

Đặc điểm phân bố các đồng vị phóng xạ tự nhiên trong nước và trầm tích bề mặt đáy biển thuộc vùng biển Cửa Đáy - Cửa Hới, Thanh Hóa, Vịnh Bắc Bộ, Việt Nam

Bùi Chí Tiến¹, Quách Đức Tín², Dương Văn Hào³, Nguyễn Minh Quảng⁴,
Nguyễn Văn Dũng⁵

¹Liên đoàn Bản đồ và Địa chất biển miền Bắc.

²Viện Khoa học Địa chất và Khoáng sản Việt Nam.

³Trường khoa học Liên ngành và Nghệ thuật - Đại học Quốc Gia Hà Nội.

⁴Viện Địa chất - Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam.

⁵Trường Đại Học Mỏ - Địa chất, Hà Nội.

Tác giả liên hệ: bctien@mae.gov.vn

Ngày gửi bài: 26/06/2025

Ngày chấp nhận đăng:
24/9/2025

Từ khóa: Kích thước hạt;
Phóng xạ; Nguồn gốc
trầm tích bề mặt; Thanh
Hóa; Vịnh Bắc Bộ.

Tóm tắt: Việc xác định đặc điểm các hạt nhân phóng xạ tự nhiên trong nước và trầm tích bề mặt đáy biển là cần thiết để đánh giá các đặc điểm, hiện trạng môi trường phóng xạ biển và tác động trực tiếp đến hệ sinh thái biển cũng như tác động gián tiếp đến sức khỏe con người.

Bờ biển Thanh Hóa, Việt Nam được biết đến với nhiều mỏ, điểm quặng titan và là vùng kinh tế trọng điểm vùng cửa sông ven biển. Nghiên cứu này đã xác định nồng độ hoạt độ các hạt nhân phóng xạ tự nhiên (^{210}Po , ^{210}Pb , ^{226}Ra , ^{234}U và ^{238}U) trong nước biển và (^{226}Ra , ^{228}Ra (^{232}Th) và ^{40}K) trầm tích bề mặt đáy biển tại các trạm với độ sâu lấy mẫu khác nhau từ 0-30m nước thuộc vùng biển Cửa Đáy - Cửa Hới, Thanh Hóa, Vịnh Bắc Bộ, Việt Nam.

Trong nghiên cứu này, hai mươi ba mẫu trầm tích đáy biển tại ven biển Thanh Hóa, Việt Nam đã được thu thập và đo bằng đầu dò Germanium có độ tinh khiết cao (HPGe). Các nồng độ hoạt độ trung bình ^{226}Ra , ^{228}Ra (^{232}Th) và ^{40}K lần lượt là $30,3 \pm 1,94$, $53,3 \pm 2,98$ và $673 \pm 38,5 \text{ Bq.kg}^{-1}$. Có một mối tương quan chặt chẽ giữa các hạt nhân phóng xạ và tương quan với hàm lượng của bột và sét, điều này cho thấy rằng các hạt nhân phóng xạ này có thể có nguồn gốc vật chất tương tự. Trong đó kích thước hạt của trầm tích đáy biển trong khu vực nghiên cứu có ảnh hưởng đáng kể đến sự phân bố các nồng độ hoạt độ hạt nhân phóng xạ tự nhiên.

Các hạt nhân phóng xạ tự nhiên (^{210}Po , ^{210}Pb , ^{226}Ra , ^{234}U và ^{238}U) trong nước biển có nồng độ hoạt độ trung bình ở các trạm lấy mẫu khác nhau và độ sâu nước biển lần lượt 0,77, 0,78, 9,09, 49,8, và $54,3 \text{ mBq.L}^{-1}$. Kết quả cho thấy sự mất cân bằng giữa ^{210}Po và ^{210}Pb và các tỷ lệ $^{210}\text{Po}/^{210}\text{Pb}$ khác nhau theo chiều sâu. Các hoạt độ ^{226}Ra , ^{234}U và ^{238}U cao có thể liên quan đến nguồn gốc từ các titan dọc theo các nguồn trầm tích cửa sông, ven biển. Có mối quan hệ giữa các hoạt độ ^{226}Ra và ^{210}Pb với độ sâu lấy mẫu, khoảng cách từ bờ, trong khi nó không đáng kể được đối với ^{210}Po , ^{234}U và ^{238}U .

Phân bố không gian được chia thành hai vùng, trong đó vùng cửa sông (gần bờ) hoạt độ hạt nhân phóng xạ cao hơn ở vùng ngoài khơi. Kết quả hỗ trợ kết luận rằng nguồn gốc vật liệu trầm tích có liên quan đến các cửa sông và được vận chuyển từ các nguồn đất liền.

1. Giới thiệu chung

Nghiên cứu môi trường phóng xạ tự nhiên là một yêu cầu tự thân của sự tồn tại, phát triển nhân loại. Vì vậy, đẩy mạnh công tác điều tra, nghiên cứu môi trường biển nói chung và môi trường phóng xạ biển nói riêng trong bối cảnh hiện nay là rất cần thiết, cấp bách, nhằm tăng cường hiểu biết về biển, phục vụ phát triển bền vững, thịnh vượng và an toàn dựa vào biển.

Trên thế giới, nghiên cứu môi trường phóng xạ được thực hiện rộng rãi trong các nước phát triển và đang phát triển. Tại đó, các nghiên cứu được triển khai theo các hướng khác nhau, trong đó nghiên cứu làm rõ các thông số của trường phóng xạ tự nhiên tự nhiên và nhân tạo được tiến hành đồng thời với các nghiên cứu chi tiết về tác động của các thành phần của trường phóng xạ lên môi trường sống tự nhiên và con người. Kết quả của các nghiên cứu đó là các bản đồ các thành phần trường phóng xạ tự nhiên và nhân tạo, các số liệu, tham số thể hiện tác động của các thành phần lên môi trường tự nhiên và con người. Ở Việt Nam công tác nghiên cứu môi trường phóng xạ và môi trường phóng xạ tự nhiên đã được bắt đầu từ thập niên 50 và phát triển mạnh từ thập niên 80 của thế kỷ trước. Định hướng chung và các phương pháp điều tra, nghiên cứu về cơ bản cũng tương tự các nước trên thế giới. Công tác điều tra cơ bản về tài nguyên - môi trường biển là một hoạt động khoa học - công nghệ phát triển kinh tế địa phương và bảo vệ an ninh quốc phòng..

Các hạt nhân phóng xạ tự nhiên đã tồn tại ở khắp mọi nơi trong hệ sinh thái của Trái đất. Con người và các sinh vật sống khác trên Trái đất có thể tiếp xúc với bức xạ ion hóa phát ra từ các hạt nhân phóng xạ này (Liu và Lin, 2018); Ozel et al. 2021. Hạt nhân phóng xạ tự nhiên được biết đến là một trong những ô nhiễm độc hại nhất có nguồn gốc từ sự phong hóa của đá mẹ, lắng đọng từ khí quyển và được vận chuyển qua các con sông và các hoạt động của con người, cuối cùng chúng sẽ lắng đọng trong môi trường biển (Dương Văn và Cộng sự, 2021). Các khu vực ven biển được sử dụng nhiều cho du lịch, giải trí và

thủy sản, nơi cũng bị ảnh hưởng đáng kể bởi các hoạt động của con người. Các khu vực này thường xuyên nhận được chất thải từ các thành phố và các ngành công nghiệp trên đất liền (Carvalho và cộng sự, 2021). Đặc biệt, các khu vực ven biển có các mỏ sa khoáng titan chứa chất phóng xạ và nhiều cửa sông. Các hoạt động tự nhiên và con người sẽ thải và giải phóng các hạt nhân phóng xạ ra môi trường ven biển.

Nghiên cứu hạt nhân phóng xạ tự nhiên trong trầm tích đáy biển là cần thiết để đánh giá các đặc điểm môi trường biển và ảnh hưởng của chúng đối với các loài sống. Các hạt nhân phóng xạ đã được nghiên cứu ở các vùng ven biển và biển khác nhau như Biển Đông Dương (Yu et al. 1994); Biển Barent (Yakovlev et al. al. 2020; Ykovlev và cộng sự. 2023); Biển Ô-man (Darabi-Golestan và cộng sự 2017); Biển Thổ Nhĩ Kỳ (Kurnaz và cộng sự 2007); Albania Biển (Tsabaris và cộng sự 2007); Biển Síp (Abbasi và cộng sự 2020); Biển Hy Lạp (Florou và Kritidis 1992); Biển Đỏ-Saudi Ả Rập (Al-Mur và Gad 2022). Các chất phóng xạ như đồng vị urani trong môi trường biển đã giảm khoảng cách ngày càng tăng từ nguồn do pha loãng và phân rã phóng xạ (Song et al. 2017). việc điều tra các chất phóng xạ trong môi trường biển cũng như trong trầm tích bề mặt ở một địa điểm cụ thể sẽ phản ánh việc xả thải hoặc phát thải từ các nguồn địa phương, đặc điểm trầm tích và nguồn gốc của các chất phóng xạ đó từ các nguồn khác khu vực. Nghiên cứu các đặc điểm của các chất phóng xạ tự nhiên có thể giúp hiểu các đặc điểm của nguồn, số phận và sự vận chuyển các chất này trong vùng ven biển được nghiên cứu

Nói chung, việc nghiên cứu hạt nhân phóng xạ trong môi trường biển ở một vị trí cụ thể sẽ phản ánh sự phóng thải hoặc giải phóng từ các nguồn địa phương, trầm tích và nguồn gốc của hạt nhân phóng xạ từ các khu vực khác. Những nghiên cứu đó có thể là một công cụ để truy tìm nguồn gốc của ô nhiễm môi trường phóng xạ.

Các hạt nhân phóng xạ ở trong nước biển do có nhiều nguồn từ hoạt động của con người trong môi trường biển. (Friedlander,

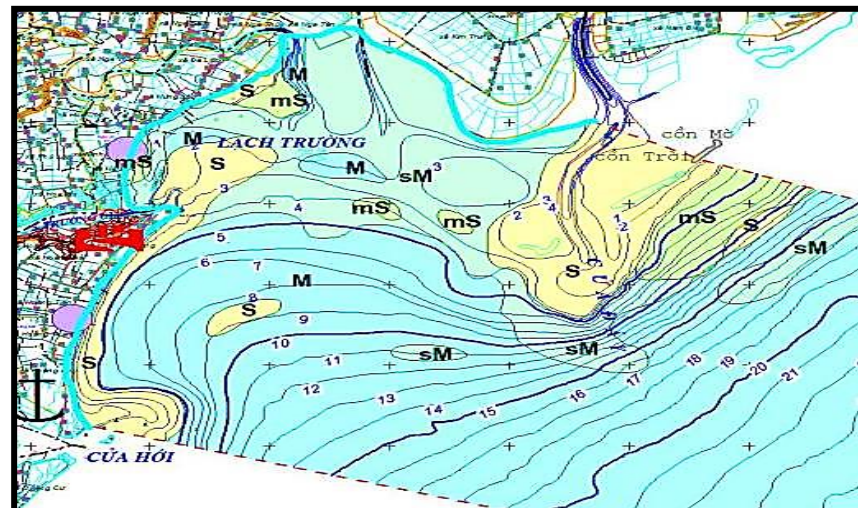
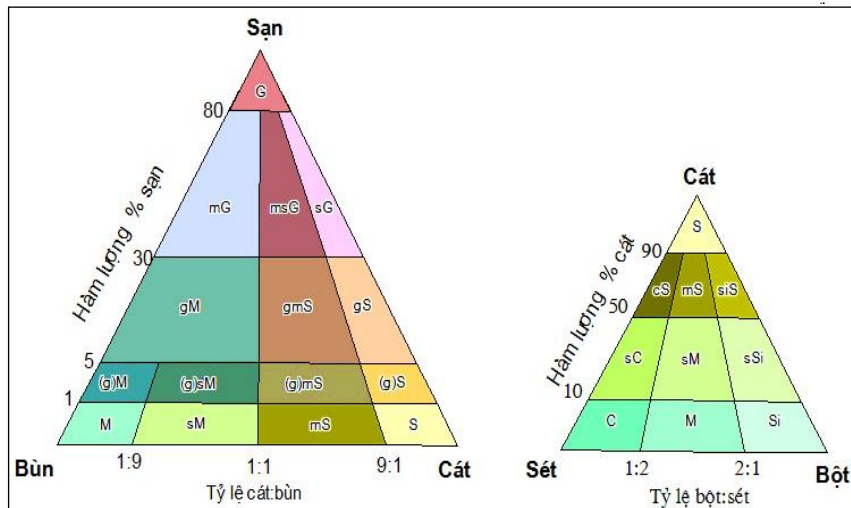
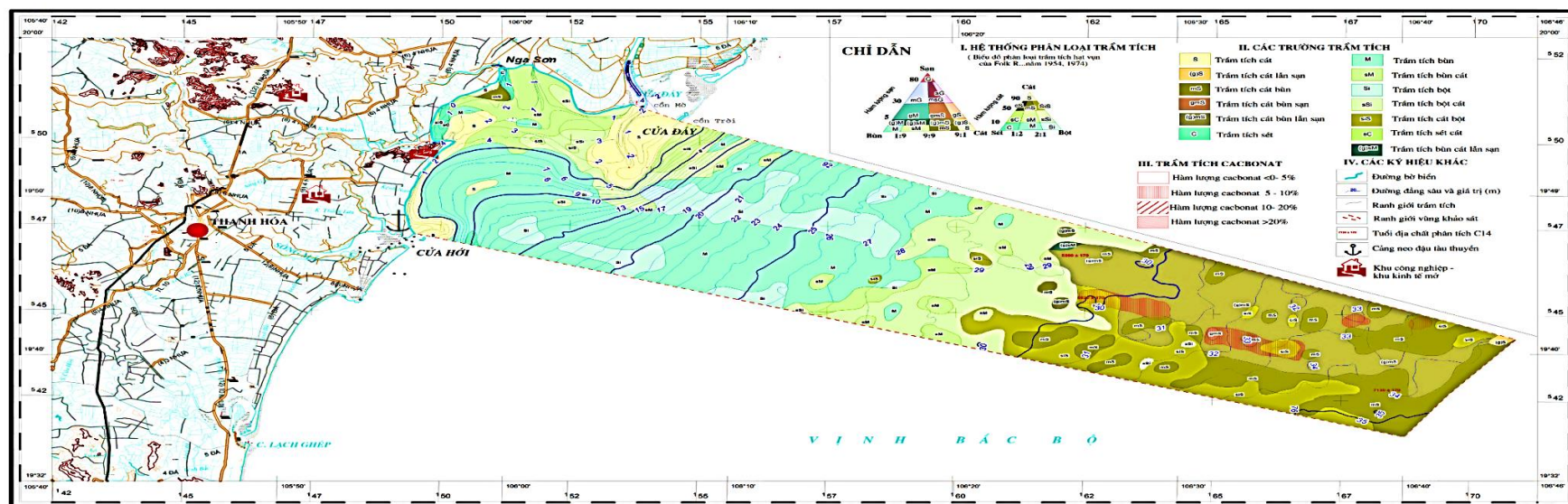
BR, và cộng sự. (2005). Ngoài các quan điểm về bức xạ thuần túy, các hạt nhân phóng xạ tự nhiên còn được sử dụng trong nghiên cứu hải dương học. Nghiên cứu urani và các con của nó trong nước biển đã được sử dụng làm chất đánh dấu thời gian của nhiều quá trình chuyển động của đại dương (Ku, T.-L., GG Mathieu, và KG Knauss .1977; Broecker, WS và T.-H. Peng (1982); Krishnaswami, S. và J. Cochran (2016); Wang, L., và cộng sự. (2017). Do thời gian bán hủy tương đối dài nên ^{238}U và ^{234}U vào nước biển được sử dụng trong việc xác định niên đại, nguồn gốc và nghiên cứu cột nước (Andersen, MB, và cộng sự. (2007). ^{210}Po và ^{210}Pb có thời gian bán hủy ngắn hơn và tính chất hóa học phức tạp. Những điều này đã tập trung vào chu trình sinh địa hóa (Yang, W., J. Du và L. Guo, (2022) hoặc áp dụng trong giám sát carbon đại dương.

