

WASP5 모델 파라미터의 민감도에 관한 연구

김규형¹, 한운우¹

홍인화학(주)기술연구소, ¹대전대학교 환경공학과

1. 서론

양질의 물을 확보하기 위한 오염관리방안의 수립과 처리시설 마련, 수질개선 등 체계적인 수질관리 및 수질향상 대책을 수립하기 위하여 대상수역의 수질을 효과적으로 재현하고 장래수질을 예측할 수 있는 수질예측 모델들이 개발되어 이용되고 있다. 본 연구에서는 여러 수질예측 모델중 호소의 수질모델링에 적합한 것으로 알려진 WASP5 모델을 대전취수탑 수역을 포함한 대청호에 적용하여 유역 흐름특성 및 장래수질을 예측하고 해당수역에 최적의 모델을 적용할 수 있도록 입력시 주의해야할 매개변수, 상수 등의 민감도를 분석하였다.

2. 모델의 적용

2.1 WASP5의 구성

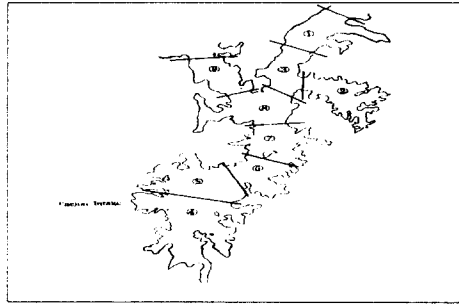
EPA에서 개발한 WASP5 (The Water Quality Analysis Simulation Program)는 호수, 강, 하구 등을 포함한 다양한 수체에 대해 수체의 거동, 일반 또는 독성물질의 이동과 상호반응에 대한 모의가 가능한 모델로써 Streeter-Phelps의 BOD-DO 방정식을 이용한 간단한 예측으로부터 부영양화의 동역학적 변화의 예측까지 가능하다.

WASP5는 수체 거동의 모의를 위한 동수역학적 프로그램인 DYNHYD5와 독성물질모델인 TOXI5, 일반적인 수질을 모의하는 EUTRO5로 구성된 WASP5의 독립된 프로그램으로 구성된다.

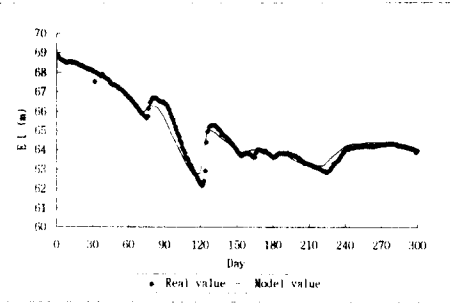
2.2 적용구역의 구획화 및 수질모의

본 연구는 최근 부영양화등으로 수질이 악화되고 있는 대전광역시 상수 취수원인 대전취수탑 수역을 포함한 대청호에 적용하였으며 수질측정망의 위치 지형 및 흐름조건을 고려하여 Fig.1과 같이 9개 구간으로 구획화 하였다.

본 연구에서는 계산시간간격, 모의기간, Junction과 Channel의 제원, EUTRO5 모델에 관련된 자료 등에 관한 사항을 1994년 3월1일~12월25일의 자료를 이용하여 DYNHYD5모델을 모의하였다. 모의된 저수지 수위는 Fig.2와 같이 실측값과 잘 일치였으며 모의된 DYNHYD5의 자료를 EUTRO5모델에 이용하였다.



