

# 델파이기법과 AHP를 이용한 대전시의 도시재난 위험요소 선정에 관한 연구\*

A Study on Selection of the Risk factors for Urban Disaster of Deajeon Metropolitan City using Delphi and AHP

Kyung Su Lee\*\*, Tae Hyeong Kim\*\*\*, Hyeon Gu Kang, Jae Kwang Jung,

National Disaster Management Institute, Seoul, 121-719, Korea

ANOVA, Daejeon, 305-340, Korea

Economics Dept., Dong-gu district, Daejeon Metropolitan City, Daejeon 305-340, Korea

## Abstract

The household population of Daejeon Metropolitan City is decreasing, but the entire population is increasing, so the population density of Daejeon is rising sharply. Therefore it is expected that when a sudden disaster occur, then there may a lot of damage in a short time because of the linkage effect. And, in order to prevent the disasters in advance, they suggested an evaluation index by making and prioritizing the order of urban risk factors suited to regional characteristics at this study. According to the results of 'The Delphi Analysis' the preparations of forest fire, industrial accident, scorching heat were excellent(1 or 2 points), and it was ordinary(3points) or poor(4points) against the damages of wind and flood, drought, lightning, traffic jam, building collapse, fire explosion, infectious disease poison caused by environmental pollution. But it was very poor (5points) in case of the earthquake. According to the analysis results of AHP, in case of the Natural misfortune disaster, the preparation for the flood, storm and earthquake damage were important. But in case of the Society misfortune disaster, the provision for the forest fires and the building collapse were very important. They

---

\* 본 연구는 소방방재청 자연피해예측및저감연구개발사업의 지원으로 수행한 '대규모 복합피해지역에 대한 효율적인 복구방안 연구' [NEMA-자연-2014-73]과제의 성과입니다.

\*\* Tel.: +82-32-850-5721. Fax: +82-32-851-5730. E-mail: 39lks@hanmail.net

\*\*\* Corresponding author. Tel.: +82-42-670-7143. E-mail: rucachi@naver.com

Submission & Publication Process

Received: Feb. 10, 2015 / Revised: Mar. 9, 2015 / Accepted: Mar. 20, 2015

suggested of the Value index and Scorecard of disaster risk factors of Daejeon Metropolitan City at this study. If we use this kind of Value index to the right time and place when making safety program and disaster preparation manual, we will be able to cope with the urban disaster more effectively.

**Keywords:** urban disasters, disaster risk hazard, Delphi, AHP

### 국문초록

대전시는 한정된 대지면적 대비 인구 밀도는 급격히 증가하고 있어 결과적으로 도시에 재난이 발생할 경우 연쇄효과 등으로 단시간에 많은 피해가 예상된다. 따라서 본 연구에서는 대전광역시의 지역별 특성에 맞는 도시 위험요소를 선정하고 우선순위를 정함으로써 재난을 사전에 예방하기 위한 평가지표를 제시하였다. 델파이 분석 결과 대전시는 산불과 산업사고, 폭염에 대한 대비는 우수한 것으로 나타났지만 그 외 풍수해, 가뭄, 낙뢰, 교통, 건물붕괴, 독극물(환경오염), 화재폭발, 감염병 경우 보통(3점)과 그랄다(4점) 사이의 인식을 나타냈다. 반면 지진 같은 경우에는 매우 우려되는 상황으로 나타났다. AHP 분석결과, 자연적 재난요소에서는 풍수해와 지진에 대한 대비가 중요한 것으로 나타났으며, 사회적 재난요소에서는 산불 재난에 대한 대비와 건물붕괴에 대한 대비가 중요한 것으로 나타났다. 분석결과를 바탕으로 대전시 도시재난 위험요소 평가지표 및 점수표를 제시하였다. 이러한 평가지표를 도시특성별로 안전계획수립 및 재난대응 매뉴얼 구축에 반영한다면 도시재난에 보다 효과적으로 대응할 수 있을 것으로 판단된다.

**주제어:** 도시재난, 재난위험요소, 델파이, 평가지표, AHP

## 1. 서론

도시는 많은 인구와 각종 시설이 집중되고 다양한 기능과 요소가 상호 유기적인 관계로 밀접하게 연결되어 있어 그 기능이 매우 복잡하게 얽혀있다. 또한 현대 도시에서는 각종 도시기능이 주요 지점을 중심으로 토지를 고밀하고 복합적인 방법으로 이용하려는 경향이 있다. 이러한 도시 내 토지이용의 복잡화는 작은 사고가 대형 재난으로 확산될 위험이 매우 크며 재난이 발생할 경우 피해를 양적, 시·공간적으로 확대시키는 주요한 요인이 된다. 특히 현대 도시는 사회 시스템이 다양한 네트워크에 의해 긴밀하고 복잡한 형태로 연결되어 그 기능이 유지되므로 재난이나 재해가 발생하면 해당 시설에만 피해가 발생하는 것이 아니라 관련된 여러 분야에서 2차, 3차 재난이 연쇄적으로 발생하게 된다.

재난은 미국에 9·11테러가 발생했을 때 Dick Cheney 부통령이 말했던 ‘1% 독트린’처럼, 재난이 발생할지도 모를 개연성이 1%라도 그 발생이 예견되는 상황이라면 100% 확률처럼 다루어야 할 것이다 (Sunstein, 2009). ‘재난’이란 국민의 생명·신체·재산과 국가에 피해를 주거나 줄 수 있는 것(재난 및 안전관리기본법 제3조)으로 규정하고 있으나, ‘도시재난’이라는 용어는 법적 근거로 명확하게 정립되어

있지는 않다. 현재 도시 구조에 따라 각종 재난 발생 시 2차, 3차 피해로 확대되어 도시의 기능이 마비되는 위험성을 포함하지 않을 수 없으므로 재난의 연쇄성 측면에서도 도시재난이라는 용어를 사용하고 있다. 이러한 도시재난은 인명피해뿐만 아니라 건축·시설물의 파괴 및 붕괴, 라이프라인(lifeline) 단절 및 기능정지 등 다양한 피해로 도시기능을 마비시키고 경제적인 손실을 초래한다 (최진도 등, 2007: 744).

