

アース酸化物の品位は 3.2%である。南部ゴビ砂漠の Omnogov 県の中心 Dalanzadgad の北 100km に位置する Mushgain hudag 鉱床は、カーボナタイトとアパタイトに伴うレアアース鉱床である。品位は La:0.02~0.42%, Ce:0.02~0.59%, Sm:0.03%等である。

(7) クロム、白金族鉱床

これまでに生産実績はないが、オフィオライト中のハルツバージャイト、ダナイト中およびその周辺の漂砂鉱床が期待される。

(8) ウラン鉱床

ウラン鉱床は鉱脈・ストックワーク型 (Dornot, Gurvanbulag, Mardain-gol, Nemer 鉱床) および砂岩型 (Haraat, Nars 鉱床) が知られている。

3-2 調査地域の地質・鉱床概要

3-2-1 地質・構造

(1) 地質・構造の概要

2000年にモンゴルで発行された縮尺 1/100 万のデジタル地質図を参考に調査地域の地質を簡略化した地質図を Fig.1-3-6 に示す。構造区分上では、北緯 49° 付近を東西に走る大規模な構造線である Vitim Suture (Sengor et al., 1996) を挟んで南側の Tuva-Mongol Unit と北側の Darkhat Unit, Sangilen Unit および Dzihida Unit (Sengor et al., 1996) に分けられる。概して、Vitim Suture の北側には、先カンブリア時代の変成岩類、付加体の構成物が卓越するのに対して、Vitim Suture の南側ではその分布が限られている。

顕生代の花崗岩類は、北緯 50° 以北には少なく以南に卓越する。二畳紀~三畳紀の火山岩類は、調査地域東部の Selenge 川以南に位置する Erdenet 市、Bulgan 市周辺、および Vitim Suture ゾーンに沿って東西に分布する。

Vitim Suture は顕著な断裂帯 (構造線) で、派生断層が多く存在する。この派生断層は、地質図 (Fig.1-3-6) 上では二畳紀の花崗岩類、三畳紀~ジュラ紀の火山岩類を切っている。

(2) 各ユニットと地質の特徴

Vitim Suture の北側、Khuvsgul 湖東岸の Dzihida Unit の北部 (Tumutogoo, 1996 の Uvs, Eg-Eur テレーンに相当) には、先カンブリア時代の大陸地殻断片 (Baikalides) が分布し、カンブリア紀~石炭紀の花崗岩類が貫入する。南部 (Tumutogoo, 1996 の Eastern Khuvsgul Terrane に相当) は古生代前期の付加体よりなり、フリッシュ堆積物・石灰岩等のディスメンバードオフィオライトおよび玄武岩・安山岩・流紋岩等の島弧の火山岩類より構成される。北部と同様にカンブリア紀~石炭紀の花崗岩類が貫入する。一方、Khuvsgul 湖周辺およびその西岸の Darkhat Unit

