

VÀI NÉT TỔNG QUAN VỀ NÚI LỬA BÙN TRÊN THỀM LỤC ĐỊA

Trần Tuấn Dũng^{1*}, Phí Trường Thành¹, Doãn Thế Hưng²

¹Viện Địa chất và Địa vật lý biển-Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam

²Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam

*E-mail: trantuandung@yahoo.com

Ngày nhận bài: 23-5-2014

TÓM TẮT: Núi lửa bùn xảy ra chủ yếu trong phạm vi các bể trầm tích, trên đất liền và cả dưới đáy biển, tại những khu vực xung yếu hoặc nơi giao cắt giữa các hệ thống đứt gãy hoạt động kiến tạo bên trong vỏ Trái đất gây ra. Hoạt động của chúng dưới biển có thể gây ra rủi ro tiềm năng đối với các hoạt động khoan dầu khí cũng như với đường ống dẫn dầu-khí. Qua thời gian, các hoạt động tìm kiếm, thăm dò và khai thác dầu khí trên khu vực Biển Đông diễn ra khá sôi động, đặc biệt là ở khu vực các bể trầm tích trên thềm lục địa. Vì vậy, trong bài báo này, các tác giả tập trung vào phân tích khái quát một số đặc điểm của núi lửa bùn cũng như là cơ chế hình thành và mối quan hệ của chúng với khí hydrate, trượt lở ngầm, làm tiền đề định hướng cho những nghiên cứu sau này.

Từ khóa: Núi lửa bùn, trượt lở ngầm, khí hydrate.

MỞ ĐẦU

Nghiên cứu núi lửa bùn được quan tâm nhiều từ các nhà khoa học trong những thập kỷ gần đây bởi sự rủi ro tiềm năng của nó đối với các hoạt động khoan dầu khí, thiết lập đường ống dẫn trên bề mặt đáy biển, cũng như ở những khu vực có tiềm năng khí hydrate cao. Núi lửa bùn được hình thành tương tự như núi lửa magma. Chúng thường xảy ra tại những khu vực xung yếu hoặc nơi giao cắt giữa các hệ thống đứt gãy do hoạt động kiến tạo bên trong vỏ trái gây ra. Tuy nhiên, sự khác biệt giữa núi lửa bùn và núi lửa magma là: Núi lửa magma được thành tạo ở dưới sâu, nơi ranh giới giữa các mảng thạch quyển, còn núi lửa bùn được hình thành ở nông hơn, trong phạm vi các bể trầm tích. Núi lửa bùn thường xuất hiện ở độ sâu từ 8 km đến 22 km. Hoạt động của núi lửa bùn thường liên quan đến sự xuất hiện của khí mêtan, khí carbonic và nitơ. Theo một số nghiên cứu, khi núi lửa bùn hoạt động, lượng khí mêtan được giải phóng chiếm khoảng 70 - 99% lượng khí thoát ra. Ngoài ra, các kết quả nghiên cứu khác cho thấy, nhiệt độ nóng chảy

