

# 점오염원의 대기오염방지시설 개선에 의한 대기질 영향 분석

전병근<sup>1</sup>, 이상혁<sup>\*</sup>

<sup>1</sup>호서대학교 벤처대학원 융합공학과

## A Impact Analysis of Air Quality by Air Pollution Control Facilities Improvement on Point Source Pollution

Byeong-Geun Jeon<sup>1</sup>, Sang-Houck Lee<sup>\*</sup>

<sup>1</sup>Department of Integrated Engineering, Graduate School of Venture, Hoseo University

**요약** 본 연구의 목적은 대표적 점오염원인 석탄화력발전소의 대기오염방지시설을 개선했을 때 최대 착지 농도 및 주변지역의 대기오염도 변화를 파악하는데 있다. 대기오염방지시설 개선 전·후의 대기질을 예측·비교하여 시설의 개선 효과가 어느 정도인지를 분석하였다. 대기질 예측에는 바람장의 변화를 Puff의 이동으로 나타낼 수 있고, 비정상 상태를 구현할 수 있는 대기오염확산모델인 CALPUFF 모델을 이용하였다. 화력발전소의 주요 대기오염배출 물질인 아황산가스(SO<sub>2</sub>), 이산화질소(NO<sub>2</sub>), 먼지(PM<sub>10</sub>) 항목을 예측 항목으로 선정하였다. 연구결과 SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub> 항목은 대기오염방지시설 개선으로 인하여 최대 착지지점 및 주변지역의 대기질 오염도 감소에 상당히 효과가 있는 것으로 분석되었다. PM<sub>10</sub> 항목의 경우에는 최대 착지지점에서는 오염도 감소 효과가 높으나, 석탄 화력발전소 주변지역의 대기오염도 감소 효과는 다소 낮게 분석되었다.

**Abstract** The object of this study is to identify changes in air pollution in the maximum ground level concentration and the surrounding area when air pollution control facilities are improved in the thermal power plants. The effects of improved facilities are analyzed by comparing air quality after applying improved air pollution control facilities. For prediction of air quality, the change of wind field can be represented with movement of Puff and CALPUFF Model, air pollution diffusion models which can implement abnormal conditions. Major air pollutants of thermal power plants such as SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, and PM<sub>10</sub> are selected as prediction items. That results show that improvement of air pollution control facilities is significantly effective in reduction of air pollution of SO<sub>2</sub> and NO<sub>2</sub> in the maximum ground level concentration and areas around of thermal power plants. In the case of PM<sub>10</sub>, it is found that the effect of reduction in pollution is high in the maximum ground level concentration, but the effect of reduction in air pollution is somewhat low in the area around of the thermal power plant.

**Key Words** : CALPUFF Model, NO<sub>2</sub>, PM<sub>10</sub>, Point source pollution, SO<sub>2</sub>

### 1. 서론

지속적인 경제성장에 의한 소득의 증대는 편리하고 저렴한 전력의 소비를 지속적으로 증가시켜 2011년 말 기준 우리나라의 총 전력소비량은 2002년 대비 10년간 63% 증가한 반면 발전설비 규모는 52% 증가한데 불과하며, 2000년대 들어서는 예측보다 높은 전력수요로 인

하여 전력수급 여건이 상당히 악화되었다[1].

정부는 2020년 전력 최대 수요를 7,181만kW로 예상했지만 이미 2012년 8월에 7,429만kW를 기록하였다. 최근 5년간 최대 수요는 15% 늘었지만, 발전량은 5% 늘어나는데 그쳤다[2].

현재 약 25%인 원자력발전 설비 비중을 2030년에 약 41%로 높이려는 정부의 목표는 2011년 3월 11일 동일

\*Corresponding Author : Sang-Houck Lee(Graduate School of Venture, Hoseo Univ.)

