

# Đánh giá vai trò của sông Mekong trong việc đóng góp trầm tích ở khu vực Tây Nam Biển Đông

Phạm Như Sang<sup>1,\*</sup>, Nguyễn Hữu Hiệp<sup>1</sup>, Hoàng Văn Long<sup>2</sup>, Khương Thế Hùng<sup>1</sup>, Nguyễn Lâm Anh<sup>3</sup>, Trịnh Thanh Trung<sup>4</sup>



Use your smartphone to scan this QR code and download this article

<sup>1</sup>Trường Đại học Mở - Địa chất, số 18 phố Viên, Hà Nội, Việt Nam

<sup>2</sup>Viện Dầu khí Việt Nam, số 167 đường Trung Kính, Hà Nội, Việt Nam

<sup>3</sup>Liên doanh Dầu khí Việt - Xô, số 105 đường Lê Lợi, Vũng Tàu, Việt Nam

<sup>4</sup>Tổng cục Biển và Hải đảo, số 83 đường Nguyễn Chí Thanh, Hà Nội, Việt Nam

## Liên hệ

**Phạm Như Sang**, Trường Đại học Mở - Địa chất, số 18 phố Viên, Hà Nội, Việt Nam

Email: phamhusang@humg.edu.vn

## Lịch sử

- Ngày nhận: 11-9-2021
- Ngày chấp nhận: 20-02-2022
- Ngày đăng: 30-6-2022

DOI: 10.32508/stdjsec.v6i1.656



## Bản quyền

© ĐHQG Tp.HCM. Đây là bài báo công bố mở được phát hành theo các điều khoản của the Creative Commons Attribution 4.0 International license.



## TÓM TẮT

Sông Mekong là con sông lớn nhất xung quanh Biển Đông và chúng có vai trò quan trọng trong việc cung cấp trầm tích cho khu vực phía Tây Nam Biển Đông. Tuy nhiên, khu vực này vẫn còn những quan điểm không thống nhất về sự đóng góp trầm tích từ sông Mekong. Trong nghiên cứu này, khoáng vật sét và thành phần nguyên tố trong các lỗ khoan trầm tích MD01-2393, MD97-2150, SO18383-3, 86GC và KC09 từ các nghiên cứu trước được sử dụng để đánh giá nguồn gốc trầm tích khu vực phía Tây Nam Biển Đông và vai trò đóng góp trầm tích của sông Mekong đối với khu vực này. Dựa trên phân tích thành phần khoáng vật sét và thành phần nguyên tố trong các lỗ khoan trầm tích cho thấy, trầm tích của khu vực Tây Nam Biển Đông chủ yếu đến từ sông Mekong, trong khi đó các con sông ở Borneo, Malay, Sumatra và Thái Lan đóng góp lượng trầm tích không đáng kể cho khu vực này. Bên cạnh đó, dựa vào thành phần độ hạt mịn là bột và sét cùng với sự xuất hiện phổ biến của các loài trùng lỗ trong các lỗ khoan trầm tích thể hiện rằng trầm tích của khu vực này không phải do quá trình phong hóa tại chỗ từ các đá gốc ngậm ở khu vực phía Tây Nam Biển Đông sản sinh ra mà phải đến từ một nơi xa. Nghiên cứu này đã chỉ ra vai trò quan trọng nhất của sông Mekong trong việc cung cấp vật liệu trầm tích cho khu vực phía Tây Nam Biển Đông.