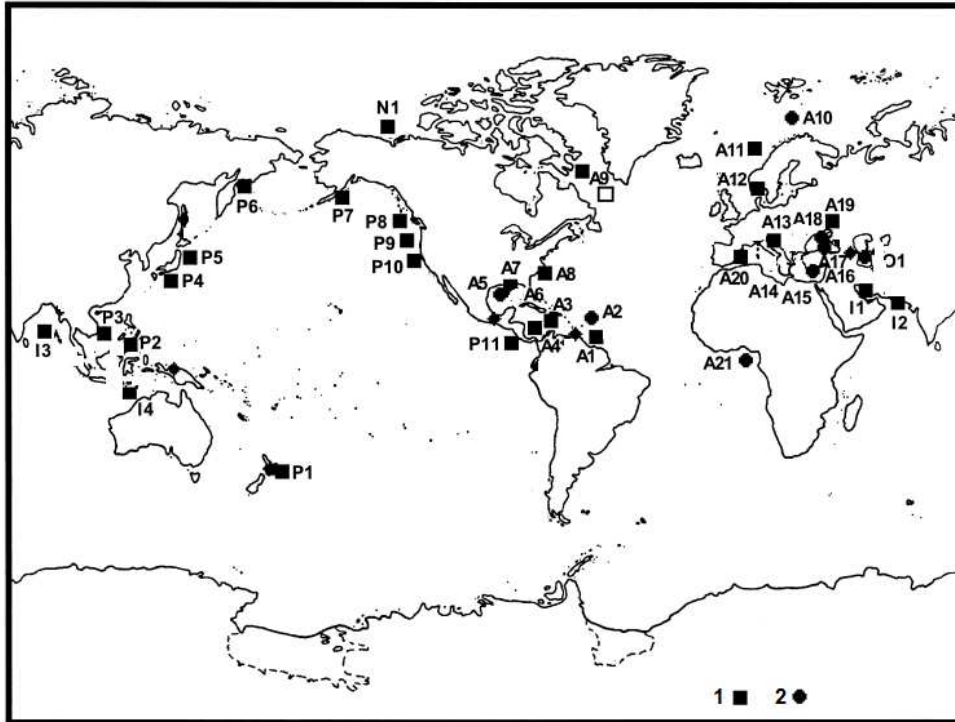
của dung nham núi lửa magma phun trào đạt từ 700°C đến 1.200°C, trong khi đó quanh khu vực miệng núi lửa bùn nhiệt độ lại rất thấp, có thể đạt đến nhiệt độ đóng băng. Núi lửa bùn là kết quả của một cấu trúc xuyên thủng, được tạo ra bởi áp lực bùn, khí thâm nhập từ bên dưới lớp vỏ Trái Đất. Hiện nay, khoảng 2.000 núi lửa bùn đã được phát hiện trên toàn thế giới. Việc thăm dò các vùng biển sâu vẫn đang được tiếp tục, con số này dự kiến sẽ tăng đáng kể.

Một số nghiên cứu khác cũng đã ước tính rằng tổng số núi lửa bùn dưới đáy biển có thể từ 7.000 đến 1.000.000. Ngọn núi lửa bùn lớn nhất trên thế giới có đường kính đến 10 km và cao gần 700 m. Núi lửa bùn Kazakov có đường kính 2,5 km và cao 120 m (Krastel, 2003) [1]. Theo ước tính của Milkov (2000) [2], số lượng núi lửa bùn dưới đáy biển có thể đạt từ 10³ đến 10⁵ (hình 1). Núi lửa bùn xảy ra chủ yếu trong phạm vi các bể trầm tích, trên đất liền và cả dưới đáy biển, dọc theo các đứt gãy và có nguồn tương tự nhau (Holland, 2003) [3]. Nghiên cứu của J. Chow (2001) [4] chỉ ra sự có mặt của đứt gãy xung quanh núi lửa bùn. Núi

lửa bùn cung cấp những thông tin hữu ích về thành phần thạch học và chất lỏng ở dưới sâu.

Mặc dù nghiên cứu về núi lửa bùn đã được đăng tải khá nhiều trên các tạp chí Quốc tế, song những thông tin về nó vẫn ít được đề cập trong một số văn liệu trong nước. Vì vậy trong nội

dung bài viết này, các tác giả cung cấp thêm một số thông tin nữa về núi lửa bùn để người đọc có thể nhìn bao quát hơn thay vì chỉ có một loại núi lửa phun trào magma. Có thể nói, bài viết mới chỉ mang tính phân tích tổng hợp về một số nghiên cứu về các hoạt động của núi lửa bùn, xảy ra trên bề mặt đáy biển.



Hình 1. Bản đồ vị trí phân bố núi lửa bùn (1) và khí hydrate (2) (Milkov, 2000) [2]

Một số nghiên cứu đã chỉ ra rằng, khí hydrat nằm bên dưới sườn dốc có thể là nhân tố đóng góp kích hoạt cho các vụ trượt lở ngầm. Khí hydrat giống như là băng, bao gồm nước và khí đốt tự nhiên, được ổn định tại các điều kiện nhiệt độ và áp suất bình thường dưới đáy biển. Khi nhiệt độ tăng hoặc áp lực giảm, khí hydrat trở nên không ổn định, làm cho hydrat tan chảy và thoát khí dưới dạng bong bóng. Độ tan chảy và thoát khí đến một mức độ nào đó thì sẽ phá vỡ độ bền vững của sườn dốc, gây nên hiện tượng trượt lở ngầm [5, 6].

MỘT SỐ NGUYÊN NHÂN VÀ CƠ CHẾ THÀNH TẠO NÚI LỬA BÙN

Những nguyên nhân và cơ chế dẫn đến hình thành núi lửa bùn dưới đáy biển đã được

nghiên cứu bởi Hedberg (1974) [7], Barber và nnk (1986) [8] ... Các câu hỏi, tại sao và núi lửa bùn hình thành như thế nào sẽ được giải đáp theo 4 nhóm lý do sau.

