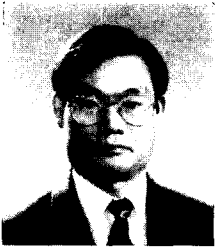


# 우리나라 호소환경 연구의 동향과 전망(1)



김 종 민  
(국립환경연구원  
한강수질검사소)

우리나라 물 문제의 중심에는 호소가 위치하고 있으며 향후 물 문제의 본질을 결정하는 것이 더 더욱 호소수가 될 전망이다. 우리나라 호소문제는 양적으로는 호소 수량의 적절한 확보와 함께 수질과 연계된 방류관리이며 질적으로는 호소와 하천으로의 오염물질 유입방지와 수계 내에서의 자정력 향상을 통한 수질보전을 기본으로 하고 있다. 나아가 21세기 신환경의 시대에는 호소가 단순한 수자원의 공급원에서 벗어나 종합적인 수자원 활용과 수환경 조성을 통한 환경복지 추구의 중심터가 되어야 할 것으로 보인다. 이를 위하여 중점적으로 다루어져야 할 수질보전연구는 부영양화와 유해물질 관리 문제이며 아울러 지역의 환경정비와 친환경적인 산업과 생활체계의 구축과 더불어 자연공학적인 호소환경의 개선에 관한 것으로 집약될 수 있다. 올바른 호소연구를 통하여 대내적으로는 환경과 조화되는 삶을 키워나가고 대외적으로는 호소연구의 공유를 확대하여 세계 여러나라와의 공생의 터전을 다질 것을 기대한다.

< 연 재 >

## 머리말

우리나라의 호소는 상수원의 공급원으로서 그리고 발전용수와 농업용수의 공급원으로 절대적인 역할을 담당하고 있으며 아울러 독특한 호소환경을 구성하여 우리나라를 찾는 철새를 비롯하여 우리가 세계적인 자연보호에 동참할 수 있는 중요한 생태마당의 하나가 되고 있다.

호소와 하천을 포함한 수자원 측면에서 볼 때 세계적인 물 문제는 초기에는 미생물 오염에 의한 위생성 문제와 일반유기물에 의한 용존산소고갈과 부패에 관한 문제였으며 이어서 유해물질로 인한 수질사고 등에 관한 물문제가 대두되었다. 그러나 60년대를 넘어서면서 세계적으로 확산되고 있는 부영양화는 대규모의 투자가 이루어지고 무린세계 등의 사용이 강제된 일부 수역을 제외하고는 세계의 많은 곳에서 골치 아픈 문제가 되고 있다. 수역의 부영양화는 산업화의 물결을

따라 개발도상국으로 급속히 번져나가고 있는데 중국의 도처에서 진행중인 조류대발생은 향후 지구 물문제를 상징적으로 나타내는 본보기라고 할 수 있다. 이와 아울러 서구를 중심으로 산성화된 호소가 늘고 있으며 핵물질로 인한 수계의 오염 위험도 향후 지구 물 문제에서 쟁점으로 부상될 가능성이 상존한다.

이같이 전개되는 물 문제에서 우리나라의 물 문제는 어떤 특성이 있으며 향후 바람직한 물의 모습이 어떻게 되어야 하는지에 대하여 지금까지 우리나라에서 발표된 호소관련 연구는 이러한 물 문제의 본질을 응축하고 있으며 21세기에 바라는 우리나라의 물의 모습을 투영하고 있는 것으로 보여진다. 특히 90년대에 이루어진 우리나라 호소 연구는 우리나라 물문제의 현주소를 파악하고 미래 문제를 규정하는 바탕이 될 수 있으며 관련 전문가를 상대로 실시한 설문조사는 이같은 연구동향에 더하여 우리나라 호소문제에 대한 실제적인 문제점과 해결책을 함축하고 있는 것으로 보여진다.

## 1. 세계 물문제의 동향

그림 1은 서구에서 연대별로 가장 큰 쟁점이 되어온 물 문제를 보여준다. 서구에서 근대적인 물 문제는 산업화와 더불어 시작되어 초기에 분변 오염에 의한 위생상의 문제가 대두되고 이와 함께 일반유기물 오염도 급격하게 수질문제로 부각되었음을 알 수 있다. 그러나 이러한 문제는 환경정비사업과 모래여과와 염소소독을 양측으로 하는 정수기술의 보급으로 현저하게 감소된게 특징이라면 1940년대 이후에 대두된 수질 문제는 투자에 상응하는 수질개선이 나타나지 않으면서 오히려 수질오염이 광역적으로 확산되는 특징을 보이고 있다. 부영양화 문제는 1960년대에는 커다란 사회문제로 등장하면서 대대적인 개선사업이 펼쳐지게 되나 21세기가 다가오는 지금에도 많은 나라에서 가장 까다로운 물문제로 상존하고 있는데서도 알 수 있다. 이는 부영양화 문제가 단순한 환경처리기술로 극복될 수 있는 상태가 아니며 그를 위한 투자가 선진국도 감당하기 힘들 정도로 벽찬데서 비롯되는 것으로 보인다.

