

配水 System 内の 水質

朴 鉉 祐

韓國鑄鐵管工業株式會社副社長

지난 10월 日本 京都에서 開催된 第12回 國際水道會議에서 特別議題로 報告된바 있는 和蘭의 D. Van der Kooij 및 B. C. J. Zoeteman 兩氏의 論文 Water quality in distribution systems 의 內容中 一部를 抄譯하여 紹介한다. ……………〈編輯者註〉…◇

1. 序 論

飲料水는 消費者에게 까지 送水된다는 뜻에서 食品中 唯一한 것이다.

本管, 給水管 및 屋內配管設備의 複雜한 System은 近代社會에 있어서 없어서는 안될 가장 有益한 因子로 되어 있으나 이 配水管網이 水質의 劣化를 助長하는 條件으로도 되어 있다.

處理水의 殘留成分이 微生物에 의하여 變化를 일으키며 또는 그 殘留成分이 流速을 늦게하기 쉬운 條件의 部分에 堆積됨에 따라 一時的으로 蓄積되기 때문에 물이 配水管網에 存在하는 동안 水質이 變化되기도 한다.

또한 各種 生物은 大多數 管壁에 強하게 附着되고 있거나 때로는 크게 形成되어 消費者의 給水栓을 빠져 나가지 못하기 때문에 配水管網內에 蓄積하게 된다. 그러므로 補修할 수 있는 方法이 實施되지 않을 때는 이와같은 現象은 결국 水質의 漸進的인 低下를 일으켜 溶存酸素의 減少와 濁度 色度 및 臭味의 增加로 나타나게 된다.

浮遊固體의 堆積과 生物의 增殖 以外 使用되고 있는 管材料의 內壁에서 化學化合物이 溶出되는 結果로서 水質이 低下되며 카드뮴이나鉛과 같은 몇몇 化學化合物은 給水栓을 통한 水中에 混濁되어 消費者의 健康에 대하여 潛在的인 危險을 출 수 있는 量이 存在할 可能性도 있는 것이다.

이 論文에서는 最初에 化學化合物에 關한 水質의 變化를 考察하고 다음으로 給水되고 있는 동안 水質劣化에 따른 生物學的인 面에 대하여 記述하고 最終的으로 물이 送水되고 있는 동안 일어나는 化學的 및 生物學的 水質問題를 解決하는 몇가지 再生方法에 대하여 考察하여 보기로 한다.

2. 給水中의 化學的 水質變化

2-1 管材料에서 化合物이 溶出되는 原因과 過程

管材料에서 金屬이 溶出하는 것은 주로 化學的인 腐蝕過程에 原因이 있다. 內部腐蝕은 물의 成分, 溫度 및 管內壁에 不侵蝕性(不動態)의 被膜이 形成될 것인가 아닌가는 물의 作用에 의하는 경우가 많다. 이와같은 保護膜은 水中의 炭酸鹽과 같은 陰Ion과 金屬 Ion과의 反應結果로서 不溶解性 鹽類가 析出하여 形成되는 腐蝕產物로서 되어 있다. 7.0 以下の pH, 낮은 緩衝容量, 1 MEQ/l의 낮은 硬度에 의하여 鐵管,

銅管 및 亞鉛渡金鐵管의 腐蝕이 促進된다. pH의 현저한 低下에 의하여 銅管이나 鑄鐵管의 表面腐蝕이 높아져 表面腐蝕이 간혹 管에 구멍을 만드는 결과로 된다. 石綿시멘트管에서 石綿纖維의 離脫과 함께, 鑄鐵管의 腐蝕에 관한 重要한 因子는 炭酸칼슘에 대한 물의 飽和指數이다. 이 飽和指數는 $CaCO_3$ 를 溶解시키기도 하며 沈澱시키기도 하는 물의 能力을 나타내는 것을 뜻한다.

鑄鐵管에는 鐵의 腐蝕産物을 同伴한 $CaCO_3$ 의 層(白色의 녹)이 pH와 硬度的 不利한 條件下에서 腐蝕防止劑로서 效果가 있다는 것이 判明되었다.

