



VIỆN NGHIÊN CỨU CAO SU VIỆT NAM

Ô NHIỄM NƯỚC

Nguyễn Ngọc Bích
2008

LỜI NÓI ĐẦU

Bạn đọc thân mến,

Tập sách nhỏ này nhằm phục vụ bạn và bất kỳ ai khác coi nước là tài nguyên vô giá của xứ sở, muốn biết cái gì làm ô nhiễm nước và cái đó có hại ra sao. Đối tượng phục vụ chính của nó là sinh viên và cán bộ kỹ thuật các chuyên ngành Kỹ thuật Môi trường và Quản lý Môi trường cũng như các chuyên ngành khác có liên quan. Các nhà quản lý môi trường cũng có thể thấy nó có ích. Trong sách, người viết có ý chỉ nói những điều cần thiết, muốn tránh cho bạn những hình thức trình bày khô khan và rườm rà, tuy nhiên có lúc có chỗ ý định đó đã không thực hiện được.

Dữ liệu được dùng để phát triển chủ đề của tập sách đã được thu thập từ những công trình liệt kê trong danh mục Tài liệu Tham khảo ở cuối mỗi chương và danh mục Tài liệu Tham khảo Bổ sung ở cuối sách. Tài liệu Tham khảo liệt kê những công trình được trích dẫn trực tiếp trong sách, còn những công trình không được trích dẫn trực tiếp thì được liệt kê trong Tài liệu Tham khảo Bổ sung. Việc liệt kê tài liệu này có thể giúp bạn đọc có căn cứ để tìm hiểu thêm khi cần thiết.

Bởi vì Ô nhiễm Nước là một chủ đề rộng và có tính liên ngành, tập sách này còn xa mới có thể được coi là cung cấp đầy đủ thông tin, đó là chưa kể những thông tin mà nó cung cấp còn cần đến sự cập nhật, hiệu đính. Bên cạnh đó, những thuật ngữ, các ký hiệu chuyên môn được sử dụng trong sách có lẽ cũng chưa được chuẩn xác. Căn cứ trên dữ liệu thu thập được, người viết chỉ cố gắng vẽ lên bức tranh toàn cảnh về sự ô nhiễm nước, càng trung thực càng tốt. Nếu những nét chính của bức tranh đó còn lại phần nào trong tâm trí bạn đọc sau khi gấp sách lại, thì mong muốn của người viết đã được thực hiện.

Nguyễn Ngọc Bích
2008

MỤC LỤC

	Trang
LỜI NÓI ĐẦU	i
CHƯƠNG	
I Ô nhiễm nước và chất gây ô nhiễm nước	1
I.1. Sự ô nhiễm nước	1
I.1.1. Nước trên trái đất	1
I.1.2. Chất lượng nước	3
I.2. Các chất gây ô nhiễm nước và nguồn gốc của chúng	7
I.2.1. Chất làm tiêu hao ôxy	7
I.2.2. Mầm bệnh	9
I.2.3. Chất dinh dưỡng thực vật	11
I.2.4. Chất hữu cơ tổng hợp	13
I.2.5. Dầu mỡ	14
I.2.6. Hóa chất vô cơ và chất khoáng	16
I.2.7. Cặn bùn	17
I.2.8. Chất phóng xạ	18
I.2.9. Nhiệt	19
TÀI LIỆU THAM KHẢO	20
II Hệ quả của sự ô nhiễm nước	22
II.1. Cạn kiệt ôxy	23
II.1.1. Giảm cường độ quang hợp	23
II.1.2. Giảm tính hòa tan ôxy	23
II.1.3. Giảm sự khuếch tán ôxy	23
II.1.4. Tăng nhu cầu ôxy	24
II.2. Phú dưỡng hóa	24
II.3. Tổn thương sinh học	24
II.3.1. Tác hại của các hydrocacbon clo hóa	25
II.3.2. Tác hại của kim loại nặng	25
II.3.3. Tác hại của nhiệt	26
II.3.4. Tác hại của chất phóng xạ	27
II.3.5. Tác hại của mầm bệnh	27
II.4. Bồi lắng	27
TÀI LIỆU THAM KHẢO	28

III	Sự ô nhiễm nước ngọt	29
	III.1. Sông ngòi	29
	III.1.1. Đặc tính của sông ngòi	29
	III.1.2. Ô nhiễm do chất thải hữu cơ	32
	III.1.3. Ô nhiễm do kim loại nặng	33
	III.1.4. Ô nhiễm do chất dinh dưỡng	34
	III.1.5. Ô nhiễm do thuốc bảo vệ thực vật	34
	III.1.6. Ô nhiễm do chất phóng xạ	34
	III.1.7. Ô nhiễm do cặn bùn	35
	III.1.8. Những trường hợp sự cố gây ô nhiễm	35
	III.2. Hồ	36
	III.2.1. Đặc tính của hồ	36
	III.2.2. Phú dưỡng hóa	37
	III.2.3. Tiêu hao ôxy	39
	III.2.4. Tích tụ axit	39
	III.3. Nước ngầm	40
	III.3.1. Đặc tính của nước ngầm	41
	III.3.2. Sự ngấm	41
	III.3.3. Sự khai thác nước ngầm	42
	III.3.4. Giếng thải	43
	III.3.5. Khai thác mỏ	43
	TÀI LIỆU THAM KHẢO	43
IV	Sự ô nhiễm nước biển	45
	IV.1. Sự ô nhiễm do rác biển	47
	IV.1.1. Chất rắn lơ lửng	48
	IV.1.2. Hyđrôcacbon halogen hóa	48
	IV.1.3. Chất dẻo	49
	IV.1.4. Kim loại nặng	49
	IV.1.5. Chất dinh dưỡng	50
	IV.1.6. Chất phóng xạ	50
	IV.2. Dầu mỏ	51
	IV.2.1. Con đường phân hủy của dầu trong môi trường biển	52
	IV.2.2. Khai thác dầu	52
	IV.2.3. Tác hại của dầu đối với phiêu sinh vật	53
	IV.2.4. Tác hại của dầu đối với động vật không xương sống	53
	IV.2.5. Tác hại của dầu đối với cá	54
	TÀI LIỆU THAM KHẢO	54

V	Sự ô nhiễm nước do nhiệt	56
	V.1. Nguồn nhiệt	56
	V.2. Tác hại đối với chất lượng nước	56
	V.3. Tác hại đối với hệ sinh thái	57
	TÀI LIỆU THAM KHẢO	59
VI	Phòng chống ô nhiễm nước	60
	VI.1. Vai trò của nhà chuyên môn	60
	VI.1.1. Nghiên cứu tình trạng ô nhiễm nước và tác hại của nó	61
	VI.1.2. Nghiên cứu chống ô nhiễm nước	61
	VI.1.3. Nghiên cứu phòng trừ ô nhiễm nước	61
	VI.2. Vai trò của nhà quản lý	62
	VI.2.1. Luật pháp	62
	VI.2.2. Chính sách	62
	VI.3. Vai trò của quần chúng	62
	VI.3.1. Giáo dục	63
	VI.3.2. Hành động	63
	VI.3.3. Đối thoại	63
	VI.4. Thay lời kết	64
	TÀI LIỆU THAM KHẢO	64
	TÀI LIỆU THAM KHẢO BỔ SUNG	66

CHƯƠNG I

Ô NHIỄM NƯỚC VÀ CHẤT GÂY Ô NHIỄM NƯỚC

I.1. Sự ô nhiễm nước

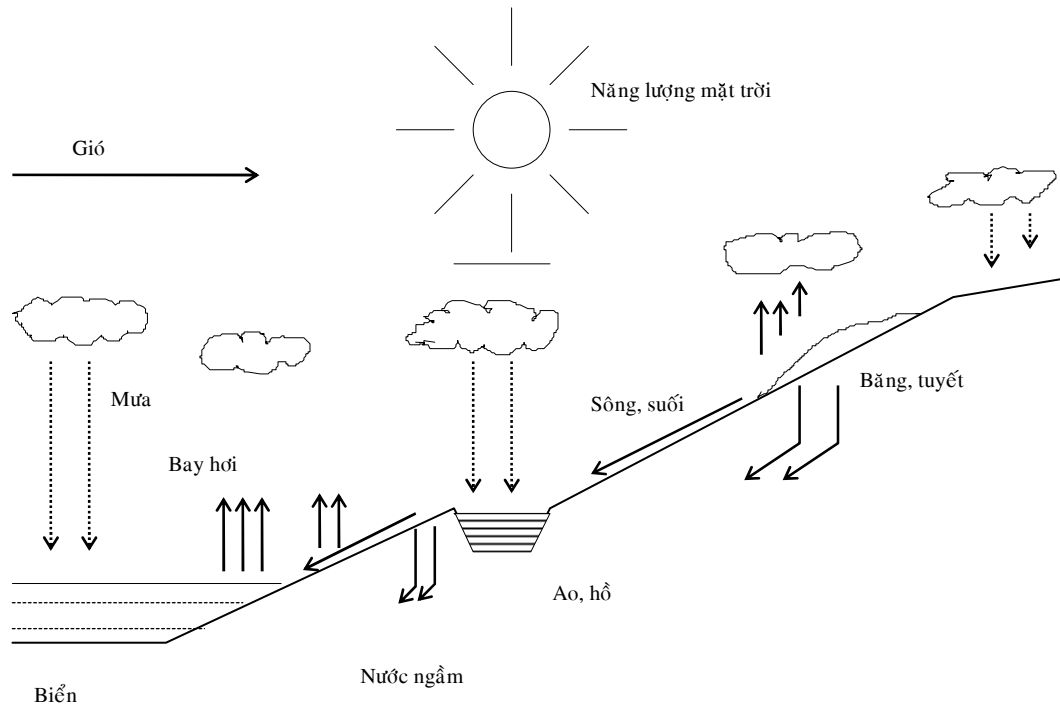
Nước trong thiên nhiên có chất lượng phù hợp với sự sống. Chất lượng này được thể hiện bởi những tính chất vật lý, hóa học, và sinh học của nó. Nếu, vì sự cho thêm các chất khác vào nước, chất lượng nước bị ảnh hưởng khiến cho nó trở nên ít thích hợp hơn với sự sống, thì sự ô nhiễm nước xảy ra. Vì thế, sự ô nhiễm nước là *sự cho thêm vào nước các chất khác, làm giảm tính chất phù hợp với sự sống của nước.*

Xét gốc từ Hán-Việt “ô nhiễm”, thì ta thấy “ô” nghĩa là “dơ, bẩn” và “nhiễm” nghĩa là “dính vào, bám vào, mang vào”. Vậy “ô nhiễm nước” có nghĩa là sự làm bẩn nước. Tuy nhiên, nói như vậy có thể không bao quát được những trường hợp trong đó nước không có vẻ bẩn gì nhưng lại thực sự bị ô nhiễm, như ta sẽ thấy sau đây.

Có thể người đọc chưa biết rằng đã có nhiều định nghĩa khác được nêu ra cho thuật ngữ “ô nhiễm”, và mỗi định nghĩa đều chính xác đến mức nào đó. Có lẽ một trong những định nghĩa lý thú nhất, được dẫn bởi Ellis và cộng sự (1989), là: “Chẳng có gì có thể được gọi là ô nhiễm, chỉ có sự có mặt không đúng chỗ và không đúng lúc của những chất hóa học có giá trị”. Cho nên, định nghĩa trên đây không phải là định nghĩa chính xác nhất, chỉ có điều là nó được nhiều người công nhận.

I.1.1. Nước trên trái đất

Nước – một trong những thành tố quan trọng nhất của sự sống – có mặt trên trái đất trong nhiều chỗ chứa được gọi chung là vực nước, như ao hồ, sông suối, biển, và mạch nước ngầm. Trên bề mặt trái đất, nước thường xuyên đổi chỗ và thay đổi trạng thái vật lý của nó. Sự chuyển động và biến đổi này tạo thành chu trình của nước (xem Hình 1).



Hình 1. Chu trình nước

Các thành phần chính của chu trình nước là sự bay hơi, sự ngưng tụ, sự chảy tràn, sự chảy dòng, sự ngấm, và sự bốc thoát.

Bay hơi là quá trình trong đó nước hấp thụ năng lượng mặt trời và chuyển từ trạng thái lỏng sang trạng thái khí. Hơi nước tạo thành mây, dễ dàng chuyển động dưới tác dụng của gió. Trong mây, hơi nước có khuynh hướng tụ lại thành những giọt nhỏ có đường kính nhỏ hơn 0,04 mm. Khi mây lạnh đi thì các giọt lớn hơn được hình thành, đó là sự ngưng tụ.

Khi mưa rơi trên mặt đất, một phần nước mưa bị thảm thực vật giữ lại. Một phần khác ngấm vào đất. Một phần nữa chảy tràn trên mặt đất cho đến khi gặp các ao hồ hay sông suối. Nước trong sông suối cuối cùng chảy ra biển.

Thực vật cũng góp phần tạo mây bằng sự bốc thoát hơi nước. Đây là quá trình trong đó thực vật nhả hơi nước vào khí quyển. Trên đất hoặc mặt nước có nhiều thực vật, đôi khi không thể tách rời khối lượng hơi nước tạo ra bởi sự bay hơi và sự bốc thoát, và người ta gọi chung là sự bay hơi-bốc thoát (evapotranspiration).

Tài nguyên nước của trái đất đã được ước tính là khoảng 26,6 tỷ tỷ tấn. Khoảng 94,7% khối lượng này được cho là nằm trong thạch quyển. Phần còn lại,

5,3%, nằm trong thủy quyển, và đây là lượng nước có ích cho sự sống. Ước lượng sự phân phối nước trên trái đất được trình bày ở Bảng 1.

Bảng 1. Phân phối nước trên bề mặt trái đất

Vị trí / trạng thái	Khối lượng ($10^{12}T$)	Tỷ lệ (%)
Các biển	1.380.000	98,900
Băng tuyết	16.700	1,077
Nước ngọt	25	0,002
Hơi nước trong khí quyển	13	0,001
Nước ngầm	250	0,020

(Nguồn: Chhatwal và cộng sự, 1989).

I.1.2. Chất lượng nước

Không thể không nghĩ đến từ “sạch” khi nói đến chất lượng nước. Tuy nhiên nước tuyệt đối tinh khiết chẳng hề có trong thiên nhiên bởi vì nước có thể hòa tan rất nhiều chất. Nước mưa là loại nước thiên nhiên trong sạch nhất, vậy mà nó có thể chứa bụi bặm, các ôxyt của cacbon, lưu huỳnh, nitơ, các lượng nhỏ axit nitric và sunphuric cũng như vết của các muối hóa học và ôxy, nitơ hòa tan nữa. Những thứ này đã được nước hấp thu khi nó còn là hơi nước trong các đám mây, hoặc khi nó đang rơi xuống đất.

Một khi nước mưa đã chạm đất, hoặc ngấm vào đất đá, hoặc chảy trên mặt đất, nó tiếp tục hòa tan các chất khoáng. Các sunphat, photphat, nitrat, clorua, cacbonat, bicacbonat đều đã được tìm thấy trong nước mặt (nước ở trong các vực trên mặt đất, khác với nước ngầm), cùng với các cation mà trong đó các cation canxi và magiê là phổ biến hơn cả.

Rồi khi ánh sáng mặt trời chiếu vào nguồn nước, thì sự sống bắt đầu. Đầu tiên là sự phát triển của các loài tảo, rồi thực vật, vi khuẩn, động vật nguyên sinh cùng một loạt các loài thân mềm. Sau đó đến các loài cá và cứ tiếp tục cho đến cuối cùng là những loài săn mồi lớn như cá sấu chẳng hạn. Tất cả các vật sống đều thải ra cặn

bã. Tất cả các vật sống cuối cùng đều sẽ chết và thối rữa. Nước mặt, vì thế, tiếp nhận thêm các chất từ sự thải của tế bào sống và sự phân rã của tế bào chết.

Vì những nguyên do trên mà nước trong thiên nhiên không hoàn toàn tinh khiết (mà nếu có chẳng thì nước hoàn toàn tinh khiết đó chưa chắc có ích cho sự sống), nhưng những chất mà nó chứa thường ở mức độ chấp nhận được, tùy theo mục đích sử dụng của con người. Một bản phân chất nước sông điển hình, được coi là sạch, có thể giống như được trình bày ở Bảng 2. Nước có chất lượng như vậy có thể dùng để làm nước uống sau khi xử lý đơn giản. Chất lượng nước này cũng thích hợp cho sự sống trong nước, cũng như cho nhiều hoạt động của loài người. Nếu trong Bảng 2 (cũng như những bảng khác sau đó) có một vài thuật ngữ mà người đọc chưa hiểu, thì cũng không sao, vì người đọc chưa cần đến và khi cần thì có thể dễ dàng tìm thấy sự giải thích trong các tài liệu khác.

Bảng 2. Các đặc tính nước sông sạch điển hình

Đặc tính	Giá trị
pH	6,8
Ôxy hòa tan (mg/L)	9
Nhiệt độ (°C)	13
Màu (TCU)	5
Độ đục (NTU)	5
Nhu cầu ôxy sinh hóa (mg/L)	1,2
Độ cứng (mg đương lượng CaCO ₃ /L)	225
Tổng chất rắn (mg/L)	500
Clorua (tính theo mg Cl/L)	10

(Nguồn: Nemerow, 1991).

Uống nước sông trực tiếp thì thường là không nên, nhưng dùng nước sông để tưới cho cây trồng thì chẳng có vấn đề gì. Điều đó có nghĩa là nước trong thiên nhiên (từ đây sẽ được gọi là “nước” cho đơn giản) thường thích hợp cho một hay nhiều mục đích sử dụng, sau khi xử lý hoặc không xử lý gì cả, cho nên chất lượng nước thường được xem xét căn cứ trên mục đích sử dụng của con người. Bên cạnh đó, Người không phải là loài duy nhất sử dụng nước, nó chia sẻ đặc quyền này với nhiều loài khác (mà cuối cùng thường là sẽ phục vụ nó). Vì thế, quan điểm của con người về chất lượng nước cũng bao gồm những yêu cầu của các loài khác.

Trong thế giới công nghiệp hóa của chúng ta, một khi nói đến chất lượng thì không thể tránh khỏi một lô những thủ tục đi kèm theo thuật ngữ này. Đối với nước thì các thủ tục đó bao gồm những khái niệm, định nghĩa, phân tích, tính toán, những

phương pháp, kỹ thuật và quy trình. Tất cả là để phục vụ cho sự chính xác về ý nghĩa của chất lượng nước. Vì vậy mà dù cho con người đã được Tạo hóa ban tặng nước có chất lượng cao từ bao thế kỷ qua mà chẳng cần đến các tiêu chuẩn, ngày nay không thể nói đến chất lượng nước mà bỏ qua chúng.

Các quy tắc chặt chẽ về chất lượng nước đã được ban hành bởi các chính phủ trên thế giới. Những quy tắc này thường thể hiện dưới dạng giới hạn của các đại lượng vật lý, hóa học và sinh học của nước. Tiêu chuẩn về chất lượng nước có thể thay đổi ít nhiều theo từng quốc gia hoặc theo thời gian, nhưng thường giống nhau ở chỗ chúng đều dựa trên khả năng sử dụng tốt nhất của nước. Bảng 3 trình bày các giá trị giới hạn về thông số và nồng độ chất ô nhiễm trong nước mặt loại A trích trong tiêu chuẩn Việt Nam TCVN 5942-1995. Để so sánh, Bảng 4 giới thiệu một tiêu chuẩn của bang New York, Hoa Kỳ được ban hành năm 1968. Nước thỏa tiêu chuẩn này được xếp loại AA, nghĩa là loại tốt nhất.

Bảng 3. Tiêu chuẩn chất lượng nước mặt loại A
(TCVN 5942-1995)

TT	Thông số	Đơn vị	Giá trị giới hạn
1	pH	-	6 đến 8,5
2	BOD ₅ (20°C)	mg/L	< 4
3	COD	mg/L	< 10
4	Ôxy hòa tan	mg/L	≥ 6
5	Chất rắn lơ lửng	mg/L	20
6	Asen	mg/L	0,05
7	Bari	mg/L	1
8	Cadimi	mg/L	0,01
9	Chì	mg/L	0,05
10	Crom (VI)	mg/L	0,05
11	Crom (III)	mg/L	0,1
12	Đồng	mg/L	0,1
13	Kẽm	mg/L	1
14	Mangan	mg/L	0,1
15	Niken	mg/L	0,1
16	Sắt	mg/L	1
17	Thủy ngân	mg/L	0,001
18	Thiếc	mg/L	1
19	Anoniac (tính theo N)	mg/L	0,05
20	Florua	mg/L	1
21	Nitrat (tính theo N)	mg/L	10
22	Nitrit (tính theo N)	mg/L	0,01
23	Xianua	mg/L	0,01
24	Phenola (tổng số)	mg/L	0,001
25	Dầu, mỡ	mg/L	không
26	Chất tẩy rửa	mg/L	0,5

27	Coliform	MPN/100mL	5000
28	Tổng hóa chất bảo vệ thực vật (trừ DDT)	mg/L	0,15
29	DDT	mg/L	0,01
30	Tổng hoạt độ phóng xạ α	Bq/L	0,1
31	Tổng hoạt độ phóng xạ β	Bq/L	1,0

(Nguồn: Trung tâm Tiêu chuẩn – Chất lượng, 1995)

Bảng 4. Tiêu chuẩn nước mặt loại AA
(bang New York, Hoa Kỳ, 1968)

Khả năng sử dụng tốt nhất: Dùng làm nước uống, nước nấu ăn, dùng trong công nghiệp chế biến thực phẩm và bất cứ mục đích nào khác.

Điều kiện liên quan đến khả năng sử dụng tốt nhất: Nếu được xử lý diệt khuẩn theo phương pháp được duyệt, cùng với sự xử lý bổ sung khi cần thiết để loại trừ các chất bản tự nhiên, đạt hoặc sẽ đạt tiêu chuẩn nước của Cục Sức khỏe Công cộng Hoa Kỳ, và được coi như an toàn và phù hợp cho nước uống.

Tiêu chuẩn nước AA

<i>Đề mục</i>	<i>Mô tả</i>
1. Chất rắn nổi; chất rắn lắng được; dầu mỡ; cặn bùn; các chất gây ra vị và mùi	Không chứa loại liên quan đến nước cống rãnh, nước thải công nghiệp hoặc các chất thải khác.
2. Nước cống rãnh hoặc nước thải	Không chứa loại chưa diệt khuẩn.
3. pH	Trong khoảng 6,5 đến 8,5.
4. Ôxy hòa tan	Đối với nước có cá hồi, không dưới 5,0 phần triệu; đối với nước không có cá hồi, không dưới 4,0 phần triệu.
5. Chất thải độc hại, chất nguy hại cho sự sống, chất có màu hoặc chất thải khác, hoặc chất lỏng có nhiệt độ cao	Không chứa riêng biệt hoặc kết hợp với các chất khác, hoặc chất thải ở hàm lượng đủ cao hay ở nhiệt độ đủ cao để gây tổn thương cho sự sống của cá, làm cho nước không an toàn hoặc không dùng được làm nguồn nước uống, nước nấu ăn, nước dùng trong công nghiệp chế biến thực phẩm hoặc làm cho nước trở nên không thích hợp với những mục đích sử dụng tốt nhất đã được xác định cho nước loại này.

(Nguồn: Nemerow, 1991).

I.2. Các chất gây ô nhiễm nước và nguồn gốc của chúng

Các chất gây ô nhiễm nước có thể được chia ra làm 9 loại như dưới đây:

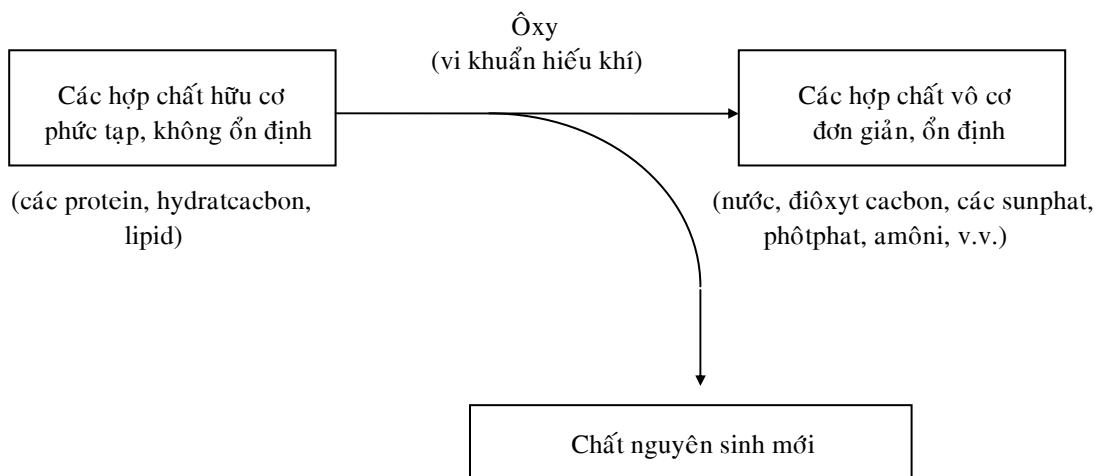
- Chất làm tiêu hao ôxy
- Mầm bệnh
- Chất dinh dưỡng thực vật
- Chất hữu cơ tổng hợp
- Dầu mỡ
- Hóa chất vô cơ và chất khoáng
- Cặn bùn
- Chất phóng xạ
- Nhiệt lượng

Sắp xếp phân loại các chất gây ô nhiễm nước như trên chỉ nhằm hệ thống hóa. Người đọc cần biết rằng trong thực tế có những trường hợp một chất gây ô nhiễm có thể rơi vào nhiều loại.

