

HIỆN TRẠNG MÔI TRƯỜNG VÀ THÔNG LƯỢNG VẬT CHẤT CỬA SÔNG CÁI (NHA TRANG)

Nguyễn Hữu Huân
Viện Hải dương học

Tóm tắt Trên cơ sở nguồn dữ liệu thu thập được từ dự án: “Ô nhiễm vùng cửa sông Miền Trung” của Bộ Y tế (2005 - 2006) và dự án hợp tác Việt Nam - Na Uy “Nuôi trồng và quản lý nghề nuôi ven biển bền vững” (2007- 2011), bài báo này trình bày hiện trạng môi trường và thông lượng vật chất cửa sông Cái (Nha Trang). Theo đó, các yếu tố: vật chất lơ lửng, hydrocacbon dầu thải và F. coliform trong nước đã vượt tiêu chuẩn cho phép đối với vực nước ven bờ và nước mặt dùng cho mục đích nuôi trồng thủy sản và bảo tồn thủy sinh vật. Một số yếu tố có độc tính cao và bền vững khác như: thuốc bảo vệ thực vật (BVTV) và kim loại nặng đều đã có mặt trong môi trường nước. Trong trầm tích, F. coliform, thuốc BVTV, hydrocarbon dầu mỏ, kim loại nặng cũng đã hiện diện. Ngoài ra, kết quả ước tính cho thấy: thông lượng vật chất lơ lửng (TSS), hữu cơ và fecal coliform ở cửa sông Cái tương đối lớn.

ENVIRONMENTAL STATE AND MATERIAL FLUXES OF CAI ESTUARY (NHA TRANG)

Nguyen Huu Huan
Institute of Oceanography

Abstract This paper presents an environmental state and material fluxes of Cai estuary (Nha Trang) based on observed data from project: “Environmental pollution of the estuaries in the Central Vietnam (2005 - 2006) and cooperative project between Vietnam and Norway “NUFU” (2007 - 2011). The results show that parameters of TSS, petroleum hydrocarbons and F. coliform in the water were out of the Vietnamese quality criteria for aquaculture and conservation of hydrobios in the coastal and surface waters. Others with high toxicity and stability as pesticides and heavy metals were present in the water. Moreover, F. coliform, pesticides, petroleum hydrocarbons and heavy metals also existed in the sediment of Cai estuary. In addition, the fluxes of TSS, organic matters and fecal coliform of Cai estuary were relative considerable.

I. MỞ ĐẦU

Sông Cái (Nha Trang) dài hơn 75 km, là sông dài nhất của tỉnh Khánh Hòa. Lưu vực sông bao trùm toàn bộ huyện Khánh Vĩnh, hầu hết huyện Diên Khánh, thành phố Nha Trang và một phần diện tích ngoài tỉnh, với 2.000km² lưu vực. Điều đặc biệt là, trên đường ra biển đông ở cửa Hà Ra, Nha Trang, sông Cái đã nhận nước từ

rất nhiều nguồn (tại Giang Chè nhận thêm nước sông Khế, khi cách cửa ra 41km nhận thêm nước sông Giang, khi cách cửa ra 39km nhận thêm nước sông Cầu...) chảy qua nhiều khu vực với nhiều các hoạt động kinh tế - xã hội khác nhau, nên lượng chất thải từ các lưu vực này đổ ra cửa sông Cái cũng rất lớn về lượng và phức tạp về thành phần (Sở Khoa học và Công nghệ Khánh Hòa, 2004).

Nhằm cung cấp cơ sở khoa học để xây dựng giải pháp bảo vệ môi trường, phát triển bền vững vùng cửa sông Cái và vịnh Nha Trang, bài báo này trình bày kết quả đánh giá hiện trạng chất lượng môi trường cửa sông Cái (Nha Trang) từ nguồn dữ liệu thu thập được từ dự án: “Ô nhiễm vùng cửa sông Miền Trung” của Bộ Y tế (2005 - 2006) và dự án hợp tác Việt Nam - Na Uy “Nuôi trồng và quản lý nghề nuôi ven biển bền vững” (2007- 2011).

II. PHƯƠNG PHÁP

1. Địa điểm nghiên cứu:

Địa điểm nghiên cứu là khu vực thuộc cửa sông Cái (Nha Trang), với hệ thống trạm thu mẫu được thể hiện trên hình 1 với vị trí tọa độ như sau:

NT1: 12^o16'094"N, 109^o10'549"E

NT2: 12^o15'784"N, 108^o11'671"E

NT3: 12^o15'530"N, 109^o11'638"E

NT4: 12^o15'633"N, 109^o12'169"E

2. Phương pháp thu mẫu, đo đạc:

Mẫu nước và trầm tích được thu theo mùa (mùa khô: tháng 08.2005) và mùa mưa: tháng 11.2005)) và theo triều (triều cao và triều thấp). Mẫu dùng phân tích kim loại nặng, hydrocacbon dầu mỏ, thuốc BVTV trong nước được thu trong pha triều thấp. Do vùng nghiên cứu có độ sâu nhỏ (2 – 5m) nên tại mỗi điểm, mẫu được thu tại 1 tầng (tầng 1 mét). Riêng mẫu phân tích muối dinh dưỡng được thu và phân tích trong 12 tháng khác nhau trong thời gian từ 2005 – 2010.

