

## 중·소 유역계획 수립을 통한 통합수자원 관리



최 지 용 | 연구위원, 한국환경정책평가연구원, jychoi@kei.re.kr

### 1. 서론

최근까지만 해도 수자원 계획은 수질관리계획과 수량관리계획을 따로 수립하여 왔다. 이러한 계획은 주로 건교부에서 수립하는 전국수자원장기종합계획과 환경부를 중심으로 수립하는 4대강 수질관리 계획이 이에 속한다. 이와 같은 분리된 계획으로 물관리에 어려움을 겪게 되자 정부에서는 총리실 산하에 수질개선기획단을 두고 수질과 수량 등이 종합적으로 고려된 물관리종합대책(96-2011)을 수립하여 추진하여 오고 있다. 이와 같은 물관리종합대책의 수립과 추진은 기존의 수량과 수질이 분리된 단편적 획일적 계획에서 종합적, 포괄적 계획으로 수질과 수량의 통합수자원 관리를 위한 정책전환의 토대가 되었다. 이를 바탕으로 수질 분야에서는 4대강 유역관리 계획이 수립되어 총량관리, 수변구역, 비점오염원관리 등 선진적인 유역관리 정책이 수립되어 집행되고 있다.

그러나 실질적인 수자원(수질, 수량, 생태)의 통합 관리는 이와 같은 전국규모의 대유역 계획의 큰 틀 속에 주민이 참여 가능한 적정 중·소유역을 기반으로 하는 유역계획이 수립되어야 비로소 그 효과를 발휘할 수 있다. 즉, 중·소유역은 지역사회가 기반을 두고 있는 현상이며, 주민 모두가 관심을 가지고 모일 수 있는 공동의 목표를 제공한다. 특히 유역의 생

산품인 물은 일상생활과 경제활동의 필수재로서 모든 지역사회의 중요 관심사임과 동시에, 쾌적하고 풍요로운 생활을 위해 물에 대한 중요성이 증가하고 있다. 이에 따라 지역주민들은 경제적 이유뿐만 아니라 휴양, 홍수 방지, 경관 및 전반적인 삶의 질을 향상하기 위해 유역을 보호해야 할 여러 이유를 깨닫게 되었고 이러한 현상은 “하천 살리기 운동 본부”와 같은 지역에 기반을 둔 다양한 유역관리 단체가 생겨나고 있다.

지금까지의 유역계획은 수자원 개발, 홍수방지, 수질관리라는 목표 위주로 추진되어 왔다. 국내·외의 경험에서 볼 때 과거의 유역계획이 지역의 수자원을 효율적으로 보호하지는 못했다는 것을 알고 있다. 즉, 장기간에 걸친 유역 개발에 의한 누적된 환경영향을 측정 가능할 만큼 발전시키지 못했다는 것이다. 많은 유역 계획 및 실행 연구는 종종 “계획을 위한 계획서”에 그치는 등 실행되지 않고 사장되어 버리는 경우가 많았다. 따라서 지역 주민이 관심을 가지고 실행할 수 있는 중·소유역 규모의 계획 작성과 실행이 필요하며, 이와 같은 중·소유역계획이 수질, 수량, 생태를 포괄하는 통합수자원관리의 기틀을 형성한다. 따라서 본 고에서는 통합수자원관리에 있어서 가장 기초를 형성하는 중·소유역계획 수립방안에 대해 고찰하고자 한다.

## 2. 중·소유역계획 수립을 위한 유역단위 및 관리지표

중·소유역계획 수립 및 관리를 시작하기 전에 유역 관리에 대한 개념들을 이해하는 것이 필요하다. 이 중에서도 중·소유역의 관리단위와 관리지표가 중요한 요소로서 이 부문에 대해 검토하고자 한다. 즉 유역 관리단위 단위는 각종 물리적 계획에서 가장 중요한 공간적 범위에 대한 것을 나타내고 관리지표는 각종 계획에서 관리목표 설정하는 토대를 형성한다.

