

Эрдэм шинжилгээний өгүүлэл

## Хархорины бүсийн цүүгэл формацын хурдас хуримтлалын насны асуудалд

Д.Эрдэнэчимэг<sup>1, 2\*</sup>, Т.Оюунчимэг<sup>1</sup>, Д.Шарав<sup>1</sup><sup>1</sup> ШУА-ийн Геологийн хүрээлэн<sup>2</sup> МУИС-ийн ШУС-ийн Геологи, геофизикийн тэнхим

Хүлээн авсан: 2022-10-03  
Зөвшөөрөгдсөн: 2022-10-12

Түлхүүр үг: *Tsuugel formation, U-Pb geochronology, zircon geochemistry, depositional age*

\* Холбоо барих зохиогч: Д.Эрдэнэчимэг,  
ШУА-ийн Геологийн хүрээлэн  
И-мэйл: [erdenechimegd@mas.ac.mn](mailto:erdenechimegd@mas.ac.mn)

### Abstract

This study presents the depositional age and provenance of the Tsuugel formation sedimentary rocks based on detrital zircon geochemistry and U-Pb geochronological analyses. The Tsuugel formation consists of bluish-gray, greenish-gray colored fine-medium grained sandstones, dark-gray, bluish-gray siltstone, and gravelites.

The bluish-grey sandstone (Kh-19-74) of the Tsuugel formation where collected south of the Khukh suuj river and north-western of the Khuut mountain was selected for U-Pb geochronological analyses. Totally, 110 zircon grains were analyzed, and 97 zircons have highly concordant ages ranging between  $1032 \pm 24$  and  $301 \pm 6$  Ma. The youngest 10 zircon grains yield a weighted mean age of  $309.7 \pm 4.1$  Ma.

The chondrite-normalized REE diagram shows 2 distinct patterns which are magmatic and hydrothermal zircon. Magmatic zircons have low light REE, high heavy REE content,  $(Sm/La)_N = 44.9-925.8$  (av. 265.7),  $Ce/Ce^* = 18.1-129.6$  (av. 67.5) its indicated unaltered magmatic source in continental crust rock, and have higher abundance of the REE, flatter light REE patterns,  $(Sm/La)_N = 0.49-1.77$  (av. 0.85),  $Ce/Ce^* = 0.99-1.69$  (av. 1.32) described for hydrothermal-altered zircon.

### 1. Оршил

Хархорины бүс нь доод-дунд палеозойн настай вулканоген-тунамал гарал үүсэлтэй метаморф чулуулгууд бүхий Хархорин группийн дунд кембри-доод ордовикийн настай Хотонт, ордовикийн настай Мөнгөнцээж, силурын настай Яшил формацууд, дунд-дээд палеозойн настай цахиурлаг-вулканоген-тунамал хурдсуудаас бүрдэх девоны настай (Хараат, Хүрэнтолгой, Эрдэнэцогт, Цүүгэл, Шарт, Цэцэрлэг), карбоны настай (Жонштолгой, Билүүт, Жаргалант) өөр өөр нэршил бүхий геологийн нэгжүүдээс тогтох бөгөөд силурын настай Зэгст, хожуу пермь-түрүү триасын настай Хангай бүрдлийн интрузив чулуулгууд тархдаг (Алтанзул нар., 2004Ф; Чулуун нар., 2004Ф; Баатархуяг нар., 2004Ф; Төмөрчөдөр нар., 2005, 2009Ф; Наранцэцэг нар., 2007Ф; Эрдэнэчимэг нар, 2017Ф). 2017 онд О.Төмөрготоо Монголын тектоник дүүрэгчлэлийн ангилалд Хархорины бүсийн

хэмжээнд Хотонт формацыг геологийн зурагт зурагласан хэдий ч литологийн бичвэр байхгүй, харин Мөнгөнцээж, Яшил формацуудыг силурын насанд хамааруулж зурагласан. Доод-дунд девоны настай Хүрэнтолгой формацад доод девоны настай Хараат, доод-дунд девоны настай Хүрэнтолгой, Эрдэнэцогт формацуудыг; дунд-дээд девоны настай Цүүгэл формацад дээд девоны настай Цүүгэл, дунд-дээд девоны настай Шарт, Цэцэрлэг формацуудыг нэгтгэж, карбоны насанд Жонштолгой формацыг ялган, бичиглэсэн байдаг.

