

시나리오 기반의 재난요인 변수DB를 활용한 재난대응역량 강화방안 연구

한지아*, 민금영**, 정덕훈***

*동국대학교 경영정보학과

**동국대학교 경영정보학과

***동국대학교 경영정보학과

e-mail: harmi267@naver.com

A study on the disaster utilizing scenario-based disaster response capacity Strengthening research DB variable factors

Ji-Ah Han*, Geum-Young Min, Jeong Duk Hoon*

*Dept of Management Information System, Dongguk University

**Dept of Management Information System, Dongguk University

***Dept of Management Information System, Dongguk University

요 약

최근 국내 재난발생의 빈도가 잦고 이를 해결하기 위한 재난대응 담당자들의 역량에 대한 관심이 높아지면서 재난대응역량을 강화하기 위한 교육 및 훈련에 대한 체계 정립이 강화되고 있다. 본 연구는 실제 재난발생 사례 및 추이 분석을 통한 대규모 국가재난으로 전개 가능한 시나리오를 개발하고, 시나리오 전개에 따른 현 대비수준과의 갭을 분석하여 재난관리책임기관의 대응역량 강화 방안을 마련하는 것을 연구 목표로 하고 있다. 이를 위해 여러 가지 재난 유형 중 최근 위험성이 커지고 있는 “화학유해물질 유출사고”에 관한 재난 상황 시나리오를 개발하여 시나리오의 재난요인 변수 데이터가 재난책임 담당자의 대응에 어떤 영향을 미치는 지 살펴보고, 재난요인 변수 DB를 활용하여 재난대응역량 강화에 대한 방안을 제공한다.

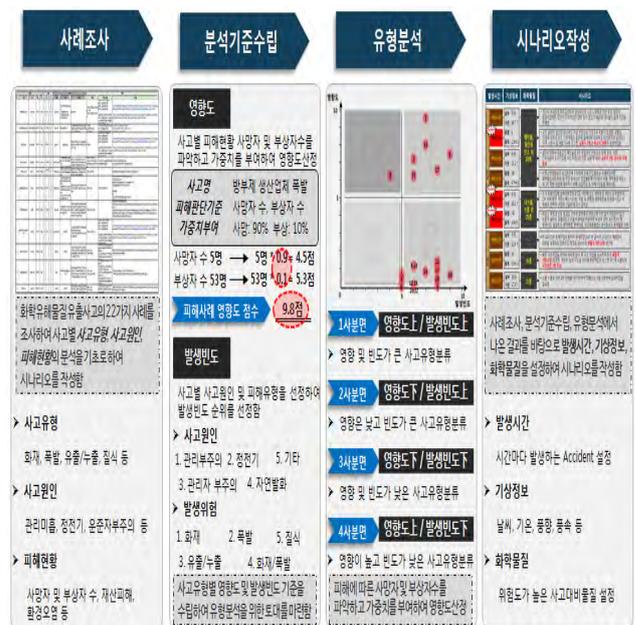
1. 서론

현재는 국가재난대응 훈련에 적용할 수 있는 시나리오 개발이 필요한 실정이며 재난 유형별 관련 기관 정의 및 업무 내용에 대한 정의를 통한 통합지휘무선통신망을 사용한 시나리오를 개발해야 한다.

‘(주)휴브글로벌 불산 누출사고’ ‘경기도 안산 단일화학 폭발사고’ 등 화학유해물질 유출사고로 인한 대형 인명피해가 발생함에 따라 해당 유형에 대한 상황시나리오를 개발하여 본 시나리오를 통한 재난대응담당자의 역량에 기여할 수 있도록 변수 데이터베이스를 활용하고자 한다. 재난이 발생하는 경우 현장지휘체계를 확립하고 긴급구조 대응활동을 신속하고 효율적으로 수행하기 위하여 국민안전처 등 긴급구조기관, 그 외 긴급구조지원기관 및 재난관련기관과 업무를 상호 공조 및 지원하기에 적합한 무선통신망을 구축하여 공통적으로 활용할 수 있는 재난요인 변수의 활용이 필요하다.

