

# 화학사고 사례 및 주요 화학물질 대응방법



환경부 화학물질안전원

# 목 차

01

**화학사고 발생 현황**

02

**화학사고 주요사례 고찰**

03

**화학사고 대응체계**

04

**화학사고! 이것만은 머릿속에.**



## 화학사고는 화학물질 유·누출로 인한 인명 & 환경피해 일체적 상황

### 화학물질

원소, 화합물 및 그에 인위적 반응을 일으켜 얻어진 물질과 자연상태에서 존재하는 물질을 화학적으로 변형시키거나 추출 또는 정제한 것

### 유독물질

유해성이 있는 화학물질로서 대통령이 정한 기준에 따라 환경부장관이 고시  
※ 화학물질 등록 및 평가에 관한 법률에서 관리(국립환경과학원)

### 사고대비물질

화학물질 중에서 급성독성, 폭발성 등이 강하여 화학사고 발생 가능성이 높거나, 사고가 발생한 경우에 피해 규모가 클 것으로 우려되는 물질(97종)  
※ 화재·폭발, 독성이 높은 물질, 도난·전용 관리물질로 화관법에서 관리

### 유해화학물질

유독물질, 허가물질, 제한물질, 금지물질, 사고대비물질, 그 밖에 유해성 또는 위해성이 있거나 그러할 우려가 있는 화학물질

**인도  
 보팔사고  
 (1984)**

- ✓ 물과 클로로포름의 화학작용
  - 폭발, 유독가스(메탈이소시아나이드)
  - 관리자는 영어 메뉴얼 이해 불가
  - < 경보기 및 안전 시스템(냉각시스템 리셋, 소각시스템 고장) >
- ✓ 58만명 부상,
  - ✓ 1만명 사망
  - ✓ 4억 2천만불 피해



**스위스  
 바젤 사고  
 (1986)**

- ✓ 화학물질 창고 화재
- 1,300톤 90여종 유독물질 방류
- 화재 유독 가스 주변생물 피해
- ✓ 라인강 400Km 생물 전멸

# 사업장 화학안전 전환점(2012.9.27, 구미 불산사고)



작업자 실수, 보호구 미착용,

시설안전 장치 미흡,

시설·물질 정보 부족, 대응 혼선

**5명 사망, 18명 부상**

농작물 212ha, 가축 3,943두 등 554억 피해

# 사고 이후 어떤 변화가?

1



화학물질관리법 전부개정(관리강화)

2



화학사고 대응 체계 구축(일원화)

3



화학물질안전원 개원(전문기관)

국민 불안감 해소를 위한 관리체계 개편

# 사고대응 체계 개편

## 화학사고 대응체계를 환경부 · 안전원으로 일원화

2012년 9월 (구미불산 누출사고 당시)	사고대응	2019년 1월 (안전원 개원 후 5년)
<ul style="list-style-type: none"> <li>· 지식경제부, 고용노동부, 환경부</li> </ul>	<p>주관부처</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 「환경부」로 일원화</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>· 없음</li> <li>* 국립환경과학원 화학물질안전관리센터 (일반 사무실, 주간근무)</li> </ul>	<p>컨트롤타워</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 화학물질안전원</li> <li>* 24시간 종합상황실 운영(4조 2교대)</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>· 유선</li> </ul>	<p>지원체계 (사고접수)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· GIS 상황관리시스템</li> <li>* NDMS(국가재난관리정보시스템) 단어(2,597개) 필터링으로 530여건/일 접수</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>· 유선·팩스</li> </ul>	<p>(상황전파·공유)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 사고상황공유앱(793개 기관, 1,738명 사용)</li> <li>* 골든타임(30분) 내 정보 제공률 100% (11분)</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>· 유선</li> </ul>	<p>(상황관리)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 유관기관 합동 현장영상-회의시스템</li> <li>* (현장영상) 소방청·환경청·방재센터 (영상회의) 청와대·행안부·환경부·안전원·소방청·지자체</li> </ul>

# 사고대응 자원 확충

## 사고대응 인력 · 장비 및 방재정보 확대 구축

2012년 9월  
(구미불산 누출사고 당시)

- 국립환경과학원, 총 14명
- 22종 46점
- \* (과학원) 특수화학분석차량 1대  
(공통) 현장오염도 측정용 검지관,  
개인보호장구 등

- CARIS\*
- 5,883종
- 7,715개
- 없음

### 사고대응

현장대응  
(조직·인력)

(대응장비)

대응정보

(화학물질 수)

(취급업체 수)

(방재업체 수)

2019년 1월  
(안전원 개원 후 5년)

- 7개 환경청 + 7개 합동방재센터, 총 95명
- 76종 7,869점
- \* (안전원) 특수화학분석차량 및 현장분석차량, 드론  
(청·센터) 화학사고 현장측정분석차량 7대, 드론  
(공통) 열화상카메라, 휴대용 전자식 탐지장비 등

• CARIS 고도화

25,000종

240,040개

2,485개



# 화학안전 관리 강화

## 화학시설 · 설비 안전관리 강화 및 안전교육 실시

2012년 9월  
[구미불산 누출사고 당시]

- 없음
- 자체 방재계획서 제출  
\* 사고대비물질 취급 사업장 중 일부만 적용

- 79개 기준 항목  
\* 제조·사용시설, 저장·보관시설, 운반차량
- 정기·수시검사, 안전진단  
\* 연간 5천톤 이상 제조·사용시설 등

• 없음

- 국립환경인력개발원  
\* 사고·테러·물질관리 3개 과정 年 200명

\* 없음

사고예방

사업장  
위험도 관리

- **장외영향평가서** 제출·심사  
\* 모든 유해화학물질 취급 사업장 (10,075개 접수, 6,316개 심사완료)
- **위해관리계획서** 제출·심사  
\* 지정수량 이상의 사고대비물질 취급 사업장 (1,928개 접수, 1,448개 심사완료)

취급시설  
설치·관리

- **413개 기준 항목**  
\* 저장·보관시설 세분화(실내, 실외, 지하), 배관 이송 시설 추가
- **설치검사 추가**  
\* 모든 유해화학물질 취급 사업장 대상

운송차량  
추적·관리

- 유해화학물질 **운반계획서 사전 제출**  
\* 운송자, 이동경로, 물질정보 등

안전교육  
(전문교육)

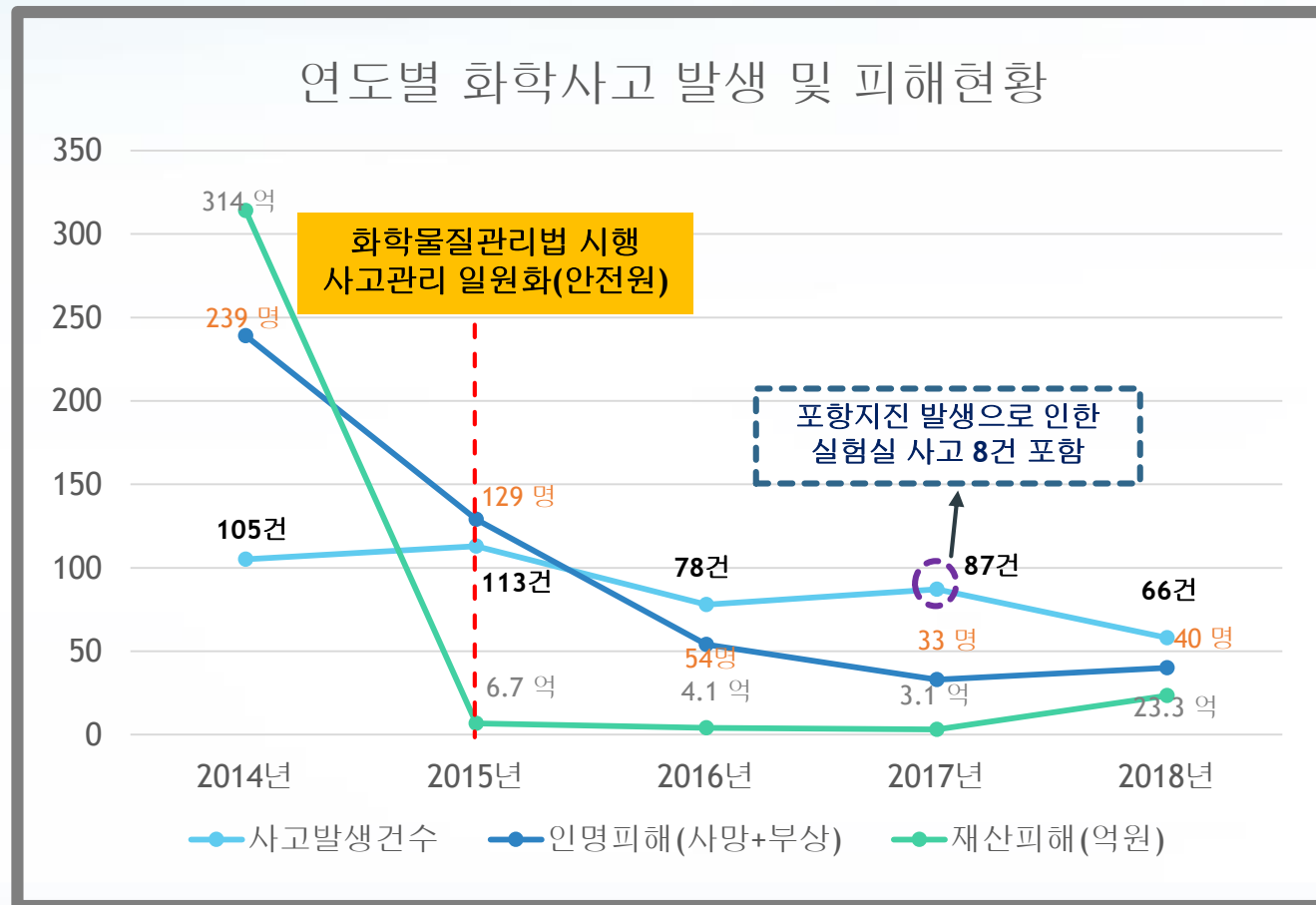
- **화학물질안전원**  
\* 예방·대응·수습 단계별, 일반·실무·전문 수준별 12개 과정 年 820명