I.2.1. Chất làm tiêu hao ôxy

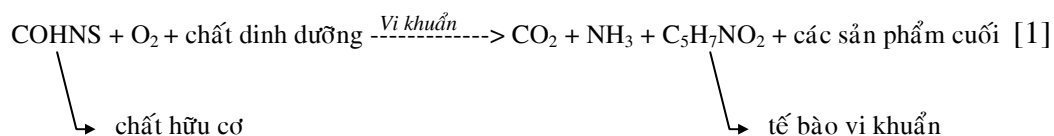
Sự có mặt của ôxy hòa tan (Dissolved Oxygen – DO) trong nước là điều kiện cơ bản của sự sống trong đó. Hoạt động hô hấp của cá và các loài khác phải có DO mới thực hiện được. Cũng phải có DO thì các vi sinh vật hiếu khí trong nước mới có thể phân hủy được vật chất hữu cơ trong đó. Nguồn cung cấp DO cho nước mặt là khí quyển, vốn chứa khoảng 21% ôxy theo thể tích. Trong những điều kiện tốt nhất, hàm lượng DO trong nước mặt ở mức 8-10 mg/L.

Chất làm tiêu hao ôxy là những chất dễ bị phân hủy bởi hoạt động của vi sinh vật hiếu khí. Hoạt động này sẽ xảy ra khi trong nước có những chất đó, vì thế sự có mặt của chúng làm tiêu hao ôxy hòa tan trong nước. Trong số các chất làm tiêu hao ôxy, các chất hữu cơ là quan trọng nhất. Hình 2 dưới đây mô tả tổng quát hoạt động phân hủy sinh học chất hữu cơ trong nước.

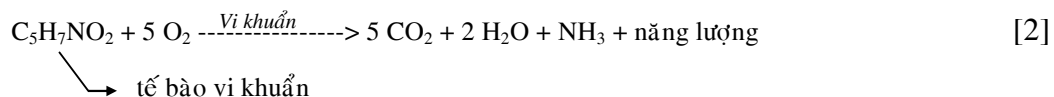


Hình. 2. Sơ đồ nguyên lý sự phân hủy hiếu khí chất hữu cơ

Có hai tính chất quan trọng của các chất hữu cơ cần nói đến ở đây. Thứ nhất là chúng có thể cháy, nghĩa là có thể đốt được hay ôxy hóa được. Thứ hai là tính chất tổng quát của chúng hầu như xác định được trên cơ sở nguyên tố chủ yếu của chúng, tức cacbon. Sự phân rã của chất hữu cơ mà trong đó vi sinh vật đóng vai trò then chốt, là một phần của chu trình cacbon trong tự nhiên. Sự phân rã này rất cuộc sẽ đưa chất hữu cơ trở về cội rễ của chúng, tức là nước và điôxyt cacbon. Một cách tổng quát thì việc này được thực hiện thành 2 bước, bước thứ nhất gọi là ôxy hóa và sinh tổng hợp, có thể biểu diễn như sau:

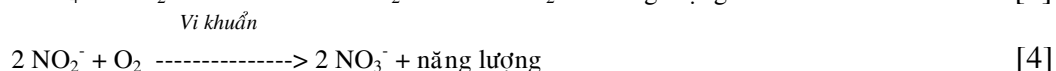
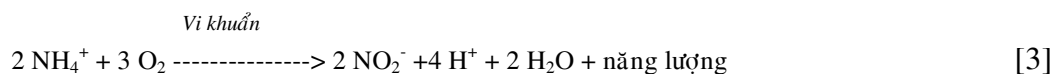


Bước thứ hai, gọi là hô hấp nội nguyên (trong đó vi sinh vật buộc phải sử dụng chính chất nguyên sinh của chúng vì thiếu thức ăn), có thể được minh họa bằng:



Chừng nào còn có chất hữu cơ trong nước và có những điều kiện thích hợp là những phản ứng trên sẽ xảy ra. Vì thế, hầu hết các chất làm tiêu hao ôxy là chất hữu cơ. Chúng xuất phát từ nước thải sinh hoạt cũng như nước thải của nhiều ngành công nghiệp như giấy, thực phẩm, cao su, da, v.v.

Nhưng làm tiêu hao ôxy không phải chỉ có các chất hữu cơ. Các chất vô cơ như hydrô, amôni, các ion sunfua và sunfit cũng làm tiêu hao ôxy. Amôni chẳng hạn, sẽ bị ôxy hóa bởi vi khuẩn để cho ra nitrit và nitrat:



Chất làm tiêu hao ôxy là chất gây ô nhiễm phổ biến nhất, có thể gặp ở hầu như mọi trường hợp nước bị ô nhiễm. Bởi vì số lượng các chất này rất lớn, không thể và cũng không cần thiết phải xác định từng chất riêng lẻ, người ta định lượng chúng bằng một xét nghiệm có tên là Nhu cầu Ôxy Sinh hóa (Biochemical Oxygen Demand – BOD). Trong xét nghiệm này, mẫu nước ô nhiễm được cấy vi khuẩn thích hợp, và trong một thời gian xác định, lượng DO trong nước bị tiêu hao sẽ gián tiếp biểu thị lượng chất gây tiêu hao DO có mặt trong nước. Trong xét nghiệm BOD chuẩn, một lượng mẫu nước xác định được chứa trong một bình kín và ủ ở nhiệt độ 20 °C trong 5 ngày. Hàm lượng DO trong mẫu nước đó được đo trước và sau khi ủ. Người đọc có thể tìm thấy đầy đủ chi tiết về xét nghiệm BOD trong tiêu chuẩn Việt Nam TCVN 6001-1995 (Trung tâm Tiêu chuẩn – Chất lượng, 1995) và trong *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (APHA, 1992).

1.2.2. Mầm bệnh

Nước có thể là một phương tiện chuyên chở các vi sinh vật gây bệnh. Chính nhận định này, cách đây hơn một thế kỷ, đã đưa tới sự khởi đầu việc khử trùng nước cũng như toàn bộ ngành xử lý nước hiện nay. Những mầm bệnh được vận chuyển trong nước hầu hết xuất phát từ đường tiêu hóa (Phelps và Lackey, 1944). Cần nói rằng những vi sinh vật phân hủy chất hữu cơ được nói đến ở phần trên là không gây bệnh. Nhiều dịch bệnh trong lịch sử đã được lan truyền qua nước. Để làm ví dụ, Bảng 5 liệt kê những tác nhân gây dịch bệnh qua môi trường nước ở Hoa Kỳ trong khoảng thời gian từ 1946 đến 1980.

**Bảng 5. Tác nhân gây dịch bệnh qua môi trường nước ở Hoa Kỳ
(1946 – 1980)**

Tác nhân	% Tổng số lần dịch bệnh	% Tổng số ca bệnh
Vi khuẩn		
<i>Campylobacter</i>	0,3	2,5
<i>Pasteurella</i>	0,3	0,004
<i>Leptospira</i>	0,15	0,006

<i>Escherichia coli</i>	0,7	0,8
<i>Shigella</i>	9,1	8,7
<i>Salmonella</i>	11,1	12,4
Virus		
Hepatitis A	10,1	1,5
Parvovirus	1,5	2,1
Polio	0,15	0,01
Động vật nguyên sinh		
<i>Entamoeba</i>	0,9	0,05
<i>Giardia</i>	6,3	13,1
Hóa học		
Vô cơ	4,3	0,6
Hữu cơ	3,1	1,8
Không rõ	52,1	56,4

(Nguồn: Lippy và Waltrip, 1985).

Mầm bệnh lan truyền qua nước có thể được chia ra thành các nhóm vi khuẩn, động vật nguyên sinh, virus, và giun. Tất cả có thể được tìm thấy trong phân người đang mắc những bệnh có liên quan. Dưới đây là một số mầm bệnh theo từng nhóm.

Trong nhóm vi khuẩn, *Salmonella* và *Shigella* có lẽ phổ biến nhất. Trong điều kiện bình thường, khoảng 1-4% loài người thải ra *Salmonella* theo phân, và đã có vài trăm kiểu hình *Salmonella* được xác nhận là gây bệnh (Frobisher và cộng sự, 1969). Bệnh thương hàn, gây ra bởi *Salmonella typhi*, có lẽ là bệnh được biết nhiều nhất trong nhóm bệnh do *Salmonella*. Phân người cũng chứa *Escherichia coli*, đến 5-50%, và một số kiểu hình *E. coli* có thể gây tiêu chảy. Triệu chứng bệnh gây ra bởi một số loài thuộc chủng *Campylobacter* là tiêu chảy, suy nhược, sốt và đau bụng. *Vibrio cholerae* là vi khuẩn gây dịch tả.

Nhiều động vật nguyên sinh cư trú trong đường tiêu hóa của động vật máu nóng, trong đó một số là mầm bệnh. Triệu chứng của bệnh gây ra do *Giardia lamblia* là tiêu chảy, sụt cân, suy nhược, co thắt dạ dày, kiết lỵ và sốt. *Entamoeba histolytica* là tác nhân gây một loại bệnh kiết lỵ gọi là bệnh lỵ amíp. Dùng một enzym phá hủy mô, *E. histolytica* đào sâu vào thành ruột và làm tổn thương ruột. *E. histolytica* bị thải ra theo phân, thường dưới dạng bào nang có thể sống trong nước nhiều ngày.

Hơn 120 virus gây bệnh đã được tìm thấy trong phân và nước tiểu người (Fox, 1976). Các virus Hepatitis A gây bệnh viêm gan là phổ biến nhất. Triệu chứng của bệnh này gồm có suy nhược, sốt gián đoạn, đau nhức cơ, chán ăn và đau bụng. Một số virus phổ biến khác là virus Polio, virus Coxsackie, virus ECHO, Reovirus, và Adenovirus. Virus Polio gây bệnh sốt bại liệt, biểu hiện bằng sự viêm các tế bào

thần kinh ở sừng trước tủy sống. Virus ECHO, Reovirus và một số dòng virus Coxsackie gây các bệnh đường hô hấp, sốt, nổi mào đay, bại liệt, viêm màng não, viêm cơ tim. Adenovirus thì gây viêm nhiễm đường hô hấp và đường tiêu hóa.

Các loài giun sán ký sinh trong cơ thể người thuộc nhóm mầm bệnh cuối cùng. Một số thường gặp trong nước thải sinh hoạt. Sán xơ mít *Taenia saginata* là một trong những loài thường gặp, sống trong đường tiêu hóa và mỗi ngày có thể đẻ đến một triệu trứng trong phân người bệnh. Triệu chứng của bệnh do loài này gây ra là đau bụng, rối loạn tiêu hóa và sụt cân. Sán máng *Schistosoma* và giun đũa *Ascaris lumbricoides* gây bệnh ở gan và ruột non với nhiều triệu chứng khác nhau.

Nước thải đô thị, bệnh viện, nơi giết mổ gia súc và tàu bè có thể là nguồn lây nhiễm. Một khu dân cư cỡ trung bình có khả năng có người đang mắc bệnh vào một thời điểm bất kỳ, vì thế các mầm bệnh hầu như luôn luôn tồn tại trong nước thải nhà vệ sinh.

Việc xét nghiệm nước để xác định từng mầm bệnh còn phức tạp nhiều lần hơn việc xét nghiệm từng chất làm tiêu hao ôxy đã nói ở phần trên, vì số lượng mầm bệnh quá lớn. Cho nên, theo nguyên tắc cũng tương tự như xét nghiệm BOD, xét nghiệm mầm bệnh chỉ nhằm vào một sinh vật chỉ thị cho sự có mặt của nước thải nhà vệ sinh. Sinh vật đó phải (a) có mặt với số lượng tỷ lệ thuận với số lượng mầm bệnh, và có khả năng tồn tại bên ngoài đường tiêu hóa một thời gian ít ra cũng bằng với các mầm bệnh, (b) dễ phát hiện và có số lượng lớn hơn bất kỳ mầm bệnh nào, và (c) không có mặt trong nước tự nhiên. Sinh vật chỉ thị đó là vi khuẩn coliform. Cần nói rõ rằng các vi khuẩn coliform thuộc 4 chủng của họ *Enterobacteriaceae* và một số loài thuộc chủng *Aeromonas*, trong đó chỉ có *Escherichia coli* thuộc họ *Enterobacteriaceae* là được tìm thấy với số lượng lớn trong phân người (Cabelli, 1983). Tổng quát, *E. coli* là cư dân thường trú trong hệ tiêu hóa người và động vật, và hầu như không được coi là mầm bệnh.

I.2.3. Chất dinh dưỡng thực vật

Bảng 6 dưới đây trình bày các nguyên tố hóa học cần thiết cho sự sinh trưởng của thực vật. Các nguyên tố mà thực vật cần với số lượng cao được gọi là các nguyên tố đa lượng, phần còn lại là các nguyên tố vi lượng.

Bảng 6. Các nguyên tố hóa học cần thiết cho thực vật

Đa lượng	Ký hiệu	Vi lượng	Ký hiệu
Ôxy	O	Sắt	Fe
Cacbon	C	Mangan	Mn

Nitơ	N	Đồng	Cu
Phốtpho	P	Kẽm	Zn
Lưu huỳnh	S	Boron	B
Kali	K	Silic	Si
Magiê	Mg	Molybden	Mo
Canxi	Ca	Clo	Cl
		Vanadi	V
		Cobalt	Co
		Natri	Na

(Nguồn: Odum, 1971).

Trong số các nguyên tố đa lượng, chiếm phần lớn hơn là cacbon, ôxy và hydro, vì chúng là thành phần chủ yếu của các hợp chất hữu cơ quan trọng như các hydratcacbon, chất béo và protein. Nitơ và phốtpho cần cho thực vật với lượng nhỏ hơn, và với tỷ số N/P khoảng 7:1 theo trọng lượng (OECD, 1982). Nitơ là thành phần chủ yếu của các protein, các axit nucleic và một số sắc tố, chẳng hạn chlorophyll. Phốtpho cần thiết để sản xuất phospholipid và các phân tử quan trọng cho sự sinh tổng hợp như adenosine triphosphate (ATP). Các nguyên tố đa lượng còn lại cần cho thực vật với lượng còn nhỏ hơn nữa, và hàm lượng của chúng trong nước biển và nước ngọt thường có thừa cho nhu cầu của thực vật nước. Cần cho thực vật với lượng nhỏ nhất là các nguyên tố vi lượng, trong nhiều trường hợp chỉ đóng vai trò xúc tác cho các phản ứng trao đổi chất, và vì đó mà không bị tiêu hao hoặc biến đổi bởi các phản ứng đó.

Mặc dù cacbon, ôxy và hydro cần cho thực vật với số lượng cao nhất, chúng lại sẵn sàng được hấp thu từ H₂O và CO₂. Rõ ràng là trong nước thì không thiếu H₂O, còn CO₂ thì là một khí có sẵn trong khí quyển và được hòa tan trong nước để cân bằng áp suất riêng của nó trong khí quyển. Vì lý do đó CO₂ có thể được bổ sung vào nước từ khí quyển. Các nguyên tố khác như S, K, Mg, Ca chỉ cần với số lượng thấp và lại thường có sẵn trong nước tự nhiên.

Còn lại 2 nguyên tố là N và P là quyết định sự sinh trưởng của thực vật trong nước. Nói cách khác, chúng là các nguyên tố giới hạn sinh trưởng, tức là các nguyên tố vốn có trong nước ở hàm lượng thấp, mà nếu tăng hàm lượng lên thì sẽ kích thích sinh trưởng vượt mức.

Sự làm giàu một vực nước tự nhiên bằng các chất dinh dưỡng thực vật (chủ yếu là N và P) được gọi là sự phú dưỡng hóa (eutrophication). Thuật ngữ "eutrophication" có nguồn gốc Hy Lạp, có nghĩa đại khái là "thừa dinh dưỡng". Quá trình này bắt đầu bằng sự phát triển quá mức của thực vật nước, và chấm dứt bằng sự biến đổi vực nước đó thành mặt đất (Gehm và Bregman, 1984). Cần nói thêm rằng

sự già cỗi theo thời gian dẫn đến sự biến mất của một vực nước là một hiện tượng tự nhiên, nhưng quá trình này vốn cần đến thời gian rất dài đến hàng chục ngàn năm, Thời gian đó sẽ ngắn đi rất nhiều khi vực nước bị ô nhiễm bởi chất dinh dưỡng thực vật.

Sự phát triển quá mức của các loài tảo là một hệ quả dễ thấy của sự phú dưỡng hóa. Khi đó nước sẽ có vị, có mùi, và có chất lơ lửng. Rồi các loài tảo đó chết đi thì sự phân hủy chúng làm tiêu hao ôxy của nguồn nước. Một hệ quả dễ thấy nữa của sự phú dưỡng hóa là sự phát triển quá mức của thực vật nước làm giảm lượng cung cấp nước và làm cản trở nhiều hoạt động của con người trên mặt nước.

Nguồn gốc chất dinh dưỡng thực vật trong nước là nước thải đô thị, nông nghiệp và một số ngành công nghiệp. Nước lũ chảy tràn từ đất nông nghiệp cũng mang theo chất dinh dưỡng vào vực nước. Thường thì phần lớn nitơ có nguồn gốc từ nước lũ, còn phần lớn photpho là từ nước thải.

1.2.4. Chất hữu cơ tổng hợp

Thuốc bảo vệ thực vật và chất tẩy rửa là các chất hữu cơ tổng hợp được đưa vào nguồn nước với số lượng đáng kể nhất.

Thuốc bảo vệ thực vật là những chất dùng để diệt các loài địch hại của cây trồng. Các thuốc này gồm có thuốc trừ sâu, thuốc diệt cỏ và thuốc diệt nấm. Thuốc trừ sâu và thuốc diệt cỏ được dùng với số lượng rất lớn trong nông nghiệp, nên chúng được quan tâm hơn so với thuốc diệt nấm. Về hóa học thì chúng là các hợp chất hữu cơ clo hóa, organophosphate, các carbamate, các pyrethroid.

Thuốc diệt cỏ làm chết cỏ bằng cách can thiệp vào các quá trình sinh trưởng, hô hấp hay quang hợp. Alachlor và atrazine can thiệp vào quá trình quang hợp bằng cách chặn đứng phản ứng Hill trong dây chuyền phản ứng quang hợp. Các thuốc trừ sâu hữu cơ clo hóa làm tê liệt hệ thần kinh của côn trùng. DDT chẳng hạn, ảnh hưởng trên các cơ quan cảm thụ ngoại vi, tạo nên các xung hướng tâm mạnh dẫn đến sự hiếu động và co giật. Organophosphate và các carbamate thì khống chế hoạt động của enzym cholinesterase, vốn đóng vai trò quan trọng trong trung tâm điều khiển hô hấp, và con vật chết vì nghẹt thở. Các pyrethroid can thiệp vào sự dẫn truyền xung thần kinh và làm tê liệt con vật.

Một số thuốc bảo vệ thực vật đã được biết gây độc cho cá với liều rất thấp. Nhiều loại thuốc không phân hủy được, hoặc phân hủy rất chậm. Các thuốc mới có thể được đưa vào sử dụng mà chưa biết tác hại của chúng đối với sự sống. Một ví dụ thích hợp cho nhận định này là việc sử dụng chất độc màu da cam.

Chất độc màu da cam (Agent Orange) là một chất khai quang mạnh, hỗn hợp của 2,4 dichlorophenoxyacetic acid (2,4 D) và 2,4,5 trichlorophenoxyacetic acid (2,4,5 T). Tên gọi “màu da cam” là do màu sơn của thùng chứa nó (ngoài ra còn có các chất khai quang được gọi là “chất màu trắng” – Agent White và “chất màu xanh” – Agent Blue). Chất này dẫn truyền vào cây qua lớp sáp của lá cây và làm chết cả cây. Hơn 70 triệu lít thuốc khai quang, trong đó có chất độc màu da cam, đã được quân đội Mỹ rải bằng máy bay để làm trụi các cánh rừng miền Nam nước ta trong khoảng 1961-1970.

Sau chiến tranh ở Việt Nam, một số cựu chiến binh Mỹ mắc các bệnh ung thư, rối loạn hệ miễn nhiễm, rối loạn thần kinh, sinh con dị dạng mà họ cho rằng do trước đây họ đã tiếp xúc với chất độc màu da cam trong chiến tranh. Sau này người ta nói rằng chất độc màu da cam đã bị nhiễm điôxin (2,3,7,8-tetrachlorodibenzo-para-dioxin) trong quá trình sản xuất 2,4,5-trichlorophenol, một nguyên liệu chính của chất độc màu da cam cũng như của nhiều thuốc diệt cỏ (Laws, 1993). Điôxin có thể là chất độc nhất mà con người từng biết. Nó có thể gây dị dạng bào thai trên các con vật thí nghiệm ở nồng độ thấp đến 10-100 phần tỷ tỷ. Những người cựu chiến binh đó chỉ là người sử dụng chất độc màu da cam, nói gì đến con người và sinh vật ở nhiều vùng nước ta vốn từng là mục tiêu sử dụng của nó.

Chất tẩy rửa rất thường gặp trong nước thải. Chúng thường gồm 2 thành phần: chất hoạt động bề mặt và chất làm mềm nước. Chất hoạt động bề mặt làm hạ thấp sức căng bề mặt của nước, và được hấp thu vào bề mặt vật rửa, thay chỗ cho chất bẩn. Sau khi chất bẩn đã được tách ra khỏi vật rửa, chất hoạt động bề mặt có thể được xả ra theo nước xả. Chất làm mềm nước có nhiệm vụ cách ly canxi và magiê trong nước cứng để chúng không cản trở chất hoạt động bề mặt. Chất hoạt động bề mặt khó phân hủy bởi vi sinh vật và có thể tạo bọt trong nguồn nước tiếp nhận, trong khi chất làm mềm nước là nguồn cung cấp phôtphat cho nguồn nước.

Chất hữu cơ tổng hợp có mặt trong nước tự nhiên là do nước lũ, chủ yếu từ đất canh tác nông nghiệp, nước thải đô thị và nước thải công nghiệp.

1.2.5. Dầu mỏ

Chất gây ô nhiễm này có thể là đáng lưu ý nhất do những tổn thất mà nó gây ra cho các đại dương. Phần lớn dầu mỏ và sản phẩm dầu mỏ được vận chuyển trên biển. Sự tràn dầu ra biển do tai nạn tàu dầu hoặc do cố ý thả thường xảy ra. Ước tính mỗi năm có 3 triệu tấn dầu bị thả vào các đại dương từ các nguồn được trình bày trong Bảng 7.

Bảng 7. Ước tính khối lượng dầu mỡ thải vào các đại dương

Nguồn thải	Khối lượng (triệu tấn/năm)	
	Trong khoảng	Chính xác nhất
Tự nhiên		
Rò rỉ từ đáy biển	0,02 – 2,0	0,2
Rửa trôi từ trầm tích	0,005 – 0,5	0,05
Cộng do tự nhiên	0,025 – 2,5	0,25
Sản xuất dầu trên bờ biển	0,04 – 0,06	0,05
Vận chuyển		
Hoạt động tàu dầu	0,4 – 1,5	0,7
Rửa tàu	0,02 – 0,05	0,03
Đường ống trên biển	0,01 – 0,03	0,02
Xả cặn và nhiên liệu	0,2 – 0,6	0,3
Tai nạn tàu dầu	0,3 – 0,4	0,4
Tai nạn không phải tàu dầu	0,02 – 0,04	0,02
Cộng do vận chuyển	0,95 – 2,62	1,47
Khí quyển	0,05 – 0,5	0,3
Thải từ công nghiệp		
Chất thải đô thị	0,4 – 1,5	0,7
Nhà máy lọc dầu	0,06 – 0,6	0,1
Công nghiệp khác	0,1 – 0,3	0,2
Nước lũ thành thị	0,01 – 0,2	0,12
Nước lũ từ sông ngòi	0,01 – 0,5	0,04
Thải cố ý vào biển	0,005 – 0,02	0,02
Cộng do thải từ công nghiệp	0,585 – 3,12	1,18
Tổng cộng	2 – 9	3

(Nguồn: National Research Council, 1985).

Dầu mỏ thiên nhiên rất phức tạp về mặt hóa học. Nó gồm hàng ngàn phân tử hữu cơ khác nhau. Dầu thô lấy lên từ các mỏ khác nhau trên thế giới cũng khác nhau nhiều về thành phần hóa học. Tổng quát, dầu gồm các hydrocarbon, cùng với các hợp chất khác chứa lưu huỳnh, nitơ, ôxy và một hàm lượng nhỏ các kim loại như niken, vanadi và sắt. Các hydrocarbon chính trong dầu là các ankan, xycloankan và hydrocarbon thơm.

