

Selecting the Subjects of Intensive Disaster Management through Risk Assessment Methodology (ISO/IEC 31010)

- The Case of Philippines -

Gil Hyeon Choi[#], Sa Hong Lee, Chong Soo Cheung⁺

Department of Business Continuity Management, Soongsil University, 369, Sangdo-ro, Dongjak-gu, Seoul, Korea

Abstract

The Philippines is vulnerable to climate change and has been seriously affected by earthquake and water-related disasters such as typhoons and floods. Therefore, there is a need to strengthen disaster management and mitigation plans through disaster prevention policies and relevant technologies (observation, forecast, response system, etc.). For the improvement of disaster management and disaster prevention technology, it is necessary to select the subjects of intensive disaster management. In this study, we investigated natural disaster damages in the Philippines, and applied the consequence/probability matrix technique to select the subjects of intensive disaster management. The selection criteria adopted the concept of risk appetite of ISO 22301, and proposed an alternative for each subject of intensive disaster management through the Risk Heat Map.

Key words: disaster prevention technology, international standard, risk assessment technique, risk assessment, natural disaster

1. 서론

기후변화에 따른 재난의 발생빈도 및 규모가 전세계적으로 증가함에 따라 UN 등의 국제기구, 정부 및 기타 민간기관 등에서 재해경감을 위한 연구가 활발히 진행되고 있다. 하지만 상당수의 개발도상국에서는 재난에 대한 사전대응이 열악한 상황이며 선진국에 비해 상대적으로 피해가 심각하여, 재해경감을 위한 위험성 평가 및 지원 필요성이 대두되고 있다. 현재 국제기구 및 여

러 비정부 기관과 연구단체에서 다양한 재해경감 프로그램을 추진하고 있으며 개발도상국 지원을 위한 효과적인 기술 개발과 지원체계 구축을 위해 연구 사업과 투자에 대한 지원을 확대하고 있다. 우리나라 또한 신흥 원조 공여국으로서 국제원조에 대한 관심이 높아지고 있으며, 이에 따른 재난 취약국가에 대한 효과적인 지원방안 수립을 위해 원조 대상국가 실정에 맞는 재난 중점관리 대상 선정과 지원방안 마련이 요구되고 있다 (An, *et. al.*, 2011).

[#] The 1st author: Gil Hyeon Choi, Tel. +82-2-828-7362, e-mail, khc105@hanmail.net

⁺ Corresponding author: Chong Soo Cheung, Tel. +82-2-828-7362, e-mail, isobcm@gmail.com

본 연구에서는 우리나라 방재기술지원 대상국가인 필리핀을 대상으로 자연재난 피해 현황을 조사하고 ISO/IEC 31010 ANNEX B(Risk Assessment Techniques B29) 위험성 평가 틀 중 위험성 식별과 분석에 가장 적용이 적합한 영향도/발생빈도 매트릭스 방법에 보정계수 개념을 사용하여 적용하였다. 위험성 평가를 통해 재난 중점관리대상을 선정하여 재난별 지원 대책을 강구하는데 이 연구의 목적이 있다. 본 연구를 바탕으로 필리핀의 기후변화에 따른 자연 재난의 심각성을 상기하고 방재 선진국으로서 우리나라가 개발도상국에 대한 지원 체계를 수립하는데 도움이 되길 기대한다.

II. 연구대상지역 재난 발생 현황 및 위험성 평가 방법

1. 연구대상지역 현황

우리나라 방재기술지원 대상 국가 중 하나인 필리핀은 국가 전체적으로 기초인프라 시설이 취약한 편이며, 환태평양 조산대에 위치하여 화산, 지진과 열대성 저기압인 태풍 등 자연 재난이 빈번히 발생하고 특히, 연평균 20회 내외 태풍으로 인한 자연재해가 빈발하는 국가이다. 필리핀의 Luzon섬은 매년 태풍의 통로가 되고 있으며, 2008년 기준 홍수 피해가 세계 3위로 조사되었다. 기후이상으로 생기는 엘니뇨현상을 비롯하여 파생되는 문제점들도 한 몫을 했다고 볼 수 있다(CPS, 2016).

Table 1. Global disaster statistics in 2008

Rank	Country	Loss of life	Frequency
1	Myanmar	188,917	1
2	India	3,968	7
3	Philippines	1,120	7
4	Vietnam	280	6
5	Chain	265	5

* Source: National 119 Rescue Services, Analysis of global disaster statistics in 2008, 2008

전체 토지면적 3,000만 ha중 약 45%인 1,300만 ha가 농경지인 필리핀은 2014년을 기준으로 농업의 국내

총생산 비율을 11.3%를 차지, 필리핀 전체 노동력의 약 30% 수준인 약 1,121만 명이 농업분야에 종사하고 있다 (Kim, 2017). 2013년 11월 발생한 슈퍼태풍 하이옌(Haiyan)의 피해로 129억 달러 피해, 7,300여 명 사망, 이재민 400만 명, 120만 채 가옥 파손뿐 아니라 아직까지도 이전의 수준으로 복구가 되지 않은 상황이다 (KOTRA, 2016). 필리핀은 국제적으로 방재기술 지원이 필요한 국가로서 본 연구에서는 필리핀을 연구대상 지역으로 위험성 평가를 적용하여 재난중점 관리 대상 연구의 대상지역으로 선정하였다. 차후 연구로서 우리나라 방재지원기술 대상 국가들을 연구 수행하여 비교 분석을 통해 시사점을 도출하도록 하겠다.

