

Общая тема:

АКТИВНЫЕ ОКРАИНЫ КОНТИНЕНТОВ

Лекция № 24в (продолжение)

КАМЧАТКА: толеит-базальтовые серии аккреционных террейнов - полуостровов Восточной Камчатки

Solid Earth, 5, 1243–1275, 2014
www.solid-earth.net/5/1243/2014/
doi:10.5194/se-5-1243-2014
© Author(s) 2014. CC Attribution 3.0 License.



Solid Earth 

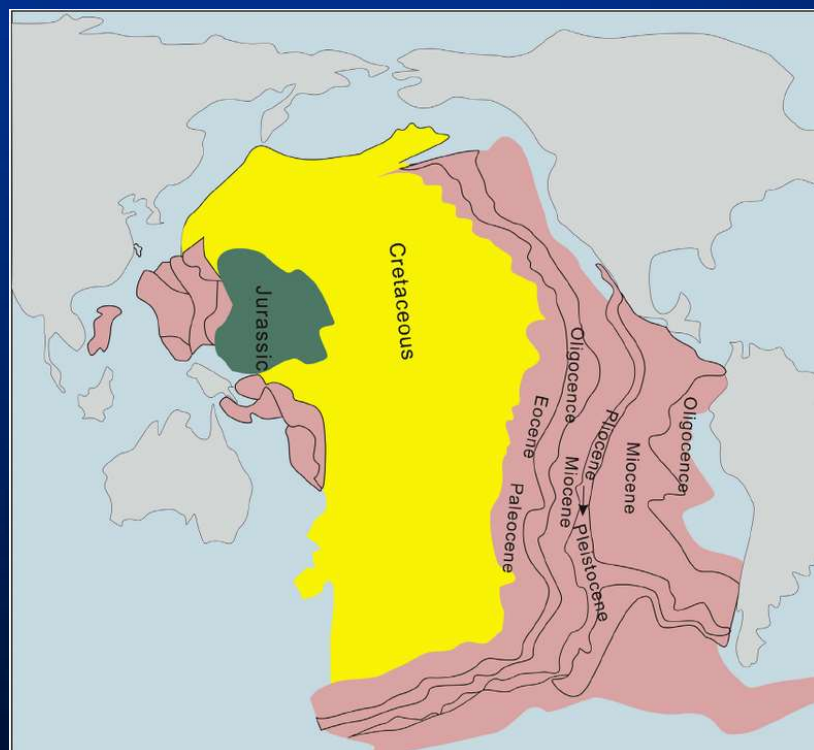
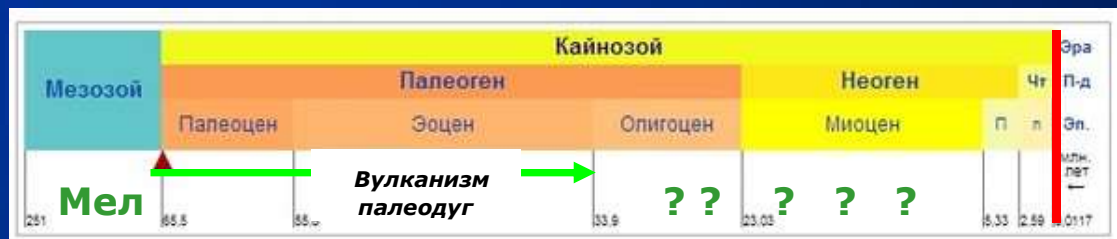
Future accreted terranes: a compilation of island arcs, oceanic plateaus, submarine ridges, seamounts, and continental fragments

J. L. Tetrenait¹ and S. J. H. Buiter^{1,2}

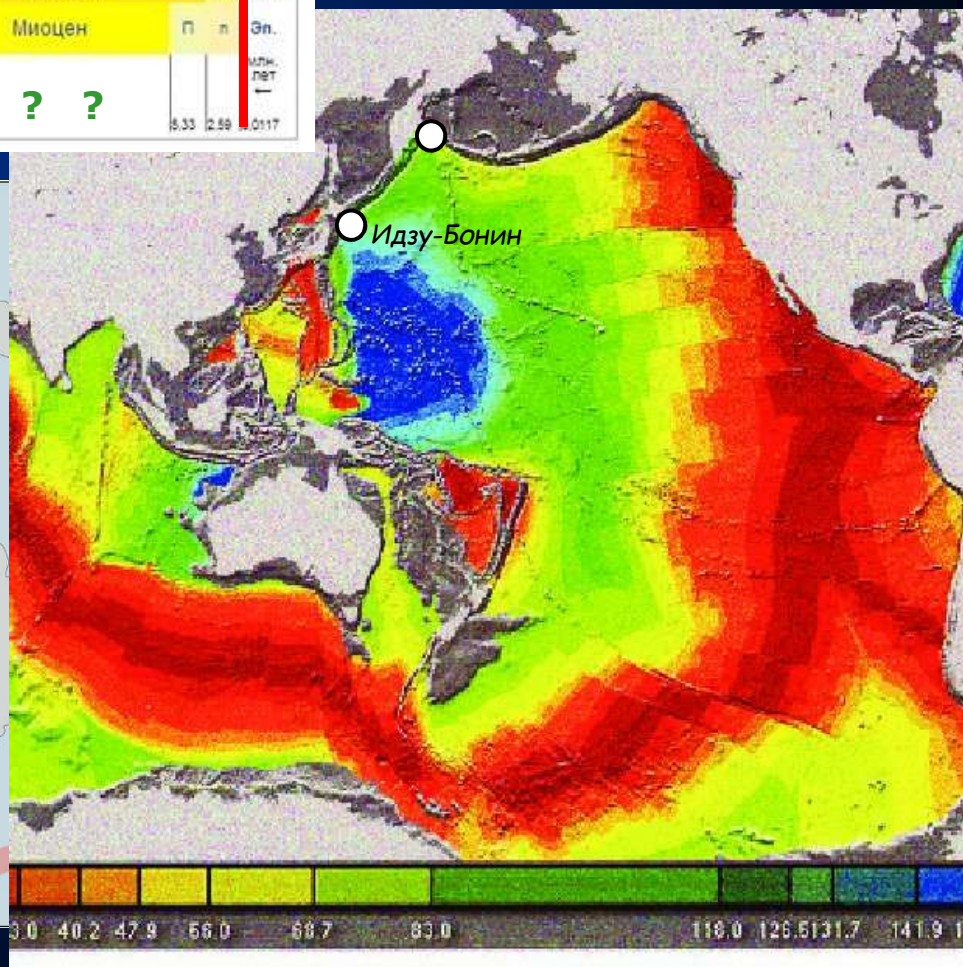
¹Geodynamics Team, Geological Survey of Norway (NGU), Trondheim, Norway

²Centre for Earth Evolution and Dynamics, University of Oslo, Oslo, Norway

Возраст океанической коры Тацифики



Средний возраст коры Тацифики
65 млн. лет



Вулканизм дуги Идзу-Бонин изучен от 50 млн. лет до современного с большой детальностью.

