

# 물과 우리의 건강

Water and Our Health

## 목 차

- |          |              |
|----------|--------------|
| 1. 서언    | 5. 물의 신체내 기능 |
| 2. 물의 본질 | 6. 물의 종류     |
| 3. 물의 특성 | 7. 결론        |
| 4. 물의 철학 |              |



秦 秀 雄\*  
Jin, Su Woong

### 1. 서언

요즈음 물에 대한 우리의 관심이 부쩍 늘고 있다.

우리 나라는 계절과 지역에 따라 차이는 있으나 연간 1,000~1,200mm 내외의 강우로 넉넉지 못할지라도 먹는 물만은 그런 대로 걱정하지 않았다. 그러나 최근 인구 증가, 생활수준 향상, 공업화 등으로 물 씹씀이가 부쩍 늘어 저수 등 상수 시설을 게을리 하지 않건만 물 기근이 눈앞에 다가와 있다. 불과 반세기도 안돼 도시는 말할 것 없고 농촌도 샘이 없어진지 오래고 우물물도 마음놓고 마실 수 없는 지경에 이르렀다.

또한 2,000만 수도권 인구의 젖줄인 한강수계 중 팔당호 수질이 2급에서 3급수로 전락돼 가고 있는데 대단히 걱정스럽다.

누구나 물에 대한 관심은 있으나 그 실체는 잘 알지 못하고 있는데 물이 우리 생명이고 우리 건강과 직접 관계가 있는데도 일상생활에서 물을 흔히 쓰다보니 대수롭지 않게 생각하고 있기 때문이다. 다시 말하여 별 생각 없이 매일 많은 물을 섭취하며 가장 가까이 하면서도 물의 가치와 고마움을 모르는 것 같다.

사람의 생로병사가 달려 있는 물이란 광물(鑛物)의 실체가 그 무엇인지 개략적이거나 알아보고자 하였다.

\*지하자원개발기술사, (주)한자엔지니어링 대표이사, 본회 감사.

## 2. 물의 본질

물은 화학분자식이  $H_2O$ 인 광물의 일종으로 지구 표면적의 70%나 차지하며 평균 수심은 약 4,000m나 된다. 자연계에서 물은 고체, 액체, 기체 세 가지 형태로 존재하며 모든 생물의 생성과 생존에 절대 필요한 물질이다. 모든 생물은 대략 70~90%의 물로 이루어져 있어 생물의 형성과 생존의 필수 불가결한 물질임은 더할 나위 없다.

물이 대기 중 수증기나 구름, 안개 같은 기체 형태로 존재할 때 이를 "기상수"라 하고 기상수가 비나 눈이 되어 땅으로 스며들면 이를 "지하수"라 하며 각종 암석과 광물 결정 속에 들어 있을 때는 "결정수"라 한다.

물은 특정 이온 함량에 따라 경수(硬水)와 연수(軟水)로 나누고 있다. 경수(硬水)는 칼슘(Ca)이온이나 마그네슘(Mg)이온 함량이 많거나 많은 무기물질이 포함된 물을 말한다. 특히 탄화수소 이온이 용존하는 경수(硬水)는 칼슘이나 마그네슘이온을 탄산염류화하여 침전, 제거하여 연수(軟水)를 만들 수 있기 때문에 이것을 임시경수(臨時硬水)라 한다. 그러나 황산이온 등이 공존하는 경수는 끓이거나 침전시켜도 연수(軟水)로 만들 수 없기 때문에 이를 영구경수(永久硬水)라 한다.

경수는 "보일러" 배관 내벽을 손상시키며 비누를 사용할 때 비누의 고급지방산과  $Ca^{++}$ 나  $Mg^{++}$ 이온이 반응하여 불용성 물질이 되기 때문에 물에 잘 녹지 않는 비눗물이 생겨 세정작용을 잘 하지 못한다. 따라서 일반적으로는 특수한 용도 이외 먹는 물이나 일반 공업 용수로는 부적당하다. 이에 비해 저수지나 호수, 강에서 취

수하는 물은 대부분 연수(軟水)에 속하며 연수는 경수에 비해 금속 이온의 양이 적어 부드럽고 비누가 잘 풀어져 세탁기, 수도관, 보일러 배관 등 각종 장치나 기구에 피해를 적게 준다.

경수를 연수화 시키는데 가장 흔히 쓰는 방법은 끓이는 방법이며 이외에 "퍼어뮤타이트"(Permutite)를 사용하는 "퍼뮤트"(Permutite)법도 있다. 이 방법은 물을 이온교환성 광물인 Zeolite( $Na_2Al_2SiO_4$ )나 이온교환 합성수지인 Purmutite(Aluminasilicate Natrium)에 통과시켜 물 속에 있는 칼슘, 마그네슘, 철 이온 등을 나트륨 이온과 치환시켜 제거함으로 연수(軟水)를 만드는 것이며 사용한 Zeolite(沸石)이나 Purmutite는 진한 염수로 재처리하여 다시 사용할 수 있다.

물의 분자는 2원자의 수소( $H_2$ )와 1원자의 산소(O)로 되어있다. 그러나 2원자의 수소대신 같은 동위원소인 중수소( $D_2$ )가 들어 있는 것을 중수(重水,  $D_2O$ , Deuterium Oxide)라 한다.

물의 분자량은 18.015나 중수는 20.031로 10%정도 질량이 크다. 또한 녹는 온도와 어는 온도가 경수에 비해 약간씩 높는데 이는 바로 중수 분자 사이 힘이 경수보다 강하기 때문이다. 중수는 생물에 대하여 유독하며, 보통 물 속에도 중수가 포함돼 있지만 그 함유량이 대략 1/6,400정도에 지나지 않으므로 직접적인 해는 별로 없다. 중수가 생물에 주입되면 생체고분자(단백질, 핵산, 당류 등)와 물 사이의 상호작용이 강해져 세포내 생체반응이나 세포막을 통과하는 물질 이동을 느리게 하거나 방해한다. 이와 같이 생체내 물질 이동이 방해되면 결과적으로 신경 전달 작용이나 체내 산소 공급을 억제 받게 된다. 이와 같은 현상은 모든 생물에게 해로운

작용을 할 수밖에 없다. 고등생물일수록 복잡한 생체 구조를 가지고 있기 때문에 소량의 중수로도 치명적인 영향을 받는다.

