

# 정책제안 모음집

2013 기본연구사업 성과



# 차 례

정책 이슈페이퍼 13-01

국내 석유제품 시장의 가격 선도성 ..... 1  
▷정준환

정책 이슈페이퍼 13-02

전력요금 변화가 거시경제에 미치는 파급효과 ..... 19  
▷최봉석, 이유수

정책 이슈페이퍼 13-03

전력시장 가격 안정화 방안 ..... 41  
▷이상림

정책 이슈페이퍼 13-04

석탄산업합리화정책 출구 전략 ..... 67  
▷유동현 외

정책 이슈페이퍼 13-05

폐광지역개발기금 운영구조 개선 및 법령 재정비 ..... 89  
▷권혁수 외

정책 이슈페이퍼 13-06

집단에너지 공급시설 건설비용 적립금의 합리적 사용 방안 ..... 127  
▷박정순

정책 이슈페이퍼 13-07

집단에너지사업의 열전비 규제 적정성 ..... 149  
▷최병렬

정책 이슈페이퍼 13-08

배출권거래제 시행에 따른 우리나라 기업의 대응 및 성장 전략 ..... 175  
▷심성희

정책 이슈페이퍼 13-09

배출권 경매의 이론, 사례분석 및 시사점 ..... 201  
▷심성희

정책 이슈페이퍼 13-10

온실가스 감축정책이 소득불균등에 미치는 영향 ..... 227  
▷오경수

정책 이슈페이퍼 13-11

산업부문의 전력수요관리정책 추진 방향 ..... 245  
▷임재규 외

정책 이슈페이퍼 13-12

주택 에너지효율 개선사업 전략 ..... 261  
▷박기현

정책 이슈페이퍼 13-13

에너지관리시스템(EMS) 산업 육성 방안 ..... 287  
▷이성인

정책 이슈페이퍼 13-14

앱기반 피드백의 전력소비 절감 및 파급효과 ..... 311  
▷조성진

정책 이슈페이퍼 13-15

태양광 산업 및 모듈가격 전망과 대내외 대응전략 ..... 355  
▷정윤경

정책 이슈페이퍼 13-16

RPS 대응 국내외 바이오·폐기물 에너지원 잠재량 분석 및 확보방안 ..... 381  
▷소진영 외

정책 이슈페이퍼 13-17

북한 에너지 소비 행태 조사분석:  
가정/ 상업/공공기타 부문의 에너지 소비행태 ..... 405  
▷김경술 외

정책 이슈페이퍼 13-18

해외자원개발의 국내 경제·산업효과 ..... 427  
▷정우진 외

정책 이슈페이퍼 13-01

# 국내 석유제품 시장의 가격 선도성

정준환

## 목 차

- I. 배경 및 문제점 / 3
- II. 조사 및 분석 결과 / 5
- III. 정책 제언 / 11
- VI. 기대 효과 / 15
- <참고문헌> / 16



에너지경제연구원  
KOREA ENERGY ECONOMICS INSTITUTE



## I. 배경 및 문제점

1. 국내 석유제품 시장의 과점구조에 대한 논의 제기되고 있으며, 정부의 경쟁촉진 정책의 효과성에 대한 연구가 미흡함.

□ 우리나라의 석유시장은 4개 정유사 과점체제로 시장의 가격경쟁이 다른 시장에 비해 약하다고 인식되고 있음.

○ 정유 4사의 수송용 석유제품(휘발유 및 경유) 시장점유율은 95%를 상회하고 있으며, 나머지는 비정유사상표 주유소가 차지하고 있음.

○ 정유산업은 장치산업의 특성 상 과점시장이 형성되는 것이 자연스러운 현상이며, 국내 석유제품은 공급과잉 현상을 보이고 있어서 유효한 경쟁이 이루어지고 있다고 보는 견해도 존재함.

○ 국내 석유제품 시장의 도매 및 소매 시장참여자들의 가격결정 매커니즘에 대하여 살펴봄으로써 시장의 가격경쟁 상황에 대한 판단이 가능함.

□ 국내 휘발유 및 경유 가격의 적정성 논란에 대한 대책으로 정부는 석유시장 투명성 제고 및 경쟁촉진 정책을 마련함.

○ 정부는 2011년 석유가격 T/F를 구성하여 국내 석유제품 가격의 적정성 논란에 대한 연구를 진행하였음. 석유가격 T/F에서는 국내 석유제품 가격 안정을 위한 방안으로 시장경쟁 촉진정책을 마련함.

○ 2012년부터 석유시장 경쟁촉진을 위하여 알뜰주유소 도입, 석유제품 전자상거래 시장 개설 및 복수상표 혼합판매 제도를 도입하였음. 그러나 일련의 경쟁촉진 정책이 시장의 가격결정 매커니즘을 변화시켰는지 여부에 대

한 평가가 이루어지지 않고 있음.

## 2. 연구의 필요성

- 석유시장에서 가격선도에 대한 분석은 시장 지배력과 영향력에 대한 중요한 정보를 제공하므로 우리나라 석유제품 시장의 가격선도 효과에 대한 분석이 필요함.
- 과점시장으로 인식되고 있는 국내 석유제품 시장의 가격선도성 분석을 통해 시장의 특성 및 가격결정 매커니즘에 대한 분석이 필요함. 특히 국내 석유제품 시장의 가격결정이 과점시장 또는 경쟁시장 특성을 보이는지에 대한 분석이 필요함.
- 가격선도성 분석을 활용하여 알뜰주유소 도입 정책과 같은 정부의 석유제품시장 경쟁촉진 정책이 시장의 구조변화에 미친 영향을 분석하여 정책의 실효성 제고 및 개선방안 검토가 필요함.

## II. 조사 및 분석 결과

### 1. 수송용 석유제품 가격선도성 분석

- 국내 석유제품 가격선도성 분석은 정유사가 판매하는 도매가격, 주유소에서 소비자에게 판매하는 소비자가격, 7개 대도시 지역별 소매가격에 대한 가격선도성 분석을 실시하였음.

<표 1> 휘발유와 경유의 가격선도성 추정결과 요약

	주요 선도가격	
	휘발유	경유
도매가격	싱가폴, SK	싱가폴, SK
소매가격	SK, 농협, S-OIL	SK, 농협
지역별 소매가격	서울, 부산, 대구	서울, 부산, 대구

- 국내 시장의 휘발유와 경유 도매가격은 국제 제품가격인 싱가포르 현물가격과 국내의 SK에너지 도매가격이 시장가격을 선도하는 것으로 추정됨.
- 국내 휘발유 시장의 도매가격은 싱가포르 현물가격과 SK에너지의 도매가격이 선도하는 경향을 나타내고 있음.
  - 싱가포르 현물가격과 SK에너지 도매가격은 상호 영향을 미치는 것으로 나타나고 있음. 이러한 현상은 싱가포르 현물가격 변화를 국내 정유사 중에서 SK에너지가 가장 빠르게 가격에 반영하고 있음을 의미함.
  - 싱가포르 가격을 참고하여 조정된 SK에너지 도매가격은 국내 3개 정유사

(GS, S-OIL, 현대오일뱅크) 도매가격 변화에 유의한 영향을 미치고 있음.

- 이와 같은 현상은 국내 휘발유 도매시장에서 SK에너지가 가격선도자의 역할을 담당하고 있으며 GS, S-OIL, 현대오일뱅크는 가격추종자로서 행동하는 것으로 추정됨.

- 가격선도성은 과점시장에서 나타나는 가격결정 매커니즘으로 시장의 가격경쟁을 저해하는 것으로 인식되고 있음. 4개 정유사의 국내 휘발유 시장 점유율이 약 99%를 차지하고 있기 때문에 휘발유 도매시장은 과점적인 특성이 강하게 나타나는 것으로 보임.

○ 국내 경유 시장의 도매가격도 휘발유 시장과 동일하게 싱가포르 현물가격과 SK에너지의 도매가격이 선도하는 경향을 보이고 있음.

- 가격선도성 분석에서는 싱가포르 현물가격과 SK에너지 도매가격은 상호 영향을 미치는 것으로 나타나고 있음. 이러한 현상은 싱가포르 현물가격 변화를 SK에너지가 가장 빠르게 가격에 반영하고 있는 것으로 추정됨.

- 싱가포르 가격을 참고하여 조정된 SK에너지 도매가격을 국내 3개 정유사 (GS, S-OIL, 현대오일뱅크)가 추종하여 도매가격을 결정하는 것으로 보임.

- 이와 같은 가격선도성 추정결과는 국내 경유 도매시장에서 SK에너지가 가격선도자의 역할을 담당하고 있으며 GS, S-OIL, 현대오일뱅크는 가격추종자로서 행동하는 것으로 추정됨.

□ SK에너지 주유소와 농협주유소가 휘발유와 경유 소매가격을 선도하고 있는 것으로 추정됨.

○ 도매시장 가격선도자로 추정되는 SK에너지 주유소와 독립상표인 농협주유소가 휘발유 시장의 소매가격을 선도하는 것으로 추정됨.

- 휘발유 도매시장 가격을 선도하는 것으로 추정되는 SK에너지 주유소가 휘

발유 소매시장 가격을 선도하는 경향을 보이고 있음. 이러한 현상은 정유사와 주유소 사이에 체결된 독점공급계약에 의해 도매시장의 과점적인 특성이 소매시장에도 나타나고 있는 것으로 보임.

- 휘발유 시장 소매가격을 선도하는 것으로 보이는 농협주유소는 정유사 상표주유소와 다르게 공동구매를 통한 공급가격 인하와 다양한 석유제품 판매업자와 거래가 가능하기 때문에 소매시장에서 가격경쟁을 통한 시장가격 선도가 가능한 것으로 추정됨.
- S-OIL 주유소는 상대적으로 약한 가격선도성을 나타내고 있기 때문에 시장가격을 주로 선도하는 것은 SK에너지와 농협 주유소인 것으로 보이며, GS와 현대오일뱅크의 상표주유소는 휘발유 소매가격 결정 시 가격추종자로 행동하는 것으로 보임.

○ SK에너지 주유소와 농협 주유소가 경유 소매가격을 선도하는 것으로 추정됨.

- 경유 도매시장 가격을 선도하는 것으로 보이는 SK에너지 주유소가 경유 소매시장 가격을 선도하는 경향을 보임. 이러한 현상은 독점공급계약에 의해 도매시장의 과점적인 특성이 소매시장에도 전이되는 것으로 추정됨.
- 경유 소매가격을 선도하는 것으로 추정되는 농협주유소는 공동구매를 통한 공급가격 인하와 다양한 유통경로 이용이 가능하기 때문에 소매시장에서 유효한 가격경쟁을 펼칠 수 있으며, 이에 따라 경유 소매가격을 선도하는 것으로 추정됨.
- 경유 소매가격을 선도하는 것은 SK에너지와 농협 주유소인 것으로 보이며, GS, S-OIL, 현대오일뱅크 주유소는 경유 시장에서 가격추종자로 행동하는 것으로 보임.

□ 휘발유와 경유의 지역별 소매 가격선도성 분석에서는 서울, 부산, 대구 지

역이 다른 도시지역 가격을 선도하는 경향을 보이고 있음.

- 서울이나 부산처럼 주유소 개소수와 판매량이 전체 시장에서 차지하는 중요도가 높은 도시의 소매가격이 다른 도시의 소매가격을 선도하는 경향을 나타내는 것으로 추정됨.
- 또한 정유시설에서 지리적으로 인접하여 수송비가 상대적으로 낮은 부산이나 대구의 소매가격이 다른 도시지역의 소매가격을 선도하는 경향을 보임.

## 2. 경쟁촉진 정책에 따른 가격선도성 변화 분석

- 정부에서 실시하고 있는 석유제품 경쟁촉진 정책의 효과를 살펴보기 위해서 정채도입 이전과 이후 기간에 대한 가격선도성 분석을 실시함.

<표 2> 경쟁촉진 정책에 따른 가격선도성 변화

	주요 선도가격	
	정책시행 이전	정책시행 이후
휘발유		
도매가격	싱가폴 현물가격	싱가폴 현물가격
소매가격	SK, 농협, S-OIL	SK
지역별 소매가격	서울, 부산	서울
경유		
도매가격	싱가폴 현물가격	싱가폴 현물가격
소매가격	SK, 농협, S-OIL	SK
지역별 소매가격	서울, 부산	없음

- 알뜰주유소 도입 시점을 경쟁촉진정책 도입시점으로 설정하여 이전 기간은 2009년 5월~2011년 12월, 이후기간은 2012년 1월~2013년 4월로 나누어 가격선도성 분석을 각각 실시함.
- 휘발유와 경유의 도매가격, 소매가격, 지역별 소매가격에 대해서 각각 분석을 실시하여 경쟁촉진 정책이 시장의 과점구조 및 가격결정 메커니즘을 변화 시켰는지 여부를 살펴봄.

□ 정부의 경쟁촉진 정책이 국내 석유제품 도매시장의 구조 및 가격결정에 유의한 영향을 미치지 못한 것으로 추정됨.

- 휘발유 도매시장에서는 경쟁촉진 정책 이전과 이후 기간에 대하여 모두 싱가포르 현물가격이 국내 도매가격을 선도하는 경향을 나타냄.
  - 경쟁촉진 정책 이전 기간에 싱가포르 현물가격이 국내 4개 정유사의 도매가격을 선도하는 것으로 나타남. 이러한 현상은 국내 정유사들이 싱가포르 현물가격을 추종하여 국내 도매가격을 결정하고 있음을 나타냄.
  - 경쟁촉진 정책 이후 기간에도 싱가포르 현물가격이 국내 정유사의 도매가격을 선도하고 있음. 이러한 현상은 정부의 경쟁촉진 정책이 4개 정유사가 분할하고 있는 국내 휘발유 도매시장의 구조와 정유사의 도매가격 결정 방식에 변화를 가져오지 못했음을 의미하고 있음.
- 경유 도매시장에서도 경쟁촉진 정책 이전 및 이후 기간 모두 싱가포르 현물가격이 국내 정유사의 도매가격을 선도하는 것으로 추정됨.
  - 경쟁촉진 정책 이전 및 이후 기간에 동일하게 싱가포르 현물가격이 국내 4개 정유사의 도매가격을 선도하는 것으로 나타남. 이러한 현상은 국내 정유사들이 싱가포르 현물가격을 추종하여 국내 도매가격을 결정하고 있음을 나타냄.

- 정부의 경쟁촉진 정책이 국내 경유 도매시장의 과점적 구조와 정유사의 도매가격 결정 방식에 변화를 가져오지 못했음을 의미함.

□ 정부의 경쟁촉진 정책이 국내 석유제품 소매시장의 과점적 가격결정 매커니즘을 강화시킨 것으로 추정됨.

- 정책시행 이후 기간에 대한 휘발유 소매 가격선도성은 이전 기간에 비해 강하게 나타나고 있어서 휘발유 소매시장의 과점적 성격이 강화된 것으로 추정됨.
  - 경쟁촉진 정책시행 이전에는 SK에너지, 농협, S-OIL 주유소가 국내 휘발유 소매가격을 선도하는 경향을 나타냄. 그러나 정책시행 이후 기간에는 SK에너지 주유소만이 소매가격을 선도하는 것으로 추정됨.
  - 이러한 현상은 경쟁촉진 정책 시행 이후에 오히려 특정 상표주유소의 가격 선도성이 강화되고 있는 것으로, 휘발유 소매시장 구조와 가격결정 매커니즘의 과점적 성격이 강화되었다는 것으로 해석할 수 있음.
- 정책시행 이후 기간의 특정 상표주유소의 경유 소매 가격선도성이 이전 기간에 비해 강하게 나타나고 있어서 휘발유 소매시장의 과점적 성격이 강화된 것으로 추정됨.
  - 경쟁촉진 정책시행 이전에는 SK에너지, 농협, S-OIL 주유소가 국내 경유 소매가격을 선도하는 경향을 나타내고 있었지만, 정책시행 이후 기간에는 SK에너지 주유소만이 소매가격을 선도하는 것으로 추정됨.
  - 이러한 현상은 경쟁촉진 정책 시행 이후에 오히려 특정 상표주유소의 가격 선도성이 강화되고 있는 것으로, 경유 소매시장 구조와 가격결정 매커니즘의 과점적 성격이 강화된 것으로 추정됨.

### Ⅲ. 정책 제언

- 현재 국내의 휘발유 및 경유 도매시장은 과점적인 시장구조와 가격결정 매커니즘을 보이고 있음. 시장의 과점적 성격을 완화하기 위하여 가격정보 확산과 국내 기준가격 형성을 위한 정책 추진이 필요함.
  - 정부가 현재 추진하고 있는 일련의 정책은 과점적인 도매시장구조 완화 및 경쟁적 도매가격 결정구조로의 전환에 효과를 보이지 못하고 있음.
    - 특정 정유사의 도매가격이 국내 휘발유 및 경유 시장의 도매가격을 선도하고 있기 때문에, 도매시장에서 가격경쟁이 촉진될 여건이 마련되지 못함.
    - 또한 국내 휘발유 및 경유의 시장상황을 반영하지 못하는 국제 가격을 국내가격 결정의 근거로 사용하고 있기 때문에, 합리적인 가격결정이 이루어질 수 없으며 암묵적 담합이 발생할 가능성이 높음.
  - 휘발유와 경유 도매시장 과점구조 완화 및 가격경쟁 촉진을 위하여 도매가격 정보를 투명하게 제공할 수 있는 제도적 개선책이 필요함.
    - 국내 정유사는 석유제품을 구매하는 유통단계 시장참여자보다 시장가격에 대한 우월한 정보를 보유하고 있음. 이러한 가격정보의 비대칭성은 정유사의 가격협상력을 강화시키는 요인으로 작용하고 있음.
    - 도매시장 가격정보 비대칭성을 완화하기 위해서는 정책적으로 정유사의 판매처별 판매가격이 투명하게 공개될 수 있는 제도를 마련할 필요성이 있음. 현재 정유사가 공개하고 있는 도매가격 정보를 판매처별 도매가격 공개로 확대하는 방안을 검토할 필요성이 있음.
  - 휘발유와 경유 도매시장에서 투명하고 합리적인 가격결정이 이루어지기 위해서는 국내 석유제품 시장상황을 반영할 수 있는 석유제품 기준가격을 형

성할 수 있는 제도가 마련될 필요성이 있음.

- 국제 시장에서 형성되는 석유제품 가격이 국내의 기준가격으로 사용되는 것은 국내 석유제품 수급 및 시장의 특수한 상황을 반영하지 못하기 때문에 합리적인 가격이라고 볼 수 없음.
- 국제 제품가격에 국내 가격을 연동하여 결정하는 것은 수입 석유제품의 비중이 높지 않기 때문에 합리적인 가격결정방식이 아닌 것으로 생각됨. 또한 4개 정유사 모두 국제가격에 도매가격을 연동하는 경우 명시적인 담합 행위 없이 가격담합과 동일한 효과가 시장에 나타날 수 있다는 점에서 사회적 후생감소가 발생할 수 있음.
- 국내 석유제품 기준가격을 형성하기 위해서 현재 시행되고 있는 석유제품 전자상거래 시장을 확대 및 발전시켜나갈 필요성이 있음. 시장에서 실제로 거래되는 물량이 증가할 수 있도록 정책적인 지원이 필요하며, 시장참여자의 다양화를 위한 인센티브 제공을 검토할 필요성이 있음.

□ 휘발유 및 경유 소매시장은 특정 상표주유소가 시장가격을 선도하는 과점적 가격결정 매커니즘을 보이고 있음. 이와 같은 시장의 과점적 성격을 완화하기 위하여 유통구조의 다양화 및 비용절감을 위한 정책이 필요함.

- 휘발유 및 경유 소매시장에서 주로 SK에너지 주유소와 농협주유소가 가격을 선도하는 경향을 보이고 있으며, 2012년 이후 SK에너지 주유소의 가격선도성이 강화되어 소매시장의 과점적 성격이 강화된 것으로 추정됨.
- SK에너지 주유소가 소매가격을 선도하는 것은 SK에너지가 도매시장에서 가격선도자의 기능을 담당하고 있는 것과 밀접한 관련이 있을 것으로 보임.
- 대부분의 정유사 상표주유소들은 판매하는 석유제품을 해당 정유사로부터 전량 구매하도록 강제하는 계약을 체결하고 있기 때문에, 도매시장의 가격선

도성이 소매시장에도 동일한 양상으로 나타나게 됨.

- 농협주유소는 공동구매를 통해 석유제품을 구입하고 있어서 특정 정유사의 가격에 영향을 덜 받을 수 있음. 또한 다양한 석유제품 공급자를 선택할 수 있기 때문에 상대적으로 낮은 가격으로 석유제품을 구입할 가능성이 높음.
  - 이러한 사항들이 농협주유소가 소매시장에서 가격경쟁을 실시할 수 있는 요인으로 작용할 수 있음.
- 휘발유와 경유 소매시장의 과점구조를 완화하고 주유소 간 가격경쟁을 촉진하기 위해서는 도매시장의 과점구조가 전이되는 통로인 정유사-주유소 간 전량구매계약을 줄여나가는 정책이 필요함.
- 전량구매계약을 체결하고 있는 주유소는 저렴한 가격의 석유제품을 구입할 수 있더라도 특정 정유사의 제품만을 취급해야 하므로, 소매가격 결정의 자율성을 확보할 수 없음.
  - 이에 따라 전량구매계약을 체결하고 있는 주유소의 소매가격은 특정 정유사 도매가격에 연동되어 결정될 수 있어서 시장에서 가격경쟁을 촉진할 유인이 상대적으로 낮음. 정부는 소매시장 가격경쟁 촉진을 위하여 전량구매계약을 줄여나갈 수 있는 정책마련이 필요함.
- 휘발유와 경유 소매시장의 과점구조를 완화하고 주유소 간 가격경쟁을 촉진하기 위해서는 주유소가 저렴한 가격에 석유제품을 구매할 수 있도록 유통경로 다양화 지원 정책을 검토할 필요성이 있음.
- 주유소 간 가격경쟁을 촉진하기 위해서는 주유소가 석유제품을 구입할 수 있는 유통채널을 다양화 할 필요성이 있음. 유통채널이 다양화되어 유통부문 경쟁이 촉진되면 주유소 공급가격이 인하될 가능성이 높음.
  - 주유소 사이에 공급가격에 차이가 발생하는 경우에는 비용상 우위에 있는

주유소가 시장에서 가격경쟁을 유도할 가능성이 있으며, 이에 따라 석유제품 가격안정 및 시장의 효율성이 제고될 수 있음.

- 석유제품 유통비용 절감을 위하여 셀프주유소 확대를 위한 정부의 지원정책을 검토할 필요성이 있으며, 석유제품의 지역 간 운송비용에서 중요한 부분을 차지하며 상대적으로 높은 수익률을 보이고 있는 송유관요금의 인하를 정부가 적극적으로 추진할 필요성이 있음.
- 정부는 소매시장 가격에 대한 상시적인 모니터링 시스템을 구축하고 소매가격의 적정성을 검토할 수 있는 제도를 마련할 필요성이 있음.
  - 정부의 직접적인 지원이나 시장에 개입하는 행위는 최소화하고, 시장가격 및 시장참여자의 담합행위에 대한 감시·감독 기능을 강화할 수 있는 제도를 마련할 필요성이 있음.
  - 시장의 감시기능을 수행할 수 있는 독립적인 기구를 마련하는 방안이나, 공정하고 투명하게 사업을 수행할 수 있는 민간기구 또는 시민단체를 선정하여 비용을 지원하는 방안도 검토할 필요성 있음.

#### IV. 기대 효과

- 석유제품 도매시장은 시장의 경쟁구도 및 가격결정구조가 과점적인 성격을 보이고 있음. 정부의 석유 도매시장 정책은 정유사 간 경쟁을 촉진할 수 있도록 투명하고 가격정보 제공을 보장하고, 합리적인 국내 시장가격 발견기능을 강화하여 국내 석유제품 도매시장의 효율성을 제고하고 가격안정화에 기여할 수 있을 것으로 예상됨.
- 정부가 석유제품 소매시장의 전속공급계약 관행을 점진적으로 폐지할 수 있는 정책을 통해 소매시장의 과점구조를 완화시킨다면 주유소 간 가격경쟁이 촉진되어 석유제품의 소비자가격 안정화에 기여할 수 있을 것으로 예상됨.
- 정유사와 주유소를 연결하는 석유제품 유통채널의 다양화를 통해 유통시장 경쟁을 촉진할 수 있으며, 이러한 유통시장 구조개선을 통해 석유제품 가격안정화와 유통시장의 효율성을 제고할 수 있음.
- 현재 추진되고 있는 유통시장 경쟁촉진 정책이 국내 석유제품 시장의 경쟁구조를 뚜렷하게 변화시킨 증거를 발견하지 못함. 그러므로 일련의 정책들이 현실에서 시장구조 및 가격결정구조를 변화시킬 수 있도록 정책의 수정 및 보완을 지속적으로 추진할 때 연구결과가 활용될 수 있을 것으로 예상됨.

## 참고문헌

### <국내참고문헌>

공정거래위원회, 2009, “석유산업 경쟁정책”, 주유산업 경쟁정책보고서 시리즈 2008-5

김형건, 2009, “석유제품 가격결정구조 변화 분석”, 에너지경제연구원.

남재현·오선아, 2009, “정유산업의 경쟁상황과 가격결정패턴”, 공정거래위원회.

최공영·제상영, 2009, “국내 정유시장의 가격선도성 분석”, Journal of the Korean Data Analysis Society, 11(2B), 793-803

### <해외참고문헌>

Kurita, Takamitsu, 2008, "Common Stochastic Trends and Long% Run Price Leadership in the US Gasoline Market." Fukuoka University, Faculty of Economics WP-2008-003.

Wang, Zhongmin, 2008, “Collusive communication and pricing coordination in a retail gasoline market”, Review of Industrial Organization, 32, 35-52.

Atkinson, Benjamin, 2009, “Retail gasoline price cycles: Evidence from Guelph, Ontario using bi-hourly, station-specific retail price data”, Energy Journal, 30, 85-110.

Burke, Simon, and John Hunter, 2008, “Common trends, cointegration and competitive price behaviour”, Economics and Finance Working Paper, No. 08-07, Department of Economics and Finance, Brunel University.

<기타참고자료>

지식경제부, [www.mke.go.kr](http://www.mke.go.kr)

지식경제부, “에너지산업 주요통계”, 2013.06

한국석유공사, [www.knoc.co.kr](http://www.knoc.co.kr) [www.petronet.co.kr](http://www.petronet.co.kr)



정책 이슈페이퍼 13-02

## 전력요금 변화가 거시경제에 미치는 파급효과

최봉석 · 이유수

### 목 차

- I. 연구 배경 및 목적 / 21
- II. 모형 설정 및 분석 결과 / 25
- III. 결론 및 시사점 / 36
- <참고 문헌> /38



에너지경제연구원  
KOREA ENERGY ECONOMICS INSTITUTE



## I. 연구 배경 및 목적

### 1. 연구 배경

- 최근 전력수요의 과도한 증가에 따른 전력공급 부족 사태와 관련하여 전력요금 인상 문제가 크게 부각
- 2000년부터 2011년까지 기간 동안의 우리나라의 전력소비량은 연평균 6% 증가
  - 전력소비가 증가한 요인은 생활 수준의 향상에 따른 에너지 수요가 증가한 측면 이외에도 타 에너지에 비해 전력가격이 상대적으로 저렴했던 것에 크게 기인
  - 2002년 대비 2011년 에너지 가격을 비교하면 도시가스는 72%p, 경유 및 등유는 145%p, 165%p 증가한 반면, 전기요금은 21%p만 증가

<표 1> 용도별 전력소비량 추이 (단위: GWh, %)

연도	주택용		업무용		산업용		합계	
2000	37,102	15.5	70,173	29.3	132,260	55.2	239,535	100
2005	50,873	15.3	114,727	34.5	166,813	50.2	332,413	100
2006	52,522	15.1	121,536	34.9	174,661	50.1	348,719	100
2007	54,174	14.7	128,180	34.8	186,252	50.5	368,606	100
2008	56,228	14.6	134,212	34.9	194,630	50.5	385,070	100
2009	57,595	14.6	139,135	35.3	197,744	50.1	394,474	100
2010	61,194	14.1	149,795	34.5	223,171	51.4	434,160	100
2011	61,594	13.5	151,302	33.3	242,204	53.2	455,100	100
증가율 (2000-2011)	4.7		7.2		5.7		6	

자료: 전력통계정보시스템(<https://epsis.kpx.or.kr>) 2013.9.10

주: 각 소비량 열안의 두번째 작은 열은 비중을 나타냄.

- 주택용 전력요금은 MWh당 146.2달러, 산업용 전력요금 MWh당 98.9달러로, OECD 각 평균 요금 MWh당 163.2달러, MWh당 118.6달러보다 다소 낮음.

<표 2> OECD 전력요금 수준 (단위: \$/MWh)

산업 부문				주거 부문			
순위	국가명	단가	수준	순위	국가명	단가	수준
1	노르웨이	43.8	0.44	1	캐나다	79.9	0.55
2	캐나다	59.1	0.6	2	노르웨이	105.1	0.72
3	미국	69.6	0.7	3	미국	117.8	0.81
4	뉴질랜드	72.3	0.73	6	멕시코	144.6	0.99
11	한국	98.9	1	7	한국	146.2	1
12	프랑스	100.9	1.02	8	프랑스	155.3	1.06
13	네덜란드	101	1.02	12	뉴질랜드	177.3	1.21
15	영국	117.1	1.18	15	영국	194.2	1.33
19	일본	133.9	1.35	16	일본	195.1	1.33
21	독일	140.7	1.42	17	네덜란드	202.8	1.39
25	멕시코	177.8	1.8	22	이탈리아	251.7	1.72
32	이탈리아	252.1	2.55	30	독일	314.9	2.15
OECD 평균		118.6	1.2	OECD 평균		163.2	1.12

자료: OECD/IEA, Energy Prices and Taxes, 2013

주: 본 자료는 전수연(2013) 8쪽 [표 5]를 인용함. 요금수준은 구매력평가지수기준이며, 한국 자료는 한국전력공사 자료를 이용하여 환산한 자료를 이용함.

- 타에너지 가격 대비 낮은 전력요금 정책은 시장가격 왜곡으로 에너지 수입 비용을 증가시키고 에너지 소비 왜곡 문제 발생시킴(공장, 식당, 비닐하우스 등에서 전기전열기를 사용).
- 결국 시장가격 왜곡으로 에너지 수입비용도 증가로 이어짐.1)

1) 예컨대, 에너지경제연구원 보고서에 따르면 전력 소비 증가에 따른 LNG 수입비용 증가액은 2조 8,948억 원에 이르는 것으로 추정된다. (출처: 박광수 ‘에너지 가격체계 왜곡의 파급효과’, 경제·인문사회연구회 종합토론회 ‘합리적 에너지가격체계 구축’ 발표자료)

- 그동안 정부는 전력요금 인상으로 인한 물가상승 영향, 수출경쟁력을 포함한 거시경제 전반에 미치는 영향을 고려하여 정책적으로 전력요금 인상을 자제
  - 사업의 대외 경쟁력을 유지하기 위해 산업용 전력에 대해서는 낮은 가격을 유지하고 주택용 전력요금에 대해서는 누진요금제를 운영하여 전력의 과도한 소비 억제를 유지
    - 실제로 전력요금을 인상할 경우 물가나 경제성장에 어느 정도 영향을 미치는가에 대한 명확한 분석에 근거하기보다는 전력요금 인상이 지니는 물가상승의 상징적인 의미 때문에 요금인상 요인을 제때에 반영하지 못했음.
    - 상대적으로 값싼 전력 요금은 소비자의 에너지 소비를 왜곡시키는 결과를 초래

## 2. 연구 필요성 및 목적

### □ 연구 필요성

- 전력 과소비와 전력공급 부족을 근본적으로 해결하기 위해서는 그동안 억제되어 온 전력요금 인상이 불가피하나, 현재까지 전력요금 변동이 단기적으로 거시경제에 미치는 파급효과에 대한 구체적인 연구가 미흡한 상황
  - 전력요금 인상이 물가를 비롯한 거시경제에 미치는 파급효과를 고려하면서 인상폭과 기간 등을 조정할 필요가 있기 때문에, 요금인상이 가져올 경제적 파급효과가 어느 정도인지를 명확하게 분석하는 것이 급선무
  - 원가에 비해 과도하게 낮은 전력요금은 타 에너지로부터의 전환수요를 유발하여 에너지 소비를 왜곡하겠지만, 과도한 요금 인상은 오히려 국민 경

---

(2013. 9.10)

제를 악화시키는 결과를 가져올 수 있음.

- 전력요금 인상이 물가 및 경제성장 등 거시경제 전반에 미치는 영향을 분석하고, 이 결과를 바탕으로 어느 정도 전력요금 인상이 필요한지를 정책적으로 판단하는 것이 중요

#### □ 연구 목적

- 본 보고서에서는 정책 파급효과 분석을 통해 전력 요금 인상이 실제 우리나라 거시경제에 미치는 효과를 수량적으로 제시
  - 전력요금 인상이 우리나라 거시경제에 미치는 파급효과를 분석하기 위해 거시계량경제모형을 구축
  - 최종수요, 대외거래, 물가, 통화·금융, 노동, 재정의 6개 부문 간의 연계성을 설정
  - 신뢰있는 모형시뮬레이션 결과를 얻기 위해서 2002년 2분기부터 2012년 4분기 동안 분기 자료를 이용하여 모형 계수를 추정한 후 안정성 테스트 시행
- 이후 추정된 계수값을 토대로 오차수정과정을 통해 전력요금 인상이 주요 거시경제 변수에 미치는 파급효과를 분석

## II. 모형 설정 및 분석 결과

### □ 모형의 구성

- 경제주체들의 최적화 행위로부터 행태식을 직접적으로 도출하기보다는 거시 총량변수 간의 통계적 상관관계 또는 인과관계를 반영하여 행태식을 구축
- 본 모형은 최종수요, 대외거래, 물가, 통화·금융, 노동, 재정의 6개 부문으로 구성되어 있으며, 5개의 정의식 및 36개의 행태방정식(장기 행태방정식을 포함)으로 이루어져 있음.

