

ĐẠI HỌC QUỐC GIA HÀ NỘI
TRƯỜNG ĐẠI HỌC KHOA HỌC TỰ NHIÊN

Nguyễn Khánh Linh

NGHIÊN CỨU ĐẶC ĐIỂM PHÂN BỐ VÀ CƠ CHẾ
TÍCH LŨY MỘT SỐ KIM LOẠI NẶNG VÀ CHẤT HỮU
CƠ KHÓ PHÂN HỦY TRONG TRẦM TÍCH KHU VỰC
HẠ LƯU SÔNG ĐÁY

Chuyên ngành

Khoa học môi trường

Mã số

9440301.01

DỰ THẢO TÓM TẮT LUẬN ÁN TIẾN SĨ
KHOA HỌC MÔI TRƯỜNG

Hà Nội - 2024

Công trình được hoàn thành tại:

Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, Đại học Quốc gia Hà Nội

Người hướng dẫn khoa học:

1. PGS.TS Lưu Đức Hải

2. PGS.TS Lê Thị Trinh

Phản biện:.....

Phản biện:.....

Phản biện:

Luận án sẽ được bảo vệ trước Hội đồng cấp ĐHQG chấm luận án tiến sĩ họp tại: Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, ĐHQGHN vào hồi giờ phút, ngày tháng năm 202

Có thể tìm hiểu luận án tại:

- Thư viện Quốc gia Việt Nam.
- Trung tâm Thư viện và Tri thức số, Đại học Quốc gia Hà Nội.

MỞ ĐẦU

1. Tính cấp thiết của đề tài

Sông Đáy, với chiều dài 325 km và diện tích lưu vực 9.950 km², là một con sông lớn đóng vai trò là sông chính của lưu vực sông Nhuệ - Đáy. Sông chảy qua các tỉnh thành Hà Nội, Hà Nam, Ninh Bình và Nam Định, cung cấp nguồn nước cho sinh hoạt, sản xuất nông nghiệp và công nghiệp. Đoạn hạ nguồn từ thị trấn Vân Đình, Ứng Hòa, Hà Nội đến cửa Đáy thuộc tuyến đường sông cấp quốc gia, đóng vai trò quan trọng trong vận tải thủy. Sông Đáy còn là nơi tập trung nhiều di tích lịch sử, văn hóa và cảnh quan thiên nhiên. Khu vực hạ lưu sông Đáy trong những năm gần đây đang phải đối mặt với áp lực gia tăng từ các hoạt động kinh tế - xã hội, đặc biệt là từ các khu công nghiệp, hoạt động khai thác cát đá vôi, vận tải thủy, sản xuất phân bón, dệt may, điện tử... Những hoạt động này tiềm ẩn nguy cơ phát thải các chất ô nhiễm độc hại như kim loại nặng (Cd, Pb, Hg, As...) và hợp chất hữu cơ khó phân hủy (thuốc trừ sâu, thuốc diệt cỏ, benzen...). Phần lớn các chất ô nhiễm sẽ được phân tán vào nguồn nước mặt, một phần theo dòng chảy lan tỏa ra biển. Trong đó, các hợp chất hữu cơ khó phân hủy và kim loại nặng có xu hướng lắng đọng tại lớp trầm tích đáy sông, ảnh hưởng đến hệ sinh thái và sức khỏe con người. Các nghiên cứu đã chỉ ra rằng, nồng độ kim loại nặng trong nước và trầm tích đáy sông Đáy vượt xa quy chuẩn cho phép của Bộ Tài nguyên và Môi trường. Ô nhiễm môi trường tại khu vực hạ lưu sông Đáy đang là một vấn đề cấp bách cần được giải quyết. Cần có các giải pháp đồng bộ để giảm thiểu ô nhiễm môi trường, bao gồm quản lý chặt chẽ các hoạt động xả thải, đầu tư vào hệ thống xử lý nước thải, nâng cao nhận thức của người dân về bảo vệ môi trường.

Trong những năm gần đây, vấn đề ô nhiễm môi trường nước và sự tồn lưu các chất ô nhiễm trong trầm tích nhận được sự quan tâm ngày càng lớn từ cộng đồng khoa học quốc tế và Việt Nam. Các nghiên cứu về trầm tích tại Việt Nam chủ yếu là xác định hàm lượng kim loại nặng, hàm lượng một số chất hữu cơ khó phân hủy trong trầm tích mặt ở các khu vực cửa sông (cửa Ba Lạt, sông Cấm, cửa Đại, sông Hàn) và một số khu vực biển ven bờ (Hải Phòng, Hạ Long, Đà Nẵng, Rạch Giá, Cà Mau). Một vài nghiên cứu khác có đưa ra mối liên hệ về khả năng hấp thu các chất ô nhiễm trong đất, trầm tích với một số tính chất cơ lý của đất nhưng ở mức độ và quy mô nghiên cứu còn nhỏ lẻ.

Tại các lưu vực sông, nhiều chương trình nghiên cứu và quan trắc thường niên đã được triển khai nhằm đánh giá chất lượng nước nói chung, bao gồm cả sông Đáy. Một số nghiên cứu đơn lẻ cũng đã khảo sát mức độ ô nhiễm kim loại nặng và các chất hữu cơ khó phân hủy trong trầm tích của một số con sông. Tuy nhiên, nghiên cứu về đặc điểm phân bố các chất ô nhiễm trong trầm tích sông ở Việt Nam, mối liên hệ giữa mức độ và quá trình tích lũy ô nhiễm với tiến trình và nguyên nhân gây ô nhiễm còn rất hạn chế và chưa được thực hiện một cách hệ thống trên bất kỳ lưu vực sông nào. Việc phân tích các mẫu trầm tích bề mặt chỉ phản ánh tình trạng ô nhiễm môi trường nước tại lưu vực sông trong thời điểm hiện tại, mà không cung cấp thông tin về ảnh hưởng của quá trình tích tụ chất ô nhiễm trong trầm tích đến chất lượng nước. Hơn nữa, nguyên nhân và tiến trình ô nhiễm trầm tích cũng chưa được đánh giá đầy đủ, trong khi đây là những căn cứ khoa học quan trọng cho việc đề xuất các giải pháp quản lý.

Với các vấn đề đã đề cập ở trên, tôi lựa chọn thực hiện đề tài: ***“Nghiên cứu đặc điểm phân bố, cơ chế tích lũy một số kim loại nặng và chất hữu cơ khó phân hủy trong trầm tích khu vực hạ lưu sông Đáy”*** để thực hiện luận án của mình.

2. Mục tiêu nghiên cứu

Luận án được thực hiện với các mục tiêu nghiên cứu sau:

- Đánh giá được đặc điểm phân bố một số kim loại nặng và các chất hữu cơ khó phân hủy khu vực hạ lưu sông Đáy;
- Đánh giá được cơ chế và các yếu tố ảnh hưởng đến sự tích lũy của một số kim loại nặng và chất hữu cơ khó phân hủy trong trầm tích tại hạ lưu sông Đáy.

3. Nội dung nghiên cứu

- Đặc điểm phân bố kim loại nặng và chất hữu cơ khó phân hủy trong trầm tích lòng sông Đáy:
 - + Đặc điểm phân bố kim loại nặng, đặc điểm phân bố chất hữu cơ khó phân hủy trong trầm tích theo chiều dọc sông, theo độ sâu trầm tích cột;
 - + Đặc điểm các thành phần khoáng vật trong trầm tích sông; mối tương quan giữa kim loại nặng và chất hữu cơ khó phân hủy với thành phần khoáng vật trong trầm tích sông.
- Cơ chế tích lũy kim loại nặng và chất hữu cơ khó phân hủy trong trầm tích lòng sông Đáy
 - + Các yếu tố ảnh hưởng đến cơ chế tích lũy kim loại nặng và chất hữu cơ khó phân hủy trong trầm tích lòng sông như: các yếu tố môi trường, chất lượng nước, thành phần cấp hạt trầm tích...
 - + Cơ chế tích lũy kim loại nặng và chất hữu cơ khó phân hủy trong trầm tích lòng sông Đáy.

4. Ý nghĩa của đề tài

4.1. Ý nghĩa khoa học

Luận án cung cấp cơ sở khoa học của việc đánh giá đặc điểm phân bố, lịch sử tích lũy một số chất ô nhiễm (kim loại nặng, chất hữu cơ khó phân hủy) trong trầm tích sông. Từ đó xác lập được hiện trạng các nguồn ô nhiễm, đặc điểm phân bố một số chất ô nhiễm trong trầm tích hạ lưu sông Đáy, tuổi trầm tích và mức độ tích lũy một số chất ô nhiễm trầm tích theo thời gian tại hạ lưu sông Đáy, một số yếu tố ảnh hưởng, tiến trình ô nhiễm trong trầm tích lưu vực sông Đáy.

4.2. Ý nghĩa thực tiễn

Kết quả nghiên cứu của luận án sẽ bổ sung các số liệu góp phần hoàn thiện cơ sở dữ liệu môi trường của địa phương về chất lượng trầm tích. Luận án cũng cung cấp một số cơ sở khoa học, thực tiễn cho việc xác định các nguyên nhân gây ô nhiễm nguồn nước, xây dựng các văn bản, chương trình kiểm soát ô nhiễm trầm tích và nước sông nói chung, lưu vực sông Đáy nói riêng. Đặc biệt các kết quả nghiên cứu của luận án là cơ sở khoa học để đánh giá hiệu quả của các chính sách, quy định về bảo vệ môi trường trong thời gian qua.

5. Đóng góp mới của đề tài

Luận án đã xác định được đặc điểm phân bố kim loại nặng và hợp chất hữu cơ khó phân hủy khu vực hạ lưu sông Đáy theo chiều dài và theo độ sâu lòng sông, xác định được mối tương quan giữa kim loại nặng, hợp chất hữu cơ khó phân hủy và thành phần khoáng vật trong trầm tích khu vực nghiên cứu.

Luận án đã đánh giá được xu hướng phân bố một số kim loại, một số nhóm chất ô nhiễm hữu cơ khó phân hủy gồm OCP, PCB theo độ sâu kết hợp với xác định độ tuổi hình thành các lớp trầm tích. Từ việc xác định độ tuổi trầm tích, tác giả đã đánh giá được xu hướng và lịch sử ô nhiễm của các chất trong trầm tích cột tại khu vực. Với các kim loại, các cột trầm tích có mức độ tích lũy kim loại cao ở khoảng những năm 1990 đến những năm đầu của thế kỷ 21. Trong khi đó, nhóm HCBVTV lại mức độ tích lũy cao nhất vào cuối những năm 1960 và đầu những năm 1970, nhóm PCB tích lũy cao ở cuối những năm 1970.

Luận án đã đánh giá được cơ chế tích lũy kim loại nặng và hợp chất hữu cơ khó phân hủy khu vực hạ lưu sông Đáy phụ thuộc vào các yếu tố được chỉ ra như hàm lượng khoáng vật sét, giá trị thông số môi trường nước như pH.

6. Kết cấu của luận án

Luận án được bố cục thành 3 chương và các phần: mở đầu, kết luận, kiến nghị, tài liệu tham khảo và phụ lục.

Chương 1: Tổng quan về vấn đề nghiên cứu

Chương 2: Đối tượng, phạm vi và phương pháp nghiên cứu

Chương 3: Kết quả nghiên cứu và thảo luận.

CHƯƠNG 1. TỔNG QUAN VỀ VẤN ĐỀ NGHIÊN CỨU

1.1. Tổng quan về khu vực hạ lưu sông Đáy

1.1.1. Tổng quan về điều kiện tự nhiên, kinh tế - xã hội các tỉnh thuộc khu vực hạ lưu sông Đáy

Các tỉnh thuộc khu vực hạ lưu sông Đáy trong phạm vi nghiên cứu của luận án bao gồm Hà Nam (gồm: 5/5 huyện và 01 thành phố Phủ Lý), Nam Định (gồm: 9/9 huyện và 01 thành phố Nam Định), Ninh Bình (gồm: 6/6 huyện, 01 thị xã Tam Điệp và thành phố Ninh Bình).

a. Tổng quan về điều kiện tự nhiên khu vực sông Đáy

- ❖ **Đặc điểm địa hình**
- ❖ **Đặc điểm khí tượng**
- ❖ **Đặc điểm thủy văn**

b. Tổng quan về điều kiện kinh tế - xã hội các tỉnh hạ lưu sông Đáy

❖ **Cơ cấu kinh tế**

(i) Tỉnh Hà Nam [3]

Cơ cấu kinh tế tỉnh Hà Nam năm 2022 tiếp tục chuyển dịch theo hướng tăng tỷ trọng ngành công nghiệp - xây dựng và giảm tỷ trọng ngành nông nghiệp và dịch vụ, cụ thể: khu vực nông, lâm nghiệp và thủy sản chiếm tỷ trọng 8,1%, giảm 1,1% so với năm 2021; khu vực công nghiệp và xây dựng chiếm 62,5%, tăng 2,0%; khu vực dịch vụ chiếm 23,4%, giảm 0,5%; thuế sản phẩm trừ trợ cấp sản phẩm chiếm 6,0%, giảm 0,4%.

(ii) Tỉnh Ninh Bình [5]

Cơ cấu kinh tế tỉnh Ninh Bình từng bước được chuyển dịch theo hướng tiến bộ tăng dần tỷ trọng các ngành công nghiệp từ 35,95 % năm 2018 tăng lên 39,12% năm 2019 và năm 2022 giảm còn 37,75% và giảm tương đối các ngành nông lâm thủy sản. Tỷ trọng khu vực dịch vụ giảm từ 38,19% năm 2018 đến 35,19% năm 2021 và đến năm 2022 là 36,99%.

