

Авдар уулын идэвхтэй хагарал дээрх цахилгаан хайгуулын судалгаа

Л. Саранцэцэг¹, Ц. Батсайхан¹, С. Лантуу², Ц. Нямбаяр¹

1- Одон орон, геофизикийн судалгааны төв, Газар хөдлөл судлах сектор
(Улаанбаатар хот, ШУА-ийн 7-р байр)

2- МУИС, ФЭС, геофизикийн тэнхим
(Улаанбаатар хот, МУИС-ийн хичээлийн II байр)

Товч утга

Төв аймгийн Сэргэлэн сумын нутаг Авдар уулын орчимд илэрсэн идэвхтэй хагарлын эвдрэлийн бүсийг цахилгаан хайгуулын Шлумбержегийн аргаар тогтоох зорилго тавьсан. Нийт 6 км урт профилийн хэмжилт явуулснаас 2 профилийг сонгон авч үр дүнг толилуулж байна. 3 ба 5-р профилийн чулуулгийн хувийн цахилгаан эсэргүүцлийн хамгийн бага утга ρ_{min} нь 5-20 Ом.м ба 75-150 Ом.м байна. Үүнийг GPS-ийн хэмжилт болон радарын долгионы аргаар хийсэн хэмжилтүүдийн боловсруулалтын үр дүнтэй харьцуулахад бага эсэргүүцлийн утга нь эвдрэлийн бүсийг зааж байна.

Түлхүүр үгс: хагарал, ВЭЗ, эсэргүүцэл

I. Оршил

2005 оноос Улаанбаатар хот орчимд газар хөдлөлийн идэвхжилт ажиглагдаж эхэлсэн бөгөөд 2008 оноос эхлэн тус бүс нутагт геологи, палеосейсмологи, геофизикийн судалгааны ажлыг Франц, ОХУ-ын мэргэжилтнүүдтэй хамтран хийж гүйцэтгэж байгаа[1]. Газар хөдлөл судлалын сектор нь “Монгол орны газар хөдлөлийн идэвхжилт, аюулын үнэлгээний ба дэлхийн гүний тогтцын” суурь судалгаа сэдвийн хүрээнд Монголын нутаг дэвсгэрт болж буй газар хөдлөлийн зүй тогтлыг тодорхойлох, хүчтэй газар хөдлөлтийн голомтууд болон бүс нутгийн газар хөдлөлийн аюулыг үнэлэх ажлын хүрээнд идэвхжиж буй голомтуудыг судлах, идэвхтэй хагарлуудыг илрүүлэх ажлуудыг хийж байна. Дээрх ажлуудын хүрээнд Улаанбаатар хотоос баруун хойш 15км зайд орших 40км урт Эмээлт хагарал дээрх чулуулагт $\rho_{\text{min}}=60-65$ Ом.м, өндөршил 1445м, хотоос баруун урагш 100км-г орших 112км урт Хустайн хагарал дээр $\rho_{\text{min}}=7,5-42$ Ом.м, өндөршил 1265м, мөн хотоос зүүн хойш орших 15км урт хагарал дээр $\rho_{\text{min}}=182-215$ Ом.м, өндөршил нь 1610м гэж тус тус судалгааны үр дүнд тогтоогдсон[2]. Үүний үргэлжлэл нь Улаанбаатар хотоос урагш 60 гаруй км зайд

орших Авдар уулын идэвхтэй хагарал дээрх судалгаа юм. Талбайд дөрөвдөгчийн хурдас нилээд тархсан бөгөөд голын хөндий, тэдгээрийн салаа, уулын бэл хормой тэдний хажуу, хормой бэлийг хучиж тогтсон байна[2]. Тус талбайд сүүлийн жилүүдэд мэдэгдэм хүчтэй газар хөдлөлт хэд хэдэн удаа тохиолдсон. Тухайлбал 1980.02.16-нд магнитуд $M=4.2$ ($T_0=00:59:50.5$, 47.39N, 106.78E), 2009.03.22-нд магнитуд $M=3.9$ -тэй ($T_0=20:36:02$, 47.4131N, 106.79E) газар хөдлөлтүүд болсон[3].

