

전략연구 2017-09

충남 환경오염 취약지역 주민건강영향조사 중장기 조사방안 연구

- 대산석유화학단지와 현대제철을 중심으로 -

명형남

충남연구원 책임연구원

myunghn@cni.re.kr

백승희

충남연구원 연구원

bsh114@cni.re.kr



충남연구원
ChungNam Institute

1. 연 구 요 약

1. 연구 배경 및 목적

우리나라는 1970년대부터 경제발전정책의 일환으로 철강, 기계, 조선, 자동차, 비철금속, 석유화학 등의 중화학공업을 위주로 한 산업단지들을 각 지역별로 조성하였다. 이러한 산업단지들이 가동되고 약 10여년이 지나면서부터 주변 지역주민들은 환경오염과 이로 인한 건강문제가 대두되기 시작하였다.

충남은 석탄화력발전량이 100,207 GWh/년으로 전국 석탄화력발전량의 약 50%를 차지할 정도로 발전소가 집중되어 있다(2015년 기준). 뿐만 아니라 철강단지·석유화학단지 등의 대규모 환경오염시설도 집중되어 있다. 대기오염물질 배출시설 1종 사업장(배출량 80톤 이상/연간)과 2종 사업장(배출량 20톤 이상 80톤 미만/연간)은 2011년도부터 급증하고 있다. 이로 인해 충남의 주요 대기오염물질별 배출량은 지속적으로 증가하고 있는 추세를 보이고 있고, 전국에서 차지하는 비중도 비교적 높게 나타나고 있다.

그동안 충남은 대규모 대기 환경오염시설로부터 배출되는 중금속, 미세먼지 등으로 인해 주변지역의 환경과 건강피해가 우려되는 상황으로 인해 해당지역 주민들의 민원이 지속적으로 제기되어 왔다. 이에 충청남도도는 2013년도부터 석탄화력발전소와 철강단지, 석유화학단지 주변지역을 대상으로 한 주민건강영향조사를 실시하였고, 혈중 카드뮴·수은·크롬 등의 중금속 수치가 비교군에 비해 취약지역 주민들에게서 다소 높다는 유의미한 결과를 도출하였다. 그러나 연구기간, 예산, 단면조사 연구 설계 등의 한계로 인해 관련성과 인과성을 구체적으로 규명할 수 없었다. 이로 인해 주민들의 건강피해 우려와 대책 요구는 여전히 증대되고 있는 실정이다.

본 연구의 목적은 이해당사자들의 의견수렴과 환경오염과 건강조사 등의 다양한 요인들을 모두 반영한 충남 차원의 체계적·과학적인 환경오염취약지역 주민건강영향조사의 중장기 방안을 도출하는 것이다.

2. 주민건강영향조사의 중장기 조사방안 도출

1) 주민건강영향조사의 목적

- 대산석유화학단지(서산시)와 현대제철(당진시)에서 배출되는 환경오염물질 노출에 의한 건강영향 파악
 - 대상지역 환경보건실태 파악
 - 매체별 환경오염물질 노출 조사
 - 대상지역 환경오염노출과 건강영향과의 관련성 분석
- 건강영향에 대한 환경보건대책 마련
 - 주민들의 민원, 환경노출과 건강과의 관련성에 따른 사후보건 조치 마련
 - 취약지역의 환경오염과 건강영향을 저감시키기 위해 고려되어야 할 방안 마련(해당 지자체 관련부서, 중앙정부와의 협업 방안 등)

2) 주민건강영향조사의 방법 및 내용

(1) 주민건강영향조사 운영위원회(가칭) 구성

- 환경과 건강, 산업 관련 행정부서, 전문가, 주민대표 등이 포함된 운영위원회를 구성하여 협력체계 마련
 - 주민건강영향조사 연구방법과 내용에 대한 과학적 검증
 - 환경과 건강, 인구사회학적, 경제 등 관련자료 수집과 공유
 - 해당지역 주민건강영향조사에 대한 쟁점 도출과 토론
 - 주민건강영향조사 결과에 대한 정보 공유

(2) 대상지역 정보수집과 환경보건 현황 파악

- 대상지역의 환경보건학적 현황을 파악하여 구체적인 연구 설계를 위한 기초 자료로 활용하기 위해서 정보수집과 분석이 필요
- 다음의 자료를 통해 주변지역의 현황, 환경오염도, 주민건강실태를 파악

〈표〉 대상지역 관련 정보수집 내용(안)

구분	내용
환경노출자료	환경오염 매체별 오염 측정 자료, 대기모델링 자료 등
건강자료	관련 질환의 사망률·이환률에 대한 자료, 암발생 자료 등
환경오염 배출원 자료	업체에서 방출되는 환경오염물질 종류, 배출량 등
사회경제적 자료	사회경제적 관련 지수와 데이터 등
사고 관련 자료	화학사고 등 사고발생 유형 시뮬레이션 자료 등
지리적 특성 자료	대상지역의 산림 분포 등 지리적 특성

(3) 연구설계

- 대상지역 범위 선정, 환경오염노출평가와 건강영향평가 범위와 방법, 노출과 건강 연관성 파악을 위한 방법은 최종적으로 운영위원회(가칭)에서 결정
- 대상지역¹⁾ 범위
 - 대기모델링과 환경매체 실측 자료를 통해 파악된 노출범위를 근거로 대상 지역 범위 선정
- 대상자 모집 및 추출
 - 인구 구성비에 따른 성별/연령별로 층화하여 대상지역 인구의 약 10%를 추출. 편지나 전화연락을 통해 대상자를 표본 추출함
 - 대상자 중 주민이면서 근로자인 경우는 구별
- 환경오염 노출평가와 건강영향평가 범위와 방법
 - 환경오염노출평가에 대한 구체적인 항목과 방법 선정
 - 개인노출 평가를 위한 시공간분석 등 새로운 방법 모색
 - 설문조사, 건강자료 분석, 생체모니터링 등 건강영향평가를 위한 구체적인 항목과 방법 선정

1) 발전소의 경우 「발전소 주변지역에 관한 법률」을 근거로 하여 5 km, 또는 대기모델링 영향권역

○ 노출과 건강 연관성 파악을 위한 방법

- 환자교차조사, 환자대조군, 패널 반복조사 등 최적의 방안 선정 대상지역

(4) 환경오염노출조사

- 노출과 건강과의 연관성을 파악하기 위해서는 환경오염원-노출-건강영향의 연결고리 분석이 필요. 이를 위해 활용할 수 있는 주요 노출원의 자료는 본문의 <표 4-2>와 같음

(5) 건강영향조사

- 노출과대산석유화학단지의 경우, 대기·악취에 대한 민원이 많았음. 이와 같이 주민들의 환경보건 요구와 연관된 질환을 중심으로 설문조사 문항과 생체모니터링 항목을 선정

※ 생체모니터링은 연구 설계에 따라 포함여부와 측정항목 결정

○ 설문조사

- 인구학적·사회학적 특성, 식이습관, 환경오염 노출력, 생활습관, 질병 및 의료이용 실태 등에 대한 설문조사

○ 건강자료 분석

- 통계청, 국립암센터, 국민건강보험공단 건강보험청구자료 등 수집 분석
- 관련 질환의 상병자료, 암발생 자료, 사망자료 등을 분석

○ 생체모니터링

- 혈액 및 소변 내 중금속(Pb, Cd, Hg, As) 농도 분석하여 국내외 참고치와 비교·분석
- PAHs 등 오염물질 대사체 분석 등

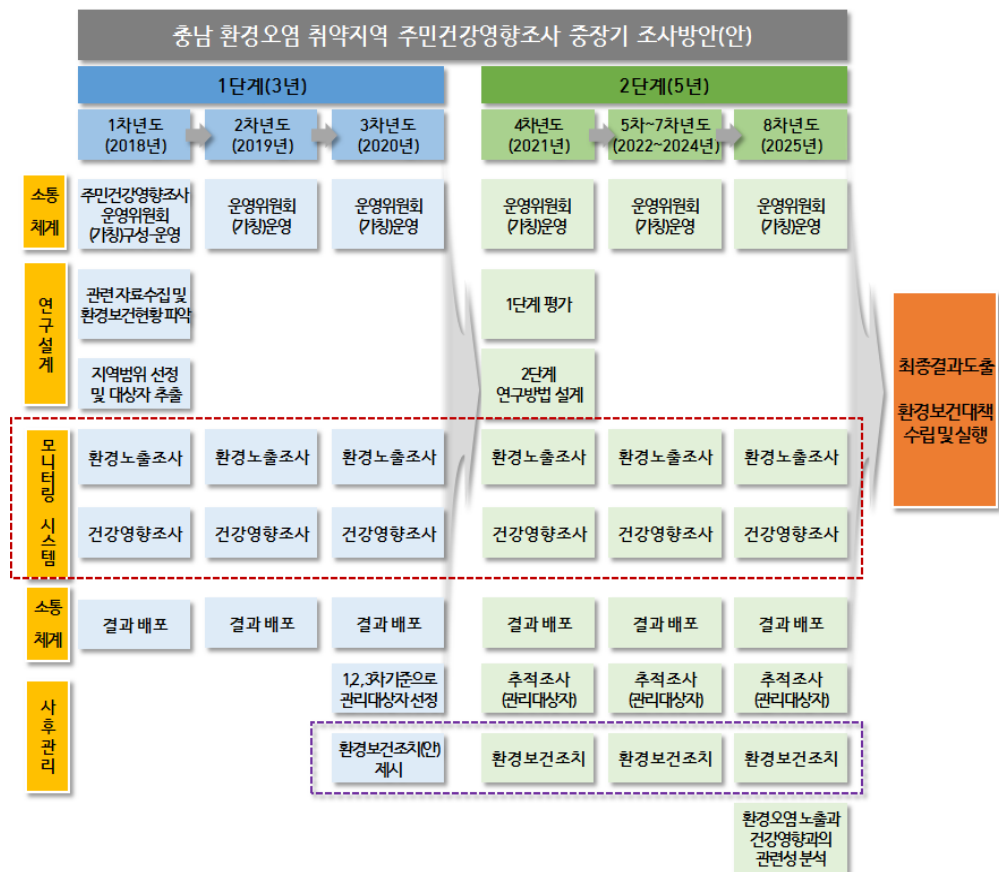
(6) 결과배포

- 대면자 대면상담(결과통보 의사를 밝힌 대상자)
- 조사결과에 대한 신뢰도 설문조사 등

(7) 건강영향에 대한 환경보건대책(안) 제시

- 고농도의 중금속 수치나 특이적인 현상 발현 등에 대해 기준을 설정하여 관리 대상자를 선정하고 추적조사
- 결과에 따른 환경보건대책(배출량 저감, 이격거리 확보, 환경보건서비스 등)

3) 단계별 · 연차별 추진체계



목 차

제1장 연구 개요	1
1. 연구 배경 및 필요성	1
2. 연구 목적	6
3. 연구 범위	7
4. 연구 방법 및 추진 체계	8
제2장 국내·외 주민건강영향조사 동향과 사례	11
1. 환경부(국립환경과학원)	11
2. 충청남도	23
3. 세계보건기구 이탈리아 시칠리아 프로젝트	26
4. 국내·외 주민건강영향조사의 시사점	46
제3장 대상지 특성 및 이해관계자 심층토의 결과	51
1. 대상지 특성	51
2. 심층토의 개요 및 결과	57
3. 소결	71
제4장 충남 환경오염취약지역 주민건강영향조사 추진 방안	74
1. 주민건강영향조사 목적	74
2. 주민건강영향조사 방법 및 내용	74
3. 주민건강영향조사 단계별 추진체계	104
4. 추진예산과 재원조달방안	106
참고문헌	109

표 목 차

〈표 1-1〉 주요 대기오염물질별 배출량 비교(2013년)	4
〈표 1-2〉 심층토의 대상자	9
〈표 2-1〉 공단지역주민 건강조사사업에 대한 평가검토(1980년~1994년)	12
〈표 2-2〉 산업단지 환경오염노출 및 건강영향감시사업 개선사항(2003년~2010년)	14
〈표 2-3〉 충남 환경오염취약지역 주민건강영향조사 대상지역 및 조사방법	24
〈표 2-4〉 시칠리아 정보수집의 주요활동 내역	29
〈표 2-5〉 시칠리아 프로젝트에 수행된 분석연구와 직접조사 연구	32
〈표 3-1〉 대산 4사 유해화학물질 취급현황	53
〈표 3-2〉 심층토의 진행일정	57
〈표 3-3〉 현대제철의 대기오염물질 배출현황(TMS)	70
〈표 3-4〉 현대제철의 대기오염물질 저감계획	70
〈표 4-1〉 대상지역 관련 정보수집 내용(안)	75
〈표 4-2〉 지역별 건강실태 분석 자료	86
〈표 4-3〉 환경 노출원 자료(예시)	100
〈표 4-4〉 주요 (국가)산단 주민건강영향조사	107

그림 목 차

〈그림 1-1〉 충남의 연도별 대기오염 배출시설(1종, 2종) 현황	3
〈그림 1-2〉 충남의 연도별 주요 대기오염물질 배출량(2004~2013)	3
〈그림 1-3〉 연구수행의 체계적 흐름도	10
〈그림 2-1〉 포항 철강산단지역 주민 환경오염노출 및 건강영향감시 연구추진체계	16
〈그림 2-2〉 대구 안심연료단지 주변지역 주민건강영향조사 연구 추진체계	18
〈그림 2-3〉 대구 안심연료단지 주변지역 주민건강영향조사 설문조사 구성	19
〈그림 2-4〉 대산지역 유해대기물질(HAPs) 조사 연구 추진체계	21
〈그림 2-5〉 대산지역 휘발성유기화합물의 발암 위해도	22
〈그림 2-6〉 시칠리아의 산업활동 관련 고위험 지역	27
〈그림 2-7〉 연구요소간의 네트워크 모식도	30
〈그림 2-8〉 Gela 지역 거주자의 혈액과 소변 내 비소농도측정을 위한 대상 추출 분포 ..	39
〈그림 2-9〉 시공간 데이터 탐색을 위한 그래픽 프로그램	45
〈그림 3-1〉 국내 주요 산단별 휘발성유기화합물 농도 비교	45
〈그림 3-2〉 서산시(대산석유화학단지) 환경오염취약시설 현황	54
〈그림 3-3〉 당진시(현대제철) 환경오염취약시설 현황	56
〈그림 3-4〉 대산석유화학단지 주요업체 현황	62
〈그림 4-1〉 충남 시군별 NOx 연도별 배출량 추이(1999년~2014년)	77
〈그림 4-2〉 충남 시군별 SOx 연도별 배출량 추이(1999년~2014년)	80
〈그림 4-3〉 충남 시군별 미세먼지(PM _{2.5}) 연도별 배출량 추이(2011년~2014년)	82
〈그림 4-4〉 충남 시군별 휘발성유기화합물(VOC) 연도별 배출량 추이(1999년~2014년)	84
〈그림 4-5〉 충남 시군별 발암(기관지 및 폐암, 백혈병) 실태	89
〈그림 4-6〉 충남 시군별 호흡기계(천식, 만성폐쇄성) 질환 실태	90
〈그림 4-7〉 충남 시군별 심혈관계(심장부정맥, 심근경색) 질환 실태	91
〈그림 4-8〉 서산시 읍면동 단위 발암(기관지 및 폐암) 환자수 연도별 추이	93
〈그림 4-9〉 당진시 읍면동 단위 발암(기관지 및 폐암) 환자수 연도별 추이	95
〈그림 4-10〉 충남 환경오염 취약지역 주민건강영향조사의 단계별 추진체계	105

제1장 연구개요

1. 연구 배경 및 필요성

1) 산업단지 등 대규모 환경오염시설로 인한 건강문제

우리나라는 1970년대부터 경제발전정책의 일환으로 철강, 기계, 조선, 자동차, 비철금속, 석유화학 등의 중화학공업을 위주로 한 산업단지들을 각 지역별로 조성하였다.

이러한 산업단지들이 조성되면서 사회·경제적으로 많은 이익을 가져온 반면, 중화학공업의 산업단지들이 가동되고 약 10여년이 지나면서부터 그 주변지역 주민들에게서 대기·수질·토양 오염 등의 환경오염과 이로 인한 건강문제가 대두되기 시작하였다. 대표적인 사례로는 1980년대의 온산국가산업단지 온산병²⁾, 1990년대의 여수 국가산업단지 포스젠 가스 누출과 시화·반월국가산업단지에 의한 시화호 오염, 2000년대 이후 포항·울산의 대규모 철강산업단지, 대구염색산업단지, 청주산업단지의 불산 누출, 여수국가산업단지의 기름유출 등이 있다.

그동안 대규모 산업단지 주변 지역주민들은 환경오염에 의한 건강피해 우려와 불안감을 지속적으로 제기하였다. 이로 인해 환경부(국립환경과학원)는 산업단지 주변 지역 주민들의 건강문제가 환경오염에 의한 영향인지를 분석하고 관리대책을 수립하기 위해 1980년대부터 주민건강영향조사를 진행해오고 있다. 그 결과, 산업단지의 환경유해요인 배출과 지역 주민 노출에 대한 건강영향을 추정할 수 있었다. 그렇지만 구체적인 인과관계 규명은 제한적 한계가 있는 것으로 나타나, 환경노출과 건강영향과의 관련성 및 인과성을 규명하는 것은 그리 쉽지 않은 문제로 인식되고 있다. 그동안 환경부(국립환경과학원)

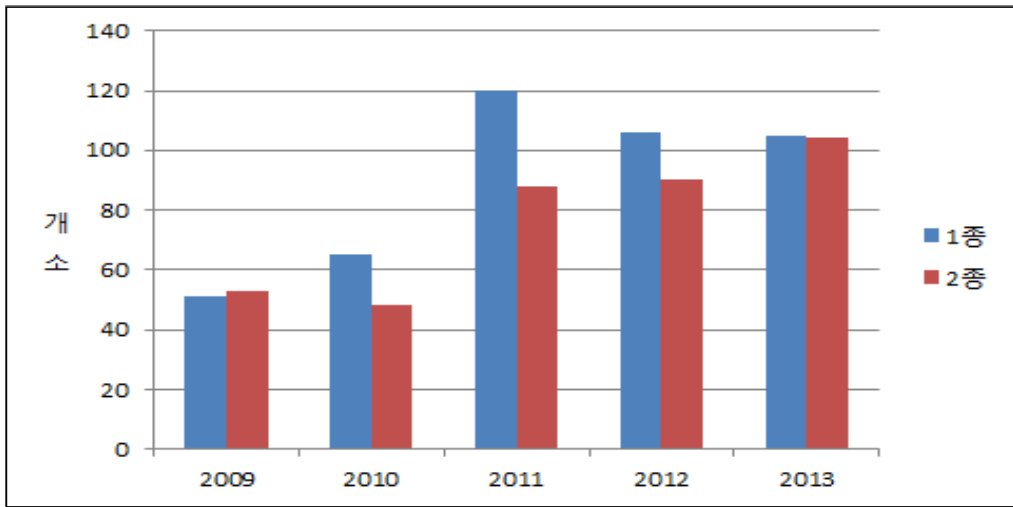
2) 1970년대부터 온산공단에 입주한 화학공업업체의 산업폐수 및 유독가스 등으로 지역 주민들이 피부·근골격계·눈·신경계·호흡기계 등에서 비특이적인 통증을 호소하였고, 이후 ‘온산병’으로 불리는 환자들이 집단적으로 발생하였음

에서는 우선적으로 환경과 지역주민의 건강문제에 대해 실태파악이 필요한 여수·청주·포항·광양·울산·시화·반월·대산의 8개 국가산업단지를 대상으로 1단계(2003년~2010년)와 2단계(2012년~2016년)로 구분하여 환경역학감시사업 등의 성과를 정리하고, 향후 조사를 위한 개선방안과 마스터플랜을 수립하는 연구를 진행해왔다.

2) 대규모 환경오염시설이 집중되어 있는 충남

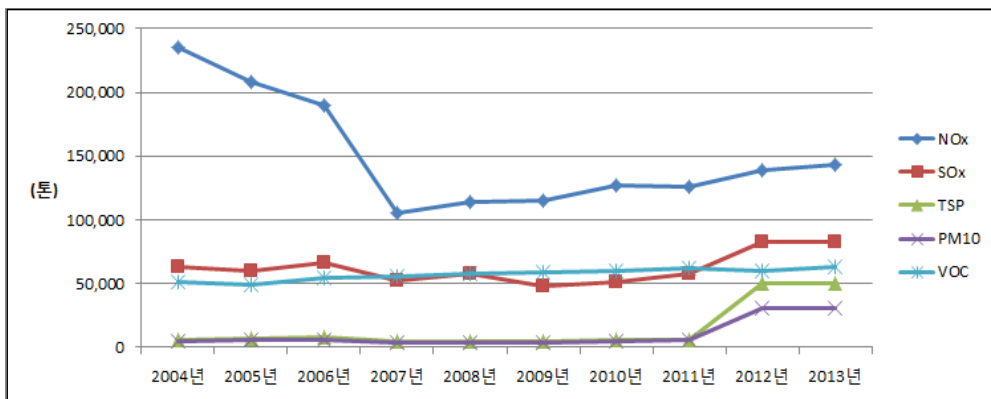
충남은 석탄화력발전량이 100,207 GWh/년으로 전국 석탄화력발전량의 약 50%를 차지할 정도로 발전소가 집중되어 있다(2015년 기준). 석탄화력발전뿐만 아니라 철강단지·석유화학단지 등의 대규모 환경오염시설도 집중되어 있다.

충남의 대기오염물질 배출시설 1종 사업장(배출량 80톤 이상/연간)과 2종 사업장(배출량 20톤 이상 80톤 미만/연간)은 2011년도부터 급증하였다(그림 1-1). 이로 인해 충남의 주요 대기오염물질별 배출량은 지속적으로 증가하고 있는 추세를 보이고 있고(그림 1-2), 전국에서 차지하는 비중도 비교적 높게 나타나고 있다(표 1-1).



자료 : 충남연구원 전략과제, 2016

〈그림 1-1〉 충남의 연도별 대기오염 배출시설(1종, 2종) 현황



자료 : 충남연구원 전략과제, 2016

〈그림 1-2〉 충남의 연도별 주요 대기오염물질 배출량(2004~2013)

〈표 1-1〉 주요 대기오염물질별 배출량 비교(2013년)

(단위 : 톤)

구분	NOx	SOx	TSP	PM10	PM2.5	VOC
전국	1,090,614	404,660	185,986	121,563	76,802	913,573
충남	143,565	82,267	50,440	30,976	17,698	62,739

자료 : 국립환경과학원 대기오염물질배출량(<http://airemiss.nier.go.kr>)

그동안 충남은 대규모 환경오염시설로부터 배출되는 중금속, 미세먼지 등으로 인해 주변지역의 환경과 건강피해가 우려되는 상황으로 인해 해당지역 주민들의 민원이 지속적으로 제기되어 왔다.

이에 충청남도는 2013년도부터 석탄화력발전소와 철강단지, 석유화학단지 주변지역을 대상으로 한 주민건강영향조사를 실시하였고, 혈중 카드뮴·수은·크롬 등의 중금속 수치가 비교군에 비해 취약지역 주민들에게서 다소 높다는 유의미한 결과를 도출하였다. 그러나 연구기간, 예산, 단면조사 연구 설계 등의 한계로 인해 관련성과 인과성을 구체적으로 규명할 수 없었다. 이로 인해 주민들의 건강피해 우려와 대책에 대한 요구는 여전히 증대되고 있는 실정이다.

3) 충남 차원의 체계적·과학적인 환경오염취약지역 주민건강영향조사 필요

환경부(국립환경과학원)는 우선적으로 환경과 지역주민 건강문제에 대해 실태파악이 필요한 국가산업단지 주변지역을 중심으로 주민건강영향조사를 실시하고 있으며, 단계별로 사업을 평가하여 미흡한 점을 계속 보완하고 있다. 그러나 일반산업단지나 충남 처럼 대규모 환경오염시설이 집중되어 있는 환경오염취약지역의 경우, 현재 진행되고 있는 국가 주도의 주민건강영향조사에만 의존하기에는 해당 지역의 구체적인 문제점들을 해결할 수 있는 예산과 인력 등을 확보하는데 있어서 많은 한계점들을 드러내고 있다.

이처럼 중앙정부 중심의 환경보건정책을 추진하면서 생겨나는 문제점을 극복하기 위해서는 무엇보다도 해당 지역을 기반으로 하는 환경보건정책이 추진될 필요가 있다. 이런 점에서 보면, 지방자치단체는 지역기반의 환경보건정책을 추진할 수 있는 역량을 강화하는 것이 지속적으로 요구되고 있다. 충남 차원의 체계적·과학적인 환경오염취약지역 주민건강영향조사를 위한 방안 연구가 중요한 이유도 여기에 있다.

사실, 충남의 환경과 보건에 관련된 지역적 특성과 자료들은 지자체에서 가장 많이 보유하고 있다. 주민들과 가장 밀접한 행정을 추진하는 곳도 지자체이다. 그러므로 충남의 환경오염취약지역 주민건강영향조사는 충남도 또는 해당 시·군의 주도로 추진할 필요가 있다. 그것이 주민들의 건강피해 규모와 양상 등을 파악하여 효과적인 예방·관리 대책을 수립하는데도 도움이 될 것이다.

따라서 지역 내 이해당사자들의 의견수렴과 함께 지역의 환경오염 성상과 보건학적 특징, 환경오염 노출기간, 노출시점, 개인의 생활습관, 기저질환, 유전적 요인, 식습관, 생활패턴 등의 다양한 요인들을 모두 반영한 충남 차원의 체계적·과학적인 환경오염취약지역 주민건강영향조사가 필요하다. 이를 위해 주민건강영향조사의 목표를 명확히 설정하고, 이에 맞는 연구기간과 연구방법·내용, 예산 등의 중장기 로드맵이 필요하다.

2. 연구 목적

본 연구는 대규모 환경오염시설 중심으로 충남의 환경오염 취약지역 현황을 파악하고, 국내·외 주민건강영향조사 동향과 사례 분석 등을 통해 충남의 환경오염취약지역 주민건강영향조사 중장기 조사방안을 도출하는 것이다. 구체적인 목적은 아래와 같다.

<p>충남의 환경오염 취약지역 주민건강영향조사 중장기 조사방안 제시</p>

- 충남 환경오염취약지역 주민건강영향조사를 위한 환경보건현황 파악
 - 대상지 특성 파악
 - 환경오염자료 수집·분석
 - 건강실태 자료 수집·분석

- 충남 환경오염취약지역 주민건강영향조사 추진방안 도출
 - 국내·외 주민건강영향조사 정책동향 및 사례 분석
 - 이해관계자 심층토의 등 의견수렴
 - 환경오염취약지역 주민건강영향조사 중장기 조사방안 제시
: 조사목표, 조사대상 지역, 조사방법 및 내용, 단계별 추진체계 등 도출

3. 연구 범위

1) 시간적 범위

■ 향후 주민건강영향조사 추진 기간

- 1단계 : 2018년~2020년(3년)
- 2단계 : 2021년~2025년(5년)

2) 공간적 범위

■ 연구 대상 지역

- 서산시(대산석유화학단지)
- 당진시(현대제철)

3) 내용적 범위

■ 연구 대상 환경오염 자료

- 대기오염물질별 배출량 자료

■ 연구 대상 건강실태 자료

- 건강보험공단 건강보험청구 자료(상병), 사망원인자료, 암등록 자료

■ 주민건강영향조사 중·장기 추진방안 제시

- 조사 목적, 조사방법 및 내용, 단계별 추진체계, 추진예산

4. 연구 방법 및 추진체계

1) 연구 내용 및 방법

■ 주민건강영향조사와 관련된 선행 연구 검토

- 국내·외 관련 선행 연구 자료 수집·분석
- 선행연구 분석, 충남의 환경보건 현황 파악, 연구 설계 세미나 등을 통한 연구 설계 구상

■ 주민건강영향조사 관련 국내외 정책 및 사례 조사

- 국내·외 주민건강영향조사 관련 정책 및 사례 조사
- 충남에 적용할 수 있는 시사점 도출

■ 충남의 환경보건학적 현황 분석

- 충남의 대기환경오염 자료 수집
- 활용 가능한 충남의 건강실태 자료 수집(건강보험공단 청구자료, 사망원인자료, 암등록 자료)
- 환경보건학적 현황 분석(GIS를 이용한 현황분석)
: 오염시설 분포와 측정 자료 등의 환경 자료와 질환 등의 건강자료를 공간적으로 표시하여 시각화

■ 주민건강영향조사와 관련된 이해당사자 심층토의를 통한 의견수렴

- 충남도청 및 해당 시·군 공무원, 학계, NGO, 기업 등의 관련분야 전문가들의 심층토의 등
- 주민건강영향조사 중장기 방안에 대한 의견 수렴

〈표 1-2〉 심층토의 대상자

구분	대상자
공무원	당진시청 담당자, 서산시청 담당자 등
업체	현대제철 담당자, 대산석유화학단지 담당자 등
NGO	당진환경연합, 서산태안환경연합 등
주민대표	대산지역 환경협의회 주민대표, 해당지역 이장 등

■ 충남의 환경오염취약지역 주민건강영향조사 중장기 조사방안 도출

- 충남의 환경오염 취약지역의 현황파악과 국내·외 주민건강영향조사 동향 및 사례 분석 등을 통한 주민건강영향조사 중장기 조사방안을 제시
- 조사목적, 조사방법 및 내용, 단계별 추진체계 등 도출

2) 연구 추진 체계



〈그림 1-3〉 연구수행의 체계적 흐름도

제2장 국내·외 주민건강영향조사 동향과 사례

본 연구를 위해 국내는 환경부와 충청남도에서 수행한 주민건강영향조사 동향을 검토하였다. 국외는 충남의 상황과 유사하게 석유화학, 발전소, 중공업 등의 대형시설이 집중되어 있는 이탈리아 시칠리아 프로젝트를 사례로 조사하였다.

