

석탄화력발전의 환경·사회적 쟁점 (영흥 7,8호기를 중심으로)

한국환경정책평가연구원
강광규(환경평가본부장)



목 차

I 발표 개요

II

석탄화력발전이
환경에 미치는 영향

III

석탄화력발전이
사회에 미치는 영향

IV

석탄화력의 한계

V

결론



I

발표 개요





발표 개요

■ 제6차 전력수급기본계획

- 제6차 전력수급기본계획 2027년 기준 목표수요 1억 1,089만kW에 22% 예비율 및 건설 불확실성을 고려한 총 필요 발전설비는 1억 3,910만kW
- 5차 전력수급기본계획까지 반영된 확정설비 1억 953만kW를 제외하면 신규 필요 설비 용량은 2,957만kW이며 이중 석탄화력 1천 74만kW(총 12기)와 LNG 506만 kW(총 6기)를 추가로 늘릴 계획
- 하지만 이 계획에 대해 온실가스 감축과 대기환경 보전에 역행할 뿐만 아니라, 전 세계적으로 퇴출 압력을 받고 있는 석탄화력발전소 증설 계획이 과연 이대로 좋을지에 대한 이슈가 제기
- 이러한 문제의식에서 석탄화력발전이 환경과 사회에 미치는 영향을 영흥화력 7,8호기를 중심으로 살펴보고자 함



Ⅱ

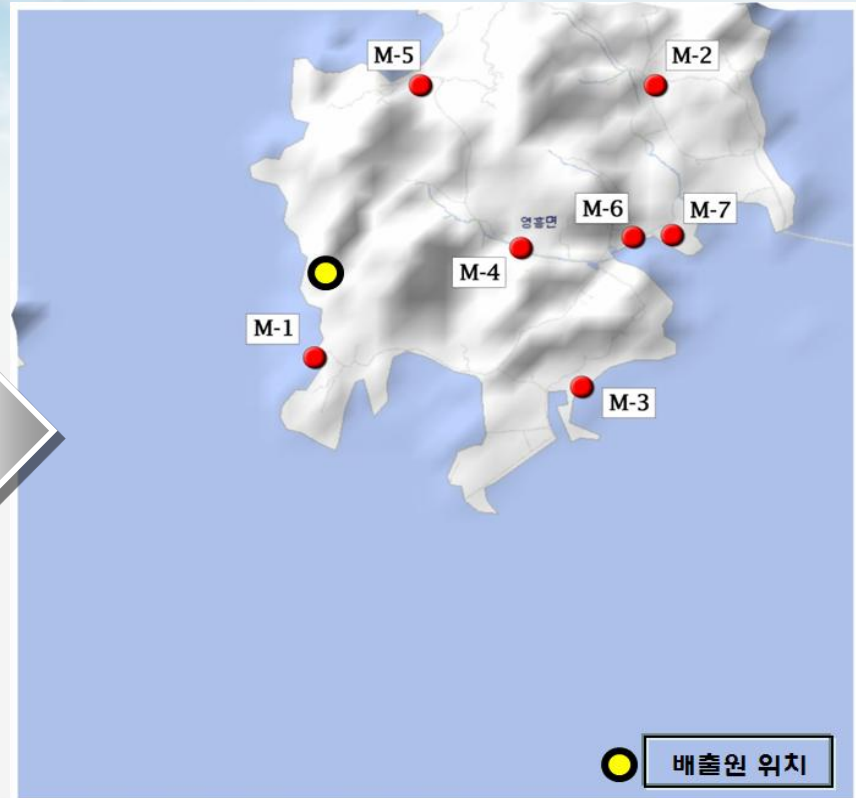
석탄화력발전이 환경에 미치는 영향

석탄화력발전 환경 영향

대기오염물질 배출에 따른 영흥도 지역의 대기질 영향

영흥도지역(10km×10km 범위) 예측지점

예측지점	방향	이격거리 [m]	좌표[km]	
			UTM-X	UTM-Y
M-1	발전소 내	-	272.578	4124.54
M-2	발전소 북동측	4,500	276.554	4127.86
M-3	발전소 동측	3,000	275.707	4124.18
M-4	발전소 북동측	2,000	274.971	4125.88
M-5	발전소 북측	2,500	273.790	4127.90
M-6	발전소 북동측	3,900	276.289	4126.02
M-7 [영흥도 측정소]	발전소 북동측	4,200	276.720	4126.07



자료: 영흥화력 7,8 호기 대기환경영향 검토 종합보고서(한국남동발전(주))

석탄화력발전 환경 영향

■ 대기오염물질 배출에 따른 영흥도지역 대기질 영향

● 석탄발전 운영시 NO2 대기환경기준 대비 기여율(%) 분석 결과

- 1시간 최대농도 기여율은 3.38~8.14%
- 24시간 최대농도 기여율은 0.65~2.42%
- 연간평균농도 기여율은 0.043~0.153%

⇒ 대기환경기준과 비교한 결과 NO2의 연간평균 예측농도는 모든 지점에서 대기환경기준을 만족하고 있으나, 1시간 및 24시간 대기환경 기준은 1지점(M-7지점)에서 초과하고 있음

