

## 국내외 인적재난 안전기술개발 동향분석 및 로드맵 수립에 관한 연구

이태식\* · 안재우\*\* · 송철호\*\*\* · 석금철\*\*\*\*

### A study on the Trend Analysis and Road map Design of the Facilities Disaster and Safety Technology in the Country and Oversea

Tae Shik Lee\*, Jae Woo An\*\*, Cheol Ho Song\*\*\*, and Geum Cheol Seok\*\*\*\*

접수일자: 2013년 1월 23일/심사완료일: 2013년 12월 23일

**요약** 본 연구에서는 재난환경변화에 대응하여 인적재난 중장기 계획과 로드맵 수립을 기획하기 위하여 국내외 인적재난 안전기술 개발동향을 분석하여 중장기 로드맵을 제시하였다. 최근 국내에서는 재난환경에 연관된 사회환경, 생활환경, 국내외 정부부처 대응 등의 급변화 의하여 인적재난 연구개발 중장기 로드맵 수립의 필요성이 높아지고 있다. 미국은 국가재난 대응계획(NRF)과 국가사건사고관리시스템(NIMS)과 인적재난별 대응 시나리오 등에 의하여 기반을 구축하여 체계적인 연구를 진행하고 있으며, 일본은 년도별 방재백서의 연구개발 계획 등에 의거하여 재해대응 연구개발이 진행되고 있으며, 국내에서는 소방방재청과 국립재난안전연구원이 협력하여 인적재난 분야에 대한 연구과제를 진행하고 있다. 본 연구에서는 인적재난 연구개발 중장기 로드맵을 제시하여, ‘인명 및 재산피해를 최소화’ 하고, 국가적 인적재난 분야 연구개발체계를 정립하고, 나아가 미래 인적재난환경 급변화에 대한 대책을 제시하였다.

**핵심용어** 인적재난, 안전기술개발, 동향분석, 중장기 로드맵

**ABSTRACT** This paper is to show the long-term roadmap by analyzing the development trend for the safety technology of facility disaster in the country and abroad, and it is designed to plan the long term and roadmap in response to change the disaster environment. Recently in the country, it is increasing the needs of the long term roadmap design of the facility disaster research development in the facility disaster, by the rapidly of the social and the living and the related governments response's changing. The U.S. is going to develop the disaster responding research by planning the its master plans, including the NRF (National Responing Framwork), the NIMS (National Incident Management System), and its sinarios etc.. Japan is going to develop the research planning in the annual report of the disaster prevention, and we going to do the study projects about the facility disaster area with the NEMA (National Emergency Management Agency) and NDMI (National Disaster Management Institute). This paper is showed to design the long term roadmap of the facility disaster's study development, and to minimize the damage of the man and his property, and to set the study development system of the national facility disaster, and furthering to make the resilient planning in changing of the facility disaster's environment.

**KEYWORDS** facility disaster, safety technology development, trend analysis, long term road map

\*정회원, 한국방재안전학회 부설 연구소장(E-mail: synectix@yonsei.ac.kr)

\*\*정회원, 연세대학교 방재안전관리연구센터 연구원

\*\*\*정회원, 한국방재안전학회 부설 연구소 연구위원

\*\*\*\*정회원, 부산대학교 기계공학부 연구 교수

## 1. 서 론

최근 인적재난으로 2013년 12월에 발생한 부산남북항대교 연결도로 붕괴사고, 2013년 3월에 발생한 여수국가산단 대립산업 공장 대형폭발사고, 2012년 9월에 발생한 구미불산가스 누출 사고, 아직도 기억에 남아있는 2007년 12월 태안 허베이 스프리트(Hebei Spirit)호 해양오염사고 등을 통하여 인적재난 최소화를 위한 체계적인 중장기 연구 수행으로 문제해결방안을 얻고 이를 국가정책 및 재난관리 등에 반영하여 피해를 최소화하여 줄 것에 대한 요구가 증대하고 있다.(박계교, 2013).

최근 재난 및 안전관리 기본법(법률 제11495호)의 개정(2013.8.6.)에 의하면, 인적재난과 사회적 재난이 통합되어, 사회재난은 자연재해를 제외한 ‘화재·붕괴·폭발·교통사고·화생방사고·환경오염사고 등으로 인하여 발생하는 대통령령으로 정하는 규모 이상의 피해와 에너지·통신·교통·금융·의료·수도 등 국가기반체계의 마비, 「감염병의 예방 및 관리에 관한 법률」에 따른 감염병 또는 「가축전염병예방법」에 따른 가축전염병의 확산 등으로 인한 피해 등’으로 정의되고 있다(안전행정부, 2013).

미국(FEMA, 재난관리청)에서는 국가에서 준비하는 계획된 재난에 대하여 15개 시나리오로 분석하고, 이중 인적재난에 해당하는 부분들은 화생방 재난(시나리오 2번·7번, 13번), 폭발(시나리오 8번, 12번) 등으로 보고 있어서 붕괴와 환경오염을 화생방과 폭발 범주내로 포함하여 분류하는 경향을 보이고 있다(재난관리청, 2014).

일본의 연간 방재백서에 의하며, 붕괴·폭발·화생방사고·환경오염사고 등에 의한 분류가 국내의 관점과는 달리, 대규모 지진, 쓰나미, 태풍 등에 의하여 빈번하게 2차 피해로서 붕괴·폭발·화생방사고·환경오염사고 등이 발생하고 있어서, 방재예산에 전체적으로 투입하고 단일 시스템과 과정으로 처리되고 있다. 과학기술 연구예산으로서 2013년도에는 8,708(백만엔)이 사용되었고, 이중 방재청에서는 397(백만엔)이 배정되었으며, 총무성, 문부과학성, 경제산업성, 국토교통성, 기상청, 해상보안청 등에서 과학기술 연구를 진행하고 있다(내무성, 2012).

