
환경, 경제, 기술적 측면을 고려한 석탄발전 관련 정책건의

2017. 05



사단
법인 **민간발전협회**
Independent Power Producer Association

목 차

1. 전력수급 · 시장 현황 및 전망

- [1] 에너지믹스
- [2] 전력수요 및 적정예비율
- [3] 신정부 에너지정책

2. 석탄화력 운영현황 및 미세먼지 관련성

- [1] 미세먼지 발생원 연구현황
- [2] 국내 · 외 미세먼지 대응 정책
- [3] 국내 석탄화력발전 현황 및 경과년수
- [4] 신규 석탄화력발전 8기 추진현황
- [5] 신규와 노후 석탄화력발전소 환경성 비교
- [6] 신규 석탄화력 발전 - USC 기술 적용

3. 석탄화력의 역할과 필요성

- [1] 전기요금 안정화 기여
- [2] 에너지 안보 측면의 필요성
- [3] 대규모 투자로 인한 경제활성화

4. 석탄화력 정책에 대한 건의

- [1] 적정 비중 전원 Mix 유지 필요
- [2] USC발전소에 대한 차별적 접근 필요
- [3] 불확실성 제거를 위한 공동 노력 경주

※ 첨부자료 및 FAQ

SUMMARY

- 신정부는 미세먼지 저감을 위해 전력수급기본계획에 반영된 석탄화력발전에 강력한 정책 변경을 예고하고 있음
- 국립환경과학원, 서울시 등 다양한 연구보고에 따르면 전체 미세먼지에서 석탄화력발전의 비중이 높지 않음에도 불구하고 국내에서는 미세먼지의 주범으로 인식되고 있으며(해외의 경우, 경유차 우선), 이미 상당기간 투자가 집행된 신규 석탄화력발전소 역시 기존 대비 오염물질 배출량 저감이 뛰어나고 고효율인 USC 기술임에도 불구하고 재검토 대상으로 거론되고 있는 상황임
- 현재 각 민간 석탄화력발전소들은 과거 석탄화력에 비해 2배 이상의 대규모 환경설비 투자를 통해 기존 대비 82% 이상 대기 오염 배출량 감소를 계획하고 있음
- 한편, 석탄발전은 가격이 비싸지 않고 수급이 용이한 안정적인 원료라는 측면에서 국내뿐만 아니라 미국, 일본, 독일 등 해외 선진국에서도 국가 전원 Mix에서 기저발전의 역할을 충실히 수행하고 있으며, 환경을 고려하여 석탄화력은 USC 기술을 적용하고 있음
- 대규모 투자를 통한 신규 고용 창출 등 경제적 효과, 전기요금 안정화를 통한 산업성장 기여, 안정적 원료 수급의 측면과 함께 국가 정책의 불확실성 증대 시키고 어렵게 자립화한 기술을 상실할 수도 있다는 측면 등을 고려하면 기존 수급계획에 반영된 신규 석탄화력발전소는 추진하여야 함

1. 전력수급 · 시장 현황 및 전망

[1] 에너지믹스

- 7차 전력수급계획은 2차 에너지기본계획('14.1), 4차 신재생에너지 기본계획('14.9)에 의거 발전량 목표를 준수하여 믹스를 구성함
 - 7차 전력수급계획('15.6)은 6차 계획('13.2) 대비, 원전, LNG 비중이 다소 상승하고 석탄설비 비중은 감소하고 있음 (동부 하슬라#1/#2, 영흥 #7/#8 반영 제외)

< 전원구성비 전망 (피크기여도 기준) >

| 구분 | 원전 | 석탄 | LNG | 신재생 | 집단 | 석유·양수 |
|----------|-------|-------|-------|------|------|-------|
| 6차 (27년) | 27.4% | 34.7% | 24.3% | 4.5% | 4.6% | 4.5% |
| 7차 (29년) | 28.5% | 32.2% | 24.7% | 4.6% | 5.8% | 4.2% |

< 전원구성비 전망 (정격용량 기준) >

| 구분 | 원전 | 석탄 | LNG | 신재생 | 집단 | 석유·양수 |
|----------|-------|-------|-------|-------|------|-------|
| 6차 (27년) | 22.7% | 28.7% | 20.1% | 20.2% | 4.7% | 3.8% |
| 7차 (29년) | 23.4% | 26.8% | 20.6% | 20.1% | 5.5% | 3.6% |

(출처: 제7차 전력수급기본계획, '15.6)

[2] 전력수요 및 적정예비율

- 동 7차 전력수급계획에는 발전기 고장 등에 대비한 최소예비율 15% 이상 확보를 목표로, 수요·공급 불확실성(7%)을 감안하여 '29년 22%의 예비율 목표 설정함

< 연도별 설비예비율 전망 >

(단위 : %)

| 구분 | '16 | '17 | '18 | '19 | '20 | '21 | '22 | '23 | '24 |
|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 설비예비율 | 21.4 | 26.9 | 25.5 | 24.3 | 23.8 | 27.4 | 28.3 | 25.8 | 22.9 |

(출처: 제7차 전력수급기본계획, '15.6)

- '29년 기준 656,883GWh, 15년간('15년 ~ '29년) 연평균 2.1% 증가 전망이 반영됨 (6차 계획 기간 연평균 증가율 2.2%)
 - 2차 에너지기본계획은 '29년 기준 656,770GWh로서 전력수요 계획은 정합성 확보

[3] 신정부 에너지정책

- 문재인 대통령 선거공약집 『나라를 나라답게, 4대 비전 및 12대 약속』 ('17.4.20)을 통하여 에너지정책을 소개함
 - 3대 비전 “평화로운 한반도 안전한 대한민국”의 10번째 약속 “안전한 대한민국”의 첫 번째로 자연·사회적 재해·재난 예방을 위한 방안으로 다음의 공약을 제시하였음

- 공약사항 중 미세먼지 저감을 위한 석탄화력 분야와 관련된 정책 내용은 다음과 같음
 - 봄철 일부 석탄 화력발전기 일시적으로 셧다운
 - 가동한지 30년이 지난 노후석탄발전기 10기 조기 폐쇄
 - 가동 중인 모든 발전소의 저감장치 설치 의무화 및 배출허용 기준 강화
 - 석탄 화력발전소의 신규 건설 전면 중단 및 공정률 10% 미만 원점 재검토

※ 세부내용 첨부1 참조

2. 석탄화력 운영현황 및 미세먼지 관련성

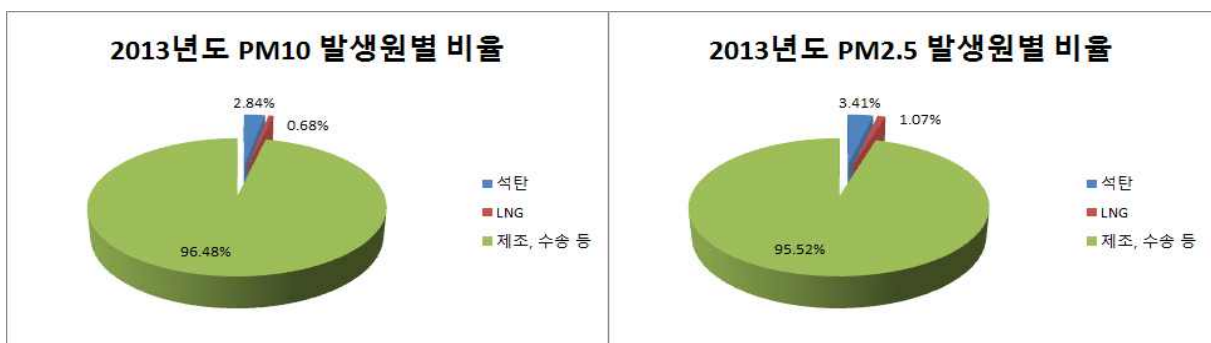
[1] 미세먼지 발생원 연구 현황

□ 석탄화력발전은 미세먼지 배출량에 있어서도 2013년 기준 2~3% 정도를 차지하고 있으며, 중국의 대기오염물질 영향으로 인한 기여도¹⁾를 고려하는 등 면밀한 검토가 필요함

- NO_x와 SO_x의 경우 배출량이 각각 20%~10%수준을 보이고 있으나, 2차 미세먼지로 전환되는 미세먼지 전구물질²⁾인 NO₂와 SO₃의 배출량이 석탄화력발전에서 배출되는 전체 NO_x와 SO_x 중 포함 비율에 대해서는 검토가 필요함.

□ 국립환경과학원의 「대기오염물질 배출량 연보」에 의하면 전국의 미세먼지(PM₁₀) 배출량은 2004년에 62,491 톤에서 계속 증가하다가 '11년 131,176 톤을 기점으로 약간 감소하는 추세를 보이고 있음

- 전국의 미세먼지(PM₁₀) 배출원 대분류별 배출량은 제조업 연소가 81,014 톤으로 가장 많았고 그다음은 비도로 이동오염원이 15,167톤, 도로이동오염원이 12,103톤, 생산공정이 6,249톤, 에너지산업 연소가 4,524 톤의 순서였음.
- 석탄발전은 에너지산업 분류에 속하며, 전체 미세먼지 총량에 대한 기여도를 따져보면 PM₁₀ 배출비율은 2.84%, PM_{2.5} 배출비율은 3.41%로 나타남(2013년 기준)

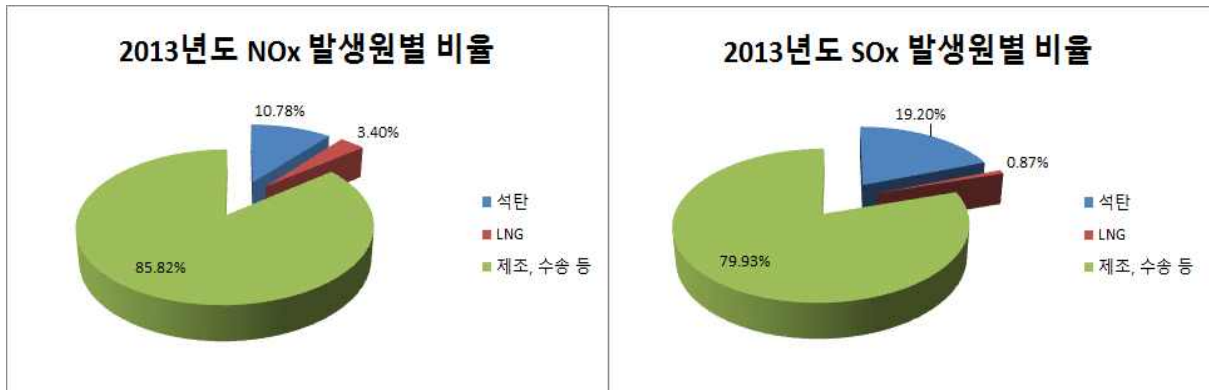


<출처 : 국립환경과학원 국가대기오염물질 배출량 서비스 2013 대기오염 배출량 통계>

1) PM_{2.5} 기여도 : 60%이상(2013 동북아 대기오염 국가간 상호영향 공동연구 p.70)

