

BUỐC ĐẦU ĐÁNH GIÁ CHẤT LƯỢNG NƯỚC HỒ CHÚA HÒA BÌNH TRÊN QUAN ĐIỂM SINH THÁI

PTS. LUU DANH DOANH
KS. NGUYỄN KIỀN DŨNG
Trung tâm môi trường

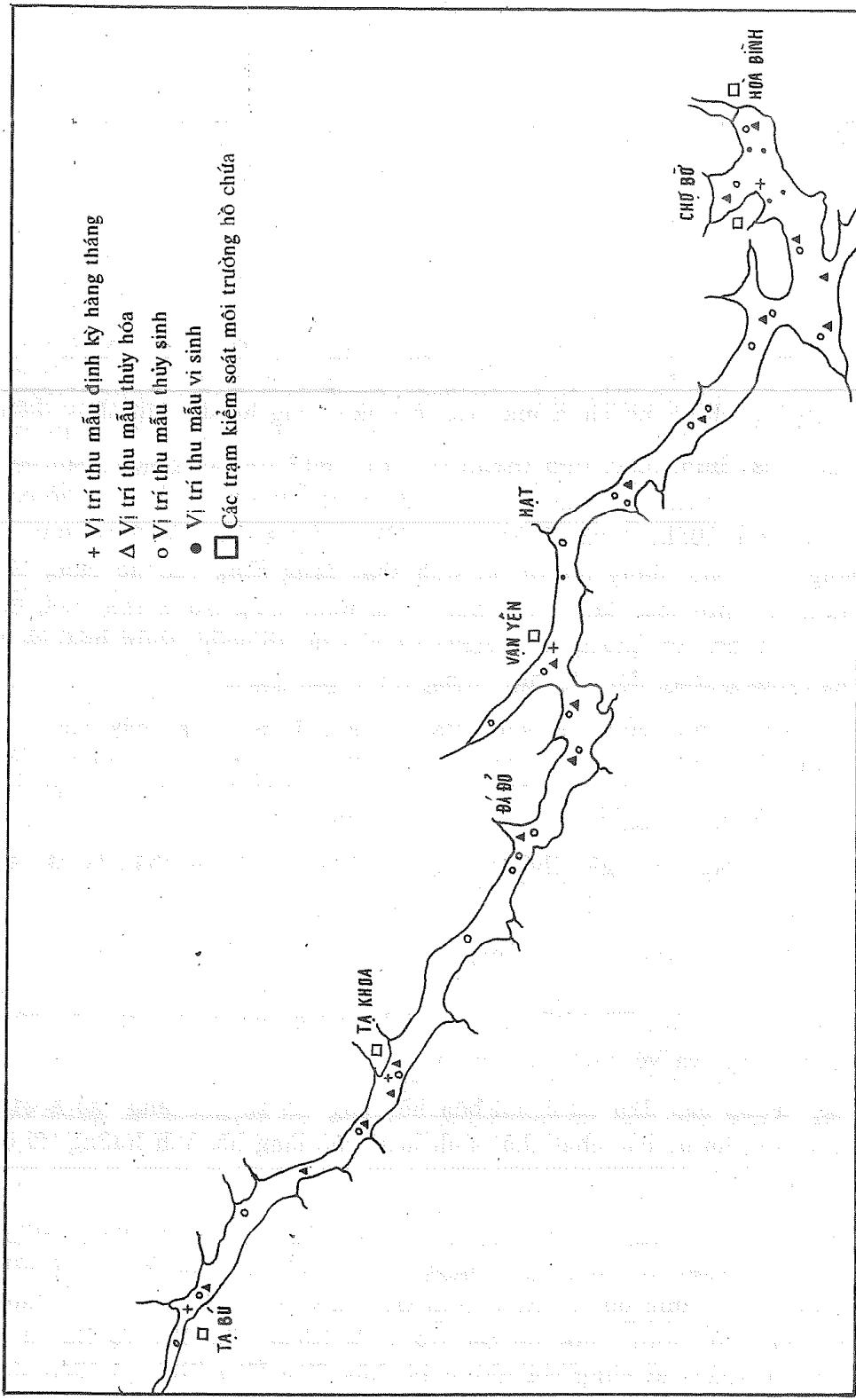
1. Mở đầu

Chất lượng nước hồ chứa là một trong những chỉ tiêu quan trọng xác định khả năng sử dụng một cách hiệu quả và hợp lý tài nguyên nước và tài nguyên sinh vật không những của chính hồ chứa mà của cả phần sông hạ du đập thủy điện.

Hồ chứa Hòa Bình được hình thành từ năm 1989 với dung tích toàn bộ $9,45\text{km}^3$, dung tích có ích $5,65\text{km}^3$. Tương ứng với mức nước dâng bình thường, hồ có diện tích mặt nước đạt tới 208km^2 và chiều dài 280km. Sông Đà, từ thủy vực dạng sông chuyển sang thủy vực dạng hồ và hệ sinh thái dạng sông của nó cũng bị thay đổi chuyển thành hệ sinh thái dạng hồ. Chất lượng nước sông Đà bị thay đổi, hình thành chất lượng nước hồ với những đặc điểm về chế độ thủy lý, thủy hóa và thủy sinh khác trước. Những thay đổi về chất lượng nước bao gồm:

