

TIẾN HOÁ TRÂM TÍCH VÀ SỰ Ô NHIỄM LIÊN QUAN Ở VÙNG HẠ LƯU SÔNG ĐỒNG NAI VÀ HỆ LẠCH TRIỀU THỊ VẢI

TRẦN NGHI, ĐINH XUÂN THÀNH, ĐẶNG MAI, NGUYỄN ĐÌNH THÁI,
TRẦN THỊ THANH NHÂN, HOÀNG THỊ PHƯƠNG THẢO

Tóm tắt: Địa hệ cửa sông Đồng Nai – Sài Gòn – Thị Vải hiện nay bao gồm 2 kiểu: cửa sông hình phễu Soài Rạp và hệ lạch triều Thị Vải. Lịch sử biến động địa hệ này gắn liền với tiến hóa địa chất trầm tích trong Holocen, đặc biệt là trong Holocen muộn gắn liền với sự thay đổi mực nước biển và hoạt động kiến tạo hiện đại. Pha biển thoái Holocen muộn đã kiến lập nên đồng bằng châu thổ sông Đồng Nai (từ 3.000 – 1.500 năm). Pha biển tiến hiện đại đã phá hủy đồng bằng châu thổ sông Đồng Nai do hoạt động trực tiếp của thủy triều trong bối cảnh thiếu hụt trầm tích và sụt lún kiến tạo. Quá trình đó đã biến đổi cảnh quan trầm tích rất nhanh từ các tướng bột sét pha cát đồng bằng châu thổ trở thành các tướng bùn sét lạch triều, bùn sét đầm lầy rừng ngập mặn. Hệ thống lạch triều Thị Vải đang ở giai đoạn phát triển mạnh mẽ, địa hình đáy gồ ghề lồi lõm do nhiều lòng triều cắt nhau tạo nên một hệ thống thủy vực bán tù hãm do chế độ bán nhật triều. Vì vậy cơ chế thủy thạch động lực là nguyên nhân tích lũy các chất ô nhiễm trong nước và trong trầm tích đáy.

I. MỞ ĐẦU

Hạ lưu sông Đồng Nai - Sài Gòn là một địa hệ sinh thái vững vịnh của sông Soài Rạp liên với một hệ thống lạch triều sông Thị Vải đang phát triển ở giai đoạn cường thịnh, phá hủy hoàn toàn một đồng bằng châu thổ để biến thành một miền rừng ngập mặn rộng lớn vào loại nhất ở nước ta. Địa hệ này cũng là “bãi rác” khổng lồ đã và đang đón nhận của 2068 nhà máy đang hoạt động thuộc 44 khu công nghiệp và khu chế xuất trên toàn bộ lưu vực sông Đồng Nai - Sài Gòn và Thị Vải liên tục cung cấp. Vì vậy, sự ô nhiễm môi trường khu vực sông Đồng Nai - Sài Gòn đặc biệt là lưu vực sông Thị Vải đã vượt xa sức tải tối hạn của chúng và đã đến lúc kêu cứu các biện pháp xử lý hữu hiệu để trả lại trạng thái bình thường cho cộng đồng dân cư nơi đây.

Đã có nhiều công trình nghiên cứu xác định hiện trạng ô nhiễm và đánh giá nguyên nhân khác nhau gây ra ô nhiễm [1,5,6]. Tuy nhiên vẫn chưa có công trình nào nghiên cứu theo hướng tiếp cận với bản chất và quy luật tiến hóa của quá trình thủy thạch động lực như một nguyên nhân sâu xa quyết định sự lan truyền và tập trung ô nhiễm. Bài báo tập

trung nghiên cứu tiến hóa trầm tích và cơ chế tích lũy, lan truyền vật chất ô nhiễm khu vực hạ lưu sông Đồng Nai – Thị Vải nhằm đề xuất các giải pháp khắc phục ô nhiễm theo hướng phát triển bền vững.

II. KIẾN LẬP ĐỒNG BẰNG CHÂU THỔ SÔNG ĐỒNG NAI TRONG GIAI ĐOẠN HOLOCEN MUỘN (TỪ 3.000 – 1.500 NĂM CÁCH NGÀY NAY)

Sau biển tiến cực đại Flandrian khoảng từ 6000 đến 5000 năm cách ngày nay là quá trình biển thoái toàn cầu. Tuy nhiên giai đoạn khoảng từ 3000 đến 1500 năm cách ngày nay đã diễn ra quá trình kiến lập các đồng bằng châu thổ rộng lớn trong đó có các châu thổ nổi tiếng ở Việt Nam như châu thổ sông Hồng và châu thổ sông Cửu Long. Rìa phía Bắc của hai châu thổ này hiện nay là hai cửa sông hình phễu: cửa sông Bạch Đằng và cửa sông Soài Rạp. Tuy nhiên trước 1500 năm hai cửa sông hình phễu này là hai châu thổ điển hình được mở rộng rất xa về phía biển. Đối với cửa sông Đồng Nai quy mô còn lớn hơn cửa sông Bạch Đằng. Đồng bằng châu thổ Holocen muộn của sông Đồng Nai mở rộng ra toàn bộ lưu vực sông Thị Vải, cửa Soài Rạp và vịnh Gành Rái (hình 11). Mặt cắt địa chất trầm tích và cột địa tầng tiêu biểu của một châu thổ còn được lưu giữ ở nhiều đảo nổi tại các khu rừng ngập mặn theo trật tự từ dưới lên như sau:

- Lớp 1: than bùn hoặc sét bùn xám đen giàu vật chất hữu cơ thuộc tướng đầm lầy ven biển cổ.

- Lớp 2: sét xám xanh, giàu khoáng vật monnoriolit đặc trưng cho môi trường vũng vịnh - biển nông. Đây là sản phẩm của pha biển tiến Flandrian xảy ra từ 18.000 đến 5000 năm, đạt cực đại từ 6000 đến 5000 năm.

- Lớp 3: sét pha bột màu xám nâu đặc trưng cho phù sa châu thổ và sông đồng bằng. Lớp sét này còn bảo tồn nguyên dạng ở phạm vi đồng bằng châu thổ sông Đồng Nai và trên một số đảo rừng ngập mặn được coi là châu thổ sót hay châu thổ tàn dư.