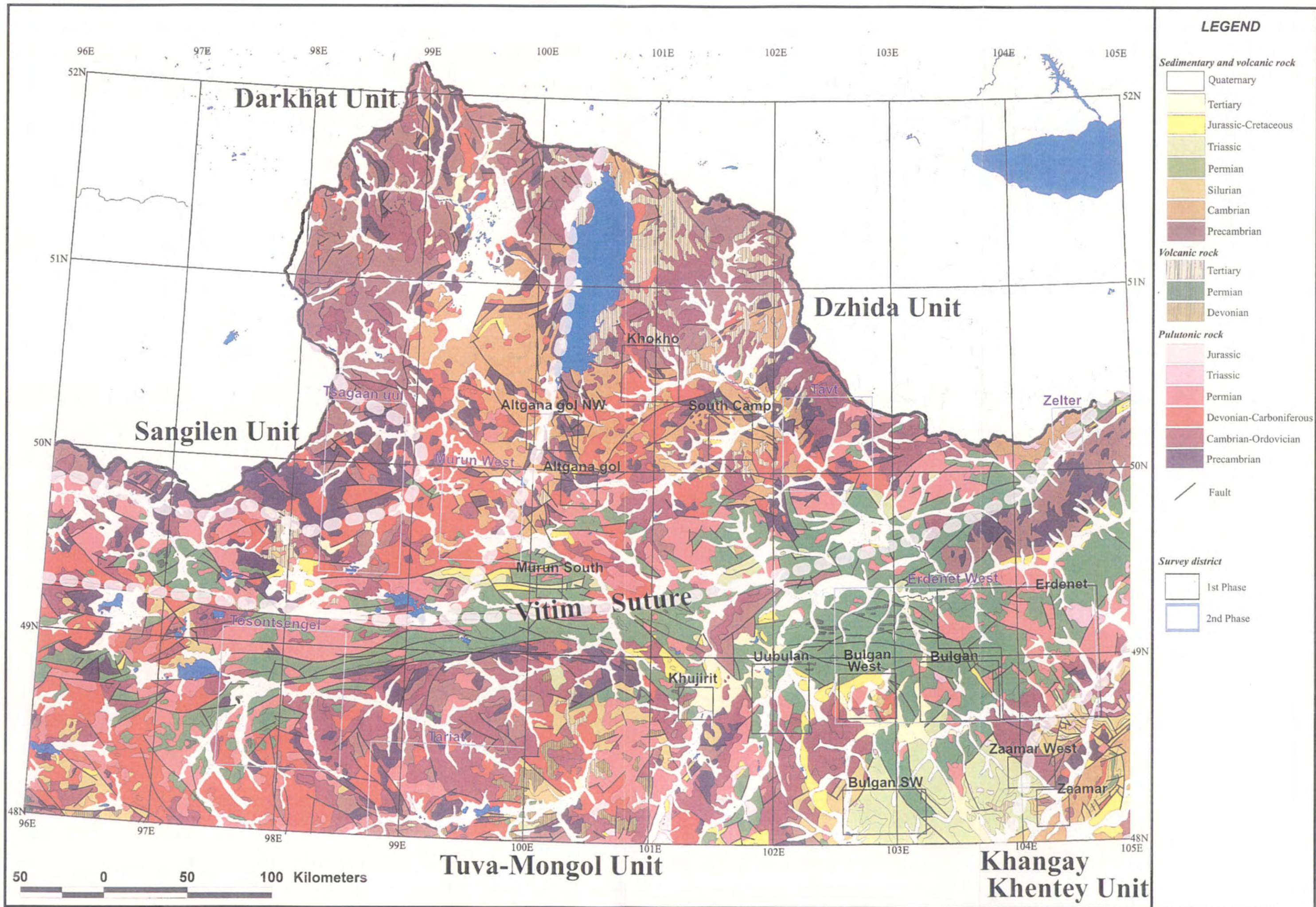


Fig. I-3-6 Geological map of the central north area

(Tumutogoo, 1996 の Tes-Darhadh Terran に相当) は、先カンブリア紀初期の片麻岩・片岩、リフエアン紀の陸源性堆積物・島弧火山岩類およびこれらを不整合に覆う浅海性のベンディアン～下部石炭紀の石灰岩・燐灰土・ボーキサイト・ドロマイト、カンブリア紀の炭酸塩岩質フリッシュ堆積物等よりなる (Sengor et al., 1996)。

Vitim Suture の南側の Tuva-Mongol Unit (Tumutogoo, 1996) (Ulziit Terran もしくは MRAM, unpublished の Crystalline Core の North Mongolia Tectonic Zone に相当) は、アンガラクラトンと類似のグラニュライト・角閃岩・トーナル岩からなる大陸地殻を核として、原生代ベンディアン紀～二畳紀後期にサブダクションにより付加して形成されたマグマ弧と考えられている。調査地域南西部から東部には Tuva-Mongol Unit の大陸地殻断片である先カンブリア時代の変成岩類が散点的に分布し、Vitim Suture の南側の基盤をなす。なお、調査地域東部に位置する Erdenet 市の北側には、幅約 50km で NE-SW 方向に約 150km にわたって、先カンブリア時代の花崗岩類・変成岩類が分布する。これは MRAM (unpublished) では、Mongol-Ubur Baikal Tectonic Zone として独立したゾーンとして取り扱っている。同様に調査地域南西部には、先カンブリア時代の変成岩類が約 100km×100km の範囲に分布しているが、これは、Tarvagatai Terrane (Badarch and Tomurtogoo, 1997) という名称で、独立したゾーンとして記載される場合もある。

