

과학적 재난원인규명을 위한 DSI

1. 머리말

재난의 다양성과 복합성을 이해하고 재난발생의 과정에서 근원적이고 주된 원인들을 중심으로 심층조사·분석하고 제도개선하기 위한 최초의 시도, 재난원인과학조사(DSI, Disaster Scientific Investigation).

이제까지 재난조사의 관점은 ‘천재이냐? 인재이냐?’를 판명하여 단순처벌에 그치거나 ‘소 잃고 외양간 고치는 식’의 국부적·단편적 시각으로 본 대책들이 대부분이었다. 제기되는 수많은 원인들 간의 연관성을 파악하고 근본원인을 찾는 과정에 대해서는 심도 있는 고민과 변화의 노력이 부족했던 게 사실이다.

이에 반복되는 대형재난의 재발방지과 피해최소화를 위해 시작된 과학적 재난원인조사는 재난발생의 원인을 철저히 규명하고 대응복구상의 문제점을 종합적, 체계적으로 분석하여 제도개선사항을 도출한다. 다양한 재난사례로부터 반복되는 문제와 해결책을 찾아서 적절한 대책이 수립될 수 있도록 함으로써 동일 재난 재발 방지에 기여하고자 하는 것이다. 특히 문제가 되는 원인과 대책을 경험지식(lessons learned)으로 관리하고 지속적으로 개선될 수 있도록 하는

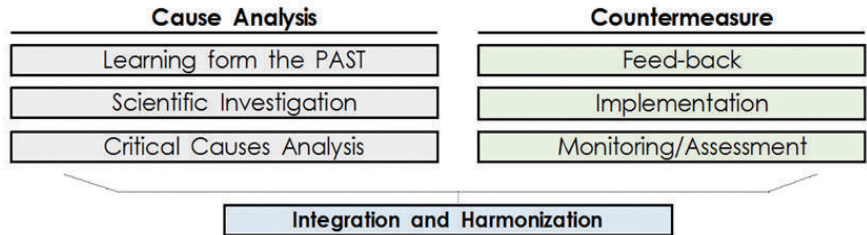


이 미 란

국립재난안전연구원
재난원인조사실 원인분석팀장
mrlee75@korea.kr

것이 그 효과를 최대화할 수 있도록 돕는다. 사후재난관리측면에서 근본원인해소를 위한 제도개선과 유사한 재난방지를 위한 사후평가기능이 여기에 포함된다.

그림 1.
재난원인과학조사(DSI)
기능



재난은 수많은 요인들이 복합적으로 얽힌 상태에서 상호작용하여 나타난다. 계속적으로 반복되는 재난 발생의 문제를 찾고 그 피해를 최소화하기 위해서는 원인들 간의 인과관계를 철저히 찾아내고 다양한 학문분야에서 근본원인을 찾기 위한 조사방법들이 결합되어야 한다. 보다 정밀하고 과학적인 원인규명을 위한 철저한 조사와 지속적인 연구를 통해 통합적 원인분석결과를 기반으로 한 실효성 있는 적절한 개선대책이 마련될 수 있도록 해야 한다.

2. DSI란 무엇인가?

재난관리에 있어서 현장은 모든 것을 답해준다. 2011년 우면산 산사태, 2014년 세월호 침몰사고, 2015년 중동호흡기증후군(MERS) 전국 확산과 같은 대형재난을 겪으며 현장에서 답을 찾기 위한 ‘과학조사(Forensic Investigation)’에 집중하고 있는 이유이다. 과거 실패경험에서도 볼 수 있듯이 현장의 중요성을 간과한 채 탁상공론식 재난관리의사결정으로 똑같은 실수가 반복되지 않도록 해야 한다. 재난을 대비하는 것, 상황에 적절히 대응하는 것, 피해에 대한 복구를 실시하는 것도 현장에서 정확한 진단이 필요하고 재난특성과 상황에 맞게 적절한 대책이 제시되어야 한다.

