

가정수도전에서 발생하는 수질민원에 대한 원인 분석 및 대처사례

- 방청제 투입에 따른 수질민원 -

장 성 환*

윤 현 숙 · 이 순 진**

❖ 목 차 ❖

1. 서론
2. 방청제 투입 목적 및 법적 기준
 - 2.1 방청제 투입 목적
 - 2.2 방청제 사용에 대한 법적 기준
3. 대구시의 방청제 투입 현황
4. 방청제 투입 영향
 - 4.1 수질에 미치는 영향
 - 4.2 인체에 미치는 영향
5. 방청제 투입 관리 방안

1. 서론

지난 1991년 폐놀 사태 이후 시민들의 수돗물에 대한 관심이 고조되어 수돗물이 평소보다 조금이라도 다르게 느껴질 때는 수질 이상을 신고하는 경우가 늘어났다. 이에 신속히 대처하기 위하여 본 수질검사소에서는 수질민원 기동처리반을 운영하고 있으며 민원 신고 즉시 현장에 출동하여 원인을 분석하여 수질민원을 해소해 오고 있다.

수질검사소가 설립된 1991년 7월부터 1996년까지 수질민원 접수 건수는 총 910건으로, 내용별로 분석한 결과 염소소독에 의한 염소취 또는 조류취로 인한 냄새 발생 민원이 459건으로 전체의 50.4%를

차지하여 가장 많은 빈도를 보였고, 다음으로 이물질 및 벌레가 나온다는 민원이 214건으로 23.5%, 각종 공사로 인한 유출수의 수돗물 여부 판정 의뢰 및 흙탕물이 나온다는 민원이 129건으로 14.2%, 기타가 108건으로 11.9%를 차지하였다. 기타의 내용에는 아파트 등의 옥내 급수관내 방청제 투입에 따른 수질민원, 수압 및 수온 변화에 의한 백수현상에 따른 민원 등이 있다. 따라서 본 수질검사소에서는 수질민원의 내용을 크게 네가지로 분류하여 그 원인과 대처사례를 소개하고자 한다.

본 글에서는 그 첫번째로, 민원 제기 빈도는 많지 않으나 그 중요성이 부각되어 있는, 아파트나 대형건물의 방청제 투입에 따른 수질민원 부분을 검토하였다. 방청제는 옥내 급수관 부식 방지와 금속의 용출 등으로 수질이 오염되는 것을 방지할 목적으로 투입하며 법적으로도 허용되어 있으나, 용해도가 일정치 않아 일정 농도를 유지하기가 어려워 과량 투입시 물을 끓이면 흰 혼탁물이 발생하여 수돗물 불신의 원인이 되고 사용자에게 불쾌감을 주고 있다.

또한 아파트 및 빌딩 등에 투입되고 있는 방청제의 질과 사용량, 투입방법의 법적 기준이 미비하고 수질관리가 제대로 되지 않아 과다사용으로 인해 인체 건강에 유해한 결과를 미칠 수 있는 것으로 알려져 있어 사회문제로 부각되고 있는 실정이다.

그러므로 본 글에서는 대구시의 방청제 사용 실

* 대구광역시 상수도사업본부 수질검사소연구분석과장

** 지방환경연구소

태와 투입방법 및 방청제가 수도물 수질과 인체에 미치는 영향에 대해 각각 검토하고 그 대처방안을 제시하고자 한다.

2. 방청제 투입 목적 및 법적 기준

2.1 방청제 투입 목적

부식이라 함은 금속의 표면에 접하는 물질이 화학적으로 반응함으로써 금속이 여러 가지로 변환되어 가는 현상으로, 급·배수관의 부식은 보수 비용 증대와 통수 능력 감소 및 누수 등의 경제적인 손실 뿐만 아니라 급수전수의 수질에 나쁜 영향을 미치며, 부식으로 인하여 철, 납, 동, 아연, 니켈, 크롬 등 수중으로 용해되는 금속을 섭취함으로써 인체에 독성을 끼칠 수 있다.

부식의 발생원인은 온도와 같은 물리적 요인과 용존성 금속염의 농도, 염소이온농도, pH, 용존산소 등을 포함한 전기화학적 요인 그리고 침전물, 미생물, 부식잔류물과 같은 기타 요인에 의해서도 진행된다.

급·배수관의 부식방지법은 경제적이고 인체에 독성을 주지 않아야 하며, 부식억제제의 첨가로 인하여 급·배수관의 통수능력에 영향을 미치지 않아야 한다.

