



# 선진국의 대기오염 및 화학물질 관련 사례와 충남에 대한 시사점

2014.11.21

명형남 충남발전연구원

## 미국

- 미국 환경보호청(USEPA)의 『지역사회의 공중보건 및 환경개선을 위한 5개년 계획』 수립

표 1. 「지역사회의 공중보건 및 환경개선을 위한 계획」 5대 주요목표(2014-2018)

목표	내용
Goal 1	Addressing Climate Change and Improving Air Quality (기후변화문제 접근과 공기 질 향상)
Goal 2	Protecting America's Waters (미국 수자원 보호)
Goal 3	Cleaning Up Communities and Advancing Sustainable Development (지역사회 위생 강화와 지속적인 개발의 향상)
Goal 4	Ensuring the Safety of Chemicals and Preventing Pollution (화학물질 안전성 강화 및 오염예방)
Goal 5	Protecting Human Health and the Environment by Enforcing Laws and Assuring Compliance(제도강화와 준수를 통한 환경 및 건강 보호)

표 2. 대기질 향상 및 화학물질의 안전성 확보 분야 세부전략 목표(2014-2018)

Objectives	Strategic Measures	
대기질 향상	오염물질 및 지역안개수준 지표 감소	모든 감시지역의 인구보정 오존평균 농도의 5%감소 (0.076ppm → 0.072 ppm )
		모든 감시지역의 인구보정 흡입미세먼지양의 9% 감소 (10.4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ → 9.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
		전력발전소에서 발생하는 이산화황의 배출량 감소 (5.0 million tons)
		공원 및 야생지역면적의 가시성(visibility) 개선 (서부지역 5%증가, 동부지역 15%증가)
		인디언 거주 지구의 Clean Air Act를 착수하기 위하여 관리행정, 인력양성 등의 EPA 지원 승인을 추가적으로 획득(Additional 15 approvals)
	대기 유해물질 감소	대기 유해물질의 독성가중 배출량 4.2 백만 톤으로 감소
	산성 물질 침착에 따른 생태계 부작용 감소	만성 산성화 강 및 호수지역의 10% 개선
오존층의 회복과 보호	실내공기오염물질 감소	실내 라돈 감량을 통해 조기폐암사망의 예방 건수를 1,056명으로 증가
		천식유발 물질 노출감소를 위한 실내예방활동인구증가(9백만 명)
지속적이고 살기 좋은 지역사회의 건강증진	오존층파괴물질 소비량 감소	2015년까지 수소염화불화탄소와 같은 오존층파괴물질의 연간발생량을 1,520톤 미만으로 유지
화학물질 안전성 확보	지역사회 내 및 시설기관의 화학물질 감소	Risk management plan(위험관리계획)에 따른 위험물질관리시설 2300여 개 감독, 감시 수행
		유해 물질의 누적량 6억 파운드 감소
		7 MMTCO <sub>2</sub> Eq(million metric tons of carbon dioxide equivalents) 감소
		오염물질 개선을 통한 정부, 기업 및 기관의 13억 달러 절감
환경보건법, 제도의 강화	대기질 향상 지원	안전한 대체 화학물질 및 가공품의 수 증가 (1,900 여개)
		제도 강화를 통한 15.9억 파운드 상당의 대기오염물질 제거
환경보건법, 제도의 강화	화학물질 안전성 지원	제도강화를 통한 1,400 만 톤의 위험화학물질 및 살충제의 처리 및 제거

## 미국

### ○ 수은 및 대기 위해물질(Mercury and Air Toxics Standards; MATS) 기준안 마련

- ✓ 미국 환경보호청은 오바마의 기후변화 action plan 선언으로 화력발전소를 대상으로 규제를 강화
- ✓ 미국 최초로 석탄 및 석유를 이용한 화력발전소로부터 배출되는 수은 및 독성 대기오염물질을 줄이기 위한 기준안이 2011년 12월에 마련
- ✓ 1990년 공기청정법 개정안에 포함된 독성물질 정책 112개 분야와 새로운 수행 기준안 111개 분야를 통해 기준안을 수립

