

## 지역안전도 진단 방법 개선에 관한 연구

### Study on the Estimation Method of Safety Index for Community Disaster

장 대 원\* / 정 상 만\*\* / 박 무 종\*\*\* / 김 형 수\*\*\*\* / 서 병 하\*\*\*\*\*

Jang, Dae Won / Jeong, Sang Man / Park, Moo Jong / Kim, Hung Soo / Seoh, Byung Ha

#### Abstract

We reconstructed the community disaster risk and patterns of damage magnitude using 'Annual Report of National Disaster Data'. And we developed the inspection index for damage reduction capacity of each facility or each damage prevention measure. The inspection indices include climatic and hydrological vulnerabilities, and disaster probability components. Also we considered all indices and components for DB construction on the GIS system. Then we constructed 'Inspection for Safety Degree of Community System(ISDCS)' according to the facility's criteria from the combination of damage reduction capacity of facility and damage magnitude. The safety index has designed a system that encourages communities to carry out a list of activities in the raw from natural disaster. The activities ultimately saves lives, reduce property damage, and protect disaster facilities. Damage patterns were also analyzed according to damage type using pattern analysis and GIS.

**key words** : Disaster risk, Inspecting Safety Degree of Community, hazard analysis

#### 요 지

본 연구에서는 지역별 재해 발생 위험과 피해규모를 재해연보상의 다양한 유형으로 재구성하고 시설물별 재해 저감능력 및 예방정도를 평가할 수 있는 지표를 개발하였다. 각 지표는 기상학적, 수문학적 취약성과 재해 발생 확률과 같은 내용을 포함하고 있다. 이러한 내용을 GIS 기반의 DB 시스템으로 구축하여 시설물별 저감능력 대비 피해규모를 매칭하여 지역안전도를 진단하였다. 개발된 안전도 지표는 지역의 인명을 보호하고, 피해를 감소하며, 방재 시설물을 보호하는 내용을 담고 있다. 또한 재해 유형별 피해유형분석을 GIS 기반의 자료를 이용하여 시행하였다.

**핵심용어** : 재해위험, 지역안전도진단, 지역자연재해, 위험성 분석

#### 1. 서 론

최근 자연재해 피해가 증가하고 있는데 이는 우리나라의 지정학적 특성 때문에 발생하는 태풍피해 그

리고 기상이변에 의한 이상호우 및 한파, 설해 등의 피해가 급격히 증가하고 있는 것이 원인이라고 판단된다. 또한 빈번하게 발생하고 있는 국지적 돌발홍수는 피해빈도와 규모가 증가하고 있는 추세이나, 이에 대한 종합적 평가 시스템과 객관적 위험도 평가 지표의

\* 인하대학교 환경토목공학부 박사과정 (E-mail : pooh@inha.ac.kr)

\*\* 정회원 · 공주대학교 건설환경공학부 토목공학과 교수

\*\*\* 정회원 · 한서대학교 토목공학과 교수

\*\*\*\* 정회원 · 인하대학교 환경토목공학부 토목공학과 교수

\*\*\*\*\* 인하대학교 환경토목공학부 토목공학과 교수

부재로 지역특성을 고려한 치수 방재 사업의 추진 및 대응계획 수립이 어려운 실정이다. 이러한 이유로 지역에 대한 재해 유형 및 특징 등에 대해 면밀한 검토가 이루어져야 하고, 이를 기반으로 각 지역의 재해 발생 가능성과 재해로 인한 피해 가능성을 평가하는 것이 선진형 재해관리 행정을 추구하는데 필수적인 요소가 된다. 지역의 안전도 진단은 지역에서 발생하는 재해의 위험성 정도를 평가하는 것을 의미한다. 지역 안전도의 진단은 과거 피해자료를 기초로 지역의 피해 원인, 피해 유형, 피해 패턴 등을 파악하여 그 지역의 지형학적 여건에 따른 재해 발생 위험을 진단할 수 있고, 재해에 대한 지역의 피해저감노력 등을 평가하여 진단할 수도 있다. 본 연구는 이러한 안전도 진단을 위하여 기존 시스템의 개선을 통해 지역 안전역량 평가를 더욱 정확히 하는데 그 목적이 있다.

미국에서는 '홍수보험을 위한 지역안전을 평가시스템(Community Rating System, CRS)'을 통하여 지역의 홍수안전도를 평가하여 보험요율에 반영하고 있으며 해안지역의 안전도를 평가하기 위하여 미국해양대기관리처(NOAA)에서 지역의 사회적, 환경적, 경제적, 위험성을 평가하는 'Risk and Vulnerability Assessment Tool'을 개발중에 있다. 또한 '재해관리승인프로그램(Emergency management Accreditation Program, EMAP)'을 이용하여 54개 평가기준에 대하여 지자체의 재해관리 능력을 평가하고 있으나 잠재적 취약성에 대해서는 평가하고 있지 않다. 유럽연합(EU)에서는 유럽 전체의 재난위험도를 평가하기 위해 현재 ESPON(European Spatial Planning Observation Network) 프로젝트로 ESPON-Project 1.3.1 "재난위험(Hazards)" 연구를 수행하고 있다. 이 연구에서는 홍수 등 9개 자연재해, 핵발전소사고 등 4개의 인적재난을 연구대상으로 하여 광역지자체 수준에서의 지역위험도의 평가를 시도하고 있으나 현재 연구진행 중이다. 일본은 홍수피해 잠재능(Potential Flood Damage, PFD)개념 도입운영하고, 지진에 대한 지역위험도 측정을 통하여 건물붕괴 위험도, 화재위험도, 인적위험도, 피난위험도 등을 경감하는 노력을 하고 있다.