2. 재난 위험성 평가

위험성(Risk)이란 개인이든 기업이든 의도하지 않은 활동을 함에 있어서 자기 의사와 관계없이 바람직하지 않은 결과를 초래할 잠재적 가능성을 말한다.

위험성의 정의는 안보, 금융, 보험, 보건, 재난재해, 정책분야 등에서 다양하게 이루어질 수 있으나 국제표준(ISO/IEC 31000, 2009)에 따른 위험성은 “목표에 미치는 불확실성의 영향(Effect of Uncertainty on Objectives)”로 정의하고 있다. 국내 기후변화와 관련된 연구에서는 위험성을 “재난 또는 일련의 바람직하지 않은 결과를 가져오는 사건을 촉발시키는 발생 확률(Lee, 2012)”로 정의한다.

위험성은 정량적인 지표로서 피해손실의 기대 값, 즉 발생확률과 피해결과를 곱한 기대 손실 비용인 것이다. 이것을 식으로 나타내면 아래와 같다(Park, et. al., 2003).

$$Risk = \sum_i (P_i \times C_i)$$

i =피해사고유형, C_i =피해로 인한 손실비용,

P_i =손실비용이 C_i 인 피해사고가 발생할 확률

이런 정량적인 수치는 여러 위험성 분석 및 평가기법에 이용되며, 보험회사에서 보험료 산정 등에 필수적인 자료로 활용됨으로써 그 중요성이 강조되고 있다.

Table 2. Risk assessment tools for risk assessment

Tools and techniques	Risk Identification	Risk analysis			Risk evaluation
		Consequence	Probability	Level of risk	
...
Consequence/probability matrix	SA1)	SA	SA	SA	A
Cost/benefit analysis	A2)	SA	A	A	A
Multi-criteria decision analysis(MCDA)	A	SA	A	SA	A

1) SA : Strongly Applicable 2) A : Applicable 3) NA : Not Applicable

※ Source: ISO/IEC 31010, Annex A; Comparison of risk assessment techniques, 2009

1) 기존의 위험성 평가 기법

위험성 관리(Risk management)에 관한 국가규격은 1995년 호주와 뉴질랜드에서 처음으로 제정되었다. 캐나다에서는 1997년에 제정되었고 일본에서는 1998년 영국에서는 2000년에 각각 제정되었다. 유럽연합이 유럽공동체 단위의 통일된 규격을 제정하려는 노력을 기울이고 있다. ISO에서는 현재 위험성 관리에 관한 용어 지침까지 마련하였다.

현재 국내에서는 한국표준협회에서 국제표준을 토대로 제품안전경영시스템의 기초로서 위험성 관리 규격의 국내 초안을 완성하였다. 위험성 평가 기법(PHA, FTA, OHA, FHA, SHA, What IF Analysis, FMEA, HAZOP, MORT, Sneak Analysis, DFM, RBD, CA, ETA 등)의 이론적 배경에 대한 보급에 착수하였다. 또한 <Table 2>는 ISO 31010(ISO/IEC 31010, 2009)의 체크리스트(Checklist) 기법, 예비 위험요인 분석(Preliminary hazard analysis, PHA) 기법, 델파이(Delphi) 기법, 원인 결과 분석(Cause consequence analysis, CCA) 등 31개의 위험성 평가 틀이 있으며, 본 연구에서는 위험성 식별(Risk identification)과 위험성 분석(Risk analysis)에의 가장 적용이 적합한(Strongly Applicable) 영향도/발생빈도 매트릭스(Consequence/probability matrix)를 활용하였다.

발생빈도 매트릭스(Consequence/probability matrix) 기법을 본 연구에서 기본으로 선정하였다. 영향도/발생빈도 매트릭스 기법은 재난 사건 별 위험성(재해의 구성요소인, 발생빈도, 인명손실, 재산피해액 등 영향도)에 대한 평가가 가능하며 이에 따른 위험성 수준 순위에 대한 정렬이 가능하다. 위험성 평가 과정은 아래 <Figure 1>과 같다.