그림 1에는 나타나 있지 않으나 미생물학적인 위생 문제도 세계적인 수질의 문제로 재조명되고 있다. 실제로 먹는물에 대하여 가장 엄격한 나라중의 하나인 미국에서 원생동물과 바이러스에 대한 우려와 논란이 확산되고 있으며 주요 수인성 병원체에 바이러스와 원생동물을 추가하고 이들을 검출하고 제거하거나 사멸시키는 기술의 개발과 보급에 나서고 있는 점에서도 알 수 있는데 이는 최근 세계적으로 독성과 전파성이 강화되고 내성이 강화된 신종 변이균의 출현과 함께 향후 물문제는 더욱 다양한 형태로 전개될 것으로 보인다.

그림 1에서 보면 질산이온의 문제와 핵오염에 관한 문제는 비교적 뒤늦게 물문제로 제기되고 유기유해물질과 산성화에 대한 문제가 가장 새롭게 대두되고 있음을 알 수 있다. 이 중에서 먹는물이나 생태계 보전 차원에서 보다 심각하게 인식되고 있는 것이 유해화학물질에 대한 것으로 이는 화학물질의 사용증대와

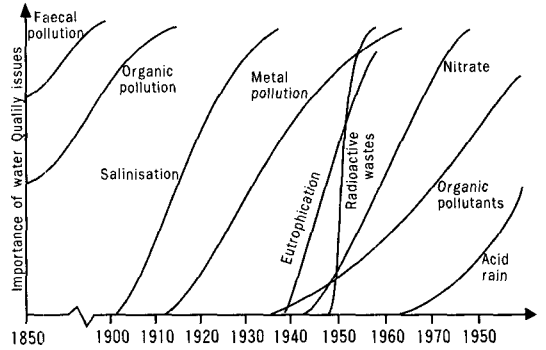


그림 1. 선진국에서의 수질오염의 종류에 따른 사회문제화 시기  
 확산속도에 비해볼 때 유해물질에 대한 거동분석과 환경성 평가기술의 한계에서 비롯되는 부분이 많기 때문에 이부분에 대한 폭발적인 연구 증가와 안전성 차원에서의 관리 확대가 시급해질 것으로 보인다. 이러한 신행 수질문제는 과거의 인구집중과 환경관리 부실에서 비롯되는 오염과는 차원을 달리하여 지구적인 산업화와 소비의 고도화에서 증폭되고 있어 새로운 관리기술체계의 구축과 운용이 요구되고 있다.

## 2. 국내호소문제와 연구동향

상수원과 농업용수의 대부분을 지표수에 의존하고 있는 우리나라에서는 수도수와 농업용수에서 고농도의 질산이온 함유에 따르는 문제가 전반적으로 대두되고 있지 않은데 이는 매년 여름철에 지표수 수자원의 전량이 강우로 교체되는 수자원의 특성에서 연유하는 것으로 보인다. 마찬가지로 복유립과 복미의 북부에서 문제되고 있는 산성화 문제도 우리나라에서는 제기되지 않고 있는데 이는 우리나라의 호소가 대부분 인공호인데다가 매년 여름의 폭우기에 댐저류수가 교체되면서 새롭게 집중 저류되기 때문으로 보인다.

강우가 여름철에 편중된 우리나라의 강우특성이 수자원의 효율적인 이용에 단점으로 지적되기도 하지만 폭우기에 집중되어 내리는 강우로 인하여 대기중의 오염물질의 유입이 제한되고 유역의 폐하수 유입의 제한으로 수질오염피해에서 크게 비껴나는 잇점이 있는 것과 동시에 대량의 표류수를 일시에 저장하여

년중 고르게 사용하지 않으면 안 되는 자연상의 제약이 우리나라에서는 비교적 양호한 수질의 상수원과 농업용수원을 경제적인 지표수 형태로 확보하게 하는데 기여한 점을 무시할 수 없다.

따라서 우리나라의 물문제는 수자원 측면에서 볼 때 본질적으로는 댐의 물문제라고 할 수 있으며 부수적으로는 댐의 물이 지나가는 하천의 물문제라고 규정할 수 있다. 이는 수도권의 상수원수가 절반가량이 팔당댐에서 나머지 절반가량이 팔당댐 하류 한강본류에서 공급되는 것으로 나와 있으나 팔당댐이 본질적으로는 하천과 다름없는 점을 감안하고 팔당댐의 물이 상류의 소양댐과 충주댐등에서 공급되는 점에서 분명하게 드러난다.