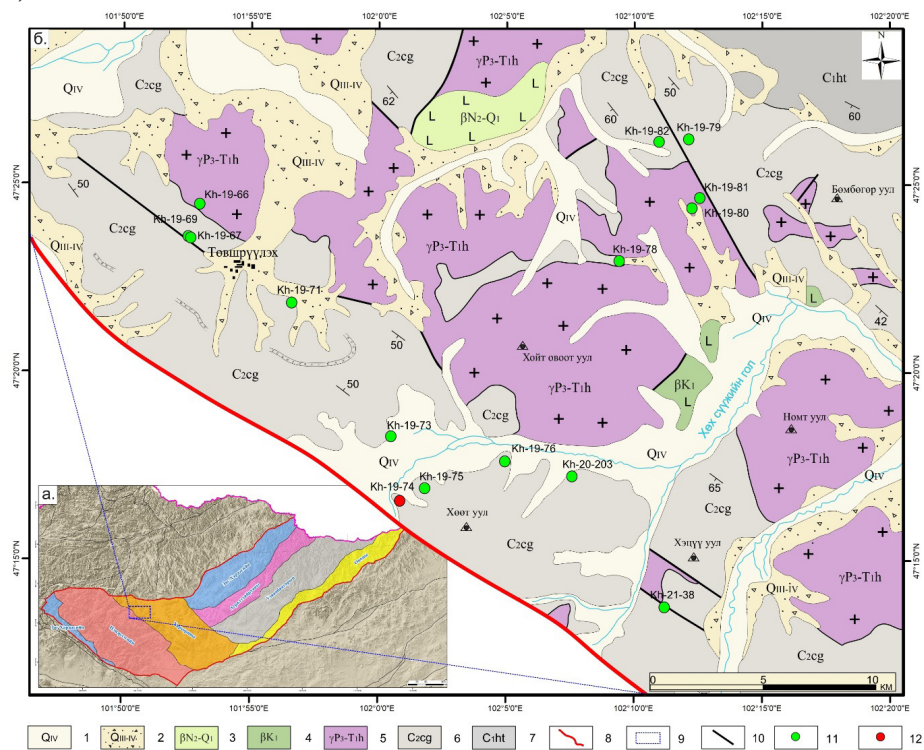
ШУА-ийн Геологийн хүрээлэнд хэрэгжиж буй “Хархорины бүсийн палеозойн хувирмал ба вулканоген-тунамал бүрдлүүд: геохими, геохронологи, алтны хүдэржилт” сэдэвт суурь судалгааны төслийн хүрээнд 2019-2022 онуудад хийгдсэн хээрийн ажиглалт, лабораторийн болон суурин боловсруулалтын ажлаар Хархорины бүсийн хэмжээнд тархалттай дунд-дээд девоны настай зураглагдаж ирсэн Цүүгэл формацын

терриген чулуулгийн хурдас хуримтлалын нас, цирконы геохимийн шинэ үр дүнг энэхүү өгүүлэлд тусгалаа.

Цүүгэл формацыг анх Төмөрчөдөр нар Хархорины бүсийн зүүн хойд хэсэгт Их хоргын талбайд 1:50000-ны масштабтай ГЗЕЭА хийж гүйцэтгэхдээ Цүүгэлийн ам орчимд тархсан ритмлэг үеллэг флишоид тунамал хурдсыг тус формацад шинээр ялган, насыг муухан хадгалалттай *Taeniocradia sp.*, *Protobarinophyton sp.*, төрлийн эртний ургамлын ишний хэв дардас, *Ralonolite sp.*, төрлийн хорхойн үлдэгдлээр баталгаажуулан дээд девонд хамааруулсан байдаг (2005Ф).

## 2. Геологийн тогтоц

Бидний судалгаа хийсэн Цүүгэл формацын хурдас нь Хархорины бүсийн баруун хэсэгт Хөөт уул, Хэцүү уул, Бөмбөгөр уул, зүүн хойд хэсэгт Өндөр толгой, Цагаан толгой, Арцат толгой, Хулстайн бор толгой, Үүдийн ухаа, Нурамт уул, Талын ухаа, төвийн хэсэгт Цүүгэлийн ам, Цооногтын ам, Цагаанчулуут уул, Баянгийн зүрх уул, Гичгэний гол, Цац уул, Шандын овоо уул, Өндөр улаан уул, Шарт уул, Хадат уул, Рашаант уул орчим хамаарна.



**Зураг 1.** а. Монгол Улсын нутаг дэвсгэрийн тектоник дүүрэгчлэл, Хангай-Хэнтийн Атриат мегабүсийн байршлын схем (Төмөртоого, 2017), б. Геологийн зураг; 1- алувиин гаралтай элс, хайрга, шавар, шавранцар, элсэнцэр, 2- делюви, делюви-пролювиин янз бүрийн найрлагатай чулуулгийн дайрга, сайрга бүхий элс, элсэнцэр, шавранцар, 3-неоген-дөрөвдөгчийн базальт, 4- цэрдийн трахиандезит, трахибазальт, базальт, трахириолит, тэдгээрийн туф, туфлаав, 5-хожуу пермь-түрүү триасын Хангай бүрдлийн биотитог гранит, гранодиорит, 6-дээд карбоны Цүүгэл формацын хар саарал, хөх саарал өнгийн алевролит, хөх саарал, ногоон саарал өнгийн жижиг-дунд ширхэгт элсэн чулуу, 7- доод карбоны Хүрэнтолгой формацын улаан хүрэн өнгийн яшма, кварцит, цахиурлаг алевролит, хар ногоон өнгийн базальт, хөх саарал өнгийн элсэн чулуу, 8-Хархорины бүсийн хил, 9- судалгааны талбайн байршил, 10- хагарал, 11- дээжлэлтийн цэгүүд, 12-үнэмлэхүй нас тогтоогдсон цэгийн байршил

Судалгааны талбай нь доод карбоны настай тунамал зузаалаг, дээд карбоны настай Цүүгэл Хүрэнтолгой формацын цахиурлаг-вулканоген-формацын терриген хурдас, тэдгээрийг зүссэн

хожуу пермь-түрүү триасын Хангай бүрдлийн гранитоид, цэрд, неоген-дөрөвдөгчийн болон делюви-пролюви, алювийн гаралтай сэвсгэр хурдсаар хучигдана (Зураг 1). Өмнөх зураглалын ажлуудаар ялгагдсан доод-дунд девоны настай Хүрэнтолгой формац нь үнэмлэхүй насны шинэ үр дүнгээр доод карбоны настай болох нь тогтоогдсон (Эрдэнэчимэг нар, 2022, хэвлэлтэнд) тул геологийн зураг шинэчлэгдэн зурагдсан болно.

