



Seismicity regime study: A case of Selenge province, northern Mongolia

Dolgormaa Sukhbat^{1*}, Mungunsuren Dashdondog¹, and Erdenezul Danzansan¹

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

Received: 2025-11-03, Accepted: 2025-12-10, <https://doi.org/10.5564/mjag.v12i1.5197>

*Corresponding author: sdolgormaa@iag.ac.mn 0000-0002-2727-1519

Abstract

Selenge Province, located in northern Mongolia, lies within the transition zone between the Baikal rift and the Khuvsgul–Darkhad basins, where regional extensional tectonics and seismic activity are closely interrelated. The aim of this study is to evaluate the seismic regime of the region by statistically analyzing the seismic activity and recurrence characteristics. The analysis is based on the earthquake catalog of the National Data Center of the Institute of Astronomy and Geophysics (IAG), covering the period from 1900 to 2024, which includes 6603 events recorded. The strongest earthquake in the study area is the $Mw6.3$ Khiagt event of February 6, 1957, followed by $Mw5.7$ (1989) and $Mw5.1$ (2017, 2020) earthquakes, indicating a reactivation of the seismogenic zone. Using the Gutenberg–Richter relationship, $\log N = a - bM$, the seismicity parameters were determined by linear regression. The results show that for Selenge Province, and , indicating a moderately active and relatively stable region, yet with a potential for the recurrence of strong earthquakes. Statistical estimates suggest that events of $Mw \geq 5.0$ may occur approximately once every 10–15 years. These findings provide a valuable basis for improving the seismic hazard assessment and microzonation studies in northern Mongolia.

Keywords: Earthquake, magnitude, seismic activity, recurrence, Gutenberg–Richter law

1. Удиртгал

Монгол орны хойд хэсэг нь Төв Азийн ороген бүсийн хойд зааг болон Сибирийн платформын өмнөд захыг дамнан оршдог бөгөөд геодинамикийн хувьд маш нарийн бүтэцтэй бүс нутаг юм (Badarch et al., 2002). Түүний дотор Сэлэнгэ аймаг нь Байгалийн рифтийн баруун өмнөд захын тэлэлтийн бүсэд хамаарч, Хөвсгөл–Дархадын хотгор болон Тункийн хөндийн шилжилтийн бүсийн хооронд оршдог (Cunningham, 2001; Bayasgalan, 1999; Baljinnyam et al., 1993; Vyamba, 2012). Энэ бүсэд сүүлийн

үеийн тэлэлт ба шилжилтийн хөдөлгөөн идэвхтэй үргэлжилж байгааг хээрийн геоморфологийн болон сейсмологийн ажиглалт, GPS судалгаанууд баталж байна (Calais et al., 2006; Erdenezul, 2022). Сэлэнгэ аймгийн нутаг нь геоморфологийн хувьд уулс болон хөндийн ээлжилсэн бүтэцтэй, тектоникийн хувьд олон зуун километр үргэлжилсэн идэвхтэй хагарлуудын нөлөөнд оршдог. Үүнд Сэлэнгэ–Дулаанхаан, Эрдэнэбулган–Мандал, Хүдэр–Жаргалант, мөн Түнхийн хөндий дагуух хагарлын системүүд багтдаг (Parfenov & et al., 2001).

