

# 녹색성장을 위한 하천관리방향



**강 부 식**  
 단국대학교 토목환경공학과 조교수  
 bskang@dankook.ac.kr



**김 영 오**  
 서울대학교 건설환경공학부 부교수  
 yokim05@snu.ac.kr

NZIER(2004)는 자원효율적 생산체계 즉, 보다 적은 재원으로 보다 많은 가치를 생산해 냄으로서 경제적 이윤도 높아지고, 산업폐기물 감소로 인한 환경부담도 줄이는 방향의 인프라정책을 제안하였다. 이는 에코효율적(eco-efficient) 인프라정책을 의미하는 것이라 할 수 있다. 물론 녹색성장에 관한 이러한 개념 설정은 산업전반에 걸친 일반적 개념으로서 이를 수자원인프라에 적용할 때는 수자원의 특수성을 감안한 해석이 필요하게 된다.

## 녹색성장이란 무엇인가?

녹색성장이라는 개념이 대두되기 훨씬 이전부터 '지속가능개발'에 대한 많은 연구와 논의가 있어왔다. 지속가능성이란 경제적 타당성, 사회적 공평성 및 복지증진, 환경적 건강성을 동시에 추구하는 개발을 의미하는 개념인데, 지극히 당연한 목표를 지향함에도 불구하고 이를 달성하기는 쉽지 않은 이유는 경제개발과 사회적 발전을 수행하는 과정이 환경적 건강성을 훼손시키는 결과를 낳을 수도 있는 구조적 모순을 지니고 있기 때문이다. 반대로 지나치게 환경보존을 추구하다보면 경제발전과 일부 사회구성원의 행복추구권이 제약받을 수도 있게 된다. 따라서 지속가능성은 제도적·정책적 체계와 탄탄한 기술적·공학적 기반이 조화를 이룬 토대위에서만 실천이 가능해진다.

녹색성장의 개념은 지속가능성의 3가지 요소중 경제성과 환경적 요소간의 관계를 중시하고 있는데,

## 수자원 개발 및 관리에 있어서 녹색성장이 왜 필요한가?

수자원인프라는 기본적으로 단순하게는 2가지 목적을 가지고 있다. 수자원을 활용의 대상이 되는 재화의 측면에서 볼 때는 용수공급 인프라의 측면을 지니고 있고, 인간의 생명과 재산을 위협하는 자연재해 측면에서 볼 때는 방재구조물이 되기도 한다. 수자원은 공공재로서의 성격이 강하기 때문에 가격이 정부에 의해서 통제되는 경우가 많으므로 이 경우 경제적 이윤추구가 적절한 목표가 될 수 없다. 방재는 자원을 소비하는 과정이 아니기 때문에 자원효율성이나 산업폐기물을 논할 여지가 별로 없다. 이러한 이유 때문에 많은 수자원전문가들은 수자원인프라에 있어서 녹색성장의 개념을 추구하는데 소극적이거나 회의적인 태도를 보이고 있다. 그럼에도 불구하고, 수자원인프라에 있어서 녹색성장의 개념에 주목해야 하는 이유는 기존의 중앙정부 주도적 수자원인프라개발이 현재의 사회적 수요에 적절히 대처하지 못하는 한계에 부딪혔기 때문이고, 기존의 치수정책이 기후변화등

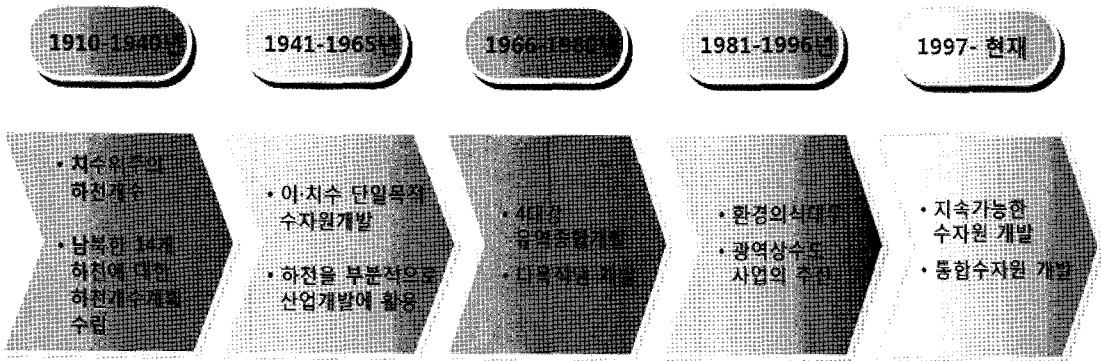


그림 1. 수자원과 하천관리의 패러다임 변화

의 물리적 변화요인과 사회경제적 환경변화에 적절히 대응하는데 한계를 보이고 있어 수자원 개발 및 관리에 있어 새로운 패러다임이 강력히 요구되고 있는 시점이기 때문이다.