II. Цахилгаан хайгуулын хээрийн хэмжилт

ОХУ-д үйлдвэрлэгдсэн Электротест-С багаж, цахилгаан дохионы үүсгүүр ба хүлээн авах болон тэжээлийн электродууд, гүйдэл дамжуулагч утаснууд, алх зэрэг тоног төхөөрөмжүүдийг ашиглав. Хэмжилтийн үндсэн зарчим нь газар орчноор цахилгаан гүйдлийг дамжуулж, тэнд үүссэн тогтмол цахилгаан орныг хэмжин улмаар тухайн орчны төлөөллийн хувийн цахилгаан эсэргүүцлийг тодорхойлдог. Сансрын зургаас тоймлож авсан хагарал дээр түүнд хөндлөн байрлалтай 5 профилийн дагуу ВЭЗ хэмжилтийг гүйцэтгэсэн. ВЭЗ-ийн тэжээлийн АВ дэлгэлтийг хүлээн авагч электродоос хоёр тийш тэгш хэмтэйгээр

1.5, 3, 4.5, 6, 9, 15, 25, 40, 65, 100, 150, 225м-үүдээр дэлгэж тухайн дэлгэлт бүрийн ρ_r -төлөөллийн эсэргүүцлийг хэмжиж тодорхойлов. Профиль бүр дээр пикет хоорондын зайг 50м, 100м байхаар сонгон авч хэмжилтийг гүйцэтгэв.

Хүснэгт 1

Профиль 05-ийн хэмжилтийн утгууд

Профиль 05					
PK-I	PK-II	PK-III	PK-IV	PK-V	PK-VI
84	33	39.3	38	32.6	44
18	5.9	8.3	7.53	8	9.7
6.52	2.7	4.05	3.53	4	4.41
2.98	1.47	2.4	2.22	2.24	2.72
0.98	0.581	1.14	1.01	1	1.21
0.41	0.221	0.46	0.408	0.431	0.5
3.86	2.23	4.3	4.23	4.73	4.4
0.14	0.111	0.208	0.159	0.169	0.019
1.19	0.94	1.854	1.65	1.73	1.53
0.49	0.441	0.75	0.718	0.712	0.7
0.24	0.209	0.333	0.302	0.325	0.286
0.13	0.133	0.144	0.181	0.163	0.144
0.07	0.166	0.097	0.674	0.081	0.063
0.04	0.181	0.0452	0.049	0.037	0.0329
Профиль 05-ийн үргэлжлэл					
PK-VII	PK-VIII	PK-IX	PK-X	PK-XI	PK-XII
25.8	22.4	28.1	20.7	20	19
6.9	6.37	5.6	4.8	3.41	3.64
4.14	3.28	2.49	2.97	2.82	1.44
2.41	2.2	1.53	2.08	1.85	0.824
1.2	0.94	0.61	1.08	1	0.436
0.52	0.421	0.203	0.53	0.45	0.207
4.14	4	2.26	4.72	2.47	2
0.21	0.193	0.088	0.21	0.183	0.097
1.63	1.59	0.87	1.66	1.55	0.745
0.7	0.667	0.45	0.591	0.591	0.303
0.24	0.26	0.24	0.27	0.239	0.128
0.12	0.118	0.119	0.12	0.115	0.0678
0.07	0.066	0.055	0.066	0.058	0.029
0.03	0.035	0.0147	0.030	0.025	0.01

III. Цахилгаан хайгуулын хэмжилтийн мэдээлэл боловсруулалт, тайлал

Мэдээллийг IPI2win программ хангамжийг ашиглан боловсруулав. Хэмжилтэнд 100мВ хүчдэлтэй, 200мА гүйдлийн хүч бүхий тогтмол цахилгаан гүйдлийг хэрэглэсэн. Эсэргүүцлийн аргын энэхүү хэмжилтээр төлөөллийн эсэргүүцлийг(ρ_r) доорх илэрхийллээр тооцов.

$$\rho_k = k \frac{\Delta U}{I} \quad (1)$$

Тэгш хэмт төхөөрөмжийн хувьд төхөөрөмжийн коэффициентийг:

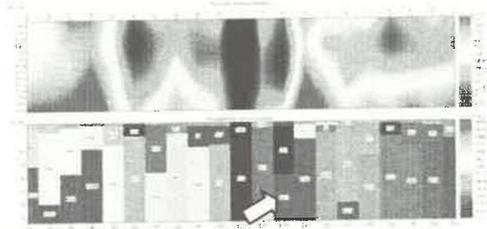
$$k = 0.1\pi \frac{AM \cdot AN}{MN} \quad (2)$$

гэж тооцох ба дэлгэлт бүрт өөр өөр утгатай байна. MN-хүлээн авагч, AM-үүсгүүр хүлээн авагч хоорондын зай, AN=AM+MN.

