

보령담수호의 수질거동 특성

Characteristics of Water Quality Behavior in Boryeong Freshwater Lake

김 선 주 · 이 석 호 · 이 창 형*(건국대)
Kim, Sun Joo · Lee, Suk Ho · Lee, Chang Hyeong*

Abstract

Among water quality models, WASP5 was applied to Boryeong freshwater lake, as a part of Water Quality Management System. The WASP modeling system is a generalized modeling framework for contaminant fate and transport in surface waters. The simulated result was compared with actual measurement. So, before and after making freshwater lake were compared. After this research, the lake may have eutrophication and water quality would be worse after making the lake as freshwater lake. Therefore, to make the freshwater lake better, more appropriate plan is necessary.

I. 서론

우리나라 서해안에서 진행되고 있는 간척사업은 바다를 막아 육지화 하고 필요한 수자원을 얻기 위하여 담수호를 건설하는 방식으로 진행되고 있다. 이와 같이 조성되는 담수호는 지리적 특성으로 인해 유역에서 발생된 모든 오염물질이 유입되므로 수질이 오염되기 쉬운 조건을 갖고 있으며, 간척사업의 계획입안 과정에서 서해안의 독특한 자연환경이 무시되고 경제적 관점에서 계획이 진행되고 있어 환경파괴 현상이 심각하다.

얼마 전까지 담수호의 수질 문제는 담수호 조성 초기 해수의 염분을 제거하여 농업용수로서 적합한 담수 상태를 유지하는 담수호화 작업이 중요하게 간주되어 왔지만, 최근에는 오염 부하량의 증가로 인한 수질 오염 및 부영양화 현상이 더욱 큰 문제로 대두되고 있다. 기설 담수호인 아산호나 영산호 등의 경우 이미 부영양화가 상당히 진행되었으며, 건설한 지 오래되지 않은 해남호의 경우도 부영양화가 상당히 진행된 것으로 조사되고 있다.

본 연구의 대상지인 보령담수호 또한 유역에서의 축산폐수 유입으로 인해 호내 부영양화가 진행되고 있으며, 농업용수로서의 사용에도 문제가 있을 것으로 우려되고 있다. 담수호의 수질을 관리하기 위해서는 오염원 관리방안의 수립과 목표수질 달성을 위한 처리시설 마련 등 체계적인 수질향상대책을 마련하고 그 영향을 파악하는 것이 필요하며, 이를 위해서는 대상수역의 수질을 효과적으로 재현하고 장래수질을 예측할 수 있는 수질예측모형이 필요하다.

따라서 본 연구에서는 담수호 수질관리시스템 개발의 일환으로 여러 호소수질모형 중 U.S. EPA에서 개발된 WASP5 모형을 선정하여 보령담수호에 적용하였으며, 모의 결과를 담수화 이전의 호내 수질 실측치와 비교하여 담수화 이전과 이후의 수질 거동을 비교해 보았다.

2001년도 한국농공학회 학술발표회 논문집 (2001년 10월 12일)

II. 본론

2.1 대상지구의 개요

홍보지구는 우리나라 중서부 북위 36° 21'~36° 24', 동경 126° 28'~126° 42' 사이에 위치하고 있으며 행정구역상 충남 홍성군과 보령시에 속해 있다. 유역은 총 9개로 구분하였으며 총 면적은 128.38km²이다. 홍성과 보령에 각각 방조제를 건설하여 1999년에 완공하였으나, 아직 담수화가 이루어지고 있지 않은 상태이며 완전 담수화를 위해서는 5년의 담수화 기간이 필요할 것으로 예상하고 있다.

기후는 여름에 고온다습하고 겨울에는 한랭건조하며 연평균 기온은 12.1°C이고 연중 평균최고 기온은 8월로서 30.6°C, 최저기온은 1월로서 -11.7°C이다. 연간 강수량은 1,365.1mm로서 전국 평균 1,274mm보다 높게 나타나고 대부분 6-9월 우기에 집중되며, 보통 연 3-4회의 태풍이 7-9월경에 통과한다.

2.2 수질측정

2.2.1 측정방법

보령담수호의 관측지점으로 Fig. 1에서와 같이 A, B, C, D, E의 다섯 지점을 선정하여 1993년 3월부터 현재까지 매월 평균 1-2회 수질분석을 실시하였다. 수질시험항목은 온도, pH, DO, BOD, COD, SS, TP, TN 등이다. 대부분의 경우 standard method를 따랐으며 COD의 경우 현재 수질기준이 망간법이었기 때문에 크롬법보다 산화력이 약한 망간법으로 실시하였다.

