

УДК 552.32(571.655)

ПЕТРОГЕОХИМИЧЕСКИЕ ТИПЫ ГРАНИТОИДОВ КУРИЛЬСКОЙ ОСТРОВНОЙ ДУГИ

© 2000 г. Б. Н. Пискунов, А. В. Рыбин

Представлено академиком В.Г. Моисеенко 19.08.99 г.

Поступило 21.01.99 г.

В пределах внутреннего поднятия Курильской дуги неоген-четвертичная вулканическая активность привела к образованию мощного комплекса вулканических и вулканогенно-осадочных пород, прорванных субвулканическими и плутоническими образованиями. По сравнению с продуктами вулканизма интрузивные породы, среди которых главная роль принадлежит гранитоидам, изучены относительно слабо. Описано строение отдельных массивов, а также состав слагающих их пород [1–4].

Гранитоидные массивы наиболее широко распространены в южной части дуги (Прасоловский, Докучаевский, Орловский, Мечиковский на о. Кунашир, Галинковский и Нигорийский на о. Уруп) и в меньшей степени – в северной (Центральный массив на о. Парамушир). Возраст их варьирует от 30 до 6 млн. лет [4], что соответствует геологическим данным о многоэтапном характере становления интрузий в истории развития дуги. Массивы имеют сложное строение и сформированы разнообразными породами, включающими полнокристаллические и порфиоровые разновидности кварцевых диоритов, плагиогранитов, тоналитов, гранодиоритов и аплитов.

Петрографический состав гранитоидных пород подвержен значительным колебаниям. Наиболее распространенными минералами являются плагиоклаз (45–60%) состава от анортита до альбита, кварц (15–50%), калишпат (0–20%), амфибол (0–15%), пироксены (0–5%). По соотношению кремнезема и общей щелочности они, за исключением пород с предельно низким содержанием калия, относятся к ряду нормальной и пониженной щелочности. Из породообразующих окислов наиболее вариabильными являются CaO, N₂O, K₂O, содержание которых от массива к массиву меняется в несколько раз.

Ширина спектра составов гранитоидов, обилие переходных разновидностей, а также сложное внутрен-

нее строение массивов объясняют разнообразие взглядов на их формационную принадлежность. Разные исследователи относят их к габбро-плагиогранитному, кварцево-диоритовому, плагиогранит-плагиориолитовому, а также к особому островодужному типу гранитоидов, не имеющему полных аналогов в древних складчатых системах [3]. С последними представлениями созвучны взгляды авторов некоторых классификаций гранитоидов, относящих кислые плутонические породы островных дуг к дифференциатам основной магмы (“андезитовый” тип) [5–7].

Не отрицая связи островодужных гранитоидов с основной магмой, что для Курильской дуги подтверждается их геохимическим родством с эффузивными породами [8], нельзя не отметить слишком генерализованный характер подобных представлений, не отражающих реального разнообразия пород, так как в пределах даже одного острова гранитоиды нередко значительно различаются по составу. Необходимость в петрогеохимической типизации гранитоидов определяется потребностями знаний об эталонных типах островодужных гранитоидов, что представляет особый интерес при изучении подводных

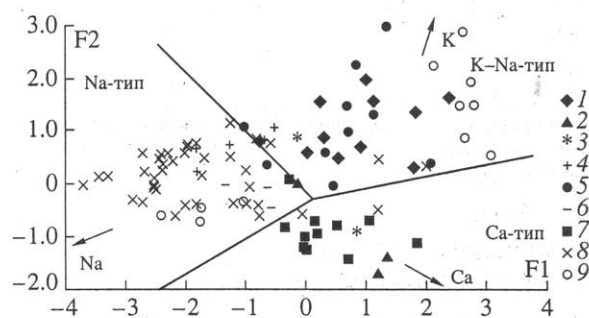


Рис. 1. Диаграмма петрогеохимических типов гранитоидов Курильской дуги в координатах факторов F1 и F2. Интрузивные массивы: 1 – Докучаевский, 2 – Лобановский, 3 – Галинковский, 4 – Валентиновский, 5 – Орловский, 6 – Ущельный, 7 – Мечниковский, 8 – Прасоловский, 9 – Центральный.

Таблица 1. Содержание петрогенных (мас. %) и редких (ppm) элементов в типичных образцах гранитоидов о. Кунашир

Хим. состав	Са-тип	Na-тип	К-Na-тип
	1	2	3
SiO ₂	68.22	71.89	66.77
TiO ₂	0.33	0.52	0.60
Al ₂ O ₃	16.00	13.68	14.40
Fe ₂ O ₃	2.03	1.25	1.33
FeO	2.17	2.44	3.08
MnO	0.10	0.06	0.13
MgO	1.27	1.51	2.04
CaO	3.53	1.63	3.95
Na ₂ O	4.18	5.60	3.76
K ₂ O	0.34	0.44	2.24
P ₂ O ₅	0.10	0.08	0.12
П.п.п.	1.61	1.10	1.00
Сумма	99.88	100.20	99.42
Rb	3	7	50
Sr	180	160	400
Ba	120	110	800
Sc	16	17	13
Zr	110	70	180
Hf	3	4	4
Nb	1	1	3
Ta	0.2	0.2	0.3
Th	2	2.6	6
U	1	1.1	1.4
V	60	50	80
Cr	18	35	60
Ni	20	10	7
Co	5	3	5
La	2.6	5.9	15.3
Ce	6.4	12.7	29
Nd	5.1	8.6	16.3
Sm	2	2.9	4.1
Eu	1.7	2.1	1.7
Gd	3.6	3.5	4.8
Dy	4.7	3.5	4.5
Er	3.6	2.4	2.4
Yb	2.7	0.2	0.3
Lu	1.0	0.1	0.2

Примечание. 1 – плагиогранит Мечниковского массива; 2 – плагиогранит Прасоловского массива; 3 – гранодиорит Докучаевского массива.