● LNG발전 운영시 NO2 대기환경기준 대비 기여율(%) 분석 결과

- 1시간 최대농도 기여율은 3.28~6.85%
- 24시간 최대농도 기여율은 0.47~1.42%
- 연간평균농도 기여율은 0.060~0.237%

⇒ 대기환경기준과 비교한 결과 NO2는 1지점 (M-7지점)에서 1시간 및 24시간 대기환경 기준을 초과하는 것으로 나타났으나 이는 현황 농도가 높은 것에 의한 것이며, 연간 평균 예측농도는 모든 지점에서 대기환경 기준을 만족

석탄화력발전 환경 영향

■ 대기오염물질 배출에 따른 영흥도지역 대기질 영향

● 석탄발전 운영시 SO₂ 대기환경기준 대비 기여율(%) 분석 결과

- 1시간 최대농도 기여율은 2.25~5.41%
 - 24시간 최대농도 기여율은 0.77~3.02%
 - 연간평균농도 기여율은 0.065~0.235%
- ⇒ 대기환경기준과 비교한 결과 SO₂는 모든 지점에서 1시간, 24시간, 연간 대기환경 기준을 만족하는 것으로 나타남

(LNG발전의 경우 SO₂는 배출되지 않음)

● 석탄발전 운영시 PM₁₀ 대기환경기준 대비 기여율(%) 분석 결과

- 24시간 최대농도 기여율은 0.23~1.40%
 - 연간평균농도 기여율은 0.040~0.620%
- ⇒ 대기환경기준과 비교한 결과 PM-10은 1지점 (M-7지점)에서 24시간 및 연간 대기환경 기준을 초과하였으나 이는 현황농도가 높은 것에 의한 것으로 나타남

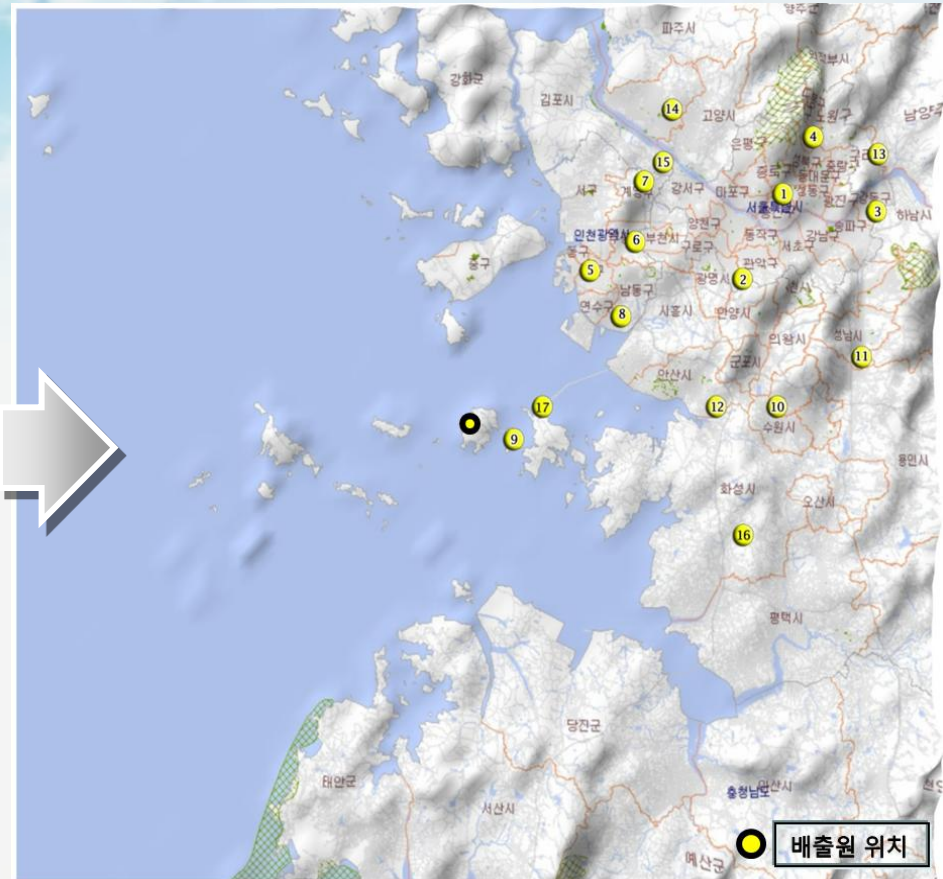
(LNG발전의 경우 PM-10이 배출되지 않음)

석탄화력발전 환경 영향

대기오염물질 배출에 따른 수도권 지역의 대기질 영향

● 수도권지역(142km×126km 범위) 예측지점

구분	순번	측정소명	좌표(km)	
			UTM-X	UTM-Y
서울시	1	서소문동	321.239	4159.420
	2	시흥동	314.979	4147.104
	3	천호동	335.405	4156.993
	4	번동	325.826	4167.470
인천시	5	송의동	291.895	4148.814
	6	부평동	298.720	4152.459
	7	계양동	299.830	4160.976
	8	논현동	296.333	4142.339
	9	선재도측정소	280.689	4124.564
경기도	10	천천동	320.290	4129.495
	11	정자1동	332.977	4136.349
	12	본오동	311.113	4129.429
	13	동구동	335.698	4165.069
	14	정발산동	304.013	4171.587
	15	고촌면	303.198	4164.082
	16	향남	315.343	4111.363
	17	대부도측정소	285.150	4129.642



