

Улаанбаатар хотын агаарын дээж дэх химийн элементүүдийн
найрлагыг цөмийн физикийн аргаар судлах нь

Н.Гансүх, Ш.Гэрбиш, А.Итгэлмаа, Ж.Сэрээтэр, М.Энхболд
(МУИС-ийн Цөмийн шинжилгээний төв)

Хот суурин газрын агаарын тоосжилтыг судлах хэд хэдэн шалтгаан байдаг. Үүнд: агаарын тоосны хэмжээ хүн амын эрүүл мэндэд нөлөөлхүйц байх, агаарт байгаа цацраг идэвхт бодисын хэмжээг үнэлэх түүнчлэн атмосферийн доторх хувирал, шилжилт, тундасжилтын процессыг судлах зэрэг. Улаанбаатар хотын агаар нь нүүрсээр ажилладаг цахилгаан, дулааны станцууд, олон арван уурын зуух, 50 мянган гэрийн зуух болон олон арван мянган автомашинаас гарах дутуу шаталтын хий, утаа тортгоор бохирдож байна. Ялангуяа өвлийн цагт нийслэл хотын агаар дахь нүүрсстөрөгч, азот, хүхрийн ислүүдийн хэмжээ эрүүл ахуйн нормоос 1.5 - 2.6 дахин давж амьсгалын замын өвчин ихсэж байна гэж эрүүл ахуйн хяналтын ба байгаль орчныг хамгаалах байгууллагын мэдээнд дурьдсан байна.

Агаарын бохирдлогын дээж дэх цацраг идэвхт бодисын хэмжээг тодорхойлох талаарх судалгааг нэлээд хэдэн жилийн өмнөөс явуулж Улаанбаатар хотын агаар дахь цацраг идэвхт бодисыг бета идэвхээр нь тодорхойлж түүний хэмжээ жилийн сар, улирлын байдлаас ихээхэн хамаардагийг үзүүлсэн байна.

Гэвч нийслэл болон манай орны үйлдвэрийн томоохон төвүүдийн агаарын бохирдлогын дээжинд хүнд металл ба хортой химийн элементүүдийн найрлага, хэмжээг одоо хүртэл тодорхойлоогүй байна. Манай улс 1996 оноос Олон Улсын Атомын Энергийн Агентлаг (ОУАЭА), Зүүн өмнөт Ази ба Номхон далайн орнуудын бүсийн гэрээ (РСА)-ний хүрээнд Азийн томоохон хотуудын агаарын бохирдлогыг судлах хамтын эрдэм шинжилгээний төсөлд оролцон зохих төхөөрөмж авч суурилуулан шинжилгээний ажил эхэлж байна. 1996 оны 10-р сард МУИС-ийн төв байранд агаарын дээж авах РМ10 төхөөрөмжийг угсарсан юм. Уг төхөөрөмжийн агаарын тоос цуглуулах хэсэг нь цөмийн фильтр (шүүр) гэгдэх 47 мм диаметр бүхий давхар байрлуулсан поликарбонат хальс юм. Тасалгаан дотор байрлах төхөөрөмжийн хэсэгт агаар сорох насос, вакуум хэмжигч, агаарын урсгал болон нийт сорогдсон агаарын эзэлхүүн хэмжигчүүд багтана.

Агаарын дээж авалтыг 24 цагийн хугацааны программчилсан залгагчийн тусламжтайгаар хянаж, сорж буй агаарын урсгалын хэмжээг 1 минутанд 15-16 литр байхаар тохируулна. Цөмийн фильтрийн жинг тодорхойлохдоо 1 мкг -ын нарийвчлалтай электрон жигнүүр ба цахилгаан статик цэнэгийг саармагжуулагч ^{210}Po бүхий цацраг идэвхт үүсгүүр ашигладаг.