**Скорость аккреции Тихоокеанской
плиты 8-9 см/год!**

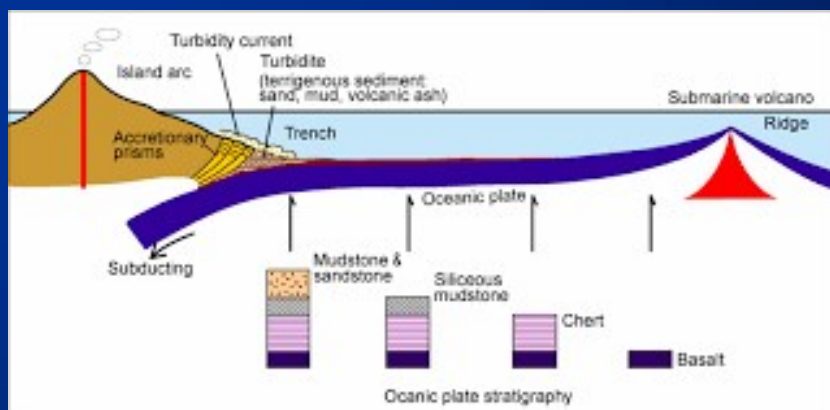
Отсюда обилие крупных
аккреционных террейнов и сложная
тектоника по обрамлению
Тихоокеанского кольца

ТЕКТОНИЧЕСКАЯ КАРТА СЗ части Тихого океана



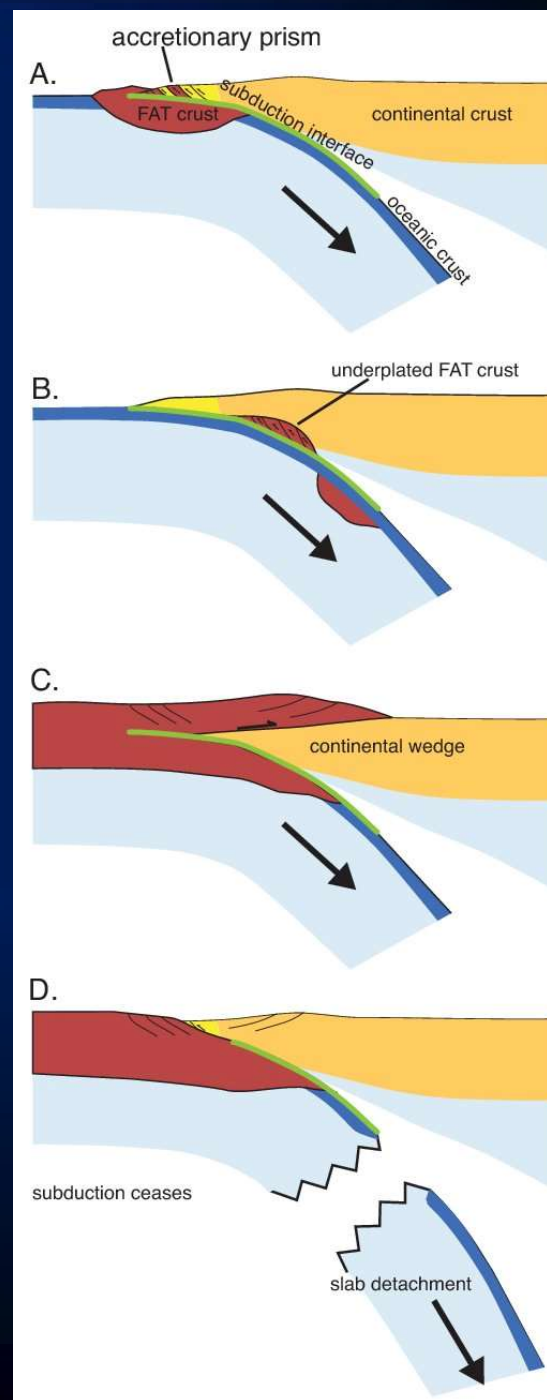
Fig. 2. Simplified tectonic map of the northwest Pacific with letters. Colored polygons represent the tectonic blocks used in the text. Thick red lines with filled triangles indicate present-day subduction zones. Major faults are shown as thin red lines (after e.g., Bogdanov and Khain, 2000; Fournier et al., 1994; Schellart et al., 2003). Key collisional sutures and extinct subduction zones are indicated with open triangles in red and black, respectively. Marine magnetic

Схемы аккреции коры



Классическая схема образования аккреционной призмы в преддуге островной дуги

На побережье Восточной Камчатки наблюдаются аккреционные комплексы островодужных толеитов, демонстрирующие значительный разрыв по времени образования - по сравнению типичными вулканическими комплексами, сложенными породами известково-щелочных базальт-андезит-дацитовых серий



Reviews of Geophysics

REVIEW ARTICLE

10.1029/2019RG000689

Key Points:

- Archean continental nuclei likely originated from oceanic plateaus formed by mantle plumes, not from island arcs via oceanic subduction
- Archean continental nuclei underwent accretion or growth at margins by oceanic subduction, involving juvenile arc formation and

Origin, Accretion, and Reworking of Continents

Rixiang Zhu^{1,2}, Guochun Zhao^{3,4}, Wenjiao Xiao^{1,2,5}, Ling Chen^{1,2,6}, and Yanjie Tang^{1,2}

¹State Key Laboratory of Lithospheric Evolution, Institute of Geology and Geophysics, Chinese Academy of Sciences, Innovation Academy of Earth Science, CAS, Beijing, China, ²College of Earth and Planetary Sciences, University of Chinese Academy of Sciences, Beijing, China, ³Department of Earth Sciences, The University of Hong Kong, Hong Kong, Hong Kong, ⁴Department of Geology, State Key Laboratory of Continental Dynamics, Northwest University, Xi'an, China, ⁵Xinjiang Research Center for Mineral Resources, Xinjiang Institute of Ecology and Geography, Chinese Academy of Sciences, Urumqi, China, ⁶CAS Center for Excellence in Deep Earth Science, Guangzhou, China



Reviews of Geophysics

10.1029/2019RG000689

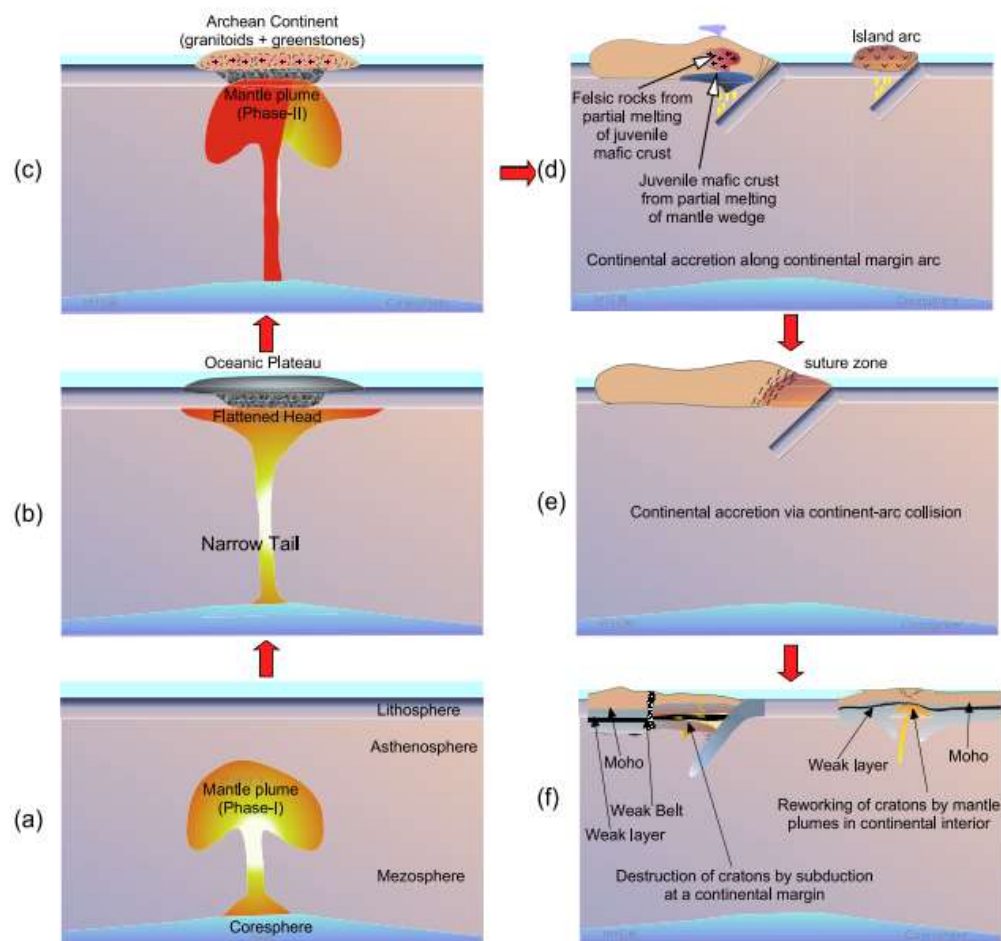
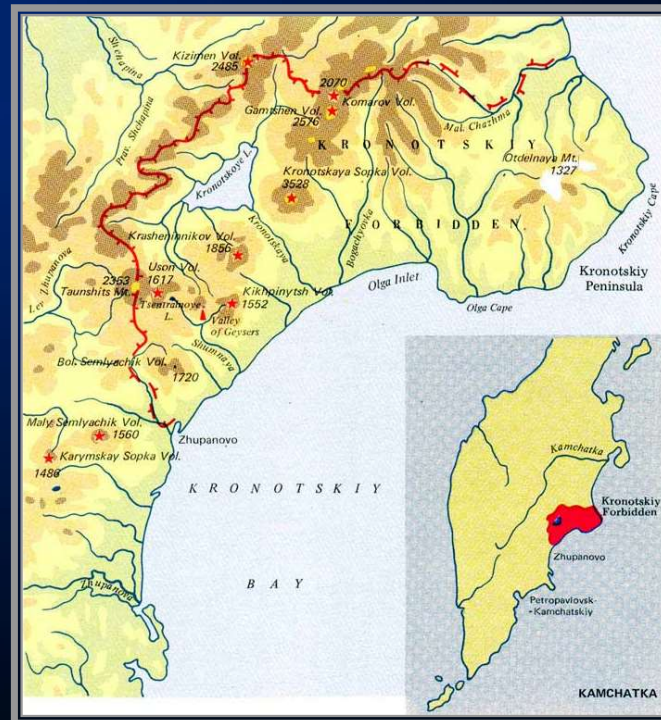


