

2016. 8. 22.

## 석탄화력발전소 저탄장의 환경영향 검토 및 제언 (당진화력을 중심으로)

김동혁\*, 권지수

충남연구원 서해안기후환경연구소 기후변화대응연구센터, dhkim@cni.re.kr

- ◇ 충청남도 내 화력발전소 주변지역 저탄장 관련 환경피해 사례가 지속되고 있음에도 영향연구는 부족한 실정임
- ◇ 국내외 관련 자료조사를 통해 저탄장에서 직접 발생하는 환경문제와 주변지역에 미치는 기후 및 대기환경 영향에 대해 검토함
- ◇ 아울러 당진화력발전소 운영현황을 진단하고, 향후 피해예방과 영향조사를 위한 연구방안 및 관리정책 방향을 제시하고자 함

### □ 석탄이용 과정에서의 환경영향

- 석탄이용 과정을 4단계(채굴-세척-운반-연소)로 구분할 때, 전 과정에서 환경문제가 발생함
- 석탄이용 과정 중 운반과정(수송/저장/이송/미분과정)에서 저탄장 관련 환경문제는 크게 자연발화와 비산먼지에 의해 발생함
- 저탄장 관련 사고와 피해가 지속적으로 보고됨(재해로 인식전환이 필요함)

#### ▶ 당진화력 저탄장서 화재

“유연탄 불붙어 일주일 넘게 지속, 인근 마을 주민들 가스·악취로 홍역”  
당진시대 2015.11.27.

#### ▶ 당진화력 인근 주민 매연, 악취, 분진 공해에 시달려

“노지 석탄저탄장서 분진, 자연발화로 유해가스, 매연, 악취까지”  
e-당진뉴스, 2011.11.25.

## □ 자연발화로 인한 환경영향

- (정의) 석탄 운송 전과정에서 대기에 노출된 석탄이 산소와 결합하면서 방출된 산화열의 축적에 의해 자연적으로 발화하는 현상
- (특성) 석탄의 종류(탄소함량)에 따라 발화도가 현저히 다름
  - 수분과 황화철 함량이 높을수록 산화열 발생이 촉진됨
  - 석탄입경이 작을수록 산화속도 증가함
- (문제) 연료의 품질저하, 산화단계에서 상당량의 메탄(CH<sub>4</sub>)과 일산화탄소(CO), 악취, 입자상 오염물질(미세먼지, 훈연, 검댕, 스모그 등)이 생성됨

### ※ 자연발화에 의한 메탄가스 문제

- (온실효과) 메탄은 주요 온실기체로서 같은 양의 이산화탄소에 비해 온실 기여도가 21배 큼
- (배경농도) 메탄은 NO<sub>x</sub>나 VOCs와 달리 반응시간이 길고 성층권 오존의 전구물질로 알려져 있지만, 지역규모에서는 오존의 배경농도에 영향을 미칠 가능성이 있음

▶ 메탄의 오존생성 반응식  $CH_4 + 8O_2 + 4h\nu \rightarrow CO_2 + 2H_2O + 4O_3$

- (방지책) 자연발화방지 석탄 안정화 기술 (한국에너지기술연구원, 2010)
  - 대표적인 자연발화 방지 기술은 일본 Kobe Steel의 UBC(Upgrading Brown Coal)와 호주 White Energy의 BCB(Binderless Coal Briquette)이 있음
  - UBC 기술은 건조석탄의 기공을 아스팔트와 같은 중질유를 경유에 녹여 석탄과 혼합수 130°C, 3.5bar에서 건조하는 기술임
  - BCB는 급속가열건조기술로 긴 통에서 석탄을 하단에서 고온의 연소 배가스로 상승시키면서 건조시키는 기술임

## □ 비산먼지로 인한 환경영향

- (정의) 비산먼지(fugitive dust)는 일정한 배출구 없이 대기 중에 직접 배출되는 먼지를 의미함 (대기환경보전법, 법률(제11690호), 2013년 3월 23일 시행)
- (특성) 발생부터 침적에 이르기까지 기상 조건에 지배적임
  - 생성시간과 발생량을 파악하기가 매우 어렵고 자료의 불확도가 큼
  - 부양, 난류확산, 이류, 침적과정에 이르기까지 기상의존성이 큼
- (문제) 부유분진(미세먼지) 농도 증가, 장기 노출에 의한 인체 영향(호흡기·폐 질환 등), 침착에 의한 수질·토양·식물 생태계 피해가 있음

