

С.В. Рассказов, И.С. Чувашова, Т.А. Ясныгина,  
Н.Н. Фефелов, Е.В. Саранина

# КАЛИЕВАЯ И КАЛИНАТРОВАЯ ВУЛКАНИЧЕСКИЕ СЕРИИ В КАЙНОЗОЕ АЗИИ



S.V. Rasskazov, I.S. Chuvashova, T.A. Yasnygina,  
N.N. Fefelov, E.V. Saranina

**POTASSIC AND POTASSIC-SODIC VOLCANIC SERIES  
IN THE CENOZOIC OF ASIA**

Scientific editor  
*Academician RAS M.I. Kuzmin*



NOVOSIBIRSK  
ACADEMIC PUBLISHING HOUSE "GEO"  
2012

С.В. Рассказов, И.С. Чувашова, Т.А. Ясныгина,  
Н.Н. Фефелов, Е.В. Саранина

**КАЛИЕВАЯ И КАЛИНАТРОВАЯ ВУЛКАНИЧЕСКИЕ СЕРИИ  
В КАЙНОЗОЕ АЗИИ**

Научный редактор  
академик РАН *М.И. Кузьмин*



НОВОСИБИРСК  
АКАДЕМИЧЕСКОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО "ГЕО"  
2012

УДК 550.42.551.14 + 550.93 (51)  
P244

**Рассказов, С.В. Калиевая и калинатровая вулканические серии в кайнозой Азии /** С.В. Рассказов, И.С. Чувашова, Т.А. Ясныгина, Н.Н. Фефелов, Е.В. Саранина ; отв. ред. М.И. Кузьмин ; Рос. акад. наук, Сиб. отд-ние, Ин-т земной коры. – Новосибирск : Академическое изд-во “Гео”, 2012. – 351 с. – ISBN 978-5-906284-05-1 (в пер.).

Определены основные пространственно-временные закономерности эволюции кайнозойского магматизма Азии на ключевых территориях Центральной Монголии и Северо-Восточного Китая. Первая характеризовалась развитием калинатровой серии с переходом к калиевой, а вторая – наоборот, калиевой серии с переходом к калинатровой. Базальтовые выплавки калинатровой серии были производными подлитосферных слэбовых и надслэбовых источников верхней мантии, активизированных под Азией в процессе ее конвергенции с сопредельными литосферными плитами, а выплавки калиевой серии – результатом внутриплитной рифтогенной активизации источников в литосферно-астеносферном пограничном термальном слое. Вариации изотопных и микроэлементных характеристик подлитосферных и литосферно-астеносферных компонентов магматических расплавов использованы для геодинамических реконструкций.

Для преподавателей и студентов геологических специальностей вузов, геологов и геофизиков, занимающихся проблемами континентального магматизма и глубинной динамики Земли.

The main spatial-temporal regularities in the evolution of Cenozoic magmatism in Asia in the key areas of Central Mongolia and Northeast China have been defined. The former area was characterized by K-Na series with the transition to K-rich one, whereas the latter, on the contrary, by K-rich series with the transition to K-Na one. Basaltic liquids of K-Na series were derived from sub-lithospheric slab and above-slab sources in the upper mantle, reactivated in Asia due to its convergence with the adjacent lithospheric plates, those of K-rich series were due to intraplate rift-related reactivation of processes at the lithosphere-asthenosphere boundary thermal layer. Variations of isotopic and trace-element signatures for sub-lithospheric and lithosphere-asthenosphere components of magmatic liquids have been used for geodynamical reconstructions.

The book is intended for teachers and students of universities, geologists and geophysicists, studying continental magmatism and mantle dynamics of the Earth.

**Рецензенты:**

д-р геол.-мин. наук, профессор *Г.Я. Абрамович*,  
д-р геол.-мин. наук *А.И. Киселев*,  
канд. геол.-мин. наук *Ю.В. Меньшагин*

*Финансирование работы осуществлялось в рамках реализации  
ФЦП “Научные и научно-педагогические кадры инновационной России” на 2009–2013 гг.  
(Соглашение № 14.В37.21.0583)*