국내에서는 2013년에 소방방재청과 국립재난안전연구원 등에서는 27,503(백만원)의 과학기술 연구예산이 집행되었으며, 2014년에는 31,274(백만원)이 집행될 예정이며, 이는 인적재난안전기술개발, 자연재해 피해 예측 및 저감 연구개발, 차세대 핵심 소방안전 기술개발, 특수재난현장긴급 대응기술개발, 백두산 화산 대응연구개발, 재난안전기술개발 기반구축 등으로 구성되어 있다. 이중 인적재난 분야는

3,213(백만원)이 배정될 예정이다(국립재난안전연구원, 2014).

2013년 감사원과 미래부의 요청에 의하여, 점점 규모가 확대되고 있는 인적재난 피해에 대비한 체계적인 연구에 대한 요청이 증가하고 있으며, 현 정부도 2대 목표 중 하나로 ‘안전한 사회’를 선정할 만큼 인적재난 분야에 대한 연구 중요성이 크게 증가하였다.

본 연구에서는 기술적 측면, 경제산업적 측면, 사회문화적 측면을 종합적으로 동향분석을 하여 인적재난에 의한 인명피해와 재산피해를 최소화 시킬 수 있는 국내의 동향 분석 및 중장기 계획 로드맵을 제시하고자 한다.

## 2. 국내외 인적재난 연구동향

### 2.1 미국

미국은 사고원인분석 및 위험성평가기술은 우주항공, 원자력 등 하이테크 기간산업과 화학산업 등의 장치산업 분야에서 구축되어 왔으며 지속적인 정보의 축적과 기술 개발이 진행 중이며 미국의 DNV Technica와 EPA의 경우 위험성 평가방법론 및 비상대응 프로그램을 S/W로 개발하여 판매중이다.

대규모 위험성에 대한 예방을 위하여, 미국은 화학공학회(AIChE) 산하에 화학공정 안전센터(CCPS)를 설치하여 화학공장의 사고예방기법을 연구, 보급하고 있다.

또한 미국을 비롯하여 표준 인증기관인 ISO 등에서 장비/기술의 허용한계 및 기준을 특히 엄격하게 적용하여 운영하고 있다.

미국의 경우 연방국토 안보기관에서 재난에 대한 데이터베이스 시스템을 체계적으로 구축하고 관리하고 있으며 이른바 Nation Homeland Security Knowledgebase 시스템을 구축하여 운영하고 있으며 9.11 사태 이후 대형 다중이용 시설의 위험 및 피난설계 연구가 사회적으로 중요한 이슈가 되고 있음. 국가과학기술위원회에서 건설기술분야를 6대 산업기술분야로 선정하고, CONMAT프로젝트를 통해 교량과 터널의 안전성과 내구성 확보 기술을 개발해왔다.

미국은 FEMA를 통한 국가사건관리시스템(NIMS)운영, 비상계획 소프트웨어 개발, 대국민 재난대응 교육, 실시간 재난의 조기정보 및 재난통신망 등 재난상황관리 전반에 관한 연구는 물론 실질적인 적용연구를 하고 있다.

FEMA는 NIMS를 통해 재난과 위험대응의 표준화된 명령과 관리구조, 예방/상호구조/자원관리 등을 체계화하고 있고, 연방재난대응계획은 교통, 통신, 공공시설, 소방, 정보 및 계획, 집단수용, 건강 및 의료, 구조 및 수색, 위험물, 식품, 에너지, 자원의 12개 분야 응급지원기능 운용 중에 있

으며 일차 대응부문의 지리정보, 긴급통신, 생명공학, 지문 검색, 위치추적, 국경 및 무역·관세, 정보기관 및 국방, 재난준비 및 LDRPS와 같은 비상복구 비상계획 소프트웨어 등을 개발했으며 BPM 및 6-sigma 솔루션의 접목을 통해 실시간 재난환경을 통제/관리하며, 조기경보시스템을 통해 재난관리 책임자가 지능적으로 판단/결정할 수 있도록 지원하는 소프트웨어 개발했다.

또한 Disaster Central 웹 사이트를 통해 일차 재난 대응자 및 일반시민 대상의 재난 대처요령 교육을 진행하고 있으며, FEMA의 Ready 웹 사이트(www.ready.gov)는 생물, 화학, 방사능 테러공격위협에 대응한 사이버 교육을 진행하고 있다(시민준비 사이트, 2014).

또한 여기서 그치지 않고 모델베이스와 데이터베이스를 기반으로 하는 기존상황관리를 뛰어넘어 90년 대 후반부터 인공지능기반의 인텔리전트 DSS가 출현하여 룰기반 지식관리 시스템을 사용하고 있다.

뿐만 아니라 현재 미국에서는 공공재난안전재난구조통신망(PPDR)을 통해 재난상황에서 통신의 생존성, 융통성, 적용성, 및 안전성을 확보. 자체망 구성기능(Self-Organizing), 광역(Broadband), 높은 서비스 품질(High QOS) 보장은 물론 기지국 독립운영 등의 기능 확보를 통해 주제어장치와 기지국·중계기간 회선이 두절되어도 통신가능토록 하는 기술을 연구 중이다.

또한 미국은 재난의 예측뿐만 아니라 재난의 발생 시 피해를 최소화하기 위하여 Grand Challenges라는 6가지 원칙을 기반으로 국가재난안전기술개발에 힘쓰고 있다(백악관, 2013).

Grand Challenges란 다음 6가지의 원칙을 말한다.

**Challenge 1:** 필요한 장소에 필요한 때에 위험 및 재난정보를 제공한다.

위험증대에 관한 지식증가 및 확산을 위한 실시간 데이터 수집 및 해석 메커니즘을 개발하고 탐지 등 데이터 수집 능력 향상으로 실시간 위험상태, 결과예측, 경고 등 신뢰할 수 있는 모델 개발, 이에 데이터를 제공할 관측도구 개발 및 최신 통합데이터수집시스템 기술을 개발 및 데이터 공유, 축적, 분석 등 표준화로 일반인이 접근가능하고 정보전송의 신속성 및 공유성 확보를 위한 차세대 네트워크, 아키텍처를 개발한다.

**Challenge 2:** 위험이 발생하는 자연작용을 이해한다.

자연작용에 관한 기초적 연구향상을 통한 예보 및 예측 능력 고도화 기술 개발과 새로운 데이터를 수집하여 자연작용 이해 향상 및 그 영향에 대한 평가능력 강화를 위한 유효모델 도출 기술개발에 힘쓴다.

