

ХЭНТИЙН ТӨВӨН ӨРГӨГДЛИЙН БОГД УУЛЫН ГРАНИТЫН МАССИВЫН ГЕОЛОГИ, ГЕОХИМИ, ГЕОДИНАМИК

С.ХИШИГСҮРЭН, Д.ЧУЛУУН, О.ГЭРЭЛ, Д.БАТ-ӨЛЗИЙ, Б.МӨНХБАТ

ШУТИС. Геологи Газрын Тосны Сургууль

Хураангуй

Монгол-Агнуурын бүсийн Хэнтийн өргөгдөлд орших Богд уулын гранитын массив нь биотит-эвэр хуурмагт, биотит гранит бүхий 2 фазын гранитаас тогтоно. Магмын талсжилтын явцад нэгдүгээр фазын гранитаас 2-р фазын гранит руу цахиурын ислийн агуулга ихэсч, калийн агуулга бага зэрэг буурдаг. Богд уулын гранитууд түрүү мезозойн Жанчивлангийн бүрдлийн Улаанбаатарын баруун ассоциацийн гранитоидтой геохими, геохронологийн (үнэмлэхүй нас 181.4 ± 7.7 - 212.5 ± 10.8 сая жил) шинжээр адил нэг цаг үед ижил магмын процессоор үүсчээ. Массивын гранитууд Cs, Rb, K зэрэг том ионтой литофиль, хөнгөн ГХЭ-ээр баяжсан, Ta, Nb, Zr, Hf, Ba, Sr, Ti зэрэг элементүүдээр ядуурсан геохимийн шинж ба Y/Nb, Rb/Nb, Sc/Nb, Ga/Al харьцаагаар коллизын дараах A2 төрлийн гранитад хамаарагдах боломжтой юм. Стронцийн анхдагч изотопын харьцаа 0.7005; 0.7029; 0.7030; 0.7101, неодимийн эпсилон параметр ($\epsilon Nd(T) = (+0.7) - (+1.4)$), Nd-ийн загвар нас 826-1077 сая жил тус тус тодорхойлогдож байгаа нь массив Хэнтийн өргөгдлийн Бага Хэнтийн батолит, түүнийг хүрээлсэн жижиг массивуудтай ижил царцдас ба шавхагдсан мантийн холимог эх үүсвэр бүхий магмын түрэлтээр шилжил хагарлаар хэлбэржсэн байна.

Түлхүүр үг: Монгол, мезозой, A2, гранит, Sr изотоп

Оршил

Монгол орны зүүн хэсэгт орших Монгол-Агнуурын бүсийн Хэнтийн өргөгдөлд тархалттай мезозойн гранитоидын ихэнх биетүүдэд геологи-геохимийн судалгаа харьцангуй сайн хийгдсэн боловч Богд уулын массив дархан газар, харьцангуй илэрц муутай, ой модоор бүрхэгдэн, бул чулууны урсгалаар хучигдсаны улмаас дээрх судалгаанд хамрагдаагүй. Богд уулын массивын гранитад 138-154 сая жилийн нас (K/Ar) тогтоогдсон нь Улаанбаатар хот орчим тархсан бусад гранитын массивуудаас ялгаатай байв. Иймд Богд уулын гранитын массивд орчин үеийн аргачлалаар геологи, геохими, геохронологи, изотоп геохимийн иж бүрэн судалгаа хийж, үр дүнг нэгтгэн үзүүлэв.

Геологийн тогтоц

Богд уулын гранитын массив нь засаг захиргааны хувьд улсын нийслэл Улаанбаатар хотын өмнө, Төв аймгийн Зуунмод хотоос хойш 7 км-т, дэлхийн ууган дархан газар Богд хан уулын зүүн хэсэгт баруун хойноос зүүн урагш сунаж тогтсон 200 км.кв. талбай бүхий зуувин дугуй биет юм. Тектоникийн мужлалаар Монгол-Агнуурын бүсийн баруун хэсэг, Хэнтийн өргөгдөл, Улаанбаатарын аккрецын шаантгийн террейнд хамаарагдана (Төмөртоого, 2002).