### 2.1 유역단위

유역관리에 대한 연구에서 필연적으로 등장하는 수계와 유역에 대한 정의를 살펴보자. 수계(水系)는 강의 본류와 그에 딸린 모든 지류로 동일유역에 속하고 공통의 하구로 흘러 들어오는 모든 유로의 총칭이다. 유역(流域)이란 물이 모여서 흘러드는 주위의 지역으로 자연수계의 수리학적 경계로 이루어진 영역이며 지표수, 지하수, 토양, 동·식물 외에 인간에 의한 인위적인 영향을 포괄하는 것이라고 정의되어 있다(환경부 홈페이지). 유역은 크기에 따라 다양한 명칭으로 불려지고 있으나, 아직까지 우리나라에서는 이를 분류하는 정확한 기준이 없다. 미국에서는 유역의 크기와 특성에 따라 가장 큰 대유역(basin)에서 가장 작은 집수구역(catchment)까지 총 5단계로 분류하고 있다. 가장 큰 관리단위는 대유역이다. 대유역의 배수 영역은 일반적으로 몇 천 평방킬로미터를 초과하며, 종종 몇 개의 광역지자체에 걸친 영역을 포함한다. 개별 대유역내에는 몇 백 평방킬로미터에 걸친 중유역(subbasin)의 그룹이 포함된다. 중유역은 산지, 농지, 도시 등의 다양한

토지이용의 모자이크와 같다. 중유역은 일련의 소유역으로 구성되어 있으며, 또한 소유역은 일련의 단위유역으로 구성되어 있고, 단위유역 내에는 소유역에서 가장 작은 단위인 집수구역(catchment)이 있다(표 1).

이 중 대유역과 중유역은 일반적으로 여러 광역자치단체에 걸쳐 형성되는 등 유역이 커서 세부적인 유역계획의 수립은 어렵고, 일반적으로는 유역계획에 대한 기본방향 등을 포함하는 유역관리 기본계획을 수립하게 된다. 지역단위계획의 수립은 소유역 이하의 유역 크기에서 적합하다. 특히, 단위유역 이하에서는 유역 개발에 따른 불투수면 증가 등으로 인해 수질과 생물다양성에 많은 영향이 나타나는 등 개발에 따른 영향이 명백하다. 또한 난개발에 대한 책임소재도 몇 개의 단위 행정구역 정도에서 제한되기 때문에 이해당사자간의 조율이 용이한 특징을 가지고 있으므로 단위유역 정도의 유역 크기에서는 일반적으로 하천의 특성에 따른 분류 후 관리하는 방법이 사용되고 있다.

유역에는 다양한 관리단위가 있으며 효율적인 유역관리 단위는 지역주민의 이해증진과 참여를 통한 유역관리의 실효성을 제고하기 위해서는 소유역 및 단위유역 단위가 가장 현실적이다. 각 소유역은 개별적인 유역관리 목표를 가지고 있는 많은 단위유역으로 구성되어 있다. 소유역 계획은 전체적으로 소유역의 유역관리 목표에 도달할 수 있도록 개별 단위유역 내에서 관리 도구를 적용하는 포괄적인 시스템이라 할 수 있다. 소유역 계획을 개발함에 있어서, 어떻게 소유역이 구성되는가를 고려하는 것이 유용하며 관리단위라는 용어는 소유역보다 작은 단위를 설명하기 위해 사용되었다. 중·소유역 계획수립에서 중심이 되는 2개의 관리 단위는 소유역과 단위유역이다. 소유

표 1. 유역 관리 단위

유역 관리 단위	일반적인 규모(km <sup>2</sup> )	불투수면에 의한 영향	관리사례
집수구역(catchment)	0.15~1.5	매우 강함	BMP 및 단지계획
단위유역(subwatershed)	2.5~25	강함	하천 구분 및 관리
소유역(watershed)	25~250	보통	유역에 기반 한 지구설정
중유역(subbasin)	250~2,500	약함	대유역 계획
대유역(basin)	2,500~25,000	매우 약함	대유역 계획

자료 : Clementis, et al., 1996

역은 수로를 따라 특정한 지점으로 물 흐름에 기여하는 토지 영역으로 정의된다. 소유역은 단위유역으로 불리는 작은 지리적인 단위로 나누어진다. 본 고에서는 다음과 같은 이유로 주요한 유역계획 단위로서 단위유역(subwatershed) 정도의 규모에 초점을 두고 있으며 이 규모에 대한 장점은 다음과 같다.

