

Изотопно-геохимические характеристики и источники вещества J_{2-3} – K_1 вулканитов рифтогенных впадин Западного и Восточного Забайкалья

Федерягина Е.Н.¹, Воронцов А.А.², Сасим С.А.¹, Дриль С.И.²

Isotope-geochemical signature and magmatic sources of the J_{2-3} – K_1 volcanic rocks of the riftogenic depressions of Western and Eastern Transbaikalia

Federyagina E.N., Vorontsov A.A., Sasim S.A., Dril S.I.

¹ Иркутский государственный университет, г. Иркутск

e-mail: katerinka19.85@mail.ru

² Институт геохимии им. А.П. Виноградова СО РАН, г. Иркутск

В работе приведены результаты изотопно-геохимических исследований J_{2-3} – K_1 вулканитов рифтогенных впадин Западного и Восточного Забайкалья, для которых показана разная геохимическая специализация и природа источников вещества.

Согласно данным палеогеодинамических реконструкций, полное замыкание Монголо-Охотского пояса (МОП) на территории Забайкалья произошло на рубеже ранней и средней юры [2]. Внутриплитовая эндогенная активность в пределах Азиатского континента обусловила появление системы грабенов, горстов, сводовых поднятий, а также привела к формированию серии магматических пород повышенной щелочности, которые характеризуются повышенными содержаниями некогерентных элементов [4].

В Западном Забайкалье, на территории, протянувшейся от западного фланга хребта Малый Хамар-Дабан до Витимского плоскогорья, в позднем мезозое-кайнозое широко проявился континентальный магматизм, связанный с развитием системы впадин Западно-Забайкальской рифтовой области (ЗЗРО) [1]. Рифтовая область возникла в поздней юре и развивалась до раннего кайнозоя включительно. За это время в ее пределах сформировались дифференцированные и бимодальные умеренно-щелочные и щелочные серии. ЗЗРО расположена к северу от МОП, протянувшись вдоль его борта более чем на 1000 км.

Территория Восточного Забайкалья находится на сопряжении развития двух крупных вулканических областей – Восточно-Монгольской (ВМВО) и Большехинганской (БХВО). Развитие ВМВО началось в начале раннего мела и было связано с процессами внутриконтинентального рифтогенеза над мантийным плюмом. Формирование БХВО происходило в интервале времени от 166 до 115 млн лет [11] в режиме активной континентальной окраины и характеризовалось поперечной геохимической зональностью, определившей появление высококалийных вулканитов в ее тыловой части.

В настоящем сообщении авторы рассматривают изотопно-геохимические характеристики магматических пород, образовавшихся в интервале средней юры – раннего мела на территории рифтогенных впадин Западного и Восточного Забайкалья.

В пределах Западного Забайкалья были изучены вулканические породы основного-среднего состава повышенной щелочности, развитые в пределах Удинской, Еравнинской, Зазинской рифтогенных впадин в возрастном диапазоне 174-113 млн лет, а на территории Восточного Забайкалья – вулканиты основного и среднего состава повышенной щелочности, развитые в Нерчинской и Александрово-Заводской впадины с возрастом 162-131 млн лет.

На рис. 1 отчетливо видно разную специализацию вулканических пород впадин Западного и Восточного Забайкалья. Вулканиты впадин Западного Забайкалья отличаются более высокотитанистыми составами, типичными для рифтогенных обстановок. Их фигуративные точки составов полностью лежат в пределах составов ВМВО, тогда как вулканиты Нерчинской впадины и нижней пачки кайласской свиты Александрово-Заводской впадины локализуются в области низкотитанистых составов, имеющих сходство с областями развития магматизма субдукционной природы

(рис. 1б). Следует отметить, что в пределах Александрово-Заводской впадины выделяются две вулканогенные толщи, нижняя из которых принадлежит к нижней пачке, а верхняя – к верхней пачке кайласской свиты. Положение фигуративных точек составов верхней вулканогенной толщи Александрово-Заводской впадины также характеризуется более высокими содержаниями TiO_2 . На рис. 1а вулканы впадин Восточного Забайкалья имеют высокие Th/Yb значения и вариации величин Nb/Yb , что определяет их положение, близкое к составам активных континентальных окраин. Вулканы, проявленные во впадинах Западного Забайкалья, отличаются компактным расположением составов в координатах Th/Yb – Nb/Yb и близки по составу к OIB. Обращает на себя внимание промежуточный характер составов вулканитов верхней вулканогенной толщи Александрово-Заводской впадины между вулканитами OIB и АКО, а также участие корового материала в их составе, что подтверждается наличием в них ксеногенного корового материала, представленного ксеноморфными зёрнами кварца и резорбированными кристаллами полевых шпатов в основной массе вулканитов.