**Từ khoá:** Tây Nam Biển Đông, sông Mekong, nguồn gốc trầm tích, trầm tích lục nguyên, khoáng vật sét

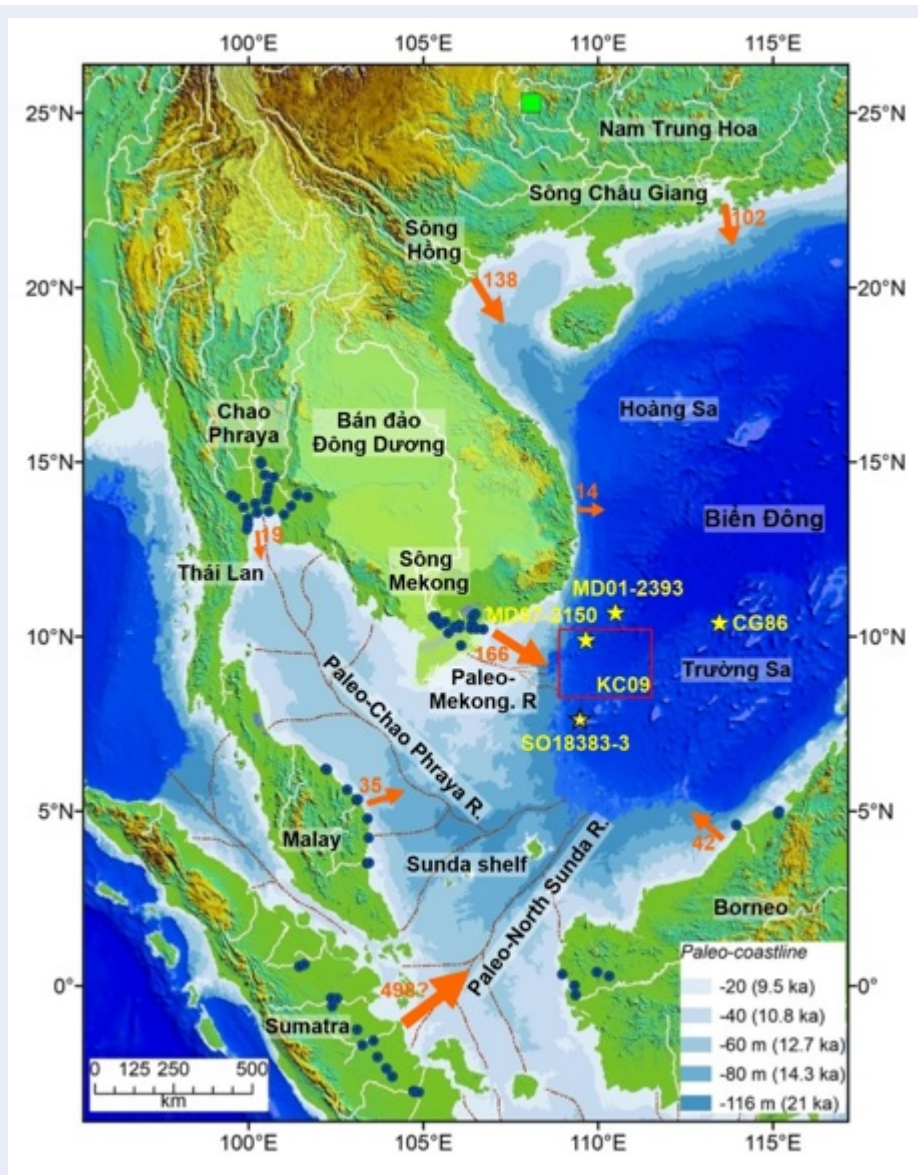
## GIỚI THIỆU

Biển Đông là vùng biển lân cận lớn nhất ở phía Tây Thái Bình Dương, được bao quanh bởi Nam Trung Hoa và Đài Loan ở phía Bắc, bán đảo Đông Dương ở phía Tây, bán đảo Malay, Sumatra, Thái Lan và Borneo ở phía Nam và Luzon and Palawan ở phía Đông. Khu vực này nhận được hơn 700 triệu tấn trầm tích hàng năm từ các con sông xung quanh bao gồm các sông lớn như sông Mekong, sông Hồng và sông Châu Giang [1; Hình 1]. Trầm tích đổ vào Biển Đông chủ yếu là các sản phẩm phong hóa ở các lưu vực sông và chúng chịu ảnh hưởng mạnh mẽ của điều kiện khí hậu, thành phần thạch học của đá và hoạt động kiến tạo ở các lưu vực này<sup>2-5</sup>. Bên cạnh đó, khi các trầm tích này vận chuyển xuống Biển Đông chúng lại chịu nhiều tác động của sự thay đổi mực nước biển, các dòng chảy biển và đặc trưng lắng đọng, phân bố của từng loại vật liệu<sup>6,7</sup>. Những điều này chứng tỏ rằng, Biển Đông là nơi nhận được lượng trầm tích rất lớn từ lục địa và các trầm tích này chịu ảnh hưởng mạnh mẽ của các điều kiện không chỉ trên đất liền mà còn cả dưới đại dương. Do đó, trầm tích ở Biển Đông rất phức tạp nhưng chúng chứa đựng những thông tin hữu ích về sự biến đổi của vỏ Trái đất trên lục địa và cả sự biến đổi

của các dòng hải lưu, sự thay đổi của mực nước biển và biến khu vực này thành một khu vực lý tưởng để nghiên cứu sự tác động qua lại giữa biển và lục địa<sup>1,4</sup>. Chính vì vậy, nguồn gốc trầm tích ở Biển Đông nhận được sự quan tâm và nghiên cứu đặc biệt của nhiều nhà khoa học<sup>4,6,7</sup>.

Phía Tây Nam Biển Đông là khu vực thu hút được nhiều sự chú ý của các nhà nghiên cứu về nguồn gốc trầm tích và môi trường cổ địa lý liên quan. Khu vực này khá phức tạp bởi chúng nhận được nhiều nguồn trầm tích khác nhau như sông Mekong và các con sông nhỏ ở Thái Lan, Malay, Sumatra và Borneo nhưng sông Mekong vẫn được nhiều nhà nghiên cứu cho rằng là nguồn cung cấp tiềm năng nhất [4,8,9; Hình 1]. Tuy khu vực này có nhiều nghiên cứu được tiến hành nhưng nguồn gốc trầm tích của khu vực này và đặc biệt là vai trò đóng góp trầm tích của sông Mekong vẫn còn nhiều giả thuyết không thống nhất. Khoáng vật sét của các lỗ khoan trầm tích MD01-2393, MD97-2150 và SO18383-3, nguyên tố chính, nguyên tố vết và nguyên tố đất hiếm của lỗ khoan 86GC đã được sử dụng để chỉ ra rằng trầm tích của khu vực này đến chủ yếu từ sông Mekong<sup>8-11</sup>. Tuy nhiên, dựa trên nghiên cứu về nguyên tố chính và nguyên tố vết tại 15 ống phóng KC09, Lê Đức Anh

**Trích dẫn bài báo này:** Sang P N, Hiệp N H, Long H V, Hùng K T, Anh N L, Trung T T. **Đánh giá vai trò của sông Mekong trong việc đóng góp trầm tích ở khu vực Tây Nam Biển Đông.** *Sci. Tech. Dev. J. - Sci. Earth Environ.* 2022; 6(1):484-492.



**Hình 1:** Sơ đồ địa hình Đông Nam Á thể hiện hệ thống lưu vực sông xung quanh phía Tây Nam Biển Đông, các hệ thống sông cổ và đường bờ tương ứng với mực nước biển thấp từ ~-116 m. Vị trí lỗ khoan MD01-2393, MD97-2150, CG86 và SO18383-3 được thể hiện bằng ngôi sao vàng, 15 lỗ khoan KC09 được thể hiện bằng khung màu đỏ<sup>8,10-12</sup>. Các mũi tên màu cam thể hiện lượng trầm tích lơ lửng vận chuyển hàng năm tới Biển Đông của các con sông theo đơn vị triệu tấn/năm<sup>1</sup>. Hệ thống sông cổ Paleo-river được thể hiện bằng đường nét đứt màu nâu<sup>13,14</sup>.

và các cộng sự<sup>12</sup> cho rằng trầm tích của khu vực này là sản phẩm của quá trình phong hóa từ các đá gốc găm dưới đáy biển. Điều này thể hiện nguồn gốc trầm tích ở đây còn nhiều vấn đề chưa được sáng tỏ, còn nhiều điểm gây tranh cãi và chúng được thực hiện ở các khu vực riêng biệt khó đại diện cho cả một khu vực rộng lớn phía Tây Nam Biển Đông. Do đó, khoáng vật sét và thành phần nguyên tố trong các lỗ khoan trầm tích MD01-2393, MD97-2150, SO18383-

3, 86GC và KC09 ở khu vực phía Tây Nam Biển Đông từ các nghiên cứu trước sẽ được tổng hợp và phân tích nhằm làm sáng tỏ nguồn gốc trầm tích của khu vực này và vai trò đóng góp trầm tích của sông Mekong trong nghiên cứu này.

### ĐẶC ĐIỂM KHU VỰC NGHIÊN CỨU

Khu vực Đông Nam Á là nơi có quá trình phong hóa diễn ra mạnh mẽ và sản phẩm phong hóa được vận

chuyển tới lưu vực chủ yếu bởi các con sông<sup>3,9,15-17</sup>. Ở khu vực này và xung quanh Biển Đông, sông Mekong là con sông lớn nhất, nó đứng thứ 7 thế giới, vận chuyển 473 km<sup>3</sup> nước và 166 triệu tấn trầm tích hàng năm ra Biển Đông [18; Hình 1]. Con sông này dài 4350 km và có diện tích lưu vực sông khoảng 810 km<sup>2</sup>. Sông Mekong bắt nguồn từ cao nguyên Tây Tạng, chảy qua một loạt các nước Trung Quốc, Myanma, Thái Lan, Lào, Campuchia và Việt Nam trước khi đổ ra Biển Đông. Lưu vực sông Mekong nằm trong vùng ảnh hưởng mạnh mẽ của gió mùa Đông Nam Á với lượng mưa lớn từ tháng 5 đến tháng 10 và nhiệt độ nóng ẩm quanh năm<sup>19,20</sup>. Do đó, lưu lượng nước trong lưu vực sông và lượng trầm tích đổ ra Biển Đông chịu sự chi phối mạnh mẽ của gió mùa Đông Á. Bên cạnh đó, các đá gốc của lưu vực này cũng chịu ảnh hưởng mạnh mẽ của sự biến đổi thời tiết làm cho quá trình phong hóa diễn ra mạnh mẽ và thường cung cấp một lượng lớn trầm tích hàng năm cho Biển Đông.