Về ^{228}Ra và ^{226}Ra có thể được sử dụng để nghiên cứu các quá trình trộn lẫn của đại dương (Charette, MA, và cộng sự. (2015); Sarmiento, J., C. Rooth, và W. Broecker (1982); Van Beek, P., M. Souhaut, và J.-L. Reyss (2010). Việc xác định hạt nhân phóng xạ trong nước biển có tầm quan trọng đáng kể trong việc cung cấp cơ sở dữ liệu cho đánh giá thêm về tác động trực tiếp của các hạt nhân phóng xạ lên hệ sinh thái biển và gián tiếp về sức khỏe con người thông qua việc tiêu thụ thực phẩm. Ngoài ra, các nghiên cứu về hạt nhân phóng xạ cũng cung cấp kiến thức về những hành vi đó trong môi trường biển, rất hữu ích trong việc áp dụng chúng vào hải dương học.

Việt Nam có bờ biển dài, nơi biển được coi là một trong những vùng kinh tế quan trọng của quốc gia. Nhiều hoạt động khai thác, chế biến sa khoáng titan dọc bờ biển gần khu vực nghiên cứu. Các hoạt động này có thể giải phóng các hạt nhân phóng xạ tự nhiên vào nước biển. Duyên hải Thanh Hóa là một phần của Vịnh Bắc Bộ, đây là một trong những mũi nhọn phát triển kinh tế khu vực của tỉnh Thanh Hóa. Biển Sầm Sơn là một trong những địa điểm du lịch nổi tiếng, khu nghỉ dưỡng của Việt Nam và cảng cá

Cửa Hới là nơi giao thương nhiều nơi trong nước và quốc tế. Các Địa danh được biết đến với nhiều cửa sông Đáy (Cửa Đáy), sông Lèn, sông Trường Giang, sông Mã (Cửa Hới). Vùng ven biển cũng có các mỏ titan định vị có chứa chất phóng xạ ven biển có đặc điểm cửa sông và bãi sa khoáng titan không chỉ tồn tại như ven biển Thanh Hóa ở Việt Nam mà còn có mặt ở khắp nơi trên thế giới ở các quốc gia có đường bờ biển. Các vùng có điều kiện tự nhiên đặc biệt nguồn lực, tiềm năng phát triển kinh tế và bảo đảm an ninh, quốc phòng của một nước, quốc gia. Tuy nhiên, chưa có nghiên cứu nào về sự phân bố hạt nhân phóng xạ và đặc tính của ^{226}Ra , ^{228}Ra (^{232}Th) và ^{40}K trong trầm tích bề mặt đáy biển và đặc điểm ^{238}U , ^{234}U , ^{226}Ra , ^{210}Pb và ^{210}Po trong nước biển vùng ven biển này. Nghiên cứu này nhằm: (1) Đánh giá đặc điểm và sự phân bố của các hạt nhân phóng xạ tự nhiên trong trầm tích bề mặt đáy biển ở ven biển Thanh Hóa, Việt Nam và (2) Đánh giá đặc điểm và sự phân bố của các hạt nhân phóng xạ tự nhiên trong nước biển ở khu vực nghiên cứu này. Nghiên cứu báo cáo về nguồn gốc của các hạt nhân phóng xạ tự nhiên dựa trên đặc điểm và sự phân bố cũng như mối quan hệ giữa chúng với kích thước hạt của nghiên cứu trầm tích bề mặt đáy biển. Ngoài ra nghiên cứu cung cấp cơ sở dữ liệu khoa học và đặc điểm của ^{238}U , ^{234}U , ^{226}Ra , ^{210}Pb và ^{210}Po trong nước biển, ^{226}Ra , ^{228}Ra (^{232}Th) và ^{40}K trong trầm tích bề mặt đáy biển, Thanh Hóa, Việt Nam.

Đặc điểm vị trí khu vực nghiên cứu: Vị trí vùng nghiên cứu là vùng biển từ Nga Sơn đến Quảng Xương, Thanh Hóa có đường bờ biển kéo dài hơn 30km, năm 2021-2023 tác giả nghiên cứu thực hiện Đề tài ĐTDL.2021.06. Diện tích khảo sát nghiên cứu khoảng 1.150 km², chiều rộng 14,0km, kéo dài từ bờ ra phía biển khoảng 85km (hình 2.1). Tiến hành khảo sát trên 3 tuyến, giới hạn các điểm đầu và cuối các tuyến với chiều dài 240km. Tập thể tác giả đã nghiên cứu, khảo sát, bổ sung 48 trạm khảo sát, 20 ống phòng trọng lực, thu thập đầy đủ thông tin cần nghiên cứu trong 2 đợt khảo sát năm 2021-2023.



Hình 2.1. Bản đồ trầm tích tầng mặt vùng biển Cửa Đáy - Cửa Hời (từ 0-30m nước) - Biểu đồ chi tiết phân loại các trường trầm tích của Folk

Đây là vùng ảnh hưởng của những tác động từ vùng kinh tế trọng điểm Bắc Bộ và vùng trọng điểm kinh tế Trung Bộ, ở vị trí cửa ngõ nối liền Bắc Bộ với Trung Bộ, có cảng biển nước sâu Nghi Sơn và hệ thống sông ngòi thuận tiện cho lưu thông Bắc Nam, với các vùng trong nước và đi quốc tế. Hiện tại, Thanh Hóa có sân bay Sao Vàng (ở thị trấn Sao Vàng, huyện Thọ Xuân, cách Thành phố Thanh Hóa 45 km về phía tây) và đang dự kiến mở thêm sân bay quốc tế sát biển phục vụ cho Khu kinh tế Nghi Sơn và khách du lịch phát triển kinh tế xã hội.

Đặc điểm địa hình: Địa hình đồi núi ven biển có dải núi Trường Lệ. Độ cao nhỏ hơn 200m. Bề mặt địa hình nhấp nhô lờm chờm được tạo bởi các đá gắn kết có độ bền vững cao (trầm tích cổ hệ tầng Nậm Cồ, hệ tầng Sông Mã ở Lạch Trường). Khu vực có các cồn cát ven biển với các các thân quặng sa khoáng quan trọng nhất. Địa hình bãi biển hiện đại thường hẹp, rộng trung bình 70m, nằm dọc theo đường bờ biển, thường xuyên bị ảnh hưởng của thủy triều. Đường bờ biển vùng nghiên cứu kéo dài chủ yếu là các thành tạo trầm tích Đệ tứ bờ rời, trừ khu vực phía Nam cửa Lạch Trường - Hoàng Hóa là các thành tạo đá phiến thạch anh hai mica, silimanit có granat, thuộc phần dưới của hệ tầng Nậm Cồ. Khu vực có tới 5 cửa sông đổ ra biển: Cửa Đáy (chi lưu của sông Hồng), Cửa Càn của hệ thống sông Hoạt, các cửa Lạch Sung và Lạch Trường là của các chi lưu Sông Mã (sông Lèn và sông Tào) và Cửa Hới - cửa chính của Sông Mã. Địa hình đáy biển ven bờ bao gồm phần bãi biển ở phía trong và đáy biển ở phía ngoài: Bãi biển vùng nghiên cứu có thể được chia thành 2 khu vực: phía Bắc cửa Lạch Trường và phía Nam cửa Lạch Trường. Bãi biển khu vực phía Bắc cửa Lạch Trường được bồi tụ mạnh và liên tục do nguồn cung cấp trầm tích phong phú của hệ thống sông Hồng từ phía Bắc mang xuống. Cửa đáy là khu vực bồi tụ ổn định và nhanh nhất trong dải ven biển đồng bằng Bắc Bộ, tốc độ trung bình 60m/năm. Bãi biển rất rộng và thoải được cấu tạo chủ yếu bởi vật liệu mịn. Địa hình đáy biển vùng này có độ dốc thoải đều theo hướng Đông: Từ 0m - 10m nước hình thành bậc địa hình tương đối dốc (càng xuống phía Nam địa hình càng dốc

hơn). Do ảnh hưởng của dòng chảy ở các cửa sông như Cửa Đáy, Cửa Càn, Cửa Lạch Trường, Cửa Hới nên bậc địa hình từ độ sâu từ 0m - 10m nước thường phức tạp, có độ dốc không ổn định và độ sâu có thay đổi sau các mùa nước lũ hàng năm. Độ sâu từ 10m - 25m hình thành bậc địa hình có độ dốc ít hơn và thoải đều theo hướng Đông. Phần địa hình còn lại từ độ sâu 25m trở ra, có độ dốc không đáng kể, nhiều khu vực gần như bằng phẳng.

Đặc điểm địa chất: Trên cơ sở tổng hợp kết quả các dạng tài liệu thu thập vùng biển Việt Nam từ 0m-100m nước, xử lý, phân tích, kế thừa sử dụng tài liệu của dự án "Điều tra địa chất khoáng sản tỷ lệ 1:100.000-1:50.000 dải ven biển Nga Sơn - Diễn Châu từ 0m-30m nước" làm cơ sở, kết quả công tác lập bản đồ địa chất - khoáng sản vùng biển Nga Sơn - Quảng Xương từ 0m - 30m nước đã xác định các đặc điểm trong lĩnh vực địa chất, khoáng sản, đặc điểm trầm tích tầng mặt, địa vật lý (xạ phổ gamma), trên cơ sở đó, việc lựa chọn tỷ lệ bản đồ của chuyên đề nghiên cứu là có cơ sở khoa học và phù hợp với mục tiêu nghiên cứu.

