

PHÂN BỐ KHÔNG GIAN TRỮ LƯỢNG CÁC-BON HỮU CƠ TRONG ĐẤT VÙNG ĐỒNG BẰNG SÔNG HỒNG

Nguyễn Thanh Tuấn^{1*}, Hồ Quang Đức², Trần Thùy Chi¹

¹Bảo tàng Thiên nhiên Việt Nam

²Viện Thổ nhưỡng Nông hóa

* Email: legis_tuan@vnmn.vast.vn

TÓM TẮT

Đất là một hệ thống lưu trữ các-bon quan trọng trong các hệ thống lưu trữ các-bon trên cạn. Đồng bằng sông Hồng (ĐBSH) là nơi có hoạt động sản xuất nông nghiệp lâu đời ở nước ta, các hoạt động có những tác động lớn đến chất lượng đất, đặc biệt là lượng các-bon hữu cơ trong đất (SOC). Do đó, nghiên cứu sự phân bố không gian trữ lượng SOC vùng ĐBSH cung cấp cho những nhà hoạch định thông tin hữu ích về trữ lượng SOC ở thời điểm hiện tại dưới các loại sử dụng đất chính vùng ĐBSH. Đây là cơ sở để đề xuất các giải pháp quản lý sử dụng đất hiệu quả để tăng cường tích lũy SOC và giảm phát thải khí nhà kính, liên quan đến chiến lược phát triển nông nghiệp, nông thôn trong tương lai. Nghiên cứu đã thu thập, xử lý và phân tích tập mẫu đất tại 753 điểm, sử dụng phương pháp Kriging thông thường để ước lượng sự phân bố không gian trữ lượng SOC vùng ĐBSH ở lớp đất 0 - 1 m năm 2022. Kết quả đã xác định được trữ lượng SOC trung bình vùng ĐBSH là $97,02 \pm 0,02$ tấn/ha. Khu vực đồng bằng tỉnh Quảng Ninh và thành phố Hải Phòng có trữ lượng SOC đến độ sâu 1 m là lớn nhất, khoảng 137 tấn/ha, thấp nhất là khu vực đồng bằng thuộc thành phố Hà Nội. Trữ lượng SOC trung bình ở đất chuyên trồng lúa, đất trồng cây hàng năm khác, đất trồng cây lâu năm và đất đồng cỏ của vùng ĐBSH trong lớp đất 0 - 1 m lần lượt là 54,74 - 181,59 tấn/ha, 54,77 - 174,72 tấn/ha, 54,49 - 182,05 tấn/ha và 59,17 - 152,20 tấn/ha.

Từ khóa: Kriging, địa thống kê, trữ lượng SOC, ĐBSH.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

SOC đóng vai trò đặc biệt quan trọng đối với độ phì nhiêu của đất [1], sự phát triển của cây trồng [2], chi phối các quá trình lý học, hóa học và sinh học trong môi trường đất [3] và chu trình các-bon toàn cầu [4]. SOC là hợp phần lớn nhất của bể các-bon trên cạn của trái đất (> 1.500 Gt C) [5]. Theo Smith (2008) [6], những thay đổi nhỏ trong bể SOC có thể gây ra tác động đáng kể đến nồng độ CO_2 trong khí quyển.

Do đó, việc đánh giá và giám sát trữ lượng SOC có ý nghĩa quan trọng không chỉ đối với bảo tồn đất mà còn đối với chiến lược giảm thiểu sự gia tăng hàm lượng các-bon trong khí quyển. Việc ước tính trữ lượng SOC ở các bể chứa SOC và xem xét sự phân hóa chúng là rất cần thiết, cung cấp cơ sở cho việc xác định tín chỉ các-bon ở đất canh tác nông nghiệp, nhờ đó người nông dân có thể nhận được kinh phí từ việc bán tín chỉ này [7].

Trữ lượng các-bon là khối lượng các-bon tuyệt đối của một bể các-bon ở một thời điểm nhất định [8]. Do đó, trữ lượng SOC là khối lượng SOC tuyệt đối của bể SOC ở một thời điểm nhất định. Trữ lượng bể SOC được xác định bởi hàm lượng SOC, dung trọng đất và độ dày tầng đất.

ĐBSH là đồng bằng lớn thứ 2 của Việt Nam với diện tích khoảng 1.335.000 ha (chỉ xem xét đất vùng đồng bằng), trong đó diện tích của 8 loại đất chính đang được sử dụng để canh tác nông nghiệp gồm: (1) đất phù sa glây - 288.450 ha, (2) đất phù sa không được bồi trung tính ít chua - 157.650 ha, (3) đất phù sa có tầng loang lổ đỏ vàng - 51.445 ha, (4) đất phù sa được bồi trung tính ít chua - 45.131 ha, (5) đất mặn trung bình và ít - 43.189 ha, (6) đất xám bạc màu trên phù sa cổ - 19.513 ha, (7) đất phèn tiềm tàng sâu - 8.659 ha, (8) đất phèn hoạt động sâu - 38.244 và 4 loại sử dụng đất nông nghiệp chính là: Đất trồng lúa nước, đất trồng cây

hàng năm khác, đất trồng cây lâu năm, đất nông nghiệp khác. Bên cạnh những tác động tích cực, tài nguyên đất vùng ĐBSH đang phải đối mặt với một số thách thức lớn như: Sự thiếu hụt lượng phù sa bồi đắp hàng năm, việc sử dụng phân bón vô cơ ngày càng tăng, chuyển đổi đất sản xuất nông nghiệp sang phi nông nghiệp... Những vấn đề này có thể ảnh hưởng trực tiếp đến chất lượng đất nói chung, trữ lượng SOC nói riêng, xa hơn nữa là ảnh hưởng đến lượng khí nhà kính phát thải từ đất, phát triển nông nghiệp bền vững, đặc biệt trong bối cảnh biến đổi khí hậu đang diễn biến phức tạp hiện nay.

Để theo dõi, giám sát và đánh giá sự thay đổi trữ lượng SOC ở vùng ĐBSH, cần thiết phải xây dựng dữ liệu hay bản đồ phân bố trữ lượng SOC. Mục đích của nghiên cứu này là đánh giá sự phân bố trữ lượng SOC đến độ sâu 1 m vùng ĐBSH hiện nay.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU VÀ DỮ LIỆU

2.1. Phương pháp thu thập mẫu đất

Khu vực nghiên cứu được chia thành các đơn vị đồng nhất tương đối về loại đất, địa hình tương đối (vườn cao, vườn trung bình, vườn thấp, trũng), thành phần cơ giới, loại sử dụng đất để xác định các vị trí lấy mẫu. Theo Aguilar-Barojas (2005) [9], số lượng mẫu được xác định theo công thức:

$$n = \frac{Nz^2pq}{(N-1)d^2 + z^2pq}$$

Trong đó: p là tỷ lệ ước lượng cỡ mẫu q = (1 - p); d là khoảng tin cậy (hay biên độ sai số hay sai số cho phép là mức độ chính xác yêu cầu); N là kích thước tổng thể; z là điểm số chuẩn tương ứng với độ tin cậy. Kích thước tổng thể được xác định từ số lượng các khoảnh vi trên bản đồ tương đối đồng nhất về loại đất và loại sử dụng đất (đơn vị cảnh quan), hình thành từ dữ liệu 8 loại đất được trình bày ở trên và 4 loại sử dụng đất chính vùng ĐBSH (đất chuyên trồng lúa, đất trồng cây hàng năm khác, đất trồng cây lâu năm (cây ăn quả), đất đồng cỏ). Diện tích khoảnh vi lớn hơn 6,25 ha, vì

ện tích khoảnh vi lớn hơn 6,25 ha, vì diện tích khoảnh vi tối thiểu ở bản đồ đất tỷ lệ 1:50.000 là 12,5 ha. Các đối tượng nghiên cứu (khoảnh vi) đã xác định được gồm 1.122.938 vị trí.