자료: 영흥화력 7,8 호기 대기환경영향 검토 종합보고서(한국남동발전(주))

석탄화력발전 환경 영향

■ 대기오염물질 배출에 따른 수도권지역 대기질 영향

● 석탄발전 운영시 NO2 대기환경기준 대비 기여율(%) 분석 결과

- 1시간 최대농도 기여율은 0.28~5.35%
- 24시간 최대농도 기여율은 0.10~1.17%
- 연간평균농도 기여율은 0.023~0.233%

⇒ 대기환경기준과 비교한 결과 NO2는 1시간 최대, 24시간 최대 및 연간 평균 예측농도가 대부분의 지점에서 대기환경기준을 초과하는 것으로 나타남

● LNG발전 운영시 NO2 대기환경기준 대비 기여율(%) 분석 결과

- 1시간 최대농도 기여율은 0.22~3.83%
- 24시간 최대농도 기여율은 0.08~0.87%
- 연간평균농도 기여율은 0.020~0.217%

⇒ 대기환경기준과 비교한 결과 NO2는 1시간 최대, 24시간 최대 및 연간평균 예측 농도가 대부분의 지점에서 환경기준을 초과하였으나 이는 현황농도가 높은 것에 의한 것으로 나타남

석탄화력발전 환경 영향

■ 대기오염물질 배출에 따른 수도권지역 대기질 영향

● 석탄발전 운영시 SO₂ 대기환경기준 대비 기여율(%) 분석 결과

- 1시간 최대농도 기여율은 0.19~3.57%
 - 24시간 최대농도 기여율은 0.12~1.38%
 - 연간평균농도 기여율은 0.035~0.350%
- ⇒ 대기환경기준과 비교한 결과 SO₂는 모든 지점에서 1시간 최대, 24시간 최대 및 연간 평균 예측농도가 대기환경 기준을 만족하는 것으로 나타남

(LNG발전의 경우 SO₂는 배출되지 않음)

● 석탄발전 운영시 PM₁₀ 대기환경기준 대비 기여율(%) 분석 결과

- 24시간 최대농도 기여율은 0.03~0.38%
 - 연간평균농도 기여율은 0.006~0.074%
- ⇒ 대기환경기준과 비교한 결과 PM-10은 24시간 최대, 연간평균 예측농도가 모든 지점에서 대기환경기준을 초과하였으나 이는 현황농도가 높은 것에 의한 것으로 나타남

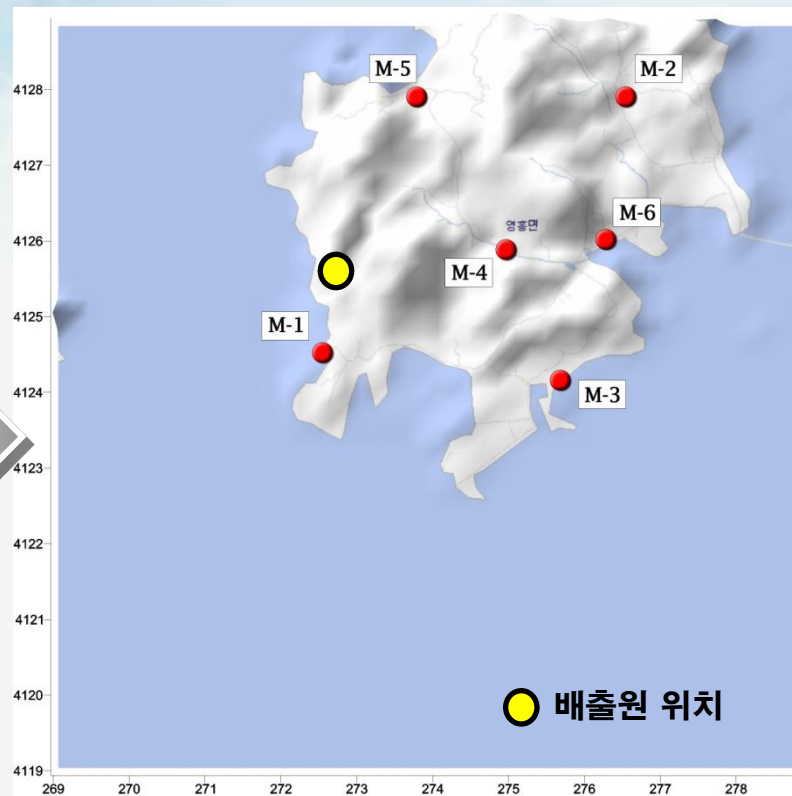
(LNG발전의 경우 PM-10이 배출되지 않음)

