

석탄화력발전소 가동중단에 따른 충남 대기질과 주민건강실태·정책인식조사 연구

명형남

충남연구원 책임연구원

김재식

충남보건환경연구원 과장

정금희

충남보건환경연구원 팀장

이병창

충남보건환경연구원 연구사

이재중

전)충남보건환경연구원 원장

연구 요약

1. 연구 배경 및 목적

수도권 대기특별법 관련 감사원 자료와 NASA의 연구결과가 2016년에 보도되면서, 충남지역 석탄화력발전소의 미세먼지는 수도권의 대기질을 악화시키는 원인 중에 하나로서 전 국민적 관심을 끄는 계기가 되었다. 그리고 국내 석탄화력발전량의 약 50%를 차지할 정도로 석탄화력발전소가 집중되어 있는 충남에는 미세먼지가 더 심각한 영향을 미칠 수 있다는 사실도 알려주었다. 실제로 환경부에서 전국의 대기오염물질 다량 배출사업장을 조사한 결과, 전국 상위 5위를 석탄화력발전소가 모두 차지하였다. 충남의 경우에는 전국 상위 7위 안에 태안화력·보령화력·당진화력과 현대제철이 포함되어 있다.

이번에 출범한 새정부는 미세먼지 문제를 국가적 의제로 설정하고 미세먼지 대책의 일환으로써 석탄화력발전소를 주목하였다. 미세먼지 감축을 위한 응급대책으로 30년 이상 노후된 전국의 석탄화력발전소에 대해 6월 한달 동안 일시가동중단(셧다운)하였다. 이에 따라 충남지역의 화력발전소도 보령화력 1호기·2호기와 서천화력 1호기·2호기가 일시가동중단 되었고, 특히 서천화력 1호기·2호기는 영구 가동중단 되었다.

충남은 석탄수입 용이성과 수도권과의 인접성 때문에 전국 석탄화력발전 설비용량과 발전량의 약 50%를 차지하고 있다. 이러한 이유로 충남지역 주민들에게서 환경과 건강 피해 우려가 지속적으로 제기되었다. 석탄화력발전 문제가 충남지역 현안문제로 대두 되면서 충청남도는 2013년도부터 전국 지자체 최초로 석탄화력발전소 주변지역을 중심으로 주민건강영향조사를 수행해 왔다.

그러나 석탄화력발전소로 인한 환경과 건강영향과의 인과성을 규명하는 것은 그리 간단한 문제가 아니다. 그러므로 이에 대한 연구도 다각적인 검토가 필요하다. 이런 점에서 보면, 이번에 시행하는 석탄화력발전 가동중단(셧다운) 정책은 석탄화력발전 가동

전 후를 비교한 대기질과 주민건강실태·정책인식을 파악할 수 있는 의미 있는 단서가 될 것이다.

본 연구의 목적은 석탄화력발전 가동중단(셧다운)에 따른 충남의 대기질 변화와 주민 건강실태·정책인식 조사를 통해 정책의 실효성에 대한 과학적 근거를 제공하는 것이다.

2. 대상지역의 영향권역 설정

30년 이상 된 노후설비로서 충남의 석탄화력발전 가동중단(셧다운) 대상 시설은 보령 화력(발전사 : 중부발전) 1호기·2호기와 서천화력(발전사 : 중부발전) 1호기·2호기이다. 보령화력 1호기는 1983년부터 가동되었으며 보령화력 2호기는 1984년부터 가동되었다. 서천화력 1호기와 2호기는 1983년부터 가동되었다.

본 연구에서는 대상지역의 대기측정망 부재로 석탄화력발전 가동중단(셧다운)에 따른 대기질 영향권역을 선정하기 위해 대기확산모델링 자료를 활용하였다. 대기확산예측 모델(HYSPLIT)을 이용한 forward trajectory의 실험방법으로 미세먼지 이동경로를 추적한 김순태(2017년)의 연구 자료와 전문가의 자문을 통하여 보령화력과 서천화력의 굴뚝(고도 250m)과 저탄장의 영향권역을 파악하였다.

3. 대기질 측정 및 분석

대기질의 개선효과를 알아보기 위해 대상지역의 영향권역 중에 굴뚝영향권역(보령시 오천면)과 저탄장영향권역(보령시 주교면)에 대기오염 이동측정차량(2대)를 이용하여 24시간 연속 동시 측정하였다. 가동중단에 따른 대기질을 비교한 결과, 석탄화력발전소가 재가동된 7월이 가동중지 기간인 6월보다 미세먼지 농도가 약 1~4 ppm 낮은 것으로 나타났다. 황산화물(SO₂)의 경우는 일평균 농도 범위가 0.001~0.006 ppm으로

가동중지 기간과 재가동기간에 동일한 것으로 조사되었다.

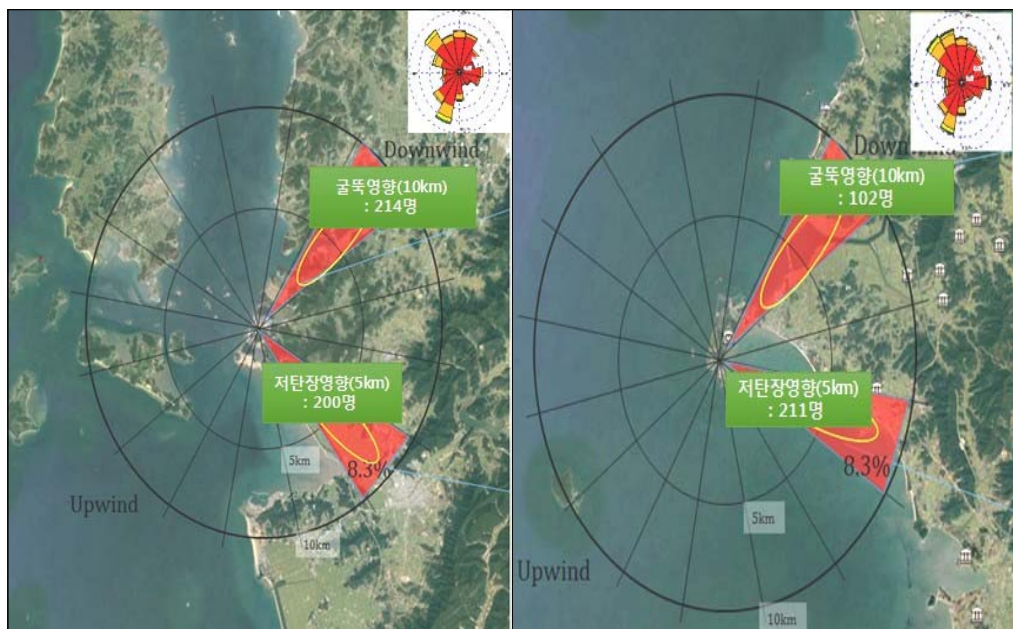
가동중지 기간의 대기오염물질 배출량이 재가동 기간에 비해 감소했음에도 불구하고 미세먼지의 농도가 오히려 높았던 요인은 기상요인의 영향이 작용한 것으로 판단된다. 기상요인 중에서 조사지점의 주 풍향과 주풍속은 동일하였으나 강우일수(강우량)는 가동중지 기간인 6월에 2일(5.0 mm)인 반면, 재가동 기간인 7월에 무려 14일(260.5 mm)이었다. 이는 강우일 및 강우량이 재가동 기간의 대기오염물질 농도를 낮추는데 크게 기여하였음을 추측할 수 있다.

4. 주민건강실태와 정책인식 설문조사

설문조사 대상지역은 대기확산예측모델(HYSPLIT)을 통해 추정된 영향권역에서 시행하였다. 보령화력 1호기와 2호기의 설문조사 대상지는 굴뚝의 영향권으로 오천면(반경 10 km) 주민 214명과 저탄장의 영향권으로 주교면·주포면(반경 5km) 주민 200명이다. 서천화력 1호기와 2호기의 설문조사 대상지는 굴뚝의 영향권으로 주산면(반경 10 km) 주민 102명과 저탄장의 영향권으로 서면(반경 5km) 주민 211명이다. 따라서 석탄화력발전 가동중단(셧다운)에 따른 설문조사 표본자수는 보령화력 영향권 지역주민 414명과 서천화력 영향권 지역주민 313명으로 모두 727명이다(표 1, 그림 1).

〈표 1〉 설문조사 설계

항목	내용
대상지역	- 보령1호기·2호기 영향권역 : 오천면, 주교면, 주포면 - 서천1호기·2호기 영향권역 : 주산면, 서면
대상자	- 20세 이상의 남녀
표본크기	- 727명 조사
조사 방법	- 구조화된 설문지를 통한 대면조사
표본추출방법	- 인구 구성비에 따른 성별/연령별 할당 표집으로 해당면 인구의 약 10%를 추출
조사 기간	- 보령1호기·2호기 영향권역 : 2017년 7월1일~7월4일 - 서천1호기·2호기 영향권역 : 2017년 7월29일~8월1일



〈그림 1〉 설문조사 대상지역과 표본자수(왼쪽 : 보령화력, 오른쪽 : 서천화력)

1) 미세먼지 위험인식수준과 대기질 변화체감도

‘귀하가 살고 있는 지역의 미세먼지 심각성이 어느 정도라고 생각하십니까?’의 질문에 대한 결과, 보령화력 영향권역의 주민들이 서천화력 영향권역보다 미세먼지의 심각성(심각함+매우 심각함)을 더 높게 인식하고 있었다($p < 0.001$).

대상지역 주민들에게 ‘귀하는 국가의 미세먼지 대책의 일환으로 석탄화력발전 가동중단에 대해 알고 있습니까?’의 질문에 727명 중 466명(64.1%)가 알고 있다고 응답하였다.

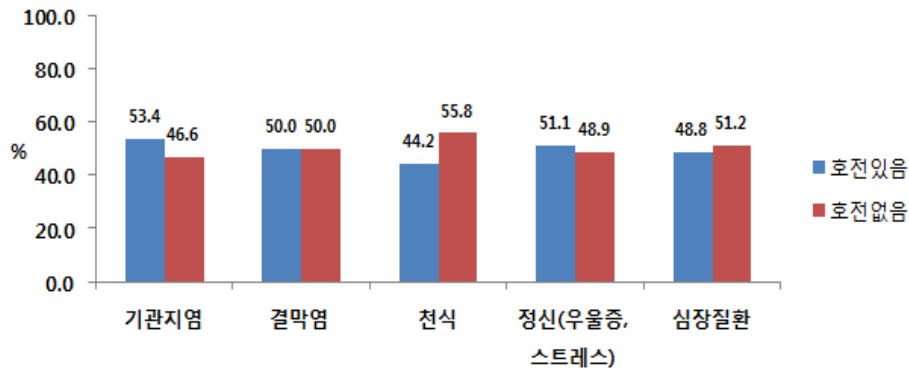
‘귀하가 느끼실 때 석탄화력발전을 가동 중단한 6월 한달 동안 과거에 비해 대기질(미세먼지)이 개선되었다고 생각하십니까?’의 질문에 대한 결과, 서천화력과 보령화력 영향권역 주민 459명(63.0%)가 ‘변화를 잘 못느끼겠음’이라고 응답하였고 206명(28.0%)이 ‘약간 개선+크게 개선’이라고 응답하였다.

2) 석탄화력발전 가동중단에 따른 신체자각증상과 질환

석탄화력발전 가동중단 기간 동안 미세먼지와 관련이 있는 평소 신체증상의 개선을 경험한 비율을 조사한 결과, 기침은 6%, 가래는 6.2%, 가슴 답답함은 3.8%, 호흡곤란은 4.0%, 눈 따가움은 6.0%, 코 따가움은 4.2%, 목 따가움은 6.7%, 두통은 4.3%, 피부 가려움은 5.3%, 재채기는 6.9% 이었다.

석탄화력발전 가동중단 기간 동안 미세먼지와 관련이 있는 평소 질환의 호전을 경험한 수준을 영향권역별로 분석한 결과, 보령화력 굴뚝영향권역과 저탄장영향권역, 서천화력 저탄장영향권역에서 기관지염의 호전을 경험한 비율이 각 80.5%, 60.0%, 56.4%로 높은 것으로 조사되었다. 특히 보령화력 굴뚝영향권역 주민들의 경우는 기관지염의 호전 경험이 80.6%, 심장질환의 호전 경험이 100.0%, 결막염의 호전 경험이 83.3%, 우울증과 스트레스의 호전 경험이 75.0%에 이르러 다른 지역에 비해서 호전경험이 높았다($p < 0.001$).

석탄화력발전 가동중단 기간 동안 미세먼지와 관련이 있는 평소 질환의 호전을 경험한 수준을 모든 조사대상지역으로 분석한 결과, 평소 의사로부터 기관지염으로 진단받은 주민들 중에 가동중단에 따른 기관지염의 호전을 경험한 비율이 53.4%인 것으로 나타났다. 결막염으로 진단받은 주민들 중에 가동중단에 따른 결막염의 호전을 경험한 비율이 50.0%인 것으로 나타났다. 천식으로 진단받은 주민들 중에 가동중단에 따른 천식의 호전을 경험한 비율이 44.2%인 것으로 나타났다. 정신질환(우울증, 스트레스)으로 진단받은 주민들 중에 가동중단에 따른 정신질환의 호전을 경험한 비율이 51.1%인 것으로 나타났다. 심장질환으로 진단받은 주민들 중에 가동중단에 따른 심장질환의 호전을 경험한 비율이 48.8%인 것으로 나타났다.



(단위 : 명(%), Base : 전체, n=727)

<그림 2> 평소 대비 가동중단에 따른 질환의 호전 경험 여부

3) 석탄화력발전과 미세먼지에 대한 정책 인식

‘귀하는 석탄화력발전 가동중단 정책이 미세먼지를 줄이고 건강영향을 최소화하는데 효과가 있을 것으로 생각합니까?’ 의 질문에 대한 결과, 효과가 있을 것이라고 응답한 비율은 전체의 73.7%인 것으로 나타났다. 반면에 ‘전혀 효과 없음’ 이라고 응답한 비율은 69명(9.5%)가 되었다.

‘귀하는 발전소 주변지역 지원금과 석탄화력발전 지역지원시설세를 사용함에 있어 우선적으로 사용되어져야 할 항목이 어떤 것이라고 생각하십니까?’ 의 질문에 대한 결과, ‘주민건강영향조사 및 건강피해 최소화사업’ 이라고 응답한 비율이 25.9%로 가장 많았다.

‘귀하는 정부에서 제공하고 있는 미세먼지 예·경보제와 건강 생활 수칙이 미세먼지로 인한 피해를 줄이는데 얼마나 도움이 된다고 생각하십니까?’ 의 질문에 대한 결과, 예·경보제와 건강 생활 수칙이 미세먼지로 인한 피해를 줄이는데 도움이 된다고 응답한 비율은 73.4%인 것으로 나타났다.

‘귀하는 미세먼지에 대한 정보를 주로 어떤 매체를 통해 접하고 계십니까?’ 의 질문에 대한 결과, ‘TV’ 라고 응답한 비율이 358명(49.2%)로 가장 많았고, 그 다음으로 ‘인터넷 홈페이지’ 가 115명(15.8%), ‘SNS’ 가 73명(10.0%), ‘신문’ 이 45명(6.2%), ‘날씨 앱·날씨 어플’ 이 33명(4.5%)의 순서인 것으로 나타났다.

5. 정책제언

2017년 새롭게 출범한 문재인 정부는 국민의 안전과 생명을 지키는 안심사회구축을 최우선 국정전략으로 정립하면서, 미세먼지 걱정 없는 쾌적한 대기환경조성을 목표로 1) 임기내 미세먼지 발생량 30% 감축, 2) 석탄발전·산업부문 규제 강화와 친환경차 비중 확대, 3) 한중 동북아 협력을 통한 미세먼지 의제화 및 다자 협약을 주요과제로 설정하였다. 국내 미세먼지 배출량 감축을 위한 노후 석탄화력발전소 폐지와 재생에너지 비중확대는 ‘탈(脫) 석탄’ 에너지 정책기조와 맞물려 사전에 진행되는 성격의 주요한 정책이다. 새 정부에서 시행하는 노후 석탄화력발전 일시가동 중단 정책의 전과 후를 비교한 미세먼지 농도의 변화와 주민건강실태의 관계를 파악하는 것은 석탄화력발전 축소 정책 추진의 타당성 여부를 확인할 수 있는 과학적인 근거 마련의 기회가 될 수 있다.

충남연구원은 이런 점을 고려하여 2018년부터 본격적으로 시행될 석탄화력발전의 일시 가동중단에 따른 건강실태조사의 사전연구로서, 보령화력 1호기·2호기와 서천화력 1호기·2호기의 영향권 안에 있는 주민들을 대상으로 건강실태 설문조사를 진행하였다. 이를 통해 석탄화력발전 가동중단 기간 동안에 신체증상의 개선과 질환의 호전에 대한 유의미한 결과를 얻었으나 설문조사에 근거한 주관적인 판단이라는 한계를 가지고 있다.

지금은 효과적인 ‘탈석탄’ 에너지 정책을 추진하기 위해 과학적 근거를 제공할 자료들의 축적이 필요한 시점이다. 이런 점에서 2018년도부터 전국의 노후 석탄화력발전(대상 5기)의 가동중단 기간을 전후하여 미세먼지 영향분석을 실시할 때, 해당 주민들의 건강실태 변화들도 함께 조사하는 연구를 통해 보다 객관적인 자료들을 지속적으로 축적할 필요가 있다(설문조사, 건강보험공단의 건강보험 청구 자료를 통한 가동중단 전후의 수진율의 변화분석, 생체모니터링, 대기와 건강자료 연계 분석 등)

목 차

제1장 연구 개요	1
1. 연구 배경 및 필요성	1
2. 연구 목적	5
3. 연구 범위	5
4. 연구 방법 및 추진체계	7
제2장 대상지역 선정 및 환경보건 현황	10
1. 대상지역의 영향권역 선정	10
2. 석탄화력발전 가동중단 대상 시설 현황	12
3. 대상지역의 환경보건 현황	13
제3장 대기질 측정 및 분석	19
1. 충청남도 보건환경연구원	19
2. 환경부	28
제4장 주민건강실태와 정책인식 설문조사	31
1. 설문조사 개요	31
2. 설문조사 결과	36
제5장 대기질과 설문조사의 시사점 및 정책제언	61
1. 대기질과 설문조사의 시사점	61
2. 정책제언	65
참고 문헌	67
부 록	68

표 목 차

〈표 1-1〉 미세먼지(PM2.5)의 장·단기간 건강영향.....	2
〈표 2-1〉 충남의 석탄화력발전 가동중단(셋다운) 대상시설 현황(2015년 기준).....	12
〈표 2-2〉 중부발전 보령 1호기 CleanSYS 측정자료.....	14
〈표 2-3〉 중부발전 보령 2호기 CleanSYS 측정자료.....	14
〈표 2-4〉 서천발전 서천 1호기 CleanSYS 측정자료.....	15
〈표 2-5〉 서천발전 서천 2호기 CleanSYS 측정자료.....	15
〈표 2-6〉 충남 시군별 인구 10만명당 연평균 유병자수(2004~2013).....	18
〈표 3-1〉 기상 현황.....	21
〈표 3-2〉 석탄화력발전소 가동중단 Vs 재가동 기간의 미세먼지 농도.....	22
〈표 3-3〉 석탄화력발전소 가동중단 Vs 재가동 기간의 가스상물질 농도.....	24
〈표 3-4〉 조사지점별 대기질 비교.....	25
〈표 3-5〉 국립환경과학원의 이동측정차량 설치 지점.....	29
〈표 3-6〉 석탄화력발전 가동중단에 따른 배출량 저감.....	29
〈표 3-7〉 석탄화력발전 가동중단에 따른 모델링 결과.....	30
〈표 4-1〉 설문조사 설계.....	33
〈표 4-2〉 설문응답자의 일반적 특성.....	35
〈표 4-3〉 지역의 미세먼지 심각성에 대한 인식.....	36
〈표 4-4〉 지역의 석탄화력발전소가 미세먼지 악화와 건강에 영향을 미치는 정도.....	37
〈표 4-5〉 과거 대비 석탄화력발전 가동 중단(6월) 기간의 대기질(미세먼지) 개선정도.....	39
〈표 4-6〉 지역별 평소 신체 증상.....	41
〈표 4-7〉 지역별 가동중단 후 신체 증상의 개선.....	42
〈표 4-8〉 지역별 평소 의사로부터 진단 받은 질환.....	47
〈표 4-9〉 지역별 가동중단 후 질환의 호전.....	48
〈표 4-10〉 거주기간별 평소 신체 증상.....	50
〈표 4-11〉 거주기간별 가동중단 후 신체 증상의 개선.....	53

〈표 4-12〉 거주기간별 평소 의사로부터 진단 받은 질환.....	55
〈표 4-13〉 거주기간별 가동중단 후 질환의 호전.....	56
〈표 4-14〉 활동 공간(실내실외)에 따른 질환.....	57
〈표 4-15〉 미세먼지의 건강피해를 줄이기 위한 실천행동.....	60

그림 목 차

〈그림 1-1〉 대기오염물질 다량 배출사업장 분포.....	3
〈그림 1-2〉 연구수행의 체계적 흐름도.....	9
〈그림 2-1〉 서천과 보령화력의 미세먼지 이동경로.....	10
〈그림 2-2〉 보령화력 1호기와 2호기의 미세먼지 영향권역 선정.....	11
〈그림 2-3〉 서천화력 1호기와 2호기의 미세먼지 영향권역 선정.....	11
〈그림 2-4〉 충남 보령시의 양호한 주관적 건강수준 인지율.....	16
〈그림 2-5〉 충남 서천군의 양호한 주관적 건강수준 인지율.....	17
〈그림 3-1〉 조사지점.....	20
〈그림 3-2〉 대기 이동측정차량.....	20
〈그림 3-3〉 조사지점별 풍배도.....	21
〈그림 3-4〉 석탄화력발전소 가동중단 Vs 재가동 기간의 미세먼지 농도변화.....	23
〈그림 3-5〉 석탄화력발전소 가동중단 Vs 재가동 기간의 가스상물질의 농도변화.....	24
〈그림 3-6〉 조사지점별 PM10, PM2.5, NO2 농도장미.....	26
〈그림 3-7〉 지점별 풍향에 따른 대기오염물질 시간평균 농도변화.....	27
〈그림 3-8〉 대기질 측정지점 위치도.....	28
〈그림 4-1〉 보령화력1호기·2호기의 설문조사 대상지역과 표본자수.....	32
〈그림 4-2〉 서천화력1호기·2호기의 설문조사 대상지역과 표본자수.....	32
〈그림 4-3〉 주민건강실태와 정책인식 설문조사 문항구성.....	34
〈그림 4-4〉 석탄화력발전 가동중단에 대한 인식.....	38
〈그림 4-5〉 과거 대비 석탄화력발전 가동 중단(6월) 기간의 대기질(미세먼지) 개선정도..	39
〈그림 4-6〉 지역별 평소 대비 가동중단에 따른 증상 비교(기침).....	42
〈그림 4-7〉 지역별 평소 대비 가동중단에 따른 증상 비교(가래).....	43
〈그림 4-8〉 지역별 평소 대비 가동중단에 따른 증상 비교(가슴답답함).....	43
〈그림 4-9〉 지역별 평소 대비 가동중단에 따른 증상 비교(호흡곤란).....	43
〈그림 4-10〉 지역별 평소 대비 가동중단에 따른 증상 비교(눈 따가움).....	44

〈그림 4-11〉 지역별 평소 대비 가동중단에 따른 증상 비교(코 따가움).....	44
〈그림 4-12〉 지역별 평소 대비 가동중단에 따른 증상 비교(목 따가움).....	44
〈그림 4-13〉 지역별 평소 대비 가동중단에 따른 증상 비교(두통).....	45
〈그림 4-14〉 지역별 평소 대비 가동중단에 따른 증상 비교(피부가려움).....	45
〈그림 4-15〉 지역별 평소 대비 가동중단에 따른 증상 비교(재채기).....	45
〈그림 4-16〉 평소 대비 가동중단에 따른 질환의 호전 여부.....	48
〈그림 4-17〉 거주기간에 따른 신체 증상을 경험한 수준의 평균값.....	51
〈그림 4-18〉 석탄화력발전 가동중단 정책 효과에 대한 인식.....	58
〈그림 4-19〉 발전소 주변지역 지원금과 석탄화력발전 지역자원시설세의 사용 우선순위.....	59
〈그림 4-20〉 미세먼지 정보를 얻는 매체.....	60

제1장 연구개요

1. 연구 배경 및 필요성

1) 미세먼지와 건강

2000년대 이후 도시화·산업화를 통해 전국적으로 미세먼지 배출량이 증가하였으며 기온·습도·풍속 등 기상요소의 변화에 따라 고농도의 미세먼지 지속일수도 증가하고 있다.

