

Островодужный четвертичный магматизм на севере Срединного хребта

Nishizawa T.¹, Nakamura H.^{2,3}, Churikova T.G.⁴, Gordeychik B.N.^{4,5}, Ishizuka O.^{6,7}, Pevzner M.M.⁸, Iwamori H.⁹

Quaternary arc magmatism in the North of Sredinny Range

Nishizawa T.¹, Nakamura H.^{2,3}, Churikova T.G.⁴, Gordeychik B.N.^{4,5}, Ishizuka O.^{6,7}, Pevzner M.M.⁸, Iwamori H.⁹

¹ Научно-исследовательский институт горы Фудзи, г. Яманаси, Япония;

e-mail: nishizawa.t.ad@mfri.pref.yamanashi.jp

² Институт землетрясений и геологии вулканов, GSJ / AIST, г. Цукуба, Япония

³ Отделение наук о Земле и планетах, Токийский технологический институт, г. Токио, Япония

⁴ Институт вулканологии и сейсмологии ДВО РАН, г. Петропавловск-Камчатский

⁵ Институт экспериментальной минералогии РАН, г. Черноголовка

⁶ Институт геологии и геоинформации, GSJ / AIST, г. Цукуба, Япония

⁷ Научно-исследовательский институт морской геодинамики, г. Йокосука, Япония

⁸ Геологический институт РАН, г. Москва

⁹ Институт исследования землетрясений, Токийский университет, г. Токио, Япония

Четвертичные вулканические объекты обнаружены в асейсмичной зоне на севере Срединного хребта Камчатки. Все породы имеют типичные признаки дугового магматизма, такие как положительные пики Pb, указывающие на присутствие субдукционного компонента. Вдоль Срединного хребта к югу наблюдается уменьшение возраста самых свежих лав, что согласуется с палеотектоническими реконструкциями геодинамической обстановки региона.

Камчатка – это вулканическая дуга, состоящая из трех вулканических поясов, образовавшихся вследствие субдукции Тихоокеанской плиты под Охотоморскую. Вопрос о положении северного края субдуцирующей Тихоокеанской плиты неоднократно обсуждался с позиций сейсмологии, геодинамики и геохимии.

В 1997 г. Горбатов с соавторами нашли границу сейсмической зоны на севере Камчатки. Хотя вопрос о положении края плиты явно не обсуждался, подразумевалось, что граница сейсмической зоны совпадает с северным краем субдуцирующей Тихоокеанской плиты. При этом проекция края плиты на дневную поверхность представляется прямой линией, проходящей от Алеутского разлома через Усть-Камчатск на вулкан Шивелуч (рис. 1). В [7] приводятся доказательства присутствия в породах вулкана Шивелуч адакитового компонента, который свидетельствует о плавлении субдуцирующей плиты. Авторы заключили, что плавление плиты происходит на ее северном краю, контактирующем с мантией, таким образом, представления Горбатова с соавторами о положении северного края Тихоокеанской плиты получили геохимическое подтверждение. Эти выводы были поддержаны в [4]. Авторы работы [2] на основании необычайно высокой активности вулканов Ключевской и Шивелуч приходят к выводу, что проекция северного рваного края Тихоокеанской плиты должна находиться в промежутке между этими вулканами, являясь продолжением Алеутского разлома. В работе [1] нарисована проекция северного края Тихоокеанской плиты на дневную поверхность как продолжение Берингийского разлома, проходящего севернее вулкана Шивелуч. Авторы работы [5] также рисуют проекцию северного края Тихоокеанской плиты в виде продолжения Берингийского разлома. Кроме того, они отмечают, что край плиты проходит под Шишейским комплексом. В работе [3] проекция северного края Тихоокеанской плиты также проходит под Шишейским комплексом, однако начинается край плиты не от Берингийского, а от Алеутского разлома.