調査地域東部では、シルル紀～二畳紀の碎屑岩類および二畳紀～三畳紀の花崗岩類が、調査地域南東部には、カンブリア紀～オルドビス紀の花崗岩類が、前述の先カンブリア時代の変成岩類にオーバーラップする。特に、Bulgan 市および Erdenet 市付近から Selenge 川の北部にかけては、二畳紀～三畳紀の火山岩類 (例えば、Mogod 層群) が広範囲に分布する。

なお、本報告書の調査鉦徴地/地点の地質記載では、MRAM が使用している本調査地域内の地層名を踏襲して使用した。地層名とその特徴・生成環境は以下のとおりである。

Zed formation (ジュラ紀中期～白亜期前期) : 大陸リフト、火山碎屑岩類

Khangai formation (二畳紀後期～ジュラ紀前期) : 活動的大陸縁辺、火山/深成マグマ活動

Khangai-Khenty formation (古生代前期～中生代前期) : 深成マグマ活動

Orkhon-Selenge formation (古生代前期) : 火山碎屑岩類

Ider formation (古生代) : 塩基性～アルカリマグマ活動

Khenty または North Khenty formation (古生代前期) : 活動的大陸縁辺、変成岩類

Near Khuvs gul formation (原生代前期～古生代前期) : 大陸リフト、堆積岩-変成岩類

Tariat-Selenge formation (原生代～古生代前期) : 変成岩

Buteeliin uruu formation (始生代～原生代前期) : 微小大陸、変成岩

Tuva-Mongol formation (始生代～原生代) : 変成岩

3-2-2 花崗岩類の特徴

調査地域全域の花崗岩類の分布を Fig.I-3-7 に示す。調査地域内の花崗岩類は、Pavlov et al.