중수는 보통 물에 비하여 화학적으로 분자 이동이 활발하지 못하며 전기 분해가 잘 안되기 때문에 이러한 성질을 이용하여 중수는 원자로에서 우라늄 연쇄반응을 일으키는 중성자 속도를 감속시키거나 조절할 수 있는 물질로 많이 사용되는데 우리 나라의 중수형 원자로가 이에 속한다.

자연 속에 있는 물은 대체로 순수하지 않아 용존공기나 소량의 암모니아, 질산, 아질산, 먼지, 미생물 등을 포함하고 있다. 샘물이나 광천수 등은 이밖에도 칼슘이나 마그네슘, 각종 금속 염류 등 광물질을 용존시키고 있다.

일반적으로 마실 수 있는 물은 수소이온 농도인 pH가 5.8~8.5의 중성수이다. 물의 분자식은  $H_2O$ 로 간단한 분자식으로 표시되지만 무수한 물분자 집합체로 이루어진 액상의 물은 간단한 물 분자식과는 달리 대단히 복잡한 구조를 갖는다. 그 원인은 물분자가 산소(O)원자 1개와 수소(H)원자 2개로 결합돼 있기 때문이며 산소원자와 수소원자가 결합된 전자는 산소원자의 전기음성도(電氣陰性度)가 수소원자에 비해 커서 산소원자 쪽으로 기울어져 연쇄적으로 결합되기 때문이다.

이러한 결과는 산소원자가 (-)로 수소원자는 (+)로 대전돼 1개의 산소원자와 2개의 수소원자의 결합각은 대략  $104.5^\circ$ 로 결합되어 (+)전하와 (-)전하의 중심축이 일치되지 않아 물분자는 극성분자(極性分子)로 쌍극자(雙極子)Moment를 유지하게 돼 있다. 이와 같이 물분자의 집합체인 물은 단순한 물분자의 집합체가 아니라 물

분자 구조에 따른 수소결합에 의한 무수한 물분자의 연쇄적인 집합체( $H_2O$ )<sub>n</sub>로 표시되는 복합체이다.

특히 물 분자와 분자 사이에는 액체상태의 물의 경우 평균 4.4개의 접수분자(接水分子)가 존재하고 물이 얼어 고체가 될 때에는 10% 정도 접수분자수가 늘고 있음을 최근 X-선 회절분석 결과 판명되었으며, 물의 중량비로 3.5~4% 정도의 공극(空隙)이 발달돼 있어 이 공극사이에 용존산소나 각종 물질을 수용한다.

이와 같이 물을 구성하는 원소는 산소와 수소인데 수소의 성질은 원자기호=H, 원자번호=1, 원자량=1.00797, 비중=0.0695, 융점=-259°C, 비등점=-252.8°C로 질량수가 최소이고 지극히 불안정한 기체이다. 산소는 원자기호=O, 원자번호=8, 원자량=16으로 상온, 상압에서는 무색, 무취한 기체로 2원자인 분자  $O_2$ 이며 임계온도는 -118.8°C, 임계압은 49.7기압, 액체의 비중은 1.14(-173°C), 고체의 비중은 1.426(-252.5°C)인 연소를 유발하는 기체이다.

위의 원소가 결합하여 물( $H_2O$ )이 되면 지구상에서 가장 안정된 물질로 변하여 우리 생명의 근원이 돼 준다.

### 3. 물의 특성

물의 기본적인 특성은 농도가 높은 것을 희석시키는 성질과 고체를 녹이는 성질, 그리고 세척과 제독 작용을 한다. 또한 물은 용매작용과 이온화 작용을 증대하여 주는 큰 유전상수(誘電常數)와 또 작은 분자량에 비하여 높은 융점( $0^\circ C$ ), 높은 비점( $100^\circ C$ ), 높은 임계온도, 높은 임계압력, 큰 비열용량을 갖는다는 점이다.

물은 3.98°C에서 밀도가 가장 크고 그 이상 혹은 그 이하의 어떠한 온도에서도 그 보다 작다. 1l는 이 온도와 1기압 하에서 공기가 녹아 있지 않은 물 1Kg이 차지하는 부피를 기준으로 한 단위이다. 1기압에서 공기로 포화된 물이 얼음이 되는 온도와 끓는 온도는 섭씨 온도계의 기준이 되며 각각 0°C와 100°C로 표시된다.

물의 표면장력은 수은(水銀)을 제외하고는 액체 중에서 가장 크며, 비열은 15°C에서 1.0027 칼로리로 모든 물질 중에서 가장 크다.

물은 비교적 안정된 화합물로 그 자신이 약간의 수소이온 혹은  $H_3O^+$  이온과  $OH^-$  이온으로 이온화되어 있으므로 약산이나 약염기는 물 속에서 가수분해하게 된다. 대개의 약한 금속성을 가진 원소로 된 염화물이나 유화물도 역시 가수분해되는 경우가 많다.

순수한 물은 색과 맛과 냄새가 전혀 없고 수소이온농도는 pH7이다. 불순한 물에서는 전기가 잘 통하지만 순수한 물에서는 전기가 통하지 않는다. 그러나, 여기에 소량의 황산이나 가성소다 같은 전해 물질을 가하면 전기가 매우 잘 통하여 직류가 흐르면 물은 전기분해 하여 수소와 산소로 분해된다.

물은 화학적으로 많은 금속과 반응한다. 나트륨, 칼륨 따위는 보통 온도에서 물과 맹렬히 작용하여 수소를 발생시키고, 모든 금속은 수산화물이 된다.