## 미국

### ○ 수은 및 대기 위해물질(Mercury and Air Toxics Standards; MATS) 기준안 마련

#### ✓ 친환경적 화력발전소 운영(Cleaner Power Plants)

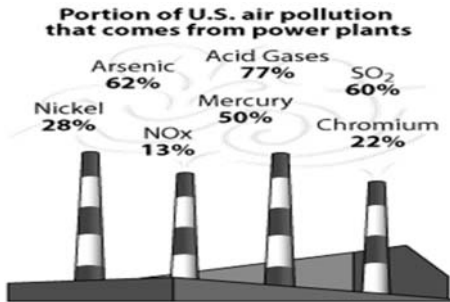


그림 1. 미국 발전소로부터 배출되는 대기오염물질의 비율(EPA, 2011)

표 3. 광범위하게 적용되는 오염물질 통제 기술

오염물질	독성 오염물질 통제, 관리기술
수은	선택적환원촉매(SelectiveCatalyticReduction:SCR) 및 배연탈황(Flue-gasDesulfurization:FGD) 활성탄주입(ActivatedCarbonInjection:ACI) 활성탄주입(ACI) 및 섬유필터(FabricFilter:FF) 혹은 전기집진기(ElectrostaticPrecipitators:ESP)
비수은 금속물질	섬유필터(FF) 전기집진기(ESP)
다이옥신및푸란(furan)	작업 실무 지침 (모니터링 및 조사,유지 및 개선, 적정 연소를 위한 개보수 작업)
산성가스	배연탈황(FGD) 전식흡착제주입(DisorbentInjection:DSI) 전식흡착제주입(DSI) 및 섬유필터(FF) 혹은 전기집진기(ESP)
이산화황	배연탈황(FGD) 전식흡착제주입(DSI)

## 미국

### ○ 수은 및 대기 위해물질(Mercury and Air Toxics Standards; MATS) 기준안 마련

#### ✓ 건강영향 : 대기질 변화에 따른 건강 이득계산을 위해 'damage-function'방법으로 건강이득을 추정(Levy et al.,2009; Hubbell et al.,2009; Tagaris et al.,2009)

표 4. 수은 및 대기물질 기준안(MATS) 집행을 통해 연간 발생하는 건강이득

건강영향	예방환자규모(명/년)
조기사망	4,200-11,000
만성기관지염	2,800
급성심장질환	4,700
급성천식발병	130,000
병원 및 응급실 내원자 수	5,700
실외활동제한	3,200,000

# 미국

## ○ 유해화학물질 우선관리대상 선정

- ✓ 위해성 평가 우선 33개 물질을 규정하고 위해성이 큰 물질에 대해 우선적으로 취급 및 배출업체, 배출량, 노출 영향범위와 노출 인구 등을 평가하고 시설관리 강화

표 5. 미국 환경보호청의 화학물질 위해성 평가 우선 순위

구분	대상범위	유해화학물질
발암성	National drivers	Benzene
	Regional drivers	Arsenic compounds, Benzidine, 1,3-Butadiene, Cadmium compounds, Carbon Tetrachloride, Chromium 6, Coke oven, Ethylene oxide, Hydrazine, Naphthalene, Perchloroethylene, Polycyclic Organic Matter
비발암성	National drivers	Acrolein
	Regional drivers	Antimony, Arsenic compounds, 1,3-Butadiene, Cadmium compounds, Chlorine, Diesel PM, Formaldehyde, Hexamethylene 1-6-diisocyanate, Hydrazine, Hydrochloric acid, Maleic anhydride, Manganese compounds, Nickel compounds, 2,4-Toluene Diisocyanate, Triethylamine

