

과거와 현재 우리나라 지진 발생 현황에 대한 간략한 소개



김 광 희
 한국해양연구원 선임연구원
 kwanghee@kordi.re.kr

1. 머리말

2004년 12월 26일 Sumatra-Andeaman 지진 및 지진해일에 이어, 2011년 3월 11일 일본 도호쿠(東北) 대지진 및 지진해일의 피해를 목격하면서, 우리나라 국민들의 지진에 대한 관심과 우려가 커지고 있다. 특히 일본 도호쿠 지진의 경우 원자력 발전소 사고로 인한 방사능이 유출되면서 전 세계의 방사능 피해에 대한 우려도 더욱 커졌으며, 에너지 소비의 상당부분을 원자력으로 충당하고 있는 우리나라로서는 일본의 인적, 물적 피해를 남의 일처럼 볼 수도 없는 상황이 되었다.

지진재해는 지구상에서 발생하는 많은 자연재해 중에서도 가장 갑작스럽게 닥쳐오고, 그 피해 규모가 다른 어느 자연재해 보다 크게 확대되는 경향이 있다. UN 산하 기구인 CRED(Center for Research on the Epidemiology and Disasters)의 통계 자료에 의하면

〈표 1〉 전세계 재해 및 피해 현황(2005-2006, CRED-EMDAT)

구분	재해종합	지진	비고
재해수	8,776	850	9.69%
사망자수	2,216,408	616,429	27.81%
피해액(백만달러)	1,270,631	353,627	27.83%

전 세계 지진 발생 횟수는 지구상에서 발생하는 총 자연재해 횟수의 10% 미만이지만, 지진으로 인한 인명과 재산피해는 자연재해로 인한 전체 피해의 30%에 달하고 있다(표 1).

현재의 과학 기술 수준으로는 지진발생에 관한 정확한 단기 예보가 불가능 할 뿐만 아니라, 지진 발생 지점에서의 지진 지속시간은 매우 짧지만 인명피해, 재산손실 등의 1차적 재해와 더불어 화재, 주요시설의 가동불능, 공공서비스의 중단, 사회적 혼란야기 등의 2차적 재해를 수반할 수 있으므로 지진으로 인한 피해 규모는 다른 어떤 자연재해보다 커질 가능성이 크다(강수영 등, 2008). 지진은 일반적으로 기존에 존재하

는 단층면을 따라 오랜 기간에 걸쳐 축적된 응력이 임계한도에 도달하여 발생한다. 과거 지진 발생의 위치를 살펴보면 우리나라에서는 한반도 남동부에 위치한 양산단층 시스템을 따라 비교적 많은 수의 지진이 발생하고 있으며, 육상에서 발견된 양산단층 시스템의 해저 연장선상에 위치하는 동해 해저에서도 비교적 많은 수의 지진이 꾸준히 발생하고 있다. 이 지역은 또한 우리나라 경제 성장의 근간이 되는 각종 산업시설과 우리나라 전력소모량의 상당 부분을 생산하는 원자력 발전소를 비롯한 사회간접자본 시설이 다수 위치하고 있어, 국민의 재산과 안녕을 확보하기 위해 이 지역에서 발생하는 지진의 발생 현황을 정확히 파악하고 원인을 규명할 필요가 있으며 혹시 발생할 수 있는 지진으로 인한 위험성을 인

지하고 사전에 대비해야 한다. 이번 글은 우리나라와 그 주변에서 발생하는 지진에 대한 이해도를 높이기 위한 목적으로 우리나라 주변의 지진 및 지진지체구조, 우리나라의 역사문헌 상에 나타나 있는 지진과 지진해일 기록 및 최근 발생하는 지진과 지진해일 현황, 그리고 일반적인 지진위험성 관련 현안 등을 간단하게 정리하였다.

2. 우리나라 주변의 지진지체구조

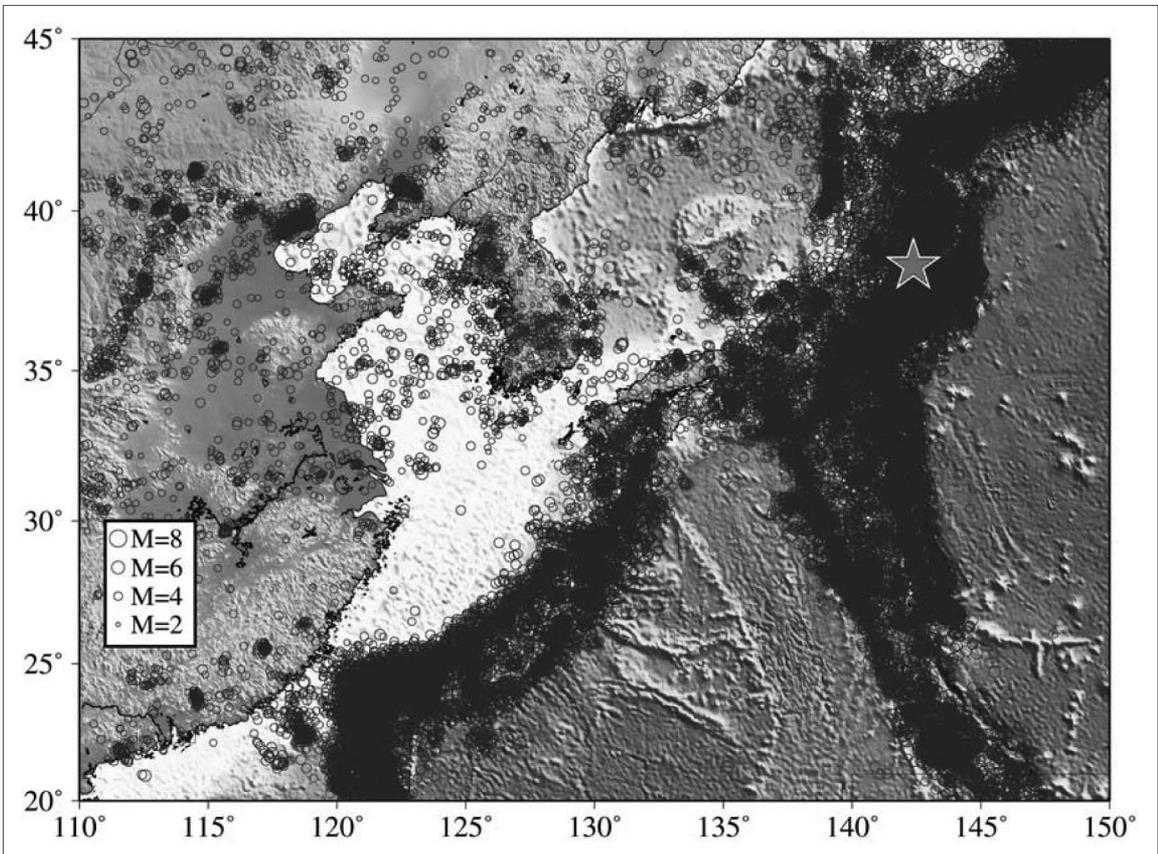
우선 소제목에서 ‘지진지체구조’라 함은 지각의 구조와 움직임과 같이 지진을 일으킬 수 있는 큰 규모의 구조지질을 의미한다. 지구상에서 발생하는 대