Figure 28. Schematic cartoons showing proposed geological models for the origin, accretion, and reworking of continents.

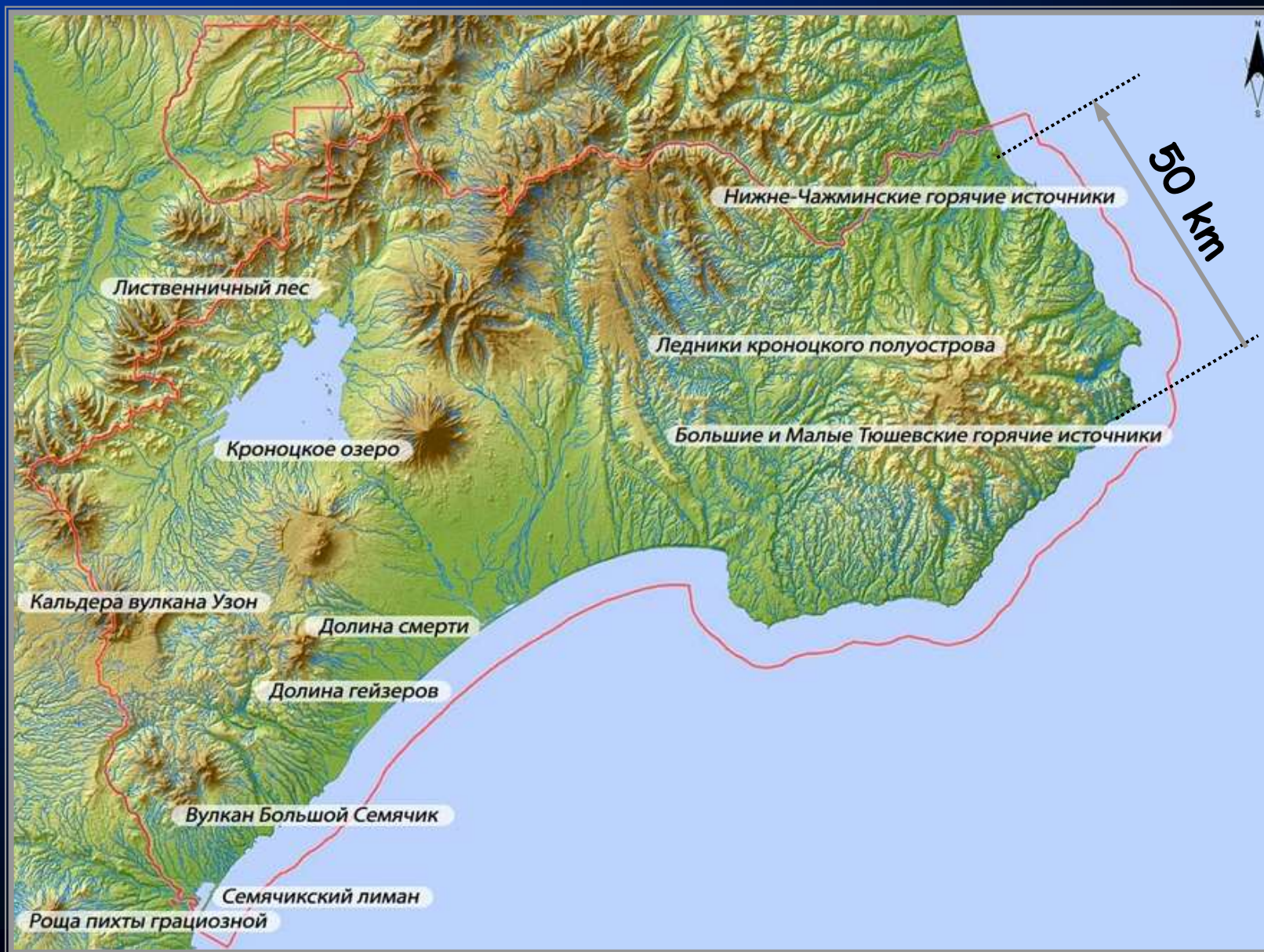
От простых схем
аккреции
энсиматических
палеодуг к гипотезе
зарождения ядер
континентов

Шипунский, Кроноцкий и Камчатский мыс – полуострова Восточной Камчатки

Гористый рельеф Кроноцкого п-ва (до 1300 м высотой)



Кроноцкий полуостров (топография)



Кроноцкий полуостров (ледники)



Кроноцкий полуостров (побережье)