管 材料의 種類가 給水되고 있는 동안 水質變化의 種類에 영향을 미치기 때문에 材料의 種類를 考察하여 나타나는 문제점에 대하여 간략하게 記述하고자 한다.

2-2 給水에 사용되는 材料의 種類

公共事業으로서의 水道의 初期에는 本管은 鑄鐵管 또는 鋼管으로서 敷設되었으며 腐蝕問題를 輕減하기 위하여 本管에 때때로 아스팔트 라이닝을 하기도 하였다.

1930年 以來 使用하게된 石綿시멘트管은 大體적으로 1950年부터 PVC와 포리에치렌管 使用의 增加로 나타났고 콘크리트를 被覆한 鐵製의 本管이 大口徑을 必要로 하는 場所에 使用되고 있다.

1940年까지는 鉛管이 家屋內의 給水管이나 配管器具에 널리 使用되고 있었으나 慢性 鉛中毒이 一般的으로 알려지게 된 1930~1945年 以來 鉛管은 차츰 段階적으로 除去되고 새로운 建物에는 鋼管 亞鉛渡金鐵管, 銅管, 鋼管으로 接續되는 配管 System이 設備되게 되었고 近年에는 PVC와 포리에치렌도 이 目的에 使用되고 있다.

各種 管材料에 關하여는 地方別 또는 國家單位에 따라 많은 差異가 있다. 이와같은 것은 歐洲經濟共同體(EEC) 9個國의 例로서 調査한 表-1의 結果에서 證明되고 있다.

表-1에서 EEC 諸國에 있어서 送水本管網의 半 정도가 鑄鐵로서 敷設되고 있으며 屋內裝置의 約 半 정도가 亞鉛渡金鐵管, 鋼管(25%)와 鉛管(20%)이며 플라스틱管은 5%의 家屋에서 使用되고 있음을 알 수 있다.

2-3 管 材料에서 化學物質의 溶出이 水質에 주는 影響

管 材料에서 溶出하는 化合物은 몇 個의 金屬以外에 石綿시멘트管에 의한 石綿纖維의 離脫, 아스팔트被覆에서의 多核芳香族炭化水素와 플라스틱管에서의 水溶性化合物, 例를 들면 PVC管에서의 鹽化비닐이 있다.

2-3-1 石綿纖維

石綿시멘트管의 두가지의 石綿成分 即 그리스

表-1 EEC 各國의 配水本管, 支管 材料의 推定

國家別	本 管 (%)							支 管 (%)				
	鑄鐵管 (아스팔트도복)	鑄鐵管 (콘크리트도복)	鋼管	石綿시멘트管	콘크리트管	PVC/ 포리에치렌管	其他	鉛管	銅管	鉛管 및 銅管	亞鉛渡金鐵管	PVC/ 포리에치렌管
벨 지 움	40		13	40		7		40	40		15	5
덴 마 크	50			10		40			30		70	
프 랑 스	75		4	6	4	12		40	35	10	10	5
서 독	55	10	8	10	1	15	1	10	15		74	1
아일랜드	41		3	30	2	24		40	36	12		12
이 태 리	2		80	15		3		3	5		85	7
룩셈블크	53		33	6		8			10		90	
화 란	27		4	46	1	22		10	66	20	1	3
영 국	71	10	3	7	1	6	2	37	45	4	8	6
계	50	5	25	10	-	10	-	20	25	5	45	5

다일과 특히 그로스드라이드는 飲用後 腹膜中皮腫의 過剩한 發達에 關聯이 있다는 것이 알려져 있다.

特別한 경우에는 纖維의 길이 10 μm 를 超過하고 두께가 3 μm 未滿이 되어 다른 크기의 纖維보다 發癌性이 높다.

飲料水中에 最大濃도가 約 10⁶個/ℓ까지의 纖維數가 되는 것이 觀察되고 있다.

石綿시멘트管을 給水의 目的으로 使用하는 것이 健康에 危險한지의 與否는 아직 明確한 證據는 없으나 癌과 같은 生物學的인 影響을 끼치게 되는 時間的인 遲滯期間이 石綿시멘트管의 使用된 期間이 過速化된 것에 比하여 長期間일지도 모른다는 可能性이 있다. 그러므로 石綿纖維에 의하여 被害를 입을 수 있는 人口를 可能限한 限定시키지 않으면 안될 것이다.

