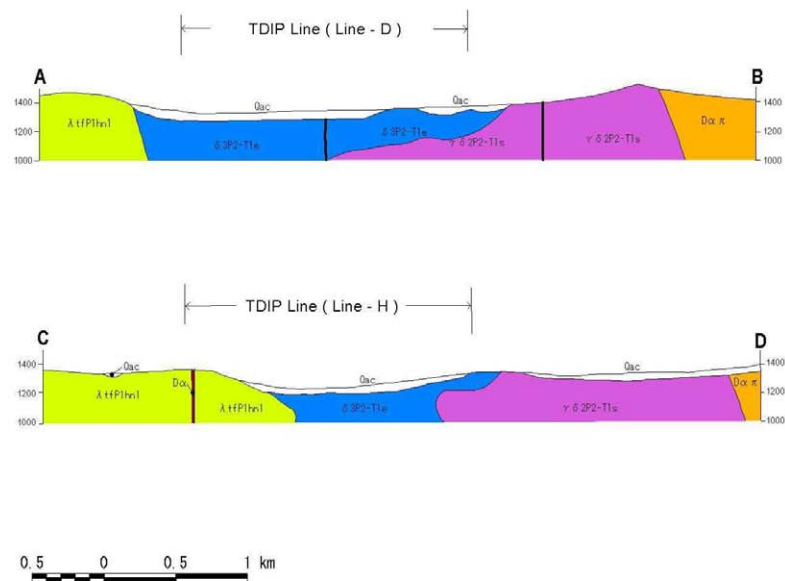
Strikes

- Bedding
- Flow
- Welded flow
- Qz Vein or Spec. Vein
- Platy joint
- Fault

- IP survey area

- Section line

Fig.40(1) Geological map, geological section and mineral showings of the Erdenet SE area



LEGEND

Sedimentary Rocks

Quaternary

Qac

Quaternary deposits: stream sediment, colluvial deposits

Permian to Triassic

λ tfP1hn1

Hanuin gol Formation: Dacitic to rhyoritic welded tuff, lapilli tuff, fine tuff, sandy tuff

λ rhP1hn1rh

Hanuin gol Formation: Rhyolite lave

Intrusive Rocks

Triassic to Jurassic

δ 3P2-T1e

Erdenet Complex: 3rd phase: Fine grained, heterogeneous diorite with granodiorite xenoliths

γ δ 2P2-T1s

Selenge Complex: 2nd phase(196Ma): Medium grained, hornblende - biotite granodiorite

Dykes

Dα π

Andesite to andesite porphyry dyke

Dα

Andesite dyke

Mineralization and Alteration

AZ

White silicified rock with epidote veinlets



Fault



Inferred fault

Fig.40(2) Geological map, geological section and mineral showings of the Erdenet SE area

