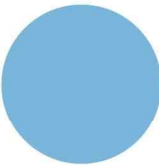
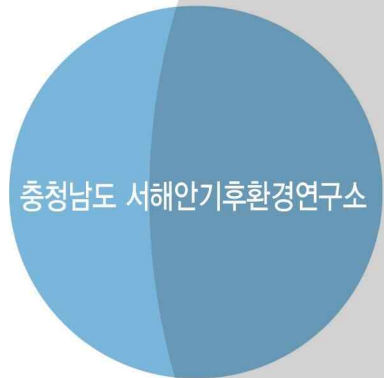


화력발전소 영향관리지역 선정을 위한 대기기초자료 수집

기후변화대응연구센터



충청남도 서해안기후환경연구소



2020. 9

화력발전소 영향관리지역 선정을 위한 대기기초자료 수집

2020. 9



Contents

목차	i
표목차	ii
그림목차	iii
 1장 연구개요	 2
1. 연구배경 및 목적	2
2. 연구방법	4
 2장 대난지도 측정소 운영	 8
1. 측정소 개요	8
2. 측정소 관리 이력	10
3. 대기질 측정결과 분석	12
4. 측정소 운영관리 특이사항	15
 3장 청라면 측정소 운영	 18
1. 측정소 개요	18
2. 측정소 관리 이력	20
3. 대기질 측정결과 분석	22
4. 측정소 운영관리 특이사항	24
 4장 향후 계획 및 고려사항	 26
1. 대난지도 측정소 이전 검토	26
2. 발전소 민간대기측정소와의 통합관리(안)	30
3. 측정장비 장기 운영에 따른 소모품 및 교체부품비용	31
4. 측정소 철수 후 측정장비 개별운영 방안	32
 참고문헌	 33

표목차

[표 1] 당진시의 대기측정소 현황	9
[표 2] 당진시 대기측정소의 측정 결과	12
[표 3] 보령시의 대기측정소 현황	13
[표 4] 보령시 대기측정소의 측정 결과	22
[표 5] 대난지도 측정소 이전에 따른 소요비용 산출서	29

그림목차

[그림 1] 연료별 국내 에너지 생산량 및 기여도	2
[그림 2] 국내 지역별 에너지 생산 추이 및 석탄화력발전 현황	3
[그림 3] 충청남도의 TMS 배출량에 대한 기여도(좌)와 부문별 배출량(우) ..	4
[그림 4] 본 연구의 추진 체계	5
[그림 5] 당진시의 대기측정소 위치	9
[그림 6] 대안지도 측정소 통상점검 시트	11
[그림 7] 당진시 대기측정소의 농도 변화	13
[그림 8] 보령시의 대기측정소 위치	19
[그림 9] 청라면 측정소 통상점검 시트	21
[그림 10] 보령시 대기측정소의 농도 변화	23
[그림 11] 대안지도 측정소 이전 _노 예상 위치	27
[그림 12] 통합정보시스템을 활용한 통합관리(안)	30
[그림 13] 대안지도 NO ₂ 측정장비 부품교체 내역	31

제 1 장

연구개요

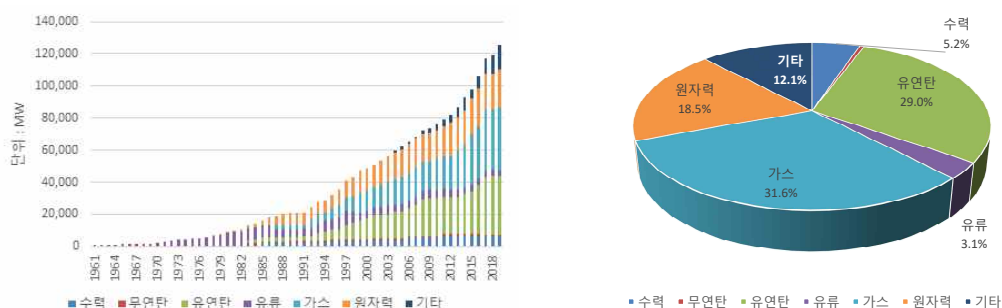
1. 연구배경 및 목적
2. 연구방법

연구개요



1. 연구배경 및 목적

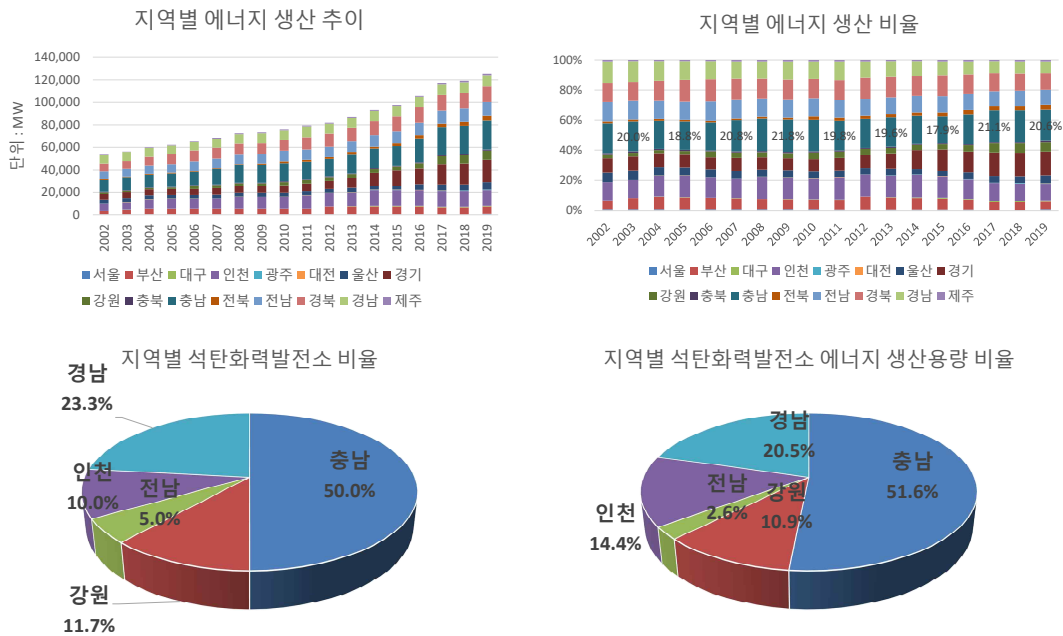
국내 에너지통계가 집계되기 시작한 1961년 이후 석탄의 에너지생산 기여율은 꾸준히 유지되었고, 에너지 생산량은 1961년 223 MW에서 2019년 37,003 MW까지 166배가 증가하였다. 2019년 에너지원별 생산량에서도 가스의 31.6%에 이어 유연탄이 29.0%로 2위를 차지할 정도로 아직까지 높은 기여도를 보이고 있다.



[그림 1] 연료별 국내 에너지 생산량 및 기여도

2002년부터 2019년까지 지역별 에너지 생산량은 충청남도가 19.9~21.8%로 가장 높은 비율을 차지하였다. 전남, 경북, 경남은 2002년 각각 12.9%, 12.7%, 14.2%에서 2019년 9.9%, 11.1%, 7.6%로 전체적인 생산비율이 감소하였고, 경기와 강원은 2002년 각각 9.6%와 2.3%에서 2019년 15.8%와 6.4%로 증가 추세이다. 한편 2019년 기준 전국에는 총 60기의 석탄화력발전소가 운영 중에 있으며, 그 중 50.0%인 30기가 충남에 위치해 있고, 경남에 14기(23.3%), 강

원도에 7기(11.7%), 인천 6기(10.0%), 전남 3기(5.0%)이다. 총 발전용량은 35,251 MW로 충남이 51.6%로 가장 높고 경남-인천-강원-전남 순이다. 인천은 발전소 개소 면에서는 강원도보다 1기 적지만 발전량에서는 32.4% 정도로 높게 나타났다.

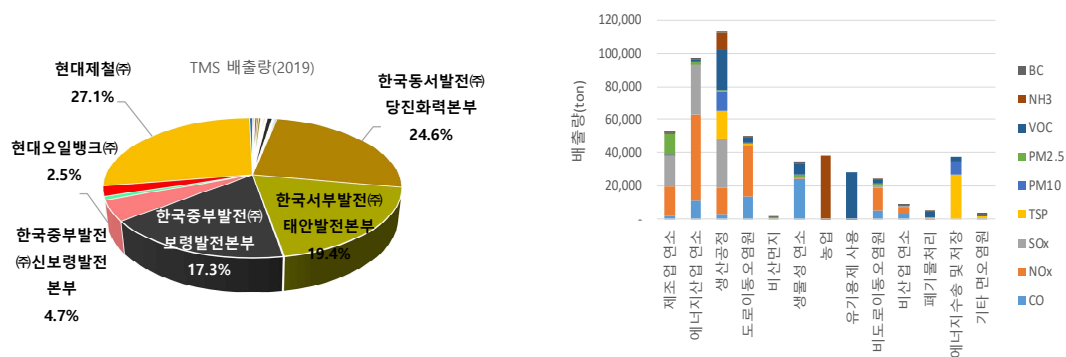


[그림 2] 국내 지역별 에너지 생산 추이 및 석탄화력발전 현황

석탄화력발전소는 전통적으로 대량의 대기오염물질을 배출하는 시설로 입자상 오염물질(TSP, PM₁₀, PM_{2.5})뿐만 아니라 석탄 내 함유되어 있는 황성분에 의한 SO_x, 연료 및 대기 중 N₂와 반응에 의해 생성되는 NO_x 등 다양한 오염물질들을 배출하고 있다. 정부는 대형배출시설에 대한 대기오염물질 배출량 조사를 위해 굴뚝에 오염물질자동전송장치(TMS)를 설치하여 운영 중에 있는데 2019년 기준 충청남도에서는 TMS로 산정된 대기오염물질 중 발전3사(중부, 동서, 서부)가 차지하는 비율이 66.0%로 매우 높은 비중을 차지하는 것을 나타냈다. 환경부에서 매년 산정하는 대기정책지원시스템(CAPSS)에서도 충청남도의 대기오염물질 배출기여도에서 에너지·산업연소가 19.6%로 나타나 생산공정에 이어 2위로 확인되었다.