Từ lớp 1 đến lớp 3 là các thành tạo trầm tích có quan hệ nhân quả với pha biển tiến Holocen giữa (Q_2^{1-2}) và pha biển lùi Holocen muộn phần sớm (Q_2^{3a}). Từ dưới lên trên mặt cắt thành phần độ hạt, khoáng vật và địa hoá cũng biến đổi theo sự thay đổi của môi trường:

- Lớp 1 giàu vật chất hữu cơ, hàm lượng C_{hc} thay đổi từ 2% (ở đầm lầy) đến gần 100% khi rừng ngập mặn tạo nên các vỉa than bùn trước biển tiến. Thảm thực vật được chôn vùi và phân huỷ trong môi trường đầm lầy tạo than. Trầm tích sét chứa than bùn giàu kaolinit, hydromica và pyrit. Trị số pH giảm xuống từ 7,0 đến 4,0 đồng thời Eh giảm từ 50mV đến -30mV. Điều đó chứng tỏ môi trường trầm tích nguyên thủy bị biến đổi sang môi trường thứ sinh chuyển dần từ kiềm - oxyt hoá sang axit - khử (bảng 1).

Bảng 1. Tổng hợp các thông số trầm tích Holocen vùng Đồng Nai - Thị Vải [4]

Lớp	Tuổi địa chất trầm tích	Khoáng vật sét			pH	Eh (mV)	C _{hc} (%)	Thành phần độ hạt		Đặc điểm thạch học
		K	H	M				Md	So	
3	Holocen muộn phần sớm (Q ₂ ^{3a})	++	+	-	7-7,5	>200	0,5-2,0	0,02	>3,0	- Sét pha bột màu nâu - ĐBCT
		++	++	+	4-6	-30 →+50	1,0-8,0	0,01	>2,5	- Sét xám đen chọn lọc kém - Than bùn
2	Holocen sớm - giữa phần muộn (Q ₂ ^{1-2b})	+	+	++	8-8,5	10-100	0,5-5	0,01	2-2,5	Sét xám xanh đặc trưng vùng vịnh – biển nông chọn lọc trung bình
1	Holocen giữa - phần sớm (Q ₂ ^{1-2a})	++	++	+	4-7,5	-30 →+50	2-100	0,01	So = 2,5-3,5	- Sét xanh đen đặc trưng đầm lầy ven biển cổ chọn lọc kém - Than bùn

Chú thích:

K: Kaolinit

H: Hydromica

M: Monmorilonit

+: có mặt

++: chiếm tỉ lệ cao

-: vắng mặt

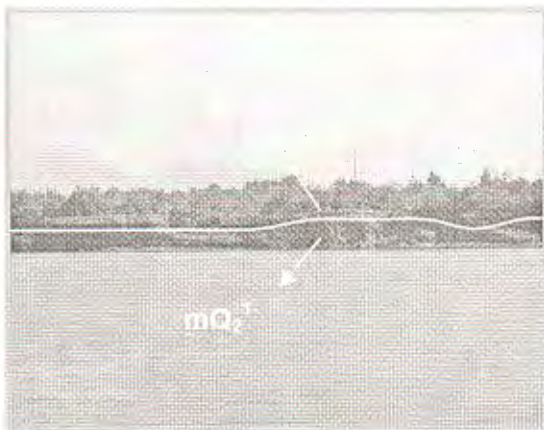
Trong giai đoạn Holocen sớm giữa phần sớm (Q₂^{1-2a}) trầm tích sét giàu Kaolinit và Hydromica, nghèo Monmorilonit, độ pH giảm xuống dưới 6, chỉ số Eh có giá trị âm là chủ yếu. Hàm lượng vật chất hữu cơ biến thiên trong khoảng rất rộng từ 2 - 100%. Thành phần độ hạt chủ yếu là cấp hạt sét (Md < 0,01mm), trầm tích có độ chọn lọc kém. Những dấu hiệu thành phần vật chất của lớp I phản ánh môi trường đầm lầy ven biển trước biển tiến cực đại Holocen đã từng xảy ra trong khu vực hạ lưu sông Đồng Nai - Thị Vải. Các rừng ngập mặn cổ đã phát triển rục rờ rồi lại bị vùi lấp bởi trầm tích bùn sét của pha biển tiến.



Hình 1. Trầm tích sét xám xanh (mQ21-2) lẫn trầm tích cát hạt trung (aQ23) ở đáy sông Nhà Bè

Hình 2. Kết vón laterit (mQ13b) lẫn cát hạt mịn (aQ23) phát hiện ở đáy sông Đồng Tranh

Trong giai đoạn Holocen sớm - giữa phần muộn (Q_2^{1-2b}) toàn bộ đồng bằng Nam bộ bị chìm ngập dưới biển. Các chứng tích lịch sử đánh dấu đường bờ cổ lúc bấy giờ là ngấn biển trên vách đá vôi ở Hà Tiên và trầm tích sét xám xanh phân bố rộng rãi trên khu vực trung tâm của đồng bằng Nam bộ nói chung và khu vực hạ lưu sông Đồng Nai - Sài Gòn và khu vực lạch triều Thị Vải nói riêng. Lớp trầm tích sét xám xanh tương vũng vịnh này có thể được coi là tầng đánh dấu của giai đoạn biển tiến cực đại Holocen giữa tạo ra một mặt cắt địa tầng phân tập biển tiến tiêu biểu từ tập 1 đến tập 2 (hình 1 đến hình 4).