Sản phẩm của công nghệ lọc dầu thông thường là xăng, dầu diesel, dầu hỏa, naphtha, dầu cặn được sản xuất bằng phương pháp chưng cất phân đoạn hoặc phương

pháp cracking. Về mặt chất thải thì chúng không đáng lưu ý bằng dầu bôi trơn, vì dầu bôi trơn, còn gọi là nhớt, là loại dầu được thải bỏ sau sử dụng.

Tác hại của dầu chủ yếu là trên các sinh vật sống trong nước, hoặc trên mặt nước. Tác hại này có hai mặt: bên ngoài và bên trong. Bên ngoài, dầu bám vào lông chim hoặc bao phủ các sinh vật trong vùng nước triều lên xuống như các loài sò ốc, làm chết chúng. Bên trong, dầu ngăn cản sự trao đổi chất và làm rối loạn nhiều chức năng của sinh vật. Tác hại thứ hai này liên quan đến các hydrocarbon thơm, các cycloankan, olefin, và ankan.

Vận chuyển dầu trên biển chỉ là một nguồn thải dầu vào nước tự nhiên. Các nguồn đáng kể khác bao gồm chất thải từ nhà máy lọc dầu, nhà máy hóa dầu và các ngành công nghiệp khác.

I.2.6. Hóa chất vô cơ và chất khoáng

Thuộc loại này là các muối vô cơ, axit vô cơ và các hợp chất kim loại. Chất gây ô nhiễm loại này chủ yếu làm tăng độ mặn, độ axit và độ độc của nước tự nhiên.

Muối vô cơ là một thành phần quan trọng của nhiều loại nước thải công nghiệp. Các muối này là sản phẩm của sự trung hòa axit-baz, được tiến hành nhiều trong công nghiệp luyện kim và công nghiệp hóa chất. Ở các nước phương Tây, muối ăn được dùng nhiều để làm tan băng trên đường giao thông vào mùa Đông, từ đó muối đi vào các vực nước. Độ mặn của nước mặt tăng lên do muối làm hạn chế nhiều mục đích sử dụng của con người và có thể gây tổn thương cho đời sống sinh vật nước.

Tại những mỏ than lộ thiên, quặng than chứa lưu huỳnh (chủ yếu dưới dạng pyrit sắt FeS_2) tiếp xúc với không khí và nước, tạo thành axit sunphuric. Công nghiệp mỏ cũng như một số công nghiệp khác cũng dùng một khối lượng lớn axit để làm sạch các ôxyt và dầu mỡ trên bề mặt kim loại. Độ axit của nguồn nước tiếp nhận tăng lên gây tổn thương sinh vật nước, ăn mòn các kết cấu tiếp xúc với nước và làm giảm chất lượng đất nông nghiệp.

Các kim loại độc nhất, tồn tại lâu nhất và với số lượng lớn nhất là thủy ngân (Hg), chì (Pb), cadimi (Cd), crôm (Cr), và niken (Ni). Những kim loại này tích tụ trong cơ thể sinh vật một thời gian rất dài và gây ngộ độc từ từ. Bởi vì độc tính của các kim loại này đã được biết từ lâu, hàm lượng của chúng trong nước tự nhiên phải được giới hạn, như ví dụ ở Bảng 8 sau đây.

Bảng 8. Hàm lượng tối đa cho phép của các kim loại trong nước tự nhiên vì sức khỏe con người

Kim loại	Ký hiệu	Hàm lượng tối đa	
		mg/m ³	μmol/m ³
Thủy ngân	Hg	0,144	0,72
Chì	Pb	5	24
Cadimi	Cd	10	89
Selen	Se	10	127
Tali	Tl	13	64
Niken	Ni	13,4	228
Bạc	Ag	50	464
Mangan	Mn	50	910
Crôm	Cr	50	962
Sắt	Fe	300	5372
Bari	Ba	1000	7281

(Nguồn: Environmental Protection Agency, 1987).

Thủy ngân được sử dụng cho nhiều mục đích, đáng kể có pin, sản xuất clo và sít, sơn và dụng cụ điện. Chì thì dùng trong ắc quy, đạn dược và viễn thông. Cadimi và niken cũng được dùng trong ắc quy.

Các kim loại nặng đưa vào nước chủ yếu xuất phát từ các công nghiệp hóa chất, bởi vì hoặc là người ta sản xuất chúng, hoặc là các hợp chất của chúng được sử dụng trong nhiều phản ứng quan trọng trong quá trình sản xuất hóa chất.

I.2.7. Cặn bùn

Loại này bao gồm bùn đất và chất khoáng bị nước lũ đưa vào các vực nước. Cặn bùn có thể làm giảm thể tích vực nước, làm chết sinh vật nước, cản trở quang hợp trong nước và làm hư hại các công trình thủy.

Cặn bùn có thể coi như một chất gây ô nhiễm không do con người tạo ra. Tuy nhiên, con người đóng góp nhiều vào sự hình thành cặn bùn do 3 hoạt động. Thứ nhất là phát triển nông nghiệp, thứ hai là khai mỏ và thứ ba là phá rừng. Ba hoạt động này làm tăng sự xói mòn tự nhiên của mặt đất.

I.2.8. Chất phóng xạ

Những nguyên tử của cùng một nguyên tố mà hạt nhân có chứa số lượng neutron khác nhau gọi là những đồng vị. Các đồng vị thông thường của một nguyên tố thì thường không có tính phóng xạ. Tuy vậy, tất cả các nguyên tố đều có ít nhất một đồng vị phóng xạ. Ví dụ, trong 3 đồng vị của hydro, ^1H và ^2H thì không, nhưng ^3H là một đồng vị phóng xạ. Sự phân rã của một đồng vị phóng xạ có tính xác suất. Tính xác suất đó được biểu thị bằng chu kỳ bán rã, là thời gian mà một nửa số nguyên tử của một đồng vị nào đó có khả năng phân rã hết.

Khi một đồng vị phân rã thì nó phát ra các hạt alpha, hạt beta và các tia gamma. Hạt alpha gồm 2 proton và 2 neutron. Hạt beta có khối lượng đồng nhất với khối lượng electron và mang điện. Nếu nó mang điện âm, nó là electron. Nếu mang điện dương, nó được gọi là positron. Các tia gamma là bức xạ điện từ, tương tự như sóng radio, ánh sáng thấy được và X quang, chỉ khác ở chỗ tia gamma mang nhiều năng lượng hơn.

Khi xuyên qua vật chất, tia phóng xạ tương tác với các nguyên tử và phân tử của vật chất đó, bứt các nối hóa học để tạo thành các cặp ion dương và âm, và các gốc tự do. Các ion và gốc tự do này sau đó kết hợp lại để thành các thành phần hóa học vốn không có trong vật chất đó. Trong cơ thể sinh vật, tia phóng xạ có thể tác dụng với các enzym, các axit nucleic hoặc các thành phần hóa học khác, dẫn tới việc phá hủy tế bào hay làm cho tế bào hoạt động không bình thường. Bệnh bạch cầu và bệnh ung thư nằm trong số các bệnh gây ra do tia phóng xạ.

Bởi vì nhiều chất phóng xạ hoạt động về mặt hóa học rất giống với những nguyên tố thiết yếu như cacbon, photpho hay iốt, chúng được cơ thể sử dụng như những chất đó. Các chất phóng xạ có tính nguy hiểm ngay ở những liều rất thấp khi chúng ở trong nước, và tính chất nguy hiểm đó tồn tại rất lâu do nhiều chất phóng xạ có chu kỳ bán rã đến hàng chục ngàn năm. Một số chất phóng xạ nguy hiểm cho sức khỏe con người được liệt kê ở Bảng 9 dưới đây.

Bảng 9. Các chất phóng xạ nguy hiểm cho sức khỏe con người

Đồng vị	Chu kỳ bán rã	Lý do
^3H	12,3 năm	Có tính hóa học giống hydro; được cơ thể hấp thu khi ở trong nước
^{14}C	$5,8 \times 10^4$ năm	Có tính hóa học giống cacbon; tích tụ theo dây chuyền thức ăn
^{32}P	14,3 ngày	Có tính hóa học giống photpho; tập trung trong xương
^{90}Sr	28 năm	Có tính hóa học giống canxi; tập trung trong xương

¹²⁹ I	1,7x10 ⁷ năm	Có tính hóa học giống iốt; tập trung trong tuyến giáp
¹³¹ I	8,05 ngày	Có tính hóa học giống iốt; tập trung trong tuyến giáp
¹³⁷ Cs	30 năm	Có tính hóa học giống kali; có mặt trong toàn cơ thể
²²⁶ Ra	1,6x10 ³ năm	Có tính hóa học giống canxi; tập trung trong xương
²³⁸ U	4,5x10 ⁹ năm	Được hít vào như bụi; tập trung trong phổi và thận
²³⁹ Pu	2,4x10 ⁴ năm	Được hít vào như bụi; tập trung trong phổi
²²² Rn	3,8 ngày	Được hít vào như bụi; tập trung trong phổi

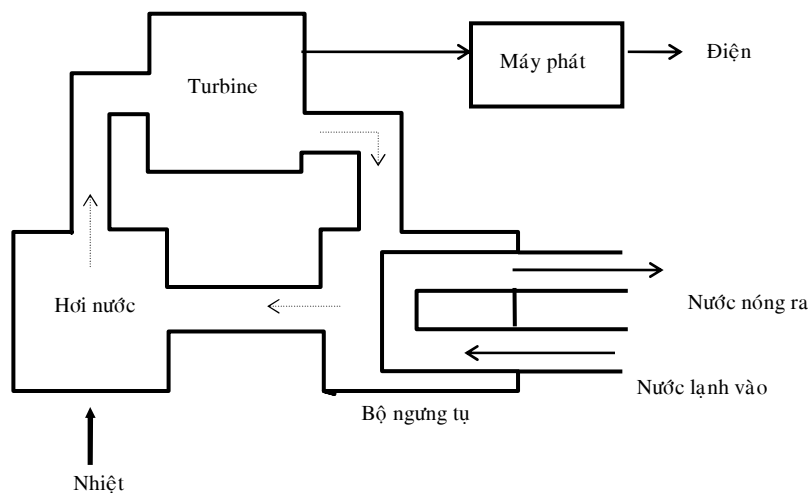
(Nguồn: Laws, 1993).

Các hoạt động có nguy cơ gây ô nhiễm phóng xạ cho nước tự nhiên gồm có khai thác và chế biến quặng phóng xạ, thử nghiệm vũ khí hạt nhân, và sản xuất điện hạt nhân. Một nguồn nhỏ hơn là việc sử dụng chất phóng xạ trong y học, công nghiệp và nghiên cứu khoa học. Rò rỉ chất phóng xạ do tai nạn ở nhà máy điện hạt nhân hoặc tàu ngầm hạt nhân là nguy cơ lớn nhất khiến cho chất phóng xạ được đưa vào môi trường nước tự nhiên.

I.2.9. Nhiệt

Nhiệt có vẻ không phải là chất gây ô nhiễm, vì nhiệt không phải là vật chất, mà là một trạng thái vật lý. Tuy nhiên, bởi vì sự tăng nhiệt độ nước tự nhiên thực sự gây ô nhiễm nước, nên cần phải kể đến nhiệt lượng ở đây.

Nguồn chính làm gia tăng nhiệt độ của một nguồn nước là từ nước làm mát sử dụng trong công nghiệp, mà đáng kể nhất là công nghiệp nhiệt điện. Nước làm mát chảy ra từ một nhà máy thường có nhiệt độ cao hơn nguồn nước tiếp nhận nó khoảng 10 °C (Trivedi và Raj, 1992). Hình 3 dưới đây mô tả sơ đồ một hệ thống làm mát trong nhà máy nhiệt điện.



Hình 3. Sơ đồ nguyên lý hệ thống làm mát ở nhà máy nhiệt điện

Nhiệt lượng thêm vào nguồn nước tự nhiên làm tăng nhiệt độ nước và làm thay đổi các tính chất vật lý, hóa học và sinh học của nước. Một số tác hại từ việc này có thể kể là làm giảm hàm lượng ôxy hòa tan, tăng tốc các phản ứng hóa học trong nước, và làm chết sinh vật nước.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- American Public Health Association (APHA) (1992) *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. 19th ed., Washington, D.C.: APHA.
- Cabelli, V.J. (1983) *Health Effects Criteria for Marine Waters*. North Carolina: Research Triangle Park.
- Chhatwal, G.R., M.C. Mehra, T. Katyal, M. Satake, M. Katyal, T. Nagahiro (1989) *Environmental Water Pollution and Its Control*. New Delhi: Anmol Publications.
- Ellis, K.V., G. White, and A.E. Warn (1989) *Surface Water Pollution and Its Control*. London: Macmillan.
- Environmental Protection Agency (EPA) (1987) *Update No. 2 to Quality Criteria for Water*. Washington, D.C.: Office of Water Regulations and Standards.
- Fox, J.P. (1976) Human-associated Viruses in Water. In G. Berg, H.L. Bodily, E.H. Lennette, J.L. Melnick, and T.G. Metcalf (Eds.) *Viruses in Water*. Washington, D.C.: American Public Health Association.
- Frobisher, M., L. Sommermeyer, and R. Fuerst (1969) *Microbiology in Health and Disease*. Philadelphia: Saunders.
- Gehm, H.W. and J.I. Bregman (1984) *Handbook of Water Resources and Pollution Control*. New York: Van Nostrand Reinhold.

- Laws, E.A. (1993) *Aquatic Pollution -- An Introductory Text*. New York: John Willey & Son, Inc.
- Lippy, E.C. and S.C. Waltrip (1985) Waterborne Disease Outbreaks -- 1946-1980: A Thirty-five Year Perspective. In *Giardia lamblia in Water Supplies -- Detection, Occurrence, and Removal*. Denver: American Water Works Association.
- National Research Council (1985) *Oil in the Sea -- Inputs, Fates, and Effects*. Washington, D.C.: National Academy Press.
- Nemerow, N.L. (1991) *Stream, Lake, Estuary, and Ocean Pollution*. New York: Van Nostrand Reinhold.
- Odum, E.P. (1971) *Fundamental of Ecology*. Philadelphia: Saunders.
- OECD (1982) *Eutrophication of Waters -- Monitoring, Assessment and Control*. Paris: OECD.
- Phelps, E.B. and J.B. Lackey (1944) *Stream Sanitation*. New York: John Wiley and Sons, Inc.
- Trivedi, P.R. and G. Raj (1992) *Nuclear and Thermal Pollutions*. New Delhi: Akashdeep Publishing House.
- Trung tâm Tiêu chuẩn – Chất lượng (1995) Các Tiêu chuẩn Nhà nước Việt Nam về Môi trường – Tập I: Chất lượng Nước. Hà Nội: Trung tâm Tiêu chuẩn – Chất lượng.

CHƯƠNG II HỆ QUẢ CỦA SỰ Ô NHIỄM NƯỚC

Trước hết, sự ô nhiễm nước tác động trực tiếp lên sức khỏe con người. Tác động này có thể biểu hiện theo 3 cách: (1) qua da do các hoạt động tiếp xúc với nước, (2) qua miệng do uống nước, và (3) qua sự tiêu thụ tôm cá và những sinh vật sống trong nước. Kế tiếp, sự ô nhiễm nước làm giảm trữ lượng nước cần thiết cho nhu cầu sống. Ngay từ năm 1977 đã có một tỷ rưỡi người thiếu nước sạch để uống. Hội nghị Liên hiệp quốc về Tài nguyên Nước năm 1978 đã khẳng định nước sạch là nhu cầu chính cho sự thịnh vượng của thế giới trong tương lai (Esch, 1978).

Đó mới chỉ là một mặt của vấn đề. Mặt thứ hai, trầm trọng hơn nhiều, là tác động đến toàn bộ sự sống. Rõ ràng nước là thành phần chủ yếu của sự sống, nó chiếm khoảng 80% khối lượng chất nguyên sinh của hầu hết sinh vật (Camp và Meserve, 1974). Đồng thời nước là thành phần của những hệ thống phức tạp về mặt vật lý, hóa học và sinh học mà ta gọi là các hệ sinh thái nước.

Bởi vì “sinh thái” là một thuật ngữ đang được dùng nhiều, mà không phải lúc nào cũng được dùng đúng, nên ở đây có lẽ cần nói thêm một cách đơn giản rằng sinh thái là hình thức của sự sống, hệ sinh thái là tập hợp các vật sống trong mối quan hệ với nhau và với môi trường trong đó chúng sống. Trong những mối quan hệ về cách sống giữa các vật sống, có những cách sống dựa vào nhau (cộng sinh và ký sinh), nhưng cách sống phổ biến nhất vẫn là sống bằng cách ăn lẫn nhau (quy luật nghiệt ngã thay!), kể cả ăn xác chết nhưng thường là ăn vật sống. Các vật sống không ăn ai cả gọi là các sinh vật sản xuất sơ cấp, chúng sống bằng chất vô cơ. Sinh vật sản xuất sơ cấp bị ăn bởi sinh vật tiêu thụ cấp 1, sinh vật tiêu thụ cấp 1 bị ăn bởi sinh vật tiêu thụ cấp 2, và cứ thế tiếp diễn thành một dây chuyền, gọi là dây chuyền thức ăn. Người luôn luôn là sinh vật tiêu thụ cuối cùng, bởi vì người không bị loài nào ăn, không kể một số rất ít trường hợp ngoại lệ (ví dụ bị cọp ăn!).

Hệ sinh thái nước, cũng như các hệ sinh thái khác, có tính tự tái sinh, tự hoàn thiện và hầu như tự nuôi dưỡng. Tình trạng xâm nhập của những chất gây ô nhiễm vào các hệ sinh thái nước là một sự xáo trộn có khả năng kích hoạt hàng loạt những biến đổi sinh hóa, dẫn tới sự mất cân bằng. Dĩ nhiên sau đó cân bằng mới của hệ sẽ được tự động thiết lập, nhưng cân bằng mới này không đáng mong muốn, vì nó chứa những tổn thất của sự sống nhiều hơn so với cân bằng trước đó. Hệ quả mà con người phải gánh chịu là số lượng cá thể và số lượng giống loài ngày càng ít đi mà đáng quan tâm hơn cả là những giống loài có ích mà loài người đã quen thụ hưởng, dưới hình thức vật chất (thức ăn, vật dụng) hay tinh thần (vẻ đẹp, nguồn cảm hứng).

Có thể phân chia những hệ quả của sự ô nhiễm nước trên các hệ sinh thái thành 4 nhóm: (1) sự cạn kiệt ôxy, (2) sự phú dưỡng hóa, (3) sự tổn thương sinh học, và (4) sự bồi lắng.

II.1. Cạn kiệt ôxy

Không có ôxy hòa tan thì toàn bộ sinh vật bậc cao cũng như vi sinh vật hiếu khí trong các hệ sinh thái không thể sống được. Những chất gây ô nhiễm như dầu, nhiệt năng, chất rắn lơ lửng, chất thải hữu cơ và một số chất thải vô cơ đã được biết là làm giảm lượng ôxy có trong nguồn nước. Những chất trên có thể gây suy giảm ôxy bằng cách làm giảm cường độ quang hợp trong nước, làm giảm tính hòa tan của ôxy trong nước, ngăn cản sự khuếch tán ôxy từ khí quyển vào nước, và tăng cường hoạt động tiêu thụ ôxy của các vi sinh vật hiếu khí trong nước.

II.1.1. Giảm cường độ quang hợp

Cường độ quang hợp trong nước có thể bị làm suy giảm theo hai cách: ngăn chặn ánh sáng vào nước và giết chết sinh vật quang hợp trong nước. Sự xuyên thấu của ánh sáng vào nước bị giảm đi do chất rắn lơ lửng hoặc chất thải có màu sậm. Thiếu ánh sáng làm giảm sự sản sinh ôxy thông qua hoạt động quang hợp và cũng làm giảm số lượng sinh vật quang hợp. Trong khi đó, số lượng các sinh vật này còn bị giảm đi do thủy ngân và nhiều thuốc bảo vệ thực vật vốn có khả năng tiêu diệt thực vật phiêu sinh.

II.1.2. Giảm tính hòa tan của ôxy

Tính hoà tan của ôxy trong nước là một hàm của nhiệt độ. Ở áp suất 1 atm và độ mặn 0 ppt, mức bão hòa của ôxy trong nước là 14,6 mg/L ở 0°C, trong khi mức này chỉ đạt 6,41 mg/L ở 40°C (Metcalf & Eddy Inc., 1991). Sự tăng nhiệt độ nước làm giảm tính hòa tan của ôxy trong nước, do phân tử ôxy dễ thoát ra khỏi nước hơn khi nó chuyển động với cường độ cao hơn.

II.1.3. Giảm sự khuếch tán ôxy

Điều này gây ra bởi các vật chắn nằm ở mặt tiếp giáp nước – không khí, làm cho ôxy trong khí quyển không khuếch tán vào nước được. Vật chắn hiệu quả nhất là dầu (Gourlay, 1988). Dầu tạo thành tấm màn chắn ngăn cách nước khỏi nguồn ôxy quan trọng nhất của nó là khí quyển.

II.1.4. Tăng nhu cầu ôxy

Nhu cầu ôxy của nước tăng lên chủ yếu do sự có mặt của chất thải hữu cơ. Khi ở trong nước, chất thải hữu cơ bị phân hủy thành các thành phần của nó thông qua hoạt động của vi sinh vật. Đầu tiên, các vi khuẩn hiếu khí làm việc này và do đó tiêu thụ nhiều ôxy. Khối lượng chất thải hữu cơ càng cao thì lượng ôxy bị mất đi càng lớn. Nếu chất thải tiếp tục được cho vào nước, trạng thái cuối cùng của nước là hoàn toàn không có ôxy. Các sinh vật bậc cao sẽ không sống được trong nước đó.

Một số chất vô cơ như các muối sắt và các sunphua cũng làm tiêu hao ôxy hòa tan (Gray, 1989). Trong nước các chất này tiêu thụ ôxy để tiến hành các phản ứng ôxy hóa.

II.2. Phú dưỡng hóa

Như đã nói ở Chương I, phú dưỡng hóa vốn là một hiện tượng tự nhiên cần đến hàng chục ngàn năm để hoàn tất. Sự lão hóa tự nhiên này đi kèm với một sự tăng dần hàm lượng chất dinh dưỡng trong nước, sự chuyển dần trạng thái lớp bùn lắng thành lớp nền đáy, và sự thay thế liên tiếp các quần thể động vật và thực vật. Khi quá trình này xảy ra do sự ô nhiễm nước, đôi khi được gọi là phú dưỡng hóa nhân tạo, nó có thể hoàn tất trong quãng thời gian đời người.

Thường thì trong một vực nước có sự cân bằng giữa số lượng động vật tiêu thụ và thực vật cung cấp thức ăn (Dugan, 1972). Chất dinh dưỡng thặng dư trong nguồn nước sẽ kích thích sự sinh trưởng và phát triển của quần thể thực vật. Số lượng các sinh vật tiêu thụ không tăng lên kịp, một khối lượng thực vật sẽ không bị ăn. Lượng thực vật này sẽ chết đi và bổ sung một lượng vật chất cho đáy vực nước. Điều này lại làm tiêu hao ôxy trong nước và vì thế lại càng hạn chế số lượng động vật tiêu thụ. Vực nước sẽ ngày càng cạn hơn, nóng hơn, và giàu chất dinh dưỡng hơn. Thực vật dần dần phát triển trên đáy vực nước và ngày càng chiếm nhiều chỗ. Vực nước biến thành đầm lầy và sau cùng thành mặt đất.

Trong một số trường hợp, phú dưỡng hóa bị tăng tốc bởi một số loài thực vật mới, phát triển do tình trạng giàu dinh dưỡng bất thường. Các loài này thường chiếm ưu thế hơn các loài đặc hữu. Động vật không tiêu thụ được chúng nên bị giảm số lượng. Cuối cùng chúng sẽ lấn chiếm toàn bộ vực nước (Wilber, 1969).

II.3. Tổn thương sinh học

Tổn thương sinh học là kết quả của các tác động hoặc trực tiếp hay gián tiếp giết chết sinh vật, hoặc gây ảnh hưởng xấu đến sức khỏe sinh vật. Chất gây ô nhiễm

có thể can thiệp vào các hoạt động chuyển hóa hay sinh lý, hoặc khả năng di truyền hay sinh sản theo những cách thức có thể đe dọa sự tiếp nối của một quần thể trong nước tự nhiên. Một số chất gây ô nhiễm có thể không giết chết sinh vật, nhưng tích tụ trong các mô của nó để sau cùng gây tác hại trên sinh vật tiêu thụ nó (Mason, 1996).

Những chất chính gây tổn thương sinh học là các hydrocacbon clo hóa, các kim loại nặng, nhiệt năng, chất phóng xạ và mầm bệnh.

II.3.1. Tác hại của các hydrocacbon clo hóa

Tích lũy sinh học là sự tăng hàm lượng của một chất trong cơ thể khi chất đó chuyển đổi lên từ sinh vật này sang sinh vật khác theo dây chuyền thức ăn. Hiện tượng này được biết rất rõ trong trường hợp DDT. Là một hydrocacbon clo hóa, DDT rất ít tan trong nước nhưng tan rất mạnh trong mô chất béo của sinh vật. Tảo hấp thu DDT và tích lũy DDT trong chất béo của chúng ở hàm lượng tính bằng phần triệu. Sinh vật tiêu thụ cấp đầu tiên là động vật phiêu sinh, mỗi con ăn hàng trăm đến hàng ngàn tế bào tảo trong đời nó, và tích lũy DDT trong cơ thể tính bằng chục phần triệu. Sinh vật tiêu thụ cấp thứ hai là loài ăn động vật phiêu sinh sẽ tích lũy DDT với hàm lượng cao hơn và khi DDT lên đến sinh vật tiêu thụ sau cùng, nồng độ của nó có thể ở mức độc hại. Tích lũy sinh học đã được biết là nguyên nhân của hàm lượng DDT cao trong sữa mẹ (Novotny và Olem, 1994).

