

유역관리에 관한 정책방안 도출

2003. 3

환 경 부

본 보고서 새롭게 대두되는 유역관리에 대해 지자체에서 효과적으로 유역을 관리하는 기법 및 시행시에 참고할 수 있도록 하기 위해 미국의 유역보호센터(Center for Watershed Protection: CWP) 산하의 우수관리 정보센터(Stormwater Management's Resource Center: SMRC)에서 제시한 자료를 바탕으로 작성한 것입니다.

보고서 구성은 2개 부문으로 구성되며 제1편은 유역관리 정책방안 도출내용 중 중요한 유역관리계획을 제시하고, 제2편에서는 유역관리기법 도출을 위해 참고한 The Practice of Watershed Protection 개요를 제시하였다.

제1편 유역관리 정책방안 도출 (유역관리 계획의 수립)

제1장 서론

4대강 수질관리 계획의 실례에서 볼 수 있듯이, 현재까지 우리나라의 주요 수질관리계획은 중앙정부 주도하에 대유역차원에서 수립되었다. 물론 시·군 차원에서 각종 환경관련계획이나 소하천 정비계획 등이 수립되어 집행되지만 이들 계획도 지역 주민이 관심을 가지고 적극적으로 사업결정과 집행에 참여하기에는 여러 가지 한계가 있다. 그리고 1998년부터 수립한 4대강 대책과 같은 경우는 중앙정부에서 지역의견을 충분히 수렴하여 계획을 수립하였지만 이 역시 지방정부 차원에서의 의견수렴이 주를 이루었을 뿐 지역주민의 의견수렴은 미흡하여 수질관리 계획은 지역 주민이 문제의식을 가지고 참여할 수 있는 기반은 구축되지 못했다. 정부의 4대강 대책과 같은 대유역 중심의 계획은 대규모 점오염원 관리를 위한 계획으로는 나름대로 장점이 있어 왔다. 그러나 이제는 이와 같은 대유역 중심 및 대규모 점오염원 관리위주의 수질관리계획으로 수질관리에 효율적으로 대처할 수 없다. 즉, 소규모 분산된 비점오염원 관리, 토지관리의 필요성, 예방대책의 중요성, 주민의 환경생태에 대한 관심 제고 등으로 지역주민의 참여가 필요한 시점이다.

수질관리계획은 대유역 계획의 큰 틀속에 주민 참여가 가능한 적정 유역을 기반으로 하는 유역계획이 수립되어야 비로소 실질적인 효과를 발휘할 수 있다. 즉, 유역은 지역사회가 기반을 두고 있는 현장이며, 주민 모두가 관심을 가지고 모일 수 있는 공동의 목표를 제공한다. 특히 유역의 생산품인 물은 일상생활에서 필수불가결하기 때문에 유역에 거주하며 물을 이용하고 있는 주민의 참여를 배제한 수질관리란 있을 수 없다. 최근 들어 유역주민들은 경제적 이유 뿐 아니라 휴양, 경관 및 전반적인 삶의 질을 향상하기 위해 수질을 보호해야 할 여러 필요성을 깨닫게 되었는데 이러한 현상으로 인해 “하천 살리기 운동 본부”와 같은 지역에 기반을 둔 다양한 수질관리 단체가 생겨나고 있다.

국내·외의 경험에서 볼 때 지금까지의 대유역 중심의 수질관리계획만으로는 지역의 수자원을 효율적으로 보호할 수 없다는 사실은 명확하다. 또한 일부의 유역 계획은 종종 “계획을 위한 계획서”에 그치는 등 실행되지 않고 사장되어 버리는 경우가 많았는데 그 본질적 이유는 주민의 적극적인 참여 부족에서 찾을 수 있다. 이제는 주민이 관심을 가지고 참여할 수 있는 유역계획의 수립과 집행이 필요하며 따라서 본 고에서는 수질관리에 있어서 가장 기초를 형성하는 유역계획 수립방안을 제시하고자 한다. 이를 위해 지금까지의 유역관리의 문제점을 분석하고 이를 바탕으로 유역수질관리계획의 필요성을 고찰한 후, 유역 수질관리계획 수립방안을 제시하고자 한다. 그리고 유역 수질관리계획을 수립하여 시행한 국내·외 유역의 사례를 소개

하고 마지막으로 추후 한강유역에서 수행하여야 할 중요한 기초조사 및 연구사업의 방향을 유역계획 수립과 집행의 입장에서 제시하고자 한다.

제2장 유역 수질관리계획 수립의 필요성

최근까지 수질관리계획이라 함은 하수처리시설, 하수관거시설 설치 등 대유역을 대상으로 포괄적인 계획의 제시였다. 또한 이러한 계획 대부분이 영향을 받는 다수의 사람들의 참여가 없는 하향식 계획이었다. 시·군에서도 각종 환경관리계획이 수립되고 있지만 이들 계획도 주민 등 이해당사자의 참여가 부족하였고 심지어 일부는 계획이 수립된 후 캐비닛으로 들어가고 계획기간이 지나면 또 같은 계획을 되풀이하여 수립하는 경우도 있었다. 이와 같은 현상은 국내뿐만 아니라 대부분의 외국에서도 마찬가지였는데, 이처럼 수질관리계획이 성공적으로 시행되지 못한 이유는 다음과 같다.

이유 1. 계획이 너무 큰 규모로 수행되었다. 계획대상으로 하는 유역의 크기는 효과적인 유역 관리를 준비하는데 있어 가장 중요한 요소이다. 우리나라의 경우 한강, 낙동강 대책 등 주로 대유역계획으로 유역규모는 그 범위가 2~3만km²이나 된다. DeShazo와 Garrigan¹⁾은 파트너십이 성공하려면, 130km² 이하 규모의 유역에 초점을 맞추는 것이 중요하다고 지적했다. 유역이 커질수록 대중의 참여를 이끌어내기 힘들데, 우리나라의 유역계획은 이보다 수십 배 또는 수백 배나 크기 때문에 현실적으로 주민이 관심을 가지고 참여할 수가 없었다.

이유 2. 계획이 장기적이기보다는 일회성 연구에 그쳤다. 대부분의 경우, 분명한 목적이 결여되었고, 계획은 문제를 푸는 과정이라기보다, 하나의 연구나 보고서로 거치는 경우가 많았다.

이유 3. 유역계획 과정에서 지역 의식을 결여했다. 몇몇 전문가와 기술자들만이 참가해서 계획을 완성하게 되면 지역주민들의 이익과 관심에 대한 이해를 결여할 위험성이 있다. Schueler²⁾에 따르면, 기술 전문가에게만 과도하게 의존한다는 것은 지역 사람들이 계획을 이해하지 못하는 것을 의미할 수 있고, 그 결과 유역계획에서 주민의 참여가 저조할 수 있다고 지적하였다.

이유 4. 유역 관리와 관련된 토지 이용 계획을 소홀히 했다. 대부분의 수질관리계획들은 토지이용에 대한 통계적 수치만 제시할 뿐, 토지이용변화에 대한 틀을 분석하고 장래의 구속력 있는 토지이용방향을 구성하는데 실패했다. 특히, 생계를 위한 소규모 토지이용의 경우 이에 따른 수질영향은 정치적 압력이나 이해의 부족으로 인해 적절하게 논의되지 못했다.

1) DeShazo,R.P and Garrigan,P., Merrimack River Initiative, Watershed Connections, Lessons Learned in Subwatersheds of the Merrimack River Watershed : New England Interstate Water Pollution Control Commission, Wilmington, 1996, P.35.

2) Schueler,T.R., Crafting better urban watershed protection plans, Watershed Protection Techniques,2(2), 329~337, 1996

이유 5. 유역 계획을 위한 예산이 낮거나 현실적이지 못했다. 유역 관리는 지속되는 기간동안 재정적, 인력적 지원이 필요하나 대부분의 유역 계획은 실제 시행을 만족시킬 정도의 재정을 마련하는데 실패하였다.

이유 6. 결과보다는 유역을 분석하는 도구에만 초점을 맞췄다. 많은 경우, 계획은 달성해야 할 수질 목표를 구체화하는 것이 아니라, 수질관리 기술과 도구를 보여주는데 멈추는 경우가 많았다. GIS, 모델링, 원격 정보를 이용한 지도화 등은 이러한 방법에 사용되는 대표적인 기술들이다.

이유 7. 문서가 너무 길고 복잡하다. 수질 및 유역관리 계획이 과학적임과 동시에 주민의 참여를 바탕으로 이루어져야 하지만, 모든 세부적인 내용을 전부 다룰 필요는 없다. 계획은 무엇을 할 것인가? 누가 책임을 질 것인가? 언제 어디에서 시행되는가? 어떻게 평가하고, 추정된 비용은 어느 정도 될 것인가? 등에 초점을 맞추어야 한다. 막상 수질 및 유역계획을 받아본 정책 결정자들은 어떤 사업을 추진해야 하는지를 찾지 못하는 경우도 있다.