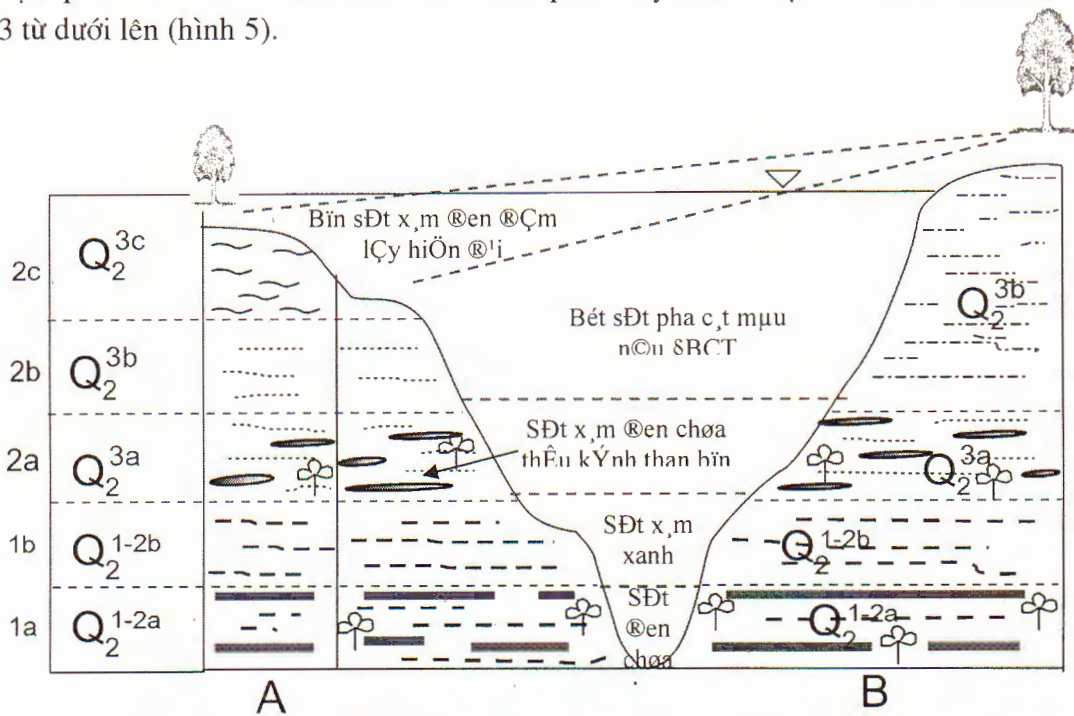


Hình 3. Ranh giới giữa trầm tích bột sét sông biển hiện đại (amQ_2^3) và trầm tích sét xám xanh biển vũng vịnh (mQ_2^{1-2}) ở bờ xói lở sông Lòng Tàu



Hình 4. Ranh giới giữa trầm tích bột sét sông biển hiện đại (amQ_2^3) và trầm tích sét xám xanh biển vũng vịnh (mQ_2^{1-2}) ở cửa sông Lòng Tàu

Sau biển tiến cực đại Holocen giữa là giai đoạn biển thoái. Đường bờ cổ lùi dần về phía Biển Đông. Các dòng sông cũng theo đó mà vươn ra tạo thành các đồng bằng aluvi và đồng bằng châu thổ mới. Bằng chứng của quá trình biển thoái kiến lập đồng bằng Nam bộ là các thế hệ giồng cát phân bố từ An Giang, Cao Lãnh, Đồng Tháp, Long An đến các thế hệ giồng cát ven biển hiện đại có hình dạng như những chùm cánh cung, lưỡi liềm quay lưng ra phía biển. Mỗi thế hệ giồng cát là một cột mốc đánh dấu một giai đoạn dừng tương đối của đường bờ cổ trong tiến trình lùi dần về phía biển. Các giồng cát nguyên là các cồn chắn cửa sông được hình thành theo cơ chế tái vận chuyển, phân dị và chọn lọc, loại bỏ thành phần bột sét và lắng đọng phần cát chủ yếu do các yếu tố động lực sóng, dòng chảy cửa sông đổ ra biển và dòng chảy ven bờ. Giữa các thế hệ giồng cát là đồng bằng thấp được tạo thành do cơ chế lấp đầy trầm tích biến các lagun cửa sông thành lạch thoát triều và cuối cùng lạch triều thoái hoá thành đầm lầy tạo than bùn sau biển tiến. Dấu hiệu của đầm lầy tạo than bùn trong quá trình biển thoái được phát hiện ở các bãi triều thấp và dưới triều ở khu vực cửa sông Đồng Nai và lưu vực sông Thị Vải. Nhiều nơi quan sát thấy lớp phủ trầm tích sét bột màu nâu của ĐBCT đã bị bào mòn xâm thực do triều hiện đại đã để lộ ra phụ lớp sét xám đen và than bùn biển thoái phân huỷ kém thuộc cấu trúc ĐBCT của lớp thứ 3 từ dưới lên (hình 5).



Hình 5. Sơ đồ mặt cắt địa chất trầm tích Holocen ở khu vực sông Thị Vải

Cuối cùng có thể khái quát mặt cắt địa chất trầm tích Holocen đầy đủ là bao gồm 5 lớp: 1a: Q_2^{1-2a} ; 1b: Q_2^{1-2b} ; 2a: Q_2^{3a} ; 2b: Q_2^{3b} ; 2c: Q_2^{3c}

Lớp 2c là lớp hiện đại và đang được thành tạo do phá huỷ lớp trên của châu thổ biến thành đầm lầy và bãi triều lầy hiện đại (hình 5A).

Hình 3, 4 và 5B: thể hiện các rừng ngập mặn còn giữ được mặt cát địa chất trầm tích của châu thổ Holocen muộn.

III. QUÁ TRÌNH BIẾN ĐỔI DẦN ĐỒNG BẰNG CHÂU THỔ THÀNH CỬA SÔNG HÌNH PHỄU (ESTUARY) TỪ 1500 NĂM ĐẾN NAY

Các nhân tố chi phối quá trình hình thành địa hệ estuary và lạch triều bao gồm:

- Chuyển động sụt lún kiến tạo hiện đại
- Sự dâng cao mực nước Đại dương Thế giới
- Thiếu hụt trầm tích

Chuyển động sụt lún kiến tạo hiện đại là nguyên nhân mang tính địa phương làm gia tăng độ sâu của vùng cửa sông Đồng Nai - Thị Vải. Nếu quá trình sụt lún với tốc độ 2mm/năm như hiện nay được đền bù trầm tích cân bằng thì bờ biển đứng yên. Nếu dồn bù trầm tích vượt quá biên độ sụt lún kiến tạo thì đường bờ dịch chuyển về phía biển như cửa sông Hồng và sông Cửu Long. Ngược lại trong khung cảnh sụt lún kiến tạo dù với một tốc độ chậm và biên độ nhỏ nhưng thiếu hụt trầm tích thì đường bờ sẽ bị dịch chuyển về phía lục địa và cửa sông hình rẻ quạt biến thành cửa sông hình phễu như cửa sông Bạch Đằng và cửa vịnh Gành Rái.

