

上水道와 銅

풍산금속상수(주) 기술부
박 상 원

1. 동과 위생

동은 인류문명에서 철기시대 이전에 인류가 발견한 최초의 금속으로, 지구상에 널리 분포되어 있어 찬란한 청동기 문화를 꽃피웠다.

그후 철기문명의 발달로 동은 잠시 뒤로 밀려났으나, 근대에 와서 동의 풍부한 효용가치로 인해 다시 사용이 늘어나면서, 동의 적용범위는 일상생활에서부터 첨단 과학의 필수소재로까지 그 적용분야는 헤아릴 수 없을 정도로, 제 2의 동문화(銅文化)가 도래한 느낌이다. 이렇듯 사용 가치가 크며, 동 자체의 특성상 유용성에 대해 의문의 여지가 없는 동이 일부 아시아지역에서만 유독 오랫동안 위생성에 관해 그릇된 편견을 가져왔다.

지구상에 분포되어 있는 동의 지각 함유량은 55~65 ppm 으로 추정되며, 거의 모든 음식물을 통해 동을 섭취하며 아무 이상없이 살아가고 있는 것이다. 우리 주변에는 위생적인 견지에서 동이 사용되는 예는 얼마든지 찾아볼 수 있다. 단적인 예로 우리가 늘 사용하는 주화를 들 수 있다. 수많은 사람의 손을 거치면서 유통되고 있는 주화를 동으로 만드는 것은 바로 동의 위생성 때문이다. 이외에도 여러 사람의 손을 거치는 것-문고리, 손잡이 등-은 모두 동을 원료로

만들어지고 있다.

한마디로 우리 주변에서 대량으로 소비되고 있는 금속 중에서 동만큼 위생적인 금속은 그리 흔하지 않다고 단언할 수 있을 것이다.

그러면 왜 아무 의심없이 먹고, 만지면서도 동이 독성이 있는 유독한 금속이라는 근거없는 편견을 가지게 된 것일까? 이유는 단지 “녹청”이라는 단어가 가지는 어감 때문이라고 생각된다. 녹청이라는 말은 달리 표현하면 일종의 산화피막으로서 동이 가지는 고유색이 녹색이기 때문에 생겨난 말이다. 구미에서는 Green-Patina라고 하여 녹청을 표현하고 있지만, 이 단어 어디에도 독이라는 뜻은 포함되어 있지 않으나, 녹청이라는 단어는 이상하게도 독이라는 개념을 가지고 있는듯이 생각하며, 또 그렇게 사용되고 있다. 즉 단지 색상에 따라 동을 표현한 것이 독이라는 개념을 포함하여 사용하는 것은 상당히 왜곡된 표현이 아닐 수 없다.

다음 장에 자세히 기술하겠지만, 결론적으로 말한다면 녹청이라는 말 때문에 동을 유해한 금속이라고 생각할 하등의 이유가 없으며, 혹시 먹는다 해도 그것은 큰 문제가 안 된다. 오히려 동은 인체에 필요한 영양소로서 우리가 섭취해야 할 물질이라는 점에서, 위생적 관점에서 과

학적인 판단이 선행되어야 하리라고 본다.

2. 녹청이란 무엇인가?

녹청이란 모든 금속이 그렇듯이, 동이 대기와 접촉하면 대기중의 수분과 반응, 산화되어 생기는 일종의 녹이다. 이 산화물의 성분은 동이 함유하고 있는 불순물의 종류 및 놓여진 환경조건의 차이(공기 및 수분)에 따라 약간의 차이가 있을 수 있지만, 그 주성분은 염기성탄산동 [CuCO₃·Cu(OH)₂]이다.

녹청이란 말이 생기게 된 것은 산화물이 생성될 때 여러가지 색상의 변화를 거쳐 최종적으로 녹색의 색깔을 띠면 더 이상의 색상변화가 일어나지 않으므로, 이 색상을 일컫는 말일 뿐이다.

