

Г.П. АВДЕЙКО, А.Ю. АНТОНОВ, О.Н. ВОЛЫНЕЦ,
Н.Г. ГЛАДКОВ, И.А. МАРКОВ, А.А. ЦВЕТКОВ

**ГЕОХИМИЧЕСКАЯ ЗОНАЛЬНОСТЬ ЧЕТВЕРТИЧНЫХ ЛАВ
КУРИЛЬСКОЙ ОСТРОВНОЙ ДУГИ**

(Представлено академиком Ф.В. Чухровым 29 III 1984)

Важным звеном решения проблемы генезиса магм островных дуг (ОД) может служить выявление закономерных неоднородностей состава лав и связи их с геолого-геофизическими параметрами ОД и сейсмофокальной зоны. Наиболее информативными, с этой точки зрения, представляются данные о содержаниях в лавах редких элементов. Если по петрохимии вулканических пород Курильской ОД имеется богатый материал, позволяющий говорить о наличии поперечной и продольной петрохимической зональности [1—5], то данных по редким и особенно редкоземельным элементам (РЗЭ) пока недостаточно и относятся они только к наземным вулканам [5—8]. Отсутствие данных по подводным вулканам, составляющим более 80% четвертичных вулканов в тыловой части Курильской ОД, предопределило противоречивость мнений о наличии или отсутствии поперечной геохимической зональности [6,8].

Для восполнения этого пробела в 11-м (1981 г.), 15-м (1982 г.), 17-м (1983 г.) рейсах нис "Вулканолог" проведено изучение связи вещественного состава лав четвертичных подводных вулканов Курильской ОД с их положением относительно конкретных структур и дуги в целом. В качестве основы для получения геохимических данных выбраны поперечные вулканические зоны, характерные для тыловой части Курильской ОД (рис. 1). Они представляют собой цепочки в основном подводных вулканов, почти под прямым углом прилегающие к фронтальной части дуги. Ниже рассматриваются аналитические данные по двум поперечным зонам северной части Курильской ОД (Северные Курилы) и двум — центральной части (Центральные Курилы).

На рис. 2 приведены результаты обработки данных по некоторым щелочным и щелочноземельным элементам и элементам группы Fe. Анализы выполнены в Институте геохимии им. А.П. Виноградова СО АН СССР. K, Rb, Li определялись методом пламенной фотометрии, Ba и Sr — рентгеноспектральным, Ni, Co, Cr, V — спектральным и РЗЭ — химикоспектральными методами. Всего проанализировано 221 образец, в том числе 116 — для Северных и 105 — для Центральных Курил. Около половины из них характеризуют подводные вулканы тыловой части дуги, остальные — наземные и подводные вулканы фронтальной и тыловой частей.

Содержания K_2O , Rb, Ba, Sr в лавах тыловых частей поперечных зон в 2—4 раза выше, чем на фронте дуги. При этом изменяется также K/Rb-отношение от 500—100 на фронте дуги, до 300—700 в тыловой ее части. Вместе с тем значимых различий по содержанию Na и Li в лавах фронтальной и тыловой частей не обнаружено. Сравнение содержаний K_2O , Rb, Ba, Sr в лавах Северных и Центральных Курил показывает, что наряду с поперечной наблюдается также и продольная зональность, выражен-

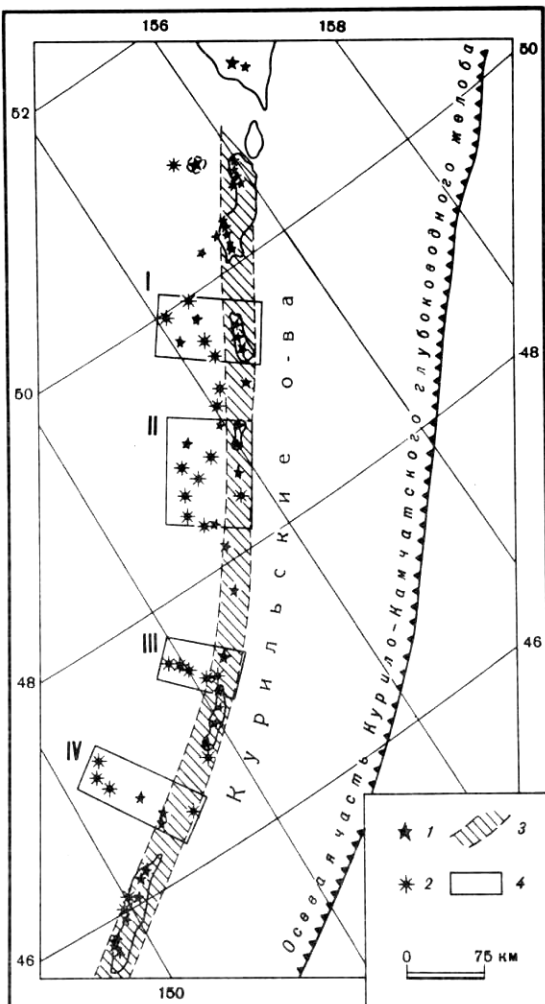
Рис. 1. Схема расположения четвертичных вулканов северной и центральной частей Курильской островной дуги. 1 - наземные вулканы; 2 - подводные вулканы; 3 - фронтальная часть дуги; 4 - полигоны исследований поперечных вулканических зон: I, II - Северные Курилы, III, IV - Центральные Курилы