Phía Nam và Tây Nam Biển Đông là một vùng biển có tốc độ bồi lắng trầm tích cao ở Biển Đông và nhận được một lượng lớn trầm tích lục nguyên từ sông Mekong và các sông nhỏ ở Borneo, Sumatra, bán đảo Malay và Thái Lan [4,16; Hình 1]. Với lượng mưa cực kỳ dồi dào và độ dốc địa hình cao, bán đảo Malay, Sumatra và Borneo có thể đóng góp một lượng lớn trầm tích cho Biển Đông. Milliman và các cộng sự<sup>16</sup> đã sử dụng thuật toán của Milliman và Syvitski<sup>18</sup> để xác định lượng vật liệu trầm tích đổ ra khu vực phía Nam Biển Đông tương ứng là 910 triệu tấn/năm và 780 triệu tấn/năm cho Borneo và Sumatra. Các sông phía Bắc Borneo cung cấp khoảng 459 triệu tấn/năm và các sông phía Đông Bắc Sumatra vận chuyển 498 triệu tấn/năm trực tiếp ra phía Nam Biển Đông. Mặc dù vậy, có những nghiên cứu vẫn chưa tin tưởng về lượng trầm tích khổng lồ này<sup>4</sup>. Do lượng trầm tích quan sát từ hai con sông lớn nhất ở phía Bắc Borneo chỉ khoảng 42 triệu tấn/năm còn bán đảo Malay chỉ khoảng 35 triệu tấn/năm<sup>3</sup>. Một số con sông ở phía Tây thuộc Thái Lan cung cấp khoảng 19 triệu tấn/năm trầm tích cho vịnh Thái Lan và sông Chao Phraya là con sông lớn nhất. Có một số nhà khoa học tin rằng, các con sông ở miền Nam Trung Bộ Việt Nam có thể đóng góp đáng kể trầm tích cho khu vực phía Tây Nam Biển Đông<sup>21</sup>. Bởi những con sông có địa hình dốc và kiến tạo nâng mạnh mẽ thì quá trình phong hóa xói mòn thường diễn ra mạnh và làm cho lượng trầm tích sản sinh ra cao<sup>18,22</sup>. Một trong những ví dụ điển hình là khu vực đảo Đài Loan, nơi các con sông có lưu vực nhỏ nhưng lượng trầm tích đổ ra phía Bắc Biển Đông lên tới 185 triệu tấn/năm<sup>23</sup>. Nhưng lượng mưa phong phú ở đảo Đài Loan mới là yếu tố chính gây

ra hiện tượng này; tuy nhiên, ở miền Trung Việt Nam thì lượng mưa lại không phong phú như thế<sup>24</sup>. Chính vì vậy, lượng trầm tích của khu vực miền Trung Việt Nam cung cấp cho Biển Đông là không lớn, ước tính chỉ lớn hơn 14 triệu tấn/năm<sup>18</sup>. Thêm vào nữa, khu vực Tây Nam Biển Đông nằm không gần các con sông nhỏ miền Trung Việt Nam. Chính vì những nguyên nhân này, nhiều nghiên cứu ở khu vực phía Tây Nam và phía Tây Biển Đông không quan tâm đến sự đóng góp trầm tích đến từ các con sông này<sup>4,6-9,11</sup>.

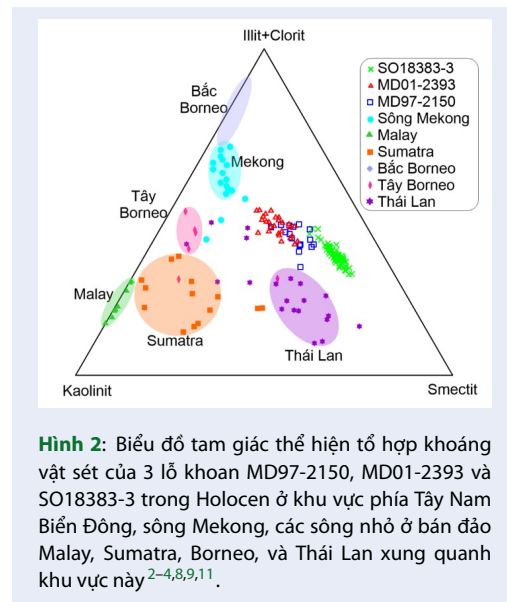
## TÀI LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Để thực hiện được nghiên cứu này, những tài liệu có trước trong khu vực nghiên cứu về nguồn gốc trầm tích và những tài liệu liên quan đến lĩnh vực này đã được tổng hợp, đối sánh và phân tích sâu. Thông qua quá trình này, những điều hợp lý cũng như bất hợp lý hoặc còn thiếu sót từ những nghiên cứu trước đã được thể hiện rõ. Bên cạnh đó, nghiên cứu cũng đưa ra những nhận định, đánh giá và quan điểm khách quan nhất có thể về vấn đề nghiên cứu ở khu vực này nhằm giúp cho các nhà nghiên cứu có cái nhìn tổng quan và chính xác về nguồn gốc trầm tích. Do đó, các tài liệu nghiên cứu trước về nguồn gốc trầm tích ở khu vực phía Tây Nam Biển Đông dựa trên thành phần khoáng vật sét và nguyên tố ở các lỗ khoan MD01-2393, MD97-2150, SO18383-3 và ống phóng trầm tích KC09 đã được tái sử dụng trong nghiên cứu này [8,10-12; Hình 1].

## THẢO LUẬN

Trầm tích dưới đáy biển rất đa dạng bao gồm các mảnh vụn có nguồn gốc từ quá trình xói mòn các đá trên lục địa, các vật liệu núi lửa, các vật liệu từ sinh vật sống bao gồm cả chất hữu cơ, bộ xương sinh vật, đá vôi, phốt phát, các chất lắng đọng và các vật chất do quá trình kết tủa hóa học của các nguyên tố trong nước biển<sup>25</sup>. Trong số các vật liệu này, trầm tích lục nguyên chiếm tỷ trọng lớn nhất và đóng vai trò quan trọng trong quá trình nghiên cứu sự tiến hóa lớp vỏ Trái đất và các quá trình dưới biển. Bởi vì các vật liệu này bao phủ đáy đại dương và độ dày của chúng tăng theo tuổi của lớp vỏ Trái đất. Các trầm tích này có thể cung cấp thông tin quý giá về sự biến đổi lớp vỏ Trái đất trong 200 triệu năm mà trầm tích sông và hồ không làm được. Các vật liệu này chịu sự chi phối mạnh mẽ của gió mùa, sự lưu thông của dòng chảy biển, độ sâu nước biển và liên quan chặt chẽ tới sự vận chuyển, lắng đọng và bảo tồn dưới đáy biển. Trầm tích lục nguyên thường là sản phẩm phong hóa của các loại đá trên lục địa, các vật liệu núi lửa và chúng được vận

chuyển chủ yếu bởi các con sông, gió và băng trôi. Ở Biển Đông, trầm tích lục nguyên được vận chuyển chủ yếu bởi các con sông xung quanh và một phần nhỏ là do gió nhưng chủ yếu là ở phía Bắc Biển Đông<sup>4,26</sup>.



