



## 재난 예방 분야의 안전서비스 동향분석을 통한 재난 안전기술 발전 방안

### Development of Disaster Safety Technologies Through Analysis of Safety Service Trends in Disaster Prevention

서용석\* · 김태현\*\* · 이정환\*\*\* · 박상현\*\*\*\* · 김유정\*\*\*\*\* · 정재욱\*\*\*\*\*

Seo, Yong-Seok\*, Kim, Taeheon\*\*, Lee, Jung han\*\*\*, Park, Sang Hyun\*\*\*\*,  
Kim, Yoo Jung\*\*\*\*\*, and Jung, Jae-Wook\*\*\*\*\*

#### Abstract

The objectives of this study are to identify the possibility of new, future, and complex disasters resulting from environmental changes and corresponding requirements through the analysis of technology trends and safety services for disaster prevention, and to provide the basic data for the development of safety service technologies for people's safety and security. The R&D trends related to disaster safety are technology developments related to 1) search for future and new disasters, 2) integrated management of disasters and safety technology standards, 3) national continuity of operation management for disaster prevention, 4) disaster response, relief, and recovery, and 5) safety and security of vulnerable population. A review of various international cases reveals that appropriate technology development and policy support are needed, and that the role of disaster safety control tower and disaster management institutions is important. Also, integrated safety management technologies for new and future disasters, and development of technologies for large-scale disasters are needed, as is development of technologies for protecting people, including those vulnerable to paralysis of national infrastructure facilities.

**Key words :** Disaster Prevention, Safety Service Technology, Control Tower, Disaster Management, New and Future Disasters

#### 요 지

본 연구의 목적은 재난 예방을 위한 국내외 안전서비스의 기술 동향 및 사례 분석을 통해 재난에 대한 환경변화로 인한 신종·미래·복합재난의 발생 가능성과 이에 대응하는 요구사항을 도출하고, 최종적으로 국민의 안전 및 안심 지원을 위한 안전서비스 기술개발의 중장기 전략 수립의 기초자료를 제공함에 있다. 국내외 재난 안전 관련 연구개발 동향을 파악하기 위하여 1) 미래·신종 재난이슈 탐색 관련 기술개발, 2) 재난·안전 기술 기준 통합관리 관련 기술개발, 3) 재난대비 국가운영 연속성 관리기술개발, 4) 재난대응·구호·복구 관련 기술개발, 5) 재난안전 취약계층 안전·안심 관련 기술개발 등을 조사하였다. 국내외 사례를 검토한 결과, 우리나라 재난 안전 환경에 적절한 기술개발과 이에 대한 정책적인 지원이 요구되는 것으로 나타났다. 특히, 재난안전 컨트롤 타워 및 재난관리 책임기관 등의 역할이 중요한 것으로 나타났다. 또한 신종·미래재난에 대한 대응과 대규모 재난에 대하여 통합적 안전관리 기술개발, 기능연속성을 확보하기 위한 기술개발과 안전취약계층을 비롯한 국민보호 기술개발 확보가 필요한 것으로 나타났다.

**핵심용어 :** 재난 예방, 안전서비스 기술, 컨트롤 타워, 재난관리, 신종·미래재난

\*교신저자, 정회원, 방재관리연구센터 책임연구원(Tel: +82-70-7880-4634, Fax: +82-2-3472-8064, E-mail: seoyongseok8457@gmail.com)

Corresponding Author, Member, Senior Researcher, Disaster Management Research Center

\*\*방재관리연구센터 선임연구원

Researcher, Disaster Management Research Center

\*\*\*정회원, 국립재난안전연구원 지진방재센터 연구관

Member, Senior Research Officer, Earthquake Hazard Research Division, National Disaster Management Research Institute

\*\*\*\*정회원, 국립재난안전연구원 안전연구실 연구관

Member, Senior Research Officer, Safety Research Division, National Disaster Management Research Institute

\*\*\*\*\*국립재난안전연구원 안전연구실 연구사

Research Officer, Safety Research Division, National Disaster Management Research Institute

\*\*\*\*\*정회원, 방재관리연구센터 센터장

Member, Director of Center, Disaster Management Research Center

## 1. 서론

최근 도시화·산업화로 인한 이상기후와 재해환경의 변화로 인하여 태풍, 호우 등 자연재해로 인한 도시지역의 피해가 과거보다 규모가 커지고 예측하기 힘들어지고 있다. 우리나라는 2017년도에 태풍 1회, 지진 1회, 호우 17회, 대설 2회, 풍랑·강풍 4회 등 총 25회의 자연재난이 발생하였고, 이로 인해 총 1,873억 원의 재산피해가 발생하였으며 정부는 이에 대한 복구비용 4,997억 원을 투입하였다(MOIS, 2017). 이와 더불어, 최근 10년 동안 세월호(진도해상 여객선) 침몰, 우면산 산사태, 구미 불산가스 누출사고, 9·15 정전사태, 가슴기 살균제 사망사고, 메르스(MERS) 사태, KT 아현지사 화재와 같은 대규모의 사회재난 및 각종 안전사고 등 과거의 패러다임(paradigm)과는 다른 새로운 형태의 재난이 지속해서 발생하면서 일상생활에 대한 국민의 불안이 가중되고 있다. 이러한 사회재난은 대규모의 인명피해가 발생하거나 유형이 다양하고 발생빈도에 차이가 크다는 특징을 가지고 있으며(Cho and Park, 2016; Cho and Heo, 2017) 2019년 3월에는 사회재난의 정의 규정에 미세먼지를 포함하는 「재난 및 안전관리기본법」 개정안을 가결한 바와 같이, 재난의 범위 또한 확대되고 있다.

이처럼 재난은 발생원인에 따라 다양하게 나타나기 때문에 사전에 이를 파악하여 대응해야 하나 인력이나 예산과 같은 자원의 한계로 인하여 모든 재난에 예방하고 대비하는 것은 불가능하다. 따라서 재난에 효과적으로 대비하기 위해서는 투자우선순위를 고려한 효율적인 자원 운용이 필요하다(Kim et al., 2019).