Хүснэгт 2

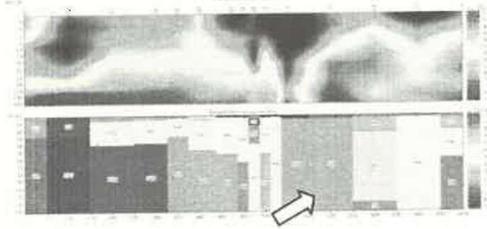
Профиль 05				
AB (м)	MN (м)	k	ρ_r (Ом.м)	ρ_k (Ом.м)
1.5	0.5	6.28	84	527.52
3	0.5	27.5	18	495
4.5	0.5	62.8	6.52	409.456
6	0.5	112.2	2.98	334.356
9	0.5	253.6	0.98	248.528
15	0.5	705.6	0.407	287.1792
15	5	62.8	3.86	242.408
25	0.5	1961.7	0.136	266.7912
25	5	188	1.19	223.72
40	5	495	0.489	242.055
65	5	1319	0.238	313.922
100	5	3132	0.127	397.764
150	5	7056	0.0725	511.56
225	5	15888	0.04	635.52

Хээрийн нөхцөлд хэмжиж авсан эсэргүүцлийн утгыг төхөөрөмжийн коэффициентээр үржүүлж төлөөллийн эсэргүүцлийн утгыг бодно (хүснэгт 2). Хэмжилтийн цэг бүр дээрх төлөөллийн эсэргүүцлийн утгуудыг профиль тус бүрээр нь нэгтгэн геоцахилгаан зүсэлтүүдийг байгуулсан. Энд 6 км урт профилийн хэмжилт хийж, боловсруулан үр дүнг гаргалаа. Мэдээллийг хээрийн журналаас (хүснэгт 1) харж excel программ дээр шивж оруулан File- new VES point командыг сонгосны дараа профилийн цэг бүр дээр хэмжсэн утгуудыг оруулж хадгална. Үүний дараа тухайн хэмжилтийн цэгийн өндөршил, хэмжилтийн цэг хоорондын зайг оруулж өгдөг. Үүний үр дүнд геоцахилгаан зүсэлтийг гарган авдаг. Авдар уулын орчимд илрүүлсэн идэвхтэй хагарлын бүсийг нарийвчлан тогтооход геологийн материалаас гадна геофизикийн цахилгаан хайгуулын ВЭЗ болон георадарын аргуудаар гаргасан үр дүнгэй харьцуулж дүгнэлт хийнэ.



Зураг.1

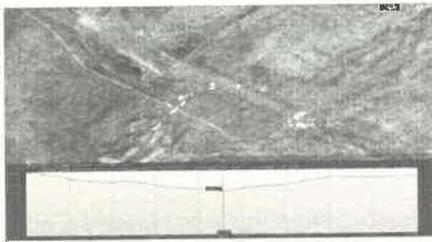
3-р профилийн геоцахилгаан зүсэлт (гажлыг цагаан сумаар заасан)



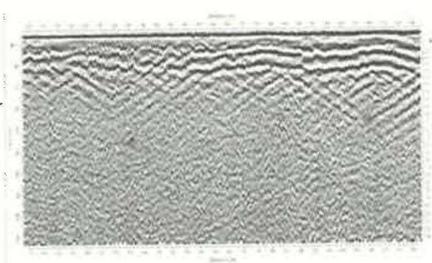
Зураг.2

5-р профилийн геоцахилгаан зүсэлт (гажлыг цагаан сумаар заасан)

Төлөөлөл болгож 3 ба 5-р профилийн хэмжилтийн үр дүнг харуулав (зураг.1), (зураг.2).



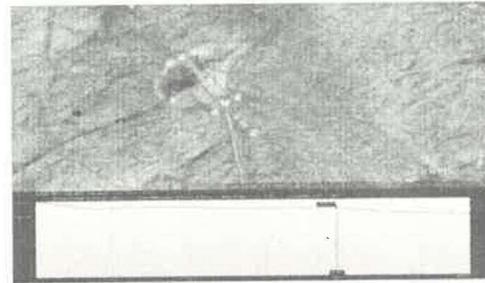
Зураг 3. Профиль 3 GPS хэмжилтийн боловсруулалтын үр дүнд гарсан гадаргуугийн рельефийн хэлбэр