- 단위유역은 규모가 단위 행정구역 규모이내에 포함되어 관리범위가 명확하고, 적은 수의 이해관계자들이 포함되어 각종 사업 및 규제수단의 적용이 용이하다.
- 수리학, 수질, 및 생물학적 다양성 등에서 불투수면의 영향은 개별 개발사업의 영향을 쉽게 인지할 수 있는 단위유역 수준에서 가장 두드러진다.
- 단위유역은 일반적으로 관리 결정을 어렵게 할 정도의 다양한 오염원(즉, 농업상의 방류물, 점오염원 등)이 포함되어 거의 나타나지 않는다.
- 단위유역의 지도는 일반적으로 전지(60×90cm) 규모의 지도에 유용한 관리 정보를 모두 나타낼 수 있다.
- 지역적 범위도 관리자가 모니터링, 지도화 및 기타 소유역 평가 업무를 신속한 시간 내에서 수행할 정도로 작기 때문에 단위유역을 계획 단위로서 바람직하다. 그리고 단위유역 계획은 일반적으로 1년 이내에 완료될 수 있다.

## 2.2 관리지표

유역관리지표로서는 불투수면, 인구밀도, 주택밀도, 도시적 토지이용도 등이 있다. 이 중에서 불투수면은 소유역에서 개발 정도를 나타내는 지표이자 유역관리 지표로서 활용도가 가장 높다. 불투수면 측정법에는 불투수면을 지붕, 도로 및 기타 포장면 표면을 포함하여 실제로 땅에서 측정하는 직접측정, 토지이용에 기초하여 불투수면을 추정하는 법(서밀도의 거주 및 상업지역), 도로 밀도로부터 불투수면을 추정하는 법(단위 지역당 도로의 길이), 인구데이터에 기초하여 불투수면을 추정하는 법 등 4가지 방법이 있다. 어떤 기술 혹은 기술의 조합이 개별 단위유역에 최적인가에 대한 결정은 측정에 사용 가능한 자원 및 데이터에 크게 의존한다. 비록

불투수면을 정확하게 측정하고 예측하는 것이 중요하지만, 가능한 예산 내에서 해당 업무를 수행하는 것도 그에 필적할 만큼 중요하다. 계획과정의 다양한 단계에서, 소유역 관리자는 개별 단위유역에서 현재 불투수면을 측정하고 미래를 예측할 필요가 있다.

농지, 숲, 습지, 초원 등이 도시지역으로 변화되면서 지붕, 도로 등으로 전환되어 불투수면으로 된다. 불투수면은 수자원 시스템에 대한 토지 개발효과를 측정할 수 있는 매우 유용한 지표이다. 도시화 과정은 수리, 지형, 수질 및 수생태계에 심대한 영향을 미친다(Horner, et al, 1996). 최근 연구는 도시유역 하천은 산지 및 농지유역에 있는 하천에 비해 기본적으로 상이한 특징을 지닌다는 것을 보여주고 있다. 소유역에서 불투수면의 양은 이러한 수환경변화가 얼마나 심각한가를 예상함에 있어 매우 좋은 지표로 사용될 수 있다. 일반적으로 약 10% 정도의 불투수면은 하천의 질 저하에 관련되어 있으며, 불투수면이 증가할수록 하천의 질 저하가 더욱 심각해진다. 불투수면은 폭우시 지표 유출수에서의 부유물을 급격하게 증가시킴으로써 도시 하천에 직접적인 영향을 미친다. 불투수면의 증가는 지하로 침투되는 비율을 감소시킴에 따라 연간 우수유출수량은 개발이전에 비해 2배 내지 16배까지 증가한다(Schueler, 1994).

표 2는 물의 순환에서 불투수면의 영향을 보여주고 있으며, 발생하는 침투의 양을 보여주고 있다. 자연스런 환경에서는, 약 절반이 지하 토양으로 스며들어 매우 적은 강수량이 유출수로 전환된다. 이러한 물은 토양으로 여과되어 심층 지하수에 물을 공급하며, 가뭄 기간 동안 기저유출을 형성한다. 그러나 도시화된 지역에서는, 지표로 소량이 침투하고 대부분이 유출수로 전환되어 방류수의 양 자체가 증가할 뿐만 아니라, 가뭄기간 동안에는 하천 및 수로는 건천화가 된다.