이유 8. 기존의 지역 프로그램에 대한 적절한 평가를 하지 못했다. 대부분의 계획은 기존 프로그램을 그대로 확장하거나 현재의 효율성에 대한 평가 없이 새로운 계획 수립에 그쳤다.

이유 9. 계획의 권고안이 너무 일반적이다. 대부분의 계획은 하수처리장 건설, 관거 건설, 정수장 확장 등 모두 비슷한 내용을 다루었다. 권고는 우리가 무엇을 해왔고, 해야 하는지, 비용을 얼마나 드는지, 언제 끝날 것인지 등에 대한 특정한 내용들을 포함해야 한다.

이유 10. 계획에 시행방안이 미약하다. 즉, 계획에 포함된 각종 세부 계획을 구체적으로 시행하고 이를 강권할 수 있는 방안이 미약하고, 수질 및 유역담당 부서에서 시행을 강제할 수단 역시 부족하다.

이유 11. 주요 이해관계자가 계획을 수립하는데 참여하지 않았다. 이해관계자들은 정보를 나누고, 갈등하고, 자원을 확인하고, 공동의 목표를 달성하기 위해서 함께 모여야 한다. 또한 이들은 유역 관리 과정의 시작부터 함께해야 하고, 특히 계획 과정에 참여할 필요가 있다. 이러한 과정을 통해 이해관계자들은 계획의 발전단계에 참여할 기회를 제공받으며 참여의 정당성을 갖게된다. 이해관계자의 참여와 주인의식은 대중들의 반응과 합의를 창출하고, 시행을 위한 지원을 얻어낼 수 있게 한다.

이에 더해서 계획이 기술적으로 실패하는 중요한 이유는 대유역 중심의 계획 수립으로 “자료의 평균화”를 가져오기 때문이다. 즉 팔당호 수질목표를 1급수로 수립하게 되면 주민들이 1급수를 만들기 위해 구체적으로 어떻게 해야 하는지에 대한 구체적인 행동계획을 세울 수 없다. 반면 유역 단위로 나아가 만약 경안천이 10개의 소지천으로 구성되어 있을 경우 각각의 소지천에 대한 수질목표를 세우면 주민의 참여가 가능하다. 예를 들면 경안리 앞을 흐르는 하천을 1급수로 하자는 구체적인 목표를 세울 경우 자신과 직접적으로 관련된 하천의 구체적인 목표로 인해 주민들의 참여가 용이하게 된다. 그러면 갑돌이는 하천변에 키우는 돼지우리를 안쪽으로 옮기고 을수네 음식점은 정화조를 확장하고, 동네 어귀에 있는 공터는 나무를 심어 투수지대로 하고, 옛날 사용하던 우물은 습지로 보존하고 --- 등등의 계획이 되어 실질적인 주민

의 참여가 가능해지고 이를 바탕으로 유역의 수질개선이 이루어질 수 있는 것이다. 이와 같이 유역관리 계획이 수립될 때 소유역 뿐 아니라 유역 전반의 수질목표 달성이 가능하게 된다.

유역은 단지 행정적 경계를 가진 수문학적 단위일 뿐만 아니라, 지역 사회로 구성되어 있다. 위에서 이유로 제시되지는 않았지만, 정치적 의지나 시행을 지원하려는 중추세력이 없다는 것 또한 수질 관리에 있어서 실패 요소이다. 정치적 지지가 없는 것은 (1) 자금 마련이나 자금 마련을 도와줄만한 정치적 지원이 없는 것을 의미한다. 혹은 (2) 영향을 받는 이해관계자들이 일부 권고들은 받아들일 수 없다는 것을 말한다. 유역의 회복이 성공한 곳은 대부분 지역의 문제를 해결하기 위해 정치적인 힘을 계획과정에서 사용한 경우이다. 일리노이의 Otter Lake의 사례³⁾가 그러한데, 이곳에서는 제초제 atrazine의 사용이 높아지는 것이 지역사회 문제가 되자 지역 물위원회가 리더쉽을 발휘하여 문제를 해결해 나갔다. The Otter Lake Resource Planning Committee(OLRPC)가 만들어졌고, 이 위원회는 농부, 농약 판매업자, 7개의 지역사회, 환경보호론자, 그리고 물 위원회 대표들로 구성되었다. 이 위원회는 호수에서 제초제의 농도를 낮추려는 장기적인 계획을 세웠고, 계획이 실행된 후 식수에서 제초제 농도는 음용수 기준에 적합하게 되었으며, 유역의 토양, 동식물, 수자원의 향상을 가져왔다. 이처럼 우리나라 역시 주민의 참여가 있는 유역 차원에서 계획이 필요함을 알 수 있다.

유역관리계획이란 간단히 지역 공동체가 미래의 성장에 대하여 더 나은 선택을 할 수 있도록 돕는 과정이라 할 수 있다. 유역계획의 가장 큰 목적중의 하나가 유역의 수질목표 달성이다. 따라서 여기서는 유역 수질관리계획과 유역관리계획의 개념을 혼용해 사용하기로 한다. 이상적인 유역계획이란 다음과 같아야 한다.

- 과학적으로 신뢰할 수 있어야 함 : 수립한 유역 및 수질관리계획의 타당성이 과학적으로 충분히 설명이 되어야 하며 이를 바탕으로 주민의 신뢰를 얻을 수 있다.
- 민주적이어야 함 : 시민과 유역의 이해 그룹들이 계획을 준비할 수 있도록 민주적이어야 한다.
- 목표 달성 가능성에 대해 확신이 있어야 함 : 계획이 완전하게 실행된다면 유역에 설정된 수자원 목표에 합리적으로 도달할 수 있다고 확신을 줄 수 있어야 한다.
- 지역에 기초해야 함 : 상류하천을 포함하는 작은 하위 유역에 더욱 집중하여야 한다.
- 융통성이 있어야 함. : 송어의 보호, 음료수의 공급, 해변, 대수층, 호수 부영양화 및 하천 악화 방지, 하천의 수질 개선 등의 다양한 유역 문제의 해결에 적용되는 방법은 융통성이 있어야 한다.
- 경제적으로 정당하다고 인정될 수 있어야 함 : 유역 보호의 혜택과 경제적 성장에 대한 요구가 균형을 이루어야 한다.
- 준비하는데 저렴해야 함 : 시작하는데 지나치게 많은 시간과 자금이 소요되어서는 안되며 부족한 자금은 실질적인 실행을 위해 보존되어야 한다.
- 신속 : 개발은 매우 신속하게 이루어지기 때문에, 몇 십 년 내에 유역의 질을 급격하게 악

3) Farnsworth, R. et al., The Otter Lake story: anatomy of a successful locally led planning effort, Grassroots Planning, 1, 15, 1998.

화시킬 수 있다. 따라서 짧은 입안 과정을 통해 신속하게 1년 이내에 특정한 관리 도구를 실행할 수 있어야 한다.

제3장 유역 수질관리계획 수립 방안

유역 수질보전계획 수립은 유역의 기초 자료를 수집하고 참여자를 결정하는 유역관리 기반 구축에서부터 유역계획을 지속적으로 보완 개선하는 것까지 8단계로 구분해 볼 수 있다. 1단계로서 유역관리 기반구축 단계는 유역범위 설정, 참여자 선정, 수질관리계획 자료 수집 및 자료 평가, 유역관리 능력 검증 실시 등이 이에 속한다. 2단계와 3단계는 유역 관리조직 구성과 유역계획 입안에 사용 가능한 예산 확보를 포함한다. 4단계는 유역 및 개별 단위유역 내에서 향후 토지이용 변화 예측을, 5단계는 유역의 목표 설정단계로서 유역에 영향을 줄 수 있는 대유역 및 중유역의 관리목표 분석, 각 단위유역을 위한 구체적인 관리 목표 발전, 단위유역의 목표가 기존 지구설정과 결합될 수 있는지 평가, 단위유역 내에서 토지이용 패턴 전환필요성 결정 등을 포함한다. 6단계는 유역 및 단위유역 계획을 발전시키는 단계로서 유역지표 선택, 광범위한 유역분석과 필요시 단위유역 조사 실시, 단위유역 및 수로 관리 지도 준비, 기타 단위유역관리 도구 적용 등을 포함한다. 7단계는 유역 및 단위유역 계획을 채택하여 실행하는 단계이고 마지막으로 8단계는 유역 및 단위유역 계획을 보완하는 단계이다. 각 단계별 주요 사항은 다음과 같다.