3. Phương pháp phân tích mẫu:

- Nhiệt độ, pH, độ mặn: Đo bằng CTD hiệu SAIVAS (Na Uy).

- Oxy hòa tan: Phương pháp Winkler (Parson và cs., 1984).

- BOD₅: Phương pháp xác định lượng oxy tiêu hao trước và sau 5 ngày ủ mẫu (Parson và cs., 1984).

- Fecal coliform: Phương pháp nuôi cấy trên môi trường M-FC agar (APHA, 1995; Grashoff và cs., 1999).

- Muối dinh dưỡng: Phương pháp so màu bằng máy quang phổ khả kiến UV – Visible (Parson và cs., 1984).

- Hữu cơ trong nước: ni tơ và phot pho hữu cơ được xác định bằng phương pháp Koroleff-Vanderam (Grashoff và cs., 1999).

- Vật chất lơ lửng: Phương pháp trọng lượng (APHA, 1995; Grashoff và cs., 1999).

- Kim loại nặng: Phương pháp quang phổ hấp thụ nguyên tử (AAS). Đối với trầm tích, mẫu được chiết bởi dung dịch HNO₃ 10% (ở nhiệt độ khoảng 100^oC), sau đó phân tích bằng phương pháp quang phổ hấp thụ nguyên tử (AAS) (APHA, 1995; Grashoff và cs., 1999).

- Hydrocacbon dầu mỏ, thuốc BVTV: Phương pháp sắc ký khí mao quản (GC 6890) (APHA, 1995; Grashoff và cs., 1999).

Đối với trầm tích, mẫu được chiết bằng phương pháp Soxlet bởi dung môi Dichlometane, sau đó phân tích bằng phương pháp sắc ký khí mao quản (GC 6890) (APHA, 1995; Grashoff và cs., 1999).

4. Phương pháp xử lý số liệu, tính toán và biểu diễn kết quả:

Số liệu thu thập được xử lý, tính toán trên phần mềm Excel. Thiết lập bản đồ và thể hiện đồ thị phân bố trên các phần mềm MapInfo và Excel.

Thông lượng vật chất trung bình tháng cửa sông Cái được ước tính như sau:

$$Q_A = Q \times C_A$$

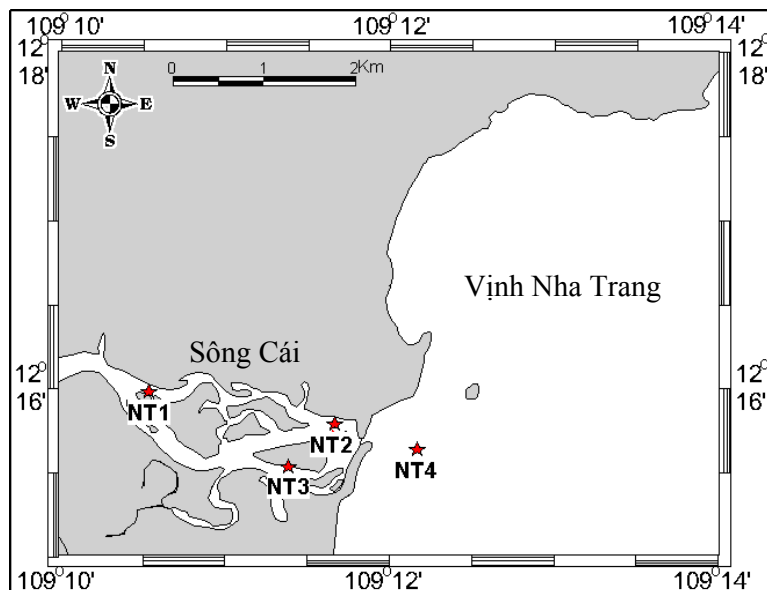
Trong đó:

- Q_A là thông lượng trung bình tháng của chất A.

- Q là tổng lưu lượng nước chảy ra biển trung bình tháng.

- C_A là hàm lượng chất A trong môi trường nước tại tháng khảo sát.

Thông lượng vật chất trung bình năm, trung bình mùa được ước tính từ thông lượng vật chất trung bình tháng và số tháng trong từng mùa (GESAMP, 1986).