Sự dâng cao mực nước biển là nguyên nhân sâu xa có tính toàn cầu. Tốc độ dâng cao mực nước biển trung bình 2mm/năm là mối đe dọa cho tất cả các Quốc gia có biển và có đồng bằng ven biển. Trong lịch sử địa chất, băng hà và gian băng là nguyên nhân của biển thoái và biển tiến:

- Ở đây trầm tích (TT) là hàm số và cũng là kết quả của 2 biến số và cũng là nguyên nhân, đó là mực nước biển (MNB) và chuyển động kiến tạo (CĐKT):

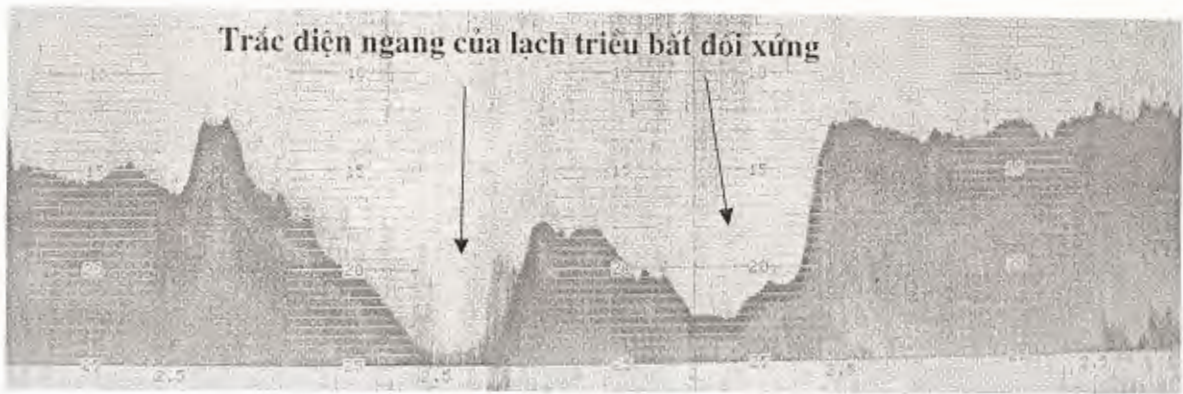
$$TT = f(MNB, CĐKT)$$

- Mực nước biển cũng là là kết quả của chuyển động kiến tạo:

$$MNB = f(CĐKT)$$

Theo quy luật trên thì sự dâng cao mực nước biển hiện tại là sự tiếp tục của mực nước biển đã được dâng cao từ 1500 năm về trước. Đó là cái mốc chuyển động ngược chiều giữa biển thoái Holocen muộn thành tạo đồng bằng và biển tiến làm xói lở bờ biển và xói lở cửa sông châu thổ thành cửa sông hình phễu.

Trong bối cảnh đó, khu vực cửa sông Đồng Nai - Soài Rạp, vùng Cần Giờ - lưu vực sông Thị Vải: quá trình estuary hoá vẫn tiếp tục. Các vùng đất thấp đầu nguồn sông Thị Vải sẽ bị triều tấn công, chia cắt đồng bằng châu thổ thành hệ thống lạch triều mới. Các lạch triều Thị Vải, Đồng Tranh,... tiếp tục được mở rộng. Các đảo rừng ngập mặn sẽ dần bị chìm ngập dưới nước biển và rừng ngập mặn sẽ có sự biến động theo quy luật suy tàn từ ngoài vào trong.



Hình 6. Sông Đồng Tranh



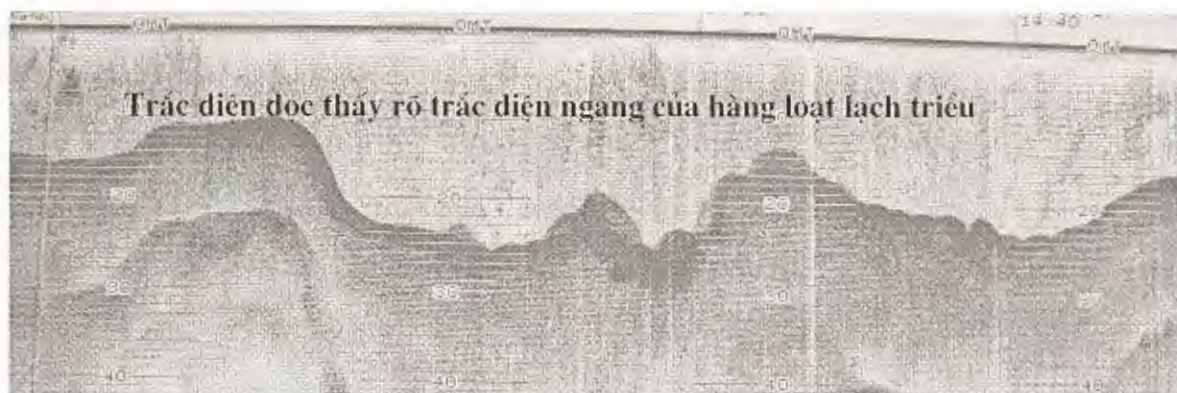
Hình 7. Sông Đồng Tranh



Hình 8. Sông Tác Tài



Hình 9: Sông Lòng Tàu



Hình 10. Sông Đồng Tranh

IV. ĐẶC ĐIỂM TRẦM TÍCH ĐÁY TRONG MỐI QUAN HỆ VỚI CÁC YẾU TỐ ĐỘNG LỰC NỘI - NGOẠI SINH VÀ Ô NHIỄM

1. Phân loại

Trầm tích đáy hạ lưu sông Đồng Nai và trầm tích đáy hạ lưu sông Thị Vải khác nhau về bản chất phụ thuộc vào hai địa hệ có nguồn gốc và lịch sử hình thành hoàn toàn khác nhau.