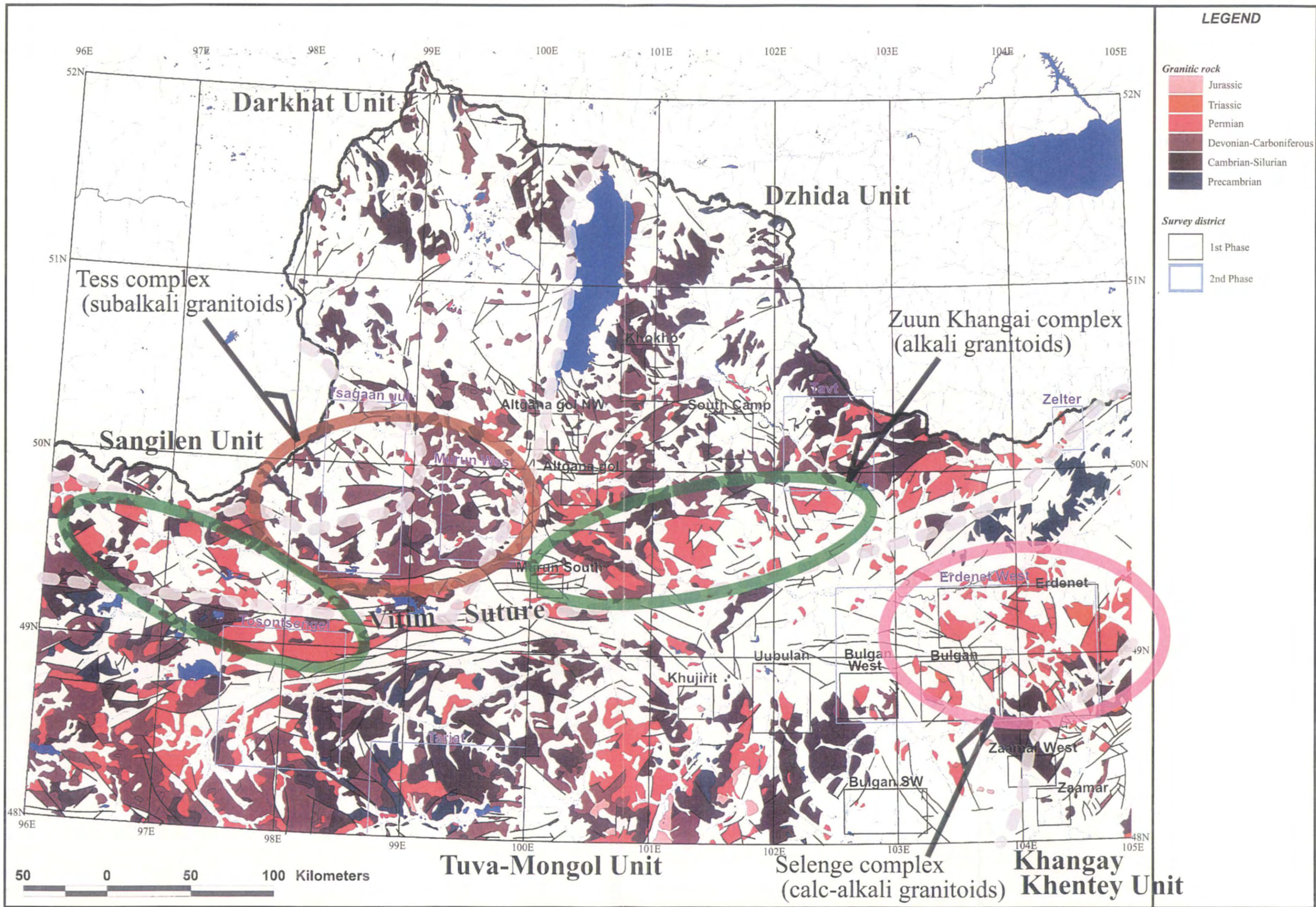


Fig. I-3-7 Distribution of granitic rocks in the central north area

(1985) および Garam (1991) によって、その形成年代で3タイプに分けられている (Fig. I-3-7, Table I-3-4)。

デボン紀前期に活動・形成した優白色花崗岩・花崗閃緑岩・花崗閃長岩等は、Tess complex という名称が付けられ、調査地域中央部のやや北から Khuvsugul 湖の南方にかけて分布する。岩石学的には、サブアルカリ岩の特徴を有し、鉍化作用として、タングステンやモリブデンを伴う石英脈やストックワークが記載されている。

二疊紀中期に活動・形成した閃長岩・花崗閃長岩等は、Zuun Khangai complex という名称が付けられ、調査地域中央部からやや東と調査地域西部に分布する。岩石学的には、アルカリ岩の特徴を有し、鉍化作用として、レアメタルや希土類元素を伴うペグマタイトが記載されている。

三疊紀中期～後期に活動・形成したモンゾニ岩・閃緑岩・花崗閃緑岩・花崗閃長岩・花崗岩等は、Selenge complex という名称が付けられ、調査地域の東部の Bulgan 市・Erdenet 市周辺から Selenge 川にかけて分布する。ただし、各種資料では、二疊紀とされる同様な花崗岩類にも、Selenge complex の名称が使われている。岩石学的には、カルクアルカリ岩の特徴を有し、鉍化作用としてポーフリー型銅・モリブデン鉍床の記載がある。Selenge complex は、Erdenet 鉍床の母岩となっており、鉍化作用は、同 complex 活動末期の Erdenet porphyritic intrusion complex がもたらしたとされる。