Lý do địa chất:

Trầm tích phủ có bề dày 8 - 22 km, chủ yếu là trầm tích lục nguyên;

Sự có mặt của các lớp sét dẻo ở bề mặt dưới;

Sự đảo ngược mật độ đá;

Sự xuất hiện của khí tích tụ ở dưới bề mặt dưới sâu;

Áp suất hình thành cao bất thường.

Lý do kiến tạo:

Sụt lún nhanh của trầm tích phủ do tốc độ tích tụ trầm tích cao;

Sự xuất hiện của diapir hoặc những nếp uốn lồi;

Sự xuất hiện của đứt gãy;

Nén ép kiến tạo;

Hoạt động địa chấn;

Các quá trình đẳng tĩnh.

Lý do địa hóa:

Các thể hệ dầu khí bên ở bề mặt dưới sâu;

Tình trạng mất nước của các khoáng vật sét.

Lý do địa chất thủy văn:

Dòng chất lưu chạy dọc theo các đới đứt gãy.

Cơ chế thành tạo núi lửa bùn được nghiên cứu bởi Brown and West brook (1988) [9], Hjelstuen và nnk (1999) [10], và nhiều nghiên cứu khác đã cho thấy núi lửa bùn hình thành theo 2 cơ chế:

Cơ chế thứ nhất là sự hình thành của núi lửa bùn trực tiếp trên bề mặt đáy biển bởi sự xuyên thủng của các diapir sét và dòng chất lưu di chuyển dọc theo thân diapir.

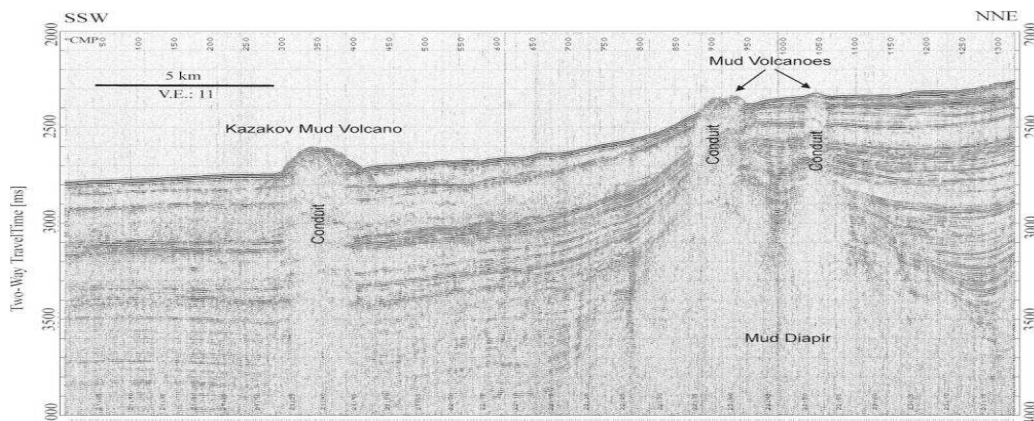
Cơ chế thứ 2 là sự hình thành núi lửa bùn, kết quả của sự gia tăng bùn hóa lỏng dọc theo những đứt gãy và khe nứt.

