

## УЛААНБААТАР ТЕРРЕЙНЫ ЭЛСЭН ЧУЛУУНЫ СУДАЛГААНЫ ДҮНГЭЭС (АЛТАН-ОВОО ФОРМАЦИЙН ЖИШЭЭН ДЭЭР)

Л.Оюунжаргал, Л.Жаргал, Д.Нансалмаа

*Монгол Улсын Их Сургууль  
Газарзүй Геологийн Факультет*

Улаанбаатар турбидит террейн нь Цэцэрлэгийн террейний зүүн талаар, түүнтэй Хархорины хагарлаар хиллэж байрших ба Туул голын ай саваар дамнан зүүн хойшоо улсын хил хүртэл үргэлжилж, улмаар ОХУ-ын нутаг дахь Дагуурын террейнтэй нийлнэ. Тэрээр ерөнхий тогтцын хувьд Цэцэрлэгийн террейнтэй адил боловч ижил төрлийн геологийн насаараа арай залуувтар байдгаар ялгагдана (Төмөртоогоо, О., 2002).

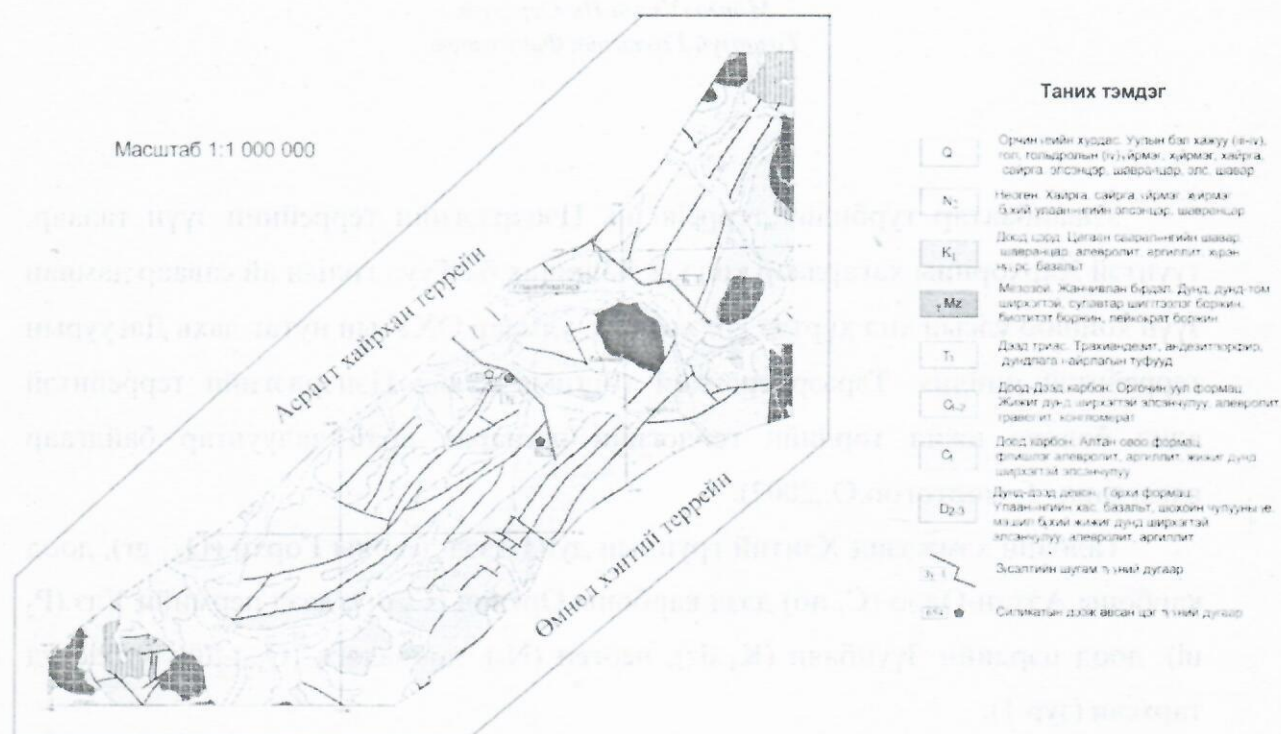
Талбайн хэмжээнд Хэнтий группын дунд-дээд девоны Горхи ( $D_{2,3}$  gr), доод карбоны Алтан-Овоо ( $C_1$  ao) дээд карбоны Оргиоч ( $C_2$  og), дээд пермийн Улз ( $P_2$  ul), доод цэрдийн Зүүнбаян ( $K_1$  dz), неоген ( $N_2$ ), дөрөвдөгч ( $Q_{IV}$ )-ийн хурдсууд тархсан (зур.1).