*С.А. Хубуня и М.Я Френкель
(Кроноцкий п-ов, 1982 г.)*

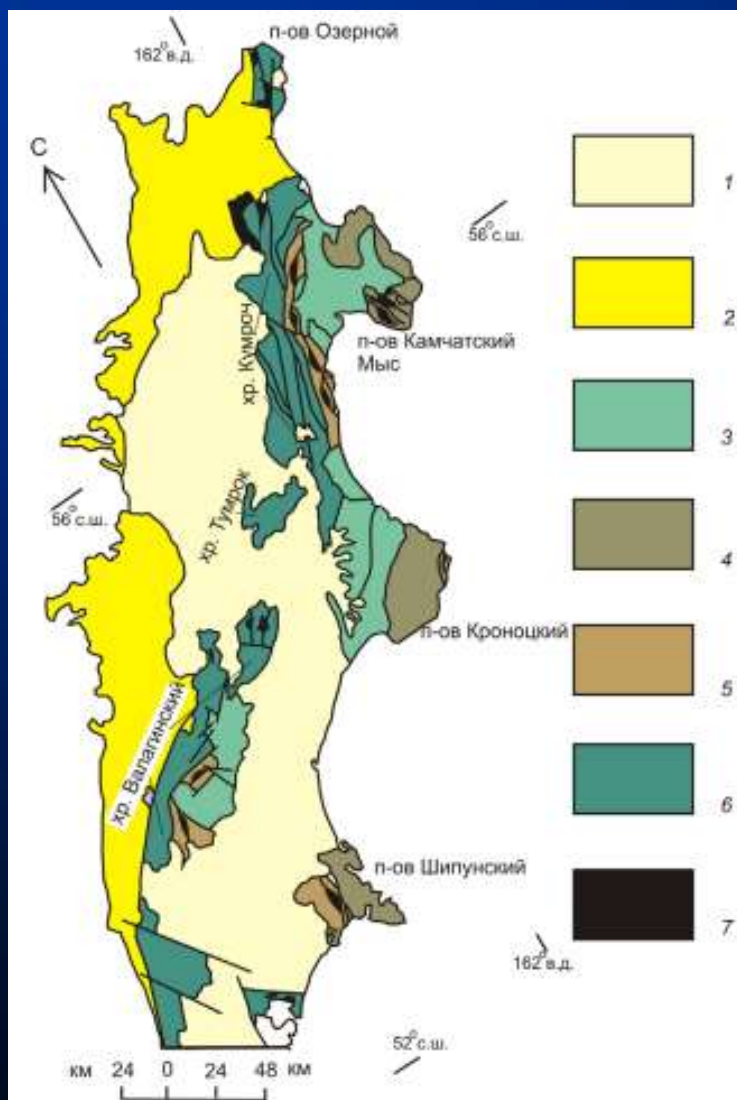


Выходы толеитовых базальтов Кроноцкой серии



Тектоническая схема Восточной Камчатки

Три главных аккреционных террейна



Кроноцкая вулканическая палеодуга формировалась на коре океанического типа на протяжении длительного времени с позднего мела до середины эоцена (Зинкевич, Цуканов, 1992; Левашова и др., 2000; Соловьев, 2008; Цуканов и др., 2014). Анализ состава вулканических комплексов показывает гетерогенность их составов вдоль палеодуги во времени. В северных сегментах для меловых комплексов характерны вулканиды низкокальциевой толеитовой серии, а в южном сегменте преимущественно развиты породы известково-щелочной серии (Бояринова и др. 2007; Литвинов, Крикун, 1992; Сколотнев и др., 2008; Цуканов и др., 2014). Более поздний эоценовый вулканизм представлен относительно однородными по химическому составу вулканидами, которые преимущественно относятся к толеитовой серии островных дуг (Хубуная, 1987; Цуканов, 2013). Выделяются три сегмента: Камчаткомысский (северный), Кроноцкий (средний) и Шипунский (южный).

Рис. 1. Тектоническая схема Восточной Камчатки:
1 — Восточно-Камчатский вулканический пояс;
2 — Центрально-Камчатский прогиб; 3 — фрагменты Тюшевского прогиба; 4 — Кроноцкий островодужный террейн; 5 — Ветловский окраинноморский террейн; 6 — Озерновско-Валагинский островодужный террейн; 7 — офиолитовые комплексы.

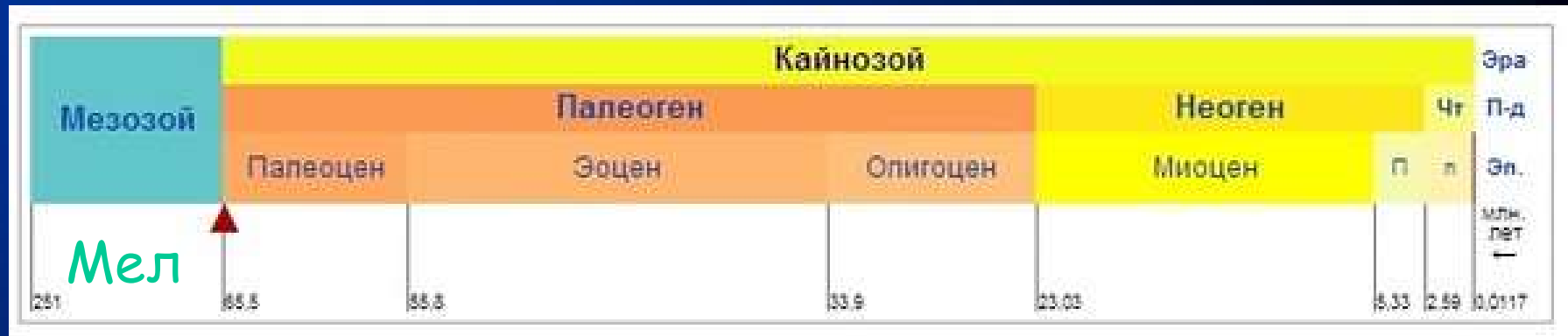
ТЕКТОНИКА ВОСТОКА ИЛИИ, 2018, №2, ВСТУП. С. 35

Научные статьи

ПОЗДНЕМЕЛОВОЙ-ЭОЦЕНОВЫЙ ВУЛКАНИЗМ
КРОНОЦКОЙ ПАЛЕОДУГИ (КАМЧАТКА)

© 2018 Н.В. Цуканов

Возраст вулкаников Кроноцкой палеодуги



Меловая палеодуга



**ТЕРРЕЙН
КАМЧАТСКОГО
МЫСА**

Плиоцен

Плейстоцен



**КРОНОЦКИЙ
ТЕРРЕЙН**

Свита
Каменистая

Кроноцкая серия

Переслаивание высоко-Al и ферробазальтов (Кроноцкая серия, Восточная Камчатка)

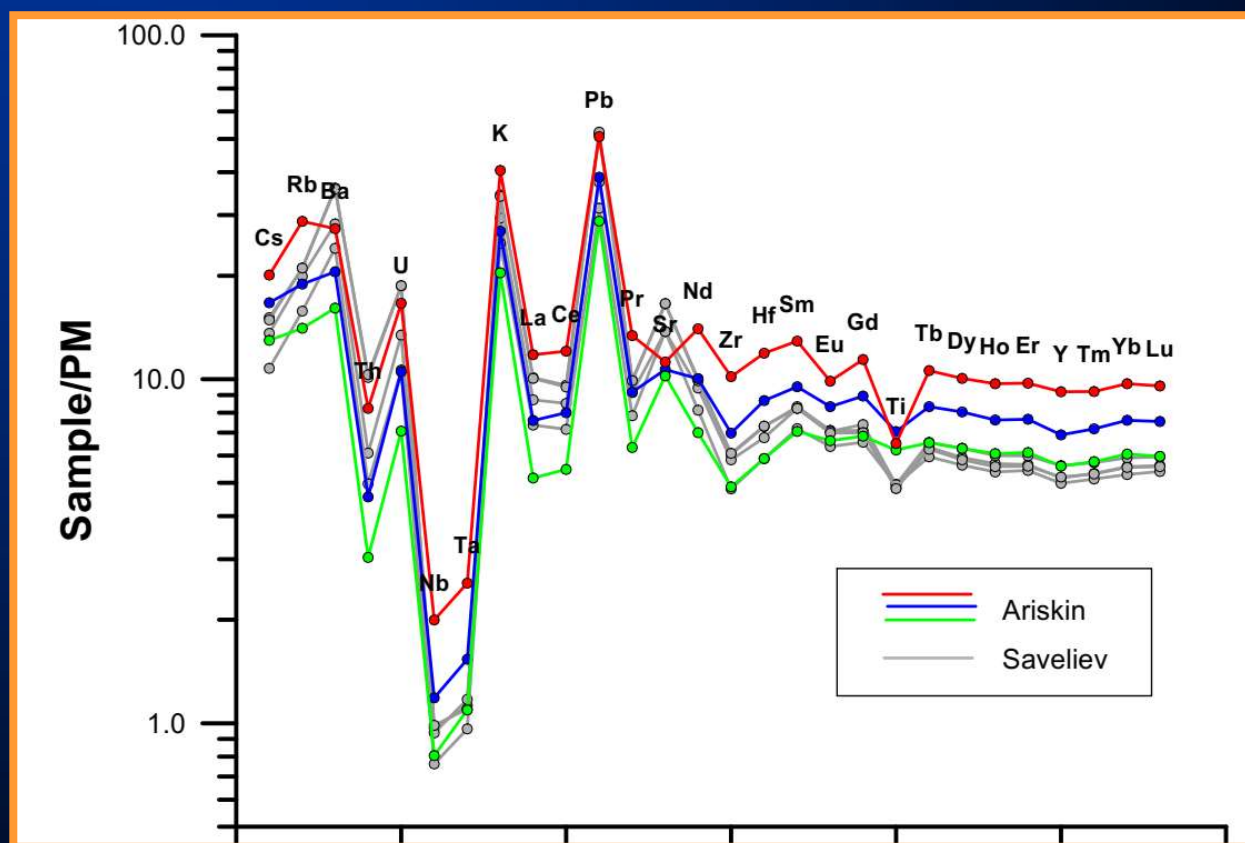


Средние составы базальтов
Кроноцкой серии (С.А. Хубуная)

