

영산강 건강성 회복을 위한 기본전략 수립

Establishment of Basis Strategy for Health Recovery in Yeongsan River

김석규*·김홍태**·고광용***·류덕희****·정동일*****

Seok Gyu Kim*·Hong Tae Kim**·Kwang Yong Ko***·Doug Hee Rhew****·Dong Il Jing*****

요 지

하천의 상류부터 하류까지 통합적이고 유기적인 수질관리를 통해 모든 생명에 젖줄이 될 수 있는 하천환경을 조성하는 방안을 모색하고 가용 수자원의 효율적 활용을 통해 건전화된 영산강의 유량을 풍부하게 하는 한편, 이상강우에 대비한 고품격 하천설계로 재해로부터 안전한 하천으로 역할을 수행할 수 있는 방안을 강구할 필요가 있다. 더욱 생물의 서식지를 복원하고 단절된 하천을 연계하여 BLUE-GREEN 네트워크를 형성하고 하천의 생물다양성을 증진하여 많은 동·식물들이 활동하고 서식하는 생태적으로 건전한 하천으로 조성하는 방안과 마한 및 백제문화의 산물인 영산강 유역의 역사유적과 황금박쥐 서식처 등과 같은 환경자원을 발굴·연계하여 미래지향적인 지역문화를 재창조하는 방안을 모색할 필요가 있다. 따라서 본 연구에서는 미래지향적인 지역문화를 창조하고 하천의 생물다양성을 증진하기 위해 가장 우선시 되어야 할 수질개선을 위해 영산강 유역에서 가장 시급한 문제점을 발굴하고 맑고 문제점 해결을 위한 대안을 설정하여 수질모형을 이용하여 대안에 따른 수질모형을 이용하여 수질개선 효과를 분석하였다.

핵심용어 : 수질개선, BLUE-GREEN, 모델링

1. 서 론

하천은 인간에게 도시의 어메니티를 증진하고 환경, 문화, 관광자원으로써 잠재적 가치가 무한하나 국내의 경우 이에 대한 관심과 활용이 부족하다가 최근에 들어와서 다양한 문제가 발생하여 관심을 갖기 시작하였다. 더욱 지역의 하천특성 및 문화, 역사 등을 고려하지 않은 친수 및 조경위주의 하천정비는 하천의 획일화와 지역특성과의 부조화 문제 등을 초래하게 되었다. 선진국의 경우, 지역 고유의 역사, 문화, 전통을 연계한 하천환경을 조성하여 특색 있는 도시를 형성하는 사례가 많으며 그 대표적 사례로는 파리 세느강을 들 수 있는데 세느강의 경우는 프랑스 전통건축물과 조화된 아름다운 문화공간을 조성한 대표적인 하천이라 할 수 있다.

더욱 우리나라의 하천은 관리주체가 매체별, 구역별로 다원화되어 있어 비효율을 초래하고 있는 실정이다. 하천의 수량, 홍수방재와 수질 및 생태복원 기능이 국토해양부와 환경부로 이원화되어 있어 양기능의 종합적 연계가 부족하며 하천정비기본계획 수립 및 하천공사, 유지관리 주체가 하천등급별, 행정구역별로 분산되어 유역통합관리가 불가능한 실정이다. 따라서 하천의 상류부터 하류까지 통합적이고 유기적인 수질관리를 통해 모든 생명에 젖줄이 될 수 있는 하천환경을 조성하는 방안을 모색하고 가용 수자원의 효율적 활용을 통해 건전화된 영산강의 유량을 풍부하게 하는 한편, 이상강우에 대비한 고품격 하천설계로 재해로부터 안전한 하천으로

* 정회원·국립환경과학원 수질총량연구과E-mail : ksg8493@korea.k

** 정회원·환경부 물환경정책과E-mail : htkim8@korea.kr

*** 정회원·송원대학 토목계열E-mail : swlako@songwon.ac.kr

**** 국립환경과학원 수질총량연구과E-mail : dhrehew@korea.kr

***** 국립환경과학원 물환경연구부E-mail : jjung@me.go.kr

역할을 수행할 수 있는 방안을 강구할 필요가 있다. 더욱 생물의 서식지를 복원하고 단절된 하천을 연계하여 BLUE-GREEN 네트워크를 형성하고 하천의 생물다양성을 증진하여 많은 동·식물들이 활동하고 서식하는 생태적으로 건전한 하천으로 조성하는 방안과 마한 및 백제문화의 산물인 영산강 유역의 역사유적과 황금박쥐 서식처 등과 같은 환경자원을 발굴·연계하여 미래지향적인 지역문화를 재창조하는 방안을 모색할 필요가 있다.

