

단 보

우리나라의 자연현상과 환경

The Natural Phenomena and Environment in Korea

김 영 기(Yeong-Ki, Kim)

충북대학교 지질학과

환경문제를 다룰 때 인간을 첫째로 문제삼지 않을 수 없다. 환경은 인간에게 미치는 영향(인간을 둘러싸고 있는 유형, 무형의 외부조건)의 모든 것을 말하기 때문이다. 여기에는 자연환경, 사회환경, 문화환경 등이 포함되어 있다.

지구시스템의 역사는 비생물계(非生物系)에서 생물계(生物系)가 형성되어 이 두 개의 시스템이 합체되어 새로운 지구계 즉 자연계(自然系)를 형성한 시기가 계속되었고, 이 자연계 속에 인공계(人工系)가 가미되어 현재는 이 두 계가 결합한 새로운 환경계(環境系)를 이루고 있는 상황에 있다고 볼 수 있다. 이 환경계는 지구상에 널리 확대되지만 유한성인 것이다. 즉 환경계는 무한한 퍼짐이 아니고 한계를 벗어나게 되면 파괴되기 때문에 우리는 이 이상의 환경계를 확대 하지 말고 유지 개선하지 않으면 안된다.

환경과 인간과의 사이에는 상호의존적, 상호형성적 관계가 존재한다고 하면 인간이 환경에 개입하는 행위는 직·간접으로 인간에 의한 인간의 행위를 의미하게 된다. 인간이 환경에 개입하면 할수록 인간에 의한 행위가 증대한다. 따라서 인간형성 과정에 있어서 인위적 요인의 개입이 커짐을 의미하게 된다.

오늘날 환경 문제는 이와 같은 인위적 요인의 개입이 득(得)이 되는 좋은 효과뿐만 아니라 역으로 손(損)의 효과도 있게 된다. 인위적 요인의 개

입이 증대하면 고도화, 거대화, 대규모화, 대량화 되고 있음을 나타내고 있다. 따라서 인간이 환경에 인위적 요인의 개입에서 손(損)의 효과를 배제 혹은 제어하는 것이 환경계의 존속에 기여하는 것이다.

환경계의 유지를 위하여 환경계의 제어 및 관리가 필요하다. 그러나 인구는 점점 늘어나고, 생활은 고도로 과학화 되어가고 있어서 우리들 생활권은 점점 넓어져서 이 환경계는 확대되고 있는 실정이다.

환경계는 비생물계, 생물계, 인공계 등으로 구분되고 인류는 다만 생물계의 일원으로서 존재하였으나, 사람이 도구를 만들고 이것을 생산 장소로서 사용할 때 환경에서 받는 수동적 환경작용을 넘어 적극적인 환경으로의 활동, 능동적인 환경형성 작용을 갖게 된다. 이 환경형성 작용은 다른 생물에서도 볼 수 있지만 사람의 경우가 훨씬 크다는 것이다. 산업혁명, 과학기술의 급발전 등에 의해 방대해진 인간의 역할은 자연계 내에 많은 환경문제를 야기하게 된 것이다. 자연계에서 독립하여 인공계를 형성하는 것은 불가능한 것이다. 인공계는 자연계와 융합 합체하여 새로운 "환경계"를 형성하기 때문이다. 자연계의 한계를 넘어 인공계가 거대화하고, 비대화되면 여러 가지 문제가 일어나는 것은 당연하다. 또 자연계에 인공계의 침입에 의한 영향에서도 여러 가지 문제가 생

기는 것은 당연한데 더욱이 인공제내에서도 여러 가지 문제가 생기게 되므로 오늘날 심각한 환경 문제가 제기되고 있는 것이다.

환경문제를 일으키는 인자와 기능은 개별적이고 상대적이며 지역적이기도 하다. 이 인자는 ① 자연적 인자(自然的 因子) ② 인위적 인자(人爲的 因子) ③ 인적 인자(人的 因子)로 구분하고 ①은 비생물계+생물계이고, ②는 인공계에 해당되고 ③은 개개의 인간(개인, 집단)을 가리킨다.

우리나라는 면적에 비하여 암종이 많아 차별침식이 커서 산은 많고 평야는 미약하고 그 면적도 좁은 편이며 토층(미고결층)의 심도도 얇을 뿐 아니라 암반이 노출되어 있는 곳이 많다.