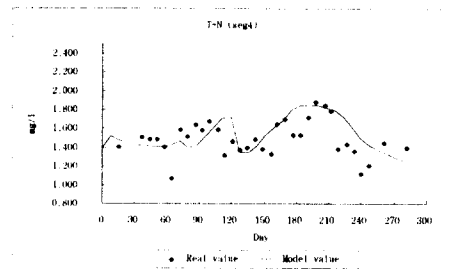
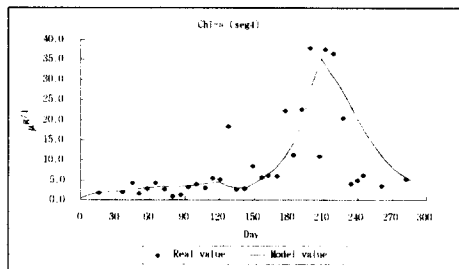
[Fig.1] Segmentation of Reservoir

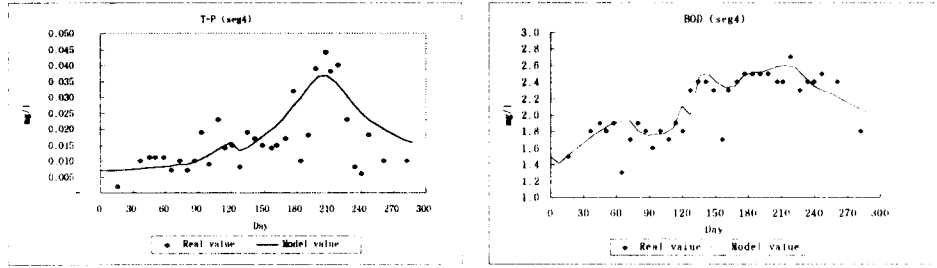


[Fig.2] Surface Elevation

수질모의를 위해 같은 기간의 수질측정 자료등을 이용하여 각 경계의 농도와 초기조건을 입력하였고 대청댐 관리년보의 기상 자료를 이용하여 수온, 일사량, 일조율, 풍속, 등을 입력하였다.

모델의 보정은 시행착오법에 의해 클로로필-a를 중심으로 T-N, T-P, BOD, DO의 순으로 수행했으며 보정된 결과는 실측치와 잘 일치하였다.





[Fig.3] Cocentration of Modeled Value

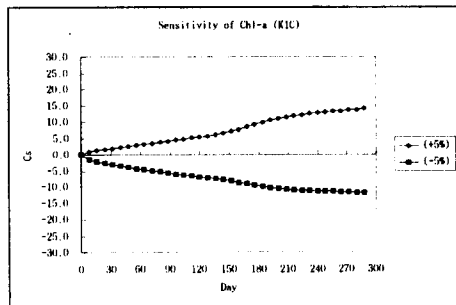
3. 모델의 민감도 분석

모델의 불확실성은 실측의 오차, 상수와 입력변수, 경계조건, 수리특성등의 부적절한 선정에 의해서 비롯될 수 있고 특히 매개변수(Parameter)와 기타 변수(Variable)들에 의해 큰 영향을 받는다. 따라서 민감도 분석을 통하여 입력변수의 불확실성이 출력값에 미치는 영향을 파악할 수 있고 이들의 각 항목에 대한 영향을 분석할 수 있어 모델적용에 주의를 기할 수 있다.

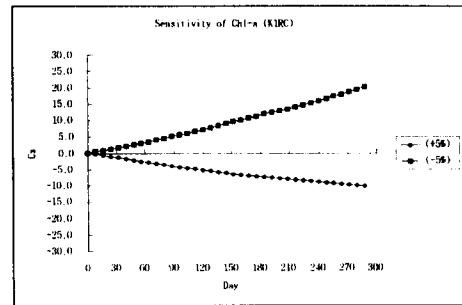
민감도 분석은 입력 변수값에 대한 출력되는 각 수질항목 농도값의 변화를 통해 이루어지며 민감도계수(Sensitivity Coefficient, Cs)는 입력 변수값의 변화율에 대해 출력결과값의 변화율에 대한 비로서 나타내며 민감도 계수가 클수록 해당 변수에 대해 민감하다고 할 수 있다.

