

ВУЛКАНИЗМ

УДК 551.24 (03+519)

ПОЗДНЕМЕЛОВОЙ – КАЙНОЗОЙСКИЙ БАЗАЛЬТОВЫЙ ВУЛКАНИЗМ КОРЕИ

Ю.А. Мартынов*, Ли Д. У.**

*Дальневосточный геологический институт ДВО РАН, г. Владивосток

**Национальный Университет Конджу, г. Конджу, Чунгнам, Корея

На основании обобщения опубликованной геологической и геохимической информации по позднемеловому – кайнозойскому магматизму Корейского полуострова показана закономерная смена геохимических признаков базальтовых магм в кайнозое от типично субдукционных (поздний мел), до типично внутриплитных (четвертичный период). На основании этого предполагается существование двух основных магматических источников – субдукционного и внутриплитного. Внутриплитный источник, согласно геохимическим и изотопным данным, был локализован в пределах гетерогенной субконтинентальной литосферы и оказывал определяющее влияние на состав разновозрастных базальтов. Вклад субдукционного компонента в магмогенез резко сократился на рубеже кайнозоя, что, наряду с изменением характера вулканизма с преимущественно кислого на преимущественно основной и смещением последнего в восточную и северо-восточную части полуострова, дает основание предполагать смену тектонического режима развития территории в начале палеогена, прекращение субдукции и начало рифтогенеза. С учетом ранее опубликованной информации по Восточно-Сихотэ-Алинскому вулканогену, эти данные свидетельствуют о необходимости корректировки существующих представлений о тектонической эволюции Евразийской континентальной окраины в кайнозое, в возрасте и механизме раскрытия Япономорской котловины.

Ключевые слова: поздний мел – кайнозой, базальтовый вулканизм, геохимия, геодинамика, Корея.

ВВЕДЕНИЕ

Выполненные в последние десятилетия детальные геологические и петрологические исследования Восточно-Сихотэ-Алинского вулканического пояса [3, 4, 5 и др.] свидетельствуют о необходимости уточнения существующих представлений о геодинамическом развитии восточной окраины Евразии в кайнозое, времени прекращения субдукции, раскрытия Япономорского бассейна, причинах и магматических источниках базальтового вулканизма. Для понимания этих проблем большое значение имеют данные по геологическому строению и геохимии вулканических толщ Корейского полуострова, тектоническая позиция которого в позднем мезозое и кайнозое во многих отношениях была сходна с таковой для Восточного Сихотэ-Алия. Начиная с 80-х годов как на севере [1, 6–9 и др.], так и на юге Кореи [15–19, 24–35 и др.] проводились серьезные геологические исследования, но их результаты, опубликованные в основном в местных печатных изданиях, мало известны зарубежному читателю.

Целью данной статьи является обобщение опубликованной геологической информации и критический анализ геохимических данных по позднемеловому – кайнозойскому магматизму Корейского полуострова для решения некоторых спорных вопросов петрогенезиса и геодинамического режима развития. Основное внимание уделено базальтоидному вулканизму, как наиболее информативному при решении проблем магматических источников и геодинамики.

ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МЕЗО-КАЙНОЗОЙСКИХ ВУЛКАНОГЕННЫХ ТОЛЩ КОРЕЙСКОГО ПОЛУОСТРОВА

Начиная со средней юры (180–155 млн лет), после коллизии континентальных блоков Сино-Корейского, Собоексон-Хинда и Хонсю, Корейский полуостров представлял собой стабильную кратонную территорию, не испытывавшую каких-либо существенных ротационных или пространственных перемещений [4, 19, 20 и др.]. Большая часть полуострова относится к Сино-Корейской параплатформе, и лишь се-

веро-восточная и северо-западная части входят в состав соответственно Сихотэ-Алинской и Катазиатской складчатых областей [10].

Вулканическая активность в пределах полуострова прослеживается с поздней юры (около 135 млн лет), когда с началом субдукции океанической плиты Кула произошло заложение позднеюрского – раннемелового вулканического пояса Северной Кореи [9]. В раннемеловое время косая субдукция привела к дроблению вулканической структуры, перемещению отдельных ее сегментов и формированию серии синдвиговых бассейнов, включая бассейн Кенсан [19].

В позднемеловое время, с началом субдукции Тихоокеанской плиты, в южной части Корейского полуострова (рис. 1) формируется Южнокорейско-Японский вулканический пояс – одно из звеньев цепи окраинно-континентальных вулканических поясов, протягивающихся вдоль восточной окраины Азиатского континента. Ареалы позднемеловых эффузивов картируются в юго-восточной части полуострова. Их К-Аг возраст колеблется от 79 до 57 млн лет, причем молодые вулканиты тяготеют к южной части бассейна [10]. Нижние горизонты разреза представлены лавами и агломератовыми туфами базаль-

тового состава, которые подстилаются и перекрываются туфогенными аргиллитами [10]. Выше залегают базальты и андезибазальты, перекрытые вулканогенными конгломератами и агломератовыми туфами основного состава. Завершающие разрез вулканиты представлены породами андезитового, а затем дацитового и риолитового составов. Суммарная мощность позднемеловых вулканогенных образований оценивается в 2000 метров [24], при мощности кислых вулканитов 1000–1500 м.

Гомодромная последовательность формирования пород и преобладание кислых эффузивов над основными являются типичной особенностью позднемелового вулканизма. Хотя в некоторых случаях, например, в пределах рифтовой долины Чугарионг (центральная часть Корейского полуострова), в разрезе преобладают зеленые туфы, туфобрекчии, андезиты, толеиты и щелочные базальты [17].

Вулканогенные образования эоценового возраста распространены ограниченно, преимущественно в пределах Кильчу-Менчхонского грабена на северо-востоке полуострова [6] и в депрессии Похан на юго-востоке [10]. В Кильчу-Менчхонском грабене разрез позднего палеогена начинается с маломощной (до 150 м) пачки угленосных терригенных пород, содержащих флору позднего эоцена – олигоцена [6]. Выше без признаков несогласия залегают вулканогенные образования, мощность которых достигает 1000 м. Эффузивные фации представлены потоками массивных лав в нижней части и миндалекаменных, с подчиненным количеством пирокластиков – в верхней. Преобладают базальты, хотя в верхах разреза наряду с ними картируются плагиофировые андезибазальты.

В пределах депрессии Похан среднеэоценовый этап вулканизма (46–44 млн лет) представлен базальтовыми потоками и дайками основного состава северо-восточного простирания [24].

Вплоть до начала миоцена наблюдается перерыв в магматической активности. Раннемиоценовые эффузивы описаны в Кильчу-Менчхонском грабене, Пектусанском, Войсанском, Анджуйском и Чаньенском районах северной Кореи и в бассейнах Похан, Жанги и ряде других – в южной части полуострова [6, 28].

В центральной части Пектусанского района фрагменты миоценового разреза (12–20 млн лет), мощностью 40–50 м, представлены чередующимися потоками лав и агломератовых туфов основного состава [6]. В средней части (30–40 м) преобладают слоистые терригенно-туфогенные осадки с единичными потоками базальтов. Завершают разрез основные лавы (20–30 м), представленные миндалекаменными, мелкопорфировыми, до субафировых разностями, с доминирующими плагиоклазовыми фенокристами.

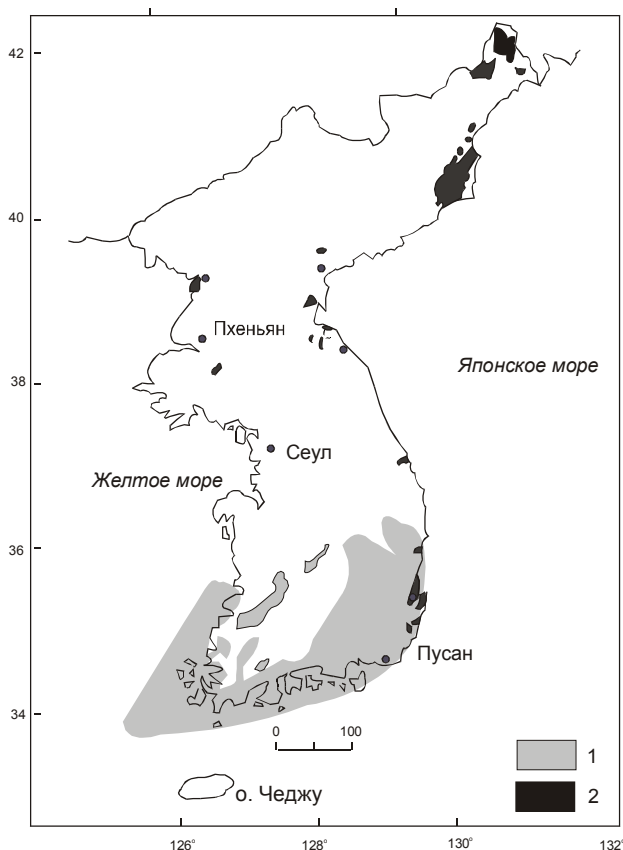


Рис. 1. Схема размещения позднемеловых (1) и палеоген-миоценовых (2) вулканитов Кореи.

