

대청호의 수환경 현황과 수질보전을 위한 사업의 발굴

허재영 | 대전대학교 토목환경공학부 교수

1. 머리말

대청다목적댐의 연간 용수공급량은 1,649백만 m^3 으로서 그 중 1,300백만 m^3 이 생·공용수로 사용되고, 대전·청주 등의 충청권과 전주·군산·이리를 포함한 전북권 지역의 생·공용수 공급원으로서 중요한 역할을 하고 있으며, 청주지구·금강 하류 및 만경강 지구에 349백만 m^3 의 관개용수를 공급해 왔다.

2000년에는 전주권에 대한 안정적 용수 공급과 하류의 홍수 피해를 감소할 목적으로 대청댐 상류에 용담댐이 건설되어, 대청댐의 유역면적은 약 1/3 정도가 줄어들었다.

대청호 상류유역에 대한 환경기초시설의 투자는 지속적으로 이루어지고 있으나, 실제로 대청호의 수질은 악화되고 있거나 현상을 유지하고 있는 상태이며, 특히 대청호의 수질문제는 2001년 여름 사상 유례없었던 「조류대발생」발령에서 그 심각성을 보여주고 있다.

이 글에서는 대청호의 수질을 개선하기 위해 보고된 자연환경, 사회경제환경, 수리수문 및 수환경 등 대청호 수환경에 관련된 기존의 연구조사자료, 정책 보고서 및 정책집행 결과자료 등을 수집·정리하여 대청호의 수환경 현황을 파악하고, 정부 및 지방자치단체, 한국수자원공사, 금강유역환경청 등 국가 및 공공기관, 시민(시민단체)이 대청호의 수환경 개선을 위해 단기적으로 또는 장기적으로 추진하여야 할 사항을

제시하는 것이 시급하면서 기본적인 사업이라는 판단 아래, 대청호에 관한 각종 보고서를 종합적으로 검토하여 대청호의 현상(現狀)을 정확하게 파악하여 문제점을 도출하고, 도출된 문제점을 해결하기 위하여 추진해야 할 과제들을 제안하고자 한다.

2. 대청호의 수환경

2.1 수리·수문분야

1) 수문관측소 현황

대청호 유역내의 수문관측 시설로서는 댐 유역에 17개소의 T/M 우량국(1개소당 평균면적 243.2 km^2)과 5개소의 T/M 수위국(본댐, 댐방수로, 조정지댐 제외)이 설치되어 있다.

2) 강수분석

대청댐 유역의 연평균 강수량(1981년~2000년)은 1,136.8mm로서 우리나라 연평균 강수량 1,274mm보다는 다소 적으며, 월평균 강수량의 분포는 계절적으로 매우 편중되어 연간 평균강우량 중 66.9%인 760.1mm가 6월에서 9월의 4개월에 집중되어 발생한다.

3) 유역내 하천분포와 특성

대청호 유역내 하천들이 대청호로 유입되는 경로는 금강 본류와 합류된 후 유입되는 경우와 직접 유입되는 경우가 있다. 대청호 상류에 위치하며 금강 본류로 유입되는 주요 지천은 무주남대천, 봉황천, 영동천, 초강천, 보청천 등이며, 이들 5개 하천의 유로연장은 217.3km이다. 이들 중 유역면적은 초강이 가장 크고 (667.41km²), 유로연장은 보청천이 가장 길어서 65.5km에 달한다. 유역면적과 유로연장이 가장 작은 지천은 영동천이다. 대청호로 직접 유입되는 지천으로는 옥천천, 회인천, 주원천, 문의천, 품곡천 등인데 이들 하천의 유로연장은 70.6km이고, 이중 옥천천이 유역면적 및 유로연장이 가장 크다.

4) 유출 및 유황분석

(1) 빈도별 홍수량

대청댐 설계시의 1일 최대치에 대한 첨두홍수량과 분석된 결과를 비교하면 첨두홍수량이 비슷함을 알 수 있으며, 설계당시 대청댐 설계 홍수빈도로 채택된 200년 빈도의 경우 1일 최대 홍수량이 약 2.11% 정도 증가한 것으로 분석되었다.

대청댐 유역의 월별 확률홍수량은 Chi-Square Test와 빈도계수법을 적용한 결과, 전반적으로 Extreme Type-I 분포가 가장 적합한 것으로 판정되었다.

월별 최대 홍수유입량의 빈도분석 결과를 보면 8월

의 최대 홍수 유입량이 가장 크며, 다음은 7월, 8월의 순으로서 6월의 확률홍수량은 비교적 적다.

(2) 유황분석

2001년도 일유량 자료를 적용하여 대상유역의 유황변동을 분석한 결과, 산정된 유출율은 댐지점을 포함하여 모든 지점이 유출율의 적정선인 30~70%의 범위에 포함되어야 하나 2001년도에는 이상가뭄으로 인해 매우 낮은 유출률을 나타내었다.

본류(옥천, 호탄, 수통, 댐지점)의 경우 용담댐에서 대청댐 저수능력 증대를 위해 방류한 하천유지용수의 유입으로 유출률이 30% 내외로 나타났으나, 청성지점의 경우 지류 및 하상공사로 인하여 상대적으로 낮은 유출률을 보이고 있다.

5) 대청댐 유역의 용수이용

(1) 용수 이용

댐 상·하류부에 생·공용수 및 관개용수(1,649백만 m³/년)를 공급하고 있고, 홍수조절용량이 250백만m³으로서 댐하류 홍수량 절감 및 홍수피해를 경감하고 있다. 또한, 중부지역의 전력에너지를 공급하고 있는데, 전력생산량은 196~240백만Kwh/년이다.

(2) 용수 공급

대청댐은 금강수계의 유일한 다목적댐으로 집중호우로 인한 홍수 유출량은 홍수조절을 통하여 무효 방류되고, 저수지 내로 유입된 유출량의 일부는 저수지

표 1. 홍수량 분석결과 비교(대청댐)

(단위: m³/s)

구 분		빈 도					
		50	100	200	500	1000	
설계 당시		1일최대	8,500	9,500	10,700	-	-
기존댐 용수공급 능력조사 보고서 (1998, 수공)	대청댐	1일최대	8,407	9,534	10,926	12,660	13,984
	용담댐 고려		5,801	6,578	7,539	8,735	9,649
	대청댐	2일최대	9,800	11,108	12,554	14,443	15,680
	용담댐 고려		6,762	7,665	8,662	9,966	10,819
	대청댐	3일최대	9,832	11,059	12,368	14,139	15,381
	용담댐 고려		6,784	7,631	8,534	9,756	10,613

에 위치한 대전 및 청주취수탑을 통하여 상류지역의 생·공용수로 공급되며, 수력발전을 통해 하류지역으로 조절 방류된 공급량은 하류지역의 각종 용수로 공급되고 있다.