- Khả năng tự làm sạch của sông Đà bị giảm đi do dòng chảy bình thường của nó bị phá vỡ;
- Sự năng động trong khâu trao đổi nước giảm đi;
- Quá trình ngập nước gây thối ruỗng chất hữu cơ và xác thân lá cây ảnh hưởng tới chất lượng nước hồ chứa;
- Tình trạng đốt phá rừng và thảm thực vật ở khu vực ven hồ và trên lưu vực đã gây xói mòn, làm tăng lượng phù sa gia nhập hồ, kèm theo đó là một khối lượng đáng kể các chất khoáng và hữu cơ vào nguồn nước ảnh hưởng tới chế độ thủy hóa, trạng thái sinh học và vệ sinh của hồ chứa;
- Sự tập trung của dân cư ở hai bên hồ cùng với sự gia tăng các hoạt động sản xuất đã làm tăng lượng các chất thải sinh hoạt vào lòng hồ, ảnh hưởng tới chất lượng nước hồ chứa.

Để phục vụ cho công tác điều tra cơ bản và nghiên cứu về chất lượng nước hồ chứa Hòa Bình, Trạm môi trường vùng hồ chứa Hòa Bình thuộc Trung tâm quản lý và kiểm soát môi trường đã tổ chức quan trắc thu thập mẫu nước và phân tích định kỳ các chỉ tiêu chất lượng nước tại các trạm Tạ Khoa, Chợ Bờ, Tạ Bú và Hòa Bình, tổ chức các đợt khảo sát cùng với nhà máy thủy điện Hòa Bình và Viện sinh thái và tài nguyên sinh vật vào các năm 1990, 1991 và 1992 để thu thập các số liệu về thủy hóa, thủy sinh và vi sinh hồ chứa Hòa Bình (hình 1).



Hình 1. Sơ đồ vị trí thu mẫu chất lượng nước hồ chứa Hòa Bình từ năm 1990 - 1992 của
Trạm môi trường hồ chứa Hòa Bình

Kết quả phân tích các mẫu nước lấy định kỳ tại các trạm và kết quả các đợt khảo sát của một vài năm đầu tích nước cho phép bước đầu đánh giá chất lượng nước hồ chứa Hòa Bình như sau:

2. Các yếu tố tác động tới sự hình thành chất lượng nước hồ chứa Hòa Bình

Chất lượng nước hồ chứa Hòa Bình được hình thành dưới tác động của các yếu tố vô sinh (abiotic), hữu cơ (biotic) và ảnh hưởng của con người (anthropogenic) bao gồm:

- Chế độ thủy văn thay đổi (chủ yếu là dòng chảy bị phá vỡ đột ngột);
- Sự trao đổi nước giảm đi;
- Chế độ thủy hóa thay đổi;
- Chu trình vật chất thay đổi (chuyển từ dạng dòng chảy chuyển tiếp sang chu trình gần khép kín);
- Chế độ thủy sinh thay đổi chuyển từ dạng lưu động (rheofil) sang dạng ứ động (stagnorfil), xuất hiện các hệ sinh thái dưới nước không ổn định;
- Ảnh hưởng của mật độ che phủ thảm thực vật trên lưu vực (tác động tới chế độ nước, dòng chảy, khả năng lưu giữ các chất dinh dưỡng tạo sinh - biogen, các chất khoáng và hữu cơ);
- Ảnh hưởng của các loại động vật trên cạn, trên mặt nước và dưới nước tác động tới các chất dinh dưỡng già nhập hồ;
- Ảnh hưởng của các loại sinh vật nổi và sinh vật đáy (số lượng và thành phần loài);
- Các hoạt động khai thác tài nguyên trên lưu vực;
- Các hoạt động kinh tế trên hồ (vận chuyển tre, gỗ, nuôi cá lồng, hình thành bến bãi, chợ ven hồ, giao thông vận tải thủy);
- Các chất thải sinh hoạt của các khu dân cư ven hồ.

Các yếu tố trên tác động trong một mối quan hệ phức tạp và phụ thuộc lẫn nhau, quyết định sự vận chuyển các chất hóa học, mức độ và hướng hoạt động của các chu trình vật chất, sự chuyển hóa năng lượng vào các hệ sinh thái.

Trong số những yếu tố kể trên, các yếu tố nhân tác (anthropogenic) đóng một vai trò quan trọng trong sự hình thành chất lượng nước hồ chứa Hòa Bình.

3. So sánh chất lượng nước sông Đà trước khi ngăn dòng và nước hồ chứa sau ngăn dòng

3.1. Trước khi ngăn dòng

Nước sông Đà trước khi ngăn dòng thuộc loại nước sạch, hàm lượng ôxy hòa tan tương đối lớn, vào mùa lũ khoảng 7,1 - 8,8mg/l, vào mùa kiệt khoảng 10,5mg/l. Do không có sự phân tầng về nhiệt độ nên không có phản ứng ô nhiễm trong nước và dòng chảy. Độ pH trung bình (7,2 - 7,6) là đặc trưng cho nước tự nhiên, được quyết định bởi hàm lượng bicacbonat HCO_3 (khoảng 130mg/l), do hàm lượng CO_2 thấp nên nước sông không ăn mòn kim loại.