이에 따라 화학유해물질 유출사고의 전개양상을 예측하고, 기관 간 협업에 기반한 효과적인 대응체계의 구축방안을 마련한다. 복잡하고 비일상적이며, 특별한 재난상황에서 일관된 대응력을 발휘할 수 있도록 응용력 있는 시나리오의 개발이 필요하다.

화학유해물질 유출사고 시나리오 작성절차는 사례분석, 분석기준수립, 유형분석의 Process를 거쳐 유형분류에 의한 사례들의 핵심변수를 추출하여 시나리오를 작성하였다.



<그림 1> 화학유해물질 시나리오 작성개요

2. 화학유해물질 유출사고 사례조사

화학유해물질 유출사고 시나리오 작성 사례분석을 통해 각 사고별 기본정보, 기상정보, 사고정보, 피해정보를 세분화하여 영향도 및 발생빈도수의 도출방안을 마련하였다.

1	기본정보			기상정보			사고정보		4
	장소	날짜	시간	기온	풍향	풍속	사고 유형	사고 원인	
여수산단 탱크로리 전복 누출사고	전남 여수	2014-09-13	12:13	24.5	동	7.8	유출/누출	관리미흡	인명피해: 1명 사망, 6명 부상
주유보급로블 불산 누출사고	경북 구미 4공단	2012-09-27	15:43	21.7	남서	0.9	유출/누출	관리자 부주의	인명피해: 5명 사망, 18명 부상
농축탱크 핵산 혼합액 누출 사고	전북 익산시	2014-04-09	10:50	14.2	남서	2.4	유출/누출	관리미흡	인명피해: 1명 부상
방향제 제조업체 폭발사고	경기도 김포시	2007-08-17	11:56	29.9	서	1.6	화재/폭발	자연발화	인명피해: 7명 사망
디클로로실산 누출 사고	전남 여주시	2014-05-13	15:52	23.6	서남서	4.9	유출/누출	자연발화	인명피해: 근로자 4명 부상
메틸에틸케톤 폭발사고	울산광역시 울주군	2008-04-03	15:24	24.7	동서	2.1	화재/폭발	관리자 부주의	재산피해: 2,500만원
단일화합 폭발사고	경기도 안산시 반월공단	2000-11-02	17:08	7	동남동	1.8	폭발	관리자 부주의	인명피해: 5명 사망, 48명 부상 재산피해: 인근 10여개 공장 건물 파손

<그림 2> 화학유해물질 유출사고 사례조사

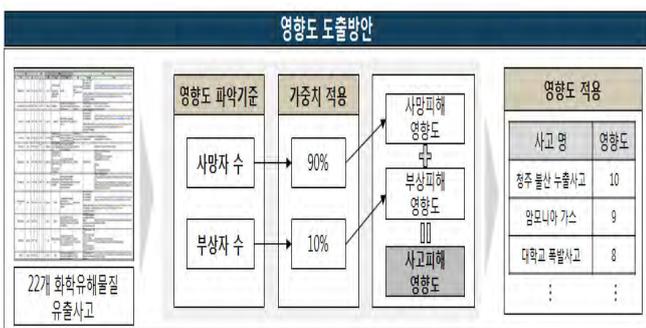
22개의 화학유해물질 유출사고사례를 통해 각 사고별 기본정보, 기상정보, 사고정보, 피해정보를 종합하여 사망자와 부상자수를 고려한 영향도 도출, 사고원인 별, 유형별 발생빈도를 도출하여 시나리오 작성에 반영한다.