<표 3> 모형의 구성 (단위: 개)

경제부문	행태방정식	정의식	계
최종수요	11	1	12
대외거래	5	1	6
물가	11	2	13
통화·금융	5	0	5
노동	3	1	4
재정	1	0	1
계	36	5	41

- 최종수요 부문은 민간소비, 정부소비, 설비투자, 건설투자, 수출, 수입, 재고로 이루어져 있으며, 대외거래 부문은 수출(통관), 수입(통관), 상품 및 서비스 수지, 소득 및 경상이전 수지, 경상수지, 원/달러 환율로 구성
- 물가 부문은 생산자물가(非전력 부문), 생산자물가(주택용 전력 부문), 생산

자물가(일반용 전력 부문), 생산자물가(산업용 전력 부문), 소비자물가(非전력 부문), 소비자물가(전력 부문), GDP 디플레이터, 수출단가, 수입단가로 구성

- 통화·금융 부문은 회사채유통수익률, 종합주가지수, 가계부채, 금융기관 유동성, 주택매매지수로 구성되었다. 노동 부문은 임금, 실업률, 경제활동인구이며, 재정 부문은 조세수입으로 설정

○ 전력요금 변화는 두 가지 경로를 통해서 거시경제에 영향을 미침.

- 첫째, 전력요금의 인상이 장기적으로 기업의 설비투자 유인에 미치는 영향을 모형설계에 반영

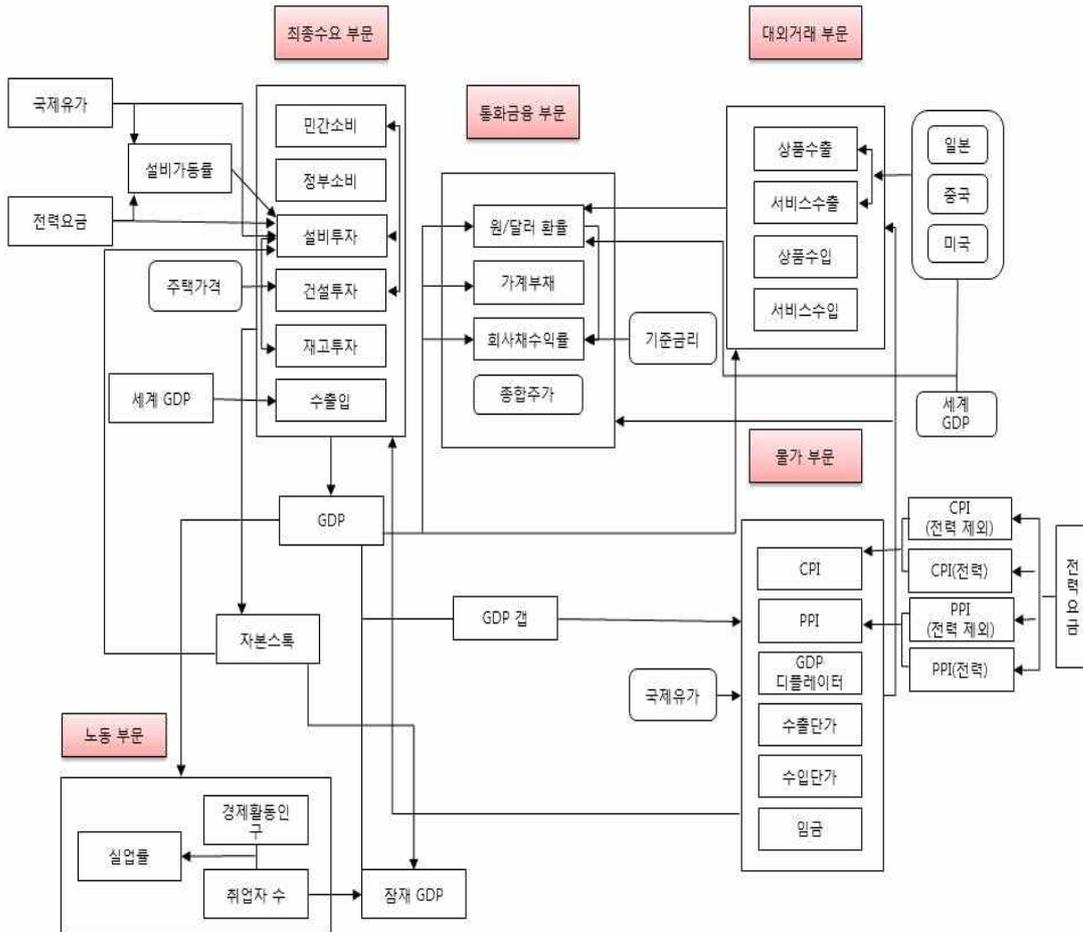
- 특히, 통계청의 제조업 부문별 BSI 실적 및 전망자료에서 제공하는 설비가동률 자료를 활용하여 전력요금 변화에 따른 기업의 설비효율 개선여부를 간접적으로 추정

※ 설비가동률은 생산설비가 어느 정도 이용되는지를 나타내는 지표로서, 사업체가 주어진 설비, 노동, 생산효율 등의 조건 하에서 정상적으로 가동했을 때 생산할 수 있는 최대 생산능력에 대한 실제 생산량의 비율(%)로 계산 (자료 출처: 통계청의 제조업 부문별 BSI 실적 및 전망)

- 둘째, 전력요금 변화가 「물가블록」을 통해 물가에 미치는 효과 고려

○ 연립방정식 모형의 개요는 <그림 1>과 같음.

〈그림 1〉 연립방정식 모형의 개요



## □ 통계 자료

- 본 모형의 추정에 사용된 통계는 국내 통계 자료와 해외 통계자료, 전력요금 자료으로 구성되며, 표본기간은 2000년 2/4분기부터 2012년 4/4분기까지임.
  - 모든 국내 거시통계 자료는 한국은행과 통계청 자료를 이용하여 수집
  - 설비가동률 자료는 통계청의 제조업 부문별 BSI 실적 및 전망자료에서 제공하는 자료(2002.2/4~2012.4/4)를 활용
  - 세계 GDP 평균 성장률은 Global Insight에서 제공하는 세계 GDP 값을 활용하여 도출
  - 계약종별 전력판매단가는 전력거래소가 매월 발표하는 계약종별 판매전력량과 판매금액을 분기별 통계로 전환하여 판매금액을 판매전력량으로 나누어 계약종별 판매단가를 계산
- 계절성이 있는 변수들에 관해서 계절조정변수가 공표되고 있는 변수들은 계절변동이 조정된 값을 이용
  - 계절성이 있는 변수이지만 공식적으로 계절변동이 조정되어 공표되고 있지 않은 변수들은 EViews 내에 존재하는 X-11 방법을 활용하여 계절조정하여 변수를 계절조정변수로 변환

## □ 모형 추정

- 모형을 구성하는 대부분의 개별방정식은 기본적으로 계절조정된 변수들을 활용하여 최소자승법(OLS)으로 추정
  - 개별 시계열이 불안정하고 공적분 가능성이 있는 변수들에 대해서는 장기적 관계와 단기 동학적 구조가 동시에 고려될 수 있는 오차수정모형을 사용

- 앙글-그랜저(Engel-Granger)의 2단계 추정방법으로 오차수정모형을 작성하여 장기식과 단기식으로 구분하여 추정

<표 4> 거시경제 모형의 변수

변수명	내역	변수명	내역
CALL	콜금리	PMGS	수입단가
CHDEBT	가계부채	POP15	15세 이상 인구
CPI	소비자물가	PPI	생산자물가
CPI2	非전력 부문 소비자물가	PPI2	非전력 부문 생산자물가
CPIH	주택용 전력 지수	PPIH	주택용 전력 지수
CUBSA	경상수지	PPIS	일반용 전력 지수
DUBAI	유가	PPIM	산업용 전력 지수
DLER1	환율변동성 더미	PXGS	수출단가
ERJP	엔/달러	RCG	정부소비
ERKR	원/달러	RCP	민간소비
FXWFGDP	세계GDP	RGDP	실질GDP
GDPV	명목GDP	RIFC	건설투자
GSB	상품및 서비스수지	RIFM	설비투자
GVMX	정부수입	RIS	재고증감
ICTB	소득 및 경상이전수지	RIM	실질수입(GDP)
LE	취업자수	RXX	실질수출(GDP)
LF	경제활동인구	STOCK	종합주가
LFA	금융기관 유동성	UR	실업률
LIBOR	리보금리	WAGE	임금
MG\$V	통관기준수입	XG\$V	통관기준수출
PGDP	GDP디플레이터	YCB	회사채유통수익률
PH	주택매매지수	PHH	주택용 전력판매단가
PSE	일반용 전력판매단가	PMA	산업용 전력판매단가

## □ 모형 개별방정식 추정 및 안정성 주요 결과

### ○ 설비투자 개별 방정식 추정결과

- 설비투자 개별 방정식은 장기식과 단기식으로 구성
- 실질 GDP와 설비가동률이 1% 상승하면 장기식 설비투자가 각각 1.15%, 0.32% 증가
- 단기식에서 산업용 전력요금이 1% 오르면 설비투자 변화율이 0.11% 감소

### ○ 설비가동률 개별 방정식 추정결과

- 실질 GDP가 1% 상승하면 설비가동률이 0.53% 증가하는 반면 산업용전력요금이 1% 오르면 설비가동률이 0.38% 감소
- 실질 GDP와 설비가동률이 1% 상승하면 장기식 설비투자가 각각 1.15%, 0.32% 증가
- 전력요금이 제품원가에서 차지하는 비중이 크지 않다는 것을 고려할 때 산업 설비가동률이 전력요금에 민감하게 반응하는 것은 에너지 효율을 고려한 기업의 설비투자 체질 개선이 시급하다는 것을 시사

### ○ 모형추정 안정성 평가

- 모형의 안정성 여부를 측정하기 위해 2005년부터 2012년까지의 기간을 대상으로 역사적 시뮬레이션(Historical Simulation)을 수행<sup>2)</sup>하고 모형 내에서 계산된 내생변수의 값이 그 변수 과거의 시간 경로를 얼마나 잘 추적하는

---

2) 역사적 시뮬레이션이란 연립방정식으로 구성된 거시경제모형을 통하여 추정된 내생변수 값이 실제 관측치의 시간경로를 얼마나 잘 추적하는지를 평가하는 일종의 모의시험이다. (조경엽 외(2011) 61쪽 11번째 줄 인용)

가를 평가

- 추정오차의 상대적 크기를 수량적으로 분석하기 위하여 평균자승근퍼센트 오차(RMSE)를 계산하여 모형의 안정성을 평가
- 주가지수와 환율 등 금융시장 변수를 제외한 주요 거시경제변수들의 RMSE가 5% 이내로 나타나서 모형의 안정성에 큰 문제가 없는 것으로 판단

<표 5> 주요 변수의 자승 평방근 퍼센트 오차(RMSE%)

변수명	RMSE%	변수명	RMSE%	변수명	RMSE%
GDP	1.40	소비자물가	1.09	통관수출	4.10
민간소비	1.46	생산자물가	2.54	통관수입	1.94
정부소비	1.85	디플레이터	1.66	경상수지*	442.43
건설투자	2.16	수출단가	4.41	회사채수익률*	14.32
설비투자	4.52	수입단가	6.49	주가지수	14.37
수출	1.86	임금	5.09	환율	10.00
수입	3.31	실업률*	0.44	정부수입	2.33

주: 1)  $RMSE\% = 100 \times \sqrt{\frac{1}{34} \sum_{t=1}^{34} \left[ \frac{Y_t^s - Y_t^a}{Y_t^a} \right]^2}$

$Y_t^s$  = 예측치,  $Y_t^a$  = 실적치

2) \*는 RMSE(Root Mean Squared Errors)를 이용하여 계산하였음.

## □ 전력요금 변화충격에 따른 정책과급효과

### ○ 정책과급효과분석의 기본 개요

- 모형 방정식 추정값을 활용하여 표본기간 내에 외생정책이나 해외 여건변화가 내생변수에 미치는 영향을 분석
- 특히 현재 전력요금이 기준치보다 증가할 때 주요 거시경제변수들이 어떠한 시간적 경로에 의해 반응을 보이는지를 분석
- 외생적인 충격이 거시경제변수에 미치는 정책효과는 다음과 같이 측정

$$\text{정책효과}(\%) = \frac{(\text{정책실시후 } Y_t - \text{정책실시전 } Y_t)}{\text{정책실시전 } Y_t} \times 100 \quad (\text{식 1})$$

$$\text{정책효과(억달러)} = \text{정책실시후 } Y_t - \text{정책실시전 } Y_t \quad (\text{식 2})$$

- 단, 경상수지와 같이 분모가 0이 될 수도 있는 변수에 대해서는 (식 2)로 대체하여 의 변화를 측정

## □ 산업용 전력요금 5% 인상 효과

- 산업용 전력요금 5% 인상 시 실질 GDP 0.09% 감소, CPI 0.26% 증가, PPI 0.35% 증가
- 산업용 전력요금이 실제 요금보다 5%만큼 계속 인상되면 생산자물가지수(PPI)와 소비자물가지수(CPI)가 해당 기에 각각 0.35%, 0.26% 상승하며 디플레이터도 0.21% 상승
- 기업의 생산비용 상승으로 정책 1차 연도에 설비투자는 0.72% 감소하며 GDP도 0.09% 하락

- 이후 2~5차 연도에는 그 정책의 파급효과가 점점 커져서 설비투자는 0.65~0.70% 감소하고 민간 소비는 대략 0.15% 감소

<표 6> 산업용 전력요금 5% 인상

변수명	2005	2006	2007	2008	2009	2010
GDP	-0.094	-0.144	-0.134	-0.128	-0.129	-0.134
민간소비	-0.146	-0.180	-0.159	-0.157	-0.161	-0.168
건설투자	0.074	-0.257	-0.252	-0.223	-0.213	-0.217
설비투자	-0.724	-0.709	-0.670	-0.651	-0.662	-0.660
총수출	0.003	-0.011	-0.028	-0.036	-0.038	-0.034
총수입	-0.009	0.026	0.072	0.093	0.097	0.082
명목 GDP	0.111	0.062	0.041	0.029	0.025	0.028
상품수출	0.390	0.361	0.310	0.282	0.288	0.301
상품수입	-0.030	-0.039	-0.025	-0.018	-0.016	-0.025
CPI	0.260	0.252	0.230	0.216	0.213	0.219
PPI	0.349	0.297	0.226	0.192	0.196	0.214
디플레이터	0.205	0.206	0.175	0.157	0.153	0.162
주택가격	-0.070	-0.177	-0.211	-0.202	-0.198	-0.205
회사채수익률	0.042	-0.006	-0.012	-0.007	-0.003	0.000
가계부채	-0.076	-0.146	-0.091	-0.070	-0.086	-0.108
유동성	-0.046	-0.005	0.005	-0.008	-0.018	-0.022
실업률	0.022	0.033	0.033	0.031	0.030	0.031
취업자수	-0.034	-0.051	-0.049	-0.047	-0.046	-0.048
임금	-0.010	-0.018	-0.019	-0.018	-0.017	-0.018
정부세입	0.027	-0.024	-0.070	-0.080	-0.078	-0.082

- 산업용 전력요금 10% 인상 시 실질 GDP 0.18% 감소, CPI 0.51% 증가, PPI 0.69% 증가
- 산업용 전력요금이 실제 요금보다 10%만큼 계속 인상되면 생산자물가지수(PPI)와 소비자물가지수(CPI)가 해당 기에 각각 0.69%, 0.51% 상승하며 디플레이터도 0.40% 상승

- 정책 1차 연도에 설비투자는 1.41% 감소하며 GDP도 0.18% 하락

<표 7> 산업용 전력요금 10% 인상

변수명	2005	2006	2007	2008	2009	2010
GDP	-0.183	-0.281	-0.262	-0.250	-0.251	-0.261
민간소비	-0.285	-0.352	-0.311	-0.306	-0.314	-0.328
건설투자	0.144	-0.503	-0.491	-0.435	-0.416	-0.424
설비투자	-1.409	-1.380	-1.305	-1.267	-1.288	-1.285
총수출	0.005	-0.022	-0.054	-0.071	-0.075	-0.068
총수입	-0.018	0.051	0.142	0.184	0.192	0.162
명목 GDP	0.218	0.121	0.079	0.055	0.047	0.054
상품수출	0.766	0.709	0.607	0.553	0.565	0.589
상품수입	-0.059	-0.075	-0.048	-0.035	-0.031	-0.049
CPI	0.508	0.493	0.449	0.422	0.416	0.427
PPI	0.685	0.581	0.443	0.375	0.384	0.419
디플레이터	0.401	0.403	0.342	0.306	0.299	0.316
주택가격	-0.136	-0.346	-0.412	-0.395	-0.386	-0.400
회사채수익률	0.082	-0.011	-0.023	-0.013	-0.005	-0.001
가계부채	-0.149	-0.285	-0.178	-0.138	-0.169	-0.211
유동성	-0.091	-0.010	0.010	-0.017	-0.035	-0.045
실업률	0.043	0.065	0.064	0.061	0.059	0.061
취업자수	-0.066	-0.099	-0.096	-0.091	-0.090	-0.093
임금	-0.019	-0.035	-0.037	-0.036	-0.034	-0.035
정부세입	0.054	-0.047	-0.137	-0.156	-0.153	-0.160

- 이후 2~5차 연도에는 그 정책의 파급효과가 점점 커져서 설비투자는 1.28~1.38% 감소하고 민간 소비는 대략 0.30~0.35% 감소

○ 주택용, 일반용 전력요금을 5% 상승시킬 경우에는 그 경제적 파급효과가 매우 미미하게 도출

- 전력요금 상승으로 인한 우리나라 경제 파급효과가 주로 공급 측에서 발생한다는 것을 의미

#### □ 모형 결과 해석 유의점

- 모형 추정에 충분한 표본기간을 얻기 위해 세계금융위기(2007~2008) 기간 포함.
  - 2000년 이후 우리나라 경제는 대외환경에 민감, 불확실성 직면
  - 향후 통계기간의 확장과 정부의 전력요금 정책 변화에 따라 개별 방정식의 추정 결과는 달라질 수 있음.
- 장기적 관계를 추정한 후 오차수정과정을 통해 각 변수들을 단기적 조정설비 투자 단기식이 장기 균형에 과도하게 반영될 가능성이 있음(적응적 기대)
  - 설비투자 단기식이 장기 균형에 과도하게 반영될 시 모형설정에 따른 설비투자 하락을 가져올 수 있음.
  - 설비투자 개별식에서 산업용 전력요금 변화가 단기 설비투자에 미치는 영향 작은 반면, 설비투자 장기식이 설비가동률 포함 여부가 파급효과에 미치는 영향 매우 작음
  - 즉, 연립방정식 모형 내는 black-box임.
- 집계(aggregate)변수를 토대로 추정하는 거시경제모형의 한계상 산업용 전력요금의 산업별 차별적 파급효과 반영 안됨.

### Ⅲ. 결론 및 시사점

#### □ 분석 결과 요약

- 본 연구에서는 거시경제계량모형 구축을 통해 전력요금 상승이 우리나라 거시경제에 미치는 파급효과를 논의
  - 산업용 전력요금 인상이 단기적으로 설비투자 하락을 가져올 수는 있으나 장기적으로 실질 GDP를 크게 떨어뜨리지는 않는 것으로 나타남.
  - 한편, 다른 계약종 전력요금, 즉 주택용 전력요금과 일반용 전력요금이 5%만큼 계속 인상되었을 경우에는 물가, 투자, 실질GDP 등에 미치는 효과는 크지 않게 나타남.
- 전력요금 상승이 우리나라 거시경제량경제에 미치는 파급효과가 주로 공급측에서 발생

#### □ 분석 결과의 정책 시사점

- 본 결과는 그동안 기업들의 설비투자 결정에 에너지 효율 및 전력요금이 충분히 반영되지 않았다는 것을 시사
  - 과거 자료를 이용하여 적응적 기대 가설 기반 위에 이루어진 분석에서, 산업 설비가동률이 전력요금 변화에 민감하게 반응하는 것으로 도출됨
- 기업의 에너지 효율 설비투자 체질 개선이 궁극적으로 이루어질 때 기업의 설비가동률 변화는 전력요금 충격에 덜 민감해질 것으로 내다봄. 기업은 에너지 효율을 반영한 설비투자 의사 결정을 통한 체질 개선이 필요
- 현재 정부가 추진 중인 산업용 전력요금 현실화 정책이 거시경제에 미치는 충격이 아주 미미하지는 않겠지만 전력요금 현실화를 통해 얻을 수 있는

혜택도 크다는 것을 시사

- 전력요금 현실화를 통해 에너지 소비 왜곡문제 해결 및 기업들의 에너지 효율 설비 투자 체질 개선 등이 이루어질 경우 장기적으로 에너지 소비 효율 증진 및 에너지 소비 왜곡에 의한 에너지 수입비용 절감 등 정책 효과 발생

## < 참고문헌 >

- 박광수 (2013), “에너지 가격체계 왜곡의 파급효과”, 경제·인문사회연구회 종합 토론회 ‘합리적 에너지가격체계 구축’ 발표자료
- 박무환, 김형수, 홍성우 (2010), “거시경제계량모형의 재구축(I) - VAR 및 구조 모형”, 국민연금연구원
- 손양훈, 신동천 (1996), “전력요금 조정의 거시경제적 효과”, 국민경제연구, 제2권 제2호
- 신석하 (2005), “거시계량모형을 이용한 외생적 요인의 경제파급효과 분석”, 정책연구시리즈 2005-15 한국개발연구원
- 이상림 외 (2013), “합리적 에너지 가격체계 구축”, 경제·인문사회연구회 협동연구총서 13-06-01 경제·인문사회연구회
- 에너지경제연구원 (2013), “2013 원유가 시나리오별 경제전망”, 연구자료 2013-8
- 조경엽, 김창배, 장경호 (2011), “KERI 2010 한국경제 거시계량모형”, 한국경제연구원
- 전수연 (2013) “전력가격체계의 문제점과 개선방안” 국회예산정책처
- 차경수 (2009), “실물 경기변동에서 유가충격의 역할에 관한 연구”, 기본연구보고서 09-01, 에너지경제연구원
- 한국은행, 경제통계시스템 ECOS (<http://ecos.bok.or.kr/>), 2013. 5.20
- 한국전력공사, 매월전력통계속보 ([http://cyber.kepco.co.kr/kepco/KO/ntcob/list.do?boardCd=BRD\\_000097&menuCd=FN050301](http://cyber.kepco.co.kr/kepco/KO/ntcob/list.do?boardCd=BRD_000097&menuCd=FN050301)), 2013. 6.15
- 한국전력 전력통계정보시스템(<https://epsis.kpx.or.kr>), 2013.9.10

한진희 (1998), “전기요금 변동의 국민경제적 효과 분석”, 한국개발연구 제7권 제2호, 한국개발연구원  
통계청, 국가통계포털 KOSIS(<http://kosis.kr/>), 2013. 5.30

Klein, L. R., R. S.Preston "Some New Results in the Measurement of Capacity Utilization", American Economic Review, 1967

Lucas, R. E., "Econometric Policy Evaluation: A Critique", Journal of Political Economy VOL. 1, 1976

Samuelson, P. A., "Interactions between the Acceleration Principle and the Multiplier," Review of Economic Statistics, 1939

Sims, C. A., "Money, Income, and Causality", American Economic Review, VOL. 62, 1972



정책 이슈페이퍼 13-03

## 전력시장 가격 안정화 방안

이상림 외

### 목 차

- I. 연구 필요성 및 목적 / 43
- II. 조사 및 분석 결과 / 46
- III. 정책 제언 및 기대 효과/ 59
- <참고자료> / 63



에너지경제연구원  
KOREA ENERGY ECONOMICS INSTITUTE



## I. 연구 필요성 및 목적

### 1. 연구 필요성

- 우리나라의 경우 구조 개편 초기의 계통부하 구조 및 공급전원구성은 시장 균형에서 크게 벗어난 상태였기 때문에 기저발전에서는 초과이윤이 발생하는 문제점이 존재
  - 수요와 공급 간의 불균형, 특히 경부하시간대의 높은 수요 수준(또는 기저 설비의 상대적 부족)으로 인해 단기한계비용 원리의 시장가격결정원칙을 그대로 적용할 경우 경부하시간대 시장가격이 적정수준 이상으로 상승하면서 전반적 도매시장가격이 높아짐.
  - 그 결과 기저발전에서는 초과이윤이 발생하는 문제점이 존재하고 이는 도매시장 전력구입비용을 최종소비자 전기요금에 적절히 반영할 경우 소비자에게 충격적인 전기요금 상승이 나타남.
    - 만약 전기요금을 조정하지 않고 억누를 경우 발전사업자의 초과이윤만큼 판매사업자인 한전이 손실을 입게 됨을 의미
- 이에 따라 정부는 기저발전부문의 초과이윤을 흡수하여 시장가격을 안정화 시키고자 시장정산규칙을 인위적으로 조정하여 도매시장을 운영하여 왔지만 문제점이 개선되고 있지 않는 상황
  - 전원별 수익 균등화 목적의 구분정산방식이나 한전 발전자회사에 대한 발전원별 정산조정계수 적용은 기저발전부문의 초과이윤을 흡수하여 시장가격을 안정화시키기 위한 정부의 인위적인 시장 운영 정책이라고 할 수 있음.

○ 그러나 정부는 그동안 기존 설비와 신규 설비를 구분하지 않고 가능한 모든 기저설비에 대한 초과이윤을 흡수하는 정책을 고수함으로써 발전 사업자에게 신규 기저발전설비에 투자할 유인을 제공하지 못함.

- 기저설비에 대한 상한가격이나 정산조정계수 조정의 원칙이 발전 사업자에게 불투명하고 사후적·임의적 조정으로 인식됨으로써 수익성에 기초한 장기적 관점의 투자 의사 결정을 왜곡

○ 또한 발전회사는 비용절감을 통해 수익성 향상을 꾀하더라도 곧 정산조정계수의 조정을 통해 낮은 보상가격을 적용받음으로써 단기적인 발전설비 운영비용 절감유인도 크게 약화

- 이러한 결과 CBP시장 개설 직후 기저설비 부족 현상은 개선이 되지 않고 오히려 악화되었으며 수급균형 회복이 지연되는 문제를 가져옴.

- 기존 발전설비의 운영효율 개선 노력도 저조

□ 따라서 발전 사업자의 장기적 투자의사결정을 왜곡하지 않고 발전회사의 단기적인 운영 효율성을 유인할 수 있는 과도기의 전기요금 안정화 방식이 필요

○ 과도기의 전기요금 안정화 방식은 기본적으로 기존과 신규 설비의 구분 없이 도매시장에서 거래되는 모든 설비에 대해서 도매시장가격을 적용하여 장기적 투자 의사 결정 왜곡을 최소화해야 하고 단기 운영상의 효율개선 유인을 약화시키는 요인들을 지양해야 함.

- 구체적인 방법으로 적정수익 규제조건 하에서 투자의사결정이 이루어진 기존 설비에 대해서는 일정 기간 전력판매수입이 적정투자보수를 실현할 수 있도록 기존 설비의 예상 발전량에 대해서 예상 총괄원가를 보상하는 수준의 계약가격을 설정하여 발전부문과 판매부문 간의 중기 차액정산계약

(Contract for Difference, CfD) 형태의 규제금융계약(Vesting Contract, VC)을 체결하여 초과이윤을 도매시장 밖에서 흡수해야 함.

- 이것이 현재의 보정계수 적용방식과 다른 핵심적 차이는 과도기 기간에 불가피한 시장에 대한 정부의 개입에 대해 범위와 시한을 사전에 확정하여 시장과 정부의 역할과 기능을 분명히 구분하고 점진적으로 시장의 기능을 확대해 간다는 점임.

## 2. 연구 목적

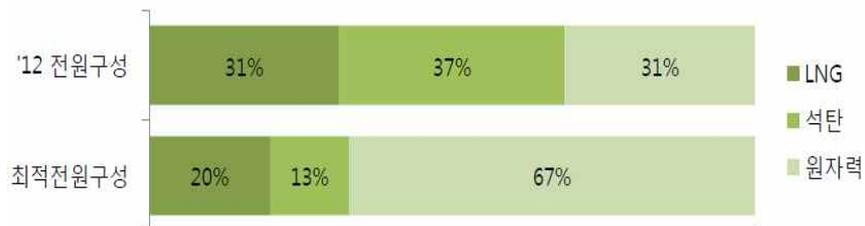
- 그동안의 전기요금 안정화 방안의 문제점을 살펴보고 더 나은 대안으로서 차액정산계약 형태의 규제금융계약 도입의 필요성과 효과성을 분석하여 전기요금 안정화 방안에 기여
  - 본 연구는 규제금융계약이 기존의 전기요금 안정화 방안의 기능을 수행함과 동시에 전력시장의 효율성 제고에도 많은 기여를 할 수 있음을 강조
  - 규제금융계약 설계 방향과 관련하여 차액정산계약의 기능, 계약물량, 계약가격, 계약대상 등에 대해 논의
  - 기존 연구와 차별되는 점으로 규제금융계약의 내용 중 계약가격의 예시로서 총괄원가를 이용한 계약가격과 장기한계비용을 이용한 계약가격을 사례로 제시

## II. 조사 및 분석 결과

### □ 전원 규모 및 구성의 문제점

- 우리나라의 경우 최적 전원구성 대비 2012년 실제 전원구성은 기저설비인 원자력이 부족한 것으로 나타남.
  - 전력거래소 연구(2010)에 따르면 이론적으로 우리나라의 최적 전원구성은 원자력 67%, 석탄 13%, LNG 20%로 구성됨.
  - 그러나 2012년 기준 실제 전원구성은 원자력 25%, 석탄 30%, LNG 등 일반 발전기 45%로 구성되어 있어 최적 전원구성과 비교하여 석탄과 LNG 발전기는 많지만 원자력 발전기는 부족한 상황

[그림 1] 최적전원구성과 2012년 전원구성 현황



자료 : 전력통계시스템, 전력거래소 / 전력거래소 연구용역(2010)

- 원자력은 최근의 후쿠시마 사고 및 국내 원자력 발전기의 잦은 고장 등 안전성 측면에서 사회적 수용성이 낮아지고 있기 때문에 향후 그 비중이 크게 늘어나지는 않을 전망
  - 최근에 발표된 제6차 전력수급기본계획에 따르면 2027년까지 전원구성 계획은 원자력 27.4%, 석탄 34.1%, LNG 등 일반발전기 38.5%로 원자력의 비중 변화는 크지 않을 것으로 계획
  - 기저설비 중 석탄(유연탄)의 비중은 2013년을 기준으로 2027년까지 약 25%

증가되는 것으로 계획

- 따라서 전력거래소 연구(2010)를 기준으로 본다면 현재 국내 전력시장에서 발전비용은 최적 전원구성 하에서의 발전비용보다 높다고 할 수 있으며 기저발전기 등 일부 발전기들의 경우 초과이윤이 발생하고 있다고 볼 수 있음.
- 그러나 발전소 건설 지연이나 취소 등의 차질 없이 제6차 전력수급기본계획 대로 석탄비중이 늘어나게 된다면 어느 정도 초과이윤 문제가 해소될 것으로 전망

□ 시장 기준 도매가격 수준의 적정성

- 2001년 발전부문에 경쟁이 도입된 이후 SMP는 지속적으로 상승하는 추세
- 2001년에 49.11원/kWh이었던 평균 SMP는 2012년에 160.67원/kWh로 12년간 약 3.3배 증가

<표 1> 연도별 SMP 추이

연도별	'01	'02	'03	'04	'05	'06
SMP	49.11	47.54	50.73	55.97	62.12	79.28
연도별	'07	'08	'09	'10	'11	'12
SMP	83.84	122.65	105.08	117.42	125.93	160.67

자료 : 전력통계시스템, 전력거래소

- SMP가 지속적으로 상승하고 있는 원인은 연료비의 상승 때문
- 국제유연탄가격 및 유연탄 연료단가는 지속적으로 상승하고 있는 추세
- 국제유가 및 유류 연료단가도 지속적으로 상승하고 있는 추세
- LNG 계약가격은 국제유가와 연동하기 때문에 LNG 연료단가 또한 국제유가와 비슷하게 상승하고 있는 추세

- 또 다른 원인은 공급예비력의 감소 때문
  - 공급예비율은 2001년 13%에서 2012년 5%로 크게 떨어짐
  - 기저발전설비가 부족한 상황에서 전력수요가 증가하는 경우 고원가 발전기인 LNG와 유류에서 SMP가 결정되기 때문에 공급예비력의 감소는 SMP 상승의 원인이 됨.
  - 2008년 이후 LNG와 유류에서 SMP가 결정되는 비중은 90%를 넘고 있음.
- 따라서 현재 도매시장에서 SMP가 높은 이유는 연료비 상승이라는 외부적인 요인 때문이기도 하지만 구조적으로 기저설비가 부족하여 발생하는 내부적인 요인 때문이라고 할 수 있음.

#### □ 정산조정계수제도의 평가

- 공급예비력이 감소함에 따라 도매시장가격이 상승하고 있는 상황은 현재 시행되고 있는 가격안정화 정책이 제대로 작동하지 않고 있음을 의미
- 현재 도매시장가격 안정화 정책인 정산조정계수제도는 신규설비에 대한 투자를 유인하지 못하며 발전설비의 효율적인 운영을 유인하지 못하는 것으로 평가
  - 정산조정계수의 적용 시 기존 설비와 신규 설비를 구분하지 않고 가능한 모든 기저설비의 초과이익을 흡수하는 방식을 고수함으로써 발전사업자에게 신규 기저발전설비에 대한 투자 유인을 제공하지 못함.
  - 정산조정계수의 조정 원칙이 불투명하고 사후적·임의적 조정으로 인식됨으로써 수익성에 기초한 장기적 관점의 투자의사결정을 왜곡
  - 발전회사가 생산한 전체 발전량에 대하여 정산조정계수를 적용함으로써 발전회사는 비용절감을 통한 수익성 향상이나 발전설비의 효율성을 향

상시키기 위한 적극적인 노력을 하지 않게 됨.