〈그림 1〉 우리나라 주변 주요 판 경계

부분의 지진은 판과 판의 경계에서 판의 섭입 및 충돌작용에 의하여 발생한다. 특히 우리나라 동쪽에 위치한 일본은 유라시아판, 북미판, 태평양판, 필리핀판이 서로 충돌하고 섭입하면서 대규모 지진이 자주 발생하고 있다(그림 1). 지난 3월 11일 발생한 일본 동북지진은 태평양 해저지각이 매년 약 83 mm 정도 북미 판과 유라시아 판으로 접근하면서 발생한 대규모 지진의 대표적인 예이다(그림 2). 일본 동북지진의 발생으로 이 지역의 300km x 150km의 단층이 약 30~40m 이동하면서 해저면에 수직변위가 발생하였고, 대규모의 지진해일을 수반하였다. 최근에

발생한 지진 중 전 세계의 이목이 집중되었던 지진에는 일본 동북지진 이외에도 2011년 2월 22일 발생한 규모 6.3의 뉴질랜드 크라이스트처치 지진, 2010년 2월 27일 발생한 규모 8.8의 칠레 컨셉시온 지진 등이 있는데, 이들 지진의 공통점은 태평양을 둘러싸고 있는 환태평양 지진대를 따라서 발생했다는 것이다. 이 환태평양 지진대는 북쪽의 알류산열도에서 시작하여 일본, 대만, 필리핀, 파푸아뉴기니, 뉴질랜드, 남미의 칠레, 북미의 서부해안, 알래스카 지역까지 연결되는 지역으로서, 매년 많은 수의 대규모 지진과 화산활동이 일어나고 있다.



〈그림 2〉우리나라 주변 주요 지진 발생현황

지난 수 십 년간 우리나라에서 발생한 지진 발생 현황을 보면 피해를 일으킬 수 있는 대규모의 지진 발생은 많지 않다. 그 이유는 우리나라가 이러한 판의 경계로부터 떨어져 있기 때문이다. 그러나 판 내부에서도 대규모의 지진이 발생하고 피해를 유발하기도 하는데, 1976년 규모 7.9의 중국 당산지진, 1811~1812년 규모 8.0의 미국 중부 New Madrid 지진 등이 판 내부에서 대규모 지진이 발생하여 큰 피해를 야기한 대표적인 예이다(Johnston and Schweig, 1996). 우리나라는 지난 수 십 년간 지진으로 인한 피해가 매우 미비하였지만, 역사문헌 검토에 의하면 우리나라에서도 많은 피해유발 지진이 발생한 바 있으므로 지진으로 인한 피해 가능성을 항상 고려하여야 한다(Chiu and Kim, 2004; Lee and Yang, 2006). 특히 우리나라 오대산 지역에서 2007년 1월 20일 발생한 지진은 우리나라 대부분의 지역에서 지진감지가 보고되기도 하여, 지진위험성 및 지진관련 연구의 필요성을 일깨우기도 하였다(기상청, 2007; 경제복 등, 2007; Kim and Park, 2010).

3. 우리나라 역사지진 및 역사지진해일

우리나라에서 본격적인 계기지진관측의 시작은 1978년 이후이므로, 과거 약 30년간의 제한된 자료 사용이 가능하다(경제복 등, 2009). 1978년 이후 계기지진 목록상의 우리나라 지진발생도는 매우 낮았고, 우리나라에서 발생하는 지진은 그 재래주기가 매우 길기 때문에 지난 30년간의 계기지진 자료만으로는 우리나라의 장기 지진성향을 충분히 파악할 수 없다. 이러한 단점을 보완하기 위하여 과거 문헌에 기록되어 있는 역사지진자료를 사용하여야 한다. 역사 기록에 수록되어 있는 지진자료에는 완성도, 지진발생시 인구분포 현황에 따른 감진보고 편중,

지진의 발생 위치와 규모 추정에 많은 불확실성이 포함되어 있을 수 있고, 이러한 불확실성은 규모 5 이하의 소규모 지진의 경우 더욱 클 것이다. 우리나라 역사지진목록의 경우 규모 5 이상의 지진은 비교적 잘 수록되어 있다(e.g. Chiu and Kim, 2004; Lee and Yang, 2006).

우리나라 지진에 관한 기록은 삼국사기, 고려사, 조선왕조실록 등의 역사 문헌에 산발적으로 수록되어 있다. Wada(1912)는 우리나라 고문헌을 검토하여 1,644회의 지진기록을 정리하여 발표하였다. 이후 Musha(1951)는 일본과 우리나라의 지진 및 화산 활동 기록을 정리하여 발표하였다. 또한 Kim and Gao(1995)가 우리나라와 중국의 문헌을 검토하여 역사지진목록을 발표하였고, Chiu and Kim(2004)은 Kim and Gao(1995)의 목록을 분석하여 우리나라의 지진위험성에 관한 기초연구를 수행하였다. 가장 최근에는 Lee and Yang(2006)이 우리나라 문헌 기록을 검토하고 이전 발표목록에 누락되었거나 중복 기재된 지진기록에 대한 수정 작업을 거쳐 2,186개의 지진이 기록된 한반도 역사지진목록을 발표하였다(그림 3).

