

**НИЙЛМЭЛ БҮРДЭЛТЭЙ БИОЛОГИЙН СИСТЕМИЙН СУДАЛГААНД  
ЦӨМИЙН ФИЗИКИЙН АРГУУДЫГ ХЭРЭГЛЭСЭН НЬ**

Т.Гун-Аажав<sup>1</sup>, Д.Сангаа<sup>1</sup> О.Отгонсүрэн<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Монгол Улсын Их Сургууль, <sup>2</sup>Улсын Багшийн Их сургууль

*Түлхүүр үг: Уран, кальци, элемент, анализ, бүтэц, кристалл, динозавр, амьтан, яс, минерал, рентген, нейтрон, реактор, спектрометр, дифрактометр.*

**Товч утга:** Уранилийн ионы замгийн эсийн мембранаар нэвтрэх кинетик ба өнөөгийн болон эртний амьтан – динозаврын ясны хиймийн элементийн бүрдэл ба кристалл бүтцийг судалсан туршлагын үр дүнг бичив.

Профессор Д.Чүлтэмийн санаачлагаар 1970 аад оноос эхлэн биологийн объект дахь иодын хэмжээг резонанс нейтроны аргаар тодорхойлох, уранилын ионы замгийн эс рүү нэвтрэн орох, гарах кинетикийг диэлектрик детекторын аргаар судлах, эртний ясан дахь уран, тори, газрын ховор элементийн хэмжээг цөмийн физикийн аналитик аргуудаар тодорхойлох, динозаврын болон одоогийн амьтны ясны минералын кристалл бүтцийг тодруулах зэрэг судалгаануудыг явуулсан юм.

Иод нь бамбай булчирхайн стероид дааврын бүтэц, үйл ажиллагаанд оролцдог биологийн олон процесст зохицуулгын үүрэг гүйцэтгэдэг микроэлементийн нэг юм. Бид Цөмийн Шинжилгээний Нэгдсэн Институт (ЦШНИ)-ийн ИБР-3О реактор ашиглан биологийн дээж дэх иодны хэмжээг резонанс нейтроны аргаар тодорхойлов [Ганзориг., Гун-Аажав., Чүлтэм., 1978].

Энэ хэмжилтийн дүнгээс бамбай булчирхайн иодын хэмжээ  $(6.0 \pm 0.2) \cdot 10^{-4}$  г/г, *Rana temporaria* мэлхийн арьсны иодын хэмжээ  $(4.2 \pm 0.2) \cdot 10^{-8}$  г/г байлаа. Энэ үр дүн нь биологийн дээж дэх иод тодорхойлох резонанс-нейтроны арга нь организмын эд эс дэх болон эсийн органоидууд дахь иодын түгэлт, иод ба амьдралын чухал элементүүдийн корреляци болон иодын эмчилгээний үүргийн судалгаанд хэрэглэгдэх бүрэн боломжтой юм гэдгийг харуулж байна [Chultem, Ganzorig, Gung-Aajav, 1979].

Энэ бүлэг судалгааны хоёр дахь хэсэг нь ураны ионы замгийн эс рүү орох, гарах кинетикийг диэлектрик детекторын аргаар судалсан

ажил юм. Энэ судалгаа нь ураны индикатор ургамлыг тодорхойлох, цацрагийн экологи ба цацрагийн эрүүл ахуйн шийдвэрлэх асуудлуудтай холбоотой юм. Мөн нөгөө нэг зорилго нь эсийн мембраны бодис нэвтрүүлэлтийн судалгаанд цөмийн физикийн анализын нэгэн шинэ аргыг хэрэглэх боломжийг судлах явдал юм [Гун-Аажав, Чүлтэм. 1972].

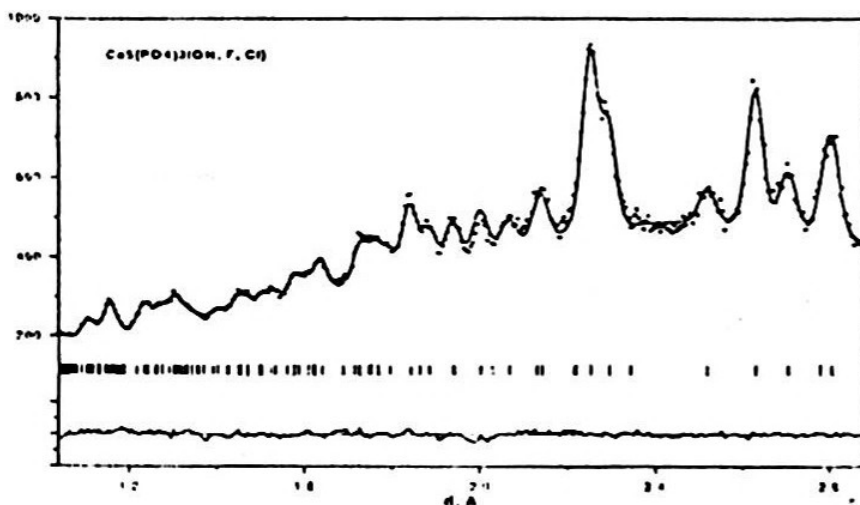
Туршлагын дүнгээс үзэхэд ураны ион замгийн эс рүү орох кинетик нэг экспонент хуулиар, эсээс гарах кинетик нь хоёр экспонент хуулиар явагддаг байна [Гун-Аажав, Чулуун, Чүлтэм.1971]. Түүнчлэн энэхүү ажил нь диэлектрик детекторын аргыг ураны болон бусад хүнд элементийн эсийн нэвтрүүлэлтийн судалгаанд хэрэглэх боломжтой болохыг үзүүлэв.