물은 비금속의 산화물과 작용하여 산을 만들고, 금속 산화물과 작용하여 염기를 만든다.

물은 모든 염류와 작용하여 가수분해한다.

물은 여러 가지 물질을 녹일 수 있고 물에 녹지 않는 물질이라도 극미량은 물에 녹는다.

이와 같이 물은 많은 금속과 반응하는 성질이

있으며 용해된 금속 량에 따른 측정 기준을 물의 경도라 하는데 그 기준은 물에 녹아 있는 칼슘과 마그네슘 이온의 양을 나타내는 수치이다.

우리 나라에서는 일반적으로 독일 경도를 쓰며, 물 100cm<sup>3</sup>중에 칼슘(산화칼슘인 CaO로 환산)1mg을 함유하는 것을 1도, “마그네슘”일 때는 (산화 마그네슘인 MgO로 환산)1mg을 함유하는 것을 1.4도라 한다.

공업적으로는 경도 20 이상의 물을 경수(硬水)라고 하며 10 이하의 물을 연수(軟水)라고 한다.

미국의 경도는 물 1l 중 탄산칼슘(CaCO<sub>3</sub>) 1mg을 함유하는 것을 1도로 정하고 있다.

이상과 같은 물의 특성 중 인체와 관련된 것은 특히 상온, 상압하에서도 끊임없이 증발과 응축을 계속하여 물이 순환작용을 일으켜 물로 인한 생체 신진대사를 촉진시키고 생체 Energy를 발생시키며 적정하게 체온조절을 하여준다. 또한 각종 유, 무기물을 용존하여 줄뿐만 아니라 생체 각 기관의 기능을 부여해 주는 특성이 있다.

#### 4. 물의 철학

필자가 10여 년 전인 병인년 겨울 강원도 태백시 소재 함태탄광을 방문한 적이 있었다. 그때 함태탄광에서 하루 수천 톤씩 쏟아져 나오는 시커먼 탄광(炭鑛)폐수가 인근 하천을 흘러 내려가며 모래와 바위 틈새에 부딪쳐 물보라를 일으키면서 자정해 나가는 것을 보고 물의 신비한 자정력을 직접 확인한바 있다. 그때 광산 소장은 다음과 같은 글을 필자에게 써 주어 좌우명으로 삼아오고 있는데 그 내용은 다음과 같다.

물은 스스로 활동하며 남을 움직이게 하고,  
 항상 자기의 진로를 찾아서 쉬지 않으며,  
 장애물에 부딪히면 엄청난 힘을 발휘하기도 한다.  
 물은 스스로 자신을 깨끗이 하여  
 남의 더러움을 씻어주며,  
 관용을 베풀어 깨끗한 것이나 더러운 것을  
 모두 수용할 수 있다.  
 양양하게 흘러 바다를 채우고,  
 증발하면 수증기가 되고,  
 눈으로 변하는가 하면 안개로도 변하고,  
 얼어서는 영롱한 거울이 되며,  
 그러면서도 그 본성은 결코 잃지 않는다.

지극히 간단한 표현이나 함축된 뜻이 깊어  
 늘 물 같은 인생 철학을 실천하려 하나 그리  
 쉽지 않다.

물은 철학적으로도 불가사의(不可思議)한 물  
 질로 우리 생명과 우주를 창조한 신비한 물질  
 이다.

물은 우리가 눈으로 직접 볼 수 있는 시각(視  
 覺)적 영역이 있는가 하면 눈으로 볼 수 없는  
 사고(思考)적 영역도 있기 때문이다.

지구상 물의 총량은 13~14억km<sup>3</sup>으로 계산되  
 고 이중 97.5%가 바닷물로 사람이 쓸 수 있는  
 담수(淡水)는 2.5%에 지나지 않는다.

지구상 사람이 직접 필요로 하는 물은 약  
 6,000km<sup>3</sup>로 추정되는데 이를 약 15,000km<sup>3</sup>로  
 추정되는 지표수나 지하수에서 얻어 쓰고 있다.  
 금세기가 지나면 현재와 같은 공업화와 인구증  
 가 추세라면 세계적인 물 기근은 자명하기 때문  
 에 이에 대한 대비를 서둘러야 될 것이다.

서두에서 말하였듯이 물은 지구상 생명체의  
 기원임은 말할 나위 없다. 실제 지구상 생명체의  
 근원은 물과 점토광물의 복합작품이라는 것을

현대 과학이 밝히고 있기 때문이다.

점토광물(粘土鑛物)은 지표암석이 풍화분해  
 (風化分解)할 때 만들어진 규산(硅酸)과 수화금  
 속(水和金屬)이온이 함유된 용액 중에서 정출  
 (晶出)되는 미세한 광물로 지표는 끊임없이 점  
 토광물을 만들어 내고 있다. 즉, 지구 내부에 내  
 장된 복사열원으로 하여 지표 순환작용이 일어  
 나는 윤회(輪廻)와 태양광원에 의한 물의 순환  
 작용으로 일어나는 지표윤회로 대별할 수 있는  
 데 전자는 화산분출, 지진, 지구찌우기 횡압력  
 등으로 인한 것이고, 후자는 지상 순환수나 바닷  
 물이 암석을 부수거나 용해시켜 운반, 퇴적시키  
 는 것을 뜻한다.

우리의 관심은 최초의 생명체 탄생이 어떻게  
 점토광물이 유기분자(有機分子)로 변하였는지에  
 대한 것이다. 다시 말하여 Amino산이나 2~3가  
 (ion)의 탄산 등 저분자 유기화합물(低分子 有  
 機化合物)이 Aluminium과 같은 금속ion과 어  
 떻게 치환(置換)하여 유기분자로 변하였느냐 하  
 는 것인데 필자 생각으로는 원시 지구 환경은  
 진한 탄산gas로 이루어진 대기였으므로 이때 광  
 합성(탄소동화작용)과 비슷한 현상이 일어날 수  
 있어 초기엔 단순한 유기분자가 만들어지고 이  
 유기분자는 다시 서로 합성 작용을 계속하면서  
 미생물이 탄생되지 않았는가 하는 것이다.