Tel: +82-2-2059-2351 email: Isen@hoseo.edu

Received November 24, 2014

Revised (1st January 5, 2015, 2nd February 11, 2015)

Accepted April 9, 2015

Published April 30, 2015

본 지역의 쓰나미 발생으로 인한 후쿠시마 원전사고 여파로 원자력발전소 건설 확대에 대한 지역주민의 반대 여론 증가로 인하여 건설계획이 차질을 초래하고 있고, 수력발전소 건설 역시 2010년 동강댐 건설 백지화에서 보듯이 환경훼손을 이유로 건설이 백지화되는 등 신규 전력의 확보가 전혀 진전을 보이지 못하고 있다[3].

따라서 극심해진 전력난을 해소하기 위해 기존 화력발전소의 지속적인 운영과 더불어 현재 여러 곳에서 신규 화력발전소를 건설 중에 있으며, 거의 대부분이 생산 원가가 낮은 석탄 화력발전소를 선택하고 있고 사용연한이 오래된 LNG 또는 중유 화력발전소 역시 석탄 화력발전소로 전환하고 있다[4].

그러나 석탄 화력발전소는 대기오염물질을 다량 발생하는 대표적인 대형 점오염원이기 때문에 주변지역의 대기질에 상당한 영향을 미치고 있고 지역 주민의 민원제기 및 환경단체들과의 마찰이 끊임없이 발생하고 있어 오염물질을 줄이는 근본적인 방안이 필요하다.

YS화력발전소가 위치하는 여수국가산업단지는 환경부에 의해 대기보전특별대책지역, 대기환경규제지역 및 청정연료 사용지역으로 지정되어 있다[5,6].

이에 2005년 10월 YS화력발전소를 비롯한 여수국가산업단지 내에 있는 주요 대기오염물질 배출업체는 환경부 및 전라남도과 광양만권 지역의 연간 대기오염물질 배출량을 향후 5년 동안 13% 삭감하기 위한 「광양만권 5-13 자발적 협약서」를 체결하여 실천하는 방안을 수립하였다.

1975년 3월에 가동을 시작하여 중유를 연료로 사용하고 대기오염방지시설로는 전기집진기와 탈황설비를 운용하고 있는 본 연구 대상인 YS화력발전소 역시 시설이 노후화됨에 따라 2012년 3월 37년간의 가동을 폐쇄하고 동 부지에 고도의 전기집진기와 탈황설비 및 탈질설비를 갖춘 석탄 화력발전소를 재건설하기 위해 공사를 추진 중에 있다.

YS화력발전소는 대기오염방지시설을 개선하여 오염물질 배출량을 연간 아황산가스(SO<sub>2</sub>) 1,232톤, 이산화질소(NO<sub>2</sub>) 2,148톤, 먼지(PM<sub>10</sub>) 86톤을 감소시켜 총 감소량 3,466톤으로 이는 「광양만권 5-13 자발적 협약서」에서 5년 동안 광양만권 지역의 대기오염물질 배출량을 17,000톤/년 삭감하기로 목표한 양의 약 20%를 차지하며 이는 주변지역의 대기질에 상당한 영향을 미칠 것으로 판단된다.

이에 본 연구에서는 YS화력발전소의 대기오염방지시설 개선에 의한 대기오염물질 배출량 감소가 주변지역의 대기질에 기여하는 정도를 대기질 영향예측 모델을 이용하여 분석하였다.

## 2. 본론

### 2.1 대기오염물질 배출량 산정

본 연구 대상인 YS화력발전소의 대기오염방지시설 개선 전의 배출가스 유량은 933,414Am<sup>3</sup>/h이며, 여기에 배출농도 설계기준인 SO<sub>2</sub> 150ppm, NO<sub>2</sub> 250ppm, 먼지 30mg/m<sup>3</sup>를 적용하여 오염물질 배출량을 산정하면 SO<sub>2</sub> 2,636톤/년, NO<sub>2</sub> 3,157톤/년, 먼지 184톤/년이 배출된다.

대기오염방지시설 개선 후의 배출가스 유량은 1,495,860Am<sup>3</sup>/h이며, 배출농도 설계기준인 SO<sub>2</sub> 50ppm, NO<sub>2</sub> 50ppm, 먼지 10mg/m<sup>3</sup>를 적용하여 오염물질 배출량을 산정하면 SO<sub>2</sub> 1,404톤/년, NO<sub>2</sub> 1,009톤/년, 먼지 98톤/년이 배출된다.