# 미국

## ○ 화학물질 장외영향평가제(Offside Consequence Analysis; OCA) 및 위기대응매뉴얼 수립

- ✓ 공기청정 대기법에 따라 화학사고 방지를 위한 규정 요소로 장외영향평가제를 실시
- ✓ 사업장에서 위해관리계획 수립시 배출 시나리오별로 사업장 외부에 미치는 영향을 평가하여 위기 대응 매뉴얼에 반영
- ✓ 위기대응 매뉴얼은 일반인들도 쉽게 이해할 수 있도록 사진, 그림, 도표 등을 제시하여 현장대응의 효율성을 높임

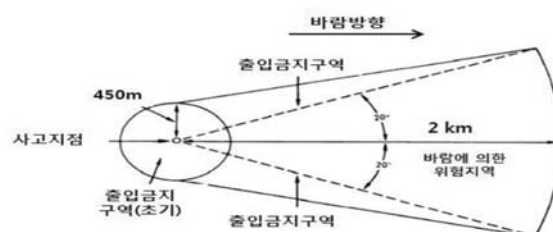


그림 2. 미국의 화학물질오염사고 대응 매뉴얼의 사고위험지역 (예시)

## ○ 위험 의사소통 협의회(Risk Communication)구성 및 정보공개

- ✓ 유해화학물질 관련 주민, 기업, 지자체, 환경청 등으로 구성된 위험 의사소통 협의회를 운영
- ✓ 정기적으로 지역의 환경문제를 논의하고 환경활동, 공장견학 등 기업이 다양한 사회적 책임 활동을 할 수 있도록 유도
- ✓ 비상계획 및 지역사회 알권리에 대한 법률(Emergency Planning and Community Right-to-Know Act; EPCRA)에 따라 유해물질 취급장의 정보 공개하도록 하였고, TRI 프로그램을 통해 사업장의 일반사항, 취급물질 종류, 매체별 물질별 배출량 등 관련정보를 공개
- ✓ EJView 시스템의 경우 표방식에서 소규모 지역별 상세 통계 및 GIS를 활용한 지도방식으로 변경하고 주민들의 사고 대피방법과 감시 등을 위한 정보를 공개

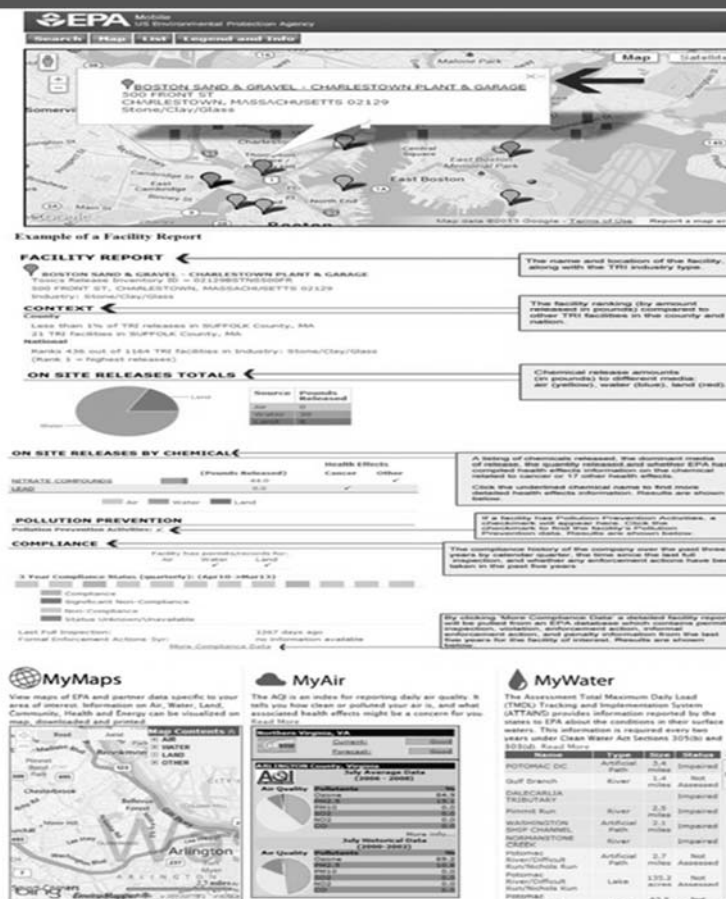


그림 3. 미국 TRI 정보공개 사례 (<http://www.epa.gov/toxics-release-inventory-tri-program/my-right-know-application>)