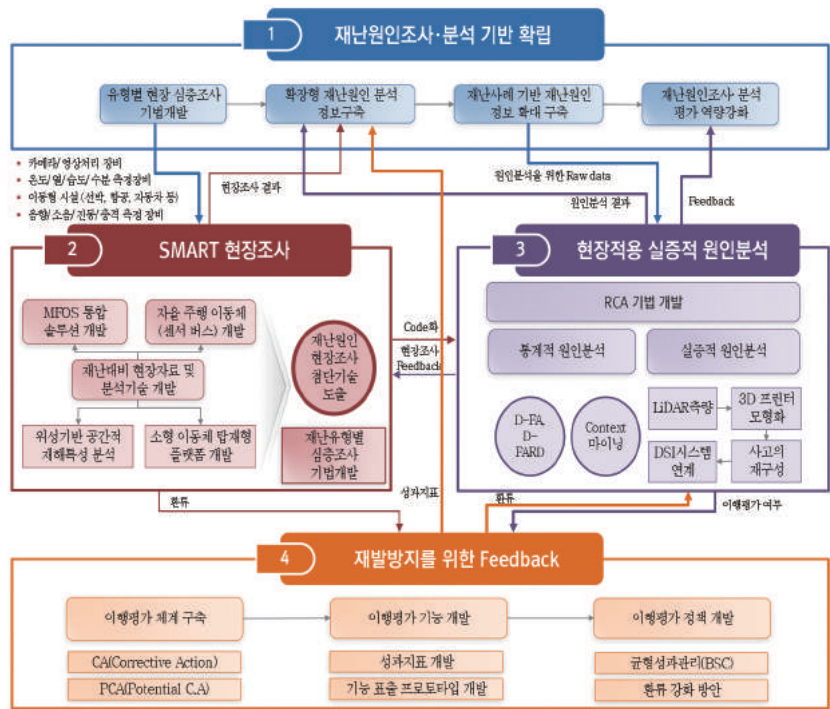
재난의 원인과 발생 메커니즘 해석 또한 현장에서 정밀한 조사와 과학적 분석을 통해 찾을 수 있다. 현장을 탐색하고 정보기반의 분석 능력을 갖춘 전문분석가(재난 프로파일러)와 활용 가능한 첨단과학기술을 접목하여 재난원인과학조사(DSI)가 수행된다. 재난의 원인을 찾는 조사결과는 소관기관마다 개별적으로 관리되어 왔기 때문에 재난원인분석 과정에서 활용 가능한 통계자료의 부족과 기관별 보유하고 있는 정보의 공유가 제한적일 수밖에 없었다. 따라서 재난유형별로 산재된 재난원인조사 정보들을 통합하여 과학적 분석기법 등을 활용하여 근원적 문제점을 파악하고 선제적 재난예방관리를 위한 해결책을 모색하고자 한다.

3. 핵심기술요소 발굴을 위한 도전과제

재난원인과학조사의 기능을 돕는 핵심적인 요소기술은 재난유형별 현장 심층원인조사를 위한 ‘재난 포렌식 조사기술’과 재난원인분석 및 평가 역량강화를 위한 ‘재난 프로파일링 기술’이다. 핵심요소기술 개발을 위해 다음과 같은 도전과제들이 계획되고 있다. 제시된 4개의 도전과제별 전략목표는 재난원인조사·분석 기반 확립, 스마트 현장조사, 현장적용 실증적 원인분석, 재발방지를 위한 환류(feedback)이다.

[전략1] 재난원인조사·분석 기반 확립은 재난 유형별 기초자료를 수집하고 원인-결과 해석(근본원인분석)을 위한 재난원인정보체계 구축으로 융합적 정보 활용과 재난발생 메커니즘 분석체계 마련을 목표로 한다. 장기적으로는 전문분석가를 위한 치침이나 교육 프로그램을 개발하여 재난원인 분석·평가 역량 강화해야 할 것이다. 세부추진과제는 확장형 재난원인분석 정보 구축, 재난사례기반 재난원인정보 확대 구축, 유형별 심층현장조사 기법 개발, 재난원인분석을 통한 평가역량 강화이다.

