

Проблема идентификации маркирующих горизонтов тефры кальдерообразующих извержений Юго-Восточной Азии

О.В. Бергаль-Кувикас^{1,2}, С. Bouvet de Maisonneuve³

¹*Институт вулканологии и сейсмологии ДВО РАН, Петропавловск-Камчатский, 683006; e-mail: kuvikas@mail.ru*

²*Институт геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии РАН, Москва*

³*Earth Observatory of Singapore, Nanyang Technological University, Singapore*

Юго-Восточная Азия (ЮВА) – экваториальный регион Земли с сложным геодинамическим строением. Ввиду густонаселенности и плотной застройки территории, экваториального климата с обильными осадками и значительным переносом материала, часто меняющимся уровнем моря, фактически, в регионе отсутствуют условия для сохранения тефры в почвенно-пирокластическом чехле. Для оценки вулканопасности от вулканических пеплов и реконструкции вулканической активности в регионе нами была создана база данных всех исторических извержений вулканов ЮВА. Для извержений с индексом вулканической эксплозивности (VEI>6) собраны химические составы вулканических стекол, валовые составы пеплов и химические составы фенокристаллов. Созданная база данных важна не только для вулканологов, тефрохронологов, но и для археологов, климатологов, изучающих воздействие вулканических извержений на жизнь человека и климат.

Проблема исследования

В ЮВА расположено 745 вулканов, 45 из которых извергались в последние пятьдесят лет [12]. Помимо прямого воздействия от вулканических извержений (пирокластических/лавовых потоков, цунами, генерируемых вулканическими извержениями и т.д.), существует и удаленное влияние вулканических пеплов на климат Земли и жизнь человека. Так известно, что в колонках льда в Арктике и Антарктике было зафиксировано 116 извержений вулканов за две тысячи лет, 63 из которых принадлежат экваториальной зоне Земли, то есть ЮВА [10]. Помимо того, что в ЮВА расположены одни из самых густонаселенных регионов планеты, это еще и крупнейший перевалочный порт для морских перевозок, а аэропорт Чанги в Сингапуре занимает лидирующие позиции по авиаперевозкам в мире. Таким образом, проблема вулканопасности, в частности пеплопадов, становится особенно актуальной для данного региона Земли.

Один из методов изучения вулканопасности от пеплопадов и реконструкции активности вулканов в прошлом является тефрохронология [1, 4, 8, 9]. Однако в ЮВА этот метод весьма ограничен, в виду отсутствия естественных обнажений, плотной застройки в регионе (рис. 1), активных процессов выветривания, влажности климата, сильных дождей, интенсивных процессов переноса материала и часто меняющимся уровнем моря.

Методы исследования

Поскольку классические методы тефростратиграфии ограничены в ЮВА, а найденные цирконы в изученных туфах показывают значительные вариации возрастов [2], мы предложили использовать обратную задачу и создать летопись вулканической активности в регионе. На основе базы данных вулканизма Смитсоновского Института США [7] и архивных сведений из геологических служб Индонезии и Филиппин мы собрали представительную базу данных об активности вулканов за последние две тысячи лет [3]. Для тефры сильнейших извержений с VEI>6 мы собрали геохимические

анализы вулканических стекол, валовые анализы и составы фенокристаллов с помощью EarthChem, GeoRoc.

