

물이 지구와 생명을 창조하였다

Water Create Earth and Lives



글 / 金 鎭 源

(Kim, Jin Won)

응용지질기술사, 지구물리기술사,

(주)동일기술공사 지반부 고문,

한국기술사회 홍보위원.

E-mail: jk5106ym@hitel.net

1. 머 리 말

태초에 원시지구는 우주에 떠돌던 행성이라 불리는 돌덩이와 우주먼지가 서로 충돌하거나 모여 생겨났다.

충돌할 때 발생하는 엄청난 열이 지구 중심부에 모여 고온과 고밀도의 고체상태인 내핵과 액체상태인 외핵을 만들었고 그 위에 두께가 3,000km나 넘는 맨틀(Mantle)과 30~40km 두께의 지각을 만들었다.

이때, 비중이 가벼운 물은 지각 밖으로 밀려나서 바다, 호수, 강 등 수권(水圈)을 형성하게 되었고 맨틀이나 지각에 남아 있거나 수권으로부터 다시 땅속으로 스며들어난 물은 고온고압상태의 열수(熱水)로 변해 지각을 뚫고 올라와 대기 중에서 화산폭발을 일으키거나 심해저에서 열곡을 만들어 지각을 분리시켜 오늘날과 같은 오대양, 육대주로 갈라놓았다.

가벼운 가스와 함께 대기 중에 섞여 있던 물은 냉각되면서 구름으로 변했다가 비나 눈이 되어 지각을 녹여 내거나 분해시켜 높은 곳에서 낮은 곳

Water must be readily available to support all lives life and to create our earth.

At first thought, it may seem that water is always available, since the earth is literally surrounded by water, so called water planet.

The manner in which water circulates between earth and atmosphere determines where ample water supplies can be found and used for all organisms.

If no forces except gravity were at work, the earth's water would settle in to the ocean basins and remain there.

으로 운반해 다시 새로운 지층을 만들어 내는 작용을 한시도 쉬지 않고 있다.

한마디로 물은 땅속이나 밖에서 한순간도 가만히 있지를 못하고 움직이기만 하는 불가사의한 물질로 지각과 지구상에 나타난 모든 생명의 근원이 되고 있다.

3억5천만년경에는 물 속에서 사는 물고기, 해초류가 생겨났고, 육지에는 양치류 등 육상식물과 잠자리, 양서류 등 육상동물이 나타나 오늘날과 같은 지구환경과 지구생태계 생성에 물이 주도적 역할을 하여왔기 때문에 물은 곧 생명의 근원으로서 지구의 생명이라 아니할 수 없다.

2. 물이 대륙을 만들고 이동시켰다

일찍이 이탈리아 물리학자 갈릴레이(Galileo Galilei 1564~1642)는 지동설을, 1560년 영국의 철학자 프란시스 베이컨(Francis Bacon 1561~1626)은 천동설을 주창하였으나 그 당시 는 모두 정신병자로 취급받았다.

그 후 150여년이 지나서야 미국의 물리학자 벤

자민 프랭크린(Benjamin Franklin 1706~1790)에 의해 지동설이나 천동설이 허황된 주장이 아니라는 것이 입증되었다.

또한 호주의 지질학자 에드워드 수쓰(E. Suess 1831~1914)와 독일의 지구물리학자 베게너(A. Wegener 1880~1930)에 의해 대륙이동설과 해저확장설이 발표되면서 판구조론(Plate tectonics)과 초대륙(Pangea)의 실존론이 사실로 입증되었음에도 불구하고 이를 믿지 않는 사람이 꽤 많았다. 그러나, 1950년경 고지자기(古地磁氣, Paleo magnetism) 연구가 진행되면서 대륙이동설을 과학적으로 뒷받침할 수 있게 되었기 때문에 오늘날에는 재론의 여지가 없게 되었다.

베게너는 1910년과 1912년에 이어 1924년에 출판한 '대륙과 대양의 근원'(Origin of Continents and Oceans)이란 그의 저서에서 다음과 같이 기술하고 있다.