2-3-2 多核芳香族炭化水素

發癌性的인 3, 4 벤즈피렌, 나프다린에 비슷한 發臭化合物과 같은 多核芳香族炭化水素(PAH'S)가 管의 아스팔트 또는 콜탈被覆에서 溶出될 可能性이 있다. 특히 近來 高溫度에서 生産되어 加工된 콜탈은 PAH'S를 溶出한다. 一般的으로 PAH'S의 濃도는 WHO의 基準인 200nanogram/ℓ 보다 적다(WHO, 1971). 例外的인 때에는 PAH'S의 濃도가 0.5~1 $\mu g/\ell$ 까지 檢出되기도 한다. Borneff氏에 의하면 6種의 PAH'S中 페난드렌이 主成分으로 全體의 60%以上인 것에 比하여 3,4 벤즈피렌을 一般的으로 10 Nanogram/ℓ를 超過해서는 存在하지 않는다고 한다.

2-3-3 塩化비닐

PVC中的인 적은 殘留量이 다른 少量의 毒性物質과 함께 프라스티크管에서 水中으로 溶出한다. 塩化비닐은 近來 人體에 대한 發癌物質로서 認定되고 있다.

美國에서의 研究 結果로서는 水道水中의 塩化비닐의 最大濃도는 1~5 $\mu g/\ell$ 라고 한다. 이 정도의 濃도로서 健康에 危險한지 안한지 證據는 아직 없다.

2-3-4 金屬類

鐵의 濃도는 高流量條件에서 0.5~1 $\mu g/\ell$ 의 濃도를 超過하는 Peak가 간혹 생기기는 하나, 給水中에는 一般的으로는 減少한다. 이 Peak

를 超過할 때는 물이 混濁하며 着色되어 金屬味가 난다.

銅濃도는 물이 銅管内에 停滯하고 있는 동안에는 數 mg/ℓ 의 濃도로 增加할는지 모르나 數件의 研究結果로서는 軟水에 比하여 硬水에 의하여 高濃도의 銅이 溶出한다고 한다.

亞鉛도 亞鉛渡金鐵管中에 물이 停滯하고 있는 동안에 數 mg/ℓ 의 濃도까지 增加할 可能性이 있고 特別한 경우에는 물을 混濁시키는 原因이 된다. 健康에 더욱 중요한 문제는 亞鉛渡金鐵管과 Solder에서 카드뮴이 溶出한다는 것이다.

10~25 $\mu g/\ell$ 까지의 最大濃도가 報告되어 있으며 현저한 高濃도의 카드뮴은 Solder 材料中에 含有되어 있는 카드뮴의 腐蝕에 의한 것이라는 判定이 나와 있다. 그러나 通常 飲料水中의 카드뮴의 濃도는 5 $\mu g/\ell$ 未滿으로 되어 있고 장차의 문제로서는 不純物로서 카드뮴을 含有하고 있지 않은 材料를 使用하므로써 防止하여야 할 것이다.

鉛은 健康에 관하여 가장 큰 潛在的인 문제를 惹起할 것이라고 생각된다. 給水栓水中에 高濃도로 存在하고 있다는 것이 立證되고 있는 事例로서 그라스고氏와 벨비어스氏의 報告가 있으며, 이와같은 문제의 研究는 美國, 和蘭, 英國에서 研究되어 왔었다.

鉛管으로서 配管되어 있는 家屋에 살고 있는 人口가 比較的 많은 나라(10%)에서는 鉛이 50 $\mu g/\ell$ 를 超過한 물을 消費하고 있을 뿐 아니라 研究에 의하면 水中의 鉛濃도와 血中鉛濃도와 의 사이에는 有意한 相關關係가 있다는 것이 알려져 있다.

더욱 良質의 물의 調節, 例를 들면 pH值를 8.0보다 높게 하던지 鉛管의 交替등의 改善作業을 考慮하지 않으면 안된다.