미세먼지의 입자들은 탄소(C)물질, 다핵 방향족 탄화수소(PAH), 납(Pb), 카드뮴(Cd), 니켈(Ni), 황산염(SO_4^{2-}), 질산염(NO_3^-)과 같은 중금속과 이온성분 등의 오염물질이 축적되어 있다. 이것은 입자의 크기, 표면적, 화학적 성분 조성에 따라 건강영향을 결정하는 것으로 알려져 있다.

미국환경보호청(EPA)은 다양한 수준의 연구대상, 연구방법, 연구결과를 보이고 있는 미세먼지와 관련된 수많은 역학연구들에 대해 종합적으로 분석하였다. 그 결과, 미세먼지와 건강영향과의 관계를 ‘인과관계가 분명(Causal)’, ‘인과관계가 분명해 보이나 일부 불일치(Likely to be Causal)’, ‘인과관계일 가능성 높음(Suggestive)’, ‘인과관계를 논하기에는 자료 부족(Inadequate)’과 같이 4단계로 구분하였다.

<표 1-1>과 같이 단기간 노출한 경우에는 사망률, 심혈관계 질환에 의한 응급실방문과 병원입원에 분명한 인과관계(Causal)가 있고, 장기간 노출한 경우에는 심혈관계 및 폐암 사망률에 분명한 인과관계(Causal)가 있다고 평가하였다.

〈표 1-1〉 미세먼지(PM_{2.5})의 장·단기간 건강영향

구분	건강영향	세부영향	인과 관계
단 기 간	사망률	모든 종류의 사망률, 심혈관계질환 사망률, 호흡기계질환 사망률	Causal
	심혈관계 영향	심혈관계 질환으로 인한 응급실방문 및 병원입원	Causal
	호흡기계 영향	만성폐쇄성폐질환(COPD), 호흡기염증으로 인한 응급실 방문 및 병원입원, 천식으로 인한 응급실 방문 및 병원입원	Likely to be Causal
장 기 간	사망률	심혈관계 질환 사망률, 폐암 사망률	Causal
	심혈관계 영향	심혈관계 질환 사망률	Causal
	호흡기계 영향	폐 기능 성장 감소, 폐 증상 증가, 천식 등	Likely to be Causal
	생식과 발생에의 영향	체중, 영아사망률	Suggestive
	암, 돌연변이 등	폐암 사망률	Suggestive

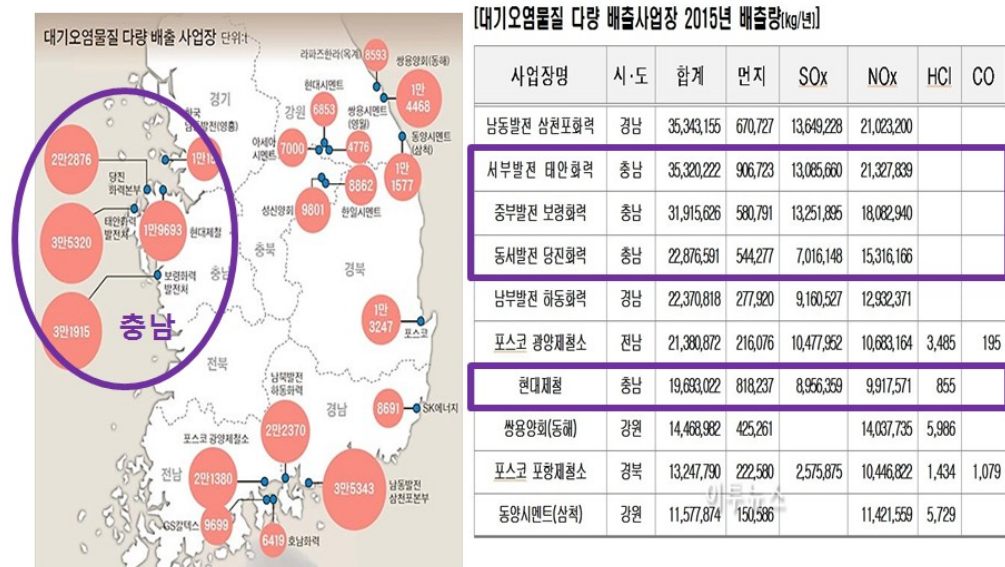
자료 : 아주대 예방의학교실, 2013(원문), 충남리포트, 2016(재인용)

최근 미세먼지의 건강 유해성이 알려지고 고농도 지속일수가 증가하면서, 매일 아침 미세먼지 농도 수준을 확인하는 것이 영·유아와 어린이를 키우고 있는 엄마들의 최대 관심사 중에 하나가 되었다. ‘미세먼지 대책 촉구’를 위한 다양한 카페들을 만들어 관련 정보들을 공유하면서 미세먼지 대책 수립을 촉구하는 1인 시위나 토론회 등을 개최하는 경우도 있다. ‘미세먼지’는 이처럼 이제 우리생활 속에 깊숙이 파고든 생활환경 문제가 되었다.

2) 미세먼지 문제에 대한 새 정부의 국가적 의제 설정 및 석탄화력발전소 일시 가동중단

2016년에 수도권 대기특별법과 관련하여 감사원과 NASA의 자료가 언론에 보도되면서,

충남지역 석탄화력발전소의 미세먼지는 수도권 대기질을 악화시키는 원인 중에 하나로서 전 국민적 관심을 끄는 계기가 되었다. 그리고 국내 석탄화력발전량의 약 50%를 차지할 정도로 석탄화력발전소가 집중되어 있는 충남에는 미세먼지가 더 심각한 영향을 미칠 수 있다는 사실도 알려주었다. 실제로 환경부에서 전국의 대기오염물질 다량 배출사업장을 조사한 결과, 전국 상위 5위를 석탄화력발전소가 모두 차지하였다. 충남의 경우에는 전국 상위 7위 안에 태안화력·보령화력·당진화력과 현대제철이 포함되어 있다(그림 1-1).



자료 : 중앙일보, 2016와 환경부, 2016

<그림 1-1> 대기오염물질 다량 배출사업장 분포

이번에 출범한 새정부는 미세먼지 문제를 국가적 의제로 설정하고 미세먼지 대책의 일환으로써 석탄화력발전소를 주목하였다. 미세먼지 감축을 위한 응급대책으로 30년 이상 노후된 전국의 석탄화력발전소에 대해 6월 한달 동안 일시가동중단(셧다운)하였다. 이에 따라, 충남지역의 화력발전소도 보령화력 1호기·2호기와 서천화력 1호기·2호기가 일시가동중단 되었고, 특히 서천화력 1호기·2호기는 영구 가동중단 되었다.

1) 지역 전력공급문제로 제외된 전남 여수2기를 제외한 전국 석탄화력 8기를 가동 중단함(문재인 대통령 세번째 업무지시)

그리고 2018년도부터는 매년 3월부터 6월까지 4개월 동안 일시 가동중단(셧다운)될 계획이다.

3) 석탄화력발전 가동중단에 따른 충남의 대기질과 주민건강실태 · 정책인식조사 필요

충남은 석탄수입 용이성과 수도권과의 인접성 때문에 전국 석탄화력발전 설비용량과 발전량의 약 50%를 차지하고 있다. 이러한 이유로 충남지역 주민들에게서 환경과 건강 피해 우려가 지속적으로 제기되었다. 석탄화력발전 문제가 충남지역 현안문제로 대두되면서 충청남도는 2013년도부터 전국 지자체 최초로 석탄화력발전소 주변지역을 중심으로 주민건강영향조사를 수행해 왔다.

그러나 석탄화력발전소로 인한 환경과 건강영향과의 인과성을 규명하는 것은 그리 간단한 문제가 아니다. 그러므로 이에 대한 연구도 다각적인 검토가 필요하다. 이런 점에서 보면, 이번에 시행하는 석탄화력발전 가동중단(셧다운) 정책은 석탄화력발전 가동 전후를 비교한 대기질과 주민건강실태 · 정책인식을 파악할 수 있는 의미 있는 단서가 될 것이다.

2018년도부터 석탄화력발전의 가동중단(3월~6월)이 본격적으로 시행되면 그 기간을 전후로 확보한 혈액이나 소변을 통해 연속적인 생체지표를 측정할 수 있을 것이다. 그리고 건강보험자료를 통해 가동중단(셧다운) 전후로 수진율의 변화가 있는지도 통계적으로 확인할 수 있을 것이다. 이처럼 체계적인 건강영향조사가 이루어진 연구들이 지속적이고 다각적으로 축적된다면, 석탄화력발전에 의한 환경 · 건강문제와 미세먼지를 해결하기 위한 정책방향을 설정하는데 과학적 근거를 제공할 수 있을 것이다.

본 연구는 2018년도부터 본격적으로 시행되는 석탄화력발전 가동중단(3월~6월)에 따른 대기질과 건강실태조사의 사전연구(pilot study)의 성격을 가진다.

2. 연구 목적

본 연구는 석탄화력발전 가동중단(셧다운)에 따른 충남의 대기질 변화와 주민건강실태·정책인식 조사를 통해 정책의 실효성에 대한 과학적 근거를 제공하는 것이다.

구체적인 목적은 아래와 같다.

석탄화력발전 가동중단(셧다운)에 따른 충남의 대기질과 주민건강실태·정책인식 조사 연구

■ 석탄화력발전 가동중단(셧다운)에 따른 충남의 미세먼지 측정

- ✓ 대기확산모델링을 통해 충남 보령시(보령화력1호기·2호기)석탄화력발전의 영향권역을 분석하고 미세먼지 측정 지점을 선정
- ✓ 가동중단(셧다운) 전후인 6월과 7월의 미세먼지 농도 측정

■ 주민건강실태 및 정책인식 설문조사(대면조사)

- ✓ 보령화력 영향권 지점 주변주민 대상 설문조사(414명)
- ✓ 서천화력 영향권 지점 주변주민 대상 설문조사(313명)

3. 연구 범위

1) 시간적 범위

■ 미세먼지 측정 기간

- ✓ 2017년 6월~7월(2달)

■ 주민건강실태·정책인식 설문조사 기간

- ✓ 충남 보령화력 1호기·2호기 영향권 지역(2017년 7월1일~7월4일)
- ✓ 충남 서천화력 1호기·2호기 영향권 지역(2017년 7월29일~8월1일)

2) 공간적 범위

■ 연구 대상 지역

- ✓ 충남 보령화력 1호기·2호기 영향권(오천면·주교면·주포면)
- ✓ 충남 서천화력 1호기·2호기 영향권(주산면·서면)

3) 내용적 범위

■ 미세먼지 측정과 분석

- ✓ 충청남도(보건환경연구원)
 - : 보령시 영향권 2개 지점에 이동측정차량 설치·측정
- ✓ 중앙정부(환경부, 국립환경과학원)
 - : 측정차량 설치·측정, 간이측정기를 활용하여 40개 지점 측정
 - (충남 보건환경연구원과 국립환경과학원 자료 종합)

■ 주민건강실태·정책인식 설문조사

- ✓ 설문조사 내용
 - : 미세먼지에 대한 위험인식수준, 대기질 환경변화 체감도
 - : 가동중단(셧다운) 기간과 비교했을 때 신체 자각증상과 질환 호전 등 건강실태 조사
 - : 석탄화력발전과 미세먼지 관련 정책인식도 조사

4. 연구 방법 및 추진체계

1) 연구 내용 및 방법

■ 석탄화력발전과 환경·건강에 관련된 선행 연구 검토

- ✓ 국내·외 관련 선행 연구 자료 수집·분석
- ✓ 관련된 선행연구 분석을 통해 연구 설계 구상

■ 대기확산모델링을 통한 석탄화력발전소 영향권역과 지점 선정·측정·분석

- ✓ 대기확산모델링 연구 자료와 전문가들의 자문을 통해 석탄화력발전 가동중단(셧다운) 기간 전후 굴뚝의 영향과 저탄장의 영향을 보기 위한 권역과 측정 지점을 선정
- ✓ 석탄화력발전 가동중단(셧다운)전후의 미세먼지 농도 측정
- ✓ 충남과 국가자료 종합

■ 연구 설계를 고려한 설문지 문항 개발과 대면 설문조사 시행

- ✓ 6월 한달 동안의 가동중단(셧다운)이므로 의미 있는 연구 결과를 도출하기 위한 최적의 설문 문항 개발
- ✓ 석탄화력발전소 가동중단(셧다운)에 따른 정책적 실효성에 대한 객관적인 데이터 확보를 위해 전문 리서치기관에 의뢰하여 대면 설문조사 시행

■ 주민건강실태·정책인식 설문조사 결과분석

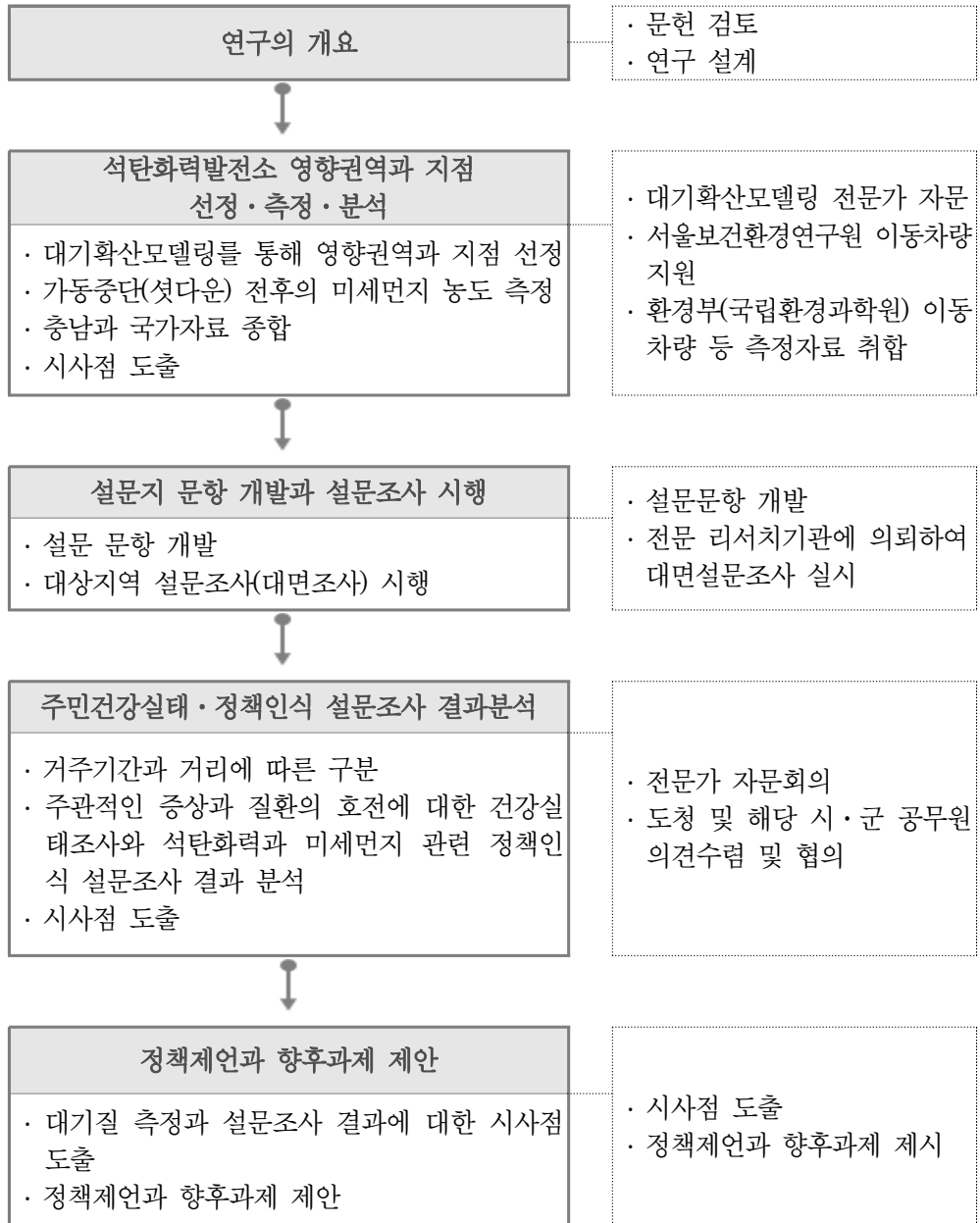
- ✓ 거주기간과 석탄화력발전소와의 거리에 따른 구분
- ✓ 변수별 빈도 차이는 Chi-square 분석과 그룹별 차이는 ANOVA 분석을 실시하여 χ^2 -value와 F-value를 산출

- ✓ 증상과 질환의 호전에 영향을 미칠 수 있는 흡연과 운동 등의 혼란변수는 통제하여 분석

■ 대기질과 설문조사 결과를 통해 시사점 도출

- ✓ 대기질 측정과 설문조사 결과를 바탕으로 시사점 도출
- ✓ 정책 제언

2) 연구 추진 체계



〈그림 1-2〉 연구수행의 체계적 흐름도

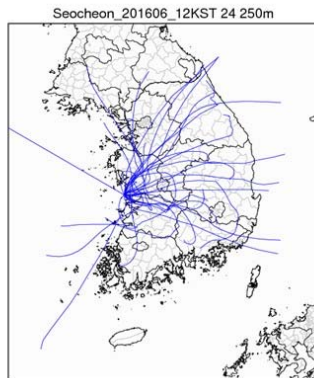
제2장 대상지역 선정 및 환경보건 현황

1. 대상지역의 영향권역 선정

본 연구에서는 대상지역의 대기측정망 부재²⁾로 석탄화력발전 가동중단(셧다운)에 따른 대기질 영향권역을 선정하기 위해 대기확산모델링 자료를 활용하였다(그림 3-1). 대기확산예측모델(HYSPLIT)을 이용한 forward trajectory의 실험방법으로 미세먼지 이동 경로를 추적한 김순태(2017년)의 연구 자료와 전문가의 자문을 통하여 보령화력과 서천화력의 굴뚝(고도 250m)과 저탄장의 영향권역을 파악하였다. 김순태(2017년)의 연구에서 활용한 대기확산예측모델(HYSPLIT)은 한반도를 포함하는 3 km 격자해상도의 기상자료와 국립환경과학원의 배출량 자료를 활용한 모델이다.

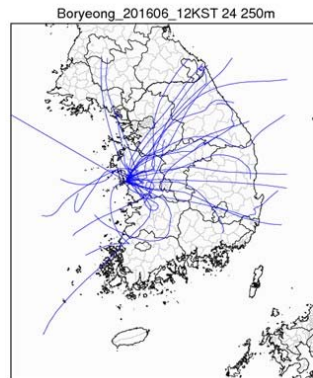
서천화력발전소

• 36.1367 / 126.4977



보령화력발전소

• 36.4021 / 126.4910



자료 : kim et al., 2017

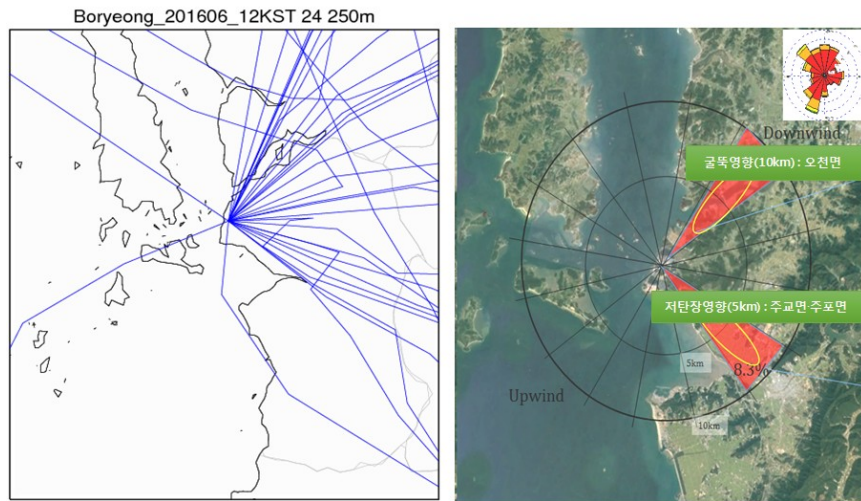
〈그림 2-1〉 서천과 보령화력의 미세먼지 이동경로

2) 충남의 대기측정망은 2017년 9월 기준으로 약 10여개가 운영 중에 있으며 12월까지 약 20여개의 측정망 설치를 목표로 지점선정과 정도관리를 진행하고 있음. 본 연구의 대상지역인 보령시와 서천군에 각각 도시대기 측정망 2개가 설치될 예정임

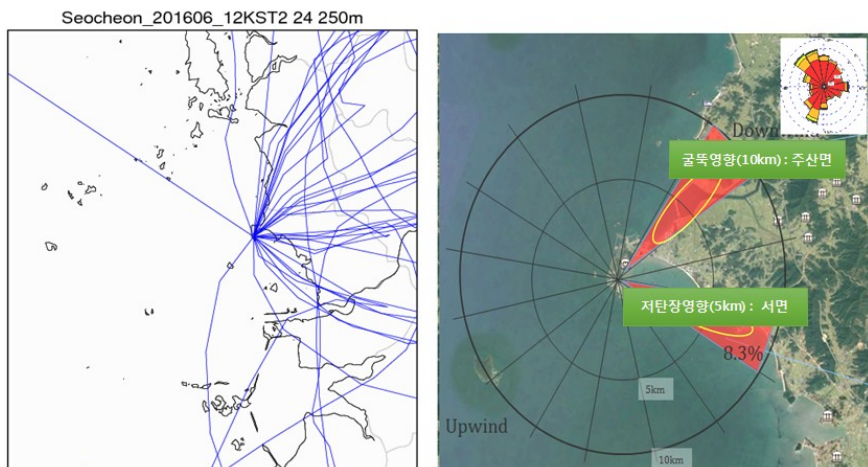
한반도는 6월~7월에 남서풍이 주풍을 이룬다는 점을 고려하여 미세먼지의 영향권역은 보령화력과 서천화력을 중심으로 풍하방향인 북동방향에서 이루어지도록 선정하였다.

〈그림 2-2〉는 보령화력 1호기와 2호기의 미세먼지 영향권역이다. 굴뚝의 영향권으로는 오천면(반경 10km)과 저탄장의 영향권으로는 주교면과 주포면(반경 5km)으로 선정하였다.