Цүүгэл формац нь үеллэг флишоид хар саарал, хөх саарал өнгийн алевролит, хөх саарал, ногоон саарал өнгийн жижиг-дунд ширхэгт ритмлэг элсэн чулуу зонхилж, хар саарал өнгийн алевролит, гравелитын үеүдээс бүрдэх бөгөөд зүүн урдаас баруун хойш чиглэлтэй сунаж тогтсон байдаг (Зураг 2). Ерөнхийдөө гадаргууд илрэх гарш сайн хэдий ч, Төвшрүүлэх сумын зүүн урд хэсэгт гарш тааруу, байрлалын элемент баруун урагш уналтай ажиглагддаг.



Зураг 2. Цүүгэл формацын гаршийн зураг, а-хөх саарал өнгийн алевроэлсэн чулуу, б- хар саарал алевролит, в- ритмлэг элсэн чулуу

### 3. Судалгааны арга, аргачлал

Цүүгэл формацын тунамал чулуулгийн найрлага, эх үүсвэр, өгөршил, тектоник орчин, хурдас хуримтлалын насыг тодруулах зорилгоор 20 гаруй дээжинд петрографи, 10 орчим дээжинд геохими, 1 дээжийн зөөгдмөл цирконуудад U-Pb-ны аргаар геохронологийн шинжилгээг хийж гүйцэтгэв.

Судалгаанд хамрагдсан дээжүүдийн петрографи болон бусад шинжилгээний бэлтгэл ажлуудыг ШУА-ийн Геологийн хүрээлэнд, петро-геохимийн шинжилгээг Швейцарийн хөрөнгө оруулалттай “Эс Жи Эс Монгол” ХХК-д рентген флюоресценц (XRF), индукцийн хос плазмт масс спектрометр (ICP-MS), U-Pb-ны геохронологийн болон цирконы геохимийн шинжилгээг Хятадын ШУА-ийн Гуанжоугийн Геохимийн хүрээлэнгийн Изотоп геохронологи ба Геохимийн лабораторид LA-ICP-MS тоног төхөөрөмж ашиглан стандарт арга аргачлалын дагуу хийж гүйцэтгэсэн. Цирконуудын үнэмлэхүй насны өгөгдлийг Glitter 4.0 (Griffin et al., 2008), Dezirteer (Powerman et al., 2021), харьцангуй тархалтын гистограмм, конкорд болон жигнэсэн

дундаж насны диаграммыг Isoplot4 программ ашиглан байгуулсан (Ludwig, 2003). Үнэмлэхүй насны хэмжилт хийх явцад цирконы мөхлөгүүдэд Si, P, Ti, Y, Nb, Hf, Ta, Pb, U, Th, ГХЭ зэрэг элементүүдийн агуулгыг NIST SRM 610 стандарттай харьцуулан тодорхойлсон (Pearce et al., 1997).

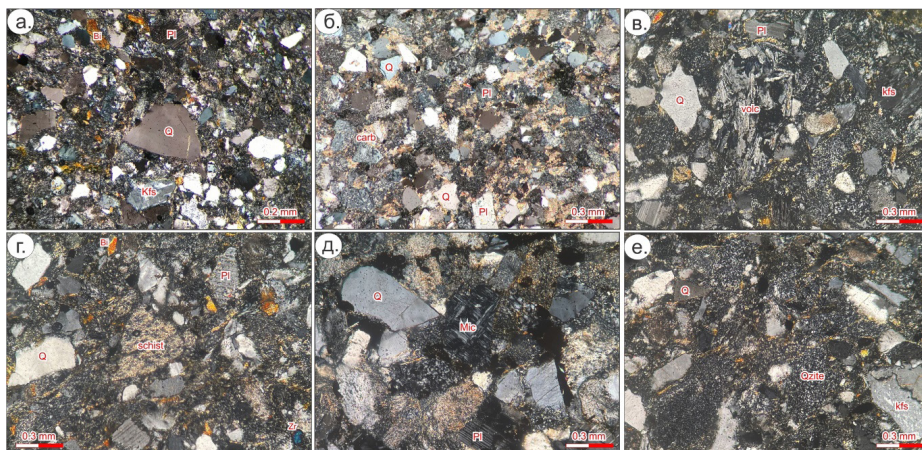
### 4. Үр дүн

#### 4.1 Петрографи

Цүүгэл формацд тархалттай 0.1-0.45 мм хэмжээтэй, жижиг-дунд ширхэгтэй элсэн чулуу нь псаммитлаг структуртай, цул нягт текстуртай. Хэмхдэсээс кварц, калийн хээрийн жонш, плагиоклаз, биотит, эпидот зэрэг эрдсийн хэмхдэсүүд, занар, кварцит, туф, вулканит, элсэн чулуу зэрэг чулуулгийн хэмхдэсүүд (60-65%) тааралдах бөгөөд серицит-карбонат-шаварлаг эрдсийн (35-40%) агрегатаар холбогдоно. Хэмхдэсүүд нь хагас мөлгөржсөн, кварц, калийн хээрийн жоншны хэмхдэсүүд изометрлэг, зөв бус хэлбэртэй тааралдана. Калийн хээрийн жоншны зарим хэмхдэсүүд пелитэд, плагиоклазын хэмхдэсүүд нь бага зэрэг серицитэд хувирсан