대청댐의 생·공용수 공급은 저수지내에 대전 및 청주취수탑이 있어서 대전은 자체적으로 용수를 공급하고 있으며, 청주는 청주시와 대청 광역상수도에 의해 청주, 조치원, 천안, 온양 등에 용수를 공급하고 있다.

6) 향후의 사업추진방향

- ① 대청호 상류의 금강 본류에 대한 수위 및 유량 자료가 부족하여 유량의 정확한 파악이 곤란하므로, 금강 본류에 대한 지속적인 측정이 필요하며, 특히 금강의 대청호 상류구간에 유입하는 제1지류 및 소하천 수문량(수위, 유량, 강우량 등)의 지속적인 조사가 필수적이다.
- ② 대청호 상류에 있는 자연형 하천에 가까운 하천의 수질개선 효과를 조사할 필요가 있으며, 자연형 하천조성 방안을 강구하고, 이에 따른 수공학적인 검토연구가 선행되어야 할 것이다.
- ③ 2011년부터 1억m³의 용수가 부족할 것으로 예상되므로, 신규 수자원의 개발을 적극 추진해야 할 것이다.
- ④ 수자원을 효율적으로 이용하고 용수공급을 원활히 하기 위해서 지표수와 지하수의 적절한 연계 이용방안을 강구해야 할 것이다.
- ⑤ 가용 수자원의 제한으로 지역주민들의 적극적인 의사표시가 보편화되어 가는 실정이므로 수리권 제도를 확립할 필요가 있다.
- ⑥ 수자원 관리를 위한 합리적 구조가 필요하며, 이를 위해서는 수량과 수질을 종합적으로 관리하고, 하천의 연속성을 고려한 유역단위의 종합 관리체계가 필요하다.
- ⑦ 유역 종합관리체계를 통하여 대청호의 수자원 및 유역관리를 위한 비전을 설정하고, 이를 위하여 지속적인 자료수집, 분석 및 대응책의 제시가 유기적으로 이루어지도록 할 필요가 있다.

⑧ 광역상수도망을 확충하고, 이와 동시에 행정구역에 따른 물관리체계를 유역별로 개편한 다음, 유역내 홍수방지, 물공급, 환경개선 등을 종합적으로 고려한 유역조사 및 수자원 관리를 추진할 필요가 있다.

⑨ 용수 공급시설의 이수안전도와 예비율의 상향조정을 검토할 필요가 있다.

⑩ 신규댐 및 소규모 용수전용댐의 건설은 최대한 억제하되, 불가피한 경우 댐의 건설계획과정에 여러 분야의 전문가들과 각계각층의 시민들로부터 의견을 수렴하고, 특히 주민들의 신뢰와 합의를 통하여 추진해야 할 필요가 있다.

2.2 수질분야

1) 오염원 및 오염물질 배출부하량

오염원과 오염발생 부하량 산정을 위한 대청댐 상류유역의 배수구역을 구분하여, 9개 대권역과 34개의 소권역으로 분할하고 있으며, 분석결과는 다음과 같다.

- ① 배수구역별 인구, 산업, 축산, 토지이용 및 양식장에 의한 BOD 배출부하량은 1999년 22,988kg/d, 2001년 24,904kg/d, 2006년 26,268kg/d, 2011년 27,905kg/d로 산정되었다.
- ② T-N 배출부하량은 각각 19,470kg/d, 20,648kg/d, 21,326kg/d, 22,100kg/d로 산정되었고, T-P의 배출부하량의 경우 각각 1,597kg/d, 1,694kg/d, 1,786kg/d, 1,877kg/d로 산정되었다.
- ③ 각 분야별 발생 기여율은 BOD의 경우 축산이 67%로 가장 많이 발생하고, 그 다음으로 생활오수의 순이었다. T-N, T-P의 경우 BOD와 마찬가지로 축산에 의한 발생이 47% 및 79%로 나타나 가장 많이 발생하는 것으로 조사되었다.

2) 오염물질 배출경로 및 유달률

오염물질 배출경로는 대청댐의 상류유역에서 발생된 BOD, T-N, T-P에 대한 오염물질이 각 지류 등

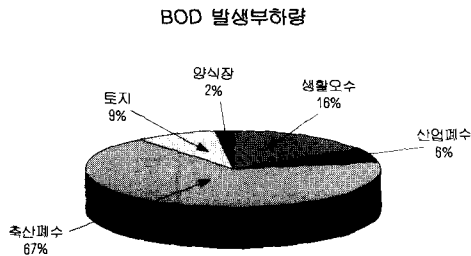


그림 1. BOD 발생부하량에 대한 발생 기여율

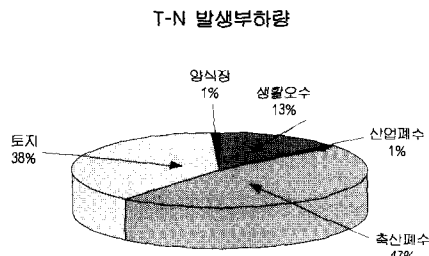


그림 2. T-N 발생부하량에 대한 발생 기여율

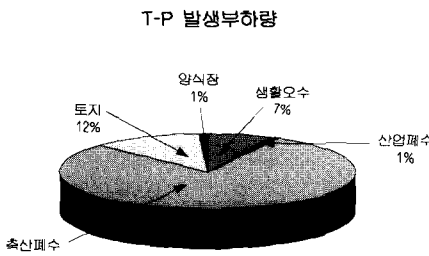


그림 3. T-P 발생부하량에 대한 발생 기여율

의 유역에서 발생하여 대청댐으로 유입되고 있다.

또한, 전체 유역에 대해 유달률을 산정한 결과, BOD 12.25%, T-N 18.20%, T-P 8.83%의 유달률을 나타내어, BOD에 비해 T-N의 유달률이 비교적 높게 산정되었다.