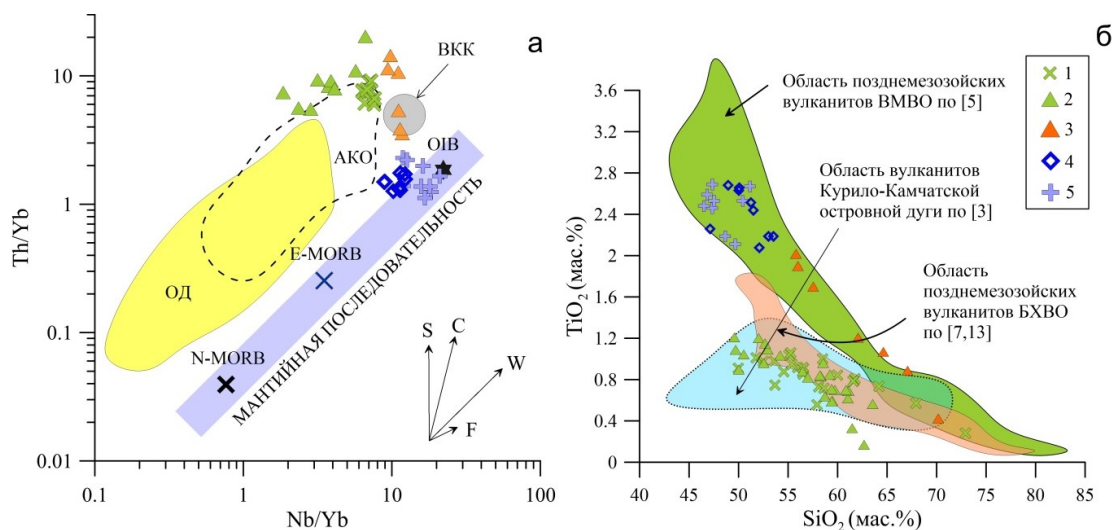


Рис. 1. Дискриминантные диаграммы Th/Yb – Nb/Yb и TiO_2 – SiO_2 для J_{2-3} – K_1 вулканитов для рифтогенных впадин Западного и Восточного Забайкалья. Условные обозначения: 1 – вулканы Нерчинской впадины; 2-3 – вулканы Александрово-Заводской впадины (2 – нижняя пачка кайласской свиты, 3 – верхняя пачка кайласской свиты); 4 – вулканы Удинской впадины, 5 – вулканы Еравнинской и Зазинской впадины. На (а) векторами отмечено возможное влияние процессов: S – обогащения субдукционным компонентом, C – коровой контаминации, W – обогащения внутриплитным (плюмовым) компонентом, F – фракционной кристаллизации. Точки средних составов N-MORB, E-MORB, OIB приведены по [10]; валовый состав верхней континентальной коры (ВКК) по [9]; поля составов островных дуг (ОД) и активных континентальных окраин (АКО) приведены по [12].

На мультикомпонентной диаграмме (рис. 2) отмечается сходство в спектрах распределения редких элементов вулканитов Нерчинской и Александрово-Заводской (нижняя толща) впадин, обогащенных литофильными элементами (особенно Rb, Th, U) с проявленными минимумами Nb, Ti, P и максимумами по Pb, что в целом согласуется со средним составом коры активных континентальных окраин.

Вулканы Удинской, Зазинской и Еравнинской впадин ЗЗРО обладают несколько отличными спектрами распределения редких элементов – нет явно выраженного максимума Pb, отмечаются небольшие отрицательные аномалии Th и U, а также положительные аномалии по Ba и Sr (особенно для вулканитов Удинской впадины). В общих чертах, характер распределения микроэлементов в вулканитах впадин ЗЗРО имеет сходства с OIB, отличаясь более высокими содержаниями наиболее неогерентных элементов (рис. 2).