### ※ 비산먼지 배출량 현황

- (국가배출량) 2007년부터 국가 대기오염물질 배출량 산정에 비산먼지가 반영되고 있으나, 석탄소비량에 근거한 하역/야적시만 반영되고 있는 실정임
- (환경영향평가) 환경영향평가에서 공사시 토공량과 차량운행에 의한 비산먼지 영향이 반영되고 있으나, 운영시에는 제대로 평가되고 있지 않음

▶ 비산먼지 배출량 = 야적더미에서의 배출량 + 야적/하역시 배출량

- (방지책) 방풍림(막), 살수, 실내야적장 건설이 주효하지만 기술적 한계가 있음
- ★ 과다 살수의 경우 산화반응과 반응열 증가로 인해 자연발화 위험성이 증가함

▶ 당진화력 저탄장 주변 방풍림(좌), 방풍막(중) 및 살수(우) 사진



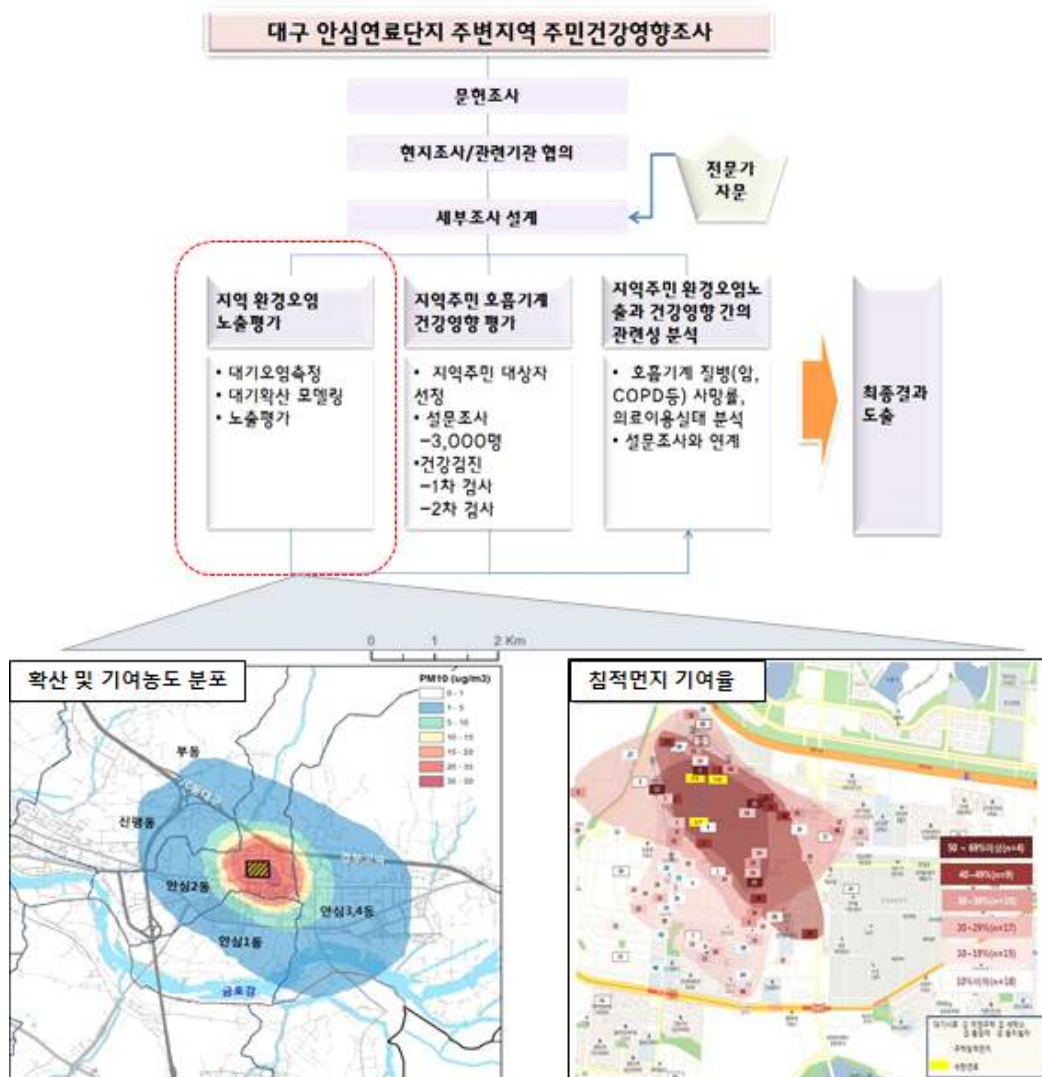
※ 출처: 당진화력 9, 10호기 건설사업 환경영향평가서

## □ 타 지역 연구사례 조사

- 2012년 대구 안심지역 비산먼지 대책위원회가 피해조사 및 건강영향 청원서를 환경부에 제출하면서 주변지역 영향조사 연구가 시작됨

### ▶ 대구 안심연료단지 주변지역 주민건강영향 조사 용역 (환경부, 2014)

- 안심연료단지 주변지역 주민은 단지 설립 이후 지속적으로 오염물질에 노출되었고, 특히 분진에 의해 건강피해가 발생했다고 밝힘
- 배출량을 재산정하고 기상 및 대기확산 모델링을 통해 노출평가를 수행하여 안심지역 비산먼지의 영향권 추정 및 기여농도와 기여율을 정량적으로 평가함