대부분의 도시에서는 정보통신망의 파괴, 화생방 사고, 폭발, 화재, 교통사고, 시설물 피해, 지진 및 지진해일, 산사태, 가뭄, 내수침수, 홍수 등 직·간접적 영향, 발생과정의 진행속도 등의 기준에 따라 분류되고 있으며 다양한 특성을 보여준다. 그리고 도시재난이 발생하는 원인은 계획단계에서 방재개념이 적용되지 않아 시설물이 노후화되고 유지관리가 어렵기 때문에 발생하고 있으며, 사회 기능 다양화 및 고도의 복잡화로 인해 재난원인이 다양해지고 있다. 또한 교통망, 정보통신망, 수도, 가스, 전력 등 생활과 밀접한 기능에 대한 의존이 증대되고 산업구조가 효율성을 추구함에 따라 상가 등 상업지역의 기능적 통합화로 인해 재난이 대규모화 되고 있다. 즉, 도시기반시설과 산업시설 등이 위치적, 기능적으로 집중화되고 네트워크화 되어 재난이 발생하면 2차, 3차의 재난으로 확대되는 상황이 증가하고 있다.

따라서 본 연구에서는 대전시 방재 관련 업무 전문가들을 대상으로 대전시의 재난·재해 시스템을 평가하고, 대전시에 위험요인이 될 재난·재해 요소가 무엇인지 파악하고자 하였다. 대전시는 다른 타 도시와 달리 과거 큰 재난·재해가 없고, 자연 환경과 사회적 환경 역시 여타 도시와 차별화 되고 있다. 하지만 이런 평화가 지속될 수 있었던 이유는 단지 천운만이 있어서 가능한 것이 아니고 평소 그런 재난 재해를 예방하기 위한 민관의 노력들이 지속적으로 이루어졌기 때문이다.

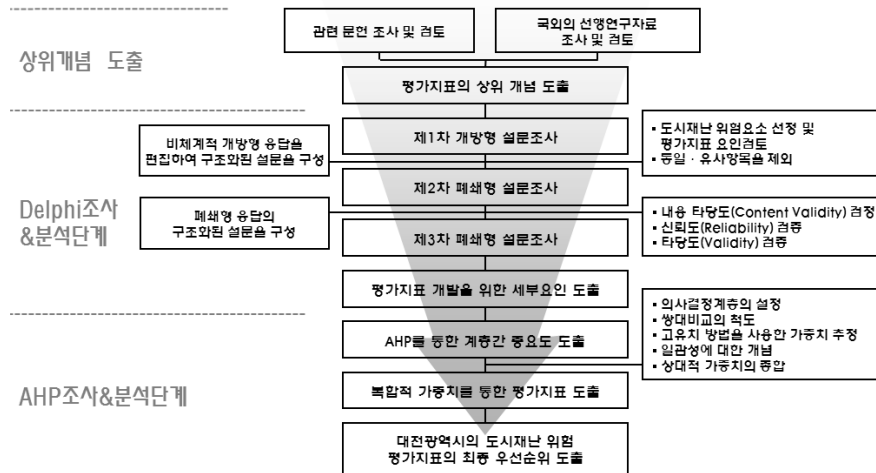
모든 재난·재해 요소는 관리되어야 하고 유지 보수되어야 하지만, 그 지역에 발생 가능성이 크고 가장 위험요인이 되는 것부터 관리한다면 그만큼 자원과 시간을 효과적인 방법으로 배분하여 재난 재해를 사전에 예방할 수 있기 때문이다. 이러한 도시재난·재해 평가를 위한 요인 선정을 위하여 델파이 기법과 AHP분석을 이용하였다.

델파이와 AHP분석은 경제, 경영, 국방, 정치 등 인문 사회과학 분야에서 주로 사용되어 왔으며, 재난·재해 등 방재 분야에서는 매우 드물다. 장한기 등(2008)은 울진원전 3, 4 호기의 가상적 중대사고로 인한 종합적인 경제적 리스크를 평가하기 위하여 델파이 기법을 이용하였다. 김응석 등(2011)은 상수도시스템의 시설물관리를 위한 6개 시설물의 중요도 산정을 위해 특정 지방자치단체를 대상으로 설문조사를 실시하였다. 설문조사 방법으로는 델파이법을 이용하여 이 결과를 계층적분석과정(AHP)을 적용하여 시설물별 가중치를 산정하였다. 정건희 등(2014)은 설해위험도 분석을 위하여 위험인자를 압력(Pressure), 현상(State), 반응(Response)으로 나누고 델파이 기법을 이용하여 각 인자들의 가중치를 분석한 바 있다.

## II. 연구범위 및 방법

도시재난·재해 평가를 위한 요인선정을 위한 델파이 기법과 AHP분석은 공통적으로 전문가를 대상으로 하고 있다. 차이점은 델파이 분석은 한 요소에 대해 얼마나 동의하는 지를 물어보는 방식이고 AHP 분석은 두 개 이상의 요소를 비교하여 더 중요 요소가 무엇인지에 대해 물어보는 방식이다. 본 연구를 위한 연구절차는 그림 1과 같다.

본 연구는 도시 위험요소 선정을 통한 우선순위 도출로 효과적인 재난예방을 목적으로 하므로 도시의 어떠한 재난 유형이 위험요소로써 발현되는지가 중요하다. 그러나 재난의 확실한 정의와 그 유형에 대해서는 많은 학자들의 논쟁이 있어 왔음에도 분명하게 정립된 바가 없다. 그 이유는 재난의 개념이 시대와 사회 환경에 따라 유동적으로 인식되는 상대적 개념이기 때문이다 (김경안 & 유충, 1997). 따라서 본 연구에서는 「재난 및 안전관리 기본법」에서 규정하고 있는 재난의 유형을 기준으로 표 1과 같이 정리하였다.



