

УДК 550.4:552.181(532)

© 1993 г. П.И. ФЕДОРОВ, А.В. КОЛОСКОВ, С.М. ЛЯПУНОВ

ГЕОХИМИЯ И ПЕТРОЛОГИЯ ПОЗДНЕКАЙНОЗОЙСКИХ ВУЛКАНИТОВ МЫСА НАВАРИН (ВОСТОК КОРЯКСКОГО НАГОРЬЯ)

Рассмотрены особенности распределения петрогенных и редких элементов в позднекайнозойских вулканических комплексах востока Корякского нагорья, позволяющие сделать вывод о формировании вулканитов из гетерогенных магмогенерирующих источников при различных геодинамических режимах. Отмечено сходство известково-щелочных лав керекского комплекса с вулканическими образованиями окраинно-континентальных дуговых зон и некоторых интрадуговых рифтов. Показано, что образование щелочных базальтов наваринского комплекса связывается с ранней (предрифтовой) стадией развития континентального рифта.

Изучение вулканических серий, расположенных в зонах перехода океан – континент, представляет особый интерес, так как здесь в пределах сравнительно небольших возрастных интервалов можно ожидать существенного изменения геодинамического режима, что в свою очередь не может не отразиться на характере проявления вулканизма и его геохимических особенностей.

Определенный интерес в связи с этим представляет изучение позднекайнозойского этапа магматической деятельности на Северо-Востоке Азии, где формирование континентальной окраины происходило в результате аккреции гетерогенных блоков литосферы, а собственно континентальная стадия только начинает проявляться [1].

Цель настоящей работы – рассмотрение геохимических особенностей позднекайнозойского вулканизма востока Корякского нагорья, который характеризуется сочетанием щелочного и известково-щелочного типа, что дает возможность их сравнить и попытаться выяснить особенности этого сочетания на фоне меняющейся геодинамической обстановки.

ГЕОЛОГО-ПЕТРОГРАФИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ВУЛКАНИТОВ

Один из наиболее крупных (до 70 км²) ареалов распространения позднекайнозойских вулканитов располагается на мысе Наварин и в бассейне р. Эгейнымеем (рис. 1). Предыдущими исследователями эти вулканиты рассматривались как единый вулканический комплекс позднечетвертичного возраста [2, 3]. Наши работы показали, что среди этих образований можно выделить два различающихся по возрасту и вещественному составу комплекса пород: нижний – керекский, представленный дифференцированной базальт-андезит-дацитовый вулканической серией, и верхний – наваринский, сложенный базанитами и щелочными оливиновыми базальтами [4].

Породы керекского комплекса образуют несколько разобщенных вулканических массивов, наиболее крупный из которых непосредственно слагает мыс Наварин. Они перекрывают меловые вулканогенно-осадочные образования и представлены рядом переслаивающихся потоков с суммарной мощностью до 5–15 м на северо-западе до 400–450 м на юге. Наряду с эффузивными фациями в составе комплекса известны пирокластические образования, а также экструзии и дайки андезитов и дацитов. Извержения, вероятно, были связаны с отдельными

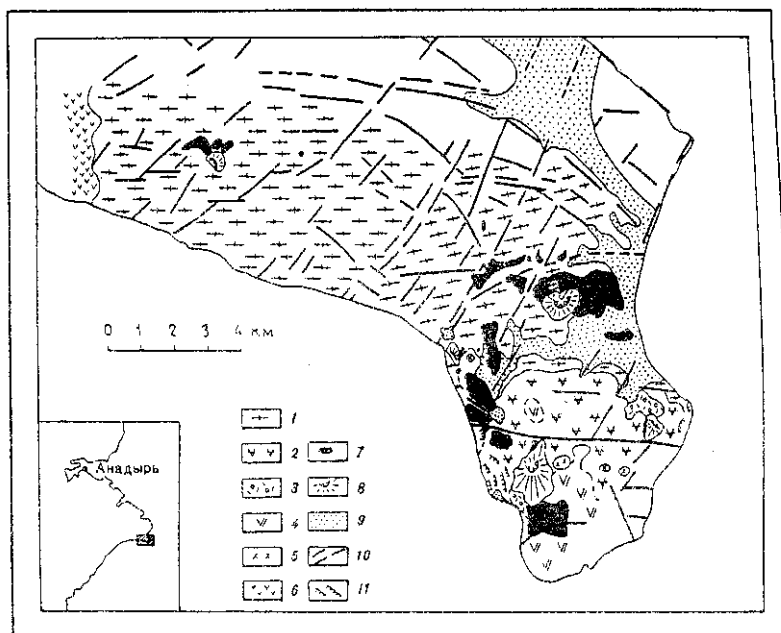


Рис. 1. Схема геологического строения мыса Наварин

1 – позднемезозойские вулканогенно-осадочные образования; 2–5 – вулканические образования керекского комплекса: 2 – преимущественно лавы клинопироксен-плагиоклаз-оливиновых базальтов, 3 – шлаковые конусы и постройки, 4 – преимущественно плагиоклазовые базальты и андезиты, 5 – экструзивы амфиболовых андезитов и дацитов; 6 – покровы плагиоклазовых базальтов в бассейне р. Рассомаха; 7–8 – вулканические образования наваринского комплекса: 7 – покровы щелочных оливиновых базальтов и базанитов, 8 – шлаковые конусы и постройки; 9 – четвертичные, преимущественно аллювиальные образования; 10 – тектонические нарушения; 11 – береговые оползни

длительно эволюционировавшими центрами, однако реконструируются они с трудом. Возрастные датировки, полученные К-Аг-методом (22,3 + 2,3 млн. лет (0,75% К, обр. 760) – видимое основание комплекса и 11,5 + 0,5 млн. лет (0,92% К, обр. 801) – верхняя часть комплекса), дают представление о возрастном интервале проявления вулканизма, хотя не исключено, что его большая величина связана с избыточным содержанием ^{40}Ar в породе.

