

КОРРЕЛЯЦИЯ ВУЛКАНИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ ЯПОНСКОГО И ОХОТСКОГО МОРЕЙ И ПОДВОДНОГО ХРЕБТА ВИТЯЗЯ

Т.А. Емельянова, Е.П. Леликов

Тихоокеанский океанологический институт им. В.И. Ильичева ДВО РАН, Владивосток,
e-mail : emelyanova@poi.dvo. ru; lelikov@poi.dvo.ru

Японское и Охотское окраинные моря располагаются в зоне перехода континент-океан, соседствуя друг с другом. Это обстоятельство во многом обусловило общие черты развития их впадин. Однако выявляются и многочисленные различия, которые проявлены уже в геоморфологическом строении и составе геологического фундамента, участвующего в контаминации магматических расплавов. Японское море состоит, главным образом, из глубоководных котловин – Японской, Ямато и Цусимской. Они сформировались на докембрийском гетерогенном фундаменте калиевой и кали-натровой специализации. Подавляющую часть акватории Охотского моря занимает обширный глубокий шельф, который, по сути, является раздробленной и ушедшей под уровень моря ступенью континентального склона. И лишь Курильская котловина как задуговой бассейн сопоставима с котловинами Японского моря. Она сформировалась на палеозойском кали-натровом фундаменте. Судя по наличию плиоцен-плейстоценовых вулканических образований и месту их развития, Японское море в целом является активной тектоно-магматической областью, а в Охотском море вулканически активна лишь его южная часть – Курильская котловина и прилегающие к ней с юга Курильская островная дуга и подводный хребет Витязя [Емельянова и др., 2008].

Японское и Охотское море характеризуются интенсивными проявлениями вулканической деятельности. Но в мезо-кайнозойский период ее интенсивность в разных местах этих регионов была различна (см. таблицу). Позднемезозойские вулканы больше характерны для Охотского моря, где они образуют обширные поля на всех возвышенностях его внутренней части [Емельянова, 2004]. Эти породы подразделяются на раннемеловой базальт-андезитовый и позднемеловой дацит-риолитовый комплексы. В то же самое время в пределах подводного хребта Витязя и в Японском море позднемезозойские вулканы имеют ограниченное распространение. В пределах хребта Витязя они представлены позднемеловым дацит-риолитовым комплексом, аналогичным охотоморскому, а в Японском море – позднемеловым игнимбритовым комплексом, развитым в пределах континентального склона Приморья. Позднемезозойские вулканы всех трех регионов являются аналогами разновозрастных вулканических образований окраинноконтинентальных вулканических поясов – Охотско-Чукотского (ОЧВП) и Восточно-Сихотэ-Алинского (ВСАВП).

Согласно определениям радиоизотопного возраста кайнозойские вулканы в Охотском море подразделяются на палеоценовые, эоценовые, олигоценовые, миоценовые и плиоцен-плейстоценовые. За исключением последних все остальные породы имеют незначительное распространение и развиты вдоль разломных зон, отделяющих друг от друга крупные возвышенности внутренней части моря. Плиоцен-плейстоценовые вулканы приурочены к метам пересечения продольных и поперечных разломов Курильской котловины и отражают мощный этап тектоно-магматической активизации на завершающей стадии ее формирования.

В Японском море кайнозойские вулканы образуют несколько вулканических комплексов: палеоцен-эоценовый базальт-андезитовый, олигоцен-раннемиоценовый субщелочных вулканокластитов (игнимбритовый), олигоцен-раннемиоценовый и среднемиоценовый андезитовый, среднемиоцен-плиоценовый (окраинноморских базальтоидов), плиоцен-плейстоценовый и плиоцен-голоценовый щелочнобазальтоидный. В пределах хребта Витязя выделяются палеоцен-эоценовый базальт-андезитовый, олигоценовый вулканокластический (игнимбритовый), олигоцен-миоценовый андезитовый и плиоцен-плейстоценовый вулканические комплексы [Емельянова и др., 2008].