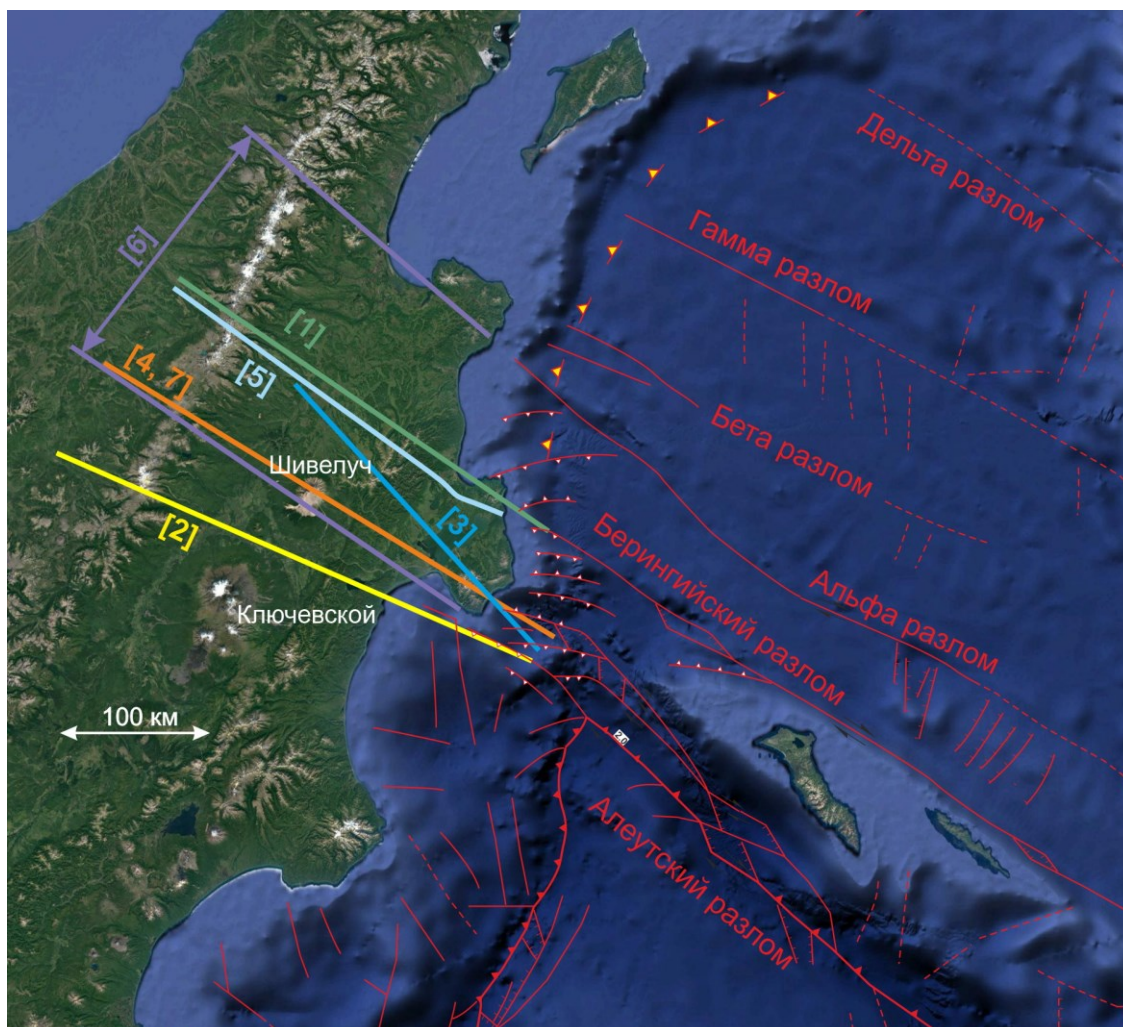


Рис. 1. Предполагаемые положения северного края Тихоокеанской плиты по разным данным.

Авторы работы [6] изучали вулканизм Срединного хребта (СХ) и обнаружили, что четвертичный геохимически однородный вулканизм продолжается на север Камчатки в асейсмичную зону. Например, самый северный голоценовый моногенный конус СХ Тобельцен также находится в асейсмичной зоне севернее продолжений и Алеутского, и Берингийского разломов. В отличие от перечисленных публикаций, авторы [6] отказались от попыток определить край плиты как резкую границу. Они утверждали, что край плиты состоит из разделенных трансформными разломами отдельных микроплит (щепок), скорость движения которых убывает к северу. Таким образом, край плиты представляется полосой шириной около 150 км между Алеутским и Альфа-разломами.