표 2와 같이 배수구역별 총 BOD, T-N, T-P 유달 부하량을 예측한 결과는 향후 환경기초시설 증설을 고려하는 경우와 고려하지 않는 경우로 구분하여 산정하였다.

3) 수질오염도

환경부 수질자료를 통하여 조사된 대청댐 상류에 대한 본류의 BOD 농도를 살펴보면, 대청댐 본류인 용포지점의 연평균 농도의 경우 1993년 관측 이래 농도 1.2mg/l에서 점차 감소하다가 2000년부터 다시 증가하여 2002년 1.4mg/l의 농도를 나타내었다.

제원지점의 경우 1991년 1.7mg/l에서 2002년 1.3mg/l로 다소 감소하는 경향을 나타냈으며, 영동지점의 경우 1991년 1.6mg/l에서 2002년 1.6mg/l로 거의 비슷한 농도로 나타났다. 옥천지점은 1991년 1.6mg/l에서 2002년 1.1mg/l로 다소 감소하는 것으로 나타났으며, 대청댐 지점의 경우 1992년 1.6mg/l에서 농도는 점차 감소하여 1998년 1.0mg/l까지 감소하였고, 2002년까지 비슷한 농도를 나타내고 있다.

T-N의 경우 용포지점은 1993년 1.27mg/l에서 2002년 1.597mg/l로 다소 증가하는 경향을 보이고 있으며, 제원지점의 경우 1991년 0.349mg/l에서

표 2. 유달률 산정결과

구분	평균유달률(%)		
	BOD	T-N	T-P
본류(용담댐)	21.04	26.70	13.57
무주 남대천	11.72	18.45	7.92
봉 황 천	5.99	8.57	5.59
영 동 천	6.97	17.61	7.55
초 강 천	15.17	22.78	8.90
보 창 천	12.95	14.67	5.87
옥 천 천	11.91	18.61	12.42
평균	12.25	18.20	8.83

1996년 2.481mg/l까지 증가하다가, 이 후 농도가 감소하여 2002년 1.471mg/l까지 감소하였다. 영동지점의 경우 1991년 0.407mg/l를 나타낸 후, 2002년에는 2.22mg/l를 나타내 농도가 증가하고 있다. 옥천지점의 경우 1991년 1.194mg/l에서 2002년 2.314mg/l로 농도가 증가하는 것으로 나타났으며, 대청댐 지점의 경우 1992년 0.904mg/l에서 2002년 1.855mg/l로 농도가 증가하였다.

대청댐 상류 지역의 연 평균 T-P 농도는 용포지점의 경우 1993년 0.067mg/l를 나타낸 이후 농도가 점차 감소하여 2002년 0.016mg/l까지 감소하였으며, 제원지점의 경우 1991년 0.014mg/l에서 1993년 0.131mg/l까지 증가하였고, 이 후 다시 감소하여 2002년 0.016mg/l를 나타내고 있다.

영동지점의 경우 1991년 0.019mg/l를 나타냈고, 이후 농도는 증가하여 1995년 0.101mg/l를 나타낸 반면, 이후 농도는 다시 감소하여 2002년 0.019mg/l를 나타내고 있다. 옥천지점의 경우 1991년 0.036mg/l를 나타내었으며, 이후 농도는 증가하여 1993년 0.106mg/l를 나타내었고, 그 후 농도는 다시 감소하여 2002년 0.024mg/l를 나타내고 있다. 대청댐 지점의 경우 1992년 0.026mg/l에서 농도가 점차 감소하여 2002년 0.016mg/l이었다.

4) 향후의 사업추진방향

- ① 유량, 수질 등 하천 관련 자료가 국내 주요 4대강을 제외하면 전무한 실정이므로 세부적인 자료가 절실히 필요하며, 수위 및 유량과 관련된 자료는 건설교통부가 주관하고, 수질자료는 환경부가 주관하고 있어서 자료의 관리가 이원화되어 있는 실정이기 때문에, 자료의 통합관리가 필요하다.
- ② 생산원가에도 미치지 못하는 수도요금 수준으로 인해 상수도 사업추진을 위한 투자재원 확보에 어려움을 초래하고 있으므로, 금강수계의 시·도별로 「수도요금 현실화 추진계획」을 수립하여 물값을 생산원가 수준으로 현실화해야 할 것으로 판단된다.

③ 군부대에 대한 오·폐수 처리시설을 단계적으로 확충·개선하고, 부대 특성에 적합한 처리시설을 설치하고, 군부대의 오·폐수 처리시설 운영실태를 조사하여 기술지원 및 교육을 정례화해야 할 것이다.

④ 수질자동 측정장치 등의 시설이 부족한 실정이므로 이를 위하여 부영양화 등 수질오염이 자주 발생하는 지역에 대하여 상시 측정·감시할 수 있는 장치를 확보하여 monitoring을 통한 수질 관리가 필요하다.

⑤ 초기 강우시 처리장 과부하 문제를 해결하기 위하여 비점오염원 조사 및 관리가 시급하다.

⑥ 비점오염원에 의한 오염이 대청댐 수질에 영향을 미치므로 비점오염원의 관리를 위해 자연처리방법 등을 이용하여 관리할 필요가 있다.

⑦ 여름철 홍수 피해예방을 위한 시설을 저수지 수질관리에 이용할 수 있는 방법을 검토하여 활용하는 것이 바람직하다.

2.3 생태계 분야

1) 척추동물

대청호 주변 11개 지역에서 약 4목 7과 11종의 포유류가 관찰되었고, 또한 4회의 조사에서 총 12목 29과 79종 9,001개체가 관찰되었다(함 등, 1992). 최고의 우점종은 청둥오리(*Anas platyrhynchos*)로서 전체의 32.99%를 차지하고 있다. 두 번째의 우점종은 흰뺨검둥오리(*Anas poecilorhyncha*)로서 전체의 약 19.11%를 차지하고, 세 번째의 우점종은 썩새(*Emberiza rustica*)로서 전체의 약 8.93%를 차지하고 있다.

종다양도는 1.11로 나타났고 동등한 보편 종수는 3.05이다. 대청댐에서 관찰된 양서류는 2목 46과 11종이고, 파충류는 2목 5과 13종이며, 현재 56종의 어류가 서식하고 있으나 호수의 부영양화가 진행됨에 따라 수오염에 내성이 약한 갈겨니, 꾸구리, 돌상어, 쉬리, 버들치, 감돌고기 등의 어류가 현저하게 감소하였다. 댐 건설 후 외래종 5종이 출현하였는데, 댐 건

설 전에는 총 4,295개체로 10과 41종(피라미, 돌마자, 쉬리 등이 우세종)이었던 것이 댐 건설 후 총 7,697개체로 13과 56종이 채집되었다.