- Hạ lưu sông Đồng Nai: vận chuyển và lắng đọng trầm tích theo nguyên lý tương tác sông - biển.

- Lưu vực lạch triều sông Thị Vải: hình thành do đào xẻ, phá huỷ đồng bằng châu thổ sông Đồng Nai.

2. Vật liệu trầm tích vùng hạ lưu sông Đồng Nai đến vịnh Gành Rái

Có sự phân dị về cấp hạt từ cát bột → cát bột pha sét → bùn pha cát và bùn sét. Vùng cửa sông xuất hiện nhiều bãi triều lầy và bãi triều hỗn hợp phát triển rừng ngập mặn với quy mô lớn. Trầm tích cát bột có độ chọn lọc trung bình ($S_o \approx 2,0 - 2,5$) còn trầm tích sét bột bãi triều và bột sét pha cát lòng cửa sông có độ chọn lọc kém ($S_o > 3,0$) (bảng 3).

Bảng 2. Hướng và tốc độ dòng chảy tối đa của sông Thị Vải [1, 4]

Triều		Hạ lưu				Thượng lưu			
		Tốc độ (cm/s)		Hướng (độ)		Tốc độ (cm/s)		Hướng (độ)	
		Mùa mưa	Mùa khô	Mùa mưa	Mùa khô	Mùa mưa	Mùa khô	Mùa mưa	Mùa khô
Lên	Tầng mặt	70-133	63-100	155-330	126-312	36-62	35-50	140-310	120-300
	Tầng đáy	40-70	35-80	40-397	270-340	16-45	25-50	30-300	200-310
Xuống	Tầng mặt	49-133	50-119	170-220	190-210	30-70	25-60	160-200	170-190
	Tầng đáy	43-66	26-64	160-210	250-340	25-40	15-35	120-180	200-310

Nguồn vật liệu trầm tích được cung cấp từ thượng nguồn lưu vực sông Đồng Nai là chủ yếu trải qua quá trình vận chuyển phân dị và lắng đọng theo hai phương thức cơ học và hoá học. Thành phần cơ học bao gồm cát và bột. Còn thành phần hoá học chủ yếu là quá trình keo tụ vật liệu keo và kết tủa từ dung dịch thật. Tất cả sét và vật liệu hoá học khi phân tích độ hạt đều thuộc cấp hạt $< 0,01\text{mm}$.

Tại cửa sông Đồng Nai pH trong trầm tích thay đổi từ 7,5 - 8,0; Eh $> 200\text{mV}$ là điều kiện thuận lợi để lắng đọng sét kaolinit và hydromica. Tuy nhiên sét xám đen của bãi triều lầy là do giàu mùn bã hữu cơ đang bị phân huỷ chuyển từ môi trường oxy hoá sang môi trường khử (bảng 3).

Bảng 3. Tổng hợp các thông số địa hoá môi trường trầm tích khu vực sông Đồng Nai – Thị Vải [4]

Khu vực	pH	Eh	Md	So	Chc	Đặc điểm trầm tích
Sông Đồng Nai	6,93	220,0 - 430,0	0,15	3,5	0,87	Bùn sét xám nâu chọn lọc kém, Cát hạt nhỏ màu xám, xám nâu chọn lọc kém
Sông Thị Vải	6,70	-20,0 - 30,0	0,015	3,2	0,97	Bùn sét xám, xám đen tương bãi triều lầy, Bùn sét xám đen giàu vật chất hữu cơ tương đầm lầy hiện đại
	8,0	50,0 - 200,0	0,018	2,5	0,05	Sét xám xanh tương vũng vịnh cổ (Q_2^{1-2})
	7,3	-10,0 - 50,0	0,018	3,0	> 2,0	Sét xám đen giàu vật chất hữu cơ tương đầm lầy tạo than trước biển tiến,
	7,8	50,0 - 300,0	0,05	3,4	0,05	Sét loang lổ chứa hạt laterit (bề mặt bào mòn pleistocen muộn Q_1^{3a})

Quá trình estuary hoá vùng cửa sông Soài Rạp là động lực biến thặng sông trong mối tương tác sông biển. Quá trình đó dẫn đến mở rộng cửa và đường bờ lùi sâu dần vào lục địa, hình thành các bãi triều lầy và rừng ngập mặn mới. Vật liệu trầm tích đáy ngoài vật liệu do sông Đồng Nai chuyển tải tới từ vùng xâm thực thì còn được đóng góp thêm một nguồn từ tái trầm tích có nguồn gốc từ đồng bằng châu thổ ven bờ của sông Đồng Nai.

Tuy nhiên bất luận khi triều lên hay triều xuống quá trình lắng đọng trầm tích đáy trên hạ lưu sông Đồng Nai vẫn xảy ra lúc triều lên mạnh hơn khi triều xuống và không hề có sự bào mòn đáy (bảng 4).

Bảng 4. Mối quan hệ giữa dòng triều và trầm tích khu vực hạ lưu sông Đồng Nai – Thị Vải [2,3]

Sông		Triều lên		Triều xuống	
		Bào mòn đáy	Tích tụ đáy	Bào mòn đáy	Tích tụ đáy
Cửa sông Soài Rạp		Không	Rất mạnh	Không	Mạnh
Sông Thị Vải	Phía trong	Không	Trung bình	Không → yếu	Yếu, không đồng đều
	Phía ngoài	Không	Yếu	Mạnh	Không

3. Trầm tích đáy của hệ thống lạch triều sông Thị Vải

Thành phần và khối lượng trầm tích đáy của sông Thị Vải hoàn toàn phụ thuộc vào cơ chế thành tạo hệ lạch triều. Nghĩa là quá trình thủy triều đã và đang thống trị và kiến lập nên một địa hệ có đặc điểm sinh thái đặc thù:

- Rừng ngập mặn phát triển trên một nền địa hình gồ ghề lồi lõm phức tạp do đào xẻ chia cắt của thủy triều từ một đồng bằng châu thổ.

