

담수호 준설에 따른 동적회복탄력성 변화 분석[†]

황순호* · 전상민* · 김재경** · 강준석*** · 강문성****

*서울대학교 농업생명과학연구원 · **서울대학교 대학원 협동과정 조경학전공 박사과정 ·

***서울대학교 농업생명과학대학 조경·지역시스템공학부 부교수 ·

****서울대학교 농업생명과학대학 조경·지역시스템공학부 교수

I. 서론

우리나라 하구에 조성된 담수호의 수자원은 다양한 용수 목적에 맞게 활용하고 있으며, 수질 기준에 부합하는 용수를 공급하고, 담수호 및 간척지의 친환경적 가치를 높이기 위해서는 담수호의 상류 유역 및 유입 오염물질, 그리고 담수호 수체 특성에 대한 종합적인 이해를 기반으로 수질 오염 관리 대책을 수립하는 것이 중요하다.

일반적으로 담수호 개선을 위한 방안의 선정 방식은 연평균 수질 농도를 기준으로 목표하고자 하는 수질 기준의 만족 여부에 대한 평가와 경제적 평가를 함께 고려하여 최적의사결정 기반으로 주로 이루어져 왔다. 그러나 기존의 평가 방법에서는 목표 수질의 만족 여부가 중요하다는 점에서 담수호 수자원의 시기별 활용성에 대한 고려를 간과하기 쉽다. 또한 담수호 수자원 시스템의 수질 악화에 대한 회복탄력성을 높이는 일은 단순히 유역관리대책의 적용에 따른 수질 개선 문제와는 별도로 담수호 수자원 시스템의 지속가능성과 연관된다는 점에서 기존의 평가 방식을 보완하기 위한 수단이 필요하다고 할 수 있다. 따라서 본 연구에서는 담수호 수자원 관리 방안을 평가하는 데 있어서 회복탄력성의 개념을 활용하였으며, 각 방안에 대한 시간적 변화에 따른 담수호의 회복탄력성 특징을 고려하기 위하여 동적 회복탄력성 개념 및 평가 방법을 도입하였다. 최종적으로는 다양한 수질 개선 시나리오에 따른 수질 개선 효과를 회복탄력성 분석을 통해 분석하고, 담수호 수자원 관리 방안을 평가에 활용하는 것이 본 연구의 최종 목적이라 할 수 있다.

II. 본론

1. 연구방법

본 연구의 범위는 담수호 수자원 관리를 위한 방안의 평가를 위해 회복탄력성의 개념을 적용하는 것이며, 기존에 담수호 수

질 기준을 평가하는 방법의 대안을 제시하기 위함이다. 회복탄력성의 개념은 최근 들어 다양한 분야에 적용되고 있으나, 새로운 분야에 회복탄력성의 개념을 적용하기 위해서는 적용 분야에 맞게 그 개념 및 지표를 새롭게 정의할 필요가 있다. 따라서 본 연구에서는 담수호 수질 개선을 위한 방안을 평가하기 위한 회복탄력성 개념 및 방법을 정의하고 활용하였다(Figure 1 참조).

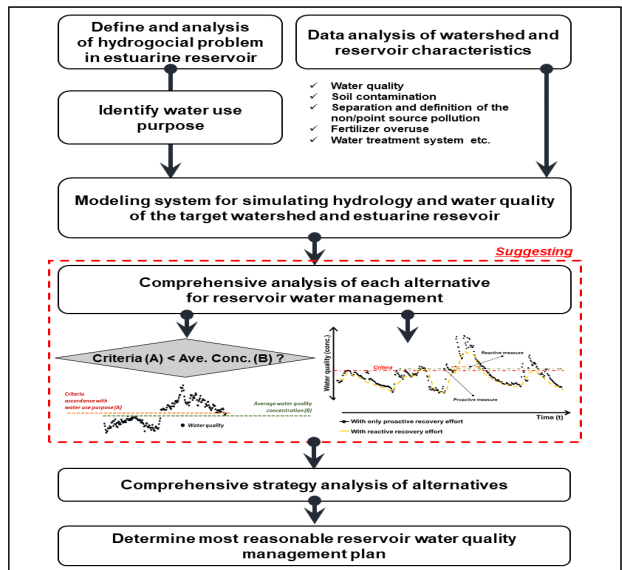


Figure 1. Flowchart of establishing water quality management plan based on dynamic resilience analysis in estuarine reservoir

Source: Hwang(2020)

본 연구에서는 담수호 수자원 관리 방안의 동적 회복탄력성 개념을 기반으로, 담수호 수자원 관리 방안 평가를 수행하였다. 기존 담수호 수질 관리 방안 평가 체계를 대체하기 위하여, 기존 (existing) 분석 방법과 더불어 방안별 동적 회복탄력성 분석 방법을 추가하여 담수호 수질 개선을 위한 방안을 다각적으로 평가하고 분석하는 방법을 개발하였다. 동적 회복탄력성이란 정적

[†] 본 연구는 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구되었습니다. (No. 2020R1A2C2003808).

