

Профессор Ж.Бямба ба Монголын геологи: Дэлхийн цөмөөс Монгол Алтай хүртэл

Х.Уламбадрах¹, Н.Мөнхбилэг^{2,*}, Н.Байгалмаа¹

¹ МУИС, Шинжлэх Ухааны Сургууль, Геологи, геофизикийн тэнхим,

² Үндэсний Геологийн Алба

Хураангуй

Монголын геологийн судалгаанд томоохон үүрэг гүйцэтгэсэн нэрт эрдэмтэн, геологич Ж.Бямбын сүүлийн 25 жилийн бүтээл туурвилаас онцлон томоохон хувь нэмэр болж байгаа эрдэм шинжилгээний үр дүнг товчлон гаргахад энэ өгүүллийг зориулж байна. Дэлхий дээр эрчимтэй хөгжиж, олон жишээгээр нотлогдож байгаа боловч Монголын геологийн судалгаанд плюм тектоникийн ойлголт геодинамикийн үүднээс нэвтрээгүй байсныг Ж.Бямба нар онолын хувьд тодорхойлон гаргасан. Ж.Бямбын зохиосон тектоникийн дүүрэгчлэл нь хавтангийн тектоникийн үзэл баримтлал дээр суурилсан геодинамикийн судалгааны зарчмаар зохиогдсоноороо ач холбогдолтой юм. Энэ агуулгаар зарим дүүргийн тектоник дүүрэгчлэлийг засварласан. Монгол Улсын нутаг дэвсгэрт ээлжлэн солигдож байсан геодинамик орчин болон тэр үед үүсэж байсан голлох металлогений төрөлжилтийг холбосон анхны томоохон ажлуудыг хийсэн байна. Юрын интрузив чулуулаг, дайкын комплекс дээр үндэслэн Монгол Алтайн нуруу юрын цаг үед өргөгдөх хандлагатай байсан хэмээн дүгнэсэн нь сүүлийн үеийн үр дүнтэй сайтар нийцсэн байна.

*Холбоо барих зохиогч: Н.Мөнхбилэг

И-мэйл: monkhas@gmail.com

Түлхүүр үг: Ж.Бямба, плюм, геодинамик, тектоник дүүрэгчлэл, металлоген

1. Оршил

БНМАУ-ын Ардын Сайд нарын Зөвлөлийн 1939 оны 10-р сарын 6-ны өдрийн 38-р хуралдаанаас Уурхай ба ашигт малтмалын трестийг байгуулснаар Монголын геологийн албаны үндэс суурь тавигдаж (Жамъяндорж, 2009) өдгөө 86 дахь жилтэйгээ золгож байна. Энэ 86 жилийн геологийн салбарын ололт амжилт, уналт босолтын шарласан хуудсын 61 жилд нь Ж.Бямба хэмээх нэр удирдаж, удирдуулж, зохион байгуулж, санаачлан бүтээж, оролцож ирсэн ажээ. Ер Ж.Бямбын талаар бичих нь тун амаргүй сэдэв, учир нь түүний бүтээл туурвал, санаачлага тун өргөн хүрээтэй харагдах аж. Харин “Хоёр үнэний хооронд” намтарчилсан тууж (2007), 60 насны

ойд нь зориулагдсан Геологийн асуудлууд сэтгүүлийн тусгай дугаар (2001) хэвлэгдэн гарснаар шинжлэх ухааны доктор, профессор Ж.Бямбын 2000 оноос өмнөх үйлдвэрлэл, эрдэм шинжилгээ, сурган хүмүүжүүлэх үйл ажиллагааг амьдралын замнал, бүтээл туурвилтай нь хослуулан Монголын геологичдод таниулсан юм. Түүнээс хойших сүүлийн 25 жилийн Монголын геологид томоохон жин дарах бүтээлч санаачлага, бүтээл туурвилыг нь Геологийн салбарт зүтгэсэн 61 жилийн 30 жилд нь шавь бид ойр явсны тул зайлшгүй туурвин үлдээх учиртай юм. Энэ хооронд,

- “Монголын геологи ба ашигт малтмал” 8 боть номыг санаачлан, цувралын ерөнхий редактор, 2 ботийн зохиогчоор ажиллан

улмаар уг бүтээл 2018 онд Монгол Улсын Төрийн шагнал хүртэв.

- “Эрдэм шинжилгээний өгүүлүүдийн эмхэтгэл”, “Монголын геодинамик ба ураны металлоген”, “Геодинамикийн сэргээн босголтын үндэс ба Монголын тектоникийн дүүрэгчлэл”, “Монголын эрдэс баялаг, дэлхийн зах зээлийн байдал ба төрийн бодлого”, “Геологчидын гарын авлага” зэрэг нэг сэдэвт бүтээлүүдээ хэвлүүлснээр ОХУ-ын Байгалийн ШУА-ийн гишүүн, академич, МГХНЗ-ийн дээд шагнал Алтан-Од одонгоор шагнагдав.
- “Геотектоник”, “Стратиграфийн үндэс” сурах бичгүүдийг бичиж, нэмэн засварлаж 2 удаа хэвлүүлснийг зохиогчийн эрхийн зөвшөөрлөөр МУИС-д үндсэн сурах бичгээр ашиглаж байна.
- 1 доктор, 10-аад магистрын удирдагчаар ажиллан хамгаалуулж, эрдэс баялгийн салбарын мэргэжилтэн бэлтгэх, тектоник, стратиграфи, региональ геологийн шавь сургалтыг үүсгэснээр 2011 онд ШУТИС-ийн Хүндэт профессор цол хүртэв.
- “УГЗ-200”, “Хойд-Төв-Зүүн Азийн гүний тогтоц ба металлоген”, “Монгол Алтайн геодинамик ба металлоген” зэрэг томоохон төслүүдийн эрдэм шинжилгээний зөвлөх, орлогч редактороор ажиллан амжилттай дуусган хүлээлгэн өгөв.
- “Геологийн нэр томъёоны толь бичиг”-ийг санаачлан орлогч редактороор ажиллан дуусгав.
- Монголын геологи, ашигт малтмал нэвтэрхий толь (Соёмбо) болон яруу найргийн 2 түүвэр хэвлүүлэв.
- Геологийн асуудлууд, Хайгуулчин, Геологи зэрэг үндэсний сэтгүүлүүдэд 20 орчим эрдэм шинжилгээний өгүүлийг хэвлүүлэв.

Энэ мэтчилэн олон зүйлсийг дурдаж болох боловч Монголын геологийн судалгаанд томоохон хувь нэмэр болж байгаа эрдэм шинжилгээний үр дүнг товойлгон гаргахад энэ өгүүлийг зориулж байна.

2. Анх хэрхэн танилцав

Шавь нар бидний анх танилцсан нь хичээл заалгаснаар эхэлдэг нь түгээмэл. Гэхдээ Ж.Бямба багштай танилцсан нь арай өөр байж мэдэх юм. Алтан нар ээдгээрээ ээж, амьдрал үргэлжилдгээрээ үргэлжилж “санаандгүй аж төрөн” явтал бараг 30 намар болжээ. Эргээд харахад бага хугацаа биш ажээ. Багш маань 85 насны өндөр босгыг алхаж, бид идэр залуу насаа хэдийнэ өнгөрөөжээ. Анхны болгон сэтгэлд хадгалагдан үлддэг “байгалийн жам”-аар Ж.Бямба хэмээх нэртэй анх танилцаж байсан нь өчигдөр мэт сэтгэлд тодхон байна...