실제 곰팡이와 같은 단세포 세균(單細胞細菌)  
 인 단세포 생물은 습기가 없어도 포자(孢子)상  
 태로 오랫동안 생명을 유지하는 자기 방어 기능  
 을 가지고 있어 45억년이 넘는 장구하고 가혹한  
 지구생성 년대를 통하여 상상을 초월한 극한적  
 인 지구환경에 적응하면서 진화돼 오늘의 각종  
 생명체들이 생겨났다 생각되기 때문이다.

## 5. 물의 신체내 기능

물은 인체에 필수 불가결의 요소로 생명을 유지시키고 병을 막아 주기도 하고 질병을 유발하기도 한다. 물은 신체 내에서 세포의 형태를 유지시키며 신진대사를 하여 준다. 혈액과 조직액의 순환을 원활하게 하고 위와 장을 통하여 영양소를 용해, 체내에 흡수시켜 필요한 세포에 영양을 공급한다. 또한 체내 불필요한 노폐물을 땀과 대소변으로 체외 배출시켜 혈액을 중성 내지 약 알칼리로 유지시켜 준다. 그리고 체내의 열을 발산시켜서 체온을 조절한다.

인체의 중추가 되는 뇌도 85%의 물이 15%의 지방, 단백질, 핵산 등 고분자 물질과 아미노산 등 각종 무기염 등의 Cluster를 적절히 감싸 Ion 교환작용을 쉬지 않게 하여 줌으로서 지능과 사고 Energy를 만들어 주어 고성능 Computer 이상의 사고와 행동이 가능하도록 한다. 또한 세포 내에서 중성으로 수소결합(水素結合)하여 연쇄 Cluster를 만들어 인체의 각 부분을 형성시키고 이를 유지해 준다.

물은 액체 중 비열용량, 열전도율, 용해잠력, 표면장력이 가장 높으며 용해능력, 밀도가 높다. 이러한 물리적 특성은 생체내 용매로서 지구상 생물 탄생 이후 장구한 세월동안 진화돼 오늘의 다양한 생태계를 이루게 한 근원이 된다.

개개의 세포가 형태를 유지하고 기능을 발휘하는 것은 핵산, 단백질, 지방, 당질, 아미노산, 무기염류 등이 용매인 물과 상승 작용하여 수화상태의 Water Cluster를 형성, 세포형태를 유지해 주고 세포내 기능을 부여하여 세포 상호간 정보 전달 기능을 만들어 주기 때문이다.

사람의 병은 세포를 구성하고 있는 정상적인

원자의 공명자장(共鳴磁場)이 균형을 잃게 돼 생긴다고 한다. 즉, 정상적인 공명자장이 교란돼 균형을 잃게 되면 원자로부터 분자로, 분자로부터 세포로, 세포로부터 각 기관에 이르기까지 정상적으로 조화돼 전달되던 정보체계(회로)가 교란, 붕괴 될 때 병이 생긴다는 것이다.

그러므로 우리 생체는 근원적으로 세포의 자기공명 집합체로 구성돼 있는 것이 확실하다. 따라서 현대 의학계는 인체의 초미약자기를 측정할 수 있는 생체 자기측정용 기기인 MRI (Magnetic Resonance Imaging), 초전도양자간섭소자측정기(SQUID: Superconducting Quantum Interference Device), 생체자기해석장치(BMS: Bio Magnet Spectrometer) 등이 개발돼 양자의학 분야에서 실용화되고 있다.

특히 BMS는 생체에서 자연 발생하는 미약 자기의 파형을 감지 해석하는 장치로 파형 교란 정도가 발견되면 물을 표준 파형으로 자화시켜 환자에게 마시도록 하여 생체 자기 교란을 교정한다.(양자의학)

생체의 공명자장 주파수는 X-Ray 주파수영역(1pm~10nm)이나 자외선주파수영역(170~400nm)과 같은 초단파영역이 아니라 Microwave 주파수영역(1m~30cm)으로 파장이 길 때 복잡한 생체 구조가 형성 유지된다.

따라서 적절하게 자화된 자화수(磁化水)는 생체 Rhythm을 어느 정도 조절하여 줄 수 있는 기능이 있어 계속 복용하면 병을 예방할 수 있고 고칠 수도 있다는 것이다. 한마디로 물과 산소는 지구상 전 생명체의 근본이다.

의학적으로 물은 세포를 만들어 주고 이를 증식시키는데 필수 불가결한 물질이며 물의 성질에 따라 병 들게 하고 낫게도 한다. 특히 생체를

구성하는 물분자 형태를 분석하여 해석할 수 있는 기술이 속속 발명됨에 따라 물과 우리 건강의 연관성이 있음을 실증해 주고 있다.

## 6. 먹는 물의 종류

일반 먹는 물의 수질 기준은 1963년 3월 13일, 당시 보건사회부령 제106호로 규정돼 있으며 그 내용을 요약하면 다음과 같다.

- 다 음 -

먹는 물의 수질기준(Standard of Water Quality)

① 병원생물에 오염 되었거나 병원생물에 오염된 생물 또는 물질에 관한 사항.

가. 암모니아성 질소(Ammonia Nitrogen) 및 아질산성질소는 동시에 검출되지 아니할 것.

나. 질산성 질소는 10ppm을 넘지 아니할 것.

다. 염소이온(Chloride)은 150ppm을 넘지 아니할 것.

라. 과망간산 칼륨 소비량(Potassium Permanganate Consumed)은 10ppm을 넘지 아니할 것.