Các hydrocacbon clo hóa khác như aldrin, dieldrin, benzen hexaclorua, v.v. có thể đi lên theo dây chuyền thức ăn theo cách tương tự. Một nhóm hydrocacbon clo hóa khác, các chất PCB (polychlorinated biphenyl) cũng được tích lũy bằng con đường sinh học qua dây chuyền thức ăn.

Các hydrocacbon clo hóa đã được biết là nguyên nhân của những bất thường sinh học như trứng mỏng vỏ và dị dạng bẩm sinh ở loài chim. Chúng cũng gây ra các khối u lành tính và ác tính ở nhiều cơ quan của sinh vật (Nemerow, 1991).

II.3.2. Tác hại của kim loại nặng

Trong số các kim loại nặng, thủy ngân đứng đầu về độc tính. Thủy ngân kim loại coi như không độc, nhưng khi vào nước (đặc biệt là nước có chứa chất thải hữu cơ), nó có thể được biến đổi thành methyl thủy ngân tan trong nước, và ở dạng này nó rất độc. Methyl thủy ngân được tích lũy sinh học bởi các sinh vật nước, và khi vào cơ thể người nó gây mù, điếc, bệnh tâm thần và gây tử vong.

Các kim loại nặng khác như chì, asen, cadimi, crôm, niken đều có thể gây tổn thương sinh học cho sinh vật nước và cho người theo nhiều cách khác nhau. Trong Bảng 10 có liệt kê một số tác hại bệnh lý gây ra do kim loại nặng trong thực phẩm.

Bảng 10. Tác hại bệnh lý học do kim loại nặng

Kim loại	Tác hại bệnh lý
Thủy ngân	Đau bụng, đau đầu, tiêu chảy, thiếu máu, đau ngực.
Chì	Thiếu máu, nôn mửa, chán ăn, co giật, tổn thương thùy não, gan và thận.
Asen	Rối loạn tuần hoàn ngoại biên, rối loạn tâm thần, xơ gan, ung thư phổi, loét dạ dày tá tràng, tổn thương thận.
Cadimi	Tiêu chảy, chậm phát triển, biến dạng xương, tổn thương thận, teo dịch hoàn, thiếu máu, tổn thương hệ thần kinh trung ương, tổn thương gan, tụt huyết áp.
Đồng	Tụt huyết áp, tăng urê huyết, hôn mê, sốt gián đoạn.
Bari	Tiết nước bọt nhiều, nôn mửa, tiêu chảy, tê liệt, đau bụng.
Kẽm	Nôn mửa, tổn thương thận, vọp bẻ.
Selen	Tổn thương thận, gan, lá lách, sốt, căng thẳng, nôn mửa, hạ huyết áp, mù.
Crôm	Viêm cầu thận, loét dạ dày tá tràng, tổn thương hệ thần kinh trung ương, ung thư.
Coban	Tiêu chảy, hạ huyết áp, kích thích phổi, biến dạng xương, tê liệt.

(Nguồn: Chhatwal và cộng sự, 1989).

II.3.3. Tác hại của nhiệt

Nhiệt gây ảnh hưởng đến sự sống dưới nước bằng cách làm giảm tính hòa tan của ôxy (đã nói ở trên). Nhiệt còn làm giảm tính thích ứng của sinh vật với những điều kiện môi trường. Ví dụ, cá chép ở 1 °C có thể chịu được nồng độ CO₂ cỡ 120 mg/L, trong khi ở 36 °C, nồng độ CO₂ ở mức 55-56 mg/L là đủ gây chết (Jones, 1964).

Một tác hại nữa của nhiệt độ cao là ảnh hưởng trên sự sinh sản. Nhiều sinh vật trong nước có xu hướng sinh đẻ sớm hơn khi nhiệt độ nước tăng lên. Điều này làm chết các sinh vật mới đẻ, vì thức ăn cho chúng không có sẵn nếu không đúng mùa.

II.3.4. Tác hại của chất phóng xạ

Chất phóng xạ trong nước thường không đủ liều để gây chết. Tuy nhiên, chúng được tích lũy bằng con đường sinh học theo dây chuyền thức ăn, và gây nhiều bệnh. Stronti – 90 có thể cho ta một thí dụ về các loại bệnh gây ra do chất phóng xạ. Đồng vị này có tính hóa học giống canxi. Con người hấp thu nó qua đường thức ăn, và nó tích tụ trong xương và răng. Sự có mặt của stronti – 90 ở lớp ngoài của xương làm giảm mạnh sự sản xuất hồng cầu, gây nên thiếu máu và các biến chứng trầm trọng khác (Chhatwal et al, 1989).

II.3.5. Tác hại của mầm bệnh

Các mầm bệnh gồm có vi khuẩn, động vật nguyên sinh và virus gây bệnh, như đã được nói đến trong Chương I. Một số bệnh đã được biết rõ là được truyền đi qua nước ô nhiễm, đó là các bệnh lỵ trực khuẩn do *Shigella*, thương hàn do *Salmonella*, dịch tả do *Vibrio*, lỵ amíp do *Endamoeba*, sốt bại liệt và viêm gan siêu vi do 2 virus (Camp và Meserve, 1974). Danh sách này còn dài, bởi vì nhiều bệnh đường hô hấp và đường tiêu hóa cũng được lây nhiễm qua nước, đồng thời ngày càng có thêm các virus gây bệnh mới được biết như Cocksackie, Ebola và ECHO.

Ở đây có lẽ cần nói thêm rằng không phải chỉ có uống nước ô nhiễm mới mắc bệnh. Sử dụng nước dưới các hình thức khác như bơi lội hay làm việc với nước cũng có nguy cơ mắc bệnh. Ngược lại, không phải tắm trong một dòng suối, uống nước từ một hồ hay bơi trên biển có chứa mầm bệnh có thể làm cho người ta mắc bệnh ngay. Thường thì một người phải tiếp xúc với mầm bệnh, mầm bệnh đó phải đi vào cơ thể với số lượng đủ để vượt qua cơ chế miễn nhiễm của người đó, mới có thể gây bệnh. Chỉ trong những điều kiện đặc biệt, sự lây nhiễm mới có thể được thực hiện chỉ qua một virus, một động vật nguyên sinh hay một con giun sán nào đó, còn thông thường đối với vi khuẩn thì số lượng cá thể đủ để lây nhiễm khi đưa vào cơ thể người nằm trong khoảng từ 100 cho đến 100 triệu, tùy theo loài (Majeti và Clark, 1981).

II.4. Bồi lắng

Ngoài sự giảm sút mật độ sinh vật quang hợp do nước đục đã được nói ở phần trên, cặn bùn còn có thể làm nghẹt mang cá, làm mất nơi đẻ trứng và làm trứng của nhiều loài bị nghẹt thở và như vậy là làm giảm số lượng trong quần thể, đặc biệt là các loài thân mềm.

Tác dụng bồi lắng của cặn bùn còn tạo nên lụt lội, giảm trữ lượng nước, cản trở giao thông thủy và thủy lợi. Có lẽ tác hại lớn nhất của nó là phá hủy các vùng ngập mặn (Nemerow, 1991).

Các vùng ngập mặn có tính sống còn về kinh tế cũng như về sinh thái đối với vùng ven biển. Chúng đóng nhiều vai trò quan trọng như làm vùng đệm chống bão, chống xói mòn, ngăn bùn, và làm bể ôxy hóa để phân hủy các chất ô nhiễm trước khi chúng được đưa ra biển. Các hệ sinh thái nơi đây cực kỳ phong phú. Cặn bùn quá nhiều trong nước có thể lấp các đầm ngập mặn và trực tiếp làm giảm sức sản xuất của nhiều vùng ven biển.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Camp, T.R. and R.L. Meserve (1974) *Water and Its Impurities*. Pennsylvania: Dowden, Hutchinson & Ross, Inc.
- Chhatwal, G.R., M.C. Mehra, T. Katyal, M. Satake, M. Katyal, T. Nagahiro (1989) *Environmental Water Pollution and Its Control*. New Delhi: Anmol Publications.
- Dugan, P.R. (1972) *Biochemical Ecology of Water Pollution*. New York: Plenum Press.
- Esch, G.J. Van (1978) Aquatic Pollutants and their Potential Biological Effects. In O. Hutzinger, L.H. Van Lelyveld, and B.C.J. Zoeteman (Eds.) *Aquatic Pollutants – Transformation and Biological Effects*, Proceedings of the Second International Symposium on Aquatic Pollutants, Amsterdam, the Netherlands, September 26-28, 1977, vol.1. London: Pergamon Press Ltd., pp 1-12.
- Gourlay, K.A. (1988) *Poisoners of the Sea*. London: Zed Books Ltd.
- Gray, N.F. (1989) *Biology of Wastewater Treatment*. New York: Oxford University Press.
- Jones, J.R.E. (1964) *Fish and River Pollution*. London: Butterworths.
- Majeti, V.A., and C.S. Clark (1981) *Potential Health Effects from Viable Emissions and Toxins Associated with Wastewater Treatment Plants and Land Application Sites*. Cincinnati: Environmental Protection Agency.
- Mason, C.F. (1996) *Biology of Freshwater Pollution*. Singapore: Longman Singapore Publishers (Pte) Ltd.
- Metcalf & Eddy Inc. (1991) *Wastewater Engineering -- Treatment, Disposal and Reuse* (Tchobanoglous, G. and F. Burton ed.). 3rd ed. New York: McGraw-Hill, Inc.
- Nemerow, N.L. (1991) *Stream, Lake, Estuary, and Ocean Pollution*. New York: Van Nostrand Reinhold.
- Novotny, V. and H. Olem (1994) *Water Quality - Prevention, Identification, and Management of Diffuse Pollution*. New York: Elsevier Scientific Pub. Co.
- Wilber, C.G. (1969) *The Biological Aspects of Water Pollution*. Springfield, Illinois: Thomas.

CHƯƠNG III

SỰ Ô NHIỄM NƯỚC NGỌT

Dù nước ngọt chỉ chiếm một phần nhỏ trong lượng nước trên trái đất, tầm quan trọng của nó lớn hơn hết, do nó là nguồn cung cấp nước rẻ nhất và thuận lợi nhất của con người. Nước ngọt trên trái đất có 3 hình thái tồn tại: nước chảy (sông ngòi), nước lặng (ao hồ) và nước ngầm.

III.1. Sông ngòi

Nước chảy là một thành phần của chu trình nước, nó gồm tất cả nước trong đất liền mà toàn bộ vực nước luôn chuyển động theo một hướng nhất định. Sông suối và kênh rạch đều thuộc hình thái này. Một cách tổng quát, các hệ thống nước chảy được hình thành từ mưa rơi trên những vùng đất cao. Dòng chảy của nước mưa có khuynh hướng tụ lại ở những vùng thấp hơn dưới dạng các con lạch, được tập trung lại thành suối. Khi dòng nước suối chảy liên tục, nó bào mòn bề mặt đáy và tiếp xúc với nước ngầm. Dòng chảy trở thành thường trực nhờ vào nguồn cung cấp nước từ các mạch nước ngầm. Khi các con suối, được tạo thành theo cách vừa nói, tập hợp lại thành một dòng chảy lớn hơn thì chiều dài, độ sâu và khối lượng nước của dòng chảy đó khiến cho nó được gọi là một con sông.

III.1.1. Đặc tính của sông ngòi

Bề mặt đáy của một con sông thường là đá, sỏi, cát hay bùn. Ở vùng thượng lưu có độ dốc cao, dòng chính của con sông được tạo thành bởi nhiều dòng suối nhỏ hơn. Ở vùng trung lưu có độ dốc trung bình, dòng nước ngày càng lớn hơn và con sông trở nên uốn lượn ngày càng nhiều. Tùy theo địa hình, con sông có thể rộng và cạn hoặc có thể hẹp và sâu. Vùng hạ lưu là nơi có độ dốc thấp hoặc không dốc. Tại đây bờ sông không còn được phân biệt rõ ràng nữa vì nó tiếp xúc với các đầm lầy. Tại vị trí cửa sông, dòng chảy của con sông trở nên có hai hướng đối lập do ảnh hưởng của thủy triều.

Sự sống trong một con sông, căn cứ vào trạng thái chuyển đổi năng lượng, có thể xếp vào 4 mức: các sinh vật phân hủy, các sinh vật sản xuất sơ cấp, các sinh vật ăn thực vật, và các sinh vật ăn động vật. Sinh vật phân hủy chủ yếu là vi khuẩn và nấm, nhưng cũng bao gồm một số loài thân mềm. Sinh vật sản xuất sơ cấp gồm có tảo và thực vật nước, trong đó tảo là nguồn thức ăn quan trọng nhất đối với các sinh vật khác trong nước. Sinh vật ăn thực vật rất đa dạng, bao gồm từ động vật nguyên sinh cho đến các loài cá. Sinh vật ăn thịt cũng bao gồm nhiều ngành động vật.

Chu kỳ sinh sản của sinh vật trong nước sông có khác biệt lớn. Có loài sinh đẻ hai lần một ngày, có loài một lần hằng tuần, có loài mỗi năm một lần. So với sinh vật trên mặt đất, chúng có tuổi thọ tương đối ngắn hơn và tốc độ sinh sản cao hơn (Patrick, 1972). Bởi vì tuổi thọ ngắn và tốc độ sinh sản cao, kích thước các quần thể có khả năng biến đổi lớn trong một thời gian ngắn do ảnh hưởng của việc thay đổi các yếu tố môi trường sống.

Chất dinh dưỡng có nguồn gốc vật chất hữu cơ như lá cây, xác động vật khi được đưa vào nước sông có khuynh hướng thực hiện các chu kỳ chuyển hóa kéo dài theo dòng nước. Một khi có mặt trong con sông, các vật chất hữu cơ có thể được tiêu thụ ngay bởi sinh vật, hay có thể bị phân hủy bởi vi sinh vật. Sau khi bị phân hủy, chất dinh dưỡng trong dạng vô cơ trôi theo dòng và được hấp thu bởi thực vật dưới dòng. Chúng lại trở thành vật chất hữu cơ và được tiêu thụ bởi động vật tại đó. Qua sự phân rã xác chết và sự thải của động vật, chất dinh dưỡng lại đi xa hơn nữa xuôi dòng dưới dạng vô cơ. Cứ như vậy, chất dinh dưỡng thực hiện chu kỳ chuyển hóa nhiều lần dọc theo dòng sông, cung cấp nguồn dinh dưỡng cho nhiều quần thể động vật, thực vật và vi sinh vật trước khi được mang ra biển, nơi đó chất dinh dưỡng đi vào dây chuyền thức ăn trong biển.

Bởi vì hầu hết các con sông đều không quá sâu và luôn xáo trộn do dòng chảy, nước sông chịu ảnh hưởng nhiều của nhiệt độ khí quyển. Sinh vật ở sông có khả năng thích ứng với dải nhiệt độ rộng (Jones, 1964). Vì không sâu và luôn xáo trộn mà nước sông có hàm lượng ôxy cao nhờ bề mặt tiếp xúc với khí quyển lớn. Sinh vật ở sông vì thế quen với nồng độ ôxy cao và nhạy cảm với sự suy giảm ôxy. Cũng vì dòng sông không sâu, ánh sáng có thể xuyên thấu tới đáy sông, nên thực vật phiêu sinh có thể được tìm thấy ở mọi độ sâu và thực vật có rễ cũng có thể mọc dưới đáy.

So với các loại vực nước tự nhiên khác thì sông có sự tiếp xúc với đất nhiều hơn vì lượng nước của nó trải dài và rộng hơn trên mặt đất. Điều này dẫn tới ảnh hưởng lớn của đất đối với sông (Mason, 1996). Quan trọng nhất là chất dinh dưỡng. Dòng chảy của sông cuốn đi các thực vật phiêu sinh và ngăn cản sự phát triển của thực vật có rễ, nên hàm lượng dinh dưỡng cũng như mật độ thực vật trong dòng nước được quyết định bởi lượng vật chất đến từ mặt đất. Ví dụ, nếu một dòng sông lấy nước từ một nguồn nước ngầm nằm dưới một diện tích canh tác nông nghiệp lớn, thì có thể dự kiến nước ngầm, và do đó nước sông, sẽ tăng hàm lượng chất dinh dưỡng vào mùa bón phân. Vào những thời điểm mặt đất không có nhiều phân bón, nước ngầm sẽ giảm hàm lượng chất dinh dưỡng, kéo theo hàm lượng chất dinh dưỡng trong nước sông xuống thấp.

Sông ngòi được con người sử dụng trong rất nhiều lĩnh vực, trong đó có thể kể: giao thông, thủy lợi, thủy điện, tiêu dòng, xả chất thải, khai thác thủy sản, và giải trí. Ngoài những tác động trực tiếp do những lĩnh vực sử dụng vừa nêu, chúng ta còn tác động gián tiếp vào sông ngòi từ những hoạt động sản xuất trong lưu vực của chúng, như canh tác, khai thác mỏ, v.v. Toàn bộ những tác động này có hại nhiều hơn có lợi cho sông ngòi, như chúng ta thấy trong Bảng 11 sau đây.

Bảng 11. Những hoạt động làm ảnh hưởng đến các hệ sinh thái trong sông ngòi

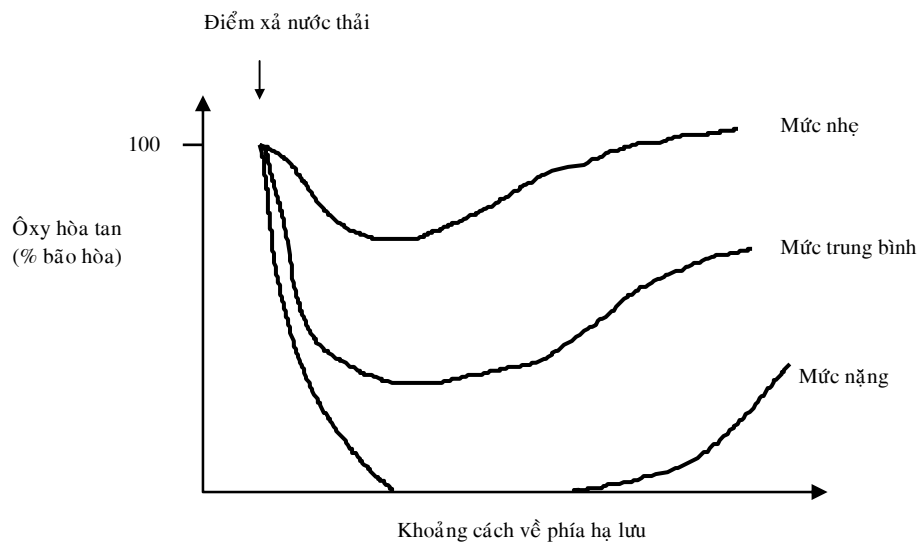
Loại hoạt động	Chi tiết	Tác động đến hệ sinh thái
Khai thác lưu vực	Phá rừng Canh tác Đào kênh Đô thị hóa Khai thác mỏ	Biến đổi hình thái chảy tràn, tải trọng chất rắn, chế độ nhiệt, hàm lượng chất hóa học và chất độc
Giao thông	Đào kênh Nạo vét	Biến đổi chế độ dòng chảy, phân bố loài
Chống lụt	Đào kênh Nạo vét Đắp đê	Phá hủy vùng ngập nước
Thủy điện Thủy lợi	Xây đập chặn dòng Chia dòng	Biến đổi chế độ dòng chảy và chế độ nhiệt, ngăn cản sự di trú
Tiêu dòng	Sinh hoạt, công nghiệp Nhiệt điện Nông nghiệp	Giảm trữ lượng, Biến đổi chế độ dòng chảy và chế độ nhiệt
Chứa chất thải	Nước thải sinh hoạt Nước thải nông nghiệp Nước thải công nghiệp Chất phóng xạ Thuốc bảo vệ thực vật	Tiêu hao oxy, tổn thương sinh học
Vệ sinh dịch tễ	Nạo vét Phun thuốc	Biến đổi chế độ dòng chảy, tổn thương sinh học
Giải trí	Câu cá, bơi thuyền Bơi lội Trượt nước	Biến đổi hoàn cảnh sống, xáo trộn

(Nguồn: theo Le Cren, 1972).

III.1.2. Ô nhiễm do chất thải hữu cơ

Ô nhiễm do chất thải hữu cơ là dạng thường gặp nhất và đặc biệt nghiêm trọng ở những vùng kém phát triển, nơi nước cống rãnh không được xử lý hoặc xử lý rất sơ sài. Nước cống rãnh là nguồn cung cấp chất ô nhiễm hữu cơ lớn nhất đối với sông ngòi. Ở đô thị, nước mưa chảy tràn từ nhà cửa, đường phố và nhà máy là một nguồn đáng kể khác, đặc biệt là khi mưa bắt đầu sau một thời gian khô hạn. Các công nghiệp có nước thải nhiều chất hữu cơ là thực phẩm, giết mổ, thuộc da, nước giải khát, sản phẩm sữa, dệt và giấy.

Khi chất thải hữu cơ vào sông ngòi, nó dần dần bị tiêu hủy bởi hoạt động tự làm sạch của dòng sông. Tự làm sạch là quá trình bao gồm các hoạt động phân hủy do vi sinh vật, pha loãng và lắng. Vi sinh vật sống kết bám vào giá thể trong dòng sông có tầm quan trọng hơn các vi sinh vật lơ lửng trong nước, vì chúng có mặt thường trực trong dòng sông, trong khi các vi sinh vật lơ lửng chủ yếu là do nước thải đem tới. Tốc độ suy giảm oxy của nước sông thường chậm, nên điểm suy giảm tối đa thường ở xa về phía hạ lưu. Mức độ suy giảm oxy phụ thuộc các yếu tố: mức độ pha loãng nước thải với nước sông, hàm lượng BOD của nước thải và của nước sông, bản chất của chất thải hữu cơ, khối lượng chất thải, nhiệt độ nước, tốc độ tái bổ sung oxy từ khí quyển, hàm lượng oxy sẵn có trong nước sông, và số lượng cũng chủng loại vi sinh vật trong nước thải (Dugan, 1972). Hình 4 trình bày một đồ thị có tính minh họa tổng quát, có tên là đường cong suy giảm oxy. Đường cong này biểu thị hàm lượng oxy trong nước sông trên khoảng cách về phía hạ lưu từ nơi xả nước thải vào dòng sông.



Hình 4. Tác dụng của một nguồn xả nước thải đối với hàm lượng oxy trong nước sông

Kể từ điểm xả nước thải hữu cơ xuôi về hạ lưu, dòng sông có thể được chia thành 3 đoạn: đoạn nhiễm nặng, đoạn phục hồi và đoạn nước sạch. Trong đoạn nhiễm nặng, chất thải hữu cơ bị phân hủy bởi vi khuẩn và các vi sinh vật khác, sản sinh ra điôxyt cacbon và sunphua hydrô. Sự phân hủy sinh học làm tiêu hao nhiều ôxy, và nếu dòng sông không đủ sức tái bổ sung ôxy thì nước sông có khả năng ở trong tình trạng yếm khí lâu dài. Hầu hết vi sinh vật đều là loài hiếu khí, và đối với chúng chỉ một hàm lượng sunphua hydrô rất thấp cũng độc hại. Cũng có một số chứng cứ cho thấy các chất độc khác được sinh ra trong quá trình phân hủy chất thải. Mật độ vi sinh vật giảm sút theo mức độ quá tải chất ô nhiễm hữu cơ. Tuy nhiên, tảo và động vật nguyên sinh không hoàn toàn biến mất. Một số loài có thể thích ứng với tình trạng yếm khí. Vùng nhiễm nặng có một số loài chỉ thị, như sự có mặt phổ biến của *Sphareotilus natans* cùng các vi khuẩn và nấm dạng sợi khác tạo thành chùm sợi dài ve vẩy trong dòng chảy, cùng với các mảng trắng hình thành bởi một số loài động vật nguyên sinh có tiêm mao sống được trong tình trạng yếm khí, có thể thấy bằng mắt thường vì chúng co lại khi bị chạm phải.

Ở đoạn phục hồi, số lượng giống loài nhiều hơn hẳn. Hầu hết các nhóm tảo và tất cả các nhóm động vật nguyên sinh đều có mặt, không kể *Sporozoa*. Hoàn toàn vắng mặt hoặc rất ít về số lượng là các loài tảo roi không màu hoặc màu nâu thuộc nhóm *Dinophyceae*. Các loài tảo cát (diatoms) tái xuất hiện với số lượng lớn, trong khi *Euglenophyceae* và *Volvocales*, hai nhóm lớn nhất trong số các tảo roi màu lục, thường có mặt thường với số lượng cao nhất.