**Challenge 3:** 리스크 완화전략 및 기술을 개발한다.

고도의 건축기술을 구축하고, 비용효과가 크고 유익한 완화기술 개발하여 모델화하고, 그 영향을 감시하는 투자를 장려하고 구조물 및 인프라 상태변화를 탐지 대응하여 붕괴를 예측할 수 있는 스마트구조시스템 기술을 지속적으로 개발하며 기존 건물, 교량, 기타 라이프라인 구조물 성능향상을 위한 새로운 자재 및 비용효과가 높은 기술을 지속적으로 개발하여 유효한 비구조적 경감조치에 의한 구조적 진보기술 및 공학적 시스템에 대한 모든 위험요인을 대상으로 한 통합방법론 구축기술을 개발한다.

**Challenge 4:** 상호의존성이 있는 극히 중요한 인프라의 취약성을 인식하고 경감한다.

연쇄적 장애방지를 위한 인프라 시스템 및 라이프라인의 상호의존 시스템 수준평가방법 개발 및 통합관리시스템 구축기술 개발과 인프라 시스템, 라이프라인 보호기술 및 재난회복능력의 연계기술을 개발하고 비용효과가 높은 기술을 선택 보급하여 긴급대응절차와 재난회복력의 혁신적 평가기술 및 정보취득 시스템 구축기술을 개발한다.

**Challenge 5:** 표준화된 재난회복력 평가기술을 개발하고 평가한다.

재난의 경제적, 생태학적, 기술적 결과를 포함한 위험에 대한 회복력을 평가하는 데이터와 방법 등에 관한 유효측정모델, 측정기준 등 표준기술 개발 및 상기 데이터를 리스크 평가의 기초로 한 기술모델 개발과 연방정부 시설, 중요시설 및 위험한 상태에 있는 지역사회 리스크 평가를 완료하여 지역사회 재난회복력 투자전략 및 포괄적 사전 재난회복력계획 지원체제를 구축한다.

**Challenge 6:** 위험에 민감하게 반응하는 행동을 권장한다.

경제 및 인간행동원칙 기반의 예보, 경보 등 위험정보의 신뢰 및 이해확산 기술 개발과 일반시민 및 특정집단에 대한 표준화된 메시지 전달시스템의 설계, 실시 기술 개발 및 연방, 주, 지역 일반 수준의 대응조직간 통합된 위험긴급통신시스템에 의한 전달기술을 개발한다.

## 2.2 일본

일본은 전력중앙연구소는 가상현실(VR) 기반의 방사능 물질수송 시뮬레이터를 운용하고 국토교통성 산하 방재센터는 IT기반 의사결정시스템을 통해 재난시의 정부소집/피해상황 파악/피해예측 등의 자료를 종합하여, 실시간 의사결정을 지원함. NTT는 재난지역의 통신장애 응급복구를 위한 무선 및 위성 망 관련 장비를 확보하고 있다(중앙전력연구소, 2014).

전력중앙연구소에서 가상현실(VR) 기반의 방사능 물질

수송 시뮬레이터 운용은 물론 실운영에서 RFID기술 활용하여 지진, 해일 등의 자연재해의 실시간 감시를 위한 GPS등의 센서 네트워크 구축작업이 진행되어 있으며, 재난 시의 실시간 피해예측에 대한 활용연구도 진행된 바 있다.

국토교통성 등에서 지진, 해일, 화산 등의 자연재해의 다양한 상시감시가 진행되고 있으며 각각의 대응 및 피해 파악 예측 시뮬레이션 기술이 개발, 활용되고 있음. 구체적으로 방재센터에서 “방재정보 수집시스템”, “피해 상황 파악시스템”, “피해예측시스템”을 운영하고 있다.

과거에 경험한 대형재해를 토대로 일본 내각부가 중심이 되어 1996년부터 5개년 계획으로 시작하여, 현재 제4기 계획(2011-2015)을 실행하여 재난 및 안전 관련부문계획은 국토교통성과 문부과학성, 소방청 등에서 하위계획 작성했고 국토교통성과 문부과학성은 “안전·안심에 대하여”로 전략계획을 수립하여 추진 중이며, 소방청은 “소방방재 과학기술 고도화 전략계획”을 수립하여 추진 중이다(소방청, 2013).

이에 따른 주요 추진 전략과제로 제3기(2006-2010) 계획에서 ‘목표6: 안전이 자랑거리인 나라’에서(11) 국토와 사회의 안전 확보, (12) 생활의 안전확보 등으로 설정하여 재해시를 대비한 방재선진사회, 갈수 등에 의한 피해가 없는 지속가능한 물 활용사회, 복구시간을 대폭 감소한 국토고시기능 상실과 경제손실 최소화, 테러·대규모 사고 제로 사회, 세계 제1의 안전한 인텔리전트한 도로교통사회 구축, 유저에게 기술보급 등을 전략화 했고, 제4기(2011-2015) 계획에서는 특히 지진재해로부터 부흥, 재생, 대응 등의 강화에 역점을 두고 지속적 성장과 사회발전 실현에 중점을 두고 사회인프라 복구 및 재생 등 그 기능성, 편리성, 안전성 등 향상 연구 개발, 공공시설 방재기능 강화 및 민간시설들과의 네트워크 강화, 안정적 에너지 공급방안 등을 전략화 하여 폭발물, 생물화학제 등 위험물 실시간 탐지시스템 개발, 유해위험물질 확산피해예측과 감재대책 연구, 주민·행정 협동 유비쿼터스 감재정보시스템 구축, 시공간 처리와 자율협조형 방재시스템 실현, 대규모 재난 시 정보 공유기술 등을 중점적으로 연구·개발 중에 있다.

### 2.3 국내

국내에서는 보다 효율적인 재난관리시스템을 만들기 위하여 우리나라의 강점인 IT기술을 융합하여 각 기관의 정보, 데이터 망을 통합하여 단일화된 연결망을 구축하기 위한 연구가 진행 중이며 보다 빠르고 정확한 정보를 일반인들도 편리하게 제공받을 수 있게 하기위해 다양한 서비스를 제공하고 있다. 뿐만 아니라 이 모든 재난대응활동에

기반이 되는 국민의식 변화를 위하여 각종 교육을 실시하고 있다.

