

ТАЛЫН МЭЛТЭСИЙН АЛТ-КВАРЦЫН СУДАЛ (Геологийн тогтоц, эрдэсжилт ба харьцуулалт)

Д. АЛТАНХУЯГ^{1,2}, Д.ЖАВХЛАНБОЛД², Б.ОЧИРХУЯГ³

*Минералогийн Институт, Вюрцбургийн Их Сургууль¹
Шинжлэх ухаан технологийн их сургууль, Геологийн Сургууль²
Англоогоулд Монголия ХХК³
geoalt@must.edu.mn*

Хураангуй

Алт-сульфидын эрдэсжилт бүхий Атас богдын террейн дахь Талын мэлтэсийн илрэлд геологи-структурын ерөнхий харьцуулалт хийн, чулуулгийн петрограф, рентген флюоресценцийн аргаар тэдгээрийн химийн найрлага, судлын болон хувирлын бүсийн чулуулагт алт ба мөнгө зэрэг элементийн агуулгыг атом шингээлт, голлох эрдсүүдэд микрозонд, хий-шингэн ором, (гидротермал судлын карбонатад нүүрстөрөгч болон хүчилтөрөгчийн изотопын судалгаа) зэргийг судалж үзсэний үндсэнд Шинжан дахь Тяншан ялангуяа зүүн Зүүнгарын алтны ороген ордуудтай төстэй нөхцөлтэй байгааг тодруулав. Талын мэлтэс илрэлийн гарал үүслийн онцлог, хүдрийн эрдсүүдийн үүссэн парагенезисын дэс дараа, түүний хэмжээнд сульфиджсэн, карбонатжсан, хлоритжсон мөн серицитжсэн хувирлууд явагдсаныг энэхүү судалгаагаар, өмнө хийгдсэн, хийгдэж байгаа ажлуудтай харьцуулан дүгнэж гаргав. Агуулагч чулуулаг нь ногоон занарын түвшингийн хувиралд орж, судлын цахирт мөхлөг хоорондын хил заагийн миграц, деформацийн зурвас элбэг ажиглагдах ба түүн дахь ором нь алтны ордуудад элбэг тохиолдох шинж тэмдэгүүдийг илэрхийлнэ.

Оршил

Палеозойн (девон ба карбон) тунамал ба вулканокласт чулуулагтай холбоотой алтны илрэлүүд Алтайн цаад говьд сүүлийн үеийн судалгаануудаар нээгдсээр байна. Алтны хүдэржилтээр ач холбогдол өндөртэй өмнөт Тяншан (Узбекстан-Muruntau, Киргизстан-Kumtor, Zarmitan,

Түлхүүр үг: хүдрийн орд, металлоген, хий-шингэн ором, изотоп, деформаци

Хятад-Xitan гэх мэт), хойд Тяншан, ялангуяа зүүн Зүүнгарын олон алтны орд, илрэлүүдийн үүссэн геодинамик, металлогений нөхцөл судлагдаж буй дүүрэгтэй ойролцоо байх нөхцөлтэй юм (1-р зураг).

Алтны агуулга 5gr/t хүрэх Талын мэлтэсийн деформацилагдсан кварц-карбонат бүхий илрэлийн хэмжээнд хүдэр хавийн хувиралаар алт агуулсан сульфиджилт, карбонатжилт, серицитжилт болон хлоритжсон хувиралууд тогтоогдоно. Чулуулагт 15% хүртэл агуулагдах сульфидуудад пирит, халькопирит, халькозин, ковеллин, магнетит, гётит, гематит гэх мэт хүдрийн эрдсүүд тогтоогдоно. Хүдрийн бус эрдсүүдэд кварц, карбонат зонхилох боловч альбит, серицит, хлорит, эпидот тогтмол илэрнэ. Эрдсүүдийн үүссэн парагенезисын дарааллыг тоймлон гаргав.

Эрдсүүдийн үүссэн парагенезисын дарааллыг тоймлон гаргав. Төмөрийн исэлийн эрдсүүд ногоон занарын түвшинд хувирсан, агуулагч чулуулгийн хэмжээнд, харин Fe, Cu-ийн сульфид, карбонатууд нь кварцын судал ба хувирлын хэсэгт тогтмол тогтоогдож байна. Эндээс болон хий-шингэн ормын ерөнхий төрхөөс үндэслэн S, CO₂ бүхий уусмалын оролцоо хүдэр үүсэхэд багагүй нөлөөлсөнийг гэрчилнэ.

Илрэл орчмын шохойлог шүлтлэг магмын чулуулагт геохимийн шинжилгээ хийгдсэн ба метасомат хувиралд өртсөнөөс чулуулаг бүрэлдүүлэгч гол эрдсүүд хоёрдогч гаралтай эрдсүүдэд өргөн хувирсан.

Геологи

Судалгааны талбай нь Монгол орны говийн их дархан цаазат газар, улсын өмнөд хилийн зурваст багтана. Илрэл бүхий төрөйн нь ордовик, силурын метаморфчлогдсон, ногоон занарын метаморфизмд орсон терриген ба карбонат чулуулаг, девоны вулканоген, вулканоген тунамал ба вулканокласт чулуулгаас бүрэлдэж, улмаар аккрецийн дараахь буюу карбоны тунамал, вулканоген гаралтай чулуулгаар хучигдаж, девон-пермийн цаг үеийн боржингийн интрузивуудаар зүсэгддэг (Ruzhentsev, 1985; Badarch et al., 1990; Жавхланболд нар., 1999). Харин БХ Хятадын алтжилт бүхий дүүргийн геологийн тогтоцтой холбовол девон-карбоны үед бүрэлдсэн шохойлог-шүлтлэг вулкан ба флиш формац бүхий хойд Тяншаны үргэлжлэл (Rui, 2001)

гэж үзэж болох юм. Энэ төрөйныг геодинамикийн ангилалаар Атасбогдын гэх арлан нумын өмнөх ба арын төрөйны төрөлд хэмээн ангилсан (Бадарч нар, 2002) байна.