불투수면의 증가에 따른 도시 하천의 주요한 변화는 수량, 수질, 생태 등 다양한 측면에서 변화가 나타난다. 첫 번째, 수량 측면에서 보면 홍수의 양과 빈도가 증가하게 된다. 강우(1.5~2년 빈도강우)와 관련된 침투 유출량이 도시하천에서 급격하게 증가하고, 하상의 침식 속도도 증가한다. 하천 수로의 면적은 더

표 2. 불 투수율에 따른 수문 순환 변화

자연 지면	10~20%의 불투수 표면	35~50%의 불투수 표면	75~100%의 불투수 표면
40% 증발	35% 증발	35% 증발	30% 증발
10% 방류	20% 방류	30% 방류	55% 방류
50% 흡수	42% 흡수	35% 흡수	15% 흡수

이상 수리학적인 균형을 유지하지 않는다. 개발이전 단계의 하천 수로의 수리학적 균형은 돌이킬 수 없을 정도로 변화되며 수로는 잦은 빈도의 홍수에 직면하게 된다. 반면에 건기의 유량이 감소한다. 불투수면은 강우가 토양으로 스며드는 것을 막기 때문에, 지하수를 충전하는데 장애가 된다. 결과적으로, 건기에는 기저유출이 감소하여 도시 하천에서의 건천화의 원인이 된다(Simmons and Reynolds, 1982).

두 번째는 물리적 변화로서 수로가 확장된다. 도시 하천의 통상적인 반응은 높은 수위의 흐름에 대응하기 위해서 하천 단면적을 증가시키는 것이다. 이는 강바닥을 깎아 내거나, 하천의 독을 침식하거나, 2가지를 결합한 형태로 이루어진다. 도시 하천 단면적은 불투수 면적의 비율에 따라 2~5배까지 확대된다(MacRae 1996). 하천 수로는 인간 활동에 의해 많이 변경된다. 도시 하천의 수로는 하천 독 침식이나 홍수로부터 주변 지역을 보호하기 위한 인위적인 간섭에 의해 많이 변화된다. 지천은 인위적인 하천공사에 의해 수로화, 직선화되기도 하고 또는 돌 붙이기 등 각종 침식방지공법이 적용된다. 또한 도시하천의 경우 하천을 따라 하수관이 설치되기도 하고 하수유출로의 역할을 하는 경우도 있다. 하천의 횡단이 증가하고 어류의 이동 장벽이 증가한다. 도시 개발로 인해 하천에는 도로, 상하수관, 가스관 등 다양한 형태의 하천 횡단물이 생성된다. 하천 횡단물의 수는 불투수면에 비례하여 직접적으로 증가한다(May et al, 1997). 또한 이러한 횡단은 결과적으로 하수관 및 수송관으로 인하여 하상이 침식되어 하천바닥이 저하되면 추후 어류 이동을 차단하는 원인으로 작용하기도 한다.

세 번째는 하천 생태에 끼치는 악영향이다. 특히 불투수면 증가는 하천 주변부의 습지가 감소하게 된다. 이는 도시유역에서 개발이 이루어져 불투수층이 증가

하면 기저유량이 감소하고 이는 건기시 하천주변 습지의 감소를 가져온다. 하천 주변부 습지는 흐름이 접촉하는 단면적은 저수기에 습지로 나타나는 부분이다. 습지는 하천단면적의 일부로서 하천습지의 감소는 도시 하천의 서식지 감소를 보여주는 주요한 지표이다. 또한 하천 내부 서식지의 구조가 악화된다. 도시 하천은 다양한 관리기법을 도입하더라도 일반적으로 빈약한 하천 서식지 구조를 가지고 있다. 도시하천에서의 여울 및 소의 소실, 하천 하상 퇴적물의 축적, 얕은 중심의 흐름, 침식으로 불안정한 강둑, 빈번한 하상 변경 등은 서식지 구조를 악화시킨다. 강변 삼림이 축소되거나, 좁아지고 혹은 다양성이 떨어진다. 도시화로 인해 삼림지역이 부분적으로 혹은 전적으로 개발되며 대부분의 삼림이 하천을 따라 제거되기 때문에, 하천 생태계에서 강변 삼림이 수행하는 주요한 역할은 도시 유역에서 감소하게 된다(May et al, 1997). 심지어 수변의 완충녹지가 보존되더라도, 지속적인 잠식으로 넓이를 감소시키며, 또한 외부수종의 번성으로 토착종을 밀어내는 경우가 많다. 수중 생물의 다양성이 감소한다. 불투수면은 상대적으로 낮은 수준에서도 어류 및 무척추 동물의 다양성을 악화시키는 요인으로 작용한다. 도시화에 따라 탄소원의 공급, 온도, 수리 등의 변화와 내부 하천 서식지 구조 결함, 자연적인 먹이구조 훼손 등으로 도시하천이 개발 이전의 어류 군과 수중 다양성을 회복하는 능력은 제한된다.