국내 대기질은 정부의 지속적인 대기오염 개선정책 시행으로 가시적인 개선 효과를 나타내고 있다. 특히 입자상 오염물질인 PM₁₀은 1990년대 후반부터 꾸준히

준히 감소추세에 있으며, 2015년부터 공식적인 데이터 제공이 시작된 PM_{2.5} 역시 미미하지만 감소하고 있는 것으로 나타나고 있다. 하지만 2016년부터 급격하게 증가하기 시작한 고농도 미세먼지 발생사례로 국민적 우려와 관심이 증가하기 시작하였고, 더욱 강력해진 규제와 개선대책 마련이 요구되고 있다. 이에 정부에서는 2019년 11월 “미세먼지 관리 종합계획(2020~2024)”를 수립하였고, 이에 따른 개선대책 마련이 요구되고 있다. 개선대책의 일환으로 신재생 에너지로의 전환을 계획되고 있으며, 노후 석탄화력발전소에 대한 조기폐쇄, 겨울철 노후 화력발전소 가동 중단, 고농도 미세먼지 발생시 석탄화력발전소 상한제약 등이 제시되고 있다. 전국에서 가장 많은 석탄화력발전소를 가지고 있는 충청남도는 대기환경 개선을 위해 주범으로 알려져 있는 석탄화력발전소에 대한 개선대책 마련이 요구되고 있다.



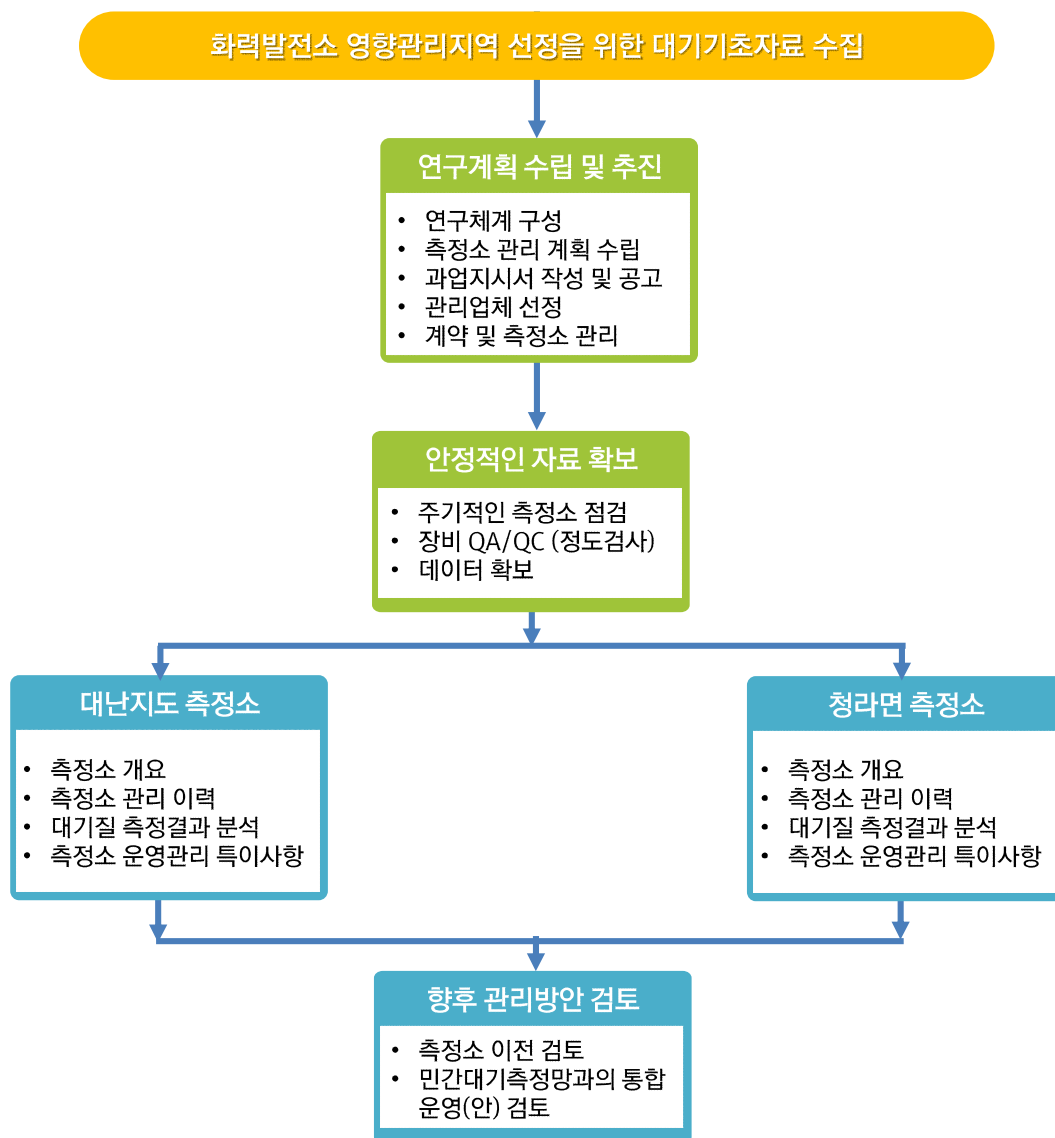
[그림 3] 충청남도의 TMS 배출량에 대한 기여도(좌)와 부문별 배출량(우)



2. 연구방법

충청남도는 국가의 “대기오염측정망 설치·운영지침”에 따라 주민 생활공간에 도시대기측정망(AQMS)을 설치하여 운영 중에 있다. 1994년 서산시에 돛곶리 측정소가 설치된 이후 2016년까지 6기의 측정소만 운영이 되었으나, 2016년 급격한 고농도 미세먼지 발생사례 증가로 인해 대기환경 개선대책이 수립되었고, 그 일환으로 도시대기측정소 증설이 시작되어 2020년 9월 기준 총 34개소의 측정소가 설치·운영되고 있다. 하지만 34개의 측정소 중 화력발전소가 설치되어 있는 보령, 서천, 당진, 태안에는 각각 2개소, 2개소, 3개소, 2

개소만이 위치해 있어 발전소에서 배출된 오염물질에 대한 지역확산 및 영향 분석에 필요한 정보가 턱없이 부족한 현실이다. 이에 2018년부터 충남연구원 서해안기후환경연구소에서 추진 중인 “화력발전소 주변지역 기후환경영향 연구”에서 1년에 1개소씩 고정측정망을 설치·운영 중에 있다. 1차년도에 대난지도 측정소를, 2차년도에는 청라면 측정소를 각각 설치하였고, 3차년도에는 각 측정소에 대한 안정적인 자료확보를 위해 노력 중에 있다. 본 연구는 2개의 측정소에 대한 유지관리 및 안정적인 데이터 확보를 목적으로 수행되었으며, 연구추진 체계는 다음과 같다.



[그림 4] 본 연구의 추진 체계

제2장

대안지도 측정소 운영

1. 측정소 개요
2. 측정소 관리 이력
3. 대기질 측정결과 분석
4. 측정소 운영관리 특이사항

대난지도 측정소 운영



1. 측정소 개요

당진시는 충청남도 대기오염물질 배출량 1위로 단일 사업장으로 가장 많은 배출량을 배출하고 있는 현대제철과 당진화력발전소가 위치하고 있으며, 2019년도 TMS 자료에서는 두 개 사업장에서 충청남도 전체 배출량의 51.7%를 배출한 것으로 나타났다. 현재 당진시에는 충남보건환경연구원에서 관리 중인 2개소의 국가측정망과 1개의 고정측정망이 있다. “대기오염측정망 설치·운영 지침”에 따르면 측정지점은 인구비례를 우선적으로 하고, 그 뒤 이격거리, 산업단지 등을 고려하여 설치하도록 명시하고 있다. 당진시청사 측정소는 인구밀집지역으로 우선 설치되었고, 그 뒤 송산면 측정소가 현대제철과 인접하여 설치되었다. 화력발전소 과제에서 설치한 대난지도 측정소는 당진화력발전소 북서쪽에 있는 대난지도에 설치되어 있으며, 배경농도 측정을 목적으로 설치되었다.

현재 “환경정책기본법”에서는 PM_{10} 과 SO_2 등을 포함하여 총 8가지 오염물질에 대해 권고기준을 제시하고 있다. 도시대기측정소의 경우 그 중 실시간 측정이 어려운 납과 벤젠을 제외한 6가지 항목에 대해서 연속측정하여 1시간 단위로 정보를 제공해주고 있다. 1개 측정소를 설치하는 데에는 약 2억원 정도가 소요되는 것으로 알려져 있으며, 이 측정소를 유지·관리하는데 연간 약 2천만원이 소요된다. 연구목적의 측정소의 경우 법정시설인 대기측정소와 같은 유지관리가 힘들기 때문에 대난지도 측정소는 PM_{10} , $PM_{2.5}$, NO_2 의 3개 오염물질만을 측정하도록 설계되어 운영하고 있다. 국가측정소와 동일한 수준의 장비와 관리는 어렵지만 측정된 데이터의 신뢰도 향상을 위해 주기적인 정도검사

와 등가성 평가, 그리고 외부 전문가를 통한 통상점검 등을 주기적으로 시행하여 측정값의 신뢰도를 높이는 작업을 하고 있다. 그림 5는 당진시에 설치되어 있는 국가 및 연구용 고정측정망의 위치를 나타낸 것이고, 표 1은 각 측정소의 정보이다.



