



Những cơ sở sinh thái học nhân sinh đại dương và dung lượng dung hòa của các hệ sinh thái biển

Bởi:

PGS. TS. NGUYỄN Phạm Văn Huân

Sinh thái học nhân sinh đại dương – hướng nghiên cứu khoa học mới trong hải dương học

Do kết quả tác động nhân sinh, trong đại dương xuất hiện những nhân tố sinh thái bổ sung, có khả năng thúc đẩy những tiến hóa tiêu cực của các hệ sinh thái biển. Sự phát hiện ra các nhân tố này đã kích thích triển khai những nghiên cứu cơ bản sâu rộng trong Đại dương Thế giới và hình thành nên những hướng khoa học mới. Trong số đó có sinh thái học nhân sinh đại dương (Izrael, Shuban, 1988). Hướng khoa học mới này nhằm nghiên cứu những cơ chế phản ứng của sinh vật đối với các tác động nhân sinh ở cấp độ tế bào, một cơ thể, một quần xã, một quần thể động vật, một hệ sinh thái cũng như khảo sát những đặc điểm tương tác các cơ thể sinh vật và môi trường sinh sống trong điều kiện biến đổi.

Đối tượng nghiên cứu của sinh thái học nhân sinh đại dương ? sự biến đổi các đặc trưng sinh thái học của đại dương, trong đó trước hết là những biến đổi có giá trị để đánh giá tình trạng sinh thái của sinh quyển nói chung. Cơ sở của những tìm kiếm này là phép phân tích tổng hợp về trạng thái của các hệ sinh thái biển có tính đến tính đối địa lý và mức độ tác động nhân sinh.

Sinh thái học nhân sinh đại dương sử dụng những phương pháp phân tích sau đây vào các mục đích của mình: di truyền học (đánh giá mức nguy hiểm gây ung thư và đột biến), tế bào học (nghiên cứu cấu tạo tế bào của các sinh vật biển ở trạng thái bình thường và bị bệnh), vi sinh học (nghiên cứu sự thích nghi của vi sinh vật đối với những chất ô nhiễm độc), sinh thái học (nhận thức những quy luật hình thành và phát triển các quần thể và quần xã động vật trong những điều kiện sống cụ thể với mục đích dự báo trạng thái của chúng trong những điều kiện môi trường biến đổi), sinh thái - độc tố học (nghiên cứu

Những cơ sở sinh thái học nhân sinh đại dương và dung lượng dung hòa của các hệ sinh thái biển

sự phản ứng của sinh vật biển với tác động ô nhiễm và xác định những nồng độ tới hạn của các chất ô nhiễm), hóa học (nghiên cứu toàn bộ tập hợp các chất hóa học tự nhiên và nhân sinh trong môi trường biển).

Nhiệm vụ cơ bản của sinh thái học nhân sinh đại dương là xây dựng những căn cứ khoa học để xác định các mức tới hạn của các chất ô nhiễm trong các hệ sinh thái biển, đánh giá dung lượng dung hòa của các hệ sinh thái biển, định chuẩn những tác động nhân sinh lên Đại dương Thế giới và xây dựng những mô hình toán học của các quá trình sinh thái để dự báo những tình huống sinh thái trong đại dương.

Những tri thức về các hiện tượng sinh thái quan trọng trong đại dương (như các quá trình sản xuất – phân hủy, sự diễn biến của các chu trình sinh địa hóa các chất ô nhiễm v.v...) bị hạn chế do không đủ thông tin. Điều này gây khó khăn cho việc dự báo tình huống sinh thái trong đại dương và thực thi những biện pháp bảo vệ tự nhiên. Hiện nay, việc thực hiện theo dõi sinh thái đại dương có ý nghĩa đặc biệt, chiến lược theo dõi nhằm vào quan trắc dài hạn ở những vùng đại dương nhất định với mục đích lập ra một ngân hàng dữ liệu bao quát những biến đổi toàn cầu của các hệ sinh thái đại dương.