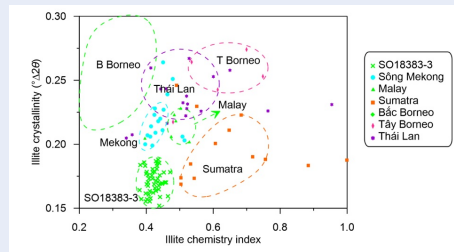
**Hình 2:** Biểu đồ tam giác thể hiện tổ hợp khoáng vật sét của 3 lỗ khoan MD97-2150, MD01-2393 và SO18383-3 trong Holocen ở khu vực phía Tây Nam Biển Đông, sông Mekong, các sông nhỏ ở bán đảo Malay, Sumatra, Borneo, và Thái Lan xung quanh khu vực này<sup>2-4,8,9,11</sup>.

Trong nghiên cứu trầm tích biển, việc xác định nguồn gốc trầm tích đóng vai trò rất quan trọng và là bước đầu tiên trong nghiên cứu môi trường cổ địa lý không chỉ trên đất liền mà còn cả dưới đại dương<sup>4,27-30</sup>. Trong nghiên cứu nguồn gốc trầm tích lục nguyên ở dưới biển, khoáng vật sét được coi là công cụ hiệu quả và đã được sử dụng rộng rãi ở Biển Đông<sup>2,4,8,15,30</sup>. Khoáng vật sét được hình thành dưới ảnh hưởng của điều kiện khí hậu, thành phần thạch học của đá và điều kiện kiến tạo trên các lưu vực sông<sup>2,3,5,31,32</sup>. Do đó, đặc điểm hình thành của khoáng vật sét thường mang những đặc trưng riêng biệt cho từng lưu vực sông và chúng đã được sử dụng thành công trong việc nghiên cứu về nguồn gốc trầm tích biển. Trầm tích lục nguyên ở khu vực phía Tây Nam Biển Đông có thể đến chủ yếu đến từ các con sông quanh khu vực này như sông Mekong và các con sông nhỏ ở Thái Lan, bán đảo Malay, Sumatra, và Borneo [4; Hình 1] bởi vì sự đóng góp do gió là không đáng kể<sup>8,32,33</sup>. Để nghiên cứu nguồn gốc trầm tích khu vực này, thành phần khoáng vật sét từ lỗ khoan MD01-2393, MD97-2150 và SO18383-3 sẽ được tái sử dụng và phân tích sâu hơn trong biểu đồ tương quan giữa kaolinit-(illit + clorit)-smectit [Hình 2]. Kết quả biểu lộ tổ hợp khoáng vật sét của cả ba lỗ khoan đều không trùng khớp với các tổ hợp khoáng vật sét của nguồn gốc trầm tích tiềm năng. Điều này có thể do khu vực được cung cấp bởi nhiều con sông khác nhau hoặc do vị

trí khác nhau, nên quá trình vận chuyển và lắng đọng trầm tích sẽ khác nhau dẫn đến thành phần của chúng không giống nhau<sup>34-36</sup>. Tuy nhiên, một số minh chứng rõ ràng đã được một số nhà nghiên cứu chỉ ra rằng sông Mekong là nguồn cung cấp vật liệu trầm tích chủ yếu cho khu vực Tây Nam Biển Đông<sup>8,9,11</sup> và nghiên cứu sẽ thảo luận ngay sau đây.

Khoáng vật sét illit và clorit được hình thành chủ yếu bởi quá trình phong hóa vật lý từ các đá trên lục địa dưới điều kiện khô và lạnh<sup>31</sup>. Bên cạnh đó, hai khoáng vật sét này có đặc tính vận chuyển khá tương đồng. Do đó, hai khoáng vật sét này trong trầm tích biển thường có cùng nguồn gốc. Trong các lỗ khoan MD97-2150, MD01-2393 và SO18383-3, hai khoáng vật sét illit và clorit có sự biến đổi thành phần tương đối giống nhau<sup>8,11</sup>. Điều này thể hiện, việc đi tìm nguồn gốc khoáng vật illit cũng chính là đi tìm nguồn gốc trầm tích của khoáng vật sét clorit. Để nghiên cứu nguồn gốc khoáng vật illit, nhiều nhà nghiên cứu đã sử dụng chỉ số địa hóa của khoáng vật illit (illite chemistry index) và cấu trúc tinh thể illit (illite crystallinity) để so sánh với các nguồn gốc tiềm năng<sup>6,17,30,35</sup>. Trong nghiên cứu này, các giá trị chỉ số địa hóa illit và cấu trúc tinh thể illit của lỗ khoan SO18383-3 và các nguồn gốc tiềm năng được biểu hiện trên Hình 3. Các giá trị của lỗ khoan SO18383-3 nằm khá gần các giá trị của các mẫu trầm tích sông Mekong và rất khác với các sông nhỏ khác xung quanh khu vực này. Điều này cho thấy sông Mekong là nơi cung cấp chủ yếu khoáng vật illit cũng như clorit cho khu vực Tây Nam Biển Đông; còn các khu vực khác đóng vai trò thứ yếu. Bên cạnh đó, hai lỗ khoan MD97-2150 và MD01-2393 có hàm lượng illit và clorit cũng tương đồng với lỗ khoan SO18383-3<sup>8</sup>. Điều này cũng hợp lý vì 2 lỗ khoan MD97-2150 và MD01-2393 nằm ngay trước mặt sông Mekong và chúng chịu ảnh hưởng mạnh mẽ của nguồn trầm tích này [8,9; Hình 1].