Из сказанного выше очевидно, что перечисленные вулканические комплексы всех трех регионов часто совпадают по времени формирования. Палеоценовые и эоценовые вулканы встречаются повсюду. Как и позднемезозойские, они аналогичны разновозрастным породам окраинноконтинентальных поясов (ОЧВП и ВСАВП) и завершают формирование последних.

Таблица. Схема корреляции вулканических комплексов Японского и Охотского морей и подводного хребта Витязя.

| Вулканический комплекс | Японское море. | Охотское море. | Хребет Витязя |
|--------------------------|---|---|--|
| Плиоцен-голоценовый | Щелочные базальтоиды. Цусимская котловина 3,5-2,2 млн.лет (до современного периода) Андезибазальты, андезиты. Возвышенность Северное Ямато (?). | Базальты, андезибазальты, андезиты, трахиандезибазальты, трахиандезиты. Курильская котловина. 4,1-0,932 млн.лет | Базальты, андезибазальты, андезиты. 4,3-1,6 млн.лет |
| Среднемиоцен-плиоценовый | Окраинноморские базальтоиды. Котловины Японская и Ямато 13,1-4,5 млн.лет | | |
| Среднемиоценовый | Базальты. Материковый склон (шуфанская свита) 11,1 млн.лет | Базальты. Охотский свод. 11,9 млн.лет | Андезиты. 14,5-10,7 млн.лет |
| Олигоцен-раннемиоценовый | Спекшиеся туфы и игнимбриты трахиандезитов, трахириолитов (свита Оки). Возвышенность Оки. Базальты-риолиты (андезитовая толща). Возвышенность Ямато 27-18 млн.лет | Андезиты. Банка Кашеварова. 25 млн.лет | Туфы и туфолавы андезитов, риолитов. 27,5 млн.лет |
| Палеоцен-эоценовый | Базальты, андезибазальты, андезиты и их туфы. Материковый склон Приморья (кузнецовская свита). 52-37 млн.лет | Базальты-риолиты. Возвышенности Академии наук, Института океанологии, Охотский свод и банка Кашеварова. 51-37,2 млн.лет | Туфы андезибазальтов и игнимбриты дацитов. 55,5-47,2 млн.лет |
| Познемеловой | Дациты, риолиты, и их туфы. Материковый склон Приморья (приморская серия, богопольская свита). 103-64 млн.лет Возвышенность Ямато. 74-67 млн.лет | Дацинты, риолиты, их туфы и игнимбриты, туфы и туфолавы базальтов и андезитов. Возвышенности Академии наук, Института океанологии, Охотский свод и банка Кашеварова 96-69 млн.лет | Дацинты, риолиты и их туфы |
| Раннемеловой | | Базальты, андезибазальты, андезиты, андезидациты и их туфы. Возвышенности Академии наук, Института океанологии, Охотский свод и банка Кашеварова 130-97 млн.лет | |
| Позднеюрский | | Базальты, андезибазальты, андезиты и андезидациты. Возвышенность Академии наук, банка Кашеварова 179-142 млн.лет | |

В олигоцене и раннем миоцене вспышки вулканизма все еще носят субаэральный характер. Наиболее интенсивно они проявлены в Японском море, несколько слабее в пределах хребта Витязя и едва заметно на глубоком шельфе Охотского моря. В Японском море происходит формирование мощных толщ субщелочных кислых вулканокластических пород на

подводных возвышенностях южной части (возвышенности Оки и Кита-Оки и др.) и известково-щелочных андезитоидов на возвышенности Ямато. Первые аналогичны вулканитам кедровского, вторые – колчанского вулканических комплексов Восточного Приморья. В пределах хребта Витязя в этот период также формируются, с одной стороны, вулканокластические умеренно-кислые породы, с другой, андезитоиды. С той только разницей, что здесь все они имеют известково-щелочную специализацию, как и единичные образцы олигоцен-миоценовых базальтов и андезитов Охотского моря.