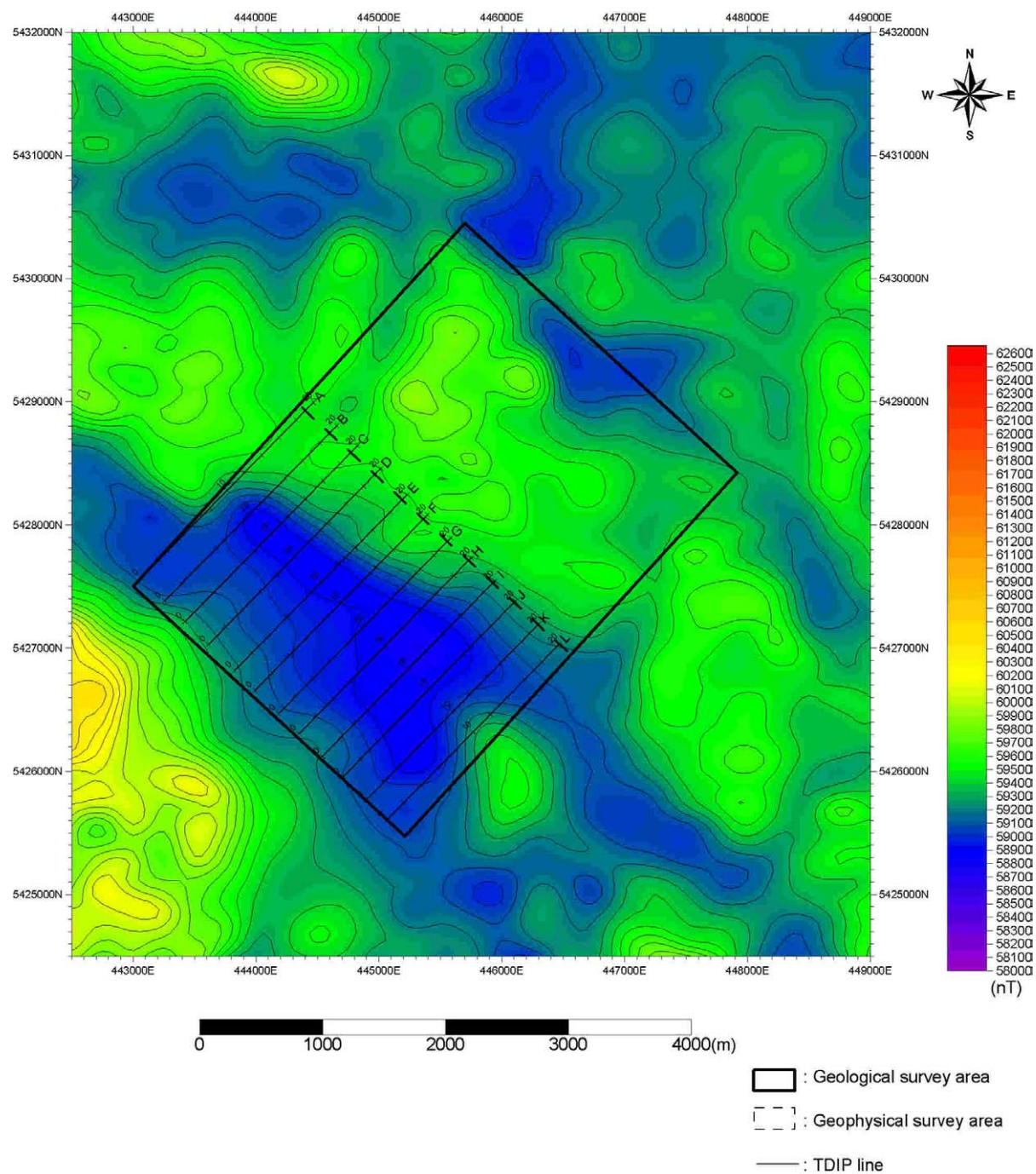
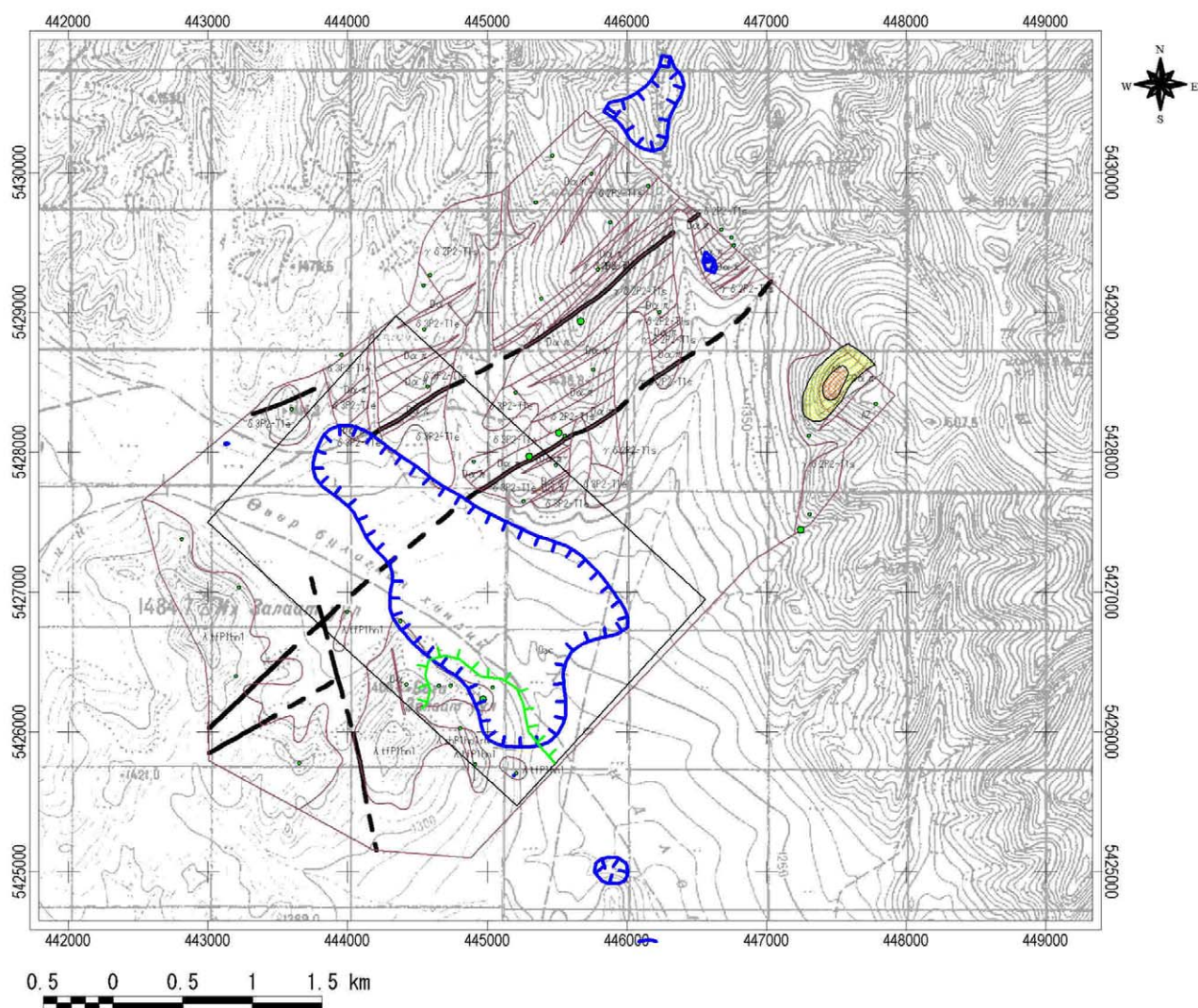


Fig.41 Airborne magnetic intensity map in the Erdenet SE area on Phase I survey



- IP anomaly zone
- Low resistivity (<1000Ωm)
 - High chargeability (>20mV/V)
- Magnetic anomaly zone
- Low magnetic intensity (<59000nT)
- Geophysical survey area

- Alteration zoning
- Qz-Kf-Ser alteration zone
 - Qz-Ser alteration zone
- Factor Score(Factor 2)
- ~ -1.5
 - 1.5 ~ -1.0
 - 1.0 ~ -0.5
 - 0.5 ~ 0.0
 - 0.0 ~

LEGEND

- Geology
- Geologic boundary
- Fault
- Fault
 - Inferred Fault
- Strikes
- Bedding
 - Flow
 - Welded flow
 - Qz Vein or Spec. Vein
 - Platy joint
 - Fault

Fig.42 Compiled map in the Erdenet SE area

(7) その他地区

Tsagaan chuluut 地区及び Tsagaan chuluut west 地区

本地区は Fig. 43 に示したように、二畳系の火山岩類、二畳紀から三畳紀の花崗岩類、三畳系からジュラ系の火山岩類、岩脈及び第四系からなる。主要な断層の方向は、NW-SE 方向から NS 方向である。花崗岩類の分布は、周辺の地質状況から NW-SE 方向に伸長する。本地区南西部の Tsagaan chuluut 山周辺は、下部に Erdenet 鉱山の斑岩型銅モリブデン鉱床母岩である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るものと考えられる(渡辺寧, 1999)。

第1年次空中物理探査の結果、Fig. 44に示したようにTsagaan Chuluut山周辺の白色変質帯は相対的に高い磁気異常域に含まれ、カリウム放射線異常域は認められない。

I P 法電気探査結果から、この白色粘土化・珪化変質帯はErdenet NW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。本地区の極磁気変換磁力図及びカリウム放射線図からTsagaan Chuluut山周辺の白色変質帯は相対的に高い磁気異常域に含まれ、カリウム放射線異常域は認められない。