1. 환경부(국립환경과학원)

1) 산업단지 환경오염노출 및 건강영향감시사업(1980년~2010년 평가)

환경부(국립환경과학원)는 대규모 환경오염시설 등의 산업단지 주변 환경과 건강피해 우려가 대두되면서 1980년대부터 주민건강영향조사를 진행해오고 있다. 그동안 진행된 주민건강영향조사 사업에 대한 종합적 분석과 개선방안을 도출하는 연구 또한 지속적으로 진행하여 개선사항을 반영하고 있다.

우선 1980년부터 1994년까지 15년간 여천, 포항, 군산, 울산, 인천, 전주, 온산, 부산, 대구, 대전, 구미의 공단지역에 시행되었던 공단지역 주민건강 조사사업에 대한 방법과 결과 평가에 대한 내용을 요약하면 <표 2-1>과 같다.

환경부는 15년(1980년~1994년) 동안 실시해 온 공단지역주민 건강조사사업의 결과, 조사군과 비교군의 차이는 뚜렷하지 않았고 전형적인 환경성 질환을 보이지 않았다고 검토하였다.

〈표 2-1〉 공단지역주민 건강조사사업에 대한 평가검토(1980 년~1994 년)

항목	검토 내용
조사 내용	<p>[건강조사] 조사대상자에 대한 일반 건강검진</p> <p>[정밀검진] 1차 조사결과 이상 소견을 보인 주민에 대한 정밀검진</p> <p>[역학조사] 정밀검진결과 환경성질환 의심자에 대한 질환의 원인규명</p>
조사 방법	<p>[건강 설문조사]</p> <ul style="list-style-type: none"> - 일반사항 : 개인별 신상 및 생활환경에 관한 문항조사 - 건강상태 : 질병의 증세에 관련된 문항조사 <p>[건강검진]</p> <ul style="list-style-type: none"> - 전문의 진료 : 환경성질환 및 일반적인 건강상태 파악 - 보조검사 : 폐기능 검사, 흉부 X-선 검사, 일반 뇨병리 검사 혈액 및 뇨중 중금속 검사, 일반 혈액병리 검사 등
조사 결과	<p>13개 공단지역주민 8,882명에 대한 종합 조사결과</p> <ul style="list-style-type: none"> - 증상 호소율은 증가하는 추세이나 조사군과 비교군의 차이는 뚜렷하지 않았음 - 의사진료 결과, 환경오염에 의한 호흡기질환자, 피부질환자, 안과질환자, 기타 화학물질에 의한 중독증이 새로 판정된 경우는 없었음 - 중금속 검사에서 지역이나 년도에 따라 개인별로 차이는 있었으나 정상범위 이내였음 - 혈액 및 뇨중 납 농도는 1980년대 후반부터 현저히 낮아졌는데 이는 1987년 부터 시행된 자동차의 무연휘발유 사용의무화와 연관이 있는 것으로 판단

자료 : 환경부(1994년) 자료 정리

2011년에 환경부(국립환경과학원)는 산업단지 주변지역 환경오염노출과 건강영향감시 사업을 통해, 환경과 건강문제를 국가 차원에서 정확하고 체계적으로 파악해 지역 주민의 건강보호망을 강화하기 위한 사업으로 1단계(2003년~2010년) 평가 사업을 실시하였다.

1단계 주민건강영향조사 사업수행 내용과 2단계 주민건강영향조사의 개선방향에 대한 주요 내용은 〈표 2-2〉와 같다. 1단계 사업추진 시 일부주민에 대한 설문조사와 건강

검진위주의 지역주민의 건강실태를 파악했다면, 2단계에서는 지역의 질병과 사망 양상을 추가 분석하여 건강문제를 포괄적으로 파악하였다.

1단계에서 진행하였던 산단별 코호트 추적조사의 추적률이 약 20% 내외 등으로 나와 2단계에서는 코호트 연구 수행보다는 2차 자료들을 다양하게 활용하는 것으로 한 단면 조사 연구가 추진되었다. 1단계에서 대기측정망 자료를 중심으로 한 대기오염조사를 2단계에서는 주거지역 실측조사를 중심으로 유해대기물질에 대한 평가도 확대하여 시행하였다. 또한 1단계에서는 산업단지 별로 자율항목의 생물학적 모니터링을 수행한 반면, 2단계에서는 모든 산업단지에서 혈액과 요 중에서 수은, 납 등의 중금속을 포함한 총 18종의 오염물질과 그 대사체³⁾ 등 동일한 항목을 조사하였다.

환경부(국립환경과학원)는 1단계 사업과 같이 2단계(2012년~2016년) 사업평가를 2016년부터 실시하였고, 이를 바탕으로 미흡한 점을 개선·보완한 후 3단계(2017년~2023년) 사업을 추진할 계획을 가지고 있다.

3) 체내로 들어온 화학물질이 배출될 때까지의 대사과정 중에서 변화되는 물질

〈표 2-2〉 산업단지 환경오염노출 및 건강영향감시사업 개선사항(2003 년~2010 년)

그간의 수행내용(1단계, 2003~2010년)		향후 2단계 추진내용(2단계, 2012~2016년)
대상산업	- 광양, 여수, 정주, 대산, 울산, 시화, 반월, 포항,	- 광양, 여수, 정주, 대산, 울산, 시화, 반월, 포항,
대기오염조사	- NO ₂ , SO ₂ , PM ₁₀ , CO, O ₃ 등 대기오염기준항목 (자동차측정망 자료 활용)	- NO ₂ , SO ₂ , O ₃ , PM ₁₀ , CO, 등 대기오염기준항목(자동차측정망 자료 활용) - PM _{2.5} , TSP, Cr ⁺⁶ 등 중금속 9종, Pyrene 등 입자상 PAHs 18종, Benzene 등 VOCs 46종, Formaldehyde 등 Carbonyls류 5종 및 기타 HAPs 물질, 프탈레이트류 2종(실측조사)
주민 설문	대상자	- 매년 1,000명/매년 표본추출(단면조사)
	내용	- 노출(식이습관, 시간활동 양상, 거주, 직업 등), 질병력 등
	대상자	- 매년 200명 신규 선정
체내 오염 물질 조사	항목	[총 18종] - 중금속 : 혈중 납·수은, 뇨중 카드뮴 - VOCs 대사체 : 뇨중 Muconic acid, Phenylglyoxylic acid, Hippuric acid, Methylhippuric acid, Mandelic acid - PAHs 대사체 : 뇨중 1-Hydroxypyrene, 2-Naphthol, 2-Hydroxyfluorene, 1-Hydroxyphenanthrene - Phthalates 대사체 : 뇨중 MEHHP, MEOHP, MnBP, MBzP, MECPP - 담배연기 대사체 : 뇨중 Cotinine - 모든 산업에서 동일 항목 조사
	질병조사	- 지역 사망·상병자료(의료기관이용 통계, 암 발생률, 사망원인통계 등), 질병력(설문)

자료 : 환경부(2012년) 자료 정리

2) 2012년 이후 주민건강영향조사

(1) 포항 철강산업단지 지역주민 환경오염노출 및 건강영향 감시

2012년부터 국립환경과학원은 환경매체별 환경오염에 의한 건강피해가 우려되는 주요 산업단지 중 포항 철강산업단지 지역 주민을 대상으로 VOCs, 미세먼지, PAHs, 중금속 등 유해환경오염물질 노출상태와 건강영향을 지속적·체계적으로 감시·평가할 수 있는 기반을 구축을 위해 약 3년에 걸쳐 연구를 진행하였다.

연구목적은 첫째, 기존 자료 분석 및 연구를 통해 포항 산단지역 환경오염도 평가. 둘째, 산단 주변지역 주민들의 환경노출 수준 및 건강상태를 파악하기 위한 환경오염 물질 노출평가(생체지표 모니터링) 실시와 환경보건실태 파악. 셋째, 환경오염도 평가와 환경오염물질 노출평가와 환경보건실태 파악을 근거로 하여 환경역학 감시를 위한 자료 통합·분석 및 평가 실시이다.

연구범위와 방법으로 산단지역 환경오염도 평가, 지역주민 환경오염물질 노출평가, 산단지역 환경보건 실태파악, DB 구축 및 위해의사소통으로 구분하여 분석하였다.

- ▶ 산단지역 환경오염도 평가 : 대기확산 모델링(계절별)으로 영향지역 선정, 대상지역 환경오염물질의 매체별 오염수준 및 평가, 유해오염물질 배출원 특성 및 기여도 분석
- ▶ 산단지역 환경보건 실태파악 : 설문조사
- ▶ 환경오염물질 노출평가 : 생체시료 분석, 참고치 및 기존 조사결과 비교·분석
- ▶ DB구축 및 위해의사소통 : 지역환경보건 현황, 환경오염도, 오염물질 노출 수준, 지역주민 상병자료 등의 연계 분석
- ▶ 대조군 선정은 대기오염모델링을 통한 오염영향권 지역을 선정하고 영향권지역은 노출군으로 비영향권 지역은 비노출군 지역으로 구분하여 비교



자료 : 국립환경과학원, 2014

〈그림 2-1〉 포항 철강산단지역 주민 환경오염노출 및 건강영향감시 연구추진체계

연구결과, 환경오염과 관련된 건강장애의 호소율은 노출군에서 대조군에 비해 유의하게 높았다. 특히 노출군에서 중금속 농도가 다소 높은 경향을 보이고 있어 이에 대한 지속적인 모니터링이 필요한 것으로 나타났다.

(2) 대구 안심연료단지 주변지역 주민건강영향조사

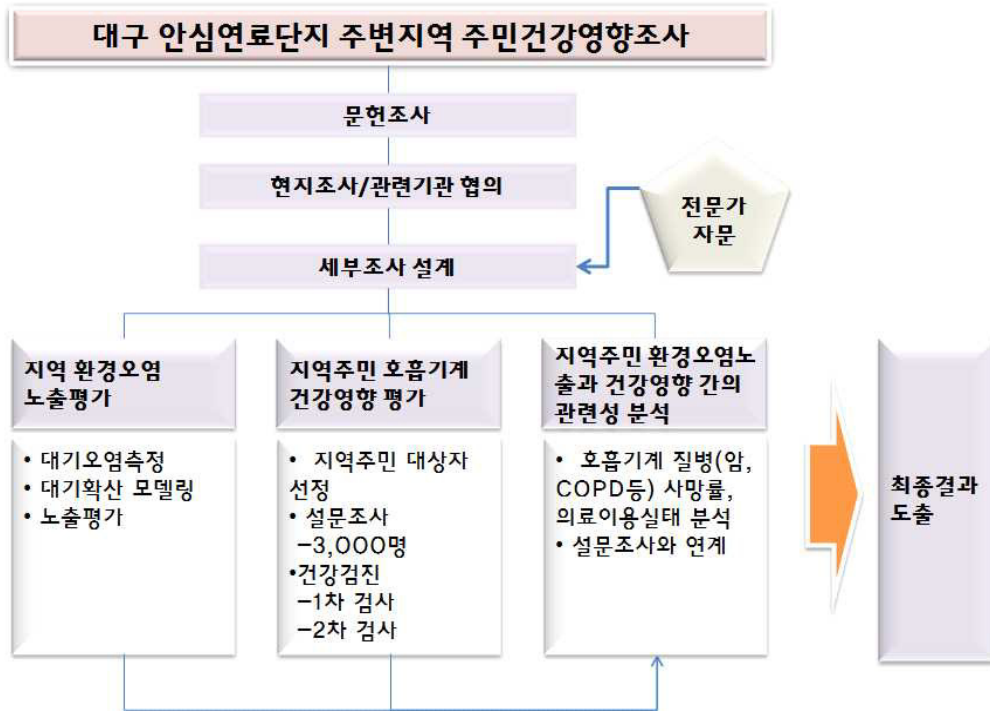
대구안심연료단지는 연탄공장 6개와 시멘트공장 1개가 1971년까지 가동되다가 2014년부터는 연탄공장 3개와 레미콘공장, 아스콘, 콘크리트 공장 등 6개 업체가 가동 중이다.

국립환경과학원에서는 2014년에 환경오염에 의한 누적노출이 고려된 종합적인 노출양상과 노출평가를 통해 건강영향과 원인적 연관성을 분석하고자 대구 안심연료단지 주변지역을 대상으로 주민건강영향조사를 실시하였다.

연구목적은 첫째, 대기오염측정, 대기확산 모델링, 환경오염노출 평가를 통하여 주변의 노출수준, 영향권 등을 파악. 둘째, 건강검진과 설문조사를 통하여 건강영향을 파악. 셋째, 환경오염 노출과 건강영향과의 관련성을 파악하는 것이다.

연구범위와 방법으로 환경오염 노출평가와 환경보건실태조사, 지역주민 환경오염 노출과 건강영향간의 관련성으로 구분하여 분석하였다.

- ▶ 환경오염 노출평가 : 대기확산 모델링(계절별), 대기오염물질 측정 및 분석, 노출 평가, 침적먼지 조사 및 안정동위원소를 이용한 오염원 기여율 평가
- ▶ 환경보건실태조사 : 설문조사, 건강검진
- ▶ 환경오염 노출과 건강영향간의 관련성 분석 : 건강검진 결과, 설문조사, 건강관련 통계자료 분석 등을 통하여 환경오염과의 관련성을 평가
- ▶ 대조군 선정에 대해서는 선택 바이어스에 의한 영향을 최소화하고 용량-반응 관계를 관찰할 수 있도록 같은 지역에서 1 km 반경 기준으로 거리별로 노출 농도에 따라 비교



자료 : 국립환경과학원, 2014

〈그림 2-2〉 대구 안심연료단지 주변지역 주민건강영향조사 연구 추진체계

설문조사는 안심연료단지의 인구·사회경제적 특성, 환경노출에 대한 인식, 환경보건에 대한 인식, 노출 특성, 생활습관, 질병력 등을 확인하고 호흡기계 질환(급성, 만성)과 환경성질환 실태를 파악 할 수 있는 항목으로 구성하여 진행하였다.

항 목	구 성 문 항	문항수
표지	안내문, 검진번호, 조사일, 이름, 성별, 주민번호, 생년월일, 의료보장, 주소, 전화번호, 이메일, 검진항목 및 검사여부 확인란	12
안표지	설문작성 요령, 설문작성 연습	2
인구학적 특성	학력, 결혼, 가구 수입, 종교, 직업	6
생활습관	음주, 흡연	6
알레르기질환 증상 1	천명 유무(6), 천식 진단, 치료 유무, 운동 시 천명 유무, 마른기침 유무	10
알레르기질환 증상 2	재채기/코막힘 유무(6), 알레르기성 비염 진단, 치료 유무	8
알레르기질환 증상 3	피부발진 유무(5), 습진 진단, 치료 유무	7
알레르기질환 증상 4	눈가려움증 유무(3), 알레르기성 눈병 진단, 치료 유무	5
신체활동력	운동, 육체적 노동, 양치질	6
사회 심리적 요인	정신적, 육체적 심리상태(18), 건강상태(2)	20
질병 및 약물복용력	고혈압, 중풍, 협심증, 당뇨병, 빈혈, 갑상선질환, 폐쇄성 폐질환, 천식, 축농증, 만성두통, 알레르기성 비염, 알레르기성 피부염, 알레르기성 결막염, 간염, 결핵, 기타, 최근 15일 내 진료 경험(급성질환)	16
암(가족력)	호흡기계암, 위암, 장암, 간암, 유방암, 자궁암, 기타	7
환경노출-거주환경	건물형태, 주소, 난방, 환기, 난방 도구, 애완동물, 거주력	12
환경노출-실외환경	도로형태, 근처 시설과의 거리	5
환경노출-직업력	근무시간, 유해물질 노출력, 보호구 착용여부, 연료단지 또는 분진노출력	6
오늘건강 상태	운동능력, 자기관리능력, 일상활동, 통증, 불안, 건강 상태	6
환경오염 인식	환경오염에 대한 인식, 일상생활에 있어 불편한 점, 불안감	20
동의서	안심연료단지 주변지역 건강영향조사 조사 참가동의서	

자료 : 국립환경과학원, 2014

〈그림 2-3〉 대구 안심연료단지 주변지역 주민건강영향조사 설문조사 구성

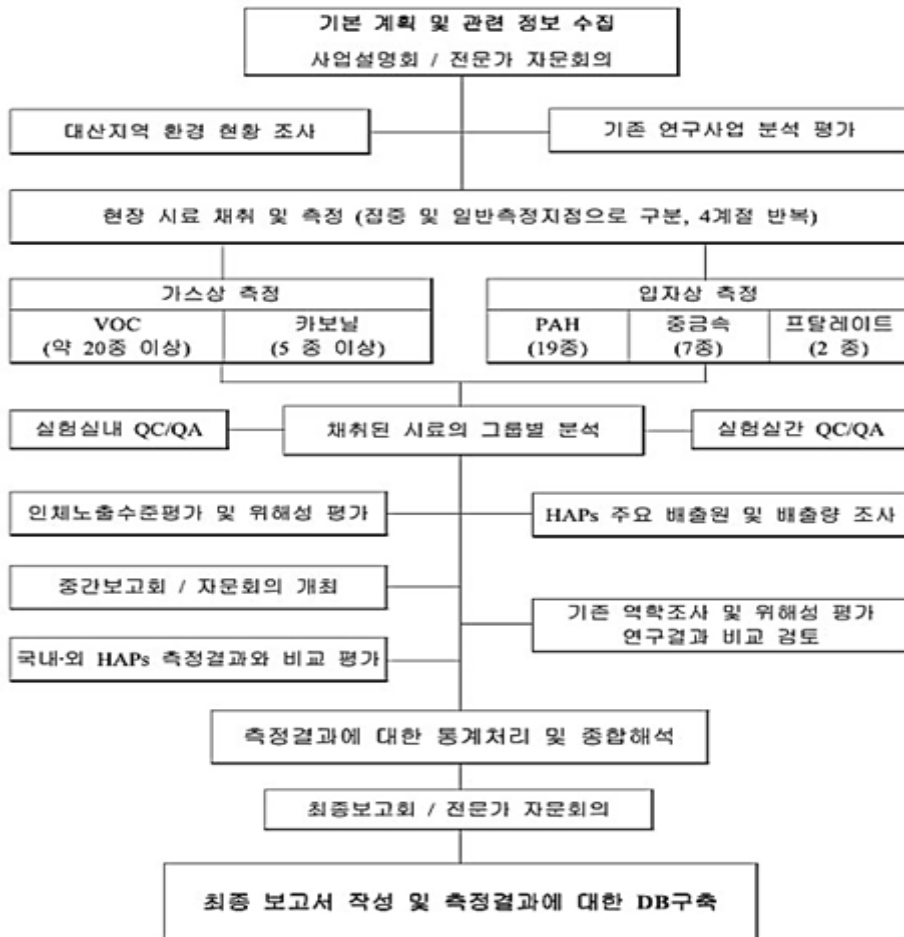
(3) 대산지역 유해대기오염물질(HAPs) 조사 연구

2011년부터 2012년까지 산업단지 조사연구 사업의 일환으로, 환경부(국립환경과학원)는 대산 석유화학단지 주변을 대상으로 휘발성유기화합물, 카보닐화합물, PAH, 프탈레이트류, 중금속의 위해성을 평가하였다.

연구목적은 첫째, 충남 대산지역의 HAPs의 분포현황을 파악하여 지역주민의 건강을 보호하기 위한 대책을 수립. 둘째, 인체노출과 위해성을 평가하여 향후 대산지역의 HAPs 관리방안 마련의 기초 정보 제공. 셋째, 우선관리대상물질의 목록 작성과 가이드 라인 마련 등이다. 연구 내용의 범위로는 대산지역의 HAPs 현장 측정, HAPs의 인체

노출수준 평가, 대산지역의 HAPs 주요 배출원 및 배출량 조사, 대산지역 HAPs 중에서 우선관리대상 물질 선정과 제안, HAPs 측정결과에 대한 DB 구축이다.

- ▶ 평가대상 물질 : 휘발성유기화합물 60여종, 카보닐화합물 10여종, PAH 30여종, 프탈레이트류 6종, 중금속 10여종
- ▶ 위해성평가 과정 : 평가대상물질의 유해성 확인, 위해도 평가를 위한 용량-반응 평가, 유해대기오염물질 노출량 산정을 위한 노출평가, 유해대기오염물질에 대한 위해도 결정



자료 : 국립환경과학원, 2014

〈그림 2-4〉 대산지역 유해대기물질(HAPs) 조사 연구 추진체계

연구결과, 발암성 휘발성유기화합물의 경우 인구집단의 50%가 영향을 받는 위해도를 평균위해성으로 가정할 때 벤젠, 1,2-디클로로에탄의 발암 위해도는 자연발생 발암위해도 수준의 허용위해도(1.0E-06)를 초과하는 것으로 나타났다(그림 2-5).

구분	물질	지역	Percentiles						
			5%	10%	25%	50%	75%	90%	95%
발암	1,2-Dichloroethane	독곶리	3.43.E-07	4.02.E-07	5.79.E-07	1.16.E-06	3.09.E-06	8.50.E-06	1.58.E-05
		대죽리	2.66.E-07	2.98.E-07	3.63.E-07	5.12.E-07	1.72.E-06	1.04.E-05	3.36.E-05
		대산읍	2.64.E-07	2.94.E-07	3.58.E-07	5.03.E-07	1.84.E-06	1.35.E-05	4.70.E-05
	1,3-Butadiene	독곶리	1.84.E-07	2.07.E-07	2.61.E-07	4.01.E-07	9.60.E-07	2.88.E-06	5.81.E-06
		대죽리	1.57.E-07	1.73.E-07	2.05.E-07	2.50.E-07	3.50.E-07	9.99.E-07	2.70.E-06
		대산읍	1.51.E-07	1.65.E-07	1.92.E-07	2.28.E-07	2.78.E-07	4.13.E-07	8.70.E-07
	Acrylonitrile	독곶리	3.58.E-07	3.98.E-07	4.76.E-07	6.11.E-07	1.35.E-06	8.01.E-06	2.77.E-05
		대죽리	3.44.E-07	3.78.E-07	4.45.E-07	5.35.E-07	6.98.E-07	1.53.E-06	3.72.E-06
		대산읍	-	-	-	-	-	-	-
	Benzene	독곶리	4.97.E-07	8.93.E-07	2.05.E-06	4.63.E-06	1.00.E-05	1.95.E-05	2.91.E-05
		대죽리	5.18.E-07	8.62.E-07	1.75.E-06	3.52.E-06	6.73.E-06	1.19.E-05	1.65.E-05
		대산읍	4.82.E-07	6.71.E-07	1.15.E-06	2.06.E-06	3.70.E-06	6.16.E-06	8.40.E-06
	Carbontetrachloride	독곶리	2.20.E-07	2.49.E-07	3.19.E-07	4.77.E-07	8.64.E-07	1.70.E-06	2.68.E-06
		대죽리	1.43.E-07	1.81.E-07	2.78.E-07	4.62.E-07	7.89.E-07	1.31.E-06	1.76.E-06
		대산읍	1.47.E-07	1.81.E-07	2.71.E-07	4.55.E-07	8.09.E-07	1.39.E-06	1.95.E-06
	Chloroform	독곶리	2.63.E-07	2.90.E-07	3.43.E-07	4.21.E-07	6.50.E-07	3.65.E-06	1.54.E-05
		대죽리	2.56.E-07	2.81.E-07	3.29.E-07	3.91.E-07	4.83.E-07	8.33.E-07	2.05.E-06
		대산읍	2.56.E-07	2.81.E-07	3.28.E-07	3.90.E-07	4.79.E-07	7.65.E-07	1.73.E-06
	Dichloromethane	독곶리	4.05.E-09	4.50.E-09	5.41.E-09	7.04.E-09	1.49.E-08	6.25.E-08	1.71.E-07
		대죽리	3.89.E-09	4.29.E-09	5.09.E-09	6.28.E-09	9.85.E-09	3.99.E-08	1.26.E-07
		대산읍	4.01.E-09	4.45.E-09	5.34.E-09	6.95.E-09	1.63.E-08	8.94.E-08	2.99.E-07
	Tetrachloroethylene	독곶리	4.11.E-09	4.53.E-09	5.33.E-09	6.50.E-09	9.32.E-09	4.51.E-08	1.85.E-07
		대죽리	4.03.E-09	4.42.E-09	5.19.E-09	6.18.E-09	7.75.E-09	1.58.E-08	4.62.E-08
		대산읍	3.97.E-09	4.35.E-09	5.07.E-09	6.00.E-09	7.24.E-09	1.04.E-08	2.34.E-08
	Trichloroethylene	독곶리	5.08.E-08	5.63.E-08	6.69.E-08	8.38.E-08	1.81.E-07	1.96.E-06	1.07.E-05
		대죽리	5.08.E-08	5.63.E-08	6.69.E-08	8.31.E-08	1.69.E-07	1.58.E-06	8.26.E-06
		대산읍	5.01.E-08	5.53.E-08	6.54.E-08	8.01.E-08	1.28.E-07	9.19.E-07	4.51.E-06
	Vinyl chloride	독곶리	4.90.E-08	5.37.E-08	6.21.E-08	7.23.E-08	8.34.E-08	9.46.E-08	1.02.E-07
		대죽리	4.90.E-08	5.34.E-08	6.18.E-08	7.19.E-08	8.26.E-08	9.38.E-08	1.01.E-07
		대산읍	-	-	-	-	-	-	-

자료 : 국립환경과학원, 2012

〈그림 2-5〉 대산지역 휘발성유기화합물의 발암 위험도

2. 충청남도

충청남도는 2013년도부터 지방정부 주도로 서북부 지역에 집중되어 있는 석탄화력발전소, 현대제철, 대산석유화학단지 등의 대규모 환경오염시설을 중심으로 한 환경취약지역 주민건강영향조사를 진행해 오고 있다. 석탄화력발전소에 의한 미세먼지 등의 건강피해 문제가 이슈가 되면서 2016년도부터는 석탄화력발전소 주변지역에 대한 주민건강영향조사를 구분하여 진행하고 있다.

2013년도부터 2016년까지 진행되었던 충청남도 환경오염취약지역 주민건강영향조사에 대한 개요는 다음과 같다.

1) 연구 목적

- ▶ 환경오염 지역 주민들의 건강수준 평가
- ▶ 장기적 노출과 건강관리를 위한 과학적 근거 마련

2) 대상지역 및 조사방법

취약지역인 대산석유화학단지와 철강단지의 대조지역으로서 청양군, 홍성군, 공주시, 안면도, 부여군으로 선정하여 설문조사와 건강검진을 실시하였다. 노출특이조사로는 혈중 납과 카드뮴, 요중 비소와 수은을 측정하였다(표 2-3).