마. 일반 세균수(Bacterial count)(보통 한천 배지에서 집락을 형성할 수 있는 생균을 말함)는 1cc중 100을 넘지 아니할 것.

바. 대장균군(Bacteria Coil Group, Coliform Index)(음성의 무아포성의 단간균으로 유당을 분해하여 산과 Gas를 만드는 모든 통성혐기성의 균을 말한다)은 50cc 중에서 검출되지 아니 할 것.

② 시안, 수은 기타 유해 물질에 관한 사항. 시안(Cyanide), 수은(Mercury) 및 유기린

(살충제)(Organic Phosphate)은 검출되지 아니할 것.

③ 동, 철, 불소, 페놀(Phenol) 기타 물질의 허용량에 관한 사항.

가. 동(Copper)은 1ppm을 넘지 아니할 것.

나. 철(Iron) 및 망간(Manganese)은 0.3ppm을 넘지 아니할 것.

다. 불소(Fluoride)는 1ppm을 넘지 아니할 것.

라. 연(Lead)은 0.1ppm을 넘지 아니할 것.

마. 아연(Zinc)은 1ppm을 넘지 아니할 것.

바. 크롬(Chrome)은 0.05ppm을 넘지 아니할 것.

사. 비소(Arsenic)는 0.05ppm을 넘지 아니할 것.

아. 규산(Silica)은 50ppm을 넘지 아니할 것.

자. 페놀(phenol)은 0.005ppm을 넘지 아니할 것.

차. 경도(Hardness)는 300ppm을 넘지 아니할 것.

카. 황산이온(Sulfate)은 200ppm을 넘지 아니할 것.

④ 과도한 산성이나 알칼리성에 관한 사항.

가. 수소이온 농도(Hydrogen ion Concentration)는 pH5.8 내지 8.0이하 이어야 할 것.

나. 황산산도는 검출되지 아니할 것.

다. 알칼리도(Alkalinity)는 5ppm 이상이어야 할 것.

⑤ 소독으로 인한 취미(臭味)이외에 관한 사항.

소독으로 인한 취미이외의 취미가 있어서는 아니될 것.

⑥ 무색투명하지 아니한 것에 관한 사항.

가. 색도(Color)는 2도를 넘지 아니할 것.

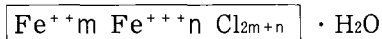
나. 탁도(Turbidity)는 2도를 넘지아니할 것.  
다. 증발잔유물(Residue on Evaporation)은 500ppm을 넘지 아니할 것.

이상과 같이 일반적인 먹는 물 외에 시중에서 상품화되고 있는 먹는 물은 다음과 같이 10여종에 이른다.

- ①  $\pi$ -Water
- ② 전해수(電解水)(Ion수)
- ③ 전자수(電子水)
- ④ 고주파 환원수(高周波 還元水)
- ⑤ 자기 처리수(磁化水)
- ⑥ Ceramic 수
- ⑦ 자연수(自然水)
- ⑧ 막처리수(膜處理水)
- ⑨ 오존수(Ozone Water)
- ⑩ 탈산소수(脫酸素水)
- ⑪ 석영반암 처리수(石英斑岩 處理水)
- ⑫ 옥수(玉水)

#### ① $\pi$ -Water

$\pi$ -Water는 생체 활성수로 2, 3가 철염에 적량의 지질(脂質)을 함유한 물을 말한다.



( $\text{Fe}^{++}$ 와  $\text{Fe}^{+++}$ 의 구성비)m와 n값을 비율에 따라 3종으로 구분한다.

이 중  $m:n=50:50$ 일 때 보통  $\pi$ -Water라 부른다. 특히 식물 성장에 효과가 있으며 사람이나 동물에게는 생체 활성수가 될 수 있기 때문에 적정량을 장기간 복용하면 각종 질병을 방지하고 건강을 유지할 수 있다.

m	소	50%	대
n	대	50%	소
	↓	↓	↓
	一계	二계	三계
	↓	↓	↓
	Zn	Na	Ca
	( $\text{ZnCl}_2$ )	( $\text{NaCl}$ )	( $\text{CaCl}_2$ )

#### ② 전해수(Ion수)

물을 전기분해하여 얻어지며 산성 Ion수와 알칼리 Ion수로 구분된다.

양(+)극판을 통과한 원수는 산성 Ion수가 되며, 음(-)극판을 통과한 원수는 알칼리 Ion수가 된다.

Ion수는 식품 가공시 식품의 물성을 변화시켜 맛을 좋게 하거나 변질을 막아 보관성을 높여 주는 효과가 있다. 또한 농작물에 이용시는 살균 효과가 있다. 전해수는 일명 육각수라고도 한다.

#### ③ 전자수

전자수는 정전기(靜電氣)로 처리한 물로 건강에 좋은 활성수가 된다.

전자수는 소화촉진, 정장, 혈액정화, 체질개선 등 효과가 있으며, 이 밖에 식품가공, 농업, 축산, 공업분야 등에 널리 활용되고 있다.

제법은 특수 정전기 발생장치에서 정전기를 발생, 접지시키지 않고 물에 접수(接水)시켜 정전기를 물 분자에 대전하여 제조한다. 전자수는 다음과 같이 각 분야에 널리 활용된다.(〈표 1〉 참조)

#### ④ 고주파 환원수(高周波 還元水)

일반 수돗물에 고주파성 저전압, 저전류를 보내 순간 수돗물 냄새를 없애 주며 전기 에너지



<표 1> 전자수의 응용분야와 효과

응용분야	종도	효과
식품제조 가공	원료수	맛의 개선 효소작용 촉진 합수성 향상 탄력성, 점탄성 증가 노화 억제 부패 억제 건조성 향상
	산포수	광합성 향상 야채나 과일의 단맛 증진 수확률을 높여 준다
농업	수경재배· 관상수	뿌리의 발육증진 마디 간격 단축 시비 효율 증대
	음용	세포의 삼투압을 높여 준다 혈액 정화 소화 촉진 사료 효율 증대
축산	산포	가축의 피부호흡기능을 높여 준다 축사의 환경 개선
	음용	소화 촉진 미질 개선 방부효과 증대 정장 혈액 정화 체질 개선
건강의학	순수제조	Ion 교호나속도 증대 순수도 향상
	양조	주류의 미질 개선 부패 방지 효소작용 촉진
	표백	표백효과 증대 표백속도 증진
	염색	염료 용해도 증대 침투성 균등 유지
	세정	분산성 증대 가용성 증대
기타	화장품	침투성 증대 보습성 향상
	서비스업	커피, 요리 등의 맛 향상 관엽식물, 꽃꽂이의 수명 연장