Бидний оюутан ахуйд хичээл бүрийн багш нар реферат, коллоквиум хийлгэдэг, тэр нь багш нарын хувьд сургалтын төлөвлөгөөнд туссан төлөвлөгөөт ажил боловч оюутнуудын хувьд нэг талаар “хэцүү даалгавар”, нөгөө талаар бие даан ажиллах эхлэл, сурах, бичих чадвар эзэмшүүлэх эхний дадал болдог ач холбогдолтой сургалтын арга барил байжээ. Нэгэн тийм рефератаар Монголын геологийн судалгааны талаар түүхэн тойм бичих сэдвийг Пэрлээ багшаас авсан надад өгсөн эхний зөвлөгөө “Геология МНР” 3 боть номны 1-р ботийг ашиглах байж билээ. Өөр ашиглах ном ч байгаагүй дээ. Тэр номны эхний Геологийн судалгааны түүх бүлэгт баахан л орос хүмүүсийн нэр байх агаад дотор нь юу бичсэнийг орчуулан харахтайгаа зэрэгцэн монголчуудаас ямар хүмүүс байна гэж сониучирхаж байсан юм.

“Одновременно с этими работами в описываемом периоде в соответствии с соглашением, заключенным между Монгольской и Советской сторонами, советские геологи

совместно с монгольскими специалистами выполнили большую работу по обобщению материалов по стратиграфии, магматизму, тектонике, гидрогеологии и полезным ископаемым страны за весь период ее геологического изучения. В этих работах осуществлявшихся под руководством Р.А.Хасина и Н.А.Маринова, принимали участие В.А.Амантов, Ю.А.Борзаковский, **Ж.Бямба...**" (Геология МНР, 1973) хэмээн бичсэнээс энэ нэртэй анх танилцаж байлаа.

Дараа жил нь эчнээ танил, алдарт геологич маань Геотектоник хичээлийг орж эхэллээ. Эхний сэтгэгдэл мундаг эрдэмтэй, алдартай геологич, их эрдэмтэн гэхээс илүү өндөр сайхан нуруутай, өвөрмөц цээл тунгалаг хоолойтой, үсээ толийтол самнасан, цэмцгэр сайхан хүнээр сэтгэлд үлджээ. Бямба багш ч Дашдаваа багшийн тодорхойлсноор "Бямба багш бол лекц унших гэж жүжиглэхчдэг хүн байгаа юм. Тэгээд ч хичээл нь хүүхдүүдэд илүү ойлгомжтой, наалдацтай болдог"-ын дагуу хичээлээ зааж, бүх оюутнуудыг "шууруулдаг" байсан юм. Эндээс л нүүр нүүрээ танин мэдэлцсэн юм даа. Оюутан хүн сурах, мэдэх, дүнгээ гаргуулахад шамдахаас тэр хүний мэдлэгийг илүү гүн мэдэх биш дээ. Төгсөх жилийн 3-р сард Оросын ПНИИИС-ын судлаач, академич Баулин гэж хүний лекц болох зар гарч оюутан биднийг тэнд суулгав. Тэр академичийг илтгэлээ тавьсаны дараа Бямба багш босч асуулт асуун зарим зүйлийг хэлж байхад дараагийн удаа биширсэн түүхтэй. Оросоор орос хүн шиг ярьж байна гэж ард, урд жиг жуг хийлцэж байлаа. Түүнээс хойш одоог хүртэл санал бодлоо солилцон заан зөвлүүлж, хамтран ажиллаж, өвлөж явна даа (Зураг 1).

3. Плюмын ойлголтыг нэвтрүүлсэн нь

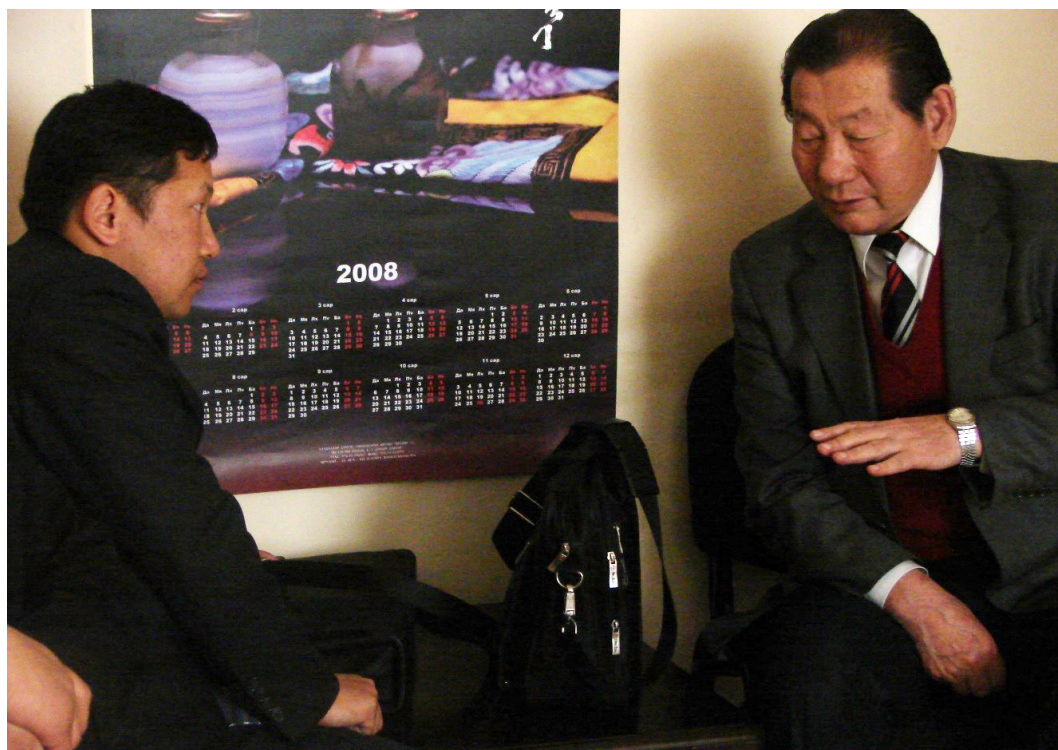
Мааньтын плюмийг мантиас царцдас руу чиглэн түрсэн хоолой маягийн хэлбэртэй вулканик чулуулгийн биет бөгөөд халуун цэгийг

үүсгэх үндсэн механизм, Дэлхийн конвекцийн системийн хэсэг гэж үзэж байна (Neuendorf et al., 2011; Koppers et al., 2021). Мааньтын плюмтэй уялдан халуун цэгийн ойлголт, рифтийн хөгжил урган гардаг.

Төв Азийн хэмжээнд Монголын тэгш өндөрлөгийн харьцангуй өргөгдсөн байдал болон түүний хэмжээнд тодорхойлогдсон шүтлэг базальтын бялхалт, дулааны урсгалын эрчимтэй уялдуулан рифтийн хөгжлийг тодорхойлсон боловч тэр нь Энэтхэг-Азийн коллизийн алсын шахалттай холбогддоггүй байна (Tarponnier et al., 1986). Зөвлөлтийн геологичид Байгаль-Хөвсгөлийн рифтийн хөгжлийг Монголын нутаг дэвсгэрийн доорх "хэт хөнгөн мааньтын диапир өргөгдөл" (Logatchev, 1984; Artyushkov et al., 1991), "астеносферийн овойлт" (Zorin and Cordell, 1991) зэргээр тодорхойлсон юм. Харин Хангайн бүнхэр өргөгдөл, түүний ард тодорхойлогдсон рифтийн системийг мааньтын плюм хэмээх нэр томъёотой холбон Windley and Allen (1993) нар анх дэвшүүлснийг одоог хүртэл эрдэмтэд дэмжиж байна. Монголын хэмжээнд нэвтэрсэн плюмийн энэ ойлголт кайнозойн тектоник хөгжлөөр хязгаарлагдаж байсан (Windley and Allen, 1993; Khukhuudei et al., 2024) бол Монголын геологийн түүхэн хөгжилтэй холбосон нь томоохон дэвшил болж байна.

