

MÔ HÌNH HOÁ HỆ SINH THÁI CÂY MỘC THỦY- CHẤT DINH DƯỠNG-THỰC VẬT NỔI VÀ ĐÁNH GIÁ SỰ TÁC ĐỘNG CỦA MÔI TRƯỜNG

TS. Trương Văn Bốn
Trung tâm khí tượng thủy văn Biển

TÓM TẮT NỘI DUNG

Mô hình số trị bao gồm thực vật nổi (TVN), cây mọc thủy (CMT), sự phân huỷ và quá trình động lực của các chất dinh dưỡng của nó trong nước sau khi đã được phát triển và áp dụng thành công cho hồ Veluwe (Hà Lan) và hồ Swartvlei (Nam Phi) để kiểm tra tính tổng quát chung của mô hình, trong công trình này mô hình đã được áp dụng cho hồ lý tưởng để kiểm tra sự ảnh hưởng của nguồn dinh dưỡng tải từ ngoài, nhiệt độ nước tăng lên, và thời gian lưu trú của nước trong hồ thay đổi tới sự phát triển của cây mọc thủy và sự hiện diện của TVN. Những kết quả cho thấy CMT đóng vai trò đặc biệt quan trọng trong việc điều chỉnh hệ sinh thái hồ nông cả khi điều kiện môi trường không đổi và thay đổi.

1. GIỚI THIỆU CHUNG

Trong sự biến đổi của điều kiện môi trường trên trái đất và sự tác động của con người, hơn ba thập kỷ qua nhiều hồ nông đã bị ô nhiễm nặng vì sự thải ra quá nhiều nitơ và photpho vào môi trường nước [12]. Sự ô nhiễm trong hồ thường gắn liền với sự hiện diện dày đặc của TVN, độ đục trong nước tăng lên một cách mạnh mẽ, và kết quả là sự triệt tiêu của CMT [19]. Vì vậy, quá trình ô nhiễm trong hồ làm thay đổi hệ thực và động vật, vữa thức ăn và chu trình dinh dưỡng trong hồ, nên nó có tác động rất lớn lên hệ sinh thái trong hồ.

Cây mọc thủy có vai trò đặc biệt trong hồ nông; trước hết nó làm cho lớp trầm tích đáy hồ ổn định nhờ việc thải oxy qua hệ thống rễ và hấp thụ các chất dinh dưỡng từ cả nước và lớp trầm tích đáy hồ, và ngoài ra nó còn là nơi trú ngụ của ĐVN như zooplankton, thành phần tiêu dùng chủ yếu của TVN [4, 5, 9, 15]. Tuy nhiên sự tương tác giữa cây mọc thủy và các thành phần sinh vật khác trong hệ sinh thái rất phức tạp. Như đã chỉ ra trong các công trình nghiên cứu trước đây: sản lượng của cây mọc thủy trong ao làm lạnh tăng lên một cách đáng kể khi nước nóng được thải từ nhà máy thủy điện vào hồ [16, 17], bức xạ mặt trời cao làm cho TVN tăng nhanh vào mùa hè và làm giảm đáng kể sinh khối của CMT [11, 13]. Hơn nữa, trong quá trình giảm nguồn dinh dưỡng từ ngoài vào hồ, nhiều diễn biến phức tạp trong quá trình hồi phục CMT đã được ghi nhận trong các công trình [14, 18, 21]. Vì sự phức tạp đó, công cụ để đánh giá hệ sinh thái luôn là vấn đề mong muốn của các nhà quản lý và nghiên cứu trong công việc hồi phục và quản lý các hồ phú dưỡng nông [7]. Ngày nay mô hình toán học, một công cụ mang lại nhiều triển vọng cả trong nghiên cứu và ứng dụng thực tiễn với giá thành không cao so với các phương pháp khác đang được quan tâm và nghiên cứu một cách hết sức đặc biệt.

