

**Special features of the distal tephra interlayer forming
on the bottom of the marine deep basin
(the catastrophic explosion of the Baegdusan Volcano as an example)**

I.V. Utkin

Pacific Oceanological Institute of FEB RAS, Vladivostok

Although the recent volcanism is of the greatest abundance in Kamchatka, Kuriles and in Japan (within the Asian East), other far-eastern regions have been in existence (and even being in immediate proximity to Russian borders), where the volcanic activity has been shown during historical time by catastrophic explosions and where the renewal of the volcanic activity is of the great probability. The south of the Far East concerns such regions, and in its limits, the Chanbaishan volcanic center stands out (with the Baegdusan Volcano).

The last catastrophic explosion has occurred here (in two stages) about one thousand years ago. Its age is estimated as 934-969 AD [Machida et al., 1981, 1983] though there are sources that transfer it for XII century [Guo et al., 2002]. Such tephra quantity has been thrown out, that it could not only cover the whole central part of the Japan Sea (with the forming of the interlayer with several cm thickness), but also could reach the Japanese archipelago and even southern Kuriles [Nakagawa, Ohba, 2003]. By the procedure accepted in Japan (it also has received the international recognition), this interlayer has given the name Tomakomai (Baegdusan-Tomakomai, B-Tm) according to the place of its first land find.

The disastrousness of explosions (with their destructive influence on environments, ecological conditions and the human vital activity) demands the knowledge of the possible spatial distribution of harmful products, that is impossible without studying of the concrete eruptional properties which have left their traces in the form of interlayers.

As for the generation of last ones, only meteorological (for the air environment) and oceanographical (for the water column) conditions are responsible for this process, and they, in turn, can be reconstructed, if the spatial variability of the grain-size spectrum for the concrete interlayer is studied [Utkin, 2002]. It is known, that this spectrum sensitively reacts even to small changes of parameters for water (or air) transportation environments and for bottom relief features, but thus it is necessary to consider, that this grain-size spectrum is not uniform, and consists of separate components (dynamic populations, DP) with particles differed from each other not only on genesis, but also on physical ways of their transport and deposition (transferring in suspensions, disturbing by the wave saltation, transporting by the air, crushing at explosions). Especially many DP the water environment gives, though and in the air environment it is never observed the uniformity in the particle sedimentation [Legros, 2000]

The considered interlayer (B-Tm) is unique on the grain-size levels of studiedness (325 detailed analyses on 184 stations); therefore, it ideally approaches for paleo-researches.

The author of the offered work has applied (for splitting of the whole spectrum curve into dynamic populations) the physically proved model of SFT - distribution (model of fractionation and selective transportation) which have been developed by Brown & Wohletz [1995]. This model does not demand the preliminary set of its properties. In total, it was allocated five DP with modes at

1.52, 3.83, 5.60, 7.00 and 8.76 phi units (350, 70, 20, 8 and 2 microns). For each population, the complicated spatial structure has become known. It reflects both the vorticose character of the water circulation (it is noted about ten sites of particle focuses) and bottom relief features (ash particles on rises, slopes and shelves has not been sedimented). Reflexion of properties of the air environment during the explosive event gives the general orientation of the interlayer from the southwest to the northeast in the form of the bent arch (the convex part is thus turned to the southeast), as though bending around the atmospheric cyclone location on the continent.

The interlayer material is presented by fine-dispersed trachydacitic glass of silty size [Sakhno, Utkin, 2009]. Particles >0.05 mm do not exceed 2 %. The maximum size of grains is of 0.7 mm. Pelitic contents do not exceed 35 %. A prevailing texture of particles is fluid-fibrous. In the Central Basin, tephra is almost without impurities; closer to margins there are impurities of clay and siliceous substances, and at slope feet - sandy fragmental particles. In boundaries of asedimentogenic areas (the outer shelves, tops of rises, higher slopes) the interlayer is absent. On other part of the area, the interlayer thickness is great along the axis of the greatest distribution (in the middle of the Central Basin) and at feet of slopes (of mainlands and rises). In the Japan Sea area, the interlayer occupies about 0.3 mln. km³. The total amount of the friable tephra, supplied there, has made approximately 5.0 km³, or 2.8 km³ in recalculation on the solid material, at total amount of friable deposits on the mainland in 96 km³ (with the recalculation on magma volume - 24 km³) [Horn, Schminke, 2000; Utkin, 1989].

References

Brown W.K., Wohletz K.H. A derivation of the Weibull distribution based on physical principles and its connection to the Rosin-Rammler and the lognormal distributions // *Journal of Applied Physics*. 1995. Vol.78, No. 4 P. 2758-2763.