Эдгээр хагарлууд нь ихэвчлэн баруунаас зүүн чиглэлтэй шилжих (strike-slip) ба суналт-тэлэлт болон шилжих хөдөлгөөний хосолсон шинжтэй гэж үздэг (Parfenov & et al., 2001). Дөрөвдөгчийн үеэс хойш эдгээр хагарлуудын дагуу неотектоник хөдөлгөөн идэвхжиж, голын хөндий, грабен маягийн сав газрууд үүссэн байна (Cunningham, 2005). Геологийн хувьд Сибирийн платформын өмнөд зах ба Төв Азийн орогенийн бүсийн хойд хэсгийн заагт байрладаг (Badarch et al., 2002). Энэхүү бүс нь архей-протерозойн талст суурь чулуулгаас бүрдсэн суурь дээр палеозойн тунамал ба эффузив эвшил, мөн мезозойн интрузив биетүүд тархсан нийлмэл геологийн тогтолцоотой юм (Byamba, 2012). Суурь цөмийг гнейс, амфиболит, талст занар зэрэг өндөр метаморф чулуулгууд бүрдүүлж, эдгээрийн дээр девон-карбоны насны далайн гаралтай тунамал хурдас ба эффузив чулуулгууд хуримтлагдсан байдаг (Yarmolyuk et al., 2008). Бүс нутгийн гранитоидын биетүүд нь кальц-шүлтлэгийн шинжтэй бөгөөд Хангайн магматик бүсийн үргэлжлэл гэж үздэг (Kovalenko et al., 2004). Сэлэнгэ голын сав газар нь Хангай-Хэнтийн өргөгдлийн хойд захын суналтын дотоод орчны нэг хэсэг бөгөөд дөрөвдөгчийн суналтын үр дүнд үүссэн гэж үздэг (Cunningham, 2001; Turutanov et al., 2006; Walker et al., 2007). Энэ сав газрын геоморфологийн бүтэц нь идэвхтэй тектоник хөдөлгөөний нөлөөгөөр үүссэн гүний хагарал, болон хурдасны зузаанаар тодорхойлогддог байна. Сэлэнгэ аймгийн нутаг дэвсгэрийн неотектоник хөдөлгөөн харьцангуй сул боловч дунд зэргийн сейсмик идэвхжилтэй бүсэд тооцогддог (Adiya et al., 2003). $M < 4$ хэмжээтэй сул хөдлөлтүүд давтамжтай бүртгэгддэг нь Сэлэнгэ аймаг тогтворжсон платформын захад хамаарч буй ч суналтын процесс үргэлжилж буйг илтгэнэ. Газар хөдлөлийн мэдээллээр тус бүс нутагт 1900 оноос хойш 6603 гаруй газар хөдлөлт бүртгэгдсэн бөгөөд хамгийн хүчтэй хөдлөл нь 1957 оны Хиагтын $M_w 6.3$ газар хөдлөлт юм (Khilko et al., 1985). Үүнээс гадна 1989 оны $M_w 5.7$ болон 2020 оны $M_w 5.1$ хөдлөлтүүд бүртгэгдсэн нь бүс нутгийн сейсмик идэвхжил