	풍향, 풍속,		향, 풍속,
2017	2017	2018	
주거지역	산업단지	경지역	
중점포집권	중점포집권	중점포집권	

통 상 점 검

측 정 소	대안지도				점검일자				2020. 05. 27.				점검자				최국희			
가	장비	SO ₂	NO _x	CO	O ₃	PM ₁₀	PM _{2.5}	샘플러	고압기	ZERO AIR	대안지도	기상용비	통	안전점검일지						
동	점검	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	전기누전여부 정상[V] 이상[]						
현	점검	이상	이상	이상	이상	이상	이상	이상	이상	이상	이상	이상	이상	GAS 상태 정상[V] 이상[]						
황	점검	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	누수 상태 정상[V] 이상[]						
	점검	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	방화관리상태 정상[V] 이상[]						
	점검	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	위험물 무/유 무[V] 유[V]						
	점검	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	시간장치 정상[V] 이상[]						
구 분		SO ₂	NO _x	CO	O ₃	구 분	PM-10	PM-2.5	Sampler											
유형	표준	0.4 ~ 1.1	0.5 ~ 1.5	1.0 ~ 2.0	0.4 ~ 1.1	유형	표준	16.37~17.03	16.37~17.03	16.37~17.03										
온도	유형	L/m	1.2 L/m	L/m	L/m	온도	유형	16.37	16.37	16.37										
압력	표준	65Kpa 이하	70~90 Kpa	85Kpa 이하	85Kpa 이하	압력	표준	16.37	16.37	16.37										
Lamp	표준	200mv 이상	200mv 이상	200mv 이상	200mv 이상	Lamp	표준	1.0 L/m	1.0 L/m	1.0 L/m										
Zero Factor	표준	-3500 ~ +3500	-3500 ~ +3500	-3500 ~ +3500	-3500 ~ +3500	Zero Factor	표준	1.0 L/m	1.0 L/m	1.0 L/m										
Span Factor	표준	0.5 ~ 2.0	0.5 ~ 2.0	0.5 ~ 2.0	0.5 ~ 2.0	Span Factor	표준	1.0 L/m	1.0 L/m	1.0 L/m										
교체부품	Filter []	Filter [V]	Filter []	Filter []	Filter []	교체부품	Filter [V]	Filter [V]	Filter [V]	Filter [V]										
생물장치	정상[V]	이상[]	정상[V]	이상[]	정상[V]	생물장치	정상[V]	이상[]	정상[V]	이상[]										
실내온도	28	℃	28	℃	28	실내온도	28	℃	28	℃										
정밀상태	양호[V]	정소실시[]	GAS 상태	양호[V]	정소실시[]	정밀상태	양호[V]	정소실시[]	GAS 상태	양호[V]	정소실시[]									
비 고	* Diaphragm 교체 * PM-10, PM-2.5 필터에이드 교체 * No. 11 UV Lamp 이상																			

통 상 점 검

측 정 소	대안지도					점검일자					2020. 6. 11					점검자					김근희, 김형권				
가	장비	SO ₂	NO _x	CO	O ₃	PM ₁₀	PM _{2.5}	샘플러	고압기	ZERO AIR	대안지도	기상용비	통	안전점검일지											
동	점검	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	전기누전여부 정상[V] 이상[]											
현	점검	이상	이상	이상	이상	이상	이상	이상	이상	이상	이상	이상	이상	GAS 상태 정상[V] 이상[]											
황	점검	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	누수 상태 정상[V] 이상[]											
	점검	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	방화관리상태 정상[V] 이상[]											
	점검	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	위험물 무/유 무[] 유[]											
	점검	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	시간장치 정상[V] 이상[]											
구 분	SO ₂	NO _x	CO	O ₃	구 분	PM ₁₀	PM _{2.5}	Sampler																	
유형	표준	0.4 ~ 1.1	0.5 ~ 1.5	1.0 ~ 2.0	0.4 ~ 1.1	유형	표준	16.37~17.03	16.37~17.03	16.37~17.03															
온도	Cell	U/m	U/m	U/m	U/m	온도	Cell	U/m	U/m	U/m															
압력	표준	65Kpa 이하	70~90 Kpa	85Kpa 이하	85Kpa 이하	압력	표준	65Kpa 이하	70~90 Kpa	85Kpa 이하	85Kpa 이하														
Lamp	표준	200mv 이상	200mv 이상	200mv 이상	200mv 이상	Lamp	표준	200mv 이상	200mv 이상	200mv 이상	200mv 이상														
Zero Factor	표준	-3500 ~ +3500	-3500 ~ +3500	-3500 ~ +3500	-3500 ~ +3500	Zero Factor	표준	-3500 ~ +3500	-3500 ~ +3500	-3500 ~ +3500	-3500 ~ +3500														
Span Factor	표준	0.5 ~ 2.0	0.5 ~ 2.0	0.5 ~ 2.0	0.5 ~ 2.0	Span Factor	표준	0.5 ~ 2.0	0.5 ~ 2.0	0.5 ~ 2.0	0.5 ~ 2.0														
교체부품	Filter []	Filter []	Filter []	Filter []	교체부품	Filter []	Filter []	Filter []	Filter []	Filter []	Filter []														
생물장치	정상[V]	이상[]	정상[V]	이상[]	생물장치	정상[V]	이상[]	정상[V]	이상[]	정상[V]	이상[]														
실내온도	28	℃	28	℃	실내온도	28	℃	28	℃	28	℃														
정밀상태	양호[V]	정소실시[]	GAS 상태	양호[V]	정밀상태	양호[V]	정소실시[]	GAS 상태	양호[V]	정소실시[]	GAS 상태														
비 고	* NOx - UV Line, UV Lamp, printed bulb (AP-VUF-03) 교체																								

통 상 점 검

측 정 소	대안지도		점검일자		2020.07.15		점검자		최국희					
가	장비	SO ₂	NO _x	CO	PM ₁₀	PM _{2.5}	샘플러	ZERO AIR	대안지도	기상용비	통	안전점검일지		
동	점검	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	전기누전여부 정상[V] 이상[]		
현	점검	이상	이상	이상	이상	이상	이상	이상	이상	이상	이상	GAS 상태 정상[V] 이상[]		
황	점검	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	누수 상태 정상[V] 이상[]		
	점검	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	방화관리상태 정상[V] 이상[]		
	점검	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	위험물 무/유 무[] 유[]		
	점검	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	시간장치 정상[V] 이상[]		
구 분	SO ₂	NO _x	CO	O ₃	구 분	PM ₁₀	PM _{2.5}	Sampler						
유형	표준	0.4 ~ 1.1	0.5 ~ 1.5	1.0 ~ 2.0	0.4 ~ 1.1	유형	표준	16.37~17.03	16.37~17.03	16.37~17.03				
온도	Cell	℃	℃	℃	℃	온도	표준	16.37~17.03	16.37~17.03	16.37~17.03				
압력	표준	65Kpa 이하	70~90 Kpa	85Kpa 이하	85Kpa 이하	압력	표준	16.37~17.03	16.37~17.03	16.37~17.03				
Lamp	표준	200mv 이상	200mv 이상	200mv 이상	200mv 이상	Lamp	표준	16.37~17.03	16.37~17.03	16.37~17.03				
Zero Factor	표준	-3500 ~ +3500	-3500 ~ +3500	-3500 ~ +3500	-3500 ~ +3500	Zero Factor	표준	-3500 ~ +3500	-3500 ~ +3500	-3500 ~ +3500				
Span Factor	표준	0.5 ~ 2.0	0.5 ~ 2.0	0.5 ~ 2.0	0.5 ~ 2.0	Span Factor	표준	0.5 ~ 2.0	0.5 ~ 2.0	0.5 ~ 2.0				
교체부품	Filter []	Filter [V]	Filter []	Filter []	교체부품	Filter [V]	Filter [V]	Filter [V]	Filter [V]	Filter [V]				
생물장치	정상[V]	이상[]	정상[V]	이상[]	생물장치	정상[V]	이상[]	정상[V]	이상[]	정상[V]				
실내온도	27	℃	27	℃	실내온도	27	℃	27	℃	27				
정밀상태	양호[V]	정소실시[]	GAS 상태	양호[V]	정밀상태	양호[V]	정소실시[]	GAS 상태	양호[V]	정소실시[]				
비 고	* Sub Pn 교체 * 풍속가스 교체 * PM10/PM2.5 필터에이드 교체 * Zero/Span 3차													

통 상 점 검

측 정 소	대안지도				점검일자				2020.08.30				점검자		최국희	
가	장비	SO ₂	NO _x	CO	O ₃	PM ₁₀	PM _{2.5}	대안지도 기	고압기	기상용비	통	ZERO AIR 대안지도	안전점검일지			
동 현 황	점검	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	전기누전여부		정상	[V] 이상[]
	점검	이상	이상	이상	이상	이상	이상	이상	이상	이상	이상	이상	Gas 상태		정상	[V] 이상[]
	점검	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	누수 상태		정상	[V] 이상[]
	점검	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	방화관리상태		정상	[V] 이상[]
	점검	이상	이상	이상	이상	이상	이상	이상	이상	이상	이상	이상	위험물 무/유		무[] 유[]	
													시간장치		정상	[V] 이상[]
구 분	SO ₂		NO _x		CO		O ₃		구 분	PM ₁₀		PM _{2.5}				
유형	표준	0.4 ~ 1.1		0.5 ~ 1.5		1.0 ~ 2.0		0.4 ~ 1.1		유형	표준	16.37~17.03		16.37~17.03		
온도	유형	U/m		U/m		U/m		U/m		온도	유형	16.37~17.03		16.37~17.03		
압력	표준	65Kpa 이하		70~90 Kpa		85Kpa 이하		85Kpa 이하		압력	표준	16.37~17.03		16.37~17.03		
LAMP	표준	200mv 이상		X		X		200mv 이상		LAMP	표준	200mv 이상		X		
분석일 결과부	zero signal	NO 0.5		mv/Main		mv		mv		zero signal	NO 0.5		mv/Main		mv	
	span signal	NOx 1.5		mv/Comp		mv		mv		span signal	NOx 1.5		mv/Comp		mv	
	zero factor	NO 24.8		mv/Main		mv		mv		zero factor	NO 24.8		mv/Main		mv	
	span factor	NO 361.3		mv/Comp		mv		mv		span factor	NO 361.3		mv/Comp		mv	
	zero factor	zero		-3500 ~ +3500						zero factor	zero		-3500 ~ +3500			
Span Factor	표준	39.160		0.5 ~ 2.0						Span Factor	표준	0.5 ~ 2.0				
교체부품	Filter []	Filter [V]		Filter []		Filter []		Filter []		교체부품	Filter []	Filter [V]		Filter []		
생물장치	정상	이상 []		정상		정상		정상		생물장치	정상	이상 []		정상		
실내온도	27	℃		27		℃		27		실내온도	27	℃		27		
정밀상태	양호	정소실시 []		Gas 상태		양호		정소실시 []		정밀상태	양호	정소실시 []		Gas 상태		
비 고	* Zero/Span 3차 * Sample filter 25ml															