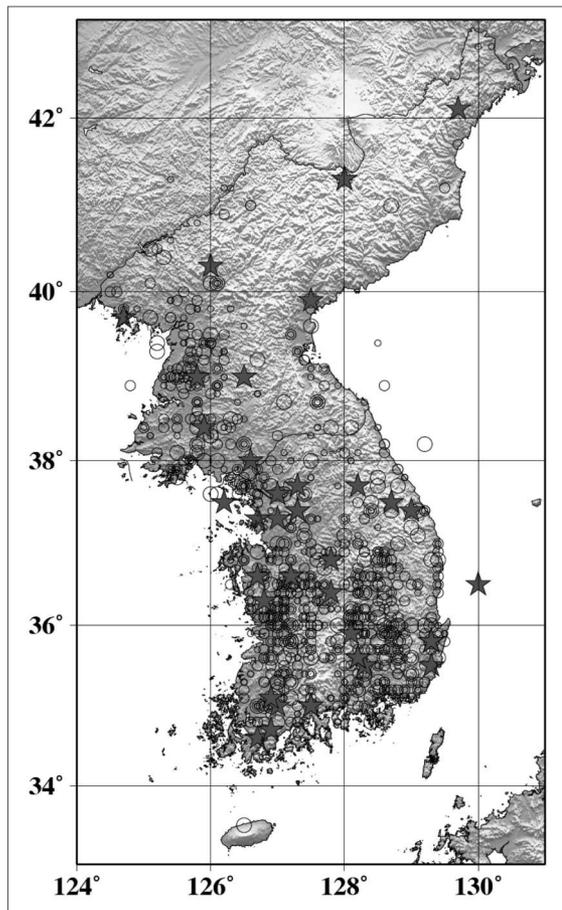
우리나라 역사지진 발생위치는 한반도 전역에 걸쳐 분포하고 있다. 이미 언급한 역사지진 자료의 한계성에도 불구하고 우리나라에서 규모 6.7 이상의 지진이 다수 발생하여 많은 인명과 재산 피해를 야기한 바 있다는 데는 지진학자간의 이견이 없어 보인다. 우리나라에서 발생한 역사지진 중 가장 큰 인명피해를 유발시켰던 지진은 서기 779년 경주에서 발생한 지진으로서 Lee and Yang(2006)과 Chiu and Kim(2004)이 이 지진의 규모를 6.7과 7.3으로 추정하였다. 이 지역에서는 또한 1943년 7월 1일에 규모 6.0의 지진이 발생하기도 하였다(Chiu and Kim, 2004). 서울은 1394년 조선왕조의 한양 천도 이후 지난 600여 년간 우리나라 수도로서 정치/경제

/사회의 중심부 역할을 수행하고 있다. 이 지역에서는 규모 5.0 이상의 지진이 130회, 규모 6.0 이상의 지진이 18회, 그리고 규모 7.0 이상의 지진이 5회 발생하였다. 이 지역에서 20세기에 발생한 지진 중 가장 큰 지진은 1906년 발생한 규모 6.0의 지진이다 (Chiu and Kim, 2004). 역사지진목록을 전반적으로 보았을 때 우리나라 역사지진 목록상 지진활동도가 가장 왕성한 지역은 개성-서울-인천, 경주-포항 부근이다. 경주, 개성, 서울은 역사상 왕조의 수도가 위치하였던 지역으로서 지진 발생 당시 다른 지역에 비하여 많은 인구가 집중되어 있었을 것이며, 이러한 시대별-지역별 인구분포의 영향에 의한 감진보고 정도가 반영되었을 것으로 추정된다.

지진해일은 일반적으로 규모 7.5 이상의 지진이 해저에서 발생하여 수직변위를 일으킴으로서 발생한다. 우리나라 역사기록에는 지진해일 기록 또한 여러 번 나타나는데, 그 중 몇몇 지진해일은 우리나라 주변에서 발생한 지진으로 인하여 지진해일이 발생했음을 암시하고 있다. 예를 들면, 일본 서쪽 해저에서 대규모 지진이 발생하고 이로 인하여 지진해일이 발생하면, 우리나라 동해안에서는 지진해일의 피해와 기록은 남아있을 수 있지만, 지진(땅의 흔들림)기록은 없을 것이다. 그런데 우리나라 역사기록 상에는 지진과 지진해일을 동시에 기록한 경우가 여러 차례 있다. 최근 기상연구소에서는 우리나라 역사지진목록의 디지털화 작업을 수행하고 있는데, 1643년 지진해일을 다음과 같이 기록하고 있다.

서울에 지진이 있었다. 경상도의 대구(大丘)·안동(安東)·김해(金海)·영덕(盈德) 등 고을에도 지진이 있어 연대(烟臺)와 성첩(城堞)이 많이 무너졌다. 울산부(蔚山府)에서는 땅이 갈라지고 물이 솟구쳐 나왔다. 전라도에도 지진이 있었다.

경상감사 장계의 내용이다. 좌도가 안동에서부터 동해·영덕이하를 경유해 돌아서 김천 각 읍에 이르기까지 이번 달 초 9일 신시, 초 10일 진시에, 두 번 지진이 있었다. 성벽이 무너짐이 많았다. 울산 역시 같은 날 같은 시각에 마찬가지로 지진이 있었다. (울산)부의 동쪽 13 리 조석(밀물과 썰물)의 물이 출입하는 곳에서, 물이 끓어올랐는데, 마치 바다 가운데 큰 파도가 육지로 1, 2 보 나왔다가 되돌아 들어가는 것 같았다. 건담 6 곳이 무너졌고, 물이 샘처럼 솟았



〈그림 3〉 서기 2년에서 1905년 사이에 발생한 우리나라 주요 역사지진 (Lee and Yang, 2006).

