

給 水 衛 生

鄭 勇
(延世大 醫大교수·藥博)

I. 緒 論

물은 음식물의 소화·흡수 및 노폐물의 배출, 체온 조절 등 생체 대사의 기본요소이다. 때문에 물은 위생적으로 안전해야 함은 물론, 이를 필요로 하는 사람에게 적기에 충분한 양을 공급할 수 있는 給水體系를 갖추고 있어야 한다.

그러나, 1980년 말 기준, 우리 나라 총인구 3천 750만 중 給水人口 2천 80만으로 상수도 보급률이 55%(建設部, '上水道統計', 1982)에 불과, 1978년도 일본의 상수도 보급률 90%(厚生省, '厚生白書', 昭和 55年)에 크게 뒤지고 있다.

이는 대도시 및 중소 도시를 제외한 읍·면급 지역은 상수도 보급률이 20% 이하로, 대부분 간이상수도 및 우물물 등에 의해 물을 공급받고 있음을 말해준다.

전국 각급 학교의 給水施設現況을 살펴보면, 국민학교의 경우 전국적으로 2,125개 학교가 상수도 시설이 되어 있는 반면, 3.6배에 달하는 7,689개 학교는 아직도 간이상수도, 우물 및 펌프에 의존하고 있어(文敎部, '文敎統計年鑑', 1983), 보다 철저한 급수 위생 관리가 요망된다고 하겠다.

이러한 불균형을 중학교나 고등학교에선 다소 개선된 면을 보이나 간이급수 시설에 의존하고 있는 비율이 여전히 높은 것으로 나타나 있다.

물의 사용량은 음용수로서 1인 1일 2.5~3l가

필요하나 학교에서는 학생 1인당 최소 2l의 물을 확보해 두어야 한다.

그러나, 물은 음용수 외에도 목욕, 청소, 소방 등 그 용도가 다양하므로 학교에서도 통상 1인 1일 生活使用數量 10l 정도의 수준을 유지함이 바람직하다.

본고는 음용수의 衛生管理를 위해 그 위생적 중요성을 살펴보고, 그 管理方法을 소개함으로써 학교에서의 給水衛生 管理指針을 제시하는 데 그 목적을 두고 있다.

II. 飲用水의 衛生的 重要性

현대는 공중보건학적으로 미생물학적 질환의 퇴치보다는 만성적이며 고질적인 化學物質에 의한 질환의 예방이 보다 강조되는 시기이다.

우리 나라의 경우도 과거 크게 문제시되지 않았던 합성제제, 각종 중금속 및 유기화합물 등에 의한 상수원 오염이 문제시되고 있으며, 특히 이들 유독물질의 만성적 潛在效果(pollutant burdens)는 癌의 주요 원인으로 해석되고 있다.

음용수의 수질은 오염물질이 함유된 양을 통해 간접적으로 그 유해성을 판단하는 '一般水質指標'(water quality index)와 직접 인간의 건강에 해를 끼칠 수 있는 '유해성물질'의 두 개념으로 표현될 수 있다.

여기서 '유해성물질' 중 병원성 미생물에 의한 질병 및 음용수의 水質基準을 살펴보면 다음과 같다.

〈표-1〉 수인성 질병 및 감염경로

질 병	병 원 균	감 염 경 로
콜 레 라	Vibrio cholerae, including biotype EI Tor	사람—배설물—물과 음식물—사람
장 티 프 스	Salmonella typhi	사람—배설물—물과 음식물—사람
파 라 티 프 스	Salmonella paratyphi: A,B,C	사람—배설물—물과 음식물—사람
세 균 성 이 질	shigellae	사람—배설물 <u>파리</u> 음식물(물)—사람
아메바성이질	Entamoeba histolytica	사람—배설물 <u>파리</u> 음식물(물)—사람
전염성간염	hepatitus virus A	사람—배설물—물과 음식물—사람
설 사 병	shigellae, salmonellae, Escherichia coli, parasites, viruses	사람—배설물 <u>파리</u> 음식물(물)—사람

1. 微生物에 의한 수인성 疾病

미생물에 의한 수인성 질병은 후진국에서 그 발생 빈도가 높으며, 과거 우리 나라에서도 집단적으로 발생하여 큰 인명 피해를 입힌 적이 있다. 주로 환자의 배설물로 배출되어 불완전한 정수, 송수 과정을 통해 전파되는 미생물학적 질환 및 감염 경로는 〈표 1〉과 같다.

