01 상수원 및 취수

서울상수도의 취수원은 한강이다. 한강은 오래전부터 서울을 비롯한 연안 도시들의 생활, 공업 및 농업 용수원, 전력공급원으로 커다란 기여를 해왔다. 또한 각 도시에 거주하는 도시민들에게 풍요롭고 안락한 자연녹지 공간을 제공해주는 쉼터로서의 역할을 톡톡히 해왔다. 특히, 1,000만 서울시민들에게는 생활 용수의 주요 공급원으로서 없어서는 안 될 젖줄과도 같은 존재였고 앞으로도 그럴 것이다.

서울은 우리나라 전국인구의 20.78%와 전국의 지역내 총생산의 22.63%를 점하고, 정치 · 경제 · 사회 · 문화의 중추관리기능이 집적된 권역으로 이것이 가능할 수 있었던 것은 한강이라는 풍부한 수자원이 있었기 때문임은 두말 할 필요가 없을 것이다.

한강은 서울을 비롯한 인천과 경기 일부지역의 생활용수로, 특히 식수원으로서 매우 중요한 역할을 담당해왔다. 따라서 수질관리와 오염에 대한 대책은 한강관리에 있어 현재까지 매우 본질적인 문제였다고 할 수 있다.

한강은 한 때 서울로의 인구집중화와 산업화, 이로 인한 생활하수 및 공업폐수로 인해 오염이 심각하였다. 특히 본류로 흘러드는 지천들의 오염정도는 매우 심해 악취와 생태계 파괴라는 상황에 처했을 정도였다.

그러나 1982년 시작된 한강종합개발계획을 성공적으로 마치고 난 1990년대 이후 한강에 대한 수질개선과 관리가 이루어지면서 현재는 생태계가 복원되고 오염요소들을 사전에 차단할 수 있는 시스템을 운용하고 있지만 한강의 수질문제에 대해서는 아직도 많은 관심과 지원이 필요한 상황이다. 그 이유는 바로 1,000만 서울시민들의 일상생활에 사용되는 상수도 원수의 직접적인 취수원이기 때문이다.

1장
서울의 상수원

서울상수도의 취수원인 한강은 이미 오래 전부터 서울과 연안 도시들의 생활용수 및 공업용수, 농업용수 등 기본 수자원의 공급원으로 자리매김 해왔다. 특히, 1908년 근대적 상수도의 도입 이후 한강은 주요 취수원으로서 그 중요성은 이루 말할 수 없다. 때문에 서울상수도는 한강의 수질을 최고의 수준으로 유지하기 위한 노력을 기울이고 있으며 국가적 차원의 수자원 관리체계를 갖추고 있다.

1절 한강의 이용

서울상수도의 주요 취수원인 한강은 규모면에서나 미관상으로 세계적인 강이라 할 수 있다. 오늘날의 서울이 인구 1,000만을 넘는 거대도시로 발돋움할 수 있었던 것은 많은 요인들이 있겠지만 그중에서도 한강의 역할과 존재는 각별한 의미를 지닌다.

인류의 역사상 큰 문명이 발달하였던 지역은 늘 거대한 강을 끼고 있었으며 그 강은 단지 생활용수의 취득원으로서의 가치를 넘어서 문명의 발전과 문화의 꽃을 피워내는 데 중요한 토대로서의 역할을 하였다. 한강 역시 우리 민족의 발전과 국가 성립에 지대한 역할과 공헌을 하였을 뿐만 아니라 민족문화의 꽃을 피운 주춧돌로서 큰 몫을 담당하기도 하였다.

한강의 유역면적은 총 2만 6,018㎢로 우리나라에서 압록강 다음으로 넓은 유역면적을 소유하고 있다. 한강의 총길이는 514㎞이며 북한의 압록강과 두만강, 남한의 낙동강 다음으로 긴 대형 하천이다.

2005년부터 2007년까지 한강유역의 최근 3개년 평균 강수량은 1,200~1,300㎜로 다우지(多雨地)이며 수자원의 총량은 약 322억 8,000만㎥로 남한지역의 강 중에서 가장 풍부하다고 할 수 있다. 하지만 우리나라의 강수량은 계절적으로 여름인 6~8월에 전체 강수량의 약 40~60%가 집중되어 있고 강유역의 70% 이상이 산악으로 구성되어 있어 빠른 유속으로 인해 유실되는 수자원의 양이 113억 7,000만㎥(35.2%)나 된다. 이를 제외하고 실질적으로 이용 가능한 수자원의 양은 209억 1,000만㎥(64.8%) 정도로 추산된다.

서울상수도의 주요 취수원인 한강은 서울의 발전을 가능케 한 견인차에 다름없다.

우리나라 4대강 중 하나요, 우리나라의 대표적 강으로서의 한강은 이미 선사시대부터 생활용수의 주요 공급원으로 이용되었다. 신석기시대 이후로 현재의 강동구 암사동 선사주거지나 경기도 하남시 등에 대규모의 취락지가 형성된 것은, 한강에서 어로(漁撈)로 생활을 영위하는 이외에도 음용수를 쉽게 얻을 수 있는 장점이 있었기 때문이었던 것으로 판단된다.

근대적 상수도시설이 도입되기 이전 우리나라 도시들의 생활용수는 대부분 하천에서 얻어졌다. 서울의 경우 왕족과 양반, 경제적으로 부유한 상인 등 상 · 중류계층에서는 우물을 파서 생활용수를 얻기도 하였으나 대부분의 일반 서민들은 주거지 근처의 냇물이나 한강 지천의 물을 이용하였다.

한강의 이용에 대한 기록이 두드러지게 나타나게 된 때는 서울을 도읍으로 정했던 조선왕조가 들어서면서부터였다. 조선왕조 성립 이전에는 한강의 지천(支川)인 청계천 · 중랑천 · 불광천 · 홍제천 · 욱천 · 봉원천 · 안양천 · 양재천 · 탄천 등의 하천들은 생활용수는 물론이고 직접 식수로도 이용되었으리라 보인다.

그러나 조선왕조에 들어와 한강유역에 인구가 늘어나면서 한강의 지천들은 조금씩 오염되기 시작하였다. 특히 도성 근교 청계천의 경우 주민들이 분뇨(糞尿)를 버리거나 가축 등 동물들의 시체를 비롯해 심지어 장티푸스로 죽은 유아의 시체까지도 몰래 버려 오염의 정도가 심했다고 〈세종실록〉은 전한다. 이같이 청계천의 오염으로 식수원의 하나가 줄어들자 세종 대에 와서 더 이상의 오염을 막고 깨끗한 물이 흐르도록 하자는 의견과 이를 반대하는 의견들이 제기되었다는 사실 역시 기록으로 전해진다.

조선시대 서울 사람들은 한강의 물을 식수로 사용하기도 하였는데 강의 중심으로 흐르는 물을 길어다 썼으며 이를 우중수(右中水)라고 불렀다. 또, 한강의 각 지천으로 흘러드는 개울물의 이름을 각기 달리 불러 사용하였다. 언론인 이규태의 〈한국인의 밥상문화〉를 보면, 인왕산에서 흘러 한강으로 들어가는 물을 백호수(白虎水), 현 삼청동 뒷산에서 흐르는 개울물을 청룡수(靑龍水), 남산에서 흘러내린 물을 주작수(朱雀水)라 불렀으며 명문가에서는 백호수를 술 담그는 데 사용하고, 청룡수를 장 담그는 물로, 주작수는 머리감는 데 사용하는 등 그 용도를 달리 하였다고 전한다고 쓰고 있다. 법도 있는 가문에서는 장독대 말고 물독대를 따로 두어 사시사철 내리는 천수(天水)를 받아두었다가 용도에 맞게 쓰기도 하였다고 전해진다.

같은 물의 흐름이라도 윗물, 아랫물 혹은 가운데 물이 나뉘어져 있고 그 위치에 따라 수질의 차이가 있다며 가려 마셨다는 사실을 상기해 볼 때 참으로 섬세한 우리 민족의 감각을 짐작할 수 있다. 이와 같이 물을 얻는 때와 곳에 따라 그 용도를 가리고, 건강에 미치는 효과까지도 분별할 줄 알았던 우리 민족이야말로 세계에서 가장 깊고 오묘한 '물 문화'를 누리고 발전시킨 겨레라고 하겠다.