국내에서는 지역안전도 등급 산정 방안에 대한 연구(장대원 등, 2006)와 지역안전도 진단 시스템 개발(양동민 등, 2006)에 대한 연구가 진행되었고, 소방방재청(2006)에 의해 지역별 안전도에 대한 적용 사례가 있으며 박무중(2007)은 자연재해에 따른 지자체별 지역 및 시설물 안전도 평가 방안에 대해 방향을 제시하였다.

## 2. 지역 안전도 진단

### 2.1 안전도의 의미

일반적으로 안전의 의미는 상황에 따라서 다양하게 이용되는데 이를 정량적으로 평가하는 것은 매우 어렵다. 본 연구에서는 지역의 안정성을 확보를 어떤 특정한 재해에 관하여 위험도가 허용할 수 없을 만큼 크다면 이를 허용할 수 있는 크기까지 개선하고 관리하는 것이라고 정의하였다. 즉, 안전도가 높으면 위험도가 낮고, 위험도가 높으면 안전도가 낮다. 위험도에 대해서는 다양한 관점이 존재하나, Kron(2002)은 자연재해 중 홍수와 관련된 홍수사상 또는 홍수사상의 발생 확률을 나타내는 재해위험성(hazard), 홍수위험지역에 있는 경제적 자산이나 인명의 노출성(exposure), 그리고 홍수방어능력의 부족을 의미하는 취약성(vulnerability)의 세 가지 요소들을 곱함으로써 홍수 위험도를 표현 할 수 있다고 하였으며 다음 식 (1)과 같다(도시홍수재해관리기술연구사업단, 2004).

$$R = C \times P \quad (1)$$

여기서

R = 홍수위험도(Risk),

C = 노출성(Exposure) × 취약성(Vulnerability),

P = 재해위험성(Hazard)

또한 Fournier d'Albe(1979)는 재해위험에 대해 '지역에 재해가 발생할 확률로 재해발생 요인별(태풍, 지진, 겨울폭풍, 핵발전소 등) 특성과 재해발생지역 특성(지형, 강우, 하천형태, 기후 등)을 반영한 확률모형을 통해 산정' 된다고 설명하였고, 재해 피해 규모는 '지역의 재해 노출성(exposure)'으로 표현하기도 하며, 이는 '과거 재해발생시 피해규모나 향후 재해발생으로 예상되는 지역의 피해규모를 의미한다고 하였다. 이러한 개념을 근거로 '지역별 안전도 평가 시스템 구축 및 세부 평가 수행방안 연구 보고서(소방방재청, 2006)'에서는 재해위험성, 재해취약성 및 재해저감능력을 이용하여 다음 식 (2)를 지역안전도 진단등급 산정의 기본식으로 제시하였다.

$$\text{지역안전도} = \frac{\text{지역재해위험성지표} \times \text{지역재해취약성지표}}{\text{지역재해저감능력지표}} \quad (2)$$

### 2.2 재해위험성 분석

재해위험성 분석이란 과거에 얼마나 많은 피해가

얼마나 자주 발생했는가를 의미하는 것이다. 여기서 재해의 발생 확률 및 피해 유형은 과거 자연재해에 얼마나 많이, 얼마나 다양하게 노출되었는지를 나타낸다고 볼 수 있다. Disaster and Emergency Reference Center (1998)는 지역별 안전도 평가를 “어떤 지역의 재해 위험성과 위험 발생확률을 산정하기 위해 지역의 재해위험(hazards)과 취약성(vulnerability)을 결정하는 것”이라고 하였다. 다양한 재해 유형에 따른 위험 분석을 통해 위험성이 높은 지역을 선정하게 되는데 이를 위해서 과거 피해 자료 중 피해 유형별 자료와 발생확률을 이용하는 것이다. 여기서, 위험 지역이라는 의미에는 이미 재해가 많이 발생한다는 의미를 내포하기 있기 때문에 본 연구에서는 피해 유형별 위험 지구를 선정하고, 피해 유형별 발생 확률을 유형의 등급에 따라 분류하여 그 지역의 재해 유형별 위험도를 산정할 수 있게 된다. 따라서 과거 재해 피해 유형별 발생 확률 자료와 재해 유형별 피해 패턴 분석 자료 등의 자료를 정확하게 이용하는 것이 지역안전도 분석 시스템에서 매우 중요하다고 할 수 있다. 이처럼 위험성 분석에 포함되는 주 자료는 우리나라에서는 재해연보를 통해 획득 할 수 있다.