(iii) Tỉnh Nam Định [4]

Nhìn chung, trong những năm qua, nền kinh tế tỉnh Nam Định tiếp tục phát triển với tốc độ tăng trưởng năm sau cao hơn năm trước, một số ngành có mức tăng trưởng nhanh và toàn diện. Cơ cấu kinh tế từng bước được chuyển dịch theo hướng tiến bộ tăng dần tỷ trọng các ngành phi nông nghiệp và giảm tương đối các ngành nông nghiệp. Khu vực nông lâm thủy sản giảm dần về tỷ trọng từ 21,53% năm 2018 xuống 20,8% năm 2021 và đến năm 2022 là 19,39%. Tỷ trọng khu vực dịch vụ giảm từ 36,91% năm 2018 xuống 34,83% năm 2020 và ổn định đến năm 2022. Tỷ trọng công nghiệp - xây dựng trong GDP tăng từ 38,46% năm 2018 lên 41,84% năm 2021 và đạt 42,65% năm 2022.

❖ **Ngành nông, lâm nghiệp và thủy sản**

Diện tích đất nông nghiệp toàn vùng (208.897,5 ha) chiếm 68,37 % tổng diện tích đất tự nhiên (305.535,5 ha) của vùng. Trong đất nông nghiệp, diện tích đất sản xuất nông nghiệp (151.853,2 ha) chiếm 80,82 %. Như vậy diện tích cây hàng năm vẫn chiếm tỷ trọng lớn của đất nông nghiệp. Chăn nuôi các loại gia súc, gia cầm được chú trọng phát triển với nhiều loại hình: chăn nuôi gia đình, trang trại với hình thức công nghiệp, bán công nghiệp và thủ công. Ngành nuôi trồng thủy sản các tỉnh phát triển khá phong phú, gồm nuôi trồng thủy sản nước ngọt được phát triển ở các vùng đồng bằng, bán sơn địa có nhiều ao hồ, ruộng úng trũng, mặt nước sông. Vùng ven biển phát triển nuôi trồng thủy sản ở vùng triều bãi nước lợ và khai thác thủy sản xa bờ.

❖ **Công nghiệp, dịch vụ, làng nghề**

Các ngành và sản phẩm chủ yếu hiện đang phát triển là: sản xuất điện; sản xuất xi măng; sản xuất thép; công nghiệp cơ khí; công nghiệp điện tử và sản xuất đồ điện dân dụng; công nghiệp lắp ráp ô tô, xe máy. Các ngành sản xuất bia nước giải khát, công nghiệp may mặc, dệt và da giày, công nghiệp khai khoáng, công nghiệp giấy.

❖ **Điều kiện xã hội**

Tính đến năm 2022, tổng dân số của vùng nghiên cứu là 3.765.657 người, phân bố trên 478 xã, phường. Mật độ dân số trung bình tại 3 tỉnh nghiên cứu là 953 người/km², cao nhất ở tỉnh Nam Định và thấp nhất ở tỉnh Ninh Bình.

Tỷ lệ tăng dân số cơ học trong vùng cao, trong đó dân số thành thị ngày càng tăng, dân số nông thôn ngày càng giảm một phần do không gian đô thị ngày càng mở rộng và do sức hút của quá trình phát triển kinh tế - xã hội chung của cả nước cũng như quá trình công nghiệp hoá mạnh mẽ của vùng đồng bằng Bắc Bộ đã và đang diễn ra trong thời gian qua. Mặt khác, hàng năm một số tỉnh, thành phố trong vùng còn tiếp nhận một bộ phận dân cư (tăng cơ học) ở các tỉnh khác về sinh sống và lao động trên địa bàn.

1.1.2. Tổng quan về nguồn thải khu vực hạ lưu sông Đáy

a. Các nguồn thải chính khu vực hạ lưu sông Đáy

Qua khảo sát thực tế và qua các tài liệu thu thập được, tác giả xác định các nguồn thải chính tại khu vực hạ lưu sông Đáy bao gồm: nguồn thải từ hoạt động công nghiệp, y tế, nông nghiệp, làng nghề và hoạt động thủ công, sinh hoạt.

b. Nguồn thải từ hoạt động nông nghiệp

❖ **Từ hoạt động trồng trọt**

Kết quả tính toán cho thấy, tổng lượng nước tưới hồi quy và tải lượng các chất ô nhiễm từ hoạt động trồng trọt là rất lớn. Nguồn thải nông nghiệp chủ yếu gây ô nhiễm hữu cơ, N, P, đặc biệt lượng N tổng và P tổng từ việc sử dụng phân bón là rất lớn. Năm 2022, tải lượng ô nhiễm tổng N từ trồng trọt tại ba tỉnh Hà Nam, Nam Định và Ninh Bình là 2.148.933 tấn/năm; tải lượng ô nhiễm tổng P là 267.682 tấn/năm.

❖ **Từ hoạt động chăn nuôi**

Kết quả tính toán lưu lượng nước thải cho thấy: Nước thải chăn nuôi thải đổ vào khu vực hạ lưu sông Đáy ước tính khoảng 1.525.888 m³/ngày. Trong đó, lượng nước thải do chăn nuôi từ Nam Định chiếm tới 39% tổng lượng nước thải (khoảng 592 nghìn m³/ngày); tiếp đến là tỉnh Hà Nam 35% (khoảng 537 nghìn m³/ngày); thấp nhất là tỉnh Ninh Bình, chiếm 26% (khoảng 396 nghìn m³/ngày). Tải lượng ô nhiễm tổng chất rắn lơ lửng là lớn

nhất 328.225 tấn/năm; tải lượng BOD₅ của toàn lưu vực lớn nhất khoảng 96.477 tấn/năm vào năm 2018; lượng Nitơ tổng và Photpho tổng lớn nhất tương ứng là 80.879 tấn/năm (năm 2022) và 3.486 tấn/năm (năm 2018).

c. Nguồn thải từ hoạt động công nghiệp

Các thông tin về nguồn thải chứa kim loại nặng tại khu vực nghiên cứu được thu thập, tổng hợp từ số liệu thống kê điều tra nguồn thải lưu vực sông Nhuệ Đáy của Tổng cục Môi trường năm 2016. Theo đó, khu vực sông Đáy thuộc phạm vi nghiên cứu, bao gồm: tỉnh Hà Nam có 12.813 cơ sở, Nam Định có 27.212 cơ sở, Ninh Bình có 16.837 cơ sở. Giá trị sản xuất công nghiệp là 20.893.900 triệu đồng.

1.2. Tổng quan về kim loại nặng và các hợp chất khó phân hủy

1.2.1. Giới thiệu các kim loại nặng

Thuật ngữ kim loại nặng chủ yếu được dùng để chỉ các nguyên tố kim loại hoặc á kim xuất hiện trong tự nhiên có khối lượng nguyên tử cao và khối lượng riêng lớn hơn gấp 5 lần so với khối lượng riêng của nước. Trong giới hạn của luận án, nghiên cứu chỉ tập trung tổng quan năm kim loại nặng là thủy ngân, chì, cadimi, crom, đồng.

1.2.2. Các hợp chất hữu cơ khó phân hủy

❖ Polychlorinated biphenyls - PCB

Polychlorinated biphenyls (PCB) là một nhóm gồm 209 hợp chất nhân tạo được tạo thành bằng cách clo hóa hợp chất biphenyl (C₆H₅ - C₆H₅). Các hợp chất PCB được chia thành 10 nhóm đồng đẳng, mỗi nhóm có một số xác định các đồng phân nhất định.

❖ Organochlorine pesticides (OCP)

Nhóm thuốc trừ sâu họ Clo hữu cơ (OCP) là các hợp chất hữu cơ được tổng hợp bằng cách clo hóa các hydrocacbon. OCP được sử dụng rộng rãi trong nông nghiệp và kiểm soát muỗi từ thập niên 1940 đến cuối thế kỷ 20. Đại diện của nhóm này bao gồm các chất điển hình: Aldrin, Dieldrin, DDT, Endrin, Heptaclo, Chlodan, Hexaclobenzen, Mirex. Các OCP lựa chọn trong nghiên cứu bao gồm: Hóa chất bảo vệ thực vật DDT; Hóa chất bảo vệ thực vật Lindane (γ -HCH); Hóa chất bảo vệ thực vật Endosulfan; Heptachlor; Aldrin; Dieldrin; Endrin.

1.2.3. Giới thiệu về trầm tích và quá trình hình thành, tích tụ trầm tích

1.3. Tổng quan các nghiên cứu có liên quan trên thế giới và Việt Nam

1.3.1. Tổng quan các nghiên cứu trên thế giới về đặc điểm phân bố, cơ chế tích lũy kim loại nặng và chất hữu cơ khó phân hủy trong trầm tích

a. Tổng quan nghiên cứu đặc điểm phân bố kim loại nặng và chất hữu cơ khó phân hủy trong trầm tích

❖ Nghiên cứu về đặc điểm phân bố kim loại nặng trong trầm tích

Nghiên cứu về ô nhiễm kim loại nặng trong trầm tích đã được các nhà nghiên cứu thực hiện tại nhiều khu vực trên thế giới. Các nghiên cứu về hàm lượng tổng của kim loại đã được phát triển và phổ biến rộng rãi với bộ số liệu tương đối đầy đủ ở nhiều khu vực khác nhau. Bên cạnh việc đánh giá hàm lượng kim loại trong nước và trong trầm tích sông, hồ, ven biển và cả biển xa bờ, các chỉ số để đánh giá mức độ ô nhiễm, mức độ rủi ro môi trường cũng được nghiên cứu và công bố.

Ở Châu Á, các nghiên cứu về đánh giá ô nhiễm và rủi ro sinh thái kim loại nặng trong trầm tích sông cũng được thực hiện ở nhiều quốc gia như Ấn Độ, Trung Quốc, Hàn Quốc, các quốc gia ở Đông Nam Á như Thái Lan, Indonesia, Philippin... Ở khu vực Đông Nam Á, các nghiên cứu về đánh giá ô nhiễm và rủi ro sinh thái kim loại nặng cũng được thực hiện ở các nước như Philippin, Indonesia, Thái Lan... Nhiều con sông đã được các nhà nghiên cứu trên thế giới lựa chọn để đánh giá mức độ ô nhiễm kim loại nặng và đánh giá rủi ro sinh thái kim loại

nặng trong trầm tích như sông Hoàng Hà [57, 84], Sông Châu Giang [56, 90], sông Mississippi [71], sông Nile [28], sông Dương Tử [93]...

❖ *Nghiên cứu về đặc điểm phân bố hợp chất hữu cơ khó phân hủy trong trầm tích*

Theo nghiên cứu của Sifatullah KM và cộng sự tiến hành nghiên cứu xác định hàm lượng OCP trong trầm tích tại hồ đập ở Tây Bắc Thổ Nhĩ Kỳ [81]. Jin Young Choi và cộng sự đã tiến hành nghiên cứu điều tra sự phân bố PCB và OCP trong trầm tích, trai Manila và trai từ Vịnh Cheonsu [37]. Nghiên cứu của Adeel Mahmood và cộng sự tiến hành trên sông Chenab, Pakistan. Nghiên cứu xác định hàm lượng OCP, PCB trong mẫu trầm tích tại khu vực ven biển Địa Trung Hải, Ai Cập. Nghiên cứu của Puneeta Pandey và cộng sự đã báo cáo mức độ tập trung và phân bố của dư lượng thuốc trừ sâu OCP trong trầm tích mặt của sông Yamuna ở thủ đô Delhi của Ấn Độ. Các phép phân tích được thực hiện cho loại thuốc trừ sâu OCP trong tiền gió mùa, gió mùa và sau gió mùa, với 06 vị trí lấy mẫu khác nhau dọc theo đoạn sông dài 22 km của sông Yamuna ở Delhi. [68]. Nghiên cứu của tác giả Ruey-An Doong đã cho thấy hàm lượng các OCP tại cửa sông Wu-shi, Đài Loan trên nền mẫu trầm tích [44]. Nghiên cứu của O.S Fatoki về các OCP cho các mẫu nước và trầm tích, tương ứng, từ nguồn biển và nước ngọt ở tỉnh Eastern Cape của Nam Phi [45]...

b. *Tổng quan các nghiên cứu về sự tích lũy kim loại nặng và hợp chất hữu cơ khó phân hủy trong trầm tích*

❖ *Nghiên cứu về sự tích lũy kim loại nặng trong trầm tích*

Trong những năm gần đây, các nghiên cứu nhằm truy xuất nguồn gốc ô nhiễm của kim loại trong môi trường đang được quan tâm. Sự tích lũy kim loại trong trầm tích sẽ phản ánh nguồn ô nhiễm nhân tạo sinh ra trong từ thời kỳ lịch sử khác nhau dựa trên việc sử dụng trầm tích cột và xác định niên đại trầm tích. Kỹ thuật sử dụng đồng vị phóng xạ để xác định niên đại trầm tích không phải là mới nhưng ứng dụng nó trong nghiên cứu môi trường là một hướng tiếp cận mới. Thông qua mẫu cột trầm tích và niên đại hình thành các lớp trầm tích, các nhóm nghiên cứu đưa ra xu hướng lũy của kim loại nặng theo độ sâu và theo tuổi của lát cắt đó.

Nhóm tác giả Jinhuyng Cho và cộng sự cũng đã nghiên cứu xu hướng lịch sử ô nhiễm của một số kim loại gồm Co, Ni, Cu, Zn, Cr và Pb tại vịnh Masan, Hàn Quốc. [36]. Tại Trung Quốc, nhóm tác giả Xiangdong Li và cộng sự đã nghiên cứu và cung cấp thông tin về lịch sử ô nhiễm kim loại nặng trong 21 trầm tích cột ở cửa sông Châu Giang. [56]. Fengyu Zan và cộng sự đã đánh giá sự thay đổi mức độ ô nhiễm kim loại theo thời gian và không gian trong trầm tích lấy từ một hồ phú dưỡng nông, Hồ Chaohu, Trung Quốc. [95].