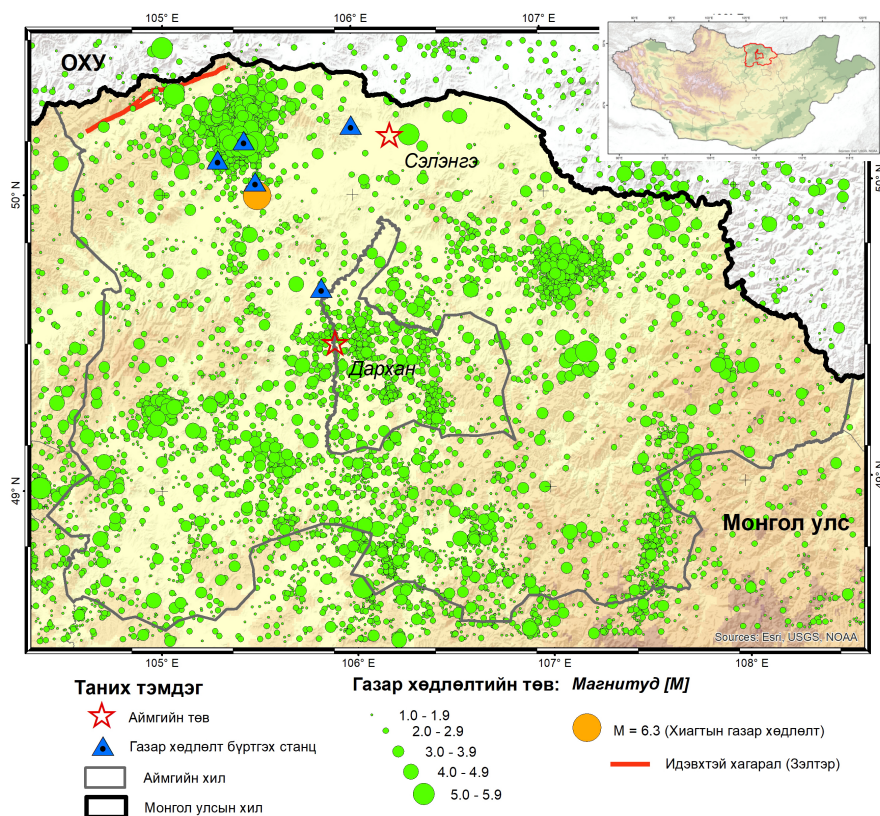
дахин сэргэж буйг харуулж байна. Гэсэн хэдий ч Сэлэнгэ аймгийн нутаг дэвсгэрт газар хөдлөлийн идэвхжил ба давтамжийн хуулийн орон нутгийн шинж чанар, өөрөөр хэлбэл газар хөдлөлийн горимын (a, b) параметрууд, тэдгээрийн орон зайн ялгаа нарийвчлан судлагдаагүй байна. Иймд энэхүү судалгааны зорилго нь 1900–2024 оны газар хөдлөлийн мэдээлэлд тулгуурлан Сэлэнгэ аймгийн сейсмик идэвхжил, давтамж, хүчний хамаарлыг статистик аргаар тодорхойлж бүс нутгийн тектоник стресс болон идэвхжилийн онцлогийг үнэлэх юм.

2. Судалгааны арга зүй, мэдээллийн сан бүрдүүлэлт

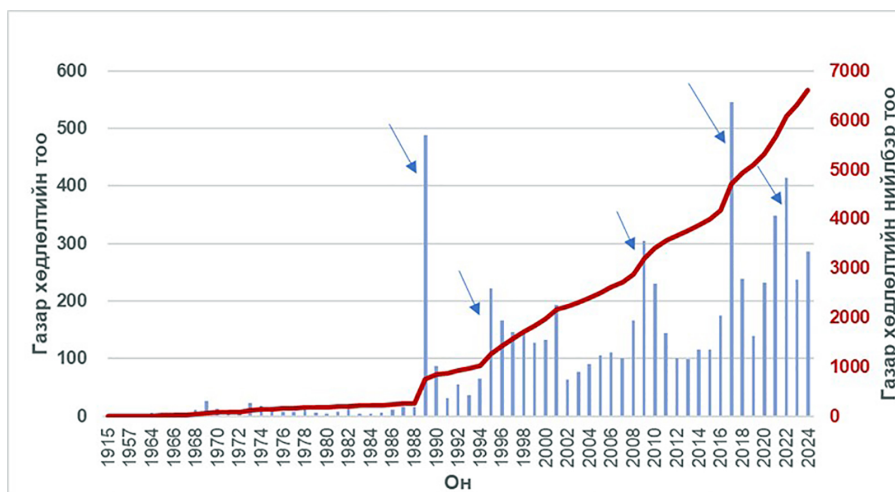
Энэхүү судалгаанд Одон орон, геофизикийн хүрээлэнгийн Газар хөдлөлийн ҮМТ-ийн мэдээллийн сангаас 1900–2024 оны хооронд болсон газар хөдлөлийн каталогийг ялган авсан. Энэ каталог нь бүс нутгийн сейсмик идэвхжилийг бүрэн илэрхийлэх чадвартай бөгөөд нийт 6603 хөдлөлт бүртгэгдсэн байна. Үүнээс $M_w \geq 1.0$ хэмжээтэй хөдлөлүүдийг статистикийн боловсруулалтыг хийсэн. Судалгааны талбай нь $47-51^\circ$ хойд өргөрөг, $103-107^\circ$ зүүн уртрагт Сэлэнгэ аймаг болон түүний орчмын бүсийг хамарна. (Зураг. 1).