마지막으로 수질이 저하된다. 강우시 도시 하천의 수질은 매우 취약하다. 도시 우수유출수의 부유물은 퇴적물, 유기물, 영양분, 탄화수소, 염화물 및 박테리아를 포함하게 된다(Schuler, 1987). 빗물이 함유하고 있는 오염물질이 실제적으로 수중 생물들에게 유독한가에 대해서는 많은 논쟁이 있지만, 연구자들은 하상에 퇴적된 오염물질이 하천 생태계에 예기치 못한

충격과 영향을 미친다는 것에는 동의하고 있다. 하절기 하천 온도가 증가한다. 도시구역에서 불투수면은 하절기 하천의 수온을 약 2~10도 가량 증가시킬 수 있다(Galli, 1991). 온도는 하천에서 유기체 및 무기체의 반응과 밀접한 관련을 가지고 있으므로 온도가 약간만 증가하여도 하천에 큰 충격을 줄 수 있다.

### 3. 중·소구역계획의 수립과 집행 방안

중·소구역계획의 수립과 집행은 구역의 기초자료를 수집하고 참여자를 결정하는 구역관리 기반구축에서부터 시작하여 구역계획을 지속적으로 개선하는 것까지 8단계를 따른다. 본 지침은 중·소구역 수질 보전계획을 효율적이고 경제적으로 수립하기 위해 8단계로 나누어 수립 방안을 제시하고자 한다(그림 1).

#### 3.1 구역관리 기반 구축

첫 번째 단계에서 소유역 관리자는 소유역 및 단위

구역의 구역관리 기반구축을 위해서 가능한 정보와 지도를 수집한다. 구역관리 기반구축에는 모니터링 데이터와 지도를 포함할 뿐만 아니라, 소유역 지역사회의 특징분석, 참여자 구분, 지역 프로그램평가 등도 포함한다. 구역관리 기반구축을 위한 이러한 분석은 소유역 계획을 수립하는 토대를 제공한다. 본 단계에서 투입된 노력은 이후 단계들에서 충분히 활용되며, 이는 추후 계획단계에서 불필요한 혼란과 중복을 피할 수 있도록 하기 때문이다. 구역관리 기반구축을 구성하는 6가지 과정은 소유역 및 단위구역 경계 결정, 가능한 참여자 구분, 기존 불투수면 측정, 과거 모니터링 데이터 수집, 기존의 도면화된 자원 평가, 구역관리 능력 검토 등이 있다.

#### 3.2 중·소구역 관리조직 구성

구역관리에 가장 적절한 조직은 무엇인가? 가장 효과적인 소유역 관리조직을 구성하는 것은 소유역 관리자가 직면하는 가장 어려운 결정 중 하나이다. 성공