식1) SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub> 배출량 계산식

$$Q = C \left[ \text{ppm} \left( \frac{\text{Sm}^3}{10^6 \text{Sm}^3} \right) \right] \times \frac{M(\text{kg})}{22.4 \text{Sm}^3} \times V(\text{Am}^3/\text{hr})$$

$$\times \frac{273.2}{273.2+t} \times \frac{24\text{hr}}{d} \times \frac{365d}{\text{년}} \times \frac{\text{톤}}{10^3 \text{kg}}$$

- C : 배출농도
- M : 오염물질의 분자량
- V : 배출가스량

식2) 먼지 배출량 계산식

$$Q = C \left( \frac{\text{mg}}{\text{Sm}^3} \right) \times V(\text{Am}^3/\text{hr}) \times \frac{273.2}{273.2+t} \times \frac{24\text{hr}}{d}$$

$$\times \frac{365d}{\text{년}} \times \frac{\text{톤}}{10^9 \text{mg}}$$

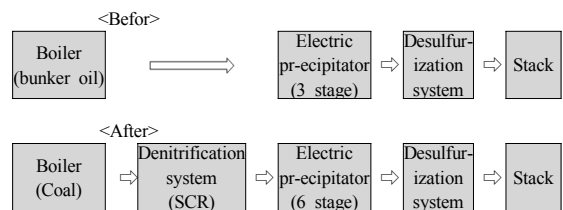


Fig. 1. Diagram of before and after improvement of air pollution control facilities

Table 1과 같이 당초 200MW 용량의 노후된 발전소를 해체하고 동일 위치에 350MW 용량의 발전소를 재건설하므로 가스배출량은 약 60.3%인 562,446Am<sup>3</sup>/h가 증가 하였으나, 대기오염방지시설의 개선으로 대기오염물질 배출량은 오히려 SO<sub>2</sub> 1,232톤/년(46.7%), NO<sub>2</sub> 2,148톤/년(68.0%), 먼지 86톤/년(46.7%)가 저감된다[7].

**Table 1.** Air pollution substance emission rate before and after improvement of air pollution control facilities

Division		Befor	After	Note
Generation quantity(MW)		200	350	
Gas emission quantity	Temp.(°C)	90.15	91.15	
	Rate(Am <sup>3</sup> /h)	933,414	1,495,860	(+)562,446(+60.3%)
maximal allowable concentration [13,14]	SO <sub>2</sub> ppm	3,000	80	
	NO <sub>2</sub> ppm	250	80	
	Dust mg/m <sup>3</sup>	1,000	30	
Design concentration	SO <sub>2</sub> ppm	150	50	
	NO <sub>2</sub> ppm	250	50	
	Dust mg/m <sup>3</sup>	30	10	
Air Pollution substance emission quantity	SO <sub>2</sub> ton/yr	2,636	1,404	(-)1,232(-46.7%)
	NO <sub>2</sub> ton/yr	3,157	1,009	(-)2,148(-68.0%)
	Dust ton/yr	184	98	(-)86(-46.7%)

## 2.2 대기질 영향예측 모델 선정

U.S. EPA(1998)에서는 Kincaid의 추적자 실험 자료를 이용하여 CALPUFF 모델을 수행한 결과, 복잡지형에서 단일 기상대 자료를 입력자료로 이용하였을 경우에도 시간의 변화를 고려할 수 있어 모델결과 값이 실제 관측값과 가깝게 모사됨을 발표하였다[8].

따라서 본 평가에서는 보다 복잡한 지형과 해안기상 특성을 반영할 수 있는 CALPUFF 모델을 사용하여 대기질 예측을 수행하였다.