3.1 유역관리 기반 구축

첫 번째 단계에서 유역 관리자는 유역 및 단위유역의 유역관리 기반구축을 위해서 가능한 정보와 지도를 수집한다. 유역관리 기반구축은 모니터링 데이터와 지도를 포함할 뿐만 아니라, 유역 지역사회의 특징분석, 참여자 구분, 지역 프로그램 평가 등도 포함한다. 유역관리 기반구축을 위한 이러한 분석은 유역 계획을 수립하는 토대를 제공한다. 본 단계에서 투입된 노력은 이후 단계들에서 충분히 활용되며, 이는 추후 계획단계에서 불필요한 혼란과 중복을 피할 수 있도록 한다. 유역관리 기반구축을 구성하는 과제에는 유역 및 단위유역 경계 결정, 가능한 참여자 구분, 과거 데이터 수집, 기존의 도면화된 자원 평가, 유역관리 능력 검토 등이 있다.

- 유역 및 단위유역 경계 결정 : 유역 및 단위유역 경계를 결정하는 것은 유역 유역관리 기반구축 범위를 설정하는 것이다.
- 가능한 참여자 구분 : 유역계획 수립에 각 단계별로 참여하는 파트너 및 참여자를 초기에 구분하는 것이 중요하다. 초기부터 유역계획에 이해당사자를 참여시킴으로서 지역 공동체의 관심을 이끌어낼 수 있다. 가능한 관련자를 초기 과정에 개입하게 함으로써, 관리자는 누가 계획의 수립에 참여하기를 원하는지, 그들이 계획과정 중에 어떤 역할을 할 수 있는지를 파악할 수 있다.

- 유역계획 수립을 위한 자료수집 및 평가 : 모든 유역계획에서 기존 단위유역에 대한 자료와 현황을 조사하는 것은 가장 중요한 업무라 할 수 있다. 유역 환경 자원의 질을 정확하게 묘사한 모니터링 데이터가 유역계획 과정 전반에서 필요하다. 모니터링 자료는 다양한 자료원에서 확보되어야 한다. 일례로, 지역 낚시동호회에서 어류에 관한 자료를 수집할 수 있고 행정기관에서는 수질자료를 수집할 수 있다. 과거 모니터링 데이터는 유역 입안 과정의 많은 국면에서 도움이 된다. 과거 데이터는 또한 시간이 경과함에 따라 토지이용 변화에 대한 수자원의 반응에 대한 정보를 제공할 수도 있다. 이러한 기록들은 관리자가 또한 과거의 유역관리 결정이 수자원에 어떠한 영향을 미쳤는가를 맥락에서 현재 결정을 평가하는데 도움이 될 수 있다. 계획과정 중에 제작된 각 단위유역의 현 상태 및 관리 목표를 설명한 지도는 유역계획에서 중요한 부분이다. 이러한 지도를 제작하려는 시도는 어떠한 데이터가 어떠한 형태로 지도에 나타나 있는가에 달려 있다. 이러한 내용들이 최근 지도상에 나타나 있다면 현장 조사는 필요하지 않다. 참여자는 기존의 도면화에 필요한 자료를 제공하는 1차적 자료원이라 할 수 있다.

3.2 유역 관리조직 구성

유역관리에 가장 바람직한 조직은 무엇인가? 가장 효과적인 유역 관리조직을 구성하는 것은 유역 관리자가 직면하는 가장 어려운 결정 중 하나이다. 성공적인 유역계획을 위해서는 계획을 실행하기 위해 다양한 참여자 및 지원에 집중할 수 있는 강력한 조직이 필요하다. 또한 관리조직은 신속한 방법으로 계획을 준비하고 실행하는데 결정적일 뿐만 아니라, 프로젝트의 목표가 성취되고 상황의 변화에 따라 계획을 수정하고 업데이트 할 수 있어야 한다. 지역사회는 전체적인 유역 관리를 위해 한 개의 담당기관을 설립하거나 혹은 단위유역 수준에서 소규모 담당기관을 설립할 수도 있다. 그러나 크기에 상관없이, 성공적인 관리조직이 되기 위해서는 각 행정기관이 유역관리 기구를 장기간에 걸쳐 지원할 수 있는 시스템을 갖추어야 한다.

유역 관리자는 관리 계획에 대한 참여자를 조직하기 위해서 정부주도 모델, 시민주도 모델, 혼합 모델 등 3가지 모델 중에서 선택할 수 있다. 3가지 관리 모델의 첫번째 차이점은 유역계획을 주도함에 있어 궁극적으로 누구에게 책임이 있는가라고 할 수 있다. 정부주도 모델에서는, 지역의 기관이 어떻게 유역을 관리할 것인가에 대한 결정을 할 책임이 있다고 가정한다. 반면, 시민 주도 모델에서는, 시민 참여자 및 풀뿌리 조직이 동 모델을 이끈다. 혼합 조직은 위 두 모델 중에서 최상의 것을 결합하고 있기 때문에 가장 추천되는 모델이라 할 수 있다. 본 모델들의 기본적 구성요소는 <표-1>과 같다.

<표-1> 유역 관리조직의 대표적인 구성요소

	정부 주도 모델	시민 주도 모델	혼합 모델
구 성	정부당국에 의해 설립	시민 및 기타 관심이 있는 단체가 풀뿌리 수준에서 설립	시민들의 지원 하에 정부 당국이 설립
구성원	정부 당국이 조직의 구성원을 지명함	참여자의 참여는 자발적임	일부 구성원은 참여가 필수이나, 대부분은 자발적
권 한	구조는 토지이용 및 기타 허가에 대하여 법률적인 권한을 지님	토지 사용 및 기타 허가에 대한 법률적 권한이 없는 자문	일부는 법률적 권한을 소유하지만 나머지는 자원봉사자 혹은 자문만 수행
재 원	세금 및 과태료	보조금, 기부금 및 기타 지역정부의 공헌	지방정부와의 협약 등과 같은 안정적인 경로를 통해 조달이 이루어짐. 그러나 기부금도 예산의 상당부분을 차지함
실 행	지방 및 중앙 정부 수준의 기관이 계획을 실행	지방 정부	중앙정부의 지원 하에 지방 정부가 수행

3.3 예산 확보방안

계획을 실행하고 수행할 수 있는 충분한 자원을 가지고 있는가? 유역 관리자가 직면하게 되는 가장 중요한 도전은 기존의 예산 한계 내에서 유역 및 단위유역 계획을 어떻게 개발할 것인가 하는 문제이다. 관리자는 어떠한 자금원이 가능한지 구분하고, 유역 및 단위유역 계획을 위한 예산을 개발할 필요가 있다. 초기 회의에서, 각 기관 및 그룹이 유역계획에서 그들이 어떠한 자원을 제공할 수 있는지 확실히 정리하는 것은 매우 중요하다. 특히 4대강 물이용부담금을 활용하는 방안 등 가능한 방안을 검토하여야 한다.

유역 및 단위유역 계획을 수행하는데 얼마나 많은 비용이 필요할 것인가? 이에 대한 대답은 유역 관리자가 지도작업, 모니터링, 모델링 및 진행되고 있는 관리에 대하여 어떠한 선택을 하는가에 따라 달라진다. 예산은 또한 유역 및 단위유역의 지역 및 복잡성에 달려 있다. 일례로, 유역계획보다는 단위유역 계획을 개발하는 것이 비용소모가 적다. 동시에, 단위유역 계획을 개발하는 비용은 만약 계획이 더욱 규모가 큰 유역계획 맥락에서 수행된다면 감소될 수 있는데 이는 모니터링 및 경영 등과 같은 유역 관리 비용의 일부가 개별 단위유역 간에 할당될 수 있기 때문이다. 만약 자원 봉사자들이 일부 분석을 수행하거나 혹은 기존 직원들의 시간이 계획의 실행에 재분배되는 경우에는 유역 계획에 있어 상당한 비용의 감소가 가능하므로 이 역시 고려해야 한다.

3.4 토지이용 변화 예측

단위유역에서 어떠한 형태의 토지이용 변화가 예측되는가? 유역 및 단위유역의 토지이용은 수질 및 수생태계에 큰 영향을 미친다. 현재의 불투수면 정도는 유역 유역관리 기반구축 분석의 일부로써 측정되어야 한다. 본 단계에서, 유역 관리자는 기존 지구설정 및 도시기본계획과 같은 사용 가능한 토지이용 계획 정보에 기초하여 미래의 불투수면을 예측할 필요가 있다. 불투수면 보호는 유역 관리자가 수자원이 현재 상황에서 악화될 것인가를 결정하는데 도움이 될 수 있다. 만약 분석에 따라 불투수면이 단위유역 환경질의 저하를 일으킬 정도로 증가할 것으로 예상된다면, 유역 관리자는 불투수면을 다른 단위유역으로 이동시키거나 혹은 개발 제한을 고려할 필요가 있다.