Hình 1. Bản đồ điểm thu mẫu
Fig. 1. The map of sampling sites

III. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

1. Chất lượng môi trường nước:

1.1. Các đặc trưng thủy lý:

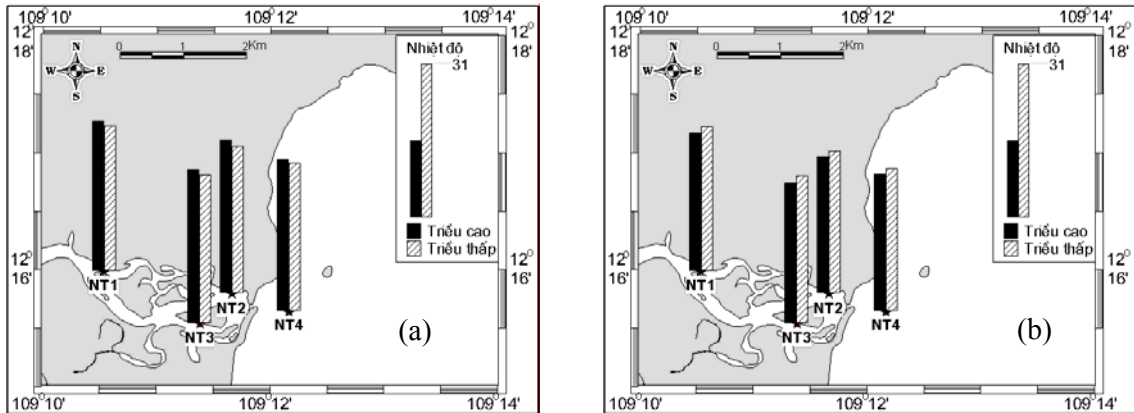
Nhiệt độ nước vùng cửa sông Cái (Nha Trang) biến động trong phạm vi nhỏ (Bảng 1, Hình 2a, 2b). Do là vùng cửa sông có lưu lượng tương đối lớn (vực nước thường thoáng gió và nước được trao đổi

nhanh) và độ sâu nhỏ ($\leq 5,0\text{m}$) nên dao động nhiệt độ nước không lớn.

Kết quả khảo sát cũng cho thấy, pH ít biến động theo không gian lẫn thời gian (Bảng 1). Giá trị pH gần như không có khác biệt đáng kể giữa 2 mùa cũng như giữa 2 pha triều và nằm trong khoảng cho phép: $\text{pH} > 6,50$ (Bộ Tài nguyên và Môi trường, 2008).

Bảng 1. Một số đặc trưng thủy lý
Table 1. Physical characteristics in the water

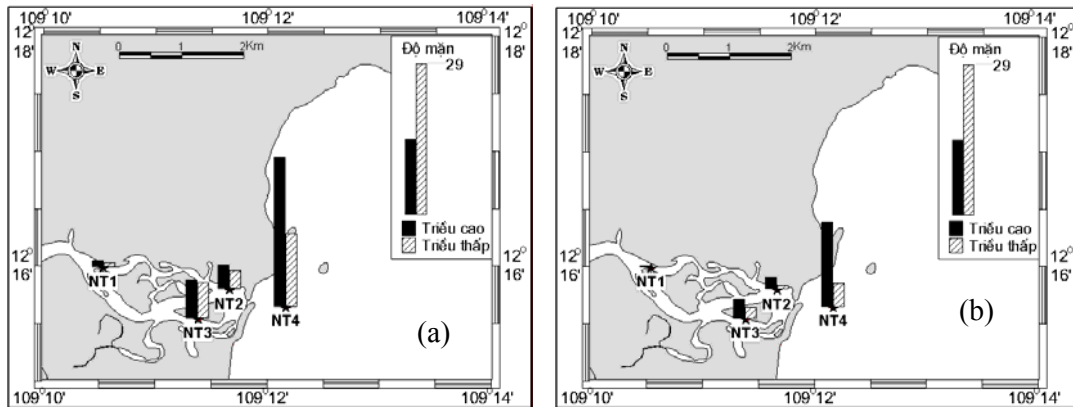
Thời kỳ		Thống kê	Nhiệt độ (°C)	pH	Độ muối (S‰)
Mùa khô	Triều cao	Dao động (n = 4)	30,20 - 31,00	6,52 - 7,95	1,30 - 28,70
		Trung bình	$30,68 \pm 0,36$	$7,11 \pm 0,61$	$10,53 \pm 12,37$
	Triều thấp	Dao động (n = 4)	29,30 - 29,80	6,57 - 7,88	0,90 - 14,10
		Trung bình	$29,60 \pm 0,24$	$7,31 \pm 0,66$	$6,40 \pm 5,69$
Mùa mưa	Triều cao	Dao động (n = 4)	27,40 - 28,20	6,68 - 7,45	0,40 - 16,50
		Trung bình	$27,73 \pm 0,34$	$7,06 \pm 0,31$	$5,80 \pm 7,28$
	Triều thấp	Dao động (n = 4)	28,50 - 29,70	6,55 - 7,44	0,10 - 4,70
		Trung bình	$29,00 \pm 0,51$	$7,00 \pm 0,45$	$1,93 \pm 2,05$



Hình 2. Phân bố nhiệt độ nước ($^{\circ}\text{C}$): a. mùa khô, b. mùa mưa
 Fig. 2. Distribution of water temperature ($^{\circ}\text{C}$): a. dry season, b. rainy season

Khác với nhiệt độ và pH, độ muối vùng cửa sông Cái dao động khá lớn theo không gian và thời gian (Bảng 1, Hình 3a, 3b). Đặc điểm này sẽ giới hạn phân bố, sinh trưởng và phát triển của nhiều đối tượng nuôi nhưng lại kích thích sinh vật

gây bệnh phát triển (vì các vùng cửa sông thường có dinh dưỡng cao, nhận nhiều nguồn mầm bệnh từ nước thải, mà các loại mầm bệnh thường là sinh vật bậc thấp, thích nghi với sự thay đổi môi trường tốt,...) (Jain và cs., 1993).



