

Геологи, Палеонтологи

СУЛИНХЭЭРИЙН СҮБДУКЦ-АККРЕЦИЙН ПРИЗМИЙН ТУХАЙ

А.Амаржаргал¹, Ж.Бямба²

Геологийн мэдээллийн тов¹, Монгол Улсын Их Сургууль²

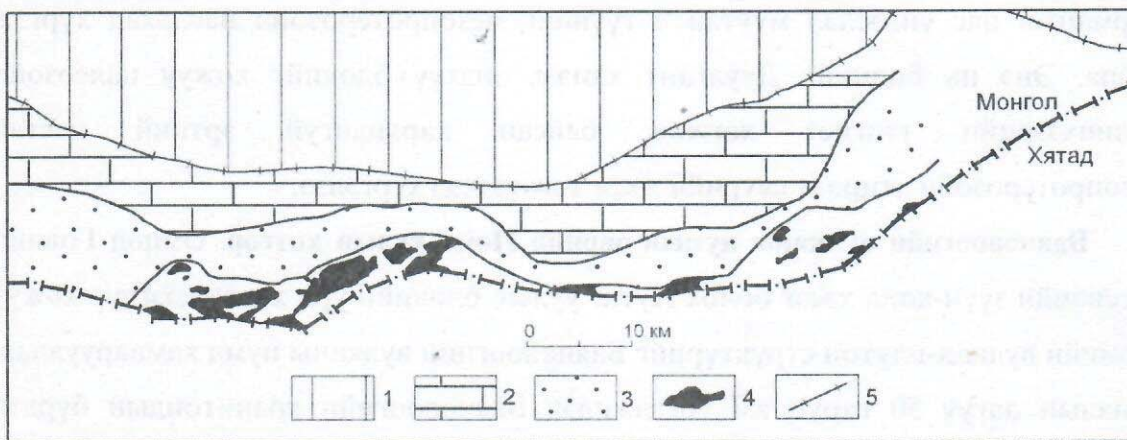
Товч агуулга: Энэхүү өгүүлэлд Сулинхээрийн сүбдукц-аккрецийн призмийн интрузивийн үнэмлэхүй насны талаар шинэ материал өгөхийн хамт түүнийг Хятадын нутаг дахь үргэлжлэлтэй харьцуулав. Эдгээрийн үндсэн дээр Сулинхээрийн тэнгисийг девонд (367, 306, сая жил) нээгдсэн бөгөөд хоёрдогч структур болох талаар дүгнэлт хийж байна. Уг тэнгис мезозойн эхэнд (230, 153 сая жил) бүрмөсөн хаагдсан гэж үзэж болно. Хожуу палеозойд Сулинхээрийн призмийн суурь нь неодиумын харьцаагаар (0,512964-0,512957) дүгнэж үзвэл субконтинентийн төрлийн парцидастай, стронцийн изотопын харьцаагаар (0,0075-0,0198) Сулинхээрийн гипербазитын биетүүд мааньгын гаралтай болохыг тус тус тогтоолоо. Үнэмлэхүй насны ба изотопын тодорхойлолтыг Бээжингийн геофизик, геохимийн хүрээлэнд гүйцэтгэсэн болно.

Код: Тектоник, Сулинхээрийн сүбдукц-аккрецийн бүрдэл (бус)

Оршил

Сулинхээрийн сүбдукц-аккрецийн призм нь Сулинхээрийн овоо, Хэц уул, Номт уул, Агуй уул, Онцгой толгой, Хар-Эрдэнэ, Ханги-Овоо зэрэг намхавтар уулсын дүүргийг савлан баруун-урдаас зүүн-хойш 250 гаруй км Монгол Хятадын хилийг дамнан үргэлжилсэн структур юм. Энэхүү судалгаанд бүсийн О.Д. Суетенко, С.В. Руженцев, И.И. Поспелов, Г. Бадарч, Ж. Бямба, А. Амаржаргал, Л. Далай, Ван Чин Юан, Ван Пин, Вог-минг Яahn [1,2,3,4,5,6,7,8] нарын олон геологичид оролцож ирсэн байна. Монгол улсын нутагт зөвхөн уг