3.5 유역 관리 목표 결정

유역 및 단위유역 내에서 어떠한 목표가 적절하고 달성이 가능한가? 본 단계에서, 유역 관리자는 바람직한 목표를 결정하기 위해서 선행 4단계에서 획득한 정보를 평가한다. 유역계획에서 목표의 설정은 가장 중요한 단계이며, 관리조직은 본 단계에서 참여자의 완전한 참여를 보증해야 한다. 바람직한 목표의 설정 단계는 광범위한 유역 및 유역에서 필요한 좀 더 구체적인 목표로 나아가는 것이다. 이러한 목표는 개별 단위유역에 맞도록 더욱 구체적인 단계로 환원될 필요가 있다. 적절하고 성취 가능한 목표를 설정하기 위해서, 유역 관리자는 다음 과제를 포함하여 여러 가지 업무를 수행해야 한다.

- 과제 1 : 유역에 영향을 미치는 대유역관리 목표를 검토한다.
- 과제 2 : 유역을 위한 구체적인 목표를 개발한다.
- 과제 3 : 개별 단위유역의 구체적인 관리 목표를 개발한다.
- 과제 4 : 단위유역의 목표가 기존의 지구설정과 합치할 수 있는지 평가한다.
- 과제 5 : 단위유역 내에서 토지이용 패턴의 변경이 필요한지 결정한다.

3.6 유역계획 수립

유역계획 수립을 위해 필요한 4가지 과제는 유역 지표 선택, 필요한 유역 및 단위유역에 대한 분석 시행, 단위유역 및 하천관리 지도 준비, 기타 단위유역관리도구 활용 등이다. 단위유역 계획은 마지막 단계에서 설정된 목표에 도달하기 위한 일종의 자세한 설계도라고 할 수 있다. 전형적인 계획은 지구설정, BMP 제안, 제안된 BMP 위치설정, 제안된 신규 프로그램의 설명, 계획을 실행하는데 필요한 직원 및 예산에 대한 예측, 하천 완충지 넓이, 모니터링 협약 등의 내용을 포함한다.

3.7 유역계획 실행

계획이 실제로 수행될 수 있는가? 불행히도, 많은 과거 유역 계획은 결정적인 단계에서 실패하여, 결과적으로 계획으로만 끝나고만 경우가 많다. 계획이 실행되는 것을 보증할 수 있는 최선의 방법은 적절한 참여자를 포함시키고, 실제적인 자원을 평가하고, 과학적, 경제적으로 건전한 계획을 개발하고, 적절한 시행을 유도하는 일이다. 앞서 언급된 대로, 좋은 계획 자체가 실행을 보증하는 것이 아니다. 계획이 발전할수록, 유역 관리자는 지역정부가 계획을 실행할 수 있는 법률적 권한 및 자원을 가지도록 노력할 필요가 있다. 계획을 실행하는 것은 계획을 수립하는 것보다 수십 배나 더 많은 비용이 든다. 따라서 계획의 실행을 지원하기 위해서 안정적인 자금원을 확보할 필요가 있다. 유역계획이 실행단계에서 가장 큰 비용이 소모되는 곳은 유역에서 모니터링을 지속하고, BMPs 및 개선사업을 수행하며 각종 사업을 실행하는 데 필요한 인력의 확보이다.

3.8 유역계획 보완

시간이 경과함에 따라 계획이 어떻게 변화되어야 하는가? 치안과 방재가 지역사회를 위한 지속적인 프로그램인 것처럼, 유역계획도 당해 유역의 수질관리를 위한 지속적인 프로그램이다. 일회적인 유역 연구는 단지 어떠한 문제가 존재하는가를 증명할 수 있을 뿐이다. 사실 계획을 수립한 경험이 있는 많은 외국의 지역정부조차도 다양한 이유로 유역계획이 단순한 보고서가 아니라 지속적인 과정이라는 것을 인지하지 못한채 유역계획에 착수한 우를 범하였다. 예를 들면 외부 컨설턴트에 의해 작성되는 유역 연구 및 유역 보고서는 지역사회 및 대중 혹은 기관의 직원들이 거의 소유권을 지니지 못하며 관리 조치를 시행할 법령이 없다. 이러한 연구들은 종종 다른 경쟁적인 우선순위나 혹은 관심이 나타날 경우 단시간 내에 잊혀진다.

많은 단위유역은 개별 유역 안에 자리를 잡고 있다. 따라서 1개의 관할당국이 여러 개의 유역을 관할하고 있다면, 지방 자치단체는 수십 개의 단위유역을 관리해야만 하는 책임이 있을 수 있다. 관할당국은 이러한 단위유역 계획을 관리할 수 있는 시스템을 필요로 한다. 개별 단위유역 계획은 5년에서 7년의 정의된 관리 사이클 내에서 준비되어야 한다. 개별 단위유역 계획은 대안적인 순서로 준비되어서 일부 계획이 개별 연도 내에 실행되고 나머지 계획들은 연차적으로 5년에서 7년에 달하는 시간 내에 완성되어야 한다. 단위유역 관리 사이클은 사이클의 기간에 걸쳐 공평하게 업무를 분배함으로써 유역 관리 직원 및 관리자의 업무량의 균형을 잡아준다. 현실적으로, 사이클의 초기에 불투수면 측정, 유역 지표의 모니터링 등 일부 유역 지표를 측정하는 것이 바람직하다. 이러한 데이터를 통해 관리자는 개별 단위유역의 관리 범주를 결정하고 취약성에 따라 우선순위를 정할 수 있다.

제4장 유역 수질보전계획 수립사례

본 장에서는 국내 및 국외의 유역 수질관리계획을 수립한 사례를 검토하고자 한다. 국내의 경우 아직 유역에 관한 계획이 본격적으로 도입되지는 않았으나 지자체 또는 지역주민과 협조하여 자발적으로 유역관리계획을 수립한 김해 대포천 유역과 안양천 유역계획을 소개하였다. 외국의 경우는 유역계획이 활발하게 작성되어 시행되고 있는 미국의 사례를 검토하였다. 미국 사례의 경우 유역계획의 중요한 요소인 유역차원에서의 계획수립 유무, 토지보존, 수변완충지, 수환경을 고려한 단지계획, 침식 및 퇴적물 관리, 우수유출수 BMPs, 유역 경영 프로그램 등의 도입여부를 검토하였다.

4.1 국내사례

1. 대포천

1) 배경

대포천은 김해시 상동면에 소재하는 지방 2급 하천으로, 유역면적 45.8km², 유하길이 8.9km, 하폭은 30~90m이다. 이 지역은 지리학적으로 남동임해공업 지역에 위치해 있으며 낙동강과 합류된 하류에는 400만 부산시민의 식수 및 생활용수로 이용되는 매리취수장, 덕산정수장 및 양산, 울산의 일부지역까지 공급되는 물금 취수장이 위치하고 있다. 낙동강 원수를 취수하여 식수로 사용하고 있으므로 언제든지 김해시 일부지역이 상수원보호구역으로 지정될 수밖에 없는 지리적인 배경을 지니고 있는 지역이다.

<표-2> 대포천 현황

위치	연장	하폭	유역면적	오염원		
				인구수	축산농가	기업체
김해시 상동면	8.9km	30~70m	45.8km ²	3,098명 (4,284) (1,485세대)	111농가 (185)	136개 (346)

주: 괄호내 수치는 상동면 전체 통계임

1997년 12월경의 김해시 상동면 대포천의 하천 수질은 BOD 기준으로 4~5급수로 단 한 마리의 어떠한 생물종도 서식할 수 없는 오염이 심화된 상태였다. 39,000여 두의 양돈사육과 326여 개의 크고 작은 공장 및 70여 개의 식당, 4,000여명의 주민이 버리는 생활하수 등 1일 3,000여 톤의 오폐수로 죽음의 하천으로 변해버린 상태였다.