Харин алтны металлогений ангиллын хувьд Хатансуудал (Дэжидмаа нар, 1996, 1999), Говь-Тэнгэр уулын (Санжаадорж нар, 1998) бүс гэж Талынмэлтэс, Хатансуудал, Данхын худаг гм илрэлүүд, хувиралын бүсүүдийг хамааруулан нэрлэдэг. Хятадын судлаачид (Shoude, 1996) Төмөртэй нурууны бүсийг (Jargalsaihan 1995, 1996, Altantal project, 1996) Харлигын металлогений бүс дахь Харлигшаны Cu-Au-Pb-Zn ын хүдрийн дүүрэг (Junggar tectono-metallogenic province, Harlik metallogenic belt, Harlikshan Cu-Au-Pb-Zn ore zone) хэмээн оруулна.

Бүсийн хойд талын хагарал нь өргөрөгийн дагуу зүүн гарын шилжилт бүхий Говь-Тяншаны хагарлын систем (Ээнжин, 1997., Cunningham, 1998., Жавхланболд нар, 1999).

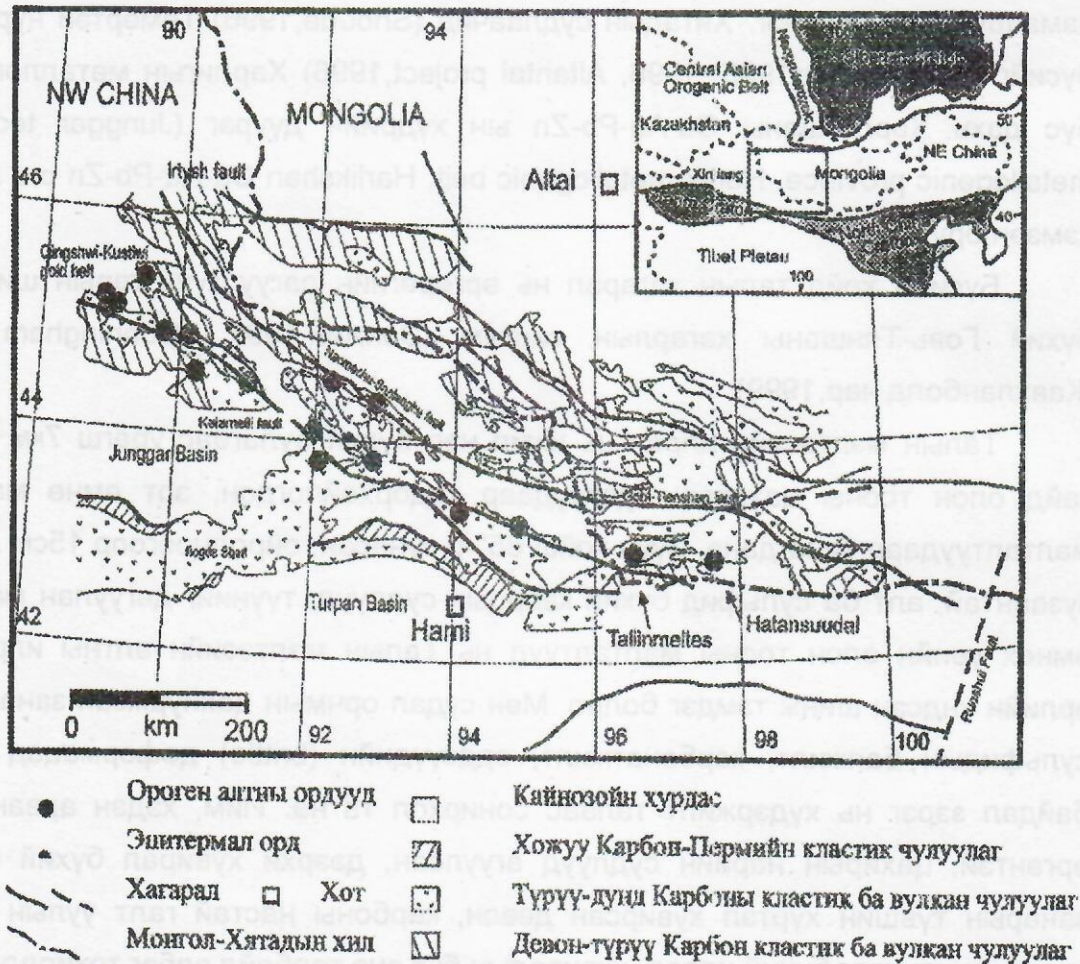
Талын мэлтэсийн илрэл нь ижил нэр бүхий булагаас урагш 7км орчим зайд олон тооны цахирын судлуудаар тодорхойлогдон, эрт өмнө малтсан малталтуудаар хянагдана. Зүүн хойш 65°-р сунасан, ойролцоогоор 15см хүртэл зузаантай, алт ба сульфид бүхий кварцын судлууд, түүнийг дагуулан малтсан өмнөх үеийн олон тооны малталтууд нь Талын мэлтэсийн алтны илрэлийн эрлийн үндсэн шинж тэмдэг болно. Мөн судал орчмын цахиуржсан занар дахь сульфидын баяжилт, карбонатжилт, эрдсүүдийн (brittle) деформацид орсон байдал зэрэг нь хүдэржилт талаас сонирхол татна. Ийм, хэдэн арван метр өргөнтэй, цахирын нарийн судлууд агуулсан, дээрхи хувирал бүхий ногоон занарын түвшин хүртэл хувирсан девон, карбоны настай галт уулын болон кластик чулуулаг бүхий илрэл, хувиралын бүс энэ талбайд элбэг тохиолдоно.

Судалгааны аргачлал

Эрдэсжилтийн судалгаанд зориулж Талын мэлтэсийн илрэлийн гадаргуугаас болон өмнөх үеийн малталтын ёрослоос (≈ 15 м гүнээс) цахирын судал ба түүнийг агуулагч хүдэржсэн хувирмал чулуулгаас сорьцолсон.

