

2014. 3. 20 | 제 345 호 |

생존자원 석탄의 미래 그리고 석탄기금

- 김종민(원장)
- 이원학(부연구위원)

강원발전연구원
RESEARCH INSTITUTE FOR GANGWON

RIG

2014. 3. 20 | 제 345 호 |

생존자원 석탄의 미래 그리고 석탄기금

- 김종민(원장)
- 이원학(부연구위원)

에너지는 식량이나 물과 함께 없어서는 안 될 필수 생존자원이다. 경제가 발전하고 삶의 질이 높아지면서 에너지 소비가 급격히 증가하고 있다. 1981년 1인당 에너지소비량은 1.18TOE였으나 2012년에는 5.57TOE로 5배나 증가했고, 앞으로도 지속적으로 늘어날 것이라고 한다. 우리나라 에너지의 소비는 산업분야가 61.6%, 가정 및 상업분야 18.2%, 수송분야 17.9% 그리고 공공분야가 2.3%를 각각 차지하고 있다.(TOE - Ton of Oil Equivalent는 석유환산톤을 말하며, 1TOE는 1,000만kcal에 상응하는 열량으로 원유 1톤의 발열량과 같다.)

1차 에너지의 공급은 석유가 제일 커서 39.1%를 차지하며, 석탄은 29.1%로 두 번째로 크다. 전력생산원으로는 39.5%를 차지하는 석탄이 제일 크고, 원자력은 30%로 2위에 해당한다. 강원도 탄광지역에서 생산된 석탄은 지난 60년 간 구공탄, 조개탄의 형태로 국민생활에너지를 해결해 왔다. 최근 전력 생산에 쓰이는 석탄이나 우라늄은 물론 수송용, 산업용, 가정용으로 쓰이는 석유나 천연가스 모두 전량 수입되고 있다. 석유나 가스는 상당량이 비축되고 있으나, 석탄은 제대로 비축이 추진되지 않아 에너지 안보 측면에서 일부 허점을 드러내고 있다.

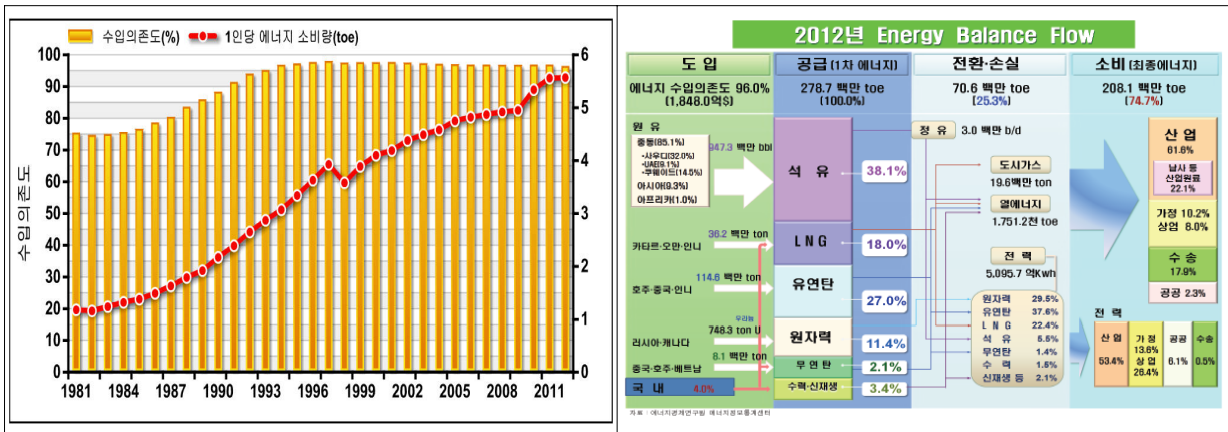
그 동안 면세되어 온 발전용 석탄에 대해 정부는 올 7월부터 과세를 통해 전기 소비 줄이기에 나설 계획이다. 대체관계에 있는 LNG, 등유, 프로판 가스 등의 세율은 낮추어 소비 촉진을 유도하게 된다. 일련의 에너지과세 조정을 통해 연간 6천억 원의 세수가 늘어나게 되는데, 자원 활용과 관련하여 에너지복지 등 많은 논의가 이루어져 왔다. 지금까지 에너지 복지는 저소득층 중심으로 전개되어 왔으나, 앞으로는 에너지가 필수재인 점을 고려하여 국민 모두에게 깨끗한 에너지를 저렴하게 공급한다는 에너지기본권 차원에서의 진화가 필요해 보인다.

에너지 지하자원이 없는 우리에게 석탄은 석유와 같이 필수 불가결한 존재이고, 비중과 역할은 지대하다. 석탄에 대한 과세로 마련되는 재원을 석탄기금으로 우선 총당하는 것은 지극한 순리이다. 석탄의 미래를 위하여, 에너지기본권을 위하여 풀어야 할 과제들이 많기 때문이다. 북한 석탄자원 협력, 석탄 되메우기, 석탄 에너지 실증연구, 석탄화학산업 육성, 석탄관리인력 양성, 석탄폐기물 재처리, 폐광환경 생태복원기술 개발, 석탄발전 온배수 활용, 강원도 폐광지역의 에너지산업지대화 연구 등등이 석탄기금의 활약을 기다리고 있다. 기금의 효과적 운용을 위한 통합 컨트롤 타워의 설립은 빠르면 빠를수록 도움이 클 것이다.

I. 국가 에너지 산업의 현재와 미래

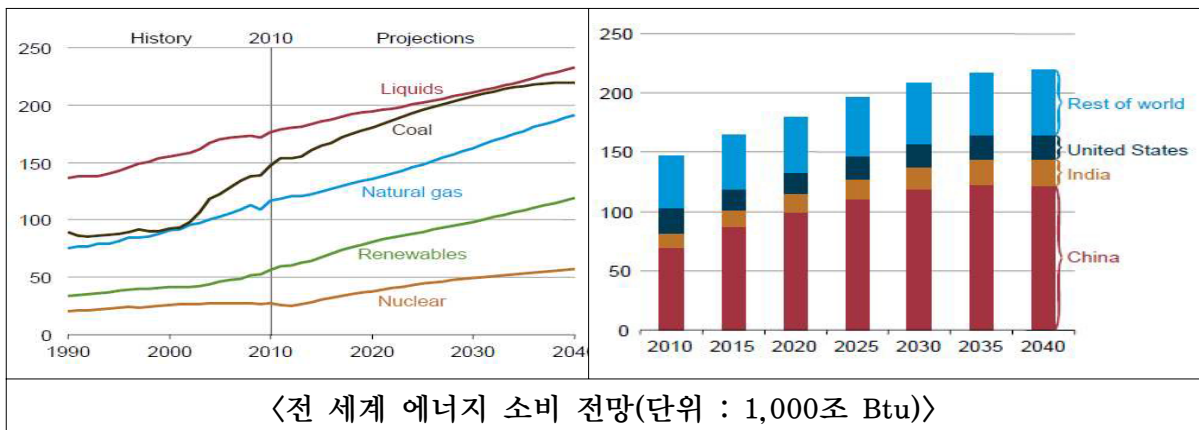
■ 에너지는 생존의 필수 자원

- 에너지는 생존자원으로 사회·경제가 성장하면서 소비량이 지속적으로 성장
 - 1인당 에너지 소비량 : 1981년 1.18toe → 2012년 5.57toe로 5배 증가
 - 1차에너지 소비량 : 1981년 45,718천toe → 2012년 278,698천toe로 6배 증가