이 물질은 철에 생기는 적색의 녹과 같이 표면에 침입되거나 떨어져 나가는 등의 현상이 일어나지 않는다. 녹청은 시간이 경과할수록 강해지며 동표면에 밀착되어 얇은 피막(5.08~7.62 × 10⁻⁴ mm정도)을 형성한다. 물론 고온의 물에 끓여도 녹지 않는 불용성 물질로, 화학적으로 안정된 부동태이다. 그러므로 산화피막이 생기면, 동은 더 이상의 부식이 진행되지 못한다. 따라서 이 산화물을 일명 보호피막(protect film)이라고도 한다.

이러한 산화피막을 사람들은 유해한 물질로 생각하고 있으나, 왜 유해한가 하고 묻는다면, 그 이유를 정확히 대답할 사람은 없다. 심지어 오래전에 쓰여진 전문서적에조차도 뚜렷한 해답 없이 막연한 표현으로 유해하다고 되어 있을 뿐이다.

녹청 유해설은 녹색에 대한 막연한 선입관에서 기인된 인식이 굳어진 것일 뿐 아무 의미가 없다. 민족이나 지역에 따라 색상에 대한 특별한 기호가 있다. 그 한 예로 서양에서는 성장이나 젊음을 상징하는 녹색을, 동양에서는 독극물을 담는 용기의 표시 색깔로 사용하고 있다. 따라서 당연한 얘기지만 서양에서는 이 푸른색의

산화피막에 대해 유·무해 시비가 과학적으로 이루어져 왔으며, 이미 오래전에 유해하지 않다는 결론을 내리고, 더 이상의 논의는 없었다.

즉 녹청 유해설을 믿고 있는 국가는 일본을 포함하여 과거 일본의 침탈을 당했던 동남아 몇 개국에 국한되는데, 동은 전략물자로서 일본이 전쟁물자 조달의 한 방편으로 탄피의 원료가 되는 각종 동제품을 수탈하기 위해 조작한 유언비어이다. 일본을 비롯하여 가장 큰 침략을 받았던 한국에서 유독 녹청 유해설을 굳게 믿고 있는 것이 그 한 예이다.

녹청 유·무해설을 떠나 과연 녹청을 사람이 섭취한다는 것이 가능한 일일까? 일상적인 경로를 통해 몸 속에 들어오는 것은 불가능하다. 한가지 방법이 있다면 인위적인 방법으로 이 산화물질을 떼어 내어 경구투여하는 방법이 있다. 실제로 동 사용량이 세계적인 수준의 일본에서 경구투여 방법에 의한 동물실험을 수차례에 걸쳐 실시하였다. 그 결과는 <표-1>과 같다.

<표-1> 각종 물질의 LD50¹⁾ 값(실험대상:쥐)

동화합물	LD50 (경구, 48 시간)	동화합물	LD50 (경구, 48 시간)
유 산 동	200(mg/kg)	녹청(I) ²⁾	840(mg/kg)
염 화 동	295	녹청(II) ²⁾	1,010
염기성탄산동	540	금속동분말	>4,000
염기성염화동	690		
염기성초산동	760		

<표-1>에서 보듯이 녹청의 LD50 값은 상당히 높으며, 그 주성분인 염기성 탄산동보다도 높은 것은 상당히 흥미있는 결과다. 이러한 결과에 따라 일본에서는 이미 10여년 전에(1979년) 국민학교 교과서에서부터 녹청 유해설은 사라졌으며, 각종 전문서적, 백과사전 등에서 녹청이 유해하다는 내용을 삭제하는 등 개정작업이 이루어지고 있다.

- 1) LD50 : 여러가지 화학약품의 급성영향을 가늠하는 하나의 척도로써 50%치사량을 말함. 실험 동물에 투여하는 시료의 양을 단계적으로 증가시켜 어느 시점에서 실험동물의 반수를 치사시킬때, 그 투여량을 말함.
- 2) 녹청(I),(II) : 천연 녹청으로서 일본의 후생과학연구소보고에 따름.
녹청(I) : 신연(身延)의 동지붕에서 채취한 천연 녹청
녹청(II) : 천월(川越)의 동지붕에서 채취한 천연 녹청

녹청 유해성을 퍼뜨렸던 일본에서 녹청은 무해하다는 것을 발표한 것은 시사하는 바 크다 하겠다.

