

## 팔당호 수질관리의 효율화 방안

류 재 근\*

### 1. 서 론

팔당호는 남·북한강과 경안천이 합류하는 한강 하류에 건설된 인공호로서 건설 당시에는 수력발전을 하여 수도권에 전력을 공급할 목적으로 댐이 건설되었으나, 현재는 수도권 1,800만 주민의 상수원으로서의 중요성이 더 크게 부각되고 있으며, 현재 하루 545만톤의 수도권 주민의 상수원수를 공급하고 있다.

그러나 팔당호는 만수면적이 36.5km<sup>2</sup>인데 비하여 23,600km<sup>2</sup>에 이르는 매우 넓은 유역면적을 가지고 있으며, 유역내의 산업발달과 생활양식의 변화 등으로 오염부하량은 점차 증가하고 있으나 이에 대처할 환경기초시설의 미비 때문에 수질을 악화시킬 우려를 갖고 있는 실정이다.

더우기 최근에는 팔당호 유역하천에서 유입되는 오염부하량이 증가함에 따라 호소내 영양염류의 농도도 높아져 현재 클로로필 a 농도는 중부영양화를 나타내고 있으며 온도가 상승하고 생물생산이 높은 하절기에 경안천의 일부 만입부수역에서는 부영양화 현상이 발생되고 있다.

일반적으로 수질오염의 원인은 크게 외부요인과 내적요인 두가지로 분리하여 생각할 수 있다. 여기서 외부요인이라 하면 유입되는 생활하수, 산업폐수 등과 같은 점오염원(Point source)과 산림 및

농경지 등에서 발생하는 비점오염원(non-Point source)을 말하며 내적요인은 호소유역에서 유입되는 유기성 오염물질을 함유한 토사와 호수내에서 서식하는 어패류 및 식물 등의 고사체가 장기간에 걸쳐 퇴적되어 있는 오염 퇴적물에서 용출되는 오염원을 의미한다.

이러한 호소 수질오염 요인에 대처할 수 있는 대책방법을 살펴보면 먼저 호소 외적요인에 대한 대책으로는 폐·하수 처리시설의 보급과 3차 처리시스템의 도입, 오염물질이 유입되는 하천의 유로변경, 반응성 인의 불활성화를 위한 유입전 침전지 설치, 비점오염원의 삭감방안강구, 합성세제의 사용제한 등을 들 수 있으며, 호소 내적요인에 대한 대책으로서는 준설에 의한 퇴적물 제거, 수초제거, 차광막 효과, 수체의 폭기 및 교환, 약품사용에 의한 부영양화 원인제거, 생태계의 자정능력을 이용한 부영양화 원인 제거 등의 대책을 들 수 있다. 이와 같은 호소 수질오염 방지대책을 어떻게 적용할 것인가는 호소 및 수질오염원 특성에 따라 대책방안을 선정하여야 할 것으로 생각된다. 본 논문에서는 팔당호의 특성과악을 위한 팔당댐유역의 오염현황, 수질현황 및 문제점 조사결과를 제시하고 그 대책 및 팔당호 수질관리의 효율화방안을 제시하고자 한다.

### 2. 한강의 수질환경

\* 국립환경연구원 수질연구부장

표 1. 각국 주요 하천의 하상계수

하천명	국명	최저유량 : 최고유량
한강	한국	1 : 393
테임즈강	영국	1 : 8
라인강	독일	1 : 14
세느강	프랑스	1 : 23

우리나라의 연평균 강수량은 1,274mm로서 세계 평균 970mm에 비해 적지 않은 편이나 1인당 강수량은 3,000으로서 세계평균 34,000의 1/11에 불과하다.

더구나 강수량의 2/3가 6월~9월의 장마철에 집중되며 지역차도 커 하천의 유황이 매우 불안정(하상계수가 큼 : 홍수기에는 유량이 매우 많고, 만수기에는 유량이 매우 적음(표 1 참조))하므로 효율적인 수자원의 관리와 이용을 매우 어렵게 하는 특성을 지니고 있다.

또한 연간 강수량을 기준으로 한 수자원 총량은 1,267억에 달하나 이중 오·폐수, 지하침수 570억, 홍수기 유출 467억 등을 제외하면 우리가 실제 이용 가능한 평상시 유출량은 연강수량의 1/5도 못되는 230억(약 18%)에 불과하며 지하수 또한 만수층의 발달이 빈약하여 현재 연간 17억(전국 용수공급량의 1%)만이 이용되고 있는 정도이다. 이것은 40~80% 상당의 각종 용수를 지하수로 이용하고 있는 프랑스, 독일 등 유럽국가들과는 아주 대조적이다.

아울러, 우리는 각종 용수공급을 수질오염에 위약하면서도 노출될 개연성이 매우 높은 하천수, 호소수 등 표류수에 크게 의존할 수 밖에 없는 실정임에도 평상시 하천 유출량은 수자원 총량의 18%에 지나지 않아 수환경의 자정능력(환경용량)도 매우 제한적인 반면, 산업화, 도시화가 활발하게 진행되고 있어 수오염원의 집적도는 더욱 심화될 전망이어서 수질개선과 보전은 오늘날 초미의 국민적 관심사가 되고 있다.

한강은 유로연장 482km에 달하는 본류와 이에

접속되는 지류를 통털어 총연장이 7,257km에 달하는 하천이며 유역면적은 26,018km<sup>2</sup>로서 전국토의 26% 상당을 차지할 뿐만 아니라 수도권을 관류하는 한국에서 가장 크고 중요한 강이다.

게다가 팔당호로부터 수도권에 일일 545만의 상수원수가 직접 공급되는 외에 팔당하류의 한강본류 구간으로부터도 420만의 각종용수가 공급되고 있어 한강은 수도권 18백여만명에게 매우 중요한 상수원이 되고 있다.

또한 한강은 전국 하천유출량의 28%에 상당하는 194억의 물이 연간 흐르고 있으며 '91년 한해 동안 생활용수 25억(일일 848만), 공업용수 10억, 농업용수 19억 등을 공급해 왔고 그 수효는 연평균 3%씩 증가될 전망이다. 한강수계의 주요 오염원 현황과 '96년 예측치를 살펴보면 다음 표 2와 같다.

한강유역에는 북한지역을 제외할 때 서울의 1,063여만명을 비롯 남한인구의 40%에 상당하는 1,729여만명이 살고 있으며 이중 도시인구가 92%에 달한다. 또한 서울, 수도권 등 중·하류에 도시인구의 89%가 밀집되어 살고 있다.

각종 오·폐수의 연평균 증가율을 살펴보면 전국적으로 생활하수 6~7%, 축산폐수 4~5%, 공장폐수 16~17%로서 꾸준히 증가되고 있으며 앞으로 상당기간은 그러한 추세가 유지될 전망이다.

표 2. 한강유역의 오염원

구분	단위	총계	한강본류수계	북한강 수계	남한강 수계	
총수계 오염원	인구수 (천명)	21,357	19,208	542	1,607	
	배출업소수	10,067	8,742	297	1,028	
	우·마	천두	1,312	452	676	
	대지	천두	2,388	1,736	76	
어업계오염원	천m <sup>2</sup>	367	19	273	75	
지역계오염원	계	km <sup>2</sup>	24,794	8,180	5,723	10,891
	농경지	km <sup>2</sup>	4,712	2,274	608	1,830
	대지	km <sup>2</sup>	9,336	4,506	4,587	243
	임야	km <sup>2</sup>	8,144	372	37	7,735
	기타	km <sup>2</sup>	2,602	1,028	491	1,083

자료 : 수계별 오염원 현황조사(한강환경관리청 '95. 3.)