Судалгааны талбай болох Сэлэнгэ аймгийн нийт нутаг дэвсгэрт болсон газар хөдлөлтийн тоо болон хугацааны хамаарлыг доорх зурагт үзүүлээ (Зураг. 2).

Зураг. 2-с харахад 1989, 2009, 2017, 2022 онуудад газар хөдлөлтийн тоо огцом өссөн байна. Үүнээс 1989 оны өсөлт нь 1989/05/13-нд Бүрэн бүтээлийн нуруунд $M 5.8$ магнитудын хүчтэй газар хөдлөлт болж улмаар олон тооны давталт хөдлөлт болсонтой холбоотой юм. Уг гол хүчтэй газар хөдлөлтийн дараа 500 гаруй давталт хөдлөлт болсон байдаг. Харин 2017 оны өсөлт нь тус оны 10-р сарын 18 ны өдөр дахин Бүрэн бүтээлийн нуруунд $M 5.2$ магнитудын хүчтэй газар хөдлөлт болж 150 орчим давталт хөдлөлтүүд болж байсан байна. Эдгээр газар хөдлөлийн тооны өсөлтүүд нь ихэнхдээ тус аймагт оршиж байгаа Бүрэн-Бүтээлийн нурууны орчимд болж байсан нь онцлог юм. Иймд бид тус бүсийн газар хөдлөлтийн горимын су-



Зураг 1. Сэлэнгэ аймгийн нутаг дэвсгэр дэх газар хөдлөлтийн төвийн тархалтын зураг (1900-2024)



Зураг 2. Сэлэнгэ аймгийн нийт нутаг дэвсгэрийн хэмжээнд 1900-2024 онд бүртгэгдсэн газар хөдлөлтийн тоо хугацааны хамаарал. Үүнд улаан шугамаар газар хөдлөлтийн нийлбэр тоо, цэнхрээр тухайн жилд болсон нийт хөдлөлтийн тоог он тус тус харуулав.

далгааг хийхдээ нийт Сэлэнгэ аймгийн нутаг дэвсгэр болоод түүнд оршиж байгаа газар хөдлөлийн идэвхтэй хагарал болоод голломтууд дээр горимын үндсэн параметруудийг тодорхойлох улмаар тэдгээрийг харьцуулах судалгааг хийсэн болно. Горимын судалгаанд газар хөдлөлтийн давтагдал болон

идэвхийн параметрууд гол үүрэгтэй. Горимын судалгаагаар хүчний хувьд янз бүрийн газар хөдлөлтийн орон зайн байрлал, хугацааны хамаарлын зүй тогтлыг тогтоохоос гадна тухайн бүс нутгийн газар хөдлөлтийн идэвх, түүний дундаж давтагдлыг тооцоолох боломжтой байдаг. Давтагдлын график

нь тухайн сейсмик долгионы далайцын динамик ангиллаар (M) тодорхойлогдсон хөдлөлтийн тооны логарифм утгын шулуун хамаарал байдаг (Gutenberg & Richter, 1944). Энэхүү давтагдалтын графикайн налалтын өнцөг болох b утга нь хүчтэй ба сул хөдлөлтүүдийн хоорондын харьцаа буюу тухайн бүс нутгийн хүчдэл хуримтлагдах нөхцөлийг тодорхойлдог бөгөөд энэ нь сейсмо-тектоник хөдөлгөөний төрлөөс хамааралтай байдаг. Харин давтагдалтын графикайн өөр нэг параметр нь түүний тогтмол b утга бөгөөд энэ нь газар хөдлөлтийн идэвхжилтийн зэргийг харуулдаг байх жишээтэй. Дээрх илэрхийллийг томъёолбол:

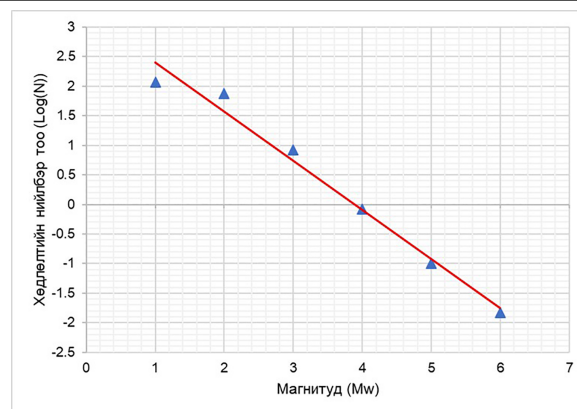
$$\text{Log}N(M) = a - bM \quad (1)$$

Үүнд N – газар хөдлөлтийн нийлбэр тоо, M – Магнитуд, $N(M)$ – M магнитудтай тэнцүү газар хөдлөлтийн нийлбэр тоо, $a - b$ – нь тогтмол утга ба газар хөдлөлтийн идэвхжилт болон давтагдлын зэргийг тодорхойлдог.

Эх газрын тектоникийн гаралтай газар хөдлөлтийн хувьд давтагдлын утга болох b нь “1”-тэй тэнцүү буюу түүнтэй ойролцоо утгатай байдаг (Gutenberg & Richter, 1944; Utsu, 1972). Энэхүү b утга нь их бага байх нь тухайн бүсийн геологи тектоникийн онцлог болоод мэдээллийн сангийн бүрдүүлэлттэй холбоотой. Тухайлбал эх газрын тектоникийн гаралтай газар хөдлөлтийн хувьд энэхүү параметр нь 0.8-1.0 хооронд байдаг бол далайн, эх газар болон субдукцын бүсэд >1.0 утгыг өгдөг. Харин b -утга нь 0.5-0.8-ийн хооронд гарвал тухайн бүсэд энергийн хуримтлал явагдаж байгаа бөгөөд тухайн бүсэд хүчтэй хөдлөлт болох магадлал өндөртэйг харуулдаг. Харин 0.5-аас бага мөн 1.6-аас их утга гарвал энэ бүсийн хөдлөлтийн мэдээллийн сан бүрдүүлэлт хангалтгүй байгааг илтгэдэг байна.

3. Судалгааны үр дүн

Сэлэнгэ аймаг болон түүний орчмын бүс нутагт 1900–2024 оны хооронд бүртгэгдсэн нийт 6603 газар хөдлөлтийн мэдээлэлд тулгуурлан Гутенберг–Рихтерийн хамаарлыг ашиглан горимын параметруудийг тодорхойлов. Судалгааны үр дүнд бүс нутгийн



Зураг 3. Сэлэнгэ аймгийн нутаг дэвсгэрийн газар хөдлөлтийн давтамжийн муруй (1900-2024 оны хоорондох мэдээллийг ашиглав.)

нийт газар хөдлөлийн идэвхжил $a=3.23$, харин хүчтэй хөдлөл үүсэх давтамжийн коэффициент $b=0.83$ гарсан нь тус бүс нутаг дунд зэргийн идэвхжилтэй, тектоник хүчдэл давамгайлсан (stress-dominant) бүс болохыг харуулж байна Зураг. 3.

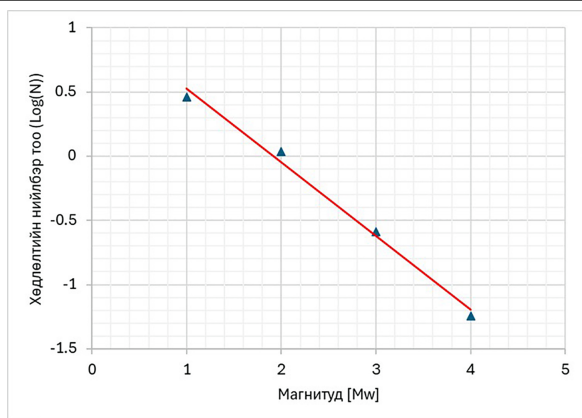
Газар хөдлөлийн идэвхжил орон зайд жигд бус хуваарилалттай байгаа нь тус бүсийн дотоод тектоник бүтцийн ялгаатай байдалтай холбоотой. Тус аймагт орших Зэлтэрийн хагарал болон Цагааннуурын идэвхтэй бүсүүдийн горимын параметруудийг бүс бүрийн хувьд тооцоог хийсэн болно.