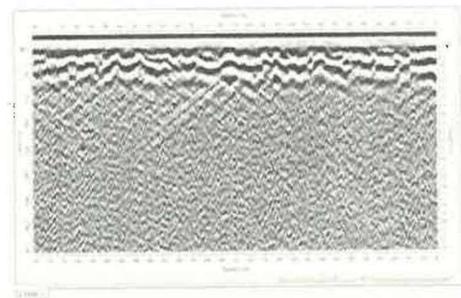
Зураг.4 3-р профиль дээрх георадарын хэмжилтийн боловсруулалтын үр дүн

1км урт бүхий 3-р профилийн хэмжилтийг хагаралд хөндлөн буюу хойноос урагш зүгт чиглүүлж тавьсан бөгөөд түүний үр дүн болох геоцахилгаан зүсэлтийг харуулав (зураг.1). Профиль 3-ийн эхлэлээс 600м орчим газарт цахилгаан эсэргүүцэл багатай (5-20 Ом) байгаа хэсэгт эвдрэлийн бүс байна гэж үзэв. Энэ профилийн дагуу тавьсан георадарын

хэмжилтийн үр дүнгийн зураг (зураг.4) дээр эвдрэлийн бүс илэрхий ялгараагүй байна. Энэ нь чийгтэй хөрсөнд радио долгионы шингээлт их байдагтай холбоотой [4].



Зураг.5 Профиль 05-ын GPS хэмжилтийн боловсруулалтын үр дүнд гарсан гадаргуугийн рельефийн хэлбэр



Зураг. 6 5-р профиль дээрх георадарын хэмжилтийн боловсруулалтын үр дүн (гажлыг шар зураасаар тодруулав)

Профиль 05-ийн геоцахилгаан зүсэлт (зураг.2)-ээс 650м орчимд цахилгаан эсэргүүцэл багатай (75-150Омм) сулралын буюу эвдрэлийн бүс харагдаж байна. Хэмжилт хийсэн талбай нь хөндий учраас хурдас хуримтлал явагдсаар газрын гадаргуу дээр өөрчлөлт мэдэгдэхээргүй болсон байх ба сайн анзаарвал өвс ургамлын өнгө өөр байсан. Эвдрэл болсны дараа тэнд үүссэн хурдсанд борооны ус нэвчин хуримтлагдсаар байх учир эсэргүүцлийн утгаар эвдрэлийн бүс танигдаж байна. Энэ профилийн дагуу тавьсан георадарын хэмжилтийн үр дүнгийн зураг (зураг.6) дээр эвдрэлийн бүс тод ялгарч харагдаж байгаа нь цахилгаан хайгуулын хэмжилтийн бага эсэргүүцэлтэй хэсэгтэй тохирч байна.

Дүгнэлт

Газар хөдлөлөөр үүссэн тектоник хагарлын газрын гадаргуу орчимд ус хуримтлагдсан байдлаас хамаарч цахилгаан хайгуулын Шлумбержегийн аргаар түүний хил заагийг тодорхойлж болно. Өнөөдрийн байдлаар хагарал судлах геофизикийн төгс, погц аргачлал гараагүй байгаа ч хэмжилтийн нарийвчлал сайн, олон электродтой багажийн хөгжил тухайн чиглэлийн судалгааны аргачлалыг боловсронгуй болгож чадна.

Ашигласан материал:

1. Онолын суурь судалгааны “Газар хөдлөл” сэдвийн эрдэм шинжилгээний тайлан (2008-2010)(54х), (ШУА, Одон орон, геофизикийн судалгааны төв)
 2. Онолын суурь судалгааны “Газар хөдлөл” сэдвийн эрдэм шинжилгээний тайлан 2012 он. (ШУА, Одон орон, геофизикийн судалгааны төв)
 3. Монголын үндэсний мэдээллийн төвийн мэдээллийн сан(1900-2011)
 4. Investigation of active faults near Ulaanbaatar. Implication for seismic hazard assessment (Antoine Shlupp, Matthieu Ferry, Ulziibat Munkhuu, Baatarsuren Ganbold, Munkhsaikhan Adiya, Maksim Bano, Jean-Rémi Dujardin, Nyambayar Tsend-Ayush, Sarantsetseg Lkhagvasuren, Marc Munsch, Simon Fleury, Mungunshagai Mendbayar, Tserendug Shoovdor, Nasan-Ochir Tumen, Erdenezul Danzansan, Bayarsaikhan Enkhee, Batsaikhan Tserenpil, Demberel Sodnomsambuu)
- (1) Université de Strasbourg, EOST, Strasbourg, France; maksim.bano@unistra.fr
 (2) Université Montpellier 2, Géosciences, Montpellier, France
 (3) RCAG, Mongolian Academy of Sciences, Ulaanbaatar, Mongolia