Khoáng vật smectit là sản phẩm của quá trình phong hóa hóa học các đá gốc trên lục địa và nó được hình thành phổ biến trong các sản phẩm phong hóa từ các đá có nguồn gốc núi lửa dưới điều kiện ẩm và ấm<sup>31</sup>. Khoáng vật sét kaolinit thường được hình thành trong điều kiện nóng và ẩm và phụ thuộc mạnh mẽ vào hiện tượng thủy phân ở trên lưu vực sông. Khoáng vật sét kaolinit và smectit xuất hiện phổ biến trong các trầm tích ở khu vực bán đảo Sumatra, Malay và Thái Lan và cũng khá gần với khu vực nghiên cứu nhưng các nhà nghiên cứu trước cho rằng sự đóng góp của chúng là kém quan trọng và khoáng vật sét này chủ yếu do sông Mekong cung cấp<sup>8,9,11</sup>. Ở bán đảo Sumatra, Malay và Thái Lan khoáng vật sét kaolinit có hàm lượng cao trong sản phẩm phong hóa và gió mùa thổi theo hướng từ Nam tới Bắc tăng cao trong thời kỳ gian



**Hình 3:** So sánh giá trị chỉ số địa hóa illit (illite chemistry index) và cấu trúc tinh thể (illite crystallinity) của lỗ khoan SO18383-3 trong Holocen ở phía Tây Nam Biển Đông với nguồn gốc tiềm năng illit của khu vực này. Nguồn gốc số liệu được lấy giống như hình 2.

băng, nhưng thành phần của kaolinit lại thấp hơn ở thời kỳ gian băng và cao hơn ở thời kỳ băng hà<sup>8,11</sup>. Trong thời kỳ băng hà vị trí các lỗ khoan trầm tích lại có xu hướng gần hơn vị trí cửa sông Mekong. Ngoài ra, khoáng vật kaolinit có kích thước lớn từ 0.5 đến 8.0  $\mu\text{m}$  và chúng có xu hướng lắng đọng nhanh trong nước biển nên khó bị vận chuyển đi xa<sup>37-39</sup>. Điều này được thể hiện khá rõ trong nghiên cứu về sự phân bố khoáng vật sét ở Biển Đông, nơi khoáng vật kaolinit chủ yếu phân bố gần bán đảo Malay, phía Nam Trung Hoa, dọc bờ biển miền Trung Việt Nam và khoáng vật sét này có mặt phổ biến trong các trầm tích sông<sup>4</sup>. Do đó, cả về sự biến đổi thành phần khoáng vật kaolinit tại các lỗ khoan, vị trí các sông xung quanh khu vực Tây Nam Biển Đông, và khả năng vận chuyển lắng đọng của khoáng vật sét này đều chứng tỏ sự đóng góp khoáng vật sét kaolinit của khu vực bán đảo Sumatra, Malay và Thái Lan là không nhiều cho khu vực nghiên cứu, mà sông Mekong là đóng vai trò quan trọng nhất. Bên cạnh đó, xung quanh khu vực Tây Nam Biển Đông khoáng vật smectit cũng là khoáng vật phổ biến trong sản phẩm phong hóa ở bán đảo Sumatra, Malay và Thái Lan. Điều này cho thấy rằng, nếu khu vực này đóng góp nhiều smectit thì cũng đóng góp nhiều kaolinit. Qua quan sát sự biến đổi về thành phần của chúng tại 3 lỗ khoan MD97-2150, MD01-2393 và SO18383-3 lại không tương đồng với nhau ở cả thời kỳ băng hà và gian băng<sup>8,11</sup>. Điều này chứng tỏ các con sông ở bán đảo Sumatra, Malay và Thái Lan không thể đóng góp một lượng khoáng vật sét smectit đáng kể cho khu vực nghiên cứu. Ngoài ra, trầm tích từ các con sông ở khu vực Thái Lan thường được vận chuyển vào vịnh Thái Lan và chủ yếu được giữ lại ở khu vực này bởi sự trao đổi trầm tích giữa vịnh và Biển Đông là rất hạn chế<sup>4</sup>. Từ những điều trên đã chứng minh rằng, smectit và kaolinit ở

khu vực Tây Nam Biển Đông có thể đều đến từ sông Mekong còn các sông ở bán đảo Sumatra, Malay, Borneo và Thái Lan cung cấp một lượng không đáng kể. Bên cạnh đó, Fu và các cộng sự<sup>10</sup> sử dụng biểu đồ nguyên tố chính của Roser và Korsch<sup>40</sup> ( $F1 = -1,773 \text{TiO}_2 + 0,607 \text{Al}_2\text{O}_3 + 0,76 \text{FeO} (T) - 1,5 \text{MgO} + 0,616 \text{CaO} + 0,509 \text{Na}_2\text{O} - 1,224 \text{K}_2\text{O} - 9,09$ ;  $F2 = 0,445 \text{TiO}_2 + 0,07 \text{Al}_2\text{O}_3 - 0,25 \text{FeO} (T) - 1,142 \text{MgO} + 0,438 \text{CaO} + 1,475 \text{Na}_2\text{O} + 1,426 \text{K}_2\text{O} - 6,861$ ), biểu đồ nguyên tố đất hiếm, và La-Th-Sc, Th-Sc-Zr/10 của Bhatia và Crook<sup>41</sup> từ lỗ khoan 86GC để xác định nguồn gốc trầm tích của khu vực này trong 31 nghìn năm. Qua quan sát các biểu đồ này có thể thấy, không có sự thay đổi đáng kể nào được ghi nhận trong khoảng thời gian này<sup>10</sup>. Điều này chứng tỏ nguồn gốc của lỗ khoan trầm tích này không bị thay đổi trong 31 nghìn năm. Khu vực phía Nam Biển Đông được nhiều nghiên cứu cho rằng sông Mekong là nguồn cung cấp vật liệu quan trọng nhất. Bên cạnh đó, mực nước biển dâng mạnh mẽ nhất trong 31 nghìn năm ở khu vực này là khoảng 14300 năm và chúng làm cho vị trí sông Paleo-Chao Phraya và Paleo-North Sunda bị thay đổi mạnh mẽ nhất và cách xa vị trí lỗ khoan nhất nhưng trong các biểu đồ của Fu và các cộng sự [10; Hình 1] không có bất kỳ sự thay đổi đáng kể nào. Điều này thể hiện khu vực này không đóng góp lượng trầm tích đáng kể cho lỗ khoan CG86. Do đó, sông Mekong là nguồn cung cấp vật liệu trầm tích chủ yếu cho khu vực này và các sông ở bán đảo Sumatra, Malay, Borneo và Thái Lan đóng vai trò thứ yếu.

