

水源汚染의 由来와 漢江汚染의 動向

水源汚染의 有來

수원의 오염은 인간이 물가에 살기 시작한 때로부터 있었을 것이나 그때는 수량에 비하여 오염물질이 작아서 큰 문제는 발생하지 않았다. 그후 많은 사람들이 한곳에 모여 도시를 형성하고 부터는 한곳에서 많은 오염물질이 나와 수원 오염이 심하게 되고, 이로 말미암아 많은 생명을 위시한 인간의 건강에 피해를 입혔다.

1850년 문호 Charles Dickens가 군중대회에서 London의 빈민굴을 평함에 있어 “Europe에서 가장 나쁜 노정부하에 가장 더러운 오래된 도시 중에서 각각의 누적된 공포속에서 가장 더러운 캐캐 묵은 지역으로 유례를 찾아 볼 수 없는 많은 지역(빈민굴)을 London에서 알고있다”고 혹평하고 사람의 배설물을 위시한 모든 하수를 강물과 분리시켜 흘러내려 보내도록 하는 분리식 하수거를 주장한 이래로 수원의 오염에 의한 많은 전염병 유행이 있었다.

教授 鄭 文 植

서울大學校 保健大學院



약1815년 이래 매소변을 Thames강에 버리는 것이 위법으로 되었고 이때 부터 수세식변소가 도입되어 모든 하수를 하수도로 보내고 1947년 부터는 그것이 의무화되었으면서도 Thames강의 오염은 여전히 같았다.

특히 물을 하수가 나가는 곳에서 취하여 한번 수인성 질병이 들어오면 어느 정도 풍토병 같이 되어 오래동안 발생하곤 하였다.

1852년 수도권 수도수법이 재정되어 급수점을 하수가 나가는 점 보다 상류로 옮긴후에는 코레라로 인한 사망자수가 훨씬 감소 하였으나 옮기지 않은 회사의 물을 먹는 지역에는 여전히 많았다.

또 1892년 독일 Hamburg사건을 보면 Elbe 강물을 그냥 먹고 있는 Hamburg에서는 코레라로 8,000 명이 죽고 10,000명이 그 병으로 부터 회복되었으나 바로 같은강 하류에서 급수를 취하고 있는 Altona에서는 완속여과를 실시함으로써 그 병을 피할수 있었다.

세균등 관련된 과학이 눈부시게 발달하여 특히 도시 지역에 자주 발생하여 많은 인명 피해를 입히는 유행병의 대부분이 그들이 마시는 물에 의해서 전파된다는 사실이 알려졌다.

그후 이 병을 관리하기 위하여 물의 처리에 관한 연구가 시작 되었다.

1804년에 John Gibb는 Scotland의 Paisley에서 처음 완속여과지를 건설하고 1827년에 Robert Thom은 역시 Scotland의 Greenock에 완속여과지를 건설하였다. London의 Chelsea수원지의 기사 James Simpson은 1827년에 약관 28세로 8천리길을 가서 Scotland의 여과시설을 보고 1829년에 Thames강변의 Chelsea수원지에 영구적인 여과지를 건설함으로써 역사상 처음 지속적인 물의 여과를 시작하게 되었다. 여과의 효과는 독일 Hamburg와 Altona의 코레라 사건에서도 언급하였지만 질병 발생을 격감 시켰다.

수중 세균이 물을 여과시킴으로써 95~99% 이상

감소시킬 수 있다. 그러나 여과로써 세균을 완전히 제거 시킬수는 없어 많이 발생하던 유행병의 환자수를 줄일수는 있으나 없앨수는 없었다.

그러다가 획기적인 처리법의 한가지인 소독법이 도입되었다. 영국에서 염소로 물을 소독하는 것으로 19세기 중엽부터 특허가 났으나 1897년에 장내 질환이 크게 유행한데 자극을 받아 Sims Woodhead가 Maidstone에서 차아염소산 칼슘으로 물을 소독하기 시작하였으며 영구적인 염소소독은 1905년에 Alexander Houston경의 지도로 Lincoln에서 시작 하였다.