Дэлхий дээр эрчимтэй хөгжиж, олон жишээгээр нотлогдож байгаа боловч Монголын геологийн судалгаанд плюм тектоникийн ойлголт геодинамикийн үүднээс нэвтрээгүй байсныг Ж.Бямба нар (2024) онолын хувьд тодорхойлон гаргасан. Тухайлбал, Монгол Улсын нутаг дэвсгэрт эх газрын царцдас зузаарч плюм түрж байсан дүүргүүдийг тодорхойлжээ (Зураг 2). Үүнд,

1. Эх газрын царцдас хэлбэржиж байсан дүүргүүд:



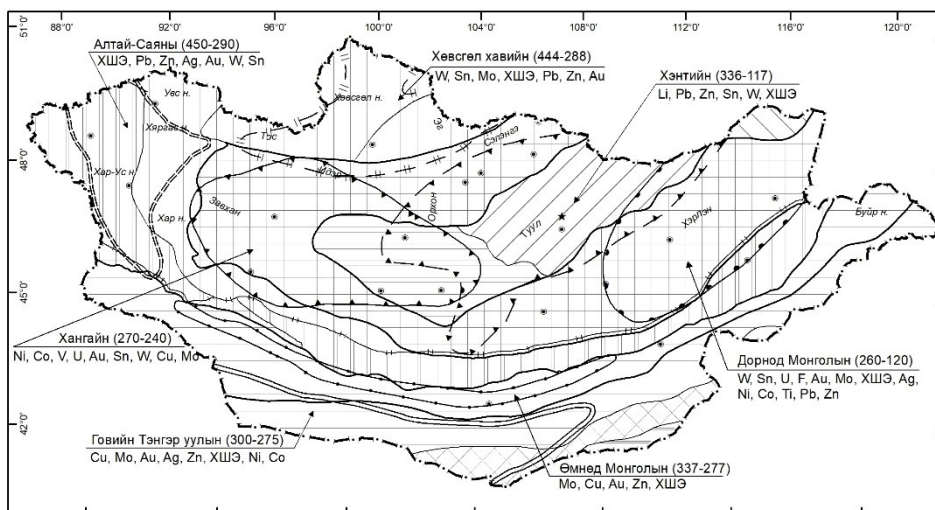
Зураг 1. ЭБЭХЯ-ны сайдтай уулзахаар хүлээх зуурт, 2008 он

- Хойд Монголын Хөвсгөл хавийн дүүрэгт (PZ_2)
 - Баруун Монголын Алтай-Саяны уулсын уулзварт (PZ_2)
 - Хангайд ($P-T_1$)
 - Хэнтийд (T_3-J_1)
2. Хавтан дундын рифтийн бүс
- Дорнод Монгол ($T-K_1$)
3. Гүний хагарлын бүсийн дагуу
- Говийн тэнгэр уул-Зөөлөн ба Булган-Өвөр Алтай-Гурван Сайханы хагарлын бүсийн дагуу (C_2-P_1)
4. Сүбдүкц-коллизын бүсийн орой дээр
- Эдрэнгийн бүс (C_2-P)

Хөвсгөл хавийн LIP мужид шүлтлэг маагмын муж үүсэж өргөн тархсан байдаг

нь фельдшпатондын сиенитүүд болох иоолит, фоййит, уртит, шүлтлэг суурьлаг чулуулгаас гадна трахитууд нь фонолитын ялгарлаас үүссэн (Яшина, 1982)-ээр батлагдах ба Хөвсгөл хавьд деструкц явагдаж девон-карбонд нийт Хойд Монголын хэмжээнд эх газрын царцдас хэлбэржихэд хүргэсэн. Энэ үед (305-292 с.ж.) шүлтлэг маагмын идэвхжилтийг дагуулсан гурван цацрагт рифтийн тогтолцоо нь тухайн дүүрэгтээ дэлхийн царцдасын зузаан дээд цэгтээ хүрч, гравитацын хүчний түрэлт нь нар сарны мөн гравитацын хүчний үйлчлэлтэй давхцаж дэлхийн гүнээс мааньтын плюмийг түрэхэд хүргэжээ.

Үүнтэй зэрэгцэн Баруун Монголд түрүү девон-карбонд Алтай-Соёоны уулсын уулзвар нутагт Орос, Монголын хилийг дамнасан Алтай-Соёоны гурван цацрагт рифтийн тогтолцоо



I. Эх газрын царцдас кембрийн өмнө хэлбэржсэн дүүрэг

- Неоархей-мезопротерозойд (3100-1200 с.ж) хэлбэржсэн төв Монголын эртний массив (ороклинал)
- Неопротерозойд (1000-900 с.ж) хэлбэржсэн эх газрын царцдастай Өмнөд говийн массив

II. Эх газрын царцдас Фанерозойд хэлбэржсэн дүүргүүд

- Эх газрын царцдас девонд хэлбэржсэн дүүрэг (каледонид): Далайн хөгжил криогений эхэнд (850-750 с.ж) нээгдэж, эх газрын царцдас девонд (400 с.ж) хэлбэржсэн Хойд Монголын дүүрэг: а. түрүү каледонид б. хожуу каледонид
- Далайн хөгжил кембрид (520-420 с.ж) нээгдэж, эх газрын царцдас хожуу карбонд (C_2) хэлбэржсэн Өмнөд Монголын дүүрэг: а. түрүү герцинид; эх газрын царцдас пермь-түрүү триасд ($P-T_1$) хэлбэржсэн Хангайн дүүрэг: б. хожуу герцинид
- Далайн хөгжил неопротерозойн эцэст (NP_3) нээгдэж, эх газрын царцдас хожуу триас-түрүү юрд (T_3-J_1) хэлбэржсэн Хэнтийн дүүрэг (индосинид)
- Далайн хөгжил неопротерозойн эцэст (NP_3) нээгдэж, эх газрын царцдас хожуу юра-түрүү цэрдэд (J_3-K_1) хэлбэржсэн Дөч голын дүүрэг (киммерид)

III. Мааньтын плюмийн мужүүд (LIP)

- Алтай-Саяны LIP (D) Хөвсгөл хавийн LIP (D) Хангайн LIP ($P-T_1$) Хэнтийн LIP (T_3-J_1)
- Гүний хагарлын бүсийн (Сүбдукц-коллизын) байдлууд Говийн тэнгэр уулын LIP (C_2-P) Өмнөд Монголын LIP (C_2-P) Дорнод Монголын LIP (T_1-J_3)
- Хавтан дундын деструкцийн байдал

IV. Бусад

- Монголын гол хагарал Тектоникийн дүүрэгчлэлийн хил зааг

Зураг 2. Монголын нутаг дэвсгэрт эх газрын царцдас хэлбэржсэн дүүргүүд ба плюм түрсэн бялхмал том мужуудын (LIP) хил зааг ба хүдэржилтийн төрлүүд