Về Địa tầng: Dựa trên các kết quả điều tra cơ bản về địa chất, khoáng sản đã tiến hành ở tỷ lệ 1:200.000 tờ Thanh Hóa-Vĩnh (Đặng Trần Quân, 1981) đã xác định phân lục địa ven biển và đảo trong vùng nghiên cứu sự có 2 phân vị địa tầng trước Đệ tứ và 5 thành tạo trầm tích Đệ tứ. Cụ thể như sau:

Trong diện tích nghiên cứu có nhiều đối tượng địa chất với đặc điểm thành phần khá đa dạng, có mức độ biến dạng, biến chất và nhiều tuổi khác nhau gồm: Hệ tầng Nậm Cồ (PR₃-E_{1nc})-Đovjikov.a.E., Bùi Phú Mỹ, 1965; Hệ tầng Nậm Cồ lộ diện nhỏ quanh khu vực Mỹ Khê (Hoàng Hóa) với diện tích khoảng 4,2km²; Hệ tầng Sông Mã (E_{2 sm})-Trần Văn Trị, Phạm Kim Ngân, 1977. Hệ tầng Sông Mã lộ chỏm nhỏ, phân bố rải rác ở khu vực xã Nga Lĩnh, xã Quang Lộc và ở Hòn Nẹ với diện tích khoảng 0,8km².

Trầm tích Đệ tứ ở dải đất liền ven biển Thanh hóa, có tuổi từ Pleistocen đến Holocen phân bố dọc ven biển. Các thành tạo trầm tích Đệ tứ được thể hiện trên bản đồ địa chất biển Việt Nam được thống nhất thành lập theo nguyên tắc tuổi và nguồn gốc. Về nguồn gốc các trầm tích Đệ tứ trong vùng đã phân chia

được các nguồn gốc sau: trầm tích sông-biển (am), trầm tích biển (m), trầm tích biển-sông (am), trầm tích đầm lầy - biển (bm), Trầm tích biển - gió (mv) phân bố dọc ven biển từ Cửa Đáy đến Cửa Hới. Các thành tạo địa chất Đệ tứ có tuổi từ Pleistocen đến Holocen: bao gồm các tích tụ có nguồn gốc lục nguyên (cát, sạn, bùn) hoặc trầm tích hóa học (sét đolomit, sét vôi, kết hạch hóa học), trầm tích sinh vật (san hô, sét diatomea, đá vôi sinh vật,...) và có vị trí phân bố và tuổi được xác định theo các phương pháp phù hợp hoặc được liên hệ với các kỳ băng hà trên thế giới. Áp dụng nguyên tắc này, địa tầng Đệ tứ đã được phân chia tới thống với 6 khoảng thành tạo trầm tích: Q_1^{1b} , Q_1^{2a} , Q_1^{2b} , Q_1^{3a} , Q_1^{3b} - Q_2^2 và Q_2^3 .

Đặc điểm cấu trúc kiến tạo: Vùng đất liền ven biển từ Cửa Đáy đến Cửa Hới nằm trong đới cấu trúc Sông Mã kéo dài từ đất liền ra, chiếm khoảng 3/4 diện tích nghiên cứu; phần ngoài khơi diện tích khảo sát thuộc bể Sông Hồng, ở phần trục của đới lộ đá biến chất tuổi Neoproterozoi - Paleozoi sớm (hệ tầng Nậm Cô, hệ tầng Sông Mã). Vùng biển ven bờ từ 0m - 30m nằm trong đới thềm Thanh Nghệ Tĩnh có chiều dày trầm tích Đệ tứ mỏng và phía Đông vùng nghiên cứu thuộc rìa bồn trũng Sông Hồng.

Đặc điểm khoáng sản ven bờ: Trong diện tích vùng nghiên cứu (1). Sa khoáng titan Hậu Lộc: thuộc xã Đa Lộc, Ngự Lộc, Minh Lộc, Hải Lộc, huyện Hậu Lộc; (2). Sa khoáng titan Hoằng Hóa: thuộc các xã Hoằng Trường-Hoằng Thanh, huyện Hoằng Hóa, (3). Mỏ fenspat Hoằng Trường: mỏ khoáng sản thuộc xã Hoằng Trường, huyện Hoằng Hóa; (4). Mỏ Sét gạch ngói Xuân Lộc: mỏ khoáng sản thuộc xã Xuân Lộc, huyện Hậu Lộc; (5). Mỏ Sét gạch ngói Nga Bạch: mỏ khoáng sản thuộc xã Nga Bạch (xã Nga Sơn).

Sa khoáng titan-zircon: Qua kết quả phân tích mẫu trọng sa cho thấy vùng khảo sát có các khoáng vật ilmenit, zircon, rutil, annataz... với hàm lượng phổ biến nhỏ hơn 500g/m³. Riêng khu vực ven bờ Hoằng Hóa (độ sâu 0-5m nước) có các điểm có hàm lượng tổng khoáng vật Ti-Zr tăng cao hơn so với phong chung của vùng. Trên bản đồ thể hiện là vùng triển vọng sa khoáng Ti-1 với các thông số như sau: diện tích khoáng 6km².

Tài nguyên dự báo cấp 334b khoảng 105 nghìn tấn quặng Ti-Zr; (2). Vật liệu xây dựng: Dựa trên kết quả của công tác địa vật lý và tài liệu công tác địa chất có thể sơ bộ xác định được 07 vùng triển vọng vật liệu xây dựng gồm: Đông - Đông Nam cửa Đáy, Đông cửa Hới, Đông - Đông Nam cửa Hới, Đông Nam cửa Đáy, Đông Nam cửa Hới, cửa Đáy-cồn Nổi, ven bờ cửa Lạch Trường - cửa Hới.

Đặc điểm trầm tích tầng mặt: Trong nghiên cứu đặc điểm trầm tích thường sử dụng cách phân loại trầm tích dựa theo tỷ lệ các hợp phần trầm tích: sạn, cát, bột và sét. Có 2 loại hệ thống phân loại trầm tích chủ yếu được biết đến chi tiết phân loại các trường trầm tích đó là hệ thống phân loại của Shepard (1954) và Folk. Theo kết quả tính toán và xử lý số liệu phân tích mẫu độ hạt, trầm tích tầng mặt vùng biển (0m-30m nước) Cửa Đáy - Cửa Hới có mặt 13 kiểu trầm tích: cát lẫn sạn, cát bùn lẫn sạn, cát bùn sạn, cát, cát bùn, cát bột, bùn cát, bùn cát lẫn sạn, bùn, bột cát, bột, sét cát, sét. Các thông số đặc trưng về trầm tích, thành phần khoáng vật; địa hóa môi trường, các modul thạch địa hóa của các kiểu trầm tích tầng mặt theo 3 đới chính là đới ven bờ, đới gần bờ và đới xa bờ. Thành phần vật chất của vật liệu trầm tích có sự phân đới khá rõ nét; đới ven bờ có nguồn gốc trầm tích lục nguyên chủ yếu do các cửa sông đưa ra, chuyển tiếp sang đới gần bờ nguồn trầm tích ổn định hơn và tiếp đến là đới xa bờ; Đới ven bờ do có nhiều cửa sông đổ ra, nên nguồn trầm tích có sự pha trộn phức tạp: gồm các trầm tích chủ yếu là sét, sét cát, cát, bùn cát, bột cát, cát bột tạo thành các thấu kính nhỏ nằm song song với địa hình đáy biển với sự có mặt 13 kiểu trầm tích trong diện tích vùng nghiên cứu gồm: cát lẫn sạn, cát bùn lẫn sạn, cát bùn sạn, cát, cát bùn, cát bột, bùn cát, bùn cát lẫn sạn, bùn, bột cát, bột, sét cát, sét bao gồm: (1) Trầm tích cát lẫn sạn - (g)S; (2) Trầm tích cát bùn sạn - gmS; (3) Trầm tích cát bùn lẫn sạn - (g)mS; (4) Trầm tích cát - S; (5) Trầm tích cát bùn - mS; (6) Trầm tích cát bột - siS; (7) Trầm tích bùn cát lẫn sạn - (g)sM; (8) Trầm tích bùn cát - sM; (9) Trầm tích bột cát - sSi; (10) Trầm tích sét cát - sC; (11) Trầm tích bùn - M; (12) Trầm tích bột - Si; (13) Trầm tích sét - C.

2. Phương pháp nghiên cứu

Công tác tổng hợp, phân tích, xây dựng kế hoạch áp dụng quy định kỹ thuật phù hợp các quy trình, quy phạm kỹ thuật, tiêu chuẩn kỹ thuật liên quan, chi tiết, khả thi áp dụng thực tế tại hiện trường, trong phòng; các phương pháp, kỹ thuật lấy, phân tích mẫu; thiết bị, kỹ thuật sử dụng làm cơ sở đánh giá hiện trạng môi trường phóng xạ trong nước biển và trầm tích bề mặt đáy biển. Cơ sở khoa học về đánh giá hiện trạng môi trường phóng xạ trong nước biển và trầm tích bề mặt đáy biển và các đồng vị phóng xạ tự nhiên trong môi trường đảm bảo tính chính xác, chặt chẽ được thực hiện theo các phương pháp sau: Phương pháp thu thập, tổng hợp phân tích tài liệu; Phương pháp nghiên cứu điều tra khảo sát (khảo sát thực tế); Phương pháp phân tích đánh giá; Phương pháp chuyên gia; Phương pháp phân tích trong phòng; Phương pháp toán thống kê.

Cơ sở khoa học đánh giá hiện trạng môi trường phóng xạ biển gồm: cơ sở lý thuyết về nguồn gốc sự có mặt/tồn tại và hành vi không chế quá trình phát tán, di chuyển, tích tụ của chất phóng xạ trong nước biển, trầm tích bề mặt đáy biển và hệ sinh vật sống trong nước biển; Cơ sở thực tế được xây dựng từ kết quả khảo sát thử nghiệm tại một vùng biển cụ thể để lựa chọn các bộ chỉ tiêu đặc trưng sử dụng trong đánh giá hiện trạng phóng xạ trong môi trường biển và lựa chọn hệ phương pháp đánh giá, lấy mẫu hợp lý, khả thi đảm bảo được độ tin cậy, tính đại diện và hiệu quả kinh tế; Nghiên cứu này nhằm: (1) Đánh giá đặc điểm và sự phân bố của các hạt nhân phóng xạ tự nhiên trong trầm tích bề mặt đáy biển ở ven biển Thanh Hóa, Việt Nam và (2) Đánh giá đặc điểm và sự phân bố của các hạt nhân phóng xạ tự nhiên trong nước biển ở khu vực nghiên cứu này. Nghiên cứu báo cáo về nguồn gốc của các hạt nhân phóng xạ tự nhiên dựa trên đặc điểm và sự phân bố cũng như mối quan hệ giữa chúng với kích thước hạt của nghiên cứu trầm tích bề mặt đáy biển.

Phương pháp nghiên cứu điều tra khảo sát

Phương pháp trắc địa biển

Công tác trắc địa biển gồm: Xây dựng trạm quan trắc mực nước biển và trạm GPS cố định; Công tác định vị, dẫn đường và đo sâu: Khi tàu hành trình từ cảng vào đến vùng

khảo sát bộ phận trắc địa sẽ dùng định vị vệ tinh GPS (DGPS) dẫn đường cho tàu dừng đúng tại trạm khảo sát để thả neo. Theo dõi bằng định vị để thông báo cho toàn đội khảo sát khi tàu đã ở định vị trí (tàu ăn neo), thông báo cho các nhóm tổ trên tàu về độ sâu đáy biển phục vụ công tác thả thiết bị. Kịp thời thông báo cho thuyền trưởng hoặc đội trưởng trên tàu khi phát hiện dị thường đáy biển thông qua việc quan sát màn hình máy đo sâu; Khi tàu nhỏ neo phải dẫn đường cho tàu hành trình về trạm khảo sát tiếp theo; Công tác xử lý tài liệu trong quá trình dẫn đường cho công tác khảo sát cần chú ý phối hợp với Đội trưởng hoặc người phụ trách trên tàu bố trí hành trình di chuyển giữa các trạm khảo sát đồng thời để có thể thu được thêm thông tin về địa hình, địa mạo đáy biển ở khoảng giữa các tuyến khảo sát.

Các phương pháp khảo sát nghiên cứu trên biển

Phương tiện và trang thiết bị phục vụ khảo sát: đề tài đã sử dụng tàu vỏ gỗ có công suất trên 400Cv (sử dụng khảo sát từ 0-10m nước), sử dụng tàu vỏ sắt (sử dụng khảo sát từ 10-30m nước), tàu có rulo, tời câu, cần tời trên 4-10m tải trọng trên 1,5 tấn; Cuốc đại dương (KC Đan Mạch); Ống phóng trọng lực (KC Đan Mạch); Máy đo sâu hồi âm (Nhật); Định vị cầm tay Garmin (Mỹ); Máy đo nhiệt độ, độ ẩm không khí (Trung Quốc); Máy đo gió (Đài Loan); Thiết bị (máy đo nước đa chỉ tiêu cầm tay U50 Serial Horiba - Nhật Bản) đo nhanh môi trường nước biển; Batomet lấy mẫu nước theo tầng (Mỹ);

Công tác trắc địa: Mục tiêu, nhiệm vụ chính của công tác là: Định vị, dẫn đường các trạm khảo sát trên tàu; Đo sâu, xác định vị trí trạm khảo sát; Xác định trạm quan trắc mực nước biển và tiến hành quan trắc trong suốt quá trình khảo sát thực địa.

