

서울상수도 현황과 과제

김 홍 석*

1. 서 론

서울에서 집단으로 음용수를 공급하기 시작한 것은 1903년경에 남산계곡을 막아서 충무로 근처의 진고개 일대에 거주하던 주민들에게 공급한 것이 처음이라고 한다. 그 후 1908년 9월 1일 뚝도정수장에 침전지와 여과지시설을 갖춘 근대식 정수장에 정수처리해서 일반시민들에게 공급하기 시작한 것이 근대 상수도의 효시이며, 이 때부터 서울시민들에게 수도물이 공급되기 시작하였다. 처음에는 공동수도와 같은 형태로서, 물장사들이 수도물을 배달하였으며, 차츰 각 가정에 수도시설을 설치하게 되었다.

우리 서울은 한강표류수를 상수원으로 하고 있으므로 상류에 있는 유역도시의 성장과 생활하수, 축산폐수 등으로 오염되어가고 있으므로 수도물에 대한 신뢰성이 떨어지고 있다. 안전하며 마음놓고 마실 수 있는 수도물을 공급할 수 있도록 하기 위해서는 정수처리와 배급수에서의 수질관리도 철저해야 하지만, 상류지역의 지방자치단체와 협조해서 상수원의 보호와 감시 등에도 더욱 노력해야 한다.

이에 본 고에서는 서울시 상수도의 시설과 수질관리 실태, 그리고 당면한 과제들을 살펴보고 수도물의 수질에 대한 불신을 해소하며 상수도 기술 발전을 위해서 지향해야 할 방향과 과제들에 대해 검토하고, 또한 생활수준 향상에 따른 시민들의 요구

도 다양해지고 있으며 또한 요구수준도 높아져 가고 있어서, 이에 부응키 위한 안정된 공급, 안전한 수질관리 등 상수도 전반에 대한 질적인 향상을 도모하기 위해서 앞으로 추진해야 할 일들에 대해서도 논하고자 한다.

2. 서울의 상수도 기원과 성장

(1) 서울의 도시성장

서울은 600년전에 우리나라의 首都로 결정되었던 古都로서 도시형태도 북악산과 남산으로 둘러싸인 4대문안이 도심이었다. 외곽은 농촌이나 자연부락으로 형성되었다가 점차 도시가 성장되면서 외곽으로 확장되었다.

1960년대 이전까지는 정치적, 사회적인 요인으로 계획적인 도시계획에 의해서 개발되지 못하고 한수이북의 4대문안과 영등포지역이 주요시가지로 형성되었고 외곽지역에는 무허가건물 등이 무질서하게 건축되었다. 산업화와 도시화가 시작된 1970년대 이후부터 영동과 잠실 등 주로 강남과 강동지역이 집중개발됨에 따라 급격히 도시가 확대되었고 1980년대에는 목동지구와 도봉지역의 마들평야가 도시화되었으며, 1990년대인 현재는 신내지구를 도시로 개발하고 있다.

서울의 인구를 보면 1960년에는 2,445천명이었던 것이, 1970년에는 5,433천명으로 10년사이에

* 서울특별시 상수도사업본부 차장

인구가 배이상 증가하였다. 또한 1980년에는 다시 8,364천명으로 약 3백만명이 증가하는 등으로 도시가 급격하게 팽창됨에 따라, 수도물을 공급하는데 많은 어려움을 겪으면서도 새로이 개발되는 지역에 수도물을 공급할 수 있도록 노력함으로써 현재 상수도보급율 99.9%를 유지할 수 있게 되었으며, 수도물을 원하는 시민에게는 모두 공급한다는 시책으로 상수도사업을 추진하고 있다. 상수도서비스란 「언제, 어디서나 마음놓고 마실 수 있는 안전한 수도물」을, 또는 수도법에서 정의되어 있는 바와 같은 「청정하고 풍부하며 저렴한 수도물」을 수요자에게 충분하게 공급하는 것이라고 본다.

우리시의 경우 그간 인구의 증가와 급격한 도시팽창에 따라 수도물을 공급하기 위한 생산시설확장에 주력하다 보니 자연적으로 수질면이나 배관관리에 소홀한 부분이 없었던 것은 아니다. 그러나 지금은 깨끗하고 안전한 수도물을 흡족하게 공급한다는 목표로 상수도시설의 수준을 향상시키고 있으며, 또한 유지관리수준도 향상시키려고 노력하고 있다.

(2) 상수도의 기원과 성장

서울의 상수도는 미국인 콜브란과 보스토워이 1903년 12월 9일에 고종황제로부터 특허를 받음으로써 시작되었다. 현대적 정수시설을 갖춘 뚝섬정수장은 1908년 9월 1일 하루 12,500m³의 수도물을 생산, 서울 시민중 125천명이 수도물의 혜택을 받기 시작하였다. 1912년말 조사된 기록에 의하면, 수도물을 사용하는 호수는 18,330호로써 53.4% 하천수 8,107호였다고 한다. 통수 당시에는 4대문 안에 주거하는 시민들에게 주로 급수하였으나 도시가 점점 팽창하면서 용산지역과 영등포 지역까지 급수를 확대하였다.

1936년에는 구의정수장이 창설되었고 광복 당시

인 1945년에는 하루 생산량이 95,700m³이었다. 수도보급율은 77.5%이었으며 1인 1일 평균급수량은 59ℓ에 불과하였다. 1948년에 노량진정수장을 경기도로부터 인수하였으며, 1961년을 분기점으로 경제성장에 따른 인구의 급속한 증가와 도시의 팽창으로 상수도 수요도 급격하게 증가되었다. 이에 부응해서 1967년 보광동정수장, 1971년 영등포정수장, 1974년 구의 3공장, 1978년 선유정수장을 신설하거나 증설하였고, 신월정수장을 인천시에서 인수하였다. 1979년부터 팔당댐 광역상수도 원수를 받아서 정수처리할 수 있는 광암정수장을 건설하면서 1981년까지 단계적으로 통수하였다. 1986년에 암사정수장을 건설하는 등 수도물공급에 급급하였다. 현재는 619만m³/일의 생산시설 용량(표-1)을 갖게 되었고, 급수인구도 약 천백만명에 이르고 있다.