үүсэж эх газрын царцдас хэлбэржсэн байна. Энэ гурван цацрагт рифтийн хөгжлийн түүх нь эхний үед натри давамгайлсан шүлтлэг бүрдэл болох ордовикийн настай пикрит, титаны өндөр агуулгатай шүлтлэг габбронид, шүлтлэг-хэт суурьлаг найрлагатай карбонатит илэрч байсан бол сүүл рүүгээ нефелин сиенит, сиенит зэрэг Хархираа бүрдлээр тодорхойлогдож байсан. Баруун Монголын нутаг уг гурвалсан рифтийн урд талын Дэлүүн-Сагсайн ба зүүн-хойд талын

Өмнөд Тувагийн салбар рифтүүдийн урд хэсэгт байрлана. Алтай-Соёоны гурван цацрагт рифтийн өөр нэгэн онцлог бол мааньтын плюм нь ямар ч гэсэн девон, карбоны үед хоёр удаа агшиж (D_1, D_3) хоёр удаа тэлж байсан байна. Агших явцад андезит-базальт, базальт, дацит, риолитын найрлагатай вулканит бялхаж, палингений гранитоид түрж байсан бол тэлэх явцад шүлтлэг бимодал вулканит бялхаж, шүлтлэг интрузивийн жижгэвтэр биетүүд

түрж байжээ. Энэ бол мааньтын плюм нь хөгжлийнхөө явцад давтамжтайгаар “лугшиж” байсан бололтой гэж үзсэн.

Перм-түрүү триасын цаг үед хөгжиж байсан Хангайн LIP-ийн ихэнхи талбайг шохойлог шүлтлэг найрлагатай эвэр хуурмаг биотитот, биотитот гранодиорит, гранит зэрэг болон шүлтлэг ба шүлтлэгдүү лейкократ гранитоид, граносиенит эзлэн тархжээ. Хангайн маагмын муж нь захаараа Улаагчины шүлтлэг бүрдлээр хүрээлэгдсэн бүслүүрлэг бүтэцтэй бөгөөд хойд талаараа Хойд Монголын, урд талаараа Өмнөд Хангайн, баруун талаараа хавтан дундын гүний хагарлыг дагасан болон Улиастайн грабенийг дүүргэсэн шүлтлэг гранитоид ба шүлтлэг бимодал вулканытын бүсүүдээр хүрээлэгдсэн байна. Хангайн бүрдлийн хэмжээнд түрсэн олон тооны шүлтлэг дэл судлуудын найрлагын үндсэн дээр уг LIP-ийн муж мааньтын плюмийн гаралтай болохыг Ярмолук и др. (1997) ба Литвиновский и др. (2001) нар тогтоосон байна.

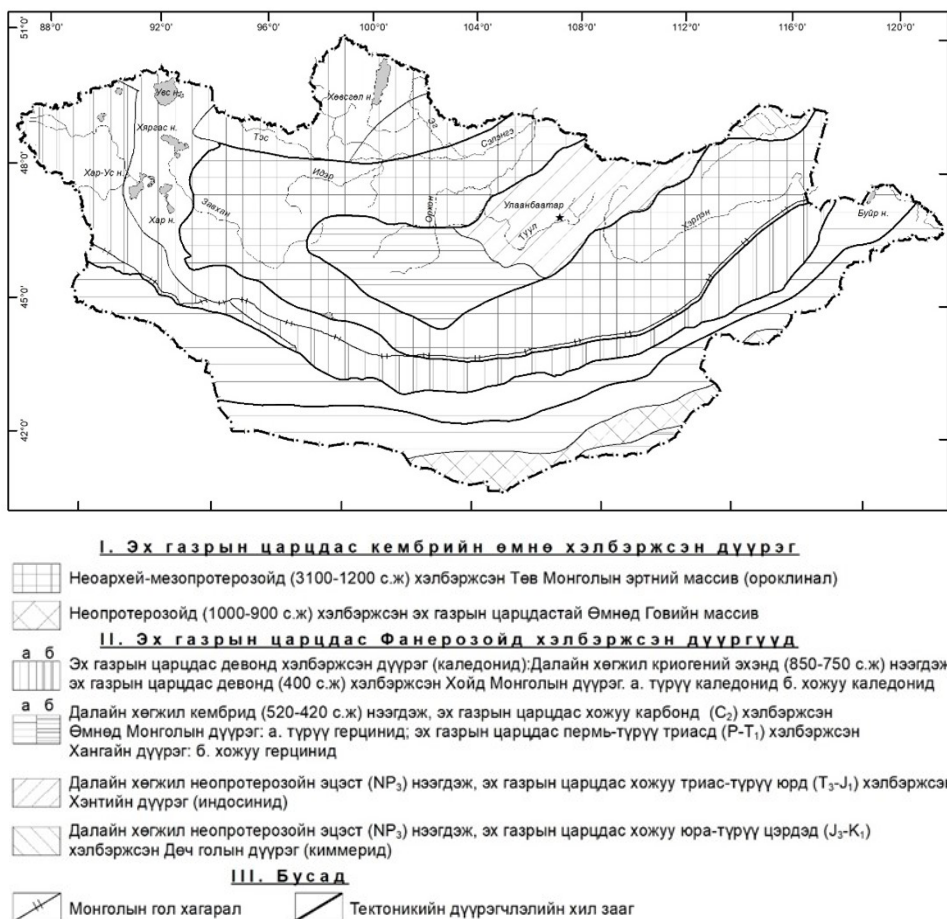
Хэнтийн плюмийн муж нь хойд талаараа Баянголын, урд талаараа Хойд говийн гүний хагарлуудаар тусгаарладаг бол баруун-урд зах нь Хархорины өргөгдлөөр хязгаарлагдана. Хэнтийн плюмийн мужийн дүр төрхийг тодорхойлж байгаа маагмын бүрдэл бол бага Хэнтийн түрүү-дунд триасын интрузив өргөн тархсан дүүрэг юм. Геодинамикийн хувьд түрсэн гүнээрээ тодорхойлогдож байгаа найрлага нь мөн л захаасаа төв рүүгээ их гүний шүлтлэгдүүгээс дунд, бага гүний шохойлог-шүлтлэг эвшил зонхилсон байна. Мезозойн гранитоидыг насаар нь түрүү (250-210 с.ж.) ба хожуу (170-250 с.ж.) гэж хоёр үе шатанд хуваагаад түрүү мезозойн гранитоид нь Бага Хэнтийн өргөгдлийн төвийн төвөн хэсгийг эзлэх бөгөөд зүүн-хойшоо Оросын нутагт Даурын дүүрэг хүртэл үргэлжилнэ. Энэхүү гранитоидын насны хэлбэлзэл нь

түрүү триасаас юрын дунд үеийг зааж байгаа нь Хэнтийн дэд бүсийн хэмжээнд мааньтын плюмийн түрэлт нь энэ дүүрэгт Индосинийн эх газрын царцдас хэлбэрших явцтай давхцсаныг илэрхийлнэ. Уг өргөгдлийг хойд талаас нь хүрээлж байгаа рифтийн бүсийг дагаад бимодал найрлагатай комендит ба пантеллеритын вулкани́т нь шүлтлэг гранитоидтой нэгэн эвшлийг үүсгэнэ.