Guo Z., Liu J., Sui S., et al. The mass estimation of volatile emission during 1199-1200 AD eruption of Baitoushan volcano and its significance // *Science in China, Ser.D*. 2002. Vol. 45. P. 530-539.

Horn S., H.-U. Schmincke H.-U. Volatile emission during the eruption of Baitoushan Volcano (China/North Korea) ca. 969 AD // *Bull Volcanol*. 2000. Vol. 61. P. 537-555.

Legros F. Minimum volume of a tephra fallout deposit estimated from a single isopach // *J. Volcanol. Geotherm. Res*. 2000. Vol.96. P.25-32.

Machida H., Arai F. Extensive ash falls in and around the Sea of Japan. // *J. Volcanol. Geotherm. Res*. 1983. Vol. 18. P. 151-164.

Machida H., Arai F., Moriwaki H. Volcanic ashes transported across the Sea of Japan // *Kagaku*. 1981. Vol.51, No.9. P.562-569.

Nakagawa M., Ohba T. Minerals in volcanic ash. 1: Primary minerals and glass // *Global Environmental Research*. 2003. Vol. 6, No. 2. P. 41-51.

Sakhno V.G., Utkin I.V. Correlation of ashes of the Japan Sea bottom and tephra of the Changbaishan Volcano explosive eruptions in Late Pleistocene - Holocene // *Doklady Earth Sciences*. 2009. Vol. 429, No. 8. P. 1249-1255.

Utkin I.V. The accumulation and the burial of pyroclastics on the marine bottom (Japan Sea deep basins as an example) // *Perioceanic sedimentogenesis*. Vladivostok: Dalnauka, 1989. P. 67-79 (in Russian).

Utkin I.V. The computer statistical data processing on grain-size features of marine bottom sediments for the characterization of recent sedimentary environments // *Conditions of the generation of bottom sediments and related mineral deposits within marginal seas*. Vladivostok: Dalnauka, 2002. P. 96-113 (in Russian).

***Особенности формирования прослоя дистальной тefры на дне
морской глубоководной котловины
(на примере катастрофического извержения вулкана Пектусан)***

И.В. Уткин

Тихоокеанский океанологический институт ДВО РАН, Владивосток

Хотя современный вулканизм на территории Востока Азии наиболее активно проявлен на Камчатке, Курильских островах и в Японии, существуют и другие районы Дальнего Востока (и даже очень близкие к границам России), где вулканическая активность проявлена в историческое время катастрофическими извержениями и велика вероятность возобновления вулканической активности. К таким регионам относится юг Дальнего Востока, в пределах которого выделяется вулканический центр Чанбайшань с вулканом Байтоушань (Пектусан, Baegdusan).

Последняя катастрофическая эксплозия произошла здесь (в две стадии) примерно тысячу лет назад. Ее возраст оценивается как 934-969 AD [Machida et al., 1981, 1983], хотя есть источники, которые переносят его на XII век [Guo et al., 2002]. Было выброшено такое количество тefры, которое смогло не только покрыть всю центральную часть акватории Японского моря (с образованием на морском дне прослоя мощностью несколько см), но и достичь Японского архипелага и даже южных Курил [Nakagawa, Ohba, 2003]. По принятой в Японии методике, получившей и международное признание, прослой получил название Томакомаи (Baegdusan-Tomakomai, B-Tm) по месту первой сухопутной находки.

Катастрофичность эксплозий и их деструктивное влияние на окружающую среду, экологическую обстановку и жизнедеятельность человека требуют знаний о возможном пространственном распространении вредных продуктов их деятельности, что невозможно без изучения свойств конкретных извержений, оставивших свой след в виде прослоев.

Что же касается формирования последних, то за этот процесс ответственны только погодные (для воздушной среды) и океанографические (для водной толщи) условия, а они, в свою очередь, могут быть воссозданы, если известна пространственная изменчивость гранулометрического спектра конкретного прослоя [Уткин, 2002]. Известно, что гранспектр чувствительно реагирует даже на мелкие изменения океанографических параметров водной (или, при воздушном переносе, воздушной) среды и особенностей рельефа местности, но при этом надо учитывать, что гранулометрический спектр (отражающий свойства среды) не един, а состоит из отдельных компонентов (динамических популяций, ДП), частицы каждого из которых отличаются друг от друга не только по генезису, но и по физическому способу их попадания в осадок (перенесение во взвеси, взмучивание волновой сальтацией, воздушный перенос, дробление при эксплозиях). Особенно много ДП дает водная среда, хотя и в воздушной среде никогда не наблюдается однородности в осаждении частиц спектра [Legros, 2000].