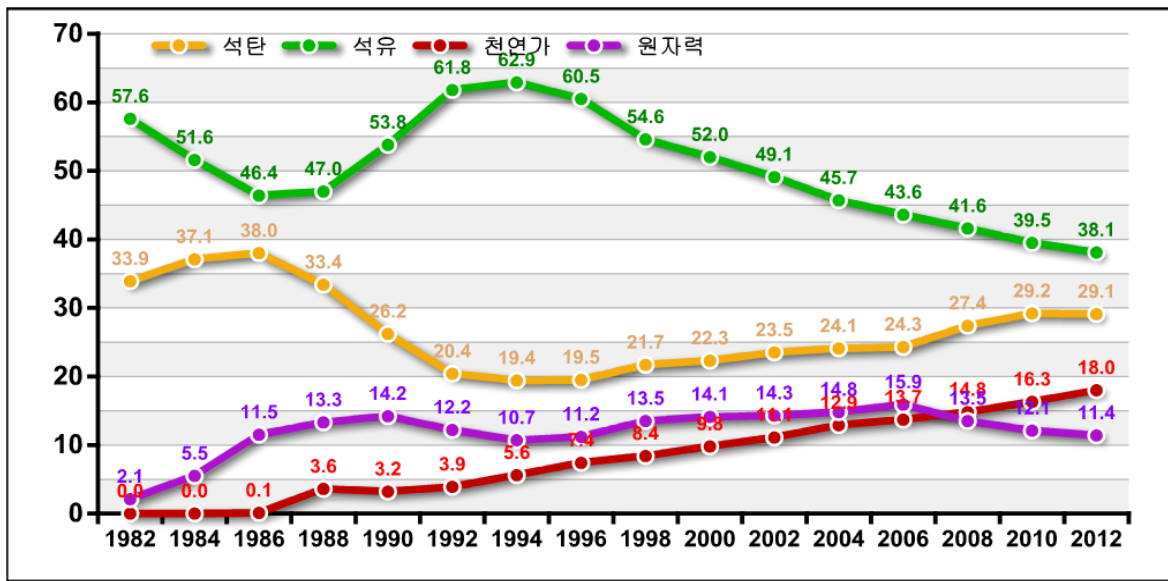


■ 석탄은 현재와 미래의 중요한 에너지 자원

- 전 세계 에너지 소비량은 향후 30년 간 56% 증가가 예상되고, 화석연료가 지속적으로 80%를 책임질 것임. 중국, 인도 등의 경제성장으로 석탄이 핵심 에너지로 지속적으로 소비될 전망



- 석탄은 우리나라 에너지의 핵심자원 : 1차에너지원 중에서 석유 다음 높은 비중
 - 1980년대 중반 이전 국내 무연탄 공급 민생연료 → 1980년대 중반 이후 수입 유연탄 활용 전력 생산
 - 우리나라의 에너지원 중에서 석탄은 2012년 기준으로 발전설비 중 최대 규모로 용량 25,128MW로 30.7%, 발전량 200,482GWh로 39.4%를 차지



- 제2차 국가에너지기본계획(2014)에 따르면 석탄의 소비는 지속적으로 증가
 - 석탄 화력발전소 설비규모는 2012년 25,128MW 규모에서 2027년 45,394 MW로 81% 증가가 예상되고 있음

| 〈총에너지 전망(단위 : 백만toe)〉 | | | | | | 〈2012년 기준 발전설비(MW) 및 발전량(GWh)〉 | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|------------|--------------------------------|---------|---------|--------|-------|--------|---------|-------|---------|-------|-------|-------|------|--------|-------|------|--------|
| 구분 | 2011 | 2025 | 2030 | 2035 | 연평균 증가율(%) | 원자력 | 석탄 | LNG | 석유 | 양수 | 신재생 | 합계 | | | | | | | | | | |
| 석탄 | 83.6 (30.3%) | 100.2 (28.3%) | 107.7 (29.1%) | 112.4 (29.7%) | 1.24 | 20,716 | 25,128 | 21,885 | 5,293 | 4,700 | 4,084 | 81,806 | 25.3% | 30.7% | 26.8% | 6.5% | 5.7% | 5.0% | 100.0% | | | |
| 석유 | 105.1 (38.1%) | 111.0 (31.3%) | 107.1 (29.0%) | 101.5 (26.9%) | △0.15 | 150,623 | 200,482 | 126,358 | 15,610 | 3,675 | 11,632 | 508,380 | 29.6% | 39.4% | 24.9% | 3.1% | 0.7% | 2.3% | 100.0% | | | |
| 천연가스 | 46.4 (16.8%) | 64.8 (18.3%) | 69.8 (18.9%) | 73.3 (19.4%) | 1.93 | 〈2027년 전원구성비 전망〉 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 수력 | 1.7 (0.6%) | 1.7 (0.5%) | 1.9 (0.5%) | 2.0 (0.5%) | 0.70 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 원자력 | 32.3 (11.7%) | 59.6 (16.8%) | 65.3 (17.7%) | 70.0 (18.5%) | 3.28 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 신재생기타 | 6.6 (2.4%) | 16.8 (4.7%) | 18.0 (4.9%) | 18.8 (5.0%) | 4.44 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 합계 | 275.7 | 354.1 | 369.9 | 377.9 | 1.32 | 정격용량 (MW) | 35,916 | 45,394 | 31,794 | 1,249 | 4,700 | 32,014 | 7,434 | 158,502 | 22.7% | 28.7% | 20.1% | 0.8% | 3.0% | 20.2% | 4.7% | 100.0% |

■ **중요한 자원은 미래를 위한 비축 필요**

- 국가의 주요 에너지원인 석유, 석탄, 천연가스는 앞으로도 지속적으로 활용될 예정임. 이 중 석탄은 전력 생산의 핵심으로 지속적으로 소비가 증가할 것임
- 화석연료의 경우 국제적인 소비 증가로 지속적으로 가격이 증가하고 있고, 향후에도 가격 상승과 수급 불안정이 발생할 수 있을 것임
 - 석탄의 경우 최대 생산국이자 소비국인 중국의 수입량 증가가 지속적으로 이루어질 것임(2010년 0.48억 톤 → 2011년 1.90억 톤 → 2012년 2.89억 톤)
 - ※ 세계 석탄생산량 78.31억 톤(2012년) : 중국 35.49억 톤, 미국 9.35억 톤, 인도 5.95억 톤 등
 - ※ 주요국 수입량(2012년) : 일본 1.84억 톤, 인도 1.60억 톤, 우리나라 1.25억 톤

| | 1981 | | 1996 | | 2012 | |
|---------|-------------|---------|-------------|----------|-------------|----------|
| | 수입량 | 단가 | 수입량 | 단가 | 수입량 | 단가 |
| 석유 | 182,814천 배럴 | 35.57달러 | 721,927천 배럴 | 20.11달러 | 947,292천 배럴 | 112.79달러 |
| 석탄(유연탄) | 7,245천 톤 | 66.80달러 | 45,924천 톤 | 49.82달러 | 114,645천 톤 | 124.04달러 |
| 천연가스 | - | - | 9,258천 톤 | 202.85달러 | 36,184천 톤 | 756.25달러 |