### 2.3 재해취약성 분석

지역의 안전도 진단에 있어서 고려되어야 할 두 번째 사항으로 지역의 취약성 분석(vulnerability analysis)이 필요하다. Benouar과 Mimi(2001)는 취약성(vulnerability)은 재해 위험성(hazard)의 각 요인별 약점과 강점으로 정의하였다. 즉, 지역안전도 분석을 위한 취약성 분석은 잠재되어 있는 재해 피해의 가능성을 분석하는 것이라고 할 수 있다. 지역안전도 분석에서 지역이 가지고 있는 사회적, 경제적, 환경적, 시설물별 특성을 고려하여 지역에 내재되어 있는 위험을 정확히 추정할 수 있게 되고 이 잠재적 피해 가능성을 지역안전도 식 (2)의 분자부분에 고려함으로써 보다 지역적 특성을 고려한 지역 안전도 분석이 가능하게 된다. 지역의 취약성을 분석하기 위해서 고려해야 할 사항은 “중요 시설물 취약성 분석(Critical Facilities Analysis)”, “경제적 취약성 분석(Economic Analysis)”, “환경적 취약성 분석(Environmental Analysis)”, “사회적 취약성 분석(Societal Analysis)” 을 들 수 있다.

중요 시설물의 취약성 분석은 방재 계획 및 지역 안전도 진단에 있어서 기본적으로 고려해야만 하는 시설물의 취약성을 검토하는 것이다. 경제적 취약성 분석은 그 지역의 경제기반 및 지역의 산업 형태와 큰 연

관이 있다. 대규모의 고 부가가치의 제품을 생산하는 지역의 피해는 일반 농지의 피해보다 그 피해액에서 큰 차이를 보이는 것처럼 지역의 경제적 분석을 통하여 지역의 취약성을 검토할 수 있다. 환경적 취약성 분석은 재해 발생시 해당 시설물에서 유출될 수 있는 독성 및 유해 물질로 인한 피해와 이를 복구하기 위해서 드는 비용 등을 분석하고, 재해 발생시 환경적인 피해를 받는 대상과 보호해야 하는 대상에 대하여 분석하는 것이다. 사회적 취약성 분석은 재해 발생시 피해가 더 가중되거나 피해에 민감한 사회 구조적인 부분에 대한 분석을 실시하는 것이다. 여기에는 사회 구조상 나타나는 빈곤층 가정의 주거지, 고소득 가정의 주거지 등을 분석하여 사회적 다양성에 따른 취약지수를 고려하여 고소득층과 빈곤층의 생활지역에 따른 재해 취약성을 구분하여 분석하는 것이다.

### 2.4 재해저감능력 분석

지역별 안전도 분석 시스템을 구축하는데 있어서, 일차적으로 지역의 위험에 관한 부분이 정량적으로 제시가 되어야 하며 그 후에 재해피해 저감을 위한 노력을 평가하여 지역 안전도를 진단하게 된다. 지역의 재해피해 저감 능력은 지역에서 발생하는 재해의 피해를 저감하기 위해 지자체가 보유하고 있는 대처능력으로 크게 지자체의 재해대처 활동에 대한 평가로 나타낼 수 있다. Clarke(1999)은 ‘위험도는 당신이 결정한 선택에 따라 어떤 결과가 발생할 것인지 그 범위를 아는 것이고, 불확실성(uncertainty)은 그 결과를 알지 못하는 것이다. 위험도는 일반적인 의미에서 한 사건이 발생할 경우 그 사건이 발생할 가능성과 그러한 사건으로 인한 피해의 가능성을 추정할 수 있다는 것을 의미한다.’ 라고 말했다. 즉 지역별 안전도 분석 시스템에서 구축하는 자료는 이미 그 지역이 가지고 있는 과거 피해나 내재되어 있는 지역적 특성이 반영된 정도를 의미한다고 할 수 있다. 따라서 지역안전도 진단에 있어서 재해피해 저감을 위한 노력의 정도가 전체 결과에 큰 영향을 줄 수 있음을 알 수 있다. 이러한 저감 노력에는 여러 가지가 있을 수 있으며 이러한 다양한 부분을 반영할 수 있도록 실제로 지역 안전도 진단 시범평가에 재해경감노력을 평가할 수 있는 지표를 개발하여 적용 하였다.

### 2.5 안전도 등급 부여

지역 안전도 등급은 지역의 안전도를 재해피해규모(재해발생확률×피해액)와 재해피해저감능력의 결과를 바탕으로 산정하는 것으로 해당 지역의 전국적인

안전도 등급의 수준을 의미한다. 재해피해규모의 산정은 재해로 인한 지역의 경제적 손실을 산정하는 것으로 2003년 화폐가치를 기준으로 하여 각 년도의 재해 사례별 피해액을 불변가치로 환산한 후 시·군·구별, 재해유형별, 분류기준별로 재해피해건수 및 피해액 자료를 재구축한다. 그리고 발생확률과 피해규모를 곱하여 재해유형별 평균 피해액을 산정하고, 재해피해자료의 평균과 표준편차를 계산하여 이를 기초로 표준점수와 변환지표를 산정한다(소방방재청, 2006). 재해피해저감능력은 미국의 지역안전도 평가시스템(CRS: Community Rating System)의 지표와 재난관리승인 프로그램(EMAP: Emergency Management Accreditation Program)의 지자체의 재해 관리 능력 평가 지표를 참고하고, 유럽의 ESPON 프로젝트의 기본방향을 기본으로 예방, 대응, 복구의 프로세스별 지표를 산정하였다(소방방재청, 2006). 지역별로 산정된 재해피해규모와 재해피해저감능력의 표준화점수는 각 지자체의 최종점수에 대한 점수의 평균과 표준편차를 사용하여 정규분포로 변환하여 환산한 수치이다. 이렇게 최종점수를 정규분포로 변환하는 이유는 각 지자체의 최종점수간 상대적 격차를 보다 통계적으로 산정하기 위함이며 이러한 표준화점수 산정은 타 분야에서도 많이 사용되는 기법이다(소방방재청, 2005).