#### 4. 팔당호 유역의 현황

##### 1) 개 황

팔당호는 1973년에 남양주군 조안면 능내2리 봉안터널 지역과 하남시 배알미동 용담사 사이에 댐을 축조하여 생긴 하천형 인공호수로 북한강, 남한강 및 경안천의 3개 하천이 합류된 하류지점에 건설되어 있다. 유역면적은 약 23,600km<sup>2</sup> 정도로서 가운데 입야가 전체의 65%인 약 15,000km<sup>2</sup>를 차지하고 있으며, 만수면적은 약 36.5km<sup>2</sup>로서 형세가 세창하고 굴곡이 많으며 높은 산으로 둘러싸여 있는 우리나라에서 다섯 번째로 큰 호수이다.

팔당호의 총저수용량은 244×10<sup>6</sup>m<sup>3</sup>에 달하고 있는데 반하여 유효취수량은 180×10<sup>6</sup>m<sup>3</sup>밖에 되지 않는다. 호수의 취수용량에 비해 유역면적이 넓어 평균수심은 6.7m 정도로 얇은 편이며, 호수폭은 500m 정도이나 3개 하천의 합류지점에서는 약 1km 정도로 비교적 넓은 편이다.

또한 체류시간은 약 5.5일로 호수로서는 상당히 체류시간이 짧은 하천형 호수에 속하며 하절기의 3개월 동안에 연간 총유입량의 약 2/3정도가 유입되고 있으며 나머지 갈수기인 9개월간에 1/3이 유입되고 있는데 팔당호의 유량변화도 이와 비슷한 유입량의 기간별 변화와 동일하다.

팔당호 부근의 연간 평균강수량은 1,240mm로 우리나라의 평균강수량 1,159mm보다 많으며 연간 총유입량도 17,324×10<sup>6</sup>m<sup>3</sup>에 달하고 있다. 홍수기에는 큰 하천의 홍수와 유동과 같이 유하되어지고 있어, 상류에서 유입되는 물은 지체되지 않고 거의 그대로 방류되고 있다.

남·북한강쪽은 상류의 유역면적이 넓고 하천유입수도 많으며 처리시설도 어느 정도 되어 있어 수질이 비교적 양호한 편이나, 경안천쪽은 산업시설이 많을 뿐만 아니라 국토이용률이 높고 상류의 유역면적이 좁기 때문에 하천 유입량도 상대적으로 적다. 호반이 넓어서 물교체기간이 상당히 길기 때문에 광동교 상류는 갈수기에 부영양화 현상이 자주 나타나고 있으나 경안천 하류에 수초대(애기부

들, 줄)가 형성되어 있어 정체된 수역의 수질이 하절기에는 왕성한 수초의 성장에 따라 개선되는 효과를 보고 있다.

팔당호의 수표면적에 대한 유역면적의 비는 618이며 외국 자연호 중 일본 Biwa호 5, Suwa호 39, 미국 미시간호 2, Erie호 3에 비할 때 매우 크다. 길이에 대한 폭의 비를 세장도로 볼 때 팔당호의 세장도는 0.032로 외국 자연호 중 일본 Biwa호의 0.25, Kasumigaura호 0.17, 미국의 오대호 0.25와 비교할 때 하천의 특성이 큰 호수로 볼 수 있으며 외국에서 개발되고 있는 호수형 수질예측 및 생태계 모델의 적용은 오류의 가능성을 기본적으로 내포하고 있다.

또한 팔당호의 크고 작은 만입부들은 체류시간이 길어 오염될 가능성이 크고 이러한 만입부의 오염은 호수 전체에까지 영향을 미칠 가능성을 지니고 있다.

다음 표 3은 팔당호의 제원을 요약한 것이다.

##### 2) 지질·지형

###### (1) 경안천

1973년 팔당댐의 건설과 함께 소래섬과 같은 섬들을 형성한 경안천은 용인군 용인읍 호리 무명봉에서 수원이 발생하여 용인 자연농원을 경유, 광주군 초월면 지월리에서 곤지암천과 합류하여 남한강 하

표 3. 팔당호의 제원

유역면적	23,600	km <sup>2</sup>
만수면적	36.5	km <sup>2</sup>
평균수심	6.7	km <sup>2</sup>
최대수위	25.5	m
호수장	73	m
호수폭	0.5-1	km
체류시간	5.5	일
교환회수	68.3	회/년
평균강수량	1,240	mm
총유입량	17,324 × 10 <sup>6</sup>	m <sup>3</sup>
취수용량	244 × 10 <sup>6</sup>	m <sup>3</sup>
유효취수량	180 × 10 <sup>6</sup>	m <sup>3</sup>
이용형태	발전, 상수	

단의 분류에 유입되고 있으며 유역면적은 약 565 km<sup>2</sup> 정도로 형상은 수지형을 이루고 있다.

유역내에 분포하고 있는 암석층은 선캄브리아의 퇴적원 변성암체인 서산층군과 경기 편마암 복합체를 기저암으로하여 주라기의 대보화강암, 그리고 퇴적암 등으로 이루어져 있다.

(2) 남한강 및 북한강

남한강은 태백산맥에서 시작하여 서쪽으로 흐르다가 다시 북서쪽으로 굽어 유하한다. 지형은 산악지대로 남한강 유역의 유역면적은 12,335km<sup>2</sup>에 달한다. 퇴적암 지역의 하천은 협곡사이에서 하도침강이 깊으며 체천, 충주, 여주 및 원산 등지의 화강암 지대에서만 준평원 지대를 이룬다.

북한강은 수원을 북한에 두고 설악산 남서쪽을 지나 춘천지역을 통하여 남한강과 팔당에서 합류하고 있으며 유역면적은 약 10,700km<sup>2</sup> 정도로 대부분의 지역이 산악지대로 형성되어 있다. 유역 내에서의 지질은 결정암계나 화강암, 편마암계는 전 유역 내 암석의 약 30~40%에 속한다. 선캄브리아기의 암석으로는 연천 북부지방에 비교적 분포하며, 옥천계는 충북 충주 부근으로부터 남서방향으로 옥천을 지나 이리까지 분포하고 있다.

3) 기 후

팔당호 유역 중 팔당호에서 가장 가까운 곳에 위치한 양평지점에서의 지난 10년간(1981년 1월 ~ 1990년 9월)의 년평균 기온은 10.9℃ 이고, 월평균 기온이 20℃를 넘는 달은 6, 7, 8월이었으며 그리고 월평균이 10℃를 넘는 달은 대략 5, 6, 7, 8, 9월의 5개월이었다. 또한 영하의 달은 '81년부터 '88년까지는 1월, 2월과 12월의 3개월이었으나 1989년부터는 2월의 평균기온이 영상의 기온을 나타내고 있다.