ная как по фронту, так и по тыловым частям ОД (см. рис. 2). Содержания всех перечисленных элементов и в основных, и в кислых породах на 20—50% выше в Северных, чем в Центральных Курилах.

По содержаниям элементов группы Fe также отчетливо проявлена поперечная зональность, особенно в базальтах и андезитах (см. рис. 2). При этом, если концентрации относительно легкоплавких Fe (в основном за счет FeO) и V выше во фронтальной части ОД по сравнению с тыловой, то концентрации тугоплавких Ni, Cr, наоборот, выше в тыловой: по Ni в базальтах — более чем в 6 раз, в андезитах — примерно в 2 раза, по Cr — более чем в 7 и 2,5 раза соответственно. Заметных различий в содержании элементов группы Fe вдоль дуги не наблюдается.

От фронтальных частей к тыловым меняется также характер распределения РЗЭ. И кислые, и основные лавы тыловой части дуги обогащены легкими РЗЭ относительно тяжелых по сравнению с аналогичными лавами фронта вулканической дуги (рис. 3). Таким образом, поперечная зональность в характере распределения РЗЭ в лавях Курильской ОД несомненна. Для суждения о продольной зональности имеющихся данных пока недостаточно.

В лавях Курильской ОД наряду с петрогеохимической отчетливо проявлена и минералогическая зональность, выражающаяся в смене дупироксеновых андезитов и дацитов амфиболсодержащими разностями по направлению от фронта ОД к ее тыловой части [2, 9]. На некоторых подводных вулканах тыловой части нами обнаружены также биотитсодержащие разности. Вкрест простириания дуги меняется и состав минералов. Так, по данным микронзондового анализа фенокристаллы клинопироксена базальтов тыловой зоны отличаются от таковых фронтальной зоны более высокими концентрациями Ca, Al, Ti и Cr и обогащением Ca и Al кайм зональных кристаллов. В целом эволюция пироксенов в базальтах и андезитах фронтальной части дуги идет в сторону субкальциевых авгитов и пижонитов при одновременном увеличении их железистости (толеитовая тенденция), тогда как в лавях тыловой



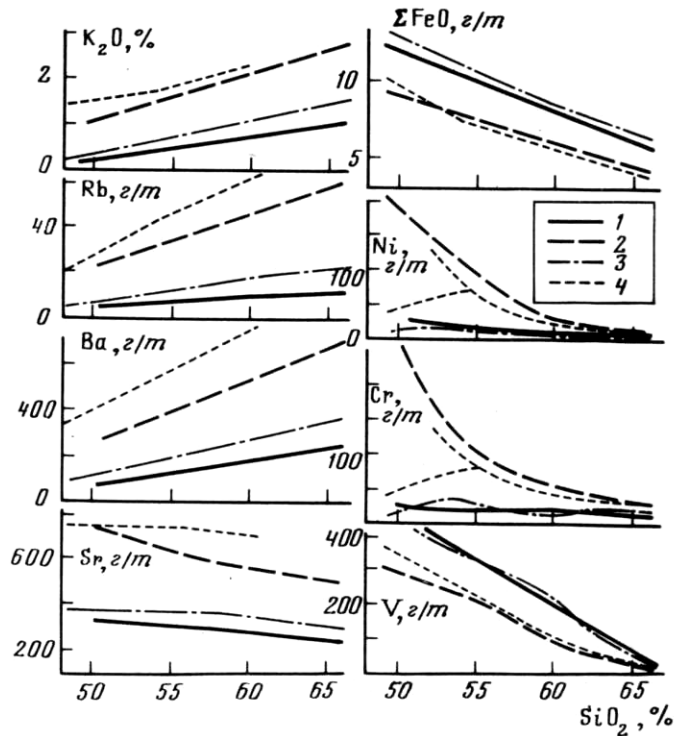


Рис. 2. Вариационная диаграмма содержаний некоторых элементов в лавах поперечных вулканических зон Курильской островной дуги. 1, 2 - лавы фронтальной (1) и тыловой (2) частей Центральных Курил, 3, 4 - лавы фронтальной (3) и тыловой (4) зон Северных Курил