Khái niệm dung lượng dung hòa

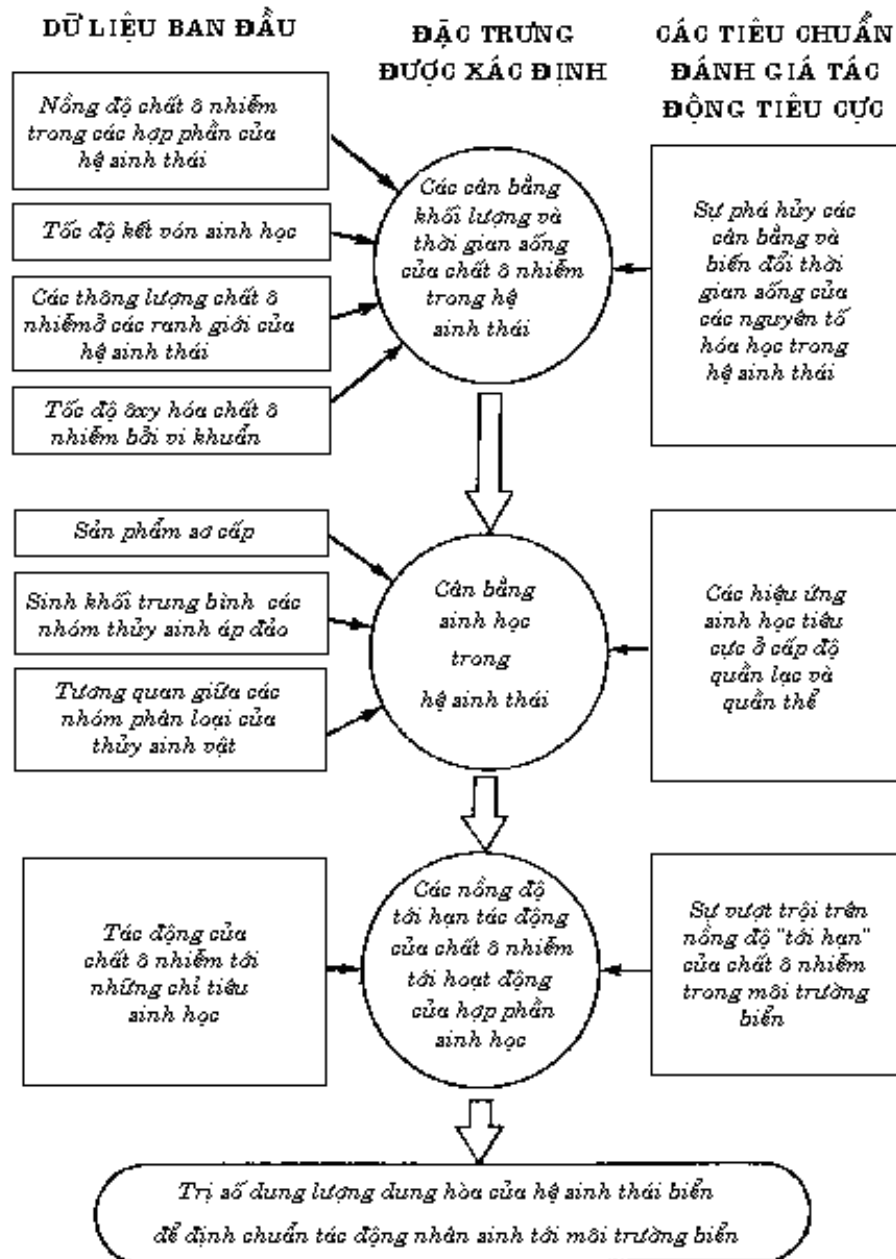
Theo định nghĩa của Iu. A. Izrael và A. V. Shuban (1983, 1985), dung lượng dung hòa của một hệ sinh thái biển Ai đối với chất ô nhiễm i (hay là tổng các chất ô nhiễm) và đối với hệ sinh thái m ? đó là sức chứa động lực tối đa một lượng các chất ô nhiễm (quy tính ra toàn vùng hay là một đơn vị thể tích hệ sinh thái biển), trong một đơn vị thời gian có thể được tích tụ, phân hủy, chuyển hóa (biến đổi sinh học hay hóa học) và mang đi do các quá trình trầm tích, khuếch tán và các hình thức vận chuyển bất kỳ khác ngoài, ra khỏi phạm vi thể tích hệ sinh thái mà không phá hoại sự hoạt động bình thường của nó.