자연분포종은 51종이고 나머지 5종은 외래종으로서, 피라미, 밀어, 붕어, 동자개 등의 순으로 우점종을 나타내었다.

2) 무척추동물

유입되는 지천의 오염과 대청호의 담수기능으로 수 많은 생물들이 생존에 위협을 받고 있는데, 수질오염 원과 직접적인 관계가 있는 무척추동물은 끊임없는 군집의 크기 감소, 회복 불가능한 종의 절멸 등이 지속적으로 진행되고 있다.

3) 식물상·식생

충청북도가 시행한 대청호 호소생태계의 조사연구(1991)가 수행된 바 있으나, 대청호의 수계생태계를 파악할 수 있는 호소생태계 내의 식물상과 식생에 관한 연구보고는 없는 실정이다.

심(1993)은 금강권역에 있어서의 총 식물상은 131과 520속 1,057종 2아종 150변종 14품종으로 1,223분류군이 분포하고 있는 것으로 보고되었다(심, 1993). 회인천 권역에서는 총 77과 188속 223종 1아종 30변종 3품종으로 총 277분류군이 분포하고 있는 것으로 보고되었다(선 등, 1992).

수자원공사(1993)의 보고에 의하면 5월과 11월에 12~16종이 출현하여 가장 적은 출현 종수를 보이며, 8월에 20~26종이 출현하여 가장 많은 출현종을 보인다.

공주 및 부여의 하중도에서 총 32과 68속 19변종으로 총 101분류군이 분포하고 있는 것으로 보고되었고(김, 2002), 대청호권역의 식물군락은 육상권역에서 14개의 군락유형이 보고되었다(강 등, 1991). 또한, 공주 및 부여의 하중도에서 총 16개의 군락유형이, 대전 3대 하천에서는 총 17개의 군락유형이 보고되었다(김, 2002). 대청호권역의 식물군락은 강 등

(1991)이 육상권역에서 14개의 군락유형이 보고되었다(강 등, 1991).

4) 향후의 사업추진방향

- ① 불루길, 베스 등 외래어종의 번식억제 대책이 시급히 요망되고, 어류의 산란장소 확보가 필요하다.
- ② 수질오염 예방을 통한 수중동물(양서류, 어류 등) 서식지 확보가 필요하다.
- ③ 수변공간의 갈대 습지 조성을 통한 수조류의 은신처를 제공할 필요가 있다.
- ④ 일정한 구역의 호수와 육상 연결구간의 제한구역 조성을 통한 포유류의 생활 공간을 확보해야 한다.
- ⑤ 대청호의 아름다운 복원을 위해 대청호 무척추동물의 지속적인 monitoring(생산자-소비자의 관계 속에서 이루어지는 monitoring)이 필요하다.
- ⑥ 대청호의 방류량에 따라 발생하는 대청호 하류의 무척추동물의 군집변동을 조사하여야 한다.
- ⑦ 대청호 하류 생태계의 보존 대책을 수립해야 한다.
- ⑧ 대청호 수량의 변동에 영향을 받는 대청호 주변 생물 중 특이종 및 보호종에 대한 조사 및 보존 대책의 수립이 필요하다.
- ⑨ 대청호로 유입되는 지천의 수환경 개선 방안을 모색해야 한다.
- ⑩ 충청북도가 시행한 대청호 호소생태계의 조사연구(1991)가 수행된 바 있으나, 대청호의 수계생태계를 파악할 수 있는 호소생태계 내의 식물상과 식생에 관한 연구 보고는 없는 실정으로 이들의 현황 파악을 위한 기초조사가 필요하다.
- ⑪ 생태계 조사연구에 있어서 식물상(고등식물 및 식물성 플랑크톤)과 식생, 동물상 등의 조사는 지역 생태계의 생물 서식현황을 파악하기 위한 가장 기초적인 자료로서 중요하다.
- ⑫ 기초조사자료를 바탕으로 대청호 주변의 특이종 및 보호종과 생태적 자정능력 등의 기능이 뛰어난 식생이 분포하는 지역에 대한 보존대책 수립이 필요하다.

3. 수질 개선 정책사업의 분석

3.1 환경기초시설 설치내역

1) 환경부, 수공 및 자치단체 사업 및 투자내역

환경부의 전국 4대강 수계 권역별 수질 보전 수정 계획(1993~1997)에 의하면 전국 주요 하천의 중·상류 수질은 I, II급수로, 하류의 수질은 III급수로 개선하는 것으로 목표로 하고 있으나, 최근 자료에 의하면 환경기초시설의 투자는 이루어지고 있는 반면, 실

제 수질은 악화되고 있거나 현상유지를 하고 있는 상태인데, 이것은 오염물질(BOD 등) 부하량의 증가와 환경기초시설에 대한 투자 규모 및 완공시점, 적절한 유지관리 문제 등의 복합적 요인에 기인하는 것으로 판단된다.

환경기초시설의 투자는 공사비 105,617백만원으로 1일 101,230톤 처리를 목표로 하고 있으며, 투자 현황을 볼 때 해를 거듭할수록 증가되고 있으나 2000년 이후에 더 많은 투자가 있어야 할 것이다.

표 3. 환경기초시설 투자현황

구 분	명 칭	사업기간	용 량	투자현황(백만원)				비 고
				계	99년까지	2000년	2001년 이후	
총계			101,230	105,617	79,949	9,998	15,650	
하수종말 처 리 장	금산	94~99	10,000	19,090	19,090			가동
	청원 품곡	95~99	500	3,254	3,254			건설중
	청원문의 1차	85~91	1,000	2,286	2,286			가동
	보은 1차	90~93	6,000	5,692	5,692			가동
	보은 내속리	98~01	5,000	10,598	301	1,250	9,027	건설중
	보은 삼승	92	400	412	412			가동
	보은 회북	92	330	495	495			가동
	옥천 1차	90~93	18,000	18,120	18,120			가동
	옥천 동이	92	210	373	373			가동
	옥천 안남	92	160	333	333			가동
	옥천 안내	92	180	376	376			가동
	옥천 이원	98~01	5,400	5,822	132	3,774	1,916	건설중
	영동 1차	90~93	8000	7,356	7,356			가동
영동 2차	99~02	1,200	8,700	219	3,774	4,707	건설중	
분뇨처리장	보은	96~99	30	2,990	2,990			가동
	금산	92~98	50	3,134	3,134			가동
	영동 심천	79~81	15	153	153			가동
	옥천	93	30	2,019	819	1,200		가동
	영동	91~98	45	1,294	1,294			가동
축산폐수 처리장	금산 금성	91	70	283	283			가동
공단폐수 처리장	금산	96	1,500	1,585	1,585			가동
오염하천 정화사업	대전(대청)	95~98	38,400	9,040	9,040			
	금산	92	1,860	1,603	1,603			
	보은(항건천)	92	450	9	9			
	옥천(준말천)	98	2,400	600	600			