[그림 6] 대안지도 측정소 통상점검 시트

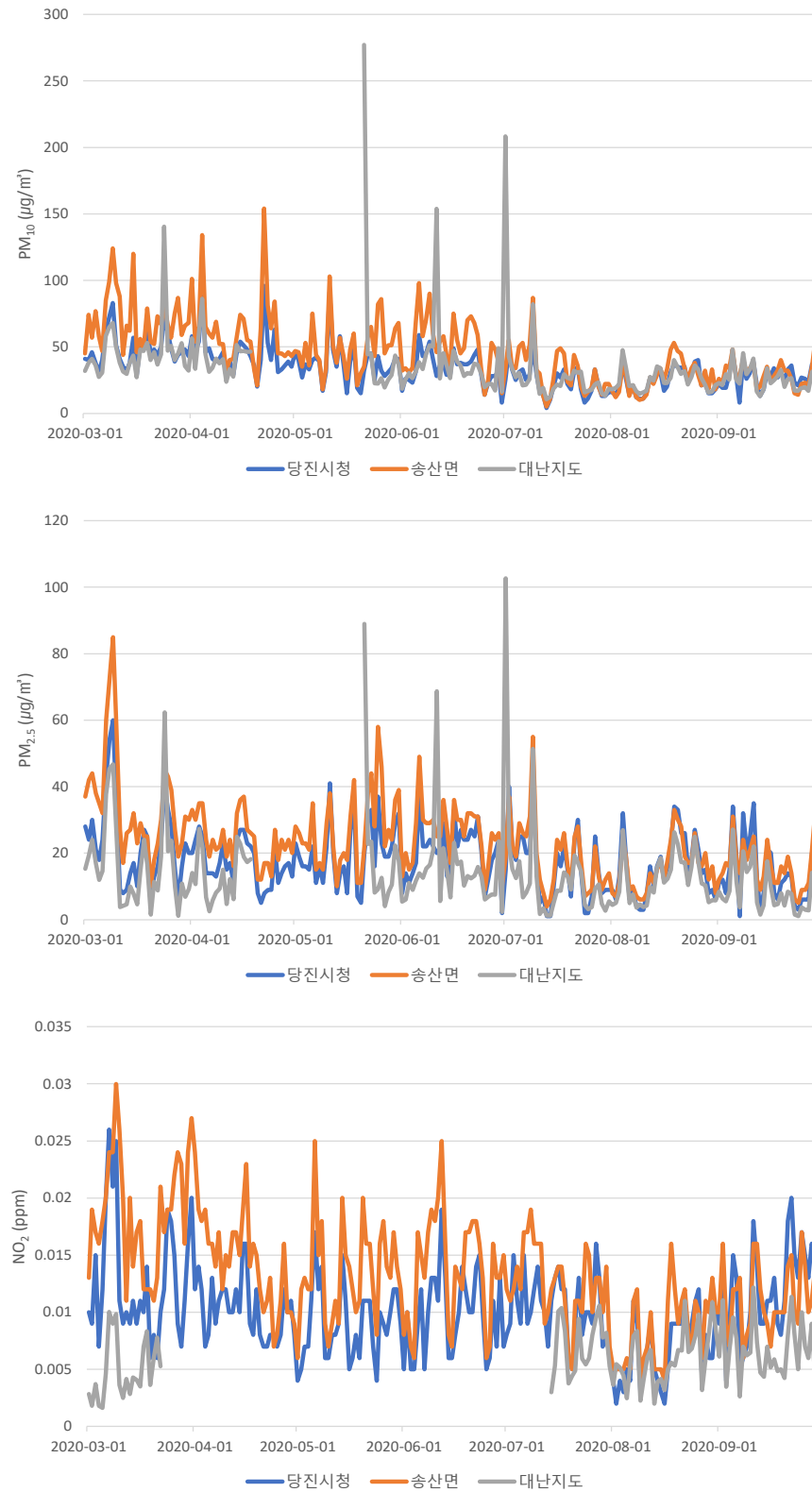


3. 대기질 측정결과 분석

당진시에는 국가 도시대기측정소 2개소와 대난지도 측정소까지 총 3개의 측정소가 위치해 있다. 대난지도 측정소는 당진시의 주풍이 서풍이나 북서풍 계열로 발전소를 통과하기 전과 통과 후 시내 방향(당진시청사), 산업단지 방향(송산면)의 농도 변화를 관찰하기 위해 설치되었다. 측정소의 경우 정확한 값을 제공하는 것도 중요하지만 데이터를 꾸준히 생산하는 것 또한 매우 중요한 요소이다. 본 연구의 대상이 된 구간은 과제가 수행된 2020년 3월 1일부터 9월 30일까지의 총 214일을 대상으로 하였으며, 자료 비교는 일평균(daily average) 자료를 대상으로 하여 측정 기간 동안 총 데이터는 최대 214개이다. 데이터 분석 결과 PM₁₀의 경우 송산면이 $46 \pm 24 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 으로 가장 높았고, 대난지도 $35 \pm 28 \mu\text{g}/\text{m}^3$, 당진시청 $34 \pm 15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 순이었다. PM_{2.5} 역시 송산면이 $23 \pm 12 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 로 가장 높게 나타났고, 당진시청 $18 \pm 10 \mu\text{g}/\text{m}^3$, 대난지도 $14 \pm 13 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 이다. 대난지도의 경우 $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 의 고농도 피크가 3회 발견되었는데 이 부분에 대한 추가적인 검토가 필요하며, 이 부분의 예러 처리 시 PM_{2.5}와 마찬가지로 송산면>당진시청>대난지도 순의 농도 분포가 나온다. 그림 7의 경우 과제 기간동안 측정된 값을 시간대별로 나타낸 것인데 농도 변화 패턴이 유사한 것으로 보아 대난지도의 고농도 피크는 지역적 특색이라기보다는 이상 데이터로 추정된다. NO₂ 역시 송산면이 $0.013 \pm 0.005 \text{ ppm}$ 으로 가장 높았고, 당진시청 $0.01 \pm 0.004 \text{ ppm}$, 대난지도 $0.006 \pm 0.003 \text{ ppm}$ 순이었다.

[표 2] 당진시 대기측정소의 측정 결과

측정소명	당진시청			송산면			대난지도		
	PM ₁₀	PM _{2.5}	NO ₂	PM ₁₀	PM _{2.5}	NO ₂	PM ₁₀	PM _{2.5}	NO ₂
평균± 표준편차	34 ±15	18 ±10	0.01± 0.004	46 ±24	23 ±12	0.013± 0.005	35 ±28	14 ±13	0.006± 0.003
최대값	96	60	0.026	154	85	0.03	277	103	0.012
최소값	4	1	0.002	5	4	0.004	11	1	0.002
N	214	214	214	214	214	214	182	182	101



[그림 7] 당진시 대기측정소의 농도 변화

전체적으로 농도값은 송산면이 가장 높게 나타났고, $PM_{2.5}$ 와 NO_2 는 가장 낮은 대난지도의 2배 수준까지 확인되었다. 대난지도의 경우 도서지역(섬)으로 측정소 인근에 특별한 배출원이 없고 일부 주변을 이동하는 차량이나 농기구, 선박에 의한 간접적인 영향이 대부분인 반면, 송산면의 경우 충청남도 최대 배출시설인 현대제철과 인접(약 500 m)해 있어 산업공정에서 배출된 오염물질의 직간접적인 영향과 원료수송 및 납품을 위해 빈번히 이동하는 대형트럭 등의 영향으로 높게 나타나는 것으로 판단된다. 김종범 등이(2020)이 2019년 충청남도 29개 측정소를 대상으로 연간 농도분포를 검토한 결과에서도 송산면 측정소의 연평균 농도가 가장 높게 나타났다.

측정소별 데이터 획득률을 분석한 결과 당진시청와 송산면은 측정대상일 기준 100%의 데이터 획득률을 보인 반면, 대난지도는 PM_{10} 와 $PM_{2.5}$ 는 182일로 85.0%를 NO_2 는 47.2%의 획득률로 매우 저조한 수준이었다. 이는 대난지도의 경우 도서지역으로 내륙지역에 위치한 당진시청과 송산면에 비해 전력공급이 매우 불안정한데 과제가 수행중인 4월 18일 대난지도 내 전력공급선 공사를 하다가 전선을 잘못 건드려 반나절간 섬 전체 내 전력단절 현상이 발생하였는데 이때 UPS의 전결공급 한계를 넘어 측정기기들이 shut-down 되는 사건이 발생하였다. 이후 문제를 발견한 뒤 관리업체에 문의하여 5월 21일 점검이 시행되었으나 NO_2 의 경우 장비 셧-다운 과정에서 내부 UV-Lamp가 깨져 7월 14일 점검까지 데이터 확보가 되지 못하였다. 측정소에 대한 운영관리에 대한 지침인 “대기오염측정망 설치운영 지침”에 따르면 소모품 및 수리 비품은 관리기준에 따라 최대한 비치할 수 있도록 제시하고 있으며, 자료 통계처리 시 측정 기간의 75% 이상의 자료가 확보되어야만 확정자료로 활용하도록 하고 있어 측정소에 대한 데이터 결원 발생에 대한 긴급조치 방안 마련이 필요할 것으로 판단된다.