를 부여하여 본래 물이 갖는 효능 이상의 효과를 얻게 한 물이다. 즉 전기 에너지가 전자화 되어 물에 작용하면 물 분자 구조는 변하여 물에 함유하고 있던 각종 광물질이나 미량 원소가 산화 또는 환원 반응을 일으켜 고주파 환원수가 된다. 이러한 기본 원리를 이용하여 방청, 발조(發藻)방지, Scale 방지, 살균, 동물의 발육촉진, 식물의 선도 향상 등 효과를 보고 있다.

⑤ 자기 처리수(磁化水)

자석의 N, S 극간을 천천히 물을 통과시키면 자기 처리수가 된다. 자기 처리수는 실제 배관내 Scale 방지, 해수 취수구에 해양생물 부착 방지 등에 활용되고 있으며 자화수는 식물의 생육, 동물의 성육 촉진에 효과가 있어 농업과 축산업에 많이 활용되고 있다.

특히 물의 자기처리 효과는 적청(붉은 녹)을 흑청 즉 자철광(Magnetite)화함으로서 녹의 진행을 방지해 주기 때문에 산업적으로 많이 활용되고 있다.

농업용으로는 벼나 보리밭에 자기 처리수를 살포하면 벼의 성장을 촉진시키고 수확량을 늘리는 효과가 있다.

⑥ Ceramic 水

다공질 Ceramic과 접촉시켜 정수한 물을 Ceramic수라 하는데 Ceramic에 물이 접촉하게 되면 각종 세균을 Ceramic이 흡착함으로 균의 여과 작용과 Ion 교환 작용을 동시에 함으로 전술한 Ion수와 같은 효능이 있다.

⑦ 자연수

지구상의 천수, 육수, 해수 등을 합한 자연수

총량은 13억 5천만 km<sup>3</sup>으로 이중 해수가 97.5%, 담수는 0.63%, 지하수와 대기 등 기타 부분에 1.87% 비율로 부존 한다. 이 중 먹을 수 있는 자연수는 담수 중 극히 일부에 해당된다.

자연수는 쉬지 않고 증발, 응축, 유동 등의 과정을 통하여 순환한다.

日本 岡山縣 “다기노마루”광산에서 새로 발견된 자연수는  $\pi$ -Water와 같은 수질을 보이고 있는데 이는 지표 표층부가 규소(Si) 성분이 많은 화강암이고 그 밑에 Ca성분을 함유한 석회규산염암과 자철광상이 부존돼 상기 3개 지층이 상호 상승 작용을 하여 지하수는 자연 정화와 자화되면서 각종 광물질을 용존, 천연  $\pi$ -Water가 돼 용출한다.

우리 나라에서도 각지에 약수가 용출되고 있는데 이를 총칭하여 자연수라 생각하면 적절한 표현이 된다.

성인 한 사람이 하루 섭취하는 물의 양은 대체로 2.5 l로 평생 약 70~80톤의 먹는 물이 필요하다.

#### ⑧ 막처리수(膜處理水)

막처리수는 각종 막을 통과시켜 걸러낸 물을 말하며 막의 종류는 기능층의 치밀도, 공경에 따라 정밀여과막(精密濾過膜), 한외여과막(限外濾過膜) 및 역삼투막(Reverse Osmosis or Membrane) 등 3종으로 구분된다.

막처리수는 단순 여과 이외에 Ion 교환이나 자외선 조사, 산화 등 개별 조작을 병행하여 사용 목적에 따라 수소 Ion 농도를 조절, 막처리수를 만든다.

그 대표적인 것이 해수의 담수화로 역삼투법을 보편화되고 있으며 전자공업용 초순수도 역

삼투법을 이용하여 생산하고 있다.

#### ⑨ 오존수

유럽에서 오래 전부터 수돗물에 활용해 오고 있으며 특히 산화작용이 강한 오존 성질을 이용 수돗물 살균에 널리 쓰이고 있다.

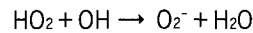
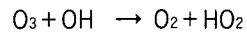
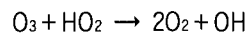
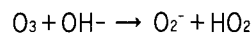
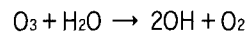
오존 발생법으로는 자외선 Lamp식, 방전식, 전해식 등 3종이 있으며 오존을 발생시켜 물에 혼화하여 제조한다.

오존의 분자 구조는 산소원자 3개가 결합각 127°의 활성이 높은 이등변삼각형 구조로 결합돼 있다.

오존의 물리 정수는 분자량=48, 비점=-111.9°C, 융점=-193°C, 밀도=2.144g/l, 임계 온도=12.1°C, 임계압력=54.6atm이다.

오존수는 특히 식품 분야에 널리 활용되어 식품의 선도 유지, 소독, 살균, 잡균 침투 방지, 보존성 향상 등의 효과를 얻고 있다.

물 속에서 오존은 다음과 같은 반응을 하고 있다.



#### ⑩ 탈산소수(脫酸素水)

물에 녹아 있는 용존 산소를 막식 탈기장치를 이용 제거시켜 제조하며 주로 Boiler 용수, 맥주 제조수, 공업용 세정수, 식품 가공 용수 등에 활용되고 있다. 탈산소수와 일반 수돗물과의 수질을 비교하면 다음과 같다.