Trong đoạn nước sạch, chỉ còn dấu vết của sự ô nhiễm qua sự có mặt của các loài tảo, động vật nguyên sinh, luân trùng và một số vi sinh vật khác. Phân tích hóa học sẽ chỉ cho thấy vết của các thành phần gây ô nhiễm vốn có mặt với hàm lượng lớn trong vùng nhiễm nặng.

III.1.3. Ô nhiễm do kim loại nặng

Nhiễm kim loại nặng thường có nguyên nhân từ sự khai thác mỏ và các công nghiệp theo sau nó. Trong những dòng sông bị nhiễm kim loại nặng, các loài thân mềm chịu ảnh hưởng trước hết, dưới dạng giảm sút mật độ hay biến mất một số loài. Có thể thấy sự phục hồi ở khoảng cách càng xa nơi bị nhiễm, số lượng loài và số lượng cá thể tìm thấy tăng lên dần dần. Những nhóm chịu tác động mạnh nhất bởi kim loại nặng là *Mollusca*, *Crustacea*, *Platyhelminthes* và *Oligochaetes* (Jones, 1964).

III.1.4. Ô nhiễm do chất dinh dưỡng

Hầu hết nước mưa chảy vào sông đều ngấm qua đất trước đó. Chất dinh dưỡng có thể vào sông theo đường này dưới dạng các thành phần sinh khối động vật và thực vật hoặc các chất vô cơ hòa tan từ đất. Sản xuất nông nghiệp ảnh hưởng rất lớn đến sự vận chuyển chất dinh dưỡng này, mà mức độ phụ thuộc vào đặc tính của các hệ thống tưới tiêu, chế độ bón phân, loại cây trồng và quy mô đàn gia súc. Nước thải đô thị và công nghiệp cung cấp một nguồn chất dinh dưỡng đáng kể khác.

Tất cả chất dinh dưỡng đưa vào sông hợp thành nguồn dinh dưỡng của nó. Trong trạng thái tự nhiên, dòng chảy năng lượng và vật chất trong con sông diễn ra chậm, và con sông duy trì được một sự đa dạng sinh học ở mức cao. Nếu một số chất dinh dưỡng nào đó được đưa vào quá nhiều, các giống loài phù hợp với chúng sẽ phát triển mạnh về số lượng, trong khi số lượng các giống loài khác không thích ứng được sẽ bị khống chế.

Con sông giàu dinh dưỡng có thể làm lợi cho đất canh tác nhờ phù sa mà nó cung cấp trong mùa nước dâng. Ngược lại, chất dinh dưỡng quá nhiều trong con sông gây xáo trộn dòng chảy năng lượng và vật chất bình thường và làm giảm sự đa dạng sinh học của nó.

III.1.5. Ô nhiễm do thuốc bảo vệ thực vật

Ô nhiễm do thuốc bảo vệ thực vật thường thể hiện bằng sự nhiễm từ từ, liên tục, với những hàm lượng nhỏ không đủ gây chết sinh vật. Hậu quả của sự nhiễm độc thường xuyên như vậy là sự giảm dần tốc độ sinh sản của các giống loài và sự thay đổi từ từ cấu trúc của dây chuyền thức ăn. Nhiễm thuốc bảo vệ thực vật với tốc độ chậm như vậy có nguyên nhân từ việc sử dụng thuốc bảo vệ thực vật trong sản xuất nông nghiệp, trong y tế công cộng và nước thải từ công nghiệp hóa chất.

III.1.6. Ô nhiễm do chất phóng xạ

Chất phóng xạ trong sông ngòi có thể có nguồn gốc từ sản xuất điện hạt nhân, sản xuất nhiên liệu hạt nhân, và thử nghiệm vũ khí hạt nhân. Công nghiệp có liên quan đến vật liệu hạt nhân thường được đặt dưới sự kiểm soát rất chặt chẽ, nên lượng chất thải hạt nhân đưa vào sông ngòi rất thấp. Những vụ nổ hạt nhân được thực hiện trên mặt đất hay trong lòng đất đều đưa chất phóng xạ vào khí quyển. Khi lên tới tầng bình lưu, các chất này có thể được lưu giữ ở đó đến vài năm, và từ đó mà phát tán toàn cầu. Nước mưa là tác nhân quan trọng nhất đưa các chất phóng xạ đó vào nước sông thông qua sự tập trung nước lũ chảy tràn.

Đối với chất phóng xạ thì sông ngòi không phải là nơi lưu giữ, vì có rất ít chất phóng xạ được tìm thấy trong các lớp trầm tích cũng như trong khu hệ sinh vật. Tuy nhiên, tích lũy sinh học có thể làm cho chất phóng xạ trở nên đáng quan tâm đối với người tiêu dùng thủy sản.

III.1.7. Ô nhiễm do cặn bùn

Khi nước mưa đập vào mặt đất và dồn lại thành những dòng lũ nhỏ, nó luôn luôn tiếp xúc với các hạt đất đá và các chất rắn khác. Khi dòng lũ đủ mạnh thì các hạt này bị cuốn đi cho đến khi lũ chảy vào sông. Hạt chất rắn có nhiều kích cỡ. Những hạt lớn nhanh chóng lắng xuống và làm thành lớp đáy sông. Những hạt nhỏ, được gọi là bùn, đi theo dòng với cùng tốc độ và có thể đi tới cuối dòng. Trong các cơn lụt các hạt lớn dưới đáy có thể bị cuốn đi xa hơn, nhưng đã có chứng cứ cho thấy chúng cần tới 50-100 năm để đi một đoạn đường mà bùn đi được chỉ trong một trận lụt (Einstein, 1972).

Lượng bùn quá nhiều trong một dòng sông tác động xấu đến sự sống trong đó. Đáng kể nhất là tác động đến trứng và cá con. Cá đẻ trứng ở các chỗ rộng trong lớp cuội sỏi đáy sông. Trứng cần ôxy, và ôxy đến theo nước sông ngấm qua các lớp sỏi. Trứng nở và cá con sống trong các chỗ rộng đó. Khi bùn phủ lên lớp sỏi, nước không dễ dàng ngấm qua được, trứng và cá đều chết.

Phần lớn bùn tập trung ở vùng cửa sông. Do độ mặn cao, các hạt bùn giữ được trạng thái lơ lửng trong thời gian dài hơn. Nước trở nên rất đục khiến ánh sáng không thể xuyên qua và sự quang hợp chấm dứt kéo theo sự chấm dứt tồn tại của nhiều sinh vật. Nhiều vùng cửa sông được sử dụng làm cảng, và khối lượng lớn bùn gây cản trở cho hoạt động giao thông ở đó. Trong những trường hợp này việc nạo vét thường ít có hiệu quả.

III.1.8. Những trường hợp sự cố gây ô nhiễm

Các sự cố gây ô nhiễm đột xuất cho sông ngòi có tính chất không dự đoán được về nơi chốn cũng như về thời điểm. Các tai nạn là nguyên nhân chính của dạng ô nhiễm này. Sự phá hoại cũng như sự cố ý đổ bỏ chất thải là một nguyên nhân nữa.

Sự kiện sông Rhine năm 1986 có thể đem ra làm thí dụ. Con sông này có chiều dài 1320 km, bắt nguồn từ dãy núi Alps trên đất Thụy sĩ, băng qua nước Đức và đổ vào Bắc Đại Tây Dương. Sông Rhine thường nhận nhiều nước thải, nhưng trong vài thập kỷ trước đó những nỗ lực cải thiện môi trường đã đem lại kết quả khả quan, cho đến ngày 1/11/1986.

Tai nạn bắt đầu từ vụ cháy một kho hóa chất gần thành phố Basel của Thụy sĩ. Khoảng 30 tấn hóa chất, trong đó có thủy ngân và thuốc bảo vệ thực vật dạng organophosphate bị đổ xuống sông trong khi diễn ra hoạt động chữa cháy. Nước cung cấp cho các thành phố Đức bị ngưng và người ta phải chở nước từ nơi khác đến. *Daphnia*, loài phiêu sinh nguồn thức ăn quan trọng của cá bị tiêu diệt và nổi thành màng. Khoảng nửa triệu cá chết, trong đó có tất cả cá chình (*Anguila anguila*), kéo dài một đoạn 400 km từ thành phố Basel. Còn đoạn sông dài 300 km từ thành phố thì được coi như chết về mặt sinh học. Lúc đó người ta đã ước lượng, và sau này thực tế đã chứng minh, là cần đến khoảng mười năm để sông Rhine phục hồi lại được sau tai nạn này (Mason, 1996).

III.2. Hồ

Nước lặn bao gồm tất cả nước ngọt trên mặt đất không thường xuyên chảy theo một hướng nhất định. Nước trong các hệ thống này không di chuyển, ngoại trừ tại nơi nước chảy vào và chảy ra khỏi vực nước, hoặc chuyển động do tác dụng tạo sóng của gió. Thuộc loại nước lặn là ao, hồ và đầm.

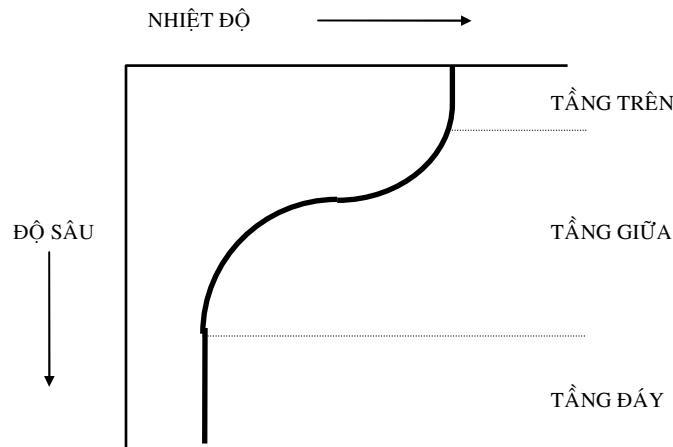
III.2.1. Đặc tính của hồ

Hồ được phân loại căn cứ trên tình trạng dinh dưỡng thành hồ trẻ, hồ trung niên và hồ già. Hồ trẻ thường rất sâu, có lớp đáy sỏi đá, có ít chất dinh dưỡng trong nước và các quần thể sinh vật có số lượng thấp. Hồ trung niên không sâu lắm, đáy có nhiều bùn, có khá nhiều chất dinh dưỡng trong nước để có nhiều giống loài động thực vật với mật độ cao. Hồ già rất cạn, có lớp bồi lắng dày với nhiều bùn và mùn hữu cơ, có nhiều thực vật mọc rễ dưới đáy hồ và thực vật ven bờ phát triển về phía giữa hồ.

Trong khi các dòng sông có khuynh hướng ngày càng sâu và rộng hơn, các hồ lại càng ngày càng cạn và hẹp đi. Sự lấp đầy tự nhiên diễn ra dưới tác dụng của vật liệu do gió mang tới như lá cây, cát, do nước lũ mang tới như cặn bùn, và do xác chết của mọi loài. Đời sống của một cái hồ có thể kéo dài hàng chục ngàn năm.

Số lượng hồ trong thiên nhiên thường cố định do điều kiện địa lý, nhưng ngày nay số lượng hồ nhân tạo ngày càng tăng lên do nhu cầu thủy lợi, thủy điện, tiêu dùng và các nhu cầu khác. Phần nhiều hồ nhân tạo lớn hơn hồ tự nhiên. Ở nước ta, các hồ tự nhiên lớn nhất như hồ Ba Bể (Bắc Kạn), hồ Tây (Hà Nội) Biển Hồ (Gia Lai) cũng chỉ có diện tích vài trăm hécta, trong khi đó các hồ nhân tạo như hồ Dầu Tiếng (Tây Ninh), hồ Trị An (Đồng Nai) hồ Sơn La (Sơn La) đều có diện tích vài chục ngàn hécta.

Bởi vì tỷ trọng nước nóng thấp hơn nước lạnh (trong khoảng nhiệt độ cao hơn 4 °C), lớp nước phía trên mặt hồ là nước ấm. Với độ sâu trên 5 mét, sự khuấy trộn do gió không đủ để làm đồng đều nhiệt độ nước, và trong hồ bắt đầu xảy ra sự phân tầng nhiệt độ. Sự phân tầng rõ nhất có thể thấy là 3 tầng. Tầng trên cùng ấm và được xáo trộn đều do tác động của gió. Tầng giữa là lớp ngăn cách về nhiệt, với sự giảm dần nhiệt độ theo độ sâu. Tầng cuối cùng lạnh và thường thiếu ôxy.



Hình 5. Phân tầng nhiệt độ trong hồ

Hồ được xếp loại nhỏ có diện tích khoảng dưới 5 ha và độ sâu dưới 20 m. Hồ cỡ trung bình có diện tích lớn hơn 50 ha và sâu khoảng 20-50 m. Các hồ cỡ lớn sâu hơn 50 m và có diện tích vài trăm hecta trở lên. Hồ càng sâu thì sự phân tầng nhiệt độ càng rõ rệt, trong khi diện tích hồ càng nhỏ thì nó càng nhạy cảm với các chất gây ô nhiễm từ bên ngoài.

Tổng quát thì các hồ cũng chịu tác động của các chất gây ô nhiễm như sông ngòi, nhưng với mức độ cao hơn do trạng thái nước lặng của nó. Ngoài ra còn có một số hiện tượng ô nhiễm chỉ thấy ở hồ.

III.2.2. Phú dưỡng hóa

Hiện tượng này đặc biệt thấy rõ nhất đối với hồ. Sự chuyển một hồ từ trạng thái trẻ sang già đi kèm với sự thay đổi về chất và về lượng trong khu hệ sinh vật của nó, có nguyên nhân từ sự tăng dần hàm lượng chất dinh dưỡng trong hồ. Tuy mức đến cuối cùng của phú dưỡng hóa là sự thủ tiêu vực nước như đã nói, may thay hầu hết các trường hợp phú dưỡng hóa ở các hồ lớn đã được ghi nhận đều mới chỉ cho thấy mức tiến đến trạng thái trung niên.

Triệu chứng của phú dưỡng hóa thường gặp nhất ở các hồ là sự phát triển các loài tảo với số lượng lớn và trong một thời gian ngắn. Biểu hiện của sự bùng nổ số lượng tảo là chỉ trong thời gian vài ngày toàn bộ nước trong một vùng lớn đổi màu, mà thường là quan trắc sẽ cho thấy do sự phát triển của một loài tảo duy nhất với số lượng rất lớn.

Sự bùng nổ tảo đôi khi có vẻ không phụ thuộc vào chất dinh dưỡng. Nước bị làm nóng lên có thể kích thích sự phát triển của vi khuẩn lam (trước đây gọi là tảo lam). Sự tiêu diệt các hệ thực vật, hoặc bằng cơ giới, hoặc bằng thuốc bảo vệ thực vật cũng có thể gây bùng nổ tảo do sự loại trừ cạnh tranh dinh dưỡng cũng như do sự vắng mặt các loài ăn tảo.

Nitơ và photpho đóng vai trò quan trọng nhất trong phú dưỡng hóa các hồ. Chúng đến từ tất cả các loại nước thải sinh hoạt, công nghiệp và nông nghiệp. Các loại nước thải chứa chất tẩy rửa đều là nguồn cung cấp photpho, còn nitơ thì có mặt trong mọi nước thải. Sự canh tác nông nghiệp góp một phần rất lớn nitơ và photpho từ phân bón. Một nguồn khác cũng rất đáng kể là chăn nuôi gia súc. Gia súc lớn như trâu, bò, heo thải ra lượng chất thải gấp 40 lần người (Novotny và Olem, 1994).

Có nhiều thí dụ về nguy cơ phú dưỡng hóa đối với các hồ thực ra còn trẻ về mặt lịch sử. Trong các trường hợp đã được nghiên cứu, có thể kể ra hồ Washington ở miền Tây Bắc Hoa Kỳ và hồ Lough Neagh ở Ailen.

Hồ Washington có diện tích 87,6 km² và chỗ sâu nhất là 76,5 m. Nước chảy vào hồ từ sông Cedar và chảy ra ở sông Sammanish. Cho đến năm 1926 thì hồ đang tiếp nhận nước thải không qua xử lý từ một lượng cư dân 50000 người. Từ 1936 trở đi thì nước thải vào hồ đều phải qua xử lý. Các nghiên cứu thực hiện năm 1950 cho thấy tình trạng hồ đã khác đi nhiều so với năm 1933. Trạng thái thiếu oxy vào mùa Hè trong tầng trên đã diễn ra, và hàm lượng photphát trong mùa Đông tăng lên đáng kể. Trong khoảng 1950-1955 mật độ thực vật phiêu sinh tăng lên nhiều lần, và trong năm 1955 một sự bùng phát loài vi khuẩn lam *Oscillatoria rubescens* xuất hiện. Các bãi tắm ven hồ bị đóng cửa. Người ta quyết định chuyển nơi xả nước thải qua kênh Puget, đồng thời xử lý tốt hơn trước khi cho nước thải vào kênh này. Đến năm 1967 thì 99% nước thải đã không còn vào hồ Washington với kinh phí 125 triệu đôla vào thời đó. Hàm lượng photphát nhanh chóng hạ xuống kể từ năm 1965, trong khi hàm lượng nitơ hạ xuống ít hơn nhiều vì vẫn còn nguồn cung cấp từ nông nghiệp. Hàm lượng chlorophyll *a* (chỉ thị của mật độ tảo) vào năm 1970 chỉ còn một phần năm so với 1963. Vào năm 1990 thì độ trong suốt của nước hồ ít khi dưới 5 m, và chỉ còn một lượng nhỏ vi khuẩn lam trong nước.

Hồ Lough Neagh nằm ở phía Bắc Ailen, có diện tích 383 km² với độ sâu trung bình 8,6 m. Nước vào hồ từ sáu con sông và chảy ra biển qua sông Lower River Band. Lough Neagh là nguồn cung cấp nước cho thành phố Ulster và là nơi nuôi trồng thủy sản và giải trí. Vào năm 1967 một sự bùng nổ loài vi khuẩn lam *Anabaena flos-aquae* vô hiệu hóa các hệ thống xử lý nước cấp, làm chết hàng loạt cá chình *Anguilla anguilla* nuôi trong bè và ngăn cản việc bơi lội ở các bãi tắm. Xét nghiệm nước cho thấy các hàm lượng nitrat, photphát và chlorophyll *a* đều rất cao. Nghiên cứu trên các loài tảo cát trong lớp trầm tích đáy hồ cho thấy chất dinh dưỡng trong hồ đã bắt đầu tăng từ đầu thế kỷ 20. Cho đến năm 1993 nhiều công trình cải tạo tốn kém đã được thực hiện và hồ được đưa dần trở lại trạng thái trẻ.

III.2.3. Tiêu hao ôxy

Tiêu hao ôxy có thể do tác động sơ cấp từ chất thải hữu cơ đưa vào hồ, hoặc do tác động thứ cấp từ sự chết hàng loạt của các loài phiêu sinh. Sự vắng mặt các loài vốn cần ôxy ở mức gần bão hòa, chẳng hạn cá hồi, là chỉ thị cho các hồ thường xuyên thiếu ôxy. Các hồ thiếu ôxy có khả năng gây chết cá đột ngột với số lượng lớn. Hàm lượng ôxy trong những hồ trung niên thường biến động lớn hơn so với các hồ trẻ. Sự thiếu hụt ôxy có thể diễn ra vào mùa nóng hoặc vào ban đêm. Hiện tượng cá chết hàng loạt trong nhiều trường hợp có nguyên nhân từ sự sụt giảm đột ngột hàm lượng ôxy vào ban đêm.

III.2.4. Tích tụ axit

Tính axit của nước mưa bị nâng cao là do sự thải vào khí quyển một khối lượng lớn các ôxyt của lưu huỳnh và nitơ. Những ôxyt này kết hợp với nước để tạo thành các axit sunphuric và nitric. Nguyên nhân chính của hiện tượng này là sự đốt nhiên liệu hóa thạch trong giao thông và trong công nghiệp. Cần nói thêm rằng việc nâng cao các ống khói nhà máy để giảm ô nhiễm không khí cục bộ đã góp phần làm tăng lượng mưa axit qua khả năng khuếch tán mạnh hơn.

Các hồ tự nhiên có chứa các chất hòa tan và không hòa tan đóng vai trò chất đệm. Chất đệm quan trọng nhất chính là ion bicacbonat HCO_3^- . Dù nước trong các hồ khác nhau có thể vốn có các giá trị pH khác nhau, sinh vật trong hồ có thể đã thích ứng với điều kiện pH tự nhiên đó từ lâu. Khả năng chống lại sự thay đổi pH của một hồ phụ thuộc vào chất đệm của nó và của cả nguồn cung cấp nước cho nó. Chỉ trong trường hợp các vùng đất quanh hồ có nhiều chất khoáng, ví dụ như đá vôi, có thể được rửa trôi vào hồ thì hồ mới có khả năng đáng kể trong việc chống lại sự tăng tính axit.

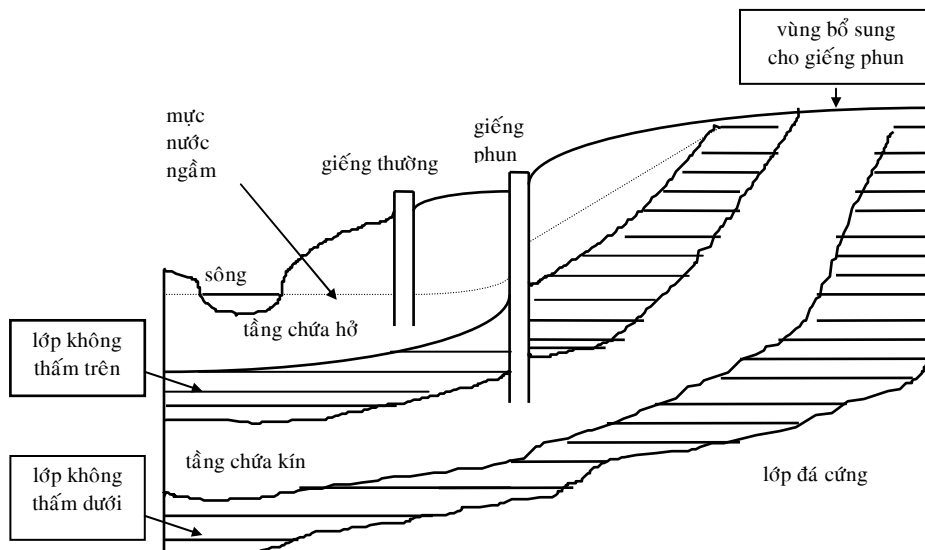
Thụy Điển là nơi đầu tiên mà sự tích tụ axit trong các hồ được công bố. Trong khoảng thời gian 30 năm từ 1930 đến 1960, độ pH trong các hồ giảm đi hai đơn vị. Trong những năm 1960, 50% số hồ ở Thụy Điển được xác nhận có pH thấp hơn 6 và 5000 hồ có pH thấp hơn 5. Do sự tăng tính axit này mà cá hồi vùng phía Tây Thụy Điển đã giảm sút số lượng nghiêm trọng, và các loài cá khác ở miền Bắc và miền Trung cũng bị ảnh hưởng (EPA, 1980).

III.3. Nước ngầm

Sự chuyển dịch của nước ngầm là một trong những nền tảng của cơ học đất. Tổng quát, đất được coi như một môi trường liên tục các lỗ hổng nối tiếp với nhau, gồm có 2 thành phần là sét và cát. Cát là những hạt kích thước lớn thấy được bằng mắt thường, có dạng tròn hoặc có góc cạnh. Cát không giữ nước, không trương nở, và có tính mao dẫn không đáng kể. Sét, trái lại, là những hạt nhỏ và dẹt chỉ thấy qua kính hiển vi, giữ nước, có khả năng trương nở lớn và có tính mao dẫn lớn (Harr, 1962).

Nước ngầm là nước chứa trong các tầng xốp gồm đá, sỏi hay cát dưới mặt đất được gọi là tầng ngầm nước hay tầng chứa nước. Theo cấu trúc địa chất của vật liệu chứa nước, người ta có nhiều tầng chứa nước, còn theo cấu tạo thì có hai loại: loại kín và loại hở. Một tầng chứa nước hở không bị chặn phía trên bằng những lớp đất không thấm và có thể được bổ sung nước từ nước mưa. Sự bổ sung nước được thực hiện khi lượng mưa nhiều hơn lượng bay hơi và bốc thoát. Do sự bổ sung này mà nước trong tầng chứa hở có thể chịu ảnh hưởng bởi chất ô nhiễm bên trên. Nước trong tầng chứa hở có áp suất bằng áp suất khí quyển.

Tầng chứa nước kín được bao bọc bằng những lớp đất không thấm nước. Nó không được bổ sung nước, hoặc vùng bổ sung nước của nó có thể biến đổi bất thường khi các thành phần địa chất trôi lên tạo thành một lỗ hổng. Nước trong tầng kín có áp suất cao hơn áp suất khí quyển.



Hình 6. Cấu tạo các tầng chứa nước
[Vẽ lại theo Novotny và Olem, 1994]

III.3.1. Đặc tính của nước ngầm

Nước ngầm đáp ứng với chất gây ô nhiễm khác với nước mặt. Các tác động pha loãng, phân hủy sinh học và hóa học đều cho hiệu quả kém hơn nhiều so với nước mặt. Vì không có ánh sáng, kéo theo không có dây chuyền thức ăn, các chất gây ô nhiễm có khuynh hướng tích tụ lâu dài trong nước ngầm.