По [10], с небольшими дополнениями.

В юго-восточной части полуострова миоценовые вулканиды описаны в депрессии Похан [24, 26]. Они представлены экструзивными андезитами и потоками дацитов с возрастом 23–21 млн лет, переслаивающимися с континентальными кластическими породами [26]. Вышележащие отложения состоят из морских и континентальных осадков с редкими потоками лав кислого и основного составов. К-Аг возраст базальтов составляет 21–18 млн лет. Завершают разрез морские осадочные породы, перекрытые базальтами с абсолютным возрастом 13,6–15,2 млн лет и прорванные фельзитовыми дайками [28]. Характер базальтового разреза несколько варьирует в различных структурах за счет изменения объемных пропорций туфовых и лавовых фаций.

Начало заключительного этапа вулканизма Корейского полуострова относится к плиоцену [1, 6, 10]. Вулканическая активность продолжалась на протяжении всего четвертичного периода, и последние ее вспышки фиксируются в районе горы Пектусан и на острове Чеджу. Сравнительно небольшие по площади поля молодых базальтов распространены практически по всей территории полуострова. Чаще всего для них характерен центральный тип извержения, хотя в пределах рифтовой долины Чугарионг и в Кильчу-Менчхонском грабене документируются признаки трещинных излияний [10]. Особенностью четвертичных базальтов является преобладание лавовых фаций над пирокластами, существенные вариации состава и преимущественно щелочной состав. Мощности разреза и некоторые особенности его строения варьируют. На северо-востоке полуострова плиоцен-четвертичный комплекс представлен бимодальной ассоциацией базальт, андезибазальт–трахит, трахириолит, с вариацией объемных соотношений кислых и основных вулканидов в различных структурах [6]. В пределах Пектусанского района, например, преобладают базальты, слагающие лавовое плато, тогда как в Кильчу-Менчхонском грабене большая часть четвертичного разреза представлена щелочными породами кислого состава, которые перекрываются, а в некоторых местах и подстилаются потоками базальтов.

В южной части полуострова четвертичные эффузивы детально изучены в пределах рифтовой долины Чугарионг и острова Чеджу. В первом случае вулканиды с К-Аг возрастом 0,27 млн лет формируют узкое и протяженное (до 95 км) лавовое плато, образовавшееся в результате заполнения лавовым материалом древней долины реки Хантан [30]. Средняя мощность разреза, представленного только базальтами, составляет 10–40 метров, несколько увеличиваясь к центру вулканической активности. Разрез четвертичных вулканидов (0,9 до 0,035 млн лет) ост-

рова Чеджу характеризуется преобладанием лавовых фаций над пирокластами.

КРАТКАЯ ПЕТРОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА

Позднемиоценовые вулканогенные образования Корейского полуострова по основным петрохимическим (низкое содержание титана и высокое – глинозема) и геохимическим (высокое содержание крупноионных литофильных элементов и низкое – высокозарядных катионов) признакам принадлежат к высококалиевой известково-щелочной серии [11, 15, 32 и др.). Характерной геохимической особенностью пород является небольшая отрицательная Eu аномалия. Для базальтов нижних частей разреза типичны высокие концентрации Sr и низкие – Mg. Отношение $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ варьирует в пределах 0,7054–0,7062 [35]. Вариации $\delta^{18}\text{O}$ в андезитовых породах колеблется в значительных пределах (3,1–7,6 ‰), что связывают с влиянием на изотопный состав кислорода метеорных вод [15].

Базальты эоценового возраста характеризуются низким содержанием TiO_2 (0,7–1,3 мас.%) и повышенными – Al_2O_3 (17–21 мас.%), что определяет их принадлежность к орогенным сериям. По содержанию щелочей их можно рассматривать как переходные разности между щелочной и известково-щелочной сериями, а высокое содержание K_2O (2,5–3,5 мас.%) и отношение $\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}$ (0,8–1,1) позволяют классифицировать их как шошониты [6]. Последнее подтверждается высоким отношением легких лантаноидов к тяжелым (LREE/HREE), повышенными содержаниями крупноионных литофилов (LILE) при дефиците высокозарядных катионов ($\text{Ba}/\text{Nb}=270\text{--}280$, $\text{La}/\text{Nb}=6.7\text{--}7.0$). Для многокомпонентных диаграмм, нормализованных к океаническому базальту (MORB), типична отчетливая Nb аномалия [6].

По содержанию окиси титана (1,2–1,7 мас.%) раннемиоценовые базальты Пектусанского района занимают промежуточное положение между орогенными и внутриплитными сериями [6]. Базальты и андезибазальты характеризуются высокой щелочностью при умеренной доле калия ($\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O} = 0,4\text{--}0,8$). К геохимическим особенностям относят высокое содержание LILE и повышенные, по сравнению с палеогеновыми базальтоидами, содержания высокозарядных элементов с высокой валентностью (HFSE) ($\text{Ba}/\text{Nb}=37\text{--}47$; $\text{La}/\text{Nb}=2,1\text{--}2,7$). Абсолютные концентрации REE и отношение LREE/HREE сравнительно высокие ($\text{La}_N/\text{Sm}_N=2,3\text{--}3,3$) [6]. В депрессии Похан, расположенной в юго-восточной части Корейского полуострова, раннемиоценовые базальты представлены толеитами, среди которых по петрографическим данным выделяются оливиновые, оливин-авгитовые, оливин-титан-авгитовые разности

[26]. По содержанию щелочей они относятся к высокощелочной толеитовой серии. Концентрации TiO_2 и P_2O_5 выше, чем в островодужных толеитах, но с последними их сближает относительная обогащенность LILE и деплетированность в отношении HFSE. Отрицательная европиевая аномалия дает основание предполагать участие во фракционировании плагиоклаза. $^{87}Sr/^{86}Sr$ отношение варьирует в пределах 0,70385–0,70463, $^{143}Nd/^{144}Nd$ – 0,512843–0,512845 [26].

Позднеоген-четвертичные базальтоиды, развитые в северо-восточной части Корейского полуострова, представлены высокотитанистыми разновидностями, среди которых выделяются толеитовые и щелочные лавы, отличающиеся содержаниями некогерентных элементов и соотношениями легких и тяжелых лантаноидов. Для толеитовых базальтов характерны относительно высокие содержания HFSE, тогда как в щелочных и умеренно-щелочных разновидностях отмечается небольшой дефицит Nb [6].

Вулканические породы юга полуострова по геохимическим признакам относят к толеитовой и щелочной сериям, причем первые преобладают [33]. Щелочные лавы варьируют по составу от щелочных базальтов, гавайитов, муджиеритов до трахитов и снова до муджиеритов в верхних частях разреза [20, 18]. Толеитовые и щелочные базальты по геохимическим характеристикам близки к внутриплитным лавам [31].

ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ИНДИКАТОРЫ МАГМАТИЧЕСКИХ ИСТОЧНИКОВ БАЗАЛЬТОВЫХ МАГМ

Проблема петрогенезиса позднеогенных – кайнозойских вулканогенных образований Кореи наиболее детально была рассмотрена в работе А. Пукле с соавторами [24]. Основываясь на анализе распределения радиогенных изотопов, авторы сделали вывод о существовании трех основных магматических источников: деплетированного (DMM) и обогащенных EM1 и EM2. Происхождение позднеогенных – миоценовых высокоглиноземистых базальтов рассматривается как результат смешения DMM и EM2 изотопных компонентов; плиоцен-четвертичных внутриплитных лав – DMM и EM1. DMM источник отождествляется с астеносферной мантией, EM1 и EM2 – с различными уровнями гетерогенной субконтинентальной литосферы, преобразованной субдукционными процессами *более древними*, чем позднеогенные.

Подобный подход к решению проблемы генезиса магматических пород достаточно широко используется в геохимических исследованиях, но его нельзя считать в полной мере удовлетворительным, поскольку долгоживущие радиогенные изотопы не регистрируют или слабо регистрируют сравнительно

молодые субдукционные процессы. В модели французских ученых [24], например, нет места позднеогенной субдукции, которая, несомненно, играла важную роль в магмогенезисе и формировании структурного плана Корейского полуострова, по крайней мере, в позднем мелу. В данной статье проблема магматических источников базальтоидных магм Кореи рассмотрена на основании анализа микроэлементного состава.