- 오일쇼크 이후 가격 인상 및 수급 불안정에 대비하기 위해 석유와 천연가스의 비축을 추진. 전력생산의 핵심인 석탄의 비축은 이루어지지 않아 미래 안보를 대비해 비축 정책의 도입이 필요

| 2012년 기준 구성비 | 발전용 (전력생산) | 산업용 (제조업) | 민생용 (가정·상업, 수송 등) | 비축 추진 여부 |
|--------------|---------------|--------------|----------------------|----------|
| 석유(38.1%) | | ● | ● | ●(216일분) |
| 석탄(29.1%) | ● | ● | | |
| 천연가스(18.0%) | ● | | ● | ●(40일분) |

주 : 천연가스의 경우 2027년까지 연간 소비량의 21%를 저장할 계획

- ⇒ 기존 강원도에서 생산된 무연탄 산지에 석탄 퇴매우기를 통해 비축을 추진하고 이를 통해 미래 안보를 대비하고, 일자리 창출을 추진할 필요가 있음
- ⇒ 석탄 비축과 더불어 석탄 소비의 가장 문제점인 환경오염과 효율 개선을 위한 기술개발을 통해 깨끗하고 효율적인 미래 에너지로 적극 활용 추진

II. 발전용 유연탄 과세와 석탄기금의 마련

■ 개별소비세를 통한 발전용 유연탄 신규 과세 추진

- 정부는 세금이 부과되지 않고 있는 발전용 유연탄에 대해 2014년 7월부터 개별소비세법을 통해 과세하기로 하였음
 - 전기와 다른 에너지 간의 상대가격을 개선하여 전기 소비를 줄이고, 대체 관계에 있는 LNG·등유·프로판 소비를 유도하기 위함
- 개별소비세법에서는 유연탄에 24원/kg의 과세금액을 적용하기로 하였고, 동법 시행령을 통해 5,000kcal/kg 이상에는 19원/kg, 5,000kcal/kg 미만에는 17원/kg을 탄력세율로 적용
- 2012년 기준으로 국가 전력생산의 42.1%를 차지하는 유연탄은 79,136천 톤 수입되고 발전용으로 사용되고 있음
 - 발전용 유연탄에 18원/kg의 세율 적용을 가정했을 경우 연간 1조 4,244억 원 신규 세수 발생이 예상되며, 향후 유연탄을 통한 발전량 증가(신규 대규모 석탄화력발전소 건설 중)에 따라 세수의 지속적 증가가 예상됨
- 전기와 대체관계에 있는 LNG, 등유, 프로판 세율인하로 8,021억 원의 세수 감소 발생

| | 탄력세율 | 년간 소비량(2012년 기준) | 세수 감소분(2012년 기준) |
|-----|---------------------------------|------------------|------------------|
| LNG | 60원/kg → 42원/kg | 38,485천 톤 | 약 6,927억 원 |
| 등유 | 90원/리터 → 63원/리터 | 22,009천 배럴 | 약 944억 원 |
| 프로판 | 20원/kg → 14원/kg (가정·상업용에 한함) | 18,422천 배럴 | 약 150억 원 |

주 1 : 1배럴 = 158.9리터

주 2 : 프로판 1배럴 136kg 가정(에너지통계연보 원유의 질량 환산 내용 적용)

- 유연탄 신규 세수와 기존 연료의 세율 인하에 따른 세수 감소를 바탕으로 했을 때 신규 세수 약 6,223억 원이 발생, 신규 세수 활용방안 검토가 필요

■ 유연탄 관련 세수 증가 → 석탄기금 마련 → 석탄 에너지 기술 진보

- 새롭게 발생하는 약 6,223억 원의 세수를 정부는 에너지 복지를 위한 예산으로 활용할 예정으로 있음
 - 에너지복지법 제정이 추진 중에 있고, 소득 지원, 가격 지원, 이용효율 개선 지원 등 에너지 복지 사업이 운영 중에 있음
 - 2011년 기준 지식경제부의 에너지복지 정책을 살펴보면 총 5,574억 원이 투입됨. 이 중 39%인 2,173억 원 정도의 국가 재정이 투입¹⁾

| | |
|-----------------|------------------------------------|
| 저소득층 에너지효율 개선사업 | 2012년 295.8억 원 |
| 난방유 지원사업 | 2012년 129.6억 원(2012. 10 ~ 2013. 3) |
| LPG 지원사업 | 2012년 16.6억 원(2012. 10 ~ 2013. 3) |
| 전기요금 지원사업 | 2012년 2.1억 원 |
| 도시가스요금 지원사업 | 2012년 1.8억 원 |

⇒ 에너지는 인간의 삶에 필수적인 요소로 다양한 방법으로 에너지를 지원해 주는 제도를 마련하여 운영하고 있음. 우리나라는 2006년 한국에너지재단을 설립하여 정부 주도의 에너지복지사업 추진 중

- 에너지는 모든 국민이 필수재적 특징을 갖고 있기 때문에
 - 단기적으로 저소득층에 대한 직접적인 지원을 생각해 볼 수 있지만
 - 장기적으로는 석탄기금 마련을 통해 에너지 관련 연구개발을 활성화하여 더 저렴하고, 깨끗하게 에너지를 전 국민에게 제공하는 것이 중요함

⇒ 유연탄 관련 세수의 일부를 석탄연구 기금으로 활용해 에너지 분야 인력양성, 청정석탄기술 개발, 석탄 화력발전소 효율 개선, 오염물질 배출 저감, 해외 자원개발 역량 강화, 석탄 비축 등 다양한 석탄 에너지 분야에 활용 추진

1) 에너지경제연구원의 에너지빈곤의 현안과 향후과제(2011, 정의용) 인용. 시설제품 지원, 요금할인, 연료비 지원으로 구분되는데 전기요금과 가스요금 할인이 높은 비중을 차지. 다음으로 생계급여에 포함되는 광열비 지원이 높게 나타나고 있음

