

대산석유화학단지 화학사고 대응전략 수립

조 성(충남연구원 재난안전연구센터 전임책임연구원, cksaint@cni.re.kr)

CONTENTS

1. 서론
2. 화학사고 유형과 비상계획의 적용
3. 주민전파 및 소산 시스템
4. 화학사고 시 기관별 역할과 공조
5. 결론 및 제언

요약

- 화학물질 사용의 증가와 화학산단의 제반시설 노후화로 사고발생 빈도가 높아지고 있어 주민 불안이 가중되고 있음. 이와 관련, 화학사고로부터 주민의 생명을 보호하고 피해를 최소화하기 위한 지방자치단체의 역할은 사고발생 사실에 대한 주민전파와 대피, 사후관리에 있음
- 화학사고의 특성상 사업장 또는 지자체 단독의 주민소산 대책은 한계가 있으므로 유관기관과 지역사회와의 유기적인 협력체계 마련이 필요하며, 사고발생 시 기초자치단체 차원에서 주력해야 하는 주민소개와 사고지역 접근 차단을 위한 방안의 개선이 필요함
- 관련기관의 임무와 역할 선정을 통해 실질적인 협력체계를 강화하기 위해서는 관련기관의 현황을 파악하고, 각 기관의 임무와 역할을 국가산단계획에서 제시하고 있는 바와 같이 지정하여야 하며, 사고발생시 사태수습복구를 위한 각 단계별 역할과 재난안전대책본부의 설치방법 및 운영방안을 설정하여야 함
- 화학사고 발생시 실시하는 주민전파는 가용할 수 있는 모든 방식을 활용한다는 전제가 필요하며, 현재 실시하고 있는 주민전파 방식 이외에 중앙정부의 승인을 받아 재난문자 송출권한을 인계하여 활용하는 방안을 추가하는 것이 필요함
- 현재의 주민전파는 사고발생 사실전달에만 머물고 있으므로, 향후 주민전파 방식의 개량과 더불어 전파 내용, 특히 화학사고 대응 주민 행동요령 및 대피요령 고지를 위한 전문적 연구가 이루어져야 함
- 화학물질 특성에 맞는 대피소의 지정과 주민 소개를 위한 이동경로 및 이동수단 파악 등 현재 개발되고 있는 주민대피계획 가이드라인에 맞춘 종합계획 수립이 필요하며, 이를 위한 재원마련과 전문 연구가 추가되어야 함

01 서론

● 연구의 배경 및 필요성

- 대산산단의 화학물질 유통량은 연간 6,575만 톤으로 전국 유통량의 13%를 차지하고 있으며 유해화학물질 취급량도 연간 1,748만 톤에 이르고, 이를 취급하는 사업장의 증가뿐 아니라 사고가능성이 높은 사업장도 26개에 달하는 등 화학사고 발생의 위험이 상존함
- 또한 공단의 가동이 30년을 경과하여 안전관련 시설이 비교적 노후화 되었을 것으로 추정되며, 이는 화학사고 발생 위험성을 가중시키는 원인으로 지적됨
- 2012년 휴브글로벌 불산가스 누출사고 이후 화학사고는 지속적으로 증가하고 있으며, 특히 2018년 1월에는 대산 산단 내 롯데케미칼 사업장 배관에서 균열이 발생하여 벤젠이 5~6톤 가량 유출된 사고가 발생하는 등 주민불안이 심화되고 있음
- 화학물질에 의한 사고가 발생하면 지방자치단체는 사고지역의 수습을 위하여 지역사고수습본부(중앙부처의 지역 유관·실무기관) 및 지역재난안전대책본부를 구성하여 사고대응·수습을 지휘하며, 응급조치·주민대피 등 초동대응은 지자체와 소방이 공동으로 대응함
- 정부는 화학사고 예방 및 대응을 위하여 환경부와 고용노동부, 산업통상자원부, 행정안전부 각 부서차원에서 관리물질과 역할에 따른 사고대응과 수습을 지정하고 있는 등 화학물질 관리에 관련된 제도와 법령을 지속적으로 개선하고 있으나, 화학사고 발생 시 신속한 주민경보 발령과 주민대피 등 초기대응 미흡으로 화학사고 피해가 확산되고 있어 관련 운영체계의 중요성 및 필요성이 대두됨
- 화학사고로부터 주민의 생명을 보호하고, 피해를 최소화하기 위하여 사업장 또는 지자체 단독의 주민소산 대책 마련은 한계가 있으므로 유관기관과 지역사회와의 유기적인 협력체계 마련이 필요하며, 사고발생 시 기초자치단체 차원에서 주력해야 하는 주민소개와 사고지역 접근차단을 위한 방안의 개선이 필요함

● 연구의 목적

- 산업 발달로 다량의 화학물질이 상업적으로 활용되고 있으며, 특히 충남 서북부지역의 대산산단은 화학물질의 밀집도가 상당함에도 화학물질 취급시설의 노후화 등으로 인해 누출, 화재, 폭발 등의 관련 사고 위험이 확대되고 있음
- 정부에서는 화학사고 예방을 위하여 법령 개정 등 다양한 노력을 실시하고 있으나, 사고 발생 시 국민의 안전보장을 위한 대피 안내에 관한 연구와 개선은 미흡한 실정임
- 대산석유화학단지 화학사고 대응을 위한 지역 대비체계의 구축은 화학물질 관리법 제4조에서 규정한 지방자치단체장의 주민 건강과 환경상의 위해 예방시책 수립 및 시행에 대한 의무규정에 근거하여 서산시 관내에서 취급하는 화학물질의 효율적인 사고 대응을 위한 지역 및 기후 특성, 인근 지역민의 거주 형태 등을 고려한 대응전략 수립에 앞서 이를 위한 기초연구로서의 성격을 가짐

● 연구의 범위

- 본 연구에서는 화학사고의 유형과 규모에 따른 비상계획의 적용 범위를 확인하고, 화학사고에 신속히 대응하기 위한 주민 전파 및 소산 방식의 현황을 제시하고 이에 대한 발전방안을 제시함
- 화학사고 시 공조해야 하는 기관들의 역할을 확인하며, 이들의 공조방안과 화학사고 대응 및 사후조치에 필요한 자원과 인력, 장비의 동원을 위한 협업방안을 제안함
- 본 연구의 대상지를 선정하기 위하여 대산산단의 유해물질량을 기준으로 확산범위를 반영함. 이는 기 연구된 자료를 토대로 반경을 설정하여 대산산단의 화학공업 사업장에서 사고 발생시 피해가능지역으로 분류되는 9개 마을을 선정함

● 연구의 기대효과

- 화학사고 발생가능성으로 인한 주민불안을 해소하고 안전을 확보하기 위한 지역대비체계 구축의 기초자료로 매우 중요하게 활용할 예정임
- 주민전파 방식의 개선을 통하여 해당 지역 내 주소를 둔 거주 주민뿐만 아니라 단지 내 사업장 근로자 및 사고 영향범위 내에 이동하고 있는 사람들에게도 사고 정보가 전달 될 수 있는 재난정보시스템의 기초지자체 권한 부여를 위한 제도건의에 활용됨
- 향후 화학사고 주민소산 시스템 구축에 필요한 기관 간 협조체계와 자원동원 및 대피지원체