Dộ cứng của nước thuộc loại trung bình ($\text{Ca} + \text{Mg} = 3,5 - 5,0\text{mg/l}$), nồng độ SiO_2 trung bình (12,0 - 18,0mg/l), độ hòa tan các chất khoáng không lớn (177 - 202mg/l), độ muối không cao, các ion Fe, Al ở giá trị thấp, hàm lượng chất hữu cơ tương đối thấp (2,4 - 17,2mg/l), các nguyên tố vi lượng hầu như không có mặt, các chất kim loại nặng-chì, cadmi, arsen, thủy ngân không phát hiện thấy, các ion NH_4 , NO_3 ở nồng độ thấp, iốt và flo thiếu đáng kể. Nhìn chung, trước khi ngăn dòng, nước sông Đà thuộc loại sạch,

dảm bảo tiêu chuẩn nước uống và sinh hoạt không có các nguyên tố gây bệnh trừ trường hợp thiếu iốt và flo có liên quan tới bệnh bướu cổ và sâu răng.

Nước phục vụ tốt cho chăn nuôi, cho tưới tiêu. Các chất gây độc hại cho cây trồng không phát hiện thấy (asen, bo, đồng, ...), nồng độ các chất dinh dưỡng N, K, P thấp, các nguyên tố vi lượng không có trong thành phần của nước.

Nước sông Đà có thể phục vụ cho tất cả các ngành công nghiệp trừ công nghiệp nồi hơi phải xử lý mềm hóa.

Đối với các ngành thủy sản, du lịch, nước bảo đảm các tiêu chuẩn sử dụng, riêng nồng độ CO_2 là hơi cao so với nồng độ cho phép [1].

3.2. Sau khi ngăn dòng

Hàm lượng đa số các ion cơ bản thay đổi không đáng kể. Trong thời gian đầu tích nước, độ khoáng của nước có tăng khoảng 30 - 60mg/l, nguyên nhân chủ yếu là do có một lượng muối nhất định gia nhập hồ từ các vùng đất và đá gốc bị ngập và bán ngập.

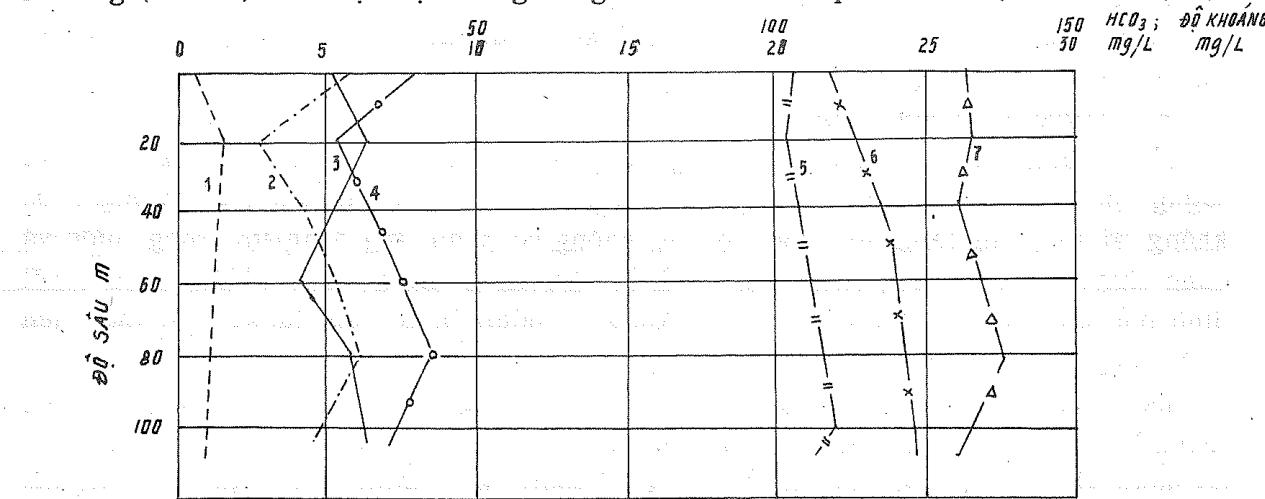
Thành phần ion trong nước và độ khoáng của nước có xu hướng thay đổi giảm từ thượng lưu đến hạ lưu.

Một số chỉ tiêu thay đổi đáng kể so với trước khi ngăn dòng, vượt quá nồng độ cho phép. Ví dụ: nồng độ sắt tổng số năm 1991 tại nhiều mặt cắt đo được đạt trên 10mg/l, vượt 20 - 100 lần nồng độ cho phép đối với nước dùng cho sinh hoạt. Số liệu đo đặc và phân tích năm 1992 cũng cho thấy sắt tổng số tương đối cao (0,1 - 1,6mg/l), nguyên nhân có thể do một diện tích lớn đất đỏ vàng và đất mùn vàng đỏ trên núi bị ngập trong lòng hồ và lắng đọng do xói mòn đưa tới.

Hàm lượng NH_4 , NO_2 thay đổi không đáng kể so với trước khi ngăn dòng, riêng hàm lượng P_2O_5 có giảm đi so với trước khi ngăn dòng (0,015 - 0,04mg/l). Nhưng nhìn chung hàm lượng của chúng đều thấp so với các hồ chứa nhỏ khác ở Việt Nam, đặc biệt không thấy có NO_3 .

Hàm lượng SiO_2 dao động từ 8,6 - 17,1mg/l, tuy không thay đổi mấy so với trước khi ngăn dòng (12 - 18mg/l), nhưng lại là tương đối cao so với hồ chứa nhỏ khác.

