

## NGU NG C VÀ D NG T N T I C A M T S KIM LO I N NG TRONG SÔNG CÁI (NHA TRANG)

Nguyen Hong Thu, Lê Thi Vinh, Duong Trong Kiem, Pham Huu Tam,  
Pham Hong Ngoc, Lê Hùng Phú và Võ Trần Tuấn Linh

Viện Hải dương học, Viện Hàn lâm KH và CN Việt Nam

**Tóm tắt:** Xác định nguồn và dạng tồn tại của các kim loại nặng Fe, Mn, Zn và Cu trong môi trường sông Cái (Nha Trang), các mẫu nước ngầm đã được thu vào đợt khảo sát mùa khô (tháng 5/2010) và mùa mưa (tháng 10/2010) từ thượng nguồn đến khu vực cửa sông. Bên cạnh đó các mẫu trầm tích cũng được thu vào đợt khảo sát mùa mưa. Kết quả phân tích cho thấy trong nước sông Cái, sự biến động của nồng độ các kim loại nặng theo mùa rõ rệt. Vào mùa mưa nồng độ kim loại nặng trong pha hòa tan (HT) và lơ lửng (LL) cao gấp 1,18 đến 3,13 lần so với mùa khô. Nồng độ Fe, Mn trong pha LL (Fe: 60,3%; Mn: 77,3%) cao hơn so với pha HT (Fe: 39,7%, Mn: 22,7%), trong khi Zn, Cu không có sự khác biệt lớn. Trong trầm tích, hàm lượng của các kim loại nặng thường tập trung cao nhất ở khu vực cửa sông. Các kim loại nặng phát sinh từ hoạt động con người trong lưu vực sông Cái không đáng kể so với các kim loại tự nhiên, rõ rệt nhất là Fe và Mn.

**Từ khóa:** Nguồn gốc, Pha hòa tan, Lơ lửng, Trầm tích, Kim loại nặng, Sông Cái, Nha Trang, Việt Nam.

## SOURCE AND EXISTENCE OF HEAVY METALS IN CAI RIVER (NHA TRANG)

Nguyen Hong Thu, Le Thi Vinh, Duong Trong Kiem, Pham Huu Tam,  
Pham Hong Ngoc, Le Hung Phu and Vo Tran Tuan Linh

Institute of Oceanography, VAST, 01 Cau Da St, Nha Trang City, Viet Nam  
E-mail: hongthud@yahoo.com

**Abstract:** To determine sources and existence in phases of dissolution, suspended solids and sediment of heavy metals Fe, Mn, Zn and Cu in Cai river (Nha Trang), Samples in surface layer were collected in dry season (May, 2010) and rainy season (October, 2010) from the upper toward the mouth of the river. Besides, 12 sediment samples were also collected in rainy season. The data showed that in Cai river water, the concentration of heavy metals varied clearly from dry to rainy season. In rainy season, heavy metal concentrations in dissolved and suspended phase were higher from 1.18 to 3.13 times compared to dry season. Concentrations of Fe and Mn in suspended phase (Fe: 60.3%; Mn: 77.3%) were also higher compared to dissolved phase, (Fe: 39.7%, Mn: 22.7%) while there was no difference for Zn and Cu. In sediment, heavy metal contents were usually concentrated in mouth area. Heavy metals arising from

human activities in the Cai river basins were negligible compared to heavy metals from natural, obviously, Fe and Mn.