계 구축의 필요성을 제안하는 기초자료가 됨

● 연구의 정책활용

- 이 연구자료는 중앙부처 재난 문자발송 권한 부여를 위한 정책제안의 기초자료로 활용
- 서산시 역점시책화 자료로 활용
- 향후 화학사고 대비 주민소산을 위한 전파 및 대피지원 정책연구의 자료로 활용

1. 화학사고의 유형

● 화학사고와 원인

- 화학사고란 시설의 교체 등 작업시 작업자의 과실, 시설결함, 노후화, 자연재해, 운송사고 등으로 인하여 화학물질이 사람이나 환경에 유출, 누출되어 발생하는 일체의 상황을 말함
- 사고의 유추는 재난대응의 효과적 실행을 위하여 구성되므로 사고의 빈도와 사고의 강도를 충분히 고려하여야 함. 사고의 빈도와 강도의 조합으로 사고의 위험도를 설정하고 사업장에서 제어 할 수 있는 수준의 허용 가능한 위험도를 설정하여 이에 따른 관리방안 및 사고별 대책이 준비되어야함

<표 1> 사고 원인과 사고형태

사고원인	사고형태
(1) 휴먼에러 (실수로 인한 원료 혼입으로 이상반응) (2) 운전조작 미숙 등 기술훈련 및 교육훈련 부족 (3) 방화 등 고의에 의한 사고 유발 (4) 중요 핵심부품 결함 및 설비 노후화 (5) 안전방호설비 미흡 (인터록시스템, 긴급 연동시스템 등) (6) 근본적 설계 결함 (7) 화재, 폭발, 독성 유발 물질 사용 (8) 취급, 저장 보관시 다량의 물질 사용 및 보유 (9) 지진·풍수해 등 자연재해 (10) 설계·기술 미비 및 감리부족 등에 의한 부실공사 (11) 사고 축소·은폐 등 초동단계 대처 미흡 (12) 총체적인 안전관리 시스템 부재 (13) 실질적 안전 활동 부족 (조직/인원/문화)	(1) 유해화학물질 대규모 누출사고 (2) 유해화학물질 제조·보관시설폭발 사고 (3) 유해화학물질 운송차량 (탱크로리 등) 전복 사고 (4) 복합재난(자연재난+화학사고 / 화학+화학사고/테러+화학사고)

(1) 물질유형에 따른 분류

- 유해화학물질 관련 사고가 발생하였을 경우, 사업주는 화학물질관리법 제43조, 제44조에 의거 즉각 관계기관에 신고 하여야 함. 또한 유출 및 누출량이 정해져 매우 엄격하게 관리되고 있는데, 이중 사고대비물질 유출 및 누출시 신고기준과 사고대비물질의 물질군별 특성은 다음과 같음

<표 2> 사고대비물질 물질군별 유출, 누출량 신고 기준 및 특성

물질군	물 질 명	유출· 누출량 (kg, L)	특 성
산	불산, 염산	50	<ul style="list-style-type: none"> - 증기 또는 물질의 흡입, 섭취나 접촉(피부, 눈) 시 심각한 상해, 화상이나 사망 초래 - 물이나 습기와 반응하여 독성, 부식성 또는 가연성 가스 방출
	질산, 황산	500	<ul style="list-style-type: none"> - 물과 반응하여 고열 발생, 이로 인해 공기 중의 증기농도가 증가 - 화재진압 또는 희석을 위해 사용된 물로 인해 발생한 증기는 부식성 및 독성을 띌 수 있어 환경오염 초래 - 금속과 접촉 시 인화성 독성가스 생성
염기	노말-뷰틸아민	500	<ul style="list-style-type: none"> - 흡입, 섭취 또는 피부 흡수 시 심한 상해나 사망 초래 - 증기 및 냄새가 자극성과 부식성이 매우 강함 - 화재 시 자극성, 부식성 및 독성 가스 생성
가스	염소, 플루오린, 포스겐, 사린	5	<ul style="list-style-type: none"> - 흡입 또는 피부 흡수 시 사망 초래 - 자극성과 부식성이 매우 강함 - 물질에 접촉 시 피부와 눈에 심한 화상 초래 - 공기와 섞여 폭발성 혼합물을 형성 - 공기 중 확산 빠름
	황화수소, 암모니아, 포스핀, 아르신, 디보란, 메틸아민, 트라이메틸아민, 폼알데하이드	50	<ul style="list-style-type: none"> - 열, 스파크, 불꽃에 의해 쉽게 발화 - 화재 시 연소 가속화 - 화재 시 자극성 및 독성 가스 발생 - 일부 물질의 경우 공기, 습한 공기 및 물과 반응 - 공기 중 확산 빠름
유기 용제	벤젠, 메틸 비닐 케톤, 메틸에틸케톤	5	<ul style="list-style-type: none"> - 열, 스파크, 불꽃에 의해 쉽게 점화 - 흡입 또는 피부 흡수 시 독성영향 - 실내외 또는 용기에 증기 생성 시 폭발 위험

물질군	물 질 명	유출· 누출량 (kg, L)	특 성
	과산화물		- 휘발성이 강해 공기 중 확산 용이
	톨루엔-2,4-디이소 시아네이트, 알릴 알코올, 염화 벤질	50	
	페놀, 톨루엔, 알릴 클로라이드, 니트로벤젠,p-니트 로톨루엔	500	
기타	과산화수소, 삼염화인	500	- 흡입, 섭취 또는 피부 접촉 시 상해나 자극 유발 - 물과 접촉 시 인화성 및 독성가스 발생 - 화재 시 연소 가속화

(2) 사고유형에 따른 분류

- 화학물질 사고 유형은 화재, 폭발, 독성물질 누출로 나뉨
- 화학사고 발생시 이에 따라 최악의 사고 영향범위가 사업장 경계 내에 있을 때는 휴먼에러 및 운전조작 미숙 등 기술훈련 부족 및 교육훈련 부족, 중요 핵심부품 결함 및 설비 노후화로 화재, 폭발, 누출의 유형이 나타나며, 방화 등 고의 사고유발, 주요 핵심부품 결함, 안전방호설비 미흡, 화재 폭발 독성 유발물질을 다량 사용함으로써 발생됨
- 또한 지진 등 자연재해 및 안전활동 부족, 총체적인 안전관리 시스템 부재에 의해서도 사고는 화재, 폭발, 누출로서 발생할 수 있으나 사업장 경계 밖으로 그 범위가 확산되고 물질이 급성독성물질인 경우는 그 유형이 누출이라 정의됨
- 급성독성물질인 경우 독성물질로 인한 인체에 영향을 줄 수 있으나 급성독성물질이 아니면서 인화성물질이고 폭발의 위험성이 있는 경우는 폭발로 정의됨. 물질로 인한 화학적 폭발도 있지만 기계설비 및 외부적 환경에 의한 물리적 폭발도 고려될 수 있음
- 인화성물질이면서 폭발의 위험성이 아닌 경우는 화재로 정의함. 즉 연소속도 및 물질의 양에 의해 화재와 폭발로 나뉨

- 연소속도가 낮고 물질의 양이 적은 경우와 외부의 환경으로 공기가 유입되어 희석된다는 조건으로 인해 발생하는 것은 화재로 분류되며, 특수한 경우로 하여 연소속도가 높거나 많은 양의 물질이 밀폐된 공간에서 발화한 경우는 폭발로 봄
- 인화성 물질이 아닌 경우에는 누출의 유형으로 나타나는데, 이 경우 대기확산물질의 경우와 그렇지 못한 경우로 나타낼 수 있으나 그 유형은 누출의 형태로 나타난다. 대기확산물질인 경우 증기압에 의해 증기압이 높은 물질, 낮은 물질로 구분될 수는 있으나 이 유형 역시 누출로 나타냄