Лавы наваринского комплекса образуют небольшие покровы, состоящие из одного или нескольких потоков (мощность от первых метров до 40 м) и залегающие как на меловых вулканогенно-осадочных образованиях, так и на породах керекского комплекса. Характерно наличие небольших (высотой от 300 до 500 м) хорошо сохранившихся шлаковых конусов; встречаются прекрасно отпрепарированные некки, а также дайки из фаций магноподводящей системы. Возраст комплекса определен как раннечетвертичный (1,59–1,45 млн. лет, 1,60–1,85% К, обр. 754 и 772 соответственно).

В петрографическом отношении лавы керекского комплекса представляют собой как афировые, так и порфиоровые разности с интерсертальной и микродолеритовой, реже пилотакситовой структурой основной массы. Фенокристаллы (до 10–15 об.%) в базальтах и андезитобазальтах представлены битовниг-лабрадорами (An_{87-56}), титанистыми (TiO_2 0,8–1,2%) авгитами $\text{Wo}_{37-43}\text{En}_{40-42}\text{Fs}_{16-18}$ и оливинами (Fo 89–76; рис. 2). Андезиты и дациты наряду с

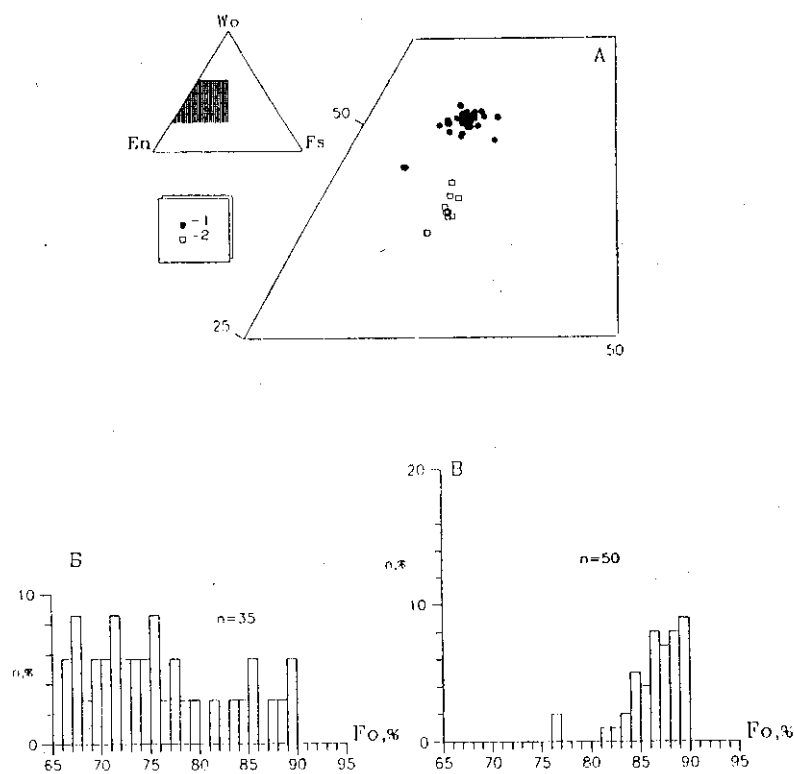


Рис. 2. Состав клинопироксенов и оливинов в базальтах мыса Наварин
 А - диаграмма $Wo-En-Fs$. 1 - лавы наваринского комплекса, 2 - лавы керекского комплекса.
 Б, В - распределение состава оливинов в лавах наваринского (Б) и керекского (В) комплексов

плаггиоклазами и клинопироксенами в качестве вкрапленников также содержат высокомагнезиальную первичную зеленую роговую обманку, указывающую на некоторую "обводненность" исходных магматических расплавов.

Щелочные оливиновые базальты и базаниты наваринского комплекса являются афировыми и субафировыми породами с микроделеритовой структурой основной массы. Субфенокристы представлены оливинами (Fo_{90-65}), высокотитанистыми (2,4-4% TiO_2) клинопироксенами салитового ряда ($Wo_{45-52}En_{36-46}Fs_{8-13}$; рис. 2), крайне редко плаггиоклазами (An_{70-65}). В оливинах часто встречаются мелкие (до 0,3 мм) включения шпинели (Cr_2O_3 16-22; TiO_2 1,2-1,6; Al_2O_3 30-33%). В основной массе породы отмечается лейцит.

Отличительной особенностью лав наваринского комплекса является присутствие в большом количестве (иногда до 50% объема породы), ксенолитов ультраосновных и основных пород размером от первых сантиметров до 40 см: шпинелевых лерцолитов (до 90% от общего объема), дунитов, зеленых пироксенитов, габбро, а также мегакристаллов авгита, энстатита и оливина. Ксенолиты встречены во всех фациях (лавовых потоках, конусах, подводных каналах) пород наваринского комплекса, в то время как среди лав керекского комплекса отмечаются только редкие включения пироксенитов с титано магнетитом и ксенокристаллы оливина (Fo_{93-90}).