1997년 정부안으로 준비된 낙동강 상수원 수질개선 특별조치법이 제정된다는 보도를 접한 상동면 주민은 상수원보호구역의 지정 등으로 지역개발은 물론 재산권 행사에 상당한 저해요

인이라고 주장하였다. 주민들은 상동면 번영회를 중심으로 상수원특별법 제정 반대 호소문을 작성 배포하고 적극적인 반대운동을 벌이고 지역주민을 동참시켜 반대투쟁 위원회를 확대 조직하여 그 세력을 넓혔다. 그러나 위원회는 주변의 극도로 오염된 하천을 그대로 둔 채 무조건 상수원특별법에 대해 제정을 반대하는 것은 정부와 많은 시민을 설득시킬 수 없다는 것을 인식하였다. 그 결과 “상수원특별법제정반대위원회”는 “김해시 수질개선대책 협의회”로 전환되었다. 이와 발맞추어 환경부는 낙동강 수계권역 5개 읍면 위원회를 운영·지원하였고 이 협의회에서 하천 살리기 운동을 시민운동으로 전개하였다.

2) 주요 내용

대포천은 지역주민의 참여로 이룬 하천 살리기의 대표적인 사례로써 1997년 당시 대포천의 오염정도를 직접 확인한 주민은 비로소 주민의 의무를 자각하고 주민 스스로 1세대 당 2~3천원의 적은 성금을 내어 약 3천여만 원의 수질개선대책위원회 기금을 조성하였다. 이 기금으로 유급 하천감시원 2명을 대포천변에 배치하여 하천 감시활동을 강화해 나갔으며, 수계별 하천감시단 3개 반(18명)을 구성하여 축산폐수와 공장폐수의 무단방류감시에 들어갔다. 또한 매월 2회 이상의 정기적인 하천 정화사업을 추진해오고 있으며 지역소재 농협 구판장에 세제판매 안하기와 주부층을 통한 세제 덜 쓰기 운동을 홍보하였다. 주민과 행정이 합심하여 오염원 저감을 위해 지역공장협의회를 통한 폐수 무단방류 자제 협조, 축산농가의 축산오·폐수 무단 배출자는 고발조치, 하천내 퇴색된 자연석을 주민들이 술선수범하여 손으로 세척하는 등 각고의 노력을 기울였다. 그 결과, 대포천은 불과 1년 반만에 1~2급수의 맑고 깨끗한 수질로 개선되어 지금은 1급수에서 서식하는 은어, 피라미 등 각종 어류가 서식하게 되었다.

주민들은 상동면 번영회를 중심으로 상수원보호구역특별법 제정반대 투쟁위원회를 상동면 수질개선대책위원회로 전환하였다. 하천감시원과 대책위 회원으로 구성된 하천 지킴이 등 대포천 주변의 축산농가, 공장 등의 배출업소 감시활동을 하고 각 가정마다 주부들은 합성세제 덜 쓰기 운동을 전개하여 수질개선은 우리 집부터라는 생각을 가지고 있는 등 주민 스스로가 지역 하천 살리기 운동에 앞장서고 있다. 하천 살리기 다짐 대회와 지속적인 주민 계도·계몽 및 언론매체 등을 통한 주민 홍보로 하천 살리기 운동을 지속적으로 전개하고 있다. 또한 주민과 기업, 축산농가, 행정에서는 지방2급 하천(중전 준용하천)인 대포천 일원의 자연정화 활동을 실시하고, 각 가정이나 식당 등 업소에는 간이 침전조를 설치하여 수질개선에 나서고 있다. 특히 상동면 대포천의 경우에는 마을에서 유입되는 생활오수가 하천으로 직유입되는 것을 차집관을 이용하여 수질정화용 수초인 미나리를 식재한 곳으로 이동하게 하여 수질을 한번 정화 후 하천으로 유입하고 있다. 대포천의 수질개선을 위한 주요 사업내용은 아래의 <표-3>과 같다.

<표-3> 대포천 수질개선 사업내용

사 업	사업내용	소요금액 (백만 원)	시행기간
하천정화 활동	8.9km	10.0	'97 ~'00 시행
• 하천살리기 대책위 구성			
• 하천지킴이 위촉			
• 하천살리기 다짐대회			
• 홍보활동 전개			
유급환경감시원고용	1명	년 8.6	
하상정비	1.5km	5.0	
간이침전조 설치	263개소	10.4	'99년 시행
합병정화조 설치	4개소	60.0	'99~'00 시행
수질정화용 수초식재	6개소/500평	년 2.0 ~ 3.0	'99~'00 시행

또한 향후 추진할 김해시 수질개선대책협의회 사업계획은 다음과 같다.

- 맑은 물을 이용한 농축산물 품질 인증, 브랜드화 및 2005년까지 전지역을 친환경농업지구로 선포 등 친환경농업 유도
- 유역내 3,000여개의 기업체를 업종별로 세분화하여 수질오염 가능성 여부를 등급제로 적용하여 주민과 기업체의 협력체계를 수립하여 수질오염예방체계 구축
- 수질개선운동을 생활화 할 수 있는 분위기 조성 등 지역주민의 지속적이 참여 유도
- 관내 주민과 기업체에 수질개선운동에 지속적인 참여와 긍지를 갖도록 하기 위한 이론적 근거 제공을 위한 학계와 연계연구 추진
- 지역의 노력을 인정하여 정부의 대폭적인 재정지원을 통한 하수처리시설 확충
- 생태하천 조성, 반딧불 하천 만들기 등 관내 하천의 친환경적 개발

<표-4> 통계로 보는 연도별 대포천 현황

구분	'97	'98	'99	2000	2001	2002.3
오염도(BOD)변화 추이 (연평균, mg/L) *채수지점:대감마을 수중보	상반기:4.5 하반기:2.2	0.7	1.0	1.3	1.7	1.6
인구(인)	4,383	4,353	4,290	4,235	4,236	4,248
폐수배출업소 (폐수발생량, m ³ /일)	25 (1,898)	25 (1,898)	29 (1,904)	38 (2,567)	49 (2,980)	53 (3,014)
가축폐수 발생량(m ³ /일)	240	297	313	314	318	322

2. 안양천

1) 배경

안양천은 한강하류로 유입되는 4대 지천 중 제1지천으로서 경기도 의왕시 백운산자락에서 발원하여 군포시를 경유 안양시 도심을 중앙으로 관류하여 광명, 서울시를 거쳐 한강에 유입되

는 윗하거리 32.2km, 윗역면적 275km²에 이르는 국가하천이다. 안양천유역은 경기도의 안양시, 군포시, 의왕시, 광명시, 부천시, 과천시, 시흥시 등과 서울의 구로구, 관악구, 금천구, 동작구, 영등포구, 양천구, 강서구 지역의 전부 또는 일부를 포함하고 있고 안양권 상류지역에 고도가 높은 관악산, 수리산, 모락산, 백운산, 청계산 등 산지가 많이 분포되어 있으며, 안양천 유역의 년평균 강우량은 1203mm이고 연평균 기온은 11.8℃의 우리나라 평균적인 기후특성을 가지고 있다.

안양천 상류지역(안양, 군포, 의왕시)의 산업화와 인구증가로 수질오염의 지표인 BOD가 한 때는 최상류인 구군포교가 92년 59ppm을 나타낼 정도로 수질오염이 심화된 상태였으나 수세식화장설 보급, 분류하수관 설치, 안양하수처리장 건설 등으로 연차적으로 오염도는 감소되어 가고 있는 추세이다. 그러나 우리나라 기상특성상 연중 7~8개월이 갈수기라 이 기간 중에는 하천유지수량 부족으로 수질오염도가 심화되고 있는 실정이며 유량이 풍부한 시기에도 환경기준치에는 미치지 못하고 있는 실정이다. 이에 안양시에는 2001년 ‘안양천살리기 본부’를 시 산하에 설치하고 구체적인 안양천 살리기 유역계획을 수립하게 되었다. 사업목적은 수질오염으로 생태계가 훼손된 안양천을 수질개선, 하천 건천화방지, 유량확보, 생태복원 사업을 연차적으로 추진하여, 안양천의 여건과 특성에 맞는 건강하고 아름다운 『생명이 살아 숨쉬는 도시하천』으로 만들어 유역내 330만 시민이 자연과 함께 어우러져 살 수 있는 하천 환경을 조성하고자 하였다. 이는 10개년(2001 ~ 2010) 사업으로서 수질개선사업, 유량확보사업, 자연형 하천정비 및 생태복원사업 등의 주요 사업내용을 포함하고 있다.

2) 주요 내용

안양천은 유역에 많은 지방자치단체들이 있을 뿐만 아니라 유역의 도시화가 급속히 진행되어 한강의 지천 중에서도 최악의 오염을 보이는 하천이다. 이런 조건에서 안양천을 생태하천-자연형 하천으로 되살리는 것은 각별한 노력과 유역전체의 수질개선 노력이 있어야만 가능한 일이며 주요 고려 내용들은 다음과 같다.