※ 자료 : 1999 금강중권역 수질오염원 현황(2000), 금강환경관리청

2) 주요 환경기초시설의 실태

(1) 환경기초시설 현황

대청댐 상류유역에 설치된 하수종말처리 시설은 총 11곳에 43,930m³/d의 처리시설을 갖추고 있고, 대청댐 상류유역의 분뇨처리시설은 금산, 옥천 등 5곳에 155m³/d의 처리시설을 갖추고 있다.

축산폐수 종말처리시설의 경우 금산에 1곳이 설치되어 있으며, 시설용량은 70m³/d이다.

공단폐수 종말처리시설은 금산에 1곳이 설치되어 있으며, 시설용량은 1,500m³/d이고, 농공단지 오·폐수 종말처리시설은 옥천 동이와 금산 금성 등 2곳으로 조사되었으며, 총 620m³/d의 시설용량을 갖고 있다.

간이오수처리장은 금산 제원 1곳에 설치되어 있으며, 시설용량은 300m³/d이고, 마을하수도 시설은 금산 추부, 영동 이원 2곳으로 조사되었으며, 시설용량은 160m³/d이다.

(2) 환경기초시설 증설계획

① 용담댐 유역

용담댐 유역의 총 면적은 936.5km²로서 이 중 청정지역이 790km²(84.4%)이며, 나머지 지역은 "가" 지역으로 146.6km²(15.7%)이다. BOD에 대해서는 2002년, 2005년 0.6mg/l로 삭감할 계획을 가지고 있으며, 이를 위한 삭감률은 80.9%, 83.8%이다.

② 남대천 유역

남대천 유역의 총 면적은 464.2km²이며 이 중 청정지역이 415.7km²로 89.6%를 차지하고 있으며, 나머지 48.4km²의 면적이 "가" 지역으로 10.4%를 차지하고 있다. BOD에 대해서는 2002년, 2005년 0.7mg/l, 0.6mg/l로 삭감할 계획을 가지고 있으며, 이를 위한 삭감률은 73%, 74.4%이다.

③ 본류 I 유역

본류 I 유역의 총 면적은 753km²로서 이 중 청정지역은 657.2km²로 87.3%를 차지하고 있으며, 나머지 95.8km²의 면적이 "가" 지역으로 12.7%를 차지하고 있다. BOD에 대해서는 2002년, 2005년 0.7mg/l, 0.6mg/l로 삭감할 계획을 가지고 있으며,

이를 위한 삭감률은 73%, 74.4%이다.

④ 초강천 유역

초강천 유역의 총 면적은 957.1km²로서 이 중 청정지역은 619.1km²로 64.7%를 차지하고 있으며, 나머지 337.9km²의 면적이 "가" 지역으로 35.3%를 차지하고 있다. BOD에 대해서는 2002년, 2005년 0.8mg/l, 0.7mg/l로 삭감할 계획을 가지고 있으며, 이를 위한 삭감률은 72%, 74.4%이다.

⑤ 보청천 유역

보청천 유역의 총 면적은 572.2km²로서 이 중 청정지역은 512.1km²로 89.5%를 차지하고 있으며, 나머지 60.1km²의 면적이 "가" 지역으로 10.5%를 차지하고 있다. BOD에 대해서는 2002년, 2005년 0.8mg/l로 삭감할 계획을 가지고 있으며, 이를 위한 삭감률은 79%, 81.6%이다.

⑥ 대청댐 유역

대청댐 유역의 총 면적은 739.92km²로서 이 중 청정지역은 716km²로 96.8%를 차지하고 있으며, 나머지 23.9km²의 면적이 "가" 지역으로 3.2%를 차지하고 있다. BOD에 대해서는 2002년, 2005년 2.3mg/l, 2.0mg/l로 삭감할 계획을 가지고 있으며, 이를 위한 삭감률은 80.1%, 83.6%이다.

3) 전국 댐의 오·하수 처리현황

우리나라 전체 하수처리율은 36.4%를 나타내고 있으며, 유역별로 살펴보면 소양강댐 15.9%, 충주댐 41.9%, 대청댐 40.8%, 용담댐 6.2%, 보령댐 42.8%로 나타나, 대청댐의 경우 다른 댐 유역에 비해 하·오수 처리율이 높은 것으로 조사되었다.

또한, 2005년까지의 오·하수처리계획을 살펴보면 소양강댐 58.1%, 충주댐 73.7%, 대청댐 70.4%, 용담댐 43.8%, 보령댐 42.8%의 처리계획을 가지고 있는 것으로 나타났으며, 전국 하·오수 평균 처리율은 65.1%로 대청댐의 경우 평균을 상회하는 것으로 조사되었다.

3.2 하천 및 호소의 수질개선 사업

1) 공공기관 및 단체의 수질개선 사업

대청호의 수질에 가장 큰 영향을 미치는 오염원은 생활하수와 축산폐수로 나타났으며, 대청호는 유역면적이 넓고(4,134km²), 물의 체류시간(평균 196일)이 길어, 호소의 부영양화로 상수원 수질악화의 가능성이 상존하며, 설치 운영준인 환경기초시설의 처리규모가 취약하여 환경기초시설 투자재원(지방비) 미확보로 적기 투자가 지연되고 있는 실정이다.