우리나라는 구릉지(기복량 100~300m)와 저산성산지(기복량 300~900m)가 90%나 되고, 평야(기복량 100m이하)와 고산성산지(기복량 900m이상)는 10%에 불과하다. 평균 고도(高度)도 433m나 되고 있어서 들이 적고 산이 많은 나라임을 알 수 있다. 따라서 수계(水系)의 발달이 심한 나라라 할 수 있고, 국토면적(약22만km²)에 비하여 유역면적이 넓으며, 하천의 길이가 긴 편에 속한다(李金三 ; 1999 . "DEM을 이용한 한반도 지형의 계량적 특성과 기반암질과의 관계분석" 학위논문).

1964~1966는 대 한해(大 旱害)가 있었다. 이 한해를 극복하기 위하여 농림부에서 주관하여 농업용 지하수개발을 실시한 바가 있다. 이 때 지하수개발을 위한 시추조사(160공) 결과 미고결층(未固結層)의 평균심도는 9.6m에 불과하였다. 이 당시 지하수개발은 미고결층에서만 가능했기 때문에 미고결층이 가장 깊게 발달된 지역을 선정 우선 개발되었다. 즉 한강, 낙동강, 만경강, 금강 등의 하류부나 하천지역의 퇴적지를 제외하면 평야지대라 할지라도 평균10m내외에 불과하다. 전 국토로 볼 때 골격이 노출된 나라라 할 수 있다.

주류의 길이 50km 이상의 하천 중에서 서해로 흘러가는 것이 6개 하천, 남해로 흘러가는 것이 2개 하천, 동해로 흘러가는 것이 3개 하천이 있으나, 서해 및 남해로 흘러가는 길이 500km이상인 2개 하천, 400km이상인 1개 하천, 200km 이상인 1개 하천이고 동해로 흘러가는 하천은 짧아

100km를 넘는 하천은 없다. 유역면적도 서·남해로 유출하는 것이 전체면적의 90%이상을 점유하고 있다(조화룡 ; 1987. 한국의 총적평야).

하천본류의 유동경사(流動傾斜)는 매우 완만하나 지류는 급한 편이고, 태백산맥을 분수령으로 하여 동쪽 사면은 급사면을 이루고 동해에 면하고 있어 급하고 짧은 하천이 형성되나, 서·남쪽은 유로가 길고 기울기도 완만한 편이어서 마치 얇고 좁은 키(티끌을 골라내는 그릇)와 같은 양상을 하고 있어서 지하수의 저류능력(貯留能力)도 부족하여 강수의 양이 약간만 증가 하여도 넘쳐 흘러 홍수를 이루게 되고, 조금만 부족하여도 토층은 마르게 되어 가뭄현상을 가져오게 된다.

강수량은 남쪽에서 북쪽으로 감에 따라 점차 감소한다. 연강수량은 남동해안 지방이 1,500mm정도이고, 가장 많은 곳이 제주도의 남동해안으로 1,800mm에 달한다. 울릉도도 1,400mm정도로 강수량이 많다. 연강수량이 가장 적은 지역은 두만강 유역의 한국-만주의 국경지대로써 500~600mm이다. 즉 연강수량은 500~1,700mm이며 전국의 평균치는 1,190mm가 되고 있다(이한영, 2001: "한국의 기후" 단행본).

수수지(水收支)는 유역이나 지하수역등 한정된 영역에 대한 물의 수지, 즉 한 지역이나 한 기간에 한하여 그 범위내에서 출입하는 양적 검토를 말하고 있다. 일반적인 물수지에 이용된 식은 ① $R(t) - D(t) = dS/dt$ (여기서 $R(t)$, $D(t)$ 는 각각 일정한 기간내의 함양량과 유출량, dS/dt 는 일정기간내의 저류량의 변화임) 또 수순환(水循環)의 입장에서의 물수지 ② $P = E + N + dm/dt$ (여기서 P : 강수량, E : 유출량, dm/dt : 토층내의 수분의 변화량).식 ②의 dm/dt 은 장기간의 평균을 취하면 영(零)이 되므로 $P=E+N$ 이 된다. 식①은 지하수의 수수지에 이용되고, 식②는 수순환적 수수지에 활용된다.

"한국의 증발산" (민경덕 : 1974)에 관한 연구에 따르면 강수량의 평균60%가 증발산(蒸發散)으로 공기중으로 유입되고 40%가 유출되고 있다.

서울 : $P=105$ $N=48$ $E=57$

인천 : $P=91$ $N=33$ $E=58$

대구 : $P=82$ $N=23$ $E=57$

전주 : $P=104$ $N=44$ $E=60$

우리나라의 자연현상과 환경

광주 : P=102 N=37 E=65

목포 : P=94 N=34 E=60

단, P는 강수량(mm/월), N은 유출량(mm/월), E는 증발산량(mm/월)이다.