〈표 2-3〉 충남 환경오염취약지역 주민건강영향조사 대상지역 및 조사방법

구분	대상지역	공통조사	노출특이조사
1차	대산석유화학단지	설문지 조사 스트레스(HRV)검사 일반혈액 및 소변검사	요중 마뇨산, 메틸마뇨산, 총삼염화물, 2.5헥산디온, 만델릭산, 뮌콘산
	철강단지	폐기능 및 객담검사 흉부촬영(X-ray)	혈중 카드뮴, 납 요중 비소, 수은, 크롬, 뮌콘산
2차	철강단지	설문지 조사 스트레스(HRV)검사 흉부촬영(X-ray) 일반혈액 및 소변검사 폐기능 및 객담검사	혈중 카드뮴, 납 요중 수은, 비소
	대산석유화학단지		
	청양군(대조군 지역)		
3차	홍성군(대조군 지역)		
	공주시(대조군 지역)		
	안면도(대조군 지역)		
4차	철강단지		
	석유화학단지		
	부여군(대조군 지역)		

자료 : 노상철 등, 2016

3) 연구 결과

- ▶ 혈중 납은 철강단지 기하평균 2.25 ug/dl, 석유화학단지 기하평균 2.32 ug/dl 으로 내륙 비교지역의 기하평균 2.54 ug/dl 보다 낮은 것으로 나타남
- ▶ 혈중 카드뮴은 철강단지 기하평균 1.40 ug/l, 석유화학단지 기하평균 1.84 ug/l 으로 내륙 비교지역의 기하평균 1.13 ug/l 보다 높은 것으로 나타남
- ▶ 요중 수은은 석유화학단지의 기하평균 0.59 ug/g cr. 으로서 내륙 비교지역의 기하평균 0.32 ug/g cr. 보다 높은 것으로 나타남
- ▶ 요중 크롬은 철강단지 기하평균 0.64 ug/g cr., 석유화학단지 기하평균 0.88 ug/g cr. 으로서 해안 비교지역의 기하평균 0.52 ug/g cr. 보다 높은 것으로 나타남

4) 연구 고찰

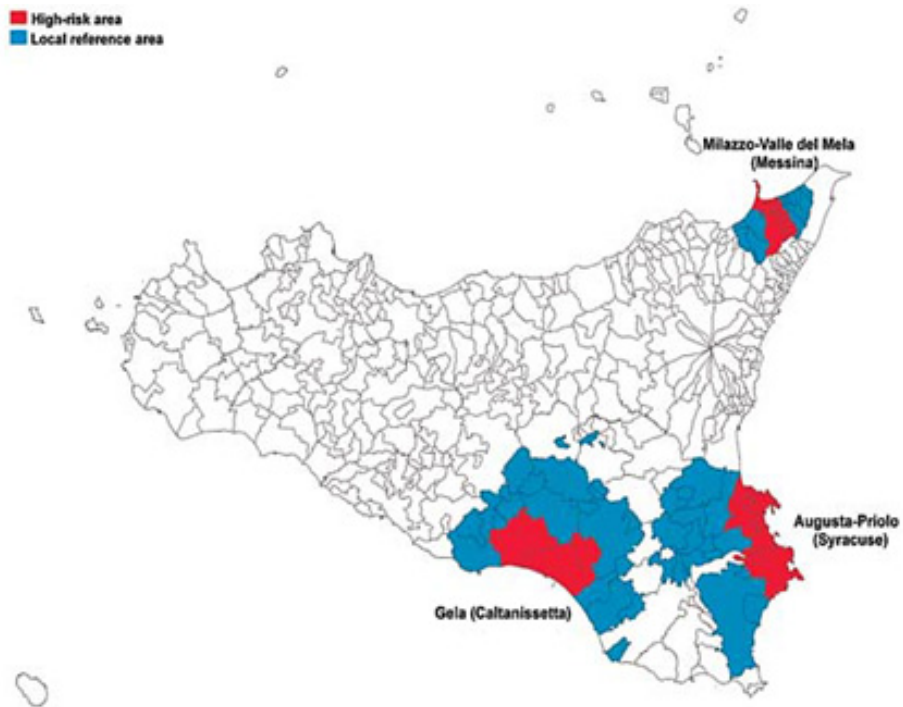
- ▶ 2013년부터 2016년까지 검진 완료한 환경오염취약지역 주변주민들 중 고위험군에 대한 추적 검진 필요
- ▶ 요증 비소의 중분석 비교 결과, 무기비소 특히 3가와 5가 비소 및 MMA 값에 대한 환경오염원과 의 거리별 비교 분석 필요
- ▶ 건강영향별 역학자료 분석
 - 급성 및 만성 질환에 대한 진단결과와 호소 증상별 비교
 - 과거력 조사결과에 대한 분석
 - 암 및 사망자료 분석
- ▶ 환경오염원 현황 및 노출 수준자료 보완 후 관련성 분석
- ▶ 기존조사 완료자들에 대한 수검자 Map 작성을 통한 전체조사대상자들 중 검진 필요자 추정 등

3. 세계보건기구(WHO) 이탈리아 시칠리아 프로젝트

계획단계부터 잘 관리되지 못한 산업 활동이 공기·물·토양 등의 환경오염을 발생시키고 이로 인해 근로자·주민들의 건강까지 영향을 미치는 문제가 대두되면서, 세계보건기구는 건강 결정 요인의 중요한 변수의 하나로서 환경오염에 주목하기 시작하였다. 세계보건기구는 이러한 문제를 해결하기 위해서 최적의 가용 기술채택과 투명한 기업 활동, 이해당사자 간의 적극적인 협력, 그리고 결정적으로 건강에 미치는 영향에 대한 신뢰할 수 있는 평가 프로그램과 가이드라인을 개발·보급하고 있다(WHO, 2015). 그 일환으로 세계보건기구(World Health Organization)에서는 이탈리아 시칠리아정부와 10여 년 전부터 대규모 산업시설에 의한 건강영향 분석과 예방·관리 프로그램에 대해 협력하고 있다.

1) 연구배경

1986년 7월 8일, 이탈리아 환경부 (Ministry of Environment)에서 제정된 법안을 통해 (349조) 이탈리아 전역에 걸친 ‘환경오염의 고위험지역’을 공식적으로 발표하였고, 현재까지 발표된 이탈리아의 고위험지역은 시칠리아의 4개 지역을 포함한 53곳 이다.



자료 : Human Health in Areas with Industrial Contamination(WHO), 2015

〈그림 2-6〉 시칠리아의 산업활동 관련 고위험 지역

시칠리아에 위치한 4개 고위험지역 가운데 Biancavilla는 유일하게 오염원 배출이 자연 발생적인 지역이다. 그러나 이를 제외한 나머지 세 지역(Augusta-Priolo, Gela, Milazzo-Valle del Mela)은 1950년~1960년대부터 시작된 산업 활동의 결과로 오염이 발생된 지역이다(그림 2-6). 이 세 지역에는 환경과 건강에 미치는 영향이 다양한 특성의 산업 시설(화학공장, 석유정제소, 발전소 및 제조공장 등)이 큰 규모로 위치하고 있다.

시칠리아 Milazzo-Valle del Mela 지역의 시장은 2002년에 WHO의 유럽지역사무소에 시칠리아의 고위험지역에 대한 사업을 의뢰하였다. 시칠리아 지방정부는 WHO와 함께 위험지역에 대한 프로그램 지원 전담부서를 2005년에 개설하여 2007년부터 본격적인 사업을 착수하였다.

2) 연구목적

이탈리아 시칠리아 프로젝트의 연구목적은 다음과 같다.

- 과학문헌의 정보에 기초한 설문조사와 역학조사를 통해 3개 지역에 거주하고 있는 주민들의 환경, 건강(생물학적 모니터링 포함), 생활조건, 근무조건, 위해도 인식 조사
- 오염된 지역에 살고 있는 사람들의 건강에 영향을 미치는 요인을 통합적으로 평가할 수 있는 방법론 개발
- 산업시설의 환경오염에 의한 건강영향의 유용한 증거확보
- 환경 복원을 위한 정책을 수립하는데 있어서 건강 분야도 고려되는 전략과 도구 개발 등

3) 연구수행체계

3년에 걸쳐 시칠리아 프로젝트는 다음의 단계를 거쳐서 개발되었다.

- 과학적 검증위원회와 전담부서 및 커뮤니케이션 쟁점과 오염물질의 생체 내 축적에 관한 하위부서를 구성
- 증거수집 및 정보격차에 대한 확인
 - 건강에 대한 관련 정보의 선행자료 및 연구검토
- 통합적 접근방법에 대한 연구 설계
 - 새로운 방법론을 연구계획하고 설계
- 인구집단 및 기관 수준에서의 이해집단에 대한 규명
 - 대상자 모집 및 추출, 이해집단 범위 규명
- 의사소통 전략 개발

- 환경오염에 대한 건강피해 문제는 지역주민의 심각한 관심사이므로 의사소통 전략은 이 프로젝트의 핵심적인 부분

■ 결과 배포

- 지방자치단체, 기관, 시민들에게 결과를 널리 알리기 위한 정보제공에 많은 노력을 기울임

4) 연구내용 및 방법

(1) 정보수집

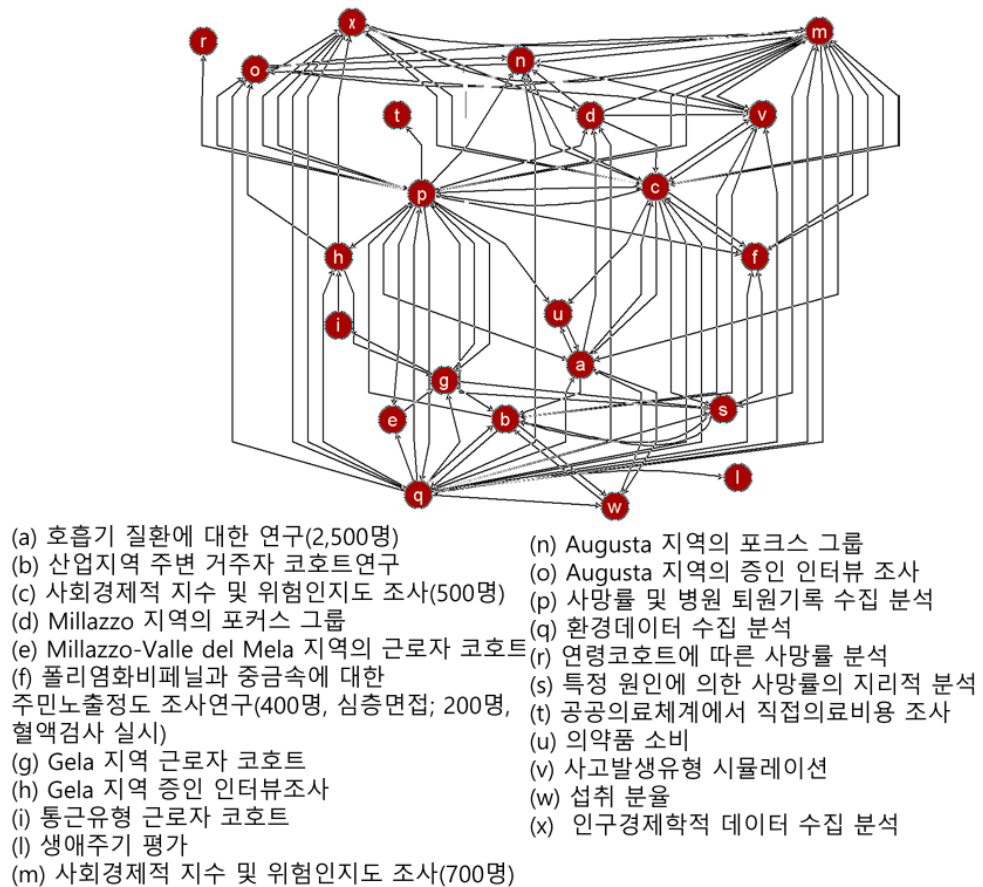
과학적 검증위원회에서는 시칠리아 프로젝트의 방법과 설계를 평가하기 위한 분석 연구와 직접조사를 수행하였다. 세 지역에서 정보를 수집하기 위한 주요활동 내역은 <표 2-4>과 같다.

<표 2-4> 시칠리아 정보수집의 주요활동 내역

고위험지역	주요활동
Augusta-Priolo, Milazzo-Valle del Mela. Gela	<ul style="list-style-type: none"> 사망을 및 이환률에 대한 역학데이터 업데이트(특정 원인에 대한 상세 지리공간분석, 코호트, 시계열 분석을 포함)
	<ul style="list-style-type: none"> 해당 지역의 관련 문헌의 상세고찰
	<ul style="list-style-type: none"> 석유화학물질에 대한 건강 부작용관련 과학적 문헌의 광범위한 고찰
	<ul style="list-style-type: none"> 사고발생 유형 시뮬레이션
	<ul style="list-style-type: none"> 환경 및 사회경제적 지수 데이터 수집과 분석
	<ul style="list-style-type: none"> 사망자데이터 및 퇴원환자 데이터 수집 분석 (출생일자 및 날짜별 분석을 포함)
	<ul style="list-style-type: none"> 특정사망원인에 대한 지리 공간 분석 수행
	<ul style="list-style-type: none"> 공공의료체계에서 발생하는 직접의료비용 산출

(2) 통합적 접근

무엇보다도 이 프로젝트를 수행하기 위해 통합된 접근방법을 사용하였는데, 각 연구 요소는 별도의 조사수행체계로서 독립된 것이 아니라 서로 연결되어 있다. 시칠리아 프로젝트는 <그림 2-7>와 같이 통합적 분석을 목적으로 하는 방법과 실행의 네트워크를 구축하고 있다.



자료 : Human Health in Areas with Industrial Contamination(WHO), 2015

<그림 2-7> 연구요소간의 네트워크 모식도

사업 구성요소 가운데, 건강데이터(그림2-7의 “p”), 환경데이터(그림2-7의 “q”), 인구경제학적 데이터(그림2-7의 “x”)의 수집과 분석 연구 사업은 네트워크의 중심에 위치한다. 이와 함께 생체모니터링 연구(그림2-7의 “f”)와 사회경제적 지수 및 위험인지도 조사사업(그림2-7의 “c”)이 네트워크 안에 포함된다.

시칠리아 프로젝트는 서로 다른 사업들로 구성되어 있는 것처럼 보이지만 연구사업 간에는 세 가지 기전을 통해 서로 연계되어 있다.

첫째, 조사지역이나 방법이 같거나 다른 사업이라 하더라도 조사원이 동일한 집단인 경우이거나 둘째, 한 연구에서 생산된 데이터가 다른 연구에 투입요소로 작용하는 경우, 마지막으로 한 연구의 일부 요소가 다른 연구의 가설 혹은 결과를 검증하도록 설계되어 연구결과를 서로 비교하거나 합치는 경우이다.

예를 들면, Milazzo-Valle del Mela지역과 Gela지역에서 수행되는 근로자 코호트와 같이 서로 다른 지역의 조사사업 일지라도 연구 프로토콜을 일정하게 유지하여 연구결과를 비교하거나 합칠 수 있도록 하였다. 또한 시칠리아 역학측정소(Sicilian Epidemiological Observatory)에서 생산되는 사망 자료는 여러 연구 사업의 배경 자료로써 광범위하게 사용되었다. 위해도 인지조사 결과는 사건 시뮬레이션 또는 대기오염물질 분산 모델과 매칭하여 노출유형 예측에 사용되었다.

<표 2-5>는 시칠리아 프로젝트의 분석 및 조사사업에 대한 지역별·전담부서별 활동 내용과 순서체계와 정책적 함의에 대해 제시한 것이다.

〈표 2-5〉 시칠리아 프로젝트에 수행된 분석연구와 직접조사 연구

활동	연구목표	지역	수행기관	정책적 함의
1. 자료 수집	<ul style="list-style-type: none"> 모든 과학적 문헌과 회색문헌에 대한 광범위수집 대중토론을 위한 보고서에 반영될 방향을 제안 	세 지역 공통	WHO	<ul style="list-style-type: none"> 주어진 막대한 정보량을 고려했을 때, 추가적 연구는 불필요 감시체계에 대한 부족
2. 지역주민 면담	<ul style="list-style-type: none"> 지역여론 및 이해관계기관 사이의 관계에 대한 의견을 질적 보고서로 제공 SWOT분석 시행 합의도출회의를 위한 문서기록의 필요성 제안 	Augusta-Priolo	University of Padua	<ul style="list-style-type: none"> 상반된 의견의 이해관계기관 사이의 소통을 촉진
3. 위험인지에 대한 포커스 그룹	<ul style="list-style-type: none"> 위험 인지조사에 대한 지원 (문항정의, 가설설정) 위해도소통과 관련된 성/연령에 따른 특성규명 조사 이후 결과에 대한 정보배포 및 분석검사 	Augusta-Priolo, Milazzo-Valle del Mela	University of Messina	<ul style="list-style-type: none"> 소통유형의 차이를 보이는 대상 집단 분류기준 정의
4. 위험인지 및 취약성조사	<ul style="list-style-type: none"> 위험인지와 관련된 요인에 대한 규명 이동성과 노출경로 파악 의사소통전략에 대한 지원 	Augusta-Priolo, Milazzo-Valle del Mela	University of Messina 프랑스 국립 과학원 Grenoble대학 연구소	<ul style="list-style-type: none"> 의사소통 활동 제시 응급 시 대처계획 제시
5. 생체모니터링 연구	<ul style="list-style-type: none"> 지속적 독성오염물질 노출에 대한 생체 내 축적 평가(중금속, 폴리염소화비페닐) 노출경로 및 잠재적 건강 영향(부작용) 평가 	Gela	이탈리아 국립연구위원회	<ul style="list-style-type: none"> 재활의 우선순위와 거주민 노출 여부에 대한 수용기준 규명

활동	연구목표	지역	수행기관	정책적 함의
6. 포괄적 노출평가	<ul style="list-style-type: none"> 지역에 미치는 산업의 효과에 대한 개념적 모델 제시 	Gela	이탈리아 국립연구원 다학제 위원회 London 대학 Catania 대학	<ul style="list-style-type: none"> 다양한 오염물질에 대한 영향 제시
7. 지역주민 면담	<ul style="list-style-type: none"> 토지사용현황 및 계획 제언서 및 제언서에 대한 인지현황을 둘러싼 여론조사 	Gela	Messina 대학 Trieste 대학	<ul style="list-style-type: none"> 지역개발 및 재화에 필요한 사업제시
8. 석유화학 발전소 근로자 코호트 연구	<ul style="list-style-type: none"> 거주민의 역학 특성에 대한 정보제공 	Gela	이탈리아 국립연구회	<ul style="list-style-type: none"> 근로자 건강조사에 대한 지자체 공동보건 구조를 향상 질환예방에 대한 적절한 중재 규명
9. Contrada Gabbia 지역 거주민 코호트	<ul style="list-style-type: none"> 거주민의 역학 특성에 대한 정보제공 시칠리아 전 지역의 코호트 확대 실현가능성 평가 	Milazzo-Valle del Mela	이탈리아 국립보건원	<ul style="list-style-type: none"> 기존의 환경적 중재의 효과성을 평가하고 새로운 중재방향 제시
10. 석면시멘트 근로자 코호트	<ul style="list-style-type: none"> 과거 직업적 석면노출에 대한 건강 부작용 평가 	Milazzo-Valle del Mela	이탈리아 국립보건원	<ul style="list-style-type: none"> 석면 근로자 및 근로자가족들을 대상으로 건강검사 수행 질환예방을 위한 적절한 중재 방안 규명
11. 어린이 호흡기질환 연구/대기 질 감시 캠페인	<ul style="list-style-type: none"> 해당지역 호흡기질환 유병률 예측 대기 오염물질 농도 평가 건강관리가 필요한 취약아동에 대한 규명 	Milazzo-Valle del Mela	Florence 대학	<ul style="list-style-type: none"> 심각한 대기오염이 측정된 지역의 오염물질 배출 감소를 위한 중재 유럽의 아동 환경보건법 가이드라인 준수

(계속)

활동	연구목표	지역	수행기관	정책적 함의
12. 사망률 및 퇴원기록 기술 분석	<ul style="list-style-type: none"> 광범위한 시계열 및 공간분석 	세 지역 공통	Sicilian Epidemiological Observatory	<ul style="list-style-type: none"> 공중 보건 분야 실무자간의 협력강화와 건강조사 향상 특정지역의 특정대상에 맞춘 건강법이 재정
13. 인구학적/경제학적 분석	<ul style="list-style-type: none"> 석유화학산업이 인구이동에 미치는 효과 석유화학산업이 전체 고용률에 미치는 효과 분석 	세 지역 공통	Messina 대학	<ul style="list-style-type: none"> 지속발전 가능한 산업모델을 고려
14. 추가 병적 증상으로 증가되는 의료비용 조사	<ul style="list-style-type: none"> 추가 병적증상으로 인해 발생하는 의료비용 확인(의약품 소비 가능성을 포함) 	세 지역 공통	Sicilian Epidemiological Observatory Agency for Health Care Regional Services	<ul style="list-style-type: none"> 특정 증세에 따른 의약품 소비에 대한 조절방안 제시
15. 대기오염 시계열 정보	<ul style="list-style-type: none"> 다양한 지역에서의 정보욕구 충족 	세 지역 공통	이탈리아 국립보건원	<ul style="list-style-type: none"> 감시체계 향상
16. 이해관계기관과의 회의	<ul style="list-style-type: none"> 대립관계에 있는 실무자와의 소통 증진지원 제안 및 계획안에 대한 수집 	세 지역 공통	WHO and the focal point	<ul style="list-style-type: none"> 토지개발 기획에 대한 명확한 제시
17. 국토환경부 협력	<ul style="list-style-type: none"> 자료수집의 시너지 효과 	세 지역 공통	WHO	<ul style="list-style-type: none"> 추가 데이터 및 정보 제공
18. 최종 보고	<ul style="list-style-type: none"> 통합된 다양한 방법론적 접근법 개발 	세 지역 공통	WHO and scientific committee supervising the project	<ul style="list-style-type: none"> 도시 재활 계획에 영향을 미칠만한 건강 벤치마킹 도구개발

5) 전담부서(Working Group)

시칠리아 프로젝트에는 이탈리아의 환경역학 전문가 그룹, 위해도 평가 전문가 그룹 등을 포함하는 다양한 집단 혹은 기관이 참여하였다. 전체 프로젝트 개발에 동참한 기관에는 이탈리아 국립연구위원회(Italian National Research Council), 프랑스 국립과학연구센터(French National Center for Scientific Research), 이탈리아 국립 보건원(Italian National Institute of Health), 시칠리아 역학측정소(Sicilian Epidemiological Observatory), 이탈리아 플로렌스대학(University of Florence, Italy), 프랑스 그르노블 대학(University of Grenoble, France), 이탈리아 메시나 대학(University of Messina, Italy)이 있다. 연구에 참여한 가족 및 학교, 비정부기구 및 산업 협회 등 다양한 정책결정 집단을 모아 회의를 개최하거나, 지역 활동의 조직이나 지자체 연락망의 책임자를 선정, 연구 경과 및 결과에 대한 공개를 전 지역에서 실시하는 등 네트워크 강화를 위한 활동에 중점을 두었다.

6) 의사소통 전략

시칠리아 세지역의 프로그램은 경제적 자원뿐만 아니라 의료체계, 인프라, 해양 및 해안지역, 농지 및 토지의 환경자원이 모두 포함되는 사업이기 때문에 소통과정이 복잡하다. 그러나 시칠리아 프로젝트는 인간의 건강에 중점을 둔 사업이기 때문에 이해관계집단이나 지방당국, 지역주민에 앞서 보건당국과의 소통을 우선순위에 두었다.

사회적 환경이나 맥락의 완전한 이해를 위해 지역주민을 대상으로 건강 및 위해도 인지조사를 수행했던 것과 같이 소통의 증진은 시칠리아 프로젝트의 중점적인 활동 전략이다.

7) 이탈리아 시칠리아 프로젝트 세부 연구사업

시칠리아 프로젝트는 기존의 국가 생산자료 이외의 고위험지역 재건프로그램을 위해 새롭게 구축되거나 건강영향평가에 활용하기 위한 자료를 생산하기 위해 다음의 연구 사업을 진행하였다. 주요 연구 사업은 근로자 및 거주민 코호트, 생체모니터링, 대기 질 감시 및 학동기 천식 역학조사, 거주민 노출평가를 위한 시공간 활동 유형조사 등이 있다. 이 사업들에 대한 연구 설계(디자인)와 방법은 다음과 같다.

(1) 근로자 및 거주민 코호트

▶ 석유화학 공장 근로자 대상 코호트(Gela 지역)

1960년대 초부터 시칠리아 Gela 지역에는 화력발전소와 유기(에틸렌, 아크릴로 니트릴) 및 무기(황산, 암모니아, 염소, 우레아) 화학 물질의 생산을 위해 석유화학단지가 가동되었다.

Gela 지역 인구집단에서의 직업적 노출에 따른 건강영향을 규명하고자 석유화학단지 근로자 코호트 연구를 진행하였다.

Gela지역 대형 석유화학단지에서 1960년 1월 1일부터 2002년 1월 31일까지 고용된 근로자들이 코호트 대상자로 포함되었다. 8개의 서로 다른 회사에서 20개의 근무자 명단을 통해 근로자를 수집하였고, 이를 통해 수집된 근로자수는 총 7,147명(남자, 6961명; 여자, 186명) 이었다. 해당 대상자에 대한 사망여부에 대하여 1960년부터 2002년까지 검증하였다. 노출에 대한 지연효과를 평가하기 위해 10년의 잠재기를 두었기 때문에 분석은 1960년 1월 1일부터 1993년 12월 31일까지 고용된 근로자만을 대상으로 분석하였다(6,565명).

검증된 국제 연구(주로 역학연구)를 기반으로 특정 암 질환에 대한 직업적 위험을 연구

하였는데 간암·기관지암·폐암·홍막 종양·피부암·신장암·중추신경계 종양·백혈병이 이에 포함된다. 시칠리아 지역의 사망률을 기준으로 6,565명의 코호트 대상자로부터 표준화 사망비를 분석하였다.

직업과 거주지별로 분류하여 분석을 수행하였다. 직업에 대한 정보는 근무자 명단에 기록된 정보가 전부였기 때문에 이를 근거로 화이트칼라(육체노동이 포함되지 않은 사무직 혹은 전문직), 블루칼라(전형적인 육체노동자), 그리고 화이트-블루칼라(시간에 걸쳐 직업군이 변화한 경우)로 분류하였다.

거주지별 분류는 Signorino 등(2011)에 의해 개발된 출생 장소와 이동모델을 근거로 다음과 같이 분류하였다

- Gela지역에서 출생한 근로자
- 고용 당시 Gela지역으로 이주한 근로자 : 시칠리아 지방지역에서 출생하여 통근가능성에 대한 모델 검증결과 확률이 50% 미만인 근로자
- 통근 근로자 : 시칠리아 지방지역에서 출생하여 통근가능성에 대한 모델 검증결과 확률이 50% 이상인 근로자

지하수, 토양, 대기오염 등 환경자료와 사망률 및 병원 퇴원기록 등의 건강자료를 수집하여 시간 관련 예측변수, 연령, 날짜를 포함하는 포아송 회귀모형을 이용하여 사망률의 비를 계산하였다.

▶ 산업지역 주변 거주민 위험평가 연구(Gabbia 지역)

거주민 위험평가 연구는 오염물질 노출에 대한 고위험지역으로 평가를 받은 Milazzo-Velle del Mela 산업지구와 근접하게 위치한 Gabbia 지역의 거주민의 원인별 사망률과 병원입원율을 산출하는 연구이다.

1984년 9월 1일부터 2007년 12월 31일까지 Gabbia 지역에 거주한 인구를 산출하기 위하여 Pace de Mela 지역의 지방등기소 데이터를 활용하여 도로명과 가구 수를 나열

하였다. 연구에 포함된 기간 중 언제라도 Gabbia 지역에 거주한 주민들의 개인 정보를 조사하여 기록하였다. 수집된 자료는 건강상태 및 사망원인에 대한 정보를 확인하고 퇴원정보파일 검색을 위해 Messina 지방 보건국(Local Health Unit No. 5)과 시칠리아의 역학측정소(Sicilian Epidemiological Observatory)에 전송하였다.

연구 관찰 기간 동안, 원인별, 연령별, 성별, 날짜별 사망률에 대하여 간접적으로 표준화 사망비와 95%신뢰구간을 계산하였다. 질환 이환상태에 대해서는 원인별 퇴원자 수를 코호트 대상자 가운데에서 계산하고, 시칠리아 지역의 인구집단의 원인별, 연령별, 성별 사망률과 비교하여 표준화 사망비를 산출하였다. 해당 지역에 지속적으로 살면서 발생한 특정 원인의 첫 입원일만 집계하여 표준화 입원비 및 95% 신뢰구간을 계산하였다.