Theo kết quả tính toán cỡ mẫu cho tổng thể nghiên cứu tối thiểu là 384 vị trí khảo sát và thu thập mẫu. Tuy nhiên, để nâng cao độ chính xác, nghiên cứu đã tăng số điểm lấy mẫu lên 2 lần nhằm giúp cải thiện hiệu suất lập bản đồ trữ lượng SOC kỹ thuật số [10]. Tổng số lượng vị trí khảo sát và thu thập mẫu là 735.

Nguyên tắc phân bố, thu thập mẫu đất đại diện phải đảm bảo cho sự biến thiên của tổng thể nghiên cứu. Vị trí thu thập mẫu đất được phân bố theo công thức của Gustavo và Alain (2016) [11].

$$nh = \frac{N_h \times S_h}{\sum_{h=1}^L N_h \times S_h} \times n$$

Trong đó: nh là số mẫu đất của tầng thứ h; n là tổng số mẫu của tổng thể; N_h là diện tích của tầng thứ h; S_h là độ lệch chuẩn của tầng thứ h; L là số lượng tầng. Tầng được sử dụng để phân bố trong nghiên cứu là loại đất. Về bản chất, các mẫu được phân bố theo tỷ lệ diện tích của từng loại đất so với tổng diện tích của 8 loại đất.

Đối với tầng mặt, mẫu đất tổng hợp được thu thập từ 5 vị trí theo sơ đồ hình vuông kích thước 90 x 90 m với 4 vị trí tại 4 góc và 1 vị trí tại trung tâm của hình vuông. Đối với các tầng dưới tầng mặt đến độ sâu 1 m, các mẫu đất đơn được thu thập theo tầng đất phát sinh tại vị trí trung tâm của hình

âm của hình vuông. Các dụng cụ thu thập mẫu đất gồm: Ống dung trọng, dụng cụ hỗ trợ lấy mẫu dung trọng, khoan tay, búa chuyên dụng, thước, dao, thước...

2.2. Phương pháp phân tích hàm lượng SOC và dung trọng đất

Hàm lượng SOC trong nghiên cứu được xác định theo TCVN 8941:2011 [12] và được thực hiện trong điều kiện phòng Vilas. Dung trọng đất được xác định theo TCVN 6860:2001 [13].

2.3. Phương pháp Kriging thông thường

Phương pháp Kriging là một phương pháp phân tích địa thống kê, là phương pháp nội suy chính xác để xác định các giá trị cho các vị trí chưa có số liệu. Nội suy Kriging có 10 phương pháp. Trong nghiên cứu này, phương pháp Kriging thông thường được sử dụng vì tính hiệu quả và phổ biến trong phân tích địa thống kê [2], thường được sử dụng để ước tính trữ lượng SOC ở độ sâu

tầng đất lớn, khó xác định được các yếu tố như khí hậu, lớp phủ, địa hình, đặc biệt là ở vùng đồng bằng ảnh hưởng đến hàm lượng SOC và dung trọng đất, do đó khó có thể sử dụng các phương pháp phân tích đa biến. Phương pháp Kriging thông thường là phương pháp ước tính giá trị tại vị trí không có dữ liệu bằng cách tính trung bình có trọng số tuyến tính từ các điểm dữ liệu lân cận đã có dữ liệu đo đạc hoặc quan trắc. Để có được kết quả ước tính đảm bảo độ tin cậy cần phải lựa chọn được mô hình phương sai lý thuyết phù hợp cho tập dữ liệu nghiên cứu [14].

Biểu đồ phương sai hoặc bán phương sai giúp định lượng tương quan không gian của đối tượng nghiên cứu. Biểu đồ này biểu diễn giá trị phương sai hoặc bán phương sai các giá trị đo theo khoảng cách giữa các điểm. Các thông số cần quan tâm trên biểu đồ bán phương sai gồm: Phương sai ngưỡng (Sill), phương sai chặn (Nugget), khoảng cách tương quan không gian (Range) và tỷ số Nugget : Sill. Các thông số này quyết định mô hình phương sai lý thuyết.

Phần mềm Arcgis 10.6.1 được sử dụng để ước tính trữ lượng SOC bằng phương pháp Kriging thông thường. Tập dữ liệu được phân chia ngẫu nhiên thành 2 tập con theo tỷ lệ 80 : 20. Sau đó các tập dữ liệu được phân tích và loại bỏ giá trị ngoại lai, kiểm chứng phân bố chuẩn. Tiếp đến, xác định mô hình phương sai lý thuyết, tiến hành nội suy bằng phương pháp Kriging thông thường và kiểm chứng kết quả ước tính.

2.4. Phương pháp lựa chọn mô hình phương sai lý thuyết

Phương pháp kiểm chứng chéo được sử dụng để lựa chọn mô hình phương sai lý thuyết cho phương pháp Kriging thông thường. Các kết quả ước tính được so sánh, đánh giá với kết quả đo đạc. Các đại lượng căn bậc hai sai số bình phương trung bình, đại lượng sai số chuẩn hóa trung bình, căn bậc hai sai số chuẩn hóa trung bình, sai số chuẩn trung bình được sử dụng để so sánh giữa các mô hình phương sai lý thuyết cho phương pháp Kriging thông thường. Các đại lượng trên được tính toán bằng công cụ Geostatistical tool trong phần mềm Arcgis 10.6.1.

2.5. Phương pháp kiểm chứng kết quả

Kết quả ước tính trữ lượng SOC trong khu vực nghiên cứu được kiểm chứng dựa vào các đại lượng gồm chỉ số mức độ phù hợp giữa kết quả ước lượng và kết quả đo đạc, đại lượng căn bậc hai sai số bình phương trung bình. Các đại lượng được thể hiện trong các công thức của Willmott (1984) [15]:

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (P_i - O_i)^2}$$

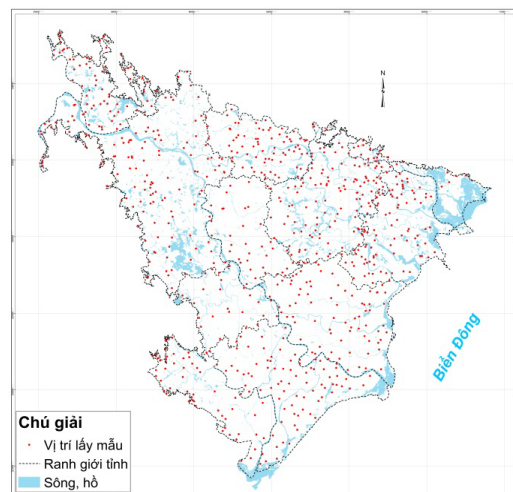
$$d = 1 - \left[\frac{(n \times RMSE^2)}{PE} \right]$$

$$PE = \sum_{i=1}^n (|P_i - \bar{O}| + |O_i - \bar{O}|)^2$$

Trong đó: n là số mẫu; $\bar{O}$ là giá trị trung bình đo đạc; P_i là giá trị ước lượng thứ i ; O_i là giá trị đo đạc thứ i .

