

Шаварлаг хөрсний рентген-флуоресценцийн шинжилгээний дүн

Н.Отгонпүрэв*, Д.Болортуяа, П.Зузаан

Монгол Улсын Их Сургуулийн Цөмийн физикийн судалгааны төв, Монгол улс, Улаанбаатар 13330, Энхтайвны өргөн чөлөө -122

Шаварлаг хөрсний дээжид агуулагдах үндсэн болон дагалдах элемент тодорхойлох ур чадварын сорил хэмжилтэд МУИС-ийн ЦФСТ-ийн энергиэр ялгах рентген-флуоресценцийн спектрометр ашиглан оролцсон шинжилгээний дүнг бусад орны лабораториудын болон УЧС-ын тогтоосон утгатай харьцуулан энэхүү ажилд үзүүлэв.

I. ОРШИЛ

Олон Улсын Атомын Энергийн Агентлаг (ОУАЭА)-аас өөрийн гишүүн орнуудын лабораториудын дунд лабораториудын гүйцэтгэлийг үнэлж, шинжилгээний ажлын чанар, аналитик арга зүй, үр дүнг сайжруулах зорилгоор төрөл бүрийн дээжид ур чадварын сорилыг 2002 оноос эхлэн жил тутамд уламжлал болгон зохион байгуулж ирсэн. Олон улсын болон дотоодын сорил хэмжилтэд оролцсоноор өөрийн лабораторийн үйл ажиллагааны арга зүйн чанарыг баталгаажуулах, алдаа дутагдлаа үнэлэх, бусад лабораториудтай туршлага солилцох зэрэг олон талын ач холбогдолтой юм [1,2].

PTXRFIAEA13 ур чадварын сорил нь 2017 онд рентген-флуоресценцийн судалгаа явуулдаг аналитик лабораториудын дунд Шаварлаг хөрсний дээжид агуулагдах элементийн агуулгыг тодорхойлох зорилгоор зохион байгуулагдсан. Оролцогч лабораториуд нь өөрсдийн батлагдсан шинжилгээний арга зүйгээр ур чадварын сорилд оролцсон.

Бид сорил хэмжилтэд ирсэн дээжид элементийн шинжилгээг МУИС-ийн Цөмийн физикийн судалгааны төвийн энергиэр ялгах рентген-флуоресценцийн SPECTRO-XEPOS спектрометр дээр хийж, тодорхойлсон элементүүдийн үр дүнг ур чадварын сорилын стандартчилсан утгатай харьцуулан энэхүү ажилд нэгтгэн үзүүлэв.

II. СУДАЛГААНЫ ДЭЭЖ

Ур чадварын сорилын дээжийг ОУАЭА-ийн Австри улсын Цөмийн шинжлэх ухаан болон тоног төхөөрөмжийн лабораторид нэгэн төрөл болгон нунтаглан бэлтгэж тус бүр ~100 гр савлан

оролцогч 66 орны лабораториудад хүргүүлсэн [3].

III. СУДАЛГААНЫ АРГА ЗҮЙ

Дээжийг рентген цацрагаар үйлчилж гарах флуоресценцийн цацрагийг бүртгэж түүний энерги, эрчмээр уг дээжинд байгаа химийн элемент, түүний тоо хэмжээг тодорхойлж болдог ба энэ зарчимд үндэслэгдсэн аналитик арга болох рентген-флуоресценцийн шинжилгээ(РФС)-ний аргыг ашиглав. Энэ ажилд гадаад стандартын болон стандарт фоны хослосон аргыг хэрэглэв [4]:

$$C_x = C_{st} \cdot \frac{I_x}{I_{st}} \cdot \frac{I_k^x}{I_{nk}^x} \cdot \frac{I_{nk}^{st}}{I_k^{st}} \quad (1)$$

I_x, I_{st} – дээж болон стандартын А элементийн эрчим; C_x, C_{st} – дээж болон стандартын А элементийн агуулга; I_k^x, I_k^{st} – дээж ба стандартын харимхай сарнисан цацрагийн эрчим; I_{nk}^x, I_{nk}^{st} – дээж ба стандартын харимхай биш сарнисан цацрагийн эрчим

IV. ХЭМЖИЛТ, ҮР ДҮН

Сорил хэмжилтэд ирүүлсэн судлах болон харьцуулах стандарт дээжүүдийг 105°C-д 24 цаг хатааж, тус бүрээс ~10 граммыг 32 мм голчтой майлар ёроолтой полимер саванд жигд дарж нягтруулан хэмжилтэд бэлтгэсэн. Харьцуулах дээжид олон улсын стандарт ССК-1, ССК-2, Soil-5, СГ-2 зэрэг дээжүүдийг ашигласан. Судалгаанд Pd анодтай энергиэр ялгах рентген-флуоресценцийн SPECTRO-XEPOS спектрометрийн Мо (40кв, 0.88 мА), Со (35кв, 0.90 мА), Al₂O₃ (49.5кв, 0.7мА), НОРГ (17.5кв, 2мА) байнуудыг сонгон хэрэглэж, нэг дээжийг гурван удаагийн давталттай тус бүр 300 секунд

* Electronic address: otgonpurev@num.edu.mn

хугацаанд хэмжив. Спектрийг SPECTRO XEPOS спектрометрийн X-LabPro болон рентген спектр боловсруулалтын ерөнхий программ AXIL, тооцооны MS Excel зэрэг программуудыг ашиглан боловсруулав. Үр дүнг (1) тэгшитгэлээр тооцоолж гаргав. Шаварлаг хөрсний дээжид Ba, Ca, Cu, Fe, Mn, Pb, Sr, Ti, V, Y, Zn, Zr зэрэг элементүүдийн агуулгыг тодорхойлж, ур чадварын сорилын аттестатчилсан утгатай харьцуулан хүснэгт 1-т үзүүлэв.