Миоцен-плиоценовый этап вулканизма в пределах япономорского и охотоморского фрагментов зоны перехода континент-океан является ключевым, так как именно он непосредственно связан с образованием впадин окраинных морей. Эпицентр его проявления располагается в Японском море, вероятнее всего, в Японской котловине. В ее пределах наблюдается максимальная глубина моря (4224 м), а по геофизическим данным выявлена кора океанического типа [Карп и др., 2007]. К сожалению, из-за мощных осадочных отложений скважины глубоководного бурения здесь не достигли фундамента. Поэтому не были получены образцы горных пород, которые позволили бы дать геологическую характеристику вулканогенных образований различных слоев земной коры этой котловины. Однако нижних толщах скважин 794 и 797 котловины Ямато обнаружены вулканиты, датированные концом позднего миоцена-началом среднего миоцена, которые характеризуются химическим составом, аналогичным составу толеитов N-MORB, и отражают стадию максимального окраинноморского спрединга [Poucllet, Bellon, 1992; Филатова, 2004]. В это время в пределах Японского моря разрыв земной коры был настолько мощным, что достиг нижней мантии, и началось формирование самых деплетированных вулканических пород, известных в настоящее время в Японском море. В последствии на этом толеитовом основании возникли вулканические постройки, верхние части которых сложены среднемиоцен-плиоценовыми окраинноморскими базальтоидами, образующими ряд: оливиновые базальты-трахибазальты-трахиандезиты-трахиты-комендиты-пантеллериты. Резко преобладают оливин-плагиоклазовые базальты (95%) с хромшпинелидами. Эти базальты и их дифференциаты не включают в свой состав водосодержащий амфибол и высококремнеземистый ортопироксен, отсутствует также и магнетит. С точки зрения химического состава породы характеризуются высокими содержаниями щелочности, K_2O (2-3%), Zr (до 4%), Ti_2O (3-4%), преобладанием LREE над HREE, повышенными концентрациями элементов группы Fe – Co, Ni, Cr и V и положительной Ta-Nb аномалией. В целом спектр LILE и HFSE этих пород на диаграмме X. Роллинсона [Rollinson, 1994] аналогичен спектру щелочнобазальтоидных вулканитов океанических островов. Все это позволяет отнести окраинноморские базальтоиды котловин Японского моря к производным обогащенной флюидами мантии – EMI, сформировавшимся в геодинамической обстановке, близкой к обстановке OIB. Лавы несут следы ярко выраженного близповерхностного подводного извержения – шаровая отдельность, обильная пористость и т. д.

В Охотском море миоценовые вулканиты (базальты) обнаружены в единичном случае, на Охотском свде. В отличие от япономорских окраинноморских, эти породы относятся к окраинноконтинентальным образованиям, аналогичным вулканитам шуфанской свиты континентального склона Приморья в Японском море. В тектонически активной южной части Охотского моря – Курильской котловине проявление миоценового этапа вулканизма возможно лишь в самой ее глубинной юго-западной части, но в настоящее время вулканические породы этого возраста здесь пока не обнаружены. По обрамлению Курильской котловины развиты, главным образом, плиоцен-плейстоценовые вулканиты, которые отражают завершающую стадию ее формирования. Они представлены рядом базальты-дациты; в их состав входят ортопироксен, амфибол, биотит и магнетит [Емельянова, 2004]. Исследования химического состава показали, что для этих пород характерны повышенные содержания Al_2O_3 (17-19%), CaO (8-10%), LILE – K, Rb, Sr, Ba, пониженные – TiO_2 (менее 1%), Co, Ni, Cr и V и очень низкие – Ta и Nb, которые образуют отрицательную аномалию на диаграмме X. Роллинсона. В целом курильские вулканиты относятся к известково-щелочной вулканической серии активных континентальных окраин. Их минеральный и химический состав указывают на следы влияния сиалической коры на магмогенерацию, что позволяет отнести эти породы к производным обогащенной континентальной корой мантии (EMII).

