과학리포트

- 일본지진을 계기로 알아본 지진의 정체와 연구현황 -

"지구가 움직이고 있다"

李 光 榮
〈한국일보 부국장/과학평론가〉

지구에서는 해마다 1천5백만회의 지진이 발생하고 있으며 우리나라에서도 매년 20회 이상의 미진이 발생하고 있다. 우리나라는 지진안전 지대라고는 하지만 언제 찾아올지 모르는 천재지변에 대비하여 원자력발전소는 물론 아파트 등 고층건물에도 내진시설을 소홀히 해서는 안될 것이다.

일본 긴기(近畿)지방에서 지난 1월 17일 새벽에 일어난 대지진(효고현-兵庫縣-남부지진)은 5천여명에 달하는 생명을 앗아가고 5만여채의 집이 붕괴되어 30여만명의 이재민을 낳는 큰 피해를 가져다 주었다. 이번 지진은 일본에서는 비교적 안전 지대로 알려진 한국쪽에 가까운 지역에서 일어났다는 점에서 우리에게도 지진에 대한 경각심을 안겨 주었다. 지진의 정체와 연구현황을 알아 보았다.

대부분 판구조운동이 원인

지구가 움직이고 있다. 지구상에는 매년 1천5백만회 정도의 지진이 발생하고 있고 이중 진도 5 이상의 피해를 줄 수 있는 것만도 매해 10여회 정도에 이르고 있다는 것이 지진학자들의 설명이다. 지진의 안전지대로 알려진 우리나라도 매해 20회 이상의 미진이 발생하고 있다.

지진은 쉽게 말해서 지구의 껍질부분에 해당하는 지각의 운동으로해서 나타나는 현상이다. 지진의 원인으로는 판구조운동과 화산폭발, 핵실험, 산사태 등이 꼽힌다. 이중 가장 문제가 되는 것은 판구조운동에 의한 것이다. 세계적으로 일어나는 비교적 큰 규모의 지진은 거의 대부분 판구조운동이 원인이 되고 있다.

판구조운동이란 지각이 마치 물위에 뜬 얼음덩어리같이 여러 개의 판으로 이루어져 있어 이들이 서로 밀고 밀어내는 과정에서 지진이 생겨난다고 하는 것이다. 지각은 크게 태평양판, 아메리카판, 아프리카판, 인도판, 유라시아판, 남극대륙판을 비롯해서 북아메리카판, 필리핀판, 동남아판, 마다가스카르판 등 12~13개의 조각으로 나뉘어져 있다. 이들 판은 지각을 받치고 있는 지구 안쪽의 용암 덩어리인 맨틀 위에 떠 있는 형태를 하고 있다. 그래서 이들 판은 용암의 운동에 따라 움직여 판과 판이 서로 밀치고 밀리게 된다.

실제로 태평양판은 매년 7.5cm씩 일본 열도 쪽으로 움직이며 일본 해구에서 유라시아판과 부딪쳐 그 가장자리가 가라앉고 있다. 이때 두판의 밀치고 미는 힘에 의해 에너지가 지각 깊숙이에 축적된다. 이 에너지는 지각이 버틸 수 있는 한계치를 넘어서면 방출되게 마련인데 이때 지각이 깨지며 지진현상이 나타난다.

지각의 판들이 서로 인접해 있는 지역에서 지진이 빈번하게 일어나고 있는 것은 여기에 있다. 이번 일본의 대지진도 이같은 판과 판이 부딪치는 과정에서 쌓인 에너지가 방출되며 나타난 것이다.

88년 흑해연안선 15만명 死傷

세계적으로 지진이 많이 발생되는 지역은 환(環)태평양지진대와 아구(亞歐)지진대이다. 환태평양지진대는 뉴질랜드에서 뉴기니, 필리핀, 일본을 거쳐 알류산열도, 북아메리카와 남아메리카서쪽 해안을 잇는 태평양을 둘러싼 둥근 원형의 지각판 가장자리를 말한다. 아구지진대는 지중해연안에서 중앙아시아와 중국 내륙을 잇는 지역의 가장자리를 가리킨다.

이번 일본의 대지진과 1985년 9월에 일어났던 멕시코 강진은 환태평양지진대에 속하며 1988년 12월 15만명에 이르는 많은 사상자를 낸 소련 남부 흑해 연안인 아르메니아 등 3개 공화국에서 일어났던 대지진은 아구지진대에 해당한다. 지진이 일어나는 깊이는 대략 40~50km. 100km 이상은 드물다. 그러나 큰 피해를 가져다주는 지진은 대부분 깊이가 20km이내의 것들이다. 지진은 일단 발생하면 파동형태로 퍼져가기 마련인데 지진파로는 P파, S파, L파가 있다.

P파는 지진의 진행과 진동방향이 같은 종(縱)파이고, S파는 횡(橫)파, L파는 지표면을 따라오는 표면파이다. 이들 파의 전달 속도는 P파가 초속 7.13km, S파는 4~7.5km, L파는 S파보다 10% 정도 느린 3.6~6.7km정도이다. 이중 지상에 가장 큰 피해를 가져다 주는 것은 속도가 가장 느린 L파. 땅 껍질을 타고 충격파가 전해지기 때문에 심할 때는 지표면의 균열은 물론 건물을 폭삭 주저앉게 한다.