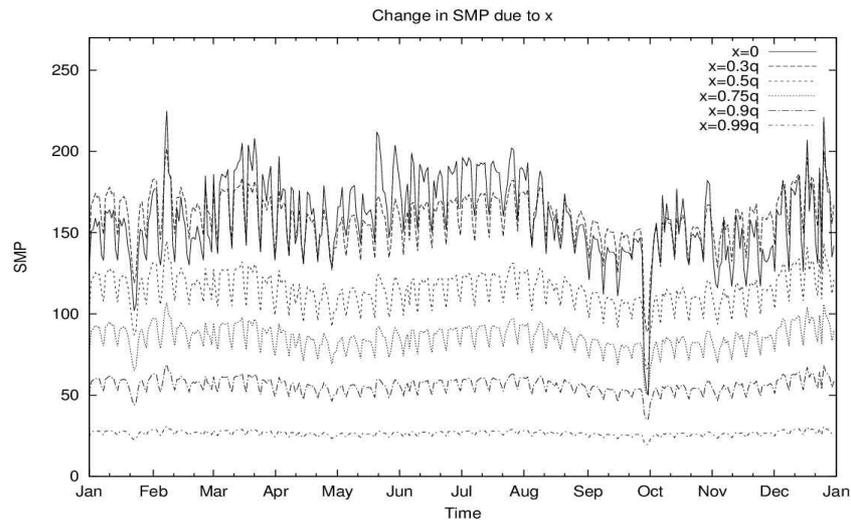
- 정산조정계수를 적용하게 되면 기저설비로부터 발생하는 미래 현금 흐름의 추정이 어렵고 이로 인한 정확한 자산에 대한 평가가 곤란하게 됨.
- 현재 정산조정계수제도 하에서 한전 및 발전자회사들의 ROIC(Return On Invested Capital)는 적정투자보수율에 지속적으로 미달하고 있음.
- 위에서 열거된 정산조정계수제도의 문제점을 해결하고 발전자회사와 민간 발전사의 경쟁체제를 유지하면서 한전과 발전자회사 모두에게 적정투자보수를 보장해 줄 수 있는 과도기의 전기요금 안정화 방식이 필요
- 발전부문과 판매부문 간의 중기 차액정산계약 형태의 규제금융계약을 체결하여 초과이윤을 도매시장 밖에서 흡수할 필요

#### □ 차액정산계약의 기능

- 차액정산(Difference Payment, DP)은 일반적으로 다음과 같이 수식으로 나타낼 수 있음.
  - $DP = (z - p)x$ , 여기서  $z$  : 계약가격,  $x$  : 계약물량,  $p$  : 시장가격을 나타냄.
  - 위 식에서 i)  $z > p$ 인 경우 (계약가격이 시장가격보다 높으면), 판매회사가 발전회사에게 DP를 지급하게 되고 ii)  $z < p$ 인 경우 (계약가격이 시장가격보다 낮으면), 발전회사가 판매회사에게 DP를 지급하게 되어 계약 당사자는 항상 계약가격으로 전력을 판매 및 구매를 하는 효과를 누리게 됨.
- 기존의 연구는 전력시장에서 양방향 차액정산계약이 가격 변동성에 대한 헤지 기능, 가격 하향 안정화 기능, 발전회사의 효율성 제고 기능, 시장지

배력 완화 기능 등 전력시장의 안정성과 효율성 제고에 기여할 수 있음을 보여줌.

[그림 2] 계약물량 변화에 따른 시장가격 변화



<표 2> 계약물량( $x_i$ )의 변화와 SMP의 평균과 표준편차

	모델가격					
	$x_i = 0$	$x_i = 0.3q_i$	$x_i = 0.5q_i$	$x_i = 0.75q_i$	$x_i = 0.9q_i$	$x_i = 0.99q_i$
평균	158.94	129.76	110.31	86.00	71.41	62.66
표준편차	12.67	8.87	6.34	3.17	1.27	0.13

- 본 연구에서는 예시로써 쿠르노 모형을 이용하여 차액정산계약 형태의 규제금융계약이 SMP에 어떠한 영향을 미치는지 살펴봄.
- 도매전력시장에서 전체적인 계약물량이 증가함에 따라 도매시장가격이 하락하여 점차적으로 한계비용에 가깝게 접근하고 있음을 보여줌.
- 차액정산계약을 전체물량의 75%를 할 경우 도매시장가격은 86원/kWh가 됨을 보여줌.

- 계약물량이 증가함에 따라 도매시장가격의 표준편차도 점차적으로 줄어드는 것을 확인할 수 있는데 이는 차액정산계약으로 인해 도매시장가격이 한계비용 수준으로 하향 안정화될 수 있음을 보여주고 있음.

□ 규제금융계약(Vesting Contract)의 설계 방향

- 일반적으로 규제금융계약은 시장체제 도입 초기, 발전부문의 분할 매각에 앞서 정부가 강제적으로 발전과 판매 회사 간에 맺어주는 일정 물량과 가격의 중장기 계약을 지칭하며 다음과 같은 기능을 수행할 수 있음.
  - 발전부문에서 좌초비용이 발생하는 경우 이를 회수하여 발전사업자를 보호하고, 초과이윤이 발생하는 경우 이를 흡수하여 판매회사(궁극적으로 소비자)를 보호함으로써 발전과 판매 부문 간의 적정 이윤 배분 및 형평성을 도모
  - 구조개편 초기에 풀시장 참여자들이 시장가격 변동성에 대해 자발적으로 적정한 위험관리수단을 강구하기 전에 필요한 회사 단위의 위험관리기능을 수행
  - 구조개편 초기에 정부 주도로 이루어질 소비자요금의 안정화 및 요금체제의 단계적 합리화와 관련한 정부의 규제 및 정책의 불확실성을 해소시키고 판매회사의 재무적 안정성에 기여
  - 경쟁체제로의 이행기에 나타날 수 있는 시장지배력 문제의 완화를 통해 공정하고 유효한 경쟁을 도모
  - 구분정산방식이나 정산조정계수 적용과 같은 시장가격 왜곡 제도는 공급이 부족할 때 신규진입에 잘못된 유인을 제공하게 되므로 규제금융계약은 이러한 왜곡된 제도를 대체하여 시장의 신규진입을 촉진
- 이와 같이 규제금융계약은 여러 가지 정책목표를 달성할 수 있게 하는데

현재 국내 전력시장에 필요한 규제금융계약의 주요한 목표는 기저발전부문의 초과이윤을 흡수하여 시장가격을 안정화시키는 데 있음.

- 본 연구에서는 규제금융계약 설계 방향과 관련하여 계약물량, 계약가격, 계약대상, 계약기간에 대해 논의함.
- 규제금융계약의 계약물량
  - 계약물량은 규제금융계약의 대상 발전 설비가 계약기간 동안 생산할 수 있는 미래 예상 발전량으로 정할 수 있음.
  - 예상 발전량을 정확하게 추정하기 위해서는 복잡한 절차와 방법이 필요하겠지만 기본적으로 발전기의 과거 발전량 기록, 고장정지율, 예방정지율, 예상 전력수요 등의 요소를 고려하여 추정
  - 발전회사 단위로 규제금융계약이 체결된다고 가정하면 발전회사가 자신이 소유한 여러 발전기들의 포트폴리오 구성을 통해 통합적으로 발전 설비들을 보수하고 운영하게 함으로써 물량위험을 헤지할 수 있도록 유도 가능
  - 이러한 제도적 장치는 물량 위험을 헤지하는 기능을 수행할 뿐만 아니라 발전회사로 하여금 고정정지율을 줄이고 효율적인 설비 운영을 유인하여 전력시장의 효율성을 제고하는 기능을 할 수 있음
- 규제금융계약의 계약가격 (총괄원가를 이용한 방법)
  - 규제금융계약의 대상 발전설비에 대해서 원가 이외에 적정투자보수를 실현해 줄 수 있는 가격을 설정하기 위해서 계약가격은 총괄원가를 계약물량으로 나눈 값으로 계산할 수 있음.
  - 본 연구에서는 예시로써 우리나라 발전회사 중 어느 한 발전소의 2008년 실적치 자료를 이용하여 총괄원가를 이용한 계약가격을 제시

<표 3> 계약가격과 계약물량

년도	도매시장가격 (p)	계약물량(MWh) (x)	총괄원가 (백만원)	계약가격 (원/kWh) (z = 총괄원가/x)
2008	121.79	1,917,351	225,156	117.43

- 총괄원가를 이용한 계약가격은 117.43원/kWh로 제시되었으나 위의 계약가격은 일정하게 고정되어 있어 실제 발생한 총괄원가를 제대로 반영하고 있지 못하고 있음.

[그림 3] 총괄원가와 연료비

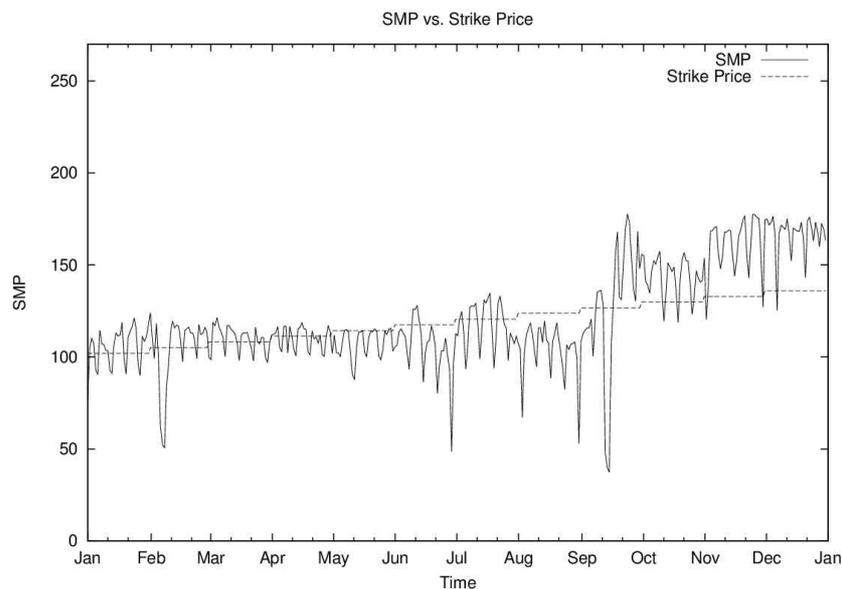


- 연료비의 경우 비중은 전체 총괄원가의 2/3 이상을 차지하고 있어 원가의 가장 중요한 요소이며 2012년 기준 표준편차는 단가의 약 20~30% 수준으로 가장 변동성이 높음
- 총괄원가에서 연료비가 차지하는 비중은 매우 높기 때문에 계약가격 설정

시 연료비의 변동에 따라 월 단위 혹은 분기 단위로 계약가격도 변경되도록 설정해야 함.

- 따라서 계약가격 설정 시 연료비 변동을 고려하여 다음과 같이 계약가격을 연료비의 함수형태로 설정하는 변동형 계약가격을 고려해야 함.
- 총괄원가 = (1) f(연료비) + (2) 연료비를 제외한 적정원가 + (3) 적정투자 보수

[그림 4] SMP와 변동형 계약가격



- 위의 그림은 변동형 계약가격의 예로서, 2008년 6월 계약가격(117.4원 /kWh) 전후로 연료비가 월별 약 30% 감소 및 증가를 한다고 가정하였을 경우 계약가격의 변화를 나타내고 있음.

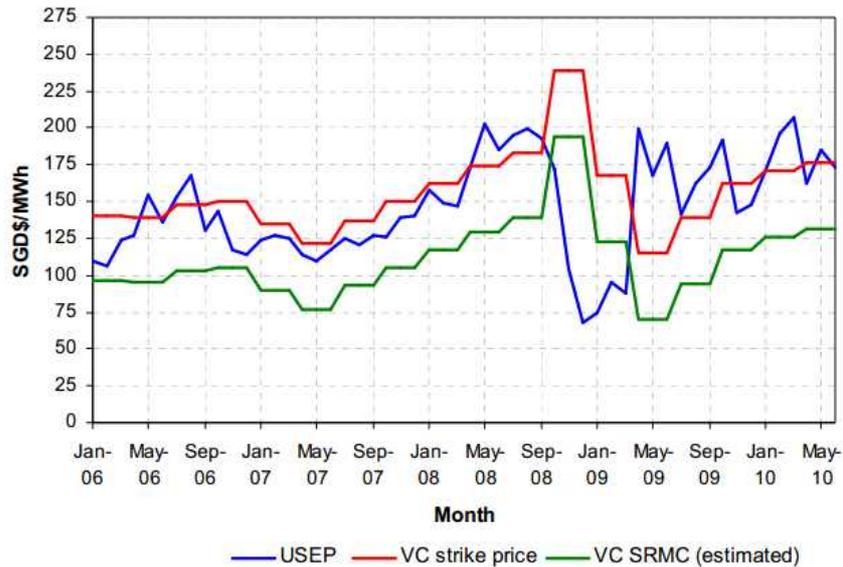
○ 규제금융계약의 계약가격 (장기한계비용을 이용한 방법)

- 현재 싱가포르에서는 Energy Market Authority (EMA)의 주관 하에 가장 효율적인 발전기의 장기한계비용(Long Run Marginal Cost, LRMC)을 계

약가격으로 설정하고 있음.

- $LRMC = (1) \text{ Avoidable Cost} + (2) \text{ Annual Capital Cost}$
- 장기한계비용의 구성 요소를 살펴보면, 첫 번째 부분은 연료비에 해당하는 단기한계비용(Short Run Marginal Cost, SRMC)과 운영비용을 나타내고, 두 번째 부분은 적정투자보수율(WACC)을 할인율로 적용하여 계산한 자본비용을 나타냄.
- 이러한 구성은 총괄원가의 구성과 비교하였을 때 매우 비슷한데, 첫 번째 부분은 연료비와 운영비로 구성되어 있기 때문에 효율적인 발전설비 운영을 통해 비용을 절감할 수 있는 부분을 의미하고, 두 번째 부분은 총괄원가에서의 적정투자보수를 의미함.
- 2011-2012년과 2013-2014년 두 기간에 대해서 EMA가 제시한 계약가격은 각각 \$225.19/MWh와 \$215.95/MWh인데 연료비 부분의 가격은 각각 \$168.70/MWh와 \$170.86/MWh로 계약가격의 74%와 79%를 차지하고 있음.
- 따라서 EMA는 연료비의 변동성을 감안하여 장기한계비용의 파라미터 값은 2년마다 설정을 하되 연료비에 해당하는 단기한계비용에 대해서는 분기마다 설정을 하고 있음.

[그림 5] 시장가격과 계약가격(싱가포르)



- 위의 그림에서 전력시장가격인 USEP(Uniform Singapore Energy Price)와 계약가격은 비슷한 방향으로 움직이고 있고 연료비의 변동을 나타내는 단계한계비용곡선은 분기마다 변화하고 있으며 이에 상응하여 계약가격도 분기마다 변화하고 있음.
- 효율적인 새로운 발전기의 투자 유인을 높이고 동시에 현존하는 발전기들의 초과이익을 제한하기 위해서 계약가격이 단계한계비용곡선보다 높게 설정되어 움직이는 것을 볼 수 있음.
- 규제금융계약의 계약대상
  - 위에서 언급한 정산조정계수제도의 문제점을 지양하고 규제금융계약에 대한 소기의 목적을 달성하기 위해서 투자시점을 기준으로 계약대상을 적용해야 함.
  - 지금까지의 시장가격 안정화 방안 정책은 정부 개입의 방식이 잘못되어 시

장이 맡아야 할 부분과 정부가 맡아야 할 부분이 제대로 구분되지 않고 정부는 언제든지 전원별, 사업자별 수익에 대해 사후적으로 개입하여 조정할 수 있었음.

- 그러나 경쟁부문에서 정부의 가격 규제는 완화되어야 하며 특히 시장가격은 시장참여자들의 경쟁에 의해 결정되어야 함.
- 따라서 구조개편 이전 독점시절에 투자 설비로부터 얻은 수익은 적정투자 보수 수준에서 규제하고, 도매시장 자유화 이후의 발전설비 투자에 대해서는 시장가격에 의한 보상을 보장하는 방식으로 개편되어 시장과 정부의 역할을 사전적으로 명확하게 구분하는 방식으로의 개선이 필요
- 신규 발전설비에 대해서 시장가격에 의한 수익을 허용하면 일시적으로 한전의 전력 구입 비용이 급등할 것이라는 우려도 있을 수 있으나 공급 측면에서 신규투자를 적극적으로 유인할 것으로 예상되기 때문에 궁극적으로 시장가격 안정화에 기여하는 영향이 더 클 것으로 전망

○ 규제금융계약의 계약기간

- 계약기간에 대해서는 기본적으로 도매시장가격이 장기한계비용 수준으로 하향 안정화되는 시점까지로 설정할 수 있음.
- 이는 기저발전이 확충되고 설비예비율이 증대되어 수급균형이 어느 정도 회복되는 시점을 의미
- 싱가포르의 경우 2004년부터 시장지배력 완화를 목적으로 규제금융계약을 시행하고 있는데 계약물량을 점점 줄여나가는 형식으로 출구전략을 계획
- 시행 첫해인 2004년에 계약물량은 전체물량의 65%였고 점차적으로 줄여나가 2014년에 40% 그리고 최종적으로 0%를 계획

○ 소매시장과 관련된 논의

- 규제금융계약 기간 중 단계적 소매경쟁 도입이 이루어지고, Vesting Contract의 물량을 오로지 비경쟁수용가에게만 할당할 경우, 현재와 같이 한계비용 기준의 도매시장가격과 평균비용과의 괴리가 매우 크다면 비경쟁수용가는 (정상규제 조건의) 기존 요금보다 낮은 수준의 요금을 부담하게 됨.
- 반면 한계비용 기준의 도매시장 가격을 고스란히 부담하여야 할 경쟁수용가의 요금은 급상승하여 Vesting Contract 시점에 따라 수용가 입장에서는 받아들일 수 없는 충격적 수준으로 나타날 가능성이 있음.
- 따라서 경쟁수용가와 비경쟁수용가 간의 형평성을 저해하는 경쟁수용가의 요금 충격 문제를 해소하기 위해서는 낮은 가격의 Vesting Contract 물량을 경쟁수용가에게도 적절히 할당하는 방안을 강구할 필요가 있음.
- 신규사업자의 소매시장 진입장벽 해소를 위한 규제계약 조건과 관련하여 경쟁부문 Vesting Contract 정산금액을 사후적으로 배분해 주는 방안을 고려할 필요가 있음.
- 전체 경쟁수용가에게 할당될 Vesting Contract 물량에 대해서 전력거래소와 같은 중립적인 기관이 먼저 Vesting Contract의 당사자가 되고, 경쟁부문에서의 각 판매사업자의 시간대별 판매물량에 비례하여 사후적으로 물량 배분 및 정산을 할 경우 경쟁수용가에 대한 판매사업자 간의 공정경쟁을 기대할 수 있음.
- 비경쟁수용가에 대한 Vesting Contract 물량은 한전이 계약 당사자가 되거나, 전력거래소가 될 수도 있으며, 한전이 계약 당사자가 되는 경우 차후에 판매부문이 분리되면 지역별 최종 공급 의무 판매 사업자 역할을 하게 될 지역별 판매회사에 지역별 수익성을 고려하여 적절하게 Vesting Contract 물량을 배분, 승계하는 방안을 생각해 볼 수 있음.

### Ⅲ. 정책 제언 및 기대효과

- 그동안 정부는 기저발전구분 정산 방식이나 발전자회사에 대한 정산조정계수의 적용 등 시장정산규칙을 인위적으로 적용하여 도매시장가격을 안정화시키고자 함.
  - 그러나 이러한 가격안정화 방안은 기존 설비와 신규 설비를 구분하지 않고 모든 기저설비에 대해 초과이윤을 흡수하는 정책이었기 때문에 신규설비에 대한 투자를 유인하지 못하였음.
  - 또한 기저설비에 대한 상한가격이나 정산조정계수를 빈번하게 변경하고 전월별, 사업자별 수익에 대해 사후적으로 개입하여 규제함으로써 발전설비의 효율적인 운영을 유인하지 못하였음.
- 따라서 현재의 정산조정계수 제도를 대신하여 전력시장의 신규투자를 유인하고 효율성도 제고할 수 있는 과도기의 전력시장가격 안정화 방안이 필요함.
  - 구체적으로 기존 설비에 대해서는 일정 기간 전력판매수입이 적정투자보수를 실현할 수 있도록 기존 설비의 예상 발전량에 대해서 예상 총괄원가를 보상하는 수준의 계약가격을 설정하여 발전회사와 판매회사간의 차액정산계약 형태의 규제금융계약을 체결해야 함.
    - 기존의 연구는 전력시장에서 양방향 차액정산계약이 가격 변동성에 대한 헤지 기능, 가격 하향 안정화 기능, 발전회사의 효율성 제고 기능, 시장지배력 완화 기능 등 전력시장의 안정성과 효율성 제고에 기여할 수 있음을 보여주고 있음.
    - 이러한 여러 가지 기능 중 현재 국내 전력시장에 필요한 규제금융계약의

주요한 목표는 기저발전부문의 초과이익을 흡수하여 시장가격을 안정화시키는 것임.

□ 규제금융계약 구성요소와 관련하여 다음과 같은 설계 방향이 필요함

- 계약물량은 규제금융계약의 대상 발전 설비가 계약기간 동안 생산할 수 있는 미래 예상 발전량으로 설정
  - 발전 설비의 과거 발전량 기록, 고장정지율, 예방정지율, 예상 전력수요 등의 요소를 고려하여 추정 가능
  - 발전 설비 회사와 정부 담당자 간의 협의를 통해 분기별 혹은 연도별로 계약물량을 갱신할 수 있는 제도를 마련
  - 발전회사가 소유한 여러 발전기들의 포트폴리오 구성을 통해 통합적으로 발전 설비들을 보수하고 운영하게 함으로써 물량위험을 헤지할 수 있도록 유인
  - 궁극적으로 발전회사로 하여금 고정정지율을 줄이고 효율적인 설비 운영을 유인하여 전력시장의 효율성 제고를 유인
- 계약가격은 총괄원가를 보상하는 수준에서 결정되어야 하며 계약가격 중 연료비의 비중이 매우 높기 때문에 연료비와 연동이 되게끔 설정
  - 총괄원가를 이용한 방법을 사용할 경우 총괄원가에서 연료비가 차지하는 부분은 가변적인 함수 형태로 나타내고 적정투자보수를 포함한 나머지 부분은 고정적인 상수로 간주하여 계약가격이 연료비의 변동에 따라 연동되도록 설계
  - 총괄원가와 장기한계비용의 구성은 비슷하다고 할 수 있으며 두 경우 모두 연료비의 비중이 매우 큰 것을 알 수 있음.

- 따라서 계약가격을 설정하는 데 있어서 연료비의 변동을 잘 반영할 수 있다면 총괄원가 방식이든 장기한계비용 방식이든 큰 차이는 없을 것으로 보임.

○ 계약대상은 투자 시점을 기준으로 기존 설비와 신규 설비를 구분

- 기존 설비에 대해서는 규제금융계약을 적용하여 적정투자보수를 보장하는 수준에서 규제

- 신규 설비에 대해서는 시장가격에 의한 수입을 허용함으로써 공급 측면에서의 신규투자를 적극적으로 유인하여 시장가격 안정화를 꾀해야 함.

- 신규 설비에 대해 시장가격에 의한 수입을 허용하면 일시적으로 한전의 전력구입비용이 급등할 것이라는 우려도 있을 수 있으나 공급측면에서 신규 투자를 적극적으로 유인할 것이기 때문에 시장가격을 안정화하는 영향이 훨씬 더 클 것으로 예상됨.

○ 계약기간은 기본적으로 도매시장가격이 장기한계비용 수준으로 하향 안정화되는 시점까지로 설정

- 이는 기저발전이 확충되고 설비에비율이 증대되어 수급균형이 어느 정도 회복되는 시점까지를 의미

□ 기대효과

○ 현행 도매시장가격 안정화 방안의 문제점 해소

- 규제금융계약의 순기능을 분석함으로써 가격기능의 상실로 인한 기저설비 부족 및 수급 불균형문제의 해소 방향 제시

○ 도매시장 전력거래제도 개선 및 판매경쟁 도입 여건 조성

- 규제독점시절의 투자의사결정 결과를 경쟁시장체제와 조화롭게 절충
- 발전부문 유효경쟁 확대, 민간발전 도입 촉진
- 투자의사결정 합리화 및 경쟁부문 신규사업자의 시장진입 활성화
- 단계적 소매경쟁 도입 과정에서 경쟁 및 비경쟁 소비자간 요금 격차 완화, 잉여 배분의 공정성 제고

## < 참고자료 >

### 1. 참고문헌

- 김남일, 「경쟁적 전력시장에서의 정부의 역할 : 전략적 행동과 규제」, 에너지경제연구원, 2001
- 김남일, 「경쟁적 전력시장에서의 입찰균형가격 예측을 위한 이론적 모델과 실증분석」, 에너지경제연구원, 2002
- 김남일, 「전력 도매시장의 시장참여자 형태 분석 : 게임이론적 접근」, 에너지경제연구원, 2003
- 김수덕, 김영산, 「전력 파생상품 도입이 현물 시장 성과에 미치는 영향에 대한 연구」, 산업조직연구, 2004
- 김주훈, 「대내외 여건 변화에 부응한 전력산업구조 정책방향 연구」, KDI, 2010
- 남일충, 「변동비반영시장 평가진단 및 개선 연구」, 한국전력거래소, 2005
- 남일충, 「전력산업에 대한 경쟁정책」, KDI, 2012
- 류승화 외, 「국내 발전시장 주요 이슈와 민자발전사의 미래」, NH농협증권, 2013
- 박태영, 「CBP제도 선진화 방안」, 삼일회계법인, 2011
- 안재균, 최기련, 「전력파생상품이 현물시장에 미치는 영향분석」, 에너지경제연구, 2006
- 왕규호, 「발전회사간 경쟁강화 방안 연구」, 전력산업연구회, 2005
- 윤원철, 손양훈, 김수덕, 「헤징계약 도입에 따른 국내 전력시장의 영향 분

- 석」, 산업조직연구, 2002
- 이유수, 김진우 「경쟁적 전력시장 조성을 위한 구조개혁 방향」, 에너지경제 연구원, 2008
- 전력구입처 「발전자회사와의 정산조정계수 적용경과」, 한국전력공사, 2012
- Energy Market Authority, “Regulating Singapore’s Electricity Industry,” 2012
- Energy Market Authority, “Introduction to the National Electricity Market of Singapore,” 2009
- Energy Market Authority, “Review of the Long Run Marginal Cost Parameters for Setting the Vesting Contract Price for the Period 1 January 2013 to 31 December 2014,” 2012
- PA Consulting Group, “Review of Vesting Contract Levels and Period Weighting Factors for 2011 and 2012 - Analysis and Recommendations,” 2010
- Kee, Edward D., “Vesting Contracts: A Tool for Electricity Market Transition,” The Electricity Journal, 2001
- Wolak, Frank A., “An Empirical Analysis of the Impact of Hedge Contracts on Bidding Behavior in a Competitive Electricity Market,” International Economic Journal, 2000
- Wolak, Frank A., “Designing Competitive Wholesale Electricity Markets for Latin American Countries,” Working Paper, 2003
- Wolak, Frank A., “Regulating Competition in Wholesale Electricity Supply,” Working Paper, 2013

Joskow, Paul L., "Competitive Electricity Markets and Investment in New Generating Capacity," Working Paper, 2006



정책 이슈페이퍼 13-04

## 석탄산업합리화정책 출구 전략

유동현 외

### 목 차

- I. 배경 및 문제점 / 69
- II. 조사 및 분석 결과 / 73
- III. 정책 제언 / 77
- VI. 기대 효과 / 84
- <참고자료> / 86



에너지경제연구원  
KOREA ENERGY ECONOMICS INSTITUTE



## I. 배경 및 문제점

### 1. 연구 배경

- 합리화정책 시행 지속으로 석탄 생산은 급속히 감소하나 연탄 수요는 일정 수준에서 유지
  - 2012년 말 현재 우리나라의 석탄광업은 대한석탄공사(이하 석공)의 장성, 도계, 화순광업소와 민영탄광인 (주)경동 상덕광업소, (주)태백광업의 5개 광업소 체제로 운영
    - 이는 1989년부터 시작된 석탄산업합리화정책(이하 합리화정책) 시행으로 석탄광업소가 급격히 줄어든 결과
  - 무연탄 생산량이 연탄 수요와 유사한 상황에 이른 지금은 광업자대책비(전업지원금) 지급을 규정한 합리화정책이 무연탄 공급부족을 초래할 수 있는 정책으로 평가
    - 전업지원금을 수령을 위한 감산 요구 존재
    - 서민 연료로 분류되는 연탄은 규제된 가격으로 거래되고 있어 연탄 수요는 일정한 수준에서 유지
    - 생산원가를 반영하지 못하고 있는 연탄은 가정을 비롯해 일부 상업용으로 소비하고 있으며, 가정용 수요는 수요층의 에너지 전환 경직성 특성이 존재
- 합리화정책에서 지원하는 전업지원금을 받기 위한 근로자 일시 퇴직이 생산 감소원인 중 하나로 작용

- 석탄광업의 생산인력인 직접부가 퇴사하면서 채탄인력이 줄어들어 인당 석탄생산효율은 감소하고, 인력감소→생산량 감축→생산원가 상승으로 이어지는 악순환 심화
- 석탄생산 자체가 어려워지는 한계상황에 도달하기 전에 석탄산업 합리화정책을 종결하기 위한 출구전략 마련이 요구됨.
- 정부가 G20 회의에서 2020년까지 화석연료 보조금 철폐를 약속
  - 정부 보조금으로 유지되어 온 석탄산업의 자율 경영기반을 2020년까지 마련해야 함.

## 2. 연구 필요성 및 목적

### □ 연구 필요성

- 석탄산업합리화정책(이하 합리화정책)이 1989년 수립된 이후 24년간의 정책 추진을 통해 무연탄 생산량은 연간 약 200만톤 규모로 축소
  - 합리화정책 추진으로 비효율 탄광이 대부분 정리되어 합리화정책은 최근까지는 성공적
  - 현재 생산을 지속하고 있는 5개의 가행탄광도 탄맥이 깊어짐에 따라 생산 한계 상황으로 진행 중
- 한편, 연탄 수요는 그동안 지속적으로 감소해 왔으나 소득수준 증대와는 별개로 향후에도 일정량의 연탄수요가 유지될 것으로 예상
  - 연탄수급 정책을 포함한 정부의 석탄산업 정책에 대한 변화가 요구됨.

### □ 연구 목적

- 석탄 공급 감소 가능성이 점점 커지는 가운데 석탄 수요는 일정 수준을 유지하는 상황 아래에서 합리화정책의 평가를 통해 석탄산업에 대한 향후 정책 방향을 설정해야 할 시점임
- 그동안 추진되었던 합리화정책 성과 평가를 바탕으로 석탄광업 및 연탄수요를 고려한 가운데 합리화정책 종결을 위한 전략 마련이 요구됨.
- 본 과제는 석탄광업과 연탄 부문에 대한 합리화정책 종결을 위한 정책대안 제시와 함께 석탄광업 자립기반을 도출하는 데 연구 목적이 있음.

#### [참고] 용어 설명

##### 1. 합리화정책

- 합리화정책은 국내 무연탄 공급이 수요를 훨씬 초과하여 공급초과로 인한 사회적 문제 발생이 우려되었던 1980년대 말 상황을 타개하기 위해 도입된 정책임.
- 1986년 아시안 게임과 1988년 서울 올림픽 준비과정에서 서울시는 1985년에 신규주택에서의 연탄사용 금지를 발표
- 이 당시 도입 추진 중이었던 LNG의 본격적 공급이 1987년부터 예상되는 상황이었음.
- 갑작스런 국내 무연탄 생산 감소는 인위적 폐광 내지는 감산을 동반하였고 그 과정에서 정부는 전업지원금과 광업자대책비라는 새로운 정책을 도입하게 됨.
- 본 연구에서 사용하는 표현 중 '출구전략'은 위에서 설명한 '합리화정책' 종결을 위한 이행전략 임.

## 2. 전업지원금

- 합리화정책 아래에서 근로자가 석탄광을 퇴직할 때 「석탄산업법」에 근거하여 부가적으로 받을 수 있는 항목
  - 전업지원금은 전업준비금과 특별위로금으로 구성됨.
  - 13년 이상 근속한 석탄광 근로자는 최대 41.016개월분(통상임금 기준)의 전업지원금을 받을 수 있음.
- 전업지원금은 정년 기준으로 잔여기간이 3년 미만인 경우 최대 3개월분을 지급받을 수 없어 근로자는 정년 3년 전에 전업지원금 수령을 원함.

## 3. 광업자대책비

- 합리화정책이 감산을 지향하는 것이므로 「석탄산업법」에서 광업자에게도 생산 손실을 보상해 주는 규정을 도입
  - 운영하던 탄광을 폐광(폐광대책비)하거나 부분적인 감산(감축지원금)을 하면 광업자대책비를 받을 수 있음.
  - 폐광대책비는 직전 3년 평균 생산량을 기준으로 하며, 감축지원금은 전년 대비 5% 이상 감산하는 경우 해당됨.

## II. 조사 및 분석 결과

### □ 에너지 산업으로써 석탄산업

- 무연탄 최대 생산량을 기록했던 1988년 1차 에너지 기준 석탄 비중은 15.2%, 석탄산업의 GDP 비중은 0.5% 이었으나, 2012년 기준으로는 각각 0.4%와 0.03%로 축소
  - 국민소득 증가, 주택형태 변화, 청정연료 선호 및 국내 석탄생산비 상승 등으로 석탄수요가 지속적으로 감소
  - 1988년 2,429만 톤이었던 석탄생산량은 2012년 209만 톤으로 줄어 1988년 생산량의 8.6% 수준에 그침.
  - 1989년부터 시행된 합리화정책에 따른 폐광·감산(탄광 노사 간 합의로 자율결정)의 결과임.

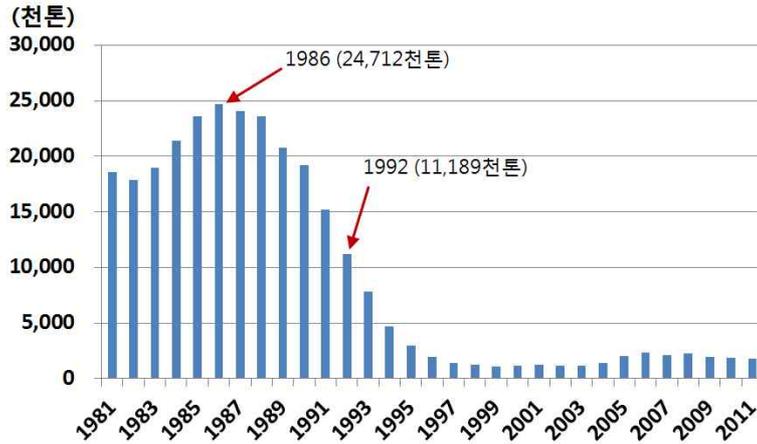
<표 2-1> 석탄광업의 변화

	1988	2012	차이
탄광 수(개)	347	5	△342
생산량(만 톤/년)	2,429	209	△2,220
근로자 수(명)	62,259	3,808	△58,451

자료: 산업통상자원부, 「석탄산업 통계」, 2013.5

- 무연탄 수요 관점에서 가정·상업용 무연탄 소비를 보면, 1986년 2,471만 톤의 정점을 지나 6년이 경과한 1992년에 절반 이하인 1,119만 톤으로 급격히 감소

[그림 2-1] 가정·상업용 무연탄 소비 추이



자료 : 에너지경제연구원·지식경제부, 『에너지통계연보』, 2012

- 1987년 무연탄 2,427만 톤 생산에 연말재고 1,045만 톤, 1988년 2,430만 톤 생산에 연말재고가 1,113만 톤에 이르는 상황에서 정부는 무연탄 공급과잉을 해결하기 위해 공급 부문 중시 정책을 채택
  - 무연탄 수급을 정부가 관리하는 상황에서 무연탄 공급과잉을 해결하기 위한 대책 마련의 계기가 되었음.