## 2.3 기상 조사

### 2.3.1 국지기상 관측

발전소 설치부지의 국지적인 지표기상을 관측하기 위하여 부지 내에 1년간(2010년 3월 1일~2011년 2월 28일) AWS를 설치하고 매 시간별로 관측한 기상자료와 여수 기상대(12Km 이격), 진주 기상대(48Km 이격), 순천 기상관측소(49Km 이격), 고흥 기상관측소(46Km 이격), 남해 기상관측소(21Km 이격)의 5개소 기상자료를 이용하여 기온, 습도, 풍향 및 풍속을 분석하였다.

### 2.3.2 상층기상 관측 및 혼합고

부지의 혼합고를 분석하기 위해 기온, 기압, 습도를 측정 하는 센서를 헬륨가스를 채운 풍선에 장착하여 비양시키고 지상으로 송신하는 FM Radio 신호를 안테나로 수신하여 Computer에 자료를 저장한 후 혼합고를 계산하였으며, 인접 고층기상은 광주고층기상관측소의 자료를 이용하였다. 상층기상은 각 계절별 48시간에 걸쳐 4시간 간격으로 관측하였다.

## 2.4 대기질 영향예측 모델링

### 2.4.1 격자구성 및 지형자료

수평적인 공간 범위로는 화력발전소 부지를 중심으로 반경50Km인 100Km×100Km 영역으로 하여 1.0Km 간격의 101×101 격자체계 구성하였고, 수직적인 공간 범위로는 지표면부터 0m, 20m, 50m, 100m, 300m, 500m, 1000m, 2000m, 3000m, 5000m 간격으로 구성하였으며, 지형자료는 환경부의 디지털 토지피복도를 이용하였다 [9].

### 2.4.2 기상장 모델링 검증

기상장 모델 결과의 신뢰도를 평가하기 위하여 사업 지구에서 측정된 여수화력 AWS를 제외한 5개소의 인접 기상대 또는 관측소의 지표기상 관측자료와 광주고층 기상관측소의 관측자료를 입력하여 CALMET 모델을 수행하였다.

부지 내 AWS의 관측결과와 동일기간의 CALMET 모델링 결과자료를 비교해 보면 여수화력 AWS 관측자료에서는 남서(SW)풍, 북북서(NNW)풍, 남(S)풍이 주로 발생하는 것으로 나타났으며, CALMET 모델결과에서는 북북서(NNW)풍, 남남서(SSW)풍, 동북동 (ENE)풍이 주로 발생하여 대체적으로 유사한 계열의 풍향을 가지는 것으로 나타났다.

상관계수(R)는 두 변량 사이의 상관관계의 정도를 나타내는 수치로 1에 가까울수록 상관성이 높으며 0에 가까울수록 상관성이 낮은 것이다. 부지 내 AWS와 CALMET 모델결과와의 상관성을 평가하기 위하여 회귀 분석을 실시한 결과 기온의 경우 상관 계수가 0.99로 매우 양호하게 나타났으며, 풍속의 경우에도 상관계수가 0.75로 나타나 화력발전소가 위치한 부지의 전망이 해안 지역이고 후면이 산악지형으로 이루어져 있는 지역적 특성을 고려 할 경우 비교적 양호한 것으로 나타났다.

### 2.4.3 바람장 모델링 결과

바람장 분석결과 화력발전소 부지구역의 경우에는 해안과 인접해 있기 때문에 주변지형에 의한 큰 영향이 없이 대체적으로 원활히 소통되는 것으로 나타났으며, 모델링 영역 중 내륙 산악지형의 경우에는 풍속이 대부분 약하게 나타났고 지형의 영향으로 인해 풍향의 변화가 심하게 나타났다.

## 3. 결과 및 고찰

### 3.1 혼합고 관측결과

YS화력발전소 부지에서 실시한 상층기상 관측에서 계절별 대기 혼합고를 보면 봄철은 최고 1,600m, 최저 250m, 여름철은 최고 1,800m, 최저 250m, 가을철은 최고 2,000m, 최저 150m, 겨울철은 최고 1,250m, 최저 150m로 나타났다.