Hàm lượng các ion Cl^- , SO_4^{2-} , $\text{Na}^+ + \text{K}^+$, Mg có sự thay đổi theo độ sâu tương đối rõ ràng (hình 2) thể hiện sự không đồng nhất về thành phần hóa học của nước, đặc



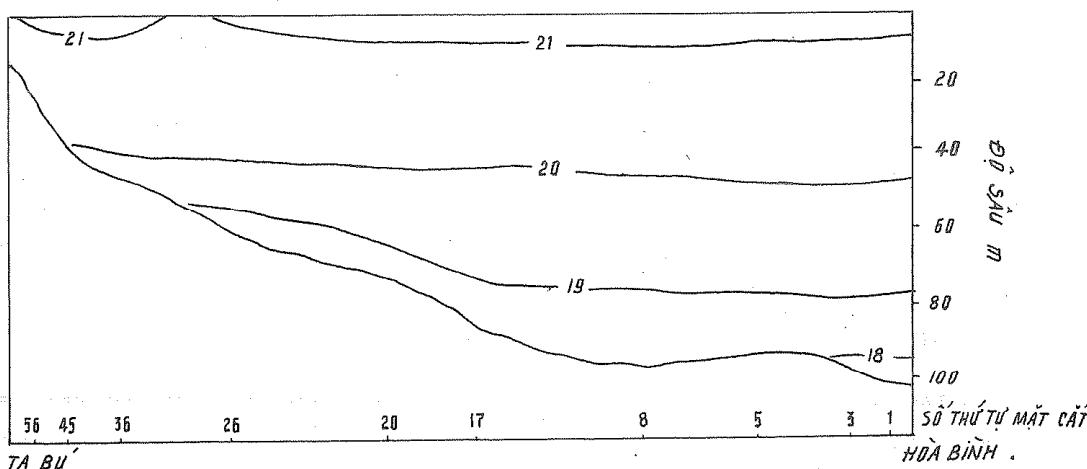
Hình 2. Biến đổi theo chiều sâu của nồng độ các ion và độ khoáng của nước

hồ chứa Hòa Bình I/1992 tại cánh cửa Hòa Bình (mặt cắt số 3)

1- Cl^- ; 2- SO_4^{2-} ; 3- $(\text{Na}^+ + \text{K}^+)$; 4- Mg^{2+} ; 5- HCO_3^- ; 6- Ca^{2+} ; 7-độ khoáng.

biệt sự không đồng nhất đó thể hiện rõ tại các cửa nhánh sông, suối gia nhập hồ (Mường Khoa, Suối Sập, Suối Tốc, Hiền Lương).

Nhiệt độ nước quan sát được cũng có sự thay đổi theo độ sâu, sự phân tầng về nhiệt độ thể hiện rõ tại hầu hết các mặt cắt (hình 3).



Hình 3. Biến đổi nhiệt độ nước theo chiều sâu của hồ chứa Hòa Bình I/1992.

Chế độ khí có sự thay đổi rõ nét nhất so với trước khi ngăn dòng, nguyên nhân chủ yếu là do tốc độ dòng chảy giảm đáng kể, mức độ trao đổi rỗi của khối nước cũng giảm đi, thay đổi các điều kiện khí hậu khu vực (bức xạ mặt trời, lượng mưa, gió, sương mù...) quá trình quang hợp của các loại tảo xảy ra mạnh hơn...

Hàm lượng ôxy hòa tan dao động trong khoảng 6,0 - 9,3mg/l, có xu thế thay đổi giảm dần từ thượng lưu đến hạ lưu, sự phân tầng về ôxy thể hiện tương đối rõ ràng tại một số mặt cắt. Tuy nhiên, tại các thời điểm khác nhau trong năm, sự phân tầng ôxy thể hiện khác nhau, mang những nét đặc trưng của sự biến đổi theo mùa mà hiện tại số liệu chưa cho phép kết luận.

Khi nghiên cứu chế độ ôxy và nhiệt độ nước cũng thấy có một sự liên hệ nhất định nào đó. Tuy nhiên, đây cũng mới chỉ là những nhận xét có tính sơ bộ, bởi vì số liệu của một vài đợt khảo sát chưa đủ để có thể đưa ra những kết luận có tính qui luật.

Một điều đáng chú ý là tại hầu hết các mặt cắt, đều thấy có sự giảm dần hàm lượng ôxy hòa tan theo độ sâu, tại tầng đáy hoặc tầng gần đáy, ôxy hòa tan thường là thấp nhất. Tại đây có thể một lượng ôxy đáng kể đã phải tham gia vào quá trình ôxy hóa các chất hữu cơ và phân hủy các xác thân, lá cây, các chất hữu cơ trong đất...

Sự hình thành chế độ ôxy trong hồ còn phụ thuộc vào đặc điểm, tính chất các loại đất, đá bị ngập trong lòng hồ. Tuy nhiên, để có những kết luận mang tính định lượng cũng cần phải có những số liệu phân tích tỉ mỉ các mẫu đất, đá bị ngập trên cơ sở những nghiên cứu nghiêm túc về vấn đề này.

Trong thời gian đầu tích nước, nhiều khoanh rừng và cỏ bụi bị ngập, sự thối

ruỗng và phân hủy chúng đã tạo thành ở tầng gần đáy những vùng di-hydrosun-phua, làm cho chất lượng nước bị xấu đi. Số liệu phân tích cho thấy hàm lượng H₂S ở tầng cách đáy một mét ở cả hai bên gần bờ và giữa hồ đều cao, đạt từ 0,20 - 0,49mg/l.