2) 2차미세먼지 전구물질 : 대기중에서 물리 화학적 반응을 통해 2차미세먼지를 생성하는 물질(SO_x, NO_x, NH₃ 등)

- 2차 미세먼지를 생성하는 것으로 알려진 전구물질의 배출 기여도를 보면, SOx 배출비율은 19.20%, NOx5 배출비율은 10.78% 나타남(2013년 기준)



<출처 : 국립환경과학원 국가대기오염물질 배출량 서비스 2013 대기오염 배출량 통계>

- 국외의 미세먼지 발생으로 인한 국내 영향에 대한 조사 결과 국립환경과학원의 『동북아 대기오염 국가간 상호영향 공동연구(I)』 (13.11월)를 살펴보면, 석탄화력의 미세먼지 기여도는 더 떨어질 수 밖에 없음
 - 국내의 경우 모든 계절에 중국의 오염물질 배출로 인한 기여도가 60% 이상으로 나타남
- 유사한 다른 연구자료인 환경부의 『미세먼지 고농도 및 예보』 (15.10월)에 따르면 계절에 따라 인근 국가의 영향이 상이하게 나타나는 것을 확인할 수 있음
 - 중국 영향에 의한 국내 미세먼지 농도 증가는 1년 평균 (고농도, 저농도 포함) 30~50%, 고농도 시 60~80% 영향을 미치는 것으로 분석되었음
 - ※ 세부내용 첨부2 참조
- '16년에는 중국 정부와 『한중 월경성 미세먼지 저감을 위한 공동연구』 (16.6월) 를 실시하였으며, 중국 환경과학연구원에서 제공한 중국 측 기상자료와 베이징 공기질 시료를 국내 자료와 비교 분석한 결과, 중국발 미세먼지의 국내유입을 구체적으로 확인함
 - 베이징과 서울이 순차적으로 미세먼지가 높았던 날의 대기성분을 분석한 결과, 황산염과 질산염 등 오염물질의 비중이 나란히 증가함

□ 서울시의 『초미세먼지 배출원 인벤토리 구축 및 상세 모니터링 연구』 (17.4월)

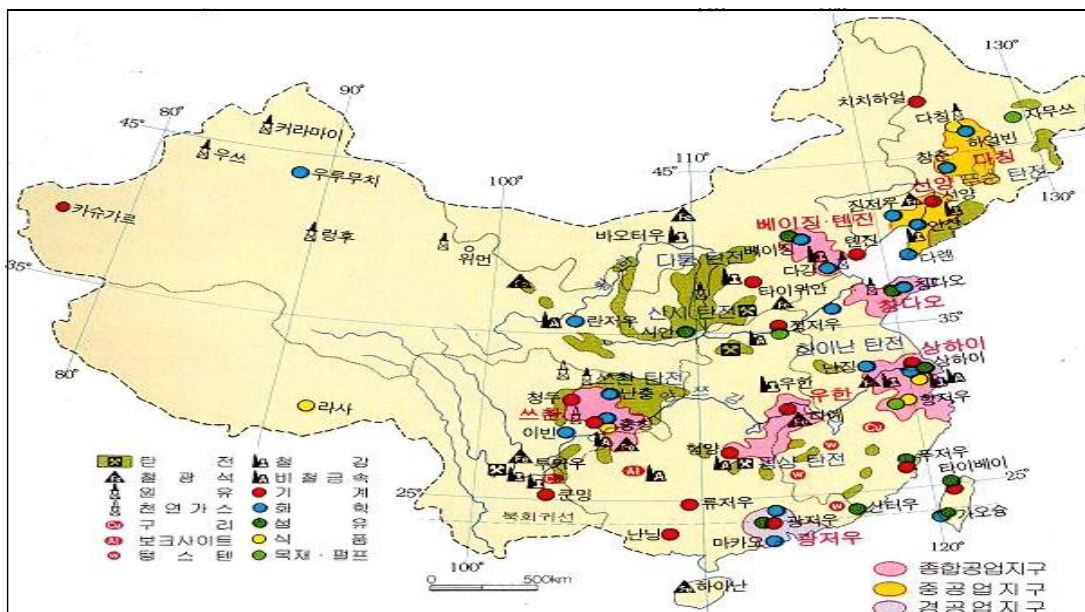
- 미세먼지는 바람을 타고 오기 때문에 중국발 영향이 약 55%로 제일 많은 영향을 미친다는 연구결과를 발표함. 특히, 초미세먼지 주의보가 발령됐던 기간은 연간 55%보다 높은 72%가 국외 영향으로 나타남

※ 서울시 오염물질 농도에 대한 지역별 기여율

| 구 분 | 2016년 연구결과 | | | 2011년 연구결과 | | |
|---------------------|------------|--------|-----|------------|--------|-----|
| | PM-10 | PM-2.5 | NOx | PM-10 | PM-2.5 | NOx |
| 서울 | 26 | 22 | 74 | 27 | 21 | 73 |
| 서울 외 | 20 | 23 | 23 | 25 | 27 | 25 |
| 국내 영향 | 46 | 45 | 97 | 52 | 48 | 98 |
| 국외 영향 (중국, 북한 등) | 54 | 55 | 3 | 38 | 49 | 2 |
| 배경농도 | | | | 10 | 3 | - |
| 총 계 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |

□ 중국발 영향이 가장 크며, 대부분의 공업지구가 한국과 인접한 해안 지역에 밀집해 있어 제조업 연소에 의한 미세먼지 발생이 심각한 상황임

[중국 공업지구 위치 현황]



□ 중국의 석탄화력 발전 정책 및 현황

- 석탄화력발전의 고효율화, 청정화, 지속가능성 증대를 위해 에너지 비효율적 및 온실가스 다배출 석탄화력발전소를 고도화 하거나 폐기하는 것을 추진함.

[에너지발전 13.5계획(2016~2020)]

| 에너지원별 | 2015년 | 2020년 | 비고 |
|--------|----------|--------------|----|
| 원자력 | 26 GW | 58 GW | |
| 석 탄 | 900 GW | ≒ 1,100 GW | |
| 풍 력 | 129 GW | ≒ 210~250 GW | |
| 태양광(열) | 43 GW | ≒ 110~150 GW | |
| 수 력 | 320 GW | 340 GW | |
| 계 | 1,508 GW | 2000 GW | |

(출처 : 에너지 경제연구원 세계 에너지시장 인사이트 제17-10호 '17.3)

- ※ 중국 에너지발전 13.5 계획에서는 LNG 발전에 대한 계획은 제시하고 있지 않으며, '15년 기준 4.4GW 설비용량을 확보 있어 석탄발전에 비해 미미한 수준임.

- 중국은 현재 900GW의 석탄화력 설비를 운영하고 있으며 2020년까지 200GW의 석탄화력발전소를 추가 건설하여 약 1,100GW에 이르는 석탄 화력 발전소를 운영 할 계획임

[2] 국내 · 외 미세먼지 대응 정책

- 정부는 2016년 6월 “미세먼지 관리 특별대책”을 통해 노후 경유차 조기 폐차, 친환경차 보급확대, 노후 발전소 폐지, 기존 발전소 성능개선, 도로먼지 청소차 보급 확충 등의 내용을 발표함

- 석탄화력과 관련한 정부대책은 노후 발전소는 조기 폐쇄하고, 기존 발전소는 성능개선하며, 총 20기의 건설 중인 발전소에 대해서 강화된 배출기준을 적용하여 추진하되, 신규 발전소는 제한한다는 계획임

※ 세부내용 첨부3 참조

□ 또한 석탄화력 관련하여 환경부는 2017년 1월 대기환경보전법 등 관련 규정의 개정을 통해 미세먼지 배출허용 기준을 대폭 강화 (시행일 : '17.1.28)

- “미세먼지 관리 특별대책” 일환으로 건설중인 석탄발전소 (9기)에 대해 국내에서 가장 강한 배출허용기준 (영흥화력) 적용

| 구 분 | 황산화물(ppm) | 질소산화물(ppm) | 먼지(mg/Sm3) |
|------------|-----------|------------|------------|
| 건설중 발전소 3) | 25 | 15 | 5 |

□ 미국의 경우, 대기오염의 주요 원인으로 디젤엔진 에서 배출되는 오염물질을 지목하였으며, 선박과 기관차용 디젤엔진 배기가스 배출량을 90%, NOx을 80% 저감을 규제시행하고 있음

- 미국의 경우 디젤엔진 관리를 대기질 향상의 주요 목표로 계획하고 있으며, 노후화된 디젤엔진 을 새로운 기준 적용, 디젤엔진으로 교체 시급하게 추진 중 (AP News, 14 Mar 2008 ‘EPA order ship, train pollution cuts Environmentallists praise move to slash soot, somg emissions)

□ 또한, 일본 도쿄의 경우, 1999년 이시하라 시장 당선이후, 2000년부터 경유차 규제대책을 미세먼지 해결을 우선목표로 선정하고 업무용 경유차의 휘발유차 변경, 저감장치 기술개발 등의 정책을 통해 10년동안 약 55%의 미세먼지를 저감함

