

BMP 기법에 따른 용담호 호수수질 개선효과

The effects on improvement of Water Quality in Yong-dam Reservoir according to the BMP techniques

김순택*, 김태근**

Soon Tack Kim, Tae keun Kim

요 지

본 연구는 용담호 유역을 대상으로 BMP 기법 중 하나인 수변구역이 호수수질의 개선효과를 규명하였다. 용담호의 수변구역 조성은 호수주변 1km, 금강본류 양안 500m로 지정되었고, 지정된 수변구역으로 인해 개발이 억제되며, 비점오염물질의 원인이 되는 논, 밭, 과수원, 기타재배지, 기타나지를 초지로 변경하여 호수로 유입되는 비점오염원을 제한한다. 저감되는 비점오염물질량을 정량화 하기 위하여 유역모형인 SWAT 모형으로 호수로 유입되는 부하량의 감소를 산정하였고, 감소된 유입부하량을 호수모형인 WASP 모형에 연계하여 개선된 호수수질을 정량화 하였다.

Key words: SWAT, WASP, BMP, Buffer strips

1. 서 론

과거 우리나라의 수질관리정책은 점오염원 중심으로 시행되었으나 점오염원의 집중적인 관리에도 불구하고 수질은 개선되지 않아 수자원 이용 시 많은 제약이 따르고 있다. 이에 점오염원의 관리만으로는 수질개선에 한계가 있다는 인식하에 최근의 수질정책은 비점오염원의 관리에 많은 비중을 두고 있다. 비점오염원에 대한 본격적인 관리는 1998년부터 2000년까지 정부에서 수립한 『4대강 물관리종합대책』에 처음 도입되었으며, 2005년에 통과된 수질환경보전법에서는 비점오염원이 점오염원과 마찬가지로 수질환경법상 관리대상으로 지정되었다. 이미 미국 등 일부 선진국에서는 비점오염원에 대하여 적극적인 관리를 실시하고 있으며, 상수원 보호라는 개념을 도입하여 처리시설 등을 건설하여 사후관리를 하는 대신 상수원이 있는 수변 및 습지와 같이 비점오염물질을 제어 할 수 있는 지역을 보호함으로써 수계로 유입되는 오염물질을 근본적으로 차단하고 있다. 최근 우리나라도 BMP(Best Management Practices)기법 중 하나인 수변구역에 대한 정책을 도입하였으며, 이는 하천 및 호수 주변의 일정 지역을 지정하여 오염원의 입주를 원천적으로 차단하고, 해당 지역의 토지를 매수하여 녹지를 조성함으로써 수질개선을 도모하는 제도이다. 그러나 현재 우리나라에서는 수변구역이 조성됨에 따라 제거되는 비점오염물질 부하량과 인근 수역의 수질 개선 효과에 대한 연구가 매우 미흡한 실정이다.

따라서 본 연구에서는 금강 상류에 위치하고 있는 용담호 유역을 대상으로 비점오염물질의 유

* 회 원 · 충북개발연구원 총량센터 · E-mail : carlsberg11@nate.com

** 정회원 · 청주대학교 환경공학과 부교수 · E-mail : ktkenv@cju.ac.kr

출특성을 파악하고, 수변구역 구성에 따른 비점오염물질의 저감량을 정량화 한 후, 호수모형을 이용하여 용담호의 수질개선 효과를 살펴보았다.

2. 연구 방법

2.1 연구지역

용담호 유역은 금강의 발원지인 전북 장수군 장수읍 수분리에서 용담댐에 이르는 약 56km 하천구간이고, 유역면적은 930 km²이며, 유역내 행정구역은 전북 장수군, 진안군, 무주군의 일부를 포함하고 있다. 용담호로 유입되는 주요 하천은 장계천, 구량천, 진안천, 정자천, 주자천 등이 있다.

2.2 사용모형

본 연구에서 사용한 모형은 2가지로서 용담호 유역내의 유량과 수질모의는 미국 농무성 산하의 농업연구소에서 개발한 SWAT 모형을 사용하였고, 용담호의 수질모의는 미국 환경청에서 개발한 WASP5 모형을 이용하였다. SWAT 모형은 대규모의 복잡한 유역에서 장기간에 걸친 다양한 종류의 토양과 토지이용상태에 따른 물과 유사 및 오염물질의 거동을 예측할 수 있는 모형으로, 본 연구에서는 강우 및 비강우 시 유출되는 오염물질의 부하량을 모의하였고, 수변구역 조성 시 토지피복 상태를 변화시켜 오염물질의 저감량을 산정하였으며, SWAT 모형의 출력자료를 WASP5 모형에 연계시켜 수변구역 조성 전후의 용담호 수질변화를 모의하였다.

