



Macroseismic assessment of the Kosh-Agach earthquake in the Russian Federation

Altanjuldyz Torekhaan^{1*}, Baasansuren Shurkhuu¹, Lkhajjav Dorlig¹, and Janbolat Madeniet¹

¹Institute of Astronomy and Geophysics, Mongolian Academy of Sciences, Ulaanbaatar, Mongolia

Received: 2025-09-24, Accepted: 2025-12-28, <https://doi.org/10.5564/mjag.v12i1.5184>

*Corresponding author: altanjuldiz@iag.ac.mn 0009-0003-6465-4687

Abstract

On 15 February 2025, at $T_0 = 01 : 48 : 18 : 00$ UTC (08:48 local time), a strong earthquake with a magnitude of 6.4 occurred 20 km southeast of Kosh-Agash, Southern Siberia, Russia ($49.87^\circ N, 88.84^\circ E$). The earthquake was felt across the western regions of Mongolia, including Bayan-Ölgii, Uvs, and Khovd provinces, highlighting the need to assess the regional seismic impact and the spatial distribution of ground shaking. The objective of this study is to evaluate the macroseismic intensity of the event and to determine the patterns of seismic shaking distribution. A total of 758 primary macroseismic observations were collected using a standard MSK-64 questionnaire-based survey and subjected to statistical analysis. The results indicate that the spatial distribution of seismic intensities is closely correlated with regional geological structures, soil properties, seismic wave propagation, and attenuation characteristics. This study provides scientifically based information that can contribute to improving regional earthquake hazard assessment and planning for disaster risk reduction.

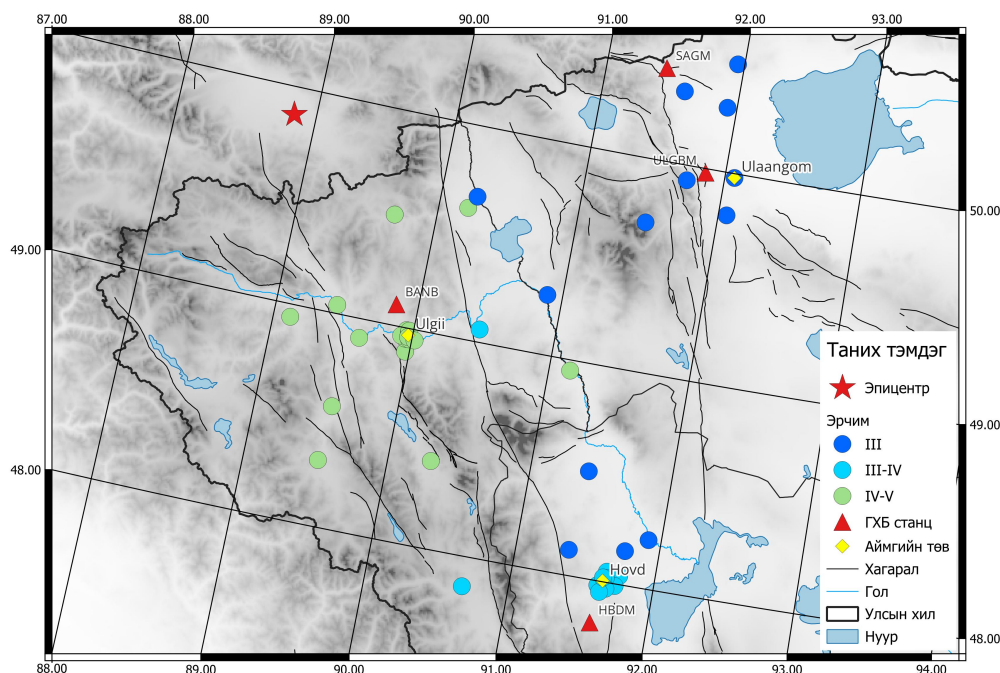
Keywords: Earthquake, Macroseismic study, Intensity assessment, MSK-64 scale, Geology, Geomorphology

1. Удиртгал

Алтай-Саян бүс нутаг нь Евро-Азийн эх газрын дотоод хэсэгт орших, идэвхтэй техтоник хөдөлгөөн давамгайлсан бүсэд хамаарах бөгөөд хүчтэй болон дунд зэргийн газар хөдлөлтүүд тогтмол тохиолддог онцлогтой. (Khilko et al., 1985; Ulziibat, 2006). Тус бүс нутагт байрлах Чуйн хагарлын систем нь сүүлийн жилүүдэд өндөр сейсмик идэвхтэй байгааг олон судалгаагаар тогтоосон бөгөөд уг идэвх нь Монгол Улсын баруун бүсийн аймгуудын нутаг дэвсгэрт чичирхийлэл мэдрэгдэхэд шууд нөлөөлдөг (Ulziibat, 2006).