**Интрузив чулуулаг.** Судалгаа явуулсан талбайн хэмжээнд доод карбоны настай элсэн чулуу, алевролитын зузаалгийг мезозойн настай Богд уул, Горхи, Авдарын боржингийн массивууд зүсч гарсан байдаг. Эдгээр жижиг ширхэгт боржин нь өндөр хурц шовх гадаргуу үүсгэсэн байхаас гадна усан хагалбар болдог. Зарим хэсэгт багахан апофизүүд ажиглагдана.

Боржингийн массивуудыг тойроод хил заагийн хувирал ажиглагдах бөгөөд ихэвчлэн эвэржсэн элсэн чулуу, шаварлаг занар тохиолдоно. Үүнд амфибол пироксен заримдаа кордиерит бүхий биотит-кварц-плаггиоклазын, биотит плаггиоклазын эвшил зонхилно.

**Ашигт малтмал.** Уг талбайд нүүрс барилгын материал, зарим өнгөлгөөний чулуулгийн ордууд, төмөр марганц, алтны илрэл, эрдэсжсэн цэгүүд, зарим элемент, эрдсийн сарнилын хүрээнүүд шлих, геохимийн сорьцлолтын дүнгээр тогтоогдсон байна. Судалгааны талбайд илрүүлэгдсэн нүүрс, барилгын

материалын ихэнх ордуудыг өмнөх судлаачид нарийвчилсан хайгуул хийн нөөц чанарыг тогтоож, алт марганцын илрэлүүд хэмжээ агуулгаар бага учир хэтийн төлөв муутай нь батлагдсан.



Зураг 1. Улаабаатар төрөйний геологийн зураг.

## 1. Аргачлал

Хээрийн судалгааны үед цуглуулсан дээжнүүдээр шлиф хийлгэн элсэн чулуунуудад Gazz-Dickinson-ы аргачлалаар тоололт хийсэн. Карбоны настай Алтан Овоо формацаас авсан элсэн чулууг найрлагаар нь Folk (1968)-ын ангилалаар ангилж, Dickinson (1985)-ны геотектоник нөхцлийг тодорхойлох диаграмм, мөн геохимийн шинжилгээний үр дүнгээр гарал үүслийг нь тодорхойлох зорилгоор Т.Р.Бхат [96]-ийн, Ватиа (1983)-ийн диаграммуудыг тус тус байгуулсан.



## 2. Петрографийн найрлага

Доод Карбон настай Алтан-Овоо формациас авсан элсэн чулууг микроскопоор судлахад эрдсийн болон чулуулгийн хэмхдэст материалуудаас тогтжээ. Хэмхдэсүүдийн хэмжээ нь 0.06мм-ээс 1.0мм заримдаа 1 мм-ээс 2.2 мм хүртэл хэмжээтэй байна. Өөрөөр хэлбэл зарим элсэн чулуунууд нь тухайлбал 611/11 нь гравелитийн хэмжээтэй хэмхдэсүүдийг 20-25% хүртэл агуулсан байхад 611/3; 611/1; 611/13 дугаартай элсэн чулуунууд нь алевритийн хэмжээтэй хэмхдэсүүдийг бага хэмжээгээр агуулжээ.

Хэмхдэсүүдийн мөлгөржилт нь сайнаас дунд зэрэгтэй. Хэмхдэсүүд нь эрдсийн болон чулууны хэмхдэсээс тогтжээ.

Эрдсийн хэмхдэсүүдээс эвэрхуурмагийн, кварц, плагиоклаз, калийн хээрийн жоншны хэмхдэсүүд тохиолдоно. Плагиоклазын хэмхдэсүүд нь пелит, серицитэд ховроор эпидотод хувирчээ. Калийн хээрийн жонш нь пелитжсэн, заримдаа микроклиний сараалжин бүтэцтэй харагдана.

Чулууны хэмхдэсүүдээс аргиллит, андезит, дацит, риолитын хэмхдэсүүд зонхилж байхад хааяа алевролит, туф, занарын хэмхдэсүүд тэмдэглэгдэх бөгөөд эдгээр нь шигтгээлэг, микролитлэг, микрофельзитлэг, алевритлэг, микрогранофир микрогранолепидобластлаг структуртэй, цул нягт, занарлаг ховроор миндалинлаг текстуртэйгээр ажиглагдана.