(3) 사고규모에 따른 분류

- 사고규모는 네 가지로 판단
- LEVEL 1 화학사고는 인적, 물적피해가 거의 없으며, 이로 인해 사업장내에서 쉽게 처리할 수 있는 경우로써 유해화학물질의 유출, 누출량이 소량이고, 사업장의 설비 및 사업장 구역에 확산이 내부로만 제한된 경우에 해당
- LEVEL 2 화학사고는 유해화학물질 유출 및 누출이 소량이나 사업장 구역을 벗어난 경우로, 사업장 인력으로 처리가능하나 외부로 유출되어 정부기관의 도움이 필요한 경우
- LEVEL 3 화학사고는 유해화학물질이 대량 누출되었으나 지자체 1개 구역 내에서 처리 가능한 경우로써 외부 대응기관 및 지역협의체, 정부기관의 도움이 필요로 하며, 지자체 주민의 대피 여부에 대한 의사결정이 필요
- LEVEL 4 화학사고는 사업장에서 대규모의 유출 및 누출이 일어나 주민에게 경고 및 경보체제 시스템을 가동하고 대응과 더불어 주민 대피를 고려한 대규모의 상황으로써 중앙정부의 집중적인 관리 및 통제가 필요하며 주민을 신속히 대피시키기 위한 지자체 및 범정부적 대책이 요구됨

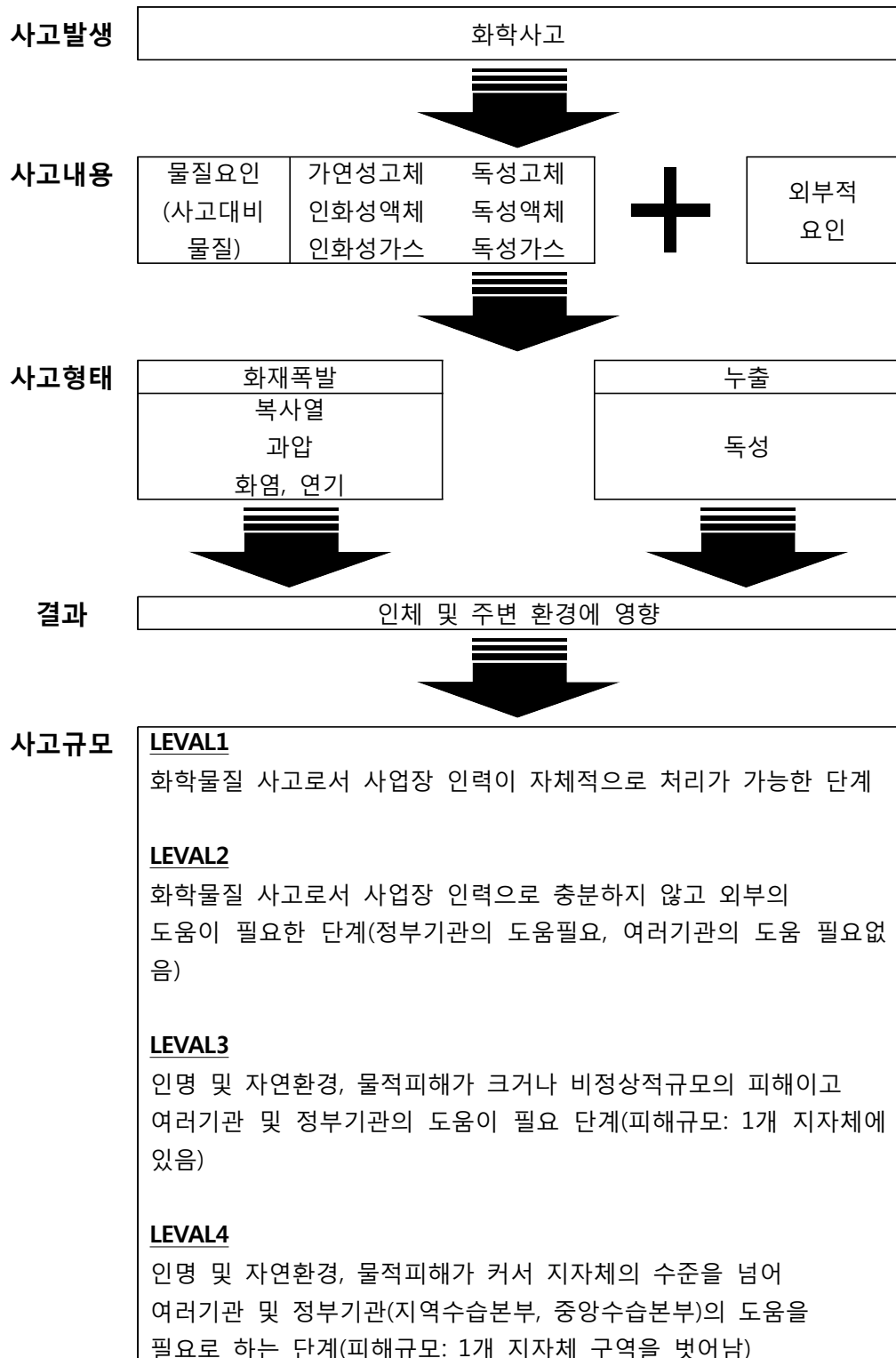
2. 사고 규모별 대응과 주민 소산의 판단

● 사고 규모에 따른 대응방법

- 화학사고의 영향범위는 최악의 시나리오를 근거로 함. 이는 취급, 저장 물질의 전량 누출과 같은 최악의 시나리오를 근거로 작성되는데, 확률상으로는 낮지만 확산에 의한 영향이 근로자 및 인근주민과 환경으로 광범위하므로 대응방법의 시나리오작성을 통한 대비가 중요함
- 레벨 1의 경우는 실내대피 하며, 레벨 2의 경우는 확산 진행에 따라 지방자치단체가 판단하여 소산여부를 결정하게 됨
- 레벨 3 이상의 상황에서는 피해영향 범위 밖으로 소산을 지시하고 주민 대피 및 사후조치에 필요한 기관 간 협력을 진행하여야 함

<표 3> 사고규모에 의한 대피소산여부 기준

레벨	사고크기	사고대응방법	대피, 소산여부
LEVEL 1	화학사고가 발생, 피해범위: 사업장내 일부에 해당되며 인적, 물적 피해가 없음	사고현장에서 투입인력이 스스로 처리 가능한 경우	주변 실내 대피
LEVEL 2	화학사고가 발생, 화학물질 유출, 누출이 소량 이나 사업장 구역을 벗어난 경우	사업장 내부의 현재 인력으 로 처리능력이 충분하지 않 고 외부의 도움이 필요함 물적, 인적피해소규모로 정 부기관의 도움은 필요하나, 여러기관 도움은 필요 없음	주변 실내 대피 후 확산진행에 따라 소산여부 결정
LEVEL 3	화학사고가 발생, 유해화학물질이 대량 누출 되어 피해범위가 사업장 외 부까지 장외영향이 있음 피해규모는 1개 지자체 구역내 해당	사업장 내부의 현재 인력으 로 처리능력이 충분하지 않 고 외부의 도움이 필요함 정부기관의 도움이 필요한 경우 물적, 인적피해 규모가 크 며, 정부기관에서 집중적 처 리가 필요함 여러 기관의 도움이 요청되 는 경우	피해영향범위 밖으로 소산
LEVEL 4	화학사고가 발생, 유해화학물질이 대량 누출 되어 피해범위: 사업장 외부 까지 장외영향이 있음 피해규모는 1개 지자체 구역을 벗어나는 경우로 지 역수습본부 및 중앙수습본 부의 도움이 필요함	사업장 내부의 현재 인력으 로 처리능력이 충분하지 않 고 외부의 도움이 필요함 정부기관의 도움이 필요한 경우 물적, 인적피해 규모가 크 며, 정부기관에서 집중적 처 리가 필요함 여러 기관의 도움이 요청되 는 경우	피해영향범위 밖으로 소산