근래 수인성 질환으로 문제가 되어 있는 것은 각종 바이러스 질환인데, 이들은 염소소독으로도 완전히 不活性化시키기 어려운 것으로 알려져 있다.

문헌에 의하면, 결합 잔류염소 농도 0.5~2.0 ppm, 접촉 시간 15분에도 바이러스나 아메바성이질균의 포낭(ameobic dysentery cysts) 등은 파괴되지 않았다고 한다.

美國 環境保護省(EPA)의 연구에 의하면, 잔류염소 0.3~0.6ppm에서는 세균수의 증가가 이루어지지 않은 것으로 보고되어 있어 음용수의 위생을 위해서는 염소소독 후에도 煮沸 살균(謠邑)하는 것이 안전하다 하겠다.

2. 飲用水의 水質基準

병원성 미생물 및 유독물질은 육안으로 식별하기 어려우므로 정기적인 검사가 필요하다. 간이 급수 시설 및 공동우물 등에 의해 공급되는 음용수는 6개월에 1회 이상 수질검사를 하도록 규정되어 있는데, 保健社會部에 의한 수도물의 수질기준은 다음의 〈표 2〉와 같으며, 간이

급수 시설 및 공동우물의 飲用適否判定을 위한 수질검사 항목 및 기준은 〈표 3〉과 같다.

水質指標로서 표시된 수질기준은 매우 포괄적 의미를 가지므로 수질기준 초과시는 음용수로서 안전치 못한 것으로 판단할 수 있다. 수질검사 시에는 수질기준과 대조하여 그 절대치를 비교하는 것도 중요하지만, 전회 측정치와의 비교를 통해서 수질의 변화를 살피는 것이 중요하다. 즉, 수질 기준치 내에 들어있다 하더라도 수질의 변화가 확인되면 그 원인이 무엇인가 파악하여 급수 과정의 이상 유무를 점검하여야 한다.

안전한 水質管理를 위해서는 유기인이나 알칼리도, 산도 등 항목에 대한 정기적 검사가 필요하다. 농촌 지역의 경우 농약 사용에 의한 오염의 우려가 있으므로 유기인(organic phosphor compounds)을 검사해 볼 필요가 있으며, 공장, 광산 등에 의해 酸이나 알칼리 오염의 위험이 있는 지역에서는 알칼리도, 산도를 정기적으로 측정하는 것이 중요하다.

Ⅲ. 給水施設의 衛生管理

안전한 飲用水를 공급받기 위해서는 우선 양질의 水源을 확보함이 중요하다.

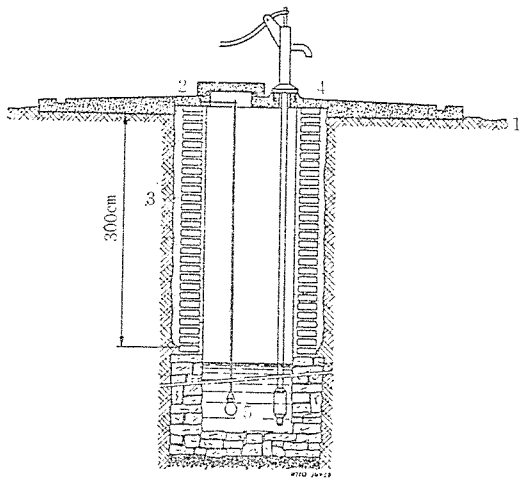
급수시설의 水源은 첫째 수량이 풍부해야 하며, 둘째 수질이 양호해야 하고, 셋째 사용지에 가까워야 하며, 넷째 水質學적으로 자연유하식의 취수 및 급수가 가능해야 한다는 네 가지 구비요건이 있으나, 간이 급수 시설의 水源은 지