(2) 생체모니터링

▶ SEBIOMAG(Studio Epidemiologico Biomonitoraggio Area Gela) Study

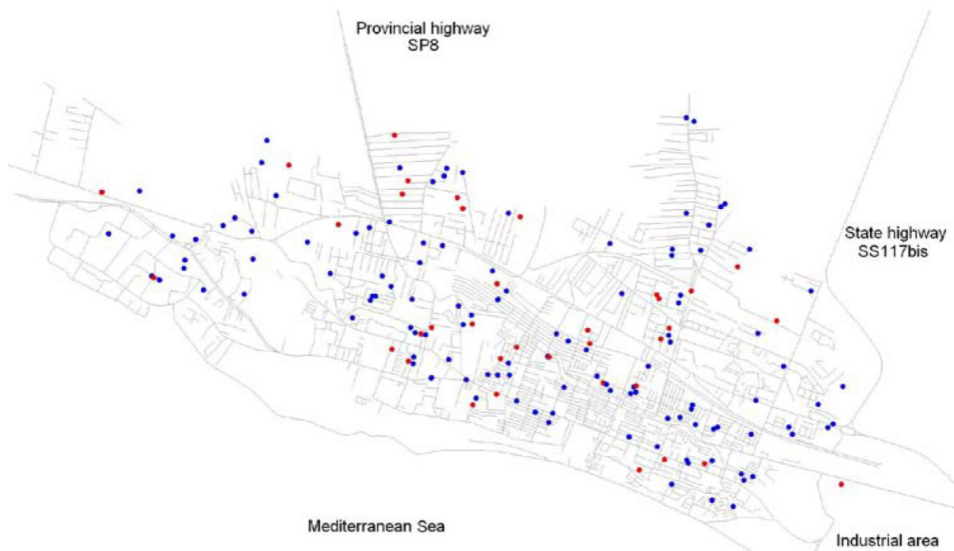
단면연구로서 생물체계 내에서의 오염물질 농도를 측정하여 인구집단의 노출정도를 평가하고자하는 연구이다. 이 연구는 지역(local) 수준의 환경 및 건강 감시체계에 대한 정의를 했다는 점에서 의의가 있다.

SEBIOMAG 연구는 Gela지역에서 거주하는 대상자를 대상으로 몇 가지 금속 및 유기 화합물에 집중하여 생체 내 농도분석 연구를 수행하였다. 수집된 자료로는 소변샘플에서 검출된 안티몬, 비소, 구리, 수은, 셀레늄 및 탈륨의 농도와, 혈액 샘플에서 검출된 안티몬, 비소, 베릴륨, 카드뮴, 구리, 납, 수은, 셀레늄, 탈륨 및 바나듐 농도가 있다. 혈청에서는 유기염소화합물 검출농도를 측정하였다.

혈액 및 소변의 채취는 Gela지역에 거주하는 자원자를 대상으로 무작위 추출하여 수행하였으며, 질병정보 및 직업, 환경에 대한 노출, 생활습관 및 식이습관에 대한 정보는 인터뷰와 설문을 통해 수집하였다.

▶ 대상자 모집 및 추출

2007년에 지방등기소 자료를 활용하여 Gela, Niscemi, Butera 지역에 거주하는 20세~44세 사이의 주민 42,545명을 대상으로 등록하였다. 지방 보건센터의 도움을 받아 Butera, Gela, Niscemi 구역의 거주민들을 대상으로 성과 연령을 층화하여 무작위 추출을 수행하였다. 해당지역은 높은 박탈지수, 낮은 수입 및 교육수준과 같은 사회적 어려움이 많은 지역으로 메일 응답률이 낮을 것으로 예상되었기 때문에 성과 연령별로 층화하여 처음에는 편지를 송신하였고, 전화연락을 다시 취하였다.



자료 : Human Health in Areas with Industrial Contamination(WHO), 2015

〈그림 2-8〉 Gela 지역 거주자의 혈액과 소변 내 비소농도측정을 위한 대상 추출 분포
(붉은 점은 비소농도가 혈중 $20\mu\text{g/l}$ 초과 또는 요중 $40\mu\text{g/l}$ 초과 대상자)

연구 참여에 동의한 대상자들은 지역의 보건센터에서 소변 및 혈액을 채취하였다. 모든 대상자들에게는 서면동의를 받았고, 연구의 틀과 정보에 대한 설명을 받게 하였다. 숙련된 조사관들은 혈액 및 소변을 제공한 대상자들에게 상세한 면담을 각각 실시하였다.

② 설문조사

상세 문항은 생활과 식이습관, 건강상태, 잠재적 직업적 노출환경, 물 섭취 혹은 식품 섭취, 미세먼지, 화학물질, 가스나 이온화 방사선의 노출여부 등이다. 생애주기 동안의 흡연이나 음주, 질병, 증상도 포함하고 있으며 설문 중 한 분야는 위험인지, 환경위험에 대한 정보의 출처와 신뢰도에 대한 문항 등도 포함되어 있다.

③ 위해도소통과 참여활동

위해도 소통은 생체모니터링 조사사업의 중요한 요소 중 하나이다. 위해도 소통의 활동 계획은 인간의 생체모니터링과 관련된 지역사회의 사회적, 역사적 특징에 대한 지식을 토대로 세워져야 한다. 위해도 소통은 특히 환경적 위험이 존재하면서 위험에 대한 명확한 이해가 부족하여 이해관계자들 사이에서 논란이 발생하는 상황에서 더욱 중요하다.

SEBIOMAG 연구에서는 여러 부서의 관련 문서와 사용 가능한 데이터를 수집하였고 현장 조사, 이해관계자와의 회의 및 정보교환을 위한 의사소통 계획을 작성하였다. 원활한 의사소통을 위해 활용할 수 있는 관련 도구에는 다음과 같은 것들이 있다.

- 대중보급을 위한 전단지와 포스터 및 텔레비전 광고를 포함하는 일반 정보 자료
- 샘플 제공자가 자신의 결과를 개별적으로 받거나 받지 않을 의사를 명시한 정보 제공 동의서 (법적으로 요구됨)
- 위험 인식, 정보 출처 및 신뢰도 조사 설문

의사소통 증진의 연구 지원을 위해 합법적으로 인정되는 전문적 교육 과정 세미나를 개최하였다. 세미나에서는 SEBIOMAG 연구와 관련된 고위험 지역에서의 생체모니터링 연구 결과와 오염 예방 및 지역 사회 구성원의 노출 문제를 다루었다. Gela 지역에서는 54 명의 일반 의사가 교육 활동에 참여하였다. 샘플의 분석 결과를 피험자에게 전달하는 과정에도 신중한 계획이 필요하다. SEBIOMAG 연구팀과 현지 직원은 3일 동안 제공자에게 결과를 제공하고 일반적인 질문과 특정 질문에 대답하였다. SEBIOMAG 결과는 시 중앙 대표자에게 보고되었으며 지역 환경부처에도 보고하였다. 결과는 공공회의를 통해서 일반 시민 및 기관에 보도하였고, 보고서에 요약하여 적절한 기관 및 일반에 배포되었다. 보고서에는 모니터링, 복구 및 예방 분야에서 수행해야 할 가이드라인을 포함하고 있다.

(3) 대기질 감시 및 어린이 천식 역학조사

▶ 연구 목표 및 설계

2007년 4월부터 2008년 4월까지 Condò, Gualtieri Sicaminò, Milazzo, Pace del Mela, San Filippo del Mela, San Pier Niceto, Santa Lucia del Mela 지역의 초등학생을 대상으로 대기 오염 및 천식 증상에 대한 역학 조사가 수행되었다. 상기 연구에 참여한 아동과 부모와는 모든 연구 단계에 걸쳐 반복적인 회의와 토의를 통해 소통을 하였으며, 조사 결과에 대한 발표 및 공표 날짜 역시 부모와 상의 후에 결정하였다.

역학조사는 대기 오염에 의한 천식 악화 기전을 명확히 규명하기 위해 착수되었으며 상세 목표는 다음과 같다.

- Milazzo-Valle del Mela 지역에 거주하는 아동 인구에서 호흡기질환의 유병률을 파악
- 오염물질의 대기 농도 수준을 확인

- 폐쇄성 폐질환을 앓고 있는 거주 아동주민 가운데 폐 기능을 평가하고 대기 중 공기오염 농도와의 연관성을 분석

역학조사는 사업은 단면연구와 패널연구, 모니터링으로 구성되어있다. 단면조사는 지역에서 초등학교에 다니는 6-10세 아동 2,506명을 대상으로 수행하였다. 두 개의 패널 연구(패널-120, 패널-50)가 단면조사 내의 하위집단 분석으로 수행되었다.

패널 120 연구는 설문문항에서 천식 증상을 호소한다고 응답한 154명을 등록하였고, 2007년 11월부터 2008년 4월까지 종적연구를 수행하였다. 2주마다 폐 기능과 기관지염에 대한 검사를 수행하였고, 해당 기간 동안 연구 대상자의 부모는 매일 증상과 복용 약물을 다이어리에 기록하였다.

패널-50 연구는 50명의 아동들을 연구대상으로 등록하여 일주일 동안 매일 건강상태 및 폐 기능, 기관지염 상태 및 공기 오염물질 농도를 측정하기 위해 모니터링을 수행하였다. 기질적(DNA), 유전적 요인에 의해 발현되는 증상의 발현경로를 평가하기 위하여 2회에 걸쳐 코 점막 세포를 채취하여 분석하였다. 50명의 아동들은 5명씩 10개 집단으로 나누어 한 집단이 끝나면, 다른 집단을 1주일 씩 경과관찰을 시작하는 방식으로 2007년 12월부터 2008년 4월까지 연구를 진행하였다. 집단은 거주지와 등교하는 학교에 따라 짝을 지어 분류하였고, 집단 내에서는 모니터링 장치를 착용할 대상자(witness) 1명을 뽑아 장치를 착용 시켰다. 또한 연구 기간 동안에 부모들은 1시간 단위로 아이들의 활동을 기록하였다.

모니터링을 통해서 대기 질 농도를 평가하였고 선량계를 이용하여 가스 오염물질의 농도를 측정, 중력 측정 장치를 활용하여 미세먼지(PM_{2.5}) 농도를 측정하였다.

▶ 노출평가

이산화황과 이산화질소, 벤젠과 크실렌, 톨루엔과 같은 가스 형태의 오염물질을 측정

하는 장치인 수동 선량계는 학교 운동장 21곳에 배치하였다. 2007년 11월부터 2008년 3월까지 매달 1주일 동안 지속적으로 측정하였다.

PM_{2.5} 측정을 위해 중량 측정 장치를 Pace del Meal 중학교에 설치하였다. 개인 수동 선량계 역시 개인 활동을 통한 가스 오염물질의 노출정도를 평가하기 위해 사용되었으며, 레이저 기반 측정 장치를 통해 PM_{2.5} 역시 개인측정을 하였다. 매일 오후 6시에 개인 모니터링 장치를 착용한 대상자(witness)에게 측정 장치를 회수하고, 새로운 측정 장치를 배부하고 측정하기를 반복하였다.

▶ 건강결과 지표 평가

패널 120 조사는 두 명의 간호사와 한 명(또는 두 명)의 호흡기 전문의가 연구 대상 지역 초등학교의 등록된 아동들을 2주마다 폐 기능 검사를 수행하였다. 검사를 통해서 노력성 폐활량(FVC), 1초 노력호기량(FEV1), 노력성 폐활량 대비 1초 노력 호기량 비율(FEV1/FVC), 노력성 호기중간유량(FEF25-75%), 질소 산화물 배출량 분율 측정(FeNO)을 측정하였다.

패널-50 조사에 등록된 아동들은 주머니 크기의 자가 측정기를 이용하여 1초 노력호기량(FEV1)을 하루 2회 (등교 전 아침, 오후 6시) 집에서 측정하였다. 간호사가 방문하여 모니터링을 하는 경우, 호기산화질소(FeNO)를 간호사가 측정하였다. 참여한 아동들은 화요일과 금요일에는 코 점막 세포 채취를 위해 오후에 진료소를 방문하였고, 점막세포는 DNA 메틸화 분석에 사용되었다.

(4) 거주민 노출평가를 위한 시공간 활동 유형조사

Milazzo-Valle del Mela 지역은 석유 화학 단지와 발전소에 의해 발생하는 오염물질로 인한 건강문제와 그 외에 산업공정으로 인해 화재 및 폭발과 같은 중대한 사고가 발생

할 수 있어 위험한 요인을 갖고 있다.

이러한 맥락에서 인구집단의 시공간 이동유형을 파악하는 것은 매우 중요하다. 언제, 어디서, 어떤 활동을 수행하는지 규명함으로써 적어도 잠재적인 노출 패턴이나 사고에 대한 관련 정보를 얻을 수 있기 때문이다.

위험 인지평가 설문문항에는 전날 이동거리를 묻는 문항을 포함시켜 인구집단의 시공간 활동 유형을 조사하였다. 활동의 유형이나 이동을 위해 이용한 교통수단, 출발 시각 및 도착 시간에 대하여 15분 간격으로 조사하였다.

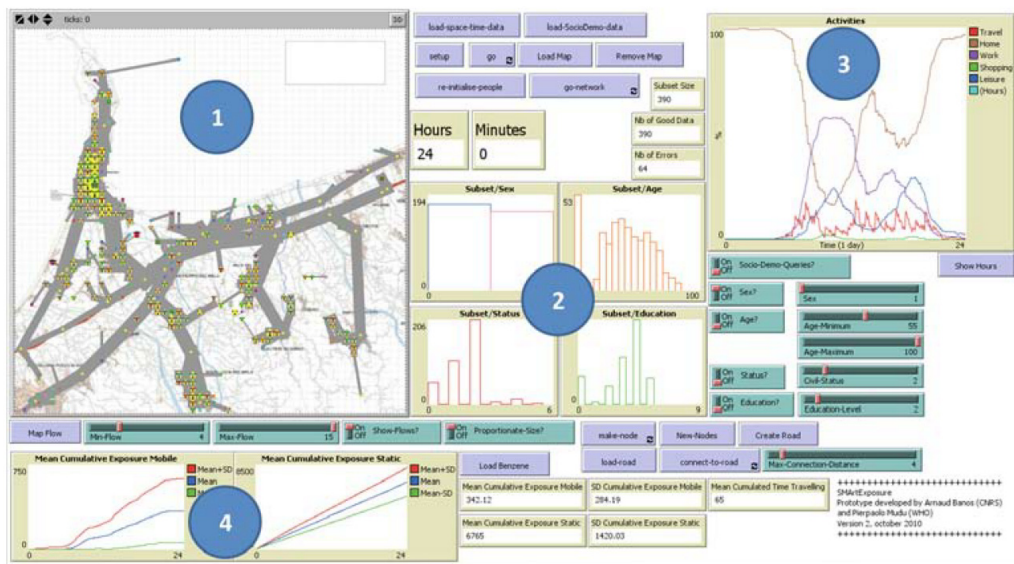
정확한 시간을 질문하고 응답함에 따라 발생될 수 있는 인위적 조작을 피하고자 조사는 사건중심으로 최소 시간 단위를 5분으로 하여 조사하였다. 특정 시공간 이동활동을 규명하는 변수는 9가지로 ①출발시간, ②도착시간, ③교통수단, ④출발 시 활동 유형, ⑤출발 시 장소 (x 좌표), ⑥출발 시 장소 (y 좌표), ⑦도착 시 활동 유형, ⑧도착 시 장소 (x 좌표), ⑨ 도착 시 장소 (y 좌표) 이다. 위험 인지평가 설문을 활용하여 인구사회학적 정보를 수집하였다.

▶ 개인 노출평가

자세한 시공간 정보조사는 크게 3가지 분야에 의의를 둘 수 있다. 첫째, 복잡한 시공간 정보를 가공하여 데이터 시각화로 표현할 수 있으며 둘째, 위해(Hazards)와 관련된 데이터를 취합하여 주어진 시나리오에서 대기 오염이나 산업화로 인한 공해에 대한 개인적 노출을 예측해볼 수 있다. 셋째로, 더 많은 노출을 받았을 것으로 예측되는 산업지구 거주민 집단을 대상으로 실시한 연구보다 현재 연구의 정확도가 클 것으로 평가된다.

▶ 시공간 데이터의 탐색

거주민 노출평가를 위하여 시공간 데이터를 정확하게 탐색 할 수 있도록 SMarExposure라는 특정 프로토타입을 설계하고 구현하였다. NetLogo에서 개발된 SMarExposure는 조사 기간 동안 수집된 시공간 활동 데이터를 탐색하는 역할을 하며, SMarExposure를 구성하는 네 가지 그래픽 요소는 아래와 같다(그림 2-4).



자료 : Human Health in Areas with Industrial Contamination(WHO), 2015

〈그림 2-9〉 시공간 데이터 탐색을 위한 그래픽 프로그램

- ① 이동경로 및 교통수단 활동유형과 위치를 나타낸 지도 (선의 굵기는 교통량을 표현)
- ② 사회 인구학적 하위 집단의 특성(성, 연령, 교육 및 경제수준)과 추가 하위집단의 정의에 따른 그래프
- ③ 100%를 기준으로 활동의 비율을 나타내는 시간 활동 그래프
- ④ 정적인 상태일 때와 이동 중에 노출되는 대기오염물질에 대한 평균 누적 노출량을 개인과 집단의 비교로 나타낸 그래프

4. 국내·외 주민건강영향조사의 시사점

국내·외에서 진행되었던 주민건강영향조사의 동향과 사례 검토를 통해 충청남도에 적용할 수 있는 시사점을 도출하였다.

1) 주민건강영향조사에 대한 평가·개선방안 도출과 조사기반 시스템 구축이 필요하다.

환경부(국립환경과학원)는 그동안 추진되었던 산업단지 주변 건강영향조사에 대해 건강영향감시사업을 실시하여 종합적인 평가·분석을 진행하고 있다. 그리고 이를 통해 개선 방안을 도출하고, 그 개선 방안은 향후 추진되는 사업에 지속적으로 반영하고 있다.

이탈리아 시칠리아 지방 정부의 경우는 2005년에 고위험지역의 주민건강영향조사를 위해 전담부서를 개설하고, 약 3년에 걸쳐 조직구성과 방법론 개발 등 단계별 추진방안에 대한 로드맵을 개발하였다. 그리고 단계별 평가와 개선방안을 도출하는 조사기반 시스템 구축을 통해 현재까지 약 10여 년에 걸쳐 주민건강영향조사와 보건조치를 수행하고 있다.

그런데 충청남도는 2013년도부터 서북부 지역을 중심으로 환경오염취약지역의 주민 건강영향조사를 실시해오고 있다. 그러나 해당 조사는 그동안 연구기간과 예산 등의 문제로 인해 환경오염과 건강영향의 관련성을 규명할 수 없는 한계를 드러냈다. 따라서 효과적인 주민건강영향조사가 추진되기 위해서는 먼저 그동안 진행되었던 주민건강영향조사에 대한 평가가 선행될 필요가 있다. 그 평가를 통해, 미흡했던 점을 수정·보완한 신뢰할 수 있는 평가프로그램을 다시 개발할 필요가 있다. 그리고 환경과 건강에 대한 자료를 follow up 할 수 있는 조사기반 시스템도 구축할 필요가 있다.

2) 주민건강영향조사의 명확한 목표 설정이 필요하다.

그동안 충청남도의 주민건강영향조사는 건강실태를 파악하는 것이 목표인지 관련성을 보는 것이 목표인지 그 성격이 분명하지 않았다. 그래서 사후대책을 마련하는 데에도 한계가 있을 수밖에 없었다. 환경부(국립환경과학원)의 산업단지 건강영향조사의 경우도 관련성에 대한 규명과 이에 따른 적절한 대책을 수립하는 것이 목표였지만, 정기적인 조사를 수행한 것 외에는 대부분 적절한 조치를 취하지 못하였다. 이와 달리, 이탈리아 시칠리아 지방 정부의 경우는 주민건강영향조사의 로드맵을 수립하면서 목표를 명확히 설정하였고, 단계별로 목표 달성을 위한 방안들을 모색하고 있었다.

향후 충청남도에서 주민건강영향조사를 진행할 때에도 먼저 조사 범위를 명확히 하고, 이에 따른 목표 설정과 그 목표를 구현하기 위한 구체적인 계획을 수립할 필요가 있다. 그리고 여기에는 이해관계자들과의 사전협의를 선행될 필요도 있다.

3) 입체적·통합적 접근에 대한 연구방법이 필요하다.

이탈리아 시칠리아 지방 정부는 세계보건기구와 협력하여 고위험지역에 대한 환경 복원과 재건프로그램을 추진하기 위해 신뢰할 수 있는 새로운 연구방법론을 개발하였다. 그 방법이 통합적 접근방법이다. 이 방법론에는 건강자료와 환경자료, 인구경제학적 자료를 중심으로 각각의 연구와 사업들이 유기적으로 그물처럼 연결되어 있었다. 그래서 한 연구에서 생산된 데이터가 다른 연구의 투입요소로 활용되고, 한 연구의 일부요소가 다른 연구의 가설 혹은 결과를 검증하기도 하였다. 그리고 환경과 의료체계 인프라 등을 연계시키면서, 조사 대상자 또한 근로자와 주민들을 통합한 입체적·통합적인 접근 방식을 취하였다.

그동안 충청남도의 주민건강영향조사는 건강검진과 생체 모니터링 조사를 병렬적으로 진행하는 방식에 의존하였다. 그래서 환경과 건강피해에 대한 관련성을 규명하기에는

한계가 있었다. 그렇지만 국내에서도 이미 주민건강영향조사 방법의 평가·개선을 통해 더 나은 연구 방법을 보완해 나가고 있는 상황이다.

따라서 충남에서 추진하는 주민건강영향조사도 향후 이탈리아 시칠리아 지방 정부에서 추진한 입체적·통합적 접근방식의 연구방법을 적용할 필요가 있다.

4) 의사소통 전략을 체계적으로 수립해야 한다.

환경오염에 대한 건강피해 문제는 그 지역주민의 심각한 관심사이다. 그래서 이탈리아 시칠리아 지방 정부는 주민건강영향조사의 가장 핵심적인 부분으로 의사소통 전략을 선정하고, 두 가지 분야로 구분하여 그 전략을 수립하였다. 그 하나는 보건당국과의 소통을 우선순위에 두는 것이었고, 다른 하나는 지역주민 및 이해집단 등과의 소통 전략을 수립하는 것이었다. 그리고 의사소통계획에는 여러 부서의 관련 문서와 사용 가능한 데이터 수집, 현장조사, 이해관계자와의 회의 및 정보교환 등의 내용을 포함하였다.

주민건강영향조사가 수행되고 그 결과를 후속대응 방안으로 연결시키기 위해서는 보건부와 환경부서와의 협력 및 소통이 무엇보다도 중요하다. 조사를 계획하는 단계에서부터 보건부서과 환경부서와의 의사소통을 위한 체계를 구축할 필요가 있다. 그리고 주민들의 실질적인 요구 확인과 이해관계자와의 다양한 의견수렴 등을 위한 소통 시스템 구축은 다시 한 번 강조해도 부족하지 않을 정도로 중요하다. 모든 이해관계자가 연구 과정에 참여하여 단계마다 소통한다면 각 이해당사자가 원하지 않은 주민건강영향조사의 결과가 나오더라도 그 결과에 대해 서로 인정할 여건이 조성될 것이라 판단된다.

5) 주민건강영향조사 결과배포와 이에 따른 보건조치 방안이 연계되어야 한다.

이탈리아 시칠리아 지방 정부가 중요하게 추진했던 것 가운데 하나는 주민건강영향조사가 수행되고 난 뒤의 결과에 대한 정보제공이었다. 조사대상자에게 결과 배포를

하는 것뿐만 아니라 관련부서·유관기관·시민들에게도 알권리 차원에서의 정보 제공에 노력을 기울였다.

이와 달리, 환경부(국립환경과학원)와 충청남도에서 그동안 진행하였던 건강영향조사의 경우는 정기적으로 조사를 진행하였지만 결과를 알리고 적절한 보건조치를 취하는 것에 소홀하였다. 그리고 조사대상자들의 최대 불만은 조사가 매년 이루어지지만 그 결과에 따른 후속대책이 없다는 것이었다.

따라서 주민건강영향조사에 대한 결과를 공개하고, 이에 따른 후속적인 보건조치 방안도 함께 공개할 필요도 있다. 그리고 이를 위해서는 무엇보다도 보건부와 환경부서의 협력 및 소통이 중요하다. 이탈리아 시칠리아 지방 정부가 연구계획 단계부터 의사소통 전략의 우선순위로 환경부서와 보건부서의 소통에 중점을 둔 이유도 여기에 있었다.

6) 장기적인 관점에서 보면 해당지역 행정기관이 주도하는 연구·조사 형태가 바람직하다.

그동안 환경부(국립환경과학원)에서 추진하였던 산단지역 주민건강영향조사는 대체로 해당지역의 행정기관과는 별개로 환경부(국립환경과학원) 주도 아래 선정된 연구기관을 중심으로 진행되었다. 환경부(국립환경과학원) 주도의 연구와 해당지역 행정기관이 주도하는 연구에는 각각 장·단점이 있을 수 있다.

해당지역 행정기관이 주민건강영향조사를 수행할 수 있는 인적 인프라와 예산 등의 여건이 갖추어져 있다면, 해당지역 행정기관에서 연구를 수행하는 것이 장기적인 관점에서 바람직해 보인다. 환경과 보건에 관련된 지역적 특성과 자료들은 해당 지자체에서 가장 많이 가지고 있으며, 공식적인 통계로 확인되지 않은 정보 역시 가장 많이 가지고 있기 때문이다. 새 정부가 들어서면서 지방정부의 역량과 역할을 더욱 강조되는 방향으로 정책이 추진되고 있고, 환경취약지역 주민들과의 소통이 긴밀하게 이루어지고 주민건강영향조사 결과에 대한 보건조치가 효과적으로 이루어지기 위해서는 주민과

가장 밀접하게 행정이 이루어지는 해당지역 행정기관의 주도로 이루어진 연구가 더 많은 장점을 가질 수 있을 것으로 판단된다. 물론 연구가 해당지역 행정기관의 주도로 이루어지더라도 중앙정부와의 정책 연계 및 행정 지원 등에 대한 협력과 소통은 반드시 이루어져야 할 것이다.

제3장 대상지 특성 및 이해관계자 심층토의 결과

1. 대상지 특성

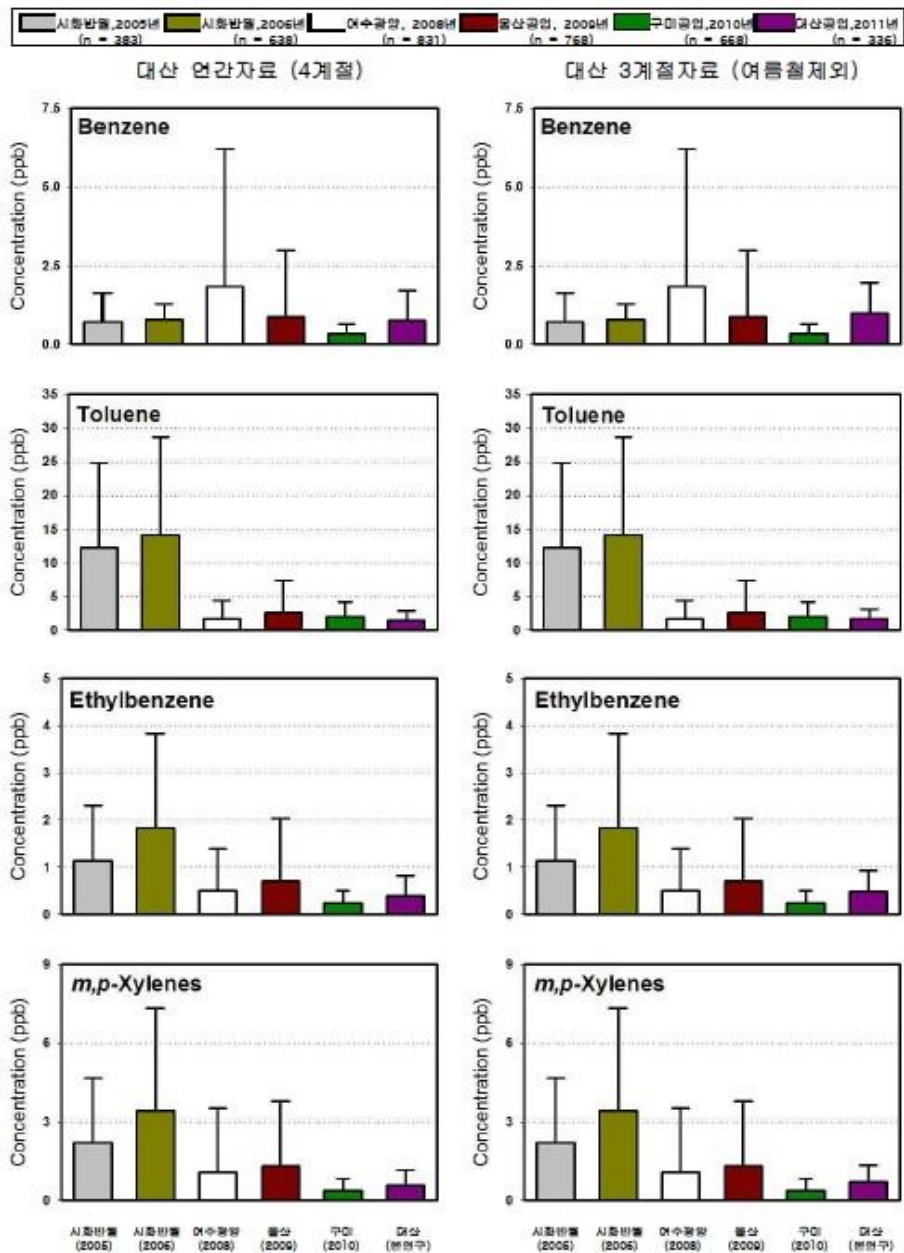
1) 서산시(대산석유화학단지)

서산시는 총면적이 740.8 km²(충남의 9.0%)로 1읍·9면·5동으로 행정구역이 이루어져 있다. 기온이 온대 계절풍 기후대에 속하고 겨울에 북서계절풍이 두드러진 특징이 있다. 서산시는 충남 북서부에 돌출한 태안반도에 속하며 대산항 주변지역에는 대산석유화학 단지가 조성되어 있다.