В настоящей работе исследована северная часть СХ и обнаружены несколько вулканических построек среднего-верхнего плейстоцена (рис. 2). Основная их часть располагается внутри зоны, указанной в работе [6], но несколько конусов отстоят от указанной зоны далее на север на расстояние до 40 км. Петрологические и геохимические исследования собранных образцов лав показали, что породы представлены рядом от базальтов до дацитов, имеющих типичные островодужные признаки, в т.ч. Рb-максимумы и Nb-Ta минимумы на спайдердиаграммах.

Возрасты вулканических построек, определенные изотопными методами (К-Аг и $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$), варьируют от среднего до позднего плейстоцена (0.8-0.1 млн лет). Щитовые вулканы оказались старше 0.5 млн лет, а расположенные на них или отдельно стоящие моногенные конусы моложе 0.4 млн лет. Наши данные показывают, что возраст самого молодого магматизма систематически становится древнее вдоль СХ в северном направлении от голоценового до 0.21-0.23 млн лет.

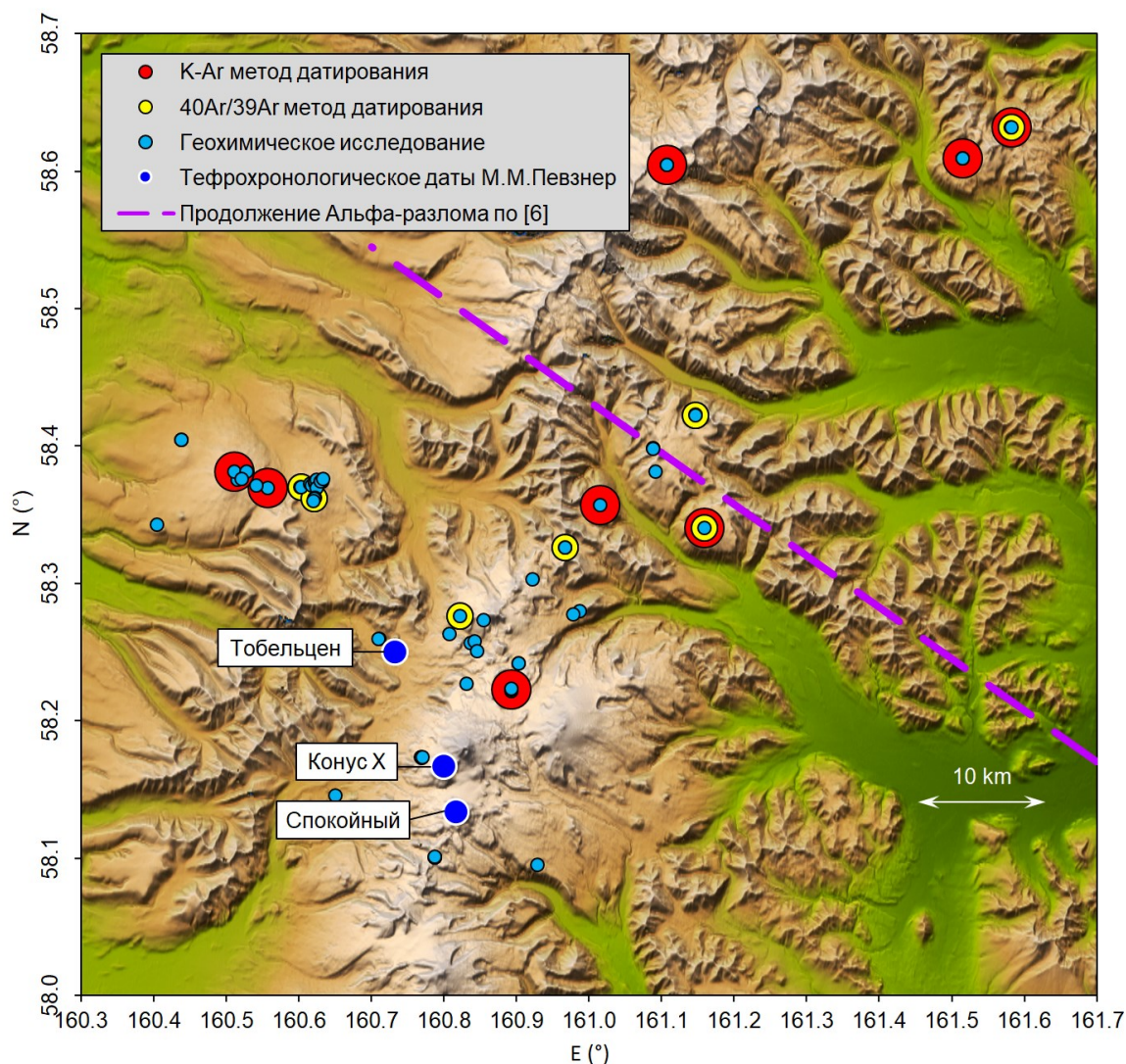


Рис. 2. Схема отбора образцов в северной части СХ.

Геодинамические реконструкции Н.И. Селиверстова (2009) показывают, что 6 млн лет назад область тройного сочленения Тихоокеанской, Берингской и Охотоморской плит находилась приблизительно в 400 км к СВ от ее нынешнего положения, а субдукция океанической плиты происходила к югу от области сочленения. Столь высокая скорость перемещения области сочленения, указывающая на быструю тектоническую перестройку, не является скоростью движения какой-либо плиты; это скорость движения