Хүснэгт 1. Шаварлаг хөрсний дээжид элементийн шинжилгээ хийсэн дүн.

Д/д	Элемент	УЧС-ын дээжийн Стандартчилсан утга	ЦФСТ, РФШ-ээр тодорхойлсон утга	Нэгж
1	Ba	431±28	513±74	мг/кг
2	Ca	1.54±0.58	1.55±0.20	%
3	Cu	54.8±4.80	52±10	мг/кг
4	Fe	5.38±0.17	5.73±0.71	%
5	Mn	1.48±0.08	1.44±0.2	%
6	Pb	18.5±1.91	18±3	мг/кг
7	Sr	150±11.29	157±21	мг/кг
8	Ti	0.3-0.6 (0.44)	0.48±0.06	%
9	V	86-260 (149)	159±36	мг/кг
10	Y	31±2.96	53±13	мг/кг
11	Zn	66.2±5.63	71±11	мг/кг
12	Zr	135±10.32	176±36	мг/кг

V. ҮР ДҮН БА ХЭЛЭЛЦҮҮЛЭГ

Энэ удаагийн PTXRFIAEA13(Determination of Major, Minor and Trace Elements in a Clay Sample) ур чадварын сорилд 66 орны 47 лаборатори оролцож, 800 бие даасан дүнгээр 51 элемент, нэгдлийн агуулгыг тодорхойлж оролцсон. Манай лаборатори нь ур чадварын сорилд оролцсон 47 лабораторийн нэг. Оролцогчдын ашигласан шинжилгээний аргуудыг нэгтгэвэл нийт хэмжигдсэн үзүүлэлтүүдийн 21.38% нь хоёрдогч бай бүхий энергиэр ялгах рентген-флуоресценцийн спектрометр (EDXRF, excitation using X-ray tube and secondary targets), 9.25% нь изотопон үүсгүүртэй энергиэр ялгах рентген-флуоресценцийн спектрометр (EDXRF, radioisotope excitation), 12% нь рентген хоолой бүхий энергиэр ялгах рентген-флуоресценцийн спектрометр (EDXRF, X-ray tube excitation), 19.5% нь энергиэр ялгах рентген-флуоресценцийн спектрометр (EDXRF), 14.75% нь долгионы уртаар ялгах спектрометр

(WDXRF), 2.13% нь бөөмөөр өдөөгдсөн рентген цацаргалтын (PIXE), 7.5% нейтрон идэвхжилийн анализ (NAA), 13.5% бүрэн ойлтын рентген флуоресценцийн спектрометрийн арга (TXRF) гэх мэт багажит шинжилгээний арга ашиглан шинжилгээг гүйцэтгэсэн байна.

ДҮГНЭЛТ

ОУАЭА-аас 2017 онд зохион байгуулсан PTXRFIAEA-13 лабораторийн ур чадварын сорилтод шаварлаг хөрсний дээжид агуулагдах 12 элементийн агуулгыг тодорхойлж оролцов. Энэхүү ажил нь тус төвд боловсруулан хэрэглэж ирсэн хөрсний дээжид элементийн агуулга тодорхойлох аргазүйн үнэмшилийг баталгаажуулан харуулав.

АШИГЛАСАН МАТЕРИАЛ

- [1] www.pt-nsil.com
- [2] Ур чадварын сорилт- Геологийн төв лаборатори
- [3] Worldwide Open Proficiency Test for X Ray Fluorescence Laboratories- PTXRFIAEA13 Determination of Major, Minor and Trace Elements in a Clay Sample, IAEA Laboratories, Seibersdorf, Austria, 2017.
- [4] “Хөрсөнд агуулагдах калигаас уран хүртэлх элементийг тодорхойлох рентген-флуоресценцийн арга” Цөмийн физикийн судалгааны төв, Улаанбаатар хот, 2009 он
- [5] Ц.Цэрэндулам, П.Зузаан
- [6] “Рентгенфлуоресценцийн анализаар найрлагын стандарт загварт хийсэн шинжилгээний дүн” Хүрэл Тогоот, ЭШБХ, Улаанбаатар хот, 2008 он
- [7] Ц.Бат-Өлзий, З.Баттогтох. “Улаанбаатар хотын хөрсөн дахь нянгийн бохирдлын судалгаа” ШУТИС-ийн ЭШБ №12, х-187,
- [8] J.Giesy, H.Muntau “Sediments: Chemistry and Toxicity of In-Place Pollutants” SETAC-EUROPE, 1990.
- [9] MNS 5850:2008 “Хөрсний чанар, Хөрс бохирдуулагч бодис, элементүүдийн зөвшөөрөгдөх дээд хэмжээ”
- [10] П.Зузаан, С.Даваа, Д.Болортуяа “Рентгенфлуоресценцийн шинжилгээний онол, аргазүйн судалгаа” Улаанбаатар хот, 2012 он

- [11] Г.Дамдинсүрэн, П.Зузаан, Д.Болортуяа, Н.Отгонпүрэв, О.Сүх. “Цөмийн аналитик аргаар Туул гол орчмын хөрс, лаг шаврын дээжид хүнд, хортой элемент тодорхойлсон нь”, МУИС. ЭШБ. ФИЗИК №438(20), 2015 он, хуудас 35-38,
- [12] G.Damdinsuren, P.Zuzaan, O.Sukh and N.Otgonpurev. “Determination of Some Chemical Elements in Soil and Sediment Samples around Tuul River”. //Book of abstracts, The 4th International Conference on “X-Ray Analysis-IV”, 8-12 June, UB, Mongolia, 2015, p.80.