БУГМ баруун, баруун урд талаараа хожуу карбоны Оргиоч уул формацын хурдастай, зүүн урд хэсгээр Горхи формацын хурдастай хагарлаар хиллэнэ. Баруун хойд талаараа агуулагч Оргиоч уул формацын чулуулгийг зүсч роговикжсон, хойд талаараа Туулын гүний хагарлаар хэрчигдэж эгц мөрөгцөг үүсгэдэг. Горхи формац ($D_{2-3}gr$)-ын тунамал метаморф хурдсын хэмхдэст чулуулгууд 339 сая жил түүнээс ч хөгшин цирконтой (Kelty et al., 2008), хожуу силур-хожуу девоны радиолярын үлдэгдэл бүхий хасын үе агуулсан (Kurihara et al., 2009), далайн арлын базальтыг хучиж, цахиурлаг занар ба турбидитын хэмхдэст чулуулгаар хучигдан, эвдрэлд орсон далайн хавтангийн зүсэлт бүхий (Kashiwagi et al., 2003; Minjin et al., 2006; Kazuhiro Tsukada et al., 2006; Kurihara et al., 2006; Kurihara et al., 2009, Доржсүрэн нар, 2006) аккрецын комплексын хурдсаас тогтоно. Алтан овоо формац (C_{1ao})-ын чулуулаг ховроор хасын үе агуулсан аргиллит, алевролит, элсэн чулуу, занараас тогтох ба доод карбоны, визейн амьтан ургамлын үлдэгдлээр насыг нь тогтоосон байна (Өнөдэлгэр нар, 1993; Minjin et al., 2006). Оргиоч уул формац (C_{2ou})-ын чулуулаг том мөхлөгт элсэн чулуу, аргиллит, алевролит, гравелит болон конгломератаас бүрдэнэ. Палеозойн чулуулгууд нь нүүрсний үе бүхий алевролит, элсэн чулуу, гравелитын үенээс бүрдэх доод цэрдийн Зүүнбаян формац(K_{1zb})-ын хурдас болон сул барьцалдсан конгломератаас тогтох дээд плиоцены (N_2) улаан хурдсуудаар хучигдаж тогтжээ. Доод плейстоценоос дээд дөрөвдөгч, орчин үеийн жижиг мөхлөгт хайрга, дайргатай элсэнцрийн мэшил агуулсан сайн угаагдсан элс, элсэнцэр мөн ихэвчлэн гранитаас тогтох флювиогляциал хурдсууд дээрх хурдас чулуулгийг хучиж тогтсон. Палеозойн хурдсууд $223,5 \pm 30,2 - 294,2 \pm 51,4$ сая жил настай гранит-порфирын ба микромонцодиоритын дэл судлаар зүсэгдэж тогтсон (Khishigsuren et al., 2009), дэл судлууд шүлтлэгдүү найрлагатай, арлан нум, синколлизын шинжийг үзүүлдэг (Khishigsuren et al., 2006).

Арга, аргачлал

Богд уулын гранитын массивын соронзон мэдрэх чадвар (65 цэг), структурын хэмжилт (20 цэг), петрографийн судалгаа (60 шлиф), геохимийн шинжилгээ (XRF, 26 дээж), ГХЭ-ийн шинжилгээ (ICP-MS, 6 дээж), рубиди-стронцийн изотоп (4 дээж), хар тугалганы изотопын ууршилтын шинжилгээ (2 дээж, 20 циркон), уран-хар тугалганы изотопын шинжилгээ (LA-ICP-MS, 2 дээж, 27 циркон), минералогийн хагас тоон шинжилгээ (30 дээж), цирконы морфологийн шинжилгээ (658 талст) тус тус хийв.

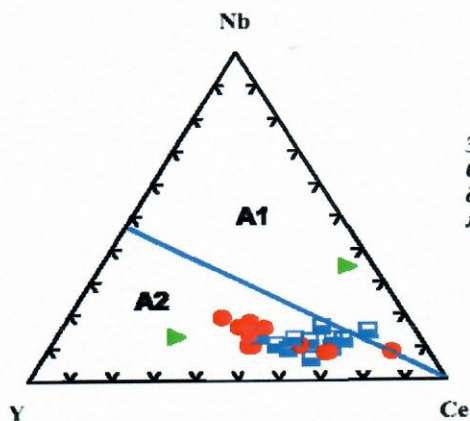
Петрографи

Богд уулын массивын 1-р фаз нь биотитот, биотит-эвэр хуурмагт гранитуудаас тогтох ба макро харахад порфир маягийн, үндсэн хэсэг нь том-дунд мөхлөгт структуртай байна. Микроскопод гипидиоморф мөхлөгт структуртай, цул текстуртай, мөхлөгийн хэмжээ 0,1-7,6 мм хүртэл хэлбэлзэнэ. Гол эрдсүүдээс микроклин-пертит 40-45%, плагиоклаз 10-15%, кварц 25-30%, хоёрдугаар зэргийн гол эрдсүүдээс биотит 5-10%, эвэрхуурмаг 1-5%, хоёрдогч эрдсүүдээс голдуу серицит, альбит, хлорит, акцессор эрдсүүдээс апатит, сфен, ортит, циркон, цацраг идэвхт циркон тохиолдоно.

