

# 지진활동 및 지진재해 대응 방향

## Seismicity and Response for Mitigating Seismic Hazards



글 | 李德基

(Lee, Duk Kee)

기상청 지진감시과장.

E-mail : dukkee@kma.go.kr

The different result and response of the earthquakes, occurred consecutively at China and Japan in May and June, respectively, is suggestive of the importance of preparedness against earthquake disaster. We learned lesson, although indirect, that the earthquake early warning, earthquake-resistant design, and people's concepts on earthquake can greatly reduce the earthquake hazards. The more preparedness we have in present, the less hazards we will experience for future.

### 1. 우리나라 지진활동은?

우리나라는 지진으로부터 과연 안전할까? 중국이나 일본에서 대형지진이 발생하여 신문이나 방송에 연일 보도될 때 약방의 감초처럼 따라다니는 질문이다. 결론부터 내자면 이 세상에 지진의 위협으로부터 안전한 나라는 없다는 것이 필자의 주장이다.

우리나라는 환태평양 조산대에 속하는 일본 열도와는 달리 유라시아판 내부의 가장자리에 속하여 상대적으로 지진활동이 적고 지구조적으로 안정하다고 알려져 있다. 이러한 안정성은 지진활동성이 매우 높은 일본과 비교한 상대적인 판단이며, 구체적인 우리나라의 지진활동성을 알아보기 위해서는 지진발생의 과거와 현재를 살펴보아야 할 필요성이 있다.

20세기 이후 우리나라의 지진활동은 20세기 이전의 과거에 비하여 낮은 편이라고 지진

학자는 주장한다. 즉, 삼국사기, 고려사, 조선왕조실록, 승정원 일기 등의 역사서에 기록된 지진피해기록을 살펴보면 현재보다도 지진활동이 활발하였던 때가 많았다는 것이다.

예를 들자면 신라시대 혜공왕 (A.D. 779) 때 100여명이 지진으로 사망하였다는 기록[서울에 지진이 있어 집이 무너지고 100여명이 사망하였다. (京都地震 壞民屋 死者百餘人)]이 있으며 1643년 울산지진 때에는 대구와 영덕 등지에서 축대와 성곽이 대부분 무너졌으며, 울산에서는 땅이 갈라지고 물이 솟았다고 조선왕조실록 등에 전해진다. 1810년 2월 19일 함경도에서 발생한 지진기록에는 성채를 비롯한 건물 피해, 사람 및 가축 피해를 서술하고 있으며, 2주 가까이 여진이 계속되었다고 서술하고 있다. 이와 같이 18세기까지 지진으로 인한 피해

기록이 조선왕조실록과 같은 역사서에 상당수 남아 있으며, 그 중 추정 규모 6이상의 지진도 많이 있었다고 학자들은 평가한다.

계기지진자료를 살펴보면 주로 우리나라 근해에서 많이 발생하였지만 1978년 이후 홍성 지진을 위시하여 규모 5.0이상의 지진이 5차례 발생하였으며 규모 4.0이상은 약 38회 발생하였다. 또한 최근 오대산에서 규모 4.8의 지진이 발생하기도 하였다. 최근 우리나라의 지진발생 경향은, 기상청이 본격적으로 지진 관측을 시작한 1978년 이후 우리나라에서는 연평균 약 26회의 지진이 발생하였다. 지진관측망의 증가와 더불어 지진관측기술이 현대화되기 시작한 1990년대 중반 이후 다소 늘어나는 추세이나, 국민이 민감하게 느끼는 유의미한 규모 3.0이상의 지진 발생은 뚜렷한 증가나 감소가 없으므로 (그림 1) 이것이 실제로 지진활동이 활발해지는 것인지 여부는 성급하게 결론 내릴 수 없으며 좀 더 추세를 지켜봐야 할 것으로 보인다.

그럼에도 불구하고, 일반적으로, 대부분의 지진학자들은 우리나라가 지진의 안전지대가 아니라는 견해에 동의하고 있다. 1976년 중국 당산지진의 경우에서 알 수 있듯이 지진 발생 이전에는 판 내부의 지역으로 이전에 큰 지진이 발생하지 않아 안전한 지역으로 인식되다가 불의의 지진에 수십만의 인명 피해를 야기했던 적이 있음을 잊지 말아야 할 것이다. 이와 같이 역사지진기록, 계기지진자료, 지진학자의 의견, 그리고 중국 판 내부 지진 등을

종합할 때 우리나라와 같이 판 내부에 속한 지역에서도 피해를 유발할 수 있는 지진발생 가능성은 언제나 존재한다고 할 수 있다.