(민간법정)

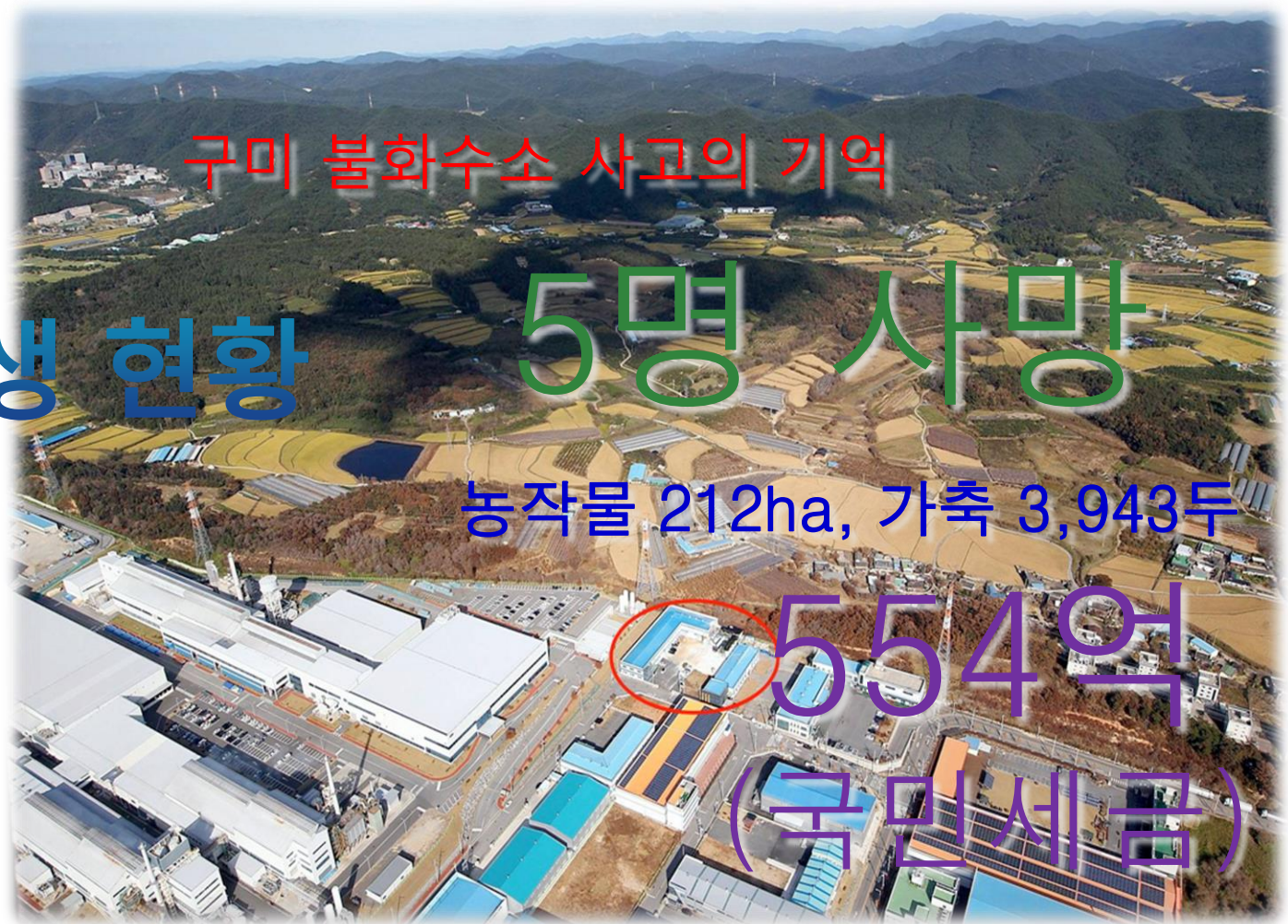
- \* 장외작성자(일반·심화), 위해작성자(일반) 3개 과정 10,545명(~'18년 누적)

# 화관법 시행 전·후 화학사고 발생추이

‘15년을 기점으로,  
화학사고 발생건수 및 사상자는 감소하는 추세



# 1. 화학사고 발생 현황



구미 불화수소 사고의 기억

5명 사망

농작물 212ha, 가축 3,943두

554억  
(국민세금)

# 연도별 화학사고 통계

[단위:건수]

연도 유형별	계	유형구분				피해현황	
		시설 관리미흡	작업자 부주의	운송 차량사고	기타 (자연재해)	인명피해	
						사망	부상
2014	105	34	49	22	0	4	235
2015	113	57	35	21	0	8	121
2016	78	32	25	21	0	7	47
2017	87	36	24	19	8*	0	33
2018	66	35	21	10	0	5	35
계	449	194 (43%)	154 (34%)	93 (21%)	8 (2%)	24	471

\* 2017년 기타 8건은 포항 지진으로 인한 누출사고 건수

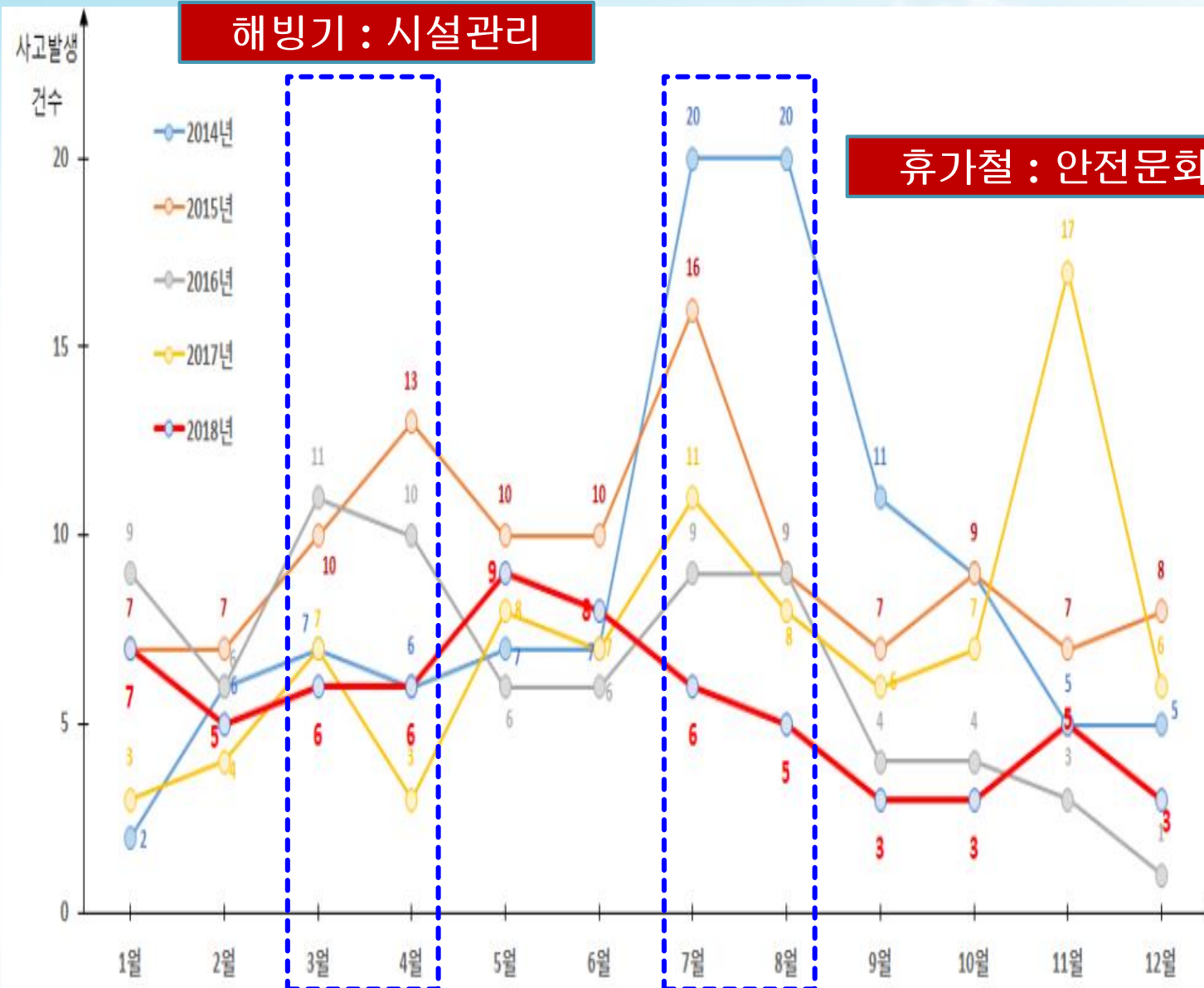
# 연도별 화학사고 통계

[단위:건수]