сүбдүкцийн призмыг бүрдүүлж байгаа Номт уулын нумын өврийн хотгорын, Таван харын сүбдүкцийн шаантгийн, Агуй уулын шельфийн, нумын өврийн захын хотгорын зэрэг бүрдлүүд судлагдсан байна (зур-1). Мөн уг сүбдүкцийн призмын баруун-урд хэсэгт энэхүү талбайн гадна талд Дуулгант хэмээх хожуу протерозойн блок тогтоогджээ. Сулинхээрийн сүбдүкц-аккрецийн призм нь хойд талаараа ижил нэртэй хагарлаар эртний настай Өмнөд Говийн массивийн Хутаг уулын эртний блоктой хиллэнэ. Уг сүбдүкцийн орой дээр Баяновоогийн вулканы эх газрын нум үүссэн ба түүний араар нумын арын хотгор болох Луугийн голын эх газрын рифт хэлбэржсэн байна. Энэхүү рифтийн хотгортой



Зураг 1. Хожуу палеозойн Сулинхээрийн тэнгисийн морфологийн элемент (Ж.Бямба. 2007)
 1 - Хутаг уулын блокын хожуу палеозойн эх газрын идэвхитэй зах, 2 - шельфийн бүс, 3 – гадаад шельфийн бүс ба ховилын эх газар талын хажуу, 4 - гүн усны ховил ба ховилын далай талын хажуугийн сүбдүкцийн шаантгийн бүрдэл ба түүн дээгүүр тохорсон гипербазитын гарал (сүтүрийн бүс) 5 - Сулинхээрийн шельфийн бүс ба Баян-Овоогийн идэвхитэй захын зааг.

Одоо дээр дурдсан сүбдүкцийн призмийг бүрдүүлж байгаа бүрдлүүдийн найрлага, тэдгээрийн стүрктүрийн онцлогийн талаар авч үзье.

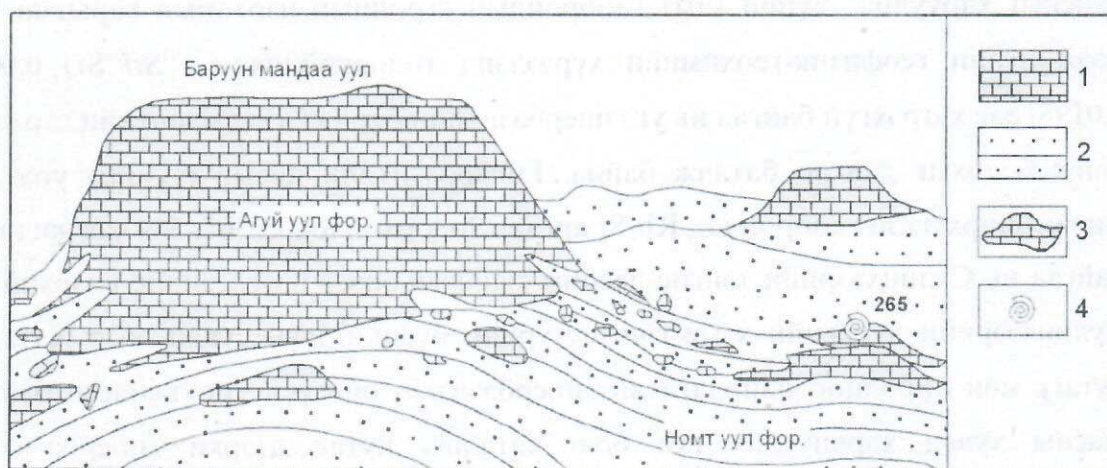
Дуулгантын блок. Энэ блок нь судлагдсан талбайн гадна талд байрлаж байгаа боловч тогтоогдсон зарим нэг мэдээлэлийг өгөх нь зүйтэй гэж бодлоо. Сулинхээрийн сүбдүкц-аккрецийн призмийн хэмжээнд тогтоогдсон хамгийн эртний настай стүрктүр бол мезопротерозойн настай гэж үзэж байгаа Дуулгантын блок юм. Уг блокыг бүрдүүлж байгаа метаморфжсон формацын доод хэсэгт