〈표-2〉 음용수의 수질기준

수 도 법	음용수의 수질기준	항 목	기 준 법
법 제 4 조 제 1 항 제 1 호	病原生物에 오염되었거나 병 원생물에 오염된 생물 또는 물질에 관한 사항	암모니아성 질소 질산성 질소 염소 이온 과망간산 칼륨소비량 일반세균(환천배지에 형성된 생균집합) 대장균군(그람음성의 무아포 성의 단간균)	0.5mg/l를 넘지 아니할 것 10mg/l " " 150mg/l " " 10mg/l " " 1cc 중에 100을 넘지 아니할 것 50cc 중에 검출되지 아니할 것
법 제 4 조 제 1 항 제 2 호	시안, 수은, 기타 유독물질 에 관한 사항	시 안 수 은 유기인	검출되지 아니할 것 " " " "
법 제 4 조 제 1 항 제 3 호	銅, 鐵, 弗素, 페놀, 기타 물 질에 관한 사항	銅 鐵 망 간 불 소 납 아 연 6가 크롬 페 늘 비 소 硬 度 황산이온 카드뮴 세제(음이온계면활성제)	1mg/l를 넘지 아니할 것 0.3mg/l " " 0.3mg/l " " 1mg/l " " 0.1mg/l " " 1mg/l " " 0.05mg/l " " 0.005mg/l " " 0.05mg/l " " 300mg/l " " 200mg/l " " 0.01mg/l " " 0.5mg/l " "
법 제 4 조 제 1 항 제 4 호	과도한 酸性이나 알칼리성에 관한 사항	pH	5.8~8.5이어야 할 것
법 제 4 조 제 1 항 제 5 호	냄새와 맛에 관한 사항	냄새와 맛	소독으로 인한 냄새 및 맛 이외의 냄새 및 맛이 있어 서는 아니될 것
법 제 4 조 제 1 항 제 6 호	무색 투명에 관한 사항	색 도 탁 도 증발잔유물	5도를 넘지 아니할 것 2도를 " " 500mg/l를 " "

〈표-3〉 음용수의 음용 적부 판단을 위한 수질검사 항목 및 기준

검 사 항 목	기 준	검 사 방 법
1. 색 도	5도를 넘지 아니할 것	음용수의 수질기준에 관한 규격 별표 2에 준함
2. 탁 도	2도를 넘지 아니할 것	
3. 냄새	} 소독으로 인한 냄새와 맛 이외의 냄새와 맛이 있 어서는 아니될 것	
4. 맛		
5. 암모니아성질소	0.5mg/l를 넘지 아니할 것	
6. 질산성질소	10mg/l를 넘지 아니할 것	
7. 일반세균	1cc 중 100을 넘지 아니할 것	
8. 대장균군	50cc 중에서 검출되지 아니할 것	



〈그림 1〉 펌프를 이용한 우물

하수인 경우가 많으므로 특히 문제시되는 것은 수질과 수량, 그 중에서도 수질이다.

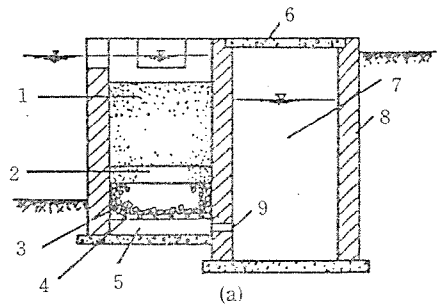
지하수는 토사의 간극을 따라 細管을 흐르는 물과 같이 層流(laminar flow)로 이동하므로 水源으로부터 최소한 10m 내에는 오염원이 없어야 한다. 그러나, 이는 지형과 토질에 따라 다르므로 주의를 요한다.

지하수의 자유수면 상층에 점토 등의 불투수층이 있다면 10m의 거리로도 충분하지겠지만, 砂質土인 경우는 그 거리를 10m 이상 충분히 두어야 한다.

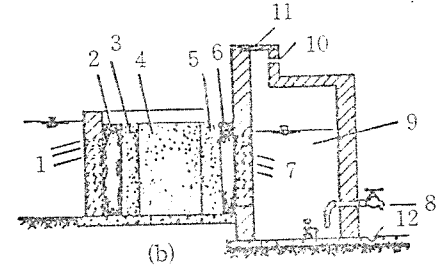
〈그림 1〉은 펌프를 이용한 우물의 대표적 그림으로 위생적 안전성을 고려해 다음과 같은 사항을 체크하여야 한다.

- 1) 지형과 지질을 고려하여 쓰레기 및 액상폐기물(liquid wastes)은 충분히 떨어져 있는가?
- 2) 사용한 물의 침입을 방지할 콘크리트 보호덮개가 설치되었는가?
- 3) 지표면으로부터 3m 깊이까지 우물 벽면은 방수처리되었는가?
- 4) 콘크리트 보호덮개와 관입 파이프 사이는 밀폐되었는가?
- 5) 우물물은 소독되었는가?