즉, 지구의 지각은 지각평형(Isostasy) 원리에 따라 대륙 맨 위에는 주로 규소와 알루미늄 성분으로 이루어진 시알(Sial)층이 그 밑에 있는 시마(Sima)라는 열수성용암 위에 떠 있다는 것이다.

또한 고생대 말경에는 모든 대륙이 하나로 모여 초대륙을 이루고 있었는데 태평양은 그때부터 존재한 시마층 노출부에 해당한다는 것이다.

지구에 작용하는 달의 인력과 지구자전에 의한 원심력 때문에 중생대 초부터 대륙은 남북으로 발달한 약선(弱線)을 따라 분리되기 시작하여 동서로 갈라지게 되었으며 시마층에 떠서 이동하였다는 것이다.

이 때문에 시마층과 부딪친 대륙 가장자리에는 습곡산맥이 생기고, 조륙운동·지괴운동·단층지진도 일어났다는 것이다.

3. 물은 생명의 근원이다

영국 물리학자 '케인 스미스'는 생명은 물과 점토광물이 합성되어 만들어졌다는 가설을 제창하

였다. 점토광물은 암석이 풍화되어 생긴 수산화금속이온이 함유된 규산염광물로 흙의 일부다.

지질학에서 말하는 윤회(輪廻)는 태양에너지에 의한 물의 순환을 뜻한다. 바다에서 증발한 수증기가 비구름이 되어 땅 위로 비를 내리고 내린 비는 개울과 강을 통하여 바다로 다시 흘러 들어가면서 지층을 깎아 내기도 하고 흙이나 모래를 바다나 호수로 운반 퇴적시켜 새로운 지층을 다시 만드는 지질학적 윤회를 반복한다.

이러한 물의 순환과정에서 암석이 풍화 분해되어 만들어진 점토광물은 대부분이 새로운 지층을 만들지만 극히 일부는 유기분자(有機分子)와 치환하면서 저분자 유기화합물을 만든다.

현대 과학은 무기성 점토광물이 유기분자로 치환되어 원시 생명체가 만들어진다는 사실을 밝혀내고 있다.

물과 생물의 관계는 잠시도 서로 떼어 생각할 수 없으며 외계 혹성탐사에서도 생명체 존재여부를 물의 존재여부로 가름하려는 것도 물이 곧 생명의 근원이기 때문이다.

실제 지구표면은 점토를 만드는 거대한 점토생산공장에 비유하면 틀림없다.

지표에서는 쉬지 않고 두 가지 윤회작용이 일어나고 있는데 그 하나는 지구 내부에서 발산되는 복사열을 에너지원으로 하는 지질학적 순환작용이다.

물의 순환과정에서 만들어진 퇴적암이 지각 지판에 얹혀서 이동을 하다가 지판과 지판의 충돌로 지하 깊은 곳까지 매몰된 퇴적암이 고온고압(高溫高壓) 상태에서 다시 녹아 새로운 암석인 화성암(Igneous rocks)이나 변성암(Metamorphic rocks)을 만들어 낸다.

이와 같이 만들어진 화성암이나 변성암이 지각 변동으로 지표에 다시 노출되면 풍화작용을 받아 물에 용해 되어 저분자 규산염이나 금속이온으로 분해된다.

분해된 규산염과 금속이온은 다시 결합하여 새로운 종류의 점토광물을 만드는데 이러한 점토광물은 지표에서 퇴적암을 만들며 이들 지층이 언젠가는 다시 지하심부로 파고 들어가 지질학적 순환 작용을 계속한다.

다른 하나는 태양을 에너지원으로 하는 물의 순환작용인데 물의 순환작용은 태양열에 의해 바다에서 증발한 물이 구름을 만들고 비가 되어 땅 속으로 스며들거나 하천과 강을 거쳐 바다로 흘러간다.

이러한 물의 순환작용은 지표에서 공기 중 산소와 함께 풍화작용을 일으킨다.

