

SỬ DỤNG DỮ LIỆU ẢNH VIỄN THÁM ĐA THỜI GIAN VÀ PHƯƠNG PHÁP PHÂN TÍCH HỒI QUY ĐA BIẾN TRONG VIỆC ƯỚC LƯỢNG VÀ PHÂN BỐ TRẦM TÍCH LƠ LỪNG VEN BỜ KHU VỰC VEN BIỂN TỪ HẢI PHÒNG ĐẾN NAM ĐỊNH

ThS. NGÔ THỊ BÍCH TRÂM⁽¹⁾, ThS. PHẠM NGỌC HẢI⁽²⁾, ThS. HỒ VIỆT CƯỜNG⁽³⁾

⁽¹⁾Cục Bản đồ, Bộ Tổng Tham mưu - Bộ Quốc phòng

⁽²⁾Trường ĐH Công nghệ - ĐHQGHN

⁽³⁾Phòng thí nghiệm trọng điểm Quốc gia về Động lực học Sông Biển - Viện KHTLVN

Tóm tắt:

Hàm lượng trầm tích lơ lửng trong nước biển là sự hiện diện của các tạp chất lơ lửng có kích thước thay đổi từ dạng phân tán thô đến dạng keo có thể là bùn cát, chất hữu cơ, vô cơ, thực vật và các vi sinh vật,... Ước tính hàm lượng vật chất lơ lửng ở cửa sông ven biển là rất quan trọng trong việc nghiên cứu thủy văn, địa mạo và diễn biến hình thái của vùng đồng bằng châu thổ. Các phương pháp đo đạc truyền thống để xác định hàm lượng trầm tích lơ lửng (TTL) thường rất tốn kém và bị giới hạn về phạm vi không gian. Ưu điểm của việc sử dụng dữ liệu viễn thám là có thể cung cấp thông tin nhanh về khả năng phân bố không gian của hàm lượng trầm tích lơ lửng ở phạm vi lớn. Trong nghiên cứu này chúng tôi sử dụng dữ liệu ảnh viễn thám đa thời gian để xác định mối quan hệ giữa phổ phản xạ từ ảnh vệ tinh Landsat đa thời gian với hàm lượng TTL cửa sông ven biển từ Hải Phòng đến Nam Định dựa trên phương pháp phân tích hồi quy tuyến tính đơn biến và đa biến.

1. Giới thiệu

Các trầm tích lơ lửng được bắt nguồn từ hoạt động thủy lực của sông (vận chuyển phù sa, vật chất lơ lửng), xói mòn bờ biển và phong hóa của đá ven biển mà có thể kiểm soát sự hình thành của các mũi đất ven biển và cung cấp nguồn nguyên liệu cho vật lý, hóa học và sinh học đầu vào ở các vùng biển xa bờ (Baban, 1995). Các khu vực ven biển thường được tích lũy với hàm lượng TTL lớn, bị chi phối bởi bùn và đất sét hạt (Wang *et al.*; Wang *et al.*, 2009). Việc vận chuyển và lắng đọng TTL gây nên sự thay đổi hình thái ven biển và sự tích tụ của các chất dinh dưỡng dư thừa có thể ảnh hưởng đến năng suất của hệ sinh thái thủy sinh (James, 2002). Hơn thế nữa, quá trình vận chuyển trầm tích ảnh hưởng đến sự thay đổi địa mạo khác nhau ven biển như: xây dựng hoặc phá hủy các địa hình

môi trường ven biển ở các quy mô khác nhau (MERTES *et al.*, 1993; Hellweger *et al.*, 2004).