대산읍에 위치한 대산석유화학단지 내에 입주업체, 생산량 등이 증가하면서 악취·소음 등의 생활환경불편과 암 발생 등의 건강피해 우려에 대한 민원이 발생하고 있다.

2006년에서 2014년까지 서산시 독곶리 도시대기측정망을 중심으로 대산석유화학단지 주변지역의 대기질을 분석한 결과, 환경기준을 만족하고 있으나 최근에 이산화질소와 오존, 미세먼지의 농도는 증가하고 있는 경향을 보이고 있었다(명형남 등, 2016).

2012년에 국립환경과학원에서 대산지역을 대상으로 66종의 휘발성유기화합물을 측정한 결과, 벤젠과 톨루엔을 포함한 25종의 물질이 50% 이상의 검출빈도를 나타냈다. 타 산단지역의 휘발성유기화합물 농도를 비교해 본 결과 벤젠은 여수보다 낮았다. 석유정제산업과 밀접한 관련이 있는 헥산과 스타이렌의 경우 울산보다 낮았지만 나머지 산단에 비해 높았다(그림 3-1).



자료 : 국립환경과학원, 2012(원본), 명형남 등, 2016(제인용)

〈그림 3-1〉 국내 주요 산단별 휘발성유기화합물 농도 비교

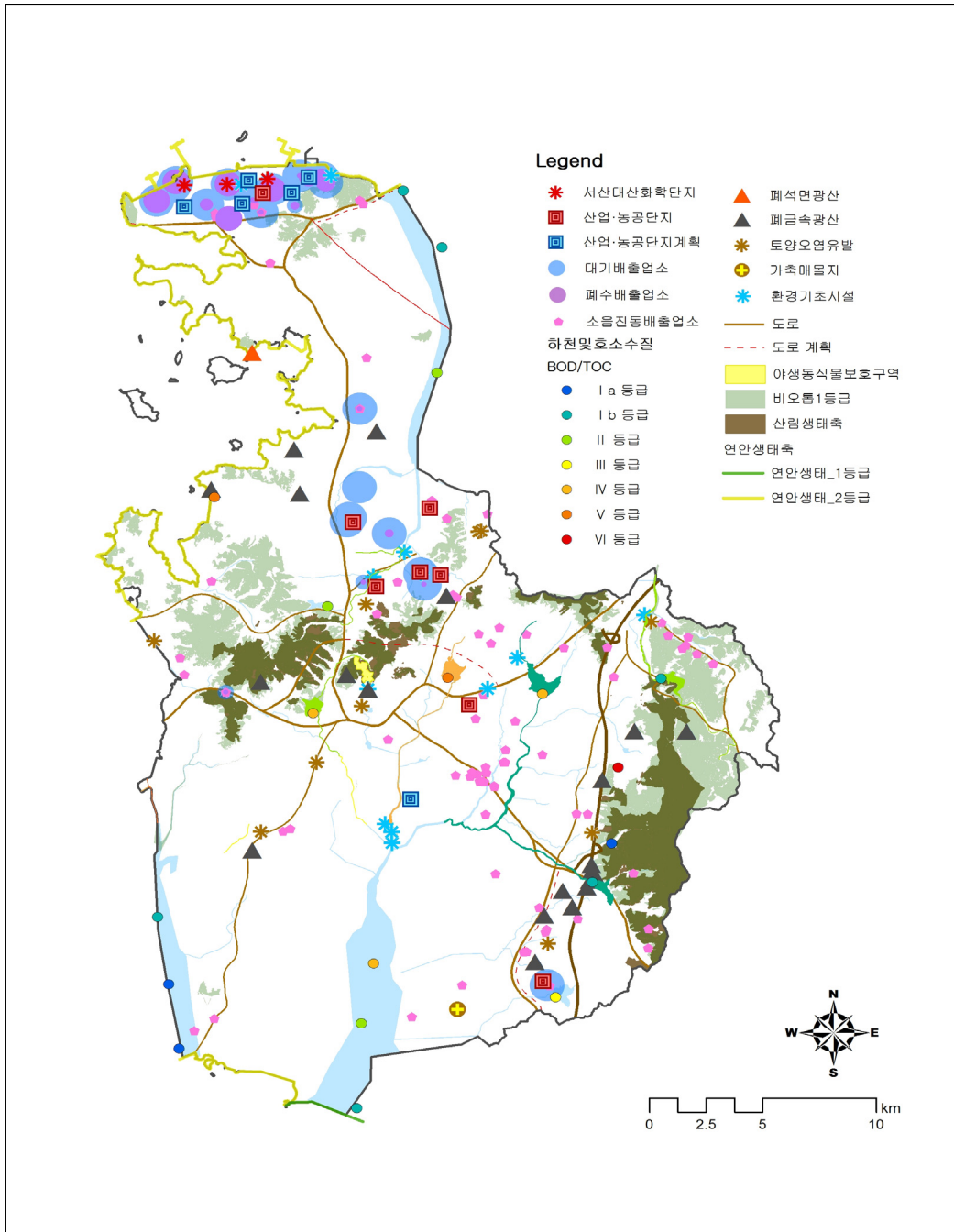
대산석유화학단지(대산 4사 : 현대오일뱅크, LG화학, 롯데케미칼, 한화토탈)에서 취급하는 주요 유해화학물질은 <표 3-1>과 같다.

<표 3-1> 대산 4사 유해화학물질 취급현황

업체	유해화학물질
현대오일뱅크	메탄올, 톨루엔, 벤젠, 자일렌, 황산, 가성소다, 암모니아수, 염산, 테트라클로로에틸렌, Merox Plus, AvTEL,
LG화학	아크릴로니트릴, 메틸알콜, 수산화나트륨, 1,2-이염화에탄, 톨루엔, 푸르푸랄, 황산, 과산화수소, 벤젠, 수산화칼륨, 디메틸디치오카바산 나트륨, 플루오르화수소, 아질산염류, 피닐디아민, 염산, 무수크롬산, 디메틸벤젠아민 테트라키스, 디니트로페놀, 하이드로퀴논, 페놀, 염화아연, 산화니켈, 디메틸포름아미드, 부타디엔
롯데케미칼	염화에틸, 메탄올, MEK, 톨루엔, 수산화나트륨, 수산화칼륨, 벤젠, 황산, 푸르푸랄, 오메가촉매, 무기아연염류, 아질산염류, 히드라진 수화물, 염화에탄, 자일렌, 산화니켈, 부타디엔, 디메틸포름아미드
한화토탈	메틸알콜, 자일렌, 톨루엔, 푸르푸랄, 벤젠, 수산화나트륨, 하이드라진 수화물, 황산, 아질산나트륨

자료 : 대산석유화학단지 내부자료(원본), 명형남 등, 2016(재인용)

대산석유화학단지가 위치한 대산읍을 다른 읍·면·동과 비교해 보면, 대형 대기배출업소와 폐수업소, 소음진동 배출업소가 집중적으로 몰려있다. 또한 장기적으로 산업·농공단지 건설계획도 추진되고 있는 상황이라 향후 주민들의 민원과 건강피해에 대한 우려가 증가할 것으로 예상된다(그림 3-2).



〈그림 3-2〉 서산시(대산석유화학단지) 환경오염취약시설 현황

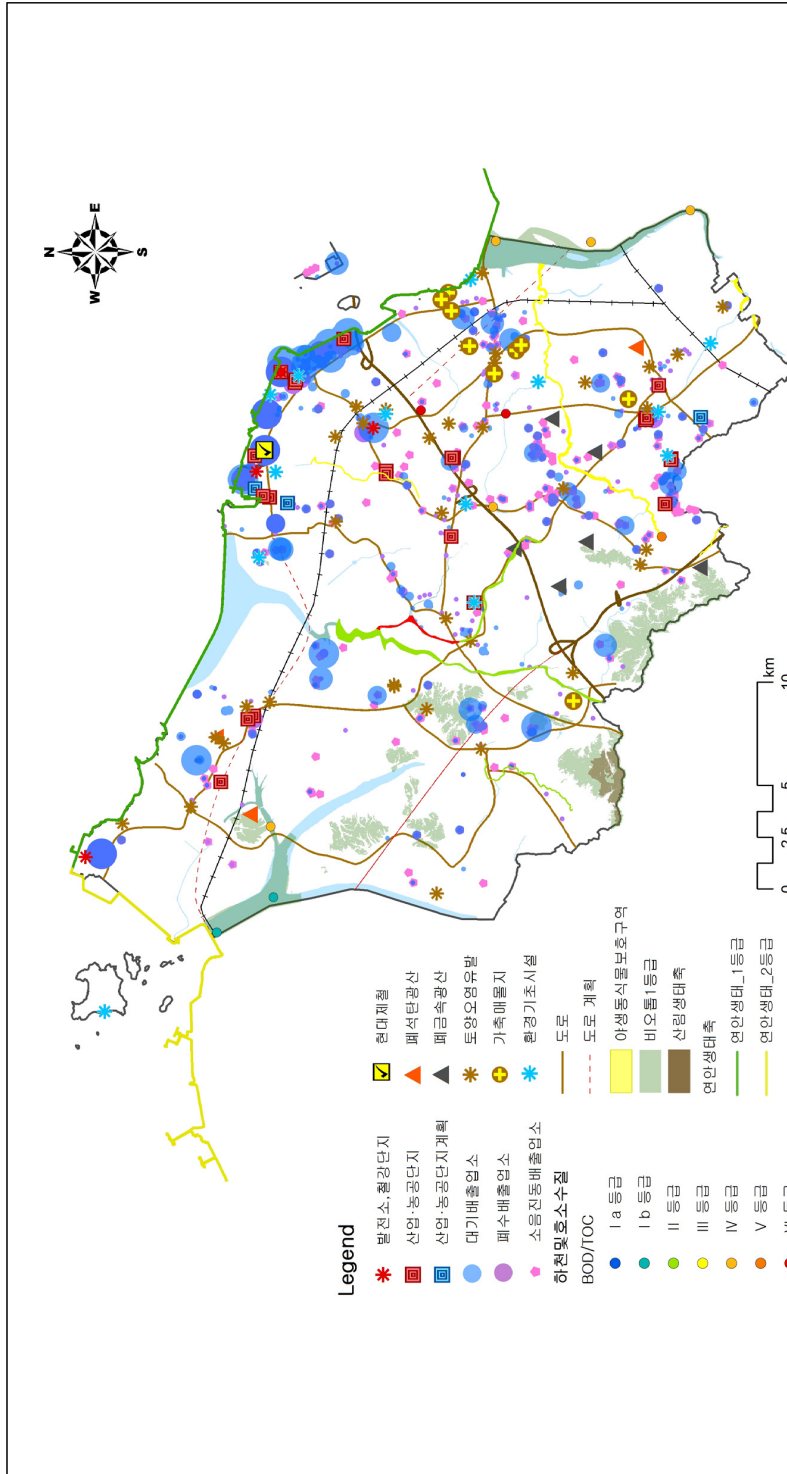
2) 당진시(현대제철)

당진시는 총 면적이 704.3 km²(충남의 8.6%)로 2읍·9면·3동의 행정구역으로 이루어져 있다. 기온이 온대 계절풍 및 대륙성 기후권에 속하며 겨울에는 북서계절풍의 영향을 받고 여름에는 남서계절풍의 영향을 받고 있다.

당진시의 약 60%가 바다와 접하고 있는 지리적 특성으로 인해 석탄화력발전소 8기가 가동 중에 있고 수도권에 전기 공급을 위한 송전탑까지 다수 위치하고 있어 주민들의 건강피해 우려가 높은 지역이다. 뿐만 아니라 석탄화력발전소 인근에는 현대제철이 위치하고 있어 인근 주민들의 환경과 건강피해 우려는 더 증가하고 있다.

현대제철은 환경부에서 전국의 대기오염물질 다량 배출사업장을 조사한 결과 전국 7위를 차지할 정도로 대기오염배출량이 많은 것으로 나타났다(환경부, 2016). 석탄화력 발전소와 현대제철 등 대기오염물질 다량 배출사업장이 몰려있는 당진시는 최근 3년간 오존 및 미세먼지의 대기환경기준을 수시로 초과하고 있는 것으로 나타났다. 현대제철과 가장 가까운 거리에 있는 송악읍 정곡리 도시대기측정망의 미세먼지(PM₁₀) 24시간 평균 환경기준과 오존(O₃)의 1시간 기준 환경기준의 초과횟수는 점점 증가하는 경향을 보였다(당진시, 2016).

현대제철이 위치하고 있는 송악읍과 송산면은 대형 대기배출업소와 산업농공단지가 집중적으로 몰려있는 지역이다. 또한 석탄화력발전소의 영향권역이기도 하여 환경오염에 의한 건강피해가 가중될 우려가 있다.



2. 심층토의 개요 및 결과

1) 심층토의 진행 일정

대산석유화학단지와 현대제철에서 배출되는 환경오염과 건강에 관련된 이해당사자들의 의견을 충분히 반영하기 위해 다음의 일정으로 심층토의를 실시하였다(표 3-2).

〈표 3-2〉 심층토의 진행일정

구분	일시	장소	참석대상
서산시 (대산석유화학 단지)	2017.05.11	대산읍사무소	충남도청, 서산시청, NGO, 주민대표, 연구진
	2017.06.05	서산시청 회의실	서산시청, 연구진
	2017.08.07	대산석유화학단지 회의실	한화토탈, 연구진
당진시 (현대제철)	2017.05.18	당진시청 회의실	당진시청, NGO, 지역주민, 연구진
	2017.07.12. (오전)	현대제철 회의실	현대제철, 연구진
	2017.07.12. (오후)	당진시청 회의실	당진시청, 연구진

2) 심층토의 개요 및 결과

각 항목에 대한 심층토의 주요 내용을 정리하면 다음과 같다.

(1) 대산석유화학단지 주변지역

○ 일시 : 2017년 5월 11일 15:00~17:00

○ 장소 : 서산시 대산읍사무소 3층 회의실

○ 참석자

[충청남도] 환경보전과 환경보건팀 정광일 주무관

[서산시청] 환경생태과 이종춘 팀장, 이희군 주무관

[NGO] 충남지속가능발전협의회 이평주 처장, 서산태안환경연합 권경숙 처장

[주민대표] 독곶1리 허광희 이장, 독곶2리 김양수 이장, 대죽1리 김기의 이장,
화곡1리 김기봉 이장, 화곡2리 김임석 이장, 화곡3리 김승한 이장

[연구진] 명형남 책임연구원(충남연구원), 백승희 연구원(충남연구원)



① 석유화학단지 입지로 인한 장점과 단점

석유화학단지가 입지함으로서 마을마다 차이는 있지만 전체적으로 고용창출 효과 등의 경제적 기여가 있다는 의견이 있었다. 과거에는 지역주민의 고용창출이 주로 정규직원 이었는데 최근 들어서는 청소 등의 비정규직의 고용효과가 대부분이라는 불만이 있었다.

그러나 석유화학단지가 입지함으로서 기여한 경제적인 효과에 비해 상대적으로 환경과 건강에 대한 피해가 컸다는 의견이 대부분 이었다

② 과거 대비 오염도 관리 개선 여부 및 민원의 변화

악취 및 소음 등의 오염도가 1990년대에 비해서는 개선되었다고 판단되지만 그동안 시설의 증설과 노후로 말미암아 만족스러운 관리가 되지 못하고 있다고 응답하였다. 대기업의 개선도는 양호한 것으로 보이나 중소기업 등의 개별공장은 문제가 있어 관리가 필요하다는 의견이 있었다. 굴뚝에서의 오염 배출뿐만 아니라 원유선 조인과정과 노후 시설로 인해 생산공정 과정에서 배출되는 오염물질에 대한 저감대책이 필요하다는 의견도 있었다.

2015년도부터 주변 어린이집 및 주거지역에서 악취 민원발생건수가 증가하고 있다. 하지만 다양한 업종의 업체가 밀집돼 있어 발생원 파악이 어려우며 민원 발생 시 공무원이 현장에 출동하면 이미 상황이 종료되었거나 공기 흐름이 일정치 않아 현장에서 악취를 지도점검하기에는 한계가 있는 상황이다.

③ 환경오염으로 인한 생활의 불편함 및 건강상의 피해경험 여부

독곶리, 대죽리, 화곡리 등 석유화학단지 주변 1 km 이내 마을에서 가장 많은 민원은 악취이다. 특히 야간에 악취가 심각하며 낮에도 대산산업단지가 있는 바다 쪽에서 마을

쪽으로 바람이 불어와 악취가 발생하고 있다고 응답하였다. 외지인들은 악취가 심각하다고 느끼는 반면 거주민들은 이 악취에 익숙해져서 낮에는 거의 못 느끼는 경우가 많아 주민들이 중독되어 살아가고 있다는 의견이 있었다.

거주기간이 50년 이상인 주변지역 주민들 중에 폐암 등의 암환자와 폐기능 저하, 알레르기비염, 피부염 등의 질환자가 다수이며, 석유화학단지 존재만으로도 스트레스를 받는 주민들이 상당수라는 주장이 있었다.

④ 위해도 소통

2012년부터 석유화학단지의 환경문제를 해결하기 위해 주민대표, 기업대표, 시민단체, 전문가, 공무원, 도의회, 시의회 등의 민·관·산·학·연으로 구성된 대산지역환경협의회가 구성·운영되고 있다. 그동안 여러 가지 논의가 진행되고 있지만 주변지역 주민들은 기업과 위해도 소통이 원활하다고 느끼지는 못한다고 응답하였다. 위해도 소통에 대한 방식이 미흡하며 주민들의 요구에 비해 기대성도가 낮은 실정이라는 의견이었다.

최근에는 주민들의 요구가 받아들여져서 2017년 9월부터 대기 환경오염분야에 대해 정밀한 조사를 추진하고 그 결과에 대한 대책을 마련하기로 합의하였다.

⑤ 주민지원사업 방안

대기업의 흑자가 지역 내 투자로 나타나지 않아 문화, 복지시설 등의 인프라가 미흡하고 환경·건강피해 등의 이유로 주민들이 타 지역으로 이사한다는 의견이 있었다(대산읍의 인구는 계속 감소). 석유화학단지 환경부서에서 이러한 문제를 대응하기 보다는 전체를 조정할 수 있는 총괄부서에서 주도하여 환경과 건강상의 피해를 복지, 문화 등의 혜택으로 돌려받는 것이 필요하다는 의견도 있었다. 현재 환경적 접근만으로는 지역경제, 복지 등의 지원이 불가능한 실정이다. 석유화학단지가 국가산업단지로 지정받지 못함으로

주민지원사업에 여러 가지 불합리한 면이 있는 상황이다. 기업에서 세금을 내고 있으나 국고로 할당되는 부분을 서산시에 제공하는 제도적 장치가 필요하다고 응답하였다. 향후 ‘상생협의회’를 구성하여 환경개선이 어느 정도 확보되면 재원을 마련하여 지역 내 투자로 발전될 수 있도록 하는 방안이 필요하다는 의견도 제시되었다. 마지막으로 주민들이 가장 원하는 것은 다른 지역으로의 이주라고 강조하였다.

⑥ 주민건강영향조사 방향에 대한 의견

주민건강영향조사 수행 시 그 인과성을 보기 위해서 대기, 해양, 토양, 수질(지하수), 어패류 내 중금속 등의 환경매체오염 조사도 같이 포함되었으면 좋겠다는 의견이 많았다. 그리고 주민 대상 건강검진이 이동차량으로 간단히 진행되는 것이 아니라 주민들이 병원에 직접 가서 정밀건강검진을 받을 수 있도록 지원하는 내용을 포함시킬 것을 요청하였다.

주민건강영향조사 수행 시에 만성질환 등 기저질환이 있는 성인보다는 기저질환이 적고 환경노출에 민감한 어린이를 대상으로 진행하였으면 좋겠다는 의견도 있었다.

(2) 대산석유화학단지 업체

○ 일시 : 2017년 8월 7일 14:30~16:30

○ 장소 : 한화토탈 회의실

[한화토탈] 환경팀 민휴식 팀장, 이흥표 차장

[연구진] 명형남 책임연구원(충남연구원), 백승희 연구원(충남연구원)

① 석유화학단지 일반현황

대산석유화학단지는 1988년부터 충남 서산시 독곶리, 대죽리 일원에 민간산업단지로 조성되기 시작하여 <그림 3-1>과 같이 한화종합화학, 한화토탈, 롯데케미컬, 씨텍,

LG화학, 현대코스모, 현대오일뱅크, KCC 등을 중심으로 현재 약 70여개 기업이 입주하고 있다.



자료 : 충남연구원, 2016

〈그림 3-4〉 대산석유화학단지 주요업체 현황

대산4사(현대오일뱅크, 한화토탈, 롯데케미칼, LG화학에서 주로 취급되는 유해화학 물질은 기성소다와 석유화학제품의 원료로 사용되는 BTX류 및 중화제로 사용되는 황산 등이다. 현대오일뱅크에서는 11종, LG화학 24종, 롯데케미칼 18종, 한화토탈은 9종의 유해화학물질이 취급되고 있다.

② 주민들의 민원과 대응

주민들이 악취에 대한 민원을 가장 많이 제기하고 있으나 악취의 원인은 다음과 같으며 대부분 간헐적으로 일어나는 상황이다.

- 선박 입·출항 시기
 - 노출연결 시 유출 가능, 선박해치를 열 때 유출 가능
 - 선박 입·출항 빈도는 1개월 당 1회
 - 소취제, 탈취제로 악취 저감
- 저장탱크 숨구멍(브리딩)
 - 고무패킹 교체 등으로 정기적인 보수 실시
- 공정트러블 발생 시 유출 가능성
 - 평소에는 악취가 발생하지 않음
 - 2017년 일주일간 전원 OFF된 사고가 있었음
- 파이프라인 펌프, 밸브 등의 노후로 인한 악취 발생 가능
 - 2중 차단장치 설치로 악취 유출 차단
- 라인이 터질 경우 ⇒ 대형사고
- LNG 판매를 위한 포장 과정에서 주입하는 부취제 냄새
- 폐수처리장 내 폐수처리 과정에서 폭기조(공기 접촉 필수)에서 냄새 유발

주민들은 기업에 대한 불신을 워낙 커서 기업 자체 환경조사결과를 인정하지 않으며 최근 NASA의 조사결과 중 벤젠 농도가 높게 나온 것에 대한 우려가 큰 상황이다. 벤젠 관련해서 근로자의 경우 1988년 이후 백혈병 사망자가 1인으로서 벤젠과의 연관성도 아직 모호한 상태이므로 명확한 추후 연구가 필요한 상황이다.

주민민원 대응 관련해서는 대산지역환경협의회에 지속적으로 참석하고 있다. 최근에는 이 협의회를 통해 대기환경영향조사를 위한 예산 7억 원을 업체에서 투자하기로 합의하였다.

주민지원사업 관련해서는 농작물 피해보상 합의금과 사회봉사기금, 주민자녀 지원사업 등을 지속적으로 추진하고 있다.

- 농작물 피해보상 합의금(개인보상)
 - (한화토탈) 2015년 기준 1억 3천 5백만 원(독곶리 6천, 대죽1리 6.5천)
 - 환경영향평가에 근거한 보상금액 산정
- 사회봉사기금(매년, 단체에 지급)
- 주민 자녀 지원 사업(학비 등)
- 농작물 매수

(3) 현대제철 주변지역

- 일시 : 2017년 5월 18일 14:00~16:00
- 장소 : 당진시청 4층 회의실
- 참석자
 - [당진시청] 환경정책과 김응열 팀장
 - [NGO] 당진환경운동연합 유종준 사무국장
 - [가곡리 주민] 환경위원장, 환경사무국장, 노인회장, 이장
 - [연구진] 명형남 책임연구원(충남연구원), 백승희 연구원(충남연구원)



① 철강단지 입지로 인한 장점과 단점

가곡리 원주민들은 약 30년~70년 동안 거주하였으며 대부분의 생업은 농업이다.

철강단지의 입주로 인해 농촌지역인 가곡리(인접마을)의 경우 농작물의 피해가 있으나 농산물 판매 피해가 우려되어 공론화할 수 없는 처지이다.

특히 현대제철에서 배출·비산되는 철가루는 주변지역에서 흔히 발견할 수 있을 정도로 문제가 심각하며, 가곡리의 경우 철강단지와의 이격거리가 매우 짧고(약 20 m 이내) 완충지대가 없어 그 피해가 더 심각하다고 주장하였다.

철강단지의 입주에 의한 경제기여도는 낮은 편이라는 대체적인 의견이다. 철강단지 입주초기에는 직원 채용 시 인근주민의 비율이 약 30% 정도였으나 현재는 거의 없는 상황이다. 철강단지 직원의 대부분은 주말부부이므로 지역경제에 대한 기여도가 낮은 편이라고 응답하였다.

② 과거 대비 오염도 관리 개선 여부 및 민원의 변화

철강단지 주변지역에서 가장 심각한 오염은 비산되는 철가루와 소음문제인데 소음문제는 과거에 비해 많이 개선되었다. 철가루 문제는 과거에 비해 개선하는 노력들이 보이고 총 배출량 역시 저감되었지만 주민들이 체감되는 부분은 여전히 미흡하다는 의견이 대부분 이었다.

③ 환경오염으로 인한 생활의 불편함 및 건강상의 피해경험 여부

철강단지 주변지역에서 가곡리의 경우 이격거리가 짧지만 완충지역도 없고 철가루가 상시 날리는 상황이다. 아침에는 푸른 연기와 검은 연기가 발생하고 항상 철강단지 주변에는 안개와 스모그가 있다. 현대제철 재료를 밀폐하여 이동하지만 이송경로가 100km 이상이기 때문에 그 과정 중에서 상당량의 오염물질이 발생하고 있다. 굴뚝 배출

물질 중 98%를 차단하지만 소결로 먼지만 하루에 1 ton이 넘는다는 자료가 있다. 과거에는 눈과 비가 많이 내렸지만 최근 들어 거의 내리지 않는 등 환경오염으로 인해 날씨 패턴도 변화되고 있다고 주민들은 생각하고 있다.

가곡리 마을을 관통하는 송전선로도 추가로 건설될 예정이어서 건강피해 우려가 증가하고 있는 상황이다. 과거에 비해 호흡기계통의 질환자가 증가했으며 암환자도 다수 발생하였다고 주장하였다.

④ 위해도 소통

그동안 지속적으로 민원을 제기하였지만 개선이나 피드백은 만족할만한 수준이 아니다. 주민들과의 회의가 있지만 팀장직급 정도가 대응하고 있어 실제 효과가 낮아 결정권자와의 소통이 절실하다고 불만을 토로하였다. 현재는 철강단지 팀장급에서 수용가능한 정도의 요구만 들어주고 있다고 응답하였다. 현재는 마을주민들이 환경오염문제와 건강피해 우려에 대해 지쳐있는 상황으로 개선, 시정 여부에 대해 관망 중인 상태이다. 마을에 대한 애정이 거의 사라진 상태라고 응답하였다.

⑤ 주민지원사업 방안

현대제철 유치 초기에는 주변 땅을 매입한 후 거주 주민들을 이주시켰으나 현재 가곡리는 매입하지 않아 이주하지 못한 주민만 남아있는 상태이다. 초기에는 전기로 운영되는 공장으로 승인되었다가 후에 고로를 건설하여 마을과의 이격거리가 전혀 고려되지 못하였다. 이격거리가 가장 짧은 가곡리 주민들은 타지역으로의 이주를 가장 원하고 있었다. 이주 다음의 차선택으로는 완충지대를 조속히 건설해 줄 것과 포항제철과 같이 주변을 상업지역으로 지정하여 상생할 수 있는 방안을 마련해 달라고 의견을 제시하였다(취약지역의 농작물이라는 이미지로 농작물 판로 문제 발생).