эпидот-актинолитот, эпидот-хлорит-серицитот, эпидот-плагиоклаз-амфиболит зэрэг найрлагатай ногоон занарын зузаалаг байрлана. Дээд хэсэгт энэхүү ногоон занарын зузаалаг дээр хар-бараан, саарал, ягаан өнгийн шохойжингийн үетэй салаавчилсан аажим шилжилттэй терриген-карбонат зузаалаг зонхилно. Зузаан 2000 м-ээс хэтрэхгүй. Ойролцоо найрлага, бүтэцтэй зэргэлдээх Монгол, Хятадын нутагт судлагдсан структурүүдтэй харьцуулж үзэхэд энэхүү Даргиат хэмээх формацтай ойролцоо зузаалаг нь неопротерозой настай строматолит агуулсан доломитоор хучигдсан байна. Хятадад энэхүү строматолитын үлдвэртэй доломитийн зузаалагийг синид ялгасан байдаг. Энэ баримт бол Даргиат формацын нас үндэслэл муутай ч түүнийг мезопротерозойд наслахад хүргэж байна. Энэ нь биднийг Дуулгант хэмээх энэхүү блокийг хожуу палеозойн Сулинхээрийн тэнгист хөгжиж байсан харьцангуй эртний настай мезопротерозойн атираат суурийн хэсэг гэж үзэхэд хүргэлээ.

Баяновоогийн вулканы нумын өврийн Номт уулын хотгор. Өмнөд Говийн массивийн зүүн-хойд хэсэг болох Хутаг уулын блокийн урд хөвөө дээгүүр хожуу пермийн вулкан-плутон структурийг Баяновоогийн вулканы нумд хамаарууллаа. Суналын дагуу 50 гаруй км үргэлжилэх Баяновоогийн гранитоидын бүрдэл болон түүнтэй нэгэн эвшлийг үүсгэж байгаа гэж болох Өвгөн толгой формацын тасралтгүй ялгасан вулканиг нь бүгд шохойлог-шүлтлэг найралгатай юм. Энэхүү нумын өврийн хэсэгт нилээд өргөн тархсан хурдас бол конгломерат, шохойжингийн мэшил, үетэй элэжин, алевролит, аргиллит, цахиураг чулуулаг, серицитэд занар зэрэг терриген зонхилсон чулуулгаас тогтоно. Номт уул формацын баруун үргэлжлэл дээр түүнтэй аажим шилжилтэй Хэц уул формацын хурдас байрлана. Хэц уул формацын найралганд хаяа дацит, андезит бий болж байгаа нь Баяновоогийн вулканы нумын нөлөө ч байж болох юм. Номт уул формацыг улалж байгаа доод карбоны настай бүдүүн хэмхдэст терриген чулуулагтай нэгэн эвшлийг үүсгэдэг бөмбөлгөн текстүртэй толеитийн пиллоу лавын неодиумын изтопын харьцааг ($^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$) Бээжингийн геофизик-геохимийн хүрээлэнд тодорхойлоход 0,512964-0,512957 байгаа нэг талаас. Нөгөө талаас, тэрхүү лавтай нэгэн эвшлийг үүсгэж байгаа бүдүүн хэмхдэст чулуулаг нь тухайн үедээ Баяновоогийн эх газрын нумаас гол мөрний транзит урсгалаар

зөөгдөн ирсэн байж болохыг үгүйсгэхгүй. Энэ баримт фактууд нь Баяновоогийн нумын өврийн Номт уулын хотгорыг улалж байгаа царцдасыг “далайрхуу” болж байгаа шилжилтийн төрөлд хамааруулж болох субэхгазрын (субконтинентийн) литосфер болохыг харуулж байна. Номт уул формацын нас түрүү карбоны сүүлчээс пермийн дунд үе хүртэл цаг хугацааг заадаг конодонт, фузулинидээр тодорхойлогджээ. Хурдасны зузаан 2000м –ээс хэтрэхгүй.