No	반영정보		내용
1	기본 정보	장소, 날짜, 시간	-계절별 특성을 반영하여 시나리오 작성
2	기상 정보	기온, 풍향, 풍속	-기후변화를 고려한 시나리오 작성
3	사고 정보	사고유형, 사고원인	-사고 원인 및 유형별 발생빈도 도출
4	피해 정보	피해현황	-사망자 및 부상자를 고려한 영향도 도출

<표 1> 사고별 반영정보

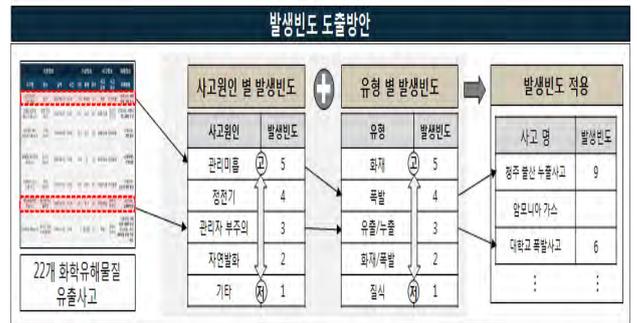
3. 분석 기준 선정 및 도출방안

화학유해물질 유출사고의 사분면 분석을 위해 영향도와 발생빈도 분석기준을 선정하여 적용하였다.



<그림 4> 영향도 도출방안

22개 화학유해물질 유출사고의 사망자 수와 부상자 수를 카운트하여 사망자는 90%, 부상자는 10%의 가중치를 적용하여 22개 화학유해물질 사고의 영향도 점수를 도출한다.

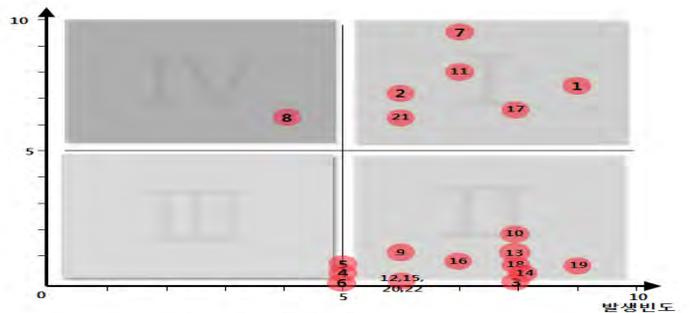


<그림 5> 발생빈도 도출방안

22개 화학유해물질 유출사고 중 사고정보의 사고원인 중 관리미흡, 정전기, 관리자 부주의, 자연발화, 기타 순으로 5~1점, 유형별 화재, 폭발, 유출/누출, 화재/폭발, 질식 순으로 5~1점의 점수를 설정하여 각 사고별 발생빈도를 도출한다.

4. 사분면 분석

화학유해물질 유출사고 22개 사례를 영향도와 발생빈도 기준으로 사분면을 구분하여 유해물질사고 분포 정도를 파악하였다.



<그림 3> 화학유해물질 유출사고사례 사분면 분석

NC	사고명	NC	사고명
1	LCD/OLE 공장 폭발	12	아크릴수지 제조공정 화재 사고
2	PCB기판 제조업체 중독사고	13	암모니아 가스 누출 사고
3	농축탱크 핵산혼합액 누출 사고	14	여수산단 탱크로리 전복 누출 사고
4	대학교 폭발사고	15	위험물 저장탱크 폭발사고
5	디클로로실산 누출사고	16	위중기 폭발
6	메틸에틸케톤 폭발사고	17	의약품 화학물질 생산업체 중독사고
7	방부제 생산업체 폭발사고	18	일산화탄소 중독
8	방향제 제조업체 폭발사고	19	저장탱크 화재
9	삼성전자 화성사업장 불산누출 사고	20	(주)구미케미칼 염소 누출 사고
10	상주 폴리실리콘 염산누출사고	21	(주)휴브르글로벌 불산 누출 사고
11	석유화학제품 생산업체 폭발	22	청주 불산 누출 사고

<표 2> 화학유해물질 사고목록

5. 상황 시나리오 작성

대표사례 화학물질 유출사고를 고려하여 폭발, 화재 및 유출 사고 유형을 중심으로 사고 공장현황, 사고현장도를 구성하고 발생시간, 기상정보, 화학물질을 설정하여 1사분면(영향도 상, 발생빈도 상)의 대표 시나리오를 작성하였다.