Химический состав вулканитов керекского комплекса
(петрогенные элементы – мас.%, редкие – г/т)

Таблица 1

Компонент	757	761	766	765	796	800	745	52-90
SiO ₂	53,02	46,00	65,80	46,08	59,89	49,40	60,17	63,80
TiO ₂	1,80	1,51	0,98	1,61	1,40	1,48	1,30	0,60
Al ₂ O ₃	17,92	14,80	16,32	15,78	18,14	18,82	18,08	16,92
Fe ₂ O ₃	5,07	2,86	2,60	5,76	2,22	3,44	1,96	1,24
FeO	3,39	6,61	1,87	3,74	2,46	5,29	2,69	2,09
MnO	0,14	0,17	0,10	0,12	0,08	0,12	0,11	0,06
MgO	3,59	12,58	2,07	7,76	3,55	4,78	3,14	1,23
CaO	9,41	9,82	2,88	12,48	5,86	10,06	6,72	3,42
Na ₂ O	2,81	2,03	3,23	2,50	3,17	3,43	3,36	3,88
K ₂ O	1,04	0,91	2,41	0,88	0,93	0,68	0,88	1,84
P ₂ O ₅	0,24	0,20	0,13	0,70	0,19	0,24	0,13	0,24
H ₂ O ⁻	0,83	0,70	0,32	0,99	0,86	–	0,10	–
П.п.п.	1,31	2,08	1,29	2,02	1,83	2,25	0,96	4,65
Сумма	100,62	100,27	100,05	100,42	100,60	100,63	99,62	100,37
Cr	56	44	34	30	30	31	38	–
Ni	40	37	16	24	26	26	34	–
Co	26	36	9	28	17	29	18	–
V	184	218	120	185	105	185	100	–
Rb	15	10	37	16	12	6	14	–
Sr	954	755	226	857	474	393	459	–
Ba	591	297	544	316	313	139	292	–
Zr	153	201	168	196	147	150	130	–
Y	21	21	26	23	17	23	16	–
Nb	13	20	8	20	9	8	9	–

Химический состав лав наваринского комплекса
(петрогенные элементы – мас.%, редкие – г/т)

Таблица 2

Компонент	754	763	769	770	771	772	777	799
SiO ₂	45,66	45,10	45,34	46,12	46,52	46,12	46,51	48,80
TiO ₂	2,58	2,45	2,38	3,03	2,50	3,06	2,80	2,49
Al ₂ O ₃	12,39	11,54	11,58	12,87	11,90	14,00	13,61	13,14
Fe ₂ O ₃	3,32	1,56	2,07	2,82	2,02	2,27	3,48	2,04
FeO	7,64	9,28	8,65	9,16	9,34	9,25	8,10	8,85
MnO	0,16	0,16	0,18	0,19	0,17	0,17	0,20	0,14
MgO	12,20	14,78	14,20	9,56	12,84	8,16	9,10	9,80
CaO	8,08	7,60	7,98	8,66	8,84	8,74	8,74	8,26
Na ₂ O	3,88	3,43	2,65	3,38	3,21	4,10	3,71	3,38
K ₂ O	2,06	1,58	1,87	2,35	1,97	2,45	2,11	1,87
P ₂ O ₅	0,96	0,83	0,78	0,99	0,73	0,95	0,80	0,71
H ₂ O ⁺	–	0,87	0,37	0,37	0,29	0,32	–	–
H ₂ O ⁻	0,08	0,32	0,48	0,12	0,20	0,20	0,32	0,28
П.п.п.	0,62	–	1,42	–	–	–	1,00	0,26
Сумма	99,63	99,50	99,58	99,62	100,53	99,79	100,49	100,02
Cr	499	750	570	290	500	600	220	270
Ni	320	540	390	173	450	115	202	256
Co	57	55	48	36	62	51	25	31
V	178	172	185	169	185	218	162	180
Rb	35	30	29	46	27	38	27	27
Sr	708	665	698	816	592	756	469	574
Ba	471	465	–	541	436	583	362	403
Zr	252	227	217	256	201	254	189	214
Y	27	24	22	29	21	26	20	24
Nb	58	49	44	59	42	57	36	46

ОСНОВНЫЕ ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ВУЛКАНИТОВ

Фактической основой анализа геохимических особенностей вулканических серий послужило исследование около 80 образцов из коллекции авторов. Определение петрогенных элементов выполнено методом классического силикатного анализа в Центральной лаборатории ПГО "Укрчерметгеология" (г. Керчь, аналитик Р.А. Шиндерук), Центральной химической лаборатории Института вулканологии ДВО РАН (аналитик Г.Ф. Князева) и Химико-аналитическом центре ГИН РАН (аналитик М.В. Рудченко). Основные данные по содержанию редких элементов получены рентгенофлуоресцентным и спектральным методами в ИГЕМ и ГИН РАН, РЗЭ и Sc определены методом инструментального нейтронно-активационного анализа в ГИН РАН (руководитель С.М. Ляпунов); Th и U – гамма-спектрометрическим методом в ГЕОХИ РАН (аналитик Т.М. Золотухина).

Анализируя имеющиеся данные о химическом составе лав (табл. 1–3), можно видеть существенные различия между породами керекского и наваринского комплексов.

Лавы керекского комплекса непрерывно дифференцированы по кремнезему (SiO_2 44–67%) и по соотношению железистости, кремнезема и щелочей отнесены нами к известково-щелочной серии (рис. 3). На диаграмме $\text{K}_2\text{O}-\text{SiO}_2$ (рис. 4,А) породы керекского комплекса располагаются в поле умереннокалиевых известково-щелочных вулканитов, а по соотношению щелочи–кремнезем практически все фигуративные точки пород лежат ниже границы поля субщелочных пород (рис. 4,Б). Все породы гиперстен-нормативные ($Hyp = 3-27\%$); повышенные содержания титана (1,3–1,9% TiO_2), циркония (110–210 г/т Zr) в основных членах серии отличает их от лав развитых в островодужных обстановках, сближая с продуктами окраинно-континентального магматизма (например, рифтов Тепик-Закоалко, Колима, Мексика [5, 6], северной части Каскадных гор, Вашингтон [7], Северной Камчатки [8]). От типичных островодужных известково-щелочных лав породы отличаются также повышенными содержаниями Nb при сравнительно малых значениях K_2O . Для базальтов и андезитобазальтов керекского комплекса характерны также относительно низкие концентрации когерентных элементов, высокая глиноземистость, уменьшающиеся по мере дифференциации, а также повышенные концентрации фосфора и ниобия, однако не выходящие за уровень содержания в островодужных лавах, при дифференцированном спектре распределения редкоземельных элементов: $\text{La}/\text{Sm} = 1,9-3,9$; $\text{La}/\text{Yb} = 3,8-11,8^1$ (рис. 5,Б).