Цемент нь голчлон хлорит, эпидотоос тогтжээ.

Аксессуар эрдсээс хүдрийн эрдэс, апатит, сфен, циркон, монацит түүнчлэн турмалин, ортит тааралдана. Өгөгдсөн элсэн чулуунууд нь бага зэрэг кварцын хялгасан судлуудаар зүсэгдсэн байна. Өргөн нь 0.05 мм. Мөн карбонат, эпидотын судал ажиглагдаж байна.

### 3. Элсэн чулууны ангилал

#### 3.1. Q-F-L диаграмм

Folk-ийн (1968) Элсэн чулууны ангиллын Q-F-L диаграмм дээр формаци тус бүрээр зураг 2, хүс.1-д харуулав. Алтан Овоо формацийн нэг элсэн чулуу литик аренитийн талбайд, долоон элсэн чулуу хээрийн жоншит литик аренитийн талбайд буулаа. Харин гурван дээж сублитикаренитийн талбайд, зургаан дээж субаркоз, арван хоёр дээж литик аренитийн талбайд буусан байна. Хорин долоон дээж аркозийн талбайд буулаа.

#### 3.2. Qt-F-L диаграмм

Dickinson-ний (1985) Qt-F-L диаграмм (зур. 3, хүс.1, хүс.3,) дээр доод карбоны Алтан Овоо формацийн элсэн чулуунууд нь талбай дээр тархаж буусан байна. Өөрөөр хэлбэл арван долоон элсэн чулуу нь маагмын нумын талбайд, арван дөрвөн дээж нь дахин сэргэсэн ороген талбайд бууж байна. Үлдсэн хорин таван дээж нь өргөгдлийн суурь, тогтворжоогүй эх газар, кратон дээр бууж байна.

Алтан Овоо формацийн элсэн чулуунуудыг тоолсон боловсруулсан өгөгдлүүд

Дээж	Q-F-L, %			Q-F-Lt, %			Хүснэгт 1. Qp-Lvm-Lsm, %		
	Q	F	L	Qm	F	Lt	Qp	Lvm	Lsm
A-6-1	51.5	28.2	20.1	35.7	37.4	26.7	73.6	15.3	11.0
A-6-2	64.8	14.7	20.3	44.0	23.5	32.4	65.6	31.8	2.52
A-6-3	74.6	16.5	8.77	64.5	23.1	12.2	82.3	17.6	0
A-6-5	57.7	36.9	5.28	40.5	52	7.42	89.1	9.62	1.25
A-6-9	24.8	59.1	16.0	16.7	65.5	17.7	44.2	53.6	2.01
A-6-10	25.9	48.8	25.2	20.8	52.1	26.9	22.8	22.8	54.3
A-6-13	42.2	53.9	3.80	31.5	63.9	4.50	80.3	19.6	0
A-6-15	47.0	42.8	10.0	34.3	53.1	12.5	68.9	19.7	11.3
A-6-16	44.9	50.8	4.19	32.7	62.1	5.12	87.1	12.8	0
A-6-17	36.4	55.5	7.97	28.2	62.7	9.00	63.4	36.5	0