Цахирын судал ба агуулагч хувирсан чулуулагт атом шингээлтийн аргаар алт ба мөнгөний агуулгыг Улаанбаатар дахь Эрэл ба Аналабс лабораторид тодорхойлсон. Хүдрийн ба хүдрийн бус эрдэст петрограф болон микрозондын

судалгааг сульфиджисэн агуулагч ба судлын чулуулгийн голлох эрдсүүдийн хэмжээнд, мөн хий-шингэн ормын петрографийн судалгаахийсэн. Хүдэр орчмын чулуулагт рентген флюоресценцийн аргаар ХБНГУ-ын Вюрцбург хотын Минералогийн институтад чулуулаг бүрэлдүүлэгч голлох ба сарнимал элементүүдийн агуулгыг тогтоосон.



Зураг 1. Зүүн Зүүнгар-Говь Тяншаны геологийн тойм зураг ба алтны судлын ордуудын байршил. Rui(2002), Яншин(1989) ба Санжаадорж(1998) нараас үндэслэв. Жижиг зураг. Азийн тектоникийн хялбаршуулсан зураг (Chen нараас үндэслэв, 2002).

Үүний тулд сорьцуудыг Philips PW 1480-XRF (рентген флюоресценцийн спектрометр)-т шинжилж, Philips X40, Geo-1 software ашиглан элементүүдийн агуулгыг тоон хэлбэрээр тогтоосон. Судлын карбонатад тогтвортой изотопын судалгааг нүүрстөрөгч ($\delta^{13}\text{C}_{\text{‰}}$) ба хүчилтөрөгч ($\delta^{18}\text{O}_{\text{‰}}$)-д Италийн Триестийн их сургуульд MAT-251 багажаар судалсан.

Үр дүн

Химийн шинжилгээ

Талын мэлтэсийн алт агуулсан хувирлын бүс бүхий талбайн төв хэсгийн гадаргуу ба хуучин малташын (Санжаадорж нарынхаар M14-M20 малталтууд) ёроолоос авсан цахирт хийсэн атом шингээлтийн шинжилгээгээр алт 5.9гр/т, мөнгө 1г/т ба цахирын судалыг агуулагч, сульфиджсан хувиралд алт 0.99гр/т, мөнгө 6г/т тогтоогдож байна. Өмнөх шатны зарим судалгаагаар Аи 3-30гр/т, Аг 6.1-100гр/т (Jargalsaihan et al., 1995, 1996), Аи 0.15-10.82гр/т, Аг 0.64-2.32гр/т (Алтантал төсөл, 1996), Аи 0.27-13.23гр/т, Аг 2.0-5.5гр/т (Санжаадорж, 1998) гэж тэмдэглэгдсэн. Энэ илрэлийн хувьд алтны агуулга цахирын жижиг судлууд болон агуулагч чулуулагт, аль алинд тогтоогдоно.

Талын мэлтэс орчмын магмын чулуулагт хийсэн рентген флюоресценцийн энэ удаагийн шинжилгээ нь шсхойлог шүлтлэг, габброгоос боржин хүртэлх найрлагатай байдаг тухай судалгаатай (Бат-Өлзий нар, 2003., Zacharias хэвлэгдээгүй мат.) нийцнэ.

Химийн шинжилгээний үр дүн

Хүснэгт 1

	Элемент, Нэгдлүүд	Хувь	TMB	TMS	16	Ni	ppm	10	<5
					17	Zn	ppm	107	18
1	SiO ₂	%	51.99	74.75	18	Ga	ppm	18	6
2	TiO ₂	%	2.06	0.34	19	Rb	ppm	11	11
3	Al ₂ O ₃	%	14.53	12.82	20	Sr	ppm	356	319
4	Fe ₂ O ₃	%	12.80	2.91	21	Y	ppm	40	23
5	MnO	%	0.21	0.03	22	Zr	ppm	159	94
6	MgO	%	3.93	0.83	23	Nb	ppm	6	5
7	CaO	%	6.75	1.56	24	Mo	ppm	<5	<5
8	Na ₂ O	%	3.92	4.02	25	Sn	ppm	<15	<15
9	K ₂ O	%	0.57	0.80	26	Ba	ppm	237	285
10	P ₂ O ₅	%	0.32	0.06	27	Pb	ppm	<5	<5
11	S	%	<0.10	<0.10	28	Th	ppm	<5	<5
12	Sc	ppm	40	<10	29	U	ppm	<5	<5
13	V	ppm	383	42		Ул. өмнөх жин	%	97.08	98.1 2
14	Cr	ppm	28	18		Жин. алдагдал	%	2.38	1.27
15	Co	ppm	49	46		Нийт	%	99.46	99.3 9

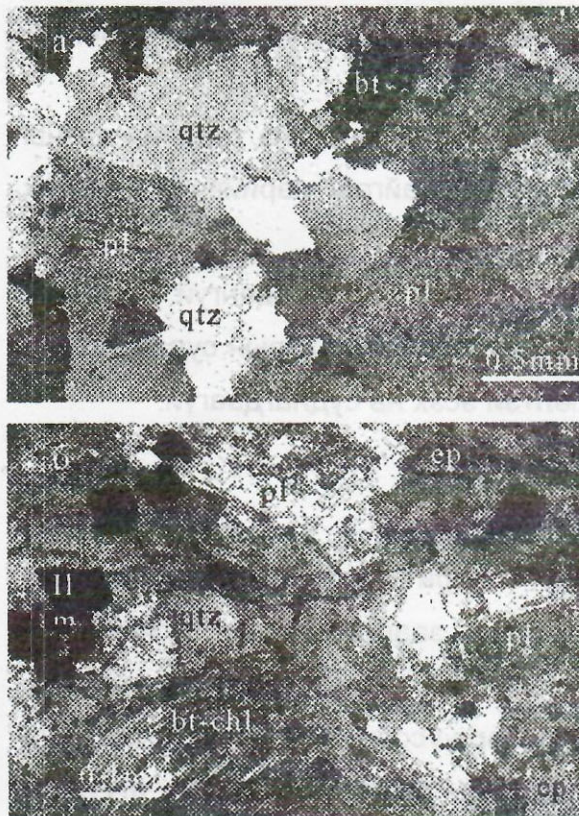
Изотопын судалгаагаар цахир-карбонатын судлын кальцитад $\delta^{13}\text{C}$ -9.09 ‰ -3.29‰ (PDB), харин $\delta^{18}\text{O}$ 8.83-11.34‰ (SMOW) утгатай гарсан. Микрозондын судалгааг хүдрийн: халькопирит, пирит, ковеллин, магнетит, рутилд, чулуулаг бүрэлдүүлэгч: амфибол(актинолит), биотит, мусковит, плагиоклаз(альбит)-д хувирлаар үүссэн: хлорит, эпидот, серицит, титанитад мөн карбонатад хийв. Химийн найрлагыг нарийвчлан гаргаж, катионыг тооцсон ба ингэснээр эрдсүүдийн найрлагаас хамаарсан төрлүүдийг тогтоосон.