이곳은 대체적으로 우리나라의 다른지역에 비해 기온이 낮은 것이 특징이며 연간 총강우량을 보면, 약 1,200~1,600mm 정도이다. 그러나 1988년도의 총강우량이 760mm 정도로 극히 적은 양의 비가 내린 반면 1990년도의 강우량은 9월까지 2,

200mm 정도로 상당히 많은 양의 비가 내렸고 대부분의 강우는 6, 7, 8, 9월에 집중적으로 내리고 있다.

특히 1984년과 1990년의 9월에는 400mm 이상의 많은 비가 내렸다.

그외 평균 증발량은 800~1,000mm 정도이며 년 일조시간은 약 2,300~2,600시간 정도이고 풍속은 1~1.5m/sec 정도를 보이고 있다. 팔당호 지역에서는 4월이 가장 바람이 세게 불고 가을철인 9, 10월에는 비교적 약한 바람이 부는 것으로 나타나고 있다.

4) 토지이용 현황

팔당호의 유역면적의 65%는 산림이 차지하고 있으며 논, 밭은 2,800km<sup>2</sup>로 전체의 14%를 차지하고 있다.

특히 북한강 유역에서는 농경지가 차지하는 비율이 더 적어 전체면적의 약 21% 정도이다. 이처럼 팔당호 유역의 대부분이 산림인 것은 남·북한강 상류가 대부분 산림지역이기 때문이다.

그러나 농경지의 대부분이 남·북한강의 하류나 경안천 유역에 집중되어 있어 하천오염이 심화되면 결국에는 호수의 오염이 우려된다.

5) 행정구역 및 인구

팔당호 유역내에는 5개시, 31개군, 25개읍, 169개면이 있으며 4개의 도가 포함되어 있다. 물론 이 중에는 면의 일부나 읍의 일부분만 유역에 포함되어 있는 곳도 있다. 각 시, 읍의 분포수를 보면 북한강은 춘천시와 5개읍이 있고, 남한강에는 3개시와 17개군이 있다. 또한 경안천에는 2개읍이 소재해 있고 남한강 유역에는 많은 도시들이 분포하고 있다. 경안천 유역내에 있는 2개읍은 팔당호 유역내의 다른 읍에 비해 인구가 많은 편이다.

시, 읍의 인구수는 약 1,050천명으로 팔당호 전체유역 인구 2,088천명의 약 50%를 차지하고 있는데, 이는 1984년을 기준으로 한 전국 도시화 인구비율의 65.8%에는 못 미치나, 팔당호 유역내 시, 읍의 인구가 전체 유역인구의 50%이므로 도

## 특집 : 우리나라 담수호의 수질환경과 문제점 .....

시화 인구비율도 전국 도시화 인구비와 비슷하다고 볼 수 있다. 이처럼 팔당호 유역내 4개시와 24개 읍의 인구가 전체 유역인구의 50%를 차지하므로 팔당호 수질에 미치는 도시의 변화를 주시해야 할 것이다.

### 6) 가 축

현재 가축 폐기물은 오수·분뇨 및 축산폐수의 처리에 관한 법률의 규제에 따라 처리하고 있다. 표 4에 표시한 바와 같이 규모와 설치장소에 따라 시설을 구분하며 수질보전특별대책지역 및 상수보전구역에서는 별도로 강화된 기준치를 적용한다.

팔당호 유역에는 소가 약 29만두, 돼지가 약 64만두, 닭이 약 810만두가 사육되고 있다. 이 숫자는 1988년도와 시·도 통계로부터 집계된 수치이며, 전체 유역에 흩어져 있는 가축사육의 총합계된 수치이다.

따라서 이들 가축사육이 전국으로 수질환경에 영향을 미친다고 볼 수는 없지만, 수질에 악영향을 미치는 집단 사육장의 현황 조사와 배출시설의 현황 조사가 계속되어야 하며 이를 바탕으로 하여 근본적인 대책이 강구되어야 한다.

정화시설 설치대책 농가를 하천별로 보면, 남한강과 경안천 지역에 많이 산재해 있다. 소, 돼지, 및 닭의 대단위 사육농가가 경기도 광주군과 이천

군에 밀집되어 있다. 따라서 팔당호 유역 가축 폐기물관리에서 이들 두 지역의 가축폐기물 관리에 중점을 두어야 한다.

그러나 기타 관리대상에서 제외된 가축수 및 지역이 아직도 50% 이상을 차지하고 있어, 이들 지역의 관리 및 시설확충에 더욱 중점을 두어야 할 것이다.

### 7) 폐하수 배출시설

팔당호 전체 유역에 설치되어 있는 폐수 배출시설수는 총 355개인데 이중 하루 50톤 이상인 배출업소는 총 73개소로 폐수의 방류량의 합은 약 41,200톤/일이다. 팔당호 전체유역의 폐수 방류량이 44,900톤/일이므로 일일 50톤 이상을 배출하는 업소가 팔당호유역 전체 폐수 방류량의 약 92%를 차지하고 있다.

따라서 폐수 방류량이 50톤/일 이하인 배출업소는 비록 그 수가 많을지라도 전체 폐수 방류량 중에 차지하는 배율이 약 8% 정도로 적어서 50톤/일 이상의 폐수를 방류하는 업소의 관리가 중요함을 의미한다. 또 총배출시설수 355개 중 남한강 유역에 설치되어 있는 시설수는 245개로 전체의 70%를 차지하고 있다.

이는 남한강 유역에 공업단지가 들어 있기 때문이며 폐수 배출시설면에서 특히 대책을 세워야 할 수역은 남한강 유역인 것이다. 더욱이 남한강 유역은 하천의 유속도 느릴 뿐만 아니라 폐수이외의 오염원도 많아서 더욱 오염될 가능성이 높은 수역이다. 또한 경안천 유역도 상류에 공업단지가 자리잡고 있으며 가축사육량도 매년 증가하고 있어, 배출시설면에서 대책을 세워야 할 수역이다.

### 8) 분뇨처리장 현황

팔당호 유역내에 설치되어 있는 분뇨처리장은 시 단위 분뇨처리장이 5개이고, 읍단위 분뇨처리장은 16개이며, 이들에 의한 하루 총분뇨처리 용량은 827kl/일 정도로 이중 북한강에 6개, 남한강에 13개, 경안천에 2개가 설치되어 있다.

남한강의 배출량은 북한강에 비하여 약 2.7배 정

표 4-1. 축산폐수배출시설의 기준(허가대상)  
(축사면적)

시설의 종류	규 모
돼지사육시설	면적 1,400㎡이상, 다만 수질보전특별대책지역 및 상수보전구역에서는 면적 700㎡ 이상으로 한다.
소 사육 시설	면적 1,200㎡ 이상, 다만 수질보전특별대책시설 및 상수보전구역에서는 면적 600㎡ 이상으로 한다.
말 사육 시설	면적 1,200㎡ 이상, 다만 수질보전특별대책시설 및 상수보전구역에서는 면적 600㎡ 이상으로 한다.

표 4-2. 축산폐수배출시설의 기준(신고대상)

시설의 종류	규 모
돼지 사육시설	면적 250㎡이상 1,400㎡미만
소 사육시설	면적 350㎡이상 1,200㎡미만
말 사육시설	면적 350㎡이상 1,200㎡미만
닭·오리 사육시설	면적 500㎡이상
양 사육시설	면적 500㎡이상

도이며, 전체 유역 중 남한강유역에서의 분노배출량이 차지하는 비율은 유역전체의 약 66% 정도를 차지하고 있다.