## 2. 한국의 지진피해사례

한국의 현대적인 지진관측이 시작된 후 피해사례로서 첫 번째로 1978년 발생한 규모 5.0의 홍성지진을 들 수 있다. 홍성군청을 중심으로 반경 500m내에 피해가 집중되었으며, 땅하는 빙음과 함께 홍성읍 주민 모두가 공포에 떨 정도의 진동이 보고되었다. 탱크가 지나가는 듯한 소리가 났다는 보고와 땅바닥이 바닷물처럼 파도를 쳤다는 보고가 있었다. 피해내용은 건물파손 118동, 건물균열 1,000여개소, 성곽붕괴 90m 그리고 상품, 가구 및 담장 등의 부속구조물 파손 670여건에 부상 2명의 인명피해가 있었으며 또한 일시정전 및 전화 불통 현상이 있었다. 지면에는 폭 1cm, 길이 5~10cm 정도의 균열현상이 관찰되었으며, 총 피해액은 약 2억원으로 추정되었으며 복구 소요액은 약 4억원인 것으로 보도되었다.

홍성지진 이후 육지에서는 뚜렷한 피해지진이 발생하지 않았으나, 2007년 1월 20일 20시 56분 53초경 강원도 평창군 도암면 지역에서 규모 4.8의 지진이 발생하였으며, 이 후 4 차례 (1월 20일 : 3차례, 1월 21일 : 1차례)의 소규모 여진이 발생하였다. 본진은 전국적으로 지진동이 감지된 관계로 관측범위가 넓고 지진파 도달시간에 대한 해상도가 높아 비교적 정

확한 진앙지 위치 및 규모를 계산할 수 있었다. 한편, 여진은 지진계에 의해서만 감지된 무감 지진으로 인근 지진관측소에서만 지진파가 감지되었다. 오대산 지진은 기상청이 본격적으로 계기관측을 시작한 1978년 이후 강원도에서 발생한 최대 규모의 지진이며, 우리나라에서 발생한 지진 중 8번째로 큰 지진이다. 오대산 지진은 전국에서 사람이 느낄 수 있을 정도로 넓은 지역에 영향을 미쳤으나, 구조물에 피해를 주기에는 지진의 규모가 비교적 작았다. 따라서 진앙지와 가까운 평창군과 강릉시에서만 가벼운 구조물의 피해가 보고되었다. 평창군 진부면에서는 마을회관 벽면에 미세한 균열 및 버스정류장 기왓장의 일부 파손 등의 피해가 발생하였으며, 강릉시에서는 건물 외벽의 타일이 떨어지는 피해가 발생하였다.

지진에 관련된 또 다른 재해는 지진해일에 의한 것이다. 국내에서도 역사적으로 지진해일에 의한 피해기록은 여러 군데 보인다. 예를 들어, 1643년 7월 영덕에서 동래에 이르는 지역의 해일(承政院日記, 仁祖 21年 6月), 1681년 6월 양양에서 삼척에 이르는 해역에 발생한 해일(承政院日記, 肅宗 7年 5月; 朝鮮王朝實錄 肅宗 7年 辛酉 5月), 등으로 상세한 지진기록이 수반되었으나 주로 한국근해에서 일어난 지진에 의한 것이라고 판단되며 그 피해도 경미하였던 것으로 추정된다. 1681년 양양-삼척 지진의 경우 자세한 서술[강원도 강릉 양양 울진 삼척 평해 정선 평창에서 지진이 일어났다. 양양에서는 바닷물이 요동쳤는데 마치 물 끓는

소리가 났다. 삼척 부 동쪽 육파대의 물 가운데 있던 10여장의 돌이 부러지고 바닷물이 조수처럼 밀려갔다. 평일에 물이 찼던 곳이 백여 보 혹은 오륙십 보 노출되었다]로 인하여 지진해일이 발생하였음을 짐작하게 한다.