解析された比抵抗は全体的に低比抵抗を示すが、特に表層部で低い値が分布する。分極率は測線中央部の深度 300m 付近を中心にやや弱い高分極率異常が認められる。貫入岩に伴う鉱化作用を表している可能性もある。

Danbatseren 地区及び Danbatseren east 地区

本地区は Fig. 45 に示したように二畳系の火山岩類、三畳系からジュラ系の火山岩類、二畳紀の花崗岩類、岩株、岩脈及び第四系からなる。主要な断層の方向は、NW-SE 方向から WNW-ESE 方向である。花崗岩類の分布は、周辺の地質状況から N-S 方向に伸長する。珪化岩体中の白色粘土化変質岩で、絹雲母に加え比較的高温の酸性環境下で安定なパイロフィライト、紅柱石が確認された。これは、litho cap の比較的深部あるいは高温の深部熱水の上昇部を示しているものと考えられる。モンゴル側で実施した地化学探査では顕著な異常は補足されていない。物理探査結果から、I P 電気探査の分極率が高く、比抵抗が高い結果を得ている。

本地区Danbatseren鉱徴地は、Fig. 46に示したように低磁気異常域や高カリウム放射線異常域を含まない。

TDIP法電気探査の結果、Fig. 47及びFig. 48に示したように顕著なIP異常を捕ることが出来なかった。

Undrakh 地区

本地区の地質は、Fig. 49 に示したように古生代前期花崗岩類、デボン紀花崗岩類、二疊紀から三疊紀花崗岩類、岩株、岩脈、第四紀火山岩及び第四紀堆積物からなる。地質調査の結果、地質構造的には本地区の主要な断層の方向は NW-SE 方向である。花崗岩類の分布は、周辺の地質状況から NW-SE 方向に伸長する。本鉱徴地には、変質の状況からポーフリー型鉱化作用が及んでいるものと考えられるが、全体にポタシク変質や石英脈の発達規模は小さい。また、銅品位は Cu 0.011% と著しく低い。既存の I P 電気探査の結果からも、分極率異常及び比抵抗異常は認められない。

Fig. 50 に示したように Undrakh 鉱徴地は非常に高い磁気異常域に位置し、高カリウム放射線異常域は認められない。

Tsookher mert 地区

本地区の地質は、Fig. 51 に示したようにデボン紀の火山岩類、二疊紀から三疊紀の花崗岩類、三疊紀からジュラ紀の火山岩類及び堆積岩類、岩株、岩脈、第四紀火山岩及び第四紀堆積物からなる。地質調査の結果、地質構造的には本地区の主要な断層は、中央部から東部にかけて NE-SW 方向を示し、西端部において NW-SE 方向を示す。また南部では東西方向である。花崗岩類の分布は、周辺の地質状況から東西或いは南北方向に伸長する。Tsookher mert 鉱徴地の鉱化帯は幅 1.5m、脈延長 700m であり、鉱石の最大品位は Au 1.49g/t, Ag 538g/t, Cu 0.247%, Pb 6.737%, Zn 0.682%, Bi 0.017% であった。岩石の化学分析の結果、Au, Ag, Hg, As および Sb の分析値はいずれも低かった。MMAJ(2001)によれば、Tsookher mert 鉱徴地において石英細脈が確認され、特に密集した幅 30cm のチャンネル試料について Au 285.4g/t および Ag 950g/t の高品位の分析結果が得られた。しかし、脈幅は 0.01~0.1m と狭く、金品位は著しく変化するものと予想された。

Hatan hoshuu 鉱徴地の鉱化帯は、規模が 50m×50m と小さく、また、鉱石分析の結果も Cu 0.006%, Pb 0.005% 及び Zn 0.004% と低い品位であった。既存収集資料の解析からも品位は Ag 50g/t, Cu 50 ppm 及び Zn 0.02% と低い値である。

