

首都圈上水道의 水質一問題點과 對策

金 東 玟

서울市立大學校

Tap Water Quality in Seoul Metropolitan Area

Dong Min Kim

Faculty of Engineering, Seoul City University

Abstract

Current analyses of tap water in Seoul metropolitan area prove the water is still safe, despite the pollution of raw water source. However, it also significantly suggests that a feasibility study of applying additional advanced technology to existing water treatment processes is needed in order to cope with future pollution. Also, the monitoring of water quality within private, multi-household buildings is as important as the monitoring of public water distribution system.

머릿말

수도圈인구 1200 만명이 일상적으로 飲用하고 사용하는 上水道물은, 原水を 漢江으로부터 取水한 후 淨水處理를 거쳐서 配水 및 給水된다(Fig. 1).

그런데, 取水原인 八堂域과 그 아래 漢江水의 汚染度가 사회적문제로 제기되면서,

최근 몇 해동안 서울市 上水道물의 衛生上 安全度에 관한 시비가 끊이지 않고 있다.

水道물은 (1) 衛生上 安全하고, (2) 마시기에 快適하고 (3) 價格이 적절하게 저렴해야만 가치가 있다. 물론 그것은, 公급량이 충분하고, 水壓이 적절할 때의 얘기인데, 경제성장과 더불어 그러한 문제들은 거의 다

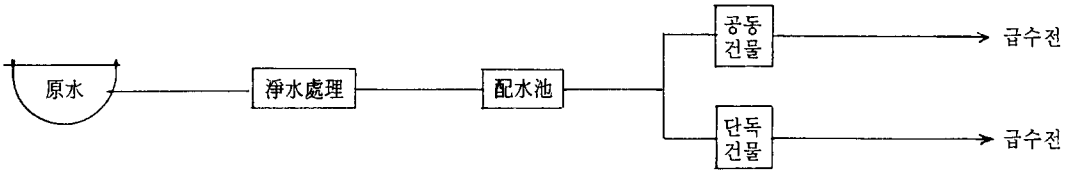


Fig. 1 原水로부터 給水栓까지의 물의 흐름

해결되고 있다. 그러한 시점에서, 국민경제가 풍요와 복지를 향하여 전진하는 요즘, 그리고 環境汚染이 해마다 심각해지고 있는 이때에, 국민들이 水道물의 안전성에 대하여 비상한 관심을 갖는 것은 지극히 당연하다.

본欄에서는 그러한 관점에서, 서울시上水道當局에서 공급하고 있는 水道물에 관하여, 淨水處理場에서 처리한 물(淨水)과 配水管末에서의 물, 그리고 水道꼭지(給水栓)에서의 물의 水質상태를 살펴본후, 衛生上の 문제와 그 대책을 論하고자 한다.

1. 水道물의 水質상태

Table 1(a)는 서울시 上水道事業本部로부터 입수한, 서울시의 대표적 淨水場에서 처리한 淨水の 水質자료이다. 이 자료에 표시된 여러 水質項目의 농도는, 保健社會部令 第 744 號(1984. 3. 14) 飲用水水質基準에 의

하여 판단할 때 飲用に 적합하다. 또한, 서울시 上水道事業本部는 별도로 給水栓에서의 水質을 매일 순회點檢하고 있는데, 그 자료¹⁾를 보더라도 飲用に 적합하다. 다만 철분, 濁度 등 일부의 물질이 給水栓에서 증가하고 있을 뿐이다.

한편 韓國建設技術研究院에서는, 1988 年에 水道물의 水質成分 중 微量汚染物質의 농도를 조사한 바 있는데, 그 후 그 조사결과가 보도됨으로써 上水道本質에 관한 社會的論爭을 야기한 바 있다. 그 보고²⁾에 의하면, 서울시의 모 淨水處理場의 경우, 요즘 發癌가능물질로서 비상한 관심의 대상과 쟁점이 되고 있는 Trihalomethane(THM) 등 휘발성有機物質이, mg/L 단위의 微量이지만 발견되고 있다. 이 THM 과 일부 農藥 등의 농도는, 그런대로 世界保健機構나 美國의 飲用水基準 등으로 볼때 대체로 허용 범위내에 든다. 그러나 여기서 爭點이 될

Table 1(a) 서울시의 3개 淨水場에서 측정된 淨水の 水質項目별 농도

pH값	色度	濁度	증발잔류물 (mg/l)	鐵 (mg/l)	硬度 (mg/l)	NH ₃ -N (mg/l)	NO ₃ -N (mg/l)	鹽素이온 (mg/l)	KMnO ₄ 소비량 (mg/l)	일반細菌 (1 ml중)	대장균 (50ml중)	잔류鹽素 (mg/l)
6.8~7.1	0	0.4~0.6	9~73	0.01~0.03	47~80	0~0.15	0~1.2	4.2~14.6	0.4~1.8	0	0	0.4~1.3

주: 1989년의 1월, 4월, 8월중 1번씩 팔당, 암사, 영등포 정수장에서 측정된 것임.