Вулканогенные образования позднеогенного возраста южной части Корейского полуострова являются типичными субдукционными образованиями. Наряду с геологическими данными, об этом свиде-

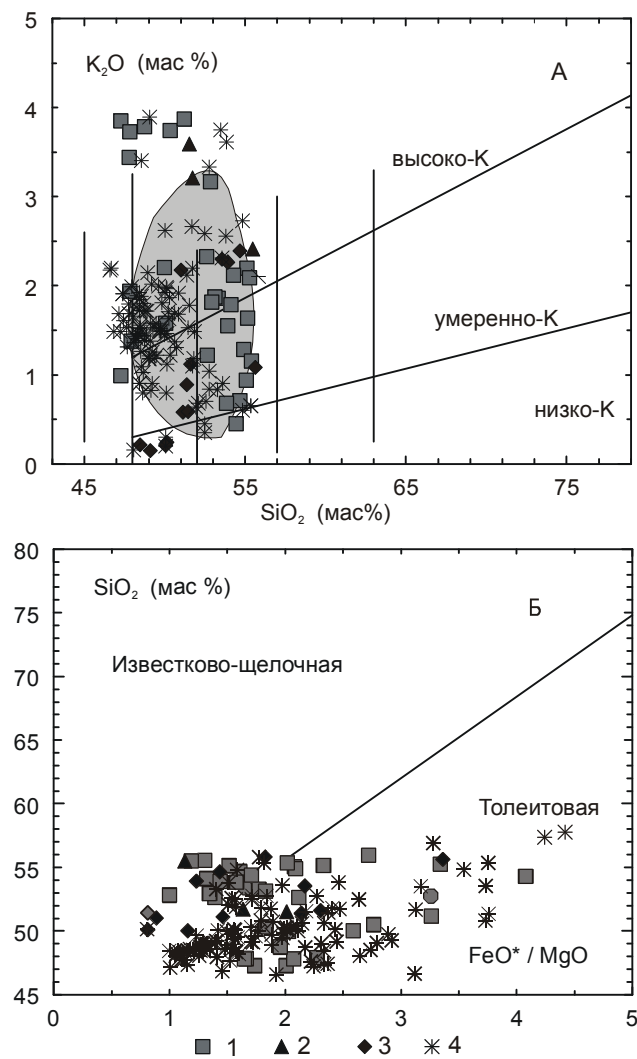


Рис. 2. Классификационные диаграммы K_2O - SiO_2 (А) и SiO_2 - FeO^*/MgO (Б) для вулканических пород Корейского полуострова.

1 – позднеогенные; 2 – палеогенные; 3 – раннемиоценовые; 4 – четвертичные. Залитое поле – составы палеоген-раннемиоценовых высокоглиноземистых базальтов Восточного Сихотэ-Алиня, по [3].

Источники данных: [6, 11, 15, 16, 18, 21, 24, 26, 28, 30, 31, 33].

Таблица. Содержание петрогенных (мас. %) и микроэлементов (в г/т) в кайнозойских базальтах Кореи и Восточного Сихотэ-Алиня.

№ обр.	К-2	К-1	УВ25	62	155/1В	37/2	К-3	19	307/7	К-4а	К-4б
Возраст. (млн лет)	73,1	100	65	54,81	31,45	-	45,3	21,1	-	19,5	18,5
№ п/п	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
SiO ₂	50,01	50,66	54,68	53,75	50,13	50,38	53,29	49,65	53,46	50,06	49,38
TiO ₂	1,03	0,98	1,03	1,33	1,37	1,12	1,13	0,86	1,37	1,43	1,66
Al ₂ O ₃	16,72	16	17,15	17,83	17,74	17,28	15,72	18,61	18,20	18,94	14,91
Fe ₂ O ₃	1,2	0,93	8,62	-	3,36	1,57	0,97	-	1,1	1,13	1,45
FeO	7,98	6,21	0	7,34*	5,89	8,00	6,44	9,39*	5,60	7,54	9,66
MnO	0,15	0,12	0,16	0,14	0,17	0,17	0,14	0,19	0,13	0,15	0,18
MgO	6,5	7,03	3,84	3,72	5,65	4,67	6,44	5,9	4,59	4	4,75
CaO	4,94	6,57	8,41	8,05	9,2	7,44	5,35	11,29	6,4	9,54	9,13
Na ₂ O	4,11	3,91	3,52	3,86	3,69	3,20	3,89	2,52	4,12	3,47	3,13
K ₂ O	2,21	3,04	1,14	1,83	1,25	3,51	2,32	0,82	2,34	0,87	1,07
P ₂ O ₅	0,18	0,47	0,21	0,48	-	0,44	0,36	0,17	0,52	0,31	0,34
П.п.п.	3,55	3,34	-	-	0,36	0,84	3,79	-	1,1	1,71	3,16
Cr	239	163	53,2	63	75	-	-	59	-	76	77
Ni	51	26	18,2	55	70	-	70	26	102	53	52
Co	42	45	-	28	39	-	-	33	-	62	77
V	174	177	309	145	158	-	-	279	-	256	319
Rb	53	75	38	48,9	35	155	82,9	16	45	18	22
Ba	825	597	337	573	-	850	677	203	-	228	265
Sr	1092	737	515	769	597	612	938	594	630	529	394
Nb	8	7	3,9	15,4	15	3	11,7	2	20	7	7,5
Hf	-	-	3,3	-	-	-	-	-	-	-	-
Zr	145	169	65	235	118	154	218	54	232	137	142
Y	25	23	23,7	26,4	30	-	27	27	36	29	35
Th	5,5	6	4,2	-	-	-	5,7	-	-	1,7	2
U	0,6	0,8	1	-	-	-	-	-	-	0,5	0,6
La	21,9	31,3	15,9	-	17,4	20	31,2	-	54	12,2	13,5
Ce	52,7	65,6	36,7	-	40	52	67,3	17,5	124	30,9	36,4
Nd	28,3	28,8	19,7	-	-	29	38,4	11,4	57	18,4	20,1
Sm	6,3	6	4,4	-	-	5,4	6,7	3	11	4,7	5,5
Eu	1,7	1,7	1,41	-	1	1,2	1,9	-	2,5	1,6	1,8
Gd	6,4	4,4	4,66	-	-	4,7	6,8	-	7,5	4,3	5
Dy	5,6	3,5	4,63	-	-	-	5,1	-	-	4,3	5
Er	2,1	2	2,54	-	-	1,4	2	-	3,6	2,4	2,7
Yb	2	2	2,29	-	2,7	-	2	-	2,6	2,5	2,9
Lu	0,3	0,3	0,33	-	0,41	-	0,3	-	-	0,3	0,4
⁸⁷ Sr/ ⁸⁶ Sr	0,71172	0,70948	0,70510	-	0,70389	-	0,70455	0,70336	-	0,70430	0,70436
¹⁴³ Nd/ ¹⁴⁴ Nd	0,51216	0,51270	-	-	0,51284	-	0,51272	0,51291	-	0,05128	-

тельствуют и многочисленные геохимические признаки. Для базальтовых эффузивов – это повышенная глиноземистость, низкая железистость (таблица, рис. 2), титанистость, низкие концентрации Nb, низкие значениями Ti/V, Ni/Co (рис. 3) отношений. Важно отметить, что, хотя формирование рассматриваемых пород происходило на континентальном основании, по составу они близки к высокоглиноземистым базальтам современных энсиалических островных дуг.

Смена характера вулканизма в эоцене с преимущественно кислого на преимущественно основной и смещение вулканической активности в северо-восточные и восточные районы полуострова (рис. 1), сопровождалась закономерной сменой геохимических характеристик базальтов, на что впервые обратили внимание А. В. Федорчук и Н. И. Филатова [6].

Палеогеновые высокоглиноземистые базальты отличаются от позднемиеловых более низкими содержаниями радиогенного стронция (рис. 4). В раннемиоценовых лавах, наряду с этим, отмечаются повышенные концентрации Nb, Ti и ряда других элементов, в результате чего их фигуративные точки располагаются на дискриминантных диаграммах (рис. 2, 3), как правило, между полями позднемиеловых субдукционных и четвертичных внутриплитных лав. В позднемиоценовых базальтах, кроме того, фиксируется EM1 изотопная специфика, типичная для внутриплитных базальтовых серий Китая, Кореи и Восточного Сихотэ-Алиня.