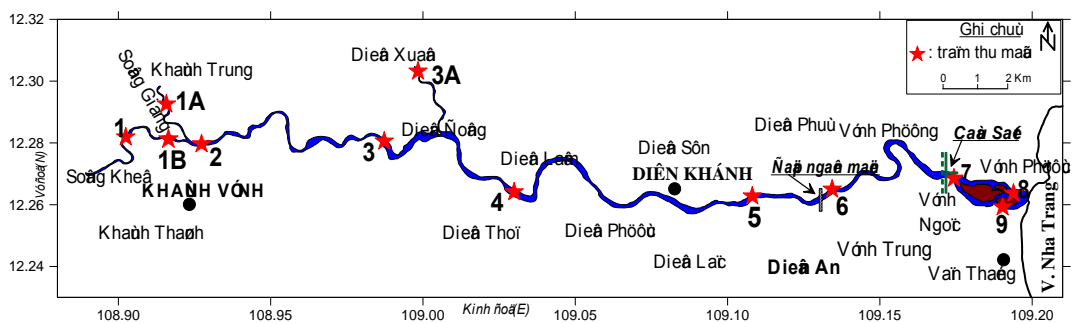
**Key words:** Source, Dissolution, Suspended solids, Sediment, Heavy metals, Cai River, Nha Trang, Viet Nam.

## I.M. MỞ ĐẦU

Sông Cái (Nha Trang) là con sông lớn nhất của tỉnh Khánh Hòa, với chiều dài 75 km, diện tích lưu vực khoảng 2000 km<sup>2</sup> và là nguồn chính cung cấp nước nông nghiệp, sinh hoạt của các huyện Khánh Vĩnh, Diên Khánh và thành phố Nha Trang ( “Chất lượng môi trường và Tài nguyên tỉnh Khánh Hòa”, 2004). Các nghiên cứu trước đây chủ yếu tập trung vào chất lượng nước sông, các chỉ số kim loại nặng chủ yếu là đồng và chì. Vì vậy việc nghiên cứu, tìm hiểu về nguồn cặn lắng đọng trong môi trường sông Cái giúp cho công tác bảo vệ môi trường cặn lắng cho các nghiên cứu về tác động môi trường của kim loại nặng trong sông Cái ở tỉnh Khánh Hòa hiện nay.

## II. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

**Thu mẫu:** Mẫu cặn lắng được thu vào mùa khô (tháng 5/2010) và mùa mưa (tháng 10/2010) từ thượng nguồn (Khánh Vĩnh) đến cửa sông Cái vào lúc triều thấp. Các mẫu trầm tích (5 cm lớp trên cùng) được thu vào mùa mưa (tháng 10/2010). Vị trí các trạm thu mẫu được trình bày trong hình 1.



**Hình 1.** Vị trí các trạm thu mẫu

**X lý mẫu:** Mẫu cặn dùng để phân tích kim loại nặng pha hòa tan (HT) được lọc qua màng lọc thủy tinh có kích thước lọc 0,45 μm ngay khi chuyển về phòng thí nghiệm, nước qua lọc được rửa bằng HNO<sub>3</sub> đậm đặc (1ml/l). Phân tích trên màng lọc cặn dùng để phân tích kim loại nặng lắng (LL). Mẫu trầm tích được giữ lạnh ở 5°C cho đến khi phân tích.

**Chỉ tiêu phân tích:**

Mẫu nước: Tổng lượng rắn lơ lửng (TSS), các kim loại Fe, Mn, Zn, và Cu được phân tích trong pha HT và LL.

Mẫu trầm tích: thành phần hạt (phân bố hạt < 0,062 mm và > 0,062 mm) và các kim loại Fe, Mn, Zn, Cu (trong dung dịch chỉ định HNO<sub>3</sub> 10%).

**Phương pháp phân tích:** Các kim loại Mn, Zn, Cu và Fe được phân tích bằng phương pháp quang phổ hấp thụ nguyên tử (AAS). Riêng Fe trong pha HT được

phân tích bằng phương pháp so màu chất ortho phenanthroline. TSS được phân tích bằng phương pháp trọng lượng.

Muối được thu, xử lý và phân tích theo APHA, 2005, muối tổng tích được thu, xử lý và phân tích theo FAO, 1975.

### III. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU

#### 1. Nồng độ các kim loại nặng trong pha hòa tan và lắng trong nước

##### 1.1. Sắt (Fe)

Nồng độ Fe trong dao động từ 184,1 đến 303,4 µg/l, trung bình 235,7 µg/l vào mùa khô và từ 361,2 đến 675,9 µg/l, trung bình 547,1 µg/l vào mùa mưa. Vào mùa khô tỷ lệ lắng của Fe so với Fe tổng (22,05 - 46,43%, trung bình 38,92%) thấp hơn so với mùa mưa (65,50 - 90,50%, trung bình 79,79%).

