

# 지진 예보가 왜 어려울까?

최원석 | 과학칼럼니스트

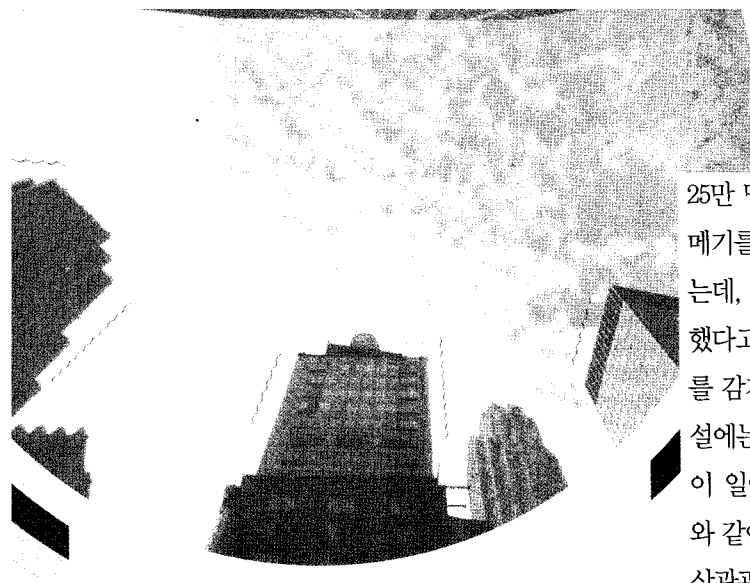
1월 12일 아이티에서는 규모 7.0의 강진으로 30만 명 이상의 사상자가 발생했다. 그리고 2월 27일에는 아이티보다 무려 800배나 더 강력한 규모 8.8의 지진이 칠레를 흔들었고, 3월 8일에는 터키가 규모 6.0의 지진으로 피해를 입었다. 이렇게 연이어 발생하는 지진에 일부에서는 영화 <2012>까지 들먹이며 초거대 지진이 발생할 수도 있다는 공포심까지 조장하고 있다. 하지만 아직까지 지구 전역에 지진활동이 뚜렷하게 증가했다는 증거는 없다고 한다. 지진이 사람들을 공포로 몰아넣는 것은 위력적이기도 하지만 언제 발생할지 알 수 없다는 점이 더욱 공포심을 증가시킨다. 그렇다면 지진 예보는 왜 그렇게 어려운 것일까?

연이은 지진 소식에 많은 사람들이 세상의 종말까지 들먹이기도 하지만 지진은 상당히 흔한 자연현상 중 하나이다. 통계적으로 보면 1년에 리히터 규모 8.0 이상의 지진이 2~3회, 규모 7.0 이상인 경우는 20회, 규모 6.0인 경우는 100회 이상 발생한다고 알려져 있다. 따라서 규모 6.0인 터키 지진의 경우 3~4일에 한번 꼴로 발생하는 흔한 규모의 지진인 셈이다. 이렇게 세계적으로 지진이 자주 발생하는 것은 지각 아래쪽인 맨틀과 핵이 안정적이지 않기 때문이다. 지구는 지각과 맨틀, 외핵과 내핵으로 구성되어 있다. 지각이 하나의 거대한 덩어리로 이루어져 있다면 화산 폭발을 제외하면 지진이 발생하지 않을 것이다. 하지만 지각은 맨틀 위를 움직이는 여러 개의 거대한 판으로 구성되어 있다. 맨틀은 짧은 시간 단위에서는 고체로 간주할 수 있지만 오랜

세월을 놓고 보면 마치 찰싹반죽과 같은 유동성을 가진다. 맨틀대류에 의해 거대한 대륙이 이동하기도 하고, 산맥이 생겨나기도 하며, 화산이 폭발하기도 한다. 그리고 이 과정에서 지진도 발생하게 된다.

판의 이동에 의해 지진이 발생한다는 판구조론(Plate Tectonics)은 지진이 왜 특정 지역에서 많이 발생하게 되는지를 잘 설명해 준다. 즉 과거 대형지진이 발생한 곳을 지도에 표시해 보면 판과 판의 경계부분이 바로 지진이 자주 발생하는 지역이 된다. 따라서 판의 경계에 속하는 일본은 지진이 자주 일어나지만 우리나라는 드물게 발생하는 것이다. 그러나 아쉽게도 판구조론은 지진이 자주 발생하는 지역은 잘 설명하지만, 지진이 정확하게 언제 어느 지역에 언제 발생하는지는 알려주지 못한다. 이는 나무젓가락에 힘을 주어 휘게 할 때 언제 부러질지 정확하게 알 수 없는 것과 마찬가지로 단층에 힘이 가해져 암석의 변형이 일어나더라도 언제 암석이 파괴되면서 지진이 발생할지는 알 수 없기 때문이다. 즉 지진의 메커니즘은 자체는 단순하지만 각각의 단층에 존재하는 암석들의 종류와 상태가 수 백가지 이상이기 때문에 지진 예보가 어려운 것이다. 지