지구상 생명체가 처음 탄생될 때 지구환경은 오늘의 지구환경과 전혀 다르기 때문에 점토광물 결정에 저분자 유기화합물(예를 들면 아미노산, 2가 혹은 3가 탄산 등)이 알루미늄과 같은 금속이온과 상승 작용하여 쉽게 결합될 수 있었다.

이렇게 하여 생성된 유기분자는 점토광물과 결합되면서 반도체나 집적회로와 같이 고유기능을 갖게 된다.

또한, 서로 연결고리를 갖는 유기분자는 점토광물 표면에 흡착되어 당초 점토광물이 가지고 있던 성질을 변화시킨다.

흡착된 유기분자는 점토광물의 결정 중 특정면의 성장을 돕기도 하고 방해하기도 하여 결정의 모양이나 크기를 지배한다.

용액 흡착에 의한 유기분자는 결정유전자를 복제해 내는 핵심역할을 하며 고분자 유기화합물은 점토의 결정 속으로 스며들어 입체 장애적 효과에 의해 복제를 조절하거나 양산한다.

뒤이어 음(-)전하에 대전된 리보핵산(RNA, ribonucleic acid)모양의 고분자는 양(+)전하로 대전된 점토결정 표면이나 가장자리에 붙는 경향이 있다.

이러한 현상에서 RNA모양의 유기 고분자는 점토광물과 상호작용에 의해 증식 진화될 수 있다

는 것을 상상할 수 있다.

이렇게 진화가 계속되다 보면 원시 유전자를 구성하고 있는 점토광물은 생화학적 유기물로 치환되어 흔히 말하는 유전자 인계현상이 나타난다.

이 유전자 인계현상은 RNA가 복제되는 시점부터 바로 진행되며 이때 유전자는 단순한 역할로 끝나지 않고 점토광물을 토대로 시간이 흐르면서 주변 환경에 영향을 받아 진화될 수 밖에 없다.

현재 놀랄만치 고도로 발달한 단백질 합성의 중추기구를 갖춘 고등생물도 당초에는 단세포로부터 출발 진화된 것이다.

이와 같이 무기결정에서 시작된 생명체는 유기분자 합성이 진행되면서 계속 진화 발전되면서 오늘날 헤아릴 수 없는 많은 종류의 생명체가 탄생되었다.

점토광물의 구조를 살펴보면 대부분이 층을 쌓아 놓은 모양의 누층구조(累層構造)로 되어 있다.

모든 생명체의 핵산 중 RNA 못지않게 DNA(dioxy-ribonucleic acid)가 유전자를 가름하는 핵산의 중추 역할을 한다.

많은 효소들은 DNA가 지정한 기능에 따라 촉매 작용을 하여 생체조직을 지탱할 수 있도록 해준다.

대부분의 점토광물은 촉매기능을 가지고 있어 원시지구 때 유기화합물을 합성해 낸 주체였음을 실험을 통해 입증할 수 있다.

즉, 점토광물은 여과, 이온교환, 흡착 등 세 가지 기능을 함께 가지고 있는데 원시 지구상에는 이러한 기능을 가진 점토광물이 풍부하였다.

이러한 사실이 '케인 스미스'박사의 가설을 뒷받침해 준다.

원시 대기는 이산화탄소(CO₂), 메탄(CH₄), 암모니아(NH₃) 등으로 충만해 있었을 뿐 산소는 거의 없었다.

산소는 이산화탄소와 물의 화합물로만 존재하였고 대기는 환원성 기체로 가득 차 있었다는 것

을 추정할 수 있으며 당시 공기 중 유리된 산소는 당시 생물에 치명적인 독성물질이었다.

1953년 '유-린밀라'의 실험은 이러한 의문점을 풀어주고 있다.

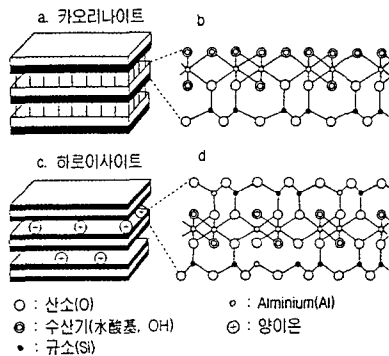
유기물의 본래 성분인 탄소(C), 수소(H), 질소(N), 산소(O₂)에다가 바닷물을 바탕(base)으로 하여 방전에너지가 가하여 주면 생명체를 만들 수 있는 메커니즘이 형성된다.