□ 프랑스에서는 미세먼지 해결을 위해 경유차 배출가스 등급별 스티커 의무화 및 5등급 차량 도심진입 불허 등의 경유차 규제대책을 시행하고 있음

□ 한국보다 석탄화력발전 비중이 높은 독일에서는(45.1%) 미세먼지 대책으로 경유차 퇴출을 추진. '14년 기준 독일 전체 이산화질소

3) 당진에코파워 1,2호기, 신서천화력 1호기, 강릉안인화력 1,2호기, 고성하이화력 1,2호기, 삼척화력 1,2호기

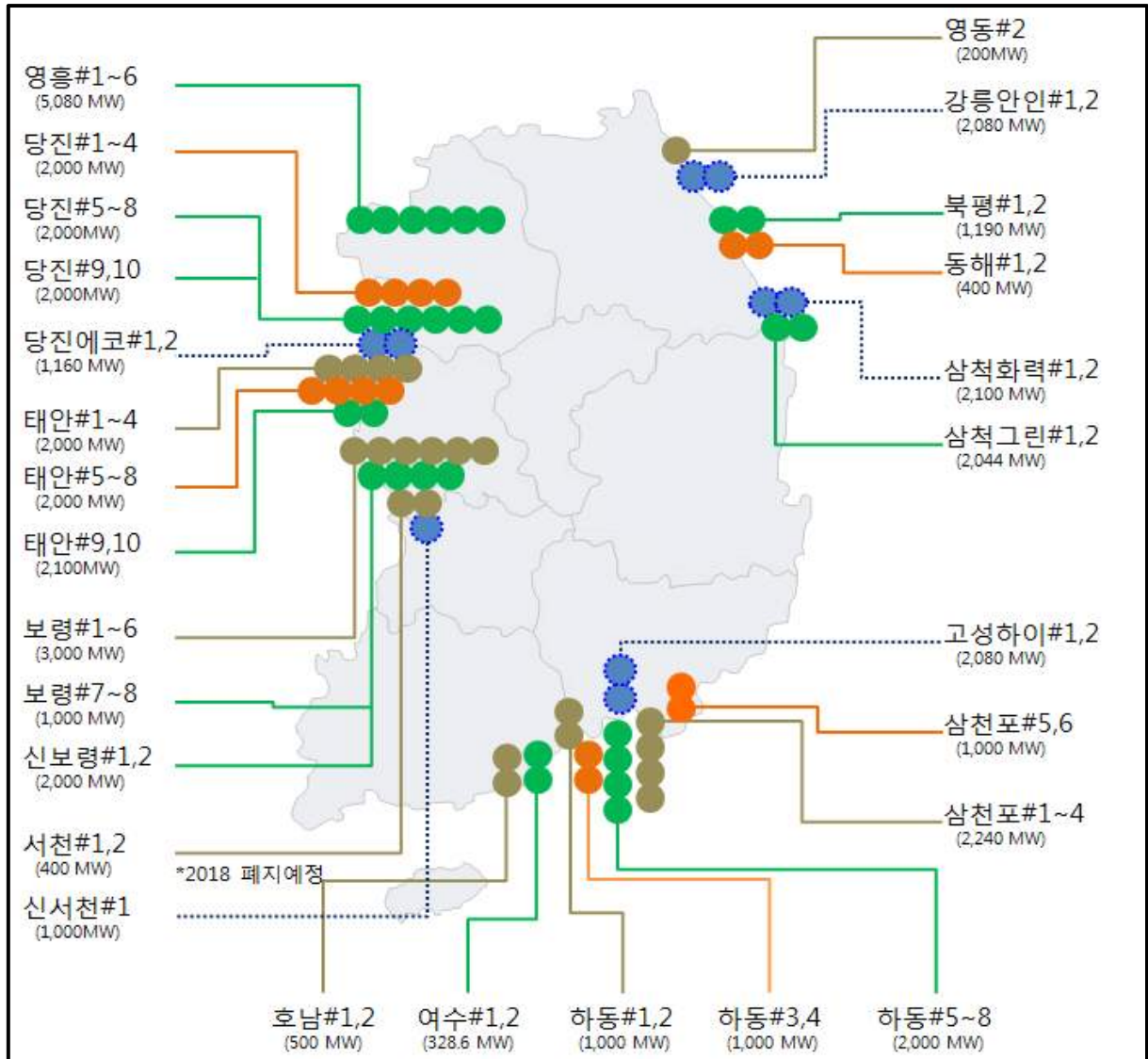
배출의 67%를 경유차가 배출하는 것으로 조사되었고, 유럽 최악의 대기오염 국가라는 오명을 탈피하기 위해 경유차 퇴출 정책을 추진 중임

- 각 국가별로 미세먼지 등 대기오염물질 발생원에 대한 인식의 차이가 존재하며, 한국은 정부정책 및 여론이 석탄화력발전소에 집중되어 있는 반면에, 미국, 일본, 프랑스 등은 수송 분야에 대한 규제를 우선 목표로 설정하여 시행하고 있음

[3] 국내 석탄화력발전 현황 및 경과년수

- 국내의 석탄화력 발전소의 지역별 분포는 아래와 같으며, 20년 이상 노후화된 석탄발전소가 전체의 21% 수준으로 신규로 건설 예정인 9호기는 19% 수준임

[석탄화력발전 지역별 분포, 제7차 전력수급계획]



| 구분 | 합계 | 20년 이상 ● | 15~20년 ● | 15년 이하 ● | 신규 ● |
|--------------|--------|-------------|-------------|-------------|---------|
| 발전용량 (MW) | 43,903 | 9,340 | 6,400 | 19,743 | 8,420 |
| 점유율 (%) | 100 | 21.3 | 14.6 | 44.9 | 19.2 |

[4] 신규 민간석탄화력발전 8기 추진현황

□ 국내에서 건설 중이거나 건설 예정인 신규 민간석탄화력 발전설비 8기는 대부분 제5차 ('10.12) 또는 제6차 ('13.2) 전력수급 기본계획에 반영되어 4~7년 동안 사업이 진행되었으며 2017년 3월 기준 각사별 종합공정률은 11~20%에 달하며, 기 집행된 투자비는 2조원에 육박하는 규모임

※ 신규 8기 민간석탄화력발전 현황

| 구 분 | 당진에코파워 1,2호기 | 고성하이화력 1,2호기 | 강릉안인화력 1,2호기 | 삼척화력 1,2호기 |
|--------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| 위치 | 충남 당진시 | 경남 고성군 | 강원 강릉시 | 강원 삼척시 |
| 발전용량 | 580MW×2 | 1,040MW×2 | 1,040MW×2 | 1,050MW×2 |
| 투자비 (기투입) | 2조 6천억원 (3,000억원) | 5조 2천억원 (7,400억원) | 5조 8백억원 (2,550억원) | 4조 6천억원 (5,430억원) |
| 사업개시 | '12.12 | '13.4 | '13.4 | '13.6 |

[5] 신규 석탄화력 발전소와 노후 석탄화력발전소 환경성 비교

□ 노후 석탄화력 발전설비 대비 초초임계압(USC) 발전설비의 대기오염 물질 배출량 (운영기준)

| 구 분 | 30년이상 석탄화력 (아임계압 기준) | 신규석탄화력 (초초임계압) | 절감 |
|-------------|-------------------------|---------------------|-------|
| 발전효율 (%) | 36.8 ⁴⁾ | 43.97 | - |
| SOx (g/kWh) | 0.456 ⁵⁾ | 0.074 ⁶⁾ | 67% ↓ |
| NOx(g/kWh) | 1.018 ⁵⁾ | 0.059 ⁶⁾ | 94% ↓ |
| 먼지 (g/kWh) | 0.035 ⁷⁾ | 0.011 ⁶⁾ | 84% ↓ |

4) National Energy Technology Lab. 데이터 준용

5) 미세먼지와 온실가스 대응, 석탄화력발전을 진단하다! 정책토론회 자료 참고

6) 운영기준은 PJT별로 상이하며 SOx 9ppm, NOx 10ppm, Dust 4mg/Nm³ 기준으로 산출

□ 신규석탄화력발전소는 설계단계부터 영흥화력보다 강화된 운영기준 및 고효율 초초임계압을 적용하여 대기오염 물질이 노후 석탄화력 대비 약 82% 절감됨

□ 개정된 대기환경보전법보다 40%이상 강화된 설계기준을 자체적으로 적용함으로써 대기오염 물질 최소화에 노력 중임

- 신규 석탄화력 발전소들은 현재 국내에서 가장 엄격히 운영되는 수도권의 영흥화력(남동발전) 수준보다 더 강화된 기준 적용

※ 신규석탄화력발전소 설계기준

| 구 분 | | 황산화물 (ppm) | 질소산화물 (ppm) | 먼지 (mg/m ³) |
|-----------|-----------------|------------|-------------|-------------------------|
| 당초계획 배출기준 | | 35 | 35 | 10 |
| 강화 기준 | 환경부 요구 수준(영흥화력) | 25 | 15 | 5 |
| | 신규석탄화력 설계기준 | 15 | 10 | 5 이하 |

□ 이를 위해 기존 계획을 보완하여 환경설비 개선을 위해 각사별로 약 1,000억원 내외의 추가 투자를 추진하고 있음

※ 탈황, 탈질, 집진설비 개선내용

| 구 분 | 탈황설비 | 탈질설비 | 집진설비 |
|-----|-----------------------|-----------|-------------------|
| 대상 | GGH Type | 촉매설치 단수 | 가스온도 |
| 내용 | Leakage → Non-Leakage | 2단 → 3단 | 저온 → 저저온 |
| 효율 | 97.5% → 98.5% | 84% → 94% | 99.945% → 99.963% |

□ 이외에도 비산탄진 제로화를 목표로 석탄취급설비 전 구간에 대해서 밀폐형 운송·저장 설비를 도입 중

- 발전소 인근지역에 비산먼지 최소화를 위해 밀폐형 연료하역 및 이송설비, 창고형 옥내저장소 운영 등 연료하역부터 상탄까지 모두 친환경 설비 설치 및 운영

7) 환경부 '15년 TMS 측정데이터 참조

※ 밀폐형 석탄취급설비 도입현황



- 신규 석탄화력 발전소들의 환경설비 관련된 총 투자액은 약 1조 6천억원으로 전체 직접공사비 20% 수준이며, 이는 기존 석탄화력 발전소의 환경설비 투자액 대비 약 2배 규모임

[6] 신규 석탄화력 발전 - USC 기술 적용

- 국내의 화력발전 설비는 1930년 서울 마포구 망원동에 건설됐던 서울화력발전소(당인리발전소)를 최초 시작으로 산업화와 함께 지속적으로 건설되어 왔으며, 효율 개선 등 기술개발에 따라 임계압, 아임계압, 초임계압, 초초임계압 등으로 발전해왔음
 - 일본, 유럽, 미국 등 화력발전 기술의 선진국을 중심으로 석탄 화력 발전 설비의 효율을 향상시키기 위한 기술개발이 활발히 진행되고 있으며, 미분탄 화력분야에서는 초초임계압발전(USC, Ultra Super Critical)이 상용화 되었으며 국내에서는 보령 1~2호기를 통해 순수 국내기술 자립화도 이루어냄 (2013.6, 월간계장기술 특별기고, 전력연구원 그린에너지연구소)