Агаарын тоосны дээж авах төхөөрөмжийг 1996 оны 10 сард байрлуулан 11 сараас дээж авч эхэлсэн боловч төхөөрөмж ажиллаж эхэлснээс хойш 1-2 цагийн дараа сорогдож буй агаарын хэмжээ огцом буурч байв. Энэ нь Монгол орны хүйтэн, хуурай цаг агаарын өвөрмөц нөхцлөө шалтгаалан агаарт маш жижиг мөсөн кристалл бүтэц үүсч тэр нь нарийн

шүүрийн нүхийг таглаж болох юм гэсэн таамаглал нь туршлагаар батлагдсан тул сорогдож буй агаарыг халаах агаар халаагч хэрэгсэл утсарч байрлуулав. Агаар халаагч хэрэгсэл нь вольфрам спираль угас ороосон кварц хоолой бөгөөд дамжуулагчаар гүйх гүйдлийн хүчийг тохируулах замаар кварц хоолойн доторх агаарын температурыг зохих хэмжээнд байлгахад зориулагдсан юм. Цаашид агаарын температурын өөрчлөлтөөс хамааруулан дамжуулагч утсанд өгөх хүчдэлийг автоматаар өөрчлөх багаж зохион бүтээх шаардлагатай болно.

Агаарын тоосны дээж авалтыг ОУАЭА ба РСА-ын шугамаар боловсруулсан стандарт заавар, удирдамжийг удирдлага болгон гүйцэтгэсэн болно [1-3]. Нэг кубметр сорогдсон агаарт ногдох фильтр дээр цугларсан тоосны хэмжээ нарийн (нүхний диаметр 0.4 мкм) ба бүдүүн (нүхний диаметр 0.8 мкм) филтэрүүдэд харгалзан 15-20 ба 60-70 мкг байв. Энэ хэмжээ нь дээж авах стандарт шаардлагыг хангаж байгаа юм. Бид энэ урьдчилсан хэмжилтэнд цэвэр фильтр ба тоос хуримтлагдсан филтрийн жинг 5-10 мкг нарийвчлалтай электрон жигнүүрээр жигнэсэн ба цэнэг зармагжуулагч хэрэглээгүй учир тоосны жин нь 25 орчим %-ийн алдаатай болсон гэдгийг тэмдэглэх хэрэгтэй.

Цөмийн фильтр дээр хуримтлагдсан агаарын тоосны дээж дэх химийн элементүүдийн найрлага, хэмжээг тодорхойлоход рентген хоолойтой ба ^{241}Am цацраг идэвхт изотоп үүсгүүр бүхий рентген флуоресценцийн спектрометр(XRF) ба бүрэн ойлтын рентген флуоресценцийн спектрометр(TRXF) хэрэглэсэн болно.

Агаарын тоосон доторх химийн элементүүдийн найрлагыг бүрэн ойлтын рентген флуоресценцийн спектрометр ашиглан тодорхойлохдоо филтэрээсээ хэсэглэн авч шууд хэмжсэн болно. 1-р зураг дээр нарийн фильтр дээрх тоосон дахь элементүүдийн спектрийг харуулж байна. Энэ зургаас үзвэл S, K, Ca, Ti, Cr, Mn, Fe, Cu, Zn, As, Br, Sr, Pb зэрэг элементүүд харагдаж байна. Тухайн хэмжилтийн нөхцөлд элементүүдийн тоон хэмжээг тодорхойлох боломжгүй учир РФА аргаар стандарт дээжүүд ашиглан тоон хэмжээг нь тогтоосон уг дээж дэх төмрийн агуулгатай жишиж тодорхойлсныг 1-р хүснэгтэд үзүүлэв. Агаарын тоосны филтрийг AAS, TRXF, ISP-MS аргуудаар шинжлэхдээ цөмийн филтрийг уусгах тусгай боловсруулсан аргыг хэрэглэдэг байна [4]. Энэ аргаар цаашид цөмийн филтрийг боловсруулан шингэн байдалд оруулан дээж дэх химийн элементүүдийн агуулгыг TRXF аргаар тодорхойлох юм.