Петрографи ба гидротермал хувирал

Алттай цахирын судлыг чулуулаг агуулагч нь кластик ба вулканоген чулуулаг(D_2) бөгөөд судал орчимдоо 5-10см өргөн сульфиджсэн, карбонатжсан хувирал үүсгэнэ. Метасоматит чулуулаг нь занарлаг текстуртэй, микролепидогранобласт структуртай ба серицит-хлорит-кальцит-пирит бүхий хувирал зонхилно. Кварцад нь долгиолог унтралт тогтмол ажиглагдах ба хүдрийн гипидиоморф эрдсүүд (brittle-ductile) деформацид орсон. Плагиоклазын фенокристалл бүхий мөхлөгүүд нэлээд хэмжээгээр шаварлаг эрдэст хувирсан, карбонатаар зүсэгдсэн ба акцессор эрдсүүдээс эпидот, титанит нь хлорит-опак бүхий хэсгийг даган тохиолдоно.

Илрэл орчмын магмын чулуулагаас нутагт Говь-Тяншанийн цогцолбор (D_3 - C_1) гэгдэх метасомат хувиралд автсан лейкократ боржин (Зураг 2а) тогтоогдоно. Дунд мөхлөгт структуртай энэ боржин нь метасоматит хувиралд өртсөнөөр плагиоклаз нь шаварлаг-карбонатлаг эрдэс ба хлоритод, биотит нь бараг бүрэн хэмжээгээр хувирч хлорит, эпидот, ховроор титанит үүсгэсэн байхад кварц нь деформацилагдан долгиолог унтралттай болсноос гадна, нийтдээ мөхлөг хоорондын хил заагийн миграцад (2а) орсон байна. Ялангуяа кварц, плагиоклазын жижиг ан цавыг даган урт сунасан мусковит үүссэн ба хүдрийн эрдсээс магнетит, рутил, апатит акцессор байдлаар тогтоогдоно.

Дэл судлын болон жижиг гүний биетүүдээс мөн метасоматит хувиралд өргөн өртсөн габброгийн найрлагатай чулуулаг (D_3) тохиолдоно. Ногоон занарын фацын доод түвшин хүртэл хувирсан чулуулгийн найрлага дахь плагиоклаз-альбит, биотит, пироксен нь шаварлаг эрдсүүд, хлорит, эпидот, титанитад маш эрчимтэй хувирсан Зураг 2б). Амфибол, хлорит нь нум, цагираг хэлбэрээр ургасан зүүлэг талстуудаас тогтоно.



зураг 2. Талын мэлтэсийн магмын чулуулгийн, эрдсийн ассоциац.

а. Кварц(qtz), хувирсан плагиоклаз(pl), хлоритжсон биотит(bt) бүхий боржин, анализатортой.

б. Эпидот, карбонатжсан плагиоклаз(pl), хувирсан биотит-хлорит(bt-chl), кварц(qtz), эпидот(ep) ба магнетит(mt) бүхий дунд-суурилаг чулуулаг.

Маш нимгэн үед энэ төрлийн хлорит нь апатиттай төстэй харагдана. Кварцын мөхлөг ховроор тохиолдоно. Опак эрдсүүдээс ислүүд буюу ильменит, ховроор магнетит, гематит тогтоогдоно.

Судлын кварц нь харьцангуй том, түрүүлж үүссэн, цул талст (≈ 4 мм өргөн, урт сунасан) байх ба нөгөө талаар динамик дахин талсжилтын үр дүн болсх деформацилагдсан жижиг талстууд том кристал хооронд (bands of new grains) үүсч, улмаар үеллэг, занарлаг маягийн тогтоц үүсгэж судлын 90-95%

орчмыг зонхилон бүрэлдүүлнэ. Судлын үлдсэн хувийг карбонат (3-5%), пирит, халькопирит, хлорит, альбит, серицит эзэлнэ. Сульфид дагалдсан алтны эрдэсжилт нь дээрхи хоёр төрлийн кварцын талсжилтыг биш деформацид сул өртсөн буюу

сүүлчийн шатны карбонаттай ($2\% > \text{Fe, Mn}$ бүхий кальцит) илүү холбогдоно.

Давсны хүчилд аажим уусах анкерит-кальцит нь ихэвчлэн субхедрал-эвхедрал (гипидиоморфоос ксеноморф) ромбо маягийн, ихэрлэсэн хавтгай мөхлөгтэй ба метасоматит хувиралд өртөөгүй/бага өртсөн альбиттай ассоциац үүсгэнэ. Түүний том талстыг зүсэж хожуу үүссэнээ илэрхийлэх карбонатын судланцар гарсан нь сульфид, алтны эрдэсжилтийг дагуулна. Судлын дээрхи хоёр үе шатны карбонатжилтын магадгүй сүүлийн генерацтай холбоотой алт,

сульфиджилт илүү холбогдсон байж болох юм. Агуулагч чулуулагт карбонат нь хэлбэрээ олоогүй, харилцан адилгүй, жижиг($<100\mu\text{m}$) мөхлөг үүсгэн, пирит-серициттэй ассоциацлана.