〈그림 2-3〉은 서천화력 1호기와 2호기의 미세먼지 영향권역이다. 굴뚝의 영향권으로는 주산면(반경 10km)과 저탄장의 영향권으로는 서면(반경 5km)으로 선정하였다.



〈그림 2-2〉 보령화력 1호기와 2호기의 미세먼지 영향권역 선정



〈그림 2-3〉 서천화력 1호기와 2호기의 미세먼지 영향권역 선정

2. 석탄화력발전 가동중단 대상 시설 현황

30년 이상 된 노후설비로서 충남의 석탄화력발전 가동중단(셋다운) 대상 시설은 보령 화력(발전사 : 중부발전) 1호기·2호기와 서천화력(발전사 : 중부발전) 1호기·2호기이다.

보령화력 1호기는 1983년부터 가동되었으며 설비용량이 500 MW, 발전량이 3,813 GWh/년, 유연탄 사용량이 1,526 ton/년이다. 보령화력 2호기는 1984년부터 가동되었으며 설비용량이 500 MW, 발전량이 3,759 GWh/년, 유연탄 사용량이 1,523 ton/년이다.

서천화력 1호기는 1983년부터 가동되었으며 설비용량이 200 MW, 발전량이 1,256 GWh/년, 무연탄 사용량이 511 ton/년이다. 서천화력 2호기도 1983년부터 가동되었으며 설비용량이 200 MW, 발전량이 1,271 GWh/년, 무연탄 사용량이 521 ton/년이다.

〈표 2-1〉 충남의 석탄화력발전 가동중단(셋다운) 대상시설 현황(2015년 기준)

대상시설	발전사	가동 시기	설비용량	발전량	연료	사용량	구분
보령화력 1호기	중부	1983년	500 MW	3,813 GWh/년	유연탄	1,526 ton/년	6월(한달) 가동중단
보령화력 2호기	중부	1984년	500 MW	3,759 GWh/년	유연탄	1,523 ton/년	6월(한달) 가동중단
서천화력 1호기	중부	1983년	200 MW	1,256 GWh/년	무연탄	511 ton/년	6월부터 영구중단
서천화력 2호기	중부	1983년	200 MW	1,271 GWh/년	무연탄	521 ton/년	6월부터 영구중단

자료 : CNI 인포그래픽 제20호, 2016

3. 대상지역의 환경보전 현황

1) 대상지역의 대기질

충남의 대기오염 측정망은 2017년까지 각 시·군에 최소한 한 개 이상 분포되도록 약 20여개가 확대될 예정이나, 현재까지 본 연구의 대상지역인 보령시와 서천군에는 측정망이 하나도 없는 상황이다. 지역의 대기질을 파악하기 위해서는 지역측정망의 농도자료를 활용하는 것이 가장 바람직하나 현재 데이터의 한계로 본 연구에서는 한국환경공단의 굴뚝 원격감시체계 관제센터(CleanSYS)³⁾의 측정 자료를 활용하였다.

<표2-2>와 <표2-3>은 대상지역의 보령화력1호기·2호기의 굴뚝 원격감시체계 관제센터(CleanSYS)의 측정 자료이다.

보령화력 1호기의 경우 황산화물(SOx)의 평균농도는 2012년 40 ppm에서 2016년 38 ppm으로 약간 감소하였다. 최대 농도 역시 2012년 51 ppm에서 2016년 41 ppm으로 감소하였다. 질소산화물(NOx)의 평균농도는 2012년 94 ppm에서 2016년 94 ppm으로 변동이 없었고, 최대 농도는 2012년 112 ppm에서 2016년 104 ppm으로 약간 감소하였다. 총부유먼지(TSP)의 평균과 최대농도는 거의 변동이 없었다.

보령화력 2호기의 경우 황산화물(SOx)의 평균농도는 2012년 39 ppm에서 2016년 37ppm으로 약간 감소하였다. 최대 농도 역시 2012년 45 ppm에서 39 ppm로 약간 감소하였다. 질소산화물(NOx)의 평균농도는 2012년 88 ppm에서 2016년 95 ppm로 약간 증가하였고, 최대 농도도 2012년 88 ppm에서 2016년 95 ppm으로 증가하였다. 총부유먼지(TSP)의 평균농도는 거의 변동이 없으며 최대농도는 2012년 9 mg/Sm³에서 2016년 4 mg/Sm³으로 감소하였다.

3) 굴뚝에서 배출되는 오염물질을 감시하고 환경을 개선하기 위한 목적으로 한국환경공단에서 운영하고 있음

〈표 2-2〉 중부발전 보령 1호기 CleanSYS 측정자료

단위 : ppm, mg/Sm³

물질	2012년			2013년			2014년			2015년			2016년		
	평균	최대	최소	평균	최대	최소	평균	최대	최소	평균	최대	최소	평균	최대	최소
Sox	40	51	25	46	54	34	43	52	39	44	52	30	38	41	35
NOx	94	112	70	94	114	83	101	110	67	97	101	90	94	104	83
TSP	8	10	6	7	11	6	5	5	4	5	6	4	7	9	5

〈표 2-3〉 중부발전 보령 2호기 CleanSYS 측정자료

단위 : ppm, mg/Sm³

물질	2012년			2013년			2014년			2015년			2016년		
	평균	최대	최소	평균	최대	최소	평균	최대	최소	평균	최대	최소	평균	최대	최소
Sox	39	45	24	49	56	28	44	55	39	45	48	41	37	39	32
NOx	88	98	64	93	108	87	99	103	96	98	108	92	95	109	82
TSP	3	9	2	4	7	3	4	4	3	3	4	3	4	4	3

〈표2-4〉와 〈표2-5〉은 대상지역의 서천화력1호기·2호기의 굴뚝 원격감시체계 관제센터(CleanSYS)의 측정 자료이다.

서천화력 1호기의 경우 황산화물(SOx)의 평균농도는 2012년 47 ppm에서 2016년 47 ppm로 변동이 없었다. 최대 농도는 2012년 58 ppm에서 2016년 54 ppm으로 감소하였다. 질소산화물(NOx)의 평균농도는 2012년 200 ppm에서 2016년 159 ppm으로 감소하였고, 최대 농도 역시 2012년 217 ppm에서 2016년 182 ppm으로 감소하였다. 총부유먼지(TSP)의 최대농도는 2012년 12 mg/Sm³에서 2016년 24 mg/Sm³로 두 배 증가하였다.

서천화력 2호기의 경우 황산화물(SOx)의 평균농도는 2012년 38 ppm에서 2016년 46 ppm으로 증가하였다. 최대 농도 역시 2012년 45 ppm에서 56 ppm로 증가하였다. 질소산화물(NOx)의 평균농도는 2012년 212 ppm에서 2016년 145 ppm로 감소하였고,

최대 농도도 2012년 227 ppm에서 2016년 115 ppm으로 감소하였다. 총부유먼지(TSP)의 평균농도는 2012년 8 mg/Sm³에서 2016년 5 mg/Sm³으로 감소하였고, 최대농도는 2012년 11 mg/Sm³에서 2016년 20 mg/Sm³으로 두 배 증가하였다.

〈표 2-4〉 서천발전 서천 1호기 CleanSYS 측정자료

단위 : ppm, mg/Sm³

물질	2012년			2013년			2014년			2015년			2016년		
	평균	최대	최소	평균	최대	최소	평균	최대	최소	평균	최대	최소	평균	최대	최소
Sox	47	58	31	48	56	41	53	64	46	44	57	35	47	54	40
NOx	200	217	180	183	217	159	177	193	166	172	187	144	159	182	182
TSP	8	12	6	8	12	7	9	12	7	7	9	6	7	24	8

〈표 2-5〉 서천발전 서천 2호기 CleanSYS 측정자료

단위 : ppm, mg/Sm³

물질	2012년			2013년			2014년			2015년			2016년		
	평균	최대	최소	평균	최대	최소	평균	최대	최소	평균	최대	최소	평균	최대	최소
Sox	38	45	32	42	47	36	51	58	43	43	49	38	46	56	37
NOx	212	227	189	169	225	145	174	184	166	163	182	136	145	115	115
TSP	8	11	7	7	8	5	6	9	5	6	8	5	5	20	9

2) 대상지역의 건강 실태

보령시와 서천군의 건강실태를 살펴보기 위해 질병관리본부의 지역사회건강조사⁴⁾자료와 대기오염물질과 evidence를 기반으로 관련 비중이 높은 질환을 분석한 명형남 등(2016년)의 연구 중에서 호흡기 및 알레르기 질환을 충남 시군별로 분석한 자료를 활용하였다.

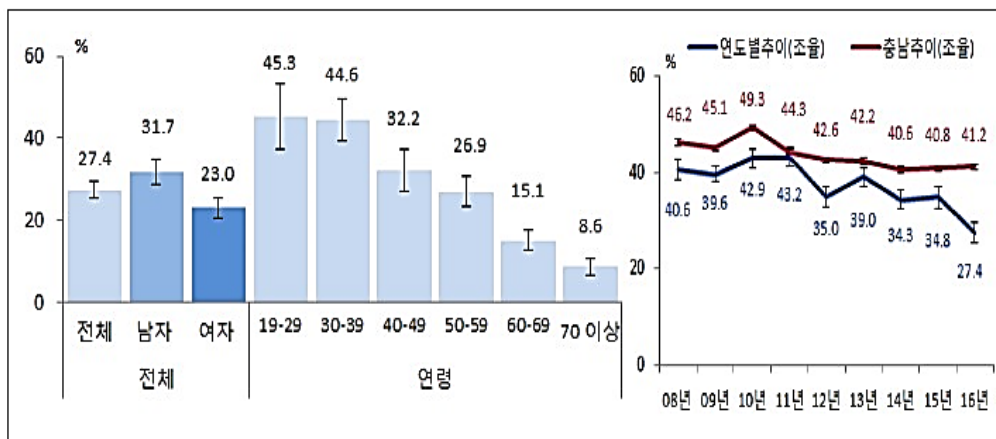
4) 지역주민의 건강상태를 파악하여 근거에 기반한 보건정책을 수립평가하기 위한 통계자료 산출을 위해 질병관리본부에서 매년 지역사회건강조사를 실시하고 있음

(1) 주관적 건강수준 인지율

〈그림 2-4〉는 충남 보령시 주민들의 양호한 건강수준 인지율을 나타낸 것이다. ‘양호한 주관적 건강수준 인지율’은 주관적 건강수준을 ‘매우 좋음’ 또는 ‘ 좋음’이라고 응답한 사람의 분율(%)로 정의한다.

$$\frac{\text{주관적 건강수준을 "매우 좋음" 또는 " 좋음"이라고 응답한 사람의 수} \times 100}{\text{조사대상 응답자 수}}$$

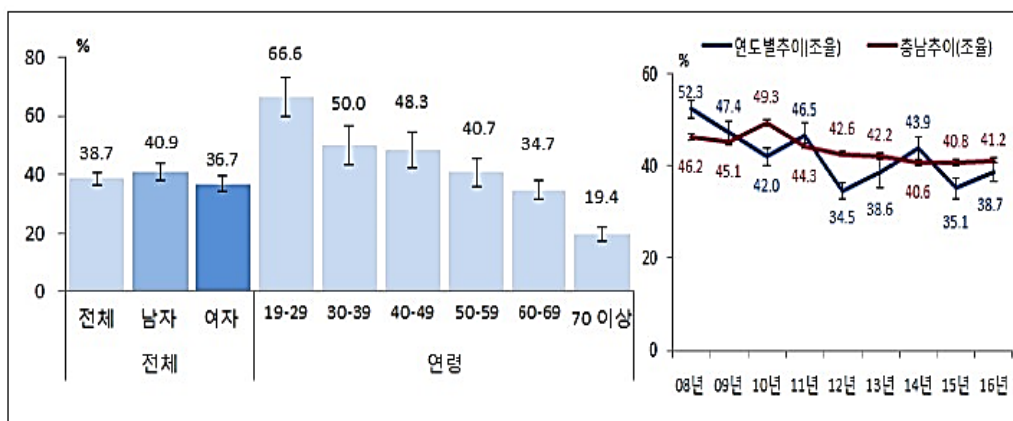
충남 보령시의 양호한 주관적 건강수준 인지율은 2016년 전체 27.4%로 충남의 41.2%에 비해 낮았으며 지속적으로 더 감소하고 있는 것으로 나타났다.



자료 : 지역사회건강조사, 2016

〈그림 2-4〉 충남 보령시의 양호한 주관적 건강수준 인지율

〈그림 2-5〉는 충남 서천군민들의 양호한 건강수준 인지율을 나타낸 것이다. 충남 서천군의 양호한 주관적 건강수준 인지율은 2016년 전체 38.7%로 충남의 41.2%에 비해 낮았으며 지속적으로 감소하고 있는 추이를 보이고 있다.



자료 : 지역사회건강조사, 2016

〈그림 2-5 충남 서천군의 양호한 주관적 건강수준 인지도〉

(2) 호흡기 및 알레르기 질환

〈그림 2-6〉은 국민건강보험공단 건강보험 청구 자료에서 충남 시군별로 2004년부터 2013년 동안 인구 10만명당 연평균 천식 환자수를 분석한 것이다.

대상자 선정기준은 수진기준(실제 진료 받은 일자기준)으로 하였고, 거주지 정보가 부정확한 대상자는 제외하였다. 질환 자료는 진료기간 중 진단·치료 등에 대한 환자의 요구가 가장 컸던 질환인 주상병 자료만을 이용하였다. 개별 질환에 대한 진료형태(입원 또는 외래)가 수진된 경우에 해당질환의 유병으로 간주하였고, 통계청 5세별/남여별로 전국 시·군·구 환자수를 산출하였다. 산출된 환자수를 통계청의 5세별/남여 주민등록인구수를 이용하여 각 연도별·지역별 인구구조에 맞게 10만명당 인구를 산출한 다음 표준인구(2005년 주민등록 연앙인구) 기준으로 10만명당 유병인구로 연령별 표준화를 실시하였다. 연령별 표준화 유병 환자수 자료를 해당 지역의 인구수를 이용하여 인구 10만명당 유병환자수로 정리하여 유병률을 산출하였다(명형남, 2016).

충남 시·군별로 분석한 결과, 보령시는 인구 10만명당 연평균 아토피피부염 유병자수가 2,243명으로 도내에서 가장 많았다. 천식의 경우 인구 10만명당 연평균 유병자수가

4,950명이었고, 알레르기비염의 경우 인구 10만명당 연평균 유병자수가 8,628명으로 도내에서 다섯 번째로 많았다.

서천군은 인구 10만명당 연평균 아토피피부염 유병자수가 1,091명인 것으로 나타났다. 천식의 경우 인구 10만명당 연평균 유병자수가 2,862명으로 도내에서 여덟 번째로 많았고, 알레르기비염의 경우 인구 10만명당 연평균 유병자수가 8,623명으로 도내에서 여섯 번째로 많으며 그 증가율 또한 급격한 것으로 나타났다.

〈표 2-6〉 충남 시군별 인구 10만명당 연평균 유병자수(2004~2013)

구분	아토피피부염 (L20)	천식 (J45,J46)	알레르기비염 (J30)
천안시	1,802	4,253	10,783
공주시	1,332	3,587	6,499
보령시	2,243	4,950	8,628
아산시	2,125	4,660	10,135
서산시	1,159	3,481	8,304
논산시	1,300	3,255	5,976
계룡시	1,496	1,989	4,821
당진시	1,348	6,259	9,015
금산군	1,475	4,008	8,603
연기군	1,676	4,847	9,324
부여군	1,699	3,590	6,217
서천군	1,091	2,862	8,623
청양군	1,460	3,834	5,705
홍성군	1,581	3,050	7,727
예산군	1,393	3,519	5,140
태안군	1,192	3,953	5,561

자료 : 충남연구원 전략과제, 2016

제3장 대기질 측정 및 분석

30년 이상 노후된 보령화력 1호기·2호기와 서천화력 1호기·2호기의 가동중단에 따른 대기질의 개선 효과를 알아보기 위해 환경부(국립환경과학원)와 충청남도가 측정·분석한 결과는 다음과 같다.

1. 충청남도 보건환경연구원

1) 조사개요

(1) 조사 항목·방법·기간

■ 조사항목 : PM₁₀, PM_{2.5}, NO₂, SO₂, CO, O₃

■ 조사방법 : 대기오염 이동측정차량(2대) 이용 24시간 연속 동시 측정

■ 조사기간 : 2017. 06. 09. ~ 7. 24(46일간)

(2) 조사 지점

■ 대기확산모델링 결과를 활용하여 보령화력 영향권역의 측정지점 선정

■ 1지점 : 굴뚝영향권역(10 km)인 보령시 오천면 오천초등학교

■ 2지점 : 저탄장영향권역(5 km)인 보령시 주교면 은포2리 마을회관

※ 서천화력 1호기2호기는 영구중단시설이므로 조사대상에서 제외



〈그림 3-1〉 조사지점



〈그림 3-2〉 대기 이동측정차량

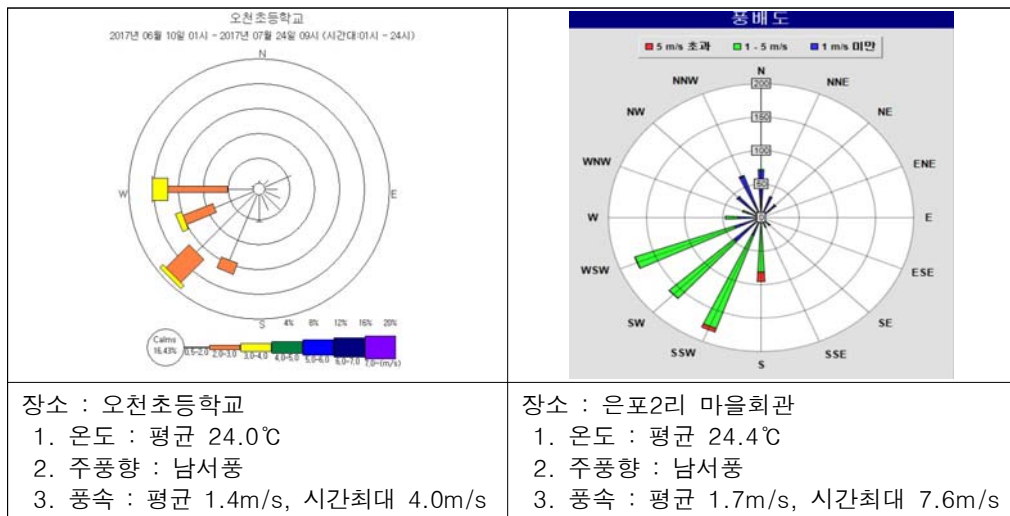
2) 조사 결과

(1) 기상 현황

풍향은 6월, 7월 모두 남서풍이 불었고, 평균풍속은 1.2~1.9m/s 이었으며, 평균기온은 6월에 22.4℃, 7월에 25.8℃를 기록하였다. 강우량은 6월 5.0mm로 적었던 반면 7월은 260.5mm를 기록했다. 조사기간 중 강우일수는 가동중지 기간인 6월에는 2일, 재가동 기간인 7월에는 14일로 7월 중 강우일수가 많았다.

〈표 3-1〉 기상 현황

구분	장 소	주풍향	풍 속 (m/s)		기 온(℃)		강우량(mm)		강우 일수 (day)
			평균	최대	평균	최대	일최대	합계	
가동중지 (6월)	오천초	남서풍	1.3	4.0	22.3	29.4	4.5	5.0	2
은포리	남서풍	1.2	5.4	22.5	29.6				
재가동 (7월)	오천초	남서풍	1.5	3.9	26.0	31.5	87.0	260.5	14
은포리	남서풍	1.9	7.6	25.6	30.7				



〈그림 3-3〉 조사지점별 풍배도

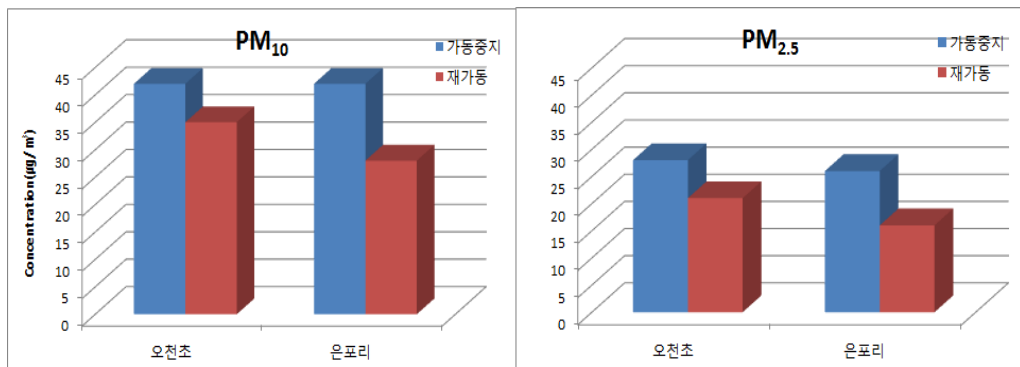
(2) 발전소 가동중단 및 재가동 기간의 대기질 비교

미세먼지(PM₁₀)는 가동중지 기간인 6월의 평균농도가 오천초등학교와 은포리 마을회관이 42 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 로 동일하였으며, 6월의 일평균농도 범위는 최고 53 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 최소 30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 였다. 보령화력 1, 2호기가 재가동된 7월의 일평균농도는 오천초등학교 35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 은포리마을회관 28 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 로 가동중지기간(6월)보다 낮았으며, 재가동 후의 일평균농도 범위는 최고 60 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 최소 12 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 로 가동중지 기간보다 편차가 큰 것으로 조사되었다.

미세먼지(PM_{2.5})는 가동중지 기간(6월)의 평균농도가 오천초등학교 28 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 은포리 마을회관 26 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이었고, 화력발전소가 재가동된 7월은 오천초등학교 21 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 은포리 마을회관 16 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 으로 7월이 더 낮은 것으로 조사되었다. 가동중지기간의 일평균농도는 최고 38 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 최소 18 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이었고 재가동후의 일평균 농도범위는 최고 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 최소 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 로 검출되는 것으로 조사되었다. 석탄화력발전소가 재가동된 시기인 7월에 미세먼지 일평균농도가 낮게 조사된 결과는 14일간의 비교적 많은 강우의 영향으로 판단된다.

〈표 3-2〉 석탄화력발전소 가동중단 Vs 재가동 기간의 미세먼지 농도

구 분		PM ₁₀ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		PM _{2.5} ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	
		오천초	은포리	오천초	은포리
가동중지 (6월)	평균	42	42	28	26
	최고	53	53	38	34
	최소	34	30	18	19
재가동 (7월)	평균	35	28	21	16
	최고	60	56	40	34
	최소	18	12	8	5
환경기준	국가	100/일		50/일	
	도	80 /일		40/일	



〈그림 3-4〉 석탄화력발전소 가동중단 Vs 재가동 기간의 미세먼지 농도변화

황산화물(SO₂)의 가동중지기간의 평균농도는 오천초등학교 0.002 ppm, 은포리 0.004 ppm 이었고, 재가동된 7월에는 오천초등학교 0.002 ppm, 은포리 0.003 ppm으로 가동 전·후 농도가 차이를 보이지 않았다. 일평균 농도범위는 최고 0.006 ppm, 최소 0.001 ppm으로 가동 전·후가 동일한 것으로 조사되었다.