байна. Акцессор эрдэсээс сфен, циркон, хүдрийн суллуудаар хэрчигдэнэ (Зураг 3; Эрдэнэчимэг нар., 2020).  
 эрдэс тааралдаг. Зарим чулуулаг карбонатын



**Зураг 3.** Цүүгэл формацын элсэн чулуу, а-Kh-19-20; б-Kh-19-29/1, в- Kh-19-74, Q-кварц, Pl-плаггиоклаз, Kfs-калийн хээрийн жонш, Bi-биотит, Ep-эпидот, Carb-карбонат нар., 2020).

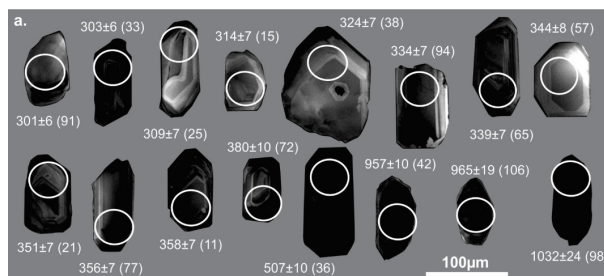
#### 4.2 Геохими

Цүүгэл формацын элсэн чулуу, алевролитын  $\text{SiO}_2$  агуулга 61.26-71.4 жин.%, дундаж агуулга 66.9 жин. %,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  агуулга 12.79-16.55 жин. %,  $\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}$  харьцаа 0.30-0.88 байна. Эдгээр тунамал чулуулагт  $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{TiO}_2$  19.47-31.06,  $\text{La}/\text{Sc}$  3.2-6.9,  $\text{La}/\text{Co}$  1.5-6.5,  $\text{Th}/\text{Sc}$  0.8-1.8,  $\text{Th}/\text{Co}$  0.4-1.9,  $\text{Eu}/\text{Eu}^*$  0.77-0.91 хооронд хэлбэлзэх бөгөөд хүчиллэг чулуулагас эх үүсвэртэй нь тогтоогддог. Тэрчлэн  $\text{CIA}=53.2-60.0$ ,  $\text{CIW}=57.9-69.1$ ,  $\text{Th}/\text{U}$  харьцаа 2.9-3.7 (дундаж =3.6), найрлагын өөрчлөлтийн индекс  $\text{ICV}$  утга нь 1-ээс бага байгаа зэрэг нь сул өгөршсөн, шаварлаг эрдсүүдийн оролцоо бага, магмын чулуулгийн хэмхдэсүүдийн оролцоотой, эх газрын идэвхтэй захын нөхцөлд үүссэн нөхцөлд хуримтлагдсан болохыг харуулдаг (Эрдэнэчимэг

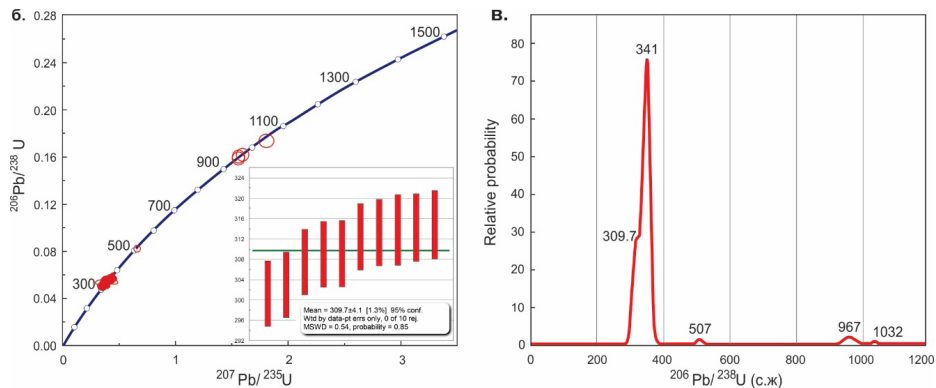
#### 4.3 Геохронологи

Бид Хархорины бүсийн баруун хэсэгт Хөх сүүжийн голын урд эрэг, Хөөт уулын баруун хойд хэсэгт Цүүгэл формацын хөх саарал өнгийн элсэн чулуу (дээж Kh-19-74- N47° 16' 50.1" E102° 00' 38.9")-ны дээжийг U-Pb-ны аргаар геохронологийн шинжилгээнд хамруулан хурдас хуримталын насыг тодорхойлов.

Цүүгэл формацын элсэн чулууны зөөгдмөл цирконуудын CL зургаас харахад харьцангуй мөлгөржилт багатай, 60-150  $\mu\text{m}$  хэмжээтэй, богино болон сунасан призмлэг, зарим нь мөлгөржсөн хэлбэртэй, гүн хараас цайвар саарал өнгийн сулаас тод бүслүүрлэг бүтэц ажиглагдана (Зураг 4а).