# ОГЛАВЛЕНИЕ

<b>ПРЕДИСЛОВИЕ</b> .....	5
<b>Глава 1. ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМЫ</b> .....	11
1.1. Кайнозойский этап и глубинная структура Азии в контексте геологической предыстории .....	—
1.2. Распространение вулканических пород с калиевой и калинатровой специализацией .....	18
1.3. Ключевые территории для определения соотношений калиевой и калинатровой серий: краткий обзор предшествующих работ .....	19
1.3.1. Центральная Монголия .....	—
1.3.2. Северо-Восточный Китай .....	21
<b>Глава 2. МЕТОДИКА АНАЛИТИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ</b> .....	24
<b>Глава 3. СТРОЕНИЕ ВУЛКАНИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ</b> .....	31
3.1. Смена состава вулканических ассоциаций от среднего–позднего мезозоя к позднему мезозою–кайнозою: уточнение возраста вулканических и субвулканических пород Средней Гоби .....	—
3.2. Новейшие структуры .....	33
3.3. Распределение вулканических полей в линейные зоны, треугольные области и изометрические ареалы .....	35
3.4. Поздний мел (94–71 млн лет): переход от шошонитовых и латитовых извержений к умеренно калиевым базальтовым и щелочно-базальтоидным в Южной Гоби .....	39
3.4.1. Вулканические поля Арц-Богд-Бордзонгийской зоны .....	—
3.4.2. Вулканические поля Дурвэлджин-Бордзонгийской зоны .....	40
3.5. Палеоцен–средний эоцен (66–43 млн лет): обширные извержения умеренно калиевых лав в Южной и Средней Гоби .....	41
3.5.1. Вулканические поля Даланзадгад-Улан-Цаб-Худукской зоны .....	—
3.5.2. Вулканические поля Среднегобийской зоны .....	42
3.5.3. Вулканическое поле Алтан-Ширэ .....	44
3.6. Средний эоцен–миоцен (41–12 млн лет): переход от Хурмэн-Ноёнской зоны в Дзабхан- Долиноозерскую .....	—
3.6.1. Хурмэнское, Ноёнское и Арц-Богдское вулканические поля .....	—
3.6.2. Долиноозерское вулканическое поле .....	45
3.6.3. Улан-Цаб-Худукское вулканическое поле .....	46
3.6.4. Байдарикское вулканическое поле .....	47
3.6.5. Дзабханское вулканическое поле .....	48
3.7. Mioцен (17–10 млн лет): начальная активизация вулканизма в Восточно-Хангайском и Орхон-Селенгинском ареалах .....	—
3.7.1. Цэцэрлэгское и Хойт-Тамирское вулканические поля .....	50
3.7.2. Угей-Нурское вулканическое поле .....	53
3.8. Поздний миоцен–квартер (<9.6 млн лет): переход активности от Чулутынской зоны к Тарятской .....	55
3.8.1. Верхнечулутынское вулканическое поле .....	—
3.8.2. Тарят-Чулутынское вулканическое поле .....	57
3.9. Поздний миоцен–квартер (<7.0 млн лет): эволюция вулканизма в восточной части Восточно-Хангайского ареала .....	60
3.9.1. Хархоринское вулканическое поле .....	—
3.9.2. Верхнеорхонское вулканическое поле .....	61
3.9.3. Эрдэнэ-Цогтское вулканическое поле .....	64
3.9.4. Онгийнское вулканическое поле .....	—
3.10. Поздний миоцен–квартер (<7.1 млн лет): эволюция вулканизма в северо-западной части Орхон-Селенгинского ареала .....	65
3.10.1. Нижнеорхонское вулканическое поле .....	—