2.3 모형의 보정 및 검증자료

SWAT 모형과 WASP 모형의 보정과 검증자료는 유량과 수질자료로 구분할 수 있다. 유량자료는 용담호 유역내에 운영되고 있는 수위관측소 중 천천, 동향, 상도치교, 석정교 지점에서 2002~2005년까지 관측된 자료와 용담호의 일별 취수 및 방류자료이고, 수질자료는 각 수위관측소에서 강우 및 비강우 시에 청주대학교에서 측정된 자료와 환경부에서 측정된 용담호 내의 4개 지점에 대한 수질자료를 이용하였다.

2.3 모형의 입력자료

2.3.1 SWAT 모형의 소유역 구분

SWAT 모형에서 소유역 구분은 DEM으로부터 Flow Direction과 Flow Accumulation을 계산하여 하천망을 생성시킨 후 수질오염총량관리상의 가장 작은 유역인 세유역을 중첩시켜 각각의 세유역 말단지점에 outlet을 지정하여 세유역과 유사하게 분할하였다.

2.3.1 SWAT 모형의 입력자료

본 연구에서는 1:25,000의 수치지도로부터 30x30m DEM을 생성하였고, 환경부에서 제공하는 토지피복도와 농업과학기술원에 작성한 개략토양도를 이용하였으며, 토지피복도와 토양토로부터 SWAT 모형의 수문학적 기본단위인 수문반응단위를 구획하였다. 또한 기상자료는 용담호 유역과 인근 기상관측소에서 2000년 1월 1일부터 2005년 12월 31일까지 관측한 일별기상자료를 입

력하였으며, 점오염원 부하량은 수질오염총량관리 1차 기본계획 시 산정한 자료를 사용하였다.

2.3.2 WASP5 모형의 입력자료

WASP5 모형에서 수리학적 모형인 DYNHYD5로부터 용담호 유입량과 취수량 및 방류량을 고려하여 용담호의 수리계수를 구하였고, 수질은 EUTRO5 모형에서 클로로필 a, BOD, TN, TP 등 4개 항목을 모의하였다. 수평적 Segment 구분은 12개로 나누었고, 수심별 온도변화를 기준으로 표층은 5m, 중층은 25m, 그 이하를 심층으로 정의하였으며, 저니층을 마지막에 두어 호수내의 수직적 Segment를 구획하였다.

2.4 수변구역 적용

2.4.2 용담호 수변구역 구획

환경부에서 지정한 용담호 유역의 수변구역은 다음 그림과 같이 호수 경계로부터 1 km, 금강 본류는 양안 500 m로서 용담호 유역의 수변구역 면적은 약 161.2 km²이다. 본 연구에서는 현재의 토지이용상태를 수변구역이 조성되면 초지로 바뀐다고 가정하여 토지피복상태를 변환시켜 모형 내에서 수변구역의 오염물질 저감량을 모의하였으며, 유역내 수변구역 조성지역과 수변구역내 토지이용 현황을 그림 1과 표 1에 나타내었다.

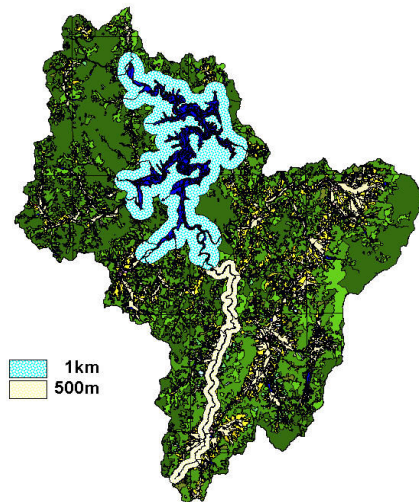


그림 1. 수변구역 조성지역

표 1. 수변구역 조성지역의 토지면적 비율

토지이용	조성전 (%)	조성후 (%)
논	10.1%	0.0%
밭	9.8%	0.0%
하우스재배	0.0%	0.0%
과수원	0.4%	0.0%
기타재배	0.1%	0.0%
활엽수림	16.0%	16.0%
침엽수림	40.5%	40.5%
혼효림	16.7%	16.7%
자연초지	0.5%	22.7%
기타초지	2.6%	2.6%
내륙습지	0.3%	0.3%
채광지역	0.0%	0.0%
기타나지	1.7%	0.0%
기타	1.2%	1.2%
합계	100%	100%

3. 연구결과

3.1 모형의 보정과 검증

SWAT 모형의 보정은 2002~2003년의 유량과 수질자료를 이용하였고, 검증은 2004~2005년의 자료로부터 실시하였다. 또한 WASP 모형은 2003년을 보정년도, 2004~2005년 2개년 자료를 검증에 사용하였으며, 각 모형의 보정 및 검증결과는 그림 2 및 그림 3과 같다.