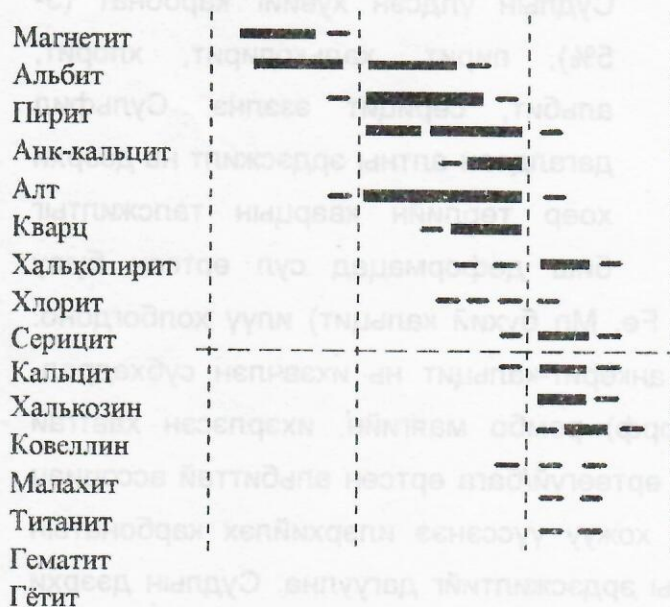
Харин судалгаанд хамрагдсан дээжүүдийн хэмжээнд энэ төрлийн алтны ордуудад тогтоогддог зарим эрдсүүд тайлагдаагүй байгааг нарийвчлан судлах шаардлагатай.

Судалгааны талбайд үүнээс өөр төрлийн: харьцангуй бараан, деформацийн дараах цаг үеийн, уусмалын ором агуулсан цахирын судал таарах боловч алтны хүдэржилтэд тодорхой нөлөлөлтэй эсэх нь судлагдаагүй.

Хүдрийн эрдэсжилт

Талын мэлтэсийн илрэлд халькопирит, пирит, алт зэрэг нь цахирын судлын хэсэгт буюу агуулагч занартай хиллэх заагийг даган тогтоогдоно. Гидротермал хувирлын хэсэгт пирит зонхилж, халькопирит, ковеллин, халькозин, гётит, алт, магнетит, түүний хувирлаар үүссэн гематит зэрэг эрдсүүд тодорхойлогдоно. Сульфидын эзлэх хэмжээ нь түүгээр баяжсан агуулагч

чулуулагт 15% хүрнэ. Судлын эрдсүүдээс кварц, карбонат зонхилж, ховроор плагиоклаз-альбит, тэдгээрийн завсар зайгаар серицит мөн хлорит тогтсогдоно. Хүдрийн ба хувирлын эрдсүүдийн парагенетик дарааллыг эрдсүүдийн доорхи бичиглэлд үндэслэн 3 дугаар зурагт харуулав. Пирит нь: Талын мэлтэсийн илрэлийн голлох сульфид болох бөгөөд цахирын судлаас гадна карбонатжсан хувирлын хэсэгт $>10\%$, агуулагч хлорит-серициттэй занарт $<5\%$



Зураг 3. Талын мэлтэсийн илрэлийн эрдсүүдийн парагенезисын ерөнхий диаграм.

эзэлнэ. 0.1-1мм хүртэл хэмжээтэй, ихэвчлэн гипидиоморфос ксеноморф мөхлөгүүд нь уусан хувирч нүх сүвэрхэг болсоноос гадна деформацид орж бутарсан байдал элбэг тохиолдоно. Агуулагч чулуулгийн карбонатжсан-цайвардуу хувирлыг даган пирит нь зурвас-үеллэгдүү маягийн текстур үүсгэх ба энэ хэсэгт маш жижиг хэмжээтэй алтны эллипсайд мөхлөг тогтоогдоно. Зарим тохиолдолд пирит нь гематитад хувирсан байна.

Пирит нь судалд тогтоогдохдоо бага хувиар, агуулагч чулуулгийн хил зааг орчмын, кальцит-анкерит бүхий хэсэгт ихэвчлэн <0.1мм хэмжээтэй, ховроор 3мм хүртэл өргөн дан пиритийн судланцар байдлаар илэрнэ. Түүний хэмжээнд, хил заагийг нь эмжин жижиг халькопирит, алтны мөхлөгүүд тогтоогдоно.

Халькопирит энэ илрэлийн дараагийн голлох сульфид болж хэлбэрээ олоогүй, 200 μ m орчим хэмжээтэйгээр пиритжсэн агуулагчид (ховор), 1.5мм хүртэл, том хэмжээгээр анкеритад, судал ба занартай хиллэх заагийг даган, пириттэй тогтмол ассоциац үүсгэсэн мөхлөгүүдээр тодорхойлогдоно. Бусад эрдсүүдийн мөхлөгүүдийн заагийн дагуу, ан цавыг дүүргэсэн, пирит дотор хэлбэрээ олоогүйгээс зуувандуу хүртэл хэлбэртэй мөхлөгөөр илэрнэ. Пиритээс сүүлд үүссэн боловч халькопирит нь голдуу зэс-төмрийн (ковеллин, халькозин, гётит) эрдсүүдтэй ассоциац үүсгэж, тэдгээрт хувирсан нь элбэг тохиолдоно.