오늘날 호주에 있는 대규모 철광상(鐵鑛床)이 이를 잘 입증해 준다.

호주 철광상은 환원철층과 산화철층이 서로 호층을 이루고 있어 바닷물이 한 때는 산화시대와 환원시대를 반복하면서 철박테리아를 침전시켜 왔음을 잘 보여주고 있다.

또한, 해저에서 분출되는 열수분출구 부근은 고온, 고압상태의 환경이지만 플랑크톤이나 보리새우가 잘 자라고 있다.

이는 해수중에 녹아있는 산소와 열수 중에 포함된 금속 용융물과 열에너지가 현재에도 생명을 만들거나 생명체 성장을 적, 간접적으로 돕고 있다는 증거가 된다.



(그림 1) 점토광물의 구조

주) 대부분의 점토광물은 분자층이 겹쳐진 구조로 돼 있다. 고풍토와 같은 1:1 모양의 점토광물은 8면체 층과 4면체층이 같은 비율로 결합돼 규산염광물층을 형성한다. 층과 층 사이는 수소결합으로 고리를 이룬다. (a, b 참조) '스멕타이트'(Smectite)와 같은 2:1형 점토광물은 4면체 층과 8면체 층이 2:1 비율로 결합돼 있다. 결합된 단위 규산염광물층이 사면체 층의 규산염 일부를 서로 동질 치환하여 (-)전하를 띠게 하고 '카리움' 등 (+)전하를 층 사이에 대전시켜 이종으로 하전 시킨다. Smectite는 montmorillonite의 일종임.

이러한 현상은 석유가 지하 심부에 부존되고 있는 것으로도 증명할 수 있다.

즉, 석유는 동물성 플랑크톤의 유해가 탄화돼 만들어졌다는 학설이 유력하기 때문이다.

앞에서 말하였듯 물은 지구상 모든 생명의 기원임은 말할 나위 없을 뿐 아니라 실제 지구상 생명체의 근원은 물과 점토광물이 복합되어 만들어진 작품이다.

점토광물(粘土鑛物)은 지표에서 암석이 풍화분해(風化分解)할 때 만들어진 규산(硅酸)과 수산화금속(水酸化金屬)이온이 함유된 용액 중에서 정출(晶出)되는 미세한 광물인데 물의 순환은 끊임없이 이러한 점토광물을 만들어 낸다.

즉, 지구 윤회는 지구 내부에 내장된 마그마의 복사열원에 의하여 일어나는 윤회(輪廻)와 태양 광원에 의한 물의 순환작용으로 일어나는 윤회로 대별된다.

전자는 화산분출, 지진, 지구 횡압력, 중력 등에 기인한 것이고, 후자는 대기 순환수나 바닷물이 암석을 부수거나 용해시킨 다음 이를 낮은 곳으로 운반, 퇴적시켜 다시 새로운 지층을 만드는 것을 뜻한다.

우리의 관심은 최초의 생명체 탄생이 어떻게 무기성 점토광물에서 유기분자(有機分子)로 변화였는가 하는 것이다.

다시 말하여 아미노(amino)산이나 2~3가 이온(ion)의 탄산 등 저분자 유기화합물(低分子有機化合物)이 알루미늄(Aluminium)과 같은 금속이온과 어떻게 치환(置換)하여 유기분자로 변화하였느냐 하는 것이다.

필자 생각으로는 원시 지구환경은 현재 화성의 대기처럼 진한 탄산가스로 이루어진 대기였으므로 이때 광합성(탄소동화작용)과 비슷한 현상이 일어날 수 있었다는 것을 가상할 수 있다.

초기에는 단순한 유기분자가 만들어졌을 것이

고 이 유기분자는 다시 서로 결합과 합성작용을 계속해 새로운 생명체가 탄생되었다.