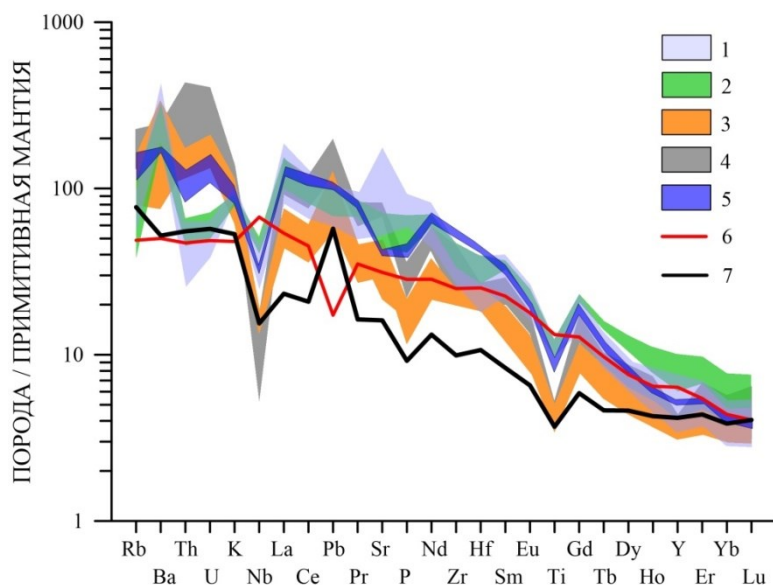


Рис. 2. Мультикомпонентная диаграмма для J_{2-3} - K_1 вулканитов для рифтогенных впадин Западного и Восточного Забайкалья. Условные обозначения: 1-5 – области составов вулканитов рифтогенных впадин: 1 – Удинская, 2 – Еравнинская и Зазинская, 3 – Нерчинская, 4-5 – Александрово-Заводская (4 – вулканиты нижней пачки кайласской свиты, 5 – вулканиты верхней пачки кайласской свиты); 6 – средний состав OIB по [10], 7 – средний состав коры активных континентальных окраин по [8].

Вулканиты впадин Восточного Забайкалья по своим изотопным характеристикам ($^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}_{(0)}$ от 0.70641 до 0.70675, $\epsilon\text{Nd}(t)$ от -0.1 до -2.1) перекрываются с областью составов раннемеловых вулканитов шошонит-латитовой серии Восточной Монголии (рис. 3б), а также имеют широкие вариации Ba/Nb , что типично для магматитов субдукционной природы. Вулканиты впадин ЗЗРО, а также вулканиты верхней вулканогенной тощи Александрово-Заводской впадины имеют более низкие величины $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}_{(0)}$ (0.70391-0.70546) при значениях $\epsilon\text{Nd}(t)$ от -2.9 до +3.6, при незначительных вариациях Ba/Nb , и полностью локализованы в области составов раннемеловых вулканитов трахибазальтовой серии рифтогенных впадин Восточного Забайкалья и Центрально-Азиатского складчатого пояса в целом.

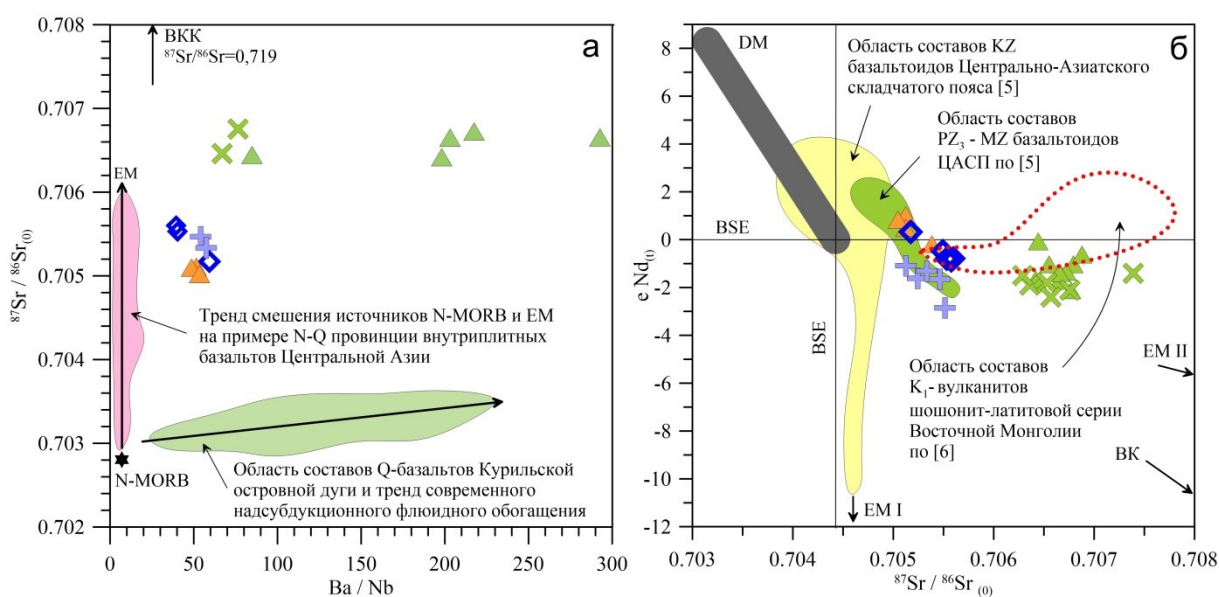


Рис. 3. Дискриминантные диаграммы $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}_{(0)}$ - Ba/Nb и $\epsilon\text{Nd}(t)$ - $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}_{(0)}$ для J_{2-3} - K_1 вулканитов для рифтогенных впадин Западного и Восточного Забайкалья. Условные обозначения приведены на рис. 1.