안전도 등급 부여는 모든 재해피해규모 등급(1~10등급)에서 최소한 지역안전도 등급이 가장 안전한 1등급이 나올 수 있어야 하며 재해피해저감능력이 9, 8등급으로 하향하더라도 지역안전도 등급이 급격하게 감소하지 않도록 평가등급을 개발하였으며 등급 부여 방안은 표 1과 같다. 표1에서와 같이 재해피해규모는 등급이 높을수록(1에 가까울수록) 위험함을 의미하며, 재해피해저감능력은 등급이 높을수록 안전함을 의미한다. 어느 지자체가 비록 재해피해규모는 10등급으로 위험하더라도 지자체에서 재해피해를 줄이기 위

한 노력을 많이 기울여 재해피해저감능력을 10등급을 받았다면 이 지자체는 안전도 등급 1등급을 받게 되는 것이다.

### 3. 지역 안전도 진단 방법의 개선

#### 3.1 기존의 안전도 진단 방법

지역별 안전도 진단을 위해서 앞에서 서술한 재해피해규모 및 재해피해저감능력에 대한 연구가 필요하다. 또한 지역별 안전도 진단을 실제적으로 수행하기 위해서는 진단지역의 규모와 평가대상, 재해피해규모의 산정방안, 사전·사후평가의 결정, 간접 피해규모의 산정 여부, 재해피해저감능력의 평가방안 등 다양한 부분에 대해서 고려를 해야 한다(소방방재청, 2005).

기존 안전도 흐름은 그림 1과 같다. 기존 안전도 진단 기법에서는 진단지역과 규모를 산정하기 위하여 시·군·구 피해 자료 형식을 제공하는 재해연보 자료를 이용하여 1994~2003(10년) 동안의 피해자료 DB를 구축하였고, 진단 대상재해는 자연재해 10개 유형(대설, 돌풍, 태풍, 폭풍, 폭풍설, 폭풍우, 한파, 해수범람, 호우, 호우태풍)을 대상으로 하였다. 안전도 초기 연구에서는 미국의 재해 기준을 이용하여 바람, 강우, 파고, 설해의 4개 기준에 대해서 연구를 시작하였는데(소방방재청, 2005), 이 방법에서는 태풍을 바람으로 구분하는 미국식 방법을 적용하여 재해유형별 피해액 산정이 현실과 맞지 않았다. 이를 개선하고자 자연재해 유형중 주로 피해를 유발하는 주요 자연재해, 즉 태풍, 호우, 강풍, 대설 4개에 대해서 피해액을 분석하여 태풍의 경우 강우로 구분하고 복합 재해시에는 다음 표 2를 따르도록 제시하였다(소방방재청, 2006). 이는 복합 재해시 주 피해 원인(피해액 기준)이 되는 유형을 따르도록 한 것이다.

표 1. 지역안전도 등급부여방안

	위험 ← 재해피해규모(분자: 높을수록 위험) → 안전										
	등급	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
↑ 안전  재해피해 저감능력  ↓ 위험	1	5	8	9	9	10	10	10	10	10	10
	2	3	5	7	8	8	9	9	9	9	10
	3	2	4	5	6	7	8	8	8	9	9
	4	2	3	4	5	6	7	7	8	8	8
	5	1	3	4	5	5	6	6	7	7	7
	6	1	2	3	4	4	5	6	6	6	6
	7	1	2	3	4	4	4	4	5	5	5
	8	1	2	3	3	3	3	3	3	4	4
	9	1	2	2	2	2	2	2	2	2	3
	10	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

