

지진해일 재해에 대한 경제, 사회공학적 고찰 -2011년 일본 미야기현 대지진재해를 중심으로-



이 호 준

삼성방재연구소 수석연구원

hoz.lee@samsung.com

1. 거대 재앙 동일본 대지진

지난 3월 11일 오후 2시 46분, 일본 동북부 태평양 연안에서 규모 9.0의 강진이 발생했다. 미야기현 해안으로부터 불과 140km 떨어진 해역에서 발생한 지진은 강한 지진동과 함께 거대한 해일을 일으켰다. 지진해일은 일본 북해도로부터 동북지방과 이바라기현 일대 연안에 내습하였다. 진앙에서 가장 가까운 검조소 소마(相馬)검조소는 지진과 함께 조위관측이 중단되었으며, 지진으로부터 29분 만에 제 1 파가 내습하였다(氣象庁, 2011). 진앙에 가까운 동북지방 해안은 최고 37.9m에 달하는 거대한 해일 내습으로 일본 사상 유래 없는 최악의 재앙을 맞이했다. 2만명 이상의 사망자와 2,000억불 이상의 경제손실로 사상 최악의 피해를 유발한 사태에 대해, 왜 피해가 컸는가를 평가하기 전에 이번 지진과 해일은 당초 상상의 한계를 넘어섰던 크기였다는 분석이다.

지구상에서는 매년 규모 8.0 이상의 지진이 평균 1회 발생한다. 대륙이나 깊은 바다 속 거대 활단층에 농축되었던 응력이 분출하는가 하면, 단층대가 아닌 내륙에서 대규모 강진이 발생하기도 한다. 사람들이 모여 사는 도시 인근에 강진이 발생하게 되면 심각한 피해와 후폭풍을 일으키게 되며 도시 대지진 또는 대재앙으로 연결되기 쉽다. 확률적으로 그러한 강진이 대도시 인근에서 발생한다는 것이 흔치 않지만 그 크기를 제외한다면 이번 미야기현 앞바다에서 발생한 강진이 전혀 예측불허의 이벤트였던 것은 아니다. 2002년 일본 「지진조사추진연구본부」가 일본 주변에서 발생하는 지진데이터를 모아 통계 분석한 결과에 따르면 미야기현 외해에서 발생할 수 있는 지진 확률은 향후 50년 이내 90%이며 예상되는 지진 규모는 8.0 정도였다. 대규모 지진 발생에 대한 우려가 있었던 지역이었기 때문에 정부를 비롯한 미야기현과 인근 산리쿠, 후쿠시마현, 북해도 지방 태평양 연안에서도 깊은 관심



〈그림 1〉 동일본 대지진 단층의 크기와 지진분포(USGS, 2011)

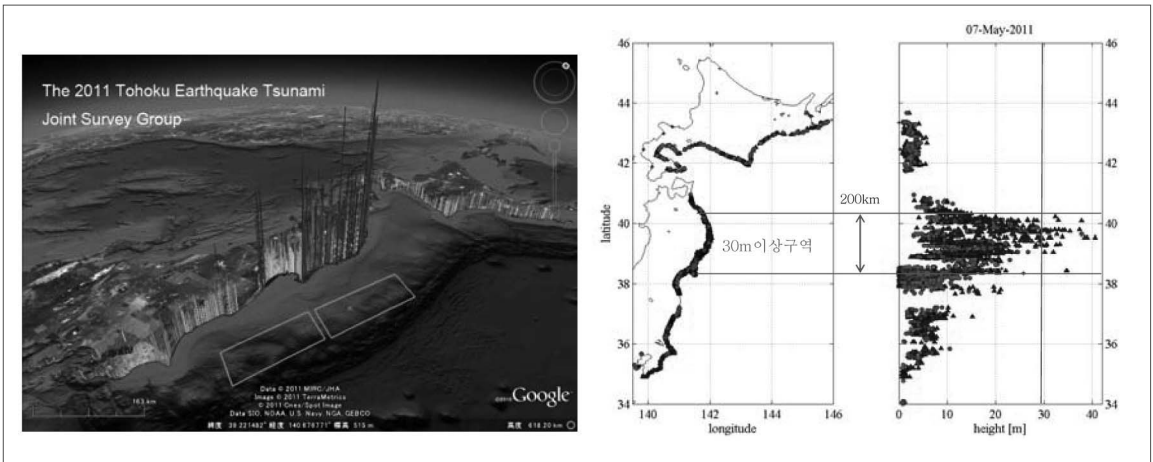
과 대비가 있었던 지역이다.