Цаасан фильтр ашиглан авсан Улаанбаатар хотын агаарын бохирдлын дээжийг протоноор өдөөж рентген цацрагийг нь бүртгэх (PIXE) аргаар [5] Сингапурын үндэсний их сургууль дээр хэмжсэн юм. Энэ аргаар хэмжсэн спектрийг 3-р зураг дээр харуулав. Улаанбаатар хотын агаарын бохирдлогын дээж дэх химийн элементүүдийн хэмжээг Сингапур хотынхтай харьцуулан 2-р хүснэгтэд үзүүлэв.

Агаарын тоосны дээжийг цөмийн филтрийн тусламжтайгаар авч элементүүдийн найрлага, агуулгыг урьдчилан тодорхойлсон байдлаас үүгнэвэл:

1. Тодорхойлсон элементүүдийн найрлагаас үзэхэд нийслэл хотын агаарын бохирдлого нь нүүрсээр ажилладаг дулаан, цахилгааны станцууд, тээврийн хэрэгслүүд, хог хаягдлын шаталт, хөрсний эвдрэл зэрэг олон эх

үүсгүүртэй болох нь харагдаж байна. Цаашид бохирдлогын эдгээр үүсгэврийн хувь хэмжээг тогтоох нь чухал болно.

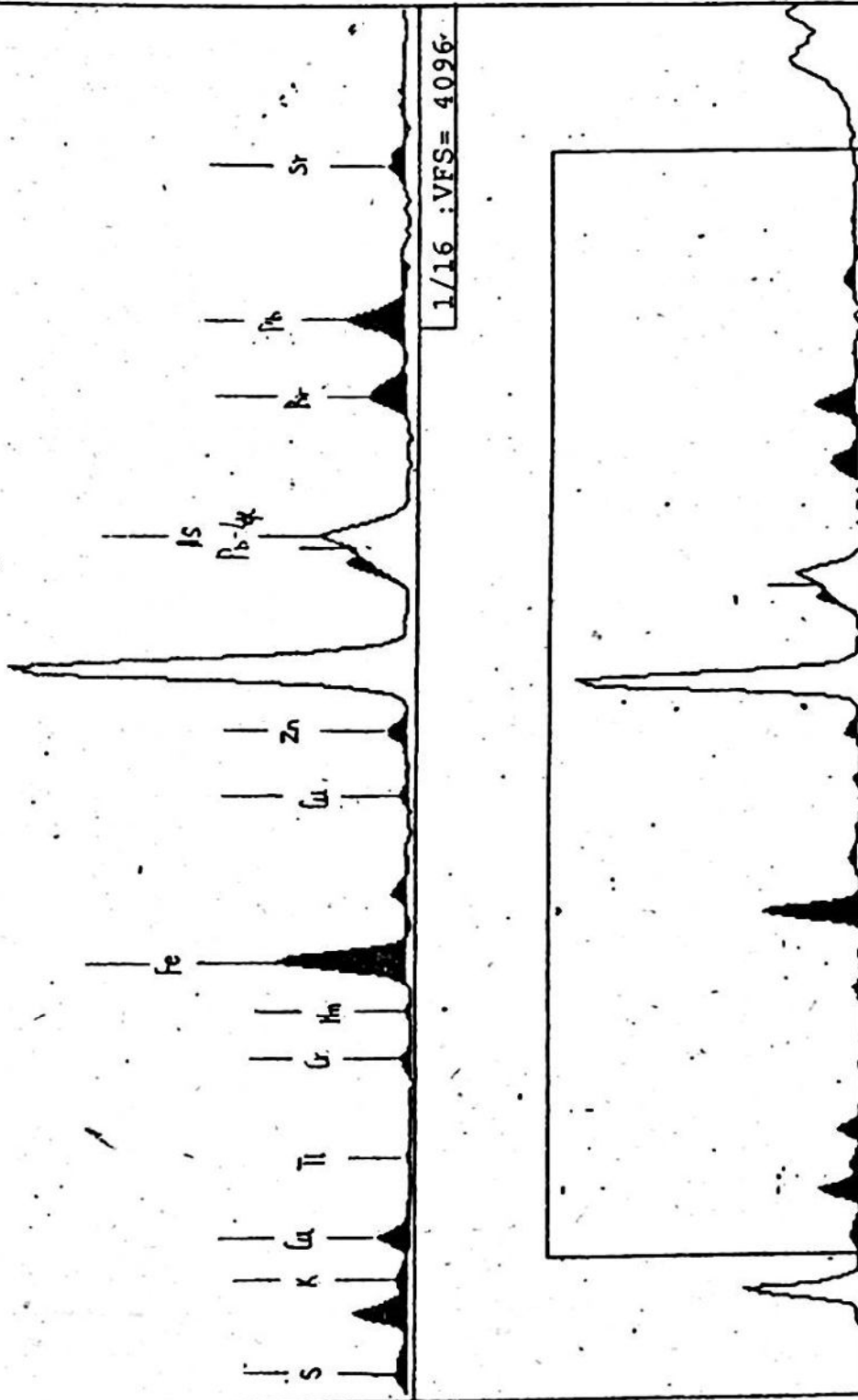
2. Цөмийн фильтр хэрэглэснээр ердийн тоосны шүүлтүүрт үл шүүгдэн нарийн тоосны (2 микроноос бага) хэмжээг ялган тодорхойлох бололцоотой болж байна. Чухамхүү энэ нарийн тоос нь амьсгалын замын өвчний эх үүсгүүр болдог билээ.
3. Цөмийн физикийн аргыг агаарын бохирдлогын шинжилгээнд нэвтрүүлэх нь агаар дахь хүнд болон хүний эрүүл мэндэд хортой элементүүдийн хэмжээг тогтоож тэдгээрийн нөлөөг багасгах арга замыг боловсруулахад чухал ач холбогдолтой болно.