Түүхэн мэдээллээс үзэхэд Чуйн газар хөдлөлт нь 2003 оны 9 дүгээр сарын 27-нд 11

цаг 33 минутад ($50.04^\circ N, 88.07^\circ E$) магнитуд 7.3-тай хүчтэй газар хөдлөлт болж, Монголын баруун бүсийн аймгуудад хүчтэй чичирхийлэл мэдрэгдэж байсан нь тус бүс нутгийн сейсмик аюулын түвшин өндөр байгааг харуулсан чухал жишээ юм. Энэхүү хөдлөлтийн дараах давтамжит чичирхийлэл нь Алтайн нуруу дагуу идэвхтэй хагарлууд оршиж байгааг баталж, бүс нутгийн газар хөдлөлтийн эрсдэлийг улам тодотгож байна (Lunina et al., 2006). 2025 оны 2-р сарын 15-нд ОХУ-ын Өмнөд Сибирийн нутагт, Кош-Агаш тосгоны ойролцоо магнитуд 6.4-тэй хүчтэй газар хөдлөлт болж, төвийн ойролцоох суурин газрууд болох Белтир, Кош-Агаш, Чаган-Узун, Мухор-Тархата, Орто-



Зураг 1. MSK-64 шаталбарт үндэслэн 582 хүний макросейсмик өгөгдлөөр тодорхойлсон чичирхийллийн тархалт.

лык, Курай, Тобелер, Теленгит-Сортого тосгодоод цахилгаан хангамж тасалдаж, бага хэмжээний эд материалын эвдрэл гэмтэл гарсан. Мөн Монгол Улсын баруун бүсийн Баян-Өлгий, Увс, Ховд аймгуудын нутаг дэвсгэрт газар хөдлөлтийн чичирхийлэл хүчтэй мэдрэгдсэн. Анхан шатны мэдээллээс үзэхэд макросейсмийн балл нь бүс нутгийн хэмжээнд харилцан адилгүй илэрсэн бөгөөд энэ нь геологийн болон геоморфологийн нөхцөл байдалтай уялдаж байгааг илтгэж байна (Galli et al., 2017). Иймд Баян-Өлгий аймгийн Өлгий сумын нутаг дэвсгэрт илэрсэн макросейсмийн баллыг орон нутгийн геологийн нөхцөлтэй хэрхэн уялдаж байгааг үнэлэхэд оршино.

Баян-Өлгий аймаг нь Монгол Алтайн нурууны баруун хэсэгт, өндөр уулын бүсэд оршдог бөгөөд газар зүйн хувьд уулын хормой, голын хөндий, тэгш тал, өндөрлөг зэрэг янз бүрийн геоморфологийн хэлбэрүүдтэй. Энэ бүс нутаг нь далайн түвшнээс дээш 1301-4374 метрийн өндөрт байрладаг бөгөөд нутаг дэвсгэрийн 95.3% нь 1600 метрээс дээш өндөрлөгт оршдог (Report, 2017).

Өлгий сумын хөрс нь геологийн хувьд кайнозойн эриний дөрөвдөгч галавын үеийн

гол, мөрөн, нуур, усны ажиллагаагаар тогтсон элс, шавар, хайрга зэрэг тунамал хурдас давамгайлдаг. Эдгээр хурдас нь чулуужаагүй, бэхжээгүй, өөрөөр хэлбэл сэвсгэр хурдас юм. Хадан хөрсний нягт $2.58/3$. Нутаг дэвсгэрийн хэмжээнд хийгдсэн судалгаагаар сэвсгэр хурдасны нийт зузаан 80-100м гэж тогтоогдсон (Report, 2017).

