

First data on geochemistry of oceanic peridotites from NW Pacific and their possible contribution to volcanism in Kamchatka and Aleutian Arc

Krasnova E², Portnyagin M^{1,2}, Silantyev S², Werner R¹, Hoernle K¹

¹Leibniz Institute of Marine Sciences, IFM-GEOMAR, Wischhofstr. 1-3, 24114 Kiel, Germany

²V.I.Vernadsky Institute of Geochemistry and Analytical Chemistry RAN, Kosygin St. 19, 119991 Moscow, Russia

The Stalemate Fracture Zone (FZ) is a 500 km long SE-NW trending transverse ridge between the northernmost Emperor Seamounts and the Aleutian Trench which originated by flexural uplift of Cretaceous (?) oceanic lithosphere along a transform fault at the Kula-Pacific plate boundary [1]. Sampling at the Stalemate FZ and the fossil Kula-Pacific Rift valley was carried out during the R/V SONNE cruise SO201 Leg 1b in July 2009. A broad spectrum of rocks including serpentinites (DR37), gabbro (DR7,40), dolerites (DR7) and basalts (DR38,41) were obtained. These rocks are thought to represent a complete section of oceanic lithosphere formed at the fossil Kula-Pacific Spreading Center. A study of these rocks will allow us to reconstruct the conditions of magma generation responsible for the formation of the NW Pacific oceanic crust and also to estimate the composition of subducting slab beneath the Western Aleutian Island Arc.

Strongly altered mantle rocks ranging from pyroxene-rich lherzolites and pyroxene-poor dunites were obtained at the station DR37 at the northern SVZ bend. The compositions of primary minerals (Cpx, Opx, Sp) change systematically from lherzolites to dunites. For example, spinel in lherzolites has higher Mg#, NiO, lower Cr#, Fe³⁺# and TiO₂ (Mg#=0.65-0.68, NiO=0.26-0.34 wt%, Cr#=0.26-0.33, Fe³⁺#=0.021-0.030, TiO₂=0.04-0.09 wt%) than spinel in dunites (Mg#=0.56-0.64, Cr#=0.38-0.43, TiO₂=0.19-0.28 wt%, NiO=0.19-0.26%, Fe³⁺#=0.027-0.043). The variations of clinopyroxene and spinel compositions can be explained by the two-stage process [2]: 1) near fractional melting of depleted mantle to 10-12%, 2) interaction of the residual lherzolite with N-MORB-like melts to form dunites. The protolith of lherzolites and dunites dredged from the SFZ can thus represent disintegrated parts of shallow oceanic mantle variably modified by melt percolation.

Secondary alteration of the peridotites included serpentinization and also silicification of the dunites (Silantyev et al., 2011). These later processes overprinted nearly completely the primary bulk composition of the studied rocks (Fig. 1). The secondary alteration caused strong enrichment of the rocks in fluid mobile elements (U, Li, Sb, Ba) and U-shaped patterns of REE with strong negative Ce anomaly reflecting precipitation of REE from the seawater and very large water-rock ratios during alteration.

Several studies proposed an important role of subducting serpentinites as a source of fluids in subduction zones (e.g. Ruepcke et al., 2004). Judging from our results, serpentinized peridotites can represent an important type of rocks comprising fracture zones in the NW Pacific. Being subducted and dehydrated beneath the Aleutian Arc (Stalemate FZ) and Kamchatka (Krusenstern FZ), the serpentinized peridotites can be an important source of water-rich fluids enriched in Sb, Mo, U, Pb and Li. Detailed studies of active volcanoes located above subducting fracture zones (e.g., Kronotsky Volcano in Kamchatka located above the subducting Krusenstern FZ) can help identify contribution of oceanic serpentinites to island arc volcanism.

This study was financially supported by the Russian Foundation for Basic Research, project no. 09-05-00008-a, and KALMAR project.