〈그림 1〉은 동일본 대지진의 진앙과 지진분포를 나타낸다. 일본 정부는 동북지방 앞바다 태평양 연안의 지진 구역을 크게 네 곳으로 구분하여 관리해 왔다. 이번 지진은 산리쿠 연안과 태평양 외해, 미야기현 그리고 이바라기현 이렇게 네 지역의 해저 지반이 동시에 운동을 일으킨 거대 지진으로 변형을 일으킨 단층영역의 크기만도 폭 150km, 길이 400km에 달한다(USGS, 2011). 이번 지진은 전 세계적으로 1960년 칠레지진 이후 네 번째로 큰 규모이며 일본에서 발생한 지진 가운데 가장 큰 규모이다. 규모 9.0의 지진은 예상을 현격히 뛰어 넘는 크기로 에너지 차이만 해도 상정치 대비 무려 32배나 크며, 일반적으로 대지진이 라 일컫는 규모 7.0의 지진과 비교해도 1,024배의 에너지를 가진 지진이다. 인구 밀도가 높을수록 그리고 도시가 고도화될수록 지진에 견딜 수 있는 더 큰 내력을 요구하게 되고 상대적으로 저항력은 약해지기 마련이다. 이는 국가와 지역의 다양한 가치를 갖는 소유자가 공존하는 만큼 지진외력을 제어하기 위한 수단도 다양한 방법으로 요구되고 있으며, 그 가치를

보존하는데 만도 복잡한 이해관계가 얽여 있기 때문이다. 대도시의 중심에 진앙을 두고 발생하는 지진이 라면 사태는 공황상태에 이를 확률이 높고, 경제와 사회에 미치는 여파는 그 끝이 어디인지 파악하기도 어려운 도미노식 파급효과를 초래한다는 점에서 도시 대지진은 대재앙(catastrophe)으로 여겨지고 있다. 도시 대지진과 지진해일을 이룰 때 불가항력(不可抗力)이라는 표현을 쓰는 이유가 여기에 있으며 그 힘은 사람이 저항해서 될 일이 아니라 피해야만 하는 것임을 말하기도 한다.

또한 이번 지진의 경우 강력한 지진동에 이어 불과 10분 만에 가까운 해안으로 지진해일이 내습했다. 내습한 해일의 크기는 최고 37.9m이며, 30m가 넘는 해일이 내습한 연안거리는 약 200km에 이른다(그림 2).

지진으로 인한 피해를 보면 6월 1일 현재 사망자 14,928명, 행방불명 41명, 부상자 5,462명을 기록하고 있다. 건물피해에 있어서도 전파 91,456동, 반파 40,439동, 일부파손 277,952동을 기록하였으며, 세계은행에 따르면 직접 경제손실은 1,200억불 내지



〈그림 2〉 동일본 대지진으로 인한 지진해일 내습 높이 (東北地方太平洋外海津波共同調査團, 2011)

2,230억불로 GDP의 2.5~4.0%를 차지하고 있다. 보험손실 역시 지진해일과 원전사고로 인한 방사능 피해를 제외한 지진 피해만으로 최대 350억불을 넘어서 710억불로 역대 최대를 기록한 2005년 허리케인 카트리나의 보험손실과 비교된다(AIR, 2011). 이러한 경제손실은 곧바로 GDP 감소로 이어져 1사분기에만 작년 대비 3.7%가 감소하였다(L. Boudreau, 2011). 연초 무디스가 일본경제의 신용등급 하락에 대한 경고를 내린 이후 이를 확고히 하게 된 계기로 작용했다는 분석이다. 실로 1995년 한신아와지 대지진의 경제손실이 약 1,000억불로 전체 GDP의 2% 정도에 그치는 것과 비교하면 이번 지진이 주는 영향의 크기를 짐작할 수 있다.

2. 대재앙의 사회적, 경제적 피해 추산

동일본 대지진에 있어 피해를 가중시킨 요인으로 지진해일 내습을 들 수 있다. 북해도에서 관동지방에 이르는 일본 태평양 연안에 높은 지진해일이 도달한 것만으로도 영향 범위가 컸으며 30m가 넘는

해일은 연안의 인명과 시설에 막대한 피해를 주었다. 이번 지진해일 내습으로 후쿠시마 원전시설의 노심용해 사건은 아직도 사회적 이슈로 남아 있는 가운데 재해가 진행되고 있으며, 2009년 완공된 산리쿠 가마이시항 해저방조제가 이번 지진해일에 의해 파괴된 것 역시 사회에 큰 충격을 주고 있다. 해상 높이 6m, 전장 1.6km의 방조제는 건설에만 1,200억엔이 소요되어 완성된 것으로 지진 규모 8.5에 견딜 수 있는 방조시설이었으나 이번 10m가 넘는 지진해일을 견디지 못하고 파괴되었다.