국내외적으로 재난관리 및 대응에 관한 다양한 연구가 이루어져 왔다. NIDP (2008)는 사회재난에 대한 위험도 평가를 수행하기 위해 재난통계자료를 기반으로 리스크 곡선을 이용하여 재난위험지표를 도출하여 지역별·재난별·기간별 위험도를 비교 분석하였으며, SDI (2009)는 주요 사회재난에 대하여 도시재난위험도의 평가방법을 개발 및 적용방안 수립을 통해 서울시의 도시재난의 예방과 감소대책을 수립하고자 하였다. NDMI (2014)는 극한기후에 따른 재난유형에 따른 재난 위험도 평가를 통해 여러 가지 재난에 대하여 예방 및 대비 가능한 대책 마련을 통한 피해 최소화를 하고자 하였으며, 최근 NDMI (2017)는 발생 가능한 대형 재난과 재난의 유형별 지역·시설의 취약 정도 및 취약지역을 정리한 위험목록(risk register)의 제시를 통해 국가적으로 이러한 재난에 대한 근본적인 대책과 제도적인 개선을 수립하고자 하였다. 하지만 재난관리 및 대응에 관한 기존의 연구들은 우리나라의 일부 지역에 국한되어 적용되었거나 일회성 분석이 주를 이루고 있다. 본 연구에서는 이러한 한계점을 인지하여 국내외의 재난 안전 관련 연구개발 동향의 분석과 선진국의 기술 수준을 파악함으로써 미래의 재난 안전기술 수요를 예측하

고 미래 재난안전 기술을 위한 중장기 개발 전략 수립에 기여하고자 하였다.

최근 과학기술 및 사회·문화 발전에 따른 국민의 안전의식 향상과 더불어 사회적 안전요구가 높아짐에 따라 안전복지 등 국민안전권 신설 요구 등 안전 패러다임이 변화하고 있으며 대국민 안전서비스에 대한 요구가 증가하고 있는 실정이다. 이러한 상황에 대응하여 「재난 및 안전관리 기본법 제71조의2」에 따라 재난 및 안전관리에 관한 과학기술의 진흥을 위해 5년마다 수립하는 계획인 「재난 및 안전관리 기술개발 종합계획」에 의거하여, 행정안전부가 발표한 「제3차 재난 및 안전관리 기술개발 종합계획(’18~’22)」에서는 SMART (Suitability, Market, Advance, Reality, Together) 기술개발로 “국민 맞춤형 안전복지 구현” 비전을 실현하기 위한 추진전략 중 하나로 “국민안전 확보를 위한 맞춤형 서비스 개발(안전서비스)”을 제시하면서 국민안전 확보를 위한 체감형 서비스 기술개발을 명시하였다.

이와 더불어 행정안전부가 실시한 2018년 하반기 사회전반 국민안전 체감도 조사결과에 의하면 우리나라의 사회 안전도는 5점 만점에 2.74점으로 나타나, 사회 전반의 국민 안전 체감도가 낮기 때문에 국민이 체감할 수 있는 다양한 안전 정책이 필요한 상황이다(MOIS, 2019). 또한 통계청이 발표한 2018년 사회조사 결과에 의하면 우리 사회가 5년 전에 비교해 볼 때, ‘위험해짐’이라고 응답한 비율이 29.8%, ‘변화없음’이라고 응답한 비율이 42.5%로 나타나 응답자의 72.3%가 5년 전과 비교하여 우리 사회의 안전 상태가 나아지지 않다고 생각하는 것으로 조사되었다(Statistics Korea, 2018).

이러한 국내의 상황을 고려해 볼 때, 국민안전 개선에 실제로 기여 가능한 재난 안전에 대한 정책이나 기술을 제공하기 위한 안전서비스 연구개발을 추진할 필요가 있으며, 이를 위해서는 우선 국내외의 재난 예방 및 국민안전 개선을 위한 안전기술 연구에 대한 동향분석이 필요하다고 판단된다.

본 연구의 목적은 국내외 안전서비스의 기술 동향 및 사례 분석을 통하여 최근의 재난 및 재해에 대한 환경변화로 야기될 수 있는 신종·미래·복합 재난의 발생 가능성을 살펴보고 이에 대응한 국민안전서비스 기술개발의 수요를 예측하여, 최종적으로 국민의 안전 및 안심 지원을 위한 안전서비스 기술개발의 중장기 전략 수립의 기초자료를 제공함에 있다.

## 2. 국내외 재난 안전 관련 연구개발 동향

재난안전 컨트롤 타워는 재난의 발생으로 인한 국가의 안녕과 국민의 안전을 위협하는 위협요인을 지속적으로 탐색하여 이를 제거하고, 재난 상황이 발생했을 때 국가 차원의 총력적 대응을 총괄하는 기구를 의미한다. 과거의 재난과는 달리 산업발전 및 과학기술의 고도화에

따른 다양한 사회적인 위험요인이 증가하고 있으며, 특히 인구의 고령화 등으로 인해 재난피해 취약성이 증가하고 있는 실정이다. 또한, 실시간적인 재난의 대응이 중요해짐에 따라 특정 재난환경에서도 활용 가능한 첨단 재난안전 기술개발 및 적용이 중요해지고 있는 상황이다. 위와 같은 상황에서 재난안전 컨트롤 타워 지원 기술 개발을 위해 다음과 같이 다양한 분야의 연구개발 동향을 조사하였다.

## 2.1 미래·신종 재난이슈 탐색 관련 기술개발 현황

미래예측을 위한 환경스캐닝(Horizon Scanning) 관련 기술은 주로 과학기술 분야에서 미래유망기술과 사회적 이슈를 발굴하기 위해 개발되어 왔고 주로 영국과 미국 등의 선진국을 중심으로 꾸준히 수행되어 왔다. 국내의 환경스캐닝 관련 연구는 2011년부터 2018년도까지 총 9건의 연구개발 사업이 수행되어 왔다(Table 1), 논문 실적의 관점에서는 최근 양이 증가하는 추세이지만 전 세계 관련 논문의 1%만이 발표되는 데 그치고 있다(Fig. 1).