석탄화력발전 환경 영향

중금속 배출에 따른 영흥도 지역의 대기질 영향

영흥도지역(10km×10km 범위) 예측지점

예측지점	방향	이격거리 (m)	좌표(km)	
			UTMX	UTMY
M-1	사업지구 내	-	272.578	4124.540
M-2	사업지구 북동측	4,500	276.554	4127.863
M-3	사업지구 동측	3,000	275.707	4124.187
M-4	사업지구 북동측	2,000	274.971	4125.880
M-5	사업지구 북측	2,500	273.790	4127.901
M-6	사업지구 북동측	3,900	276.289	4126.028



자료: 영흥화력 7,8 호기 대기환경영향 검토 종합보고서(한국남동발전(주))

석탄화력발전 환경 영향

중금속 배출에 따른 영흥도지역 대기질 영향

● 석탄발전 운영시 인근지역 유해대기오염물질별 연간 영향

항 목 예측지점		Benzene(μg/ m³)			Pb(μg/ m³)		
		현황	기여	예측	현황	기여	예측
사업 지구 인근 지역	M-1	0.7	1.71 × 10 ⁻⁰⁴	7.00 × 10 ⁻⁰¹	ND	1.53 × 10 ⁻⁰⁶	1.53 × 10 ⁻⁰⁶
	M-2	0.4	5.58 × 10 ⁻⁰⁴	4.01 × 10 ⁻⁰¹	ND	4.97 × 10 ⁻⁰⁶	4.97 × 10 ⁻⁰⁶
	M-3	0.7	8.29 × 10 ⁻⁰⁴	7.01 × 10 ⁻⁰¹	ND	7.39 × 10 ⁻⁰⁶	7.39 × 10 ⁻⁰⁶
	M-4	0.7	7.13 × 10 ⁻⁰⁴	7.01 × 10 ⁻⁰¹	ND	6.35 × 10 ⁻⁰⁶	6.35 × 10 ⁻⁰⁶
	M-5	0.4	3.50 × 10 ⁻⁰⁴	4.00 × 10 ⁻⁰¹	ND	3.12 × 10 ⁻⁰⁶	3.12 × 10 ⁻⁰⁶
	M-6	0.7	7.67 × 10 ⁻⁰⁴	7.01 × 10 ⁻⁰¹	ND	6.84 × 10 ⁻⁰⁶	6.84 × 10 ⁻⁰⁶
대기환경기준		50이하			0.50이하		

자료: 영흥화력 7,8 호기 대기환경영향 검토 종합보고서(한국남동발전(주))

석탄화력발전 환경 영향

■ 중금속 배출에 따른 영흥도지역 대기질 영향

● 석탄발전 운영시 인근지역 유해대기오염물질별 연간 영향

항 목 예측지점		As($\mu\text{g}/\text{m}^3$)			Be($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		
		현황	기여	예측	현황	기여	예측
사업 지구 인근 지역	M-1	ND	7.22×10^{-06}	7.22×10^{-06}	ND	4.11×10^{-06}	4.11×10^{-06}
	M-2	ND	2.35×10^{-05}	2.35×10^{-05}	ND	1.34×10^{-05}	1.34×10^{-05}
	M-3	ND	3.50×10^{-05}	3.50×10^{-05}	ND	1.99×10^{-05}	1.99×10^{-05}
	M-4	ND	3.00×10^{-05}	3.00×10^{-05}	ND	1.71×10^{-05}	1.71×10^{-05}
	M-5	ND	1.47×10^{-05}	1.47×10^{-05}	ND	8.39×10^{-06}	8.39×10^{-06}
	M-6	ND	3.23×10^{-05}	3.23×10^{-05}	ND	1.84×10^{-06}	1.84×10^{-06}
대기환경기준		-			-		

자료: 영흥화력 7,8 호기 대기환경영향 검토 종합보고서(한국남동발전(주))

석탄화력발전 환경 영향

중금속 배출에 따른 영흥도지역 대기질 영향

● 석탄발전 운영시 인근지역 유해대기오염물질별 연간 영향

항 목 예측지점		Cr ⁶⁺ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)			Ni($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		
		현황	기여	예측	현황	기여	예측
사업 지구 인근 지역	M-1	ND	5.98×10^{-06}	5.98×10^{-06}	ND	8.07×10^{-06}	8.07×10^{-06}
	M-2	ND	1.95×10^{-05}	1.95×10^{-05}	ND	2.63×10^{-05}	2.63×10^{-05}
	M-3	ND	2.89×10^{-05}	2.89×10^{-05}	ND	3.91×10^{-05}	3.91×10^{-05}
	M-4	ND	2.49×10^{-05}	2.49×10^{-05}	ND	3.36×10^{-05}	3.36×10^{-05}
	M-5	ND	1.22×10^{-05}	1.22×10^{-05}	ND	1.65×10^{-05}	1.65×10^{-05}
	M-6	ND	2.68×10^{-05}	2.68×10^{-05}	ND	3.62×10^{-05}	3.62×10^{-05}
대기환경기준		-			-		

자료: 영흥화력 7,8 호기 대기환경영향 검토 종합보고서(한국남동발전(주))