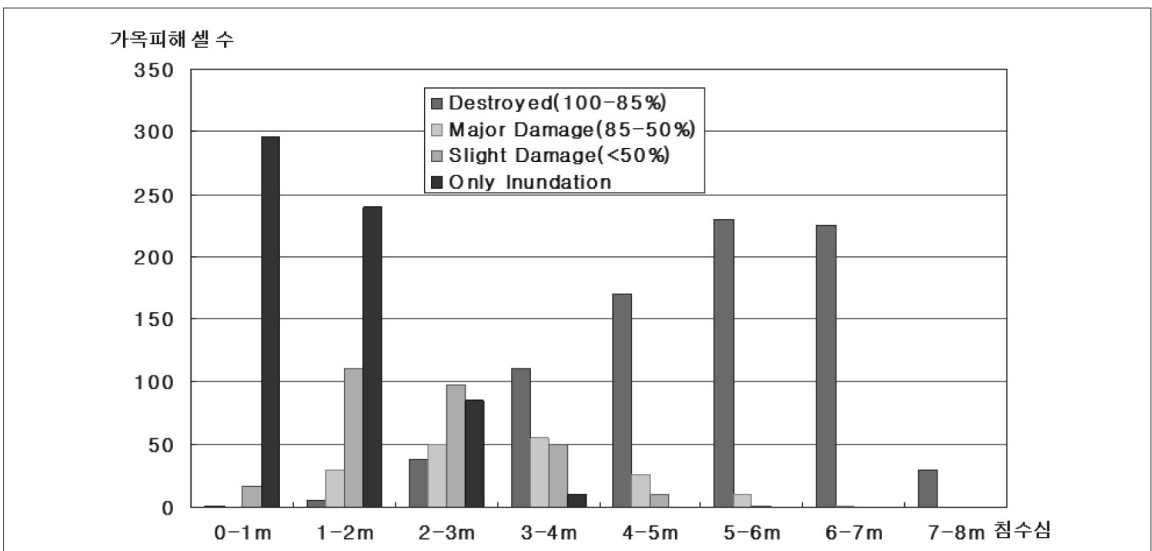
이처럼 해양에서 발생하는 파동 가운데 가장 강력



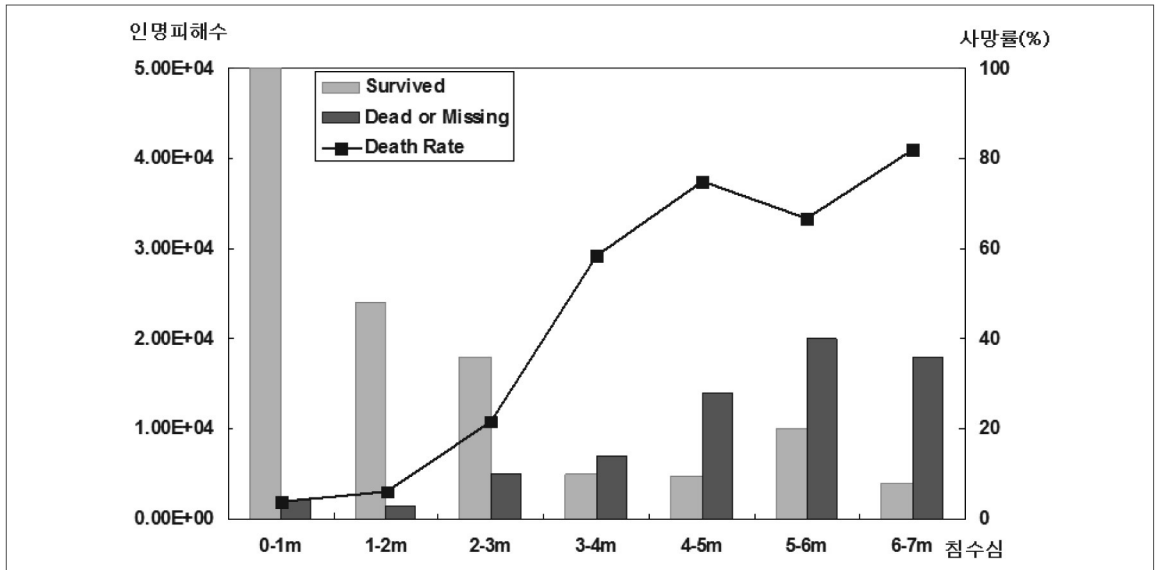
〈그림 3〉 가마이시항 해저방조제(좌)와 지진해일 피해(우) (読売新聞, 2011)

한 에너지를 가진 지진해일이 주는 피해의 대부분은 침수심과 전파속도로 설명된다. 지진해일이 해양 파동 중 가장 큰 파력을 갖는 이유는 다른 해일현상과 다르게 수심 1,000m가 넘는 대양에서 규모 7.0 이상의 강진에 동반되는 거대 물기둥의 운동이기 때문이다. 1983년 규모 7.7의 동해중부 지진해일을 예로 들어 설명하자면 100km×300km 해저면 위에 놓인 2,000m 이상의 물기둥이 순간적으로 3m 이상 수직 상승했을 때의 에너지가 대양으로 전파되는 현상이다. 대양에서의 전파속도는 제트여객기의 속도와 같아 시속 800km에 달하며 육지에 상륙해서도 자동차 주행속도 이상의 빠른 내습으로 인명과 재산피해를 가중시키는 요인이 된다. 지진해일이 육지로 내습하여 진행 방향으로 15m 길이의 4층 RC조 건축물에 진입한다고 가정하자. 이 때 건축물의 저면에 작용하는 지진해일의 파압을 정수압으로 환산하면 침수심의 3배에 해당하는 압력을 갖는다. 1m의 지진해일이 내습할 때의 최대 파압은 29.4kN/m²으로 일반적인 최대 풍하중 10배 이상의 오더를 갖게 되