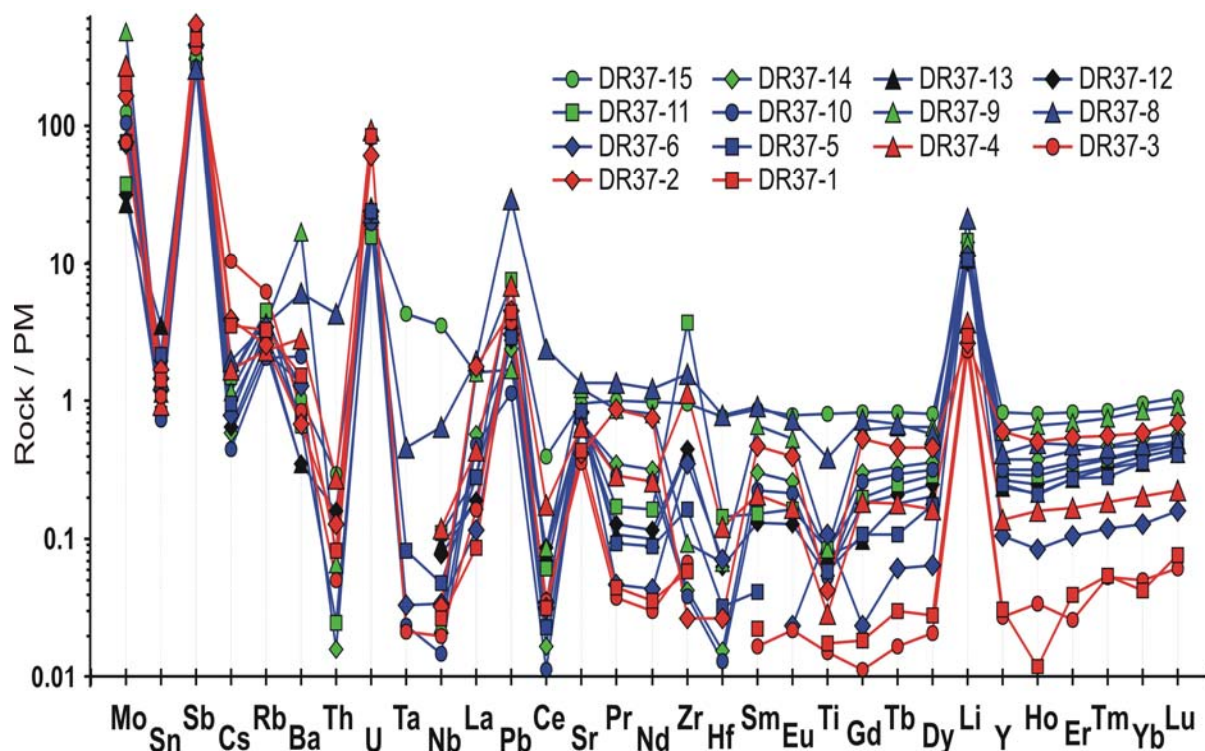


Figure. 1. Primitive mantle-normalized trace element patterns of the Stalemate FZ peridotites. The composition of primitive mantle is after [3].

References

- [1] Lonsdale, P., 1988, Paleogene history of the Kula plate: Offshore evidence and onshore implications: *Geological Society of America Bulletin*, v. 100, p. 733-754.
- [2] Kelemen, P.B., Shimizu, N., and Salters, V.J.M., 1995, Extraction of mid-ocean-ridge basalt from the upwelling mantle by focused flow of melt in dunite channels: *Nature*, v. 375, p. 747-753.
- [3] McDonough W.F. & Sun S.-S., 1995, The composition of the Earth. *Chemical Geology* 120: 223-253
- [4] Silantyev S., Novoselov A., Krasnova E., Portnyagin M., Hauff F., Werner R. Silisification of peridotites from Stalemate FZ (NW Pacific): Tectonic and geochemical applications. *Petrology*, in press.
- [5] Rüpke L.H., Morgan J.P., Hort M., Connolly J.A.D., 2004, Serpentine and the subduction zone water cycle. *Earth Planet. Sci. Lett.* 223(1-2):17-34