4. 측정소 운영관리 특이사항

측정소 설치위치 선정 시 “대기오염측정망 설치·운영 지침”에 따라 장소, 위치, 높이, 주변 환경 등 다양한 고려를 하도록 명시하고 있지만 현실적으로 측정소 부지로 공공기관의 건물 등이 많이 활용되고 있다. 측정소 특성상 한번 설치되면 이동이 어렵고, 지속적으로 전기가 사용된다는 점, 펌프 등의 운영으로 소음이 발생하고, 장비 점검을 위해 수시 출입을 하여야 하는데 사유지 등에 설치 시 이러한 제반 사항에 대해 양해를 구하기 쉽지 않기 때문이다. 현재 측정소들이 위치해 있는 건물들이 행정복지센터나 학교, 마을회관 등의 공공부지나 시설에 많이 설치된 이유이다.

대난지도 측정소 역시 전력 사용문제와 출입의 편리성, 그리고 도서 지역이라는 특이점으로 장비나 측정소 문제 확인 시 현지 도움을 받을 수 있는 마을회관 입구에 설치하였다. 과거 지표면에 설치할 경우 주변 건물 등에 의해 생긴 와류와 지역 공기질에 대한 대표성 문제로 대부분 주변 건물 중 가장 높은 옥상 등에 설치되었으나, 일부 이러한 측정자료는 사람들이 생활하는 공간의 공기질과는 상이할 수 있다는 의견이 제시되면서 지침이 수정·보완되어 최대한 호흡 높이와 유사한 지점에서 공기질을 채취하도록 권고하고 있으며, 측정위치 역시 1.5~10 m 범위에서 하되 측정구의 높이가 올라갈수록 낮은 점수를 받도록 하고 있다. 이러한 점을 감안하여 대난지도 측정소는 마을회관 입구에 설치하였다. 하지만 측정소가 설치된 이후 마을회관과 측정소 뒤편에 소방의용대가 설치되면서 소방차 등의 이동문제로 측정소 이전문제가 제기되었고, 2020년도 초에 몇 번의 여진으로 측정소의 수평 유지를 위해 설치한 지지물이 허물어지면서 안전 문제가 제기되고 있어 측정소 이전 혹은 지지대 보수 등의 추가적인 조치가 필요한 상황이다.

또한 과업 수행기간 동안 3차례의 전기 차단에 의한 데이터 손실이 발생하였는데, 1차례는 한국전력의 전선 관리공사 중 잘못으로 발생하였고, 2회는 태풍이나 천둥번개에 의한 자연현상에 의한 절전으로 문제가 발생하였다. 하지만 3건 모두 대난지도 섬 전체를 대상으로 단전이 발생한 만큼 특별한 조치를 취할 수 없다는 한계가 발견되었다.

제 3 장

청리면 측정소 운영

1. 측정소 개요
2. 측정소 관리 이력
3. 대기질 측정결과 분석
4. 측정소 운영관리 특이사항

청라면 측정소 운영



1. 측정소 개요

보령에는 충청남도에 설치되어 있는 총 30기의 석탄화력발전기 중 10기가 위치하고 있고, 1호기부터 8호기의 구형 발전기와 2017년에 완공되어 운영 중인 신보령 1,2 호기가 있다. 그중 보령 1, 2호기는 국가의 에너지 전환정책의 일환으로 2020년 12월에 조기폐쇄에 들어갈 예정이다. 보령발전소는 지리적으로 한반도 서쪽 끝 부분에 위치하고 있으며, 바로 좌측 아래에 대천항이 있고, 여기 기상방재센터(AWS)가 있다. 측정기간동안 주풍은 남풍과 남서풍이 주를 이루었다. 보령에는 국가측정소 2기(주교면 측정소, 대천2동 측정소)와 본 연구에서 설치·운영 중인 청라면 측정소가 있다. 측정기간 동안 주풍이 남서풍인 것과 측정소들의 위치가 발전소의 북동쪽에 위치하는 것을 감안했을 때 발전소에서 배출된 오염물질에 대한 영향을 지배적으로 받았을 것으로 예상된다. 국가측정망의 경우 측정항목은 납과 벤젠을 제외한 기본 6대 항목으로 동일하고, 청라면 측정소의 경우 대난지와 동일하게 PM_{10} , $PM_{2.5}$, NO_2 를 측정하며, 그 외 풍향·풍속 자료를 제공하고 있다. 대난지도 측정소의 경우 발전소에 유입되기 전의 배경농도 관측을 목적으로 설치되었다면, 청라면 측정소는 보령지역 주풍인 남풍이나 남서풍 바람이 불 때 이격거리에 따른 오염분포 분석을 목적으로 설치되었다. 그림 8은 보령시에 설치되어 있는 국가 및 연구용 고정측정망의 위치를 나타낸 것이고, 표 3은 각 측정소의 정보이다. 시간적 자료분석 구간은 당진시와 동일 구간을 대상으로 하였다.



[그림 8] 보령시의 대기측정소 위치

[표 3] 보령시의 대기측정소 현황

측정소명	대천2동	주교면	청라면
위치	보령시 중앙로 142-16	보령시 주교면 울계큰길 396	보령시 청라면 원모루길 380
측정항목	풍향, 풍속, SO ₂ , CO, O ₃ , NO ₂ , PM ₁₀ , PM _{2.5}		풍향, 풍속, NO ₂ , PM ₁₀ , PM _{2.5}
설치연도	2017	2018	2019
설치목적	주거지역	관리지역	이격거리에 따른 영향 분석
관리주체	충남보건연	충남보건연	충남연구원

청라면 측정소 역시 대난지도 측정소와 마찬가지로 측정데이터의 신뢰성 향상을 위해 측정기기 관리 전문기관에 위탁하여 측정소의 장비의 정도관리와 등가성 평가 통상관리를 수행하였다. 통상관리 내용은 대난지도 측정소와 동일하다.

[illegible]

측정소					견관일자					2020. 4. 24					검출기					김홍민				
가 동 현 장	장비	SO _x	NO _x	CO	O ₃	PM	PM	(대미리터)	공진기	가스흡입배	통신	ZERO AIR 유류계	안전점검장치											
	점검한	M	N	M	M	M	10	2.5					전기누유여부 점검 [Y] 이상]											
	점검후	M	N	M	M	M							GAS 상태	점검[Y] 이상]	[Y] 이상]									
													누수상태	점검[Y] 이상]	[Y] 이상]									
													발파관리상태	점검[Y] 이상]	[Y] 이상]									
													유압유 / 무유	확인[Y] 위]	[Y] 위]									
													시각장치	정상[N] 이상]	[N] 이상]									
	구분	SO _x	NO _x	CO	O ₃									구분	PM-10	PM-2.5								
	수량	표준 0.4 ~ 1.1	0.5 ~ 1.5	1.0 ~ 2.0	0.4 ~ 1.1									수량	16.37~17.03	16.37~17.03								
	온도	Cel	℃	42.0	℃									ABS	Last m									
	압력	KPa	70~90 Kpa	65Kpa	Kpa	65Kpa	Kpa							차이										
				X	X									자이(%)										
	LAMP	LAMP	mV	X	X									표준 1.0 U/m 이하	1.0 U/m 이									
	보폭일	zero signal span signal	mV	NO -0.0 mv NOX -5.0 mv CO -5.8 mv NO2 -2.8 mv	Main Comp. mv mv mv mv									Leak Test	test전	U/m								
				-3500 ~ +3500											test후	U/m								
	Zero Factor	Zero												Inlet Cleaning										
	Span Factor	Span		0.5 ~ 2.0										Leak Check										
		Fiter []	Fater []	Fiter []	Fiter []									유량 Check	Fiter []	Fiter []								
교체부분																								
제품상지		정밀 M				이상 []				UPS, 견관사용				UPS (인하) 332 / 출력: 222)										
실내온도		28 ℃				메어콘 / 히터 가동유무				유? 부?														
환경상태		맑음 M				천스 실시 []				Gas 상태				알림 [] 불명 []										

비고

통 상 점 검															
측 정 소		청 라 면		점검 일자		2020. 5. 21.		점검 자		김 형 민					
가	장비	SO ₂	NO _x	CO	O ₃	PM ₁₀	PM _{2.5}	샘플러	고정기	ZERO AIR	데이터	기상	통	안전점검일자	
		정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	전기누전여부	
		이상	이상	이상	이상	이상	이상	이상	이상	이상	이상	이상	이상	GAS 상태	
		이상	이상	이상	이상	이상	이상	이상	이상	이상	이상	이상	이상	정상[] 이상[]	
동	점검	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	누수 상태	
		이상	이상	이상	이상	이상	이상	이상	이상	이상	이상	이상	이상	정밀관리상태	
		이상	이상	이상	이상	이상	이상	이상	이상	이상	이상	이상	이상	정상[] 이상[]	
		이상	이상	이상	이상	이상	이상	이상	이상	이상	이상	이상	이상	정상[] 이상[]	
현	점검	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	위험물 유/무	
		이상	이상	이상	이상	이상	이상	이상	이상	이상	이상	이상	이상	유/무	
		이상	이상	이상	이상	이상	이상	이상	이상	이상	이상	이상	이상	정상[] 이상[]	
		이상	이상	이상	이상	이상	이상	이상	이상	이상	이상	이상	이상	정상[] 이상[]	
구 분		SO ₂		NO _x		CO		O ₃		구 분		PM-10		PM-2.5	
표준		0.4 ~ 1.1		0.5 ~ 1.5		1.0 ~ 2.0		0.4 ~ 1.1		표준		16.37~17.03		16.37~17.03	
유량		유량		L/m		1.2		L/m		유량		16.9		L/m	
온도		Cell		40.6		℃		℃		온도		ABS		Last m	
압력		표준		65Kpa 이하		70~90 Kpa		65Kpa 이하		65Kpa 이하		압력		Last m	
Lamp		표준		200mv 이상		200mv 이상		200mv 이상		Lamp		표준		200mv 이상	
분석필		Zero Signal		NO 0.2		Main		Leak		Test		Test		Test	
검출부		Span Signal		NO 1.9		Comp		mv		Test		Test		Test	
Zero Factor		표준		-3500 ~ +3500		25		57		Inlet Cleaning		Leak Check		Leak Check	
Span Factor		표준		0.5 ~ 2.0		1.28		1.94		Span		Span		Span	
교체부품		Filter []		Filter []		Filter []		Filter []		교체부품		Filter []		Filter []	
샘플장치		정상[] 이상[]		UPS, 전원시설		UPS (입력: 230 / 출력: 220)		UPS (입력: 230 / 출력: 220)		UPS (입력: 230 / 출력: 220)		UPS (입력: 230 / 출력: 220)		UPS (입력: 230 / 출력: 220)	
실내온도		28		에어콘 / 히터 가동유무		유[] 무[]		유[] 무[]		유[] 무[]		유[] 무[]		유[] 무[]	
정밀상태		양호[] 정소상태[]		GAS 상태		양호[] 불량[]		양호[] 불량[]		양호[] 불량[]		양호[] 불량[]		양호[] 불량[]	
* PM-10, PM-2.5 필터리치 교체															
비 고															