는데, 지진해일의 처오름 높이가 3m일 경우 풍하중의 20배가 넘는 횡압력 또는 규모 7.0의 지진력이 작용한 것과 유사한 것으로 평가되기도 한다(内閣府, 2005). 대규모 피해를 야기할 수 있는 해일 높이로 3m의 지진해일을 예로 드는 이유가 여기에 있다. 실제로 2005년 남아시아 지진해일 내습 시 인도네시아 Aceh의 가옥 피해를 보면 <그림 4>와 같다. 그래프는 각 지점별 침수심을 기초로 해당 지점에 위치한 가옥들의 피해상황을 조사하여 도식화한 결과이다. 지진해일 침수심이 0~1m일 경우 대부분 침수만 발생하거나 약간의 건축물에 경미한 피해가 발생하게 된다. 침수심이 1~2m에 달하게 되면 경미한 피해가 증가하고 완파되는 건축물이 나타나기 시작하며, 2~3m에 달하게 되면 완파 건물부터 침수만 있는 건물까지 다양한 형태의 피해 시나리오가 속출하게 된다. 이러한 상황은 침수심 3~4m에 이르게 되면 역전되어 완파 건물이 전체 1/2을 차지하게 되며, 4m가 넘게 되면 대부분의 가옥이 완파되는 결과를 초래한다.



<그림 4> 침수심과 가옥피해 관계(越村, 2006)



〈그림 5〉 침수심과 인명피해 관계(越村, 2006)

〈그림 5〉는 지진해일 침수심과 인명피해의 관계를 도식하고 있다. 이 그래프에서도 침수심 2~3m까지 사망률 22%로 많은 주민이 생존해 있는 반면, 3~4m를 넘어서게 되면 사망률은 60%로 극히 높아짐을 알 수 있다. 직접적으로 지진해일에 노출되는 경우도 많지만, 건축물이 내부의 주민을 보호하지 못하는 경우가 많은 것으로 추산된다. 이러한 결과를 보더라도 지진해일 침수심 3m는 방재상의 중요한 트리거이며 피해 저감의 목표치로 활용될 수 있음을 알 수 있다.

이러한 지진해일에 의한 피해를 정량적으로 추계하기 위해서는 대상지역의 지진해일 침수심 즉 지표면으로부터 측정된 해일의 높이와 유속 등의 외력을 시뮬레이션을 통해 추정된 뒤 파력 계산을 통해 건물피해동수 또는 인명피해를 구하는 것이 일반적이다. 그에 대한 대표적인 사례로 首藤(1992)이 일본 지진해일 피해 이력을 바탕으로 침수심과 가옥피해 정도의 관계를 조사하여 지진해일 외력과 피해의 관계를 지진해일 강도지표로 표현한 사례가 있다(표 1). 실제 일본 내각부 중앙방재회의 전문조사회는 首

〈표 1〉 首藤(1992)의 지진해일강도 지표(구조물피해, 어선피해 발취)

지진해일강도	0	1	2	3	4	5
지진해일파고(m)	1	2	4	8	16	32
목조가옥피해	부분파괴		전면파괴			
석조가옥피해	건달 수 있음		자료없음	전면파괴		
RC조빌딩피해	건달 수 있음		자료없음		전면파괴	
어선피해	피해발생		피해율50%	피해율100%		

藤의 지진해일 강도 지표를 채용하여 시뮬레이션으로 얻은 침수심 분포에 따라 건물 피해동수를 추계하고 있으나, 침수심 2m 이상의 경우 전파, 1m 이상 2m 미만의 경우 반파 등 일률적인 평가에 그치고 있는 것이 현실이다. 그러나 지진해일 범람시의 해일 파의 흐름은 극히 국소적으로 변화가 심하며 피해의 발생 과정을 정확히 알 수 없는 문제가 남아 있다.

한편, 지진피해지에서의 상세한 피해조사에도 지진해일 피해발생 메커니즘에 관한 정보 역시 남아있다. 飯塚 등(2000)의 연구는 지진해일 피해조사결과와 축적을 통해 지진해일 범람류의 유황에 관하여 가옥피해를 평가할 수 있는 중요한 자료 중 하나이다(표 2). 그러나 현지 조사로부터 얻은 지진해일 피해 정보는 조사기간과 조사체제의 제약으로 인해 국소적인 지진해일 피해의 측면을 단순화하여 추산한 결과에 그치는 것이 일반적이다. 지진해일 외력에 대한 가옥군의 파괴율에 대한 통계적 함수를 얻기 위해서는 새로운 조사결과와 축적이 필요한 실정이다.

지진해일이 규모와 가옥피해의 함수에 대해 파괴율에 기초한 정량적 조사는 羽鳥(1984)에 의해 이루어졌으며 일본의 3대 역사지진해일에 대해 자료를 분석하여 집락에 있어서의 지진해일 파고(평균해수면으로부터의 높이)와 가옥 파괴율 P_D 를 식(1)과 같이 정의하였다.

$$P_D = \frac{a + b/2}{a + b + c} \times 100(\%) \quad (1)$$

여기서 a는 유실, 전파가옥 수, b는 반파가옥 수, c는 침수가옥 수이다. 그에 따르면 3m 이하의 가옥 파괴율은 10~20%, 4m를 넘으면 50%이상에 달한다. 또한 지진해일의 유상범람 유속에 의한 가옥피해의 정도에 대해서도 역사자료와 당시의 수치실험에 기초한 검토를 실시하였다. 지진해일에 의한 가옥파괴의 정도는 범람유속이 지배적으로 작용하여 범람류의 수류압력(수심과 유속 제곱의 곱)이 $5 \sim 9 \text{m}^3/\text{sec}^2$ 에 달할 때 가옥파괴율이 50%를 넘게 되며, 가옥파괴에 동반되는 표류물, 부유물이 피해 확대에 기여할 수 있음을 지적하고 있다.