2.6. Dữ liệu nghiên cứu

Để tính toán các đại lượng trên, tập mẫu của vùng nghiên cứu gồm 735 điểm (Hình 1), được chia thành hai tập con: (1) tập huấn luyện hay tập xây dựng mô hình, (2) tập kiểm chứng theo tỷ lệ 80 : 20, nghĩa là 80% tập mẫu để xây dựng mô hình, 20% tập mẫu được sử dụng để kiểm chứng mô hình. Việc phân chia 2 tập mẫu con được thực hiện ngẫu nhiên. 735 điểm được xác định dựa trên bản đồ đất các tỉnh vùng ĐBSH tỷ lệ 1:50.000, 1:100.000 và dữ liệu sử dụng đất được giải đoán từ ảnh Landsat 8 năm 2021.



Hình 1. Sơ đồ vị trí các điểm thu thập mẫu vùng nghiên cứu

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

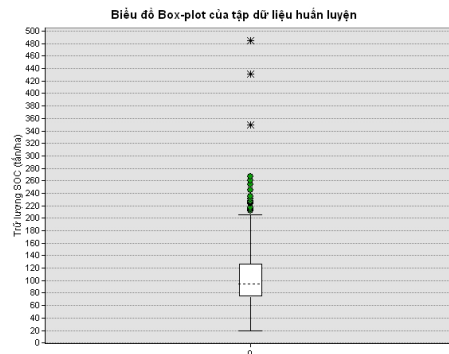
3.1. Đặc điểm thống kê của tập dữ liệu xây dựng mô hình

Trước khi áp dụng phương pháp Kriging thông thường cho nghiên cứu cần thiết phải kiểm tra các giá trị ngoại lai, phân phối chuẩn của các tập dữ liệu đầu vào, vì phương pháp này giả định tập dữ liệu đầu vào là phân phối chuẩn.

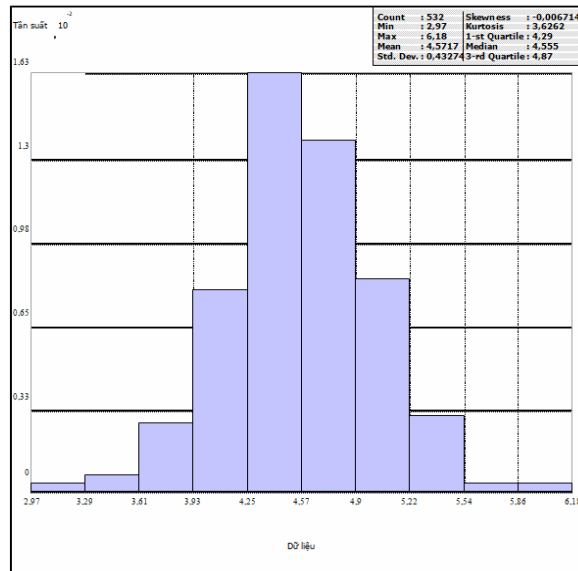
3.1.1. Tập dữ liệu huấn luyện

Hình 2 cho thấy, tập dữ liệu huấn luyện trữ lượng SOC đến độ sâu 1 m có thể tồn tại các giá trị ngoại lai cần phân tích, kiểm tra và loại bỏ. Kết quả phân tích đã chỉ ra 70 giá trị ngoại lai. Như vậy,

sau xử lý giá trị ngoại lai tập dữ liệu huấn luyện trữ lượng SOC gồm 532 dữ liệu.

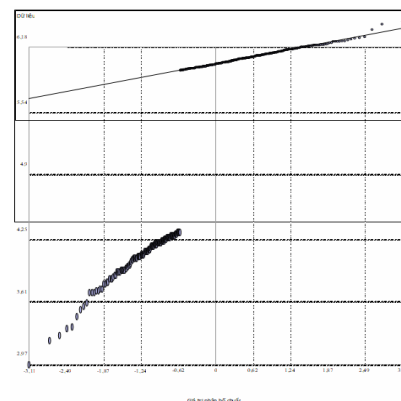


Hình 2. Biểu đồ kiểm tra các điểm ngoại lai trong tập dữ liệu huấn luyện trữ lượng SOC đến độ sâu 1 m



Hình 3. Biểu đồ phân bố của tập dữ liệu huấn luyện trữ lượng SOC đến độ sâu 1 m sau khi chuyển đổi

Các giá trị thống kê của tập dữ liệu huấn luyện cho thấy, giá trị trữ lượng SOC trung bình là 106,26 tấn/ha, giá trị trung vị là 95,03 tấn/ha, giá trị Skewness là 2,11. Các giá trị này chỉ ra rằng, tập dữ liệu huấn luyện phân bố bất đối xứng cần sử dụng hàm logarit tự nhiên để chuyển đổi tập dữ liệu này là kết quả chuyển đổi, cho thấy giá trị trung bình và trung vị xấp xỉ bằng nhau, giá trị Skewness xấp xỉ bằng 0. Ngoài ra, biểu đồ Normal QQPlot cho thấy, tập dữ liệu huấn luyện sau chuyển đổi phân bố chủ yếu trên đường thẳng (Hình 4). Do đó, sau chuyển đổi tập dữ liệu huấn luyện trữ lượng SOC đến độ sâu 1 m có phân bố xấp xỉ chuẩn.

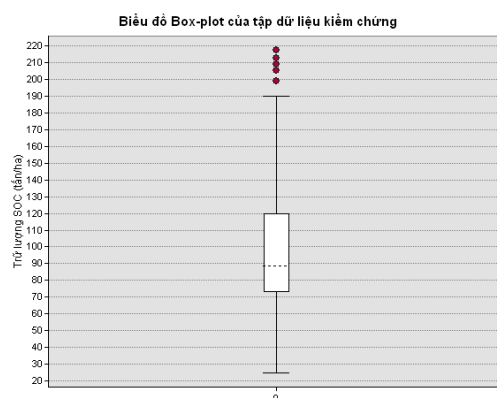


Hình 4. Biểu đồ Normal QQPlot của tập dữ liệu huấn luyện trữ lượng SOC đến độ sâu 1 m sau khi chuyển đổi

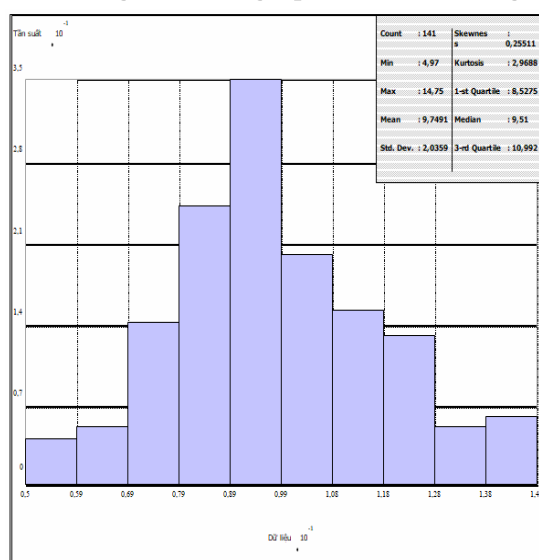
3.1.2. Tập dữ liệu kiểm chứng

Biểu đồ Box-plot của tập dữ liệu kiểm chứng trữ lượng SOC đến độ sâu 1 m chỉ ra rằng, có thể tồn tại một số giá trị ngoại lai trong tập dữ liệu, cần phân tích, kiểm tra và loại bỏ (Hình 5).