Четвертичные щелочные и толеитовые вулканы Корейского полуострова являются типичными представителями внутриплитной геохимической се-

Таблица. Окончание.

№ обр.	1120	68	221	48	СВ-10	25-4	К W-17	К-62b
Возраст (млн лет)	6,43	6,84	-	-	0,27	-	-	-
№ п/п	12	13	14	15	16	17	18	19
SiO ₂	51,8	49,88	46,09	50,09	48,67	49,75	52,18	51,88
TiO ₂	1,77	2,12	1,31	2,34	1,92	3,11	1,77	2,05
Al ₂ O ₃	17,2	17,68	16,8	16,05	15,68	16,4	14,62	13,92
Fe ₂ O ₃	2,14	7,2	1,55	1,77	-	13,08**	-	1,49
FeO	8,02	3,51	7,89	9,05	11,46*	-	12,04*	9,92
MnO	0,15	0,14	0,15	0,16	0,16	0,14	0,15	0,15
MgO	7,8	3,22	7,38	4,96	8,73	4,07	8,52	6,12
CaO	6,52	6,39	11,22	8,69	8,14	7,45	7,03	8,16
Na ₂ O	2,87	4,15	3,21	3,63	2,65	3,85	2,58	3,25
K ₂ O	1,3	2,23	0,15	1,67	1,71	1,49	0,35	1,02
P ₂ O ₅	0,47	0,74	0,16	0,58	0,54	0,65	0,18	0,36
П.п.п.	0,07	2,47	3,66	-	0,01	0,53	0,07	0,3
Cr	123	47	-	-	227	9	219	199
Ni	95	-	176	85	177	20	211	160
Co	45	-	-	-	80	-	-	66
V	140	-	-	-	-	-	-	188
Rb	27	94	5	27	20	26	8	28
Ba	355	953	122	-	282	484	161	243
Sr	558	1409	249	572	558	578	311	324
Nb	-	-	6	11	31	39	28,67	39,3
Hf	2,77	5,1	-	-	3,74	5,48	2,23	0
Zr	102	-	99	119	173	238	37	167
Y	-	-	25	17	27	29	23	25
Th	-	-	-	-	3,01	4,73	1,84	3,1
U	-	-	-	-	-	0,98	0,35	0,9
La	14,2	38,9	5	24	22,7	39,14	11,75	18,7
Ce	28,5	62,9	14	55	46,59	68,45	25	42,5
Nd	17,9	27,5	-	29	22,74	40,01	14,76	25,2
Sm	5,28	5,8	3,5	5,8	5,35	9,28	4,13	6,5
Eu	1,84	2,32	1	2,5	1,74	3,04	1,4	2,2
Gd	5,3	4,3	-	5	5,91	9,36	4,8	6,5
Dy	-	-	-	-	-	7,27	4,27	4,6
Er	-	-	-	1,2	0,75	3,28	2,06	1,8
Yb	2,01	1,7	-	-	2,27	2,76	1,64	1,6
Lu	-	-	-	-	0,25	0,36	0,19	0,2
⁸⁷ Sr/ ⁸⁶ Sr	0,70385	0,70380	-	-	-	-	-	0,704583
¹⁴³ Nd/ ¹⁴⁴ Nd	0,51282	0,51273	-	-	-	-	-	-

Примечание. Прочерк – не анализировалось; * – все железо дано в виде FeO; ** – все железо дано в виде Fe₂O₃.

1–3 – позднемиоценовый комплекс южной части Корейского полуострова: 1 – район Чунгарионг [24]; 2 – депрессия Кенсан [24]; 3 – район г. Синбул-Юнгчи [16]; 4–7 – палеогеновый комплекс: 4 – Восточный Сихотэ-Алинь, район г. Находки (неопубликованные данные Мартынова Ю.А.); 5 – Восточный Сихотэ-Алинь, район г. Николаевска-на-Амуре [3]; 6 – северная часть Корейского полуострова, район Кильчу [6]; 7 – южная часть Корейского полуострова, депрессия Кенсан [24]; 8 – 11 – раннемиоценовый комплекс: 8 – Восточный Сихотэ-Алинь, нижнее течение р. Коппи (неопубликованные данные Мартынова Ю.А.); 9 – северная часть Корейского полуострова, район Онсупхен [6]; 10, 11 – южная часть Корейского полуострова, депрессия Похан [24]; 12–19 – четвертичный комплекс: 12 – Восточный Сихотэ-Алинь, среднее течение р. Самарга [3]; 13 – Восточный Сихотэ-Алинь, Совгаванское плато [3]; 14, 15 – северная часть Корейского полуострова, район Кильчу-Менчхон [6]; 16 – южная часть Корейского полуострова, рифтовая долина Чунгарионг [30]; 17 – южная часть Корейского полуострова, о-в Чеджу [18]; 18 – южная часть Корейского полуострова, о-в Чеджу [34]; 19 – южная часть Корейского полуострова, о-в Чеджу [24].

рии [31], с характерными для этих пород значительными вариациями содержания щелочей, повышенной железистостью (рис. 2), высокими концентрациями высокозарядных катионов и высокими отношениями Ni/Co, Ti/V (рис. 3), La/Th и La/Ba. Особенностью пород Корейского полуострова является относительная обогащенность LIL элементами и EM1 изотопная специфика. Подобные признаки типичны для внутриплитных базальтовых серий активных окраин континентов, в частности Восточно-Сихотэ-Алинского вулканогена [3], и свидетельствуют о вовлечении в процесс плавления субконтинентальной литосферы, метасоматически преобразованной предшествующими субдукционными процессами.

Закономерная смена геохимических признаков базальтов Корейского полуострова на протяжении

кайнозоя от типично субдукционных до типично внутриплитных позволяет предполагать их формирование в результате активности двух основных магматических источников – субдукционного и внутриплитного. Определяющее влияние на состав разновозрастных базальтовых магм оказывал внутриплитный источник, о чем свидетельствуют сходство графиков и нормализованных концентраций некогерентных элементов на многокомпонентных диаграммах (рис 5), а также близкий изотопный состав всех типов пород за исключением позднемиоценовых (рис. 4). Высокое содержание радиогенного стронция и характер соотношения высоконкогерентных (VHI), некогерентных (HI) и умеренно некогерентных (MI) элементов (VHI>>HI=MI для позднемиоценовых лав и VHI>>HI>MI – для кайнозойских) на нормализо-

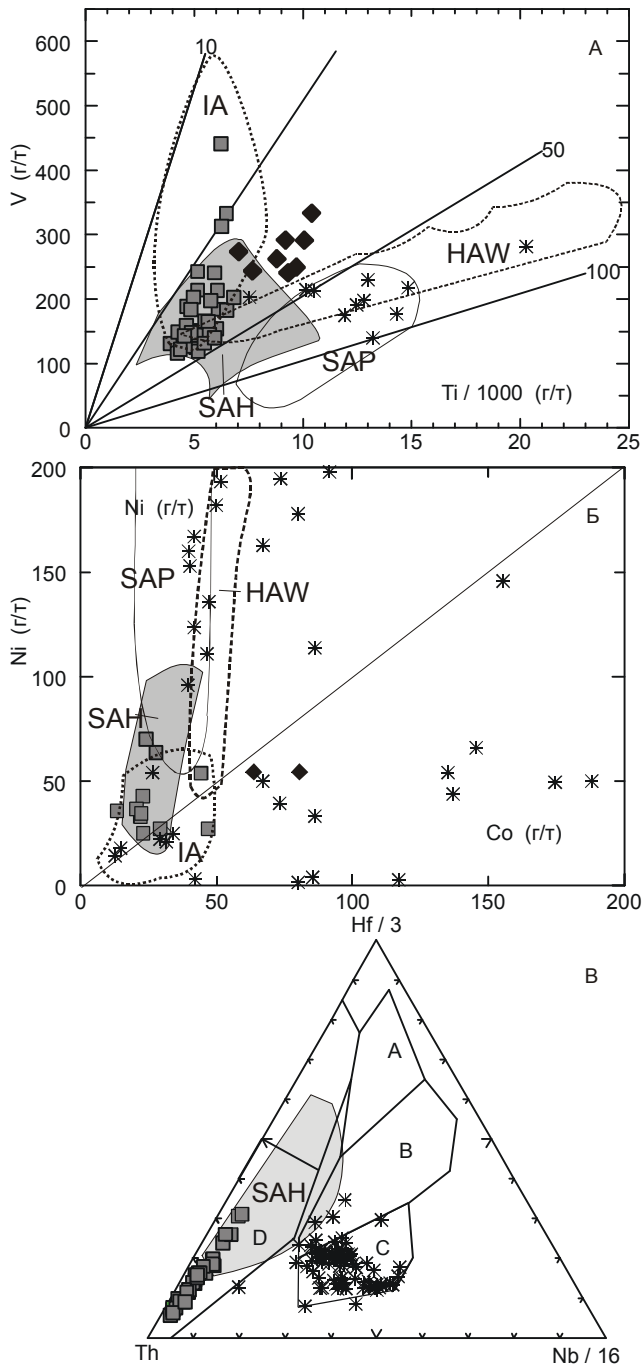


Рис. 3. Классификационные диаграммы Ti-V [25], Ni-Co [2] и Th-Hf-Nb [34] (с дополнениями авторов) для позднемиеловых – кайнозойских базальтов Корейского полуострова

Условные обозначения см. рис. 2.