※ 출처: 대구 안심연료단지 주변지역 주민건강영향조사 용역결과보고서 (재구성)



## □ 당진화력 운영현황

### ○ 발전설비현황

#### ▶ 발전설비현황

발전방식	발전원	설비용량		소계(MW)
기력	유연탄	1-8호기	500.0MW × 8기	4,000.0
		9호기	930.1MW × 1기	930.1
신재생에너지	태양광	1.3MW × 1기 0.7MW × 1기 1.0MW × 1기		4.0
	소수력	5.0MW × 1기 3.2MW × 1기		8.2
설비용량 총계		4,942.3MW		

※ 출처: 전력통계정보시스템, 2016.07.21 기준

### ○ 저탄장 현황

- 당진화력 9, 10호기 건설사업 환경영향평가서와 구글어스를 토대로 추정한 당진화력 옥외 저탄장 총 면적은 403,200㎡, 석탄소비량은 연간 16,083,360ton(저탄고 16m)임

#### ▶ 당진화력 저탄장 항공(좌) 및 위성(우) 사진



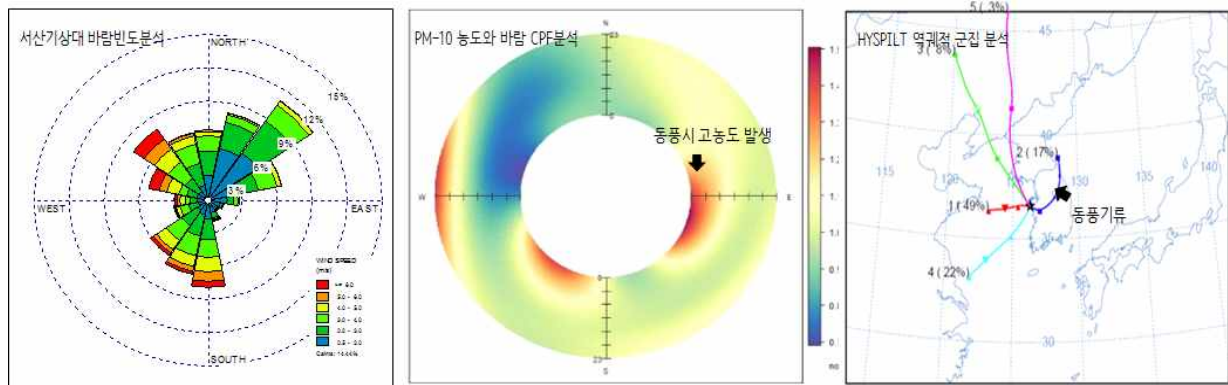
※ 출처: 당진화력 9, 10호기 건설사업 환경영향평가서

### ○ 기상 및 대기질 현황

- 기상청 기상연보(2015)를 토대로 인근 서산기상대의 연평균풍속은 2.0m/s, 연간 최대풍속은 12.3m/s, 순간최대풍속은 21.7m/s로 확인됨. 풍향은 북동풍, 및 북서풍, 남풍의 빈도가 높고 저속의 동풍계 바람의 빈도가 높은 것이 특징임