현대제철 인근주민들은 마을 거리에 상관없이 마을마다 동일한 지원금을 받고 있는데 대략 1년에 마을발전자금(커피 등 다과비, 시설개선비 등)을 약 1,500만 원 정도 지원받고 있다.

⑥ 주민건강영향조사 방향에 대한 의견

형식적인 건강검진과 주민건강영향조사가 진행되지 않도록 충분한 예산이 반영되어야하며 주민건강영향조사와 함께 환경영향조사를 같이 병행해야한다는 의견이 대부분이었다. 특히 건강검진의 경우 종합병원의 정밀건강검진 수준과 같이 정밀한 검사를 해주었으면 좋겠다는 의견이 있었다. 또한 분석결과에 대해서도 주민들에게 공개하고 치료가 필요한 개인대상자에 대해서는 추적조사 및 치료방법의 제시와 무상 치료 등의 사후관리와 같은 대책을 수립하는 것이 필요하다고 제안하였다.

화력발전소 배출허용기준 강화 등이 조례로 제정되어 적용되는 것처럼 철강단지 주변의 기준을 강화 하는 등의 제도적인 개선방안도 같이 모색하는 것이 필요하다고 제안하였다. 기술적인 부분에서는 고로제철소인 포스코의 경우 파이낸스 공법으로 연기가 최소한 배출되고 있는 상황이므로 이러한 기술개발 역시 진행되어야 한다는 의견이 있었다.

환경영향조사와 건강영향조사를 같이 진행하기 위해서 지역자원시설세를 이용한 예산확보가 무엇보다도 시급하다고 제안하였다.

(4) 현대제철

○ 일시 : 2017년 7월 12일 10:30~12:00

○ 장소 : 현대제철(당진) 회의실

○ 참석자

[현대제철] 환경지원팀 전경호 차장,

지역상생팀 이중관 차장, 윤세현 과장

[연구진] 명형남 책임연구원(충남연구원), 백승희 연구원(충남연구원)



① 기업 일반현황

현대제철은 1953년에 설립된 대한민국 최초의 철강회사이다. 고로에서 만들어진 현대제철의 쇳물은 자동차가 되고 수명을 다한 자동차는 전기로에서 녹여져 건물의 뼈대를 이루는 H형강과 철근으로 자원순환이 된다.

사업으로는 고로사업, 전기로사업, 특수강사업, 자동차부품 사업으로 크게 네 가지로 구분된다. 2013년 9월에 제3고로 완공을 통해 고로 부문 1,200만 톤과 기존 전기로 부문 1,200만 톤을 모두 합쳐서 2,400만 톤의 조강을 생산하고 있다.

② 주민들의 민원과 대응

주민들에게서 가장 많이 제기되는 민원은 철가루 비산먼지 부분이다. 이 부분을 해결하기 위해서 모든 원료를 옥내 보관하고 있으며 원재료를 컨베이어벨트로 이송하고 있다. 사후환경영향평가조사 및 자체조사를 통해 농도를 항상 측정하고 있으나 마을 인근부근에 비산되는 먼지는 현재 측정하기 어려운 상황이다.

악취 민원 또한 개량화하기가 어렵고 주민들의 주관적인 상황에 따라 체감하는 것이 다르기 때문에 해결하기에 어려움이 있다.

실 거주 주민들의 요구 중에 상업지구 지정과 이주 등의 요구는 회사차원에서 대응하기가 어려운 부분이다.

농작물의 철가루 비산먼지 피해와 관련해서는 배추 등의 잎작물을 양파, 감자와 같은 뿌리작물로 전환을 유도하였다. 농작물 구매협약을 통해 진행하여 뿌리작물 생산품에 대해서 자체 구내식당 소진 또는 협력사 식당에서 소진하도록 지역영농조합법인을 통해 구매하고 있다.

현대제철 1팀1촌 자매결연을 통해 농번기 일손돕기, 자연환경개선 활동, 인재양성 지원, 다문화 가정 지원, 인근마을 건강검진, 희망의 집수리 등의 마을지원 공헌 사업을 진행하고 있다. 현대제철 1사1로 클린제를 실시하여 주변지역 도로변 청소와 슬러지 흡입을 주 1회 진행하고 있다.

현대제철은 전국 최초로 지역주민들의 민원과 상생 방안에 대해 전담하는 부서인 ‘지역 상생팀’을 별도로 운영하고 있다.

③ 대기오염물질 배출현황과 저감계획

제철소 가동이후 3고로 증설, 현대하이스코 2냉연공장 합병, 특수강공장, 수소공장, 냉연공장 증설 등에 따라 연차적으로 현대제철의 대기오염물질 배출량은 증가하고 있다.

현대제철의 TMS 대기오염물질 배출현황은 <표 3-3>과 같다.

<표 3-3> 현대제철의 대기오염물질 배출현황(TMS)

구분	2011년	2012년	2013년	2014년	2015년	2016년
배출량(톤)	11,821	13,619	11,230	14,977	19,692	23,476
먼지	421	405	310	529	818	510
황산화물	6,267	7,389	5,942	7,248	8,956	12,695
질소산화물	5,134	5,825	4,979	7,200	9,918	10,271
Remarks	1,2고로 가동			3고로 증설 냉연합병	특수강, 수소, 2냉연 증설	

자료 : 현대제철 내부자료, 2017

현대제철은 2020년까지 굴뚝에서 배출되는 대기오염물질의 배출량을 저감하는 자발적 협약을 체결하였다(표 3-4). 이송라인 등 공정과정에서 배출되는 대기오염물질도 저감하고자 환경개선투자계획을 수립하였다. 이로써 충청남도 TMS 대기배출량 7%의 감축과 당진시 TMS 배출량 20%의 감축 효과를 기대하고 있다.

<표 3-4> 현대제철의 대기오염물질 저감계획

구분	오염물질	2016년 (기준년도)	2019년		2020년	
		배출량(톤)	배출량(톤)	저감률(%)	배출량(톤)	저감률(%)
소결로	먼지	303	244	20%	188	38%
	황산화물	12,695	9,130	28%	7,414	42%
	질소산화물	10,236	8,195	20%	6,217	39%
	소계	23,234	17,569	24%	13,819	41%
기타시설	먼지	241	217	10%	217	10%
합계		23,475	17,786	24%	14,036	40%

자료 : 현대제철 내부자료, 2017

3. 소결

석유화학단지와 철강단지 주변 지역의 이해관계자들의 의견수렴 주요결과와 도출한 시사점은 다음과 같다.

첫째, 주변지역 주민들과 업체 간의 경제적 기여 부분의 인식 격차가 있었다. 주민들은 석유화학단지와 철강단지가 들어서면서 지역의 고용창출 효과 등의 경제적 기여가 과거에는 있었지만 현재는 거의 미비하다고 응답하였다. 반면에 업체에서는 지역 상생 프로그램과 주민지원사업, 농작물피해 보상 등을 통해 주민들의 피해에 대해 보상하고 있으며 지역이 같이 발전할 수 있도록 지속적으로 노력하고 있다고 인식하였다.

둘째, 과거 대비 오염도 관리 개선은 공무원, 업체, 주민들 모두 과거에 비해 환경 오염물질 관리가 개선되었다고 인식하였다. 주변지역의 주민들은 1990년대에 비해 오염도가 개선되었다고 인정하나 그동안 시설의 증설과 노후로 말미암아 현재 생활 속에서 체감하는 오염도는 만족스러운 관리가 되지 못한다고 인식하였다. 석유화학단지의 경우 생활 속에서 체감하는 악취에 대한 민원은 지속적으로 증가하고 있다. 철강단지의 경우 소음문제는 과거에 비해 많이 개선되었으나 철 비산먼지에 대한 관리는 여전히 미흡하다고 주민들은 인식하였다.

셋째, 해당지역의 민원은 지속적으로 증가하지만 담당 기초지자체 공무원들이 해결할 수 있는 문제의 범위를 넘어서고 있어 행정 처리에 어려움을 겪고 있다. 석유화학단지 주변지역의 경우 악취 민원접수를 받고 공무원이 현장에 출동하면 이미 상황이 종료되었거나 다양한 업체가 밀집되어 있어 악취의 발생원 파악이 어렵고 공기 흐름이 일정치 않아 현장에서 악취를 지도점검하기에 한계가 있다. 석유화학단지 공장에서 특별한 문제가 없음에도 악취가 발생하는 경우에 민원을 해결하기에 어려움이 있다고 응답하였다. 또한 주민들이 요구하는 대책 중 이주, 경제적 보상 등은 해당지역 지자체

공무원들이 해결할 수 있는 의 업무범위를 넘어서는 것이다.

넷째, 연구대상 지역의 해당기업에 있어 한 가지 주목한 점은 새 정부와 충청남도의 정책기조에 발맞춰 미세먼지 등 대기오염물질 배출량을 저감하기 위한 설비투자과 다양한 개선방안을 계획·추진하고 있다는 것이다. 문재인 정부가 들어서면서 미세먼지 문제를 국가적 의제로 설정하고 대형 점 오염원에서 발생하는 대기오염물질의 배출량을 감축하기 위한 다양한 정책들을 추진하고 있다. 충청남도는 대기오염 측정망 확대와 미세먼지 배출원 규명을 위한 성분분석 시스템 구축, ‘대기오염물질 배출허용기준에 관한 조례’를 통해 배출기준을 수도권수준으로 강화할 예정이다. 여기에 발맞춰 기업들은 자발적 협약을 맺고 오염물질 배출량 저감을 위한 투자와 다양한 개선방안을 모색하고 있다.

다섯째, 해당지역의 이해관계자들과의 긴밀한 위해도 소통을 통해 당사자 간의 신뢰 강화가 필요하다. 주민들은 환경오염으로 인한 생활의 불편함과 건강상의 피해 여부에 대해 민감하게 인식하고 있었다. 특히 이격거리가 짧은 지역주민들의 경우 암환자와 질환자의 발생이 해당기업 때문이라는 인식이 높았다. 그리고 주민들이 기업과 해당기 초지자체에 민원을 제기하지만 위해도 소통 방식이 미흡하며 요구에 비해 기대성고가 낮다고 인식하였다. 업체에서는 주민들의 민원제기가 비상식적일 때가 종종 있다고 인식하였고 기본적으로 경제적인 보상인 전제로 한 민원이라고 인식하는 경향이 있었다.

여섯째, 주민들에게서 기존에 진행하였던 주민건강영향조사에 대한 수정·보완의 요구가 많았다. 특히 건강검진만 하고 그 결과에 대해 후속조치를 하지 않은 부분에 대한 불만이 많았다. 고농도인 대상자의 경우 정밀건강검진을 통해 질환의 완화와 치료 등의 후속 대책을 마련하라는 요구가 많았다.

일곱째, 해당기업과의 이격거리가 짧은 지역 주민들에 대한 이주 대책 및 완충지대 확보는 적극적으로 고려해야 한다. 심층토의 결과, 주민들이 가장 원하는 것은 이주였다. 대산석유화학단지가 설립되는 초기에는 환경영향평가를 통해 이격거리가 짧은 지역의

주민들의 경우 이주를 시켰던 사례가 있다. 서산읍의 독곶리, 대죽리, 화곡리 등 석유 화학단지 주변 1 km 이내 마을주민들과 가곡리 등 철강단지 주변 20 m 이내 마을주민들의 경우, 장기적으로 이주를 고려하고 단기적으로는 녹지 완충지대 확보 등의 방안 모색이 필요하다.

제4장 충남 환경오염취약지역 주민건강영향조사 추진 방안

1. 주민건강영향조사 목적

충남 환경오염취약지역 주민건강영향조사의 목적은 대산석유화학단지(서산시)와 현대제철(당진시)에서 배출되는 환경오염물질에 의한 건강영향을 파악하고, 이에 대한 환경보건대책을 마련하는 것이다.

■ 대산석유화학단지(서산시)와 현대제철(당진시)에서 배출되는 환경오염물질 노출에 의한 건강영향 파악

- 대상지역 환경보건실태 파악
- 매체별 환경오염물질 노출 조사
- 대상지역 환경오염노출과 건강영향과의 관련성 분석

■ 건강영향에 대한 환경보건대책 마련

- 관련성 결과에 따른 사후보건 조치 마련
- 취약지역의 환경오염과 건강영향을 저감시키기 위해 고려되어야 할 방안 마련
(해당 지자체 관련부서, 중앙정부와의 협업 방안 마련 등)

2. 주민건강영향조사 방법 및 내용

1) 주민건강영향조사 운영위원회(가칭) 구성

신뢰할 수 있는 주민건강영향조사와 효과적인 사후보건조치 등의 대책을 마련하기 위해서 이탈리아 시칠리아 정부는 ‘과학적 검증위원회’를 구축하여 운영하였다.

충남에서도 환경취약지역 주민건강영향조사가 본격적으로 수행되기 전에 환경과 건강, 산업 관련 행정부서, 전문가, 주민대표 등이 포함된 ‘주민건강영향조사 운영위원회’ (가칭)를 구성하여 협력체계를 마련하는 것이 필요하다. 이 위원회를 통해 다음과 같이 주민건강영향조사 연구방법과 내용에 대한 검증, 관련 자료 수집, 쟁점에 대한 도출과 토론 등을 진행할 수 있다.

- 주민건강영향조사 연구방법과 내용에 대한 과학적 검증
- 환경과 건강, 인구사회학적, 경제 등 관련 자료 수집과 공유
- 해당지역 주민건강영향조사에 대한 쟁점 도출과 토론 등
- 주민건강영향조사 결과에 대한 정보 공유

‘주민건강영향조사 운영위원회’ (가칭)를 통해 충남도내 관련 기관과 주민들이 네트워크를 구축하고 지속적인 자료 수집과 축적이 이루어지기 위해서는 충남연구원과 같은 연구기관이 운영의 주체가 되는 것도 고려할 만하다.

2) 대상지역 관련 정보 수집과 환경보건 현황 파악

대상지역의 환경보건학적 현황을 파악하여 구체적인 연구 설계를 위한 기초자료로 활용하기 위해서 우선 관련된 정보 수집과 분석이 필요하다.

주민건강영향조사 수행을 위해 필요한 환경, 건강, 사회경제적 자료 등을 파악해서 목록화 할 필요가 있다. <표 4-1>은 필요한 자료 목록 예시이다.

<표 4-1> 대상지역 관련 정보수집 내용(안)

구분	내용
환경도출자료	환경오염 매체별 오염 측정 자료, 대기모델링 자료 등
건강자료	관련 질환의 사망률·이환률에 대한 자료, 암발생 자료 등
사회경제적 자료	사회경제적 관련 지수와 데이터 등
사고 관련 자료	화학사고 등 사고발생 유형 시뮬레이션 자료 등
지리적 특성 자료	대상지역의 산림 분포 등 지리적 특성

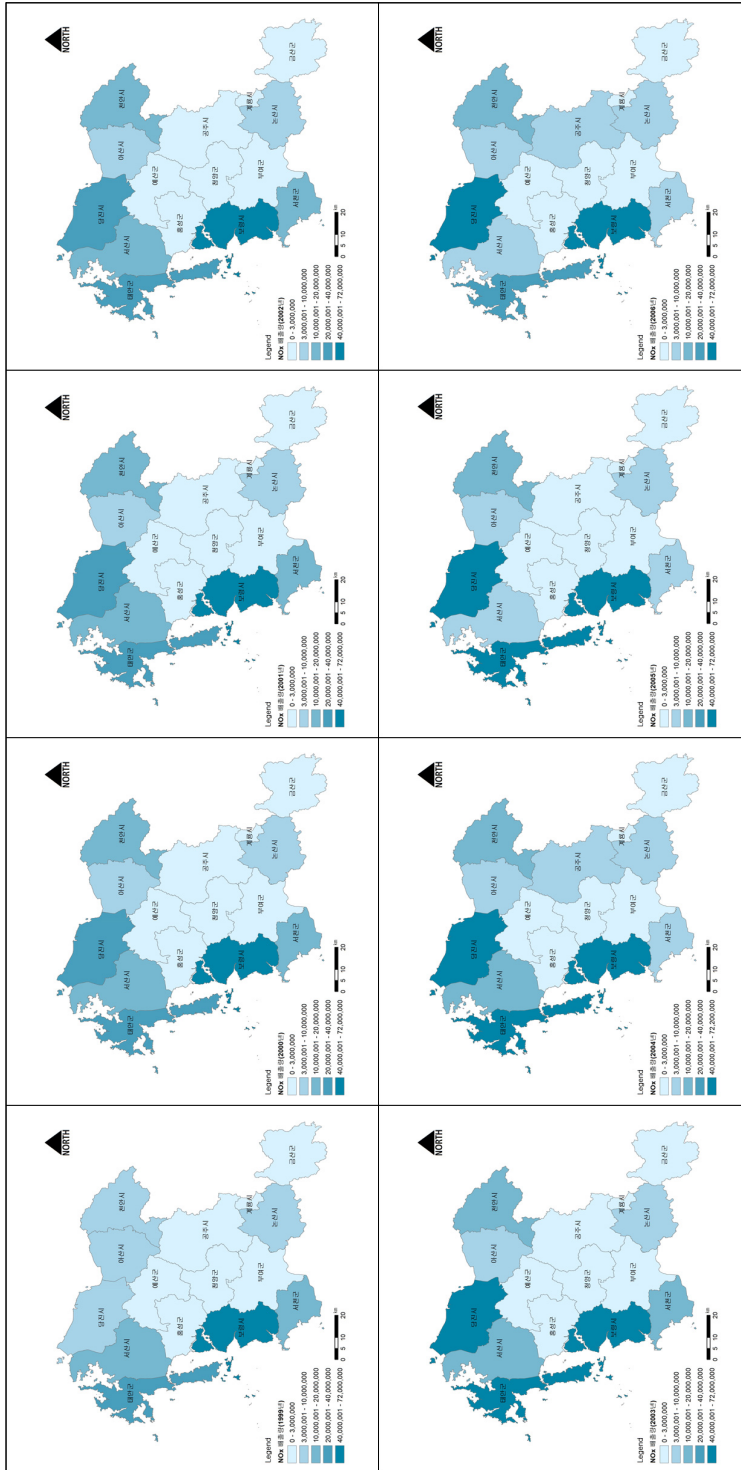
본 연구 대상 지역인 서산시(석유화학단지)와 당진시(철강단지)의 환경보건현황 분석을 위해 대기오염물질과 evidence를 기반으로 관련 비중이 높은 주요 질환군 중에서 호흡기계와 심혈관계 질환군 등을 선정하여 공간적인 분포를 살펴보았다.

대형 점오염원을 중심으로 좀 더 자세한 지역 환경보건 현황을 분석하기 위해서는 읍·면·동 단위의 자료가 필요하다. 그러나 본 연구에서 활용할 수 있는 기존에 있는 현황 자료의 형태가 대부분 시·군별 자료이다. 이러한 한계로 읍·면·동으로 가능한 일부 자료를 제외하고는 대부분 시군별 자료를 활용하여 현황의 분포와 경향을 보는 관점 수준으로 분석하였다.

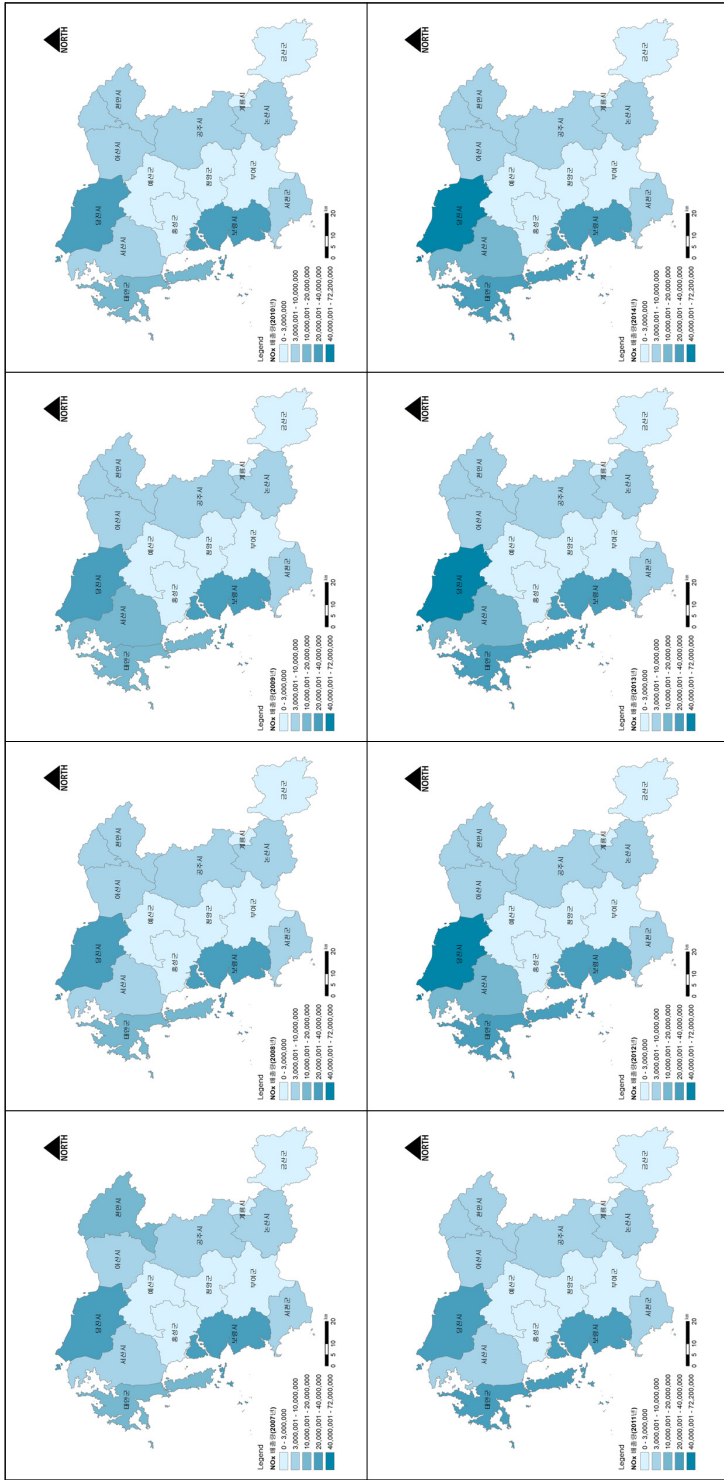
(1) 대기오염물질 특성

충청남도는 대기 측정망이 일부 서북부 지역에 몰려있어 충남 전체 대기질을 측정하는데 한계가 있었다. 지속적인 문제 제기로 충남도내 대기오염 측정망은 약 10여 개에서 2017년도까지 약 20여 개로 확대될 예정이다. 충남 시군별로 대기질의 연도별 변화를 분석하기 위해서 측정망의 대기농도자료를 활용하는 것이 가장 바람직하나 현재 데이터 한계로 본 연구에서는 국립환경과학원의 대기오염물질 배출량 자료를 분석하였다.

우선 미세먼지 생성의 전구물질로 작용하는 질소산화물(NO_x)의 연도별 배출량 추이를 살펴보았다(그림 4-1). 서산시의 경우 1999년에 13,679,809 kg에서 2005년 8,917,160 kg으로 지속적으로 감소하다가 2014년도까지 10,632,898 kg/년으로 서서히 다시 증가하고 있다. 서산시는 당진시와 태안군, 보령시 다음으로 질소산화물(NO_x)의 배출량이 많았다. 당진시의 경우 1999년에 9,508,712 kg에서 2014년도까지 57,096,262 kg으로 지속적으로 증가하고 있다.

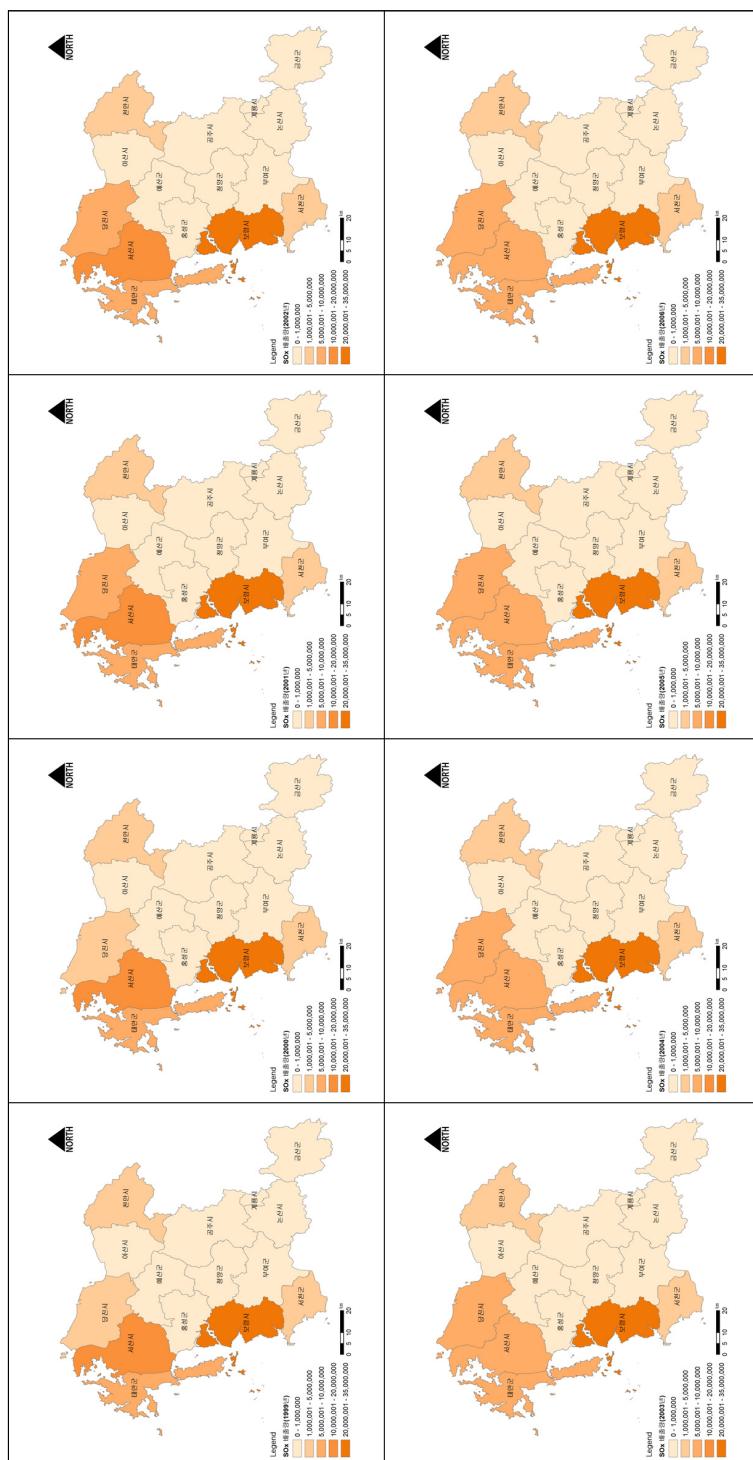


〈그림 4-1〉 충남 시군별 NOx 연도별 배출량 추이(1999 년~2014 년, kg/년)

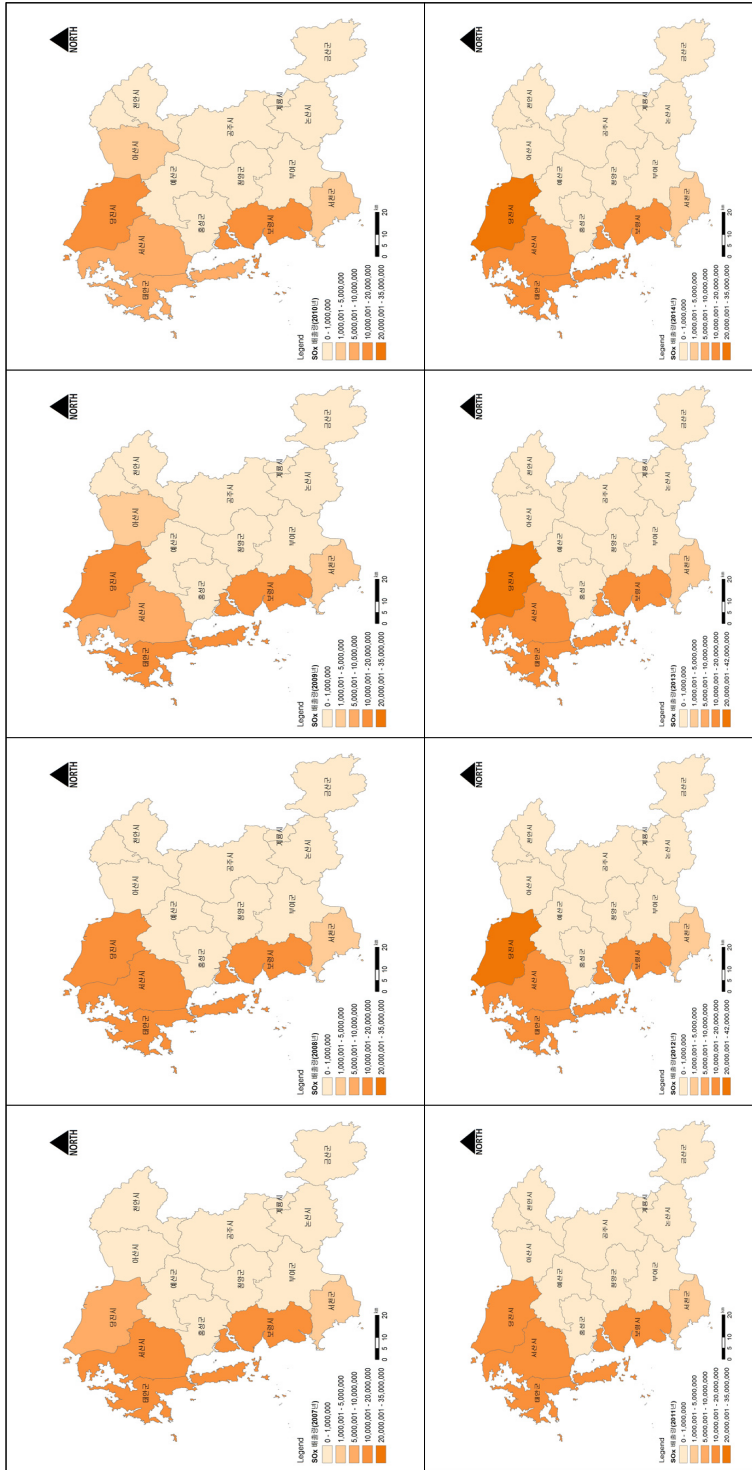


〈그림 4-1〉 경남 시군별 NOx 연도별 배출량 추이(1999년~2014년, kg/년)_계속

〈그림 4-2〉는 미세먼지 생성의 전구물질로 작용하는 황산화물(SOx)의 연도별 배출량 추이이다. 서산시의 경우 1999년에 15,368,633 kg에서 감소와 증가를 반복하다가 2014년도에 13,559,494 kg인 것으로 나타났다. 서산시는 당진시와 태안군 다음으로 황산화물(SOx)의 배출량이 많았다. 당진시의 경우도 1999년에 2,239,776 kg에서 감소와 증가를 반복하다가 2014년도에 25,703,137 kg으로 충청도내에서 황산화물(SOx) 배출량이 가장 많았다.