Tuy nhiên, Le Duc Anh và các cộng sự<sup>12</sup> đã sử dụng các nguyên tố chính và nguyên tố vết trong 15 cột mẫu trầm tích KC09 và xác định trầm tích ở phía Tây Nam Biển Đông là sản phẩm phong hóa từ đá gốc tại chỗ. Trong nghiên cứu trầm tích biển nếu sử dụng độc thành phần nguyên tố chính và nguyên tố vết để tìm ra nguồn cung cấp trầm tích là không hiệu quả. Bởi chúng thường không thể hiện rõ ràng đặc trưng của nguồn trầm tích. Hơn nữa, trong phân tích thành phần nguyên tố chính trong trầm tích biển bằng phương pháp huỳnh quang tia X (XRF) nếu không xử lý Ca và Na trước thì thành phần này không chỉ đến từ vật liệu aluminosilicat mà còn đến từ cả vật liệu carbonat và nước biển. Khi đó Ca và Na sẽ cao hơn nhiều so với thực tế mẫu chứa độc vật liệu aluminosilicat và việc so sánh thành phần hóa có thể dẫn đến sự nhầm lẫn liên quan tới các đá bazan. Chính vì vậy, để biết được nguồn gốc trầm tích biển khoáng vật sét và đồng vị Sr-Nd thường được sử dụng thay vì dựa trên thành phần nguyên tố chính và nguyên tố vết<sup>4,7,8,11,26,29,30,34</sup>. Do đó, kết quả nghiên cứu của Le Duc Anh và các cộng sự<sup>12</sup> mâu thuẫn với hầu hết các nghiên cứu ở phía Tây Nam Biển Đông nói

riêng và Biển Đông nói chung<sup>4,8,10,11,15</sup>. Khu vực phía Tây Nam Biển Đông đã có một số lỗ khoan trầm tích sử dụng để nghiên cứu nguồn gốc trầm tích ở trên như MD01-2393 (ở độ sâu mực nước 1230 m, chiều dài lỗ khoan 42,54 m, tuổi xác định 190 nghìn năm), MD97-2150 (ở độ sâu mực nước 292 m, chiều dài lỗ khoan 13,22 m, tuổi xác định 80 nghìn năm), SO18383-3 (ở độ sâu mực nước 710 m, chiều dài lỗ khoan 9,44 m, tuổi xác định 30 nghìn năm), 86GC (ở độ sâu mực nước 2651 m, dài 1,68 m, tuổi xác định 31 nghìn năm)<sup>8,10,11</sup>. Các ống phóng KC09 có độ sâu mực nước từ 500–1000 m và chiều dài lỗ khoan nhỏ hơn 3,7 m<sup>12</sup>. Từ sự so sánh chiều dài lỗ khoan ta có thể thấy các lỗ khoan KC09 ngắn hơn nhiều so với chiều dài các lỗ khoan MD01-2393, MD97-2150, SO18383-3 và 86GC. Tuy nhiên, các lỗ khoan MD01-2393, MD97-2150, SO18383-3 và 86GC chưa chạm tới lớp phong hóa của vỏ đại dương ở khu vực này<sup>8,10,11</sup> nhưng theo Lê Đức Anh và các cộng sự<sup>12</sup> thì 15 ống phóng KC09 đã nằm trong tầng phong hóa tại chỗ của khu vực Tây Nam Biển Đông. Điều này tạo ra sự chênh lệch lớn giữa luận điểm nguồn gốc trầm tích của khu vực này và chúng ta dễ dàng nhận thấy nhận định của Lê Đức Anh và các cộng sự<sup>12</sup> có sự khác biệt với phần còn lại và cơ sở của kết luận này là không thuyết phục.

Thành phần các ống phóng trầm tích KC09 và các lỗ khoan trầm tích MD01-2393, MD97-2150, SO18383-3 và 86GC ở khu vực này có độ hạt khá mịn, chủ yếu là bột và sét<sup>8-12</sup>. Điều này biểu lộ nguồn gốc trầm tích của khu vực này phải đến từ một nơi rất xa. Trong quá trình vận chuyển trầm tích, chúng ta biết rằng vật liệu sẽ có sự phân dị theo trọng lực, trầm tích càng gần nguồn cung cấp thì thành phần độ hạt sẽ thô hơn so với trầm tích ở xa nguồn. Nếu trầm tích ở 15 ống phóng KC09 có nguồn gốc phong hóa tại chỗ từ các đá gốc thì thành phần của chúng phải có độ hạt không đồng đều từ thô đến mịn và hạt thô sẽ chiếm ưu thế. Bởi chúng ta biết rằng trầm tích phong hóa tại chỗ nó giống như đất đồi ở trên đất liền thường chứa rất nhiều các cấp hạt khác nhau và không thể có thành phần chủ yếu là bột và sét. Bên cạnh đó, trong các cột ống phóng KC09 và các lỗ khoan MD01-2393, MD97-2150, SO18383-3 và 86GC đều phát hiện rất nhiều trùng lỗ (Foraminifera), bao gồm cả hai loại, một loại sống bám đáy và một loại sống lơ lửng trong nước và khi chết chúng được lắng đọng xuống đáy biển<sup>8-12,42,43</sup>. Điều đó chứng tỏ khi các loài trùng lỗ chết đi, chúng được lắng đọng cùng với các vật liệu trầm tích từ nơi khác đưa đến. Đây cũng là lý do tại sao đồng vị kém bền <sup>14</sup>C trong các loài trùng lỗ được

sử dụng rộng rãi để xác định tuổi trầm tích trẻ<sup>7-11</sup>. Tuy nhiên, nếu kết luận trầm tích ở khu vực này là sản phẩm phong hóa tại chỗ của đá gốc thì làm cách nào để những con trùng lỗ đã chết đi rồi chúng lại có thể tự chui xuống dưới sâu vài cm đến vài m? Do đó, từ thành phần độ hạt mịn là bột và sét kết hợp với sự phổ biến của các loại trùng lỗ trong các ống phóng trầm tích KC09 có thể nhận định rằng trầm tích ở đây phải đến từ nơi rất xa và không thể do quá trình phong hóa tại chỗ của vỏ đại dương ở khu vực này.

## KẾT LUẬN

Khoáng vật sét và thành phần nguyên tố trong các lỗ khoan trầm tích MD01-2393, MD97-2150, SO18383-3, 86GC và KC09 ở phía Tây Nam Biển Đông từ các nghiên cứu trước được tái sử dụng nhằm làm sáng tỏ nguồn gốc trầm tích của khu vực này và vai trò đóng góp trầm tích của sông Mekong. Kết quả nghiên cứu đã chứng minh, trầm tích khu vực phía Tây Nam Biển Đông được cung cấp chủ yếu bởi sông Mekong, trong khi đó các con sông ở Borneo, Malay, Sumatra và Thái Lan đóng góp lượng trầm tích không đáng kể cho khu vực này. Bên cạnh đó, dựa vào thành phần độ hạt mịn là bột và sét cộng với sự phổ biến của các loài trùng lỗ trong các lỗ khoan trầm tích thể hiện rằng nguồn gốc trầm tích của khu vực này không phải là sản phẩm phong hóa của lớp vỏ đại dương và chúng phải đến từ mọi nơi khá xa. Nghiên cứu này đã biểu lộ vai trò quan trọng nhất của sông Mekong trong việc đóng góp trầm tích cho khu vực phía Tây Nam Biển Đông.

## LỜI CẢM ƠN

Nhóm nghiên cứu xin cảm ơn các thầy cô trong Khoa Khoa học và Kỹ thuật Địa chất, các Phòng Ban chức năng của Trường Đại học Mỏ - Địa chất đã tạo điều kiện thuận lợi cho quá trình nghiên cứu của nhóm tác giả. Nghiên cứu này được tài trợ bởi Quỹ Phát triển khoa học và công nghệ Quốc gia với mã số đề tài 105.99-2019.302.