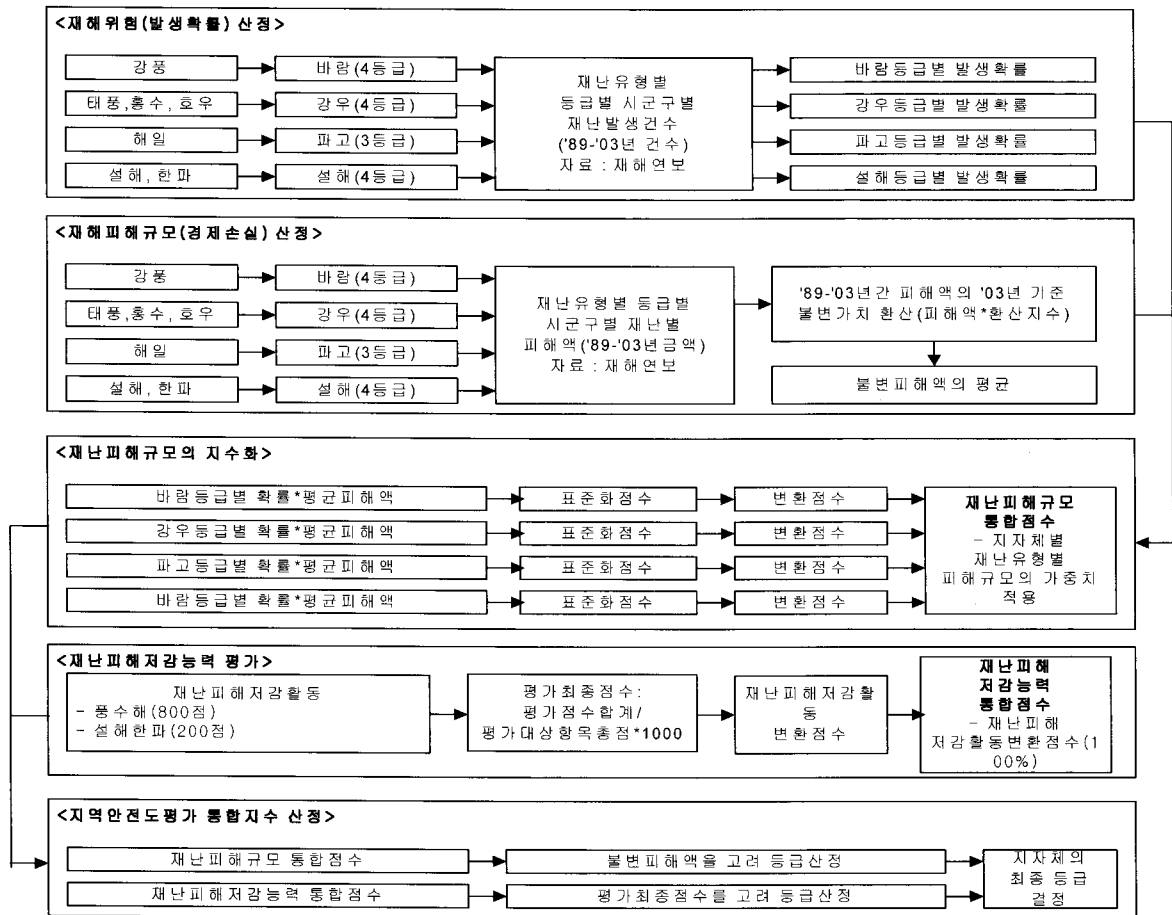


그림 1. 지역안전도 산정 방법 흐름도(소방방재청, 2005)

표 2. 복합 재해시 발생 유형 적용

발생 유형	적용	발생 유형	적용
강우, 바람	강우	바람, 파고	바람
강우, 바람, 눈	설해	바람, 눈, 한파	설해
눈, 바람	설해	기타 강우 들어간 복합유형	강우
파고, 바람, 강우	바람		

각 재해 유형별(태풍, 호우, 강풍, 대설) 재해연보 DB를 통해 산정된 피해액은 2003년 화폐가치를 기준으로 하여 각 년도의 재해사례별 재해피해액을 불변가치로 환산하였다. 환산된 방법은 2.5절에서의 안전도 등급방법에 의하여 표준점수로 변환된다. 재해저감능력진단을 위해서 시범진단을 통하여 풍수해, 설해,한파를 중심으로 10개 부분 53개의 진단 항목을 적용하였다.

### 3.2 안전도 진단 방법의 개선

'06년 지역별 안전도 진단을 시범지역에 적용한 결과, 기존의 진단 방법은 지역적 특성을 고려할 수 없고, 재해 유형을 단순 바람, 적설, 강우로 구분하여

재해 연보상의 피해액 적용에 어려움이 있었으며, 재해 강도의 처리 및 복합유형 재해 발생시 인위적인 유형 적용으로 인한 문제점이 발생하였다. 또한 지역적 특성을 고려할 때, 도시, 농지, 산지, 해안 등 단순 분류로 인한 배점의 차등으로 인하여 평가한 점수와 진단 시스템의 진단 등급이 상이한 결과도 나타나게 되었다.

이러한 문제점을 개선하기 위하여 지역별 재해 발생 위험과 피해규모를 재해연보상의 다양한 유형으로 재구성하여 지역별 피해 자료를 모두 활용하고, 시설물별 저감능력 진단지표를 개발하여 시설물별 저감능력 대비 피해규모를 대응하는 방법에 대한 연구를 하였다.

### 3.2.1 기존 안전도 진단 방법과 개선 방향

기존의 안전도 진단은 예방, 대응, 복구의 프로세스별 진단 지표를 사용하여 지역의 재해 저감 능력을 평가하였다. 그러나 이러한 진단지표는 하천이 있는 지역과 없는 지역으로만 단순 구분하고, 동일 지표를 모든 지역에 적용하게 되어서 지역이 가지고 있는 지형학적 특성이나, 재해유형 등에 대한 고려가 되지 못하였다. 동일 지표를 적용한 결과, 지표 내용과 상관없는 지역에서는 이를 “해당없음”으로 진단하게 되었고 이러한 지자체가 다수가 발생하면서 진단 배점 적용에 어려움이 발생하였다. 또한 이러한 해당사항 없음에 대해서 평가자가 자의적으로 해석하게 되는 경우가 발생하여 안전도 등급에 영향을 주는 것으로 나타났다. 따라서 본 연구에서는 해당사항 없는 항목이 최소화 되도록 진단 지표를 개선하는데 그 목적을 두었으며, 추가적으로 지역의 재해 유형별 지역 시설물의 피해저감능력을 진단할 수 있도록 지표를 개발하였다. 즉, 지역별 특성의 고려를 지역별 시설물 피해현황을 근거로 시설물별 피해액과 시설물별 피해저감 지표의 매칭을 통하여 실질적인 지역 방재역량 개선과 문제점을 진단할 수 있도록 진단 기법을 개선하고자 하였다. 이를 위하여 재해 유형별(태풍, 호우 등) 발생확률에 따른 안전도 진단이 가능하도록 다음과 같은 식을 제시하였다.