Таблица 3

Содержание редких элементов в лавах керекского (1–5) и наваринского (6–9) комплексов

Элемент	757	760	774	√ 796	√ 800	√ 754	√ 763	√ 771	√ 772
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
La	15,0	33,0	30,0	10,0	9,5	49,0	25,0	35,0	50,0
Ce	—	—	30,0	60,0	56,0	21,0	21,0	94,0	44,0
Sm	2,6	6,6	4,5	2,1	2,8	8,0	4,7	6,9	8,3
Eu	0,96	1,5	1,5	0,76	1,0	2,6	1,3	2,3	2,1
Tb	0,43	1,1	0,68	0,33	.50	1,2	0,84	1,1	1,6
Yb	1,3	1,8	1,7	0,86	1,6	1,7	0,78	1,4	2,0
Lu	0,22	0,27	0,24	.12	0,24	0,22	0,1	0,19	0,3
Sc	27	28	29	16	31	21	20	24	23
Th	2,5	3,5	—	1,3	1,1	6,4	4,8	3,4	5,2
U	1,0	1,1	—	0,6	0,4	1,7	1,3	1,1	2,5

¹Здесь и далее в тексте отношения РЗЭ нормированы по хондриту [9].

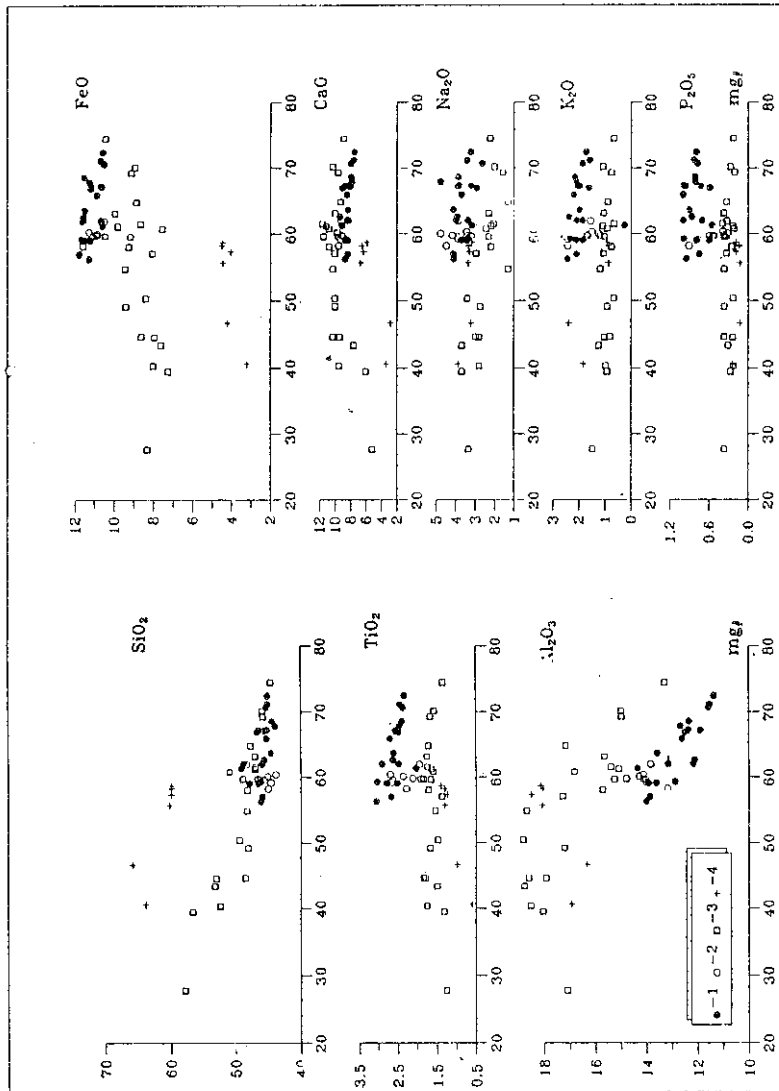


Рис. 3. Положение составов магматических пород востока Корякского нагорья на диаграммах окисел — магнезиальность
 1, 2 — наваринский комплекс; 3, 4 — керехский комплекс; 3 — лавы, 4 — экс-
 трузивные тела