석탄화력발전 환경 영향

■ 중금속 배출에 따른 영흥도지역 대기질 영향

● 석탄발전 운영시 인근지역 유해대기오염물질별 연간 영향

항 목 예측지점		Hg($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		
		현황	기여	예측
사업 지구 인근 지역	M-1	ND	4.36×10^{-06}	4.36×10^{-06}
	M-2	ND	1.42×10^{-05}	1.42×10^{-05}
	M-3	ND	2.11×10^{-05}	2.11×10^{-05}
	M-4	ND	1.81×10^{-05}	1.81×10^{-05}
	M-5	ND	8.91×10^{-06}	8.91×10^{-06}
	M-6	ND	1.95×10^{-05}	1.95×10^{-05}
대기환경기준		-		

자료: 영흥화력 7,8 호기 대기환경영향 검토 종합보고서(한국남동발전(주))

석탄화력발전 환경 영향

중금속 배출에 따른 수도권지역 대기질 영향

● 석탄발전 운영시 수도권지역 유해대기오염물질별 연간 영향

항 목 예측지점	Benzene($\mu\text{g}/\text{m}^3$)			Pb($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		
	현황	기여	예측	현황	기여	예측
서울시 전체평균 (서소문동, 번동 시흥동, 천호동)	1.1	1.57×10^{-04}	$1.10 \times 10^{+00}$	0.025	1.40×10^{-06}	2.50×10^{-02}
인천시 전체평균 (송의동, 부평동 계양동, 논현동)	1.1	3.02×10^{-04}	$1.10 \times 10^{+00}$	0.066	2.69×10^{-06}	6.60×10^{-02}
경기도 전체평균 (천천동, 정자동 본오동, 동구동 고촌면, 향남)	1.1	1.93×10^{-04}	$1.10 \times 10^{+00}$	0.059	1.72×10^{-06}	5.90×10^{-02}
대기환경기준	50이하			0.5이하		

자료: 영흥화력 7,8 호기 대기환경영향 검토 종합보고서(한국남동발전(주))

석탄화력발전 환경 영향

중금속 배출에 따른 수도권지역 대기질 영향

● 석탄발전 운영시 수도권지역 유해대기오염물질별 연간 영향

항 목 예측지점	As($\mu\text{g}/\text{m}^3$)			Be($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		
	현황	기여	예측	현황	기여	예측
서울시 전체평균 [서소문동, 번동 시흥동, 천호동]	-	6.60×10^{-06}	6.60×10^{-06}	-	3.76×10^{-06}	3.76×10^{-06}
인천시 전체평균 [송의동, 부평동 계양동, 논현동]	-	1.27×10^{-05}	1.27×10^{-05}	-	7.23×10^{-06}	7.23×10^{-06}
경기도 전체평균 [천천동, 정자동 본오동, 동구동 고촌면, 향남]	-	8.13×10^{-06}	8.13×10^{-06}	-	4.62×10^{-06}	4.62×10^{-06}
대기환경기준	-			-		

자료: 영흥화력 7,8 호기 대기환경영향 검토 종합보고서(한국남동발전(주))

석탄화력발전 환경 영향

중금속 배출에 따른 수도권지역 대기질 영향

● 석탄발전 운영시 수도권지역 유해대기오염물질별 연간 영향

항 목 예측지점	Cr ⁶⁺ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)			Ni($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		
	현황	기여	예측	현황	기여	예측
서울시 전체평균 [서소문동, 번동 시흥동, 천호동]	0.005	5.46×10^{-06}	5.01×10^{-03}	0.004	7.38×10^{-06}	4.01×10^{-03}
인천시 전체평균 [송의동, 부평동 계양동, 논현동]	0.010	1.05×10^{-05}	1.00×10^{-02}	0.009	1.42×10^{-05}	9.01×10^{-03}
경기도 전체평균 [송의동, 부평동 계양동, 논현동]	0.002	6.73×10^{-06}	2.01×10^{-03}	0.003	9.09×10^{-06}	3.01×10^{-03}
대기환경기준	-			-		

자료: 영흥화력 7,8 호기 대기환경영향 검토 종합보고서(한국남동발전(주))

석탄화력발전 환경 영향

중금속 배출에 따른 수도권지역 대기질 영향

● 석탄발전 운영시 수도권지역 유해대기오염물질별 연간 영향

항 목 예측지점	Hg($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		
	현황	기여	예측
서울시 전체평균 (서소문동, 번동 시흥동, 천호동)	—	3.99×10^{-06}	3.99×10^{-06}
인천시 전체평균 (송의동, 부평동 계양동, 논현동)	—	7.68×10^{-06}	7.68×10^{-06}
경기도 전체평균 (송의동, 부평동 계양동, 논현동)	—	4.91×10^{-06}	4.91×10^{-06}
대기환경기준	—		

자료: 영흥화력 7,8 호기 대기환경영향 검토 종합보고서(한국남동발전(주))

석탄화력발전 환경 영향

오염물질 배출량 비교

영흥화력 1~8호기 배출량 비교

(1~4호기 2011년 배출량, 5~8호기 배출 예측량)

(단위: 톤/년)

	1,2 호기	3,4 호기	5,6 호기	7,8 호기
용량	800MW×2	870MW×2		
완공	2004	2008	2014	-
SOx	3,649	2,318	1,416	1,180
NOx	3,358	974	933	848
PM	176	68	207	207

자료: 한국남동발전(주)

석탄화력발전 환경 영향

오염물질 배출량 비교

● 석탄발전과 LNG발전 배출량 비교(영흥화력 7,8호기 기준)