(1) 대청호 상수원 수질관리 현황

- ① 상수원 보호구역 관리 및 정수장 정밀점검 실시
금강권역 내 상수원 보호구역으로 지정된 곳은 41개소로 수원별로 보면 표류수 2개소, 복류수 32개소, 호소수 5개소, 지하수 2개소이다. 지역주민이 안심하고 맑은 물을 마실 수 있도록 하기 위하여 지방자치단체가 관리하는 관내 41개 상수원 보호구역에 대한 관리상태를 평가하여 시장·군수가 관할 구역의 상수원 보호를 위하여 필요한 조치를 취하도록 하고, 해당 지역주민의 반대 등으로 상수원 보호구역으로 지정되지 않은 상수원에 대해서는 상수원 관리기관에 조속히 지정을 추진하도록 촉구하고 있다.
- ② 상수원 오염원 감시·단속 강화
환경부는 주요 상수원 지역에 대한 수질오염을 상시 감시하기 위해 환경감시대를 구성·운영하고 있는데 금강수계에도 상수원 오염원에 대한 감시·단속업무를 전담할 금강 환경감시대가 1998년 2월 16일에 발족하여 상수원 상류유역 등에 소재하는 각종 오·폐수배출시설, 불법 건축물, 식품 위생업소 등에 대한 종합적이고 심층적인 지도·단속을 실시하고 있다.
- ③ 대청호 수중 폭기시설 가동효과 분석
대청호는 매년 4월과 10월 사이에 조류가 발생하기 때문에 이의 발생을 억제하기 위하여 호소수 심층에 산소를 공급함으로 무산소층을 해소하고, 호소수질 향상을 위하여 취수탑 주변에 수중 폭기조 15기를 설치·가동하여 수질을 분석한 결과를 가동전과 비교

하면, 수중 폭기조를 가동하였을 때 수질이 다소 개선된 것으로 나타났다. 용존산소(DO), 생물화학적 산소요구량(BOD), 화학적 산소요구량(COD), 총질소(T-N), 총인(T-P)의 경우 수중 폭기시설의 가동 전에 비하여 수질이 개선되었으며, 엽록소-a의 농도는 가동 전에 비해 가동 후에 상당히 증가하였으나, 냄새를 유발하는 남조류 및 곰팡이 냄새는 발생되지 않는 것으로 조사되었다.

(2) 상수원 관리의 문제점

① 종합적인 수계관리체계 미흡

수질관리를 위한 종합적인 계획 및 집행체제의 미구축과 하천구간별 수질기준과 규제 정책에 대한 연계 부족 등으로 종합적인 대책이 미흡하다. 수량과 수질의 관장 부서가 환경부와 건설교통부로 이원화됨으로써 수계별 물관리 기본정보가 분산 관리되고 있으며, 관계부처간 물관리 대책사업 상호간에도 연계 추진의 미흡으로 국가 물관리 정책의 비효율성을 초래하고 있다.

② 오염물질 처리 미흡

1996년을 기준으로 하수 처리율이 50% 정도에 불과하여 처리되는 양보다 처리되지 않고 배출되는 양이 많아 가시적인 환경개선 효과가 미흡하다.

③ 수질오염 사전예방체계 미흡

크고 작은 수질오염사고가 계속되고 있으나, 상시 자동감시 체계 구축, 취수원의 다양화 등 사전 예방체계가 제대로 구축되어 있지 않다.

④ 인구과밀에 의한 토지 규제의 실효성 저하

상수원 일부 토지에 대해 일련의 수질보전정책은 인구과밀 및 지방자치제의 실시로 인하여 점차 실효성이 저하되고 있는 실정이다.

⑤ 하천관리의 부적정

상수원 발원지에 해당하는 상수원 상류 산림지역에 골프장, 스키장 등이 입지함으로써 토양의 수원함양 능력을 떨어뜨리고 하천오염도 심화되고 있다. 또한, 유역하천 정비에 따른 직강화 등 하천의 이용중대에 치중하여 유수지, 습지 등의 소멸로 하천의 자정능력이 저하하고 하천 생태계가 파괴되고 있다.

2) 하천정비, 오염하천 정화사업 등 이·치수 사업

대청호는 대전, 충남·북 지역 260만 주민의 식수원으로서 그간 정부의 수질보전대책에 따른 환경기초시설 투자에도 불구하고 각종 오염물질 유입으로 인하여 수질은 크게 개선되지 않고 있는 실정이다.

특히, 유역면적이 넓고, 체류시간이 길어 댐 상류의 오염원 유입에 의한 부영양화 심화로 매년 하절기에는 다량의 조류가 번식하는 현상이 발생하고 있다.

수질이 더 이상 악화되기 전에 과학적인 환경기초조사 등을 토대로 오염물질유입의 예방과 삭감대책 등 종합적인 수질관리대책의 수립·추진이 시급한 실정으로, 환경부에서는 금강수계 환경기초조사(1998. 5~1999. 5) 결과를 토대로 대청호 수질관리종합대책을 수립하였고, 이를 시행하기 위한 금강수계 특별법이 2001년 말 통과되어 2002년 7월부터 시행되고 있다.

상·하류 지역간 공생공영의 원칙에 입각하여 마련될 대청호 수질관리종합대책에는 수계별 수질관리방안, 물 이용부담금 부과방안, 상류지역 지자체 및 체계적인 추진을 통하여 2005년까지 대청호 수질을 COD 2.0 mg/l 수준으로 향상시킨다는 계획을 가지고 있다.

4. 수질개선을 위한 사업의 발굴

4.1 수리·수문 분야

1) 단기과제

(1) 금강 본류의 유황조사

대청호 상류의 금강 본류의 주요 지점에 대한 수위 및 유량 자료가 부족하여 유황의 정확한 파악이 곤란하므로, 금강 본류의 주요 지점에 대한 단면조사, 유량측정 및 유황변동에 대한 지속적인 측정이 필요하다.

(2) 대청호 상류 유입(지류)하천의 수리·수문조사

금강의 대청호 상류구간에 유입하는 제1지류 및 소하천 수문량(수위, 유량, 강우량 등)의 지속적인 조사가 필수적이다.

(3) 자연형 하천의 수질개선효과 조사

대청호 상류에 있는 하천을 자연형 하천(및 이에 가까운 하천)과 비자연형 하천으로 분류하고, 자연형 하천의 수질개선 효과를 객관적으로 조사하여 자연형 하천계획의 기초자료로 활용한다.

(4) 자연형 하천 조성을 위한 수공학적 검토연구

자연형 하천조성 방안을 강구해야 하며, 이에 따른 하천특성을 고려한 수공학적인 검토연구가 선행되어야 한다.