Tại những vùng có nuôi cá lồng như bản Pa - Tường Sai, hàm lượng ôxy thường xuyên thấp, các kết quả phân tích trong tháng VI-1991 cho thấy lượng ôxy hòa tan tầng mặt chỉ đạt tới 0,5mg/l, tầng đáy từ 2 - 3mg/l.

Khi nghiên cứu chế độ ôxy hồ chứa Hòa Bình cũng nhận thấy sự thay đổi của nó vào mùa hè mạnh hơn, có thể do các quá trình sinh học vào thời gian này xảy ra mạnh hơn. Các kết quả định lượng thực vật nổi cho thấy, vào các tháng này, số lượng cá thể và sinh khối là lớn nhất. Số lượng thực vật nổi dao động từ 71200 đến 512300 cá thể/lít, trung bình khoảng 150000 cá thể/lít, tương ứng với sinh khối trung bình 345mg/m³ [3].

Cũng cần phải lưu ý thêm rằng không chỉ có sự phân bố ôxy hòa tan mà ngay cả CO₂ và giá trị pH cũng có liên quan tới sự thay đổi sinh lượng, sinh khối của các loài tảo lam, đặc biệt là sự biến đổi trong ngày.

Nhìn chung, sau ba năm tích nước, chất lượng nước hồ Hòa Bình có những thay đổi so với trước khi ngăn dòng, đa số các chỉ tiêu vô cơ thay đổi không đáng kể, các chỉ tiêu hữu cơ thay đổi tương đối rõ nét, có sự phân tầng về nhiệt độ, ôxy hòa tan và sự không đồng nhất về thành phần hóa học.

4. Đánh giá chất lượng nước hồ Hòa Bình theo các yếu tố thủy sinh và vi sinh

Hiện nay trên thế giới người ta đã sử dụng nhiều chỉ số sinh học để đánh giá chất lượng nước. Một số nước ở châu Âu đã dùng các chỉ số sinh học thông qua việc biểu thị các mức độ phong phú của thành phần khu hệ của sông hồ, bao gồm các Taxon từ họ đến loài để đánh giá chất lượng nước sông hồ [4].

Ở Việt Nam, nhiều tác giả qua kiểm nghiệm đã nhận thấy những khó khăn trong việc áp dụng các chỉ số trên, đã đề nghị áp dụng chỉ tiêu mức độ dinh dưỡng (trophic) để đánh giá chất lượng nước hồ tự nhiên và hồ chứa nhân tạo [3]. Mức độ dinh dưỡng bao gồm tổng lượng các chất hữu cơ dưới dạng sinh vật, trong đó thực vật nổi và động vật nổi có liên quan tới hàm lượng các muối dinh dưỡng vô cơ và một số yếu tố vật lý khác. Độ dinh dưỡng cao hay thấp biểu thị mức độ ô nhiễm ít hay nhiều của hồ chứa. Nhưng mặt khác với mức độ dinh dưỡng quá lớn (hiện tượng phi dinh dưỡng eutrophication) thể hiện sự ô nhiễm hữu cơ của hồ chứa - một trong những yếu tố ảnh hưởng tiêu cực tới hệ sinh thái hồ.

Các sinh vật được sử dụng làm sinh vật chỉ thị chất lượng nước chủ yếu bao gồm nhóm tảo đại diện cho thực vật nổi và loài rêu ngành đại diện cho động vật nổi.

Kết quả đợt khảo sát năm 1992 của Trạm môi trường hồ chứa Hòa Bình với sự tham gia của Viện sinh thái và tài nguyên sinh vật cùng với những số liệu khảo sát thực địa trước đó (năm 1990, 1991) cho phép rút ra những nhận định sau đây [3].

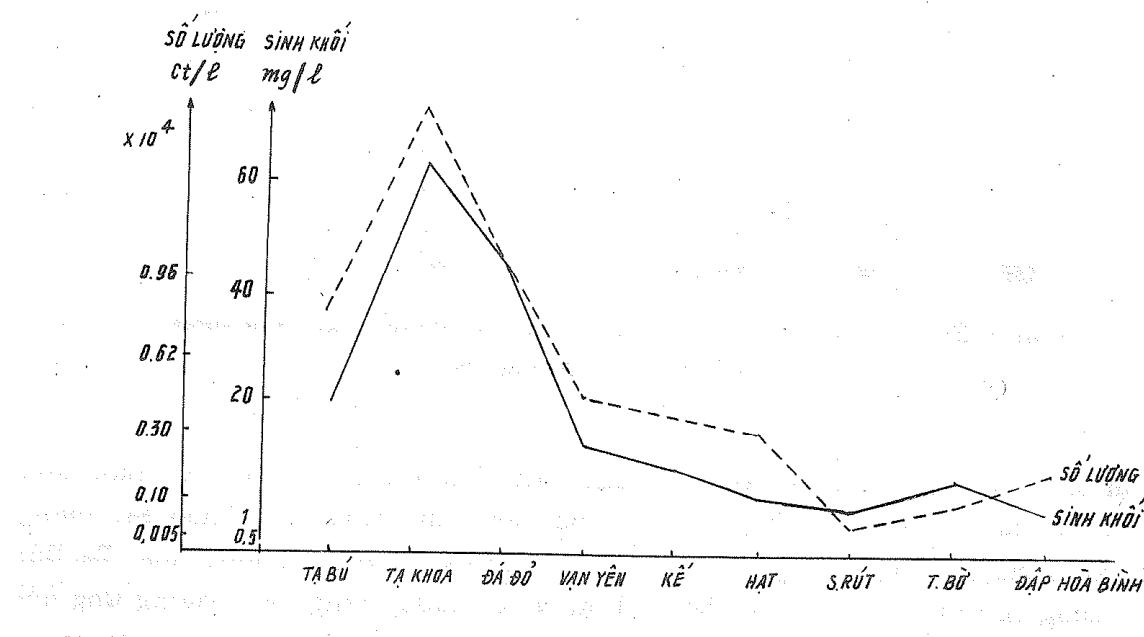
Kết quả phân tích cho thấy giá trị định lượng trung bình thực vật nổi và động vật nổi không cao, thậm chí thấp hơn so với giá trị trung bình đặc trưng cho hồ Thác Bà ngay sau khi ngập nước.