□ 수요를 충족하지 못하는 석탄 공급

- 연탄 수요와 석탄 생산량을 고려하여 정책적으로 결정하는 발전용 무연탄 소비량이 2005년과 2006년에 200만 톤 수준이었으나 2010년과 2012년에는 각각 84만 톤과 59만 톤으로 급격히 축소됨.
  - 연탄 공급부족 사태 발생을 방지하기 위해 발전용 소비를 정책적으로 축소한 결과임.
  - 합리화정책 지속으로 연탄공급 부족이 우려되는 상황에 직면

<표 2-2> 국내 무연탄 수급 현황

(단위: 천 톤)

	2005	2008	2010	2012
소비	4,467	4,260	2,698	2,424
연탄용	2,010	2,289	1,859	1,833
발전용	2,354	1,960	839	591
공급	11,855	7,057	4,551	4,052
이월	8,894	4,231	2,226	1,720
생산	2,832	2,773	2,084	2,094
수입	-	10	170	192
재고 (당해년도 방출)	7,388 (1,118)	2,797 (1,419)	1,853 (288)	1,628 (62)

자료: 산업통상자원부, 「석탄산업 통계」, 2013.5

- 무연탄 재고 역시 2005년 739만 톤에서 2012년 163만 톤으로 급격하게 감소함.
  - 재고 무연탄은 연탄수요에 대응하기 위한 전략적 비축이지만 합리화정책 지속으로 추가적인 석탄 감산이 재고 축소도 우려됨.
- 2013년 연탄 수요는 179만 톤(산업통상자원부)으로 추정되며, 추가적인 연탄 가격 인상이 없다면 무연탄 공급부족이 현실화될 수 있음.
  - 최근 4년 정도 유지되어온 연탄 소비수준인 180만 톤 정도에서 연탄 수요가 유지된다고 가정하고
  - 합리화정책이 지속된다면 주기적인 감산을 통해 무연탄 공급 감소폭이 더 커질 것으로 추정되어 연탄 공급부족 현실화 가능성 증대
  - 반면에 급격한 연탄가격 인상이 없는 한 연탄수요 감소 기대는 곤란

□ 정부지원금으로 유지되는 연탄 가격

- 채탄 작업장이 깊어지고 탄질이 저하되는 등 무연탄 생산 여건이 점차 과거에 비해 상대적으로 나빠져 무연탄 생산비 인상요인이 있음에도 연탄가격에 반영하지 못함.
- 서민연료로 분류되는 연탄 소비자 가격은 정부지원금을 통해 낮게 유지되고 있음.
- 2010년 이후 가격 인상이 없었으며, 그 결과 연탄 제조사에 지급하는 연탄장당 지원 금액은 2010년 191원에서 2012년 274원으로 43% 인상됨.

<표 2-3> 연탄 소비 및 연탄 가격 변화율

(단위: 천 톤)

	2003	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
연탄 소비	1,191	2,327	2,091	2,289	1,941	1,859	1,822	1,833
연탄 가격 변화(원/개)	10% (167→184)	동결	20% (184→221)	30% (221→287)	30% (287→373)	동결		

주 : 연탄 가격은 공장도가격 기준

자료 : 산업통상자원부, 「석탄산업 통계」, 2013.5

- 석탄산업에 지원하는 정부의 재정은 판매소비지원과 구조조정지원\* 항목으로 대부분 지출됨.
- 연탄가격과 비축장관리지원을 내용으로 하는 판매소비지원 비중은 2010년 38.6%에서 2012년 45.0%로 늘어남.
- \* 구조조정지원 항목은 폐광대책 및 광해방지지원으로 구성

□ 합리화정책에 의한 지속적인 감산 요구

- 석공 근로자 가운데 23% 정도가 2016년까지 정년을 맞게 되어 전업지원금을 받기 위해서는 2013년에 생산 감축을 요구할 수 있음.
  - 이후 3년이 지난 후 정년 3년 전에 이르는 근로자는 현 근로자의 26% 정도임.
  - 합리화정책이 지속 되는 한 이 같은 반복적인 감산 동력이 상존하므로 앞으로 10년 안에 탄광 근로자 부족 상황이 발생할 수 있음.
- 합리화정책을 시행하면서 '합리화정책 지원제도' 적용대상 근로자 수를 확정하여 신규 인력 채용의 걸림돌로 작용
  - 신규로 확충된 근로자는 '합리화정책 지원제도' 비적용 근로자로 구분해야 하는데 이에 대해 최근의 판결에서 법원은 차별성을 인정하지 않고 동일한 전업지원금 적용대상으로 인정
  - 다른 관점에서 볼 때 석탄 생산규모 감축을 위해 탄광 근로자를 줄인 상황에서 근로자를 신규로 채용한다는 것이 일관되지 못하게 해석될 수 있음.

### Ⅲ. 정책 제언

#### □ 합리화정책 종결을 위한 선결과제

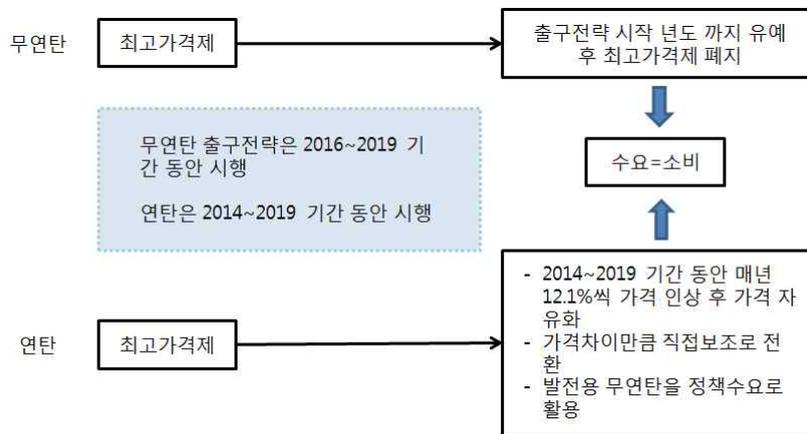
- 합리화정책을 마무리하기 위해서는 현재 시행되고 있는 무연탄 및 연탄 최고판매가격제의 지양 필요
  - 무연탄 최고판매가격제도는 연탄 소비자에게 정부가 당연히 제공해주어야 하는 의무로 생각하게 하는 요소로 작용
  - 동시에 석공 생산원가 이하 수준에서 무연탄 최고판매가격이 결정되어 석

공의 추가 부채 발생 요인을 제공

- 최고판매가격이 연탄 생산비용을 충분히 반영하지 못하는 가운데 현 정책은 연탄가격 인상 억제를 통해 적정한 수준에서 연탄수요가 유지되기를 바라는 정책
- 우리나라는 2020년까지 화석연료 보조금을 철폐하기로 G20 회의에서 약속
- 합리화정책은 무연탄 감산을 지향하지만 다른 석탄정책은 연탄수요에 대응하는 공급능력 유지를 추구함.
  - 합리화정책 종결은 광업자대책비(탄광)와 전업지원금(근로자) 지급을 의미
  - 감산지원비는 시간 흐름에 따라 증가하므로 이를 고려한 일시적 폐광이 필요하므로 정부의 재원확보 노력 요구됨.
  - 합리화정책 종결 시점은 연탄수요, 보호계층 에너지 지원제도, 정부 재정부담 능력, 저탄량 수준(수입 무연탄 포함) 등을 고려하여 선택
- 석탄광업은 지역경제 유지에 필요한 산업이라는 인식이나 석탄광 근로자는 전업지원금 수령을 원함.
  - 탄광이 지역경제 유지를 위해 필요한 산업으로 다시 인식되면서 감산 및 폐광이 지역의 이해와 다를 수 있음.
  - 반면 고령화된 탄광근로자는 전업지원금을 받고자 하는 욕구 상존
- 합리화정책 종결을 위해 연탄 보조금 철폐와 연탄 지원효율성 제고를 고려할 때 연탄 수요 주택의 에너지 이용설비 전환 필요
  - 정부 보조금을 통해 원가 이하로 책정됨에도 현재 연탄이용자 중 보호계층에는 연탄쿠폰을 지급
  - 합리화정책이 종결되어야 하는 가장 큰 이유가 연탄수급 불안 가능성 때문

- 인데 연탄쿠폰제는 연탄수요를 감소시키지 못하게 하는 요인으로 작용
- 연탄쿠폰은 연탄 이용설비 주택이 전제되어야 이용 가능한 것으로 주택의 에너지 이용설비를 교체하면 연탄 수요는 감소됨.
  - 또한 도입 예정인 에너지 바우처의 예상 지원 금액이 연탄쿠폰 금액(16.9만원/가구)에 비해 현저하게 적을 것으로 예상

[그림 3-1] 출구전략 개념도



□ 무연탄부문 출구전략 이행

- 2014~2015년 동안 석공법을 개정(구조조정)하고 석탄광 기업의 대비를 위해 2016년 무연탄 최고판매가격 폐지, 2016년 이후 석탄광 재정지원 중단, 2016년 석탄광 기업에 연탄용 해외무연탄 수입 허용 등 예고 필요
  - 「석탄산업법」 제24조 1항 6호 ‘석탄 및 석탄가공제품을 지원하기 위한 판매가격의 결정 및 고시’의 개정 필요
  - 연탄 가격은 2014년부터 인상 필요하므로 2013년 내에 기재부와 협의
  - 동시에 석탄 가격 인상 일정과 인상 폭, 발전쿼터제 시행을 위한 전력요금 변경 등을 기재부와 협의

- 정부는 「석탄산업법」 제24조 1항 5호 '발전용 석탄의 사용량에 관한 조정'을 보완하여 생산된 국내 무연탄을 발전 부문에서 소비할 수 있도록 국내 무연탄 쿼터제로 변경 필요
- 2016년 이후 석탄광 일시적 폐광을 선택하여 하여 지금의 합리화정책을 종결하고 그 이후 「석탄산업법」 재개정을 통해 합리화정책에 관한 조항을 삭제
- 2016년 국내 무연탄 최고판매가격제 폐지, 국내 무연탄 발전쿼터제 시행

<표 3-1> 무연탄 부문 기간별 출구전략 이행 방안

	2014~2015	2016~2019(4년)
석탄광업	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 무연탄 최고판매가격제 폐지 예고(2014)</li> <li>- 석탄광 재정지원 중단 예고(2014)</li> <li>- 2016년 이후 석탄광 일시적 폐광 예고</li> <li>- 석탄광 운영사에 해외 무연탄 수입허용(독점 해제)</li> <li>- 해외 무연탄 수입 증대</li> <li>- 석공 자율경영 예고(구조조정 방안, pp37-38 참조)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 2016년 무연탄 최고가격 폐지→①, ②, ③</li> <li>① '석공원가&gt;민영원가' 로 인한 석공 가격경쟁력 저하</li> <li>② 현 석공의 전환 이후 기업은 민영과 시장에서 경쟁</li> <li>③ 연탄 가격 다양화 문제 발생<sup>1)</sup></li> <li>- 일시적 폐광과 동시에 광업자대책비(전업지원금) 지급→①</li> <li>① 합리화정책 미적용 탄광으로 자율경영 유도</li> <li>- 2016년 국내탄 발전쿼터제 시행→①</li> <li>① 산업부, 기재부 협의 필요</li> </ul>
정부	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 「석탄산업법」 개정</li> <li>- 광업자대책비 지급기준 고시 개정</li> <li>- 기재부와 석공 기업분리 및 전력요금 변경 협의</li> <li>- 산업부 전원믹스정책 조정</li> <li>- 대한석탄공사법 개정(석공 역할 및 법인 분리)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 「석탄산업법」 재개정(합리화정책 관련 조항 삭제)</li> </ul>

주: 1) 무연탄 최고판매가격이 폐지되면 품질과 생산자별로 무연탄 시장가격이 다양해지고 이를 구입하여 연탄을 제조하면 연탄공장별로 연탄 출하가격이 상이해질 수 있음.

연탄 출구전략 이행 필요

- 2020년 연탄가격 자율화를 대비하여 2014년부터 연탄 가격을 매년 12.1%씩 2019년까지 인상
- 2016년부터 무연탄 최고판매가격이 폐지되면 무연탄이 시장가격으로 거래되어 연탄 품질과 가격이 다양해질 수 있으므로 2013년 현재 처럼 연탄 생산·공급부문 지원(원탄부분 포함)을 지속하여 연탄 가격의 급격한 변동 억제 필요
- 연탄수요를 연간 180~100만 톤으로 본다면 연탄 생산·공급부문 지원금액은 2013~2018년 기간 동안 매년 1,698억~830억 원 규모에 달함.

<표 3-2> 연탄 부문 기간별 출구전략 이행 방안

	2014	2015	2016~2019(4년)
연탄	- 연탄 가격인상(매년 12.1%씩)	- 2015년부터 연탄 쿠폰제를 '연탄수요가지원제'로 전환하여 2012년 이후 가격인상분 반영하는 소득지원 형태→① ① 지원대상이 '연탄사용기기' 이므로 '저소득층 에너지효율개선사업' 병행 필요	- 연탄 가격인상(12.1%/년) 후 2020년부터 연탄 가격 자유화 - '연탄수요가지원제' 지속
정부	- 「석탄산업법」 개정 - 산업부 '저소득층 에너지효율개선사업' 예산 확충 - 기재부와 연탄쿠폰제 전환 협의		- 「석탄산업법」 재개정(합리화정책 관련 조항 삭제)
연탄지원예산*	- 152억 원('13), 170억 원('14), 191억 원('15)		- 214억 원('16), 240억 원('17), 269억 원('18), 301억 원('19)

주: \* 169천 원 × (1+(12.1/100))<sup>t</sup> × 80,192 가구, t = 연도 - 2012

- 2015년부터 연탄 쿠폰을 연탄수요가지원제('저소득층 에너지효율개선사업')로 전환하여 가정 연탄이용설비를 타 에너지원 설비로 전환하도록 지원
- 연탄 쿠폰 지원대상 가구가 연탄이용 설비를 교체하지 않는다면 매년 135억 원(2012년 80,192가구) 이상을 지원해야 함.

- 연탄쿠폰제 지원대상 가구 전체에 대해 가스보일러를 사용할 수 있도록 바닥 배관공사를 포함한 공사비 일체를 지원하는 경우 총 소요금액은 2,000억 원 정도로 추산
- 현재 연탄 생산·공급부문 지원금액 2년분에도 미치지 못하는 수준이므로 연탄사용 기기교체가 필요한 이유임.

#### □ 석공 구조조정 대안

- 석공의 구조조정 대안 검토는 다음과 같은 전제를 바탕으로 함.
  - 기존 석공의 누적부채와 민영과의 산재보험료율 차이로 인한 비용을 bad company(새로운 석공)가 인수
  - 2015년까지 구조조정을 이행하며, 국내 무연탄 채탄과 해외 무연탄 수입 사업 이외의 모든 사업(해외탄광 개발 등)은 정리함.
  - 「석탄산업법」 개정을 통해 정부의 석탄 공급의무 조항 삭제
  - 구조조정 시나리오 가운데 현 체제 유지를 제외한 모든 시나리오에서는 근로자 전업지원금을 지급하고 법 개정 이전 동안 합리화정책과는 별도의 트랙에서 고용하는 것으로 가정

<표 3-3> 석공 구조조정 시나리오

사나리오	조직 및 기능	소유지배구조
I. 현 상태 유지	- 변화 없음	- 변화 없음
II. 민영화	- 자산 분할, 기능 유지	- 소유권, 경영권 이전
III. 경영권 양도	- 경영권만 양도, 기능 유지	- 소유권 유지, 경영권 양도
IV. 기업 분리 - 1	- 광업소별 독립 법인화 및 bad company로 분리, 기능 유지	- 개별탄광(3개)의 소유권 및 경영권을 독립법인으로 이전, bad company는 변화 없음
V. 기업 분리 - 2	- 광업소별 민영화 및 bad company로 분리, 기능 유지	- 개별탄광(3개)의 소유권 및 경영권 민간에 이전, bad company는 변화 없음

- 다섯 가지의 석공 구조조정 시나리오 중 시나리오 V는 아래와 같이 세 가지로 구분
  - 시나리오 V-1 : 3개의 별도법인 모두를 민영에서 인수
  - 시나리오 V-2 : 3개의 별도법인 중 선별적으로 민영에서 인수
  - 시나리오 V-3 : 3개의 별도법인 모두 민영화 실패(시나리오 IV와 동일)
- 석공 구조조정 시나리오 중 현실적 대안은 시나리오 V-2와 시나리오 IV의 조합임.
  - 나머지 중 시나리오 IV를 제외하면 실현가능성이 낮거나 구조조정 대안으로 볼 수 없음.
  - 구조조정 이후 무연탄 최고판매가격이 폐지된 상황에서 개별 탄광기업을 운영하려면 광업소 내 한계 갱구 폐쇄와 같이 최적 경영조건을 찾으려 노력할 수밖에 없을 것임.
- 만약 구조조정이 실패 한다면 지금의 석공 상태에서 민영과 경쟁하게 하고 무연탄 발전쿼터제 제외 탄광으로 지정하는 것이 합리화정책 종결 목적에

부합

- 한편, 구조조정 이후의 석공에게 석탄광을 포함한 광업 근로자 재교육 혹은 양성 기능 부여
  - 새로운 석공(bad company)에 이러한 기능을 부여하려면 bad company인 석공의 부채와 산재보험료율 차이부분 해결이 선결되어야 함.

#### IV. 기대 효과

- 국내 석탄산업합리화정책 종결을 통한 새로운 석탄광업 발전 기반 마련에 기여
  - 국내 무연탄 생산 안정화 기반을 제공하여 보다 체계적이고 장기적인 생산 체제 구축에 기여
  - 자율적인 무연탄 시장 창출을 통해 국내 무연탄 생산 및 거래 기반을 구축함은 물론 경쟁적 환경 하에서 자율적 탄광 경영이 가능하도록 정책적 틀을 제공
  - 누적 부채와 경영여건 악화로 기업성을 상실한 석공에 대한 구조조정 대안 제시를 통해 석공 보유 자원의 안정적 개발 기반 조성에 기여
- 석탄산업 정부보조금 사용 효율 개선 및 안정적인 국내 무연탄 소비 방안 마련에 기여
  - 무연탄 생산, 연탄제조 및 연탄 수송, 연탄 소비(연탄쿠폰제) 등에 광범위하게 지급하고 있는 정부보조금을 연탄 이용설비 전환을 통한 연탄 수요감축과 국내 무연탄 발전용 쿠퍼제 등으로 보조금을 단순화 하거나 폐지하는

방안 마련에 기여

- 에너지 복지제도 개선안 마련에 기여

## < 참고자료 >

### 1. 참고문헌

국회예산정책처, LH공사, 금융부채 급증은 무리한 사업 확대에 기인, (nabo 보도자료), 2010.10.12.

\_\_\_\_\_, 국회에 최초로 제출된 「2012~2016년 공공기관 중장기 재무관리 계획」에 대한 평가 보고서 발간, (nabo 보도자료), 2012.11.7.

권혁수, 『석탄산업 장기계획(2011~2015) 수립을 위한 연구』, 한국광해관리공단, 2011.

김명현·이성훈, 「수입탄 혼합비율에 따른 연탄성형 및 연소시험에 관한 연구」, 대한석탄공사 기술연구소, 2010.

대한석탄공사, 내부자료.

\_\_\_\_\_ 홈페이지.

법제처, 『석탄산업법』.

산업통상자원부, 『석탄산업 통계』, 2013.5.

\_\_\_\_\_, 내부자료.

소진영·김수일·송무현, 『에너지안보능력 강화를 위한 G20 협력방안 연구』, 에너지경제연구원 수시연구보고서, 2010.

에너지경제연구원, “미 에너지부의 사용 후 핵연료 관리전략”, 월간 세계원전 시장인사이트 2013. 1월호, p.9.

\_\_\_\_\_, 『에너지정책변천사』, 2006.

에너지경제연구원·지식경제부, 『에너지통계연보』, 2012.

- 이은경·안은경·전수연, 『금융부채 과다 공공기관의 재무 및 사업관리의문제점과 개선과제』, 국회예산정책처 공공기관평가 10-02, 2010.10.
- 정기웅·이상학·박윤환, "인수·합병(M&A)방식 구조조정의 유효성과 성공요인", 응용경제 Vol.6, No.1, 한국응용경제학회, 2004.
- 지식경제부, 「고시 제2012-215호」, 2012.9.14.
- \_\_\_\_\_, 「고시 제2012-300호」, 2012.12.31.
- 한국민속대백과사전, [http://folkency.nfm.go.kr/sesi/dic\\_index.jsp?P\\_MENU=04&DIC\\_ID=551&ref=T2&s\\_idx=318&P\\_INDEX=7&cur\\_page=1](http://folkency.nfm.go.kr/sesi/dic_index.jsp?P_MENU=04&DIC_ID=551&ref=T2&s_idx=318&P_INDEX=7&cur_page=1) 참조).
- 한국에너지재단 홈페이지(<http://www.energylove.or.kr/energy/welfare/welfare.asp?FareNumb=01>, 접속일: 2013.10.08).
- 홍성걸, "한국 석탄산업 구조조정의 정치 경제학", 국민대학교 사회과학연구 23-1, 2010, pp.183-213.
- 국민일보, "폐광지역 주민 위해 쓴다더니... 강원랜드 이익금, 리조트 건설에 평평", 2013.10.8(<http://news.kukinews.com/article/view.asp?page=1&gCode=kmi&arcid=0007632055&cp=nv>, 접속일: 2013.10.9).
- news1. 2013. "하청업체 퇴직해도 석탄감축지원금 지급해야", 2013.10.6(<http://news1.kr/articles/1348526>, 접속일: 2013.10.9).
- 뉴시스, "태백광업 '이달 말 구조조정' 지역경제 위축우려", 2013.6.13 ([http://www.newsis.com/article/view.htm?cID=&ar\\_id=NISX20130613\\_0012157257](http://www.newsis.com/article/view.htm?cID=&ar_id=NISX20130613_0012157257), 접속일: 2013.7.8).
- \_\_\_\_\_, "궁지 몰린 석탄공사, 벼랑에 선 태백시", 2013.6.27([http://www.newsis.com/article/view.htm?cID=&ar\\_id=NISX20130627\\_0012189082](http://www.newsis.com/article/view.htm?cID=&ar_id=NISX20130627_0012189082), 접속일: 2013.7.8).

\_\_\_\_\_, “광해공단, 폐광지역 연탄보일러 보급”, 2013.7.18(<http://news.naver.com/main/read.nhn?mode=LSD&mid=sec&sid1=102&oid=003&aid=0005269795>, 접속일: 2013.10.9).

매일노동뉴스, “광산 하청노동자는 대한석탄공사 직원”, 2013.9.10(<http://www.labortoday.co.kr/news/articleView.html?idxno=120643>, 접속일: 2013.10.9).

주간동아, “MB정부, ‘저탄소’ 국제협약 실행과일 모색 중”, 2011.1.10(<http://news.naver.com/main/read.nhn?mode=LSD&mid=sec&sid1=102&oid=037&aid=0000011432>, 접속일: 2013.6.10).

정책 이슈페이퍼 13-05

## 폐광지역개발기금 운영구조 개선 및 법령 재정비

권역수 외

### 목 차

- I. 배경 및 문제점 / 91
- II. 조사 및 분석 결과 / 94
- III. 정책 제언 / 113
- VI. 기대 효과 / 116
- <참고자료> / 122



에너지경제연구원  
KOREA ENERGY ECONOMICS INSTITUTE



## I. 배경 및 문제점

### 1. 연구 배경

- 2001년 ~ 2012년 기간에 811,224백만원이 투입된 폐광지역개발기금 운영 실태 점검을 통한 개선이 필요
  - 광산지역 개발사업은 1975년부터 광산근로자의 후생복지 증진을 중심으로 추진되어 오다가, 본격적으로 추진된 것은 제1단계 ‘광산지역 종합개발 사업계획(1982~1986)’이 추진된 1982년부터라고 할 수 있음. 이후 제2단계 (1987~1991) 종합개발 사업계획은 석탄산업 합리화사업이 1989년 착수되면서 수정계획<sup>1)</sup>이 수립되었고, 1990년에는 ‘석탄산업법’을 개정하여 당시까지 법적 근거가 없었던 탄광지역 진흥사업을 법제화하였음(에너지경제연구원, 1998).
  - 하지만, 급격히 쇠퇴하는 탄광지역의 지역경제를 되살리는 데는 한계가 있었음. 이에 내국인의 출입이 가능한 카지노 설치를 주요 목표로 한 ‘폐광지역 개발지원에 관한 특별법’(이하 폐특법)이 1995년 말, 동 법 시행령이 1996년 4월에 제정되었음.
  - 강원랜드 설립과 함께 카지노 운영수익의 일부를 일정기간 동안 폐광지역과 관련된 관광진흥 및 지역개발에 사용토록 법률에서 정하고<sup>1)</sup>, 시행령에서 폐광지역개발기금(이하 폐광기금)을 설치토록 하였음. 따라서 카지노사업의 수익으로 조성되는 폐광기금은 2001년부터 조성·활용되었음.
  - 이러한 폐광기금 제도는 도입 후 17년이 경과되었으며, 기금이 배당·사용

1) “... 허가를 받은 카지노업에서 발생하는 이익금은 대통령이 정하는 바에 의하여 그 일부를 일정기간 동안 폐광지역과 관련된 관광진흥 및 지역개발을 위하여 사용하여야 한다.”(1995년 폐특법 제11조 5항)

되기 시작한 것은 2001년부터이므로 13년이 경과하고 있음. 그동안 평가를 제대로 시행, 개선한 적이 없는 폐광지역개발기금의 운영실태 및 성과를 평가해 보고 개선방안을 모색하는 것이 필요함. 특히 2012년 초에는 기금 납부 비율을 강원랜드 세전 이익금의 20%에서 25%로 5%p 상향 조정하였으며, 법률의 적용시한도 2015년 말에서 2025년 말로 10년 재연장하였다는 점에서 운영 점검 및 개선 조치가 필요한 시점이 도래함.

□ 기금의 용도를 당초 목적과는 달리 매우 폭넓게 인정, 무분별한 집행으로 자금 운영의 집중도 저하로 운영체제 개선이 시급한 상황

- 현행 기금제도는 기금을 징수하여 배분은 하나, 기금사업의 사후검증이나 성과평가와 관련하여서는 이렇다 할 규정을 두고 있지 않음. 또한 기금의 용도가 광범위하고 기금사업에 대한 중·장기 계획도 수립할 의무가 없어 폐특법의 원래 목적에 부합하는 기금사용의 집중도가 떨어지고 있음. 특히, 동 기금의 사용과 관련하여서는 관련 지방자치단체의 재량에 맡기는 형태를 취하고 있음.
- 이는 지방자치단체 기금관리 기본법, 관광 진흥개발 기금법, 복권 및 복권 기금법, 발전소 주변지역 지원에 관한 법률 등과는 많은 대조를 보이고 있음. 즉 다른 기금 운영법에서는 기금운용위원회를 설치하여 기금의 운용에 대한 종합적 심의를 하거나, 성과평가단을 별도로 운영하여 기금성과를 평가토록 하고 있으나, 폐광기금에는 이러한 규정이 전무한 실정임. 특히 타 회계와의 구분을 명시하지 않고 있어 성과평가 자체가 어려운 실정임.
- 따라서 폐광기금의 운영현황 및 체계를 분석하고, 기금운영 성과 및 문제점 검토, 기금 관련 타 법령 및 제도의 비교분석 등을 통해 기금운영의 효율화를 위한 개선방안을 도출하여야 함. 특히 제도개선의 필요성과 정당성

에 대해 검토함과 함께, 각개 제도개선을 위한 조치 필요사항을 제시함으로써, 제도의 목적과 제도개선 자체가 일관성을 갖도록 하여야 할 것임.

## 2. 연구 필요성 및 목적

### □ 연구 필요성

- 기금의 사용과 관련, 지방자치단체(강원도)의 재량에 맡기는 형태를 취하고 있는 운영체제는 평가에 대한 규정이 전무하여 그동안 제대로 평가를 한 적이 없음. 따라서 타 회계와의 구분을 명시하지 않고 있음. 또한 정부의 관심도도 떨어져 연간 2000억원(강원랜드 이익금+ 주식배당금)이 넘는 재정운영에 정부 감독 기능을 상실한 상황임.
- 따라서 기금 운영의 효과가 극히 저조하여 13년간 재정투입에도 불구하고 지역경제 회생 근간이 마련되지 못하고 있음. 이상의 문제점을 해소하기 위해서 기금제도의 개선이 필요함. 기금제도의 개선은 기금사업의 합목적성, 투명성, 효율성 제고 등에 중점이 두어져야 할 것임. 특히, 기금의 관리체계와 배분기준을 개선하는 것이 요청되고 있음.

### □ 연구 목적

- 본 연구는 폐광지역의 현황, 폐광기금의 운영현황 및 체계, 기금운영의 문제점, 관련 법령 및 제도 등의 분석을 통해 기금운영의 합리적 개선방안을 도출함으로써, 폐광지역 경제 진흥의 효율화를 도모하는데 그 목적이 있음.
- 특히 제도개선의 필요성과 정당성에 대해 검토함과 함께, 각개 제도개선을 위한 조치 필요사항을 제시함으로써, 제도의 목적과 제도개선 자체가 일관성을 갖도록 하는데 있음.

## II. 조사 및 분석 결과

### □ 폐광지역의 현황

- 지역별로 2013년 현재 석탄생산을 유지하는 시/군은 태백시, 삼척시, 화순군뿐이다. 문경시는 1995년, 보령시는 1996년, 영월군은 2003년, 정선군은 2005년 이후 석탄생산이 전무한 상태임.
- 석탄생산을 유지하고 있는 시/군도 1988년 생산수준에 비해서는 크게 낮아 석탄산업에 대한 의존도가 상당 수준 감소한 상태임. 태백시는 2012년 현재 1988년 생산의 11% 수준에 그치고 있으며, 화순군은 20%, 삼척시는 45% 수준을 보이고 있어, 삼척시 특히 도계읍이 아직도 석탄에의 의존도가 다소 높을 뿐 여타 지역은 석탄산업 의존도가 크게 낮아진 상태라고 할 수 있음.

<표 1> 지역별 석탄생산 변화

(천톤)

	태백	삼척	영월	정선	보령	화순	문경	합계
1988(A)	6,452	2,570	782	6,778	1,670	1,156	2,254	21,662
2012(B)	698	1,164	-	-	-	232	-	2,094
B/A(%)	10.8	45.3	0.0	0.0	0.0	20.1	0.0	9.7

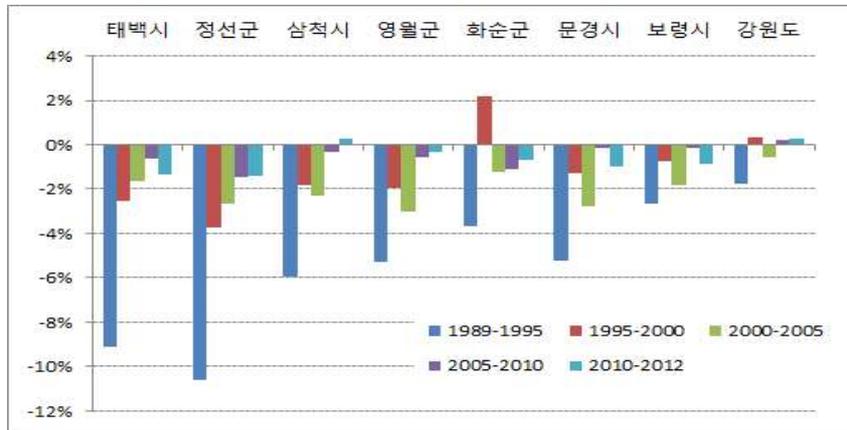
자료 : 강원도(2006.11) 및 대한석탄협회(2013)

- 인구감소 추세는 2000년대 들어서서 크게 완화되는 경향을 보이고 있음. 물론 사북읍(정선), 동면(화순), 성주면(보령) 등의 인구감소가 아직도 높은 편이기는 하나, 1990년대 후반기와 2005년 이후를 비교하면, 고한읍(정선)은

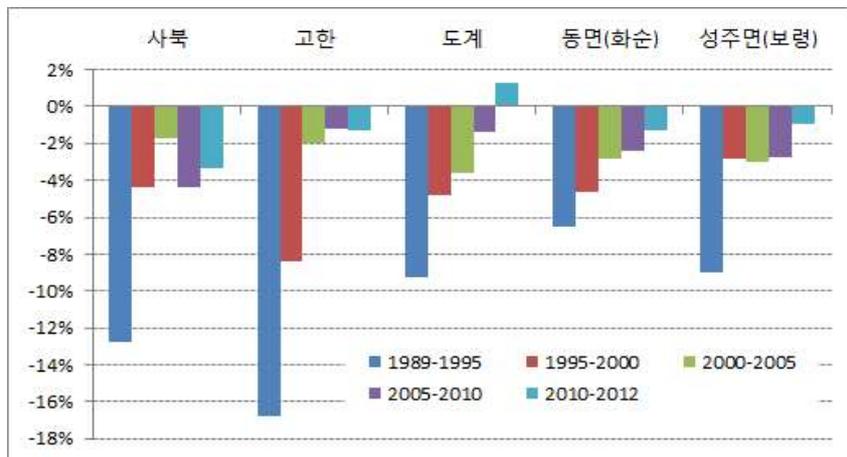
연평균 8.4% 감소에서 1.2% 감소로, 도계읍(삼척)은 4.8% 감소에서 0.6% 감소로, 동면(화순)은 4.6% 감소에서 2.1% 감소로, 그리고 마성면(문경)은 4.0% 감소에서 1.1% 감소로 크게 완화되었음. 반면, 사북읍은 4.4% 감소에서 4.1% 감소로, 성주면은 2.8% 감소에서 2.2% 감소로 다소 완화되기는 하였으나, 그 완화폭이 타 지역에 비해 매우 낮게 나타나고 있음.