국가재난관리시스템(NDMS)을 통한 재난상황의 효율적 자원배분은 물론 대응·수습·복구시 재난관리책임자의 신속한 의사결정을 지원하고 있으며, 2005년도부터 현장 적용을 위한 고도화 연구 추진 중에 이다.

IT 기술 기반의 KOREA v6 재난재해 예방관리 웹서비스를 실시함. 재해 발생상황을 관제센터에서 모니터링하여 상황정보를 웹으로 제공하는 서비스로 일반인들도 각종 정보를 웹으로 확인할 수 있음. 또한 KOSHANET과 같은 재난정보 서비스 웹사이트 들을 만들어 보다 편하고 빠르게 정보를 접하고 대응할 수 있도록 노력하고 있다.

소방방재청에서는 인터넷 기반의 Safe Korea 방재교육 시스템을 통해 국민들이 각종 재난으로부터 자신을 지킬 수 있도록 안전교육을 실시하고, 게임 및 동영상 등의 다양한 콘텐츠를 개발하고 있으며, 21세기 위험사회에 대한 국민들의 이해와 대응을 목표로 「재난대비 국민행동매뉴얼」을 보급하고 있다(소방방재청, 2008).

재난 신고접수부터 출동지령, 관제·소방대상물 통제, 대국민 정보전파 등을 보다 신속하고 효율적으로 처리하기 위해 방재청에서 재난상황관리 종합정보시스템을 개발 운용 중에 있다.

중앙소방학교는 재난관련 일차 대응자에 대한 전문교육을 수행하고 있으나 예방 및 대응에 대한 교육프로그램과 시스템의 보완이 필요하며, 재난교육 외의 프로그램으로는 서울대병원의 간호능력향상을 위한 QI-시뮬레이션, 국방과학연구소의 전장환경 시뮬레이터 및 공군의 비행 시뮬레이터 등이 있다.

유비쿼터스(RFID, USN)기술을 이용한 취약지 혹은 재난지 현장자료, 기상자료, 관측정보 그리고 방재물자 자원 배포현황을 피해정보를 상황판에 표현하는 상황지원 의사소통시스템 개발중이다. 또한 3D와 GIS 기반의 가상 프로그램 즉 시뮬레이션 개발 중에 있다.

통신재난관리시스템(TDMS)을 바탕으로 통신사업자와의 연계를 통한 통신재난의 예방과 효율적인 대응·복구, 사후관리 업무를 추진하고, 통신자원 DB구축 및 정보 공유를 통해 중복투자 방지, 공동활용 상호접속, 통합운용 등 한정된 국가 통신자원의 효율적 이용을 도모하고있다.

통합지휘무선망(TRS)을 통해 부처별 운용 무선통신망과 연동하고, 재난발생시 즉각적이고 신속한 재난 지휘용으로 활용하도록 하고 800MHz 대역의 TETRA 방식을 이용하여 재난 시 그룹통화, 비상통화, 단말기 간 직접통화, 신속한 접속 등 재난대응성이 높은 TRS를 활용한 통합지

회 무선망 구축했다.

정보통신부는 IT839 중 하나인 RFID 인프라 조성해 관련 서비스를 조기 도입함으로써 동북아 IT허브 구축을 위한 국내외 연구소 및 기업의 공동연구를 추진하고 있다.

정보통신부 등에서 WIBRO나 WLAN과 같은 차세대 유/무선/위성 통합통신기술을 확장하여 안전관리 및 재난 통신 등에 활용하고자 하는 노력들이 전개되고 있다.

재난감시 및 구조를 위한 로봇의 경우 화재 등을 감시하기 위한 hovering 로봇 등의 플랫폼이 개발된 바 있으나 적극적인 활용에 있어서는 한계를 보이고 있으며, 국방부 등에서는 전장 시뮬레이션 등의 기술이 개발되어 있으며 이들 기술은 재난상황시뮬레이션 기술로 확장의 가능성이 있다.

재난대비 정보시스템을 통해 재난/재해/소방통합시스템, 종합상황관리시스템, 현장상황전송시스템, GIS시스템 등이 구축되어 운용되고 있으나 대응의 경우 주로 방재관리자들이 재난현장에 도착한 이후에 진행되고 있다.

상황통제 및 관련 예측/시뮬레이션 부문 연구는 주로 하드웨어 지향적이며, 소프트웨어의 경우 DB자료의 수준에 머물고 있으나 가상현실을 이용한 국방부, 보건복지부 등의 교육 시뮬레이션 프로그램은 일부 개발된 바 있다.

국가재난관리시스템(NDMS)을 통하여 재난 시 활용될 인적·물적 자원을 DB화하여 비상시에 자원의 효율적인 배분을 지원하고, 재난 대응·수습·복구 과정에서 재난관리 책임자의 신속한 의사결정 지원 등에 활용할 수 있는 시스템을 구축 중이다.

1996년부터 한국산업안전공단과 한국가스안전공사가 대형 화학공장을 중심으로 공정안전보고서(PSM, SMS)를 제출토록 권고하면서 정량적 피해예측분야에서는 많은 부분 연구가 수행되고 있다.

환경부 및 국내 다수의 대학 연구소들이 독성물질 누출에 대한 실제 시험이 어렵기 때문에 확산모델을 중심으로 유해화학물질의 이동경로를 모사연구를 수행 중이며, 또한 국내 운영환경이 다르기 때문에 외산 소프트웨어의 직접 도입 대신 수정보완 및 국산 프로그램의 개발이 필요한 상황이다.

산업시설의 유해화학물질 사고 발생 시 그에 따른 환경유해성을 정확하게 평가할 수 있는 통합시스템이 부족한 상황이다.

국내 산업시설의 정량적 위험성평가와 정성적 위험성평가에 대한 요소기술과 이의 보급이 상당부분 진척 되어 있어, 이를 토대로 비상대응시스템의 구축능력을 위한 요소 기술이 축적된 상황이다.