아파트 또는 빌딩, 대형건물 등의 수도관의 부식방지를 위한 대책으로는 20여년 전부터 수요가가 개별적으로 방청제를 투입해오고 있다. '방청제'라 함은 급수용 배관이 부식함으로 인하여 금속의 용출 등으로 음용수가 오탁되는 것을 방지하기 위하여 첨가하는 약제를 말한다.

급수용 방청제의 주성분인 인산염은 칼슘, 마그네슘, 철 등의 금속이온을 격리시켜 관 벽면에 스케일을 방지시키는 제제로 이용할 수 있고 인산염 보호막을 형성하여 부식을 억제할 수 있는 부식방지제로도 이용할 수 있다.

옥내 급수관의 교체가 쉽지 않고 정수장 차원의

보완이 당장 어려운 현 실정에서는 방청제의 사용은 불가피하다고 생각된다.

2.2 방청제 사용에 대한 법적 기준

1984년에 제정된 보건사회부의 급수용 방청제 사용에 관한 지침에 따르면, 성분 및 규격에서 표 1에서와 같이 주성분을 '인산염(P_2O_5)과 규산염(SiO_2)'으로 한정하고 있으며, 현재 국내에서는 모두가 인산염 제품인 1종 1호를 사용하고 있다.

표 1. 급수용 방청제 분류(보건사회부, 1984)

종 류		유효성분 및 성상
1 종	1 호	인산염을 유효 주성분으로 하는 것으로 상온에서 괴상, 편상, 분상인 것
	2 호	인산염을 유효 주성분으로 하는 것으로 상온에서 액상인 것
2 종	1 호	규산염을 유효 주성분으로 하는 것으로 상온에서 괴상, 편상, 분상인 것
	2 호	규산염을 유효 주성분으로 하는 것으로 상온에서 액상인 것
3 종	1 호	인산염 및 규산염을 유효 주성분으로 하는 것으로 상온에서 괴상, 편상, 분상인 것
	2 호	인산염 및 규산염을 유효 주성분으로 하는 것으로 상온에서 액상인 것

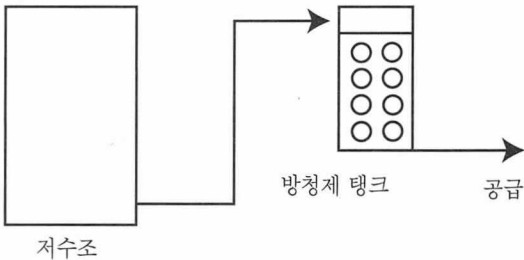
또한 방청제 사용 농도에 관한 법적 기준은, 환경부 고시 제 1995-44호(1995.5.1)에 따르면 "음용수에 첨가하는 방청제의 농도는 급수관의 부식을 방지하기 위한 최저농도이어야 하며 인산염 또는 규산염(인산염과 규산염이 혼합되어 있는 방청제의 경우는 그 성분의 합)의 농도가 10ppm을 넘지 않도록 하여야 한다"고 규정되어 있다.

3. 대구시의 방청제 투입 현황

대구시의 일부 서민아파트를 제외한 대부분의 아파트, 빌딩, 대형건물의 온수에는 방청제를 거의 투입하고 있으며 음용수로 이용되는 냉수에는 일부만 투입하고 있는 실정이다.

방청제의 성상은 직경 3~4cm 정도의 흰색의 원형 결정체로써 물에 완전히 용해되는 기간은 1년 가까이 소요되며, 방청제의 투입농도는 5~10ppm이 되도록 탱크 용량을 설계하여 투입한 후 사용하고, 1~2개월 간격으로 소모된 양을 보충하는 방식으로 사용하고 있으나 정확한 투입농도를 조절할 수가 없으므로 수도물 사용량 및 수온, pH 등 수질인자에 따른 용해도에 따라 방청제 투입농도가 변하는 실정이다.

아파트의 방청제 투입시설은 그림 1과 같다.



〈그림 1〉 방청제 투입 시설

4. 방청제 투입 영향

4.1 수질에 미치는 영향

대구시내 방청제를 투입하고 있는 아파트 중 9

개소를 임의로 선정하여 방청제 투입 전, 후의 수도물 수질변화를 조사한 결과, 방청제 투입에 따른 먹는물 수질기준 항목의 실험 결과는 전반적으로 별 차이를 보이지 않았다.

그러나 방청제의 주성분인 인(P)으로 인해 수도물에 방청제를 투입한 후 총인의 농도가 증가하였으며 방청제를 투입한 물을 끓였을 경우에 흰 혼탁물이 발생되고 탁도가 증가함을 볼 수 있었다. 표 2에는 탁도와 총인의 실험 결과를 나타내었다.