※ 화력발전설비 기술특성 비교

| 구 분 | 아임계압 | 초임계압 | 초초임계압 |
|------------------------------|-------------|--------------|--------------|
| 주증기 압력 (kg/cm ²) | 225.56 미만 | 225.56~246 | 246 이상 |
| 주증기 온도 (°C) | 538 미만 | 538~566 | 566 초과 |
| 발전효율 (%) | 38 미만 | 38 ~ 42 | 42 초과 |
| 설비용량 (MW) | 5,069 (15기) | 12,600 (24기) | 26,234 (33기) |
| 설비점유율 (%) | 11.5 | 28.7 | 59.8 |

- 이중 초초임계압은 가장 발전된 석탄화력 형태로 플랜트효율이 초임계압대비 6%이상 향상되어 연간 연료소모량 및 연간 CO₂발생량에서 큰 차이를 보임
 - USC 발전기술의 핵심은 증기온도의 고온·고압화 기술이며, 일반적으로 증기온도가 10℃ 상승할 때마다 발전효율은 약 0.5% 상승하고, 증기압력이 10Bar 상승할 때마다 발전효율은 약 0.2% 상승함
- 앞서 언급한 바와 같이 초초임계압(USC) 발전은 현재 상용화된 기술 중에서는 가장 효율적인 발전 방식이며, 앞장에서 진행 중인 9기의 발전소는 모두 이에 해당함
- 대규모 환경설비 투자를 통한 기존 노후 석탄화력 발전설비의 성능개선은 초초임계압(USC) 발전설비 대비 대기오염물질 배출량 저감 (운영기준)에는 차이를 보임

3. 석탄화력의 역할과 필요성

[1] 전기요금 안정화 기여

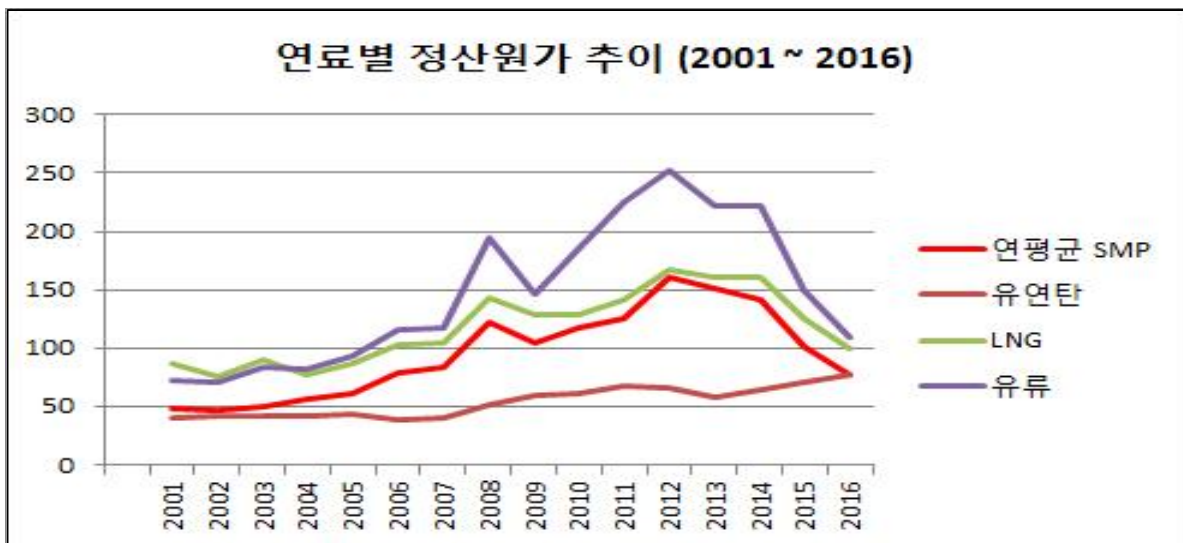
□ 석탄화력발전의 급격한 축소는 산업용 전기요금 상승으로 국가 경쟁력 하락 요인

- 석탄을 고비용 발전기로 대체할 경우 산업체 제조원가 상승으로 물가상승 및 국가경제 저성장의 요인이 될 수 있음

(POSCO 전력구입비용 연 1조원, 신일본제철주금은 자가석탄발전 운영)

□ 과거 3개년 실적 기준 석탄발전 총 발전량은 연평균 201,613 GWh로 국가 전체 발전량의 약 40% 비중 차지

- 신규 건설 제한 (19%) 및 노후발전소 조기 폐지(8%) 시, 54,435 GWh의 발전량이 감소함



<출처 : 전력통계정보시스템>

□ 석탄발전 발전량 감소분을 LNG 발전으로 대체 시 비용증가 예상

- 2001년부터 2016년 연료별 정산원가 및 열량단가 추이에 따르면, 유가 변동에 따라 LNG 비용은 크게 변동된 반면 석탄 가격은 크게 변동되지 않음. LNG 금액 변동에 따라 노후 폐쇄 및 신규 석탄화력 발전 취소 시 감소되는 전력량을 LNG로 전환시 추가 비용은 연간 약 3조 5천억('01~'16년간 평균)으로 예상됨

※ 산출근거

- '14 ~'16 3개년 평균 석탄화력 전력생산량 201,613 GWh (44GW용량)
- 신규석탄화력 (8.42GW, 19%) 노후 폐쇄대상 석탄화력 (3.345GW, 8%)
- 신규석탄화력 및 노후석탄화력 용량비율 27%로 예상 감소 발전량 54,435GWh로 산정
- '01 ~'16 석탄 LNG 정산원가 차이 평균 63.5원
- 54,435GWh x 63.5원 = 약 3조 5천억원/년

[2] 에너지 안보 측면의 필요성

- 대한민국은 지정학적 여건으로 인해 제 3국과의 전력계통 연계가 어렵고 부존자원 부재 등의 한계로 에너지 자급률이 매우 낮음
 - 에너지 소비량 세계 10위, 연료의 수입의존도 96%
- 에너지 안보 측면에서 '국가 전원 Mix'구성을 통한 수급 다변화는 필수적인 사항이며, 주요 OECD 국가들도 글로벌 자원 시장의 변동 등을 고려하여 국가별 적정 전원 Mix를 유지하고 있음
 - 특히, 주요 국가들의 경우 대한민국 대비 상대적으로 높은 수준의 석탄발전 비중을 유지하고 있음

[주요 OECD 국가별 전원 Mix 비교 (발전량 기준)]

| | | | | | | |
|------------|------|------|------|------|------|------|
| 석탄 | 39.1 | 39.5 | 45.4 | 33.5 | | |
| 석유 | 1.5 | 0.9 | | 11.2 | 72.5 | 61.2 |
| 원자력 | 30 | 19.1 | 0.9 | | | |
| | | | 15.5 | | | |
| | | | 9.9 | 40.4 | 0.2 | 2 |
| 가스 | | 26.8 | | | 2.3 | 21.9 |
| | 21.4 | | | | 2 | |
| 신재생, 수력 | | | 28.4 | | 23 | |
| | 8 | 13.7 | | 14.9 | | 14.9 |
| | 한국 | 미국 | 독일 | 일본 | 중국 | 호주 |

<출처 : IEA Statistics Search>

- 이중 일본은 타국가와 전력계통 연계가 어렵다는 점에서 국내 실정과 유사하며, 석탄 비중도 34%로 유사함
- 주요 국가들이 전원 Mix의 기저로 석탄화력발전을 채택하고 있는데는 타전원 대비 공급의 안정성이 미치는 영향이 큼
 - 발전연료로서 석탄은 LNG 대비 가격변동성이 낮고, 다원화된 국가별 연료 공급처로 인해 국제적 수급위기 상황에서도 안정적 조달이 가능함
- 특히, 태양광, 풍력발전 등 신재생에너지 발전은 설치장소 제약, 기상 의존도 등 감안 시 기저발전을 대체하기에는 현실적으로 불가능함
 - 석탄화력 1GW를 태양광발전으로 대체할 경우 여의도 면적의 약 7배인 2천만m²가 필요하고, 산지가 많고 아파트 58.4%와 다세대주택 12.6%로 구성되어 있는 우리나라는 매우 제한적임
 - 태양광발전 이용률 15%, 육상 풍력발전 이용률 23% 인 점을 고려하면 기저발전용량의 5배 규모 투자비가 소요됨

[3] 대규모 투자로 인한 경제활성화

- 신규 석탄화력발전소의 건설로 약 18조원, 운영 중 연간 약 4,000~5,000 억원(민간석탄화력발전 8기 합계)의 경제활성화 효과를 기대할 수 있음
 - 금번에 건설 예정인 석탄화력 발전소는 약 5조원(1000MW급 2기)에 달하는 주요 설비와 기자재 공급 및 건설 등 대부분을 국내 기업이 수행하므로 내수경기 활성화와 고용증진에 기여할 수 있음
 - LNG 발전소의 주 설비는 대부분 외국 업체(GE/SIEMENS/MHPS 등)로부터 수입할 수 밖에 없고, 총 투자비도 석탄화력발전의 절반수준으로 정부의 경제활성화 정책에 부응할 수 없고 내수경기도 위축시키는 결과를 초래할 수 있음
- 또한, 신규 석탄화력발전소 건설사업 전체기간 동안 약 200~250만명 (1000MW급 2기)의 고용창출 효과가 있음

- 석탄화력발전은 항만, 하역, 환경설비, 석탄이송 설비 등 부대설비가 많아 운전 및 정비 연관산업의 고용효과가 높음

※ 고용창출 및 경제활성화 효과(신규 민간석탄화력발전 8기)

| 구 분 | 투자비 | 고용창출 (명, 연인원) | 지자체 세수증대 |
|-----|-----|------------------|-------------|
| 합 계 | 18조 | 810만 | 1조 7천억원 |