3.10.2. Хануйское вулканическое поле . . . . .	67
3.10.3. Селенгинское вулканическое поле . . . . .	68
3.11. Поздний миоцен–квартер (<9.6 млн лет): эволюция вулканизма в Северо-Восточном Китае. . . . .	70
3.11.1. Вулканическое поле Келуо . . . . .	–
3.11.2. Вулканическое поле Удалианчи. . . . .	71
3.11.3. Вулканическое поле Нуоминхе . . . . .	–
3.11.4. Другие вулканические поля . . . . .	72
<b>Глава 4. ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ СЕРИЙ . . . . .</b>	<b>74</b>
4.1. Систематика . . . . .	–
4.2. Калинатровая серия и переходные породы к калиевой серии в Центральной Монголии . . . . .	75
4.2.1. Временной фактор . . . . .	80
4.2.2. Пространственный фактор . . . . .	–
4.2.2.1. Распределение высококалиевых пород . . . . .	81
4.2.2.2. Соотношения высоко- и умеренно калиевых пород . . . . .	84
4.2.3. Глубинный фактор . . . . .	89
4.2.4. Соотношения конвергентного и рифтогенного магматизма. . . . .	91
4.3. Калиевая серия и переходные породы к калинатровой серии в Северо-Восточном Китае. . . . .	98
<b>Глава 5. МАГМАТИЧЕСКИЕ ИСТОЧНИКИ . . . . .</b>	<b>105</b>
5.1. Подходы к определению компонентов магматических расплавов по геохимическим данным . . . . .	–
5.1.1. Основные понятия и определения . . . . .	–
5.1.2. Обзор гипотез об источниках кайнозойских базальтов Азии. . . . .	107
5.1.3. Информативные диаграммы . . . . .	108
5.1.3.1. Mg#–K <sub>2</sub> O/Na <sub>2</sub> O, FeO/MnO–MgO: перидотитовая и неперидотитовая литология субстрата частичных выплавов . . . . .	109
5.1.3.2. ( <sup>87</sup> Sr/ <sup>86</sup> Sr) <sub>0</sub> –10 <sup>3</sup> /Sr и ( <sup>143</sup> Nd/ <sup>144</sup> Nd) <sub>t</sub> –( <sup>87</sup> Sr/ <sup>86</sup> Sr) <sub>0</sub> : обогащенные и обедненные компоненты. . . . .	112
5.1.3.3. (10 <sup>–3</sup> ·K/Ta)–La/Ta: слэбовые, надслэбовые и литосферно-астеносферные компоненты . . . . .	116
5.2. Центральная Монголия . . . . .	123
5.2.1. Диаграммы с ординатами Mg#, FeO/MnO и Ni/MgO . . . . .	–
5.2.1.1. Южная и Центральная Гоби . . . . .	–
5.2.1.2. Дзабхан-Долиноозерская зона . . . . .	129
5.2.1.3. Восточно-Хангайский ареал. . . . .	130
5.2.1.4. Чулутынская зона. . . . .	140
5.2.1.5. Орхон-Селенгинский ареал. . . . .	146
5.2.2. Диаграммы ( <sup>87</sup> Sr/ <sup>86</sup> Sr) <sub>0</sub> –10 <sup>3</sup> /Sr и <sup>143</sup> Nd/ <sup>144</sup> Nd–( <sup>87</sup> Sr/ <sup>86</sup> Sr) <sub>0</sub> . . . . .	153
5.2.2.1. Южная и Средняя Гоби . . . . .	–
5.2.2.2. Дзабхан-Долиноозерская зона . . . . .	155
5.2.2.3. Восточно-Хангайский ареал. . . . .	156
5.2.2.4. Чулутынская зона. . . . .	160
5.2.2.5. Орхон-Селенгинский ареал. . . . .	164
5.2.3. Диаграммы (10 <sup>–3</sup> ·K/Ta)–La/Ta . . . . .	168
5.2.3.1. Южная и Средняя Гоби . . . . .	–
5.2.3.2. Дзабхан-Долиноозерская зона . . . . .	171
5.2.3.3. Восточно-Хангайский ареал. . . . .	–
5.2.3.4. Чулутынская зона. . . . .	175
5.2.3.5. Орхон-Селенгинский ареал. . . . .	176
5.2.4. Синтез: соотношения конвергентного и рифтогенного магматизма . . . . .	–
5.3. Северо-Восточный Китай . . . . .	181
5.3.1. Диаграммы с ординатами Mg#, Ni/MgO и FeO/MnO . . . . .	–
5.3.2. Диаграммы ( <sup>87</sup> Sr/ <sup>86</sup> Sr) <sub>0</sub> –10 <sup>3</sup> /Sr и <sup>143</sup> Nd/ <sup>144</sup> Nd–( <sup>87</sup> Sr/ <sup>86</sup> Sr) <sub>0</sub> . . . . .	185