그림 3. 과학적 재난원인분석 프레임워크



[전략2] 스마트 현장조사는 국내외 연구·개발된 기술 분석을 통해 재난원인 현장조사에 필요한 첨단기술 도출하고 중장기 로드맵에 반영하는 것이다. 세부추진과제로는 특수조사차량 통합 솔루션 개발, 소형 이동체 탑재형 플랫폼 개발, 재난현장자료 취득 및 분석(모델링) 기술 개발, 자율 주행 이동체 개발, 위성/항공영상기반 재해특성분석이 포함된다.

[전략3] 현장적용 실증원인분석은 근본원인분석과 원인결과 관계분석 등 재난원인분석기법 개발과 재난요인 통계분석* 기술, 실증적 원인분석을 위한 사건의 재구성 등이 포함된다.

*D-FA(Factor Analysis): Factor Analysis기법을 이용한 재난발생요인 상관분석

*D-FARD: 재난발생 빈도분석

*Context 마이닝 기법: 재난 발생의 복잡성을 고려해서 복합정보를 이용한 재난원인 도출기법

[전략4] 재발방지를 위한 환류(Feedback)는 원인분석결과에 따른 개선사항 이행관리 및 이행평가지표 설정과 평가기술 개발로 재난 재발방지 환류기능을 활성화하고 사후이행평가체계를 완성하는 것이다. 재난원인분석·평가 역량강화를 위한 세부과제는 재난원인별 개선사항(CA, Corrective Actions) 분석과 적절성 평가, 이행평가 제도화를 위한 이행평가 지표설정과 법적근거 마련이다.

그림 4. 재난원인과학조사 중장기 전략 로드맵



4. 주요활동 및 성과

첨단장비와 Forensic 조사기술을 적용한 재난원인조사 활동은 국민안전처와 국립재난안전연구원을 중심으로 15년도 21건, 16년도 27건 수행되었다. 15년도에는 이천SK 하이닉스 질식사고 현장조사, 한화케미칼(주) 울산2공장 폭발사고 현장조사, 상주터널 차량화재사고 현장조사 등의 활동으로 유관기관들과의 협업성과를 도출하였다. 16년도에는 이슈재난이나 사고에 대한 문제점과 시사점을 찾는 기획조사 활동을 수행하였으며 특히 나전산업단지 신축공사장(경남 김해) 옹벽붕괴사고, 대학축제(부경대) 관람자 추락사고, 진주시 건물 리모델링 공사장 붕괴사고, 대만 타오위엔 관광버스 화재사고 등의 조사활동 성과가 있었다.