특히 재난안전의 관점에서 국가적으로 위험유발요인을 파악할 수 있는 실용적인 기술이 요구되고 있지만, 현재까지 현업에서 사용 가능한 기술은 부재한 상황이다.

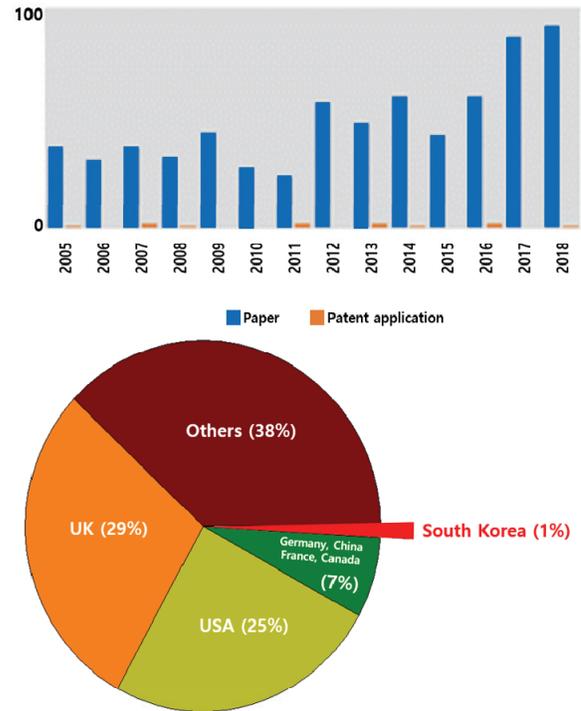


Fig. 1. The Number of Domestic and International Papers and Patents on "Horizon Scanning"

Table 1. Horizon Scanning Related R&D Projects in South Korea

Year	Title	Amount (million won)	Research organization
'11	Future Horizon Scanning and the Change of Family Environment	30	Korea Institute of Public Administration (KIPA)
'11	Finding the Korean Foresight Application Model through Exploring the UK's Foresight Methodology: Overseas Export of Nuclear Power Plants	57	Korea Institute of S&T Evaluation and Planning (KISTEP)
'16	Build-up of Smart data optimized for VCN system and Demonstration of mathematical model for patent infringement forecasting	88	Korea Institute of Science and Technology Information (KISTI)
'16	Development of Data Linking Infrastructure for Horizon Scanning	110	Korea Institute of Science and Technology Information (KISTI)
'17	Foresight for Policy on Science, Technology, and Innovation	506	Science and Technology Policy Institute (STEPI)
'17	Strengthening the foundation for technology prediction	500	Korea Institute of S&T Evaluation and Planning (KISTEP)
'17	Development of Intelligent Horizon Scanning Technologies	688	Korea Institute of Science and Technology Information (KISTI)
'18	Prediction-based Study for Science and Technology Innovation and Social Issues in 2018	414	Korea Institute of S&T Evaluation and Planning (KISTEP)
'18	Establishing a system for sharing and disseminating research data	3,971	Korea Institute of Science and Technology Information (KISTI)

Source: National Technical Information Service (NTIS) (Keyword: Horizon Scanning)

영국은 정부 차원에서 과학정책 개발을 위한 내각부 분석 및 미래연구를 수행하는 합동팀인 Horizon Scanning Programme team을 1994년에 출범시킨 이후, 2014년에 Horizon Scanning Secretariat과 Horizon Scanning Centre를 합병하여 부서 간 협력업무의 지원, 정부 내부 관계자 및 다양한 분야의 외부 전문가들의 통해 정부의 미래 예측을 향상하고 새로운 정보와 통찰력을 수집하는 네트워크 개발을 하면서 정책 결정을 지원하고 있다(Miles, 2014; Fig. 2).

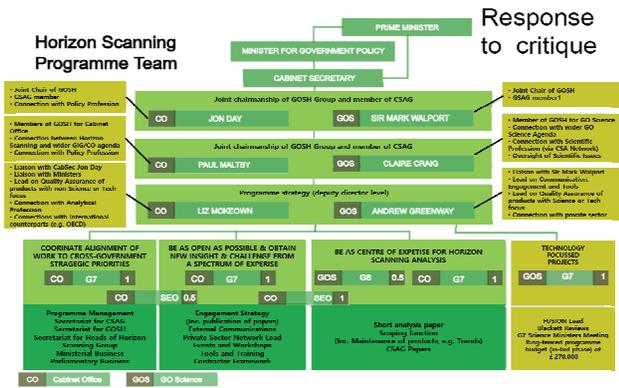


Fig. 2. Horizon Scanning Programme Team Organization in UK

한편 싱가포르의 총리실 산하 국가안보조정서사무국(National Security Coordination Secretariat, NSCS)이 2004년부터 연간 500만 싱가포르 달러를 투자하여, 국가적으로 영향을 미칠 수 있는 예상하기 어려운 국가 안보위협 요소를 탐색하고 대비하기 위하여 국가위협관리시스템인 Risk Assessment and Horizon Scanning (RAHS)을 운영하고 있으며(Fig. 3), 최근에는 RAHS를 환경안보, 테러, 해상안보, 사이버 안보, 화생방, 바이오 의료개발이나 식량안보 등 다양한 분야에 확대 적용하고 있다. RAHS 내에는 고급 검색(advanced search), 주요 키워드 추출(entity extraction), 타임라인 분석(timeline analysis), 네트워크 분석(network analysis) 등과 같이 고급 데이터 분석 도구가 탑재되어 있으며 모델링과 시뮬레이션이 가능한 시스템 맵(system map), 형상화 분석(morphological analysis), 다변량 분석(multi-variable analysis)과 같은 도구들도 탑재되어 있다(Jin et al., 2007).