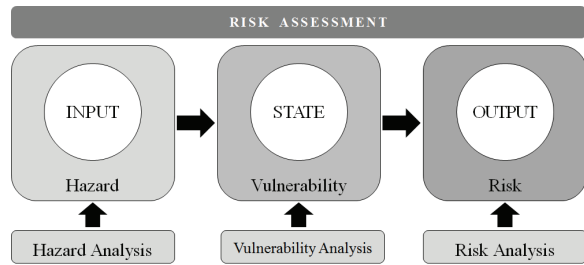


Figure 1. Risk assessment process

따라서 이를 근거로 본 연구에서는 필리핀에 적용하여 발생하는 재난별 위험성을 정량화하여 분석하였다. 또한 연구목적에 부합하도록 보정계수의 개념을 조정하여 적용하였다. 이는 사상자의 수를 단순히 정수로 계상하게 될 경우 재산피해 대비 인명손실의 비중이 무시되어 위험성을 도출할 때, 재난 종류 간의 발생가능성 및 재난피해결과의 신뢰도를 높이기 위한 보정계수를 추가하여 평가한다(Hwang, 2004).

III. 재난 위험성 평가 모델 선정 및 적용

1. 위험성 평가 모델 선정

ISO/IEC 31010의 위험성 평가 기법 중에서 영향도/

2. 위험성 평가 모델 적용

위험성 평가 모델 ISO/IEC 31010의 부속서 B29 (consequence-probability matrix)에서 제시한 식의 보정계수(특성고려) 개념을 조정하여 필리핀의 자연재

난 위험성의 분석에 적용하였다.

$$R = F + S \pm \alpha$$

R =위험등급, F =발생빈도(5등급), S =영향도(5등급),
 α =보정계수(특성고려)

본 연구에서 제시하는 위험성 평가 모델은 아래와 같다. 위에서 소개한 위험성 평가 모델(Park, *et. al.*, 2003)에 ISO/IEC 31010의 특성이 고려된 보정계수 개념을 적용하였다. 위험성 평가 모델에 보정계수를 적용하는 연구는 재난별 위험성의 구성요소인 발생빈도, 인명손실, 재산피해액 중 영향도(S)에 인명손실 보정계수(α)를 포함시켜 보정된 영향도(S')를 통한 위험성 평가 결과의 신뢰도를 확보하였다.

$$R_s = F \times S'$$

R_s =위험성, F =재난의 발생빈도, S' =보정된 영향도

보정계수에 의해 보정된 인명손실(α')은 사망자 및 사망 외 신체 피해자를 포함하였다. 대상국가의 1인당 국민총소득(Gross National Income per capita; GNI per capita)을 고려하였으며, 구매력평가(Purchasing Power Parities; PPP) 환율을 적용하였다.

$$S' = \alpha + \alpha'$$

α' = $GNI \times$ 인명손실, α =재산피해

영향도 중 인명피해를 보정하는 이유는 해당 재난에 대한 인명손실을 단순히 정수로 가하여 재산 피해액과 합산하면 위험성 분석 시 인명손실에 대한 영향도가 과소평가 되어 평가결과의 신뢰도 하락이 발생하므로 인명손실에 필리핀의 1인당 국민총소득을 승하여 재산피해와 합한 금액을 영향도로 보고 위험성을 도출하였다. 다만 본 연구에서는 위험성 평가모델의 국가별 적용을

위하여 재난원인과의 거리 등과 같은 취약성의 개념은 제외하였다(〈Figure 2〉).

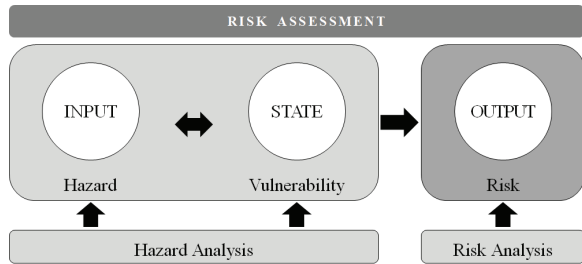


Figure 2. Modified risk assessment process

3. 중점관리대상 선정 방법

중점관리대상인 자연재난의 선정은 재난의 발생 가능성을 예방하고, 발생 시 그 복구 기간을 최대한 단축하여 인적·물적 피해 규모와 피해 정도를 최소화하는 조치가 필요하다. 그 조치의 우선순위(priority)는 위험성(R_s)이 높은 재난 순서에 따라 수행하는 것이 타당하며, 위험성(R_s)의 순위에 따라 상위 7개의 재난을 선택하여 자연재난 중점관리대상으로 선정하였다. ISO 22301¹⁾의 위험성 선호도(risk appetite)개념을 차용, 필리핀에 대한 자연재난 중점관리대상 기준으로 하였다.

즉 필리핀에서 발생하는 모든 자연재난이 아니라 위험성 선호도(Risk appetite(tolerance))의 기준 이상인 자연재난을 선별하여, 중점관리대상 재난에 대하여 재난관리 예산 또는 방재기술지원 대상국가의 지원 예산의 한계를 고려하여 위험점수가 제일 높은 자연재난에 대하여 재난 관리대책 수립 및 지원받는 것으로 평가한다.