**Зураг 4. а.** Үргэлжлэл нь арын хуудсанд



**Зураг 4.** а. Kf-19-74 дээжийн зөөгдмөл цирконуудын катод-люминесценцийн зураг, б. U-Pb-ны насны конкордын диаграмм болон хамгийн залуу популяцийн үнэмлэхүй насны дундаж утга, в. тархалтын гистограмм

Уг дээжээс ялгасан 110 зөөгдмөл цирконы мөхлөгт хэмжилт хийснээс 97 мөхлөгт 90%-аас дээш нарийвчлал бүхий  $^{206}\text{U}/^{238}\text{Pb}$  насны конкорд өгөгдлүүд байв. Элсэн чулуунаас ялгасан цирконуудын нас  $1032 \pm 24$  с.ж-ээс  $301 \pm 6$  с.ж-ийн хооронд хэлбэлзэж, 323-301 с.ж-ийн хооронд буюу дээд карбоны настай циркон 20.6%, 358 - 323 с.ж-ийн хооронд хэлбэлзэх доод карбоны настай циркон 72.2%, 371- 361с.ж буюу дээд девоны настай циркон 2.1%, 507 с.ж буюу кембрийн настай циркон 1.0%, 965-948 с.ж-ийн настай неопротерозойн настай циркон 3.1%, 1032 с.ж буюу мезопротерозойн настай циркон 1.0%-ийг эзлэнэ (Зураг 4в). Иймээс тус дээжийн 314-301 с.ж-ийн хооронд хэлбэлзэх хамгийн залуу 10 цирконы популяцийн дундаж  $^{206}\text{U}/^{238}\text{Pb}$  нас нь  $309.7 \pm 4.1$  с.ж байгаа нь хурдас хуримтлал дээд карбоны цаг үеэс эхлэн хуримтлагдсаныг илэрхийлж байна (Зураг 4б).

### 5. Хэлэлцүүлэг

Цүүгэл формацын элсэн чулуунаас ялгасан нийтдээ 110 цирконы мөхлөгт Si, P, Ti, Y, Nb, Hf, Ta, Pb, U, Th, газрын ховор элемент (ГХЭ) зэрэг элементүүдийн агуулгыг тооцоолсон бөгөөд хэмжилт хийгдсэн цирконы мөхлөгүүдэд Th-ийн агуулга 19-825 ppm, U- 62-1022 ppm, Hf- 5214-11958 ppm, Y- 79-2393 ppm, Yb – 51-963 ppm, ΣГХЭ 84-4082 ppm байна.

Цирконы мөхлөгт агуулагдах ховор элементийн

агуулгаар магмын болон гидротермаль гарал үүслийг тодруулах боломжтой. Гидротермаль циркон нь магмын цирконтой харьцуулахад V, Ti, Nb, Hf, Sc, Mn, U, Y, Th болон ГХЭ-ийн агуулгаар харьцангуй өндөр байдаг бөгөөд хондритод нормчилсон ГХЭ-ийн муруйд 2 ялгаатай шинжийг үзүүлдэг. Энэ нь La-аас Lu хүртэлх элементийн агуулга огцом нэмэгдэж, Ce, Eu-ийн гажил тод ажиглагдан  $(\text{Sm}/\text{La})_N = 22-110$ ,  $\text{Ce}/\text{Ce}^* = 32-49$  агуулгатай байвал ямар нэгэн хувиралд автаагүй эх газрын царцдасын эх үүсвэртэй магмын циркон болохыг харуулна. Харин гидротермаль циркон нь ГХЭ-ийн агуулга өндөр, хөнгөн газрын ховор элемент (ХөГХЭ)-ийн жигд гажил,  $(\text{Sm}/\text{La})_N = 1.5-4.4$ , сул Ce-ийн эерэг гажил ( $\text{Ce}/\text{Ce}^* = 1.8-3.5$ )-ийг харуулдаг (Hoskin, 2005).

Мөн ГХЭ-ийн агуулга, тэр дундаа хүнд газрын ховор элемент (ХүГХЭ)-ийн агуулгаар шавхагдсан байвал метаморф (Rubatto, 2002), харин эсрэгээрээ ГХЭ-ийн өндөр агуулгатай байвал суурилаг чулуулгаас эх үүсвэртэй илэрхийлнэ (Heaman et al, 1990).

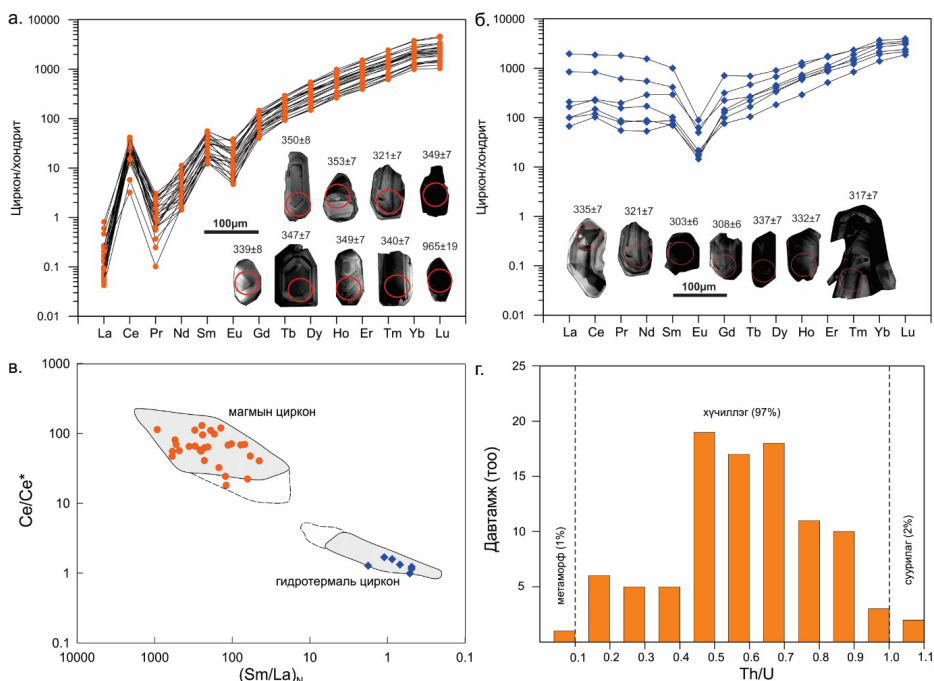
Хондритод нормчилсон ГХЭ-ийн диаграммд цирконууд нь магмын болон гидротермаль гарал үүсэлтэй болохыг харж болно. Магмын цирконууд нь катодлюминесценцийн зурагт морфологийн хувьд 80-120 μm хэмжээтэй, урт сунасан призмлэг болон богино мөлгөржсөн хэлбэртэй, эвдрэлд харьцангуй бага өртсөн, зарим мөхлөгүүдэд тод бүслүүрлэг бүтэц ажиглагдах ба