Өлгий сумын газар нутгийн хөрсний бүтэц нь голчлон сэвсгэр хурдас бөгөөд эдгээр нь зарим газарт нимгэн, зарим газарт зузаан давхаргатай. Жишээлбэл, голын хөндий, тэгш талын бүсүүдэд хурдасны зузаан их байх хандлагатай байдаг бол уулын хормой, өндөрлөг газарт хурдасны зузаан харьцангуй бага буюу нимгэн байдаг (Report, 2017).

2. Судалгааны арга зүй

Газар хөдлөлтийн баллыг тодорхойлохдоо багажийн болон багажийн бус (макросейсмийн) аргуудыг хэрэглэдэг (Dolgormaa et al., 2023; Molin, 1995). Макросейсмийн арга гэдэг нь газар хөдлөлтийн үед үүссэн чичирхийллийг хүмүүс хэрхэн мэдэрсэн, барилга байгууламжид ямар эвдрэл гэмтэл учирсан,

мөн байгаль орчинд гарсан өөрчлөлтүүдэд (хагарал, нуранги, хөрсний гулсалт зэрэг) үндэслэн газар хөдлөлтийн баллыг MSK-64 шаталбараар үнэлэх судалгааны арга юм (Munkhoo, 1992; Molin, 1995). Макросейсмийн үнэлгээнд тулгуурлан тухайн бүс нутгийн оршин суугчдаас цуглуулсан аман мэдээлэлд статистик шинжилгээ хийх замаар баллын дундаж үнэлгээг тооцсон (De Rubeis et al., 2009) Баллын үнэлгээг доорх томъёо (1)-ын дагуу тодорхойлсон.

$$I = \frac{\sum_{i=1}^{12} i, s_i \Theta(s_i - 0.75 \max(s))}{\sum_{i=1}^{12} s_i \Theta(s_i - 0.75 \max(s))} \quad (1)$$

$$\Theta = \begin{cases} 0, & n < 0, \\ 1, & n \geq 0. \end{cases} \quad (\text{нэгж алхамт функц})$$

Энд: I – Олох гэж байгаа балл, $i - 1$ ээс 12 хүртэлх балл, $s_i - i$ дугаар баллын давтагдлын тоо, $\max(s)$ - сонгосон баллуудаас хамгийн их балл.

Энэхүү аргачлал нь макросейсмийн өгөгдлийг нэгэн ижил шалгуураар боловсруулж, тухайн нутаг дэвсгэрт чичирхийллийн тархалтыг бүсчлэн үнэлэхэд оновчтой бөгөөд олон улсын түвшинд хүлээн зөвшөөрөгдсөн аргачлалд тооцогддог (De Rubeis et al., 2009; Galli et al., 2017).

3. Мэдээллийн сан бүрдүүлэлт

Тус газар хөдлөлтийн чичирхийлэл Баян-Өлгий аймгийн 13 сум, 1 тосгон, Ховд аймгийн 5 сум, Увс аймгийн 6 сумаас нийтдээ 758 макросейсмийн анхан шатны асуумжийг Баян-Өлгий, Ховд, Увс аймгуудын 25 сумын нутаг дэвсгэрээс цуглуулсан. Эдгээрээс мэдээллийн бүрэн байдал, логик уялдаа, газарзүйн байршлын тодорхойлолтыг харгалзан чанарын шалгуураар үнэлж, 3 аймгийн 23 сумын 582 иргэний асуумжийг цаашдын статистик боловсруулалтад ашигласан.

Аймаг тус бүрээр авч үзвэл, Баян-Өлгий аймгаас 280 асуумж авснаас 270 иргэнд газар хөдлөлт мэдрэгдсэн бол нэг суманд мэдрэгдээгүй байна. Увс аймгийн хувьд нийт 258 асуумжаас 92 иргэн газар хөдлөлтийг мэдрэсэн бөгөөд 166 иргэнд мэдрэгдээгүй. Харин Ховд аймгийн 5 сумын 220 иргэн газар хөдлөлтийг мэдрэсэн байна. Эдгээр



Зураг 2. Газар хөдлөлтийн нөлөөгөөр үүссэн ханын цууралтын байдал: а) гэрийн ханан пийшинд үүссэн цууралт, б) Блокон байшингийн хананд үүссэн цууралт.