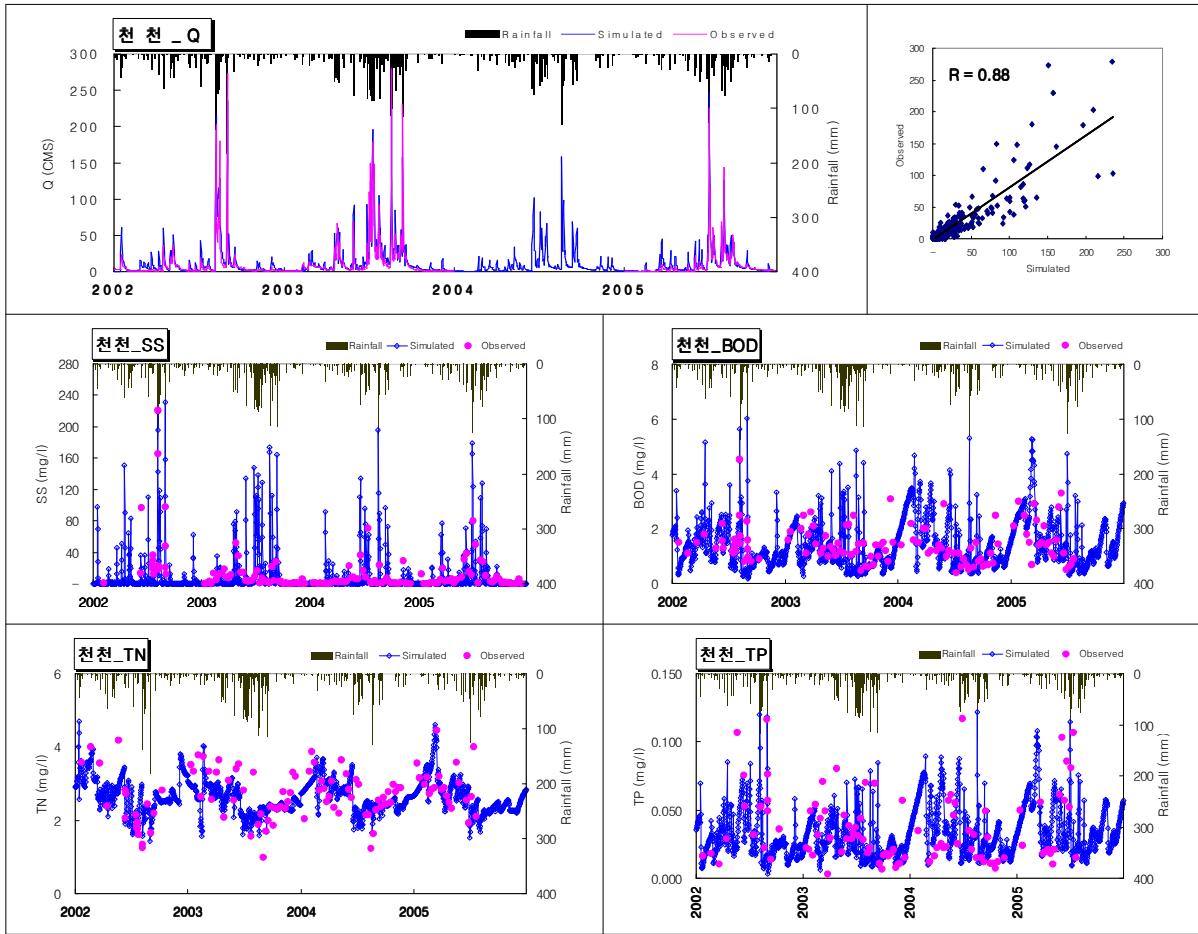


그림 2. SWAT 모형의 보정 및 검증

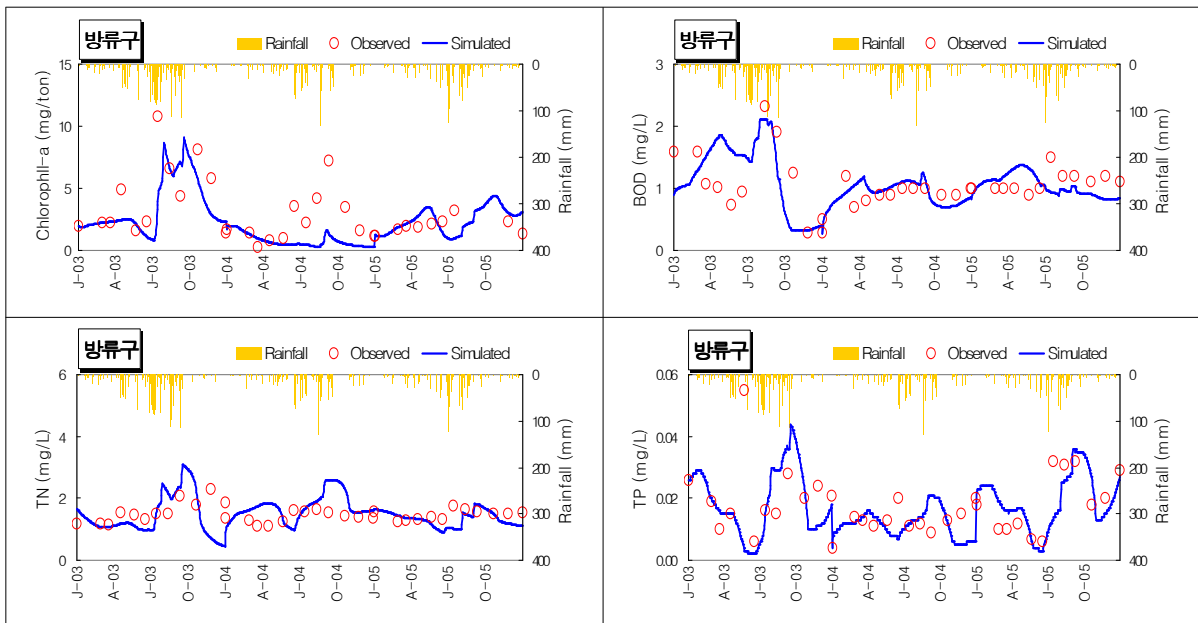


그림 3. WASP 모형의 보정 및 검증

3.2 수변구역 조성에 따른 오염부하량 변화

수변구역 조성 전후에 용담호로 유입되는 오염부하량을 SWAT 모형으로 모의한 결과 수변구역 조성 전에 비하여 조성 후에 SS 18%, BOD 12%, TN 5% 그리고 TP는 11% 씩 감소하였으며, 특히 강우 시 비점오염물질의 감소가 확연하게 나타났다.

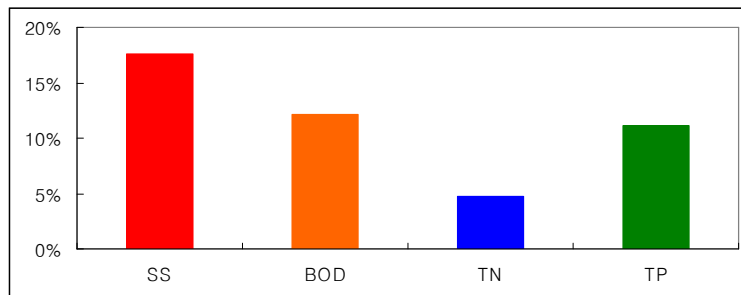


그림 4. 유입부하량의 저감 비율

3.3 수변구역 조성에 따른 호수수질 변화

SWAT 모형을 통해 호수로 유입되는 유입부하량의 변화를 WASP 모형에 입력하여 수변구역 조성에 따른 개선효과를 모의하였다. 수변구역 조성은 비점오염물질의 유입을 제한하여 호수로 유입되는 부하량이 감소하게 됨으로 WASP 모형의 입력자료의 부하량도 감소하여 호수수질이 개선되는 것으로 나타났다. 또한 금강본류가 유입되는 용담호 유입부는 수변구역 조성의 직접적인 영향을 받아 호수수질이 유입부하량의 변화에 민감하게 반응하였고, 취수 및 방류가 이루어지는 용담호 방류구의 경우 일정시간이 지난 7월부터 수질이 개선되는 것으로 나타났다.