본 결과물은 환경부의 재원으로 한국환경산업기술원의 생태계 건강성 증진사업의 지원을 받아 연구되었습니다. (2020002770002)

회복탄력성의 한계를 극복하고, 시간 종속적(time-dependent) 요소들을 고려하고자 최근에 제안된 회복탄력성 분석방법이다. 동적 회복탄력성 분석 방법으로 Bruneau *et al.* (2003)은 회복탄력성을 강건성(robustness), 여분성(redundancy), 자원효율성(resourcefulness), 신속성(rapidity) 4가지 차원(dimension)을 제안하였다.

2. 연구결과

본 연구에서는 회복탄력성의 총합을 대표적인 회복탄력성이라 하였고, 동적 회복탄력성 분석을 위한 보조 지표로서 강건성(robustness), 자원효율성(resourcefulness), 신속성(rapidity) 3가지 차원을 활용하였다.

수질이 악화하는 순간부터 시스템이 정상으로 돌아오는 과정에서의 회복 경사를 나타내는 자원효율성을 살펴보면, 담수호 수자원에서의 자원효율성의 의미는 회복을 빨리 할수록 자원을 활용할 수 있는 가능성이 높아진다는 의미이다. 따라서 준설을 시행하지 않은 경우(Figure 2 참조), 수질 회복을 이루지 못하고, 상당 기간 수질 회복이 지체되어 자원효율성이 상당히 떨어진다 할 수 있다. 단, 일부 준설을 통해서 2번째 수질 악화 event가 발생하기 전 수질의 회복을 이룰 수 있다면 자원효율성을 확연히 높일 수 있는 것으로 보인다.

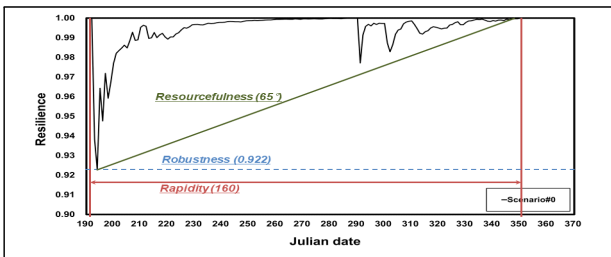


Figure 2. Resilience analysis (S0)

마지막으로 신속성을 살펴보면, 사실 강건성 및 자원효율성의 경우 준설 시나리오인 S3와 S4가 큰 차이를 보이고 있지 않았으나(Figure 3, 4 참조), 신속성에서 준설을 더 많이 시행한 S4의 경우가 더 작은 값을 나타내고 있다. 따라서 담수호 수자원의 수자원 활용 기간을 확보하기 위해서는 담수호의 준설을 시

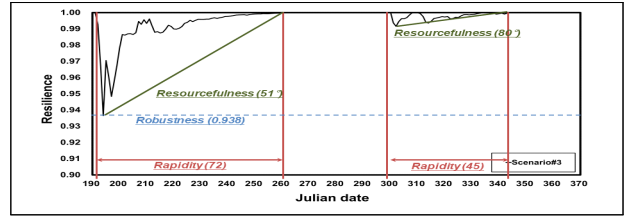


Figure 3. Resilience analysis (S3)

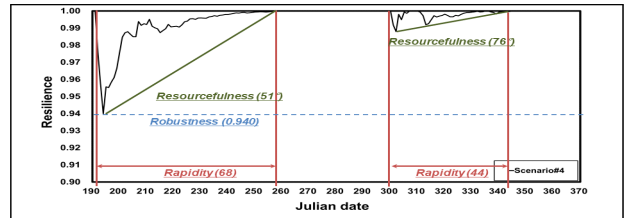


Figure 4. Resilience analysis (S4)

나리오 S3보다 더 진행해야 할 것으로 보이나, 비용 및 시간적인 문제를 고려한다면 강건성 및 자원효율성에서 큰 차이를 보이고 있지 않으므로 연중 수자원의 활용 측면에서는 시나리오 S3 정도의 수질 개선 방법도 충분히 고려할 수 있을 것이라 보여진다.

III. 결론

본 연구의 동적 회복탄력성 분석 기반 담수호 수질 관리 방안의 평가 방법은 담수호의 수질 악화에 대한 자연 회복 능력과 담수호 수자원 시스템의 지속가능성을 확보할 수 있다는 측면에서 중요한 연구라 할 수 있다. 따라서 본 연구에서 제안한 방법은 추후 담수호 수자원 시스템의 회복탄력성 분석 연구에 기초 자료로 활용될 수 있을 것이며, 담수호의 지속가능한 수자원 관리를 위한 의사결정지원을 돕는 도구로 활용 가능할 것이다.

참고문헌

1. 황순호, 2020. 담수호 수질 관리를 위한 SWAT-EFDC 모형 기반 동적 회복탄력성 평가, 서울대학교.
2. Bruneau, M., S. E. Chang, R. T. Eguchi, G. C. Lee, T. D. O. Rourke, A. M. Reinhorn, M. Shinozuka, K. Tierney, W. A. Wallace, D. V. Winterfeldt(2003). A framework to quantitatively assess and enhance the seismic resilience of communities, Earthquake Spectra 19: 733-752.