Агуй уулын эх гарын шельф. Баяновоогийн вулканы нумын өврийн Номт уулын хотгорын эх газар талын захаар өргөрөгийн дагуу агуулж байгаа Номт уул формацын хурдастай нэгэн чиглэлийн суналтай шохойжингоос тогтсон рифоген гаралтай биетүүд ажиглагдана. Энэхүү шохойжингийн биетүүдийг мөн нэгэн адил нумын өврийн хотгорын хэмжээнд үүссэн байна. Уг шохойжинг Агуй уул формацад ялгаж иржээ. Насны хувьд фузулинид, шүр, мшанк зэрэг риф үүсгэгч фауны үлдвэртэй Номт уул, Хэц уул формацуудтай ижил хожуу карбондунд пермийг (гвадалуп) заана. Структурийн хувьд голдуу пермийн тэнгисийн эргийг дагасан өргөрөгийн чиглэлтэй 2-3 эгнээгээр цувран тогтсон жижгэвтэр толгод, ухаа, гүвээ лугаа адил үлдэцүүдийг үүсгэсэн байна. Энэ шохойжин нь үндсэндээ Номт уул ба Хэц уул формацуудын тархалтын хэмжээнд илэрсэн байх бөгөөд улалж байгаа терриген ба терриген-вулканоген зузаалагтайгаа аажим шилжилтэй байдаг (зур-2). Өөрөөр хэлбэл Агуй уул формацын шохойжин нь улалж байгаа хурдастайгаа тектоникийн тохорсон зааг үүсгэдэггүй.



Зураг 2. Сулнхээрийн сүбдүжцийн шаантгийн Агуй уул формацын рифийн шохойжин ба Номт уул формацын терриген зузаалг хоёрын харьцаа (Ж.Бямба, 2005)
 1 - рифийн шохойжин (Агуй уул формац), 2 - терриген хурдас (Номт формац),
 3 – шохойжингийн мэшил, 4 - конодонтын үлдвэрт газар

Таван харын сүбдүкцийн шаантаг. Энэхүү шаантгийг Таван хар формацын тэнгисийн тунамал-вулканоген зузаалаг, түүнтэй нэгэн эвшлийг үүсгэдэг суналын дагуу 60 гаруй км үргэлжилэх Сулинхээрийн хэмээх гипербазитийн бүрдэл хэлбэржүүднэ. Тэдгээрийн хооронд тектоникийн заагтай. Таван хар формац бол голдуу далай тэнгисийн элэжин, шохойжингийн үе, мэшил бүхий шүлтлэгдүү найралгатай базальт, андезибазальт, альбитофир ба тэдгээрийн түүхээ тогтоно. Насны хувьд дунд пермийн эхэн үеийг заана. Орон зайн хувьд голдуу гипербазитийн биетүүдийн далай талд ялгагдана. Зарим тохиолдолд Номт уул формац дээгүүр тохрол үүсгэнэ. Энэхүү сүбдүкцийн бүсэд байрлаж буй Таван хар формацыг далайн терриген хурдас ба далайн шүлтлэгдүү вулканын найралгатай байгаа нь түүнийг Андийн төрлийн сүбдүкцийн бүсийн нэгэн адил гүн усны ховилд тулж ирсэн далайн хучаасыг эсвэл гүн усны ховилын захын өргөгдлийг илэрхийлнэ. Таван хар формацтай голдуу нэгэн эвшлийг үүсгэж байгаа гипербазитийн 50 гаруй биетүүд нь налуу хагарлаар голдуу далайн гипербазит болотой. Тэгээд ч түүний найралгад өөрчлөлтөнд эрчимтэй авсан карбонатжилт, кварцжилт, серпентинитжилт, магнезитжилт зэрэг автотасоматик гарцбургит, перидотит болон хааяа дунит, габбро зонхилж байгаа нь дээд маанти ба далайн гуравдугаар үеийн заагийн (мохо) бүрдүүлж байсныг харуулна. Үүний хамт габброидын стронцын изотопын харьцааг мөн Бээжингийн геофизик-геохимийн хүрээлэнд тодорхойлоход ($^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$) 0.0075-0.0198- аас хэтрэхгүй байгаа нь уг гипербазитийн бүрдэл дээд маантийн гаралтай байж болохыг давхар баталж байна. Гипербазитийн насыг түүнийг урж буй жижиг ширхэгтэй габброидод Rb-Sr аргаар тодорхойлоход 367, 344 сая жил гарч байгаа нь Сулинхээрийн тэнгис девоны галавын эцэст нээгдээнийг илэрхийлнэ. Сулинхээрийн дүүргийн хэмжээнд сутурийн бүсийн зүүн сунал дээр Хятадын нутагт мөн ойролцоо найрлагатай гипербазитын биетүүд үргэлжилсэн байдаг. Насны хувьд харьцуулах юм бол Хятадын нутаг дээрхи гипербазитийн үнэмлэхүй нас Sm-Nd изохроми аргаар тодорхойлохойд 403 сая жилийг (Bao et