국내에서는 대학을 중심으로 관련 기술 개발이 진행되

고 있으며, 선진국에 비해 비상조치계획 프로그램의 개발 및 시스템 구축 기술은 현저한 격차를 보이며, 선진국에 비하여 40~60% 정도의 기술 수준을 갖추고 있다고 판단된다.

환경부 및 국내 다수의 대학 연구소들이 독성물질 누출에 대한 실제 시험이 어렵기 때문에 확산모델을 중심으로 유해화학물질의 이동경로를 모사연구를 수행 중이다. 또한 국내 운영환경이 다르기 때문에 외산 소프트웨어의 직접 도입 대신 수정보완 및 국산 프로그램의 개발이 필요한 상황이다.

산업시설의 유해화학물질 사고 발생 시 시설물과 위험물에 따른 환경 유해성을 정확하게 평가할 수 있는 맞춤형 모델을 구축하지 못하고 있는 실정이다.

산업시설의 안전관리분야는 1996년부터 발효된 노동부의 “산업안전보건법에 의거한 PSM(Process Safety Management)제도”와 산자부의 “고압가스관리법에 근거한 SMS(Safety Management System)제도”에 근거하여 시행 중이다(산업통상자원부, 2014).

국내에도 ISO인증을 위한 표준기관이 있으나 부처별 관리영역의 차이로 인하여 서로 다르게 운영되고 있다.

국내에서도 유비쿼터스 기술을 안전 분야에 적용하기 위한 연구가 시도되고 있으며, 실시간 가스 안전 및 환경을 모니터링하고 가스 누출 및 비상 상황발생시 SMS를 통한 경보 메시지를 발송하고 구동기를 가동하여 가스밸브를 자동으로 차단하기 위한 가스안전 모니터링 시스템이 전자통신연구원에서 개발되었으며, 가스누출 차단기는 각 가정에 보급되어 재난 예방의 탁월한 성과를 가져왔다.

U 기술과 가스 모니터링 기술의 접목을 위한 연구가 진행되고 있으나 인적재난 분야와 관련하여 현재 상용화한 제품이나 기술은 빈약하다.

행정자치부와 국가안전관리구축사업단 중심으로 국가안전관리정보시스템이 2003년 시작되었으나 전문성 확립, 재난데이터베이스 기능, 통신기능 등 많은 목표를 민간분야와 통합적으로 지향할 필요가 있다.

시설물의 재난발생요소를 파악하여 체계적 방재관리시스템 확립이 요구됨에 따라 1997년에 방재연구소, 1998년 한국방재협회가 설립되고, 2000년 한국도시방재학회가 창립되었다.

현재까지 일부 초고층 빌딩 등을 제외한 일반 주거용 시설이나 구조물의 설계시 피난 및 대피기술을 적용은 거의 미흡한 수준이다.

주 5일 근무제 확산, 신종레포츠 산업 발전 등으로 인하여 레저 시설물을 이용하는 인구가 폭발적으로 증가하고

있는 추세이나 레이저시설물에 대한 안전진단 및 위험도 분석, 대응 대피 등에 대한 연구는 전무한 실정이다.

우리나라는 국가과학기술위원회에서는 재난·안전관리 기술개발 전략으로 재난유형 및 지역맞춤형 기술개발, 미래형 및 복합형 기술개발, 생활밀착형 기술개발, 기술개발 역량강화, 기술활용기반 구축 등 다섯가지의 전략을 내세웠으며 소방방재청 예방안전국에서는 자체적으로 인적재난 R&D 연구동아리를 만들어 국민보호 및 안전관리 기술개발, 인적재난관리 및 역량강화 기술개발 등 두 가지의 기술개발 전략을 내놓았다. 또한 국립재난안전연구원에서는 작년에 이어 복합사회적 재난 기술개발 전략을 내놓았는데 2012년의 국가재난관리 역량강화 기술개발, 국가기반보호체계 기술개발, 국민보호 기술개발, 미래재난 예측 및 대응기술 개발 이 4가지 모토에서 2013년 미래재난 예측 및 신종·복합재난 대응기술개발, 국가기반체계 보호 및 통합안전도시 기반기술개발, 국민보호 및 생활안전 기술개발 등 세 가지로 합축하여 국가재난안전기술개발에 힘쓰고 있다(미래창조과학부, 2014).

첫번째로, 차세대 핵심기술분야로는 재난현장의 재난정보수요자 밀착형 재난정보통합관리 기술개발 측면에서 탐지센서 등 데이터 실시간 수집 및 해석능력 향상기술 개발과 시의적절한 정보수집 관측도구 및 개량기술을 개발하여 모든 조직과 사람이 실시간 이용할 수 있는 데이터 공유, 축적, 분석 및 해석모델을 위한 데이터 표준화 기술을 확립하고 재난위험지구 지구단위별 통신망 독립운영 기술개발 및 실시간 데이터의 통합관리 기술개발과 ICT기반의 실시간 데이터 전송 인프라 구축 기술개발이 필요하다.

두번째로 주요 위험시설물 및 지역사회의 선제적 재난저감기술개발적 측면에서 국가기반체계, 주요 위험시설물 등 인적재난관리대상물 선정기준 및 관리기술 개발과 모든 건축물 및 시설물 생애주기별 리스크 데이터 및 분석모델 표준화가 이루어져야하며 빅 데이터(Big Data)를 활용한 국가기반체계 및 주요위험시설물 인적재난 징후관리기술 개발 및 주요 위험시설물의 방재시설 설치 및 관리기준 개발이 이루어져야 한다. 또한 지역사회로의 위험과급영향 예측, 평가, 조치 등의 기술개발과 유해위험물질 확산 피해 예측 및 경감기술 개발 및 재난저감의 금전적 이익을 정량화하는 경제모델 개발하고 위험영향을 감시하고 저감하는 투자장려대책을 개발해야 한다. 특히 인프라시스템의 취약성은 물론 상호의존성 수준 명확화하는 평가기술도 개발되어야 한다.