<그림 1> 연구의 흐름도

〈표 1〉 도시 위험요소로서의 재난 재해 유형

구분	유형	내용
자연재난	풍수해	폭풍우와 홍수로 입은 피해
	설해	눈으로 인해 발생하는 재해 통틀어 이르는 말
	가뭄	오랜 기간 비가 오지 않는 날씨
	지진	땅이 갈라지며 흔들리는 현상
	황사	모래 먼지가 공기 중에 있다가 지상으로 내려오는 현상
	폭염	매우 심한 더위
	낙뢰	벼락이 떨어짐. 또는 그 벼락
사회재난	산불	산에 난 불
	교통사고	자동차 등이 사람이나 다른 물체와 부딪쳐 발생한 사고.
	건물붕괴	건물이 무너지는 사회적 재난
	독극물	약사법으로 규정된 독물과 극물
	환경오염	오염 물질 따위로 인간의 생활환경이 점점 더럽혀지는 일.
	산업사고	산업 과정에서 발생하여 인적, 물적 피해를 주는 일
	화재폭발	불이 나는 재앙, 불이나 강력한 바람 따위가 일어나며 갑작스럽게 터짐
감염병	병원 따위가 몸 안에 침입하여 증식하거나 퍼져 생기는 병	

## 1. 델파이기법

델파이는 미래를 예측하는 경우에 일반화 혹은 표준화된 자료 및 데이터가 없을 경우 전문가들의 직관을 통해 합의점을 도출하는 방법으로 두사람의 의견이 한사람의 의견보다 정확하다는 논리의 패널식 조사 연구방법이다. 또한 위원회나 전문가 토론, 또는 다른 형태의 집단토론에서 나타나는 여러 가지 왜곡된 의사전달의 원천을 제거하기 위하여 고안되었다. 즉, 소수인사에 의하여 토론과정이 지배되는 현상, 동료집단의 견해에 따라야 한다는 압력, 개성 차이와 참여자들간의 갈등 등 여러 가지 문제를 해결하기 위하여 사용된다. 델파이기법은 익명성(Anonymity), 피드백을 통한 반복설문의 실시(Iteration with controlled feedback), 참가자 응답에 대한 통계적 처리(Statistical group response)라는 유용성을 지닌다 (Martino, 1992). 기술과 산업예측에서 가장 많이 적용되는 방법이며, 기술예측의 90%가 델파이에 기초한다(Gupta & Clarke, 1996: 187).

델파이기법을 통한 연구에서 원하는 목적을 달성하기 위하여 가장 중요한 점은 전문가의 선정과 라운드 횟수의 결정이다 (노승용, 2006: 55). 우선, 델파이기법은 전문가의 주관적·직관적 판단에 의존하여 합리적인 결과를 도출하는 것을 목적으로 하고 있기 때문에 전문가의 선정이 매우 중요하다. 따라서 조사대상은 연구 분야에 종사하는 전문가를 선택하여 구성하는 것이 가장 적절한 접근이라 할 수 있다. 이때 조사대상은 참여자의 대표성, 적절성, 전문적 지식능력, 참여의 성실성, 참가자의 수 등을 신중히 고려해야 한다. 또한 전문가의 수뿐만 아니라 몇 단계로 설문조사를 실시할 것인가를 결정하는 것도 중요하다. 즉, 델파이기법의 목표인 합의도출을 위하여 몇 차례의 라운드를 수행하는 것이 가장 합리적인지를 결정하는 것이 중요하다. 델파이 라운드의 수는 패널들이 합의점을 찾는 정도에 의해 결정되는 것이므로 원칙을 고수하기보다는 3라운드에서 5라운드 사이에서 융통성 있게

진행된다 (김진아, 2014: 121).

## 2. AHP기법

AHP(Analytic Hierarchy Process)는 의사결정문제가 다수의 평가기준으로 이루어져 있는 경우 평가기준들을 계층화하고 계층에 따라 중요도(Weight)를 정해가는 다기준의사결정기법이다. 이는 Saaty(1990)에 의해 개발된 것으로, 복잡한 의사결정 문제를 효율적으로 해석하는 시스템적 과정이다. AHP는 목표값들 사이의 중요도를 계층적으로 나누어 파악함으로써 각 대안의 중요도를 산출하는 기법으로서, 다수의 목표·평가기준·의사결정주체가 포함되어 있는 의사결정 문제를 계층화하여 해결하는데 적합하다. 즉, 주어진 의사결정 문제를 계층화한 후, 상위 계층에 있는 한 요소(또는 기준)의 관점에서 직계 하위계층에 있는 요소들의 쌍별비교(Pairwise Comparison)를 통해 상대적 중요도 또는 가중치를 구함으로써 최하위 계층에 있는 대안의 우선순위(Priority)를 구하는 것이다 (최성민 등, 2008: 206).

AHP의 평가와 관련하여 Saaty & Kearns(1985)는 AHP가 에너지 분배계획, 교통체계설계, 기업의 미래계획, 고등교육을 위한 미래의 시나리오의 설계, 입후보와 선출과정, 석유가격 예측 등의 다양한 분야에서 성공적으로 적용되었다고 평가하였다. 또한 Harker & Vargas(1982)는 AHP가 의사결정이나 계획을 위한 매우 유용한 방법이라고 평가한 바 있다.

## III. 대전시 지역특성 및 건축물현황

### 1. 지역특성

우리나라에는 2012년 12월 3일까지 1,585개의 자연재해위험지구가 지정되어 있으며, 2012년 12월까지 938개의 지구가 정비사업이 완료 되었다 (이경수 등, 2013: 168, 169). 여기서, 자연재해위험지구는 침수, 유실, 고립, 취약방재, 붕괴, 해일위험지구로 구분되어 있다. 특히, 1,585개의 자연재해위험지구 중에서 대전시는 자연재해위험지구가 없는 것으로 조사되었다. 따라서 2012년 현재까지 대전시는 과거에 큰 피해가 없고 타 도시에 비해 비교적 재난·재해에 안전한 도시인 것이다.

대전발전연구원(2012: 9)에서 분석한 대전시의 인구 변화는 1999년도에 총 427,152가구, 1,368,287명으로 나타났다. 그 후 매년 꾸준히 증가하여 2011년도에 566,324가구, 1,515,603명으로 나타났다. 그렇지만 이런 인구 증가에도 도시 면적은 거의 변화가 없었으며, 이는 인구밀도의 증가로 이어졌다. 하지만 세대 당 인구수는 1999년도 1가구당 3.2명에서 2011년도에는 2.68명으로 감소하였다. 결과적으로 면적은 한정되어 있는데 다세대의 거주 공간이 필요하게 되며, 이에 따른 주택 및 편의

시설 등의 개발이 요구 되었을 것으로 판단된다.