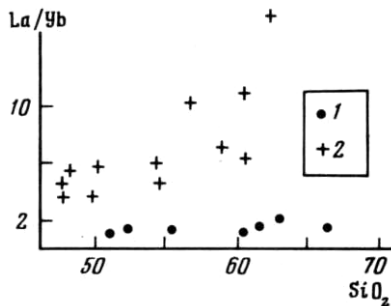


Рис. 3. Диаграмма La/Yb-SiO₂ в лавах поперечных вулканических зон Северных Курил. 1 - лавы фронтальной части, 2 - лавы тыловой части

части составы пироксенов слабо меняются по кальциевости и железистости (известково-щелочная тенденция). Различие в характере эволюции пироксенов лав фронтальной и тыловой зоны может быть связано с большей величиной PO_2 в магмах фронтальной части дуги.

Полученный геохимический и минералогический материал, с учетом общих закономерностей распространения редких элементов [10], позволяет сделать некоторые выводы о причинах, обуславливающих установленную зональность. 1. Обогащение лав тыловой части дуги некогерентными элементами (K, Ba, Rb, легкие PЗЭ) могло бы быть связано с меньшей степенью частичного плавления однородного мантийного субстрата по сравнению с фронтом вулканической дуги. Однако наблюдающееся в лавах тыловой зоны повышение концентраций тугоплавких Ni и Cr при соответствующем повышении FeO/MgO-отношений и отсутствии значимых различий по концентрациям Al, Ti, Ca не позволяют принять это предположение. 2. Характер проявления поперечной и продольной геохимической зональностей свидетельствует

о том, что контаминация магм веществом коры также вряд ли ответственна за их образование. 3. В основе проявления как поперечной, так и продольной зональностей лежит, по-видимому, единый механизм, связанный с условиями плавления, определяемыми такими параметрами, как глубина под вулканами до сейсмофокальной зоны, угол ее наклона, расстояние от глубоководного желоба (т.е. от границы литосферных плит) до вулканов, скорость поддвига океанической плиты под континентальную. Причем на геохимические характеристики лав воздействует суммарный эффект этих параметров, каждый из которых влияет на *PT*-условия, концентрацию и состав летучих компонентов в очагах плавления. Разница в содержании литофильных редких элементов в лавах фронтальной и тыловой зон может быть обусловлена разной степенью выщелачивания флюидами некогерентных редких элементов из мантии за счет состава флюида, его температуры и длительности взаимодействия с веществом мантии. Возрастание концентраций Ni и Sr в тыловых зонах может указывать как на большую степень частичного плавления, так и на менее переработанный состав субстрата в тыловой зоне.

Институт вулканологии
Дальневосточного научного центра Академии наук СССР,
Петропавловск-Камчатский

Поступило
2 IV 1984

Институт геохимии им. А.П. Виноградова
Сибирского отделения Академии наук СССР,
Иркутск

Институт геологии рудных месторождений,
петрографии, минералогии и геохимии
Академии наук СССР, Москва

ЛИТЕРАТУРА

1. *Kito H.* - Bull, volcan, 1959, ser. II, vol. 20, p. 37-76.
2. *Гориков Г.С.* Вулканизм Курильской островной дуги. М.: Наука, 1967. 287 с.
3. *Мархинин Е.К., Стратула Д.С.* В сб.: Вулканизм и глубины Земли. М.: Наука, 1971, с. 11-16.
4. *Пискунов Б.Н.* В сб.: Вулканизм Курило-Камчатского региона и о. Сахалин. 1976, с. 17-33.
5. *Пополитов Э.И., Вольнец О.Н.* Геохимические особенности четвертичных вулканических пород Курило-Камчатской островной дуги и некоторые вопросы петрогенезиса. Новосибирск: Наука, 1981, с. 182.
6. *Леонова Л.Л.* В сб.: Магматизм и его отражение в вулканическом процессе. М.: Наука, 1977, с. 148-158.
7. *Балашов Ю.А.* Геохимия редкоземельных элементов. М.: Наука, 1976. 266 с.
8. *Абдурахманов А.И., Федорченко В.И.* - Вулканол. и сейсмол., 1983, № 3, с. 10-24.
9. *Федорченко В.И., Родионова Р.И.* Ксенолиты в лавах Курильских островов (вещественный состав, происхождение, геологическое значение). Новосибирск: Наука, 1975. 139 с.
10. *Gill J.B.* Orogenic andesites and plate tectonics. В.; Heidelberg; N.Y.: Springer-Verlag, 1981. 376 p.