$$\text{지역안전도} = \frac{(\text{유형별})\text{재해발생확률} \times (\text{시설물별})\text{피해규모}}{(\text{시설물별})\text{저감진단지표}} \quad (2)$$

### 3.2.2 자연재해의 재해 유형 확대

1994~2005년 재해연보자료에 기초한 재해유형별 피해자료DB로부터 총 11개의 자연재해 유형이 파악되었다. 2005년(12년)의 기간동안 분석한 결과 표 3과 같이 총 11개의 재해원인이 조사되었다. 12년간 재해원인별로 연도별 발생빈도수와 이들의 총합계가 표 3에 나타나 있는데 호우가 47번으로 가장 많은 피해발생 빈도수를 보이고 있으며, 11개의 재해원인에 따른 피해발생건수는 총 134회로 나타나 있다. 이번 개선안에서는 과거의 4개 분류가 아닌 이러한 재해유

형별 분류기준을 설정한 후 분류기준별로 지역별 재해발생수를 계산하여 재해유형별 재해발생확률을 산정하였다.

이 개선 방법에 의해서 전국의 피해현황과 재해원인별 전국의 피해현황을 추정할 수 있도록 하였으며, 지자체별 피해규모 뿐 아니라 재해 유형별 피해 규모 산출도 가능할 수 있다. 지자체별 피해규모 산정과 재해 유형별 피해규모 산정 방법은 다음 식 (3)과 (4)와 같다.

$$\text{지자체별피해규모} \quad (3)$$

$$= \text{지자체별피해액} \times \frac{\text{지자체별피해발생빈도수}}{\text{총피해발생건수}(=134)}$$

$$\text{재해원인별지자체별피해규모}$$

$$= \text{재해원인별피해액} \times \frac{\text{재해원인별지자체별피해발생빈도수}}{\text{재해원인별총피해발생건수}} \quad (4)$$

이렇게 산정된 피해규모들은 GIS 기법에 의해 표출되고 피해규모의 공간적 분포를 쉽게 알 수 있도록 해주며, 이들 분석은 개선된 지역별 안전도 분석 시스템에서 이루어진다. 그림 2,3은 지역별 안전도 시스템에서 피해규모를 도식화 한 것이다. 그림3을 살펴보면 노란색이 진할수록 설해로 인한 큰 피해를 입은 지역이며, 녹색일수록 재해 피해가 없는 지역이라고 할 수 있다. 흰색의 부분은 조사 기간 중 설해 피해가 없는 지역을 나타낸다.

### 3.2.3 진단 지표의 개선

시설물별 피해규모와 시설물별 저감진단지표를 개발하기 위하여, 먼저 시설물별 피해액 상위 시설물을 검토하였다(표 4). 이를 기반으로 재해 유발시설과 주민 편의시설로 시설물을 구분하여 유발시설로는 하천, 소하천, 수리시설, 사방시설 4개와 편의시설로는 도로, 상하수도, 소규모시설, 항만 어항 5개를 선택하여 해당 시설물별 진단 지표를 개발하였다. 피해 상위 10개 시설물에 해당하지 않는 항만과 어항은 지역적 특성을 고려하기 위하여 선택하였으며, 비닐하우스와 농경지 등 사유시설과 군사시설은 제외하였다.

표 3. 재해 유형별 발생 횟수

종류	대설	돌풍 (강풍)	태풍	폭풍	폭풍설	폭풍우	한파	해수 범람	호우	호우 태풍	호우 폭풍	총합계
빈도	10	4	19	17	13	5	1	1	61	2	1	134

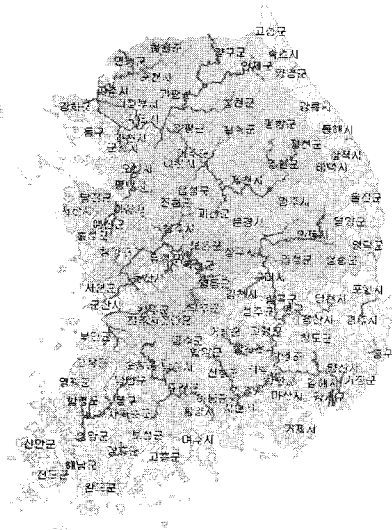


그림 2. 호우에 의한 피해현황



그림 3. 대설에 의한 피해현황

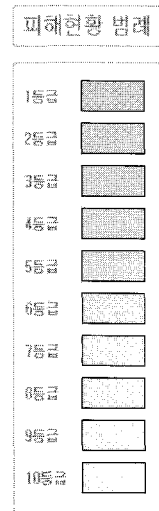


표 4. 10년간 피해액 상위 시설물(금액환산 지수는 2003년 기준)