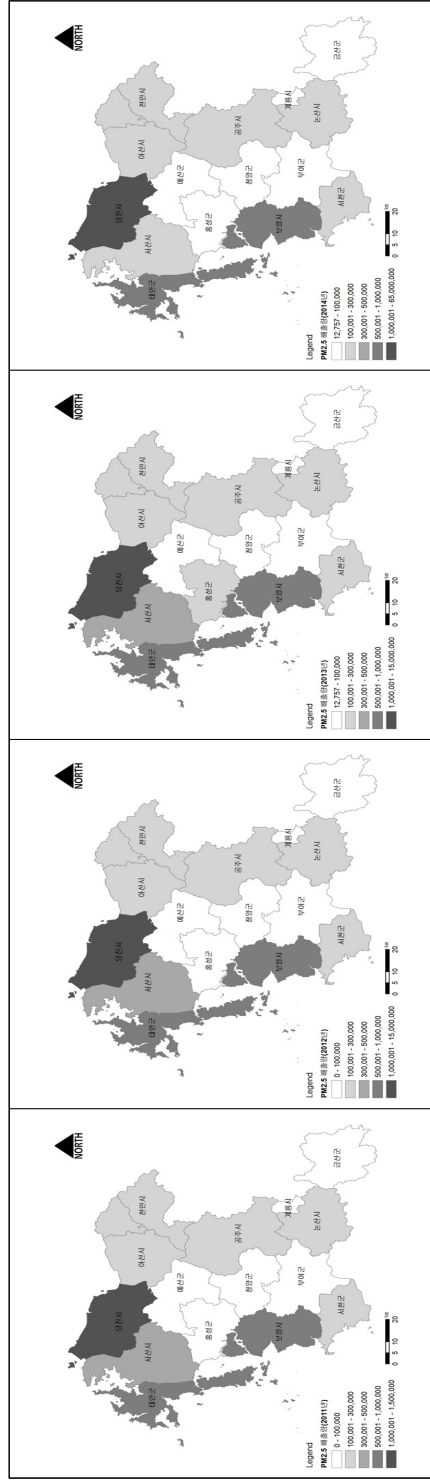


〈그림 4-2〉 충남 시군별 SOx 연도별 배출량 추이(1999 년~2014 년, kg/년)



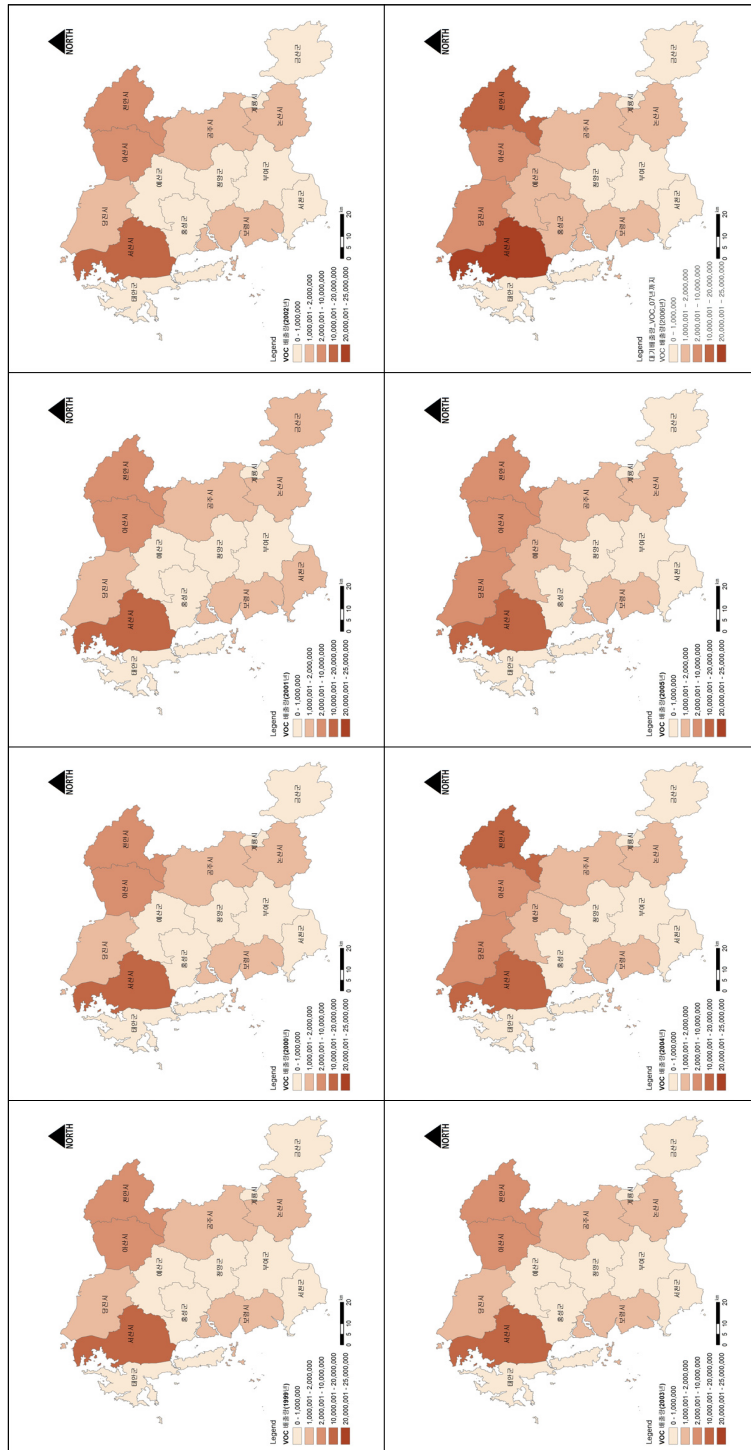
〈그림 4-2〉 광남 시군별 SOx 연도별 배출량 추이(1999 년~2014 년, kg/년)_계속

〈그림 4-3〉은 미세먼지(PM_{2.5}) 연도별 배출량 추이이다. 서산시의 경우 2011년에 327,330 kg에서 2014년에 262,529 kg으로 약간 감소하였다. 서산시는 당진시, 태안군, 보령시, 천안시 다음으로 미세먼지(PM_{2.5})의 배출량이 많았다. 당진시의 경우 2011년에 1,295,025 kg에서 지속적으로 증가하여 2014년도에 6,474,263 kg으로 충남도내에서 미세먼지(PM_{2.5}) 배출량이 가장 많았다.

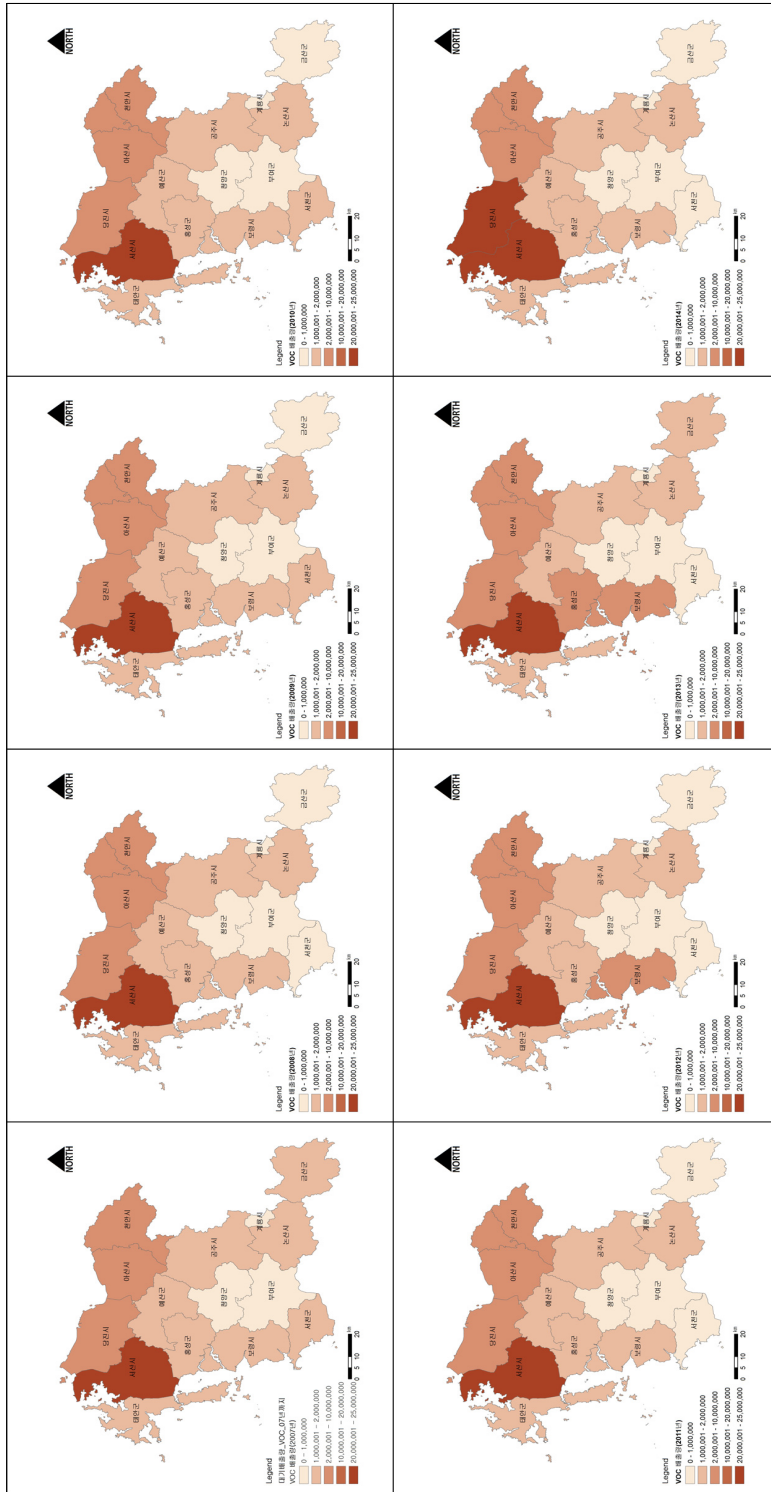


〈그림 4-3〉 충남 시군별 미세먼지(PM_{2.5}) 연도별 배출량 추이(2011 년~2014 년, kg/년)

〈그림 4-4〉는 휘발성유기화합물(VOC) 연도별 배출량 추이이다. 서산시의 경우 1999년에 19,094,816 kg에서 2014년에 22,207,360 kg으로 서서히 증가하였다. 당진시의 경우 1999년에 1,308,581 kg에서 2014년도에 22,931,976 kg으로 급격하게 증가하였다. 당진시와 서산시가 충남도내에서 휘발성유기화합물(PM_{2.5}) 배출량이 가장 많았다.



〈그림 4-4〉 충남 시군별 휘발성유기화합물(VOC) 연도별 배출량 추이(1999년~2014년, kg/년)



〈그림 4-4〉 경남 시군별 휘발성유기화합물(VOC) 연도 별 배출량 추이(1999년~2014년, kg/년)_계속

(2) 지역별 건강실태 특성

미세먼지 등의 대기오염물질(유해대기물질 포함)과 evidence를 기반으로 관련 비중이 높은 주요 질환군을 <표 4-2>과 같이 선정하였다. 질환의 자료는 국민건강보험공단과 통계청, 국립암센터의 자료를 활용하여 분석하였다⁴⁾. 시·군·구 환자 수는 통계청 5세별/남여별로 산출하였고, 산출된 환자 수를 통계청의 5세별/남여 주민등록인구수를 이용하여 각 연도별/지역별 인구구조에 맞게 10만 명당 인구를 산출한 다음 표준인구(2005년 주민등록 연앙인구) 기준으로 10만 명당 유병인구로 연령별 표준화를 실시하였다. 연령별 표준화 유병 환자 수 자료를 해당 지역의 인구수를 이용하여 인구 10만 명당 유병환자수로 정리하였다.

<표 4-2> 지역별 건강실태 분석 자료

자료원	자료년도/ 자료단위	질환	비고
국민건강보험공단 건강보험 청구자료	2006년~2015년/ 시군 단위	호흡기계(천식)	<ul style="list-style-type: none"> - 한의 제외 - 진료실의원수는 약국제외 - 주민등록주소지 기준
		심혈관계(심근경색)	
국립암센터 암자료	1999년~2014년/ 읍면동 단위	발암(기관지 및 폐암, 백혈병)	
통계청 사망원인자료	2005년~2015년/ 시군 단위	호흡기계 (천식, 만성폐쇄성폐질환)	
		심혈관계 (심장부정맥, 심근경색)	
		발암(기관지 및 폐암, 백혈병)	

4) 환경보건법 제15조에 근거하여 본 연구를 위해 충남도청에서 국민건강보험공단과 통계청, 국립암센터에 요청하여 받은 자료를 활용하였음(공문 환경보건과-7487, 7488, 7489)

① 호흡기계 질환

국민건강보험공단 건강보험 청구 자료에서 인구 10만 명당 연평균 천식 환자 수는 보령시가 5,095명으로 가장 많았고 그 다음으로 아산시가 4,794명 이었다. 서산시는 인구 10만 명당 연평균 천식 환자수가 3,447명이고 당진시는 3,116명이었다. 성별로는 모든 시군에서 남성에 비해 여성의 환자수가 많은 것으로 나타났다.

통계청의 사망원인 자료에서 인구 10만 명당 연평균 천식 사망자수는 청양군이 14.5명으로 가장 많았고 그 다음으로 부여군이 12.1명 이었다. 서산시는 인구 10만 명당 연평균 천식 사망자수가 5.3명이고 당진시는 7.1명이었다. 성별로는 거의 모든 시군에서 남성의 사망자수가 많은 것으로 나타났다. 인구 10만 명당 연평균 만성폐쇄성폐질환 사망자수는 홍성군이 57명으로 가장 많았고 그 다음은 금산군이 36명 이었다. 서산시는 인구 10만 명당 연평균 만성폐쇄성폐질환 사망자수가 13명이고 당진시는 17명 이었다. 성별로는 모든 시군에서 남성의 사망자수가 여성에 비해 많은 것으로 나타났다(그림 4-6).

② 심혈관계 질환

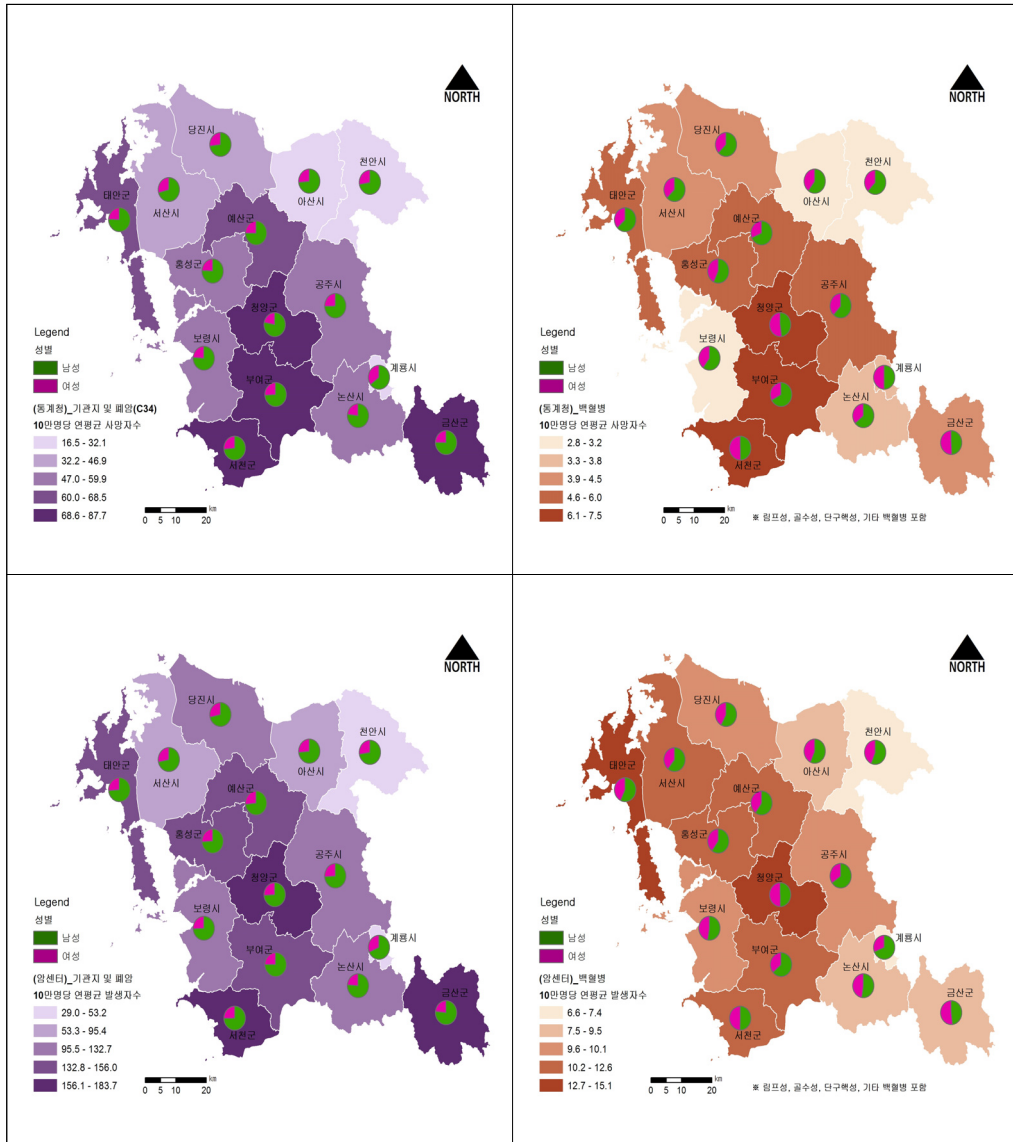
국민건강보험공단 건강보험 청구 자료에서 인구 10만 명당 연평균 심근경색 환자 수는 청양군이 220명으로 가장 많았고 그 다음으로 서천군이 197명 이었다. 서산시는 인구 10만 명당 연평균 심근경색 환자수가 130명이고 당진시는 87명 이었다. 성별로는 모든 시군에서 남성의 환자수가 많은 것으로 나타났다.

통계청의 사망원인 자료에서 인구 10만 명당 연간 심장부정맥 사망자수는 부여군이 24명으로 가장 많았고 그 다음으로 금산군이 23명 이었다. 서산시는 인구 10만 명당 연간 심장부정맥 사망자수가 9명이고 당진시는 6명 이었다. 인구 10만 명당 연평균 심근경색 사망자수는 청양군이 65명으로 가장 많았고 그 다음으로 서천군이 59명 이었다. 서산시는 인구 10만 명당 연평균 심근경색 사망자수가 24명이고 당진시는 28명 이었다(그림 4-7).

③ 발암

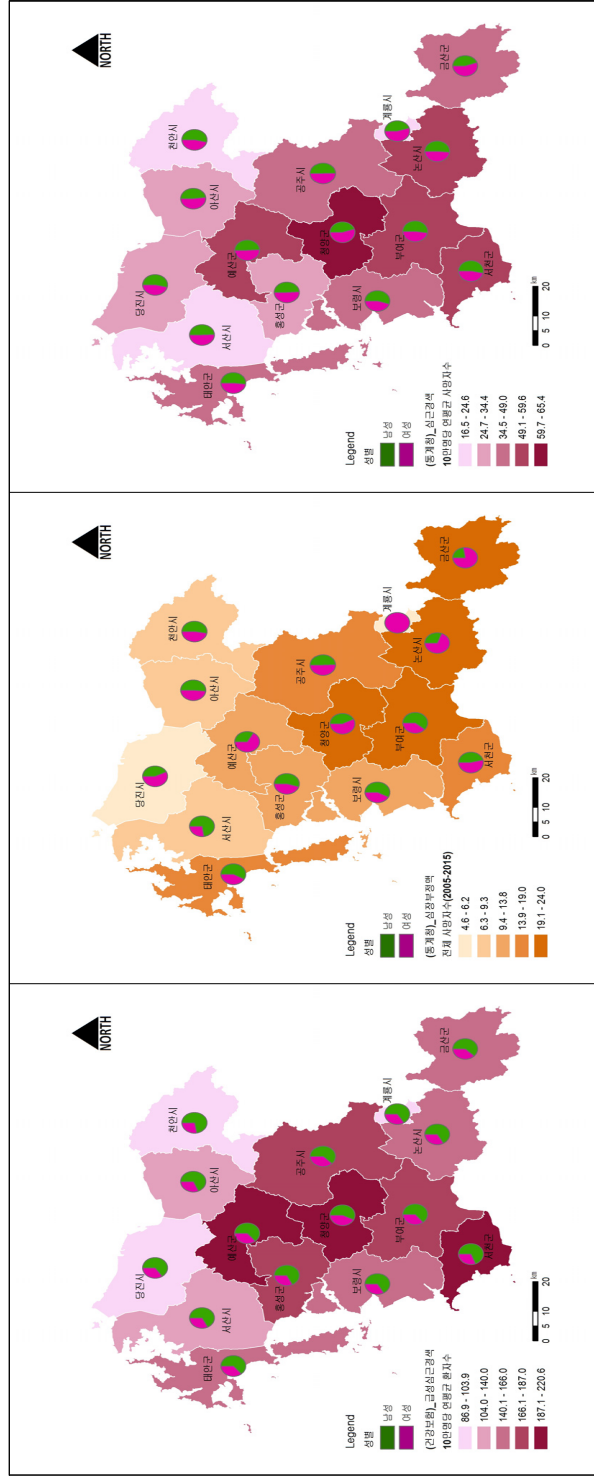
국립암센터의 암자료에서 인구 10만 명당 연평균 기관지 및 폐암 환자 수는 청양군이 183명으로 가장 많았고 그 다음으로 금산군이 169명 이었다. 서산시는 인구 10만 명당 연평균 기관지 및 폐암 환자수가 95명이고 당진시는 109명 이었다. 모든 시군에서 여성보다는 남성의 환자수가 많은 것으로 나타났다. 인구 10만 명당 연평균 백혈병 환자 수도 청양군이 15명으로 가장 많았고 그 다음으로 태안군이 13명 이었다. 서산시는 인구 10만명당 연평균 백혈병 환자수가 11명이고 당진시는 10명 이었다.

통계청의 사망원인 자료에서 인구 10만 명당 연평균 기관지 및 폐암 사망자수는 청양군이 87명으로 가장 많았고 그 다음으로 서천군이 81명 이었다. 서산시는 인구 10만 명당 연평균 기관지 및 폐암 사망자수가 45명이고 당진시는 46명이었다. 성별로는 거의 모든 시군에서 남성의 사망자수가 많은 것으로 나타났다. 인구 10만 명당 연평균 백혈병 환자수도 청양군이 8명으로 가장 많았고 그 다음으로 부여군이 7명 이었다. 서산시는 인구 10만 명당 연평균 백혈병 환자수가 4명이고 당진시는 5명 이었다(그림 4-5).