Hình 3. Phân bố độ muối (%), a. mùa khô, b. mùa mưa
 Hình 3. Phân bố độ muối (%), a. dry season, b. rainy season

1.2. Oxy hòa tan (DO):

Mặc dù hàm lượng DO trong nước có dao động đáng kể nhưng đều nằm ở giá trị cao và thỏa mãn tiêu chuẩn cho phép (Bảng 2, Hình 4a, 4b). Mặc dù tại cửa sông Cái có nhiều nguồn thải từ đất liền đổ vào nhưng hàm lượng DO trong nước vẫn khá cao chứng tỏ quá trình xáo trộn, pha loãng, trao đổi nước ở đây xảy ra khá mạnh.

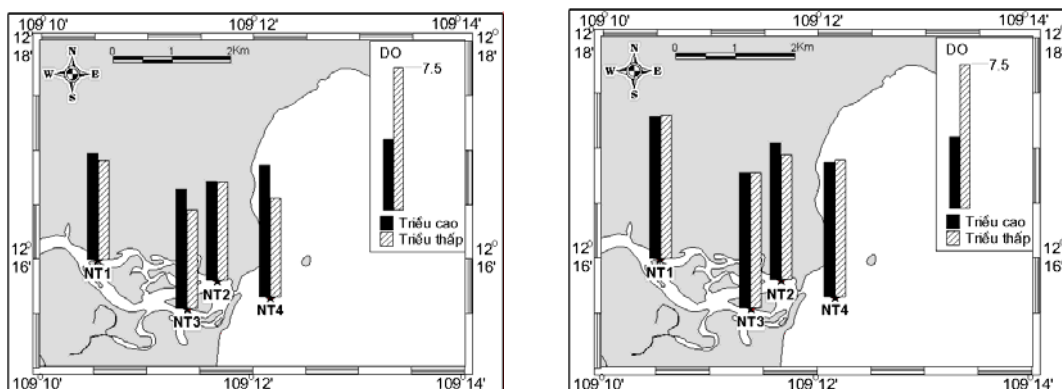
1.3. Vật chất lơ lửng (TSS):

Trong mùa mưa, TSS trong nước biến động không nhiều, trong khi đó, trong mùa khô dao động của nó tương đối lớn (Bảng 2). Trong mùa khô, do khai thác cát trái phép với cường độ cao và mật độ quá dày tại khu vực quanh trạm 1 dẫn đến hàm lượng lơ lửng trong nước khá cao, giá trị trung bình vượt quá tiêu chuẩn cho phép.

Bảng 2. Một số đặc trưng sinh thái trong nước
Table 2. Ecological characteristics in water

Thời kỳ		Thông kê	DO (mg/l)	BOD ₅ (mg/l)	TSS (mg/l)
Mùa khô	Triều cao	Dao động (n = 4)	5,19 - 6,97	1,47 - 6,17	8,27 - 215,60
		Trung bình	6,00 ± 0,78	3,06 ± 2,15	70,60 ± 97,87
	Triều thấp	Dao động (n = 4)	5,14 - 5,21	1,08 - 5,06	8,27 - 167,40
		Trung bình	5,18 ± 0,04	2,27 ± 1,88	62,17 ± 74,16
Mùa mưa	Triều cao	Dao động (n = 4)	7,01 - 7,37	1,14 - 2,00	18,80 - 22,00
		Trung bình	7,13 ± 0,17	1,64 ± 0,42	20,40 ± 1,35
	Triều thấp	Dao động (n = 4)	6,47 - 7,45	1,20 - 5,52	23,60 - 32,00
		Trung bình	7,01 ± 0,41	3,26 ± 1,82	28,60 ± 32,64
QCVN-08:2008 (Bộ Tài nguyên và Môi trường, 2008)			≥ 5,00	≤ 6,00 (*)	≤ 50,00

Ghi chú: (*): Tiêu chuẩn chất lượng nước mặt cho bảo tồn thủy sinh vật



Hình 4. Phân bố DO (mg/l), a. mùa khô, b. mùa mưa
Fig. 4. Distribution of DO (mg/l), a. dry season, b. rainy season

1.4. Nhu cầu oxy sinh hóa (BOD):

Mặc dù giá trị BOD₅ có biến thiên nhưng các giá trị ghi nhận được vẫn ở mức thấp và thỏa mãn quy chuẩn chất lượng nước (Bảng 2, Hình 5a, 5b). Kết quả này khá phù hợp với một môi trường có chế độ oxy hòa tan dồi dào.