## 2. 건축물 현황

<표 2>는 건축물 구조 및 지붕구조를 보여주고 있으며, 전체 건축물 수는 917,810개로 나타났다. 건축물 구조를 보면 철골 철근 콘크리트가 72.32%로 가장 많고, 시멘트벽돌 및 블록(12.42%), 연와조(10.10%), 경량 철골조(2.0%), 모조(1.64%) 순이다. 지붕 구조에서는 슬라브가 89.14%로 가장 많고, 스테이트(4.66%), 기타(2.84%), 시멘트 기와(2.62%), 함석(0.7%), 토기와(0.1%) 순으로 나타났다. 전체적으로 대전시는 철골철근 콘크리트 및 슬라브 지붕구조 형태의 건물이 대부분임을 알 수 있다. 일반적으로 철골철근 콘크리트 경우 콘크리트의 중성화 깊이가 보강 철근 위치 이상까지 진정되게 되면 중성화 측면에서 중성화된 주변에 있는 철근의 부식을 촉진시키기 되어 건물 안전에 치명적인 영향을 끼치게 된다. 따라서 철골철근 콘크리트 및 슬라브 지붕구조 형태의 건물은 주기적으로 내구연한을 파악하고 관리 감독이 필요하게 된다.

<표 3>은 대전시 건축 밀도 및 노후도 현황을 보여주고 있다. 대전시 평균 연면적은 104.68 m<sup>2</sup>이며, 평균 7.08층, 건축 노후도는 16.05년이다. 유성구 연면적이 148.45 m<sup>2</sup>로 가장 넓으며, 평균 지상층이 9.10층으로 가장 높았다. 또한 건축 노후도 11.72년으로 가장 낮았다. 그러나 동구와 중구는 건축 노후도가 각각 20.66년, 20.04년으로 가장노후 된 것으로 나타났다.

<표 2> 대전시 각 구별 건축물구조 및 지붕구조 현황 (대전발전연구원, 2012)

구분	동구		중구		서구		유성구		대덕구		합계		
	건물수	%	건물수	%	건물수	%	건물수	%	건물수	%	건물수	%	
건축물 구조	철골철근 콘크리트	100,672	10.97	101,941	11.11	238,789	26.02	137,442	14.97	84,898	9.25	663,742	72.3
	경량철 골조	3,458	0.38	3,020	0.33	3,129	0.34	3,436	0.37	5,317	0.58	18,360	2.0
	연와조	26,400	2.88	19,355	2.11	24,746	2.70	5,700	0.62	16,522	1.80	92,723	10.1
	시멘트 벽돌	31,683	3.45	32,963	3.59	24,380	2.66	9,764	1.06	15,237	1.66	114,027	12.4
	목조	6,414	0.70	3,647	0.40	1,130	0.12	2,770	0.30	1,125	0.12	15,086	1.6
	흙혼합 벽돌조	1,439	0.16	954	0.10	1,079	0.12	2,362	0.26	978	0.11	6,812	0.8
	기타	1,458	0.16	1,332	0.15	1,036	0.11	1,166	0.13	2,068	0.23	7,060	0.8
소계	171,524	18.69	163,212	17.78	294,289	32.06	162,640	17.72	126,145	13.74	917,810	100.0	
지붕 구조	슬라브	145,394	15.84	142,634	15.54	281,233	30.64	140,649	15.32	108,219	11.79	818,129	89.1
	토기와	192	0.02	99	0.01	124	0.01	172	0.02	105	0.01	692	0.1
	시멘트 기와	8,708	0.95	8,109	0.88	2,507	0.27	2,335	0.25	2,406	0.26	24,065	2.6
	스레이트	11,371	1.24	5,271	0.57	6,437	0.70	9,808	1.07	9,899	1.08	42,786	4.7
	함석	2,285	0.25	1,558	0.17	1,132	0.12	634	0.07	473	0.05	6,082	0.7
	기타	3,574	0.39	5,545	0.60	2,856	0.31	9,042	0.99	5,043	0.55	26,060	2.8

<표 3> 대전시 건축 밀도 및 노후도 현황 (대전발전연구원, 2012)

구분	대전시 전체	동구	중구	서구	유성구	대덕구
평균 연면적(㎡)	104.68	75.56	92.70	92.70	148.45	114.00
평균 지상층(층)	7.08	5.56	6.15	8.39	9.10	6.20
평균 지하층(층)	0.32	0.29	0.37	0.41	0.26	0.27
건축 노후도(년)	16.05	20.66	20.04	14.95	11.72	12.88

#### IV. 분석결과

##### 1. 조사기간 및 조사 대상자의 인구통계학적 특성

본 연구는 2014년 5월 5일부터 12월 10일까지 조사를 진행하였다. 확률을 기반으로 하는 통계 분석 방법론과 달리 델파이와 AHP는 가중치 산정을 목적으로 하기에 30명의 표본수는 중심극한정리에 의해 정규분포를 가정할 수 있는 최소 표본수이다. 이에 본 연구에서는 표본수를 30명의 한정하였다. 조사 대상은 대전시에 거주 기간이 10년 이상이며, 재난·재해 관련된 업무를 진행한 경험이 있는 공무원 및 전문가들을 대상으로 진행하였다. 조사자들의 평균 학력은 대졸 이상이며, 평균 거주기간은 28년으로 나타났다. 또한 평균 업무 경력은 12년으로 나타났다.

##### 2. 설문도구 구성

설문도구는 두 가지 테마로 구성이 되어있다. 첫 번째가 델파이 기법을 위한 것이고 두 번째가 AHP 기법을 위한 것이다. 델파이 기법은 각 재난 재해 요인에 대해 체계적 대응, 효율적 대응, 조직적 대응 정도를 5점 리커트 척도 질문하였고, AHP기법은 쌍대비교를 위해 9점 척도로 구성이 되어 있다. 대전광역시 재난·재해 유형의 선정은 대전광역시 동구(2014)의 자연재난, 사회재난, 재난관리의 기본 요인을 대상으로 구성하였다.