연평균 강수량 1190mm 중 714mm가 증발되고 476mm가 유출되고 있다. 이는 지층이 완전포화되었다고 가정하고 계산된 것이다. 그러나 오늘날 총적층은 물론이고 압층내의 지하수까지 배출시키고 있어서 자연용수는 줄어들고 지하수위는 강하되고 있어서 식 중 dS/dt , dm/dt 의 변화량은 클 것이다. 이 변화량이 크면 클수록 수질은 악화되고 홍수와 가뭄현상은 빈번히 일어 날것이고, 식생은 물론이고 응력의 불균형을 이루게 되어 결국 자연환경은 파괴에 이르게 된다.

어떤 지역에 대한 자연현상은 그 지역의 지질영력(地質營力)에 관계된다. 즉 지질 결구성(geological fabric)에 좌우된다고 할 수 있다. 그 지역의 지질분포 및 결구성에 의해서 파괴강도 뿐 아니라 변형속도도 달라지므로 지질환경을 크게 변화시키고 있어서 우리는 그 지역에 대한 지질학적 특성을 파악하지 않으면 안 된다.

산은 융기하는 경향이 있고, 그 융기의 일부는 침식에 의한 하중(荷重)의 감소에 따른 지각 평형적 융기일 것이다. 현재의 지표기복(地表起伏)은 과거에서 현재까지 각각 그 장소에서 행해진 지각운동과 침식과의 관계에 있고, 지표면의 변화는 내적영력(內的營力)보다는 외적영력(外的營力)에 의한 것이다. 이 외적영력에 의하여 수계는 발달하게 되고, 그 분수령(分水嶺)에 의한 유역이 형성되어 지형 균형을 이루게 된다.

어떤 사면을 이루고 있는 암체가 그 사면에 직립벽(直立壁)으로 안전할 수 있는 한계높이 $hc = \sigma_c / \gamma$ (σ_c : 암석의 강도, γ : 암석의 단위중량)라 할 수 있다. 만일 $\sigma_c = 600\text{kg/cm}^2$, $\gamma = 2.5\text{g/cm}^3$ 라 하면 $hc=2400\text{m}$ 이 된다. 화강암이나 경사암(硬砂岩)에서는 σ_c 가 2000kg/m^2 에 달할 때가 있다. $\gamma = 2.65\text{g/cm}^3$ 로 할 경우 $hc = 7547\text{m}$ 가 된다. 그러나 지구상에는 이 식(式)에 나타난 직립벽은 존재하지 않는다. 왜냐하면 사면을 형성하는 벽체는 단일암체가 아니며, 균열이나 절리 등이 포함된 암체로서 지질학적 불연속면이 있을 뿐만 아니라 지표 부근에서는 풍화가 진행되어 있어서 수직벽

의 높이나 경사면의 경사각 및 한계고, 즉 자연사면은 그 사면을 구성하는 암석의 지질역학적 성질에 지배된 안정경사를 이루고 있기 때문이다. 지질학적 특성에 따른 지형적 특성은 지역에 따라 크게 차이(stress difference)가 있기 때문에 이에 지배를 받게 된다는 것이다.

대구분지의 하천붕괴상수(河川崩壞常數)는 0.433에 이르고 있다. 이 지수가 0.5이상이면 지질특성(geologic pattern)이 그 수계를 지배한다고 하고 있다. 우리나라의 화산암 분포지역에서는 0.5 이상이 되는 곳이 많다(김영기, 1974 ; “대구시 일대의 수리지질”).

한반도 전체의 고도별 면적비는 저고도 지역의 면적비가 높고, 높은 고도로 갈수록 면적비가 급속히 줄어들고 있다. 이는 지질학적 차별침식에 의한 것이다. 우리나라는 면적에 비하여 암석의 종류가 많아 차별침식이 커서 산이 많고 들은 좁은 편이고 평야도 발달되어 있지 못할 뿐만 아니라 토층(미고결층)의 심도도 얇아 구조물을 설치할 경우 대부분 토층은 걷어 내게 되어 암반까지 상굴(床掘)하게 된다. 더욱이 산사면에는 토층이 얇아 붕괴위험성이 크다.