세번째로 표준화된 재난회복탄력성평가기술 개발의 분야에서 보면 재난회복력을 평가하는 방법, 절차, 모델 등

의 표준화 기술개발해야하며 경제적,생태적, 기술적 측면 등의 재난회복력 평가 데이터를 재난관리분석의 기본 데이터화 기술로 개발하고 인프라·라이프라인 보호기술 및 재난회복능력과 연계기술개발 및 주요 공공 및 민가시설은 물론 특히 지역사회에서의 재난회복능력과 연계기술개발, 사업 계속유지에서 업무 계속유지로, 모든 부문, 모든 조직, 모든 사람 등에서의 적용기술이 개발 되어야 한다.

마지막으로 인적재난 협력관리능력 강화기술 개발 적 측면에서 인적재난 발생특성에 기반 한 재난책임자의 권한, 배상 책임 등 자율관리능력 향상 및 책임모델 표준화 구축기술 개발되어야하며 주요위험시설물의 리스크관리, BCM 등에 대한 공공부문의 관리능력강화기술 개발과 공공부문의 관리능력강화기술 개발이 시급하다. 또한 공공부문의 인적재난 관리능력 강화를 위한 재난관리기금 활용, 특별교부세, 안전유발부담금 등 재정확보 기술개발과 재난취약성 감소를 위한 공공방재투자 확대방안 개발 및 방재안전투자의 경제성, 지역과급영향 측정 및 분석기술을 개발하고 지역사회의 사회적 방재자본력 측정기준 및 활용 기술개발과 주민·행정협력 유비쿼터스 재난발생요인 및 경감기술이 개발되어야 한다.

### 3. 인적재난 기술분류 및 로드맵

#### 3.1 기술분류체계 기본원칙

재난 및 안전관리 기본법에 의거하여, 인적재난의 업무 활동 영역과 관리 프로세스를 나누고, 업무와 활동 목적에 따라 4대 분류체계를 도출하였으며, 이는 재난 및 안전관리기본법에서 정의하고 있는 붕괴·복발·화생방·환경오염 등과, 주변의 일상생활에서 발생하고 있는 생활안전 문제인 자살, 교통사고, 추락, 감전, 산악, 농기계, 승강기, 어린이놀이시설 등과, 계절과 연계되어 있는 인적재난인 스키장, 물놀이, 산불 등과, 그리고 인프라 구축 및 제도화로 구분하여 볼 수 있다.

특수재난 부분은 화학, 생물학, 방사능, 원자력 등에 의

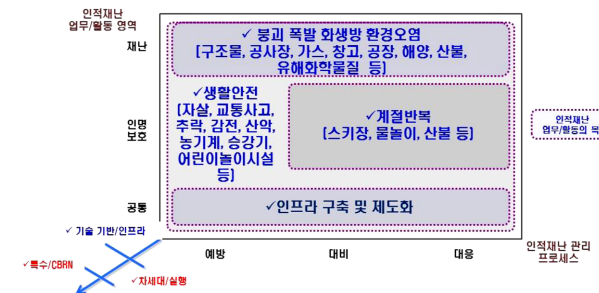


그림 1. 인적재난의 기술분류체계 기본원칙 모델



한 피해로, 차세대 소방핵심분야는 대응의 측면인 실행으로 구분하여 본다면, 인적재난은 기술기반과 인프라 구축 측면으로 기술분류를 고려하여 볼 수 있다. 또한, 소방방재청의 인적재난 부분의 자료와 언론을 통하여 대형 인적사고로 취급되는 모든 재난을 영역별로 구분하여 보았다.

3.2 기술분류체계의 도출

인적재난은 붕괴, 폭발, 화재방, 환경오염 등의 분야에서 발생하는 도로시설, 건축물, 공사장, 산업공단, 유원시설 등과 대비와 대응기술 등으로 구분하여 볼 수 있으며, 특히 일상적 생활에서 발생하고 있는 사건사고에 의한 사고와 계절별 반복되는 인적재난으로 스키장, 물놀이, 산불 등과, 인프라와 법제도 정비를 인적재난의 피해를 줄이는 기반 구축 등에 대하여 고려하여 중분류를 나누어 볼 수 있다.

인적재난의 업무/활동 영역과 목적 구분과 이에 따른 인적재난 기술유형 별 분류에 의하여 붕괴, 폭발, 화재방, 환경오염 등에 대한 피해발생시 대규모 인명과 재산피해를 입힐 수 있는 사건에 대한 예방과 대비와 대응 기술을 준비하고, 특별히 선진국에서 발생하고 있지 않으면서, 사회적 이슈화 되고 있는 인명사고의 피해를 줄이는 기술유형과 이들 인적재난을 사회적, 법적, 과학기술적으로 지원할 수 있는 기반을 갖추게 된다.

3.3 인적재난 분야 중장기 로드맵 개요

인적재난 경감을 위한 중장기 로드맵을 위의 기술분류를 통하여 나누어보면, 그림 2와 같다. 5개년을 1단계로 하여 2단계로 구성하여 보았으며, 핵심기술 분야를 5개에서 4개로 통합하여 제시하였으며, 이는 인적재난 예방기술, 인적재난 대비기술, 인적재난 대응기술, 계절별 생활안전 향상 기술 등으로 구분하여 보았으며, 인프라 법제도 부분 등으로 구성하였다. 우리나라는 최고기술 보유국 대비 기술수