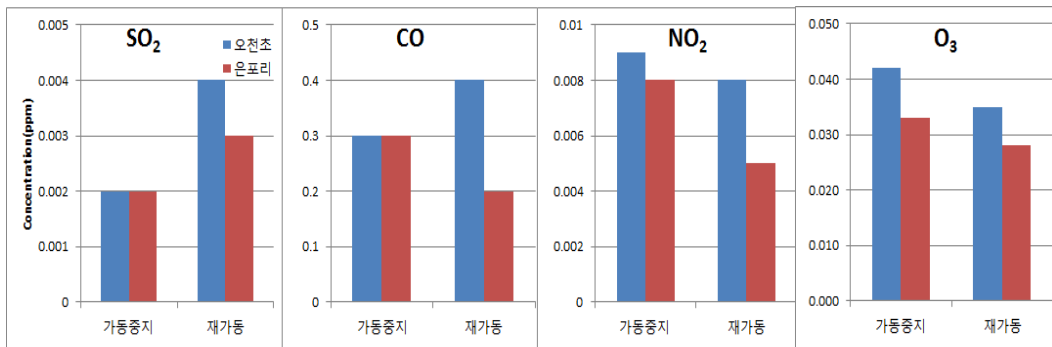
가동중지 기간의 질소산화물(NO₂)의 평균농도는 오천초등학교 0.009ppm, 은포리 0.008ppm 으로 비슷하였지만 재가동 후에는 오천초등학교 0.008 ppm, 은포리 0.005 ppm으로 두 지점 모두 가동중지 기간 보다 다소 낮게 조사되었다. 가동중지 기간 동안 두 지점의 일평균 농도범위는 최고 0.014 ppm, 최소 0.005 ppm으로 비슷하였지만, 재가동 후에는 오천초등학교 지점에서 최고 0.016 ppm, 최소 0.005 ppm, 은포리 마을회관에서 최고 0.010 ppm, 최소 0.003 ppm으로 오천초등학교 지점이 다소 높게 조사되었다.

일산화탄소(CO)는 질소산화물(NO₂)의 경향과 유사하게 가동중지 기간의 평균농도가 두 지점 모두 0.3 ppm으로 동일하게 조사되었으며, 재가동 후에는 오천초등학교 0.4 ppm으로 가동중지 기간보다 다소 높아졌으며, 은포리 0.2 ppm으로 다소 낮게 조사되었다.

오존(O₃)은 가동중지기간에 오천초등학교 0.042 ppm, 은포리 0.033 ppm이었고, 재가동 후에는 오천초등학교 0.035 ppm, 은포리 0.028 ppm으로 가동 전·후 모두 오천초등학교에서 더 높았다.

〈표 3-3〉 석탄화력발전소 가동중단 Vs 재가동 기간의 가스상물질 농도

항목		SO ₂ (ppm)		NO ₂ (ppm)		CO (ppm)		O ₃ (ppm)	
		오천초	은포리	오천초	은포리	오천초	은포리	오천초	은포리
가동중지 (6월)	평균	0.002	0.004	0.009	0.008	0.3	0.3	0.042	0.033
	최고	0.004	0.006	0.013	0.014	0.5	0.4	0.067	0.046
	최소	0.001	0.003	0.006	0.005	0.2	0.2	0.027	0.017
재가동 (7월)	평균	0.002	0.003	0.008	0.005	0.4	0.2	0.035	0.028
	최고	0.006	0.003	0.016	0.010	0.5	0.3	0.065	0.050
	최소	0.001	0.003	0.005	0.003	0.3	0.1	0.019	0.014
환경기준	국가	0.05 / 일 0.15 / 시간		0.06 / 일 0.10 / 시간		0.06 / 8시간 0.1 / 시간		9 / 8시간 25 / 시간	
	도	0.03 / 일 0.10 / 시간		0.04 / 일 0.08 / 시간		0.06 / 8시간 0.1 / 시간		5 / 8시간 10 / 시간	



〈그림 3-5〉 석탄화력발전소 가동중단 Vs 재가동 기간의 가스상물질의 농도변화

(3) 조사지점별 대기질 비교

오천초등학교 측정지점은 보령화력발전소의 직접적인 풍하방향에 위치하고 있는 지점이다. 가동중지기간의 대기오염물질 농도는 PM₁₀이 42 μ g/m³로 두 지점에서 동일하게 나타났으며, PM_{2.5}, NO₂, CO 농도 등도 거의 유사한 농도이거나, 오천초등학교 지점이 다소 높게 조사되었다.

석탄화력발전소 재가동 기간에는 미세먼지, NO₂, CO의 일평균 농도가 전체적으로 낮아졌지만 두 지점 중 오천초등학교 지점이 다소 높게 조사되었다.

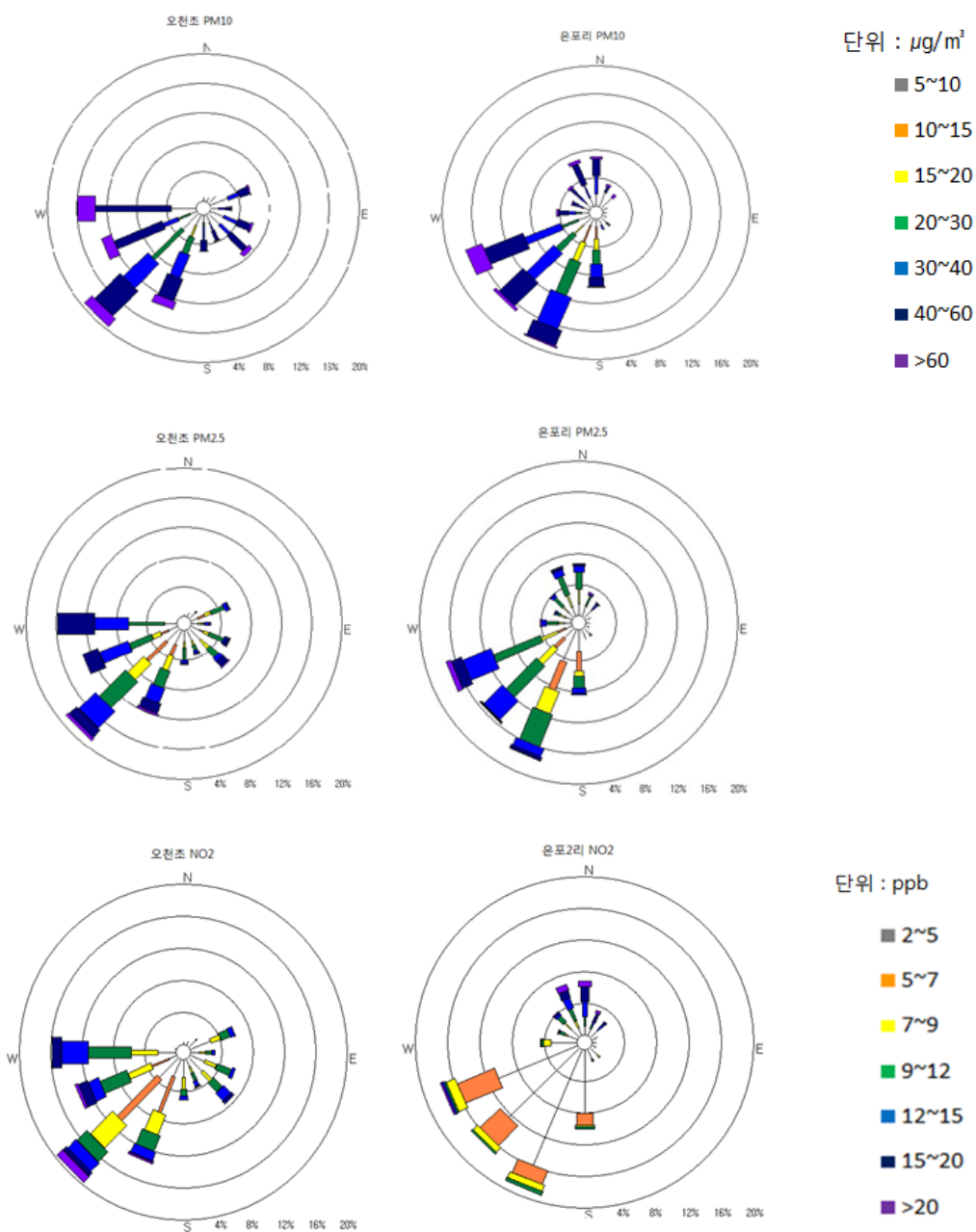
〈표 3-4〉 조사지점별 대기질 비교

구분	PM ₁₀ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		PM _{2.5} ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		CO(ppm)		NO ₂ (ppm)	
	가동 중지	재가동	가동 중지	재가동	가동 중지	재가동	가동 중지	재가동
오천초등학교	42	35	28	21	0.3	0.4	0.009	0.008
은포리	42	28	26	16	0.3	0.2	0.008	0.005

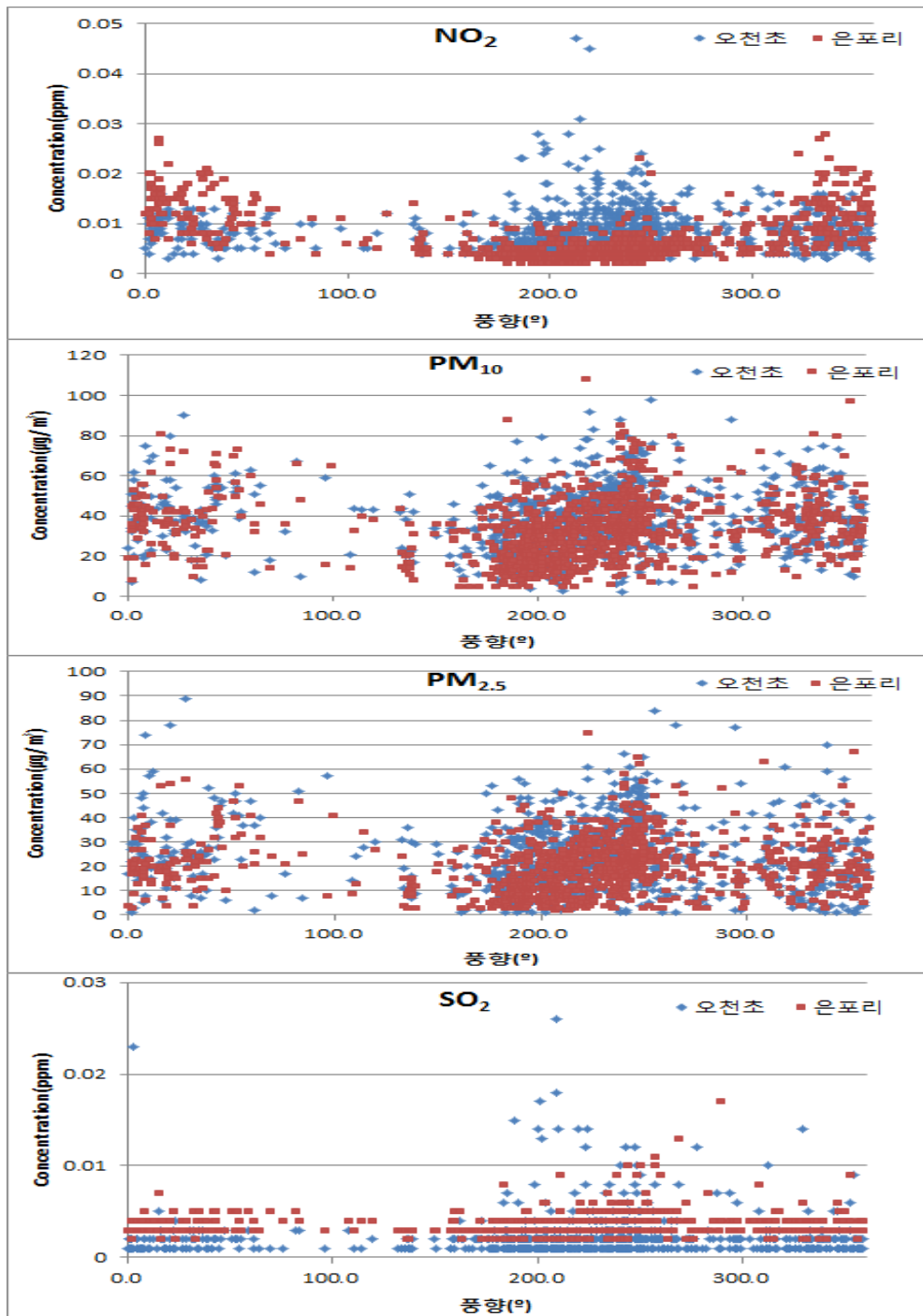
(4) 풍향에 의한 대기오염물질 농도 변화

석탄화력발전소의 풍하방향이 되는 남서풍 및 북서풍 계열의 바람이 불 때 오천초등학교 은포리 두 지점에서의 NO₂, PM₁₀, PM_{2.5} 농도가 다소 높아지는 것으로 조사 되었다(그림 3-6, 3-7). 이러한 경향은 은포리 마을회관 지점보다 오천초등학교 지점이 보다 뚜렷하게 나타났으며, SO₂의 경우, 두 지점에서 대부분 낮은 농도로 검출되어 풍향에 의한 농도변화 경향이 적게 나타났다.

향후 화력발전소 가동에 의한 인근지역 대기질의 보다 정밀한 영향분석을 위해서는 미세먼지 성분분석과 대기확산모델링 등 추가적인 세부조사가 필요하다.



〈그림 3-6〉 조사지점별 PM_{10} , $\text{PM}_{2.5}$, NO_2 농도장미



〈그림 3-7〉 지점별 풍향에 따른 대기오염물질 시간평균 농도변화

2. 환경부

1) 조사개요

(1) 조사 항목·방법·기간

■ 조사항목 : TSP, PM_{2.5}, NO₂, SO₂

■ 조사방법 : 충남지역 대기중의 농도측정은 반경 70 km 내에 측정망, 측정차량, 간이측정기를 활용하여 40개 지점에서 측정

■ 조사기간 : 2017. 06.

(2) 조사 지점



자료 : 환경부 보도자료(2017.07.26.)

〈그림 3-8〉 대기질 측정지점 위치도

〈표 3-5〉 국립환경과학원의 이동측정차량 설치 지점

지점	지점명	주소
1	예산종합운동장	충남 예산군 예산읍 예산로
2	청양군민체육관	충남 청양군 청양읍 충절로
3	부여종합운동장	충남 부여군 규암면 호수로
4	유구읍 행정복지센터	충남 공주시 유구읍 석남리
5	논산공설운동장	충남 논산시 체육로

자료 : 충남보건환경연구원 내부자료, 2017

2) 조사결과

(1) 배출량

환경부는 배출량의 저감정도를 분석하기 위해 가동중지된 보령화력 1호기·2호기와 서천화력 1호기·2호기의 국가 배출량 자료와 발전소의 굴뚝원격감시시스템(TMS)의 측정 자료를 활용하였다. 2017년 6월에 가동 중단했을 경우 저감된 배출량은 최근 4년간(2013년~2016년) 매 6월달의 보령화력 1호기·2호기와 서천화력 1호기·2호기의 배출량을 산정하여 평균한 값을 구하는 방식으로 산정하였다.

분석 결과, 보령화력 1호기·2호기와 서천화력 1호기·2호기의 가동중단으로 141톤의 미세먼지 배출량이 저감된 것으로 나타났다.

〈표 3-6〉 석탄화력발전 가동중단에 따른 배출량 저감

(단위 : 톤/월)

구 분	총먼지(TSP)	황산화물	질소산화물	미세먼지(PM _{2.5})
전 국	31	684	1,697	304
충 남	14	361	644	141

* 배출된 성분 중 총먼지(TSP) 66%, 황산화물 24%, 질소산화물 7%가 미세먼지(PM_{2.5})로 전환(2차생성)

자료 : 환경부 보도자료(2017.07.26.)

(2) 모델링과 측정 농도

모델링 방법은 3년간(2013년, 2014년, 2016년)의 6월 기상조건을 반영하여 석탄화력 발전소의 정상가동시와 미가동시 배출량 차이와 대기질을 모델링하는 BFM기법(노후 화력발전소 가동시 배출량을 입력한 결과와 미가동시 배출량을 입력한 결과를 비교·분석하는 기법)을 적용하였다.

모델링 분석결과, 보령화력 1호기·2호기와 서천화력 1호기·2호기의 가동중단 기간에 충남의 미세먼지는 최대영향지점의 미세먼지 농도 감소는 월평균 오염도 $0.8\mu\text{g}/\text{m}^3$ (3.3% 감소), 일 최대 $3.4\mu\text{g}/\text{m}^3$ (8.6% 감소), 시간 최대 $9.5\mu\text{g}/\text{m}^3$ (14.1% 감소)로 분석되었다.

〈표 3-7〉 석탄화력발전 가동중단에 따른 모델링 결과

(단위 : $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

구 분		중단전	중단후	감소량
총 남	월 평균	26.3	26.0	0.3 (1.1%)
	일 최대	39.6	36.2	3.4 (8.6%)
최대영향 지점	월 평균	24.5	23.7	0.8 (3.3%)
	시간 최대	67.5	58.0	9.5 (14.1%)

자료 : 환경부 보도자료(2017.07.26.)

미세먼지 농도 측정결과는 2015년 6월과 2016년 6월의 평균인 $26\mu\text{g}/\text{m}^3$ 에서 2017년 6월의 $22\mu\text{g}/\text{m}^3$ 로 $4\mu\text{g}/\text{m}^3$ 감소된 것으로 조사되었다.

미세먼지 농도 측정결과와 모델링을 종합 분석한 결과, 환경부(국립환경과학원)는 충남의 미세먼지가 월평균 $4\mu\text{g}/\text{m}^3$ 감소한 원인에 대해 $0.3\mu\text{g}/\text{m}^3$ 는 보령화력 1호기·

2호기와 서천화력 1호기·2호기의 가동중단의 효과이고, $3.7\mu\text{g}/\text{m}^3$ 은 국지적 기상여건 및 다른 오염원의 영향 감소 등의 복합적 요인이 작용한 것으로 추정하였다.

제4장 주민건강실태와 정책인식 설문조사

1. 설문조사 개요

1) 조사 목적

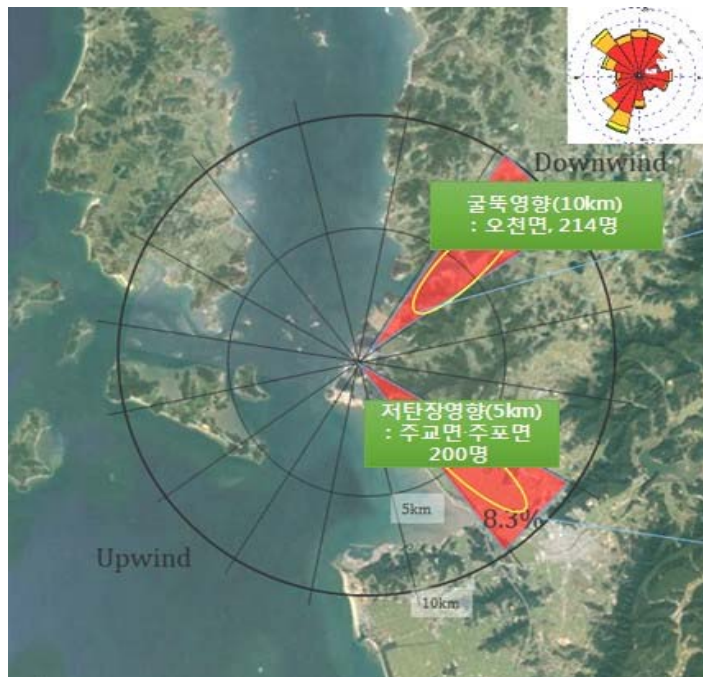
본 연구의 설문조사 목적은 다음과 같다.

- 석탄화력발전 가동중단(셧다운)에 따른 주민건강실태와 정책인식을 파악
- 석탄화력발전 관련 정책 수립의 근거 자료 제공

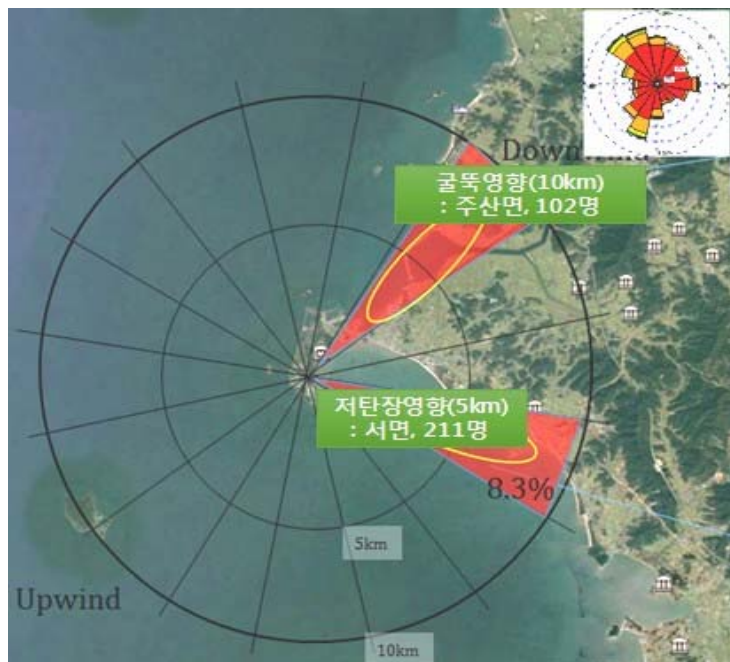
2) 조사 설계

본 연구의 설문조사 문항구성과 조사방법은 석탄화력발전 가동중단(셧다운)에 따른 주민건강실태와 정책인식에 대한 설문결과가 정책수립 근거자료로 활용되기 위해서 중요한 부분이다.

설문조사 대상지역은 대기확산예측모델(HYSPLIT)을 통해 추정된 영향권역에서 시행하였다. 보령화력 1호기와 2호기의 설문조사 대상자는 굴뚝의 영향권으로 오천면(반경 10 km) 주민 214명과 저탄장의 영향권으로 주교면·주포면(반경 5km) 주민 200명이다(그림 4-1). 서천화력 1호기와 2호기의 설문조사 대상자는 굴뚝의 영향권으로 주산면(반경 10 km) 주민 102명과 저탄장의 영향권으로 서면(반경 5km) 주민 211명이다(그림 4-2). 따라서 석탄화력발전 가동중단(셧다운)에 따른 설문조사 표본자수는 보령화력 영향권 지역주민 414명과 서천화력 영향권 지역주민 313명으로 모두 727명이다.



〈그림 4-1〉 보령화력1호기 · 2호기의 설문조사 대상지역과 표본자수



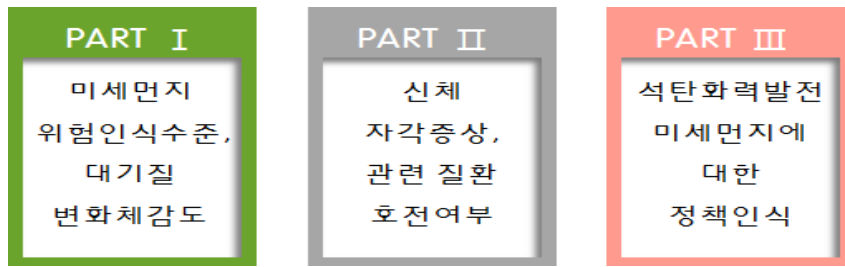
〈그림 4-2〉 서천화력1호기 · 2호기의 설문조사 대상지역과 표본자수

표본추출은 정책적 실효성에 대한 객관적인 데이터 확보를 위해 전문 리서치기관에 의뢰하여 인구 구성비에 따른 성별/연령별 할당 표집으로서 해당면 인구의 약 10%를 추출하였다. 조사 방법은 영향권역의 해당면에 전문 리서치기관의 숙련된 조사원들이 구조화된 설문지를 통한 대면조사로 시행하였다. 보령화력 1호기·2호기 영향권역의 조사기간은 6월 한달 동안의 가동중단(셋다운)을 마친 7월 1일부터 7월 4일까지 진행하였다. 서천화력 1호기·2호기는 6월부터 영구 가동중단을 하였으므로 7월 29일부터 8월 1일까지 진행하였다.