Однако на юго-западе Курильской котловины, в наиболее глубинной ее части (хребет Гидрографов), обнаружены субщелочные вулканиты (трахиандезитобазальты и трахиандезиты). Хотя эти породы и характеризуются Ta-Nb минимумом, как и все остальные породы этой

котловины, более высокая их щелочность и калиевоcть (до 3%) могут указывать не только на влияние сиалической компоненты на магмогенерацию, но и на повышенное насыщение расплавов флюидами из нижней обогащенной мантии. Это обстоятельство, в той или иной степени, сближает субщелочные вулканиды глубинной части Курильской котловины с окраинноморскими базальтоидами котловин Японского моря. Возможно, их формирование в этой части котловины являются своеобразным связующим фактором, объединяющим всю Курильскую котловину с котловинами Японского моря. Учитывая треугольную форму первой – выклинивание к юго-востоку и расширение к юго-западу в сторону вторых, не исключено, что некогда Курильская котловина и Японское море были единой спрединговой структурой, эпицентр которой располагался в Японской котловине. В последствии в результате правостороннего сдвига по субмеридиональному суперлинеamentу, простирающемся от Ломоносовых гор на севере через острова Сахалин, Хоккайдо, Северное Хонсю в пределы Идзу-Бонинской дуги Филиппинского моря [Емельянова, 2004], Курильская котловина, а вместе с ней одноименная дуга и подводный хребет Витязя, были сдвинуты к северу.

В 2005-2006 гг. в рейсах НИС «Академик Лаврентьев» в пределах хребта Витязя установлены плиоцен-плейстоценовые вулканические породы, аналогичные толеитовым и известково-щелочным вулканикам Курильской дуги и вулканикам повышенной щелочности Курильской котловины. Выявление в пределах хребта Витязя молодых вулканических образований кардинально меняет точку зрения о тектонической пассивности данной структуры и позволяет считать ее вулканически активной областью, образующей своеобразную ступень на фронтальном склоне Курильской островной дуги.

Таким образом, исследования минерального и химического состава вулканических пород, выделение и сравнительный анализ комплексов Японского и Охотского морей и подводного хребта Витязя выявили черты сходства и различия в эволюции вулканизма и геодинамике всех трех регионов. В результате в рассматриваемой области сочленения Евразийского континента и Тихого океана выделена тектонически активная зона, которая простирается с юго-запада на северо-восток, охватывая всю область Японского моря и сужаясь в южной части Охотского моря до размеров района, в который входят Курильская котловина, Курильская дуга и подводный хребет Витязя. Эпицентр зоны располагается в Японской котловине, где установлена кора океанического типа.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ-ДВО РАН (проект № 09-05-98602) и ДВО РАН (проект № 09-III-A-07-320).

Список литературы

- Емельянова Т.А.** Вулканизм Охотского моря. Владивосток: Дальнаука, 2004. 148 с.
- Емельянова Т.А., Леликов Е.П., Баранов Б.В.** Магматизм подводного хребта Витязя (тихоокеанский склон Курильской островной дуги) // *Океанология*, 2008. Т. 48. № 2. С. 260-270.
- Карп Б.Я., Прокудин В.Г., Медведев С.Н., Карнаух В.Н.** Строение земной коры по сейсмическим данным (Японское море) // *Дальневосточные моря России: в 4-х кн. Геологические и геофизические исследования / отв. ред. Р.Г. Кулинич, ТОИ ДВО РАН. М.: Наука, 2007. С. 26-42.*
- Филатова И.И.** Закономерности динамики окраинноморского магматизма (Корейско-Японский регион) // *Литосфера*, 2004. № 3. С. 33-56.
- Poucllet A, Bellon H.** Geochemistry and isotopic composition of the volcanic rocks from the Yamato Basin: hole 794D, Sea from Japan // Tamaki K., Suyehiro, K., Allan, J., McWilliams, M., et al., 1992. *Proceeding of the Ocean Drilling Program. Scientific Results. V. 127-128. Pt. 2. P. 779-789.*
- Rollinson H.R.** Using geochemical data: evaluation, presentation, interpretation. Essex: London Group UK Ltd., 1994. P. 352.