상수도를 관리하고 있는 기구로서는 시청에 건설국의 수도과로 있다가 1961년에 수도국으로 승격되었으며, 하급기관으로는 수도사업소와 수원지사무소가 설치되었다. 1974년 수도사업소제가 폐지되고 각구청에서 배급수업무를 담당하도록 업무가 조정되었다. 수도의 전문성, 경영의 합리화를 위해 1989년 11월 21일 상수도사업본부가 발족되면서, 구청에서 분리되어서 수도사업소도 재발족되었다. 현재 서울시의 상수도사업본부에는 11개수도사업소와 9개정수사업소, 수도기술연구소로 구성되어 있다. 상수도에 대한 수요자들의 양적인 충족과 함께 질적인 요구도 중요한 과제로 등장하게 되었다. 이러한 상황은 상수원인 한강의 수질이 점차적으로 악화되는 것과도 무관하지 아니 할 것이다.

(3) 상수원의 수질

서울시의 상수원은 전부 한강에 의존하고 있으며, 1908년 뚝섬정수장 통수 당시에는 한강물을

표 1. 서울시 정수시설용량(1995년)

(단위: 만m³/일)

정수장	계	광 암	구 의	뚝 도	보광동	노량진	영등포	선 유	암 사	신 월
용량	619	100	113	100	32	30	60	40	132	12

특집: 상수도의 현재와 미래

그냥 마셔도 좋을 만큼 맑고 깨끗해서 보통침전지와 완속여과지를 거치는 정수처리만으로서 대현산 배수지를 통해서 시내전역에 급수하였다.

그러나 1960년대 부터 도시의 성장과 산업의 발달로 인해서 청계천과 중랑천의 하류에는 수질이 악화되므로서, 수요가로 부터 수질에 대한 민원이 제기되기 시작하였다. 수요가의 질적인 요구에 부응하고, 보다 양질의 수도물을 공급하기 위해서 하류에서 취수하던 노량진, 영등포, 선유정수장의 일부 원수는 1978년부터 팔당댐에서 공급받아서 정수처리하도록 취수원을 바꾸었다. 나머지는 자체취수장에서 취수하므로서 원수수질악화에 따라 분말활성탄을 처리하는 등의 조치를 취하였으나 정수수질이 만족스럽지 못하였다.

그래서 보광동정수장은 한강개발과 병행해서 1986년초 부터 잠실수중보 상류에서 똑도정수장과 함께 취수하게 되었다. 또 팔당댐으로 부터 공급받는 원수와 함께 한강하류에서 일부를 취수해서 보충하고 있던 선유, 노량진, 영등포정수장의 취수량(29만m³/일)도 잠실수중보상류로 취수장을 이설해서 1992년초부터 취수하고 있다. 따라서 팔당댐에서 공급받는 175만m³/일의 팔당원수를 비롯해서 나머지 전량을 잠실수중보 상류에서 취수하고 있다.

(4) 정수처리공정과 수도수질

서울시에서 채용하고 있는 정수처리공정은 그림-1과 같이 침전, 여과, 소독처리 과정을 거치며, 선진 외국의 공공상수도처리공정과 대체로 동일한 공정으로 되어 있다. 물론 원수의 수질이 아주 좋은 곳에서는 여과 후 소독만으로 공급하기도 한다. 예를 들면, 미국의 오대호 주변에 있는 도시의 상

수도에서는 직접여과라고 해서, 침전지 없이 응집약품주입후에 혼화하고 응집시킨 다음 바로 여과지로 도입해서 여과하고 소독처리해서 수요가에 송수하기도 한다. 또한 원수수질이 좋지 않은 지역에서는 침전처리하기 전에 생물학적인 처리를 하기도 하며, 오존처리를 한 다음 응집·침전시키고 입자가 큰 여과사층을 통과한 다음에 다시 활성탄층을 통과시키는 이중여과처리한 후 다시 염소나 오존 또는 이산화염소로 소독처리하고 있는 곳도 있다.

수원의 수질에 따라 정수처리 방법을 선택해야 함은 물론이거니와 정수처리공정에는 여러가지 방법이 있다. 모든 기술은 그 기술을 필요로 하는 자연적, 사회적 또는 기술적인 요구가 있을 때 개발되고, 그 국가나 사회적 환경 또는 지역의 여건을 배경으로 발달하고 있음은 두 말할 필요도 없다.

“원리는 세계공통이지만 기술은 국적이 있다”는 말이 있다. 왜냐하면, 어떤 기술이 개발된 다음 발전하기 위해서는 그에 상응하는 기술적인 요구나 사회적 배경이 있다. 우리나라에는 우리에게 알맞는 기술, 즉 한국식의 기술이 있으며, 외국의 기술이 우리의 기술로 정착되기 위해서는 우리의 과학기술자들이 선진의 새로운 기술을 배우고 익히며, 우리의 기술로 정착되도록 연구하고 개선하려는 노력이 있어야 한다. 더우기 정수처리기술은 각 나라의 원수수질 등 자연환경에 따라 침전, 여과, 소독 등의 방법을 달리할 수 있기 때문이다.