Шинээр ялгасан Зүүн-хойд Монголын плюмийн тухайд Онон, Хэрлэн, Дэлгэрэхийн хагарлуудын дагуу хааяа офиолитын эвшил, гипербазитын биетүүд тэмдэглэгдсэн бол доош суусан грабенийг дагаад голдуу шүлтлэг бимодал вулкани́т, базальт, трахиандезит, трахибазальт, трахириолит, онгонит зэрэг вулкани́т бялхан байхаас гадна захын өргөгдлийг дагаад карбонатит, микросиенит, граносиенит, сиенит порфир, гранитууд вулкани́ттай үелсэн байна. Зүүн-хойд Монголын магматизмын тив дундын өргөгдлийн хэмжээнд үүссэн рифтийн тэлэлтүүд, шүлтлэг бимодал вулкани́т, шүлтлэгдүү ба шүлтлэг микросиенит, граносиенит, сиенит, карбонатит, гранит зэрэг маагмын илрэлүүдтэй холбоотой үүссэн дээрх металлогений орд илрэлийн эвшлийг дэлхийн ойролцоо хөгжилтэй плюмийн мужуудтай харьцуулж үзэхэд үндсэндээ астеносферийн гаралтай, мааньтын диапирийн хөгжилтэй давхцдаг байна.

4. Монголын тектоникийн дүүрэгчлэл, алдааг засварласан нь

Монголын геологийн судалгаанд геологичид Г.Бадарч (2002), О.Төмөртоого (2017), Ж.Бямба (2024) нарын зохиосон тектоникийн дүүрэгчлэлийг хэрэглэж байна. Ж.Бямбын зохиосон тектоникийн дүүрэгчлэл нь хавтангийн тектоникийн үзэл баримтлал дээр суурилсан геодинамикийн судалгааны зарчмаар зохиогдсоноороо ач холбогдолтой юм (Зураг 3).



Зураг 3. Монголын нутаг дэвсгэрийн тектоникийн дүүрэгчлэл

Энэ тектоник дүүрэгчлэлийн үндсэн тайлбар нь доорх байдлаар илэрхийлэгдэнэ. Тус улсын нутаг дэвсгэрт судлагдсан геологийн бүрдлийн насны дарааллыг аваад үзвэл, хамгийн хөгшин нь хэт суурьлаг, суурьлаг найрлагатай дээд мааньтын бүтээгдэхүүн ба тэдгээртэй нэгэн эвшлийг үүсгэдэг офиолитын эвшил юм. Манай дэлхий эхлээд Хадейд коматиитан, дараа нь архейд базальтан, улмаар архей-протерозойд саарал гнейсэн найрлагатай болсоор эцэстээ эх газартай болсон тул энэ зүй тогтлыг үндэслэн Монголын нутаг дэвсгэрт үүсэж байсан хамгийн эртний чулуулаг бол далайн хөгжлийн явцад үүсдэг хэт суурьлаг, суурьлаг чулуулаг неопротерозойгоос эхлэн

үүсжээ. Эдгээр меланократын суурийн илрэл гэж үзэж болох далайн хөгжлийн ул мөр гипербазит, хэт суурьлаг, суурьлаг чулуулгийн насны дарааллыг орон зайн хувьд авч үзвэл неопротерозойн дунд-эхэн үеийн настай нь Хойд Монголд, неопротерозойн эцэс-түрүү кембрийн настай байж болох нь Төв Монголд (Монгол-Агнуурын далайн хэмжээнд) ба түрүү кембрийн настай нь Өмнөд Монголын хэмжээнд тархсан байна. Үүнээс үндэслэн Монголын нутаг дэвсгэрийн эх газрын царцдас хэлбэржсэн хөгжлийн түүхийг далайн, аккрец-коллиз ба эх газар хэлбэржсэн хэмээх геодинамикийн гурван үе шатаар авч үзжээ. Өөрөөр хэлбэл, эх газрын царцдас хэлбэржих

явц хойноосоо урагш өөр өөрийн өвөрмөц хөгжлийн замаар бий болсон, тухайлбал, Хойд Монголд эх газрын царцдас хэлбэржих явц девонд сүбдукцийн замаар, Төв Монголд баруун-урдаас зүүн-хойшоо, Хангайд пермь-түрүү триаст, Хэнтийд хожуу триас-түрүү юрд, Дөч голд юрын эцэст тус тус плюмийн замаар, Өмнөд Монголд хожуу карбонд коллизын замаар тус тус бий болсон байна.

Далайн хөгжлийн дараах аккрец-коллизын үе шатны хөгжил мөн дээрх далайн хөгжлийн дүүрэг ялгагдаж байсан орон зайд ижилхэн дараагийн насны геодинамикийн бүрдлүүд илэрч байна. Тухайлбал аккрец-коллизын бүрдэл Хойд Монголд кембри, ордовик, силүрийн шохойлог-шүлтлэг маагмын бүрдлүүд, Төв Монголд арай залуу насны ордовик, силүр, девоны мөн маагмын шохойлог-шүлтлэг бүрдэл судлагдсан бол Өмнөд Монголд аккрец-коллизын бүрдэл девон, түрүү карбоны настай байгаа юм. Хөгжлийн энэ дарааллаа дагаад ялгагдаж байгаа орон зайд орогены үе шат хойноосоо урагшаа Хойд Монголд девоноос эхлээд, Төв Монголд хожуу пермь-түрүү триас, хожуу триас-түрүү юрыг дамжаад Өмнөд Монголд хожуу карбон-пермь хүртэл Палеоазийн далайн ба Номхон далайн хөгжилд захирагдан шилжиж байсан байна. Харин Монголын нутаг дэвсгэрийн мезо-кайнозойн геодинамикийн хөгжил нь Палеотетисийн далайн хөгжилд захирагдах болсноороо өвөрмөц юм хэмээн тайлбарлажээ (Бямба, 2009; Бямба нар, 2024).

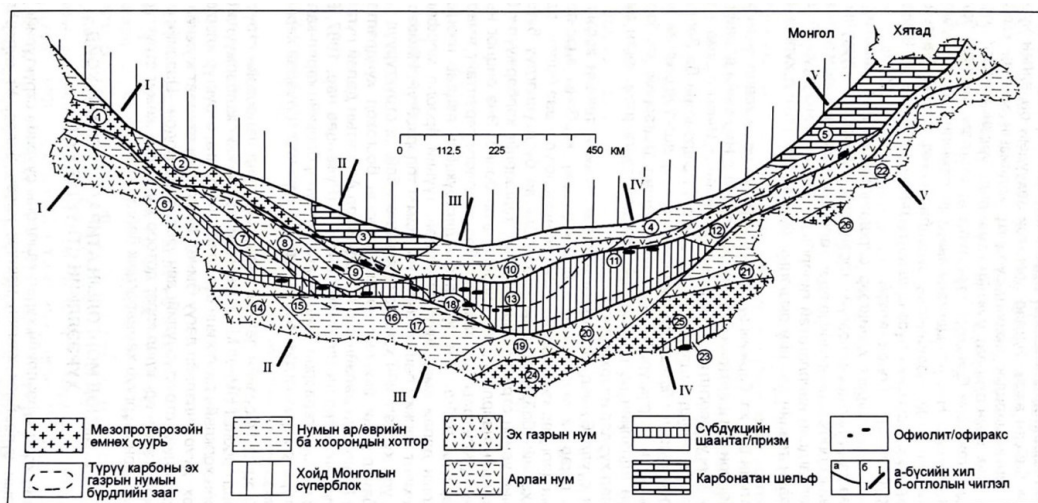
Энэ зургийн агуулгаар зарим дүүргийн тектоник дүүрэгчлэлийг засварласан ба жишээ болгон Өмнөд Монголын дүүргийг авч үзье.