연도 유형별	계	유형구분				피해현황	
		시설 관리미흡	작업자 부주의	운송 차량사고	기타 (자연재해)	인명피해	
						사망	부상
2014	105	34	49	22	0	4	235
2015	113	57	35	21	0	8	121
2016	78	32	25	21	0	7	47
2017	87	36	24	19	8*	0	33
2018	66	35	21	10	0	5	35
2019.4.	11	1	7	3	0	0	28
계	460	195 (42%)	161 (35%)	96 (21%)	8 (2%)	24	499

\* 2017년 기타 8건은 포항 지진으로 인한 누출사고 건수

# 월별 사고 통계

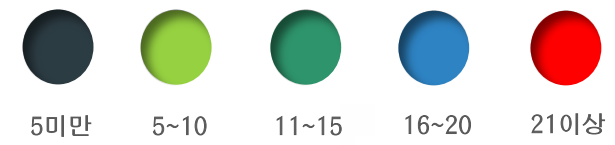
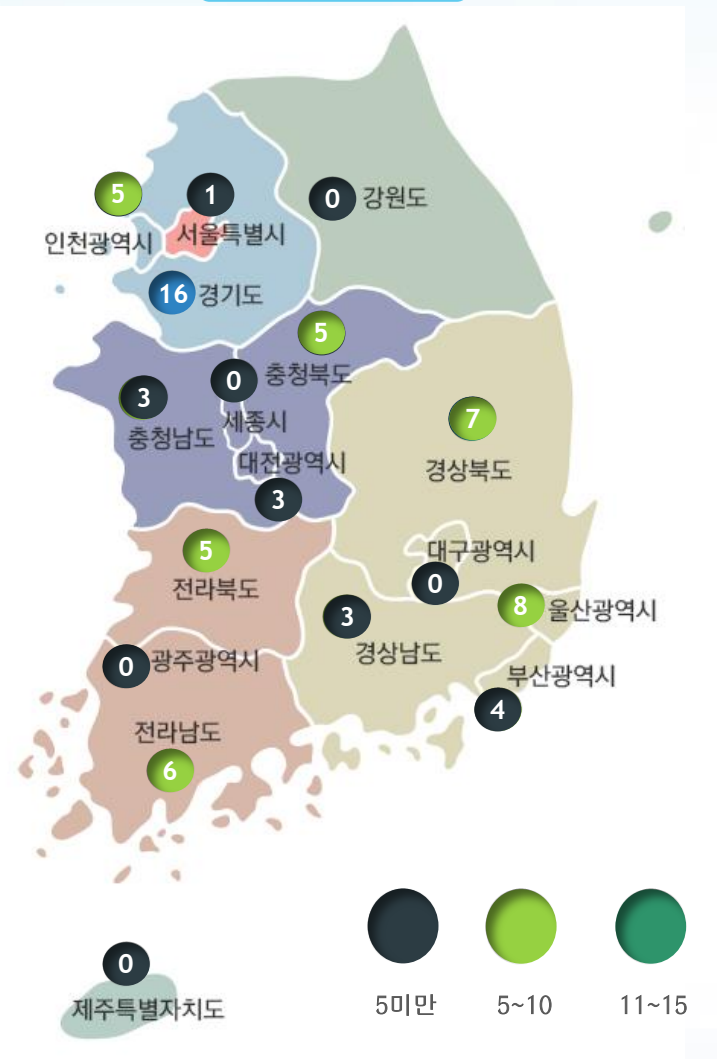
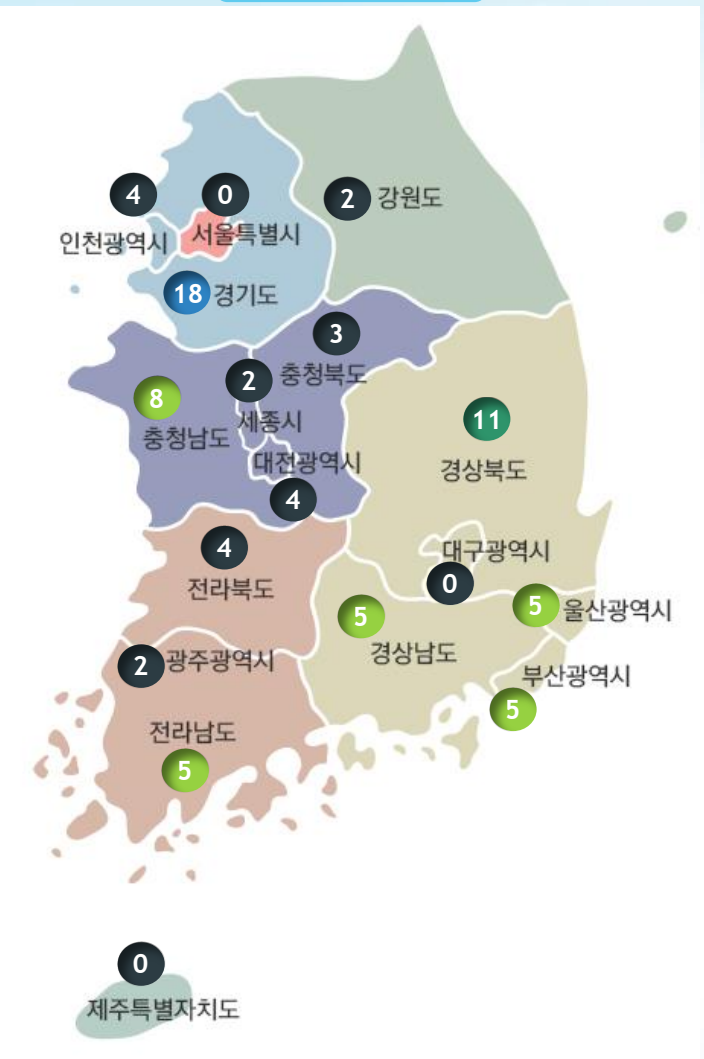


# 1.2 화학사고 현황(지역별)

2016년

2017년

2018년



## 1.2 화학사고 현황(지역별)

지역별 연도	광역시·도 자치단체																	건수
	서울	부산	대구	인천	광주	대전	울산	세종	경기	강원	충북	충남	전북	전남	경북	경남	제주	
2003	0	0	0	2	1	1	3	0	4	0	1	0	0	6	0	0	0	18
2004	0	0	1	1	0	0	1	0	2	0	0	2	1	1	0	0	0	9
2005	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	2	0	1	0	6
2006	0	1	0	0	0	1	0	0	1	2	1	0	5	2	0	2	0	15
2007	0	2	0	2	1	0	1	0	2	0	2	3	1	0	2	0	0	16
2008	0	1	0	1	0	2	2	0	2	1	0	0	2	1	4	1	0	17
2009	0	3	0	1	0	0	1	0	4	0	1	0	2	2	2	0	0	16
2010	0	0	0	3	1	0	4	0	1	0	1	1	0	0	1	3	0	15
2011	0	2	0	3	0	0	0	0	2	0	1	1	0	1	2	0	0	12
2012	0	0	0	1	0	0	0	0	2	0	0	1	0	3	2	0	0	9
2013	4	2	2	4	1	0	6	1	27	5	8	6	5	6	5	4	0	86
2014	9	3	6	4	1	6	6	1	36	0	4	8	3	6	10	2	0	105
2015	5	6	1	7	3	2	8	0	36	3	9	6	5	7	10	5	0	113
2016	0	5	0	4	2	4	5	2	18	2	3	8	4	5	11	5	0	78
2017	1	6	2	4	1	1	6	0	19	4	2	6	5	10	16	3	1	87
2018	1	4	0	5	0	3	8	0	16	0	5	3	5	6	7	3	0	66
합계	20	36	12	42	11	20	51	4	172	17	39	45	39	58	72	29	1	668



## 1.3 연도별 주요 사고물질

구분	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
1	염소 (2)	에틸렌글리콜 (3)	염산 (2)	트리클로로 실란(1)	불산 (8)	암모니아 (16)	질산 (7)	황산 (5)	염산(염화수소) (13)	암모니아 (15)
2	염산 (2)	질산 (2)	밀가루 (1)	디메틸 카보네이트(1)	염산 (8)	염산 (12)	암모니아 (7)	염산 (4)	암모니아 (8)	염산(염화수소) (5)
3	메탄올 (2)	과산화수소 (1)	수산화나트륨 (1)	불산 (1)	염소 (5)	질산 (9)	톨루엔 (5)	질산 (3)	질산 (8)	질산 (4)
4	황산 (1)	불산 (1)	에피크로로 히드린 (1)	산소 (1)	질산 (5)	황산 (8)	염산 (4)	톨루엔 (2)	폼알데하이드 (8)	황산 (4)
5	톨루엔 (1)	솔벤트 (1)	인산 (1)	암모니아 (1)	과산화수소 (3)	불산 (3)	수산화나트륨 (3)	암모니아 (2)	염소 (5)	염소 (3)
6	질산 (1)	실란 (1)	폐수 (1)	인화성물질 (1)	아크릴산 (3)	수산화나트륨 (3)	폼알데하이드 (3)	황 (1)	폐산 (4)	벤젠 (3)
7	염화제이철 (1)	아세트산에틸 (1)	헵탄 (1)	질산, 황산 (1)	암모니아 (3)	폐산 및 폐액 (3)	질소 (2)	1,3-부타디엔 (1)	황산 (3)	폐산 (2)
8	수산화칼륨 (1)	염산 (1)	황산 (1)	톨루엔 (1)	황산 (3)	초산 (2)	염소 (2)	경유, 등유 (1)	과산화수소 (2)	차아염소산 나트륨(2)
9	수산화나트륨 (1)	염화제이철, 염산(1)	자일렌 (1)	포스겐 (1)	수산화나트륨 (2)	염소 (2)	이산화탄소 (2)	포스겐 (1)	톨루엔 (2)	불산 (1)
10	세제류 (1)	톨루엔 (1)	-	-	염화메틸렌 (2)	황산, 질산 (1)	폐유기용제 (2)	아염소산나트륨, 자일렌, MEK(1)	차아염소산 나트륨(2)	과산화수소 (1)