1910년경에 법률로써 염소나 오존으로 물을 소독하도록 입법화 할려고 하였으나 부결되었다가 1937년에 Croydon에서 장티프스가 크게 유행하고 부터 큰 정수장에서는 계속적인 염소소독을 실시하기 시작하였다. 이와같이 염소소독을 실시하고 부터 물에 의한 전염병이 완전히 퇴치되었다.

미국 필라 델피아에서 아무런 처리를 하지 않을 때는 매년 장티프스 환자가 2,000~10,000명이나 발생하던 것이 여과만을 실시하고 부터는 1,000명이하로 감소하였다가 염소소독을 실시한 후 부터는 400명이하로 감소하였다.

이 400명이하의 환자는 물에 의해 전파되어 발생한 것이 아니고 주로 음식등 환경의 불결에 인한 것으로 보나 현재 음식이나 환경이 깨끗한 구미 선진국에서는 장티프스환자가 발생하지 않은 것을 볼수 있다.

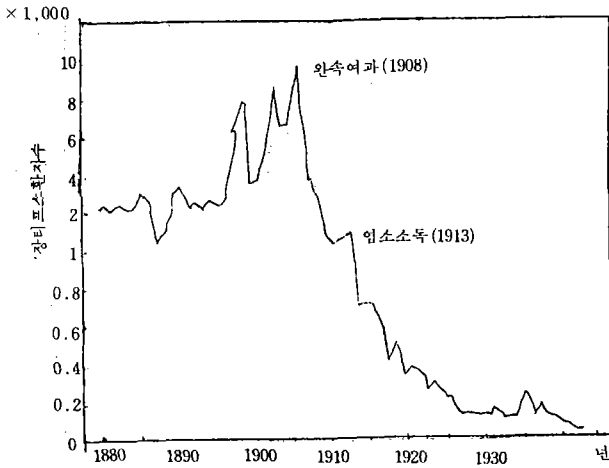
그래서 현재까지 도시 상수로 인한 인명의 피해는 없었으나 수원자체의 오염은 여전히 계속 되었다.

맑은 물에 있는 산소가 각종 오염물의 산화에 의하여 급격히 감소하거나 없어지는 경우도 많았다.

보통 맑은 물에는 0℃에서 14ppm, 10℃에서 10ppm, 20℃에서 8ppm, 30℃에서 7ppm 정도의 산소가 녹아 있어 물고기를 위시한 각종 동물이 호흡을 하며 산수있게 하고 오염물질이 들어 오면 산화시켜 오물을 제거시켜 주며 물을 깨끗하게 보존하는

데 절대적인 요소가 되어 왔다.

그림. 미국 필라델피아에서의 장티프스 환자 감소 경향



보통 도시 근교의 큰 강물에는 보통 물고기가 살 수 있는 용존산소의 한계 농도인 5ppm을 하회하여 어족에 치명적인 피해를 입히는 것은 물론 산소 부족으로 오염물질을 산화 제거 시킬 수 있는 능력마저 없어져서 물의 부패현상이 일어나 고약한 냄새가 나고 검은 빛같이 되어 음료수로 처리할 수도 없게 되거나 있다손 치더라도 막대한 경비가 든다.

근래 공업이 다양화 되고 여러가지 합성물질이 나오면서 수질오염은 새로운 양상을 나타내고 있다.

1953년 일본의 조그마한 해안 마을인 “미나마타”에서 고양이 가 눈을 번뜩이며 광란기가 있다가 혼수상태가 되었다가 죽은 일이 생겼어도 별 관심을 나타내지 않다가 그후 8년 동안에 10,000명의 해안민 중에서 43명이 죽고 63명의 영구 불구자가 발생하였다.

이 숫자는 더욱 광범위하고 불길한 피해의 일각에 지나지 않는다.