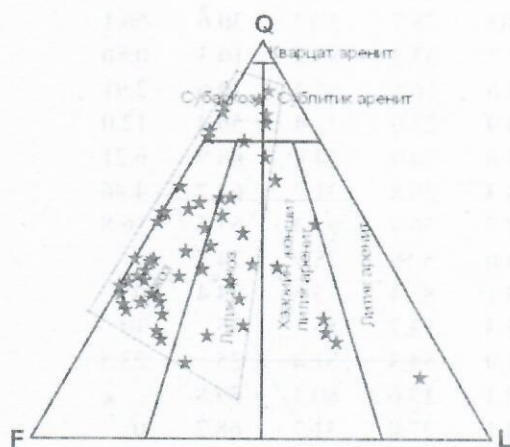
A-6-19	60.5	28.8	10.6	43.8	41.0	15.1	76.3	14.3	9.31
A-6-20	35.2	37.1	27.5	30.8	39.7	29.4	20.7	79.2	0
A-6-21	31.0	55.8	13.0	25.4	60.4	14.1	37.2	53.2	9.46
A-6-22	28.4	39.5	31.9	18.1	45.3	36.5	30.4	1.90	67.6
A-6-23	34.1	59.0	6.70	23.7	68.4	7.76	88.4	11.5	0
A-6-24	34.2	54.8	10.8	23.7	63.6	12.6	59.2	40.7	0
A-6-24/4	56.5	43.4	0	37.9	62.0	0	100	0	0
A-6-25	39.4	58.9	1.54	30.7	67.4	1.76	89.0	10.9	0
A-6-26/2	75.7	23.8	0.42	54.1	45.0	0.8	100	0	0
A-6-27	36.3	62.3	1.23	29.0	69.6	1.37	96.2	3.79	0
A-6-28	44.3	51.9	3.70	36.2	59.5	4.24	77.4	18.3	4.22
A-6-30	27.1	59.1	13.7	15.4	68.5	15.9	50	50	0
A-6-31/2	83.6	16.3	0	47.8	52.1	0	100	0	0
A-6-31/4	82.0	17.5	0.40	58.4	40.5	0.94	100	0	0
A-6-31/10	77.3	22.6	0	51.0	48.9	0	100	0	0
A-6-31/12	45.1	54.8	0	28.8	71.1	0	100	0	0
A-6-31/14	54.4	45.2	0.34	30.9	68.5	0.51	100	0	0
A-6-31/28	38.3	61.6	0	27.3	72.6	0	100	0	0
A-6-31/36	63.3	35.9	0.73	44.8	54.0	1.10	97.8	2.15	0
A-6-31/46	56.8	42.4	0.74	42.9	56.0	0.98	97.0	2.97	0
A-6-33	32.4	63.0	4.48	18.1	76.4	5.43	100	0	0
A-6-34	40.8	56.3	2.75	23.6	72.8	3.55	96.7	3.22	0
A-6-36	33.7	63.0	3.25	21.2	74.8	3.86	95.4	4.54	0
A-6-37	35.7	54.4	9.81	25.7	62.9	11.3	59.8	36.6	3.48
611/1	79.2	9.61	11.1	58.7	19.0	22.1	84.1	15.4	0.44
611/3	87.3	4.96	7.69	42.0	22.7	35.2	93.7	5.95	0.29
611/4	85.0	8.26	6.66	29.1	39.2	31.6	92.5	7.5	0
611/5	26.7	22.5	50.6	14.4	26.3	59.1	22.1	77.0	0.76
611/6	48.3	36.8	14.7	39.0	43.4	17.4	55.3	43.6	0.97
611/8	42.5	41.5	15.9	36.9	45.5	17.4	43.5	53.8	2.56
611/9	30.1	21.4	48.4	23.0	23.5	53.3	17.5	54.6	27.7
611/10	56.1	30.6	13.2	49.2	35.3	15.3	57.6	41.3	1.08
611/11	15.5	7.75	76.7	13.3	7.95	78.7	3.17	30.6	66.1
611/13	81.3	8.47	10.1	38.8	27.7	33.3	88.7	10.3	0.86
611/14	60.4	26.6	12.9	48.5	34.6	16.8	66.4	30.6	2.91
611/16	39.5	37.0	23.4	33.0	40.9	25.9	31.4	56.4	12.0
611/18	43.2	25.0	31.6	37.3	27.6	34.9	24.8	68.9	6.21
611/19	43.7	30.1	26.0	37.8	33.3	28.8	31.2	64.2	4.46
611/20	24.3	21.5	54.0	20.2	22.7	56.9	9.64	53.5	36.8
658	39.7	55.4	4.83	30.3	64.0	5.58	75.1	24.8	0
653	59.1	33.7	7.00	47.9	43.1	8.94	75.5	24.4	0
654	40.8	47.3	11.7	30.9	55.3	13.7	55	35	10
006-25	53.8	11.4	34.6	27.6	17.9	54.3	51.4	25	23.5
006-102	52.8	35.7	11.3	43.1	43.1	13.6	60.1	39.8	
006-101	19.0	56.9	24.0	8.80	64.1	27.0	31.7	68.2	0
006-24	70.7	14.0	15.2	44.9	26.4	28.6	75.4	0	24.5