❖ *Nghiên cứu về sự tích lũy hợp chất hữu cơ khó phân hủy trong trầm tích*

Nhóm các chất ô nhiễm hữu cơ khó phân hủy (POP), đặc biệt là các chất hữu cơ được clo hóa (ví dụ như thuốc trừ sâu và chất khử trùng) cũng như các hydrocarbon thơm đa vòng (PAH), là những chất có nguồn gốc nhân tạo chủ yếu trong trầm tích thủy sinh. Theo đó, POP thường xuất hiện trong các lớp trầm tích vào thời gian gần đây hơn, nói chung là kể từ năm 1950. Do đó, chúng là các chỉ số cụ thể phản ánh các tác động đến môi trường của quá trình công nghiệp hóa và gia tăng dân số [27, 82]. Các tác giả Klo's và Schoch [55], Heim và các cộng sự [49] xác định hàm lượng PCBs trong trầm tích ven sông và liên kết sự phát thải của chúng với các hoạt động khai thác tại địa phương. Piazza và cộng sự đã điều tra và tái dựng lại lịch sử ô nhiễm PCBs quá mức độ tích lũy PCBs trong trầm tích cột từ Espejo de los Lirios, một khu bảo tồn sinh thái nằm ở phía bắc Thủ đô Mexico City [70]. Sahu và cộng sự đã nghiên cứu sự tích tụ PCBs theo thời gian trong lõi trầm tích thu thập từ Thane Creek (Ấn Độ). [73].

1.3.2. Tổng quan các nghiên cứu có liên quan tại Việt Nam

a. Các nghiên cứu trong nước về đặc điểm phân bố, cơ chế tích lũy kim loại nặng trong trầm tích

Nghiên cứu hàm lượng một số kim loại nặng trong trầm tích đáy vùng cửa sông Mê Kông của Phùng Thái Dương và Huỳnh Thị Kiều Trâm [18]. Tác giả Nguyễn Văn Phương và cộng sự cũng đã đánh giá ô nhiễm kim loại (Cu, Pb, Cr, As) trong trầm tích cửa sông Soài Rạp thuộc hệ thống sông Sài Gòn - Đồng Nai. [14].

Các nghiên cứu về hàm lượng kim loại nặng trong trầm tích bề mặt tại các khu vực thủy vực khác nhau đã được nghiên cứu tương đối nhiều tại Việt Nam. Tuy nhiên, các nghiên cứu về xu hướng tích lũy kim loại trong mẫu trầm tích còn rất hạn chế.

Nghiên cứu của Bùi Quang Hạt và cộng sự (2005) mới chỉ dừng lại ở việc xác định mức độ phân bố theo chiều sâu của một số kim loại như Mn, Cu, Pb, Zn, As, Hg trong trầm tích cột tại khu vực Nghi Sơn (14 mẫu) với hầu hết các nguyên tố đều có hàm lượng giảm dần theo độ sâu [2].

Từ năm 2011 đến năm 2013, nhóm nghiên cứu của tác giả Nguyễn Quang Long đã tiến hành thu 8 cột trầm tích tại khu vực Vịnh Hạ Long, tiến hành xét nghiệm độ phóng xạ ^{210}Pb nhằm xác định tốc độ trầm tích ở các khu vực khảo sát. Kết quả đánh giá dựa trên phương pháp xác định ^{210}Pb cho thấy tốc độ trầm tích tại khu vực khảo sát dao động từ 0,27 cm/năm tại Cẩm Phả đến 1,1 cm/năm tại khu cửa sông gần Tuần Châu. Các mẫu lát cắt kim loại đã được tiến hành xử lý và phân tích một số kim loại nặng và As với kết quả hầu hết đều nhỏ hơn giá trị quy định tại QCVN 43:2012/BTNMT. Tuy nhiên, nhóm tác giả đã đưa ra được hàm lượng kim loại trong các lát cắt trầm tích nhưng chưa có các nghiên cứu và đánh giá sâu về lịch sử ô nhiễm của khu vực [12]. Tại khu vực biển miền trung từ Nghệ An đến Quảng Trị, nhóm tác giả Nguyễn Mạnh Hà đã sử dụng 02 cột trầm tích để đánh giá xu hướng ô nhiễm của Cu, Pb, Zn, Cd và Mn trong trầm tích [11].

b. Các nghiên cứu trong nước về đặc điểm phân bố, cơ chế tích lũy các chất hữu cơ khó phân hủy trong trầm tích

Trong những năm gần đây, cũng đã có những nghiên cứu về các nhóm chất OCP, PCB trong nước và trầm tích tại một số khu vực ven biển như Hạ Long, Hải Phòng, Sài Gòn - Đồng Nai. Ngoài ra, các nghiên cứu còn tập trung xác định xu hướng ô nhiễm và biến động của các chất POPs theo mùa, một số biểu hiện tác động của OCP và PCB đến sức khỏe môi trường, hệ sinh thái, từ đó đưa ra các giải pháp kiểm soát các nguồn gây ô nhiễm POPs.

Nghiên cứu của tác giả Trịnh Thị Thắm [22] đã xác định hàm lượng và sự phân bố của OCP và PCB tại 6 cửa sông ven biển miền Trung Việt Nam. Theo nghiên cứu của Lê Thị Trinh và cộng sự đã tiến hành nghiên cứu xác định hàm lượng và sự phân bố của PCB tại vùng cửa Đại, Quảng Nam. Kết quả nghiên cứu chất ô nhiễm hữu cơ bền OCP (Lindan, Aldrin, Endrin, Dieldrin, 4,4-DDE, 4,4-DDD, 4,4-DDT) và PCB (28, 52, 101, 138, 153, 180) trong môi trường nước, trầm tích và sinh vật trong vùng biển ven bờ phía Bắc Việt Nam của nhóm tác giả Dương Thanh Nghị và cộng sự [7]. Tại đô thị lớn như Hà Nội, các nghiên cứu đã chỉ ra sự tích lũy của OCP, PCB và PBDE trong trầm tích sông. Nghiên cứu của nhóm tác giả Phạm Mạnh Hoài và cộng sự [50] đã chỉ ra rằng, hàm lượng theo thứ tự của DDTs, HCHs, HCB và PCB trong trầm tích sông nội đô tại Hà Nội biến thiên từ 4,4 đến 1100, <0,2 đến 36, <0,2 đến 22 và 1,3 đến 384 ng/g (trọng lượng khô). Tại Vịnh Hạ Long, cảng Hải Phòng và cửa Ba Lạt, nghiên cứu của tác giả Phạm Hùng Việt đã chỉ ra mức độ ô nhiễm OCPs và PCBs trong môi trường và sự tích lũy các chất ô nhiễm OCPs theo mức tăng dần trong các đối tượng mẫu nước, trầm tích, sinh học [15]. Tại một số đầm, phá ven bờ biển miền Trung của Việt Nam, nhóm tác giả Nguyễn Hữu Cừ và cộng sự cũng đã chỉ ra sự xuất hiện của các hợp chất OCP trong môi trường nước, trầm tích mặt và trầm tích cột [10]. Khu vực biển từ Nghệ An và Quảng Trị, với các mẫu trầm tích được lấy cách bờ 30km, nhóm tác giả Trần Thị Duyên và

các cộng sự cho thấy sự có mặt của DDTs và HCHs và PCBs trong 11 mẫu trầm tích biển [20]. Dư lượng DDT, một số OCPs cũng được phát hiện tại vùng cửa sông và đầm phá Thừa Thiên Huế theo nghiên cứu của tác giả Trần Thị Vân Thi [21].

Nghiên cứu về trầm tích cột còn khá hạn chế tại Việt Nam. Tác giả Bùi Quang Hạp và cộng sự đã tiến hành phân tích hàm lượng OCPs và PCBs trong một số cột trầm tích được lấy tại Cảng Nghi Sơn (Thanh Hóa) và cửa Hội (Hà Tĩnh) [2]. Tác giả Trịnh Thị Thắm đã đánh giá lịch sử ô nhiễm của PCBs, OCPs và PBDEs trong trầm tích cột được lấy từ Cửa Đại - Quảng Nam, cửa sông Nhật Lệ - Quảng Bình và khu vực đảo Bạch Long Vĩ - Hạ Long. [22]. Như vậy, có thể thấy các nghiên cứu về PCB và OCP trong trầm tích mặt đã được nghiên cứu tại một số con sông nội đô và một số khu vực ven biển tại Việt Nam. Tuy nhiên, tại lưu vực sông Đáy hiện chưa có nghiên cứu nào công bố các số liệu về các nhóm chất này.

CHƯƠNG 2. ĐỐI TƯỢNG, PHẠM VI PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Đối tượng, phạm vi nghiên cứu

2.1.1. Đối tượng nghiên cứu

Luận án thực hiện nghiên cứu với các đối tượng nghiên cứu sau: Thành phần, tính chất của trầm tích sông; Kim loại nặng, chất hữu cơ khó phân hủy.

2.1.2. Phạm vi nghiên cứu

Luận án thực hiện nghiên cứu với 5 kim loại: đồng, chì, cadimi, crom, thủy ngân và 2 nhóm chất hữu cơ khó phân hủy là OCP và PCB trong trầm tích lòng sông, tại khu vực hạ lưu sông Đáy, đoạn chảy qua các tỉnh: Hà Nam, Ninh Bình và Nam Định.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

2.2.1. Phương pháp thu thập tài liệu, thông tin

2.2.2. Phương pháp lấy mẫu, bảo quản mẫu

2.2.3. Phương pháp phân tích mẫu

2.2.4. Phương pháp đánh giá rủi ro do kim loại nặng và chất hữu cơ khó phân hủy trong trầm tích

2.2.4.1. Phương pháp đánh giá rủi ro do kim loại nặng trong trầm tích

a. Đánh giá theo chỉ số tích lũy địa chất (*Geoaccumulation Index: I_{geo}*)

b. Đánh giá rủi ro sinh thái kim loại tiềm ẩn theo chỉ số mức độ ô nhiễm Cd (*The degree of contamination*)

c. Đánh giá rủi ro sinh thái KLN bằng chỉ số RI

2.2.4.2. Phương pháp đánh giá rủi ro do hợp chất hữu cơ khó phân hủy trong trầm tích

a. Đánh giá thông qua hệ số rủi ro sử dụng hàm lượng dự báo ngưỡng theo QCVN 43:2017/BTNMT [1]

b. Đánh giá thông qua hệ số rủi ro sử dụng hàm lượng dự báo ngưỡng Bộ tiêu chuẩn đánh giá trầm tích của Canada [59]

2.2.5. Phương pháp xác định tốc độ lắng đọng và xác định tuổi trầm tích

2.2.6. Phương pháp bản đồ

2.2.7. Phương pháp xử lý số liệu

CHƯƠNG 3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

3.1. Đặc điểm phân bố kim loại nặng, chất hữu cơ khó phân hủy, thành phần khoáng vật trong trầm tích lòng sông khu vực hạ lưu sông Đáy

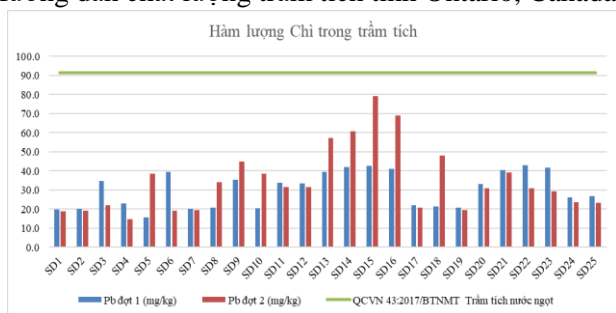
3.1.1. Đặc điểm thành phần khoáng vật trong trầm tích khu vực hạ lưu sông Đáy

Thành phần khoáng vật trong trầm tích khu vực hạ lưu sông Đáy được xác định bằng phương pháp phân tích Ron-ghen. Kết quả phân tích được thể hiện tại bảng 3.17 cho thấy, các khoáng vật được phát hiện trong trầm tích tại khu vực nghiên cứu bao gồm: Quartz (thạch anh), Muscovite, Albite, Nimit, Anorthoclase, Calcite, Cristobalite, Magnesium Silicide, Ferrisepiolite.

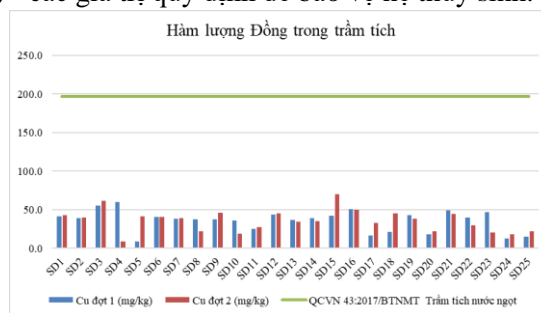
3.1.1.1. Đặc điểm phân bố kim loại nặng, chất hữu cơ khó phân hủy trong trầm tích lòng sông theo chiều dài sông

a. Đặc điểm phân bố kim loại nặng theo chiều dài của sông

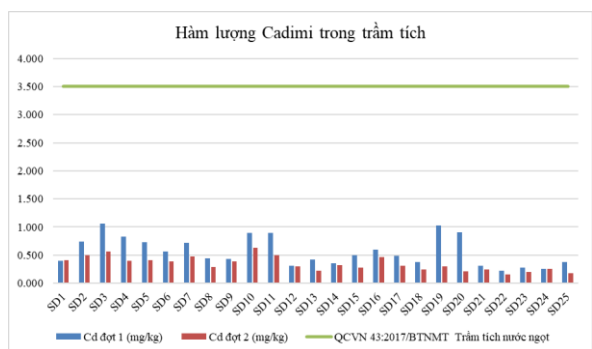
Để đánh giá cụ thể mức độ tích lũy các kim loại Pb, Cu, Cd, Cr, Hg trong mẫu trầm tích, hàm lượng các kim loại được so sánh với Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về chất lượng trầm tích - QCVN 43:2017/BTNMT và Hướng dẫn chất lượng trầm tích tỉnh Ontario, Canada (1993) - các giá trị quy định để bảo vệ hệ thủy sinh.