입력변수의 변화폭은 0%, $\pm 5\%$ 로 하였고 K1C(조류의 최대성장율), K1RC(조류의 호흡율), IS1(빛의 포화강도), K1D(조류의 사멸율), CCHL(조류내 탄소와 Chl-a의 비), KDC(탄산소계수), K71C(용존유기질소 분해율), K83C(용존유기인 분해율), 등의 매개변수와 KE(광소멸계수), 온도와 같은 입력변수등의 변화폭에 대한 각 수질인자의 변화와 민감도를 파악하였다.

3.1 Chl-a에 대한 민감도 분석



[Fig.4] Sensitivity of Chl-a (K1C)



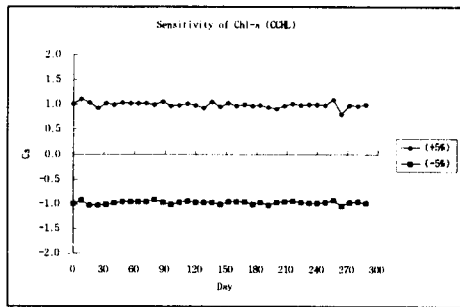
[Fig.5] Sensitivity of Chl-a (K1RC)

Fig.4는 조류의 최대성장율에 대한 Chl-a의 민감도를 분석한 것으로 빛, 영양염류의 성장제한 요소와 상승되는 온도가 Chl-a 증가에 민감한 영향을 주는 것을 보여준다. 9월(180일)이후 인 등의 유출부하, 일사량, 온도 감소로 K1C의 민감도는 9월 이전 민감도 계수의 상승 추세에 비해 완만해지는 것을 볼 수 있다.

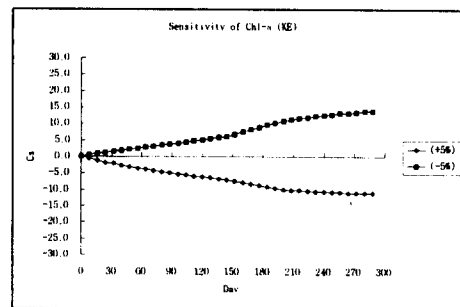
Fig.5의 조류의 호흡율과 에 대한 Chl-a의 민감도 역시 시간에 따라 민감도가 크게 증가하는 것으로 나타났다.

Fig.6에 나타난 바와 같이 조류내 탄소와 Chl-a의 비와 같은 매개변수는 시간에 따른 민감도가 거의 일정하게 나타나 시간적인 환경변동과는 관련성이 적은 변수임을 보여준다.

호수내의 환경적 요인도 큰 변수의 역할을 하는 것으로 파악되어 Fig.7에 나타난 바와 같이 광소멸계수등에 의해 큰 영향을 받는 것을 알 수 있다.



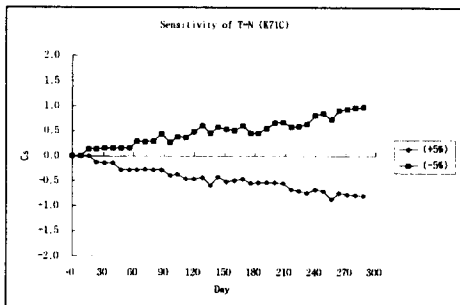
[Fig.6] Sensitivity of Chl-a (CCHL)



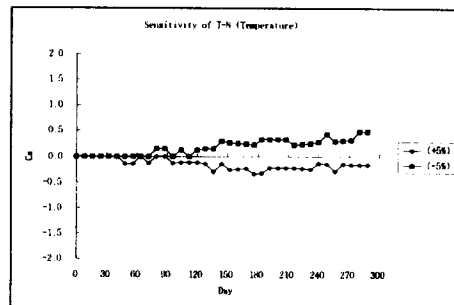
[Fig.7] Sensitivity of Chl-a (KE)

3.2 T-N, T-P에 대한 민감도 분석

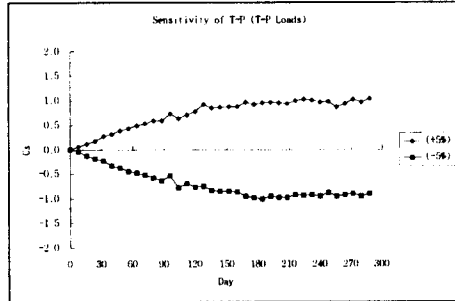
T-N에 대한 민감도는 용존유기질소 분해율과 온도에서 민감도를 보였다.