2. 수질개선방안

인간과 자연이 교감하는 맑고 풍부한 영산강을 만들기 위해 하천유지용수를 확보하고 수질개선 대책을 세워야 하며 물순환 체계를 복원해야 한다. 하천의 유지용수를 확보하고 수질개선 대책을 세우는 방법을 강구하기 위해 여러 가지 문헌을 참고하여 다양하고 실현가능한 방법을 검토해 보았다.

하천유지용수 확보 방안으로 첫째, 영산강 상류댐(장성호, 담양호, 광주호, 나주호) 수문개폐장치 및 자동유량 측정장치 설치 및 관망연결, 농업용 저수지의 활용 등의 상류댐 및 저수지의 여유 저수량 이용하는 방법 둘째, 하천유지용수 전용댐 건설 셋째, 주암댐 용수관로 설치를 통한 타 수계에서의 도수 넷째, 준설을 통한 용수 확보 다섯째, 하수처리장 방류수 고도처리를 통한 하수처리수의 재이용 여섯째, 하천유지용수 공급을 위한 용수관리시스템 구축 일곱째, 빗물저수시설 및 지하침수시설과 복류수의 활용 등 신규 수자원의 활용하는 방안을 모색해 보았다.

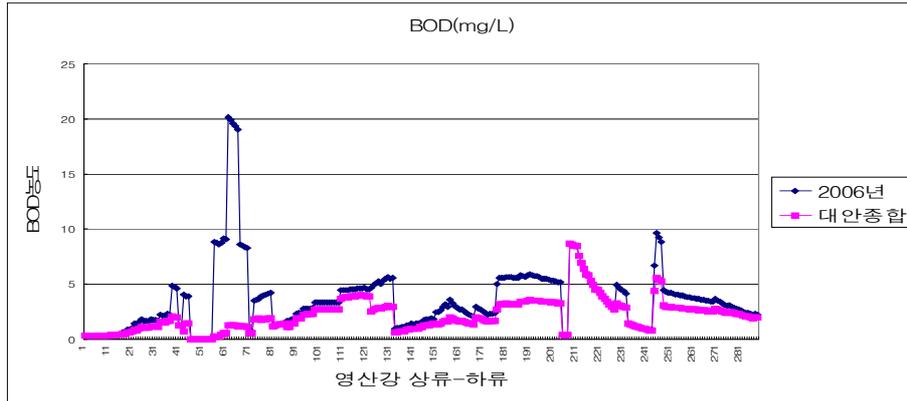
수질개선 대책으로는 비점오염원 관리 대책, 환경기초시설 확충, 해수유통 방안, 쓰레기 수거, 하천의 자정능력 확대, 지천환경 개선, 오염원 제어 등을 강구하였다. 비점오염원 관리 대책으로는 제외지의 정화습지 및 주요하천 인공습지 조성, 천변저류지 조성 및 수변완충지대 조성, 하수처리장 방류수 지점의 인공습지 조성, 하수관거 월류수 처리시설 설치, 축산폐수처리장 설치, 비점오염원 관리(장치형, 저류형, 식생형, 침투형, 하수처리형 등)의 설치와 제외지 경작 제한 및 친환경적 이용방안 모색 등을 고려할 수 있다. 환경기초시설 설치사업에는 하수종말처리장 설치 및 방류수 수질개선, 마을하수도 설치 및 방류수 수질개선, 불명수 차단, 하수관거 정비, 분뇨처리장 및 산업폐수처리장 설치 등을 고려할 수 있다. 해수유통 방안으로는 하구둑 어도 설치, 하구둑 구조개선, 하구둑 관리프로그램 개발, 지속 가능한 하구역 관리방안 마련 등을 고려할 수 있다. 쓰레기 수거 대책으로는 폐야망 조사 및 제거, 부유쓰레기 차단막 설치, 영산강 수계 대청소 등을 고려할 수 있다.