### 3.3. Qm-F-Lt диаграмм

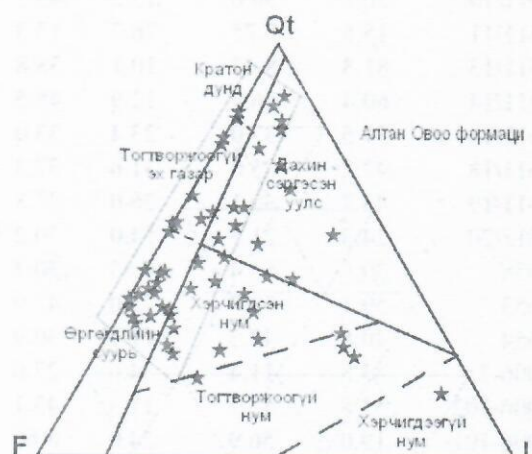
Dickinson-ний (1985) Qm-F-Lt диаграмм (зур.4, хүс.1, хүс.3.) дээр Алтан - Овоо формацийн элсэн чулуунуудын тооцоолсон өгөгдлүүдээр буулгахад арван найман элсэн чулуу маагмын нум түүн дотроос хэрчигдсэн нумын талбайд харин гурван нь тогтворжоогүй нумын талбайд тэмдэглэгдэж байна. Мөн таван элсэн чулуу түүн дотроос дөрвөн элсэн чулуу литик дахин сэргэсэн талбайд нэг нь тогтворжоогүй дахин сэргэсэн орогений талбайд тус тус тэмдэглэгдсэн болно.

### 3.4. Qp-Lvm-Lsm диаграмм

Dickinson-ний (1985) Qp-Lvm-Lsm диаграмм (зур. 5, хүс.1, хүс.3.) дээр Алтан -Овоо формацийн элсэн чулуунууд нь холилдсон орогений талбайд бууж байна. Уг формацийн хоёр элсэн чулуу нь нумын орогений талбайд дээр бууж байгаа нь маагмын нумын тэжээгдлийн эх үүсвэр байгааг илэрхийлжээ.

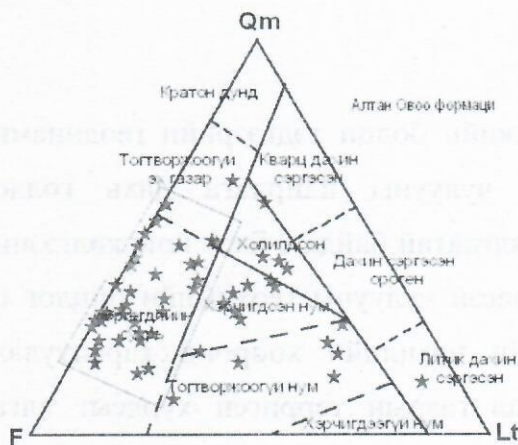


Зураг 2. Алтан Овоо формацийн элсэн чулууны ангилал (Folk., 1968).



Зураг 3. Алтан Овоо формацийн элсэн чулууны геотектоник нөхцөл (Dickinson., 1985).





Зураг 4. Алтан Овоо формаци (Dickinson., 1985).



Зураг 5. Алтан Овоо формаци (Dickinson., 1985).

#### 4. Петрохими

Хээрийн судлагааны үеэр цуглуулсан дээжнээс 3-н дээжийг геохимийн шинжилгээнд өгсөн. Элсэн чулууны геохимийн шинжилгээний үр дүнг ашиглан гарал үүслийг нь тодорхойлох зорилгоор Т.Р.Бхат [96]-ийн боловсруулсан янз бүрийн тектоник нөхцөлд үүссэн терриген чулуулгийн голлох элементийн диаграмм, Ватна (1983)-ийн тэжээлийн мужийг тодорхойлох диаграммуудыг байгуулсан болно (хүс.2).

Алтан -Овоо формацийн элсэн чулууны петрохимийн шинжилгээний үр дүн

Хүснэгт 2.

Дээжийн дугаар	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	CaO	MgO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	MnO	n.n.n
658	65.15	0.56	15.39	2.02	2.7	2.8	1.29	4.59	2.78	0.157	0.08	1.67
654	66.25	0.52	15.46z	0.7	3.46	2.63	1.21	4.68	2.82	0.151	0.07	0.99
653	66.18	0.52	15.43	1.84	2.52	2.45	1.18	4.64	3.08	0.119	0.07	2.14

## 4.1. Бхат [96]-ийн шүлтийн диаграмм

Хурдас хуримтлалын янз бүрийн мужийн болон тэдгээрийн геодинамик нөхцлийн ялгаанаас шалтгаалан элсэн чулууны найрлага дахь голлох элементүүдийн хэмжээ хоорондоо ихээхэн ялгаатай байдаг. Бхат шинжилгээний их хэмжээний материал дээр тулгуурлан элсэн чулууны геохимийн онцлог ба хуримтлагдсан сав газрын геодинамикийн нөхцлийн хооронд харьцуулалт хийснээр эх газрын захын ба далайн сав газрын терриген хурдсыг ялгах шалгуурыг тогтоож, түүнийг үзүүлэх диаграмм боловсруулсан байна.