Kết quả phân tích cho thấy, có 10 giá trị trong tập dữ liệu kiểm chứng là các giá trị ngoại lai. Như vậy, sau khi xử lý giá trị ngoại lai, tập dữ liệu kiểm chứng này gồm 141 giá trị đo đạc.



Hình 5. Biểu đồ kiểm tra các điểm ngoại lai trong tập dữ liệu kiểm chứng trữ lượng SOC đến độ sâu 1 m



Hình 6. Biểu đồ phân bố của tập dữ liệu kiểm chứng trữ lượng SOC đến độ sâu 1 m sau khi chuyển đổi

Biểu đồ phân bố của tập dữ liệu kiểm chứng trữ lượng SOC đến độ sâu 1 m chỉ ra giá trị trung bình của tập dữ liệu là 99,16 và giá trị trung vị là 90,48. Giá trị lớn nhất là 217,6 tấn/ha, giá trị nhỏ nhất là 24,66 tấn/ha. Giá trị Skewness là 0,81. Do

vậy, cần sử dụng hàm căn bậc hai để chuyển đổi tập dữ liệu này về xấp xỉ phân bố chuẩn (Hình 6).

3.2. Kết quả lựa chọn mô hình phương sai lý thuyết và kiểm chứng kết quả ước tính

Bảng 1. Các đại lượng kiểm chứng chéo và giá trị biểu đồ bán phương sai của 4 mô hình phương sai lý thuyết cho ước tính trữ lượng SOC đến độ sâu 1 m bằng phương pháp Kriging thông thường

Mô hình hàm hình tròn	Giá trị	Mô hình hàm hình cầu	Giá trị
Sai số trung bình	0,0040	Sai số trung bình	0,0039
RMQ	0,3938	RMQ	0,3938

Sai số trung bình chuẩn hóa	0,0098	Sai số trung bình chuẩn hóa	0,0096
RMSSE	0,9864	RMSSE	0,9899
Sai số chuẩn trung bình	0,3994	Sai số chuẩn trung bình	0,3980
Phương sai chặn	0,1466	Phương sai chặn	0,1452
Phương sai ngưỡng	0,2066	Phương sai ngưỡng	0,2063
Range	100.066	Range	111.964
Nugget : Sill	0,7096	Nugget : Sill	0,7038
Mô hình hàm mũ	Giá trị	Mô hình hàm Gaussian	Giá trị
Sai số trung bình	0,0032	Sai số trung bình	0,0045
RMQ	0,3943	RMQ	0,3937
Sai số trung bình chuẩn hóa	0,0083	Sai số trung bình chuẩn hóa	0,0111
RMSSE	1,0101	RMSSE	0,9754
Sai số chuẩn trung bình	0,3907	Sai số chuẩn trung bình	0,4037
Phương sai chặn	0,1357	Phương sai chặn	0,1542
Phương sai ngưỡng	0,2127	Phương sai ngưỡng	0,2064
Range	145.106	Range	95.009
Nugget : Sill	0,6380	Nugget : Sill	0,7471

Ghi chú: RMQ: Căn bậc hai sai số bình phương trung bình; RMSSE: Căn bậc hai sai số bình phương trung bình; Range: khoảng cách tương quan không gian.

Trước khi áp dụng phương pháp Kriging thông thường cho nghiên cứu này, giả định dữ liệu trữ lượng SOC đến độ sâu 1 m là tĩnh tại, nghĩa là mức biến thiên các giá trị này là như nhau trong khu vực nghiên cứu. Theo Webster và Oliver (2007) [14], có 4 mô hình phương sai lý thuyết phổ biến áp dụng trong phương pháp Kriging thông thường gồm: Mô hình hàm hình cầu, mô hình hàm mũ, mô hình hàm Gau, mô hình hàm hình tròn. Do vậy, nghiên cứu này tập trung vào việc lựa chọn 1 trong 4 mô hình phương sai lý thuyết này.

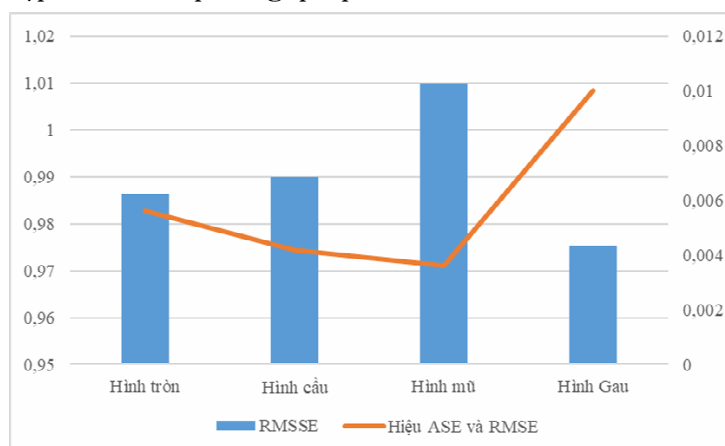
Kết quả xác định mô hình phương sai lý thuyết tối ưu cho phương pháp Kriging thông thường ước tính trữ lượng SOC (Bảng 1). Kết quả cho thấy, các đại lượng sai số trung bình (ME), sai số trung bình chuẩn hóa (MSE), sai số chuẩn

trung bình (ASE) của mô hình hàm mũ có giá trị nhỏ nhất trong 4 mô hình phương sai lý thuyết. Giá trị RMSE của 4 mô hình xấp xỉ nhau. Đại lượng RMSSE của các mô hình cơ bản gần với giá trị 1 nhưng mô hình hàm mũ và mô hình hàm cầu là gần 1 hơn mô hình hàm hình tròn và mô hình hàm Gau (1,0101 và 0,9899) (Hình 7). Hiệu ASE và RMSSE của mô hình hàm mũ là nhỏ nhất (0,0036). Hơn nữa, giá trị Nugget, tỷ số Nugget : Sill của mô hình hàm mũ là nhỏ nhất trong 4 mô hình (Hình 8).

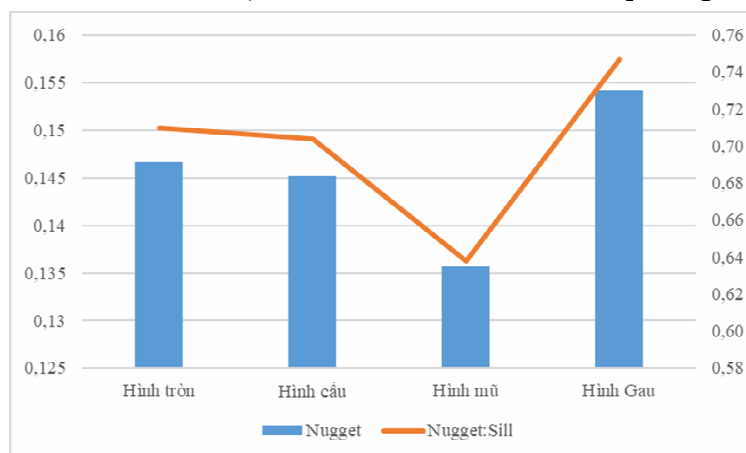
Kết quả kiểm chứng giữa kết quả ước tính trữ lượng SOC đến độ sâu 1 m bằng phương pháp Kriging thông thường với tập dữ liệu kiểm chứng trữ lượng SOC đến độ sâu 1 m cho thấy, RSME với mô hình phương sai lý thuyết hàm mũ là 36,48

tấn/ha, giá trị mức độ phù hợp của mô hình là 0,67. Do vậy, mô hình hàm mũ là mô hình phương sai lý thuyết phù hợp nhất cho phương pháp