이렇게 역사적으로 보면 우리나라 근해에도 소규모 지진해일이 발생했던 적이 있지만 주로 우리나라에 큰 영향을 미치는 지진해일은 동해 일본인근 해역에서 발생하곤 하였다. 우리나라는 20세기 들어서 1940, 1964, 1983, 그리고 1993년 동해안에 지진해일이 발생하였는데, 주로 일본 서해연안에서 규모 7.5이상의 해저지진에 의하여 발생한 지진해일이었다. 해일의 발생원인은 몇 가지 있으나, 이들 중 해저지진에 의하여 발생하는 지진해일은 다른 기원의 해일과 달리 불시에 당하는 재해로서 2004년 인도네시아 지진해일과 같이 많은 피해를 야기하기도 한다.

지진해일을 발생시킨 진원이 멀리 있는 경우 해일이 최고 속도 800 km/h로 동해안을 향해 접근한다고 할 때, 일본 북해도에서 포항 영일만까지는 거의 2시간 정도의 시간이 걸린다. 이런 경우 우리는 지진해일을 경고하고 인명의 피해는 최소로 줄일 수도 있다. 1983년 일본 서안에서 대규모의 해저지진에 의하여 유도된 지진해일이 우리나라 동해안에 영향을 미쳤다. 사망 1인, 실종 2인, 부상 2인 그리고 건물 및 선박, 어망 어구 피해가 발생하였으며, 당시 금액으로 수억 원의 재산피해가 발생하였다.

### 3. 세계 주요지진 피해 사례

이와 같이 우리나라에서도 증대한 지진발생이나 지진해일의 위협이 상존하는 만큼, 주변국에서의 주요 지진이나 지진해일 발생을 분석하여 볼 필요가 있다. 세계적으로 피해가 가장 컸던 지진해일은 2004년 12월 26일에 인도네시아의 수마트라섬 인근에서 일어난 지진해일로 인도네시아 및 주변국 해안지역에서 약 15만 여 명이 사망하였다. 지진발생원인은 인도판이 버마판의 하부로 섭입하면서 수세 기 동안 축적되던 에너지가 일시에 길이 약 1200km의 역단층대를 통하여 분출되어 약 20m를 순식간에 이동함으로써 해저지진이 발생하여 대규모의 지진해일이 발생하였다. 이렇게 발생한 지진해일은 인도네시아, 스리랑카, 인도, 타이 등의 가까운 주변국을 순식간에 덮쳤으며, 물론 멀리 떨어져있는 마다가스카르 같은 동아프리카의 국가까지 해일로 인한 피해를 입었다.

2008년 5월 12일 중국대륙의 내부 가장자리 지역인 쓰촨성에서도 규모 8.0의 대규모의 지진이 발생하여 엄청난 인명과 재산피해를 유발하였다. 쓰촨성 지진의 원인은 인도판과 유라시아 판이 충돌하면서 티벳고원의 동쪽이 동진 또는 동남진하게 되는데 쓰촨분지에 가로막혀 하부지각이 전진하지 못하고 오랜 기간 동안 에너지를 축적하고 있다가 이번에 갑자기 역단층대를 통하여 에너지를 방출하면서 대규모의 지진이 발생하게 되었다. 이번지진

으로 인하여 최소 7만 여명 사망하였고, 37만 명이 부상을 당하였으며, 실종이 1만 7천 명 발생하였다.