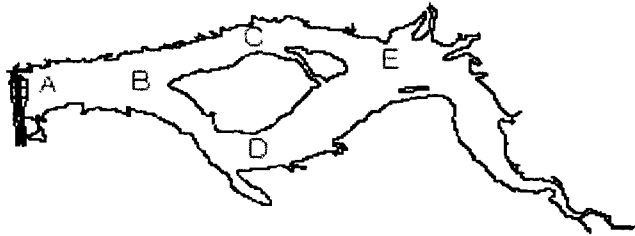
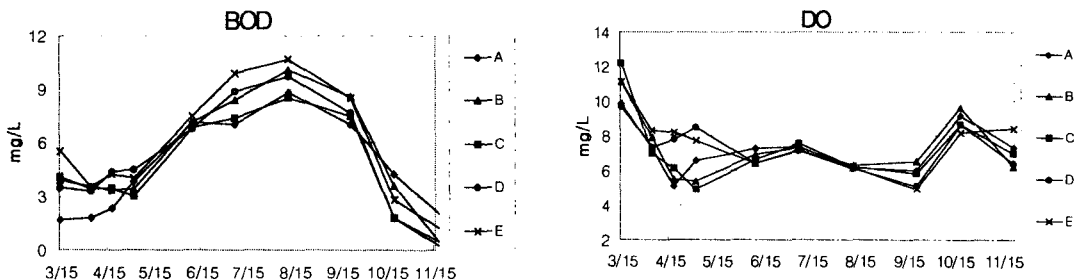


Fig. 1. 보령담수호 샘플링 채취 지점

2.2.2 수질측정 결과

2000년도의 수질측정 결과는 Fig. 2와 같다. 현재 보령담수호의 수질은 DO를 제외한 대부분의 항목에서 농업용수 수질기준을 초과하고 있다. 용존산소 또한 여름철에 급격히 감소하는 양상을 보이며, 특히 영양물질인 인과 질소가 수질기준을 크게 초과하고 있어 호소에 부영양화가 진행되고 있는 것으로 판단된다.



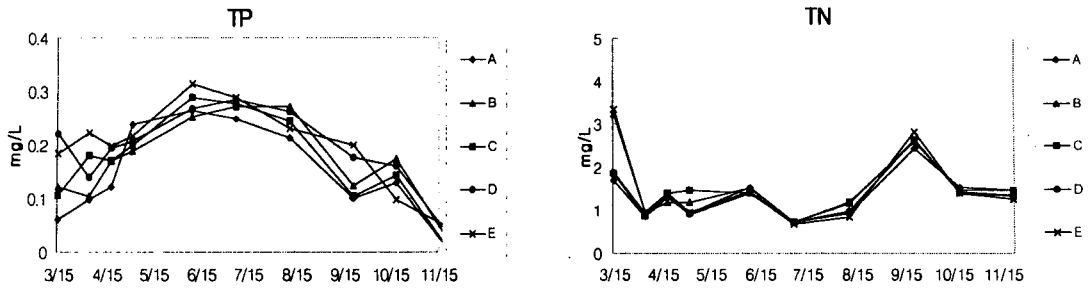


Fig. 2. 2000년도 수질측정 결과

2.3 담수호 수질모델링

2.3.1 모형의 적용

WASP5 모형은 수체의 수리학적 거동이 완전혼합형 반응조를 연속적으로 연결한 구조로 구성되도록 하였으며 이 가정은 호내의 유출입량이 순간적으로 서로 같아야 한다는 모순된 요소를 포함하고 있기 때문에 수질을 모의할 수는 있으나 수리학적 거동을 예측하는 데는 많은 문제점을 지니고 있다. 이러한 문제점을 고려하여 본 연구에서는 GIS 자료와 SWMM모형을 이용하여 유역으로부터의 유입량을 산정하였으며 오염부하량은 각각의 지류에서 실측된 값을 사용하였다. 모의를 위해 호소를 Fig. 3과 같이 6개의 표수층과 1개의 저면표층으로 구분하여 본류가 유입되는 부분을 1번, 바다로 유출되는 부분을 6번 segment로 하였으며, 1개 본류와 4개 지류에서 유입되는 것으로 하였다.