## 2. 화학사고 주요사례 고찰

## 2.1 특수가스 제조업체 육불화텡스텐 누출사고

### 사고 일시/장소

2018년 4월 13일 06:36경

경북 영주시 반도체 제조공정용 특수가스 제조업

### 사고내용

튜브라인 연결부 리크(leak)로 인한 육불화텡스텐(WF6) 누출

\* 일반화학물질이나 수분과 반응하여 불화수소가 생성 가능

### 피해상황

인근 주민(2명), 서부초등학생(4명) 병원진료

### 이슈사항

- 사고 발생 15분 이내 즉시신고 기준 위반
- 3 km 인근 주민 긴급대피(일부 주민 지연 전파로 불만)
- 위해관리계획 대상이나, 사고물질이 달라 계획서 이행 미흡
- 반드시 물(수분) 반응 시 유독가스(불화수소) 생성 가능성에 주의



## 2.1 주민대피 전파 미흡 사례



## 2.2 관리 소홀 사례

### 사고 일시/장소

2016년 6월 4일 18:34경(소방접수시간)  
충남 금산군 반도체 제조공정용 화학물질 제조업

### 사고내용

불산(55%) 필터하우징 막힘으로 파열판이 작동되었으나, 집수조 내 자동펌프가 작동하지 않아 외부로 월류(Overflow) 발생

### 피해상황

인근 주민 61명 병원 진료

### 이슈사항

- 필터하우징, 자동펌프 등 취급설비 점검 소홀로 사고 발생
- 지속된 사고 발생으로 인근 주민 불신 확산
- 신고지연으로 신속한 주민 대피 전파 늦어 주민 불만 확대
- 위해관리계획 허위 제출로 부적합 처리(현장확인 및 이행점검 강화 계기)

## 2.2 관리소홀 사례



## 2.3 안전규칙 준수 미흡 사례

### 사고 일시/장소

2018년 11월 28일 13:08경  
부산 사상구 폐수수탁처리 업체

### 사고내용

수탁 받은 폐수를 집수조로 투입하는 과정에서 기존 잔량 폐수와 화학반응으로 황화수소( $H_2S$ ) 가스가 발생한 사고(추정)

### 피해상황

부상 10명(중상자 4명 사망, 경상 6명)

### 이슈사항

- 이상반응으로 인한 유독가스(황화수소) 발생 가능성 고려
- 작업자에 폐기물 성분 및 위험성 정보제공 필요(정보 미제공)
- 폐기물 처리 설비 가동 시 배출처리설비(스크러버) 정상 가동 필요
- 작업자는 반드시 적절한 개인보호구 착용 필요

## 2.3 안전규칙 준수 미흡 사례





## 2.4 연소확대 방지 사례

### 사고 일시/장소

2019년 5월 20일 03:36경  
경북 구미시 초음파 세척기 등 제조업체

### 사고내용

(주)영진아스텍 2공장 내부에서 원인을 알 수 없는 화재 발생으로,  
인근 공장 5개동 전소한 화재 발생

### 피해상황

인명피해 없음

### 이슈사항

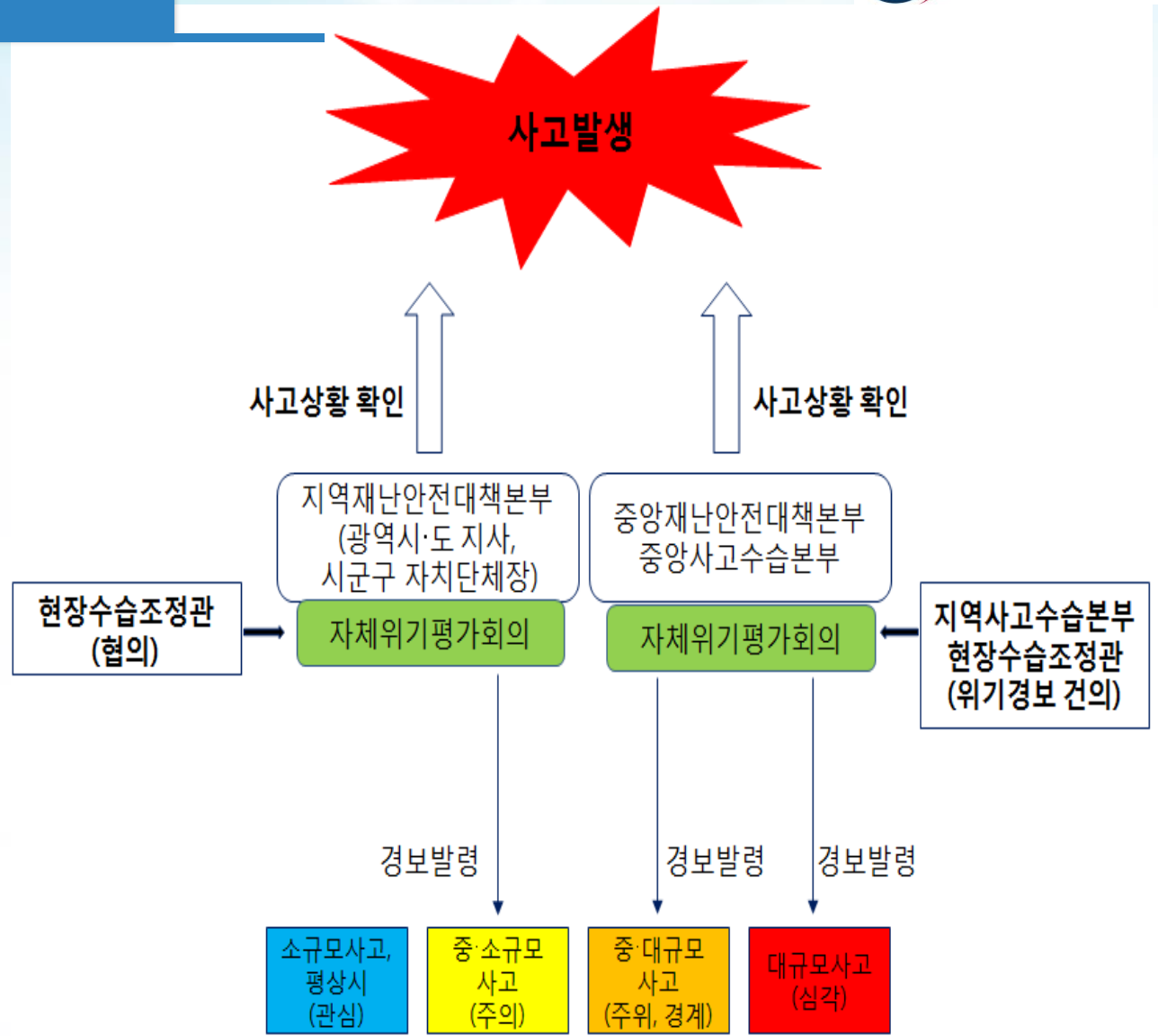
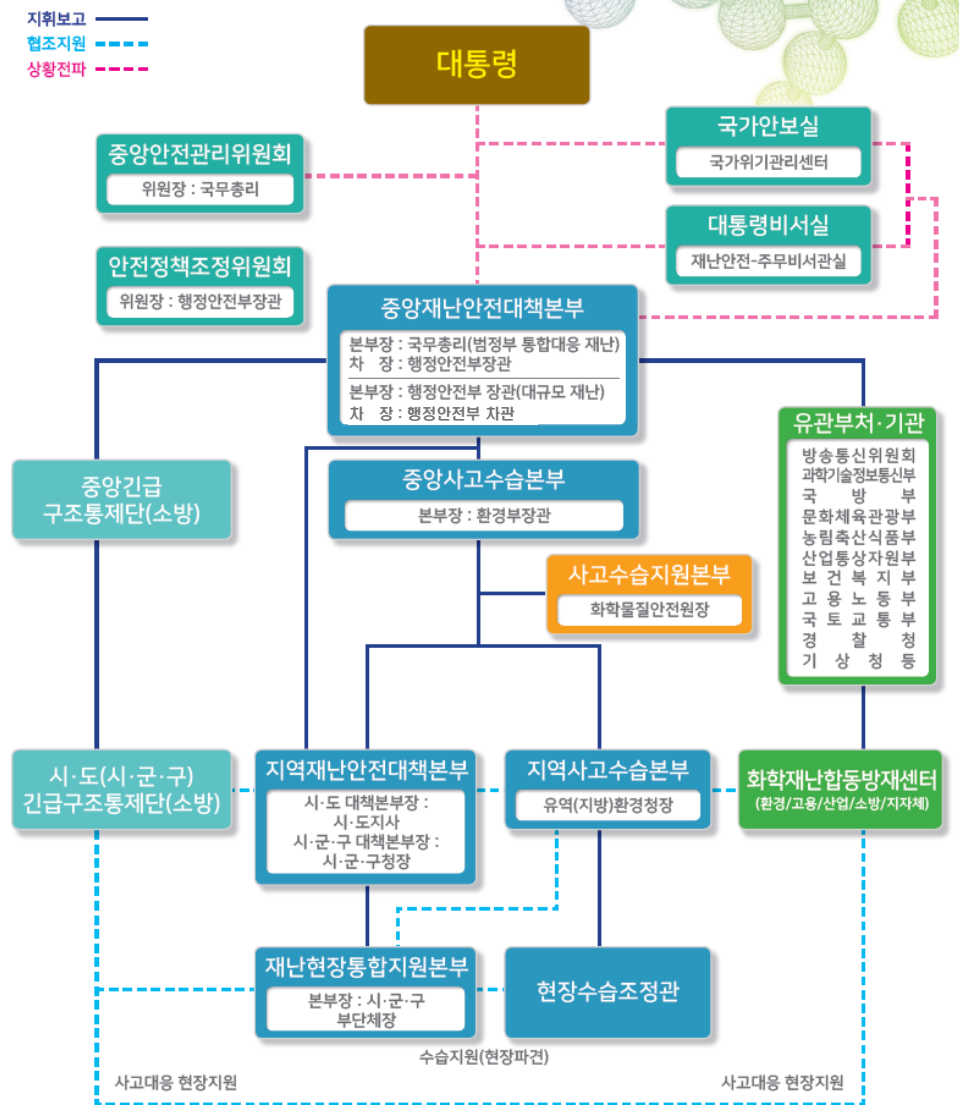
- 인근 공장 **화학물질**(불산 100 ton, 질산 50 ton 등) 이송 조치
- 산업단지 공장화재 시 인근 공장 **화학물질 보유 상황 확인 필요**
- 화학물질 보유 업체로 **연소 확대** 등 위험상황 지속될 경우 주민대피 검토 필요