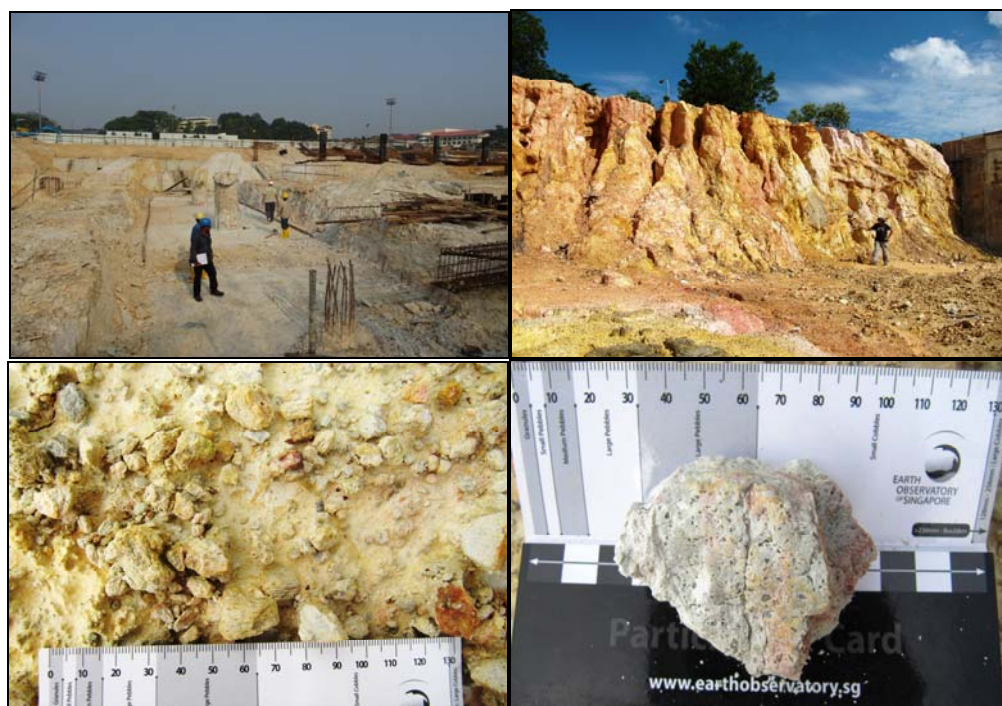


Рис. 1. Примеры обнажений туфов и их составляющих в ЮВА.

Результаты и обсуждение

Детальный обзор и анализ созданной базы данных позволил выделить субрегионы вдоль островных дуг Сунда-Банда в Индонезии и на Филиппинах. Охарактеризованы каждые субрегионы по частоте встречаемости, типам извержений и специфическим характеристикам и составам фенокристаллов [3].

Наиболее сильные извержения с VEI 7-8 приурочены к субрегиону Суматра-пролив Сунда в Индонезии (Рис. 2). Здесь локализованы разновозрастные кальдеры вулкана Тоба, Ранау, Манинджау. Тефры, перечисленных выше кальдер, характеризуются высоким содержанием кремнекислоты и несовместимых элементов (K_2O , Rb, Sr).

Вулканы островов Явы и Бали в Индонезии, в основном имеют VEI 3-5. Основные представители: Мерапи, Геде, Келуд, Батур. Тефры отличимы по высокому содержанию Na_2O .

В субрегионе Тенгера и Сулавеси в Индонезии есть несколько кальдер, которые извергались в исторический период времени – это Ринджиани (1257 г.) и Тамбора (1815 г.). Также в этом субрегионе локализованы несколько менее активных вулканов: Банда Апи, Палувех, Ниверинг. Тефры сильнейших извержений этого субрегиона имеют высокое содержание K_2O при базальт-андезитовом составе магм.

На Филиппинах было выделено три субрегиона: Лузон, Центральные Филиппины и Минланао. В Лузоне наиболее активен вулкан Пинатубо. За 10 тысяч лет было по меньшей мере три извержения с VEI~6. Кальдера Лагуна, Натиб и Таал характеризуются VEI 4-5. На Центральных Филиппинах наиболее интересен вулкан Булузан с VEI~7 и кальдерой, сформировавшийся примерно 37 тыс. лет назад. На Минданао наиболее активен вулкан Паркер с VEI 4-5.