(단위: 톤/년)

	석탄 발전	LNG 발전
SOx	1,180	-
NOx	848	1,089
PM	207	-
CO2(만톤/년)	1,076	646

자료: 한국남동발전(주)

가동률: 86.1%

석탄화력발전 환경 영향

오염물질 배출량 비교

● 영흥화력 8개 호기 총량 준수방안(영흥화력 7,8호기 석탄화력 운영시)

구분		석탄화력			LNG복합		
		SOx	NOx	먼지	SOx	NOx	먼지
배출허용총량 (3차할당 예상 기준)		5,921	4,291	-	5,921	4,291	-
준수 대책 검토량 (톤/년)	#1,2	1,932	1,599	245	1,932	1,599	245
	#3,4	1,337	894		2,318	974	
	#5,6	1,416	933	206	1,416	933	206
	#7,8	1,180	848	206	-	683	
	합계	5,865	4,274	657	5,666	4,189	451

자료: 한국남동발전(주)

석탄화력발전 환경 영향

오염물질 배출량 비교

영흥화력 7,8호기 배출허용총량 준수 설비개선 방안

- 7,8호기 석탄화력 운영시 기존 1,2호기 \Rightarrow 3,4호기, 기존 3,4호기 \Rightarrow 5,6호기 배출 수준으로 설비 개선
- 7,8호기 LNG화력 운영시 기존 1,2호기 \Rightarrow 3,4호기 배출수준으로 설비 개선

탈질설비 개선 방안

	측매량(m³)	측매형식(3단)	측매량(m³)
1호기	913.5	3P	304.5
2호기	913.5	3P	304.5
3호기	1,314	3P	438.0
4호기	1,314	3P	876.0

자료: 한국남동발전(주)

석탄화력발전 환경 영향

오염물질 배출량 비교

탈황설비 개선 방안 및 비용(억원)

설비 개선 항목		#1,2→#3,4	#3,4→#5,6
통풍설비	BUF 개선	36.5	4.5
흡수탑	반응조 용량 증대	46.7	0
	Spray Nozzle개선	31.4	31.4
	추가단 설치	52.7	0
	Wall Ring & 다공판 설치	12.5	32.6
	M/E Stage 증가	8.9	0
철거 및 설치		154.8	0
Leakage Type GGH 개선		50.6	0
OAB용량 증대		14	0

자료: 한국남동발전(주)

석탄화력발전 환경 영향

오염물질 배출량 비교

● 오염물질별 단위당 대기오염의 사회적 비용(2012년 기준)

(단위: 원/kg)

	PM	SO2	NOx	CO	HC
100만인 기준	416,430	56,841	6,688	2,935	3,411
50만인 기준	277,620	37,894			
10만인 기준	55,524	7,578			

자료: Mike Holland, Paul Watkiss, 2002, "BeTa Version EI.02a Benefits Table database: Estimates of the marginal external costs of air pollution in Europe", netcen

● 유럽 탄소배출권 거래가격(2012년 기준)

	CO2
탄소배출권 거래가격(원/kg)	18.11

자료: Intercontinental Exchange(www.theice.com)



Ⅲ

석탄화력발전이 사회에 미치는 영향

석탄화력발전 사회 영향

LNG 화력 및 석탄화력 발전 단가

- 석탄화력발전 사회영향으로 낮은 발전 단가에 따른 저렴한 전기요금



- 한국전력거래소 자료에 의하면 2011년 국내 전체 석탄 화력발전소에서 사용한 연료의 평균 발전단가는 45.75원/kWh, LNG 발전소는 121.2원/kWh
- 석탄화력의 발전단가는 LNG화력 발전 단가의 37.7% 수준

석탄화력발전 사회 영향

LNG 화력 및 석탄화력 발전 단가

● 2011년 영흥화력 및 분당 복합발전(LNG) 단가 현황

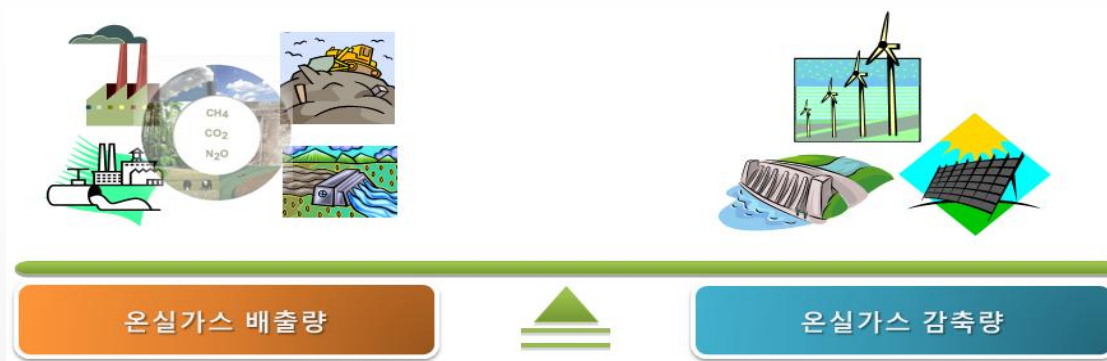
구분	영흥화력			분당복합(LNG)		
	발전량 (GWh)	연료비용 (백만원)	발전단가 (원/kWh)	발전량 (GWh)	연료비용 (백만원)	발전단가 (원/kWh)
2009	27,712	958,417	34.58	3,146	421,391	133.93
2010	26,343	954,740	36.24	4,375	563,382	128.79
2011	27,173	1,413,210	52.01	3,821	552,137	144.49
평균			40.94			135.74