Оксиды, мас. %	Средний ферробазальт	Средний высоко-Al базальт (ВГБ)
SiO ₂	49.86	49.16
TiO ₂	1.16	0.77
Al ₂ O ₃	15.70	20.72
FeO	13.45	9.76
MnO	0.24	0.16
MgO	5.87	4.30
CaO	10.80	12.19
Na ₂ O	1.97	2.14
K ₂ O	0.48	0.42
P ₂ O ₅	0.21	0.17
mg#	0.437	0.440

Геохимия толеитовых стекол Кроноцкой серии

(Тортнягин, Арискин, Савельев – неопубликовано)



Геохимия толеитовых базальтов и долеритов Камчатского мыса (Цуканов, 2018)

Верхнемеловые

Эоценовые

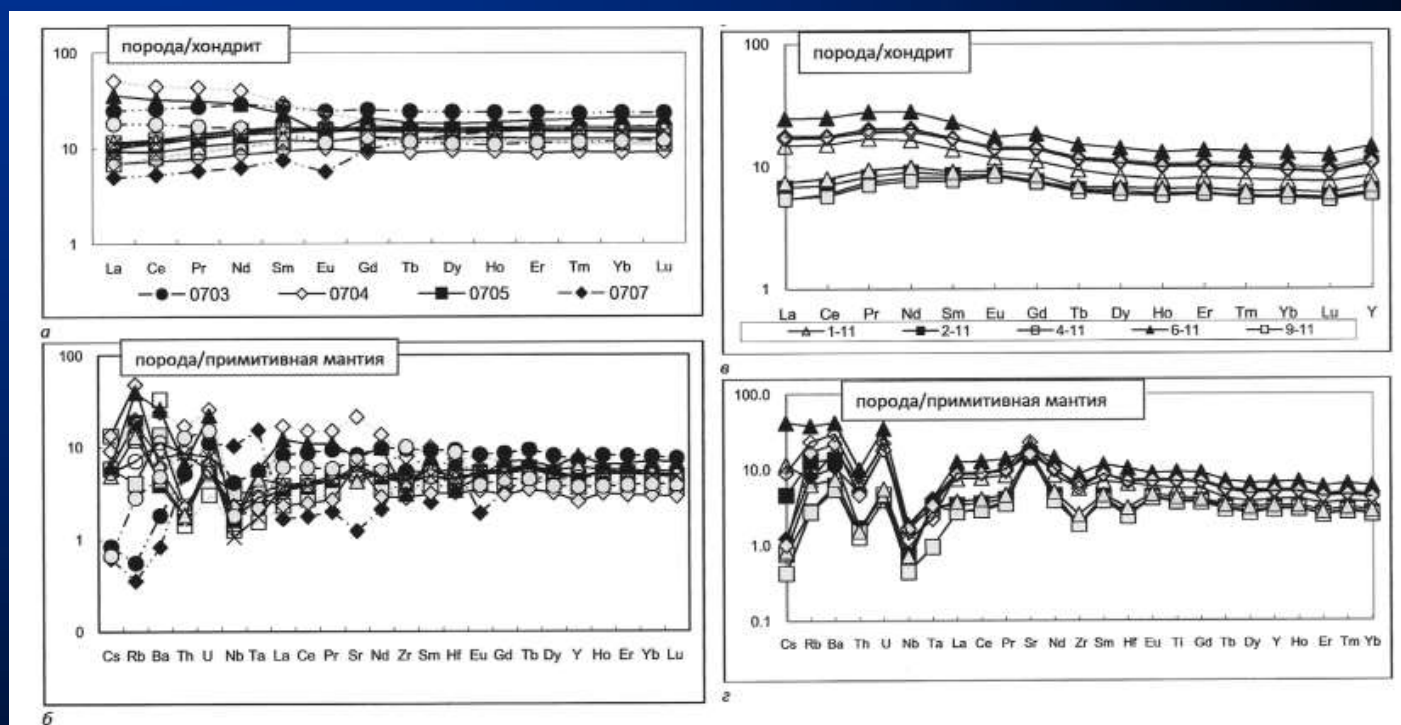


Рис. 3. Распределение редкоземельных элементов (а, в), нормированных к составу хондрита по (Evensen et al., 1978) и элементов-примесей (б, г), нормированных к составу примитивной мантии по (Sun, McDonough, 1989) в породах Камчатского сегмента (а-б — верхнемеловые, в-г — эоценовые). Породы: толща р. 1-ая Перевальная — обр. 0704, 0705, K21-2008, 308/3 (базальты), 0703, 0708, 0709, 0711, 308/1, K20-2008 (андезибазальты), K17-2008 (дацит), 0707 (риолит) (линии спектров: серый пунктир — слабо дифференцированные, пунктир с двумя точками — дифференцированные породы); нижнетарховская свита — обр. 276 (базальт); каменогорская свита — обр. 2-11, 4-11 (базальты) из крупных глыб в глыбовых туфоконгломератах, обр. 9-11 (долерит); баклановская свита — обр. 13-11, 14-11 (базальт и андезит), обр. 1-11, 6-11, 12-11 (базальт, долериты из даек) и обр. 15-11 (габбро).

Геохимия толеитовых базальтов Кроноцкого п-ва и известково-щелочных андезитов и дацитов Шипунского п-ва (Цуканов, 2018)

Кроноцкий п-ов

Шипунский

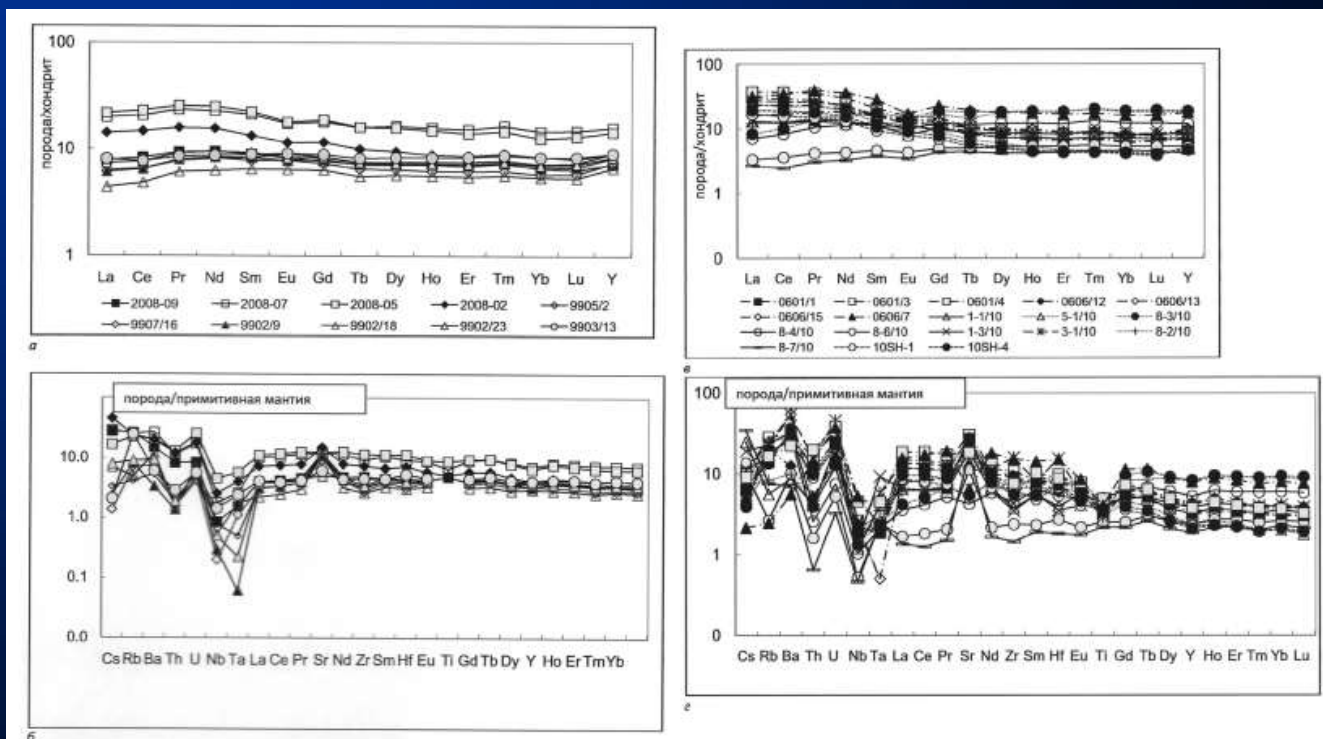
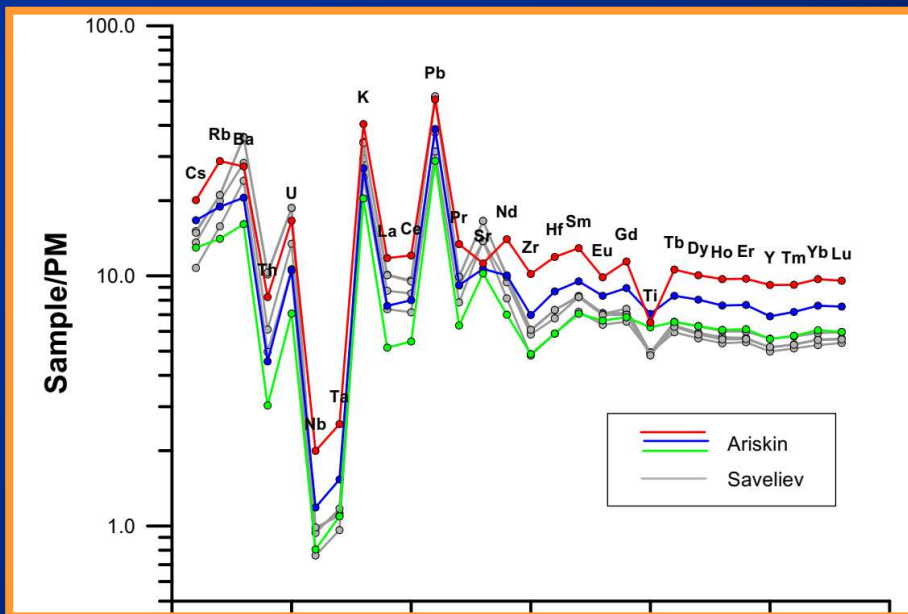