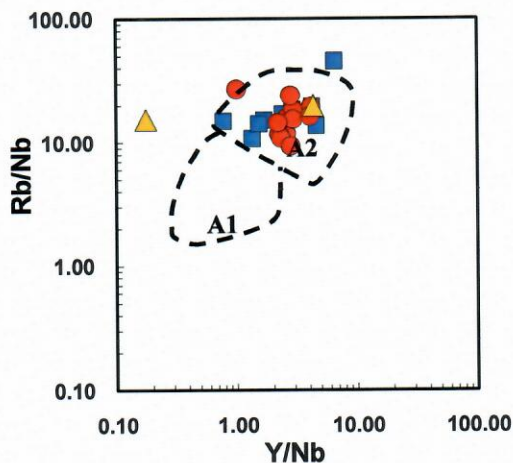
Хоёрдугаар фазын порфир маягийн дунд-жигжиг мөхлөгтэй структуртай биотитот гранитад микроклин-пертит 40-45%, кварц 25-30%, плагиоклаз 20-25%, биотит 5-6% агуулгатай (Зураг 2.2.). Хоёрдогч эрдсүүдээс пелит, серицит, хлорит, төмрийн услаг исэл, аксессуар эрдсүүдээс хүдрийн эрдэс 1-2%, апатит, циркон, цацраг идэвхит циркон, ортит цөөн тоогоор тохиолдоно. Порфир маягийн эрдсүүдэд калийн хээрийн жонш (6,8 мм-с 10 мм) давамгайлж, чулуулаг бүрдүүлэгч эрдсүүдээс хэмээгээрээ ялгарч харагддаг.

Геохими

Богд уулын массив цахиурын исэл ихтэй (73,24-77,18%) гранитуудаас бүрдэнэ. Гранитууд $A/CNK < 1.1$ буюу хөнгөн цагаанаар ханасан, К-агуулга ихтэй шүлтлэг-шохойлог эгнээнд хамаарагдана. Гранитын эхний фазаас сүүлийн фазад Al_2O_3 , CaO, K_2O , MgO, F_2O_3 , TiO_2 , MnO, P_2O_5 –ийн агуулга буурдаг. Богд уулын гранитуудын Y, Nb, Ce-ний агуулга Y/Nb ба Rb/Nb харьцаа нь A2 төрлийн граниттай (Eby, 1990, 1992) тохирно (Зураг 1; 2).

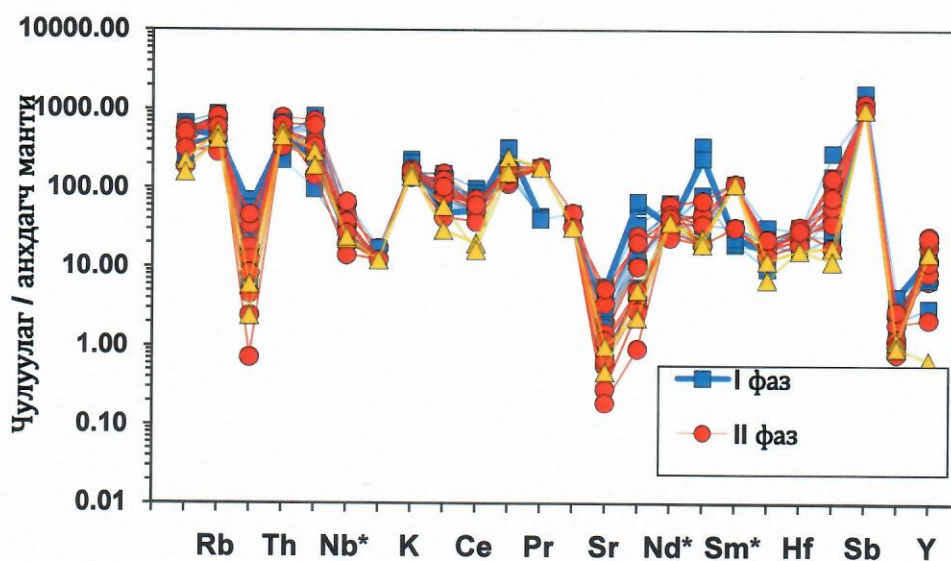


Зураг 1. А төрлийн гранитын ангилалын Y-Nb-Ce-ийн харьцааны диаграмм. 1 фаз хөх дөрвөлжин, 2 фаз-улаан дугуй, микрогранитын судал-ногоон гурвалжин