<그림 2> 재난 재해 요인

### 3. 델파이 분석결과

#### 1) 신뢰도 분석

신뢰성(reliability)은 동일한 개념을 독립된 방법을 이용하여 반복적으로 측정하였을 경우, 그 결과로 나타나는 측정값들의 분산을 의미한다. 본 연구에서는 신뢰도를 검증하기 위한 방법으로 Cronbach's  $\alpha$ 를 이용하여 신뢰도 분석을 실시하였다.

<표 4>의 자연 재난·재해 요인에 대한 신뢰도 분석을 보면 폭염이 Cronbach's  $\alpha$ 가 0.988으로 가장 높은 신뢰도를 나타냈다. 또한 효율적 대응 3.88점, 조직적 대응 3.75점, 체계적 대응이 3.63점으로 나타났다. 또한 황사(Cronbach's  $\alpha$ : 0.983, 평균 3.0~3.13점), 가뭄(Cronbach's  $\alpha$ : 0.982, 평균 3.63~3.75점), 낙뢰(Cronbach's  $\alpha$ : 0.968, 평균 3.6~3.67점), 지진(Cronbach's  $\alpha$ : 0.968, 평균 3.6~3.67점)이고, 풍수해(Cronbach's  $\alpha$ : 0.950, 평균 3.75~3.88점), 설해(Cronbach's  $\alpha$ : 0.927, 평균 3.69~3.94점)순으로 나타났다.

<표 5>의 사회 재난·재해 요인에 대한 신뢰도 분석을 보면 산업사고에서 Cronbach's  $\alpha$ 가 0.977로 가장 높은 신뢰도를 나타냈다. 또한 조직적 대응 3.81점, 체계적 대응 3.69점, 효율적 대응이 3.56점으로 나타났다. 또한 화재폭발(Cronbach's  $\alpha$ : 0.945, 평균 3.69~3.94점), 건물붕괴(Cronbach's  $\alpha$ : 0.943, 평균 3.19~3.50점), 감염병(Cronbach's  $\alpha$ : 0.933, 평균 3.44~3.69점), 독극물(Cronbach's  $\alpha$ : 0.925, 평균 3.06~3.44점)이고, 산불(Cronbach's  $\alpha$ : 0.919, 평균 4.13~3.25점), 교통(Cronbach's  $\alpha$ : 0.909, 평균 3.75~4.00점)순으로 나타났다. 전체적으로 모든 항목에서 0.9 이상의 높은 신뢰도 계수를 나타내 모든 응답자들이 재난·재해 요인에 대한 대응성에서 일관성 있는 인식을 가지고 있는 것으로 나타났다.

<표 4> 자연 재난·재해 요인에 대한 신뢰도 분석결과

구분		N	항목수	평균	표준편차	Cronbach's $\alpha$
풍수해	체계적 대응	30	3	3.75	1.125	0.950
	효율적 대응	30	3	3.75	1.183	
	조직적 대응	30	3	3.88	1.025	
설해	체계적 대응	30	3	3.69	1.250	0.927
	효율적 대응	30	3	3.81	1.223	
	조직적 대응	30	3	3.94	1.124	
가뭄	체계적 대응	30	3	3.63	1.088	0.982
	효율적 대응	30	3	3.69	1.138	
	조직적 대응	30	3	3.75	1.065	
지진	체계적 대응	30	3	2.69	1.250	0.964
	효율적 대응	30	3	2.56	1.365	
	조직적 대응	30	3	2.63	1.310	
황사	체계적 대응	30	3	3.00	1.633	0.983
	효율적 대응	30	3	3.13	1.586	
	조직적 대응	30	3	3.13	1.628	
폭염	체계적 대응	30	3	3.63	1.360	0.988
	효율적 대응	30	3	3.88	1.088	
	조직적 대응	30	3	3.75	1.125	
낙뢰	체계적 대응	30	3	3.60	1.056	0.968
	효율적 대응	30	3	3.60	1.183	
	조직적 대응	30	3	3.67	0.976	

<표 5> 자사회 재난·재해 요인 도구 신뢰도 분석

구분		N	항목수	평균	표준편차	Cronbach's $\alpha$
산불	체계적 대응	30	3	4.19	0.750	0.919
	효율적 대응	30	3	4.13	0.806	
	조직적 대응	30	3	4.25	0.775	
교통	체계적 대응	30	3	3.75	1.065	0.909
	효율적 대응	30	3	3.75	1.125	
	조직적 대응	30	3	4.00	1.033	
건물붕괴	체계적 대응	30	3	3.19	1.328	0.943
	효율적 대응	30	3	3.50	1.095	
	조직적 대응	30	3	3.44	1.365	
독극물	체계적 대응	30	3	3.06	1.340	0.925
	효율적 대응	30	3	3.19	1.276	
	조직적 대응	30	3	3.44	1.209	
산업사고	체계적 대응	30	3	3.69	0.946	0.977
	효율적 대응	30	3	3.56	1.315	
	조직적 대응	30	3	3.81	1.047	
화재폭발	체계적 대응	30	3	3.94	0.929	0.945
	효율적 대응	30	3	3.69	1.195	
	조직적 대응	30	3	3.81	0.981	
감염병	체계적 대응	30	3	3.44	1.153	0.933
	효율적 대응	30	3	3.50	1.155	
	조직적 대응	30	3	3.69	1.078	