Зэлтэрийн хагарал орчмын бүс:

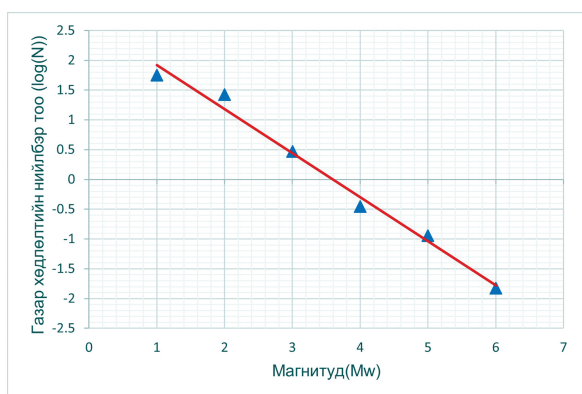
Энэхүү бүс нутгийн хувьд 1990-2024 оны хооронд бүртгэгдсэн 156 газар хөдлөлтийг тухайн цаг үед ажиллаж байсан газар хөдлөлтийг бүртгэх станцуудын бүртгэж авсан хугацаагаар нь ангилж анализ хийж үзвэл магнитуд 1.0 ба түүнээс хүчтэй хөдлөлтүүдийг 1990 оноос хойш бүрэн бүртгэх боломжтой байсан байна. Зэлтэрийн хагарал орчимд $a = 1.1$, $b=0.57$ гэсэн үр дүн гарсан. Зураг. 4. Энэ нь тус хагарлын бүсийн b утга нь дунджаас бага тул стрессийн төвлөрөл илүү өндөр, томоохон хүчтэй хөдлөлт үүсэх магадлалтай болохыг харуулж байна. Өөрөөр хэлбэл хүчтэй хөдлөлтийн эзлэх хувь өсөх хандлагатай юм.

Цагааннуурын идэвхтэй голомтын бүс:

Энэхүү газар хөдлөлийн идэвхтэй бүс нутагт 1900-2024 оны хооронд нийтдээ 3388



Зураг 4. Зэлтэрийн хагарал орчмын бүсэд болсон газар хөдлөлтийн магнитуд-давтамжийн муруй



Зураг 5. Цагааннуур орчмын газар хөдлөлтийн магнитуд-давтамжийн муруй

газар хөдлөлт бүртгэгдсэн байна. Эдгээр хөдлөлтүүдийг цаг хугацаа болон хүчний хувьд ангилж, дүн шинжилгээг хийж үзвэл магнитуд 1.0 ба түүнээс дээш ($M_w > 1.0$) хүчтэй хөдлөлтүүдийг 1968 оноос хойш бүртгэж эхэлсэн байна. Цагааннуур орчмын газар хөдлөлтийн идэвхжил нь $a=2,66$ ба давтагдалт нь $b=0.74$ гэж тодорхойлсон. Тус бүсэд давтагдлын тоон утга нь 0.74 байгаа нь тухайн бүсийн хувьд горимын явц тогтвортой байгааг харуулж байна.

Эдгээр утгуудыг харьцуулахад Зэлтэрийн бүсийн $b = 0.57$ утга нь бага гарч байгаа нь тус бүсэд өндөр стресс хуримтлагдсан, хүчтэй газар хөдлөл үүсэх магадлалтай эсвэл тус хагарал орчмын бүсэд мэдээллийн сан хангалтгүй байгааг илтгэж байна. Харин Цагааннуур орчмын b -утга 0.74 буюу дунд зэргийн хэмжээтэй байгаа нь харьцангуй тогтвортой орчинд сейсмик идэвхжил дунд түвшинд явагдаж буйг илтгэж байна. Эд-