### 5. 팔당호 수질현황

팔당호의 1991년부터 1995년 까지 5개년간 조사지점별, COD, T-N, 및 T-P의 연평균 수질현황은 다음 표 5와 같다.

'91년부터 '95년까지 대표 지점의 연평균 BOD 조사결과를 살펴보면 최저치는 1.1mg/L였고 최고치는 1.3mg/L으로 나타났으며 표 5에서 보는 바와 같이 '91년부터 '95년도까지 미소하지만 조금씩 수질이 나빠진 원인은 '94, '95년에 갈수기가 된 원인으로 수질이 1급수에서 약간 상회하고 있다.

표 5. 팔당호 주요 수질항목의 연도별 변화('91~'95)

지점항목	연도					비고	
	1991	1992	1993	1994	1995		
팔당댐	COD(mg/ℓ)	1.7	1.7	2.1	2.7	2.9	
	BOD(mg/ℓ)	1.1	1.1	1.2	1.2	1.3	
	T-N(mg/ℓ)	0.965	1.356	1.280	1.490	1.869	
	T-P(mg/ℓ)	0.062	0.050	0.036	0.032	0.041	
	Chl-a(mg/ℓ)	8.8	10.3	9.0	15.8	8.7	
북한강	COD(mg/ℓ)	1.4	1.6	1.7	2.0	2.4	
	BOD(mg/ℓ)	0.8	1.0	1.0	1.0	1.3	
	T-N(mg/ℓ)	0.998	1.125	0.934	1.103	1.771	
	T-P(mg/ℓ)	0.055	0.045	0.022	0.019	0.032	
	Chl-a(mg/ℓ)	4.9	7.5	6.0	10.1	8.1	
남한강	COD(mg/ℓ)	2.0	1.9	2.5	3.2	3.0	
	BOD(mg/ℓ)	1.2	1.2	1.4	1.5	1.6	
	T-N(mg/ℓ)	1.303	1.412	1.547	1.776	2.453	
	T-P(mg/ℓ)	10.2	0.060	0.047	0.052	0.074	
	Chl-a(mg/ℓ)		8.1	8.4	15.7	10.3	
경안천	COD(mg/ℓ)	2.8	4.2	5.2	5.7	6.5	
	BOD(mg/ℓ)	1.6	2.9	3.2	3.1	4.8	
	T-N(mg/ℓ)	1.880	3.012	3.037	3.520	6.350	
	T-P(mg/ℓ)	0.127	0.120	0.102	0.133	0.171	
	Chl-a(mg/ℓ)	11.6	26.2	30.3	41.2	55.8	

- 주) 1. 팔당댐은 주간분석값이며 남, 북한강 및 경안천은 월간 분석값.
- 2. 1991년부터 '95년까지 연평균값.

'91년부터 '95년까지 대표 지점의 연평균 COD 조사결과를 보면 최저 1.7mg/L에서 최고 2.9mg/L 까지 차이를 보이고 있다.

그리고 표 5에서와 같이 북한강 유입수역과 팔당호 댐앞지점에서의 수질은 조사기간 중 매년 미소하지만 수질이 향상되어 감을 보여주고 있으며 남한강과 경안천 유입수역은 연도별로 불규칙한 양상을 나타내고 있다.

총질소의 농도는 연도별로 뚜렷한 감소현상을 보이고 있다. 특히 경안천의 경우 1995년 6.350mg/L에서 1991년에는 1.880mg/L으로 현저한 차이를 나타내었는데 이는 경안천 상류지역의 오수정화 노력 등에 기인하는 것으로 추정된다.(표 5).

총질소의 농도가 조사기간 중 매년 감소추세에 있는 것과는 반대로 총인농도의 경우 연도별로 점차 증가되는 현상을 보이고 있는데(표 5) 이것은 유역내 비점오염원(농경지의 비료사용량 증가, 산림훼손, 관광객의 증가) 및 도시화와 축산업 발달에 따른 인 함유 오염물질의 증가 등에 주요 원인이 있는 것으로 추정된다.

클로로필 a 의 경우 1989년도에는 전반적으로 '90년과 '91년보다 높은 농도를 나타내었고(표 5) '92, '95년도에는 북한강 유입지점과 댐앞지점이 미국환경청의 부영양호 기준인 12mg/m<sup>3</sup> 이하로 중영양상태를 보이고 있으며 경안천 하류 정체수생에는 하절기에 조류의 이상증식 현상이 관찰되기도 하는데 이 수역의 잘 발달된 수초대가 여름철 성장기에 억제에 어느 정도 영향을 미치는 것으로 보인다.

수체내에서 조류, 특히 식물성플랑크톤의 증식은 다양한 요인들의 복합적 작용에 의해 영향을 받는다. 즉 빛과 수온, 물의 유동, 순환 등의 물리적 요인, 질소, 인 등의 영양염류 등의 화학적 요인, 세균의 분해, 원생동물, 동물성플랑크톤의 섭식 등의 생물학적 요인이 복합적으로 작용하여 수체내 조류의 생산력, 군집구성 등에 영향을 미친다.

우리나라는 북반구 온대지역에 위치하고 있기 때문에 1년이 4계절로 뚜렷이 나뉘어져 있고 또한 1년 강우량의 많은 부분이 6, 7월에 집중호우로서

## 특징 : 우리나라 담수호의 수질환경과 문제점

내리는 기후특색을 가지고 있다. 따라서 각 계절마다 조류의 성장환경이 틀려지게 되고 그 환경에서 최적생장을 할 수 있는 종류들이 그 계절에 우점조류가 되며 조류의 증식율도 계절에 따라 달라지는 강한 계절성을 가지고 있다.

팔당호는 저수 및 발전의 목적으로 댐을 건설하면서 형성된 인공댐호로서 유역환경 및 이화학적 특성이 서로 상이한 북한강 수역, 남한강 수역, 경안천 수역의 3 수역으로 이루어져 있다. 이런 특성을 갖는 팔당호의 조류상도 각 수역에 따라 약간 다른 특성을 나타내고 있다.

봄철 팔당호의 우점 조류종은 주로 규조류이며 그외 녹조류와 미소편모조류가 출현하고 있다. 규조류 중에서 대표적인 속은 *Cyclotella* 속과 *Melosira* 속이며 북한강 수역의 경우 *Asterionella* 속도 많이 출현하고 있다.

특히 경안천의 경우 1992년까지 *Melosira*가 제 1우점종이었으나 1993년 이후부터 *Cyclotella* 속으로 천이가 일어나 봄철 *Cyclotella*에 의한 규조류 대발생 현상이 일어나고 있다. 녹조류의 경우 *Actinastrum* 속, *Scenedesmus* 속, *Ankistrodesmus* 속 등이 주로 출현하며 갈색편모조류인 *Cryptomonas* 속은 전시기 동안에 발견되고 있다.

수온이 높아지는 여름철의 우점조류종은 남조류로 *Microcystis* 속과 *Anabaena* 속이 주로 많이 발생하며 거의 전지역에 걸쳐 나타나고 있다. 특히 *Anabaena* 속의 경우 북한강 상류인 소양호 위쪽부터 대량 발생하여 팔당호까지 넓게 발생하는 경향이 있다. 또한 근년에 들어와 남조류중에서 *Aphanizomenon* 속이 늦여름부터 초겨울까지 남한강 수역을 중심으로 발생하고 있다.