Công tác lấy mẫu trầm tích đáy biển: Sau khi nhận được tín hiệu từ tổ trắc địa báo tàu đã ổn định vị trí tại trạm khảo sát sẽ tiến hành thả cuốc lấy mẫu: Điều khiển tời nâng cuốc lên khỏi mặt tàu, 2 người điều khiển cuốc ra ngoài mạn tàu. Thả tời cho cuốc chìm xuống đáy biển lấy mẫu, điều khiển tời nâng cuốc lên mặt biển, kết hợp với 2 người điều khiển cuốc vào khay mẫu;

Phụ trách kỹ thuật tiến hành lấy 02 cột mẫu nguyên dạng thông qua “cửa sổ” trên cuốc đại dương. Sau đó trút toàn bộ mẫu trong cuốc ra khay mẫu và tiến hành mô tả các đặc điểm thành phần trầm tích của trầm tích tầng mặt đáy biển, lấy các loại mẫu khác (mẫu lưu, mẫu trầm tích, mẫu phân tích các loại). Tháo dây nối khỏi cuốc, lắp vào ống phóng. Các bước thực hiện giống với vận hành cuốc. Mẫu ống phóng được lấy 02 cột, cột thứ nhất dùng để quan sát mô tả, cột thứ 2 dùng để lưu và lấy mẫu phân tích bổ sung khi cần; Công tác được lặp lại khi đến trạm khảo sát mới. Đã tiến hành lấy 100% các mẫu trầm tích tầng mặt ở 48 trạm khảo sát trọng lượng từ 1.5-5kg/mẫu với 48 mẫu trầm tích, 96 mẫu nguyên trạng, 20 mẫu ống phóng (2021-2023).

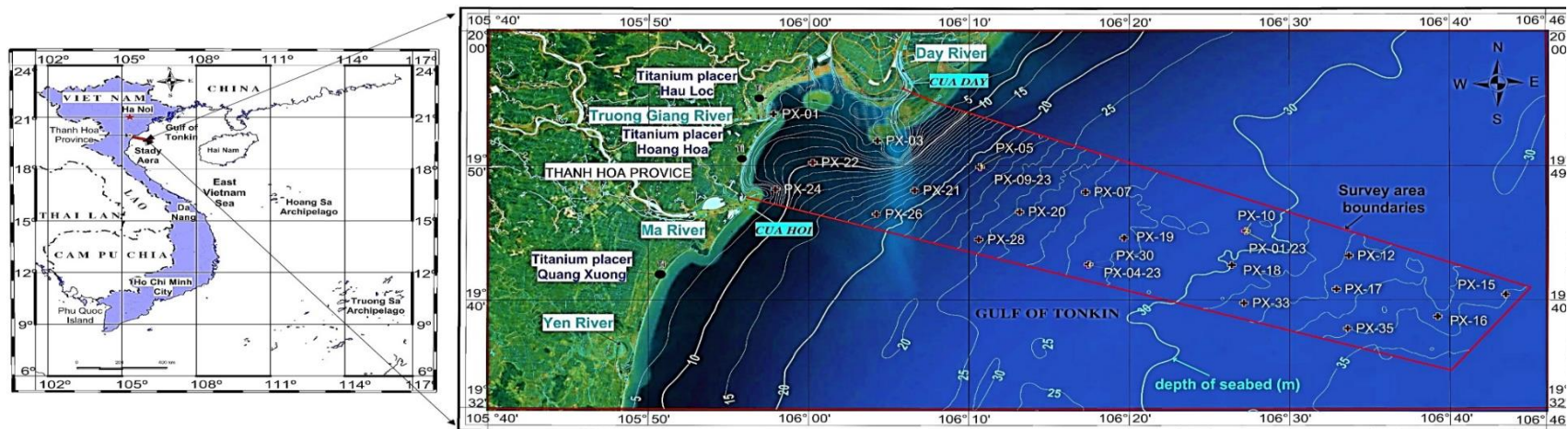
Công tác lấy mẫu nước biển: Tại các trạm khảo sát thử nghiệm nước biển được lấy theo tầng. Đối với các trạm khảo sát có độ sâu < 5m nước lấy 01 tầng mặt, >5m đến < 15m lấy 02 tầng đáy và mặt, > 15m nước lấy 03 tầng là mặt, giữa và đáy; Tầng mặt lấy cách mặt biển từ 0,5-1m; tầng giữa lấy cách mặt biển bằng $\frac{1}{2}$ độ sâu đáy biển của trạm đang khảo sát; tầng đáy lấy cách đáy biển 1m. Dụng cụ lấy mẫu là batomet. (Năm 2021 đã lấy 103 mẫu nước loại 5 lít/ mẫu, 23 mẫu nước loại 150 lít/ mẫu; năm 2023 đã lấy 30 mẫu nước loại 10 lít/ mẫu, 6 mẫu nước loại 500 lít/ mẫu (dùng máy bơm Sakura chuyên dụng).

Công tác đo quan trắc nhanh nước biển: Tất cả các trạm khảo sát được đo nhanh các thông số: nhiệt độ, độ ẩm không khí, hướng và tốc độ gió, sóng, hướng và tốc độ dòng chảy tầng mặt. Các thông số nhiệt độ, pH, DO, EC, TDS, độ đục, độ trong suốt, độ muối được đo trong mẫu nước theo tầng ở trên. Đo 3 lần liên tiếp lấy giá trị trung bình ghi vào sổ đo nhanh hiện trường. *Công tác lấy mẫu quan trắc phóng xạ:* Mẫu phân tích các chỉ tiêu phóng xạ tự nhiên, nhân tạo khác được lấy ở tất cả các trạm khảo sát (theo tầng), thể tích 1 mẫu là 5-10 lít.

Công tác lấy mẫu và quan trắc phóng xạ được thực hiện trong quá trình thi công nghiên cứu thử nghiệm bám sát yêu cầu của Đề tài. Các loại mẫu khi được đưa vào đất liền được bảo quản từng loại mẫu theo yêu

cầu, tiêu chuẩn bảo quản mẫu chuyển về Trung tâm phân tích của Viện Khoa học và Kỹ thuật Hạt nhân Hà Nội để gia công, phân tích theo quy trình của các đồng vị tự nhiên và nhân tạo trong nước và trầm tích biển.

Công tác Phân tích mẫu: mẫu xác định các đồng vị phóng xạ tự nhiên và nhân tạo trong mẫu trầm tích và mẫu nước được gửi phân tích tại Phòng thí nghiệm Viện Khoa học và Kỹ thuật hạt nhân. Phân tích phổ alpha và beta được gửi phân tích tại Viện Khoa học và Kỹ thuật Hạt nhân Hà Nội, mẫu phân tích kiểm tra Đối song gửi phân tích tại Viện Kỹ thuật Hạt nhân Đà Lạt. Tại các đơn vị phân tích này các thiết bị đều có độ phân giải cao, phòng thấp giới hạn xác định từ mức hàm lượng rất thấp, thấp đến cao đạt tiêu chuẩn phân tích của các nước EU (Veszprem, Hungary). Khối lượng mẫu phân tích: Phân tích đồng vị phóng xạ mẫu trầm tích (23 mẫu) ^{228}Ra , ^{226}Ra , ^{40}K bằng phổ gamma phòng thấp đầu dò bán dẫn HGe ORTEC; Phân tích hàm lượng nhân phóng xạ ^{210}Po , ^{210}Pb , ^{226}Ra , ^{234}U và ^{238}U trong 20 mẫu nước biển bằng phổ alpha phòng thấp ORTEC. Công tác gia công, phân tích yêu cầu kỹ thuật rất trật tề như sau: Yêu cầu gia công, phân tích mẫu: Gia công mẫu tách hóa xạ đo phổ alpha/ kết tủa mẫu (nếu đo gamma sẽ sảy, nghiền nhỏ đảm bảo yêu cầu mẫu chuẩn). Theo tiêu chuẩn phòng thí nghiệm; Yêu cầu chuẩn bị mẫu: Tạo mẫu phổ alpha và phổ alpha, beta/nhốt mẫu đảm bảo hình học tương đồng mẫu chuẩn và lưu giữ đạt cân bằng phóng xạ các đồng vị trước khi đo đối với phổ gamma; Yêu cầu chất chuẩn/ hiệu suất hóa: Chuẩn nội đối với phổ alpha (thông qua Po-209)/ Chất chuẩn IAEA/NIST. Hiệu suất đầu dò alpha $\geq 25\%$; Yêu cầu thiết bị và phương pháp đo: Hệ phổ gamma/ alpha/ alpha beta phòng thấp đầu dò bán dẫn HPGe dải rộng/PIPS/ Chứa khí. Hệ phổ gamma phòng thấp đầu dò bán dẫn HPGe; Tiêu chuẩn, quy trình áp dụng: TCVN 9420 : 2012, IAEA TECHNICAL REPORTS SERIES No.295 và ASTM Standards C1402 - 17/ Theo các quy trình của phòng thí nghiệm; Yêu cầu kết quả đạt được: Đảm bảo độ tin cậy, độ nhạy, độ chính xác của phương pháp phân tích, Độ không đảm bảo (sai số) đo của kết quả phân tích ^{238}U , ^{232}Th , ^{226}Ra , ^{40}K , 134 , $^{137}\text{Cs} \leq 15\%$.



Hình 2.2. Vị trí khu vực nghiên cứu, trạm lấy mẫu số hiệu



Hình 3.1. Vị trí khu vực nghiên cứu, trạm lấy mẫu số hiệu và hình ảnh khảo sát trên biển vùng nghiên cứu

Phương pháp phân tích độ hạt trầm tích là một trong những phương pháp nghiên cứu rất cơ bản và được sử dụng tốt đối với các trầm tích cơ học chưa gắn kết hoặc gắn kết kém. Các thành tạo trầm tích cơ học bao gồm tập hợp các hạt có kích thước khác nhau và phân bố trong một phổ rộng hay hẹp tùy thuộc vào nguồn cung cấp vật liệu và đặc điểm chi phối của môi trường thủy động lực trong quá trình vận chuyển và lắng đọng trầm tích. Việc nghiên cứu đặc điểm phân bố thành phần độ hạt sẽ giúp phân chia chi tiết các trường trầm tích, luận giải chế độ thủy thạch động lực trầm tích, sự đa dạng về nguồn cung cấp vật liệu và môi trường lắng đọng trầm tích. Phân tích 23 mẫu độ hạt được gửi phân tích trên trang thiết bị hiện đại tại Trung tâm phân tích trọng điểm - Đại học Quốc gia Hà Nội.

3. Kết quả và thảo luận

Cơ sở khoa học đánh giá hiện trạng môi trường phóng xạ biển gồm: cơ sở lý thuyết về nguồn gốc sự có mặt/tồn tại và hành vi không chế quá trình phát tán, di chuyển, tích tụ của chất phóng xạ trong nước biển, trầm tích bề mặt đáy biển và hệ sinh vật sống trong nước biển.

Cơ sở thực tế được xây dựng từ kết quả nghiên cứu khảo sát vùng nghiên cứu để lựa chọn các bộ chỉ tiêu đặc trưng sử dụng trong đánh giá hiện trạng phóng xạ trong môi trường biển và lựa chọn hệ phương pháp đánh giá, lấy mẫu hợp lý, khả thi đảm bảo được độ tin cậy, tính đại diện và hiệu quả kinh tế. Xây dựng Quy định kỹ thuật đánh giá hiện trạng phóng xạ trong nước biển và trầm tích bề mặt đáy biển. Đây là tài liệu kỹ thuật quy định, hướng dẫn về mục tiêu, nhiệm vụ, cách thức tiến hành các phương pháp để đánh giá hiện trạng phóng xạ trong môi trường nước biển và trầm tích đáy biển từ giai đoạn lập đề án, thi công thực địa, văn phòng sau thực địa; gia công, phân tích mẫu; lập báo cáo tổng kết; Tài liệu sử dụng để thành lập bản đồ hiện trạng môi trường phóng xạ trong nước biển và trầm tích bề mặt đáy biển tỷ lệ 1:100.000 vùng biển Cửa Đáy - Cửa Hới, Vịnh Bắc Bộ (thuộc Đề tài nghiên cứu ĐTDL.2021.06).

