

Typhoon Damage Function의 개발



김지명
GLCC
jimyong.kim@samsung.com

1. 서론

매년 기후 변화에 따른 기상 이변은 재앙으로 일컬어 질 만큼 피해 규모가 커지고 있다. 최근 10년의 사례로 보면, 5조원이 넘는 재산 피해를 낸 2002년 태풍 루사를 시작으로 강풍과 호우를 동반 한 2003년 태풍 매미, 2004년과 2005년의 기록적인 폭설 그리고 2006년 호우 등 자연재해는 그 빈도와 강도가 강해 지고 그 피해 또한 증가하고 있다. 해외에서는 2005년 미국 남동부를 강타한 허리케인 카트리나, 2011년 태국 홍수, 2011년 일본 북동부 태평양 연안에 발생한 강진과 쓰나미, 2012년 미국 동부 해안을 강타한 허리케인 샌디 등은 천문학적인 물적·인적 피해를 주었다. 이는 자연재해에 의한 피해는 우리 나라만의 문제가 아닌 전 지구적인 피해

가 계속되고 있음을 알 수 있다.

IPCC 보고서 (2007년)에 의하면 지난 100년간 산업화의 결과로 지구 평균기온이 약 0.6도 상승했으며, 한국은 0.9도 높은 1.5도가 상승했다고 발표하였다. 이러한 기온 상승은 지구생태 시스템을 무너뜨려 극단적인 이상 기후의 발생 빈도와 강도가 높아 질 것으로 전망하고 있다. 이에 태풍과 같은 자연재해는 계속 증가 할 것으로 예상되므로 그에 대한 대책마련이 시급하겠다. 따라서 본고에서는 태풍으로 발생하는 금전적 피해의 저감과 대책을 위해 피해액을 예측하기 위한 방안을 제시하고자 한다.

2. 자연재해 피해 발생 현황

소방방재청에서는 매년 국내 기후 변화 및 자연재해 피해 등을 분석하고자 자연재해로 발생한 인명 피해, 피해액, 복구비등의 집계 자료를 발행하고 있다. 이를 바탕으로 최근 10년간 (2003~2013년) 자연재해로 발생한 피해액과 피해 복구비는 다음과 같다.

표 1. 10년간 자연재해 피해 현황 (2003~2012)

원인	발생회수		피해액		평균 피해액	피해복구비		평균 피해복구비
태풍	276	39%	7,893	56%	28.6	12,750	53%	46.2
호우	315	45%	4,443	31%	14.1	9,053	38%	28.7
대설	84	12%	1,705	12%	18.1	2,135	9%	22.7
기타	16	2%	155	1%	9.7	89	0%	5.5
계	701	100%	14,196	100%	-	24,027.3	100%	-

Source) 소방방재청 재난연보

피해액은 2012년도 환산 가격기준 (십억원)

위 표와 같이, 재해 발생회수로는 호우가 45%로 가장 많은 비중을 차지하지만, 태풍이 피해액과 피해복구비에서 각각 56%, 53%로 가장 많은 비중을 차지함을 알 수 있다. 이는 태풍이 우리나라에 많은 금전적 손해를 줄을 보여 주고 있다.

3. 기존 모델의 문제점

Risk Management Solution (RMS), EQECAT, and Applied Insurance Research (AIR)의 태풍 피해 예측 모델들은 전세계적으로 재보험과 보험 업계에서 standard pricing methodology로 여겨지고 있다 (Sanders et al., 2002; Kunreuther et al., 2004). 그러나, 연간 사용료가 수억 원에 이를 만큼 비싸고, 제한적인 국가에 한해서만 적용이 가능하다. 더욱이, 기존 모델 사에서도 독자적인 재난 피해 모델을 갖추기를 추천하고 있다. 그 이유로는, 각 회사 마다 다른 portfolio, 자본금액, 리스

크, business preferences을 가지고 있기 때문이다. 아울러, 기존 모델들의 결과에 대해서 validation 하고 결과에 대해 optimistic, pessimistic, 혹은 conservative 한지 판단 할 수 있는 독자적인 모델이 필요하다.