Ⅲ. 석탄기금 활용 방안

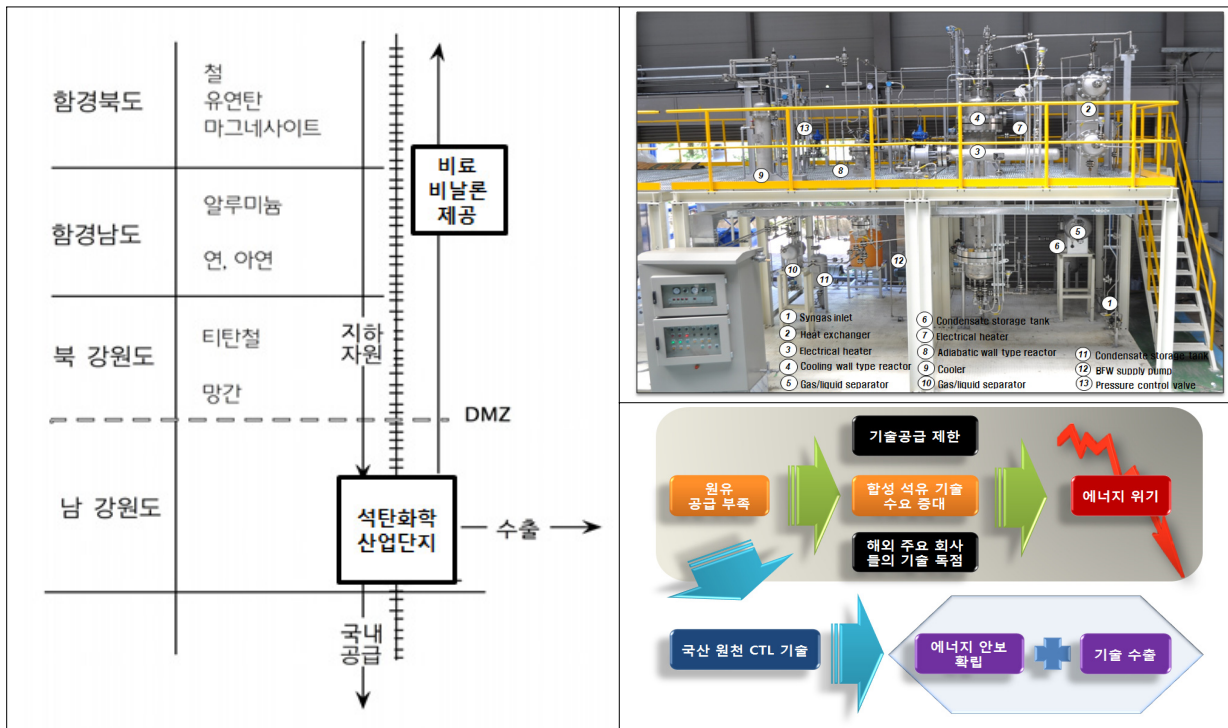
- 발전용 유연탄으로 발생하는 세수를 저소득층 에너지 복지에 활용하는 것과 더불어 보편적 에너지 복지 실현을 위해 국가의 핵심 에너지 자원으로 활용되는 석탄 분야의 다양한 문제를 해결하는 데 적극적으로 활용 추진
- 에너지법 제4조 제5항에는 “국가, 지자체 및 에너지공급자는 빈곤층 등 모든 국민에 대한 에너지의 보편적 공급에 기여하여야 한다”고 규정. 또한 에너지 복지를 국민의 기본권으로 확대 추진(제2차 에너지기본계획, 2014)
 - ⇒ 단기적으로는 저소득층 에너지 지원을 강화하고
 - ⇒ 장기적으로는 에너지 기술 역량강화를 통해 보편적 에너지 복지 실현

| | |
|---------|---|
| 활용방안 1 | 남북 자원 협력의 핵심 석탄 |
| 활용방안 2 | 석탄 되메우기를 통한 국가 에너지 안보 확보 |
| 활용방안 3 | 해외 석탄 개발을 통한 안정적 공급원 확보 |
| 활용방안 4 | 석탄 에너지 실증 단지 조성을 통한 연구역량 강화 |
| 활용방안 5 | 석탄 에너지 고급 인력양성 기반 : 에너지대학원대학교 |
| 활용방안 6 | 석탄 탐사, 채탄, 비축 등 현장형 인력 양성 : 석탄아카데미 |
| 활용방안 7 | CO ₂ , 황산화물, 회재 등의 재활용 기술 개발 |
| 활용방안 8 | 폐광지역 생태환경 복원 : 오염토양, 갭내수, 경관복원 |
| 활용방안 9 | 석탄화력 발전소 온배수 활용 : 열난방, 온실농업, 수산양식 |
| 활용방안 10 | 석탄연구개발 및 인력양성을 총괄하는 석탄에너지센터(K-Coal) 설립 |

석탄 에너지 기술 개발 및 인력양성을 통한 보편적 에너지 복지 실현

합용방안 1 남북 자원 협력의 핵심 석탄

- 북한에는 무연탄 45억 톤과 갈탄 160억 톤 등 1,347조 원의 석탄 자원이 매장된 것으로 평가되고 있음(세계 10위의 석탄매장 국가)
 - 북한은 석탄을 이용해 전력, 제철, 비료, 비날론, 군수, 난방연료 등에 에너지를 공급하고 있음
 - 1988년 68백만 톤 생산에서 2011년 35백만 톤 생산으로 급감.²⁾ 일부에서는 2013년 70백만 톤 생산으로 추산하고 있음
 - 2012년 북한의 중국 석탄수출량이 1,180만 톤으로 급격하게 증가(2008년 253만 톤)
 - 북한의 경우 선진국들이 대부분 석유화학 산업을 추진하는 것과는 다르게 석탄화학 산업을 육성
 - 북한의 풍부한 갈탄과 무연탄을 활용한 제철, 비료, 비날론 생산 기술 및 생산기반을 구축
- ⇒ 앞으로 북한의 풍부한 석탄 자원을 활용한 화학산업 육성을 통해 석유 이후의 화학 산업을 대비하고, 남북 협력 사업의 핵심으로 육성 추진



2) <http://www.indexmundi.com>

합용방안 2 석탄 되메우기를 통한 미래 에너지 안보 확보

- 연간 12,604만 톤이 수입되어 8,000만 톤(22만 톤/일)의 발전용 유연탄이 소비되지만, 국가 에너지 안보에 대비한 비축이 추진되고 있지 않음
 - ※ 석유 216일분 비축, 천연가스 11% 비축('27년 21%까지 확대 예정)
- 강원도 지역에 산재한 석탄 및 석회석 광산(노천 및 동굴)을 적극 활용한 석탄 터미널과 비축 시설 구축
 - 석탄의 경우 노천 및 동굴형 석회석 탄광을 재활용하여 단기적 에너지 안보 및 장기적 미래세대 활용에 대비하는 시설로 적극 활용
 - 노천의 경우 비축 → 복토 → 관광자원으로 장기적으로 활용하고, 동굴의 경우 수시 입출입 시설 구축을 통해 에너지 가격 변화에 적극적으로 대응
- 동해안 석탄 터미널 조성을 통해 대규모 석탄 화력발전소 원료 공동 활용시 항만 건설 등의 비용 절감 가능

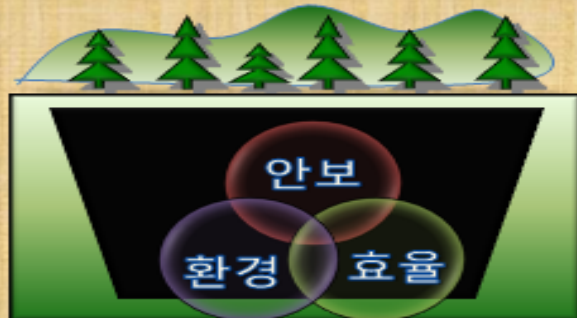


전문 비축기술 개발 및
융복합화를 통한
지역경제 활성화 추진

지상 저탄식 소량 비축
(현행)



미래세대를 위한
대량 매립식 비축



현 세대에겐 입자리름! 미래세대에겐 에너지름...