III.3.2. Sự ngấm

Ở những nơi mà mực nước ngầm cao, nước từ các bể chứa dễ dàng ngấm qua lớp đất trên mặt để xuống tới nước ngầm. Nguồn chất gây ô nhiễm trong trường hợp này đến từ các bãi chôn lấp rác, cống rãnh, bể chứa nước thải (Todd và McNulty, 1975). Nhiều trường hợp mầm bệnh trong nước giếng đã được ghi nhận có nguyên nhân từ sự ngấm nước từ các bãi rác vào nước ngầm (WHO, 1971).

Trong những vùng sử dụng nước ngầm, nước được lấy lên từ các tầng chứa có độ sâu khác nhau. Các tầng cạn được sử dụng trước, rồi đến các tầng sâu hơn khi tầng cạn không đủ nước hay bị nhiễm bẩn. Nước ngầm sau khi sử dụng được xả bỏ dưới dạng nước thải sinh hoạt hay công nghiệp. Nếu nước thải được xử lý trong các hồ sinh học (không có đáy chống thấm), thì nó sẽ ngấm từ từ trở lại vào nước ngầm.

Khi nước ngầm qua lớp đất phía trên tầng nước ngầm, nó sẽ được làm sạch đến một mức nào đó. Hầu hết vi khuẩn và chất lơ lửng hữu cơ bị lọc sạch bởi lớp đất trên mặt dày khoảng 10 m. Trong khi đó, tất cả các chất vô cơ hòa tan như các kim loại và chất dinh dưỡng vẫn qua được lớp đất dày vài trăm mét (Bitton và Gerba, 1984; Barcelona và cộng sự, 1990). Chất dinh dưỡng hữu cơ bị phân hủy thành dạng vô cơ, nhưng trong nước ngầm không có ánh sáng nên chúng không được hấp thu bởi thực vật. Kết quả là nitrat và photphát được tích tụ dần dần thành các hàm lượng cao. Các nguồn dinh dưỡng này có thể được đưa vào sông hồ để gây ra phú dưỡng hóa khi có sự bổ sung vào các tầng nước cạn. Do dòng chảy ngang, nước từ các tầng chứa này đi vào các vực nước mặt.

Hàm lượng photpho cao dù ở dạng nào cũng chưa cho thấy tác hại rõ ràng về mặt sinh lý (Cate, 1972). Trong khi đó, sự có mặt của nitrit trong nước uống, ở nồng độ lớn hơn 10 mg/L, gây ra một chứng bệnh gọi là methaemoglobinaemia nơi trẻ em. Trong bệnh này, nitrit trong máu lấn át vai trò của ôxy khiến cho hồng cầu không nhận được ôxy và bệnh nhân tử vong do thiếu ôxy. Nitrat trong nước uống cũng có thể gây tác hại tương tự khi nó bị khử thành nitrit do vi sinh vật đường ruột của trẻ em (Gaudy và Gaudy, 1981).

III.3.3. Sự khai thác nước ngầm

Cách thức sử dụng nước ngầm, làm nhiễm bẩn, rồi khai thác ở tầng sâu hơn không thể tiếp diễn mãi. Một ngày nào đó ngay cả các tầng sâu nhất cũng có nguy cơ bị cạn kiệt hay bị nhiễm bẩn. Một nghiên cứu được thực hiện tại thành phố Hồ Chí Minh cho thấy vào năm 1999 thành phố này khai thác mỗi ngày khoảng nửa triệu mét khối nước ngầm, và toàn bộ nước ngầm ở tầng pleistocen (tầng 2) đã bị nhiễm nitrơ với hàm lượng cao hơn 2,5 mg/L, trong đó các số đo cao nhất của hàm lượng N dạng nitrat là 25 mg/L và N dạng amôni là 26 mg/L (Nguyễn Văn Ngà và Lê Huy Bá, 2000). Dù sự bổ sung nước không diễn ra trực tiếp đối với các tầng nước sâu, nguy cơ nhiễm bẩn xảy ra khi nước ở các tầng sâu được lấy lên, sử dụng, rồi thải ra dưới dạng nước thải vào các tầng phía trên. Một hiện tượng quan trọng khác cần nêu là sự giảm áp suất nước ở các tầng sâu. Điều này xảy ra khi nước được lấy lên mà không được trả lại ở cùng một mực nước ngầm. Khi có giảm áp ở các tầng sâu, nước ở các tầng cạn hơn sẽ đi xuống với tốc độ ngày càng cao hơn tốc độ thay thế bởi nước mưa. Ngoài việc làm nhiễm bẩn các tầng sâu, nước rút xuống sẽ làm hụt nước các tầng cạn. Đây là điều không đáng mong muốn, vì các tầng cạn là nơi cung cấp nước cho ao hồ và sông ngòi. Ở nhiều vùng nước ta cũng như nước ngoài, sự tụt thấp của mực nước ngầm, kéo theo sự tụt giảm trữ lượng nước ở các sông hồ đã được nhận thấy rõ rệt.

III.3.4. Giếng thải

Ở nhiều nước trên thế giới, để đối phó với luật pháp khắt khe trong việc thải chất lỏng vào nước mặt, người ta đã thực hiện việc bơm chất thải vào lòng đất dưới dạng các giếng thải. Các chất thải như nước mặn từ giếng dầu và các chất thải công nghiệp khác được bơm vào các cấu trúc đất đá xốp ở rất sâu. Cho đến nay thì việc làm này chưa cho thấy tác hại gì, và những gì người ta biết về sự chuyển dịch của chất lỏng cũng như những biến đổi về vật lý hay sinh học trong các tầng sâu còn rất ít. Tuy vậy, một số cảnh báo cũng đã được đưa ra. Người ta đề nghị chấp nhận các giếng thải chỉ khi nào có chứng cứ rõ ràng rằng chất thải không có khả năng đi vào các tầng nước ngầm (Todd và McNulty, 1975).

III.3.5. Khai thác mỏ

Hoạt động khai thác mỏ có thể làm ô nhiễm nước ngầm theo một số cách. Quặng than thường chứa pyrit sắt FeS_2 và các sunphua khác. Khi các quặng này tiếp xúc với không khí và nước do hoạt động khai thác thì các sunphua bị ôxy hóa thành axit sunphuric H_2SO_4 . Nước ở các mỏ dễ dàng ngấm xuống các tầng nước ngầm, và như vậy làm tăng tính axit của nước ngầm.

Nước thải ra từ hoạt động khai thác mỏ kim loại thường chứa kim loại nặng với hàm lượng cao. Các mỏ uran và mỏ đồng chẳng hạn, có thể đưa vào nước ngầm asen, các axit, đồng vốn là các chất độc, cũng như chất phóng xạ.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Barcelona, M.J., A. Wehrmann, J.F. Keely, and W.A. Pettyjohn (1990) *Contamination of Ground Water*. New Jersey: Noyes Data Corp.
- Bitton, G. and C.P. Gerba (1984) *Ground Water Pollution Microbiology*. New York: John Wiley & Sons.
- Cate, B. (1972) *Ground Water Pollution*. St. Louis: Directory Press.
- Dugan, P.R. (1972) *Biochemical Ecology of Water Pollution*. New York: Plenum Press.
- Einstein, H.A. (1972) Sedimentation (Suspended Solids). In R.T. Oglesby, C.A. Carlson, and J.A. McCann (eds.) *River Ecology and Man*, Proceedings of an International Symposium on River Ecology and the Impact of Man, held at the University of Massachusetts, June 20-23, 1971. New York: Academic Press, pp. 309-318.
- Environmental Protection Agency (EPA) (1980) *Acid Rain*. Washington, D.C.: Environmental Protection Agency.

- Gaudy, A.F., Jr. and E.T. Gaudy (1981) *Microbiology for Environmental Scientists and Engineers*. New York: McGraw-Hill.
- Harr, M.E. (1962) *Groundwater and Seepage*. New York: McGraw-Hill.
- Jones, J.R.E. (1964) *Fish and River Pollution*. London: Butterworths.
- Laws, E.A. (1993) *Aquatic Pollution -- An Introductory Text*. New York: John Willey & Son, Inc.
- Le Cren, E.D. (1972) A Commentary on "Uses of a River: Past and Present". In R.T. Oglesby, C.A. Carlson, and J.A. McCann (eds.) *River Ecology and Man*, Proceedings of an International Symposium on River Ecology and the Impact of Man, held at the University of Massachusetts, June 20-23, 1971. New York: Academic Press, pp. 251-260.
- Mason, C.F. (1996) *Biology of Freshwater Pollution*. Singapore: Longman Singapore Publishers (Pte) Ltd.
- Nemerow, N.L. (1991) *Stream, Lake, Estuary, and Ocean Pollution*. New York: Van Nostrand Reinhold.
- Nguyễn Văn Ngà và Lê Huy Bá (2000) Chất lượng Nước dưới đất Khu vực TP. HCM và Vấn đề Nhiễm bẩn Nitơ Tầng chứa nước Pleistocen. Kỷ yếu Hội thảo Khoa học Công nghệ Thực phẩm và Bảo vệ Môi trường, ĐH Kỹ thuật – ĐHQG TP. HCM 14-15/12/2000, trang 205-211.
- Novotny, V. and H. Olem (1994) *Water Quality - Prevention, Identification, and Management of Diffuse Pollution*. New York: Elsevier Scientific Pub. Co.
- Patrick, R. (1972) A Commentary on "What is a River". In R.T. Oglesby, C.A. Carlson, and J.A. McCann (eds.) *River Ecology and Man*, Proceedings of an International Symposium on River Ecology and the Impact of Man, held at the University of Massachusetts, June 20-23, 1971. New York: Academic Press, pp. 67-74.
- Todd, D.K. and D.E.O. McNulty (1975) *Polluted Groundwater*. New York: Water Information Centre, Inc.
- World Health Organisation (WHO) (1971) *International Standards for Drinking Water*. Geneva: World Health Organisation.

CHƯƠNG IV SỰ Ô NHIỄM NƯỚC BIỂN

Các đại dương là tài nguyên chung và nguồn thức ăn quan trọng của thế giới. Các đại dương có vai trò ổn định khí hậu, ổn định sự cân bằng ôxy-điôxyt cacbon trong khí quyển, và cung cấp nước cho chu trình nước trên trái đất. Không chỉ là nơi cung cấp thức ăn, các đại dương còn là nơi chứa đựng chất thải lớn nhất hành tinh. Bởi vì biển là nơi thấp nhất trong chu trình nước trên bề mặt trái đất, nên nếu nước biển bị ô nhiễm thì ta không có khả năng đưa nó đi chỗ nào khác.

Tất cả những gì mà sông ngòi mang theo đều được đưa vào biển, vì vậy mọi chất gây ô nhiễm nơi sông ngòi đều có thể thấy trong biển. Thêm vào đó, các hoạt động khác chỉ xảy ra trên biển tạo ra thêm các chất gây ô nhiễm khác. Trong Bảng 12 dưới đây có liệt kê những chất gây ô nhiễm chính đã được tìm thấy trong nước biển và nguồn gốc của chúng.

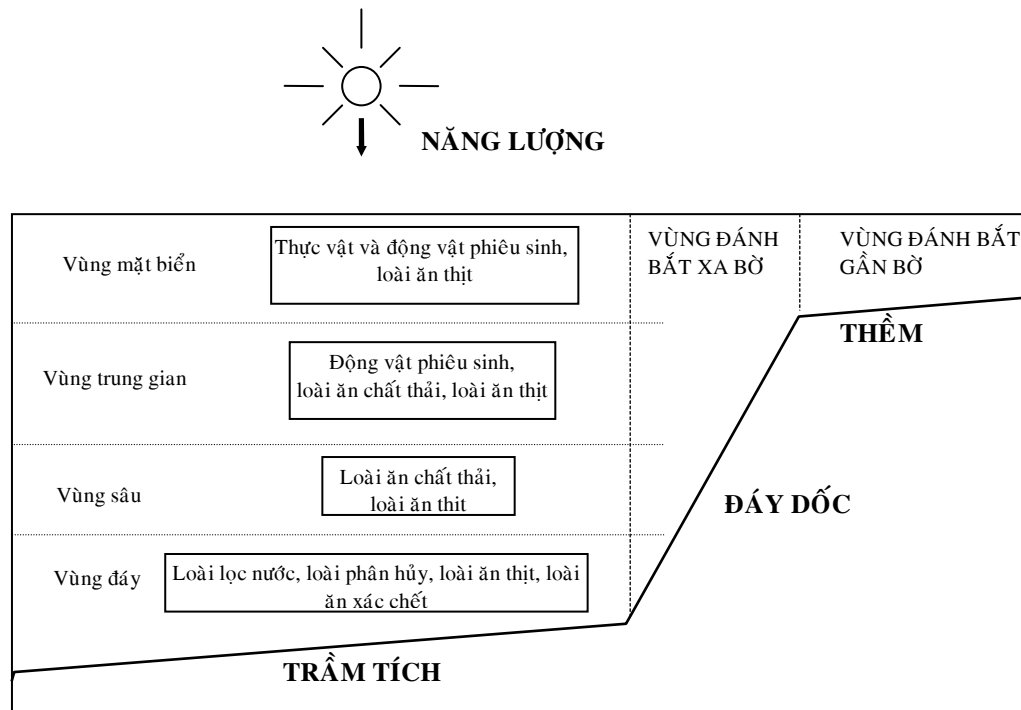
Bảng 12. Những chất gây ô nhiễm chính trong môi trường biển

Loại	Đến từ thiên nhiên	Đến từ con người
Hydrôcacbon dầu mỏ (a) từ sinh vật (b) từ dầu mỏ	Rò rỉ đáy biển (dầu, khí, nhựa), sông, nước lũ, núi lửa, khí hóa lỏng, vi khuẩn, khí quyển	Nước lũ đô thị (đường nhựa, dầu nhớt thải), giao thông trên biển, sản xuất trên biển
Chất rắn	Sông, nước lũ, sản xuất sinh vật, khí quyển	Canh tác, đánh bắt, nước lũ, nạo vét (cảng, sông, kênh đào), nước thải sinh hoạt và công nghiệp, hoạt động khoan dầu
Kim loại nặng	Núi lửa, sông, nước lũ, các nứt gãy nền đáy	Nước thải công nghiệp
Chất phóng xạ	Núi lửa, sông, nước lũ, các nứt gãy nền đáy, khí quyển	Nước thải công nghiệp hạt nhân, tàu ngầm hạt nhân, thử nghiệm vũ khí hạt nhân
Chất dinh dưỡng	Sông, nước lũ, phân hủy sinh vật, khí quyển	Nước thải sinh hoạt và công nghiệp
Nhiệt lượng	Núi lửa, các nứt gãy nền đáy	Nước làm nguội từ công nghiệp năng lượng
Chất tiêu hao ôxy	Xác phiêu sinh	Nước thải sinh hoạt và công nghiệp

(Nguồn: Geyer, 1981).

Các chất gây ô nhiễm khuếch tán trong biển qua sự xáo trộn và qua các dòng hải lưu trên biển, hoặc tích tụ qua dây chuyền thức ăn, hoặc tích tụ ở đáy biển.

Hệ sinh thái biển được chia thành 4 vùng: vùng mặt biển, vùng trung gian, vùng sâu và vùng đáy biển. Tuy ranh giới giữa các vùng này không phải lúc nào cũng rõ rệt, nhưng các quá trình sinh thái khác nhau rõ rệt trong các vùng. Sinh vật sống trong mỗi vùng có đặc tính hình thái khác nhau. Sơ đồ trong Hình 7 dưới đây mô tả tổng quát hệ sinh thái biển.



Hình 7. Sơ đồ hệ sinh thái biển
[Vẽ lại theo Angel và cộng sự, 1981]

Vùng mặt biển có độ sâu chừng 200-250 m. Độ sâu này tương ứng với độ sâu của tầng nước chịu ảnh hưởng biến thiên nhiệt độ theo mùa và độ sâu mà nơi đó trường ánh sáng trở nên hoàn toàn đối xứng. Vùng mặt biển chứa trong nó vùng quang hợp gồm toàn bộ sinh vật sản xuất sơ cấp của biển. Hầu như tất cả thực vật biển đều là vi sinh vật, phần lớn gồm bởi các tảo cầu, tảo roi và các thực vật phù du sinh khác có kích thước tế bào dưới 10 µm. Loài ăn thực vật là động vật phù du, có kích thước khoảng 100 µm đến 10-20 mm. Các loài phù du khác là loài ăn thịt hoặc ăn chất thải, trong đó có kích thước lớn là các loài ăn thịt sống bằng phù du. Trên cùng là cá và động vật có vú ở biển.

Vùng trung gian kéo dài từ cuối vùng mặt biển đến độ sâu chừng 1000 m. Giới hạn dưới của nó tương ứng với độ sâu tối đa mà ánh sáng có thể đạt tới. Không có sinh vật sản xuất sơ cấp ở đây vì không đủ ánh sáng cho quang hợp. Sinh vật sống trong vùng này gồm (a) loài ăn chất thải sống trên phân, dịch nhầy, xác sinh vật chìm xuống từ vùng mặt biển, (b) loài ăn thực vật xuống đây vào ban ngày và trở lên vùng mặt biển vào ban đêm và (c) loài ăn thịt, hoặc ở tại chỗ, hoặc di chuyển xuống và trở lên vùng mặt biển vào ban đêm.

Vùng sâu bắt đầu từ cuối vùng trung gian cho đến đáy biển. Hiếm có di chuyển lên xuống của sinh vật giữa vùng này và các vùng trên. Các loài sống ở đây là loài ăn thịt, ăn chất thải và ăn xác chết.

Vùng đáy biển chứa các sinh vật sống bên trong hay bên trên bề mặt đáy. Sinh vật đáy được chia ra theo kích thước thành các hệ động vật nhỏ, hệ động vật lớn và hệ động vật cực lớn. Các cách ăn của chúng là (a) ăn thức ăn lơ lửng, thực hiện bởi các loài cố định như bọt biển, san hô, giun biển định cư và một số loài thân mềm, (b) ăn thức ăn cố định, cách này do các loài di chuyển chậm và có khả năng đào sâu vào lớp nền đáy để ăn các sinh vật sống trong đó, và (c) săn mồi và ăn xác chết, đây là hoạt động của các loài cỡ lớn và linh động như cá, loài chân đầu và các loài giáp xác.

IV.1. Sự ô nhiễm do rác biển

Việc xả rác thật ra được thực hiện trên đất liền là chủ yếu. Tuy nhiên bởi vì tất cả sông ngòi đều chảy ra biển, một phần không nhỏ rác trên đất liền đã được đưa vào biển bằng con đường đó. Ngoài ra, nhiều loại rác đã và đang được đổ một cách cố ý xuống đáy biển, công khai hay lén lút. Khi rác vào biển nó chìm xuống và phủ lên lớp đáy, một phần có thể được khuếch tán vào nước biển. Rác đổ công khai vào biển là loại rác được đóng gói từ những bãi rác trên đất liền. Rác đổ công khai được coi là không có hại (Reed, 1975), chúng được xác định trong Công ước London 1972 (International Maritime Organization, 2002) về Ngăn ngừa Ô nhiễm Biển do Rác và các Chất khác thành tám loại rác không cấm đổ vào biển sau đây:

- Bùn nạo vét kênh rạch.
- Bùn xử lý nước thải sinh hoạt (gồm chủ yếu là sinh khối vi sinh vật đã sinh ra trong quá trình phân hủy chất hữu cơ trong nước thải).
- Xác thủy sản.
- Tàu, xà lan (cũ).
- Vật liệu vô cơ, trơ (chất thải hầm mỏ).
- Chất hữu cơ thiên nhiên.
- Phế liệu gồm chủ yếu là sắt, thép và xi măng.
- Điôxyt cacbon từ những quá trình hấp thu điôxyt cacbon.

Tuy vậy, vẫn còn có tranh cãi đối với những loại rác được coi là vô hại này. Chẳng hạn, các nhà khoa học vẫn tiếp tục đưa ra những chứng cứ về tích tụ kim loại nặng (Bothner và cộng sự, 1994), các chất hữu cơ tổng hợp (Lamoureux và cộng sự, 1996) do bùn xử lý nước thải hoặc ảnh hưởng của bùn xử lý nước thải đối với sự đa dạng sinh học vùng đáy biển (Snelgrove và cộng sự, 1994).

Còn rác đổ vào biển một cách lén lút thì đều là chất thải độc hại với số lượng và chủng loại hầu như không thể biết hết. Chỉ riêng trong năm 1998, Cục An toàn Hàng hải Nhật Bản đã báo cáo 404 trường hợp đổ rác độc hại vào biển bị phát hiện (United Nations, 2000). Cho đến nay, những trường hợp đã biết (Liptak, 1991; United Nations, 2000; Ohio Department of Health, 2003) cho thấy người ta đã đổ vào biển một số loại rác độc hại như sau:

- Chất thải y tế.
- Chất thải dầu mỡ.
- Tro từ lò đốt rác.
- Chất nổ.
- Chất dẻo tổng hợp.
- Amiăng.
- Chất thải phóng xạ.

IV.1.1. Chất rắn lơ lửng

Chất rắn lơ lửng tìm thấy trong nước biển có kích thước từ 0.02 μm đến vài milimét (Eisma, 1981). Các hạt lớn đáng lưu ý về sự khuếch tán theo chiều sâu vì tốc độ lắng cao. Các hạt nhỏ chủ yếu khuếch tán ngang vì tốc độ lắng thấp. Từ các hạt lơ lửng, các mảng có thể được tạo thành qua (a) sự khử các hạt mang điện, (b) bám dính vào phân hoặc dịch nhầy cho sinh vật thải ra, (c) nối với nhau dưới tác dụng của lực liên kết phân tử, (d) tạm kết dính dưới đáy sau đó tái khuếch tán, và (e) do tác dụng của bóng khí trong nước biển.

Các chất gây ô nhiễm có tương tác với các hạt chất rắn lơ lửng. Tương tác này phụ thuộc vào những điều kiện ở vùng tiếp xúc cũng như vào bản chất của hạt và của chất gây ô nhiễm. Tuy hiểu biết về sự kết hợp chất rắn lơ lửng và chất gây ô nhiễm vẫn chưa nhiều, người ta cho rằng chất rắn lơ lửng mang theo chất gây ô nhiễm, vô cơ cũng như hữu cơ, khi chúng khuếch tán trong nước biển.

IV.1.2. Hydrôcacbon halogen hóa

Các hydrôcacbon halogen hóa (chủ yếu là clo hóa), rất hiếm trong thiên nhiên, tương đối bền trong nước biển vì khả năng chống lại sự tấn công của vi sinh vật vào mối nối clo-cacbon. Vì vậy mà chúng được dùng nhiều trong nông nghiệp và

trong một số sản phẩm công nghiệp. Điển hình là các chất DDT, PCB (polychlorinated biphenyl) và PBB (polybrominated biphenyl). Các hợp chất DDT đến từ chất thải công nghiệp cũng như từ sản xuất nông nghiệp. PCB được dùng làm chất điện môi trong các tụ điện lớn và các máy biến áp. PBB thì là một chất kháng lửa. Hai chất vừa kể ít có khả năng có mặt trong môi trường biển. Các hydrocacbon clo hóa khá bền và có độc tính cao được dùng trong thuốc bảo vệ thực vật như dieldrin và endrin đã được tìm thấy trong nước biển.

Các vật liệu được sản xuất và tiêu thụ nhiều như polyvinyl clorua, không tan trong nước và kháng phân hủy sinh học cũng như hóa học, là một vấn đề lớn cho các vùng ven biển vì chúng có khả năng di chuyển rất xa (Ozmidov, 1990).

IV.1.3. Chất dẻo

Các chất dẻo tổng hợp có khả năng kháng phân hủy cao. Chất dẻo đã được tìm thấy trong nước biển dưới dạng các hạt polystiren có đường kính 0,1-0,2 mm. Chúng cũng đã được tìm thấy trong đường tiêu hóa của cá hương, cá bống, cá bơn và cá mòi ở Đại Tây Dương. Việc ăn các hạt này có thể làm nghẹt đường tiêu hóa, ở cá hương có thể là nguyên nhân gây dị dạng cá con (Nemerow, 1991).

IV.1.4. Kim loại nặng

Kim loại nặng trong nước biển có nguồn gốc từ khí quyển và từ nước thải công nghiệp khai thác mỏ cũng như một số công nghiệp khác. Nước mưa và nước sông đem các chất gây ô nhiễm này vào biển. Trong số những kim loại nặng được tìm thấy trong nước biển, đáng lưu ý nhất là chì, crôm, cadimi, thủy ngân, selen, asen, và antimon. Tuy các quá trình tự nhiên như xói mòn cũng đưa kim loại nặng vào nước, các hoạt động của con người gia tăng tốc độ cung cấp kim loại nặng vào nước biển lên gấp nhiều lần tốc độ tự nhiên.