Bảng so sánh số lượng sinh vật nổi ở hồ Hòa Bình và hồ Thác Bà

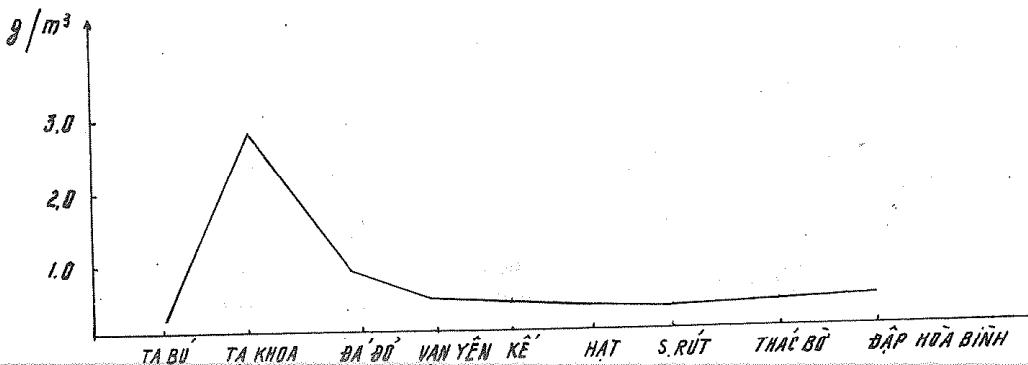
Hồ chứa	Thực vật nổi (cá thể / lít)	Động vật nổi (con/lít)
Hòa Bình	150000	25700
Thác Bà*	455000	45000

* Số liệu hồ Thác Bà năm 1971 - 1974

Bên cạnh sự biến đổi giám dần về số lượng và sinh khối của sinh vật nổi từ thượng lưu đến hạ lưu của hồ (hình 4, 5) tại các nhánh phụ lưu rộng hoặc các vịnh, nơi tập trung dân cư và có nuôi cá lồng mức độ dinh dưỡng cao hơn các khu vực khác. Thực vật nổi tại bản Pa - Tương Sai, nơi có nuôi cá lồng có số lượng từ 51.000 - 140.000 cá thể/lít, tương ứng với sinh khối $0,28 - 2,3\text{g}/\text{m}^3$, động vật nổi có số lượng trung bình $3,8\text{g}/\text{m}^3$. Kết quả phân tích thủy hóa tại đây cùng thời điểm cũng cho thấy lượng ôxy hòa tan thấp ($2-5\text{mg/l}$).