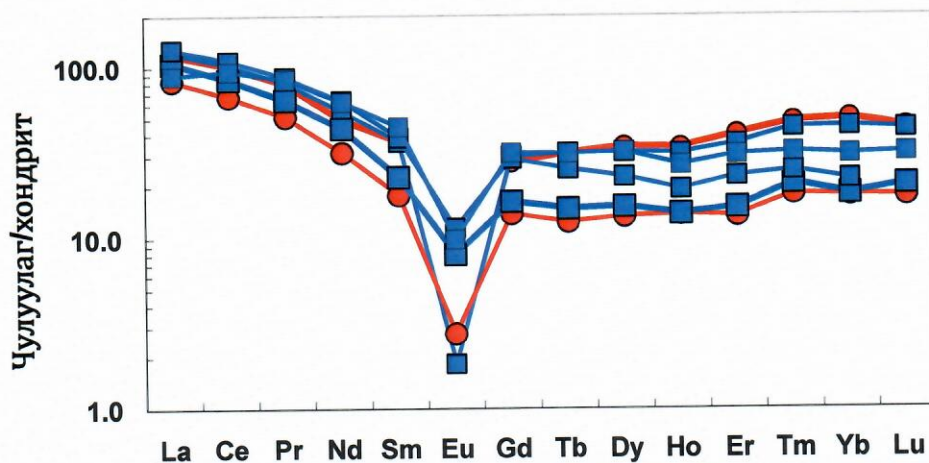
Зураг 2. Rb/Nb - Y/Nb диаграмм (Eby, 1992). Таних тэмдэг зураг 1-тэй ижил

Гранитууд Cs, Rb, K зэрэг том ионтой литофиль (LIL) элементүүдээр баян, өндөр цэнэгтэй (HFS) Ta, Nb, Zr, Hf элементүүдээр ядуурсан (Зураг 3.). Sr, Pb, Ce, Ba зэрэг элементүүд цахиурын исэлтэй урвуу хамааралтай, бусад элементүүд тодорхой хамааралгүй байна. Энэ нь магмын сул дифференцицитай холбоотой болно.



Зураг 3. Анхдагч мантид нормчилсон сарнимал элементийн тархалтын диаграам (Sun & McDonough, 1992)

Хондриттой харьцуулахад гранитуудад ГХЭ-ийн түвшин ихэссэн (Зураг 4.), ялангуяа хөнгөн ГХЭ-ээр баяжсан байгаа нь магмын эх үүсвэрт царцдасын материал оролцсоныг үзүүлнэ (Хишигсүрэн нар, 2010).



Зураг 4. Хондритод нормчилсон газрын ховор элементийн тархалтын диаграмм (Taylor & McLennan, 1985)

Чулуулгийн нас

БУГМ-ын хоёр дээжийн 20 цирконы талстад тогтоосон хар тугалганы ууршилтын жигнэсэн дундаж нас өмнөх судалгаагаар тогтоогдсон настай зөрсөн тул шалгах зорилгоор 2 фазын гранитын 27 цирконы талстад уран-хар тугалганы, чулуулгийн 4 дээжинд рубиди-стронцийн изотопын шинжилгээгээр баталгаажуулан, массив түрүү мезозойн үед үүссэн гэж үзэв (Хүснэгт 1).

БУГМ-ын үнэмлэхүй нас

Хүснэгт 1

№	Шинжилгээ	Дээжийн дугаар, гранитын фаз	Үнэмлэхүй нас, сая жил		Он
1	Хар тугалганы ууршилт (ХБНГУ)	2057-I	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	205,7±4.1	2003
		2028-I		208,5±9,1	
2	U/Pb-ны изотоп (Япон)	49-I	^{206}Pb	190.6±5.3	2009
			^{207}Pb	212.5±10.8	
		2047-II	^{206}Pb	181.4±7.7	
			^{207}Pb	196.3±16.0	
3	Rb-Sr (Турк)			211±11/-32	2011