Магнетит нь агуулагч чулуулгийн зөвхөн гидротермал хувирал багатай хэсэгт илүү хэмжээгээр, деформацид орж, гематитаар түрэгдсэн гипидиоморфоор (<100 μ m), жигд хувирсан-том мөхлөгтэйгээр тогтоогдоно. Эрдэсжилт нь судлын шатны буюу алтны хүдэржилтээс өмнө, агуулагч магмын дунд, суурьлаг чулуулагтай холбоотой явагдсан бололтой. Титан ихтэй магнетит ба/эсвэл илменитээс, карбонатжилт явагдсантай холбоотой үүссэн байж болох титанит, ховроор пиритэд үлдэгдэл байдлаар рутилын талстууд илэрнэ. Ковеллин, халькозин, малахит, гематит ба гётит зэрэг нь халькопирит, пиритын суперген хувиралаар үүссэн эрдсүүдээр тогтоогдож байна.

Оромын судалгаа петрографийн түвшинд хийгдсэн ба цаашид микротермометрийн судалгаа шаардлагатай. Орлууудын хэмжээ ихэвчлэн 10 микроноос бага, 25°C-д шингэн давамгайлсан, цэвэр усан, мөн ус-карбон найрлагатайгаар тогтоогддог.

Хэлэлцүүлэг ба дүгнэлт

Судалгааны талбайн геологи, хүдэржилтийн судалгаа өнөөдөр идэвхитэй хийгдэж байгаа боловч ерөнхийдөө нэлээд тойм, ялангуяа эрдэс-бодисын судалгаа бага хийгдсээр иржээ. Монгол улсын хилийн гадна талын нутагт буюу судалгааны талбайтай нэг бүсэд орших Хятадын нутагт олон тооны, алтны судлын жижиг орд, илрэлүүд шинээр нээгдсээр, судлагдсаар байгаагай зэрэгцэн судлагдах шаардлагатай.

БХ Хятадын (Хойд Шянжан) алтны металлогений хувьд хойноос урагш нэрлэгдэх Алтайшан (ороген, VMS), баруун болон зүүн Зүүнгар (ороген, Си-Аи скарн, эпитеpmаль), хойд ба өмнөд Тяншан (эпитеpmаль, сарнимал, ороген, порфир) гэсэн алтны бүсүүд ялгагддаг (Rui et al., 2002). Эдгээр нь нийт Хятадын алтны нөөцийн 5% эзлэх ба ихэвчлэн шинээр нээгдээд байгаа ордууд (Zhou et al., 2002). Хойд болон өмнөт Тяншан ба зүүн Зүүнгарын алтны бүсүүд Говь-Тяншаны хэсэгт шахагдан ирдэгээс энэ хэсэгт нарийссан, арлын нумын нөхцөлтэй металлогений нийлмэл тогтоцыг (Guangrui, 1996, Perello et al., 2001) харуулдаг нь Талын мэлтэс орчимд илэрнэ.

Газарзүйн хувьд Тяншаны нурууны зүүн төгсгөл гэж хэлэхүйц судалгааны бүс нь геодинамик, металлогений талаасаа ХБХ чиглэлд сунасан зүүн Зүүнгар(хойд Тяншаны), Мезо-кайнозойн үед дахин идэвжсэн Келамайлын 20км хүртэл өргөнтэй хагаралын бүсээр (Allen, 1997, Rui, 2002) хянагдан, улмаар алтны хүдэржилт дагуулдаг нь судлагдаж буй талбайд Талынмэлтэс, Хатансуудал зэрэг илрэлүүдээр батлагдан, Харлиг-Төмөртэйн металлогений бүс болж үргэлжилнэ. Келамайлын хагаралын бүсийг Sengcr нар(1993) хойд талдаа Сургут, өмнөд хэсгээрээ Зүүнгар-Балхашын бүсүүдийг зааглана хэмээсэн ба судалгааны талбайн хэсэгт Нарансэвстэй орчмын хагаралын бүсээр тодорхойлогдоно. Харин түүнээс зүүн хойгуур, зэрэгцэн гарах Naomachu-Santanghu хагарлын бүс Атас, Чингэс орчимд Говь-Тяншаны хагаралаар үргэлжилнэ.

Зүүн Зүүнгар, өмнөт Тяншаны алтны илрэлүүдийн шинж тэмдэгүүдийн харьцуулалтыг 2-р хүснэгтээр харуулав. Карбон-пермийн үеийн ороген, мөн эпитеpmал ордууд энэ бүсийн хэмжээнд тодорхойлогддогийг судалгааны илрэлтэй харьцуулах боломжтой.

Алтны агуулга цахирын судалдаа ихэвчлэн 5-10г/т, хувирлын бүсэдээ түүнээс бага, мөнгө нь алтны агуулгатай ойролцоо зэрэг утга өгч байгаа нь энэхүү болон өмнөх судалгаануудаар батлагдана. Сульфидын тодорхой эрдэсжилт, нүүрсхүчлийн хий бүхий орсм агуулдаг гэх мэт ороген алтны ордуудын зарим шинжүүдийг үзүүлнэ.

Агуулагч чулуулаг сульфидаар баяжин серицит, хлорит ба карбонатжсан ерөнхий төрх хүдэр хавийн хувирлыг тодорхойлно. Сульфид нь занар дотор жигд биш тархалттай ба карбонат-цахиуржсан хэсэгт илүү хуримтлагдсан. Цахирын судалд, түүний занартай хиллэх хэсгийг дагасан карбонат сульфидын эрдэсжилт дагуулсан нь агуулагч ба цахирын хооронд уусмалын нэвчилт багагүй явагдсан болохыг тодорхойлно. Ингэснээр агуулагчдаа пирит, харин кварцын судалдаа халькопирит илүү өгжээ.