Xuất phát từ những quan điểm trên, mô hình cho hệ sinh thái hồ nông đã được phát triển, sau khi đã được kiểm nghiệm và ứng dụng vào hồ Veluwe (Hà Lan) và hồ

Swartvlei (Nam Phi) như đã ghi nhận trong công trình [1, 2, 3], được sử dụng ở công trình nghiên cứu này để tìm hiểu về cơ chế tương tác giữa CMT và TVN trong hệ sinh thái. Để tìm hiểu chi tiết về mô hình, độc giả có thể tham khảo thêm tài liệu [1,2].

2. ÁP DỤNG MÔ HÌNH TÍNH TOÁN SINH KHỐI CMT VÀ TVN DƯỚI CÁC ĐIỀU KIỆN VỀ MÔI TRƯỜNG BIẾN ĐỔI

Thường thường, mô hình cho hệ sinh thái phải chịu sự không đảm bảo độ chính xác về số liệu đưa vào, do sự thiếu hụt hoặc thiếu chính xác về số liệu. Vì vậy khảo sát cơ chế tương tác trong hệ sinh thái cho hồ lý tưởng nhưng mang tính tổng quát là rất cần thiết và hữu ích như đã chỉ ra trong công trình [6]. Xuất phát từ quan điểm trên, một loạt các thí nghiệm về mặt số trị cho hồ lý tưởng đã được thực hiện nhằm làm sáng tỏ về chu trình tuần hoàn của chất dinh dưỡng trong hệ sinh thái với sự hiện diện của CMT và TVN [10, 22].

Công trình này tập trung vào xem xét sự tương tác giữa TVN và CMT dựa trên điều kiện về ánh sáng và chu trình của các chất dinh dưỡng. Nguồn dinh dưỡng trong hồ ở đây chỉ do dòng chảy ngoài và quá trình phân huỷ của CMT, đó là điều kiện đơn giản nhất trong mô hình được sử dụng nhằm mục đích làm cho dễ hiểu về cơ chế tương tác trong hệ sinh thái.

Hồ giả định được giả thiết là ở 15°N với diện tích 30 km^2 và với độ sâu trung bình là 1 m . Cả dòng chảy vào và ra được giả thiết là bằng nhau và bằng $3.796\text{ m}^3\text{ s}^{-1}$, nghĩa là thời gian lưu trú của nước vào khoảng 4 tháng. Nồng độ photpho từ dòng chảy ngoài là 250 mg P m^{-3} . Nồng độ bằng không cho TVN từ dòng chảy ngoài đã được sử dụng cho trường hợp chuẩn để so sánh, đáy hồ được giả thiết là bao phủ bởi CMT 100% và có tổng sinh khối lớn nhất là 190 g m^{-2} (trọng lượng khô). Nồng độ các chất rắn lơ lửng là không đổi và bằng 50 mg l^{-1} vì vậy TVN và CMT là hai thành phần chia sẻ nguồn ánh sáng duy nhất với nhau.

Đối với quá trình động lực của các chất dinh dưỡng, một số giả thiết sau đây đã được sử dụng: 1) nguồn dinh dưỡng chỉ coi như từ sự phân huỷ của CMT và nguồn chảy từ ngoài vào; 2) lượng photpho trong hồ là chất dinh dưỡng duy nhất kiểm soát sự phát triển của TVN; CMT chỉ hấp thụ photpho trong lớp trầm tích đáy hồ khác với TVN, hấp thụ photpho trong nước. Theo các công trình của Collins & Park (1989) và Asaeda & Bon (1997), 90% chất dinh dưỡng được hấp thụ từ lớp trầm tích đáy hồ nếu như tỷ số nồng độ photpho trong nước và trong lớp trầm tích đáy hồ nhỏ hơn 0,01.

Mặc dù lượng diệp lục-a và sinh khối TVN không quan hệ đơn giản với nhau, nồng độ diệp lục-a được xem như đại diện cho sinh khối TVN.

Với các điều kiện giả thiết trên đây, những kết quả dưới đây lần lượt được xem xét.

2.1 Hiệu ứng về nồng độ photpho từ dòng chảy ngoài thay đổi

Mô hình đã sử dụng để đánh giá sự tương tác giữa CMT và TVN dưới các mức độ về nồng độ photpho từ dòng chảy ngoài khác nhau. $250\text{ mg PO}_4\text{-P m}^{-3}$ từ dòng chảy ngoài cho trường hợp chuẩn đã được thay đổi để khảo sát cho các trường hợp 70, 100, 500, và $1000\text{ mg PO}_4\text{-P m}^{-3}$.