하천의 자정능력 확대방안으로는 식물을 이용한 수질정화, 생태구조물 및 생태연못 조성, 하천부지 확보 등의 하천자정계수 증진과 하상여과 시설 설치 등을 고려할 수 있다. 또한 광주천, 풍영정천, 영암천 등 지천환경개선과 생활하수, 축산폐수, 산업폐수 등의 점오염원의 제어를 고려할 수 있다. 물순환 체계 복원으로는 우수유출 저감, 하수처리수 재이용, 영산강 수계 수중 골채채취 억제방안, 불투수면 축소 등의 제내지의 토지이용 계획을 고려할 수 있다.

3. 수질모의

2006년을 기준으로 국내 실정에 맞고 QUAL2E 모형을 근간으로 Bottle BOD의 반응기작 및 조류의 생산에 의한 유기물 증가, 탈질화 반응 등 정체수역에서 일어날 수 있는 반응기작을 모의할 수 있도록 국립환경과학원에서 보완한 QUALKO 모형을 이용하여 수질모의 한 결과 영산강 수계 BOD는 전체 평균 3.6013 mg/L로 모의 되었다. 제외지의 BOD 발생부하량이 129.1kg/일에서 63.9kg/일로 65.2kg/일이 감소하는 결과를 토대로 수질모의를 수행하였는데 BOD에 미치는 영향이 나주가 지나고 함평천 합류지점에서 0.00082mg/L로 나타났다. 제외지의 토지이용제한을 통한 영산강 수계 전체 BOD 농도는 평균 3.6008mg/L로 나타났다. 환경기초시설 확충을 위해 영산강 수계에서 용량이 가장 커서 영산강 수계에 미치는 영향이 가장 큰 광주 제1, 2 하수종말처리장을 초고도화 하여 모델링을 수행하였다. 제1하수종말처리장의 현재 방류농도 7.7mg/L를 3.0mg/L로 고도화 하고 제2하수종말처리장의 현재 방류농도 4.6mg/L를 3.0mg/L로 고도화 하였을 때와 영산강 수계에 영향을 미치는 13개 하수종말처리장을 3.0mg/L로 방류했을 때 BOD 평균농도는 3.4064mg/L로 나타났다. 영산강 상류에 기존에 댐(장성, 함동, 나주)을 2m 증고시켜 저수용량을 연간 60.2백만 m^3 /년의 하천유지용수로 추가 확보하고, 소규모의 하천유지용수 전용댐을 오례천과 북일천 상류에 건설하여 30.2백만 m^3 /년의 유지용수를 확보, 섬진강

(주암호) 수계의 여유물량을 도수하여 31만m³/일을 확보, 영산호 강변여과수를 개발하여 30만m³/일을 지식천과 함평천 상류에 확보, 황룡취수장의 취수증단에 따른 장성댐의 여유물량 2.5만m³/일을 풍영정천에 하천유지용수로 추가 확보하는 대안을 설정하여 영산강 수계에 10.216m³/s를 증대하였다. 영산강 수계에 유량분배는 영산강 상류 → 0.958m³/s, 광주천 → 3.588m³/s, 지식천 → 1.736m³/s, 함평천 → 1.736m³/s, 풍영정천 → 0.289m³/s, 장성댐 → 0.637m³/s, 함동저수지 → 0.636m³/s, 나주댐 → 0.636m³/s를 주요지천과 오염원이 많은 지점에 분배하여 기준유량의 수정을 통해 모델링을 수행하였다. 모델링을 수행한 결과, 영산강 수계 전체 BOD 평균농도는 2.3152mg/L로 나타났다. 제외지의 BOD 발생부하량이 129.1kg/일에서 63.9kg/일로 65.2kg/일이 감소하는 결과와 환경기초시설 고도화, 유량증대를 통해 모델링을 수행한 결과, 전체 BOD 평균농도 2.170mg/L로 나타났다.



