



김추윤 | 이학박사 · 신성대학교수
(cykimcy@naver.com)

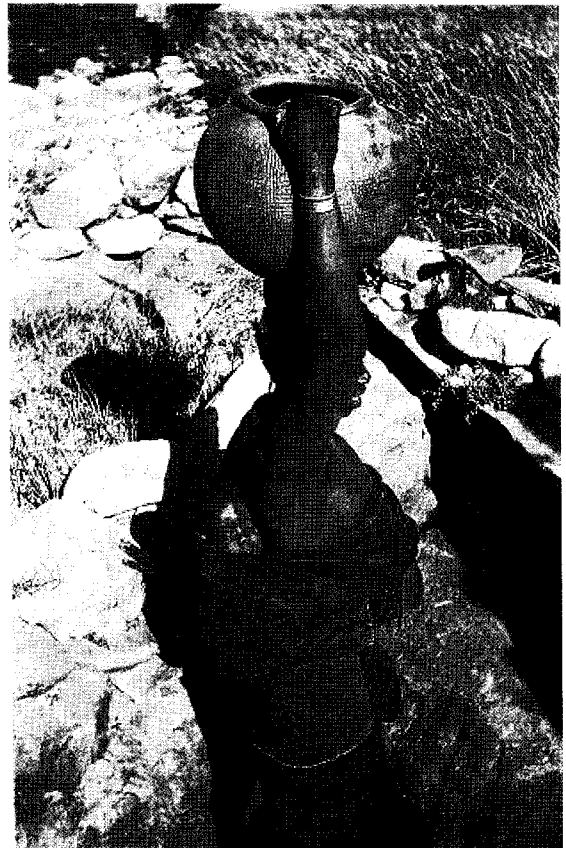
물의 과학이야기 1

물은 어떻게 만들어지는가?

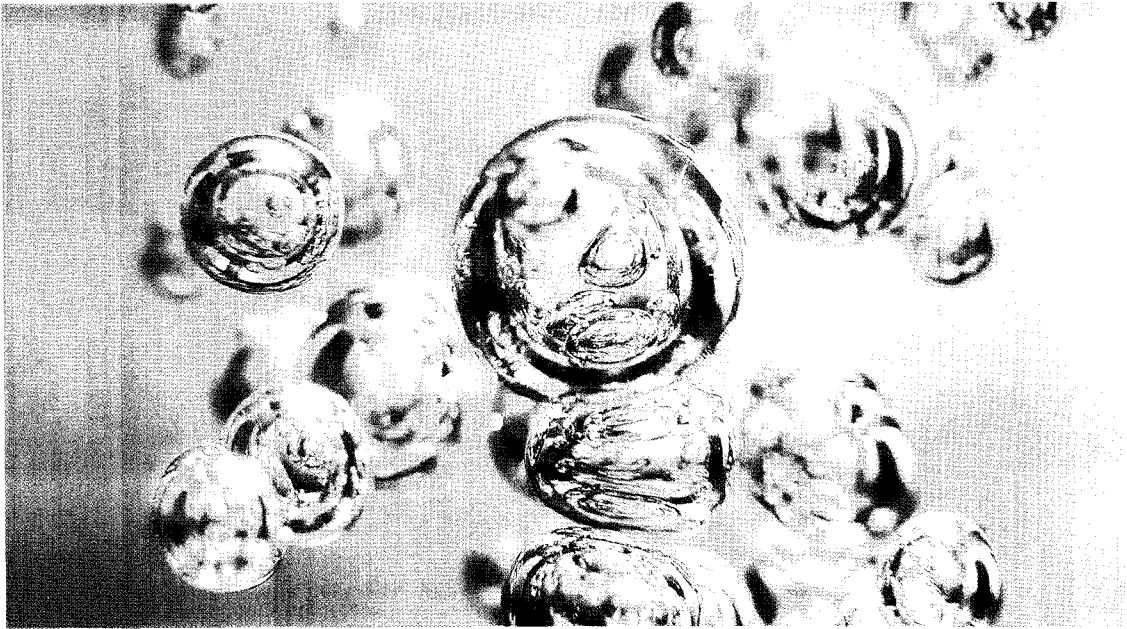
1. 들어가며

하천의 물 문제에 대해서 정확히 알려면 우선 지구상에서 물이 처음 어떤 과정을 거쳐서 생성되고, 그 생성된 물의 수량이 하천수, 지하수, 해양수, 호소수 별로 얼마이며, 더 나아가서 이러한 물들의 증발, 강수, 차단, 증산, 침투, 저류, 유출 등 다종다양한 순환과정을 알아야 한다.