Полями показаны составы базальтов: на диаграммах А и Б – островных дуг (IA), Гавайских островов (HAW), палеоген-раннемиоценового (SAH) и позднемииоцен-раннеплиоценового комплексов (SAP) Восточного Сихотэ-Алиня; на диаграмме В – срединно-океанических хребтов (А), срединно-океанических хребтов и внутриплитных обстановок (В), внутриплитных обстановок (С), островных дуг и активных континентальных окраин (D).

Источники данных: [3, 6, 11, 15, 18, 21, 24, 30, 31, 33]

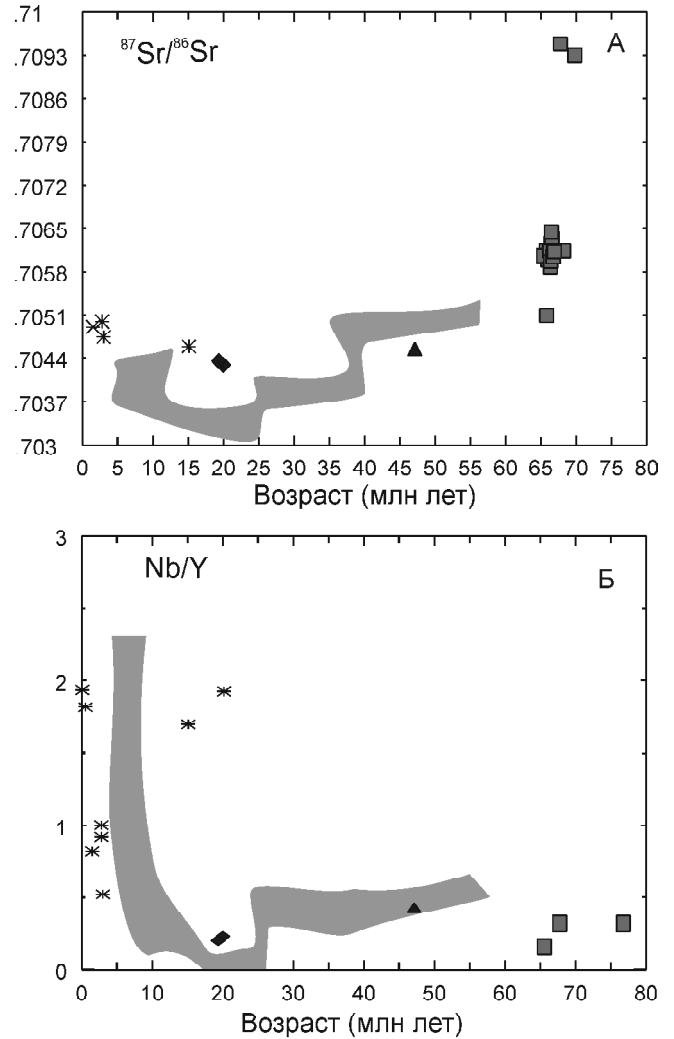


Рис. 4. Вариации изотопных (А) и геохимических (Б) характеристик базальтов Корейского полуострова в зависимости от времени излияния (обсуждение в тексте).

Источники данных [24, 35]. Условные обозначения см. рис. 2. Залитое поле – составы кайнозойских высокоглиноземистых и внутриплитных базальтов Восточного Сихотэ-Алиня, по [3].

ванных диаграммах дают основание полагать, что этот источник был обогащен радиогенными изотопами и некогерентными элементами в большей степени, чем обогащенная мантия срединно-океанических хребтов (FMM) [23]. Наряду с EM1 изотопной спецификой и относительно высокими содержаниями LILE в четвертичных внутриплитных лавах, это свидетельствует о локализации внутриплитного источника в пределах субконтинентальной литосферы.

Относительные низкие нормализованные концентрации Nb и Zr в позднемиеловых субдукционных базальтах (рис. 5) указывают на сравнительно высоко-

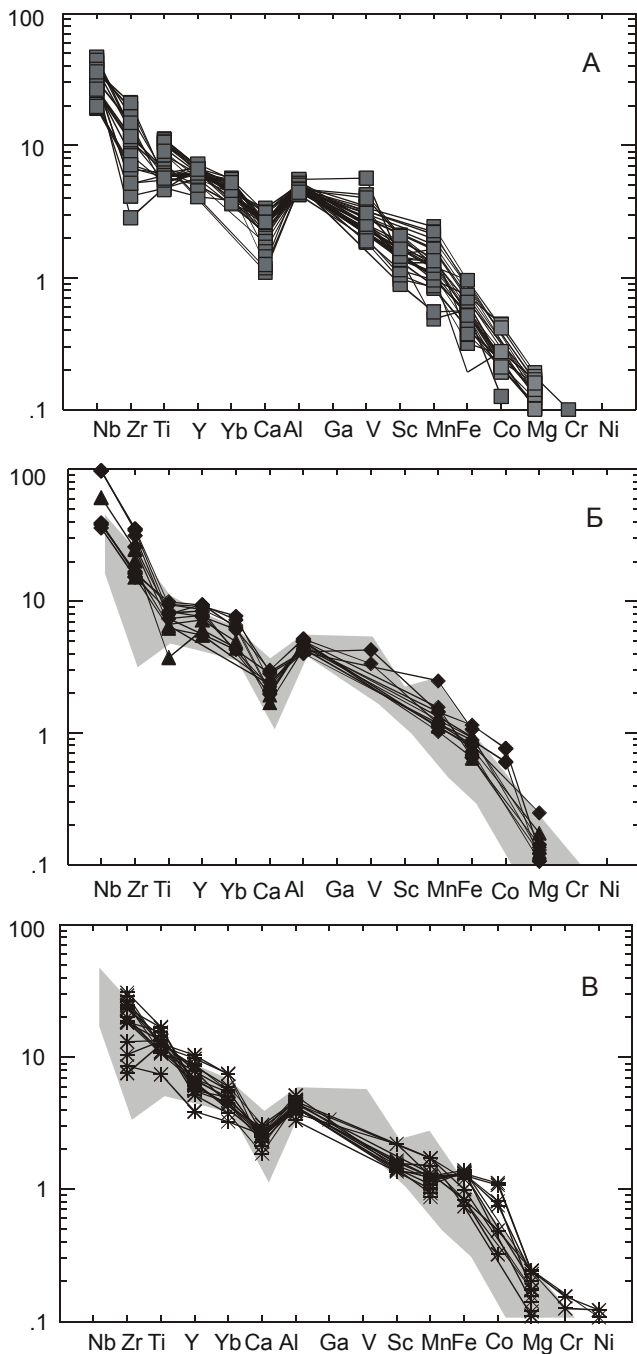


Рис. 5. Содержания некогерентных элементов в поздне-меловых – кайнозойских базальтах Кореи, нормализованные к обогащенной мантии срединно-океанических хребтов (FMM) [23].

Условные обозначения см. рис. 2. Залитое поле – поздне-меловые субдукционные базальты Кореи.

Источники данных: [3, 6, 11, 15, 18, 21, 24, 30, 31, 33].