3.1. Đặc điểm phân bố hàm lượng các nguyên tố phóng xạ tự nhiên trong nước biển khu vực nghiên cứu

Đặc điểm phân bố các đồng vị ^{210}Po , ^{210}Pb , ^{226}Ra , ^{234}U và ^{238}U trong nước biển

Nước biển với đặc tính linh động của nước thường thay đổi rất nhanh, theo các đặc điểm dòng ven bờ, thủy triều, dòng ngầm, dòng biển, hệ thống sông, theo mùa... Do đó việc đánh giá đặc điểm đồng vị phóng xạ tự nhiên cũng như nhân tạo trong nước biển sẽ rất khó định hướng chính xác nếu không có quan trắc liên tục. Do vậy nên tham khảo chỉ tiêu lấy mẫu, có thể lấy theo vị trí của mẫu trầm tích. Với dự án có đủ điều kiện thì lấy theo diện và theo các đặc tính động lực học và sự biến đổi của dòng nước biển. Tùy theo mục đích thì sẽ có những thiết kế nghiên cứu và lấy mẫu phù hợp. Đánh giá đặc điểm môi trường và sự hiện diện phóng xạ trong môi trường biển nên chỉ quan tâm đến yếu tố có tính định xứ và tích lũy như đối tượng trầm tích biển tầng mặt. Trong phần này, tác giả trình bày đặc điểm hoạt độ của ^{210}Po , ^{210}Pb , ^{226}Ra , ^{234}U và ^{238}U trong nước biển được thể hiện ở (Bảng 4.1) từ 0,32 đến 1,75 và trung bình 0,79 mBq.L-1 đối với ^{210}Po ; trung bình từ 0,36 đến 1,85 và 0,78 mBq.L-1 đối với ^{210}Pb ; trung bình từ 7,73 đến 10,7 và 9,09 mBq.L-1 đối với ^{226}Ra ; trung bình từ 31,1 đến 65,8 và 49,8 mBq.L-1 đối với ^{234}U và từ 35,6 đến 85,3 và trung bình 54,3 mBq.L-1 đối với ^{238}U .

Kết quả cho thấy có sự khác biệt về nồng độ đồng vị phóng xạ trong nước biển. Đây cũng chính là đặc tính linh động vốn có của nước biển, tuy nhiên một phần nhỏ ảnh hưởng bởi yếu tố môi trường nên có sự khác nhau như tốc độ dòng chảy ở các tầng khác nhau dẫn tới nguồn phóng xạ được cung cấp cũng khác nhau. Hay đặc điểm tham số cũng thay đổi nhẹ về môi trường. Giá trị cao nhất được ghi nhận là ^{238}U và thấp nhất là ^{210}Pb với xu hướng là sự khác biệt giữa các hoạt độ hạt nhân phóng xạ là do sự khác biệt về đặc điểm, nguồn và quá trình của môi trường biển. Đồng vị ^{234}U và ^{238}U trong đại dương đã được đề cập trong các nghiên cứu trước đây có hàm lượng cao so với các hạt nhân khác. Trong khi đó, nồng độ thấp của ^{210}Po trong nước biển cũng đã được báo cáo có sự hiện diện. Sự lắng đọng các hạt lơ lửng và sự hấp thụ của các sinh vật biển (sinh vật phù du) khiến ^{210}Po dễ dàng bị loại bỏ khỏi cột nước.

Không có sự khác biệt đáng kể giữa nồng độ ^{210}Po và ^{210}Pb . Cả hai đều cho thấy mức độ hoạt độ thấp trong nước biển và sự mất cân bằng ở ba lớp nước (lớp nước mặt, lớp giữa và lớp đáy). Tỷ lệ $^{210}\text{Po}/^{210}\text{Pb}$ dao động từ 0,24 đến 2,67, trung bình là 1,25.

Hầu hết tỷ lệ $^{210}\text{Po}/^{210}\text{Pb}$ đều nhỏ hơn 1 ở lớp giữa và lớp dưới cùng, trong khi các giá trị đó ở lớp bề mặt lớn hơn 1. Sự khác biệt trong hoạt độ của ^{210}Po và ^{210}Pb có thể liên quan đến tỷ lệ khác nhau này. Sự mất cân bằng giữa ^{210}Po và ^{210}Pb trong nước sâu hơn có thể do sự hấp thụ của các hạt lơ lửng hoặc các hoạt động sinh học. Do tính chất di động của nước biển nên nghiên cứu này chỉ đề cập đến trạng thái cân bằng phóng xạ của hai đồng vị có thời gian tồn tại ngắn trong số các hạt nhân phóng xạ được nghiên cứu. Trong nghiên cứu này, tỷ lệ $^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$ dao động từ 0,62 đến 1,27, với giá trị trung bình là 0,95. Sự mất cân bằng giữa ^{234}U và ^{238}U trong nước

biển chủ yếu liên quan đến hiện tượng giật lùi α trong các môi trường nước dẫn đến sự lán át của ^{234}U so với ^{238}U .

Có sự khác biệt đáng kể giữa nồng độ ^{210}Pb và ^{226}Ra , với hoạt tính của ^{226}Ra lớn hơn khoảng mười lần so với ^{210}Pb . Mặc dù vậy, ^{210}Pb thường cao hơn ^{226}Ra ở vùng nước tiếp xúc với không khí do nguồn cung cấp khí quyển. Tuy nhiên, ^{210}Pb bị loại bỏ nhanh chóng và liên tục bởi các hạt lắng theo chiều dọc. Hoạt độ trung bình của ^{210}Po , ^{210}Pb , ^{226}Ra , ^{234}U và ^{238}U theo độ sâu cột nước (lớp bề mặt, lớp nước giữa và lớp đáy). Giá trị trung bình của các lớp bề mặt, lớp giữa và lớp đáy lần lượt là 1,03, 0,74 và 0,61 mBq.L⁻¹ đối với ^{210}Po ; 0,63, 0,85 và 0,87 mBq.L⁻¹ đối với ^{210}Pb ; 8,53, 9,41 và 9,37 mBq.L⁻¹ cho ^{226}Ra ; 49,6, 53,2 và 47,8 mBq.L⁻¹ được tìm thấy cho ^{234}U ; 54,6, 61,6 và 49,5 mBq.L⁻¹ tương ứng cho ^{238}U .

Bảng 4.1. Hoạt độ ^{210}Po , ^{210}Pb , ^{226}Ra , ^{234}U và ^{238}U trong nước biển khu vực nghiên cứu

TT	Số của trạm	Khoảng cách bờ (km)	Độ sâu (m)	Tầng lấy mẫu	Hoạt độ (mBq.L ⁻¹)					Tỷ lệ đồng vị	
					^{210}Po	^{210}Pb	^{226}Ra	^{234}U	^{238}U	$^{210}\text{Po}/^{210}\text{Pb}$	$^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$
1	3	2.38	3	Đáy	0.65±0.1	0.62±0.1	9.94±1.5	48.9±2.4	55.6±3.1	1.05	0.9
2			0.50	Mặt	0.87±0.1	0.69±0.1	7.97±0.7	45±6.5	35.6±1.2	1.26	1.3
3	5	18.95	10.8	Giữa	0.48±0.1	0.86±0.1	9.35±1.3	44.6±5.6	40.1±2.3	0.56	1.1
4			21.6	Đáy	0.44±0.1	1.85±0.2	8.86±0.3	38.6±2.1	35.8±4.9	0.24	1.1
5			0.50	Mặt	0.67±0.1	0.38±0.1	8.89±0.4	49.5±2.0	57±2.73	1.76	0.9
6	10	49.61	15.65	Giữa	0.49±0.1	1.02±0.2	9.32±0.5	57.5±2.8	74.8±6.4	0.48	0.8
7			31.3	Đáy	0.32±0.1	0.68±0.1	9.06±0.5	36±3.5	37.4±5.4	0.47	1.0
8			0.50	Mặt	1.31±0.1	0.87±0.1	7.73±0.4	31.1±4.2	50.6±1.3	1.5	0.6
9	15	78.38	17.6	Giữa	1.11±0.1	0.69±0.1	8.95±0.4	61.4±3	85.3±4.6	1.6	0.7
10			35.2	Đáy	0.55±0.1	1.31±0.1	8.81±1.2	42±3.6	38.5±3.4	0.42	1.1
11			0.50	Mặt	1.27±0.1	0.53±0.1	8.16±0.6	65.8±3	75.7±11	2.39	0.9
12	22	15.45	11.3	Đáy	0.96±0.1	0.36±0.1	8.58±0.5	48.8±6.2	41.4±6.1	2.67	1.2
13			0.50	Mặt	1.75±0.1	0.84±0.1	8.89±0.9	60.5±5	71.2±4.1	2.08	0.9
14	24	3.81	7.3	Đáy	0.98±0.1	0.90±1	9.63±0.7	65.2±7.4	85±8.2	1.09	0.8
15			0.50	Mặt	0.46±0.1	0.38±0.1	9.65±0.5	54.2±2.2	50.8±2.9	1.22	1.1
16	30	40	14.55	Giữa	0.39±0.1	1.2±0.3	10.43±1.5	52.7±7.2	57.8±4.9	0.33	0.9
17			29.1	Đáy	0.39±0.1	0.39±0.05	10.77±1.4	49.9±3.8	44.8±6.6	0.77	1.1
18			0.50	Mặt	0.91±0.1	0.73±1	8.42±0.5	41.4±2.3	41.2±1.9	1.23	1.0
19	35	70	17.05	Giữa	0.8±0.1	0.5±0.1	9.02±1.1	50±2.4	49.9±7.4	1.6	1.0
20			34.1	Đáy	0.66±0.1	0.82±0.1	9.28±0.5	52.8±2.5	57.3±4.9	0.81	0.9

TT	Số của trạm	Khoảng cách bờ (km)	Độ sâu (m)	Tầng lấy mẫu	Hoạt độ (mBq.L ⁻¹)					Tỉ lệ đồng vị	
					²¹⁰ Po	²¹⁰ Pb	²²⁶ Ra	²³⁴ U	²³⁸ U	²¹⁰ Po/ ²¹⁰ Pb	²³⁴ U/ ²³⁸ U
Tầng mặt (Surface)				TB	1.03±0.1	0.63±0.1	8.53±0.6	49.6±3.6	54.6±3.7	1.63	0.93
				Min	0.46±0.1	0.38±0.1	7.73±0.4	31.1±4.2	35.6±2	1.22	0.62
				Max	1.754±0.1	0.87±0.1	9.65±0.5	65.8±3	75.7±11	2.39	1.27
Tầng giữa (Middle)				TB	0.65±0.1	0.85±0.1	9.41±1	53.2±4.2	61.6±5.11	1.09	0.9
				Min	0.39±0.1	0.5±0.1	8.95±0.4	44.6±5.6	40.1±2.3	0.33	0.72
				Max	1.11±0.1	1.2±1.1	10.43±1.5	61.4±3	85.3±4.6	2.48	1.11
Tầng đáy (Bottom)				TB	0.61±0.1	0.87±0.1	9.37±0.8	47.8±3.9	49.5±5.3	0.94	1.0
				Min	0.32±0.1	0.36±0.1	8.58±0.5	36±3.5	35.8±4.8	0.24	0.77
				Max	0.98±0.1	1.85±0.1	10.77±1.4	65.2±7.4	85±8.2	2.67	1.18
Tổng thể				TB	0.77±0.1	0.78±0.1	9.09±0.8	49.8±3.9	54.3±4.7	1.22	0.95
				Min	0.32±0.1	0.36±0.1	7.73±0.4	31.1±4.2	35.6±2	0.24	0.62
				Max	1.75±0.1	1.85±0.1	10.77±1.4	65.8±3	85.3±4.6	2.67	1.27

Đặc điểm hành vi của các hạt nhân phóng xạ đó đã bị thay đổi khi hoạt độ ở các độ sâu khác nhau. ²¹⁰Po nhanh chóng bị các hạt lơ lửng hấp thụ và tích lũy trong cơ thể sinh vật dẫn đến cạn kiệt. Điều đó cho thấy xu hướng giảm dần của ²¹⁰Po theo chiều sâu. Trong khi đó, nồng độ ²²⁶Ra được ghi nhận tăng theo độ sâu cột nước biển. Kết quả này đã được thể hiện trong các nghiên cứu trước đây. Ngoài ra, các lớp giữa và đáy có thể được làm giàu bằng cách khuếch tán từ trầm tích đáy biển. Đối với ²¹⁰Pb, xu hướng chung cho thấy sự gia tăng lớp bề mặt do lắng đọng và giảm nhanh dọc theo độ sâu cột nước biển.