이러한 물을 필요한 곳에 공급했던 공급자들이 존재하였는데 그들이 바로 도가(都家)였다. 서울의 도가 가운데 가장 큰 세력을 형성하고 있던 것이 널리 알려진 북청도가(北靑都家)로, 북청

사람들이 모여 형성한 이들은 서울에서 고향사람들의 숙식을 제공하기도 하였고 장학 사업까지 벌이는 등 큰 규모의 사업을 일구었던 집단이었다.

조선말 개항과 더불어 서울을 비롯한 5개 도시(인천 · 부산 · 평양 · 목포)에 근대적 상수도가 도입되면서 한강은 서울상수도의 주요 취수원으로서의 중요한 역할을 담당하게 되었다. 우리나라 최초의 근대적 상수도시설인 뚝도정수장이 1906년 8월 1일, 영국인들에 의해 착공되고 뚝도 근처의 한강물을 취수, 완속여과지를 통해 정수한 수돗물을 1908년 9월 1일 급수를 시작하면서 서울의 근대적 상수도가 출발한 것이다.

일제강점기와 광복정국을 거치면서 지속적인 시설확장을 보인 서울상수도는 1970년대 경제개발시대에 급증하는 상수도의 수요를 충족시키기 위해 새로운 수도개발방식이 도입되었다. 이른바 광역상수도에 의해 다목적댐, 대형하천 등 유량이 풍부한 수원지에서 일괄 취수해 광범위한 지역에 필요한 물을 동시에 공급할 수 있는 국가주도형 상수도시설이 본격적으로 추진되었다.

한강의 상류인 팔당호를 취수원으로 하여 서울 및 인근도시에 1일 120만㎥의 용수를 공급하는 수도권광역상수도 1단계사업이 441억원의 예산으로 1979년 완공되어, 수도권의 만성적인 물 부족 문제를 해결하는 데 일조한 것이다.

1982년부터 1986년 사이에 실시한 한강 하류부의 종합개발사업은 우리나라 하천개발공법의 일대 혁명을 일으킨 사건이라고 할 수 있다. 이전 하천들의 다목적 개발의 목적은 대개 전력과 용수 그리고 홍수조절을 위한 개발이었지만 한강 하류부의 종합개발사업은 보다 광범위하게 하천을 이용하고 보존하는 데 주목적을 두고 있었다.

한강 하류부의 종합개발 방식은, 당시로서는 처음 시도하는 새로운 개발방식이었으며 현재까지도 세계에서 그 유례를 찾아볼 수 없는 새로운 방식이었다. 1970년대 일본에서도 이와 비슷한 방식으로 몇 개의 하천을 개발한 바 있지만 본질적으로 한강종합개발방식과는 다르다.

한강 하류부 종합개발사업은 물길의 정리와 이용, 강변 고속도로의 건설, 사계절 푸른 물이 흐르는 한강 만들기, 하천 바닥에 있는 골재의 이용 등 친환경 마인드와 하천이용의 효율성을 담보한, 네 가지의 생산적인 목적을 위해 실시되었다. 이러한 사업의 성과로 하도의 정리를 통해 저수로는 수심이 2.5m이상이고, 너비 600~900m가 확보되어 유람선이 운항되고 보트 · 요트 · 수상스키 · 수영 · 낚시 등의 레저를 즐길 수 있게 되었으며, 694만여㎡에 달하는 둔치는 운동장과 휴식 초지 등 시민들의 휴식처로 조성되었다.

광역상수도 공사현장

특히, 사계절 푸른 물이 흐르는 한강과 주

요 취수원으로서의 깨끗한 한강을 만들기 위해 서울시의 생활하수와 공장폐수가 직접 한강으로 유입하는 것을 막으려는 노력으로, 중랑물재생센터 이외에 약 2,100억원을 투입, 난지와 강남의 탄천 및 안양천에 서남물재생센터를 건설하기도 하였다.

한강은 현재까지 꾸준하게 서울 상수도의 주요 취수원으로서 활용되고 있지만 폭발적인 인구증가로 인한 생활하수와 공장폐수의 유입으로 1970년대 이후부터 수질이 급속도로 악화되었다. 이러한 현상은 지방에서 더 심해 낙동강수계의 경우는 2004년 8월부터, 그리고 영산강수계에서는 2005년 8월부터 오염물질 배출 총량제를 시행하고 있다.

한편 한강수계는 수질개선을 위한 지속적인 노력의 결과로 수질이 크게 개선되기는 했지만 아직 부족한 실정으로 오염물질 배출 총량제 시행을 추진하고 있다.

2절 한강의 수질

한강이 수도 서울의 젖줄이라고는 하지만 어디까지나 수질이 온전하게 보존된다는 전제가 있어야 그 의미를 지닌다고 할 수 있을 것이다. 이미 1980년대 이후부터 서울지역 한강의 잠실대교를 기준으로 하류 쪽에서는 상수도 원수로 부적합할 만큼 수질이 오염되어 상수도 취수원을 잠실대교 수중보 위로 이설하거나 수도권 광역상수도 사업에 의해 팔당호수를 원수로 사용하고 있는 상황이다.

우리나라는 1970년대 도시화, 산업화 이전에는 하천 또는 호수의 수질오염이 심각하지 않았으며 상수원 및 하천오염의 주범은 가정하수가 대부분이었다. 가정하수는 분뇨성분 · 세탁 · 청소 · 음식찌꺼기 및 목욕 · 폐수 등으로 병원성 미생물이 콜레라 · 장티푸스 · 이질 · 소아마비 등의 질병을 일으켜 문제가 되었으나 이들의 오염은 상수처리 과정 중 약품처리와 응집침전과정, 모래여과 그리고 염소소독에 의해 대부분 제거되었다. 하지만 고도 산업화에 따른 산업폐기물과 화학물질 등의 증가로 인한 상수원의 오염은 심각한 문제로 대두되었다.

이에 따라 1974년 서울시 관내에서 취수하던 상수원을 팔당으로 옮겼으나 그 수질은 상수원수 2등급에 해당되고 있다. 대체로 4대강 유역의 상수원 수질은 2~3등급으로 알려져 있어 사회적으로 상수원수의 안전성에 대한 논란이 끊임없이 대두되고 있는 실정이다. 이러한 상수원 수질의 악화는 국민들이 공공상수도를 불신하는 문제로까지 나타나고 있는 현실이다.

한강의 발원지 검룡소

일반적으로 훌륭한 상수도 수원의 구비 요건으로 '풍부한 물의 양', '양질의 수질', '토지조건(지리적조건)' 및 '소비지와의 거리' 등 네 가지를 꼽고 있는데 이중 가장 취약한 부분이 바로 '수질'이다. 도시화, 공업화가 진행되면서부터 많은 산업폐수와 생활하수가 한강으로 유입되어 수질이 오염됨에 따라 취수원의 위치가 점차 상류로 이동되기도 하였고 1960년대 초, 지금의 서대문과 신촌 같은 변두리지역에서는 급수수요에 대응하기 위해 지하복류수(地下伏流水)를 상수원으로 취수한 적도 있었지만 이 역시 지하수의 오염으로 오래가지 못하고 폐쇄되었다. 이처럼 수원의 오염문제는 앞으로도 풀어나가야 할 중요한 숙제라 하겠다.

현재 한강수계는 탄천 · 중랑천 · 안양천과 같은 주요 오염지천의 수질이 꾸준히 개선되는 추세지만 아직도 오염도가 높은 상태이다. 한강 본류는 팔당이하에서 대부분(팔당 · 구의 · 노량진 · 영등포 구역) 수질오염도가 높아지고 있다.

2007년 서울상수도의 취수원인 한강의 수질은 주요취수지점인 팔당호와 잠실수중보 기준으로 2급수에 해당한다. 1975년 7월 9일 상수원보호구역으로 지정돼 비교적 깨끗한 원수로 인식되고 있는 팔당호의 경우 최근 5년간 BOD 평균치는 약 1.3㎎/ℓ이다.

1. 한국전쟁 전의 한강 수질

1908년 뚝도 정수장에서 수돗물을 공급하기 시작한 이후 원수의 수질기준은 1904년 공포된 일본 상수협의회 협정시험법(協定試驗法)에 의해 규정되었다. 1910년도 당시 수질시험검사(水質試驗檢査)는 원수, 침전지수, 여과지수, 급수전수를 대상으로 시행하였는데 그 검사항목은 16개에 달했다. 그 항목은 기온(氣溫), 수온(水溫), 색도(色度), 탁도(濁度), 취미(臭味), 반응(反應, pH), 염소이온, 황산(黃酸), 질산(窒酸), 아질산(亞窒酸), 암모니아, 경도(硬度), 고형물총량(固形物總量), 과망간산칼륨소비량, 연(납, 鉛), 세균취락수(細菌聚落數) 등이다.