кую степень плавления субконтинентальной мантии, что, наряду с особенностями поведения ряда микро-элементов и радиогенных изотопов, дает основание предполагать флюидную природу субдукционного

компонента. На рис. 6 показаны соотношения микроэлементов с близкими валовыми коэффициентами распределения в разновозрастных базальтах Кореи. Поскольку такие элементы не фракционируют друг относительно друга в простых магматических системах, их соотношения должны оставаться постоянными в породах, образовавшихся в результате плавления одного магматического источника. Разновозрастные базальты Кореи близки между собой по соотношениям некогерентных элементов, инертных в присутствии водного флюида (La/Ce, Sm/Zr, Hf/Zr, Yb/Y), что является дополнительным подтверждением существования общего для всех типов пород магматического источника. Поздне-меловые субдукционные вулканиты отличаются от более молодых лав сравнительно низкими значениями TiO_2/Eu , Nb/K_2O отношений. Ниобий и калий, имея близкие валовые коэффициенты распределения в "сухих" системах, ведут себя по-разному в присутствии водного флюида. Калий, наряду с другими крупноионными литофилами, сравнительно легко экстрагируется флюидной фазой, тогда как ниобий в этих условиях остается относительно инертным [22, 23]. Поведение титана в значительной степени определяется окислительным потенциалом, который, в свою очередь, также зависит от содержания воды в системе. Расширение полей кристаллизации водосодержащих фаз (прежде всего амфибола) и титаномагнетита буферует содержания данного элемента, вследствие чего расплав, образованный в результате плавления водонасыщенной, метасоматически переработанной мантии, должен быть не только обогащен калием и крупноионными литофилами, но и деплетирован в отношении титана.

На флюидную природу субдукционного компонента указывают также anomalously высокие содержания радиогенного Sr в поздне-меловых субдукционных вулканитах, которые не коррелируются ни с отношениями инертных некогерентных элементов (рис. 4), ни с соотношениями изотопов неодима (рис. 7). В этой связи, резкое падение $^{87}Sr/^{86}Sr$ отношения в базальтах на рубеже кайнозоя дает основание предполагать резкое сокращение вклада субдукционного компонента в магмогенезис базальтовых магм.

ГЕОДИНАМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ КАЙНОЗОЙСКОГО БАЗАЛЬТОВОГО ВУЛКАНИЗМА ЕВРАЗИАТСКОЙ КОНТИНЕНТАЛЬНОЙ ОКРАИНЫ

Важным результатом тектонической перестройки Евразийской окраины в кайнозой являлось раскрытие Япономорской котловины и формирование современной Японской островодужной системы. В настоящее время большинство исследователей от-

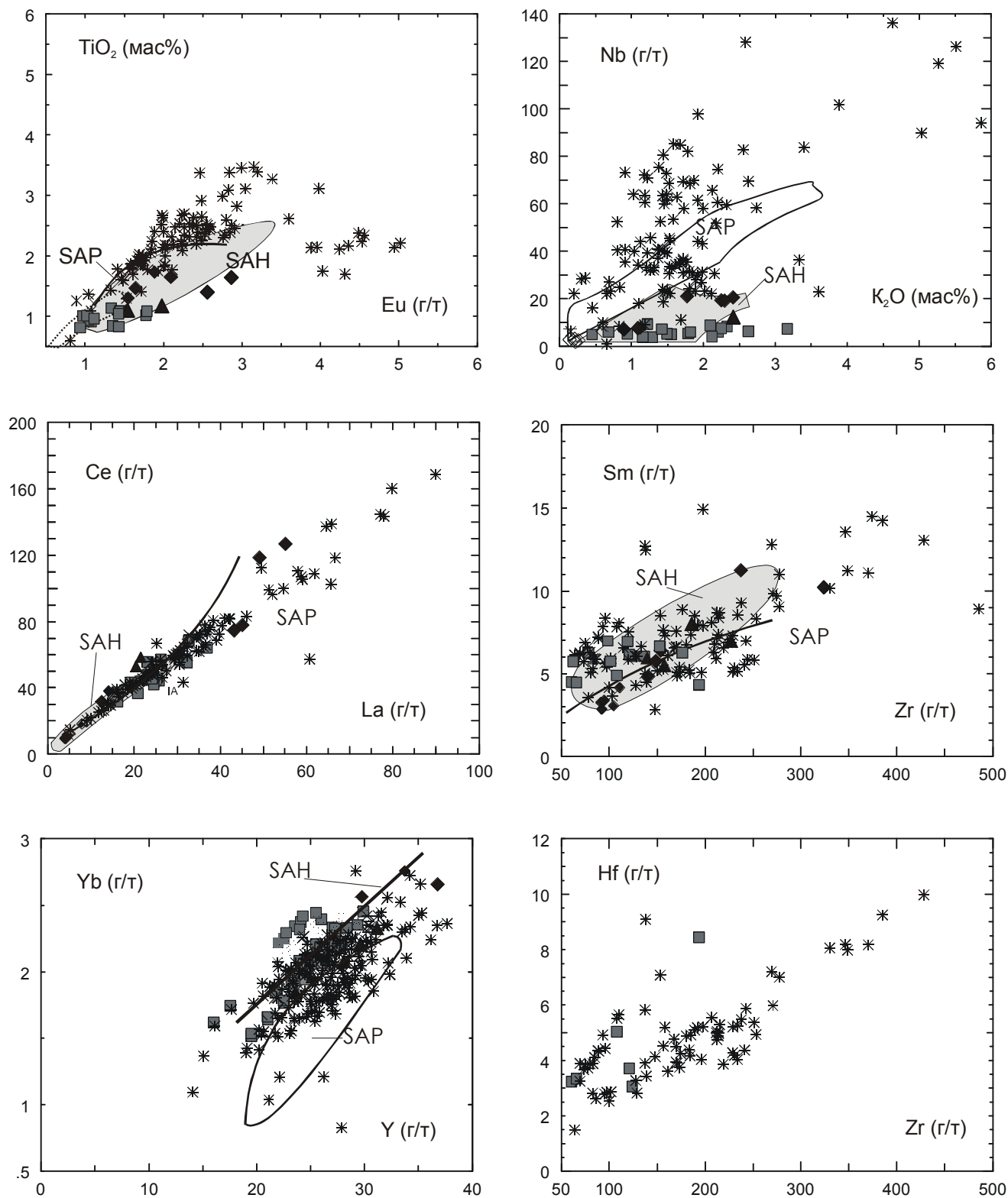


Рис. 6. Соотношение некогерентных элементов с близкими валовыми коэффициентами распределения в разновозрастных базальтах Кореи.

Условные обозначения см. рис. 2.

Полями на диаграмме показаны составы базальтов: SAH и SAP – высокоглиноземистые и внутриплитные базальты Восточного Сихотэ-Алиня соответственно.

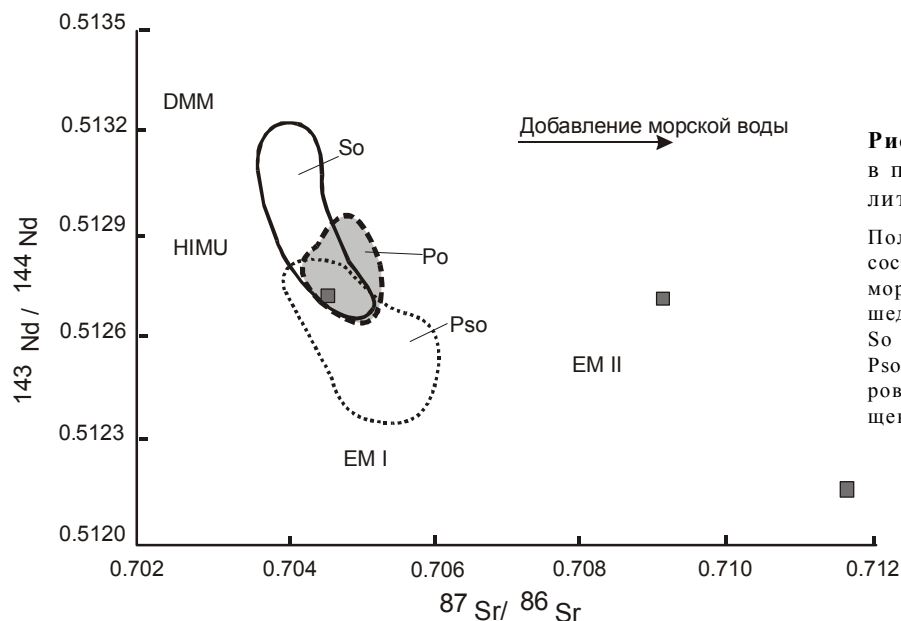


Рис. 7. Соотношение изотопов Sr и Nd в позднемиоценовых базальтах Кореи (затененные квадраты).

Полями на диаграмме показаны изотопные составы разновозрастных базальтов Япономорского региона: Po – палеогеновые, предшествующие раскрытию Японского моря; So – миоценовые, синхронные раскрытию; Pso – позднелицен-четвертичные, сформированные после раскрытия. По [24], упрощена.

носят это событие к среднему и позднему миоцену (20–12 млн лет) и связывают его с задуговым спредингом, "откатом" субдукционной зоны к глубоководному желобу, с внедрением в зону растяжения деплетированного астеносферного диапира. После прекращения масштабных растяжений, в позднем кайнозойе (10–3 млн лет), формировались базальтовые плато, которые широко распространены в Сихотэ-Алине, северо-восточном Китае, Кореи и на юго-западе Японии.