으며, 물이 넘어 구멍이 다시 합쳐졌다. 물이 솟아난 곳에 각각 흰 모래 1, 2 두가 나와 쌓였다.

이 지진과 지진해일 기록을 정리한 교원대학교 경재복 교수는 이 지진의 감진면적, 피해정도 등을 종합적으로 고려했을 때 규모 6.7 이상의 지진이 울산 앞바다에서 발생하여 지진해일을 유발했다고 하였다. 또한, 1681년 강릉·양양 앞바다에서 발생한 지진을 다음과 같이 기술하고 있다.

간방(良方)으로부터 곤방(坤方)까지 지진(地震)이 일어났는데, 집이 몹시 흔들리고 창(窓)과 벽(壁)이 흔들렸으며, 길을 가던 사람 중에는 말이 놀라 떨어져 죽은 사람도 있다.

공청감사 서목의 내용이다. 지난 4월 26일 두루도내에 지진이 있었는데, 건물이 흔들렸으며, 창문이 모두 소리를 냈다. 사람들이 두려워 물러났으며, 초목이 흔들렸다. 5월 초 2일에 홍주 등 16읍에서 또 지진이 있었다. 26일과 마찬가지로 동요하였다. 변이에 관계된 일이다.

강원감사 서목의 내용이다. 4월 26일 신시에 측정하였다. 지진이 있었으며, 오래되어서야 그쳤다. 식경(식사를 할 만한 시간)에 또 (지진이) 일어났다가 곧 그쳤다. 또 5월 초 2일 인시(오전 3시에서 5시 사이)에, 지진이 있었는데, 더욱 심하였다. 신시와 해시에 또 (지진이) 일어났다. 하루 안에 3회에 이르렀다. 담벽이 무너졌으며 건물의 기와가 날라 떨어졌다. 전후 지진은 변이 비상한 일이다.

강원도 감사 서목의 내용이다. 5월 초 2일에 도내 동일한 지진이 있는 뒤에, 강릉·양양·삼척은 11일, 12일 사이에 연이어 지진이 있었다. 지난 4월 지

진이 있었을 때 양양·삼척 등 읍의 바다 파도가 진동하고 끓어 올랐으며, 암석이 무너져 떨어졌다. 해변이 조금 작아져 마치 조수가 물러난 때의 모습과 같았다. 변이 비상한 일에 관계된다.

이와 같은 역사상의 지진해일 기록을 볼 때 우리나라 동해안에서는 언제든 대규모 지진과 지진해일이 발생할 수 있음을 알 수 있으나, 우리의 대비태세는 매우 미흡한 것이 사실이다.

4. 계기지진 및 최근 지진해일

1905년 조선총독부에서 인천관측소에 기계식 지진계를 설치하면서 시작된 우리나라 계기지진의 역사는 1943년부터 1963년까지의 지진관측 공백기를 거친 후 1963년 미국 지질조사소(United States Geological Survey, USGS)가 주관하는 세계표준지진관측(World-Wide Standardized Seismograph Network, WWSSN) 사업의 일환으로 국립중앙관상대(서울)에 세계표준지진계 1대가 설치되면서 지진관측이 재개되었다. 이후 1978년 홍성지진(규모 5.0)과 속리산지진(규모 5.2) 발생을 계기로 장비의 현대화를 구현하였으며, 1996년 영월지진(규모 4.5)과 1997년 경주지진(규모 4.3), 그리고 1995년 일본 고베지진(규모 7.2)으로 국가 지진 방재 체계에 대한 전면적 보강의 필요성이 제기된 후 꾸준히 보강되어 현재의 상태에 이르고 있다(e.g. 김성균 등, 2006). 국내에서는 기상청, 한국지질자원연구원, 한국전력연구원, 한국원자력안전기술원, 한국해양연구원과 일부 대학에서 지진관측망을 운영하며 상시 혹은 연구 목적의 지진관측 업무를 수행하고 있다.

한반도에서 20세기에 발생한 지진 중 가장 큰 지진은 1952년 3월 19일 평양부근에서 발생한 규모

6.3의 지진이다(Engdahl and Villaseñor, 2002). 역사지진의 지진 발생 위치와 규모, 그리고 발생시간 결정에는 주로 감진 보고가 사용되지만 계기지진기록에서는 우리나라와 국외에 설치되어 있는 지진계에 기록된 정확한 시간과 자료를 사용함으로써 정확한 지진의 발생 시간과 위치, 그리고 규모의 결정이 가능하다. 그러므로 사람이 거주하지 않는 산간지역이나 해저에서 발생하는 지진도 정확한 발생 시간과 규모의 결정이 가능하다. 이러한 이유로 계기지진 목록에서는 강원도 산악지역과 동해 울진 앞바다 해저에서 비교적 많은 수의 지진이 발생하고 있음을 알 수 있다. 1979년 이후 계기지진목록상 지진 활동이 가장 활발한 지역은 영월지역, 동해 울진 앞바다 해역, 경주-포항 지역 등이다. 경주-포항 지역과 울진 앞바다 해저의 경우, 활성단층이라고 생각되는 양산단층 시스템이 위치한 지역과 일치한다. 여기서 한 가지 주목할 만한 것은 평양과 경주지역은 역사 지진과 계기지진 모두에서 높은 지진발생 성향을 보이고 있고, 과거 역사기록 상에 지진이 많이 발생한 것으로 기록된 지역에서는 최근에도 많은 수의 지진이 발생하고 있다는 것이다. 비록 역사문헌 상의 기록이 많은 불확실 요인을 포함하고 있지만, 우리나라의 전반적인 지진위험성을 표시하기에 적절함을 알 수 있다.