RAHS를 통해 분석된 미래이슈는 주간 및 월간지(SKAN)와 미래 이슈들의 심층분석 보고서(Vanguard)를 통해 작성 및 발행되고 있으며, 최종적으로 이를 통합하여 연말에 싱가포르의 미래에 영향을 미칠 수 있는 전략적인 이슈와 정책방안을 제안하고 있다.

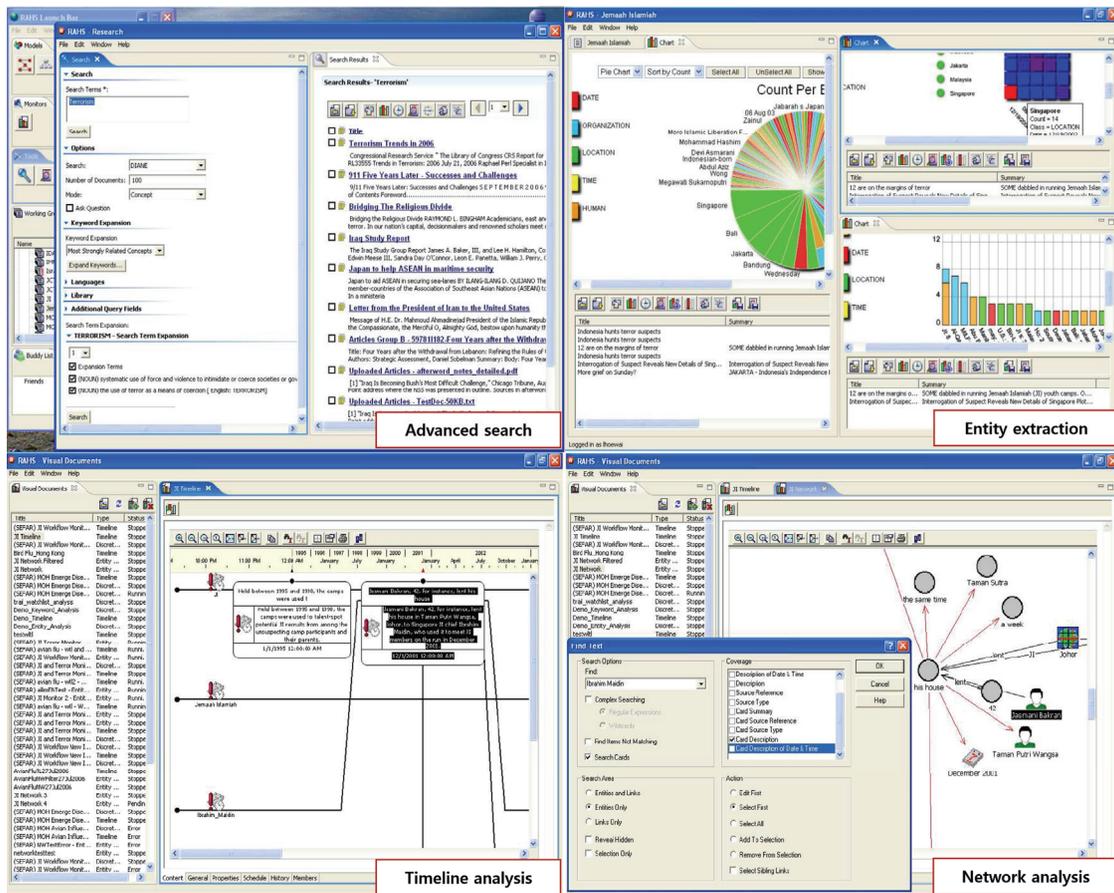


Fig. 3. RAHS Advanced Data Analytics Tools

## 2.2 재난·안전 기술기준 통합관리 관련 기술개발 현황

국내에서는 기계, 건축, 전기 등 특정 분야에 대하여 주로 전문가의 판단에 근거한 안전기준을 수립하고 검토하는 연구들이 진행되어 왔다. 안전기준에 대한 연구는 2018년도에 106건의 연구가 추진되고 있으며, 개발연구의 비중이 높은 것으로 나타났으나(Fig. 4), 소규모의 예산과 단기간의 연구에 그치고 있는 실정이다. 특히, 안전기준 관련 논문은 2008년부터 발표되기 시작하였으나, 2014년도의 14편을 제외하고 매년 10건 미만의 논문이 발표되고 있어 연구 인프라 자체가 매우 협소한 것으로 판단된다.

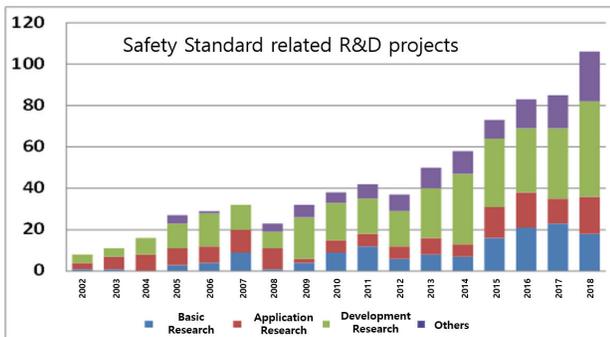


Fig. 4. The Number of Safety Standard Related R&D Projects in South Korea (source: NTIS)

국내의 경우, 과학기술정보통신부는 안전기준과 관련한 연구 개발과 관련하여 인간의 광범위한 텍스트에 대한 조사 및 분석 등의 지식노동을 보조하고, 신속하고 효율적인 의사결정을 위한 전문가 시스템 개발을 통해 다양한 산업분야 신시장 창출에 기여하는 것을 목표로 하는 인공지능 국가 R&D 사업인 “엑스브레인” 사업을 수행하고 있다. 하지만 엑스브레인은 법률 지식에 기반한 질의응답 기능에 초점이 맞추어져 있기 때문에 안전관리기준 및 재난관리 기준의 검색·분석에 적용에는 한계가 있다.