3. 상수도와 등

동 및 동합금관은 내식성이 강하기 때문에 요즘 건물물 지을때 급·배수관으로 폭넓게 사용되고 있다. 그 이유는 동관이 장기간에 걸쳐서도 내식성이 있으며 경제적이기 때문이다.

1925년 Gohn Thresh는 동관을 냉·온수의 급수관으로 사용하는 실험을 행하여 동은 철계나 연관보다도 물과의 반응이 적다는 것과 동은 독성이 거의 없으며, 산성반응을 나타내지 않는 모든 물에 사용할 수 있다고 결론지었다. 사실 우리가 사용하는 급수는 반드시 산성을 제거하는 과정을 거치므로 동관의 상수도용 배·급수관으로의 이용은 제한될 이유가 없다.

물은 동과 장기간 접촉될 경우 동의 흔적이 검출되게 된다. 그렇지만 일반적인 환경하에서는 물속에서 검출되는 동의 양, 혹은 용출되는 양은 극히 미량으로 인간의 건강에는 전혀 문제시될 것이 없다. 예를 들면 우리가 흔히 먹는 숯소라 12마리정도에 함유된 동을 물에서 섭취하려면 약 8갈론의 물을 마셔야 된다는 것이다.

동관으로부터 검출되는 동의 양은 미국의 공중위생국(Public Health Service)에 규정된 음료수의 제한값에 비해 약 10%에 불과하다. 그러나 전술한 바와 같이 동은 수분 중에서 동의 산화물로 이루어지는 보호피막을 만든다. 물의 경도 및 물 중의 중성염류와 조성물에 따라 보호피막 형성에 요하는 시간은 차이가 나며, 이때까지 물속의 동 함량은 약간의 차이가 있지만 일단 보호피막층이 완전히 형성되면 더이상 동관으로부터의 동이온 용출은 있을 수 없다. 그러나 동관을 급수관으로 사용했을 때 가끔 청수현상을 호소하는 경우가 있다. 앞에서 기술되었지만 이 청수현상은 녹청과는 전혀 별개의 문제로 무관한 것이다. 오히려 녹청(보호피막)이 형성됨으로써 이러한 현상은 없어지며 또한 이산화피막은 불용성의 부동태이다. 그러므로 녹청이 용해되어 물이 파랗게 되어 유해하다는 것은 전혀 근거없는 잘못된 인식이다.

청수문제는 상황에 따라 차이가 있겠지만 2

가지로 나누어 생각해 볼 수 있다. 그 첫째는 동이온이 보호피막이 생성되기 전 물속으로 용출되는 경우와, 두번째는 동이온이 지방산이나 기타 불순물(물때등)과 반응하여 청색의 불용성 물질을 만들어 세면기나 욕실바닥, 소변기 등에 부착되는 경우이다.

첫번째 경우는 현실적으로 불가능한 일로서 동 이온이 용출되어 물이 파랗게 보이려던 약 100 ppm 이상의 동이 용출되어야만 한다. 그러나 현재 세계적으로, 상수도의 수질기준상 동의 허용치가 1 ppm (그러나 다른 물질에 비해 그 허용치는 상당히 높으며, 실제 수질을 분석해 보면 기준치 이하가 보통이다)이하의 점에서 보아도 그 100배가 용출된다는 것은 상상할 수 없는 일이다. 또한 동관표면에 보호피막이 형성된 후에는 동이온 용출은 중지된다. 그러므로 동관 부설 초기에 약간의 동이온 용출은 있을 수 있으나, 수질조건에 따라 약간의 시간적 차이는 있지만 보호피막이 일단 생성된 후에는 없어지는 현상이다. 그럼에도 불구하고 세면기나 욕탕 안에 받아놓은 물이 푸르게 보인다고 말하는 것은, 가시광선 중 파란색 계열의 광선을 반사하여 우리눈에 파랗게 보이는 것일 뿐이다. 하얀 바닷물이 우리눈에 파랗게 보이는 것과 같은 이치다. 염화비닐라이닝강관의 급수관에서 받아놓은 욕조의 물도 마찬가지로 파랗게 보일 수 있다. 그러므로 동이온 용출에 의한 청수현상이란 극히 힘들며, 또 앞에 기술된 바와 같이 동 자체를 섭취하는 것은 전혀 문제시될 사항이 못 된다.