3. 재해에 따른 도미노식 경제손실

이번 재앙을 일컬어 “3중 재해(triple disasters)”라고 부른다. 그동안 기업과 사회가 관리해 오던 리스크의 형태가 단일의 시나리오 위주였다고 한다면, 지진과 그에 동반되는 지진해일 나아가 원전사고에 이르기까지 하나하나만을 보더라도 재앙에 가까운 사고가 연이어 3가지나 일어났음을 의미한다. 각각의 이벤트들은 물리적으로 또는 논리적으로 무관한 것이 아니라 연쇄적인 구조를 갖는데 피해와 경제손실 역시 기하급수적으로 늘어나는 특징을 보인다. 지각활동에 따른 지구물리적 현상으로부터 경제손실과 글로벌 공급망을 마비시키는 형태로 도미노식

〈표 2〉 飯塚 등(2000)의 가옥파괴기준

가옥의 종류	중간정도 피해			대규모 피해		
	침수심(m)	유속(m/sec)	항력(kN/m)	침수심(m)	유속(m/sec)	항력(kN/m)
RC조	-	-	-	7.0이상	9.1이상	332~603
콘크리트블럭조	3.0	6.0	60.7~111	7.0	9.1	332~603
목조	1.5	4.2	15.6~27.4	2.0	4.9	27.4~49.0
피해정도	기둥 잔존, 벽체 일부 파손			벽과 기둥 대부분이 파괴 또는 유실		

의 사회, 경제 문제가 확대되는 가운데 이번 지진이 주는 가장 큰 영향은 후쿠시마 원전의 노심용해 사고를 유발한 데 있다. 앞서 설명한 직접적인 경제손실 외에도 경제 전반에 미치는 악영향은 다대하다. 우선 동북지방을 중심으로 일본의 대표적인 글로벌 기업들이 조업중단을 발표하고 있다. 해외로 나가는 중간부품이나 완성품 역시도 생산에 막대한 차질을 유발하고 있기 때문이다. 도미노식의 사회, 경제 문제를 유발한 이벤트라는 관점에서 이번 지진이 주는 가장 큰 영향은 후쿠시마 원전의 노심용해 사고를 유발한 데 있다. 방대한 양의 방사능이 누출되어 후쿠시마 현 일대가 고립되는 지진에 버금가는 거대 재해를 야기한 것이다. 또한, 원전의 마비로 동경과 동북지역 일대에 계획정전을 실시한 것도 일본 재해사에 기록될 만큼 막대한 사건이다. 동경전력은 지진재해 직후 발전량을 3,100kW로부터 3월 말 3,600만kW로 회복시켰으나 앞으로 하계에 이르게 되면 피크 전력 4,500만kW의 전력 공급 대비 1500만kW가 부족할 것으로 내다보고 있다. 동북전력 역시 하계 1150만kW의 전력을 공급할 계획으로 150만~230만kW의 전력이 부족할 것으로 내다보고 있다. 이로 인해 경제산업대신령으로 전력 사용 제한을 실시할 계획에 있어 일반 공장과 상점 등의 경우 25% 억제목표를 달성하기 위해 영업시간을 단축하고, 시프트, 하계 휴업과 연장, 분산화 등 라이프스타일에 변동을 요구하고 있다. 같은 방법으로 소규모 상점은 20% 억제 목표를 위해 자주적 계획을 책정하도록 규정하고 있으며, 가정과 개인 역시도 15~20% 억제목표 달성을 위해 다양한 루트로 절전을 계몽하고 이를 위한 제도적 방안을 검토 중에 있다. 이러한 영향이 정상화되기 까지 소요되는 예상 기간은 약 5년으로 결국 일본은 향후 전기를 필두로 하는 자원(resource)위기, 전기사용 억제 등 경제활동을 규제할 수밖에 없는데서 발생하는 수요(demand)위기,

그리고 침체된 정부와 국민의 사기저하에 따른 마인드(mind)위기에 봉착할 것이라는 예측이 나오고 있다. 결국 자연현상이 주는 3중 재해는 사회, 경제의 3중 재해로 변이를 일으키게 된 셈이다.