수질검사항목의 기준을 살펴보면 암모니아성 질소, 아질산성 질소 등의 물질은 정성반응(定性反應)을 나타내지 않으면 사용 가능한 정도였고, 미량의 질산성질소나 염소이온이 발생한 경우는 이상하지 않은 상태라고 규정하였다. 과망간산칼륨소비량은 10㎎/ℓ이상이 되지 않아야 한다는 기준치가 1916년에 제정되었고 증발잔류물(蒸發殘留物) 500㎎/ℓ이하의 기준은 1926년에 추가 제정되어 오늘날까지 적용되고 있기도 하다.

1913년 조선총독부에서 발행한 〈조선수도수질의 연구〉는 원수수질에 대한 기온, 우량(雨量), 염소이온(格魯兒), 경도(硬度), 고형물총량(固形物總量), 유기물(有機物) 및 세균수의 통계수치를 월별로 자세히 소개하고 있다. 〈표1-1〉은 1913년 당시 〈조선수도수질의 연구〉(1913년판)에 기록된 서울상수도 원수의 수질통계표를 나타낸 것이다.

또 1919년 역시 조선총독부가 발행한 〈조선수도수질의 연구〉(1919년판)에는 서울상수도의 개괄적 소개와 더불어 춘천과 가평 · 홍천강 · 양주 · 광주(廣州) · 고양 · 시흥에 이르기까지 한강의 상류지역 수질상태를 조사해 통계자료를 싣고 있다. 이에 의하면, 한강 상류 춘천부근의

표 1-1. 1913년 한강의 수질 통계

서울상수도 원수 기준

월별	기온(℃)	우량(mm)	염소이온(格魯兒)	경도(度)	고형물(개)	유기물(개)	세균수(마리)
1월	-5.0	2.7	5,325	1,525	-	3,476	60
2월	1.0	65.3	7,875	1,200	-	3,334	151
3월	4.1	20.1	14,184	1,250	-	3,476	61
4월	9.8	80.9	수질시험실 미설로 당월 수질시험 미집행				
5월	14.8	88.8	2,800	1,119	77,000	2,418	81
6월	21.0	100.1	3,470	1,117	612,500	4,671	115
7월	24.0	391.5	6,120	1,524	423,000	4,457	1,300
8월	24.8	234.0	3,200	1,025	85,000	2,020	102
9월	18.1	27.5	3,200	1,800	61,000	869	136
10월	11.2	68.9	3,100	1,023	84,000	942	89
11월	1.3	32.5	3,700	1,150	20,000	790	63
12월	-3.1	11.2	3,700	1,150	20,000	790	65
평균	11.1	93.6	5,152	1,262	172,812	2,476	202

수질은 극히 양호한 상태이며 경도(硬度)는 서울부근 한강수치의 1/4 정도로 나타나고 있다.

〈표1-2〉는 1919년 당시 한강의 상 · 하류 각 지점의 수질시험 성적 현황을 나타낸 것이다.

일제강점기 서울상수도의 수원인 한강은 거의 오염되지 않았다. 이는 당시의 원수에 대장균이나 암모니아성질소, 아질산성질소 등이 음성반응을 나타냈음을 보면 금방 알 수 있다. 또, 일반세균은 1cc당 세균집락수가 5마리 정도였고 과망간산칼륨 소비량은 1.1mg/ℓ로 비교적 오염되지 않은 깨끗한 물이었다. 그 당시에는 서울의 인구가 많지 않았고 공장수 또한 적었기 때문이다. 각 가정에서의 수세식 화장실의 보급도 거의 없었으며 분뇨조차 모두 수거되어 농토로 환원되었다. 각 가정의 설거지물도 가축의 먹이로 썼으며 심지어 길거리에 버려진 가축배설물까지도 수거하여 퇴비(堆肥)로 활용되었던 시대이고 보면 수질오염의 요인이 근원적으로 차단되었다고 볼 수 있다.

따라서 급수전(給水栓)에서 수질은 양호하였으며 수질관리 또한 큰 어려움이 없었다. 한강물을 취수해 완속여과한 다음 송수관을 거쳐 배수지에 이송하는 것이 정수작업의 대부분 과정이었으며 정수용약품이나 멸균용소독제의 사용 등은 미미한 수준이었을 것으로 보인다.

서울시가 펴낸 〈시세일람〉에 의하면, 1940년경의 서울상수도 보급율은 호수대비(戶數對比) 50%, 인구대비(人口對比) 49%였으며 1인당 1일 평균급수량(平均給水量)은 161ℓ, 최소 113ℓ로서 서울시민의

표 1-2. 1919년 당시 한강 상 · 하류 각 지점의 수질현황

채집장소	염소이온	경도(度)	고형물(개)	유기물(개)	세균수(마리)
춘천군 수동리	3,750	650	40,000	2,000	97
춘천군 오매리	3,730	650	40,000	2,000	110
춘천군 신연강	3,550	650	42,000	2,100	618
춘천군 안보리	3,750	650	42,000	2,100	327
가평군 대곡리	3,750	670	43,000	2,200	310
가평군 비령대	3,750	670	41,000	2,200	330
가평군 학익동	3,720	670	41,000	2,200	452
홍천강	3,500	720	32,000	1,950	171
양평군 송리	3,720	720	40,000	2,300	391
양평군 사점리	3,740	815	45,000	2,200	486
가평군 대성리	3,750	900	48,000	2,000	418
양주군 남하리	3,800	950	49,000	2,400	370
양주군 평촌	3,850	960	48,000	2,300	368
양주군 고안	3,850	980	47,000	2,700	595
남한강	4,000	1,500	72,000	3,100	731
광주군 우천	4,100	2,000	81,000	3,600	829
양주군 동막동	4,000	2,000	77,000	3,100	770
양주군 석실리	4,000	2,300	78,000	2,800	625
고양군 장의동	4,000	2,150	81,000	2,750	784
고양군 삼전도	4,100	2,500	74,000	2,500	720
고양군 뚝도	4,100	2,500	81,000	2,500	680
고양군 서빙고	4,200	2,500	83,000	2,800	1,651
시흥군 반포리	4,200	2,500	81,000	2,900	780
시흥군 노량진	4,200	2,500	82,000	2,950	870
시흥군 신초리	4,200	2,500	89,000	2,950	934

표1-3. 1946년 12월 당시 서울시내 정호수의 용도별 수질현황

		음료수	임시 음용수	잡용수	계
현상	탁도 및 색도	57	7	79	129
	침전도	123	33	112	286
취미(臭味)	Neg	177	39	182	398
	T.O	3	1	9	13
황산이온	Neg	85	6	51	142
	Trace	20	3	15	38
	Spur	46	16	59	121
	Small	27	13	39	79
	Great	2	2	27	31
pH	8.4~7.7	–	–	2	2
	7.6~7.1	1	1	34	36
	7.0~6.7	33	15	97	145
	6.6~6.1	103	17	51	171
	6.0~5.8	43	7	7	57
질산성질소	Neg	22	3	39	64
	Trace	47	12	66	125
	Spur	58	13	50	121
	Small	32	11	27	70
	Great	21	1	9	31
아질산성질소	Neg	112	28	103	243
	Trace	30	3	28	61
	Spur	28	4	23	55
	Small	5	3	16	24
	Great	5	2	21	28
암모니아성 질소	Neg	139	21	58	218
	Trace	12	8	30	50
	Spur	14	5	53	72
	Small	10	3	23	36
	Great	5	3	27	35
염소이온	최대	591.7	477.5	760.7	760.7
	최소	2.3	12.4	28.1	2.3
	평균	109.9	185.9	221.5	181.2
과망간산 칼륨 소비량	최대	30.43	16.84	39.1	39.1
	최소	0.1	0.86	1.12	0.1
	평균	4.44	6.05	11.46	7.92
경도	최대	330.0	251.0	361.0	361.0
	최소	2.4	12.7	7.6	2.4
	평균	93.3	116.2	115.2	102.0
합계		180	40	191	411

과반수 이상이 상수도의 혜택을 받지 못하고 정호수(井戶水)와 정화되지 않은 한강물을 식수로 사용하고 있었다.