우리나라는 삼면이 바다에 접해 있고, 특히 동해안은 일본 서해안에서 자주 발생하는 대규모 지진으로 인한 지진해일의 영향을 받을 수 있다. 실제로 1983년과 1993년에 일본 서해안에서 발생한 지진으로 인해 우리나라 동해안 지역에 인명피해와 재산피해가 발생한 바 있다. 일본 서쪽 해저에서 지진과 지진해일이 발생할 경우, 우리나라 동해안에는 1시간 30분~3시간 사이에 지진해일이 몰려와 피해가 발생할 수 있다.

5. 울진-포항 해저지진 발생 현황과 해저 단층

우리나라에서 발생하는 지진은 넓은 지역에 걸쳐 일정한 규칙 없이 산만하게 발생하는 것처럼 보이지만 같은 장소 혹은 비슷한 장소에서 반복적으로 발생하는 경우가 많다. 다르게 말하면 지진은 지하에 새로운 단층을 형성하면서 발생하기 보다는 기존에 존재하는 단층면을 따라서 발생하는 것이 일반적이다. 이를 다시 해석하면 과거에 발생한 지진을 정확히 분석하고, 현재 지진이 발생하고 있는 현황을 정확히 파악함으로써 대규모 지진이 발생할 수 있는 단층의 위치와 크기 등에 관한 정보를 알아낼 수 있다. 이런 이유 때문에 지진발생위치를 정확히 알아내고, 지진을 일으키는 단층의 규모, 활동성과 잠재적 위험성, 그리고 주변에 위치하는 단층과의 상호작용 등은 오랜 기간 동안 지진연구자들에게 많은 관심의 대상이 되어왔다. 이 글에서는 우리나라 주변 해역에서 발생하는 지진의 현황과 향후 우선적으로 확보되어야 할 정보에 대해서 간략히 소개하고자 한다.

지진관측망을 통하여 지진의 발생을 인지하면 지진의 발생 위치와 시간, 규모 그리고 관심지역에서 이 지진으로 인한 진도 추정 등이 가장 우선적으로 수행된다. 이 중 지진의 발생위치 결정을 위해서는 최소 4개의 도착시간 관측이 필요하다. 실제 지진의 위치를 구하는 과정에서는 우선 진원 위치와 시간의 초기치를 가정하고 이론적 지진파의 도착시간을 계산하여 관측된 지진파 도착시간과의 차이를 구한다. 구해진 차를 이용하여 초기치를 수정하고, 수정된 초기치를 다시 진원 위치와 시간 추정을 위한 초기값에 사용하는 반복적 방법(iterative way)을 사용한다. 이런 반복은 미리 정해진 조건을 충족시킬 때까지 계속되며, 일반적으로 관측치와 이론치의 RMS(root-mean-square)가 미리 정해진 값에 도달할 때까지 계속된다(Lee and Stewart, 1981).

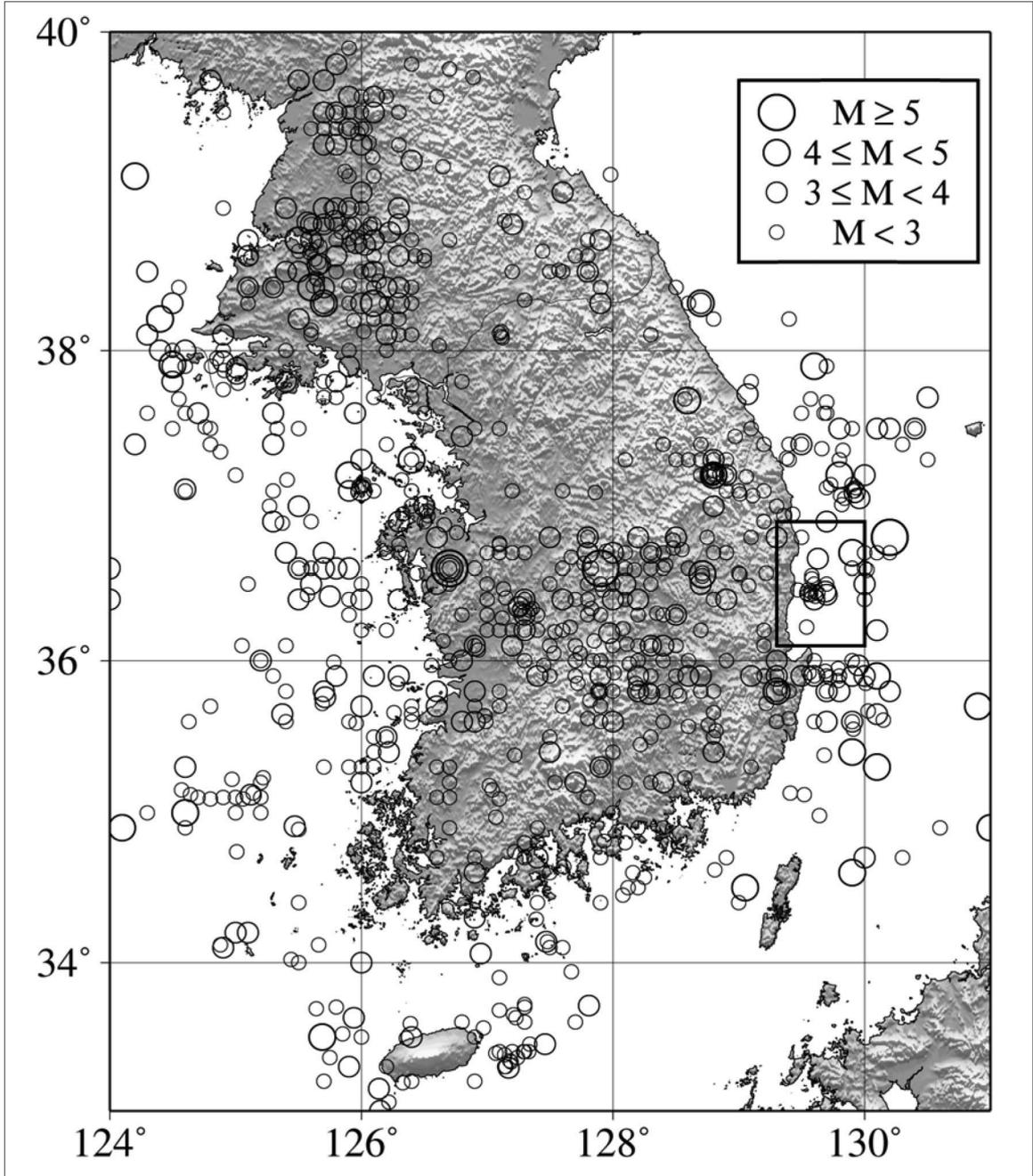
정확한 지진 발생위치를 결정하기 위해서는 대상 지역에 대한 지하 매질의 지진파 전파 속도 구조에 관한 자세한 정보가 필요하다. 우리나라의 경우 많은 연구자에 의하여 1차원 혹은 3차원 지하 속도 구조에 관한 연구가 진행된 바 있고, 현재도 활발히 진행되고 있지만 연구자에 따라서 다른 결과를 제공하고 있어 한반도 전체를 대표할 수 있는 지하 속도 구조 모델에 관한 추가 연구가 필요하다. 또한 우리나라의 지질학적 특성을 고려할 때 하나의 1차원 속도 구조로 우리나라 전체의 지하구조를 표현하기에는 많은 한계가 있을 수도 있다. 특히 우리나라 동해는 대륙지각과 해양지각이 붙어있는 형태이므로 대륙지각에서 해양지각으로 변화하면서 나타나는 지하 속도 구조의 변화가 있을 수 있음을 알아야 한다. 이러한 부정확한 속도모델의 영향을 최소화 하면서 보다 정확하고 신뢰성 있는 지진의 발생위치를 결정하기 위하여 JHD(Joint Hypocenter Determination) 방법과 파형의 유사성(Waveform Similarity)을 사용하여 지진의 발생위치를 결정 할 수 있다. 그러나 이러한 방법은 지진 발생위치를 비교적 정확히 밝혀 주지만 절대값을 제공하지는 못한다는 단점이 있음을 이해해야 한다.