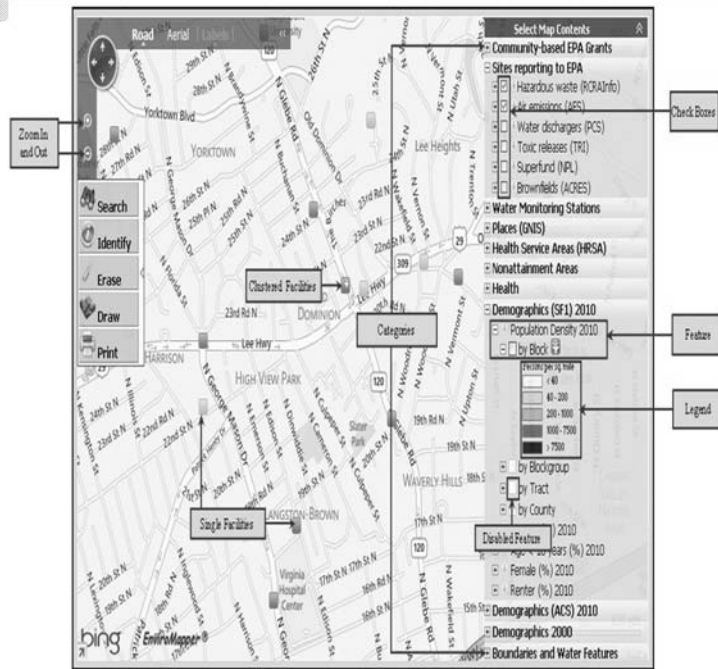


그림 4. 미국 EJView 시스템 사례 (<http://epamap14.epa.gov/ejmap/help/help.html?tab=3>)

## 미국

### ○ 생체모니터링(Biomonitoring) 프로그램

- ✓ 환경오염에 노출된 정도를 조직 및 혈액, 소변 등에 포함된 위해화학물질을 측정하여 노출 정도를 감시
- ✓ 노출의 경향 및 공중보건사업의 효과를 추적하는데 중요한 역할

표 6. 미국 질병관리본부 생체모니터링 프로그램 주요 업무

주요 사업내용
① 300개 이상의 화학물질 및 영양지표를 측정
② 연구방법 개발 및 저널게재를 통해 기술이전
③ 생체모니터링 관련 지식을 공유하고 교육을 통한 주정부 및 공중보건연구인력 양성
④ 의료서비스제공자 및 수요자, 연구자, 공중보건 실무자들이 신뢰할만한 데이터질 유지
⑤ 지방정부 기반 생체감시 사업자금 지원
⑥ 매년 60-70여 개 기관의 연구진들과 협력을 통하여 환경노출에 대한 효과를 분석
⑦ 유해화학물질에 대한 노출이 의심되는 지역에 대한 역학조사 지원
⑧ 미국 인구를 대상으로 환경독성물질에 대한 노출을 주기적으로 평가

# 미국

## ○ 국가 환경보건 감시체계(National Environmental Public Health Tracking System)

- ✓ 2002년부터 환경보건문제를 예방하고 제어하기 위하여 환경위해요소와 노출에 의한 건강영향 자료를 지역별, 인구 집단별로 체계적이고 지속적으로 수집, 분석, 해석하여 지역특성이 반영된 환경보건정책 수립의 기초자료를 제공을 목적으로 시행
- ✓ 미국 뉴욕주의 경우 환경보건 감시체계를 통한 연구결과를 바탕으로 난방연료 규제(안)을 제안하고 천연가스를 사용하도록 조치하여 주민들의 건강피해를 저감시킴