[그림 1] 산탄지역의 인구 변화율(연평균 %)

A. 시/군



B. 읍·면



- 지역내 경제활동 수준을 나타내는 1인당 GRDP(Gross Regional Domestic Product)<sup>2)</sup>는 정선군과 영월군을 제외하고는 대체로 군지역 평균보다 낮은 수준임. 특히 태백시, 화순군, 문경시 등은 군지역 평균의 70% 수준에 머물고 있음. 이는 그간의 지역진흥을 위한 중앙정부 지원에도 불구하고 산업유치 등 지역경제 활성화를 위해 갈 길이 멀다는 점을 보여 준다고 하겠음.
- 참고로 광공업 출하액 및 부가가치액의 수준은 전국 군지역 평균에 비해 크게 낮은 것으로 나타나고 있음. 인당 광공업 출하액의 경우 영월군과 보령시를 제외하고는 군지역 평균의 1/2 수준에도 미달하고 있으며, 특히 태백시의 경우는 군지역 평균의 15% 수준에 그치고 있음. 그나마 가장 높은 수준을 보이는 영월군도 군지역 평균의 61%에 머물러 있어 폐광지역의 광공업 유치는 매우 저조한 실정임. 이에 따라 광공업 부가가치 수준도 군지역 평균에 비해 모두 상당히 낮은 것으로 나타나고 있음.
- 폐광지역의 경제활동 수준은 대체로 군지역 평균에 비해 낮으나, 폐특기금의 영향으로 기반시설 및 지방재정 자립도는 군지역 평균에 비해 높은 것으로 평가됨. 따라서 이제까지의 폐광지역 개발투자가 산업유치나 관광진흥 등 경제 활성화보다는 상/하수도, 도로 등 기반시설 확대 등에 더 많이 이루어졌고, 그에 따라 기반시설과 관련한 성과는 있었다고 할 수 있음.

---

2) GRDP가 통계방식, 통계자료의 제약 등으로 인해 지역경제활동 수준을 정확하게 나타내 주는지에 대해서는 이견이 있으나, 지역경제활동 수준을 가장 포괄적으로 표시하는 통계라고 할 수 있음.

<표 2> 지역경제 주요지표의 현황

(2010년 기준)

	태백시	정선군	삼척시	영월군	화순군	문경시	보령시	군지역 평균 <sup>3)</sup>
인당 GDP <sup>1)</sup> (백만원)	14.00	27.72	19.23	20.24	14.22	13.50	18.42	20.05
천인당 사업체 수	79.9	81.0	74.6	80.8	57.6	72.3	70.8	69.5
인구 천명당 종사자 수 (전산업, 명)	322.6	409.4	320.6	341.9	315.0	260.3	286.9	298.9
인당 광공업 <sup>2)</sup> 출하액(백만원)	3.2	6.1	9.0	12.7	6.9	8.2	10.7	20.9
인당 광공업 <sup>2)</sup> 부가가치(백만원)	1.7	3.3	5.4	3.9	3.0	2.6	3.7	6.6
인당 자동차 등록대 수	0.38	0.41	0.36	0.41	0.39	0.37	0.39	0.40
도로포장률(%)	64.0	75.9	71.8	74.3	67.2	66.6	77.0	76.6
상/하수도 보급률 (%)	89.4	78.9	84.8	60.5	78.5	82.4	66.5	58.2
십만명당 문화기반 시설 수	11.8	12.2	12.5	44.6	4.3	16.8	8.4	14.0
인구 천명당 의료기관 병상 수 (개)	17.2	10.2	7.0	10.8	39.7	16.4	11.8	10.7
인구 천명당 도시공원조성면적 (천㎡)	49.5	46.2	24.7	25.0	22.1	32.0	21.6	25.3
재정자립도(%)	27.0	20.0	17.0	12.0	23.0	20.0	23.0	16.4

1) 2008년 기준임. 2) 종업원 수 10인 이상 업체 기준. 3) 단순평균 기준임

자료 : 통계청(2013. 3) 및 <http://kosis.kr/>

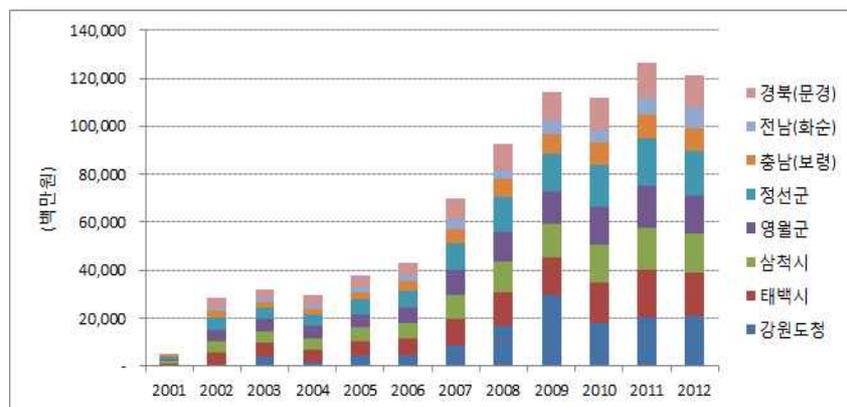
### □ 기금 운영의 실태

- 강원랜드가 스몰카지노를 2000년 10월에 개장함으로써, 기금납부는 2001년부터 시행되었음. 기금규모는 2001년 51억 원 수준에서 2002년에는 300억 원 수준에 육박하였으며, 2009년에는 처음으로 기금규모가 1,000억 원대를 돌파하여 매우 가파른 증가세를 보였음.
- 이러한 기금규모의 급격한 증가는 2003년 메인 카지노 개장, 2004년 카지노

노 테이블 증설, 2005년 하이원 골프장 개장, 2006년 말 하이원 스키장 개장 등 지속적인 영업 범위 및 활동의 확대<sup>3)</sup>와 함께, 기금비율이 세전 순이익의 10%에서 2005년 20%로 상향 조정된데 기인하는 바가 큼. 특히 2007년 기금총액이 696억 원으로 전년 대비 62%나 늘어난 것은 기금비율의 상향조정이 2006년분 이익금부터 적용됨에 따른 영향이 큼.

- 하지만, 2009년 이후에는 기금규모의 증가가 완만하여 2010년까지 1,100억 원대를 보였으며, 2011년부터는 1,200억 원대를 유지하고 있다. 이는 카지노 시설의 증설이 억제되면서 영업장의 혼잡 등으로 내장객 수의 증가가 완만해진데 따른 현상인 것으로 파악되고 있음. 게임시설은 2004년 테이블 게임 32대가 증설된 이후 2012년까지는 증설 없이 운영되어 왔음<sup>4)</sup>.

[그림 2] 기금 지원규모 추이



자료 : 산업통상자원부(2013)

- 기금의 배분은 2001~2012 기간의 누적기준으로 강원도가 74.8%를 점유하여 대부분을 사용하고 있으며, 경북(문경) 11.7%, 충남(보령) 8.2%, 전남(화순) 5.3% 등의 순으로 배분되었음.

3) <http://kangwonland.high1.com/kangwonlandHistory/html.high1?tab=2#contentPoint>

4) 2004년 2월 32대의 테이블게임 증설허가를 받아, 2012년까지 테이블게임 132대, 머신게임 960대를 운영하여 왔음(강원랜드, 2013.8).

<표 3> 폐광지역개발기금 지원현황

(2001~2012 누계 기준)

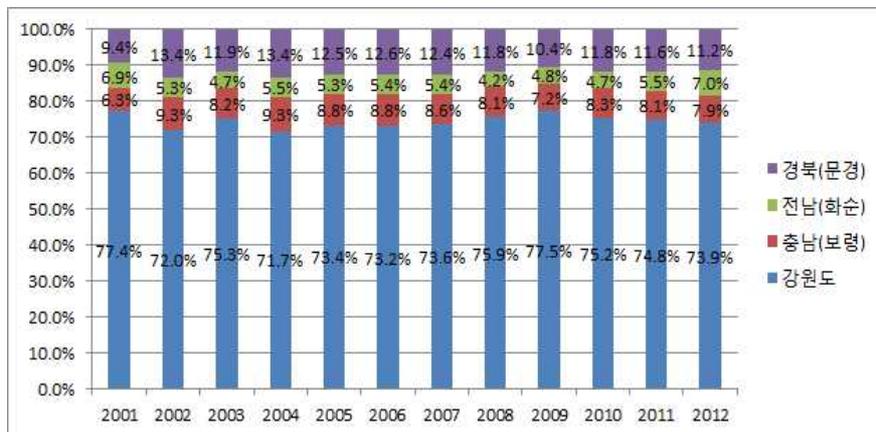
	금액(백만원)	점유율	
합계	811,224	100.0%	
충남(보령)	66,198	8.2%	
전남(화순)	43,049	5.3%	
경북(문경)	95,157	11.7%	
강원	606,820	74.8%	100.0%
도청	128,006		21.1%
태백시	125,313		20.7%
삼척시	115,144		19.0%
영월군	112,185		18.5%
정선군	126,172		20.8%

자료 : 산업통상자원부(2013)

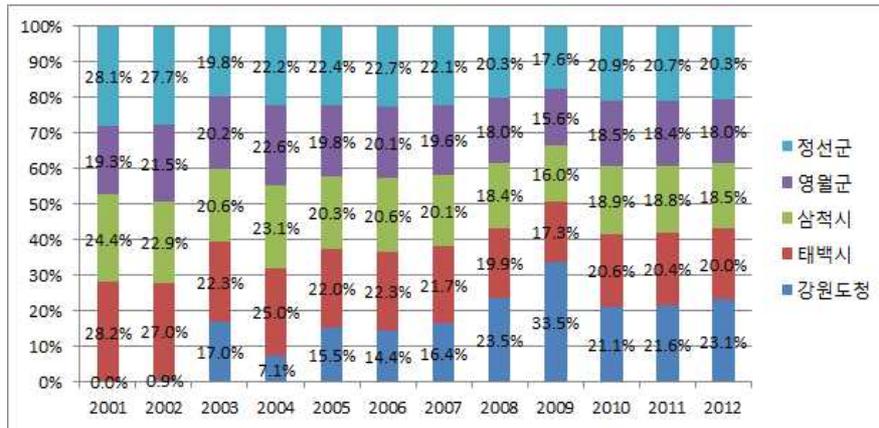
- 강원도 내에서는 도청이 21%로 배분비율이 가장 높으며, 근년에 증가하는 추세를 보이고 있음. 시/군별로는 태백시와 정선군이 21%에 근접하여 높은 편이고, 삼척시와 영월군은 19% 수준으로 다소 낮은 편임. 따라서 강원도 내의 배분처별 배분비율 차이는 별로 심하지 않은 것으로 나타나고 있음.

[그림 3] 기금의 배분비율 추이

A. 각 도별



## B. 강원도 시/군별



자료 : 산업통상자원부(2013)

- 기금 배분기준<sup>5)</sup>에는 명시되지 않은 강원도청에의 배분이 관련 시/군과 비교할 때 가장 많고, 더욱이 도청에 대한 배분비율 자체가 지난 3년간 꾸준히 증가하고 있음. 이러한 도청에 대한 배분비율의 확대는 시/군에 대한 배분비율의 축소를 초래하고 있음.
- 또한 강원도 내 지역간 배분도 1988년의 생산실적이나 1988년 대비 생산감소와는 거리가 있음. 즉, 태백시의 경우 1988년 강원도 내 진흥지구가 있는 시/군 생산에서의 점유율이 38.9%이고 1988년 대비 2011년의 생산감소 점유율은 39.1%인데 비해, 2012년 기금배분 비율은 20.0%에 불과하였음. 이러한 현상은 정선군의 경우도 마찬가지이며, 반대로 삼척시와 영월군은 기준

5) 자료 : 법제처, 『폐광지역 개발지원에 관한 특별법 시행령』, 제16조 제8항, 2013. 3

1. 도(道)별 기금 배분금액 = 기금 기준액(A) × (같은 도 안에 진흥지구가 있는 시/군의 배분비율의 합)
2. 진흥지구가 있는 시/군의 배분비율 = (B × 0.4) + (C × 0.3) + (D × 0.3)
  - A: 해당 연도 기금에서 제16조 제7항 단서에 따른 기금의 운영·관리 등에 필요한 경비로 사용되는 부분을 제외한 나머지를 말한다.
  - B: 1988년도 진흥지구가 있는 전체 시/군의 석탄생산량 중 진흥지구가 있는 해당 시/군의 1988년도 점유율
  - C: 1988년도 진흥지구가 있는 전체 시/군의 석탄생산량 대비 지난 연도 전체 시/군의 석탄생산감소량 중 진흥지구가 있는 해당 시·군의 지난 연도 석탄생산감소량의 점유율
  - D: 1988년도 진흥지구가 있는 전체 시/군의 인구 대비 지난 연도 전체 시/군의 인구감소율 중 진흥지구가 있는 해당 시/군의 지난 연도 인구감소율의 점유율

배분비율보다 높은 배분을 받고 있는 것으로 나타나고 있음. 이는 강원도가 공통분으로 약 20%를 도청에 배분하고, 나머지의 90%는 시/군에 균등, 10%는 기준 배분비율에 따라 배분하는 관행에 따른 것으로 알려지고 있음 (삼일회계법인 2013 및 강원일보 2013.8).

<표 4> 2012년 강원도의 기금배분 기준비율과 실제 배분비율

		대백시	삼척시	영월군	정선군	합계
석탄생산 (천톤)	1988	6,452	2,570	782	6,778	16,582
	2011	689	1,168	-	-	1,856
인구 (명)	1988	115,175	132,370	74,048	119,777	441,370
	2011	50,176	72,312	40,199	40,181	202,868
1988 생산 점유율		38.9%	15.5%	4.7%	40.9%	100.0%
생산감소 점유율		39.1%	9.5%	5.3%	46.0%	100.0%
인구감소 점유율		26.4%	21.2%	21.4%	31.1%	100.0%
기준 배분율(2012)*		35.2%	15.4%	9.9%	39.5%	100.0%
실제 배분율(2012)		20.0%	18.5%	18.0%	20.3%	23.1%**

\* 강원도청의 운영/관리비를 감안하지 않은 것임.

\*\* 합계란은 강원도청에 대한 배분비율을 나타냄

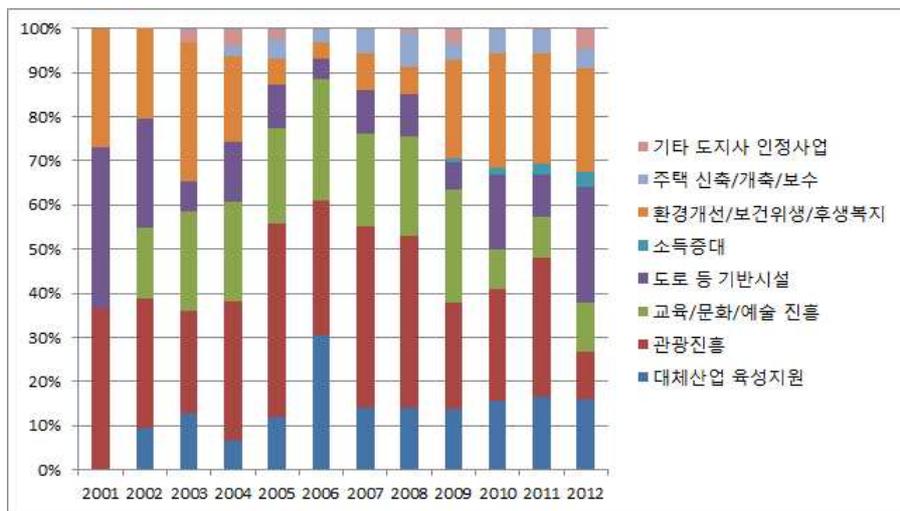
자료 : 강원도(1986), 대한석탄협회(2012), KOSIS, 산업통상자원부 내부자료

- 기금의 용도별 점유율은 관광진흥 및 교육/문화/예술 진흥이 감소추이를 보이는데 비해, 도로 등 기반시설, 환경개선/보건위생/후생복지 부문은 증가하는 추이를 나타내고 있음.
- 관광진흥의 경우 점유비율이 2005년 44% 대까지 증가하였으나 이후 감소하여 2012년에는 10%대까지 감소하였으며, 교육/문화/예술 진흥은 2006년 27%대까지 증가하였다가 2010년 이후에는 10% 내외 수준을 유지하고 있음.
- 반면, 도로 등 기반시설 분야는 2006년 5% 이하로 감소하였다가 이후 증가하여 10% 내외에서 유지되더니, 2012년에는 26%대까지 증가하였고, 환경

개선/보건위생/후생복지 분야도 2006년 4% 이하로 감소하였다가 2010년 이후 25% 내외를 유지하고 있음.

- 한편, 대체산업 육성지원의 점유율은 큰 변화 없이 2007년 이후 15% 내외를 점하고 있다. 2006년 30%대까지 점유율이 증가한 경우도 있었음
- 그러나 이는 정선(신동 등), 화순, 문경(신기) 등의 산업단지 조성과 보령의 대체산업 유치 지원이 동시에 이루어지면서 나타난 현상으로 2005년 이전에도 점유율이 15%를 넘어선 경우는 없었음.
- 이와 같은 대체산업 육성지원 점유율의 정체와 관광진흥 점유율의 하락 추세는 결국 순수 경제활성화 부문의 기금사용 비율 축소를 초래하고 있음.
- 실제로 대체산업 육성지원 점유율이 가장 높았던 2006년 순수 경제활성화 부문의 점유율이 60%대까지 증가하였으나, 이후 감소하여 2010년에는 40%대로 감소하였으며, 2012년에는 26%대로 급격히 떨어졌음.

[그림 4] 기금의 용도별 점유율 추이



주 : 도로 등 기반시설 중 관광진흥 등을 위한 부분은 본래 목적사업(관광진흥 등)으로 분류함.

자료 : 산업통상자원부(2013)

- 이상과 같은 현상은 결국 폐광기금이 폐특법의 본래 목적<sup>6)</sup>이라고 할 수 있는 '폐광지역 경제진흥'과 다소 거리가 있는 폐광지역의 환경 및 생활여건 개선에 상당 부분이 활용되고 있고, 그 비율이 증가하고 있음을 보여준다고 하겠음.
- 특히 도청의 경우는 교육/문화/예술 진흥에 기금의 30%를, 환경개선/보건위생/후생복지에 20%를, 그리고 주택의 신축/개축/보수에 16%를 할애하고 있어 지역경제 진흥보다는 생활환경 개선에 중점이 두어지고 있음을 알 수 있음.

#### □ 기금 운영의 문제점

- 기금 운용과 관련한 가장 큰 문제점은 기금의 본래 목적이라고 할 수 있는 폐광지역 경제진흥, 즉 대체산업 육성 및 관광진흥에 활용된 비율이 43%(2001~2012 누계 기준)에 불과하며, 2006년 이후 그 점유율이 감소하고 있다는 점임. 반면, 기반시설 및 환경개선/보건위생/후생복지 부문에서의 사용은 확대되는 추세를 보여, 2012년의 경우 이들 2개 부문에서 전체의 50%를 사용한 것으로 나타나고 있음.
- 이는 환경개선/보건위생/후생복지 및 도로 등 기반시설이 2위 또는 1위의 주요 기금 사용처가 되고 있으며, 특히 가장 많은 기금을 배분받는 강원도청의 경우 교육/문화/예술 진흥과 환경개선/보건위생/후생복지에 50%의 기금을 사용하고 있고, 순수 후생복지사업이라고 할 수 있는 주택의 신축/개축/보수에 기금의 16%를 사용하는데 상당 부분 기인하고 있음.
- 지역경제 진흥에의 낮은 기금사용 및 동 비중의 감소와 여타 부문에서의

6) 폐특법 제1조(목적)는 “..... 석탄산업의 사양화로 인하여 낙후된 폐광지역(廢鑛地域)의 경제를 진흥시켜 지역간의 균형 있는 발전과 주민의 생활 향상을 도모함을 목적으로 한다”라고 규정하고 있음.

높은 기금사용은 폐광지역 현황에 그 결과가 잘 나타나 있음. 폐광지역의 인당 GRDP는 전국 군지역 평균에 비해 낮은 수준인 반면, 상수도/하수도 보급률 등 환경개선/보건위생/후생복지 부문과 도로포장률(미개통도로를 감안할 경우) 등 기반시설 부문은 군지역 평균보다 대체로 높은 수준임.

- 기금 운용과 관련한 또 다른 문제점은 강원도 내 기금배분의 형평성이 미흡하다는 점이다. 특히 시/군 간 차이가 미미하고, 도청의 사용규모가 가장 크면서도 증가하는 추세를 보인다는 점임.
- 폐특법 시행령 제16조 8항의 별표에서 규정하고 있는 기금 배분기준은 진흥지구가 있는 시/군 전체의 1988년 석탄생산량 중 해당 시/군의 생산량 점유율, 1988~직전년도 기간 중의 석탄생산 감소량 점유율, 1988~직전년도 기간 중의 인구감소비율 점유율 등에 40%, 30%, 30%의 가중치를 두어 산정하도록 규정하고 있음.
- 하지만 이미 앞에서 기술한 바와 같이 강원도의 경우 강원도청이 활용하는 공통분(20% 수준)을 제외하고 나머지의 90%는 시/군에 균등하게, 10%는 배분기준에 따라 배분함으로써 폐특법 시행령 제16조 8항 별표에 의한 배분기준과는 상당한 차이가 있음.
- 2011년을 대상으로 기준 배분율을 산정<sup>7)</sup>하여 실제 배분율과 비교할 경우 보령시, 화순군, 문경시 등 강원도 이외 지역은 별반 차이가 없으나, 강원도의 경우는 기준 배분율에 없는 도청에의 공통분 배분으로 말미암아 배분기준상 도청에 허용된 기금의 운영·관리비용을 크게 초과하고 있으며, 태백시 및 정선군은 기준 배분율보다 크게 낮게, 그리고 삼척시 및 영월군은 기준 배분율보다 높게 배분되고 있음. 특히, 영월군의 경우는 기준 배분율에 비해 2배 가까이 높게 배분을 받은 것으로 나타나고 있음.

---

7) 기금의 운영·관리비용을 감안하지 않고 산정함.

<표 5> 기금 배분율 비교 : 실제 배분율 vs 기준 배분율

		강원도청	태백시	삼척시	영월군	정선군	보령시	화순군	문경시
실제 배분율 (2011년)		16.2%	15.3%	14.1%	13.8%	15.5%	8.1%	5.5%	11.6%
기준 배분율 (2011년)	(운영·관리 비용)		26.3%	11.5%	7.2%	29.5%	8.2%	5.5%	11.8%
- '88 생산	(점유율,%) (생산량, 천톤)		29.8%	11.9%	3.6%	31.3%	7.7%	5.3%	10.4%
			6,452	2,570	782	6,778	1,670	1,156	2,254
- 생산감소	(점유율,%) (감소량, 천톤)		29.3%	7.4%	4.0%	34.6%	8.5%	4.7%	11.5%
			5,731	1,445	782	6,778	1,670	918	2,254
- 인구감소	(점유율,%) (감소율,%)		18.7%	15.2%	15.2%	22.0%	8.6%	6.5%	13.8%
			55.8%	45.6%	45.4%	65.7%	25.7%	19.6%	41.4%

주 : 기준 배분율은 기금의 운영·관리 비용을 감안하지 않은 것임.

자료 : 강원도(2006), 대한석탄협회(2012), 통계청(KOSIS), 산업통상자원부

## □ 관련 법령의 비교 검토

### ○ 폐광지역개발기금 법령의 개정 추이 및 내용

- 기금의 사용계획과 관련하여서는 시행령 제정 당시 도를 특정하지 않고 도지사가 매년 폐광지역개발지원위원회<sup>8)</sup>의 심의를 거쳐 수립하도록 규정하고 있었으나, 2005년 9월 시행령 개정에서 카지노 소재지 도지사가 폐광지역개발지원위원회의 심의를 거쳐 수립하는 것으로 개정되었음. 하지만 폐광지역개발지원위원회 관련 조항이 2008년 10월 삭제되면서 지식경제부(현 산업통상자원부) 장관과 협의하여 수립하는 것으로 개정되었음.
- 기금의 결산과 관련한 조항은 2005년 9월 시행령 개정에서 제16조에 9항을 추가하여 신설하였다. 동 조항에 따르면 “기금을 관리·운영하는 자는 회계

8) 시행령 제정 당시(1996.4)에는 통상산업부 차관이 위원장이 되고, 재정경제원 제1차관보, 내무부 차관보, 문화체육부 기획관리실장, 환경부 환경정책실장, 노동부 고용정책실장, 건설교통부 차관보, 산림청 차장, 도의 행정부지사, 통상산업부장관이 임명한 자 등 15인 이내의 위원으로 구성되어 진흥지구 지정 등에 관한 사항을 심의하였다. 위원회의 역할은 변화하지 않았지만, 그 구성은 많이 바뀌어 2008년 위원회 폐지 당시의 위원 구성은 지식경제부 고위공무원단 일반직 공무원(위원장), 3급 또는 고위공무원단에 속하는 일반직 공무원(기획재정부, 행정안전부, 문화체육관광부, 농림수산식품부, 지식경제부, 환경부, 노동부, 국토해양부 및 산림청), 도의 2급 또는 3급 공무원, 그 밖에 지식경제부장관이 임명하는 자 등이었다(국가법령정보센터).

연도마다 기금의 결산보고서를 작성하여 이를 다음 연도 4월 말일까지 …… 폐광지역개발지원위원회에 제출”하여야 한다. 하지만 폐광지역개발 지원위원회가 이미 앞에서 언급한 바와 같이 2008년 10월 시행령 개정으로 폐지되면서 지식경제부(현 산업통상자원부)장관에 제출하는 것으로 변경되었음.

- 한편, 기금사업의 평가나 검증, 기금회계의 분리처리 등과 관련한 규정은 사실상 없으며, 강원도 조례(5조)에서는 기금을 지방재정법상의 세입·세출 예산외로 관리토록 규정하고 있음. 따라서 지방자치단체가 기금의 사용을 자율적이며 융통성 있게 시행할 수 있는 상황임.

<표 6> 폐광지역개발기금 법령의 개칭 추이

	카지노 이익금 처리 및 관리(법률 11조/시행령 16조)	법률식한 (부칙)
법률 (1995.12) 시행령 (1996.4)	기금비율 : 카지노업 세전순이익의 75%(영업개시 후 5년까지) / 50%(6년차부터) 기금용도 : 대체산업 육성을 위한 지원 : 도로 등 기반시설 사업 : 교육/문화/예술 진흥사업 : 환경개선/보건위생/후생복지 사업 : 관광진흥사업 : 기타 진흥지구와 관련된 사업 사용계획 : 도지사가 매년 폐광지역개발지원위원회 심의를 거쳐 수립	2005. 12. 31
시행령 (1999.4)	기금비율 : 10%(영업개시 후 5년까지) / 20%(6년차부터)	
법률 (2005.3) 시행령 (2005.9)	기금비율 : 카지노업+부대사업 세전순이익의 20%(법률 11조에 명시) 사용계획 : 카지노 소재지 도지사가 매년 폐광지역개발지원위원회 심의를 거쳐 수립 기금설치 : 카지노 소재지 도 기금배분처 및 기준 명시 : 배분처는 도 / 배분기준은 시·군별 산정 기금결산보고서 : 폐광지역개발지원위원회에 익년도 4월 말까지 제출	2015. 12. 31
시행령 (2008.10)	사용계획 : 도지사는 지경부(현 산업부)장관과 협의하여 수립 (폐광지역개발지원위원회 폐지) 기금결산보고서 : 지경부장관에 제출	
법률 (2012.1) 시행령 (2012.11)	기금비율 : 25%(법률 11조에 명시)	2025. 12. 31

자료 : 법제처 국가법령정보센터(<http://www.law.go.kr/main.html>)

○ 기금 관련 법령의 비교·검토

- 기금 관련 법령으로는 ‘지방자치단체 기금관리 기본법’, ‘복권 및 복권기금법’, ‘관광진흥개발기금법’, ‘한국농어촌공사 및 농지관리기금법’, ‘한강수계 상수원 수질개선 및 주민지원 등에 관한 법률’ 등이 있으며, 지역지원과 관련한 법령으로는 ‘발전소 주변지역 지원에 관한 법률’ 등이 있음.
- 먼저 ‘지방자치단체 기금관리 기본법’은 지자체 기금운용의 공공성과 지방재정의 효율성 증진을 목적으로 제정되었으며, 기금의 용도는 지방채 인수, 지방공기업의 공사채 인수, 지역발전을 위한 재정지원 및 보조사업 지원 등으로 규정되어 있음. 각 지자체는 기금운용심의위원회를 설치하여 기금의 운용계획, 결산보고서, 운용성과 등을 심의하여야 하며, 매 회계 연도마다 결산보고서를 지방의회에 제출함은 물론 기금 운용성과를 지방의회 및 안전행정부장관에 보고하여야 함. 또한 안전행정부는 3년마다 기금성과를 분석함과 함께 자문단을 구성하여 기금운용을 확인/점검토록 규정하고 있음.
- 복권기금은 기획재정부 차관을 위원장으로 하는 복권위원회에 설치되어 있음. 복권위원회는 기금 사용처가 제출한 기금의 사용계획을 심의·조정하고 기금운용계획안을 기획재정부 장관에 제출하여야 함. 기금사업의 성과평가를 위해서 성과평가편람을 작성하고 성과평가단을 운영하여야 하며, 평가 결과 등에 따라  $\pm 20\%$  범위에서 기금배분을 조정할 수 있도록 하고 있음. 또한 기금 사용처는 매년 결산명세서를 복권위원회에 제출하여야 하며, 회계의 구분처리를 법률에 명시하고 있음. 이러한 성과평가 시행 및 평가결과에 따른 기금배분 차등, 그리고 회계의 구분처리 강제화는 기금성과의 향상 및 기금운용의 투명성 제고에 기여하는 것으로 평가됨.
- 한편, 관광진흥개발기금과 농지관리기금의 경우는 ‘국가재정법’에서 규정하

는 바대로 정부 예산회계와 유사한 처리절차를 따르고 있고, 동 기금 중 대여자금에 대해서는 금융기관이 담당하도록 하는 형태를 취하고 있음.

- 관광진흥개발기금은 관광사업의 효율적 발전 및 관광을 통한 외화수입 증대를 위해 설치된 것으로 관광진흥을 위한 사업에 대해 대여, 보조, 출자의 형태로 지원될 수 있음<sup>9)</sup>. 문화체육관광부는 기금의 집행·평가·결산을 위해 10명 이내의 민간전문가를 고용할 수 있으며, 기금운용위원회를 설치하여 기금운용에 대한 종합적인 사항을 심의토록 하고 있음. 매년도 결산보고서는 기금운용위원회의 심의를 거쳐 기획재정부에 제출하여야 하며, 기금지출원인행위보고서는 매월 기획재정부에 제출케 하고 있음. 또한 기금 대여 업무는 산업은행이 담당토록 하여 대여업무의 투명성을 제고하고 있음.
- 농지관리기금은 영농규모의 적정화, 농지의 집단화, 농지의 조성 및 효율적 관리와 해외농업개발에 필요한 자금의 조달을 위해 농림축산식품부에 설치된 것으로 농지의 매매, 장기 임대차, 재개발 및 조성, 농업기반시설 등에 용자, 보조 또는 투자의 형태로 활용될 수 있음. 기금에 관한 업무는 일부가 한국농어촌공사에 위탁되어 있으며, 농업인에 대한 대출은 농협, 농협은행, 일반은행 등을 통해 시행되고 있음. 기금은 기업회계 원칙에 따라 처리하되 농어촌공사는 다른 회계와 분리하여 관리하여야 하며, 매년도 결산보고서는 농림축산식품부를 통해 기획재정부에 제출되도록 하고 있음. 또한 농어촌공사는 매월 기금의 운용·관리상황을 농림축산식품부에 보고토록 규정하고 있음.

---

9) ‘관광진흥개발기금법’ 제5조에 대여, 보조, 출자 가능 사업에 대해 각각 명시되어 있다. 대여는 호텔 등 관광시설, 관광을 위한 교통수단, 관광사업을 위한 기반시설, 관광지의 편의시설 등이 대상이며, 보조는 조사·연구사업이 대상이고, 출자는 관광사업을 목적으로 한 투자조합이 대상이다. 한편, 관광 정보제공 및 홍보, 교육훈련, 관광객 유치, 관광상품 개발, 국민관광복지사업 등에 대해서는 대여 또는 보조할 수 있다.

- ‘한강수계 상수원 수질개선 및 주민지원 등에 관한 법률’에 따른 한강수계 관리기금은 한강수계관리위원회(환경부 차관이 위원장)에 설치되어 있음. 기금은 물이용 부담금을 주요 재원으로 하여 조성되며, 수변구역 및 상수원의 수질개선을 위한 토지매수, 수질관리 및 시설운영, 주민 지원사업, 오염총량관리, 퇴적물 준설, 기초조사, 교육홍보 등에 사용된다. 한강수계관리위원회는 수질개선을 위한 오염물질삭감 종합계획, 수변관리 기본계획<sup>10)</sup>, 물이용 부담금의 부과·징수, 기금의 운용·관리 등에 관한 사항을 협의·조정하며, 내부에 자문위원회를 두어 기금의 운용, 물이용 부담금 부과율, 기금의 결산보고서 등에 대해 자문을 하도록 하고 있음<sup>11)</sup>. 기금의 운용·관리는 국가재정법(제66조)에 따르도록 하고 있어 정부의 예산관리방식을 적용하고 있음. 즉 기금관리주체는 매년 1월 말까지 5회계 연도 이상의 중기사업 계획서를 기획재정부에 제출하여야 하며, 기획재정부는 다음 연도 기금운용 계획안 작성지침을 자문회의 자문, 국무회의 심의, 대통령 승인 등을 거쳐 4월 말까지 기금관리주체에 통보하여야 함. 동 지침에 따라 기금관리주체가 차년도 운용계획을 기획재정부에 제출하면, 기획재정부는 기금관리주체와 협의·조정하여 기금운용계획안을 마련하며, 마련된 기금운용계획안은 국무회의 심의 및 대통령 승인을 득한 후 회계연도 개시 90일 전까지 국회에 제출<sup>12)</sup>하여 심의를 받아야 함.
- 끝으로 산업통상자원부의 또 다른 지역지원 법령인 ‘발전소 주변지역 지원에 관한 법률’은 전원개발 촉진과 발전소의 원활한 운영 및 지역발전에의 기여를 목적으로 제정된 것으로, 매년의 지원계획은 산업통상자원부 장관

10) 환경부가 수립하는 오염총량관리기본방침에 따라 시/도지사는 오염총량관리기본계획을 매 10년마다 수립하여야 하며(한강수계 상수원 수질개선 및 주민지원 등에 관한 법률 제8조 및 제8조의2 참조), 수변관리기본계획은 환경부가 매 5년마다 수립하여야 함(동 법 제4조의2).