이후 1950년 한국전쟁의 발발과 더불어 상수도시설의 건설은 중단되었고 수량부족과 시설의 노후로 급수전의 관말수압(管末水壓)은 극히 저하되어 물 사정은 원활하지 못하였다. 따라서 한때 정호수가 점하는 시민급수의 비중이 높은 비율을 차지하였고 서울의 우물 숫자는 총7,941개소였으며 그중 전용 우물이 6,084개소(飮用 2,544, 雜用 3,540), 공용우물이 1,853개소(飮用 1,337, 雜用 516)나 되었다.

이와 같이 우물물은 상수도의 혜택을 받지 못하는 시민들의 중요한 음용수의 공급원으로 그 수질의 문제는 보건위생상 중요한 문제로 대두되었다.

그러나 당시 우물물의 수질은 양호한 편이 아니었다. 사용자가 꾸준히 증가하였고 우물의 공동화(共同化)와 사용자의 위생관념 부족, 시내 하수관망의 정비 불량으로 인한 하수의 지하수 유입 등의 원인에 의해 지층(地層)의 오염은 불가피하였다. 지층의 오염이 우물물의 수질에 대해 직접적 영향을 미칠 것을 예측해 국립화학연구소 위생화학부에서 1946년 5월 9일부터 12월 19일까지 약 220일간 서울시내 우물 411개소에 대한 수질검사를 실시하였다. 그 결과를 보면, 대부분의 음용전용우물의 pH가 6.1~6.6로 약산성을 보였으며 오히려 잡용 우물물의 pH가 정상치를 보였다. 〈표1-3〉은 〈서울시내 우물수질조사연구보고서〉 제1권에 기록된 수질검사 결과를 표로 나타낸 것이다.

1946년부터 1948년까지의 서울시 상수도 및 원수의 수질상황을 살펴볼 수 있는 자료가 있는데 바로 권숙표 박사 등이 분석 · 시험한 자료이다. 이 자료는, 종로구 세종로에 소재한 국립화학연구소의 급수전과 뚝도 정수장의 처리수 및 한강원수, 구의 정수장 처리수의 수질을 국립화학연구소 표준수질검사법에 의해 분석, 시험하였다. 〈표1-4〉는 뚝도정수장 처리수의 수질검사 결과이다.

1940년대 후반 당시 한강원수 및 정수장 처리수의 수질검사 성적서를 살펴 볼 때 뚝도 정수장의 경우 원수수질이 양호하였고 일반세균의 수치가 1cc 중 5마리 정도, 대장균(大腸菌) 수치는 음성으로 나타나 비교적 깨끗한 수질이었음을 알 수 있다.

1960년대 초반까지도 현 광진교 부근에서는 겨울철 얼어붙은 한강의 얼음판에 구멍을 뚫어 구한 물을 식수로 사용하고 있었다. 동결된 한강의 얼음을 깨 보관했다가 여름철에 사용했다는 서빙고동의 유래가 허구가 아니었음을 그대로 입증해주는 내용이다.

산업화 이전까지만 해도 한강은 식수로 사용할 만큼 깨끗하였다.

2. 경제발전과 산업화 이후의 한강수질

1950년 한국전쟁으로 인해 남한과 북한은 경제적 타격을 심하게 받았다. 취약한 산업시설과 기반시설은 크게 파손되었으며 상수도 시설의 상황 역시 크게 다르지 않았다.

한국전쟁으로 파손된 상수도시설의 복구와 부족한 상수도수요량의 충족을 위해 1954년부터 5개년간 정부와 미국원조단(USOM, United States Operations Mission)의 원조(援助)를 받아 시설복구에 들어갔다. 이때 지급받은 현물(現物)로는 주철관 · 강관 · 철근 · 시멘트 · 펌프 · 모터 등이었으며 기타 시설복구에 필요한 많은 현물을 지원받기도 하였다.

한국전쟁과 전후 복구의 와중에서 1958년까지는 각 정수장에 원수 및 수돗물에 대한 수질검사기능이 거의 없었으며 응집약품의 투입 역시 일정한 기준을 갖추지 못하였다. 단지, 송수펌프실에서 채취한 정수(淨水)의 잔류염소(殘留鹽素)의 정도를 비색법에 의해 검사하는 수준이었고 수도전(水道栓)의 수질검사는 서울시 위생시험소에 의뢰해 시행하고 있었다.

1958년 6월, 건설국 수도과 소속으로 상수도 수질검사를 전담하는 직원을 채용해 위생시험소에 파견하기 시작했고 1960년도 들어 각 정수장에 수질검사실을 설치, 시험요원들을 확보하기 시작하였다.

1959년 초부터 정수용 응집제를 위시한 소독제인 액체염소의 원조물자지급이 중단되면서 응집제인 황산반토는 해림화학(주)에서 생산, 국산화가 가능하게 되었으나 품질은 크게 떨어졌고 수요에 대한 충분한 공급도 이루어지지 않았다. 더군다나 소독제인 액체염소는 생산에 차질이 생겨 공급이 여의치 않아 각 지방도시에 배정되어 재고품으로 남아 있는 오래된 염소(鹽素)를 수거해

60년대 정수장 수질실험실

표 1-4. 원수 및 서울상수도 수질검사 성적현황(1946년)

1946년		1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
검사횟수		–	18	27	28	9	28	28	27	23	26	26	25
수온	평균℃	–	4.6	7.9	10.9	–	–	–	–	–	–	–	–
실온	평균℃	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
취미	염소취	–	18	27	28	9	26	21	20	20	26	25	25
	무미무취	–	0	0	0	0	2	7	7	3	0	1	0
색도	착색	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	무색	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
탁도	혼탁	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	청증	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
반응(pH)	최고	–	7.0	7.8	7.6	7.3	7.2	6.8	6.8	6.9	6.9	7.1	7.0
	최저	–	6.9	6.8	6.6	7.0	6.3	6.4	5.8	6.3	6.6	6.7	6.7
	평균	–	7.0	7.3	7.1	7.2	6.8	6.6	6.3	6.6	6.8	6.9	6.9
용존산소(ppm)	최고	–	7.7	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	최저	–	1.1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	평균	–	4.4	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
염소이온(ppm)	최고	–	6.3	7.1	19.2	–	–	–	8.9	13.8	9.7	9.6	9.7
	최저	–	3.8	4.3	5.7	–	–	–	6.3	6.9	5.5	4.3	4.3
	평균	–	5.1	5.7	12.5	–	–	–	7.6	10.4	7.6	7	7
황산이온	검출	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	불검출	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
질산성 질소	검출	–	0	0	0	0	2	4	0	0	0	0	0
	불검출	–	18	27	8	9	26	24	27	23	26	26	25
아질산성 질소	검출	–	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	불검출	–	18	27	28	9	28	28	27	23	26	26	25
암모니아성 질소	검출	–	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	불검출	–	18	27	28	9	28	28	27	23	26	26	25
과망간산	최고	–	–	1.7	2.8	1.8	4.1	3.5	4.1	2.5	4.1	2.1	2.0
칼륨 소비량(mg/ℓ)	최저	–	–	0.6	0.6	0.6	0.3	0.6	1.2	1.2	0.3	0.6	0.6
	평균	–	–	1.2	1.7	1.2	2.2	2.1	2.7	1.7	2.2	1.4	1.3
증발잔류물(ppm)	최고	–	90	94	109	86	57	–	–	–	–	–	–
	최저	–	40	33	35	86	33	–	–	–	–	–	–
	평균	–	65	63.5	72.0	86	45	–	–	–	–	–	–
총경도(ppm)	최고	–	–	39.9	49.8	–	–	78.3	57.3	66.6	83.1	59	72.9
	최저	–	–	26.9	37.1	–	–	24.2	25.1	29.5	34	40.3	24.3
	평균	–	–	33.4	43.5	–	–	51.3	41.2	48.1	58.6	49.7	48.6
철(ppm)	최고	–	0.40	0.25	0.01	–	–	–	–	–	–	–	–
	최저	–	0.01	0.01	0.01	–	–	–	–	–	–	–	–
	평균	–	0.21	0.13	0.01	–	–	–	–	–	–	–	–
잔류염소(ppm)	최고	–	2.8	2.5	2.4	1.3	2.6	1.3	2.0	2.0	2	1.5	1.5
	최저	–	0.2	0.4	0.6	0.8	0.2	0.1	(–)	(–)	(–)	(–)	0.5
	평균	–	1.5	1.45	1.5	1.05	1.4	0.7	0.74	0.84	0.84	0.86	1.05
일반세균	최고	–	–	–	–	–	–	–	–	–	5	3	2
	최저	–	–	–	–	–	–	–	–	–	(–)	(–)	(–)
대장균	검출	–	–	–	–	–	–	–	–	–	0	0	0
	불검출	–	–	–	–	–	–	–	–	–	26	26	25