##### 1.2. Mangan (Mn)

Nồng độ Mn trong dao động từ 13,21 đến 54,0 µg/l, trung bình 31,0 µg/l vào mùa khô và từ 25,0 đến 145,8 µg/l, trung bình 50,9 µg/l vào mùa mưa. Trong cả hai mùa tỷ lệ lắng của Mn so với Mn tổng luôn luôn lớn hơn đáng kể hòa tan (35,61 - 90,00%, trung bình 70,11% vào mùa khô; 80,00 - 92,60 %, trung bình 85,72% vào mùa mưa).

##### 1.3. Kẽm (Zn)

Nồng độ Zn trong dao động từ 5,4 đến 20,4 µg/l, trung bình 10,6 µg/l vào mùa khô và từ 10,4 đến 31,8 µg/l, trung bình 16,2 µg/l vào mùa mưa. Vào mùa khô, trong hầu hết các trường hợp, tỷ lệ lắng của Zn so với Zn tổng nhỏ hơn đáng kể hòa tan (5,56 - 84,87%, trung bình 34,00%), chỉ có hai trường hợp lắng lượng rất cao ghi nhận tại 2 trạm 1A (83,47%) và 1B (65,17%). Vào mùa mưa tỷ lệ lắng của Zn thay đổi trong khoảng 35,59 - 65,99, trung bình 49,08%;

##### 1.4. Đồng (Cu)

Vào mùa khô nồng độ Cu trong dao động từ 1,4 đến 4,3 µg/l, trung bình 2,5 µg/l, thấp hơn nhiều so với các giá trị trong mùa mưa là từ 2,6 đến 13,2 µg/l, trung bình 6,9 µg/l. Vào mùa khô, trong hầu hết các trường hợp, tỷ lệ lắng của Cu so với Cu tổng nhỏ hơn đáng kể hòa tan (11,54 - 51,16%, trung bình 30,74%). Vào mùa mưa tỷ lệ lắng của Cu so với Cu tổng cao hơn gấp nhiều lần các mẫu (trạm 1B và các mẫu khu vực cửa sông (19,23 - 80,26 %, trung bình 53,33%).

Nhìn chung, nồng độ hòa tan của Fe và Mn vào mùa mưa có xu hướng thấp hơn mùa khô. Ngược lại, nồng độ lắng của tất cả các kim loại nói trên đều tăng rõ rệt vào mùa mưa, đặc biệt là trường hợp của Fe.