Phương trình động thái của chất ô nhiễm trong môi trường biển có kể đến tính bất đồng nhất không gian của các quá trình loại trừ chất này ra khỏi hệ sinh thái (Izrael, Shuban, Ventsen, Sigaev, 1988) được viết dưới dạng

Những cơ sở sinh thái học nhân sinh đại dương và dung lượng dung hòa của các hệ sinh thái biển

$$V \frac{d\bar{C}_i}{dt} = \int_{S_a} (P_a \pm P'_a) dS + \int_L (P_L \pm P'_L) + \int_{S_b} (P_b \pm P'_b) dS + \int_{S_0}^{S_b} E_{ck_i} k_{(z)} dz dS, \quad (8.1)$$

trong đó V – thể tích hệ sinh thái biển được xét, \bar{C}_i – giá trị trung bình nồng độ chất ô nhiễm, S_a – diện tích mặt tự do của biển, S_b – diện tích đáy vùng nghiên cứu, L – độ dài đường bờ, Z_b – độ sâu thủy vực, P_i – đại lượng đặc trưng cho các quá trình trao đổi chất ô nhiễm i qua biên (thí dụ, giáng thủy khí quyển, mang đi bởi kết vón sinh học v.v...), E_{ck_i} – tốc độ phân hủy vi khuẩn và hóa học chất ô nhiễm i , hệ số $k_{(z)}$ tính đến sự phụ thuộc của E_{ck_i} vào độ chiếu sáng và các điều kiện nhiệt độ. Các dấu phẩy chỉ các nguồn, mô tả chuyển hóa hóa học và sinh học \bar{C}_i ở vùng biển nghiên cứu được xét.



Những cơ sở sinh thái học nhân sinh đại dương và dung lượng dung hòa của các hệ sinh thái biển

Hình 8.1. Sơ đồ nguyên tắc tập hợp dữ liệu ban đầu và các tiêu chuẩn đánh giá các tác động tiêu cực để định chuẩn các tác động nhân sinh tới môi trường biển (Izrael, Shiban, 1988)

Từ phương trình (8.1), bằng phương pháp của lý thuyết thứ nguyên, lượng loại trừ (A_i) của chất ô nhiễm từ hệ sinh thái biển có thể viết lại dưới dạng

$$A_i = K_i \frac{V}{\tau_i} \bar{C}_i, \quad (8.2)$$

trong đó K_i – hệ số dự trữ, phản ánh những điều kiện sinh thái diễn ra quá trình ô nhiễm ở những khu vực khác nhau của hệ sinh thái biển; τ_i – thời gian lưu lại chất ô nhiễm trong hệ sinh thái biển.

Theo định nghĩa dung lượng dung hòa, nó bằng trị số cực đại của vế trái phương trình (8.1)

khi bảo tồn an toàn sinh thái trong hệ sinh thái. Điều kiện này được thỏa mãn khi $\bar{C}_i \leq C_{0i}$, ở đây C_{0i} – nồng độ tới hạn của chất ô nhiễm trong nước biển. Từ đây, dung lượng dung hòa có thể được ước lượng theo công thức (8.2) khi $\bar{C}_i = C_{0i}$.

Tất cả các đại lượng ở vế phải của phương trình (8.2) có thể trực tiếp đo được bằng những số liệu nhận được trong quá trình các đợt khảo sát tổng hợp dài hạn về trạng thái của hệ sinh thái biển. Trong đó trình tự xác định dung lượng dung hòa của hệ sinh thái biển đối với các chất ô nhiễm cụ thể (hình 8.1) bao gồm ba giai đoạn chính: 1) tính các cân bằng khối lượng và thời gian sống của các chất ô nhiễm trong hệ sinh thái, 2) phân tích cân bằng sinh học trong hệ sinh thái và 3) ước lượng các nồng độ tới hạn tác động của các chất ô nhiễm (hay các NĐTHCP sinh thái) tới hoạt động của khu sinh vật.