표 1-4. 원수 및 서울상수도 수질검사 성적현황(1947년)

1947년		1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
검사횟수		26	23	25	26	28	25	21	8	16	25	17	26
수온	평균℃	4.0	5.1	7.2	9.7	16.1	19.5	20.8	21.8	21.1	17.0	10.8	5.7
실온	평균℃	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
취미	염소취	20	21	24	26	28	25	19	2	16	25	17	25
	무미무취	6	2	1	0	0	0	2	6	0	0	0	1
색도	착색	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	무색	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
탁도	혼탁	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	청증	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
반응(pH)	최고	6.9	6.7	6.9	6.8	6.8	7.0	6.8	6.9	6.9	7.0	6.9	6.9
	최저	6.7	6.7	6.7	6.6	6.5	6.6	5.8	6.4	6.6	6.8	6.2	6.8
	평균	6.8	6.7	6.8	6.7	6.7	6.8	6.3	6.7	6.8	6.9	6.6	6.9
용존산소(ppm)	최고	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	최저	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	평균	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
염소이온(ppm)	최고	6.9	6.6	8.0	8.0	7.5	7.6	7.1	7.0	7.0	7.5	7.0	6.5
	최저	2.8	4.2	5.0	6.0	5.5	6.0	6.0	5.5	4.5	5.5	5.0	4.3
	평균	4.9	5.4	6.5	7	6.5	6.8	6.6	6.3	5.8	6.5	6	5.4
황산이온	검출	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	불검출	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
질산성 질소	검출	17	11	9	5	8	4	17	6	15	25	9	14
	불검출	9	12	16	21	20	21	4	2	1	0	8	12
아질산성 질소	검출	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	불검출	26	23	25	26	28	25	21	8	16	25	17	26
암모니아성 질소	검출	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	불검출	26	23	25	26	28	25	21	8	16	25	17	26
과망간산 칼륨소비량(mg/ℓ)	최고	4.1	3.5	3.2	3.1	2.1	1.5	1.5	2.7	1.6	2.2	1.6	2.6
	최저	0.3	1.2	0.5	0.7	0.7	0.6	0.6	0.8	0.3	0.4	0.2	0.5
	평균	2.2	2.4	1.9	1.9	1.4	1.1	1.1	1.8	1	1.3	0.9	1.6
증발잔류물(ppm)	최고	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	최저	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	평균	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
총경도(ppm)	최고	61.0	58.1	52.6	48.3	48.0	42.6	28.5	34.0	37.0	47.9	47.9	46.4
	최저	31.9	38.2	41.0	37.3	28.6	25.1	17.7	25.1	28.6	29.5	34.0	36.3
	평균	46.5	48.2	46.8	42.8	38.3	33.9	23.1	29.6	32.8	38.7	41	41.4
철(ppm)	최고	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	최저	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	평균	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
잔류염소(ppm)	최고	2.0	1.5	1.5	1.5	2.5	2.0	1.5	1.3	2.0	1.5	1.5	1.2
	최저	(–)	0.25	0.1	0.1	0.3	(–)	(–)	(–)	0.1	0.15	0.1	(–)
	평균	1.0	0.88	0.8	0.8	1.4	1.2	0.7	0.4	1.1	0.8	0.8	0.5
일반세균	최고	1.0	2	1	1	2	3	12	5	2	4	3	5
	최저	(–)	(–)	(–)	(–)	(–)	(–)	(–)	(–)	(–)	(–)	(–)	(–)
대장균	검출	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	불검출	26	23	25	26	28	25	21	8	16	25	17	26

사용한 경우도 있었다.

1961년 12월 31일, 법률 제939호로 우리나라에서 처음으로 공포된 수도법에는 상수도의 수질보호를 위해 필요하다고 인정되는 지역에 상수원보호구역(上水源保護區域)을 지정하고 수질의 오염을 초래할 우려가 있는 행위를 금지하거나 제한할 수 있게 하는 법적근거가 마련되었지만 동 법에 의한 수질기준은, 1963년 3월 13일 보건사회부령(保健社會部令) 제106호를 통해 최초의 기준이 정해졌다.

1960년대 초기만 해도 한강원수의 수질이 크게 오염되지 않았으며 상수도행정 중 수질관리의 비중은 미약했고 전 행정력은 상수도 수요량 충족에만 매달렸다. 아울러 수질관리에 필요한 전문 인력도 부족했고 장비 확보 역시 크게 부족하였다. 그러나 당시 수질관리에 미비했던 근본 원인은 수질에 대한 인식의 부족 때문이었다. 즉, 수도법에 의한 상수도 수질기준이 제정되었음에도 이에 따른 완벽하고 치밀한 분석을 시행하지 못했고 수질에 관한 일반사항만 시험 · 분석했던 관행 때문이었던 것이다.

이는 1963년 한강상류 지역인 구의정수장의 원수는 청정한 상태를 유지했으면서도 한강하류 지역은 미처리된 생활하수의 유입으로 대장균군의 지수가 매우 높게 나타난 현상에서도 알 수 있다.

1963년 3월, 처음으로 제정된 상수도 수질기준은 1984년까지 20여 년간 지속적으로 적용되었다. 그러나 1984년 들어서 인근국가들에서 카드뮴의 영향에 의한 '이타이이타이병'과 '수은중독' 등 산업화에 수반된 환경오염이 극에 달하고 환경보전이 인류생활에 지대한 관심사로 주목받으면서 다시 화두로 떠오르기 시작하였다.

이로 인해 공해요인 물질인 카드뮴을 규제하게 되었고 시민들이 무작정 사용하는 합성세제의 잔류물이 정수처리에 장해를 미침은 물론 환경보전에 지대한 영향을 야기시킨다는 점을 감안, 난분해성(難分解性) 세제의 품질개선을 위한 세제함유량 규제에 나서게 되었다.

그러나 상수도의 수원인 하천과 호소(湖沼)는 미처리된 생활하수와 축산폐수 및 산업폐수 등의 증가에 지속적으로 영향을 받기 시작했고 수세식 화장실의 보급 등 생활수준의 향상과 공업의 발달에 따라 서울의 젖줄인 한강은 서서히 오염되기 시작하였다.

서울상수도는 원수인 한강의 수질을 철저히 감시 · 관리 해오고 있다.

서울의 시세확장과 더불어 강남지역의 개발이 촉진되고 한강상류지역의 개발에 따른 오염원 증가 등으로 한강 원수의 생물학적 산소요구량과 대장균군이 증가되기 시작하였다. 이에 따라 도

심과 가깝고, 대중교통수단인 전차를 이용해 많은 시민들이 여름철 물놀이 장소로 애용하던 제1한강교 근처 한강하류의 수영장이 1963년 여름부터 폐쇄되었다. 한강하류지역의 오염은 청계천과 중랑천 및 욱천 등에서 유입되는 미처리된 생활하수의 유입이 큰 비중을 차지하였다.

1960년 후반에 들어서는 노량진 정수장의 원수에 유기물질 함유량이 증가되어 침전지에 침강(沈降)된 퇴적오니(堆積汚泥)에서 유기성물질의 분해 작용이 일어나 악취가 발생하기도 하였다. 또, 침전지의 퇴적오니에서 실지렁이가 번식해 여과지까지 유입되는 등 소동이 일기도 하였다. 다행스럽게도 우기에 접어들면서 한강의 수위가 상승하고 원수가 희석, 자연 정화되어 정상을 회복하기도 하였다.

1970년대부터 국가적인 차원에서 근본적인 수계 수질오염 방지대책을 강구하면서 공공하수종말처리장 설치공사를 착수했고 한강의 개발 사업을 본격적으로 추진하기 시작하였다. 서울올림픽이 개최된 1988년 한강 상류지역의 중랑물재생센터와 탄천물재생센터를 완공해 활성오니법에 의한 2차처리를 개시했고 하류지역의 서남물재생센터 및 난지물재생센터는 우선적으로 1차 처리시설 만을 완공해 하수를 처리하여 방류함으로써 한강 수질보전에 전기가 마련되었다.

아울러 서울시에서는 한강하류 지역에서 취수하던 보광동 · 노량진 · 영등포 · 선유정수장의 원수 취수원을 수도권광역상수도사업 2단계 완료시점인 1981년에 한강 상류 쪽으로 이설해 양질의 원수 공급에 최선을 다한 결과 상수도 수질은 비교적 안전한 상태를 유지하기 시작하였다.