Tuy nhiên, trong nghiên cứu này, xu hướng thay đổi không rõ ràng của ²¹⁰Pb trong nước biển theo độ sâu có thể liên quan đến hàm lượng đồng vị mẹ ²²⁶Ra trong nước biển. Nồng độ uranium trong nước biển được coi là tương đối ổn định do thời gian lưu trữ tương đối dài so với thời gian hòa trộn nước biển. Tuy nhiên, những thay đổi về nồng độ uranium trong nước biển vẫn được phát hiện có liên quan đến độ mặn. Độ mặn trong nghiên cứu này thay đổi trong một phạm vi tương đối nhỏ nên sự thay đổi nồng độ uranium theo độ sâu là không đáng kể. Đáng chú ý là lớp giữa có nồng độ tăng đột ngột cả ²³⁴U và ²³⁸U. Hiện tượng này có thể xảy ra do sự trộn lẫn dòng chảy của sông và dòng chảy

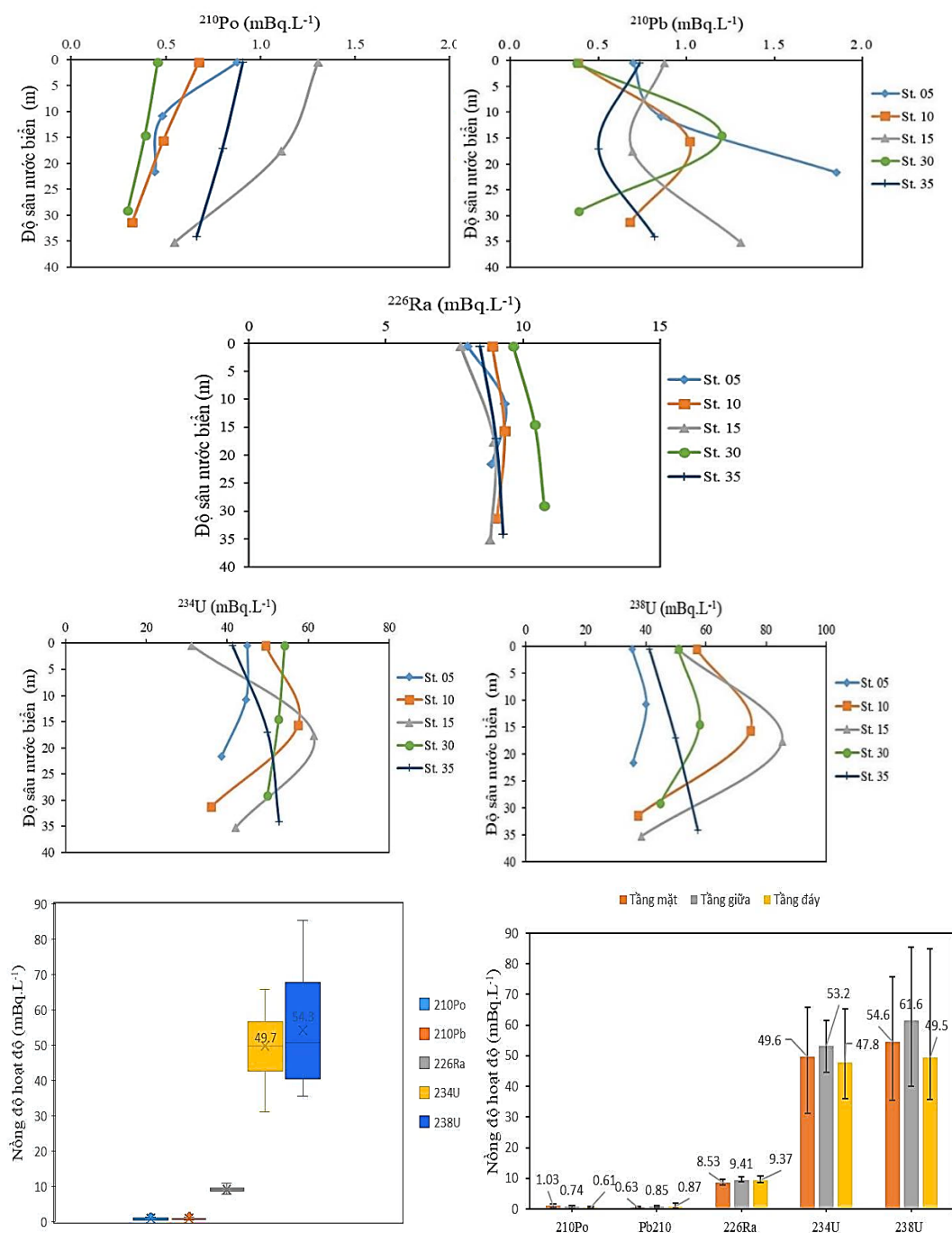
xung quanh khu vực. Sự thay đổi nồng độ hạt nhân phóng xạ nghiên cứu trong nước biển phụ thuộc vào nhiều yếu tố cần có nghiên cứu chi tiết hơn.

Trên cơ sở tổng hợp, xử lý các kết quả phân tích về môi trường phóng xạ tự nhiên và nhân tạo tại vùng biển nghiên cứu và kế thừa các tài liệu đã có, tác giả đã thành lập bộ bản đồ đẳng trị, bản đồ hiện trạng môi trường phóng xạ tự nhiên trong nước biển tỷ lệ 1:100.000.

3.2. Đặc điểm phân bố hàm lượng các nguyên tố phóng xạ tự nhiên trong trầm tích tầng mặt đáy biển tại vùng nghiên cứu

Sự phân bố ²²⁶Ra, ²²⁸Ra (²³²Th) và ⁴⁰K trong trầm tích tầng mặt tại khu vực nghiên cứu

Để có được thông tin tham khảo về sự bố trí mạng lưới điểm đo, số lượng điểm lấy mẫu là phù hợp, chuyên đề tài đã tiếp cận đánh giá đặc điểm sự phân bố các đồng vị tự nhiên theo diện. Sự phân bố không gian của nồng độ hạt nhân phóng xạ nghiên cứu và kích thước hạt trong các mẫu trầm tích đáy biển được thể hiện trên Hình bên dưới. Dựa vào đặc điểm phân bố của các đồng vị trong không gian có thể chia thành hai vùng riêng biệt: vùng thứ nhất gần bờ (khu vực cửa sông và gần vùng điểm mỏ sa khoáng titan hơn) và khu hai ở xa bờ.



Hình 4.1. Đặc điểm đồng vị phóng xạ tự nhiên trong nước biển khu vực nghiên cứu

Đặc điểm sự phân bố hoạt độ hạt nhân phóng xạ, các hạt nhân phóng xạ gần bờ có hoạt độ lớn hơn các hạt nhân phóng xạ các điểm xa hơn. Ở đây cần lưu ý rằng các trạm có cát thấp, sét cao và phù sa thuộc vùng 1 sát bờ cửa sông và các điểm mỏ sa khoáng titan có nồng độ hạt nhân phóng xạ cao hơn. Điều này ngụ ý rằng các hạt nhân phóng xạ nghiên cứu có mối quan hệ chặt chẽ với đất

liền thông qua sự phân tán vật liệu trầm tích từ sông và từ các điểm mỏ sa khoáng titan xung quanh. Từ kết quả thu được có một số nhận định như sau: Với hoạt độ ^{226}Ra , ^{228}Ra (^{232}Th) và ^{40}K trong các mẫu trầm tích đáy biển tại khu vực nghiên cứu nồng độ hoạt độ của ^{226}Ra dao động từ 18,4 đến 41,8 Bq.kg⁻¹, với giá trị trung bình là 30,3 Bq.kg⁻¹, trong khi nồng độ của ^{228}Ra (^{232}Th) nằm

trong khoảng từ 32,0 đến 70,4 Bq.kg-1, với giá trị trung bình là 53,6 Bq.kg-1, và nồng độ của 40K nằm trong khoảng từ 409 đến 927 Bq.kg-1, với giá trị trung bình là 675 Bq.kg-1- (Bảng 4.2) cho thấy độ lệch chuẩn (SD), độ Kurtosis và độ lệch của nồng độ hạt nhân phóng xạ. Có thể thấy, hầu hết các hạt nhân phóng xạ nghiên cứu đều có phân bố với độ nhọn (Kurtosis <3) và phân bố lệch trái nhẹ (độ lệch âm) với các giá trị Skewness là -0,18, -0,25 và 0,03 cho 226Ra, 228Ra và 40K tương ứng.

Kết quả cho thấy rằng giá trị nồng độ trung bình của các hạt nhân phóng xạ 40K, 226Ra và 228Ra(232Th) lớn hơn giá trị trung bình toàn cầu của các hạt nhân phóng xạ trong đất được ghi lại trong báo cáo năm 2000 của UNSCEAR với giá trị 32 Bq/kg đối với 226Ra, 45 Bq/ kg cho 232Th và 420 Bq/kg cho 40K(UNSCEAR , 2000). Hoạt độ trung bình của 226Ra, 228Ra và 40K trong nghiên cứu này tương tự như trầm tích bề mặt của Sông Hồng (Bui và cộng sự, 2023; Dương và cộng sự, 2023). Sông Hồng nằm gần khu vực nghiên cứu này điều này cho thấy nguồn trầm tích ở khu vực này có thể được cung cấp một phần từ Sông Hồng. Trong khi đó, nồng độ 40K, 226Ra và 228Ra ở Vịnh Hạ Long, Vịnh Bắc Bộ thấp hơn so với nghiên cứu này (Carvalho et al., 2021). Các hoạt độ 226Ra, 228Ra và 40K cao chủ yếu có thể liên quan đến các nguồn hạt nhân phóng xạ từ ba mỏ sa khoáng titan tại khu vực ven biển nghiên cứu. Các mỏ sa khoáng titan Hậu Lộc, Hoàng Hóa và Quảng Xương nằm gần và trong phạm vi khu vực nghiên cứu. Nguồn chính thứ hai có thể liên quan đến vật liệu từ đất liền được vận chuyển bởi các con sông trong khu vực nghiên cứu. Ở vùng ven biển này có ít nhất 4 sông lớn là Sông Mã, sông Trường, Sông Len và Sông Đáy. Ngoài ra còn có các con sông khác gần

vùng ven biển này là sông Yên ở phía nam và sông Ninh Cơ, Sông Hồng ở phía bắc. Hoạt độ trung bình của các hạt nhân phóng xạ trong khu vực nghiên cứu tuân theo thứ tự giảm dần là 40K > 228Ra > 226Ra. Nồng độ 40K cao do kali có tính hòa tan cao, tính di động và vận chuyển cao (Kumar và cộng sự, 2008; Zeng và Brown, 2000). Hoạt độ 40K thường được quan sát thấy trong đất có hoạt độ cao hơn 226Ra và 228Ra (232Th) (232Th) (Alfonso và cộng sự, 2014).

Đây là một nguyên tố phổ biến trong lớp vỏ trái đất. Trong các nghiên cứu trước đây chỉ ra rằng miền Bắc Việt Nam (phần đất liền) là nơi tập trung nhiều mỏ đất hiếm có hàm lượng 232Th (228Ra) cao so với 226Ra (Dương và cộng sự, 2021; Nguyễn và cộng sự, 2021). Hoạt độ 228Ra trong đất xung quanh cao hơn hoạt độ 226Ra (Dương và cộng sự, 2021; Nguyễn và cộng sự, 2021). Và hoạt độ 228Ra trong trầm tích bề mặt sông Hồng cũng cao hơn hoạt độ 226Ra (Bui và cộng sự, 2023; Dương và cộng sự, 2023). Điều này có thể ngụ ý rằng nguồn vật liệu trầm tích của khu vực nghiên cứu có thể mối liên hệ các nguồn vật liệu chứa phóng xạ từ khu vực đất liền ở Miền Bắc Việt Nam.

Ngoài ra, vùng ven biển nghiên cứu còn có 3 điểm sa khoáng titan nổi tiếng với hoạt độ 228Ra (232Th) cao hơn 226Ra. Các dẫn chứng trên có thể là lý do tại sao hoạt độ 228Ra (232Th) lại cao hơn 226Ra trong khu vực nghiên cứu này. Như vậy có thể thấy có sự hiện diện của các đồng vị phóng xạ tự nhiên ở trong trầm tích khu vực nghiên cứu với hoạt độ khá cao hơn hoạt độ phóng ở trong đất bề mặt. Sự hiện diện này có được sự giải thích hợp lý về mặt khoa học về đặc điểm và khả năng cũng như nguy cơ tích lũy hoạt độ phóng xạ cao là rất rõ.