#### 2. Hàm lượng các kim loại trong trầm tích

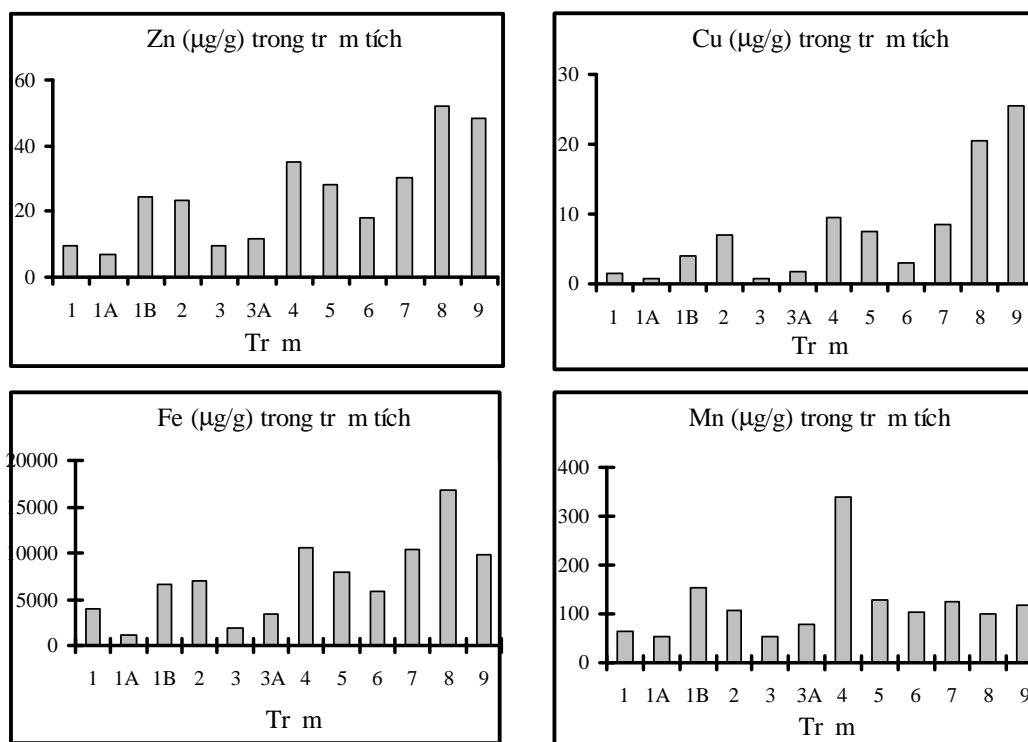
Thành phần các hạt của trầm tích trong khu vực sông Cái được trình bày trong bảng 1. Các dữ liệu này cho thấy trầm tích này có thành phần hạt khác nhau, trong đó, tỷ lệ phần trăm trùn (> 2 mm) thay đổi từ 0 - 59,06%; tỷ lệ phần trăm cát (2 - 0,063 mm) thay đổi từ 3,23 - 100%; tỷ lệ phần trăm bùn-sét (<0,063 mm) thay đổi từ 0 - 96,77%.

Hàm lượng kim loại nặng trong trầm tích (hình 2) cho thấy các kim loại Zn, Cu và Fe có hàm lượng thấp trong khu vực cửa sông, nhất là các trạm 1A, 3 và 3A và tăng dần lên khá rõ ràng trong khu vực cửa sông (từ trạm 7 đến trạm 9) trong khi đó Mn tập trung rất cao tại trạm 4 và thấp tại các trạm cửa sông (các trạm 1, 1A, và 3).

**Bảng 1.** Thành phần cơ học của trầm tích khu vực sông Cái

Mẫu	> 2 mm (%)	2 - 0,063 mm (%)	<0,063 mm (%)	Tên trầm tích*
1	50,98	49,02	0	Graven ch a cát
1A	2,06	97,94	0	Cát
1B	0	76,74	23,26	Cát ch a bùn sét
2	0	47,93	52,07	Bùn-sét ch a cát
3	0	100	0	Cát
3A	59,06	40,94	0	Graven ch a cát
4	0	13,68	86,32	Bùn-sét ch a cát
5	1,04	41,03	57,93	Bùn-sét ch a cát
6	0,25	79,91	19,84	Cát ch a bùn-sét
7	6,14	20,01	73,85	Bùn-sét ch a cát (và graven)
8	0	3,23	96,77	Bùn-sét
9	12,79	17,79	69,42	Bùn-sét ch a cát và graven

\* Theo Quy phạm thống kê địa chất địa mạo, 1983.



**Hình 2.** Hàm lượng các kim loại nặng trong trầm tích sông Cái (10/2010)

Kết quả phân tích cho thấy có mối tương quan chặt chẽ giữa hàm lượng các kim loại nặng Zn, Cu, và Fe trong trầm tích sông Cái với hàm lượng các chất ô nhiễm quan trọng là 0,8438; 0,6295 và 0,875 trong khi hàm lượng Mn lại không thể hiện mối tương quan này ( $R^2 = 0,3451$ ). Điều này có thể là do sự có mặt của Mn tan trong dung dịch axit nitric 10% trong các vật liệu trầm tích và cát. Các kim loại Zn, Cu và Fe tập trung nhiều hơn trong các mẫu trầm tích có độ chua yếu và trung tính.