(Sm/La)<sub>N</sub> харьцаа 44.9-925.8 (дундаж 265.7), Ce/Ce\* = 18.1-129.6 (дундаж 67.5), ХөгХЭ-ээр ядуурч, ХүГХЭ-ээр баяжсан шинжтэй (Зураг 5а). Харин гидротермаль цирконууд нь 60-150 μm хэмжээтэй, цайвар саарал, гүн хар өнгөтэй, магмын цирконыг бодвол эвдрэлд нилээдгүй өргөж хэлбэр дүрсээ алдсан, толборхог, сулхан бүслүүрлэг тогтоцтой, (Sm/La)<sub>N</sub> харьцаа 0.49-

1.77 (дундаж 0.85), Ce/Ce\* 0.99-1.69 (дундаж 1.32) агуулгатай байна (Зураг 5б).

Дээрх үр дүн магмын болон гидротермаль цирконыг ялгах (Sm/La)<sub>N</sub> болон Ce/Ce\*-ын дискриминацийн диаграммд давхар батлагддаг (Зураг 5в).

Th/U-ны харьцаагаар цирконы гарал үүсэл



**Зураг 5.** а-б. Цүүгэл формацийн элсэн чулууны Kh-19-74 дээжийн цирконы катодлюминесценцийн зураг, хондритод нормчилсон ГХЭ-ийн диаграмм (Sun & McDonough, 1989); в. Магмын болон гидротермаль цирконуудыг ялгах (Sm/La)<sub>N</sub> болон Ce/Ce\* харьцааны диаграмм (Hoskin, 2005); г. Циркон гарал үүслийг тодорхойлох Th/U гистограмм

тодорхойлогдох ба Th/U харьцаа 0.1-ээс бага бол метаморф, 1.0-ээс их бол магмын гаралтай болохыг илтгэдэг (Hoskin & Schaltegger, 2003). Зарим судлаачид Th/U харьцаа >1 байвал суурилаг чулуулгийн эх үүсвэртэй, 0.07 нь магмын болон метаморф гарал үүсэлтэй цирконы зааг ч гэж үздэг (Rubatto, 2002; Heaman et al., 1990, 2003). Хэмжилт хийгдсэн цирконы мөхлөгүүдэд Th-ийн агуулга 19-825 ppm, U-ы агуулга 62-1022 ppm, Th/U харьцаа 0.07-1.05 хооронд хэлбэлзэж байгаагаас ажиглахад энд метаморф (1%) болон магмын (хүчиллэг-97%, суурилаг-2%) гарал үүсэлтэй цирконууд

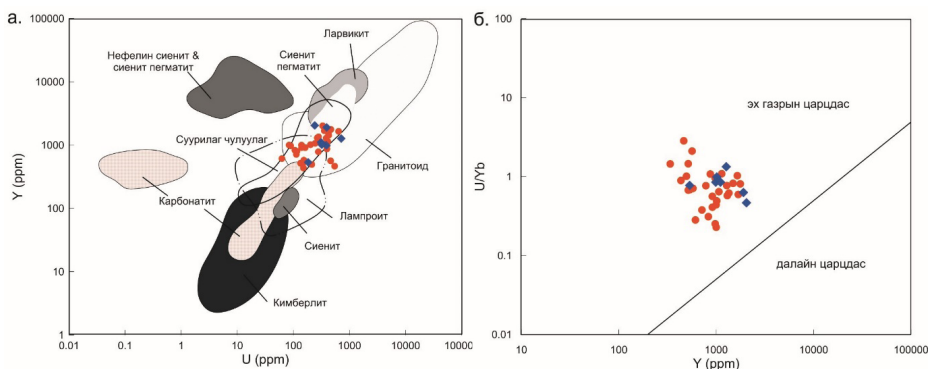
тогтоогдож байна (Зураг 5г). Дээрх гарал үүсэл бүхий цирконууд нь Th, U-ны агуулгаараа ялгагдах ба хүчиллэг гарал үүсэлтэй цирконуудад Th-ийг U-тай харьцуулахад U-ны агуулга их, суурилаг гарал үүсэлтэйд бага, харин метаморф чулуулагт U нь харьцангуй өндөр агуулгатай байдгаараа онцлог байдаг байна.