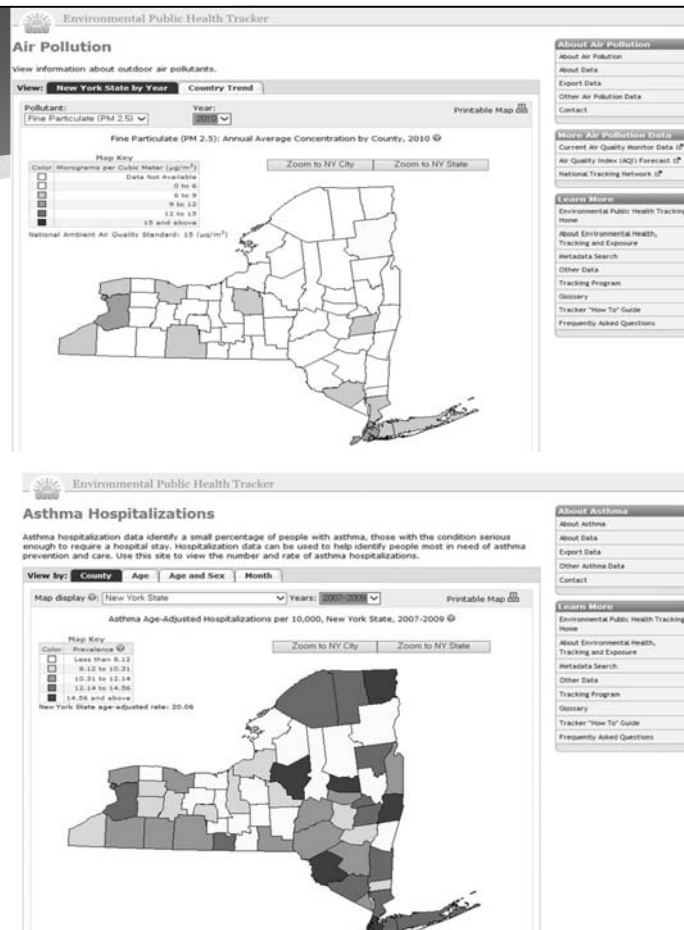


그림 5. 뉴욕주의 환경보건 감시체계 사례 ([https://apps.health.ny.gov/statistics/environmental/public\\_health\\_tracking](https://apps.health.ny.gov/statistics/environmental/public_health_tracking))

## ○ 유럽연합 환경보건 사업전략 및 계획(2004-2010)

표 7. 유럽연합 환경보건 사업전략 및 계획

1. 환경 및 보건 분야의 정보 통합개발을 통한 정보망 개선	
Action 1	환경 보건지표 개발
Action 2	식품을 포함하여 위험노출과 관련된 통합 모니터링 시스템 개발
Action 3	유럽의 지속적인 바이오 모니터링 방안 마련
Action 4	환경 보건 분야 사업 협력 및 공동 사업수행 강화
2. 환경보건 분야 쟁점에 대한 연구능력 함양을 통한 지식정보격차를 해소	
Action 5	환경보건연구의 강화 및 통합
Action 6	질환, 장애 및 노출에 대한 맞춤 연구
Action 7	환경과 건강과의 상호작용을 분석하기 위한 방법론적 시스템 개발
Action 8	환경과 건강 사이의 잠재적 위험성에 대한 확실한 규명
3. 위해 물질 감소 정책과 의사소통 강화	
Action 9	공중보건 정책을 통한 환경보건 결정요인에 대한 네트워크 형성 및 공중보건 활동 개발
Action 10	전문인력 양성 및 위험감소정책 고찰을 통한 환경보건 관련 기관의 능력 함양
Action 11	위험물질 감소정책에 따른 지표측정과 우선순위 질환과의 연계
Action 12	실내 공기 질 향상
Action 13	전자파 영향에 대한 연구