2) 타당도 분석

<표 6>은 자연 재난·재해 요인에 대한 델파이 분석 결과를 보여주고 있다. CVR 계수에서 임계치 범위에 들어간 요인은 폭염으로 나타났다. 또한 중위수 값은 4점으로 나타났으며, 많은 응답자들이 폭염 재난·재해의 대응정도가 매우 좋다고 평가하였다. 그러나 수렴도의 값을 보면 1.04점으로 수용 불가의 값이 나타났다. 이것은 결과적으로 응답자의 상당수가 폭염에 대한 대응은 우수한 것으로 평가하였지만, 일부 응답자들은 부정적 평가를 높게 한 것이다. 따라서, 부정적 평가를 한 응답자들의 평가 이유를 살펴보아야 할 것이다. 풍수해는 CVR값이 0.375로 나타나 수용 불가로 나타났으나, 수렴도는 0.835로 수용할 수 있는 값을 나타냈다. 이것은 풍수해 대응이 우수하다고 평가한 응답자는 적었지만 평균 3.79점의 응답 정도는 수렴 가능한 것을 의미한다. 즉, 4점 ‘그렇다’에 가까운 긍정적인 인식을 가지고 있는 것으로 나타났다. 설해는 CVR값과 수렴도 값 모두 수용 불가로 나타났다. 즉, 설해에 대한 대응은 미흡한 것을 알 수 있다. 가뭄에서는 CVR 값이 0.125로 수용 불가로 나타났으나, 수렴도에서는 0.915로 수용 할 수 있는 값을 나타냈다. 이는 가뭄에 대응이 우수하다고 평가한 응답자는 적었지만 평균 3.68점의 응답 정도는 수렴 가능한 것으로 판단할 수 있다. 즉, 4점 ‘그렇다’에 가까운 긍정적 인식을 가지고 있는 것으로 나타났다. 지진과 황사에서는 CVR값과 수렴도 값 모두 수용 불가로 나타났다. 즉, 설해에 대한 대응은 미흡한 것을 알 수 있다. 낙뢰의 경우에는 CVR 값이 0.125로 수용 불가로 나타났으나, 수렴도에서는 0.855로 수용 할 수 있는 값을 나타냈다. 이는 낙뢰에 대한 대응이 우수하다고 평가한 응답자는 적었지만 평균 3.55점으로 ‘그렇다’에 가까운 긍정적 인식을 가지고 있는 것으로 나타났다.

<표 7>은 사회 재난·재해 요인에 대한 델파이 분석 결과를 보여주고 있다. 산불은 CVR 값이

0.875, 수렴도 0.415로 모두 수용 가능하게 나타났다. 즉, 산불에 대해서는 대응 정도가 매우 우수한 것으로 나타났다. 산업사고 역시 CVR 값이 0.500, 수렴도 0.665로 모두 수용 가능하게 나타났다. 즉, 산업사고에 대해서는 대응 정도가 매우 수한 것으로 나타났다. 교통은 CVR 값이 0.000로 수용 불가로 나타났으나, 수렴도에서는 0.750로 수용할 수 있는 값을 나타냈다. 이는 교통에 대응이 우수하다고 평가한 응답자는 적었지만, 평균 3.83점으로 ‘그렇다’에 가까운 긍정적 인식을 가지고 있는 것으로 나타났다. 건물붕괴에서는 CVR 값이 -0.125로 수용 불가로 나타났으나, 수렴도에서는 0.795로 수용할 수 있는 값을 나타냈다. 이는 건물붕괴에 대응이 우수하다고 평가한 응답자는 적었지만 평균 3.37점으로 ‘그렇다’에 가까운 긍정적 인식을 가지고 있는 것으로 나타났다. 독극물에서는 CVR 값이 -0.125로 수용 불가로 나타났으나, 수렴도에서는 0.920로 수용할 수 있는 값을 나타냈다. 이는 독극물에 대응이 우수하다고 평가한 응답자는 적었지만 평균 3.22점으로 ‘보통’에 가까운 인식을 가지고 있는 것으로 나타났다. 화재 폭발에서는 CVR 값이 0.250로 수용 불가로 나타났으나, 수렴도에서는 0.795로 수용할 수 있는 값을 나타냈다. 이는 화재 폭발에 대응이 우수하다고 평가한 응답자는 적었지만 평균 3.81점으로 ‘그렇다’에 가까운 긍정적 인식을 가지고 있는 것으로 나타났다. 감염병에서는 CVR 값이 0.125로 수용 불가로 나타났으나, 수렴도에서는 0.625로 수용할 수 있는 값을 나타냈다. 이는 감염병에 대응이 우수하다고 평가한 응답자는 적었지만 평균 3.54점으로 ‘그렇다’에 가까운 긍정적 인식을 가지고 있는 것으로 나타났다.

<표 6> 자연 재난·재해 요인 델파이 분석 결과

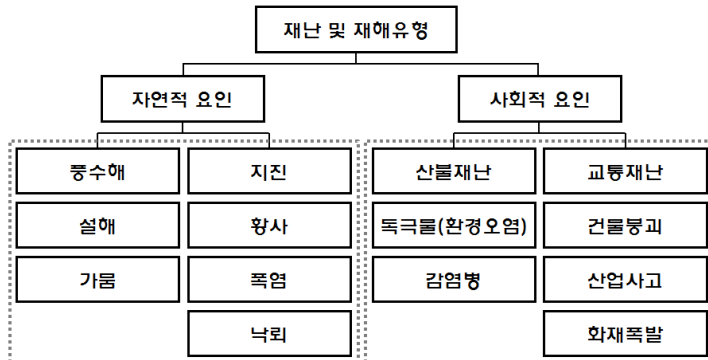
요인	N	평균	표준편차	중위수	25%	75%	CVR	수렴도
풍수해	30	3.79	1.06	4.00	2.91	4.58	0.375	0.835
설해	30	3.81	1.12	4.00	2.75	4.91	0.375	1.080
가뭄	30	3.68	1.07	4.00	3.00	4.83	0.125	0.915
지진	30	2.62	1.26	2.16	1.75	3.75	-0.500	1.000
황사	30	3.08	1.58	3.33	1.25	4.75	0.000	1.750
폭염	30	3.75	1.17	4.00	2.75	4.83	0.500	1.040
낙뢰	30	3.55	1.04	4.00	2.54	4.25	0.125	0.855

<표 7> 사회 재난·재해 요인 델파이 분석 결과

요인	N	평균	표준편차	중위수	25%	75%	CVR	수렴도
산불	30	4.18	0.719	4.00	4.00	4.83	0.875	0.415
교통	30	3.83	0.988	3.83	3.41	4.91	0.000	0.750
건물붕괴	30	3.37	1.190	3.50	2.41	4.00	-0.125	0.795
독극물	30	3.22	1.190	3.33	2.16	4.00	-0.125	0.920
산업사고	30	3.68	1.070	4.00	3.00	4.33	0.500	0.665
화재폭발	30	3.81	0.981	4.00	3.16	4.75	0.250	0.795
감염병	30	3.54	1.060	4.00	2.75	4.00	0.125	0.625

4. AHP 분석결과

계층적 의사결정론(AHP)은 서로의 상대적 중요도 정도를 짝을 지어 분석하는 방법이다. 본 연구에서는 재난·재해 요인들의 성격을 나누어 그 상대적 중요도 분석을 실시하였다. 먼저 1계층은 자연적 재난·재해와 사회적 재난·재해로 구성이 되어 있고, 각각의 자연적 재난·재해와 사회적 재난·재해는 2계층으로 나누어진다. 본 연구에서는 1계층을 분석하고 그 후 각 재난·재해를 개별적으로 분석하였다<그림 3>.