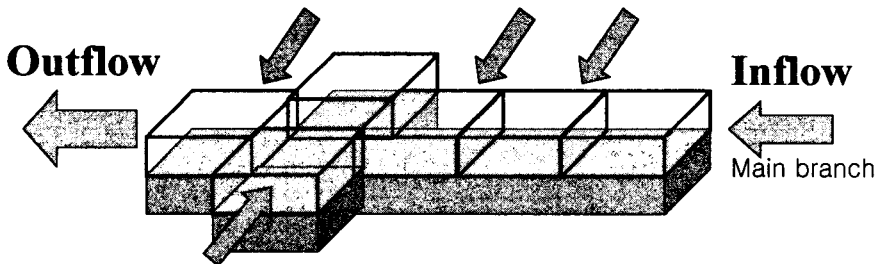


Fig. 3. 수질 모의를 위한 보령담수호의 구획화

2.3.2 수질모의 결과

WASP5를 이용한 수질 모의결과는 Fig. 4와 같다. 수질을 나타내는 대부분의 항목들이 실측치보다 높은 값을 나타내었으며, 특히 TP와 TN 농도의 상승폭이 컸는데 이는 바다물의 유입이 중단된 것으로 가정한 상태에서 지속적인 영양물질의 유입이 있었기 때문으로 판단된다. 또한 모의치는 실측치에 비해 각 segment별 농도의 차이가 뚜렷하게 나타나며, 직접적인 오염부하를 받는 segment에서 높은 농도를 나타내고 있다. 이는 유입부의 부하량이 유입된 수체에 완전히 혼합되는 WASP5 모형의 특징 때문인 것으로 생각된다.

2.3.3 모의결과의 고찰

전술한 바와 같이 보령담수호는 아직 담수화가 시작되지 않은 관계로 해수와 담수가 주기적으로 섞이고 있다. 하지만 WASP5 모형에서는 해수에서 담수로의 유입에 관한 모의를 할 수 없기 때문에 바다로의 유

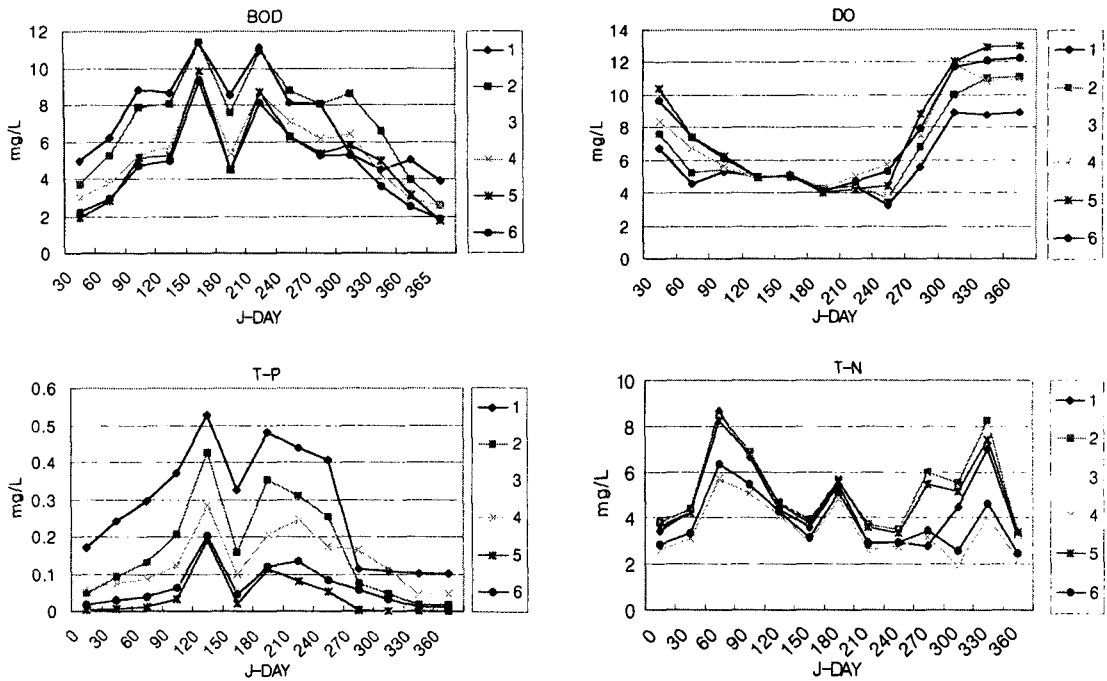


Fig. 4. 수질모의 결과

출은 고려되나 해수에서 담수호로의 유입은 고려되지 않았다. 따라서 모의된 결과는 현재와 같은 유역 상황에서 보령담수호의 담수화가 완료된 시점의 수질을 나타낸다고 볼 수 있으며 실측치와의 직접적인 비교나 검증은 불가능하다. 다만 현시점의 수질과 담수화 이후의 수질을 비교함으로써 향후의 수질보전 대책을 수립하는데 필요한 자료로서의 역할을 기대할 수 있겠다.

Fig. 5는 담수호의 최말단인 지점 A에서의 실측치와 모의치를 비교한 것이다. BOD의 경우 실측치와 모의치 사이에 큰 차이 없이 비슷한 경향과 농도를 보이는 반면, 영양물질인 TN은 비슷한 경향에도 불구하고 3배 이상의 농도 차이를 나타내었다. 이는 배수갑문을 통해 유입된 해수로 인해 영양물질의 희석이 일어나고 있기 때문으로 생각되며, 향후 적절한 수질개선 대책 없이 담수화를 진행시킬 경우 호내 부영양화가 더욱 심각해질 것으로 우려된다.