Việc hiệu chuẩn cảm biến vệ tinh với độ phân giải không gian, quang phổ và phóng xạ của nó được sử dụng để phân biệt hàm lượng phù sa lơ lửng từ các nước ven biển dựa trên số kỹ thuật số (DN giá trị) và nó có thể được ánh xạ qua các kỹ thuật xử lý hình ảnh phù hợp. Dấu hiệu quang phổ trong dải nhìn thấy và NIR của ảnh Landsat đã được sử dụng để ước tính chất lượng nước như độ đục, chất rắn lơ lửng, chất diệp lục và độ mặn. Các đường cong phản ứng quang phổ của tất cả bảy kênh trong ảnh Landsat đã được sử dụng để ước tính thay đổi của hàm lượng TTL trong nước biển ven bờ và đầu ra đã gần đúng với giá trị khảo sát thực tế.

Vùng ven biển từ Hải Phòng đến Nam Định nằm trong vùng Vịnh Bắc Bộ nơi có rất

Ngày nhận bài: 05/11/2015

Ngày chấp nhận bài: 15/11/2015

hiều hệ thống sông và các cửa sông lớn như cửa Trà Lý, Ba Lạt, Ninh Cơ, Thái Bình, Văn Úc, Lạch Tray, Cấm, Lạch Huyện,... Quá trình vận chuyển bùn cát, chất lơ lửng trong khu vực rất phức tạp phụ thuộc vào vai trò của từng cửa sông và cơ chế tương tác động lực sông biển theo từng thời điểm, mùa (mùa mưa, mùa khô) trong năm. Chính vì vậy trong nghiên cứu này, chúng tôi sử dụng các ảnh Landsat đa thời gian phân tích được thực hiện để ước hàm lượng TTLL bằng cách sử dụng thuật toán hồi quy đa biến thực nghiệm. (Xem hình 1)

2. Tài liệu và phương pháp nghiên cứu

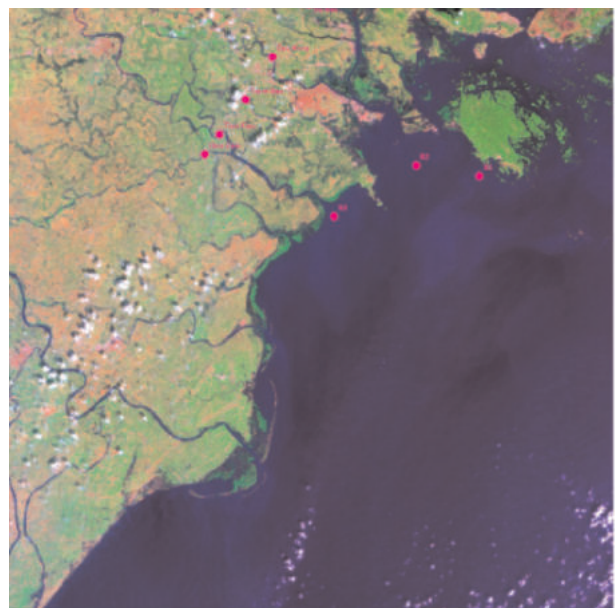
2.1. Dữ liệu nghiên cứu

Trong nghiên cứu này với mục đích phân tích sự phân bố TTLL ở vùng cửa sông ven biển đa thời gian và trên phạm vi rộng từ Hải Phòng đến Nam Định, chúng tôi sử dụng dữ liệu ảnh viễn thám Landsat: (Xem bảng 1). Dữ liệu ảnh của khu vực nghiên cứu được lựa chọn theo 2 mùa tương ứng với mùa khô và mùa mưa của khu vực từ năm 1989 đến năm 2014. Tổng số 10 cảnh ảnh

Landsat ít mây đã được lựa chọn để phân tích độ đục thể hiện trong Bảng . Và tổ hợp màu ảnh Landsat khu vực nghiên cứu từ năm 1989 đến năm 2014 được thể hiện trong hình 2. (Xem hình 2)