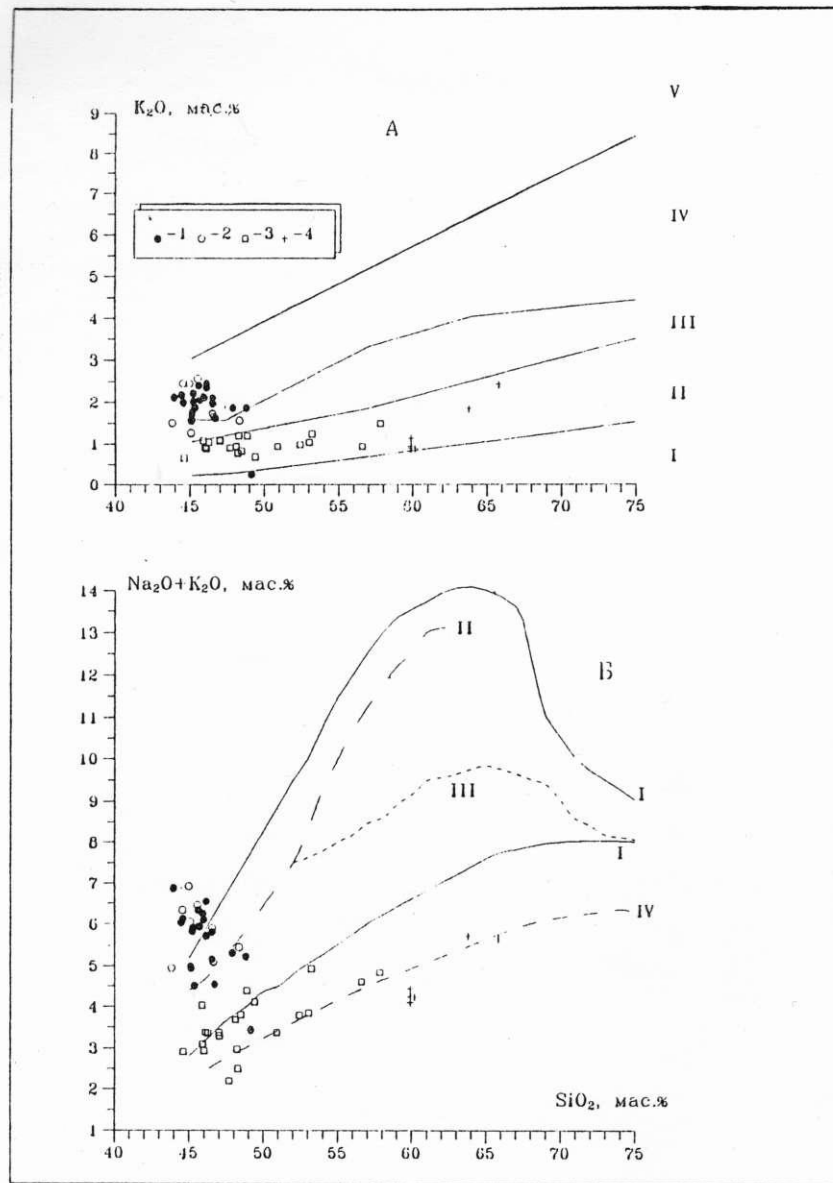


Рис. 4. Систематика вулканических пород по содержанию щелочей 1-4 - см. рис. 3
 А: I-V - поля серий по [19]: I - низкокалиевая, II - умереннокалиевая известково-щелочная, III - высококалевая известково-щелочная, IV - абсарокит-шошонит-латит-трахитовая, V - щелочная.
 Б: I - границы поля субщелочных пород, II - нижняя граница щелочных пород, содержащих фельдшпатоиды, III - нижняя граница поля щелочных пород, содержащих щелочные амфиболы и пироксены. I-III - по [20], IV - верхняя граница лав низкокалиевой серии, по [21]

Несколько отличен состав субвулканических тел, включенных нами в керекский комплекс. Андезиты и дациты, слагающие эти образования, по сравнению с эффузивными фациями отличаются собственными трендами дифференциации по ряду окислов (SiO_2 , Al_2O_3 , FeO , CaO) которые не укладываются в общие тренды эволюции лав керекского комплекса. Эта особенность может свидетельствовать о самостоятельности соответствующих расплавов. Возможно, мы имеем дело с ликвидационным расщеплением магмы на раннем этапе дифференциации.

Щелочные оливиновые базальты и базаниты наваринского комплекса по содержанию петрогенных элементов соответствуют калий-натриевой щелочной серии ($\text{Na}_2\text{O}/\text{K}_2\text{O} > 1$) и являются нефелин-нормативными ($Ne = 1,5-17\%$). Для пород комплекса характерны устойчиво высокие концентрации магния (15,5–8,5% MgO), железа (7–11% $\text{FeO}_{\text{общ}}$), фосфора (0,7–1,1% P_2O_5) и титана (2,3–3,2% TiO_2) при умеренно низких алюминия (11,3–14,4% Al_2O_3) (рис. 3).

Содержание некогерентных, в первую очередь высокочargedных элементов в лавах сопоставимо с таковыми в щелочных базальтах и базанитах континентальных рифтов, в частности района Тувы [10]. Так, содержание Zr в базальтах наваринского комплекса колеблется в пределах 190–260 г/т и близко к значениям для щелочных базальтов района р. Тапса (180–350 г/т). Распределение TiO_2 , Zr, Y, Th и Nb показывает, что лавы комплекса незначительно дифференцированы и их взаимные соотношения смещены в сторону более несовместимого элемента.

Распределение редкоземельных элементов носит дифференцированный характер (рис. 5,А) при умеренном обогащении элементами цериевой группы ($\text{La}/\text{Sm} = 2,9-4,0$; $\text{La}/\text{Yb} = 16-21$).

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Особенности геологического проявления пород керекского и наваринского комплексов, различия концентраций и характер поведения петрогенных и редких элементов свидетельствуют о том, что вулканизм позднекайнозойского этапа происходил в рассматриваемом районе в ходе меняющейся геодинамической обстановки и был связан с различными магматическими источниками.

Для объяснения петрогенезиса пород вулканических серий рассматриваемых комплексов были использованы как расчетные методы, так и анализ вариационных диаграмм, отражающих связь ряда несовместимых элементов в базальтовых расплавах с их концентрациями в источнике.