수온이 내려가는 가을과 겨울철에는 남조류가 급격히 사라지고 다시 규조류와 녹조류로 천이되나 지속적으로 날씨가 맑아 태양광선이 풍부하고 수체가 안정될 경우 남조류가 소량 발생하기도 한다.

팔당호는 호내 체류시간이 약 1주일인 하천형 인공호소로 체류시간이 긴 자연호소와는 다른 조류 증식 양상을 나타내고 있다. 즉, 여름철 집중호우 이후에는 하천형 인공호수의 경우 탁도의 증가로

조류의 광합성이 저해되고 체류시간이 더 빨라져 기존재하던 조류 및 유입된 영양염들이 씻겨 내려가고(wash out) 새로운 물로 교체됨에 따라 조류의 생산량이 낮아진다. 특히 북한강과 남한강 상류에는 여러개의 댐이 있어 상류댐에서의 방류에 의해 체류시간과 수심 등이 크게 영향을 받는다. 그러나 강우량이 적은 갈수기에는 체류시간 및 수교체시간이 길어지면서 정체되어 조류의 대량발생이 일어나기 쉬운 환경이 된다.

표 6. 팔당호 및 경안천의 계절별 우점조류종의 변동 (1981~1995)

연도	월	지점	조 류 종 류			
			규 조 류	녹 조 류	남 조 류	편 모 조 류
1981	7월	팔당댐	Synedra	Actinastrum		
1984	7월	팔당댐	Melosira			
	8월	팔당댐	Synedra			
1988	7월	팔당댐	Asterionella Fragillaria			Cryptomonas
		경안천	Cyclotella Asterionella			Cryptomonas
	8월	팔당댐	Melosira Cyclotella			
		경안천	Melosira Stephanodiscus	Scenedesmus Eudorina		
	10월	팔당댐	Melosira			Cryptomonas
경안천	Melosira				Cryptomonas	
1992	4월	팔당댐	Cyclotella Asterionella			
		경안천				
	8월	팔당댐	Melosira	Tetrachlorella		
		경안천	Melosira	Tetrachlorella		
	팔당댐	Melosira	Pandorina			
10월	경안천	Melosira Asterionella				
1993	5월	팔당댐	Melosira			Cryptomonas
		경안천	Fragillaria Melosira			
	9월	팔당댐	Cyclotella Melosira			
경안천		Cyclotella Melosira				
1994	4월	팔당댐	Cyclotella Asterionella	Micractinium		
		경안천		Micractinium Ankistrodesmus		
	8월	팔당댐	Cyclotella Nitzschia	Scenedesmus Actinastrum	Microcystis Merismopedia	Cryptomonas
		경안천	Cyclotella Nitzschia	Scenedesmus Coelastrum	Microcystis Merismopedia	
	9월	팔당댐	Cyclotella Nitzschia	Ankistrodesmus Eudorina	Microcystis Merismopedia	Cryptomonas
경안천	Cyclotella Nitzschia				Cryptomonas	
1995	4월	팔당댐	Cyclotella Synedra			Cryptomonas
		경안천	Cyclotella Nitzschia	Actinastrum Ankistrodesmus		
	8월	팔당댐	Cyclotella Nitzschia	Chlamydomonas	Merismopedia	Cryptomonas
		경안천	Cyclotella Nitzschia	Chlamydomonas Scenedesmus		Cryptomonas
	10월	팔당댐	Cyclotella			Cryptomonas
경안천	Cyclotella Synedra	Ankistrodesmus			Cryptomonas	

실제로 1994년 6월에서 9월까지 이상 갈수기가 지속되면서 팔당호 경안천유역중 광동교 부근에서 *Microcystis* 속과 *Anabana* 속의 대량발생이 일어났다.

팔당호가 하천형 인공호소로서 가지고 있는 또 하나의 특징은 만입부를 많이 가지고 있는 점이다. 우리나라의 대부분의 인공호소가 그렇듯이 팔당호도 강에 댐을 건설하여 이루어진 호소로서 많은 만입부를 가지고 있다. 이런 만입부는 수체의 흐름이 적어 정체되기 쉽고 유역하천에서 유입된 오염물질의 정체기간도 길어져 오염에 취약한 수역이라고 볼 수 있다. 그러나 더욱 문제가 되는 것은 호소 만입부의 오염이 만입부에만 머물지 않고 호소 본류의 오염을 유발한다는 점이다. 따라서 오염이 심화된 만입부가 많을 경우 만입부에서부터 먼저 조류가 발생하여 물의 흐름에 따라 본류구간으로 퍼지면서 본류 전체에 조류 대발생을 촉발할 수 있다. 팔당호의 경우도 이렇게 오염이 심화된 만입부를 많이 가지고 있어 만입부로부터 조류의 대발생이 우려되고 있다.

팔당호는 하천형 인공호소로서 서로 특성이 다른 세 개의 수역으로 나뉘어져 있어 조류의 생산량과 군집구성이 기후와 계절 그리고 수역 환경에 크게 영향을 받는 특성을 가지고 있다. 따라서 팔당호에서의 조류제어방안은 팔당호가 가지고 있는 특성에 맞는 관리방안이 수립되어야 할 것이다.

## 6. 팔당호의 수질관리와 효율화 방안

### 1) 환경기초시설 설치확충

#### (1) 생활하수, 오수

'95년을 기준으로 볼 때, 하수처리율은 50% 이하로서 처리량보다 처리되지 않고 배출되는 양이 많아 가시적인 환경개선효과가 미흡한 실정이다. 특히 팔당호는 상수보호구역 및 특별대책 지역내 환경기초시설을 확충보급하고 있으나 농촌지역에 산재된 마을과 독립가옥이 많아 그에 대한 대책이 어렵고 특히 농촌지역 화장실 수세화가 매년 4%로 증가함으로 인한 수질오염이 가중되어 그 지역

의 소하천 오염을 가중시켜 팔당호 오염에 문제점을 던져주고 있다.

즉, 종래에는 완전 『수거식』으로 처리되던 분뇨가 최근에는 수세식으로 인해 BOD가 50% 정도 밖에 제거되지 않은 분뇨 및 생활오수가 소하천 오염을 가중시키고 있는 실정이다.

하수처리구역내의 경우도 대규모 용량의 처리장 설치로 인근하천이 『건천화』가 되고 관리관거가 어려운 실정이다. 여기에 특별구역내 설치된 소규모 하수처리장(대개 500톤/일 이하)의 운영관리가 부실할 뿐만 아니라 팔당호까지의 유하거리가 짧아 적은 량의 오염부하라도 팔당호 오염기여에 비교적 큰 비중을 차지하고 있다.

국내 하수처리장의 평균용량은 일본의 5배, 미국의 25배 수준으로 선진국에 비해 처리시설의 용량이 대규모이다. 지금까지는 처리성 규모의 경제성만 중시하여 광역처리에 따른 관로과손 오점 및 부실시공 등으로 하수처리 효율저하를 초래하고 있다.

영국도 테임즈강을 살리기 위하여 처음에는 큰 처리장을 설치하였으나, 개선효과가 적어 소규모 마을하수도를 설치한 후 수질개선 효과를 얻어 테임즈강에 물고기를 살리는데 기여했다고 한다.