Хамгийн өргөн бөгөөд байнга хэрэглэгддэг илэрхийлэлүүд:  $\text{Fe}_2\text{O}_3^* + \text{MgO}$ ,  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2$ ,  $\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3/(\text{CaO} + \text{Na}_2\text{O})$  болно.  $\text{Fe}_2\text{O}_3^*$ -төмрийн агуулгын нийлбэрийг  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ -д оруулж тооцсон хэмжээ. Хурдсын найрлагын өөрчлөлт нь элсэн чулууны хувьд далайн арлан нумаас эх газрын арлан нумд мөн эх газрын идэвхитэй захаас идэвхигүй захад шилжихэд  $\text{Fe}_2\text{O}_3^* + \text{MgO}$ ,  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2$ -ны хэмжээ нэмэгдэж,  $\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3/(\text{CaO} + \text{Na}_2\text{O})$ -ны агуулга буурах хандлагатай байдаг байна.

Эх газрын идэвхтэй захын элсэн чулуунд эх газрын арлан нумынхаас  $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{MgO}$  (2-5%),  $\text{TiO}_2$  (0.25-0.45%),  $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2$  (0.1-0.20)-ын хэмжээ доогуур, харин  $\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}$  дээгүүр утгатай байна. Энэ төрлийн элсэн чулууны голлох тэжээгч эх үүсвэр нь гнейсгранит болон хүчиллэг вулканы чулуулаг байдаг. Ийм төрлийн элсэн чулууны орчин үеийн гүн усны элсний давших хэсэг геохимийн найрлагаар ойролцоо байх боловч  $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2$  -ны утга харвцангуй их,  $\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}$  бага байдаг ялгаатай. 653, 654, 658 дээжний геохимийн шинжилгээний үр дүнгээр дээрх диаграммыг байгуулахад эх газрын идэвхитэй зах дээр буусан байна (зур.6, зур.8).

## 4.2. Ватиа (1983)-ийн диаграмм

Элсэн чулууны геотектоник байдлыг тодорхойлох ангилалын диаграмм (1983). Алтан-Овоо формацийн 653, 654, 658 дээжнүүдийн геохимийн

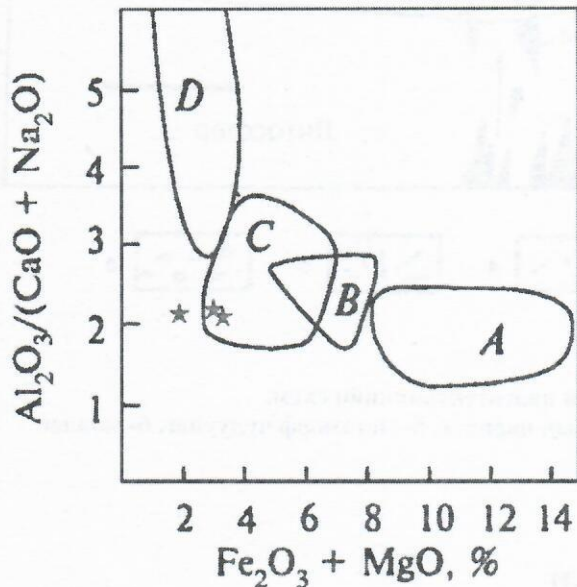


шинжилгээний дүнг ашиглан энэхүү диаграммыг байгуулахад хүчиллэг интрузив дээр хоёр дээж, дундлаг интрузив дээр нэг дээж нь бууж байна (зур. 7).

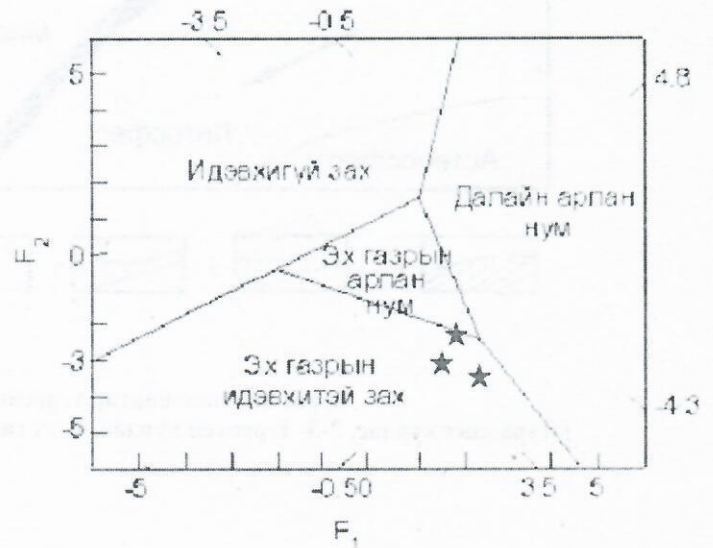
F1 ба F2 үйлдлүүдийн бодох дараалал:

$$F_1 = -0.0447\text{SiO}_2 - 0.972\text{TiO}_2 + 0.008\text{Al}_2\text{O}_3 - 0.267\text{Fe}_2\text{O}_3 + 0.208\text{FeO} - 3.082\text{MnO} + 0.140\text{MgO} + 0.195\text{CaO} + 0.719\text{Na}_2\text{O} - 0.032\text{K}_2\text{O} + 7.510\text{P}_2\text{O}_5 + 0.303$$

$$F_2 = -0.421\text{SiO}_2 + 1.988\text{TiO}_2 - 0.526\text{Al}_2\text{O}_3 - 0.551\text{Fe}_2\text{O}_3 - 1.610\text{FeO} + 2.720\text{MnO} + 0.881\text{MgO} - 0.907\text{CaO} - 0.177\text{Na}_2\text{O} - 1.840\text{K}_2\text{O} + 7.244\text{P}_2\text{O}_5 + 43.57$$



Зураг 6. Алтан -Овоо формацийн элсэн чулууны геотетоник байдлыг тогтоох Бхатийн диаграмм дээр үзүүлэв.

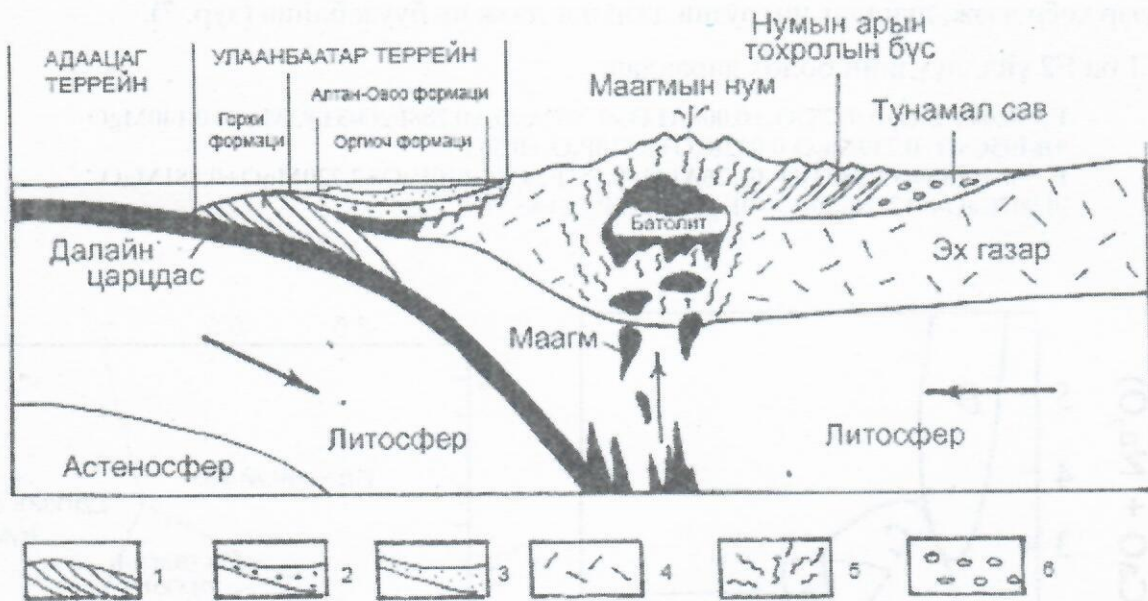


Зураг 7. Алтан -Овоо формацийн элсэн чулууны гэжээлийн мужийг тодорхойлсон диаграмм (Ватна, 1983)

Алтан -Овоо формацийн янз бүрийн гэжээгдлийн мужийн төрлүүд

Хүснэгт 3.