5.3.3. Диаграмма ( $10^{-3}\cdot K/Ta$ )–La/Ta . . . . .	189
5.3.4. Несовместимые элементы и калий . . . . .	190
5.3.5. Ce–Pb и Pr–Sr . . . . .	195
5.3.6. Zr–Sm–Hf и Rb–Sr . . . . .	197
5.3.7. Синтез: эволюция рифтогенного магматизма . . . . .	200
<b>Глава 6. СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ МАГМАТИЧЕСКИХ СИСТЕМ</b> . . . . .	204
6.1. Активный вулканизм восточной, южной границ и внутренней части Азии в контексте четвертичных событий . . . . .	–
6.1.1. Начало четвертичного вулканизма на новых территориях: перестройка магматических систем 2.3–1.5 млн лет назад . . . . .	206
6.1.2. Заключительные извержения . . . . .	–
6.1.3. Эпизодичность . . . . .	209
6.2. Гетерогенность магматических источников . . . . .	213
6.3. Степень частичного плавления . . . . .	217
6.4. Глубина магнообразования . . . . .	222
6.5. Условия эволюции юного вулканизма . . . . .	223
6.5.1. Центральная Монголия . . . . .	–
6.5.2. Северо-Восточный Китай . . . . .	225
<b>Глава 7. ГИПОТЕЗЫ И СОПОСТАВЛЕНИЯ</b> . . . . .	231
7.1. Гипотезы орогенеза, рифтогенеза и предрифтового режима . . . . .	–
7.1.1. Вулканизм орогенов и радиальных рифтов . . . . .	233
7.1.2. Вулканизм поднятий рифтовых зон . . . . .	237
7.1.3. Начальная фаза рифтогенного вулканизма . . . . .	239
7.1.4. Раннеорогенный или “предрифтовый” вулканизм? . . . . .	240
7.1.5. Вулканическое выражение “пассивного” и “активного” рифтогенеза . . . . .	245
7.2. Гипотезы нижнемантийных плюмов и верхнемантийных расплавных аномалий . . . . .	246
7.2.1. Монотонное увеличение возраста в линейной цепи вулканов? . . . . .	247
7.2.2. Флуд-базальты рождения вулканического следа? . . . . .	248
7.2.3. Большой всплывающий эффект потока вещества? . . . . .	249
7.2.4. Высокие отношения изотопов гелия в магматических расплавах? . . . . .	–
7.2.5. Существенное снижение скоростей S-волн в подстилающей мантии? . . . . .	250
7.2.6. Высокие температуры в мантийном источнике магматических расплавов? . . . . .	251
7.2.7. Зональность в магматическом источнике? . . . . .	–
7.3. Гипотезы согласованных магматических процессов во внутренних частях и на конвергентных границах континента . . . . .	252
7.3.1. Роль конвергенции в Альпийско-Гималайской системе . . . . .	253
7.3.2. Роль деструкции континентальной окраины Восточной Азии . . . . .	259
7.3.3. Обоснование гипотезы конвергентного затягивания вниз под Азией слэбовых и палеослэбовых фрагментов . . . . .	277
7.3.3.1. Значение геометрической формы палеослэбового фрагмента в его конвергентной активизации . . . . .	279
7.3.3.2. Активизированные системы палеослэбовых фрагментов в южной и центральной частях Саяно-Монгольского низкоскоростного домена . . . . .	281
7.3.3.3. Пространственные изменения глубинной динамики в Центральной Азии . . . . .	286
<b>ЗАКЛЮЧЕНИЕ</b> . . . . .	291
<b>ЛИТЕРАТУРА</b> . . . . .	297
<b>ТЕРМИНЫ</b> . . . . .	320
<b>Приложения I.I–I.IV. РЕЗУЛЬТАТЫ K-Ar, Ar-Ar-ДАТИРОВАНИЯ ВУЛКАНИЧЕСКИХ ПОРОД ЦЕНТРАЛЬНОЙ МОНГОЛИИ</b> . . . . .	324
I.I. Поздний мел–средний эоцен . . . . .	–
I.II. Средний эоцен–ранний миоцен . . . . .	325
I.III. Миоцен . . . . .	326
I.IV. Поздний миоцен–квартер . . . . .	327