Сульфид бага, агуулагч-хлориттой занарт хүдэржилтээс өмнөх үеийн магнетит элбэг байгаа нь судал болон агуулагчийн хил заагийн дагуу сульфидууд үүсэхэд Fe-т нэгдэлээр, уусмал талаас S-т нэгдэл нөлөөлсөн гэж үзэх юм. Ийм төрлийн алтжилт нь сульфид-пиритжилт даган үүсдэг тухай Palin & Xu (2000) тодорхой дурдсан. Карбонат- ба сульфиджилт өөр хоорондоо орон зайн хамааралтай, ормын петрографийн шигэн-хий-шингэн гэсэн ерөнхий төрх зэргээс эрдэсжилт үүсэхэд CO_2 бүхий уусмалын нөлөө оролцсоныг тодорхойлно. Судалгааны талбайтай төстэй байхуйц, өмнөд монголын, дээд палеозойн атираат структурын хэмжээнд байрлах, Өмнөд говийн бүсийн хэмжээнд Au-сульфид кварцын судлын ордуудын хэмжээнд ором дахь хийн фаз $\text{CO}_2 > \text{N}_2$ ($< \text{CH}_4$) найрлагатай, 16.1-4.9 жин.% давсны агуулгатай, 340-135° ийн үүсэлтэйг (Naumov et al, 2003) тогтоосоныг цаашид анхаарах шаардлагатай байна. Эндээс алт агуулсан кварцын судал бүхий Талын мэлтэс цаашилбал Хатан суудалын илрэлүүдэд доорхи дүгнэлт өгч болох юм.

-Алт-сульфидтэй хүдэржилтийн хувьд цахирын жижиг (ихэвчлэн $< 20\text{см}$) судлууд ба түүнийг агуулагч хувирлын хэсэгт алтны агуулга тогтмол ($> \text{ppm}$) заах хандлагатай ба мөнгөний агуулга бага боловч тэдний харьцаа их ялгаатай биш бөгөөд зүүн Тяншаны алтны ордуудтай төстэй, Au:Ag нь 1:1 орчим байх (Zhang et al., 2003) боломжтой нөхцөлтэй байна.

-Эрдэслэг бүрэлдэхүүнд кварц, карбонат, пирит, халькопирит, альбит, серицит, хлорит, алт зонхилсон нь эрдэсжилтийн үндсэн үе шаттай холбоотой

Төмөртэйн нуруу болон Шинжаны алтны орд, илэрлүүдийн зарим ерөнхий шинж ба харьцуулалт.
(Rui-ын материал ашиглав, 2002)

Хүснэгт 1

Муж	Орд	Гарал үүслийн төрөл	Нөөц (Геол. тойм t, Au)	Агуулга (g/t Au)	Агуулагч чулуулаг, нас	Хүдэржилттэй холбогдох голлох структур	Ордын нас
Зүүн Зүүнгар	Qingshui Nanmingshui	Orogen	0.3 (2) 0.2	7.3 6.1	Түүрүү карбоны туф ба граувакк Түүрүү карбоны суурилаг вулкан ба граувакк	Kelameili fault system- Келамели	Карбон-Перм (C-P)?
	Jinshan	Orogen	1.4 (3)	2.2	Түүрүү карбоны суурилаг вулкан ба граувакк	Kelameili fault system- Келамели	Карбон-Перм (C-P)?
	Adake	Orogen	0.4 (2)	5	Дунд девоны вулканокласт	Kelameili fault system- Келамели	Карбон-Перм (C-P)?
	Jinshangou	Эпитермаль	0.7 (5)	31.2	Түүрүү карбоны андезит ба риолит	Kelameili fault system- Келамели	Карбон-Перм (C-P)?
	Danjia-di-Suangfengshan	Эпитермаль	5.0	1.0-5.0	Түүрүү карбоны хүчиллэг-дундлаг вулкан ба гиабиссал чулуулаг	Kelameili fault system- Келамели	Түүрүү карбон (C1) Түүрүү карбон (C1)? Перм (P)
Зүүн Тяньшан	Xitan	Эпитермал (сульф. их)	6.4	5.0-10	Пермийн ? андезит	Yamansu fault-Ямансу	Хожуу перм (P2) Перм (P)? Хожуу перм (P2)
	Kanggurtag	Сарнимал ?	10 (20)	10	Түүрүү карбоны вулканокласт	Yamansu fault-Ямансу	Дунд карбон (C2)
	Dadonggou	Сарнимал	20?	0.16	Түүрүү карбоны вулканокласт	Yamansu fault-Ямансу	Карбон (C)? ба залуу*
	Matoutan	Ороген ?	(90)		Түүрүү пермийн гранитоид	Kanggur fault-Кангур	Карбон (C)? ба түүнээс магад залуу
Төмөртэйн нуруу	Талын мэлтэс	Ороген ? *	Хүдрээр (90) **	3** (1-6)*	Дунд девоны ? тунамал-вулканоген чулуулаг	(Келамели хагарлын үргэлжлэл, нэг салбар болох Нарансэвстэйн хагарал хүдэржилттэй холбогдох эсэх ?)* эсвэл Говь-Тяньшаний (зүүн гарын шилжилт*** бүхий) хагарлын систем-shear.	
	Хатансуудал	Ороген ?	Хүдрээр (50-60) **	0.15-9.55**	Доод-дунд палеозойн тунамал вулканоген-вулканокласт		

* Энэ ажлын үр дүн, ** Санжаадорж нарын судалгааны үр дүн, *** Cunningham (1998)

Усан болон ус-карбоник уусмал агуулсан маягийн төрх судлын кварц, карбонатад илэрч байгаа.

-Карбонат-, серицит-, сульфид-, хлоритжилтууд үндсэн гидротермал хувиралаар тогтоогдож мөн цахиржилт, альбитжилт багаар явагдсан байж болох байна.

-Деформацлагдаж, метаморфчлогдсон арлан нумын төрөйн дахь галт уулын ба кластик чулуулагтай холбоотой илрэл нь Говь-Тяншан, магадгүй Нарансэвстэй болон түүнээс урдуур дайрах хагаралын бүсээр хянагдана.

-Петрологийн судалгаанаас үзвэл илрэл нь Говь-Тяншаны интрузивийн (D_3-C_1) шохойлог шүлтлэг чулуулаг деформацад орж, метасоматит хувиралд өртсөн цаг хугацаа Талын мэлтэсийн хүдэржилтийг үүсгэсэн хугацаатай холбоотой гэвэл хүдэржилтийн нас нь энэ интрузивийн наснаас хойш байх болно. Өөрөөр хэлбэл карбоны цаг үе ба түүнээс залуу байх юм.