물은 지구상을 끊임없이 공간상에서 이동하고 일정기간 동안 기체, 액체, 고체로 바뀌어 가면서 순환한다. 1774년 영국인 목사 프리스틀리(Joseph Priestly, 1733~1804)는 주둥이가 넓은 유리병 하나, 물을 담은 접시 하나, 박하나무 가지, 초 한 자루, 생쥐 두 마리를 가지고 간단한 실험을 통해서 물속의 산소를 발견했다. 1731년 영국의 부잣집 아들로 태어난 캐번디쉬(Cavendish Henry, 1731~1810)는 아연조각에 황산을 부어 발생하는 기체를 물에 가득 채우고 물통 속에 거꾸로 세워둔 원통형의 유리병에 포집하였다. 이 포집된 기체가 수소라는 것을 발견한 그는 1776년 이 결과를 발표했으나, 그 자신은 플로지스톤(phlogiston)과 같은 것으로 보았다. 비로써 이 두 사람에게 의해서 물이 산소와 수소로 구성되었다는 것이 밝혀지게 되었다. 그래서 오늘날 프리스틀리를 산소의 발견자, 캐번디쉬를 물의 발견자로 부른다.



우리 인간이 하천으로부터 받은 가장 위대한 선물이 문명의 탄생이다. 그것은 하천에는 만물의 근원이 되는 물이 풍부하여 그것을 모체로 해서 살아가는 생명들이 있기 때문이다.



작은 물방울들이 모여들어서 이루어지는 강물은 우리 인류 뿐만 아니라 살아있는 모든 생물들에게 삶의 터전을 제공해 왔다. 강물은 우리 인류에게 때때로 커다란 시련을 주기도 했으나 오히려 인간으로 하여금 강물의 범람을 극복하는 지혜와 능력을 길러주면서 새로운 물질적, 기술적 발전을 가져와 문명을 탄생시켰던 것이다.

따라서 인간은 물이 없으면 아무것도 할 수 없다. 지구상의 물의 분포는 일정하지 않으며 풍부한 지역과 부족한 지역이 있다. 그래서 인간은 지혜를 동원하여 물의 이용방법, 확보 수단 등을 생각하고 수문학이나 하천공학이란 새로운 학문을 탄생시켰다.

앞으로 물의 신비스런 비밀을 알려면 먼저 물이 어떻게 만들어지는가를 근원적으로 알아야 한다. 인간생명의 근원인 물이 언제부터인가 우리인간에게서 소외되고 있다. 그것은 물에 대한 인간의 무지에서 비롯된 것이다. 벤자민 프랭클린은 “우리는 우물이 말라야 물의 진정한 가치를 안다”라고 말했다. 바이런도 역시 “고통을 통한 깨달음이 있기까지는 사람들이 진정한 물의 소중한 가치를 모른다”고 한탄했다. 우리는 더 늦기 전에 물에 대한 폭넓은 기초적인 이해력 증진과 물의 중요성을 재 인식해야 한다.