3-2-3 鉍床・鉍徴

(1) 鉍徴地の特徴・分布

カウンターパート内部資料による調査地域の鉍床生成区分を Fig.I-3-8 に、その記載を Table I-3-5 に示す。また、カウンターパートが所有する鉍徴地リストの鉍徴地位置図を Fig.I-3-9 に示す。

銅鉍徴地は、調査地域東部の Erdenet 鉍山周辺から Bulgan 市西側にかけて、やや集中してみられる。このエリアは、鉍床生成区では、Umard Mongol (North Mongolia) に相当し、銅の鉍徴を伴う変質帯や鉍脈の記載があるため、中生代の火成活動に関連したポーフリー型銅鉍床や鉍脈型の鉍床が賦存する可能性が考えられる。また、調査地域中央から西部の Vitim Suture に沿って分布する中生代後期の火山岩類・花崗岩類分布域にも銅鉍徴地がやや集中する。鉍床生成区では、Ider-Selenge に相当し、中生代の火成活動に関連したポーフリー型銅鉍床や鉍脈型の鉍床が賦存する可能性が考えられる。

調査地域南西部の Tuva-Mongol Unit、Khangai バソリスの分布域には多数の銅、金の鉍徴地が分布している。鉍床生成区では、Tarbagatain に相当し、銅・金鉍徴を伴う鉍脈、変質帯およびスカルの記載があり、深成岩の活動に関連した鉍脈型やスカ型鉍床が賦存する可能性が考えられる。

金鉍徴地として、Darkhan 西方の Khunder・Togit から Boroo を経て、調査地域南東部の Zaamar 山塊まで延びる含金石英脈ゾーンが知られており、鉍脈型金鉍徴地や砂金鉍徴地が集中して分布

Table 1-3-4 Characteristics of middle and late Paleozoic granitoid intrusive complex distributed in the central north area

(1/2)

Complex	Type of massif	Structural position	Age of rocks	Peculiarity of structure
Subalkali leucocratic granite (Tess)	Tess, Arbulag, Tsagaan uul, Muren gol, Bulnain, Budjir	It is concentrated at the area of early Caledonides, gravitated to the zone of fault joined with projections of Precambrian basin	It is cut volcanic-terrigenous formations of the Bor nuur suite (D1-2); gravel of granites is located at the sedimentaries of lower Carboniferous, intruded by rocks of Permian Zuun Khangai complex; radiometric age is 360-340 Ma.	Multiphase plate-like plutones of size from ten to several thousand square km.
Syenite-alkali granite (Zuun Khangai)	Zuun Khangai, Arkhustain, Teshig, Numrug, Tosontsengel, Khulan uul	It is related to the system of Khan Khukhii, Khangai and Selenge faults and feathered fractures	It is cut volcanic rocks of lower Permian; intruded by dykes of dolerites and leucogabbro (P22); radiometric age is 262-254 Ma.	Varied for sizes multiphase intrusions of area from ten to several hundreds square km, rarely- small stocks.
Calc-alkali granitoid (Selenge)	Erdenet, Ikh Tulburin gol, Nariin, Tulburin gol, Khujirtin gol, Balga gol	It is concentrated at inner part of the Orkhon Selenge trough among the volcanic zone of upper Permian trachybasalt series, gravitated to cross depth faults	It is cut series of Permian volcanic rocks of the Khanui series; covered by Abzog suite (T2-3); radiometric age is 240-220 Ma.	Various sized (from one to ten of square km stock or dyke like bodies of simple single-phase or complicate multiphase structure with typical vein series of porphyry rocks

Table I-3-4 Characteristics of middle and late Paleozoic granitoid intrusive complex distributed in the central north area (2/2)