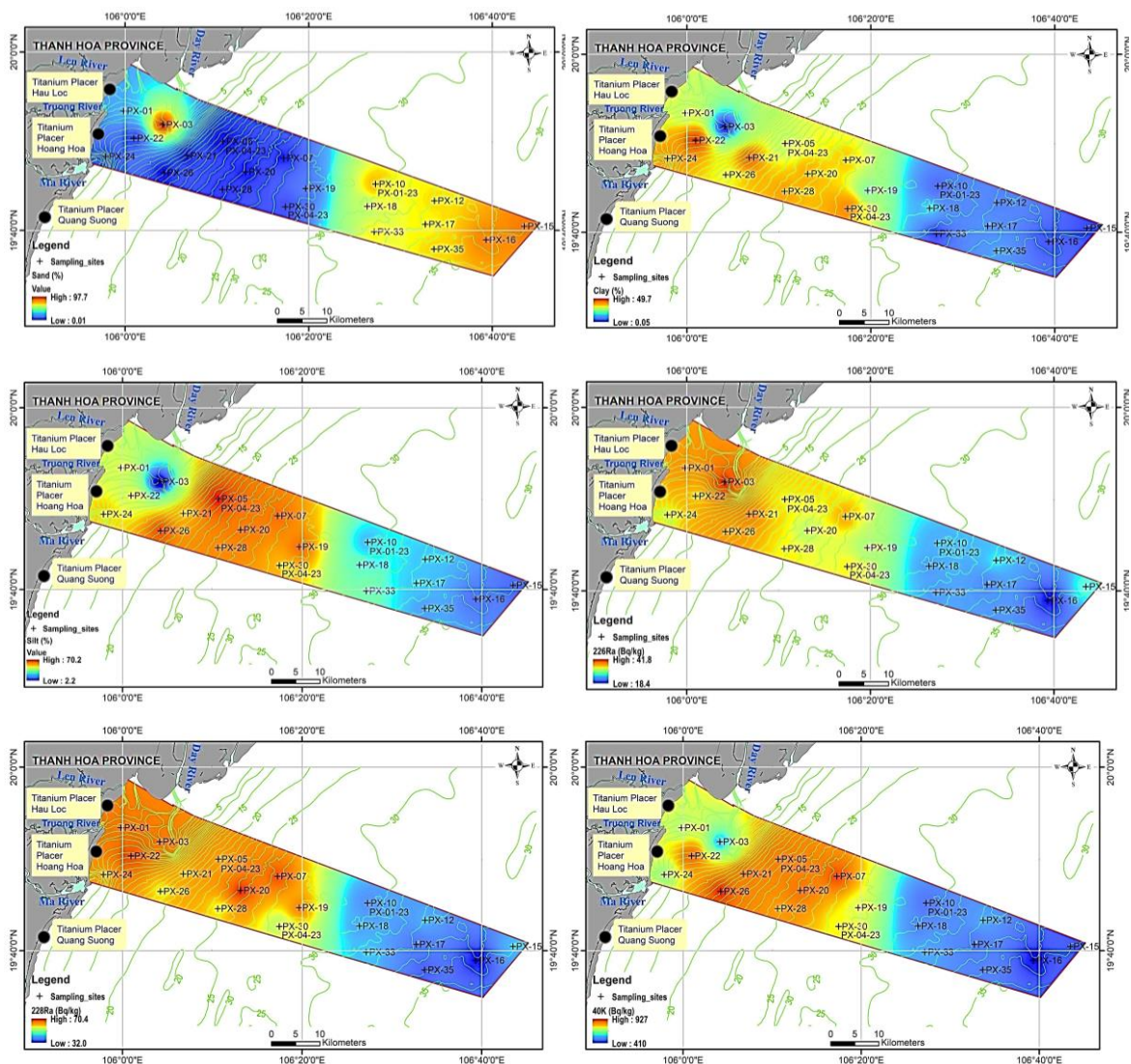
Bảng 4.2. Hoạt độ phóng xạ 226Ra, 228Ra(232Th) and 40K trong các mẫu trầm tích khu vực nghiên cứu

STT	Tên trạm mẫu	Hoạt độ phóng xạ (Bq.kg ⁻¹)								
		²²⁶ Ra			²²⁸ Ra			⁴⁰ K		
1	PX-01	37.0	±	2.3	66.0	±	2.5	701	±	29
2	PX-03	41.8	±	2.3	66.3	±	2.3	543	±	22
3	PX-05	35.6	±	1.7	63.1	±	3.2	832	±	41
4	PX-07	36.0	±	3.0	68.7	±	5.8	912	±	76

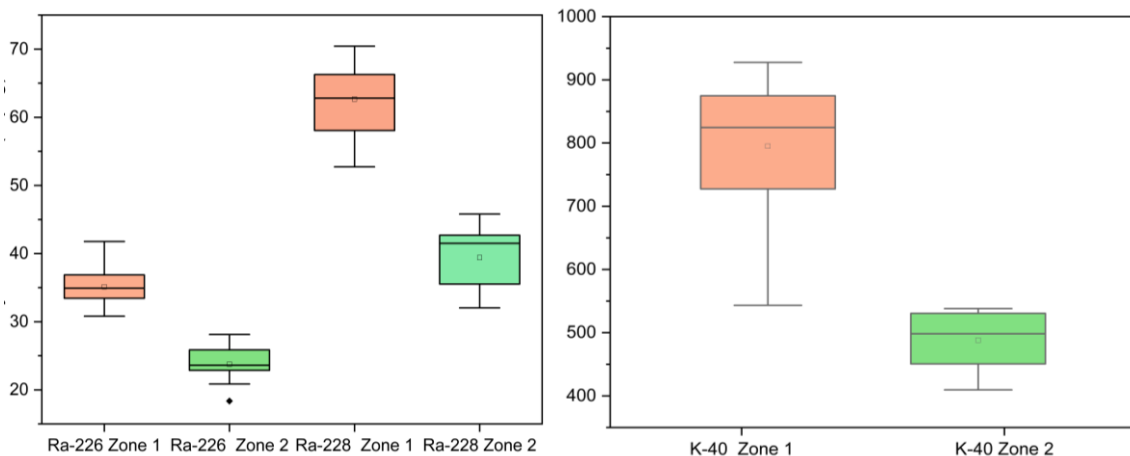
STT	Tên trạm mẫu	Hoạt độ phóng xạ (Bq.kg ⁻¹)								
		²²⁶ Ra			²²⁸ Ra			⁴⁰ K		
5	PX-10	28.1	±	1.3	45.8	±	2.3	531	±	26
6	PX-12	25.9	±	1.3	42.0	±	2.3	537	±	27
7	PX-15	26.9	±	1.4	42.7	±	2.4	451	±	24
8	PX-16	18.4	±	1.4	32.0	±	1.5	410	±	18
9	PX-17	22.9	±	1.6	37.8	±	2.2	487	±	27
10	PX-18	23.6	±	1.8	41.5	±	1.9	505	±	22
11	PX-19	30.8	±	2.0	64.0	±	2.4	733	±	30
12	PX-20	31.7	±	2.0	70.4	±	2.8	869	±	36
13	PX-21	38.1	±	1.6	61.1	±	3.1	858	±	42
14	PX-24	33.9	±	2.1	62.5	±	2.3	681	±	28
15	PX-26	36.9	±	3.1	58.1	±	4.9	927	±	78
16	PX-26	35.3	±	2.5	69.3	±	2.8	878	±	37
17	PX-28	34.0	±	2.9	57.5	±	4.9	817	±	69
18	PX-30	33.4	±	2.8	56.2	±	4.8	778	±	65
19	PX-33	23.7	±	1.7	43.0	±	1.8	538	±	23
20	PX-35	23.6	±	2.0	35.5	±	3.1	498	±	42
21	PX-01-23	20.9	±	1.0	34.5	±	1.9	437	±	25
22	PX-04-23	34.5	±	1.2	52.7	±	2.5	727	±	30
23	PX-09-23	32.8	±	1.7	61.7	±	3.7	875	±	49
Trung bình		30.7	±	1.9	53.6	±	2.9	675	±	38
Giá trị nhỏ nhất		18.4	±	1.0	32.0	±	1.5	410	±	18
Giá trị lớn nhất		41.8	±	3.1	70.4	±	5.8	928	±	78
Giá trị giữa		31.7			57.5			680		
Thăng giáng		6.32			12.7			187		
Kurtosis		-0.91			-1.46			-1.77		
Skewness		-0.18			-0.25			0.03		

Có thể kể đến các nguyên nhân chính dẫn đến sự hiện diện của hiện trạng các đồng vị phóng xạ tự nhiên này bao gồm: Có nguồn gốc từ các mỏ sa khoáng ven bờ; nguồn từ đất liền thông qua các con sông ở khu vực và lân cận; ngoài ra có các nguồn theo nước ngầm chảy ra biển ở khu vực và lân cận; nguồn từ hoạt động của con người, hoạt động khai thác kinh tế, từ địa chất... tuy nhiên để đánh giá chính xác nguồn gốc cần có một nghiên cứu khác về đặc điểm nguồn gốc vật liệu chứa chất phóng xạ tự nhiên trong trầm tích khu vực nghiên cứu. Trong vùng nghiên cứu có các sông lớn như sông Mã, sông Lèn, sông Trường, sông Đáy. Những con sông này góp phần đưa phù sa từ đất liền tới bờ biển này. Như đã đề cập ở trên,

nguồn trầm tích có thể mang lại các hạt nhân phóng xạ có hoạt độ cao. Và ba vị trí điểm mỏ sa khoáng titan cũng có thể cung cấp nồng độ hạt nhân phóng xạ cao cho trầm tích đáy biển này của khu vực nghiên cứu. Sự phân bố kích thước hạt trầm tích của khu vực nghiên cứu cũng phù hợp với các hạt nhân phóng xạ cũng được chia thành hai vùng tương tự. Về vùng thứ nhất có thành phần chủ yếu là phù sa và đất sét. Ngược lại, các trạm ở vùng thứ hai (ngoài khơi) có thành phần chủ yếu là cát. Các trạm gần bờ có hàm lượng phù sa và đất sét cao do trầm tích ở đây được vận chuyển từ các con sông xung quanh. Hình bên dưới cho thấy hoạt độ ²²⁶Ra, ²²⁸Ra, ⁴⁰K ở vùng 1 lớn hơn vùng 2 (xa bờ).



Hình 4.2. Phân bố hoạt độ hạt nhân phóng xạ và kích thước hạt trong các mẫu trầm tích đáy biển khu vực nghiên cứu



Hình 4.3. Sự phân bố nồng độ hạt nhân phóng xạ ở hai vùng - Nồng độ hoạt độ mBq-L⁻¹

Về mối quan hệ giữa kích thước hạt và hạt nhân phóng xạ, ở đây cần lưu ý rằng kích thước hạt có ảnh hưởng mạnh mẽ đến sự phân bố hàm lượng hạt nhân phóng xạ trong trầm tích đáy biển khu vực nghiên cứu. Điều này cũng chỉ ra rằng các hạt nhân phóng xạ đó có cùng nguồn gốc. Kết quả này cũng phù hợp với nghiên cứu trước đó (Alfonso và cộng sự, 2014). Như vậy có thể nhận định rằng với khu vực nghiên cứu đặc trưng là cửa sông, ven biển và có các mỏ sa khoáng ven bờ, việc bố trí mạng lưới khoảng cách xa bờ nhất như trong đề tài là rất hợp lý. Tính hợp lý bởi sự bao quát được đặc điểm trầm tích, các nguồn phóng xạ có nguồn gốc từ đất liền, ven biển, từ cửa sông, từ các mỏ sa khoáng và vẫn đầy đủ thông tin nguồn phóng xạ, vật liệu trầm tích từ phía khu vực xa bờ. Sự phân bố trong không gian đều cho thấy khối lượng điểm đại diện cho đới gần bờ và đới xa bờ là rất hợp lý. Dựa trên kết quả phân tích và tính hợp lý cho thấy việc lấy mẫu đặc điểm của một khu vực nghiên cứu tương tự sẽ cần lấy các điểm mẫu trầm tích cho khu vực gần bờ và các điểm đại diện cho khu vực xa bờ. Ngoài ra cần tính đến yếu tố đặc điểm thành phần kích thước hạt trầm tích để có tính đại diện theo độ hạt để đánh giá hiện diện và đặc điểm môi trường phóng xạ trong trầm tích tầng mặt đáy biển.

Có thể thấy rõ hai quan điểm chỉ tiêu lấy mẫu cho đặc trưng của khu vực được nghiên cứu bao gồm: Lấy mẫu đại diện theo đới gần bờ và đới xa bờ; lấy mẫu đại diện theo đặc điểm kích thước hạt của trầm tích. Số lượng mẫu đại diện theo tiêu chuẩn đặt ra tương tự như trong quy chuẩn lấy mẫu ở đất liền. Xét đến yếu tố phân bố dọc bờ biển cần đánh giá theo đặc tính tự nhiên, con người, kinh tế khu vực lấy mẫu để phân bố điểm lấy mẫu cho phù hợp và có tính phân dị cùng với tính đại diện. Các tiêu chí này cũng có thể áp dụng cho mẫu nước và đối với các đồng vị phóng xạ nhân tạo.

Trên cơ sở tổng hợp, xử lý các kết quả phân tích về môi trường phóng xạ tự nhiên tại vùng biển nghiên cứu và kế thừa các tài liệu đã có, tác giả đã thành lập bộ bản đồ đăng tri, bản đồ hiện trạng môi trường phóng xạ tự nhiên trong trầm tích bề mặt đáy biển tỷ lệ 1:100.000.

4. Kết luận

Nghiên cứu này đã phân tích và đánh giá toàn diện đặc điểm phân bố của các đồng vị phóng xạ tự nhiên (^{210}Po , ^{210}Pb , ^{226}Ra , ^{234}U và ^{238}U) trong nước biển và trầm tích tầng mặt đáy biển tại khu vực biển Cửa Đáy - Cửa Hới, Thanh hóa, Vịnh Bắc Bộ, Việt Nam. Kết quả cho thấy, đặc điểm phân bố của các đồng vị này trong nước biển chịu ảnh hưởng mạnh mẽ bởi tính linh động của môi trường nước. Nồng độ của các đồng vị Uranium (^{234}U và ^{238}U) tương đối ổn định theo độ sâu, trong khi các đồng vị có thời gian tồn tại ngắn hơn như ^{210}Po và ^{210}Pb thể hiện sự mất cân bằng rõ rệt, đặc biệt là sự cạn kiệt của ^{210}Po ở các lớp nước sâu do quá trình hấp thụ bởi các hạt lơ lửng và sinh vật biển. Tỷ lệ $^{210}\text{Po}/^{210}\text{Pb}$ và $^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$ cho thấy sự khác biệt về nguồn gốc, quá trình động lực học và tính chất lý hóa của các đồng vị trong môi trường nước biển. Mặc dù các đồng vị trong nước biển có tính biến động cao, việc đánh giá liên tục theo các đặc điểm dòng chảy, thủy triều vẫn là cần thiết để có cái nhìn chính xác.