한편 미국, 캐나다, 일본 등에서는 법률, 판례 등의 검색 기능을 고도화하거나 인공지능 기술을 적용하기 위한 연구를 개발하고 있다. 미국의 경우 Westlaw는 4만여 건의 판례, 연방·주 법령, 행정규제, 관련 문건(신문, 논문) 등을 바탕으로 법률검색 서비스를 제공하고 있으며, Judicata (<https://www.judicata.com>)는 기계학습과 자연어 처리 기술을 이용해 법률 및 판례 DB에서 검색조건에 적합한 판례를 추출하여 문서 형태로 정보를 제공해주는 기술을 개발하여 적용하고 있다. 또한, Casetext는 인공지능 법률검색 서비스인 Case Analysis Research Assistant (CARA)를 이용하여 판례를 분석하는 법률 서비스를 제공하고 있으며, 다중 키워드 검색 시 필터 기능을 통해 같은 사례라도 지역별로 다른 판례정보를 제공하고 있다.

캐나다에서는 법률정보에 대한 지식공유 플랫폼인 Knomos를 구축하여 이용자가 법률 지식을 보다 심층적으로 분석할

수 있도록 3D 비주얼로 표현하는 서비스를 제공하고 있다. 또한 Blue J Legal은 이전 판결들에 대한 분석을 통해 의사결정에 도움을 주는 인공지능 시스템인 Tax Foresight와 Employment Foresight를 개발하였다.

일본의 리걸포스(LegalForce)는 인공지능과 클라우드 기술을 이용하여 계약서 검토, 수정안 제안, 커뮤니케이션 기능 등을 제공하고 있다.

이와 같이 국내외적으로 법률(legal)과 기술(technology)의 합성어인 Legaltech와 관련한 기술이 북미를 중심으로 개발 중이긴 하지만 현재까지는 초기 단계이며, 안전기준에 특화된 기술개발은 현재까지 미비한 실정이다.

## 2.3 재난대비 국가운영 연속성 관리기술 개발 현황

「재난 및 안전관리 기본법」 제26조(국가기반시설의 지정 및 관리 등)에서는 “국가기반시설은 다른 기반시설이나 체계 등에 미치는 연쇄효과 등을 고려하여 지정한다”고 명시하고 있다. 비상계획(Emergency Operations Plan, EOP)은 기존의 전쟁 대비 국가운영의 비상 상황에 대비한 계획 차원으로 관리되어왔던 것이지만 2000년 이후 기업의 업무연속성계획(Business Continuity Planning, BCP) 및 재난으로부터 국민의 생활 안전을 지원하기 위해 국가기능의 연속성관리 차원의 기술로 확대되어왔다. 우리나라는 2011년 동일본 대지진 및 지진해일 이후 재난에 대한 피해예방 초점에서 재난피해의 저감 방향으로 재난안전 관리기술의 초점이 변화되기 시작했다. 특히, 최근 10년 전부터 재난관리에 있어 회복탄력성 개념인 레질리언스(resilience)에 대한 개념이 도입되면서, 국가와 사회가 정상상태로 조속하게 회복할 수 있는 재난의 감재 정책이 이슈화되었다.

미국의 경우, 사회안전의 목표로 레질리언스의 지향을 명확히 함으로써 사회 각 기능의 의존도와 영향 제어를 실천하고 있다. 2011년 미시시피 홍수로 교통량이 많은 철도 교량이 침수되었고, 이후 복구비용을 최소화하는 철도시스템 복구 순서를 검토하여 제한된 복구자원과 능력으로 어떠한 방식으로 어떠한 다리를 가장 먼저 복구하는 것이 효과적 인지에 대한 산정을 통해 복구 우선순위를 설정한 사례를 소개하면서 레질리언스 비용의 평가 방법을 제시한 연구도 있다(Yu, 2011).

일본은 사회 안전과 기능 유지를 위해 발생하지 않아야 할 최악의 사태에 대비하여 취약성 제거를 통한 레질리언스를 확보하기 위하여 국토 강인화 정책을 추진하고 있다.

영국은 모든 공공기능과 그에 수반된 국민의 기능에 대한 레질리언스 확보를 법제화하는 동시에 이를 사회 가치 사슬 내에 정착시켰다.

## 2.4 재난대응·구호·복구 관련 기술개발 현황

재난 및 안전사고 있어 대응단계에 대피와 구호 및 복구는 재난관리책임기관의 재난안전 업무에서 유일한 공동의 업

무이다. 이러한 상황에도 불구하고, 재난 및 안전사고가 발생하면 개시되는 업무로 인식하여 과학기술보다는 인력과 물자지원에 한정하여 업무가 추진되어 왔기 때문에 대형화되어 가는 재난피해에 대응하기에는 한계가 있었다. 최근 재난피해의 저감과 신속한 복구가 중요하게 부각되면서 첨단 과학기술을 이용한 시설장비의 개발과 과학기술적 관점에서의 현상 조사 분석 연구가 이뤄지고 있다.

대피 관련 연구는 대부분 센서 네트워크를 이용한 대피유도와 지원장비 개발 및 재난유형별 대피기술 개발에 한정되고 있다. 매년 연구개발 과제 건수는 증가하여, 2018년에는 161건 연구가 추진되고 있으나, 대부분 센서 네트워크를 이용한 대피유도와 지원 장비 개발 및 재난유형별 대피기술 개발에 한정되어 있으며, 복합재난에 대한 대피 시뮬레이션은 없는 실정이다(Fig. 5).