Characteristic indications				
	Petrographic	Petrochemical	Geochemical	Metallogenic
Subalkali leucocratic granite (Tess)	Predomination of leucocratic to monospar granites (early phase), from large-grained to small-grained (late phase); here and there existing of contact-reaction granodiorites and granosyenites. Minerals: main (potassium feldspar (usually microcline), quartz, plagioclase, biotite, natural hornblende); accessory (magnetite, pyrite, apatite, zircon, rarely fluorite, sphen, monazite and cassiterite); Dyke series is presented as aplites, granophyries, lampporphyrines; Post magmatic processes: potassium spathization, greissenization.	Belonging to subalkali Na-K petrochemical series ($K_2O > Na_2O$); high aluminum oxid, saturation by SiO_2 , poor for feldspar.	Clark level of concentrations of Zr, Nb, Ta, Li, Rb, Be; Accumulation at late differentiates and hydro-thermalites W, Mo, Pb, Sn	Tungsten-bearing greisens (Tsagaan uul massif) and quartz stockworks with molybdenite (Tsagaan tolgoi mineral occurrence)
Syenite-alkali granite (Zuun Khangai)	Combination of syenites (phase I) with granosyenite and alkaline granites (phases II-III). Minerals: main (perthitized K-Na feldspar, plagioclase, aegirine-diopside, aegirine, riebeckite, quartzite); accessory (sphen, orthite, monazite, xenotime, thorite, bastnaesite, tantalum-niobates and others). Post magmatic processes: potassium spathization, albitization.	Domination of alkaline series $Na_2O \geq K_2O$; poor for calcium and magnesium.	Heightened concentration of Zr, Ta, PR, Be, Cu; lower grade Cu and Zu	Rare metal pegmatites with heightened concentration of rare and rare earth elements (Numrug, Zuun Khangai and other massifs)
Calc-alkali granitoid (Selenge)	Rocks of gabbro-monzonite series (phase I), diorites and granodiorites (phase II), granosyenites, granites (phase III), granodiorite- and granophyries (phase IV). Main minerals of rocks: phases I-II (hornblende, plagioclase, biotite, rarely microcline-perthite, in more basal rocks are appeared augite); phase III-IV (plagioclase, perthitized anorthoclase, green hornblende, biotite, and quartz; accessory (titan-magnetite, sphen, zircon, apatite). Post magmatic processes: potassium spathization, albitization, amphybolization, and silicification.	Belonging to calc-alkali K-Na series; differed by heightened concentration of CaO , MgO , and FeO .	Heightened concentration of Cu (diorites, granosyenites) and Mo (granites and granoporphry)	Mineral occurrences and deposits of Cu-Mo porphyry type (Erdenet deposit, Khujirtyn gol and others)

(Taken from Garam, 1991)

Table I-3-5 Metallogenic classifications of the central north area

No.	Metallogenic belt	Geological characteristics	Tectonic environment	Ore district (short name)	Metallogenic characteristics
1	Ider-Selenge (H C)	Porphyritic plutonic rocks	Continental rift	---	The molybdenite-quartz/copper hydrothermal vein, copper and iron skarn, quartz-fluorite and copper-nickel mineralization, related to early-late Paleozoic gabbro-granodiorite and granite.
2	Tarbagatain (T A)	Plutonic rocks-andesitic volcanism	Continental margin arc	Kho-ulaan (X O)	The copper-molybdenum porphyry type mineralization, related to late Paleozoic porphyritic intrusion.
3	Sayan (C Γ)	Metamorphic system	Micro continent	Must uul-Khajuugin gol (M θ)	The iron-quartzite, muscovite, iron skarn, copper hydrothermal vein type mineralization, related to Proterozoic-early Paleozoic quartz pegmatite, diorite-granodiorite-plagiogranite (Telmen complex) and the molybdenum deposits, related to late Paleozoic granitoid complex. Middle paleozoic wolframite-molybdenite, molybdenum and gold mineralization.
4	Khugiin gol (X Γ)	Continental volcanism-sedimentary system	Continental rift	---	The titanomagnetite (ilmenite) mineralization, related to Proterozoic gabbro-anorthosite complex (Tarbagatai complex).
5	Khubsgul (X Э)	Plutonic rocks-andesitic volcanism	Continental margin arc	---	The gold-quartzite, graphitic shale bed, nephrite and asbestos deposit, related to Riphean metamorphic system (shale-quartzite, gneiss-shale and hyperbasite complex).
6	East Khubsgul Potential (Д X)	Ultramafic magmatism, porphyritic plutonic rocks	Continental margin arc or rift	Dulaan khan	The copper skarn, iron-manganese, vanadium chemogenic sedimentary, phosphonium biogenic sedimentary, bauxite reaccumulation, nepheline-syenite, neobium-zircon-torium pegmatite and albetite deposits, related to early-middle Paleozoic shale, sandstone, aleurolite, carbonate-terrigenois and alkaline syenite-granite.
					The chromite and tin groups deposits, related to Riphean hyperbasite complex. The early-middle Mesozoic copper-molybdenum porphyry, copper skarn and gold-polymetallic hydrothermal vein type deposits.