3. 서울의 수도관리 현황

(1) 상수원의 수질보전

우리나라의 상수원보호구역은 1962년 3월 최초로 지정되어 1995년 현재 368개 지역 1,097km²가

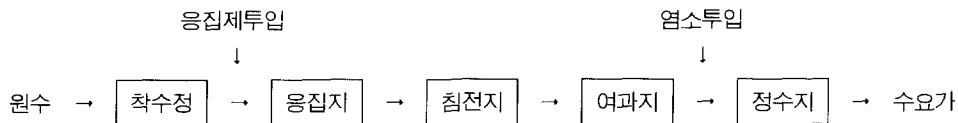


그림-1. 일반적인 정수처리 공정도

지정되어 있다. 상수원보호구역지정은 건설부에서 관장하였으나 1991년 12월부터 환경처로 이관되었으며, 지금은 지방자치단체인 특별시나 광역시, 도에서 지정해서 관리하고 있다.

서울시 상수도의 취수원은 팔당호와 잠실수중보 상류인데, 팔당호지역 157km²를 상수원으로 지정관리하고 있으나, 팔당댐하류에서 잠실수중보까지 25.2km에 대해서는 상수보호구역으로 지정되어 있지 않고 있다. 이번에 보호구역으로 서울시계내에 만 지정하였다. 이 구간은 서울시 상수원수의 약 72%를 취수하고 있는 지역으로서, 팔당 상류지역 만큼이나 상수원으로서의 중요성을 갖는다. 물론 상수원 보호구역 지정으로 인해서 그 지역 주민의 각종 경제 활동이 제한을 받게 되는 것은 사실이지만, 이 구간이 서울 뿐아니라 경기도의 성남, 구리, 의정부, 하남시와 일산, 동두천 및 인천시 등의 상수원인 점을 고려하면 그 중요성은 더욱 크다. 수돗물도 상품으로 본다면 상수도에서도 좋은 제품(수돗물)을 생산·공급하기 위해서는, 보다 좋은 질의 원자재(원수)를 확보해야 한다는 것은 너무도 당연하며, 보다 양질의 원수를 충분하게 확보하기 위해서 수도당국에서도 많은 노력을 기울이고 있으나 앞으로도 계속 노력해야 하고, 또한 정부에서 뿐만 아니라 온 국민들의 적극적인 협조와 노력이 있어야 할 것이다.

캐나다의 밴쿠버에서는 상수원에 “접근하면 발포한다”는 경고문이 붙어 있는 것을 보면서, 우리와는 너무도 상수원에 대한 관념의 차이가 있다는 것을 느꼈다. 그러나 우리의 상수원인 취수지점상류를 사람이 출입하지 않는 상류로 올라가는 경우에는 수원의 수량자체가 부족해진다. 또한 수량이 어느 정도 확보되는 지점에 상수원을 정하고 그 상류에 사람의 출입을 제한한다면, 그 상류에 기존의 취락들에 대한 이전과 보상대책이 문제이다. 더욱이 지방자치시대에 따른 지역이기주의의 팽배에 따라 상당한 저항과 더많은 비용의 지출이 있어야 할 것이다. 따라서 상류지역의 지방자치단체와 유기적인 협조체제를 유지시켜, 상수원의 수질오염방지대책을 수립하고 추진해야 하며, 수질감시체제를 확

립하고 상시감시체제를 유지해야 할 것이다.

상수원의 유역도시와 농촌에서 발생하는 하수를 처리할 처리시설을 설치하거나, 필요하다면 하수처리된 방류수도 상수도 취수지점하류로 유도해서 방류시키도록 해야 한다. 현재 서울시에서는 환경기초시설운영비의 일부를 지원하는 등의 재정적인 지원을 하고 있다.

(2) 정수와 배급수 수질관리

WHO나 미국, 일본 등 세계적으로 수질기준을 강화시키는 추세에 있다. 한편 국민들의 수질기준 강화에 대한 요구수준도 상당함을 고려해서 우리 정부에서도 수질기준의 강화가 예상되므로, 이러한 시책에 발빠르게 대처할 수 있도록 분석기기류의 정비와 함께 직원들의 분석기술수준을 향상시키도록 하기 위해서 연구소에 우수인력과 최선의 정밀 측정기기를 확보하고 있다.

또한 각종시설의 최적운전을 위한 시험실실험과 Pilot실험에서의 실적을 실제 현장에 적용하며, 정수장설계에도 응용하도록 노력하고 있다. 한편 미량물질제거에 대한 외국의 실험보고서와 실제 적용 사례를 조사하고 우리의 원수수질변화를 면밀히 검사해서 제거대상물질의 증감추이를 파악하므로서 정수처리에 대한 대책을 수립하려고 조사하고 있다.

특히 정수처리에서의 최적운전으로 탁질의 제거에 노력하고 있으며, 탁질을 제거시켜 탁도를 낮추므로써 각종 세균의 피난처를 제거시키며, 염소소독의 효과를 상승시키고 그외의 각종 미량물질의 농도도 낮추거나 제거시킬 수 있다고 본다. 이 탁도유발물질은 곧 수요가에게서의 수질불신요인중에서 가장 큰 요인이 되고 있다.

수질에 대한 불신 요인 중의 또 하나의 요소인 잔류염소의 농도를 낮추고 시내전역에 잔류염소의 농도를 균등하게 유지시키는 방안을 강구하므로서 수돗물에서의 염소냄새가 발생하는데 따른 수돗물 기피현상을 방지할 수 있을 것이다. 정수장에서 후염소처리하는 최소로 해서 배수지로 송수하며, 대

특집 : 상수도의 현재와 미래

형배수지에도 잔류염소측정기와 염소주입시설을 설치하고, 배수지유출관의 잔류염소농도가 0.3~0.4mg/l정도 유지되도록 조정하므로써, 배수지로부터 수요가에 이르는 사이에서 염소가 소비된 후에 잔류염소량이 0.2~0.3mg/l정도가 유지되도록 할 계획으로 염소주입시설을 배수지에 설치하고 있다.