우리나라의 지질시대별 및 암석별 분포율을 보면

- 시대별 : 선캄브리아기 - 42.74%
- 암석별 : 변성암 - 43%
- 고생대 - 10.92%
- 퇴적암 - 19%
- 중생대 - 39.99%
- 화성암 - 38%
- 제3기 - 2.16%
- 제4기 - 4.17%

화성암 중에는 심성암인 화강암류가 28%나 차지하고 있다. 변성암과 화강암의 분포를 합하면 71%나 되고 있다. 이는 우리나라가 얼마나 안정된 육괴를 이루고 있음을 알 수 있고, 또 오랜 침식과정을 겪어 노년기 지형을 이루고 있음을 나타낸다(李金三 ; 1999. “DEM을 이용한 한반도 지형의 계량적 특성과 기반암질과의 관계분석”).

자연은 엄연히 자연 그대로의 평형과 균형을 유지하고 있으나 외적인 작용이 가해지거나 제거되면 그 곳은 평형과 균형을 잃고 파괴되어 가며 새

로운 환경에 맞는 운동(또는 작용)을 일으킨다. 경북 포항시 괴동동, 동초동, 장흥동 지역으로 포항제철 체육관 뒷산에서 기술훈련원에 이르는 저능성 산지 일대에 단열대(斷裂帶)가 형성되었다. 이는 응력 불균형에 의한 것이었고, 더욱이 이 일대의 암층은 이암(mudstone)으로서 단위중량 $\gamma = 1.65\text{gr/cm}^3$, 압축강도 $\sigma_c = 36\text{kg/cm}^2$ 에 불과한 암체이므로 약간의 외인적 응력(증가 또는 제거)이 생기면 균형을 상실하게 되어 이를 회복하기 위한 운동이 일어나게 된다. 이때 지질약선대(地質弱線帶)는 활성화하여 단열을 일으킨다 (김영기, 1981. "포항지역의 단열현상에 대한 지질공학적으로찰"). 일단 변위를 일으킨 암체는 다시 돌이킬 수 없다. 한번 활성화된 암체는 다시 활성화될 수 있고, 이와 같은 현상은 곳곳에서 볼 수 있어서 개발에 앞서 충분한 조사 연구가 필요하다.

우리나라는 마당은 있어도 정원은 없다. 자연이 정원이기 때문이다. 그곳에 정자(亭子)를 세우면 가장 아름다운 정원이 되기 때문이다. 요즘 개발이란 명목으로 자연의 정원은 점점 없어지고, 무분별한 지하수 개발로 천(泉)과 지하 저류량은 줄어들고 있어 환경파괴를 촉진시키고 있다. 자연의 환경파괴는 인적인자에 의하여 이루어지고 있다고 할 수 있다.

환경계에서 일어나고 있는 환경악화는 1차적 환경악화와 2차적 환경악화로 구분할 수 있다. 1차적 환경악화는 자연계에서 유발되고, 2차적 환경악화는 인공계에서 유발된다고 할 수 있다. 환경 시스템으로서의 접근은 사상분석(事象分析)을 하게 되나 직접 대상으로 하는 사상은 모름지기 환경악화 사상인 것이다. 우리나라에서는 대기오염, 수질오염, 토양오염, 소음, 진동, 악취, 지반침하 등의 7가지 공해를 환경악화 사상으로 취급하고 있다. 이는 인공계에서 발생한 2차적 환경악화인 것이다. 1차적 환경악화에 대한 사상분석은 없는 것이다.

대지진이나 화산활동 등은 우리나라에서 극히 드문 현상이라 할 수 있으나 지구온난화 현상에 의해 기후는 급격히 변화 할 수 있고 해일이 일어날 수도 있다. 석유나 석탄 등은 고갈성 자원이지만 지하수는 개발 방법에 따라 고갈성 자원이 되기도 하고 지속성 자원이 되기도 한다.

무분별한 개발은 자연을 황폐화시킬 뿐 아니라 얕은 토층에 암층이 노출되게 되어 산사태를 유발케 되며, 지하수의 부존을 불가능하게 하여 식생은 물론이고 기상변화까지 유발케 된다. 우리나라는 토층의 심도가 얕아 지하수 부존량(地下水賦存量)이 다른 나라(일본, 중국, 미국, 유럽 등)에 비하여 훨씬 부족하다. 즉 지표수(하천, 댐 등)의 활용이 요구된다. 따라서 극지적이고 개별적이며 상대적인 자연조건에 가장 적합한 요소(elements) 즉, 자연의 법칙을 정확히 판단하여야 한다.

김영기
 경북대학교 명예교수
 대구광역시 수성구 상동 65-7번지
 Tel : 053-763-5707
 e-mail:dsgueng@hanmail.net