Дээрхи шинжүүд нь фанерозойн алтны судлын-ороген ордуудын үндсэн шинжүүдийг харуулах ба хий-шингэн ором, тогтвортой изотопын ба бусад нарийвчилсан судалгаа, харьцуулалт шаардлагатай байна.

Судалгааны ажлыг хийхэд ХБНГУ-ын академийн солилцооны алба (ДААД) дэмжсэн болно.

Ашигласан хэвлэл

- Руженцев.С.В, Бадарч Г., Вознесенская.Т.А., *Тектоника Заалтайской зоны Монголий*. Геотектоника. 1985. Изд ст28-40
- Badarch G., Cunningham W.D., and Windley B.F. *A new terrane subdivision for Mongolia: implications for the Phanerozoic crustal growth of Central Asia*. Journal of Asian Earth Science.21., 2002.1:87-110.
- Жавхланболд Д, Бадарч Г, Ганбат Ч., ба бусад. *Алтайн цаадах зураглалын талбайн тектоник-структурын зарим онцлог*. Монголын геосудлаач. 1999. 4,2-26
- Batulzii D., Hanzi P., Orolzodmaa O., ба бусад. *Chemistry of the Carboniferous Batholite Zambilgekh in Trans altai region*. Mongolian Geoscientist. 2003. 21,57-59.
- Rui Z., Goldfarb R.J., Qiu Y., et al. *Paleozoic-early Mesozoic gold deposits of the Xinjiang Autonomous Region, northwestern China*. Mineralium Deposita. 2002. 37. 393-418.
- Dejidmaa G. *Gold metallogeny of Mongolia*. Mongolian Geoscientists. 1996. (Project Report of Institute of Geology and Mineral Resources) 1, 6-29.
- Dejidmaa G., and Badarch G., *Summary of Pre-Accretionary Metallogenic belts of Mongolia*. In: Nokleberg J., Numova V.V., and et al., (Eds.), Preliminary Publications Book1 from Project on Mineral Resources, Metallogenesis, and Tectonics of Northeast Asea. 1999. U.S. Geological Survey.
- Санжаадорж Д, Очирхуяг Б. *Өмнөд Монголын бүсэд эпитермадь болон хувиралын бүстэй холбоотой алтны хүдэржилтийн хэтийн төлөвийг тодорхойлох эрэл шалгалтын ажлын үр дүнгийн тайлан*. Улаанбаатар. 1998.-156х
- Shoude C, *Explanation to the "Metallogenic maps of precious and nonferrous metallic ore in northern Xinjiang in China and its adjacent regions"* Press of China University of Geosciences. 1996.

- Jargalsaihan D. *Gold resources map Mongolia, metallogenic classification of Mongolia*. State Geological Fund-National Center of Geoinformation & Remote sensing. Ulaanbaatar. 1995.
- Jargalsaihan D, Kazmer M, Baras Z., et al. *Guide to the Geology and mineral resources of Mongolia*. Ulaanbaatar. 1996. p 320.
- Report on the Mineral Exploration in the Altan-Tal area, Mongolia*. Japan International Cooperation Agency (JICA) & Metal Mining Agency of Japan (MMAJ). Ulaanbaatar. 1996.
- Ээнжин.Г., *Талын Мэлтэс-Хатан суудлын бүсийн геологийн тогтоц, хүдэржилтийн тухай шинэ мэдээ*. Монгол орны геологи уул уурхайн асуудлууд. 1997. 11, 65-68.
- Cunningham W.D. *Lithospheric controls on late Cenozoic construction of the Mongolian Altai*. Tectonics. 1998. Vol.17. 6.891-902.
- Zhou T, Goldfarb R.J, and Phillips G.N. *Tectonics and distribution of gold deposits in China- an overview*. Mineralium Deposita. 2002. 37. 249-282.
- Guangrui W., Explanation to the "Regional geological structures and geological evolution of northern Xinjiang in China and its adjacent regions" Press of China University of Geosciences. 1996. p 108.
- Perello J., Cox D., Garamjav D., et al. *Oyu tolgoi, Mongolia: Siluro-Devonian Porphyry Cu-Au-(Mo) and High-Sulfidation Cu Mineralization with a Cretaceous Chalcocite Blanket*. Economic geology. 2001. Vol. 96, p1407-1428.
- Allen M.B, & Vincent S.J.. *Fault reactivation in the Junggar region, northwest China: the role of basement structures during Mesozoic-Cenozoic compression*. Jour. Geol. Soc., London, Vol. 1997. 154, p.151-155.
- Sengur A. M. C., Natal'in B. A., and Burtman V. S., *Evolution of the Altaid tectonic collage and Palaeozoic crustal growth in Eurasia*. Nature. 1993. Vol 364. 299-307.
- Palin J.M., & Xu Y., *Gift by Association. Origin of Pyritic Gold Ores in the Victory Mesothermal Gold Deposit, Western Australia*. Economic geology. 2000. Vol.95, p.1627-1634.
- Naumov E.A., Borovikov A.A., Zadorozhny M.V., et al. *Conditions of formation of gold deposits in the South Gobi ore belt (Mongolia)*. Acta Mineralogica-Petrographica. 2003. Abstract series 2, p134-135.
- Zhang L., Shen Y., and Ji J. *Characteristics and genesis of Kanggur gold deposit in the eastern Tianshan mountains, NW China: evidence from geology, isotope distribution and chronology*. Ore geology reviews. 2003. Vol. 23(1-2), p71-90.
- Совместная советско-монгольская научно-исследовательская геологическая экспедиция АН СССР и АН МНР. *Карта геологических формаций монгольской Народной Республики 1:1,500,000*. Глав.ред. Яншин А.Л. Москва. 1989.
- Chen B & Jahn B.M. *Geochemical and isotopic studies of the sedimentary and granitic rocks of the Altai orogen of northwest China and their tectonic implications*. Geol. Mag. 2002. 139(1), p1-13.