2.2. Tiền xử lý ảnh vệ tinh và tăng cường chất lượng ảnh

Các ảnh viễn thám quang học đa phổ được thường xuyên bị ảnh hưởng bởi không khí và bức xạ từ phản xạ trực tiếp do bề mặt nước. Hơn nữa, các giá trị số (giá trị DN) trong những hình ảnh thô không chỉ phụ thuộc vào các đặc tính phản xạ của các đối tượng mặt đất, mà cũng có nhiều và các lỗi hình học của các vệ tinh, các góc độ của bức xạ mặt trời và các hiệu ứng khí quyển như mây và các hạt nước. Để tạo ra hình ảnh có giá trị phản xạ thực tế ở mặt đất, tất cả các kênh đã được phân tích riêng biệt để loại bỏ các nhiễu khí quyển bằng cách sử dụng module mô hình FLASSH trong phần mềm ENVI. Giá trị DN được chuyển thành giá trị phản xạ (reflectance) của đối tượng sau khi đã loại bỏ ảnh hưởng của khí quyển. Ảnh phản xạ phổ sau đó được loại bỏ mây



Hình 1: Vị trí và phạm vi khu vực nghiên cứu

bằng phương pháp Fmask algorithm đã được đề xuất trong nghiên cứu của (Zhu and Woodcock, 2012) và Landsat. Tất cả các ảnh đã được nắn chỉnh về hệ tọa độ VN-2000 múi 6 độ. Ảnh sau khi chuyển đổi hệ tọa độ được cắt riêng cho khu vực nghiên cứu.

2.3. Tính toán các chỉ số độ đục

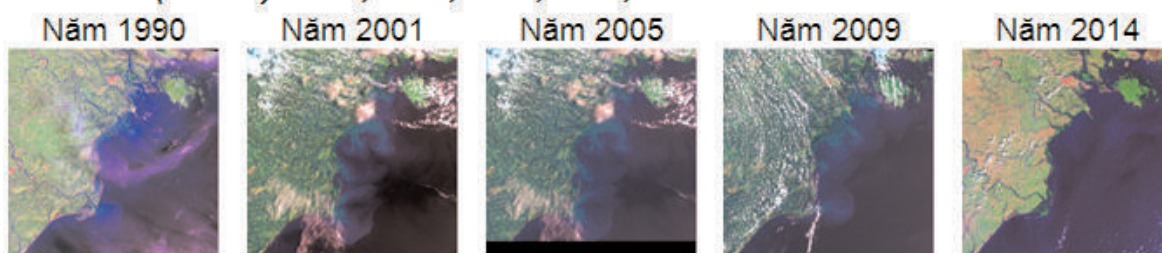
Theo các nguyên tắc cảm biến từ xa, quan sát các hiện tượng vật lý có thể dựa

vào các thuộc tính của họ quang phổ và những thay đổi trong bức xạ điện từ. Thuộc tính quang phổ của mặt nước biển là khác nhau do sự phản xạ của các thành phần không đồng nhất bao gồm phù sa lơ lửng và hàm lượng Chlorophyll. Các phản xạ quang phổ (giá trị DN) của hình ảnh được phân tích bằng cách sử dụng thuật toán hồi quy đa biến để trích xuất các hàm lượng phù sa lơ lửng từ nước mặt. (Trong phép hồi quy đa biến này coi giá trị trầm tích lơ lửng là

Bảng 1: Dữ liệu ảnh Landsat từ năm 1989 đến năm 2014 khu vực nghiên cứu

STT	Loại ảnh	Bộ cảm	Pathrow	Số kênh	Năm	Tháng	Ngày	Ảnh mùa khô	Ảnh mùa mưa	Dữ liệu đo mặt đất
1	Landsat	TM5	126-046	6	1989	11	23	X		
2	Landsat	TM5	126-046	6	1990	8	0		X	
3	Landsat	TM5	126-046	6	1995	11	22	X		
4	Landsat	TM5	126-046	7	2000	11	24	X		
5	Landsat	TM5	126-046	6	2001	7	5		X	
6	Landsat	ETM7	126-046	7	2005	7	19		X	
7	Landsat	ETM7	126-046	7	2005	11	6	X		
8	Landsat	TM5	126-046	7	2009	9	27		X	09/2009
9	Landsat	ETM7	126-046	11	2009	6	9	X		
10	Landsat	OLI-8	126-046	7	2014	23	23		X	05/2014

Mùa mưa (5 cảnh): 1990; 2001; 2005; 2009; 2014.