그러나 1980년대 말부터 지방 상수도에서 크고 작은 수질사고가 발생되고 낙동강 유역의 페놀 사건 등 환경부문에 갖가지 사건들과 그로 인한 상수도에 대한 시민들의 인식이 차츰 엄격해지기 시작하였다. 이에 따라 국가는 맑은 물 공급에 대한 구체적인 대책을 수립, 추진하기에 이르렀고 음용수 수질기준을 강화하게 되었다.

〈표1-5〉와 〈표1-6〉은 1981년부터 1992년까지 12년간의 한강 주요지점의 생화학적산소요구량(BOD) 현황과 주요지천의 BOD를 나타낸 것이다.

1990년대 들어 한강은, 경기도 남양주와 하남 및 구리시의 인구팽창에 따른 생활하수의 유입량 증가로 수질이 악화되었으나 범정부차원의 '한강수계 상수원 수질관리특별대책' 수립 및 실천으로 1997년부터는 점차 맑아지고 있다. 대표적인 수질지표라 할 수 있는 BOD의 경우 1997년과 비교해 잠실지점이나 가양지점 등 한강의 상 · 중류 모두 점진적으로 개선되어

표 1-5. 한강 주요지점의 생화학적산소요구량(BOD) 현황

(1981~1992년, 단위:ppm)

연도 및 지점	의암	충주	팔당	노량진	가양
1981	0.7	2.1	-	5.2	10.4
1982	0.9	1.7	-	5.4	-
1983	1.4	1.1	-	6.1	17.2
1984	1.3	1.2	1.6	6.7	19.3
1985	1.1	1.3	1.4	4.6	11.4
1986	1.3	1.1	1.4	3.6	11.6
1987	1.3	1.4	1.3	4.3	7.4
1988	1.1	1.2	1.1	4.3	9.9
1989	1.3	1.3	1.2	3.4	6.0
1990	1.3	1.1	1.0	3.4	4.7
1991	1.6	0.9	1.1	3.9	4.8
1992	1.4	1.1	1.1	3.6	4.3

표1-6. 한강의 주요지천 수질(BOD)현황

(1985~1992년, 단위 : ㎎ /ℓ)

연도 및 지천	원주천	탄천	중랑천	안양천	굴포천
1985	8.0	51.6	48.3	84.4	95.6
1986	13.1	61.0	52.7	89.4	92.1
1987	17.5	39.8	37.5	85.2	105.7
1988	31.9	24.6	36.5	102.6	185.6
1989	15.8	25.5	30.0	96.2	108.6
1990	13.3	33.8	36.9	68.9	85.7
1991	22.1	35.9	42.6	71.6	71.0
1992	15.7	31.9	38.9	52.1	60.2

자료 : 환경부 물환경정보시스템(water.nier.go.kr)에서 발췌

2005년에는 각각 1.4mg/ℓ, 2.9mg/ℓ에 도달하였다. 그렇지만 잠실수중보 지점의 경우 여전히 적합한 수질기준인 1.0mg/ℓ에 미치지 못하고 있으며 개선의 정도가 전반적으로 더딘 형편이다.

한편 1998년 11월 20일, 이른바 '팔당호 등 한강수계 수질개선 특별종합대책'이 발표되어 2005년까지 팔당호 수질을 1급수로 개선하기 위한 노력이 시작되었다. 그 내용은 수변구역 설정, 보안림 지정, 오염물질 총량관리제, 임진강 유역 오염예방대책, 팔당호 준설 및 팔당호 전담관리기구 설치 등의 다양한 정책을 시행하여 목표수질에 접근해 간다는 것이었다.

3. 상수원 수질 보전을 위한 노력

1990년대 당시 정부 차원에서 한강의 수질보전을 위해 수역별로 환경기준을 정하고 있던 바 한강상류지역의 환경기준은 의암댐 · 충주댐 · 팔당댐의 경우 BOD 기준 1.0mg/ℓ이하로 설정되어 있었다.

이들 수역의 오염상황을 살펴보면, 환경부가 1994년에 조사한 수질측정치에 의하면 1994년의 연평균치로 볼 때 의암댐 1.5mg/ℓ, 충주댐 0.9mg/ℓ, 팔당댐 1.2mg/ℓ로 의암댐과 팔당댐의 경우 이미 초과된 기준치를 보이고 있다. 그리고 이와 같은 오염실태는 효과적인 수질관리가 뒷받침되지 않는 한 점차 악화될 수밖에 없는 상황이었다.

이에 따라 1990년대부터 한강의 수질을 체계적으로 관리하기 위한 여러 가지 법적 장치와 노력들이 나타나기 시작하였다.

당시 보건사회부는 1990년 1월 11일 보건사회부령을 개정해 '트리할로메탄'을 규제하게 되었고 이어 1991년 7월 4일과 1992년 12월 15일에 발표한 법령을 통해 연쇄적으로 수질기준을 엄격히 강화해갔다.

트리할로메탄은 메탄의 4개 수소원자 중 3개가 할로겐으로 치환된 화합물로 주로 수돗물의 염소소독과정에서 생성되는데, 클로로포름같이 암을 유발하는 화합물도 있어 환경관리상 최대 허용 함량이 정해져 있다. 또, 농약류 및 중금속류, 미량유기물 등 인체에 해를 끼칠 수 있는 유해유기물질 등을 추가로 규제하고 수질강화에 대한 국민적 인식이 확대될 수 있도록 홍보에 주력하기 시작하였다.

수질실험 모습
서울상수도는 원수뿐 아니라 정수수질도 엄격하게 관리하고 있다.

1994년 7월 1일을 기해 '보건사회부령 제932호'로 43개 항목의 음용수 수질기준을 제정해 맑은 물 공급을 위한, 보다 철저한 수질관리에 역점을 두고 특별히 독립된 기관으로 '수도기술연구소'를 설치, 상수도처리기술의 향상과 취수원인 한강의 과학적인 수질

관리에 박차를 가하기도 하였다.

지난 2006년부터 약 32조 7,000억여원을 투입하기로 하고 추진된, '4대강 수질보전 기본계획(물환경관리 기본계획)'은 하천, 호소(湖沼), 연안 수계 등 한강을 비롯한 4대강 대권역 전체의 물환경 개선을 위한 국가 기본방침으로, 1998년부터 2005년까지 8년간 추진된 '4대강 물관리종합대책'의 업그레이드판이다. 즉, '4대강 물관리종합대책'이 상수원 수질개선에 초점을 맞춰 BOD 위주의 오염물질 관리에 치중한 정책이었던 반면, '4대강 수질보전 기본계획'은 국민건강 보호와 수생태 복원을 위한 친환경 정책의 비중을 대폭 강화한 특징을 지니고 있으며 상수원 상류 매수 토지에 수변생태벨트 조성 및 유해물질 평가관리 강화, 하천 및 호소의 부영양화 대책이 본격 추진되었다. 이에 따라 한강의 수질이 환경 보전 차원에서 한층 강화, 실효화된 기준을 통한 엄격한 관리가 기대되고 있다.

표 1-7 . 1993년 이후 한강 주요지점의 생화학적산소요구량(BOD)현황

(1993~2007, 단위:ppm)

연도 및 지천	원주천	탄천	중랑천	안양천	굴포천
1993	0.9	1.0	–	3.1	4.0
1994	1.6	0.9	–	3.3	4.3
1995	1.3	1.0	1.6	3.8	4.4
1996	1.4	0.9	1.8	3.9	5.0
1997	1.4	0.8	1.7	4.1	5.5
1998	1.2	0.8	1.5	3.6	4.6
1999	1.1	0.8	1.6	3.3	3.9
2000	1.1	0.9	1.4	2.7	3.0
2001	1.0	0.8	1.4	3.4	3.5
2002	1.2	0.8	1.4	3.3	3.4
2003	1.2	0.9	1.4	2.8	2.8
2004	0.9	1.0	1.5	3.4	3.0
2005	1.2	1.0	1.2	3.1	2.9
2006	1.3	1.0	1.4	4.0	3.2
2007	0.9	0.8	1.2	3.5	3.1

자료 : 환경부 물환경정보시스템(water.nier.go.kr)에서 발췌

한강수계의 수질개선 및 주민지원 사업을 관장하기 위해 1999년 8월 출범한 한강유역환경청은 상수원 관리지역의 수질개선사업을 위해 2006년까지 한강수계관리기금 1조 8,913억원을 조성, 환경기초시설 설치 등에 투자해왔다. 즉, 환경기초시설 설치비로 하수처리장 등 708개소 5,261억원, 환경기초시설운영비로 1,955개소 3,094억원, 주민지원사업으로 4,932억원, 수변구역 등에 대한 토지매수 558만 8,000㎡에 3,275억원 및 기타 수질개선지원사업 등에 2,351억원을 투자해 온 것이다. 이러한 투자의 결과로 팔당호 수질이 1997년 BOD 1.5㎎/ℓ에서 2005년 1.1㎎/ℓ로 개선되었다.