표 2에 나타난 바와 같이, 방청제를 투입한 후 수도물의 총인 농도는 2~4ppm까지 증가되었다. 또한 방청제로 인한 수도물 민원 제기 및 수도물 불신의 원인이 될 수 있는 탁도는 수도물을 끓였을 경우 최고 11.8NTU까지 증가됨을 알 수 있었다.

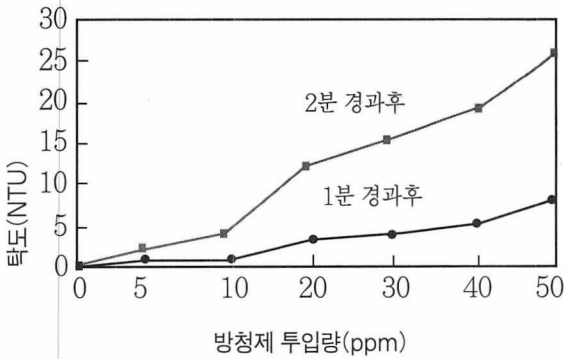
(표 2) 방청제 투입 전·후의 수질 변화

구 분	지 역	투 입 지 점		탁도 (2분 끓인후)		총 인	
		온수	냉수	투입전	투입후	투입전	투입후
H 맨션	중 구	○	○	0.6	1.7	0.028	2.140
D 맨션	중 구	○	○	0.6	0.8	0.028	2.160
M 맨션	중 구	○	○	0.4	11.8	0.028	3.484
S 맨션	서 구	○	○	0.3	3.3	0.024	2.193
H 맨션	서 구	○	○	0.7	0.6	0.028	1.680
H 맨션	북 구	○	×	0.5	10.2	0.024	3.979
B 아파트	북 구	○	○	0.7	10.9	0.024	3.168
S 아파트	수성구	○	○	0.5	1.0	0.024	3.235
N 맨션	수성구	○	○	0.5	0.5	0.028	2.500

표 3에는 방청제를 투입한 수도물을 끓였을 경우 방청제 투입량에 따른 탁도의 변화를 조사하여 나타내었으며 이를 그림 2에 그래프로 나타내었다.

(표 3) 방청제 투입량에 따른 탁도 변화 (끓였을 경우)

투 입 량		5ppm	10ppm	20ppm	30ppm	40ppm	50ppm
탁도	1분 경과후	0.3	0.4	3.5	4.4	5.4	8.4
	2분 경과후	1.8	3.8	13.7	17.1	20.4	25.4



〈그림 2〉수돗물을 끓였을 때 방청제 투입량에 따른 탁도 변화

방청제를 투입한 수돗물을 끓였을 때 탁도의 변화를 알아본 결과, 방청제 투입량에 따라 비례적으로 증가하여 나타났으며 시간을 1분과 2분으로 달리하여 끓인 경우 시간 경과에 따라 탁도가 월등히 높아지는 것을 알 수 있었다. 또한 수돗물 속의 경도(칼슘, 마그네슘)량에 따라서도 물을 끓인 후의 탁도가 비례적으로 증가한다.

그림 3은 정수처리과정 및 방청제 투입 전, 후의 총인 농도 변화를 나타낸 것이다. 상수 원수 중에 총인은 평균 0.17mg/l 정도 존재하나, 정수처리과정 중 응집·침전공정에 의해 80%이상 대부분 제거되며 다음 단계인 여과, 후오존처리, 활성탄처리공정에서는 미량밖에 제거되지 않아 최종 정수처리수에는 평균 0.026mg/l의 농도로 각 관말수도전으로 보내어진다. 그러나 방청제 투입 후에는 평균 2.727mg/l의 농도로 다시 증가하는 경향을 나타내

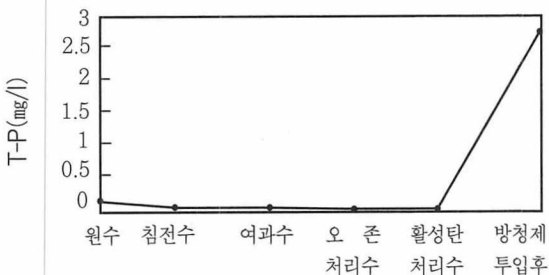


그림 3. 정수처리과정 및 방청제 투입 전, 후의 총인 농도 변화

었다.

방청제 투입 시 수돗물 수질에 미치는 영향을 보다 명확하게 파악하기 위하여 수돗물에 방청제를 임의로 100ppm 투입한 후 수질 변화를 조사하여 표 4에 나타내었다.