통 상 점 검															
측 정 소		청 라 면		점검 일자		2020. 6. 10.		점검 자		김 형 민					
가	장비	SO ₂	NO _x	CO	O ₃	PM ₁₀	PM _{2.5}	데이터 기록기	교체용 필터	기상 정보	ZERO AIR 공기 정화기	안전점검일자			
		정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	전기누전여부		
		이상	이상	이상	이상	이상	이상	이상	이상	이상	이상	이상	정상 [] 이상 []		
		정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상 [] 이상 []		
동	점검	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정기누전여부		
		이상	이상	이상	이상	이상	이상	이상	이상	이상	이상	이상	정상 [] 이상 []		
		정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상 [] 이상 []		
		이상	이상	이상	이상	이상	이상	이상	이상	이상	이상	이상	정상 [] 이상 []		
현	점검	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정기누전여부		
		이상	이상	이상	이상	이상	이상	이상	이상	이상	이상	이상	정상 [] 이상 []		
		정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상 [] 이상 []		
		이상	이상	이상	이상	이상	이상	이상	이상	이상	이상	이상	정상 [] 이상 []		
합	점검	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정기누전여부		
		이상	이상	이상	이상	이상	이상	이상	이상	이상	이상	이상	정상 [] 이상 []		
		정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상 [] 이상 []		
		이상	이상	이상	이상	이상	이상	이상	이상	이상	이상	이상	정상 [] 이상 []		
구 분		SO ₂		NO _x		CO		O ₃		구 분		PM-10		PM-2.5	
유량		표준 0.4 ~ 1.1		0.5 ~ 1.5		1.0 ~ 2.0		0.4 ~ 1.1		유량		표준 16.37~17.03		16.37~17.03	
온도		유량		L/m		1.2		L/m		유량		16.7		L/m	
압력		표준 65Kpa 이하		70~90 Kpa		65Kpa 이하		65Kpa 이하		압력		표준 65Kpa 이하		65Kpa 이하	
LAMP		표준 200mv 이상		200mv 이상		200mv 이상		200mv 이상		LAMP		표준 200mv 이상		200mv 이상	
분석필 검출부	LAMP	Zero Signal		NO 0.7		Main		Leak		Test		Test		Test	
		Span Signal		NO 1.5		Comp		mv		Test		Test		Test	
		Zero Factor		표준 -3500 ~ +3500		23		56		Inlet Cleaning		Leak Check		Leak Check	
		Span Factor		표준 0.5 ~ 2.0		1.28		1.94		Span		Span		Span	
교체부품		Filter []		Filter []		Filter []		Filter []		교체부품		Filter []		Filter []	
샘플장치		정상 [] 이상 []		UPS, 전원시설		UPS (입력: 220 / 출력: 220)		UPS (입력: 220 / 출력: 220)		UPS (입력: 220 / 출력: 220)		UPS (입력: 220 / 출력: 220)		UPS (입력: 220 / 출력: 220)	
실내온도		28		에어콘 / 히터 가동유무		유 [] 무 []		유 [] 무 []		유 [] 무 []		유 [] 무 []		유 [] 무 []	
정밀상태		양호 [] 정소상태 []		GAS 상태		양호 [] 불량 []		양호 [] 불량 []		양호 [] 불량 []		양호 [] 불량 []		양호 [] 불량 []	
비 고		* PM-10, PM-2.5 필터리치 교체													

통 상 점 검															
측 정 소		청 라 면		점 검 일 자		2020. 7. 14.		점 검 자		김 형 민					
가	장 비	SO ₂	NO _x	CO	O ₃	PM ₁₀	PM _{2.5}	샘플러	ZERO AIR	데이터	기상	통	안전점검일자		
		정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	전기누전여부	
		이상	이상	이상	이상	이상	이상	이상	이상	이상	이상	이상	이상	GAS 상태	
		이상	이상	이상	이상	이상	이상	이상	이상	이상	이상	이상	이상	정상 [] 이상 []	
동	점 검	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	누수 상태	
		이상	이상	이상	이상	이상	이상	이상	이상	이상	이상	이상	이상	정상 [] 이상 []	
		이상	이상	이상	이상	이상	이상	이상	이상	이상	이상	이상	이상	방출관리상태	
		이상	이상	이상	이상	이상	이상	이상	이상	이상	이상	이상	이상	정상 [] 이상 []	
현	점 검	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	정상	유체량	
		이상	이상	이상	이상	이상	이상	이상	이상	이상	이상	이상	이상	무 / 유	
		이상	이상	이상	이상	이상	이상	이상	이상	이상	이상	이상	이상	위험물	
		이상	이상	이상	이상	이상	이상	이상	이상	이상	이상	이상	이상	정상 [] 이상 []	
구 분		SO ₂		NO _x		CO		O ₃		구 분		PM-10		PM-2.5	
표준		0.4 ~ 1.1		0.5 ~ 1.5		1.0 ~ 2.0		0.4 ~ 1.1		표준		16.37~17.03		16.37~17.03	
유량		유량		L/m		1.2		L/m		유량		16.7		L/m	
온도		Cell		℃		41.9		℃		온도		ABS		Last m	
압력		표준		65Kpa 이하		70~90 Kpa		65Kpa 이하		표준		65Kpa 이하		65Kpa 이하	
압력		압력		Kpa		59.9		Kpa		압력		Kpa		Kpa	
Lamp		표준		200mv 이상		200mv 이상		200mv 이상		Lamp		표준		200mv 이상	
Lamp		Lamp		mv		mv		mv		Lamp		mv		mv	
분석필	검출부	Zero Signal		NO 6.5		Main		Leak		Test		Test		Test	
		NO 2.1		Main		Come		mv		Test		Test		Test	
		NO 18.5		Main		Come		mv		Test		Test		Test	
		NO 99.1		Main		Come		mv		Test		Test		Test	
Zero Factor		표준		-3500 ~ +3500		Noise		Noise		Noise		Noise		Noise	
Zero		Zero		231.40		Inlet Cleaning		Inlet Cleaning		Inlet Cleaning		Inlet Cleaning		Inlet Cleaning	
Span Factor		표준		0.5 ~ 2.0		Leak Check		Leak Check		Leak Check		Leak Check		Leak Check	
Span		Span		1.3396 / 1.16		Unit Check		Unit Check		Unit Check		Unit Check		Unit Check	
교체부품		Filter []		Filter [✓]		Filter []		Filter []		교체부품		Filter [✓]		Filter []	
점검장치		정상 [✓]		이상 []		UPS, 전선시설		UPS, 전선시설		UPS (압력: 22.9		압력: 22.0)		UPS (압력: 22.0)	
실내온도		27.7		에어컨 작동		에어컨 작동		에어컨 작동		유 [✓]		유 []		유 []	
점검상태		양호 [✓]		최소수치 []		GAS 상태		GAS 상태		양호 [✓]		불량 []		불량 []	
비 고															
* 품질교사 교체, Sample 시HER 교체															
* PM10/2.5 필터 교체															
* ZERO/span 교정															