al, 1994) зааж байгаа нь Сулинхээрийн тэнгис зүүнээсээ баруун тийш нээгдсэн бололтой.

Сулинхээрийн дүүргийн хэмжээнд коллизийн явц триасын дунд үед явагдсан гэж үздэг боловч түүнийг шууд баталж байгаа ямар нэгэн түүхэн геологийн ба радиологийн болон бусад баримт материал одоогоор байхгүй байна. Хэрвээ Сулинхээрийн гипербазитийн биетүүд гүн усны ховил дээргүүр явагдсан тохоролыг коллизийн явцад болсон гэж үзвэл тэдгээр гипербазит нь дунд пермийн тунамал хурдаатай зааглаж байгаа, нэг талаас. Нөгөө талаас Сулинхээрийн хэт суурилаг бүрдлийн уланд дайрадаж байгаа занаржсан гипербазитийг коллиз-тохрол явагдсны шинж тэмдэг гэж үзэж болох юм. Дунд пермийн (гвадалупийн) тунамал-вулканоген хурдас нь коллизийн байж болох Хангийн хэмээх биотит-амфиболит, биотитот улаан, ягаан өнгийн гранодиорит, гранит, граносиенитийн жижиг биетүүдээр түрэгдсэн байдаг. Ханги бүрдлийн стронцын изотопын харьцаа ($^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$) 0,7900-0,7403 гарч байгаа нь уг бүрдэл түрэх явцад протолитоор бохирдсоныг зааж байна. Ханги бүрдлийн радиологийн нас юрын дунд үеийг (153 сая жил) тодорхойлж байгаа уг бүрдэл коллизийн дараах өргөгдлийг тодорхойлж байгаа болтой. Сулинхээрийн бүсийн коллизийн явцад заадаг шүлтлэгдүү найрлагатай Ханги бүрдлийн зүүн үргэлжлэл дээр Хятадын нутагт Халату хэмээх хоёр гялтгануурт гранитын үнэмлэхүй нас 230 сая жил байгаа юм. Үүнийг Ханги бүрдлийн үнэмлэхүй настай харьцуулбал мөн л Сулинхээрийн бүс өргөргийн дагуу баруун тийш шилжих дусам коллизийн явц залуужиж байсныг харуулна. Үндсэндээ пермийн эцэс триасаас эхлэн Сулинхээрийн сүбдүкцийн атираат структур ерөнхийдөө өргөгдөх хандлагатай болж түүний хэмжээнд эх газрын хөгжил ноёлон юра, цэрдийн үед деструнц явагдаж уулс хоорондын ба рифт маягийн хотгоруудад шүлтлэг вулканитын силл, хучаас бүхий бүдүүн хэмхдэст моласс хуримтлагдаж иржээ.

Хар-Эрдэний нумын өврийн хотгорын захын хотгор. Сулинхээрийн сүбдүкц-аккрецийн бүрдэлийн нэгэн хэсэг болох Хар-Эрдэнэ формацын хурдас голдуу бүдүүн хэмхдэст терриген молассаас тогтжээ. Энэхүү молассийн бүрэлдэхүүнд конгломерат, гравелит, элсжин, алевролит, аргиллит, цахиурлаг чулуулаг багтана. Хааяа шохойжингийн нимгэн үе, мэшил ажиглагдана. Зарим

газар давтамжит бүтэцтэй флишлэг зүсэлт судлагджээ. Ерөнхийдөө бор-ногоон, ягаавтар өнгөтэй. Хэрвээ Номт уул, Хэц уул, Таван хар зэрэг формацын хурдас хойшоо уналтай суналын дагуу атирсан антиклинаал, синклинал атираануудыг үүсгэдэг бол Хар-Эрдэнэ формацын хурдас тийм ч хүчтэй атираажилтанд автаагүй байна. Мөн Хар-Эрдэнэ формацын хурдасыг коллизийн явцад сүтүрийн бүсэнд үүссэн (олигетостром) гэж үзэж болох талтай.