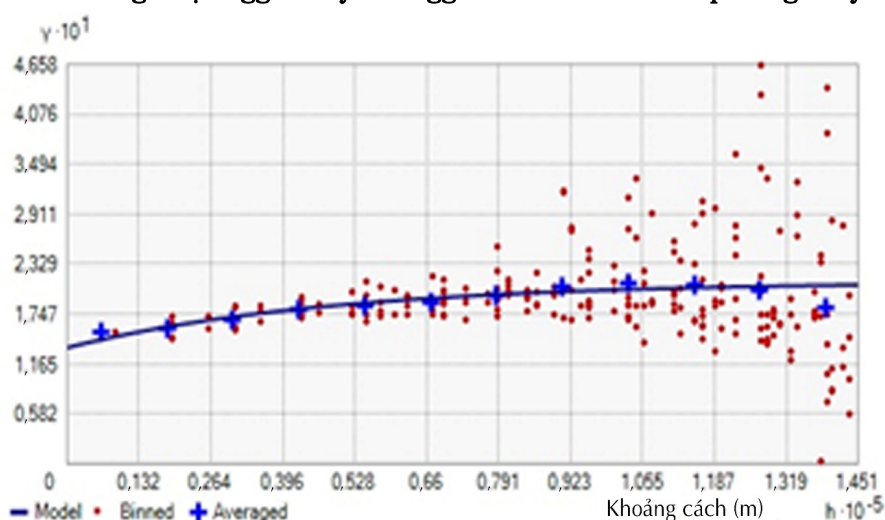
Kriging thông thường ước tính trữ lượng SOC đến độ sâu 1 m vùng ĐBSH.



Hình 7. Biểu đồ RMSSE và hiệu ASE với RMSE của 4 mô hình phương sai lý thuyết



Hình 8. Biểu đồ giá trị Nugget và tỷ số Nugget : Sill của 4 mô hình phương sai lý thuyết



Hình 9. Biểu đồ bán phương sai của mô hình hàm mũ cho phương pháp Kriging thông thường

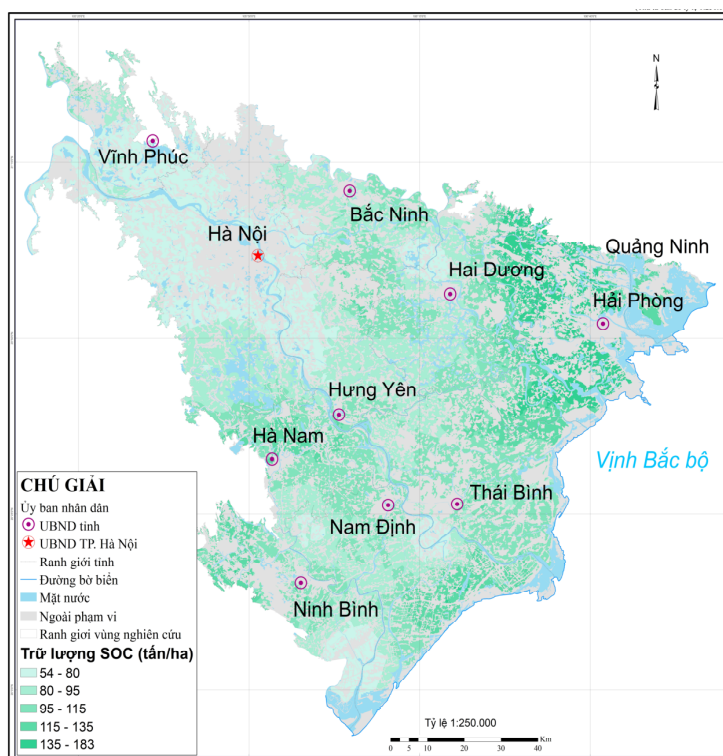
3.3. Trữ lượng SOC đến độ sâu 1 m

Trên bản đồ trữ lượng SOC đến độ sâu 1m vùng ĐBSH tỷ lệ 1:250.000, trữ lượng SOC trung bình là $97,02 \pm 0,02$ tấn/ha, độ lệch chuẩn là 21,65 tấn/ha. Vùng gần cửa hệ thống sông Thái Bình có trữ lượng SOC đến độ sâu 1 m, cao hơn so với vùng trong nội địa hạ lưu sông Thái Bình và hạ lưu hệ thống sông Hồng (Hình 10). Khu vực có trữ lượng SOC cao nhất nằm gần cửa sông Bạch Đằng, sông Cấm, sông Văn Úc, trong khi đó khu vực có trữ lượng SOC thấp nhất tập trung chủ yếu ở vùng tả ngạn và hữu ngạn sông Hồng đoạn chảy qua thành phố Hà Nội và tỉnh Hưng Yên. 5 cấp phân loại trữ lượng SOC vùng nghiên cứu được phân loại theo sự phân hóa tự nhiên. Các khoảng eo sự phân hóa tự nhiên. Các khoảng này thể hiện sự phân hóa rõ nét nhất cho trữ lượng SOC vùng nghiên cứu.

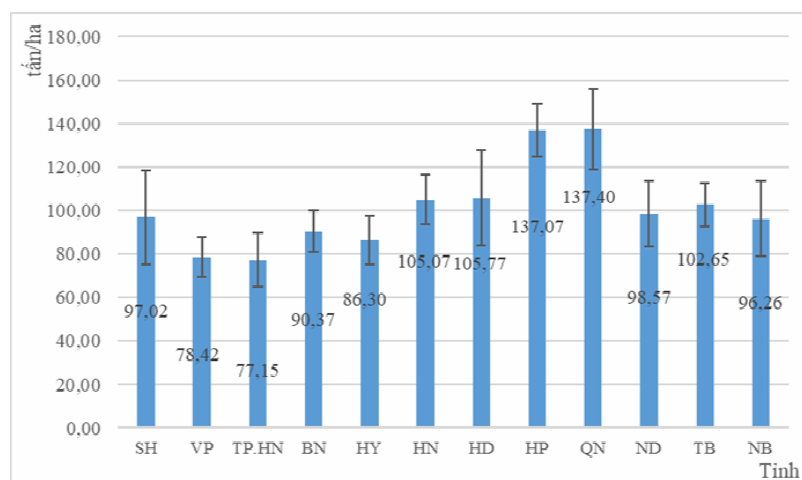
Ở lớp đất 0 - 1 m, trữ lượng SOC cao nhất là 135 - 183 tấn/ha, tập trung ở vùng gần cửa sông Bạch Đằng, sông Cấm, sông Văn Úc trên địa phận thành phố Hải Phòng và vùng tiếp giáp giữa tỉnh Hải Dương, Quảng Ninh. Trữ lượng SOC từ 115 - 135 tấn/ha phân bố rải rác ở vùng ven biển huyện

Giao Thủy, Hải Hậu (tỉnh Nam Định), vùng tiếp giáp giữa huyện Nho Quan, Gia Viễn (tỉnh Ninh Bình), vùng tiếp giáp giữa huyện Duy Tiên, Kim Bảng, thành phố Phủ Lý (tỉnh Hà Nam). Ngoài ra, khu vực có diện tích đáng kể khác có trữ lượng SOC 115 - 135 tấn/ha phân bố ở phía Đông Bắc vùng ĐBSH, chúng phân bố rải rác xung quanh khu vực có trữ lượng SOC từ 135 - 183 tấn/ha.