□ 석탄화력 플랜트 원천기술 확보에 따른 경제적 파급효과가 큼

- 해외수출과 관련해 플랜트 산업은 세계 7위의 규모이지만, 핵심기자재의 국산화율이 낮고 인력의 해외의존도가 높아 외화가득율은 선진국의 40~45%에 비해 현저하게 낮은 30%대에 불과한 실정
- USC (초초임계압) 기자재를 도입할 경우 미국, 프랑스, 독일, 일본 등 해외 주요국책은행의 정책자금으로(ECA Loan) 저리의 자금조달이 가능함, 효율이 낮은 발전기의 경우 지원 대상사업에서 제외됨
- 국내 사업개발을 통해 주요설비의 원천기술을 확보하고 부품소재의 국산화를 통해 기자재의 국산화율을 높이게 되면, 수주증가에 따른 플랜트 산업의 안정적인 고용을 유지하고 나아가 신규 일자리 창출 등으로 국익에 기여할 수 있음
- 국산 1,000MW급 건설추진(7기) : 삼척#1,2, 고성#1,2, 강릉#1,2, 신서천#1

※ 국책과제 개요

- 연구개발 기간 및 예산 : '02.9월 ~ '08.8월 (72개월), 637억원
- 실증설비 : 신보령 1,2호기
- 파급효과 : 약 2조 ~ 2.6조원/년

※ 일본사례 : 초초임계압 발전소 발주 시, 일본에서 개발된 기술적용을 의무화 함으로써 개발된 기술의 상용화를 촉진
(세부내용 첨부4 참조)

[국내·외 USC (초초임계압) 기자재 시장규모]

(단위 : 조원)

| 년도 | 2010년 | 2018년 | 2020년 |
|----------|-------|-------|-------|
| 세계 시장 규모 | 77.0 | 64.0 | 64.0 |
| 한국 시장 규모 | 6.4 | 1.6 | 1.6 |

4. 석탄화력 정책에 대한 제언

[1] 적정 비중 전원 Mix 유지 필요

- 에너지의 대부분을 수입에 의존하는 국내 현실을 고려하면 해외 다른 국가의 사례와 같이, 적정 비중 이상의 석탄화력발전을 유지하는 것이 에너지 안보에 중요함
- 특히, 화력발전소와 같은 전력산업은 대규모 장치산업으로 건설 및 운영기간 동안 세수증대, 고용창출 등 경제적 파급효과가 큼
- 급격한 전기요금 인상은 수출 위주의 국내 제조업의 원가상승으로 이어져 경기 하락 등의 요인이 될 수 있는 등 전력수급의 안정성 및 경제성을 고려한 전원 Mix가 필요함

[2] USC발전소에 대한 차별적 접근 필요

- 초초임계압(USC) 발전소는 수백억원의 정부예산을 들여서 국산화한 기술로 기존 아임계압, 초임계압 발전소 대비 대기오염물질 배출이 적고 고효율로 선진국에서는 일정 비율의 석탄을 유지하여야 하는 현실에서 친환경성을 고려한 대안으로 평가되고 있음
- 국내의 초초임계압 발전소의 건설/운영 역량은 이미 아시아, 아프리카 등 개발도상국 대상 수출 중이며 높은 수익을 창출하고 있음
- 기 추진 중인 초초임계압(USC) 발전소는 계획대로 추진하고 노후 석탄의 조기 폐쇄 또는 대체연료 전환, 환경을 고려한 발전량 통제 등 효과적인 정책대응을 통해 신기술로의 전환을 유도할 필요

[3] 불확실성 제거를 위한 공동 노력 경주

- 통계조차 제대로 집계되지 못하고 있는 미세먼지에 대해서는 충분한

역학조사를 통해 국내외 발생원별 배출량을 정확히 파악하고 이에 맞는 대응방안을 수립하여 실질적인 저감이 이루어질 수 있도록 하여야 함

- 특히, 석탄화력발전에 대해서는 환경에 미치는 영향을 고려한 에너지 세계개편, 대기오염물질 배출량의 엄격한 규제를 통한 환경설비 적극적 개선 유도 등 적극적인 관리 정책을 통해 시장이 스스로 비중을 점진적으로 줄여나가는 방향의 정책 지원이 타당함
- 마지막으로, 수년간 추진되어온 사업의 일방적 폐기는 정부와 사업자간 신뢰를 심각하게 훼손시킬 뿐만 아니라 발전사업자 및 연관 중소기업에 막대한 경제적 손실 및 일자리 상실 초래할 수 있으며, 정부가 추진하는 다양한 사업에 민간이 신뢰성을 갖고 참여할 수 있게 하려면 정부의 정책에 따라 추진된 사업도 언제든지 취소될 수 있다는 불확실성을 제거하여야 함

첨부1 : 신정부 미세먼지 관련 공약

□ 임기 내에 국내 미세먼지 배출량 80% 감축 추진

- ◆ 봄철 일부 석탄 화력발전기 일시적으로 셧다운
- ◆ 가동한지 30년이 지난 노후석탄발전기 10기 조기 폐쇄
- ◆ 가동 중인 모든 발전소의 저감장치 설치 의무화 및 배출허용기준 강화
- ◆ 석탄 화력발전소의 신규 건설 전면 중단 및 공정률 10% 미만 원점 재검토

□ 강력하고 촘촘한 미세먼지 관리대책 수립

- ◆ 미세먼지 환경기준을 WHO 권고 수준으로 강화
- ◆ 산업단지, 화력발전소, 공항·항만 등 미세먼지 집중배출지역은 대기 오염 특별대책지역으로 설정하여 엄격하게 관리

□ 미세먼지 대책기구 설치

- ◆ 대통령 직속으로 미세먼지대책 특별 기구 신설하여, 분산되어 있는 관련 부처들간의 협력, 정부부처와 지방자치단체 간의 협력 강화
- ◆ 특별 기구는 미세먼지 배출량의 획기적인 감축과 강력한 미세먼지 관리 대책 등 미세먼지 종합대책을 수립, 시행, 점검 일부 석탄 화력 발전기 일시적으로 셧다운

□ 한중 정상외교의 주요의제로 미세먼지 대책을 추진

- ◆ 현재 장관급 회담 수준에서 논의되는 한중, 동북아 미세먼지 협력을 정상급 의제로 격상
- ◆ 미세먼지 이동에 대한 다자, 양자 간 정보공유와 공동연구 강화
- ◆ 근원적인 오염물질 배출을 줄이기 위해 주요 배출원별 저감 대책과 기술 공유

첨부2 : 미세먼지 고농도 현상

□ 미세먼지 고농도 현상

- ◆ 우리나라에 고농도가 나타나는 두 가지 패턴
 - ① 중국 고농도 미세먼지 발생 → 강한 서풍 또는 북풍 → 서해상 또는 북한 관통 한반도 통과
<1~2일 정도 높은 수준 고농도 발생, 소위 '중국발 미세먼지'>
 - ② 기압계 정체(주로 동풍) → 중국 및 우리나라 미세먼지 서해상 축적 → 한반도에 고농도 유입과 유출 반복
<3~7일 정도 중간 수준 고농도 지속>
※ 최근 1주간(2015.10.17~24일) 지속된 고농도는 전형적인 ②번 케이스
- ◆ 고농도 발생과 중국 영향
 - 중국 영향은 1년 평균(고농도, 저농도 포함) 30~50%, 고농도 시 60~80%
 - ※ 중국의 난방은 10.15일경 중국 동북 3성부터 시작하여 11.15일경 북경 이남 지역까지 확대
 - [중기전망] 올 겨울은 엘니뇨* 영향(기온 상승 강수 증가)으로 난방수요 감소로 고농도 미세먼지 발생은 다소 완화 기대, 다만 중국 상황에 따라 유동적
 - ※ (기상청) 1950년대 이후 4번째 강한 엘니뇨, 한반도는 평년보다 높은 온도와 강수량 증가

첨부3 : 정부의 석탄화력발전에 대한 세부 대책

□ 정부의 석탄화력발전에 대한 세부 대책 (16.7월)

- ◆ 총 20기 건설 중인 발전소
 - 공정률 낮은 발전기 (9기) ⇒ 영흥화력 수준의 배출기준 적용
 - 공정률 90% 이상 (11기) ⇒ 강화된 배출기준 적용, 40% 추가 감축
- ◆ 신규 석탄발전소 ⇒ 원칙적으로 진입 제한
- ◆ 총 53기 기존 발전소
 - 30년 이상(10기) ⇒ 모두 폐지(2기는 연료전환)
 - 20년 이상(8기) ⇒ 대대적 성능개선(retrofitting) 시행, 환경설비 전면 교체
 - 20년 미만(35기) ⇒ 저감시설 先 확충, 20년 이상경과 시 성능개선
- ◆ 중장기적으로 석탄발전기 발전량을 축소하는 방안도 검토

첨부4 : 초초임계압(USC) 기술개발 해외사례

□ 일본

- ◆ 일본의 USC 발전소에 대한 개발은 에너지 효율을 높이기 위한 연구가 시작된 이래, 이산화탄소 감소문제와 관련하여 더욱 활발히 연구가 진행되었음
- ◆ 1980년대 초기부터 2000년대까지 통산성, 전력사업자인 전원개발(주) (이하 J-Power, 구 EPDC, Electric Power Development Co., Ltd.), 발전설비 설계 및 제작자, 소재 메이커의 수직조직으로 진행하여 세계 USC 화력발전 기술을 선도하고 있음
- ◆ 현재는 700°C급 A-USC (종합효율 48~50%) 기술 연구를 진행 중

□ EU

- ◆ 유럽은 34개국이 공동 참여하는 COST 프로그램을 기반으로 1983년부터 600°C급 USC 화력발전시스템 기술개발을 수행
- ◆ 1997년부터 2003년까지 COST 522 프로그램을 통해 620°C용 터빈 재료인 COST FB2을 개발하였고 2011년 말에 준공된 독일의 620°C급 USC 화력발전소인 Datteln 4호기와 RDK 8호기에 적용
- ◆ 후속으로 650°C급 플랜트에 적용 가능한 강재와 용접기술 등에 대한 장기간 검증시험을 목표로 COST 536프로그램, 발전기기의 상태모니터링 및 고정밀도의 수명 평가법 개발을 목표로 하는 COST 538 프로그램을 계속해서 추진

□ 미국

- ◆ 2002년 미국에서 수행 중인 USC 발전기술 Power Plant Improvement Initiative 프로그램은 약 6년 동안 2억 달러 규모의 연구 프로그램으로서 주로 석탄이용 연구에 초점
- ◆ 미국의 가장 풍부한 에너지 자원이며 향후 200년 이상 안정적으로 공급가능한 에너지원으로 석탄사용 불가피함을 인식하고 시작
- ◆ 최근에 DOE에서 The Department of Energys Clean Coal Power Program을 발표하면서 EPRI와 CURC(Coal Utilization Research Council)가 공동으로 CO2 포획과 고효율 USC 화력발전을 융합한 실증프로그램인 UltraGen 프로그램을 추진

[주요 이슈 목록]

| NO | 내 용 | Page |
|-----|---|------|
| Q1 | 국내에서 건설 중이거나 건설예정인 신규 석탄화력 발전설비 8기 추진현황은? | 27p |
| Q2 | 차세대 초초임계압(USC) 화력발전이란? | 29p |
| Q3 | 우리나라 미세먼지의 국내외 영향은? | 32p |
| Q4 | 국내 미세먼지 발생원 및 비율은? | 33p |
| Q5 | 국내 석탄화력발전 미세먼지에 대한 정부의 대책은? | 35p |
| Q6 | 신규 석탄화력발전소의 대기오염 방지시설 투자규모는? | 37p |
| Q7 | 신규 석탄화력발전소를 LNG발전으로 전환할 수 있는가? | 39p |
| Q8 | 발전사업허가를 취소하면 무슨 문제가 있는가? | 41p |
| Q9 | 전력안보 차원에서 석탄화력발전은 반드시 필요한가? | 43p |
| Q10 | 주요 국가의 석탄화력발전에 대한 장기전략은? | 45p |

Q1

국내에서 건설 중이거나 건설예정인 신규 민간 석탄화력 발전설비 8기 추진 현황은?