本地区の空中物理探査の結果、Fig. 52 に示したように Tsookher mert 鉱徴地で磁気異常域は認められない。

従って、本地区の 2 つ鉱徴地では、おおむね鉱化帯の品位及び規模は小さいものと考えられ、今後探鉱を行う必要はないものと考えられる。

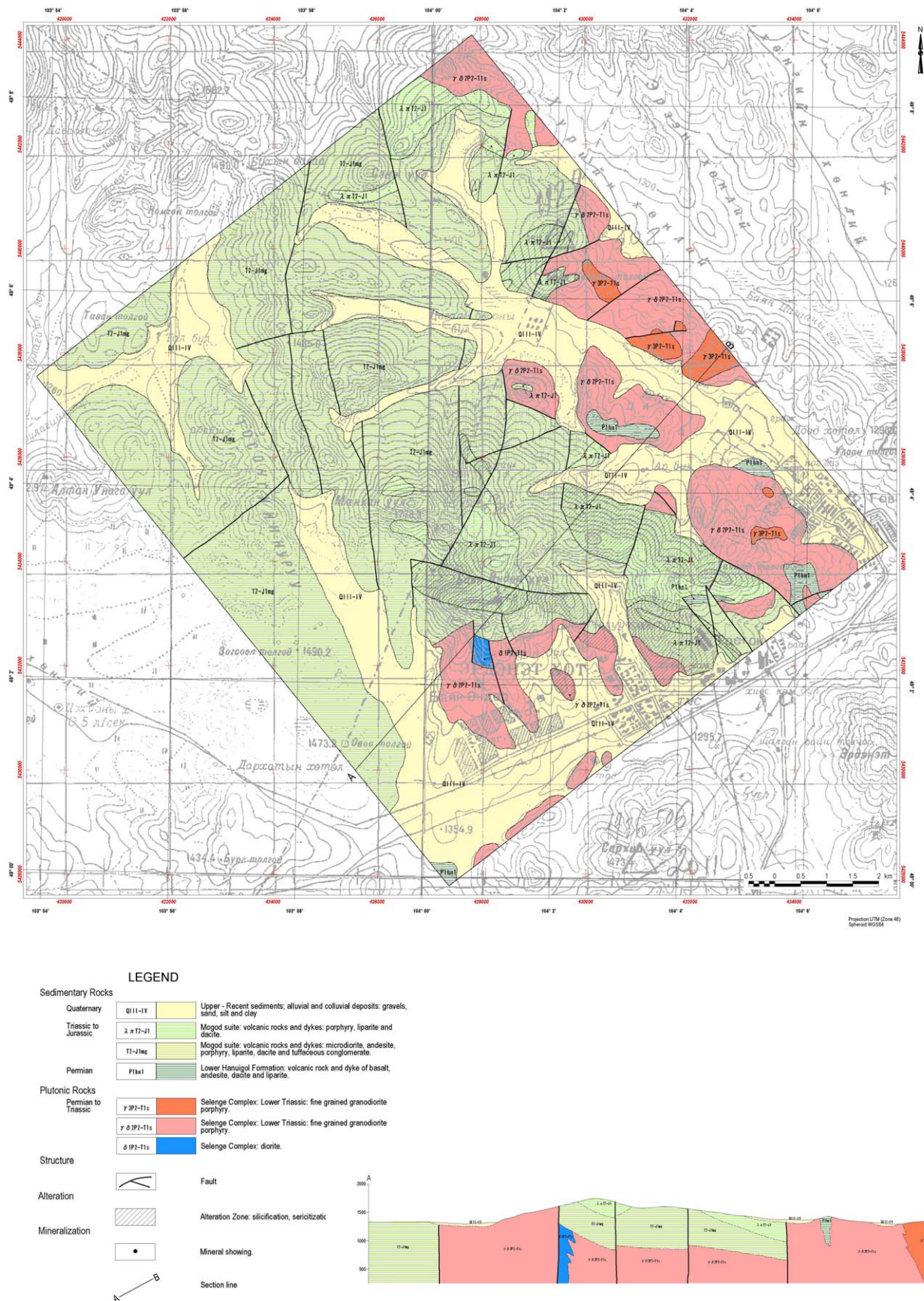
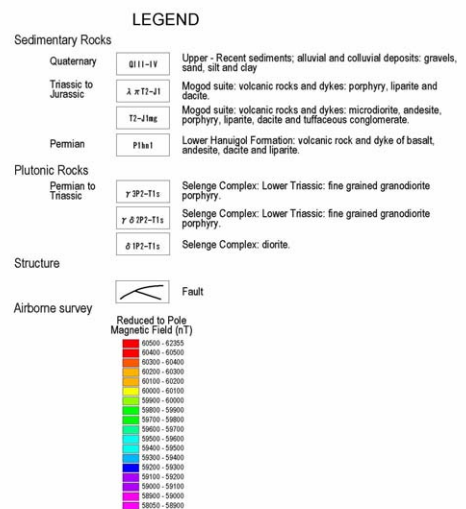


Fig.43 Geological map. Geological section and mineral showings in the Tsagaan Chuluut area.



- 123 -

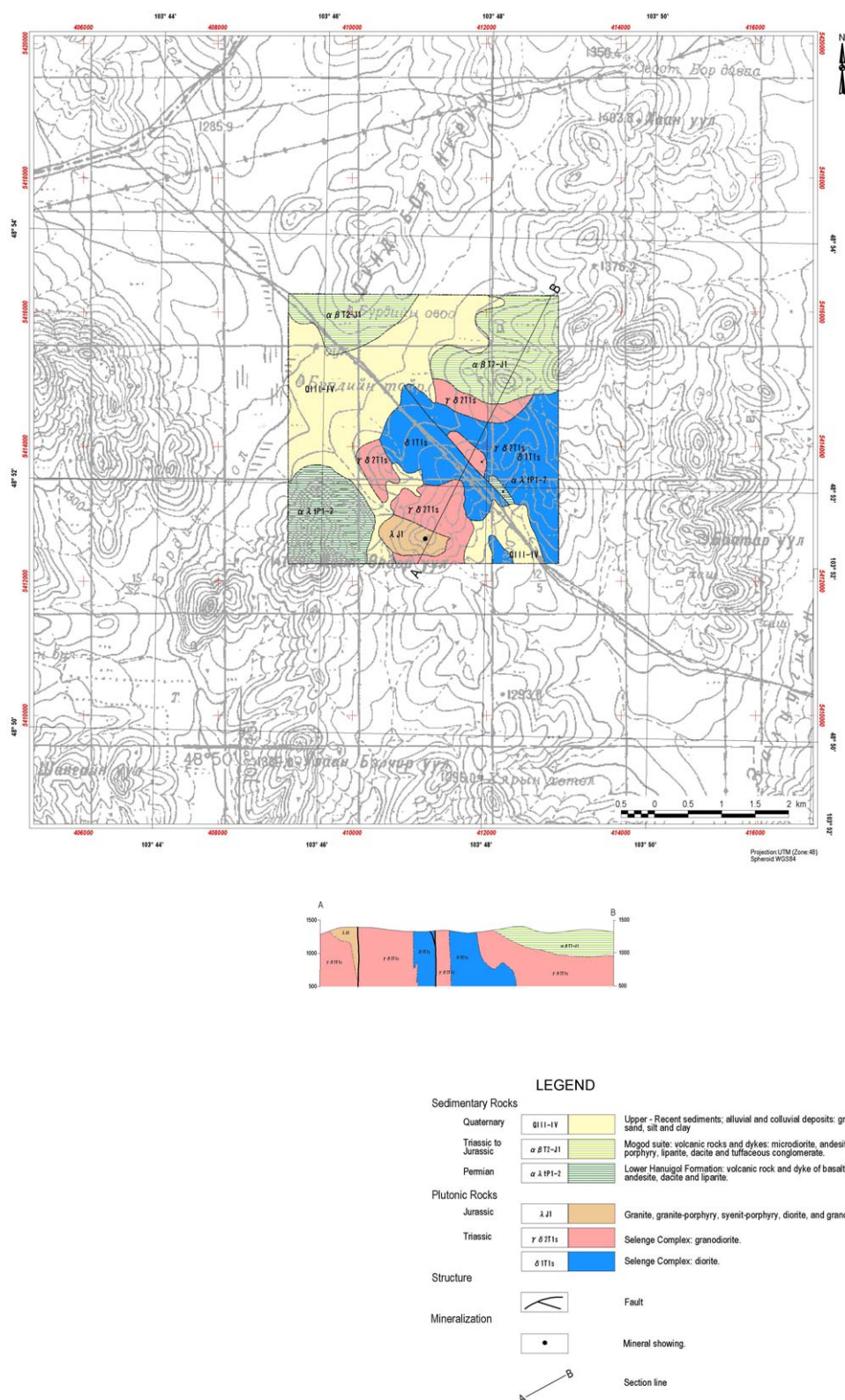
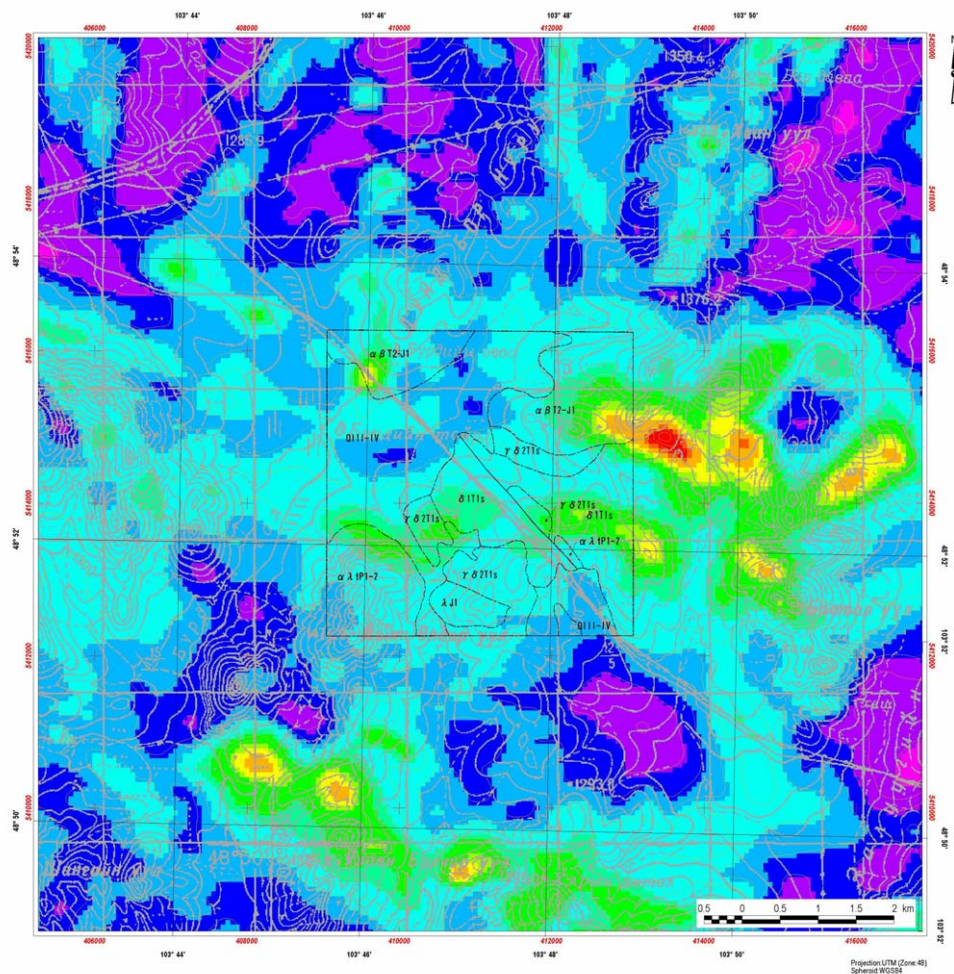