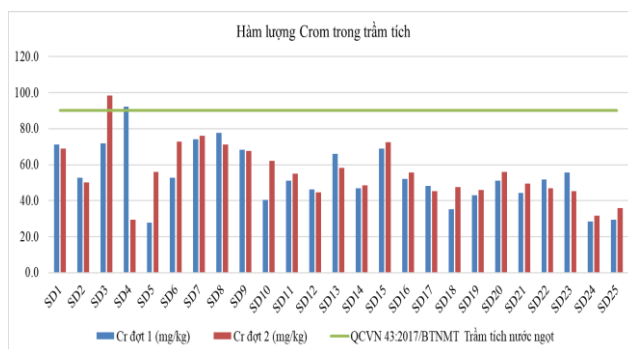
Hình 3.1. Hàm lượng Chì trong trầm tích



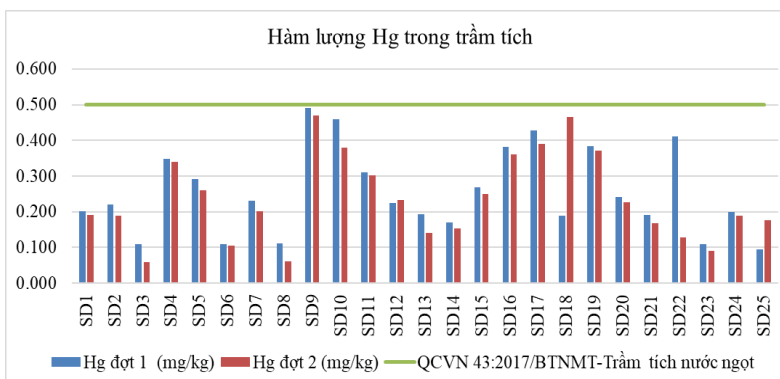
Hình 3.2. Hàm lượng Đồng trong trầm tích



Hình 3.3. Hàm lượng Cadimi trong trầm tích



Hình 3.4. Hàm lượng Crom trong trầm tích



Hình 3.5. Hàm lượng Thủy ngân trong trầm tích

❖ **Hàm lượng kim loại Chì**

Kết quả hàm lượng chì (Pb) trong mẫu trầm tích đợt 1 dao động từ 15,8 mg/kg (tại vị trí SD5) đến 43,0 mg/kg (vị trí SD22) và từ 14,8 mg/kg (vị trí SD4) đến 79,3 mg/kg (vị trí SD15) đối với mẫu trầm tích đợt 2. Kết quả phân tích hàm lượng Pb ở tất cả các mẫu của 2 đợt lấy mẫu đều không vượt quá giá trị giới hạn của trầm tích nước ngọt (91,3 mg/kg) và trầm tích nước mặn, nước lợ (112 mg/kg) được quy định trong quy chuẩn chất lượng trầm tích QCVN 43: 2017/BTNMT. Theo hướng dẫn về chất lượng trầm tích tỉnh Ontario – Canada các giá trị quy định để bảo vệ hệ thủy sinh, đợt 1 có 13/25 vị trí hàm lượng Pb vượt mức ảnh hưởng thấp LEL từ 1,06 (vị trí SD20) đến 1,38 lần (vị trí SD22), đợt 2 có 12/25 vị trí vượt mức ảnh hưởng thấp từ 1,01 (vị trí SD12) đến 2,56 lần (vị trí SD15).

❖ **Hàm lượng kim loại Đồng (Cu)**

Kết quả hàm lượng kim loại Cu trong các mẫu trầm tích nằm trong khoảng từ 8,76 mg/kg đến 60,12 mg/kg (đợt 1) và 9,02 mg/kg đến 70,2 mg/kg (đợt 2). Hàm lượng của tất cả các mẫu đều nằm trong giới hạn của QCVN 43:2017/BTNMT đối với cả trầm tích nước ngọt và nước mặn, nước lợ. Tuy nhiên theo hướng dẫn chất lượng trầm tích tỉnh Ontario - Canada thì với mẫu trầm tích đợt 1 chỉ có 3 điểm SD5, SD24 và SD25 có hàm lượng Cu nằm dưới mức ảnh hưởng thấp LEL, các mẫu còn lại đều vượt mức ảnh hưởng thấp từ 1,04 đến 3,75 lần, với mẫu trầm tích đợt 2, trừ điểm SD4 hàm lượng Cu ở tất cả các vị trí lấy mẫu đều vượt mức ảnh hưởng thấp LEL từ 1,15 đến 3,87 lần.

❖ **Hàm lượng kim loại Cadimi (Cd)**

Với khoảng hàm lượng từ 0,21 đến 1,06 mg/kg khối lượng khô đối với mẫu trầm tích đợt 1 và 0,15 mg/kg đến 0,62 mg/kg đối với mẫu trầm tích đợt 2, kết quả phân tích kim loại Cd trong mẫu trầm tích tại tất cả các vị trí của 2 đợt lấy mẫu đều không vượt giá trị giới hạn được quy định trong QCVN 43:2017/BTNMT. Hàm lượng Cd tại các vị trí bên trong sông cao hơn tại các vị trí ngoài cửa sông ở cả 2 đợt lấy mẫu. Theo hướng dẫn chất lượng trầm tích tỉnh Ontario - Canada, hàm lượng Cd tại tất cả các vị trí đều dưới mức mức độ ảnh hưởng nghiêm trọng (The Severe Effect Level – SEL), trong khi với mức ảnh hưởng thấp LEL thì hàm lượng Cd tại 9 điểm vượt ngưỡng SEL nhưng không lớn từ 1,2 lần đến 1,5 lần (đợt 1) trong khi với mẫu trầm tích đợt 2 chỉ có duy nhất điểm SD10 vượt ngưỡng LEL 1,04 lần.

❖ **Hàm lượng kim loại Crom (Cr)**

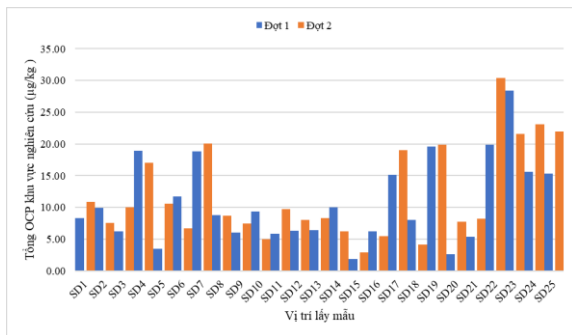
Hàm lượng Cr trong các mẫu trầm tích đợt 1 dao động từ 27,94 mg/kg đến 92,38 mg/kg, từ 29,38 mg/kg đến 98,31 mg/kg đối với mẫu trầm tích đợt 2. Theo quy chuẩn chất lượng trầm tích QCVN 43:2017/BTNMT đa số các vị trí lấy mẫu của cả 2 đợt đều có hàm lượng Cr nằm dưới giá trị giới hạn đối với trầm tích nước ngọt. Tuy nhiên, tại điểm SD4 của đợt 1 và điểm SD3 của đợt 2, hàm lượng Cr vượt quy chuẩn cho phép lần lượt là 1,03 và 1,09 lần. Ngược lại, khi so sánh hàm lượng Cr với hướng dẫn chất lượng trầm tích tỉnh Ontario – Canada thì tất cả các vị trí lấy mẫu của cả 2 đợt đều vượt giá trị LEL từ 1,07 đến 2,98 lần (đợt 1); từ 1,13 đến 2,93 lần (trầm tích đợt 2) và tiến gần đến giá trị ở mức độ có khả năng gây ảnh hưởng nghiêm trọng đến hệ thủy sinh.

❖ **Hàm lượng kim loại Thủy ngân (Hg)**

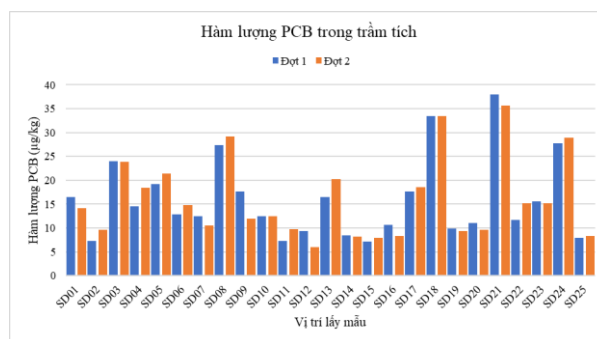
Hàm lượng Hg trong các mẫu trầm tích đợt 1 dao động từ 0,09 mg/kg đến 0,49 mg/kg và từ 0,06 đến 0,47 mg/kg đối với trầm tích đợt 2. Tất cả các vị trí lấy mẫu của 2 đợt đều có hàm lượng Hg nằm dưới giá trị giới hạn

của quy chuẩn chất lượng trầm tích QCVN 43:2017/BTNMT. So sánh với hướng dẫn chất lượng trầm tích tỉnh Ontario – Canada thì 25 mẫu trầm tích của cả 2 đợt đều có hàm lượng Hg nhỏ hơn mức ảnh hưởng nghiêm trọng, với mức độ ảnh hưởng thấp LEL, mẫu trầm tích đợt 1 có 14 điểm vượt ngưỡng LEL từ 1,1 đến 2,4 lần, mẫu trầm tích đợt 2 có 12 điểm vượt từ 1,1 đến 2,3 lần.

b. *Đặc điểm phân bố hợp chất hữu cơ khó phân hủy trong trầm tích lòng sông khu vực hạ lưu sông Đáy*



Hình 3.6. Hàm lượng OCP trong trầm tích mặt khu vực nghiên cứu



Hình 3.7. Hàm lượng PCB trong trầm tích mặt tại khu vực hạ lưu sông Đáy

❖ **Hàm lượng OCP trong trầm tích mặt tại khu vực nghiên cứu**

Kết quả phân tích cho thấy tại các vị trí lấy mẫu ở cả hai đợt đều phát hiện sự có mặt của hầu hết các OCP, trong đó hàm lượng tổng OCP dao động từ 1,85 ÷ 28,4 µg/kg tại đợt 1 và dao động từ 2,92 ÷ 24,4 µg/kg tại đợt 2. Nhìn chung, hàm lượng các OCP trong trầm tích ở đợt 2 có phần cao hơn so với đợt 1. Trong các mẫu phân tích thì hàm lượng Lindan, DDT, Heptachlor, Heptachlor epoxide cao hơn so với các OCP khác. Hàm lượng DDT tại khu vực nghiên cứu cũng cao hơn so với các OCP khác, đặc biệt tại điểm lấy mẫu SD17, SD19 (đợt 1), tại vị trí lấy mẫu SD19, SD23 (đợt 2) với hàm lượng DDT cao nhất là 5,98 µg/kg tại điểm lấy mẫu SD19 (đợt 2) vượt QCVN 43-MT:2017/BTNMT 1,25 lần. Tại điểm SD19 không chỉ có hàm lượng DDT vượt mà hàm lượng Lindan cũng vượt QCVN 43-MT:2017/BTNMT. Hàm lượng của một số OCP khác đều nằm dưới dưới hạn cho phép của QCVN 43:2017/BTNMT. Vậy theo QCVN 43:2017/BTNMT thì trầm tích tại khu vực hạ lưu sông Đáy đã có dấu hiệu ô nhiễm OCP đặc biệt là Lindan, DDT tại các vị trí trong sông và cửa biển nguyên nhân tại đây đã từng diễn ra hoạt động canh tác nông nghiệp có sử dụng lượng lớn hóa chất BVTV và đó cũng là nguồn gây ô nhiễm chính.

❖ **Hàm lượng PCB trong trầm tích mặt tại khu vực nghiên cứu**

Kết quả phân tích đã phát hiện sự có mặt của hầu hết các PCB trong khu vực nghiên cứu, với hàm lượng tổng PCB của hai đợt lấy mẫu dao động trong khoảng lần lượt tương ứng 7,20 ÷ 38,0 µg/kg (đợt 1) và 6,01 ÷ 35,7 µg/kg (đợt 2). Trong đó, qua kết quả nghiên cứu cho thấy hàm lượng của PCB tại khu vực cửa sông ven biển lớn hơn so với khu vực trong sông. Đặc biệt, tại vị trí lấy mẫu SD21 ở cả hai đợt lấy mẫu đều có hàm lượng tổng PCB cao nhất là 38,0 µg/kg đối với đợt 1 và 35,7 µg/kg đối với đợt 2. Đây là vị trí giao giữa khu vực trong sông và cửa sông ven biển, khu vực này dòng nước chảy xoáy, dẫn đến việc xáo trộn trầm tích diễn ra chậm hơn so với các khu vực khác, do vậy quá trình tích lũy PCB cao hơn so với khu vực khác. Đối với các điểm lấy mẫu trong sông, vị trí có hàm lượng tổng PCB cao nhất là vị trí SD18 với hàm lượng tổng PCB là 27,3 µg/kg (đợt 1) và 29,2 µg/kg (đợt 1), đây là khu vực ngã ba giao với sông Hoàng Long, lấy mẫu giữa dòng sông, gần cầu Gián Khẩu, khu vực có nhiều thuyền bè neo đậu vận chuyển, sản xuất đá, khai thác cát, và đây cũng là khu vực có hoạt động giao thông đường thủy tập nập, do vậy khu vực này thải ra một lượng lớn dầu thải có chứa PCB ra môi trường.

3.1.2. Đặc điểm phân bố kim loại nặng và chất hữu cơ khó phân hủy trong trầm tích lòng sông khu vực hạ lưu sông Đáy theo độ sâu trầm tích cột

a. Đánh giá tuổi trầm tích lòng sông khu vực hạ lưu sông Đáy

❖ Kết quả xác định hoạt độ phóng xạ của ^{210}Pb

Kết quả phân tích cho thấy, hàm lượng $^{210}\text{Pb}_{\text{ex}}$ trong các cột trầm tích lấy ở vị trí khác nhau là tương đối khác nhau. Đồng thời, hàm lượng $^{210}\text{Pb}_{\text{ex}}$ tại lát cắt ở các lớp sâu hơn giảm dần tuân theo quy luật của tự nhiên.