[그림 1] 사고발생에 따른 물질유형, 사고형태, 사고규모별 구분

03

주민전파 및 소산 시스템

1. 사고정보에 대한 주민 전파

● 현행 주민전파 체계

- 사업장 : 사고발생시간 및 장소, 사고내용 및 원인, 사고피해현황, 사고원인물질 확산범위(대기, 수질, 토양, 지하수 등), 응급조치현황, 신고자 및 사업장책임자 연락처 전달
- 전달자 : 사고발생시간 및 장소, 사고내용 및 원인, 사고물질 확산범위, 대기, 수질, 토양, 지하수 등), 응급조치요령, 정부기관 연락처 등 전달

● 사고 전달 방법

- 전달방법: 사업장에서 사고내용을 신속히 정부기관에 내용을 우선 전파하고 정부기관 및 지자체에서는 싸이렌, 마을방송, 지자체재난방송, SNS, 이장단 비상연락망으로 사고내용을 이해관계자에게 전달함
- 전달체계 : 사업장 → 정부기관, 지자체(전달자)→ 지역주민
- 대산지역 사업장의 위해관리계획 주민고지 사항에서 경보의 전달방법은 화재발신기, Paging, 사고정보를 무선으로 전파하면 무선 및 앰프를 통해 송출되는 마을무선방송, KT 크로샷 문자가 발송되고 있는 것으로 보고됨

● 대산지역 마을방송시스템 설치 현황

- 2017년 기준, 대산을 총 29개 마을 중 2개 마을(웅도리, 대산5리)를 제외한 27개 마을에 설

치 완료. 미 설치된 2개 마을에 대해서도 서산시에서 2018년 구축 완료예정임

2. 위해관리계획상의 주민소산 계획

- － 위해관리계획서 상에 주민소산계획은 ① 주민과의 협의체구성, ② 주민고지의 구체적인 방법, ③ 사고발생 시 대피경보, ④ 사고발생 시 주민행동요령, 응급조치요령, 주민대피 경로 및 장소, ⑤ 유관기관과의 협의 체계, ⑥ 유관기관 비상연락망으로 구성 됨

<표 4> 주민 소산계획 구성

주민 소산 계획 구성 내용
주민과 협의체 구성
주민고지의 구체적인 방법
사고 발생 시 대피경보
사고 발생 시 주민행동요령, 응급조치요령, 주민대피 경로 및 장소
유관기관과의 협의체계
유관기관 비상연락망

- － 주민소산계획서 작성 안내 지침(2015)에 의한 주민소산계획서의 구성내용

① 주민 협의체 구성 체계는 위해관리계획의 사전고지, 신속한 사고정보의 전파 및 초동대응 등 사고피해를 최소화하기 위한 주민 또는 인근 사업장과의 협의체 구성상황·구성방법·운영내용 등을 포함하여 작성

② 주민 고지의 구체적인 방법은 아래 방법 중 하나 이상을 선택하여 매년 1회 이상 고지하고 변경사항이 있는 경우는 사유발생 1개월 이내 내용을 변경하여 고지

③ 사고 발생 시 대피경보는 화학사고 피해가 사업장 외부까지 영향을 미칠 경우에 인근 사업장 또는 주민에게 대피 경보를 발령하여 신속한 대피를 유도하는 방법 등을 구체적으로 작성

④ 사고 발생 시 주민행동요령은 사고 물질 및 사고 유형에 따라 주민의 행동요령(인체보호 및 대피방법)을 구체적으로 작성

⑤ 응급조치 요령은 화학물질의 인체노출 증상에 따른 응급조치 방법을 취급물질의 노출 경로 별로 구체적으로 작성

⑥ 주민 대피 경로 및 장소는 사고 영향범위에 있는 주민의 대피경로 및 대피장소를 구체적으로 작성. 대피장소는 관공서 및 체육관 등 대피주민을 수용할 수 있는 장소로 하되, 화학물질 노출을 최소화하기 위하여 마을별로 분산하여 지정

⑦ 유관기관과 협의체계는 주민 대피와 관련된 유관기관과의 협의체계를 말하며, 유관기관과 협의를 통해 각 기관의 주요 임무를 구분하여 작성

⑧ 유관기관 비상연락망은 마을단위의 동사무소, 소방서, 경찰서, 지역 의료기관의 상황실 또는 당직실 등의 연락처를 확보하여 비상연락망을 작성

3. 주민대피 경보

● 주민대피 경보의 목적

- 사고 발생 이후 유해물질로 인한 근로자와 인근 주민에게 피해 영향이 최소화 될 수 있도록 신속한 정보 제공이 필요함

● 가능한 경보 방법

- 위험경보시스템, 사내방송을 활용하여 영향범위 내 대상에게 경보하는 것으로 싸이렌, 마을방송, 지자체 재난방송(TV 및 라디오매체), SNS(소셜네트워크서비스), 개별전화(이장단 비상연락망), 긴급재난문자 연동 등 확보가 가능한 방법을 활용하여 신속하고 빠짐없이 경보전달시스템을 구축하여야 함

<표 5> 경보 방법별 장·단점

구 분	장 점	단 점
싸이렌	1. 위험상황 전달이 용이함 2. 쉽게 인지 가능함	1. 구체적 유해위험 상황 전파가 불가함 2. 행동요령 전파가 불가능함
마을방송	1. 사고지역 마을 단위위주로 방송하여 사고내용을 신속, 정	1. 마을단위가 2개 이상으로 확산되는 경우 대처가 미흡

	확하게 전달받고 행동요령이 구체적임	
지자체 재난방송 (TV 및 라디오매체)	1. 해당 사고지역 지자체 및 중앙방송과 연계하여 방송함으로써 넓은 범위를 동시간적으로 전파할 수 있음	1. 해당 지역이 아닌 곳에서도 방송을 접함으로써 불안을 느낄 수 있음
SNS	1. 사전 연결된 통신망을 통해 신속하게 유해위험상황 전파가 가능함 2. 구체적 행동요령을 쉽게 인지할 수 있음	1. 메시지 수신자는 실제적 상황대응이 다소 느릴 수 있음
개별전화 (이장단 비상연락망)	1. 사고지역 사고내용전파가 빠름 2. 인근주민의 신속한 행동을 견인할 수 있음	1. 적절한 사고대응이 어려울 수 있음 (전문적 내용 이해 어려움)
긴급재난문자 연동	1. 무인으로 측정가능 2. 24시간 측정 및 경보연동 3. 해당지역에 주소를 두고 있는 주민 외에 근로자와 방문자 등 다수주민에게 신속한 정보전달 가능	1. 전원 OFF 및 통신두절, 개인단말기의 수신거부 시 작동 불능