гээр үр дүн нь бүс нутгийн тектоник орчны онцлогтой уялдаж байна. Сэлэнгэ аймгийн баруун хойд хэсгийн Зэлтэрийн хагарал нь Байгалийн рифтийн өмнөд үзүүртэй холбогдох тэлэлт-шилжилтийн (extensional-strike-slip) хосолсон орчны нөлөөнд оршдог. Энэ нь гүн тектоник стресс хуримтлуулах нөхцөл бүрдүүлж, хүчтэй хөдлөл үүсэх суурь нөхцөл болох боломжтой. Харин зүүн хэсгийн Цагааннуурын бүс нь илүү тогтвортой тектоник нөхцөлд оршдог бөгөөд жижиг, дунд хэмжээний хөдлөл давамгайлж байна. Энэхүү судалгааны ажлын үр дүн нь Сэлэнгэ аймгийн газар хөдлөлийн идэвхжил, тус бүс орчимд хүчтэй хөдлөлт болох магадлалыг илүү нарийн тодорхойлох боломжийг олгож байна. Судалгааны дүнг бүс нутгийн газар хөдлөлийн аюулын үнэлгээ болон бичил мужлалын судалгаанд үндсэн мэдээлэл болгон ашиглах боломжтой юм.

4. Дүгнэлт

Энэхүү судалгаагаар Сэлэнгэ аймаг болон түүний орчмын бүс нутгийн 1900–2024 оны газар хөдлөлийн мэдээлэлд тулгуурлан горимын параметруудийг тооцож гаргалаа. Сэлэнгэ аймгийн хэмжээнд Гутенберг–Рихтерийн хамаарлаар тооцоолсон $a=3.23$, $b=0.83$ утгууд нь тус бүс нутаг дунд зэргийн идэвхжилтэй, тектоник хүчдэл давамгайлсан орчин болохыг харуулж байна. Тус аймгийн нутаг дэвсгэрт оршиж байгаа идэвхтэй хагарал болоод голомтуудын дагуу горимын параметруудийн ялгаа тод ажиглагдлаа. Зэлтэрийн хагарал орчимд $b=0.57$ гэсэн хамгийн бага утга гарсан нь хүчтэй стресс хуримтлагдсан, томоохон газар хөдлөл үүсэх магадлал өндөр бүс болохыг илтгэв. Харин Цагааннуурын бүсэд $b=0.74$ буюу дунд зэргийн утга гарсан нь тухайн орчин харьцангуй тогтвортой байгааг харуулж байна. Эдгээр ялгаа нь бүс нутгийн тектоник орчны онцлогтой уялдана. Баруун хойд хэсгийн Зэлтэрийн хагарлын бүс нь Байгалийн рифтийн өмнөд үзүүрт орших тул тэлэлт-шилжилтийн хосолсон орчны нөлөөнд стрессийн төвлөрөл өндөр байдаг бол зүүн хэсгийн Цагааннуурын бүсэд сейсмик энерги харьцангуй жигд тархалттай байна. Судалгааны үр дүнгээс үзэхэд, Сэлэн-

гэ аймгийн хэмжээнд $M_w \geq 5.0$ магнитудын газар хөдлөл 10–15 жилд нэг удаа тохиох магадлалтай байна. Энэ нь бүс нутгийн дэд бүтцийн төлөвлөлтөд газар хөдлөлийн аюулын үнэлгээг сайжруулах шаардлагатайг харуулж байна. Судалгааны үр дүнг Сэлэнгэ аймгийн газар хөдлөлийн аюулын үнэлгээ, бичил мужлалын судалгаа болон бүс нутгийн тектоник хөгжлийн үнэлгээний чухал суурь мэдээлэл болж ашиглагдах боломжтой юм.