자료: 서울시 상수도사업본부

Table 1(b) 서울시의 H-1 淨水場을 대상으로 측정한 淨水 및 原水, 淨水, 給水栓물의 水質項目별 농도

1. 일반水質汚染物質(pH, 濁度, ABS, pheno l, NH₃-N, NO₃-N, 酸度, 알카리度) : 飲用水基準值 미만.
 2. 重金屬류(Fe, Cd, Pb, Mn, Cr⁶⁺, As, Cu, Ba, Ca, Hg, 단위 mg/l) Fe 는 RW 0.47, TW 0.53, DW 0.55 ; Mn 은 RW 0.508, TW 0.508, DW 0.508 ; Hg 는 RW 0.002, TW 0.00-2, DW 0.002.
 3. 휘발성有機物質 (단위 µg/l)

	(1) Chloro- form	(2)Bromo- dichloro- methane	(3)chloro- dibromo- methane	(4) Bromo- form	(5)Carbon- tetra- chloride	(6)Tri- chloro- ethylene	(7)Tetra- chloro- ethylene
RW	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.5
TW	15.6	1.0	ND	0.5	ND	ND	0.4
DW	10.4	0.7	ND	0.2	ND	ND	0.3

RW 는 原水, TW 는 淨水, DW 는 給水栓물, ND 는 未發見
 미국 水質基準值는 (1)~(4) 100µg/l, (5)~(6) 5µg/l

4. 農藥物質(BPMC, Fenthion, Carbofuran, Diazinon, α-Endosulfan, P, P'-DDT, Edifenphos, β-Endosulfan, Fenitrothion, Probenazol, Isoprothiolane, Butachlor, Phenthoate, O,P'-DDT) 14 개항목 共히 TW 및 DW 에서 發見되지 않았음. 그리고 4 개항목만이 RW 에서 0.009~0.09 µg/l.

주 : 1 항은 淨水の 수질임.

자료 : 참고문헌 2.

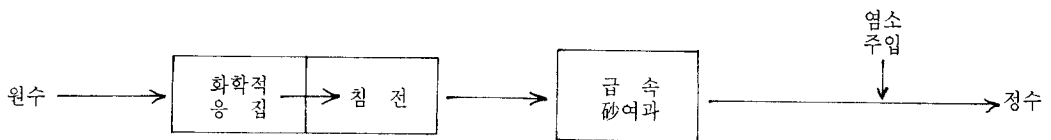
수 있는 것은 사회적으로 論爭이 있는 THM 등 微量汚染物質이 우리나라의 飲用水水質基準에 포함되어 있지 않다는 것과, 그러한 物質의 농도가 尙後 증가할 것인가 그리고 그럴 경우 대책은 무엇인가 하는 것 등이다.

2. 재래식 淨水處理의 한계

Fig. 2 는 서울시 上水道事業本部에서 운영하고 있는, 여러 淨水場의 물處理工程에 있어서, 핵심적 기능을 수행하는 單位操作의 연결을 나타낸 것이다. 化學的凝集沈澱

+急速砂濾過+鹽素處理로 대표되는 이러한 재래식 淨水工程은 원래 2級水 이상 정도의 비교적 맑은 原水를 대상으로 하여 주로 細菌, Colloid, 懸濁性 微粒子 등을 제거하는 목적으로 개발되었고 사용되어온, 半世紀가 훨씬 넘은 재래식 기술이다. 이 工程은 細菌과 濁度를 제거하는 데에는 탁월한 能力이 있지만 그 크기가 極微한 비루스와 化學的 溶質 등을 제거하는 能力은 不充分하다(Table 2)