Fig.45 Geological map, geological section and mineral showings in the Danbatseren area.



LEGEND

Sedimentary Rocks

- | | | |
|----------------------|-----------|---|
| Quaternary | Q11-IV | Upper - Recent sediments; alluvial and colluvial deposits: gravels, sand, silt and clay |
| Triassic to Jurassic | α β T2-J1 | Mogod suite: volcanic rocks and dykes: microdiorite, andesite, porphyry, lipante, dacite and tuffaceous conglomerate. |
| Pemian | α λ P1-2 | Lower Hanuigol Formation: volcanic rock and dyke of basalt, andesite, dacite and lipante. |

Plutonic Rocks

- | | | |
|----------|----------|--|
| Jurassic | λ J1 | Granite, granite-porphyry, syenit-porphyry, diorite, and granodiorite. |
| Triassic | γ δ T11s | Selenge Complex: granodiorite. |
| | δ I11s | Selenge Complex: diorite. |

Structure

- | | |
|--|-------|
| | Fault |
|--|-------|

Airborne survey

Reduced to Pole Magnetic Field (nT)

- | |
|---------------|
| 60500 - 62555 |
| 60400 - 60500 |
| 60300 - 60400 |
| 60200 - 60300 |
| 60100 - 60200 |
| 60000 - 60100 |
| 59900 - 60000 |
| 59800 - 59900 |
| 59700 - 59800 |
| 59600 - 59700 |
| 59500 - 59600 |
| 59400 - 59500 |
| 59300 - 59400 |
| 59200 - 59300 |
| 59100 - 59200 |
| 59000 - 59100 |
| 58900 - 59000 |
| 58800 - 58900 |

Fig.46 Total magnetic intensity of air borne survey in the Danbatseren area.