Mùa khô (5 cảnh): 1989; 1995; 2000; 2005; 2009.



Hình 2: Ảnh Landsat Quicklook qua các thời kỳ chụp khu vực nghiên cứu

biến y và các giá trị trên các kênh ảnh là biến x từ đó giải các bài toán hồi quy đa biến tìm giá trị trầm tích lơ lửng). Các bức xạ tán xạ ngược từ mỗi điểm ảnh đã được hiệu chỉnh bằng cách sử dụng các thuật toán thực nghiệm để ước tính hàm lượng TTLL. Hơn nữa, tổng diện tích hàm lượng TTLL trong các phạm vi khác nhau của độ sâu đã được tính toán bằng cách nhân số lượng điểm ảnh trong mỗi nhóm tại một địa điểm cụ thể với kích thước pixel.

Đã có rất nhiều các công trình nghiên cứu khác nhau sử dụng ảnh viễn thám để xác lập các chỉ số kinh nghiệm đánh giá chất lượng nước. Trong đó, có thể kể đến các nghiên cứu của (FROHN, 2007) nhằm xây dựng các chỉ số độ đục (Turbidity Index) và chỉ số chất diệp lục (Chlorophyll- a Index) từ ảnh Landsat.

Sau khi cắt ghép nối các kênh ảnh khu vực nghiên cứu chúng tôi tính toán các chỉ số độ đục NTU, TI, NDSSI, NSMI cho các ảnh dựa trên công thức trong Bảng . Các chỉ số tính toán độ đục (NTU, TI) và chỉ số trầm tích lơ lửng (NDSSI, NSMI) đều được tính toán dựa trên các đặc trưng phổ của các kênh ảnh Landsat đối với các vật chất lơ lửng trên bề mặt nước: (Xem bảng 2)

Cụ thể ở đây, chúng tôi sẽ đánh giá mối tương quan giữa kết quả đo phổ phản xạ và độ đục của các mẫu nước. Sau đó, xác định hồi quy tuyến tính để tính toán giá trị độ đục của nước biển của khu vực này. Kết quả xây dựng các bản đồ phân bố TTLL bằng phương pháp hồi quy cho phép đánh giá sự thay đổi về mặt không gian, từ trong lục địa ra ngoài khơi và thời gian theo mùa (mùa khô, mùa mưa): (Xem bảng 3)

2.4. Phương pháp hồi quy đa biến trong phân tích, tính toán giá trị độ đục

Sự biến động về phản xạ quang phổ của nước ven biển được sử dụng để phân biệt các thành phần trong nước bao gồm các TTLL (Howard R. Gordon *et al.*, 1988).

Tương tự, chỉ số màu sắc là một chỉ báo cho các biện pháp định lượng của màu nước biển, và nó có thể được định nghĩa là sự chói sáng thấp nhất trong các nước ở bước sóng khác nhau của các kênh ảnh (Howard R. Gordon *et al.*, 1988). Vì vậy, trên cơ sở của định nghĩa này, nhóm tác giả đã xây dựng các bản đồ chỉ số độ đục (TI, NTU) và chỉ số trầm tích lơ lửng (NDSSI, NSMI) để xác định lượng bùn cát lơ lửng trong nước biển ven bờ kết hợp với các mẫu đo kiểm chứng thực địa sẽ cho kết quả với độ chính xác tương đối cao khách quan và đã chứng minh việc sử dụng thuật toán hồi quy đa biến trong nghiên cứu này. Phương pháp phân tích hồi quy đa biến sử dụng tất cả các kênh ảnh của ảnh Landsat để xác định được các phản xạ quang phổ chính xác của vật chất phù sa lơ lửng và nó được thể hiện như công thức (6) trong Bảng 2. Ở đây, hệ số A_0 và A_1 là hằng số hệ số hồi quy thực nghiệm. Hàm lượng TTLL được ước tính bằng cách sử dụng các biến độc lập khác nhau trong các thuật toán hồi quy đa biến. Giá trị hồi quy được tính toán cho 2 mùa như trong bảng 4: (Xem bảng 4)