한강유역환경청은, 한강수계 상수원의 적정한 관리와 상수원 상류지역의 수질개선 및 주민지원 사업을 효율적으로 추진하기 위해 2007년도에 총 3,693억원의 한강수계관리기금을 투자하는 등 한강의 수질관리 및 개선사업에 큰 일익을 담당하고 있다.

한강의 수질뿐만 아니라 시민들에게 공급하고 있는 정수 또한 엄격한 관리 하에 고품질의 제품을 생산하기 위해 서울상수도사업본부에서는 항상 노력하고 있다. 2007년 서울상수도사업본부의 현재 정수 기준 수질검사항목은 145개로 미국의 환경보호청(EPA)의 102개, 일본 도쿄상수도의 111개 등 외국의 사례보다 항목이 많아 엄격한 수질검사를 시행하고 있음을 알 수 있다. 또, 정수장과 송수관, 배수관 등 공급중간과정 및 수도꼭지 72개소를 대상으로 수질감시시스템(Seoul Water-Now)을 운영, 실시간으로 수질을 감시하며 이상 상황의 발생 시 즉각적인 상황파악 및 조치를 취할 수 있는 원스톱 시스템을 가동하고 있다.

법정수도꼭지 수질검사를 확대해 서울지역 약 860여점을 상시 점검하는 등 수질향상과 수질감시에 노력을 기울이고 있다.

3절 상수원 수질에 영향을 미치는 요소들

한강의 수질오염이 본격적으로 시작된 것은 서울과 수도권의 도시화와 산업화가 활발히 진행됐던 1970~1980년대부터였다. 서울상수도는 초창기에서부터 일제강점기를 거쳐 1960년대에 이르기까지 한강을 오염시킨 요인들은 생활하수가 거의 대부분을 차지하고 있었다.

1970년대부터 경제개발의 여파에 따라 공장을 비롯한 산업시설이 한강 유역에 세워지면서 이후 커다란 오염요인이 되었다. 한강수계의 산업폐수배출시설은 1980년 당시 1,336개소가 있었으며 금속기계공업시설이 283개소로 가장 많고 섬유공업이 180개소, 식음료품제조가공업이 165개소, 화학공업이 148개소로 전체시설의 약 59%를 차지하고 있었다.

이러한 수치는 1990년대 이후로 들어서면서 비교적 완만한 상승세를 보였으나 이로 인한 상수원의 오염은 크게 증가할 수밖에 없었다. 특히, 상수원 오염에 큰 비중을 차지하는 중금속류 배출시설은 1980년대에 약 330여개업소가 소재하고 있었으며 중금속을 폐수와 같이 한강에 배출하였다. 이러한 경향은 1990년대 이후까지 지속되다 환경의 중요성이 부각된 1990년대 중후반부터 관계당국의 규제와 감시 하에 놓이게 되었다.

특히 서울상수도의 주요취수원인 팔당호를 비롯한 한강 유역의 경우 중앙정부 차원에서 1990년 7월 19일을 기해 상수원보호구역 등 수질보전 특별대책지역으로 지정, 특별관리를 해오고 있다.

한강의 수자원을 효율적으로 사용하기 위해 관리 주체는 수질오염원에 대한 관리와 처리시설의 확충, 다양한 방식을 동원한 용수의 확보 및 취수원 개발 등의 노력을 기울여야 한다. 이 가운데 가장 중요한 부분은 수질오염원의 파악과 적절한 관리라 할 수 있다.

한강 원수의 수질에 영향을 미치는 요소들은 다양하다. 한강수계는 탄천 · 중랑천 · 안양천과 같은 주요 오염지천의 수질이 꾸준히 개선되는 추세지만 아직도 오염도는 높은 상태이다. 한강 본류는 대부분(팔당 · 구의 · 노량진 · 영등포 구역) 수질오염도가 높아지고 있다.

한강 수질의 가장 큰 오염요소는 생활하수이다.

서울시민의 젖줄인 팔당호의 수질이 악화되는 주요 요인은 호수 주변지역의 위락시설과 규제기준에 미달한 배출시설이 증가하였기 때문이다. 팔당호 주변은 2007년 말, 지난 1990년에 비해 음식숙박업소가 약 3.5배, 공장은 3.6배 증가한 것으로 나타났다. 또, 한강 상류의 농장이나 농가에서 배출하는 축산오폐수 및 생활하수의 유입과 체계적이고 종합적인 상수원 관리체제의 미비 등이 한강의 수질에 영향을 미

치는 요소들이라 할 수 있다.

위에서 언급한 수질오염 요소들을 크게 세 가지 종류로 나눠보면 생활하수와 산업폐수 · 축산폐수로 구분해 볼 수 있다. 이중 한강수질의 경우 가장 큰 오염원은 생활하수이다. 발생량으로 볼 때 2006년 기준으로, 생활하수는 전국적으로 전체의 56%, 산업폐수는 42%이며 BOD를 기준으로 한 오염기여도는 생활하수나 산업폐수가 각각 43%, 40%를 점하고 있다. 특히, 한강은 서울을 비롯한 여러 도시의 생활하수가 유입되고 있는 실정이다.

반면 양적으로 볼 때 축산폐수의 처리가 수질개선에 중요하다. 대부분 축산농가는 법적 규제를 받지 않아 분뇨를 걷어내 야적한 후 필요시 퇴비로 제공하고 있으며 오줌은 저류조에 저장 후 통상 분뇨정화조로 처리하여 방류하고 있다. 이 경우 정화조의 방류수 수질도 매우 좋지 않을 뿐 아니라 비가 내리게 되면 야적된 고형폐기물에서 발생되는 폐수 역시 수질오염을 가중시킨다. 뿐만 아니라 지하수도 오염시키고 있으며 악취발생도 큰 문제점의 하나가 되고 있다.

더욱이 외국에서는 거의 검토되지 않은 우리나라 특유의 오염원인 가두리 양식은 상대적으로 유속이 느린 곳에 위치해 오염물질을 배출함으로써 식물 플랑크톤이 엄청나게 번식돼 물에 냄새도 나게 하고 수역에 따라 하부 퇴적물에서의 부패현상을 일으키기도 한다.

식물성장 촉진을 위해 뿌려지는 비료, 특히 질소와 인이 하천으로 유입돼 식물 플랑크톤을 증식시킨다. 또 병충해의 방제를 위해 사용되는 농약으로 물이 오염되기도 하는데 이러한 농약계통은 분해가 잘 되지 않기 때문에 동물이나 사람이 물을 통해 섭취하였을 경우 치명적인 피해를 준다.

이렇듯 상수원을 오염시켜 수질을 악화시키는 요소들을 제거하기 위해 개인적으로 생활하수를 줄이려는 노력과 산업폐수 및 축산오폐수 등을 효과적으로 줄이는 정책적 조치가 필요하다.

시민의 입장에서 합성세제의 사용량을 줄이고 쓰레기 분리수거의 철저와 물을 아껴 쓰는 마음자세가 중요하다. 정책적으로는 상수원 보호구역의 오염요소들을 최대한 배제하는 정책과 상수원 보호구역에 입지한 산업시설에 대한 철저한 관리 및 유독물질의 방류감시와 관련 제도의 도입장려, 폐수의 생물학적 최종처리에 대한 지원과 연구 등 다양한 조치들이 필요하다.

경제적 관점에서의 그동안의 수질정책을 살펴보면 생활용수 · 공업용수 · 농업용수로 하기 위한 물은 매우 싸거나 거의 공짜였다. 그러나 그로 인해 야기된 수질 오염은 음료수 획득과 물의 생태학적 역할에 많은 방해가 되었다. 결국 물의 정수를 위한 비용은 사용자에게 부과되었고 그 비용이 오염물질의 제거에까지 영향을 미치지 못하고 있는 실정이다.