〈표 4-1〉 설문조사 설계

항목	내용
대상지역	- 보령1호기·2호기 영향권역 : 오천면, 주교면, 주포면 - 서천1호기·2호기 영향권역 : 주산면, 서면
대상자	- 20세 이상의 남녀
표본크기	- 727명 조사
조사 방법	- 구조화된 설문지를 통한 대면조사
표본추출방법	- 인구 구성비에 따른 성별/연령별 할당 표집으로 해당면 인구의 약 10%를 추출
조사 기간	- 보령1호기·2호기 영향권역 : 2017년 7월1일~7월4일 - 서천1호기·2호기 영향권역 : 2017년 7월29일~8월1일

설문조사 문항은 3가지로 구분하여 구성하였다(그림 4-3). 첫 번째는 미세먼지에 대한 위험인식수준과 석탄화력발전 가동중단(셋다운)에 따른 대기질 변화 체감도 항목이다. 두 번째는 석탄화력발전 가동중단(셋다운) 기간과 비교했을 때 신체 자각 증상과 질환 호전 등 건강실태조사 항목이다. 세 번째는 석탄화력발전과 미세먼지에 대한 정책 인식 관련 항목이다.



〈그림 4-3〉 주민건강실태와 정책인식 설문조사 문항구성

3) 응답자의 일반적 특성

설문조사 대상자의 일반적 특성은 <표 4-2>와 같다.

〈표 4-2〉 설문응답자의 일반적 특성

항목		응답자수(명)	비율(%)
성별	남자	343	47.2
	여자	384	52.8
연령	20~29	69	9.5
	30~39	135	18.6
	40~49	180	24.8
	50~59	177	24.3
	60~69	98	13.5
	70≤	68	9.4
교육 수준	중학교 졸업 이하	97	13.3
	고등학교 졸업	246	33.8
	전문대학 졸업	125	17.2
	대학교 졸업	205	28.2
	대학원 이상	54	7.4
직업	전문직(의사, 연구원, 변호사, 공무원 등)	127	38.1
	일반사무직	277	17.5
	자영업	47	6.5
	전업주부	47	6.5
	서비스/판매/영업직	57	7.8
	농/림/수산업	88	12.1
	대학생	4	0.6
	기능/생산/단순노무직	32	4.4
	무직/기타	48	6.6

〈표 4-2〉 설문응답자의 일반적 특성(계속)

항목		응답자수(명)	비율(%)
거주지역	A-1	214	29.4
	A-2	200	27.5
	B-1	102	14.0
	B-2	211	29.0
거주기간 (년)	1~2	104	14.3
	3~4	50	6.9
	5~9	55	7.6
	10~14	58	8.0
	15~19	93	12.8
	20≤	367	50.5
흡연여부	흡연	171	23.5
	비흡연	556	76.5
운동여부	한다	268	36.9
	안한다	459	63.1
주활동 공간	실내	538	74.0
	실외	189	26.0
합계		727	100.0

A-1 : 보령화력1호기·2호기 굴뚝 영향(10km)

A-2 : 보령화력1호기·2호기 저탄장 영향(5km)

B-1 : 서천화력1호기·2호기 굴뚝 영향(10km)

B-2 : 서천화력1호기·2호기 저탄장 영향(5km)

2. 설문조사 결과

설문조사로 부터 취합된 자료를 분석하기 위해 통계패키지인 SPSS 24v를 이용하였다. 변수별 빈도차이는 Chi-square 분석과 그룹별 차이는 ANOVA 분석을 실시하여 χ^2 -value와 F-value를 산출하였다.

1) 미세먼지 위험인식수준과 대기질 변화체감도

‘귀하가 살고 있는 지역의 미세먼지 심각성이 어느 정도라고 생각하십니까?’의 질문에 대한 결과는 <표 4-3>과 같다. ‘매우 심각’하다고 응답한 비율이 서천화력 영향권역(B-1, B-2)주민들은 각각 9.7%와 17.1% 이었는데, 보령화력 영향권역(A-1, A-2)의 주민들은 각각 41.6%와 31.0%로 서천화력 영향권역 보다 높게 나타났다. 보령화력 영향권역의 주민들이 서천화력 영향권역보다 미세먼지의 심각성(심각함+매우 심각함)을 더 높게 인식하고 있었다($p < 0.001$).

<표 4-3> 지역의 미세먼지 심각성에 대한 인식

항목	거주지역				x2-value(p)
	A-1	A-2	B-1	B-2	
	명(%)	명(%)	명(%)	명(%)	
전혀 심각하지 않음	6(2.8)	2(1.0)	2(2.0)	10(4.7)	107.1(0.000)
심각하지 않음	12(5.6)	25(12.5)	37(36.3)	72(34.1)	
심각함	107(50.0)	111(55.5)	53(52.0)	93(44.1)	
매우 심각함	89(41.6)	62(31.0)	10(9.8)	36(17.1)	
합계	214(100)	200(100)	102(100)	211(100)	

A-1 : 보령화력1호기·2호기 굴뚝 영향(10km)

B-1 : 서천화력1호기·2호기 굴뚝 영향(10km)

A-2 : 보령화력1호기·2호기 저탄장 영향(5km)

B-2 : 서천화력1호기·2호기 저탄장 영향(5km)

‘귀하는 지역의 석탄화력발전소가 미세먼지 악화와 건강에 영향을 미친다고 생각하십니까?’의 질문에 대한 결과는 <표 4-4>와 같다(과거에 비해 미세먼지가 악화되었다고 응답한 사람들 중에서 질문).

‘매우 영향을 미침’이라고 응답한 비율이 서천화력 영향권역(B-1, B-2)주민들은 각각 33.3%와 38.3% 이었는데, 보령화력 영향권역(A-1, A-2)의 주민들은 각각 65.3%와 58.3%로 서천화력 영향권역 보다 높게 나타났다. 보령화력 영향권역 주민들이 서천화력 영향권역보다 석탄화력발전소가 미세먼지 악화와 건강에 매우 영향을 미친다고 인식하고 있었다($p < 0.001$).

<표 4-4> 지역의 석탄화력발전소가 미세먼지 악화와 건강에 영향을 미치는 정도

항목	거주지역				x2-value(p)
	A-1	A-2	B-1	B-2	
	명(%)	명(%)	명(%)	명(%)	
매우 영향미침	126(65.3)	105(58.3)	18(33.3)	57(38.3)	47.3(0.000)
약간 영향미침	60(31.1)	63(35.0)	26(48.1)	65(43.6)	
거의 영향 미치지 않음	6(3.1)	12(6.7)	9(16.7)	25(16.8)	
전혀 영향 미치지 않음	1(0.5)	0(0.0)	1(1.9)	2(1.3)	
합계	193(100)	180(100)	54(100)	149(100)	

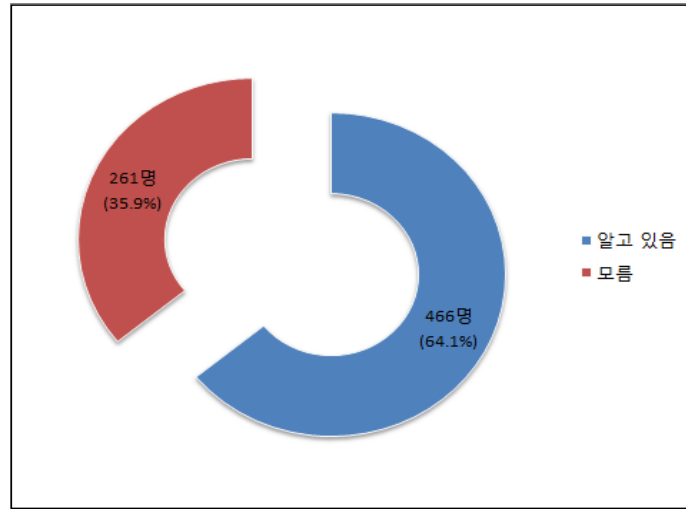
A-1 : 보령화력1호기·2호기 굴뚝 영향(10km)

A-2 : 보령화력1호기·2호기 저탄장 영향(5km)

B-1 : 서천화력1호기·2호기 굴뚝 영향(10km)

B-2 : 서천화력1호기·2호기 저탄장 영향(5km)

대상지역 주민들에게 ‘귀하는 국가의 미세먼지 대책의 일환으로 석탄화력발전 가동 중단에 대해 알고 있습니까?’의 질문에 727명 중 466명(64.1%)가 알고 있다고 응답하였다 (그림 4-4).



(단위 : 명(%), Base : 전체, n=727)

〈그림 4-4〉 석탄화력발전 가동중단에 대한 인식

‘귀하가 느끼실 때 석탄화력발전을 가동 중단한 6월 한달 동안 과거에 비해 대기질(미세먼지)이 개선되었다고 생각하십니까?’ 의 질문에 대한 결과는 <표 4-5>, <그림 4-5>와 같다. ‘변화를 잘 못느끼겠음’ 이라고 응답한 비율이 서천화력 영향권역(B-1, B-2)에서 각각 48.07%, 61.1% 이었고, 보령화력 영향권역(A-1, A-2)에서 각각 70.0%와 65.0%인 것으로 나타났다. ‘약간 개선됨’ 이라고 응답한 비율은 서천화력 영향권역(B-1, B-2)에서 각각 34.3%, 25.1% 이었고 보령화력 영향권에서 각각 20.1%에서 34.3 % 이었다 (표 4-5). 서천화력 영향권역과 보령화력 영향권역 주민 459명(63.0%)가 ‘변화를 잘 못 느끼겠음’ 이라고 응답하였고 206명(28.0%)이 ‘약간 개선+크게 개선’ 이라고 응답하였다 (그림 4-5).

〈표 4-5〉 과거 대비 석탄화력발전 가동 중단(6월) 기간의 대기질(미세먼지) 개선정도

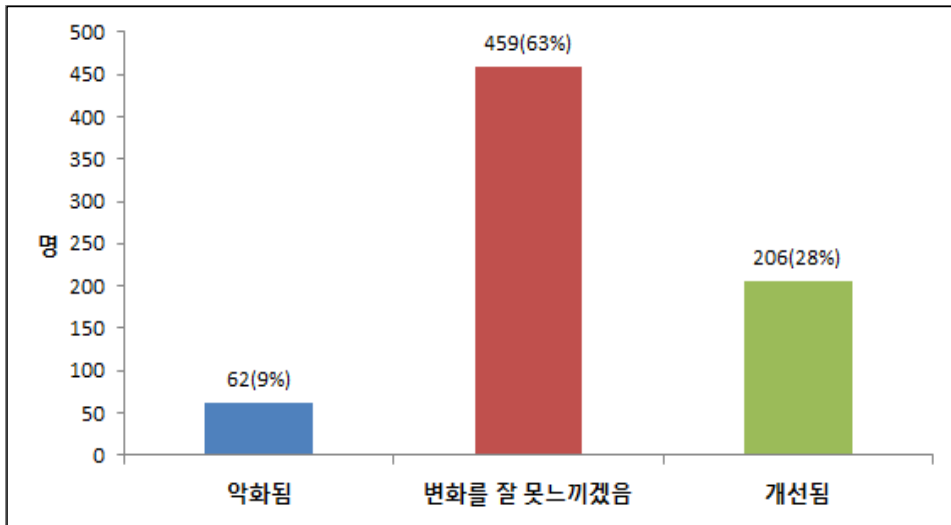
항목	거주지역				x2-value(p)
	A-1	A-2	B-1	B-2	
	명(%)	명(%)	명(%)	명(%)	
매우 악화됨	3(1.4)	0(0)	1(1.0)	7(3.3)	27.7(0.006)
약간 악화됨	10(4.7)	19(9.5)	9(8.8)	13(6.2)	
변화를 잘 못느끼겠음	151(70.6)	130(65.0)	49(48.07)	129(61.1)	
약간 개선됨	43(20.1)	42(21.0)	35(34.3)	53(25.1)	
크게 개선됨	7(3.3)	9(4.5)	8(7.8)	9(4.3)	
합계	214(100)	200(100)	102(100)	211(100)	

A-1 : 보령화력1호기·2호기 굴뚝 영향(10km)

A-2 : 보령화력1호기·2호기 저탄장 영향(5km)

B-1 : 서천화력1호기·2호기 굴뚝 영향(10km)

B-2 : 서천화력1호기·2호기 저탄장 영향(5km)



(단위 : 명(%), Base : 전체, n=727)

〈그림 4-5〉 과거 대비 석탄화력발전 가동 중단(6월) 기간의 대기질(미세먼지) 개선정도

2) 석탄화력발전 가동중단에 따른 신체자각증상과 질환

본 연구에서는 석탄화력발전 가동중단에 따른 신체자각증상과 질환의 호전 여부를 파악하기 위해 지역별, 거주 기간별로 구분하여 분석하였다.

(1) 지역별

지역별로 미세먼지 등 대기오염과 관련이 있는 신체 증상을 경험한 수준을 분석한 결과는 <표 4-6>과 같다. 보령화력 굴뚝영향권역(A-1) 주민들에게서 가장 많이 발생하는 증상은 기침(1.079), 가래(1.056), 눈따가움(1.028) 등인 것으로 나타났다. 서천화력 굴뚝영향권역(B-1) 주민들에게서 가장 많이 발생하는 증상은 기침(1.559), 재채기(1.412), 두통(1.402), 가래(1.275) 등 이었다. 보령화력 저탄장영향권역 주민들에게서 가장 많이 발생하는 증상은 기침(0.660), 가래(1.056), 눈따가움(0.650)과 목 따가움(0.650) 등인 것으로 나타났다. 서천화력 굴뚝영향권역 주민들에게서 가장 많이 발생하는 증상은 기침(1.559), 가슴답답함(1.412), 재채기(1.412) 등인 것으로 나타났다. 서천화력 저탄장영향권역 주민들에게서 가장 많이 발생하는 증상은 가래(0.673), 기침(0.649), 두통(0.621) 등인 것으로 나타났다. 특히 서천화력 굴뚝영향권역(B-1)의 주민들이 다른 영향권역의 주민들에 비하여 통계적으로 매우 유의한 차이로 많이 호소한 증상은 기침, 가래, 눈목 따가움, 두통, 피부가려움, 재채기인 것으로 분석되었다($p<0.001$).

지역별로 석탄화력발전 가동중단(셋다운) 기간 동안 신체 증상의 개선을 경험한 수준을 분석한 결과는 <표 4-7>와 같다. 보령화력 굴뚝영향권역의 주민들의 경우는 기침(0.902), 가래(0.766), 눈따가움(0.822) 등에서 신체증상의 개선을 경험한 것으로 응답하였다. 보령화력 저탄장영향권역의 주민들의 경우는 기침(0.440), 가래(0.355), 눈따가움(0.505), 목 따가움(0.460) 등에서 신체증상의 개선을 경험한 것으로 응답하였다. 서천화력 굴뚝영향권역의 주민들의 경우는 기침(1.186), 가슴답답함(1.049), 재채기(1.167) 등에서 신체증상의 개선을 경험한 것으로 응답하였다. 서천화력 저탄장영향권역의 주민들의 경우는

가래(0.403), 기침(0.488), 두통(0.498) 등에서 신체증상의 개선을 경험한 것으로 응답하였다. <그림 4-6 ~ 그림 4-15>는 석탄화력발전 가동중단 기간 동안 미세먼지와 관련이 있는 평소 신체증상의 개선을 경험한 수준을 모든 조사대상지역으로 분석한 결과이다. 모든 조사대상지역에서 평소 기침 증상이 없다는 응답은 53.8 %였는데, 가동 중단 기간에는 59.8%로 늘어나 평소 대비 6.2% 개선된 것으로 나타났다. 가슴 답답함은 평소 대비 3.8%, 호흡곤란은 평소 대비 4.0%, 눈 따가움은 평소 대비 6.0%, 코 따가움은 평소 대비 4.2%, 목 따가움은 평소 대비 6.7%, 두통은 평소 대비 4.3%, 피부 가려움은 평소 대비 5.3%, 재채기는 평소 대비 6.9%로 증상이 개선된 것으로 나타났다.

〈표 4-6〉 지역별 평소 신체 증상

mean±S.D.

항목	거주지역				F-value(p)
	A-1	A-2	B-1	B-2	
	(N=214)	(N=200)	(N=102)	(N=211)	
기침**	1.079±1.394	0.660±1.049	1.559±1.140	0.649±1.038	7.201(0.000)
가래**	1.056±1.373	0.555±0.901	1.275±1.082	0.673±1.052	13.554(0.000)
가슴 답답함*	0.836±1.255	0.450±0.895	1.412±1.189	0.469±0.896	23.736(0.025)
호흡곤란	0.654±1.164	0.300±0.743	1.127±1.078	0.332±0.758	22.180(0.292)
눈 따가움**	1.028±1.307	0.650±1.083	1.108±1.043	0.597±0.973	9.019(0.000)
코 따가움*	0.832±1.267	0.490±1.017	1.157±1.088	0.502±0.963	11.729(0.030)
목 따가움**	0.911±1.327	0.650±1.138	1.235±1.136	0.578±0.994	9.125(0.000)
두통**	0.921±1.353	0.465±0.940	1.402±1.007	0.621±1.108	17.930(0.000)
피부가려움**	1.005±1.344	0.520±0.956	1.137±0.995	0.512±0.968	14.430(0.000)
재채기**	0.916±1.268	0.625±1.058	1.412±1.102	0.602±0.997	14.865(0.000)

* .p<0.05 ** .p<0.001

(scale ; 0=증상없음, 1=증상이 가끔 있으나 불편하지 않음, 2= 증상이 가끔 있으면서 불편함을 느낌, 3=증상이 자주 있으나 불편하지 않음, 4= 증상이 자주 있으면서 불편함을 느낌)

A-1 : 보령화력1호기·2호기 굴뚝 영향(10km)

B-1 : 서천화력1호기·2호기 굴뚝 영향(10km)

A-2 : 보령화력1호기·2호기 저탄장 영향(5km)

B-2 : 서천화력1호기·2호기 저탄장 영향(5km)

〈표 4-7〉 지역별 가동중단 후 신체 증상의 개선

mean±S.D.

항목	거주지역				F-value(p)
	A-1	A-2	B-1	B-2	
	(N=214)	(N=200)	(N=102)	(N=211)	
기침**	0.902±1.337	0.440±0.891	1.186±1.043	0.488±0.869	24.049(0.000)
가래**	0.766±1.309	0.355±0.818	1.275±1.097	0.403±0.912	16.931(0.000)
가슴 답답함**	0.593±1.211	0.225±0.782	1.049±1.153	0.270±0.830	24.423(0.042)
호흡곤란	0.593±1.125	0.225±0.622	1.049±1.084	0.270±0.675	24.857(0.791)
눈 따가움**	0.822±1.189	0.505±0.924	1.039±1.052	0.488±0.933	9.849(0.000)
코 따가움*	0.701±1.173	0.370±0.852	1.088±1.100	0.412±0.865	14.870(0.031)
목 따가움**	0.780±1.272	0.460±0.981	1.127±1.105	0.408±0.825	13.900(0.000)
두통**	0.832±1.289	0.370±0.810	1.265±0.984	0.498±1.011	19.936(0.000)
피부가려움**	0.846±1.260	0.405±0.827	1.088±1.045	0.408±0.881	16.753(0.000)
재채기**	0.804±1.214	0.460±0.873	1.167±1.072	0.469±0.885	14.948(0.000)

* .p<0.05 ** .p<0.001

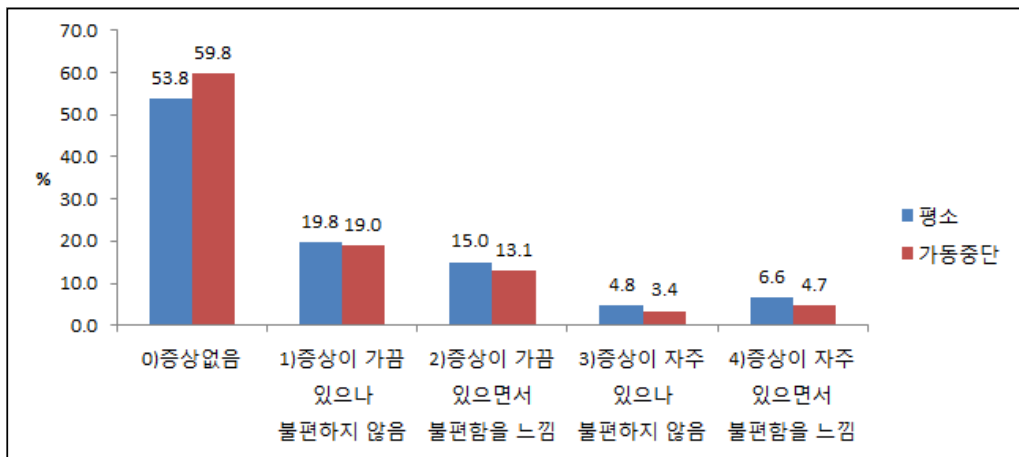
(scale ; 0= 증상없음, 1=증상이 가끔 있으나 불편하지 않음, 2= 증상이 가끔 있으면서 불편함을 느낌, 3=증상이 자주 있으나 불편하지 않음, 4= 증상이 자주 있으면서 불편함을 느낌)

A-1 : 보령화력1호기·2호기 굴뚝 영향(10km)

B-1 : 서천화력1호기·2호기 굴뚝 영향(10km)

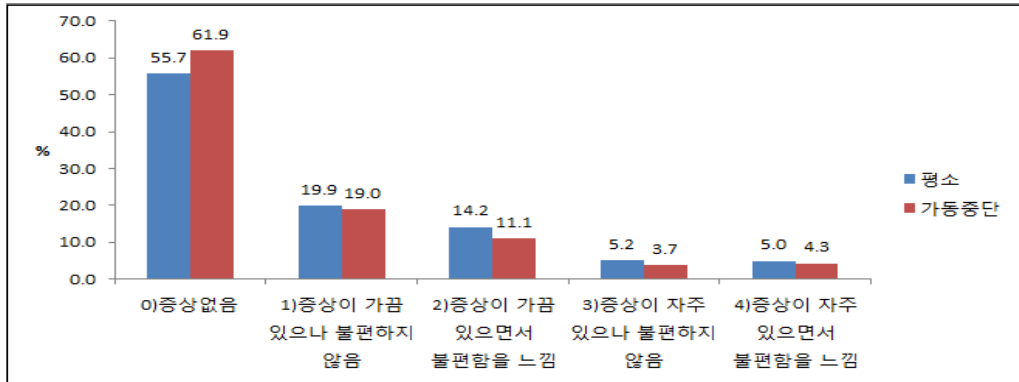
A-2 : 보령화력1호기·2호기 저탄장 영향(5km)

B-2 : 서천화력1호기·2호기 저탄장 영향(5km)