## 2.4 연소확대 방지 사례



### 3. 화학사고 대응체계

### 3.1 화학사고 대응체계 현황



유해화학물질 유출사고 위기관리 표준매뉴얼

# 3.1 화학사고 대응체계 현황

## ▶ 화학사고 발생시 유관기관 임무 및 역할 (일부 요약 · 편집)

구분	임무 및 역할
중앙사고 수습본부(환경부)	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 중앙사고수습본부 설치·운영</li> <li>○ 자체 위기평가회의 실시</li> <li>○ 상황 전개 및 피해 상황 확인</li> <li>○ 정부의 대처 노력 대국민 홍보 지속</li> </ul>
지역사고 수습본부 (유역(지방)환경청)	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 지역사고수습본부 설치·운영</li> <li>○ 현장수습조정관 현장파견                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 사고현장에서 사고상황 파악 및 위기경보수준 건의</li> </ul> </li> <li>○ 현장지원팀 현장 출동                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 경계구역 선정, 물질조사, 사고 대응정보 제공 등 현장 활동 지원</li> <li>- 사고물질 탐지 및 유출된 화학물질 위험도 평가</li> <li>- 확산방지조치, 폐기물 수거·폐기 등의 처리지원</li> </ul> </li> </ul>
사고수습 지원본부 (화학물질안전원)	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 사고수습지원본부 구성 및 운영</li> <li>○ <b>화학물질사고대응정보시스템(CARIS) 운영, 사고확산평가 정보 제공</b></li> <li>○ <b>주민대피를 위한 자료 제공</b></li> <li>○ 사고물질 특성·유해성 및 방재방법 등 정보제공</li> <li>○ 기술 지원팀 현장 지원: 사고·주변지역 오염물질 등 탐지와 분석 지원</li> <li>○ <b>24시간 화학사고 접수·전파 및 화학안전종합상황실 운영</b></li> </ul>
화학재난 합동방재센터	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 사고 상황파악 및 초동대응</li> <li>○ 사고·주변지역 오염 등에 대한 지속적 모니터링</li> <li>○ 사고현장 대응위한 인력 및 장비 등 지원</li> <li>○ 사고사업장의 조업중단(필요시) 및 사고조사 지원</li> <li>○ 피해상황 및 사고원인 조사 지원</li> </ul>

구분	임무 및 역할
행정안전부	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 중앙재난안전대책본부 설치·운영</li> <li>○ 관계부처 및 지자체 대책회의 개최</li> <li>○ 재난사태 선포 검토·건의(중앙안전관리위원회 개최)</li> <li>○ 지자체 단체장회의를 통한 지시사항 전달 및 지자체 요구사항 수렴</li> <li>○ 피해지역 지자체 사고수습을 위한 행·재정 지원검토</li> <li>○ 공무원 비상근무발령 및 공무원 복무관리</li> <li>○ 사고 상황관련 언론 브리핑 및 對국민담화문 발표</li> <li>○ 중앙정부 차원의 피해복구 지원</li> <li>○ 필요시 특별재난지역 선포 검토·건의(중앙안전관리위원회 개최)</li> <li>○ 중앙재난조사평가협의회의를 통한 재난대응체계 조사·평가(필요시)</li> </ul>
지 자 체	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 지역재난안전대책본부 및 비상지원본부 가동</li> <li>○ <b>인근주민(근로자) 대피 명령 등 구호활동</b></li> <li>○ 인력·장비 동원 및 지역관계기관 협력 등</li> <li>○ 재난현장통합지휘소 설치·운영</li> <li>○ 민방위대, 인력·장비 동원 및 지역관계기관 협력</li> <li>○ 응급진료소, 구호소 설치 지원 및 물자 확보·보급</li> <li>○ 사고 현장 오염방지 및 피해확산 방지 활동 지원</li> <li>○ 화학물질 수계 유출대비활동 수행</li> <li>○ 필요시 급수 중단 및 비상 급수체제 가동 등</li> <li>○ 사고지역내 오염물품 수거·폐기</li> <li>○ 피해현황 파악 및 사상자, 이재민 구호대책 시행</li> <li>○ 사상자 치료·장례 및 보상 문제 처리</li> <li>○ <b>대피 주민 사고지역내 복귀 여부 결정, 상황종료 전파</b></li> </ul>

# 3.2 화학사고 주민대피 관련 지자체 대응절차

### 사전대비

**사고상황공유앱 가입·이용**

- ▶ 담당자는 로그인 상태 유지
- ▶ 공유앱 관련 질의  
화학물질안전원 사고총괄훈련과 (☎ 042-605-7748, 7798)

**주민알림시스템 확인**

- ▶ 주민 알림 방식  
- 싸이렌, 긴급재난문자(CBS), 마을방송, 문자·음성메시지(사업장·지자체), TV·라디오 등 언론

**교육·훈련 참가**

### 사고대응

**업무 담당자**

- ▶ 사고상황공유앱 상황공유
- ▶ 현장출동 및 유관기관 연락유지 등

**숙직자**

- ▶ 업무 담당자 즉시 연락

『사고상황공유앱 상시접속』

주민 알림 조건

『주민대피 대비물질 사고 또는 외부 누출 사고』

주민대피의 기본은 『실내대피』 (외출 자제, 외부공기 유입 차단)

### 주민대피

주인대피 결정 관련 문의: ☎ 042-605-7030-7033 (화학물질안전원) / ☎ 010-2906-7030 (다자간동화본)

**1단계: 실내대피**

상황공유, 안전원 협의, 실내대피(외출 자제, 외부공기 유입 차단) 알림, 언론대응

**2단계: 상황관찰**

상황관찰, 안전원 협의, 진행단계 검토, 언론대응, 상황종료

**3단계: 주민소산**

상황공유, 안전원 협의, 주민소산 알림, 언론대응

### 주민복귀

사고상황공유앱 접속·상황공유

화학물질안전원, 행정안전부 등 유관기관 협의

▶ 주민복귀 알림

#### 사전대비

사고상황공유앱 가입·이용

- ▶ 사고 상황공유앱 관련 질의사항 - 화학물질안전원 사고총괄훈련과 (☎ 042-605-7748, 7798)
- ▶ 담당자는 로그인 상태 유지

#### 권역별 교육·훈련 참가

#### 주민알림시스템 확인

- ▶ 주민 알림 방식 - 싸이렌, 긴급재난문자(CBS), 마을방송, 문자·음성메시지(사업장·지자체), TV·라디오 등 언론

※사고물질이 주민대피 대비물질(16종) 또는 외부 누출된 경우 화학물질안전원 연락

#### 사전대비

업무 담당자

↓ ↑

숙직자

- ▶ 주민대피 대비물질(16종)  
암모니아, 포름알데히드, 염화수소, 플루오르화수소(불화수소), 염소, 삼염화붕소, 산화에틸렌, 황화수소, 포스겐, 트리메틸아민, 이산화탄소, 핵사플루오르-1, 3-부타디엔, 시안화수소, 메틸아민, 삼염화질린, 플루오린(불소)
- ※ 물(공기 내 수분)과 반응하여 선정물질(16종)로 생성되는 화학물질(예: 육불화텨스텐)도 포함