표 1. 인적재난 기술유형별 중분류 모델

· 6대 대분류 체계별로 인적재난 기술유형을 고려하여 총 16개의 중분류 체계를 도출			
대분류(8) -인적재난 업무/활동 영역과 목적	중분류(14) -인적재난 기술유형	비고	
인적재난 (붕괴, 폭발, 화재방, 환경오염)	A. 인적재난 예방기술	A-1. 인적재난 도로시설 예방 기술 A-2. 인적재난 건축물 예방 기술 A-3. 인적재난 공사장 예방 기술 A-4. 인적재난 산업공단 예방 기술 A-5. 인적재난 유원시설 예방 기술	붕괴, 폭발, 화재방, 환경오염 붕괴, 폭발, 화재방, 환경오염 붕괴, 폭발, 화재방, 환경오염 붕괴, 폭발, 화재방, 환경오염 붕괴, 폭발, 화재방, 환경오염
	B. 인적재난 대비기술	B-1. 인적재난 시설별 재난위험도분석 평가 기술 B-2. 인적재난 시설별 외부공간 재난위험도분석 평가 기술 B-3. 인적재난 교육/훈련 실시/평가 기술	붕괴, 폭발, 화재방, 환경오염 붕괴, 폭발, 화재방, 환경오염 붕괴, 폭발, 화재방, 환경오염
	C. 인적재난 대응기술	C-1. 인적재난 대응 기술 C-2. 인적재난 설계/시스템/시뮬레이션 기술	정비, 설비, 제품 교육
	D. 계절반복 인적재난 저감기술	D-1. 여름철 인적재난 예방대비대응 기술 D-2. 여름철 인적재난 예방대비대응 기술	장비, 설비, 교육 장비, 설비, 교육
	E. 생활안전 인적재난 저감기술	E-1. 생활안전 예방대비대응 기술	장비, 설비, 안전, 개인장비
	F. 인프라 구축 및 제도화	F-1. 인적재난 정보통신시스템/지휘통제 기술 F-2. 인적재난 정책(법, 제도, 산업)/경영/행정 관리 F-3. 인적재난 조사 및 기타 기술	데이터, 장비, 설비 성능기준 법정, 감식



그림 2. 인적재난 분야 중장기 로드맵 설계

준을 5년동안 80%를 넘기는 것을 1차적 목표로 구성하였으며, 80% 수준을 넘어서면, 세계적 안전국가로 발돋움 할 것으로 기대된다.

4. 인적재난 안전기술개발 로드맵 수립

4.1 인적재난 측면

인적재난이란 안전행정부의 재난 및 안전관리 기본법 제3조 나 항에 의거하여 화재·붕괴·폭발·교통사고·화생방사고·환경오염사고 등에서 화재, 교통사고 등을 제외한 붕괴, 폭발, 화재방, 환경오염을 말한다. 많은 수의 사상자를 내고 있는 인적재난의 피해저감을 위하여 기술과 시민과 시설 등에 대한 종합적인 접근이 필요하지만, 이에 기술집중적인 개발로 인하여 현장적용에 어려움이 있어 이에 대한 개선이 시급하다.

해외동향 조사결과 현재 선진국에서는 인명피해의 최소화에 주안점을 두고 재난안전의 기반을 다지는 것을 지나 미래 재난을 대비한 연구가 진행되고 있음을 볼 수 있었다. 이처럼 선진국에서는 많은 시행착오와 기술개발로 확립된 규정과 평가 및 관리 제도를 기반으로 인명피해를 최소화하기위한 기술과 다양한 상황에 대비할 수 있는 시나리오를 구성하는 연구가 진행 중이다.

그러나 우리나라는 인적재난 부분이 체계적이지 못하여 각 부처별 각 행정구역 별로 나누어진 규정과 평가 및 관리 제도를 통일하는 기술개발과 함께 인명피해를 줄이는 연구와 인적재난 피해를 줄일 수 있는 연구를 동시에 수행하여야 한다. 그러나 규정과 제도의 기술 및 통합 인프라가 확립되지 않으면 나머지 인명피해와 인적재난에도 문제가 지속되므로 본 논문에서는 전체적 정책과 매뉴얼과 평가를 제대로 이룰 수 있는 기반과 제도에 대한 로드맵을 제시하였으며 인적재난, 인명피해, 정책분야 세 분야에 대한 세분류 30여개를 정의하고 5~10년 중장기 계획에 맞추어 우선순위를 중요도에 따라 분류하여 제시하였다.

분야	기술개발 분야	기간(년)
인적재난 (붕괴 폭발 화재 방 환경오염 등)	인적재난 대정전 피해저감을 위한 예방관리 기술개발	3
	크레인와이어를 편심마모현상감지 경보기술개발	3
	가스사고 인명피해 저감기술 및(폭발) 관리체 계 개발	3
	해빙기 붕괴사고 저감기술 개발기술 개발	3
	유해화학물질 누출사고 저감기술 개발	3
	공사장 붕괴사고 예방대비기술개발	3
	해양환경오염 저감을 위한 예방기술 개발	3
	주거환경오염 피해저감을 위한 예방대비기술개발	3
	대중교통(버스) 폭발피해저감을 위한 안전사 고 예방기술 개발	3
산업환경오염 피해저감을 위한 예방대비기술개발	3	
총계	10개 기술개발 분야	

**4.2 인명피해 측면**

2012년 생활안전 사회문제에 438억원이 과학기술 예산  
으로 투입되었으나, 이는 식품부 17.9억원, 농업진흥청 157.2  
억, 식약처 262.0억 등이 사용되었을 뿐, 시민생활의 안전과  
계절별로 발생하는 특이재난 분야에 대하여는 연구가 미  
미하였으며, 이로 인한 반복적인 인명피해가 줄어들지 않는  
원인 중의 하나로 보고 있다.

재난안전분야의 활동과 연구가 지속적으로 증가하고 있  
으나, 반면에 사망자 수도 3만명을 넘어서 꾸준히 증가하  
고 있어, 이에 대한 대책이 시급하다. 생활안전을 관리할  
수 있는 이론, 적용 시스템, 전국망 등 전반적인 체계와 절  
차가 정립되어 있지 않아서, 시민의 사망사고가 증가하고  
있으며 생활안전을 전국적으로 실시간 관리할 수 있는 연  
구체계가 없어서 생활안전관리가 이루어지지 못하고 있다.  
아래 표는 소방방재청이 제공하는 ‘재난종합상황분석 및  
전망’의 데이터를 참조하여 많은 사망자를 내는 11가지 종  
목에 관하여 만든 로드맵이다.