과거 경제성장이 주도적 이슈가 되었던 70년대~80년대 초까지만하여도 하천 분류상의 대형 다목적댐 건설과 이를 중심으로 한 광역상수도 시설개발이 수자원개발의 전형적 패턴이었다. 이러한 방식의 개발이 충분한 농업용수 및 팽창하는 도시인구의 생활용수공급에 결정적 기여를 해온것이 사실이고, 강력한 성장드라이브를 추구하는 개발도상국가들에서는 여전히 유력한 대안이기도 하다. 하지만 우리나라의 경우 영월댐과 한탄강댐, 경인운하 그리고 최근의 한반도 운하논쟁에서 보듯이 국민의 환경의식이 수자원 정책을 수행하는 과정에서 결정적인 견제역할을 하고 있고, 국토의 균형발전이 정책이슈로 자리잡고 있

며, 실제 지류나 소하천의 관리문제가 본류구간보다 훨씬 심각하다는 점을 고려하지 않을 수 없다.

수자원인프라 수요패턴의 변화측면에서 보자면 과거에는 특정산업시설에서 요구하는 농업용수, 대도시와 그 주변도시에서의 생활용수공급이 주 목적이었고, 국가적으로 보면 농업용수의 비중이 기타용수에 비하여 컸지만 이부분은 다목적댐에서의 공급이 아닌 하천에서의 직접취수나 농업용 저수지에서 공급되는 형태였다. 2008년 현재 전국에는 100만톤급 이상의 3000여개 저수지를 포함하여 16000여개의 농업용 저수지가 관리되고 있다. 하지만 인구증가의 둔화와 농업생산구조의 변화로 인하여 농업용수수요 증가추세는 점차 감소하여 거의 정체상태에 이르렀고, 생활용수나 농업용수의 수요도 증가추세가 둔화되고 있다.

반면 지방하천이나 소하천의 경우 유역의 사회경

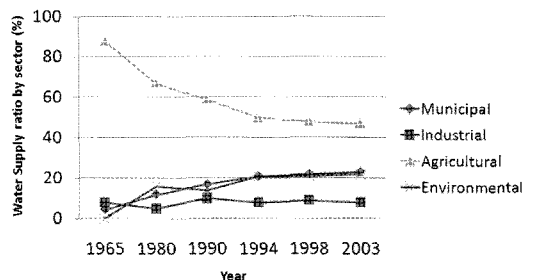
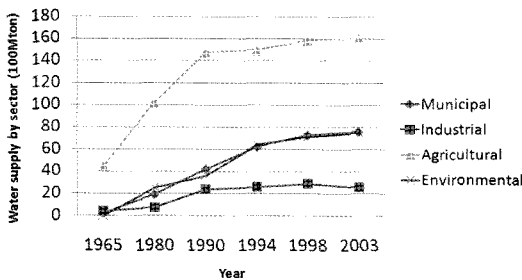


그림 2. 수자원 수요패턴의 변화

제적 중요도가 상대적으로 낮은 상태이고 관리주체가 지방자치단체로 규정되어 있어 중앙정부의 관심이 높지 않았으나, 최근들어 기후변화에 따른 강우의 변동성이 증가하고 있으며, 온난화에 의한 증발산량의 증가와 이에 따른 지하수 기저유출의 감소가 하천유출의 감소로 이어지고 심한 경우에는 하천이 건천화되기도 한다. 하천의 건천화는 직접적으로는 수생태계의 파괴를 야기하며, 넓게는 유역생태계가 심한 스트레스를 받게 된다. 우리나라 산지는 전반적으로 표토층이 얇아 여름철 홍수시 집중호우가 발생하면 표토층이 순간적으로 포화되어 간극수압이 높아지고 이때 토양입자의 지지력이 이완되어 강우초기에는 토사이탈(sediment detachment)이 발생하다가 이탈되는 입자가 커지게 되면 토석류(debris flow)로 발전하게 되고 심한 경우 산사태(land slide)와 같은 대형재난이 발생하게 된다. 하천의 건천화와 산지하천에서의 방재는 넓게는 유역의 환경개선을 위한 인프라 수요로서 유역의 에코효율성을 높이는데 중요한 인자가 되며, 이는 기존의 본류중심의 대형인프라로 해결될 수 없는 새로운 형태의 수자원인프라 패러다임을 요구하는 것이다.