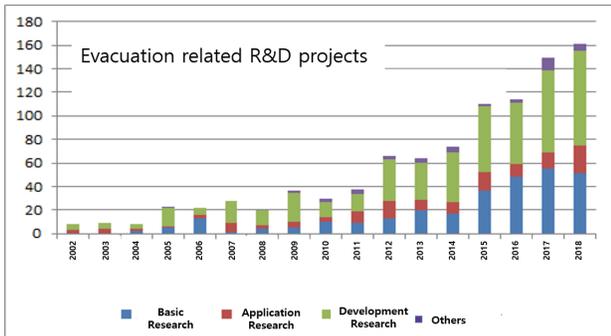


Fig. 5. The Number of Evacuation Related R&D Projects in South Korea (source: NTIS)

미국은 대피 관련 연구와 관련하여 2012년부터 연방재난 관리청(FEMA)에서 컴퓨터 모델링을 이용한 재난피해예측 및 대피 시뮬레이션 프로그램을 개발하고 있으며 이를 이용하여 재난지역 재난대응 자원과 인력 지원프로그램도 개발 중이다. 특히 시뮬레이션 기계학습을 이용하여 재난에 취약 지역을 선정하고, 재난으로부터 대피가 필요한 곳과 대피소를 설치해야 할 곳 등을 찾는 프로그램을 “ONE Concern”에서 개발하여 활용하고 있다(<https://www.oneconcern.com>). 또한, 버지니아주에서는 허리케인 및 침수피해가 발생할 수 있는 재난이 발생 시 시뮬레이션을 통해 예상 침수지도와 대피경로를 웹사이트를 통해 제공하고 있다(<http://www.virginiaplaces.org/climate/norfolkdrown.html>).

일본은 중앙정부와 지자체에서 주요 재난피해 예측결과(해저드 맵)를 인터넷에 공개하고 있으며, 이를 활용한 피난 시뮬레이션 결과도 같이 공개하여 공공기관 및 국민 개인의 대피계획 수립을 지원하고 있다(<https://disaportal.gsi.go.jp/>). 특히, 다양한 재난에 피해예측결과와 대피 시뮬레이션 결과를 발표하고 있으며, 이를 기반으로 지자체가 대피전략과 계획을 수립하고 있다.

## 2.5 재난안전 취약계층 안전·안심 관련 기술개발 현황

취약자와 취약계층의 정의를 시작으로 이들을 보호하기 위한 교육훈련 기술, 심리지원 기술, 피난 대피 기술, 모니터링 및 정보제공 기술 등의 연구되어 왔으나 대부분 시작단계에 머물러 있는 실정이다. 특히, 미세먼지와 같은 신종재난에 대응한 취약계층 보호기술이 이슈가 되고 있으며, 미세먼지 환경에 대한 노출시간과 노출량 등을 어린이나 노인, 임산부 등에 집중하여 연구되고 있다(Fig. 6).

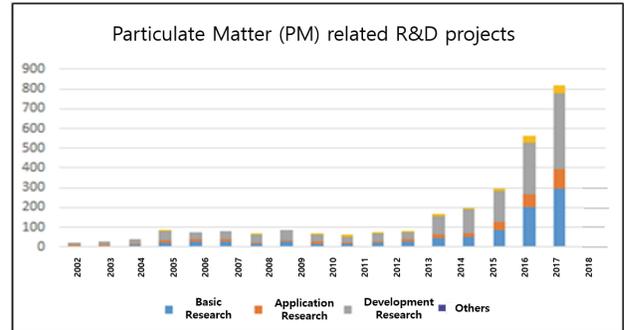


Fig. 6. The Number of Particulate Matter (PM) Related R&D Projects in South Korea (source: NTIS)

## 2.6 IoT 기반 재난안전 기술개발 현황

Internet of Things (IoT)는 인터넷(데이터 통신)을 통하여 사물의 상태 추적 및 제어가 가능한 기술로서 그 활용 가치가 재난안전 분야에 상당히 크다고 할 수 있으며, 또한 저전력 고내구성 설계를 통해 전력 공급이 원활하지 않은 정전 상황에서도 통신이 가능하기 때문에 재난상황이 발생했을 때 필수적으로 활용될 수 있는 기술이다. 특히, IoT 기술의 가장 큰 장점으로 다양한 센서를 통해 수집된 자료를 클라우드 환경에서 실시간으로 저장하고 분석함으로써 작은 이상 징후를 즉시 감지하여 빠른 대응 및 대피가 가능하다는 것이다.

미국과 일본에서는 센서기술을 인터넷과 결합한 IoT 기술로 재난의 이상 징후를 사전에 파악하고 이를 실시간으로 감지할 수 있도록 적극적으로 활용하고 있다. 미국에서는 Next Generation First Responder (NGRF) 프로젝트를 통해 긴급구조원의 안전과 사고현장의 생명과 재산 보호를 위해 필요한 도구를 개발하여 IoT에 기반한 첨단 보호장비와 멀티태스킹이 가능한 통신장비 개발 등을 지원하고자 하였다. 또한, 화재강도 및 고도에 대한 정보 입수를 통해 국가적 대형재난 방지를 목표로 하여 산불징후 추적을 위해 IoT 기술을 활용하고 있다.

사회재난 중 IoT 기술이 가장 광범위하게 적용된 분야 중 대표적인 예로 화재를 들 수 있는데, 우리나라에서는 IoT 기반 화재감지 장치를 도입하여 운영 중인 관제실이나 방제실이 증가하고 있다. 특히, 북촌 한옥마을, 서울시 전통시장(강동구 암사종합시장, 둔촌시장), 대전시 전통시장(중양시장), 청

주시 전통시장(육거리시장), 진주시 전통시장(자유시장) 등에 IoT 화재 신고서비스가 시범적으로 설치되어 운영된 바 있다. 또한 과학기술정보통신부와 국토교통부는 부산 강서구에 IoT 기반 환경 센서를 활용하여 ‘스마트 환경 모니터링 실증’ 사업을 실시하여 다양한 악취의 오염원 및 발생 지점 등을 감지하여 실시간으로 파악하고 대응에 활용하였다.