### (2) 축산폐수분야

축산폐수는 발생량에 비하여 오염부하량이 크고 특히 하천이나 호소의 부영양화 물질인 질소·인의 부하량이 더 크게 나타나고 있다.

특히 팔당호에는 오·폐수 발생량 중 축산폐수는 12%인데 비해 질소·인의 부하량은 31%를 차지하며 규제 미만 농가의 축산폐수 발생량이 전체의 62%를 차지하고 있으므로써 북한강, 남한강, 경안천 등에 축산농가가 수변에 위치하여 고농도 BOD 20,000mg/ℓ 이상의 오염물질이 하천에 직방류되고 있는 실정이므로 그에 대한 대책이 시급하다.

축산규제대상의 경우에도 규제기준이 완화되어 수질오염이 가중되고 있으며 신고대상 개별 정화시설의 경우도 방류수질이 고농도 BOD 350~500mg/ℓ로 인근 하천오염의 요인으로서 문제점



## 특집 : 우리나라 담수호의 수질환경과 문제점 .....

을 주고 소(牛)운동장이 배출시설에 포함 되지 않아 축산폐수가 인근 하천 및 농경지에 미처리 방류됨으로써 문제점을 주는 경우가 있다.

소규모농가에서 배출되는 폐수 중 공동처리 할 수 있는 시설설치가 시급하다.

### 2) 종합적인 수계관리체계 정비

팔당호에 유입되는 물은 북한강이 43.4%, 남한강이 55.0%, 경안천이 1.6%로 되어 있어, 북한강의 5개 댐, 남한강의 2개 댐의 수질관리를 위한 종합적인 계획의 구축으로 홍수기에도 관리를 철저히 해야지만 갈수기 관리 대책이 수량과 수질의 관장부서가 2원화 됨으로써 수계별 물관리의 기본정보가 분산관리되고 있으며 관계부처간 연계수질 미흡으로 수질관리에 어려움이 있다. 팔당호가 1973년 발전용으로 건축된 후 '75년 한강하류, 영등포, 노량진 정수장의 수질이 계속 오염 증가로 상수원을 잠실수중보 위로 옮기면서 팔당호로 이전하게 되었다.

팔당호의 호소수질보전을 위해서는 오염의 발생 원인이 되고 있는 유역 오염부하의 유출제어 대책 수립은 유역내 경제·사회활동 규모와 오염부하 발생 및 배출간의 정량적 관계에 관한 구체적인 평가 시스템이 구축됨으로써 가능하다. 즉, 합리적인 수질보전 계획 수립 후 계획수행효과에 대한 정략적 평가수법의 점검은 수자원 수질관리 기술의 고밀도 정보 집적화 관리(DMBS) 차원에서 반듯이 극복되어야 할 과제라 하겠다. 그러나 호소유입 부하량에 관한 정보의 취득은 장시간의 지속된 관측과 수집된 자료의 체계적인 활용방안이 확립되지 않으면 그 실행이 현실적으로 어려운 특성을 지닌다.

이러한 관점에서 볼 때, 팔당호 유역의 경우도 오염부하 발생량 추정으로부터 그 배출경로에 대한 정량적인 분석기법을 확립하여 오염물질 유출과정의 해석이 정밀적으로 수행되어야 합리적인 수질보전계획과 이에 따른 계획수행효과가 효율적으로 이루어질 것이다.

이러한 과정에서 수계관련 공간정보구축을 위한 지리정보시스템(GIS)과 오염원 관련 정보구축을

위한 DBMS체제를 갖출 경우 정확한 수질예측과 오염물질 삭감대상들이 경제적으로 결정될 수 있으므로 해당지역의 수질환경계획 수립에 크게 기여할 것이다.

### 3) 상수원 관리대책

우리 나라의 상수도는 지하수 이용률이 매우 낮아 전국 취수량의 90.9%가 하천 또는 호소수에 의존하므로 다음과 같은 합리적인 대책이 필요하다 (표 7-1 참조).

표 7-1. 서울시 상수도의 1일 생산능력 (단위 : 톤)

구 분	계	팔당댐(취수)	한강하류 잠실수중보상류(취수)
계	619	177	422
광 암 정 수 장	100	100	
암 사 정 수 장	132		132
구 의 정 수 장	113		113
뚝 도 정 수 장	100		100
선 유 정 수 장	40	20	20
노 량 정 수 장	30	20	10
영 등 포 정 수 장	60	25	35
보 광 동 정 수 장	32		32
신 월 동 정 수 장	12	12	

자료 : 서울의 상수도, 상수도 사업본부

#### 가. 상수원관리 합리화 대책

행위단속 중심의 소극적 관리에서 대책 중심의 적극적 관리로 전환하고, 상수원관리 실태를 매년 1회 정기적으로 조사하여, 그 관리를 개선한다.

상수원 보호구역 안에 마을단위 하수처리장을 건설하여 상수원의 수질을 개선하고 근린생활시설 등의 건축을 허용하는 등 보호구역내 주민의 생활불편을 해소한다.

상수원 보호구역내 주민불편을 해소하고 상수원의 효율적 관리를 위하여 상수관리 규칙을 적극적으로 활용한다.

- 보호구역내 거주주민의 주택, 영농시설의 설치제한 등 규정의 합리적 조정
- 상수원수의 수질검사기준 강화(현행 21개 항목을 28개 항목으로 조정)

나. 호소 부영양화 방지대책

한강은 8개의 호소로 되어 있으므로 호소 부영양화 방지를 위한 질소·인 등 영양염류 규제 등을 포함하는 호소별 오염방지대책을 연차적으로 시·도와 협의하여 계속적으로 수질개선에 노력해야 할 것이다.

가두리 양식장으로 인한 호소 부영양화 방지를 위하여 부상사료 및 어종배설물 방제장비를 개발·보급하고, 가두리 양식장을 육상으로 이전하는 방안 등 어류양식으로 인한 수질오염에 대해 다각적인 대책을 강구하여야 한다. 또한 가두리 양식장 육상이전 추진, 시설 이전비를 지원하므로써 오염부하량을 감소시킨다.

4) 비점오염원 관리

비점오염원 오염부하대책은 오염물질 발생원, 배출원 분포, 유출형태 및 유출기계 등의 유출특성에 따라 수립되어야 할 것이다. 또한 오염부하삭감을 위한 방법은 지역특성, 실시시기, 대책수행의 난이성, 건설 및 유지비용 등을 감안하여야 하며 현재 실시 가능한 대책을 중심으로 도시지역, 농촌지역, 산림지역으로 구분하여 기술하면 다음과 같다.

(1) 도시지역 비점오염원 대책

도시지역 도로, 건물지붕 등에 축적되어 있는 오염물질이 강우시에 우수배수로, 하수도 등을 통하여 하천으로 배출되며 이들 부하량 삭감대책은 발생원대책, 강우 유출량 조절, 유출우수 처리 등을 생각할 수 있으며 표 7-2과 같다.

① 발생원 제어

삭감방안으로서 도로면 청소는 표 8에서 알 수 있는 바와 같이 상당량의 오염물질 저감이 가능할 것으로 추측된다. 즉 BOD물질은 km<sup>2</sup> 당 811kg이 퇴적되어 있으며 강우시에 약 75%가 유출되고 용해성 물질인 D-BOD, Cl<sup>-</sup>, S<sup>2-</sup> 등은 유출량이 더 많다.