지하수개발은 수자원분야에서도 녹색성장과 가장 밀접한 관련이 있는 분야라 할 수 있다. 일반적으로 우리나라는 지표수가 풍부하고 대수층이 발달되어 있지 않아 지하수 의존량이 상대적으로 작은 규모이고, 실제 공급량도 그리 크지 않다고 알려져 있다. 그러나 최근 먹는 샘물수요가 급격히 증가하고 있어 지하수사용량이 과거에 비해 크게 증가하여 지하수자원에 대한 엄격한 관리가 요구되고 있다. 무분별한 지하수 채취로 인하여 지하수위가 저하되게 되면 1차적으로는 지하수자원량 자체가 감소하여 지속적인 수자원개발이 어려워지고, 2차적으로는 지반이 함몰되고 지반 위에 놓여진 구조물이나 건축물에 부등침하를 발생시켜 구조물의 안전에 위협을 주게 된다. 따라서 지하수위에 대한 주기적인 모니터링이 필요하며 지하수개발-지하수함양(recharge)-모니터링의 관리순환구조가 엄격히 지켜져야 한다.

최근에 활발히 추진중인 해수담수화사업에도 녹색성장의 개념이 필요하다. 기존에 가장 널리 사용되는 방식은 가열식 혹은 증류식 과정이었는데 이는 단순히 바닷물을 끓여서 수분과 염분을 분리하는 방식이었는데 당연히 가열과정에서 막대한 화석연료를 사용하게 되고 이것이 오히려 온실가스감축정책에 위배되어 문제가 되고 있다. 이에 대한 대안으로 제기되는 방식이 역삼투방식과 태양열 방식이다. 단순히보면 이 두가지 방식은 친환경적 방식으로 보이지만 역삼투방식은 역삼투과정에서 고압의 유체송출이 필요하고 이 과정에 많은 에너지를 사용하게 되는 단점이 있으며, 태양열 방식은 가열과정에서 화석연료를 사용하지 않는다는 장점은 있지만 태양전지 패널을 생산하는데 많은 에너지가 소요되는 단점이 있다. 어쨌든 지속가능성을 높이기 위한 첨단기술이 요구되는 분야라 할 수 있다. 이와같이 수자원인프라에 있어서 녹색성장은 거시적 관점과 단위프로세스에 이르기까지 밀접한 관련이 있다고 볼 수 있으며, 추구해야 할 매우 의미있는 가치로서 주목받아야 할 것이다.

### 기후변화 및 사회경제적 발전이 녹색성장을 요구하는 이유

'기후변화'가 사회적 이슈로 부각되기 시작한 것은 극히 최근의 일이다. 냉정히보면 기후변화 연구를 수행하는 연구자나 기후변화 정책을 수립하는 정책결정자 혹은 기후변화로 사업에 영향을 받는 경영자가 아니라면 일반인중에는 '기후가 과연 변하고 있는가'라는 원론적인 의문을 갖고 있는 이들도 상당수이다. IPCC가 2007년 기후변화연구로 노벨평화상을 수상하기는 했지만 제4차평가보고서(AR4)를 보더라도 대응이나 적응에 관한 구체적인 방안제시보다는 '기후가 변화하고 있다'는 주장에 대한 보다 광범위한 근거 제시에 지면을 할애하는 수준에 머물고 있다. 현재까지의 과학적 성과들을 종합해보면 기후변화에서 가장 확실하게 언급할 수 있는 부분은 온난화로 인한 평균

기온상승이 될 것이다. 여기서 과학적으로 어려운 부분이 있는데 평균기온상승은 해수면에서의 증발량의 증가를 야기하게 되고 이는 대기중의 수분량과 에너지포텐셜의 증가를 가져와 태풍과 호우등 강우량의 증가를 가져오게 된다는 메커니즘이다. 하지만 아이러니하게도 지난 수십년간의 지구평균기온상승에도 불구하고 평균강수량의 증가추세는 뚜렷하지 않은 것으로 판단된다. 이점이 수자원과 직접 관련된 강우에 있어서의 전망을 어렵게하는 주요인이다.