Палеотектоникийн хөгжлийн түүх: Сулиндхээрийн тэнгисийн гарал үүсэл маргаантай. В.С. Руженцев, Г. Бадарч [2, 3], Шенгер, Наталин нар уг тэнгисийг анхдагч далайн сав гэж үзэж байхад харин Ж. Бямба нар [1] Сулиндхээрийн тэнгисийг Өмнөд Монголын далайг карбонд хаагдахад үүссэн хоёрдогч далайн сав болох талаар санал дэвшүүлжээ.

Сулиндхээрийн сүбдүкц-аккрецийн хурдас тархсан дүүрэгт доод карбоноос хөгшин настай хурдас тогтоогдоогүй байна. Мөн Сулиндхээрийн гипербазитын нас 367, 344 сая жил зааж байгаа нь хожуу девон-түрүү карбоны үед ямар ч гэсэн далайн төрлийн царцдастай сав нээгдсэн байжээ. Үүнээс үзвэл энэ дүүрэгт девонд Атлантын далай лугаа адил эх газрын идвэхгүй захтай тэнгис байсан гэж таамаглаж болох юм.

Өмнөд Монголын далайд девоноос эхлэн сүбдүкцийн явц хөгжиж агшилт эрчимжихийн хэрээр Сулиндхээрийн дүүрэгт Палеотетисийн далайн Өмнөд Говийн массивтай нийлсэн далай ба эх газрын нийлэх бүсийн дагуу далайн төрлийн царцдас нимгэрсээр байв. Үүний хамт түүний дээр девоны үед далайн ба эх газрын плитийн заагт идвэхгүй захын хөгжлийн явцад хуримтлагдсан эх газрын хормойн хурдсыг далайн плитийн уян налархай хязгаар дуусан даахаа болиг хугарч сүбдүкцийн бүс үүссэн гэж тайлбарлахад хүргэж байна.

Сүбдүкцийн Баяновоо бүрдэлийн **интрузивтэй** комагмын холбоотой Овгөн толгой формацын базальт, андазит, **дацит зэрэг** шохойлог-шүлтлэг вулканиг вулканы нумыг хэлбэржүүлж байв. Энэхүү сүбдүкцийн явцад Өмнөд Говийн массивийн урд талын зах дээгүүр шохойлог-шүлтлэг найрлагатай Баяновоогийн интрузивийн бүрдэл түрж байсан болтой. Түүний үнэмлэхүй насыг Rb-Sr изохроны аргаар 240 сая жил гэж тодорхойлжээ. Баяновоо бүрдэлийн ижил болох ойролцоо найрлагатай Хятадын нутагт үргэлжилдэг сүбдүкцийн

Баолидао бүрдлийн насыг 309 сая жил [8] гэж U-Pb изохроны аргаар тодорхойлжээ. Үүнээс үзвэл сүбдукцийн явц мөн л зүүнээсээ баруун зүгт хөгжиж байсныг илэрхийлнэ.

Ингэж Номт уул ба Агуй уул формацын терриген, карбонат хурдас нумын өвөрт хуримтлах явцад түүний доогуур Палеотетисийн далайн плит шургаж байв. Энэ явцад Таван хар хэмээх далайн өргөгдөл сүбдукцийн бүсэнд аккрицлагдан далайн плитийн шургалт зогсоход далайн меланократын суурийн ба магадгүй нумын өврийн далайн төрлийн царцдас болох гипербазитийн биетүүд сүбдукцийн бүс, нумын өврийн зах дээгүүр тохорч эхэлжээ.

Энэ нь Сулинхээрийн дүүрэгт коллизийн явцыг эрчимжүүлэн коллизийн ба түүний дараахи өргөгдлийн явцад Ханги бүрдэл түрсэн байна.