#### 사고대응

업무 담당자: 사고상황공유앱 상황공유, 현장출동 및 유관기관 연락유지 등

숙직자: 업무 담당자 즉시 연락

주민대피의 기본은 『실내대피』 (외출 자제, 외부공기 유입 차단)

#### 사전대비

주인대피 결정 관련 전문의견 수렴

- 화학물질안전원 화학안전종합상황실 (☎ 042-605-7030-7033)
- 화학물질안전원 다자간동화본 (☎ 010-2906-7030)

#### 주민대피

1단계: 실내대피: 상황공유 → 안전원 협의 → 실내대피 알림 → 언론대응

2단계: 상황관찰: 상황관찰 → 안전원 협의 → 진행단계 검토 → 언론대응 → 상황종료

3단계: 주민소산: 상황공유 → 안전원 협의 → 주민소산 알림 → 언론대응

▶ 표준 주민대피안내문구: 실내대피 알림/주민소산 알림 - 화학물질안전원 지자체 대응절차 매뉴얼 참조

#### 주민복귀

사고상황공유앱 접속·상황공유

#### 화학물질안전원 협의

#### 주민복귀 알림

▶ 표준 주민대피안내문구: 상황종료(주민복귀) 알림 - 화학물질안전원 지자체 대응절차 매뉴얼 참조

# 3.3 대응절차별 기관 주요 임무(1/3)

## 1 사전대비

✦ 화학사고 발생시 즉각적 대응 및 필요시 체계적인 주민알림과 주민소산을 위해 준비하는 단계

### 기관별 주요 임무

지자체	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 사고상황공유앱 가입·이용</li> <li>▶ 숙직자·사고담당자 역할 숙지</li> <li>▶ 비상연락망 유지·현행화</li> <li>▶ 주민대피 대비물질(16종) 사전 비치 및 확인</li> <li>▶ 위해관리계획서(사업장 기본정보, 비상대응분야 요약서 등) 확보</li> <li>▶ 권역별 교육·훈련 참여 등</li> </ul>	
안전원	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 사고상황공유앱 가입 현행화 및 이용 독려</li> <li>▶ 위해관리계획서(사업장 기본정보, 비상대응분야 요약서 등) 지자체 공유</li> <li>▶ 권역별 교육·훈련 실시 등</li> </ul>	
환경청·방재센터	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 사업장 지도·점검</li> <li>▶ 주민대피 대비물질(16종) 사전숙지</li> <li>▶ 위해관리계획서(사업장 기본정보, 비상대응분야 요약서 등) 지자체 공유</li> </ul>	
사업장	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 자체 주민알림 음성방송, 문자발송 시스템 정기적 점검</li> <li>▶ 조기 경보 전달방법 및 주민대피 행동요령 고지 등 (☞ 지자체, 소방, 경찰, 주민)</li> </ul>	
소방	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 사고상황공유앱 가입·이용</li> <li>▶ 주민대피 대비물질(16종) 사전비치 및 확인</li> <li>▶ 권역별 교육·훈련 참여 등</li> </ul>	

## 2 사고대응

✦ 화학사고 발생시 즉각적 대응을 통해 사고 주변 인명·환경·재산 피해를 최소화하기 위한 단계

### 기관별 주요 임무

지자체	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 안전원 등으로부터 사고상황 접수(유선수신)</li> <li>▶ 사고상황공유앱 상황공유</li> <li>▶ 현장출동 및 유관기관 연락유지</li> <li>▶ 사고물질이 주민대피 대비물질(16종) 또는 외부 누출된 경우 안전원과 유선통화</li> <li>▶ 사고현장 방재작업 지원 등</li> </ul>	
안전원	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 사고상황공유앱을 통한 사고전파(사고개요, 물질정보, 확산정보 등)</li> <li>▶ 사고대응에 필요한 기술지원</li> </ul>	
환경청·방재센터	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 현장출동</li> <li>▶ 사고현장 유관기관 상형조정</li> <li>▶ 사고현장 주변 사고물질 탐지·분석 등</li> </ul>	
사업장	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 사고 초기수습 및 응급조치</li> <li>▶ 화학사고 즉시신고(☞ 환경관서, 경찰, 소방, 고용노동관서 등)</li> <li>▶ 화학사고대응 유관기관에 현장상황 공유 등</li> </ul>	
소방	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 현장출동 및 사고초기 현장 조정</li> <li>▶ 인명구조, 누출원 차단, 방재작업 등</li> </ul>	

# 3.3 대응절차별 기관 주요 임무(2/3)

## 3-1 주민대피단계: 실내대피 알림(1단계)

기관별 주요 임무

지자체	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 사고상황공유앱 상황공유(현장상황)</li> <li>▶ 안전원과 협의 후 실내대피 알림 (사고발생사실 · 실내대피 알림 · 행동요령 문자전송 등)</li> <li>▶ 언론대응 등</li> </ul>	
안전원	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 사고상황공유앱을 통한 사고전파(사고전파)</li> <li>▶ 지자체와 실내대피 알림 범위 협의 등</li> </ul>	
환경청 · 방재센터	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 사고현장 유관기관(지자체, 소방 등)과 주민대피 여부 · 방법 논의</li> <li>▶ 사고현장 사고물질 탐지 등</li> </ul>	
사업장	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 사고 진행상황 정보 즉시 제공</li> <li>▶ 자체 주민대상 문자발송 등</li> </ul>	
소방	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 사고현장 유관기관(지자체, 환경관서 등)과 주민대피 여부 · 방법 논의</li> <li>▶ 인명구조, 누출원 차단, 방제작업 등</li> </ul>	

## 3-2 주민대피단계: 상황관찰(2단계)

기관별 주요 임무

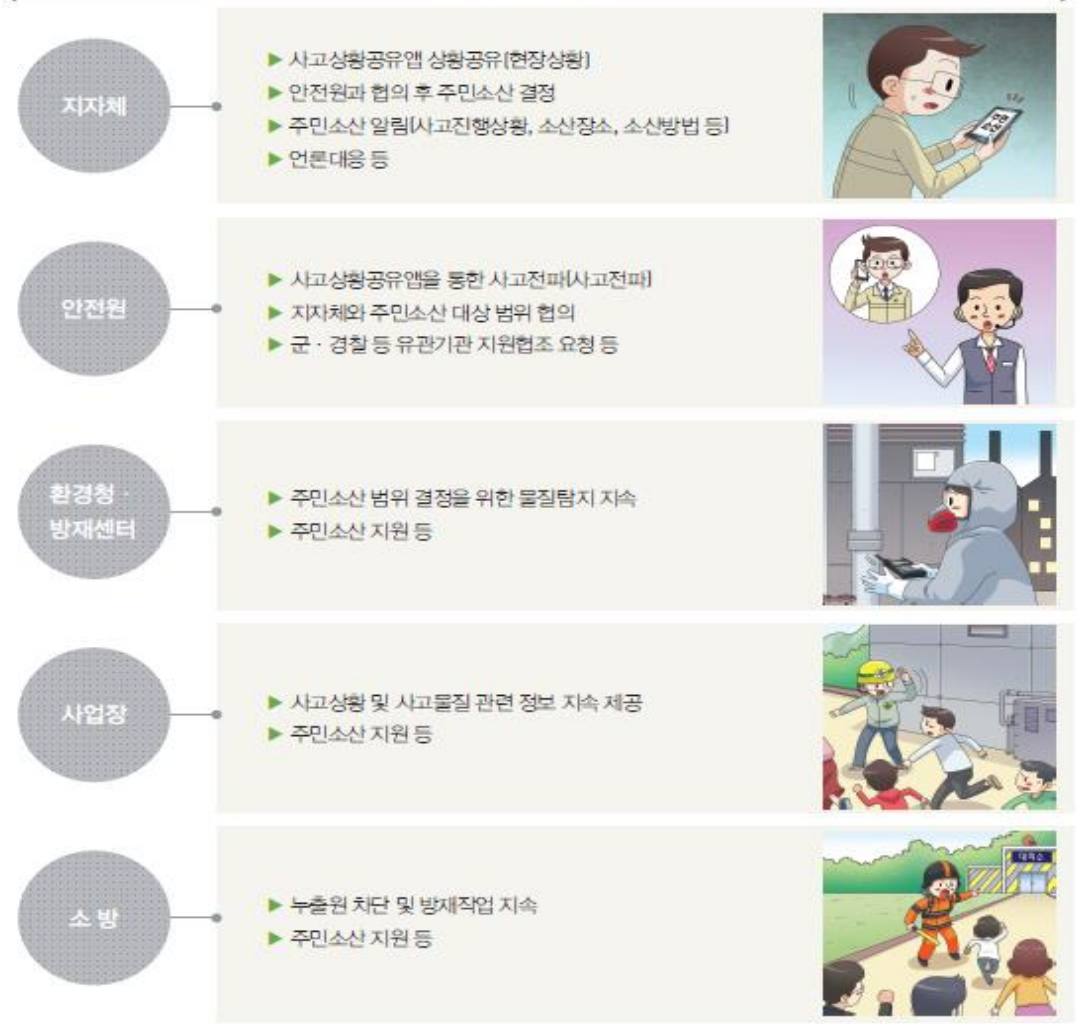
지자체	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 사고상황공유앱을 통한 상황관찰</li> <li>▶ 안전원과 협의를 통해 확대 우려 가능성에 따라 진행단계 검토(확대 우려 없을 시 상황종료)</li> <li>▶ 언론대응 등</li> </ul>	
안전원	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 사고상황공유앱을 통한 사고전파(누출원 차단 여부, 누출량, 확산평가결과 등) 및 기술지원</li> <li>▶ 지자체와 상황관찰 결과 협의 등</li> </ul>	
환경청 · 방재센터	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 사고현장 유관기관(지자체, 소방 등)과 현장상황 논의</li> <li>▶ 사고현장 사고물질 탐지 등</li> </ul>	
사업장	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 누출량, 확산양상, 누출원, 사고상황 등 상황관찰 위한 정보제공</li> </ul>	
소방	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 사고현장 유관기관(지자체, 환경관서 등)과 현장상황 논의</li> <li>▶ 누출원 차단 여부 등 정보제공</li> <li>▶ 방제작업 지속 등</li> </ul>	