2. 물의 생성기원

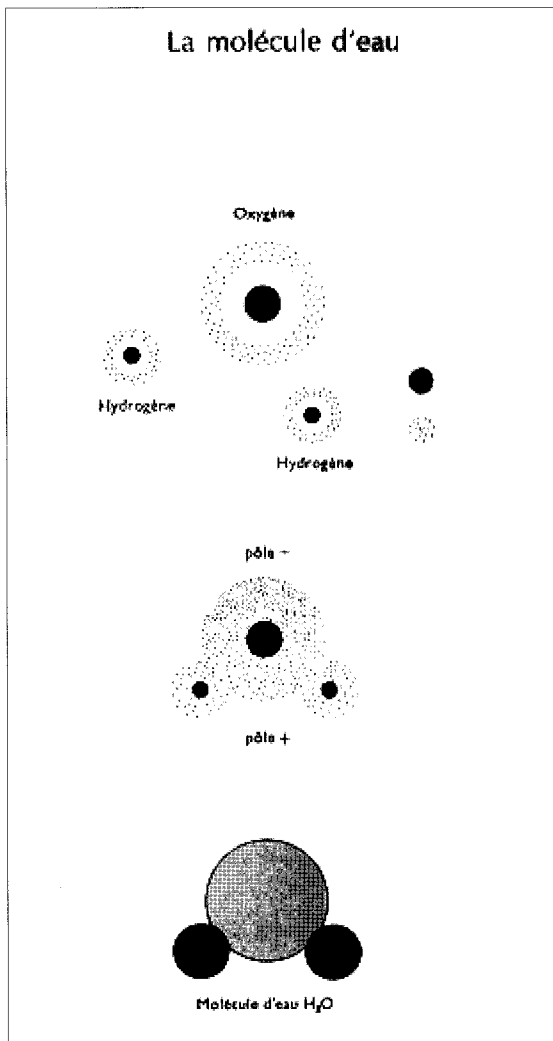
물이 지구상에 어떻게 만들어진 것인가? 그 생성 기원을 탐구하기 위해서는 우주의 처음부터 시작해야 한다. 우주는 약 150억년 전의 대폭발 즉, 빅뱅(big bang)에 의해서 이루어진 것으로 추측하고 있다. 그래서 그 유명한 물리학자 아인슈타인(Einstein, Albert; 1879~1955)의 상대성 원리에 의해서 에너지와 물질이 같이 있는 것으로 알려졌다. 에너지는 물질을 변하게 할 수 있고 물질도 또한 에너지를 변화시킬 수 있다.

우주에 처음에는 물질은 없고 에너지만 있었다. 빅뱅에 따르면 무서운 에너지만 있어 눈을 실명시킬 정도의 강한 빛을 내보내, 대단히 높은 온도로 있었는데 그 에너지 덩어리가 맹렬한 세력으로 팽창해 갔다. 동시에 온도도 내려가서 물질이 생성할 수 있는 조건이 되었고 그것은 전적으로 초자연의 힘에 따른 것으로 생각할 수 있다.

그곳에서 우주에 나타난 최초의 물질이 일본인으로서 처음으로 노벨물리학상을 받았던 유가와 히데기(揚川秀樹) 박사가 생각해낸 중간자(中間子)이다. 이것이 최초의 물질로 우주에 나타난 것이다. 에너지 덩어리는 중간자를 포함한 그대로 무서운 세력으로 팽창을 계속해갔다. 그래서 마침내 플러

스의 전기를 갖는 양자(陽子)와 마이너스 전기를 갖는 전자(電子)가 생기게 되었다. 몇 천만도의 고온상태에서 이 양자와 전자가 나누어져 있는 상태를 플라즈마(plasma)라고 말하는데, 이 플라즈마 시대가 계속되고, 오랜 세월이 지난 후 온도가 내려가서 중수소핵이나 헬륨이 만들어지기 시작하며, 더 나아가 양자 1개와 전자 1개에서 수소원자가 생성되어졌다.

수소원자는 물질 가운데 가장 가볍고 간단한 구조를 갖고 있는데, 더 무거운 여러 가지 원소를 갖고 있는 성(星)은 어떻게 만들어졌는지 알아보자.



수소는 고온의 상태에서 4개의 수소원자가 착 달라붙어 헬륨(He)이 된다. 이때 4개의 수소원자의 합계질량보다 헬륨원자가 조금 가볍지만, 그 무게의 차가 또 거대한 에너지로 되어

서 온도를 상승시키게 된다. 태양은 옛날부터 지금에 이르기까지 이 헬륨생성 즉, 핵융합을 해 와서 태양의 내부가 무서운 고온을 유지하고 있다. 그러나 태양의 본체는 아직도 수소가 주체이다. 이 핵융합반응에 의한 에너지를 지상에서 얻으려고 세계 과학자들은 온 힘을 다해 노력하고 있다.

더 나아가 태양 이외의 성(星)은 이 헬륨원자 3개가 착 붙어서 또는 핵융합을 일으켜서 탄소(C)가 생성된다. 다음에 헬륨과 탄소가 결합해서 산소(O)가 생성된다. 그 후 네온(Ne), 마그네슘(Mg), 규소(Si), 유황(S) 등이 만들어진 것으로 알려졌다. 생성된 여러 가지 원소는 그대로의 상태로 존재하고 있고, 또 적당한 조건하에서는 화합물이 생성되어 성(星)이 생성되는 과정에서 많은 물질이 존재하게 되었다. 그 사이에 수소와 산소 가스는 대기 중에 벼락과 같은 방전을 일으켰을 때 이 두개가 결합해서 대단히 안정된 물을 생성시킨다.