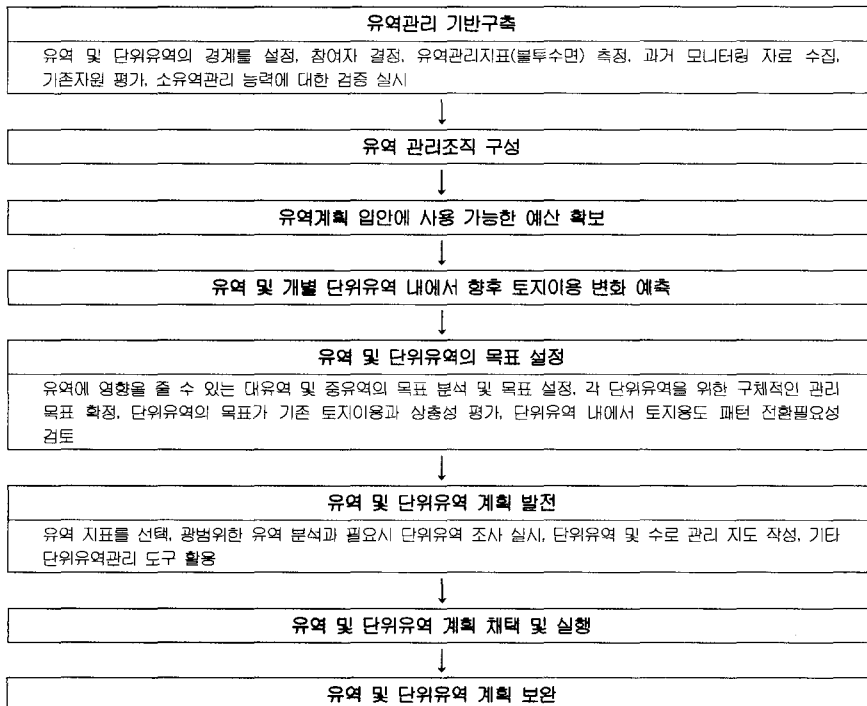


그림 1. 구역계획수립 단계

적인 소유역 계획을 위해서는 계획을 실행하기 위해 다양한 참여자 및 지원에 집중할 수 있는 강력한 조직이 필요하다. 관리조직은 신속한 방법으로 계획을 준비하고 실행하는데 결정적일 뿐만 아니라, 프로젝트의 목표가 성취되고 상황의 변화에 따라 계획을 수정하고 업데이트 하는 것도 중요하다. 지역사회는 전체적인 소유역 관리를 위해 한 개의 담당기관을 설립하거나 혹은 단위유역 수준에서 소규모 담당기관을 설립할 수도 있다. 크기에 상관없이, 성공적인 관리조직이 되기 위해서는 각 행정기관이 유역관리기구를 장기간에 걸쳐 지원할 수 있는 시스템을 갖추어야 한다.

### 3.3 예산 확보방안

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

### 3.4 토지이용 변화 예측

단위유역에서 어떠한 형태의 토지용도 변화가 예측되는가? 소유역 및 단위유역의 토지용도는 수중 생태계에 큰 영향을 미친다. 현재의 불투수면 정도는 소유역 유역관리 기반구축 분석의 일부로써 측정되어야 한다(1단계). 본 단계에서, 소유역 관리자는 기존 지구설정 및 마스터플랜과 같은 사용 가능한 토지용도 계획 정보에 기초하여 미래의 불투수면을 예측할 필요가 있다. 불투수면 보호는 소유역 관리자가 수자원이 현재 상황에서 악화될 것인가를 결정하는데 도움이 될 수 있다. 만약 분석에 따라 불투수면이 단위유역 환경의 질적 저하를 일으킬 정도로 증가할 것으로 예상된다면, 소유역 관리자는 불투수면을 다른 단위유역으로 이동시키거나 혹은 개발 제한을 고려할 필요가 있다.

### 3.5 소유역 관리 목표 결정

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

- 소유역에 영향을 미치는 유역 및 소유역 수준에서 목표를 해석한다.
- 소유역을 위한 구체적인 목표를 개발한다.
- 개별 단위유역의 구체적인 관리 목표를 개발한다.
- 단위유역의 목표가 기존의 지구설정과 합치할 수 있는지 평가한다.
- 단위유역 내에서 토지용도 패턴의 변경이 필요한지 결정한다.

### 3.6 소유역 계획 수립

개별 단위유역에 소유역관리 도구를 어떻게 적용할 수 있을 것인가? 단위유역 계획은 마지막 단계에서 설정된 목표에 도달하기 위한 일종의 자세한 설계도라고 할 수 있다. 전형적인 계획은 수정된 지구설정, BMP 규정, 제안된 BMP 위치, 제안된 신규 프로그램의 설명, 계획을 실행하는데 필요한 직원 및 예산에 대한 예측, 하천 완충지 넓이, 모니터링 규약 등을 포함한다. 소유역 계획 수립을 위해 필요한 4가지 과제는 소유역 지표 선택, 필요한 소유역 및 단위유역에 대한 분석 시행, 단위유역 및 수로 관리 지도 준비, 기타 단위유역관리 도구 활용 등이다.