1) 정수장수질관리와 약품주입 자동화

현재 서울의 수돗물은 음용수 수질기준 전항목이 모두 기준이내이나 더 깨끗하고 안전한 수돗물을 생산하기 위해서 미국이나 일본 등의 수돗물 수준을 목표로 해서 금년에 응집제 투입방법 개선, 여과사 관리강화로 수돗물의 탁도가 종전의 0.3 NTU에서 0.1~0.2 NTU로 향상되었다.

서울시에서는 취수 및 정수수질 상태, 응집제, 알칼리제 등 약품투입량을 산정해서 약품을 투입하며, 생산량과 수질의 집중 감시제어 등 정수시설의 자동화를 추진중에 있다. 이미 7개정수장(광암, 뚝도, 영등포, 암사, 구의, 보광동, 선유)은 시설개량하였고, 비교적 소규모 정수장인 2개소(노량진, 신월)도 개량 및 확장계획과 연계해서 추진할 계획이다.

2) 공급과정에서의 수질관리

15년이상 경과된 수도관 6,580km에 대해 연차별로 교체계획을 수립해서 추진하고 있으므로 배급수관에서 녹물이 발생하는 것은 줄어 들 것이다. 수요가급수시설에서도 수질을 관리하기 위해서 일정한 규모이상 건축물(대상 4,047개소)의 물탱크 청소를 연 2회, 위생점검을 월1회 실시하고 옥내 배관도 신축건물에 대해서는 1994년 4월부터 내식성자재 사용을 의무화하였고 기존건물의 급수관도 점차 내식성관으로 교체하도록 홍보하고 있다.

또한 연구소에서는 시내전역에 걸쳐 500개지점을 선정하고 이를 40개노선으로 구분해서 매일 2개노선 약 30개지점의 수도전에서 수돗물을 채수해서 수질을 검사하고 있다. 또한 매월 약 30개시료에 대해서는 음용수수질기준에 있는 전항목에 걸쳐서 수질검사를 실시하고 있다.

3) 시민들과 함께하는 수질검사

서울시에서는, 수도에 종사하는 공무원이나 관련자가 수질검사와 결과를 발표하더라도 일반시민들은 믿지 않으며, 공무원이 무엇인가를 숨기고 있다는 생각을 하고 있다. 따라서 시민들에게 공개적인 행정을 펼치는 것이 시민들에게도 확신을 갖도록 하는 방책이라고 보아서 시민들과 함께 현장에서 채수하고 수질을 검사하므로써 시민들이 직접 확인할 수 있도록 하고 있다. 1994년 2월 1일부터 수질검사반 16개조(32명)를 별도로 편성해서 가정 수도꼭지의 수질을 시민 입회하에 현장 확인이 가능한 11개항목을 검사하고 있는데 시민의 호응도 클 뿐아니라, 수돗물의 안전성에 대한 불신도 해소시키며 홍보효과도 컸다. 최근에는 수돗물외에 시민들이 원하는 경우에는 병물이나 지하수에 대한 수질검사도 추가로 실시하고 있다.

4. 수도시설정비와 인력의 전문화

(1) 정수처리 공정의 개선

서울시에서 채택하고 있는 정수처리시설은 표류수를 원수로 사용하여 정수처리하는 기본시설을 갖추고 있다. 그 공정은 응집, 침전, 여과, 소독처리 과정을 거치며, 과거 하류에서 취수하였을 때에는 이산화염소나 분말활성탄을 사용하기도 하였다. 그러나 상수원의 오염에 따라 수돗물에 대한 불신과 함께 수질에 대한 관심이 고조되고 있으므로, 양질의 상수원수 확보와 함께 음용수 수질기준의 강화와 고도정수처리시설의 도입 등의 필요성도 대두되고 있다. 고도정수처리 즉 특수정수처리 방법에는 생물전처리, 오존처리, 생물활성탄처리, 활성탄처리 등을 들 수 있다.

Geosmin, 2-MIB 등의 냄새유발물질, 휘발성유기물질, 농약류 등과 같이 난분해성이면서 인체에 유해한 영향을 미치며 원수에 극히 미량이 함유되더라도 기존의 정수처리공정으로는 제거할 수 없는 오염물질들을 제거하는 방법을 상수의 고도정수처리라 한다. 그러나 고도정수처리시설만 갖추면

정수처리가 잘 되는 것으로 생각해서는 안된다. 우선, 현재 운전되고 있는 기존의 정수처리시설로서 제거시킬 수 있는 일반오염물질 즉, 탁질 등은 최대한 제거되도록 운전해야 한다. 기존의 정수처리 공정에서 잘 정수처리하며 배급수과정에서 노후관 등에 의해서 재오염되지 않는다면, 현재 일반수요자들이 수돗물을 불신하는 원인의 대부분은 해소될 것으로 확신한다. 고도정수처리시설은 이러한 기본 정수처리공정에서 처리하지 못하는 미량물질이나 냄새유발물질 등을 제거하는 기능으로서 기본정수처리공정을 보완해 주는 처리방법이라는 점을 확실하게 이해해야 한다.

과거에 우리는 외국의 기술을 무조건적으로 도입 하므로서 많은 시행착오를 겪었으며, 심지어 도입된 기술을 우리의 여건에 맞도록 정착시키지 못하고, 도입된 그대로 적용하다가 소멸되었던 예도 있었다. 정수처리시설은 원수수질, 기후, 배급수체계, 유지관리직원의 기술수준 등에 따라 기술이나 처리공정이 다를 수 있으므로, 외국에서 시행하고 있는 기술이라도 우리의 현장에 바로 적용하기에 앞서 충분한 조사와 실험연구해야 한다.