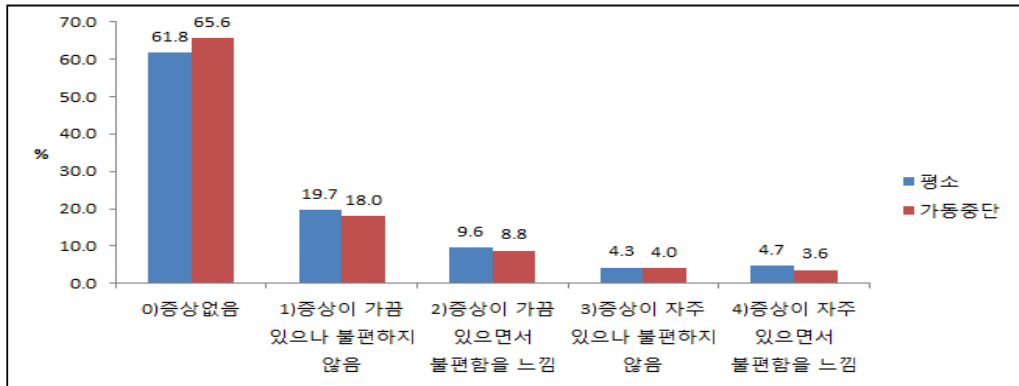
(단위 : %, Base : 전체, n=727)

〈그림 4-6〉 지역별 평소 대비 가동중단에 따른 증상 비교(기침)



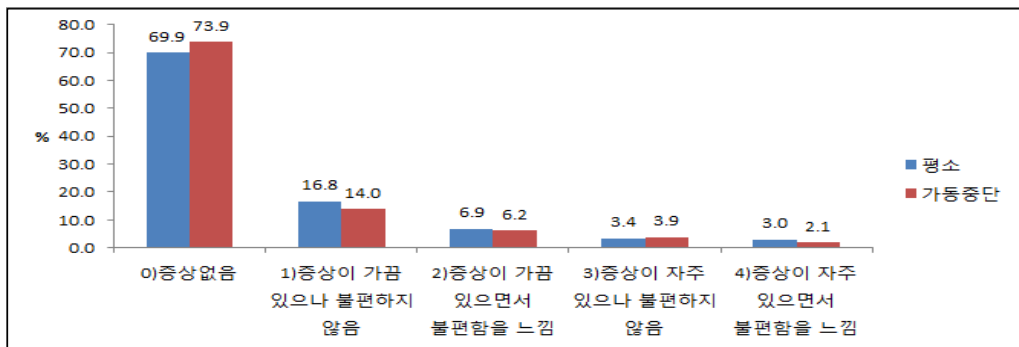
(단위 : %, Base : 전체, n=727)

〈그림 4-7〉 지역별 평소 대비 가동중단에 따른 증상 비교(가래)



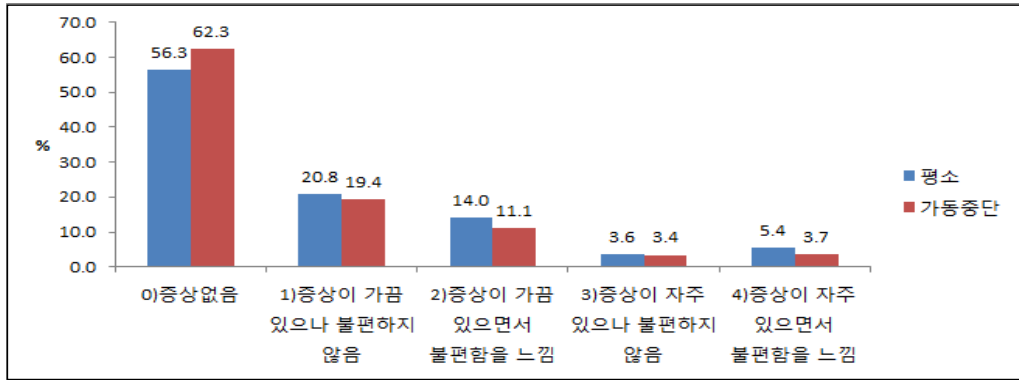
(단위 : %, Base : 전체, n=727)

〈그림 4-8〉 지역별 평소 대비 가동중단에 따른 증상 비교(가슴답답함)



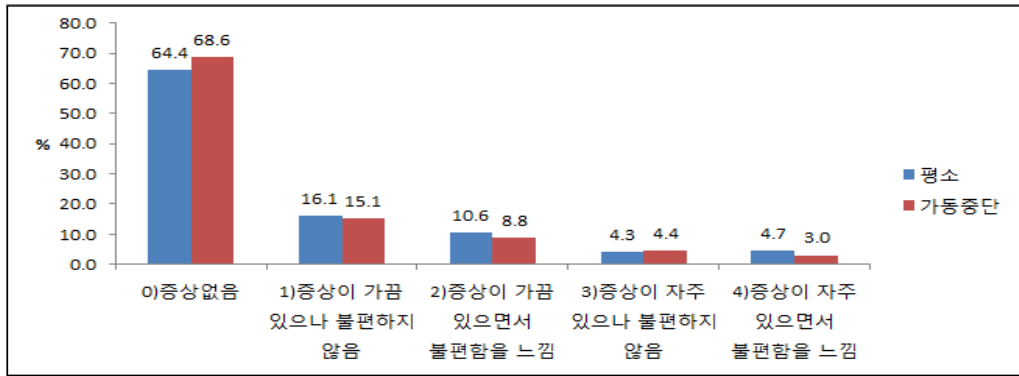
(단위 : %, Base : 전체, n=727)

〈그림 4-9〉 지역별 평소 대비 가동중단에 따른 증상 비교(호흡곤란)



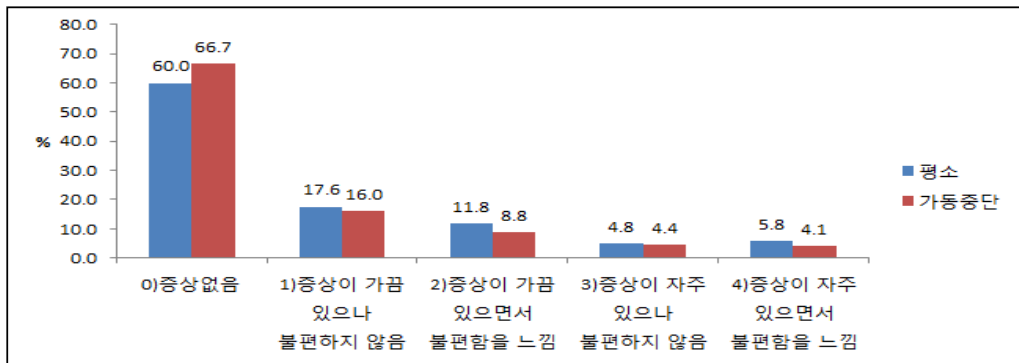
(단위 : %, Base : 전체, n=727)

〈그림 4-10〉 지역별 평소 대비 가동중단에 따른 증상 비교(논 따라움)



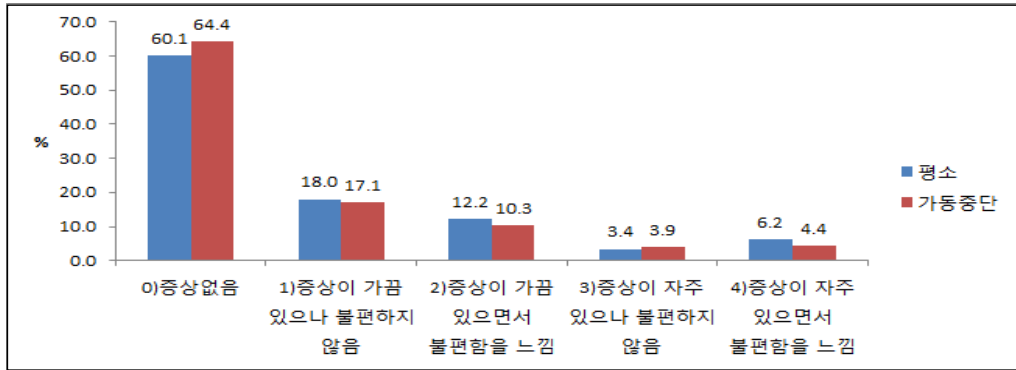
(단위 : %, Base : 전체, n=727)

〈그림 4-11〉 지역별 평소 대비 가동중단에 따른 증상 비교(코 따라움)



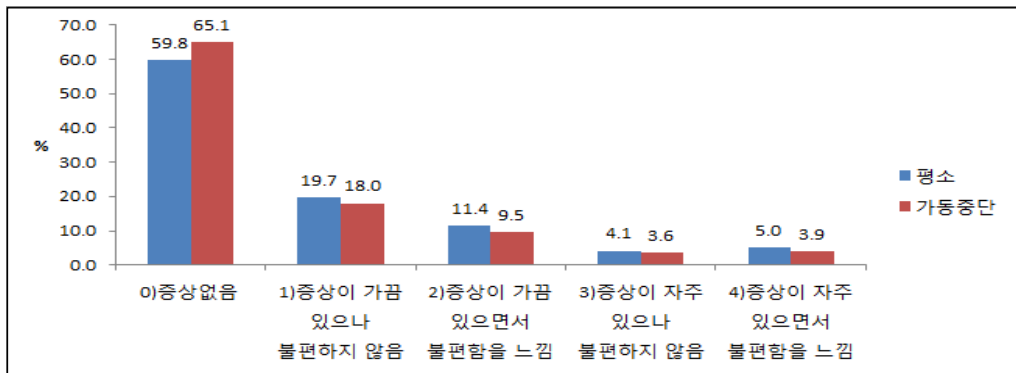
(단위 : %, Base : 전체, n=727)

〈그림 4-12〉 지역별 평소 대비 가동중단에 따른 증상 비교(목 따라움)



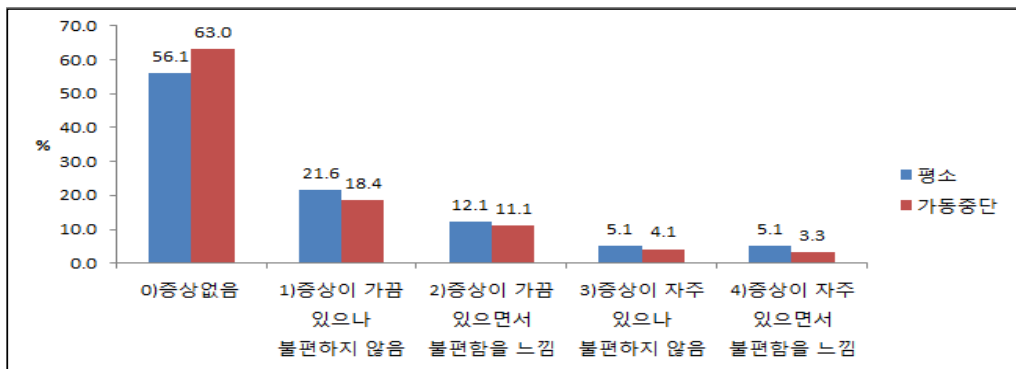
(단위 : %, Base : 전체, n=727)

〈그림 4-13〉 지역별 평소 대비 가동중단에 따른 증상 비교(두통)



(단위 : %, Base : 전체, n=727)

〈그림 4-14〉 지역별 평소 대비 가동중단에 따른 증상 비교(피부가려움)



(단위 : %, Base : 전체, n=727)

〈그림 4-15〉 지역별 평소 대비 가동중단에 따른 증상 비교(재채기)

〈표 4-8〉은 평소 의사로부터 미세먼지 등 대기오염과 관련이 있는 질환으로 진단 받은 결과를 분석한 것이다. 질환 중에서 기관지염이 모든 영향권역에서 각각 14.5%, 15.0%, 30.4%, 18.5%로 가장 많았다. 특히 서천화력 굴뚝의 영향권역(B-1)의 주민들에게서 기관지염이 30.4%로 다른 지역에 비하여 통계적으로 유의한 수준으로 높게 나타났다($p<0.05$).

석탄화력발전 가동중단(셧다운) 기간 동안 미세먼지와 관련이 있는 평소 질환의 호전을 경험한 수준을 영향권역별로 분석한 결과는 〈표 4-9〉와 같다. 보령화력 굴뚝영향권역과 저탄장영향권역, 서천화력 저탄장영향권역에서 평소 대비 가동중단에 따른 기관지염의 호전을 경험한 비율이 각 80.5%, 60.0%, 56.4%로 높은 것으로 나타났다. 특히 보령화력 굴뚝영향권역 주민들의 경우는 기관지염의 호전 경험률이 80.6%, 심장질환의 호전 경험률이 100.0%, 결막염의 호전 경험률이 83.3%, 우울증과 스트레스의 호전 경험률이 75.0%에 이르러 다른 지역에 비해서 호전경험률이 높았다 ($p<0.001$).

〈그림 4-16〉은 석탄화력발전 가동중단 기간 동안 미세먼지와 관련이 있는 평소 질환의 호전을 경험한 수준을 모든 조사대상지역으로 분석한 결과이다. 평소 의사로부터 기관지염으로 진단받은 주민들 중에 가동중단에 따른 기관지염의 호전을 경험한 비율이 53.4%, 결막염의 호전을 경험한 비율은 50.0%, 천식의 호전을 경험한 비율은 44.2%, 정신질환(우울증, 스트레스)의 호전을 경험한 비율은 51.1%, 심장질환의 호전을 경험한 비율은 48.8%인 것으로 나타났다.

특히 보령화력 굴뚝의 영향권역(A-1)의 주민들에게서 기관지염의 호전 경험률이 80.6%로 다른 지역에 비하여 통계적으로 유의한 수준으로 높게 나타났다($p<0.001$).

〈표 4-8〉 지역별 평소 의사로부터 진단 받은 질환

항목		거주지역				
		A-1	A-2	B-1	B-2	
		명(%)	명(%)	명(%)	명(%)	
천식*	No	196(91.5)	193(96.5)	88(86.3)	198(93.8)	p=0.009
	Yes	18(8.5)	7(3.5)	14(13.7)	13(6.2)	
기관지염*	No	183(85.5)	170(85.0)	71(69.6)	172(81.5)	p=0.028
	Yes	31(14.5)	30(15.0)	31(30.4)	39(18.5)	
심장질환*	No	206(96.3)	188(94.0)	90(88.2)	202(95.7)	p=0.024
	Yes	8(3.7)	12(6.0)	12(11.8)	9(4.3)	
결막염	No	196(91.5)	182(91.0)	94(92.2)	185(87.7)	p=0.460
	Yes	18(8.5)	18(9.0)	8(7.8)	26(12.3)	
정신(우울증, 스트레스)	No	198(92.5)	189(94.5)	95(93.1)	200(94.8)	p=0.753
	Yes	16(7.5)	11(5.5)	7(6.9)	11(5.2)	

* .p<0.05 ** .p<0.001

A-1 : 보령화력1호기·2호기 굴뚝 영향(10km)

B-1 : 서천화력1호기·2호기 굴뚝 영향(10km)

A-2 : 보령화력1호기·2호기 저탄장 영향(5km)

B-2 : 서천화력1호기·2호기 저탄장 영향(5km)

〈표 4-9〉 지역별 가동중단 후 질환의 호전

항목		거주지역				
		A-1	A-2	B-1	B-2	
		명(%)	명(%)	명(%)	명(%)	
천식*	No	8(44.4)	1(14.3)	11(78.6)	9(69.2)	p=0.018
	Yes	10(55.6)	6(85.7)	3(21.4)	4(30.8)	
기관지염*	No	6(19.4)	12(40.0)	26(83.9)	17(43.6)	p=0.001
	Yes	25(80.6)	18(60.0)	5(16.1)	22(56.4)	
심장질환**	No	0(0)	4(33.3)	12(100)	5(55.6)	p=0.000
	Yes	8(100)	8(66.7)	0(1)	4(44.4)	
결막염**	No	3(16.7)	7(38.9)	8(100)	17(65.4)	p=0.000
	Yes	15(83.3)	11(61.1)	0(0)	9(34.6)	
정신*(우울증, 스트레스)	No	4(25.0)	4(36.4)	7(100)	7(63.6)	p=0.003
	Yes	12(75.0)	7(63.6)	0(0)	4(36.4)	

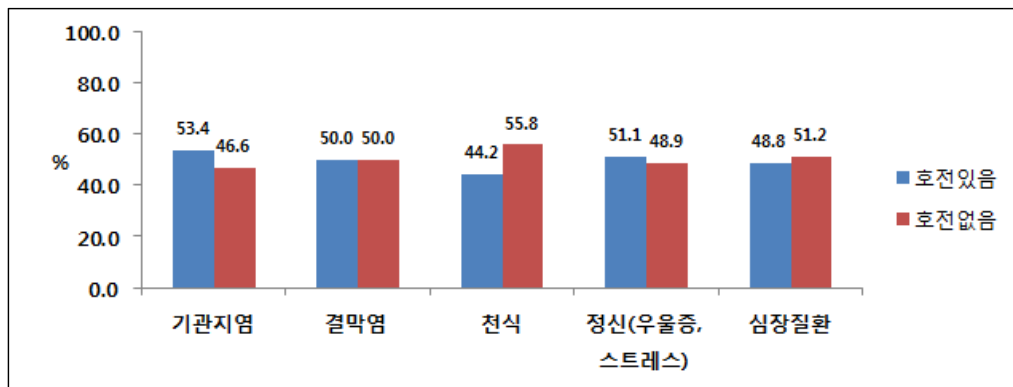
* .p<0.05 ** .p<0.001

A-1 : 보령화력1호기·2호기 굴뚝 영향(10km)

B-1 : 서천화력1호기·2호기 굴뚝 영향(10km)

A-2 : 보령화력1호기·2호기 저탄장 영향(5km)

B-2 : 서천화력1호기·2호기 저탄장 영향(5km)



(단위 : %, Base : 전체, n=727)

〈그림 4-16〉 평소 대비 가동중단에 따른 질환의 호전 여부

(2) 거주기간별

〈표 4-10〉은 거주기간별로 미세먼지 등 대기오염과 관련이 있는 신체 증상을 경험한 수준을 분석한 결과이고, 〈그림 4-17〉은 거주기간에 따른 신체 증상을 경험한 수준의 평균값을 나타낸 그림이다. 거주기간이 1~2년인 주민들에게서 가장 많이 발생하는 증상은 기침(0.798), 재채기(0.769), 가래(0.760) 등인 것으로 나타났다. 거주기간이 20년 이상인 주민들에게서 가장 많이 발생하는 증상은 기침(1.104), 가래(1.074), 눈 따가움(1.003) 등 이었다.

대체적으로 거주기간이 1~2년인 주민들에게서 증상이 발생하는 정도가 높다가 거주기간이 3년 이상부터 점점 감소하고 다시 거주기간이 20년 이상이 된 주민들에게서 기침, 가래, 가슴답답함, 눈·코·목 따가움, 두통, 피부가려움, 재채기 증상이 발생하는 정도가 통계적으로 유의하게 높은 것으로 나타났다(표 4-10, 그림 4-17).

거주기간별로 석탄화력발전 가동중단(셋다운) 기간 동안 신체 증상의 개선을 경험한 수준을 분석한 결과는 〈표 4-11〉와 같다.

〈표 4-10〉과 〈표 4-11〉을 비교해 보면 대체적으로 모든 거주기간에서 평소 신체 증상을 경험한 수준에 비해 석탄화력발전 가동중단(셋다운) 기간 동안 신체 증상의 개선을 경험한 것으로 나타났다.

〈표 4-10〉 거주기간별 평소 신체 증상

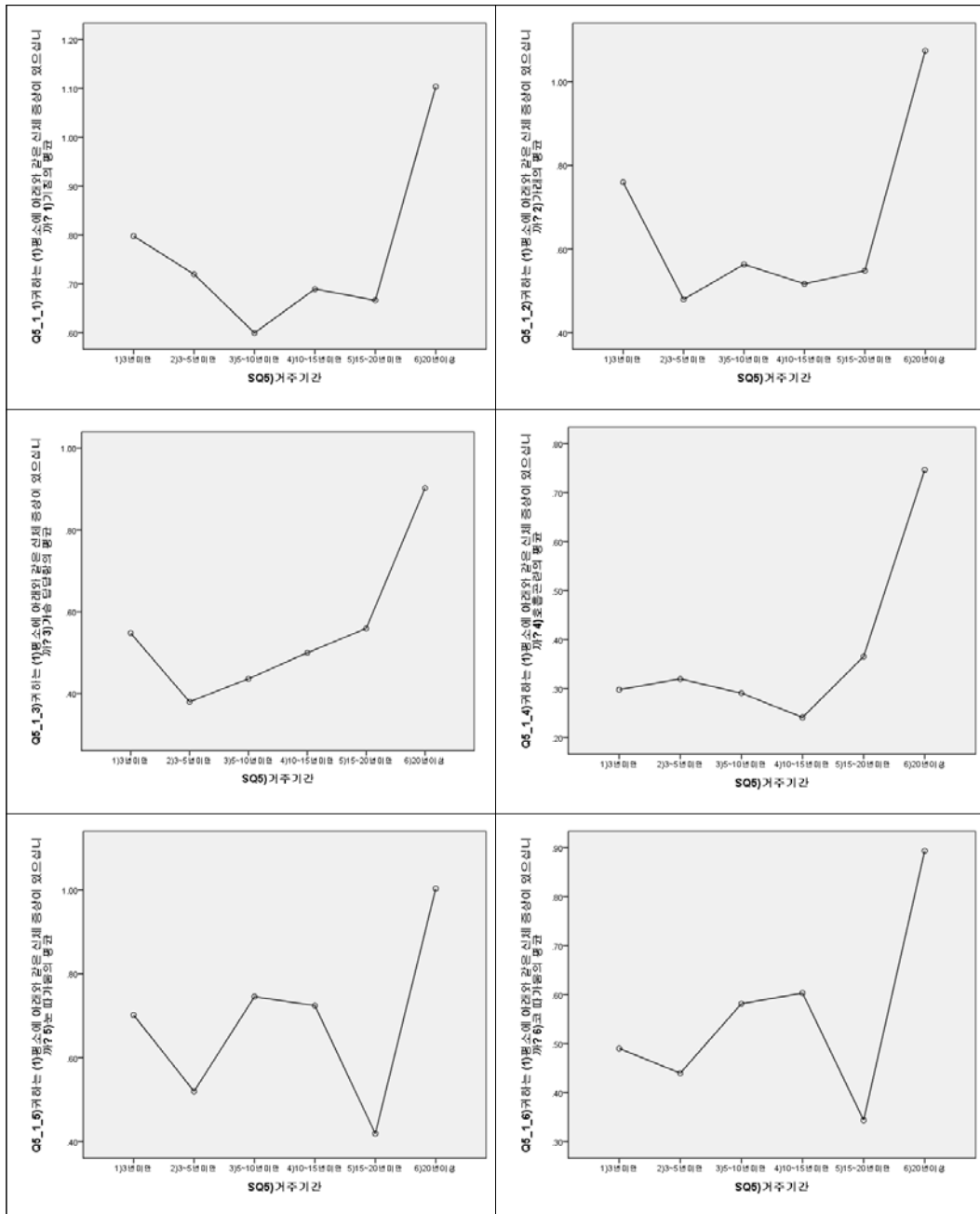
mean±S.D.