## XUNG ĐỘT LỢI ÍCH

Nhóm tác giả xin cam đoan rằng, không có xung đột lợi ích trong nghiên cứu này.

## ĐÓNG GÓP CỦA TÁC GIẢ

Phạm Như Sang, Nguyễn Hữu Hiệp, Hoàng Văn Long, Khương Thế Hùng, Nguyễn Lâm Anh, Trịnh Thanh Trung cùng tiến hành tổng hợp, phân tích tài liệu, thảo luận kết quả nghiên cứu và hoàn thiện bài báo.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Liu Z, Statterger K. South China Sea fluvial sediments: an introduction. *Journal of Asian Earth Sciences*. 2014;79:507–508. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.jseas.2013.11.003>.
- Liu Z, et al. Climatic and tectonic controls on weathering in south China and Indochina Peninsula: Clay mineralogical and geochemical investigations from the Pearl, Red, and Mekong drainage basins. *Geochemistry, Geophysics, Geosystems*. 2007;8:Q05005. Available from: <https://doi.org/10.1029/2006GC001490>.
- Liu Z. Climatic and tectonic controls on chemical weathering in tropical Southeast Asia (Malay Peninsula, Borneo, and Sumatra). *Chemical Geology*. 2012;291:1–12. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.chemgeo.2011.11.015>.
- Liu Z. Source-to-sink transport processes of fluvial sediments in the South China Sea. *Earth-Science Reviews*. 2016;153:238–273. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2015.08.005>.
- Sang PN, et al. Chemical weathering in central Vietnam from clay mineralogy and major-element geochemistry of sedimentary rocks and river sediments. *Heliyon*. 2018;4:e00710. PMID: 30094380. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2018.e00710>.
- Liu Z. Late Quaternary clay minerals off Middle Vietnam in the western South China Sea: Implications for source analysis and East Asian monsoon evolution. *Science in China Series D-Earth Sciences*. 2007;50:1674–1684. Available from: <https://doi.org/10.1007/s11430-007-0115-8>.
- Sang PN, Liu Z. Terrigenous sediment variations in the western South China Sea and their implications to East Asian monsoon evolution during the last glacial-interglacial cycle. *Quaternary International*. 2021;580:1–10. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2021.02.008>.
- Liu Z, et al. Erosional history of the eastern Tibetan Plateau since 190 kyr ago: Clay mineralogical and geochemical investigations from the southwestern South China Sea. *Marine Geology*. 2004;209:1–18. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.margeo.2004.06.004>.
- Liu Z, et al. Late Quaternary climatic control on erosion and weathering in the eastern Tibetan Plateau and the Mekong Basin. *Quaternary Research*. 2005;63:316–328. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.yqres.2005.02.005>.
- Fu S. Geochemical changes of the terrigenous sediments in the southern South China Sea and their paleoenvironmental implications during the last 31 ky. *Journal of Oceanography*. 2011;67:337–346. Available from: <https://doi.org/10.1007/s10872-011-0043-2>.
- Jiwarungruengkul T, et al. Reconstructing chemical weathering intensity in the Mekong River basin since the Last Glacial Maximum. *Paleoceanography and Paleoclimatology*. 2019;34:1–16. Available from: <https://doi.org/10.1029/2019PA003608>.
- Đức Anh L, et al. Đặc điểm địa hóa trầm tích khu vực tây nam trung sâu Biển Đông. *Tạp chí Khoa học và Công nghệ Biển*. 2020;48(20):1–6.
- Voris HK. Maps of Pleistocene sea levels in Southeast Asia: Shorelines, river systems and time durations. *Journal of Biogeography*. 2000;27:1153–1167. Available from: <https://doi.org/10.1046/j.1365-2699.2000.00489.x>.
- Sathiamurthy E, Voris KH. Maps of Holocene sea level transgression and submerged lakes on the Sunda Shelf. *The Natural History Journal of Chulalongkorn University, Supplement*. 2006;2:1–44.
- Clift PD, Wan S, Blusztajn J. Reconstructing chemical weathering, physical erosion and monsoon intensity since 25 Ma in the northern South China Sea: A review of competing proxies. *Earth-Science Reviews*. 2014;130:86–102. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2014.01.002>.
- Milliman JD, Farnsworth KL, Albertin CS. Flux and fate of fluvial sediments leaving large islands in the East Indies. *Journal of Sea Research*. 1999;41:97–107. Available from: [https://doi.org/10.1016/S1385-1101\(98\)00040-9](https://doi.org/10.1016/S1385-1101(98)00040-9).
- Huang J, et al. Terrigenous supplies variability over the past 22,000 yr in the southern South China Sea slope: Relation to sea level and monsoon rainfall changes. *Journal of Asian Earth Sciences*. 2016;117:317–327. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.jseas.2015.12.019>.
- Milliman JD, Syvitski JPM. Geomorphic/tectonic control of sediment discharge to the ocean: the importance of small mountainous rivers. *The Journal of Geology*. 1992;100:525–544. Available from: <https://doi.org/10.1086/629606>.
- Unverricht D, et al. Modern sedimentation and morphology of the subaqueous Mekong delta, southern Vietnam. *Global and Planetary Change*. 2013;110:223–235. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.gloplacha.2012.12.009>.
- Xue Z. Modeling transport and deposition of the Mekong River sediment. *Continental Shelf Research*. 2012;37:66–78. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.csr.2012.02.010>.
- Li XJ. Sedimentary characteristics of the Western South China Sea and their variations since the Late Pleistocene. Dissertation for the Doctoral Degree (in Chinese), Tongji University. 2005;p. 91.
- Milliman JD, Farnsworth KL. River discharge to the coastal ocean-A global synthesis. Cambridge University Press, Cambridge. 2011;p. 382.
- Milliman JD, Meade RH. World-wide delivery of river sediment to the oceans. *The Journal of Geology*. 1983;91:1–21. Available from: <https://doi.org/10.1086/628741>.
- Selvaraj K, Chen CA. Moderate Chemical Weathering of Subtropical Taiwan: Constraints from Solid-Phase Geochemistry of Sediments and Sedimentary Rocks. *The Journal of Geology*. 2006;114:101–116. Available from: <https://doi.org/10.1086/498102>.
- Huneker H, Mulder T. Deep-sea sediments. Amsterdam: Elsevier. 2011;p. 63:849.
- Liu ZF. Clay mineral assemblages in the northern South China Sea: implications for East Asian monsoon evolution over the past 2 million years. *Marine Geology*. 2003;201:133–146.
- Diekmann B, et al. Clay mineral fluctuations in Late Quaternary sediments of the southeastern South Atlantic: Implications for past changes of deep water advection. In: Wefer, G., Berger, W.H., Siedler, G., Webb, D. (eds.), *The South Atlantic: Present and Past Circulation*. Springer-Verlag, Berlin. 1996;p. 621–644. Available from: [https://doi.org/10.1007/978-3-642-80353-6\\_31](https://doi.org/10.1007/978-3-642-80353-6_31).
- Gingele FX, et al. Orbital forcing of freshwater input in the Zaire Fan area: Clay mineral evidence from the last 200 kyr. *Paleogeography, Paleoclimatology, Paleoeology*. 1998;138:17–26. Available from: [https://doi.org/10.1016/S0031-0182\(97\)00121-1](https://doi.org/10.1016/S0031-0182(97)00121-1).
- Liu Z, et al. Detrital fine-grained sediment contribution from Taiwan to the northern South China Sea and its relation to regional ocean circulation. *Marine Geology*. 2008;255:149–155. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.margeo.2008.08.003>.
- Sang PN, et al. Weathering and erosion in central Vietnam over the Holocene and Younger Dryas: Clay mineralogy and elemental geochemistry from the Vietnam Shelf, western South China Sea. *Journal of Asian Earth Sciences*. 2019;179:1–10. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.jseas.2019.04.008>.
- Chamley H. Clay sedimentology. Springer, New York. 1989;p. 263. PMID: 2789517. Available from: <https://doi.org/10.1007/978-3-642-85916-8>.
- Liu Z, et al. Chemical weathering in Luzon, Philippines from clay mineralogy and major-element geochemistry of river sediments. *Applied Geochemistry*. 2009;24:2195–2205. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.apgeochem.2009.09.025>.
- Boulay S, et al. Sedimentary responses to the Pleistocene climatic variations recorded in the South China Sea. *Quaternary Research*. 2007;68:162–172. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.yqres.2007.03.004>.
- Chen Q. Clay mineralogical and geochemical proxies of the East Asian summer monsoon evolution in the South China