Sr-Nd изотоп

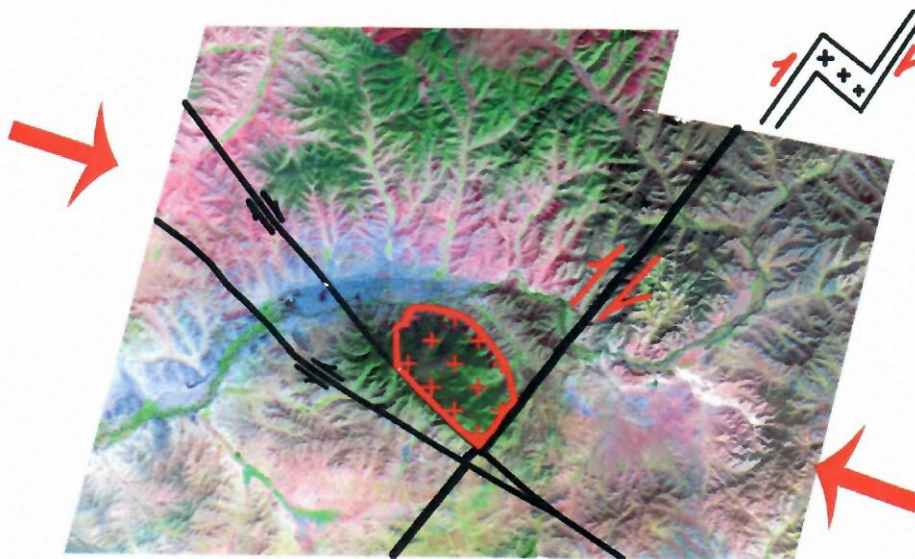
Богд уулын гранитын стронцийн анхдагч изотопын харьцаа (Sr/I) 0,70053; 0,70296; 0,70301; 0,71013, неодимийн эпсилон параметр нэмэх утгатай ($\epsilon_{Nd}T = +0.7$ -оос $+1.4$) байна.

БУГМ-ын неодимийн загвар нас (T_{DM1}) 826-1077 сая жил, нас ба неодимийн эпсилон параметрын хамаарлаар В.И.Коваленко нар (Kovalenko et al., 2004)-ын Төв Азийн хөдөлгөөнт бүсийн хэмжээнд тогтоосон изотопын шинжүүдтэй адил түрүү мезозойн гранитоидын талбайд бууж каледоны изотопын мужид хамаарагдах ба эх үүсвэрт эртний царцдасын материалаас гадна залуу материал оролцсон байна.

Богд уулын гранитууд Төв Монгол, Байгаль орчмын гранитоид шавхагдсан манти ба царцдасын холимог материалаас үүссэнийг изотоп, цирконы морфологийн судалгаа харуулдаг.

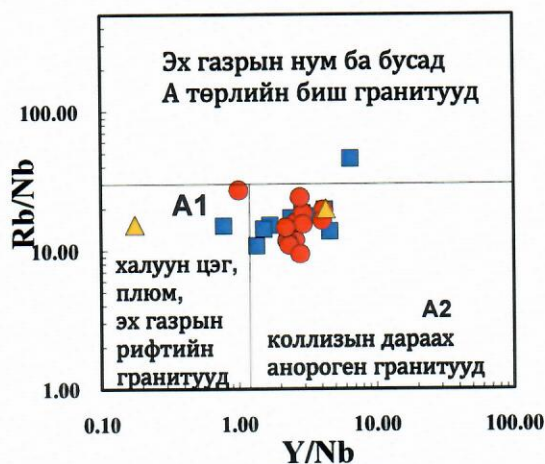
Геодинамик

БУГМ-ын ан цавын хэмжилтээр массив зүүн хойшоо налуу байрлалтай биет болохыг тогтоов. БУГМ-ын геологийн тогтоц, хил заагийн байдал, геофизикийн судалгааны үр дүн, тасралт структурын шинж дээр үндэслэн БУГМ БХ чиглэлтэй хүчний нөлөөгөөр үүссэн ЗХ-БУ суналтай “Дэйндэй”-н баруун гарын шилжил хагарлаар магм түрэгдэхэд хэлбэржсэн байна (Зураг 5.).

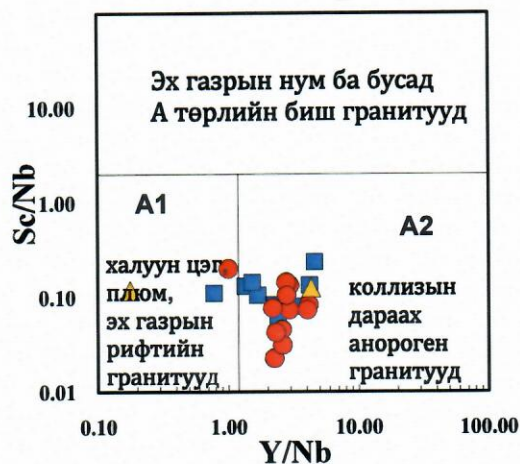


Зураг 5. Массивын үүсэл. Шилжүүлэгч хагарлыг өргөн хар зураас, шилжилтийн чиглэлийг нарийн хар, улаан сум, хүчний чиглэлийг өргөн улаан сумаар үзүүлэв.