항목	거주기간(년)						F-value(p)
	1~2	3~4	5~9	10~14	15~19	20 ≤	
	(N=104)	(N=50)	(N=55)	(N=58)	(N=93)	(N=367)	
기침**	0.798±1.056	0.720±1.213	0.600±0.935	0.690±1.127	0.667±1.087	1.104±1.302	4.242(0.001)
가래**	0.760±1.029	0.480±0.909	0.564±0.938	0.517±1.013	0.548±0.961	1.074±1.258	7.107(0.000)
가슴 답답함**	0.548±0.944	0.380±0.878	0.436±0.856	0.500±0.941	0.559±0.994	0.902±1.220	5.137(0.000)
호흡곤란	0.298±0.695	0.320±0.794	0.291±0.685	0.241±0.709	0.366±0.763	0.747±1.135	7.7620(0.790)
눈 따가움**	0.702±1.122	0.520±0.909	0.745±0.947	0.724±1.073	0.419±0.851	1.003±1.231	5.396(0.000)
코 따가움*	0.490±0.955	0.440±0.884	0.582±0.937	0.603±1.075	0.344±0.801	0.894±1.242	5.756(0.0292)
목 따가움**	0.615±1.027	0.560±1.013	0.636±1.025	0.741±1.332	0.452±0.915	0.984±1.261	4.679(0.000)
두통*	0.721±10.083	0.520±1.182	0.655±0.966	0.500±0.922	0.591±0.992	0.935±1.274	3.144(0.008)
피부가려움**	0.692±1.107	0.380±0.830	0.509±0.767	0.534±1.188	0.495±0.855	0.946±1.218	5.420(0.000)
재채기**	0.769±0.988	0.560±1.110	0.655±0.966	0.638±1.119	0.473±0.880	1.000±1.246	4.714(0.000)

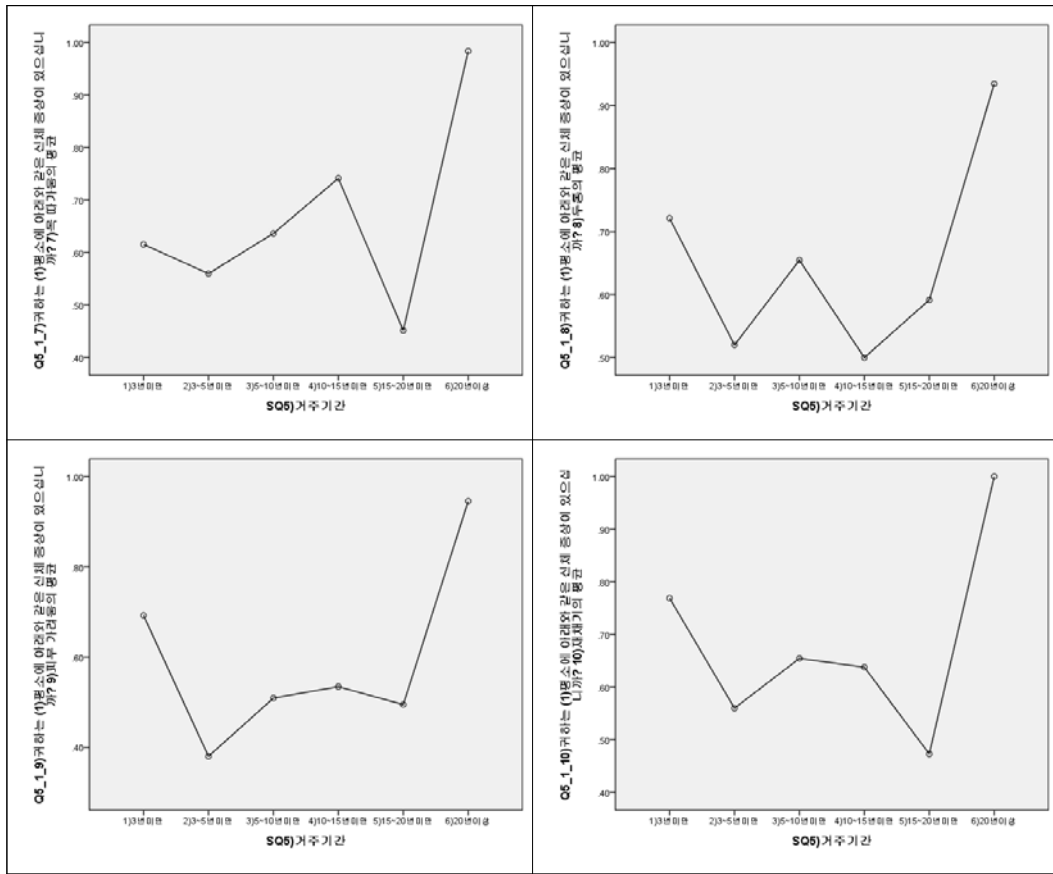
* .p<0.05 ** .p<0.001

(scale ; 0= 증상없음, 1=증상이 가끔 있으나 불편하지 않음, 2= 증상이 가끔 있으면서 불편함을 느낌, 3=증상이 자주 있으나 불편하지 않음,

4= 증상이 자주 있으면서 불편함을 느낌)



〈그림 4-17〉 거주기간에 따른 신체 증상을 경험한 수준의 평균값



〈그림 4-17〉 거주기간에 따른 신체 증상을 경험한 수준의 평균값(계속)

〈표 4-11〉 거주기간별 가동중단 후 신체 증상의 개선

mean±S.D.

항목	거주기간(년)						F-value(p)
	1~2	3~4	5~9	10~14	15~19	20 ≤	
	(N=104)	(N=50)	(N=55)	(N=58)	(N=93)	(N=367)	
기침**	0.567±0.932	0.600±1.069	0.400±0.735	0.552±1.029	0.484±0.842	0.956±1.227	6.059(0.000)
가래**	0.538±0.880	0.420±0.810	0.418±0.896	0.448±0.994	0.387±0.808	0.935±1.208	7.863(0.000)
가슴 답답함**	0.423±0.832	0.340±0.798	0.364±0.704	0.466±0.959	0.495±0.974	0.807±1.156	5.169(0.000)
호흡 곤란	0.260±0.638	0.300±0.763	0.182±0.434	0.190±0.687	0.333±0.771	0.423±0.079	7.357(0.000)
눈 따가움**	0.481±0.965	0.480±0.931	0.473±0.663	0.517±0.843	0.409±0.912	0.866±1.155	5.550(0.000)
코 따가움*	0.423±0.867	0.340±0.798	0.400±0.655	0.362±0.788	0.290±0.746	0.793±1.178	6.830(0.000)
목 따가움**	0.442±0.901	0.420±0.906	0.345±0.751	0.534±1.158	0.376±0.896	0.839±1.182	5.813(0.000)
두통*	0.596±0.981	0.480±1.074	0.418±0.599	0.414±0.879	0.462±0.867	0.845±1.226	4.279(0.001)
피부 가려움**	0.558±0.993	0.360±0.776	0.345±0.584	0.431±1.094	0.441±0.878	0.812±1.150	4.930(0.000)
재채기**	0.625±0.916	0.480±0.974	0.327±0.546	0.448±0.958	0.376±0.806	0.856±1.168	6.059(0.000)

* .p<0.05 ** .p<0.001

(scale ; 0= 증상없음, 1=증상이 가끔 있으나 불편하지 않음, 2= 증상이 가끔 있으면서 불편함을 느낌, 3=증상이 자주 있으나 불편하지 않음,

4= 증상이 자주 있으면서 불편함을 느낌)

〈표 4-12〉은 거주기간별로 평소 의사로부터 미세먼지 등 대기오염과 관련이 있는 질환을 분석한 결과이다. 거주기간이 1~2년인 주민들에게서 가장 많이 발생하는 질환은 기관지염 9.6%, 천식 4.8% 등인 것으로 나타났다. 거주기간이 20년 이상인 주민들에게서 가장 많이 발생하는 질환은 기관지염 25.1%, 결막염 12.0%, 천식 10.9% 등 이었다.

증상과 마찬가지로 거주기간이 1~2년인 주민들에게서 질환이 발생하는 정도가 높다가 거주기간이 3년 이상부터 점점 감소하고 다시 거주기간이 20년 이상이 된 주민들에게서 천식, 기관지염, 심장질환, 정신질환이 발생하는 정도가 통계적으로 유의하게 높은 것으로 나타났다($p<0.05$).

거주기간별로 석탄화력발전 가동중단(셋다운) 기간 동안 질환의 호전을 경험한 수준을 분석한 결과는 〈표 4-13〉이다. 〈표 4-12〉과 〈표 4-13〉을 비교해 보면 천식의 경우 1~2년의 거주기간에서 질환 호전을 경험한 비율이 80.0%로 높았지만 통계적으로 유의하지 않았다. 기관지염의 경우 3~4년의 거주기간과 5~9년의 거주기간이 각각 75.0%와 100%로서 질환 호전을 경험한 비율이 통계적으로 유의하게 높은 것으로 나타났다($p<0.05$).

〈표 4-12〉 거주기간별 평소 의사로부터 진단 받은 질환

항목		거주기간(년)						
		1~2	3~4	5~9	10~14	15~19	20 ≤	
		(명, %)	(명, %)	(명, %)	(명, %)	(명, %)	(명, %)	
천식*	No	99(95.2)	47(94.0)	54(98.2)	57(98.3)	91(97.8)	327(89.1)	p=0.004
	Yes	5(4.8)	3(6.0)	1(1.8)	1(1.7)	2(2.2)	40(10.9)	
기관지염*	No	94(90.4)	46(92.0)	50(92.6)	50(86.2)	81(87.1)	275(74.9)	p=0.049
	Yes	10(9.6)	4(8.0)	5(7.4)	8(13.8)	12(12.9)	92(25.1)	
심장질환*	No	99(95.2)	50(100)	55(100)	55(94.8)	91(97.8)	336(91.6)	p=0.016
	Yes	5(4.8)	0(0)	0(0)	3(5.2)	2(2.2)	31(8.4)	
결막염	No	99(95.2)	45(90.0)	53(96.4)	53(91.4)	84(90.3)	323(88.0)	p=0.188
	Yes	5(4.8)	5(10.0)	2(3.6)	5(8.6)	9(9.7)	44(12.0)	
정신* (우울증, 스트레스)	No	100(96.2)	49(98.0)	55(100)	56(96.6)	89(95.7)	333(90.7)	p=0.020
	Yes	4(3.8)	1(2.0)	0(0)	2(3.4)	4(4.3)	34(9.3)	
합계		104(100.0)	50(100)	55(100)	58(100)	93(100)	367(100)	

* .p<0.05 ** .p<0.001

〈표 4-13〉 거주기간별 가동중단 후 질환의 호전

항목		거주기간(년)						
		1~2	3~4	5~9	10~14	15~19	20 ≤	
		(명, %)	(명, %)	(명, %)	(명, %)	(명, %)	(명, %)	
천식	No	1(20.0)	1(33.3)	1(100.0)	0(0.0)	1(50.0)	25(62.5)	p=0.304
	Yes	4(80.0)	2(66.7)	0(0.0)	1(100.0)	1(50.0)	15(37.5)	
기관지염*	No	6(60.0)	1(25.0)	0(0.0)	4(50.0)	4(33.3)	46(50.0)	p=0.049
	Yes	4(40.0)	3(75.0)	5(100.0)	4(50.0)	8(66.7)	46(50.0)	
심장질환	No	3(60.0)	0(0.0)	0(0.0)	2(66.7)	2(100.0)	14(45.2)	p=0.423
	Yes	2(40.0)	0(0.0)	0(0.0)	1(7.3)	0(0.0)	17(54.8)	
결막염	No	3(37.5)	1(16.7)	2(50.0)	2(28.6)	5(28.6)	22(33.3)	p=0.506
	Yes	5(62.5)	5(83.3)	2(50.0)	5(71.4)	9(71.4)	44(66.7)	
정신 (우울증, 스트레스)	No	3(75.0)	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)	3(75.0)	16(47.1)	p=0.277
	Yes	1(25.0)	1(100.0)	0(0.0)	2(100.0)	1(25.0)	18(52.9)	
합계		104(100.0)	50(100)	55(100)	58(100)	93(100)	367(100)	

* .p<0.05 ** .p<0.001

(3) 활동 공간

최근에는 주요 활동 공간이 실내에서 이루어지고 있어 실외 대기질 만큼 실내 공기질에 대한 관심이 증대되고 있다. 본 연구의 설문대상자 역시 538명(74.0%)이 수면시간을 제외하고 주요 활동공간은 실내라고 응답하였다. 이에 <표 4-14>과 같이 활동 공간에 따른 질환의 차이가 있는지 분석하였다. 천식은 주요활동 공간이 실외인 주민들이 9.5%로 실내 6.3%에 비해 약간 높았고, 결막염과 정신질환은 실외, 실내 각각 비슷한 수준이었다. 심장질환은 주요활동 공간이 실내인 주민들이 4.6%로 실외 2.3%에 비해 통계적으로 유의하게 높은 수준인 것으로 나타났다.

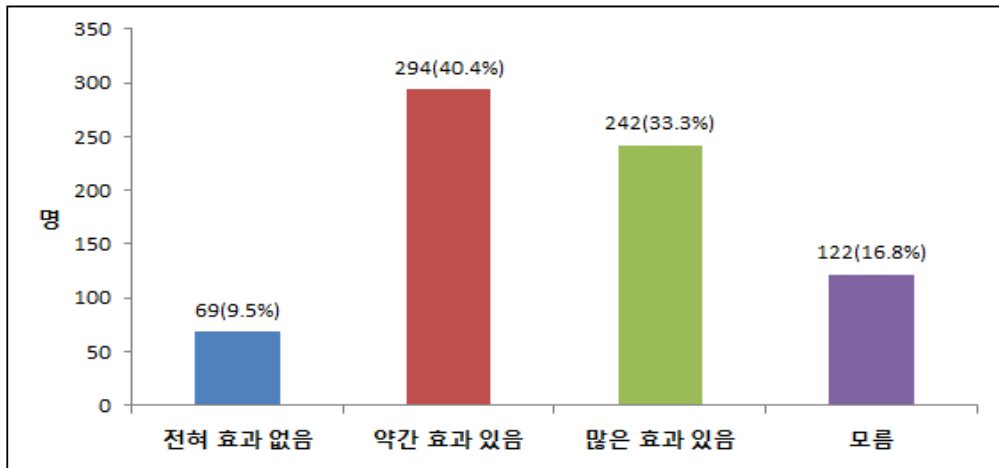
<표 4-14> 활동 공간(실내실외)에 따른 질환

항목		활동 공간				
		실내		실외		
		명	%	명	%	
천식	No	504	93.6	171	90.5	p=0.098
	Yes	34	6.3	18	9.5	
기관지염	No	448	83.3	148	78.3	p=0.251
	Yes	90	16.7	41	21.7	
심장질환*	No	513	95.4	173	97.7	p=0.042
	Yes	25	4.6	16	2.3	
결막염	No	486	90.3	171	90.5	p=0.542
	Yes	52	9.7	18	9.5	
정신(우울증, 스트레스)	No	505	93.9	177	93.7	p=0.518
	Yes	33	6.1	12	6.3	
합계		538	100.0	189	100.0	

* .p<0.05 ** .p<0.001

3) 석탄화력발전과 미세먼지에 대한 정책 인식

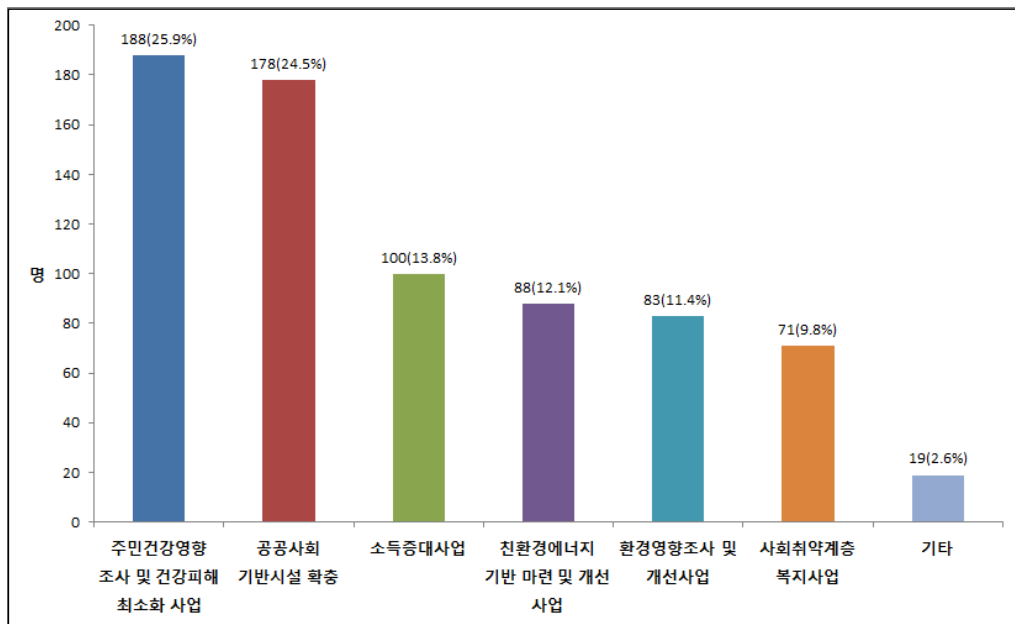
‘귀하는 석탄화력발전 가동중단 정책이 미세먼지를 줄이고 건강영향을 최소화하는데 효과가 있을 것으로 생각합니까?’의 질문에 대한 결과는 <그림 4-18>과 같다. ‘많은 효과 있음’이라고 응답한 비율이 242명(33.3%)이고 ‘약간 효과 있음’이라고 응답한 비율이 294명(40.4%)으로 석탄화력발전 가동중단이 미세먼지를 줄이고 건강영향을 최소화하는데 효과가 있을 것이라고 응답한 비율은 전체의 73.7%인 것으로 나타났다. 반면에 ‘전혀 효과 없음’이라고 응답한 비율은 69명(9.5%)이 되는 것으로 나타났다.



(단위 : 명(%), Base : 전체, n=727)

<그림 4-18> 석탄화력발전 가동중단 정책 효과에 대한 인식

‘귀하는 발전소 주변지역 지원금과 석탄화력발전 지역자원시설세를 사용함에 있어 우선적으로 사용되어야 할 항목이 어떤 것이라고 생각하십니까?’의 질문에 대한 결과는 <그림 4-19>와 같다. ‘주민건강영향조사 및 건강피해 최소화사업’이라고 응답한 비율이 25.9%로 가장 많았고, 그다음은 ‘공공사회 기반시설 확충’이 24.5%, ‘소득중대사업’이 13.8%, ‘친환경에너지 기반마련 및 개선사업’이 12.1%인 순서인 것으로 나타났다. 기타 의견으로는 ‘미세먼지 측정망 설치’, ‘지원금 받는 지역 확대’, ‘지역주민 처우개선 및 건강유지급여 지급’ 등이 있었다.

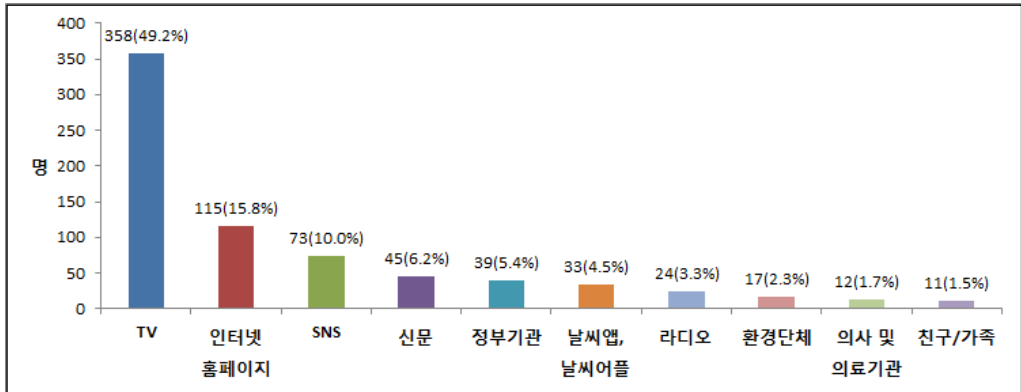


(단위 : 명(%), Base : 전체, n=727)

〈그림 4-19〉 발전소 주변지역 지원금과 석탄화력발전 지역자원시설세의 사용 우선순위

‘귀하는 정부에서 제공하고 있는 미세먼지 예·경보제와 건강 생활 수칙이 미세먼지로 인한 피해를 줄이는데 얼마나 도움이 된다고 생각합니까?’의 질문에 대한 결과는 〈그림 4-20〉과 같다. ‘많은 도움됨’이라고 응답한 비율이 150명(20.6%)이고 ‘약간 도움됨’이라고 응답한 비율이 384명(52.8%)으로 예·경보제와 건강 생활 수칙이 미세먼지로 인한 피해를 줄이는데 도움이 된다고 응답한 비율은 73.4%인 것으로 나타났다. 반면에 ‘전혀 도움안됨’이라고 응답한 비율은 110명(15.1%)가 되는 것으로 나타났다.

‘귀하는 미세먼지에 대한 정보를 주로 어떤 매체를 통해 접하고 계십니까?’의 질문에 대한 결과는 〈그림 4-20〉과 같다. ‘TV’라고 응답한 비율이 358명(49.2%)로 가장 많았고, 그 다음으로 ‘인터넷 홈페이지’가 115명(15.8%), ‘SNS’가 73명(10.0%), ‘신문’이 45명(6.2%), ‘날씨 앱·어플’이 33명(4.5%)의 순서인 것으로 나타났다.



(단위 : 명(%), Base : 전체, n=727)

〈그림 4-20〉 미세먼지 정보를 얻는 매체

‘귀하는 미세먼지 예·경보가 발령된 시기에 아래와 같은 대처 행동들이 건강피해를 줄이는데 효과가 있다고 생각하십니까?’의 질문에 대한 결과는 〈표 4-15〉와 같다.

‘약간 효과있음+많은 효과있음’이라고 응답한 비율은 외출자제가 78.8%, 창문닫음이 79.8%, 마스크 착용이 79.8%, 수분섭취가 75.1%, 손발 씻기가 78.1%, 가습기 사용이 63.7%, 공기청정기가 70.9%로 예방수칙들이 대체적으로 건강피해를 줄이는데 효과가 있다고 생각하는 것으로 나타났다.

〈표 4-15〉 미세먼지의 건강피해를 줄이기 위한 실천행동

	외출 자제	창문 닫음	마스크 착용	수분 섭취	손발 씻기	가습기 사용	공기 청정기 사용
전혀 효과없음	72(9.9)	73(10.0)	73(10.0)	85(11.7)	79(10.9)	118(16.2)	82(11.3)
약간 효과있음	360(49.5)	372(51.2)	372(51.2)	347(47.7)	328(45.1)	351(48.3)	334(45.9)
많은 효과있음	213(29.3)	208(28.6)	208(28.6)	199(27.4)	240(33.0)	112(15.4)	182(25.0)
모름	82(11.3)	74(10.2)	74(10.2)	96(13.2)	80(11.0)	146(20.1)	129(17.7)
합계	727(100)	727(100)	727(100)	727(100)	727(100)	727(100)	727(100)

제5장 대기질과 설문조사의 시사점 및 정책제언

1. 대기질과 설문조사의 시사점

1) 대상지역의 대기질 결과와 의미

충남 보건환경연구원에서 보령화력 1호기·2호기의 가동중단에 따른 대기질을 비교한 결과, 석탄화력발전소가 재가동된 7월이 가동중지 기간인 6월보다 대기오염물질의 일평균 농도가 낮게 조사 되었다. 미세먼지(PM₁₀)는 가동 중지기간의 일평균 농도가 42 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이었고, 재가동기간의 일평균 농도는 28~35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 인 것으로 나타나 재가동 기간에 미세먼지(PM₁₀)의 농도가 약 7~14 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 낮았다. 미세먼지(PM_{2.5}) 역시 가동 중지기간의 일평균 농도가 26~28 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이었고, 재가동기간의 일평균 농도는 16~21 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 인 것으로 나타나 재가동 기간에 미세먼지(PM_{2.5})의 농도가 약 7~10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 낮았다. 질소산화물(NO₂)은 가동 중지기간의 일평균 농도가 0.009 ppm 이었고, 재가동기간의 일평균 농도는 0.005~0.008 ppm 인 것으로 나타나 재가동 기간에 질소산화물(NO₂)의 농도가 약 1~4 ppm 낮은 것으로 나타났다. 황산화물(SO₂)의 경우 일평균 농도 범위가 0.001~0.006 ppm으로 가동중지 기간과 재가동기간에 동일한 것으로 조사되었다.