- Sea during Late Quaternary. *Scientific Reports*. 2017;7:42–83. PMID: 28176842. Available from: <https://doi.org/10.1038/srep42083>.
35. Steinke S, et al. Sea level induced variations in clay mineral composition in the southwestern South China Sea over the past 17,000 yr. *Marine Geology*. 2008;250:199–210. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.margeo.2008.01.005>.
  36. Wang J, et al. Clay mineral and grain size studies of sediment provenances and paleoenvironment evolution in the middle Okinawa Trough since 17 ka. *Marine Geology*. 2015;366:49–61. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.margeo.2015.04.007>.
  37. Gibbs RJ. Clay mineral segregation in the marine environment. *Journal of Sedimentary Research*. 1977;47:237–243. Available from: <https://doi.org/10.1306/212F713A-2B24-11D7-8648000102C1865D>.
  38. Johnson AG, Kelley JT. Temporal, spatial, and textural variation in the mineralogy of Mississippi River suspended sediment. *Journal of Sedimentary Research*. 1984;54:67–72. Available from: <https://doi.org/10.1306/212F83A5-2B24-11D7-8648000102C1865D>.
  39. Patchineelam SM. Preferential settling of smectite on the Amazon continental shelf. *Geo-Marine Letters*. 2000;20:37–42. Available from: <https://doi.org/10.1007/s003670000035>.
  40. Roser B, Korsch R. Provenance signatures of sandstone mudstone suites determined using discriminant function analysis of major-element data. *Chemical Geology*. 1988;67:119–139. Available from: [https://doi.org/10.1016/0009-2541\(88\)90010-1](https://doi.org/10.1016/0009-2541(88)90010-1).
  41. Bhatia M, Crook K. Trace element characteristics of graywackes and tectonic setting discrimination of sedimentary basin. *Contributions to Mineralogy and Petrology*. 1986;92:181–193. Available from: <https://doi.org/10.1007/BF00375292>.
  42. Chi NTK. Bộ số liệu kết quả phân tích mẫu: gia công phân tích mẫu cổ sinh Foraminifera, phân tích mẫu độ hạt trầm tích dưới kính hiển vi, kính hiển vi điện tử quét Sem. 2019;p. 179.
  43. Chi NTK, Van Bat D. Characterization of foraminifera in surface sediments of the southwestern East Sea. *Journal of Mining and Earth Sciences*. 2021;62:8–13. Available from: [https://doi.org/10.46326/JMES.2021.62\(6\).02](https://doi.org/10.46326/JMES.2021.62(6).02).



# A review on the role of the Mekong River in contributing terrigenous sediments in the southwestern East Sea

Sang Pham Nhu<sup>1,\*</sup>, Hiep Nguyen Huu<sup>1</sup>, Long Van Hoang<sup>2</sup>, Hung Khuong The<sup>1</sup>, Anh Nguyen Lam<sup>3</sup>, Trung Trinh Thanh<sup>4</sup>



Use your smartphone to scan this QR code and download this article

## ABSTRACT

The Mekong River is the largest river surrounding the East Sea and transports much terrigenous sediments to the southwestern East Sea. However, this region still has contained different standpoints on the sediment contribution from the Mekong River. In this study, clay mineralogy and elemental geochemistry of Cores MD01-2393, MD97-2150, SO18383-3, 86GC, and KC09 from previous studies are employed to review sediment provenances in the southwestern East Sea and the role of the Mekong River in contributing terrigenous sediments in this region. According to clay mineralogy and elemental geochemistry, provenance analyses indicate that the Mekong River primarily provides terrigenous sediments to the southwestern East Sea, while rivers in Borneo, Malay, Sumatra, and Thailand can supply insignificant amounts of terrigenous sediments to this area. Based on the abundance of fine grain (silt and clay) and foraminifera in sediment cores, terrigenous sediments in the southwestern East Sea cannot be weathering products of parent rocks in the deep-sea basin, implying that these sediments could originate from remote sources. Our study reveals that the Mekong River plays the most crucial role in contributing terrigenous sediments to the southwestern East Sea.

**Key words:** Southwestern East Sea, Mekong River, sediment provenance, terrigenous sediments, clay minerals

<sup>1</sup>Hanoi University of Mining and Geology, 18 Vien Street, Hanoi, Vietnam

<sup>2</sup>Vietnam petroleum institute, 167 Trung Kinh Street, Hanoi, Vietnam

<sup>3</sup>Vietsovpetro, 105 Le Loi Street, Vung Tau, Vietnam

<sup>4</sup>Vietnam Administration of Seas and Islands, 83 Nguyen Chi Thanh Street, Hanoi, Vietnam

## Correspondence

**Sang Pham Nhu**, Hanoi University of Mining and Geology, 18 Vien Street, Hanoi, Vietnam

Email: phamnhusang@humg.edu.vn

## History

- Received: 11-9-2021
- Accepted: 20-02-2022
- Published: 30-06-2022

DOI : 10.32508/stdjsee.v6i1.656



## Copyright

© VNUHCM Press. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International license.



**Cite this article :** Nhu S P, Huu H N, Hoang L V, The H K, Lam A N, Thanh T T. **A review on the role of the Mekong River in contributing terrigenous sediments in the southwestern East Sea.** *Sci. Tech. Dev. J. - Sci. Earth Environ.*; 2022, 6(1):484-492.