Rb/Nb, Y/Nb, Sc/Nb харьцаа (Eby, 1992) БУГМ коллизын дараах анороген тектоникийн нөхцөлд үүссэн гранит болохыг харуулдаг (Зураг 4.6., 4.7.). Геохронологийн шинжилгээний дүн Монгол-Агнуурын далай хаагдсан цаг үеэс хойш байгаа нь анороген гранит болохыг мөн илтгэнэ.



Зураг 4.6. Rb/Nb - Y/Nb диаграм
(Eby, 1992) Таних тэмдэг зураг 2-той адил



Зураг 4.7. Rb/Nb - Y/Nb диаграм
(Eby, 1992) Таних тэмдэг зураг 2-той адил

Металлогенийн шинж

Манай орны ховор металлын томоохон ордууд бүхий металлогенийн мужлалын Хэнтийн вольфрам, цагаан тугалганы бүсд байрлах Богд уулын гранитын массивд минералогийн хагас тоон шинжилгээгээр массивын зүүн хэсэгт нэгж тэмдэгтээс ховор тэмдэгтийн агуулгатай касситерит, шеелит, молибденит зэрэг хүдрийн эрдсүүд тогтоогдоно. Гранитын соронзон мэдрэх чадварын хэмжилтээр 80% нь 0.5×10^{-3} SIU - гаас бага байгаа нь тус массив ильменитийн серид хамаарагдана. Массивын зүүн хэсгээр тохиолдох грейзены жижиг судлуудад химийн шинжилгээгээр молибден 3 мг/кг, цагаан тугалга 38-46 мг/кг, вольфрам 12-16 мг/кг агуулгатай байна. Иймд массив ильменитийн серийн ховор металлын металлогенийн шинжтэйг харуулдаг.

Хэлэлцүүлэг

Хэнтийн өргөгдлийн бусад массивуудтай харьцуулсан нь

БУГМ Монгол-Агнуурын бүсийн Хэнтийн өргөгдөлд тархсан Жанчивлангийн бүрдлийн Улаанбаатарын баруун ассоциацийн түрүү мезозойн Цагаан даваа, Жанчивлан, Хөшөөт уул, Авдар, Горхийн массивуудтай адил цахиурын ислийн агуулга өндөр, калийн хэмжээ натрийн агуулгаас их, шүлтийн нийлбэр 8,14-9,10%, шүлтлэг-шохойлог эгнээнд хамаарагдана. Хөнгөн цагааны ханалтын индекс (ASI) > 1, агпайт үзүүлэлт 0,78-0,95, Rb, Pb, F, Sn зэрэг элементүүдээр баяжсан, Nb, Ta, Ti зэрэг элементээр ядуурсан, хөнгөн ГХЭ-ээр баяжсан зүй тогтол Улаанбаатарын баруун ассоциатай адил геохимийн шинжтэй байна.

Царцдасын оролцоо

Богд уулын гранитын Rb-Sr изотопын судалгаа Хэнтийн өргөгдлийн түрүү мезозойн томоохон массивууд (Коваль, 1998), Хөшөөт уулын массив (Одгэрэл нар, 2008)-тай ойролцоо буюу нэг эх үүсвэрээс үүссэнийг үзүүлнэ. Төв Ази, Монгол, Хэнтийн өргөгдлийн мезозойн гранитууд ижил эх үүсвэртэй буюу залуу царцдас базальтаар төлөөлөгдөх шавхагдсан мантийн холимог эх үүсвэртэй (Gerel et al., 1999; Ярмолук и Коваленко, 2003; Kovalenko et al., 2004; Jahn et al., 2004; Jahn, 2004; Munkhtsetseg, 2010; Оролмаа нар, 2010;) болохыг Богд уулын гранитын судалгаа ч мөн үзүүлдэг.

Цирконы морфологи

БУГМ-ын цирконы талстуудын 60% орчим нь Пупин (Pupin, 1988)-ы цирконы морфологийн диаграаммын P₅, D төрлийн {101} пирамид болон {110} призмүүдийн комбинаци бүхий талстууд байгаа нь царцдас гүний материалын холимог гаралтай, шүлтлэгдүү найрлагатай, А төрлийн гранитоид болохыг үзүүлнэ. Цирконы морфологийн геотермометр <900°C, цирконы ханалтын температуртай (800-900°C) ойролцоо байдаг.