종합적인 수질모의 결과

4. 결론

현재 전국에서 가장 수질이 좋지 못한 곳 중에서 하나인 영산강 수계를 대상으로 하천의 생물다양성을 증진하고 미래지향적인 지역발전을 위해 필수적으로 수행되어야 할 수질개선을 위해 본 연구에서는 대두되고 있는 문제점과 가장 시급한 문제점을 파악하여 다양하고 개선가능한 방법들을 검토해 보았다. 우선, GIS를 이용하여 제외지 토지이용현황, 환경기초시설, 수질 및 유량측정, 수계망도 등의 하천공간정보에 대한 데이터베이스를 구축하고 영산강 수질개선을 위해 국내외 수질개선을 위한 사례조사를 수행하였다. 더불어 맑고 풍요로운 영산강, 사람과 자연이 교감하는 영산강, 풍부하고 안전한 영산강, 생태적으로 건강한 영산강, 친숙하고 찾고 싶은 영산강을 조성하기 위한 다양한 대안 검토하여 제외지의 경작행위를 제한하여 수변완충지역 조성, 타 수계에 비해 시설투자가 많이 이루어지지 않고 있어 환경기초시설의 증설 및 초고도화, 유역면적이 좁고 하상경사가 커 하천유지용수가 매우 부족하여 하천유지유량 확보 등 3가지의 대안을 선정하였다. 선정된 방안이 영산강 수계 수질개선에 어느 정도의 효과가 있는지 검증하기 위해 QUALKO 모형을 이용하여 수질개선에 대한 효과를 모의하였다.

영산강 수계 제외지의 경작지 부분을 수변완충지역으로 조성한다면 경작상태에서 BOD 발생부하량이 129.1kg/일에서 63.9kg/일로 65.2kg/일이 감소하며 제외지는 발생부하량이 곧 배출부하량이므로 발생부하량을 토대로 수질모의를 수행하였다. 대부분의 경작지가 있는 나주시를 지나 함평천 합류지점에서 BOD의 변화를 모의한 결과, 2006년 기준으로 모의한 결과보다 0.00082mg/L 감소하는 것으로 나타났다. 본 결과는 BOD를 대상으로 모의한 결과로 영산강 수계 제외지에서 경작되고 있는 경작지에서 영산강 수계에 미치는 영향은 크지 않은 것으로 나타났다. 하지만 농약살포 등의 오염행위가 바로 수질에 영향을 미치기 때문에 추후 중금속 및 농약성분에 어느 정도로 영향을 주는지에 대해 분석할 필요가 있다.

환경기초시설 확충을 위해 영산강 수계에서 용량이 가장 커서 영산강 수계에 미치는 영향이 큰 광주 제1, 2 하수종말처리장을 비롯해 영산강 수계에 영향을 미치는 13개의 환경기초시설에 대해 초고도화 하는 것으로 광주 제1하수종말처리장의 현재 방류농도 7.7 mg/L를 3.0 mg/L로 고도화하고 제2하수종말처리장의 현재 방류농도 4.6 mg/L를 3.0 mg/L로 고도화하며 영산강 수계에 영향을 미치는 13개의 환경기초시설에 대해 10 mg/L를 3

mg/L로 방류하는 것으로 모의한 결과, 영산강 수계 BOD 평균농도는 3.6013mg/L에서 3.4064 mg/L로 나타났다.

영산강 상류에 있는 장성댐, 함동댐, 나주댐을 2 m 증고시켜 저수용량을 연간 60.2백만 m³/년의 하천유지용수로 추가 확보하고, 소규모의 하천유지용수 전용댐을 영산강 수계 상류에 있는 오례천과 북일천 상류에 건설하여 30.2백만 m³/년의 유지용수를 확보, 섬진강(주암호) 수계의 여유물량을 도수하여 31만 m³/일을 확보, 영산호 강변여과수를 개발하여 30만 m³/일을 지석천과 함평천 상류에 확보, 황룡취수장의 취수증단에 따른 장성댐의 여유물량 2.5만 m³/일을 풍영정천에 하천유지용수로 추가 확보하는 대안을 설정하여 영산강 수계에 10.216 m³/s를 증대하였다. 모델링을 수행한 결과, 영산강 수계 전체 BOD 평균농도는 2.3152 mg/L로 나타났다.