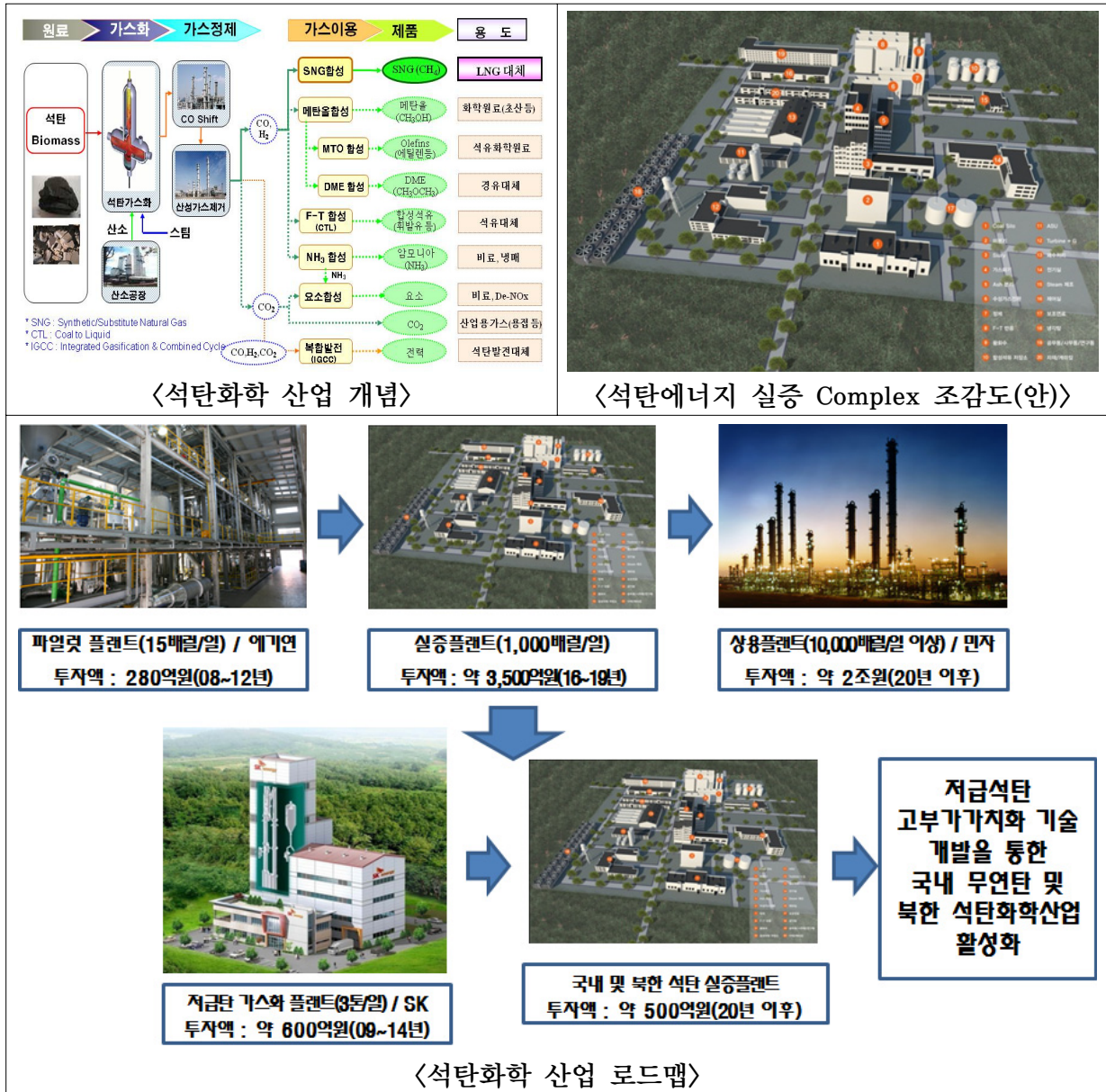
합용방안 3 해외 석탄 개발을 통한 안정적 공급원 확보

- 석탄은 전 세계 에너지의 30%, 전기 생산의 41%를 공급하는 핵심에너지 자원. 중국 전기의 81%, 인도 68%, 미국 43%, 독일 43% 등을 공급
 - 우리나라는 2012년 기준으로 세계 4번째 석탄 수입을 많이 하는 국가로 연간 126,036천 톤 수입되고 있음(유연탄 114,645천 톤, 무연탄 8,055천 톤, 기타 3,36천 톤)
 - 호주 42백만 톤, 인도네시아 37백만 톤, 캐나다 12백만 톤, 러시아 11백만 톤 등 60% 이상을 호주와 인도네시아에 의존
 - 2012년 세계 석탄생산량은 78.3억 톤이고, 이 중 16%인 12.6억 톤 정도만 국제적으로 거래되고 있음
 - 중국 : 최대 석탄 생산국(35.5억 톤)이면서 최대 수입국으로 2.9억 톤 수입
 - 일본 : 전량 수입에 의존하는 제2위 수입국으로 1.8억 톤 수입
 - 인도 : 연간 6억 톤을 생산하면서 1.6억 톤 수입. 지속적 증가 예상
 - 한국 : 세계 4번째 수입국으로 약 1.3억 톤 수입
- ⇒ 주요 수입국가인 중국, 인도의 석탄 소비 증가로 향후 석탄 수급에 문제가 발생할 수 있음. 지속적으로 해외 유연탄 자주개발률³⁾ 확대 필요
- ※ 유연탄 자주개발률 : 2003년 27% → 2012년 58%로 증가
- ⇒ 석탄 주요 생산국과의 기술협력 및 인적 교류 강화를 통한 장기적인 수급 전략 마련 필요. 특히 신규 개발도상국 등에게 석탄 관련 기술을 전수하고 이를 기반으로 협력을 강화할 필요가 있음

3) - 자주개발률은 우리 기업들이 국내외에서 개발, 생산하여 확보한 물량이 전체 수입물량에서 차지하는 비중을 의미
 - 자주개발률은 자원시장 교란 등 비정상적인 위기 발생시에 대비하여 총 수입량 대비 자국이 통제 가능한 자원확보량의 비율로서 에너지 안보 측정을 위한 최적 지표
 - 자원개발로 확보한 지분생산량(금액)/국내수입량(금액)×100