Ишлэл хийсэн ном, зохиол

1. W.Maenhaut, F.Francocis and J. Cafineyer
The "Gent" Stacked Filter Unit Sampler for Collection of Atmospheric aerosols in two size fractions: Description and Instructions for Installation and Use. Applied Research on Air Pollution Using Nuclear-Related Analytical Techniques.
Reports on the First Research Co-ordination Meeting, Vienna, Austria, 1994. IAEA, pp. 249-263
2. P.K.Hopke, Ying Xie and T.Raunemana
Characterization of the Gent PM10 Sampler. Applied Research on Air Pollution Using Nuclear-Related Analytical Techniques.
Report on the Second Research Co-ordination Meeting, Menai, Austria, 1995, pp. 18.1-18.7
3. Sampling and Analytical Methodologies for Instrumental Neutron Activation Analysis of Airborne Particulate Matter.
Training Course Series No 4, IAEA, 1992
4. L.M.Jalkanen and E.K. Hasanen
Simple Method for the Dissolution of Atmospheric Aerosol Samples for Analysis by Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry.
Journal of Analytical Atomic Spectrometry Vol. 11 (1996), pp.365-369
5. I.Orlic, Bao Wenlan, F.Watt and S.M.Tang
Air Pollution in Singapore: Its Multielemental Aspect as Measured by Nuclear Analytical Techniques.
Paper presented on the 5 th Symposium on Our Environment, Singapore 5-7 June 1995. pp.1-16.

MCA #1 - Canberra System 100 - airfltr fine: solution
 Tag Number : 191
 Dead Time : 0.00%