- Trầm tích bị mang đi lớn hơn nhiều so với mang đến. Nguồn vật liệu trầm tích là do lấy từ trầm tích các thành tạo đồng bằng châu thổ cổ.

Sự vận chuyển và lắng đọng trầm tích đáy trên sông Thị Vải phụ thuộc vào các yếu tố sau: Chuyển động kiến tạo hiện đại; Tốc độ dòng triều lên và triều xuống; Tính chất bán nhật triều; Độ muối; Độ pH, Eh.

Ảnh hưởng của địa động lực hiện đại: kết quả nghiên cứu chuyển động kiến tạo hiện đại đã cho thấy lưu vực sông Thị Vải và khu vực lân cận có sự phân dị rất rõ giữa chuyển động nâng lên và hạ lún kiểu khối tảng. Biên độ và tốc độ chuyển động tương đối rõ. Sự phân dị này là nguyên nhân sâu xa tạo điều kiện cho quá trình hình thành hệ thống lạch thoát triều chính đầu tiên. Theo thời gian do tốc độ của các dòng triều rất mạnh cả khi triều lên, triều xuống, mùa mưa và mùa khô, cả tầng mặt và tầng đáy nên các dòng triều đã miệt mài đào xẻ nền trầm tích Đệ Tứ vốn đã có bề dày không đồng nhất thành một mạng lưới lạch triều có đáy lồi lõm phức tạp. Các điểm giao nhau của các lạch triều đã bị khoét sâu đến 20 - 30m đo các dòng chảy xoáy. Các đoạn khác độ sâu chỉ đạt tới 10 -15m.

Các dòng triều chính là phương tiện vận chuyển và lắng đọng các vật liệu trầm tích. Trầm tích bị bào mòn hầu hết được mang ra biển, một phần được dôn trở lại vào phía trong do dòng triều lên. Vì vậy tại khu vực hạ lưu sông Thị Vải khi triều lên không bào mòn đáy mà có sự tích tụ yếu. Còn khi triều xuống đáy bị bào mòn là chủ yếu. Kết quả cho thấy độ đục trên sông Thị Vải thấp hơn nhiều so với trên sông Đồng Nai (bảng 5).

Bảng 5. Một số chỉ tiêu địa hoá môi trường nước khu vực hạ lưu sông
Đông Nai – Thị Vải (giá trị trung bình)

Khu vực sông	pH	Eh (mV)	Độ muối (‰)	Độ đục (NTU)	BOD ₅ (mg/l)	COD (mg/l)	DO (mg/l)
ĐN-SG	6,5 - 6,9	> 200	5 - 10	37,50	75,00	138,00	7,65
Lòng Tàu	6,4 - 7,1	> 50	25 - 27	38,50	121,00	233,00	8,58
Đồng Tranh	6,6 - 7,3	> 50	26 - 28	18,00	110,00	166,00	8,03
Thị Vải	6,7 - 7,0	-20 → +50	24,6 - 28	4,50 (1,0-36,0)	190,00	635,00	0,90
Thị Vải lạch triều	6,3 - 7,9	362,50	25 - 28	46,0 (10,0-95,0)	60,00	114,50	8,18
Gò Gia	6,6 - 6,9	> 20	20 - 25	3 - 5	105,00	110,00	1,21
Nhà Bè	6,7 - 7,2	> 20	20 - 24	45 - 223	80 - 150	114 - 188	4,6 - 6,8
Sông Dừa (SD)	7,1 - 7,2	> 100	25 - 28	20 - 64	130,00	183,00	7,24
Vịnh Gành Rái	7,8 - 8,2	> 200	29 - 34				

Ở khu vực đầu nguồn khi triều xuống thì đáy bị bào mòn còn triều lên thì đáy được tích tụ trầm tích. Cơ chế này đặc trưng cho hệ lạch triều bị chặn một đầu, nước triều lên bị đẩy dồn vào tận cùng sông khi triều xuống thì cả khối nước và vật liệu trầm tích không bị mang đi trở lại xuống hạ lưu.

Do cơ chế đặc thù này mà trầm tích đáy trên sông Thị Vải không có sự phân dị cơ học theo quy luật giảm dần độ hạt từ đầu đến cuối nguồn mà phân dị ngược lại: càng về đầu nguồn độ hạt càng giảm, hàm lượng sét và vật chất hữu cơ tăng lên.

Trầm tích đáy sông Thị Vải chủ yếu là bùn sét màu xám và bùn giàu vật chất hữu cơ màu đen mùi thối do ô nhiễm. Nhiều đoạn đáy sông bị đào khoét hết trầm tích Holocen lộ trầm tích sạn sỏi laterit và sét loang lổ Pleistocen muộn thuộc hệ tầng Củ Chi (Q₁^{3a}). Tính chất lạch triều và chế độ bán nhật triều là hai yếu tố khống chế quy luật vận chuyển và lắng đọng trầm tích như trên đã phân tích.

Ảnh hưởng của độ muối, pH và Eh trong quá trình vận chuyển và lắng đọng trầm tích chủ yếu đối với vật liệu sét và keo humic. Cả keo sét và keo humic đều là keo âm. Môi trường cửa sông Đông Nai, Thị Vải, Đồng Tranh, Lòng Tàu, sông Dừa có độ muối từ 20 - 28‰, pH từ 6,5 - 8,2 (bảng 5) đặc trưng cho môi trường giàu chất điện ly và Eh thay đổi từ giá trị âm (khử) đến trung tính và oxy hoá yếu là điều kiện thuận lợi lắng đọng vật liệu keo sét và keo humic. Vì vậy các tầng bùn màu đen tạo thành lớp dày phân bố từ trung lưu đến thượng lưu sông Thị Vải đã chứng minh điều đó.