Thảm họa vịnh Minamata ở Nhật là một thí dụ về tác hại của kim loại nặng trong nước biển. Ở vịnh Minamata, một nhà máy hóa chất thuộc công ty Chisso Corporation đã thải vào vịnh từ 200 đến 600 tấn thủy ngân từ năm 1932 đến năm 1968 (Smith và Smith, 1975, dẫn bởi Laws, 1993). Nhà máy này đã dùng ôxyt thủy ngân để làm chất xúc tác trong sản xuất acêtanđêhyt, một chất dùng trong sản xuất chất dẻo, thuốc men, hương liệu và hóa chất ngành ảnh.

Đầu tiên vào năm 1953 một số lượng chó, mèo và heo của cư dân trong vùng bắt đầu mắc các triệu chứng điên dại và chết sau đó. Những năm kế tiếp người ta nhận thấy rong biển và các loài sò ốc, rồi đến cá chết hàng loạt. Báo cáo đầu tiên về bệnh lạ ở người là vào tháng Tư năm 1956. Đến giữa năm 1956 thì bệnh lạ đã biến

thành dịch. Đến tháng Chín năm 1988, 2209 nạn nhân của chất thải thủy ngân ở Minamata đã được xác nhận, trong đó 730 người đã chết. Năm 1997, chính phủ Nhật xác nhận hàm lượng thủy ngân trong tất cả 16 loài cá trong vịnh đã xuống dưới mức tiêu chuẩn cho phép là 0,4 phần triệu. Tuy nhiên Chisso Corporation vẫn phải tiếp tục trả tiền mua cá của ngư dân trong vịnh hằng ngày đem đến bán cho công ty. Cá này được công ty xử lý bằng cách cho phân hủy hoặc đốt.

IV.1.5. Chất dinh dưỡng

Đã có nhiều số liệu được công bố về tình trạng tăng hàm lượng chất dinh dưỡng trong nước biển, đặc biệt là vùng bờ biển gần các đô thị (Gourlay, 1988). Các hàm lượng nitrat và photphat cao đã tác động đáng kể đến chất lượng của các hệ sinh thái. Tác động rõ nhất là sự phát triển của những giống loài thực vật không đặc hữu ở vùng ven biển. Sự phát triển này dẫn tới sự sụt giảm tính đa dạng sinh học và làm mất cân bằng dây chuyền thức ăn đối với các sinh vật trung gian. Cái chết của các sinh vật này làm tăng sự tiêu hao ôxy và làm đục nước. Hầu hết các chất gây ô nhiễm loại này bắt nguồn từ những địa điểm cách xa nơi bị ô nhiễm.

“Thủy triều đỏ” là hiện tượng được nhắc đến nhiều vì tính điển hình của nó trong biểu hiện tình trạng ô nhiễm do chất dinh dưỡng trong nước biển. Đây là sự bùng nổ số lượng các loài tảo đơn bào (thực ra có màu nâu chứ không đỏ) thuộc nhóm *Dinoflagellates*, Lớp Tảo nâu (Phaeophyceae). Mật độ tảo trong nước biển chỉ trong một thời gian rất ngắn trở nên cao đến nỗi đã được ghi nhận là làm nghẹt mang cá và bộ lọc của sò ốc (Gourlay, 1988). Có lẽ vì thế mà khi thủy triều đỏ xuất hiện, các loài thân mềm trở nên độc đối với người, vì thật ra không chắc là cá và các loài thân mềm có ăn loại tảo này hay không.

Người ta cho rằng nhiều tảo biển khác có độc tính, mà chỉ một số đã được biết. Có khi chúng tác động ngay lên sinh vật đầu tiên, nhưng thường khi lại chỉ tích tụ trong cơ thể sinh vật tiêu thụ để gây tác động theo dây chuyền thức ăn. Điều quan trọng là sự bùng nổ tảo chỉ có thể được dự báo ở những vùng thường xảy ra, mà tác hại của nó không phải lúc nào cũng có thể biết trước.

IV.1.6. Chất phóng xạ

Chất thải từ công nghiệp năng lượng hạt nhân đưa vào biển đang ngày càng tăng, và có thể sẽ còn tăng trong tương lai. Chất thải loại này đến từ các nhà máy chế tạo nhiên liệu hạt nhân và nhà máy tái chế. Đáng lưu ý nhất là chất thải chứa plutonium, vốn cần đến 100.000 năm chôn lấp kín. Bởi vì hầu hết các nhà máy điện hạt nhân cần một lượng nước rất lớn (khoảng 0,2 m³/giây cho mỗi megawatt công suất điện sản xuất), vùng ven biển là nơi được lựa chọn để xây dựng các nhà máy

này. Khoảng 32% các nhà máy điện hạt nhân nằm ở vùng ven biển (Trivedi và Raj, 1992). Tác dụng của chất phóng xạ ở hàm lượng thấp đối với sinh vật biển hiện vẫn chưa được biết đầy đủ. Khả năng rò rỉ của các khối chôn lấp chất phóng xạ dưới đáy biển cũng chưa được biết rõ.

Bên cạnh vấn đề ô nhiễm do nhiệt (xem chương V), tốc độ hút nước vào để làm mát động cơ phải thấp hơn 0,3 m/giây để cá không bị hút vào động cơ. Điều này có nghĩa là miệng hút phải có diện tích mặt cắt rất lớn mới đủ cung cấp nước. Nước ở vùng sâu vì lạnh hơn nên thường được dùng cho mục đích làm mát. Trong khi nước này vốn đã chứa ít ôxy, nó lại càng bị tiêu hao ôxy nhiều hơn vì nhiệt độ được nâng cao.

Con đường đáng quan tâm nhất mà theo đó con người bị ảnh hưởng bởi chất phóng xạ là con đường sinh học đi qua dây chuyền thức ăn. Hơn thế nữa, con người không chỉ ăn cá vốn đã ăn những sinh vật khác có chứa chất phóng xạ ở liều thấp, mà còn ăn loài giáp xác như tôm cua có thể chứa trực tiếp chất phóng xạ. Một số sinh vật biển còn có thể tích tụ chất phóng xạ trước khi chuyển sang cho loài khác (Wilber, 1969). Nguy cơ nhiễm xạ còn có thể đến từ việc tiếp xúc trực tiếp với chất thải phóng xạ, hay từ bùn và cát trong vùng nước triều. Nhóm nguy cơ lớn nhất là ngư dân và những người sống trên tàu thuyền trong vùng nước triều.

IV.2. Dầu mỏ

Hầu hết dầu mỏ sản xuất được được vận chuyển trên biển và một sự cố bất kỳ lúc nào cũng có thể trở thành tai họa. Dầu trên mặt biển là mối nguy đối với sinh vật biển như cá, chim, loài thân mềm và tảo. Chim là nạn nhân thường thấy. Dầu ngấm vào lớp lông vũ, thay thế không khí vốn có trong đó và làm con vật không bay được và không giữ được thân nhiệt ổn định. Một khi chim bị ngấm dầu, chúng thường không thoát khỏi chết dù người ta có cố gắng rửa sạch.

Người ta cũng có nói đến tác dụng gây ung thư của dầu mỏ qua sự tích lũy sinh học hydrocarbon benzopyren qua dây chuyền thức ăn. Thêm vào đó, đôi khi lớp dầu trên biển không gây tổn thất nhiều bằng chất tẩy rửa được dùng để làm sạch biển.

Ngày nay với sự gia tăng các giàn khoan trên biển cùng với việc bơm chất thải dầu khí vào các giếng sâu, khối lượng dầu có mặt trong nước biển thật ra chưa được biết rõ (Department of the Environment, 1976). Về khối lượng này, các số liệu đã được đưa ra có 3 đặc điểm: (1) chúng đều là các số liệu ước tính, (2) chúng sai biệt với nhau đôi khi rất đáng kể, tuy vậy (3) chúng đều đưa ra các nguồn thải dầu và tỷ lệ đóng góp giữa các nguồn tương đối giống nhau. Tuy nhiên, điều đó cũng không

thực sự cần thiết, vì khối lượng dầu trong nước biển không quan trọng bằng những tác hại đã được ghi nhận rõ ràng từ các vùng khác nhau sau những sự cố khác nhau.

Đã có chứng cứ về việc dầu mỏ đã có mặt trong dây chuyền thức ăn trong biển. Cũng đã có chứng cứ về việc dầu mỏ có mặt trong nước biển là do sự thải sản phẩm dầu trong khi vận chuyển chứ không phải sự thất thoát dầu thô (Ketchum và cộng sự, 1981).

IV.2.1. Con đường phân hủy của dầu trong môi trường biển

Khi dầu bị xả tràn trên biển, một lớp dầu nổi trên mặt biển sẽ được hình thành do sự không hòa tan của nước đối với hầu hết các thành phần của dầu. Sóng, gió và các dòng hải lưu khuếch tán lớp dầu thành một màng dầu mỏng. Những quá trình có thể góp phần tiêu hủy màng dầu là hòa tan, nhũ tương hóa, bay hơi, quang ôxy hóa quang-hóa học và phân hủy vi sinh vật. Dầu có thể vào nước do sự hòa tan. Màng dầu hay hạt dầu phân tán bị hấp phụ vào lớp sét hay bùn mịn dưới đáy biển và cuối cùng nằm dưới đáy biển. Động vật nguyên sinh có thể ăn những hạt dầu và thải ra nguyên vẹn trong phân. Có các loài vi khuẩn, nấm men và nấm sợi có thể phân hủy dầu. Trong điều kiện yếm khí dầu còn nguyên, nhưng trong điều kiện hiếu khí nó bị ôxy hóa bởi các vi sinh vật vừa nói. Bước thứ nhất của quá trình là biến phân tử hydrocacbon thành một axit béo. Kết quả làm thành cái gọi là ‘kem sôcôla’ có dạng keo thuận lợi cho các bước phân hủy kế tiếp và tiếp tục phân tán trong biển (Oppenheimer, 1981). Ngoài việc khuếch tán rộng trên đáy biển, dầu còn có thể ngấm sâu vào lớp đáy hoặc bị xáo trộn lên mặt nước. Tác nhân chính quyết định sự tiêu hủy dầu là tốc độ phân hủy sinh học. Nơi xảy ra phân hủy nhanh nhất là nơi tiếp giáp nước và bề mặt đáy. Hoạt động của vi sinh vật có cường độ thấp bên trong lớp đáy, vì vậy dầu ngấm sâu chừng vài xăng ti mét có thể còn nguyên sau nhiều năm (Lee, 1981).

IV.2.2. Khai thác dầu

Khi khoan giếng dầu trên thềm lục địa, người ta cần một hỗn hợp gồm nước, sét và hóa chất. Loại hỗn hợp bùn này được bơm vào giếng để làm mát mũi khoan quay với tốc độ cao, bôi trơn trục khoan khi nó quay trong lòng giếng và mang đất đá lên bề mặt. Bùn này cũng có tác dụng như một loại vữa ngăn cản đất đá chung quanh rơi vào lòng giếng, đồng thời cung cấp áp suất cần thiết để khống chế áp suất phía dưới và ngăn cản nước biển tràn vào giếng. Để làm được những việc đó người ta phải cho nhiều loại hóa chất vào bùn. Những hóa chất này bao gồm chất diệt khuẩn, chất khử canxi, chất chống ăn mòn, chất chống bọt, chất nhũ tương hóa, chất giảm thấm thấu, dung môi, chất phân tán và chất tăng trọng. Người ta cho rằng bùn giàn khoan, trong đó có các chất sinh ung thư, là 10 lần độc hại hơn nước thải không xử lý

từ nhà máy lọc dầu hay từ nhà máy giấy. Một loạt những sinh vật bình thường sống ở đáy biển không còn có thể sống được với bùn giàn khoan tích tụ và tồn tại nhiều năm ở đó.

IV.2.3. Tác hại của dầu đối với phiêu sinh vật

Đối với phiêu sinh vật, nền tảng của sự sống trong các đại dương, dầu có hai tác hại đáng kể: (1) dầu độc trực tiếp khi các hydrocarbon thơm tách ra và tan trong nước, (2) khống chế sự xuyên thấu của ánh sáng khiến cho sự quang hợp không thể tiến hành. Tuy thời gian tác động thường ngắn ngủi, một vụ tràn dầu trên biển có thể làm thay đổi cơ cấu động vật và thực vật phiêu sinh đến 2 năm sau đó còn thấy rõ. Tuy vậy, đôi khi tác động cũng không thấy rõ đối với một giống loài nào đó: tàu dầu Torrey Canyon nổi tiếng đã chìm (năm 1967 ngoài bờ biển nước Anh) vào lúc quần thể động vật phiêu sinh đang chứa một lượng lớn trứng cá mòi cơm (pilchard), vậy mà số lượng cá mòi cơm không bị giảm sút sau đó. Có lẽ sự thiệt hại do dầu gây ra không vượt quá sự thiệt hại bình thường vẫn xảy ra trong mùa cá mòi cơm đẻ (Abel, 1989).

Tảo đa bào sống trong vùng nước triều hay nước cạn. Vì chúng không thể thiếu ánh sáng, chúng gặp nguy hiểm khi dầu che phủ những vùng nước đó. Trong khi các loài tảo khác nhau có thể đáp ứng khác nhau với những thành phần độc trong dầu, thì một số rong biển không bị bám dầu nhờ một lớp màng nhầy bình thường vẫn bao phủ chúng. Nếu có bị bám dầu thì sau đó nước triều cũng có thể rửa sạch, và rong biển cũng phục hồi nhanh hơn phiêu sinh vật.

IV.2.4. Tác hại của dầu đối với động vật không xương sống

Dầu tỏ ra độc hại nhiều đối với động vật không xương sống như các loài thân mềm, các loài giáp xác và giun biển. Trong vùng nước triều, các loài thân mềm như trai, sò, ốc, hào, điệp dễ chết ngạt hay ngộ độc từ dầu ngấm vào lớp bùn đáy. Tác hại nhẹ hơn là làm cho chúng có mùi hay vị khó chịu nên không ăn được. Tuy nhiên, các nghiên cứu cho thấy là một số loài có thể hạ thấp hàm lượng hydrocarbon trong cơ thể chúng trong vòng 30 ngày. Trong phòng thí nghiệm, sò được cho tiếp xúc với dầu trong 8 giờ có khả năng loại bỏ 90% hàm lượng ankan đã hấp thu vào cơ thể sau 24 giờ được nuôi trong nước biển sạch, và hoàn toàn phục hồi sau 28 ngày. Có điều là trong biển không chắc luôn luôn có điều kiện tốt để phục hồi.

Loài giáp xác như tôm cua sống trong vùng nước triều có cơ may tránh khỏi sự tiếp xúc với màng dầu. Tuy vậy một số lớn vẫn có thể bị ngộ độc dầu, dẫn tới bỏ ăn, không hoạt động và chết từ từ. Còn trứng và ấu trùng của chúng thì thiệt hại lớn. Một hàm lượng dầu cỡ hai phần triệu đủ sức làm chết ấu trùng tôm hùm. Khoảng

một phần tư đến một nửa số giun biển sẽ chết nếu dầu xuống tới lớp bùn đáy biển, trong khi sao biển và nhím biển thường chết hàng loạt.

IV.2.5. Tác hại của dầu đối với cá

Cá có ba khả năng đối phó với dầu, một là hầu hết chúng có thể nhận biết chất độc trong nước để tránh xa, hai là cơ thể chúng có lớp dịch nhầy mà dầu không bám vào được, ba là chúng có thể di động nhanh. Vậy mà người ta đã nhận thấy cá chết hàng loạt, đặc biệt trong vùng nước cạn. Màng dầu vào mang cá và làm nghẹt thở. Các thành phần nhẹ của dầu tan trong nước và được hấp thu vào, tích tụ trong mô và dịch cơ thể. Khi nước trở nên sạch, cá sẽ loại được phần lớn chất độc ra khỏi cơ thể, tuy nhiên một phần nhỏ vẫn còn lại trong mô cơ thể rất lâu, có thể ảnh hưởng khả năng sống sót. Cũng như các loài khác, trứng và cá con dễ bị hại hơn cả. Một hàm lượng dầu trong nước biển chừng một phần triệu có thể làm giảm tỷ lệ trứng cá nở và như vậy ảnh hưởng đến số lượng cá con.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Abel, P.D. (1989) *Water Pollution Biology*. West Sussex: Ellis Horwood Limited.
- Angel, M.V., M.J.R. Fasham, and A.L. Rice (1981) Marine Biology Needed to Assess the Safety of A Program of Disposal of High-level Radioactive Waste in the Ocean. In R.A. Geyer (ed.) *Marine Environmental Pollution, 2 -- Dumping and Mining*. Amsterdam: Elsevier Scientific Publishing Company, pp. 297-312.
- Bothner, M.H., H. Takada, I.T. Knight, R.T. Hill, B. Butman, J.W. Farrington, R.R. Colwell and J.F. Grassle (1994). Sewage Contamination in Sediments beneath a Deep-ocean Dump Site off New York. *Marine Environmental Research* 38(1): 43-59.
- Department of the Environment (1976) *Accidental Oil Pollution of the Sea - A Report by Officials on Oil Spills and Clean-up Measures*. London: HMSO.
- Eisma, D. (1981) Suspended Matter as a Carrier for Pollutants in Estuaries and the Sea. In R.A. Geyer (ed.) *Marine Environmental Pollution, 2 -- Dumping and Mining*. Amsterdam: Elsevier Scientific Publishing Company, pp. 281-295.
- Geyer, R.A. (1981) Introduction. In R.A. Geyer (ed.) *Marine Environmental Pollution, 2 -- Dumping and Mining*. Amsterdam: Elsevier Scientific Publishing Company, pp. 1-18.
- Gourlay, K.A. (1988) *Poisoners of the Sea*. London: Zed Books Ltd.
- International Maritime Organization (2002) *The London Convention and Protocol: Their Role and Contribution to Protection of the Marine Environment*. London: Arkle Print.

- Ketchum, B.H., D.R. Kester, P.K. Park (1981) *Ocean Dumping of Industrial Wastes*. New York: Plenum Press.
- Lamoureux, E. R., B. J. Brownawell and M. H. Bothner (1996) Linear Alkylbenzenes as Tracers of Sewage Sludge Derived Inputs of Organic Matter, PCBs and PAHs to Sediments at the 106 Mile Deep Water Disposal Site. *Journal of Marine Environmental Engineering* 2:325-342.
- Laws, E.A. (1993) *Aquatic Pollution -- An Introductory Text*. New York: John Willey & Son, Inc.
- Lee, R.F. (1981) Processes Affecting the Fate of Oil in the Sea. In R.A. Geyer (ed.) *Marine Environmental Pollution, 1 -- Hydrocarbons*. Amsterdam: Elsevier Scientific Publishing Company, pp. 337-351.
- Liptak, B.G. (1991) *Municipal Waste Disposal in the 1990s*. CRC Press.
- Nemerow, N.L. (1991) *Stream, Lake, Estuary, and Ocean Pollution*. New York: Van Nostrand Reinhold.
- Ohio Department of Health (2003) *Abestos Program Update*, 4(2), Winter 2003.
- Oppenheimer, C.H. (1981) Oil Ecology. In R.A. Geyer (ed.) *Marine Environmental Pollution, 1 -- Hydrocarbons*. Amsterdam: Elsevier Scientific Publishing Company, pp. 21-34.
- Ozmidov, R.V. (1990) *Diffusion of Contaminants in the Ocean*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Reed, A.W. (1975) *Ocean Waste Disposal Practices*. New Jersey: Noyes Data Corp.
- Snelgrove, P.V.R., J.F. Grassle and R.F. Petrecca (1994) Macrofaunal Response to Artificial Enrichments and Depressions in a Deep-sea Habitat. *Journal of Marine Research* 52:345-369.
- Trivedi, P.R. and G. Raj (1992) *Nuclear and Thermal Pollutions*. New Delhi: Akashdeep Publishing House.
- United Nations (2000) Adverse Effects of the Illicit Movement and Dumping of Toxic and Dangerous Products and Wastes on the Enjoyment of Human Rights. Report submitted to the Economic and Social Council by the Special Rapporteur on toxic waste, Mrs. Fatma-Zohra Ouhachi-Vesely. E/CN.4/2000/50.
- Wilber, C.G. (1969) *The Biological Aspects of Water Pollution*. Springfield, Illinois: Thomas.

CHƯƠNG V SỰ Ô NHIỄM NƯỚC DO NHIỆT

Một cách tổng quát, tăng nhiệt độ nước trong một vực nước tự nhiên luôn luôn có hại, vì điều đó làm thay đổi các đặc tính vật lý, hóa học và sinh học của vực nước. Ngoài việc làm suy giảm sức sống của nhiều giống loài, tăng nhiệt độ còn có thể kích thích đẻ trứng trong thời điểm không có đủ thức ăn cho những cá thể mới sinh. Nhiệt độ cao cũng làm giảm tỷ trọng và độ nhớt của nước, dẫn tới tốc độ lắng của chất rắn được nâng cao. Sự bay hơi gia tăng, và trong nước biển điều này có thể làm tăng cục bộ độ mặn của nước (Christiansion và Tichenor, 1968).

V.1. Nguồn nhiệt

Nguồn chính gây ra ô nhiễm nhiệt là công nghiệp năng lượng. Các nhà máy phát điện đều dùng những khối lượng nước rất lớn để làm mát động cơ. Trong số những nhà máy đó, loại nhà máy điện hạt nhân thải ra nhiều nước nóng hơn cả, vì hiệu suất nhiệt của chúng thấp. Nước làm mát khi được xả ra thường có nhiệt độ cao hơn nhiệt độ ban đầu từ 6 °C đến 9 °C (Trivedi and Raj, 1992). Ở Bắc Mỹ người ta đã ghi nhận những trường hợp nước lấy vào ở 15 °C, khi xả ra là 50 °C và trong một số trường hợp cá biệt, đến điểm sôi.

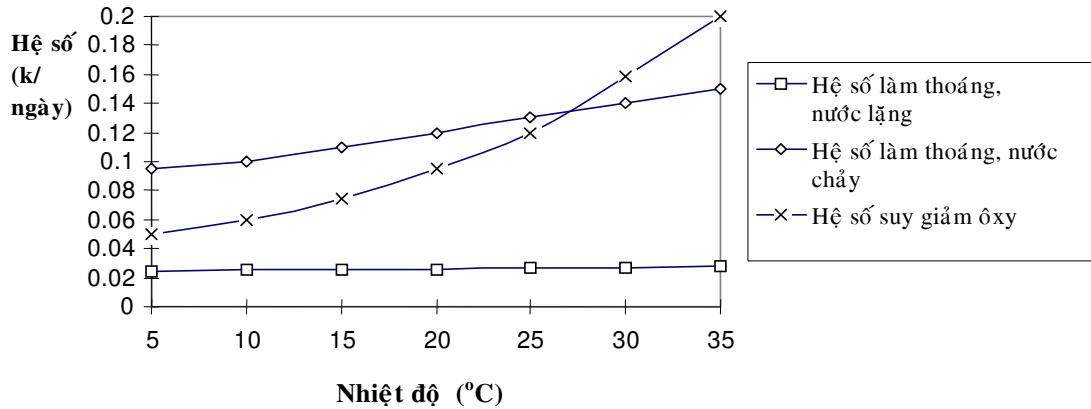
Nước làm mát tại các nhà máy điện được sử dụng trong các bộ ngưng tụ để làm mát và ngưng tụ hơi nước thoát ra từ turbine. Có hai phương pháp sử dụng. Phương pháp thứ nhất là làm mát trực tiếp. Nước được hút lên từ sông hồ hay biển, đi vào bộ ngưng tụ chỉ một lần, rồi được xả trở lại nguồn nước. Sau khi qua bộ ngưng tụ, nhiệt độ nước tăng lên khoảng 10 °C (Chhatwal và cộng sự, 1989). Trong phương pháp thứ hai, gọi là làm mát gián tiếp, nước được bơm lên từ vực nước, đi qua bộ ngưng tụ nhiều lần, rồi được thải vào khí quyển dưới dạng hơi nước từ những tháp cao.

V.2. Tác hại đối với chất lượng nước

Chất lượng nước trong mối quan hệ với sự sống trong nước bị ảnh hưởng xấu khi nhiệt độ nước tăng lên. Mức tăng nhiệt độ 10 °C của nước có thể làm tăng gấp đôi tốc độ của một số phản ứng hóa học và do đó tăng gấp đôi các sản phẩm phân hủy hữu cơ. Tốc độ rỉ sét của sắt và tốc độ tan của các muối cũng tăng lên. Khi tốc độ trao đổi của các muối trong cơ thể sinh vật tăng lên, các chất độc cũng tăng tác dụng.

Khi nước sông nóng lên, hàm lượng ôxy hòa tan giảm đi trong khi tốc độ trao đổi chất trong cơ thể sinh vật lại tăng lên. Vậy là sự cung cấp ôxy bị giảm đi đôi với

nhu cầu oxy tăng lên, điều này tất yếu dẫn tới suy giảm khả năng tự làm sạch của dòng sông, mà Hình 8 dưới đây mô tả.



Hình 8. Sự biến thiên khả năng tự làm sạch theo nhiệt độ nước
[Vẽ lại theo Parker và Krendel, 1970]

Sự nâng cao nhiệt độ nước sông cũng làm tăng mật độ vi khuẩn. Một lần nữa, điều này có nghĩa là trong khi hàm lượng oxy đã tụt giảm, oxy lại bị tiêu thụ nhanh hơn. Nước sông sẽ nhanh chóng lâm vào tình trạng thiếu hụt oxy. Hiện tượng thường thấy là nước có mùi và có vị tanh, gây khó khăn cho công tác xử lý nước uống.