❖ Kết quả xác định tuổi và tốc độ lắng đọng trầm tích theo mô hình CIC

Từ kết quả tính toán độ tuổi và hàm số biểu thị mối liên hệ giữa $\ln(A/A_0)$ với độ sâu của lớp trầm tích, trong đó A là hoạt độ chỉ dư tại độ sâu i và A_0 là hoạt độ chỉ ban đầu, tính toán được tốc độ lắng đọng trầm tích của cột trầm tích. Tốc độ tích tụ trầm tích tại khu vực dao động từ 0,70 đến 1,29 cm/năm. Tại các vị trí CoSD9 và CoSD18 là những vị trí có sự xáo trộn lớn.

❖ Kết quả xác định tuổi và tốc độ lắng đọng trầm tích theo mô hình CRS

Qua kết quả xác định tuổi trầm tích, trầm tích cột được lấy tại vị trí CoSD12 có độ tuổi già nhất với lớp trầm tích ở độ sâu 80 cm được hình thành vào năm 1921, tương tự như vậy với CoSD13, lớp trầm tích ở độ sâu 77cm được hình thành năm 1916, cột trầm tích CoSD22, tại độ sâu 49 cm, trầm tích hình thành năm 1960. Bên cạnh đó, đối với hai cột trầm tích có tốc độ lắng đọng nhanh hơn thì các lớp trầm tích được hình thành muộn hơn (hay độ tuổi ngắn hơn). Cụ thể, lớp trầm tích sâu nhất xác định được tuổi của CoSD9 và CoSD18 là 75 cm và 53 cm với trầm tích được hình thành năm 1962 và 1979. Tại độ sâu 53 cm, lớp trầm tích của cột CoSD9 được hình thành vào năm 1981, gần với quy luật hình thành trầm tích của CoSD18.

So sánh kết quả xác định độ tuổi của hai mô hình, thấy có sự chênh lệch đáng kể về độ tuổi của các lớp trầm tích. Nhìn chung, ở tại các lớp trầm tích, độ chênh lệch tuổi độ tuổi xác định theo hai mô hình khoảng 10 năm. Tuy nhiên, tuổi hình thành các lớp trầm tích theo mô hình CRS biến đổi đúng theo quy luật tự nhiên, trong khi tuổi xác định theo mô hình CIC gặp nhiều sai số hơn.

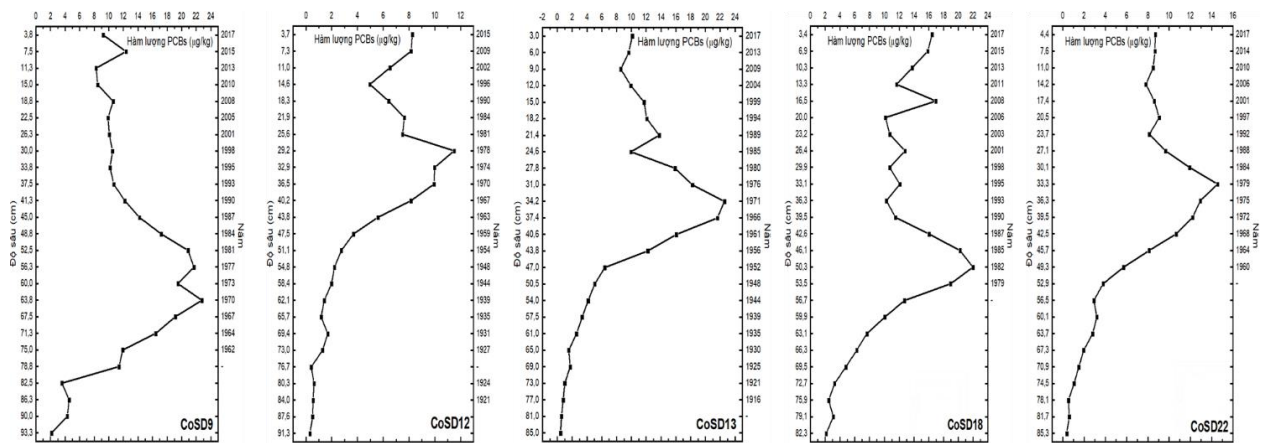
b. Đặc điểm phân bố kim loại nặng trong trầm tích tại khu vực nghiên cứu theo độ sâu trầm tích

Tại tất cả các lát cắt trầm tích đều phát hiện thấy sự có mặt của các kim loại nặng nghiên cứu với khoảng biến thiên của Cr, Cu, Cd, Hg và Pb lần lượt là $30,2 \div 80,2$ mg/kg đất khô kiệt (dw.), $10,3 \div 61,1$ mg/kg dw., $21,8 \div 215$ mg/kg dw., $4,10 \div 31,1$ mg/kg dw., $0,082 \div 0,613$ mg/kg dw., $0,076 \div 0,787$ mg/kg dw., $15,0 \div 57,1$ mg/kg dw. Ngoài ra, so sánh với giới hạn hàm lượng quy định tại QCVN 43:2017/BTNMT về chất lượng trầm tích thì hàm lượng của tất cả kim loại nặng đều thấp hơn giá trị giới hạn đối với cả trầm tích nước ngọt và trầm tích nước lợ. Tuy nhiên, hàm lượng thủy ngân (Hg) có nhiều giá trị cao gần bằng với giá trị giới hạn về chất lượng trầm tích.

c. Đặc điểm phân bố hợp chất hữu cơ khó phân hủy trong trầm tích theo độ sâu cột trầm tích

❖ Sự phân bố PCB theo độ sâu trầm tích cột

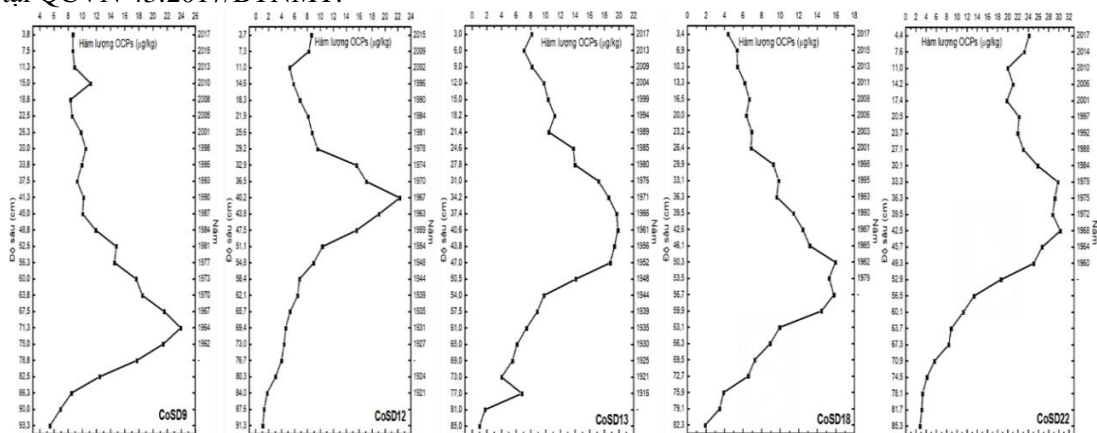
Tổng PCB được tính bao gồm tổng của 6 đồng loại chỉ thị nghiên cứu. Do vậy, khi so sánh với QCVN 43:2017/TNMT, tổng hàm lượng PCB nhỏ hơn rất nhiều so với giới hạn cho phép PCB trong trầm tích tại Việt Nam đối với cả nước ngọt, nước lợ và nước mặn. Tổng hàm lượng PCB cao nhất trong cột CoSD9 tại lát cắt có độ sâu 63,8 cm tương ứng với năm hình thành trầm tích khoảng 1970.



Hình 3.8. Phân bố tổng PCB theo độ sâu trầm tích cột

❖ **Sự phân bố OCP theo độ sâu trầm tích cột**

Hỗn hợp chuẩn 18 cấu tử thuộc họ thuốc trừ sâu clo hữu cơ được sử dụng để định lượng các chất trong mẫu trầm tích. Từ kết quả phân tích 18 cấu tử, tác giả đã tính tổng HCHs (gồm α -HCH, β -HCH, γ -HCH hay còn gọi là Lindane, δ -HCH), tổng DDT (gồm p,p'-DDE, p,p'-DDD, p,p'-DDT) và tổng OCP gồm tổng 18 cấu tử nghiên cứu. Bảng 3.13 tổng hợp kết quả xác định hàm lượng chỉ ra sự có mặt của hầu hết các cấu tử trong đó δ -HCH, p,p'-DDE, Dieldrin, p,p'-DDD và Endrin có hàm lượng cao hơn các cấu tử khác với nồng độ biến thiên từ 0,036 ÷ 3,51 $\mu\text{g/kg}$, 0,045 ÷ 7,31 $\mu\text{g/kg}$, 0,021 ÷ 3,56 $\mu\text{g/kg}$, 0,027 ÷ 3,30 $\mu\text{g/kg}$, 0,024 ÷ 2,91 $\mu\text{g/kg}$. Hàm lượng p,p'-DDE tại lát cắt tương ứng với năm 1975 và 1971 tại cột trầm tích CoSD 22 (vị trí cửa sông Đáy) có hàm lượng p,p'-DDE cao hơn giá trị giới hạn cho phép đối với chất lượng trầm tích nước ngọt (6,8 $\mu\text{g/kg}$) và nhỏ hơn giá trị giới hạn cho phép đối với chất lượng trầm tích nước mặn, nước lợ được quy định tại QCVN 43:2017/BTNMT. Tại các lát cắt còn lại, tất cả các chỉ tiêu đều có hàm lượng thấp hơn giới hạn cho phép quy định về chất lượng trầm tích tại QCVN 43:2017/BTNMT.



Hình 3.9. Phân bố theo chiều sâu của tổng OCP

Hàm lượng tổng HCHs, DDTs đạt đỉnh ở khoảng sau năm 1960, đặc biệt là cuối những năm 1960 và đầu những năm 1970. Mặt khác, hàm lượng Dieldrin và Endrin lại có xu hướng cao hơn vào những năm 1970. Xét về lịch sử sử dụng HCBVTV tại Việt Nam, từ sau năm 1954, miền bắc bắt đầu tập trung sản xuất nông nghiệp và nhập khẩu HCBVTV. Theo thống kê của Tổng cục Môi trường, việc lưu giữ, vận chuyển, phân phối và sử dụng DDT trong phòng chống sốt rét vào thời kỳ chiến tranh trên đường mòn Hồ Chí Minh diễn ra mạnh mẽ nhất vào

năm 1956 đến 1979 với số liệu ước tính khoảng 15000 tấn DDT được sử dụng trong giai đoạn này. Bên cạnh đó, việc sản xuất các loại hóa chất BVTV thuộc nhóm hữu cơ khó phân hủy tồn lưu được ghi nhận tại Nhà máy hóa chất Việt Trì. Theo báo cáo lịch sử phát triển ngành Công thương, năm 1965 Việt Nam sản xuất được 1.569 tấn thuốc bột 666 (Bộ Công thương, 2012). Điều này giải thích cho việc hàm lượng Lindan (hay còn gọi là thuốc trừ sâu 666) cao ở tất cả các cửa sông - ven biển trong giai đoạn sau năm 1960. Hình 3.23 cũng chỉ ra tổng hàm lượng các OCP ở các cột trầm tích cao nhất ở khoảng cuối những năm 1960 và đầu những năm 1970.

Đối với các mẫu trầm tích trong sông (CoSD9, CoSD12, CoSD13), tổng OCP cao nhất khoảng ở năm 1966, 1967 và 1966 trong khi đó, hai cột trầm tích lấy tại khu vực cửa sông có tổng hàm lượng cao nhất ở khoảng những năm 1970. Như vậy, cũng cho thấy sự tích lũy sớm các HCBVTV trong trầm tích nội địa là do tác động trực tiếp từ các hoạt động nông nghiệp, sử dụng HCBVTV từ nội địa. Đồng thời, do đặc tính lan truyền của các OCP trong môi trường, cũng như sự xáo trộn vận chuyển của các chất theo dòng chảy và tích lũy tại khu vực cửa sông nên hàm lượng các OCP tăng dần tại khu vực cửa sông và đạt mức nồng độ cao hơn vào những năm 1970.

Ngược lại, quá trình giảm nồng độ của các cột trầm tích lấy tại khu vực cửa sông ven biển cũng diễn ra chậm hơn so với các cột trầm tích khác. Đặc biệt, hàm lượng OCP trong các lát cắt trầm tích phía gần tầng mặt (hình thành trong những năm gần đây) ở hầu hết các cột đều có xu hướng tăng nhẹ. Đặc biệt, những chất POP mới như endosulfan, HCH, có xu hướng cao hơn trong những năm gần đây.

d. Đặc điểm phân bố kim loại nặng và chất hữu cơ khó phân hủy theo khu vực lấy mẫu

Đặc điểm phân bố các kim loại, tổng OCPs, PCB trong trầm tích mặt theo phương ngang (khu vực lấy mẫu) được đánh giá theo phương pháp phân tích cụm (Clustering Analysis - CA).

Kết quả phân tích cụm cho kết quả chia thành 3 cụm:

- Cụm 1: SD2, SD5, SD10, SD11, SD12, SD17, SD18, SD19, SD20, SD21, SD22, SD23, SD24, SD25
- Cụm 2: SD1, SD3, SD4, SD7, SD8
- Cụm 3: SD6, SD9, SD13, SD14, SD15, SD16

Sự phân bố các chất ô nhiễm trong trầm tích mặt chia ra thành các cụm theo đặc điểm vị trí lấy mẫu khá rõ ràng. Cụm 2, có hàm lượng trung bình Cd, Cr, Tổng OCP, Tổng PCB cao hơn so với các cụm khác. Đặc thù các vị trí lấy mẫu cụm 2 là các điểm giữa dòng, không chịu tác động trực tiếp của nguồn thải nhưng là các điểm thuộc ngã ba sông hoặc gần bãi bồi, nơi có dòng chảy xoáy. Cụm 1 bao gồm các vị trí lấy mẫu gần các nguồn thải trực tiếp thuộc khu vực dân cư và khu vực cửa biển có hàm lượng trung bình thủy ngân cao hơn hẳn cụm 2. Cụm 3, tại các vị trí không có tác động nhiều của nguồn thải công nghiệp, cảng sông, hai bên bờ là hoạt động dân sinh, hàm lượng trung bình các kim loại Cr, Cd và PCB thấp hơn hẳn so với hai khu vực còn lại.