11) 한강수계관리위원회 규정 제3조의2 및 제3조의3

12) 국가재정법 제68조

이 수립하되 지원사업에 관한 장기계획은 시/군/구가 산업통상자원부와 협의하여 수립토록 하고 있음. 산업통상자원부는 지원사업심의위원회를 설치하여 지원사업 계획, 지원금 배분, 평가 및 결산 등을 심의토록 할 수 있으며, 발전소별로 지원사업에 관한 중요사항을 심의하기 위해 지역위원회를 설치할 수 있도록 하였음. 지원금은 타 예산과 구분하여 관리하여야 하며, 사업시행자는 산업통상자원부 장관에게 분기별 사업시행 결과를 발전소별 및 단위사업별로 제출함과 함께, 매년 결산보고를 다음해 2월 10일까지 제출하여야 함. 지원사업의 평가<sup>13)</sup>와 관련하여서는 산업통상자원부 장관이 전문기관에 의뢰하여 실시하며, 평과결과가 미흡일 경우 차년도 지원금을 10% 감액하고 감액된 금액은 우수로 평가받은 시행자에 증액하여 지원할 수 있음.

- 그러나 폐광지역개발기금은 강원도 조례<sup>14)</sup>로 설치(시행령 16조)토록 하고 기금의 사용계획을 강원도가 산업부와 협의하여 매년 수립(시행령 16조)토록 하고 있음. 따라서 기금의 운영관리에 필요한 사항은 강원도 조례로 정함. 이러한 기금운영 체제는 타 기금에 비해 너무 포괄적이라 운영에 많은 문제점을 노정함.

---

13) 평가대상은 시설용량이 50만kW 이상인 발전소, 기본지원사업의 연간 지원금 총액이 5억원 이상인 발전소, 그 밖에 산업통상자원부장관이 평가가 필요하다고 인정하는 발전소 등으로 발전소에 한정하고 있음(발전소주변 지역 지원에 관한 법률 시행령 제32조의3 제1항 참조).

14) 지방재정법 상 세입·세출 예산외로 관리(조례 5조)

- 시·군에 보조 또는 금융기관에 융자(조례 5조)

- 용도에 소득증대 사업, 주거환경개선, 도지사 인정 사업 등을 추가(조례 4조)

<표 7> 기금 관련 법령의 비교

	목적	체계	자금조달 및 배분	감독 및 평가
폐광지역개발기금(폐광지역개발지원에 관한 특별법 시행령 16조)	폐광지역과 관련된 관광진흥 및 지역개발(법 11조)	<ul style="list-style-type: none"> <li>기금의 설치 : 강원도 조례로 설치(시행령 16조)</li> <li>기금 사용계획 : 강원도가 산업부와 협의하여 매년 수립(시행령 16조)</li> <li>기금의 운영관리에 필요한 사항은 강원도 조례로 정함(시행령 16조)                             <ul style="list-style-type: none"> <li>지방재정법 상 세입·세출 예산외로 관리(조례 5조)</li> <li>시·군에 보조 또는 금융기관에 융자(조례 5조)</li> <li>용도에 소득증대 사업, 주거환경개선, 도시사 인정 사업 등을 추가(조례 4조)</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>조달 : 카지노업 및 관련시설 세전 이익금의 25% 이내(시행령 16조)</li> <li>배분 : 강원도는 산업부와 협의하여 진흥지구가 있는 도에 기금 배분(시행령 16조)                             <ul style="list-style-type: none"> <li>시·군별 석탄 생산량/감소량, 인구 감소율에 따라 배분(시행령 별표)</li> </ul> </li> <li>용도 : 진흥지구의 개발과 관련한 사업(시행령 16조)                             <ul style="list-style-type: none"> <li>대체산업, 기반시설, 교육·문화, 환경개선, 후생복지, 관광진흥 등</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>매년도 결산보고서 제출</li> <li>기금관리자→지경부장관(시행령 16조)</li> <li>도시사→도의회(조례 7조)</li> </ul>
지방자치단체 기금관리기본법	지자체 기금 운용의 공공성과 지방재정의 효율성 증진	<ul style="list-style-type: none"> <li>기금설치(법 3조)                             <ul style="list-style-type: none"> <li>소관 중앙부처가 기금설치 체계의</li> <li>안행부장관이 기금 신설의 적합성 검토</li> </ul> </li> <li>기금존속기간(법 4조 및 시행령 3조)                             <ul style="list-style-type: none"> <li>법률이 정한 기간/5년 이내(또는 10년 이내)</li> </ul> </li> <li>기금의 관리·운용(법 6조)                             <ul style="list-style-type: none"> <li>歲計現金의 수입·지출·보관 절차, 공유재산 및 물품의 관리·처분 예 또는 채권관리의 예에 따라 관리</li> </ul> </li> <li>기금운용계획의 수립(법 8조)                             <ul style="list-style-type: none"> <li>매년도 수립</li> </ul> </li> <li>지자체 기금운용심의위원회 설치(법 13조)                             <ul style="list-style-type: none"> <li>운용계획 및 결산보고서, 운용성과 심의</li> </ul> </li> <li>지역상생발전기금 설치·운용(법 17조)                             <ul style="list-style-type: none"> <li>시·도간 상생발전 지원이 목적</li> <li>지자체조합 설립, 기금을 관리·운용</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>지역상생발전기금의 재원(법 17조의2)                             <ul style="list-style-type: none"> <li>지자체 예치금</li> <li>지방채 발행 수입 및 일시 차입금</li> <li>지자체 출연금</li> </ul> </li> <li>기금의 용도(법 18조)                             <ul style="list-style-type: none"> <li>지방채 인수</li> <li>지방공기업의 공사채 인수</li> <li>지역발전을 위한 재정지원 및 보조사업 지원</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>결산보고서→지방의회(법 8조)</li> <li>기금운용성과 제출(법 14조)                             <ul style="list-style-type: none"> <li>매 회계연도마다 지방의회 및 안행부장관에 제출</li> <li>안행부는 3년마다 기금 성과분석 시행(시행령 8조)</li> <li>안행부는 확인/점검을 위해 자문단 구성운영(시행령 9조)</li> </ul> </li> </ul>
관광진흥개발기금법	관광사업의 효율적 발전 및 관광을 통한 외화수입의 증대	<ul style="list-style-type: none"> <li>기금관리 : 문체부장관(법 3조)                             <ul style="list-style-type: none"> <li>기금의 집행·평가·결산을 위해 10명 이내의 민간전문가 고용</li> </ul> </li> <li>기금운용위원회 설치(법 6조)                             <ul style="list-style-type: none"> <li>기금운용에 대한 종합적인 사항 심의</li> </ul> </li> <li>기금운용계획 매년 수립(법 7조)                             <ul style="list-style-type: none"> <li>기금운용위원회 심의</li> </ul> </li> <li>기금 대여업무는 산업은행이 담당(시행령 3조)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>재원 : 정부출연금, 카지노사업자 납부금(매출의 10%), 출국납부금 등(법 2조)</li> <li>용도 : 대여, 보조, 출자로 구분하여 지정(법 5조)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>매년도 결산보고(시행령 21조)                             <ul style="list-style-type: none"> <li>문체부→기재부</li> </ul> </li> <li>매월 기금지출원인행위 보고서 기재부 제출(시행령 16조)</li> <li>매월 및 반기별 기금 대역상황 보고(시행령 18조)                             <ul style="list-style-type: none"> <li>산업은행→문체부</li> </ul> </li> </ul>
복권 및 복권기금법	복권사업의 건전한 발전을 도모하고, 복권사업으로 조성된 재원을 투명하고 효율적으로 관리·사용	<ul style="list-style-type: none"> <li>복권위원회 설치(법 13조)                             <ul style="list-style-type: none"> <li>관련 부처 고위공무원단 및 관련 전문가(기재부 차관이 위원장)로 기재부에 설치</li> <li>복권의 발행·관리·판매, 복권수익금의 배분·사용 등에 관한 업무 수행</li> </ul> </li> <li>복권기금                             <ul style="list-style-type: none"> <li>복권위원회에 설치(법 21조)</li> </ul> </li> <li>복권수익금 사용계획서 제출(법 24조)                             <ul style="list-style-type: none"> <li>기금사용처→복권위원회</li> <li>복권위원회는 계획서를 심의·조정하여 통보</li> </ul> </li> <li>복권기금 운용계획안 제출(법 27조)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>재원 : 복권발행으로 조성되는 자금 및 관련 수익금</li> <li>배분비율 명시(시행령 17조)</li> <li>용도 명시(법 23조/별표)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>기금사업의 성과 평가(법 22조)                             <ul style="list-style-type: none"> <li>성과평가편람 작성(시행령 15조의2)</li> <li>성과평가단 운영</li> </ul> </li> <li>평가결과 등에 따라 ±20% 범위에서 기금배분 조정(법 23조)</li> <li>결산명세서 매년 제출(법 25조)                             <ul style="list-style-type: none"> <li>기금사용처→복권위원회</li> </ul> </li> <li>구분회계처리(법 29조)</li> </ul>

		- 복권위원회→기재부장관		• 복권 및 복권기금 관련 정보의 매6개월마다 공개 및 보고(법32조)
농지관리기금(한국농어촌공사 및 농지관리기금법)	영농규모 적정화, 농지의 집산화/조정/효율적 관리 및 해외농업 개발에 필요한 자금조달(법 31조)	• 기금운용관리 : 농림축산식품부장관(법 35조) - 일부 업무를 농어촌공사에 위탁 - 단, 농업인에 대한 대출은 농협, 농협은행, 일반은행 등을 통해 시행 - 기업회계 원칙에 따라 회계처리 • 농어촌공사는 다른 회계와 구분하여 처리(시행령 35조)	• 재원 : 정부출연금, 공공자금관리기금으로부터의 예수금, 차입금 등(법 32~33조) • 용도 : 농지의 매매, 장기임대차, 재개발 및 조성, 농업기반시설 등에 용자, 보조 또는 투자(법 34조) - 기금의 용자, 보조, 투자 대상에 대해 명시	• 매년도 결산보고서(법 39조, 시행령 40조) - 농어촌공사→농축산부→기재부 • 매월 기금의 운용·관리상황 보고(규칙 22조) - 농어촌공사→농축산부
한강수계상수원수질개선 및 주민지원등에 관한 법률	물이용부담금을 효율적으로 관리(법 20조)	• 한강수계관리위원회 설치(법 24조) - 환경부(차관/위원장), 국토부, 부지사/부시장, 수공사장 등으로 구성 - 수질개선 종합계획, 수변구역관리 기본계획, 물이용 부담금 징수, 기금 운용관리 - 자문위원회(한강수계관리위원회 규정 3조의2) 및 협의회(규정 3조의5) 설치·운영 - 위원회는 법인으로 하며, 사무국 설치 ※ 수변관리기본계획은 5년마다 수립(법 4조의2) ※ 오염총량관리기본계획은 10년마다 수립(법 8조의2 및 시행규칙 8조의4) - 시행계획은 광역시장/시장/군수가 기본계획에 따라 수립(법 8조의3) • 한강수계관리위원회에 한강수계관리기금 설치(법 20조) • 기금의 관리·운용 : 국가재정법 66조에 따름(시행령 29조) ※ 시도 및 시군구는 수질개선특별회계 설치(법 16조) - 세입 : 보조금, 기금 및 타회계에서의 전입금, 수익금, 차입금 등 - 세출 : 기금의 용도(토지매수 등은 제외)	• 재원 : 물이용부담금, 차입금 등(법 21조) • 용도 : 토지매수, 수질관리 및 시설운영 비용, 주민지원사업, 오염총량관리 비용, 퇴적물 준설, 기초조사, 교육홍보 등(법 22조 및 시행령 28조)	• 광역시장/시장/군수는 오염총량관리 시행계획 이행사항을 매년 자체 평가 - 지방환경관서 및 한강수계관리위원회에 제출(법8조의3 및 시행규칙 8조의10) - 평가지침은 환경부 훈령으로 고시(한강수계 오염총량관리 이행 평가지침, (2010.3.10.) • 국가재정법 66조에 따른 기금의 운용·관리 - 기금관리주체는 매년 1월말 사업계획서(5년간) 기재부에 제출 - 기재부는 자문회의 자문/국무회의 심의/대통령 승인을 거쳐 기금운용계획안 작성지침을 4월말 기금관리주체에 통보 - 기금관리주체는 기재부의 기금운용계획안 작성지침에 따라 차년도 운용계획을 6월말 기재부에 제출
발전소 주변 지역 지원에 관한 법률	전원개발 촉진/발전소의 원활한 운영/지역발전 기여	• 매년 지원계획 : 산업부장관이 수립(법 9조) • 지원사업에 관한 장기계획 : 시장·군수·구청장이 산업부 장관과 협의하여 수립(법 9조) • 산업부에 주변지역지원사업심의위원회 설치(법 3조) - 지원사업계획, 지원금 배분, 평가 및 결산 등 심의 ※ 발전소별 지역위원회 설치 가능 • 사업시행자(법 11조) - 도지사/시장/군수/구청장 - 발전사업자/원자력홍보 법인	• 조달 : 전력산업기반기금(법 13조) - 발전량/설비용량에 따른 단가 적용(시행령 27조 및 27조의2) • 배분 : 시설에서의 거리 기준(시행령 29조) • 지원사업의 종류 명시(법 10조, 시행령 19조, 22조, 24조 및 25조)	• 사업시행결과 제출(분기별) - 시행자→산업부장관 - 발전소별/단위사업별 - 타 예산과 구분관리(법 16조의2) • 지원사업의 평가(법 16조의5) - 산업부장관이 전문기관에 의뢰하여 평가(발전소 대상) - 평가결과 미흡의 경우 차년도 지원금 10% 감액 • 사업시행자는 매년 산업부장관에 결산보고(법 18조)

자료 : 법제처(국가법령정보센터)

### Ⅲ. 정책제언

- 현행 기금제도는 기금을 징수하여 배분은 하나, 기금사업의 사후검증이나 성과평가와 관련하여서는 이렇다 할 규정을 두고 있지 않은 상황임. 또한 기금의 용도가 광범위하고 기금사업에 대한 중·장기 계획도 수립할 의무가 없어 폐특법의 원래 목적에 부합하는 기금사용의 집중도가 떨어지고 있음.
- 이를 개선하기 위해서는 기금의 용도를 대체산업 육성, 관광진흥, 지역인구 증가에 기여하는 사업 등으로 축소하고, 기금사업에 대한 중기계획을 수립하도록 하는 것이 필요함. 또한 기금사업의 사후검증 및 성과평가 제도를 도입하고, 성과평가 결과에 따라 기금배분을 차등함으로써 기금사업의 효율성이 제고되도록 하는 것이 요구됨. 기금사업의 평가 및 합목적성 제고를 위해서는 구분회계제도의 도입도 긴요함.
- 기금의 배분기준 및 배분체계 개선 역시 기금사용의 효율성 제고를 위해 중요함. 현행 기금 배분기준은 1988년 기준을 아직도 계속 사용하는 것은 시대적 변화에도 맞지 않을 뿐만 아니라 폐광에 따른 영향에 비례하여 기금을 배분·사용토록 하기 위해서도 필요한 개선임. 특히 시/도의 기금 사용을 최소화하고, 시/군이 중·장기 계획에 따라 성과평가를 받으면서 책임 있게 지역경제 진흥을 할 수 있도록 하는 체제의 확립이 필요함.
- 하지만 이러한 제도개선에서 가장 중요한 것은 기금 관리주체의 개선임. 관리주체의 개선은 이미 언급한 여러 부문의 개선을 실질적으로 추진하는데 중요한 역할을 할 것이기 때문임. 따라서 기금사업을 사전에 검토하고, 사후적으로 검증·평가하는 주체의 확립이 중요함.
- 기금의 관리주체로 독립된 제3의 기구 설치는 기금 사업계획 및 용도, 기금사업의 사후 검증, 시/도의 기금사용 등에 대해 세부적인 검토를 용이하

게 하며, 필요시 평가단의 역할을 수행하게 할 수도 있다는 점에서 유리함. 즉 기금의 배분, 기금사업 계획 수립, 기금의 용도에 대한 감독, 기금의 사후 검증, 기금사업 성과평가 및 그 결과의 피드백 등을 일관되게 추진할 수 있도록 한다는 점에서 바람직함. 하지만 새로운 기구를 2025년까지 한시적으로 설치해야 한다는 부담을 안고 있음.

- 반면, 운영위원회 설치하는 기금의 사용계획 및 용도, 기금사업의 검증 등과 관련한 세부적인 검토가 어렵다는 불리점이 존재함. 물론 기금사업의 평가와 관련하여 관련 시/도의 의견을 반영한 평가제도 및 평가단을 구성하여 운영할 경우 보다 수용성 있는 평가체계 확립에 도움이 된다는 장점이 있음. 또한 별도의 한시적인 기금관리 주체를 설치하지 않아도 된다는 장점도 있음.
- 한편, 구분회계제도 도입, 배분기준의 개선, 배분처를 시/군으로 조정 등은 관리주체의 개선안에 따른 영향이 비교적 적은 부분임. 따라서 관련 규정의 개선이 이루어질 경우 관리주체와는 별개로 시행될 수 있음. 물론 시행사항의 점검 또는 검증을 세밀하게 수행하기 위해서는 별도의 관리주체를 두는 것이 바람직할 것이나, 운영위원회를 둘 경우에도 외부감사 등을 통해 점검 또는 검증이 정기적으로 이루어지도록 할 수는 있을 것임.

<표 8> 관리주체 개선안이 여타 개선안에 미치는 영향 비교

		독립된 제3의 관리주체 설치(A)	운영위원회 설치(B)
기금용도 개선	①용도를 경제 활성화 중심으로 축소	• 세부적인 용도 검토 가능	• 세부적인 용도 검토에 한계
	②관리주체를 통해 용도 제한	• 직접적이며 효과적인 통제 가능성 ※ 관리주체 역할에 용도(또는 사업) 심의기능 명시 필요	• 간접적인 통제 가능성 ※ 위원회 역할에 용도(또는 사업) 심의기능 명시 필요
기금 회계제도 개선	①구분회계제도 도입	• (영향 미미)	• (영향 미미)
감독 및 평가 강화	①별도의 평가단 운영	• 관리주체가 평가단 구성·운영 또는 관리주체가 직접 평가단 역할 수행 가능 • 기금사업의 세부적인 검증이 가능	• 운영위원회가 평가단을 구성·운영함으로써 평가단 구성 및 평가결과의 수용성 확보가 가능 • 기금사업의 세부적인 검증이 가능
	②정기적인 성과평가제도 도입	• 성과평가제도의 일관성 유지가 용이 • 평가대상사업의 세부적 검증이 가능	• 평가의 수용성 확보에 유리하나, 세부적인 검증 미흡 가능성
기금사업의 중·장기계획 수립	①기금사업의 중·장기계획 수립	• 사업계획의 세부적인 검토가 용이	• 사업계획의 세부적인 검토에 한계
기금 배분기준 개선	①생산 감소 기준(성과/인구변화 등을 감안 조정)	• (영향 미미)	• (영향 미미)
	②생산 실적 기준(성과/인구변화 등을 감안 조정)	• (영향 미미)	• (영향 미미)
기금 배분체계 개선	①시/군/구에 직접 배분	• (영향 미미)	• (영향 미미)
	②시/도의 사용용도 제한	• 시/도의 사용용도에 대한 구체적인 검토가 가능	• 시/도의 사용용도에 대한 구체적인 검토 미진 가능성

## IV. 기대효과

- 광산지역 개발사업은 1975년부터 시작하여 본격적으로 추진된 것은 1989년 석탄산업합리화 정책이 추진되면서 임. 1991년 석탄산업법과 석탄산업법 시행령을 개정하여 탄광지역 진흥대책 추진을 위한 제도적 장치를 마련하였음<sup>15)</sup>. 하지만 폐광의 급격한 진행과 함께 탄광지역의 지역경제가 침체되고 지역인구가 크게 감소하자, 정부는 탄광지역 주민의 요구를 적극 수용하여 ‘폐광지역 개발지원에 관한 특별법’(폐특법)을 1995년 제정하여 지역 개발사업의 확대 및 이를 위한 재원의 안정적 확보가 가능토록 하였음.
- 따라서 폐광지역 개발사업은 30년 이상 지속적으로 추진되어 현재 폐광지역의 기반시설 등은 상당 부분 개선된 상태임. 폐광지역의 인구감소도 2000년대 후반기 이후 안정화되는 추이를 보이고 있음. 그러나 인당 생산액(GRDP/인)은 정선군과 영월군을 제외하고는 대부분 전국 군지역 평균에 크게 미달하고 있어, 지역경제가 아직도 매우 침체되어 있는 것으로 나타나고 있음.
- 이는 그동안 폐광기금이 광범위하게 사용되어 지역경제 활성화 성과가 미미하였음을 의미함. 폐특법의 제정 목적도 “폐광지역(廢鑛地域)의 경제를 진흥시켜 지역 간의 균형 있는 발전과 주민의 생활 향상을 도모함”<sup>16)</sup>에 있다는 점에서 볼 경우 문제는 심각함. 폐광기금의 2001~2012년 누계 사용액을 기준으로 할 경우 대체산업 육성, 관광진흥 등 순수한 지역경제 진흥용도는 전체의 43.4%<sup>17)</sup>에 불과함. 특히 최근에 들어서는 관광진흥의 점유율이 감소하고 도로 등 기반시설, 환경개선/보건위생/후생복지 등의 점유율

15) 이원우 외(1991), 『광산지역 종합개발사업 투자실적 분석 및 개선방안 연구』, p7

에너지경제연구원(1998), 『석탄산업 정책방향의 재정립 연구』, p15

16) ‘폐광지역 개발지원에 관한 특별법’ 제1조

17) 총 누계사용액 중 점유율로 대체산업 육성지원 15.1%와 관광진흥 28.3%를 합산한 것임(<표 4-4> 참조).

이 증가하는 양상을 보이고 있어, 2012년 순수 지역경제 진흥 용도의 점유율은 26%대까지 떨어졌음.

- 기금의 집행과 관련한 또 다른 문제점은 기금의 배분기준에 따른 배분율과 기금의 실제 배분율 간에 차이가 발생하고 있다는 점임. 특히 강원도의 경우 시/군 간 배분기준과 실제배분에 차이가 심하며, 강원도청의 활용비중이 관련 각개 시/군보다도 높게 나타나고 있다는 점임. 물론 법령상으로는 도에 기금을 배분하게 되어 있으나, 그 배분기준은 각 시/군의 배분비율을 합산하여 산정하도록 하고 있음. 따라서 기금의 운영 및 관리에 필요한 경비를 제외하고는 시/군의 배분기준에 따른 배분율에 비례하게 배분하는 것이 법률이 의도하는 방향이라고 할 수 있음.
- 한편, 폐광기금의 근거법인 폐특법 및 동 시행령은 기금의 조달에 대해서는 명확한 기준을 제시하고 있으나, 동 기금의 사용과 관련하여서는 관련 지방자치단체의 재량에 맡기는 형태를 취하고 있음. 이는 지방자치단체 기금관리 기본법, 관광진흥개발 기금법, 복권 및 복권기금법, 발전소 주변지역 지원에 관한 법률 등과는 많은 대조를 보이고 있음. 즉 이들 법에서는 기금운용위원회를 설치하여 기금의 운용에 대한 종합적 심의를 하거나, 성과평가단을 별도로 운영하여 기금성적을 평가토록 하고 있으나, 폐광기금에는 이러한 규정이 전무한 실정임. 특히 타 회계와의 구분을 명시하지 않고 있어 성과평가 자체가 어려운 실정임.
- 또한 기금의 용도를 폐특법의 목적과는 달리 매우 폭넓게 인정하고 있어 기금 사용의 지역경제 진흥 집중도를 떨어뜨리고 있으며, 이미 앞에서 언급한 바와 같이 기금의 배분기준이 시/군별로 산정할 수 있도록 되어 있으나 실제 배분은 도에 대해 시행토록 하고 있다는 문제점도 내포하고 있음. 이외에도 기금의 배분처가 강원도뿐만 아니라 충남, 전남, 경북 등임에도

불구하고 기금의 설치 및 운영/관리를 강원도에 위임하여 기금사용에 대한 감독이 어려우며, 기금의 배분율도 생산실적(1988년 기준), 생산감소 규모, 인구 감소율 등을 기준하여 산정토록 규정되어 있어 생산이 종료되어 가는 현 시점에서는 생산실적과 생산감소 규모가 동일하게 되어 기준의 중복성이 발생하고 있음. 특히 인구 감소율의 경우는 지역진흥의 노력으로 인구가 증가할 경우 기금 배분율이 감소하는 모순을 내포하고 있음.

- 이상의 문제점을 해소하기 위해서는 기금제도의 개선이 필요함. 기금제도의 개선은 기금사업의 합목적성, 투명성, 효율성 등이 제고되도록 하는데 중점이 두어져야 할 것임. 특히, 기금의 관리체계와 배분기준을 개선하는 것이 요청되고 있다. 개선방안을 분야별로 정리하면 다음과 같음.
  - 먼저, 기금의 관리주체와 관련하여 ①독립된 제3의 관리주체를 설치하거나, ②현재의 체제에서 기금운영위원회를 설치하는 방안이 강구될 수 있을 것임. ①안이 이상적이긴 하나 별도기구의 설치가 필요하고 강원도의 반발이 클 수 있다는 문제점이 있는 반면, ②안은 기금사용의 합목적성 및 효율성을 어느 정도 제고할 수 있으나 기금 관리주체와 사용자가 동일한테 따른 문제점을 해소하기 곤란함.
  - 둘째로 기금의 지역경제 진흥 집중도를 제고하기 위해서는 ①기금의 용도를 대폭 축소하여 대체산업 육성, 관광 및 서비스 산업 육성, 산업육성 및 관광진흥에 필요한 기반시설의 설치, 기타 인구증가에 기여하는 사업 등에 한정토록 하거나, ②독립된 제3의 관리주체(또는 운영위원회)를 통하여 사용을 조정·제한하는 방안이 강구 될 수 있을 것임. ①안이 폐특법의 목적을 감안할 때 바람직한 안이나 시/군의 기금활용 융통성을 제한하는 결과를 초래할 것이며, ②안은 기금활용의 융통성을 유지하면서 경제활성화에 대한 기금투자 집중도를 일정 부분 제고할 수 있으나 행정력을 통한 용도

제한의 성격을 갖고 있어 시행에 어려움이 예상된다.

- 셋째로 기금회계는 타 회계와 별도로 구분하는 것이 필요하다. 구분회계제도의 도입은 기금활용의 투명성 및 합목적성 확보와 효율성을 제고하는데 기여할 것이며, 특히 구분회계의 도입 없이는 기금활용 결과의 평가가 어렵다는 점에서 구분회계제도 조항을 폐특법 시행령에 명시할 필요가 있음.
- 넷째로 기금에 대한 감독 및 평가의 강화를 위해서는 ①별도의 평가단을 운영하거나, ②정기적인 성과평가체계를 도입할 수 있을 것임. 하지만 ①안은 기금의 세부내용에 대한 검증 및 평가가 가능하나 별도의 기구를 설치해야 하며, ②안의 경우는 별도의 기구를 설치할 필요는 없으나 세부내용에 대한 검증 및 평가가 어렵다는 문제점이 있음. 물론 기금관리 주체로 독립된 제3의 관리주체를 설치할 경우에는 동 기구가 감독 및 평가 업무를 담당할 수 있으며, 운영위원회를 설치할 경우에도 세부적인 검증 및 평가는 어렵지만 감독 및 평가 기능을 외부전문가의 도움을 받아 시행할 수 있을 것임.
- 다섯째로 기금사업의 중/장기 계획, 최소한 중기계획 수립을 유도하는 것이 필요함. 중/장기 계획의 수립 유도는 기금의 계획적 및 효율적 사용을 가져오게 할 것이며, 기금활용에 대한 의견수렴 기회를 제공하여 기금활용과 관련한 합목적성 및 객관성을 높일 것임. 또한 중/장기 사업에 대해서는 예산투입의 융통성을 부여하여 사업추진의 효율성을 높이도록 하는 것이 추천됨.
- 여섯째로 기금배분 기준을 ①생산감소량 또는 ②생산실적(1988년 기준)으로 단순화하고, 사업성과의 평가결과 및 인구 변화를 감안하여 조정할 수 있도록 변경하는 것이 바람직함. 이 경우 생산감소량과 생산실적이 같아짐에 따른 중복성 문제를 해소하고 사업성과를 반영하여 배분율을 조정함으

로써 각 지역의 산업진흥 노력을 촉진하는 결과를 가져오게 할 것임. 하지만 배분기준의 변경으로 배분율이 감소하는 시/군에 대해서는 충격을 완화하는 방안의 강구가 추천되며, ①안과 ②안을 비교할 때 ①안이 폐특법의 제정목적<sup>18)</sup>에 보다 부합하는 것으로 보임.

- 끝으로 도에 의한 기금의 임의적 배분을 방지하기 위해서는 ①기금배분처를 현재의 시/도에서 시/군으로 조정하거나, ②현재의 체계를 유지하되 시/도의 사용용도를 시/군 간 공동사업에 한정하는 방안이 강구될 수 있을 것임. 어느 경우에도 배분기준과 실제배분 간의 차이를 축소케 할 것이며, 이에 따라 배분기준에 비해 실제배분이 낮은 시/군의 불만을 완화시키는데 기여할 것임. 하지만 ①안의 경우에는 사업성과 평가기능의 강화와 시/군의 관리능력 제고, 그리고 인접 시/군 간의 공동사업에 대한 협의체계 구축이 필요하며, ②안의 경우에는 시/군 간 공동사업의 필요 이상 확대에 대한 제한과 배분기준에 비례하는 배분 집행장치의 마련이 필요함.
- 폐광기금 제도의 개선은 관련 시/군의 배분관행 개선 요구, 지역경제 진흥 성과의 미흡, 기금 관리 및 평가 체계의 미비 등으로 그 필요성이 부상하고 있음. 특히 기금제도가 2025년까지 존치되어 향후 10년 이상 시행될 예정이며, 지역경제 진흥이 장기적·지속적으로 효율성 있게 추진되어야 성과를 볼 수 있다는 점을 감안할 때, 제도 개선의 필요성이 더욱 강조되고 있음.
- 기금제도의 개선방향에 대해서는 이미 앞에서 언급하였듯이 기금사업의 합목적성, 투명성, 효율성 제고에 중점이 두어야 할 것이며, 무엇보다 기금관리 체계를 독립된 제3의 관리주체를 설치하거나 운영위원회를 설치하여 개

---

18) 폐특법 제1조(목적) 이 법은 석탄산업의 사양화로 인하여 낙후된 폐광지역의 경제를 진흥시켜 .....

선하는 방안에 대해 고려하는 것이 필요함. 이에 추가하여 구분회계, 기금 사업의 검증 및 평가, 중/장기 사업계획 수립 등의 제도를 도입하고, 기금 배분 기준 및 방식을 일관성 및 합목적성을 감안하여 개선해야 함.

- 이상의 대안 제시는 제3자적인 입장에서 검토된 것임. 따라서 대안의 채택을 위해서는 보다 폭 넓은 의견 수렴 및 조정이 필요할 것이다. 또한 기금 관리주체의 구성, 회계분리의 방식 등 보다 구체적인 방안에 대해서는 기본적인 정책방안이 책정된 후에 다시 검토되어야 할 것임.
- 폐특법이 만료되는 2025년은 '광산지역 종합개발사업'이 착수된 지 45년, 폐특법이 제정된 지 30년이 되는 해임. 이는 일본이 '산탄지역 진흥 임시조치법'을 40년간 유지·시행한 것과 비교되는 기간임. 또한 폐광지역진흥지구가 있는 시/군의 인구감소가 안정화 추세를 보이고 있고, 기반시설 및 후생복지시설, 지방재정자립도 등도 전국 군지역 평균에 육박하거나 평균을 넘어서고 있음. 따라서 폐광기금의 폐지, 또는 폐광지역진흥지구의 해제에 대해 준비할 시점이 곧 이를 것으로 판단됨. 즉, 폐특법의 폐지에 따른 충격 완화방안에 대해 향후 검토하는 것이 필요함. 이는 폐광지역진흥지구가 있는 시/군의 여건이 전국 군지역 평균에 육박하면서 폐광지역보다 더 열악한 지역이 많이 나타날 것이며, 이는 곧 폐광지역과 여타지역 간의 형평성 문제가 제기될 가능성을 높이게 할 것이기 때문임.

## < 참고자료 >

- 강원도, 『폐광지력개발기금 사용계획(안)』, 2006. 11.
- 강원도, 『강원도 폐광지역개발기금 설치조례 시행규칙』, 2010. 3.
- 강원도, 『강원도 폐광지역개발기금 설치 조례』, 2012. 12.
- 강원랜드, 『반기보고서(2013.06)』, 2013. 8. 14.
- 강원랜드, “강원랜드 연혁”, <http://kangwonland.high1.com/kangwonlandHistory/html.high1?tab=2#contentPoint>
- 강원일보, “폐광지 개발기금 수천억 배분해 달라”, 2013. 8. 28.
- 대한석탄협회, 『탄협』, 2012.
- 박창석, “폐광지역 개발지원에 관한 특별법의 쟁점과 법적 과제”, 『지방자치법연구』, 제13권2호, 2013. 6, pp 111~134.
- 법제처, 『폐광지역 개발지원에 관한 특별법』, 2013. 3.
- 법제처, 『폐광지역 개발지원에 관한 특별법 시행령』, 2013. 3.
- 법제처 국가법령정보센터, <http://www.law.go.kr/main.html>
- 삼일회계법인, 『폐광지역개발기금 운용구조 개선 및 법령 재정비 용역』, 한국광해관리공단 의뢰연구, 2013. 4.
- 새전북신문, “유바리시의 교훈”, 2013. 6. 4, <http://www.sjbnews.com/news/articlePrint.html?idxno=434492>
- 석탄산업합리화사업단, 『폐광에 따른 산탄지역 진흥대책에 관한 연구 : 태백·정선지역의 대체산업 육성을 중심으로』, 한국산업기술진흥협회 수행연구, 1991.