## ○ 유럽의 대기오염과 건강에 대한 정책결정을 위한 의사소통 및 지식 증진사업

표 8. APHEKOM 사업 요약

연구 기간	2009년 6월 1일 - 2012년 3월 31일
책임수행기관	Institut de Veille Sanitaire (InVS), Saint-Maurice, 프랑스
참여 국가 및 연구자	오스트리아, 벨기에, 프랑스, 그리스, 헝가리, 아일랜드, 이탈리아, 로마니아, 슬로베니아, 스페인, 스웨덴, 영국 (총 12개국 17개 협력기관의 60여명의 전문가)
연구비	800,000 EUR
사업 목적	정책수립 및 개인의 행동변화를 위한 효율적인 의사결정의 근거 마련
주요 사업내용	유럽 내 지역들의 대기오염 기준을 강화함으로써 발생하는 건강 및 경제적 이익에 대한 자료수집과 분석
사업 효과	유럽연합의 대기오염 감소 및 건강영향에 대한 정책개발 기초자료 제공 궁극적으로 대기오염으로 인한 호흡기 및 심혈관 질환의 이환율과 사망률을 줄이는데 기여



## 유럽

- 위해도 평가 및 질병 지도제작을 위한 유럽지역의 건강 및 환경정보 시스템

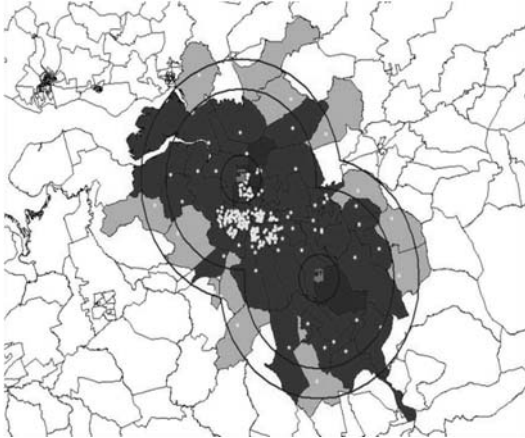


그림 6. 지리 및 환경보건정보를 통한 시공간 분석 (EUROHEIS)

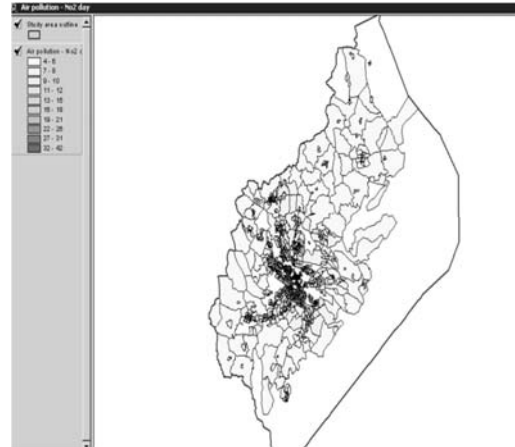


그림 7. 스톡홀름 지역의 NO2 농도와 성별, 연령, 경제사회적수준을 보정한 급성심근경색 발생 분포 (EUROHEIS)

CDI 충남발전연구원

## 유럽

- 정책결정 지원을 위한 환경보건정보 시스템 구축

- ✓ 생체 모니터링을 통해 수은, 납, 카드뮴, 담배 등 유해물질로 인한 특정시기의 정의된 집단에서의 노출수준을 예측

표 9. 일반 인구집단을 대상으로 한 노출 생체지표 및 화학물질 평가 (모발 및 소변)