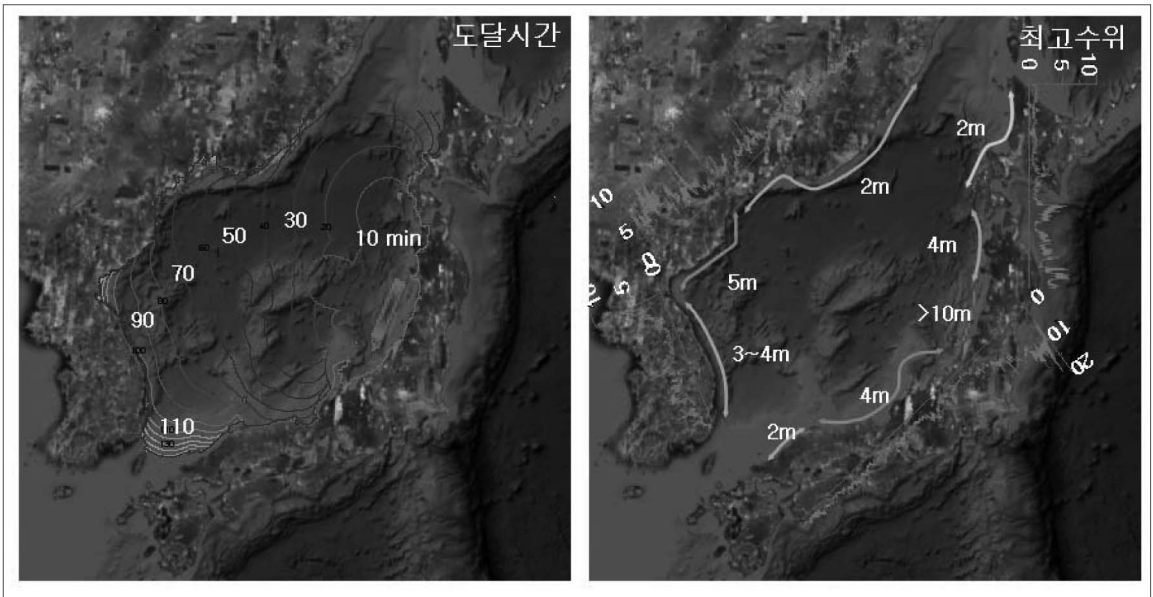
이렇게 지진과 해일이 주는 피해가 상상도 못할 만큼 복잡한 이벤트들을 만들고 있다. 일반적으로 논할 때 대도시 지진재해가 주는 영향은 정형적이지 않으며 크기를 예측할 수 없다. 대지진과 함께 악재는 사방으로 파급되어 간다. 사회가 견딜 수 있는 경제 규모와 허용 정체시간 한도를 넘어설 경우 파국에까지 이르며, 그 여파가 글로벌 시장에 파급되는 현상의 원인은 다르지만 과거의 사례에서도 볼 수 있다. 현대사회에서 발생하는 다양한 리스크의 종국은 모두 이러한 경제, 사회 문제로 귀결됨을 알 수 있다. 2010년 러시아에 40도에 육박하는 폭염과 가뭄, 산불로 곡물 수출량이 전년대비 37% 감소한 이후 다음해 6월까지 밀, 보리, 옥수수, 밀가루 등에 대한 농산물 수출금지 조치가 차례로 내려졌다. 전 세계 3위 곡물 수출국의 수출금지에 따라 세계 곡물가가 폭등하게 되자 식료품 가격 급등에 따른 중동지역의 사회적 불안이 발생하기 시작하고, 이 사건을 계기로 국제 유가 상승을 유도한 예는 리스크 확산의 단면을 보여주는 대표적인 사례이다. 성격은 전혀 다르지만 또 다른 예로 2008년 미국의 금융위기를 들 수 있다. 미국발 금융위기가 전 세계 금융시장을 흔들어 놓은 사태는 익히 알고 있는 사실이다. 원인이 다르고 과정이 다르지만 이러한 위기유형은 뉴 노멀(New Normal) 또는 시스템릭 리스크(Systemic Risk)라는 글로벌 리스크분야에 있어서의 신종 용어로 자리 잡고 있다. 이들 새로운 리스크들의 특성을 들자면 높은 불확실성(uncertainty)을 이야기할 수 있다. 그만큼 사회 구석구석에 막대한 파급효과를 낳기 때문이며 사회 모든 분야를 망라하여 방재정책과 연결시켜야 함이 필수적이지만 접근과 파급에 큰

부담이 아닐 수 없었다. 이번 일본 대지진으로 인한 영향은 실로 인명피해와 직접적인 재물 손실이 전부 아니다. 2,000억불이 넘는 경제손실을 넘어 이번 재앙으로 인해 일본 사회가 겪을 위기는 계속 확대될 것이라는 관측이다. 전력 공급 문제와 관련한 막대한 자원의 충당, 얼어붙은 경제를 다시 일으키기 위한 수요 창출 그리고 피해와 희생으로 추락한 국민 전체의 사기를 올리기 위해 어떤 특단의 대책이 추진되어야 할지 전 세계가 지켜보게 될 것이다. 또한, 이러한 일들은 앞으로 지진에 국한하지 않고 지역적인 또는 글로벌한 리스크에 관하여 동일할 것임을 앞서 언급한 허리케인 카트리나를 들어 알 수 있다. 대도시의 자연재해는 지금까지 그래왔듯이 단순히 인명을 보호하고 재산을 보호하는데만 주력할 일이 아니다. 경제와 사회문제를 일으키는 대재앙의 후폭풍을 위해 국제사회는 앞으로 새로운 전략과 정책을 마련해야 할 시점에 있다. 현대사회에서 도미노식 리스크 전파의 특성을 들어 "리스크 캐스케이드(Risk Cascade)"라 부르기도 한다. 간단히 말해 리스크(Risk)가 재해(Disaster)를 주는 원인에 해당한다면, 지진재해의 최종 영향(Impact) 이전에 거처가는 모든 현상과 중간 영향들은 모두 리스크에 해당할 수 있다. 이런 이유로 재해의 영향(Impact)에 초점을 두고 대책과 대안을 고려하자는 연속성관리(Continuity Management)의 니즈가 글로벌 사회 내에서 강하게 주장되고 있다. 기업과 사회, 국가가 연속선상에서 관리해야 하는 핵심적인 기능에 중단을 일으키지 않도록 예방과 대비를 수행하고, 중단 시에는 신속한 대응과 함께 한정된 요구시간 내에 업무를 재개하기 위한 계획과 트레이닝, 운영관리를 수행하는 총체적인 과정을 연속성 관리의 범주이다. IMF에 따르면 최근 십 여 년 사이에 국제물동량이 일곱 배나 증가한 추세를 보이고 있으며 지구촌은 글로벌화 되었음을 실감할 수 있다. 글로벌화는 재