〈그림 4-5〉 충남 시군별 발암(기관지 및 폐암, 백혈병) 실태

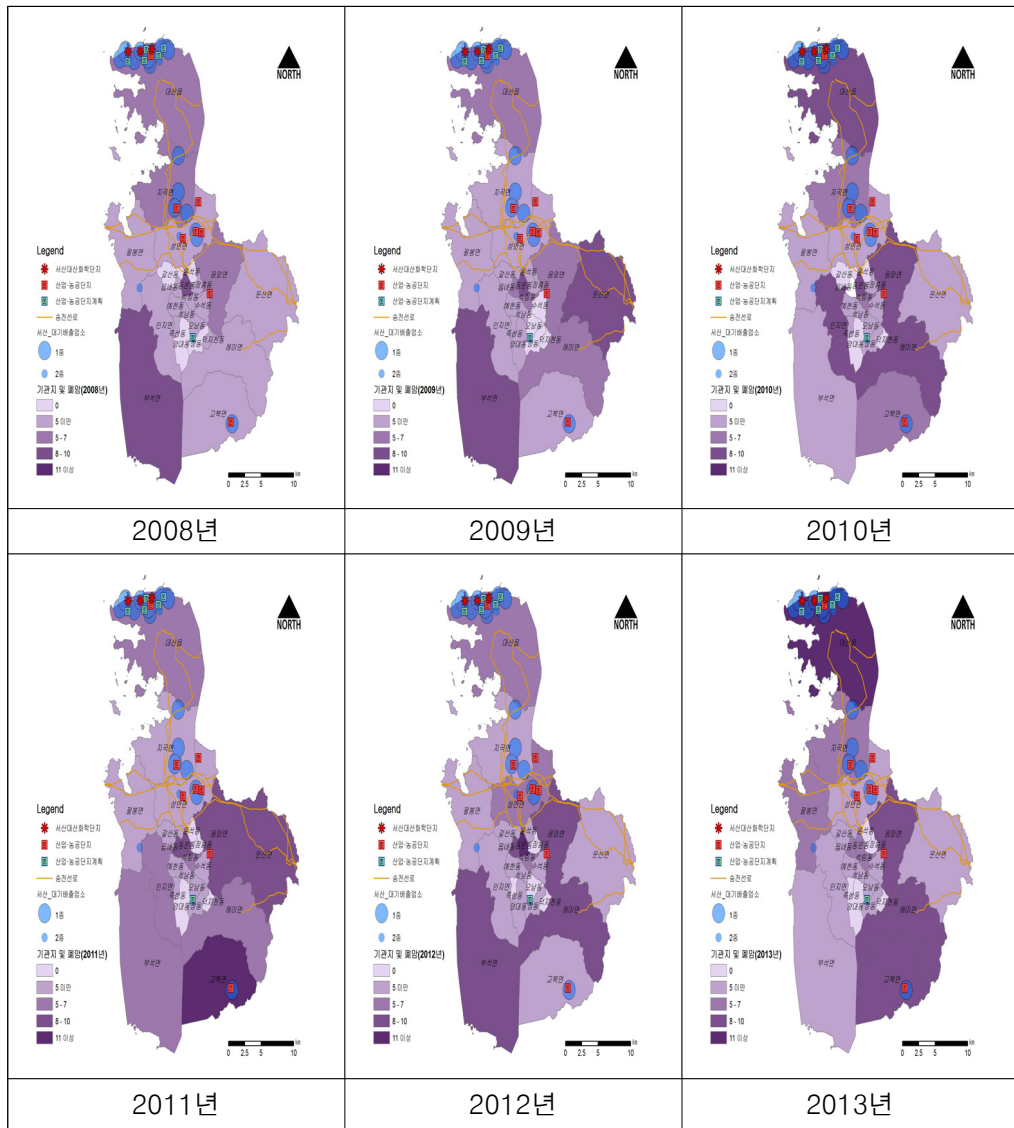
〈그림 4-6〉 농업 생산 시기별 농업 생산기계(원시, 만수, 폐색, 성숙)별 수확량



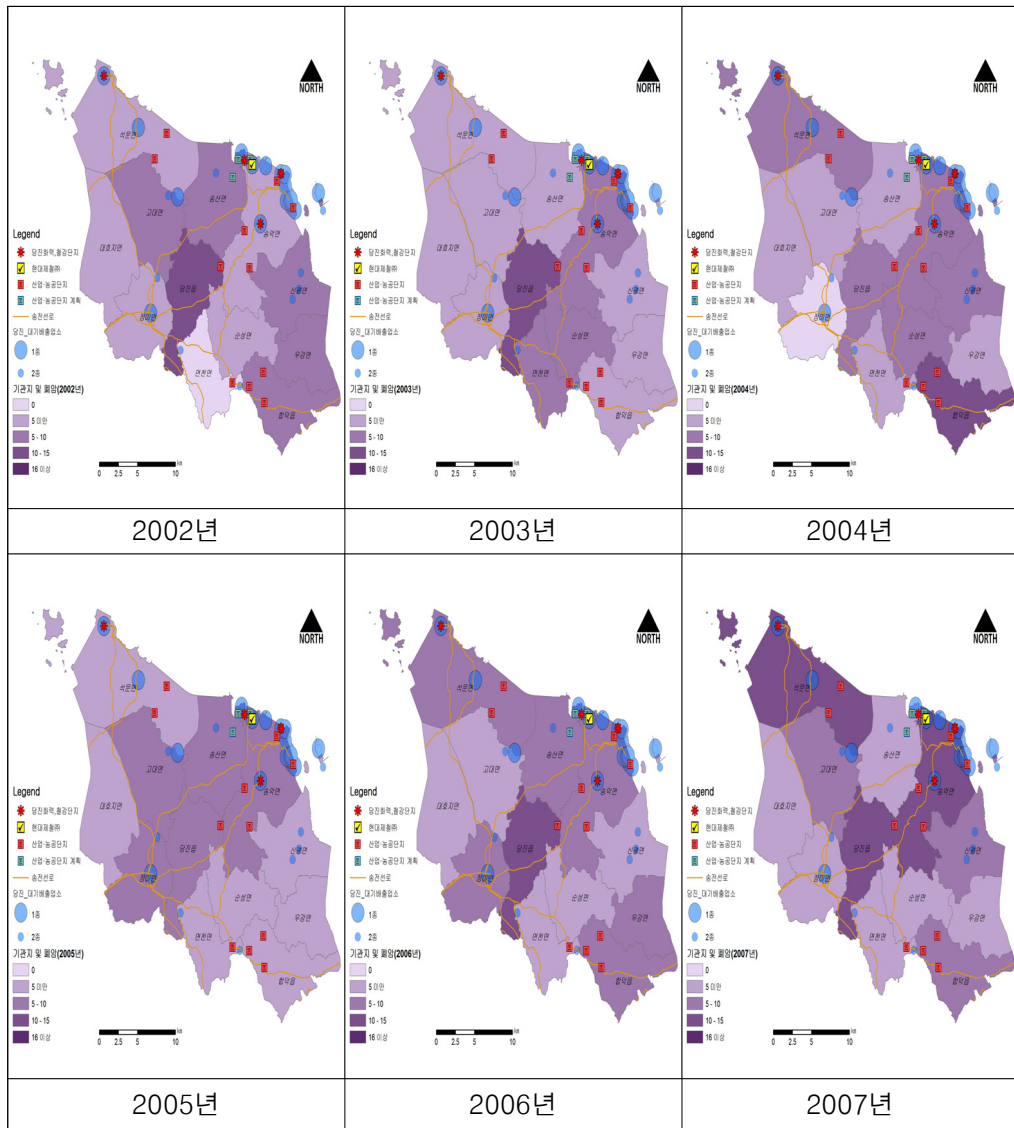
〈그림 4-7〉 충남 시군별 심혈관계(심장부정맥, 심근경색) 질환 실태

국립암센터의 읍면동 암자료를 활용하여 본 연구대상 지역인 충남 서산시와 당진시의 기관지 및 폐암의 연도별 환자수 추이를 보았다. 2002년부터 2013년까지 대산석유화학 단지가 위치해 있는 대산읍의 기관지 및 폐암 환자수의 연도별 추이를 보면 매년 8명~10명 사이로 다른 읍면동에 비해 비교적 지속적으로 암환자수가 많았던 것으로 나타났다(그림 4-8). 대산읍은 대기배출업소 1종과 산업농공단지가 집중적으로 몰려있는 지역이다.

2002년부터 2013년까지 현대제철이 위치해 있는 송악읍의 기관지 및 폐암 환자수의 연도별 추이를 보면 2002년 5명에서 2013년 15명으로 매년 지속적으로 증가하여 다른 읍면동에 비해 비교적 암환자수가 많은 것으로 나타났다(그림 4-9). 당진시 송악읍도 서산시 대산읍과 같이 대기배출업소 1종과 산업농공단지가 집중적으로 몰려있는 지역이다.



〈그림 4-8〉 서산시 읍면동 단위 발암(기관지 및 폐암) 환자수 연도별 추이
(2002년~2013년, 명)_계속



〈그림 4-9〉 당진시 읍면동 단위 발암(기관지 및 폐암) 환자수 연도별 추이
(2002년~2013년, 명)

3) 연구 설계

본 연구는 주민건강영향조사의 중장기 로드맵으로서 방향에 대한 제시이다. 본격적인 주민건강영향조사 연구가 들어가면 다음과 같이 연구 설계에 대한 구체적이고 세부적인 방안을 수립해야 한다.

■ 대상지역의 범위선정

- 대기확산모델링과 환경매체 실측측정 자료 등을 통해 파악된 노출범위에 근거하여 대상지역 범위 선정

■ 대상자 모집 및 추출

- 대상지역의 범위가 결정되었다면 대상지역에서 대상자를 어떻게 선정하여 추출할 것인가에 대한 방법을 정해야 함
- 이탈리아 시칠리아 정부의 경우, 지방등기소 자료와 보건센터의 도움을 받아 성과 연령별로 층화하여 대상자들에게 편지로 송신하고 전화연락을 통해 대상자를 추출함
- 대상자 중 주변지역 주민, 주변지역 주민이면서 근로자인 경우는 구별할 필요가 있음

■ 환경오염 노출평가와 건강영향평가 범위와 방법

- 환경오염노출평가에 대한 구체적인 항목과 방법 선정
- 개인노출 평가를 위한 시공간 분석 등 새로운 방법 시도
- 설문조사, 건강자료 분석, 생체모니터링 등 건강영향평가를 위한 구체적인 항목과 방법 선정

■ 환경오염과 건강영향의 연관성에 대한 규명

- 배출되는 환경오염물질 특성과 노출경로, 건강영향 사이의 기전 등을 분석하여 연관성을 밝히기 위한 최적의 연구방법을 모색
- 패널조사, 환자교차분석, 환자대조군 연구 등을 통해 연관성 분석

4) 환경오염노출 조사

환경오염에 의한 건강영향과의 관련성을 파악하기 위해서는 환경오염원-노출-건강영향의 연결고리 분석이 필요하다. 특히 노출평가 부분이 중요하다는 공감대는 형성되어 있지만 이 부분에 대한 명확한 프로토콜은 현재 없는 상황이다.

따라서 환경보건현황을 파악한 결과를 토대로 <표 4-3>에 예시로 제시한 환경 노출원 필요 자료 리스트를 작성하고 기존자료와 새로 측정할 자료 분석할 자료들을 목록화하는 과정이 필요하다.

기존 자료와 새로 측정하여 분석한 자료를 활용하여 환경오염노출에 대한 평가를 실시한다.

■ 대기 자료

- 국립환경과학원, 충남보건환경연구원, 대산석유화학단지, 현대제철 등의 대기 오염물질 배출량 및 측정망 자료수집 및 분석
- 대산석유화학단지의 대기농도모델링자료와 실측자료는 기존자료⁵⁾를 활용하고 현대제철의 경우 새로 측정분석 해야 함
- 연구 설계에 따라 수용체 중심의 개인노출평가를 위해 IoT 기술을 응용한 개인 및 공간 노출 측정 등

5) 주민대표, 기업대표, 시민단체, 전문가, 공무원, 도의회, 시의회로 구성된 대산지역환경협의회가 주체가 되어 2017년도부터 대기영향분석을 실시하고 있음

■ 수질(지하수) 및 토양 자료

- 환경부와 충남의 지하수 측정망 및 토양 측정망 자료 수집 분석
- 대상지역의 수질(지하수) 및 토양의 오염도를 확인하기 위해 지점을 선정하고 측정분석
- 건강의 위해성과 관련이 있는 Pb, Cd, Hg, As 중금속 등 오염도 실측 측정

■ 폐류와 농작물

- 조개 및 농작물 등의 식이섭취 노출경로에 의한 건강영향을 파악하기 위해 주변지역의 폐류와 농작물 내 중금속 농도를 조사하고 노출량 산정에 참고

〈표 4-3〉 환경 노출원 자료(예시)

분야	출처	자료	수집 항목	해상도	단위	비고
대기	국립환경과학원 충남보건의환경연구원	대기오염물질 배출량 통계(시군구별 배출원소분류별 연료별)	CO, Nox, Sox, TSP, PM ₁₀ , PM _{2.5} , VOC, NH ₃	시군	kg	기준자료
	국립환경과학원 충남보건의환경연구원	측정망 농도자료	CO, Nox, Sox, 오존, PM ₁₀ , PM _{2.5}	시군	ppm	기준자료
	대산석유화학단지, 현대제철	배출량과 농도 측정자료	Nox, Sox, TSP	배출원별	kg, ton	기준자료
	대기배출원 관리시스템	SEMS DB	Nox, Sox, PM ₁₀ , PM _{2.5}	배출원별	kg	기준자료
	석유화학단지(기준자료)/ 현대제철(기준자료 없음)	대기 농도 모델링 자료	Nox, Sox, 오존, PM ₁₀ , PM _{2.5}	충남(3km)/ 해당 시군(1km)	ppm, μg/m ³	석유화학단지(기준자료)/ 현대제철(새로 측정 분석)
	석유화학단지(기준자료)/ 현대제철(기준자료 없음)	대기 오염물질 농도	Nox, Sox, 오존, PM ₁₀ , PM _{2.5}	연구대상지역	ppm	석유화학단지(기준자료)/ 현대제철(새로 측정 분석)
수질 (지하수)	기준자료 없음	수용체 중심의 개인 노출 평가 (시공간자료)	PM _{2.5}	개인	ppm	새로 측정 분석
	환경부, 충남도청	지하수 측정망 농도자료	Pb, Cd, Hg, As	측정망 (국가, 충남)	mg/l	기준자료
	기준자료 없음	지하수 농도 측정	Pb, Cd, Hg, As	연구대상지역 (음면동)	mg/l	새로 측정 분석
토양	환경부, 충남도청	토양 측정망 농도자료	Pb, Cd, Hg, As	측정망 (국가, 충남)	mg/kg	기준자료
	기준자료 없음	토양 농도 측정	Pb, Cd, Hg, As	연구대상지역 (음면동)	mg/kg	새로 측정 분석
폐류	기준자료 없음	폐류 내 중금속 측정	Pb, Cd, Hg, As	연구대상지역 (음면동)	mg/kg	새로 측정 분석
농작물	기준자료 없음	농작물 내 중금속 측정	Pb, Cd, Hg, As	연구대상지역 (음면동)	mg/kg	새로 측정 분석

5) 건강영향조사

국내·외 주민건강영향조사 사례에서 본 바와 같이 건강영향조사를 위한 방법들은 설문조사, 건강자료 분석, 생체모니터링 등이다. 환경오염 노출자료와 연계하여 분석할 수 있도록 건강영향조사 자료의 항목과 범위를 선정하여야 한다.

대산석유화학단지의 경우 휘발성유기화합물(VOC)이 타 지역에 비해 많이 배출되고 있으며 주민들의 민원 대부분이 대기, 악취 발생과 이와 연관된 질환에 대한 것이다. 따라서 발생하는 환경오염물질의 특성과 연관된 질환 등을 중점적으로 파악할 수 있도록 설문조사 문항과 질환, 생체모니터링 항목이 정해져야 한다.

■ 설문조사

- 인구학적·사회학적 특성, 식이습관, 환경오염 노출력, 생활습관, 질병 및 의료 이용 실태 등에 대한 설문조사

■ 건강자료 분석

- 통계청, 국립암센터, 국민건강보험공단 건강보험청구자료 등 수집 분석
- 관련 질환의 상병자료, 암발생 자료, 사망자료 등을 분석

■ 생체모니터링

- 혈액 및 소변 내 중금속(Pb, Cd, Hg, As) 농도 분석하여 국내의 참고치와 비교·분석
- PAHs 등 오염물질 대사체 분석 등

6) 결과 배포

충남의 해당지역 주민들과의 심층토의 결과, 건강검진 후 결과 통보에 대한 불만이 컸었다. 결과에 대해 통보를 받았으나 이해하기 어렵다는 것이다. 본인의 건강수준이

어느 정도인지 알고자 원했고, 환경오염으로부터 질환을 예방하기 위한 조치 등의 매뉴얼도 알기를 원했다. 환경부(국립환경과학원)에서 수행하였던 주민건강영향조사 역시 결과에 따른 보건조치가 적극적으로 마련되지 못하였다. 이탈리아 시칠리아 정부의 경우, 조사결과에 대해 위해도 소통을 하고자 노력하였다. 원활한 의사소통을 위해 대상자 대면 상담, 조사결과에 대한 신뢰도 설문조사, 대중매체 보도자료, 전단지 등의 도구를 활용하였다. 충남지역에서도 다음의 방법을 포함하여 결과배포에 대한 효과적인 소통 방안이 마련되어야 한다.

- 대상자 대면상담(결과통보 의사를 밝힌 대상자에 한하여)
- 조사결과에 대한 신뢰도 설문조사
- 보도자료, 전단지, 매뉴얼 등의 제작·배포 등

7) 건강영향에 대한 환경보건대책(안) 제시

충남 해당지역 주민들의 가장 큰 불만은 건강검진 후에 그 결과에 따른 후속조치가 없었다는 것이다. 생체모니터링 결과 고농도의 중금속 등의 수치를 보인 건강취약계층을 선정하고 이 대상자들에 대한 추적조사와 보건조치가 필요하다. 또한 질환에 대한 의사진단이 없을지라도 증상을 호소하는 대상자들에 대해서도 환경보건서비스 차원의 후속대책도 필요하다.

- 고농도의 중금속 수치를 보였거나 특이적인 현상 발현 등에 대해 기준을 설정하여 관리대상자를 선정
- 관리대상자에 대한 추적조사
- 결과에 따른 환경보건대책(환경오염물질 배출량 저감, 이격거리 확보, 환경보건 서비스 등) 제시

8) 주민건강영향조사 평가·개선방안 도출과 조사기반 시스템 구축

환경부(국립환경과학원)에서 진행하는 건강영향감시 사업과 같이 충남에서 그동안 진행하였던 주민건강영향조사에 대한 구체적인 평가와 개선방안 도출이 필요 하다. 단계별 평가와 개선방안 도출 시스템을 구축하면 지속적으로 주민건강영향조사 방법을 보완해 갈 수 있을 것이다.

국내 주민건강영향조사에 대한 명확한 연구방법과 가이드라인은 현재 부재한 상황이다. 본 연구에서는 환경부(국립환경과학원)의 산단지역 주민건강영향조사뿐만 아니라 충남의 상황과 유사한 발전소, 석유단지 등이 있는 이탈리아 시칠리아 정부의 사례 분석, 이해관계자 의견수렴 등을 통해 주민건강영향조사 중장기 방안을 도출하였다. 본 연구에서 제시한 방안 역시 향후 조사기반 시스템을 통해 지속적으로 수정·보완되어야 할 것이다.

9) 기타

충남 환경오염취약지역 주민건강영향조사 중장기 방안을 도출하기 위해 국외 사례를 조사하였으나 문헌조사로서 한계가 있었다. 충남의 환경보건학적 현황이 유사한 이탈리아 시칠리아 정부의 통합적 연구방법에 대한 큰 방향은 파악할 수 있었으나 현장에서 어떻게 실행되었고, 어떤 문제점이 있었는지 등 실무적인 부분을 파악하기에는 한계가 있었다. 이에 직접 사례 지역을 방문하여 현장을 보고 공무원 등 이해관계자와의 면담을 통해 실무적인 경험과 교훈, 자료 등을 취득할 필요가 있다.

3. 주민건강영향조사 단계별 추진체계

충남 환경오염 취약지역 주민건강영향조사의 단계별 추진체계를 <그림 4-10>과 같이 도출하였다.

단계별로 1단계(2018년~2020년)와 2단계(2021년~2025년)로 구분하였다. 1단계를 추진하면서 도출된 문제점을 바탕으로 개선방안을 적용하여 2단계를 추진하는 형태이다.

위해도 소통은 민·관·산·학·연으로 구성된 전문가위원회(가칭)의 구성·운영과 대상주민들에 대한 결과배포의 방법으로 구성하였다. 소통 체계를 통해 환경과 건강 관련부서와의 협업, 관련자료 수집과 공유, 조사결과에 대한 정보 공유, 연구방법과 내용에 대한 과학적 검증, 쟁점 도출과 토론 등을 수행할 수 있다.

연구 설계에서는 대상지역 관련 정보수집과 환경보건 현황을 파악하고 대상지역과 범위 선정, 대상자 모집 및 추출, 환경오염노출조사와 건강영향조사의 범위와 방법을 선정한다. 연구 설계에서 결정된 항목에 따라 환경노출조사(대기, 수질, 토양, 시공간활동유형조사)와 건강영향조사(설문조사, 건강자료 분석, 생체모니터링)를 수행한다. 환경노출조사와 건강영향조사를 지속적으로 추진할 수 있는 모니터링 시스템을 구축함으로써 장기간 다수의 대상자 자료를 확보할 수 있다.

모니터링시스템을 통해 선정된 관리대상자를 중심으로 추적조사를 함으로써 환경노출과 건강영향과의 관련성분석에 있어 중요한 자료를 확보하고 이들에 대한 환경보건서비스 등의 사후관리를 수행한다.

1단계와 2단계에서 확보된 환경노출과 건강영향 자료들을 통해 관련성을 분석하고 최종결과를 도출함으로써 향후 추진되어야 할 환경보건대책에 기초자료로 활용한다.



〈그림 4-10〉 충남 환경오염 취약지역 주민건강영향조사의 단계별 추진체계

4. 추진예산과 재원조달방안

1) 추진예산

‘충남 환경오염 취약지역 주민건강영향조사 중장기 조사’의 추진예산을 도출하기 위해 우선 국내에서 진행되었던 주민건강영향조사의 대상지역, 연구기간, 연구비 등을 검토하였다(표 4-4).

최근 10년간 진행되어진 산단지역의 환경오염 노출수준 및 생체지표 모니터링 조사와 환경오염노출 및 건강영향감시 연구대상지역은 포항지역, 광양만권, 청주·대산지역, 울산지역, 대구지역 등이다. 연구기간은 연구대상지역에 대해 1차에서 4~5차까지 지속적으로 조사한 지역이 대부분이다. 환경오염 노출 및 생체지표 모니터링 조사의 경우 연구대상자들은 대략 200~300명 규모로 이루어졌다. 연구예산은 대상자와 대상지역범위에 따라 편차가 있었으나 약 150백만 원에서 490백만 원의 범위에서 진행되었다. 대구 염색산단 주변지역 주민건강영향조사의 경우 국가와 지자체 매칭으로 연구가 진행되었고, 그 외 산단 주민건강영향조사는 전액 국비로 진행되었다.

국가산단지역의 주민건강영향조사의 대상지역범위와 예산을 고려하여 ‘충남 환경오염 취약지역 주민건강영향조사 중장기 조사’의 예산을 다음과 같이 도출하였다. 충남 환경오염 취약지역 주민건강영향조사 중장기 조사의 연구대상지역은 현대제철이 위치해 있는 당진시와 대산석유화학단지가 위치해 있는 서산시이다. 각 지역 당 100백만 원의 예산으로 진행하여 한해에 100백만 원x2지역=200백만 원으로 진행하고 총 8년간의 진행으로 200백만 원x8년=1,600백만 원을 제시하였다.

■ 추진예산(안) : 총 1,600백만 원

■ 당진, 서산 대상지역 : (100백만 원x2지역)x8년=1,600백만 원

■ 주요 예산항목(안)

: 환경노출조사비(대기모델링, 대기측정, 지하수측정, 토양측정 분석비)

: 건강영향조사비(설문조사, 생체모니터링, 2차 건강자료 수집 및 분석)

〈표 4-4〉 주요 (국가)산단 주민건강영향조사

연구기간	대상지역	과제명	연구비
10개월 (2006.5~2007.3)	포항	지역주민(코호트)환경오염 노출수준 및 생체지표 모니터링	200백만원
10개월 (2007.4~2008.2)			195백만원
8개월 (2010.4~2010.12)			335백만원
10개월 (2006.4~2007.2)	광양만권	지역주민환경오염 노출수준 및 생체지표 모니터링	175백만원
10개월 (2010.4~2010.11)			490백만원
10개월 (2009.4~2010.2)	청주, 대산	지역주민 환경오염 노출수준 및 생체지표 모니터링	150백만원
8개월 (2010.4~2010.12)			198백만원
10개월 (2009.4~2010.2)	울산	지역주민 환경오염 노출수준 및 생체지표 모니터링	200백만원
8개월 (2010.4~2010.12)			198백만원
12개월 (2012.1~2012.12)	포항	산단지역 주민 환경오염노출 및 건강영향감시	150백만원
5개월 (2013.1~2013.5)			120백만원
6개월 (2014.1~2014.6)			111백만원
6개월 (2015.1~2015.6)			100백만원
6개월 (2012.1~2012.6)	광양만권	산단지역 주민 환경오염노출 및 건강영향감시	200백만원
5개월 (2013.1~2013.5)			540백만원
6개월 (2014.1~2014.6)			240백만원
6개월 (2015.1~2015.6)			230백만원
6개월 (2012.1~2012.6)	시화, 반월	산단지역 주민 환경오염노출 및 건강영향감시	150백만원
5개월 (2013.1~2013.5)			180백만원
6개월 (2014.1~2014.6)			165백만원
6개월 (2012.1~2012.6)	청주, 대산	산단지역 주민 환경오염노출 및 건강영향감시	150백만원
5개월 (2013.1~2013.5)			160백만원
6개월 (2014.1~2014.6)			145백만원
6개월 (2015.1~2015.6)			125백만원
6개월 (2012.1~2012.6)	울산	산단지역 주민 환경오염노출 및 건강영향감시	100백만원
5개월 (2013.1~2013.5)			120백만원
6개월 (2014.1~2014.6)			370백만원
6개월 (2015.1~2015.6)			115백만원
8개월 (2013.4~2013.12)	대구	대구 염색산단 주변지역 주민건강영향조사	150백만원 (지자체분담금 50백만원 포함)
14개월 (2013~2014)	대구	대구 안심연료단지 주변지역 주민건강영향조사	310백만원

2) 재원조달방안

재원조달방안으로는 우선 2018년도는 도비와 시·군비 매칭 50:50으로 진행하고 중장기적으로는 CSR(Corporate Social Responsibility)⁶⁾차원에서 기업에서 조달하는 방안을 모색할 수 있다. 이미 대산석유화학단지의 환경오염과 건강문제를 해결하기 위해 구성된 ‘대산지역환경협의회’는 2017년 11월부터 주변지역의 대기오염도를 측정할 계획이다. 따라서 대산지역의 경우 대기오염도와 연계된 건강영향조사에 대해서도 기업의 자금 조달이 가능할 것으로 판단된다.

또한 석유화학산업단지 주변지역 지원을 위한 제도 도입에 대한 필요성이 대두됨에 따라 20대 국회에서는 관련 법안을 성일종 의원과 주승용 의원이 각각 발의하였다 (명형남 등, 2016년).

- 성일종 의원은 법안은 석유화학단지(국가산업단지와 일반산업단지) 주변지역 (반경 5km 이내 읍·면·동)에 대한 지원사업계획을 수립하고 이의 시행을 위한 비용을 에너지 및 자원사업 특별회계에서 부담토록 하는 내용을 담고 있음
- 주승용 의원의 법안은 국가와 지자체로 하여금 주변지역지원사업기금을 설치하고 석유화학시설 및 석유비축시설 주변지역(5km 이내 읍·면·동)의 발전을 위한 지원 정책을 수립·시행하도록 하는 내용을 담고 있으며, 지원사업시행자로 하여금 정기적으로 석유화학시설 및 석유비축시설에 대한 안전진단을 실시하고 그 결과를 공개하도록 함

석유화학단지 또는 석유화학시설 주변지역에 대한 지원제도가 도입된다면 물질적·금전적 지원 사업뿐만 아니라 주변지역 환경·건강영향조사가 포함되어 진행되어야 한다. 이를 위해서 대산석유화학단지의 환경오염과 건강문제를 해결하기 위해 구성된 ‘대산지역환경협의회’를 통한 지속적인 의견수렴과 개진의 과정이 필요하다.

6) 기업 활동에 영향을 받거나 영향을 주는 직간접적 이해 관계자에 대해 법적, 경제적, 윤리적 책임을 감당하는 경영기법을 말함

참고문헌

- 권호장, 하미나 외, 2016, 국가 산단지역 주민 환경오염노출 및 건강영향감시사업 종합평가, 국립환경과학원.
- 노상철 외, 2016, 환경오염취약지역 주민건강영향조사(2013-2016), 충청남도.
- 당진시, 2016, 대기개선실천계획 수립(2016~2025) 및 대기오염조사.
- 명형남 외, 2016, 대산석유화학단지 주변지역 환경·건강영향조사 실시설계용역 방안 연구, 충남연구원(현안과제)
- 백성욱 외, 2012, 대산지역 유해대기오염물질(HAPs) 조사연구, 국립환경과학원.
- 임현술 외, 2014, 포항 산단지역 환경오염노출 및 건강영향 감시, 국립환경과학원.
- 임현술 외, 2015, 대구 안심연료단지 주변지역 주민건강영향조사, 국립환경과학원.
- 한국전력공사, 2016, 2015년 한국전력통계.
- 환경부, 1994, 공단지역 주민건강 조사사업에 대한 종합분석 및 평가검토 보고서(1980-1994).
- 환경부, 2012, 산단지역 환경오염노출 및 건강영향감시 사업.
- 환경부, 2016, 대기오염물질 다량 배출사업장.
- WHO, 2015, Human Health in Areas with Industrial Contamination.

참고사이트

- 국립환경과학원 대기오염물질배출량(<http://airemiss.nier.go.kr>)
- 세계보건기구(WHO)(<http://www.who.int/en/>)
- 환경부 홈페이지(<http://www.me.go.kr>)

■ 집 필 자 ■

연구책임 · 명형남 충남연구원 책임연구원

연구진 · 백승희 충남연구원 연구원

연구자문 · 하미나 단국대 의과대학 교수

이종대 순천향대 환경보건센터 교수

행정자문 · 이봉재 충남도청 환경관리과 환경보건팀 팀장

정광일 충남도청 환경관리과 환경보건팀 주무관

전략연구 2017-09 · 충남 환경오염 취약지역 주민건강영향조사 중장기 조사방안 연구
-대 산 석 유 화 학 단 지 와 현 대 제 철 을 중 심 으 로 -

글쓴이 · 명형남, 백승희

발행자 · 강현수 / 발행처 · 충남연구원

인쇄 · 2017년 12월 31일 / 발행 · 2017년 12월 31일

주소 · 충청남도 공주시 연수원길 73-26 (32589)

전화 · 041-840-1284(환경생태연구부) 041-840-1114(대표) / 팩스 · 041-840-1129

ISBN · 978-89-6124-405-3 03350

<http://www.cni.re.kr>

© 2017. 충남연구원

- 이 책에 실린 내용은 출처를 명기하면 자유로이 인용할 수 있습니다.
- 무단전재하거나 복사, 유통시키면 법에 저촉됩니다.
- 연구보고서의 내용은 본 연구원의 공식 견해와 반드시 일치하는 것은 아닙니다.