Table 2. Atmospheric Mixing Height by season

Season	Maximum Mixing Height		Minimum Mixing Height	
	Time(yy.mm.dd)	H(m)	Time(yy.mm.dd)	H(m)
Spring	2010. 05. 25 16:00	1,600	2010. 05. 26 08:00	250
	2010. 05. 26 16:00	1,100	2010. 05. 27 08:00	250
Summer	2010. 08. 11 16:00	1,800	2010. 08. 12 08:00	250
	2010. 08. 12 16:00	1,500	2010. 08. 13 08:00	400
Fall	2010. 11. 09 16:00	2,000	2010. 11. 10 04:00	150
	2010. 11. 10 16:00	1,200	2010. 11. 11 08:00	200
Winter	2011. 02. 22 16:00	1,200	2011. 02. 23 04:00	200
	2011. 02. 23 12:00	1,250	2011. 02. 24 08:00	150

### 3.2 대기질 현황조사 결과

대기질 영향예측 지점에 대한 대기질 현황조사는 노후화된 발전소 해체 직전 1여년의 기간 동안 가동상태에서 이루어졌으며, 조사결과를 보면 모든 지점에서 「환경정책기본법」에 의한 국가대기환경기준과 전라남도 자치조례에 의한 광양만권 대기환경기준 이내로 조사되었으며, 단기 현황농도는 각 지점당 총12회(4개월\*3일 연속) 조사결과 중 가장 높은 일일 농도 값을, 장기 현황농도는 총12회 조사결과와의 평균 농도 값을 기준으로 제시하였다.

Table 3. Present concentration of air quality survey point

Survey point	Coordinate X(Km), Y(Km)	Distance (Km)	SO <sub>2</sub> (ppm)		NO <sub>2</sub> (ppm)		PM <sub>10</sub> ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	
			Short term	Long term	Short term	Long term	Short term	Long term
A-1	X: 262.585 Y: 147.875	1.4	0.015	0.011	0.034	0.025	59	46
A-2	X: 263.858 Y: 150.181	2.5	0.013	0.010	0.033	0.024	61	47
A-3	X: 266.905 Y: 147.632	4.8	0.010	0.007	0.024	0.019	54	43
A-4	X: 263.484 Y: 148.918	0.9	0.011	0.008	0.027	0.022	55	45
A-5	X: 264.906 Y: 153.186	3.6	0.011	0.007	0.026	0.019	53	44
National air quality standards			0.05	0.02	0.06	0.03	100	50
Air quality standards of Kwangyangman area			0.04	0.015	0.06	0.033	100	50
Coordinate of stack			X(km) : 263.112 / Y(km) : 149.223					

### 3.3 대기오염물질의 최대 착지농도 영향 분석

오염물질의 확산이 Plum의 형태가 아닌 Puff의 형태로 이루어지는 것에 기초하고 3차원 기상장 자료를 이용하여 시간에 따른 풍향 및 풍속의 변화를 수시로 보다 정확히 확산에 반영할 수 있는 CALPUFF Model을 이용하여 대기오염방지시설 개선 전·후의 대기환경에 미치는 영향을 단기 농도(24시간평균 농도를 기준)와 장기 농도(연간평균 농도를 기준)로 구분하여 예측하였다.

대기오염방지시설 개선 전·후에 대한 최대 착지지점에서의 대기오염물질 농도는 Table 4와 같이 예측되었다.

SO<sub>2</sub>의 경우 단기 농도는 시설 개선 전 17.29ppb에서 개선 후 4.70ppb로 12.59ppb가 낮아졌고, 장기 농도는 개선 전 2.19ppb에서 개선 후 0.51ppb로 1.68ppb가 낮아져 장·단기 농도는 각각 72.8% 및 76.9%의 저감효과를 보였다.

NO<sub>2</sub>의 경우 단기 농도는 시설 개선 전 25.36ppb에서 개선 후 4.70ppb로 20.66ppb가 낮아졌고, 장기 농도는 개선 전 3.23ppb에서 개선 후 0.51ppb로 2.72ppb가 낮아져 장·단기 농도는 각각 81.5% 및 84.4%의 저감효과를 보였다.