우선 기존의 정수공정에서는 제거되지 않으며, 고도정수처리시설을 갖추어야만 제거시킬 수 있는 오염물질이 상수원수에 얼마나 존재하는지에 대해서 조사해야 하며, 이 조사방법은 미국의 NORS와 같이 전국적인 조사를 단계적으로 실시해야 한다. 그 조사결과를 토대로 해서 상수원에서 오염물질 증가추세를 예측하고, 이를 제거하는데 가장 적합한 정수처리공정을 선택해야 하며, 이러한 특수정수처리시설의 설치시기 및 정수공정에서의 목표수질(Goal)을 설정해야 한다.

우리 연구소에서는, 상수원에 대한 오염물질 조사를 부분적으로 하고 있으며, 앞으로 상수원의 수질오염이 더욱 심화되어 고도정수처리를 실시해야 할 경우에 대비해서 한강원수를 대상으로 60m³/일 용량의 모형실험장치(Pilot Plant: 응집·침전조 2조, 급속여과조 6조, 활성탄흡착조 6조 및 오존 접촉탑 3조)를 설치하였고, 오존주입설비도 갖추었다.

정부에서도 고도정수처리에 대한 필요성을 인식하고, 이를 2000년대 선진기술진입을 위한 첨단기술연구과제인 “G-7 과제”중의 하나로 선정하여 각 대학의 저명한 교수 10 여명이 참여한 가운데 착수하고 있다. 물론 여기서도 기초적인 조사는 되겠지만, 이러한 과제는 현장에 직접 적용해야 하므로, 이에 대한 구체적인 응용연구는 마땅히 수도사업자가 주축이 되어 시행해야 한다.

고도정수처리방법을 정수장에 도입하고 있는 외국에서는 이를 현장에 적용하기에 앞서 최소한 2~3년간 모형실험장치에서 실험해서, 최적의 시설 배치방법이나 약품주입지점 등을 정한 다음, 처리대상원수를 사용해서 3년이상 소규모의 실증장치(Demonstration Plant)를 운전하면서 유지관리기술을 축적하고, 이렇게 축적된 유지관리기술을 축적한 다음, 이를 토대로 해서 실제고도정수처리시설을 도입하고 있다.

(2) 소독제와 소독방법

일반적으로 공공상수도에서의 소독방법으로는 염소소독이 가장 널리, 또 가장 보편적으로 채택되고 있다. 염소는 1908년경 영국 저지(Jersey)시의 수도당국에서 수돗물의 소독제로 연속적으로 사용하기 시작한 것이 처음이었으며, 우리나라에서는 1928년 독도수원지에서 최초로 사용하기 시작하였다고 한다. 염소는 값이 싸며 소독효과가 확실하고, 소독후의 잔류성을 확인할 수 있다는 등의 장점 때문에 상수도 소독용으로 그동안 널리 사용되어 왔으며, 상수도에서 “소독약품”하면 염소를 연상할 만큼 확고한 자리를 굳혀 왔다. 그러나 1974년 미국의 미시시피강 유역의 한 지역에서 암환자 발생율이 타지역에 비하여 상대적으로 많다는 보고와 함께 그에 대한 역학조사 결과, 그 지역 수돗물에서 THM의 함유량이 타지역 보다 많이 발견되었으며, 이 THM은 발암물질일 가능성이 높고 정수처리 과정에서 염소소독으로 부터 생성된다는 것이 밝혀졌다. 그 후 THM의 발암성에 대해 동물실험과 연구를 거듭하면서 그 정체가 구명되고 있으

특집 : 상수도의 현재와 미래

며, 각 국에서 수도물의 수질기준 항목으로 THM이 규정되고 있다. 그러나 많은 나라에서 수질기준으로 규정하고 있는 THM 기준치인 0.1mg/l가 함유되어 있는 물을 평생(70년 기준)동안 매일 2리씩 마실 때 인구 100만명 중에서 암이 발생할 가능성이 있는 확률이 약 170명 정도라고 한다. 서울의 수도물중 잠실수중보 상류에서 원수를 취수하는 정수장 수계의 수도꼭지에서의 THM은 0~0.01mg/l이며, 하류에서도 0.02~0.04mg/l 정도로서 시민들이 생각하는 것 처럼 염려할 정도는 아니다. 그러나 일부이긴 하지만 현재 한강하류의 취수원은 서울시내 도시하수가 유입되는 청계천과 중랑천과 탄천의 하류이므로 앞에서 언급한 바와 같이 상류로 이설하여, 보다 양질의 수도물을 공급할 수 있도록 추진하였다.

아울러 소독약품으로서도 액체염소 이외에 오존과 이산화염소를 현재 사용하거나 장치 사용하는 것에 대해 실험하고 있다. 수요가에서 수도물의 염소냄새를 싫어하고 있음을 고려해서 수질기준에서 잔류염소의 농도하한치를 더욱 낮게 설정할 필요가 있다. 현재의 수질기준인 “잔류염소농도는 0.2mg/l 이상”은 너무 높은 수질기준치라고 생각된다. 이것은 수요가들이 수도물에서 염소냄새를 싫어하며, 외국의 수질기준을 참고하고 소독제의 변천 등을 고려해서 “잔류염소의 농도는 0.1mg/l 이상”이나 또는 그보다 낮은 하한치로 설정해야 할 것이다.