또한, Federal Emergency Management Agency (FEMA)와 National Institute of Building Sciences (NBS)는 여러 가지 취약성 지표를 사용하여 허리케인과 지진의 피해를 예측하는 HAZUS-Multi Hazard(MH)를 만들었다 (Lowther, 2008). 플로리다 주에서도 여러 가지 취약성 지표와 기후 인자들을 사용하여 Florida Pubic Hurricane Loss Model (FPHLM)를 개발하였다. 그러나, 이 둘 모델은 한국지형에 대해서는 전혀 고려되지 않았으며, 보험에 관련하여서는 전혀 다루지 않고 있다.

이에 당사에서는 독자적인 태풍 피해 모델을 개발하여, 고객 사에 정량적 피해 예측 및 위험 평가 서비스를 제공하고 태풍 피해 예방 및 저감을 위한 종합적인 태풍 피해 예측 모델을 개발하였다.

표 2. 태풍 피해 예측 모델들

Models	Details
AIR, EQE, RMS	<ul style="list-style-type: none"> - 강풍과 홍수에 집중 - Catastrophe zone & 물건 별 Probable Maximum Loss (PML산출) - 일부 노출도 & 취약성지표 포함 - 고비용 대비 정확성 검증 미흡
HAZUS-MH & FPHLM	<ul style="list-style-type: none"> - 다양한 지표 사용 - Construction Type별 피해 산출 - 우리나라에 적용하기 힘들 - 보험에 적용하기 힘들

4. 태풍 피해 예측 모델

4.1. 모델의 구성

태풍 피해 예측 모델은 태풍 피해 함수와 풍속-피해 빈도 곡선으로 구성되었다. 태풍피해함수는

태풍으로 인한 피해 규모를 산출하고, 풍속-피해 빈도 곡선은 태풍 경로에서 발생하는 피해의 빈도를 산출한다. 아래 Equation 1과 같이, 예측 손실률(손실/보험가입 액)은 함수와 빈도 곡선의 곱으로 산출한다.

예측 손실액 = 태풍피해함수 × 풍속-피해빈도곡선
(Equation 1)

4.2 태풍 피해 함수

피해 함수는 지난 5년간(08'~12'년) 당사에서 발생한 물건 타입 별 (Industrial, Commercial,

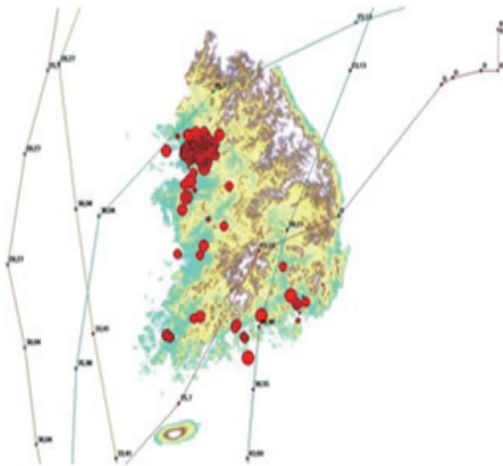
Residential) 태풍 피해 손실 데이터와 David Crichton's Risk Triangle (1999)에 따라 다양한 카테고리의 지표들을 사용하여 설명력을 높였다. 지표 들로는 사고 당시의 태풍 지표, 사고 물건들의 취약 성 지표, 노출도 지표가 사용되었으며 다중 회귀 분석을 통하여 분석하였다.

• Variables

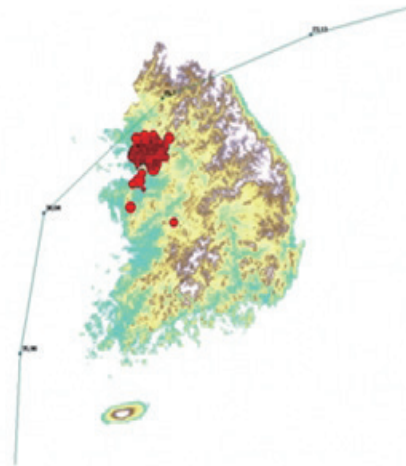
Variables		Detail
Independent	태풍	강우량, 태풍 기압, 풍속 (3개)
	노출도	해발고도, 태풍중심과의 거리, 강과의 거리 등 (4개)
	건물 취약성	가입면적, TS, 층수, 풍수해 등지, 건물구조급수 등 (11개)
	구조적 취약성	건물 구조물별 (기둥, 지붕, 외벽) 구성 (11개)
Dependent	피해율	손실액 / 보험가입액 (%)

• 손실액의 분포

분석에 사용된 손실액의 분포는 아래 그림 1과 같다.