Первые данные по геохимии перидотитов северо-западной части Тихого океана и их возможный вклад в вулканизм Камчатки и Алеутской островной дуги

Краснова Е², Портнягин М^{1,2}, Силантьев С², Вернер Р¹, Хёрнле К¹

¹ Leibniz Institute of Marine Sciences, IFM-GEOMAR, Wischhofstr. 1-3, 24114 Киль, Германия

² Институт геохимии и аналитической химии им В.И. Вернадского РАН, ул. Косыгина 19, 119991 Москва, Россия

Разломная зона Стелмейт (P3) представляет собой поперечный хребет, простирающийся с ЮВ на СЗ на расстояние в 500 км и располагающийся между северными отрогами вулканической цепи Императорских подводных гор и Алеутским глубоководным желобом. В этой акватории Тихого океана вдоль трансформного разлома на границе плит Кула-Пацифик наблюдается поднятие к поверхности океанического дна меловой океанической литосферы [1]. Драгирование в пределах P3 Стелмейт и палео-рифтовой долины Кула-Пацифик проводилось в течение рейса НИС SONNE SO201 Leg 1b в июне 2009 года.

Собранная в рейсе коллекция образцов представлена серпентинитами (DR37), габбро (DR7, 40), долеритами (DR 7, 40) и базальтами (DR38, 41). Данный петрографический спектр пород представляет полный разрез древней океанической литосферы канонического типа в районе спредингового центра Кула-Пацифик. Изучение имеющейся коллекции образцов позволяет реконструировать основные этапы магматической эволюции океанической коры СЗ части Тихого океана, а также, оценить вклад ее вещества в надсубдукционный магматизм Восточных Алеут.

На 37 станции в северной части разломной зоны Стелмейт были подняты практически нацело серпентинизированные лерцолиты, богатые клинопироксеном и окварцованные аподунитовы серпентиниты, обедненные клинопироксеном. Состав первичных минералов (шпинель, клинопироксен и ортопироксен) меняются систематически от лерцолитов к дунитам. Например, шпинель в лерцолитах имеет более высокие содержания Mg#, NiO, более низкие Cr#, Fe³⁺# и TiO₂ (Mg#=0.65-0.68, NiO=0.26-0.34%, Cr#=0.26-0.33, Fe³⁺#=0.021-0.030, TiO₂=0.04-0.09 wt%), чем шпинель в дунитах (Mg#=0.56-0.64, Cr#=0.38-0.43, TiO₂=0.19-0.28 wt%, NiO=0.19-0.26%, Fe³⁺#=0.027-0.043).

Вариация составов клинопироксена и шпинели могут объясняться двухэтапным процессом образования перидотитов: 1) образование обедненных лерцолитов в результате 10-12% оклофракционного плавления деплетированной мантии, 2) формирование дунитов при взаимодействии лерцолитов с подобным расплавом N-MORB. Таким образом, лерцолиты и дуниты драгированные в разломной зоне Стелмейт могут представлять собой фрагменты малоглубинной океанической мантии, в различной степени модифицированной в результате взаимодействия с просачивающимися глубинными расплавами.

Низкотемпературные изменения перидотитов заключались в их серпентинизации и окварцевании дунитов [4]. Эти вторичные процессы оказали большое влияние на содержания главных и рассеянных элементов в изученных породах (рис. 1). Именно с вторичными изменениями связано обогащение пород мобильными элементами (U, Li, Sb, Ba) и U-образная форма спектров нормализованных содержаний P3Э с сильной отрицательной Се аномалией, отражающая взаимодействие пород с морской водой и высокое отношение вода-порода.