IV. 재난위험별 위험성(R_s) 평가

1. 자연재난별 발생빈도(Frequency of Natural Disasters)

전 세계 자연재난을 대상으로 재난 데이터를 구축하고 있는 재난통계연구센터(CRED, Centre for Research on the Epidemiology of Disasters)의 EM-DAT를 통해

1) Societal security-Business continuity management systems-Requirements, KS A ISO 22301 : 2013(사회안전-비즈니스연속성 관리시스템-요구사항)

Table 3. Frequency of natural disasters(1990 to 2016)

No.	disaster type	disaster subtype	occurrence
1	Storm	Tropical cyclone	172
2	Flood	Riverine flood	53
3	Flood	Flash flood	34
4	Flood	Other flood	21
4	Landslide	Landslide	21
4	Storm	Other storm	21
5	Earthquake	Ground movement	15
5	Volcanic	Ashfall	15
6	Flood	Coastal flood	10
7	Drought	Drought	5

※ Source: EM-DAT ; The International Disaster Database(Last Database Update, July 07, 2017)

Table 4. Loss of life by subtype of disaster(1990 to 2016)

No.	disaster type	disaster subtype	Total deaths	Injured	Total loss of life
1	Storm	Tropical cyclone	28,436	55,658	84,094
2	Earthquake	Ground movement	2,871	5,152	8,023
3	Landslide	Landslide	1,744	207	1,951
4	Flood	Flash flood	998	140	1,138
5	Flood	Riverine flood	741	333	1,074
6	Volcanic	Ashfall	719	204	923
7	Storm	Other storm	371	88	459
8	Flood	Other flood	348	13	361
9	Flood	Coastal flood	149	59	208
10	Drought	Drought	8	0	8

※ Source: EM-DAT ; The International Disaster Database(Last Database Update, July 07, 2017)

1990년부터 2016년까지 필리핀의 재난 유형을 발생빈도 별로 조사하였다(EM-DAT, 2017). 필리핀은 6월부터 10월까지 우기 기간에 매년 20여개의 크고 작은 태풍이 주로 Visayas 및 Luzon 지역을 통과하여 열대성저기압(Tropical cyclone)의 발생빈도가 172회로서 가장 높고 하천범람, 돌발홍수 등 홍수 피해(Riverine flood, Flash Flood, Other flood)가 108회로서 상당히 빈번하게 발생하는 것을 볼 수 있다(〈Table 3〉).

2. 재난종류별 인명손실(Total loss of life)

다음 〈Table 4〉는 1990부터 2016년까지의 재난종류별 인명손실 통계로 열대성저기압에 의한 인명 피해가 가장 크고 지진, 산사태와 홍수(돌발홍수, 하천범람 등)로 인한 인명 피해 역시 그 발생빈도와 마찬가지로 큰

것으로 나타나 있다. 필리핀은 화산활동과 지진이 전역에서 발생하고 있으며, 특히 2013년 10월 Bohol에서 발생한 진도 7.2 지진이 발생하여 200여명이 사망하였다.

3. 재난종류별 재산피해액(Total Damage)

다음 〈Table 5〉는 1990부터 2016년까지의 재난종류별 재산피해액 통계로 열대성저기압에 의한 재산 피해액이 가장 높고 홍수로 인한 피해액이 그 다음 순서로 홍수가 매우 큰 비중임을 알 수 있다. 필리핀은 열대성저기압 발생 지역과 인접하여 재난에 대비하는 기간이 짧으므로 열대성저기압에 대한 재산피해액이 가장 크다고 판단된다. 또한 우기에 집중호우가 계속되면서 산사태가 나거나 가옥이 파괴되고, 도시지역에는 주요도로가 침수되고 하천범람으로 고립되는 지역이 발생하고 있다.

Table 5. Property damage by disaster subtype(1990 to 2016)

No.	disaster type	disaster subtype	Total damage (US \$1,000)
1	Storm	Tropical cyclone	18,719,614
2	Flood	Riverine flood	2,423,726
3	Flood	Flash flood	1,007,007
4	Earthquake	Ground movement	441,401
5	Volcanic	Ashfall	216,282
6	Drought	Drought	148,852
7	Storm	Other storm	110,274
8	Flood	Other flood	88,112
9	Landslide	Landslide	33,281
10	Flood	Coastal flood	2,557

※ Source: EM-DAT ; The International Disaster Database(Last Database Update, July 07, 2017)

Table 6. GNI per capita, PPP in Philippines(1990 to 2016)

Year	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
GNI per capita (US \$)	2,550	2,590	2,630	2,700	2,840	2,980	3,160
Year	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
GNI per capita (US \$)	3,360	3,580	3,650	3,920	4,080	4,220	4,570
Year	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
GNI per capita (US \$)	4,940	5,360	5,700	6,110	6,460	6,790	7,310
Year	2011	2012	2013	2014	2015	2016	Avg.
GNI per capita (US \$)	6,840	7,350	7,930	8,410	8,850	9,400	5,121.48

※ Source: Popular indicators ; Philippines, The World Bank(Database, August 17, 2017)

4. 재난종류별 위험성 평가(Risk Score ; R_s)

국제부흥개발은행(World Bank)에서 제공한 <Table 6>으로부터의 1990년부터 2016년까지의 통계로 필리핀 1인당 국민총소득(Current international US \$ 기준)은 약 US \$5,122이다.