Монголын гол хагарлаас урагш Сулинхээрийн хагарал хүртлэх дунд палеозойн атираат структурийг Өмнөд Монголын атираат муж хэмээн геологичид ялгаж иржээ. Монголын

геологийн судалгаанд хавтангийн тектоникийн ойлголт гүнзгий нэвтрэхийн хирээр тус мужийн геологийн тогтцын талаар цугларсан хуучин материалуудыг сүүлийн үед нэмэгдэж байгаа шинэ мэдээллүүдтэй нэгтгэн боловсруулж үзсэнээр Өмнөд Монголын атираат мужийн гадаад хил зааг хэвээр үлдэж байгаа нь тодорхой боловч зарим газар арлан нум ба эх газрын нумын хөгжил цаг хугацааны хувьд өөр өөр үед хөгжиж, орон зайн хувьд давхцаж байсан байна. Гэвч зарим структурүүдийг хамааруулсан төрөл ба улмаар тэдгээрийн эзлэх орон зай, хөгжлийн цаг хугацааны үргэлжилсэн түүх, оноож өгсөн нэр өөр хоорондоо тэр болгон тохирохгүй байгаа юм. Өмнөх судалгааны материалуудыг эрс өөрчилсөн байсан энэ дүүрэгчлэл (Badarch et al., 2002)-ийг доорх байдлаар засварласан нь үндэслэлтэй болсон байна (Зураг 4).

5. Монголын нутаг дэвсгэрийн геодинамик ба металлоген

Геодинамик гэдэг нь дэлхийн царцдаст үүсдэг тектоникийн аливаа структурийг хэлбэржүүлж буй дэлхийн гүний энерги болон бодисын шилжилтийн явц зэргээс үүсдэг гүний хүчний явцад үүсдэг структурийг судалдаг шинжлэх ухаан юм. Өөрөөр хэлбэл, дэлхийн гүний тектоносферийн хувьслын явцад үүсэж буй структур болгон гүний хүчний явцад үүсдэг байна. Энэ бүтэц болгон өөрийн гэсэн маагмын бүрдэл, тунамал ба метаморф чулуулгийн эвшил, металлогений зүй тогтлоороо зэргэлдээх структурээсээ ялгагдах онцлогтой байна (Бямба, 2012). Геодинамикийн орчин босоо чиглэлдээ насны хувьд хөгшнөөсөө залуу руугаа гүний хүчний хувьслын дагуу уламжлан хөгжих структурийн төрлүүдээр солигдож байдаг бол хэвтээ чиглэлдээ мөн гүний хүчний хэвтээ чиглэлийн хувьслын дагуу нэг насны мөртлөө хоорондоо гарал үүслийн холбоотой



Зураг 4. Өмнөд Монголын атираат мужийн дүүрэгчлэл. Структурүүд: 1- Бодонч-Цээл, 2- Говь Алтай, 3- Баянговь, 4- Дэлхийн хар, 5- Сүхбаатар, 6- Байтаг, 7- Бааран, 8- Эдрэн, 9- Баянбулаг, 10- Бутуулхудаг, 11- Мандал Овоо, 12- Мандах, 13- Гурвансайхан, 14- Атасбогд, 15- Цагааншаварт, 16- Эхийнгол, 17- Төмөрт, 18- Зөөлөн, 19- Хашаат, 20- Цохиот, 21- Еншөө, 22- Нүхтдаваа, 23- Сулинхээр, 24- Цагаан уул, 25- Хутаг уул, 26- Сүмт. Огтлолын чиглэлүүд: I-I- Байтаг-Бодончийн, II-II- Байтаг-Эдрэнгийн, III-III- Зөөлөн-Бутуулхудагийн, IV-IV- Цохиот-Мандахын.

структурийн төрлүүдээр солигдож байдаг байна (Бямба, Дэлгэрцогт, 2013).

Онолын энэ үндэслэлээр Монгол Улсын нутаг дэвсгэрт ээлжлэн солигдож байсан геодинамик орчин болон тэр үед үүсэж байсан голлох металлогений төрөлжилтийг холбосон анхны томоохон ажлуудыг хийсэн байна (Зураг 5; Бямба, Дэлгэрцогт, 2013; Бямба нар, 2024). Үүнээс жишээ болгон Өмнөд Монголын геодинамик ба металлогенийг хэрхэн холбосныг авч үзье.

Кембрид нээгдсэн Өмнөд Монголын далайн хөгжил ордовик-силүрт тэлж хоёр тийшээ сүбдүклэж байгаад девоноос эхлэн урагшаа Говийн тэнгэр уул, Зөөлөнгийн хагарлын дагуу Өмнөд Говийн массивын доогуур Говийн тэнгэр уул-Зөөлөнгийн хагарлын дагуу урагшаа шурган эх газрын идэвхтэй захыг үүсгэж түүний орой дээр Атасбогд, Цагаан шаварт, Хашаат, Цохиот, Еншөө зэрэг тасралтгүй ялгарсан вулканит бялхаж ойролцоо нас, найрлагатай интрузивийн биетүүд түрж байснаас гадна тухайн үед Өмнөд Монголын далайн хавтангийн хэмжээнд Эхийн гол, Зөөлөн

зэрэг арлан нумууд хөгжиж байгаад дээр дурдсан хагарлын бүсийн дагуу девоноос эхлэн сүбдүклэн шаантаглаж байжээ. Харин уг Өмнөд Монголын далайн хавтан энэ цаг үед хойшоо каледоны Говь Алтайн өргөгдөл доогуур Булган-Өвөр Алтай, Гурвансайхан-Мандал овоогийн хагарлын дагуу хойшоо сүбдүклэж түүний орой дээр девон-түрүү карбоны настай Эдрэн, Давхар хар, Хөвийн хар, Бутуул худаг зэрэг арлан нумуудын хөгжил хожуу карбонд дуусаж байв. Ийнхүү хожуу карбоноос эхлэн орогенез эхлэхэд Өмнөд Монголын далайн хавтан хоёр талаараа зааглаж байсан хагарал дагасан аккрецын бүсүүдийн дагуу бие биен рүүгээ ойртож байсан Говь-Алтайн өргөгдөл ба Өмнөд Говийн массивууд бараг зогсож, үндсэндээ сонгодог утгаараа коллизод авталгүй Өмнөд Монголын далайн хавтангийн хэмжээнд S_2 -P-д орогений өвөрмөц хөгжил явагдаж хоёр захаар нь зааглаж байсан хойд талын Булган-Өвөр Алтай, Гурвансайхан-Мандал овоо, Тэнгэр уул-Зөөлөнгийн гүний хагарлын бүсүүдийн дагуу далайн хавтан цааш сүбдүклэх боломжгүй болон далай дээр хөгжиж байсан арлан нумууд ба далайн хучаас аккрецлагдан бөөгнөрөх явцад өртсөн

царцдас зузаарч байсан бололтой. Хойд талын хагарлын бүсийн дагуу шүтлэг маагмын түрэлтүүд тэмдэглэгдэж, түүний дагуу Шар булаг, Мушгай худаг, Баянхошуу, Ханбогд, Нарст гэх мэтийн олон

тооны ГХЭ-ийн ба Au, Cu, Mo-ний орд илрэлүүд судлагджээ (Хүснэгт 1; Бямба, Дэлгэрцогт, 2013; Бямба нар, 2024).