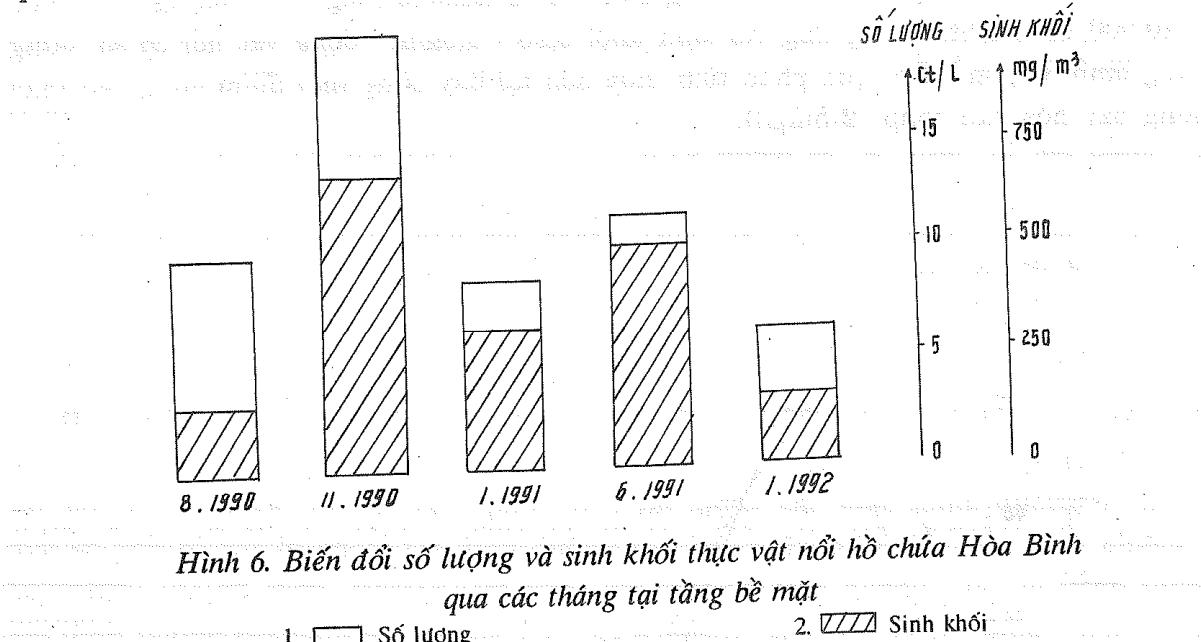


Hình 4. Biến đổi về sinh khối và số lượng thực vật nổi hồ chứa Hòa Bình



Hình 5. Biến đổi sinh khối động vật nổi hồ chứa Hòa Bình - 1-1992

Các kết quả phân tích cho thấy các tháng XI - 1990 và VI - 1991 là các tháng có lượng cá thể và sinh khối lớn nhất, tầng 0-5m có số lượng cá thể và sinh khối lớn nhất, tầng 5 - 25m có số lượng và sinh khối thấp nhất, đặc điểm này có liên quan nhiều tới cường độ ánh sáng (hình 6).



Hình 6. Biến đổi số lượng và sinh khối thực vật nổi hồ chứa Hòa Bình qua các tháng tại tầng bì mặt

Hình 4, 5 và 7 biểu thị số lượng và sinh khối sinh vật nổi và một số muối dinh dưỡng vô cơ tại các khu vực khác nhau ở hồ Hòa Bình trong đợt khảo sát tháng I-1992. Nhìn chung, hàm lượng các chất vô cơ đều cao ở vùng thượng lưu (Tạ Bú) sau đó xuống cực tiểu ở vùng Tạ Khoa rồi lại có xu hướng tăng dần. Tương ứng với diễn biến này ở vùng Tạ Khoa từ mặt cắt 33 đến mặt cắt 45, sinh vật nổi có số lượng và sinh khối cực đại, có hiện tượng nở hoa thực vật nổi algal bloom, chủ yếu

là loài tảo silic trong chi *Melosira*. Tại đây cùng với các hiện tượng tự nhiên thuận lợi, hầu như toàn bộ lượng muối dinh dưỡng vô cơ đã được huy động để tạo thành các sản phẩm hữu cơ là sinh vật nổi, đặc biệt là thực vật nổi phát triển đến mức cao nhất, cho nên hàm lượng muối dinh dưỡng còn lại trong nước ở mức thấp nhất. Tiếp theo là quá trình phân hủy các chất hữu cơ (xác thực vật nổi) chuyển thành các muối vô cơ, một phần tồn tại trong nước, một phần tích tụ xuống đáy theo dòng chảy tạo thành một xu thế tăng hàm lượng muối dinh dưỡng về phía hạ lưu phù hợp với những kết luận ở phần trên. Chính hàm lượng các muối vô cơ này sẽ là chất khởi động cho một chu trình sinh trưởng và phát triển sinh vật nổi ở những giai đoạn tiếp theo.

Biến đổi dinh dưỡng của hồ Hòa Bình có xu thế chung giảm dần từ thượng lưu đến hạ lưu hồ. Kết quả phân tích chủ yếu là các sinh vật chỉ thị cho thấy, ngành tảo mắt (*Euglenophyta*) chỉ thị cho thủy vực bị ô nhiễm hữu cơ thì ở hồ Hòa Bình chỉ có 2 loài với số lượng và sinh khối không đáng kể (*euglena viridis* và *phacusspp*). Trong số nhóm râu ngành (*cladocera*) thì loài *D.cuculata* chỉ thị cho thủy vực giàu dinh dưỡng mới chỉ thấy xuất hiện trong tháng I-1992 với số lượng và sinh khối đáng kể ở khắp hồ chứa và hơn 80% ở vùng thượng lưu (vùng Tạ Khoa) có liên quan tới hiện tượng nở hoa của tảo silic *Malosira* ở đây.

Giá trị BOD thấp (0,21 - 1,36mg/l) chỉ tương đương với chỉ số hoai sinh Sladecek từ 0,3 - 1,2 thuộc loại hoai sinh ít (oligosaprobity).

Như vậy, hiện tượng phi dinh dưỡng xuất hiện chủ yếu ở gần thượng lưu hồ và những nơi nuôi cá lồng hoặc tại các thung lũng nơi trước khi ngập nước là những cánh đồng phì nhiêu.

Về dinh dưỡng học, hồ Hòa Bình (theo bảng phân loại của Đặng Ngọc Thanh) được xếp vào loại hồ bậc II kiểu 2, về cơ sở thức ăn tự nhiên ở mức trung bình, về dinh dưỡng thuộc loại Mesotrophic tức là có kém hơn so với hồ Thác Bà ở giai đoạn đầu tích nước (Hồ Thác Bà được xếp vào loại hồ bậc II kiểu 1).

Kết quả phân tích vi sinh vật cho thấy số lượng coliform ở mức trung bình 9-23 con/100ml, vi khuẩn ký khí tầng đáy ở 2 bên bờ ở mức trung bình 187 - 250 con/ml, tăng đáng kể ở tầng đáy, giữa dòng khoảng trên 1000 con/ml.