● 정보발령 절차

- 사업장 내, 유관기관, 인근사업장 및 주민에게 정보하는 절차를 문서화하고 이를 통제실 등에 게시

● 정보 테스트

- 테스트 시기 및 주기 : 사업장 내의 정보 훈련은 작업이 실시되지 않는 점심시간 등에 실시하고 훈련주기는 매월 1회 이상 실시
- 테스트 방법 : 정보 테스트 전에는 반드시 안내방송을 실시하여 정보시설의 테스트라는 사실을 알린 후에 정보음을 울림. 인근사업장에 유선으로 알리는 경우는 비상연락체계를 따라 연락하고 전달이 모두 완료된 시간을 기록
- 재난방송 및 마을경보 : 재난방송 테스트는 지자체와 협의하여 연 1회 이상 산단과 주변 마을을 중심으로 실시. 마을 정보방송은 사고내용 전달 후 빠른 시간 내 방송되는지를 확인

4. 현행 주민전파 체계의 문제점

- 위해관리계획 주민고지 시스템에 따라 사업장에서 제공하는 사고발생 대응정보에는 사고의 영향범위, 경보전달방법 및 행동요령이 포함되어 있으나 현재 대부분의 지자체에서 실시하는 고지형태는 이를 포함하지 않으며, 단순 사고사실 전달에 그치고 있음
- 사업장으로부터 전달 받은 사고 발생 정보를 마을 방송시스템으로 전파하거나 전광판을 통해 시가 송출하고, 재난관리 담당부서에 기 확보된 휴대전화번호를 통해 문자가 발송됨
- 이는 지역거주자에 대한 정보확산 측면에서 접근한 방식으로서 사고 영향 범위 내에 속한 29개 마을에 마을방송시스템을 구축하여 활용하는 등 대산을 해당지역 거주자의 소산을 위한 최소한의 정보만을 제공하는 것임
- 그러나 실제 유동인구와 근로자 및 사고 현장 영향범위 내로 접근이 가능한 거리에서 이동하고 있는 사람들에게 전달되지는 못하고 있는데, 실제로는 마을주민의 인구보다 더 많은 인구가 정보를 제공받지 못한 채로 유해 화학물질에 노출될 가능성이 상존하고 있음

1. 주민대피 지원정책의 기본방향 및 운영계획

- 정부, 시장, 시민단체가 자율적으로 협력할 때 공공 문제를 해결할 수 있는 것이므로, 지역의 안전거버넌스 구축은 스스로의 역량을 키우고 토론을 통한 합의를 추구하는 문화적 성숙을 전제로 하기 때문에 지역에 대한 이해를 높임과 동시에 행정기관은 거버넌스의 구동을 위한 적극적 지원을 실시해야하며, 지역특성을 고려한 자율적 지방-사업체-민간 수평형 협의체계를 구축해야함
- 화학물질 사고 위험 사업장의 경우, 해당 물질에 대한 정보 및 사고 발생에 대한 모든 정보를 사업장에서 지자체와 주민에게 제공해주어야 하는 정보의 불균형이 존재하고 있기 때문에 지자체 차원에서 마련하는 대피계획과 사업주가 작성하는 주민고지 계획을 서로 공유하여 공동으로 작성할 필요가 있음
- 이를 통하여 사업장과 주민, 지자체가 공동의 목표를 가지고 있음을 확인하여 보다 신속한 사고 대처가 가능하도록 유도함

<표 6> 해당 사업장과의 공동작성

구성내용	사업장과 시가 공동으로 작성할 부분
주민 협의체 구성 및 주민고지	(업체들 권역별)주민 협의체 구성 주민 고지(서면 필수)
가. 협의체 구성 및 운영	
나. 주민 고지	
주민대피 경보	주민 경보 발령
가. 경보 목적	
나. 경보 방법	
다. 경보발령 절차	
라. 경보 테스트	
사고발생시 주민행동 요령 및 대피경로 · 장소	주민 행동요령 대피장소 및 대피경로
가. 목적	
나. 주민대피 또는 소산 결정	
다. 사고유형별 주민행동요령	
라. 대피장소 및 대피 경로 결정	
응급조치 요령	인근지역 의료기관 파악
가. 목적	
나. 노출시 응급조치 요령	
다. 위급환자 후송	
라. 인근지역 의료기관 파악	
유관기관 협의체계 및 연락망	(업체들 권역별)유관기관 협의체 및 연락망
가. 유관기관 협의체계	
나. 유관기관 비상 연락망	
기타	유해 물질 정보 제공 합동훈련 계획 방제 인력 및 장비 현황 화학물질 누출 시 방제작업 절차 화학사고 현장조치 행동매뉴얼 등
지역 비상대응기관에 관련정보의 사전 제공 계획	
지역 비상대응활동을 위한 공조체계 구축	
공조체계 구축에 따른 합동훈련 계획	
자체 방제능력 확보 계획	
방제 인력 및 장비 운용 계획	
화학물질 누출 시 방제작업 절차	
방제능력 확보를 위한 정기훈련 계획	

- 또한 화학사고를 대비한 대피계획에 관련된 기관의 현황을 파악하고, 업무 분담을 통해 각 기관의 임무와 역할을 설정하여야 함. 다음 <표 7>에서 제시하는 것은 여수국가산단계획에서 제시하고 있는 업무 구분임

<표 7> 관련기관의 임무와 역할 예시(여수국가산단 주민소산계획)

구분		업무내용
중앙부처	환경부	·대기중 환경오염 방지대책 ·환경오염 물질 처리대책 ·화학사고의 대비 및 대응
	산업통상자원부 고용노동부	·사고수습 및 사고확대 방지를 위한 지원
	기획재정부	·사고수습에 필요한 특별 예산 지원
	행정자치부	·주민보호대책에 관한 행정지원
	국민안전처	·안전관리 컨트롤 기능, 긴급구조
	국 방 부	·주민보호 및 제독을 위한 인력·장비 지원 ·기술지원단의 긴급파견과 대기오염지역 감시를 위한 헬기지원
	농림축산식품부	·농산물·가축 등에 관한 행정지원 ·농산물 유독가스 오염에 대한 통제 ·수산물 보호 조치
	국토교통부 해양수산부	·해양오염에 대한 통제 ·오염물질 제거에 대한 중장비 지원 ·긴급물자·인력 수송을 위한 교통수단 지원
	보건복지부	·의료·구호·지휘·통제 ·독성 가스 응급처치 약품 및 장비지원
전라남도		·여수시·순천시·광양시 자체 재난대책 계획수립 시행
경상남도		·남해군·하동군 자체 재난대책 계획수립 시행
여수시		·현장 유해(독)성가스 누출에 대비한 주민소산 사고대책본부설치 운영 ·민방위대 동원 ·주민대피·소산·홍보·교육 ·의료 및 구호 ·환경감시, 기상자료수집, 유독가스 탐지장비 확인 ·여수산단내 소방차, 제독제 활용 협조
관련기관	여수경찰서	·주민소산을 위한 차량 및 인원 통제유지 ·치안유지, 사고원인 조사
	여수해양 경비안전서	·해양오염 사고시 사고통제(현장본부설치운영)
	제7391부대 1대대	·선박을 통제하고 오염된 물질 제거 ·주민소산 장비·인명구조요원 ·지역예비군 지원·통제, 국가산업단지 방호대책
	여수소방서	·긴급구조통제단장으로서 긴급구조활동 지휘 ·지역 제독을 위한 소방차량, 소방용수 활용대책