Table 2 는 재래식 淨水工程에 관한 것인데, (1) 淨水處理工程에서 除去되지 않는 것,



주로 細菌, colloid, 현탁粒子 등을 제거하며, 2급原水처리에 적합

Fig. 2 서울시의 대표적 淨水場의 물處理工程

Table 2 飲用장해물질의 분류

	健康에 영향을 주는 물질	快適性を 저하시키는 물질
淨水處理 工程에서 除去되지 않는 것	· 水銀 등의 重金屬류 · 農藥, 除草劑 · trichloroethylene 등의 鹽化物 · Phenol 合成有機物 · 비루스	· 2-methylisoborneol(2-MIB), geosmin 등 냄새와 맛을 나타내는 것 · MBAS 등 界面活性劑 · 無機鹽류, 藻類
淨水處理 工程에서 발생되는 것	· trihalomethane(THM) 등의 鹽素化有機物 · 4 鹽化炭素	· 無機鹽類
配水 및 給 水 과정에서 발생되는 것	· epichlorohydrin 등 樹脂系の 内部被覆材 · benzpyrene 등의 芳香族炭化水素 · 납 등의 重金屬류	· 無機鹽類 · 鐵, 망간

자료: 참고문헌 3

(2) 淨水處理工程에서 發生되는 것, (3) 配水 및 給水과정에서 發生되는 것 별로 (1) 健康에 영향을 주는 물질과 (2) 快適性を 저하시키는 물질을 나타내고 있다. 그 내용을 볼 때, 前項에서 거론된 THM, 農藥성분 등이 原水로부터 만족할 만하게 제거되지 않거나 오히려 淨水에 추가됨을 알 수 있다. 그 중에서 THM 등은 잔류有機物質과 注入한 鹽素가 반응하여 生成되며 無機鹽類는 凝集劑 등 化學藥品의 투여때문에 추가된다. 냄새와 맛을 나타내는 성분은 주로 藻類에 의하여 분비되는 물질이다.

현행 環境保全法은, 水質環境基準을 「生活環境」기준과 「사람의 健康保護」기준의 두 가지로 나누어서 목표水質値를 제시하고 있다. 生活環境기준에서는 水素이온濃度(pH), 生物化學的酸素要求量(BOD), 化學的酸素要求量(COD), 浮遊物質量(SS), 溶存酸素量(DO), 大腸菌郡의 最確數 등에 따라서 河川水나 湖水의 水域을 5 등급으로 나누고 있으며 1 등급부터 3 등급까지를 각각 1 급

부터 3 급까지의 上水道原水로서 適合한 것으로 정하고 있다. 그리고, 1 급 原水는 「濾過 등에 의한 簡易淨水處理후」에, 2 급 原水는 「沈澱濾過 등에 의한 一般적 淨水處理后」에, 3 급 原水는 「前處理 등을 거친 高度의 淨水處理后」에 공급하도록 정하고 있다.

한편 健康保護기준에서는, 全水域에 대하여 카드뮴(Cd)이하 8 종의 물질농도를 飲用水 水質基準과 동일한 수준으로 엄격하게 규제하고 있다. 가령, 시안, 水銀, 有機磷, PCB 등은 검출되어서는 안되는 것으로 규정하고 있다.

이러한 水質環境基準의 개념은, 上水道原水구역에 재래식 淨水處理工程으로는 제거되지 않는 汚染物質이 없도록 하려는 것으로 해석된다. 그리고, 다만 原水의 細菌性汚染度와 一般적 淸淨度에 따라서 淨水處理의 수준을 높이도록 하려는 의도가 엿보인다.

그런데, 生活環境기준으로 볼 때 2 급수

내지 3 급수에 해당되는, 八堂으로부터 仙遊에 이르는 서울시 上水道取水源에 재래식 淨水處理工程으로 제거되지 않는 「사람의 健康保護」에 지장을 주는 物質이 나타날 경우 이는 매우 어려운 問題를 던져주는 것이 된다. 덧붙여서 留意해야 할 점은, 工學상으로 볼때 특정 物質을 100.0% 제거하는 「完全」한 實用技術이란 존재하지 않으며 또한 반드시 必要하지도 않다는 사실이다. 다만 특정 物質을 「만족」할만하게 제거할 뿐인데, 그 物質의 종류와 濃度 및 요구되는 除去수준에 따라서, 그러한 「實用技術」을 적용하는 비용이 비싸진다.