Исследуемый прослой (B-Tm) уникален по своей гранулометрической изученности (325 подробных анализов на 184 точках), поэтому идеально подходит для палео-исследований.

Автор предлагаемой работы применил для разбиения спектра на динамические популяции физически обоснованную модель SFT- распределения (дробления и селекции), которое разработали Brown & Wohletz [1995]. Модель не требует предварительного задания своих свойств. Всего выделилось пять ДП с модами в 1.52, 3.83, 5.60, 7.00 и 8.76 ϕ (350, 70, 20, 8 и 2 мкм). Для каждой популяции выявилась сложная пространственная структура, отражающая как вихреобразный характер циркуляции водной массы (отмечено около десятка участков концентрирования частиц), так и особенности донного рельефа (частицы пепла на возвышенностях, склонах и шельфах не осаждались). Отражением свойств воздушной среды во время события является общая направленность прослоя с юго-запада на северо-восток в виде изогнутой дуги (выпуклая часть при этом обращена к юго-востоку).

Материал прослоя представлен тонкодисперсным стеклом трахидацитового состава мелкоалевритовой размерности [Сахно, Уткин, 2009]. Более крупные частицы не превышают 2%. Максимальный размер зерен 0.7 мм. Содержание пелита не превышает 35%. Преобладающая текстура частиц - флюидально-волокнустая. В Центральной котловине тефры почти лишена примесей, ближе к ее окраинам появляется примесь глинистого и кремнистого вещества, а у подножий склонов - песчаные обломочные частицы. В пределах аседиментогенных областей (внешний шельф, вершины возвышенностей) прослой отсутствует. На остальной части территории мощность прослоя велика вдоль оси наибольшего распространения (по середине Центральной котловины) и у подножий склонов (материка и возвышенностей). В Японском море прослой занимает примерно 0.3 млн. км³. Общий объем рыхлой тефры, поступивший туда, составил примерно 5.0 км³, или 2.8 км³ в пересчете на твердый материал, при общем объеме рыхлых отложений на суше 96 км³ и пересчете на магму - 24 км³ [Horn, Schminke, 2000; Уткин, 1989].

Литература

- Brown W.K., Wohletz K.H.* A derivation of the Weibull distribution based on physical principles and its connection to the Rosin-Rammler and the lognormal distributions // *Journal of Applied Physics*. 1995. Vol.78, No. 4 P. 2758-2763.
- Guo Z., Liu J., Sui S., et al.* The mass estimation of volatile emission during 1199-1200 AD eruption of Baitoushan volcano and its significance // *Science in China, Ser.D*. 2002. Vol. 45. P. 530-539.
- Horn S., H.-U. Schmincke H.-U.* Volatile emission during the eruption of Baitoushan Volcano (China/North Korea) ca. 969 AD // *Bull Volcanol*. 2000. Vol. 61. P. 537-555.
- Legros F.* Minimum volume of a tephra fallout deposit estimated from a single isopach // *J. Volcanol. Geotherm. Res*. 2000. Vol.96. P.25-32.
- Machida H., Arai F.* Extensive ash falls in and around the Sea of Japan. // *J. Volcanol. Geotherm. Res*. 1983. Vol. 18. P. 151-164.
- Machida H., Arai F., Moriwaki H.* Volcanic ashes transported across the Sea of Japan // *Kagaku*. 1981. Vol.51, No.9. P.562-569.
- Nakagawa M., Ohba T.* Minerals in volcanic ash. 1: Primary minerals and glass // *Global Environmental Research*. 2003. Vol. 6, No. 2. P. 41-51.
- Сахно В.Г., Уткин И.В.* Пеплы вулкана Чанбайшань в осадках Японского моря: идентификация по микро- и редкоземельным элементам и определения возраста их извержений // *ДАН*. 2009. Т.428, №5. С. 641-647.
- Уткин И.В.* Седиментация и захоронение пирокластики на дне (на примере глубоководных котловин Японского моря) // *Периокеанический седиментогенез*. Владивосток: Дальнаука, 1989. С. 67-79.
- Уткин И.В.* Компьютерная статистическая обработка данных по гранулометрии морских донных осадков для характеристики обстановок современного осадкообразования // *Условия образования донных осадков и связанных с ними полезных ископаемых в окраинных морях*. Владивосток: Дальнаука, 2002. С. 96-113.