Đối với môi trường trầm tích, kết quả nghiên cứu chỉ ra rằng các đồng vị phóng xạ tự nhiên (^{226}Ra , ^{228}Ra và ^{40}K) có nồng độ hoạt độ cao hơn so với mức trung bình toàn cầu trong đất. Đặc điểm phân bố của chúng có sự phân hóa rõ rệt, với nồng độ cao hơn ở các khu vực gần bờ so với vùng xa bờ. Điều này chứng minh mối liên hệ chặt chẽ giữa nồng độ phóng xạ trong trầm tích với nguồn cung cấp từ đất liền, đặc biệt là từ các con sông và các điểm mỏ sa khoáng titan ven biển trong khu vực. Hoạt độ của ^{228}Ra cao hơn hẳn so với ^{226}Ra , phản ánh đặc điểm địa chất đặc trưng của miền Bắc Việt Nam và các mỏ sa khoáng titan tại đây. Kích thước hạt trầm tích là yếu tố chi phối mạnh mẽ sự phân bố các hạt nhân phóng xạ, cho thấy các đồng vị này có chung nguồn gốc. Việc bố trí mạng lưới lấy mẫu hợp lý theo các đới gần bờ và xa bờ, cùng với việc xem xét thành phần kích thước hạt, là rất quan trọng để đánh giá chính xác hiện trạng môi trường phóng xạ trong trầm tích biển.

Kết quả nghiên cứu đủ cơ sở khoa học làm rõ tổng quan và thực trạng công tác nghiên

cứ điều tra, đánh giá hiện trạng môi trường phóng xạ tự nhiên trong biển ở trên thế giới và Việt Nam, từ đó có cơ sở kế thừa hệ phương pháp, kỹ thuật tiến hành và kết quả đã có, xác định các bước nghiên cứu tiếp theo của đề tài đúng đắn, phù hợp; Nghiên cứu hiện trạng làm rõ cơ sở khoa học về môi trường phóng xạ biển và đánh giá hiện trạng môi trường phóng xạ trong nước biển và trầm tích bề mặt đáy biển, cơ sở lý thuyết về khả năng có mặt, tồn tại các chất phóng xạ trong nước biển; quá trình phát tán, di chuyển tích tụ các chất phóng xạ trong nước biển, trầm tích đáy biển; các yếu tố tác động, ảnh hưởng, để từ đó xây dựng cơ sở khoa học về quy định kỹ thuật đánh giá hiện trạng môi trường phóng xạ trong nước biển và trầm tích đáy biển;

Lời cảm ơn

Bài báo này đã sử dụng kết quả nghiên cứu của Đề tài Khoa học công nghệ cấp Bộ: “Nghiên cứu cơ sở lý luận và thực tiễn đánh giá hiện trạng môi trường phóng xạ trong nước biển và trầm tích bề mặt đáy biển”, Mã số: ĐTĐL.2021.06.

Tài liệu tham khảo

Tài liệu tham khảo tiếng Việt

Đào Mạnh Tiến, Trịnh Nguyên Tính, 2011. Điều tra đặc điểm địa chất, địa động lực, địa chất khoáng sản, địa chất môi trường và dự báo tai biến địa chất vùng biển Việt Nam từ 30m nước đến 100m nước, tỷ lệ 1:500.000, *lưu trữ Địa chất Hà Nội*.

Lê Văn Vượng và nnk, 1991-2000. Đặc điểm phân bố hàm lượng U, Th, K và cường độ phóng xạ vùng biển từ Móng Cái đến Hà Tiên.

Nguyễn Biểu và nnk, 2000. Báo cáo Điều tra địa chất và tìm kiếm khoáng sản rắn biển nông ven bờ Việt Nam (0-30m nước) tỷ lệ 1:500.000, *lưu trữ Địa chất Hà Nội*.

Nguyễn Trọng Ngộ, 2018. “Quan trắc môi trường phóng xạ biển Việt Nam, thực trạng và giải pháp”, *Tạp chí Thông tin Khoa học và công nghệ hạt nhân*, (55).

Vũ Trường Sơn, 2010. Đề cương dự án Điều tra địa chất khoáng sản tỷ lệ 1:100.000 - 1:50.000 dải ven biển Nga Sơn đến Diên Châu từ 0-30m nước, *Trung tâm Địa chất và Khoáng sản biển, Tổng cục Biển và Hải đảo Việt Nam. TCVN 12297:2018: Điều tra, đánh giá địa chất môi trường - Quy trình thành lập bộ bản đồ môi trường phóng xạ tự nhiên*.

Tài liệu tham khảo Tiếng Anh

Abbasi, A., Zakaly, H.M.H., Mirekhtiary, F., 2020. Baseline levels of natural radionuclides concentration in sediments East coastline of North Cyprus. *Marine Pollution Bulletin* 161, 111793. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2020.111793>.

Abney CW, Mayes RT, Saito T, Dai S, 2017. Materials for the recovery of uranium from seawater. *Chemical reviews* 117(23):13935-14013. <https://doi.org/10.1021/acs.chemrev.7b00355>.

Agency IAE, 2000. Global Marine Radioactivity Database (GLOMARD). vol IAEA-TECDOC-1146 Austria, 4: p. 1549-55.

Bui, V.V., Phan, S.H., Nguyen, V.C., Tran, D.T., Nguyen, D.V., Duong, T.N., Le, N.S., Nguyen, T.M.L., Hoang, T.C., Nguyen, T.H., Dang, H.N., 2023. Radioactivity concentration and risk indices in intertidal sediments of the Red River Delta, Vietnam [WWW Document]. <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-3248506/v1>.

Carvalho, F.P., Nhan, D.D., Oliveira, J.M., Long, N.Q., Thuan, D.D., Malta, M., Santos, M., 2021. Environmental Radioactivity in the Marine Environment of Ha Long Bay, North Vietnam, and Biomagnification of Polonium. *Environ. Process.* 8, 1359–1378. <https://doi.org/10.1007/s40710-021-00545-9>.

Cochran J, 1992. The oceanic chemistry of the uranium-and thorium-series nuclides, in Uranium-series disequilibrium: applications to earth, marine, and environmental sciences. 2. ed. p. 334-395, Clarendon Press, Oxford, United Kingdom.

Duong, N.T., Van Hao, D., Bui, V.L., Duong, D.T., Phan, T.T., Le Xuan, H., 2021. Natural radionuclides and assessment of radiological hazards in MuongHum, Lao Cai, Vietnam. *Chemosphere* 270, 128671. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2020.128671>.

Duong V-H, Pham-Thi T-X, Nguyen T-T, Luu V-D, Tran D-Q, Nguyen T-M, Tran T-T, Nguyen T-N, 2023a. Characteristics of ²¹⁰Po in Asian overbite clam (*Potamocorbula laevis*) from the coastal area at Thai Binh province, Vietnam. *Mar Pollut Bull* 194:115425. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2023.115425>.

Duong V-H, Duong D-T, Bui LV, Kim TT, Bui HM, Tran TD, Phan TT, Nguyen T-D, 2023b. Radiological Hazard Assessment of High-Level Natural Radionuclides in Surface Sediments Along Red River, Vietnam. *Archives of Environ Contamination and Toxicology*:1-12. <https://doi.org/10.1007/s00244-023-01003-3>.

Duong, V.H., Le Luong, H., Nguyen Dinh, C., Nguyen Thanh, D., Hegedűs, M., Csordás, A., Kovács, T., 2020a. Gross alpha and gross beta activities in selected marine species in Vietnam. *Environ Sci Pollut Res* 27, 33385–33392. <https://doi.org/10.1007/s11356-020-09874-y>.

Florou, H., Kritidis, P., 1992. Gamma radiation measurements and dose rate in the coastal areas of a volcanic island, Aegean Sea, Greece. *Radiation Protection Dosimetry* 45, 277–279.

Hoang-Cong, H., Ngo-Duc, T., Nguyen-Thi, T., Trinh-Tuan, L., Xiang, C.J., Tangang, F., Jerasorn, S., Phan-Van, T., 2022. A high-resolution climate experiment over part of Vietnam and the Lower Mekong Basin: performance evaluation and projection for rainfall. *Vietnam Journal of Earth Sciences* 92-108. <https://doi.org/10.15625/2615-9783/16942>.

Hu W, Chen M, Yang W, Zhang R, Qiu Y, Zheng M, 2014. Enhanced particle scavenging in deep water of the Aleutian Basin revealed by 210Po-210Pb disequilibria. *J Geophys Res: Oceans* 119(6):3235-3248. <https://doi.org/10.1002/2014JC009819>.

IAEA, 2009. A Procedure for the Determination of Po-210 in Water Samples by Alpha Spectrometry. *INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, IAEA Analytical Quality in Nuclear Applications*.

Liu, J., Peng, A., Deng, S., Liu, M., Liu, G., Li, C., 2021. Distribution of heavy metals and radionuclides in the sediments and their environmental impacts in Nansha Sea area, South China Sea. *Marine Pollution Bulletin* 166, 112192.

Roca-Martí M, Puigcorbè V, Castrillejo M, Casacuberta N, Garcia-Orellana J, Cochran JK, Masqué P., 2021. Quantifying 210Po/210Pb disequilibrium in seawater: A comparison of two precipitation methods with differing results. *Front Mar Sci* 8:684484. <https://doi.org/10.3389/fmars.2021.684484>.

Ostlund HG, 1987. *GEOSECS Atlantic, Pacific, and Indian Ocean Expeditions Vol 7*.

Tien Bui Chi, Thanh Nguyen Tien, Van-Hao Duong, 2024. Concentrations of 238U, 234U, 226Ra, 210Pb, and 210Po in seawater at Thanh Hoa coastal area, Vietnam. *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry* <https://doi.org/10.1007/s10967-024-09455-0>.

Tien Bui Chi, Tin Quach Duc, Duc Thang Duong, Phu Dinh Van, Hong Nguyen Thi, Nga Phung Thi, Mohamed Saiyad Musthafa, Marckasagayam Priyadharshini, Van-Hao Duong, Trung-Tien Chu, 2024. Natural radionuclide distribution in surface sediments of Thanh Hoa coastal area, Vietnam: *Influencing factors and correlations. Manuscript (23-2-2024) (revised marks)*.

Summary

Distribution characteristics of natural radionuclides in seawater and surface sediments in Cua Day - Cua Hoi waters, Thanh Hoa, Gulf of Tonkin, Vietnam

Bui Chi Tien^{1*}, Quach Duc Tin², Duong Van Hao³, Nguyen Minh Quang⁴, ⁵Nguyen Van Dung

¹Northern Marine geological and Mineral Mapping Division; ²Vietnam Institute of Geological and Mineral Sciences; ³School of Interdisciplinary Sciences and Arts - Vietnam National University, Ha Noi; ⁴Institute of Geology - Vietnam Academy of Science and Technology; ⁵Hanoi University of Mining and Geology;

* Corresponding author: bctien@mae.gov.vn

The characterization of naturally occurring radionuclides in seawater and seafloor surface sediments is necessary to assess marine environmental characteristics and their direct impact on marine ecosystems and indirect impacts on human health.

The coast of Thanh Hoa, Vietnam is known for many mines and titanium ore points and is a key economic region in the coastal estuarine area. This study determined the concentration of naturally occurring radionuclides (210Po, 210Pb, 226Ra, 234U and 238U) in seawater and (226Ra, 228Ra (232Th) and 40K) surface sediments at stations with sampling depths varying from 0-30m of seawater.

In this study, twenty-three samples of seabed sediment at the coast of Thanh Hoa, Vietnam were collected and measured using a high-purity germanium detector (HPGe). The average activity of 226Ra, 228Ra (232Th) and 40K is 30.3±1.94, 53.3±2.98 and 673±38.5 Bq.kg⁻¹, respectively. There is a strong correlation between those radionuclides and with silt and clay, which suggests that these radionuclides may be of similar material origin. The particle size of seabed sediments in the study area has a significant effect on natural radioactive nuclear activities and spatial distribution.

Naturally occurring radionuclides (^{210}Po , ^{210}Pb , ^{226}Ra , ^{234}U , and ^{238}U) in seawater were various in different sampling stations, and seawater depths which were observed 0.77, 0.78, 9.09, 49.8, and 54.3 mBq L⁻¹, respectively. The results showed an disequilibrium between ^{210}Po and ^{210}Pb and that the $^{210}\text{Po}/^{210}\text{Pb}$ ratios differed in depth. High ^{226}Ra , ^{234}U , and ^{238}U activities may be associated with titanium deposits along coastal, estuarine sediment sources. There is a relationship between ^{226}Ra and ^{210}Pb operations with sampling depth, distance from shore, while it is negligible recorded for ^{210}Po , ^{234}U , and ^{238}U .

The spatial distribution is divided into two regions, in which the estuarine (near-shore) area has higher radionuclide activity than the offshore zone. The results support the conclusion that the origin of sedimentary material is related to estuaries and transported from land sources.

Keywords: *Natural radionuclides, correlation, sediment sample, grain size, sedimentary material origin, Thanh Hoa coastal.*