태풍과 손실액 분포 (2008~2012년)



태풍 곤파스 (09월, 2010년)

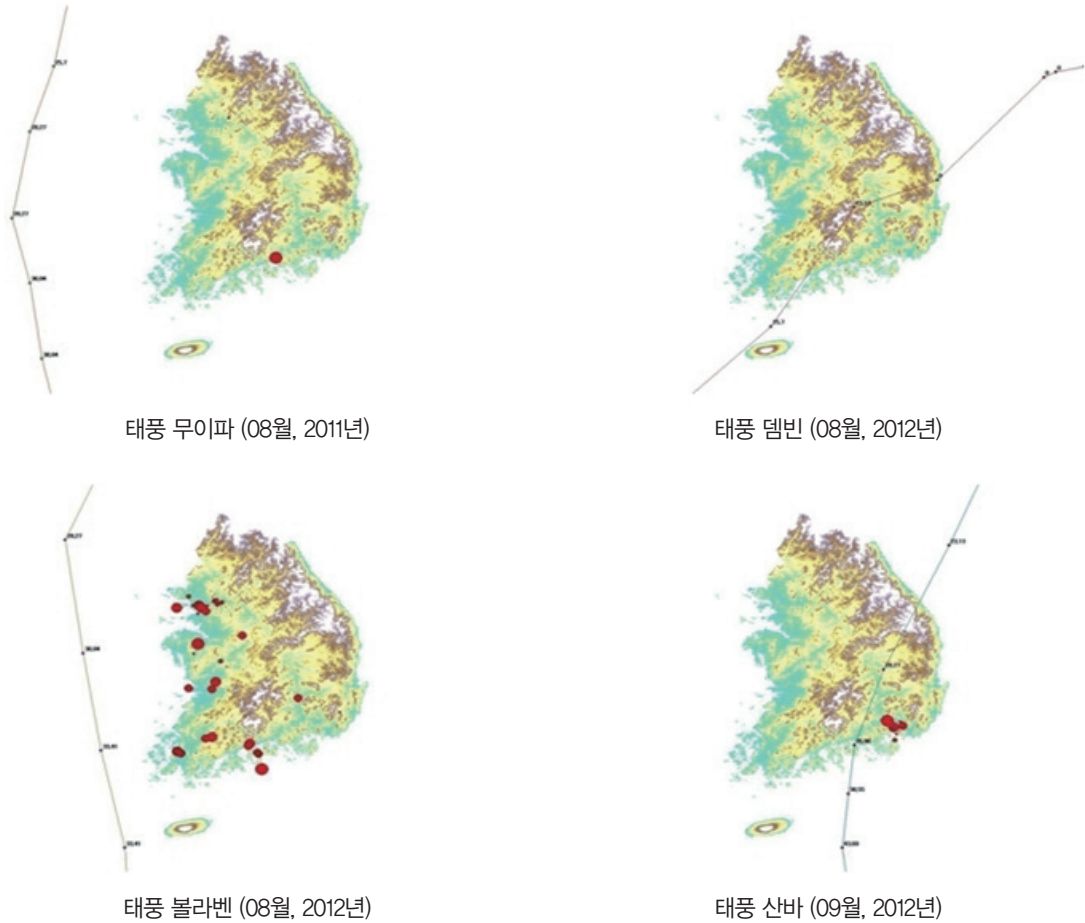


그림 1. 태풍 별 손실액의 분포

4.2.1. 분석 절차

분석 절차는 우측 그림과 같다. 첫째로, 손실액과 취약 지표의 다중 회귀 분석을 통하여 전국 규모의 피해 예측 함수를 만든 후, 각 Catastrophe zone 별 태풍 Vulnerability Factor를 사용하여 지역별 피해 예측을 하였다. 개발 된 예측 함수는 태풍 매미로 발생한 피해 데이터를 통해 검증 및 조정되었다. 재해 주기 별, 물건 별 Probable Maximum Loss (PML) 산출을 위하여 Value-at-Risk (VaR)기법을 사용하였다.