Миоценовая модель раскрытия окраинно-морского бассейна хорошо обоснована геологическими, геофизическими и петрологическими исследованиями Японских островов и отчасти Японского моря [12, 27, 29 и др.], но не учитывает или плохо увязана с особенностями геологического развития континентальной части восточной Евразии. Действительно, в пределах восточного и северо-восточного Китая начало структурной перестройки прослеживается не с миоцена, а с палеогена. В эоцене здесь фиксируется активизация древних и развитие новых систем сдвиговых нарушений северо-восточной – юго-западной ориентировки, которые сопровождались формированием синсдвиговых седиментационных бассейнов и интенсивным внутриплитным базальтовым вулканизмом. Активизация тектонических событий рассматривается как результат коллизии Индийской континентальной плиты и вариаций направления конвергенции Тихоокеанской океанической плиты [13, 14].

Палеогеновое тектоническое событие фиксируется и в пределах Евразийской континентальной окраины – на Корейском полуострове и в Восточном Сихотэ-Алине. Здесь смена тектонического режима выражается в смене состава вулканических пород и

началом длительной, в течение практически всего кайнозойе, эпохи базальтового вулканизма. Отличия от континентальных районов Китая заключаются в составе пород. В пределах окраинно-континентальных структур, вплоть до позднего миоцена, происходили излияния высокоглиноземистых известково-щелочных базальтов, которые большинством исследователей относятся к типично субдукционным образованиям. Однако по ряду геологических и геохимических признаков эти породы заметно отличаются от островодужных. Петрологические особенности кайнозойских глиноземистых базальтов Восточного Сихотэ-Алиня были показаны ранее [3]. В пределах Корейского полуострова они проявлены часто более отчетливо.

Принимая миоценовую модель раскрытия Японского моря, А. Поукле с соавторами [24] выделили два основных этапа вулканической активности в пределах Корейского полуострова – субдукционный и рифтогенный. К субдукционным вулканикам отнесены позднемиоценовые – палеогеновые эффузивы, к рифтогенным – миоцен-четвертичные. Среди рифтогенных пород, в свою очередь, выделяются миоценовые известково-щелочные базальты, синхронные раскрытию Япономорской котловины, и плиоцен-четвертичные толеитовые и щелочные лавы, сформированные после завершения основного этапа растяжения. Такую классификацию нельзя считать в полной мере удовлетворительной, прежде всего потому, что она не объясняет резкую смену характера вулканизма на рубеже кайнозойе. Кроме того, отнесение палеогеновых и миоценовых высокоглиноземистых базальтов к различным тектоно-магматическим этапам развития полуострова противоречит особенностям их локализации и изотопным данным. Дей-

ствительно, несмотря на некоторые геохимические отличия, палеогеновые и миоценовые основные эффузивы формируют, по существу, единые вулканические ареалы, часто не совпадающие с площадями распространения позднемеловых субдукционных вулкаников (рис. 1). Кайнозойские высокоглиноземистые базальты слагают самостоятельную вулканическую зону, протягивающуюся вдоль побережья Японского моря от бассейна Поханг на юге, до Хансанского вулканического поля южного Приморья на севере. Учитывая, что субдукционные вулканики, в силу особенностей магмогенезиса, всегда располагаются параллельно зоне конвергенции океанической и континентальной плиты (глубоководному желобу), распространение палеоген-миоценовых базальтов вдоль побережья Японского моря, с одной стороны, противоречит их субдукционной природе, с другой – дает основание предполагать важную роль в их формировании тектонических процессов, связанных с раскрытием окраинно-морского бассейна.

Постсубдукционная природа палеогеновых высокоглиноземистых базальтов Кореи подтверждается и изотопными данными – по соотношению изотопов стронция описываемые породы близки к миоценовым и четвертичным эффузивам, но существенно отличаются от позднемеловых субдукционных базальтов.

Таким образом, геологические и геохимические данные, полученные при изучении кайнозойских базальтов Корейского полуострова и Восточного Сихотэ-Алиня дополняют друг друга и свидетельствуют о том, что тектоническая эволюция окраинно-континентальных структур восточной Евразии в кайнозое была во многом сходна с таковой континентальных районов Китая. Прекращение субдукции надо относить не к миоцену, а, по крайней мере, – к эоцену. В дальнейшем определяющую роль в формировании структурного плана играли рифтогенные процессы.

Изменение изотопных характеристик вулканических пород Кореи, Восточного Сихотэ-Алиня и Японии позволяет выделить основные этапы структурной перестройки восточной окраины Евразии. Характерной особенностью геологических структур, прилегающих к Японскому морю, являются так называемые "изотопные скачки", представляющие собой резкие изменения изотопного состава вулкаников на сравнительно коротком временном интервале, фиксирующие резкие изменения условий генерации магматических расплавов. Наиболее ранний такой скачок, с падением отношения $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ с $\approx 0,7093$ до $\approx 0,7050$, регистрируется в базальтах Корейского полуострова на рубеже позднего мела и палеогена (рис. 4). Его происхождение, как было показано ранее, связано с резким сокращением вклада субдукци-

онного компонента в генезис базальтовых расплавов. Вероятно, этим периодом времени можно датировать прекращение активной субдукции океанической плиты под Азиатский континент.

Изотопные характеристики палеогеновых высокоглиноземистых базальтов Корейского полуострова и Восточного Сихотэ-Алиня близки к таковым позднекайнозойских внутриплитных лав, что дает основание предполагать их происхождение в результате плавления субконтинентальной литосферы без существенного вклада деплетированной астеносферной мантии. Следовательно, начальный этап перехода от субдукционного к трансформному взаимодействию континентальной и океанической плит не сопровождался существенным растяжением континентальной литосферы и формированием астеносферных окон в подстилающей океанической пластине.

Увеличение степени изотопной деплетированности высокоглиноземистых базальтов Восточного Сихотэ-Алиня в возрастном диапазоне 40–35 млн лет (падение отношения $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ с 0,705 до 0,7037) совпадает по времени с резким усилением магматической активности [3]. Это свидетельствует о внедрении в субконтинентальную литосферу горячего и деплетированного астеносферного материала. К этому периоду времени, вероятно, следует относить и начало раскрытия Япономорской котловины.

Миоценовый изотопный скачок, фиксируемый в тыловодужных базальтах Японии (20–15 млн лет) и Восточном Сихотэ-Алине (около 25 млн лет), сопровождался падением отношения $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ с $\approx 0,7037$ до $\approx 0,703$, т. е. до величины, типичной для базальтов срединно-океанических хребтов. Это свидетельствует о преобладающем вкладе в генезис этих пород деплетированной астеносферы, внедрившейся в субконтинентальную литосферу на заключительном, вероятно наиболее масштабном этапе раскрытия Япономорской котловины.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Геологические и геохимические данные по позднемеловому – кайнозойскому базальтовому вулканизму Корейского полуострова, наряду с ранее полученными данными по Восточно-Сихотэ-Алинскому вулканогену, свидетельствуют о необходимости корректировки существующих геодинамических моделей эволюции Восточно-Азиатской континентальной окраины в кайнозое. Определяющую роль в формировании вулканических структур и раскрытии Японского моря принадлежала не субдукционным, а рифтогенным процессам. Характер изменения изотопных характеристик позднемеловых – кайнозойских базальтов Японии, Кореи и Восточного Сихотэ-Алиня позволяет выделять три основных этапа тектонической перестройки восточной окраины Ев-

разии: раннепалеогеновый, связанный с прекращением субдукции, эоцен-олигоценый – с началом разрушения субдукционной пластины и внедрением астеносферного вещества в субконтинентальную литосферу, и миоценовый. Эоцен-олигоценый этап, видимо, фиксирует начало формирования Япономорской котловины, миоценовый – его заключительную фазу.

Работа выполнена при финансовой поддержке грантов РФФИ: № 98-05-65337 и № 98-05-64285.