그림 5.
주요 조사활동 수행



상주터널 차량화재사고



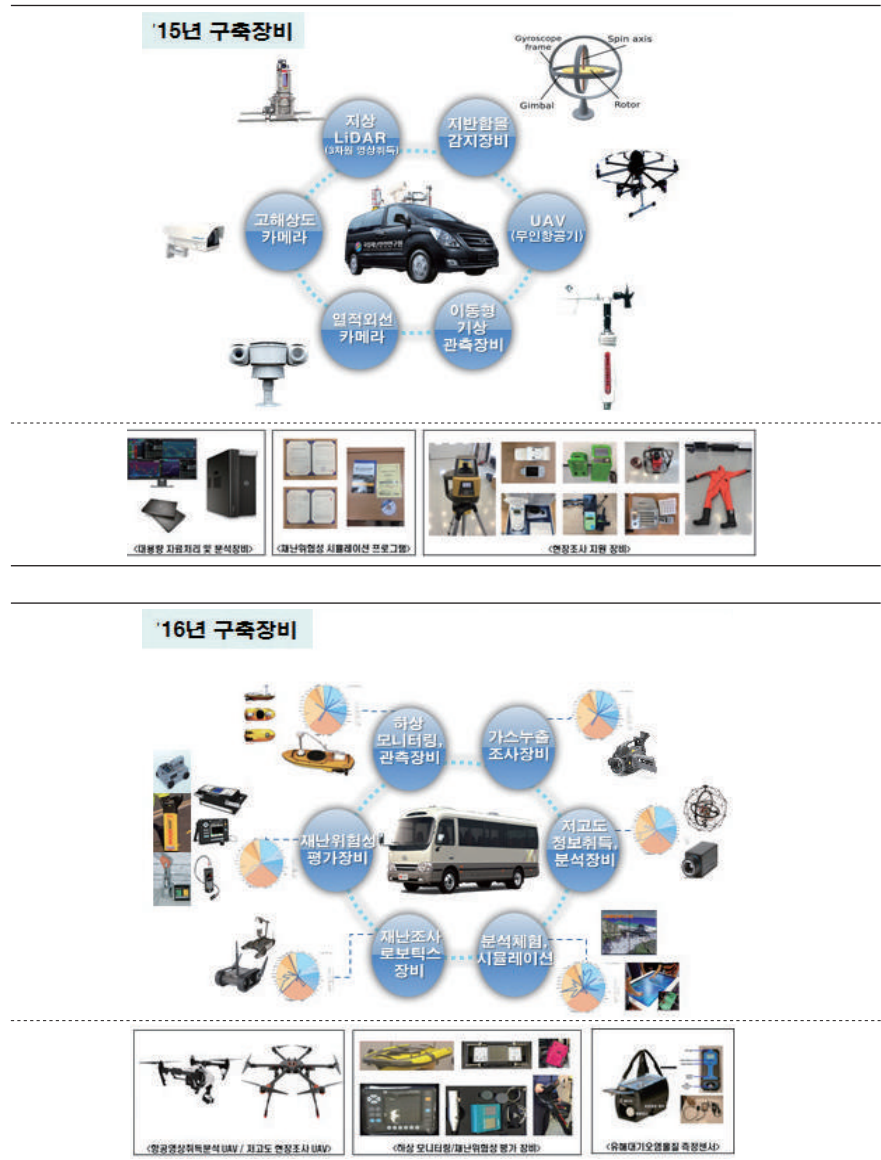
김해 나전산업단지 옹벽붕괴사고



첨단장비활용 재난현장 조사

국립재난안전연구원은 현재 과학조사 활동수행을 위해 특수조사차량과 UAVs, 항공영상, 인공위성자료 등을 활용한 입체적 현장조사정보 취득과 수질·대기·붕괴·화화사고 등을 대비한 정밀분석기술을 도입·운영하고 있다. 앞으로 재난원인조사에서 신뢰도 높은 채증 데이터 확보를 위해 다중조사기법(multi-forensic schemes)을 활용하고 수집정보의 오차범위를 최소화하여 원인분석 필수정보로 가공하는 기술이 적용될 예정이다. 재난 유형별 시나리오를 개발하여 피해확산원인에 대한 현장조사 요소기술을 개발하고 의사결정지원을 위한 정보들을 제공해 나가고자 한다.

그림 6.
과학적 재난원인조사
장비 구축현황
(15~'16년)



뿐만 아니라 2012년도부터 주요사업과제로 시작된 ‘재난프로파일링 기술 개발’은 대형재난 사례에 대한 원인정보 해석기술 적용 연구를 통해 재난피해 원인규명 연구로 발전하고 있다. 재난프로파일링은 다양하게 수집된 전자 및 비전자 자료들로부터 재난원인정보를 추출하는 과정을 시작으로 원인요인들을 인적, 물적, 관리적, 정책적, 환경적, 사회적, 경제적 7가지 요인의 원인분류체계로 정리하게 된다. 다음 단계에서는 재난·사고별 도출된 원인요인을 분류적 방법인 원인분석매트릭스(Cause Analysis Matrix)와 유사사례분석(Longitudinal Analysis) 결과로 정리한다. 또한 분석적 방법으로 시간전개해석과 인과관계해석(Causal Loop Diagram)을 통해 근본원인분석맵*(RCM, Root Cause analysis Map)을 작성한다. 이러한 과정을 거쳐 지속적으로 축적된 사례들은 재난유형별 원인분석트리(Cause Analysis Tree) 형태로 원인요인별 발생빈도를 해석하거나 원인-대책 관계 및 정책변화를 한눈에 종합적으로 살펴보는데 중요한 정보로 활용될 수 있다.