【답변요지】

신규 8기 발전설비들은 제5차 (2010년) 및 제6차 (2013년) 전력 수급기본 계획에 반영되어 4~7년 동안 사업이 진행되었고, 2017년 3월 현재 종합 공정률은 11 ~ 20%에 달하고, 기 집행된 투자비가 수조원 규모 입니다. 따라서, 현재 상황에서 발전사업허가 취소는 국가 전력수급 차질뿐만 아니라 사업자 및 관련 산업에 막대한 피해를 초래합니다.

□ 사업추진 현황

| 구 분 | 진 행 내 용 |
|-------------|--------------------------|
| 신서천화력 (6차) | 부지정지, 본관굴착, 철골설치 중 |
| 당진에코파워 (5차) | 전원개발실시계획 심의 후 승인·고시 계류 중 |
| 고성하이화력 (6차) | 부지정지, 본관굴착, 철골설치 중 |
| 강릉안인화력 (6차) | 잔여토지 수용절차 진행 및 대비공사 수행 중 |
| 삼척화력 (6차) | 인허가 진행 중 ('17. 6월 완료 기한) |

□ 신규 8기 민간 석탄화력발전 현황

| 구 분 | 당진에코파워 1,2호기 | 고성하이화력 1,2호기 | 강릉안인화력 1,2호기 | 삼척화력 1,2호기 |
|-------|-----------------|-----------------|-----------------|---------------|
| 위 치 | 충남 당진시 | 경남 고성군 | 강원 강릉시 | 강원 삼척시 |
| 발전용량 | 580MW×2 | 1,040MW×2 | 1,040MW×2 | 1,050MW×2 |
| 투 자 비 | 2조 6천억원 | 5조 2천억원 | 5조 8백억원 | 4조 6천억원 |
| 사업개시 | '12.12 | '13.4 | '13.4 | '13.6 |

Q1-1 사업자의 공정을 계산법과 정부의 10% 미만 공정을 계산법의 차이?

【답변】 정부는 착공부터 건설공사만을 계산하고 있으나, 사업자의 종합 공정은 사업준비단계의 인허가, 설계, 구매, 건설 등을 반영한다

Q1-2 투자비 수조원이 집행되었다는게, 어디에 얼마란 것인가?

【답변】 환경영향평가 등 인허가 및 설계 등 각종 용역비용에서부터 사업 부지 확보를 위한 토지매입 등 건설공사 착공 전에 많은 비용이 소모된다

Q1-3 환경운동연합, 에너지정의행동 등에서는 원전 취소, 공정을 10%미만 취소, 노후석탄 폐쇄에도 예비율이 문제 없다는데?

【답변】 전력예비율은 전력수요가 가장 큰 여름이나 겨울의 피크수준에도 부족함이 없도록 선정되어야 하는데 전력난과 공급과잉은 5년에서 10년 주기로 계속 반복되고 있는 상황으로 현재 예비율을 상황을 예단하여 수급계획을 조정하는 것은 위험하다

Q1-4 관련산업은 어떤 것들이 있고, 예상 피해규모는 얼마인가?

【답변】 보일러, 터빈, 탈황/탈질/집진 등 환경설비, 수처리, 석탄취급설비, 항만 설비 등 발전소는 대규모 장치산업으로 주 제작사 뿐만 아니라, 이에 따르는 공급업체까지 연관 산업의 규모가 크며, 기회비용까지 감안한다면 총 투자비를 훨씬 상회하는 피해가 있다.

실례로 현재 주기기 제작 및 건설 공사가 진행 중인 고성그린파워의 경우, 주기기인 보일러의 경우 두산중공업 직원 500명과 사내 하청업체 200여명 등 700여명이 매일 주야로 작업을 수행 중이며, 수백개의 협력 기업에서도 부품과 기기 제작이 한창이다

Q2 차세대 초초임계압(USC) 석탄화력발전이란?

【답변요지】

초초임계압 석탄화력발전은 기존의 초임계압 발전설비 대비 발전효율을 6.5% 향상시켜, 석탄 사용량을 8.6% 절감할 수 있는 현존하는 세계 최고 효율의 차세대 발전설비입니다.

1,000MW 초초임계압 석탄화력 발전설비는 정부에서도 상용화 기술을 국책 연구과제로 선정하여 차세대 성장동력으로 육성하고 있으며, 선진국에서도 투자 및 금융조달을 예외적으로 허용하고 있습니다.

□ 국책과제로 진행된 차세대(1,000MW급 초초임계압) 화력발전 상용화 기술

- ◆ 연구개발 기간 및 예산 : '02.9월 ~ '08.8월 (72개월), 637억원
 - ◆ 실증설비 : 신보령 1,2호기
 - ◆ 파급효과 : 약 2조 ~ 2.6조원/년
 - ◆ 발전기술 수입대체는 물론, 수출 및 해외발전시장 개척으로 침체된 국내 플랜트 산업 부활 및 국가경제 활성화에 기여 효과
 - ◆ 국산 1,000MW급 건설추진 (7기) : 삼척#1,2, 고성#1,2, 강릉#1,2, 신서천#1
- ※ 일본 사례 : 초초임계압 발전소 발주 시, 일본에서 개발된 기술적용을 의무화 함으로써 개발된 기술의 상용화를 촉진시키고 있음

□ 화력발전설비 기술특성 비교

| 구 분 | 아임계압 | 초임계압 | 초초임계압 |
|------------------------------|-------------|--------------|--------------|
| 주증기 압력 (kg/cm ²) | 225.56 미만 | 225.56~246 | 246 이상 |
| 주증기 온도 (°C) | 538 미만 | 538~566 | 566 초과 |
| 발전효율 (%) | 38 미만 | 38 ~ 42 | 42 초과 |
| 설비용량 (MW) | 5,069 (15기) | 12,600 (24기) | 26,234 (33기) |
| 설비점유율 (%) | 11.5 | 28.7 | 59.8 |

※ SC : Super Critical (초임계압)
 USC : Ultra Super Critical (초초임계압)

Q2-1 기존 발전설비는 초임계압인가? 기존 설비들도 다 초초임계압 아닌가?

【답변】 석탄화력기술은 아임계압에서부터 초임계압, 초초임계압으로 발전해왔다. 앞장에서 언급한 바와 같이 국내에는 아임계압 15기, 초임계압 24기, 초초임계압 33기가 운영 중이다.

Q2-2 발전효율 6.5% 향상, 석탄 사용량 8.6% 절감이 미세먼지 등 대기오염물질 배출량에 미치는 영향이 미미한 것 아닌가?

【답변】 앞서 본문에서 살펴본 바와 같이 초초임계압 발전기술은 기존 초임계압 대비 82%를 감소시키며, 임계압이나 아임계압 대비해서는 더욱 큰 폭의 절감을 기대할 수 있다

Q2-3 세계 최고 효율의 차세대 발전설비면 LNG 발전보다 친환경적인가?

【답변】 LNG발전도 미세먼지 배출량은 석탄 대비 30~50% 수준으로 적게 나올 뿐이지, 아예 안나오는 건 아니다

Q2-4 선진국에서도 투자 및 금융조달을 예외적으로 허용한다는 데 그런 사례가 있는가?

【답변】 일본의 JBIC (Japan Bank for International Cooperation)에서 아프리카의 모로코와 인도네시아에 USC 발전소 건설 프로젝트에 PF자금 조달에 참여한 내용이 있으며, 타 국가 사례도 찾아보겠다

Q2-5

세계적으로 저탄소 정책 등 석탄발전이 줄어들고 있는 상황에서 관련 기술을 차세대 성장동력으로 육성하는 것이 맞느냐?

【답변】 미국, 일본, 독일 등 발전산업 선진국들은 다양한 연구과제 수행을 통해 한계 수준까지 효율을 극대화 시키는 노력을 기울이고 있으며, 이를 통해 자국내 발전설비를 최신의 기술로 대체함은 물론이고 아프리카, 아시아 등 저개발 국가들의 전력산업에도 적극적으로 참여하여 수익을 창출하고 있다는 점을 참고하여 신재생에너지 관련 기술뿐만 아니라 석탄화력 관련 기술 연구도 계속되어야 한다

Q3 우리나라 미세먼지의 국내외 영향은?

【답변요지】

서울시와 환경부의 연구 결과에 따르면, 국내 미세먼지 발생은 주의보가 발령된 고농도 상황에서 중국의 영향이 60~80% 수준으로 매우 높고, 국내 영향은 20~40% 수준입니다. 따라서, 우리나라의 미세먼지는 한·중·일 환경 협약 체결 및 공조 강화를 통해 중국의 미세먼지 영향을 줄이는 것이 급선무라고 판단됩니다.