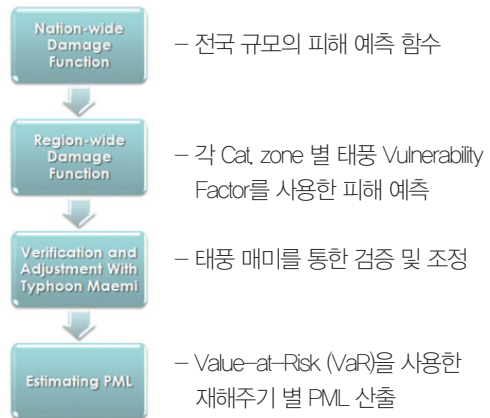


그림 2. 분석 절차

4.3 풍속-피해 빈도 곡선

풍속-피해 빈도 곡선은 지난 5년간(08~12년) 발생한 태풍과 태풍·매미, 루사로 인해 당사에서 발생한 손실액과 당사 포트폴리오를 태풍 피해 함수에 대입하여 얻은 예측 손실액을 비교하여, 풍속별 피해 발생률을 산출하였다.

표3. 태풍 매미의 예상 손실액

Loss \ ARI	ARI 1,000	ARI 500	ARI 100	ARI 50	ARI 20	ARI 10
손실액	148.9	146.1	138.9	135.4	130.3	125.9

※ 태풍 매미로 인한 실제 원수 손실액: 146.2 (십억원, 2013년 기준)

AIR사에서 발표한 한국을 관통한 세 개 슈퍼 태풍의 예측 오차는 약 ±10%이 었다. AIR에서는 태풍 매미를 50년 빈도의 태풍으로 보기 때문에 자

5. 모델 검증

모델 검증을 위하여 태풍 매미로 발생한 손실 데이터가 사용되었다. 아래 표와 같이, 모델을 통해 예측된 손실액들은 실제 태풍 매미로 발생한 실제 손실액과 유사했으며, 타사 피해 예측 결과와의 비교를 위해 AIR사의 예측 손실액과 비교하였다.

사 모델의 50년 빈도 값과 비교한 결과 예측 오차 -7.4%으로 AIR사 보다 작은 것으로 나타났다.

표4. 예측 오차 비교 (Vs. AIR)

Model	AIR Worldwide			SFMI Model (ARI 50)
Typhoon	Typhoon Thelma	Typhoon Rusa	Typhoon Maemi	Typhoon Maemi
예측오차 (%)	-9.6	-9.2	11.1	-7.4

Source: AIR's Typhoon Models for the Asia-Pacific Region (2009년)

6. 결론

최근 지구 온난화와 기후 변화에 따른 기상 이변으로 인해 인적, 물적 피해가 급증하고 있다. 이에 최근 5년간 (2008~2012년) 발생한 태풍 피해액과 다양한 취약성 지표를 분석하여 태풍 Damage Function을 개발하였다. 이 모델을 통하여 국내에서 가장 큰 피해를 주는 자연 재해의 피해액을 예측함으로써, 자연 재해 리스크의 정량화 및 그에 대응하는 신속한 의사 결정이 가능하게 되었다. 아울러,

신속한 portfolio 업데이트 및 유지보수를 통하여 예측력 증대 및 독립적 위험 평가 시스템을 갖추게 되었다.

그러나, 지구 온난화로 인해 한반도 주변 해역의 해수 온도가 지속적으로 상승하고 있어, 태풍의 풍속 및 강수량이 극 값 증가와 중심 기압 감소가 예상되므로 향후 기후 변화를 고려한 태풍 피해 예측에 관한 연구가 필요하겠다. 🌊



Lowther, J. L.: Application of the HAZUS–MH Risk Assessment Tool in Planning for Continuity of Operations. Arkansas Tech University, 2008.

Sanders, D. E. A., Brix, A., Duffy, P., Forster, W., Hartington, T., Jones, G., Wilkinson, M.: The management of losses arising from extreme events. In Convention General Insurance Study Group GIRO, London, 2002.