우리나라 동해에서는 비교적 큰 규모의 지진이 자주 발생하고 있다. 1979년부터 2009년 사이 우리나라에서 발생한 규모 2.0 이상의 지진의 발생위치(그림 4)에 표시되어 있는데, 이 그림을 보면 울진-영덕-포항 앞바다에서 크고 작은 지진이 꾸준히 발생하고 있음을 알 수 있다. 이 지역은 지체구조상 한반도 대륙붕에 해당하는 지역으로서 해양지각 특성의 동해 해저지각으로부터 대륙지각 특성의 한반도 지각으로의 변화가 발생하는 지역이다. <그림 4>의 동해 해저에서 발생하는 대부분의 지진은 직·간접적으로 해양지각-대륙지각 변화와 관련이 있을 것으로 생각되지만, 정확한 상관관계는 아직도 활발한

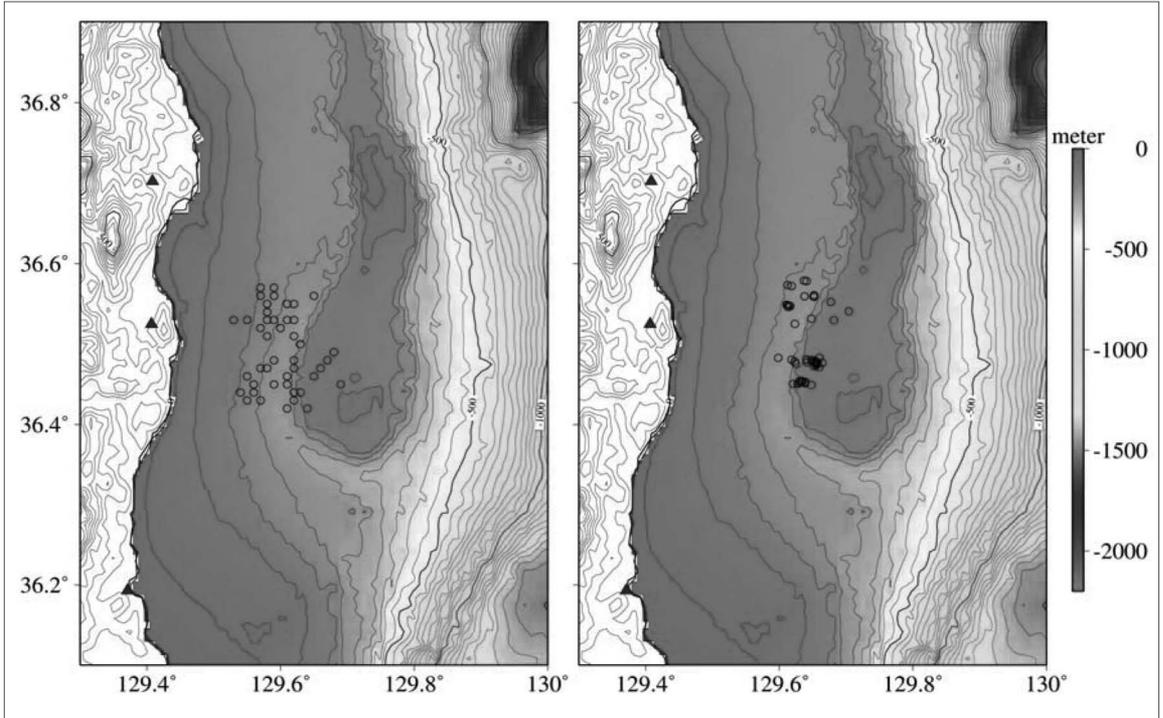
연구의 대상이므로 구체적인 언급은 피하도록 하겠다. <그림 4>에는 또한 영덕앞바다(사각형으로 표시된 부분) 해저에서 특히 많은 수의 지진이 좁은 지역 내에서 발생하고 있음을 확인할 수 있다. 이미 언급한 바와 같이 지진이 발생하면 전국에 분포되어 있는 지진관측망에서 지진신호를 관측하게 되고, 지진 발생위치를 결정하게 된다. 자동 결정된 규모 2.0 이하의 지진을 포함한 영덕 앞바다에서 발생하는 지진의 위치를 표시하면 <그림 5> (좌)와 같다. 이 그림에 표시된 지진발생 현황으로는 지하에 어떠한 형태의 단층이 존재하는지 판단할 수 없다. 이 자료의 도착시간을 정밀 측정하고, 각 관측소에서의 관측된 지진파의 유사성을 정량화하여 지진의 발생위치를 정밀 재결정하면 <그림 5> (우)와 같이 된다. 이러한 지진의 발생현황을 이용하면 영덕 앞바다에서 발생하는 지진은 3개의 지진군으로 이루어져 있으며, 이들 3개 군의 지진은 서로 가까운 거리에 위치한 3개의 단층에서 발생하고 있음을 알 수 있다. 이렇게 지진 발생현황을 정확히 파악함으로써 해저 단층의 존재 여부, 단층의 활동성과 위험성, 그리고 단층과 단층간의 상호 상관관계 등을 규명할 수 있다.