1956년에야 구마모토대학 의학부에 요청하여 조사한 바에 의하면 근처 화학공장에서 나오는 폐수중의 수은이 원인이 되었다.

그 해안에서 잡히는 고기중에서 1.0~3.0ppm의 유기수은이 함유되어 있었고 조개류에는 2.0~20ppm까지 포함되어 있었다.

과학자들은 수은이 물 보다 13배 이상 무거워서물에 버리면 모두 밑으로 갈아 앉을 것으로 생각하였으나 그렇지 않았다. “미나마타”사건이외에도 스웨덴 영국 미국 등지에서 수은 과동이 일어났으며 이들 국가에서는 수은량이 많이 포함된 고기나 그 통조림등을 모두 폐기 처분하고 판매 금지시켰다.

그의 각종 도금에 많이 사용되는 카드뮴을 들수 있다.

“이다이-이다이-요”라고 알려진 이 병은 카드뮴이 빠른 다공성으로 만들어 재생력을 없애고 더진전하면 골격이 망가진다. 이때 각 부분에 심한 통증이 와서 병명이 붙었다.

또한 콩팥, 간 폐등에 축적이 잘되고 그들을 파괴시키며 처음에는 빈혈 상이 잘 일어난다. 이는 도금공장이외에도 각종 공업이나 자동차 엔진 배아링등에 광범위하게 사용되어 생활환경에 노출될 기회가 많다.

도시나 공업지대 하천수에서 흔히 발견되는 물질로 세계보건기구에서는 상수중의 허용한계를 0.01mg/l로 정하고 있다. 니켈, 연, 비소, 시안, DDT, 합성세제등도 해로운 수질오염물질이나. 자세한 영향이 알려져 있지 않다.

이런 물질들은 여과나 염소소독으로는 제거가 되지 않아 가능한 오염을 시키지 않으려고 하나 불가피하게 존재하는 경우에 처리할 방법이 없다. 현재 수원의 오염은 보통처리 방법으로 가능한 오염과 처리가 안되는 오염이 뒤범벅이 되어 더욱 복잡한 문제를 제기하고 있다.

다행한 것은 후자는 그량이 비교적 적다는 것이다. 그의 특히 선진국의 수원에서 **Eutrophication**이라



는 새로운 형태의 오염이 일어나서 그 해결에 많은 애로를 겪게하고 있다.

도시나 공업지대에서 나오는 오염물질을 생물화학적 방법으로 처리하여 강으로 내어 보낸다.

이때 오염물중의 주로 유기물질형태로 존재하는 질소나 인등이 처리가 되어 무기질의 질산(NO_3)이나 인산(PO_4) 등으로 되어 수중에 있으면 이들 영양소와 물 탄산가스 태양열에 의해서 이끼류(algae)가 자란다. 최근 수년간에 이들 이끼가 상당히 빨리 자라 큰 덩어리같이 되어 방대한 면적의 강이나 호수를 덮어 더럽게 만들었다가 죽는다.

이들이 세균에 의해 분해될때 물속의 산소를 모두 소모함으로 산소가 있어야 사는 물고기나 다른 동물은 다 죽게 된다. 이런 Entrophication은 논밭에 사용하는 비료가 씻어 내려 와서 더욱 심하여 진다. 이런 무기질 질산이나 인산까지 제거 시킬 수 있는 하수처리장이 있어야 되나 현재는 불가능하다.

또 각종 난 냉방이나 산업시설에서 나오는 가열된 물이 수원의 온도를 높여 수중 용존산소를 감소시키고 서식 생물의 환경을 부적당하게 한다.

다량의 온수를 배출하는 원자력 발전소 근처에는 이런 현상이 더욱 심하다.

우리나라 하천오염의 현황은 근래 여러 연구기관에서 대기오염과 같이 산발적인 연구가 진행되고 있으나 장기적이고 종합적인 연구를 담당할 기관이 없는 것은 아쉬운 바 크다. 따라서 그간의 연구보고는 주로 한강을 대상으로 한 것이여서 이를 바탕으로 한강오염의 원인과 전국 하천의 수질오염의 경향을 보기로 한다.