PM<sub>10</sub>의 경우 단기 농도는 시설 개선 전 3.46 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 에서 개선 후 0.94 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 로 2.52 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 가 낮아졌고, 장기 농도는 개선 전 0.44 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 에서 개선 후 0.10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 로 0.34 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 가 낮아져 장·단기 농도는 각각 72.8% 및 76.9%의 개선 효과를 보였다.

**Table 4.** The maximum ground level concentration of air pollution substance before and after the improvement of air pollution control facility

Division	Air pollution substance		Maximum ground level concentration	Reduced concentration	Reduced ratio(%)
Short term	SO <sub>2</sub> (ppb)	Befor	17.29	12.59	72.8
		After	4.70		
	NO <sub>2</sub> (ppb)	Befor	25.36	20.66	81.5
		After	4.70		
	PM <sub>10</sub> (μg/m <sup>3</sup> )	Befor	3.46	2.52	72.8
		After	0.94		
Long term	SO <sub>2</sub> (ppb)	Befor	2.19	1.68	76.9
		After	0.51		
	NO <sub>2</sub> (ppb)	Befor	3.23	2.72	84.4
		After	0.51		
	PM <sub>10</sub> (μg/m <sup>3</sup> )	Befor	0.44	0.34	76.9
		After	0.10		

**3.4 화력발전소 주변지역의 대기질 영향 분석**

**3.4.1 단기 농도의 개선 효과 분석**

대기오염방지시설 개선 전·후 화력발전소 주변지역 대기질의 단기 농도에 미치는 영향을 분석하면 Table 5 와 같다.

**Table 5.** Impact analysis of air quality before and after the improvement of air pollution control facility (24-hour average)

Division	Air quality prediction point	Present concentration	prediction concentration		improvement rate (%)
			Befor	After	
SO <sub>2</sub> (ppb)	A-1	15.00	18.23	16.06	11.9
	A-2	13.00	17.19	14.06	18.2
	A-3	10.00	12.61	10.67	15.4
	A-4	11.00	15.70	12.64	19.5
	A-5	11.00	13.90	11.71	15.8
	Avg.	12.00	15.53	13.03	16.1
NO <sub>2</sub> (ppb)	A-1	34.00	38.91	35.06	9.9
	A-2	33.00	39.21	34.06	13.1
	A-3	24.00	27.84	24.67	11.4
	A-4	27.00	34.07	28.64	15.9
	A-5	26.00	30.26	26.71	11.7
	Avg.	28.80	34.06	29.83	12.4
PM <sub>10</sub> (μg/m <sup>3</sup> )	A-1	59.00	59.65	59.21	0.7
	A-2	61.00	61.84	61.21	1.0
	A-3	54.00	54.52	54.13	0.7
	A-4	55.00	55.94	55.33	1.1
	A-5	53.00	53.58	53.14	0.8
	Avg.	56.40	57.11	56.60	0.9

SO<sub>2</sub>의 경우 시설 개선 전의 화력발전소 주변지역 농도는 12.61~18.23ppb(평균 15.53ppb), 시설 개선 후의 농도는 10.67~16.06ppb(평균 13.03ppb)로 예측 결과가

도출되었으며 이는 시설개선으로 인한 오염 감소 효과가 11.9~19.5%(평균 16.1%)임을 의미한다.

NO<sub>2</sub>의 경우 시설 개선 전의 화력발전소 주변지역 농도는 27.84~39.21ppb(평균 34.06ppb), 시설 개선 후의 농도는 24.67~35.06ppb(평균 29.83ppb)로 예측 결과가 도출되었으며 이는 시설개선으로 인한 오염 감소 효과가 9.9~15.9%(평균 12.4%)임을 의미한다.

PM<sub>10</sub>의 경우 시설 개선 전의 화력발전소 주변지역 농도는 53.58~61.84μg/m<sup>3</sup>(평균 57.11μg/m<sup>3</sup>), 시설 개선 후의 농도는 53.14~61.21μg/m<sup>3</sup>(평균 56.60μg/m<sup>3</sup>)로 예측 결과가 도출되었으며 이는 시설개선으로 인한 오염 감소 효과가 0.7~1.1%(평균 0.9%)임을 의미하는 것으로 SO<sub>2</sub>나 NO<sub>2</sub>와는 달리 오염도 개선 효과가 상당히 낮은 것으로 분석되었다.