자료: 한국남동발전(주)

석탄화력발전 사회 영향

지역사회 환원

환경기초시설 탄소중립 프로그램



인천지역 탄소중립 프로그램 추진

- 영흥화력 제7,8호기 석탄화력의 건설 계획에 따른 온실가스 저감대책의 일환으로 인천지역의 환경기초시설 탄소중립 프로그램 시범사업(태양광 중심) 추진 계획

탄소중립 프로그램 중장기 추진 계획

- 인천지역 환경기초시설 4개소에 대해 태양광 발전설비 설치 우선 추진 계획
- 추후 태양광 발전설비를 점차 확대하여 총 24MW 규모 개발
- 소각장 소각 여열을 활용한 열병합 발전소 건설 등 환경기초시설 바이오 발전소 추진

석탄화력발전 사회 영향

■ 지역사회 환원

● 환경기초시설 탄소중립 연구센터 설립

- 남동발전은 영흥화력 7,8호기 석탄화력발전 증설에 대한 연료 협의 과정에서 석탄연료 사용을 통해 발생하는 이익 일부를 연구센터 설립을 통해 지역사회에 환원하기로 계획

● 연구센터 주요 사업

- 탄소중립을 위한 환경기초시설 내 신재생에너지 설치 및 지원
- 취약계층인 에너지빈곤층 지원 사업
- 환경기초시설 내 신재생에너지 도입 및 효율 제고를 위한 연구
- 국내·외 신재생에너지 신기술 조사
- 국내 여건에 맞는 기술 및 효율 향상방안 연구

석탄화력발전 사회 영향

■ 재생에너지 활용

- 영흥 7,8호기 석탄화력 건설에 따라 LNG 대비 추가 발생하는 430만톤의 온실가스에 대한 저감대책 수단의 하나로 RPS 15% 상향 투자 예정

설비명	설비용량 (MW)	신재생에너지 총발전량(GWh)	신재생에너지 발전인증량(GWh)	CO ₂ 감축량 (천톤)
태양광	200	262	262	211
육상풍력	344	693	693	558
해상풍력	513	1,212	2,424	977
소 수 력	15	64	64	51
연료전지	57	459	919	370
조류발전	150	420	841	338
조력발전	200	561	1,121	452
RDF	216	1,798	1,798	1,450
합 계	1,695	5,469	8,122	4,411

자료: 한국남동발전(주)

석탄화력발전 사회 영향

■ 영흥화력 7,8호기 LNG발전 대비 석탄발전 경제성 평가

초기비용

연료비용

유지비용

환경비용

공사비용

	석탄화력	LNG화력
기자재비용	15,161	8,773
시공비용	6,080	2,997
간접공사비용	2,250	2,237
건설이자	1,113	794
총 공사비(억원)	24,605	14,803

자료: 한국전력기술(2010), 영흥화력 7,8호기 건설 타당성
조사 보고서

초기비용

	석탄화력	LNG화력
공사비용	24,605	14,803
기존시설 탈황설비 개선비용	476	408
기존시설 탈질설비 개선비용	110	35
공급설비 설치비용	-	6,600
합계	25,191	21,846

자료: 한국남동발전(주)

석탄화력발전 사회 영향

영흥화력 7,8호기 LNG발전 대비 석탄발전 경제성 평가

초기비용

연료비용

유지비용

환경비용

7,8호기 석탄화력 연료비

	석탄 [천원/MWh]	석탄화력 비용 [억원/년]
영흥 7, 8호기 [발전량 13,123Gwh]	45.75	6,004

자료: 전력통계정보시스템

7,8호기 LNG화력 연료비

	LNG [천원/MWh]	LNG화력 비용 [억원/년]
영흥 7, 8호기 [발전량 13,123Gwh]	121.19	15,905

자료: 전력통계정보시스템

석탄화력발전 사회 영향

영흥화력 7,8호기 LNG발전 대비 석탄발전 경제성 평가

초기비용

연료비용

유지비용

환경비용

발전설비 운영비

	영흥석탄화력(#1~4) 3,340MW		분당LNG화력(#1,2) 900MW	
	운영비 [억원/년]	운영비 [백만원/MW]	운영비 [억원/년]	운영비 [백만원/MW]
2009년	527	20.6	408	31.6
2010년	704		133	
2011년	687		309	
평균	687		284	

자료: 한국남동발전(주)

- 기존시설 운영비를 토대로 영흥 7,8호기 석탄화력 운영비는 358억원/년, LNG화력 549억원/년

환경설비 유지비

영흥화력 1~4호기		2010년	2011년	평균
탈황설비	전력비	80.0	72.6	76.3
	약품비	27.5	29.4	28.5
	용수비	20.4	23.3	21.9
탈질설비	전력비	6.1	5.2	5.6
	약품비	35.5	39.9	37.7
	촉매교체비	19.3	19.3	19.3
전기집진기	전력비	8.8	8.2	8.5
합계		197.6	198.0	197.8