Khu vực có trữ lượng SOC từ 95 - 115 tấn/ha tập trung chủ yếu ở tả ngạn, hữu ngạn gần cửa sông Trà Lý, sông Diêm Hộ (trung tâm và ven biển tỉnh Thái Bình), gần cửa sông Ninh Cơ, tả ngạn và hữu ngạn sông Châu Giang (tỉnh Hà Nam). Một diện tích khá lớn khác có trữ lượng SOC phân bố dọc trung tâm tỉnh Hải Dương theo hướng Bắc Nam, vùng tiếp giáp giữa 3 tỉnh Hải Dương, Hưng Yên và Bắc Ninh. Bốn khu vực nhỏ khác phân bố ở phía Đông Bắc tỉnh Bắc Ninh và khu vực tiếp giáp giữa huyện Yên Khánh, Yên Mô với huyện Hoa Lư và thành phố Ninh Bình (tỉnh Ninh Bình), vùng đồng bằng phía Tây Bắc tỉnh Vĩnh Phúc và vùng tiếp giáp giữa tỉnh Hà Nam và thành phố Hà Nội.



Hình 10. Sơ đồ trữ lượng SOC đến độ sâu 1 m vùng ĐBSH



Hình 11. Biểu đồ trữ lượng SOC trung bình và độ lệch chuẩn ở lớp đất 0 - 1 m vùng ĐBSH

Ghi chú: SH: vùng ĐBSH; VP: Vĩnh Phúc; TP.HN: thành phố Hà Nội; BN: Bắc Ninh; HY: Hưng Yên; HN: Hà Nam; HD: Hải Dương; HP: Hải Phòng; QN: Quảng Ninh; ND: Nam Định; TB: Thái Bình; NB: Ninh Bình.

Khu vực có trữ lượng SOC từ 80 - 95 tấn/ha chiếm diện tích lớn ở vùng ĐBSH. Chúng chiếm diện tích lớn ở tỉnh Bắc Ninh, Hải Dương. Một diện tích khá lớn khác có trữ lượng SOC phân bố ở phía Nam tỉnh Hưng Yên, thành phố Hà Nội, phía Tây Bắc tỉnh Thái Bình, vùng tả ngạn và hữu ngạn sông Nam Định, tỉnh Nam Định. Trữ lượng SOC từ 54 - 80 tấn/ha tập trung chủ yếu ở vùng đồng bằng của tỉnh Vĩnh Phúc, thành phố Hà Nội (trừ phần phía Nam), Tây Bắc tỉnh Hưng Yên, vùng gần cửa sông Đáy. Ngoài ra, ba khu vực có diện tích nhỏ khác có trữ lượng SOC 54 - 80 tấn/ha phân bố rải rác phía Đông Bắc huyện Ý Yên (tỉnh Nam Định), vùng tiếp giáp giữa huyện Vũ Thư (tỉnh Thái Bình) với huyện Trực Ninh, Nam Trực (tỉnh Nam Định) và vùng tiếp giáp giữa huyện Lương Tài (tỉnh Bắc Ninh) với huyện Nam Sách, Cẩm Giàng (tỉnh Hải Dương).

Khu vực đồng bằng tỉnh Quảng Ninh và thành phố Hải Phòng có trữ lượng SOC đến độ sâu 1 m lớn nhất, khoảng 137 tấn/ha. Tiếp đến là tỉnh Hà Nam, Hải Dương và Thái Bình. Đây là nhóm 5 tỉnh có trữ lượng SOC đến độ sâu 1 m lớn hơn mức trung bình của vùng ĐBSH (97,02 tấn/ha) (Hình 11). Nhóm các tỉnh còn lại có trữ lượng SOC đến

Nhóm các tỉnh còn lại có trữ lượng SOC đến độ sâu 1 m thấp hơn so với mức trung bình của cả vùng ĐBSH, thấp nhất là thành phố Hà Nội.

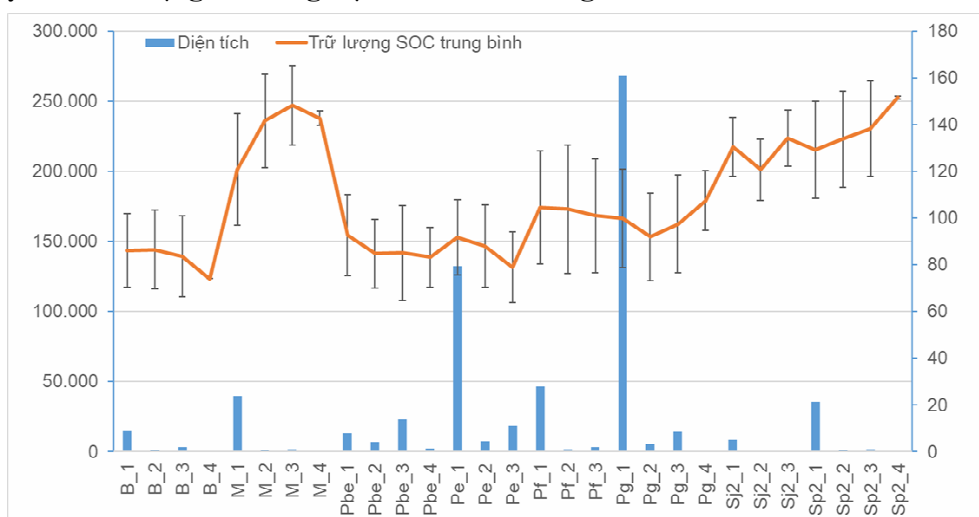
3.4. Trữ lượng SOC đến độ sâu 1 m ở các loại sử dụng đất nông nghiệp chính vùng ĐBSH

Trữ lượng SOC đến độ sâu 1 m ở các loại sử dụng đất nông nghiệp chính vùng ĐBSH năm 2022 là dữ liệu đồng bộ nhất hỗ trợ việc giám sát sự biến động trữ lượng SOC trong tương lai. Dữ liệu cơ sở này được gọi là đường cơ sở trữ lượng SOC năm 2022. Đường cơ sở trữ lượng SOC trung bình năm 2022 ở đất chuyên trồng lúa vùng ĐBSH trong lớp đất 0 - 1 m dao động 54,74 - 181,59 tấn/ha, độ lệch chuẩn trong khoảng 0,001 - 11,26 tấn/ha. Ở đất trồng cây hàng năm khác, trữ lượng SOC trung bình trong khoảng 54,77 - 174,72 tấn/ha, thấp hơn đất trồng lúa. Độ lệch chuẩn trữ lượng SOC ở đất trồng cây hàng năm từ 0,003 - 7,37 tấn/ha. Đối với đất trồng cây lâu năm, trữ lượng SOC trung bình 54,49 - 182,05 tấn/ha, độ lệch chuẩn biến thiên trong khoảng 0,002 - 9,72 tấn/ha. Trữ lượng SOC trung bình ở đất nông nghiệp khác, cụ thể là đất đồng cỏ dao động 59,17 - 152,20 tấn/ha, độ lệch chuẩn trong khoảng 0,02 - 5,14 tấn/ha. Đường cơ sở trữ lượng SOC năm 2022 được xác định cho mỗi đơn vị cảnh quan nông nghiệp là cơ sở để xác định tiềm năng cố định các-bon hữu cơ của các loại đất dưới các loại sử dụng đất canh tác nông nghiệp trong tương lai. Trên cơ sở tiềm năng cố định các-bon hữu cơ này, các giải pháp quản lý sử dụng đất hiệu quả để tăng cường

tích lũy các-bon hữu cơ trong đất và giảm phát thải khí nhà kính.