Нас	Qt-F-L	Qm-F-Lt	Qp-Lvm-Lsm
Доод Карбон (Алтан -Овоо формаци)	Кратон дунд, тогтворжоогүй газар ба өргөгдлийн суурь	Өргөгдлийн суурь	Холидсон ороген



Зураг 8. Улаанбаатар террейний палеотектоникийн схем.  
1-турбидит хурдас, 2-3- терриген хурдас, 4- эх газрын царцдас, 5- метаморф чулуулаг, 6- моллас

### Дүгнэлт

Алтан-Овоо формацийн элсэн чулууны петрологийн судалгааг хийснээр доорх дүгнэлтийг хийж байна.

- Алтан-Овоо формацийн элсэн чулуунууд нь гол төлөв субаркоз, литик аркоз, аркозын найрлагатай байна.
- Алтан-Овоо формацийн элсэн чулуунууд нь петрографийн болон петрохимийн судалгаагаар голчлон эх газрын блок өөрөөр хэлбэл эх газрын идэвхитэй захыг зааж байна.
- Улаанбаатар турбидит террейн нь эх газрын идэвхтэй захад үүссэн гэдэг нь энэхүү судалгааны ажлаар нотлогдож байгаа бөгөөд цаашид олон дээжинд хими анализ хийж бусад нэг насны ижил төрлийн хурдсуудтай харьцуулах шаардлагатай.



**Ном зүй**

- Балжинням О., 2003, Тунамал чулуулаг. Улаанбаатар, 233 х.
- Бат-Олзий Д., Гэрэл О., Банзрагч Б., Чулуун Д., 1993, Богд уулын гранитын массивын геологи-петрографи. ТИС-ийн эрдэм шинжилгээний бичиг. Улаанбаатар. №3 (18) 279 х.
- Бямба Ж., 2003, Геотектоник. Улаанбаатар, 322 х.
- Дашдаваа С., Жаргал Л., 2000, Эрдэс чулуулаг судлал. Улаанбаатар, х. 237-265
- Dickinson W.R., 1985, Interpreting province relations from detrital modes of sandstones. In: Zuffa, G.G. (ed.), Provenance of Arenite. Reidel, Holland, p.333-361.
- Jargal, L., Yong Il Lee., 2006, Detrital modes of the East Gobi basin (Ondor-Bogd area) sandstones in the southeastern Mongolia and their geological implications. Geosciences Journal., Vol.10, No. 1, p. 1-16.
- Олзийбаяр Л., Жаргал Л., 2004, Петрографийн шинжилгээ ба чулуулаг бүрдүүлэгч эрдсүүд. Улаанбаатар, 101 х.
- Өнөдлэр Т., Банзрагч Б., Сэнгэдорж Т., Отгончимэг Х., Ховдхаан Р., Бадарч Д., Готовсүрэн А., 1993, Улаанбаатар хотгор орчмын 1990-1992 онуудад явуулсан гидротектологийн иж бүрдэл эрлийн тайлан.
- Folk L., 2000, Petrology of sedimentary rocks. 179 p.
- Хасин Р.А., Благонравова Л.А., Михайлов Э.В., 1973, Средне-верхнеюрские интрузивы геология МНР. Том II. Магматизм метаморфизм тектоника. Изд. Недра. Москва. 751 с.
- Khishigsuren S., Bombach K., Tichomirova M., Munkbat B., 2003, New Zircon age data of the Bogd Uul granite, Central Mongolia. Mongolian Geoscientist. Ulaanbaatar. №19, p. 103-107.
- Коваль П.В., 1998, Региональный геохимический анализ гранитоидов. Новосибирск Издательство СО РАН НИЦ ОМГГМ. 429с.
- Хишигсүрэн С., Баярцэцэг Р., Тогтохмаа Г., 2004, Богд уулын боржингийн массивын хүдржилтийн асуудалд. Геологи. Улаанбаатар. № 10, х. 95-99.
- Төмөртогоо, О., 2002, Монгол орны тектоникийн 1:1000000-ын масштабын зургийн товч тайлбар. Улаанбаатар. 27х.
- Склярлов, Е.В., Гладкочук, Д.П., Донская, Т.В., Иванов, А.И., Летников, Е.Ф., Миронов, А.Г., Баран, И.Г., Сизых, А.И., 2006, Геохимийн шинжилгээний дүнгийн тайлалт (орч). х. 92-114
- Оюунжаргал, Л., Жаргал, Л., Доржсүрэн, Б., 2006, Улаанбаатар төрөийн Горхи, Алтан Овоо формацийн элсэн чулууны петрологийн судалгаа. Геологийн асуудлууд, Улаанбаатар, х. 105-113.