*재난 발생특성과 근본원인분석 결과를 단순 지도(Simple Map)형태로 묘사함

그림 7.
원인분석 매트릭스,
경주 마우나오션리조트
체육관 붕괴사고(2014)

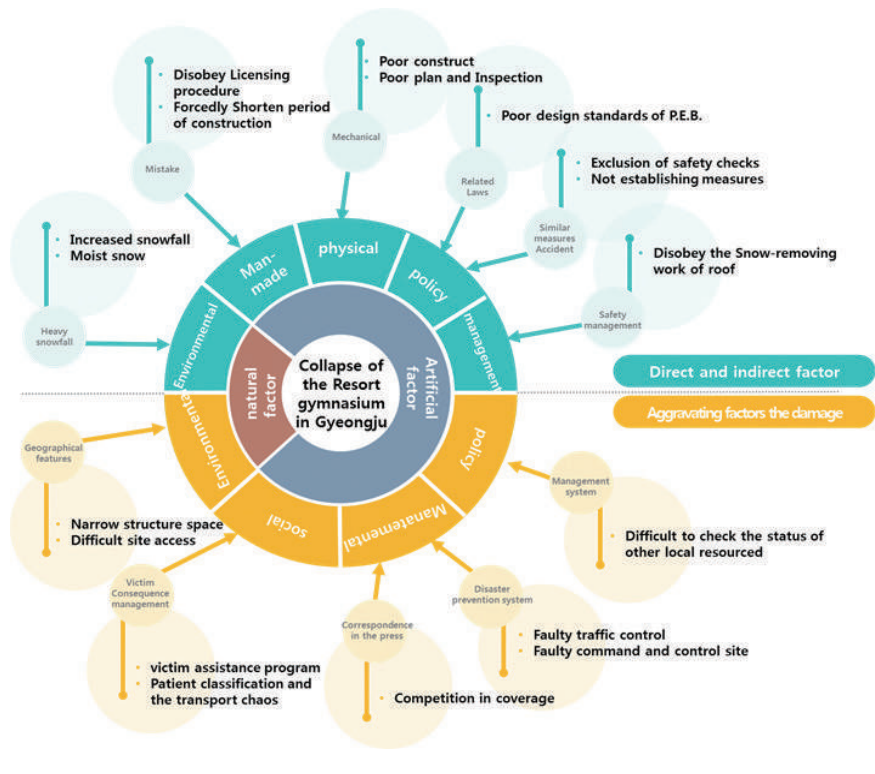


그림 8.

인과관계 다이어그램, 경주 마우나오션리조트 체육관 붕괴사고(2014)

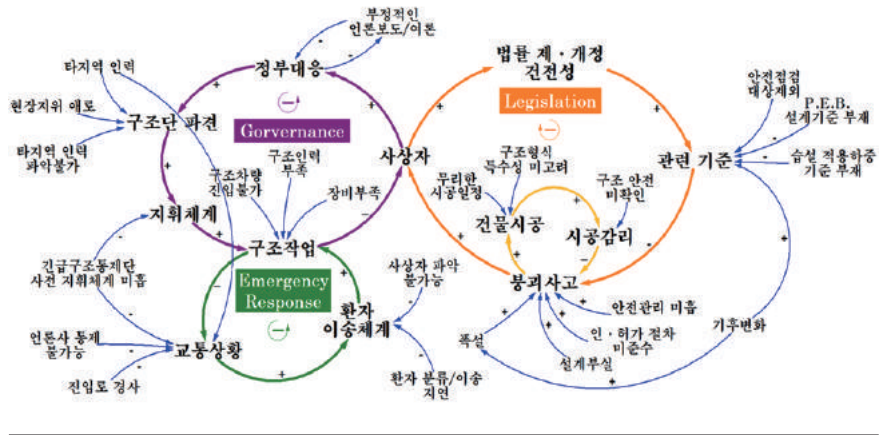
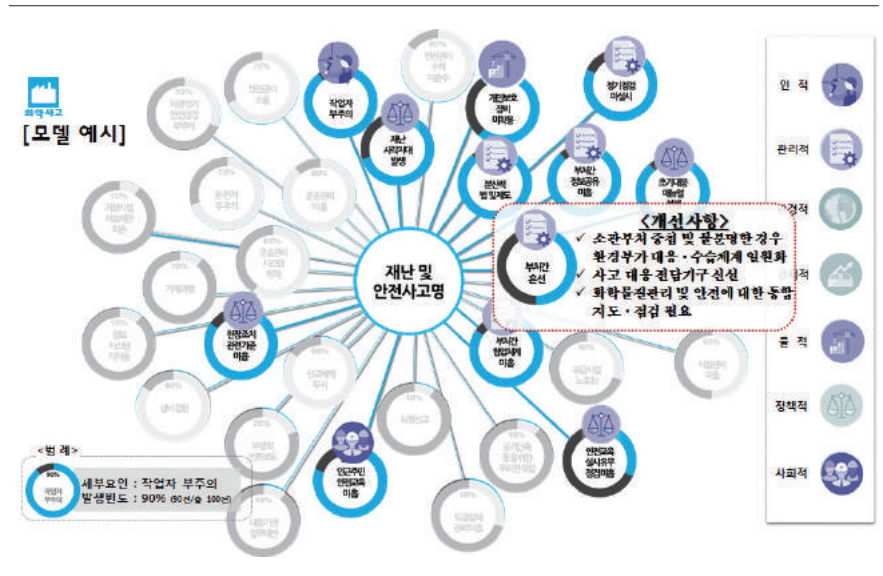