#### IV. THẢO LUẬN

##### 1. Nguồn các kim loại trong môi trường sông Cái

Để tìm hiểu nguồn các kim loại trong sông Cái cần xem xét chi tiết sự biến đổi hàm lượng các chất ô nhiễm qua các khu vực sông khác nhau theo mức độ phát triển kinh tế xã hội xung quanh. Dòng sông Cái có thể chia thành 3 khu vực. Khu vực 1 (các trạm 1, 1A, 1B và 2) là thượng nguồn, nơi có nguồn các kim loại chủ yếu từ tự nhiên (hoạt động nông nghiệp của huyện Khánh Vĩnh không nhiều). Khu vực 2 (các trạm 3, 3A, 4 và 5) chủ yếu hình thành từ hoạt động của con người thuộc huyện Diên Khánh (khu vực này trực tiếp nằm trên bờ sông hoàn toàn đô thị). Khu vực 3 (các trạm 6, 7, 8 và 9) chủ yếu hình thành từ hoạt động của con người tại thành phố Nha Trang, nằm sau phạm vi nằm trên bờ sông chủ yếu hình thành từ các khu vực dân cư và công nghiệp của thành phố Nha Trang.

Kết quả thử nghiệm kết tủa (HT và LL) của các kim loại trong mẫu nước cho thấy vào mùa khô, các kim loại Fe và Mn tập trung chủ yếu ở khu vực 2 cao hơn so với khu vực 1 và 3 (cả sông). Trong lúc đó, nồng độ của Zn và Cu tập trung ở khu vực 1 và khu vực 3. Vào mùa mưa, các nồng độ của Fe và Mn đều cao ở các khu vực cả sông; nồng độ Fe cao ở khu vực gần thượng nguồn và nồng độ của Cu tập trung ở thượng nguồn của sông. Các dữ liệu trong bảng 2 cũng cho thấy các kim loại Fe, Mn, Zn và Cu có mặt trong nước sông Cái ngay từ thượng nguồn, nơi mà hoạt động của con người làm phát sinh kim loại nặng không đáng kể. Điều này chứng tỏ là một phần của chúng phát sinh từ các nguồn tự nhiên (do sự rửa trôi từ tự nhiên).

Trong 3 khu vực phân chia thì khu vực 2 có lưu vực lớn nhất, dân cư đông đúc và tập trung nhiều hai bên bờ sông, có thêm các nguồn thải từ hoạt động của con người, chủ yếu là khu dân cư (bao gồm các tác nhân công nghiệp và các công trình nhân tạo). Sự khác biệt này có thể là nguyên nhân dẫn đến nồng độ của các kim loại trong nước sông khu vực 2 cao hơn khu vực 1 (trừ trường hợp của Zn vào tháng 10/2010, Bảng 3). Tuy nhiên, trong mùa khô, thì ngược lại mà nồng độ của Zn vào sông chủ yếu là từ các dòng chảy ngầm do nồng độ của Zn từ hoạt động của con người là không đáng kể (nồng độ thì thấp hơn vào mùa mưa), sự gia tăng của nồng độ các kim loại ở khu vực 2 so với khu vực 1 chủ yếu phụ thuộc vào sự khác biệt của các điều kiện tự nhiên trong các phần khác nhau của lưu vực sông như là thành phần thạch học của đất, mức độ mưa. Sự tham gia của các kim loại từ hoạt động của con người trong thời kỳ này có thể nói là không rõ rệt.

Vào mùa mưa (tháng 10), hiện tượng nước mưa chảy tràn phi biển mang theo các chất thải của các hoạt động con người như kết quả phân tích vẫn chưa không có sự khác biệt rõ ràng về nồng độ các kim loại nặng tại khu vực 2 (phần nhấc khác biệt về vị trí tự nhiên và hoạt động con người) so với khu vực 1 (chỉ có sự khác biệt về vị trí tự nhiên). Điều này gợi ý là tất cả các kim loại có nguồn gốc từ hoạt động con người trong nước sông không đáng kể so với các kim loại có nguồn gốc tự nhiên. Qua kết quả phân tích các mẫu thử m1 (chủ yếu từ tác động của hoạt động con người ở thị trấn Khánh Vĩnh) và 1A (hầu như không chịu tác động của con người): các nồng độ kim loại nặng trong m1A thì cao hơn m1.