Hình 1(a-b) thể hiện nồng độ TVN và tổng sinh khối CMT với các điều kiện nêu trên. Dưới điều kiện ánh sáng đủ, TVN hấp thụ photpho mạnh hơn CMT tạo ra sự thiếu hụt photpho nếu như photpho từ dòng chảy ngoài không đủ. Khoảng thời gian thiếu hụt photpho tạo nên sự dao động về nồng độ TVN [20]. Sự dao động giảm dần khi nồng độ photpho từ dòng chảy ngoài tăng lên.

Bởi vậy, khi nồng độ photpho từ dòng chảy ngoài tăng lên, sinh khối CMT luôn giảm như đã chỉ ra trong công trình của Vymazal (1994) cho hồ phú dưỡng nông khi hệ sinh thái chỉ có CMT và TVN chiếm ngự.

2.2 Hiệu ứng tăng nhiệt độ nước tới sự phát triển của CMT và TVN trong hồ

Hiệu ứng của nhiệt độ nước tăng lên tới hệ sinh thái được nghiên cứu bằng cách tăng nhiệt độ nước lên 1°C, 2°C, 3°C, và 4°C. Hình 2 (a-b) thể hiện nồng độ TVN và tổng sinh khối CMT cho các trường hợp tương ứng.

Không giống như sự ảnh hưởng của nồng độ photpho tới hệ sinh thái, sự tăng nhiệt độ nước ảnh hưởng đến sự phát triển của TVN và CMT hoàn toàn khác hẳn. Nhiệt độ nước tăng làm cho các đỉnh TVN trượt về phía trước theo thời gian, tạo nên một thời gian che khuất khi mà nồng độ dinh dưỡng trở nên thiếu hụt thì nồng độ TVN mới giảm.

Vì TVN phụ thuộc mạnh vào nhiệt độ nước hơn CMT, đỉnh nồng độ TVN xảy ra sớm hơn thời điểm bắt đầu cho sự phát triển của CMT, bởi vậy TVN ít mang lại hiệu ứng cản trở sự phát triển của CMT (hình 2b).

Khi nhiệt độ nước tăng, CMT phát triển mạnh hơn nếu như nồng độ TVN thấp và hơn nữa nó che khuất ánh sáng, không cho TVN phát triển.

Bởi vậy, trong điều kiện nhiệt độ nước tăng, nồng độ TVN không nhất thiết phải tăng nếu như CMT được tồn tại trong hệ sinh thái của hồ.

2.3 Hiệu ứng về thời gian lưu trú của nước tới sự phát triển của CMT và TVN

Cuối cùng, thời gian lưu trú của nước trong hồ đã thay đổi nhờ việc thay đổi các điều kiện về dòng chảy vào và dòng chảy ra. Thời gian lưu trú được thay đổi cho các trường hợp 15 ngày, 1 tháng, 2 tháng, và 4 tháng. Hình 3(a-b) là kết quả về nồng độ TVN và sinh khối CMT cho các trường hợp trên.

Khi thời gian lưu trú của nước nhỏ, tốc độ phát triển biểu kiến của TVN giảm vì kết quả tương giao của nồng độ TVN ở dòng chảy vào và ra. Bởi vậy, thời gian lưu trú của nước càng ngắn và nồng độ photpho càng cao do dòng chảy từ ngoài, TVN phát triển đến khi mức photpho trong hồ được cân bằng với nồng độ photpho từ dòng chảy ngoài. Vì vậy đỉnh nồng độ TVN xảy ra muộn hơn, trừ trường hợp thời gian lưu trú của nước quá ngắn khi tổng sinh khối TVN của dòng chảy ra lớn. Bởi vậy, khi thời gian lưu trú của nước ngắn, tốc độ phát triển của CMT ban đầu cao và tổng sinh khối CMT sẽ cao.