по Камчатскому желобу области, которая разделяет активную субдукцию к югу и затухающую субдукцию к северу от нее. Последовательное отмирание трансформных разломов Дельта, Гамма и Бета и их превращение в линеаменты происходило с восточной стороны желоба по мере движения области сочленения. Соответствующее последовательное затухание магматизма должно было наблюдаться с западной стороны желоба. Таким образом, уменьшение возраста самого молодого вулканизма должно наблюдаться вдоль СХ в южном направлении, что и отражает рис. 3.

Кроме того, отметим, что четвертичные породы не найдены к северу от 58.7° с.ш. Между 58.7° с.ш. и продолжением Альфа-разлома на суше обнаружено несколько среднеплейстоценовых вулканических объектов. Между наземными продолжениями разломов Альфа и Беринга находятся вулканические объекты среднего-верхнего и верхнего плейстоцена, а также голоценовые конусы X, Тобельцен, и раннеголоценовый стратовулкан Спокойный. Что касается голоценового магматизма между наземными продолжениями разлома Беринга и Алеутского разлома, то

практически все вышеперечисленные исследования не отрицают его субдукционный характер.

Обнаруженное пространственное распределение самого молодого вулканизма (рис. 3) отражает последовательное затухание движения микроплит, расположенных между серией разломов Алеутский – Берингийский – Альфа – Бета – Гамма, а также перемещение к югу области тройного сочленения Тихоокеанской, Берингийской и Охотоморской плит. Эти результаты хорошо согласуются с геодинамическими реконструкциями Н.И. Селиверстова (2009) для интервала 1.8-0.05 млн лет.