해의 영향을 전달하는 매체로서 최근 IT기술의 파급 효과와 유사하게 더욱 직접적이고 신속한 전파 특성을 가지기 때문에 이웃나라의 일이 곧 우리의 일이라는 것을 누구나 짐작할 정도이다. 연속성 관리에 있어서는 그 발상국인 서구와 동시에 시작하여 발전을 거듭해 온 일본이었지만 그 효능에 대해서는 회의적인 입장도 없지 않다는 외신이 많았으며 이번 지진재해로 부족함이 들어난 것이 사실이다. 하지만, 이는 온전히 발달하지 않은 현 실태의 문제에 집결되고 있으며 새로운 접근에 대한 가치를 부정하는 근거는 아닌 듯하다. 연속성 관리에 대한 국제표준이 영국에서 2008년 런칭하여 이제 ISO 가이드라인으로 향하고 있다. 오히려 그동안 기준과 사양 위주의 목표관리제 성격의 기존 리스크 관리 트렌드로부터, 조직의 운영에 중점을 두는 관리적 측면을 강조하는 새로운 기조가 큰 역할을 하고 있다는 여론도 많다. 그러나 아직 인류는 새로운 경영관리기법에 익숙치 않으며 이번 대재앙은 그 필요성을 인식하는 계기인 동시에 개선을 위한 강한 도약이 될 것으로 예측된다.

4. 우리의 현실에 대한 고찰

우리나라의 경우 3면이 바다로 둘러싸여 있지만 실제 지진해일 발생 조건을 만족하는 해안은 동해에 국한된다. 그동안 1964년, 1983년 그리고 가장 최근 1993년 지진해일이 내습하여 크고 작은 피해를 유발해 온 동해에 또다시 대규모 지진해일 내습이 우려되고 있는 시점이다. 일본 서해안의 사도시마 북부 지진 공백역으로부터 역대 최대 크기인 M8.0 클래스의 해저지진 발생이 우려되며 우리나라 동해안에 내습할 수 있는 지진해일 침수심은 평균 3~4m이고 최대 6m의 이상의 해일도 우려되고 있다.



〈그림 6〉 동해에서 예상되는 지진해일 도달시간과 최고수위

여기서 방조제나 연안시설 등 물리적으로 지진해일을 차단하기 위한 대책이 없는 우리가 관심을 가져야 하는 것은 6m의 최대 침수심 이전에 대재앙의 트리거가 될 수 있는 3~4m의 지진해일이다. 앞서 설명한 바와 같이 인명과 재산에 막대한 피해를 줄 수 있는 요인이기 때문이다. 극히 저 빈도로 발생하는 현상이기에 적극적인 방재투자를 실시중인 일본과 달리 우리나라는 경보와 대비, 대피라는 소극적인 대책을 활용하고 있다. 물론 1시간 30분 이상의 준비 시간이 있다 하더라도 3m 이상의 지진해일은 상당한 재앙을 부를 수 있는 위험한 해양외력이다. 해안을 중심으로 피해가 확대될 우려가 있는 시설과 피해의 영향확대 요인이 없는지 분석이 필요하다. 물리적 차단시설이 없다면 해안의 많은 재산에 손실이 발생할 것이나, 그에 더하여 동해안 광역에 걸쳐 침수 또는 피해가 가해질 경우 복구까지 오랜 시간 동안 각종 시설과 사회 시스템이 제 기능을 유지하지 못할 수 있다. 이에 대비하여 그 후속 영향에 대

한 대책이 필요하며, 외지에서 일시적으로 방문하는 해수욕장 관광객 등의 인명 안전에 있어서도 대피소 선정과 교육 홍보 등에 만전을 기할 시기에 있음을 강조하고자 한다. 하지만 지진재해를 사회학적인 측면에서 접근하여 피해를 예측하거나 분석하는 일은 쉽지 않으며 우리 사회에서는 이에 대한 경험도 부족한 실정이다. 해안에서 지진해일 내습 시 경보 소리를 제대로 구분해 낼 수 있는 국민은 그다지 많지 않다. 그러한 환경에서 만일의 사태에 지진해일이 내습한다 할 경우 피해가 주는 도미노 현상의 끝은 아직 예측 불허이다. 해안도로를 달리는 자동차, 열차 그리고 해수욕장에 밀집한 많은 인파에게 지진해일 정보는 목숨을 담보하는 소중한 자원이다. 이러한 관점에서 기상청과 소방방재청이 주는 정보만으로 맨몸으로 지진해일에 맞선다는 것도 단지 인명피해를 예방하는 차원에서 의미가 있으나, 고도화된 해안 도시와 관광지에 노출된 엄청난 규모의 재물 손실과 기능 마비에 따른 업무 중단, 기능 중단의 영

향은 아직은 심각하게 고려되지 않는 듯하다.