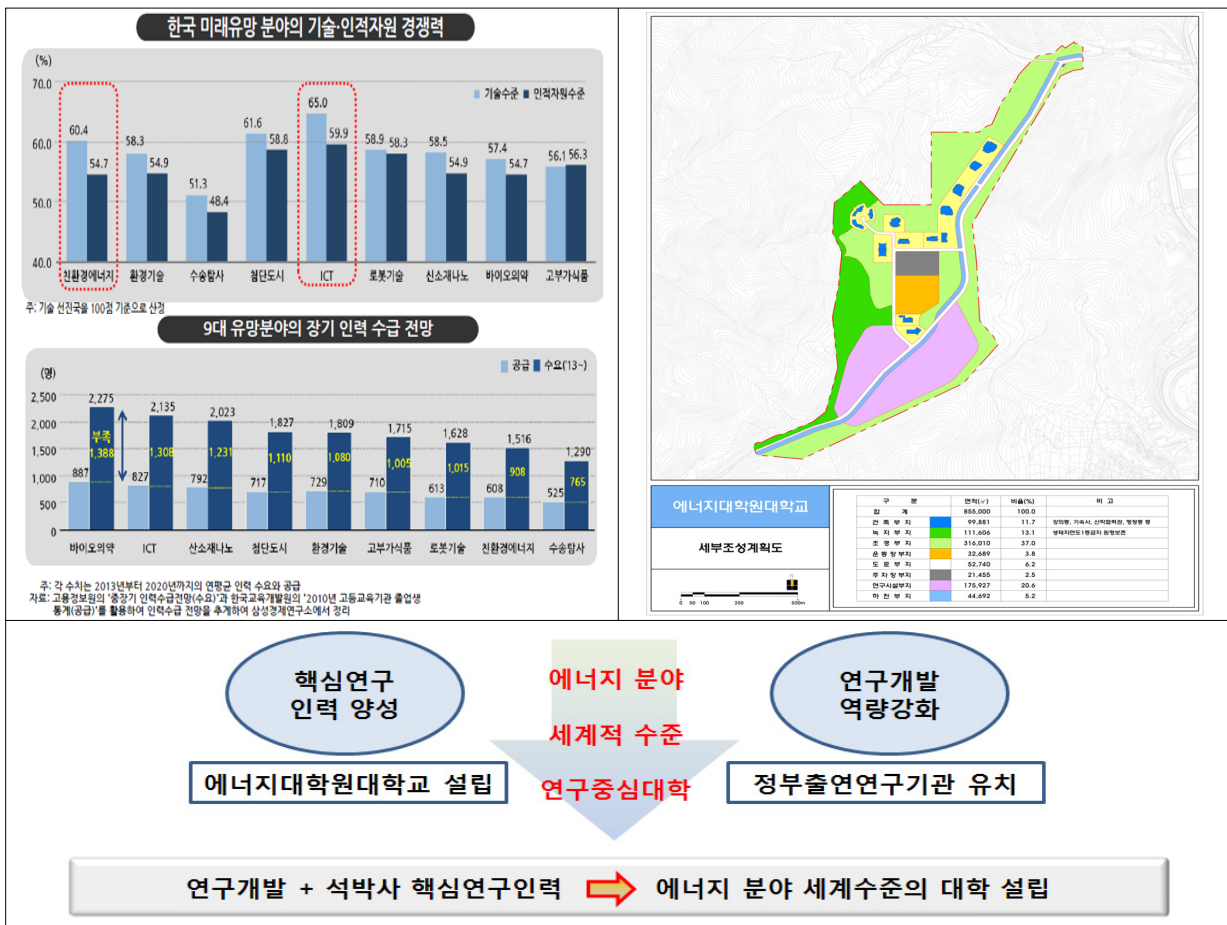
합용방안 4 석탄 에너지 실증 단지 조성을 통한 연구역량 강화

- 석탄의 가스화를 통해 다양한 용도로 활용하는 석탄화학 산업이 최근 주목을 받고 있음. 강원도는 과거 석탄 증가로서 미래 청정 석탄에너지 거점화 추진
- 2014년 수립된 2차 에너지기본계획에서 1,000배럴급/일 CTL 데모플랜트 실증, 300MW급 IGCC 실증 등 석탄을 청정화하여 사용하기 위한 투자 확대 예정
 - 강원도에 석탄 에너지 실증 단지 조성을 통한 연구기관의 집적화를 통해 시너지 효과 창출 및 석탄 연구 중점 육성 추진



합용방안 5 석탄 에너지 고급 인력양성 기반 : 에너지대학원대학교

- 2022년까지 박사급 과학기술 인력은 1만 2천 명 정도 부족한 것으로 전망되고 있음. 2022년까지 박사급 공학계열의 경우 2만 9천 명 공급되고, 4만 1천 명 수요가 발생되 약 1만 1천 명 정도 부족할 것으로 전망됨⁴⁾
- 삼성경제연구소의 2012년 조사 결과 우리나라 9대 유망분야 중에서 친환경 에너지의 기술수준은 60.5%, 인적자원 수준은 54.7%로 선진국에 비해 경쟁력 취약. 친환경에너지 분야의 경우 매년 900명 이상의 고급 핵심인재 부족이 발생⁵⁾
- 인력양성을 위한 에너지대학원대학교와 석탄 연구 클러스터를 집적화한 연구단지 조성을 통해 ⇒ 현장 중심의 융·복합 고급 인력 양성을 통한 에너지 산업 육성 추진




4) 2013~2022 과학기술인력 중장기 수급전망(미래창조과학부, 한국과학기술기획평가원, 2013)

5) 핵심인력 부족이 심화되는 미래유망 분야(2012, 삼성경제연구소)

합용방안 6 석탄 탐사, 채탄, 비축 등 현장형 인력 양성 : 석탄아카데미

- 숙련된 석탄 관련 기술을 지속적으로 유지 개발하기 위해 석탄아카데미 설립, 2060 해외탄광프로그램 등을 추진⁶⁾
 - 해외탄광 직접개발, 북한관계 개선 이후 북한탄광 개발, 석탄 비축 등에 대비해 인력양성 및 첨단기술 개발의 지속적인 유지가 필요
- 강원도 탄광지역에 관련 인력 및 기술 개발을 위한 석탄아카데미 설립 추진. 가행 탄광, 지역대학, 석탄 연구기관 등을 연계하여 기술인력 양성방안 수립이 필요
 - 국내는 물론 해외 석탄 매장 국가의 인력 교육 및 기술 전수를 통해 향후 우리나라의 석탄 분야 해외 진출 사업을 위한 교두보로 적극 활용
 - 탄광지역 석탄 전문가 → 국내외 신규인력 교육 → 국내외 탄광 현장 투입