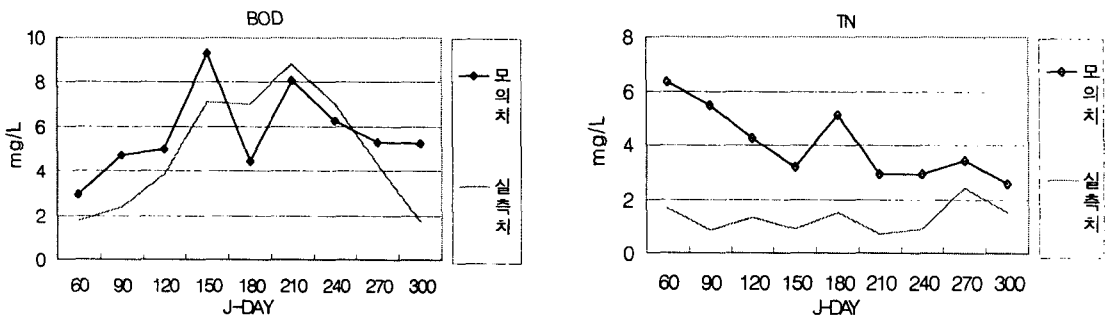


Fig. 5. 실측치와 모의치의 비교

III. 결론

본 연구에서는 보령담수호 수질관리시스템 개발의 일환으로 여러 호소수질모형 중 U.S. EPA에서 개발된 WASP5 모형을 선정하여 보령담수호에 적용하여 보았다. 모의된 결과를 담수화 이전의 수질 실측치와 비교하여 담수화 이전과 이후의 수질 거동을 비교해 보았으며 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 1년간의 수질측정 결과 보령담수호의 수질은 DO를 제외한 대부분의 항목에서 농업용수 수질기준을 초과하고 있다. 특히 영양물질인 인과 질소가 수질기준을 크게 초과하고 있어 호소에 부영양화가 진행되고 있는 것으로 판단된다.
2. WASP5를 이용한 모의결과 수질을 나타내는 대부분의 항목들이 실측치보다 높은 값을 나타내었다. 또한, 모의치는 실측치에 비해 각segment별 농도의 차이가 뚜렷하게 나타나고 있는데 직접적인 오염부하를 받는 segment에서 높은 농도를 나타내는 경향은 WASP5모형의 특성 때문인 것으로 생각된다.
3. 수질 실측치를 모의치와 비교해 본 결과 주요 영양물질인 TN과 TP의 농도가 실측치에 비해 특히 높은 것으로 나타났다. 이는 현재 배수갑문을 통해 유입되고 있는 해수로 인해 영양물질의 회석이 일어나고 있기 때문으로 생각되며, 향후 적절한 수질개선 대책 없이 담수화를 진행시킬 경우 호내 부영양화가 더욱 심각해질 것으로 우려된다.
4. 이상과 같은 보령담수호의 심각한 부영양화를 억제하기 위해서는 방대한 호내 처리는 사실상 불가능하므로 지류에서의 오염물질 유입을 억제하는 대책이 필요할 것으로 생각되며, 현재 건설하고 있는 종말처리장의 신속한 완공과 함께 축산농가에서 무분별하게 방류되는 분뇨를 적절하게 처리할 수 있는 대책이 시급하다.

한편 본 연구에서는 아직 담수화가 완료되지 않은 호소를 모의하는 관계로 모형의 보정과 검증에 많은 어려움이 있었다. 차선책으로 현시점의 수질 실측치와 다른 담수호의 수질 경향을 파악하여 이용하였으며, 수리조건과 기상자료 등 입력 데이터의 정도(精度)를 높이기 위한 작업을 수행하였다. 이와 같은 문제는 향후 지속적인 연구를 통해 점차 개선할 수 있을 것으로 생각된다.

참 고 문 헌

1. 농어촌진흥공사, 1998, 홍보지구 농업종합개발사업 사후환경영향조사보고서.
2. 농어촌진흥공사 농어촌연구원, 1999, 자연정화기법에 의한 화용지구 담수호 수질개선 방안.
3. 건국대학교, 2000, 간척지 담수호 수질관리시스템 개발 2차년도 보고서.
4. 조성근, 1999, WASP5 수질모형을 이용한 대청호 부영양화 인자의 특성 연구, 대전산업대학교 석사학위논문.
5. 정찬용, 1999, WASP5를 이용한 담수호 수질변화 예측 및 관리방안 연구, 연세대학교 석사학위논문.
6. Ambrose, R.B. et al., 1998, WASP5 User's Manual, and Programmer's Guide. U.S. EPA
7. Steven C. Chapra, 1997, Surface Water-Quality Modeling, McGraw-Hill.