지하수나 표층수(surface water) 등 水源의 수질이 불량하거나 보다 철저한 위생관리가 요구될 경우 〈그림 2〉와 같은 여과장치를 이용하여



(a)



(b)

〈그림 2〉 여과장치

(a) 수직 여과장치

1. 가는 모래, 2. 굵은 모래, 3. 자갈, 4, 5, 9 구멍 및 배출구, 6. 뚜껑, 7. 물탱크, 8. 벽면

(b) 수평 여과장치

1. 입구, 2. 자갈, 3. 굵은 모래, 4. 가는 모래, 5. 굵은 모래, 6. 자갈, 7. 출구, 8. 수도꼭지, 9. 물탱크, 10. 공기배출구, 11. 뚜껑

보다 위생적인 음용수를 공급받을 수 있다.

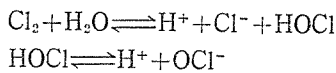
수질에 따라서 두 종류의 여과장치를 병존해 쓰거나 어느 한 종류의 여과장치만을 이용할 수 있다. 두 장치를 병존해 쓸 경우 수온 조절 효과는 물론, 색도 및 탁도, 총세균수(total bacterial count) 등 90% 이상 제거 효과를 기대할 수 있다.

여과장치 중 가는모래(fine sand)는 매 1~2개월에 한 번씩 씻어주거나 바꾸어 주고, 전체 모래 및 자갈은 매년 1~2년에 한 번씩 바꾸어주는 것이 바람직하다. 여과장치를 사용할 경우 총세균수의 90%가 감소하는 것으로 보고되고 있지만, 수인성 질환의 예방을 위해 염소소독이 필수적이다.

염소소독은 시설이 저렴하고 통제 및 관리가 용이하며, 파괴점(break point)에 맞추어 염소 투입시 일정량의 잔류염소를 유지시킬 수 있는데, 염소는 물 속에서 다음과 같은 화학변화를 일으킨다.

〈표 4〉 수량에 따른 투여량

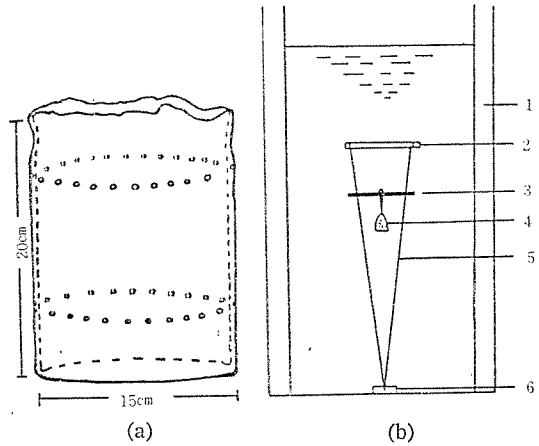
Water (m ³) 수 량	Bleaching powder (25~35%)(g) 표 백분	High strength calcium hypochlorite(70%)(g) 고도표백분
1	2.3	1
1.2	3	1.2
1.5	3.5	1.5
2	5	2
2.5	6	2.5
3	7	3
4	9	4
5	12	5
6	14	6
7	16	7
8	19	8
10	23	10
12	28	12
15	35	15
20	50	20
30	70	30
40	90	40
50	120	50
60	140	60
70	160	70
80	190	80
100	230	100



이러한 이온화는 pH에 의해 영향을 받는데, HOCl이 OCl⁻보다 살균력이 강하다. 우물이나 급수탱크 내에 염소소독 장치를 설치하기 앞서 수량을 계산해야 하는데, 우물은 다음과 같은 약산식을 이용한다.

$$\text{수량(m}^3\text{)} = (\text{직경})^2(\text{m}^2) \times 0.8 \times \text{깊이(m)}$$

소독에 적당한 염소의 근사량(approximate dose)을 0.7mg/l로 잡았을 때 수량에 따른 표백분(bleaching powder, 염소 25~30% 함유) 및 차아염소산칼슘(calcium hypochlorite, 염소 70% 함유)의 양을 WHO는 〈표 4〉와 같이 제시하고 있다.



〈그림 3〉 간이염소소독기

- (a) 플라스틱 봉지
(b) 설치도

1. 벽면, 2. 부상막대(floating wooden rod), 3. 가는막대, 4. 플라스틱 봉지, 5. 고정줄, 6. 벽돌

염소소독은 장마철이나 겨울철 등에 추가로 요구되며, 온도가 높은 여름철보다는 온도가 낮은 겨울에 보다 많은 양과 접촉시간을 필요로 한다.