- 석탄산업합리화사업단, 『사업단10년사』, 1997. 6.
- 에너지경제연구원, 『炭鑛地域 振興事業 5個年 計劃』, 강원도 의뢰연구, 1992. 1.
- 에너지경제연구원, 『석탄산업 정책방향의 재정립 연구』, 석탄산업합리화사업단 의뢰연구, 1998. 11.
- 에너지경제연구원, 『강원도 폐광지역 대체산업 육성계획 수립에 관한 연구』, 강원도 의뢰연구, 2002. 2.
- 에너지경제연구원, 『태백시 대체산업 육성계획 수립에 관한 연구』, 태백시 의뢰연구, 2002. 10.
- 에너지경제연구원, 『석탄산업 장기발전방안 수립에 관한 연구』, 석탄산업합리화사업단 의뢰연구, 2005.
- 에너지경제연구원, 『석탄산업 장기계획(2011-2015) 수립을 위한 연구』, 한국광해관리공단 의뢰연구, 2011. 1.
- 에너지경제연구원, 『에너지통계월보』, 2013. 8.
- 이원우 외, 『광산지역 종합개발사업 투자실적분석 및 개선방안 연구』, 에너지경제연구원 연구보고서 91-06, 1991.
- 이원우 외, 『석탄산업 종합대책 연구』, 에너지경제연구원 연구보고서, 1992.
- 정진성, “에너지혁명기 일본석탄산업의 노동운동 - 석탄정책전환투쟁을 중심으로 -”, 『韓日經商論集』 第56卷, 2012.
- 정진성, “일본의 산탄지역진흥정책”, 서울대일본연구소 『일본비평』 제8호, 2013.
- 정진성, 『일본의 산탄지역진흥 추진내용과 성과』, 자문 원고, 2013. 5.

지식경제부/에너지경제연구원, 『에너지통계연보』, 2012. 12.

통계청, 『한국통계연감』, 1991.

통계청, “e-지방지표”, 2013. 3.

통계청, “KOSIS 국가통계포털”, <http://kosis.kr/>

한국도시행정연구소, 『전국통계연감』, 1997 및 2002.

MK뉴스, “세금늘려 지자체 빈 공간 채운다”, 2013. 7. 12.

産炭地域振興審議會, 審議資料, 각 년도

産炭地域振興事業団, 『産炭地域振興事業団十年史』, 1972.

高橋伸一, 『移動社會と生活ネットワーク - 元炭鉱労働者の生活史研究』, 高菅出版, 2002.

九州經濟産業局, 『九州産炭地域の現況』, 2001.

九州大學産炭地問題研究所, 『産炭地域住民の生活實態調査 報告書(1)』(謄寫版), 1964.

勞働省篇, 『資料勞働運動史』, 勞務行政研究所, 1960.

大同通信社, 『石炭年鑑 1962年版』, 大同通信社, 1962.

石炭經濟研究所, 『石炭鉱業の諸問題 - 新石炭政策の背景 -』, 1962.

石炭エネルギーセンター, 『石炭政策史』, 資料編, 石炭政策史 編纂委員會編, 2002. 8.

矢田俊文, “構造不況産業と地域政策 - 戦後日本の石炭産業の衰退と産炭地域政策”, 『産業學會年報』, 第10号, 1995.

岩本直, “産炭地域政策の政策効果に関する研究”, 『第32回土木計畫學研究・講演集』, 2005, [http://www.jsce.or.jp/library/open/proc/maglist2/00039/200511\\_no32/index.html](http://www.jsce.or.jp/library/open/proc/maglist2/00039/200511_no32/index.html)

若林良和, “閉山に伴う地域社會の変貌”, 高橋伸一編(2002)에 수록.

日本石炭鉱業經營者協議會篇, 『石炭勞働年鑑』, 1959.

資源エネルギー廳, 『産炭地域 振興對策の 概要』, 1997.

資源エネルギー廳 石炭部, 『産炭地域振興對策の現想と今後の検討事項』, 1980.

6.

田浦良也(1998), “石炭産業の崩壊と筑豊經濟の変貌”, 平兮元章・高橋薫・内海洋一編著(1998)에 수록.

澤口惠一, “石炭産業の衰退と漸進的撤退の戰略 - 常磐炭田の事例から”, 『大正大學研究紀要』, 第96輯, 2011.

通商産業省 産炭地域振興課, 『産炭地域の現況』, 1972. 10.

平兮元章・高橋薫・内海洋一編著, 『旧産炭地の都市問題 - 筑豊・飯塚市の場合 -』, 多賀出版, 1998.



정책 이슈페이퍼 13-06

# 집단에너지 공급시설 건설비용 적립금의 합리적 사용 방안

박정순 외

## 목 차

- I. 배경 및 문제점 / 1
- II. 조사 및 분석 결과 / 131
- III. 정책 제언 / 142
- VI. 기대 효과 / 146
- <참고자료> / 147



에너지경제연구원  
KOREA ENERGY ECONOMICS INSTITUTE



## I. 연구필요성 및 목적

### 1. 연구 필요성

- 집단에너지사업법(이하 집사법)은 건설비용 적립금의 사용방안에 대한 규정 부재
  - ‘집단에너지 공급시설 건설비용 적립금(이하 건설비용 적립금)’은 집단에너지사업에 규정된 법정적립금
    - 건설비용 적립금의 적립의무 대상자는 사용자로부터 징수한 건설비용 부담금으로 공급시설을 취득하고, 해당 공급시설의 감가상각비(공급시설감가상각비)를 사용자로부터 징수하는 사업자이며,<sup>1)</sup> 의무적립액은 공급시설감가상각비 징수분
    - 집사법은 건설비용 적립금의 적립의무, 의무대상, 적립대상 등을 규정하고 있으나, 적립금의 사용방안에 관하여 규정이 부재
  - 15년 이상 된 노후 공급설비의 증가로 건설비용 적립금의 활용에 주목

### 2. 연구 목적

- 건설비용 적립금의 현황 조사·검토 및 합리적 사용방안 모색 필요
  - 건설비용 적립금의 활용에 대한 필요성은 커지고 있으나, 건설비용 적립금에 대한 선행연구는 전무한 실정
    - 집사법에 규정된 건설비용 적립금의 적립실태 파악

---

1) 집사법 시행규칙 제22조

- 적립된 건설비용 적립금의 사용방안에 대한 검토 필요
- 건설비용 적립금의 현황 파악을 통해 가용한 적립금의 규모를 파악하고 노후설비 대체를 위한 합리적 사용방안 모색이 필요
- 사업자별 사업개시 시점, 열공급 비중 등을 고려할 때 향후 5년 이내에 전체 열공급에서 15년 이상 된 노후설비가 점하는 비중은 80%를 상회할 것으로 추정
- 노후설비 대체를 위해 적극적인 사용방안 모색이 필요한 시점
- 적립 취지 및 근거법과의 정합성 유지
- 이를 통한 사회적 후생의 극대화 추구

## II. 조사 및 분석 결과

### □ 건설비용 적립금 제도

- 건설비용 적립금의 근거법은 집사법과 동법 시행규칙

집단에너지사업법
제20조의3(공급시설 건설비용의 적립) 공급시설 건설비용의 전부 또는 일부를 사용자에게 부담하게 하는 사업자 중 산업통상자원부령으로 정하는 자는 사업연도에 발생하는 미처분이익잉여금 중 사용자가 부담한 금액으로 취득한 공급시설에 대한 감가상각비에 해당되는 금액을 공급시설의 건설비용으로 매년 적립하여야 한다.
집단에너지사업법 시행규칙
제22조(공급시설 건설비용의 적립의무 대상 사업자 등) ①법 제20조의3제1항의 규정에 의하여 사용자가 부담한 금액으로 취득한 공급시설에 대한 감가상각비에 해당하는 금액(이하 "공급시설감가상각비"라 한다)을 공급시설의 건설비용으로 적립하여야 하는 사업자는 사용자로부터 징수하는 요금에 공급시설감가상각비가 포함되어 있는 사업자로 한다.

- 건설비용 적립금의 적립 명목은 공급시설 건설비용으로 되어 있으며 적립금의 사용방법은 미정
  - 적립방법은 미처분이익잉여금으로 매년 적립하는 것을 원칙
  - 미처분이익잉여금이 부족하면 당해 연도 미적립분을 다음 연도에 적립
  - 적립시한은 법규상 정해져 있지 않으나 적립의무 위반에 대한 벌칙 규정 존재
- 건설비용 적립금의 배경이 되는 두 가지 요인은 공설비용 부담금과 공급시설감가상각비
  - 건설비용 부담금은 사용자가 지불하는 공급시설 취득재원으로 1987년부터 적용

- 지역난방 도입 초기에 국내 민간자본시장이 취약한 여건하에서, 정부는 재정 부담을 최소화하며 지역난방의 투자·보급을 촉진하고자 건설비용 부담금 제도를 도입
  - 공급시설감가상각비는 건설비용 부담금으로 취득한 공급시설의 감가상각비로서, 1987년부터 2011년까지 요금을 통하여 사용자로부터 징수
  - 그러나 정부가 2011년에 고시 개정을 통해 공급시설감가상각비를 요금에서 제외하도록 규정한 이후 공급시설감가상각비는 사용자로부터 징수 불가
- 부담금은 강제성을 가지며 공익사업의 재원확보 수단이라는 점에서 조세와 유사하지만 다음과 같은 차이

<표 2-1> 조세와 부담금의 차이

	부과 근거	지출 용도	특징
부담금	특정 이해관계	특정 용도	부과·징수가 용이
목적세	담세력 여부		부담자의 인적 범위가 다양
보통세		지출의 자율성	안정적 세원 확보가 우선

자료: 구해동(2002) 내용을 요약, 「김현아, 지방공공재의 비용부담 원칙에 관한 연구, 한국조세연구원, 2004.」에서 재인용, 수정

- 건설비용 부담금의 부과기준은 사업자의 공급규정에 기재하도록 되어 있는데, 2) 사업자 대부분이 한국지역난방공사의 부과기준을 준용
- 건설비용 부담금의 부과기준은 크게 온수와 냉수로 구분되고 온수는 주택용·업무용·공공용으로 세분화되어 있음.
- 신축 건물과 기존 건물을 구분하여 차등단가를 적용하고, 주택용은 계약면적(m<sup>2</sup>) 단가를, 업무용·공공용 및 냉수는 연결열부하(Mcal/h) 단가를 적용

2) 집사법 시행규칙 제19조

<표 2-2> 건설비용 부담금 부과기준

구분	계약종별		단위	단가		
온수	주택용	신축	계약면적 1㎡	14,040		
		기존		7,050		
	업무용	신축	연결열부하 1Mcal/h	0~300Mcal/h	167,630	
				301~1,000Mcal/h	131,360	
				1,001~3,500Mcal/h	126,180	
				3,501Mcal/h 이상	110,630	
		기존		0~300Mcal/h	96,740	
				301~1,000Mcal/h	82,290	
				1,001~3,500Mcal/h	79,050	
				3,501Mcal/h 이상	69,300	
	공공용	학교, 사회 복지시설	신축	연결열부하 1Mcal/h	88,500	
			기존		52,300	
		그 이외	신축	0~300Mcal/h	150,860	
				301~1,000Mcal/h	118,220	
				1,001~3,500Mcal/h	113,560	
				3,501Mcal/h 이상	99,570	
			기존	0~300Mcal/h	87,060	
				301~1,000Mcal/h	74,050	
1,001~3,500Mcal/h				71,140		
3,501Mcal/h 이상				62,370		
냉수			연결열부하 1Mcal/h	0~1,000Mcal/h	429,300	
				1,001~2,000Mcal/h	269,800	
				2,001~3,000Mcal/h	230,700	
				3,001Mcal/h 이상	208,600	

자료: 한국지역난방공사, 열공급규정(2013.5.30.)

주1) 계약면적 또는 계약용량에 포함되지 않은 부분에 대하여 열공급이 될 경우에는 그 때부터 계약면적 또는 계약용량에 산입

주2) 고등교육법에 의한 학교의 부속병원에 대한 온수 공사비부담금은 공공용 중 "그 이외"에 적용되는 단가를 적용

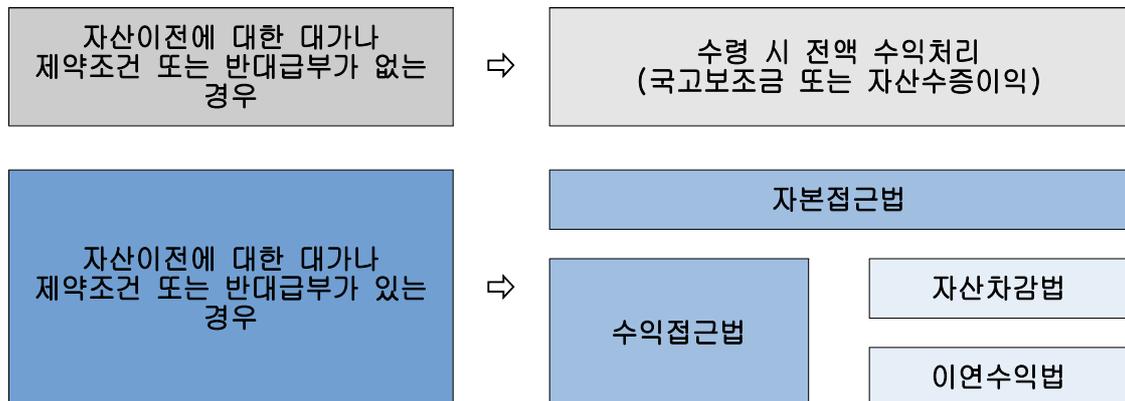
- 건설비용 부담금의 징수실적은 2011년까지 약 37,000여 건에 이르며, 금액으로는 2조 7천억 원 규모로 집계
- 건설비용 부담금의 징수실적은 최근 들어 감소하는 추세

- 건설비용 부담금의 부과 취지는 “중앙난방방식이나 개별난방방식의 경우 입주자가 난방설비 건설비용을 부담하고 있고, 지역난방의 경우 중앙난방방식이나 개별난방방식 대신 사업자가 지역난방설비를 하는 것이므로, 타 난방방식과의 형평성을 유지하기 위한 것
  - 건설비용 부담금은 사용자에게 비용부담이 크다는 점, 부담금 산정근거로 고려되는 중앙난방방식이 시대적 상황에 맞지 않는 점, 부과명목과 산정근거가 부합하지 않는 점, 부담금 징수주체의 적격성 여부 등에 관한 논란이 있고, 건설비용 부담금 제도의 폐지를 주장하는 의견도 있음.
  - 반면, 공급시설의 내구연한이 도래함에 따라 건설비용 부담금의 재부과(이하 재부담금) 허용 여부를 결정할 필요가 있다는 의견도 있음.

□ 건설비용 적립금의 회계처리 원칙 및 방법

- 회계처리는 일반적인 상거래와는 상이하기 때문에 별도의 회계처리방법을 사용하여 왔으며, 정부나 고객으로부터 자산을 이전받는 경우의 회계처리 방법은 이론적으로 다음과 같이 구분

[그림 2-1] 자산이전의 회계처리 방법



○ 자산접근법

- 건설비용 부담금을 수취한 경우 직접 자본의 한 항목으로 회계처리하는 방법으로 주로 자본 항목 중에서 “자본잉여금”으로 처리
- 건설비용 부담금을 부과하거나 수령하는 경우에 전액을 자본항목으로 회계처리하므로 자본총계를 증가시키는 효과 발생

○ 수익접근법

- 수취한 건설비용 부담금을 일정기간 동안 손익계산서 상의 수익으로 인식하는 방법
- 자본접근법의 논리적 비약을 보완할 수 있는 회계처리방법이나, 수취한 건설비용 부담금에 대한 성격에 대한 해석 차이로 인하여 다시 자산차감법과 이연수익법으로 나누어지며, 현행 회계기준 하에서 양자 공히 채택 가능한 대안임.

<표 2-3> 건설비용 부담금의 회계처리 방법 비교

구분	자본접근법	수익접근법	
		자산차감법	이연수익법
취득시점	① 토지의 취득가액 및 장부가액은 100원 ② 기계장치의 취득가액 및 장부가액은 300원 ③ 자본잉여금: 150원	① 토지의 취득가액은 100원, 장부 가액은 50원 ② 기계장치의 취득가액은 300원, 장부가액은 200원	① 토지의 취득가액 및 장부가액은 100원 ② 기계장치의 취득가액 및 장부가액은 300원 ③ 이연수익: 150원
매기손익	기계장치 감가상각비는 30원	기계장치 감가상각비는 20원(= 30원 - 10원)	① 기계장치 감가상각비는 30원 ② 이연수익환입(기타매출액)은 15원
세법	토지에 대한 건설비용 부담금 50원은 처분시 까지 과세되지 않음	좌동	현행 세법은 자산차감법을 기준으로하고 있으므로 기타매출액 중 5원에 대한 과세여부 문제 발생

□ 적립현황 및 문제점

- 정상적립 사업자는 한국지역난방공사, GS파워, 안산도시개발 등 3개사에 불과하며, 대다수 사업자는 미적립 상태로 아래와 같은 이유로 적립을 않고 있음.
  - 기타 사업자들은 누적 적자로 인해 적립불가
  - 적립의무 해당여부의 판단근거 문제
  - 의무적립액 산정근거 문제
- 적립의무 사업자 그룹1의 경우, 정상적립 사업자(그룹1A)와 누적손실로 인한 적립지연 사업자(그룹1B)로 재분류될 수 있으나, 의무적립액은 공히 2011년까지의 공급시설감가상각비 징수 총액
  - 적립의무 대상 사업자가 적립해야 할 의무적립액을 추정하면 다음과 같다. 그룹1(그룹1A와 그룹1B)은 열요금 상한의 적용대상이므로 동일한 추정방법이 적용

<표 2-4> 건설비용 적립금 의무적립액 추정(그룹1)

(단위: 백만 원)

	부담금 징수액(1)	부담금 잔액(2)	추정 적립액(3)	실제 적립액(4)
한국지역난방공사	1,806,877	960,368	660,277	541,481
(주)GS파워	173,287	119,476	41,973	64,282
안산도시개발	58,090	31,119	21,037	1,910
인천종합에너지(주)	66,185	58,608	5,910	-
미래엔인천에너지(주)	7,548	7,439	85	-
청라에너지	82,065	80,278	1,394	-
인천공항에너지	36,360	29,525	5,331	-

	부담금 징수액(1)	부담금 잔액(2)	추정 적립액(3)	실제 적립액(4)
㈜휴세스	19,659	17,758	1,483	-
한국CES	5,747	4,155	1,242	-
전북에너지서비스	4,240	4,048	150	-
수완에너지㈜	38,505	34,899	2,813	-
부산정관에너지	17,494	14,997	1,947	-
경기CES	9,090	7,429	1,296	-
NH공사	89,971	51,997	29,620	-
㈜삼천리	14,084	13,569	402	-
충남도시가스	12,196	10,981	947	-
대구도시가스	8,175	5,962	1,726	-
코원에너지서비스㈜	13,410	12,664	582	-
합계	2,462,983	1,465,272	778,215	607,673

주(1) 사업 초기부터 2011년까지 건설비용 부담금 징수 총액

주(2) = (1) - (2011년까지 공급시설감가상각비 또는 이연수익으로 인식한 금액)

주(3) = {(1) - (2)} × (1 - 22%). 이론상 2011년까지 적립금으로 적립하여야 할 금액

주(4) 사업자가 이익처분을 통해 재무상태표에 건설비용 적립금으로 실제 적립한 금액

주(5) '공급시설감가상각비 × (1 - 22%)'를 적용하여 법인세 효과를 차감

- 그룹5는 별도 기준의 열요금 상한 적용대상이므로 별도의 추정방식을 적용하고 그룹6은 별도의 요금체계를 적용하는 사업자이므로, 해당 요금체계를 고려하여 추정

<표 2-5> 건설비용 적립금 의무적립액 추정(그룹5, 그룹6)

(단위: 백만 원)

	부담금 징수액(1)	부담금 잔액(2)	추정 적립액(3)	실제 적립액(4)
서울특별시	176,098	47,069	129,029	-
대전열병합㈜	43,029	24,653	14,333	-
대성산업㈜코젠사업부	20,672	16,396	3,335	-
합계	239,799	88,118	146,697	-

- 2011년 말 현재 정상 적립 사업자의 적립금액은 607,673백만 원
  - 누적손실 사업자의 의무적립액 추정치를 합산하면, 건설비용 적립금의 의무적립액 규모는 약 8,000억 원 정도가 될 것으로 추정
- 적립금 적립의 문제점
  - 다수 사업자는 적립지연 장기화 및 적자로 인한 적립불가
  - 사업자간 적립여건의 차이 존재
  - 건설비용 적립금 사용의 문제 발생

#### □ 건설비용 적립금의 사용방안

- 적립금의 사용조건으로 적립취지 부합성과 근거법과의 정합성이 요구
  - 건설비용 적립금의 사용은 용도조건(공급시설 건설비용)과 보상조건(사용자 대상에 대한 보상)을 충족해야 함.
- 사용자에게 대한 보상은 크게 직접보상과 간접보상으로 크게 구분
  - 직접보상은 적립금을 보상재원으로 사용하는 방법으로 '건설비용 부담금 감면'과 '사용자 요금 감면'이 있음.
  - 간접보상은 공급시설 투자를 통해 확보되는 편익으로 보상하는 방법으로 '공급시설 공동투자'가 있음

<표 2-6> 적립금 사용방안별 적용 조건 및 내용

사용방안	적용 조건 및 내용
건설비용 부담금 감면	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 재투자 발생시 건설비용 적립금을 이용하여 사용자가 지불하여야 하는 부담금을 감면</li> <li>• 재투자 발생시 사용자에게 대한 공급시설 건설비용 부담금의 재부과 가능 조건 필요</li> <li>• 이해당사자 동의</li> </ul>
사용자 요금 감면	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 건설비용 적립금을 이용하여 사용자가 지불하여야 하는 난방요금을 감면(공급시설 수선유지비 등)</li> <li>• 요금감면의 실효성을 확보할 수 있는 조치 필요(열요금상한제 조정·개선 등, 특히 저비용사업자)</li> <li>• 이해당사자 동의</li> </ul>
공급시설 공동투자	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 건설비용 적립금을 투자재원으로 사용, 광역 열공급 네트워크를 구축</li> <li>• 광역네트워크의 독립적 운영, 저가열원우선투입원칙 적용 등의 보장 필요</li> <li>• 이해당사자 동의</li> </ul>

□ 적립금 사용의 영향

- 적립금 사용의 주요영향은 사용방안에 따라 아래의 표와 같이 나타남.

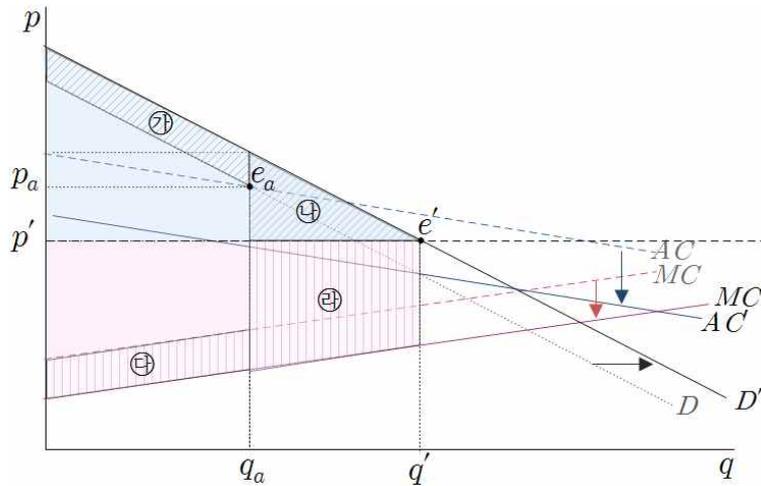
<표 2-7> 적립금 사용방안별 주요영향 비교

사용방안	영향
건설비용 부담금 감면	<ul style="list-style-type: none"> <li>•(보상효과) 적립금에 의존</li> <li>•(보상대상) 건물소유자</li> <li>•(시장영향) 기존 시장구조 및 가격규제 유지</li> </ul>
사용자 요금 감면	<ul style="list-style-type: none"> <li>•(보상효과) 적립금에 의존</li> <li>•(보상대상) 지역난방사용자</li> <li>•(시장영향) 기존 시장구조 및 가격규제 유지</li> </ul>
공급시설 공동투자	<ul style="list-style-type: none"> <li>•(보상효과) 시장효율화의 편익에 의존</li> <li>•(보상대상) 사용자, 사업자, 지역공동체</li> <li>•(시장영향) 경쟁시장, 가격규제 폐지, 연관시장 조성</li> </ul>

□ 공급시설 공동투자의 효과

- 지역난방시장 변화 (독점시장→경쟁시장)
  - (시장재편) 도매시장, 소매시장, 네트워크운영 등
  - (연관시장) 이차측 에너지서비스시장 등
- 지역난방시장의 합리적 구조조정
  - (공급확대) 고효율설비, 저가열원 등
  - (시장퇴출) 저효율설비, 고가열원 등
  - (여건확보) 대체열공급, 퇴출사업 업역전환
- 경쟁 및 효율화 유인에 의한 지속적 편익창출
  - (소매시장) 난방원간 경쟁
  - (도매시장) 열원간 경쟁. 사업자의 효율화 유인

[그림 2-2] 공동투자 이후의 지역냉난방시장



○ 사회적 후생 극대화 도모

<표 2-8> 공급시설 공동투자의 영향

영향요인	소비자	사업자	정부	시장
경쟁도입	· 사용자요금↓	· 효율화 유인↑	· 독점감시 자원소요↓	· 집단에너지경쟁력↑
도매경쟁	· 사용자요금↓	· 시장진입여건↑	· 거래소 설계 · 운영원칙 수립	· 열시장 진입장벽↓
소매경쟁(가능성)	-	· 소매시장활용	· 소매경쟁인프라 활용	· 소매경쟁인프라 조성
저가열원 개발·이용	· 사용자요금↓	· 생산비용↓	· 에너지안보능력↑	· 사회적 생산비용↓
미활용열원 개발·이용	· 환경개선↑	· 미활용열원개발유인↑	· 기후변화대응력↑	· 신재생에너지시장↑
고효율설비 이용 촉진	· 사용자요금↓	· 고효율설비 이용률↑ · 저효율설비 이용률↓	· 에너지이용효율화↑	· 시장효율화↑
공급설비 대체비용 절감	· 사용자요금↓	· 설비투자효율↑	· 보조지원 합리화↑	· 사회적 열공급비용↓
설비이용률 제고	· 사용자요금↓	· 수익률↑	-	· 시장효율화↑
대체공급력 확보	· 공급안정성↑	· 공급중단위험비용↓	· 공급안정성↑	· 비효율 요인↓
지역냉난방공급권 확대	· 이용편의·가능성↑	· 생산·판매↑	· 에너지이용효율화↑ · 에너지복지정책↑	· 집단에너지경쟁력↑

### Ⅲ. 정책 제언

#### □ 적립방법의 개선

- 정책의 관점에서 가장 시급한 사안은 건설비용 적립금 제도의 실효성을 확보하는 것
  - 고비용사업자의 경우 적립지연이 장기적으로 지속될 우려가 있음.
  - 사업자 유형에 따라 현실적으로 적립이 가능한 방안을 마련하여 적용하는 방안을 고려할 필요
- 적립방법 대안 1: 부분적립 방식
  - 사업자에게 발생하는 이익이 연간 의무적립 금액에 미달하더라도 이익을 고정비 원가 항목별로 균등배부를 통하여 적립하는 방법
  - 미처분이익잉여금이 충분히 확보되지 않은 경우에도 적립을 강제할 수 있음.
- 적립방법 대안 2: 강제적립 방식
  - 사업의 영속성 확보에 필요한 우선 지출을 배려
  - 법인세, 고정운영비, 이자비용 등의 우선 지출액을 차감한 고정비 회수분이 총감가상각비를 초과할 경우, 실제 발생한 이익 전액을 적립하도록 하는 방법
- 적립방법 대안 3: 미처분이익잉여금과 의무적립금 가운데 적은 금액을 강제 적립
  - 우선 지출 항목인 법인세, 고정운영비, 이자비용 등을 감당할 수 없는 사업자에게 처분 가능한 이익 발생 시 적립을 강제하는 개념

## □ 적립규정의 개선

- 집사법 제20조의3은 적립 명목을 '공급시설의 건설비용'으로 지정하였고, 동법 제2조의6은 '공급시설'을 '사업자의 관리에 속하는 시설'로 규정
  - 적립금은 사용자 요금의 과납분이지만 적립금의 사용범위는 사업자 소유 자산의 취득으로 제한
- 동법 제57조의4는 '제20조의3을 위반하여 공급시설 건설비용을 적립하지 아니한 자'에 대하여, "1년 이하의 징역 또는 500만 원 이하의 벌금에 처한다."고 규정
  - 적립시한의 법적 기준이 제시되지 않아 해당 규정의 실효성이 미흡
- 동법 22조는 적립의무 대상 사업자를 "사용자로부터 징수하는 요금에 공급시설감가상각비가 포함되어 있는 사업자로 한다."고 규정
  - 열요금 상한규제로 고정비 미회수가 발생할 경우 공급시설감가상각비 징수액을 확정하는데 필요한 기준이 제시되어 있지 않음.

## □ 인수·합병시 적립금의 처리

- 현행 법규는 사업자 간의 인수·합병이나 자산양수도가 발생한 경우, 건설비용 부담금과 공급시설감가상각비의 징수분에 대한 처리방법을 규정하고 있지 않음.
  - 이는 사업자의 누적적자가 해소되지 않고 흑자전환이 불가능하여 사업의 인수·합병이 고려되는 경우에 문제
  - 인수가격은 인수시점의 자산·부채가치와 향후 예상되는 영업현금흐름을 비교하여 평가하므로, 건설비용 부담금과 공급시설감가상각비의 징수분은 인

수사업자의 인수가격에 반영되기 어려움.

#### □ 적립금의 사용여건

- '건설비용 부담금 감면'은 재투자 발생시 사용자에게 대하여 건설비용 부담금의 재부과가 제도적으로 허용될 때 적용 가능
  - 재부과 허용여부가 정해지지 않아 이에 관한 검토와 논의가 필요.
- '사용자 요금 감면'은 현행 열요금 상한제하에서 저비용사업자에게 적립금의 임의처분을 허용하는 결과를 초래할 수 있음.
  - 저비용사업자에게 별도의 열요금 상한을 적용하는 등의 보완대책이 필요.
- '공급시설 공동투자'는 적립금을 광역네트워크 건설비용으로 사용
  - 경쟁도입의 물적 조건이 확보되지만, 유효경쟁까지 보장되는 것은 아님.
  - 유효경쟁을 확보할 수 있는 광역네트워크 운영원칙을 적용하여야 함.
- 광역네트워크 도입으로 지역냉난방시장은 소매시장, 도매시장, 네트워크 운영부문 등으로 재편
  - 소매경쟁이 성립하면 도매경쟁은 자연히 성립하나 현실적으로는 소비자의 열원선택이 불가능하여 소매경쟁이 성립할 수 없으며, 이에 따라 도매경쟁이 성립하지 않음.
  - 이 경우 저가열원우선투입원칙을 광역네트워크 운영에 적용하면 소매경쟁이 성립하지 않아도 도매경쟁이 가능
  - 공정한 경쟁여건 조성을 위해 광역네트워크 운영의 독립성이 보장되어야 하며, 열생산자의 네트워크 운영·소유는 지양
- '공급시설 공동투자'는 사회적 후생 극대화에 기여하는 합리적 방안이지만,

사회적 수용성 확보가 선행

- 표준모형, 운영조직, 투자기금관리 등 구체적 실행방안을 마련할 필요

## IV. 기대 효과

- 건설비용 적립금 실태 파악으로 집단에너지사업 환경의 파악 가능
  - 공급원가에 미치지 못하는 요금체계에 따른 열악한 사업환경에 대한 개선 필요성 제기
  - 집단에너지사업자의 건설비용 적립금 의무 미이행에 대한 다양한 원인을 복합적으로 판단
  
- 집단에너지사업자의 적립의무 미이행에 따른 실질적 대비책 모색 가능
  - 건설비용 적립금의 운영실태 현황을 통해 노후된 설비의 교체 시기에 맞추어 적립금을 실질적으로 마련하는 방안 모색

## < 참고자료 >

### <국내문헌>

감사원, 감사결과보고서: 한국지역난방공사 및 대한석탄공사 기관운영감사, 2012.6.

강운산, 건설 관련 부담금 제도의 문제점과 개선 방안, 2008.1.

고성삼, 회계·세무 용어사전, 법문출판사, 2006.8.25.

기획재정부, 2011년도 부담금운용종합보고서, 2012.5.

기획재정부, 2012년도 부담금운용종합보고서 주요내용, 보도자료, 2013.5.31.

김현숙, 지역난방사업의 공사비부담금과 열요금 연계조정방안에 관한 연구, 자원·환경경제연구, 제17권 제3호, 2008.9.3.

김현아, 지방공공재의 비용부담 원칙에 관한 연구, 한국조세연구원, 2004.

노원구 설문조사(2010.12.13~12.22).

매일경제 용어사전.

부담금운용평가단, 부담금평가, 2010.8.

부산광역시조례 제4515호.

손원익, 지역난방 공사비부담금의 관리개선에 관한 연구, 한국조세연구원, 2006.5.

에너지기본법 제·개정이유, 법률 제7860호, 2006.3.3.

이병태, 법률용어사전, 법문북스, 2010.1.15.

조정찬, 법령입안 심사기준 해설, 월간법제, 2011.3.

지식경제부고시 제2011-32호, 2011.2.23.

지식경제부고시 제2012-181호.

집단에너지사업법 제·개정이유(법률 제6601호, 2002.1.14).

한국지역난방공사, 열공급규정(2013.5.30).

한국회계기준원, 기업회계기준서 제1020호 (정부보조금의 회계처리와 정부지원의 공시).

헌재 1998. 12. 24. 98헌가1, 판례집 10-2, 819, 830-831.

헌재 1999. 10. 21. 97헌바84, 판례집 11-2, 433, 453-454.

헌재결정, 「집단에너지사업법 제18조 위헌소원 등」, 전원재판부 2001헌바90, 2003.5.15.

기획재정부, 에너지관리공단, 전자공시시스템 기업감사보고서 등 기타 자료.