3. Kết quả và thảo luận

Các bản đồ phân bố TTLL (Xem hình 3) cùng với các phân tích mặt cắt tại các cửa sông ven biển trong 2 mùa cho thấy hàm lượng TTLL thường tập trung ở các cửa sông, các vùng biển nông và giảm dần khi ra vùng biển khơi, các chuyển động TTLL dọc bờ liên quan đến hoạt động thủy lực của các cửa sông vào thời kỳ mưa lũ và tác động của các dòng biển ven bờ, các xu hướng bồi tụ cũng nhận thấy ở phía Nam của các cửa sông (Vân Úc, Sông Hồng, Ninh Cơ).

4. Kết luận

Kết quả áp dụng các chỉ số kinh nghiệm cho thấy hệ số tương quan (R^2) của phương pháp hồi quy đa biến giữa giá trị các kênh ảnh và số liệu khảo sát thực tế cho độ chính xác cao khi so sánh với các phương pháp

Bảng 2: Các công thức dùng để tính toán độ đục từ ảnh vệ tinh quang học

Công thức	Nguồn	Số
$NTU = \frac{\rho_{NIR}}{\rho_{Green}}$	Javier Bustamante, 2008 (Chỉ số độ đục)	(1)
$TI = \frac{\rho_{Red} + \rho_{Green}}{\rho_{Blue}}$	Turbidity index, Frohn and Autrey, 2007 (Chỉ số độ đục)	(2)
$NDSSI = \frac{\rho_{Blue} - \rho_{Nir}}{\rho_{Blue} + \rho_{Nir}}$	Hossain et al, 2006 (Chỉ số trầm tích lơ lửng)	(3)
$NSMI = \frac{\rho_{Red} + \rho_{Green} - \rho_{Blue}}{\rho_{Red} + \rho_{Green} + \rho_{Blue}}$	NSMI, Montalvo 2010 (Chỉ số trầm tích lơ lửng)	(4)
$TURI = \frac{\rho_{Red}}{\rho_{Red} + \rho_{Green} + \rho_{Blue}}$	Arun Kulkarni, 2011	(5)
$TUR_{SSC} = A_0 + \sum_{i=1}^k A_t(Band)_t$	Multivariate Regression, S. Kaliraj, N. Chandrasekar & N.S. Magesh, 2014	(6)

Bảng 3: Tương quan tuyến tính giữa các chỉ số độ đục tính toán từ phân tích ảnh vệ tinh và số liệu thực tế trong mùa khô năm 2014 và mùa mưa năm 2009

STT	Chỉ số	Hàm tương quan	R ²
Mùa khô năm 2014			
1	NTU	y = -104.03x + 141.06	R ² = 0.0582
2	TI	y = 93.314x - 82.372	R ² = 0.0475
3	NSDI	y = 101.03x + 48.012	R ² = 0.0407
4	NSMI	y = 488.81x - 67.085	R ² = 0.0544
5	TURI	y = 355.19x - 15.487	R ² = 0.0562
Mùa mưa năm 2009			
1	NTU	y = 166.12x - 25.248	R ² = 0.4787
2	TI	y = 28.855x + 8.2798	R ² = 0.1203
3	NSDI	y = -122.79x + 104.03	R ² = 0.5406
4	NSMI	y = 108.51x + 29.622	R ² = 0.1416
5	TURI	y = 264.1x - 17.698	R ² = 0.2207