첫째, 안양천은 많은 지역에서 지방자치단체의 경계선을 이룬다. 군포공단 안의 안양천은 의왕시와 군포시의 경계가 되며 구로공단에 인접한 안양천은 금천구와 광명시, 구로구와 광명시, 안양시 하수처리장 하류의 안양천은 안양시, 광명시, 금천구의 경계를 이룬다. 따라서 계획에 인근 시·군의 적극적인 참여를 유도하였다.

둘째, 최근 하수처리와 홍수예방을 위주로 관리되던 하천을 생태계가 살아있는 자연형 하천으로 복원하기 위한 여러 시도가 진행되었다. 콘크리트 호안블럭으로 직강화된 안양천을 자연형 하천으로 복원하기 위한 대책을 수립하였다.

셋째, 최근 생태하천의 복원에서 새로운 문제로 대두되고 있는 “하천의 건천화”를 해결하기 위해서는 유역전체를 통합하는 계획과 관리가 필수적이다. 이에 건천화 방지를 위해 상류지역에 소규모 댐을 건설하는 방안, 하수처리수 이용방안, 지하철유출수 이용방안 등 다양한 용수 확보 방안을 검토하여 도입하였다.

넷째, 안양천이 생태하천으로 복원되기 위해서는 안양천이 다양한 생물의 이동통로가 되어

야 한다. 안양천 유역에 서식하는 생물에 대한 생태조사를 통해 확보된 자료를 토대로 이들의 서식지를 보호, 복원하고 한강과 연계된 다양한 생물종의 이동통로를 확보하기 위한 방안을 검토하였다.

<표-5> 안양천의 살리기 주요 사업계획

구 분	추진과제	추진사업
버들치가 돌아오는 건강한 안양천	수질개선	<ul style="list-style-type: none"> · 하수 고도처리 도입 · 하수관거설치 및 유지관리 · 차집관거 설치 · 역간점축산화시설 설치· 운영 · 삼막천 중금속 제어
	생태계 복원	<ul style="list-style-type: none"> · 자연형 호안 정비 · 버들치 서식처 등 biotope 조성 · 갯버들 식재 및 갈대밭 조성 · 생태추이대 조성
홍수·가뭄 걱정없는 안전한 안양천	유량 확보	<ul style="list-style-type: none"> · 하수처리장 처리수 재이용 · 삼성천 저수지 건설
	하도안정화	<ul style="list-style-type: none"> · 수충부 호안축조 · 호안 환경사 복토 · 사주부 호안 철거 · 투과성 수제 설치
시민이 가까이 즐겨찾는 즐거운 안양천	공간 정비	<ul style="list-style-type: none"> · 고수부지 주차장 정비 · 친수 및 휴식공간 조성(거점별) · 자전거도로·산책로 조성 · 접근로의 개선
	시민참여 활성화	<ul style="list-style-type: none"> · 안양천 살리기 범시민대회개최 · 안양천 유역 의제 21 수립·추진 · 각종 시민행사 지원

4.2 국외사례4)

1. Johnson Creek

1) 배경

Johnson Creek은 오레곤주에 위치한 어느 정도 도시화된 유역으로 크기는 140km²이고 유역내 인구는 약 15만 명으로 추정된다. 유역 토지이용의 대략 42%는 저밀도 거주지이며, 10%는 상업지역과 산업지역으로서 고밀도로 개발된 곳이다. 유역은 현재 약 12%의 불투수면을 가지고 있다. 1990년, 포틀랜드시 환경부는 계속 악화되는 Johnson Creek을 보호하기 위한 수질관리계획을 만들기 위하여 타 기관과 협동을 시작하였다. 기존 유역 내에서 주요한 문제를 다

4) www.cfw.org/2004

음과 같이 구분하였다.

- 택지개발, 하천개수, 수로변경 및 범람원의 개발에 따른 유역의 홍수관리계획 필요
- 박테리아, 수온 및 pH가 기준에 부합하지 않아 환경부의 오염우심하천 리스트에 등재될 정도의 수질 오염 문제
- 침전오니 및 식생의 손실에 따른 수중 및 야생 동식물 서식지의 악화

전 유역에 걸쳐서 영향력을 행사하는 기구가 없기 때문에, 유역 관리 단체의 구성이 제안되었다. Johnson Creek 수로위원회로 명칭된 단체는, 시민, 유역 그룹, 주 및 지역 정부 기관 및 개인 사업체 등으로 구성되었다. Johnson Creek의 자원 관리 계획은 포괄적인 유역 관리 계획에 대하여 10가지 목표를 설정하였다. 기술자문단은 환경 데이터를 수집하여 분석하였고, 자원 관리 계획의 초안을 작성하기 위해서 4개의 하위 위원회로 이루어졌다. Johnson Creek 유역 계획은 토지이용, 토양, 수리학, 식생, 어류 및 야생 서식지 및 수질 등 하천 수질의 다양한 양상을 포함하는 자세한 기술적인 연구에 기초하고 있다.

2) 주요 내용

Johnson Creek 유역 계획의 권고항목은 수질 개선을 위한 오염물 통제 전략, 범람 관리 계획, 야생 및 어류 서식지 개선 프로젝트, 유역 관리 프로그램 등 4개의 일반적인 영역으로 구분된다. 해당 활동이 하천 수질 개선에 미치는 영향에 기초하여 개별 요소에 대하여 활동 항목을 구분하여 우선순위(high, medium or low)를 부여하였다. 특정 권고항목의 실행 책임은 전통적으로 해당 업무를 수행해 온 주 및 지역기관에 부과되었다. 설립된 유역 관리 조직이 이러한 업무를 조정하고, 어떠한 기관에도 할당되지 않은 항목을 수행하게 된다. <표-6>는 계획에서 높은 우선순위를 부여받은 항목 사례들을 보여주고 있다.

<표-6> Johnson Creek 실행 권고 항목

실행 구성 요소	권고항목
수질 및 오염 방지	<ul style="list-style-type: none"> - 실패한 정화조를 조사하고 적절한 보완활동을 위한 미생물 연구 수행 - 불법적인 연결을 찾아 제거 - 빗물 관리 계획 완전히 실행 - 비도시 지역의 수질 관리 계획 준비
범람 관리	<ul style="list-style-type: none"> - 범람 감소 시설 건설 - 100년 빈도 범람원을 재정의 - 범람 피해를 최소화하기 위해 긴급조치팀 구성 - 빈번한 범람에 취약한 부동산을 가능한 한 취득
야생 및 어류 서식지 강화	<ul style="list-style-type: none"> - 공공 및 사유지에서 수변 및 수로 복구 촉진 - 토지이용 규제를 통하여 주요한 서식지 보호 - 하천 내부 서식지 개선 - 포괄적인 어류 관리 계획 완성
유역 경영	<ul style="list-style-type: none"> - 영속적인 유역 관리 조직 건설 - 유역 거주자와 지속적인 의사소통 프로그램 유지 - 장래 개발에 대한 제안 - 포괄적인 모니터링 및 평가 프로그램을 설정하고 수행함

Johnson Creek 계획이 모든 지역에 배포되고 이들이 계획 실행에 동의하는데 2년이 소요되었다. 이 계획에서 중요하게 다룬 것은 유역 계획, 수변완충지, 환경친화적 단지계획, 우수 및 비점오염원 관리, 유역 경영 프로그램 운영 등이고, 기타 토지보존, 침식 및 퇴적물 통제, 오폐수 유입 등의 대책도 추진하였다.

2. Fanno Creek

1) 배경

Fanno Creek은 고도로 도시화 된 유역으로서(33%의 불투수율), 팽창하는 포틀랜드 및 워싱턴 카운티의 도시권내에 속해 있으며 크기는 83km²이다. 유역관리 및 계획은 주로 포틀랜드 환경 사무소와 워싱턴 카운티의 통합된 하수관리 기구인 USA(Uniform Sewerage Agency)에서 맡고 있다. Fanno Creek은 오레곤 환경 부서에 의해 수질이 악화된 유역으로 지적되어 수질개선 대상이 되었다. 관리 계획의 초안에 포함된 Fanno Creek에서 해결하려고 하는 문제는 다음 사항을 포함하고 있다.