3.1.3. Đánh giá về rủi ro sinh thái một số kim loại nặng và chất hữu cơ khó phân hủy tại khu vực nghiên cứu

3.1.4.1. Đánh giá rủi ro sinh thái một số kim loại nặng tại khu vực nghiên cứu

a. Chỉ số tích lũy địa chất I_{geo}

Chỉ số tích lũy địa hóa I_{geo} của các kim loại Hg, Pb, Cu, Cd và Cr được thể hiện trong Phụ lục 5.1. Theo kết quả tính toán cho thấy, các kim loại Hg, Cu và Cr có chỉ số I_{geo} nhỏ hơn 0, so sánh với thang đánh giá tại bảng 2.9 cho thấy khu vực nghiên cứu chưa bị ô nhiễm bởi các kim loại này.

Đối với kim loại Pb, đợt 1, 13/25 vị trí quan trắc có giá trị I_{geo} nằm trong khoảng lớn 0 và nhỏ hơn 1. Trong đó, tại vị trí SD22 có giá trị tích lũy I_{geo} lớn nhất là 0,519. Tương tự với đợt 2, có 14/25 vị trí quan trắc mà kim loại Pb có giá trị I_{geo} nằm trong hai khoảng từ $0 \leq I_{geo} \leq 1$ và $1 \leq I_{geo} \leq 2$. Trong đó, tại vị trí lấy mẫu SD14, SD15,

SD16 có giá trị I_{geo} lớn hơn 1, khu vực này đã bị ô nhiễm Pb ở mức trung bình. Đây là khu vực giao với sông Vạc (SD14), sông Cà Mau (Kim Sơn- Ninh Bình) (SD16) cũng là khu vực có sự hoạt động nhiều của các tàu thuyền khai thác cát.

Tại hầu hết các vị trí lấy mẫu, kim loại Cd đều có giá trị I_{geo} lớn hơn 0. Trong đó đợt 1 có 13/25 điểm có giá trị I_{geo} lớn hơn 0, nằm trong khoảng từ không ô nhiễm đến ô nhiễm trung bình. Tại vị trí SD03, SD19, SD20 có giá trị I_{geo} nằm trong khoảng $1 \leq I_{geo} \leq 2$, có nghĩa tại các vị trí này đã bị ô nhiễm kim loại Cd ở mức độ ô nhiễm trung bình. Đặc biệt tại vị trí SD03 cả hai đợt lấy mẫu đều có chỉ số I_{geo} cao hơn so với các khu vực khác, cụ thể có giá trị lần lượt là 1,24 (đợt 1) và 0,321 (đợt 2). Đây là vị trí gần chân cầu Phú Lý, hai bên bờ sông gần trục đường giao thông. Qua cầu Phú Lý đi hết kè bờ phải, chỉ còn kè bờ bên trái, có nhiều rác sinh hoạt, đồ đất lấn chiếm lòng sông để xây nhà. Do vậy, rác thải và nước thải sinh hoạt của dân cư có thể là một trong những nguyên nhân gây ô nhiễm môi trường trầm tích khu vực này. Tại vị trí SD03 cũng có dấu hiệu ô nhiễm của kim loại Pb ở mức không ô nhiễm đến ô nhiễm trung bình. Do vậy, đây được coi là nguồn thải gây ra những tác động tiêu cực cho hệ sinh thái dưới nước khu vực này, cần được các nhà quản lý quan tâm giám sát và xử lý.

Hầu hết tại các vị trí quan trắc của cả hai đợt chỉ số I_{geo} của kim loại Cu đều nhỏ hơn 0. Tuy nhiên, tại vị trí SD15 đối với đợt 2 Cu có chỉ số I_{geo} là 0,057 nằm ở mức không ô nhiễm đến ô nhiễm trung bình. Điều này cho thấy, tại khu vực nghiên cứu chưa bị ô nhiễm kim loại Cu trong trầm tích, nhưng cũng đã có dấu hiệu ô nhiễm.

Nhìn chung, qua kết quả đánh giá so sánh cho thấy, tại khu vực nghiên cứu đã có dấu hiệu ô nhiễm một số kim loại nặng trong trầm tích như: Pb, Cd. Cu ở mức không ô nhiễm đến ô nhiễm trung bình. Có 3/5 kim loại nghiên cứu, lớn hơn 50% vị trí lấy mẫu của các kim loại này cho giá trị I_{geo} nằm ở không ô nhiễm đến ô nhiễm trung bình. Do vậy, khu vực này cần được quản lý, giám sát các nguồn thải ra môi trường, để tránh những tác động sinh học tiêu cực xảy ra với tần suất thường xuyên và phạm vi rộng.

b. Đánh giá mức độ ô nhiễm KLN theo chỉ số Cd

Theo kết quả tính toán cho thấy chỉ số ô nhiễm riêng của kim loại Cr là lớn nhất trong 5 kim loại nghiên cứu. Chỉ số C_f^i của Cr trong hai đợt lấy mẫu dao động từ 0,179 đến 1,03 (đợt 1) và từ 0,199 đến 1,09 (đợt 2); chỉ số ô nhiễm của kim loại Hg dao động từ 0,134 đến 0,467 (đợt 1) và 0,120 đến 0,940 (đợt 2); đối với kim loại Cu chỉ số ô nhiễm riêng trong hai đợt lấy mẫu dao động lần lượt là 0,044 đến 0,431 và 0,046 đến 0,357. Chỉ số ô nhiễm riêng của 5 kim loại nghiên cứu được xếp theo thứ tự giảm dần như sau: Cr > Pb > Hg > Cu > Cd.

Như vậy, tại khu vực nghiên cứu có dấu hiệu ô nhiễm kim loại nặng, nhưng ở mức ô nhiễm thấp khi đánh giá theo thang đánh giá chỉ số C_d . Chỉ số C_d tại khu vực nghiên cứu dao động trong khoảng 0,782 đến 2,52 đối với đợt 1, đợt 2 chỉ số C_d có khoảng dao động từ 0,911 đến 2,61.

c. Đánh giá rủi ro kim loại nặng theo chỉ số RI

Chỉ số rủi ro sinh thái kim loại nặng tại khu vực nghiên cứu trong hai đợt quan trắc dao động lần lượt trong khoảng 10,3 - 47,3 và 9,42 - 46,0. Trong đó, giá trị RI cao nhất tại vị trí SD09 đối với cả hai đợt lấy mẫu, SD10 tại đợt 1. Tuy nhiên, tại tất cả các vị trí lấy mẫu đều nằm ở mức rủi ro thấp theo thang đánh giá của Hakason.

Thứ tự yếu tố rủi ro sinh thái của từng kim loại trong trầm tích được sắp xếp theo như sau: $E_r^i(\text{Hg}) > E_r^i(\text{Cd}) > E_r^i(\text{Pb}) > E_r^i(\text{Cu}) > E_r^i(\text{Cr})$. Có thể thấy, Hg là yếu tố rủi ro sinh thái chính trong tổng số năm kim loại nghiên cứu. Như vậy, theo phương pháp đánh giá rủi ro sinh thái của Hakanson thì các kim loại Hg, Pb, Cu, Cd, Cr trong trầm tích khu vực nghiên cứu đều có mức độ rủi ro sinh thái thấp.

3.1.4.2. Đánh giá rủi ro sinh thái một số chất hữu cơ khó phân hủy tại khu vực nghiên cứu

a. Đánh giá rủi ro sinh thái bằng hệ số RQ

Đối với hợp chất OCP hệ số rủi ro RQ được tính với các chất Lindan, Heptaclo epoxit, DDE, DDD, DDT, Dieldrin, Endrin với hệ số rủi ro dao động lần lượt là 0,0 - 3,02; 0,0 - 1,14; 0,0 - 0,654; 0,0 - 1,12; 0,0 - 1,25; 0,0 - 0,591; 0,0 - 0,055. Hầu hết tại các điểm lấy mẫu hệ số RQ đều nằm trong khoảng từ rủi ro thấp đến rủi ro cao. Đặc biệt, hệ số rủi ro của Lindan tại hầu hết các vị trí đều cao hơn so với các hợp chất khác. Tại các vị trí SD06, SD07, SD12, SD14, SD17, SD18, SD19, SD22, SD23, SD24, SD25 có mức độ rủi ro cao đối với Lindan cả 2 đợt lấy mẫu. Tại các vị trí ngoài cửa biển SD22, SD23, SD24, SD25 ở cả hai đợt lấy mẫu đều cho kết quả đánh giá rủi ro cao đối với Lindan. Tại vị trí SD23 ở cả hai đợt lấy mẫu đều có hệ số rủi ro RQ cao nhất trong tất cả các chất được xác định, lần lượt có giá trị 2,89 và 3,02. Đây là khu vực cách cửa biển khoảng 3km, giao thoa giữa khu vực trong sông và ngoài biển, đây là khu vực có sự bồi lắng mạnh hội tụ trầm tích của sông và biển. Do vậy, tại đây hàm lượng Lindan cao hơn so với các khu vực khác. Bên cạnh đó, đối với các điểm lấy mẫu trong sông, tại vị trí SD07 ở cả hai đợt lấy mẫu đều được đánh giá là khu vực có mức độ rủi ro cao đối với Lindan. Theo kết quả nghiên cứu này cho thấy, tại khu vực nghiên cứu thuộc hạ lưu sông Đáy có hệ số rủi ro sinh thái ở mức rủi ro cao đối với Lindan, vì có 2/3 điểm lấy mẫu có hệ số RQ lớn hơn 1. Ngoài Lindan, các hợp chất DDD, DDT, Heptachlor ở một vài vị trí có mức độ rủi ro cao. Tại vị trí SD17, SD19 có mức độ rủi ro cao đối với DDT (đợt 1) với giá trị RQ lần lượt tại hai điểm là 1,01 và 1,08 (đợt 1). Đối với Heptachlor, đợt 1 được đánh giá là có mức độ rủi ro thấp, nhưng đợt 2 tại vị trí SD04 và SD10 là vị trí có mức độ rủi ro cao. Bên cạnh đó, Endrin tại tất cả các vị trí lấy mẫu của hai đợt quan trắc đều có hệ số RQ nằm trong mức rủi ro thấp.

Đối với hợp chất PCB hệ số rủi ro sinh thái RQ được tính cho tổng các PCB mà nghiên cứu sử dụng. Qua kết quả nghiên cứu cho thấy, tổng PCB tại các vị trí quan trắc của cả hai đợt lấy mẫu đều có mức rủi ro thấp đến rủi ro trung bình. Tuy nhiên, đối với các vị trí lấy mẫu cửa biển thì có hệ số rủi ro RQ cao hơn so với các vị trí trong sông. Đặc biệt tại vị trí SD24, hệ số rủi ro của hai đợt quan trắc lần lượt là 0,147 và 0,153.

b. Đánh giá rủi ro sinh thái theo theo Bộ tiêu chuẩn hướng dẫn chất lượng trầm tích Canada (2002)

Đối với các hợp chất PCB, kết quả so sánh cho thấy, tổng các PCB nghiên cứu có giá trị nằm trong khoảng từ TEL đến PEL, điều này cho thấy các tác động của PCB trong trầm tích đã có những tác động tiêu cực đến môi trường sinh thái, tuy nhiên, các tác động này hiếm khi xảy ra. Có trên 50% vị trí quan trắc cho kết quả hàm lượng của tổng 7 PCB nghiên cứu có hàm lượng lớn hơn giá trị TEL. Kết hợp đánh giá với giá trị ERM, cho thấy, nếu các tác động bất lợi của PCB có xảy ra đối với môi trường sinh thái, thì những tác động này cũng xảy ra với phạm vi ảnh hưởng trung bình. Từ kết quả nghiên cứu này đã khẳng định các hợp chất của PCB có tính chất bền vững, khó phân hủy trong môi trường đặc biệt trong môi trường trầm tích.

Đối với Lindan, tại một số vị trí quan trắc có hàm lượng lớn hơn giá trị đánh giá TEL, PEL. Tại các vị trí này được coi là nguồn điểm gây ra ô nhiễm Lindan tại khu vực ô nhiễm. Tuy nhiên, chỉ có dưới 50% trong số các vị trí quan trắc có hàm lượng lớn hơn giá trị TEL và PEL, do vậy, Lindan sẽ gây ra những tác động tiêu cực cho môi trường sinh thái với tần suất trung bình, nhưng có phạm vi ảnh hưởng rộng. Điều này có thể ảnh hưởng đến các chức năng của hệ sinh thái cũng như chất lượng trầm tích khu vực nghiên cứu. Với tính chất bền vững và tồn lưu lâu dài trong môi trường, Lindan nếu không được quản lý, kiểm soát và xử lý kịp thời sẽ gây ra những hậu quả lớn cho môi trường xung quanh. Tương tự với Lindan, hàm lượng DDT tại khu vực nghiên cứu cũng có hàm lượng lớn hơn PEL và TEL, điều này cho thấy, tuy DDT đã bị cấm sử dụng từ lâu nhưng sự tồn lưu của nó vẫn hiện hữu trong môi trường. Với tính chất bền vững, khả năng lan truyền trong môi trường, DDT được coi là một trong

những chất gây ra những bất lợi sinh học cho môi trường tại khu vực nghiên cứu, tuy nhiên có ít hơn 50% các vị trí quan trắc có hàm lượng lớn hơn PEL và TEL, do vậy, các tác động này sẽ xảy ra nhưng với tần suất rất hiếm. Đối với Heptachlor epoxide có ít hơn 25% các vị trí có hàm lượng lớn hơn giá trị PEL và TEL, do vậy, các tác động của Heptachlor epoxide đối với môi trường sinh thái là hiếm khi xảy ra và khó có thể quan sát được những tác động tiêu cực đó. Tuy nhiên, kết quả nghiên cứu này cũng là cơ sở để các nhà quản lý có những chính sách quản lý và giám sát hợp lý. Các chất DDE, DDD, Endrin có hàm lượng nằm trong khoảng từ TEL đến PEL, điều này cho thấy các chất này có thể cũng là nguồn gây ra những tác động sinh học tiêu cực cho môi trường xung quanh. Bên cạnh đó, khi kết hợp đánh giá với giá trị ERM, các chất này có thể gây ra những tác động tiêu cực cho môi trường xung quanh với tần suất rất hiếm, những tác động này xảy ra trên phạm vi ảnh hưởng nhỏ. Dieldrin là chất duy nhất có hàm lượng tại 100% các vị trí quan trắc nhỏ hơn giá trị PEL, TEL và ERM, điều này cho thấy Dieldrin cũng là một chất cần được kiểm soát ô nhiễm, nhưng trong nghiên cứu này Dieldrin sẽ rất hiếm khi có những tác động tiêu cực gây ra trong môi trường sinh thái, tần suất xảy ra gần như rất ít.