Рис. 4. Распределение редкоземельных (а, в) и элементов-примесей (б, г) в породах Кроноцкого сегмента (а-б) и Шипунского сегмента (в-г). Штриховая линия с точкой — породы налычевской тощи, пунктирная линия — андезиты шипунской тощи (обр. 10SH-1, 10SH-4). Породы Кроноцкого сегмента: обр. 9902/9, 18, 23 (базальты), 9903/13 (андезибазальт) — каменистая свита; обр. 2008-02, 05, 09, обр. 9905/2, 9907/16 (базальты), обр. 2008-07 (андезибазальт) — кроноцкая серия. Породы Шипунского сегмента. Налычевская толща: обр. 0601/1, 3, 4 (андезиты), обр. 0606/12, 13, 15 (базальты), обр. 0606/7 (дацит). Шипунская толща: обр. 1-1/10, 1-3/10, 8-6/10, 8-7/10 (базальты), 8-4/10 (андезибазальт) — толеитовая серия; 5-1/10, 10SH-1, 10SH-4 (андезиты), 8-3/10, 8-2/10 (дациты) — известково-щелочная серия. Обр. 3-1/10 дацит Шипунский массив.



С причиной повышенных содержаний Rb, Ba, Sr, Pb (+Li, B, As...) вроде бы ясно – поступление в источник из надсубдукционного флюида!

А вот в отношении природы Nb–Ta минимума остаются вопросы....

Петрологический опыт подсказывает, что подобное обеднение выплавок может произойти при условии **наличия в мантийном рестите минералов, эффективно экстрагирующих Nb и Ta из расплава.**

При этом очевидно, что экспериментальный поиск подобных фаз надо проводить при P–T условиях надсубдукционной мантии в водонасыщенных системах. **И такие минералы установлены – одним из них является рутил (TiO₂), другой – перовскит (CaTiO₃).**

Наверно, это не удивительно – достаточно взглянуть на небольшой **минимум Ti**, который обычно коррелирует с глубиной Nb–Ta “провала” на спайдерграммах островодужных вулканитов.

Экспериментальные исследования распределения Nb в зонах эклогитизированных базальтов (гранат + пироксен + рутил +...)

25 кбар, 750-900°C,
 Рутил: $D(Nb)=183$, $D(Ta)=327$

JOURNAL OF PETROLOGY | VOLUME 49 | NUMBER 3 | PAGES 523–553 | 2008

Trace Element Partitioning and Accessory Phase Saturation during H₂O-Saturated Melting of Basalt with Implications for Subduction Zone Chemical Fluxes

KEVIN KLIMM^{1,*}, JON D. BLUNDY^{1,2} AND TRE

15-35 кбар, 900-1350°C,
 Рутил: $D(Nb)=13-232$, $D(Ta)=34-232$



Available online at www.sciencedirect.com

SCIENCE @ DIRECT®

Earth and Planetary Science Letters 226 (2004) 415–432

EPSL

www.elsevier.com/locate/epsl

The dependence of Nb and Ta rutile–melt partitioning on melt composition and Nb/Ta fractionation during subduction processes

M.W. Schmidt^{a,*}, A. Dardon^b, G. Chazot^b, R. Vannucci^c

15-35 кбар, 900-1350°C,
 Рутил: $D(Nb)$ 13-232, $D(Ta)$ 34-232



Available online at www.sciencedirect.com

ScienceDirect

Geochimica et Cosmochimica Acta 75 (2011) 1673–1692

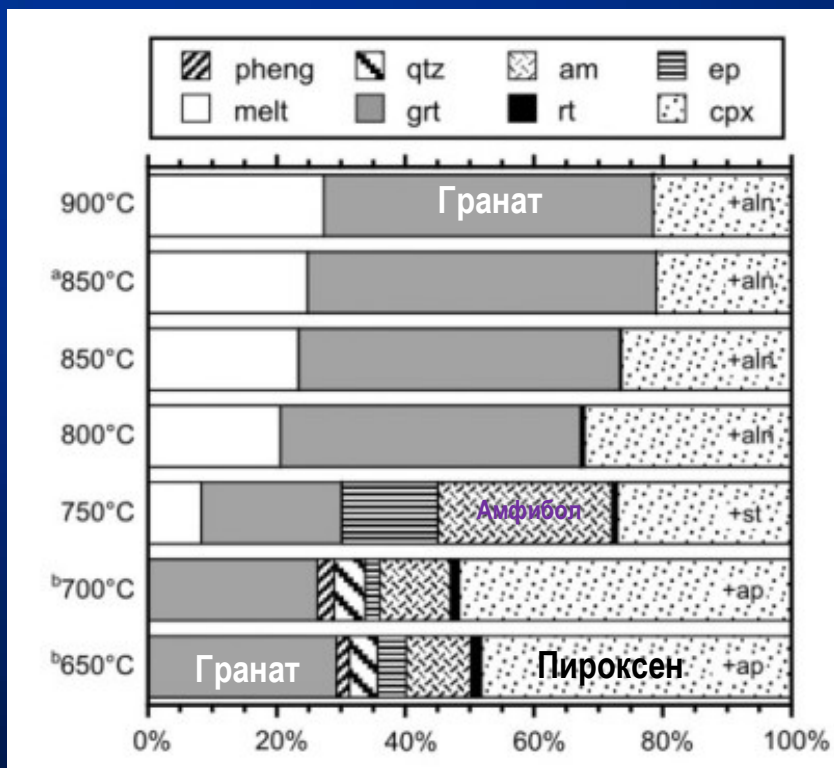
Geochimica et
 Cosmochimica
 Acta

www.elsevier.com/locate/gca

Partitioning of Nb and Ta between rutile and felsic melt and the fractionation of Nb/Ta during partial melting of hydrous metabasalt