자료: 한국남동발전(주)

- 기존시설 유지비를 토대로 영흥 7,8호기 석탄화력 유지비는 98억원/년, LNG화력 31억원/년

석탄화력발전 사회 영향

영흥화력 7,8호기 LNG발전 대비 석탄발전 경제성 평가

초기비용

연료비용

유지비용

환경비용

영흥화력 오염물질 배출량

	SOx	NOx	PM
3, 4호기 개선 전	2,252	986	56
3, 4호기 개선 후	1,337	895	56
7, 8호기 석탄	1,180	848	207
7, 8호기 LNG	-	1,089	-

자료: 한국남동발전(주)

LNG화력 대비 석탄화력 환경비용

● 오염물질별 대기오염의 사회적 한계 비용(원/kg)

	PM	SO2	NOx	CO2
100만인 기준	416,430	56,841	6,688	18.11

자료: Holland and Watkiss(2002)

● 7,8호기 환경비용(톤/년, 억원/년)

	SOx	NOx	PM	CO2
발생량 차이	-265	332	-207	-4,300,000
환경비용	150	-22	862	778

석탄화력발전 사회 영향

■ 영흥화력 7,8호기 LNG발전 대비 석탄발전 경제성 평가

● 경제성 평가 결과(억원/30년)

	LNG 복합	석탄화력	편익
초기비용	21,846	25,191	-3,345
유지비용	10,561	8,309	2,252
연료비용	289,251	109,194	180,057
환경비용	117,867	150,042	-32,175
경제성	439,525	292,738	146,788

할인율: 3.9%(2011년 5년 만기 국고채 평균 금리, 한국은행)



IV 석탄화력의 한계 (영흥화력 7,8호기 사례)

석탄화력의 한계

■ 영흥화력 7,8호기 사례

- 대기오염의 사회적 비용 과소추정 가능성
 - 자료부족 및 추정방법의 한계 등으로 인해 피해의 일부만이 화폐가치로 환산
 - 오염피해는 장기적 · 누적적으로 발생함에도 불구하고 대부분의 경우 단기적 · 현상적 피해만을 고려
 - 물가 및 경제적 상황 등에 대한 고려도 부분적으로만 반영
- 중금속 피해
 - 중금속 피해 측정 방법 한계
 - 중금속 피해에 따른 사회적 비용 추정 한계
 - 경제성 평가 환경비용의 중금속 피해 적용 한계
- 연료가격 변동성
 - 석탄가격 및 LNG 가격의 변동
 - 향후 셰일 가스 도입에 따른 연료가격의 변동

석탄화력의 한계

영흥화력 7,8호기 사례

● 배출총량 준수 불확실성

- 영흥 7,8호기 석탄화력 증설시 1~8호기 배출총량을 3~4호기 수준의 배출총량 준수를 위해 기존 방지시설에 대한 설비 개선이 필요
- 1,2호기는 3,4호기 배출수준의 설비 개선
- 3,4호기는 5,6호기 배출수준의 설비 개선
- 이러한 설비 개선의 기술 가능성과 설비 개선을 통한 배출총량 준수 가능성의 불확실성이 존재

● LNG화력 대비 석탄화력 CO2 배출 상쇄

- LNG화력 대비 석탄화력 CO2 배출량을 상쇄하기 위해 제시한 다음과 같은 방법의 실효성에 대한 불확실성
- 환경기초시설 태양광 설치의 탄소중립프로그램
- 하수슬러지 및 바이오펠릿 혼소의 폐기물 연료화
- 육상 및 해상풍력, 소수력, 조류 및 조력발전 등의 신재생에너지 활용



V

결론



결론

- 영흥 7,8호기 LNG화력 대비 석탄화력 환경성 평가
 - SOx, PM, CO2는 LNG 화력보다 석탄화력에서 각각 265톤/년, 207톤/년, 4백 30만톤/년이 더 배출
 - 석탄화력 대비 LNG화력의 경우 NOx 연간 332톤이 더 배출
 - 환경적 측면에서는 석탄화력보다 LNG화력이 더 우수
 - 영흥 7,8호기 LNG화력 대비 석탄화력 경제성 평가
 - 경제성 평가 결과: 석탄화력 14조 6,788억원의 편익 발생
(사용연수 30년, 할인율 3.9%, 대기오염 사회적 비용 100만인 기준)
 - 경제성 평가에서는 LNG화력보다 석탄화력이 우수
- ▶ 환경성은 LNG화력이 우수하고 경제성 평가는 석탄화력이 우수하나 경제성 평가의 경우 대기오염물질 환경비용 과소추정, 피해비용 추정의 한계로 인한 중금속 배출 물질을 고려하지 않은 점, 석탄 및 LNG 연료가격 불확실성 등의 한계점이 존재

▶ 따라서, 석탄화력과 LNG화력은 각각의 한계점으로 인해 어느 한쪽의 분명한 선택이 어려운 선택의 문제가 존재



Questions?



감사합니다.