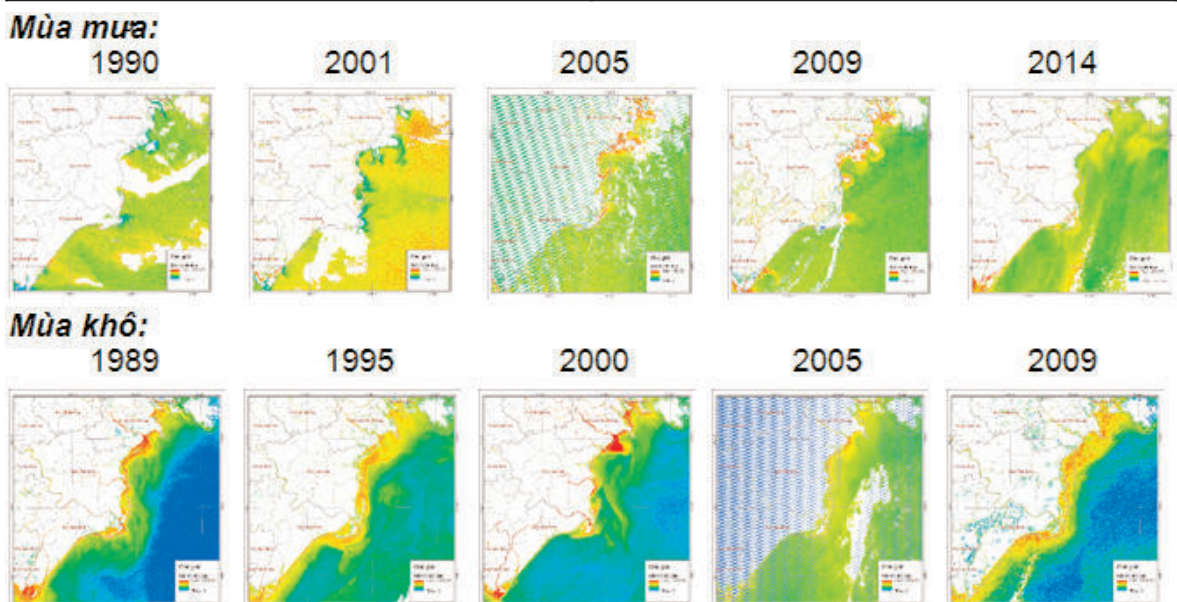
tính toán hồi quy tuyến tính khác. Phương pháp hồi quy đa biến dùng để xác định hàm lượng trầm tích lơ lửng từ các kênh ảnh Landsat hiệu quả hơn các phương pháp khác nhờ khả năng sử dụng thông tin phổ phản xạ của trầm tích lơ lửng ở tất cả các kênh ảnh.

Hàm lượng trầm tích lơ lửng và chất

lượng nước mặt ven biển khu vực Hải Phòng - Nam Định chịu ảnh hưởng trực tiếp của các chế độ thủy văn, động lực sông, thủy triều và điều kiện thời tiết tại thời điểm thu thập số liệu. Nguồn tư liệu ảnh viễn thám thu thập được tại khu vực nghiên cứu cho thấy sự ảnh hưởng trực tiếp đó, cụ thể, tại các thời điểm cuối tháng 8/2009 và tháng

Bảng 4: Giá trị tính toán hồi quy đa biến

Thống kê phân tích hồi quy đa biến		Hệ số hồi quy đa biến cho các kênh ảnh	
Mùa khô			
Regression Statistics		Coefficients	
Multiple R	0.791511	A0	258.33
R Square	0.783094	Kênh 1	-1694.047286
Adjusted R Square	0.649281	Kênh 2	1172.619248
Standard Error	8.70671	Kênh 3	2539.876546
Observations	7	Kênh 4	-2373.598382
		Kênh 5	3070.737925
		Kênh 7	-1295.411137
Mùa mưa			
Regression Statistics		Coefficients	
Multiple R	0.814877908	A0	-853.4102261
R Square	0.837001587	Kênh 1	13266.7378
Adjusted R Square	0.266507141	Kênh 2	-10860.06022
Standard Error	17.11102305	Kênh 3	2920.391316
Observations	10	Kênh 4	-2233.625597
		Kênh 5	104.2339013
		Kênh 6	7053.906423
		Kênh 7	272.1944134