3.2. Cơ chế tích lũy kim loại nặng và chất hữu cơ khó phân hủy trong trầm tích lòng sông khu vực hạ lưu sông Đáy

3.2.1. Các yếu tố ảnh hưởng đến cơ chế tích lũy kim loại nặng và chất hữu cơ trong trầm tích lòng sông khu vực hạ lưu sông Đáy

3.2.1.1. Đặc trưng môi trường nước khu vực hạ lưu sông Đáy

a. Về đặc trưng môi trường cửa sông Đáy

Nằm trong vùng có nền khí hậu mang đầy đủ thuộc tính cơ bản của khí hậu nhiệt đới gió mùa nóng ẩm của miền Bắc Việt Nam, là phần hạ nguồn của hệ thống sông Đáy hướng Tây Bắc – Đông Nam với địa hình lòng sông mở rộng, dòng sông chảy chậm. Đây là khu vực có tần suất xuất hiện gió và bão cao, nhất là vùng ven biển nhiệt đới có chế độ gió mùa và ảnh hưởng rõ rệt của chế độ này. Nhiệt độ dao động ngày và đêm trong biên độ không lớn như vùng lục địa. Lượng mưa và độ ẩm không khí thường cao hơn so với các vùng khác. Các hiện tượng như bão lốc, sóng thần có thể xảy ra tại khu vực này.

b. Về các thông số môi trường

Các thông số môi trường như độ pH, độ đục, nhiệt độ, oxy hòa tan, hàm lượng oxy sinh học, hóa học được lấy 2 đợt: đợt 1 năm 2018 và đợt 2 năm 2019 thể hiện ở bảng 3.19.

❖ Độ pH

Độ pH của nước vùng cửa sông ven biển thường nằm trong khoảng từ 7-9. Nước lợ có hệ thống đệm chống lại sự thay đổi của pH rất tốt và pH ít khi giảm dưới 6.5 hay tăng trên 9.5; Độ pH của nước cửa sông Đáy dao động trong khoảng từ 7,1 - 7,5 (đợt lấy mẫu 1) và từ 7,57 - 8,03 (đợt lấy mẫu 2), đặc trưng cho môi trường kiềm.

❖ Độ đục

Nước vùng cửa sông ven biển thường chứa nhiều vật chất lơ lửng, bao gồm các hạt sét, phù sa, các mảnh vụn hữu cơ, những vật chất này sẽ lắng đọng nhanh chóng làm cho nền đáy bị biến đổi và tạo nên trầm tích nhiều sét. TSS có giá trị từ 24 - 40 mg/l (đợt 1) và 24 - 41 mg/l (đợt 1)

❖ Nhiệt độ

Nước lợ có sự thay đổi nhiệt độ theo điều kiện bên ngoài tương đối nhanh (do có các ion muối với hàm lượng cao). Sự chênh lệch nhiệt độ trong một thủy vực tương đối lớn. Nhiệt độ: dao động từ 32,10 - 33,10 °C (đợt lấy mẫu 1) và từ 20,0 - 22,70 °C (đợt lấy mẫu 2).

❖ **Oxy hòa tan (DO)**

Oxy hòa tan là yếu tố môi trường quan trọng đối với thủy sản. Nhờ sự lưu chuyển thường xuyên của dòng nước ở vùng cửa sông ven biển, DO thường tương đối cao và đồng đều giữa các tầng nước; Oxy hòa tan khu vực nghiên cứu dao động từ 4,5 - 8,3 mg/l (đợt lấy mẫu 1) và từ 6,29 - 8,47 (đợt lấy mẫu 2).

❖ **Hàm lượng chất hữu cơ trong nước:** đánh giá dựa vào kết quả phân tích chỉ số COD và BOD trong nước tại khu vực nghiên cứu thể hiện tại bảng 3.21.

c. *Diễn biến chất lượng nước khu vực hạ lưu sông Đáy*

Kết quả tính toán cho thấy WQI của khu vực hạ lưu sông Đáy chảy qua các tỉnh Hà Nam, Ninh Bình và Nam Định tại hai đợt lấy mẫu nằm trong khoảng 36 – 93. Năm 2018, WQI dao động trong khoảng 56 – 93. Tương ứng với chất lượng nước từ mức Trung bình đến Rất tốt. Trong đó, 2/25 vị trí có mức WQI trong khoảng 91 – 100 gồm vị trí SD6 và SD16. Có 13/25 vị trí có WQI trong khoảng 76 – 90 và 10/25 vị trí có WQI trong khoảng 51 – 75. Khu vực gần cửa biển có WQI thấp hơn so với thượng nguồn. Tuy nhiên, nước sông vẫn phù hợp với mục đích tưới tiêu và các mục đích tương đương khác. Các mẫu nước được lấy vào mùa mưa nên lưu lượng nước cao hơn mùa khô, khả năng đồng hóa các chất ô nhiễm tốt hơn.

Đợt lấy mẫu năm 2019, WQI dao động trong khoảng 36 – 89, có 5/25 vị trí giá trị WQI thuộc khoảng 76 – 90, chất lượng nước đạt mức Tốt. Đó là các vị trí SD5, SD6, SD8, SD9 và SD19. Nước phù hợp để sử dụng cho mục đích cấp nước sinh hoạt nhưng cần các biện pháp xử lý phù hợp. Có 15/25 vị trí lấy mẫu WQI thuộc khoảng 51 – 75, chất lượng nước Trung bình. Đó là các vị trí SD1 - SD4 (thuộc đoạn sông chảy qua thành phố Phủ Lý, tỉnh Hà Nam); SD7, SD10 - SD14 (đoạn sông chảy qua thành phố Ninh Bình và các xã có dân cư tập trung đông); SD16; SD18; SD20 – SD22 (khu vực nuôi trồng thủy sản). Nguồn nước ở đây phù hợp với mục đích tưới tiêu và các mục đích tương đương khác. Còn lại 5 vị trí có mức chất lượng nước Kém, sử dụng cho giao thông thủy và các mục đích tương đương khác là SD15; SD17; SD23 – SD25. Các vị trí này thuộc phía hạ lưu tiếp giáp với cửa biển. Nguyên nhân chất lượng nước sông bị suy giảm có thể do đây là nơi tập trung nhiều hoạt động khai thác và nuôi trồng thủy sản đồng thời các hoạt động giao thông vận tải thủy và khai thác cát rất phát triển. Như vậy, chất lượng nước sông chưa đáp ứng được nhu cầu sử dụng trong thực tế, cần có những biện pháp kiểm soát nguồn ô nhiễm và cải thiện môi trường nước sông một cách hợp lý.

3.2.1.2. Tính chất cơ lý của trầm tích khu vực hạ lưu sông Đáy

a. *Đặc điểm trầm tích tầng mặt khu vực hạ lưu sông Đáy*

Kết quả khảo sát tính chất cơ lý của trầm tích khu vực hạ lưu sông Đáy được nghiên cứu tiến hành khoan lấy mẫu dọc theo hạ lưu sông Đáy tại các tỉnh Hà Nam, Ninh Bình và Nam Định.

Trên cơ sở kết quả khảo sát hiện trường, thí nghiệm các chỉ tiêu cơ lý mẫu đất và phân loại đất theo tiêu chuẩn TCVN 5747, trong phạm vi nghiên cứu khu vực hạ lưu sông Đáy có 2 trường trầm tích tầng mặt đại diện như sau:

- Trầm tích bùn: Thành phần là sét, bột, trạng thái chảy đến dẻo chảy.
- Trầm tích cát: Thành phần là cát, kết cấu rời rạc.

b. *Kết quả phân tích tính chất cơ lý của mẫu trầm tích*

❖ **Độ ẩm**

Độ ẩm là tỷ số giữa trọng lượng nước trong mẫu trầm tích và trọng lượng hạt trầm tích. Độ ẩm trầm tích trong cột khoan khá cao. Độ ẩm các mẫu trầm tích dao động từ 65,33 % đến 80,21%, độ ẩm trung bình là 71,75%. Độ ẩm giữa các điểm lấy mẫu và giữa các tầng đất ít có sự chênh lệch.

❖ **Tỷ trọng (Khối lượng riêng)**

Tỷ trọng của các mẫu trầm tích khu vực nghiên cứu nằm trong khoảng từ 2,62 đến 2,69 g/cm³, trung bình 2,66 g/cm³, cũng không có sự chênh lệch nhiều giữa các core và các tầng trong một core.

❖ **Khối lượng thể tích tự nhiên**

Kết quả phân tích dung trọng của các mẫu trầm tích dao động từ 1,46 đến 1,57 g/cm³. Theo đánh giá của Katrinski thì mẫu trầm tích tại đây lấy mẫu thuộc nhóm tầng đất bị nén chặt.

❖ **Độ rỗng trầm tích**

Độ rỗng trầm tích đặc trưng bởi bề mặt tiếp xúc của hạt trầm tích, các hạt trầm tích càng nhỏ thì bề mặt tiếp xúc càng lớn, do vậy độ rỗng càng lớn. Trong lỗ khoan trầm tích độ rỗng dao động từ 0,09 - 0,16 g/cm³, nhìn chung độ rỗng mẫu tích ở khu vực Nam Định cao hơn các khu vực còn lại nhưng không đáng kể.

❖ **Thành phần cấp hạt**

Thành phần cấp hạt quyết định cấu trúc và tính chất vật lý của trầm tích. Thành phần cấp hạt trong mẫu trầm tích được thể hiện trong Phụ lục 5. Hình 3.43 dưới đây biểu diễn tỷ lệ phần trăm các hạt trong mẫu trầm tích khu vực nghiên cứu theo giá trị trung bình của các thành phần cấp hạt.

Trầm tích khu vực nghiên cứu chủ yếu là bột có tỷ lệ 56,62% đến 85,37%, hạt sét 14,15% đến 33,47%; hàm lượng cát từ 4,5% đến 14,63%.

Thành phần cấp hạt trong mẫu trầm tích tại khu vực Hà Nam chủ yếu là bột (gồm bột thô và bột mịn) dao động từ 56,62% đến 85,37%; hàm lượng sét từ 14,84% đến 33,47%; cát từ 5,01% đến 14,63%. Thành phần cấp hạt trong mẫu trầm tích tại khu vực Ninh Bình có hàm lượng bột (gồm hạt thô và hạt mịn) dao động từ 63,6% đến 74,02%; hàm lượng sét từ 18,09% đến 26,8%; cát từ 7,28% đến 12,03%. Thành phần cấp hạt trong mẫu trầm tích tại khu vực Nam Định có hàm lượng bột (gồm bột thô và bột mịn) dao động từ 66,41% đến 76,54%; hàm lượng sét từ 14,15% đến 24,87%; cát từ 4,5% đến 12,39%.

3.2.2. *Tương quan giữa giữa kim loại nặng, chất hữu cơ khó phân hủy và thành phần khoáng vật trong trầm tích khu vực hạ lưu sông Đáy*

a. Tương quan giữa kim loại nặng và chất hữu cơ khó phân hủy theo nguồn gây ô nhiễm

Mối tương quan yếu giữa các kim loại khác nhau cho thấy rằng hàm lượng của các kim loại này không được kiểm soát bởi một yếu tố đơn lẻ, mà là sự kết hợp của các yếu tố địa hóa. Số liệu hàm lượng kim loại trong trầm tích đợt 1 cho thấy, trong số các cặp kim loại thì chỉ có duy nhất cặp kim loại Cu – Cr có tương quan với nhau với hệ số tương quan 0,657 (P = 0,000) điều này cho thấy chúng có nguồn gốc và cơ chế vận chuyển và tích lũy tương tự nhau trong trầm tích khu vực nghiên cứu.

Đánh giá tương quan giữa các kim loại trong trầm tích đợt 2 cho thấy, có sự tương quan giữa các cặp kim loại Cu-Cr 0,588 (p = 0,002), với Cd-Cr là 0,483 (p = 0,014) và Pb-Cu là 0,449 (p = 0,024). Điều này cho thấy các kim loại này có thể có chung nguồn gốc từ các hoạt động của con người như công nghiệp, nông nghiệp.

Đánh giá tương quan hàm lượng của từng KLN ở 2 đợt lấy mẫu cho thấy có sự tương quan thuận giữa mùa mưa và mùa khô, trong đó kim loại Hg có tương quan giữa 2 đợt lấy mẫu là chặt chẽ nhất ($r = 0,742$) tiếp đến là Cu ($r = 0,676$), Cd ($r = 0,653$), Pb ($0,512$) cuối cùng là Cr ($r = 0,444$).

b. Tương quan giữa hàm lượng kim loại nặng và hợp chất hữu cơ khó phân hủy với thành phần khoáng vật hấp thụ

❖ **Tương quan giữa hàm lượng kim loại nặng với thành phần khoáng vật hấp thụ**

Kết quả phân tích cho thấy: thủy ngân có tương quan yếu với muscovite và có tương quan ở mức độ vừa với nimite, mối tương quan giữa chì và muscovite cũng như giữa chì và nimite rất yếu, giữa đồng và nimite có hệ số tương quan $r = 0.26$, hệ số xác định $R^2 = 0.0693$ thể hiện tương quan yếu, cadimi và thành phần khoáng vật có trong trầm tích tại khu vực hạ lưu sông Đáy có mối quan hệ tương quan yếu, tương quan giữa crom và nimite có hệ số tương quan $r = 0.095$, hệ số xác định $R^2 = 0.0091$ thể hiện mối tương quan rất yếu.