		·여수산단 내 소방차, 제독차 활용
	광주지방고용노동청 여수고용노동청	·여수산단내 종업원 피해상황 확인 ·사고원인 조사
	한국산업안전보건공단 전남동부지사	·유해(독)성가스 탐지장비·인원 지원 및 사고원인 조사 ·유해(독)성가스 공정시설 사고원인 조사
	한국가스안전공사 전남동부지사	·유해(독)성가스 기술지원 및 사고원인 조사 ·유해(독)성가스 탐지장비 및 인원지원 ·유해(독)성가스 공정시설 원인조사
	여수화학재난 합동방재센터	·환경오염 방지대책 ·화학사고 대응 및 오염물질 제독 등 지원 ·화학사고 예방, 대비, 대응, 복구 관련 업무 수행
	한국전기안전공사 여수지사	·사고업체 전기분야 공정시설 사고원인 조사
	한국전력공사 여수지사	·구호소 위치에 대한 전기 가설
	KT여수지사	·구호소 및 현장사고본부 긴급 전화 가설
	여수지방 해양항만청	·해상수송지관과의 연락 및 조정
	여수기상대	·기상정보 제공, 환경 유독가스 흐름 감시
	한국공항공단 여수지사	·유해(독)성가스 누출 확산 지연, 항공기 운항 통제
병원	성심병원 전남병원 (여수, 여천) 제일병원	·전문의료지원(의사·간호사·의약품) ·유해(독)성가스 오염 환자 응급처치 ·구급차향 지원 ·의료시설
	해병전우회	·인명구조, 주민대피 통제
	대한적십자 여수지사	·구호자에 대한 자원봉사단 지원
	YMCA 여수·여천	·자원봉사단 지원
	KBS MBC	·기상예보, 유해(독)성가스 확산범위 홍보 ·재해정보, 피해예방 ·유해(독)성가스 누출시 주민 행동요령 홍보
	대한통운 여수지점	·재해대책물자 긴급수송차량 지원
	여수 시내버스 운송협회 여수관광버스 협회	·주민소산시 수송차량 지원
	여수국가산단 입주업체	·소방차량·탐지장비·주민소산시 수송차량 지원 ·탐지장비·제독물자

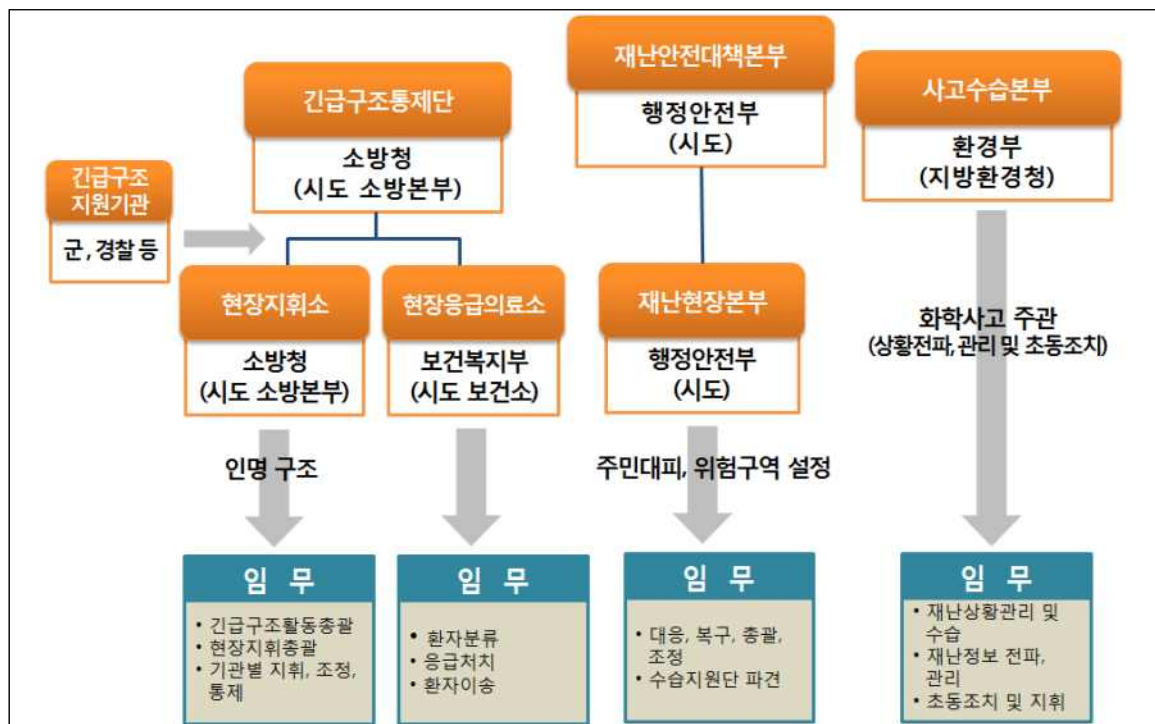
		·필수요원 인원 및 장비지원 ·필요한 관련 기관 판단
	기타	·순천시·광양시 : 대형버스, 소방차 등 지원 협조, 전기가설

2. 유관기관 협력방안의 주요내용

- 화학사고시 주민소산을 신속하고 원활하게하기 위해서는 관련기관 간에 유기적인 협력이 이루어져야 하며 이를 위해서는 현재 화학사고 대응 프로세스에서 다음이 시급히 개선되어야 함
- 효율적인 협력을 위해서는 ① 각 주체별 구체적 역할 및 협력방안 제시, ② 중앙(환경부, 화학물질안전원), 지자체, 소방의 현장합동점검 방안 마련, ③ 위해화학물질 매뉴얼(표준, 행동, 현장)에 대한 관련 기관 공동 작성 및 훈련을 통한 점검과 지속적 수정, ④ 지방자치단체의 조례제정을 통한 지방정부의 법적 근거 마련에도 불구하고 업무 범위에 대해서는 중앙부처와의 혼란이 있으므로 조례 시행에 있어 업무 범위의 명확화가 필요함
- 안전문제를 해결하기 위해서는 지역 스스로의 역량을 키우고 토론을 통한 합의를 추구하는 문화적 성숙이 요구되므로 행정기관은 거버넌스의 구동을 위한 적극적 지원을 실시해야며, 지역특성을 고려한 자율적 지방-사업체-민간 수평식 협의체계를 구축해야함
- 지역 비상대응기관을 위한 정보제공이다. 화학사고시 초동대응을 하게 되는 지방정부와 소방기관의 적절한 대응을 제고하기 위해서는 공정안전관리(PSM)제도, 화학물질관리법의 위해관리계획서(RMP), 그리고 장외영향평가(ORA) 대상 시설들의 일정 정보를 제공할 필요가 있다. 구체적인 필요 제공정보들은 지방정부와 협의하여 결정해 나가야 함
- 사업장과 지방정부가 주민소산계획을 공동으로 작성함
- 행정안전부 중앙119구조본부 소속의 화학사고대응센터를 중심으로 전국적 대응 방안을 마련해야 함. 현재 서산시의 화학물질사고 대응의 전문성 부족을 보완하기 위하여 화학사고 전문 대응기관인 화학사고대응센터를 적극 활용하는 것이 필요하며, 이와 별도로 자치단체 차원에서 대산산단의 규모확장과 화학물질 취급량 증가에 맞추어 사고대응 인력의 적절한 배치 및 전담 부서와 인력의 충원이 요구됨