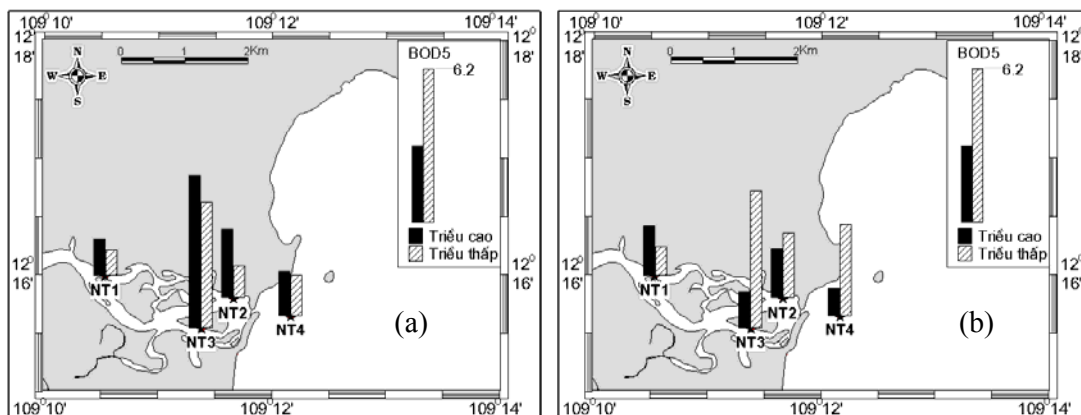
1.5. Muối dinh dưỡng chứa ni tơ:

Hàm lượng các muối dinh dưỡng chứa ni tơ biến động mạnh theo thời gian, không gian và có giá trị trung bình rất cao, nhất là hàm lượng ni trít trong thời kỳ mùa khô đã vượt quá tiêu chuẩn cho phép nhiều lần (Bảng 3). Do quá trình xáo trộn, pha loãng bởi nước sông ở khu vực của sông Cái khá tốt nên nhìn chung, hàm lượng dinh dưỡng trong nước ở đây không cao, trừ giá trị ni trít trong mùa khô. Trong mùa

khô, do quá trình trao đổi, xáo trộn yếu nên nguồn nước của sông Cái chịu ảnh hưởng lớn bởi nguồn nước thải ở cầu Bông và cầu Hà Ra nên có hàm lượng dinh dưỡng cao hơn trong mùa mưa.

1.6. Muối dinh dưỡng phot phốt:

Hàm lượng muối dinh dưỡng phot phốt trong nước tương đối thấp (Bảng 3). Tỷ số nguyên tử DIN/DIP trong mùa mưa dao động trong khoảng 25,45 - 45,64; trong mùa khô dao động trong khoảng 26,44 - 52,35; trung bình cả năm khoảng 37,47 - nhỏ hơn rất nhiều lần so với tỷ lệ Redfield (Jain và cs., 1993; Nielsen và cs., 2004). Như vậy, vực nước nghiên cứu chịu ảnh hưởng của các nguồn thải hữu cơ giàu đạm dễ phân hủy và vì thế đang ở trạng thái thiếu hụt phot pho.



Hình 5. Phân bố BOD₅ (mg/l), a. mùa khô, b. mùa mưa
 Fig. 5. Distribution of BOD₅ (mg/l), a. dry season, b. rainy season

Bảng 3. Đặc trưng muối dinh dưỡng trong nước
 Table 3. Nutrient characteristics in water

Thời kỳ		Thống kê (n=4)	NO ₂ ⁻ (µgN/l)	NO ₃ ⁻ (µgN/l)	NH _{3,4} ⁺ (µgN/l)	PO ₄ ³⁻ (µgP/l)
Mùa khô	Triều cao	Dao động	67,77 - 278,12	121,17 - 194,76	134,27 - 225,25	38,01 - 47,98
		Trung bình	170,26 ± 86,69	165,58 ± 31,56	187,74 ± 41,87	43,87 ± 4,20
	Triều thấp	Dao động	47,65 - 160,73	34,97 - 221,05	16,91 - 348,48	10,05 - 30,59
		Trung bình	79,66 ± 54,17	144,05 ± 78,21	162,48 ± 169,00	16,34 ± 9,68
Mùa mưa	Triều cao	Dao động	11,90 - 32,14	119,96 - 219,43	38,95 - 132,72	7,46 - 16,58
		Trung bình	19,31 ± 9,58	146,79 ± 48,46	67,84 ± 44,20	11,35 ± 3,81
	Triều thấp	Dao động	2,11 - 8,87	137,40 - 235,53	32,32 - 60,17	11,34 - 32,80
		Trung bình	5,22 ± 3,36	184,02 ± 44,89	50,53 ± 13,01	20,86 ± 8,88
QCVN-08:2008 (Bộ Tài nguyên và Môi trường, 2008)			20,00	5.000,00	200,00	200,00

1.7. Hàm lượng hữu cơ:

Hàm lượng ni tơ và phot pho hữu cơ trong nước tương đối lớn, đặc biệt là hàm lượng ni tơ trong thời kỳ mùa khô (Bảng 4). Khác với muối dinh dưỡng, tỷ lệ N/P trong thành phần hữu cơ thấp hơn nhiều so với tỷ lệ N/P trong thành phần muối dinh dưỡng (tỷ lệ N/P trong thành phần hữu cơ dao động trong khoảng 15,77 - 19,11 trong mùa mưa; trong khoảng 20,66 - 21,84 trong mùa khô; trung bình cả năm khoảng 19,35). Điều này chứng tỏ nguồn chất thải đưa vào cửa sông Cái chẳng những tương đối lớn về lượng mà còn phức tạp về thành phần.