мэдээлэлд үндэслэн макросейсмийн баллын орон зайн тархалтыг тодорхойлж, үр дүнг Зураг. 1-д үзүүлэв.

Хүснэгт. 1-д газар хөдлөлтийн нөлөөлөл илэрсэн сумуудын макросейсмийн мэдээлэл, тухайлбал асуумжид хамрагдсан хүний тоо болон тухайн сумдын чичирхийллийн дундаж баллын үнэлгээг харуулсан.

4. Дүгнэлт

Энэхүү судалгааны үр дүнд 2025 оны 2-р сарын 15-нд Кош-Агаш тосгоны ойролцоо болсон магнитуд 6.4-тэй хүчтэй газар хөдлөлтийн макросейсмийн нөлөөлөл Монгол Улсын баруун бүсийн хэмжээнд бүсчлэн ялгаатай илэрч, чичирхийллийн балл нь голомтоос холдох тусам буурах ерөнхий зүй тогтлыг харуулсан бөгөөд бүс нутгуудад илэрсэн баллын тархалт нь орон зайн хувьд тодорхой ялгаралтай байв.

Макросейсмийн үнэлгээний үр дүнгээс харахад Кош-Агаш тосгоны орчимд чичирхийлэл VI баллаар, Баян-Өлгий аймгийн нутаг дэвсгэрт IV-V, Увс аймагт III, Ховд аймагт III-IV баллаар тус тус илэрсэн байна. Эдгээр ялгаа нь зөвхөн голомтоос алслагдсан зайгаар хязгаарлагдахгүй, тухайн бүс нутгийн геологийн болон геоморфологийн нөхцөлтэй нягт уялдаатай болохыг харуулж байна. Тус үр дүн дээр үндэслэн Кош-Агашийн газар хөдлөлтийн ижил доргилтын бүсийн

Хүснэгт 1. MSK-64 шаталбараар үнэлсэн макросейсмик асуумжийн үр дүн

Аймаг	Сум	Асуумж авсан	Мэдэрсэн	Мэдрээгүй	Бал
Баян-Өлгий	Өлгий	133	133	–	IV–V
	Булган	10	10	–	IV–V
	Алтай	10	10	–	IV–V
	Алтанцөгц	12	12	–	III–IV
	Буянт	12	12	–	IV–V
	Баяннуур	10	10	–	IV–V
	Дэлүүн	10	10	–	III–IV
	Ногооннуур	13	13	–	IV–V
	Сагсай	10	10	–	IV–V
	Толбо	10	10	–	IV–V
	Улаанхус	10	10	–	IV–V
	Цэнгэл	19	19	–	IV–V
Цагааннуур	11	11	–	IV–V	
Ховд	Жаргалант	100	100	–	III–IV
	Буянт	30	30	–	III
	Мянгад	30	30	–	III
	Эрдэнэбүрэн	30	30	–	III
	Ховд	30	30	–	III
Увс	Улаангом	130	50	80	III
	Бөхмөрөн	32	10	22	III
	Сагил	26	12	14	III
	Тариалан	32	10	22	III
	Ховд	28	10	18	III
Нийт		758	582	176	–