Лавы непрерывно-дифференцированной базальт-дацитовой серии керекского комплекса по сравнению с типичными островодужными характеризуются повышенными концентрациями TiO_2 , Zr, Nb при сопоставимых концентрациях Rb, Sr. Такие соотношения высокочargedных (HFS) и элементов с большим ионным радиусом (LL) свойственны проявлениям магматизма активных континентальных окраин (в частности, северной части Каскадных гор [7], рифту Тепик-Закоалко Мексиканского вулканического пояса [5], базальтам плато Таос рифта Рио-Гранде, Нью-Мехико [11] и др.).

Одним из подходов, используемых при решении вопросов происхождения магм, является построение спайдер-диаграмм, сущность которых сводится к нормализации концентраций редких элементов в породах к содержаниям в примитивной мантии [12]. Из анализа диаграммы (рис. 5,Г) можно сделать следующие выводы: 1) характер спектра редких элементов, вне зависимости от их абсолютных концентраций, в частности наличие сильной Nb-аномалии, отражает сходство с известково-щелочными сериями окраинно-континентальной обстановки; 2) в образовании первичных магм принимало участие не менее двух источников – обогащенной HFS- и LL-элементами (типа OIB) и деплетированный в отношении этих групп элементов (типа MORB).

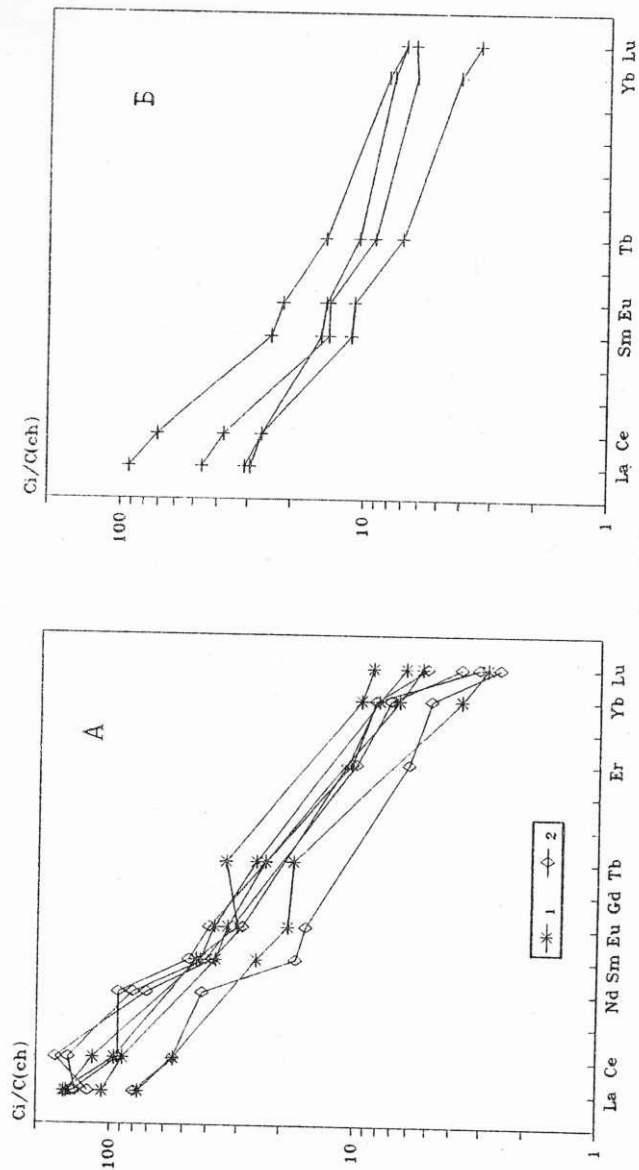


FIG. 5A,B

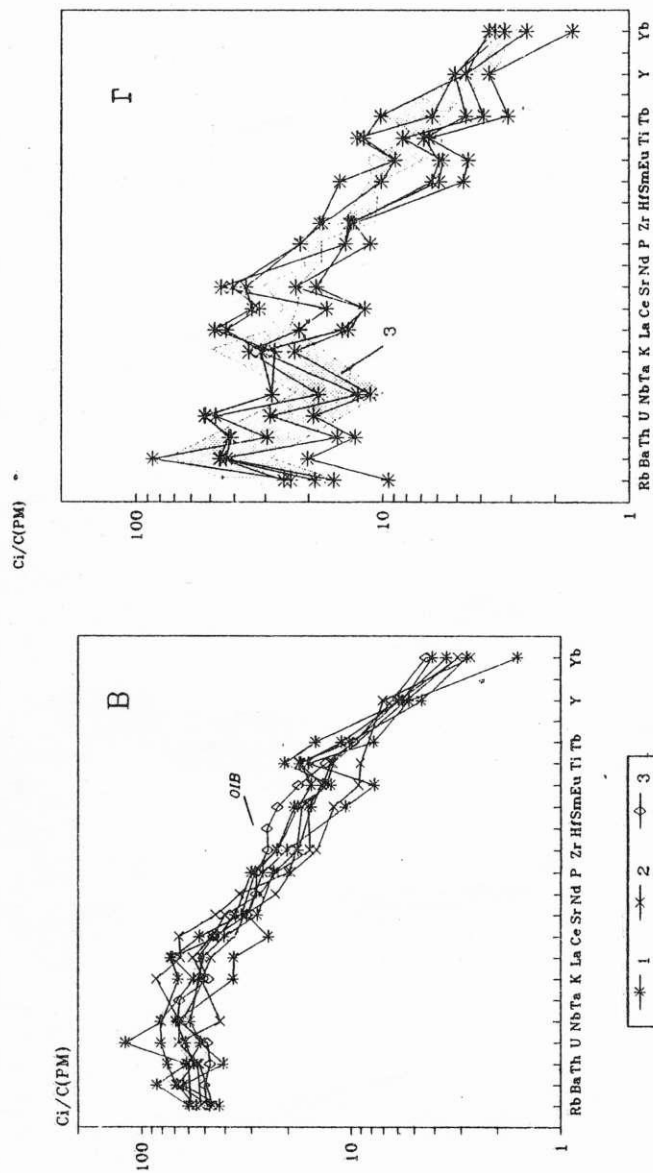


Рис. 5. Распределение редких элементов в лавах наваринского и керекского комплексов
A, B – распределение РЭЭ в лавах наваринского (*A*) и керекского (*B*) комплексов. *A: 1* – лавы мыса Наварин, *2* – лавы р. Бараньего.
B, Г – спайдер-диаграммы распределения редких элементов в лавах наваринского (*B*) и керекского (*Г*) комплексов. *B: 1* – лавы наваринского комплекса; *1* – лавы мыса Наварин, *2* – лавы руч. Бараньего, *3* – средние составы базальта рифта Тешик, по [5], *OIB* – средний состав внутриплитного базальта океана, по [12]