수질보전정책은 결국 양질의 물을 어떤 상황에서도 부족하거나 사용하기에 곤란하지 않도록 하는 것으로, 이는 종국에서는 수자원 관리를 의미한다. 그리고 그 수자원 관리의 의미는 수질악화를 가져오는 여러 요소들을 파악하고 최선의 조치를 통해 그 요소들을 배제하는 것이라 할 수 있다.

2장
취수지점의 변화

뚝도에 처음으로 근대적 정수장이 생긴 이후로 서울상수도의 주요 취수지점은 한강이었다. 1908년 최초의 취수는 뚝도정수장에서 약 166m 떨어진 지점의 한강에서 했으며 점차 생산시설이 건설된 근처에서 취수를 해왔다. 영등포정수장과 선유정수장은 수질 등의 문제로 수도권 광역상수도의 취수원인 팔당호에서 원수를 공급받기도 했다. 2008년 현재 서울상수도는 잠실수중보 상류에 위치한 5개 취수장과 팔당댐의 광역상수도 계통에서 원수를 공급받고 있다.

상수도는 정수한 물을 대량으로 동시에 수요자들에게 공급하는 데 있어 가장 효율적이고 과학적인 시스템이다. 서울상수도의 경우, 2007년 기준으로 하루 평균 급수량은 약 340만㎥로 만약 이러한 양의 물을 트럭 등의 운송수단을 이용해 급수한다면 8톤 트럭 약 43만대가 하루에 움직여야 하는 분량이다.

이처럼 많은 수돗물을 생산하기 위해서는 원수의 확보 또한 중요한데 서울상수도의 경우 2007년 주요 취수원은 한강으로 팔당댐 및 잠실수중보 상류의 표류수를 사용하고 있다. 즉, 팔당댐 내에는 한국수자원공사가 운영하고 있는 수도권광역상수도의 취수원이 있고, 팔당댐 하류에서 잠실수중보 사이에는 강북 · 암사 · 구의 · 자양 · 풍납 등 서울상수도의 5개 취수장이 존재한다.

구의정수장 취수장 인근의 1970년대 워커힐 앞 한강
이때만 해도 모래가 보일 정도로 깨끗하였다.

1908년 서울상수도 도입 당시부터 지금까지 취수지점이 어떻게 달라져 왔는가를 살펴보면, 1908년 당시의 서울상수도 취수지점은 1912년 간행된 〈수도소지〉의 '제1장 경성수도' 2항에 '수원지 위치 및 수도방식'과 3항에 '취수장'에 관한 사항이 기록되어 있다. 이에 의하면 당시의 취수방식은, 뚝도정수장에 있는 취수펌프실에서 약 166m 떨어진 한강의 중류에서 취수한다고 되어 있다.

즉 최초 뚝도정수장의 취수지점은 정수장 인근의 한강 중심부였다.

1910년 제1정수장이 건설된 노량진정수장 역시 〈경성부상수도개요〉에 의하면 정수장 근처에 내경 2.42m, 높이 16m의 취수탑을 세우고 취수한 것으로 기록하고 있다.

1936년 제3기 확장공사를 통해 신설된 구의정수장의 경우 〈경성부상수도개요〉를 참고하면 정수장에서 약 14㎞ 떨어진 한강의 상류에서 취수한 것으로 판단된다. 즉 기존의 뚝도정수장이나 노량진정수장의 경우처럼 정수장 근처에서 취수를 한 것이 아니라 보다 더 양질의 수질을 갖고 있는 상류에서 취수한 것으로 보인다.

이후 광복이 되고 1961년 신촌 · 미아 등 보조정수장이 생기기까지 뚝도정수장과 구의정수장 및 노량진정수장의 취수지점은 큰 변화가 없었던 것으로 보인다. 이는 당시만 해도 산업화가 본격적으로 이루어지기 전이어서 한강의 수질오염도가 걱정할 정도는 아니었던 이유 때문으로 판단된다.

1962년 서울시 수도국에서 펴낸 〈상수도사업연보〉를 보면, 당시 구의정수장은 1941년 만들어진 광장취수장에서 취수를 해 제1정수장과 제2정수장으로 송수한 것으로 나타나고 뚝도정수장과 노량진정수장은 기존의 취수지점에서 취수를 한 것으로 나타난다. 광장취수장은 당시 성동구 광장동에 위치했으며 취수탑과 흡수정, 펌프실 및 취수펌프 등의 설비를 갖추고 있었다.

한편, 1961년과 1962년 새로 만들어진 신촌 · 미아 · 불광동 등 보조정수장의 원수의 경우 우물을 파서 지하수 및 복류수를 사용한 것으로, 1962년판 〈상수도사업연보〉는 기록하고 있다.

1967년 5월 16일 1차로 2만 5,000㎥/일을 통수한 보광동정수장의 취수지점은 잠수교 상류 약 1㎞지점이었다. 이 취수지점은 청계천과 중랑천의 한강 유입지점 3㎞하단에 위치하고 있다. 따라서 도입 당시부터 수질악화에 따른 근본대책이 대두되어 1985년 뚝도 및 보광동취수장 통합시설공사를 마치고 잠실수중보 상류 300m지점으로 취수지점을 옮기게 되었다.

1971년 6만㎥/일 규모로 출발한 영등포정수장과 1978년 20만㎥/일 규모로 1차 준공된 선유정수장 역시 최초의 취수지점은 노량진정수장과 마찬가지로 정수장 인근의 한강이었지만 수질문제 등으로 수도권광역상수도사업에 의해 팔당으로부터 원수공급을 받았다. 그러다가 1992년 1월 14일, 공사비 438억여원을 들인 취수용량 70만㎥/일 규모의 풍납통합취수장을 준공하고 1992년 1월 15일, 원수의 질이 극도로 나빠진 영등포 및 노량진 · 선유정수장의 취수장을 풍납통합취수장으로 이전하였다.

강북취수장 전경
양질의 원수를 얻기 위해 취수지는 점차 한강 상류로 이전하는 추세이다.

1976년 착공되어 1979년 1차로 40만㎥를 통수한 팔당정수장(현재의 광암아리수정수센터)은 당시 가장 깨끗한 원수를 확보할 수 있는 팔당호가 취수원이었다.

1978년 인천시로부터 인수한 김포정수장(1992년 신월정수장으로 명칭 변경)의 경우 처음에는 지하수와 우물물을 수원으로 사용하였지만 서울상수도에서 인수 후에는 수도권광역상수도사업에 의해 팔당으로부터 원수를 공급받아왔다.

1984년 착공해 1986년 1차 통수를 한 암사아리수정수센터는 정수장 인근의 암사취수장에서 취수를 해왔으며 그 위치는 강동대교 남단 하류 지점이다.

1998년 7월 50만㎥ 규모를 통수해 신설된 강북아리수정수센터는 경기도 남양주시 삼패동에 위치해 기존 아리수정수센터 중 가장 상류에 존재하는 아리수정수센터이다. 취수는 정수센터 상류 4.3km지점에 강북취수장을 설치, 각 아리수정수센터 중 가장 수질이 양호한 원수를 확보하고 있다.

취수 단계에서 가장 중요한 요소는 양질의 원수를 확보하는 것이다. 서울상수도사업본부는 보다 나은 수돗물의 공급을 위해 취수지점을 오염도가 낮은 한강 상류로 꾸준히 이동시켜왔다.

이와 함께 강변여과수를 수원으로 한, 소위 간접취수방식의 도입을 위해 지난 2005년 3월부터 2006년 8월까지 '간접취수 도입을 위한 타당성 조사 용역'을 실시하는 등 보다 좋은 환경 속에서 양질의 수돗물을 공급하려는 노력을 하고 있다.

2007년 12월말 서울상수도사업본부의 6개 아리수정수센터에서 사용하는 원수는 팔당댐의 광역상수도 계통에서 공급받는 원수와 잠실수중보 상류의 5개 취수장에서 취수해 사용하는 원수 등 두 종류로 구분되어 있다. 해가 갈수록 한강 상류의 오염도가 높아짐에 따라 서울상수도는 점차 취수지점을 상류로 옮기고 있는 실정이다. 구의 및 자양취수장을 강북취수장 위치로 이전공사를 시행하고 있으며 암사취수장 및 풍납취수장 역시 강동대교 상류나 팔당대교 상류 지점으로 이전을 검토 중이다. 이러한 계획들은 현재 강북취수장을 제외한 취수장들이 한강 본류 유입 지천들 중 수질오염이 가장 심한 왕숙천의 합류지점 부근 및 하류에 위치하고 인근의 구리하수처리장 방류수에 의한 오염 위험을 안고 있어 이에 대비하기 위한 조치이다.