지구표면에 있는 물의 성인에 관해서는 여러 설이 있는데, 일반적으로 안정된 물이 대량 생성되어 지구가 냉각되는 것에 따라서 화합물에 부착되어 있던 수분이 지구상의 표면에 떠올라 온 것으로 추측한다. 이 물의 양은 대단히 많아서 지구표면의 2/3를 덮었다. 물은 보통의 수소(H) 이외에 동위원소로서 중수소(²H), 삼중수소(³H)가 있지만 양이 적어서 대부분 원자량 1.0의 수소와 원자량 16의 산소가 결합한 H₂O로 나타낸다.

최근 유력한 가설에 따르면 원시 지구는 찬 가스와 먼지로 형성된 구름의 응집에서 시작되었다는 것이다. 그래서 그의 조성은 약 0.5%에서 1%의 물을 포함하는 석질운석(石質隕石)의 조성에 가까운 것으로 추측된다. 운석은 성분에 따라서 운철(隕鐵), 석철운석(石鐵隕石), 석질운석 3종류로 나뉜다.

이런 일에서 지구내부와 표면에서의 물의 형성은 지구권 밖의 물의 형성과 깊은 관계가 있는 것으로 추측된다. 석질운석과 유사한 암석 가운데에는 결합 상태의 물이 존재하기에, 지구에서 독립한 물이 존재하는 것으로 되어 이 결합수(結合水)를 암석에서 분리해서 인출하면 자유롭게 되는데, 이때 어떠한 에너지가 필요한 것으로 추측된다. 똑같이 이 에너지는 암석권이 형성할 때에 석질운석의 물질을 분리할 때에도 필요

한 것이다. 도대체 어떠한 에너지가 이 혹성 규모의 거대하고 복잡한 사업을 만드는 것일까? 각운동량(角運動量) 또는 가스와 먼지로 이루어진 구름의 회전력(回轉力)을 결정하는 최초의 에너지는 알려져 있지 않다. 수학적으로는 여러 가지 가설을 기초로 그것을 알 수 있다. 기계적 에너지의 일부는 가스, 먼지의 입자가 응집할 때의 원시지구(原地球)가 형성될 때에 열에너지로 된다.

지구의 수축도 열의 근원이 되지만 아무래도 수축만으로는 지구 물질의 온도가 수백 도까지 상승할 수 없다. 그러나 이 정도 온도에서 석질운석을 용해시킬 수는 없지만 결합수의 일부를 분리하는 것은 충분하다. 현재 많은 학자들은 우란(Uran), 토륨(Thorium), 칼륨(Kalium) 40과 그 밖의 몇 개의 원소의 방사성 붕괴에서 방출되는 열이 결정적인 역할을 하고 있다고 주장한다. 대개 이 방사성의 열은 지구 탄생의 초기단계에서는 지금보다 10배 정도 더 높은 것으로 추측된다.

어떤 자료에 의하면 지구의 방사성 원소의 분포는 굉장히 불균형하다. 방사성 원소의 양은 철과 니켈과 규소에서 나오는 중심핵에서는 미미한 것으로 생각된다. 더 나아가 이것은 지구의 전 부피의 82%를 차지하는 가장 두꺼운 층인 맨틀 가운데도 조금 있는데 가장 많이 있는 것은 암석권 가운데에서 현무암과 화강암 가운데이다.

'지구의 주요 열에너지원이 방사성의 열이다'라고 하는 견해가 가장 타당하다면 열의 발생 초기 단계에서 지금까지의 열축적을 생각에 집어넣지 않을 수 없다. 방사성 붕괴에 따른 열은 칼륨 40을 그의 열원으로 해서 지구 탄생 때부터 쉽게 보존되어 왔다고 생각되어진다.