### 4. 지진발생시 주의사항

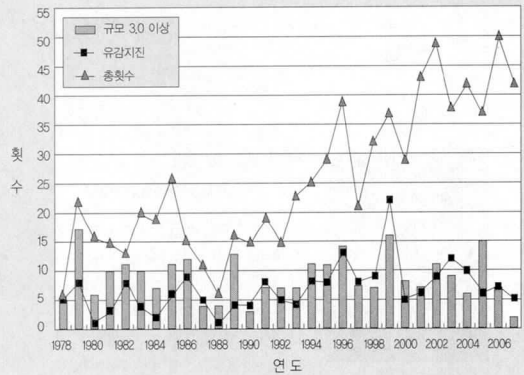
우리나라 내륙에서 대규모의 지진이 발생하였을 경우 가장 중요한 것은 서둘러 말고 침착하여야 한다는 것이다. 즉 지진이 발생하면 지진동의 지속 시간은 수 초 내지 수십 초에 불과하기 때문에 무조건 밖으로 뛰어나가지 말고 침착하게 현지 상황에 맞게 대응하는 것이 필요하다. 먼저 집안에서나 건물 내에서는 일차적으로 책상이나 튼튼한 탁자 밑으로 대피하여야 하며 화재에 대비하여 전원과 가스밸브를 차단해야 한다. 이후 상황에 따라 엘리베이터가 아닌 계단을 이용하여 외부로 대피하고, 엘리베이터 안에 있을 때에는 신속히 탈출하여야 한다. 다음으로 집밖이나 야외에 있을 때는 손이나 가방 등으로 머리를 보호하면서 공원, 광장, 운동장 같은 넓은 곳으로 대피되 가까이 있는 소방관, 경찰관, 구조요원 등의 도움을 받아야 한다. 사람이 많이 모여 있는 장소에서는 큰 혼란과 위험이 발생할 우려가 있으므로, 안내자의 지시에 따라 행동하는 것이 무엇보다 중요하다. 실내 화재가 발생시, 연기를 마시지 않도록 자세를 낮추면서 질서 있게 대피하는 것이 중요하다. 지진해일의 경우 지진과는 달리 대피할 수 있는 어느 정도의 시간적 여유가 있기 때문에 해안가에서 지진

동을 느꼈을 때는 높은 곳으로 신속히 대피하여야 하며 연안에서 조업 중인 선박은 먼 바다로 대피하고, 항구 내 선박도 가능하면 먼 바다로 대피하는 것이 안전하다.

### 5. 2008년 일본 이와테 지진의 교훈 및 우리의 나아갈 방향

2008년 6월 14일 일본의 중북부 혼슈지방 모리오카시 북북동 80 km지역인 이와테 현의 산악지역 하부 약 10 km의 깊이에서 지진이 발생하였다. 일본 기상청은 최초 관측소 지진 탐지후 약 3.5초 이후에 긴급지진속보를 발령하였으며 일본 NHK는 신속하게 지진정보를 일본국민에게 제공하였다. 이와같이 일본은 긴급지진속보를 2007년 하반기부터 제공하고 있다. 일반적으로 지진으로 인한 주된 피해는 S파 또는 그 이후에 나타나는 큰 진동에 의하여 발생한다. S파는 P파에 비하여 약 1.73배 더 빠르게 전파된다. 긴급지진속보란 이러한 P파와 S파의 전파 속도 차이를 이용하여 진앙에서 떨어져 있는 해당지역에 S파로 인한 강진동이 실제로 도달하기 전에 예상 도달시각 및 강도를 미리 알려줌으로서 지진재해를 사전에 예방(최소화)하는 적극적인 방법이다.

이번 일본 지진에 의한 피해는 지진규모에 비하여 매우 경미하여 17일 08시 소방청 공식 자료에 의하면 사망 10명, 실종 12명, 부상 266명으로 집계되고 있다. 이번 발생한 일본 지진을 중국 쓰촨성 지진과 비교하여 보면 쓰



〈그림 1〉 지진발생 추이(1978~2007)

촨성 지진이 이와테 지진보다 에너지 방출면에서는 약 16배 강한 반면, 사망자 수에서는 약 7000배 많다. 그러나 사망자수 차이를 단순히 규모차이나 주변 도시의 인구차이로만 설명하기에는 미진하다.

이번에 이와테 지진의 피해가 경미하였던 이유는 먼저 지진발생지역이 인구밀집지역이 아닌 이와테 현 산악지역에서 발생한 점이 일부 고려되어야 하겠지만, 많은 부분은 일본의 철저한 지진 대응체계에서 설명될 수 있다. 1995년 한신 대지진 이후 일본은 규모 7.0의 지진에도 견딜 수 있는 내진설계 기준을 설정하였으며, 약 4000대의 고감도 지진관측소 자료를 이용한 긴급지진속보 체계 운영, NHK 방송국을 통한 지진정보의 신속한 전파, 그리고 지진재해에 대비하는 국민의식 및 반복적 지진재해 대비 훈련 등이 시너지 효과를 가져와서 피해를 최소화 한 것으로 분석된다.

(원고 접수일 2008년 6월 19일)