〈표 2〉 수돗물과 탈산소수의 성분 비교

성분	단위	수돗물	탈산소수
산소	mg/l	8.15	0.50
질소	"	16.45	0.92
잔류염소	"	0.30	0.30
전기 전도도	$\mu\text{s}/\text{cm}$	136	136
pH		7.33	7.49

## ⑩ 석영반암 처리수(石英斑岩 處理水)

근래 천연 산출 상태의 광석이나 암석을 이용하여 수질을 향상시키는 방법이 개발되고 있다. 예를 들면 자철광, 전기석, 안산반암(맥반석), 유문암, 응회암 등 옛부터 정수 효과가 있는 광석이나 암석이 있는 것으로 전해지고 있다.

실제 정수효과가 있는 광석이나 암석은 모두 석영을 주성분으로 하는 규산 성분의 암석으로 석영반암류를 꼽을 수 있다.

〈표 3〉 석영반암류의 화학성분

화학성분	석영반암	Zeolite	Nephrite
SiO <sub>2</sub>	61~73.4	65.2~69.7	55.0~60.0
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	12.1~18.6	11.0~13.4	2.0~4.0
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1.0~2.5	0.6~1.1	0.1~2.28
FeO	0.8~2.2		0.2~1.00
TiO <sub>2</sub>	0.1~0.9	0~0.1	
MnO <sub>2</sub>	0~1.6		
MgO	0.3~3.6	0.1~1.6	15.0~30.0
CaO	0.6~3.4	0.5~1.3	5.0~12.0
Na <sub>2</sub> O	2.8~4.8	0.4~3.4	0.3~0.5
K <sub>2</sub> O	3.1~8.8	2.8~4.3	
R <sub>2</sub> O	0.1~0.3		

석영반암의 주성분은 SiO<sub>2</sub>로 60~74%에 이르고 다음이 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 성분으로 두 성분을 합하여 85% 내외에 이른다는 점이다.

사람을 포함 모든 동물은 화학성분으로 C, H, O<sub>2</sub> 등 무기성분이나 이들 성분이 상호 복합적으로 결합되어 암석과 전혀 다른 유기 화합물을 이룬다. 석영반암도 형태, 위치, 색, 조직, 모양 등에 따라 다르나 그 중요 광물조성은 석영+장석의 복합체임을 알 수 있다. 즉, 생성 근원이 지하 심부 고온, 고압 상태에서 암장으로부터 정출된 것이 있는가 하면 장석 광물이 탄산 Gas가 있는 데서 Calcination(방해석화)을 받아 생성된 것도 있어 같은 화학성분일지라도 정수작용에는 많은 차이가 있다.

석영반암류 기능에 관하여 가장 확실성 있게 제기될 수 있는 것이 미세다공 발달인데 석영반암에 대한 세공 분포를 조사해 본 결과 세공경은 20Å 이하가 주종을 이룬다. 다시 말하여 Zeolite 보다 더 미세하지도 않고 확성탄 보다 더 크지도 않은 중간 상태이다. (1Å = 0.1미크론 = 10<sup>-10</sup>m)

보다 특징적인 것은 규산염기의 사면체 구조에 의하여 산소의 표면 전하가 -Ion을 띠고 이에 접촉하는 물의 층이 전기적으로 이중층을 띠게 되어 이로 인하여 수중에서 +Ion 교환작용이 유발되기 쉬운 구조로 돼 있다는 것이다. 이러한 구조는 다공성과 관련하여 수중의 Ammonia Ion을 흡착시키는 기능을 예상할 수 있다.

이 방법으로 순수를 기 정해진 Ammonia Ion 농도의 시험수를 만들어 석영반암 양을 변화시키면서 접촉을 시켰을 경우 수중 Ammonia Ion

농도의 변화를 검출할 수 있다.

석영반암과 접촉 시간이 경과되면서 Ammonia Ion이 감소됨을 나타내고 있으며 석영반암 양에 따라 명확한 정수효과를 나타내는 정량성이 있음을 알 수 있다.

이외 여러 가지 특성이 확인되고 있는데 이중 pH의 완충작용도 확인되고 있다. 즉 pH는  $H_3O^+$ (Hydrorium ion)로 표시되며, pH는 순수(Pure Water)를 Base로 하여 산과 Alkali를 따로따로 첨가하여 pH가 10과 3에 가깝도록 만들고 여기에 시험암편을 집어넣으면 pH가 시간경과에 따라 변함을 검출할 수 있다. 즉, 단시간 내 중성에 가깝게 되는데 이는 순수의 전기 전도율이 시험암편 투입량에 비례하여 상승함을 확인할 수 있다.

이러한 현상은 단순히 흡착 기능만 있는 것이 아니고 물의 조건에 따라 어떠한 물질의 용출(溶出)이나 Ion 교환작용이 일어나고 있음을 암시하여 주고 있다. 이러한 원리를 이용하여 Pool 용수 정화에 실제 활용되고 있다.

수영장, 목욕탕, 양어장 등에 있어서는 Ammonia나 유기물 제거가 필요하다. Ammonia나 유기물을 그대로 방치할 경우 조류나 세균의 발생을 촉진시켜 물이 부패돼 악취를 내게 된다. 충분한 물을 공급하게 되면 별 문제가 없겠지만 도심이나 교외와 같이 물 사정이 좋지 않은 것이 요즘 사정이고 특히 배수처리량과 경제성을 감안할 때 물 사용에 많은 제약이 뒤따르게 마련이다. 이러한 현상은 생활이 향상되는 데다 이용자는 날로 늘어나 생활 용수량이 기하급수적으로 늘어나는 데다 누구나 깨끗한 물을 원하기 때문이다. 이러한 난제들을 한꺼번에 해결하기 어려우므로 절수, 극대 활용, 재 정수 사용 등으

로 해결하여 나갈 수밖에 없다.