В ряде работ предполагалось, что океанические серпентиниты являются важным источником флюидов в зонах субдукции (например, [5]). Судя по нашим данным, серпентинизированные перидотиты слагают крупные участки разломных зон северо-западной части Тихого океана. Будучи субдуцированными под Алеутскую островную дугу

(разломная зона Стелмейт) и Камчатку (разломная зона Крузенштерн), эти породы могут быть важным источником водного флюида обогащенного Sb, Mo, U, Pb and Li. Детальное изучение активных вулканов, расположенных над разломными зонами на субдущирующей океанской плите (например, вулкан Кроноцкий на Камчатке, расположенный над разломной зоной Крузенштейн), может помочь при оценке вклада океанических серпентинитов в вулканизм островных дуг.

Проведенное исследование было поддержано немецко-российским проектом KALMAR и Российским Фондом Фундаментальных Исследований (грант РФФИ № 09-05-00008).

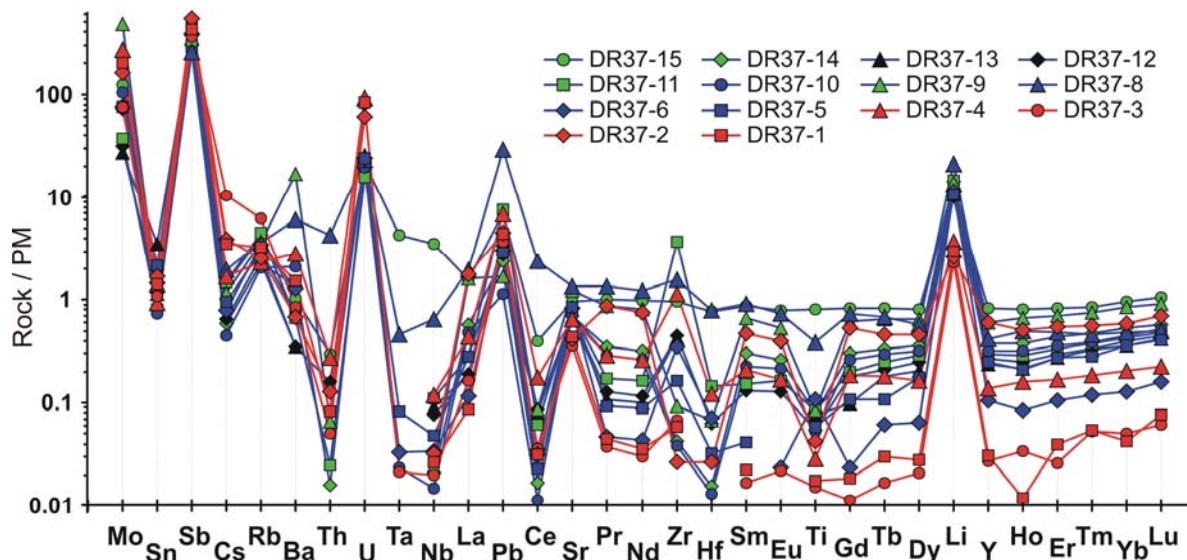


Рис. 1. Содержания рассеянных элементов в перидотитах разломной зоны Стелмейт, нормированные к составу примитивной мантии по [3].

Литература

[1] Lonsdale, P., 1988, Paleogene history of the Kula plate: Offshore evidence and onshore implications: *Geological Society of America Bulletin*, v. 100, p. 733-754.

[2] Kelemen, P.B., Shimizu, N., and Salters, V.J.M., 1995, Extraction of mid-ocean-ridge basalt from the upwelling mantle by focused flow of melt in dunite channels: *Nature*, v. 375, p. 747-753.

[3] McDonough W.F. & Sun S.-s. (1995) The composition of the Earth. *Chemical Geology* 120: 223-253

[4] Силантьев С., Новоселов А., Краснова Е., Портнягин М, Хауфф Ф., Вернер Р., 2011, Силификация перидотитов разлома Стэлмейт (северо-запад Тихого океана): реконструкция условий низкотемпературного выветривания и их тектоническая интерпретация, *Петрология*.

[5] Rüpke L.H., Morgan J.P., Hort M., Connolly JAD., 2004, Serpentine and the subduction zone water cycle. *Earth Planet. Sci. Lett.* 223(1-2):17-34