생체지표	중요성	정당성	해석의 용이성	정책 적용가능성	타당성 및 실현가능성	수용가능성
	노출빈도, 건강위해도, 공중보건의 영향 및 대중의 관심	조기노출의 반영 정도, 아동기 후기 건강영향	조사된 데이터의 사용가능성, 문헌 및 국가기준치 존재	위해도 관리에 대한 평가가 가능	생체지표의 사용가능성, 감당할 수 있는 조사, 분석 비용, 기술적 실현가능성 및 샘플의 질	안전한 방법, 대중의 참여
모발(Maternal)						
총 수은	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX
비소	XXX	XXX	X	XXX	XXX	XXX
소변(Maternal)						
총 수은	XX	XX	X	XX	XXX	XXX
카드뮴	XXX	XXX	XX	XX	XXX	XXX
프탈레이트 대사물	XXX	XX	XXX	XXX	X	XXX
비스페놀 A	XX	XX	XXX	XXX	X	XXX
파라벤	XX	X	X	X	X	XXX
비잔류성 농약	XXX	XXX	XX	XXX	X	XXX
방향족탄화수소 대사물	XXX	XX	X	XXX	XX	XXX
유기염소살충제(PCP)	XX	XX	XXX	XXX	XXX	XXX
코티닌	XXX	XXX	XX	XXX	XXX	XXX

연구원

# 시사점 1

## ○ 대기오염 배출기준 강화

- ✓ 미국의 경우 석탄과 석유 화력발전소로부터 배출되는 대기오염물질을 줄이기 위해 '수은 및 대기 위해물질' 기준안을 마련하여 배출기준을 강화. 예상되는 건강 편익뿐만 아니라 이미 개발된 다양한 기술들을 적용함으로써 친환경기술의 활성화도 촉진시키는 부수적 효과
- ✓ 유럽연합의 APHEKOM 사업 역시 대기오염 기준 강화로 건강피해 예방
- ✓ 대기보전특별대책지역 (환경정책기본법 제22조) 및 대기환경규제지역 (대기환경보전법 제18조) 사례
- ✓ 충남 서북부 주변 주민들의 건강피해를 예방하기 위해서는 강화된 배출기준 필요 (대기보전특별대책지역 및 대기환경규제지역 선정, 기존 법률의 추가 개정 등)

# 시사점 2

## ○ 우선 관리대상 물질 선정

- ✓ 미국의 경우 유해화학물질에 대한 위해성 평가 결과 크기에 따라 그 물질들을 우선관리하고 있음
- ✓ 충남 서북부 지역의 주민건강 피해를 줄이기 위해 발암물질 등 위해성을 근거로 하여 우선 관리해야 할 물질을 선정하여 대응 대책을 수립해야 함
- ✓ 이러한 내용들을 환경보건 조례 등에 포함시켜 제도화할 필요가 있음

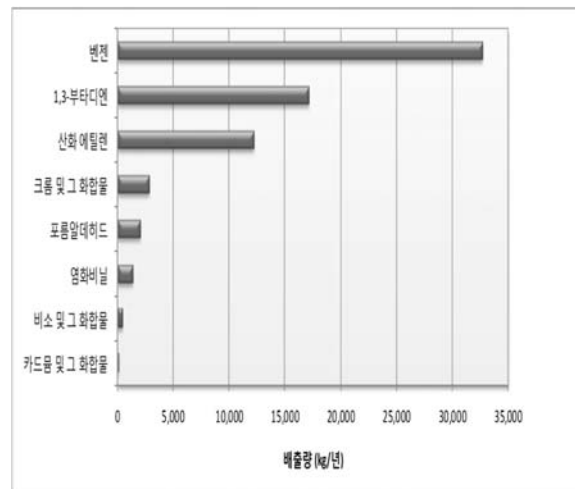
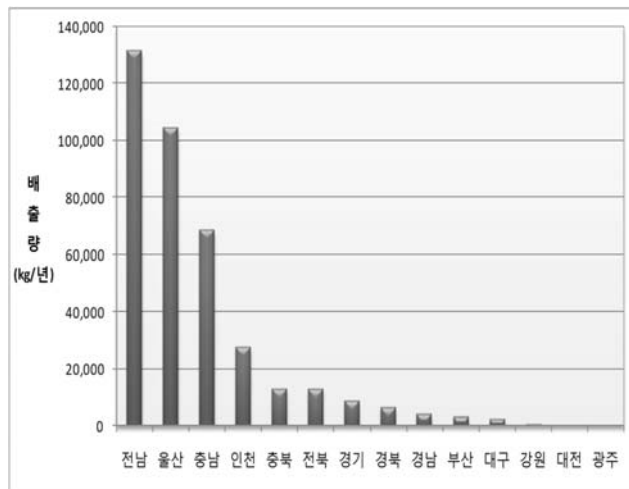