Суурилаг гарал үүсэлтэй циркон нь катодлюминесценц (CL)-ийн зурагт тод бүслүүрлэг бүтэцтэй, метаморф гарал үүсэлтэй циркон нь гүн хар өнгөтэй байна.

U, Th-ийн агуулгыг бусад ховор элементүүдтэй харьцуулан эх газрын болон далайн царцдасын

эх үүсвэртэй циркон болохыг тодорхойлох боломжтой (Grimes et al., 2007; 2009). Бид ураны агуулгыг итрийн агуулгатай харьцуулан цирконы гарал үүслийг тодруулахад ихэвчлэн гранитоид чулуулгаас эх үүсвэртэй, ганц нэг циркон суурилаг найрлагатай чулуулгаас эх үүсвэртэй байхаар бууж байна (Зураг 6а). Мөн цирконы мөхлөг дэх U/Yb харьцаагаар

гарал үүслийн нөхцлийг тодруулах боломжтой бөгөөд энэ харьцаа далайн царцдасын чулуулагт 0.18, эх газрын царцдасын чулуулагт 1.07 байдаг (Grimes et al., 2007). Судалгаанд хамрагдсан цирконууд Y-U/Yb харьцааны диаграмм болон U/Yb харьцаа (0.2-2.1)-аараа эх газрын царцдасын чулуулгаас эх үүсвэртэйг харуулна (Зураг 6б).



**Зураг 6.** Цирконы гарал үүслийн тодорхойлох U-Y харьцааны диаграмм (Belousova et al., 2002); б. Y-U/Yb дискриминацийн диаграмм (Grimes et al., 2007)

Цүүгэл формацын элсэн чулуунд агуулагдах зөөгдмөл цирконуудад илрэх 900-1000 с.ж.-ийн пик утгууд нь Хангайн гранитоидын үндсэн эх үүсвэр болох маантийн плюмийн литосферт үзүүлсэн дулааны үйлчлэлээр неопротерозойн загвар настай царцдаст их хэмжээний анатектик хайлалт явагдсанаас үүссэн гранитоидын магмын бүтээгдэхүүн (Оролмаа нар., 2019) болохыг тодруулсан үр дүнтэй дүйж байгаа юм. Тэрчлэн дийлэнх хувийг эзлэх түрүү карбоны магмын цирконы пик утгууд нь Хархорины бүсийн хойд хэсэгт илрэх Зэгст бүрдлийн гранитоид (хэвлэгдээгүй нас) чулуулгаас эх үүсвэртэй байх боломжтой.

## 6. Дүгнэлт

1. Цүүгэл формацын элсэн чулуунаас ялгасан зөөгдмөл цирконуудын нас  $1032 \pm 24$  с.ж.-ээс  $301 \pm 6$  с.ж.-ийн хооронд хэлбэлзэх бөгөөд тус дээжийн хамгийн залуу 10 цирконы популяцийн дундаж  $^{206}\text{U}/^{238}\text{Pb}$  нас

нь  $309.7 \pm 4$  с.ж буюу дээд карбоны насыг зааж байна.

- Элсэн чулууны цирконуудын бүрэлдэхүүнд магмын болон гидротермаль гарал үүсэлтэй цирконууд тогтоогдох ба цирконы мөхлөгт агуулагдах дийлэнх Th/U харьцаа 0.1-1.0 хооронд хэлбэлзэж байгаа нь магмын гарал үүсэлтэй циркон болохыг илтгэх төдийгүй хурдас хуримтлалд эх газрын царцдасын чулуулаг болох гранитоид чулуулаг эх үүсвэр болж байгааг цирконы мөхлөгүүд дэх ховор элементийн агуулгаар тодруулав.
- Эцэст нь уг формацын элсэн чулууны петрографи, геохимийн элементийн шинжүүд, зөөгдмөл цирконы морфологи нь хурдас хуримтлал ойрхон зайнаас зөөгдөж ирснийг илтгэж байна. Хурдас хуримтлалын эх үүсвэр нь Монгол-Агнуурын далайн суурин дээр хэлбэржиж байсан неопротерозойн настай эх газрын сиал царцдасын бүтээгдэхүүн, түрүү карбоны гранитоид чулуулаг болохыг тодрууллаа.



## Талархал

Судалгааны ажлын үнэмлэхүй насны тодорхойлолт хийхэд тусалсан ШУА-ийн Геологийн хүрээлэнгийн ЭШТэрА, доктор Ц.Наранцэцэгт талархсанаа илэрхийлье. Энэхүү судалгааны ажлыг Монголын Шинжлэх Ухааны Технологийн сан (ШУСС-2019/03) санхүүжүүлэв.