## 2.7 그 밖의 기술개발 현황

과거 미국의 2001년 9.11테러 당시 투입한 무인지상차량(Unmanned Ground Vehicle, UGV)을 시작으로 2005년 허리케인 카트리나, 2011년 동일본 대지진을 포함하여 20건 인파의 대규모 재난이 발생한 곳에 지상에는 UGV, 수중에는 무인함정(Unmanned Maritime Vehicle, UMV), 공중에는 ‘드론’이라 불리는 무인항공기(Unmanned Aerial Vehicle, UAV)를 활용하여 수색 및 구조 작업을 수행하는 사례가 증가하고 있다. 또한, 미국 iRobot의 ‘Packbot’, 영국 QinetiQ의 ‘TALON’, 일본 도호쿠대의 ‘Quince’ 등이 동일본 대지진으로 인해 사람의 접근이 불가능했던 후쿠시마 원자력 발전소 내부에 진입하여 현장 영상을 송출하는 작업을 수행하는 등 세계적으로 재난대응 로봇, 소방로봇 등의 다양한 기술개발이 추진되고 있다.

갈수록 증가하고 있는 사이버테러 상황에서 공공서비스의 편의성과 신뢰성 확보 등과 같은 성장 잠재력을 갖춘 데이터 위변조 방지 기술로 블록체인(Block-chain)이 대안으로 주목을 끌고 있다. 4차 산업혁명 시대의 핵심적인 기반기술로 평가받고 있는 블록체인은 조직구조와 업무방식, 서비스 인프라 등의 측면에서 정부 혁신을 이끌 뿐만 아니라, 첨단 신기술과의 연계를 통해 국가 전반에 걸친 산업 및 공공행정 분야의 새로운 융합과 가치 창출에 기여하고 국가 디지털 전환을 선도할 것으로 기대된다.

현재 국내에서는 한국전기안전공사를 필두로 소방청, 손해보험사 등이 참여한 블록체인 네트워크에 데이터를 기록·공유하면서 전기화재에 대한 발화지점 분석시스템을 구축하

는 연구를 수행하고 있다.

최근 행정안전부는 증강·가상현실 기반 재난대응 통합 훈련 시뮬레이터 개발을 완료하여 정부 부처와 지자체, 공공기관을 대상으로 하는 재난대비훈련에 단계적으로 적용 및 활용한다는 계획을 발표하였다. 이를 통해 재난 상황대응 경험을 통해 실제와 같은 재난대응 역량 향상과 재난 상황에서도 신속하고 적절한 대응역량의 강화를 목적으로 하고 있다.

이와 더불어 최근에는 현실의 물리 화학적 변화과정을 정밀하게 디지털화하는 가상물리시스템(Cyber Physical System, CPS)의 중요성이 부각되면서 이를 활용한 피난 및 대피 등의 재난 관련 시뮬레이션과 예측에서 실효성 있는 결과를 얻고자 하는 연구가 진행되고 있다.

## 3. 안전서비스 기술개발 중장기 개발전략 수립 방향 제안

안전서비스 기술개발의 추진 방향을 설정하기 위해서는 앞서 분석한 국내외 기술 동향 및 사례 분석을 바탕으로 미래안전기술을 위한 중장기 개발에 영향을 미치는 거시적 환경요인을 도출하고 SWOT 분석을 통하여 재난 안전기술 발전 방안을 모색하고자 하였다. 먼저 재난안전서비스를 외적요인으로 분석하고 재난관리단계별(예방, 대비, 대응, 복구)에 다른 변화를 내적요인으로 SWOT 분석한 결과는 아래와 같다(Table 2).

SWOT 분석 결과, 미래재난은 극한상황 또는 전혀 예상치 못한 재난이 발생 가능하므로 재난관리를 위해 사전예측 및 도출 가능한 기술개발과 역량강화가 필요한 것으로 나타났다. 또한, 최근의 재난은 불확실성을 특징으로 하는 신종·자연·인적재난이 구분되지 않는 ‘복합화’ 현상이 발생하고 있기 때문에 이에 적극적으로 대응하는 첨단 과학기술을 기반으로 하는 재난관리정책의 필요성이 증대되고 있기 때문에 재난을 단편적으로 발생하는 것으로 보지 않고 서로

Table 2. SWOT Analysis of the Disaster Safety Service

	Strength	Weakness
Internal	<ul style="list-style-type: none"> <li>Competitiveness of advanced convergence IT technology</li> <li>Improvements of the potential disaster management research capabilities of the domestic high-quality and technical personnel</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>A small growth of the technology level gap with advanced countries</li> <li>Poor investment in government support compared to advanced countries</li> <li>Safety culture vulnerability</li> </ul>
	Opportunity	Treat
External	<ul style="list-style-type: none"> <li>Increased social awareness of disasters</li> <li>Continuous growth potential of the disaster safety industries</li> <li>An increasing trend of investment necessity for disaster safety R&amp;D</li> <li>Increased demand for high-tech devices and technologies</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Complex and large scale disasters</li> <li>Increased uncertainty in disasters due to large scale social disasters</li> <li>Limited budget related to disaster safety</li> <li>Difficulty in visualizing research results</li> <li>Infirmity of the infrastructure market</li> </ul>

연계하여 복합적으로 일어나는 복합재난 측면에 대한 예방·대응 방안 마련이 필요한 것으로 나타났다.

재난안전 컨트롤 타워 지원 서비스 기술개발에 있어서 현재 미래재난 이슈에 대한 탐색과 상호 충돌적인 안전기준의 문제해결이 가장 시급하다고 판단된다. 또한, 재난관리책임기관 지원 안전서비스 기술개발에서는 안전문화 개선지원을 위한 안전의식수준 측정기술개발, 대형화되고 있는 재난피해에 대응하기 위한 대피지원 기술개발 및 민간의 안전산업 활성화를 지원하기 기술개발이 가장 필요하며, 국민 안전·안심을 지원하기 위한 안전서비스 개발에 있어서는 국민 맞춤형 저감기술개발(e.g. 미세먼지)이 가장 시급하다고 판단된다.