두번째의 청색 착색현상은 미량의 용출된 동이온이 비누의 지방산이나 물때 등과 반응하여 청색의 반응물질이 만들어져 세면기, 욕조, 욕실바닥의 타일, 타올 등에 착색되는 현상이다. 이러한 현상은 역시 동관이 보호피막이 생성되기 전의 짧은 기간 동안 간혹 발생하는 현상으로, 이것을 제거하는 것은 상당히 쉽다. 욕조나 세면기, 욕실바닥의 타일 등에 착색된 경우는 암모니아수(10%용액)를 소량 묻혀 스폰지 등으로 닦아 내고, 식초 등으로 중화한 후 물로 씻어내면 없어진다. 타올 등은 10~15% 용액의 희초산용액(가정용 식초)을 70~80℃의 온수에 섞은 다음 세탁하면 수초내에 탈색된다.

여기서 한가지 분명한 사실은 청수현상과 녹청과는 전혀 별개의 무관한 일로서 청수현상이나 동이온 용출은 녹청(보호피막)의 생성으로 중지된다. 실험용 비이커에 물이 파랗게 보일 때까지 수백 PPM의 동을 용출시켰을때 나타나는 색상과 녹청의 색상은 전혀 틀린 것으로, 이러한 사실만 보아도 녹청이 녹아 물이 파랗게 된다는 것은 근거없는 말이다.

동이 음료수내에 함유되는 경우는 상수원 자체로부터 유입되는 경우도 있다. 이것은 저수지, 호수 기타 물의 저장소에 미생물의 성장을 억제하기 위해 동이나 유산동의 형태로 첨가되기 때문이다. 동은 미량금속작용이라는 독특한 작용이 있다. 앞에 기술된 주화, 문고리, 손잡이 등이나, 신발에 까는 깔창, 의료분야에 쓰이는 각종 의료기기 및 수술기구 등을 동으로 만드는 것은 바로 동의 미량금속작용을 이용한 것이다. 동의 미량금속작용은 물속에 발육하는 미생물의 대부분의 형태에 유효하기 때문에, 미국에서는 급수시설에 유산동을 사용하는 것이 표준으로 되어 있다. 따라서 상수도에 급수관으로 동관을 사용한다는 것에 대해 의구심을 가질 필요는 없으며, 오히려 음료용 물을 생산하는 데는 동의 첨가가 필수적인 사항이며, 동의 우수한 위생적 특성은 동관내의 미생물 발육을 억제하며, 위생적인 급수를 가능하게 하는 요소이다.

4. 맺음말

이상과 같이 동의 위생성과 상수도용 배관재로서 동관 사용에 관한 그릇된 통념과, 사실이 어떠한 것인가에 대해 살펴 보았다.

앞에 살펴본 바와 같이 몇가지 분명한 사실은

(i)동은 우리주위에서 사용되고 있는 금속 중 가장 위생적인 금속이며

(ii)녹청과 청수현상은 서로 다른 것이며, 또한 동의 위생성과는 하등 관계가 없으며

(iii)오히려 동은 우리생활에 필수적인 금속이라는 점이다.

따라서 급·배수용 배관재로서 동관 사용을 기피할 이유가 없으며, 오히려 동의 위생성, 내식성, 시공성, 경제성 등으로 볼 때 가장 적합한 배관재로 생각된다.

앞으로 더 이상의 동에 대한 유·무해성 시비는 무익한 일로서, 상수도용 배관재 선택은 합리적이고 과학적인 조사 및 검토하에 이루어지는 것이 바람직할 것으로 생각된다.

참고문헌

1. 「동의 위생학적 연구」-(사)일본동센터.
2. 「유해화학물질 해설집(I)-환경청. 1985.
3. 「동잡지 44호」-(사)일본동센터, '84.10.
4. 「동과 위생-수도용동관」-(사)일본동센터
5. 「동과 위생-생활중의 동관」-(사)일본동센터
6. 「Copper in drinking Water」-C.D.A.
7. 「녹청의 독성」-(사)일본식품위생협회.