그림 8. 광역자치단체별 발암물질(IARC 1) 배출량  
(2012년)

그림 9. 충청남도 발암물질 (IARC 1) 배출량 (2012년)

## 시사점 3

○ 환경과 건강을 통합한 감시체계 구축

- ✓ 미국과 유럽의 경우 환경과 건강정보를 통합하여 정책수립을 위한 기초자료로 활용하고 있음
- ✓ 우리나라의 경우 환경통계포털(stat.me.go.kr)과 건강영향평가정보시스템(hia.me.go.kr)을 통해 환경오염에 대한 자료를 환경부 등에서 제공하고 국민건강보험공단, 국립암센터, 질병관리본부 등에서 건강영향에 대한 자료를 제공
- ✓ 충남의 경우 서북부 취약지역을 중심으로 환경과 건강을 통합한 DB를 구축하고 특정물질의 노출 및 건강영향의 데이터가 지속적으로 축적된다면 지역특성에 맞는 환경보건정책을 수립하는데 활용

## 시사점 4

- 알권리 충족 및 건강피해를 예방하기 위한 지역사회 정보공개
  - ✓ 우리나라의 경우 화학물질 배출이동량 정보시스템이 구축되어 있으나 단순 현황정보에 국한
  - ✓ 화학물질 배출이동량 정보 시스템을 바탕으로 지역의 정보를 보완해서 주민들에게 제공한다면 유해물질로 인한 주민 건강피해를 예방

## 시사점 5

- 지역사회의 환경과 건강을 위한 네트워크 구축
  - ✓ 미국과 유럽 등 선진국을 중심으로 민관산학 네트워크 강화 추세
  - ✓ 국내에서도 여수 국가 산단 등에서 '민관산학 환경안전협의체'를 구성 운영
  - ✓ 충남의 경우 서북부 취약지역을 중심으로 민관산학 협의회를 구성하는 것 필요
    - 관 주도에서 민관협력 사업장 실태점검
    - 지역 내 유해화학물질 배출업소, 화학물질 종류, 위해성, 사고시 대피 장소 등 홍보 교육
    - 불산 유출 사고 등으로 보완정비된 충남의 '유독물위기 대응 행동매뉴얼'의 실전훈련을 통한 업데이트
    - 기타 협업이 필요한 사업

## 시사점 6

### ○ 지역 거점별 환경과 보건관련 기관의 공동 연구 및 사업

- ✓ 선진국 등에서는 환경과 보건 관련 기관의 공동연구 및 사업 등이 추진
- ✓ 충남의 경우 단국대 의료원과 순천향대 천안병원, 태안보건의료원이 환경보건센터로 지정되어 있고 지역 보건소, 시도 보건환경연구원 등 지역 거점별 환경과 보건 관련 기관들에 대한 인프라가 구축되어 있음
- ✓ 따라서 이들 기관들이 공동의 연구 및 사업 등을 추진한다면 더 효과적으로 주민 건강피해를 예방할 수 있을 것으로 판단

## 시사점 7

### ○ 충청남도 환경보건종합계획 및 조례 등 사례 확산

- ✓ 전국 자치단체 중 최초로 충남은 2012년에 환경보건헌장 선포 및 환경보건종합계획을 수립
- ✓ 2014년에 환경보건 조례를 제정·시행 하는 등 환경보건정책의 실천의지를 대외에 표명
- ✓ 이에 따라 유해화학물질 등 환경오염으로부터 도민의 건강피해를 예방하고 관리하기 위한 모범 사례들을 도차원에서 적극적으로 발굴 시행
- ✓ 타 지자체에 사례 등을 확산시키는 것이 필요



우리 아이들에게 건강한 미래를!