<그림 3> AHP 계층도

제 1계층 분석 결과를 보면 자연적 재난의 중요도는 0.517로 나타났으며, 사회적 재난은 0.480로 나타났다. 이때 일관성 비율은 0.00으로 나타났다. 즉, 응답자들은 자연적 재난이 사회적 재난보다 더 위험 요인으로 선정하였다(표 8). 자연적 재난·재해요인(1)의 분석결과, 홍수해의 중요도는 0.423으로 가장 높게 나타났으며, 설해(0.328), 가뭄(0.233) 순으로 나타났다. 이때 일관성 비율은 0.063이다. 응답자들은 홍수해를 위험성이 가장 큰 것으로 평가하였으며, 가뭄을 가장 위험성이 낮은 것으로 평가하였다(표 9). 자연적 재난·재해요인의 분석결과, 지진에 대한 중요도가 0.284로 가장 높게 나타났으며, 폭염(0.276), 황사(0.233), 낙뢰(0.185) 순으로 나타났다. 이때 일관성 비율은 0.077이다. 응답자들은 지진과 폭염을 위험성이 가장 큰 것으로 평가하였으며, 낙뢰가 가장 위험성이 낮은 것으로 평가하였다 (표 10).

사회적 재난·재해요인(1)의 분석결과, 산불의 중요도가 0.469로 가장 높게 나타났으며, 감염병(0.311), 독극물 및 환경오염이(0.205) 순으로 나타났다. 이때 일관성 비율은 0.042이다. 즉, 산불에 대한 위험성이 가장 크고, 독극물 및 환경오염이 가장 위험성이 낮은 것으로 평가하였다(표 11). 사회적 재난·재해요인(2)의 분석결과, 건물붕괴의 중요도가 0.293로 가장 높게 나타났으며, 화재 폭발(0.273), 산업사고(0.243), 교통재난(0.159) 순으로 나타났다. 이때 일관성 비율은 0.082이다. 응답자들은 건물붕괴가 가장 위험성이 크고, 교통재난이 위험성이 낮은 것으로 평가하였다(표 12). 본 연구를 통한 대전광역시의 도시재난 위험평가 지표 및 각 지표별 평가 점수표는 다음 표 13과 같다.

<표 8> 제 1계층 분석결과

변수	자연적 재난	사회적 재난	일관성 비율
중요도	0.517	0.480	0.00

<표 9> 자연적 재난·재해요인(1) 분석결과

변수	풍수해	설해	가뭄	일관성 비율
중요도	0.423	0.328	0.233	0.063

<표 10> 자연적 재난·재해요인(2) 분석결과

변수	지진	황사	폭염	낙뢰	일관성 비율
중요도	0.284	0.233	0.276	0.185	0.077

<표 11> 사회적 재난·재해요인(1) 분석결과

변수	산불 재난	독극물 (환경오염)	감염병	일관성 비율
중요도	0.469	0.205	0.311	0.042

<표 12> 사회적 재난·재해요인(2) 분석결과

변수	교통 재난	건물 붕괴	산업 사고	화재 폭발	일관성 비율
중요도	0.159	0.293	0.243	0.273	0.082

<표 13> 대전시 도시재난 위험요소 평가지표 및 점수표

의사결정요소	상대적 중요도	변환 점수	A	B					총점 (A×B)	
			5점척도 (1점기준)	5 매우 양호	4 양 호	3 보 통	2 미 흡	1 매우 미흡		
자연 적 요인	풍수해	0.111	11.09	2.22						
	설해	0.086	8.62	1.72						
	가뭄	0.062	6.19	1.24						
	지진	0.075	7.49	1.50						
	황사	0.062	6.16	1.23						
	폭염	0.073	7.28	1.46						
	낙뢰	0.050	4.97	0.99						
소계	0.518	51.80		-						
사회 적 요인	산불재난	0.114	11.42	2.28						
	독극물(환경오염)	0.051	5.06	1.01						
	감염병	0.076	7.62	1.52						
	교통재난	0.040	4.02	0.80						
	건물붕괴	0.073	7.25	1.45						
	산업사고	0.060	6.05	1.21						
	화재폭발	0.068	6.77	1.31						
소계	0.482	48.20		-						
합계	1.000	100.0		-						

## V. 결론

도시의 환경은 비슷할 수 있지만 도시를 구성하고 있는 산업단지, 주거단지 등 모든 형태가 다르기 때문에 똑같은 재난·재해 매뉴얼을 적용한다는 것은 효과적인 재난 예방을 담보하기 어려워 위험성이 크다. 따라서, 본 연구에서는 도시재난·재해 평가를 위한 요인선정을 위하여 델파이 기법과 AHP 기법을 소개하고 실질적으로 대전시에 적용하여 분석을 시도하였다.

대전시의 기초적인 구성 환경을 보면 인구 및 가구 수는 증가하고 추세이다. 그러나 세대 당 인구가 감소하고 있으며, 대전시의 대지면적은 과거에 비해 증가하지 않아 인구 밀도가 증가하고 있다. 이것은 도시 재난·재해가 발생할 경우 많은 피해가 발생할 가능성이 높다는 것을 의미한다. 또한 건축물의 구조는 대부분 철골 철근 콘크리트 및 라멘조 구조이며, 건축 노후도는 대전시 전체 평균이 16.05년으로 나타났으며, 동구 중구 등은 20년이 넘는 것으로 나타났다. 이런 노후화된 건물은 화재, 폭발, 지진, 붕괴 등의 위험에 노출되어 있다.