Tại khu vực 3, nồng độ kim loại tự nhiên không lớn và có thể xảy ra hiện tượng keo tụ (flocculation), chủ yếu là vào mùa khô, làm giảm nồng độ các kim loại trong nước (Lê Thị Vinh và cộng sự, 2007).

**Bảng 2.** Nồng độ (HT và LL) của kim loại nặng theo các khu vực sông Cái

Khu vực	Thời gian	Giá trị	Vitriol (mg/l)	Fe (µg/l)	Mn (µg/l)	Zn (µg/l)	Cu (µg/l)
1	Mùa khô	TB	50,9	221	24,8	7,5	1,7
		CT	21,6	211	15,3	5,4	1,3
		C	91,0	234	38,0	8,9	2,2
	Mùa mưa	n	4	4	4	4	4
		TB	228,8	578	44,0	16,7	5,3
		CT	53,4	479	24,9	13,5	2,6
2	Mùa khô	C	536,0	676	69,8	21,9	7,6
		n	4	4	4	4	4
		TB	39,6	265	44,8	9,2	2,3
	Mùa mưa	CT	29,4	235	25,4	8,2	1,9
		C	60,3	303,4	55,3	11,2	2,6
		n	4	4	4	4	4
3	Mùa khô	TB	114,6	586	51,8	14,0	5,7
		CT	82,2	540	33,9	10,4	4,9
		C	154,2	642	74,9	19,3	7,6
	Mùa mưa	n	4	4	4	4	4
		TB	33,0	228	32,3	11,6	3,1
		CT	17,0	211	24,0	10,6	2,6
3	Mùa khô	C	67,9	241	45,9	13,0	3,5
		n	4	4	4	4	4
		TB	66,3	542	36,5	13,6	6,9
	Mùa mưa	CT	47,8	424	32,1	10,9	4,3
		C	79,0	641	41,9	18,6	10,4
		n	4	4	4	4	4

TB: trung bình, CT: cực tiểu, C: cực đại, n: số mẫu

**Bảng 3.** Tỷ lệ nồng độ trung bình (HT và LL) của kim loại nặng giữa các khu vực

Tỉ lệ giữa các khu vực	Fe		Mn		Zn		Cu	
	Th. 5	Th. 10	Th. 5	Th. 10	Th. 5	Th. 10	Th. 5	Th. 10
KV2/KV1	1,20	1,01	1,88	1,18	1,12	0,84	1,33	1,06
KV3/KV2	0,86	0,92	0,70	0,71	1,25	0,97	1,34	1,22

Th: Tháng

## 2. Dạng tồn tại của các kim loại nặng trong môi trường sông Cái

### 2.1. Môi trường nước

Tỷ lệ dạng hòa tan và lắng đọng của các kim loại nặng theo các khu vực trong nước sông Cái được trình bày trong bảng 4. Tổng lượng bùn này có thể thay là các 3 khu vực vào mùa khô Fe hòa tan chiếm ưu thế trong lúc lắng đọng chỉ chiếm ưu thế vào mùa mưa. Dạng lắng đọng của Mn chiếm ưu thế ở 3 khu vực trong cả mùa khô và mùa mưa. Trái với Mn, dạng hòa tan của Zn chiếm ưu thế trong hầu hết các trường hợp trừ trường hợp mùa mưa khu vực 2. Ở hai khu vực 1 và 2 dạng hòa tan của Cu chiếm ưu thế vào mùa khô và lắng đọng chỉ chiếm ưu thế vào mùa mưa. Tại khu vực 3, dạng hòa tan chiếm ưu thế trong cả hai mùa. Có sự giảm đáng kể dạng lắng đọng của 4 kim loại nặng khác ở khu vực 3 (trừ Fe vào tháng 5). Điều này cho thấy có thể mất phần dạng lắng đọng của kim loại nặng lắng đọng khu vực của sông.