(3) 여유있는 수도시설 확보

상수도 정수시설의 적정가동율에 대하여서는 명시된 규정이나 이론은 없다. 그러나 선진외국의 수도에서 보면, 대체로 총시설용량의 최대 80%내외로 가동되며 얼마간의 여유를 가지고 있다. 동일한 시설은 아니지만 한국전력(주)의 전력예비율이 30%이하로 떨어졌다고 전력당국에서 떠들썩하게 야단을 치고 있는 것을 신문지상을 통해서 본 일이었다. 전력의 예비율이 떨어지면, 그만큼 전력의 품질(전압과 주파수)이 떨어지고 전력의 안정공급

이 위협받게 된다. 또한 전력을 공급받는 수용가쪽에서 보면, 생산제품의 품질이 떨어질 가능성이 있다.

마찬가지로 상수도에서도 총시설에 대한 가동율이 높을수록, 즉 예비율이 낮을수록 수도물의 품질(수질)이 떨어지게 되는 것은 너무도 당연하다. 상수도에서도 수질을 보다 향상시키기 위해서는 어느 정도의 예비율을 가져야 한다. 바꾸어 말하면, 시설의 가동율이 낮을수록 수도물의 수질이 좋아진다고 볼 수 있다. 또한 수도물은 수요의 탄력성이 전혀 없는 상품이기에 어려움이 있다. 다른 상품의 수요는 시중경기의 영향을 많이 받지만 수도물은 물품대금인 수도요금에 저렴한 것도 원인이 되겠지만, 생활에 필수적인 즉, 인간의 생존과 직결되며 인간생활과 도시활동에서 가장 중요한 것이기 때문에 시중경기를 거의 타지 않는 상품이다. 수도시설의 가동율이 떨어지는 원인을 수요곡선에서 살펴보면 쉽게 알 수 있다. 그림-2와 같이 시간대별 수요곡선을 보면, 시간에 따라 큰 폭의 차이를 보이고 있다. 계절적으로도 우리나라와 같이 사계절이 뚜렷한 지역에서는 계절에 따라 수요의 변동이 큰 차이를 나타내게 된다. 또한 시설운전을 일시적으로 중단하면 곧바로 급수가 중단되는 문제를 보완하기 위해서 10% 내외의 예비설비를 확보하도록 상수도시설기준에 표시하는 것을 감안해서

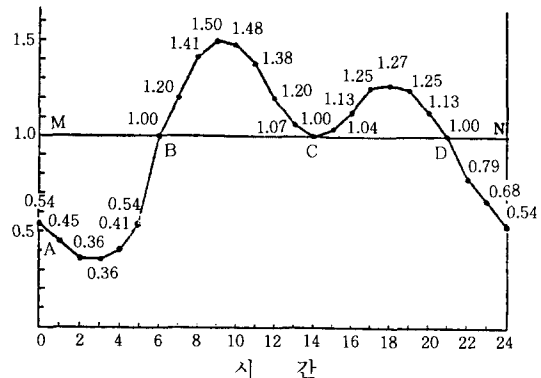


그림 2. 물 수요량의 시간에 따른 수요곡선

대체로 가동율을 80%내외로 두는 것이 이상적이다. 이렇게 예비설비를 구비해 두면, 보다 양질의 수돗물을 확보할 수 있을 것이다.

(4) 공급시설의 개량과 정비

1) 송배수기능의 분리

일반적으로 관로를 분류할 때, 송수관로와 배수관로는 기능과 역할이 다르며, 관로의 크기나 설계기준도 다르다. 송수관로는 정수장에서 배수지까지에 이르는 관로이며, 일일평균급수량을 기준으로 설계하며, 관로의 크기도 큰 것이 일반적이다. 또한 배수관로는 배수지에서 수요가 주변에 있는 급수관에 이르는 관로로 관로의 크기도 다양하며, 또한 관망도 복잡한 것이 일반적이다. 유량의 일일변화도 심하므로 일일 최대급수량을 기준으로 설계해야 한다. 관망의 종류가 망목상이나 수지상(나무가지 모양)으로 구분하는 것은 주로 배수관에 대해서 말하는 것이다.

송수관과 배수관의 기능분리는 간선배관망의 정비와 지역간 수요공급의 조정을 원활하게 할 수 있으며, 송배수기능을 분리함으로써 배수관에 흐르는 물은 배수지에서부터 수요가로만 흐르게 되므로, 공급되는 정수장이 바뀌더라도 배수관내에 흐르는 물의 방향은 항상 일정하게 된다. 따라서 흐름방향이 일정하게 되면 수요가에서의 적수유출이 적게 되어, 수요가에서 보는 적수유출로 인한 수질불신을 줄일 수 있게 된다.

2) 무단수 급수체제 구축

지금까지는 수도를 공급하는 입장에서 급수체제를 구축하고 유지하였으나, 앞으로는 물을 이용하는 수요가 입장에서 항상 안정되게 수돗물이 공급되도록 하는 무단수 급수체제로 구축하고 유지해야 한다. 이러한 무단수 급수체제는 정수장→수요가의 공급체제에서는 정수장과 수요가가 하나의 선으로 연결되었기 때문에 대안이 있을 수 없다. 따라서 정수장→배수지→수요가의 공급체제로 전환시키고, 정수장과 송수관, 배수지를 잇는 시설물에

대해서는 계통을 종합운용할 수 있는 송수체계를 확립해야겠다. 이렇게 체제를 구축하기 위해서는 인근 송수관로에서 상호보충할 수 있도록 서로의 관압을 연계조정하여, 항상 배수지는 수계 전환조정이 가능하도록 시설을 구비해야 한다. 그렇게 구비하므로써 하나의 정수장이 단수되더라도 배수지에 유입되는 유입수는 항상 단수됨이 없이 공급되므로써 수요가에서는 단수없는 무단수 급수체제를 유지할 수 있게 된다. 또한 1개 배수지에는 2개 정수장으로부터 공급되고, 또한 가능한 한 1개 정수장에서 2개 배수지에 공급할 수 있는 체제를 유지시켜야 한다.