Дүгнэлт

1. БУГМ Монгол-Агнуурын бүсийн Хэнтийн өргөгдлийн түрүү мезозойн Жанчивлангийн бүрдлийн Улаанбаатарын баруун ассоциацийн гранитоидтой адил түрүү мезозойн үеийн бүрдэл болохыг геологи, геохронологийн судалгааны шинэ үр дүн харуулж байна.
2. БУГМ биотитот, биотит-эвэр хуурмагт гранит бүхий сул дифференциацитай, калиар баян, шүлтлэг-шохойлог найрлагатай магматизмын бүтээгдэхүүн болно.
3. БУГМ-ын гранитууд Cs, Rb, K зэрэг том ионтой литофиль (LIL), хөнгөн ГХЭ-ээр баяжсан, Ta, Nb, Zr, Hf, Ba, Sr, Ti зэрэг элементээр ядуурсан геохимийн шинж ба Y/Nb, Rb/Nb, Sc/Nb, Ga/Al харьцаагаар коллизын дараах A2 төрлийн гранитад хамаарагдана.
4. БУГМ-ын гранитууд стронцийн анхдагч изотопын харьцаа 0,7005-0,7101, неодимийн эпсилон параметр ($\epsilon Nd(T) = (+0.7) - (+1.4)$), Nd-ийн загвар нас 826-1077 сая жил тус тус тодорхойлогдож байгаа нь массив Хэнтийн өргөгдлийн Бага Хэнтийн батолит, түүнийг хүрээлсэн жижиг массивуудтай ижил царцдас ба шавхагдсан мантийн холимог эх үүсвэр бүхий магмын түрэлтээр хэлбэржжээ.

Ашигласан материал

1. **Доржсүрэн Б., Бүжинлхам Б., Жаргал Л. 2006.** Хангай-Хэнтийн бүс дэх девоны аккрецын комплекс. *ГЭБХ-ийн Эрдэм шинжилгээний бүтээл. №16.* х.159-163.
2. **Коваль П.В. 1998.** Региональный геохимический анализ гранитоидов /РАН, Сиб. Отд-ние, РФФИ, Ин-т геохимии; Научный ред. чл.-кор.РАН М.И.Кузьмин. Новосибирск Изд-во СО РАН, НИЦ ОИГГМ, 492 с.
3. **Одгэрэл Д., Гэрэл О., Антипин В.С., Мөнхцэнгэл Б. 2008.** Хөшөөт уулын массивын геологи, петрологи, геохими. *ШУА-ийн ГЭБХ. Эрдэм шинжилгээний бүтээл. УБ. №18. Х. 109-120.*
4. **Оролмаа Д., Мөнхбаяр С., Эрдэнэсайхан Г., Одгэрэл Д. 2010.** ШУА-ийн ГЭБХ. Эрдэм шинжилгээний бүтээл. УБ. №20. Х. 52-64.
5. **Өнөдэлгэр Т., Банзрагч Б., 1993.** Улаанбаатар хот орчимд 1990-1992 онуудад явуулсан гидрогеологийн иж бүрдэл (аэрофотогеологи, геофизик, геохими) эрлийн ажлын тайлан. УГФ. №4718.
6. **Төмөртоогоо О., 2002.** Монгол улсын тектоникийн зураг. Масштаб 1:1000000. Улаанбаатар, АМХЭГ-ын Геологийн мэдээллийн төв, бх.
7. **Хишигсүрэн С., Серхат Кексал, Цемал Гонкуолу М., Дандар С. 2010.** Плит доторхи гранитын газрын ховор элементийн геохими (Цагаан даваа, Богд уул, Модотын жишээн дээр). *Mongolian geoscientist. v. 36.* С.161-164.