Để giải quyết các vấn đề định chuẩn sinh thái các tác động nhân sinh tới các hệ sinh thái biển, thì việc tính dung lượng dung hòa là có tính đại diện nhất, bởi vì nó tính đến những nồng độ tới hạn tác động của các chất ô nhiễm, có căn cứ sinh thái cao hơn so với các NĐTHCP vệ sinh hay các NĐTHCP nghề cá. Khi biết dung lượng dung hòa, thì áp lực sinh thái cho phép tới hạn (ALSTCPTH) của thủy vực được tính khá đơn giản. Thí dụ, với chế độ ô nhiễm dừng của thủy vực, ALSTCPTH sẽ bằng dung lượng dung hòa.

Đánh giá dung lượng dung hòa của một hệ sinh thái biển đối với các chất ô nhiễm trên thí dụ biển Bantich

Mô hình đánh giá dung lượng dung hòa đã đề xuất được thực hiện trên thí dụ biển Bantich: đã tính toán các giá trị dung lượng dung hòa cho một loạt kim loại độc (Zn, Cu, Pb, Cd, Hg) và các chất hữu cơ (PCB, BP) (Izrael, Shurban, Vensen, Sigaev, 1988).

Bảng 8.1. Cân bằng các kim loại độc trong hệ sinh thái biển Bantich

Những cơ sở sinh thái học nhân sinh đại dương và dung lượng dung hòa của các hệ sinh thái biển

Kim loại	Lượng nhập, tấn/năm				Lượng xuất, tấn/năm				
	Dòng mặt dạng dung dịch và lơ lửng	Từ khí quyển dạng mưa và lơ lửng	Từ bả bán cầu	Tổng	Lắng đọng	Trao đổi nước	Đánh bắt cá	Bay hơi	Tổng
Đồng	101	950	20	1100	950	50	0,04	-	1000
Kẽm	250	6000	30	6300	6400	100	0,10	-	6500
Chì	50	2350	10	2400	2100	100	0,05	-	2200
Cadimi	46	34	0,8	80	75	5	-	-	80
Thủy ngân	7	23	0,01	30	29	1	-	0,3	30

Trong giai đoạn đầu của công việc tính toán, các tác giả đã sử dụng tài liệu khảo sát sinh thái nhiều năm tại biển Bantich và các nguồn văn liệu, xác định các nồng độ chất ô nhiễm trong các hợp phần của hệ sinh thái, tốc kết vón sinh học, các thông lượng vật chất tại các biên của hệ sinh thái và hoạt tính phân hủy vi khuẩn các chất hữu cơ. Tất cả điều đó cho phép thành lập những cân bằng và tính toán thời gian “sống” của các chất nêu trên trong hệ sinh thái (các bảng 8.1–8.5). Thời gian “sống” của các kim loại trong hệ sinh thái biển Bantich tỏ ra khá nhỏ đối với chì, cadimi, thủy ngân, phần nào lớn hơn đối với kẽm và cực tiểu đối với đồng. Thời gian “sống” đối với PCB và benzapiren vào khoảng 35 và 20 năm, điều này quy định sự tất yếu đề ra hệ thống theo dõi vệ sinh ở biển Bantich.

Bảng 8.2. Cân bằng BP và PCB trong hệ sinh thái biển Bantich

Chất	Nhập lượng, tấn/năm					
	Dòng mặt	Khí quyển	Bức Hải	Dầu mỡ	Tổng hợp	Tổng
BP	9,6	3,2	-	0,1	0,1	13
PCB	0,02	6	0,01	-	-	6
Chất	Lượng xuất, tấn/năm					
	Lắng đọng	Trao đổi nước	Bắt cá	Phân hủy		Tổng
				Vi sinh	Hóa học	
BP	1,3	5,6	-	6	-	13
PCB	6,9	0,01	0,1	0,01	0,02	7

Những cơ sở sinh thái học nhân sinh đại dương và dung lượng dung hòa của các hệ sinh thái biển

Trong giai đoạn nghiên cứu thứ hai, đã chỉ ra rằng, yếu tố nhạy cảm nhất của khu sinh vật đối với các chất ô nhiễm và những biến đổi hoàn cảnh sinh thái các vi tảo phù du, do đó, với tư cách là quá trình – “tiêu điểm”, cần chọn quá trình sản xuất chất hữu cơ sơ cấp. Vì vậy, ở đây sử dụng những liều lượng ngưỡng của các chất ô nhiễm thiết lập cho phù du thực vật.