2) 중·장기과제

(1) 물 수지분석과 이에 따른 신규수자원의 개발

2011년부터 1억^m의 용수가 부족할 것으로 예상되므로, 대청댐 권역에 대한 객관적이고 정밀한 용수수요조사를 실시하고, 공급방안으로서 신규 수자원의 개발(수자원 다양화)을 적극 추진해야 할 것이다.

(2) 지표수와 지하수의 연계이용방안 강구

수자원을 효율적으로 이용하고 용수공급을 원활히 하기 위해서 지표수와 지하수의 적절한 연계이용방안을 강구해야 할 것이다.

(3) 수리권 제도의 확립

가용 수자원의 제한으로 지역주민들의 적극적인 의사표시가 보편화되어 가는 실정이므로 수리권 제도를 확립할 필요가 있다.

(4) 유역단위 종합(통합)관리체계 구축

수자원 관리를 위한 합리적 구조가 필요하며, 이를 위해서는 수량과 수질을 종합적으로 관리하고, 하천의 연속성을 고려하여 유역단위의 종합관리체계가 필요하다.

(5) 유역단위의 관리를 위한 지속적인 자료수집 및 분석

유역 종합관리체계를 통하여 대청호의 수자원 및 유역관리를 위한 비전을 설정하고, 이를 위하여 지속적인 자료수집, 분석 및 대응책의 제시가 유기적으로 이루어지도록 할 필요가 있다.

4.2 수질분야

1) 단기과제

(1) 세천 복원 및 수질보전 자연학습장 운영

사업 효과가 단기간에 드러나는 오염 기여도가 높은 세천을 대상으로 하여 수질, 수자원 및 생태계의 다양한 전문가가 동시에 참여하여 수질개선 시범사업의 실시를 목적으로 추진한다.

(2) 비점오염원 발생특성 조사사업

대청호에 오염의 영향을 주는 대청호 인근의 하천과 상류 유역의 지천을 대상으로 하여, 비점원 오염원을 중심으로 비점오염원에 대한 조사와 이에 대한 대책을 제시하고 대상지역을 추천하는 등 구체적인 비점원 오염원 해결방안을 제시하는 것을 목적으로 한다.

2) 중·장기과제

(1) 수변구역의 저류형 습지 활용방안

수변구역의 수질개선을 위하여 저류를 통한 수질개선 효과 등을 검토하고 대청호 호소변을 중심으로 한 수변구역을 대상으로 우선 실시 대상지역을 선정하여 습지를 이용한 대청호의 수질을 개선하는 데 목적을 둔다.

(2) 대청호 홍수 여유부지의 수질개선 사업 활용 방안
대청호내의 홍수터를 수질관리에 이용하는 방법을 검토하여 활용방안을 강구한다.

4.3 생태계분야

1) 단기과제

(1) 대청호 생태계의 현황조사(동·식물상)

대청호의 수중생태계, 호안생태계 및 대청호 직유입하천에 대한 생태계의 현황을 5년 단위로 각 분류군별 생물다양성 측면에서 파악한다.

(2) 대청호 생태계의 BIOTOPE 현황 및 mapping

생태계의 구조적·기능적 단위로서 서식공간의 유형을 파악하여 체계화할 필요가 있는데, 이들의 분포를 지도화하여 분포현황을 파악하고, 이를 통하여 우수생태계의 우선 보호대상지의 지정 및 수리·수문 측면에서 자연환경의 복원이나 친수공간의 조성 등에 활용할 수 있는 기초자료를 제공한다.

2) 중·장기과제

(1) 대청호 부영양화의 생태적 조절인자의 규명 및 조류발생의 예측

대청호의 수중생태계, 호안생태계 및 대청호 직유입하천에 대한 부영양화의 생태적 조절인자를 규명하여 조류발생을 예측한다.

(2) 현장과 인공습지(식생수로, 정화습지, BGF공법 등)에 있어서의 수생식물에 의한 정화능(淨化能) 검증

친수공간 조성이나 식생정화습지 등의 조성시에 적정면적의 산출과 최대의 효과를 얻을 수 있는 식물의 배식 형태 등을 검증한다.

(3) 수변환경 복원사업 및 monitoring

대청호의 개방수면, 호안 및 대청호 직유입하천의 수변환경을 biotope단위를 이용하여 복원한 후 이에 대한 monitoring을 실시한다.

5. 맺는말

이 글은 필자가 과제책임자로서 수행하였던 「대청호 수환경종합분석 및 수질보전 우선순위 사업발굴」(사단법인 대청호살리기 운동본부, 2002)의 결과를 수록한 보고서의 내용을 요약한 것이다.

이 보고서는 대청호에 관한 수리·수문, 수질, 생태계

의 현황과 현재까지 진행되어 왔던 수질개선사업에 대한 평가를 실시하고, 향후에 추진되어야 할 사업의 방향을 권장하는 내용을 포함하고 있는데, 여기서는 내용을 압축하기 위해서 많은 중요한 부분이 생략되었다.

이 글에서 지적된 사항은 대부분의 다목적댐이 갖고 있는 공통의 문제들일 것으로 생각되며, 다목적댐의 운영관리에 참고자료로 활용되기를 기대한다.

참고/문헌

1. 수리·수문분야

- 1) 용담수원 적정개발방안 조사, 건설부, 1989
- 2) 유역물관리시스템, 건설부, 1989. 12
- 3) 금강 홍수예경보 프로그램개발 보고서, 1989. 12
- 4) 수자원 장기종합계획, 한국수자원공사, 1990. 5
- 5) 금강, 영산강, 섬진강 유역권 용수이용현황조사 자료집, 한국수자원공사, 1993
- 6) 용담댐 하류에 미치는 영향 검토, 한국수자원공사, 1994
- 7) 금강유역조사, 한국수자원공사, 1995
- 8) 가뭄기록조사, 건설교통부, 1995. 12
- 9) 수자원 개발가능지점 및 광역배분 계획조사, 한국수자원공사, 1996
- 10) 금강 홍수예경보 시스템 개선, 건설부 금강홍수통제소, 1996
- 11) 하천유지유량 결정방법의 개발 및 적용(본보고서), 한국수자원공사, 1995. 5
- 12) 댐 건설 전후의 자연환경 변화에 관한 연구(대청댐 유역), 한국수자원공사, 1997. 12
- 13) 대청댐 유량측정보고서, 1998
- 14) 기존댐 용수공급능력조사 보고서, 한국수자원공사, 1998. 11
- 15) 수자원편람, 한국수자원공사, 1998
- 16) 금강수계 하천수 사용실태조사 및 하천유지유량 산정보고서, 대전지방국토관리청, 1999
- 17) 수자원 기술진흥 계획 수립에 관한 연구, 한국수자원공사, 1999. 12
- 18) 대청댐 일원 수문조사, 대청댐관리단, 2000~2001
- 19) 수문자료집, 한국수자원공사, 2000