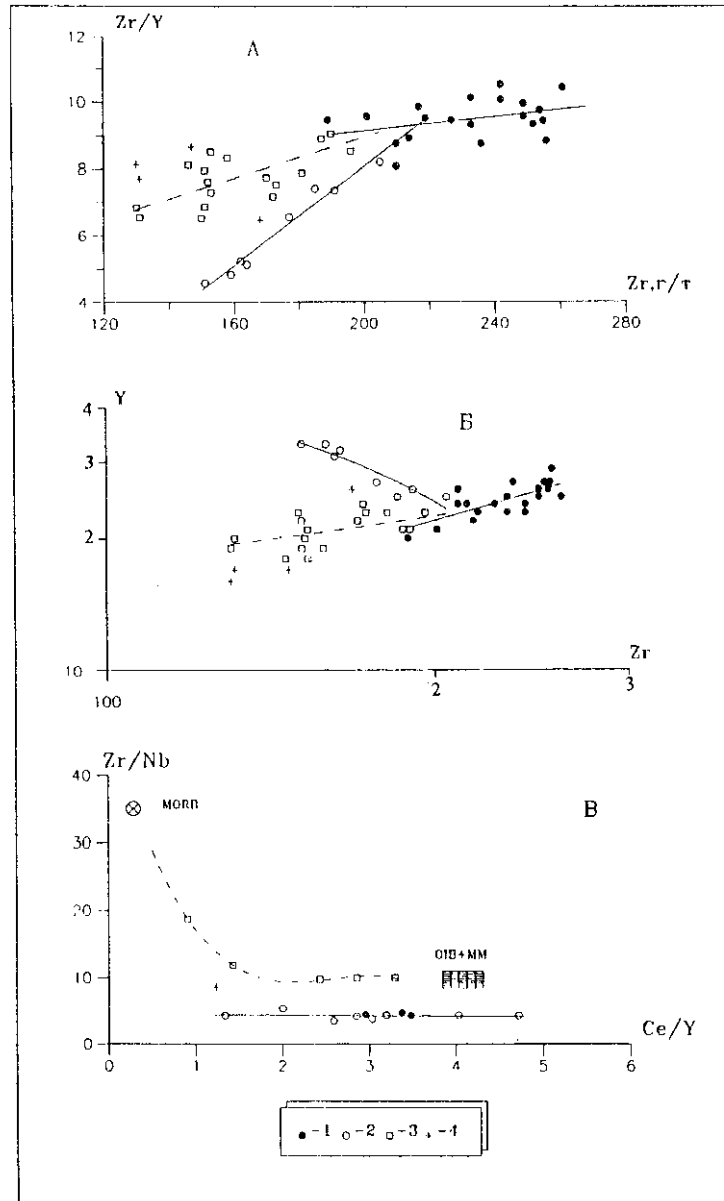


Рис. 6. Положение составов пород наваринского и керекского комплексов на диаграммах $(Zr/Y)-Zr$ (A), $Y-Zr$ (Б) и $(Zr/Nb)-(Ce/Y)$ (B). Положение составов мантийных источников по [12, 18].

Оценка химического состава источников и степени рэлеевского плавления по методикам, описанным в [13, 14], предполагает происхождение лав за счет смешения источника MORB с метасоматически обогащенным источником типа внутриплитного, активизированного под воздействием субдуцированной океанической коры (рис. 6) и последующего 8–10%-ного плавления субстрата. Присутст-

вие амфибола среди вкрапленников и микролитов указывает на водные условия генерации расплавов.

Особенности проявления и химический состав лав наваринского комплекса позволяют относить их к эффузивным ассоциациям ранней (предрифтовой, по [15]) стадии развития континентальных рифтов, связанных с долгоживущими разломами, здесь выделяемыми Л.И. Середой как Анюйско-Беринговский пояс глубинных разломов [16]. Проявления щелочного магматизма районов руч. Бараньего [17] и мыса Наварина маркируют юго-восточный Наваринско-Рарыт-кинский отрезок этого линеймента и с геодинамических позиций характеризуются как рифтогенная структура. По гравиметрическим данным зоне отвечают в основном положительная аномалия при мощности коры до 30 км [1].

Касаясь вопросов генезиса щелочных оливиновых базальтов и базанитов наваринского комплекса, необходимо отметить принципиально иной, чем в предыдущем комплексе, характер распределения некогерентных элементов (рис. 5, В). Наличие положительных и отрицательных аномалий на диаграмме говорит о том, что примитивная недифференцированная мантия не являлась источником первичных магм комплекса, состав исходного субстрата был иным.