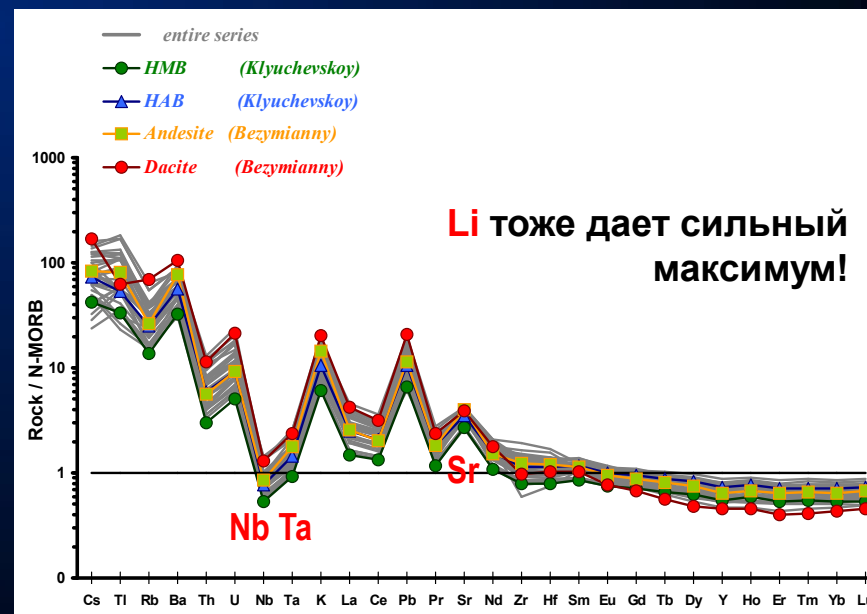
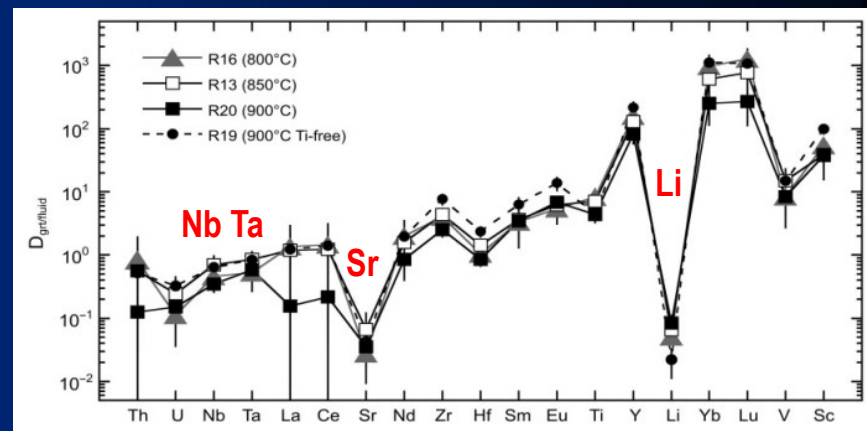
Xiaolin Xiong^{a,b,*}, Hans Keppler^b, Andreas Audétat^b, Huaiwei Ni^b, Weidong Sun^a, Yuan Li^{a,b}

Возможные пропорции минералов в эклогитовом "residue" по сводке экспериментальных данных (Klimm et al., 2008)

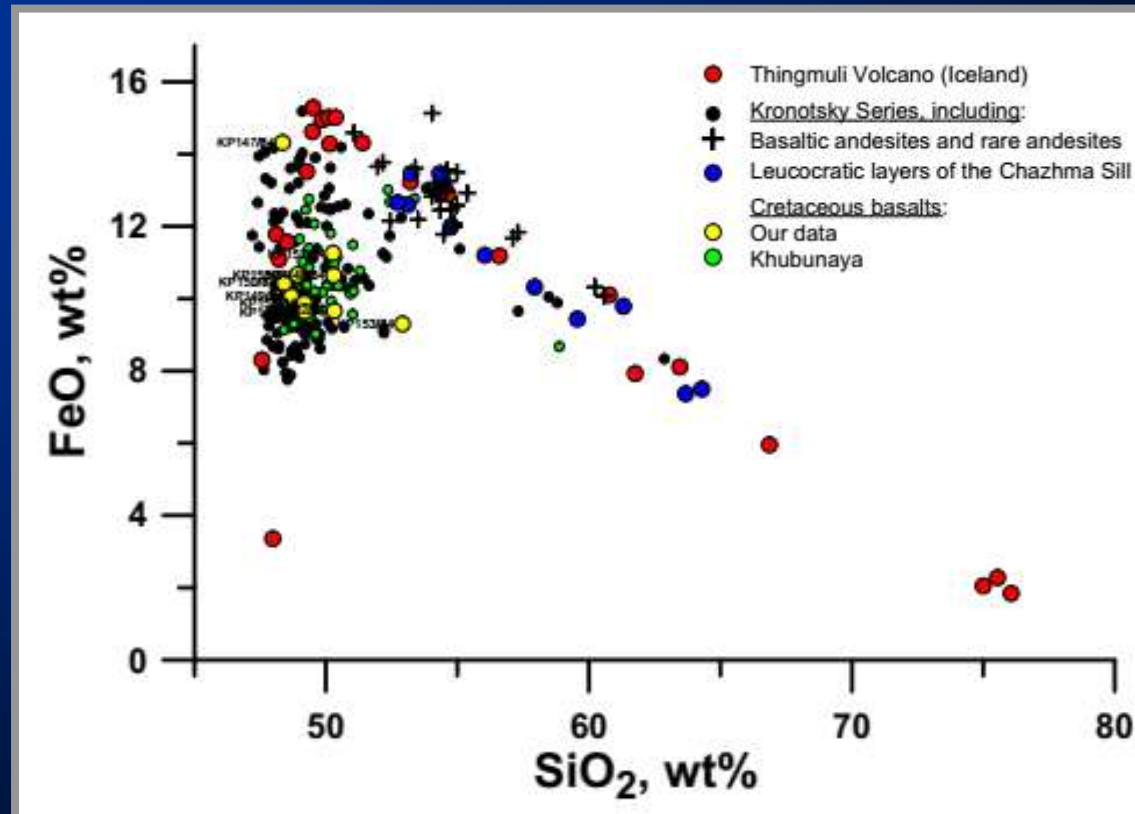


По экспериментальным данным
отношение $D(\text{Nb})/D(\text{Ta})$ в системе
рутил – расплав:

базальтовый расплав ~ 1 ,
андезит/дацит ~ 0.5



НО ЕСТЬ ЗДЕСЬ ЕЩЕ ОДИН ИНТЕРЕСНЫЙ ВОПРОС!



Петрохимическая аналогия вулканитов и долеритов
Кроноцкой серии исландитовым лавам вулканов
Тингмули и Гекла!