구분	총 피해액(억원)
공공시설(하천)	26,765
공공시설(도로)	18,843
공공시설(소규모)	15,141
공공시설(소하천)	14,708
공공시설(수리)	12,901
사유시설(비닐하우스)	8,770
농경지	8,560
공공시설(사방)	5,479
공공시설(군시설)	5,442
사유시설(수산증양식)	4,013

피해 순위를 우선시하여 시설물별 지역안전도 진단을 하는 이유는 피해 시설물과 피해 시설물의 저감능력을 서로 대응하도록 하기 위해서이다. 이는 부수적으로 지역적 특성 중 주 피해 시설물의 지역적 특성을 반영할 수 있다는 장점이 있다. 하천이 없는 지역은 하천 피해액이 없기 때문에 시설물 재해 저감지표의 하천에 해당하는 부분은 해당 사항이 없게 되어도 그 영향이 진단 결과에 미치지 않는 것이다.

또한 본 연구에서는 과거 진단 지표의 프로세스별(예방, 대응, 복구) 진단 지표를 공통지표로 유지함으로써 보다 정확한 지역별 안전도 진단이 가능하도록 하였다. 과거에는 총 53개 항목에 대하여 예방, 대응, 복구와 같은 프로세스별로 풍수해와 설해 한과 분야로 총 1000점 만점으로 배점을 하였으나 개선된 지표(표 5)에서는 유발시설과 편의시설로 구분한 시설물별 지표와 공통 지표로 구분하였다. 시설물별 지표의

배점은 60%를 적용하고 공통지표에 대해서는 40%를 적용하였다. 공통지표의 적용은 현재 안전도 진단시 고려되지 못하는 연보상의 인명, 침수, 동산 피해의 영향 등을 고려한 것으로 기존의 방재 프로세스별 진단과 유사하다. 즉 시설물로 인한 피해 외에 다른 피해에 대한 영향을 공통지표를 통하여 반영하려고 고려한 것이다. 따라서 공통 지표는 전국 지자체에 모두 적용하며, 시설물별 지표는 해당 지자체의 과거 피해 상황을 고려하여 선택적으로 적용하게 된다(그림 4).

표 5에 구분된 각 시설물의 피해 규모별 가중치 적용방안 및 항목별 배점의 예는 표 6에 나타내었다. 표 6과 같이 어느 지자체에서 과거 시설물의 피해액이 하천에서 100억, 소하천에서 50억, 사방시설물에서 25억, 항만에서 25억의 피해를 입었을 경우를 예로 들면 배점방식은 다음과 같다. 유발시설, 편의시설 구분 없이 총 피해액 개념에서 보면, 시설물의 배점 60%

표 5. 시설물별 진단 분야 배점 현황

구분	%	세부항목	지표개수	1000점	비고
공통지표	40%		15 (+1)	400 (+100)	모든지역에 공통으로 적용
유발시설	60% (피해 규모별 가중치 적용)	이천	10	600	-피해시설 항목별 피해규모별 가중치 적용 -가중치별 진단배점 적용
		소이천	10		
		수리시설	9		
		사방	7		
편의시설		도로	6		
		항만	5		
		어항	5		
		상·하수도	8		
		소규모	7		