가동중지 기간의 대기오염물질 배출량이 재가동 기간에 비해 감소했음에도 불구하고 미세먼지와 질소산화물의 농도가 오히려 높았던 요인은 기상 요인의 영향이 작용한 것으로 판단된다. 기상요인 중에서 조사지점의 주 풍향은 6월과 7월이 모두 남서풍으로 동일하였고 평균풍속도 동일하게 1.2~1.9 m/s 이었다. 그러나 강우일수(강우량)는 가동 중지 기간인 6월엔 2일(5.0 mm)인 반면, 재가동 기간인 7월엔 무려 14일(260.5 mm)인 것으로 나타났다. 이는 강우일수 및 강우량이 재가동 기간의 대기오염물질 농도를 낮추는데 크게 기여하였음을 추측할 수 있다.

조사지점별로는 보령화력발전소의 가동이 중지된 6월과 재가동된 7월에 모두 굴뚝 영향권역(10 km)인 오천초등학교에서 미세먼지(PM_{10} , $PM_{2.5}$)와 질소산화물(NO_2)의 농도가 저탄장 영향권역(5 km)인 은포리 마을회관보다 다소 높게 나타났다. 이것은 굴뚝 영향권역(10 km)인 오천초등학교 지점이 이 기간 동안 주풍향의 방향이었던 남서풍의 영향을 더 많이 받았기 때문인 것으로 추정된다.

환경부(국립환경과학원)는 6월 한달 간 30년 이상된 노후 석탄화력발전소의 가동중단에 따른 충남의 미세먼지 농도를 실측한 결과, 과거 2년 평균치인 $26 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 에서 $22 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 로 15.5% 낮아졌다고 분석하였다. 대기 모델링 결과, 충남 전역에서는 1.1% 낮아지고 최대 영향지점에서는 월평균 3.3%가 낮아졌다고 분석하였다.

충남 보건환경연구원이 석탄화력발전소 가동 전후의 기간을 비교하기 위해 6월과 7월의 대기질을 측정하였다면, 환경부(국립환경과학원)는 가동중단에 따른 미세먼지 저감효과를 알아보기 위해 석탄화력발전소가 가동되었던 과거년도의 6월과 가동 중단된 올해의 6월에 있었던 배출량과 농도를 비교하였다. 그리고 환경부는 과거년도의 6월 배출량과 농도를 추정하기 위해 대기확산모델링과 국가 지자체 측정망, 발전소 측정망자료 등을 활용하였다고 밝혔다.

2018년도부터는 충남의 대기오염 측정망이 확대되어 노후된 석탄화력발전 가동중단에 따른 대기질 변화를 실측할 수 있게 되었다. 이 실측자료들이 매년 지속적으로 축적된다면 충남에서도 석탄화력발전소 가동중단 전후에 따른 보다 명확한 미세먼지 등 대기오염물질의 저감효과를 측정할 수 있을 것이다.

2) 대상지역의 건강실태설문조사 결과와 의미

보령화력 1호기·2호기와 서천화력 1호기·2호기의 영향권역 주민들을 대상으로 설문조사를 실시한 결과, 조사대상자 총 727명 중에서 561명(77.2%)이 지금 살고 있는 지역의 미세먼지가 ‘심각함+매우 심각함’ 이라고 인식하고 있었다. 특히 보령화력 영

향권역 주민들이 서천화력 영향권역 주민들에 비해 미세먼지의 심각성을 더 높게 인식하고 있었다($p < 0.001$).

석탄화력발전 가동중단에 따른 대기질 개선정도에 대해 총 조사대상자 727명 중 459명(63.0%)이 변화를 잘 느끼지 못하겠다고 응답하였고, 206명(28%)이 개선되었다고 인식하였다.

보령화력 굴뚝영향권역(10 km) 주민들에게서 가장 많이 발생하는 신체자각증상은 기침, 가래, 눈따가움, 피부가려움 등이었고, 보령화력 저탄장 영향권역(5 km) 주민들에 비하여 통계적으로 매우 유의한 차이로 더 많은 증상을 호소하였다($p < 0.001$). 이는 보령화력 굴뚝영향권역(10 km)이 저탄장 영향권역(5 km)에 비해 미세먼지(PM_{10} , $PM_{2.5}$)와 질소산화물(NO_2)의 농도가 다소 높게 나온다는 충남 보건환경연구원의 측정 결과와 관련이 있어 보인다.

조사대상 지역에서 평소 기침 증상이 없다는 응답은 53.8 %로 나타났는데, 가동중단 기간 동안에는 59.8 %로 나타났다. 이는 평소에 비해 증상이 6 % 정도 개선된 차이를 보인 것이다. 가래의 경우는 평소 대비 6.2 %, 가슴 답답함은 평소 대비 3.8 %, 호흡곤란은 평소 대비 4.0 %, 눈따가움은 평소 대비 6.0 %, 코 따가움은 평소 대비 4.2 %, 목 따가움은 평소 대비 6.7 %, 두통은 평소 대비 4.3 %, 피부 가려움은 평소 대비 5.3 %, 재채기는 평소 대비 6.9 %로 증상이 개선된 차이를 보였다.

미세먼지 등 대기오염과 관련이 있는 질환으로서 의사로부터 진단받은 질환 중에서 기관지염이 모든 영향권역에서 가장 많았고, 특히 서천화력 굴뚝영향권역(10 km)의 주민들에게서 기관지염이 통계적으로 유의하게 높은 것으로 나타났다($p < 0.05$).

석탄화력발전 가동중단 기간 동안에 질환의 호전을 경험한 비율을 살펴보면, 보령화력 굴뚝 영향권역(10 km)의 주민들에게서 기관지염의 호전 경험이 80.6%로 다른 지역에 비해 통계적으로 유의한 수준으로 높게 나타났다($p < 0.001$).

미세먼지 등 대기오염과 관련 있는 신체증상의 개선과 질환의 호전은 주민 개개인의 주관적인 경험에 근거한 것이지만, 환경부(국립환경과학원)에서 6월 한달 동안 노후

석탄화력발전 가동중단에 따른 미세먼지의 저감효과가 있었던 점을 미루어 보면, 이 결과는 석탄화력발전 가동중단 정책의 실효성에 대한 의미 있는 단서를 제공할 수 있을 것이다.

거주기간에 따른 신체 증상을 살펴본 결과, 호흡곤란을 제외한 대부분의 관련 증상은 거주기간이 1~2년인 주민들에게서 발생하는 정도가 높고 거주기간이 3년 이상부터 감소하다가 거주기간이 20년 이상인 주민들에게서 다시 높게 발생하는 정도가 통계적으로 유의하게 나타났다($p < 0.05$).

평소 의사로부터 진단받은 질환 가운데 거주기간이 1~2년 된 주민들에게서 가장 많이 발생하는 것은 기관지염이 9.6%로 가장 많았고, 거주기간이 20년 이상 된 주민들에게서 가장 많이 발생하는 질환도 기관지염이 25.1%로 나타났다. 이는 성별, 연령, 흡연, 운동 여부를 보정하고도 통계적으로 유의하게 나타난 결과이다. 관련 질환도 증상과 마찬가지로 거주기간이 1~2년인 주민들에게서 발생하는 정도가 높았고, 거주기간이 3년 이상부터 감소하다가 거주기간이 20년 이상 된 주민들에게서 다시 높게 발생하는 정도가 통계적으로 유의하게 나타났다($p < 0.05$).

거주기간에 따른 신체 증상 결과를 통해 유추해 볼 수 있는 것은, 개인적인 차이가 있겠지만 거주기간이 비교적 적은 1~2년 동안에는 대기오염에 민감한 반응을 보이다가 점차 적응되어 증상에 대해 불편함을 느끼는 빈도가 적어지고 그 이후 대기오염 환경에 노출되는 기간이 점점 길어지면서 만성적인 증상과 질환으로 발전하는 것이 아닌가 추정된다.

2018년도부터는 석탄화력발전 가동중단 기간이 매년 3월~6월로 정례화 되기 때문에 가동중단 전후에 따른 건강보험공단의 건강보험 청구 자료 수집율의 변화를 확인할 수 있을 것이다. 이를 바탕으로 혈액이나 소변을 통한 생체제표를 측정한 자료가 매년 축적된다면 보다 명확한 건강실태 자료를 제공할 수 있을 것이다.

2. 정책제언

2017년 새롭게 출범한 문재인 정부는 국민의 안전과 생명을 지키는 안심사회구축을 최우선 국정전략으로 정립하였다. 그 일환으로 미세먼지 걱정 없는 쾌적한 대기환경 조성을 목표로 1) 임기 내 미세먼지 발생량 30% 감축, 2) 석탄화력산업부문 규제 강화와 친환경차 비중 확대, 3)한중 동북아 협력을 통한 미세먼지 의제화 및 다자 협약을 주요 과제로 설정하였다. 국내 미세먼지 배출량 감축을 위한 노후 석탄화력발전소 폐지와 재생에너지 비중 확대는 ‘탈(脫) 석탄’ 에너지 정책기조와 맞물려 사전에 진행되는 성격의 주요한 과제이다.

새 정부에서 시행하는 노후 석탄화력발전 일시가동 중단 정책의 전과 후를 비교한 미세먼지 농도의 변화와 주민건강실태의 관련성을 파악하는 것은 석탄화력발전 축소 정책 추진의 타당성 여부를 확인할 수 있는 과학적인 근거 마련의 기회가 될 수 있다. 7월에 환경부가 전국 노후 석탄화력발전의 일시 가동중단에 따른 미세먼지 발생 영향을 발표한 바 있지만, 가동 중단된 석탄화력발전소 주변 주민을 대상으로 건강실태조사를 실시한 것은 처음이다. 그리고 영향권역 주민들이 석탄화력발전 가동중단 기간 동안 미세먼지와 관련이 있는 평소 ‘신체증상’의 개선과 평소 ‘질환’ 호전을 경험하였다는 유의미한 결과를 얻었다는 점에서 본 연구의 의의가 있다. 그러나 본 연구는 주민들이 느끼는 주관적인 경험에 근거한 주민건강실태조사라는 한계가 있기 때문에 향후 보다 객관적인 조사가 필요하다.

지금은 효과적인 ‘탈(脫) 석탄’ 에너지 정책을 추진하기 위해 과학적 근거를 제공할 자료들의 축적이 필요한 시점이다. 2017년에는 석탄화력발전 가동중단 기간이 6월 한달이었지만, 2018년도부터는 미세먼지로 인한 농도가 비교적 높게 나타나는 봄철 4개월 동안 매년 반복적으로 가동중단이 진행될 예정이다.

2018년도 부터는 전국의 노후 석탄화력발전(대상 5기)의 가동중단 기간을 전후하여 미세먼지 영향분석을 실시할 때, 해당 주민들의 건강실태 변화들도 함께 조사하는

연구를 통해 보다 객관적인 자료들을 지속적으로 축적할 필요가 있다. 설문조사, 건강보험공단의 건강보험 청구 자료를 통한 가동중단 전후의 수진율의 변화분석, 생체모니터링, 대기과 건강자료 연계분석 등은 석탄화력발전과 건강영향과의 인과성을 규명하는데 결정적인 단서를 제공할 수 있을 것이다.

참고문헌

- 명형남. 2016, 석탄화력발전과 미세먼지 1차 세미나자료집, 충남연구원.
- 명형남. 2016, 충남의 환경성질환자 실태조사 및 예방·관리 방안 연구, 충남연구원.
- 명형남과 김순태. 2016, ‘전국과 충남의 미세먼지 현황과 정책제언’, 충남리포트 제231호, 충남연구원.
- 한국환경공단. 2012~2016. 의 굴뚝 원격감시체계 관제센터(CleanSYS) 측정 자료.
- 환경부. 2016, 대기오염물질 다량 배출사업장.
- 환경부. 2017, 보도자료(올해 6월 한 달간 노후 석탄발전소 가동중단, 미세먼지 저감 효과로 나타나).
- 여형범. 2016, CNI 인포그래픽 제20호, 충남연구원.
- Kim ST et al. 2017, Impact of Emissions from Major Point Sources in Chungcheongnam-do on Surface Fine Particulate Matter Concentration in the Surrounding Area, Atmospheric Environment 2017;33(2):159-173.

석탄화력발전 가동중단(셧다운)에 따른 주민건강실태 및 정책인식 관련 설문조사 - 보령시

안녕하십니까?

충남연구원과 충남보건환경연구원은 '석탄화력발전 가동중단(셧다운)에 따른 대기질과 주민건강실태·정책인식조사'연구를 수행하고 있습니다.

연구의 일환으로 석탄화력발전 가동중단(셧다운) 전후에 따라 주변지역 대기질 변화 체감도, 주민건강실태조사, 정책 인식에 대한 의견을 조사하고자 합니다.

이번 설문조사의 목적은 석탄화력발전으로 인한 환경·건강피해를 최소화하기 위한 정책방향을 설정하는데 기초 자료로 활용하는 것입니다.

귀하의 의견은 통계법 33조에 의거하여 철저히 비밀이 보장되며, 설문지의 모든 응답과 개인의 인적사항은 연구 이외의 목적으로는 절대 이용되지 않습니다. 또한 법률 제11690호 개인정보보호법 제15조(개인정보 수집/이용)에 의거 보호받을 수 있으며, 동법 제21조(개인정보의 파기)에 의거 조사 종료 후 파기되오니 안심하시고 원활한 연구가 진행될 수 있도록 모든 문항을 빠짐없이 응답해 주시면 감사하겠습니다.

2017년 7월

※ 담당자 : 명형남(충남연구원 환경생태연구부 책임연구원)

E-mail : myunghn@cni.re.kr

성별	① 남자 ② 여자
연령	① 20대 ② 30대 ③ 40대 ④ 50대 ⑤ 60대 ⑥ 70대 이상
주택유형	① 아파트 ② 연립, 빌라, 원룸 등 다세대/다가구 주택 ③ 단독주택 ④ 오피스텔 ⑤ 기타
현 거주지	()시·군 ()읍·면·동
현 지역 거주기간	① 5년 미만 ② 5년 ~ 10년 미만 ③ 10년 ~ 15년 미만 ④ 15년 ~ 20년 미만 ⑤ 20년 이상
학력	① 중학교 졸업 이하 ② 고등학교 졸업 ③ 전문대학(2년/3년제) 졸업 ④ 대학교(4년제) 졸업 ⑤ 대학원 이상
직업	① 전문직(의사, 연구원, 변호사, 공무원 등) ② 일반사무직 ③ 자영업 ④ 전업주부 ⑤ 서비스/판매/영업직 ⑥ 농/림/수산업 ⑦ 학생 ⑧ 기능/생산/단순노무직 ⑨ 기타()

I. 미세먼지에 대한 위험 인식수준과 석탄화력발전 셧다운에 따른 대기질 변화체감에 대한 질문입니다.

1. 귀하는 지금 살고 있는 지역의 미세먼지 심각성이 어느 정도라고 생각하십니까?

- ① 전혀 심각하지 않음 ② 심각하지 않음 ③ 심각 ④ 매우 심각

2. 귀하는 지난 10년 사이에 지금 살고 있는 지역의 미세먼지가 악화되었다고 생각하십니까?

- ① 매우 악화(질문 2-1로 이동) ② 약간 악화(질문 2-1로 이동) ③ 약간 개선 ④ 매우 개선

2-1. 귀하는 지역의 석탄화력발전소가 미세먼지 악화와 건강에 영향을 미친다고 생각하십니까?

- ① 매우 영향 미침 ② 약간 영향 미침 ③ 거의 영향 미치지 않음
④ 전혀 영향 미치지 않음

3. 귀하는 국가의 미세먼지 대책의 일환으로 2017년 6월 한달 동안 시행하는 노후 석탄화력발전 가동중단(셧다운)에 대해 알고 있습니까?

- ① 알고 있음(질문 3-1로 이동) ② 모름(질문 4로 이동)

3-1. 귀하가 거주하는 지역이 노후 석탄화력발전 가동중단(셧다운) 해당 대상 지역인 것을 알고 있습니까?

- ① 알고 있음 ② 모름

4. 귀하가 **주관적으로 느끼실 때** 석탄화력발전을 가동중단(셧다운)한 6월 한달 동안 과거에 비해 대기질(미세먼지)이 개선되었다고 생각하십니까?

- ① 매우 악화 ② 약간 악화 ③ 변화를 잘 못 느끼겠음 ④ 약간 개선
⑤ 크게 개선됨

Ⅱ. 석탄화력발전 가동중단(셧다운)에 따른 신체 자각증상과 질환에 대한 질문입니다.

5. 귀하는 (1) 평소에 아래와 같은 **신체 증상**이 있으십니까? 그리고 (2) **석탄화력발전 가동중단(셧다운)** 기간 동안 **증상이 개선**되었다고 느꼈습니까? 다음 보기를 참고하여 해당되는 숫자를 체크해주세요.

증상	(1)평상시 증상 정도					(2)가동중단 기간(6월)				
	증상 없음	증상이 가끔 있으나 불편하지 않음	증상이 가끔 있으면서 불편함을 느낌	증상이 자주 있으나 불편하지 않음	증상이 자주 있으면서 불편함을 느낌	증상 없음	증상이 가끔 있으나 불편하지 않음	증상이 가끔 있으면서 불편함을 느낌	증상이 자주 있으나 불편하지 않음	증상이 자주 있으면서 불편함을 느낌
1)기침	○	①	②	③	④	○	①	②	③	④
2)가래	○	①	②	③	④	○	①	②	③	④
3)가슴 답답함	○	①	②	③	④	○	①	②	③	④
4)호흡곤란	○	①	②	③	④	○	①	②	③	④
5)눈 따가움	○	①	②	③	④	○	①	②	③	④
6)코 따가움	○	①	②	③	④	○	①	②	③	④
7)목 따가움	○	①	②	③	④	○	①	②	③	④
8)두통	○	①	②	③	④	○	①	②	③	④
9)피부 가려움	○	①	②	③	④	○	①	②	③	④
10)재채기	○	①	②	③	④	○	①	②	③	④
11)기타: _____	○	①	②	③	④	○	①	②	③	④

6. 귀하는 (1) 지금까지 아래와 같은 **질환**을 의사로부터 **진단**받은 적이 있습니까?
그리고 (2) **석탄화력발전 가동중단**(셧다운) 기간 동안 해당 **질환이 호전**되었다고
느꼈습니까?

질환	(1)질환유무		(2)가동중단 기간(6월) 동안 호전 여부	
	질환 없음	질환 있음	호전 없음	호전 있음
1)천식	○	①	○	①
2)급성 기관지염	○	①	○	①
3)만성 기관지염	○	①	○	①
4)심장 질환	○	①	○	①
5)결막염	○	①	○	①
6)정신(우울증, 스트레스)	○	①	○	①
7)기타:_____	○	①	○	①

7. 귀하는 지금까지 담배를 피운 적이 있습니까?

① 예 ② 아니오

8. 귀하는 규칙적으로 운동을 합니까?

① 예 ② 아니오

9. 하루 중(수면 시간 제외) 실내, 실외 중 주로 어디에서 생활하십니까?

① 실내 ② 실외

Ⅲ. 석탄화력발전과 미세먼지에 대한 정책 인식 관련 질문입니다.

11. 귀하는 정부에서 미세먼지 최소화 대책의 일환으로 시행하고 있는 석탄화력발전 가동중단(셧다운) 정책이 미세먼지를 줄이고 건강영향을 최소화하는데 효과가 있을 것으로 생각합니까?

내년부터는 노후 석탄화력발전소 가동 중단이 3월~6월로 매년 실시될 예정

- ① 전혀 효과 없음 ② 약간 효과 있음 ③ 많은 효과 있음 ④ 모름

12. 귀하는 '발전소 주변지역 지원금'과 '석탄화력발전 지역자원시설세'를 보령시가 사용함에 있어 우선적으로 사용되어야 할 항목이 어떤 것이라고 생각하십니까? (하나만 골라주세요)

- ❖ 발전소 주변지역 지원금 : 「발전소 주변지역 지원금」에 근거하여 발전소로부터 반경 5 km 이내의 읍면동 지역에 지원되는 기금
- ❖ 석탄화력발전 지역자원시설세 : 화력발전 소재지역의 지역균형발전을 도모하고자 지방세법 개정으로 화력발전 지역자원시설세가 해당 시·군에 지원됨

- ① 주민 안전시설, 소방시설, 복지시설 등 공공사회 기반시설 확충
 ② 지역균형개발에 기여할 수 있는 소득증대 사업(고령자 일자리 창출 등)
 ③ 화력발전소 주변 주민건강영향 조사 및 건강피해 최소화사업
 ④ 화력발전소 주변 사회취약계층 대상 복지사업
 ⑤ 화력발전소 주변 환경영향 조사 및 개선 사업
 ⑥ 친환경에너지 기반 마련 및 사업
 ⑦ 기타: _____

13. 귀하는 정부에서 제공하고 있는 미세먼지 예·경보제와 건강 생활 수칙이 미세먼지로 인한 피해를 줄이는데 얼마나 도움이 된다고 생각합니까?

항목	전혀 도움안됨	약간 도움됨	많은 도움됨	모름
1) 예·경보제	①	②	③	④
2) 건강 생활 수칙	①	②	③	④

14. 귀하는 미세먼지에 대한 정보(미세먼지 수준과 예방방법 등)를 주로 어떤 매체를 통해 접하고 계십니까?

- ① TV ② 라디오 ③ 신문 ④ 인터넷 홈페이지
 ⑤ SNS (트위터, 페이스북 등) ⑥ 의사 및 의료기관 ⑦ 정부기관
 ⑧ 환경단체 ⑨ 친구/가족 ⑩ 기타 ()

15. 귀하는 미세먼지 예·경보가 발령된 시기에 아래와 같은 대처 행동들이 건강 피해를 줄이는데 효과가 있다고 생각하십니까?

항목	전혀 효과 없음	약간 효과 있음	많은 효과 있음	모름
1) 외출 자제	①	②	③	④
2) 창문 닫음	①	②	③	④
3) 마스크 착용	①	②	③	④
4) 수분 섭취	①	②	③	④
5) 손발 씻기	①	②	③	④
6) 가습기 사용	①	②	③	④
7) 공기 청정기 사용	①	②	③	④
8) 기타: _____	①	②	③	④

- 설문에 응답해 주셔서 감사합니다! -

■ 집 필 자 ■

연구책임 · 명형남 충남연구원 책임연구원
공동연구 · 김재식 충남보건환경연구원 과장
정금희 충남보건환경연구원 팀장
이병창 충남보건환경연구원 연구사
이재중 전)충남보건환경연구원장
연구자문 · 김순태 아주대학교 환경공학과 교수(대기모델링)
김동혁 서해안기후환경연구소 초빙책임연구원(대기모델링)

전략연구 2017-38 · 석탄화력발전소 가동중단에 따른 충남 대기질과
주민건강실태·정책인식조사 연구

글쓴이 · 명형남, 김재식, 정금희, 이병창, 이재중
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 · 978-89-6124-434-3 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.