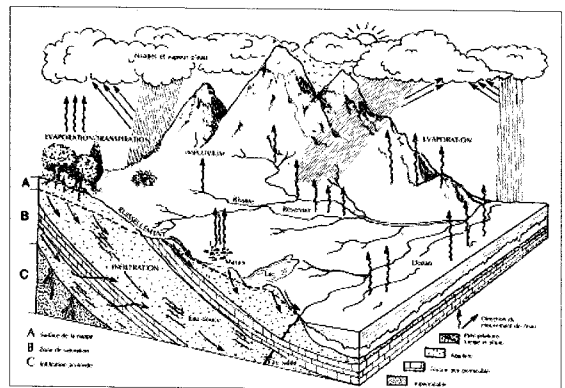
별도의 내부적인 열원이 있는 것을 들어보면 아래와 같다. 첫째, 교대작용(交代作用)에 의한 열원은 용융체나 용액의 작용에서 암석이나 그 가운데의 광물이 고체상태 그대로 화학조성이 틀리는 암석이나 광물이 교체될 때 발생한다. 둘째, 광화작용(鑛化作用)에 의한 열원은 여러 가지 광물이 용액에서 침전될 때 발생한다. 셋째, 상호용해작용에 의한 열원은 고농도의 염수는 지하심처에서 상승할 적에 상부에 위치하는 담수와 만날 때 발생한다. 넷째, 수화작용(水和作用)에 의한 열

원은 물이 광물의 조성에 들어갈 때 발생한다. 다섯째, 산화의 화학적 프로세스에 의한 열원은 암석의 표면 부근과 어느 정도의 지하 심처에서 발생한다. 여섯째, 자전열(自轉熱)은 결국 지구의 자전의 영향으로 발생하는 열을 말한다.

암석권과 상부 맨틀에 있어서 물질의 밀도는 다르다. 그래서 지구 자전의 속도는 빠르기도 하고 늦기도 하는 변화에 따라 지구표층을 구성하는 각각의 지괴(地塊)는 서로 마찰을 일으켜서 그것 때문에 기계적 에너지가 열에너지로 변한다. 어떤 학자의 계산에 따르면 이때 발생하는 열은 방사성 기원의 열보다도 4배나 많다고 한다.

지금 예로는 방사성 붕괴 이외의 열원을 전부 합하면 아직도 미해결 문제가 많기에 하나의 열원이 다른 열원 전보다 절대적이라고 주장하는 것은 좀 이르다. 어떤 물을 포함한 유체, 물을 포함한 염수와 용액은 지구 내부의 열에너지의 주요한 운반자가 된다. 지구 내부의 활동도 그곳에서 지표에 도달하는 물의 격심함, 물을 방출하는 마그마의 작용과 같은 젊은 지구의 이런 모든 것의 활동은 거대한 에너지를 갖는 활동으로 추측된다.

3. 물의 결합반응



지질시대 이전의 지구 창세기에 관해서는 충분한 자료가 없다. 최초의 얇은 바다는 차갑기보다는 열이 있거나 온난하였다고 추측된다. 지하 심처에서 방출되어 현무암의 마그마에서 분리된 물은 당연히 온도가 내려가지만 차갑다고 말할 정

도는 아니다.

유체 마그마가 온도와 압력의 저하에 따라서 암석권의 통로를 통해서 위쪽으로 이동할 때 그 도중에서 물의 흡수가 일어나는 것은 아니고 반대로 열수용액(熱水溶液)의 분비가 주로 일어난다.

사문암화(蛇紋岩化) 작용에는 없지만 현무암이 용융할 때 맨틀에서 나오는 물의 4분의 1이 흡수되어 결국 화학적으로 결합한다. 해양의 형성은 대륙(육지)의 형성과 병행해서 일어났다. 육지가 성장하고 암석권이 두껍게 되는 것에 따라서 해양은 심도가 증가하고 그 면적은 적게 되었다. 지구 전체가 금성과 똑같이 두꺼운 구름으로 덮여있고, 그것에서 엄청난 비가 내린다고 추측된다.

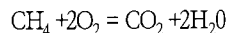
마그마는 압력이 약 9천 기압, 온도가 1,200°C에서 약 18중량 퍼센트(重量%)의 물을 포함한다. 이 자료는 소련 과학아카데미의 지구화학연구소에서 실험적으로 얻은 자료이다. 암석권(대륙과 해양)에 포함되어 있는 물 전체(자유수와 결합수)의 평균적 함량은 10.4중량퍼센트이다. 최근 20년에 걸쳐서 많은 학자들이 관찰한 것에 의하면 여러 화산에서 분출한 마그마는 5~12중량퍼센트 물을 포함하고 있기에 이 숫자는 크게 틀린 것이 아니다. 최초의 얇은 바다의 해수 조성은 무기물이 풍부하고 염류를 포함한 것으로 생각되어진다.