KẾT LUẬN

Mô hình phú dưỡng bao gồm TVN, CMT và các quá trình động lực của các chất dinh dưỡng trong nước và trong lớp trầm tích đáy hồ đã được phát triển. Sau khi đã được kiểm nghiệm cho hồ Veluwe (Hà Lan) và hồ Swartvlei (Nam Phi) [1], áp dụng

cho hồ lý tưởng để khảo sát các hiệu ứng về nồng độ dinh dưỡng từ dòng chảy ngoài, nhiệt độ nước tăng và thời gian lưu trú của nước thay đổi để tìm ra cơ chế tương tác trong hệ sinh thái của hồ khi có CMT và TVN chiếm ưu thế.

Vì sự phản ứng chậm với nồng độ dinh dưỡng của CMT so với TVN, CMT giảm dân khi nồng độ dinh dưỡng từ dòng chảy ngoài tăng do hiệu ứng che khuất ánh sáng của TVN.

Nhiệt độ nước tăng làm cho TVN phát triển sớm hơn thời điểm bắt đầu phát triển của CMT, nên hiệu ứng che khuất bởi TVN giảm đối với CMT. Cùng với nồng độ TVN thấp do CMT phát triển mạnh, CMT phát triển mạnh khi nhiệt độ nước tăng lên.

Khi thời gian lưu trú của nước ngắn, trừ trường hợp rất ngắn, nồng độ TVN tăng khi nồng độ dinh dưỡng tăng làm triệt tiêu sự phát triển của CMT.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Asaeda, T. and Bon, T.V., 1997. Modelling the effects of macrophytes on algal blooming in eutrophic shallow lakes. *Ecol. Model.* 104, 261-287.
2. Bón T.V., 1998. The role of submerged macrophytes in the restoration of shallow eutrophic lakes. Doctoral thesis, Saitama university, Japan, 160 pp.
3. Bón T.V., 1998. Mô hình hoá quá trình biến đổi hệ sinh thái trong hồ nông hình thành do quá trình lấn đất vùng ven biển, những triển vọng áp dụng tại Việt Nam. Báo cáo tại hội nghị công nghệ và môi trường biển toàn quốc 1998.
4. Balls, H.B., Moss, B. and Irvine, K., 1989. The loss of submerged plants with eutrophication I. Experimental design, water chemistry, aquatic plant and phytoplankton biomass in experiments carried out in ponds in the Norfolk Broadland. *Freshwat. Biol.* 22: 71-87
5. Barko, J.W. and Smart, R.M., 1986. Sediment-related mechanisms of growth limitation in submersed macrophytes. *Ecol.*, 67(5): 1328-1340.
6. Breckling, B. and F. Myller, 1994. Current trends in ecological modelling and the 8th ISEM conference on the state-of-the-art. *Ecol. Model.*, 75/76: 667-675.
7. Carpenter, S.R. and Adams, M.S., 1977. The macrophyte tissue nutrient pool of a hardwater eutrophic lake: Implications for macrophyte harvesting. *Aquat. Bot.*, 3: 239-255.
8. Collins, C.D. and Park, R.A., 1989. Primary productivity. In: S.E. Jørgensen and M.J. Gromiec (Editors), *Mathematical Submodels in Water Quality Systems*. Elsevier Science Publishers, pp. 299-326.
9. Gumbrich, T., 1993. Nutrient removal processes in freshwater submersed macrophyte systems. *Ecol. Model.*, 2: 1-30.
10. Hootsmans, M.J.M., 1994. A growth analysis model for *Potamogeton pectinatus* L.. In: W.V. Vierssen, M.J.M. Hootsmans, J. Vermaat (Editors), *Lake Veluwe, A Macrophyte-dominated System under Eutrophication Stress*. Kluwer Academic Publishers, pp. 250-286.
11. Kallio, K., 1994. Effects of summer weather on internal loading and chlorophyll-a in a shallow lake: a modelling approach. *Hydrobiol.*, 275/276: 371-378.
12. Los, F.J., 1991. Mathematical simulation of algae blooms by the model bloom 2. Version 2, documentation report, Delft Hydraulics.
13. Madsen, J.D. and Adams, M.S., 1989. The Light and Temperature Dependence of Photosynthesis and Respiration in *Potamogeton pectinatus* L.. *Aquat. Bot.*, 36: 23-31.
14. Simons, J., Ohn, M., daalder, R., Boers, P. and Rip, W., 1994. Restoration of Botshol (The Netherlands) by reduction of external nutrient load: recovery of a characean community, dominated by *Chara connivens*. *Hydrobiol.*, 275/276: 243-253.
15. Sndergaard, M., Bruun, L., Lauridsen, T., Jeppesen, E. and Madsen, T.V., 1996. The impact of grazing waterfowl on submerged macrophytes: In situ experiments in a shallow eutrophic lake. *Aquat. Bot.*, 53: 73-84.
16. Svensson, R. and Wigren-Svensson, M., 1992. Effects of cooling water discharge on the vegetation in the Forsmark Biotest basin, Sweden. *Aquat. Bot.*, 42: 121-141.
17. Taylor, B.R. and J. Helwig, 1995. Submersed macrophytes in cooling pond in Alberta, Canada.