ĐẶC TRƯNG CỦA NÚI LỬA BÙN VÀ NHỮNG DẤU HIỆU NHẬN DẠNG

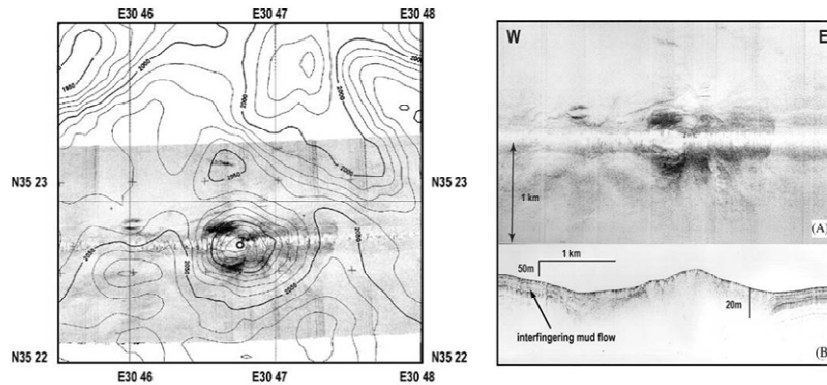
Núi lửa bùn có những đặc trưng của đá trầm tích, được tạo ra tại nơi hỗn hợp trầm tích hạt mịn giàu chất lỏng, thường được kết hợp với những mảnh vụn đá hoặc bùn rắn chắc, được thoát ra trên bề mặt đáy biển (Hovland et al., 1988; Barber et al., 1986; Cita et al., 1981; Staffiniet al., 1993) [3, 8, 11, 12]. Dấu hiệu núi lửa bùn được nhận ra dựa vào những dấu hiệu địa vật lý riêng biệt (Brown and Westbrook, 1988; Fusiand Kenyon, 1996; Henry et al., 1990; Vogt et al., 1991, 1999) [9, 13, 14, 15]. Chúng được đặc trưng bởi những dữ liệu âm học (hình ảnh multibeam và side scan sonar), sự tán xạ ngược cao từ bề mặt đáy biển gồ ghề và từ sự tán xạ ngược của những mảnh vụn bùn đá. Sự tán xạ ngược cao chỉ ra sự có mặt của dòng bùn với những mảnh vụn bùn nhô lên hoặc bên trong gần bề mặt. Mức độ tán xạ suy giảm dần theo sự gia tăng độ dày của lắng đọng bùn cũ phủ trên. Milkov (2000) [2] đã đưa ra hai tiêu chuẩn để nhận dạng chính xác hơn về núi lửa bùn:

Sự có mặt của trầm tích bùn núi lửa trong mẫu lõi bao gồm những mảnh vụn bùn, chứa đựng những trầm tích khác nhau về tuổi, cấu trúc và thành phần ...

Sự có mặt của những đặc điểm địa hình địa phương được phân biệt bởi một địa hình đặc biệt và sự tán xạ ngược mạnh (miệng núi lửa, dòng bùn ...), xác định từ những hình ảnh side scan sonar, từ quan sát trực tiếp, quay phim và chụp ảnh dưới nước.



Hình 2. Mặt cắt địa chấn phân xạ GeoB 02-003 qua núi lửa bùn Kazakov, đường kính 2,5 km, cao 120 m (Krastel, 2003) [1]



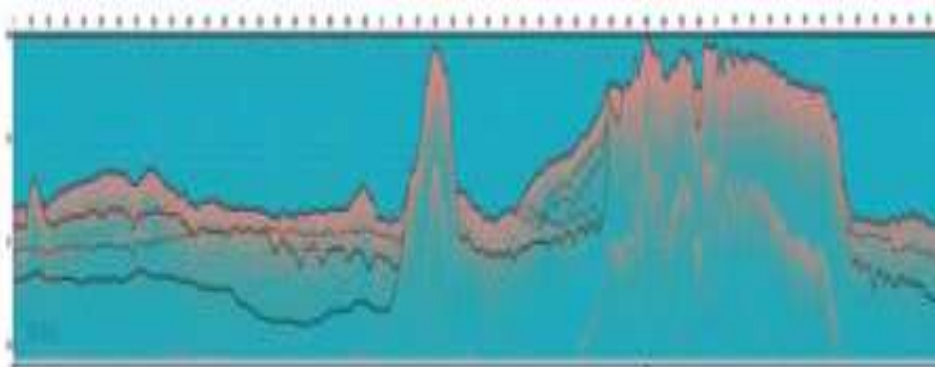
Hình 3. Bản đồ độ sâu và hình ảnh Side scan sonar về núi lửa bùn Tuzlukush (Zitter T. A. C. et al., 2005) [17]

Bên cạnh đó, P. Yin (2003) [16] cũng cho rằng những hình ảnh âm học của núi lửa bùn được đặc trưng bởi những mảng xám tán xạ ngược cao trên bề mặt đáy biển, được phân biệt từ những trầm tích xung quanh có mức độ tán xạ ngược thấp hơn. Núi lửa bùn thường xuất hiện theo các cụm hoặc từng nhóm nhỏ (Milkov, 2000) [2].