5. 맺음말

우리나라의 지진관측 및 관련연구는 과거 10여년 동안 괄목할 만한 성장을 이루어 냈다. 현재 국내지진의 감시와 대국민 통보서비스를 담당하고 있는 기상청에서는 지진관측 후 120초 이내 지진속보, 300초 이내 지진통보를 발표 할 수 있는 역량을 확보하였다. 기상청에서는 이러한 시스템을 향상시켜 2015년에는 50초, 2020년에는 10초 이내에 지진경보를 발령할 수 있는 지진조기경보체계를 확립하기 위해 노력하고 있다. 이러한 지진조기경보체계가 성



〈그림 4〉 1979년부터 2009년 사이에 발생한 우리나라 주요 지진 발생 현황(기상청 지진연보)

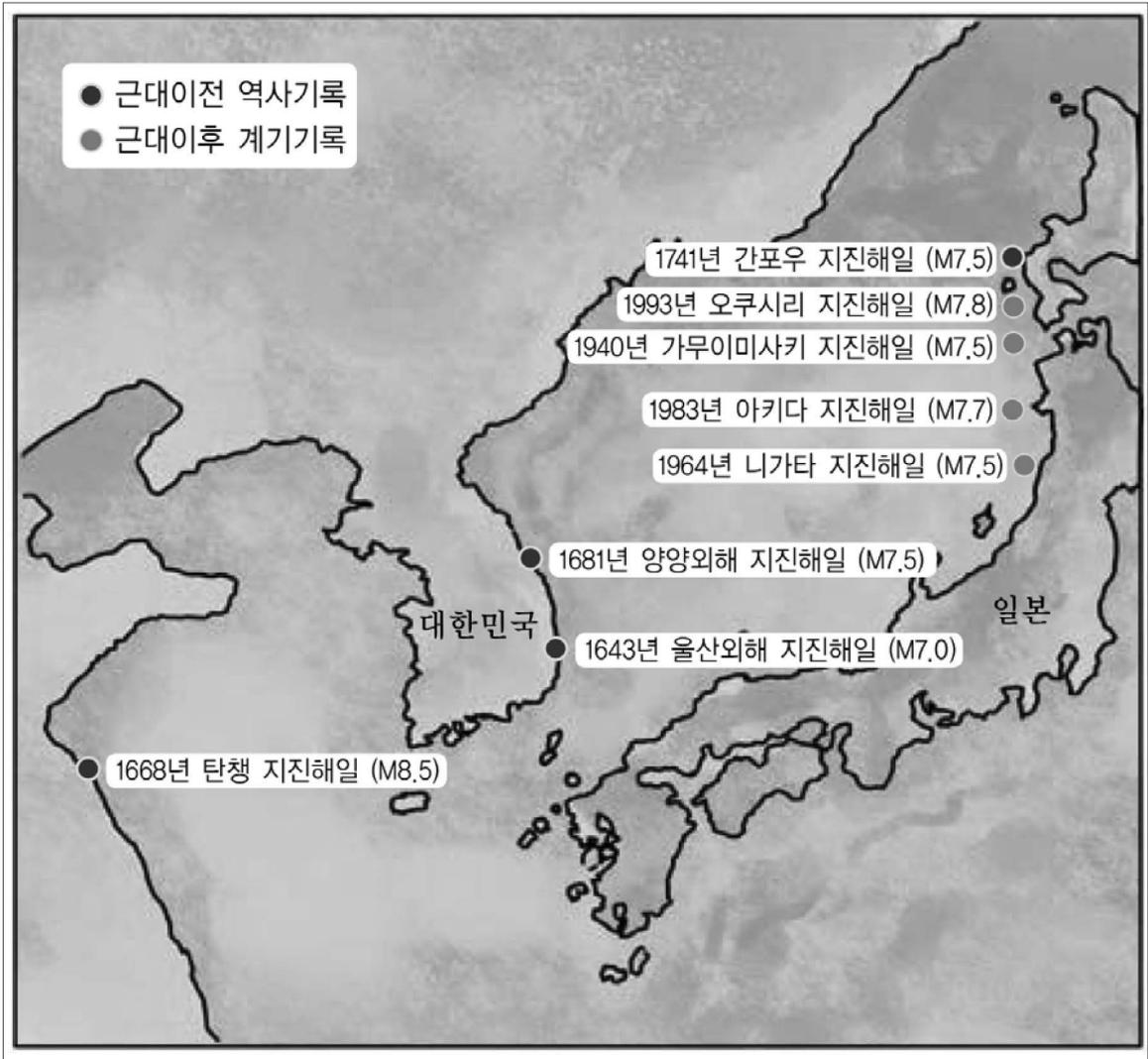


〈그림 5〉 영덕 앞 바다 지진발생현황. (좌) 지진관측망의 자동 지진발생위치 결정 결과 (우) 지진발생위치 정밀 재결정 결과

공적으로 수립된다면, 지진발생 후 실제 대규모 피해의 원인이 되는 강진동이 도달하기 전에 가능한 조치를 취함으로써 지진재해저감의 실질적 효과를 기대할 수 있다. 그러나 현재와 같이 육상에 한정된 지진관측 만으로는 육상에서 발생하는 지진에 대한 성공적인 조기경보는 가능할 수 있으나, 해저에서 발생하는 지진에 대한 지진조기경보의 성공 가능성에는 많은 의구심이 든다. 성공적인 지진조기경보체계의 확립을 위해서는 육상에서 지진을 효과적으로 감시할 수 있는 능력뿐만 아니라 해저에서 발생하는 지진도 성공적으로 감시할 수 있는 체계를 갖추어야 할 것이다.