геологических структур и при различных палеотектонических реконструкциях.

Для региональной петрогеохимической типизации кислых интрузивных пород, учитывая их разнообразие, был применен факторный метод анализа многомерных данных в R-модификации [9]. По значениям трех окислов с наиболее изменчивыми содержаниями были рассчитаны вели-

ны факторов F1 и F2, в пространстве которых наилучшим образом обеспечивается разделение пород. Содержание факторов выражается формулами:

$$F1 = 0.35CaO - 1.33Na_2O + 0.29K_2O + 3.87,$$

$$F2 = -0.40CaO - 0.22Na_2O + 0.84K_2O + 1.24.$$

Рассчитанные значения факторов для всех интрузий представлены на рис. 1, на котором проектируемые составы локализуются в трех изолированных областях, соответствующих возрастающему влиянию каждого из соответствующих окислов. Эти области, разделенные на графике граничными дискриминантными линиями [9], отражают реальное наличие трех петрохимических типов гранитоидов Курильской дуги – кальциевого, натриевого и калий-натриевого. Конкретные массивы, за исключением Центрального на о. Парамушир, сложены преимущественно, однотипными в петрохимическом отношении породами (80–90% преобладающего типа), несмотря на многообразие петрографических разностей. Химические составы типичных представителей выделенных типов приведены в табл. 1.

Са-тип представлен плагиогранитами и тоналитами Мечниковского, Лобановского и Нигорийского массивов. Сложены они плагиоклазом высокой основности (50–60%), кварцем (40–50%), амфиболом, магнетитом и редкими зернами пироксенов. По содержанию K₂O породы относятся к бескальциевой серии с высокими кварц-щелочно-полевошпатовым и анортитовым числами. В целом, они отличаются предельно низким содержанием литофильных элементов и типом распределения РЗЭ, сходным с океаническими базальтами и по геохимическим особенностям близки к известковым бескальциевым плагиогранитам офиолитовых комплексов.

Na-тип представлен плагиогранитами, кварцевыми диоритами, гранодиоритами Прасоловского, Валентиновского и, частично, Центрального массивов. Они отличаются высоким содержанием Na₂O, умеренным K₂O и литофильных элементов, деплетированностью тяжелыми РЗЭ. По многим свойствам они сходны с докембрийскими тоналит-трондьемит-гранодиоритовыми комплексами (TTG – в англоязычной литературе).

К-Na-тип представлен гранодиоритами Орловского, Докучаевского и Центрального массивов, отличительной особенностью состава которых является присутствие калишпата, роговой обманки и биотита. Они относятся к серии пород нормальной щелочности с нормативными составами, расположенными вблизи минимума системы кварц-альбит-ортоклаз. Геохимический состав пород этого типа характеризуется значительной обогащенностью щелочами, литофильными элементами и легкими РЗЭ, что сближает их с гранитоидами континентальных окраин.

Различия петрогеохимических типов устанавливаются также и по некоторым индикаторным соотношениям элементов. Так, Са-тип характеризуется минимальными значениями Rb/Sr, K/U, La/Yb и максимальными – Ni/Co. Для К–Na-типа свойственны максимальные значения Rb/Sr, Th/U, K/Th, La/Yb, Ba/La. Натриевый тип гранитоидов по этим параметрам занимает промежуточное положение.

Таким образом, проведенное исследование показывает, что особенностями островодужных кислых plutonic пород являются широкие вариации их составов в пределах даже одного острова, что послужило основанием для разделения их на три петрогеохимических типа. Не затрагивая вопроса о генетических причинах многообразия гранитоидов дуг, отметим лишь, что Са- и К–Na-типы комагматичны и часто пространственно совмещены с вулканическими породами известковой (толеитовой) и известково-щелочной серий [10], что позволяет относить эти гранитоиды к производным средне-основных магм, соответствующих серий. Гранитоиды Na-типа не имеют видимой связи с вулканическими породами средне-основного состава и основные проявления этих гранитоидов характерны для ранних этапов формирования Курильской островной дуги, что наряду с высокими Sr-изотопными соотношениями [11], позволяет предполагать участие материала коры в образовании этих пород.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Вергунов Г.П. // Геология и геофизика. 1961. № 5. С. 77–80.
2. Тарарин И.А. // Тр. Сахалин. комплекс. НИИ. 1974. В. 31. С. 182–194.
3. Сергеев К.Ф. Тектоника Курильской островной системы. М.: Наука, 1976. 147 с.
4. Рыбин А.В., Данченко В.Я. Интрузивные породы Большой Курильской гряды: петрология и петрогенезис. Препр. Южно-Сахалинск, 1994. 53 с.
5. Жариков В.А. // Вестн. МГУ. Сер. 4. Геология. 1987. № 6. С. 3–14.
6. Таусон Л.В. Геохимические типы и потенциальная рудоносность гранитоидов. М.: Наука, 1977. 280 с.
7. Ферштатер Г.Б. Петрология главных интрузивных ассоциаций. М.: Наука, 1987. 232 с.
8. Рыбин А.В. В сб.: Актуальные вопросы геологии, геофизики и биологии. Южно-Сахалинск, 1991. С. 31–52.
9. Девис Дж. Статистика и анализ геологических данных. М.: Мир, 1977. 572 с.
10. Пискунов Б.Н. Геолого-петрологическая специфика вулканизма островных дуг. М.: Наука, 1987. 230 с.
11. Виноградов В.И., Григорьев В.С., Покровский Б.Г. В сб.: Эволюция системы кора–мантия. М., 1986. С. 78–103.