- 봄철 안면도 기후관측소에서 측정한 고농도  $PM_{10}$  발생이 약한 동풍이 발달할 때 높은 빈도를 보이는 것은 발전소에 의한 영향을 시사함. 참고로 안면도 기후관측소 지점은 배경농도지점에 해당함

▶ 안면도 지점에서의 기상 및 대기질 결합빈도분포 및 기류패턴



○ 비산먼지 발생량 현황

- 현시점에서 저탄장 비산먼지 발생량의 자료 부족으로 인해 재산정을 실시함
- 석탄의 하역/야적과 저탄과정에서 발생하는 비산먼지 총량은 연간 약 55.073ton임
- 이는 CAPSS 배출원 분류체계 내 “기타 면오염원” 부분 TSP 총량의 11.3% (2013년 기준)에 해당하고, 대구 안심연료단지 대비 총 먼지 발생량이 6.8배에 이름

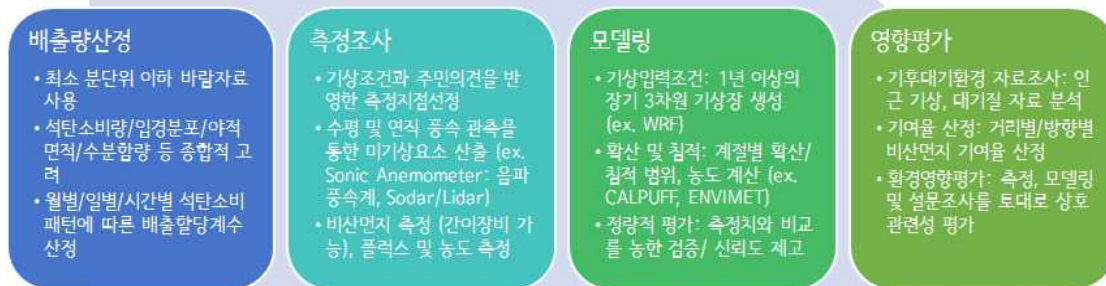
▶ 당진화력발전소 저탄장 관련 비산먼지 발생량(환경부 자료 근거 재산정)

구분	저탄장	하역/야적시
야적면적(m <sup>2</sup> )	403,200	—
석탄소비량(ton/yr)	16,083,360	
평균풍속(m/s)	2.0	
최대풍속(m/s)	12.3	
풍화잠재력	1.04	—
입자(분포)상수	—	0.35
수분함량(%)	4.50	
배출계수(kg/yr/m <sup>2</sup> )	1.34	5.44E-05
배출량(kg/yr)	54208.1	865.5

## □ 결론 및 제언

- 당진화력발전소 1곳의 비산먼지 발생량이 대구 안심연료단지보다 6.8배 크고 충남도내 다른 지역 화력발전소와 추가 건설에 의한 석탄소비량의 증가분을 감안할 때, 저탄장 관련 피해사례는 지속적으로 증가가 예상됨
- 충남에서는 국가기간산업의 정부 주도적 및 사후적 관리 프레임에서 벗어나 “지역 대기오염 총량관리제” 등을 실시할 필요가 있으며, 자체적으로 석탄 화력발전소 저탄장 관련 환경영향 조사 및 평가를 병행할 필요가 있음
- 특히, 저탄장의 환경 및 인체 영향을 평가할 수 있는 기초자료 즉, 국가배출량 산정뿐만 아니라 발전소건설 전·후 영향평가에서도 누락되어 있는 바, 자체적인 환경영향조사가 시급하다고 판단됨

### ▶ 화력발전소 저탄장 관련 영향피해조사 연구방안



- 더불어, 발전소 운영에 대한 감시 강화의 방안으로 단속시기 및 범위를 기상 상황에 따라 탄력적으로 운영하고, 결과를 도민에게 즉각적으로 공시 할 수 있는 시스템 도입이 요구됨