이같은 댐의 중요성은 낙동강과 금강, 그리고 영산강에서도 유사하게 나타나 있는데 이는 곧 우리나라 수자원의 문제는 댐에 관한 문제라는 것을 시사한다. 댐의 건설로 인하여 건기에 건천화되던 4대 강이 년중 물이 흐르는 강으로 변한 반면에 통수와 범람방지 위주로 지속되어온 하천변과 하상 정비공사로 우리나라 하천의 생태계는 자연성을 크게 훼손받아 왔다. 이러한 점이 우리나라 수환경 문제에서 커다란 변수로 등장하면서 또한 자연보전과 생물종다양성에 대한 세계적인 관심과 노력의 증대와 함께 소득 1만불 시대의 도래와 세계적인 레저시대의 동질화와 확산으로 우리나라의 호소와 하천은 이제 단순한 수자원의 저류지나 유포로서만이 아니라 수환경을 종합적으로 구현하는 중심지로 자리잡아가야 할 것으로 보인다. 따라서 앞으로의 호소문제는 이러한 복합적이고 다양한 기능을 어떻게 조화롭게 수용하는가로 압축될 수 있다.

표 1에서 보면 90년대에 이루어진 국내 호소 연구가 생태중심으로 되어 있으며 그 중에서도 조류 중심의 연구가 많았던 것을 알 수 있는데 생물요소와 생태연구가 전체 연구 353편중에서 154편으로 약 절반을 차지한다. 아울러 수질분야에서는 수질조사보다 수질예측이나 관리기술에 관한 연구가 더 많아 연구수행이 수고로운 실측보다는 수질예측(39편) 등의 이론적 연구에 편중되어 왔음을 알 수 있다. 상수원수 공급기능

을 절대적인 기능으로 평가하고 있음에도 불구하고 실제 연구에서는 호소수의 상수원처리관련 연구가 5편에 불과한 것으로 나타났다. 이러한 연구 특성에서 비추어 볼 때 우리나라 호소연구는 실측을 보다 확대 강화하면서 그 내용도 단순한 생태조사를 벗어나 호소환경을 종합적으로 해부할 수 있는 체계적인 수질 및 수문 조사로 발전되면서 수자원 활용과 연계되는 실용성을 증시해야 할 것임을 시사하고 있다.

표 1. 연구제목에서 나타난 연구내용(기간:1990-1995)

분 류	편수	분 류	편수
조류	81	독성물질	9
수질예측	39	정책	6
세균	37	식물	5
수리수문	31	상수관련	5
동물	27	생태	4
관리기술	25	COD	3
처리기술	24	기타일반오염	2
수질조사	19	오염조사	2
부영양화	14	산성화	1
영양염류	12	BOD	0

68-89년 사이에 이루어진 연구는 수질에 관한 연구가 전체의 1/3을 넘어서고 있으며 그 뒤를 이어 조류와 부영양화 연구가 23위를 차지하였으며 수질모델에 관한 연구가 그 뒤를 잇는 것으로 나타났던 것에 비하여 90년대의 연구는 조류 중심의 연구가 전체 연구 논문수의 1/4에 달하였으며 조류와 세균과 동물 및 식물을 포함한 범 생물학적인 연구가 총 154편으로 전체의 40%에 이르는 강세를 보이고 있다. 수질예측이 전체의 11%를 차지하여 수질관련 연구로는 가장 많았으며 수리수문과 수질관리기술 및 처리기술에 관한 연구도 각각 31, 25, 24편으로 나타나 90년대에는 주요 연구방향이 부영양화와 관련 조류에 관한 연구로 바뀌었음을 알 수 있다. 이는 댐 건설 초기에 비하여 90년대 수원지 댐에서 현저하게 나타나고 있는 부영양화문제와 관련된 추세로 보이는데 이는 우리나라에서도 호소연구가 90년대 이전에는 유기물 오염문제나 일반오염이 주류를 이루다가 90년대에는 부영양화와 조류문제가 크게 부각되고 있음을 뜻한다. 이는 또한 수질정책 자

# 환 · 경 · 논 · 단

료집에 실려있는 것과 같이 부영양화가 충주호,소양호, 대청호 등에서 현저하게 증가되고 있는 사실과 부합되며 앞으로는 이 문제가 더욱 크게 부각될 것이라는 점도 시사하고 있다.