# 3.3 대응절차별 기관 주요 임무(3/3)

## 3-3 주민대피단계: 주민소산 알림(3단계)

기관별 주요 임무



## 4 주민복귀

기관별 주요 임무





**4. 화학사고! 이것만은 머릿속에.**


사고 대응자는 반드시 화학전문가가 될 필요가 없다

**But ! 일반적인 용어와 기본개념의 이해 필요**

- 화학물질에 관한 정보를 획득
- 전문가와의 원활한 대화소통

# 화학물질 정보집

플루오르화수소 Hydrogen fluoride		
CAS번호	7664-39-3	
국문유사명	불화수소산, 안티살 2B	
영문유사명	Hydrofluoric acid, Fluorohydric acid, Antisal 2B	
화학물질군	무기 비산화성 산류	
유해화학물질관리번호	97-1-382(유독물)	
UN번호	1790(soln), 1052(gas)	
ERG대응지침번호	Soln: 157(Toxic and/or Corrosive: Non-combustible/Water-sensitive) Gas: 125(Gases - Corrosive)	
용도	알칼화/이성질화/응축/탈수소화/중성자화 반응의 촉매, 액화 로켓 추진체의 첨가물, 우라늄 정제, 빙결/마모제 (유리/에나멜), 알루미늄 광택제, 티타늄 제작, 금속 및 주조물의 세정, 불소수지	
위험	<ul style="list-style-type: none"> <li>비가연성 물질이나 가열시 분해하여 부식성/독성 증을 생성할 수 있음</li> <li>물에 잘 녹고 격렬하게 반응하여 독성, 부식성, 인화성, 폭발성 가스를 발생시킴</li> <li>혼합금지: 산, 염기, 아민, 암모니아, 금속, 물, 산화제</li> <li>연소/열분해 생성물: 불화수소, 부식성/독성 증</li> </ul>	
화재진압요령	<ul style="list-style-type: none"> <li>안전거리를 유지하며 적절한 보호 하에 화재를 진압할 것</li> <li>미세한 물분무로 화재를 진압하고 인접 지역을 냉각시킬 것</li> <li>화재에 노출된 용기는 안전 지역에서 물 스프레이를 이용하여 냉각시킬 것</li> <li>모든 수단을 동원해, 수로나 배수구의 유출을 차단할 것</li> <li>화재에 노출된 용기는 다량의 물로 냉각시킬 것</li> <li>소화제: 분말소화약제, 알코올성포, 이산화탄소, 일반적인 포말, 물</li> </ul>	<b>화재동반 운송사고 발생 시 대피거리</b> •soln: 반경 0.8 km •gas: 반경 1.6 km  <b>초기이격거리</b> •soln: 반경 50 m •gas: 소규모: 반경 30 m 대규모: 반경 300 m  <b>방호활동거리</b> •soln: 풍하방향으로 최소 50m 이상 •gas: 소규모: 풍하방향 낮(0.1 km), 밤(0.5 km) 대규모: 풍하방향 낮(1.7 km), 밤(3.0 km)
	<ul style="list-style-type: none"> <li>누출된 가스는 환기시켜 분산시키거나, 다량의 물을 뿌려 희석 후 분산</li> <li>수로, 하수, 지하 등 밀폐공간으로의 유입을 차단할 것</li> <li>액체누출의 경우 중탄산나트륨이나 석회분말 중화/비가연성물질 흡수</li> <li>누출물 확산방지/ 우천 시 물 접촉 방지(플라스틱 시트)</li> <li>방제 약품: 중탄산나트륨, 석회분말, 건토, 건사, 질석 등의 비가연성 물질</li> <li>보호장비: 양압의 자급식 공기호흡기, 내화학성 보호복</li> </ul>	
<b>인체노출 유해성 / 증상</b>		
흡입	호흡기 자극, 화상, 기침, 숨막힘, 현기증, 두통, 오심, 무기력증, 호흡곤란, 기관지경련, 폐렴, 폐부종	
피부	화상, 동상, 종반, 물집, 궤양,	
안구	자극, 통증, 눈물, 충혈, 빛에 민감, 화상, 각막 혼탁, 시력상실	
경구	구강/위장관 화상, 오심, 구토, 설사, 복통 토혈, 저혈압, 쇼크, 심혈관 허탈, 혼수, 마비	

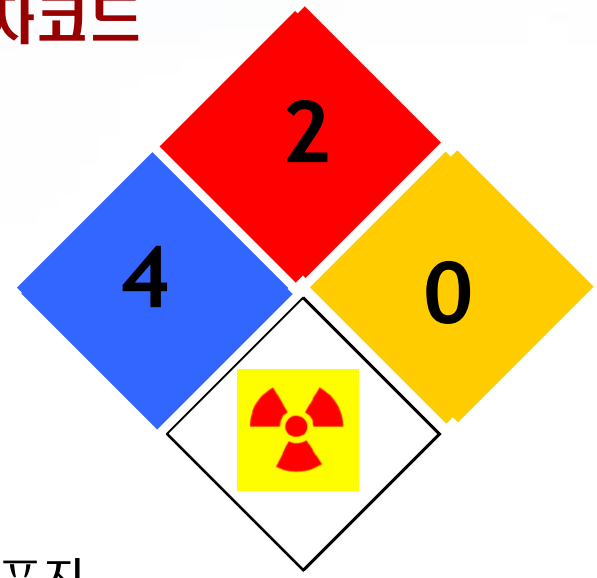
국내규제	유독물, 사고대비	-	노출, 작업, 관리	특성
NFPA 코드	구조식	구조식	유해그림	
<ul style="list-style-type: none"> <li>건강: 4(매우 위험. 짧은 노출에도 사망 또는 치명적 손상을 일으킬 수 있음)</li> <li>화재: 0(연소성이 없는 물질)</li> <li>반응: 1(온도상승 및 가압 시 불안정, 물과 반응하여 약간의 에너지 방출)</li> <li>특수: -</li> </ul>	H—F			
상태: 기체, 액체(<19.5 °C)	육탄율/물 분배계수(logKow): -			
색상: 무색	인화점: -			
냄새: 강하고 자극적 냄새	발화점: -			
분자식: HF	폭발한계: -			
분자량: 20.01	용해도 <ul style="list-style-type: none"> <li>물: 가용성(물과 혼화, 격렬히 반응)</li> <li>용매: 벤젠(2.54%, 5°C), 톨루엔(1.80%, 5°C), m-자일렌(1.28%, 5°C), 알코올 등 대부분의 유기용매에 가용</li> </ul>			
pH: -	작업장 허용노출기준	위험노출기준		
끓는점: 19.51 °C	•[노동부]TWA: 0.5 ppm •[노동부]STEL: -	<ul style="list-style-type: none"> <li>•[NIOSH]IDLH: 30 ppm</li> <li>•[DOE]PAC_TEEL-0: 0.527 ppm</li> <li>•[DOE]PAC_PAC-1: 1a ppm</li> <li>•[DOE]PAC_PAC-2: 24a ppm</li> <li>•[DOE]PAC_PAC-3: 44a ppm</li> </ul>		
증기압: 917 mmHg @ 25 °C	•[노동부]C: 3 ppm, 2.5 mg/m <sup>3</sup> •[NIOSH]TWA: 3 ppm, 2.5 mg/m <sup>3</sup>			
밀도: 6.1X10 <sup>-3</sup> g/cm <sup>3</sup> @ 50 °C	•[NIOSH]STEL: -			
비중: 1.002 @ 0 °C/4 °C	•[ACGIH]TWA: 0.5 ppm •[ACGIH]STEL: -			
증기밀도: 1.27 (공기=1)	•[OSHA]TWA: 3 ppm •[OSHA]STEL: 6 ppm			
<b>응급조치</b>				
신선한 공기 산소공급, 적절한 장비를 이용한 인공호흡(구강 대 구강 인공호흡은 피할 것), 신속히 병원으로 이송				
다량의 물과 비누를 사용하여 적어도 15분 정도 세척, 오염된 옷과 신발을 제거, 병원 이송				
눈꺼풀을 위아래로 들어 올리고 20-30분간 다량의 물 또는 생리식염수로 세척, 병원 이송				
구토방지, 무의식 시 아무것도 주지 말고, 기도를 열고 한쪽 옆으로 머리를 몸 보다 낮게 하여 눕힐 것. 유의식시 입을 행구고 천천히 음료(물 또는 우유) 공급, 병원 이송				

# 숫자만으로 물질특성을 알 수 있다!

## NFPA 704 Marking System

### 위험 물질의 특성과 잠재적인 위험성을 나타내는 사분형 숫자코드

- **건강위험성(Health)** : 위 표지의 파란색 부분에 표시.  
4(치명적) - 0(위험성 없음)으로 분류표지
- **반응성(Reactivity)** : 위 표지의 노란색 부분에 표시.  
4(실온에서 폭발성 있음) - 0(안정함)으로 분류표지
- **화재위험성(Flammability)** : 위 표지의 빨간색 부분에 표시.  
4(인화성이 높은 가스 or 액체) - 0(타지않는물질)으로 분류표지
- **특수위험성(Special)** : 위 표지의 흰색 부분에 표시.  
물질관련 특수정보(물과의 반응성, 산화 특성, 방사능 위험 등)



숫자만으로 물질특성을 알 수 있다!