1.8. Mật độ Fecal coliform:

F. coliform được phát hiện ở tất cả các điểm khảo sát và có mật độ khá cao (Bảng 4), đã vượt mức cho phép rất nhiều lần (Tiêu chuẩn của nhiều quốc gia: Nước mặt < 20tb/100ml - Nước giải trí < 200tb/100ml (Jain và cs., 1993). Sự có mặt của F. coliform trong nước là bằng chứng ô nhiễm phân thải vì chúng chỉ bắt nguồn từ hệ thống tiêu hóa của con người và động vật máu nóng (Chigbu và cs., 2005; Jain và cs., 1993). Điều này cho thấy nguy cơ cao về ô nhiễm mầm bệnh từ phân thải nếu không có giải pháp hiệu quả xử lý nguồn nước thải trước khi thải vào môi trường cửa sông.

Bảng 4. Đặc trưng hữu cơ và F. coliform trong nước
Table 4. Organic substance and F. coliform characteristics in water

Thời kỳ		Thống kê (n=4)	TON ($\mu\text{g/l}$)	TOP ($\mu\text{g/l}$)	F. coliform (tb/ml)
Mùa khô	Triều cao	Dao động	900,33 - 1.263,87	57,20 - 195,22	52 - 4.610
		Trung bình	1.104,14 \pm 154,12	118,36 \pm 58,61	1.335 \pm 2.194
	Triều thấp	Dao động	1.129,28 - 2.543,20	81,61 - 293,42	32 - 6730
		Trung bình	1.575,58 \pm 651,07	159,76 \pm 93,84	1.742 \pm 3.093
Mùa mưa	Triều cao	Dao động	254,40 - 450,41	27,49 - 61,76	26 - 610
		Trung bình	383,73 \pm 88,47	44,47 \pm 13,99	229 \pm 265
	Triều thấp	Dao động	272,15 - 615,46	25,77 - 83,56	18 - 1.450
		Trung bình	423,23 \pm 162,57	59,43 \pm 28,82	421 \pm 689

1.9. Hàm lượng các yếu tố có độc tính cao và bền vững:

Dư lượng thuốc bảo vệ thực vật họ chlo hữu cơ (BVTV) xuất hiện trên tất cả các điểm khảo sát, với hàm lượng trong mùa mưa cao hơn trong mùa khô (Bảng 5). Dẫn đến kết quả này là do nguồn gốc của thuốc BVTV không xuất phát từ các hoạt động ngay vùng cửa sông mà từ các hoạt động nông nghiệp trên lưu vực sông và chúng được chuyên tải đến cửa sông chủ yếu trong mùa mưa. Mặc dù hàm lượng không cao nhưng vì thuốc BVTV là những loại hợp chất có độc tính cao, khó phân hủy nên sự tồn lưu và tích lũy của chúng trong môi trường có nguy cơ lớn đến hệ sinh thái thủy sinh và sức khỏe con người (Power và cs., 1999; Steen và cs., 2001).

Ngoài thuốc BVTV, sự có mặt của hydrocarbon dầu mỏ ở tất cả các điểm thu mẫu, với hàm lượng khá cao (Bảng 5) chứng tỏ vực nước đã bị ô nhiễm dầu thường xuyên. Đối với một số kim loại nặng, trong số 5 kim loại được khảo sát thì sắt và kẽm đều có hàm lượng khá cao và 100% giá trị ghi nhận trong cả 2 mùa đều đã vượt mức cho phép (Bảng 6). Kết quả này chứng tỏ ô nhiễm kim loại nặng đã có quá trình dài ở sông Cái (Nha Trang).

Tóm lại, môi trường nước vùng cửa sông Cái đã bị ô nhiễm ở những mức độ khác nhau đối với một số yếu tố môi trường. Các yếu tố: vật chất lơ lửng, hydrocarbon dầu mỏ và F. coliform đã vượt mức cho phép. Một số yếu tố có độc tính cao và bền vững khác như: thuốc BVTV và kim loại nặng cũng đều hiện diện trong môi trường nước.

Bảng 5. Hàm lượng thuốc BVTV và hydrocarbon dầu mỏ (ng/l)
Table 5. The concentration of pesticides and petroleum hydrocarbons in water (ng/l)

Yếu tố	Thời kỳ	Dao động (n=4)	Trung bình	QCVN: 08/2008 (Bộ Tài nguyên và Môi trường, 2008)
Thuốc BVTV	Mùa khô	7,17 - 20,76	13,96 \pm 9,61	1.000
	Mùa mưa	22,57 - 28,08	25,32 \pm 3,89	
Hydrocarbon dầu mỏ	Mùa khô	6,47 - 547,60	236,75 \pm 279,35	Không phát hiện
	Mùa mưa	4,50 - 195,30	68,13 \pm 110,13	

Bảng 6. Hàm lượng kim loại nặng trong nước ($\mu\text{g/l}$)
Table 6. The concentration of heavy metals in water ($\mu\text{g/l}$)