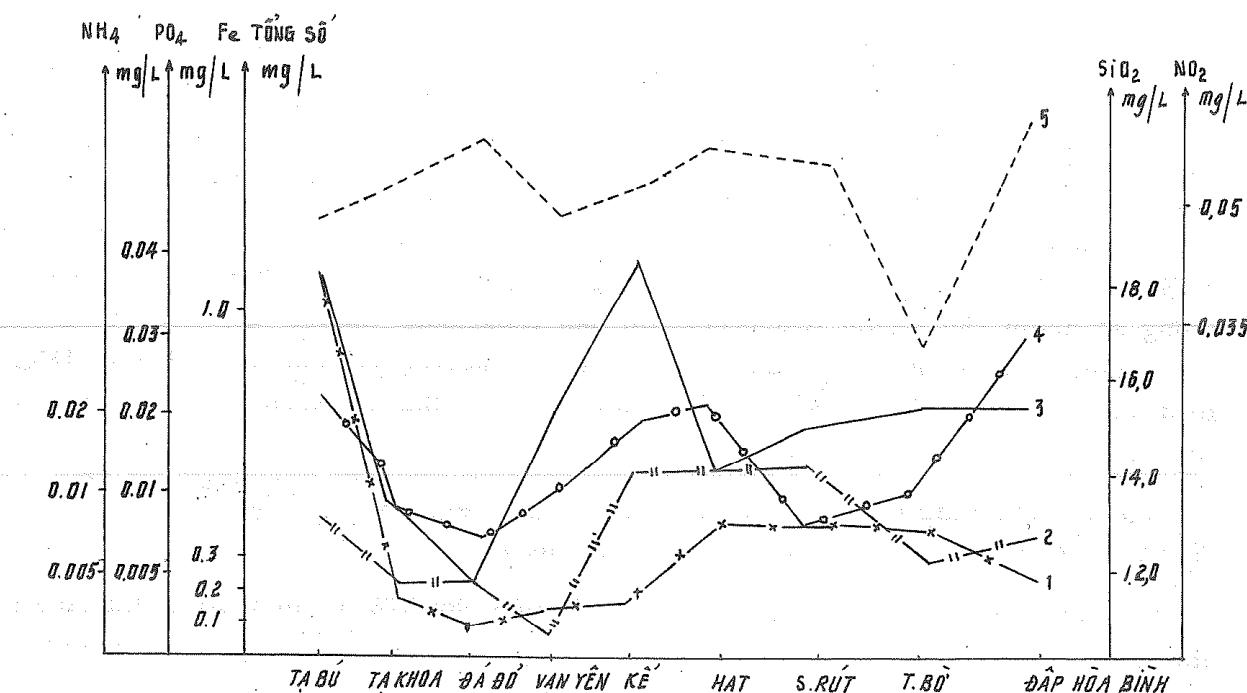
5. Kết luận

Sau ba năm ngập nước, chất lượng nước hồ Hòa Bình trên sông Đà đang trong thời kỳ thay đổi mạnh được thể hiện ở các yếu tố thủy hóa, đặc biệt là thủy sinh vật chưa ổn định, chất lượng nước chịu ảnh hưởng của hàng loạt yếu tố môi trường và con người, đang dần dần hình thành chất lượng nước ổn định đặc trưng cho loại hồ chứa miền núi dạng sông, giai đoạn này có thể kéo dài năm, mười năm [2].

Ở vùng lưu vực hồ Hòa Bình hiện nay, mức độ phát triển công nghiệp và tập trung dân cư chưa cao, do vậy mối đe dọa do ô nhiễm công nghiệp và sinh hoạt chưa đáng lo ngại. Tuy nhiên, cũng thấy rằng với tình trạng khai thác rừng bừa bãi và canh tác theo kiểu dù canh của nhân dân địa phương thì mối nguy hiểm trực tiếp ảnh hưởng tới chất lượng nước và hệ sinh thái hồ chứa Hòa Bình lại chính là sự xói

mòn lưu vực.

Việc nghiên cứu, đánh giá hiện trạng và dự báo xu thế biến đổi chất lượng nước hồ chứa Hòa Bình là rất cần thiết, phải được thực hiện trong một chương trình tổng hợp, cùng với những vấn đề môi trường hồ chứa khác, nhằm tạo cơ sở cho việc sử dụng tổng hợp hồ chứa, bảo vệ chất lượng nước và nâng cao hiệu quả sinh học của nó.



Hình 7. Sự biến đổi đặc điểm thủy hóa của hồ chứa Hòa Bình, I- 1992

1- Fe tổng sắt; 2 - NH4; 3 - PO4; 4 - SiO2; 5 - NO2

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Lưu Danh Doanh, Phạm Vũ Quất và một số người khác. Buộc đầu đánh giá tác động hồ chứa Hòa Bình tới một số yếu tố môi trường (tài liệu của Trung tâm quản lý và kiểm soát môi trường).
2. Lưu Danh Doanh. Vấn đề dự báo tác động của hồ chứa Hòa Bình tới môi trường và kinh tế xã hội. Tập san KTTV, 6-1990.
3. Hồ Thanh Hải, Phan Văn Mạnh, Lưu Danh Doanh, Nguyễn Kiên Dũng. Góp phần đánh giá hiện trạng chất lượng nước hồ chứa Hòa Bình trên cơ sở sinh thái học. Tài liệu của Viện sinh thái và tài nguyên sinh vật, Trung tâm quản lý và kiểm soát môi trường.