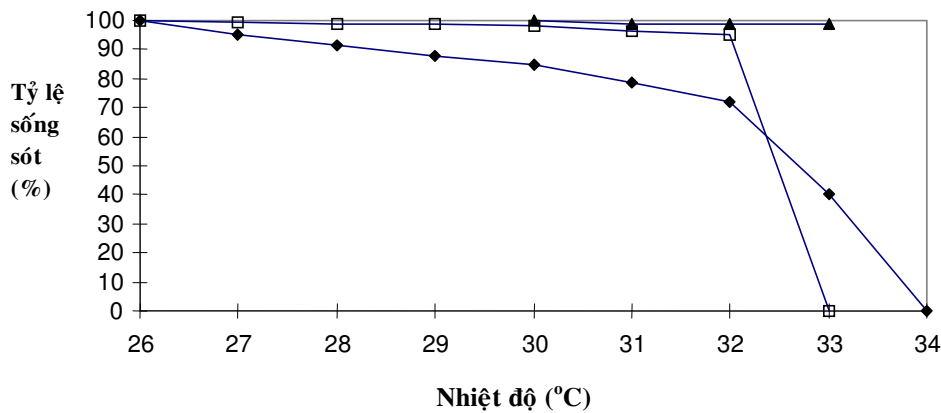
Một vấn đề nữa được đặt ra khi nước làm mát được các nhà máy xả ra có nhiệt độ vào khoảng 40 °C. Đây chính là nhiệt độ tối ưu cho các vi khuẩn gây bệnh đường ruột. Trong nước lạnh và sạch các mầm bệnh này không nảy nở được, nhưng trong nước ấm có chất thải hữu cơ chúng phát triển rất nhanh. Trong lúc đó, với nhiệt độ chừng 40 °C thì các luân trùng và tiêm mao trùng, là các loài ăn vi khuẩn, lại chết đi.

V.2. Tác hại đối với hệ sinh thái

Nước ấm cũng làm biến đổi cấu trúc sinh thái của vực nước. Các loài không thích ứng được biến mất trong khi các loài khác tăng số lượng. Sự suy giảm tính phong phú giống loài đã được ghi nhận đối với vi khuẩn, loài không xương sống và động vật nguyên sinh. Mật độ và mức tăng trưởng của các loài tảo sống kết bám tăng lên trong khi số lượng loài thì giảm. Vi khuẩn lam thường phát triển tốt nhất và trở nên chiếm ưu thế với nhiệt độ trên 32 °C (Abel, 1989). Một số loài đặc biệt, như giun *Branchiura sowerbyi*, chỉ phát triển trong nước ấm, sẽ có cơ hội lấn lướt các loài khác.

Nhiệt độ có tính quyết định đối với nhiều quá trình sinh lý. Nó gây ảnh hưởng đối với sự hô hấp, chu kỳ sinh sản, tốc độ tiêu hóa. Tổng quát thì khi nhiệt độ tăng, tốc độ các phản ứng hóa học sẽ tăng. Sự tăng tốc các quá trình sinh lý có thể ở mức gấp 2 đến 3 lần khi nhiệt độ tăng 10 °C, theo định luật Van't Hoff-Arrhenius. Tốc độ trao đổi chất tăng có nghĩa là sinh vật phải cần nhiều thức ăn hơn để duy trì thể trọng. Điều ngược lại cũng đúng, chẳng hạn một con cá phát triển bình thường ở nhiệt độ 15 °C với thức ăn dồi dào có thể phát triển bình thường ở nhiệt độ 5 °C với thức ăn hiếm hoi hơn.

Nhiệt độ nước cũng đã được biết là làm tăng tốc độ sinh trưởng và giảm tuổi thọ. Tốc độ tăng nhiệt độ cũng quyết định sự sống sót của các giống loài. Hình 9 cho một thí dụ về khả năng sống sót của cá vàng *Notropis lutipennis* khi nhiệt độ nước tăng lên.



Chú thích: □: tăng 4 °C/giờ; ◆: tăng 1 °C/giờ; ▲: tăng 0,125 °C/giờ

Hình 9. Khả năng sống sót của cá vàng *Notropis lutipennis* ở các tốc độ tăng nhiệt độ khác nhau

[Vẽ lại theo Mason, 1996, dẫn từ McFarlane và cộng sự, 1976]

Tác động của sự tăng nhiệt độ đối với sự sinh trưởng của một sinh vật phụ thuộc vào sự phân bố năng lượng cho sự hô hấp và sự tăng trưởng. Nếu nhiệt độ tăng làm tăng tốc độ trao đổi chất mà khối lượng thức ăn không tăng, thì năng lượng dành cho sự tăng trưởng sẽ ít đi.

Tuy nhiên, một số nghiên cứu thực hiện tại các vùng nước ấm do nước thải từ các nhà máy điện cho thấy cá ở đó không biểu hiện tốc độ sinh trưởng khác biệt

đáng kể với cá ở các vùng nước bình thường. Có tác giả cho rằng cá có khả năng di chuyển đi nơi khác khi nước nóng lên, và trở lại lúc nước nguội đi.

Người đọc cần biết rằng những nghiên cứu cho thấy rõ tác dụng của nhiệt độ nước với từng giống loài (giống như đã dẫn ở Hình 9 trên đây) đã được thực hiện trong phòng thí nghiệm. Trong tự nhiên, những ảnh hưởng trực tiếp của nước thải nóng đối với các hệ sinh thái đã chỉ được thấy rõ trong những nghiên cứu được thực hiện tại các vùng khí hậu lạnh. Cho đến khi có đầy đủ dữ kiện, có thể cho rằng đối với các hệ sinh thái vùng nhiệt đới như nước ta, ảnh hưởng đó chưa được biết rõ.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Abel, P.D. (1989) *Water Pollution Biology*. West Sussex: Ellis Horwood Limited.
- Chhatwal, G.R., M.C. Mehra, T. Katyal, M. Satake, M. Katyal, T. Nagahiro (1989) *Environmental Water Pollution and Its Control*. New Delhi: Anmol Publications.
- Christianson, A.G. and B.A. Tichenor (1968) *Industrial Waste Guide on Thermal Pollution*. Corvallis: Pacific Northwest Water Laboratory.
- Mason, C.F. (1996) *Biology of Freshwater Pollution*. Singapore: Longman Singapore Publishers (Pte) Ltd.
- Parker, F.L. and P.A. Krenkel (1970) *CRC Physical and Engineering Aspects of Thermal Pollution*. Cleveland: CRC Press.
- Trivedi, P.R. and G. Raj (1992) *Nuclear and Thermal Pollutions*. New Delhi: Akashdeep Publishing House.

CHƯƠNG VI PHÒNG CHỐNG Ô NHIỄM NƯỚC

Hàng ngàn năm trước (đối với nước ta thì chỉ mới trăm năm thôi), dân cư ít ỏi và thưa thớt cùng với cách sống gần gũi thiên nhiên đã không đặt ra gánh nặng trên toàn bộ các hệ sinh thái. Ngày nay, với xu thế quá tải và suy thoái của các hệ đó, con người cần phải nhận trách nhiệm về nhiều mặt của môi trường sống trên trái đất. Một trong những mặt đó là chất lượng của nước tự nhiên. Mục tiêu của sự phòng chống ô nhiễm nước là hạn chế số lượng và hàm lượng của những chất gây ô nhiễm nước.

Khi phản đối sự ô nhiễm nước, người ta đôi khi chỉ đề cập đến ảnh hưởng của nó trên phương diện thẩm mỹ (nước đen ngòm, mùi hôi thối, v.v.) và trên nhu cầu sinh hoạt hằng ngày (nước không dùng được để ăn uống, tắm giặt). Thật ra vấn đề có thể nghiêm trọng hơn thế. Trên phạm vi thế giới, người ta đã tuyên bố rằng sự ô nhiễm nước không phải chỉ là một sự phiền toái mà chúng ta phải chịu đựng, mà chính là một sự đe dọa nghiêm trọng đến sự tồn tại của loài người ở nhiều miền đất trên khắp hành tinh. Người ta cũng đã nói rằng ô nhiễm nước là vấn đề của toàn xã hội. Giải quyết chỉ một phần của nó trên một khu vực nào đó có thể tạo nên những tệ nạn mới, hoặc chuyển tệ nạn đó sang một khu vực khác. Một hội nghị quốc tế tổ chức tại Bồ Đào Nha năm 1989 đã khẳng định: "... Một chiến lược tổng thể là con đường duy nhất để đi tới một môi trường nước sạch hơn ..." (Bau và cộng sự, 1990).

Như vậy, nếu ô nhiễm nước là vấn đề của toàn xã hội, thì nhiệm vụ phòng chống nó là nhiệm vụ của mọi người, và một chiến lược phòng chống ô nhiễm nước phải liên quan đến mọi thành viên của xã hội. Trên quan điểm này, chúng ta thử nêu lên vai trò của từng thành viên trong xã hội chúng ta, tạm chia ra thành (1) các nhà chuyên môn, (2) các nhà quản lý, và (3) quần chúng.

VI.1. Vai trò của nhà chuyên môn

Nhà chuyên môn ở đây bao gồm mọi người lao động mà nghề nghiệp của họ có đối tượng là sự ô nhiễm nước. Đây là những nhà khoa học, cán bộ kỹ thuật và các chuyên gia khác, làm việc trong nhiều lãnh vực. Bởi vì ô nhiễm nước là một chủ đề rộng và có tính liên ngành, như người viết đã trình bày trong Lời nói đầu, ngày nay những lãnh vực liên quan tới nó ngày càng nhiều, từ Kỹ thuật Nông nghiệp cho đến Y khoa, từ Hóa học cho đến Sinh thái học, từ Vật lý cho đến Vi sinh vật học, và còn nhiều nữa.

Là nguồn tri thức khoa học của cộng đồng, các nhà chuyên môn có trách nhiệm cung cấp cho cộng đồng những thông tin cần thiết về sự ô nhiễm nước. Những

thông tin này bao gồm *tình trạng* ô nhiễm nước, *tác hại* của nó đối với đời sống con người, và *cách thức* phòng chống nó. Muốn vậy, các nhà chuyên môn phải tiến hành công việc nghiên cứu khoa học.

VI.1.1. Nghiên cứu tình trạng ô nhiễm nước và tác hại của nó

Bước thứ nhất của công việc loại này là xác định tác nhân gây ra sự ô nhiễm. Công việc điều tra này coi như đã hoàn tất đối với những tác nhân đã biết. Tuy nhiên, cùng với sự phát triển kinh tế và công nghiệp hóa, đang và sẽ có nhiều tác nhân mới xuất hiện.

Bước thứ hai là xác định tác hại của sự ô nhiễm. Cho đến nay những tác hại chính đã được biết, nhưng tri thức về những tác hại này vẫn còn chưa đủ, đặc biệt là xét trên tác động chậm về lâu dài.

VI.1.2. Nghiên cứu chống ô nhiễm nước

Đây là loại công việc nghiên cứu khoa học nhằm đề xuất những giải pháp cho tình trạng ô nhiễm. Xây dựng và phổ biến những kỹ thuật mới để khống chế ô nhiễm nước là nhiệm vụ đầu tiên. Những kỹ thuật đã có cũng luôn luôn cần được cải tiến để trở nên khả thi hơn, hiệu quả hơn, kinh tế hơn.

Một nhiệm vụ nữa trong nghiên cứu chống ô nhiễm nước là theo dõi, đánh giá và dự báo hậu quả của sự ô nhiễm nước. Điều này nhằm khơi dậy sự hiểu biết và cảm thông nơi quần chúng về sự cần thiết chống ô nhiễm nước, nó cũng cung cấp cơ sở cho nhà quản lý để quyết định biện pháp chống ô nhiễm.

VI.1.3. Nghiên cứu phòng trừ ô nhiễm nước

Loại công việc này có mục đích ngăn ngừa sự ô nhiễm. Kết quả mà nó đưa ra là những kỹ thuật nhằm hạn chế sự sinh ra các tác nhân gây ô nhiễm và sự xâm nhập của chúng vào các vực nước. Cũng thuộc loại này là các công trình nghiên cứu về công nghệ “sạch”. Bằng cách đưa vào sử dụng những vật liệu mới hay tiến hành sản xuất theo phương pháp mới, sản xuất công nghiệp, nông nghiệp và các hoạt động khác sẽ làm giảm các tác nhân gây ô nhiễm, về cả số lượng và mức độ.

Một đối tượng nữa của công việc nghiên cứu nói trên là sự quản lý và khai thác tài nguyên nước. Cũng thuộc công việc này là việc xác định những giải pháp kỹ thuật cho sự quy hoạch phát triển kinh tế xã hội, nhằm giảm thấp nhất tác động của nó đối với tài nguyên nước.

VI.2. Vai trò của nhà quản lý

Nhà quản lý ở đây bao gồm mọi công chức mà nhiệm vụ là thực thi những chức năng của chính quyền đối với xã hội. Sự phòng chống ô nhiễm nước không thể thiếu sự tổ chức, điều hành và kiểm tra, cho nên vai trò của các cơ quan nhà nước có tính chất then chốt.

Một cách vắn tắt, trách nhiệm của nhà quản lý là điều tra tình trạng thiệt hại do ô nhiễm và xác định nguyên nhân, là hỗ trợ sự phát triển các kỹ thuật mới để khống chế ô nhiễm, là phổ biến những kỹ thuật khả thi tới tay công dân, là xét duyệt các tiêu chuẩn chất lượng nước, là ban hành các quy định cần thiết cho việc khống chế ô nhiễm.

VI.2.1. Luật pháp

Các quy định được xây dựng, xét duyệt và ban hành bởi các nhà quản lý để xác định những mức độ về chất lượng nước cần phải được duy trì trong toàn xã hội. Luật pháp được ban hành để tạo điều kiện thuận lợi cho sự hoạt động và tác động lẫn nhau giữa các cơ quan nhà nước và giữa cơ quan nhà nước với công dân. Khi luật pháp đã được ban hành, các cơ quan quản lý nhà nước chịu trách nhiệm triển khai và đôn đốc sự thực hiện các chủ trương, chính sách về chống ô nhiễm nước.

VI.2.2. Chính sách

Ở các nước phát triển có một nguyên tắc phổ biến là ai gây ra ô nhiễm, người đó phải trả tiền. Căn cứ trên nguyên tắc này, người gây ra ô nhiễm phải trả, dưới hình thức đóng thuế, những chi phí cần thiết để loại bỏ sự ô nhiễm mà người đó gây ra. Nguyên tắc này đem lại hai lợi ích: (1) người gây ô nhiễm sẽ tự giác giảm hành động gây ô nhiễm đến mức tối đa có thể được, và (2) xã hội có được nguồn tài lực để chống ô nhiễm (Johnson và Brown. Jr., 1976).

Một chính sách nữa phổ biến ở nhiều nước, trong đó có nước ta, là chính phủ hỗ trợ công tác phòng chống ô nhiễm. Những nước có quan tâm sâu sắc về chất lượng nước đều có những chương trình trợ giúp cho các hoạt động làm giảm ô nhiễm nước như cải tạo kênh rạch, xây dựng các hệ thống xử lý nước thải, đổi mới công nghệ, đổi mới hệ thống canh tác, trồng rừng.

VI.3. Vai trò của quần chúng

Sự tham gia của quần chúng vào công việc phòng chống ô nhiễm nước bao gồm nhiều hoạt động mà quần chúng là đối tượng mà cũng là chủ thể. Những hoạt

động này có thể được chia thành 3 hình thức, tạm gọi là Giáo dục, Hành động và Đối thoại.

VI.3.1. Giáo dục

Những chương trình giáo dục về phòng chống ô nhiễm nước nhằm đến đại đa số quần chúng, và được xây dựng để:

- Gợi lên sự quan tâm đối với vấn đề.
- Cung cấp thông tin để tăng cường sự hiểu biết.
- Kêu gọi nỗ lực hành động.

Các chương trình giáo dục phổ thông là ví dụ cho loại hoạt động này. Sự hiểu biết về nguy cơ ô nhiễm môi trường được truyền đạt cho học sinh thông qua nội dung kiến thức được đưa vào chương trình học. Các phương tiện truyền thông đại chúng cũng được sử dụng để cung cấp thông tin nhằm tăng cường sự hiểu biết.

VI.3.2. Hành động

Loại hoạt động này là của các đoàn thể. Đó là các tổ chức phi chính phủ ở một số nước phát triển. Ở nước ta đó là những đoàn thể chính trị-xã hội, các hội nghề nghiệp, các tổ chức giáo dục. Những tập thể công dân này tình nguyện hành động vì lợi ích của toàn xã hội bằng cách tiến hành những chiến dịch làm sạch môi trường và thường bao gồm nhiều mục tiêu như nước sạch, không khí sạch, bảo vệ nơi hoang dã, bảo vệ thú hoang, kiểm soát sử dụng thuốc bảo vệ thực vật, bảo vệ tài nguyên nước. Kết quả tức thời mà những chiến dịch làm sạch môi trường này đem đến thường chẳng có bao nhiêu, nhưng hiệu quả về mặt xây dựng ý thức bảo vệ môi trường của công dân rất đáng kể.

VI.3.3. Đối thoại

Sự tham gia của quần chúng vào công việc phòng chống ô nhiễm có thể đạt hiệu quả cao nếu mối liên hệ được thiết lập và duy trì thường xuyên giữa công dân và nhà quản lý (The Conservation Foundation, 1976). Thông tin hai chiều có thể giúp nhà quản lý nắm bắt nhu cầu và nguyện vọng của quần chúng. Ngược lại, những giải pháp kỹ thuật tưởng như xa vời lại có thể trở nên gần gũi với công dân nếu như sự đối thoại được thực hiện liên tục.

Thuộc về loại hoạt động này là các công tác tư vấn, hội thảo, khuyến nông, các nhóm công tác quần chúng, trong đó sự trao đổi thông tin, hướng dẫn kỹ thuật được thực hiện đến tận người dân, đặc biệt là ở những vùng kém phát triển.

VI.4. Thay lời kết

Thế giới hiện đại của chúng ta đã phát triển đến mức tạo ra rất nhiều thay đổi lớn trong môi trường sống. Đó là những thay đổi về quy mô dân số, cách sống, cách sử dụng các nguồn năng lượng, thay đổi về bản chất và quy mô các nền sản xuất nông nghiệp và công nghiệp, nền kinh tế và thương mại, hoạt động giao thông vận tải và du lịch. Đó là chưa kể chiến tranh.

Tất cả những thay đổi nói trên, hoặc riêng lẻ, hoặc kết hợp, tạo ra một áp lực lớn lên tài nguyên nước trên trái đất, rõ ràng đang làm cho nó ngày càng trở nên ít thích hợp hơn cho đời sống con người.

Lactobacillus helveticus là một vi khuẩn lactic, vốn được sử dụng nhiều trong công nghiệp chế biến sản phẩm sữa. Trong quá trình trao đổi chất, vi khuẩn này biến đổi lactose trong sữa thành axit lactic, do đó sự phát triển của chúng làm tăng hàm lượng axit lactic trong sữa. Axit lactic trong sữa có tác dụng khống chế sinh trưởng của nhiều loài vi khuẩn khác, khiến *L. helveticus* chiếm ưu thế trong môi trường. Thế nhưng, khi hàm lượng axit lactic trong sữa tăng lên đến khoảng 80 g/L thì chính *L. helveticus* không còn phát triển được nữa (Tango và Ghaly, 1999). Nếu những vi sinh vật thích hợp với pH thấp, như một số loài nấm, có mặt, thì chúng sẽ tiếp tục phát triển trong môi trường sữa. Ưu thế môi trường từ đó được chuyển sang cho loài khác.

Thí dụ vừa kể là một hiện tượng phổ biến trong sinh học. Sự phát triển của một quần thể trong một môi trường sẽ có tác động lên môi trường ấy, quần thể càng phát triển, tác động càng lớn và đến một mức nào đó, tác động này sẽ đủ làm cho các điều kiện môi trường trở nên không còn thích hợp cho sự phát triển của chính quần thể. Hiện tượng này có tính quy luật, có lẽ nhờ đó điều kiện sống cho muôn loài được bảo đảm. Có thể nói rằng Tạo hóa không ưu tiên cho giống loài nào cả.

Vậy, trong trường hợp môi trường nước, phải chăng loài người cũng không thể là một ngoại lệ? Câu hỏi này người viết xin nhường quyền trả lời cho bạn đọc.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

Bau, J., J.P.L. Ferreira, J.D. Henriques, and J.D.O. Raposo (ed.) (1991) *Integrated Approaches to Water Pollution Problems - Proceedings of the International Symposium (SISIPPA), Lisbon, 19-23 June 1989*. Essex: Elsevier Science Publishers Ltd.

Johnson, R.W. and G.M. Brown, Jr. (1976) *Cleaning Up Europe's Waters - Economics, Management, and Policies*. Washington: University of Washington.

Tango, M.S.A. and Ghaly, A.E. (1999) Kinetic Modeling of Lactic Acid Production from Batch Submerged Fermentation of Cheese Whey. *Transactions of the American Society of Agricultural Engineers*, 42 (6), pp 1791-1800.

The Conservation Foundation (1976) *Toward Clean Water: A Guide to Citizen Action*. Washington: The Conservation Foundation.

TÀI LIỆU THAM KHẢO BỔ SUNG

- Allan, J.D. (1995) *Stream Ecology Structure and Function of Running Water*. London: Chapman & Hall.
- Berg, C.G. (1970) *Water Pollution*. New York: Scientists' Institute for Public Information.
- Black, J.A. (1977) *Water Pollution Technology*. Virginia: Reston Publishing Company.
- Cabelli, V.J. (1983) *Health Effects Criteria for Marine Waters*. North Carolina: Research Triangle Park.
- Ciaccio, L.L. (1971) *Water and Water Pollution Handbook - Vol. 1*. New York: Marcel Dekker, Inc.
- Clark, J.W., W. Viessman, Jr., and M.J. Hammer (1977) *Water Supply and Pollution Control*. New York: Happer & Row, Publishers.
- Conference on Law, Science and Politics (1971) *Water Pollution as a World Problem - Report of a Conference held at the University of Wales, Aberyswyth, July 11-12 1970*. London: Europa for the David Davies Memorial Institute of International Studies.
- Ellis, K.V., G. White, and A.E. Warn (1989) *Surface Water Pollution and Its Control*. London: Macmillan.
- Esch, G.J. Van (1978) Aquatic Pollutants and their Potential Biological Effects. In O. Hutzinger, L.H. Van Lelyveld, and B.C.J. Zoeteman (Eds.) *Aquatic Pollutants - Transformation and Biological Effects*, Proceedings of the Second International Symposium on Aquatic Pollutants, Amsterdam, the Netherlands, September 26-28, 1977, vol.1. London: Pergamon Press Ltd., pp 1-12.
- Fox, J.P. (1976) Human-associated Viruses in Water. In G. Berg, H.L. Bodily, E.H. Lennette, J.L. Melnick, and T.G. Metcalf (Eds.) *Viruses in Water*. Washington, D.C.: American Public Health Association.
- Fried, J.J. (1975) *Ground Water Pollution: Theory, Methodology, Modelling, and Practical Rules*. New York: Elsevier Scientific Pub. Co.
- Guswa, J.H., W.J. Lyman, A.S. Donigian, Jr., T.Y.R. Lo, and E.W. Shanahan (1989) *Ground Water Contamination and Emergency Response Guide*. New Jersey: Noyes Publications.
- Harr, M.E. (1962) *Groundwater and Seepage*. New York: McGraw-Hill.
- Klein, L. (1959) *River Pollution*. London: Butterworths.
- Lamb III, J.C. (1985) *Water Quality and Its Control*. New York: John Wiley & Sons.
- Mackenthun, K.M. (1973) *Toward a Cleaner Aquatic Environment*. Washington: U.S. Government Printing Offices.
- Mahida, U.N. (1981) *Water Pollution and Disposal of Waste Water on Land*. New Delhi: Tata McGraw-Hill.

- MSS Information Corporation (1973) *Fresh Water Pollution I* - 12 Papers in a Volume in the MSS Topics in Ecology Series. New York: MSS Information Corp.
- National Academy of Sciences (1975) *Assessing Potential Ocean Pollutants* - A Report of the Study Panel on Assessing Potential Ocean Pollutants to the Ocean Affairs Board. Washington: National Academy of Sciences.
- National Research Council (1985) *Oil in the Sea – Inputs, Fates, and Effects*. Washington, D.C.: National Academy Press.
- Norton, S.A., S.E. Lindberg, and A.L. Page (1989) *Soils, Aquatic Processes, and Lake Acidification*. New York: Spriger-Verlag.
- Odum, E.P. (1971) *Fundamental of Ecology*. Philadelphia: Saunders.
- Schmidtke, N.W. (ed.) (1988) *Toxic Contamination in Large Lakes* - Proceedings of a Technical Session of the World Conference on Large Lakes, May 18-21, Mackinac Island, Michigan. Michigan: Lewis Publishers.
- Stevens, L.A. (1974) *Clean Water: Nature's Way to Stop Pollution*. New York: E.P. Dutton.
- Varshney, C.K. (1983) *Water Pollution and Management*. New Dehli: Wiley Eastern.