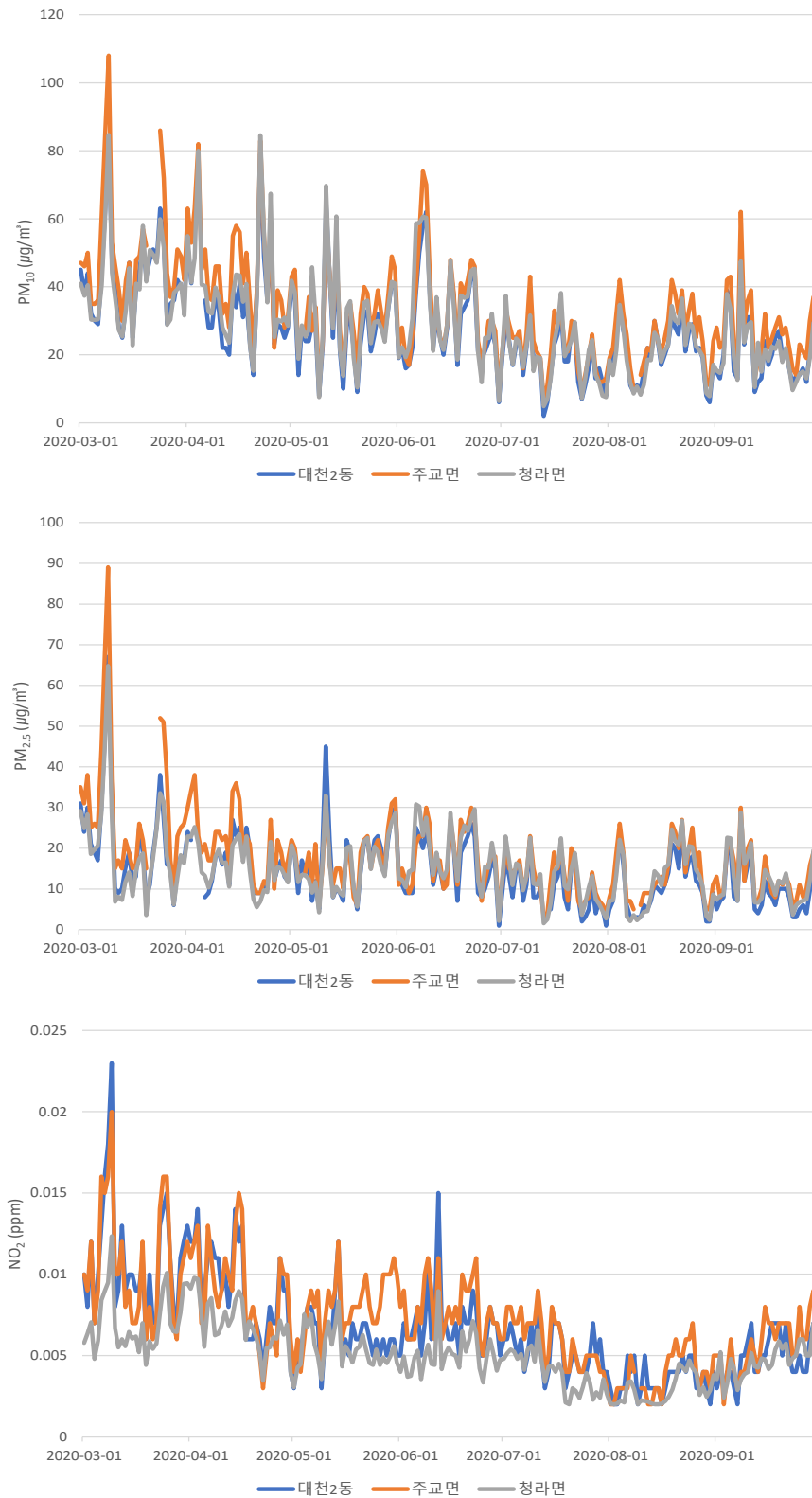


3. 대기질 측정결과 분석

보령석탄화력발전소 바로 옆에 위치한 대천항 AWS 분석결과 주풍은 남서풍으로 발전소에서 배출된 오염물질이 확산 분포될 경우 북동쪽에 위치한 측정소에 직접적인 영향을 미치며, 그 영향은 거리에 따라 달라질 수 있다. 발전소로부터의 직선 거리는 대천2동이 6.6 km로 가장 가깝고, 주교면이 7.7 km, 청라면이 15.7 km로 다른 2개 측정소에 비해 2배 정도 멀리 떨어져 있다. 하지만 주교면의 경우 바닷가를 가로질러 평지에 위치해 있지만 대천2동의 경우 바람 이동 경로에 123.8 m 높이의 왕대산이 가로막고 있어 이에 대한 고려가 필요하다. 측정결과 PM₁₀은 주교면이 $34 \pm 16 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 으로 가장 높게 나타났고, 청라면과 대천2동이 각각 $29 \pm 15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 와 $28 \pm 13 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 으로 유사한 수준을 보였다. PM_{2.5} 또한 PM₁₀과 마찬가지로 주교면이 $18 \pm 11 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 로 가장 높았고, 청라면과 대천2동이 각각 $15 \pm 8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 과 $14 \pm 9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 로 유사한 농도였다. NO₂는 대천2동과 주교면이 $0.007 \pm 0.003 \text{ ppm}$ 으로 같은 농도를 보였고, 청라면이 소폭 낮은 $0.005 \pm 0.002 \text{ ppm}$ 였다. 전체적인 농도는 당진시의 농도가 보령시보다 높게 나타났다. 환경기준에 따른 초과도는 PM₁₀의 경우 6개 측정소 모두 국가환경기준($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$)을 만족하였으나, 송산면은 $46 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 으로 충남 환경기준($40 \mu\text{g}/\text{m}^3$)을 초과하였고, PM_{2.5}는 송산면만이 충청남도 환경기준($20 \mu\text{g}/\text{m}^3$)을 초과하였고, 국가기준($15 \mu\text{g}/\text{m}^3$)엔 대난지도와 대천2동이 $14 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 으로 낮을 뿐 나머지 4개소는 유사하거나 소폭 높은 수준으로 나타났다.

[표 4] 보령시의 대기측정소 측정 결과

측정소명	대천2동			주교면			청라면		
	PM ₁₀	PM _{2.5}	NO ₂	PM ₁₀	PM _{2.5}	NO ₂	PM ₁₀	PM _{2.5}	NO ₂
평균±표준편차	28±13	14±9	0.007±0.003	34±16	18±11	0.007±0.003	29±15	15±8	0.005±0.002
최대값	84	67	0.023	108	89	0.02	85	65	0.012
최소값	2	1	0.002	7	3	0.002	5	2	0.002
N	214	209	214	209	209	213	214	214	214



[그림 10] 보령시 대기측정소의 농도 변화

환경부에서 보고한 측정항목별 유효측정값에 대한 환경기준 달성도는 PM_{2.5}의 경우 측정값이 제공되기 시작한 2015년 연평균 기준 65.0%로 가장 높았고, 2016년 46.7%, 2017년 60.9%로 낮은 수치를 유지하다가 국가 기준이 강화된 2018년엔 0.0%라는 참담한 수치를 나타내고 있다. 반대로 NO₂의 경우 연평균 농도 기준 2013년부터 2018년까지 6년간 7.9%, 71.9%, 76.9%, 82.3%, 85.8%, 91.6%로 점차 증가하고 있어 대조적인 결과를 보이고 있다. 최근 5년간 8개 항목의 대기환경기준에 대해 대부분 기준을 만족하고 있으나, PM_{2.5}와 O₃의 경우 최근 2~3년간 달성도가 거의 0%에 가까워 이에 대한 관련 개선 대책 마련과 기준 농도에 대한 재고가 필요할 것으로 판단되며, 특히 O₃의 경우 충남에서도 매년 여름철이면 수시로 주의보 및 경보가 발령되고 있고, 빈도가 증가하고 있다는 점에서 대책 마련이 가장 시급한 것으로 판단된다.

보령시의 측정소별 가동률은 청라면이 대상 일수 214일에 대해 3개 항목 모두 214개가 나와 100% 획득률을 보였다. 상대적으로 국가측정망인 대천2동과 주교면이 97.7~100.0%까지 3일~5일 정도의 데이터 누락이 확인되었으나 “대기오염측정망 설치운영 지침”에서 권고하고 있는 75%를 훨씬 상회하고 있기 때문에 문제가 없는 것으로 판단된다.



4. 측정소 운영관리 특이사항

청라면 측정소는 2019년 4월 개소하였으며, 현재까지 운영 관리상 문제점은 나타나지 않았다.

제4장

향후 계획 및 고려사항

1. 대난지도 측정소 이전 검토
2. 발전소 민간대기측정소와의 통합관리(안)
3. 측정장비 장기 운영에 따른 소모품 및 교체부품비용
4. 측정소 철수 후 측정장비 개별운영 방안

향후 계획 및 고려사항



1. 대난지도 측정소 이전 검토

대난지도 측정소는 전력공급 및 문제발생시 현지 도움요청을 목적으로 난지1리 마을회관 입구에 설치·운영되고 있다. 하지만 측정소 입지 후 의용소방대가 측정소 후면에 위치하면서 소방차량의 이동편리와 마을회관의 진입로 확보 문제, 그리고 마을공동 마을버스의 보관 문제로 마을로부터 이전 제의를 받아 오고 있었다. 이러던 가운데 올해 초 수차례의 여진으로 측정소 수평을 잡기 위해 설치해놓은 보강재들이 기울어지면서 설비보강이 필연적으로 이루어져야 하는 상황에 도달하였다. 하지만 수톤에 달하는 측정소 이전을 쉽게 결정하기에 어려움도 따르고, 이전을 위해서는 다음과 같은 다양한 조건이 성립되어야 하기 때문에 다방면으로의 고민과 접근이 요구된다.

1. 이전지역의 부지활용 문제
2. 전력공급의 용이성
3. 측정장비 관리를 위한 접근 용이성
4. 타인의 접근으로부터 측정소 기자재를 보호할 수 있는 환경여건
5. 대기질 측정을 위한 지역농도 대표성
6. 도서지역인 것을 감안한 지역 주민들의 협조 가능 지역
7. 측정소 입지지역이 건물인 경우 건물안전검사 여부
8. 크레인이나 지게차 등을 활용하여 이동 가능 여부

9. 이동설치에 따른 비용문제

10. 기타 지역 주민들과의 협의

측정소 이전의 경우 마을 대표인 이장님의 요청으로 인해 진행중에 있고, 측정소 이전 시 마을부지를 활용가능하다는 답변을 얻었다. 마을 측에서 제시한 안은 현 마을회관 옥상에 올리는 방안과 난지도 해수욕장 인근 부지에 이전하는 방안이다.



[그림 11] 대난지도 측정소 이전 예상 위치

1안. 난지1리 마을회관 옥상 이전

마을회관 옥상으로 이전할 경우 측정소 운반을 위한 카고 트레인 비용을 절감할 수 있고, 이동간 측정소 및 장비의 유실 및 파손 위험을 줄일 수 있다. 또한, 기존과 같이 장치에 간단한 문제 발생시 주민들의 도움을 요청할 수 있으며, 기존 설비를 그대로 사용하면 되기 때문에 전력선이나 배전반 설치 등의

추가적인 작업이 필요 없다. 다만 마을회관 건물이 안전설비진단이 안되었을 경우 추가적인 진단비용이 발생하며, 3층 이상의 건물로 측정소를 운반해야 하기 때문에 기중기가 추가적으로 필요하다. 그리고 최근 대기측정망 설치운영지침에서 측정고의 높이는 1.5 m~10 m 권고하고 있으나 최대한 호흡높이에서 측정할 것을 제안하고 있어 이 부분에서는 권고기준에 반하게 된다.