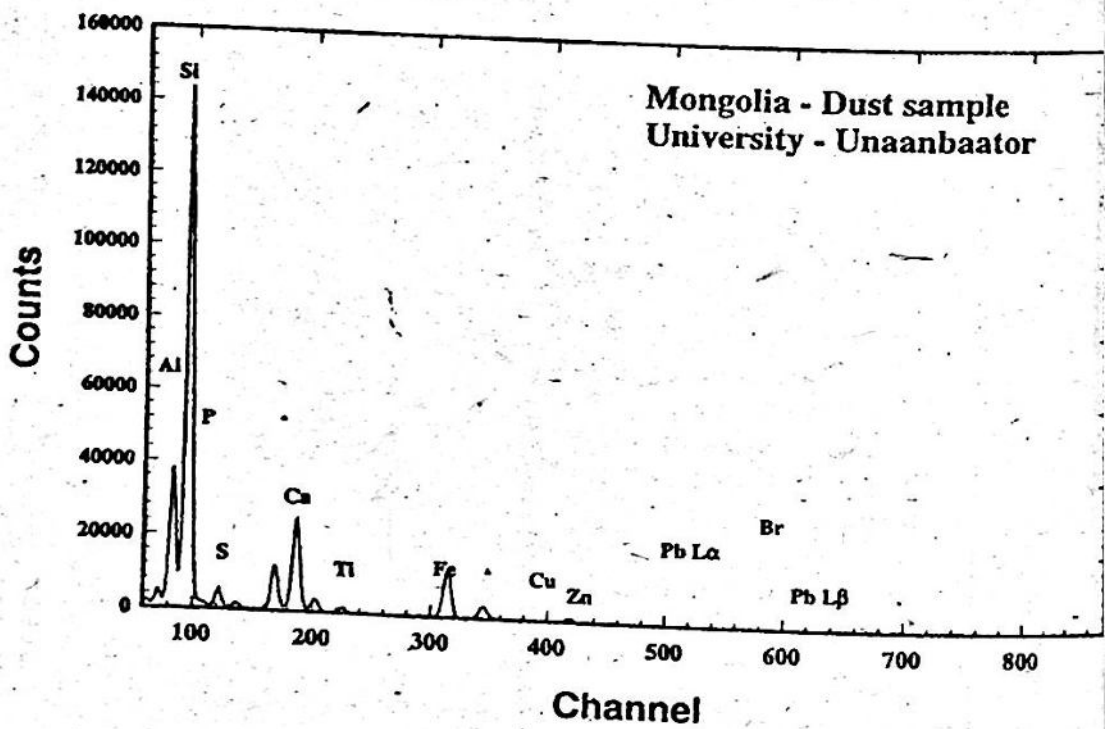
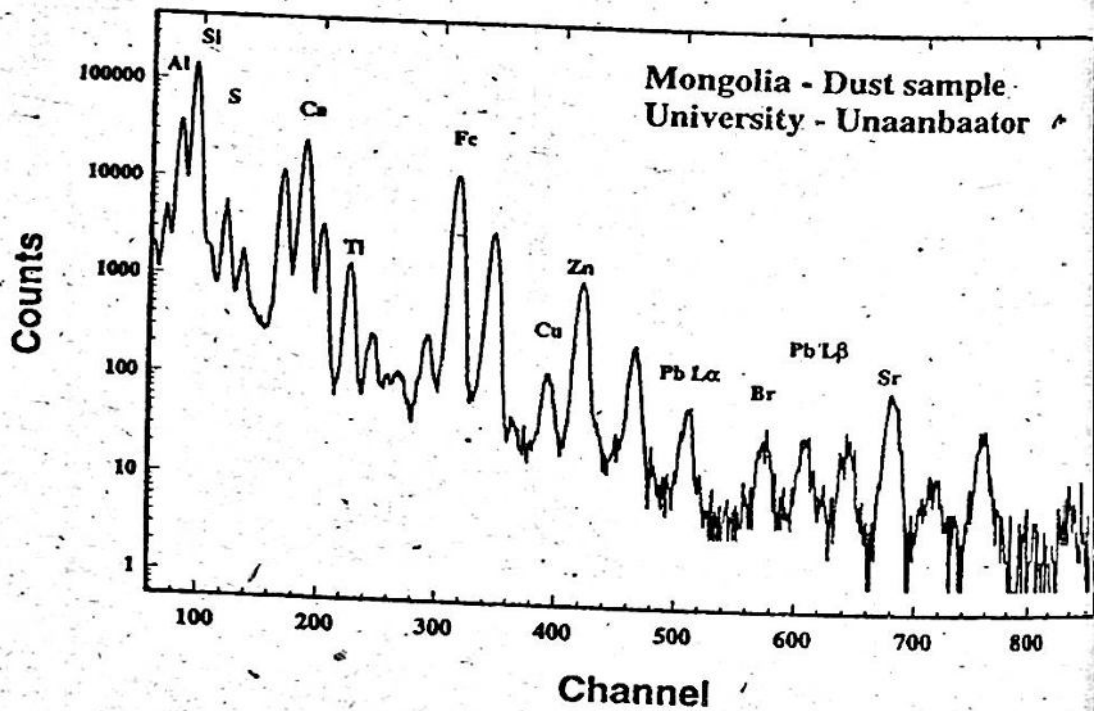
Plotted On : Fri 06 Jun 1997 @ 19:48:27
 Acquire Started : Tue 13 Sep 1988 @ 08:58:27