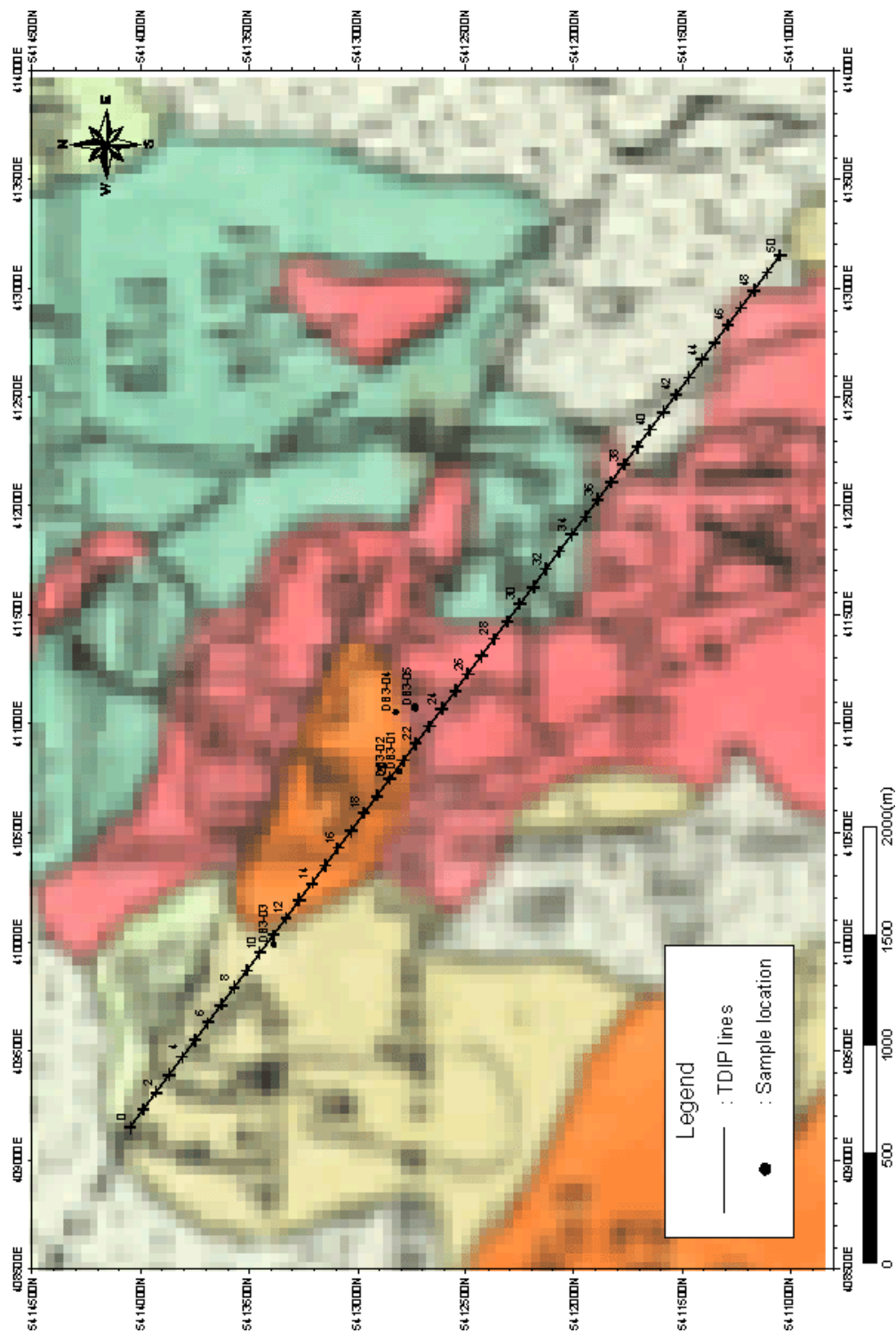


Fig.47 Geophysical survey location in the Danbatseren -3 area.

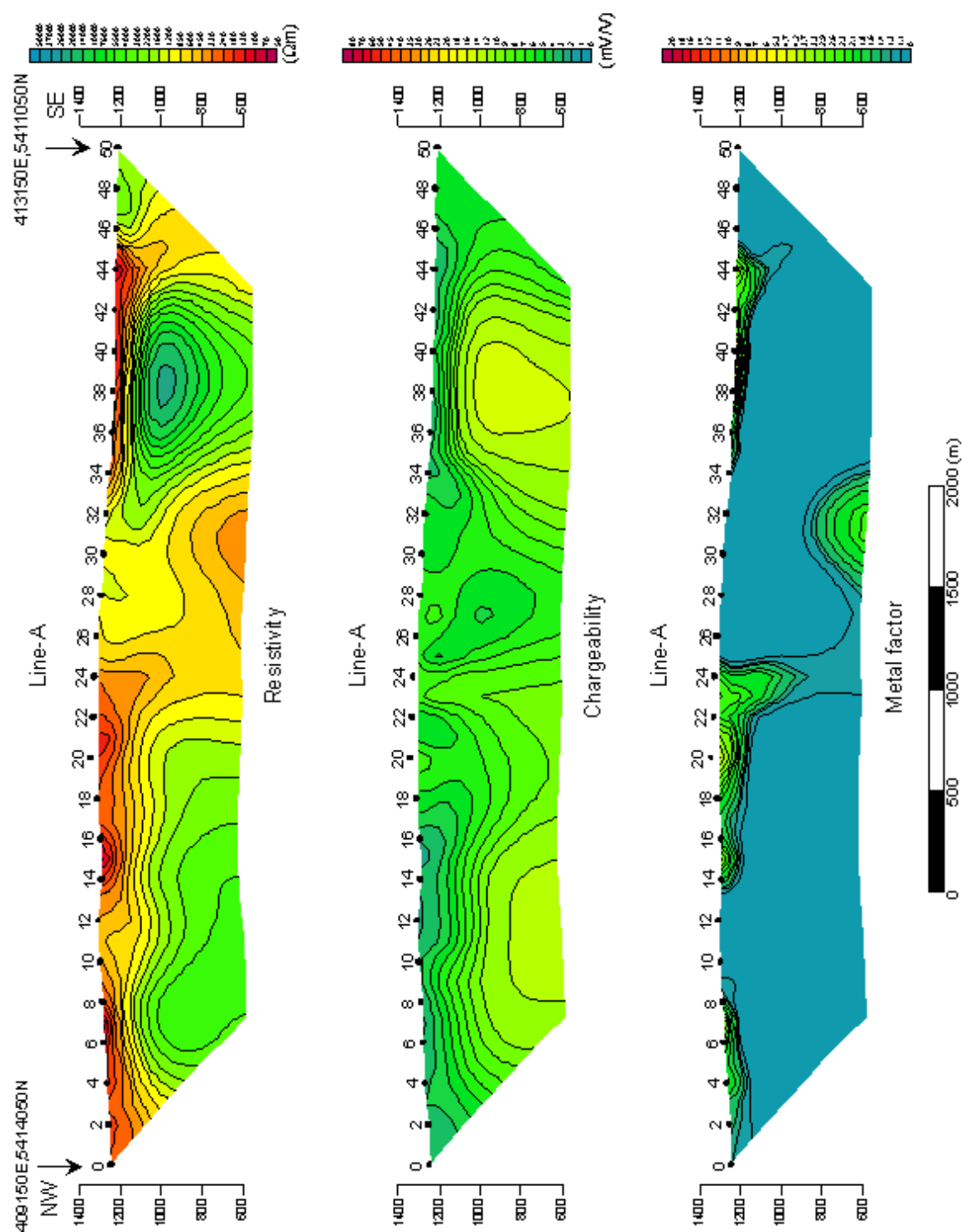


Fig.48 2D analysis section in the Danbatseren east - 3 area.