하지만 수자원이 기후변화와 무관하다고 단정지을 수는 없다. 적어도 국부적으로 볼 때 한반도는 수문학적으로 기후변화의 영향을 뚜렷하게 받는 지역으로 볼 수 있다. 정부에서 발표하는 2006년 수자원장기종합계획(2006)에서는 우리나라 년평균강수량(과거 25년평균)을 1240mm라 언급하고 있다. 하지만 2000년 이후 평균 1400mm를 상회하고 있으며 태풍 매미가 상륙한 2003년에는 1830mm를 기록하였다. 최근 7년의 자료로 기후적인 트렌드를 단언하기에는 통계표본이 부족하다고 볼 수도 있지만 주목할만한 추세임에는 틀림없다. 특이한 것은 2008년의 경우이다. 이 해는 특별히 불볕더위가 장기간 지속되지도 않았고, 강우발생빈도가 크게 낮지도 않았는데 수문

학적으로는 기록적인 가뭄이 발생한 것으로 기록되고 있다 (표 1 참조). 남해안지역의 섬진강댐은 발전방류가 중단될 정도였다.

이는 태풍의 상륙횟수가 예년에 비하여 현저히 작았던 것에서 원인을 찾을 수 있으며, 결과적으로는 미래에는 태풍의 강도와 발생빈도, 상륙빈도가 한반도 수문상황에 결정적 영향(impact)을 줄 것으로 보여지며, 그만큼 수문학적 변동성도 커지게 되리라고 전망한다.

이러한 수문변동성은 유역의 전범위에 걸쳐 영향을 주게되는데, 상대적으로 수자원인프라가 충실한 본류구간은 변동성에 대한 완충능력(buffering)이 큰 반면 지류 및 소하천유역은 직접적 영향을 받게 되어 대책이 시급한 상황이다. 사회경제적 측면에서 가장 주목할 부분은 지역경제의 발전으로 인하여 지역민의 환경의식수준이 상당히 높아졌다는 것이다. 수자원이나 하천관리에 있어서의 요구도 단순한 용수 공급차원에서 더 나아가 환경유지, 환경개선, 자연재해경감을 위한 인프라 건설로 다양화되고 있다. 대규모의 인프라건설은 필연적으로 지역간의 갈등을 만들 어낼 수 밖에 없고 이에대한 조정은 점점 어려워지고 있다. 집중형 인프라대신 분산형 인프라가 이에대한

표 1. 전국의 주요 다목적댐 유역 2008년 년강수량 및 저수율 현황 (2008년 12월 31일 현재)

댐유역	강우량			저수량			현재
	예년(mm)	금년(mm)	예년대비%	현재(백만m <sup>3</sup> )	전년(백만m <sup>3</sup> )	예년(백만m <sup>3</sup> )	저수율(%)
전국평균	1287.7	906.4	70.4	5364.0	7812.8	6661.8 4	2.6
소양강	1,216.3	1,159.5	95.3	1511	1494.4	1598.7	52.1
충주	1,242.4	951.3	76.6	1415	1903	1549.4	51.5
안동	1,156.3	933.2	80.7	445.1	737.9	656.5	35.7
임하	1,054.6	667.7	63.7	176	288.6	235.5	29.6
합천	1,369.9	705	51.46	206.9	578.8	389	26.2
남강	1,513.8	844	55.75	58	172.8	92.2	18.7
용담	1,580.1	854	54.05	252.7	537.2	452.8	31
대청	1,210.2	782.7	64.68	735.8	1000.2	827.2	49.4
섬진강	1,313.2	888.4	67.65	73.9	285.2	192.9	15.9
주암	1,432.3	925.3	64.60	139.6	275.8	233.9	30.5

표 2. 국내외 소수력 개발현황

구분	한국	미국	중국	일본	프랑스	이태리	스웨덴	독일
발전소(개소)	41	1,715	58,000	600	1,479	1,420	1,346	5,882
시설용량(MW)	54	3,420	13,250	538	1,646	1,969	8,406	341

대안이 될 수 있을 것이다.