## Ишлэл

- Алтанзул, Ч., Байгалмаа, Л., Даваасүрэн, Ж., Энхсайхан, Ц., 2004. Өвөрхангай аймгийн Бүрд, Зүйл, Баян-Өндөр сумдын нутагт 2002-2004 онуудад хийгдсэн 1:50 000 масштабтай геологийн зураглал, ерөнхий эрлийн ажлын тайлан, №5602Ф.
- Баатархуяг, А., Алтанцэцэг, Д., 2004. Өвөрхангай аймгийн Хархорин, Архангай аймгийн Хашаат, Хотонт сумдын нутагт 2001-2003 онд Хархорины ангийн хийсэн 1:50000-ны масштабтай зураглал, ерөнхий эрлийн ажлын үр дүнгийн тайлан, №5545Ф.
- Оролмаа Д., Долзодмаа Б., 2019. Хангайн гранитоидын ангиалайн асуудал: Үнэмлэхүй геохронологи ба магмын эх үүсвэр, Хайгуулчин, №61, 119-131.
- Чулуун, Д., Жавхланболд, Д., Дандар, С., Жанчив, Б., Дугараа, П., Цэцэг, Р., 2004. Архангай аймгийн Хотонт, Төвшрүүлэх, Өгийнуур сумдын нутагт 2002-2004 онуудад хийсэн Хотонт 1:50000 масштабтай ерөнхий эрэл, геологийн зураглалын тайлан, №5595Ф.
- Төмөртогоо, О., 2017. Монгол Улсын нутаг дэвсгэрийн тектоник дүүрэгчлэл, масштаб 1:3000000.
- Төмөрчөдөр, Ч., Адъяасүрэн, Л., Болдоо, Ц., Батзаяа, Ц., 2005. Их хоргын талбайн геологийн тогтоц, ашигт малтмал (Өвөрхангай аймгийн Бүрд, Булган аймгийн Рашаант, Дашинчилэн сумдын нутагт 2003-2005 онд хийсэн 1:50000 масштабтай геологийн зураглал, ерөнхий эрлийн ажлын үр дүн), №5650Ф.
- Төмөрчөдөр, Ч., Лхүндэв, Ш., Ганбаяр, Г., 2009. Өгийнуур талбайн талбайн геологийн тогтоц, ашигт малтмал (Гурванталст компанийн 2006-2009 онд байрзүйн зургийн хэмжээнд хийсэн 1:50000-ны масштабтай геологийн зураглал, ерөнхий эрлийн ажлын үр дүнгийн тайлан, №6165Ф.
- Эрдэнэчимэг, Д., Оюунчимэг, Т., Шарав, Д., Дагва-Очир, Л., Булганзаяа, Л., Заяатушиг, Ү., 2020. Хархорины бүсийн Хашаат-Хотонт дүүргийн дунд-дээд палеозойн тунамал чулуулийн хурдас хуримтлалын эх үүсвэр, Хайгуулчин, №62, 64-74.
- Belousova, E.A., Griffin, W.L., O'Reilly, S.Y., Fisher, N.J., 2002. Igneous zircon: trace element composition as an indicator of source rock type. *Contributions to Mineralogy and Petrology* 143, 602–622.
- Griffin, W.L., Powell, W.J., Pearson, N.J., O'Reilly, S.Y., 2008. GLITTER: Data reduction software for laser ablation ICP–MS. In: Sylvester, P.J. (Ed.), *Laser Ablation ICP-MS in the Earth Sciences*. MAC Short-Course series Association, 40, 307-311.
- Grimes, C.B., John, B.E., Kelemen, P.B., Mazdab, F.K., Wooden, J.L., Cheadle, M.J., Hanghuj, K., Schwartz, J.J., 2007. Trace element chemistry of zircons from oceanic crust: a method for distinguishing detrital zircon provenance. *Geology* 35, 643–646.
- Grimes, C.B., John, B.E., Cheadle, M.J., Mazdab, F.K., Wooden, J.L., Swapp, S., Schwartz, J.J., 2009. On the occurrence, trace element geochemistry and crystallization history of zircon from in situ ocean lithosphere. *Contributions to Mineralogy and Petrology* 158, 757–783.
- Heaman, L.M., Browns, R., Crocket, J., 1990. The chemical composition of igneous zircon suites: implications for geochemical tracer studies. *Geochimica et Cosmochimica Acta* 54, 1597–1607.
- Heaman, L.M., Kjarsgaard, B.A., Creaser, R.A., 2003. The timing of kimberlite magmatism in North America: implications for global kimberlite genesis and diamond exploration. *Lithos* 71, 153–184.
- Hoskin, P.W.O., Schaltegger, U., 2003. "The composition of zircon and igneous and metamorphic petrogenesis". In: Hanchar, J.M., Hoskin, P.W.O. (Eds.), *Zircon. Rev. Miner. Geochem*, 53, 27-62
- Hoskin P.W.O., 2005. Trace element composition of the hydrothermal zircon and the alteration of Hadean zircon from the Jack Hills, Australia. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, vol. 69, No.3, 637-648.
- Ludwig, K.R., 2003. "User's manual for Isoplot/Ex version 3.00, a geochronological toolkit for Microsoft Excel". Berkeley Geochronology Center Special Publications, 4, 72.
- Pearce, N. J.G., Perkins, W.T., Westgate, J.A., Gorton, M. P., Jackson, S.E., Neal, C.R., Chenery, S.P., 1997. A Compilation of new and published major and trace element data for NIST SRM 610 and NIST SRM 612 glass reference materials. *Geostandards and geoanalytical research*, vol. 21, 115-144.
- Powerman, V.I., Buyantuev, M.D., Ivanov, A.V., 2021. A review of detrital zircon data treatment, and launch of a new tool 'Dezirtee' along with the suggested universal workflow. *Chemical Geology* 583, 1-17.
- Rubatto, D., 2002. Zircon trace elements geochemistry: partitioning with garnet and link between U-Pb ages and metamorphism. *Chemical Geology* 184, 123-138.