4. Mối quan hệ giữa thủy - thạch động lực và ô nhiễm môi trường sông Thị Vải

Nước sông Thị Vải có hai nguồn ô nhiễm chính:

- Ô nhiễm hữu cơ: thể hiện qua các giá trị DO, BOD, TOC
- Ô nhiễm kim loại nặng: Hg, Pb, Cu, As,...

Nguồn ô nhiễm được lan truyền và tích lũy đồng hành với sự lan truyền vận chuyển và lắng đọng trầm tích. Vật liệu trầm tích trên sông Thị Vải có 4 dạng: vụn cơ học (cát và bột), keo sét, keo hữu cơ và các ion hoà tan (tồn tại dưới dạng dung dịch thật). Vật liệu vụn cơ học không đóng vai trò trong quá trình vận chuyển và tích lũy ô nhiễm. Keo sét và keo humic là thành phần hấp phụ mạnh nhất các cation kim loại nặng như Hg, Pb, Cu, As, Cd,... Các chất ô nhiễm hữu cơ và sét hấp phụ kim loại nặng sẽ đồng hành theo dòng nước do chế độ thủy động lực điều tiết. Khi dòng triều lên sẽ dồn đẩy các vật chất vô cơ và hữu cơ vào đầu nguồn. Song khi triều xuống, dòng chảy từ phía thượng nguồn xuống rất yếu, không thể làm tái vận chuyển vật liệu trầm tích đáy đã hấp phụ ô nhiễm đưa ra biển. Nói cách khác lượng trầm tích ô nhiễm mang đến nhiều hơn mang đi và theo thời gian khối lượng ô nhiễm trong nước và trong trầm tích đã quá tải, sông Thị Vải đã bị ô nhiễm trầm trọng. Khả năng tự làm sạch của sông Thị Vải là bất khả kháng. Từ trung lưu đến thượng nguồn đã hình thành một vùng tù hãm, nơi dòng chảy yếu ớt cả khi triều xuống và triều lên. Khi triều cường cực đại cả khu vực nước gần như yên tĩnh tạo điều kiện lắng đọng trầm tích dễ dàng.

Vậy đến đây một câu hỏi được đặt ra là nếu ô nhiễm sông Thị Vải không tự làm sạch được thì khắc phục bằng cách nào? Để giải bài toán phức tạp này cần nghĩ tới nhiều phương án:

- Chuyển nước ô nhiễm đổ ra biển?
- Chuyển nước thải các khu công nghiệp ra Vũng Tàu, ô nhiễm sông Thị Vải sẽ tự làm sạch nhờ hệ sinh thái rừng ngập mặn?
- Đào hồ ở phía thượng nguồn rồi chuyển nước ô nhiễm vào hồ và xử lý dân?
- Xử lý ô nhiễm bằng phương pháp sinh hoá?

Sau khi cân nhắc tính khoa học và khả thi có thể chọn đề xuất giải pháp thủy lợi công trình. Nguyên tắc là dùng dòng triều lệch pha giữa sông Đồng Nai và sông Thị Vải để pha loãng ô nhiễm nước sông Thị Vải và chuyển tải dân ra vịnh Gành Rái sau mỗi con nước thủy triều và sau mỗi lần xả lũ từ sông Đồng Nai sang sông Đồng Môn về kênh đào Bà Ký, cuối cùng đổ vào sông Thị Vải. Giải pháp này được thiết kế và chứng minh theo một mô hình toán thủy động lực có tính đến các điều kiện biên và tính khả thi cao của phương án.

Từ những thập kỷ 90 của thế kỷ XX, Nguyễn Tất Đắc và cộng sự đã chú ý chạy mô hình lan truyền ô nhiễm trên sông Thị Vải bằng chương trình SALBOD trên cơ sở các chỉ tiêu: DO, BOD, N, P₂O₅ nhằm đánh giá khả năng tự làm sạch của nước sông [5,6]. Hằng số tự làm sạch tại từng điểm của sông được xác định dựa trên độ thâm oxy từ không khí vào nước. Nước sông càng sâu, dòng chảy kém, đổi lưu yếu thì khả năng phân huỷ chất hữu cơ càng kém vì rất khó để oxy hoà tan đến tầng nước sâu. Theo tính toán của Nguyễn Tất Đắc thì hằng số tự làm sạch bình thường là 2,5. Trong khi đó, các điểm từ khu dân cư Nhơn Trạch, công nghiệp Nhơn Trạch, Mỹ Xuân hằng số tự làm sạch rất thấp (< 0,4). Còn ở khu vực Gò Dầu - Vedan và Phú Mỹ cũng chỉ đạt dưới 1,2. Điều đó chứng tỏ khả năng tự làm sạch của sông Thị Vải là rất kém.



Chỉ dẫn

I. TRẦM TÍCH

Trầm tích Pleistocen muộn phần sớm



Cuội sạn laterit dày lạch triều

Sét loang lỗ dày lạch triều

Trầm tích Holocen sớm - giữa



Sét xám xanh nguồn gốc biển ló ở đây lạch triều

Trầm tích Holocen muộn



Bột sét đồng bằng châu thổ



Sét bột rừng ngập mặn đồng bằng châu thổ tàn dư bị đầm lầy hóa



Sét đầm lầy rừng ngập mặn



Bùn sét xám đen đáy thượng nguồn lạch triều



Cát lẫn sạn lạch triều



Bột cát lạch triều

II. KÝ HIỆU KHÁC



Hướng vận chuyển trầm tích khi triều lên



Hướng vận chuyển trầm tích khi triều rút



Đà gốc trước Đệ tứ



Trầm tích Pleistocen sớm - giữa

Hình 11. Bản đồ thủy thạch động lực vùng hạ lưu – cửa sông Đồng Nai – Sài Gòn

V. KẾT LUẬN

1. Pha biển thoái Holocen muộn (từ 3000 - 1500 năm) là điều kiện căn bản dành ưu thế cho sông Đồng Nai kiến lập đồng bằng aluvi và đồng bằng châu thổ rộng lớn phía Bắc, cùng với đồng bằng sông Cửu Long và đồng bằng triều bán đảo Cà Mau tạo nên đồng bằng Nam bộ.