漢江汚染의 原因動向

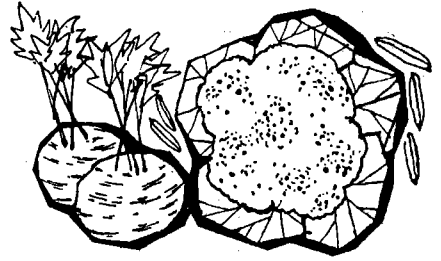
한강의 오염도를 1969년 6월에서 11월까지 몇개 주요 지점별로 본 결과 용존산소(D. O)는 6월이 가장 적고(5.5ppm) 11월이 제일 많았는데(6.8ppm) 이는 온도와 유관한 것 같으며 오수배출량에도 영향 되는 것 같고, BOD는 7월(17.8ppm)에서 9월(34

.8ppm)까지는 계속 증가하여 9월에 최고가를 보이다가 그 이후부터 감소했으나 어느 달을 막론하고 수산용수 수질기준 5ppm을 2~7배 초과하고 있어 수산물 보호에 지장이 우려되고 있다.

지역별로는 하류로 갈수록 심해지는데 용존산소량(D. O)은 위키힐근처 7.6ppm, 광장교6.8ppm, 뚝도6.9ppm 제3한강교7.2ppm 제1한강교 5.7ppm, 제2한강교5.1ppm, 염창동3.6ppm으로 이를 다시 상·중·하류로 나눌때 상류한강은 7.2ppm, 중류7.1ppm, 하류 4.3ppm으로 평균 6.1ppm였고, 생물화학적 산소요구량(BOD)은 위키힐근처 12.4ppm, 광장교17.3ppm, 뚝도24.6ppm, 제3한강교 26.7ppm, 제1한강교 33.6ppm, 제2한강교 40.6ppm, 염창동40.7ppm으로 이를 다시 상·중·하류로 구분 할때 상류 한강은 13.4ppm, 중류28.3ppm, 하류39.8ppm으로 평균 27.7ppm였으며, 대장균군(MPN)은 위키힐근처 $16 \times 10^3 / 100\text{ml}$, 광장교 $38 \times 10^3 / 100\text{ml}$, 뚝도 $61 \times 10^3 / 100\text{ml}$, 제3한강교 $154 \times 10^3 / 100\text{ml}$, 제1한강교 $130 \times 10^3 / 100\text{ml}$, 제2한강교 $616 \times 10^3 / 100\text{ml}$, 염창동 $302 \times 10^3 / 100\text{ml}$ 로서 이를 다시 상·중·하류로 볼때 상류 $24 \times 10^3 / 100\text{ml}$, 중류 $115 \times 10^3 / 100\text{ml}$, 하류 $459 \times 10^3 / 100\text{ml}$ 으로 평균 $187 \times 10^3 / 100\text{ml}$ 였다.

일본 총리부 수자원조사회 권고수질기준을 보면 수도용수 A급이 생물화학적 산소요구량 1ppm이하, 용존산소량이 7.5ppm이상인 요구되며, 수도용수, 공업용수, 농업용수, 어개증식용수의 B급은 생물화학적 산소요구량이 1.7~2.0ppm이하 용존산소량이 7.5ppm이상이며 C급은 생물화학적 산소요구량이 2.1~5ppm 용존산소량이 5.0ppm이상인 요구되며, 수산용수에서는 생물화학적 산소요구량이 5ppm이하 용존산소량이 5ppm이상이며 대장균군은 250/ml이하 등을 권고하고 있다.

특히 송어와 연어와 같이 산란기에 하천을 올라오는 어류는 하천수질이 적어도 생물화학적 산소요구량은 2~3ppm이하, 용존산소량은 6~7ppm이



상이 요구되고 있다.