Trữ lượng SOC trung bình ở lớp đất 0 - 1 m của bể đất phù sa được bồi trung tính ít chua, bể đất phù sa không được bồi trung tính ít chua, bể đất phù sa có tầng loang lổ đỏ vàng, bể đất phù sa glây có xu thế giảm dần từ đất chuyên trồng lúa, đến đất trồng cây hàng năm khác, cuối cùng đất trồng cây lâu năm. Nói cách khác, trữ lượng SOC dưới đất chuyên trồng lúa ở các bể này lớn hơn dưới đất trồng cây hàng năm khác và đất trồng cây lâu năm (Hình 12, bảng 2). Trữ lượng SOC ở các bể này tập trung nhiều ở tầng mặt, dưới tầng mặt vật liệu thường có hàm lượng sét cao hơn và là sét kaolinite có diện tích bề mặt thấp, màu loang lổ do quá trình ferralit, hoặc vật liệu phù sa mới. Do vậy, trữ lượng SOC dưới tầng mặt ở các bể này thấp và trữ lượng SOC của bể đến độ sâu 1 m được quyết định chủ yếu bởi trữ lượng SOC tầng mặt.

Đối với bể đất mặn trung bình và ít, đất phèn hoạt động sâu, đất phèn tiềm tàng sâu, trữ lượng SOC trung bình trong lớp đất 0 - 1 m ở đất trồng cây lâu năm cao hơn đất chuyên trồng lúa và đất trồng cây hàng năm khác. Nguyên nhân là hàm lượng SOC dưới tầng mặt của 3 loại đất này chiếm tỷ trọng khá lớn trong trữ lượng SOC đến độ sâu 1 m do lớp đất dưới tầng mặt của các loại đất này có lẫn các vật liệu hữu cơ đã và đang phân hủy tạo mùn trong đất. Ngoài ra, trữ lượng SOC trung bình trong tầng 0 - 30 cm của 3 loại đất này cũng có xu hướng tăng dần từ đất chuyên trồng lúa, đất trồng cây hàng năm khác, đất trồng cây ăn quả, đất đồng cỏ, ng cỏ.



Hình 12. Trữ lượng SOC của các bể SOC dưới các loại sử dụng đất chính vùng ĐBSH độ sâu từ 0 - 1 m
(B_1: tên bể SOC_loại sử dụng đất; Pg-Đất phù sa glây, Pe-Đất phù sa không được bồi trung tính ít chua, Pf-Đất phù sa có tầng loang lổ đỏ vàng, Pbe-Đất phù sa được bồi trung tính ít chua, M-Đất mặn trung bình và ít, B-Đất xám bạc màu trên phù sa cổ, Sj2-Đất phèn tiềm tàng sâu, Sp2-Đất phèn hoạt động sâu; 1-Đất chuyên trồng lúa nước, 2-Đất trồng cây hàng năm khác, 3-Đất trồng cây lâu năm, 4-Đất nông nghiệp khác)

Đối với bể đất xám bạc màu trên phù sa cổ, trữ lượng SOC dưới các loại sử dụng đất ở bể này đến độ sâu 1 m có xu thế giống như ở bể đất phù sa được bồi trung tính ít chua, bể đất phù sa không được bồi trung tính ít chua, bể đất phù sa có tầng loang lổ đỏ vàng, bể đất phù sa glây. Vì hàm lượng SOC ở các bể này tập trung nhiều ở tầng mặt. Thêm vào đó, đối với canh tác lúa, đất thường

xuên ngập nước trong năm có thể tạo điều kiện thuận lợi để chất hữu cơ di chuyển sâu hơn trong đất nên có thể trữ lượng SOC dưới tầng mặt ở đất lúa cao hơn ở đất trồng cây hàng năm (thoát nước tốt). Do đó, trữ lượng SOC trung bình đến độ sâu 1 m dưới loại sử dụng đất chuyên trồng lúa cao hơn loại sử dụng đất trồng cây hàng năm khác trong bể đất xám bạc màu trên phù sa cổ.

KHOA HỌC CÔNG NGHỆ

**Bảng 2. Trữ lượng các-bon hữu cơ ở các loại bề đất dưới
các loại sử dụng đất nông nghiệp chính vùng ĐBSH**

Bề SOC dưới các loại sử dụng đất	Diện tích (ha)	ASOC	ĐLC
		(tấn/ha)	
Đất xám bạc màu trên phù sa cổ chuyên trồng lúa	15.214,28	86,25	15,80
Đất xám bạc màu trên phù sa cổ trồng cây hàng năm khác	1.039,76	86,53	16,83
Đất xám bạc màu trên phù sa cổ trồng cây lâu năm	3.232,69	83,56	17,27
Đất xám bạc màu trên phù sa cổ đồng cỏ	26,45	74,04	0,09
Đất mặn trung bình và ít chuyên trồng lúa	39.903,84	120,92	23,91
Đất mặn trung bình và ít trồng cây hàng năm khác	1.273,74	141,65	19,97
Đất mặn trung bình và ít trồng cây lâu năm	1.671,91	148,28	16,92
Đất mặn trung bình và ít đồng cỏ	340,02	142,69	3,13
Đất phù sa được bồi trung tính ít chua chuyên trồng lúa	13.256,58	92,68	17,44
Đất phù sa được bồi trung tính ít chua trồng cây hàng năm khác	7.102,15	84,80	14,73
Đất phù sa được bồi trung tính ít chua trồng cây lâu năm	22.801,83	85,09	20,30
Đất phù sa được bồi trung tính ít chua đồng cỏ	1.970,55	83,19	12,74
Đất phù sa không được bồi trung tính ít chua chuyên trồng lúa	132.231,62	91,66	16,15
Đất phù sa không được bồi trung tính ít chua trồng cây hàng năm khác	7.340,61	87,95	17,68
Đất phù sa không được bồi trung tính ít chua trồng cây lâu năm	18.077,93	78,95	15,20
Đất phù sa có tầng loang lổ đỏ vàng chuyên trồng lúa	46.627,53	104,59	24,28
Đất phù sa có tầng loang lổ đỏ vàng trồng cây hàng năm khác	1.659,19	103,85	27,41
Đất phù sa có tầng loang lổ đỏ vàng trồng cây lâu năm	3.159,16	101,02	24,38
Đất phù sa gầy chuyên trồng lúa	268.398,28	99,94	21,01
Đất phù sa gầy trồng cây hàng năm khác	5.476,74	92,00	18,73
Đất phù sa gầy trồng cây lâu năm	14.379,88	97,40	20,93
Đất phù sa gầy đồng cỏ	195,74	107,50	12,78
Đất phèn tiềm tàng sâu chuyên trồng lúa	8.295,38	130,45	12,74
Đất phèn tiềm tàng sâu trồng cây hàng năm khác	283,36	120,65	13,19
Đất phèn tiềm tàng sâu trồng cây lâu năm	80,24	134,15	12,01
Đất phèn hoạt động sâu chuyên trồng lúa	35.596,29	129,24	20,72
Đất phèn hoạt động sâu trồng cây hàng năm khác	1.017,68	133,80	20,62

Đất phèn hoạt động sâu trồng cây lâu năm	1.508,83	138,29	20,60
Đất phèn hoạt động sâu đồng cỏ	121,07	151,71	0,61

Ghi chú: ASOC: Trữ lượng SOC trung bình; DLC: Độ lệch chuẩn

4. KẾT LUẬN

Bản đồ trữ lượng SOC tỷ lệ 1:250.000 vùng ĐBSH đã được xây dựng theo phương pháp Kriging thông thường. Giá trị căn bậc hai sai số bình phương là 36,48 tấn/ha, giá trị mức độ phù hợp của mô hình tính toán là 0,67. Các đại lượng này đạt ở mức khá tốt, đảm bảo độ tin cậy của kết quả ước tính trữ lượng SOC vùng ĐBSH.