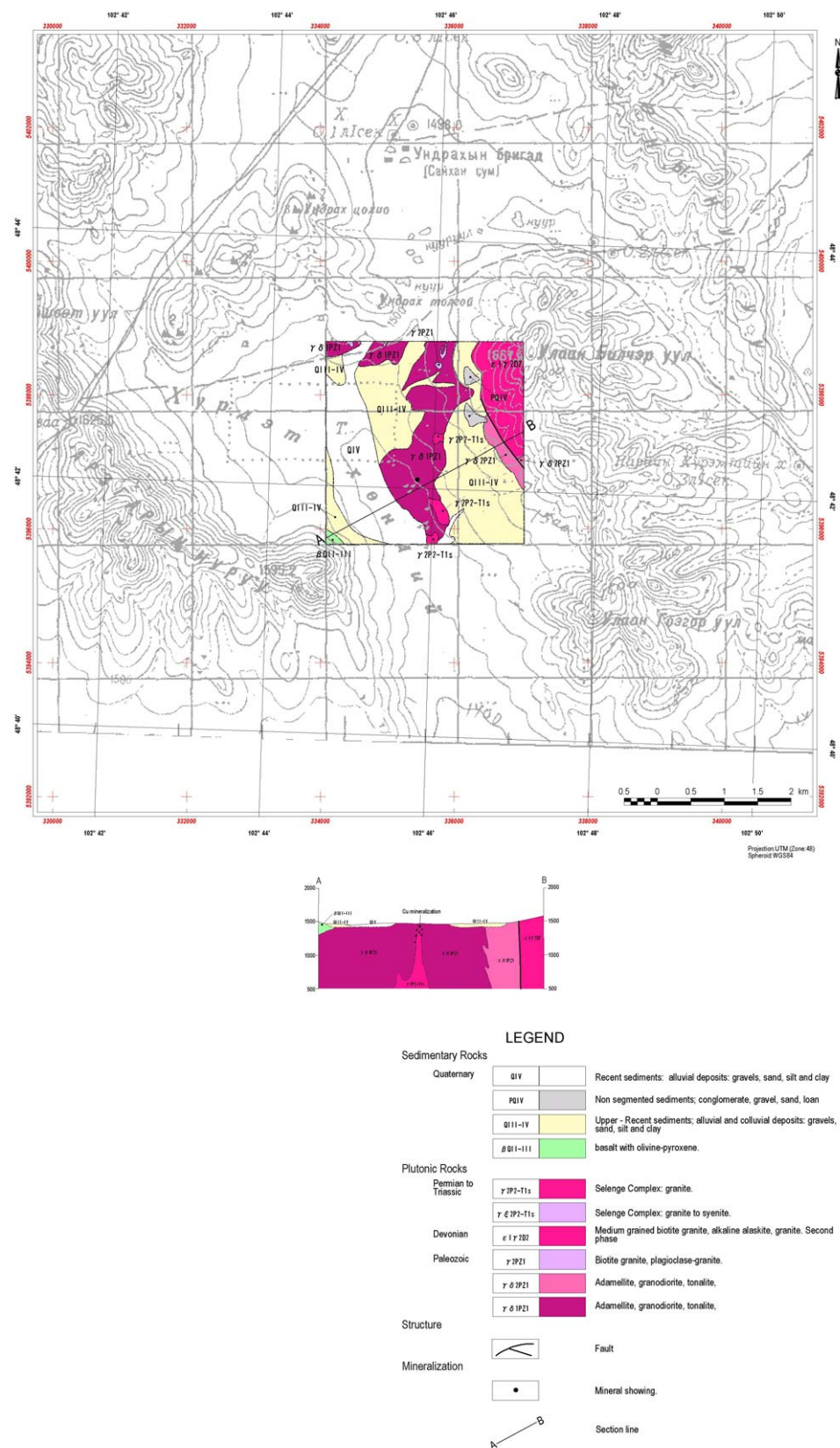


Fig.49 Geological map, geological section and mineral showings in the Undrakh area.