Энэ бүлэг судалгааны гурав дахь хэсэг нь динозаврын ясан дахь уран, торий ба зарим ховор шорооны элементийг герман-литий спектрометрийн ба нейтрон идэвхжлийн анализын аргаар тодорхойлсон ажлууд юм [Отгонсүрэн, Чүлтэм, и др. 1970.; Ганзориг, Гун-Аажав, и др., 1973а.; Гун-Аажав., Гэрбиш ., и др. 1973б]. Монголын говиос олдсон динозаврын ясан дахь ураны хэмжээг диэлектрик детекторын аргаар хэмжиж эдгээр ясан дахь ураны хэмжээ 1 тонн-д 1кг буюу  $10^{-3} - 10^{-4}$  г/г хүртэл байна гэж тодорхойлжээ.

Мөн протоны флюоросценцийн аргаар динозарын ясны элементийн найрлагыг үнэлэх олон тооны туршилтыг гүйцэтгэсний дүнд ураны хэмжээ процентийн аравны хувиар илэрхийлэгдэхийг тодорхойлсны зэрэгцээ геологийн урт удаан хугацааны явцад динозаврын ясанд янз бүрийн химийн элемент хуримтлагддагийг тогтоосон юм [Бразевич., Пүрэв., и др., 1984]. Тухайлбал, кальци ба фосфорийн ионуудаар янз бүрийн химийн элементүүд ( $UO_2^{++}$ ,  $Ra^{++}$ ,  $Sr^{++}$ ,  $Ba^{++}$ ,  $Sc^{++}$ , Y болон лантанидууд гэх мэт) изомер солилцоо явагддагийг илрүүлжээ.

Судалгааны дөрөв дэх хэсэг нь ясны рентген ба нейтрон дифракцын кристалл бүтцийн судалгаа юм. Энэ судалгааны гол зорилго нь одоогийн болон эртний амьтдын ясны кристалл бүтцийнхээ хувьд гомолог (адил төстэй) шинж чанар байх эсэхийг тодруулах явдал байв. Рентген туяаны дифракцын аргаар Москвагийн их сургуулийн эрдэмтэдтэй хамтран динозаврын ясыг судалсан ажил нь уг яс олон фаз бүхий системээс гидроксиапатит, кальцын карбонатын олон модификац (кальци, арагонит, ватерит)-аас тогтоно гэдгийг харуулсан төдийгүй өндөр даралтын үед үүсдэг ватерит компонентыг агуулдаг болохыг тодруулснаараа онцлог сонирхолтой ажил болсон юм [Чүлтэм., Сангаа и др.1988]. 1990 ээд онд нейтроны дифракцын аргаар динозаврын ясны микро-бүтцийг судлах ажлуудыг проф. Д.Чүлтэмийн удирдлагаар

Дубнагийн ЦШНИ-ийн ИБР-2 цөмийн реактор ашиглан ДН-2 нейтроны дифрактометр дээр гүйцэтгэсэн байна[зур.1]. Нейтроны дифракцын спектр нь янз бүрийн долгионы урттай дулаан нейтроны урсгал дээжийн кристаллаас сарнисан эрчмийн түгэлт юм. Энэ аргад "туулсан хугацааны арга" (Time of flight)-аар авч, спектрийн боловсруулалтыг Ритвельдтийн аргаар MRIA программ ашиглан боловсруулав [Батдэмбэрэл., Сангаа., и др. 1999 а: Батдэмбэрэл., Чүлтэм., и др. 1999 б].

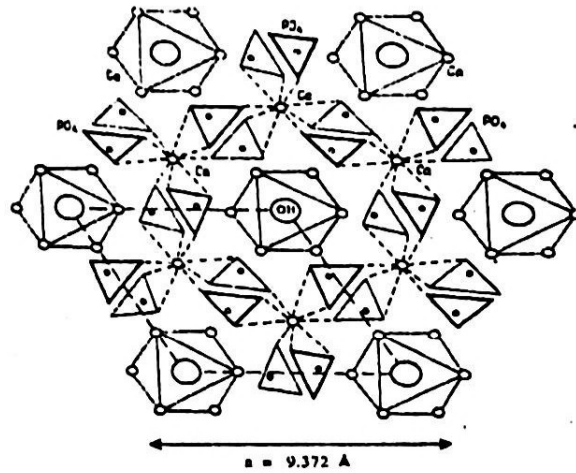


Зураг.1. Динозаврын нурууны ясны нейтроны дифракцын спектр. (фаз:  $\text{Ca}_5[\text{PO}_4]_3(\text{OH}, \text{F}, \text{Cl})$ ). цэг – туршлагаар хэмжсэн спектр, нил шугам – тооцооны, доод талд нь: туршлага ба тооцооны ялгаа.