2안. 난지도 해수욕장 인근 공터 활용

마을회관에서 측정소를 분리 후 카고 트레인에 실어 섬 반대편에 있는 해수욕장 인근 공터로 이전하는 방안이다. 이러한 경우 기존에 사방이 막힌 지형에서 개방된 공간으로 이동하면서 좀 더 지역 공기질을 대표할 수 있고, 측정위치가 사람들 호흡영역과 가까워 수용체 친화적인 측정값을 도출할 수 있다. 부지 또한 현재는 산림으로 우거져 있지만, 이전 동의 시 마을 측에서 수목 제거 및 평탄화 작업을 약속하여 문제점은 해결이 되었다. 하지만 이전했을 경우 전선이나 배전반 공사를 새로 하여야 하며, 장비 해체 이동과정에서 측정소 기재나 장비들의 유실이나 파손이 나타날 수 있다. 또한, 이동을 위한 카고 트레인 비용이 추가로 소모되고, 주풍 방향에 따라 바닷가 반대편에 위치한 대산석유화학단지의 영향을 받을 수 있어 기존의 배경농도로서의 설치목적에 반할 수 있다.

종합 검토의견

2안의 경우 부지를 새로만들기 위해 공터에 있는 나무를 전부 벌목하여야 하며, 터 지반공사와 새로운 전기 및 배전반 공사가 필요하다. 또한 바닷가 바로 앞에 위치하여 해염입자 등의 영향을 수시로 받을 수 있고, 반대편 대산석유화학단지 등의 영향을 받을 경우 기존의 배경농도로서의 역할이 모호해져 1안의 옥상 이전설치가 좀 더 효과적일 것으로 판단된다. 1안을 최종안으로 업체 견적을 문의한 결과 약 911만원(부가세 포함)이 소요될 것으로 예상되며, 추후 이 비용에 대한 활용여부를 4차년도 사업계획 수립시 반영해야 될 것으로 판단된다.

[표 5] 대난지도 측정소 이전에 따른 소요비용 산출서

(단위 : 원)

항 목		수 량	단 위	합 계		비 고
				단 가	금 액	
1. 직접인건비						
	고급기술자	3	일	247,322	741,966	장비철거 및 재설치
	초급기술자	3	일	175,373	526,119	장비철거 및 재설치
① 소 계					1,268,085	
2. 직접경 비	직접인건비의 30%	30	%		380,426	
3. 제경비	직접인건비의 120%	120	%		1,521,702	
4. 기술료	(직접인건비+제 경비) 의 40%	40	%		1,115,915	
② 소 계					3,018,042	
5. 통신/전기 재연결작업		1	식	1,500,000	1,500,000	
6. 에어컨 재설치비		1	식	500,000	500,000	
7. 크레인 및 화물차량 임대		1	식	1,500,000	1,500,000	
8. 기타경비(선박임대비용)		1	식	500,000	500,000	
③ 소 계					4,000,000	
합 계 (①+②+③)					8,286,127	
부 가 세 (10%)					828,613	
총 계 (합계+부가세)					9,114,000	

※ 2020년도 엔지니어링협회 기술자 노임 단가 적용



3. 측정장비 장기 운영에 따른 소모품 및 교체부품비용

각각 2018년과 2019년 설치된 대난지도와 청라면 측정소에는 PM₁₀, PM_{2.5}, NO₂를 측정하여 데이터를 생산하고 있으며, 직접적인 측정장비 외에도 이들 측정값을 보조해줄 수 있는 풍향, 풍속계, 항온항습을 유지시키기 위한 에어컨, 각 장비들의 간단한 검교정을 할 수 있는 부가장치들이 운영되고 있다. 이들 중에는 월이나 분기 단위로 소모되는 필터나 교정가스 등이 포함되어 있으며, 이러한 것들은 대부분 측정 소모품으로 분류되어 모 과제의 재료비 등에서 처리되고 있다. 하지만 2020년 5월 대난지도에서 천둥 번개에 의한 전력 문제가 발생하였고, 이때 쇼크로 NO₂ 분석장비 내 포함되어 있는 UV liner와 오존 램프가 손상되었다. 이러한 부품들은 측정기기의 주요 구성품으로 수백만 원에서 수천만 원까지 장비 가격의 대부분을 차지하는 경우도 있다. 향후 시간이 흐름에 따라 주요 부품들의 노화와 파괴로 교체문제가 발생할 수 있는데 이럴 경우를 대비하여 장비관리 예비비 등의 적립이 필요할 것으로 판단 된다.

2020년 06월 대기오염 측정소 부품교체 내역			
측정소(모델)	대난지도 (APNA-370)	교체일자 (반출일자)	2020.06.11
부품명	Printed Board(AP-CLP-01)	부품번호	3200052506
제조사	HORIBA	점검자 확인	김준식
기능	오존 램프 데이터 시그널 조절		
증상 및 점검내용	- 증상 : NO ₂ 데이터 불일치 - 조치내용 : Printed Board(AP-CLP-01) 교체		
교체전		신규 부품	

2020년 6월 대기오염 측정소 부품교체 내역			
측정소(모델)	대난지도 (APNA-370)	교체일자 (반출일자)	2020.6.11
부품명	UV Lamp	부품번호	902200950001
제조사	HORIBA	점검자 확인	김준식
기능	오존 발생 장치		
증상 및 점검내용	- 증상 : 오존 Lamp 미작동 - 조치내용 : UV Lamp 교체		

2020년 6월 대기오염 측정소 부품교체 내역			
측정소(모델)	대난지도 (APNA-370)	교체일자 (반출일자)	2020.6.11
부품명	Printed board unit	부품번호	3200088405
제조사	HORIBA	점검자 확인	김준식
기능	오존램프에 전원을 공급		
증상 및 점검내용	- 증상 : 오존 Lamp 미작동 - 조치내용 : Printed board unit 교체		

2020년 6월 대기오염 측정소 부품교체 내역			
측정소(모델)	대난지도 (APNA-370)	교체일자 (반출일자)	2020.6.11
부품명	UV Liner	부품번호	3012188285
제조사	HORIBA	점검자 확인	김준식
기능	오존 발생 손실을 줄이기 위해 사용(UV Lamp 관내에 위치)		
증상 및 점검내용	UV Liner 손상		

[그림 13] 대난지도 NO₂ 측정장비 부품교체 내역



4. 측정소 철수 후 측정장비 개별운영 방안

본 연구에서 운영 중인 2개소의 측정소는 도내 부족한 측정정보 제공을 목적으로 하였다. 하지만 충청남도 차원에서 2020년 말까진 도시대기측정소를 40개까지 증설할 계획을 수립하여 추진 중에 있으며, 발전소 인근지역에는 발전3가사 구축해 놓은 충청남도 마을대기측정망 통합정보시스템(clean air chungnam)이 38개소가 운영되고 있어 충청남도에는 총 78개의 측정소가 운영되고 있다. 지자체로서는 115개소의 도시대기측정소를 보유하고 있는 경기도에 이어 가장 많은 측정소를 보유하고 있는 상황이다. 이러한 최신 현황을 반영했을 때 현재 연구목적으로 운영 중인 2개 측정소를 철수하여 목적형 이동 관측이나 민간측정망 관리자 교육 교보재 활용, 기존 측정소의 장비 고장 시 대체 장비로 활용하는 방안도 고민해 볼 필요성이 있는 것으로 판단된다. 올해 안으로 개소할 “충청남도 마을 대기측정망 통합정보 센터”에는 담당업무를 수행할 연구원을 충원하여 운영하게 될 텐데, 이때 충원된 연구원들은 현장작업이나 측정장비에 대한 이해도가 낮을 수도 있다. 이러한 경우 현장에서의 문제점 파악과 즉각적인 대응에 많은 어려움을 겪을 수 있어 사전에 기존 장비들을 활용하여 직접 운영·관리해 본다면 문제 발생 시 보다 쉽게 처리할 수 있을 것이다. 또한, 38개 측정소의 장비는 24시간 연속적으로 돌아가기 때문에 다양한 환경적·기능적 요인으로 장기적인 수리를 요할 수 있는데 이때 대체품으로의 활용한다면 데이터의 손실을 최소화 할 수 있다. 이러한 다양한 활용 가능성을 고려한다면 현 측정소의 철수 및 장비의 다른 용도로의 활용도 고려해 볼 필요가 있다.

참고문헌

1. 환경공단, 굴뚝자동측정기기(TMS) 측정결과 공개(<https://cleansys.or.kr>)
2. 전력거래소, 전력통계정보시스템(<http://epsis.kpx.or.kr>)
3. 환경부, 국가대기오염물질 배출량 서비스(<http://airemiss.nier.go.kr>)
4. 환경부, 2019, 대기오염측정망 설치·운영 지침
5. 환경부, 2019, 미세먼지 관리 종합계획(2020~2024)
6. 환경공단, AirKorea(<https://www.airkorea.or.kr>)
7. 환경부, 2020, 환경정책 기본법 시행령 별표 1. 환경기준
8. 환경부, 2020, 대기환경월보 5월호
9. 김종범, 윤수향, 이상신, 김경환, 노수진, 배귀남 (2020) 충남지역 PM₁₀과 PM_{2.5} 농도의 시공간 분포 특징, 한국대기환경학회 36(4), 464-481
10. 국립환경과학원, 2019, 2018 대기환경연보

연구책임 | 이상신 기후변화대응연구센터 책임연구원
연구참여 | 김종범 기후변화대응연구센터 책임연구원

정책지원과제 2020-03

화력발전소 영향관리지역 선정을 위한 대기기초자료 수집

발행일 : 2020년 9월

발행인 : 충남연구원장

발행처 : 충남연구원 서해안기후환경연구소

(32258) 충청남도 홍성군 홍북읍 홍예로 360

홈페이지 <http://www.shari.re.kr>

발간등록번호 : -