이상의 문제점 등을 해결하기 위하여 체계적인 원인 분석이 필요하다.

Pool을 이용하는 인원수가 늘면 당연히 새 물의 공급량도 늘어나게 마련이나 Pool의 크기에 따라 수질에 많은 영향을 미친다. 여기에 “바로 메타”는 순환수 여과방식에 따라 많은 차이가 있다. 예를 들면 여과하지 않은 순환방식은 1일 전량의 20% 이상의 물을 바꾸어 주지 않으면 안된다. 그러나 순환여과를 하게되면 여과 기능에 따라 보충수의 절감 효과가 있고 여과 효과가 높을수록 보충수의 절감 효과도 크다.

종래 여과 방식에서는 수중에 부유돼 있는 물질들을 여과하여 탁도를 낮게 하여 주는 단순한 기능성은 있으나 Ammonia나 유기질 용해물에 대하여는 그 기능이 별무하기 때문에 이에 대한 대응책도 생각해 볼만하다.

석영반암 처리수의 수질은 어떠한 수질처리 방식보다도 우수하다.

실제 5,000m<sup>3</sup> 정도의 실내 온수 Pool과 옥외 Leisure용 Pool의 경우 석영반암을 활용할 경우 이용객 수에 따라 다소 차이는 있으나 대체로 음용수가 아닌 일반용 수돗물 수질만큼은 깨끗하게 유지시킬 수 있다. 그러나 실제 오염된 물을 깨끗하게 하여 주는 것보다는 오염되지 않은 수질을 더 깨끗하게 하여 주는데 본 방법이 더 유효하다.

석영반암은 물 속에 Ammonia 용해물 제거에 따라 조류나 세균의 발생을 억제하여 물이 썩는 것을 방지하는 기능이 있음을 알 수 있다. 실제 석영반암 처리수로 동물 세포의 증식 시험을 하여 본 결과 그 효과가 입증되고 있다.

즉, 종래 세포증식에 물의 상태 변화가 중요한

역할을 하고 있다고 예상은 하였으나 실제 실험 결과 무처리수보다 처리수가 세포 증식 속도가 빠름을 입증하게 되었다. 이러한 현상은 세포를 구성하는 단백질 표면이 -Ion으로 대전되어 이보다 격간이 적은 물의 분자가 수소결합 보다 더 강한 힘으로 잡아당겨 쌍극자 구조의 물분자와 같은 방향으로 정렬(整列)하는데 그 원인이 있는 것으로 조사되고 있다.

예를 들면 두 장의 얇은 판유리 사이에 물을 침투시키면 판유리가 옆으로 밀어 움직일 수는 있어도 수직으로는 떨어지지 않는다. 이는 물 분자의 Micro 힘이 한 방향으로 정렬하여 대단히 큰 힘이 생기기 때문이다.

생체와 물의 관계가 물 분자 중 미약한 Energy 변화일지라도 많은 영향을 받고 있음이 확실하며 이로써 생체와 물에 대한 Micro 전자의 역할을 연구함으로써 정수에 보다 좋은 결과가 얻어질 수 있을 것으로 생각된다.

#### ⑫ 옥수(玉水)

옥수는 본초강목(本草綱目)에서는 玉井水라고도 하는데  $\pi$ -Water의 일종이다. 원래 옥은 경옥과 연옥으로 구분되는데 경옥은 휘석의 일종으로 화학성분이  $\text{Na}(\text{Al} \cdot \text{Fe})\text{Si}_2\text{O}_6$ , 즉, Na, Al, Fe,  $\text{SiO}_2$ 의 복합광물이고, 연옥은 각섬석의 일종으로 화학성분은  $\text{Ca}_2(\text{Mg} \cdot \text{Fe})_5\text{Si}_8\text{O}_{22}(\text{OH})_2$ 로 Ca, Mg, Fe,  $\text{SiO}_2$ 의 복합광물이다.

따라서 경옥과 연옥 중 약용으로 사용되는 것은 연옥류로  $\pi$ -Water화 시킬 수 있는 2가와 3가철염과 적정량의 Ca, Mg성분으로 이루어져 있다.

옥수는  $\pi$ -Water와 같은 효능이 있다.

#### 7. 결론

광물학에서 물은 단순한 산화광물의 일종으로 취급해 오고 있다.  $0^\circ\text{C}$  이상에서는 비정질의 무미, 무취, 무색의 액체로 순수한 물은  $5.0^\circ\text{C}$ , 1기압에서 비중은 0.99999이며 비중의 표준 단위로 정하고 있다. 그러나 염류가 녹아 섞이면 비중도 변하게 돼 바닷물은 비중이 1.028에 달한다.

바닷물에는 대체로 3.4%의 고형물질을 용존시키고 있고 물이 얼면 용적이 9~10%나 증가된다. 얼음이나 눈은 六方晶系에 속하는 六角板狀으로 큰 덩어리로 뭉치면 남색 내지 녹색을 띠며 경도는 1.5, 비중은 0.9175, 단구는 패각상 구조를 보인다고 간단한 물리화학적 성질만 기술하고 있다.

그러나 물은 단순한 광물의 일종이라고 표현하기 앞서 우리 생명과 건강과 직결되는 물질인 물의 신비함에 관심을 떨쳐 버릴 수 없게 되었다.

필자가 광물학을 공부하면서 물의 존재가 지구과학 전체에 빼놓을 수 없는 것이고 더욱 인간의 삶과 연계시킬 때는 더더욱 물의 존재 가치가 높을 수밖에 없다는 것을 알게 되었다. 두서없이 기술된 물에 대한 이야기가 다소라도 우리 일상 생활에 참고가 되고 무진장하다고 생각되기 쉬운 물도 유한자원임을 재인식하고 물의 오염원을 줄이고 절약을 생활화하도록 다같이 노력할 것을 바랄 뿐이다.

(원고 접수일 1997. 8. 23)