❖ **Tương quan giữa hàm lượng hợp chất hữu cơ khó phân hủy với thành phần khoáng vật hấp thụ**

Tương quan giữa tổng OCPs và muscovite, giữa tổng OCPs và nimite đều ở mức độ tương quan rất yếu, giữa tổng PCBs và thành phần khoáng vật hấp thụ có mối tương quan mạnh.

3.2.3. Cơ chế tích lũy kim loại nặng và chất hữu cơ khó phân hủy trong trầm tích khu vực hạ lưu sông Đáy

Yếu tố ảnh hưởng đến sự tích lũy kim loại nặng và hợp chất hữu cơ khó phân hủy trong trầm tích phụ thuộc vào: (1) vai trò của các thông số địa hóa môi trường như độ pH, lượng chất rắn lơ lửng TDS; (2) phụ thuộc vào thành phần cấp hạt của trầm tích. Thành phần bột, sét càng lớn thì càng có lợi cho sự tích lũy các kim loại nặng và hợp chất hữu cơ khó phân hủy; (3) thành phần khoáng vật sét trong trầm tích.

Kết quả xác định thông số địa hóa môi trường tại khu vực hạ lưu sông Đáy cho thấy: độ pH dao động từ trong khoảng từ 7,1 - 7,5 (đợt lấy mẫu 1) và từ 7,57 - 8,03 (đợt lấy mẫu 2), đặc trưng cho môi trường kiềm. Đặc biệt ở đợt lấy mẫu 2, pH có xu hướng tăng dần từ khu vực cửa sông ra biển.

Thành phần cấp hạt của trầm tích khu vực nghiên cứu có thành phần hạt sét chiếm 14,15% đến 33,47%, tại Hà Nam là từ 14,84% đến 33,47%, tại Ninh Bình từ 18,09% đến 26,8% và Nam Định từ 14,15% đến 24,87%. Thành phần cấp hạt sét càng lớn tại một số điểm tại khu vực Hà Nam tỷ lệ thuận với sự tích lũy kim loại nặng và hợp chất hữu cơ khó phân hủy.

Khoáng vật sét chủ yếu trong trầm tích khu vực hạ lưu sông Đáy là muscovite (nhóm mica) và nimite (nhóm clorit). Kết quả phân tích tương quan giữa hàm lượng kim loại nặng, hợp chất hữu cơ khó phân hủy với 2 khoáng vật trên cho thấy: hàm lượng cao của PCBs có tương quan thuận với hàm lượng của 2 khoáng vật muscovite và nimite. Hàm lượng kim loại đồng có tương quan thuận ở mức vừa với khoáng vật muscovite nhưng lại có tương quan yếu với khoáng vật nimite. Đối với kim loại thủy ngân, cadimi, crom, hàm lượng các kim loại này tương quan thuận ở mức độ yếu với khoáng vật muscovite. Hàm lượng thủy ngân tương quan vừa với thành phần % khoáng vật nimite, trong khi đó hàm lượng chì, crom có tương quan rất yếu với khoáng vật này. Các hợp chất OCPs cho thấy mối quan hệ tương quan rất yếu với các khoáng vật muscovite và nimite.

KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

KẾT LUẬN

1. Đặc điểm phân bố kim loại nặng và chất hữu cơ khó phân hủy theo chiều dài lòng sông:

Hàm lượng kim loại nặng Pb, Cu, Cd và Hg trong trầm tích khu vực lòng sông Đáy đều thấp hơn giá trị giới hạn quy chuẩn chất lượng trầm tích QCVN 43:2017/BTNMT: hàm lượng Pb trong mẫu trầm tích đợt 1 dao

động từ 15,8 mg/kg (tại vị trí SD5) đến 43,0 mg/kg (vị trí SD22) và từ 14,8 mg/kg (vị trí SD4) đến 79,3 mg/kg (vị trí SD15) đối với mẫu trầm tích đợt 2; hàm lượng Cu trong các mẫu trầm tích nằm trong khoảng từ 8,76 mg/kg đến 60,12 mg/kg (đợt 1) và 9,02 mg/kg đến 70,2 mg/kg (đợt 2); hàm lượng Cd từ 0,21 đến 1,06 mg/kg khối lượng khô đối với mẫu trầm tích đợt 1 và 0,15 mg/kg đến 0,62 mg/kg đối với mẫu trầm tích đợt 2, trong đó, hàm lượng Cd tại các vị trí bên trong sông cao hơn tại các vị trí ngoài cửa sông ở cả 2 đợt lấy mẫu; hàm lượng Hg trong các mẫu trầm tích đợt 1 dao động từ 0,09 mg/kg đến 0,49 mg/kg và từ 0,06 đến 0,47 mg/kg đối với trầm tích đợt 2. Đối với kim loại Cr, hàm lượng Cr trong các mẫu trầm tích đợt 1 dao động từ 27,94 mg/kg đến 92,38 mg/kg, từ 29,38 mg/kg đến 98,31 mg/kg đối với mẫu trầm tích đợt 2, đa số các vị trí lấy mẫu của cả 2 đợt đều có hàm lượng Cr nằm dưới giá trị giới hạn đối với trầm tích nước ngọt. Tuy nhiên, tại điểm SD4 của đợt 1 và điểm SD3 của đợt 2, hàm lượng Cr vượt quy chuẩn cho phép lần lượt là 1,03 và 1,09 lần.

Hàm lượng chất hữu cơ khó phân hủy: hàm lượng tổng OCP dao động từ $1,85 \div 28,4$ $\mu\text{g/kg}$ đối với đợt 1 và dao động từ $2,92 \div 24,4$ $\mu\text{g/kg}$ đối với đợt 2, hàm lượng các OCP trong trầm tích ở đợt 2 có phần cao hơn so với đợt 1; hàm lượng tổng PCB của hai đợt lấy mẫu dao động trong khoảng lần lượt tương ứng $7,20 \div 38,0$ $\mu\text{g/kg}$ đợt 1 và $6,01 \div 35,7$ $\mu\text{g/kg}$ đợt 2, hàm lượng của PCB tại khu vực cửa sông ven biển lớn hơn so với khu vực trong sông.

Các vị trí lấy mẫu từ SD1 đến SD12 cho thấy, tại thời điểm lấy mẫu năm 2018, hàm lượng trung bình của các kim loại Cu, Cd, Hg trong trầm tích đều cao hơn so với Cr và Pb năm 2019, trong khi đó từ SD13 đến SD25, hàm lượng trung bình của kim loại nặng Cr, Cu và Pb năm 2018 thấp hơn năm 2019, hàm lượng Cd và Hg cao hơn năm 2018. Kết quả tính toán rủi ro xác nhận các kim loại này có rủi ro thấp hoặc trung bình đến các hệ sinh thái thủy sinh. Giá trị I_{geo} và EF cho thấy kim loại chủ yếu xâm nhập vào nước mặt và tích tụ trong trầm tích từ các hoạt động của con người. Các cụm nguồn thải cũng được chỉ ra, nguồn phát thải kim loại nặng chính tại khu vực nghiên cứu chủ yếu là từ hoạt động chăn nuôi và sản xuất nông nghiệp.

2. Đặc điểm phân bố kim loại nặng và chất hữu cơ khó phân hủy theo chiều sâu cột trầm tích:

Hàm lượng kim loại nặng: Tại tất cả các lát cắt trầm tích đều phát hiện thấy sự có mặt của các kim loại nghiên cứu với khoảng biến thiên của Cr, Cu, Zn, As, Cd, Hg và Pb lần lượt là $30,2 \div 80,2$ mg/kg đất khô kiệt (dw.), $10,3 \div 61,1$ mg/kg dw., $21,8 \div 215$ mg/kg dw., $4,10 \div 31,1$ mg/kg dw., $0,082 \div 0,613$ mg/kg dw., $0,076 \div 0,787$ mg/kg dw., $15,0 \div 57,1$ mg/kg dw. Ngoài ra, so sánh với giới hạn hàm lượng quy định tại QCVN 43:2017/BTNMT về chất lượng trầm tích thì hàm lượng của tất cả kim loại đều nhỏ hơn giá trị giới hạn đối với cả trầm tích nước ngọt và trầm tích nước lợ. Tuy nhiên, hàm lượng thủy ngân (Hg) có nhiều giá trị cao gần bằng với giá trị giới hạn về chất lượng trầm tích.

Hàm lượng chất hữu cơ khó phân hủy: Tổng PCB được tính bao gồm tổng của 6 đồng loại chỉ thị nghiên cứu. Do vậy, khi so sánh với QCVN 43:2017/TNMT, tổng hàm lượng PCB nhỏ hơn rất nhiều so với giới hạn cho phép PCB trong trầm tích tại Việt Nam đối với cả nước ngọt, nước lợ và nước mặn. Hàm lượng OCPs tại phần lớn các lát cắt đều có hàm lượng nhỏ hơn giới hạn cho phép quy định về chất lượng trầm tích tại QCVN 43:2017/BTNMT, tuy nhiên tại cột trầm tích CoSD 22 (vị trí cửa sông Đáy), hàm lượng p,p-DDE cao hơn giá trị giới hạn cho phép đối chất lượng trầm tích nước ngọt ($6,8$ $\mu\text{g/kg}$) được quy định tại QCVN 43:2017/BTNMT.

Đối với các kim loại, các cột trầm tích có mức độ tích lũy kim loại cao ở khoảng những năm 1990 đến những năm đầu của thế kỷ 21. Trong khi đó, nhóm HCBVTV lại mức độ tích lũy cao nhất vào cuối những năm 1960 và đầu những năm 1970, nhóm PCB tích lũy cao ở cuối những năm 1970.

3. Kết quả nghiên cứu cơ chế tích lũy kim loại nặng và chất hữu cơ khó phân hủy tại khu vực hạ lưu sông Đáy cho thấy: sự tích lũy kim loại nặng và chất hữu cơ khó phân hủy trong trầm tích tại khu vực nghiên cứu có liên quan đến các thông số môi trường như độ pH, lượng chất rắn lơ lửng TDS, thành phần cấp hạt của trầm tích, tại các điểm lấy mẫu có thành phần bột, sét nhiều thì càng có lợi cho sự tích lũy các kim loại nặng và hợp chất hữu cơ khó phân hủy và có mối liên hệ tương quan giữa thành phần khoáng vật sét trong trầm tích với kim loại nặng, các hợp chất hữu cơ khó phân hủy.

KIẾN NGHỊ

Qua quá trình nghiên cứu đặc điểm phân bố, cơ chế tích lũy kim loại nặng và chất hữu cơ khó phân hủy tại lưu vực sông Đáy, tác giả đưa ra kiến nghị: cần tiếp tục có các nghiên cứu sâu hơn về các yếu tố có ảnh hưởng đến quá trình tích lũy kim loại nặng và hợp chất hữu cơ khó phân hủy. Đặc biệt, cần có các nghiên cứu về thành phần khoáng vật của trầm tích tại khu vực với quy mô rộng hơn để tiếp tục đánh giá được tương quan giữa các khoáng vật, đặc biệt là khoáng vật sét với kim loại nặng và hợp chất hữu cơ khó phân hủy.

DANH MỤC CÁC CÔNG TRÌNH LIÊN QUAN ĐẾN LUẬN ÁN

1. Lê Thị Trinh, Kiều Thị Thu Trang, Nguyễn Thành Trung, **Nguyễn Khánh Linh**, Trịnh Thị Thắm (2018), *Đánh giá sự tích lũy và rủi ro sinh thái một số kim loại nặng trong trầm tích mặt khu vực hạ lưu sông Đáy*, Tạp chí Khoa học ĐHQGHN: Các Khoa học Trái đất và Môi trường, Tập 34, Số 4 (2018) 140-147
2. **Nguyễn Khánh Linh**, Lê Thị Trinh (2021), *Bước đầu đánh giá ô nhiễm hạ lưu sông Đáy*, Chuyên san Kinh tế môi trường, ISSN 1859-1906, Số 1(2020).
3. **Nguyen Khanh Linh**, Le Thi Trinh, Nguyen Thi Linh Giang (2022), *Using the water quality index (WQI) to assess the water quality of the Day river flowing through Ninh Binh province, Vietnam*, Proceeding of International conference “Towards net zero emission: Policy and practice, ISBN 978-604-3-57082-3, Publishing House for Science and Technology.
4. **Nguyen Khanh Linh**, Trinh Thi Tham, Luu Duc Hai, Tu Binh Minh, Bui Thi Phuong, Le Thi Trinh (2023), *Historical profile of Polychlorinated biphenyls and organochlorine pesticides in sediment cores from Day river, Vietnam*, Proceeding of The 8th Academic Conference On Natural Science For Young Scientists, Master And Ph.D Students From Asean Countries, 28-30 August 2023, Vinh City, Vietnam, ISBN: 978- 604- 357- 225-4, Publishing House for Science and Technology.
5. **Nguyen Khanh Linh**, Trinh Thi Tham, Kieu Thi Thu Trang, Trinh Thi Thuy, Nguyen Thi Linh Giang, Luu Duc Hai, Tu Binh Minh, Le Thi Trinh (2023), *Distribution, Fate and Ecological toxicity of some Heavy Metals in Sediments: A case study from Day River Downstream, Viet Nam*, Proceeding of The International Conference on GeoInformatics for Spatial-Infrastructure Development in Earth & Allied Sciences (GIS-IDEAS).