□ 환경부의 『미세먼지 고농도 및 예보』 (15.10.27)

- ◆ 중국 영향에 의한 국내 미세먼지 농도 증가는 1년 평균 (고농도, 저농도 포함) 30~50%, 고농도 시 60~80% 영향을 미치는 것으로 분석되었음

□ 국립환경과학원의 『동북아 대기오염 국가간 상호영향 공동연구(I)』 (13.11월)

- ◆ 국내의 경우 모든 계절에 중국의 오염물질 배출로 인한 기여도가 60% 이상으로 나타남

□ 서울시의 『초미세먼지 배출원 인벤토리 구축 및 상세 모니터링 연구』 (17.4월)

- ◆ 미세먼지는 바람을 타고 오기 때문에 중국발 영향이 약 55%로 제일 많은 영향을 미친다는 연구결과를 발표
- ◆ 특히, 초미세먼지 주의보가 발령됐던 기간은 연간 55%보다 높은 72%가 국외 영향으로 나타남

□ 서울시 오염물질 농도에 대한 지역별 기여율

| 구 분 | 2016년 연구결과 | | | 2011년 연구결과 | | |
|---------------------|------------|--------|-----|------------|--------|-----|
| | PM-10 | PM-2.5 | NOx | PM-10 | PM-2.5 | NOx |
| 서울 | 26 | 22 | 74 | 27 | 21 | 73 |
| 서울 외 | 20 | 23 | 23 | 25 | 27 | 25 |
| 국내 영향 | 46 | 45 | 97 | 52 | 48 | 98 |
| 국외 영향 (중국, 북한 등) | 54 | 55 | 3 | 38 | 49 | 2 |
| 배경농도 | | | | 10 | 3 | - |
| 총 계 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |

[출처 : 초미세먼지(PM-2.5) 배출원 인벤토리 구축 및 상세모니터링 연구 요약보고서]

Q4 국내 미세먼지 발생원 및 비율은?

【답변요지】

국립환경과학원 2013년 발표자료 기준 미세먼지 배출기여도는 제조와 수송 분야가 약 96%로 대부분을 차지하고 있으며, 석탄화력발전은 약 3% 내외 수준입니다. 특히, 주의보가 발령된 고농도에서는 중국의 영향을 고려하면 실질적인 국내 석탄화력발전의 미세먼지 발생 비율은 1% 정도로 유추할 수 있습니다.

□ 미세먼지(PM-10) 발생원별 비율

- ◆ 2013년 국립환경과학원에서 분석한 국가 대기오염물질 배출량을 살펴보면, 미세먼지 (PM10) 발생원별 비율은 제조·수송 분야 96.48%, LNG 분야 0.68%, 석탄화력 분야 2.84%

□ 초미세먼지(PM-2.5) 발생원별 비율

- ◆ 초미세먼지 (PM2.5) 발생원별 비율은 제조·수송 분야 95.52%, LNG 분야 1.07%, 석탄화력 분야 3.41%

□ 석탄화력발전소의 미세먼지 배출기여도('13년 기준)



[출처 : 국립환경과학원 국가대기오염물질 배출량 서비스 2013 대기오염 배출량 통계]

Q4-1

석탄화력발전은 약 3% 내외 수준이라고 하나 SOx, NOx 발생을 통한 2차 생성까지 감안하면 큰 것이 아닌가?

【답변】 2차 생성과 관련한 매커니즘은 아직 정확한 연구결과가 발표된 바 없으며, 기존 배출량 통계에 있어서도 SOx나 NOx 배출량 역시 제조수송 분야가 90%를 차지하는 등 2차 생성은 무조건 석탄화력 때문이라는 논리는 곤란하다. 또한, 최근 연구결과에 따르면 질산염, 황산염 등의 물질이 중국에서 그대로 한국까지 전해지는 것으로 파악된 만큼 2차 생성에 대해서는 보다 면밀한 연구 및 검토가 필요하다

Q5 국내 석탄화력발전 미세먼지에 대한 정부의 대책은?

【답변요지】

2016년 6월, 정부는 “발전부문의 미세먼지 관리 특별대책” 에서 노후 발전소 폐지, 기존 발전소 성능개선을 추진하고, 건설 중인 발전소는 영흥화력 수준으로 배출허용기준을 강화하며 신규 석탄발전소는 진입을 제한하기로 하였습니다. 또한, 환경부는 2017년 1월 대기환경보전법 등 관련규정의 개정을 통해 법률적인 근거도 마련하는 등 미세먼지 배출 허용기준을 강화하고 있습니다.

□ 정부의 석탄화력발전에 대한 세부 대책('16.07월)

■ 총 53기 기존 발전소

- 30년 이상(10기) ⇒ 모두 폐지(2기는 연료전환)
- 20년 이상(8기) ⇒ 대대적 성능개선(retrofitting) 시행, 환경설비 전면 교체
- 20년 미만(35기) ⇒ 저감시설 先 확충, 20년 이상경과 시 성능개선

■ 총 20기 건설 중인 발전소

- 공정률 90% 이상 (11기) ⇒ 강화된 배출기준 적용, 40% 추가 감축
- 공정률 낮은 발전기 (9기) ⇒ 영흥화력 수준의 배출기준 적용

■ 신규 석탄발전소 ⇒ 원칙적으로 진입 제한

■ 중장기적으로 석탄발전기 발전량을 축소하는 방안도 검토

□ 대기환경보전법 하위법령 개정·공포(시행일 : '17.1.28)

- ◆ “미세먼지 관리 특별대책” 일환으로 건설중인 석탄발전소 (9기)에 대해 국내에서 가장 강한 배출허용기준 (영흥화력) 적용

| 구 분 | 황산화물(ppm) | 질소산화물(ppm) | 먼지(mg/Sm3) |
|-----------|-----------|------------|------------|
| 건설중 발전소 * | 25 | 15 | 5 |

* 당진에코파워 1,2호기, 신서천화력 1호기, 강릉안인화력 1,2호기
고성하이화력 1,2호기

Q5-1

건설 중인 발전소를 영흥화력 수준으로 배출허용기준을 정하는 것이 적정한가?

【답변】 영흥화력은 인천에 위치하여 수도권대기환경특별법의 적용을 받으며, 이는 LNG발전의 배출량과 유사한 수준이며, 석탄화력으로는 세계 최고수준이다

Q5-2

기존 발전소 성능개선을 추진하면 얼마나 효과가 있느냐?

【답변】 보일러, 터빈 등 주기기 및 환경설비 전체를 모두 최신의 것으로 바꾸는 성능개선이 아니라면, 임계압, 초임계압 기존 성능 및 발전소 구성 등의 물리적인 측면에서의 한계가 존재하여 신규로 USC발전소를 건설하는 것에 비해 효과가 떨어질 수 밖에 없다

Q5-3

신정부가 미세먼지와 관련하여 석탄화력에 대해 취하고 있는 입장은 어떻게 생각하십니까?

【답변】 정확한 원인 규명이 선행되어야 하고, 국가의 정책은 다양한 의견 수렴 등 과정을 거쳐 점진적인 변화과정을 거쳐야 한다. 세제 개편 등의 정부는 환경을 유도하는 측면의 역할을 수행하여 연착륙을 도와야지 작위적으로 사업 취소 등을 해서는 안된다

Q6 신규 석탄화력발전소의 대기오염 방지시설 투자규모는?

【답변요지】

정부의 미세먼지 관리 특별대책인 “석탄화력발전 대책회의(16.7월)” 결과를 적극 반영하여 정부에서 제시한 배출허용 기준보다 강화된 설계기준을 적용 하였습니다. 또한, 미세먼지를 포함한 대기오염 방지를 위해 최신의 고효율 탈황, 탈질, 집진설비 및 비산먼지 Zero화를 위해 석탄은 운송·저장을 밀폐 형으로 설치하는 것에 직접공사비의 20% 수준인 약 1조6천억원을 투자할 예정입니다.

□ 오염물질 관리기준

| 구 분 | | 먼지 (mg/m ³) | 황산화물 (ppm) | 질소산화물 (ppm) |
|-------------|---------|----------------------------|---------------|----------------|
| 당초 배출허용기준 | | 10 | 35 | 35 |
| 강화된 배출기준 | 영흥화력 수준 | 5 | 25 | 15 |
| | 설계 수준* | 5 | 15 | 10 |

□ 환경설비 개선내용 (약 2,000억 추가 투자)

| 구 분 | 탈황설비 | 탈질설비 | 집진설비 |
|-----|-----------------------|-----------|-------------------|
| 대상 | GGH Type | 촉매설치 단수 | 가스온도 |
| 내용 | Leakage → Non-Leakage | 2단 → 3단 | 저온 → 저저온 |
| 효율 | 97.5% → 98.5% | 84% → 94% | 99.945% → 99.963% |

□ 비산먼지 저감을 위한 밀폐형 운송·저장 설비



Q6-1

환경설비 개선 투자가 미비한 것이 아닌가? 더 나은 기술이 있는데도 비용 때문에 안하는 것 아닌지?

【답변】 현재 상용화된 기술 수준에서는 가장 고도의 기술을 적용한다는 계획이며, 향후에도 신기술이 상용화되면 투자를 이어나갈 것이다

Q7 신규 석탄화력발전소를 LNG발전으로 전환할 수 있는가?

【답변요지】

LNG 발전으로 전환할 경우 그 동안 발전소 건설을 위해 시간과 비용을 투입한 설계자료 등 성과물들을 활용할 수 없으며, 제 8차 전력수급 기본계획 반영 및 발전사업허가 신규 취득 등 별도 사업으로 다시 시작해야 합니다.

또한, 상대적으로 비싼 연료비로 인해 전기요금 인상이 불가피하고, 동일한 용량으로 발전소를 건설할 경우 이로 인한 경제활성화 및 고용창출 효과가 적습니다.

□ 전기요금 인상

- ◆ 우리나라 전체 발전량 가운데 원자력·석탄화력 비중은 60% 내외로 LNG·신재생 에너지 비중이 높아지면 전기요금 인상 압박이 거세지는 구조임

| 구 분 | 원자력 | 석탄 | LNG | 유류 |
|------------------|-----|----|-----|-----|
| 연료비단가 (원/kWh) | 6 | 47 | 96 | 148 |

[연료원별 단가 (17.3월)]

□ 경제활성화 효과 감소

- ◆ 금번에 건설 예정인 석탄화력 발전소는 약 18조원에 달하는 주요 설비와 기자재 공급 및 건설 등 대부분을 국내 기업이 수행하므로 내수경기 활성화와 고용증진에 기여할 수 있으나,
- ◆ LNG 발전소의 주 설비는 대부분 외국 업체(GE/ SIEMENS/MHI 등) 로부터 수입할 수 밖에 없고, 총 투자비도 석탄화력발전의 절반수준으로 정부의 경제활성화 정책에 부응할 수 없고 내수경기도 위축시키는 결과를 초래할 수 있음

□ 고용효과 감소

- ◆ 석탄화력발전은 항만, 하역, 환경설비, 석탄이송 설비 등 부대설비가 많아 운전 및 정비 연관산업의 고용효과가 높으나, LNG 발전으로 대체할 경우 고용효과가 낮음

※ 석탄화력발전소 건설시 (1000MW급 2기) : 건설소요인력 연인원 250만명, 운영시 1,200명 고용

LNG발전소 건설시 : 건설소요인력 연인원 90만명, 운영시 180명 고용

Q7-1 미국 셰일가스 싼데? 비싸다니 무슨 소리냐?