이 글에서는 우리나라의 지진발생현황을 간략히 소개하였다. 글 도입부에 언급한 바와 같이 지진의 피해는 지구상에서 발생하는 다른 어느 자연재해 보

다 크게 발달할 수 있지만, 현재의 과학기술 수준으로는 단기 지진예보는 불가능하다. 그러나 일반적으로 지진은 이미 존재하는 단층상에서 반복적으로 발생하는 특성을 이해한다면, 대처방안이 전혀 없는 것은 아니다. 우리나라 지진관측은 거의 대부분이 육상에서 수행되고 있다. 또한 현재 국내에서 수행 중인 대부분의 지진해일관련 연구와 지진해일 피해 대비책 마련은 일본 서해안에서 발생하는 지진과 지진해일에 대응하기 위하여 수행되고 있다. 그러나 우리나라 동해안에서는 대규모 지진이 반복적으로 발생하고 있음을 역사기록과 최근 지진발생현황을 통해 알 수 있다. 가장 우선적으로 수행되어야 할 과제 중에 하나는 우리나라 동해에서 역사문헌에 나타나 있는 것과 같은 대규모의 지진과 지진해일이 또 발생할 수 있는지, 발생한다면 어디에서 발생할 수



〈그림 6〉 우리나라 주요 지진해일 유발 지진(기상연구소, 2010)

있는지를 규명하는 것이다. 정확한 해저지진 발생특성 파악은 해저지진이 발생하는 지역에서 지진을 정밀 근접 감시함으로써 가능할 것이다. 정확한 해저지진의 발생현황 파악은 지진을 일으키는 지하구조의 규명을 가능하게 할 것이고, 일단 피해를 일으키는 지하구조를 알고 얼마나 자주 지진이 발생하는지

를 규명할 수 있다면, 보다 효과적인 지진 및 지진해일에 대한 대비도 가능할 것이다.

참고문헌

- 강수영, 김광희, 석봉출, 유해수 (2008). 경주지역 발생 지진에 대한 지진손실예측 시뮬레이션. 한국 방재학회논문집, 8, 95-103.
- 경제복, 김송이, 김욱, 서원탁 (2009). 1978년 이후 우리나라 지진활동. 한국지진공학회 2009년도 학술대회 논문집.
- 경제복, 정미경, 백진주, 임연주, 이기화 (2010). 한반도 역사지진 목록 작성 및 DB 구축 (II), 기상청.
- 경제복, 허서윤, 도지역, 조덕래 (2007). 2007년 1월 20일 오대산 지진의 진도, 단층면해 및 단층과의 관계, 한국지구과학회지, 28(2), 202-213.
- 기상연구소 (2011). 그것이 알고싶다 지진해일, 기상연구소 지구환경시스템과, p.45.
- 기상청 (2007). 2006 지진연보. 기상청, 서울, p. 163.
- 김성균, 전명순, 전정수 (2006). 국내 지진활동 및 지각구조 연구동향. 자원환경지질, 39, 369-384.
- Chiu, J.-M. and Kim, S. G. (2004). Estimation of Regional Seismic Hazard in the Korean Peninsula Using Historical Earthquake Data between A.D. 2 and 1995. Bulletin: Seismological Society of America, 94, 269-284.
- CRED-EMDAT (2011). The International Disaster Database, Center for Research on the Epidemiology of Disasters, www.emdat.be, last assessed on July 8, 2011.
- Engdahl, E. R. and Villaseñor, A. (2002). Global Seismicity: 1900-1999 in International Handbook of Earthquake and Engineering Seismology. W. H. K. Lee, H. Kanamori, P. C. Jennings and C. Kisslinger (Editors), Academic Press, 665-690.
- Johnston, A. C. and Schweig, E. S. (1996). The Enigma of the New Madrid Earthquakes of 1811-1812, Annual Review of Earth and Planetary Science, 24, 339-384.
- Kim, K.-H. and Park, Y. (2010). The 20 January M 4.8 Odaesan Earthquake and Its Implications for Regional Tectonics in Korea. Bull. Seismol. Soc. Am., 100, 1395-1405.
- Kim, S.-G. and Gau, F.-C. (1995). Korean Earthquake Catalog, Seismological Institute, Hanyang University, Seoul, Korea, 120pp.
- Lee, K. and Yang, W.-S. (2006). Historical Seismicity of Korea. Bulletin: Seismological Society of America, 96, 846-855, doi:10.1785/0120050050.
- Lee, W. H. K., and Stewart, S. W. (1981). Principles and Applications of Microearthquake Networks, Advances in Geophysics, Academic Press, New York, 293pp.
- Musha, K. (1951). Catalog of Earthquakes and Volcanic Activities Occurred in and near Japan. Mainich Press (in Japanese).
- Wada, Y. (1912). A Survey of Korean Ancient and Recent Earthquakes. Study of Korean ancient observations. Meteorological Observation of the Government General of Korea, 79-105 (in Japanese).

저자 약력 김 광 희

- 1989~1996 : 한양대학교 이과대학(지구해양 과학) 학사
- 1997~1999 : 미국 University of Memphis 지질학과 석사
- 1999~2003 : 미국 University of Memphis 지구과학 박사
- 2003~2004 : 대만 중앙대학교 박사후연구원
- 2004~2005 : 대만 중앙연구원 박사후연구원
- 2005~현재 : 한국해양연구원 선임연구원