최근 지진의 원인으로 판구조론에서 이를 보완한 맨틀구름구조론이 새로운 학설로 주목받고 있다. 이 학설은 차갑고 무거운 지각의 덩어리가 지구 안쪽으로 가라앉으면서 맨틀과 지구 한 가운데 핵의 뜨거운 열에 의해 녹으면 다시 지표를 뚫고 나온다는 이론이다. 이때 뚫고 나오는 모양이 버섯모양의 구름과 같다해서 맨틀구름구조론으로 이름 붙혔다. 맨틀구름구조론은 판의 경계가 아닌 곳에서 일어나는 화산활동에 대한 설명에 설득력을 갖고 있다.

현재 지진연구에 앞서가고 있는 나라는 지진다발국인 일본과 미국을 비롯해서 소련과 중국이다. 미국과 소련은 핵실험을 간접적으로 알아내기 위한 연구의 일환으로 지진연구에 단연 앞서가고 있다.

중국선 자연현상 통해 예보

중국은 자연현상을 통해 지진을 예보하는 방법에 주목해 왔다. 샘물의 깊이 변동에서 동물의 이상한 행동 등을 통해 지진이 일어날 것을 미리 예측해 낼 수 있는 길이 있다고 본 것이다. 지진이 일어나기 며칠전부터 샘물의 수면이 갑자기 낮아지거나 높은 산위에 살던 동물이 낮은 곳으로 떼를 지어 몰려 내려온다는 것이 알려진 때문이다.

동물이 지진이 일어날 것을 미리 알게되는 것은 미약한 진동을 감지하거나 유황냄새, 지각이 움직이는 소리, 전기 또는 자기적인 변화를 알아내는 본능적인 힘이 있기 때문인 것으로 보고 있다. 비둘기는 머리 속에 있는 자성물질을 이용해서 지자기의 변화를 알아낼 수 있는 힘이 있다고 보고 있다. 지자기의 변화는 비둘기뿐 아니라 꿀벌, 딱정벌레, 흰개미, 갈매기 등도 알아낼 수 있는 것으로 보고 있다.

몇몇 생물은 지진에 앞서 일어나는 미진을 감지해 낼 수 있다. 물고기 특히 바다 깊숙한 곳에 사는 물고기는 바다 밑바닥 지표의 형태변화를 보고 아주 미세한 땅의 진동을 알아낼 수 있다. 생쥐, 바다제비, 여우, 뱀, 늑대 등은 냄새를 통해 지진이 일어날 것을 미리 알아 낼 수 있다. 소리도 지진 예측의 중요한 단서가 된다. 사람은 16~2만 헤르츠 사이의 소리만을 들을 수 있지만 동물의 청각기능은 다르다. 개, 고양이, 여우 등은 6만 헤르츠까지 들을 수 있고 돌고래는 10만 헤르츠까지 소리를 감지할 수 있다.

최근에는 지각이 이동할 때 많은 양의 전기가 방출된다는 것이 알려졌으며 이때 나타나는 전자장의 변화가 동물들에게 지진이 있을 것을 알려주는 것으로 보고 있다. 실제로 중국은 1975년 2월 동부지방의 해성에서 일어난 지진을 동물을 통해 사전에 알아냄으로써 인명피해를 크게 줄일 수 있었다.

한편 과학자들은 요즘 지진의 판구조운동이론에 바탕을 두고 지진예보법을 찾고 있다. 특히 음파를 전달하는 암석의 능력, 지표면의 이동, 지자기와 방사성 라돈가스 방출량의 증가, 지층의 압력에 의한 암석이 갈라진 현상 등을 통해 임박한 지진발생 징조를 알아내는 연구가 세계적으로 한창 진행중이다.

美선 레이저광선 예보연구

미국의 지진학자들은 최근 정밀지진탐사장치와 자력탐지기를 비롯해서 최신의 레이저광선 측정장치를 이용해서 인공위성으로부터 지표의 정확한 이동상태 등을 측정해서 지진 예보의 길을 찾고 있다. 또 미국과 일본의 지진학자들은 고성능 컴퓨터를 이용해서 지구 내부 깊숙한 곳에서 발생하는 지진충격파에 대한 자료를 분석함으로써 상세한 지질구조를 입체적으로 파악해 내 지진의 원인을 가리고 이로부터 예측해 내는 길을 찾고 있다. 이같은 연구가 잘 진척되면 지진은 2~3일 정도 앞서 예측이 가능할 것으로 보고 있다.

그러나 천재지변(天災地變)은 예측보다 대비가 중요하다. 우리나라는 지진안전지대라 해서 이에 대한 대비가 허술한 편이다. 그러나 일본의 대지진은 우리에게도 지각에 힘을 가해 지진을 일으킬 수 있다. 우리나라도 원자력발전소는 말할 것 없고 아파트와 고층건물 등의 내진설계를 소홀히해서는 안될 것이다. ST