Bảng 4. Tỷ lệ dạng hòa tan (HT) và lắng đọng (LL) của các kim loại trong nước sông Cái

Khu vực	Thời gian	Giá trị	Fe (%)		Mn (%)		Zn (%)		Cu (%)	
			HT	LL	HT	LL	HT	LL	HT	LL
1	Mùa khô	<b>TB</b>	<b>59,3</b>	<b>40,7</b>	<b>42,8</b>	<b>57,2</b>	<b>51,7</b>	<b>48,3</b>	<b>65,5</b>	<b>34,5</b>
		CT	53,4	22,05	20,5	35,5	15,8	5,0	57,7	22,0
		C	70,1	46,43	69,1	79,5	95,0	84,2	78,0	42,3
	Mùa mưa	<b>TB</b>	<b>15,6</b>	<b>84,4</b>	<b>13,3</b>	<b>86,7</b>	<b>53,0</b>	<b>47,0</b>	<b>39,3</b>	<b>60,7</b>
		CT	12,9	79,8	7,4	80,1	46,8	40,1	20,2	18,4
		C	20,2	87,1	19,9	92,6	59,9	53,2	81,6	79,8
2	Mùa khô	<b>TB</b>	<b>62,0</b>	<b>38,0</b>	<b>18,9</b>	<b>81,1</b>	<b>68,9</b>	<b>31,1</b>	<b>69,5</b>	<b>30,5</b>
		CT	56,7	32,7	12,1	73,7	56,5	16,8	60,0	20,6
		C	67,3	43,3	26,3	87,9	83,2	43,5	79,4	40,0
	Mùa mưa	<b>TB</b>	<b>19,8</b>	<b>80,2</b>	<b>11,5</b>	<b>88,5</b>	<b>40,5</b>	<b>59,5</b>	<b>37,7</b>	<b>62,3</b>
		CT	9,5	69,5	7,5	83,4	34,2	52,5	35,7	59,5
		C	30,5	90,5	16,6	92,5	47,5	65,8	40,5	64,3
3	Mùa khô	<b>TB</b>	<b>56,1</b>	<b>43,9</b>	<b>33,1</b>	<b>66,9</b>	<b>80,3</b>	<b>19,7</b>	<b>81,7</b>	<b>18,3</b>
		CT	54,2	39,5	17,2	43,0	62,4	5,8	76,2	12,7
		C	60,5	45,8	57,0	82,8	94,2	37,6	87,3	23,8
	Mùa mưa	<b>TB</b>	<b>25,7</b>	<b>74,3</b>	<b>16,7</b>	<b>83,3</b>	<b>57,0</b>	<b>43,0</b>	<b>53,1</b>	<b>46,9</b>
		CT	17,6	65,5	14,7	80,5	49,2	35,8	35,3	34,0
		C	34,5	82,4	19,5	85,3	64,2	50,8	66,0	64,7
		<b>n</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	

### 2.2. Môi trường trầm tích

Như đã trình bày trên, trầm tích sông Cái chủ yếu là các hạt phin-tơ-graven, cát mịn-bùn-sét. Phần graven và cát thô chủ yếu là thạch anh,

fenspat và các khoáng chất khác. Các vật liệu thô này thường có hàm lượng các thành phần Fe và Mn. Phần bùn-sét bao gồm các khoáng vật sét và các chất keo tụ có chứa nhôm, sắt và kim loại nặng khác. Tổng hàm lượng các kim loại nặng trong trầm tích đã nói trên cho thấy các kim loại nặng tích tụ trong phần bùn-sét của trầm tích. Các kim loại nặng này khi nung cho các kim loại nặng thì có sự tập trung cao ở khu vực cửa sông, nơi mà bùn-sét chỉ mới bắt đầu lắng đọng (Bảng 5 và 6).