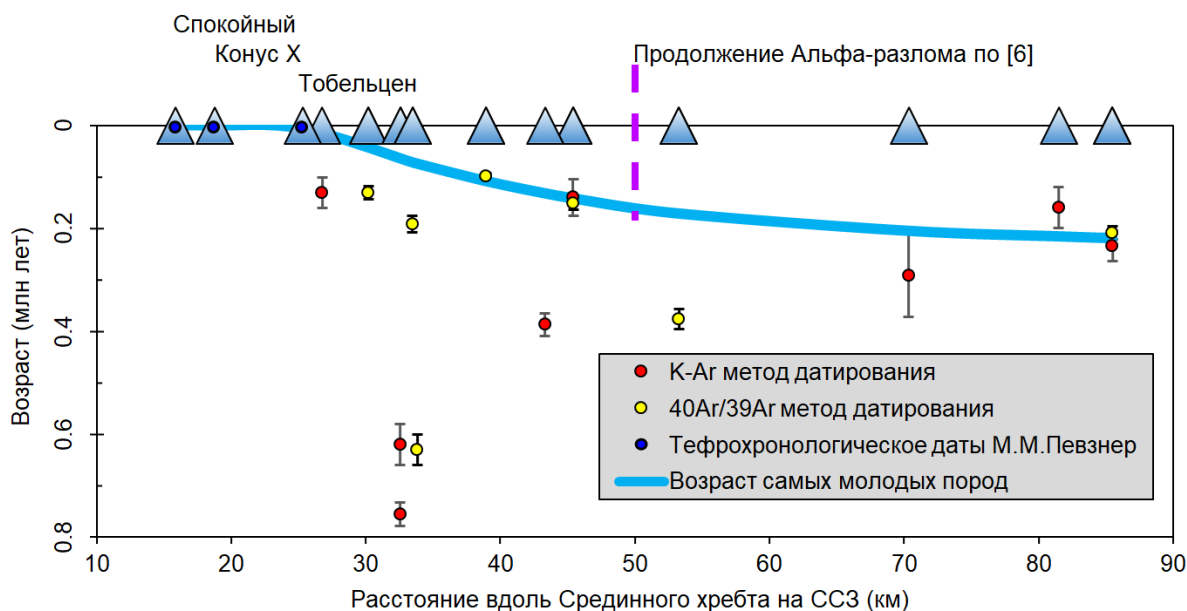


Рис. 3. Изменение возраста четвертичного вулканизма вдоль СХ.

Работа поддержана грантами JSPS № JPJSBP120204804 и РФФИ № 20-55-50001.

Список литературы

1. *Davaille A., Lees J.M.* Thermal modeling of subducted plates: tear and hotspot at the Kamchatka corner // *Earth and Planetary Science Letters*. 2004. V. 226. № 3. P. 293-304. DOI: <http://doi.org/10.1016/j.epsl.2004.07.024>
2. *Park J., Levin V., Brandon M. et al.* A dangling slab, amplified arc volcanism, mantle flow and seismic anisotropy in the Kamchatka plate corner. In: *Plate Boundary Zones*. V. 30 / Stein S., Freymueller J.T. (Eds). Washington, DC: AGU, 2002. P. 295-324. DOI: <https://doi.org/10.1029/GD030p0295>
3. *Portnyagin M., Manea V.C.* Mantle temperature control on composition of arc magmas along the Central Kamchatka Depression // *Geology*. 2008. V. 36. № 7. P. 519-522. DOI: <http://doi.org/10.1130/G24636A.1>
4. *Portnyagin M., Hoernle K., Avdeiko G. et al.* Transition from arc to oceanic magmatism at the Kamchatka-Aleutian junction // *Geology*. 2005. V. 33. № 1. P. 25-28. DOI: <https://doi.org/10.1130/g20853.1>
5. *Portnyagin M., Bindeman I., Hoernle K., Hauff F.* Geochemistry of primitive lavas of the Central Kamchatka Depression: magma generation at the edge of the Pacific Plate. In: *Volcanism and Subduction: The Kamchatka Region*. V. 172 / Eichelberger J., Gordeev E., Izbekov P. et al. (Eds). Washington, DC: AGU, 2007. P. 199-239. DOI: <http://doi.org/10.1029/172GM16>
6. *Volynets A.O., Churikova T.G., Wörner G. et al.* Mafic Late Miocene–Quaternary volcanic rocks in the Kamchatka back arc region: implications for subduction geometry and slab history at the Pacific–Aleutian junction // *Contributions to Mineralogy and Petrology*. 2010. V. 159. № 5. P. 659-687. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00410-009-0447-9>
7. *Yogodzinski G.M., Lees J.M., Churikova T.G. et al.* Geochemical evidence for the melting of subducting oceanic lithosphere at plate edges // *Nature*. 2001. V. 409. № 6819. P. 500-504. DOI: <https://doi.org/10.1038/35054039>