Trữ lượng SOC trung bình vùng ĐBSH là $97,02 \pm 0,02$ tấn/ha, độ lệch chuẩn là 21,65 tấn/ha. Vùng gần cửa hệ thống sông Thái Bình có giá trị cao hơn vùng trong nội địa hạ lưu sông Thái Bình và hạ lưu hệ thống sông Hồng. Ở tầng đất 0 - 1 m, khu vực đồng bằng thuộc thành phố Hà Nội có trữ lượng SOC trung bình thấp nhất trong vùng, khu vực đồng bằng thuộc tỉnh Quảng Ninh, thành phố Hải Phòng có trữ lượng SOC trung bình cao nhất.

Trữ lượng SOC trung bình ở đất chuyên trồng lúa, đất trồng cây hàng năm khác, đất trồng cây lâu năm và đất đồng cỏ của vùng ĐBSH trong lớp đất 0 - 1 m lần lượt là 54,74 - 181,59 tấn/ha, 54,77 - 174,72 tấn/ha, 54,49 - 182,05 tấn/ha và 59,17 - 152,20 tấn/ha. Trữ lượng SOC ở bề đất xám bạc mầu trên phù sa cổ, đất phù sa được bồi trung tính ít chua, đất phù sa không được bồi trung tính ít chua, đất phù sa có tầng loang lổ đỏ vàng, đất phù sa gây chuyên trồng lúa có xu thế lớn hơn dưới các loại sử dụng đất còn lại, trong khi đó ở các bề SOC còn lại có xu thế ngược lại. Dữ liệu phân bố không gian trữ lượng SOC vùng ĐBSH hiện nay là cơ sở quan trọng để định hình tín chỉ các-bon và phát triển nông nghiệp bền vững của vùng.

LỜI CẢM ƠN

Nhóm tác giả trân trọng cảm ơn Đề tài độc lập cấp Nhà nước mã số ĐTDL.CN-49/21 đã hỗ trợ thực hiện nghiên cứu này trong thu thập, phân tích mẫu đất, tính toán trữ lượng SOC.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Lal, R (2006). Enhancing crop yields in the developing countries through restoration of the

soil organic carbon pool in agricultural lands. *Land Degradation & Development*, 17: 197 - 209.

2. Fleming, K. L., Heermann, D. F., Westfall, D. G (2004). Evaluating soil color with farmer input and apparent soil electrical conductivity for management zone delineation. *Agronomy Journal*, 96: 1581 - 1587.

3. Jin, X., Song, K., Du, J., Liu, H., Wen, Z (2017). Comparison of different satellite bands and vegetation indices for estimation of soil organic matter based on simulated spectral configuration. *Agricultural and Forest Meteorology*, 244 - 245: 57 - 71.

4. Guo, P., Li, M., Luo, W., Tang, Q., Liu, Z., Lin, Z (2014). Digital mapping of soil organic matter for rubber plantation at regional scale: An application of random forest plus residuals kriging approach. *Geoderma*, 237 - 238: 49 - 59.

5. Lal, R. and Kimble, J. M (1997). Conservation tillage for carbon sequestration. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 49 (1 - 3): 243 - 253.

6. Smith, P (2008). Land use change and soil organic carbon dynamics. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 81 (2): 169 - 178.

7. Mishra, U., Lal, R., Slater, B., Calhoun, F., Liu, D., Van, M. M (2010). Predicting soil organic carbon stock using profile depth distribution functions and ordinary Kriging. *Soil Science Society of America Journal*, 73: 614 - 621.

8. FAO (2003). Instruments related to the United Nations Framework Convention on Climate Change and their potential for sustainable forest management in Africa. Rome, Italy. 82 p.

9. Aguilar-Barojas, S. (2005). Fórmulas para el cálculo de la muestra en investigaciones de salud. *Salud en Tabasco*, 11 (1 - 2): 333 - 338. <https://www.redalyc.org/pdf/487/48711206.pdf>.

10. Zhang, C., Tang, Y., Xu, X., Kiely, G (2011). Towards spatial geochemical modelling:

Use of geographically weighted regression for mapping soil organic carbon contents in Ireland. *Applied Geochemistry*, 26: 1239 - 1248.

11. Gustavo, A., Alain, A (2016). Methods for smallholder quantification of soil carbon stocks and stock changes (Editors: Rosenstock, T. S., Rufino, M. C., Butterbach-Bahl, K., Wollenberg, E., Richards, M). Springer, 135 - 162.

12. Tiêu chuẩn Quốc gia TCVN 8941:2011. Chất lượng đất - Xác định các bon hữu cơ tổng số - Phương pháp Walkley Black.

13. Tiêu chuẩn Quốc gia TCVN 6860:2001. Chất lượng đất - Xác định khối lượng theo thể tích nguyên khối khô.

14. Webster, R., Oliver, M. A. (2007). Geostatistics for environmental scientists (Second Edition). John Wiley & Sons, Ltd. 315 p.

15. Willmott, C. J (1984). On the evaluation of model performance in physical geography. In: Gaile G L, Willmott C, eds., Spatial statistics and models. D. Reidel Publishing Company, Dordrecht. pp. 443 - 460.

SPATIAL DISTRIBUTION OF SOIL ORGANIC CARBON STOCKS IN THE RED RIVER DELTA

Nguyen Thanh Tuan¹, Ho Quang Duc², Tran Thuy Chi¹

¹ Vietnam National Museum of Nature

² Soils and Fertilizers Institute.

Summary

A soil is an important carbon storing pool in territorial systems. The Red river delta is an ancient agricultural cultivation region in Vietnam and the land management practices have had effects on its soil quality, especially soil organic carbon (SOC) content. Hence, research on spatial distribution of SOC stocks in the region would provide useful information current SOC stocks under main land use types for policy-makers. This is bases for proposing effective management solutions to enhance carbon sequestration in the soils and to mitigate greenhouse gas emissions, which is related to strategies on agricultural and rural development in the future. We collected, analyzed and processed soil samples at 753 points, used the method of ordinary Kriging interpolation to estimate spatial variation of SOC stocks in the 0 - 1 m depth layer in 2022. The results stated that the average SOC stock in the Red river delta is 97.02 ± 0.02 tons/ha. The highest SOC stock (137 tons/ha) concentrates in the plain areas in Quang Ninh province and Hai Phong city and the lowest one distributes in Ha Noi Capital. Average SOC stocks in the 0 - 1 m depth layer under paddy rice, other annual crops, fruit trees and grass fields in the Red river delta are 54.74 - 181.59 ton/ha, 54.77 - 174.72 ton/ha, 54.49 - 182.05 ton/ha and 59.17 - 152.20 ton/ha, respectively.

Keywords: *Kriging, geostatistical, soil organic carbon stock, Red river delta.*

Ngày nhận bài: 3/6/2024

Ngày chuyển phản biện: 18/6/2024

Ngày thông qua phản biện: 26/8/2024

Ngày duyệt đăng: 31/12/2024