따라서 도로면 청소나 시민들의 환경청결의식 고취 등에 의하여 상당량의 오염물질 배출량이 삭감 가능할 것으로 생각된다.

표 7-2. 도시지역 비점오염원 오염삭감 대책방안

삭 감 대 책	삭 감 방 안
발 생 원 제 거	- 발생량 삭감 · 자동차 매연, 분진 저감 · 산업시설 매연, 분진 저감 · 청정연료 사용확대 · 건설분진 저감 · 생활환경분진 저감 - 청 소 · 도로면 청소 · 우수로·관거 청소
우수 유출량 삭감	- 우수저류시설 - 우수조정지 - 우수침투시설
우수 직접 처리	- 스크린 설치 - 침전처리 시설 - 정화시설
유 로 변 경	- 우회수로 건설

표 8. 도로면 오염 퇴적물질 유출량

(단위 : mg/m<sup>2</sup>)

	BOD	D-BOD	COD	SS	T-P	Cl <sup>-</sup>	S <sup>2-</sup>
퇴 적 물	811	567	1974	8350	4999	1394	4.41
인공강우법	605	502	1010	1411	1428	1172	3.16
유출율(%)	74.6	88.5	51.1	16.9	28.6	84.1	71.7

표 9. 우수 직접처리시설의 오염물질 제거율(%)

처리시설	조 건	BOD	COD	SS
1차처리	침전처리	25-35	-	30-40
우수배수로		21.4	-	22.0
스 크 린	마이크로 스트레나	10-50	-	50-95
	드 럼 스크린	10-40	-	30-55
	로타리 스크린	1-30	-	20-35
처리시설	조 건	BOD	COD	SS
부상처리	약품 주입 안함	41	-	56
	약품 주입함	67	-	77
급속여과	약품 주입 안함	32-40	-	51-65
	약품 주입함	40-65	-	43-94

② 우수 유출량 삭감

도시지역으로 부터의 비점오염원 부하량은 대부분이 강우유출과 함께 발생된다. 따라서 우수량을 감소시키면 오염물질배출량을 저감시킬 수 있다.

## 특집 : 우리나라 담수호의 수질환경과 문제점

우수의 유출억제 수단으로서 우수 저류시설이나 토양침투시설의 설치 등이 있다. 조정지에서 우수저류 중에 침강성 물질이 침전하기 때문에 수계 유출 부하량은 감소된다.

우수저류시설은 초기 우수의 일부를 도로, 공원, 건물 등의 지하에 저류할 수 있는 시설로서 맑은 날 우수를 하수처리시설에서 처리하고 퇴적물의 처리처분방법도 동시에 강구하여야 한다.

우수침투 촉진시설로서는 우수침투용 관거, 침투광장, 투수성 포장, 침투 트랜치 등이 있으며 국내에서도 투수성 포장재 사용이 많아지고 있다.

### ③ 우수직접처리

우수직접처리의 주요 공정은 침전공정이며 초기 우수의 스크린 처리, 침사지, 침전 등의 1차처리가 있으며 우수관에서의 수두차에 의한 원심력을 이용한 우수배수로, 헤리칼 언 등이 있으며 이들 시설의 제거율은 표 9와 같다.

### ④ 우수 유로변경

호소, 폐쇄수역 등에 유입되는 배수로를 변경시켜 수질보전을 도모하는 방법으로 일정지역의 수질회복에는 매우 유용한 방법이나 방류구 부근의 수질오염을 고려할 때 완전한 대책이라고 할 수는 없다.

## (2) 농업지역의 비점오염원 대책

농촌지역 비점오염원으로부터의 오염물질은 지표면수나 토양침투수나 함께 퇴비, 비료, 작물 잔류물, 농약 등의 일부가 유출되는 것으로 다량의 비료사용 등 경작 방식의 변화에 수반하여 점차 그 중요도가 커지고 있다. 다음 표 10에 농업지에 적용가능한 오염물질 저감대책을 기술한다.

### ① 발생원 대책

농작물의 품질과 적정 시비량의 관계는 아직 연구가 불충분한 것으로 생각되나 적정시비화에 의하여 비료량 절감 및 유출량 저감이 가능할 것이다.

논의 경우 과거부터 표층시비, 전층시비가 행하여지고 있으나 토양중 시비를 하면 작물의 이용율을 높일 수 있으며 결과적으로 유출량을 감소시킬 수 있는 것으로 나타났다.

밭에서의 비료량 저감이나 배출량을 저감시키기

표 10. 농촌지역 비점오염원 부하삭감 대책방안

삭감 대책 구분	삭 감 방 안
발생원 대책	- 시비량의 절감 - 시비법 개선 - 비료품질 개선 - 작물품종 선정 - 농경지 유수로 개선
용수관리 개선	- 이양공정개선 - 환원 관개법
농업생태계 이용	- 논에서의 탈질 - 밭에서의 탈인 - 경사면 식생

표 11. 양배추 재배지에서의 비료종류별 배출량

비료종류	수 량 (톤/10a)	출수량 (kg/10a)	용출량 (kg/10a)	침투수량 (mm)
화학비료	3.2	17.7	11.5	405
스화억제비료	3.5	19.6	4.9	371
피복요소	5.1	21.5	2.1	376

위하여 저확산성 비료, 질산화 억제비료 등이 개발되고 있으며 표 11과 같이 배출되는 양은 보통 비료의 46-82%로 상당한 유출저감 효과가 있다.

우리나라의 상당수 논은 강우유출수가 하류에 있는 논을 통과하여 유출되도록 되어 있는 곳이 많으나, 경지정리를 통하여 농업용수 공급을 위한 수로 및 배수로와 우수유출수로를 정비하면 우수로 인한 배출량의 상당부분을 저감시킬 수 있을 것으로 생각된다.

### ② 용수관리개선

벼 이양과정 중에 시비하고 논밭이 한 다음에 이양모의 부상을 방지하기 위하여 배수한 다음 이양을 하며 이때 배수 중 현탁물의 침강 및 용해된 비료성분의 토양흡착 등을 고려하여 1주일 정도 후에 배수 후 이양하는 등의 이양공정 개선도 유출부하 저감방안의 하나이다. 또한 논외의 관개용수를 순환 사용하는 방안을 강구하여 배출량 및 부하농도를 삭감할 수 있는 관개용수 개선도 큰 효과가 기대된다.

### ③ 농업생태계 이용

논에서의 주 정화기능은 탈질이다. 토양중의 미생물 등에 의하여 암모니아가 질산으로 되고 혐기 조건에서 탈질균에 의하여 질소가스로 탈질소화된다. 이 경우 유기물이 공존해야 되며 정화율은 49-74% 정도로 나타나 있다.

과수원에서는 나무밑에 잡초를 적당량 유지시킴으로 인하여 표층 비료성분을 흡수시키거나 침식유출저감의 효과를 기할 수 있다.

경사면 특히 방목지 등의 소계곡 하천부근에 나무를 심으면 뿌리의 보수력에 의하여 비료성분이 흡수되며 유출부하를 저감시킬 수 있다.