| | | | | | | | | | |
|---|--|----|---|-------------|--|-------|---|-------------|--|
|  <p>〈석탄아카데미 실습 교육 장비〉</p> |  <p>〈신규 장비 개발〉</p> | | | | | | | | |
|  | <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 20%; text-align: center;">정부</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> ○ 석탄아카데미 기획 ○ 2060 프로젝트 기획 및 지원 ○ 관련 법규 및 규정 마련 </td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">강원도 + 탄광 시군</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> ○ 교육시설 제공 ○ 아카데미 운영, 지원 </td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">도내 대학</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> ○ 관련분야 교육프로그램 수립 ○ 교육시설 제공 </td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">석탄업계 + 석탄공사</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> ○ 강사, 실습장비, 실습장 제공 ○ 해외 석탄개발에 인력 활용 </td> </tr> </table> | 정부 | <ul style="list-style-type: none"> ○ 석탄아카데미 기획 ○ 2060 프로젝트 기획 및 지원 ○ 관련 법규 및 규정 마련 | 강원도 + 탄광 시군 | <ul style="list-style-type: none"> ○ 교육시설 제공 ○ 아카데미 운영, 지원 | 도내 대학 | <ul style="list-style-type: none"> ○ 관련분야 교육프로그램 수립 ○ 교육시설 제공 | 석탄업계 + 석탄공사 | <ul style="list-style-type: none"> ○ 강사, 실습장비, 실습장 제공 ○ 해외 석탄개발에 인력 활용 |
| 정부 | <ul style="list-style-type: none"> ○ 석탄아카데미 기획 ○ 2060 프로젝트 기획 및 지원 ○ 관련 법규 및 규정 마련 | | | | | | | | |
| 강원도 + 탄광 시군 | <ul style="list-style-type: none"> ○ 교육시설 제공 ○ 아카데미 운영, 지원 | | | | | | | | |
| 도내 대학 | <ul style="list-style-type: none"> ○ 관련분야 교육프로그램 수립 ○ 교육시설 제공 | | | | | | | | |
| 석탄업계 + 석탄공사 | <ul style="list-style-type: none"> ○ 강사, 실습장비, 실습장 제공 ○ 해외 석탄개발에 인력 활용 | | | | | | | | |

| 교육분야 | 교육내용 |
|----------------|---|
| 개발 타당성 평가 | - 해당국가의 법률, 정책 등을 검토하고 사업 추진의 경제성을 산출 |
| 채광 및 비축용 광산 설계 | - 도면 및 비축광산설계 전문 프로그램(3D)을 활용한 광산설계 기술 교육 |
| 지질조사 및 탐사 | - 탐사, 시추 기술, 토목지반조사, 환경물리 탐사 |
| 석탄분석 | - 탄질분석(수분, 회분, 휘발분, 유황 등의 성분 분석) |
| 비축 광산운영 | - 비축광산경영, 운영관리 등 |
| 광해 관리 및 방지 | - 광산배수, 오염토양의 정화 및 부산물 처리, 폐광 대책 등 |
| 생산설비 개발 및 제조 | - 채탄설비, 설계프로그램 제작 및 운영 |
| 청정석탄 기술 | - 청정석탄개발, 플랜트 개발 등 미래 석탄에너지 활용 기술 |

6) 석탄산업 경쟁력 제고 방안(지식경제부, 2011)

합용방안 7 CO₂, 황산화물, 회재 등의 재활용 기술 개발

- 석탄이 좋은 에너지 자원임에도 불구하고 환경적 피해 때문에 기피하고 있는 자원임 ⇒ 석탄을 청정하게 활용할 수 있는 기술개발은 석탄의 가치를 높일 수 있는 최선의 방법임
 - 환경오염의 핵심은 CO₂ 같은 온실가스 배출, 황산화물(SO_x)과 질소산화물(NO_x), 석탄 연소에 따른 회재 발생은 석탄 효율 향상과 함께 개발되어야 하는 환경오염 저감기술. 이들의 핵심은 자원을 재활용하는 것임
 - 이산화탄소를 친환경 플라스틱으로 재활용. 회재를 건축소재로 재활용
 - 2014년 수립된 2차 에너지기본계획에서 100MW급 이산화탄소 포집 실증, 국내 이산화탄소 저장 실증 등 CCS 상용화를 위한 연구개발이 지속적으로 진행
 - 2011년부터 10년 간 1,727억 원이 투입되어 KOREA CCS⁷⁾ 2020 사업이 추진 중
- ⇒ 이산화탄소뿐만 아니라 황 및 질소 산화물, 회재 등을 재활용하는 기술 확보 필요

| 기술구분 | 내용 | 예시 |
|------------------------------|--|---|
| 포집 (Capture) | 화석연료 배가스 중에서 CO ₂ 를 분리하는 기술로서 연소後, 연소前 및 연소中 포집기술로 구분 |  |
| 수송 (Transportation) | 고농도로 포집된 CO ₂ 를 탱크로리, 파이프라인, 선박 등을 통해 저장소 또는 전환 플랜트로 이송하는 기술 |  |
| 처리(저장, 전환 등) (Sequestration) | 이송된 CO ₂ 를 지중에 저장하거나 화학적·생물학적 방법을 통해 화학소재 또는 연료 등으로 전환·재활용하는 기술 |  |

7) Carbon Dioxide Capture and Sequestration(이산화탄소 포집 및 처리)

합용방안 8 폐광지역 생태환경 복원 : 오염토양, 갭내수, 경관복원

- 과거 국가 산업을 위해 추진된 석탄광산의 개발은 지역에 환경오염의 피해를 안겨 주고 있음. 2011년부터 3년 간 환경부에서 조사한 결과 광산 주변의 토양, 수질, 저질토 등이 환경기준을 초과한다고 발표되었음
- 지속적인 광해관리 대책의 추진에도 불구하고 폐석탄 및 폐금속 광산 주변의 토양 및 수질오염은 심각한 수준
- 폐광지역의 오염을 복구할 수 있는 플라즈마를 활용한 수질정화 기술 개발 완료. 이 기술은 향후 외국의 광해관리 및 물산업 시장에 진출이 가능한 산업으로 육성 가능
 - 1단계로 국내 폐갱수 및 토양처리 등에 활용하고, 2단계로 해외 수출형 광해관리 산업으로 육성 필요
 - 폐광산 환경개선 사업이 고부가가치 산업으로 성장하는 사례로 육성






처리 전 : 원수(광산폐수)

플라즈마 기술
+
천연 응집제





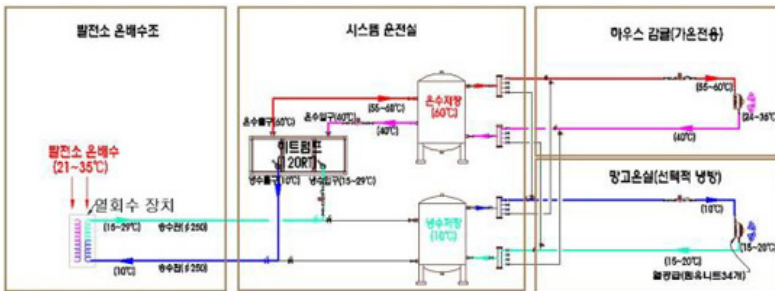
처리 후 : 처리수(200 ppm)