이것을 한강의 수질과 비교하면 상류의 용존산소량이 7.2ppm, 생물화학적 산소요구량이 13.4ppm, 대장균군이 240/ml의 오염도를 보여주고 있어 상수원으로 타당치 못함을 알 수 있다.

하류의 수질 역시 용존산소량이 4.3ppm이고 생물화학적 산소요구량 39.8ppm으로서 극히 높은 오염도를 보여 주고 있어 어류의 생존에 적합치 않고 또 많은 피해를 주리라 생각된다.

1956년 8월 제 1 한강교 부근의 대장균군은 $23 \times 10^3 / 100\text{ml}$, 1967년 8월 $67 \times 10^3 / 100\text{ml}$ 이던 것이 1969년 8월 $380 \times 10^3 / 100\text{ml}$ 로서 상당히 증가되었음을 알 수 있고 대장균군의 법정기준이 300/ml 이상인데 중류, 하류는 각각 1,150/ml, 4,590/ml로서 상당히 상회함을 볼 수 있다.

생물화학적 산소요구량은 1963년 똑도가 1.06ppm 였는데 1969년에는 24.6ppm으로 1963년보다 약 23배가 증가 되었다.

한편 한강의 또 다른 오염원인 공업폐수의 대량배출 하천은 영등포 공업지대를 유하하는 안양천으로서 각 지역별로 보면 (1968) 용존산소량은 시흥 5.4ppm, 하동환자동차앞 2.2ppm, 양화교 0.7ppm, 제 2 한강교 5.3ppm, 한강하류 3.3ppm였으며 생물화학적 산소요구량은 시흥 14.3ppm, 하동환자동차앞 107.8ppm, 교재창앞 437.7ppm, 양화교 260.7ppm, 제 2 한강교 11.0ppm, 한강하류 75.5ppm이었다.

즉 안양천의 수질은 하류로 갈수록 오염도가 증가하며 한강에 유입하는 양화교에서 정점을 이루었다.

국내 타 주요하천에 대하여 1969년 보사부가 조사한 보고에 의하면 생물화학적 산소요구량이 낙동강 188.3ppm, 수영강 253.3ppm, 금강 132ppm으로 거의 하수와 같은 오염상을 보이고 있으며 이는 또한 상수 수원은 물론 공업용 수원으로서 적당치 않을 만큼 오염되어 있음을 알 수 있다.

結 言

이와같이 하천에 유입하는 도시하수의 오염도가 증가하는 이유는 도시인구의 증가와 배출량의 증가에서 온다.

즉 서울시 오염배출량의 추세를 보면 시내 청소대상인구가 1965년에 3,201,870명이었는데 1967년에는 3,430,055명으로 약 20만명이 증가하고 있는데 비하여 오물배출량은 진개와 분뇨를 합하여 1965년에 1,601,927 ton인데 비하여 1967년에는 2,966,795 ton으로 약 2배로 증가하고 있다.

서울시내 공장 및 제조업체는 나날이 증가하여 1964년에는 2719업체였던 것이 1966년에는 2,939업체로서 이에 종사하는 종업원수는 137,921명이었다.

이들 공장에서 내 보내는 폐수는 대부분이 기초 처리마저 하지 않고 방출되고 있어 이들이 하천오염에 주요원천이 됨은 자명한 일이다.

청계천 하류에 현대식 생물학적 하수 처리장과 서대문 성산동에 분뇨처리장을 건설하고 있으며 추가로 몇개 더 건설하리라는 소식은 다행한 일이다.

그러나 한강유역의 용수수급계획을 보면 생활용수, 공업용수 및 농업용수를 포함한 총 수요량은 1968년에 18.58억톤/년에서 1971년 35.69억톤/년, 1976년 42.99억톤/년, 1981년 50.81억톤/년으로 증가하므로 수원오염의 급강하는 기대하기 힘들다.

한강을 위시한 전국 하천과 수역의 수자원 보호를 위한 장기 종합적인 계획이 요망된다.