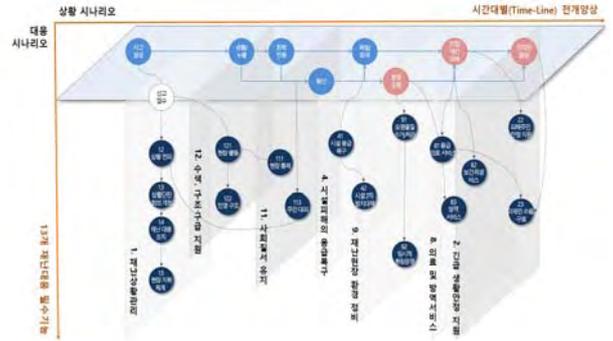
<표 3> 공장현황 및 사고현장도 구성

공장현황	
일시	2016년 6월 5일
장소	안산시 목내동 화학공장
건축물 현황	6개동, 3저장소
연면적	980㎡
근무인원	128명
취급화학물질	메탄올, 브롬 등 45종

사고현장도 구성(예시)

6. 화학유해물질 유출사고 대응 시나리오 작성

본 연구에서는 시간대를 기준으로 분할된 상황에 대해 13개 기능에 따른 대응시나리오를 작성하였다.



<그림 6> 화학유해물질 유출사고 대응 시나리오

이와 같이, 시나리오의 재난요인 데이터 베이스를 통해 재난대응에 영향을 주는 상황시나리오를 개발하여 상황시나리오에 따른 대응절차를 마련하여 상황에 따라 재난대응 담당자의 필요 역량을 강화하도록 한다. 대응시나리오에서는 13개 협업기능에 따른 세부 업무를 작성하여 재난대응담당자가 상황에 따른 대응을 구체적으로 알 수 있도록 한다.

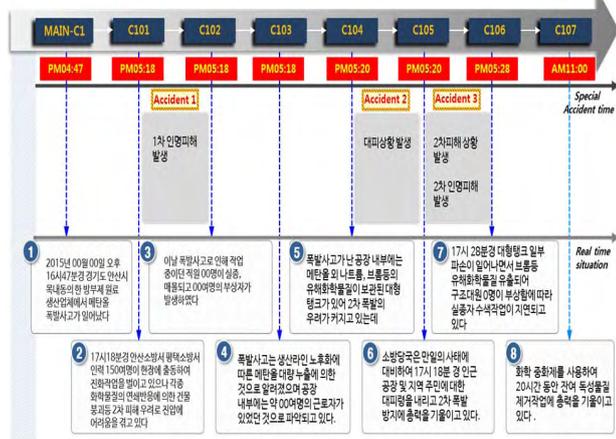
시나리오 상황이 재난요인 데이터 베이스에 따라 다양하게 제작되어 영향도 및 발생빈도를 기준으로 작성되면, 이에 따라 재난대응 담당자들이 다양한 상황 하에 대응할 수 있는 기회를 제공한다.

이 논문은 국민안전처 사회재난안전기술개발사업(NEMA-인적-2014-42)의 “재난유형별 국가재난대응시나리오 개발과 연계된 재난대응역량강화 방안 연구”의 지원을 받아 수행된 연구 결과이며 이에 감사드립니다.