Ингэж Сулинхээрийн сүбдукц-аккрецийн дүүргийн хэмжээнд пермийн эцсээс триасын дунд үе хүртэл орогенез явагдаж түүнээс хойш өнөөг болтол эх газрын өргөгдөх хандлагатай хөгжил давамгайлан юра, доод цэрдэд Яншаны хөдөлгөөний явцад үүссэн деструкцийн хотгоруудад бүдүүн хэмхдэст моласс, шүлтлэг вулканит хуримтлагдаж иржээ.

Эцэст нь дүгнэж үзэхэд Сулинхээрийн далайн сав бол девонд нээгдсэн хоёрдогч гаралтай бөгөөд зүүнээсээ баруун тийш нээгдэж мөн энэ чиглэлд хаагдсан байна. Энэхүү хаагдсан коллизын явцыг шүлтлэгдүү найрлагатай түрүү мезозойн (230-153 сая жилийн настай) гранитоид илэрхийлнэ, нэг талаас, нөгөөгөө талаас Сулинхээрийн бүсийн олон тооны гипербазитийн биетүүд бүхий коллизийн бүс бол хойд талын Алтайд, өмнөд талын Манжуридыг мезозойн эхэнд гагнасан сүтүрийн бүс болох нь харагдаж байна.

Резюме

Новые данные о Сулинхээрском субдукционно-аккреционном призме

В статье приведены новые данные об абсолютных возрастах субдукционного Баянобинского и коллизийного Хангинского интрузивных комплексов а также гипербазитовых тел Сулинхээрской сутурной зона. Кроме

того даны изотопные соотношения неодима толеитовых базальтов раннего карбона и стронция гипербазитов. Эти данные с учетом геологической ситуации Сулинхээрского призма, а также их сопоставлением с данными Китайской части данной структуры можно сделать следующие выводы:

1. Сулинхээрское море отрывался с востока на запад в течение девона, тем самым данное море вероятно является вторичным.

2. Субдукционные пластины падали на север в сторону Южно-Гобийского массива. О чем свидетельствуют субдукционные гранитоиды Баянобинского комплекса.

3. Закрытие Сулинхээрского моря падает на середину триаса и оно трассируется гипербазитовыми швалями, которые имеют верхнемантийное происхождение.

4. Что касается положения толеитовых базальтов Хангинобинской формации в пределах преддугового прогиба то они указывают, что ложа под ними является субконтинентальными.

В конце можно сделать вывод о том, что Сулинхээрский субдукционно-аккреционный призм с его гипербазитовыми телами является сutureной зоной сращивания Сибирского и Северокитайского континентов.

Зохлол

- Алтангэрэл Б., Амаржаргал А. нар., 2001. Сулинхээрийн бүсийн тектоникийн хөгжлийн тухай эрдцүүлэл. Геологи № 2, 3. 163-168 х.
- Бадарч Г., 1990. Тектоника складчатых поясов Южной Монголии: Дэд докторын диссертацийн хураангуй, УБ, 26 х.
- Руженцев С.В., Поспелов И. И., Бадарч Г., 1992. Офиолитовые сутуры Внутренней Монголии: Доклады АН СССР, №5, с. 953-957
- Суетенко О.Д. 1971. Тектоника палеозойд юго-восточной Монголии: Дэд докторын диссертацийн хураангуй, Москва, 29 с.
- А. Амаржаргал, 2003. Сулинхээрийн бүсийн хожуу палеозойн стратиграфи. Монголын геосудлаач, УБ, №19. 49-50 х.
- А. Амаржаргал, 2004. Сулинхээрийн сүтүрийн бүсийн тектоникийн асуудалд. Монголын геосудлаач, УБ, №26.27-29 х.
- Далай Л., Амаржаргал А., 2002. Сулинхээрийн бүсийн мезозойн өмнөх хурдасны стратиграфи. Геологийн асуудлууд, УБ, №5, 82-93 х.
- Bin Chen, Bor-ming Jahn, S.Wilde, Bei Xu, 2000. Two contrasting paleozoic magmatic felts in northern Inner Mongolia, China: petrogenesis and tectonic implications. Tectonophysics, 238, pp. 157-182.