부영양화 문제는 지금까지의 조류동정이나 계수에 서 나아가 조류발생의 생리,생태적인 측면과 이화학적 인 수질변화에 관한 연구로 발전될 필요가 있다. 특히 조류 발생으로 인한 부산물 독성문제나 심미적인 수질손상에서 볼 때 조류 발생의 제어와 조류나 조류부 산물의 제거와 무력화에 대한 체계적이고 실천적인 연구가 요구되고 있다.

95년에 남해안 일대에서 일어난 적조문제는 95년에 국한된 문제가 아니며 육상과 무관한 해양오염문제는 더 더욱 아니다. 96년 들어서 봄이 되기 전에 3월초에 벌써 여름철에나 나타나는 독성조류의 출현과 일대의 홍합에서 검출된 독성축적 정도가 해당지역에서의 홍합의 채취와 유통을 금지로 전개된 점을 보아서 경우에 따라서는 금년도 사태가 심각하게 전개될 소지를 안고 있다. 이러한 점은 정책적인 측면에서 육수연구와 호소연구가 보다 실천적으로 재편되어야 할 점을 시사한다.

표 2 대상호소별 연구논문 발표

수 계	논 문 발 표 수
한 강	소양호(40), 한강(33),팔당호(26),충주호(12),진안천(5),의암호(5),춘천호(4),기타(26)
낙 동 강	낙동강(32),낙동강하구(9),합천호(4),안동호(4),남강(4),기타(11)
금 강	대청호(43),금강(13),미호천(2),금강하구호(2),무심천(1)
영산강 · 설진강	주암호(12),보성강(5),영산호(5), 담양호(3),장성호(2),영산강(2),기타(6)

표 2에는 호소별로 발표된 연구논문을 정리하였다. 분석된 총 353편 중 한강수계가 153편으로 가장 많고 다음이 낙동강수계와 금강수계로 각각 64편과 61편이었으며 영산강 수계는 33편으로 비교적 적게 나타났다. 이는 각 수계별로 공급되는 상수원의 양과 비례되는 추세를 보였는데 규모에 비하여 비교적 많은 연구가 집중된 금강수계는 수도권과 가까우면서 대덕 과학단지가 위치한 점에 더하여 강의 규모에 비하여 크

게 건설된 대청호의 특성에서 연유한 것으로 보인다. 전반적으로는 이러한 수계별 연구추세는 앞으로도 이어질 것으로 보이는데 특히 낙동강 수계의 경우에는 부산,경남지역과 대구,경북 지역간의 환경논쟁의 가열과 함께 발달된 내륙공단과 도시에 대한 평가와 환경정비가 진행됨에 따라 더 많은 연구가 집중될 것으로 보인다. 아울러 낙동강 수계에 앞으로 댐 건설이 예상되는 지점이 증가됨과 동시에 낙동강 수계에 대한 생태적인 연구 필요성이 새롭게 대두되면서 낙동강 수계에 대한 연구는 현저한 증가세를 이룰 것으로 전망된다. 낙동강 수계의 수환경연구의 성과는 우리나라의 환경과학기술과 환경산업의 도약에서도 중요한 위치를 점하고 있어 정부 차원에서도 전략적인 선별지원이 요청된다고 할 수 있다.

연구대상호소별로는대청호,소양호,한강,낙동강,팔당 호 순으로 논문발표편수가 43, 40, 33, 32, 26편이었으며 금강,주암호,충주호,낙동강하구가 각각 13, 12, 12, 9편으로 나타났으며 1968-1989년 사이에 논문발표순으로 볼 때 소양호 53편, 의암호 41편, 대청호 23편, 낙동강 하구 21편, 팔당호 19편, 안동호 15편등과 비교하여 상당한 변화를 가져왔다. 충주호와 주암호의 건설과 함께 이들 댐에 대한 연구가 증가하고 있음을 알 수 있으며 의암호와 낙동강하구 등 생태계에 보다 치중된 연구가 줄어든 대신 소양호,대청호등 상수원 관련 호소에 대한 연구가 크게 늘었음을 알 수 있다. 그러나 90년대 들어서도 주된 연구가 생태학적인 연구였음은 위에서 논의한데서도 알 수 있다. 따라서 우리나라 호소환경의 연구는 아직도 기술적(Descriptive)인 성격의 생태연구 등이 주종을 이루는 가운데 실측보다는 제한된 측정자료를 근거로 수질모델링과 수질예측이 과도하게 시도되고 있음을 알 수 있다. 이러한 연구분위 기에서 비롯되어 우리나라 호소연구는 실용성을 추구하기 보다는 수치적인 연구를 반복하고 다른 한편에서는 생물학자를 중심으로 생태조사적인 성격의 연구가 거듭되었다고 할 수 있다.

(계속)