**3.4.2 장기 농도의 개선 효과 분석**

대기오염방지시설 개선 전·후 화력발전소 주변지역 대기질의 장기 농도에 미치는 영향을 분석하면 Table 6 과 같다.

**Table 6.** Impact analysis of air quality before and after the improvement of air pollution control facility (Annual average)

Division	Air quality prediction point	Present concentration	prediction concentration		improvement rate (%)
			Befor	After	
SO <sub>2</sub> (ppb)	A-1	11.00	11.13	11.09	0.4
	A-2	10.00	10.59	10.18	3.9
	A-3	7.00	7.36	7.13	3.1
	A-4	8.00	8.23	8.12	1.3
	A-5	7.00	7.46	7.14	4.3
	Avg.	8.60	8.95	8.73	2.5
NO <sub>2</sub> (ppb)	A-1	25.00	25.19	25.09	0.4
	A-2	24.00	24.89	24.18	2.9
	A-3	19.00	19.52	19.13	2.0
	A-4	22.00	22.33	22.12	0.9
	A-5	19.00	19.68	19.14	2.7
	Avg.	21.80	22.32	21.93	1.7
PM <sub>10</sub> (μg/m <sup>3</sup> )	A-1	46.00	46.03	46.02	0.0
	A-2	47.00	47.12	47.04	0.2
	A-3	43.00	43.07	43.03	0.1
	A-4	45.00	45.05	45.02	0.1
	A-5	44.00	44.09	44.03	0.1
	Avg.	45.00	45.07	45.03	0.1

SO<sub>2</sub>의 경우 시설 개선 전의 화력발전소 주변지역 농도는 7.36~11.13ppb(평균 8.95ppb), 시설 개선 후의 농도는 7.13~11.09ppb(평균 8.73ppb)로 예측 결과가 도

출되었으며 이는 시설개선으로 인한 오염 감소 효과가 1.3~4.3%(평균 2.5%)임을 의미한다.

NO<sub>2</sub>의 경우 시설 개선 전의 화력발전소 주변지역 농도는 19.52~25.19ppb(평균 22.32ppb), 시설 개선 후의 농도는 19.13~25.09ppb(평균 21.93ppb)로 예측 결과가 도출되었으며 이는 시설개선으로 인한 오염 감소 효과가 0.4~2.9%(평균 1.7%)임을 의미한다.

다만, PM<sub>10</sub>의 경우 시설 개선 전의 화력발전소 주변지역 농도는 43.07~47.12 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (평균 45.07 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ), 시설 개선 후의 농도는 43.03~47.04 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (평균 45.03 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )로 예측 결과가 도출되었으며 이는 시설개선으로 인한 오염 감소 효과가 0.2% 이하(평균 0.1%)임을 의미하는 것으로서 대기오염방지시설의 개선이 PM<sub>10</sub>의 단기 오염 감소에 미치는 영향에 비하여 장기 오염 감소에 미치는 영향은 다소 미약한 것으로 나타났다.

#### 4. 결론

광양만권 지역의 대기오염물질 배출량을 연간 17,000톤 삭감하기로 협약한 「광양만권 5-13 자발적 협약서」 이행조치의 일환으로 YS화력발전소는 대기오염방지시설을 개선하여 삭감계획량의 약 20%에 해당하는 연간 총 3,466톤, 즉 아황산가스(SO<sub>2</sub>) 1,232톤, 이산화질소(NO<sub>2</sub>) 2,148톤, 먼지(PM<sub>10</sub>) 86톤의 배출량을 저감하였으며, CALPUFF 대기오염확산 모델을 이용하여 실제 대기질 개선에 미치는 효과를 정량적으로 예측한 결과는 다음과 같이 도출되었다.

첫째, 대기오염방지시설 개선이 최대 착지지점에서 대기오염물질의 오염도 개선에 기여하는 정도를 분석한 결과는 다음과 같다.