델파이 분석 결과, 대전시는 산불과 산업사고에 대한 대비가 매우 우수한 것으로 나타났으며, 폭염에 대한 대비도 우수한 것으로 나타났지만 일부 전문가들에서는 비관적 의견도 있었다. 그 외

풍수해, 가뭄, 낙뢰, 교통, 건물붕괴, 독극물(환경오염), 화재폭발, 감염병 경우 우수한 정도는 아니지만 3점 '보통'과 4점 '그렇다' 사이의 인식을 나타냈다. 반면, 설해, 지진, 황사에 대해서는 전문가들 사이에 의견의 일치를 나타내지 못하는 것으로 나타났으며, 지진 같은 경우에는 매우 우려되는 상황으로 나타났다.

AHP 분석 결과, 자연적 재난과 사회적 재난 중 자연적 재난에 대한 대비가 더 중요하다고 나타났으며, 자연적 요인에서는 풍수해와 지진에 대한 대비가 더 중요하다고 평가하였다. 사회적 요인에서는 산불재난과 건물붕괴에 대한 대비가 더 중요한 것으로 평가하였다.

분석결과를 토대로 대전시 도시재난 위험요소 평가지표 및 점수표를 제시하였다. 이러한 평가지표를 도시별 재난·재해 예방을 위한 안전계획 수립, 재난대응 매뉴얼 작성 등에 반영을 한다면, 재난 발생시 인구·기능 밀집 등으로 인한 연쇄·중폭 효과로 심각한 피해를 야기할 수 있는 특성을 지닌 도시방재를 위해 보다 효과적으로 대응할 수 있을 것으로 판단된다. 모든 재난·재해를 방지하기 위한 노력과 준비가 필요하지만 한정된 자원과 시간 속에서 모든 재난·재해를 예방하기 위해 비용을 지출한다는 것은 너무 많은 손실을 가져온다. 따라서 한정된 자원을 효과적으로 활용하기 위하여 재난 위험의 규모와 확률을 계산하고 위험의 우선순위에 관심을 가지면서 집중적으로 예방활동을 할 수 있도록 대비해야 한다. 또한 재난 전문가를 통해 지역 특성을 고려한 도시별 위험 요소의 가중치를 산정하여 재난예방의 우선순위를 결정하는 것이 무엇보다 중요할 것으로 사료된다.

## 참고문헌

- 김경안, 유충. 1997. (理論과實際)災難對應論: Disaster Response Theory and Practice. 서울: 도서출판 반.
- 김응석, 최현일, 김성표. 2011. AHP를 이용한 상수도시스템의 시설물관리를 위한 가중치 산정. 한국방재학회논문집. 11(4): 41-47.
- 김진아. 2014. 마을만들기에 대한 공동체주의 이론적 해석: 델파이 방법을 통한 적용가능성 탐색. 국토연구. 83: 113-127.
- 노승용. 2006. 델파이기법(Delphi Technique): 전문적 통찰로 미래예측하기. 알기 쉬운 국토연구방법론. 299: 53-62.
- 대전발전연구원. 2012. 대전시 소방력의 효율적인 재배치 방안에 관한 연구.
- 대전광역시 동구. 2014. 2014년 지역 안전관리계획(자연재난, 사회재난, 재난관리).
- 이경수, 김태형, 정재광, 안상진. 2013. 자연재해위험지구 정비사업 정책의 타당성 검증을 위한 경제성 및 로지스틱 회귀분석. 한국방재학회논문집. 13(6): 167-178.
- 장한기, 김주연, 이재기. 2008. 델파이 기법을 이용한 원전사고의 종합적인 경제적 리스크 평가. 방사선

- 방어학회지. 33(4): 127-134.
- 정건희, 정상만, 이승준, 유인상, 김도형, 박지홍. 2014. 델파이 기법을 이용한 설해위험도 분석. 한국방재학회 학술대회논문집. 13: 225
- 최진도, 유시생, 이영근. 2013. 재난 적응형 수자원 관리를 위한 시범사업정책 추진방안 연구. 한국수자원학회 학술발표회 논문집. 2013: 743-747
- 최성민, 임종권, 오상근, 서치호. 2008. AHP기법을 이용한 방수공법 선정 평가항목의 가중치 결정에 관한 연구. 한국건축시공학회 학술·기술발표대회 논문집. 8(2): 205-211.
- Gupta, U.G., and Clarke, R. E. 1996. Theory and Applications of the Delphi Technique: A bibliography (1975-1994). *Technological Forecasting and Social Change*. 53(2): 185-211.
- Martino, J. P. 1992. *Technological Forecasting for Decision Making*. Book and Disk (Mcgraw Hill Engineering and Technology Management Series).
- Saaty, T. L. and Vargas, L. G. 1982. *The Logic of Priorities: Applications of Business, Energy, Health and Transportation*. International Series in Management Science Operations Research. Kluwer-Nijhoff Publishing. Boston. The Hague. London.
- Saaty, T. L. and Kearns, K. P. 1985. *Analytical Planning: The Organization of System*. International Series in Modern Applied Mathematics and Computer Science. Volume 7. Pergamon Press.
- Saaty, T. L. 1990. *Multicriteria Decision Making: The Analytic Hierarchy Process*. Planning. Priority Setting. Resource Allocation.
- Sunstein, C. R. 2009. *Worst-Case Scenarios*. Chicago: Harvard University Press.

---

**이경수:** 충주대학교(현 한국교통대학교)에서 수자원공학 석사학위 취득 후(논문: CCHE2D모형을 이용한 댐의 토사 토출 수치모의 연구. 2012년 2월), 박사과정에 있으며, 국민안전처 국립재난안전연구원 시설연구사로 재직 중이다. 주요 연구분야는 수자원계획, 하천, 방재, 사후평가이며, 주요 논문으로는 “구조방정식 모형을 이용한 자연 재해위험지구 정비사업 효과 분석(2013)”, “실내실험을 통한 개량형 공압식 가동보의 월류흐름 특성 분석(2014)” 등이 있다(39lks@korea.kr).

**김태형:** 목원대학교에서 경영정보학 석사학위를 취득하였으며, (주)ANOVA 대표이사로 활동 중이다(rucachi@naver.com).

**강현구:** 충남대학교에서 행정학 석사학위를 취득하였으며, 대전시 동구청에서 재직 중이다(s500@korea.kr).

**정재광:** 인천대학교 토목환경공학과에서 박사학위를 취득한 후, (재)국제도시물정보과학연구원에서 연구위원으로 활동 중이다(kill0713@hanmail.net).