Yếu tố	Thời kỳ	Dao động (n=4)	Trung bình	QCVN:08/2008(Bộ Tài nguyên và môi trường, 2008)
Fe	Mùa khô	135,00 - 395,00	288,33 \pm 136,14	100
	Mùa mưa	365,00 - 610,00	478,33 \pm 123,52	
Cu	Mùa khô	2,40 - 2,60	2,50 \pm 0,10	10
	Mùa mưa	2,00 - 4,70	3,07 \pm 1,44	
Pb	Mùa khô	1,40 - 2,80	2,70 \pm 0,70	50
	Mùa mưa	2,10 - 2,40	2,27 \pm 0,15	
Zn	Mùa khô	12,70 - 31,40	21,10 \pm 9,49	10
	Mùa mưa	14,40 - 16,80	15,90 \pm 1,31	
As	Mùa khô	2,90 - 3,40	3,17 \pm 0,25	10
	Mùa mưa	3,30 - 3,70	3,53 \pm 1,31	

2. Chất lượng môi trường trầm tích:

Mật độ F. coliform trong trầm tích dao động trong khoảng rộng và với giá trị khá cao (Bảng 7) đã chứng tỏ sự tồn tại thường xuyên nguồn thải hữu cơ có nguồn gốc động vật máu nóng trong môi trường. Ngoài ra, một số yếu tố có độc tính cao và

bền vững (thuốc BVTV, hydrocarbon dầu mỏ, kim loại nặng) cũng đã có mặt trong trầm tích ở tất cả các điểm khảo sát, trong cả 2 mùa (Bảng 8). Như vậy, có thể nói, đã có hiện tượng nhiễm bẩn thường xuyên các yếu tố nói trên trong môi trường nước ở đây.

Bảng 7. Đặc trưng môi trường trầm tích
Table 7. Environmental characteristics of sediment

Thời kỳ	Thống kê	F. coliform (tb/g)	Thuốc BVTV (ng/g)	Dầu thải ($\mu\text{g/g}$)
Mùa khô	Dao động (n=4)	18,8 - 1.535,4	1,000 - 1,411	5,74 - 108,20
	Trung bình	480,3 \pm 707,7	1,206 \pm 0,291	60,98 \pm 51,70
Mùa mưa	Dao động (n=4)	15,9 - 427,8	1,106 - 1,375	9,30 - 102,40
	Trung bình	182,2 \pm 198,1	1,241 \pm 0,190	43,53 \pm 51,21

Bảng 8. Hàm lượng kim loại nặng trong trầm tích
Table 8. The concentration of heavy metals in sediment

Kim loại	Thời kỳ	Dao động (n=4)	Trung bình
Fe ($\mu\text{g/g}$)	Mùa khô	3.300 - 4.500	4.033,3 \pm 642,9
	Mùa mưa	200 - 500	333,33 \pm 152,75
Cu ($\mu\text{g/g}$)	Mùa khô	2,40 - 6,60	4,30 \pm 2,13
	Mùa mưa	1,10 - 2,70	1,93 \pm 0,80
Pb ($\mu\text{g/g}$)	Mùa khô	5,20 - 7,70	6,54 \pm 1,26
	Mùa mưa	1,40 - 4,90	3,03 \pm 1,76
Zn ($\mu\text{g/g}$)	Mùa khô	8,60 - 14,80	11,16 \pm 3,24
	Mùa mưa	2,30 - 12,20	7,13 \pm 4,95
As ($\mu\text{g/g}$)	Mùa khô	2,40 - 2,70	2,57 \pm 0,15
	Mùa mưa	2,50 - 3,90	3,17 \pm 0,70

3. Thông lượng vật chất qua cửa sông Cái:

Để ước tính thông lượng vật chất qua cửa sông Cái, chúng tôi sử dụng số liệu lưu lượng nước sông Cái trung bình tháng, tính cho năm có lưu lượng trung bình (Bảng 9) và giá trị hàm lượng các yếu tố môi trường trong nước tại cửa sông. Các yếu tố muối dinh dưỡng được đo đạc và tổng hợp theo tháng, các yếu tố còn lại được khảo sát theo mùa (Bảng 10 và 11).

Từ nguồn dữ liệu trên, kết quả ước tính thông lượng vật chất qua cửa sông Cái được thể hiện ở bảng 12.

Mặc dù chưa có dữ liệu để so sánh với các cửa sông có quy mô như cửa sông

Cái nhưng rõ ràng, lượng vật chất nhiễm bẩn tải ra hàng năm qua cửa sông trên là khá lớn (Bảng 11). Hàng năm, cửa sông Cái tải ra vùng biển ven bờ vịnh Nha Trang hàng chục nghìn tấn vật chất lơ lửng, hàng trăm đến hàng nghìn tấn hữu cơ (nitơ và photpho), hàng chục đến hàng trăm tấn dinh dưỡng... và hàng trăm tấn hydrocarbon dầu mỏ. Với nhịp độ phát triển kinh tế ngày càng gia tăng, chắc chắn rằng lượng chất thải ra cửa sông sẽ ngày càng lớn hơn thống kê trên. Đó là một thách thức đang đòi hỏi giải pháp để đảm bảo phát triển bền vững vùng cửa sông Cái nói riêng và vùng ven bờ vịnh Nha Trang nói chung.