3. 配水 및 給水施設에서의 문제점

配水施設이란, 淨水場을 떠난 물이 공급대상建物에 들어가기 전까지의 施設로서, 필요할 경우 配水管網외에 配水槽와 펌프 등이 추가된다. 給水施設이란, 配水管을 떠난 물이 공급대상建物내의 給水栓으로 나올 때까지의 시설로서, 단독住宅의 경우에는 대개 計量器, 給水管, 給水栓 등으로 구성되며, 아파트 등 多世帶共同건물에는 다시 펌프와 配水槽 등이 추가된다(Fig. 1)

이러한 配水 및 給水계통에서 생길 수 있는 문제는 (1) 管 및 槽 등이 腐蝕하여 그러한 物質이 물에 추가되는 경우, (2) 管 및 槽 등의 内部被覆材가 溶出되어 물에 추가되는 경우, (3) 管 및 槽 등의 내부에 부착 增殖하는 微生物이 脫離되어 물에 추가되는 경우, (4) 配水槽에서 추가住入된 鹽素와 물속의 殘留有機物質이 반응하여 THM 등이 生成되는 경우, (5) 管이 水密치

못하고 管内의 水壓이 적절치 못하여 管밖의 異物質이 管속으로 侵入하는 경우, (6) 交叉連結(cross connection)로 인하여 汚染된 물이 給水栓으로부터 나오는 경우, (7) 配水槽에 防鏽劑를 넣음으로써 그 成分이 물에 추가되는 경우 등이다. 위에서 (7) 번은 多世帶共同建物이나 또는 유사한 대형빌딩에 추가로 해당된다.

위 (1)~(6)의 問題는 매우 어렵지만, 上水道당국의 끊임없는 대처노력에 의하여 改善되어 가고 있다. 그러나 (6) 번의 問題는 住民의 주의와 協力없이는 해결이 불가능하다. (7) 번의 問題는, 그간에 대량으로 건설된 아파트 등 共同住宅의 보급에 따라서, 그리고 자체 給水施設 관리상의 문제와 더불어 요즘 더욱 심각해지고 있는 경향인 것 같다. 더우기, 그러한 共同建물의 자체적인 水質管理를 바람직하게 규제할 수 있는 制度가 없는 현실이 문제해결을 어렵게 하고 있다.

4. 水道물의 水質向上을 위한 對策

水道물의 水質向上을 위한 對策으로서 시급히 실행되어야 할 사항은, (1) 上水道取水源水域의 水質改善 (2) 淨水處理工程의 物質除去能力 向上, (3) 配水 및 給水系統에 대한 水質監視의 강화, (4) 多世帶共同建물의 水質管理를 위한 制度시설 등이다.

그러한 사항들은, 이미 수년전부터 국내의 民間研究機關에 의하여 산발적으로 問題提起되고 있거나, 또는 研究가 시작되고 있다.^{2),4)~7)}

첫째의 取水源水域 水質改善은, 주로 制

도의 노력에 의하여 달성될 수 있는 목표이다. 즉, 上水保護구역의 확대와 그 안에서 汚染行爲를 法的으로 엄격하게 다스리는 조치 등이 그러한 노력에 해당된다. 서울시는, 전국人口의 4 분지 1 또는 1,000 萬人이 넘는 住民이 降雨量과 汚染에 敏感한 表流水에, 上水道源水를 직접적으로 의존하고 있으므로 그러한 엄격한 法的조치는 불가피하다. 이와 관련하여, 生活下水, 工場廢水, 畜産廢水, 가두리養殖場의에, 최근 급증하고 있는 漢江上流구역 골프장의 水質汚染寄與度도 재조명해볼 필요가 있다.

둘째의 淨水處理工程의 物質除去能力向上은 技術開發과 投資가 善行되어야 할 사항이다. 서울地域 取水源水域은 이미 2級

水의 조건을 「完全無缺」하게 갖추었다고 장담할 수 없는 수준이므로, 그리고 在來式 淨水處理工程은 사람의 「健康保護」에 지장을 줄 수 있는 物質들을 만족할만하게 除去하기에는 부적합하므로, 上水의 추가적 高度處理에 관하여 심각하게 검토할 필요가 있다. 한편 高度處理技術을 적용할 경우, 上水道料金の 불가피한 인상과 그것이 미치는 영향도 고려해야 할 것이다. 그림 3은 재래식 淨水處理工程의 物質除去效率과 관련하여, 除去對象物質의 농도를 原水와 淨水에 나눠서 각각 나타낸 것이다.

셋째의 配水 및 給水系統에 대한 水質監視에 관해서는 현재의 모니터링制度를 더 강화하고 효과를 극대화하는 방향으로 노력을 경주해야 할 것이다.