1/16 : VFS= 4095

Cursor=148 From 142 To 148 Pset(Ls)= 2000.00
 Counts=424 Int=2073 Area=0+-0.00% Elap(Ls)= 200.00

1-p зупар



Mng_dst4.spw

2-p зураг

д/д элемент	Пикийн талбай (Fe-аар нормчилсон)	Элементүүдийн агуулга (%)
1.	0.0622 ± 0.0009	0.10 ± 0.02
2.	0.190 ± 0.001	0.30 ± 0.07
3.	0.0335 ± 0.0006	0.05 ± 0.01
4.	0.0180 ± 0.006	0.03 ± 0.01
5.	1.000 ± 0.0035	1.6 ± 0.4
6.	0.0115 ± 0.0006	0.018 ± 0.004
7.	0.0225 ± 0.0008	0.035 ± 0.009
8.	0.008 ± 0.001	0.012 ± 0.003
9.	0.0256 ± 0.0017	0.04 ± 0.01
10.	0.0222 ± 0.0016	0.034 ± 0.009

1-р хүснэгт

Concentration +/- Error (ng/cm²)

	No6a	No6b	03-Feb-97-F	03-Feb-97-C
Na	651 +/- 24	809 +/- 32	35 +/- 9	40 +/- 6
Mg	912 +/- 25	1146 +/- 34	13 +/- 9	17 +/- 7
Al	14764 +/- 47	18108 +/- 210	86 +/- 10	284 +/- 10
Si	40447 +/- 73	49291 +/- 559	207 +/- 11	791 +/- 19
P	0 +/- 0	0 +/- 0	0 +/- 0	0 +/- 0
S	14618 +/- 63	16623 +/- 206	2660 +/- 24	483 +/- 14
Cl	920 +/- 37	1107 +/- 55	56 +/- 14	161 +/- 10
K	5640 +/- 57	6775 +/- 109	377 +/- 16	199 +/- 12
Ca	18209 +/- 134	21333 +/- 317	66 +/- 11	638 +/- 21
Sc	0 +/- 0	217 +/- 90	0 +/- 0	0 +/- 0
Ti	1638 +/- 45	1934 +/- 61	13 +/- 7	29 +/- 6
V	0 +/- 0	0 +/- 0	0 +/- 0	0 +/- 0
Cr	108 +/- 27	68 +/- 32	9 +/- 5	0 +/- 0
Mn	520 +/- 31	571 +/- 38	0 +/- 0	9 +/- 4
Fe	12892 +/- 113	15207 +/- 270	107 +/- 9	290 +/- 13
Co	0 +/- 0	0 +/- 0	0 +/- 0	0 +/- 0
Ni	16 +/- 7	27 +/- 9	3 +/- 2	3 +/- 2
Cu	58 +/- 8	73 +/- 10	18 +/- 3	53 +/- 4
Zn	298 +/- 14	368 +/- 18	40 +/- 5	27 +/- 3
Ga	21 +/- 7	17 +/- 8	0 +/- 0	0 +/- 0
As	85 +/- 16	71 +/- 20	0 +/- 0	0 +/- 0
Br	0 +/- 0	0 +/- 0	39 +/- 10	45 +/- 11
Pb	579 +/- 49	681 +/- 60	44 +/- 13	38 +/- 10