그림 9.

원인분석트리 예시



대형재난사례들을 중심으로 수행된 재난원인과학조사 활동과 재난프로파일링 원인분석 결과는 재난원인정보로 관리하고 매년 '재난안전시리즈'로 발간되어 재난관리 담당부서에서 사례경험 및 교훈을 공유할 수 있도록 배포하고 있다.



2015 재난안전시리즈



2016 재난안전시리즈, 화학사고편

5. 맺음말

재난·안전관리를 위한 정부조직은 2004년 소방방재청을 시작으로 행정안전부·안전행정부를 거쳐 2014년 국민안전처로 발전되어 왔으나 재난관리 컨트롤타워로서 통합적 대응체계를 구축하는데 있어 여전히 국민적 신뢰가 부족한 게 사실이다. 재난관리업무는 결과론적으로 잘못된 점이 더 두드러질 수밖에 없는 분야이기 때문일 것이다. 재난대응단계에서 현장의 전문성은 해당부처와 재난관리책임기관에서 책임있게 역할을 수행토록하고 정부차원에서는 동일한 재난이 반복발생하지 않도록 철저한 원인규명과 실효성 있는 대책을 마련하는 것이 국민적 신뢰도 확보 측면에서 중요한 역할이 될 것이다.

객관적이고 투명한 재난원인조사로 다방면에 걸쳐있는 자연적, 인위적, 사회적, 관리적, 제도적 원인들을 밝혀내고 지속적으로 개선방안을 모색하는 것이 적절한 예방책 마련의 핵심이다. 또한 사후재난관리와 재난의 예방적 차원에서 놓치지 말아야 할 부분이 실패경험으로 부터 학습하는 과정이다. '재난에서 재난을 배우다'라는 교훈과 같이 철저한 반성과 새로운 노하우를 공유해야 한다.

국가적 문제해결을 위해서는 국민적 공감대를 형성해 나가는 과정에서의 투명성과 공정성, 객관성이 부각될 필요가 있다. 문재인 정부 출범 후 독립적 사고조사기구 설치에 대한 안이 구체화되고 있는 시점에서 재난원인과학조사(DSI)의 근본취지와 지향하고 있는 목표들이 반영되어 사고조사의 독립성과 조사과정의 객관성, 조사결과의 신뢰성이 확보된 조사기구가 마련되기를 기대한다.

[참고자료]

- 국립재난안전연구원, 과학적 재난조사를 위한 Forensic Science, 재난안전 2014년 여름호(제 16권 제2호), 2014.
- 국립재난안전연구원, 재난원인과학조사 이행전략 수립 및 요소기술 개발, 2015.
- 국립재난안전연구원, 재난원인조사실 중장기 발전전략, 2015.
- 국민안전처(조사분석관실), 재난 및 사고조사 프레임워크 개발 연구 보고서, 2016.