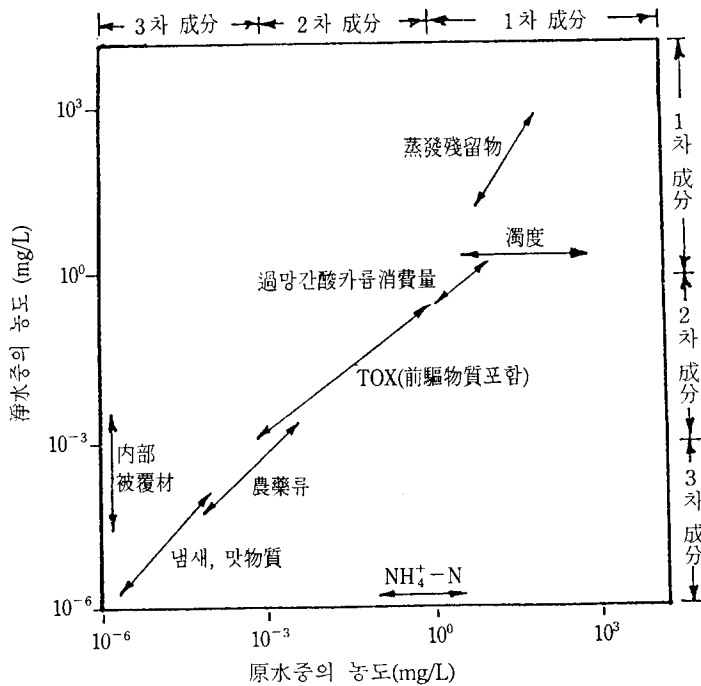


Fig. 3 淨水處理工程에 의한 飲用장해물질의 제거효율(참고문헌 3)

넷째, 多世帶共同住宅의 水質관리에 관해서는 기존의 아파트, 聯立住宅, 多家口住宅 등의 建物內에 있는 配水槽, 펌프, 給水管 등 자체의 給水施設이 부적절하게 유지되고 있는 傾向이 농후하므로, 그리고 共同住宅에 거주하는 住民의 비율이 현재 매우 크고 앞으로 더욱 커질 전망이므로, 그러한 住民들의 건강을 보호하고 上水道가 목표로 하는 生活便益에의 도움을 극대화하기 위하여, 적절한 立法조치를 취해야 할 時點에 와 있다고 생각된다. 특히 配水槽를 일정한 衛生수준으로 유지하고, 防鏽劑사용을 규제하는 등 住民의 健康을 보호하기 위한 조치는 매우 중요하다.

끝으로, 위에서 論한 것과 같은 當면課題를 研究를 통하여 수행하여야 할 이 때에, 서울시 上水道事業本部가 水道技術研究所를 신설하고 있는 것은 시기적으로 매우 적절하다고 생각된다.

맺는 말

서울시 上水道事業本部의 水質測定자료와 우리나라의 飲用水水質기준에 의하여 판단할 때, 서울시의 水道물은 아직 衛生上 안전하다. 그러나 取水源의 汚染실태와 水質기준에 포함되어 있지 않은 微量汚染물질의 漸增的출현은, 기존淨水處理工程의 高度化 또는 高度處理프로세스의 추가적용을 위한 연구를 필요하게 하고 있다. 그러한 高度處理에는 鹽素소독을 대치할 滅菌방법

(오존 處理 등)과 미량重金屬류, 農藥, 비루스 등을 유효하게 제거할 수 있는 工法이 포함되어야 한다. 한편, 配水管網내의 水質에 대한 모니터링擴大와 그것을 위한 水質 분석능력의 보강도 계속적으로 매우 중요하다.

추가하여 별도로 강조할 것은, 소비자들에게 책임이 있는 共同住宅 및 單獨住宅의 자체 給水施設을 바람직하게 유지관리시키기 위한 제도를 水道法의 테두리내에서 새로 마련해야 할 필요성이다.

參 考 文 獻

1. 서울시 上水道事業本部자료(1990)
2. 상수수질향상을 위한 수처리 공정개선에 관한 연구-원수 및 처리수의 오염 실태과약을 중심으로, 韓國建設技術研究院(1988)
3. 直柄泰基 : 「水質汚濁と高度處理」, 水質汚濁研究, vol. 12, No. 3(1989)
4. 上水保護區域의 指定과 管理에 관한 研究, 國土開發研究院(1989)
5. 丁奎榮外 7人 : 「上水道水質汚染과 對策」 大韓土木學會誌 第37卷 第5號 (1989)
6. 上水水質向上을 위한 效果의인 藻類制禦에 관한 研究, 韓國建設技術研究院 (1989)
7. 上水道業務改善을 위한 세미나, 韓國水道協會 및 韓國水道研究所(1988)