Bảng 5. Hàm lượng trung bình các kim loại nặng trong các dạng trầm tích cửa sông Cái

Loại trầm tích	C pH t < 0,063 mm (%)	Fe (µg/g)	Mn (µg/g)	Zn (µg/g)	Cu (µg/g)
Cát chứa bùn sét	21,55	6271	132,1	21,2	3,6
Bùn sét chứa cát	67,92	9171	164,1	33,0	11,7
Bùn sét	96,77	16852	82,3	52,0	20,5

Bảng 6. Hàm lượng trung bình các kim loại nặng trong các mẫu trầm tích các khu vực khác nhau

Khu vực	T l c pH t < 0,063 mm (%)	Fe (µg/g)	Mn (µg/g)	Zn (µg/g)	Cu (µg/g)
Khu vực 1	18,83	4718	96,7	16,0	3,4
Khu vực 2	36,06	5957	151,8	21,1	4,9
Khu vực 3	64,97	10758	107,5	37,1	14,5

Theo Dassenakis và cộng sự (1997), trong khu vực cửa sông, nồng độ các kim loại nặng tích tụ trong môi trường (pha hòa tan, lơ lửng, trầm tích) thay đổi do các kim loại nặng phân bố qua các quá trình như keo tụ, kết tủa, hấp phụ... Các vật chất tự nhiên, hoạt động công nghiệp như sản phẩm keo tụ tích tụ trong môi trường nước lắng đọng trong trầm tích và chính những dạng vật chất này quyết định hàm lượng chất hữu cơ và các kim loại hoạt tính trong trầm tích (qua lắng đọng và thành phần của chúng) trong điều kiện pH >7,0 (Papafilippaki và cộng sự, 2007). Qua 2 đợt khảo sát, nồng độ các kim loại nặng trong nước tại khu vực cửa sông (trạm 6 và 9) có pH luôn >7,0; DO thường xuyên >5 mg/l; nồng độ Cl<sup>-</sup> <5000 mg/l vào đợt khảo sát mùa khô và <900 mg/l vào mùa mưa. Do đó, các kim loại nặng thường có xu hướng tích tụ trong trầm tích qua quá trình lắng đọng, nhất là vào mùa khô. Vì vậy, cần nghiên cứu tiếp tục về ô nhiễm môi trường nước và các kim loại nặng (2007).

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. APHA, 2005. Standard Methods for Analysis of Water and Waste Water. 21<sup>st</sup> Edition.
2. Bộ KH-CN, 1983. Quy phạm thống kê môi trường nước và chất lượng môi trường nước.



3. B Tài Nguyên và Môi Trường, 2008. Qui chuẩn kỹ thuật quốc gia QCVN 10:2008/BTNMT “Chất lượng nước bề mặt”. Nhà xuất bản Lao động-xã hội. Tr 757-760.
4. Dassenakis M., Scoullou M. and Gaitis A., 1997. Trace metals transport and behaviour in the Mediterranean estuary of Archelous river, *Mar. Pollut. Bull.*, 34, 103-111.
5. Papafilippaki A.K, Kotti M.E. and Stavroulakis, 2007. Seasonal variations in dissolved heavy metals in the Keritis river, Chania, Greece. Proceedings of the 10<sup>th</sup> International Conference on Environmental Science and Technology. Kos island, Greece, 5-7 September 2007.
6. FAO, 1975. Manual of Methods in Aquatic Environment Research- *Part2: Methods for Detection, Measurement and Monitoring of water pollution*. 238 p
7. Lê Thị Vinh, Phạm Văn Thành, Nguyễn Hồng Thu, Đặng Trường Kim, Phạm Hữu Tâm. 2007. Hành vi của các yếu tố dinh dưỡng và kim loại nặng trong khu vực cửa sông Cái và ven Nha Trang. *Tạp chí Khoa học và Công nghệ biển*, 3(T.7): 31- 43.