2. Đồng bằng châu thổ sông Đồng Nai bao gồm toàn bộ khu vực duyên hải Cần Giẽ, Thị Vải, vịnh Gành Rái, cửa Soài Rạp, ở phía tả ngạn và một phần chung với cửa Tiểu - cửa Đại thuộc hữu ngạn sông Đồng Nai và tả ngạn châu thổ sông Cửu Long.

3. Cấu trúc đầy đủ của đồng bằng châu thổ còn được bảo tồn ở nhiều diện tích vùng Nhơn Trạch, Châu Thành và đồng bằng phía hữu ngạn cửa sông Soài Rạp bao gồm 4 lớp trầm tích từ dưới lên:

- Bùn sét màu đen đầm lầy ven biển chứa than bùn trước biển tiến
- Sét xám xanh vũng vịnh biển tiến cục đại
- Bột sét màu nâu đồng bằng châu thổ biển thoái Holocen muộn.

4. Mực nước Đại dương Thế giới dâng cao, sự thiếu hụt trầm tích của sông Đồng Nai và dòng bồi tích dọc bờ châu thổ sông Cửu Long chỉ được chuyển tải xuống phía Nam cùng với sụt lún kiến tạo đã làm thay đổi địa hệ châu thổ bồi tụ sang địa hệ estuary.

5. Biên độ triều sông Thị Vải trên 3m/ngày đêm vào mùa kiệt và lưu lượng cực đại vào - ra của triều là khoảng $6.000\text{m}^3/\text{s}$ tại cửa sông và giảm dần vào phía trong. Tổng lượng nước chảy xuôi ra biển ngoài thủy triều chỉ cỡ $3\text{m}^3/\text{s}$ là quá nhỏ so với lưu lượng triều.

6. Kết quả khảo sát và phân tích các chỉ tiêu địa hóa môi trường lưu vực hạ lưu sông Đồng Nai - Sài Gòn và hệ lạch triều Thị Vải cho thấy khu vực này đang bị ô nhiễm theo các mức độ khác nhau:

- Các sông trong lưu vực sông Đồng Nai có phản ứng từ axit yếu đến kiềm yếu, môi trường oxi hóa yếu đến ô xi hóa mạnh, với sự thay đổi có quy luật từ đầu sông đến hạ lưu: tăng dần pH và Eh, các chất ô nhiễm chủ yếu là chất hữu cơ và amoni.

- Vùng có nguy cơ ô nhiễm nặng là lưu vực sông Thị Vải. Trong vùng này ngoài ô nhiễm hữu cơ và amoni, nồng độ chất rắn lơ lửng và dầu mỡ cũng vượt quá giới hạn cho phép ở nhiều nơi. Các nguyên tố kim loại nặng độc hại (As, Hg, Pb) chưa có dấu hiệu ô nhiễm, nhưng ở lưu vực sông Thị Vải và sông Nhà Bè nồng độ đã tăng cao, tạo thành các dị thường tập trung. Nguyên tố kẽm có dấu hiệu ô nhiễm trong toàn lưu vực.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. **Mai Trọng Nhuận và nnk, 2000.** Báo cáo thuyết minh lập bản đồ địa chất môi trường vùng biển nông ven bờ (0 – 30m nước) Trà Vinh – Vũng Tàu. Lưu trữ Cục Địa chất và khoáng sản Việt Nam.
2. **Trần Nghi và nnk, 2000.** Báo cáo thuyết minh lập bản đồ trầm tích tầng mặt và thạch động lực vùng biển nông ven bờ (0 – 30m nước) Trà Vinh – Vũng Tàu. Lưu trữ Cục Địa chất và khoáng sản Việt Nam.
3. **Trần Nghi, Mai Thanh Tân và nnk, 2000.** Thành lập bản đồ tướng đá - cổ địa lý thêm lục địa Việt Nam trong Pliocen - Đệ tứ. Đề tài KH-CN-06-11.
4. **Trần Nghi và nnk, 2008.** Điều tra, khảo sát và nghiên cứu chế độ thủy động lực, thạch động lực nhằm đề xuất các giải pháp quy hoạch và cải tạo môi trường nước vùng hạ lưu. – cửa sông Đồng Nai – Sài Gòn phục vụ phát triển bền vững. Báo cáo tổng kết dự án Cục BVMT.
5. **Nguyễn Kỳ Phùng, 2002.** Phân tích đánh giá về tình hình lũ lụt, ngập úng, hạn hán và ảnh hưởng của chúng đến các hoạt động kinh tế – xã hội và môi trường nước lưu vực sông Đồng Nai – Sài Gòn.
6. **Lâm Minh Triết, Nguyễn Thanh Hùng và nnk, 2003.** Dự án môi trường lưu vực sông Sài Gòn - Đồng Nai. Báo cáo tổng hợp đề tài KH-CN cấp Nhà nước.

SEDIMENTARY EVOLUTION AND RELATED POLLUTION IN DONGNAI RIVER MOUTH AREA AND THIVAI TIDAL CHANNEL SYSTEM

Summary: The geosystem of Dongnai – Thivai river mouth consists of two types as follows: Soai Rap estuary and Thivai tidal channel system. Variabllle history of this geosystem was closely connected to geological sedimentary evolution in Holocen, especially, in late Holocen, sea level change and modern tectonic movement. The delta plain Dongnai was formed by late Holocen regressive phase from 3.000 years BP to 1.500 years BP. Modern ingressive has been a principal reason of destroying this delta in relation to sedimentary lack and subsided tectonic movement. These processes have changed lithofacies landscap from deltaic facies to tidal channel system in which, the sandy silt-clay deltaic facies have become silt-silt clay tidal channel facies and mangrove clay marshy facies. Varied relief of bottom of Thivai tidal channel was caused by erosion of tidal currents led to form semi-izolate basin from open sea by semi diurnal regime. That's why, hydrothithodynamic mechanism was a basic cause of pollution accumulation in the water and bed sediments.

Ngày nhận bài: 07 - 8 - 2008

Địa chỉ: Đại học KHTN, Đại học
Quốc gia Hà Nội

Người nhận xét: TS. Trần Đức Thạnh