<b>Приложения II.I–II.III. ПРЕДСТАВИТЕЛЬНЫЕ ХИМИЧЕСКИЕ СОСТАВЫ (мас.%), СОДЕРЖАНИЯ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ (мкг/г), ИЗОТОПНЫЕ ОТНОШЕНИЯ Sr, Nd В ВУЛКАНИЧЕСКИХ И СУБВУЛКАНИЧЕСКИХ ПОРОДАХ ПОЗДНЕГО МЕЛА И КАЙНОЗОЯ ЦЕНТРАЛЬНОЙ МОНГОЛИИ</b> . . . . .	329
II.I. Вулканические поля Средней и Южной Гоби, поздний мел–средний кайнозой . . . . .	–
II.II. Дзабхан-Долиноозерская зона, палеоцен–миоцен . . . . .	331
II.III. Восточный Хангай и сопредельные территории Центральной Монголии, средний миоцен–квартер . . . . .	333
<b>Приложения III.I–III.III. ПРЕДСТАВИТЕЛЬНЫЕ ХИМИЧЕСКИЕ СОСТАВЫ (мас.%), СОДЕРЖАНИЯ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ (мкг/г), ИЗОТОПНЫЕ ОТНОШЕНИЯ Sr, Nd, Pb В ВУЛКАНИЧЕСКИХ ПОРОДАХ СЕВЕРО-ВОСТОЧНОГО КИТАЯ (ЦЕНТРАЛЬНАЯ ЧАСТЬ ПРОВИНЦИИ ХЕЛУНЦЗЯН)</b> . . . . .	339
III.I. Вулканические поля Келуо и Еркешан . . . . .	–
III.II. Вулканическое поле Удалианчи . . . . .	341
III.III. Вулканические поля Нуоминхе и Мааншан . . . . .	342



# CONTENTS

<b>Preface</b> .....	8
<b>Chapter 1. STATEMENT OF THE PROBLEM</b> .....	11
1.1. Cenozoic stage and deep structure of Asia in the context of the geological history .....	–
1.2. Distribution of volcanic rocks with K and K-Na affinities .....	18
1.3. Key areas for determination of relationship between K and K-Na series: an overview of previous work .....	19
1.3.1. Central Mongolia .....	–
1.3.2. Northeast China .....	21
<b>Chapter 2. ANALYTICAL TECHNIQUES</b> .....	24
<b>Chapter 3. STRUCTURES OF VOLCANIC COMPLEXES</b> .....	31
3.1. Composition change from middle–late Mesozoic to late Mesozoic–Cenozoic volcanic associations: age clarifications for volcanic and subvolcanic rocks from Middle Gobi .....	–
3.2. Neotectonic structures .....	33
3.3. Distribution of volcanic fields into linear zones, triangular regions, and isometric areas .....	35
3.4. Late Cretaceous (94–71 Ma): transition from shoshonite and latite to moderate-K basaltic and alkaline basaltoid eruptions in South Gobi .....	39
3.4.1. Volcanic fields at the Arts-Bogd-Bordzongiyn zone .....	–
3.4.2. Volcanic fields at the Durveldzhin-Bordzongiyn zone .....	40
3.5. Paleocene–Middle Eocene (66–43 Ma): vest eruptions of moderate-K lavas in South and Middle Gobi .....	41
3.5.1. Volcanic fields at the Dalandzadgad-Ulan-Tsab-Khuduk zone .....	–
3.5.2. Volcanic fields at the Middle Gobi zone .....	42
3.5.3. Altan Shire volcanic field .....	44
3.6. Middle Eocene–Miocene (41–12 Ma): transition from the Hurmen-Noen to Dzabhan– Valley-of-Lakes zone .....	–
3.6.1. Hurmen, Noen, and Arts-Bogd volcanic fields .....	–
3.6.2. Valley-of-Lakes volcanic field .....	45
3.6.3. Ulan-Tsab-Khuduk volcanic field .....	46
3.6.4. Baidarik volcanic field .....	47
3.6.5. Dzabhan volcanic field .....	48
3.7. Miocene (17–10 Ma): initiation of volcanism in the Eastern Hangay and Orhon-Selenga areas .....	–
3.7.1. Tsetserleg and Hoit-Tamir volcanic fields .....	50
3.7.2. Ugei-Nur volcanic field .....	53
3.8. Late Miocene–Quaternary (<9.6 Ma): transition of activity from the Chulutyn to Tariat zone 3.8.1. Upper-Chulutyn volcanic field .....	55
3.8.2. Tariat-Chulutyn volcanic field .....	57
3.9. Late Miocene–Quaternary (<7.0 Ma): volcanic evolution in the eastern part of the Eastern Hangay area .....	60
3.9.1. Harhorin volcanic field .....	–
3.9.2. Upper-Orhon volcanic field .....	61
3.9.3. Erdene-Tsogt volcanic field .....	64
3.9.4. Ongiyn volcanic field .....	–
3.10. Late Miocene–Quaternary (<7.1 Ma): volcanic evolution in the northwestern part of the Orhon-Selenga area .....	65
3.10.1. Lower Orhon volcanic field .....	–
3.10.2. Hanui volcanic field .....	67
3.10.3. Selenga volcanic field .....	68
3.11. Late Miocene–Quaternary (<9.6 Ma): volcanic evolution in Northeast China .....	70
3.11.1. Keluo volcanic field .....	–