Состав первичных магм (равновесие с оливином Fo_{90-86} , $mg > 0,65$; $Ni > 300$ г/т; $Ni/Co \approx 2$) является результатом частичного плавления мантийного субстрата. Для оценки степени такого плавления обычно принимается концентрация некогерентных элементов, увеличение содержания которых тем больше в выплавках, чем в меньшей степени плавится субстрат. Для анализа подобной закономерности в данном случае рассматривались зависимости Zr/Y , Y от Zr в связи со способностью Zr сильно экстрагироваться из базальтового расплава осаждающимися ликвидусными минеральными фазами (рис. 6).

Расчет содержаний редких элементов в субстрате и оценка степени частичного плавления по закону дистилляции Рэлея в 1–3% при внутрисерийном согласовании распределения элементов позволили исключить из рассмотрения все модели источника [13] за исключением шпинелевого лерцолита, по составу близкому к внутриплитному [18].

Заканчивая анализ основных геохимических особенностей щелочного вулканизма наваринского комплекса, необходимо подчеркнуть некоторые различия в характере дифференциации среди лав, располагающихся в долине руч. Бараньего [17] и непосредственно в районе мыса Наварин. При сходстве концентраций большинства петрогенных и редких элементов (рис. 5) отмечается сильно "антидромный" характер в распределении Zr и Y в лавах руч. Бараньего, на наш взгляд, возможно связанный или с разной степенью метасоматического обогащения мантийного субстрата или с различиями внутриочаговой дифференциации расплава.

Таким образом, изменение геодинамического режима с окраинно-континентального на собственно континентальный в течение миоценочетвертичного времени привело к изменению природы плавящегося мантийного субстрата с близкого по своей природе к островодужному на внутриплитный.

Список литературы

1. Тектоника континентальных окраин Северо-Запада Тихого океана. М.: Наука, 1980. 285 с.
2. Занюков В.Н., Родионов Р.И., Неверов Ю.Л. // Вулканизм Курило-Камчатского региона и острова Сахалин. Южно-Сахалинск: Изд. СахКНИИ, 1976. С. 75.
3. Занюков В.Н., Сваричевский А.С., Шкуть Г.И. // Магматизм и формации дна морей, островных дуг и континентальных окраин. Владивосток, 1977. Ч. 2. С. 62.
4. Колосков А.В., Федоров П.И., Головин Д.И., Ляпунов С.М. // Докл. РАН. 1992. Т. 323. № 5. С. 904.
5. Verma S.P., Nelson S.A. // J. Geophys. Res. 1989. V. 94. № B4. P. 4531.

6. *Luhr J.F., Allan J.F., Carmichael I.S.E. et al.* // *J. Geophys. Res.* 1989. V. 94. № В4. P. 4515.
7. Geological, geophysical and tectonic setting of the Cascade range / Eds L.J.P. Lenffler, C.S. Weaver et al. Open-file report 89-178. California. 1989. P. 706.
8. *Кепежинскас П.К.* Кайнозойские вулканические серии обрамления окраинных морей. М.: Наука, 1990. 176 с.
9. *Pallister J.S., Knight R.S.* // *J. Geophys. Res.* 1986. V. 86. № В4. P. 2673.
10. *Кепежинскас В.В., Гладких В.С., Зайков В.В., Курганьков П.П.* // *Геохимия магматических пород современных и древних активных зон.* Новосибирск: Наука, 1987. С. 90.
11. *Basaltic Volcanism on the terrestrial planets.* N.Y.: Pergamon Press, 1981. 1054 p.
12. *Sun S.-S., McDonough W.F.* // *Magmatism in ocean basin.* N.Y.: Pergamon Press, 1988. P. 318.
13. *Федоров П.И.* // *Геохимия.* 1990. № 11. С. 1583.
14. *Volpe A.M., Mcdougall J.D., Hawking J.W.* // *Earth and Planet. Sci. Lett.* 1987. V. 82. № 3-4. P. 241.
15. *Магматические горные породы. Т. 6. Эволюция магматизма в истории Земли.* М.: Наука, 1987. 439 с.
16. *Звизда Т.В.* // Школа-семинар "Тектоника и минерагения Северо-Востока СССР". Тез. докл. Магадан: Изд. СВКНИИ АН СССР, 1990. С. 80.
17. *Федоров П.И., Серегина И.Ф.* // *Геология и геофизика.* 1990. № 11. С. 94.
18. *Jogouitz E., Palme H., Baddenhausen H. et al.* // *Proc. Planet. Sci. Conf. 10th.* N.Y.: Pergamon Press, 1979. P. 2031.
19. *Pecerillo A., Taylor S.R.* // *Contribs Mineral. and Petrol.* 1976. V. 58. № 1. P. 63.
20. *Классификация и номенклатура магматических горных пород.* М.: Наука, 1981. 159 с.
21. *Петрология и геохимия островных дуг и окраинных морей.* М.: Наука, 1987. 336 с.

Геологический институт РАН,
Москва
Институт вулканической геологии и
геохимии ДВО РАН,
Петропавловск-Камчатский

Поступила в редакцию
11.11.92

P.I. FEDOROV, A.V. KOLOSKOV, S.M. LYAPUNOV

GEOCHEMISTRY AND PETROLOGY OF THE LATE CENOZOIC VOLCANIC ROCKS
OF THE NAVARIN CAPE (EASTERN KORYAK UPLAND)

Specific distribution of petrogenetic and rare elements in the Late Cenozoic volcanic complexes of the Eastern Koryak upland suggests their origin from heterogeneous magma-generating sources under different geodynamic conditions. There is certain similarity between calc-alkaline lavas of the Kereksky complex and volcanics units in the continental margins. It is shown that alkline basalts of the Navarin complex formed at early (fore-rift) stage of continental rift.