【답변】 미국의 셰일가스를 국내에 수입하기 위해서는 액화기술, 보관기술, 운반선을 통한 이동 등 부대비용이 추가되어 비싸다

Q7-2 신규 석탄 중단으로 인한 전기요금 인상이 언론을 통해 1만 4천원 등으로 보도되는 등 그 상승효과가 크지 않은데?

【답변】 국내 제조업의 원가 상승으로 인한 소비자 물가상승 및 수출기업의 경쟁력 약화 등을 고려하여야 한다. 또한, 현재 가동 폐쇄 또는 신규 건설 중단이 확정 단계에 이른 원자력 발전도 고려하여 전기요금 인상폭을 생각한다면 현 수준 보다 크게 인상될 수 밖에 없다.

Q7-3 에너지원별 차이는 세금 때문 아니냐, 석탄에 더 많은 세금을 붙이면 LNG발전이 더 싸지는 것 아니냐?

【답변】 석탄은 발전용 에너지원으로 뿐만 아니라 다양하게 사용되고 있는 것으로 이와 관련된 세금 역시 면밀한 검토가 필요하다

Q8 발전사업허가를 취소하면 무슨 문제가 있는가?

【답변요지】

사업추진이 상당히 진행된 상태 (공정률 10~20%)에서 정부의 정책 변경으로 발전사업 허가취소 시 재산권 등 권리 침해는 물론 국가 정책에 대한 신뢰성 훼손 및 법적 안정성 저해가 우려되며, 사업자를 비롯한 연관 사업자의 막대한 손실발생 뿐만 아니라, 지역경제 활성화에 대한 기대이익 상실로 지역사회에 파장도 우려됩니다.

□ 법적 분쟁 발생

- ◆ 정부에서 사업자의 투자비용에 대해 보상을 한다 하더라도, 장부상 직접적 투입 비용 외 사업의 진행을 전제로 사업 관련자간에 기 집행한 간접적인 비용 등 막대한 매몰 비용이 발생할 것이며, 결과적으로 법적 소송 등으로 인해 정부와 사업자 모두에게 부담이 될 수 있음

□ 발전사업자 및 연관 사업자에게 막대한 손실 발생

- ◆ 신규 민간석탄사업자들의 종합공정률은 11~20%수준으로 기 집행금액 약 2조원의 손실이 예상되며 기자재 공급사 및 건설관련 기업 등 사업 파트너사도 기회 손실이 불가피

□ 지역사회의 경제 활성화 효과 상실

- ◆ 발전소 건설 및 운영에 따른 전력산업기반기금, 지역자원 시설세, 직간접 제세 등 약 1조 7천 억원 상당의 지역 경제활성화 효과를 상실

□ 지역사회 파장

- ◆ 지역업체의 발전소건설 사업참여 기회, 지역협력사업 등의 사업 무산으로 지역사회에 막대한 파장을 초래

Q8-1

석탄 역시 수입에 의존하는 만큼 공급업체나 국가의 정책에 따라 연료조달 비상상황은 똑같이 발생할 수 있는 것이 아닌가?

【답변】 천연가스와는 달리 공급원이 다양하고 (국가도 많고 업체 많다), 답합 등 공급자 일방의 가격결정이 어렵다.

Q9 석탄화력발전은 전력안보 차원에서 반드시 필요한가?

【답변요지】

우리나라의 전력생산에 사용되는 유연탄, LNG, 석유, 우라늄은 100% 수입에 의존하고 있으며, 유럽연합과 달리 국가간 전력망이 고립되어 있어 전력안보 차원에서 안정성 확보가 필수입니다.

특히, 특정 국가에서 생산되는 LNG 발전에만 의존할 경우 연료조달 비상 상황시 대규모 정전(Black Out) 위험이 있어 균형 잡힌 전원구성이 필요합니다.

또한, 원자력, 석탄을 신재생에너지로 대체할 경우 전기요금은 최소 5배 상승하고 전력수급 불안정성이 가중될 것으로 예상됩니다.

□ 「에너지 자립도」가 낮은 우리나라 현실상황에서 적정규모의 석탄화력 필요

- ◆ 2014년 기준, 우리나라는 OECD 34개국 중 룩셈부르크, 일본에 이어 3번째로 에너지 자립도가 낮으며, 특히 발전에 사용되는 LNG, 석유, 우라늄, 유연탄은 100% 수입에 의존

□ LNG 대비 석탄화력발전의 장점

- ◆ ① 가격변동성이 낮고 ② 유가폭등 시 전력요금에 미치는 영향이 적으며
③ 다원화된 국가별 연료공급처로 인해 국제적 수급위기 상황에서도 안정적 조달 가능

□ 태양광, 풍력발전은 설치장소 제약, 기상 의존도 등 감안시 단기간 내 기저 발전을 대체하기에는 불가능할 것으로 예상됨

- ◆ 석탄화력 1GW를 태양광발전으로 대체할 경우 여의도 면적의 약 7배인 2천만㎡가 필요하며, 산지가 많고 아파트 58.4%와 다세대주택 12.6%로 구성되어 있는 우리나라는 매우 제한적임
- ◆ 태양광발전 이용률 15%, 육상 풍력발전 이용률 23% 인 점을 고려하면 기저발전 용량의 5배 규모와 에너지저장장치(ESS) 설치 필요

□ 석탄발전의 급격한 축소는 산업용 전기요금 상승으로 국가경쟁력 하락 요인

- ◆ 석탄을 고비용 발전기로 대체할 경우 산업체 제조원가 상승으로 물가상승 및 국가경제 저성장의 요인이 될 수 있음

※ 例) 포스코는 전력구입비용 연 1조원, 신일본제철주금은 자가석탄발전 운영

- ◆ 경쟁국인 일본의 경우 2030년 발전량기준 석탄화력을 26% 수준으로 유지 전망

□ 독일의 정전 위기 사례

- ◆ 친환경 에너지 정책을 추진중인 독일에서, 최근 기상으로 인해 발전량의 29%를 차지하는 풍력과 태양광 등 신재생 발전기들이 제 기능을 못해 국가 전력 예비율이 일시에 바닥나면서 '17년 1월 대규모 정전사태 위기 상황 발생
- ◆ 전력위기로 인해 기상 의존도가 높은 신재생에너지의 비중제한 필요성 인식 (계획된 6,000MW 규모의 풍력발전기 설치계획을 취소할 예정)

Q9-1

신재생 에너지 관련 기술이 계속 성장하고 있는데, 효율도 상승하고 원가도 떨어지면 연료비용이 들지않는데 더 좋은 것 아닌가?

【답변】 관련 기술 및 환경이 뒷받침 되어야 가능하나, 현재로서는 그 한계가 명확하여 기저발전의 역할을 수행할 수는 없다. 또한, 해가 뜨지 않는 밤이나 바람이 불지않는 시간대에도 상시 전력공급을 위해서는 ESS가 필수적인데 관련 기술은 충전과 방전시에 전력손실이 상당하여 외려 기존 신재생에너지의 효율을 더 떨어뜨리는 상황이다.

Q10 주요 국가의 석탄화력발전에 대한 장기전략은?

【답변요지】

2014년을 기준으로 우리나라의 석탄화력 발전비중은 39%, 미국과 일본은 각각 40% 및 34% 수준을 기록하였습니다. 독일의 경우에는 탈원전 정책 영향으로 석탄발전량 비중 45.4%를 유지하였습니다. 특히, 에너지 자립도가 우리나라와 유사한 일본의 경우에는 안정공급, 경제성, 환경부하를 전원믹스의 목표로 설정하여 2030년 발전량기준 석탄화력 26%를 유지할 전망입니다.

□ 일본의 전력정책(2030년 기준) : 석탄발전량 26% 유지,

- ◆ 기저전원 비율을 확대하여 전기요금 안정화에 주력
- ◆ 장기적으로 석탄화력의 일정비율 유지(2004년 이후 24% 이상 유지 중)
- ◆ 석탄화력의 고효율화를 통해 환경부하의 감소와 양립시키면서 유효한 활용

| 원전 | 석탄 | LNG | 재생에너지 | 합계 |
|--------|-----|-----|--------|--------|
| 20~22% | 26% | 27% | 22~24% | 100.0% |

[2030년 일본의 전원별 발전량 비중, 출처 : 일본자원에너지청 『장기에너지 수급전망 골자(안)』, 2015, p68]

□ 중국의 석탄화력발전 건설정책 (중국정부, 『에너지발전 13.5계획 최종안』, '16.11월)

- ◆ 석탄화력 발전설비 용량 증설계획 : 2015년 900GW → 2020년 1,100GW
(석탄화력발전소 400여개 추가 증설)

※ 한국 석탄화력 발전용량 증설계획 : 30GW (2015년) 43GW (2021년)

□ 국가별 전기요금 비교

<단위 : 원/kWh>

| 기준년도 | 한국 | 일본 | 미국 | 영국 |
|------|--------|--------|--------|--------|
| 2011 | 90.32 | 249.80 | 115.21 | 176.83 |
| 2012 | 99.10 | 242.21 | 111.22 | 149.89 |
| 2013 | 106.33 | 218.73 | 110.38 | 190.69 |
| 2014 | 111.28 | 209.00 | 110.05 | 200.62 |

[출처 : 한국전력공사 『KEPCO in Brief』 2012~15]

Q10-1

외국의 사례를 보면 석탄발전을 줄이는 추세인 것은 분명한 사실이 아닌가?

【답변】 외국의 경우, 수명이 다한 석탄발전을 폐쇄하는 등의 방식으로 줄여나가고 있으며, 각 국가별로 적정 비율의 석탄 발전량을 유지하기 위한 발전설비 투자 및 효율성, 환경성을 개선하는 기술 연구도 지속하고 있다