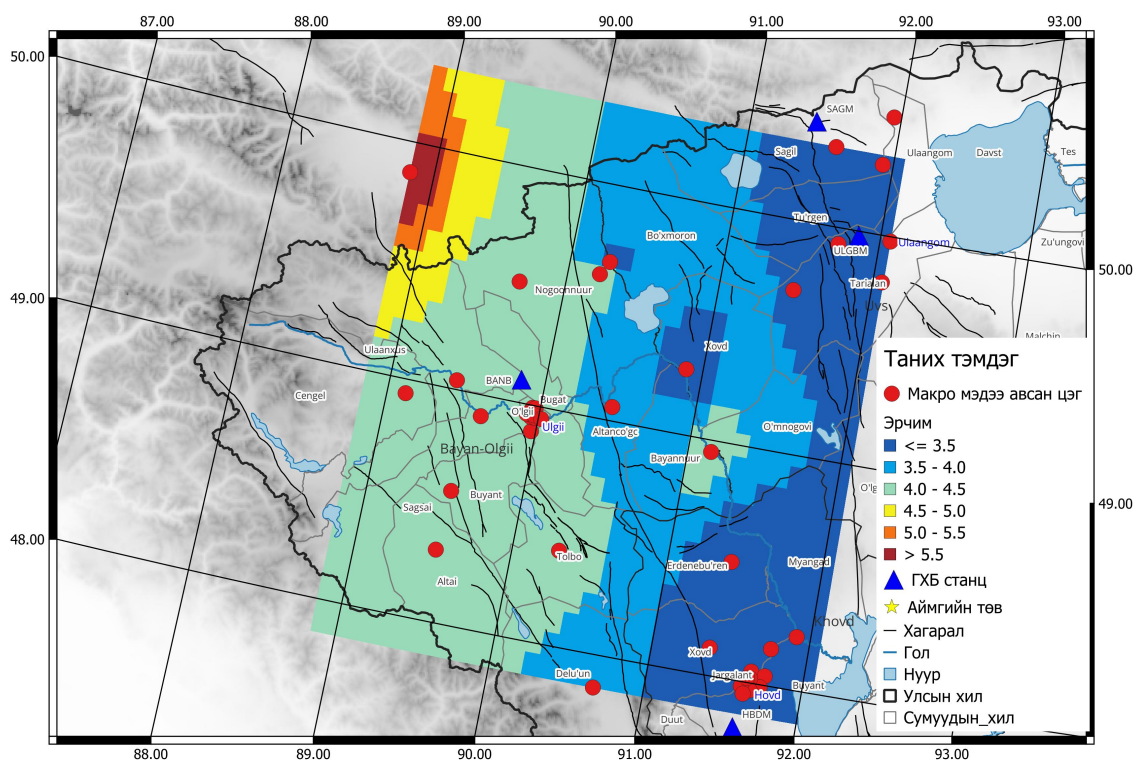
зургийг гаргасан (Зураг. 3).

Зураг. 2-д Кош-Агаш тосгоны иргэдийн гэрийн ханан пийшинд жижиг, хэврэг цууралт үүссэн (Зураг. 2 зүүн), харин блокон байшингийн хананд том, чиглэл тогтсон цууралтууд ажиглагдсан (Зураг. 2 баруун). Энэ нь макросейсмик балл болон барилгын төрлөөс хамаарч хананд үүссэн гэмтлийн онцлог ялгаатай байгааг харуулж байна.

Газар хөдлөлтийн ижил доргилтын бүсийн зураг дээр Баян-Өлгий аймгийн Баяннуур, Увс аймгийн Бөхмөрөн, Ховд сумуудын газар хөдлөлтийн баллын ялгаатай илэрсэн нь тухайн нутаг дэвсгэрийн геоло-

гийн нөхцөл байдалтай холбоотой байна. Баяннуур сумын нутаг дэвсгэр нь голын хөндий, тэгш тал зэрэг зөөлөн хурдас бүхий газрын тогтоц давамгайлдаг. Ийм төрлийн геологийн бүтэц нь тунамал гаралтай, харьцангуй зузаан хурдас давхаргатай байх хандлагатай бөгөөд энэ нь газар хөдлөлтийн үед сейсмийн долгионыг өсгөх нөлөөтэй (Report, 2017). Үүний улмаас тухайн бүс нутагт газар хөдлөлтийн чичирхийлэл хүчтэй мэдрэгдэх шалтгаан болж байна.

Бөхмөрөн сум нь Алтай нурууны баруун хормойд оршдог, галт уулын гаралтай базальтлаг болон метаморф чулуулгийн бүсэд



Зураг 3. Кош-Агашийн газар хөдлөлтийн ижил доргилтын бүсийн зураг.

багтдаг (Tileuberdi & B., 2024). Эдгээр чулуулгууд нь сейсмийн долгионыг сааруулж тархах хандлагатай бөгөөд хадан хөрсний хатуулаг өндөртэй орчин нь долгионы өсөлтийг бууруулдаг. Иймд энэ бүс нутагт газар хөдлөлтийн балл харьцангуй бага илэрсэн байна.