Hình 3: Phân bố không gian của chỉ số độ đục trong 2 mùa khô và mùa mưa

12/2014 thời tiết tại Việt Nam nói chung và khu vực nghiên cứu nói riêng ít bị biến động mạnh, do vậy bản đồ phân bố độ đục khu vực nghiên cứu tương đối đồng đều, sự biến động giữa các khu vực là không đáng kể.

Kết quả xây dựng hàm hồi quy cho các thông số độ đục từ nguồn dữ liệu viễn thám cho thấy mức độ ô nhiễm giảm dần từ cửa sông ra ngoài biển và thay đổi phụ thuộc vào hoạt động của các cửa sông đặc biệt là các cửa sông lớn. Trầm tích lơ lửng thường tập trung ở các cửa sông lớn, vùng biển nông. ○

Tài liệu tham khảo

[1]. Baban, S.M.J., 1995. The use of Landsat imagery to map fluvial sediment discharge into coastal waters. *Marine Geology*, pp. 263-270.

[2]. Becker, R., Czajkowski, K., Sediment Concentrations from Remote Sensing. projects.glc.org.

[3]. Hellweger, F.L., Schlosser, P., Lall, U., Weissel, J.K., 2004. Use of satellite imagery for water quality studies in New York Harbor. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 61, 437-448.

[4]. James, I.D., 2002. Modelling pollution dispersion, the ecosystem and water quality in coastal waters: A review. *Environmental Modelling and Software*, pp. 363-385.

[5]. Kaliraj, S., Chandrasekar, N., Magesh, N.S., 2014. Multispectral image analysis of suspended sediment concentration along the Southern coast of Kanyakumari, Tamil Nadu, India. *Journal of coastal sciences* 1, 63-71.

[6]. Kulkarni, A., 2011. Water Quality Retrieval from Landsat TM Imagery. *Procedia Computer Science* 6, 475-480.

[7]. Li, X., 1993. A United Model for Quantitative Remote-Sensing of Suspended Sediment Concentration. *International Journal of Remote Sensing* 14, 2665-2676.

Nội dung của bài báo là một phần kết quả nghiên cứu của đề tài cấp Nhà nước KC08-34/11-15: "Nghiên cứu cơ sở khoa học và đề xuất các giải pháp nhằm cải thiện hiện tượng nước đục ở vùng biển Đồ Sơn, thành phố Hải Phòng" do Phòng thí nghiệm trọng điểm Quốc gia về Động lực học Sông biển - Viện KHTLVN thực hiện năm 2014 - 2015. ○

Summary

Using remote sensing multiple times and regression analysis method in estimation and distribution of suspended sediment in coastal zone from Haiphong to Namdinh

Suspended sediment concentration (SSC) in the sea water is the presence of the suspended particles with varies in size from coarse to finer such as water molecule, organic matter, inorganic suspended matter, plants and phytoplankton, etc. It is very important to estimate the suspended sediment concentration in the estuary mouth in the studies of hydrology, geomorphology and morphology of the delta region. In estuarine study, suspended sediment concentration (SSC) varies significantly both in time and in space in response to freshwater discharge, tidal variability, and channel geometry. SSC's conventional measurements are expensive and limited to experiments at a single location leading to spatial extent limitation. Therefore, this study aimed to investigate if SSC values could be estimated directly from remote sensing data that are increasingly available. Advantage of using remote sensing data is to provide retrospective information of SSC in spatial distribution in a big scope. In this study, we used temporal remote sensing images to determine the relationship between the reflectance spectra from the Landsat and the SSC in estuaries from Haiphong to Nam Dinh coastlines based on the variety and multivariate regression analysis methodology. ○