### 3.7 소유역 계획 실행

계획이 실제적으로 수행될 수 있는가? 불행히도, 많은 과거 소유역 계획은 결정적인 단계에서 실패하

여, 결과적으로 계획으로만 끝나고 만 경우가 많다. 계획이 실행되는 것을 보증할 수 있는 최선의 방법은 올바른 참여자를 포함시키고, 실제적인 예산자원을 평가하고, 과학적, 경제적으로 건전한 계획을 개발하고, 개발 과정에서 사용을 요구하는 것이다. 앞서 언급된 대로, 좋은 계획 자체가 실행을 보증하는 것이 아니다. 계획이 발전할수록, 소유역 관리자는 지역정부가 계획을 실행할 수 있는 법률적 권한 및 자원을 가지고 있는지 보증하기 위해 노력할 필요가 있다.

계획을 실행하는 것은 계획을 수립하는 것보다 수십 배나 더 많은 비용이 든다. 계획의 실행을 지원하기 위해서 안정적인 자금을 증명할 필요가 있다. 소유역 계획이 실행단계에서 가장 큰 비용이 소모되는 곳은 소유역에서 모니터링을 지속하고, BMPs 및 개선방안을 디자인하고 구축하며 법률을 실행하는 데 필요한 인력의 확보이다.

### 3.8 소유역 계획 보완

시간이 경과함에 따라 계획이 어떻게 변화되어야 하는가? 치안과 방재가 지역사회를 위한 지속적인 프로그램인 것처럼, 소유역 입안도 그러하다. 일회적인 소유역 연구는 단지 어떠한 문제가 존재하는가를 증명할 수 있을 뿐이다. 많은 지역 정부는 다양한 이유로 소유역 계획이 단순한 보고서가 아니라 지속적인 과정이라는 것을 인지하지 못한 채 소유역 계획에 착수하고 있다. 외부 컨설턴트에 의해 작성되는 소유역 연구 및 소유역 보고서는 지역사회 및 대중 혹은 기관의 직원들이 거의 소유권을 지니지 못하며 관리조치를 시행할 법령이 없다. 이러한 연구들은 종종 다른 경쟁적인 우선순위나 혹은 관심이 나타나는 경우에는 단시간 내에 잊혀진다.

많은 단위유역은 개별 소유역 안에 자리를 잡고 있다. 따라서 1개의 관할당국이 여러 개의 소유역을 보유하고 있다면, 지방 자치단체는 수십 개의 단위유역을 관리해야만 하는 책임이 있을 수 있다. 관할당국은 이러한 단위유역의 계획을 관리할 수 있는 시스템을 필요로 한다. 개별 단위유역 계획은 5년에서 7년의 정의된 관리 사이클 내에서 준비되어야 한다. 개별 단위

유역 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 소유역 관리직원 및 관리자의 업무량에 균형을 잡아준다. 현실적인 관점에서, 사이클의 초기에 일부 소유역 지표를 측정하는 것이 바람직하다(불투수면 측정, 소유역 지표의 모니터링). 이러한 데이터를 통해 관리자는 개별 단위유역의 관리 범주를 결정하고 취약성에 따라 우선순위를 정할 수 있다.

## 4. 결론

통합유역 관리 과정은 사회 경제적 가치와 유역에서 수질, 수량, 생태목표와의 균형점을 찾는 데 있으며 유역관리의 구체적인 실행은 중소유역 단위에서 지역 주민의 참여를 통해 이루어진다. 그리고 유역 관리를 위한 방법은 단순히 행정적인 일이 아니라 생물학적, 수리수문학적, 물리적, 사회적인 근거에 바탕을 둔다. 각 분야 전문가들의 도움을 통해 이해 관계자들이 참여하고 타협점을 찾기 위해 다양한 이해관계자들이 참여하는 것에서부터 시작된다. 유역 관리의 성공과 실패는 이해 관계자들과 정부의 참여, 환경 문제를 해결할 적절한 계획, 계획을 시행할 적절한 자원(기술적, 재정적, 교육적)의 세 가지 요소에 달려있다. 중요한 것은 파트너십이 관리 할 수 있는 크기로, 시너지 효과를 만들면서 유역의 핵심적인 이해를 대표하며 위의 사항들을 이끌어 가야 한다는 것이다. 아울러 계속적인 모니터링, 평가 그리고 4 단계 시행이 필요하다. 성공적인 유역 관리에 필요한 핵심적인 요소는 다음과 같다.