Хүснэгт 1. Өмнөд Монголын атираат мужийн геодинамикийн орчин ба металлогений холбоо (Бямба, Дэлгэрцогт, 2013)

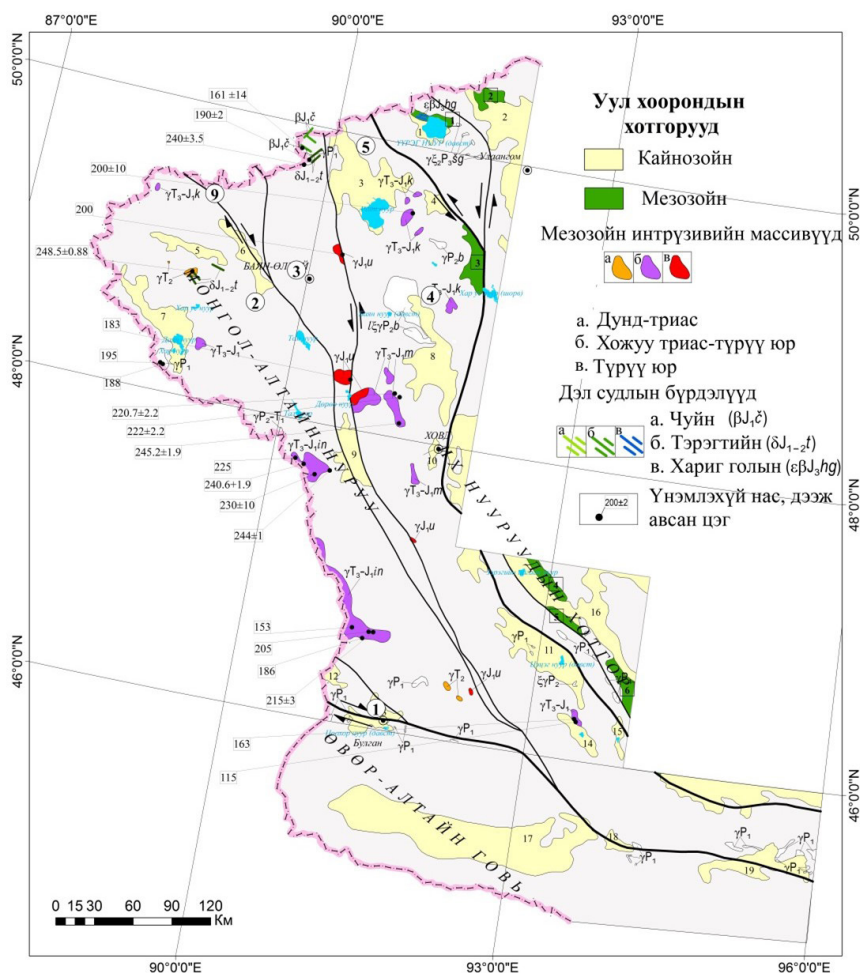
Эратем, эрин	Хүдэржилт ба ашигт малтмалын төрөл	Металлогений муж (м), бүс (б), дүүрэг (д), сав (с)	Геодинамикийн орчин
Мезозой	Анарын	Цээлийн д.	
Неопротерозой-түрүү палеозой	Болор-гялтгануурын	Бодончийн б.	
Дунд палеозой	Зэс-алт-мөнгөний	Баянлигийн б.	Нумын арын хотгор
	Зэс-цайрын	Эдрэнгийн д.	Арлан нум
	Зэс-молибдены	Цагаансуваргын д.	Эх газрын нум
	Зэс-алтны	Оюутын д.	Эх газрын нум
	Зэс-алтны	Хармагтай-Оюутын б.	Эх газрын нум
	Вольфрам-молибдены	Монгол Алтайн м.	Деструкц
Хожуу палеозой	Цагаан алт	Тангатын д.	
	Молибден-вольфрамын	Нүхэтдавааны б.	
	Вольфрам-цагаан тугалганы	Өмнөговь, Хянганы б.	Нумын арын деструкц
Түрүү мезозой	Платины бүлгийн элемент	Нэмэгт-Гурвансайханы б.	Сутур
	Хром-никель	Сулинхээрийн б.	Сутур
	Мөнгөн ус-хүнцэлийн	Сулинхээрийн б.	Сутур
Хожуу мезозой	Нүүрс	Дорнод Монголын, Өмнөговийн с.	Деструкц (рифт)
	Газрын тос	Тамсагийн, Зүүнбаянгийн, Өмнөговийн с.	Деструкц (рифт)

6. Монгол Алтайн мезозойн геологийн судалгаа

Юрын интрузив чулуулаг, дайкын комплекс дээр үндэслэн Монгол Алтайн нуруу юрын цаг үед өргөгдөх хандлагатай байсан хэмээн дүгнэсэн (Бямба, Эрдэнэчимэг, 2022) нь сүүлийн үеийн апатитын U-Pb насаар Алтайн нуруу дунд-хожуу юрын үед (~170–160 с.ж.) өргөгдөж эхэлсэн байсныг ховор металын эрдэсжилттэй холбоотой метасоматизм хөгжсөнөөр, улмаар апатит задралын шинжилгээгээр хожуу цэрдийн үеэс үргэлжлэн хөгжиж өнөөгийн дүр төрхөө олсон болохыг харуулсантай (Glorie

et al., 2023) нийцсэн үр дүн болсон байна (Зураг 6).

Палеогены дунд үеийн эцсээс Энэтхэгийн кратон Төвдийн өндөрлөгийн урд талаас нь мөргөхөд Сибирийн кратон, Энэтхэгийн микроконтинентийн хооронд байрлаж байсан Төв Азид Тарим, Төвд, Хятад, Ордос, Алшаа, Тэнгэр уул, Хангай, Хэнтий, Даур зэрэг үндсэндээ хэт суурьлаг, суурьлаг бүрдлүүдээр тэмдэглэгдсэн, гүний хагарлуудаар тусгаарлагдсан орогены үе шат нь дууссан каледон, герцин, индосинийн зэрэг сэргэсэн уулсын блокууд үүссэн. Нэг талаас эдгээр



Зураг 6. Монгол Алтайн мезозой-кайнозойн сэргэсэн орогены маагмын нлрэлүүд ба уулс хоорондын хотгорууд. Уулс хоорондын хотгорууд: Мезозойн: 1- Харигийнгол, 2- Баянзүрх, 3- Намиргол, 4- Улаанбургас гол, 5- Бигшээ цахир, 6- Дарив; Кайнозойн: 1- Үүрэгнуур, 2- Сагил, 3- Ачитнуур, 4- Олоннуур, 5- Цагаангол, 6- Улаанхус, 7- Даяннуур, 8- Цагааннуур, 9- Дэлүүн, 10- Ховд, 11- Цэцэг, 12- Онгийн хөдөө, 13- Онгийн хөдөө, 14- Хулманнуур баруун, 15- Хулманнуур зүүн, 16- Шарга, 17- Бижийнгол, 18- Эхийн бэл, 19- Сухайт. Хагарлуудыг дугуй дотор тоогоор тэмдэглэв. 1- Булганы, 2- Толбонуур, 3- Ховдын, 4- Цагааншувуутын, 5- Байрамын.

блокуудыг улаж байгаа дээд мааньтын байдал, хөдөлгөөн, найрлага ямар байгааг, нөгөө талаас тэдгээр хагарлын бүсийн дагуу илэрч байгаа гүний чулуулгийн нас, найрлага сонин юм. Энэ нь тус улсын кайнозойн цаг үеийн гадаргын хөгжилд тодорхой нөлөө үзүүлэхээс гадна тус улсын нутаг дэвсгэр мааньтын ямар гүнтэй хэрхэн холбоотой байгааг ба хэдий үеэс эхлэн уламжлан хөгжиж байгаа зэргийг мэдэж болох

юм. Монголын нутаг дэвсгэрийн баруун талын мезозойн цаг үеийн Таримын кратон нь Төв Азийн атираат мужтай мөргөлдөхийн өмнө Зүүн гарын массивтай мөргөлдөж хүч нь суларснаас тухайн нутаг дэвсгэрт үзүүлсэн геодинамикийн хүч мөн л суларч идэвхгүй байсан бололтой байдаг (Бямба нар, 2024).