실제 곰팡이와 같은 단세포 생물은 물이 없어도 포자(孢子)상태로 오랫동안 생명을 유지할 수 있는 자기 방어능력을 가지고 있다.

그러므로 45억년이 넘는 장구하고 가혹한 지구 환경을 통하여 상상을 초월한 극한 상황에도 잘 적응하면서 진화해 오늘날과 같은 많은 생물의 종이 생겨났다.

1971년도에 미국의 석학 '리더포드 플랫'(Rutherford Platt)은 물과 생명에 대하여 물리화학적 측면과 환경친화적 측면을 함께 생각하여 물과 생명의 신비(Water-The Wonder of Life)라는 글을 발표한 바 있다.

그 내용을 요약하면, 지구의 원시 대기는 메탄(Methane, CH₄), 수증기, 암모니아, 수소(H) 등으로 이루어져 있었다.

이어 이산화탄소(CO₂), 질소(N) 등이 생겨났다. 이 원시 대기는 태양복사열 때문에 수증기가 분해돼 산소(O₂)가 생겨나면서 암석과 합성되고 산소는 탄소와 결합, 이산화탄소가 되어 광합성이 촉진되었다는 것이다.

산소는 1774년 영국화학자 '존 프리스테리'(John Priestley)에 의해 처음 발견되었고, 물의 분자식이 H₂O라는 것도 이때 알게 되었다.

지구상 에너지는 불멸이며 열은 높은 데서 낮은 데로 전도된다는 사실 등 양자역학의 기본 원리도 물에서 발견되었다.

물이 일으키는 에너지는 시공을 넘어 기상 변화의 주역이며 생태계와 지구 윤회의 원동력이다.

모든 생물은 바다에서 생겨났고 생물의 진화와 인류의 탄생 등을 물과 연계하여 재미있게 풀이하고 있다.

이 또한 인간이 현재와 같이 환경 파괴를 계속한다면 머지않아 미생물에 의해 멸망당한다는 것

을 암시하고 있다. 바로 코끼리 같은 거구의 동물도 작은 진드기가 옮기는 세균이 생명을 빼앗는 천적이라는 것과 같은 논리인 것이다.

한마디로 물이 자연환경과 모든 생태계를 지배하고 있는데 인간이 자연환경을 파괴하면 스스로 자연에 지배당할 수밖에 없다는 것인데 이는 모두 깨끗한 물의 순환균형을 인간 스스로가 깨고 있기 때문이라는 철학적 내용을 담고 있다.

4. 맺음말

광물학에서 물은 단순한 산화광물의 일종으로 취급해 오고 있다. 0°C 이상에서는 비정질의 무미, 무취, 무색의 액체로 순수한 물은 4.0°C, 1기압에서 비중은 1이며 비중의 표준단위로 정하고 있다.

그러나 염류가 녹아 섞이면 비중도 변하게 되어 바닷물은 비중이 1.028에 달한다.

바닷물에는 대체로 3.4%의 고형물질을 용존시키고 있고 물이 얼면 용적이 9~10%나 증가된다.

얼음이나 눈은 육방정계(六方晶系)에 속하는 육각판상(六角板狀)으로 큰 덩어리로 뭉치면 남색 내지 녹색을 띠고 경도는 1.5, 비중은 0.9175, 단구는 폐각상 구조를 보인다고 간단한 물리화학적 성질만 기술하고 있다.

그러나, 물은 단순한 광물의 일종이라고 표현하기에 앞서 우리 생명과 삶에 직결되는 물질로 물의 신비함은 이루표현 할 수 없다.

물의 존재는 지구과학 전체에 빼 놓을 수 없는 것이고 더욱 인간의 삶과 연계시킬 때는 더욱 물의 존재 가치가 높이 평가 될 수밖에 없다.

두서없이 기술된 물에 대한 이야기가 다소라도 우리 일상생활에 참고가 되고 무진장인 것으로만 생각되던 물도 유한자원임을 재인식하고 물의 오염원을 줄이고 물의 절약을 생활화하도록 다같이 노력할 것을 제안한다.

(원고 접수일 2002. 7. 9)