Ашигласан номзүй (References)

- Adiya, M., Ankhtsetseg, D., Baasanbat, T., Bayar, G., Bayarsaikhan, C., Erdenezul, D., & team, W. D., 2003. *One Century of Seismicity in Mongolia (1900–2000)*, RCAG-DASE, Ulaanbaatar.
- Badarch, G., Cunningham, W. D., & Windley, B. F., 2002. A new terrane subdivision for mongolia: Implications for the phanerozoic crustal growth of central asia, *Journal of Asian Earth Sciences*, **21**(1), 87–110, [https://doi.org/10.1016/S1367-9120\(02\)00017-2](https://doi.org/10.1016/S1367-9120(02)00017-2).
- Baljinnyam, I., Bayasgalan, A., Borisov, B. A., Cisternas, A., Dem'yanovich, M. G., Ganbaatar, L., & Vashchilov, Y. Y., 1993. *Ruptures of major earthquakes and active deformation in Mongolia and its surroundings*, vol. 181 of **Geological Society of America Memoir**, Geological Society of America, <https://doi.org/10.1130/G23716A.1>.
- Bayasgalan, A., 1999. *Active tectonics of Mongolia.*, Ph.D. thesis.
- Byamba, J., 2012. *Plate Tectonics of the Lithosphere*, vol. IV, Soyombo Printing, Ulaanbaatar, Mongolia, In Mongolian.
- Calais, E., Dong, L., Wang, M., Shen, Z.-K., & Vergnolle, M., 2006. Continental deformation in asia from a combined gps solution, *Geophysical Research Letters*, **33**(24), L24319, <https://doi.org/10.1029/2006GL028433>.
- Cunningham, W. D., 2001. Cenozoic normal faulting and regional doming in the southern hangay region, central mongolia, *Tectonophysics*, **331**(4), 389–411, [https://doi.org/10.1016/S0040-1951\(00\)00228-6](https://doi.org/10.1016/S0040-1951(00)00228-6).
- Cunningham, W. D., 2005. Active intracontinental transpressional mountain building in the mongolian altai, *Earth and Planetary Science Letters*, **240**(2), 436–444, <https://doi.org/10.1016/j.epsl.2005.09.013>.
- Erdenezul, D., 2022. *Study of Crustal Deformation and Velocity in Mongolia*, Ph.D. thesis, Mongolian University of Science and Technology, Ulaanbaatar, Mongolia.
- Gutenberg, B. & Richter, C. F., 1944. Frequency of earthquakes in california.
- Khilko, S., Kurushin, R., Kotchetkov, V., Misharina, L., Melnikova, V., Gileva, N., Lastochkin, S., Baljinnyam, I., & Monhoo, D., 1985. Strong earthquakes, paleoseismogeological and macroseismic data.
- Kovalenko, V. I., Yarmolyuk, V. V., & Kovach, V. P., 2004. Isotope provinces and crustal evolution in the central asian mobile belt, *Journal of Asian Earth Sciences*, **23**(5), 605–627, <https://doi.org/10.1016/j.jseaes.2003.08.001>.
- Parfenov, L. & et al., 2001. Tectonics of central and eastern asia and adjacent areas, *Russian Journal of Earth Sciences*, **3**(3), 165–185.
- Turutanov, E. K. et al., 2006. Cenozoic upper mantle plumes in east siberia and central mongolia, *Russian Geology and Geophysics*.
- Utsu, T., 1972. Aftershocks and earthquake statistics (4): Analyses of the distribution of earthquakes in magnitude, time and space with special consideration to clustering characteristics of earthquake occurrence (2), *Journal of the Faculty of Science, Hokkaido University. Series 7, Geophysics*, **4**(1), 1–42.
- Walker, R. T., Nissen, E., Molor, E., & Bayasgalan, A., 2007. Reinterpretation of active faulting in central mongolia, *Geology*, **35**(8), 759–762, <https://doi.org/10.1130/G23716A.1>.
- Yarmolyuk, V. V., Kovalenko, V. I., & Kudryashov, N. M., 2008. Geodynamic setting and evolution of late paleozoic magmatism in mongolia, *Petrology*, **16**(6), 565–584, <https://doi.org/10.1134/S0869591108060024>.