3.11.2. Wudalianchi volcanic field .....	71
3.11.3. Nuominhe volcanic field .....	—
3.11.4. Other volcanic fields .....	72
<b>Chapter 4. SPATIAL-TEMPORAL DISTRIBUTION OF THE SERIES</b> .....	74
4.1. Systematics .....	—
4.2. Potassic-sodic series and transitional rocks to the potassic one in Central Mongolia .....	75
4.2.1. Factor of time .....	80
4.2.2. Factor of space .....	—
4.2.2.1. Distribution of high-K rocks .....	81
4.2.2.2. Relations between high- and moderate-K rocks .....	84
4.2.3. Factor of depth .....	89
4.2.4. Relations between convergence- and rift-related processes .....	91
4.3. Potassic series and transitional rocks to the potassic-sodic one in Northeast China .....	98
<b>Chapter 5. MAGMATIC SOURCES</b> .....	105
5.1. Approaches to component identifications in magmatic liquids from geochemical data .....	—
5.1.1. Basic concepts and definitions .....	—
5.1.2. Outline of hypotheses on sources for Cenozoic basalts in Asia .....	107
5.1.3. Informative diagrams .....	108
5.1.3.1. Mg# vs. $K_2O/Na_2O$ , FeO/MnO vs. MgO: peridotite and non-peridotite lithology for substrate of partial liquids. ....	109
5.1.3.2. $(^{87}Sr/^{86}Sr)_0$ vs. $10^3/Sr$ and $(^{143}Nd/^{144}Nd)_t$ vs. $(^{87}Sr/^{86}Sr)_0$ : enriched and depleted components .....	112
5.1.3.3. $(10^{-3} \cdot K/Ta)$ vs. La/Ta: slab, above-slab, and lithospheric-asthenospheric components .....	116
5.2. Central Mongolia .....	123
5.2.1. Charts with ordinates Mg#, FeO/MnO, and Ni/MgO .....	—
5.2.1.1. South and Middle Gobi .....	—
5.2.1.2. Dzabhan–Valley-of-Lakes zone .....	129
5.2.1.3. Eastern Hangay area .....	130
5.2.1.4. Chulutyn zone .....	140
5.2.1.5. Orhon-Selenga area .....	146
5.2.2. Diagrams $(^{87}Sr/^{86}Sr)_0$ vs. $10^3/Sr$ and $^{143}Nd/^{144}Nd$ vs. $(^{87}Sr/^{86}Sr)_0$ .....	153
5.2.2.1. South and Middle Gobi .....	—
5.2.2.2. Dzabhan–Valley-of-Lakes zone .....	155
5.2.2.3. Eastern Hangay area .....	156
5.2.2.4. Chulutyn zone .....	160
5.2.2.5. Orhon-Selenga area .....	164
5.2.3. Charts $(10^{-3} \cdot K/Ta)$ vs. La/Ta .....	168
5.2.3.1. South and Middle Gobi .....	—
5.2.3.2. Dzabhan–Valley-of-Lakes zone .....	171
5.2.3.3. East-Hangay area .....	—
5.2.3.4. Chulutyn zone .....	175
5.2.3.5. Orhon-Selenga area .....	176
5.2.4. Synthesis: relations between convergence- and rift-related magmatism .....	—
5.3. Northeast China .....	181
5.3.1. Charts with ordinates Mg#, Ni/MgO, and FeO/MnO .....	—
5.3.2. Charts $(^{87}Sr/^{86}Sr)_0$ vs. $10^3/Sr$ and $^{143}Nd/^{144}Nd$ vs. $(^{87}Sr/^{86}Sr)_0$ .....	185
5.3.3. Diagram $(10^{-3} \cdot K/Ta)$ vs. La/Ta .....	189
5.3.4. Incompatible elements and potassium .....	190
5.3.5. Ce vs. Pb and Pr vs. Sr .....	195
5.3.6. Zr vs. Sm vs. Hf and Rb vs. Sr .....	197
5.3.7. Synthesis: evolution of rift-related magmatism .....	200