영산강 수계 제외지의 토지이용을 제한하여 완충수변구역으로 조성하고 환경기초시설 고도화, 오염원이 많은 곳을 중심으로 유량증대 등의 3가지 대안을 통해 모델링을 수행한 결과, 영산강 수계 전체 BOD 평균농도 2.170 mg/L로 나타나 영산강 수계 전체 1.4313 mg/L이 개선되는 결과를 도출하였다.

본 연구의 결과로 보아 영산강 수계에서 수질에 가장 크게 영향을 미치는 하천유지유량으로 판단되었으며 영산강 수계 유량 확보를 위해 빗물이용, 하수처리수의 재이용, 강변여과, 해수담수화, 하천유지용수댐 건설, 기존댐 증고, 폐저수지의 활용, 저류시설 확충 등의 다양한 방법을 고려하여 하천유지용수 확보에 박차를 가해야 할 것으로 판단된다.

환경기초시설의 초고도화 및 신설을 비롯해 강변여과수 개발, 광역상수도 확충, 생물학적 원수전처리, 도시·농촌별 특성화된 비점오염 저감사업 추진, 비점오염의 비율을 낮추기 위한 유역내 물순환 구조도 개선, 도시 기반 시설인 빗물펌프장을 생태습지로 조성하는 사업 등 수질개선을 위해 다양한 방법을 강구하고 각각의 방법들이 수질에 어떠한 영향을 주는지에 대한 연구를 수행하여야 한다. 또한, 수질개선에 효과가 큰 방안을 설정되면 실제 수질개선대책이 수립되어 실행될 수 있도록 민관이 주가 되어 추진하여야 현재 영산강 수계에서 지니고 있는 수질오염에 따른 불안감을 해소할 수 있을 것으로 판단된다. 더욱 유역의 하천특성 및 문화, 역사 등을 고려하지 않은 친수 및 조경위주의 하천환경은 하천의 획일화와 지역특성과의 부조화를 초래하기 때문에 영산강 수계 지역의 고유한 역사, 문화, 전통을 연계한 하천환경을 조성하기 위한 노력을 하여야 할 것으로 사료된다.

참 고 문 헌

1. 주진걸, 이정호, 서민열, 김중훈, 이원우(2007). 상류 오염물 저감시설의 설치에 따른 하천의 수질개선 효과 분석, 대한상하수도학회·한국물환경학회 논문집.
2. 천현진, 오종민, 최이송(2002). 다공성 콘크리트를 이용한 유지유량 확보 및 수질개선에 관한 연구, 대한상하수도학회·한국물환경학회 논문집.
3. 최지용, 장수환(2004). 유역관리 효율화를 위한 불투수면 지표개발과 적용 II, 한국환경정책·평가연구원 연구보고서.
4. 한국수자원학회지(2004). 주요 국가의 수자원정책 비교Vol 37, No 6.
5. 환경부(2008). 오염부하량 조사·산정(영산강유역).
6. A. Azzellino, R. Salvetti, R. Vismara, L. Bonomo(2006). Combined use of the EPA-QUAL2E simulation model and factor analysis to assess the source apportionment of point and non point loads of nutrients to surface waters, Science of The Total Environment, Volume 371, Issues 1-3, 2006, pp. 214-222.
7. Ahmed Nasra, Michael Bruena, Philip Jordanb, Richard Molesc, Gerard Kielyd and Paul Byrniec(2007). A comparison of SWAT, HSPF and SHETRAN/GOPC for modelling phosphorus export from three catchments in Ireland , Water ResearchVolume 41, Issue 5, pp. 1065-1073.
8. Austin Troy(2007). The Evolution of Watershed Management in the United States, Advances in the Economics of Environmental Resources, Volume 7, pp. 43-66.
9. Daniel Petry, Ines Dombrowsky(2007). River Basin Management in Germany: Past Experiences and Challenges Ahead, Advances in the Economics of Environmental Resources, Volume 7, pp. 11-42.