Bảng 8.3. Hàm lượng và thời gian lưu lại các chất ô nhiễm ưu tiên trong hệ sinh thái biển Bantich

Chất	Hàm lượng, nghìn tấn				Thời gian lưu lại, năm
	Khối nước	Lắng đọng, lơ lửng	Khu sinh vật	Tổng	
Đồng	4	20	3	27	27
Kẽm	7	55	5	68	10
Chì	2	10	2	14	7
Cadimi	0,1	0,3	0,1	0,5	6
Thủy ngân	0,06	0,1	0,04	0,2	6
BP	0,26	0,005	-	0,26	20
PCB	0,08	0,17	0,01	0,27	35

Các nồng độ trung bình của kim loại độc trong nước biển có tỏ ra thấp hơn liều lượng ngưỡng một - hai bậc, còn các nồng độ PCB và BP chỉ thấp hơn một bậc. Từ đây, hệ số dự trữ đối với PCB và BP nhỏ hơn so với các kim loại.

Các ước lượng dung lượng dung hòa các vùng khơi biển Bantich (xem bảng 8.5) cho rằng dòng hiện tại của kẽm, cadimi và thủy ngân tuân tự bằng 2, 20 và 15 lần nhỏ hơn các giá trị cực tiêu của dung lượng dung hòa của hệ sinh thái đối với các kim loại này và không thể hiện sự nguy hiểm trực tiếp đối với sự sản xuất sơ cấp. Đồng thời, nhập lượng đồng và chì đã vượt quá dung lượng dung hòa của chúng, do đó đòi hỏi đưa ra các biện pháp đặc biệt để hạn chế dòng vật chất này. Nhập lượng BP hiện tại vẫn chưa đạt tới trị số cực tiêu của dung lượng dung hòa, còn PCB thì vượt trên. Điều cuối cùng này nói lên sự tất yếu phải giảm thải PCB vào biển Bantich.

Bảng 8.4. Mức ô nhiễm hiện tại và các chỉ tiêu sinh thái trạng thái quần thể

phù du sinh vật của hệ sinh thái biển Bantich

Những cơ sở sinh thái học nhân sinh đại dương và dung lượng dung hòa của các hệ sinh thái biển

Chất	Nồng độ hiện nay, $\mu\text{g/l}$	Liều lượng ngưỡng, $\mu\text{g/l}$	Hệ số dự trữ
Đồng	0,5 – 1,3	1 – 5	0,7
Kẽm	1,2 – 2,5	10 – 50	0,6
Chì	0,02 – 0,06	1 – 10	0,5
Cadimi	0,06 – 0,10	1 – 10	0,5
Thủy ngân	0,001 – 0,005	1,0 – 1,0	1,0
BP	0,001 – 0,130	0,1 – 1,0	0,2
PCB	0,001 – 0,005	0,01 – 0,10	0,3

Phương pháp áp dụng ở đây có thể sử dụng để ước lượng dung lượng dung hòa và áp lực sinh thái cho phép tới hạn ở các khu vực khác nhau, nhưng phải tính đến những đặc thù riêng và đặc điểm ô nhiễm các hệ sinh thái của nó.

Bảng 8.5. Dung lượng dung hòa của hệ sinh thái biển Bantich đối với các chất ô nhiễm

Chất	Nhập lượng hiện nay, tấn/năm	Thời gian lưu lại, năm	Dung lượng đồng hóa	
			$\mu\text{g/l}$	tấn/năm
Đồng	1100	27	0,2 – 0,12	500 – 2500
Kẽm	6300	10	0,60 – 3,10	13200 – 66000
Chì	2400	7	0,10 – 0,70	1500 – 15000
Cadimi	80	6	0,10 – 0,90	2000 – 20000
Thủy ngân	30	6	0,02 – 0,20	400 – 4000
BP	13	20	0,001 – 0,008	20 – 200
PCB	7	35	0,0001 – 0,001	2 – 20