Table I-3-5 Metallogenic classifications of the central north area

No.	Metallogenic belt	Geological characteristics	Tectonic environment	Ore district (short name)	Metallogenic characteristics
7	Eglin gol (Jid) (Э Г)	Ultramafic and mafic rocks, autometasomatism	Island arc	---	The chromite (platinum), asbestos and nephrite deposits, related to early Paleozoic Eglin gol hyperbasite complex.
8	Buteeliin nuruu (Б Н)	Plutonic rocks-volcano Metamorphic system	Continental rift Micro continent	Teshig (Т Э) Buteeliin nuruu (Б Н)	Early Mesozoic gold-copper and wolframite skarn, gold-copper hydrothermal vein type deposits. The sillimanite, disthen, titanium, tantalum-niobium, lazulite and scheelite deposits, related to Archean-Proterozoic deposits.
9	Umar Mongol (North Mongolia) (У М)	Ultramafic and mafic magmatism Porphyritic plutonic rocks Continental volcano-sedimentary system	Continental rift	Khanuin (X Н) Bulgan (Б У) Erdenet (Э П) Baruun buren (Б Б)	The titanomagnetite deposit, related to late Paleozoic intrusive complex. Late Mesozoic copper skarn and hydrothermal vein type, gold-wolframite vein type deposits. The copper-molybdenum deposit, related to early Mesozoic porphyry complex. The copper porphyry type mineralization, related to early Mesozoic intrusive complex.
10	Zavkhan-Tsagaan olom	Sedimentary-hydrogene system	Continental margin	Tsagaan olomiin (Ц О) Ulziit	The iron-zinc skarn, copper and molybdenum vein type dmineralization, related to upper Paleozoic intrusive complex. The copper mineralization, related to early Paleozoic basite and iron (copper mineralization in the alteration zone).
11	Bayan gol (Б Г)	Plutonic rocks-calckalkali volcanism	Continental margin arc	Orkhon-tuul Khutul Tumur tolgoi	Early Paleozoic iron, copper, asbestos mineralization and earlier mesozoic copper, wolframite mineralization. The copper and nickel veins, related to early Paleozoic basite (gold, copper mineralization in the alteration zone). The iron and copper mineralization in the early Paleozoic skarn.

Table I-3-5 Metallogenic classifications of the central north area

No.	Metallogenic belt	Geological characteristics	Tectonic environment	Ore district (short name)	Metallogenic characteristics
12	Khoi Kheny (North Kheny) (X X)	Plutonic rocks-andesitic volcanism	Continental magin arc	Eruu gol	Early Paleozoic gold mineralization in the vein and metamorphic zone; upper Mesozoic gold, tin and wolframite mineralization.
				Boroo-Zuun mod	Early Mesozoic gold mineralization.
				Zaamar (X B)	Early Paleozoic and early Mesozoic gold mineralization; wolframe and muscovite in Mesozoic pegmatite.
				Sharlin	The iron-manganese mineralization in the early Paleozoic sediments.
				Bayan tsogt	The gold, iron, manganese and copper mineralization in the early Paleozoic quartzite; copper, gold and polymetallic mineralization of earlier Mesozoic formation.