Таким образом, можно отметить, что вулканиды впадин Западного Забайкалья формировались при участии расплавов, сформированных в деплетированной мантии и обогащенной мантии двух типов (ЕМІ и ЕМІІ), а также расплавов коровой природы, что выражено в совокупности петрографических, геохимических и изотопных данных.

В пределах Александрово-Заводской впадины Восточного Забайкалья отмечаются две вулканические толщи, имеющие разную природу источников вещества – нижняя толща имеет изотопно-геохимические маркеры субдукционного компонента, образованного при смешении магм, унаследовавших характеристики ДМ и ЕМІІ, и вместе с вулканидами Нерчинской впадины, вероятно, имеет отношение к процессам, определившим развитие БХВО. Верхняя вулканогенная толща Александрово-Заводской впадины по совокупности изотопно-геохимических данных имеет гибридную природу и наиболее близка по характеристикам к вулканидам впадин ЗЗРО, а также раннемелового этапа трахибазальтового магматизма Восточного Забайкалья.

Работа выполнена в рамках государственного задания Министерства науки и высшего образования Российской Федерации на проведение НИР ИГХ СО РАН по теме № 0284-2021-0006.

Список литературы

1. Воронцов А.А., Ярмолюк В.В. Эволюция магматизма Тугнуйско-Хилокского сектора Западно-Забайкальской рифтовой области в позднем мезозое и кайнозое // Вулканология и сейсмология. 2007. № 4. С. 3-28.
2. Парфенов Л.М., Берзин Н.А., Ханчук А.И. и др. Модель формирования орогенных поясов Центральной и Северо-Восточной Азии // Тихоокеанская геология. 2003. Т. 22. № 6. С. 7-41.
3. Перепелов А.Б. Геохимия позднекайнозойских высококалийных вулканических серий островодужной системы Камчатки. Дис. на соиск. уч. ст. канд. геол.-мин. наук. Иркутск, 1989. 394 с.
4. Ярмолюк В.В., Коваленко В.И. Геохимические и изотопные параметры аномальной мантии Северной Азии в позднем палеозое-раннем мезозое (данные изучения внутриплитного базитового магматизма) // Доклады Академии наук. 2000. Т. 375. № 4. С. 525-530.
5. Ярмолюк В.В., Козловский А.М., Саватенков В.М. и др. Позднемезозойская Восточно-Монгольская вулканическая область: строение, магматические ассоциации, источники магматизма // Петрология. 2020. Т. 28. № 6. С. 563-590.
6. Dash B., Yin A., Tseveendorj B., Han B. Petrology, structural setting, timing, and geochemistry of Cretaceous volcanic rocks in eastern Mongolia: Constraints on their tectonic // Gondwana Research. 2015. V. 27. P. 281-299.
7. Fan W.-M., Guo F., Wang Y.-J., Lin G. Late Mesozoic calc-alkaline volcanism of post-orogenic extension in the northern Da Hinggan Mountains, northeastern China // Journal of Volcanology and Geothermal Research. 2003. V. 121. P. 115-135.
8. Rudnick R.L., Fountain D.M. Nature and composition of the continental crust: a lower crustal perspective // Reviews of Geophysics. 1995. V. 33. № 3. P. 267-309.
9. Rudnick R.L., Gao S. Composition of the continental crust // Theasure on Geochemistry / Ed. D. Holland, K.K. Turekian. Amsterdam: Elsevier, 2003. V. 3: The Crust. P. 1-64.
10. Sun S.S., McDonough W.F. Chemical and isotopic systematics of oceanic basalts: implications for mantle composition and processes // Magmatism in Ocean Basins. Geol. Soc. London Spec. Publ. 1989. V. 42. P. 313-346.
11. Vorontsov A.A., Federyagina E.N., Dril S.I. et al. The Jurassic–Cretaceous K-rich volcanism of the Nercha depression in Eastern Transbaikalia and its geodynamic nature // Doklady Earth Sciences. 2024. V. 516. № 2. P. 1015-1022.
12. Wilson M. Igneous petrogenesis London: Unwin Hyman, 1989. 446 p.
13. Yu Y., Xu W., Pei F. et al. Chronology and geochemistry of Mesozoic volcanic rocks in the Linjiang area, Jilin province and their tectonic implication // Acta Geologica Sinica. 2009. V. 83. P. 245-257.