본 연구에서 제안한 위험성 평가모델에 따라 <Table 3>~<Table 5>에서 산출된 값을 합산하여 최종 도출한 위험성(R_s)의 순위를 목록화하면 아래와 같다(<Table 7>).

Table 7. Risk Score by disaster subtype(1990 to 2016)

No.	disaster type	disaster subtype	Risk Score(R_s)
1	Storm	Tropical cyclone	3,293,859,076
2	Flood	Riverine flood	128,749,032
3	Flood	Flash flood	34,436,418
4	Earthquake	Ground movement	7,237,422
5	Volcanic	Ashfall	3,315,144
6	Storm	Other storm	2,365,125
7	Flood	Other flood	1,889,182
8	Landslide	Landslide	908,754
9	Drought	Drought	744,465
10	Flood	Coastal flood	36,224

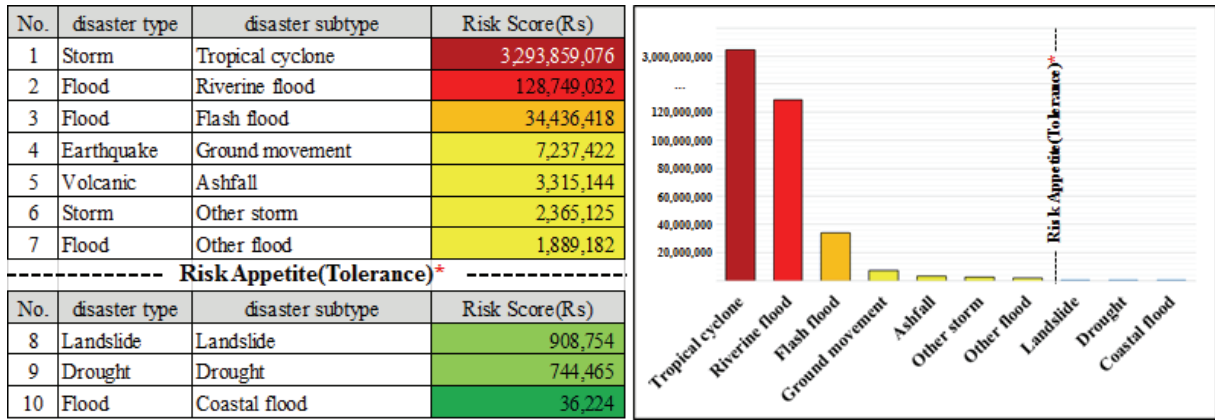


Figure 3. Focus on natural disasters in Philippines

5. 자연재난 중점관리대상 선정

국내 기업재난관리표준²⁾과 국제 표준인 ISO 22301에서는 위험성 선호도(Risk appetite)의 수인한도를 초과하는 위험에 대하여 재해경감활동을 하게 된다(KS A ISO 22301, 2013). 필리핀의 재난 복원력(Resilience) 제고에는 우선적으로 위험성(R_s)이 높은 중점관리 대상 재난유형에 대한 관리의 객관적 기준이 되어야 한다. 본 연구에서는 아래와 같은 기준으로($R_s \geq 1,000,000$) 중점관리 대상 재난으로 선정하였다. 선정 기준을 결정하는 요소들은 대상 국가의 방재기술의 종류, 기술도입수용능력, 지원받는 예산 등으로 재설정할 수 있다. 차후 연구로서 국가별 취약성이 고려된 재난 중점관리대상 선정기준을 적용하도록 하겠다.

본 연구에서는 필리핀의 자연재난 중점관리대상을 선정하여 위험성 히트맵(Risk Heat Map)을 통한 상위 7개 (Tropical cyclone, Riverine flood, Flash Flood, Flash flood, Ground movement, Ashfall, Other storm, Other flood)의 자연재난 현황을 살펴보기 위해 선정하였고, 하위 3개의 재난은 Risk appetite(tolerance)은 중점관리대상 재난선정의 기준으로 제외하였다(Figure 3).

6. 중점관리대상 재난 리스크 히트맵 (Risk Heat Map)

자연재난 중점관리대상 선정을 통해 선정된 재난을 5점 척도 Risk Heat Map³⁾ 좌표에 표시하면 다음과 같다(Figure 4). 자연재난 위험성(R_s)이 높은 열대성 저기압이 발생빈도(5)와 인적피해(5), 물적 피해(원의 크기) 면에서는 모두 지수가 높아 열대성 저기압에 대한 국가 차원에서의 집중적이고 체계적인 재난 관리대책(정책, 전략, 대응 및 복구 시스템)이 수립이 시급하며, 하천범람의 경우에는 발생빈도 지수는 약 1.54, 인적손실 지수는 약 0.06 정도로 발생 빈도가 매우 높게 나타나고 있어 재난 관리 프로세스상의 관점에서 재난 발생에 대한 예방 및 대비대책이 필요하다(Heo, et al., 2011). 그러나 세 번째, 네 번째 중점관리대상 재난으로 선정된 돌발 홍수(발생빈도 지수: 0.99, 인적손실 지수: 0.10)와 지진(발생빈도 지수: 0.44, 인적손실 지수: 0.48)은 발생빈도는 적으나 인적손실 지수는 하천 범람보다 높게 나온 것으로 볼 때 재난이 발생했을 때 대응 측면에서의 인명 손실을 최소화 할 수 있는 재난 관리대책이 마련되어야 한다.