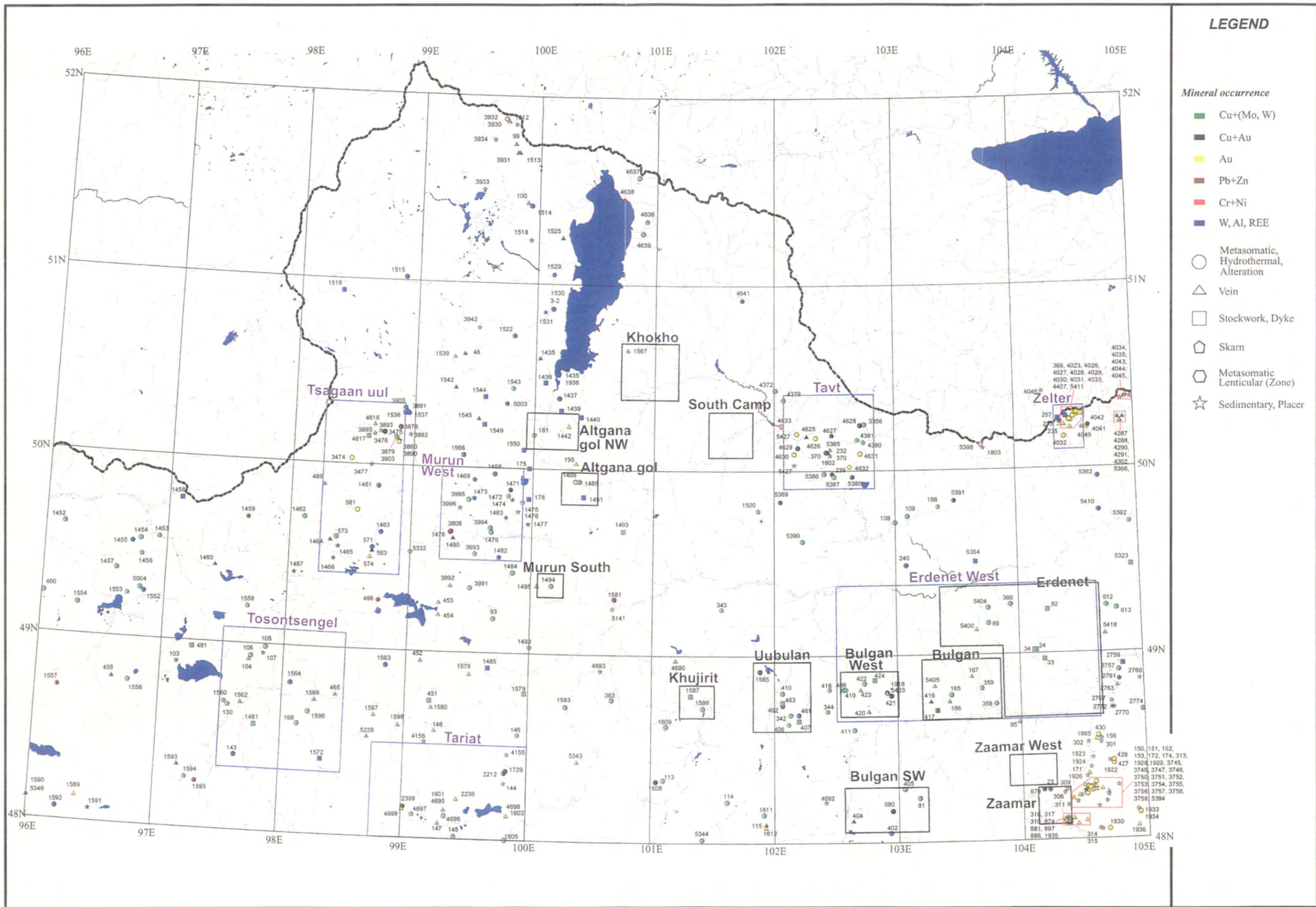


Fig. I-3-9 Location of ore deposits, mineral occurrences and geochemical anomalies in the central north area