8. **Ярмолук В.В., Коваленко В.И. 2003.** Геодинамические обстановки образования батолитов в Центрально-Азиатском складчатом поясе. *Геология и геофизика*. Т44, №12, с. 1305-1320
9. **Eby, G.N., 1990,** The A-type granitoids: A review of their occurrence and chemical characteristics and speculations on their petrogenesis: *Lithos*, v. **26**, p. 115-134.
10. **Eby, G.N., 1992,** Chemical subdivision of the A-type granitoids: Petrogenetic and tectonic implications: *Geology*, v. **20**, no. 7, p. 641-644.
11. **Gerel O., Kotlyar, B., Cluer, J.K., Enkhtuvshin, Kh., and Bold-Erdene, B. 1999.** Geology and gold mineralization in the Khentei Range. *Mongolian Geoscientist*. Special Issue IGSEA No.14. p. 110-115.
12. **Jahn, B.M. 2004.** The Central Asian Orogenic Belt and growth of the continental crust in the Phanerozoic. Geological Society, London. Special publications, v.226. p. 73-100
13. **Jahn B.M., Ramon Capdevila, Dunyi Liu, Antoine Vernon, G.Badarch. 2004.** Sources of Phanerozoic granitoids in the transect Bayanhongor-Ulaanbaatar, Mongolia: geochemical and Nd isotopic evidence, and implications for Phanerozoic crustal growth. *Journal of Asian Earth sciences*. vol. **23**, p. 629-653.
14. **Kashiwagi K., Tsukada K., Minjin C. 2003.** Paleozoic spherical radiolarians from the Gorkhi Formation, southwest Hentey range, central Mongolia: a preliminary report. *Mongolian Geoscientist*, No **24**. P. 17-26
15. **Kazuhiro Tsukada., Toshiyuki Kurihara, Kosuke Niwa, Shigeru Otoh, Gen'ya Hikochei, Kenji Kashiwagi, Takahumi Kozuka, Minjin Chuluun, Byambadash Dorjsuren, Sersmaa Gonchigdorj, Boijir Bujinlham. 2006.** Geochemical feature of basalt from the Gorkhi formation, Khangai-Khentey belt, central Mongolia. *Abstracts and Excursion Guidebook for the IGCP 480*. Ulaanbaatar. p. 82-83.
16. **Kelty, T., Yin, A., Dash, B., Gehrels, G., and Ribeiro, A. 2008.** Detrital-zircon geochronology of Paleozoic sedimentary rocks in the Hangay-Hentey basin, north-central Mongolia: Implications for the tectonic evolution of the Mongol Okhotsk Ocean in central Asia. *Tectonophysics*, **451**, 290-311.
17. **Khishigsuren S., Gerel O., Dill H.G., Oyungerel S., Munkhbat B. (2006)** Geochemistry of the Bogd uul granite, Central Mongolia. - *Mongolian geoscientist*, №29: Workshop "Geology and Geoecology of Mongolia, 2006 Spring". p.43-46
18. **Khishigsuren Sodnom, Shigeru Otoh, Munkhbat Baatar, Yuji Ohto. 2009.** New age data and tectonic setting of igneous rocks in the Ulaanbaatar area. - *Mongolian geoscientist*, vol. **35**. Special volume dedicated to 70th anniversary of the Mongolian geological survey. p. 51-57.
19. **Kovalenko V.I., Yarmolyuk V.V., Kovach V.P., Kotov A.B., Kozakov I.K., Salnokova E.B., Larin A.M. 2004.** Isotope provinces, mechanisms of generation and sources of the continental crust in the Central Asian mobile belt: geological and isotopic evidence. *Journal of Asian Earth Sciences*. vol. **23**, p. 605-627.
20. **Kurihara T., Tsukada K., Otoh S., Kashiwagi K., Minjin Ch., Sersmaa G., Dorjsuren B., Bujinlham B. 2006.** Middle Paleozoic radiolarians from the Gorkhi

- formation, Central Mongolia. *Abstracts and Excursion Guidebook for the IGCP 480*. Ulaanbaatar. p. 82-83.
21. **Kurihara, T., Tsukada, K., Otoh, S., Kashiwagi, K., Minjin, C., Dorjsuren, B., Bujinlham, B., Sersmaa, G., Manchuk, N., Niwa, M., Tokiwa, T., Hikichi, G., and Kozuka, T., 2009.** Upper Silurian and Devonian pelagic deep-water radiolarian chert from the Khangai-Khentei belt of Central Mongolia: Evidence for Middle Paleozoic subduction-accretion activity in the Central Asian Orogenic Belt. *Journal of Asian Earth Sciences*, **34**, 209-225.
 22. **Minjin, Ch., Tomurtogoo, O., Dorjsuren B., 2006,** Devonian –Carboniferous accretionary complex of the Ulaanbaatar terrane. Structural and tectonic correlation across the Central Asia Orogenic Collage: Implications for continental Growth and Intracontinental Deformation. *Abstracts and Excursion Guidebook. Second International Workshop and Field Excursions for the IGCP-480*, 99-106
 23. **Munkhtsetseg O. 2010.** Magmatism in the Tsagaandelger area, Eastern Mongolian volcanic belt: petrological, geochemical and isotopic constraints on Mesozoic geodynamic setting. Dissertation. 93p.
 24. **Pupin, J.P., 1988,** Granites as indicators in paleogeodynamics. *Societa Italiana Mineralogia e Petrologia, Rendiconti*, v. **43**, p. 237-262.