Увс аймгийн Ховд сум нь геологийн хувьд хатуу боржинлог, талст чулуулгийн тархалттай, далайн түвшнээс дээш өндөрт байрлалтай учраас долгионы энерги замдаа буурдаг учир баллын хэмжээ бага байхад нөлөөлсөн (Газрын мэргэжлийн байгууллага “Газар дэлхий” ХХК, 2014 (Gazar, 2014).

Мөн Баян-Өлгий аймагт байрлах хөрсний хурдатгал хэмжигч багаж дээр бүртгэгдсэн хамгийн их хурдасгуурын утга ($PGA = 0.02006\text{ g}$) нь MSK-64 шаталбараар IV–V баллд дүйцэж байгаа нь макросейсмийн аргаар тогтоосон баллын үнэлгээтэй сайн нийцэж байна. Энэхүү ажиглалт нь багажийн болон багажийн бус үнэлгээнүүд хоорондоо уялдаа сайтай болохыг нотолж, судалгааны үр дүнгийн дүгнэлтэд үндэслэл болж байна.

Ашигласан номзүй (References)

- De Rubeis, V., Sbarra, M., Tosi, P., & Gasparini, C., 2009. Web-based macroseismic survey: Fast information exchange and elaboration of seismic intensity effects in Italy, *International Journal of Emergency Management*, **6**(3–4), 302–316, <https://doi.org/10.1504/IJEM.2009.031572>.
- Dolgormaa, M., Dagzinmaa, L., & Oyun-Erdene, M., 2023. 2021 оны 1-р сарын 12-нд Хөвсгөл аймгийн Ханх сумын нутагт болсон хүчтэй газар хөдлөлтийн макро судалгааны үр дүн, *Geophysics & Astronomy*, pp. 66–70.
- Galli, P., Camassi, R., & Peronace, E., 2017. The macroseismic intensity distribution of the 30 October 2016 earthquake in central Italy (mw 6.6), *Bulletin of Earthquake Engineering*, **15**(6), 2179–2191, <https://doi.org/10.1007/s10518-016-0066-6>.
- Gazar, D., 2014. Baseline report on the current socio-economic status of Uvs province, Tech. rep., Gazar Delkhii LLC.
- Khilko, S. D., Kurushin, R. A., Kochetkov, V. M., Misharina, L. A., Melnikova, V. I., Gileva, N. A., Lastochkin, S. V., Balzhinnyam, I., & Munkhoo, D., 1985. *Earthquakes and Fundamentals of Seismic Zoning in Mongolia*, Nauka.
- Lunina, O. V., Gladkov, A. S., & Pavlov, A. V., 2006. Seismotectonic deformations and stress fields in the

fault zone of the 2003 chuya earthquake, gorny altai, *Geotectonics*, **40**(3), 205–222, <https://doi.org/10.1134/S0016852106030034>.

Molin, D., 1995. Considerations on the assessment of macroseismic intensity, *Annals of Geophysics*, **38**(5-6).

Munkhoo, D., 1992. Газар хөдлөлтийн талаарх ерөнхий ойлголтууд, Нийтлэгдээгүй материал.

Report, I., 2017. Аймаг, сум, суурингуудын нутаг дэвсгэрийн газар хөдлөлийн бичил мужлалын зураглал хийх, газар хөдлөлийн эрсдэлийг тодорхойлоход чиглэсэн инженер-геологи, гидрогеологи, газар хөдлөлт, техникийн судалгаа, Tech. rep., Улаанбаатар.

Tileuberdi, M. & B., D., 2024. Увс аймгийн Бөхмөрөн сумын нутагт үйл ажиллагаа явуулж буй “Нүүрс хотгор 1-р давхарт” ил уурхайн төслийн 2024 онд хэрэгжүүлсэн байгаль орчны менежментийн төлөвлөгөөний биелэлтийн тайлан, Tech. rep., Увс аймгийн Байгаль орчны хяналт / Төслийн удирдлага.

Ulziibat, M., 2006. The 2003 chuya sequence (north altay range): Tectonic context and seismological study, *Geophysical Journal International*, **167**(3), 1363–1377, <https://doi.org/10.1111/j.1365-246X.2006.03141.x>.