표 4. 수돗물에 방청제 100ppm을 임의로 투입 후 수질 변화

구 분	탁 도		인(P)	아연	철
	끓이기 전	끓인 후(1분)			
수 돗 물	0.5	0.4	0.023	0.00	0.00
수돗물+방청제 (100ppm)	0.6	13.2	27.0	0.035	0.08

수돗물에 방청제를 임의로 100ppm 투입한 후 수질변화를 조사한 결과, 탁도는 앞의 실험결과와 동일하게 물을 끓이기 전에는 변화가 나타나지 않았으나, 끓인 후에는 13.2NTU까지 증가하였다. 또한 방청제의 주성분인 인의 농도도 27.0mg/l로 크게 증가하였으며 아연과 철은 각각 0.035mg/l, 0.08mg/l로 미량 증가하였으나, 기타 항목은 별 변화를 보이지 않았다.

4.2 인체에 미치는 영향

방청제의 주성분인 인(P)은 호소나 하천의 부영양화의 원인물질이며 식물의 3대 영양소 중의 하나 로써, 사람의 경우 1일 허용섭취량은 70mg/kg/일로 60kg의 체중을 갖는 사람의 경우 1일 4200mg의 인을 섭취하여도 해가 없는 것으로 알려져 있다. 본 조사에서 아파트 방청제 투입에 따른 인의 최고 검출농도는 3.979mg/l로 사람이 1일 음용수로 2l를 섭취한다고 가정할 때 인의 섭취량은 7.958mg으로 최대허용섭취량의 0.002% 수준이 되므로 방청제 투입에 따른 인산염에 의한 인체의 영향은 없는 것으로 판단된다.

그러나 인산염을 고농도로 투여한 동물 임상실험

결과, 그 물을 지속적으로 섭취한다면 칼슘과 결합해 인체조직에 침착되어 칼슘 결핍에 의한 뼈의 성장 장애, 혈관 경화, 빈혈, 요독증, 신경화증, 신부전증, 고혈압 등의 원인이 되는 것으로 알려져 있다.

따라서 방청제 투입이 불가피한 현 실정에서 방청제의 적정 투입량을 정하여 지속적으로 일정량 투입될 수 있도록 하는 방안을 모색하는 것이 가장 중요하다 하겠다.

5. 방청제 투입 관리 방안

아파트나 대형건물의 급수관 부식 방지를 목적으로 개별적으로 투입되고 있는 방청제의 사용은 법적으로도 허용되어 있으나, 그 법적기준이 미비하고

투입방법의 기술적인 어려움으로 인하여 수질관리가 제대로 되고 있지 않아 사회적으로 논란이 되고 있다.

그러나 방청제 투입 전, 후의 수질을 분석해 본 결과, 먹는물수질기준 항목의 변화는 거의 없었으며, 방청제의 주성분인 인(P)으로 인한 총인의 농도가 증가하였으나, 최대허용섭취량 70mg/kg/일을 고려하면 인체에 미치는 영향을 우려하지 않아

도 될 것으로 판단된다.

또한 방청제가 투입된 물을 끓였을 경우, 급탕시, 또는 적정량 보다 과다하게 투입되었을 경우 탁도가 증가하였으나, 방청제 제조 과정상 용융온도(1100~1150℃)를 정확하게 준수하고 방청제를 적정량 일정하게 사용한다면 문제가 없을 것이다.

방청제의 적정량 사용을 위한 대책으로서는,

1. 물 사용량에 대비하여 방청제 탱크 내에서의 체류시간, 방청제 용해도 등을 고려하여 방청제 탱크 크기를 적절하게 설계하여 설치하고 또한 계절별로 물 사용량이 달라짐에 따라 탱크 내의 방청제 충전율을 달리하여 일정농도를 유지하도록 한다.

2. 급수용 방청제를 전문적으로 관리할 수 있는 관리자를 육성하여 지역공동 관리를 한다.

3. 방청제 제조에 대한 품질검사를 위한 규격을 엄격하게 설정하여 관리해 나가고 방청제가 투입되는 물에 대한 수질검사를 정기적으로 수행하여 수질관리를 해나가야 할 것으로 사료된다.

4. 현재 수돗물 중의 방청제 농도를 검사하는 방법이 확립되어 있지 않으므로, 수돗물의 방청제 과다 투입 여부를 확인하기 위해서는 총인검사로 판정하여도 문제가 없는 것으로 금번 조사에서 나타났다.