- 20) 종합물가정보, 한국물가정보, 2000. 11
- 21) 수자원 장기종합계획(water vision 2020), 건설교통부, 한국수자원공사, 2000. 12
- 22) 1999상수도통계, 환경부, 2000
- 23) 대청다목적댐 관리연보, 한국수자원공사, 2001
- 24) 대청호 조류발생현황, 금강유역환경청, 2001

2. 수질분야

- 1) 금강수계 하천수 사용실태 조사 및 하천유지유량 산정보고서, 건설교통부 대전지방국토관리청, 1999. 12
- 2) 충청권 수자원개발 계획 수립조사보고서, 건설교통부·한국수자원공사, 1999. 8
- 3) 금강수계 상수원 수질조사, 환경부 국립환경연구원, 2001
- 4) 금강수계 상수원 수질조사, 환경부 국립환경연구원 금강수질검사소, 1999
- 5) 1999 금강중권역 수질오염원 현황, 금강환경관리청, 2000. 7
- 6) 1997 금강중권역 수질오염원 현황, 금강환경관리청, 1998
- 7) 대청호 상수원보호구역내 환경정비구역 지정 타당성조사보고서, 대전광역시 상수도사업본부, 1998. 3
- 8) 대청호 상수원 수질보전연구, 대전광역시, 2000. 4
- 9) 대전광역시 환경기본계획 최종보고서, 대전광역시, 2002, 6
- 10) 대전광역시 수도정비 기본계획 보고서, 대전광역시,

2000. 7

- 11) 하천·호소 수질조사 자료집, 충청남도 보건환경 연구원, 2000. 6
- 12) <http://www.me.go.kr>, 환경부, 2003
- 13) 환경통계연감, 환경부, 2001

3. 생태계분야

- 1) 대전직할시 자연환경보전 기본계획, 대전직할시, 1994
- 2) 1987 자연생태계전국조사(III-I) 제 2차년도(포유류, 조류). 환경처, 1987
- 3) 원색 한국어류 도감, 아카데미서적, 1993
- 4) 한국의 희귀 및 위기 동식물도감, 사단법인 한국 자연보존협회, 1989
- 5) 한국 동물명집(1), 향문사, 1975
- 6) 특리아생동·식물화보집, 환경처, 1994
- 7) 한국 동물명집(2), 향문사, 1975
- 8) 환경보전을 위한 생태계 기본조사, 환경처, 1988
- 9) 하천, 호소환경편람, 환경처, 1992
- 10) 한국동식물도감 제 25권 동물편 (조류생태), 원병오, 1981
- 11) 강상준, 최철수, 대청호 유역의 식생, 대청호 호소생태계 조사연구 보고서, 충청북도, pp. 127-163, 1991
- 12) 김성덕, 대청호 하류 하중도 식생 중간보고서, 금강 수환경 및 생태계 보전연구, 대전시민환경기술센터, 2002a
- 13) 김성덕, 대전광역시시의 식생 중간보고서, 대전광역시 자연환경조사, 대전광역시, 2002b
- 14) 선병운, 김태진, 김철환, 대청호 주변지역의 식물상 및 녹지자연도, 대청호 생태계 조사연구 보고서, 충청북도, pp. 89-126, 1991
- 15) 선병운, 김태진, 김용범, 회인천유역의 식물상 및 식생. 회인천 자연생태계 조사 연구보고서, pp. 67-118, 1992
- 16) 심정기, 식물, 금강지(상), 충청남도, pp. 209-269, 1993
- 17) 수자원공사, 댐 저수지 수질회복 기술개발에 관한 연구(2차)보고서, 1993
- 18) 조규송, 변화근, 김영진, 이은주, 대청호 플랑크톤

군집과 부영양화, 대청호 생태계 조사 연구보고서, 충청북도, pp. 347-370, 1991

- 19) 김진일, 충청북도의 육상곤충, '89자연생태계 전국조사(V), 제4차년도(육상 곤충류), pp. 297-390, 1989
- 20) 김진일, 박해철, 대청호 주변유역의 육상곤충(상), 대청호 호소생태계조사 연구보고서, 충청북도, pp. 215-236, 1991
- 21) 남상호, 금강의 자연환경(곤충), 금강지(상), 충청남도, pp. 185-206, 1993
- 22) 윤일병, 공동수, 대청호 유입천의 저서성 대형 무척추동물 군집에 관한 연구, 1991
- 23) 대청호 호소 생태계 조사연구 보고서, 충청북도, pp. 261-302
- 24) 윤일병, 배연재, 어성준, 김기홍, 금강 하구의 저서성 대형무척추동물의 군집구조에 관한 연구, 자보 연구보고서, 7 : pp. 39-50, 1985
- 25) 윤일병, 배연재, 김종인, 원두희, 이현철, 회인천의 저서성 대형무척추동물 군집. 회인천 자연생태계 조사연구보고서. 보은군. pp. 139-174, 1992
- 26) 한국자연보존협회충청도지부, 대청댐 수몰지역 종합학술조사보고서, 99p., 충북대학박물관, 1976

4. 수질개선정책사업 종합분석분야

- 1) 수자원장기종합계획, 건설교통부, 2001. 7
- 2) 2002, 2003년도 금강수계 관리기금 운용계획, 환경부 금강수계관리위원회, 2002. 11
- 3) 금강수계 관리기금 운용관력 규정집, 환경부 금강수계관리위원회, 2002. 12
- 4) 금강수계 관리 기금사용계획안, 환경부 금강 환경관리청(1999), 금강권역 환경백서, 환경부 금강수계관리위원회, 2002. 10
- 5) 금강수계 물관리 종합대책, 환경부, 2002
- 6) 팔당호 등 한강수계 상수원 수질관리 특별종합대책, 환경부, 1998
- 7) 환경통계연감, 환경부, 2001
- 8) 환경백서, 환경부, 2001
- 9) 환경교육·홍보단, 운영지침, 환경부, 2002
- 10) 명예환경감시원 운영지침, 환경부, 2001. 12