Дүгнэлт

Шинжлэх ухааны доктор, профессор Ж.Бямбын 2000 оноос өмнөх үйлдвэрлэл, эрдэм шинжилгээ, сурган хүмүүжүүлэх үйл ажиллагааг амьдралын замнал, бүтээл туурвилтай нь хослуулан “Хоёр үнэний хооронд” намтарчилсан тууж, 60 насны ойн Геологийн асуудлууд сэтгүүлийн тусгай дугаарт хэвлэн дүгнэсэн байх тул бид 2000 оноос хойш буюу сүүлийн 25 жилийн Монголын геологид томоохон жин дарах эрдэм шинжилгээний бүтээлүүдээс авч үзлээ.

- Дэлхий дээр эрчимтэй хөгжиж, олон жишээгээр нотлогдож байгаа боловч Монголын геологийн судалгаанд плюм тектоникийн ойлголт геодинамикийн үүднээс нэвтрээгүй байсныг онолын хувьд тодорхойлон гаргаж, Монгол Улсын нутаг дэвсгэрт эх газрын царцдас зузаарч плюм түрж байсан дүүргүүдийг ялгасан.
- Ж.Бямбын зохиосон тектоникийн дүүрэгчлэл нь хавтангийн тектоникийн үзэл баримтлал дээр суурилсан геодинамикийн судалгааны зарчмаар зохиогдсоноороо ач холбогдолтой юм. Энэ агуулгаар хэд хэдэн дүүргийн тектоник дүүрэгчлэлийг шинэчлэн засварласан байна.
- Монгол Улсын нутаг дэвсгэрт ээлжлэн солигдож байсан геодинамик орчин болон тэр үед үүсэж байсан голлох металлогений төрөлжилтийг холбосон анхны томоохон ажлуудыг хийжээ.
- Хамгийн сүүлд оролцсон төслийн үр дүнгээр юрын интрузив чулуулаг, дайкын комплекс дээр үндэслэн Монгол Алтайн нуруу юрын цаг үед өргөгдөх хандлагатай байсан хэмээн дүгнэсэн нь сүүлийн үеийн судалгааны үр дүнтэй баталгаатай нийцэж байна.

Ашигласан хэвлэл

- Бямба, Ж., 2009. Литосферийн плитийн тектоник. Монголын геологи ба ашигт малтмал цуврал, боть IV, Улаанбаатар, Соёмбо принтинг, 487 х.
- Бямба, Ж. 2012. Геотектоник. Улаанбаатар, Соёмбо принтинг, 485 х.
- Бямба, Ж., Дэлгэрцогт, Б., 2013. Монголын нутаг дэвсгэрийн геодинамик ба металоген. Хайгуулчин 1, 73-99.
- Бямба, Ж., Эрдэнэчимэг, Д. 2022. Баруун Монголын сэргэсэн орогений геодинамикийн байдал. Геологийн асуудлууд 21 (01), 93-97.
- Бямба, Ж., Батхишиг, Б., Мөнхцэнгэл, Б., 2024. Геодинамикийн сэргэсэн босголтын үндэс ба Монголын тектоникийн дүүрэгчлэл. Улаанбаатар, Соёмбо принтинг, 174 х.
- Жамъяндорж, Ө., 2009. Даяарт дуурсагдах далан жил. Улаанбаатар, 219 х.
- Геология МНР, том I, Отв.-ые ред.: Маринов, Н.А., Зоненшайн, Л.П., Благоднаров, В.А., Москва, Недра, 1973.
- Литвиновский, Б.А., Ярмолук, В.В., Воронцов, А.А., Журавлев, Д.З., Посохов, В.Ф., Сандимирова, Г.П., Кузьмин, Д.В. 2001. Позднетриасовой этап формирования Монголо-Забайкальской щелочно-гранитоидной провинции: данные изотопно-геохимических исследований. Геология и геофизика 42 (3), 445-456.
- Ярмолук, В.В., Коваленко, В.И., Котов, А.Б., Сальникова, Е.Б., 1997. Ангара-Витимский батолит: к проблеме геодинамики батолитообразования в Центральном-Азиатском складчатом поясе. Геотектоника 5, 18-32.
- Яшина, Р.М. 1982. Щелочный магматизм складчато-глыбовых областей. Москва, Наука. 273 с.
- Artyushkov, E.V., Baer, M.A., Letnikov, F.A., Ruzhich, V.V., 1991. On the mechanism of

- graben formation. *Tectonophysics* 197, 99-115.
- Badarch, G., Cunningham, W.D., Windley, B.F., 2002. A new tectonic subdivision for Mongolia: implications for the Phanerozoic crustal growth of Central Asia. *J. Asian Earth Sci.* 21, 87-100. [https://doi.org/10.1016/S1367-9120\(02\)00017-2](https://doi.org/10.1016/S1367-9120(02)00017-2).
- Glorie, S., Nixon, A.L., Jepson, G., Gillespie, J., Warren, C., Meeuws, F., Simpson, A., Xiao, W., 2023. Meso-Cenozoic tectonic history of the Altai: New insights from apatite U-Pb and fission track thermochronology for the Fuyun area (Xinjiang, China). *Tectonics* 42, e2022TC007692. <https://doi.org/10.1029/2022TC007692>.
- Khukhuudei, U., Kusky, T., Windley, B., Otgonbayar, O., Wang, L., Nie, J., Xiao, W., Zhang, L., Song, X., 2024. Cenozoic intracontinental tectonics of Mongolia and its climate effects: A synthesized review. *Earth-Science Reviews* 258, 104934. <https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2024.104934>.
- Koppers, A.A.P., Becker, T.W., Jackson, M.G., Konrad, K., Müller, R.D., Romanowicz, B., Steinberger, B., Whittaker, J.M., 2021. Mantle plumes and their role in Earth processes. *Nature Rev. Earth Environ.* 2, 382-401. <https://doi.org/10.1038/s43017-021-00168-6>.
- Logatchev, N.A., 1984. The Baikal Rift system. *Episodes* 7, 38-43.
- Neuendorf, K.K.E., Mehl, J.P., Jackson, J.A., 2011. *Glossary of Geology*. Alexandria, Virginia.
- Tapponnier, P., Peltzer, G., Armijo, R., 1986. On the mechanics of the collision between India and Asia. In: Coward, M.P., Ries, A.C. (eds.), *Collision tectonics*. Geological Society of London Special Publication 19, 115-157.
- Windley, B.F., Allen, M.B., 1993. Mongolian plateau: Evidence for a late Cenozoic mantle plume under central Asia. *Geology* 21(4), 295-298. [https://doi.org/10.1130/0091-7613\(1993\)021<0295:MPEFAL>2.3.CO;2](https://doi.org/10.1130/0091-7613(1993)021<0295:MPEFAL>2.3.CO;2).
- Zorin, Yu.A., Cordell, L., 1991. Crustal extension in the Baikal rift zone. *Tectonophysics* 198, 117-121. [https://doi.org/10.1016/0040-1951\(91\)90137-H](https://doi.org/10.1016/0040-1951(91)90137-H).