암석권의 연령은 현재 약 45억년으로 추정된다. 한편 육지에서의 섬의 최초 출현은 약 30억년 전에 있었던 것으로 추정된다. 최초의 담수의 출현은 해양에서 증발하고 비로 내린 것으로 추측된다. 단 그 출현의 시기는 최초의 탄산가스의 대기에서 현재의 산소의 대기로 변화한 후이다. 결국 생명의 출현 특히 식물의 출현 이후이다. 현재의 산소의 대기는 식물의 존재에 해를 준다. 식물은 탄산가스(CO₂)의 탄소를 흡수하고 그의 산소를 방출한다. 그렇지만 식물의 광합성은 지구 대기권 가운데에서 하나의 산소의 근원은 아니다. 미국의 학자 프린크만의 견해에 따르면 현재 존재하고 있는 산소의 25%는 광합성에 따른 것보다는 먼 옛날 태양의 자외선 작용으로서 대기권 상층부의 수분이 수소와 산소로 분해되어서 형성된 것이다. 수소의 상당한 부분은 우주공간에서 비산하지만 산소

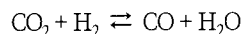
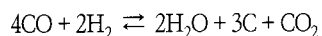
는 지구 대기권에 보존된다.

해양 표면에서의 증발과 그 증기의 구름으로의 응결과 담수의 강하라는 대기 대순환이 일어난 후 물의 땅속에 있어서의 순환도 가능하게 되었다. 물은 암석권의 성장에 의해서 지표에서 깊이 3~5km의 지하에 들어간다. 그래서 물의 땅속에 있어서 순환은 천천히 진행된다. 지구에서 물의 최초의 형태는 석질운석형의 물질 주위에 있는 화학적인 결합수이다. 이 결합수는 고온을 밀천으로 하고 있는 지구의 용융이나 탈 가스 작용에 의해서 점점 자유수(중력수)로 되고 밑에서 위로 방상으로 이동해서 지표에 분출한다. 물의 양과 고체 암석권의 이 성장은 현재도 계속되고 있다. 해양의 수변은 1,000년 사이에 약 1m 정도 상승했다. 암석권의 깊은 곳에서 그 표면에 처음으로 나온 물을 초생수(初生水)라고 부른다. 그러나 초생수가 마그마로부터 태어나지 않으면 안 되는 이유는 없다. 예를 들면 대기권 상층부에서는 태양풍(太陽風)의 미립자선 때문에 수소원자와 산소원자에서 H₂O의 분자가 발생한다. 또 대기권 가운데서 운석이 연소할 때 소위 연화(산화)할 때와 같이 물이 발생한다. 이것은 지구 표면에서도 또 일어난다.

유기물의 부패와 분해할 때 물분자가 생성된다. 비행기 특히 제트기의 탄화수소 연료가 연소할 때 공기 중에 부유하는 수적(水滴)에 의해서 장기간 남아있는 꼬리가 만들어진다. 이것도 일종의 초생수로서 다음과 같은 원리에 의해서 만들어진다.



물의 합성반응은 또 이산화탄소 또는 이산화탄소와 수소의 상호작용에 의해서 높은 온도 아래에 있는 꽤 깊은 지하심처에서도 일어난다.



물의 생성과 기원에 관해서 말할 때 우리들은 지구의 심부 즉, 맨틀을 물의 주요한 근원으로 하고 우주나 대기권, 지표, 지하를 부차적인 근원으로 생각할 수 있다.

혹성 공간의 가운데에는 먼지 입자 외에 운석이라 부르는 대단히 큰 물체(직경이 1mm~ 1km)가 꽤 많이 관찰된다. 이것들

은 흑성 공간에 불균형하게 분포하고 자주 집합해서 유성군(流星群)을 형성한다. 유성군은 자기들의 궤도를 따라서 운동을 하면서 지구와 주기적으로 우연히 만나기 때문에 우리들은 지구상에 낙하하는 유성을 볼 수 있다. 유성군의 낙하는 매년 일정한 계절에 천공상에 일정한 방각(方角)에 나타나는 것이 많다. 그것들은 그의 방각에 있는 성좌의 이름을 붙여서 부른다.