# NFPA 704 Marking System

- NEPA 코드에 의한 건강/화재/반응/특수에 대한 정보 확인



지수	건강위험	화재위험 (인화점)	반응성
4	치명적임	22.8℃ 이하	폭발 가능
3	매우 유해	22.8~37.8℃	충격이나 열에 폭발가능
2	유해	37.8~93.3℃	화학물질과 격렬반응
1	약간 유해	93.3℃ 이상	열에 불안정
0	유해하지 않음	잘 타지 않음	안정

→ 물질안전보건자료( 3. 유해·위험성 정보)

## 물로 희석? 중화제 투입?

- pH는 log 스케일 : 10배씩 절대량의 값 차이  
예, pH 값이 약 1.0인 어떤 **강산 1 L가 누출**되었을 때 pH를 5로 만들기 위해서는 **물 10,000 L**가 소요됨.
- **급히 중화제를 투입**할 경우 거품이 발생하거나 **튀는 현상**이 발생하고 **다량의 자극성 증기**를 발생  
⇒ 중화제는 적절한 양을 투입.
- 강산이 누출되었을 때 희석을 위하여 물을 투입 ⇒ 거품, 튀 현상, **중화열로 온도가 상승** ⇒ 산성증기 발생
- 희석할 때 : 산이나 염기에 물을 소량씩 넣어야 함. 반대의 경우 급격하게 열이 발생하여 튀 현상이 일어남.
- **강산, 강염기를 중화할 때는 약염기, 약산을 사용**  
예, 황산( $H_2SO_4$ )에 약염기인 중탄산나트륨( $NaHCO_3$ )을 사용하면 위험을 줄일 수 있으나 가성소다( $NaOH$ )를 사용하면 많은 열과 증기가 발생.

## 방재약품

### 국내외에서 사용되는 방재약품은 약 25가지

- 25종의 방재약품은 반응성을 기준으로 중화제, 산화제, 환원제 및 흡착제로 나눔

### 화학물질이 산성인 경우, 염기성인 경우

- 산성물질은 염기성 방재약품으로, 염기성물질은 산성 방재약품으로 중화

### 방재약품 사용시는 2차 오염에 유의

- 방재약품 자체가 화학물질 이므로 회수 가능한 경우에 한하여 방재약품 사용



## 중화제 양 계산

문제 1) 35% 염산 2리터가 누출되었을 경우 pH 7(중성) 가까이 중화시키려면  
얼마만큼의 중화제(소석회)를 사용하여야 하는가?

문제 2) 61% 황산 2리터가 누출되었을 경우 pH 7(중성) 가까이 중화시키려면  
얼마만큼의 중화제(소석회)를 사용하여야 하는가?

중화제	황산	질산	염산	인산
탄산 나트륨 (소다회)	1.082	0.841	1.452	1.622
수산화 칼슘 (소석회)	<b>0.755</b>	0.587	<b>1.014</b>	1.133
중탄산 나트륨 (베이킹소다)	1.673	1.302	2.247	2.541

< 중화제 변환 계수 >

## 중화제 계산

① 유출된 산의 양(ℓ) × 비중 × 1000 g/ℓ × 산의 % = g 단위로 환산 순수한 산의 무게

$$(2 \ell) \times (1.18 \text{ g}/\ell) \times 1000 \text{ g}/\ell \times (0.35) = 826 \text{ g}$$

② 유출된 순수한 산의 무게 × 중화제 변환계수 = 중화제 양

$$826 \text{ g} \times 1.014 = 837 \text{ g}$$

① 유출된 산의 양(ℓ) × 비중 × 1000 g/ℓ × 산의 % = g 단위로 환산 순수한 산의 무게

$$(2 \ell) \times (1.84 \text{ g}/\ell) \times 1000 \text{ g}/\ell \times (0.61) = 2,244 \text{ g}$$

② 유출된 순수한 산의 무게 × 중화제 변환계수 = 중화제 양

$$2,244 \text{ g} \times 0.755 = 1,694 \text{ g}$$

누출량	황산(35 %)	질산(70 %)	염산(35 %)
1 L	849 g	575 g	419 g
100 L	84.9 kg	57.5 g	41.9 kg
1 ton	849 kg	575 kg	419 kg
10 ton	8.49 ton	5.75 ton	4.19 ton

# 중화반응 실험



## 일상생활의 중화반응

- 생선 비린내를 없애기 위해 레몬즙을 뿌린다.
  - 비린내의 주성분은 트리메틸아민(TMA)
- 벌에 쏘이거나 벌레에 물렸을 때 암모니아수를 바른다.
- 위산, 속쓰린 때 제산제를 먹는다.
  - 제산제의 주성분은 수산화마그네슘( $Mg(OH)_2$ ), 탄산수소나트륨( $NaHCO_3$ )
- 신 김치에 달걀 껍데기를 넣는다.
  - 달걀 껍데기의 주성분은 탄산칼슘( $CaCO_3$ )



# 황산누출 방재방법

## 일반특성



- 충북 제천시 황산탱크 유출(2002)
- 강한 부식성을 가진 액체
- 물에 용해성이 크며 발열반응

## 방재방법

- 방재약품 : 탄산수소나트륨, 소다회, 소석회 등
- 소량누출 시 물을 다량을 뿜어 줄 것
- 누출 부위를 가마니, 시트 등 덮음
- 누출부분에 대한 직수는 자제
- 물과의 반응성
  - 물과 반응하여 황화수소 발생
  - 열발생과 비산이 생기므로 직수 시 틈 현상 발생

# 암모니아 방재방법

## 일반특성



- 암모니아 탱크로리 전복사고(2003)
- 강한 자극성 향의 무색의 기체, 액체
- 강염기이며 물에 대한 용해도 큼

## 방재방법

- 방재약품 : 아세트산 용액, 질석 분말시멘트
- 소량누출 시 물을 다량을 뿜어 줄 것
- 수중누출 시 약산으로 중화, 모래 주머니로 오염된 바닥 고립
- 토양 누출 시 오염된 지역을
- 아세트산용액(희석액)으로 중화 후 용기에 담을 것

# 염소누출 방재방법

## 일반특성



- 자극성 냄새를 지닌 노란색 또는 녹색을 띠는 비인화성 물질
- 수분 존재 시 부식성, 피부자극성

## 방재방법

- 방재약품 : 물 분무, 소석회 등
- 소량누출 시 물을 다량을 뿜어 줄 것
- 누출 부위를 가마니, 시트 등 덮음
- 누출부분에 대한 직수는 자제
- 염소가스가 공기보다 무거움  
[저지대를 피할 것]



# 시안화물 방제방법

## 일반특성

**NaCN**  
**시안화나트륨**

시안화나트륨(NaCN·)은 청산소다·청산나트륨이라고도 불린다.

**용도** 주로 철강의 열처리나 금·은 제련, 도금처리, 농약 등에 사용된다.

**위험** 시안화나트륨에 염산 등을 이용, 가공하면 신경가스 같은 독성 물질이 된다. 특히 화학무기인 혈액작용제나 신경작용제 등을 제조하는 원료로 사용될 수 있어, 수출을 통제하는 전략물자로 분류돼 있다. 독성이 매우 강하며, 치사량은 **0.15g**이다.



## 방제방법

- 방제약품 : 수산화나트륨, 탄산칼슘  
중탄산나트륨
- 매우 치명적인 독성
- 물과 반응시
  - 물에 대한 용해도가 매우 높음
  - **고체에 물을 분무 시 시안가스 발생**
- ★반드시 개인보호장구 착용

# 질산암모늄 방제방법

## 일반특성



- 북한 용천 폭발사고 (2004)
- 무색 무취의 결정, 물에 쉽게 녹음
- 가연성 물질 섞일 시 폭발 가능  
(질산암모늄00%+중유00%=초유폭약)

## 방제방법

- 방제약품 : 물
- 취급 시 주의사항
  - 가연성, 환원성, 금속분 등 격리보관
  - 통풍, 환기 잘되는 곳 보관
- 화재발생시 주의사항
  - 가열 시 유독가스 발생하므로  
공기호흡기 착용

# 방재약품 및 물자



흡착포



유처리제



오일붐



흡착재



Chemical 흡착분말



Chemical 흡착롤



Chemical 흡착패드



Chemical 흡착재

cont.



생석회



분말생석회



가성소다



소석회



초미립, 고효율성소석회



유화제

cont.



활성탄



유흡착제



제오라이트



**경청해 주셔서 감사합니다 !**

# 질의 및 답변(Q&A)