분야	기술개발 분야	기간(년)
인명피해 감소 (생활안전 계절반복 등)	인명피해저감을 위한 인적재난관리기술개발	5
	등산로 산악안전사고 피해저감기술 개발	3
	승강기 안전사고 예방 및 재난관리 기술개발	3
	스키장 안전사고 저감기술개발(대비/감지 기술)	5
	물놀이 안전사고 경감기술개발	3
	벌쏘임, 뱀물림, 예방을 위한 피해저감기술 개발	3
	농기계 안전사고 피해저감 기술개발	3
	감전사고 피해저감예방대기기술 및 재난관리 기술개발	3
	예초기 안전기술피해예방기술개발	3
	지하철 인적재난 피해저감을위한 예방대비기 술개발	3
	차도 안전확보를 위한 돌깎기구역 설정 기술개발	3
총계	11개 기술개발 분야	

**4.3 인프라&법제도 측면**

자연재해와 화재사고에 의한 사망자에 비하여, 인적재  
난에 의한 사망자가 압도적으로 많으나, 이에 대한 종합적  
인 사망자 감소를 위한 예방관리체계가 미흡하다. 예방관  
리체계 수립은, 기존에 발생한 대형 인적재난사고에 의하  
여 수립되어야 하지만, 데이터 수집과 축적이 정부기관별  
로 산재하여 있어서, 이를 종합하여 인적재난 피해를 저감  
시키는데 어려운 실정이고, 예방관리체계를 위한 인적재  
난 피해저감 교육과 훈련, 관련 상품의 개발과 비축, 인적  
재난 피해저감을 위한 예찰활동, 지속적 인적재난 피해저  
감 연구 등의 활동이 부족하다.

또한 방송과 언론에서 유사 재난수준의 사건사고가 반  
복적으로 보도되고 있으나, 이에 대한 재발을 방지할 수  
있는 효율적인 재난예방을 위한 지식통합 관리체계를 갖  
추지 못하고 있어 유사 재난 재발에 대한 그 동안의 피해  
저감을 위한 조치로 얼마나 효과를 거두었는지, 문제점이  
무엇인지 파악할 수 없으며, 재발방지를 위한 조치가 유관  
기관에 확산되면서, 조치결과가 문서에 의존하고 있으며,  
지속적 협력적 관리체계가 정립되어 있지 못하고 있다.

분야	기술개발 분야	기간(년)
인프라 & 법제도	인적재난 피해저감을 위한 예방관리체계개발	3
	재난예방을 위한 지식통합관리체계 개발	3
	전력재난 예방을 위한 재난안전 분석 조사	2
	환경오염이 인적재난에 미치는 연관성 분석 및 법제도 개선	1
	인적재난 피해저감 교육훈련 프로그램 개발 (10개)	3
	재난관리 책임기관의 인적재난 피해저감을 위한 예방공유기술 개발(공공기관)	3
	인적재난피해저감으로 UN안전도시 인증을 위한 한국형 예방대비 기술개발(국제협력)	3
	대국민 인적재난 예방대비 정보공유 스마트 기술개발	3
	인적재난 예방을 위한 정책평가 매뉴얼 일원 화 기술개발	3
총계	9개 기술개발 분야	

**5. 결 론**

본 연구에서는 국내외 인적재난 안전기술개발 동향을  
분석하고, 우리나라의 인적재난 분야를 붕괴, 폭발, 화재방,  
환경오염 등의 발생원인과 도로시설, 건축물, 공사장, 산업  
공단, 유원시설 등으로 구분하고, 시민의 생명보호를 위한  
계절별, 생활안전 분야를 인적재난분야에 적용하고, 인프  
라 구축 및 법제도 수립에 대한 전반적인 기술연구가 이루



어질 수 있도록 중장기 로드맵을 제시하고 관련 연구분야 30개를 제시하였고, 3가지 주요 연구결과를 제시하였다.

첫째로, 재난 및 안전관리 기본법에서 제시하고 있는 인적재난에 대한 국내외 동향을 조사하고 우리나라에 적합한 재난원인, 시설별, 인명피해 저감을 위한 세가지 방향에서 중장기 계획을 제시하였다.

둘째로, 차세대 소방분야와 특수재난 분야의 중복성을 피하기 위하여 기술 기반의 인적재난을 제시하였으며, 업무영역의 속성과 목적에 대한 분류를 통하여, 인적재난의 영역을 크게 6가지로 분류하였다.

셋째로, 재난영역에서 도출되는 6개 분야의 과제 30개를 3개의 영역인 인적재난, 인명피해, 법제도 인프라 등의 관점에서 정리하여 균형있는 연구를 통하여 인명피해가 최소화 될 수 있는 중장기 로드맵을 제시하였다.

### 감사의 글

본 연구는 소방방재청의 ‘2013 재난안전기술개발기반구축사업’ 연구비 지원에 의해 수행된 것으로 이에 감사드립니다.

### 참고문헌

1. 박계교 기자 (2013), 태안 기름유출피해 7431억원 총청투데이.

2. 안전행정부 (2013), 재난 및 안전관리 기본법(법률 제11495호)의 개정(2013).

3. 재난관리청 미국 (2014), 미국 국가 계획 시나리오 FEMA ([www.fema.gov](http://www.fema.gov)).

4. 내무성 일본 (2012), 일본 내무성 방재 백서([www.bousai.go.jp](http://www.bousai.go.jp)), 2003~2012.

5. 국립재난안전연구원 (2014), 2014 재난안전기술 R&D 사업 설명회 P.198, 223, 240, 262.

6. 시민준비 미국 (2014), 미국시민 준비를 위한 홈페이지, [www.ready.gov](http://www.ready.gov).

7. 백악관 미국정부 (2013), Grand Challenges for Disaster Reduction P.1~2.

8. 중앙전력연구소 홈페이지 (2014), [cripi.denken.or.jp](http://cripi.denken.or.jp).

9. 소방청 일본 (2014), 홈페이지 주소 [www.fdma.go.jp](http://www.fdma.go.jp).

10. 소방방재청 (2008), 홈페이지 주소 [www.nema.go.kr](http://www.nema.go.kr), 내용 중 주요업무예산-연구보고자료.

11. 산업통상자원부 (2014), 산업통상자원부(에너지안전과) 고압가스안전관리법[시행 2014.1.21.].

12. 미래창조과학부 홈페이지 (2013), [www.nstc.go.kr](http://www.nstc.go.kr) 2013.01.18. 정부개편으로 인해 국가과학기술위원회 폐지 미래창조과학부로 업무 이전된 내용임.