지구에 떨어지는 유성의 수는 때에 따라서 다른데, 예를 들면 1933년 10월 9일에서는 1시간에 13만개가 떨어졌다. 이날 하루 밤사이 수천억 개의 유성이 지구상에 낙하했다. 운석은 1초에 20~70km의 속도로 지구의 대기를 통과할 때 마찰 때문에 작은 것은 지표에 도달하기 전에 연소되고 큰 것은 지표에 도달한다. 운석 가운데 대단히 큰 것은 지구에 도달해서 직경이 수 km 혹은 그 이상의 운석공(隕石孔)을 지표에 만든다.

미국 애리조나주의 베린저 운석공은 지름이 1.2km, 깊이 200m가 되며, 캐나다 퀘벡주의 마니코 운석공은 지름이 70km, 추브 운석공은 지름이 3.5km, 호주의 울프 클리크 운석공은 지름 900m, 달거렌거 운석공은 지름 25m, 곧시즈 브라프 운석공은 지름이 22km, 에스토니아의 사레마 섬의 운석공은 지름이 약 100m, 소련 극동의 시호테 아린 운석공은 지름이 약 28m이다.

지구상에 때때로 낙하하는 이 『하늘의 돌』은 흑성 공간을 차지하는 물질의 화학성분에 관해서 확실하게 믿을 수 있는 전령이다. 수분을 함유한 지구 밖의 물질에 관해서 최초의 지식은 19세기 이탈리아의 화학자 피자니에 의해서 얻어졌다. 그는 1864년 5월 14일 남프랑스의 오르게이르의 근처에 떨어진 운석을 연구했다. 그 운석에 포함된 수분은 13.9%였다. 소련의 학자 쿠와치야는 1947년 운석 가운데의 연화물-사문석의 성분 중에 있는 약 20%의 수산이온(OH⁻)을 발견했다. 이것이 소위 화학결합수(化學結合水)로서 광물의 결정격자 가운데에 들어 있어서 가열할 때에 물의 통상 분자형태인 H₂O의 형태로 분리될 수 있는 것이다.

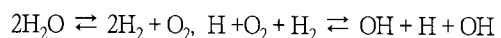
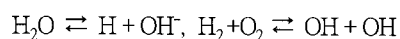
그런데 지구상에 낙하하는 운석의 수분 평균함유율은 질량의 0.5~1% 내외로 있지만 때에 따라서 탄소질 가운데에서는

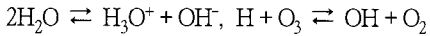
더 큰 숫자로 있기도 한다. 미케이 운석은 13%, 스타로에 포리 스키노 운석은 12%의 수분을 함유하고 있다.

고기록에 의하면 순수한 얼음의 운석이 낙하한 경우가 기록되어 있다. 1802년의 0.5톤 무게의 빙괴(氷塊)가 1863년의 고기록에 기록되어 있기에 논란의 여지가 없다. 이러한 빙괴가 실제로 낙하했는가 아닌가? 우주의 빙괴가 흑성 공간에서 지구상에 낙하할 수 있는가 없는가? 라고 말하는 것과는 관계없이 물은 흑성 공간에 반드시 존재한다. 그 이유는 이렇다. 우주진(宇宙塵)에서 운석에 이르기까지 고체입자는 화학적 혹은 물리적으로 결합수(結合水)에 H₂O의 분자나 수산이온(OH⁻) 또는 히드로늄(H₃O⁺)형으로서 함유되어 있다.

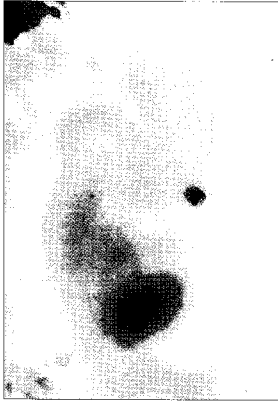
이러한 고체입자는 태양방사선의 영향으로 자주 높은 온도에 휩싸이면서 물분자를 유리(遊離)한다. 그래서 이 물분자는 공간에 대단히 희박하기 때문에 증발하게 되고 한편 처음의 태양광선의 방사선과 태양풍(太陽風)의 플라즈마의 전기작용의 영향 때문에 해리(解離) 즉, 가역적인 분해가 일어난다. 즉 물분자 H₂O는 H와 OH로 분해되고 OH는 산소와 수소로 분해된다.