2) 「재해경감을 위한 기업의 자율활동 지원에 관한 법률」 제5조에 따라 기업의 재해경감활동계획 수립을 위한 재해경감활동관리체계 구축, 운영 및 실행, 교육과 훈련, 감시 및 검토, 유지관리 및 지속적 개선 등의 표준화된 절차와 원칙을 규정한 것으로 재난의 예방, 대비, 대응 및 복구 각 활동에 있어, 계획 수립, 운영 및 실행, 감시 및 검토, 유지관리 및 지속적 개선을 수행하는데 필요한 요구사항들에 대하여 문서화된 관리체계를 규정한 것.
 3) -x축: 해당 재난 발생 빈도를 5분위로 환산한 값 -y축: 해당 재난으로 인한 인적 피해를 5분위로 환산한 값 -circle: 해당 재난으로 인한 물적 피해액(z축에 해당) * 기업재난관리표준과 ISO 22301에서는 리스크 선호도(risk appetite)의 수인한도를 유일하는 위험에 대하여 재해경감활동을 하게 된다. 방재기술지원 대상국가의 재난 중점관리 제고에도 동등한 논리의 대입이 가능하다.

Table 8. Risk heat map factor by focus on natural disasters(1990 to 2016)

No.	Focus on Natural Disasters	Occurrence	Total loss of life	Total damage (PPP \$1,000)
1	Tropical cyclone	5,00	5,00	18,719,614
2	Riverine flood	1,54	0,06	2,423,726
3	Flash flood	0,99	0,10	1,007,007
4	Ground movement	0,44	0,48	441,401
5	Ashfall	0,44	0,05	216,282
6	Other storm	0,61	0,03	110,274
7	Other flood	0,61	0,02	88,112

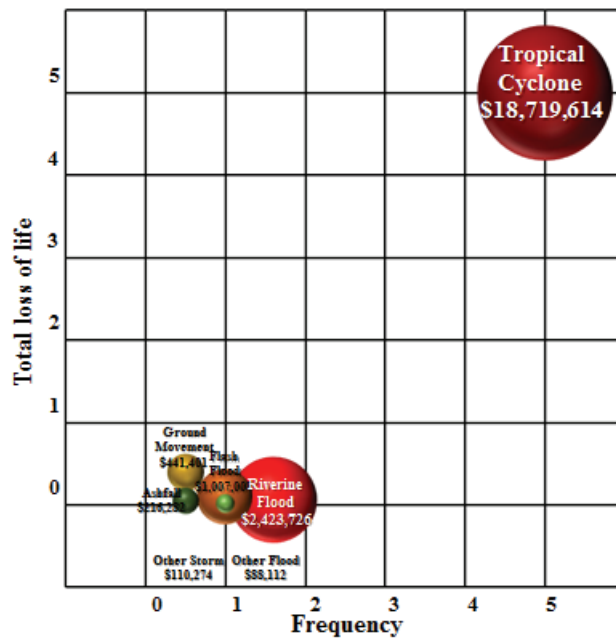


Figure 4. Focus on risk heat map

V. 결론

본 연구에서는 재난중점관리대상 선정 의사결정을 지원하는 방법으로 위험성 평가를 제시하였다. 이를 근거로 방재기술지원 대상 국가이며 기후변화에 취약한 필리핀의 경우 태풍, 홍수 등 물 관련 재난과 지진에 관련된 자연재난에 위험성을 보였으며, 자연재난에 대한 재난중점관리대상은 다음과 같이 선정되었다.

첫째, 필리핀의 자연재난의 중점관리에 있어서 가장 중요하게 고려하여야 할 재난은 열대성저기압(Tropical cyclone)이다. 열대성저기압은 많은 양의 호우를 동반하기 때문에 강과 도시의 범람 등과 서로 유리된 재난이나 결과가 아니라는 점이다. 태풍 자체에 의한 직접적인

건물붕괴, 농작물 피해 등 그 규모 면에서는 피해가 크겠지만 이에 동반하는 물에 의한 후속 재난을 분리하여 판단할 수 없으므로 재난을 예측·규명·저감·정보화 및 방재 관련 제품생산·제도·정책 등에 관한 방재기술을 마련해야한다. 예방, 대비, 대응, 복구하기 위한 방재 기술도 상호 연관성을 가지고 있다는 점을 고려하여야 한다.