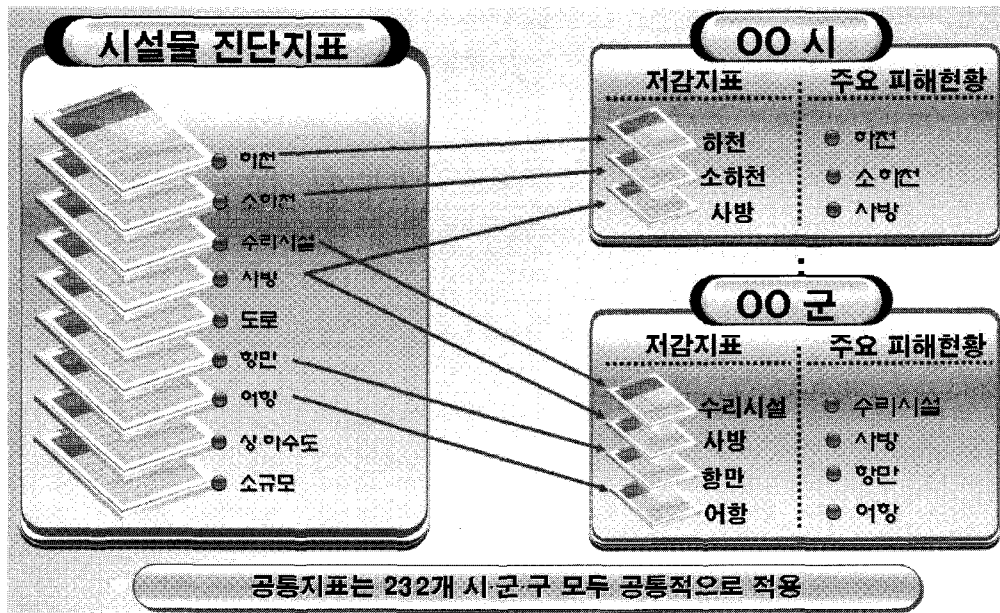


그림 4. 지표의 적용 방법

표 6. 시설물별 가중치 부여 방안

구분	%	세부항목	지표개수	피해액	배점	1000점	비고
공통지표	40%		15 (+1)	-	400 (+100)	400 (+100)	
유발시설	60% (피해 규모별 가중치 적용)	이천	10	100억	300(50%)	600	-00시 4개 저감지표 (이천, 소이천, 사방, 항만) 선정 -피해규모별 가중치 적용
		소이천	10	50억	150(25%)		
		수리시설	9	-	-		
		사방	7	25억	75(12.5%)		
편의시설		도로	6	-	-		
		항만	5	25억	75(12.5%)		
		어항	5	-	-		
		상·하수도	8	-	-		
		소규모	7	-	-		

를 기준으로 전체 피해액이 200억이며 이중 하천의 피해액이 50%에 해당하는 100억이므로 전체 배점에

서 하천시설물이 50%의 가중치를 가져가게 된다. 이와 같은 방법으로 소하천은 25%를 가져가며 사방시



설과 항만시설은 12.5%를 가져가게 된다. 표 6의 자체처럼 수리시설, 도로, 어항, 상하수도, 소규모 시설의 피해가 없는 경우에는 안전도 진단시 이들 지표는 평가하지 않게 된다. 이러한 방법은 기존의 진단지표상의 '해당없음' 사항을 발생하지 않도록 하며, 실제 그 지역에서 주 피해를 유발하는 시설물에 대한 저감능력을 집중적으로 진단함으로써 보다 지역특성을 반영한 안전도 진단을 가능하게 한다.

#### 4. 결 론

본 연구는 기 개발된 안전도 진단 기법을 2006년 시범진단을 통해 평가해보고 그 결과를 바탕으로 개선점을 제시 연구한 것이다. 본 연구에서는 먼저 기존 진단 방법에서의 재해유형을 재해연보상의 모든 유형을 반영하도록 개선하였다. 이를 통하여 복합재해 발생시 나타났던 인위적인 재해유형 설정과 같은 문제점을 해결하였으며, 추가적으로 재해연보상의 재해를 모두 사용함으로써 재해유형별 발생 빈도를 정확하게 이용할 수 있게 되었다. 또한 기존 진단에서 문제점으로 나타난 지역적 특성의 미반영과 지역과 해당없는 지표의 발생 문제를 해결하기 위하여 진단 지표를 새롭게 개발하였다. 기존의 방재 프로세스별 지표를 사용하던 방법을 시설물별 지표와 공통지표로 나누었다. 시설물별 지표는 다시 재해유발시설과 주민편의시설로 나누었고 이를 재해연보상의 시설물별 피해액을 이용하여 피해가 많이 발생한 시설물 위주로 선택하였다. 이러한 방법을 통하여 지역의 과거 재해연보상의 피해 시설물을 먼저 고려한 후, 피해 시설물의 재해 저감능력을 진단할 수 있게 되어 기존 방법의 해당없는 지표의 발생을 방지하였으며 부수적으로 실제 지역의 피해시설물을 선택하게 됨으로써 지역의 환경적(지리적)인 특성을 반영하는 효과도 얻게 되었다. 또한 공통지표에서는 피해가 큰 시설물 이외의 피해와 기존의 방재 프로세스별 내용을 포함함으로써 구조적, 비구조적인 방재 저감능력을 종합적으로 평가하게 되었다.

이번에 개발된 지표와 산정 방법은 2007년 시범진

단을 통하여 그 적절성이 검토, 보완 수정되어 전국적으로 시행될 예정이다.

#### 참 고 문 헌

- 도시홍수재해관리기술연구사업단 (2004) 도시홍수피해발생 잠재위험도 및 피해액 평가기술.
- 소방방재청 (2005) 지역별 안전도 평가기법 개발 연구 보고서.
- 소방방재청 (2006) 지역별 안전도 평가 시스템 구축 및 세부 평가 수행방안 연구 보고서.
- Clarke, L. (1999) *Mission Impossible: Using Fantasy Documents to Tame Disaster*, Chicago and London, University of Chicago Press.
- Disaster and Emergency Reference Center (1998) *Unintended damaging event, industrial mishap*.
- Djillali Benouar and Ahcene Mimi (2001) Improving Emergency Management in Algeria, *International Workshop on Disaster Reduction convention*, 2001.
- European Spatial Observation Network(ESPON-project 1.3.1) (2006) *The spatial effects and management of natural and technological hazards in general and in relation to climate change*.
- Fournier d'Albe (1979) Objectives of Volcanic Monitoring and Prediction, *J. of Geological Society of London*. Vol. 136, pp. 321-326.
- National Oceanic and Atmospheric Administration Coastal Services Center (2004) *Coastal Storms Initiative-Florida Pilot (Risk and Vulnerability Assessment Tool*.
- Wolfgang Kron (2002) *Flood Risk = hazard × Exposure × Vulnerability*. 2002 Flood Defence.

◎ 논문접수일 : 2007년 09월 21일

◎ 심사의뢰일 : 2007년 09월 21일

◎ 심사완료일 : 2007년 10월 18일