3. 화학물질사고 재난대응 체계 및 표준절차 숙지

- 화학사고시 유관기관 간 협력에 어려움을 겪는 것은 재난주관기관(환경부, 지방환경청), 재난 총괄 및 책임기관(행안부, 지자체) 등을 포함하여 지역사고수습본부, 지역재난안전대책본부, 지역긴급구조통제단, 지역화학사고 대응팀 간에 역할구분이 명확하지 않은데 주 원인이 있음
- 유해화학물질 사고시에 관련 기관 간에 유기적인 소통이 이루어지지 않고, 역할의 중복이 있는가 하면, 공백이 발생하는 영역도 존재함
- 이를 해결하기 위해서는 화학사고 주관기관인 환경부의 위기관리 표준매뉴얼, 위기대응 실무 매뉴얼과 지방환경청의 현장조치 행동매뉴얼을 요약하여 화학사고시 업체를 포함한 각 기관들의 화학사고 대응 흐름을 숙지하고 공유하는 것이 필요함



※유해화학물질 유출사고 - 주관부처 : 환경부, 위기관리 표준매뉴얼 : 환경부, 위기대응실무매뉴얼 : 행정안전부

[그림 2] 재난관리 체계도 및 유해화학물질 유출사고 대응 표준절차도

4. 화학사고 위기대응에 대한 업체역할 및 임무 구분

- 화학사고 발생 전 단계인 사전대비, 초동조치 및 중·대규모 화학사고로 발전 시, 관심·주의·경계·심각의 위기경보에 따라 사업장을 포함한 각 기관들이 해당 역할을 사전에 숙지 할 수 있도록 권고하여야 함
- 화학사고 발생을 가정하여, 시간 흐름에 따른 화학사고 관련 기관들의 대응체계와 역할도 <표 8>과 같이 작성하여 관련 사업장과 공유하여야 함

<표 8> 업체 및 재난관리주관기관, 재난관리책임기관 및 관련 사업자의 역할 구분

구분	사전 대비	초동 조치	중·대규모 화학사고로 발전시
환경부 (중앙사고수습본부)			
환경청/화학재난합동방재센터 (지역사고수습본부)			
화학물질안전원 (사고수습지원본부)			
행안부 (중앙재난안전대책본부)			
지자체 (지역재난안전대책본부)			
소방청 (중앙긴급구조통제단)			
소방본부 (지역긴급구조통제단)			
경찰청,지방경찰청,경찰서 (긴급구조지원기관)			
군부대 (긴급구조지원기관)			
응급의료기관 등 관련 유관기관			
사업장 (유해 화학물질 취급 업체)			

5. 권역별 화학사고 대응 네트워크 구축

- 화학사고에 대한 유기적인 공동대응을 위해서는 유해화학물질 사고 시 주민소산의 1차적 책임기관인 지방자치단체와 사고 원인 제공 해당 기업 간의 긴밀한 상호 협력이 필요함
- 환경청 소속의 전국 6개소 화학재난합동방재센터와 화학물질안전원을 중심으로 소방청 소속

의 119화학구조센터 및 지방자치단체, 군부대, 경찰, 응급의료기관에 이르기까지 주민피해를 최소화하기 위한 실질적인 네트워크의 구축과 활발한 교류가 필요함

- 실질적인 권역별 화학사고 대응 네트워크 마련을 위해서는 다음이 선행되어야 함

① 환경부, 환경청, 화학재난합동방재센터 등 사고수습본부와 화학물질안전원의 사고수습지원본부, 행안부와 지자체의 재난안전대책본부, 소방청과 소방본부의 긴급구조통제단, 기타 경찰과 군 등 긴급구조지원기관, 그리고 응급의료기관에 이르는 유해화학물질 사고 신속 대응을 위한 매뉴얼의 수정·보완

② 참여기관별 명확한 임무와 역할 정립

② 신속한 주민소산을 위하여 평상시 화학 사고 발생 가능성이 있는 기업과 취급물질 및 유출시 대처방법 등 관련사안 대한 사전 논의가 구체적으로 이루어져야 함

05

결론 및 제언

1. 유관기관과 공조한 화학사고 대비 대피계획 수립

- 「민방위기본법」, 「재난 및 안전관리기본법」, 「고압가스안전관리법」 등과 관련으로 유해(독)성 가스 제조 및 취급업체에서 다량의 유해(독)성 가스가 외부로 누출되는 사고 발생 시 유관기관의 임무·역할, 주민 소산 방안과 대피방법 및 대피장소를 지정하여 인근 지역주민 보호와 피해확산 최소화를 위해 서산시 차원의 종합적 계획 수립이 요구됨
- 관련기관의 임무와 역할 선정을 위하여 서산시에서는 관련기관의 현황을 파악하고, 각 기관의 임무와 역할을 국가산단계획에서 제시하고 있는 바와 같이 지정하여야 하며, 사고발생시 사태 수습복구를 위한 각 단계별 역할과 재난안전대책본부의 설치방법 및 운영방안을 설정하여야 함
- 또한 유관기관간의 협조체계 구축을 통해 정보전달 계획, 주민홍보계획, 주민소산 및 출입제한 계획 등의 업무범위와 절차를 수립하여야 함 (관련 기관으로는 중앙부처와 지자체, 경찰서, 소방서, 산업안전보건공단, 한국가스안전공사, 한국전기안전공사, 기상청, 병원 등과 지역내 방송국, 봉사단체등이 있음)

2. 홍보계획 수립

- 화학물질 누출사고 발생 시 지역주민의 안전을 보장하기 위해서는 정보전달이 가장 중요함
- 피해예상지역 주민에게 신속하게 사고상황을 전파하여 주민들이 신속히 대처함으로써 피해를 최소화 하고 언론매체를 통하여 전 시민이 사고 상황을 정확히 알 수 있도록 보고하는 등 유

해(독)성가스 사고에 대한 공포심을 잠재우기 위해 효율적인 홍보계획을 포함하여야 함

- 홍보계획은 평시홍보와 사고발생시 홍보를 구분하여 계획하고, 주민들에게 빠른 시간내에 정보를 전파할 수 있는 방안을 적시하여야 함
- 평시홍보는 주민교육, 민방위대원교육, 학생교육 등의 방안으로 실시하며, 사고발생 시 주민 소산 계획, 유해(독)성가스 재난대책, 대피 및 수용시설 위치, 비상연락체계, 긴급시 행동요령 등을 포함하여 작성함
- 사고발생시 홍보 계획은 전파방법, 문자메시지 및 경보방송(안), 사이렌 등을 포함한 가용할 수 있는 모든 방안을 동원하여 실시하되, 해당 지역 거주자에게 한정된 현재의 주민 전파 방식은 개선할 필요가 있음
- 현재 행정안전부에서 실시하는 재난문자 방송 시스템의 송출 권한을 부여받아 사고발생 시 해당 지역에 머무르거나 통과하는 사람 및 사고 반경 범위보다 다소 넓은 범위 내에서 사고수습 이전에 현장 부근으로 진입이 가능한 지역까지 포함하여, 휴대전화 단말기를 이용한 사고 정보 전파가 가능하게 하는 체제의 도입이 필요함
- 행정안전부에서 이를 검토 중에 있으나 연내시행이 교착상태에 있는 것으로 파악되므로 시도의 정치력을 활용하여 담당 부서뿐만 아니라 재난안전본부장과의 면담을 주선하여 추진하는 등의 공격적인 방안 모색이 요구됨
- 또한 화학사고에 대비한 자치단체 주민전파 관련 재난문자 활용 필요성의 공론화를 통해 여론을 환기함으로써 중앙정부를 압박하는 전략 마련이 필요함