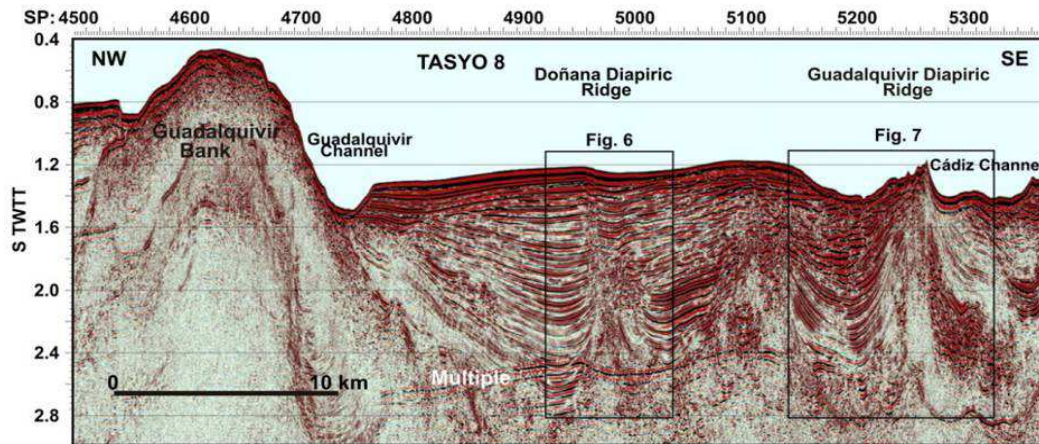
Núi lửa bùn hoạt động khá đa dạng, khác biệt về quy mô, diện phân bố và tuổi. Trên các băng địa chấn, nó thường làm biến dạng các đá xung quanh một cách rõ rệt. Núi lửa bùn có thể trôi hoặc không trôi trên bề mặt đáy biển. Các dấu hiệu này được nhận thấy rất rõ trên một số mặt cắt địa chấn phản xạ ở hình dưới đây (hình 2, 3).

Các phương pháp sử dụng cho thu thập và phân tích dữ liệu núi lửa bùn chủ yếu gồm 2 nhóm chính, đó là: Nhóm các phương pháp đo

địa vật lý và side scan sonar, multibeam và nhóm các phương pháp địa hóa. Trong đó, nhóm các phương pháp địa vật lý đưa ra những thông tin chi tiết về độ sâu, hình dạng, kích thước và diện phân bố của chúng ... Tuy nhiên, để nhận dạng chính xác núi lửa bùn cần phải có sự tham gia của nhóm các phương pháp địa hóa, bao gồm việc lấy mẫu và xác định các thành phần vật chất trong đó. Nếu chỉ sử dụng phương pháp riêng lẻ cho từng nghiên cứu thì việc đưa ra kết quả sẽ có những sai sót. Chẳng hạn, hình 4 và hình 5 biểu diễn hoạt động của núi lửa phun trào magma và hoạt động của núi lửa bùn trên băng địa chấn. Trong phạm vi núi lửa hoạt động, trường sóng địa chấn thể hiện khá đồng nhất và rõ ràng. Vì vậy, việc phân biệt giữa núi lửa bùn và núi lửa magma là cũng không dễ, việc đưa ra quyết định đòi hỏi phải có sự kết hợp của các phương pháp phân tích địa chất và địa vật lý khác.



Hình 4. Mặt cắt địa chấn nông phân giải cao tuyến 09050403 qua miệng núi lửa phun trào magma khu vực thềm lục địa Vũng Tàu - Bình Thuận



Hình 5. Tuyến địa chấn TASIO 8 cắt qua khối nhô diapir Guadalquivir [18]

QUAN HỆ GIỮA NÚI LỬA BÙN, KHÍ HYDRATE VÀ TRƯỢT LỞ NGÂM

Nghiên cứu về quan hệ giữa khí hydrate và núi lửa bùn đã được quan tâm bởi nhiều nhà khoa học, Ginsburg et al., (1999), Eldholm, O., et al., 1999) [19, 20] ... Các công trình nghiên cứu trên cho rằng khí hydrate có nhiều đặc điểm liên quan đến núi lửa bùn. Khí hydrate được hình thành và tỏa ra từ phần trung tâm của núi lửa bùn. Hàm lượng khí hydrate trong trầm tích thay đổi từ 1 - 2% đến 35% về thể tích và thay đổi thông qua khu vực núi lửa bùn cũng như theo độ sâu. Mêtan là thành phần chính của khí hydrate. Milkov (2000) [2] đã ước tính rằng lượng mêtan được tích tụ trong khí hydrate liên quan đến núi lửa bùn trên toàn thế giới vào khoảng $10^{10} - 10^{12} \text{ m}^3$.