25만 명의 사상자가 발생했다. 재미있게도 일본에서는 메기를 가지고 16년 동안 지진 예보 연구를 하기도 했는데, 그 정확도가 기대에 미치지 못하자 연구를 중단했다고 한다. 메기가 지진에서 발생하는 미세한 전기를 감지해 요동치는 현상을 이용한 것인데, 일본의 전설에는 거대한 메기가 진흙탕에서 몸부림을 치면 지진이 일어난다는 이야기와 무관하지는 않을 것이다. 이와 같이 동물을 비롯한 다양한 지진의 전조 활동 중 그 상관관계가 과학적 예보로 활용할 수 있는 것들은 아직 없다. 지진의 전조 현상들이 몇 시간 전에서부터 몇 년까지 다양하게 나타나는데 그럴 경우 정확한 시기를 예측하기 어렵게 한다. 그리고 이러한 전조 현상을 관측해 예보를 하는 데는 결정적인 문제점이 있다. 바로 전조 현상을 나타내는 장소를 미리 알 수 없다는 점이다. 전조 현상을 나타내는 곳을 알기 위해서는 지진이 일어나는 장소를 미리 알아야 하는데 많은 대형 지진이 이러한 예고없이 찾아오기 때문이다.

금도 산안드레아스 단층에서 계속 응력이 쌓이고 있지만 이 단층에서 언제 대형 지진이 발생할지는 알 수 없다. 이는 단층에 응력이 쌓이게 되면 서로 매끄럽게 미끄러지는 것이 아니라 임계점에 도달할 때까지 계속 탄성에너지를 축적하게 되는데 지하 수십 킬로미터 아래에 있는 암석의 한계점을 알아낸다는 것이 결코 쉽지 않기 때문이다.

물론 짓가락이 부러지기 직전 갈라지고 소리가 나는 것처럼 지진에도 전조 현상을 관찰하면 예보할 수 있을 것이라고 생각할 수 있다. 많은 지진의 경우 지하에서 라돈가스가 방출되고, 우물의 물 높이가 갑자기 변하며, 전기 전도도나 지하수에 이상이 발생하는 등의 전조 현상이 일어난다. 또한 암석의 팽창에 의한 P파의 지연 현상도 일어나는데 이를 이용해 지진 예보를 시도하기도 했다. 그리고 재미있는 것은 중국과 일본의 동물을 이용한 지진 예보이다. 지진이 발생하기 전에 동물이 이상 행동을 보인다는 것은 널리 알려진 사실이다. 이에 착안한 중국은 동물 행동을 연구해 지진 예보에 활용하기도 했다. 1969년 텐진에서는 쥐가 날뛰고, 뱀이 굴속에서 기어 나와 도로에서 얼어 죽는 것을 보고 시민들에게 대피령을 내려 피해를 줄였으며, 1975년에도 지진 대피령을 통해 피해를 줄였다. 하지만 1976년唐山 지진에서는 아무런 전조 현상도 없어

그렇다고 지진학이 전혀 쓸모없는 학문이라는 의미는 아니다. 수학적 기법을 활용해 지진이 언제 일어날지 확률적으로 예측할 수 있기 때문이다. 즉 산안드레아스 단층의 특정 지역에는 30년 내에 지진 발생 확률이 50%라는 것과 같은 예보가 가능한 것이다. 이러한 예보를 토대로 지진이 발생할 지역에는 내진설계를 통해 피해를 줄일 수 있을 것이다. 또한 지진파의 전달 속도를 이용해 몇 초 전에 지진 발생 경보를 내릴 수는 있다. 지진파는 일반적으로 P파 보다 S파가 더 큰 피해를 주는데, P파가 S파 보다 1.75배 먼저 도달하기 때문에 그 시간 차이를 이용해 예보를 할 수 있다. 10초 내외의 짧은 시간을 대수롭지 않게 생각할 수도 있지만 이 정도 시간이면 차를 멈추거나 책상 밑으로 피할 시간은 되기 때문에 반복적인 훈련을 통해 지진 피해를 줄일 수 있을 것이다. 아쉽겠지만 앞으로 한동안은 이 정도 지진 예보로 만족해야 할 듯하다. TTA