ЛИТЕРАТУРА

1. Геология Кореи. Пхеньян: Книг. иностр. яз., 1993. 663 с.
2. Мартынов Ю.А. Происхождение базальтовых серий островных дуг по данным о соотношении никеля и кобальта // Докл. АН СССР. 1983. Т. 273, № 5. С. 1230–1232.
3. Мартынов Ю.А. Геохимия базальтов активных континентальных окраин и зрелых островных дуг на примере северо-западной Пацифики. Владивосток: Дальнаука, 1999. 215 с.
4. Ханчук А.И., Голозубов В.В., Мартынов Ю.А., Симаненко В.П. Раннемеловая и палеогеновая трансформные континентальные окраины (калифорнийский тип) Дальнего Востока России // Тектоника Азии. М.: ГЕОС, 1997. С. 240–243.
5. Ханчук А.И. Тектоника и магматизм палеотрансформных континентальных окраин калифорнийского типа на Востоке России // Общие вопросы тектоники. Тектоника России. Материалы XXXIII Тектонического совещания. М.: ГЕОС, 2000. С. 544–547.
6. Федорчук А.В., Филатова Н.И. Кайнозойский магматизм Северной Кореи и геодинамические обстановки его формирования // Петрология. 1993. Т. 1. С. 645–656.
7. Филатова Н.И., Чанг Л.Х., Парк С.О. Корреляция позднемезозойских образований Кореи и обстановки их накопления // Стратиграфия. Геол. корреляция. 1999. Т. 7, № 4. С. 87–99.
8. Филатова Н.И., Чанг К.Ч. Позднемезозойские латеральные ряды обстановок осадконакопления Корейско-Японского региона // Докл. РАН. 1999. Т. 369, № 1. С. 100–104.
9. Filatova N.I. Development of the Northern Korean volcanic belt // Proceedings of 15th International Symposium of Kyungpook National University. 1995. P. 75–91.
10. Geology of Korea. Seoul: Keohak-Sa Publishing Co., 1987.
11. Hwang S. K., Kim S. W.. Petrology of Cretaceous volcanic rocks in the Milyang-Yangsan area, Korea: petro-tectonic setting // Jour. Geol.Soc.Korea. 1994. V. 30. P. 229–241.
12. Isezaki N. A magnetic anomaly map of the Japan Sea // J. Geomagn. Geoelectr. 1986. V. 38. P. 403–410.
13. Jolivet L. America-Eurasia plate boundary in eastern Asia and the opening of marginal basins // Earth and Planetary Science Letters. 1987. V. 81. P. 282–288.
14. Jolivet L., Huchon P., Brun J.P., Chamot-Rooke N., Le Pichon X., Thomas J.C. Arc deformation and marginal basin opening, Japan Sea as a case study // Journal of Geophysical Research. 1991. V. 96. P. 4367–4384.
15. Kim K. H., Lee J. S. Petrochemical studies of the Cretaceous volcanic rocks from the Kyeongsang sedimentary basin // Jour. Geol.Soc.Korea. 1993. V. 29. P. 84–96.
16. Kim C.S., Yun S.H., Cheong C.S. Volcanic stratigraphy and petrology of the Cretaceous volcanic rocks in the Mt. Simbul-Youngchui area, Korea // Jour. Geol. Soc. Korea. 1998. V. 34. P. 137–153
17. Lee D.S., Ryu K.J., Kim G.H. Geotectonic interpretation of Choogaryong rift valley, Korea // Jour. Geol. Soc. Korea. 1983. V. 19. P. 19–38.
18. Lee M.W., Won C.K., Lee D.Y., Park G.H., Kim M.S.. Stratigraphy and petrology of volcanic rocks in southern Cheju island, Korea // Jour. Geol.Soc.Korea. 1994. V. 30. P. 521–541.
19. Lee D.W. Strike-slip fault tectonics and basin formation during the Cretaceous in the Korean Peninsula // The Island Arc. 1999. V. 8. P. 218–231.
20. Otofujii Y., Matsuda T., Nohda S. Opening mode of the Japan Sea inferred from the paleomagnetism of the Japan arc // Nature. 1985. V. 317. P. 603–604.
21. Park J.-B, Kwon S.-T. Geochemical evolution of the Cheju volcanic island (II): trace element chemistry for stratigraphically-controlled lavas from the Northern Part of Cheju island // Jour. Geol. Soc. Korea. 1996. V. 32. P. 223–249.
22. Pearce J.A. Role of the sub-continental lithosphere in magma genesis at active continental margins // Continental basalts and mantle xenoliths, Nantwich. Siva Publ., 1983. P. 230–249.
23. Pearce J.A., Parkinson I. J. Trace element model for mantle melting: application to volcanic arc petrogenesis // Magmatic Processes and Plate Tectonics. Geol. Soc. Special Public. 1993. N. 76. P. 373–403.
24. Pouclet A., Lee J.-S., Vidal P., Cousens B., Bellon H.. Cretaceous to Cenozoic volcanism in South Korea and in the Sea of Japan: magmatic constraints on the opening of the back-arc basin // Volcanism Associated with Extension at Consuming Plate Margins / Ed. Smellie J.L. Geological Society Special Publication. 1995. N 81. P. 169–191.
25. Shervais I.W. Ti-V plots and the petrogenesis of modern and ophiolitic lavas // Earth. Planet. Sci. Lett. 1982. V. 59. N 1. P. 101–118.
26. Shimazu M., Yoon S, Tateishi M.. Tectonic and volcanism in the Sado-Pohang Belt from 20 to 14 Ma and opening of the Yamato Basin of the Japan Sea. // Tectonophysics. 1990. V. 181. P. 321–330.
27. Shuto K., Kagami H., Yamamoto K. Temporal variation of Sr isotopic compositions of the Cretaceous to Tertiary volcanic rocks from Okushiri island, Northeast Japan Sea. // Journ. Min. Pet. Econ. Geol. 1992. V. 87. P. 165–173.
28. Song S., Lee H. K., Yun H.. Petrogenesis of Tertiary volcanic rocks from the southeastern part of Korea // Tectonic Evolution of Eastern Asian Continent / Ed. Lee, Y.I. and Kim J.H. Geol. Soc.Korea 50th Anniv. Int. I Symp. 1997. P. 219–224.
29. Tatsumoto M., Nakamura Y. DUPAL anomaly in the Sea

- of Japan: Pb, Nd, and Sr isotopic variations at the eastern Eurasian continental margin // *Geochim. et Cosmochim. Acta*. 1991. V. 55. P. 3697–3708.
30. Wee S.-M. Geochemical characteristics of the Quaternary Jungok basalt in Choogaryong rift valley, mid-Korean peninsula // *Eron. Environ. Geol.* 1996. V. 29. P. 171–182.
31. Won C.K., Kim Y.K., Lee M.W. The study on the geochemistry of Choogaryong alkali basalt // *Jour. Geol. Soc. Korea*. 1990. V. 26. P. 70–81.
32. Won C. K., Lee M. W., Lee J. M. A study on the Cretaceous volcanic activity of the Bupseongpo Area // *Jour. Geol. Soc. Korea*. 1991. V. 27. P. 416–433.
33. Won C.K., Lee M.W., Yun S.H., Ko B.K. Geochemical characteristics of the volcanic rocks in Pyoseon Area, southeast Cheju, Korea // *Jour. Geol. Soc. Korea*. 1998. V. 34. P. 172–191.
34. Wood D.A. The application of Th-Hf-Ta diagram to problem of tectonomagmatic classification and to establish the nature of crustal contamination of basaltic lavas of the British Tertiary volcanic province // *Earth. Planet. Sci. Lett.* 1980. V. 50. P. 11–30.
35. Yun S.H. Strontium isotope composition and petrochemistry of the Cretaceous Chaeyaksan Volcanics, northern Yucheon volcanic field, South Korea // *Jour. Geol. Soc. Korea*. 1998. V. 34. P. 161–171.

Поступила в редакцию 19 декабря 2000 г.

Рекомендована к печати А.И. Ханчуком

Yu.A. Martynov and D.U. Li

Late Mesozoic-Cenozoic basaltic volcanism in Korea

A summary of the published geological and geochemical information on the Late Cretaceous-Cenozoic magmatism on the Korean Peninsula shows a regular change of geochemical features of basaltic magmas in the Cenozoic from typically subduction (Late Cretaceous) to typically intraplate features (Quaternary). Proceeding from this, the existence of two major magmatic sources is suggested – the subduction and intraplate sources. According to geochemical and isotope data, the intraplate source was localized within the bounds of the heterogeneous subcontinental lithosphere and exerted a determining influence on the composition of different age basalts. The contribution of the subduction component into magma genesis diminished at the Cenozoic boundary, which is along with the change in the character of volcanism from mainly felsic to mainly basic and with a shift of the latter toward the eastern and northeastern parts of the peninsula gives grounds to suggest a change in the tectonic regime of the region development at the beginning of the Paleogene, cessation of subduction, and onset of rifting. Together with the earlier published information on the East Sikhote-Alin volcanogenic belt, these data are indicative of the necessity to correct the existing concepts of tectonic evolution of the Eurasian continental margin in the Cenozoic, of the age and mechanism of opening of the Japan Sea basin.