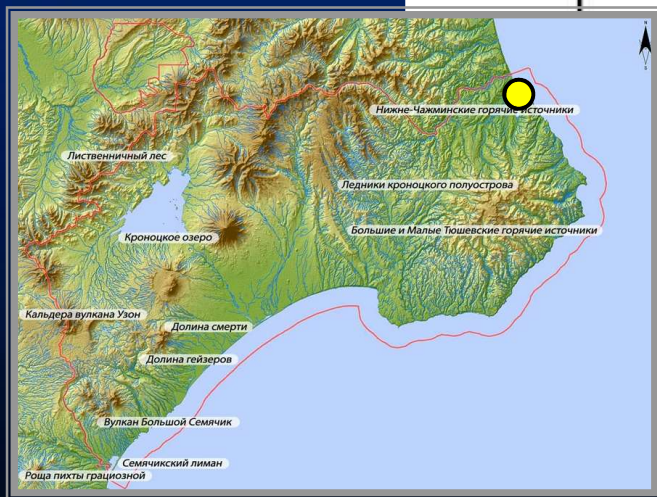
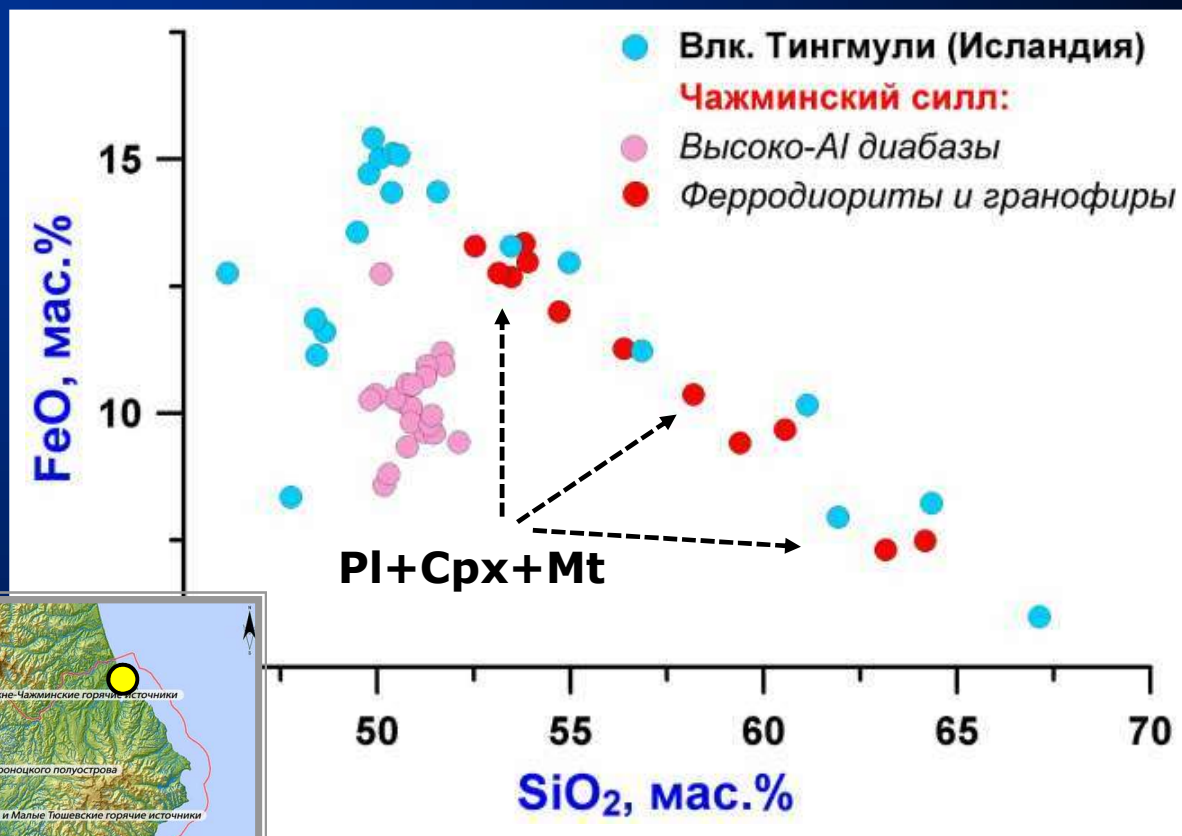
Монцодиориты Чажминского силла в верхах Кроноцкой серии (по цирконам возраст 34 млн. лет)



Предполагается, что расплавы
лейкократовых пород поступали
в камеру одновременно или
сразу после затвердевания
основного объема магмы.



Монцодиорит-толеитовая серия Чажминского силла в сравнении с исландитами



Гранофир

Очевидно, что в обоих случаях мы имеем дело с **наличием малоглубинных очагов/камер** с широким полем кристаллизации **низкобарического плагиоклаза!**

Северо-западная часть Тихого океана

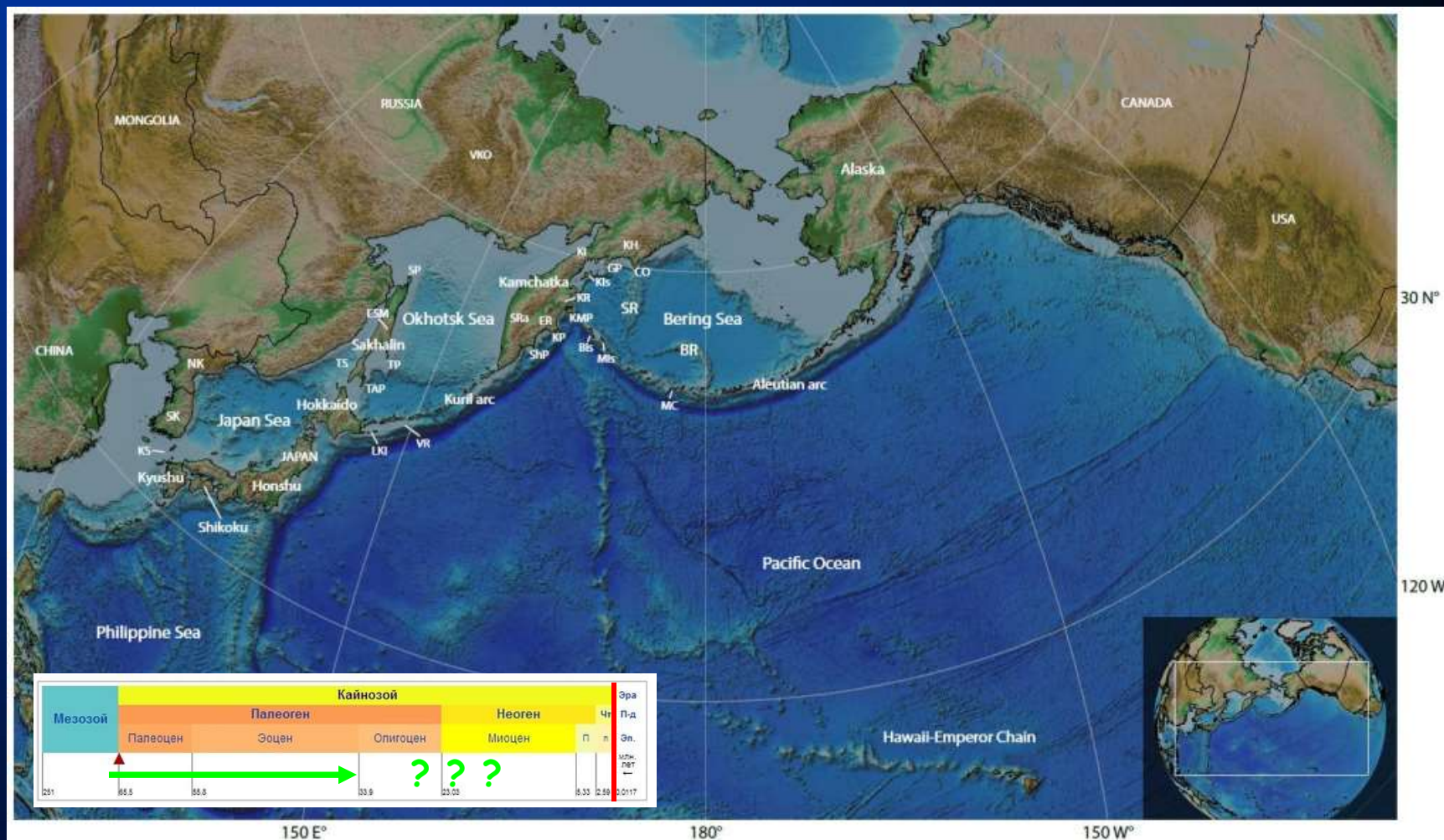


Fig. 1. Geographic map of the northwest Pacific region. Country names are shown in capital letters. Key to abbreviations: BIs = Bering Island; BR = Bowers Ridge; CO = Cape Olyutorsky; ER = Eastern Ranges; ESM = East Sakhalin Mountains; GP = Govenia peninsula; KH = Koryak Highlands; KI = Kamchatka isthmus; KIs = Karaginsky Island; KP = Kronotsky peninsula; KMP = Kamchatka Mys peninsula; KR = Kumroch Range; KS = Korea Strait; LKI = Lesser Kuril islands; MC = Murray Canyon; MIs = Medny Island; NK = North Korea; ShP = Shipunsky peninsula; SK = South Korea; SP = Schmidt peninsula; SR = Shirshov Ridge; SRA = Sredinny Range; TAP = Tonin-Aniva peninsula; TP = Terpeniya peninsula; TS = Tartary Strait; VKO = Verkhoyansk-Kolyma Orogen; VR = Vityaz Ridge.

Vaes et al. (2019)