발생시간	기상정보	화학물질	시나리오
6/5 PM16:47 PM17:04 PM17:08 PM17:18 PM17:20 PM17:28	날씨 : 맑음 기온 : 24.7℃ 풍향 : E 풍속 : 1.2m/s 날씨 : 맑음 기온 : 23.2℃ 풍향 : NE 풍속 : 3.1m/s 날씨 : 맑음 기온 : 24.2℃ 풍향 : NE 풍속 : 3.0m/s	메탄올, 인산하, 탄소 외 10종 나트륨, 브롬 외 25종	안산시 목내동의 화학공장에서 생산라인의 시설 노후화로 인한 잠수 중단이 발생하였지만, 점검이 이루어지지 않아 화재 발생 시 인명피해가 발생할 수 있음 잠수 중단이 있었던 생산라인 이상 반응으로 인한 1차 폭발이 발생함. 폭발로 인하여 공장 외 모든 근로자들은 동란에 휩싸이며 대피하고 생산라인의 공장장이 지역 소방서 및 관할기관에 신고함. 실종자 3명과 부상자 26명이 발생하였음 생산라인에서 사용중인 메탄올과 1차 폭발과의 반응으로 화재 발생. 공장 근무자들이 초기진압을 시도하였지만 진압 실패 후 다피. 실종자 2명, 부상자 19명 발생 지역소방대원들이 사고현장에 도착하여 화재 진압활동을 수행하였지만 화학물질과의 반응 및 강한 풍속으로 진압활동이 어려움이 따름. 화학물질 저장소의 2차 폭발 위험에 대비하기 위해 공장직원 및 지역주민들을 대피시킨 조기 화재진압에 실패하여 D동과 C동 사이에 있는 화학물질 저장소가 폭발하여 2차 피해 발생. 저장소에는 나트륨, 브롬 외 35종의 화학물질을 보관중이었고 이 폭발로 인하여 근접한 건물도 붕괴가 일어남 저장소 폭발과 건물 붕괴로 인하여 화학물질 저장소에 가장 많이 저장되어 있던 브롬이 외부로 유출되었고 브롬이 화재와 반응하여 독성이 강한 포스겐가스를 발생시킴. 돌발특성, 방제방법, 방제약품, 사고대응방법의 유선으로 방제활동 지연
6/6 AM06:43 AM09:05 AM11:00	날씨 : 흐림 기온 : 11.8℃ 풍향 : SE 풍속 : 3.3m/s 날씨 : 맑음 기온 : 17.3℃	브롬	약 13시간의 방제작업을 통하여 화재진압 완료 후 급식기, 콘크리트 해체장비 지원을 동원하여 인명구조 작업을 실시하여 목숨지 3명(사망) 발견함 빠른 구조작업을 위하여 방백면 활의 후 구조 작업을 실시하여 추가 목숨지 2명(사망) 발견함. 하지만 붕괴 구조물 사이에 잔류해있던 포스겐 가스에 노출되어 구조대원 3명 부상 브롬 누출로 인한 2차 피해를 막기 위하여 TO활산소다를 사용하여 중화작업을 실시함

<그림 7> 제 1사분면 방부제 생산업체 폭발사고 시나리오 예시

시간대를 기준으로 분할된 상황에 대해 각각 대응시나리오를 작성하기 위한 상황대 별로 시나리오를 재구성한다.



<그림 8> 제 1사분면 시간대 별 상황 시나리오 재구성

참고문헌

- [1] 이광희, 문일, 김성남, 조성현, 허성운(2014), 화학 및 방사능 재난 예측 및 대응 프로그램 개발, 한국재난정보학회지, 제10권 1호
- [2] 허준영, 이주호, 황인영, 한국행정연구원(2012), 초대형 중대재난 시나리오의 발굴 및 사전 대응체계의 마련, 한국행정연구원
- [3] 엄주성, 장한진, 황정윤, 정참삼, 허준행(2014), 3차원 능동형 재난관리체계구축을 위한 재해상황 별 시나리오 분석, 한국방재학회, 한국방재학회 학술발표대회는 논문집, pp.436
- [4] 박예진, 염재홍(2013), 실시간 재해 공간 DB 수집을 위한 구제역 방문조사 모바일 웹앱 구축, 한국방재학회, 한국방재학회논문집, 제13권 6호