- 개발사업, 수로 변경, 범람원에서의 개발 등에 따른 유역의 홍수 피해
- 총인 기준의 초과, 높아진 수온, 박테리아 오염, 낮은 용존산소 및 높아진 조류번식을 포함한 수질 문제
- 침니 및 수변 식생의 손실, 외래종에 따른 서식지 악화
- 유역에서 예상되는 신규 개발

2) 주요 내용

Fanno Creek 유역에 대한 권고항목은 4개의 범주로 나누어진다. 수질 및 범람 관리에 대한 구조적 프로젝트; 교량 및 수도관 교체; 제도적 항목 개선 프로그램; 지역사회에 기반을 둔 개선프로그램 등이다. 개별 프로젝트는 비용, 수질, 홍수관리의 효율성 및 사회적 수용성 등을 포함한 다양한 기준에 기초하여 고, 중, 저로 우선순위가 부여된다. 비록 유역 연구에서 대부분의 분석이 단위유역 수준에서 수행되었지만, 계획의 권고항목 및 관리는 전체 Fanno Creek 유역에 적용된다. 유역계획은 토지이용 및 지구설정 변경에 대한 어떠한 권고항목도 없다. 이는 지역적 성장 관리 계획과 토지이용법이 토지이용을 본 연구와는 독립적으로 결정하기 때문이다. 유역이 도시 성장 경계 내에 있기 때문에, 궁극적인 목표는 개발사업을 해당지역으로 이전하는 것이다.

<표-7> 유역 계획 권고항목

범주	권고 사례들
수질 및 범람 관리	<ul style="list-style-type: none"> - 홍수유출을 억제하기 위한 습지 건설 - 하천 둑 안정화 프로젝트 - 범람원 세굴/저류 프로젝트 - 수변 수로 계획
다리 및 하수도관 교체	소형 하수관 및 다리의 교체
제도적 개선 항목	<ul style="list-style-type: none"> - 수리권 검토 - 수변구역 보호 시행 - 자생 식물 정보 프로그램 - 박테리아와 중금속 배출 감소
지역사회에 기반을 둔 개선 프로그램	<ul style="list-style-type: none"> - 다양성을 촉진하기 위한 식생 프로젝트 - 하천변 그늘 조성을 위해 고안된 프로젝트 - 외래종 식물의 제거

본 수질관리계획에서는 토지보존, 우수 및 비점오염원 관리, 오폐수 처리, 유역 경영 프로그램 도입 운영 등의 적극적인 사업이 있었고 기타 수변완충지에 대해서도 계획을 수립하였다.

3. Pickerel - Crooked 호수

1) 배경

Pickerel - Crooked 호수는 내륙수로의 일부로서 미시간 주 북서부 지역에 있는 255 km²의 유역면적을 가지고 있다. 유역의 주된 토지이용은 삼림으로 약 60%에 달한다. 농업 및 도시형 토지이용이 나머지의 대부분을 점유하고 있으며 소규모 공업단지가 1개 존재한다. 유역은 지역 계획기구인 북동부 미시간 의회(The Northeast Michigan Council of Government, NEMCOG)의 관할구역 내에 있다. 1979년 조직된 위원회는 여러 유역에서 수질을 보호하고 개선하며 자원의 적절한 이용을 도모하는 비영리 민간조직체이다. Pickerel - Crooked Lake 연합은 집을 소

유한 부동산 소유자와 호수 근처에 땅을 가진 소유자들로 구성된 비영리 단체로 호수수위, 수질상태, 어로시설 등을 포함한 호수의 수질 및 수량을 보존하고 개선하기 위해 조직되었다.

2) 주요 내용

민감한 지역은 현장 조사와 과거 데이터와 토지의 현재 상태 및 지역의 수자원에 대한 평가를 통하여 구분되었다. 호수의 양호한 수질을 유지하기 위해서 예방적 조치와 개선 조치가 모두 취해져야 한다고 결정되었다. 권고항목은 비점오염원에 기여하는 문제지역을 개선하고 수질의 추가적인 저하를 방지하기 위해 비점오염원 조사 결과에 기초하여 개발되었다.

<표-8> 권고된 실행 활동

우선순위 1: 토지이용 관리 : 비점오염물질을 감소시키기 위해 토지관리에 대한 지역사회 주도의 접근방법을 촉진
우선순위 2: 빗물 관리 : 호수 및 기타 지류로 유입되는 홍수 유출을 감소
우선순위 3: 수변구역 관리 : 수변구역관리 개선을 통하여 호수 및 기타 지류로 유입되는 영양분, 퇴적물 기타 비점오염물질의 유입을 감소
우선순위 4: 농업 관리 : 호수 지류로 유입되는 퇴적물과 영양물질의 부하를 감소하고 이전의 습지를 복구함으로써 농업오염을 방지
우선순위 5: 도로/하천 횡단 관리 : 도로/하천 횡단지역에서 유역의 하천에도달하는 퇴적물의 양을 감소하기 위해 토양 침식을 안정화하고 도로 유지활동에 따른 비점오염물질을 방지하기 위한 작업을 시행함
우선순위 6: 삼림 관리 : 수질을 개선하기 위해서 유역의 중요한 지역에서 모든 삼림관리 활동 기간에 BMPs를 시행
권고된 정보 및 교육 활동 : 이해와 인지수준을 향상시킴으로써 일상활동과 지역 정책 및 의사결정을 통하여 책임 있는 수자원보호 결정을 내릴 수 있도록 지역 시민에게 권한 부여

본 유역계획에서는 유역차원에서의 계획수립, 수변완충지, 빗물 BMPs, 유역 경영 프로그램 등을 중점으로 추진하였고, 기타 환경친화적 단지계획, 침식 및 퇴적물 관리, 토지보존 등에 대해서도 관심을 두고 추진하였다.

4. Cane Creek 저수지

1) 배경

노스캐롤라이나 지역에 있는 Cane Creek 저수지는 오렌지카운티 수자원 및 하수도 국(OWASA)이 소유하고 운영하며, 유역면적이 83km²으로 전 유역이 현재 보호지구로 설정되어 규제되고 있다. 1991년 이후 OWASA 저수지 주변의 토지를 지속적으로 구입하고 있다. 노스캐롤라이나에 대한 오렌지카운티의 요구항목은 다음과 같다.

- 주거지 - 불투수면 한계 6%

- 완충지, 자연 식생 및 침투 등과 같은 빗물 관리 시설 설치
- 저수지 연안 및 하천을 따라 완충지 설치
- 정화조만 허용하고 하수처리장은 허가금지(신규도시 개발 금지)

2) 주요 내용

1994년 1월에 OWASA 이사회는 저수지의 장기적 수질을 보증하기 위한 관리 계획을 개발하기 위하여 22명의 자문위원을 임명하였다. 위원회는 부동산 소유자 및 유역 거주자 등을 포함한 시민단체, 용수 소비자, 대학의 전문가, 각 관할 지역의 선출된 공무원 및 OWASA 이사회 구성원으로 이루어져 있다. 전반적인 목표, 작업의 범위 등은 모두 유역 위원회가 결정하였으며, 1994년 10월 OWASA 이사회에서 승인되었다. 이러한 목표들은 대안적인 관리 전략이 평가와 측정에 대한 기준이 될 것이다(<표-9>).

<표-9> 권고된 실행 활동

주요 목표:	
수질과 관련된 목표	강조점
1. 공공 보건에 대한 위험을 최소화	가장 중요
2. 침식작용에 따른 저수지 용량의 손실을 최소화	더욱 중요
3. 수돗물의 불쾌한 맛, 악취 및 색소의 문제를 최소화	더욱 중요
4. 위락활동과 심미적 목적을 위해 바람직한 수질을 유지	중요
수질과 관련되지 않은 목표	강조점
5. 유역주민에 대한 충격을 최소화	가장/ 더욱 중요
6. OWASA 고객의 요금인상을 최소화	중요

1997년 6월 26일, OWASA 이사회는 Cane Creek 저수지 용수 공급을 보호를 위한 잠정적인 권고항목을 채택하였다. 1997년 10월 23일, OWASA 이사회는 Cane Creek 저수지 용수 공급을 보호를 위한 최종 권고항목을 채택하였다. 다양한 관리 전략이 수질목표에 대하여 평가되었다. 이러한 평가에서 재지구설정과 용수 소비자가 아닌 유역 거주민에 대한 충격을 최소화하기 위한 타협 방안, 그리고 개발권리의 이전 등의 권고항목이 결정되었다(<표-10>).