3) 배수지의 용량 확충

현재의 수도시설에서 배수지는 총11개로 배수하고 있지만, 주요배수지에서는 계획저수시간에 HWL까지 채워지지 않는 시설도 있다. 따라서 수요와 공급간의 격차를 경감시키기 위해서 배수브룩을 조정해서 공급하고 있는 상황이다. 배수지용량의 확충사업이 완료되면, 장기적으로는 안정된 수원의 확보와 보급율의 향상, 배수지단위에 의한 브룩급수를 할 수 있게 될 것이며, 사용하기 편리한 상수도로 될 것이다. 그러나 중소브룩의 구축, 배수시스템의 콘트롤문제 등 해결하지 못한 사업들이 있다.

시내의 급수구역에는 거점배수지시설을 설치하고, 각 정수장에서는 이 거점배수지로만 송수시킨다. 이 거점배수지는 수요가의 대부분을 공급할 수 있는 표고인 표고 55~70m에 설치되며, 이 거점배수지에서 자연유하로 공급될 수 없는 높은 표고에 위치한 수요가를 위해서는 거점배수지내에 가압장을 설치해서 2단가압시킨다. 2단가압된 물은 2차배수지로 보내지거나 또는 직접 수요가로 보낸다. 지금까지 시내의 주택가에 설치된 가압장은 점진적으로 폐쇄시키고, 그 기능을 거점배수지내의 가압장으로 일원화시켜야 한다.

현재 가압장은 주택가에 산재되어 있어서 소음공해 등 민원의 요인이 되고 있으므로, 산재된 가압장을 배수지로 통합시키면 관리인력도 절감될 뿐아

특집 : 상수도의 현재와 미래

나라 소음공해에 따른 민원이 없어지며, 해마다 겪는 출수불량도 해소할 수 있는 잇점이 있다. 그러나 거점배수지나 지역배수지를 설치하는 비용은 수요가의 물탱크설비를 설치하는 비용 중에서 충당시키는 방안이 강구되어야 할 것이다.

우리나라의 상수도시설기준에는 배수지시설용량을 8시간분 이상으로 설정하고 있으며, 현재 서울의 배수지용량은 겨우 4시간분에 불과하다. 일본에서도 1991년까지는 8시간분을 확보하는 것을 표준으로 설정되어 있었으나, 그후 12시간분으로 확대되었으며, 유럽지역의 도시에서는 1~2일분, 미국 LA에서는 4일분의 배수지 용량을 확보하고 있다고 한다. 배수지 용량이 클수록 그만큼 안정된 급수를 할 수 있으므로 우리도 배수지를 설치할 수 있는 한 배수지용량을 확대해야 한다.

4) 직결급수대상의 확대와 지하저수조 개선

현재 서울시에서 설치하고 있는 대형배수지는 대부분 지형적으로 표고 50~70m에 위치하고 있으며, 또한 수용가의 80% 이상이 표고 30m이하에 분포되고 있으므로 배수관을 잘 정비해 둔다면, 지금이라도 상당히 많은 지역에서 별도의 배수관압조정없이 5~7층까지는 직결급수방식으로 전환할 수 있다고 본다.

급수서비스의 공평성, 기존빌딩의 급수설비개량에 따른 여러가지 문제, 긴급시나 갈수시에 고층까지 미치는 영향, 배수관의 역류방지설비의 기술적 문제 등으로 한꺼번에 해결할 수 없는 사항이 있기 때문에 우선 3층건물까지는 직결급수를 확대하고 5층건물까지는 지역의 수압 등의 여건을 고려해서 가능한 한 지하물탱크를 없애고, 옥상물탱크에서만 급수하는 방식으로 전환하는 것도 한가지 방법이다. 앞으로는 현재 지적되는 여러가지 문제들이 해결된다면 4, 5층에 대해서도 직결급수방식 또는 옥상물탱크방식으로 전환하는 것을 적극적으로 추진해야 한다.

이렇게 직결급수대상을 확대하므로써

- ① 소규모 물탱크에 대한 부실관리가 해소된다.
- ② 수도물의 질적 서비스 수준이 향상된다.

③ 수도물의 양적 서비스 수준이 향상된다.

(5) 인력과 조직의 전문화

1) 인력과 조직

가까운 일본에서는 많은 도시의 정수장이 우리나라의 수처리 공정과 비슷하며, 우리나라보다 산업이 먼저 발달했기 때문에 미나마타병, 이따이이따이병 등과 같이 공해병에 대한 문제도 많았었다. 동경도의 상수원수 수질이 우리 한강보다도 훨씬 악화되어 있는 상태이며, 심지어 수질악화에 대한 여론에 밀려 동경도의 어느 정수장을 폐쇄시킨 사례가 있었음에도 불구하고 시민들이 수도물을 안심하고 마시고 있다. 이것은 수도에 많은 관심을 가지고, 수도를 아끼는 사람들이 수도분야에 많이 종사하고 있고, 일본인들의 평생직장 정신에 따라 수도분야에 투신하면 수도분야에서만 근무하므로써 거의 모든 수도종사자들이 자기분야에서 전문가이며, 공무원의 공무집행에 대한 국민의 믿음도 한몫을 하고 있는 것 같다. 일본에서와 같이 우리도 수도에 근무하면서 수도에 관한 전문가가 되려고 노력해야 되며, 전문가로 양성되도록 제도적인 배려도 해야 할 것이다. 이렇게 양성된 전문가들이 수도를 관리하게 되는 날에는, 수도는 발전하게 될 것이고 또 지금과 같이 수질문제로 국민들이 수도물을 불신하는 일은 훨씬 줄어들 것으로 확신한다.