Нейтронोगрафийн судалгааны үр дүн одоо үеийн манай үхэр, хонины ясанд  $\text{Ca}_5[\text{PO}_4]_3(\text{OH}, \text{F}, \text{Cl})$  гэсэн кристаллын доогуур симметр бүхий сингонид харъяалагдах (огторгуйн групп- $R\bar{6}_3/m$ ) фаз голчлон агуулагддаг болохыг тогтоов (Зур.2).

Энэ үр дүн одоо үеийн ба олон сая жилийн тэртээх эртний сээр нуруутан амьтдын ясны эрдсийн кристалл бүтэц адилхан (гомолог) нэг төрөл гэдгийг харуулж байгаа нь биологийн хувьсал өөрчлөлтийг судлахад болон бусад зарим суурь асуудлын хувьд сонирхолтой байж болох талтай.

Түүнчлэн ясны бүтцийн болон элементийн судалгаа нь хүнийн ясанд байгаа кальцын ба фосфорын атомуудаар янз бүрийн хорт радиоидэвхит элемент Sr, Ra, Th, U, Pu –ууд изомор –солилцоо явагдах маягаар хуримтлагддаг тухай анагаах ухаан-биологийн зарим асуудлыг шийдэхэд тус болох боломжтой болно.



Зураг. 2. Динозаврын ясны кристалл бүтцэнд оршиж байгаа фаз гидроксилапатит  $\text{Ca}_5[\text{PO}_4]_3(\text{OH})$ -ын оронт бүтцийн атомын (001) хавтгай дахь проекц.

Профессор Д.Чүлтэм анх 30 гаруй жилийн өмнө эхлүүлсэн энэ чиглэлийн судалгааны ажлын хүрээ улам өргөжин тэлж, агуулга ач холбогдол нь жилээс жилд өссөөр байна.

#### НОМ ЗҮЙ

Батдэмбэрэл Г., Сангаа Д., Чүлтэм Д., Исследование структуры ископаемого костного минерала с помощью рассеяния нейтронов. Препринт ОИЯИ, P14-99-131, 1999. (Направлено в журнал <NUKLEONIKA>)

Батдэмбэрэл Г., Сангаа Д., Чүлтэм Д., Гомология структуры костного минерала позвоночных животных. Препринт ОИЯИ, P14-99-132, 1999. (Направлено в журнал <NUKLEONIKA>)

Бразевич Я., Пүрэв А., Лю Зай Ик., Осетинский Г.М., Чүлтэм Д., Замещение кальция в костях динозавра двухвалентными ионами уранила. Препринт ОИЯИ, P14-84-299., 1984.

Ганзориг Ж., Гун-Аажав Т., Гэрбиш Ш., Сэрээтэр Ж., Чадраабал., Чүлтэм Отгонсүрэн О. и др. 1973., Нейтронноактивационный анализ костей динозавра с помощью гаммаспектрометра высокого разрешения. //Атомная энергия. №35. С.349-351

Ганзориг Ж., Гун-Аажав Т., Чүлтэм Д. 1978. Нейтронно-активационное определение микроколичества иода в биологических объектах. МУИС-ийн эрдэм шинжилгээний бичиг. 2(64), С.9-17,

Гун-Аажав Т., Гэрбиш Ш., Ганзориг Ж., Сэрээтэр Ж., Чүлтэм Д., 1973., Исследование радиоактивности костей динозавра с помощью гамма-спектрометра высокого разрешения. //Атомная энергия. №35. С.130-132.

Гун-Аажав Т., Чүлтэм Д. 1971., Применение ядерного активационного анализа к исследованию клеточной проницаемости. // Материалы симпозиума стран членов СЭВ. Современные проблемы биофизики, Пушино, с.113-124.

Гун-Аажав Т., Чулуун Ж., Чүлтэм Д. 1971., Исследование клеточной проницаемости для ионов урана методом диэлектрических детекторов. //Уч. Зап. Монг. Гос. Уни-та. №31. С. 138-140.

Отгонсүрэн О., Перельгин В.П., Чүлтэм Д., 1970., Отложение урана в костях животных //Атомная энергия., Т. 29.4,С. 301-302

Чүлтэм Д., Сангаа Д., Кацнельсон А.А., Рентгенографические исследование костей динозавра. //МУИС, ЭШБ. №3, 99, 1988.

Chultem D., Ganzorig J., Gung-Aajav T., 1979. Determination of iodine in biological samples by resonance neutron activation. //Journal of Radioanalytical Chemistry Vol. 5, №1-2, p.195-204.

### **Abstract**

Experimental results of the studies of permability kinetics of uranyl ions, through membrans of algee cells and chemical elements contents and crystal structure of bones of modern animals and dinozaur are presented.