- 통합유역관리의 성공을 위해 계획, 실행, 유역 사업의 장기적 유지 과정에 지역 사회의 참여가 필요하다. 유역 계획은 유역에 살고 있는 사람들과 그곳에 재산이 있는 기관들의 걱정이 무엇인지를 명확히 하는 데에서부터 시작한다. 게다가 지역 사회의 참여는 노동력과 다양한 자원을 제공하기 때문에 비용을 줄이는 효과도 있다.

- 유역내 개인들과 조직들은 일이 제대로 되는데 필요한 리더십을 제공하여야 한다. 궁극적으로 지역 수준에서 사업이 시작되어 기초를 다지면 그 목적을 달성하기 쉬워진다.
- 다양한 기관들의 참여는 다양한 기술과 자원의 사용을 가능하게 한다. 또한 협조를 증진시키고, 대중들의 지지를 높이며 대부분의 경우 대중들의 참여도 증진시킬 수 있다.
- 잘 정의된 유역 관리의 목표도 성공의 요건이다. 잘 정의된 유역관리목표는 시행 계획을 목표를 달성할 수 있도록 이정표를 제공한다. 목표는 현실적이어야 하고 유역에 관련되어 성취할 수 있는 것이어야 한다.
- 환경을 보호하고 주민들의 참여를 증진시킬 수

있는 “소하천살리기 모임 또는 강 네트워크”와 같은 방법은 지역 주민들에 대한 수용성이 높은 접근 방법이다.

- 적절한 토지 이용에 대한 대중들의 이해는 유역의 장기적 보전을 위해서 필요하다. 공공 혹은 개인 토지 소유자가 토지가 제대로 관리되고 있지 않다는 것을 인식하면, 토지 관리의 필요성에 대해서 공감하게 된다.
- 시범사업은 대규모로 유역 관리를 할 경우 수용성과 지지를 얻어낼 수 있는 유용한 도구이다. 시범사업은 반드시 유지와 관리 측면을 포함해야 한다.
- 시행 후 모니터링은 유역사업의 전반적인 영향을 사후에 평가하기 위해서 필요하다.

### 참/고/문/헌

- 환경부, 2003. 중소유역 수질보전계획 수립기법 개발.
- 최지용, 2003. 유역관리 효율화를 위한 불투수지표 개발과 적용방안, 한국환경정책평가연구원.
- Clements, et al. 1996. Framework for a Watershed Management Program. Water Environment Research Foundation, Alexandria, VA., p. 150.
- Galli, J. 1991. Thermal Impacts Associated With Urbanization and Stormwater Management Best Management Practices. Metropolitan Washington Council of Governments. Maryland Department of Environment. Washington, D.C. p. 188.
- Horner, et al. 1996. “Watershed Determinates of Ecosystem Functioning”. In: Effect of Watershed Development and Management on Aquatic Ecosystems. Roesner, L.A.(editor). Snowbird Utah, August 4-9, 1996. Engineering Foundation.
- MacRae, C. 1996. Experience from morphological research on Canadian streams : is control of the two year frequency runoff event the best basis for stream channel protection? In : Effects of Watershed development and Management on Aquatic Systems. L. Roesner(ed.) Engineering Foundation Conference. Proceedings. Snowbird, UT. August 4-9, 1996. pp. 144-160.
- May, C., R. Horner, J. Karr, B. Mar and E. Welch. 1997. “Effects of Urbanization on Small Streams in the Puget Sound Lowland Ecoregion.” Watershed Protection Techniques 2(4):pp. 483-492.
- Schueler, T. 1994. “The Importance of Imperviousness.” Watershed Protection Techniques. 1(3):pp. 100-111.
- Schueler, T. 1987. Controlling Urban Runoff- A Practical Manual for Planning and Designing an Best Management Practices. Metropolitan Washington Council of Governments. Washington, DC.
- Simmons, D and R. Reynolds. 1982. Effects of Urbanization on Baseflow of Selected South-Shore Streams, Long Island, NY. Water Resources Bulletin. 18(5):pp. 797-805.
- Thomas E. Davenport. 2002. The Watershed Project Management Guide, Lewis Publishers, New York.