3. 대피경로 안내 지원 계획

- 화학물질 누출사고에 대비하여 시나리오를 설정하고 누출사고 대상지 공간정보와 위험지도를 작성하여 사고발생지점에서 충분히 이격된 안전지역에 대피장소를 마련하는 등 관련된 대피계획을 수립하여야 함
- 대피계획에는 1차 대피와 2차 대피지역, 대피과정에서 집결지로 도보이동 상황, 1차 집결지에서 2차 집결지까지 차량이용 대피계획 등 구체적인 실행방안과 시뮬레이션이 요구됨
- 현재 국립환경연구원의 화학물질사고대응정보시스템(CARIS)을 이용하여 위험지역 반경을 계산하고 있으므로 이를 활용하는것도 한 방법이 됨
- 최종 대피계획 및 경로를 지역주민들에게 전달하기에 가장 효율적인방법은 대피장소 안내지도를 배부하거나 대피장소 안내표지판을 각 교차로마다 설치하는 방법이 있으므로, 서산시 차

원에서는 대피계획 수립시에 표지판의 설치와 대피안내지도의 배부계획이 포함되어야 함

4. 후속연구를 위한 제언

- 본 연구보고서는 현안과제로서 짧은 기간 내에 화학사고 대비에 대한 모든 사항을 심도 있게 다룰 수 없는 한계가 있음
- 화학사고 발생시 지방자치단체의 역할인 주민대피를 위해서 선결되어야 하는 것은 주민전파로, 현재 실시하고 있는 주민전파 방식을 포함하여 효과적인 전파를 위해서 중앙정부의 승인을 받아 재난문자 송출권한을 인계하여 이를 활용하는 방안을 추가하는 것이 필요함
- 주민의 안전을 위해서는 사고발생 사실뿐만 아니라 사고 대응방법을 함께 알려주는 것이 필요하므로 앞으로 주민전파 방식의 개량과 더불어 전파 내용에 대한 전문적 연구가 필요함
- 사고발생시 주민안전의 확보를 위한 지자체의 역할은 궁극적으로 주민 전파이후 주민들을 대피장소로 안전하게 이동시키고 향후 이들을 대피소에서 주거지로 되돌려 놓는데 있음. 따라서 화학물질 특성에 맞는 대피소의 지정과 주민 소개를 위한 이동경로 및 이동수단 파악 등 현재 개발되고 있는 주민대피계획 가이드라인에 맞추어 종합계획을 수립하여야 하며, 이를 위한 재원마련과 전문 연구가 추가되어야 함

참 고 자 료

- 고용노동부 고시 제2016-40호. 공정안전보고서의 제출·심사·확인 및 이행상태평가 등에 관한 규정. 2016.
- 고용노동부. 불산 등 유해물질의 위험성 조사 및 PSM 제도 등 규제 강화에 관한 연구. 2013.
- 고용노동부. 중대화학사고 등 예방대책. 2013.
- 고용노동부·한국산업안전보건공단. 공정안전관리 리플릿. 2013.
- 고종희. 화학물질 위해성 관리방안 연구. 환경부. 2013.
- 국무조정실 안전환경정책관. 유해물질사고 위기관리와 정책방향. 2013.
- 국제환경규제 기업지원센터. 국내 화관법의 이해를 위한 산안법의 PSM제도와 해외 유사제도 주요 내용 비교 분석. 2013.
- 국회입법조사처. 화학사고 대응체계의 입법·정책적 개선방안 자료집. 2013.
- 김동영 외. 경기도 유해화학물질 관리계획(2015~2019). 경기도. 2014.
- 김수호. 화평법·화관법의 이해. 한국화학물질관리협회. 2014.
- 김예신. 화관법, 화평법 제정에 따른 화학물질 표시 및 정보제공 방안 마련. 국립환경과학원. 2014.
- 대구지방환경청. 화관법 및 하위법령 주요 내용. 2014.
- 서양원 외. 화학사고 사후영향평가 체계 구축방안 마련. 한국환경정책평가연구원. 2015.
- 신창현 외. 화학물질관리법의 유해화학물질 취급시설 검사제도 고찰. 한국위기관리논집. 11(6): 245-262. 2015.
- 신창현 외. 화학물질관리법의 유해화학물질 취급시설 안전관리 체계 고찰. 한국위기관리논집. 11(7): 19-33. 2015.
- 윤이, 양희선, 박춘화, 조문식, 김성범, 이문순. 환경부의 화학사고 대응 현황 및 주요정책. 한국위기관리논집. 3(2). 2007.
- 윤인섭. PSM/SMS제도의 합리적 개선방안 연구. 한국가스안전공사·한국산업안전공단 산업안전보건연구원. 2006.
- 윤준현. 화학물질 안전관리 현황분석과 개정법률을 통해서 본 화학물질관리의 전망. 감사원.

감사. 120: 16-25. 2013.

- 은수미 의원실 보도자료. 중대산업사고 자율안전관리망 구멍! 업무매뉴얼 사전유출, 제도 취지 무색하게 해!. 2014.
- 이승원. 유해화학물질 관리실태 및 문제점. 감사원 감사연구원. 2013.
- 이영순 외. 공정안전관리제도(PSM) 제도 적용대상 기준 합리화방안에 관한 연구. 산업안전보건연구원. 2008.
- 이인복. 화학공장의 위험도 관리에 의한 장외영향평가에 관한 연구. 인천대학교 일반대학원 석사학위논문. 2013.
- 이재석. 최돈묵. 재난관리체제 관점의 화학사고 대응체계 개선방안에 관한 연구. 한국화재소방학회논문지. 29(5). 2015.
- 이채언. 국내 화학물질안전의 위해관리계획제도 핵심요소에 관한 연구. 인제대학교 대학원 석사학위논문. 2013.
- 이충호. 유럽의 화학사고 예방제도의 고찰. 노동리뷰. 104. 2013.
- 전북발전연구원. 전라북도 유해화학물질 안전관리 강화방안. 2013.
- 채충근 외. 화학물질관리법에 따른 유해화학물질 취급시설 검사 및 안전진단 기준해설. 화학물질안전원 미래에너지기준연구소. 2015.
- 최준호 외. 화학사고 대비 주민소산 지원기술 개발. 국립재난안전연구원. 2016.
- 한국환경정책평가연구원. 화학물질 사고대응을 위한 제도개선. KEI포커스 통권 2호. 2013.
- 한영한. 화학물질 환경안전사고의 대응체계와 시사점. 강원발전연구원. 2015.
- 화학물질안전원. 화학물질안전원의 사고대응과 역할. 2014.
- 환경부. 2015 환경통계연감. 2015.
- 법제처 국가법령정보센터. www.law.go.kr
- 화학물질안전원. nics.me.go.kr
- 환경부. www.me.go.kr