4. 결 론

본 연구에서는 용담호 유역의 비점오염원 관리를 목적으로 계획되어 있는 수변구역의 오염물질 저감량을 산정하여, 수변구역 조성에 따른 호수의 수질개선 효과를 모의하였다. 수변구역 조성 후의 오염부하량 저감율은 SS 18%, BOD 12%, TN 5% 그리고 TP는 11%였으며, 특히 강우 시 비점오염물질의 감소가 확연하게 나타났다.

수변구역 조성 후의 용담호 수질개선 효과는 용담호 유입부에서 수변구역 조성의 직접적인 영향을 받아 호수수질이 민감하게 반응하였고, 용담호 방류구에서는 일정시간이 지난 7월부터 수질이 개선되는 것으로 나타났다.

참 고 문 헌

1. 김태근(2002) 외, 대청호 유역의 비점오염물질 거동 및 수변구역의 오염물질 제거능 평가
2. 정부합동(2000), 대청호 등 금강수계 물관리종합대책, P77~85
3. 금강물환경연구소(2002~2004), 초기담수호의 영양상태가 하류하천 및 호수수질에 미치는 영향
3. 환경부(2006), 비점오염원 관리업무편람
5. 김옥선(2006) 외, 수변구역 지정이 진양호 수질에 미치는 영향연구