Có thể nói, biến đổi khí hậu cũng là một vấn đề nghiêm trọng, góp phần thúc đẩy các quá trình trượt lở ngầm. Sự gia tăng nhiệt độ ở đáy, sự nóng lên của các vùng nước sâu được cho là một trong những nguyên nhân gây nên sự thoát khí mêtan, quá trình đó góp phần vào sự sụp đổ của các sườn lục địa ngầm (Kennett et al., 2003) [21].

KẾT LUẬN

Núi lửa bùn được thành tạo ở độ sâu nhỏ, thường trong phạm vi các bể trầm tích. Nhiệt độ của núi lửa bùn rất thấp, có thể đạt đến nhiệt độ đóng băng. Khi núi lửa bùn hoạt động chúng thường giải phóng ra một lượng khí mà chủ yếu là khí mêtan. Trên băng địa chấn,

những dấu hiệu của núi lửa bùn và núi lửa magma là khá giống nhau, vì vậy để xác định chính xác loại núi lửa thì cần phải có sự kết hợp giữa các phương pháp địa chất và địa vật lý.

Hoạt động của núi lửa bùn dưới đáy biển có thể gây ảnh hưởng đến hoạt động khoan, lắp đặt đường ống dẫn dầu, khí ... Bên cạnh đó, hoạt động của núi lửa bùn còn có thể cung cấp những dấu hiệu về sự tồn tại túi khí ở các cấu trúc dưới sâu.

Nhiều nơi trên thềm lục địa Việt Nam có gradient địa hình đáy biển biến đổi mạnh. Các lớp trầm tích ở đây có độ dày rất lớn và bị phân cắt mạnh mẽ bởi các hệ thống đứt gãy. Ở đó cũng tồn tại nhiều cấu trúc núi lửa, đó là nguồn gốc tiềm ẩn của những vụ trượt lở ngầm. Cần phải có những nghiên cứu chi tiết về mối liên quan giữa xuất hiện núi lửa bùn cũng như là vai trò của biến đổi khí hậu toàn cầu đến trượt lở và tần suất xuất hiện trượt ngầm.

Lời cảm ơn: Các tác giả cảm ơn Đề tài KC09.11/11-15 đã hỗ trợ các điều kiện cần thiết để hoàn thành nghiên cứu này.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Krastel, S., Spiess, V., Ivanov, M., Weinrebe, W., Bohrmann, G., Shashkin, P., and Heidersdorf, F., 2003. Acoustic investigations of mud volcanoes in the Sorokin Trough, Black Sea. *Geo-Marine Letters*, **23**(3-4): 230-238.