현대에 사는 우리는 아직 지진해일 내습을 경험하지 못했다. 그것이 크든 작든 인명 안전과 재산 보호에 그칠 수는 없는 일이다. 일본의 재앙을 보건대 1983년 지진해일이 내습한 지역에 다시 해일이 내습한다면 우리가 생각하는 이상의 재앙이 경제, 사회에 만연할 수 있음은 자명한 일이다. 현실적으로 기업은 어느 정도의 대응능력이 있으며, 기업의 자조(自助)에 더하여 지역 또는 국가차원의 공조(公助), 그리고 그 양자 간에 어느 정도 공조(共助)되고 있는가하는 점검이 필요하다. 점검에 그치지 않고 이러한 공조(共助)가 실제 이루어지기까지는 상당한 기간과 시행착오가 필요하며, 매해 변화하고 성장하는 사회라면 지속적인 개선까지 요구된다. 당장 시행하자 해서 한 두 해 노력으로 이를 수 있는 문제가 아니라는 이야기다. 지진해일을 제방을 설치하기 전에 주민들의 활동을 통해 막고자 했다면 그 리스크가 확인된 직후부터 수행되었어도 아직 그 성과가 나타날지 미미할 정도로 사회를 움직인다는 일이 어렵지만 절대적으로 요구되는 과정이다. 우리나라의 지진해일 리스크 관리정책은 정부로부터의 일방적인 지원과 전략만으로는 부족하며 지진해일 리스크 거버넌스의 가장 중요한 지역사회 단위의 방재기능 활성화에 대한 충분한 고찰이 필요한 시점이라 하겠다. 선진국의 사례를 보더라도 같은 사회시스템의 여건에서 피해 저감의 목표달성을 위해서는 이때까지 해온 과정보다는 앞으로 갈 길이 더 어렵고 멀다. 정부는 정책을 발표하는 일로 끝날 것이 아니라 사회에 주는 충격 리스크를 경감시키기 위한 국민과의 합의와 계몽이라는 실질적이고 효과적인 방법에 대한 큰 문턱 하나를 더 넘어야 한다. 정부로부터의 일방적인 지원과 전략만으로는 부족하며 지진해일 리스크 거버넌스의 가장 중요한 지역사회 단위의 방재기능 활성화에 대한 충분한 고찰이 필요한 시점이라

하겠다. 지진해일이 주는 과학은 단순히 물리와 공학적인 견지에서 축소될 수 없다. 사회과학과 경제과학을 아우르는 거대한 사회 현상으로 재해석되어야 하고 그에 따른 거버넌스 구조를 확립해야만 실질적으로 피해저감 효과를 거둘 것이다.

참고문헌

- AIR(2011), "Japan earthquake: Insurance cost for quake alone pegged at \$35 billion, AIR says", LA Times.
- L. Boudreau(2011),"Disaster Risk Financing and Insurance Program Japan Tohoku Earthquake and Tsunami", Disaster Risk Financing and Insurance Program, GFDRR, The World Bank
- USGS(2011),"Magnitude 9.0 - Near the East coast of Honshu, Japan", <http://earthquake.usgs.gov>.
- 気象庁(2011),"平成23年東北地方太平洋沖地震について(第25報)",地震調査本部 強震動部会 105 参考資料 4
- 内閣府(2005),"津波避難ビル等に係るガイドライン(案)"
- 読売新聞(2011),"ジャンボ機 250機分の波'世界一の防波堤破壊"
- 東北地方太平洋沖津波共同調査団(2011),"東北地方太平洋沖地震津波情報"
- 飯塚 秀則,松富英夫(2000),"津波氾濫流の被害想定"『海岸工学論文集'第47巻' pp.381-385
- 首藤伸夫(1992),"津波強度と被害"『東北大学津波工学 研究報告'第9号' pp.101-136.
- 羽鳥徳太郎(1984),"日本海の地震津波",月刊海洋, No.9,538-545,1984
- 越村俊一(2006),"津波一その外力と被害",災害制御研究センターレポート

越村俊一, 行谷佑一, 柳澤英明(2009), “津波被害関数の構築”, 土木学会論文集, Vol. 65, No. 4 pp.320-331

저자 약력 이 호 준

- 1987~1991 : 성균관대학교 공과대학(토목공학과) 학사
- 1991~1993 : 성균관대학교 공과대학(토목공학과) 공학석사
- 1995~1998 : 일본 토호쿠대학 공과대학(토목공학과, 지진해일공학) 공학박사
- 1998~2004 : 국립방재연구소 토목연구관
- 2004~현재 : 삼성방재연구소(컨설팅팀) 수석연구원, 팀장