<b>Chapter 6. MODERN REGIME OF MAGMATIC SYSTEMS</b> .....	204
6.1. Active volcanism in eastern, southern boundaries and inner parts of Asia in the context of Quaternary events .....	—
6.1.1. Initiation of Quaternary volcanism within new areas: reorganization of magmatic systems between 2.3 and 1.5 Ma .....	206
6.1.2. Final eruptions .....	—
6.1.3. Episodicity .....	209
6.2. Heterogeneity of magmatic sources .....	213
6.3. Degree of partial melting .....	217
6.4. Depth of magma generation .....	222
6.5. Conditions of recent volcanic evolution .....	223
6.5.1. Central Mongolia .....	—
6.5.2. Northeast China .....	225
<b>Chapter 7. HYPOTHESES AND COMPARISONS</b> .....	231
7.1. Hypotheses on orogenesis, rifting, and pre-rift regime .....	—
7.1.1. Volcanism in orogens and radial rifts .....	233
7.1.2. Volcanism in uplifts of rift zones .....	237
7.1.3. Initial phase of rift-related volcanism .....	239
7.1.4. Early orogenic or “pre-rift” volcanism? .....	240
7.1.5. Volcanic expression of “passive” and “active” rifting .....	245
7.2. Hypotheses on lower mantle plume and upper mantle melting anomalies .....	246
7.2.1. Monotonically increasing ages in a linear chain of volcanoes? .....	247
7.2.2. Flood basalts at the origin of a volcanic track? .....	248
7.2.3. Large buoyancy flux from a flowing mantle material? .....	249
7.2.4. High isotopic ratios of noble gases in magmatic melts? .....	—
7.2.5. Significant low shear wave velocity ( $V_s$ ) in the underlying mantle? .....	250
7.2.6. High temperatures in a mantle source for magmatic liquids? .....	251
7.2.7. Zonation within a magma source? .....	—
7.3. Hypotheses on consistent magmatic processes in inner parts and convergent boundaries of a continent .....	252
7.3.1. The role of convergence in the Alpine-Himalayan system .....	253
7.3.2. The role of the destruction of a continental margin in East Asia .....	259
7.3.3. The justification of the hypothesis on convergent pull-down slab and paleoslab fragments under Asia. ....	277
7.3.3.1. The significance of the geometric shape of a paleoslab fragment for its convergent reactivation. ....	279
7.3.3.2. Reactivated systems of paleoslab fragments in the southern and central parts of the Sayan-Mongolian low-velocity domain. ....	281
7.3.3.3. Spatial variations of deep dynamics in Central Asia .....	286
<b>SUMMARY</b> .....	294
<b>REFERENCES</b> .....	297
<b>Terms</b> .....	320
<b>Applications I.I–I.IV: RESULTS OF K-Ar, Ar-Ar DATING OF VOLCANIC ROCKS FROM CENTRAL MONGOLIA</b> .....	324
I.I. Late Cretaceous–Middle Eocene .....	—
I.II. Middle Eocene–Early Miocene .....	325
I.III. Miocene .....	326
I.IV. Late Miocene–Quaternary .....	327
<b>Applications II.I–II.III: REPRESENTATIVE CONTENTS OF MAJOR OXIDES (wt.%), TRACE ELEMENTS (ppm), AND Sr, Nd ISOTOPE RATIOS IN LATE CRETACEOUS THROUGH CENOZOIC VOLCANIC AND SUBVOLCANIC ROCKS FROM CENTRAL MONGOLIA</b> .....	329
II.I. Volcanic fields of Middle and South Gobi, Late Cretaceous–Middle Tertiary .....	—

II.II. Dzabhan–Valley-of-Lakes zone, Paleocene–Miocene .....	331
II.III. Eastern Hangay and adjacent territories of Central Mongolia, Middle Miocene– Quaternary .....	333
<b>Applications III.I–III.III. REPRESENTATIVE CONTENTS OF MAJOR OXIDES (wt.%), TRACE ELEMENTS (ppm), AND Sr, Nd, Pb ISOTOPE RATIOS IN VOLCANIC ROCKS FROM NORTHEAST CHINA (CENTRAL HEILONGJIANG PROVINCE) .....</b>	<b>339</b>
III.I. Keluo and Erkeshan volcanic fields .....	–
III.II. Wudalianchi volcanic field .....	341
III.III. Nuominhe and Maanshan volcanic fields.....	342