예를들어 소수력발전의 경우 선진국뿐만 아니라 중국등지에서는 소수력개발의 사회·경제적 중요성을 인식하고 주요 대체에너지원으로 정착시키고 있다. 소수력개발을 위한 자원의 타당성평가기법, 발전소 최적설계, 수차발전시스템의 표준화, 자동제어시스템의 개발 및 최적운영기법 개발, 저낙차 소용량 고효율의 수차개발을 통한 경제성제고 등의 노력을 기울이고 있으며 이미 수많은 소수력발전소가 가동중에 있다 (한국수자원공사, 2007). 특히, 독일의 경우 세계적으로 진보적이고 모범적 환경정책을 펴고 있는데도 불구하고 경제적인 저낙차 터빈을 개발·운영하여, 시설용량 자체는 크지 않으나 전국적으로 무려 5,882개의 소수력발전소가 운영되고 있다. 환경영향평가기준에 대한 엄격한 적용으로 소수력발전소건설이 많은 제약을 가지고 있어 고작 41개의 소수력발전시설을 보유한 우리나라가 눈여겨보아야 할 부분이다.

**녹색성장을 위한 수자원정책방향**

기후변화와 녹색성장은 기존 패러다임의 변환을 의미하는 것이지 그 자체가 어떤 특별한 기술은 아니다. 마치 우리가 매일 먹고 마시는 물과 공기가 오히려 특별하게 느껴지지 않는 것과 마찬가지로, 이들은 일견 지극히 당연해보이는 목표를 담고 있기에 특별해 보이지 않을 수도 있다. 단순하고 당연한 목표이지만 실천하기는 쉽지 않은 것이 지속가능성과 녹색성장이다. 녹색성장을 위한 수자원정책에서도 뭔가 놀랄만한 특별한 정책을 기대한다면 지나치게 성급한 것이다. 중요한 것은 미래의 패러다임에 대한 명확한

이해이며 이를 실천하려는 의지라고 볼 수 있다. 하천유역자체의 지속가능용량(Carrying capacity)을 복원, 유지 관리 시켜주는데 초점을 맞추는, 즉 본류와 지류를 포함한 유역전체의 에코효율성증진에 목표를 두는 정책이 녹색성장을 뒷받침하는 새로운 유역관리 패러다임이다.

앞서 이제까지의 전통적 수자원정책이 에코효율적(eco-efficient) 측면에서 어떻게 문제가 되는지를 살펴보았다. 미래의 수자원정책은 전통적 수자원정책을 포기하는 것이 아니라, 이에 더하여 지방 및 소하천에서 환경성을 회복하고 자연재해를 경감하며 분산적 수요를 적절히 만족시킬 수 있는 방향으로 이루어져야 할 것이다. 이러한 측면에서 볼 때 현재 정부에서 추진하고 있는 국가하천비율확대는 바람직한 정책이라 볼 수 있다. 현재 소하천을 제외한 전체 하천구간중 국가하천비율이 10%정도에 그치고 있다. 이를 중기적으로는 30%대로 확대시키고 최종적으로는 선진국 수준인 70%대로 끌어올린다는 것이 정부의 목표이다. 그러나 국가하천비율을 아무리 높인다해도 분산형 하천 및 수자원관리의 당위성은 여전히 유효하다고 볼 수 있다. 근본적인 해결책으로서 「(가칭)유역별 수자원종합개발 계획」에서 중소하천개발계획을 체계적으로 수립하는 것이 필요할 것이다.

건강하고 안전한 국토를 조성하기 위하여 유역관리에서 건천화, 토석류, 산사태 등 자연재난 항목에 대한 관리체계를 강화하여야 할 것이다. 기존의 사방댐, 소수력발전댐, 농업용저수댐을 포함한 용수전용댐의 기능을 동시에 수행하면서 환경에 미치는 영향을 최소화할 수 있는 다목적 소규모댐의 건설을 적극 검토해야 한다. 아울러 지하수자원 관리체계를 엄격히 강화해야 할 것이다.

## 참고문헌

- NZIER (2004). Sustainable Infrastructure: A Policy Framework. New Zealand.
- UNESCAP (2007). Sustainable Infrastructure in Asia -Overview and Proceedings-, Seoul Initiative Policy Forum on Sustainable Infrastructure, Seoul, Korea, 6-8 September 2006.
- 건설교통부 (2006). 수자원장기종합계획(2006-2020) 보고서, 2006.9.
- 한국수자원공사 (2007). 소수력 최적개발활성화방안 연구, 2007.3.