#### 4. 결론

본 연구에서는 재난 안전기술 동향분석과 과학기술 및 사회·문화 환경변화에 따른 재난 안전 환경 분석을 통하여 신종·미래·복합 재난의 발생 가능성을 살펴보고, 최종적으로 국민의 안전·안심 확보를 위한 안전서비스 기술개발의 중장기 전략 수립의 기초자료를 제공하고자 하였다. 세부적으로 국내외 재난 안전 관련 연구개발 동향을 파악하기 위해 재난·안전 기술기준 통합관리 관련 기술개발 현황, 재난대비 국가운영 연속성 관리기술 개발 현황, 재난대응·구호·복구 관련 기술개발 현황, 재난안전 취약계층 안전·안심 관련 기술개발 현황, IoT 기반 재난안전 기술개발 현황 등을 중심으로 조사하였다. 본 연구의 주요 결론은 다음과 같다.

- (1) 본 연구를 통해 다양한 국제적 활용사례 등을 검토한 결과, 우리나라 재난 안전 환경에 적절한 기술개발뿐만 아니라 이에 대한 정책적인 지원 또한 뒷받침되어야 할 것으로 판단된다. 하지만 고도화된 기술사회에 대한 반작용으로 첨단 신기술로 인한 신종·미래재난에 대한 대응과 복잡기술에 대한 통합적 안전관리 기술개발 및 대규모 재난에 대하여 기능연속성을 확보하기 위한 기술개발이 필요하고 재난안전 컨트롤 타워 및 재난관리책임기관 등의 역할이 중요한 것으로 나타났다.
- (2) 향후 고도화된 네트워크 사회, 기술 집적 사회에 대응한 재난안전 기술개발이 요구되고, 국가사회 기반시설 마비에 취약한 안전취약계층을 비롯한 국민보호 기술 개발 확보가 우선시 되어야 할 것이다. 이를 위해서는 기술의 진보에 따라 재난안전 현장에서 그 역할이 증대되고 있는 ICT 신기술의 적용 확대를 위한 정책 방향도 시기적으로 적절한 것으로 판단된다.
- (3) 본 연구에서 수행된 국내외 재난 안전 관련 연구개발 동향 분석과 추후에 전문가를 대상으로 재난·안전 R&D 기술수요조사가 수행된다면, 우리나라의 미래

재난안전 기술을 위한 중장기 개발전략 수립이 가능해질 것이다. 최종적으로 도출된 결과는 재난안전 컨트롤 타워(중앙안전관리위원회, 중앙재난안전대책본부)와 재난관리책임기관(행정안전부, 중앙정부, 지방정부)에서 각각 국가 재난안전 정책방향 수립 지원을 위한 재난환경 조사·분석 연구와 재난관리책임기관의 재난 유형별·지역별 재난·안전 업무 지원기술 개발에 활용 가능할 것으로 판단된다.

#### 감사의 글

본 연구는 행정안전부 재난예측및저감연구개발사업(MOIS-재난-2015-05)과 행정안전부 국립재난안전연구원(안전서비스 기술개발을 위한 기획연구)의 지원을 받아 수행된 연구이며 이에 감사드립니다.

#### References

- Cho, S., and Heo, B. (2017). A study on investment direction based on risk-matrix analysis of social disasters. *J. Korean Soc. Hazard Mitig.*, Vol. 17, No. 6, pp. 135-143.
- Cho, S., and Park, D. (2016). Identification of high-risk major accident types in Korea based on occurrence trend analyses. *J. Korean Soc. Hazard Mitig.*, Vol. 16, No. 4, pp. 103-110.
- Jin, F.K., Fah, W.R., En, N.D., Wei, L.M., and Wai, L.H. (2007). Developing a horizon scanning system for early warning. *Proceedings of 12th International Command and Control Research and Technology Symposium*, Newport, RI, USA.
- Kim, K., Hwang, Y.W., Yeom, J., and Park, H.J. (2019). Application of a risk matrix for hazard risk assessment in Busan Metropolitan City. *J. Korean Soc. Hazard Mitig.*, Vol. 19, No. 3, pp. 59-65.
- LegalForce. Retrieved October 11, 2019, from <https://www.legalforce.co.jp/>
- Miles, I. (2014). Foresight in the UK 1994-2014 impacts and insights. *Proceedings of HSE Annual Conference on foresight and STI Policy*, Moscow, Russia.
- Ministry of the Interior and Safety (MOIS). (2017). *2017 Statistical yearbook of natural disaster*.
- Ministry of the Interior and Safety (MOIS). (2019). Retrieved October 11, 2019, from [https://www.mois.go.kr/ft/bbs/type010/commonSelectBoardArticle.do?bbsId=BBSMSTR\\_000000000008&nttId=68542](https://www.mois.go.kr/ft/bbs/type010/commonSelectBoardArticle.do?bbsId=BBSMSTR_000000000008&nttId=68542)
- National Disaster Management Research Institute (NDMI).

- (2014). *Construction of fundamental technology for disaster risk assessment and response (I): disaster risk assessment system for Korea*. Report No. NDMI-PR-2014-07-02-01.
- National Disaster Management Research Institute (NDMI). (2017). *Risk register report*.
- National Institute for Disaster Prevention (NIDP). (2008). *A study on the quantitative analysis of human-induced disaster using risk curve method*. Report No. NIDP-ER-2008-04.
- Seoul Development Institute (SDI). (2009). *Developing a risk assessment method for the mitigation of urban disasters*.
- Statistics Korea. (2018). Retrieved October 11, 2019, from [http://m.kostat.go.kr/board/file\\_dn.jsp?aSeq=371501&ord=4](http://m.kostat.go.kr/board/file_dn.jsp?aSeq=371501&ord=4)
- Westlaw. Retrieved October 11, 2019, from <https://legal.thomsonreuters.com/en/products/westlaw>
- Yu, S.Y. (2011). A review of critical infrastructure resilience study as the future area of geosciences. *Economic and Environmental Geology*, Vol. 44, No. 6, pp. 533-539.

---

<i>Received</i>	October 21, 2019
<i>Revised</i>	October 21, 2019
<i>Accepted</i>	November 11, 2019