- SO<sub>2</sub>의 경우 최대 착지지점에서 단기 농도는 12.59ppb, 장기 농도는 1.68ppb가 감소되어 각각 72.8% 및 76.9%의 오염도 개선 효과를 보였다.
- NO<sub>2</sub>의 경우 최대 착지지점에서 단기 농도는 20.66ppb, 장기농도는 2.72ppb가 감소되어 각각 81.5% 및 84.4%의 오염도 개선 효과를 보였다.
- PM<sub>10</sub>의 경우 최대 착지지점에서 단기농도는 2.52 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , 장기농도는 0.34 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 가 감소되어 각각 72.8% 및 76.9%의 오염도 개선 효과를 보였다.

둘째, 대기오염방지시설 개선이 화력발전소 주변지역에 대한 대기오염물질의 오염도 개선에 기여하는 정도를 분석한 결과는 다음과 같다.

- SO<sub>2</sub>의 경우 화력발전소 주변지역에서의 단기 농도는 평균 16.1%, 장기 농도는 평균 2.5%가 감소되는 효과를 보였다.
- NO<sub>2</sub>의 경우 화력발전소 주변지역에서의 단기 농도는 평균 12.4%, 장기 농도는 평균 1.7%가 감소되는 효과를 보였다.
- PM<sub>10</sub>의 경우 화력발전소 주변지역에서의 단기 및 장기 농도는 각각 평균 0.9%와 0.1%가 감소되는 것으로 나타났다.

이상의 내용을 종합적으로 정리하면 YS화력발전소의 대기오염방지시설 개선 행위가 SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, PM<sub>10</sub>의 최대 착지지점에 미치는 영향은 장·단기 모두 최소 70% 이상의 높은 오염도 감소 효과가 있다.

일반 주변지역에 대한 SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>의 오염도 감소 효과 역시 어느 정도 긍정적인 효과가 있는 것으로 분석되었다. 다만, PM<sub>10</sub>의 경우에는 대기오염방지시설의 개선 효과가 낮은 것으로 나타났는데 이는 시설개선 이전에 설치되었던 대기오염방지시설의 처리효율이 SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>은 낮고, PM<sub>10</sub>은 상당히 높았던 것에 기인한다.

#### References

- [1] Ministry of knowledge and economy, The 6th master plan of electric demand supply, 2013.
- [2] Ministry of industry and energy, The 3rd master plan of electric demand supply, 2006.
- [3] Prime minister's office, The 1st master plan for national energy, 2008.
- [4] Electricity exchange, electricity market operating performance in the first half of 2009, 2009.
- [5] Ministry of environment, Local designation of special measures for the air quality conservation and regional comprehensive plan for the reduction of air pollution in the same region(Notification No. 2009-93 of the ministry of environment), 2009.
- [6] Ministry of environment, Designation of region for the regulation of air environment & Regulations regarding the establishment of an action plan(Notification No.

2010-148 of the ministry of environment), 2010.

- [7] KOPEC, The feasibility study report for construction on Yeosu coal-fired power plant unit 1, 2009.
- [8] U.S. EPA, Interagency Workgroup on Air Quality Modeling Phase2 Summary Report and Recommendations for Modeling Long Range Transport Impacts, EPA-454/R-98-019, pp. 104-112, 1998.
- [9] Ministry of environment, Spatial information service, <http://egis.me.go.kr>

---

**전 병근(Byeong-Geun Jeon)**

[정회원]



- 1992년 2월 : 동아대학교 환경공학과(학사)
- 2013년 2월 : 호서대학교 벤처대학원 IT환경학과(석사)
- 2013년 3월 ~ 현재 : 호서대학교 벤처대학원 융합공학과(박사과정)

<관심분야>

환경에너지, 자원재활용, 토양환경

---

**이 상혁(Sang-Houck Lee)**

[정회원]



- 1996년 2월 : 동아대학교 대학원 환경공학과(박사)
- 2008년 3월 ~ 현재 : 호서대학교 벤처대학원 융합공학과 교수
- 2012년 2월 ~ 현재 : (사)한국생활환경협회 회장

<관심분야>

생활환경 개선분야