〈그림 3〉은 300~500g 표백분을 채워 염소소독을 할 수 있는 간이염소소독기이다. 표백분을 담은 플라스틱 봉지의 규격은 20cm×15cm로 하되, 0.3~0.5cm의 구멍을 상하로, 수량 1~2m³일 경우 12개 정도의 구멍을, 수량 3~5m³일 경우 13~18개의 구멍을 뚫어 9~15일 동안 0.5 mg/l 정도의 염소량을 유지시킬 수 있다.

간혹 음용수 중 과량의 불소(F)가 함유되어 있는 경우가 있는데, 이럴 때에는 여과장치의 모래에 산화알루미늄을 혼합해 불소의 농도를 낮출 수 있다.

IV. 學校에서의 給水衛生

학교 내의 給水施設의 衛生管理를 위해서는 보건위생에 관한 지식과 경험을 갖춘 교사나 직원을 관리자로 선임하여 급수계통의 이상 유무를 정기적으로 점검토록 하고, 그 자료를 보관토록 하는 것이 중요하다.

학교에서 급수 衛生管理를 위해 기본적으로 點檢해야 할 事項을 크게 네 가지로 나누어 살펴

보던 다음과 같다.

1) 수원지

① 외부인이나 쥐 등 서식생물로부터 안전하게 보호되어 있는가?

② 오염원으로부터 충분한 거리로 떨어져 있는가?

③ 주위에 자연배수 시설이 되어 있는가?

④ 관리지침과 위생규정이 설치되어 있는가?

2) 여과장치

① 모래와 자갈을 정기적으로 씻어주고 있는가?

② 내부에 腐蝕性 物質은 없는가?

③ 물이 장시간 정체해 있는 일은 없는가?

3) 급수탱크

① 염소소독을 하고 있는가?

② 염소 투여량은 적당한가?

③ 월 1회 청소하고 있는가?

④ 정기적으로 수질검사를 하고 있는가?

⑤ 뚜껑으로 물이 스며들 염려는 없는가?

⑥ 공기배출구(vent)가 설치되었는가?

4) 급수전

① 수도꼭지는 학생 25인당 1개 정도 되도록 시설되어 있는가?

② 위생컵이나 분수전(drinking fountain)이 마련되어 있는가?

③ 수도꼭지와 분수전의 높이는 적당한가?

④ 수압은 적당한가?

⑤ 수도꼭지나 분수전은 耐腐蝕性 재질로 되어 있는가?

⑥ 잔류염소량은 적당한가?

⑦ 알맞은 온도를 유지하고 있는가?

⑧ 급수관은 동결 파손될 염려가 없는가?

給水衛生 管理者는 이상과 같은 사항을 참고로 급수시설을 점검하되, 가능하면 학교 내에

수질검사용 키트(kit)를 마련해 대장균군 등 주요 항목에 대하여 매일 검사하는 것이 바람직하다.

V. 맺는말

給水衛生을 위해서는 이상과 같은 지식을 바탕으로 체계적인 給水管理가 요망된다. 安全給水를 위하여 정기적으로 水質檢査를 실시하며, 전체 급수시설을 점검해 보는 것이 필요하다.

또한, 교육 효과가 높은 학생들에게 슬라이드 등 시각자료를 통해 衛生敎育을 실시해, 자발적 참여를 유도하는 것도 給水施設管理에 도움이 될 수 있을 것이다.

안전한 음용수의 공급은 기본적으로 국민 개인의 위생과 건강 증진에 밀접한 상관관계가 있기 때문에 아무리 강조하여도 좋을 것이다. ☐

[참고 문헌]

1. Rajagoplan, S. and Shiffman, M.A., "Guide to Simple Sanitary Measures for the Control of Enteric Diseases", WHO, Geneva, 1974.
2. "Rural Water Supply in China", IDRC, Ottawa, 1981.
3. Turner, C.E. et al., "School Health and Health Education", The C.V. Mosby Company, 1970.
4. 정 용, '상수 염소 소독의 실제와 문제점' '수도' 논문집, 1987, pp.39~59.
5. _____, '수질오염에 의한 건강장해', '대한의학회지' 제26권 3호, 1983. pp.207~212.
6. 박 영규, '상수의 수질관리', '수도' 논문집, 1986, pp.1~25.
7. 塚原國雄, '最新公衆衛生學' 同文書院, 東京, 昭和 55年.