둘째, 하천범람(Riverine flood)으로 두 번째 중점관리대상으로 나타났다. 이는 기초인프라가 미약한 국가로 하천 범람을 막기 위한 공법과 관련된 방재기술이 필요하다. 필리핀 지역의 홍수 피해를 저감할 수 있는 구조적 대책 중 근본적인 방안으로 상습피해지역에 대한 제방 축조가 강구해야 한다. 제방축조를 통해 해수

침투를 막고, 인명 피해를 줄일 수 있으며 필리핀의 주된 산업인 농업에 대한 피해 또한 줄일 수 있다. 그러나 제방을 축조하는 것에 그치는 것이 아니라 종합적인 치수대책을 통한 관리가 필요하다. 제방은 1차적인 홍수 피해를 감소시키는 구조적 대책이지만 이를 관리하고 기후변화에 대응한 설계기준에 적합하도록 수리, 보완하는 것이 요구된다. 또한 이와 같은 방재대책을 통합적으로 관리할 수 있는 체계적인 치수대책 마련 방안이 필요하며, 적절한 수자원 종합계획을 세워 법적인 근거를 마련하고 이를 적용할 수 있도록 체계화하는 것이 필요하다.

셋째, 돌발홍수(Flash flood)가 도출되었다. 하천범람과 마찬가지로 홍수, 물과 관련된 재난이지만, 이와 관련된 홍수 조기 경보 시스템, 대피소 건설 등이 대응 방안이라고 할 수 있다. 대피소 건설은 돌발홍수로 인한 사상자가 많은 필리핀에서 이를 저감을 위해 필요한 방안이라고 할 수 있다. 농경지와 주거지 피해가 크므로 마을 단위의 대피소를 건설해야 할 것이며, 대피소는 태풍에 강하도록 설계기준을 강화하여야 한다. 이와 더불어 여러 가지 필수 시설물(학교, 공기관 및 병원 등)의 시설적응능력을 강화해야 할 것이다. 이러한 시설은 비상시 대피소로도 이용되기도 하지만 복구가 늦어질 경우, 병원 등의 파손은 인명피해에 영향을 미치게 될 것이며 장기적으로 학교 등의 파손은 재난교육 환경을 더 어렵게 만들 수 있다. 교육 관리 소홀 및 부실로 인해 더 큰 피해로 번지지 않도록 하기 위해서는 이와 같은 필수 인프라의 시설 적응 능력을 강화해야 할 것이다.

넷째, 지진(Ground Movement)이다. 앞서 현황에서 언급한 것처럼 필리핀은 환태평양 조산대에 속하여 화산 활동과 지진이 전역에서 발생하고 있으며, 진도 6이상의 지진이 빈번하게 발생하여 인명피해가 심각한 수준이다. 지진의 경우 이론적인 연구보다는 구축된 인프라의 내진 설계 반영여부와 미국과 일본 같은 지진재난관리 선진국

들의 개념정립 단계를 지나 기술 안정화 단계에 도달한 프로그램(National Earthquake Hazards Reduction Program; NEHRP, National Tsunami Hazard Mitigation Program; NTHMP 등)과 정책, 방재기술(관측, 예보, 대응 시스템(Tsunami and Pose Earthquake considerations in the External Zone; TIPEEZ) 등)의 도입이 필요하다.

그 외에도 재난이 발생하고 있으나 재난중점관리를 위한 우선순위대상은 7가지로 나타났다. 최근 몇 년간의 홍수와 관련된 재난은 누적통계와 약간 다른 궤적을 보이는 경향도 있으며, 본 연구에서는 7순위까지를 제안한 것이 한계로 보여 질 수 있다. 그러나 근래 급격한 기후변화에 따른 이상기후현상으로 전통적으로 활용되어 온 누적통계 데이터를 활용한 분석들이 빛나는 경우가 많다. 그럼에도 불구하고 자연재난에 대한 재난관리와 방재기술의 도입을 위해 방재기술지원 대상국의 재난 누적통계를 활용한 위험성 평가가 의미가 있다. 다만, 본 연구에서는 우리나라 방재기술지원 대상국 중 필리핀을 대상으로 적용하였고 대상 국가의 취약성을 제외한 위험성을 평가하였다. 또한 중점관리 대상의 선정기준을 결정하는 요소들이 고려되지 않은 것이 한계이지만, 국제 표준의 신뢰할 만하고 적합한 위험성 평가 방법을 적용하였고, 인명손실에서의 1인당 국민총소득을 고려한 보정계수를 적용하여 신뢰도를 높였다는 점에서 본 연구의 필요성이 있다고 할 수 있다. 국가별 위험성 평가 적용방법과 재난중점관리 대상 선정기준의 체계적이고 객관적인 연구내용을 보완하여, 지속적인 연구가 가능하다. 후속연구의 토대가 되기를 바란다.

감사의 글

본 연구는 정부(국민안전처)의 재원으로 재난안전기술개발사업단의 지원을 받아 수행된 연구임[MPSS-기반-2014-110].