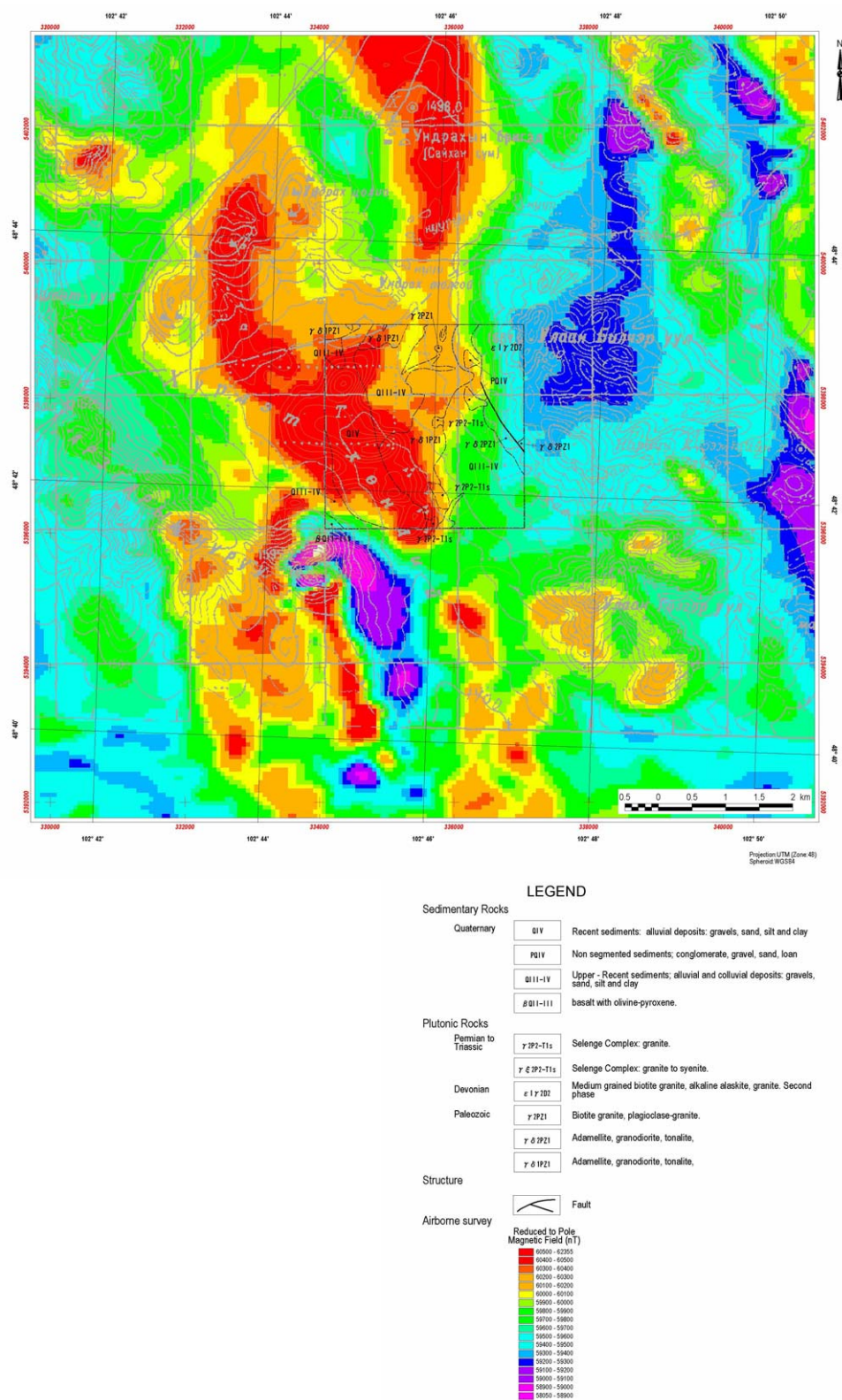


Fig.50 Total magnetic intensity of air borne survey in the Undrakh area.

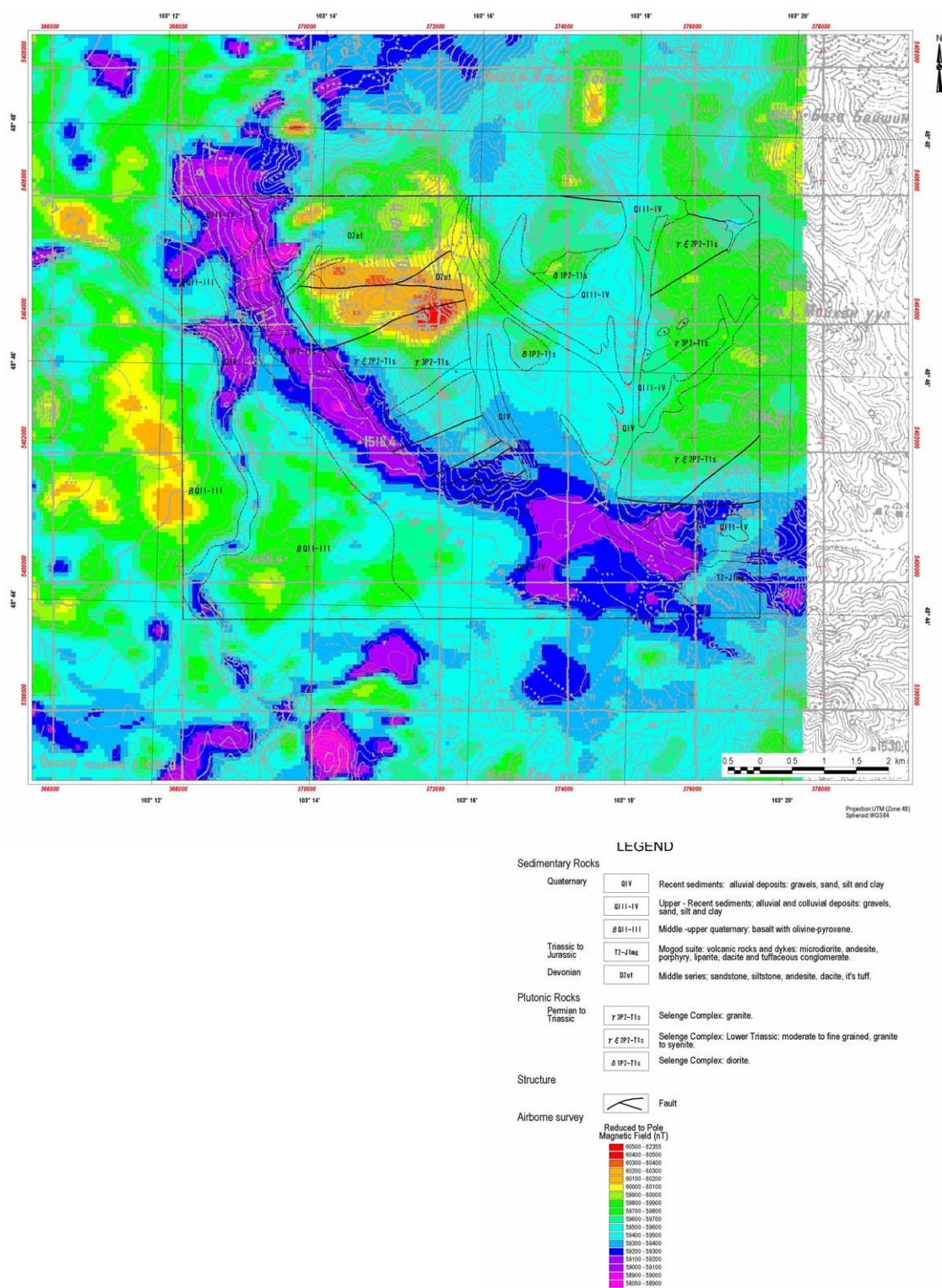


Fig.52 Total magnetic intensity of air borne survey in the Tsookher mert area.