흑성 공간이 대단히 뜨겁고 동시에 대단히 차다고 생각 들고 또 그곳이 태양 플라즈마에 의해서 현저하게 이온화되어 짧은 파장의 방사선에 관통되어 진다고 생각한다면, 흑성공간에는 수소와 산소, 또 수소 이온과 산소이온의 여러 가지 형태로 결합한 유리기(遊離基)가 광범위하게 분포하고 있다고 추측할 수 있다. 흑성 공간 가운데 산소는 수소보다 수백만배 적은 것은 사실이지만 광범위하다는 말은 상대적적인 것이다. 고체의 표면에는(그 주위에 대기가 존재하지 않을 때) 여기(勵起)되어진 물분자나 히드로늄이온(H₃O⁺)이나 수산이온(OH⁻)이나 수화화(水和化)한 전자 e-aq가 발견되었다. e-는 전자에서 aq는 라틴어의 물을 의미하는 aqua에서 유래했다. 이런 하전되어진 입자와 유리된 중성원자 또한 여기되어진 물분자는 공간 가운데에서 아래와 같은 여러 가지 결합 반응을 일으킨다.



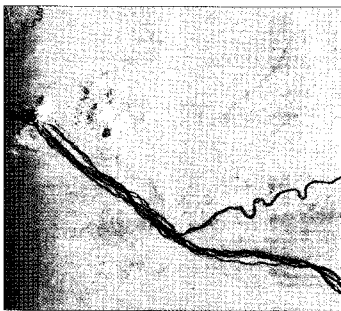


4. 맺으며



우리 인간은 태어나면서 죽을 때까지 언제나 물과 공기와 땅과 더불어 살아간다. 과학기술이 눈부시게 발전한 오늘날 우주선이나 잠수함 속에서 땅 없이도 몇 달을 살아갈 수 있지만 물이나 공기 없이는 단 하루도 살 수 없다. 우주에서 지구를 보면

파랗게 보이는 것도 물이 지구의 약 60~70%를 덮고 있기 때문이다. 별이 생성되는 과정에서 수소와 산소가스가벼락같은 방전을 일으켜서 안정된 물을 생성시켰다. 이러한 물들은 강수형태를 통해서 빗물로 해서 땅에 내리고 다시 하천수, 지하수 형태로 존재하다가 바다로 흘러들어가 후 증발산과정을 거쳐서 하늘로 다시 되돌아간다. 끊임없이 물순환 과정을 거치면서 증발산으로 균형을 유지한다.



지구상에는 총 약 13~14억㎥의 물이 있는데, 이 가운데 바닷물이 97.6%이고 민물이 2.4% 정도이다. 민물 가운데 사용할 수 없는 물을 제외하면

실제로 우리 인간이 자원으로 이용할 수 있는 물은 지구 전체량의 1%도 채 안 된다.

그러기에 우리가 물을 아껴써야 하는 이유가 여기에 있는 것이다. 우리나라는 그래도 습윤기후지역에 속하여 연평균 강수량이 1100~1300mm 정도는 되기에 지금까지 큰 탈 없이 물을 사용해 왔다. 그런데 요즘 언제부터인가 우리나라도 심각한 물부족 지역이 나타나기 시작했다. 최근에 강원도 태백지

역에서 몇 달 동안 물부족으로 주민들이 엄청난 고통을 겪었다. 이제 물이 하나의 수자원이어서 경제재로 인식되는 좋은 경험을 하게 된 것이다. 이제 우리는 물에 대한 치수, 이수, 친수, 지수의 4수를 알아 물을 사랑하고 깨끗하게 보전하는 일에 앞장서야 한다. 🌍

참고문헌

Ray K. Linsley & Joseph B. Franzini(1979), Water resources engineering, McGraw-Hill kogak usha, LTD.
 Biswas, A(1970), History of Hydrology, American Elsevier.
 Kinig, Thomas(1953), Water of Natere, McMillan Book Company.
 Leedon, Frits Van der(1975), Water Resources of the World, Water information center.
 Chow(1964), Handbook of Applied Hydrology, McGraw-Hill Book Company.
 Calvin victor Davis(1969), Handbook of Applied Hydraulics, McGraw-Hill Book Company.