<표-10> 유역관리를 위해 권고된 관리 전략

재지구설정(Rezoning) 권고
오렌지카운티 지구설정 법안을 수정하여 모든 거주지 개발지역은 대규모 구획 및 클러스터 배치로 추진함 - 대규모 구획: 1997년 6월 26일 이전에 지정된 구획을 제외하고 추가적인 구획은 적어도 5에이커이어야 함
잠재적 “타운과 카운티”간의 협상
OWASA가 소유한 토지에 세금을 대신 지급
OWASA의 부동산을 카운티가 공원 및 자연탐방센터로 사용
OWASA가 소유한 유역외 토지를 신규 학교부지로 이용할 수 있도록 교육이사회에 이전
보존권 구매에 대하여 토지구입기금 예산의 1/3까지를 적립하는 것을 포함하여, 유역에서 중요한 토지 및 보존 지역권을 구매하는 OWASA의 프로그램의 재원 확보
개발권리의 이전
상수원지역의 개발권을 상수원의 지역에서 사용할 수 있도록 법 개정
토지 취득
OWASA는 유역내 토지를 지속적으로 매입하기 위해 충분한 자금 배분, 상수원관리 기금에서 보조금 배정, 지역권이 설정된 상태로 매도 후 기금 확보
지류의 저류
유역내 소규모 저류지 건설
농업 비용-분담 보조금
OWASA는 유역내 농민에 대해 농업 BMPs에 대하여 주의 비용분담 프로그램을 보조해 비용의 총 75%를 주 펀드가 담당하고, 개별 농부와 OWASA가 나머지 25%를 분담
수질 모니터링
OWASA는 기존의 이화학지표위주에서 영양물질 및 생물학적 변수 등을 포함

본 계획에서는 유역차원에서의 계획수립, 토지보존, 수변완충지 설치, 환경친화적 단지계획, 빗물 BMPs 등을 적극 추진하였다.

제2편 기술자료 개요

전세계적으로 유역보호 및 통합적 유역관리를 통한 근본적인 수자원 보전의 중요성이 날로 부각되고 있습니다. 이러한 흐름 속에서 정부는 '98년에 “팔당호등한강수계상수원 수질관리특별종합대책”을 필두로 유역관리체제를 도입한 이래, '99년에는 낙동강 수계에, 2000년에는 금강과 영산강 수계에 물관리종합대책을 수립, 이를 법제화하여 이제 4대강 전역에 혁신적인 유역관리체제가 가동되기 시작하였습니다. 이같은 체제는 국내에서 아직 생소한 것으로 지자체 및 각 유역의 실무자들이 참고할 수 있는 구체적인 기법적 연구는 미진한 상황입니다. 이에 환경부는 미국내 성공적인 유역관리를 주도하고 있는 유역보호센터(CWP)에서 발간한 150가지의 세부적인 유역보호방안을 완역하여 실제 유역보호업무에 종사하고 있는 실무자들의 이해를 돕고, 참고할 수 있는 자료로 활용할 수 있도록 하였습니다.

본 자료를 발간한 미국의 유역보호센터는 1992년에 설립된 비영리단체로 지방 정부와 유역 단체에게 소중한 자원인 하천, 호수 및 강을 가장 잘 보호할 수 있는 기술적인 방안을 제공하고 있습니다. 이곳은 유역보호를 위한 학제적인 전략을 개발하고 전수하는데 여기에는 유역관리, 유역복원, 우수관리, 유역조사, 환경을 고려한 단지계획, 교육 및 사회활동 등의 항목이 포함됩니다. 2002년, 유역보호센터는 센터 자체의 기술잡지인 “유역관리기술”의 과거 기사들을 내용적 범주에 따라 편집하여 『유역보호방안』을 발간하였는데, 이 지침서는 서적을 구성하는 150개에 달하는 논문 모두를 별도의 편집이나 수정 없이 완역한 것입니다. 더 많은 정보는 <http://www.cwp.org>에서 얻으실 수 있습니다. 150개의 논문들은 내용에 따라 다음과 같은 10가지의 상위 주제로 나누어져 기술되어 있습니다.

□ 첫 번째 주제: 우수유출수 오염

본 주제에서는 불투수성이 하천을 포함한 유역에 미치는 심각성, 용설수의 영향, 잔디관리시 발생된 오염물질이 하천에 미치는 영향, 자동차의 중금속 배출 오염 영향 등 각종 오염원에 따른 영향을 중점적으로 다루고 있습니다. 뿐만 아니라 디아지논 오염원 조사 등 사례지역의 오염 원인 추적, 초기 우수의 오염물질 성상, 지류의 오염 정도를 측정하는데 사용할 수 있는 지표, 우수유출수 오염 부하 모델 등의 기타 우수유출수 오염과 관련된 내용도 포함하고 있습니다.

□ 두 번째 주제: 서식지 및 종다양성

본 주제에서는 주로 도시화로 인해 어류 등 생물이 어떤 영향을 받는지, 그 영향과 이의 파악 방법에 대해 다루고 있습니다. 그밖에 토지 이용에 따른 하천 시스템의 침식 등 영향을 예측하기 위한 측량 방법, 생물학적 서식지 평가 방법을 이용한 도시 우수

유출수의 영향 평가 사례, 산림·농업·도시 지역의 하천 비교, 주택밀도와 도시적 토지이용 사용을 하천 수질 지표로서 채택하는 방법 등에 관한 내용도 있습니다.

□ 세 번째 주제: 유역보호 기법 #1 - 유역계획

본 주제에서는 유역계획의 기본 개념, 유역보호의 개괄적 방법, 구체적인 유역 보호계획 방안, 유역 보호의 경제적 이점 등 유역계획에 관한 내용을 중점적으로 다루고 있습니다. 도시유역에서 박테리아 관리 방안, 유효불투수층 지역의 결정 방안 등 계획에 참고할만한 부수적인 내용들을 포함합니다.

□ 네 번째 주제: 유역보호 기법 #2 - 토지보전

토지보전에서는 도시화에 따라 습지가 받는 영향 및 습지를 이용한 우수유출수 관리, 홍수에 대한 식물 민감도 평가를 통한 건식수로의 수종 결정, 도시 지역에서의 토양의 압밀화 및 이의 복원 방안 등을 살펴볼 수 있습니다.

□ 다섯 번째 주제: 유역보호 기법 #3 - 수변지역

도시 하천에서에서 수변녹지 조성시의 이점, 설계를 위한 세부적인 계획·조성·평가·관리 등과 관련된 기준, 토지소유자의 재산권과 관련된 문제 해결 방안 등을 찾아볼 수 있습니다. 기술된 메릴랜드의 수변지역 사례는 성장잠재력이 큰 농촌 지역에서의 수변녹지 조성의 향방을 제시할 것입니다. 또한 불명확한 수변녹지 및 습지의 경계 문제를 어떻게 다룰 수 있는지, 수변식생의 생존률을 어떻게 높일 수 있는지 등의 기법적인 문제 등에 대한 해결책도 제공합니다.

□ 여섯 번째 주제: 유역보호 기법 #4 - 건전한 단지설계

오염부하를 줄이고, 생태계를 보전하는 동시에 자산가치를 증가시키는 유역관리방안인 건전한 단지계획에 대해 중점적으로 다루고 있습니다. 거주지 구획 및 상업지에서 이를 설계할 때의 이점이 무엇이며 어떻게 이를 설계할 수 있는지 그림을 통한 세부적 방안이 제시되어 있습니다. 또한 지역사회가 기존의 개발을 평가하고 건전한 지역디자인을 위해 어떤 변화를 해야 하는지 모색하는 실례도 본 주제에 포함됩니다. 이밖에 불투수층을 줄이기 위한 전략, 유역을 보호하기 위한 공지 계획 등 하위의 디자인 방법을 제공하고 있습니다.

□ 일곱 번째 주제: 유역보호 기법 #5 - 침식 및 퇴적물 관리

침전물 관리 계획을 효과적으로 수행할 수 있는 방안, 벌목과 경사변경, 건설 시 따라야 할 규정 및 유의 사항, 건설 시 침식 및 퇴적물 관리를 통한 토양 보전 방안, Silt Fence·침전지의 효율 개선 기법에 관한 사항들을 다루고 있습니다.

□ 여덟 번째 주제: 유역보호 기법 #6 - 우수관리기법

본 주제는 가장 많은 장을 할애하여 우수관리기법을 통한 유역보호 기법을 다루고 있습니다. 먼저 우수처리에 대한 일반적인 배경을 설명하고 우수처리를 위한 방안들을 연못, 습지, 침투, 여과, 개수로 및 수로, 기타 기법으로 나누어서 지역 사례 및 실험 분석 등을 통해 설명하고 있습니다.

□ 아홉 번째 주제: 유역보호 기법 #7 - 우수가 아닌 배출수의 관리
정화조, 재순환 사여과지 등 우수가 아닌 배출수의 관리 방안에 대한 내용입니다.

□ 열 번째 주제: 유역보호 기법 #8 - 유역에서의 책무 및 교육
유역보호를 위한 마지막 기법으로 기술적 방안에 더해 책무 및 교육 등 사회활동을 통한 유역보호의 내용 역시 포함하고 있습니다. 내용으로는 가정에서의 오염 방지, 작업장에서의 오염 방지, 유역 모니터링, 하천 복원 등을 다룹니다.