활용방안 9 석탄화력 발전소 온배수 활용 : 열난방, 온실농업, 수산양식

- 화력 및 원자력 발전소는 발전에 수반되는 엔진과 장비의 가열을 위해 많은 냉각수를 필요로 하고 온도가 높아진 온배수 하천 및 바다로 배출
 - 화력발전소는 투입된 열량의 40%가 전력으로 사용되고 나머지 60%는 버려지게 됨(폐열의 40%는 온배수, 20%는 배기가스 형태로 배출)
- 온배수는 자연수보다 연평균 7℃ 이상 높아 직접 배출시 생태계에 악영향을 줄 수 있음 ⇒ 유엔해양법협약(UNCLOS)은 온배수를 해양오염의 원인으로 규정
 - 우리나라 전체 1.3억 톤(1,000MW급 발전소 50~60톤/초) 배출. 온배수 배출에 따른 어민들과의 마찰로 사회적 비용 발생 증가
 - ⇒ 발전소 조성으로 기존 생활터전이 없어지는 지역 주민들과 상생발전 전략으로 온배수를 이용해 지역 난방, 농업 및 수산업에 친환경 에너지를 공급하는 기술개발 필요
- 온배수 폐열과 이산화탄소를 활용해 CO₂ Village 영농단지 시범사업, 어촌의 수산종묘배양장, 농업분야 시설원예단지 조성 등을 위한 기술개발 및 지원 사업을 추진할 필요가 있음

발전소 온배수이용 시설원에 시범단지

- 제주도 남제주화력발전소에서 발생하는 온배수 이용 열대작물인 망고 재배 시스템 구축
 - 시설하우스 5,265㎡, 히트펌프 120RT, 고압수전, 송배관 등 기반시설 설치
 - 사업비 : 7.5억 원(국고 40%, 지방비 40%, 자부담 20%)
 - 기대효과 : 기존 1억 원 정도의 난방기가 2천만 원 수준으로 80% 감소하였고, 적정온도 23℃ 유지 가능하였음
- 남부발전에서 연간 약 1.2억 톤의 온배수(약 9만 TOE) 제공



| 푸른농촌 희망찾기 사업장 | | | |
|-------------------------|---|-------|-------------------------|
| 사업명 | 신재생에너지 활용 시설원예단지 조성시범 | | |
| 사업장명 | 행복나눔영농조합법인 | 대표명 | 양신석 |
| 재배작목 | 망고, 시설감귤 | 참여농가수 | 7농가 |
| 사업비 | 750백만원 (국비40%, 도비40%, 자부담20%) | 사업규모 | 시설 5,265㎡ 히트펌프 120RT |
| 시범요인 | <ul style="list-style-type: none"> ▪ 발전소 온배수 에너지(제주 143천toe)를 활용하여 CO₂ 배출이 없는 시설원예 단지조성 ▪ 마량대과수, 난방비 절감(80%내외) | | |
| 제주특별자치도농업기술원 시범농업기술센터 | | | |



활용방안 10 석탄연구개발 및 인력양성을 총괄하는 석탄에너지센터 설립

- 일본의 JCOAL은 석탄의 개발과 수입 이와 연계한 제반기술, 문제점 해결, 인력양성 등 석탄과 관련된 전 분야를 총괄하는 석탄분야 최고 권위의 중심 기관
 - ※ JCOAL은 정부 지원금과 참여기관 보조금으로 재원을 마련하였고, 기존의 석탄협회, 석탄기술연구소, 석탄개발기술협력센터, 석탄이용종합센터 등이 결합되어 설립되었음
 - 석탄 관련 사업화 추진, 연구개발, 인력양성, 자원개발, 해외사업 등 종합적인 컨트롤 타워
- 우리나라에는 석탄과 관련하여 석탄공사, 광물자원공사, 발전사, 석탄협회 등 관련기관이 있지만, JCOAL과 같은 중심적 역할을 수행하는 컨트롤타워가 부재
 - ⇒ 앞으로도 석탄은 중요한 에너지로 가치가 높기 때문에 사양 산업이라는 인식에서 벗어나 적극적인 연구개발을 통해 청정하게 활용하는 노력이 필요
- 석탄수입량은 일본 184백만 톤(세계 2위), 우리나라 125백만 톤(세계 4위) 수준으로 일본 수준의 석탄 활용 기반 구축이 필요

| | | | |
|--|---|---|---|
|  <p>Programs for Coal Resources Development</p> |  <p>Promotion of Clean Coal Technology Development</p> | <p>Coal Energy Strategy</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 석탄자원(저열량탄) 에너지 활용 계획 ● 화력발전 관련 정책, 연구개발, 사업화 Network ● 석탄자원 Project Coordinate & Management | |
|  <p>Programs for Technology Transfer to Overseas</p> |  <p>Strategic Promotion of Prioritized Projects</p> | <p>Research and Development</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 저열량탄 연소기술개발 세계 최고기관 ● 신연소 적용기술(PC, IGCC, CFB 등) 확보 ● Drying, LOI, Simulator 등 발전설비 현안해결 ● 화력발전 석탄사용 total solution 제공 | |
|  <p>Information Collection and Sharing Advisory Activities</p> |  <p>Programs for Public Relations and Human Resources Development</p> | <p>Business Promotion</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 석탄DB 관리 및 제공을 통한 사업화 ● 기술개발을 통한 해외사업화의 촉진 ● SPC(발전사, 제작사, 금융) 등의 신규사업 모델 | |
| <p>〈JCOAL 현황과 역할〉</p> | | | <p>Human Resource</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 화력발전 전문인력 upgrade(예, 발전연소전공) ● 화력발전관련 국제 네트워크 형성(LRC Forum) ● 석탄연소관련 국내외 Education course 운영 |
| | | | <p>Resources Development</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 해외자원(예, Indonesia LRC) 공동프로젝트(MMP) ● 해외자원 탐사 분석 및 예측 기술 개발 ● 석탄의 분석기술을 이용한 탄광의 평가 |

IV. 석탄기금 마련을 위한 추진 방안

- 유연탄 과세에 따라 발생하는 세액의 10%를 석탄기금으로 조성하여 이를 체계적으로 운영하기 위한 K-COAL을 설립할 필요가 있음
- K-COAL을 중심으로 석탄 에너지 분야 연구개발 / 인력양성 / 수급 및 가격 안정화 / 환경오염 저감 등 석탄 관련 정책을 적극적으로 추진하여
- 모든 국민에게 깨끗하고 저렴하게 에너지를 공급함으로써 보편적 에너지 복지를 실현할 필요가 있음
- 석탄기금이 마련되어 석탄이 청정한 에너지로 지속적으로 활용될 수 있도록 향후 논리개발, 학술활동, 세미나 및 공청회 등을 적극적으로 수행해 나가도록 할 것임

한국에너지기술연구원(연구책임 정헌 박사) 주관으로 강원발전연구원, 에너지경제연구원, 에너지기술평가원, 화학연구원, 지질자원연구원, 고등기술연구원, 생산기술연구원, 기계연구원, 고등기술연구원, 전력연구원, 부산대, 광운대, 수원대, 경희대, 아주대, SK이노베이션 등 다양한 기관의 석탄 전문가가 참여하여 석탄기금 마련을 위한 기획연구가 추진되고 있고, 이 보고서는 기획연구의 일환임

※ 이 정책메모의 내용은 연구자의 견해이며, 우리 원의 공식 입장과는 다를 수 있습니다.