2. Milkov, A. V., 2000. Worldwide distribution of submarine mud volcanoes and associated gas hydrates. *Marine Geology*, **167**(1): 29-42.
3. Hovland, M., and Judd, A., 1988. Seabed pockmarks and seepages: impact on geology, biology, and the marine environment. Springer.
4. Chow, J., Lee, J. S., Liu, C. S., Lee, B. D., and Watkins, J. S., 2001. A submarine canyon as the cause of a mud volcano - Liuchieuyu island in Taiwan. *Marine Geology*, **176**(1): 55-63.
5. Hühnerbach, V., and Masson, D. G., 2004. Landslides in the North Atlantic and its adjacent seas: an analysis of their morphology, setting and behaviour. *Marine Geology*, **213**(1): 343-362.
6. Mason, D., Harbitz, C., Wynn, R., Pederson, G., and Lovholt, F., 2006. Submarine landslides: processes, triggers and hazard protection. *Philosophical Transactions of the Royal Society*, **364**, 2009-2039.
7. Hedberg, H. D., 1974. Relation of methane generation to undercompacted shales, shale diapirs, and mud volcanoes. *AAPG Bulletin*, **58**(4): 661-673.
8. Barber, A. J., Tjokrosapoetro, S., and Charlton, T. R., 1986. Mud volcanoes, shale diapirs, wrench faults, and melanges in accretionary complexes, eastern Indonesia. *AAPG Bulletin*, **70**(11): 1729-1741.
9. Brown, K., and Westbrook, G. K., 1988. Mud diapirism and subcretion in the Barbados Ridge accretionary complex: the role of fluids in accretionary processes. *Tectonics*, **7**(3): 613-640.
10. Hjelstuen, B. O., Eldholm, O., Faleide, J. I., and Vogt, P. R., 1999. Regional setting of Håkon Mosby mud volcano, SW Barents Sea margin. *Geo-Marine Letters*, **19**(1-2): 22-28.
11. Cita, M. B., Ryan, W. B., and Paggi, L., 1981. Prometheus mud breccia: an example of shale diapirism in the western Mediterranean ridge. In *Annales géologiques des Pays helléniques* (Vol. 30, pp. 543-570). Laboratoire de géologie de l'Université.
12. Staffini, F., Spezzaferri, S., and Aghib, F., 1993. Mud diapirs of the Mediterranean Ridge: sedimentological and micropaleontological study of the mud breccia. *Rivista italiana di paleontologia e stratigrafia*, **99**(2): 225-254.
13. Fusi, N., and Kenyon, N. H., 1996. Distribution of mud diapirism and other geological structures from long-range sidescan sonar (GLORIA) data, in the Eastern Mediterranean Sea. *Marine geology*, **132**(1): 21-38.
14. Henry, P., Le Pichon, X., Lallemand, S., Foucher, J. P., Westbrook, G., and Hobart, M., 1990. Mud volcano field seaward of the Barbados Accretionary Complex: A deep-towed side scan sonar survey. *Journal of Geophysical Research: Solid Earth* (1978-2012), **95**(B6): 8917-8929.
15. Vogt, P. R., Crane, K., Sundvor, E., Hjelstuen, B. O., Gardner, J., Bowles, F., and Cherkashev, G., 1999. Ground-Truthing 11-to 12-kHz side-scan sonar imagery in the Norwegian-Greenland Sea: Part II: Probable diapirs on the Bear Island fan slide valley margins and the Vøring Plateau. *Geo-Marine Letters*, **19**(1-2): 111-130.
16. Yin, P., Berne, S., Vagner, P., Loubrieu, B., and Liu, Z., 2003. Mud volcanoes at the shelf margin of the East China Sea. *Marine Geology*, **194**(3): 135-149.
17. Zitter, T. A. C., Huguen, C., and Woodside, J. M., 2005. Geology of mud volcanoes in the eastern Mediterranean from combined sidescan sonar and submersible surveys. *Deep Sea Research Part I: Oceanographic Research Papers*, **52**(3): 457-475.
18. Medialdea, T., Somoza, L., Pinheiro, L. M., Fernández-Puga, M. C., Vázquez, J. T., León, R., ... and Vegas, R., 2009. Tectonics and mud volcano development in the Gulf of Cádiz. *Marine Geology*, **261**(1): 48-63.
19. Ginsburg, G. D., Milkov, A. V., Soloviev, V. A., Egorov, A. V., Cherkashev, G. A., Vogt,

- P. R., ... and Khutorskoy, M. D., 1999. Gas hydrate accumulation at the Haakon Mosby mud volcano. *Geo-Marine Letters*, **19**(1-2): 57-67.
20. Eldholm, O., Sundvor, E., Vogt, P. R., Hjelstuen, B. O., Crane, K., Nilsen, A. K., and Gladchenko, T. P., 1999. SW Barents Sea continental margin heat flow and Håkon Mosby mud volcano. *Geo-Marine Letters*, **19**(1-2): 29-37.
21. Kennett, J. P., Cannariato, K. G., Hendy, I. L., and Behl, R. J., 2003. Methane hydrates in Quaternary climate change: The clathrate gun hypothesis (Vol. 54, pp. 1-216). American Geophysical Union.

OVERVIEW OF SUBMARINE MUD VOLCANO

Tran Tuan Dung¹, Phi Truong Thanh¹, Doan The Hung²

¹Institute of Marine Geology and Geophysics-VAST

²Vietnam Academy of Science and Technology

ABSTRACT: *Mud volcanoes occur mostly within the sedimentary basins, both on land and seabed, where are weak areas of Earth crust or intersection of the fault systems. The activities of submarine mud volcano might cause potential risks for drilling operations and setting oil and gas pipeline on the sea floor. The activities of exploration and exploitation of oil and gas in the East Sea are pretty strong, especially in the sedimentary basins of the continental shelf. Therefore, in this paper, the authors focus on essential analysis of some characteristics of mud volcanoes as well as the mechanism of formation and their relationships with gas hydrate, submarine landslide as a premise for the next researches.*

Keywords: *Mud volcano, submarine landslide, gas hydrate.*