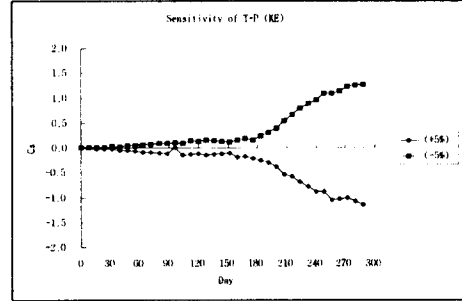
[Fig.8] Sensitivity of T-N (K71C)



[Figure9] Sensitivity of T-N (Temperature)



[Figure10] Sensitivity of T-P (T-P Loads)

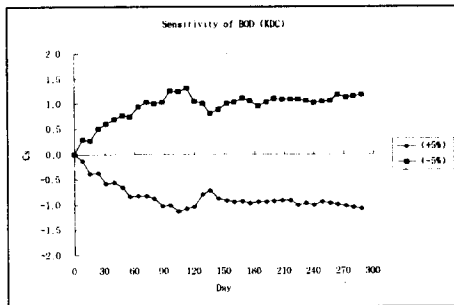


[Fig.11] Sensitivity of T-P (KE)

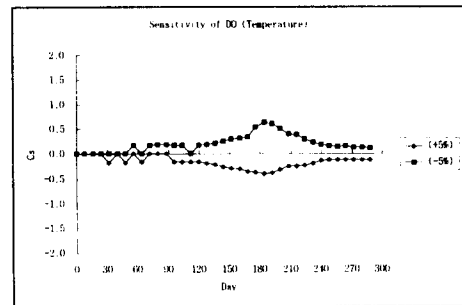
T-P는 인 부하량, 온도, 광소멸계수 등에 의한 민감도가 크게 나타나 T-P의 증가는 인 부하량 등 호소의 조건뿐만 아니라 호소내의 환경요인도 큰 영향을 미치는 것으로 나타났다.

3.3 BOD, DO에 대한 민감도

BOD는 주로 탈산소계수와 온도에 민감도를 보였고 조류의 호흡율, 조류의 최대성장율등의 영향을 미소하였다. DO에 대해서는 온도외에는 민감도를 보이지 않았다.



[Fig.12] Sensitivity of BOD (KDC)



[Fig.13] Sensitivity of DO (Temperature)

4. 결론

분석결과 민감도 계수는 변화량 0%에 대해 전반적으로 대칭의 양상을 보였으며 출력치의 증감 변화도 유사한 증감형태를 나타내어 적절한 입력변수의

적용이 이루어졌다고 볼 수 있다.

모델의 민감도 분석을 통하여 해당수역에 적합한 입력변수의 적용과 평가를 하였으며 위와 같이 각 수질항목에 대한 입력변수의 영향에 대한 파악으로 적용에 주의를 기해야할 해당 입력변수의 구분이 가능하였다.

참고문헌

1. 대전취수탑 수질영향평가 보고서, 1994. 대전대학교 산업기술연구소
2. 대청 광역상수도 2단계 사업 타당성 조사 및 기본계획용역중 수질조사 및 수질예측 보고서, 1995, 대전대학교 환경문제연구소
3. 대청호 다목적댐 관리년보, 1994, 한국수자원공사
4. Robert V. Thomann et al., Principles of Surface water Quality Modeling and Control, Manhattan College.