지금까지는 수도에 종사하는 사람이 수도전문직으로 한정되어 있지 않았으며, 누구나 수도업무에 발령을 내면, 그 업무를 수행할 수 있다고 생각하였던 것 같다. 그러나 정부에서도 수도의 전문화를 인식하고 이를 강조하면서 부터 수도사업을 공사화 하더라도 수도를 전문화시키겠다고 검토한 바가 있을 정도로 관심을 가지게 되었고, 이 과정에서 기술직종 중에서 토목직을 수도토목직으로 분리신설하였다. 그리고 일반 행정조직으로서의 수도국이 전문사업조직으로서의 상수도사업본부로 1989년에 개편되었다.

상수도 기술업무중에서는 수질관리와 시설관리 등의 유지관리업무가 핵심이다. 특히 상수도 유지

관리업무에서 보다 비중이 높은 기계·전기·화공직 등이 오히려 수도전문직으로 되어야 하며, 이들이 수도전문직으로 한정되기에 앞서 이들이 불만없이 계속해서 수도에 종사할 수 있는 길이 열려야 한다. 종사하는 본인이 열심히 노력하고 성실하게 근무하면 승진할 수 있는 기구로 반드시 개편되어야 한다.

또한 그중에서 수질을 담당하는 직에 대하여, 수돗물의 수질은 국민보건과 밀접한 관련이 있으며, 수질관리가 수도에서 가장 핵심업무라는 중요성을 고려하고, 수질관리업무를 좀더 전문화시키기 위해서 선진외국에서는 “수질직”을 채택하고 있지만, 우리는 “수질담당”직을 화공직으로 보하고 있다. 따라서 화학전공 또는 화공전공 뿐아니라 미생물학, 공중보건학, 수질환경 등 수질과 관련이 있는 다양한 학문영역에서도 수돗물의 수질관리부분에 참여할 수 있고, 좀더 전문화되게, 우리도 수질직을 신설해서 수질을 담당하도록 해야 한다.

2) 전문가 양성과 교육

비슷한 역사와 전통을 가진 수도, 전기, 통신 등이 현대도시의 편의시설이고 도시기간시설이면서도, 전력사업이나 통신사업은 각 공과대학에 전기공학과, 전자공학과 등 해당학문을 전공하는 학과가 설치되어 있어서 상당한 기초지식을 가진 신입직원을 충원하고 있다. 그러나 수도사업에 있어서는, 상수도를 전문으로 교육하는 대학의 학과도 없으며, 상수도를 전공으로 연구하고 강의하는 교수들도 극히 소수이다. 이제 상수도를 전문화시켜야 하는 것에 대해서는 모두가 공감하고 있으므로, 지금부터 상수도를 전문으로 강의하고 연구하는 교육기관도 육성하고 지원해야 할 것이다.

현재는 토목공학과와 환경공학과 또는 도시공학과 등에서 상수도공학 강좌를 전공필수 또는 전공선택 과목으로 개설하고 있으나, 대부분의 대학에서 한·두학기 정도의 강좌가 있을 뿐이다. 그러므로 우리시에서는 수도만을 전문으로 가르치는 수도공학과(가칭)를 시립대학에 설치해서 상수도 또는 상·하수도에 대한 전문인이 양성되도록 교육하고

연구해야 한다.

5. 결 론

상수도는 「언제, 어디서나 마음놓고 마실 수 있는 안전한 수돗물」을, 또는 수도법에서 정의되어 있는 바와 같이「청정하고 풍부하며 저렴한 수돗물」을 수요자에게 충분하게 공급하는 것이다.

안심하고 수돗물을 마시고자 하는 국민의 욕구에 부응하기 위해서는

- 일관된 상수원의 수질보전정책의 지속적인 추진,
 - 상수원 보호 및 관리감독강화와 상류도시의 하수처리장 조기설치,
 - 수도전문인력의 확보와 정수처리공정의 개선에 대한 연구,
 - 공급계통에서의 수질관리 강화와 수요가시설의 개선,
 - 대학에 수도공학과 설치와 수도종사자의 전문기술교육,
- 등 장·단기적인 대책과 조치들이 지속적으로 확실하게 시행되어야 한다.

21세기는 '원자력과 물'의 시대라고도 한다. 그만큼 물은 중요한 자원이며, 이렇게 중요한 자원인 물, 그 중에서도 우리 인간들이 마시고 살아야 하는 수돗물은 가장 으뜸으로 중요하게 취급되어야 하며, 깨끗하고 좋은 물을 안심하고 마실 수 있도록 하기 위해서는 상수원을 보호하고, 정수처리를 연구 개선하며, 공급과정에서의 수질관리 등에 우리 모두의 지혜를 모아야 할 것이다.

參 考 文 獻

경성부, 경성부 상수도 개요(1938, 9)
 김원만, 서울상수도사, 한국수질보전학회지 2권 1호 (1986)
 김홍석, 서울시 상수도관리현황과 전망, 한국수질보전학회지 7권 2호(1991, 3)
 서울시 상하수국, 상수도 시설현황조사 보고서

특집 : 상수도의 현재와 미래

(1982. 12)
서울특별시 상수도사업본부, 업무계획 보고서(1994)
서울특별시, 서울의 도시계획 1394~1994(1991)
이태교, 재미있는 물 이야기, 현암사
환경처, 환경연감(1993)
황성신문, 수도회사 고시(1908, 8, 2)

황성신문, 잡보(1908, 7, 21)
藤原 正弘, 水道 21世紀の びじょんん, 수도산업신문사 (1994)
小島貞男 外, 日本の水道はよくなりますか, 亞紀書房 (1988)