- Aquat. Bot., 51: 243-257.
18. van der Molen, D.T., Los, F.J., van Ballegooijen and van der Vat, M.P., 1994. Mathematical modelling as a tool for management in eutrophication control of shallow lakes. *Hydrobiol.*, 275/276: 479-492.
 19. van Vierssen, W.V., M.J.M. Hootsmans, J. Vermaat, 1994. Lake Veluwe, A Macrophyte-dominated System under Eutrophication Stress. Kluwer Academic Publishers, 374 pp.
 20. Vymazal, J., 1995. Algae and Element Cycling in wetlands, *Lewis Publishers Press*, 689 pp.
 21. Welch, E.B. and Schriever, G.D., 1994. Alum treatment effectiveness and longevity in shallow lakes. *Hydrobiol.*, 275/276: 423-431.
 22. Williams, C.H. and B.R. Davies, 1979. The rates of dry matter and nutrient loss from decomposing *Potamogeton pectinatus* in a brackish south-temperate coastal lake. *Freshwat. Biol.* 9: 13-21.
-

(tiếp theo trang 24)

- (4) Nên sử dụng mô hình GAMES để tính lượng bùn cát gia nhập khu giữa. Đối với các hồ dạng sông hẹp, dài và dốc với bùn cát chủ yếu là cát, bùn và sét như hồ Sơn La, Hòa Bình thì nên tính bồi lắng cát bùn hồ bằng HEC-6. Các mô hình HEC-6, GSTARS, FLUVIAL đều có thể áp dụng để tính bồi-xói lòng sông Đà hạ lưu đập Hòa Bình dưới tác động điều tiết của công trình thủy điện Sơn La, Hòa Bình.

Tài liệu tham khảo

1. Gregory L. Morris and Jiahua Fan. Reservoir Sedimentation Handbook.- McGraw-Hill Companies, USA 1998.
2. HR Wallingford. SWIMM Version 1.1 User Manual.- June, 1991. Wallingford, Oxfordshire, UK.
3. Elsevier. Reservoir Sedimentation.- Amsterdam-Oxford-New York-Tokyo 1987.
4. Đại học Thủy Lợi Hà Nội. Giáo trình Động lực học sông ngòi.- NXB. Nông nghiệp, Hà Nội, 1981.
5. U.S.Army Corps of Engineers. Engineering and Design Sedimentation investigations of rivers and reservoirs.- Washington DC, 1995.
6. Norman Hudson. Soil Conservation (Second Edition).- Cornell University Press. Ithaca, New York, 1981.
7. International Research and Training Center on Soil Erosion and Sedimentation.- Lecture Notes on Soil Erosion and its Control. Quangzhou, China, 1990.
8. Phạm Hùng (Đại học thủy lợi Hà Nội), Phạm Đình Lộc (Đài KTTV Khu vực Đồng bằng Bắc Bộ). Nhận xét ban đầu về mô hình xói mòn và chuyển tải bùn cát trên lưu vực. Tập san Khí tượng Thủy văn số 1(457/1999). Hà Nội, 1999.