## 7. 결 론

팔당호는 유입하천의 영향을 많이 받고 있어 계절에 따라 호수수질의 변화가 크다. 특히 7월의 집중 강우시에는 부유물등에 의해 투명도가 0.5m 까지 될 때도 있다. 더구나 흙탕물이 회복되는 데는 약 1개월 정도의 기간이 소요되고 약 1개월이 지난 후에도 호수수질은 완전히 안정되지 못하기 때문에 팔당호의 수질관리에 있어 유입하천 관리의 중요성이 강조되고 있다. 팔당호에 유입되는 3개의 대하천 중에서 유량은 적으나 다른 하천보다 수질 오염도가 높은 경안천 유입수역은 팔당호내에서도 가장 정체된 수역이나, 정체시간이 길고 이 수역에 잘 발달된 수초대에서 정화되어 본류에 합류된다.

또한 경안천이 유입되는 수역은 많은 수생식물이 증식하고 있는데 이 수생식물이 가을이 되어 사멸할 때는 식물사체가 호수바닥에 가라앉게 됨에 따라 여기서 유리되는 영양물질이 호수수질 악화의 한 요인이 되고 있다.

따라서 경안천 수질관리를 위한 한 방안으로서 1991년부터 이지역 수초를 9월부터 12월까지 제거 작업을 수행, 수질개선에 일익을 담당하고 있다. 일반적으로 호수에 나타나는 성층현상이 팔당호에서는 찾아볼 수 없다.

즉 팔당호는 호수의 특성보다 하천의 특성이 강한 전형적인 하천형 댐호에 속한다. 그리고 팔당호는 조사지점에 따라 수질에 현저한 차이가 날 뿐만

아니라 계절에 따라서도 큰 차이가 있으므로 호수수질의 평가에 특별한 주의가 필요하다.

평균적으로 '95년도 팔당호의 BOD와 CODMN는 각각 1.3mg/l, 2.9mg/l 이었고 클로로필 a 농도가 8.7mg/m<sup>3</sup>으로서 중영양호의 수질이다. 팔당호 및 유입하천의 수질을 조사한 결과로 생각해 볼 수 있는 수질보전 대책안을 개괄적으로 열거해보면 다음과 같다.

1) 팔당호내에서 가장 오염도가 높은 곳은 경안천 유입수역이므로 이 수역에 대한 오염대책으로 용인, 광주하수처리장과 축산공동처리장의 효율적 운영이 이루어져야 한다. 또한 하수처리구역안으로 들어오지 않는 지역의 공공건물, 음식점, 마을 및 개인주택 등은 오수정화시설 설치 및 유기물처리 효율이 높은 정화조 보급이 필요하다고 본다. 아울러 이 지역은 남한강과 북한강에 비해서 유량이 극히 적기 때문에 물의 체류시간이 길다. 따라서 같은 오염도라도 오염의 영향은 더욱 가중될 수 있는 수역이므로 수중보내 퇴적물의 정기적인 준설과 하천정비에 노력을 기울여야 할 것이다.

2) 경안천의 심한 오염현상에도 불구하고 경안천 유입지점 호수의 오염도가 경안천 오염도에 비해하여 높게 나타나지 않은 것은 경안천 유입지점 부근에 많이 자생하고 있는 수생식물의 영향으로 생각된다. 따라서 수생식물의 생육이 호수수질 정화에 일익을 담당하고 있다고 본다. 그러나 한편으로 팔당호내 클로로필 a의 농도가 가장 높았던 지점(경안천 유입지점)과 발생시기(10월)는 수생식물의 자생지와 사멸시기와 일치하고 있으므로 수생식물이 호수수질 정화기능도 있지만 또한 호수오염의 한 원인이 되기도 한다. 그러므로 성숙기가 지난 후 수생식물을 제거하는 방법과 효과평가에 대한 지속적인 연구가 필요하다. 또한 하천 호소 주변에 수초 중 11월부터 제거하여 주변 오염원을 저감시키는 운동이 전개되어야 한다.

3) 팔당호는 유입하천의 영향을 많이 받고 있는 호수이다. 특히 여름의 집중강우시 유출로 호수가 매우 오염되고 이 오염현상이 약 1개월 정도 지속되므로 이러한 유출을 통제하는 것이 필요하다고

**특집 : 우리나라 담수호의 수질환경과 문제점** .....

본다. 따라서 집중강우시 유역의 쓰레기나 기타 부유물 및 흙탕물이 호수에 곧바로 유입되는 것을 막을 수 있는 방안뿐만 아니라 청소 선박을 이용하여 쓰레기를 신속히 제거하는 체계가 잘 이루어져야 한다.

4) 팔당호는 물 체류시간이 5일 안팎으로서 유입하천의 수질이 곧바로 팔당호 수질이라 해도 좋을 정도로 팔당호는 유입하천의 영향을 많이 받고 있다. 유입하천 중 특히 남한강은 유속이 느려 하천 자체가 부영양화될 위험이 있는데 남한강은 유량이 많으므로 남한강의 부영양화는 곧 팔당호의 부영양화로 연결될 가능성이 크다. 그러므로 남한강 수질종합대책이 원활히 추진되고 양평, 여주, 이천의 기초환경시설이 '96년까지 계획대로 설치된다면 팔당호 수질목표 달성에 크게 기여할 것으로 판단된다.

**참 고 문 헌**

- 1) 건설부, 수문조사연보, 1981-1990.
- 2) 경기도 고영개발단, 팔당호 준설 및 효율적 관리방안 조사연구(부록포함 3 권), 1990.
- 3) 공동수, 팔당호의 육수생태학적 연구, 고려대학교 대학원 박사학위논문 pp 23-162, 1992.
- 4) 국립환경연구원, 호소내 오염하천 유입부의 식물에 의한 정화처리연구( I ), 1995
- 5) 심영섭, 한강 수질의 관리방안, 한국위생학회, pp 91-99, 1992.
- 6) 한국수자원공사 수자원연구소, 부영양화 방지대책, 1988.
- 7) 호소수질연구소, 호소분야 연구논문초록집(계 1

- 집), 1990.
- 8) 환경처, 한국환경연감, 1989, 1990.
- 9) 환경처, 수질오염공정시험법, 1988.
- 10) JIS, 일본규격협회, 1981.
- 11) 류재근, 서윤수, 공동수등 한강유역을 중심으로 한 환경관리 기술개발, 국립 환경연구원, pp 5-22, 1992. 12.
- 12) Korea society for Sanitation(KSS) Towards the Global and Local Solutions, 1992.
- 13) Ryu, J. K. and Seo, Y. S. et al, A Comprehensive studies on the Eutrophication of Paldang Reservoir( II ). NIER, 89-16-265, 1989.
- 14) Ryu, J. K. and Seo, Y. S. et al, A Comprehensive studies on the Eutrophication of Paldang Reservoir(III). NIER, 90-17-291,1990.
- 15) Ryu, J. K. The status and prospect of lake water management technoloies in Korea. Kor soc. Wat. Qua. Res. Con, 201-219, 1990.
- 16) Seo. Y. S. et al, A Comprehensive studies on the eutrophication of Paldang Reservoir ( I ). NIER, 88-15-240, 1988.
- 17) Seo. Y. S. , Eurtrophication of Artificial Lakes in Korea and Proposed Counterrmeasures. 1st. Kor.-Jap. Env. Sci. Tech. Tech. Sym. pp 111-125, 1988.
- 18) US EPA, Lake and Reservoir Restoration Guidance manual, 1988.
- 19) US EPA, Design manual-Phosphorus Removal, 1987 ☞