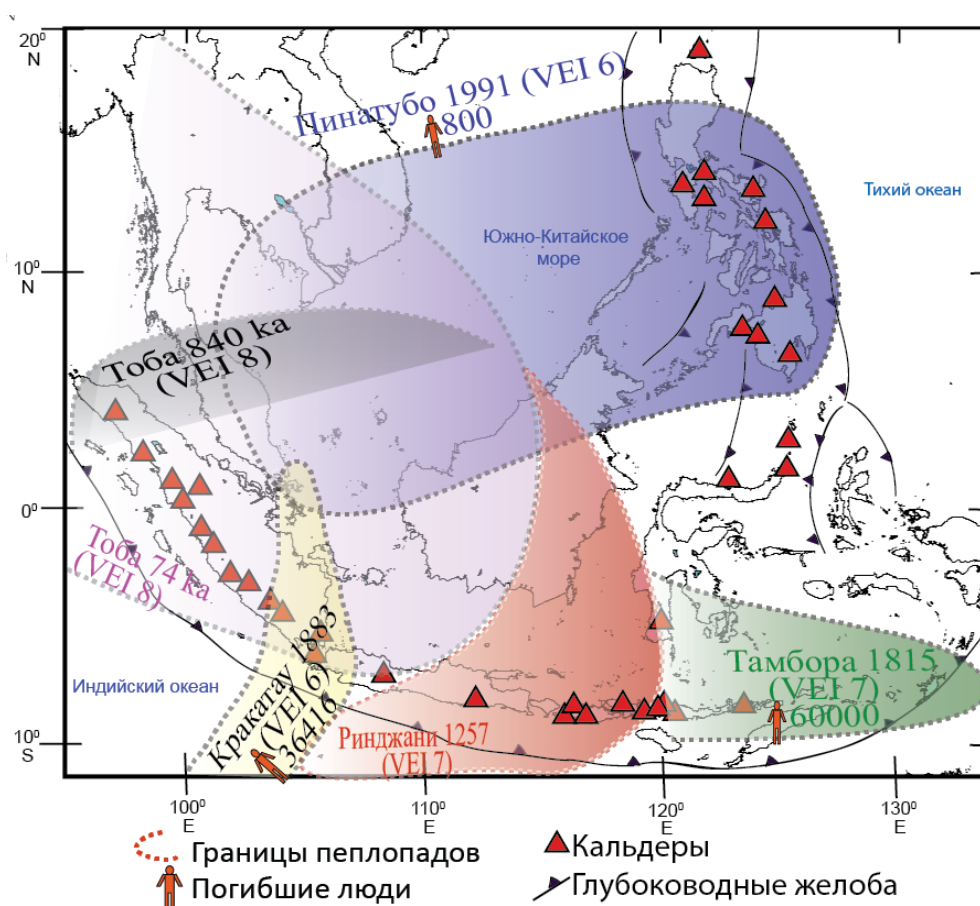


Рис. 2. Границы пеплопадов сильнейших извержений ЮВА [3]. VEI дан по Global Volcanism Program [8].

Заключение

В публикации описаны проблемы идентификации вулканических пеплов ЮВА. Предложены решения указанных проблем: сбор достоверных данных о сильнейших извержениях вулканов за последние 2000 лет, создание баз данных геохимических составов и минеральных составов пеплов с VEI > 6. В представленной работе впервые собраны все известные изопахиты крупнейших извержений ЮВА, описаны специфические характеристики химического, минерального составов вулканических пеплов сильнейших извержений. На основе базы данных исторических извержений ЮВА возможно создание теоретических стратиграфических колонок для каждого региона и корреляция с найденными пеплами на суше или в море.

Работа выполнена по темам госзаданий ИВиС ДВО РАН и ИГЕМ РАН.

Список литературы

1. Arai F., Oba T., Kitazato H. et al. Late Quaternary tephrochronology and paleo-oceanography of the sediments of the Japan Sea // The Quaternary Research (Daiyonki-Kenkyu). 1981. 20(3). P. 209-230.
2. Bergal-Kuvikas O., Bouvet de Maisonneuve C., Vazquez J. Are there Tuffs from Toba Supereruptions in Singapore? // AGU Fall Meeting Abstracts. 2016.
3. Bergal-Kuvikas O.V., Bouvet de Maisonneuve C. Timing, magnitude and geochemistry of major Southeast Asian volcanic eruptions: Identifying tephrostratigraphic markers // J. of Quaternary Science. Special Issue: INTAV Tephra. 2019 (submitted).
4. Braitseva O.A., Ponomareva V.V., Sulerzhitsky L.D., et al. Holocene key-marker tephra layers in Kamchatka, Russia // Quaternary research. 1997.47(2). P. 125-139.
5. EarthChem Portal: <http://www.earthchem.org/library>

6. GEOROC (Geochemistry of Rocks of the Oceans and Continents) <http://georoc.mpch-mainz.gwdg.de/georoc/Start.asp>
7. Global Volcanism Program. Volcanoes of the world. Smithsonian Institution. Download Nov. 2018. <https://volcano.si.edu>
8. *Lowe D.J.* Tephrochronology and its application: a review // *Quaternary Geochronology*. 2011. 6(2), 107-153.
9. *Portnyagin M., Ponomareva V., Bindeman I. et al.* Millennial variations of major and trace element and isotope compositions of Klyuchevskoy magmas, Kamchatka // *KALMAR - First Bilateral Workshop on Russian-German Cooperation on Kurile-Kamchatka and Aleutian Marginal Sea-Island Arc Systems*. 2009. Petropavlovsk-Kamchatsky, Russia.
10. *Sigl M., McConnell J. R., Toohey M., et al.* Insights from Antarctica on volcanic forcing during the Common Era // *Nature Climate Change*. 2014. 4(8), P. 693.
11. *Van den Bogaard C., Schmincke H.U.* Linking the North Atlantic to central Europe: a high resolution Holocene tephrochronological record from northern Germany // *J. of Quaternary Science: Published for the Quaternary Research Association*. 2002. 17(1). P. 3-20.
12. *Whelley P.L., Newhall C.G., Bradley K.E.* The frequency of explosive volcanic eruptions in Southeast Asia // *Bulletin of volcanology*. 2015. 77(1) P. 1.