References

- An, Jae Hyun, Ja Won Lee, Ho Joon Yeo, and Cho Rong Yun. 2011. Establishment of a Plan for Selecting Vulnerable Areas and Providing Disaster Relief for Countries Affected by Disaster. *Water for the Future*. 44(7): 56-63.
- Country Partnership Strategy(CPS). 2016. *Country Partnership Strategy for the Republic of the Philippines*.
- EM-DAT. 2017. *The International Disaster Database(Last Database Update, July 07, 2017)*.
- Heo, Jong Wan and Sang Hyun Lee. 2011. Response Trends of Major Natural Disaster in Korea. *Scientific and R & D Project Trend Brief*. 12: 1-32.
- Hwang, Ho Geun. 2004. Development of Model for Risk Assessment in Manufacturing Industry Using Risk Correction Factor. Master Thesis. Chungju National University.
- ISO/IEC 31000 Risk Management Principles and Guidelines. 2009.
- ISO/IEC 31010 ANNEX B(Risk Assessment Techniques B29). 2009.
- Kim, Seung Jun. 2017. Agriculture Status and Policy in the Philippines. *World Agriculture*. 198: 97-118.
- KOTRA. 2016. *An Overview of the Philippine Industry Trends in 2016*.
- KS A ISO 22301 Societal Security-Business Continuity Management Systems-Requirements. 2013.
- Lee, Soo Jae. 2012. *Evaluation of Adaptation Capacity for Climate Change for National Risk Management*. Korea Environment Institute.
- Park, Kyung Soo, Il Haeng Cho, and Bong Gi Go. 2003. A Study on the Risk Analysis Techniques for Products: Development of HuBAR(Human Behavior Risk Analysis). *Journal of the KIIS*. 18(3): 243-249.

Korean References Translated from the English

- 김승준. 2017. 필리핀의 농업현황과 정책. 농촌경제연구원. 세계농업. 198: 97-118.
- 대한무역투자진흥공사. 2016. 2016년 필리핀 산업동향 개요.
- 박경수, 조일행, 고봉기. 2003. 제품의 리스크 분석기법에 관한 연구. 대한인간공학회 학술대회논문집. 18(3): 243-249.
- 안재현, 이자원, 여호준, 윤초롱. 2011. 재난지원 대상국가의 취약지역 선정 및 지원방안 수립. 물과 미래. 44(7): 56-63.
- 이수재. 2012. 국가 리스크 관리를 위한 기후변화 적응역량 구축. 한국환경정책평가연구원.
- 황호근. 2004. 위험보정계수를 이용한 제조업 위험성 평가 모델 개발. 충주대학교 산업대학원 석사학위논문.
- 허종완, 이상현. 2011. 우리나라 주요 자연재난 대응 동향. 과학 기술 및 연구개발사업 동향브리프. 12: 1-32.

Received: Aug. 21, 2017 / Revised: Aug. 28, 2017 / Accepted: Sep. 6, 2017

방재기술지원 대상국가 ISO/IEC 31010 위험성 평가 방법론 적용을 통한 재난중점관리대상 선정 연구

- 필리핀을 대상으로 -

국문초록 본 연구의 대상지역인 필리핀은 기후변화에 취약하며 태풍, 홍수 등 물 관련 재난과 지진 재난에 대한 피해가 심각하다. 같은 자연재난이라도 방재기술지원 대상국가들은 미국, 일본 등 재난관리 선진국들에 비해 상대적으로 많은 피해를 받는다. 향후 급격한 기후변화에 따른 재난의 발생빈도 및 규모가 전 세계적으로 증가함에 따라 현재 상태를 유지할 경우 재난 피해는 더 커질 것으로 예측된다. 따라서 재난별 정책, 방재안전기술(관측, 예보, 대응시스템 등) 등을 통하여 재해경감을 위한 재난관리를 강화할 필요성이 요구된다. 효율적인 재난관리와 그에 따른 방재기술 도입을 위해서는 객관적인 재난중점관리대상 선정이 필요하다. 본 연구에서는 방재기술지원 대상국가인 필리핀을 대상으로 자연재난 피해 현황을 조사하고 ISO/IEC 31010 ANNEX B(Risk Assessment Techniques B29) 위험성 평가 틀 중 가장 적용이 적합한 영향도-발생빈도 매트릭스(Consequence/probability matrix) 기법을 적용하여 재난중점관리 대상을 선정하였다. 선정 기준은 ISO 22301의 위험성 선호도(risk appetite)개념을 차용하였으며, 재난 리스크 히트맵(Risk Heap Map)을 통해 재난중점관리 대상별 대안을 제시하였다.

주제어 : 방재기술, 국제표준, 위험성 평가기법, 위험성 평가, 자연재난

Profiles **Gil Hyeon Choi** : He is a Integrated Course of the Department of Business Continuity Management at Soongsil University (khc105@hanmail.net).

Sa Hong Lee : He is a Doctoral Course of the Department of Business Continuity Management at Soongsil University (sahong88@nate.com).

Chong Soo Cheung : He is a Professor of the Department of Business Continuity Management at Soongsil University (isobcm@gmail.com).