Bảng 9. Lưu lượng trung bình sông Cái (theo Sở Khoa học và Công nghệ tỉnh Khánh Hòa, 2004)
Table 9. The average flow of Cai river

Lưu lượng	Tháng											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
(m ³ /s)	60,2	35,0	29,9	31,9	40,0	43,5	39,1	35,5	60,8	129,7	206,3	169,0

Bảng 10. Hàm lượng muối dinh dưỡng trong nước cửa sông Cái
Table 10. The concentration of nutrients in Cai estuarine water

Yếu tố	Tháng											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
TIN (µg/l)	146	106	83	82	117	117	109	124	259	292	266	210
TIP (µg/l)	19	13	13	15	18	17	15	16	34	40	37	27
SiO ₃ ²⁻ (µg/l)	1.511	802	640	695	543	460	344	308	1.034	3.095	2.400	1.952

Bảng 11. Một số yếu tố ô nhiễm khác trong nước cửa sông Cái
Table 11. The concentration of pollutants in Cai estuarine water

TT	Yếu tố	Mùa khô	Mùa mưa
1	TSS (mg/l)	8,3	23,6
2	BOD ₅ (mg/l)	1,7	3,7
3	TON (µg/l)	2.543	499
4	TOP (µg/l)	81	84
5	F. coli (tb/ml)	520	173
6	Fe (µg/l)	335	460
7	Cu (µg/l)	2,4	2,0
8	Pb (µg/l)	1,4	2,3
9	Zn (µg/l)	31,4	16,5
10	As (µg/l)	3,4	3,7
11	Dầu (µg/l)	155,9	4,6
12	BVTV (ng/l)	20,8	22,6

Bảng 12. Thông lượng vật chất qua cửa sông Cái
Table 12. The material fluxes of Cai estuary

N ⁰	Yếu tố	Mùa khô	Mùa mưa	Cả năm
1	Lơ lửng (tấn)	6.876	35.219	42.095
2	BOD ₅ (tấn)	1.408	5.522	6.930
3	TIN (tấn)	95	379	474
4	TIP (tấn)	13	51	64
5	Si li cát (tấn)	596	3.405	4.001
6	TON (tấn)	2.107	745	2.852
7	TOP (tấn)	67	125	192
8	Fecal coliform (x10 ¹² tb)	431	258	689
9	Fe (tấn)	278	687	965
10	Cu (tấn)	2	3	5
11	Pb (tấn)	1	3	4
12	Zn (tấn)	26	25	51
13	As ((tấn)	3	6	9
14	Hydrocacbon dầu mỏ (tấn)	129	7	136
15	Thuốc BVTV (kg)	17	34	51

LỜI CẢM ƠN

Công trình này được thực hiện từ nguồn kinh phí tài trợ từ 2 dự án chính: Dự án Bộ Y tế do PGS.TS. Phùng Thị Thanh Tú làm chủ nhiệm và hợp phần mô hình hóa của dự án hợp tác Việt Nam – Na Uy “Nuôi trồng và quản lý nghề nuôi ven biển bền vững” do TS. Bùi Hồng Long làm điều phối viên hợp phần. Tác giả chân thành cảm ơn Lãnh đạo dự án, Viện Pasteur Nha Trang, Viện Hải dương học đã tạo điều kiện thuận lợi về vật chất, động viên tinh thần trong quá trình triển khai nghiên cứu; cảm ơn đồng nghiệp Viện Hải dương học đã tham gia khảo sát và cung cấp dữ liệu để hoàn thành bài báo này.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

APHA, 1995. Standard methods for the examination of water and wastewater. American Public Health Association. Washington, DC.20005.
Bộ Tài nguyên và Môi trường, 2008. Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về chất lượng môi trường. Hà Nội, 114 tr.
Chigbu, P., S. Gordon, T. R. Strange, 2005. Fecal coliform bacteria disappearance rates in a North-Central Gulf of Mexico

estuary. Estuarine, Coastal and Shelf Science, 65: 309-318.

GESAMP, 1986. Environmental capacity: An approach to marine pollution prevention. Rep. Stud. GESAMP, 30: 49 pp.
Grashoff, K., K. Kremling, M. Ehrhardt, 1999. Methods of seawater analysis. WILEY-VCH Publisher, 600 pp.
Jain, R. K., L. V. Urban, G. S. Stacey and H. E. Balbach, 1993. Environmental Assessment. McGra-Hill, Inc, 524pp.
Nielsen, S. L., G. T. Banta and M. F. Pedersen, 2004. Estuarine nutrient cycling: The nutrient primary producers. Kluwer Academic Publishers, 303pp.
Parson, T. R., Y. Maita and C. M. Lalli, 1984. A manual of chemical and biological methods for seawater analysis. Pergamon Press, 173 pp.
Power, M., M. J. Attrill, R. M. Thomas, 1999. Trends in agricultural pesticide (atrazine, lindane, simazine) concentrations in the Thames estuary. Environmental Pollution, 104: 31-39.
Sở Khoa học và Công nghệ tỉnh Khánh Hòa, 2004. Đặc điểm khí hậu và thủy văn tỉnh Khánh Hòa. 148 tr.

Steen, R., J. van der Vaart, M. Hiep, B.
Van Hattum, W. P. Cofino, U. A. T.
Brinkman, 2001. Gross fluxes and

estuarine behaviour of pesticides in
the Scheldt estuary (1995 - 1997).
Environmental pollution, 115: 65-79.

Người nhận xét:

-PGS.TSKH. Nguyễn Tác An

-ThS. Hoàng Trung Du