### <외국문헌>

IEA (2004). Coming in from the Cold : Improving District Heating Policy in Transitional Economics, OECD/IEA

Kenneth E. Train (1991). Optimal Regulation: The economic theory of natural monopoly, The MIT Press, Cambridge, MA

M. Cave, S. Majumdar, and I. Vogelsang, editors (2002). Handbook of Telecommunications Economics. Elsevier, Amsterdam

Viscusi, K., Vernon, J. and Harrington, J. (1997). Economics of Regulation and Antitrust (2nd ed.), MIT Press, Cambridge, MA

정책 이슈페이퍼 13-07

## 집단에너지사업의 열전비 규제 적정성

최병렬 외

### 목 차

- I. 배경 및 문제점 / 151
- II. 조사 및 분석 결과 / 153
- III. 정책 제언 / 163
- VI. 기대 효과 / 168
- <참고자료> / 169



에너지경제연구원  
KOREA ENERGY ECONOMICS INSTITUTE



## I . 배경 및 문제점

### 1. 연구 배경

- 한전에 부정적 영향을 더 크게 주는 자가용 열병합발전의 확대 보급되자, 한전을 지원할 적절한 조치로 '열전비 규제 조항'을 도입함.
- 70년대부터 도입된 산업단지 열병합발전과 80년대 후반에 집단에너지사업용 열병합발전시설은 전력산업을 독점하고 있던 한국전력공사(한전)의 입장에서 장단점을 모두 가진 발전원이었음.
  - 이러한 열병합발전의 긍정적 기능으로는 에너지효율성이 70-80%에 이를 정도로 높고, 소비지 인근에 발전소 부지를 확보할 수 있으며, 전력계통사고시 분산전원의 역할을 수행할 수 있다는 점임.
  - 열병합발전의 부정적 기능으로는 열병합발전의 가동이 증가하면 전력독점사업자인 한전의 발전비용이 높아진다는 것임. 특히 지역난방용 열병합발전은 천연가스를 사용하는 피크용 설비이기 때문에 발전비용에 더 많은 영향을 끼침. 그리고 열병합발전 전력은 정책적 요금체계(업무용은 비싸게, 농사용과 가정용은 저렴하게 요금부과)의 적용을 받지 않아 한전의 전기판매수익을 감소시킴. 또한 자가발전설비이기 때문에 장기전원개발계획에 연계되지 않아 국가적으로 과잉설비를 초래할 수 있다는 우려를 낳고 있음.
- 이에 정부는 안정적인 전기 공급을 위해 한전을 지원할 적절한 조치가 필요하여, 집단에너지사업법(이하 집사법) 시행령 제2조에 열생산용량이 전기생산용량보다 커야한다는 소위 '열전비 규제 조항'을 도입하게 됨.
  - 당시의 열전비 조항은 80년대 말 한전의 독점사업 환경을 안정화시키고 에

너지자원의 효율적 이용에 기여할 것으로 기대함.

□ 그러나 동 열전비 규제는 에너지산업에 민간자본의 참여가 활발하고 발전 기술이 뛰어난 2010년대에는 부합하지 않는다는 비판을 받아왔음.

○ 집단에너지공급 시스템은 초기투자비가 매우 높아 열원부지의 입지나 사업 여건 등을 고려하여 사업자의 판단에 따라 최적으로 구성되어야 함. 그러나 동 규제로 인하여 사업자의 열원 최적화를 왜곡시키고 결국 자원을 비효율적으로 활용하게 만드는 주요인으로 지목받게 됨.

- 실제로 열전비 조항은 집단에너지사업의 열원구성에 직접적인 영향을 주고 있음. 산업용 열병합발전은 증기터빈 시스템으로 구성되고, 지역냉난방용 열병합발전은 대부분이 가스터빈과 스팀터빈의 복합시스템으로 구성됨.

- 최근 가스터빈의 발전효율이 획기적으로 향상되어 열병합 발전을 활용한 집단에너지사업의 경제성을 높일 수 있게 되었지만, 현행의 열전비 규제는 이러한 발전기술의 진전을 집단에너지사업에 적극 반영하지 못하게 하고 있음.

## 2. 연구 필요성 및 목적

□ 연구 필요성

○ 안정적인 전력공급능력 확보, 화석연료의 효율적 이용, 그리고 사업자의 경제성 확보를 위해서는 고효율 발전시설의 도입을 적극 장려해야 할 상황에 고효율 발전설비의 이용을 제약하는 법령의 존재는 합리적인 사업 추진을 어렵게 함.

- 더욱이 집단에너지가 도입된 지 30년 가까이 경과되고 있으므로 기존 집단

에너지설비에 대한 개체를 준비해야 함. 따라서 사업자들은 열원설비의 구성에 영향을 미치고 있는 열전비 규정 개정에 관심이 높아지고 있음.

- 에너지의 효율적 이용을 위하여 정책적으로 도입되고 있는 집단에너지사업이 정부의 법 규제에 의하여 비효율적으로 추진된다면 이는 시정되어야 할 것임.

#### □ 연구 목적

- 에너지 분야의 시장경쟁과 규제완화 추세, 이를 통한 자원의 효율적 이용이 요청되는 현 시점에서 열전비 규제가 집단에너지사업의 에너지이용효율화 취지에 여전히 부합하는지를 살펴볼 필요가 있음.
- 본 연구는 설비이용의 효율화 관점에서 집단에너지사업자에게 적용되고 있는 열전비 규제가 여전히 유용한 지를 검토하는데 그 목적이 있음.

## II. 조사 및 분석 결과

#### □ 열전비 규제 도입 배경

- 열전비 규제는 도입 당시의 여건에서는 에너지이용효율화 조치로서 타당한 측면이 있었음
- 독점사업자인 한전의 입장에서는 자가발전, 특히 정부 지원을 받는 열병합발전이 급격하게 도입·확산되는 것이 바람직하지 않았음
- 한전 발전설비와 자가발전설비 간의 역할 형평성, 정책지원사업에 대한 기여도, 발전기술의 수준 등을 고려할 때 자가 열병합발전설비는 전기보다 열 중심으로 운영되는 것이 자원을 효율적으로 활용하는 것으로 판단

- 이 당시 열병합발전의 기술은 증기추출이 없는 배압형이 주류를 이루어 가스터빈이나 증기터빈의 발전효율이 비슷함.
  - 석탄이나 중유를 연료로 하는 산업단지는 증기터빈 중심으로, 천연가스를 연료로 사용해야 하는 지역냉난방사업용에는 가스터빈과 증기터빈의 복합 시스템으로 열병합발전시스템이 운영
- 에너지산업의 개혁·개방과 함께 민간자본의 진출이 두드러졌고, 특히 발전 기술의 급성장으로 열전비 규제완화가 불가피함.
  - 2010년대 증기터빈 열병합발전의 효율은 35% 수준이나 가스터빈의 발전효율이 40% 이상으로 급격히 향상됨. 이에 복합열병합발전의 효율은 50%를 상회(최근 발표된 J class는 60% 수준)
    - 구조개편의 일환으로 개설된 전력시장은 비용기준으로 경쟁하게 되어 (CBP), 발전효율이 매우 중요한 변수로 부각됨. 따라서 고효율 발전시설을 통하여 전력생산가격을 낮추어야 전력시장 경쟁이 가능
    - 이러한 여건변화로 인하여 과거 한전의 독점시절에 도입된 열병합발전의 열전비 규정은 자원이용의 효율화나 사업자의 설비최적화를 통한 수익극대화에 장애요인으로 전락함.

<표 II-1> 가스터빈의 Class별 성능 특징

구 분	단위	E Class	F Class	G Class	H Class	J Class	
터빈입구 온도	(℃)	-	1,400	1,500	1,500~1,600	1600	
배기가스 온도	(℃)	-	607	597	600	-	
가스 터빈	출력	(MW)	168	185	264	270	470
	효율	(%)	34.7	37.0%	39.1%	39.6%	41.0%
복합 발전	출력	(MW)	251	280	387	403	680
	효율	(%)	52.2	56.7%	58.6%	60.0%	61.7%

- 자료: 1) 한국지역난방기술(주) 내부자료(F Class, G Class, H Class)  
 2) 한국수출입은행, 화력발전 주요 기자재 시장 현황 및 우리기업의 경쟁력, 산업리스크 Report, 2013.(E class)  
 3) MHI 홈페이지(<http://www.mhi.co.jp/en/>)(J class)

- 현 열전비 규제의 주요 문제점은 다음과 같음.
  - 열전비 계산방식이 불명확함
  - 발전기술의 진전을 고려하지 못함
  - 발전효율 중심의 전력시장에서는 경쟁할 수 없게 만듦.
  - 그리고 열중심의 복합 열병합발전은 과잉 발전설비를 유발
  
- 집단에너지사업자와 전문가를 대상으로 열전비 규제에 대한 설문 조사를 하여 집단에너지사업의 역할, 열전비 규제의 기능, 규제 존치 여부, 규제완화의 수준 등을 살펴봄
  
- 집단에너지사업자(30명)와 전문가(25명) 총 55명을 대상으로 집단에너지사업을 둘러싼 여건변화와 열전비 규제에 대한 설문 조사 실시
  - 집단에너지 열전비 규제와 같은 특정산업의 규제는 일반인들이 내용을 잘

이해하기가 힘들기 때문에 사업자 또는 전문가들의 의견을 수렴

- 집단에너지사업체 응답자 30명 중에서 17명은 지역냉난방사업체, 10명은 산업단지집단에너지사업체, 2명은 두 사업 병행사업체, 1명은 현재 집단에너지사업을 준비하는 사업체 근무자임.
- 전문가 응답자 25명은 교수와 연구원을 비롯하여 에너지관련 사업체 종사자 등으로 구성됨.

○ 집단에너지사업의 사회 경제적 역할

- 집단에너지사업이 에너지 시장에서 긍정적인 평가를 받고 있음. 집단에너지사업의 지속적인 확대에도 응답자의 89%가 동의
- 집단에너지사업의 경제성에 대해서는 31%가 긍정적인 반면, 동일한 비율의 응답자는 부정적으로 평가하고 있어 본 조사를 통해서도 방향성을 알 수 없음.

<표 11-2> 집단에너지사업의 사회적 경제적 평가 (n=55)

집단에너지사업	매우 그렇다	그런 편이다	보통이다	그렇지 않은 편이다	전혀 그렇지 않다
에너지 효율개선	56.4% (31)	30.9% (17)	10.9% (6)	0.0% (0)	1.8% (1)
환경오염 개선	52.7% (29)	34.6% (19)	10.9% (6)	0.0% (0)	1.8% (1)
지구온난화 완화	49.1% (27)	36.4% (20)	12.7% (7)	0.0% (0)	1.8% (1)
전력수급 개선	49.1% (27)	38.2% (21)	10.9% (6)	0.0% (0)	1.8% (1)
동·하절기 첨두부하 완화	40.0% (22)	47.3% (26)	10.9% (6)	0.0% (0)	1.8% (1)
지속적 확대 필요	58.2% (32)	30.9% (17)	9.1% (5)	0.0% (0)	1.8% (1)
사업성(경제성) 있음	12.7% (7)	18.2% (10)	38.2% (21)	21.8% (12)	9.1% (5)

○ 집단에너지사업이 발전사업에 미치는 영향

- 응답자의 82%가 집단에너지사업이 기저발전의 효율적인 이용을 저해한다는 의견에 부정적임.
- 집단에너지사업이 전력부족사태를 해결하는데 도움을 준다는 의견에는 응답자의 91%가 동의하고 있어서 집단에너지사업이 전력산업의 부족한 점을 보조하는 역할을 수행하는 것으로 조사됨.

<표 II-3> 집단에너지사업이 발전사업에 미치는 영향 (n=55)

	매우 동의	대체로 동의	대체로 반대	매우 반대
기저발전이용 저해	1.8%	16.4%	32.7%	49.1%
전력부족사태를 해결	49.1%	41.8%	1.8%	7.3%
한전의 수익에 악영향	3.6%	12.7%	41.8%	41.8%
열중심의 에너지 생산 및 공급유지	9.1%	45.5%	34.6%	10.9%

- 집단에너지사업은 열중심의 에너지생산 공급을 해야 한다는 의견에는 전체 응답자의 55%가 동의. 집단에너지사업자의 67%, 전문가들은 40%만 동의
- 종합적으로 평가해 보면 집단에너지사업은 전력산업 발전을 저해하기 보다는 전력산업의 부족함을 보완하는 것으로 볼 수 있음.

○ 열전비 규제의 실효성

- 열전비 규제로 국가의 전체적인 에너지 이용 효율향상이 될 수 있다는 것에 대해서는 응답자의 45.5%가 동의하는 반면, 54.5%가 반대
- 전력부족 사태 해결에 기여하는가에 대해서는 78%가 반대

<표 11-4> 열전비 규제의 실효성(n=55)

열전비규제의 효과	매우 동의	대체로 동의	대체로 반대	매우 반대
에너지 이용 효율향상에 도움	5.5%	40.0%	43.6%	10.9%
기저발전 설비 효율적으로 이용	3.6%	40.0%	45.6%	10.9%
전력부족사태를 해결하는데 도움	0.0%	21.8%	56.4%	21.8%
한전의 수익확보에 긍정적 영향	9.1%	40.0%	41.8%	9.1%

- 규제로 인하여 집단에너지사업의 생산비상승에 응답자의 76%가 동의(특히 지역냉난방사업자의 경우 96%)하며, 응답자 76%가 수익 악화에 응답

○ 열전비 규제에 대한 강화·완화여부

- 전체 응답자 중에서 11%는 열전비 강화, 20%는 현행 열전비 지속을 응답하여 31%가 열전비 규제가 강화 및 유지되어야 한다고 응답
- 규제 완화에 45.5%, 폐지에 23.6%가 응답하여 현행 열전비 규제는 축소·폐지되어야 한다는 응답이 69%

<표 11-5> 열전비 규제에 대한 개선여부 (n=55)

		열전비 강화	열전비 지속	열전비 완화	열전비 폐지
전체 응답자		10.9%(6)	20.0%(11)	45.5%(25)	23.6%(13)
사업자 전문가 구분	집단에너지사업자	16.7%(5)	20.0%(6)	43.3%(13)	20.0%(6)
	전문가	4.0%(1)	20.0%(5)	48.0%(12)	28.0%(7)
사업종류구분	지역냉난방사업	5.9%(1)	11.8%(2)	58.8%(10)	23.5%(4)
	산업단지 집단에너지사업	40.0%(4)	30.0%(3)	20.0%(2)	10.0%(1)

- 규제가 강화 또는 지속되어야 하는 이유로 17명 중 11명이 규제가 집단에너지시설을 더욱 효율적으로 이용할 수 있을 것이라고 응답
- 규제 완화나 폐지 응답자(38명)중 집단에너지시설의 효율적 이용(13명), 에너지시장 경쟁촉진(13명), 집단에너지사업자 수익확보(7명), 전력부족상태 해결(4명) 등을 그 이유로 답함

○ 열전비 규제의 수준

- 규제 완화나 폐지 응답자(38명)들에게 규제 완화 수준에 대한 질문에서 9명이 0.8, 8명은 0.5, 5명은 0(폐지)을 응답, 평균 0.59 수준을 나타냄.

○ 집단에너지사업형태별 열전비 규제 반응

- 사업 형태별로 규제 수준에 대해서는 응답자의 69%인 36명이 별도 규제에 동의. 이 중 22명이 지역냉난방사업에 대한 규제는 더 완화할 것을 요청

□ 열전비 규제 개선 방안

○ 규제개선 방향

- 열전비 규제 개선은 국가에너지이용효율화 정책에 부합해야 하고, 발전시설 도입과 관련한 공정한 경쟁이 보장되어야 함.

○ 열전비 개선 방안

- 열전비 규제 조항 폐지(1안) : 사업자에게 설비 선택권을 대폭 부여함으로써 집단에너지사업에 고효율 발전설비 도입이 이뤄질 수 있고 이로 인하여 발전시장에서 일반발전사와의 경쟁이 가능함. 집단에너지사업자의 과잉 발전설비 보유 우려와 집단에너지사업을 통한 고효율 발전시설을 용이하게 도입한다는 논란이 발생할 수 있음.

- 열전비 기준 완화(2안) : 현행 열전비 1에서 0.6수준(설문조사 반영)으로 조정. 완전 폐지 시보다는 설비선택의 폭이 넓지 않으나, 선진 발전기술을 반영할 수 있음. 기존의 규제의 틀을 활용할 수 있음. 조정된 열전비의 타당성 확보가 관건.
- 집단에너지공급시스템 열전비 도입(3안) : 열병합발전뿐만 아니라 집단에너지열원 전체(열병합발전, 열전용 보일러, 태양열, 지열, 소각열, 산업폐열 등)에 적용하는 열전비 개념 도입하여 전체 열 생산능력이 전기 생산능력보다 크도록 함. 사업자의 설비 선택권을 보장하고, 저가열원 개발 유인 및 고효율 설비 도입 등을 통하여 국가적인 에너지이용효율화 정책에 적극 기여함.
- 현행 열전비 유지(4안) : 현 열전비 산정고시를 대폭 수정·보완하고 열병합발전의 열전비가 1보다 크도록 유지할 수 있음. 사업자는 설비 선택권이 없어 선진적인 발전기술을 집단에너지사업에 도입하기 어려움. 일정한 규모 이하의 집단에너지사업에 대해 선진적인 가스터빈 발전기술을 이용할 수 있도록 열전비 규제 적용 유예 조항을 마련할 수 있으나, 이는 규제완화 추세에 역행하는 조치임.

<표 11-6> 열전비 개선 방안 비교

개선 방안	장점	단점	비고
1안) 현행 CHP 열전비 폐지 방안	-설비선택 폭 큼 -사업전략 다원화	-설비 편향 가능성 -열원 부족 우려	-발전사업과의 차별성 없음
2안) 현행 CHP 열전비 완화 방안	-설비선택 폭 완화 -기존 법체계 이용	-최적설비구성 한계 -완화수준 객관성확보 어려움	-설문조사 0.59 응답 -별도연구 필요
3안) 시스템 열전비 도입 방안	-최적설비선택가능 -저가열원 개발 유인	-법 개정애 일시적 행정수요	-국가에너지이용합리화정책 일관성 유지
4안) 현행 제도 유지 방안	-발전소 우회 건설 논란 종식 가능 -사업자 편법방지	-집사법 혜택 상실 -저효율 설비 도입가능 -발전소 적기 건설지연으로 안정적 열공급 어려움	-집단에너지사업지원 후퇴 -규제적용 예외조항 필요

○ 열전비 개선시 보완조치

- 열공급 안정화 방안 고려: 1안, 2안, 4안이 실행된다면 집단에너지사업자는 열에너지를 안정적으로 공급하고, 효율적으로 에너지를 이용하고 있음을 입증할 필요가 있음. 집단에너지사업은 에너지이용효율화 정책으로 도입하고 있기 때문임. 그러므로 사업자는 고효율 열병합발전설비를 선택할 경우 집단에너지공급대상지역에 대한 안정적인 열 공급방안을 사업계획서에 제시해야 함. 또 사업자 선정 시에는 열공급 안정성에 대한 평가항목이 현행보다 비중 있게 다루어져야 함. 이러한 조치들과 함께 일정한 규모(예, 150MW) 이하의 설비로 집단에너지사업을 할 경우에는 열전비 규정의 적용을 배제하는 예외 조항을 둠으로써 고효율 열병합발전설비가 지역난방 시장에서 배제되는 것을 방지할 수 있음. ‘일정한 규모’의 수준에 대해서는 별도의 면밀한 검토가 필요함. 그러나 3안의 경우 현행 규제의 틀과 유사하므로 열공급 안정화 문제는 해결될 수 있음.

- 법령 및 고시 개정

- 각 안 모두 법령 개정이 필요함. 특히 3안의 시스템 열전비를 도입하게 될 경우 집사법 개정<sup>1)</sup>과 함께 시행령 제2조 3항에 근거한 고시(열생산용량 및 전기생산용량의 계산방법)를 대폭 변경해야 함.
- 그리고 집단에너지사업허가대상자 선정기준 고시의 [별표1] 평가기준에서 평가항목과 평가내용, 배점도 합리적으로 조정해야 함. 특히 공급용량의 적정성에 대한 평가에서 열병합발전 대신 집단에너지공급원 전체를 두고 열전비를 계산하며, 이 경우 각 열원에 대한 가중치를 부여함으로써 저가 열원 또는 신재생열원의 개발을 유도할 수 있음. 열원 가중치는 소각열, 산업공정폐열, 신재생열원의 개발과 관련하여 별도 연구가 요청됨.
- 엄격하게 열전비를 규제하게 된다면, 집사법에 의거한 고효율 열병합발전 설비 도입은 거의 불가능함. 1안과 4안의 경우는 시행령 제2조에 일정한 규모 이하의 고효율 열병합발전 설비를 예외로 도입할 수 있도록 예외 조항 신설할 필요가 있음. 이 때 적용할 고효율의 수준은 정부고시를 통하여 구체적으로 명시해야 함. 2안의 경우 터빈의 발전효율이 향상될 경우 다시 조정할 수 있다는 조항이 필요함.

- 타에너지분야와의 형평성

- 고효율 가스터빈의 보급, 상대적으로 간편한 허가절차 등으로 일부 집단에너지사업자는 지역난방사업보다는 전기사업에 더 많은 관심을 가지게 됨. 열전비 규제가 완화되면 허가지역의 열부하에 비해 큰 규모의 열병합발전이 건설될 수 있음. 이에 따라 발전설비 규모와 부지위치를 둘러싼

1) 3안의 경우 집단에너지사업법 시행령 제2조2항을 아래와 같이 변경하면 된다.

기존 : ②제1항의 사업에 있어서 열과 전기를 사용자에게 공급하는 경우에는 열과 전기를 동시에 생산하는 시설의 열생산용량이 전기생산용량보다 커야 한다.

변경 : ②제1항의 사업에 있어서 열과 전기를 사용자에게 공급하는 경우에는 열생산용량이 전기생산용량보다 커야 한다.

지역주민과 집단에너지사업자간의 갈등도 발생하고 있으며, 집단에너지용 발전시설은 일반발전사업자용 보다 간편한 절차로 도입될 수 있어 형평성 문제를 야기하게 됨.

- 집단에너지용 열병합발전은 부지지원, 황산화물에 대한 부과금 면제(100MW이하 열병합발전), 액체연료사용 열병합발전(기존 100MW이하, 신규 열병합발전)의 황산화물배출기준 완화(액체연료 보일러 기준), 전력수급기본계획과 무관한 발전소 건설 등의 혜택이 있음. 이것은 집단에너지용 열병합발전소 건설에 있어서 절차를 간소화하고, 환경관련 부담도 덜어 주어 적기에 열과 전기를 공급할 수 있도록 정책적으로 배려한 것임.
- 집단에너지사업자가 전기 중심의 사업을 위해 열병합발전을 운영한다면 관련 정부계획이 요구하는 절차를 준수하여야 할 것임. 전기사업을 위주로 하는 집단에너지사업자와 순수 집단에너지사업자와는 구분하여 집단에너지용 열병합발전이라도 열보다는 전력 중심으로 운영할 목적이라면 전기사업법의 전력수급기본계획에 반영되어 건설되는 것이 타당함. 그러나 전력중심의 사업이라 판단할 기준을 열전비로 할 것인지, 발전설비의 규모로 할 것인지는 보다 면밀히 검토되어야 함.<sup>2)</sup>

### Ⅲ. 정책 제언

#### □ 규제완화 대안별 조치 검토

- 규제완화 수준별로 열전비 조항 삭제 방안(1안), 열전비 수준 완화방안(2

2) 열원설비의 규모는 사업자의 판단에 맡기되 일정한 규모 이상인 경우는 발전위주의 설비로 간주함. 통상적으로 경제성을 확보할 수 있는 지역냉난방사업의 규모가 예를 들어 3만 세대에 150MW의 열병합발전이 최적규모라 평가된다면, 사업자가 5만 세대에 500MW 설비 도입을 원한다면 이때의 500 MW 설비는 통상적인 수준보다 규모가 크다고 볼 수 있음. 그러므로 이 설비는 일반 발전설비의 도입 과정을 거치도록 강제할 수 있음. 열수요 대비 최적 열원규모에 대한 구체적인 연구가 요청됨.

안), 시스템 열전비 도입방안(3안), 현행 제도 유지(4안)를 검토

○ 열전비 규제 폐지 방안과 대안

- 열병합발전에 대한 열전비 규제를 완전 폐지하는 방안. 설비구성은 사업자의 선택에 맡기되 열공급 안정성 확보도 사업자가 책임짐. 정부는 사업자에게 안정적인 열공급을 담보할 수 있는 조치를 요구할 수 있도록 함. 규제 폐지시 집단에너지사업을 통할 경우 발전설비 도입이 용이하다는 점을 노려 전기사업에 관심을 집중하는 사업자가 나타날 수 있고, 이는 일반발전사업자와 설비도입 과정을 둘러싼 형평성 문제를 야기할 수 있음.
- 보완 방안으로 일정 규모(예, 300MW) 이하의 설비를 활용한 집단에너지사업의 경우에만 집사법에 따라 설비를 도입할 수 있도록 함. 행정적인 조치로는 집사법 개정을 통하여 시행령 제2조2항과 3항을 삭제하고, 열공급 안정성을 담보할 수 있는 조항을 별도 마련함. 보완적 방안의 행정조치로는 일정 규모 이상일 경우 집단에너지용 열병합발전설비라 하더라도 일반발전사업자의 발전설비 도입 과정을 거친다는 조항이 필요하게 됨. 그리고 '일정한 규모'의 적정성에 대해서는 세부적인 연구가 요청됨.

○ 열전비 기준완화 방안과 대안

- 현행 열전비 기준을 하향 조정하는 방안. 하향 정도에 따라 사업자들은 설비선택의 폭이 결정되겠지만, 현실적인 기술수준을 감안하게 될 것이므로 터빈발전 기술을 최대한 활용할 수 있음. 문제는 수준을 정해 둔다고 하더라도 기술진보가 이뤄지게 되면 기준완화 요구가 다시 발생한다는 것임.
- 본 연구의 설문조사에서는 열전비 조정 평균치가 0.59로 나타남. 최근 도입된 발전설비의 설계 자료를 고려하여 열전비 수준을 제안한다면 지역냉난방용 열병합발전의 경우는 0.6 수준, 그리고 산업용 열병합발전의 경우는 현행 수준인 1.0이 적절하다고 판단됨.

- 필요한 행정조치로는 집사법 시행령 개정과 함께 열전비 계산 관련 고시를 변경해야 함. 적정 열전비 기준을 산정하기 위해 현행 열병합발전의 기술 수준에 대한 면밀한 조사가 요청됨.

○ 집단에너지공급시스템 열전비 도입 방안

- 집단에너지사업자가 사업지역에 필요한 열원을 열병합발전, 열전용 보일러, 기타 열원(태양열, 지열, 소각열, 산업폐열 등)을 활용하여, 전체 열생산능력이 전기생산능력보다 크도록 시스템을 구성함. 사업자가 열병합발전의 발전용량이 큰 시설을 도입하더라도 보일러나 저가 열원 등을 개발하여 전체 집단에너지공급시스템에서 전기생산능력보다 열공급능력을 크게 확보하면 됨.
- 이 방안은 사업자의 집단에너지공급설비의 선택권을 확실히 보장하며, 열병합발전에만 의존하여 난방열을 생산하는 것이 아니기 때문에 에너지이용 효율화를 실현할 수 있음. 고효율 열병합발전설비를 도입할 경우 상대적으로 열생산이 부족할 수 있으므로, 열공급시스템 전체의 열전비를 맞추고 저렴한 열을 생산하기 위해 소각열, 산업폐열, 하수열 등 저가 열원개발을 유인할 수 있음. 또한 기존의 열전비 규제와 유사한 틀을 유지하면서 열공급의 안정성을 확보할 수 있고, 사업자에게 설비선택의 폭을 넓혀줌으로써 기업경영을 지원할 수 있음. 저가열원 개발 유인, 고효율 설비 도입 등 집단에너지사업이 본래 추구하는 에너지이용효율화 정책과도 맥을 같이 함.
- 필요한 행정조치로는 시행령 제2조 2항의 ‘……열과 전기를 동시에 생산할 수 있는 시설의’ 문구를 삭제함. 그리고 열생산용량은 현행 열전비 고시에 제시된 정의에 따르도록 하며, 현행 열전비 산정 고시를 시스템 열전비 산정을 위한 고시로 대체함.

○ 현행 열전비 기준 유지 방안과 대안

- 가스터빈, 증기터빈, 복합시스템에 대한 열전비 계산방법을 명확하게 하여 열전비 1 이상의 규정을 준수하게 하는 방안. 행정적으로 우선 요청되는 사항은 현행 열전비 산정고시를 개정하여 정격설계부하(시간당 최대열부하:MCR)시를 기준으로, 터빈 형식별로 외기 온도, 운전모드 등을 고려한 열전비 측정기준(예, ISO 15℃, 운전모드 1기준)을 마련해야 함.
- 만약 열전비가 1이하인 집단에너지용 열병합발전시설이라면 일반전기사업자의 발전설비 건설 과정을 거치도록 함. 열공급시설과 발전시설 건설이 이원화되어 추진되므로 집단에너지시설이 수용가가 원하는 시기에 도입되기 어려울 수 있음.
- 난방열을 안정적으로 공급하기 위해서는 열전비 폐기 방안에서처럼 집사법 시행령에 예외 조항을 마련하여 일정한 규모 이하의 시설에 대해서는 열전비 규정을 적용하지 않도록 함.

#### □ 정책적 제언사항

- 현행 열병합발전 열전비 규정을 집단에너지공급시스템 열전비로 개념으로 확장·적용하는 방안 3의 도입을 적극 검토함. 이 방안이 에너지이용효율화 정부정책의 의지도 살리고 기업의 사업 전략 폭도 넓힐 수 있을 것으로 판단됨.
- 열병합발전 열전비 규제를 유지하고자 한다면, 열전비 산정하 방법을 보다 구체적으로 제시하여야 함. 지역난방용과 산업단지용의 열병합발전을 구분하여 열전비 측정시의 온도와 운전모드 등을 명확하게 규정함. 시스템 열전비의 경우도 열병합발전의 열과 전기의 측정기준을 어떠한 온도조건과 운전모드에서 할 것인지, 그리고 다른 열원의 경우도 열생산 측정기준을 명확하게 제시해야 함.

- 집단에너지사업에 대한 정보수집 분석 체계를 구축할 필요가 있음. 특히 산업단지 집단에너지사업에 대해서는 생산설비 현황, 투입연료량, 연료구매가격, 생산에너지 판매 가격 등에 대한 자료가 크게 부족하여 정부차원에서 사업자를 지원하고 개선방안을 마련하기가 용이하지 않음. 본 연구의 설문조사에서도 응답의 일관성이 부족한 것으로 나타남.
- 규제가 완화되어 사업자의 설비선택권이 확대되면 열에너지의 안정적 공급 문제가 대두될 수 있음. 또한 열가격의 급등 가능성 등으로 소비자의 불안이 증가될 가능성도 있음. 이를 위해 집단에너지사업자들의 경영관련 통계나 가격결정과 관련된 통계를 의무적으로 제출하도록 집단에너지사업법의 개정이 필요함.

## IV. 기대 효과

### □ 자원이용효율화를 위한 집단에너지사업법 관련 법령 정비

- 과거 독점산업 시절에 도입된 열전비 조항은 발전기술의 획기적 향상과 전력의 시장거래가 이뤄지고 있는 오늘날에 적용하기엔 미흡한 부분이 너무 많음. 이를 현실 여건에 부합하도록 집사법과 시행령, 관련 고시를 개정함으로써 에너지자원 및 설비이용의 합리화를 도모함.
  - 사업자에게는 설비선택권을 부여하여 자원을 효율적으로 활용함으로써 경영활동을 지원하게 함
  - 소비자에게는 최적열원에 의한 집단에너지를 안정적으로 공급받게 함.
  - 정부차원에서 집단에너지사업 관련 정보수집 분석 체계를 구축함으로써 사업자나 소비자에 대한 합리적인 지원방안이나 개선책을 마련하는데 효과적인 데이터를 확보할 수 있음.

## < 참고자료 >

### 1. 참고문헌

- 김용하, 열병합발전의 열전비 산정연구 및 효율향상사업 모니터링과 검증 중간 발표 자료, 에너지관리공단, 2013.10
- 노재민, 국내 열병합발전의 현황과 전망, 대한전기협회지, 1989.11
- 양훈철, 국내·외 가스터빈 기술 현황, KETEP Issue Paper 2011-제03호, 2011.
- 이유종, 자가발전에 대한 업무처리지침(I), 대한전기협회지, 1989.11  
    , 자가발전에 대한 업무처리지침(II), 대한전기협회지, 1989.12  
    , 자가발전에 대한 업무처리지침(III), 대한전기협회지, 1990.1
- 대한전기협회, 2012 전기연감, 2012
- 동력자원부, 자가발전에 대한 업무처리지침, 1989.8
- 매일경제신문, “열병합발전소 건설 붐”, 1989(10.2 기사).
- 산업자원부(현 산업통상자원부), 전력산업 구조개편 기본계획, 1999.  
    , 제1차 전력수급기본계획, 2008.
- 에너지관리공단, 집단에너지사업 관련 자료집, 2006.
- 전기사업법(시행령, 시행규칙, 고시, 제·개정문 등)
- 전력거래소, 2012년도 발전설비현황, 2013.
- 지식경제부, 5MW급 가스터빈 열병합발전 시스템 개발, 2008.
- 집단에너지사업법(시행령, 시행규칙, 고시, 제·개정문 등)
- 한겨레신문, “‘공룡’ 한국전력…예산 서울시 3배”, 1989(10.11 기사).

한국수출입은행, 화력발전 주요 기자재 시장 현황 및 우리기업의 경쟁력, 산업  
리스크 Report, 2013.

한국전력공사, 보도 참고자료, 2012.

한국전력공사, 한국전력통계, 2004.

한국전력공사, 한국전력통계, 2013.

한국지역난방기술(주) 내부자료

Gujarati, D.N., and D. C. Porter 2009. Basic Econometrics 5th ed., Mc  
Graw-Hill.

Long, J. S., and J. Freese, Regression Models for Categorical Dependent  
Variables Using Stata, Stata Press, 2006.

<http://cyber.kepco.co.kr/kepco/main.do>(한국전력공사 홈페이지)

<http://www.mhi.co.jp/en/>(MHI 홈페이지)

## 2. 열병합발전 방식의 변천과정과 효율 특성

### □ 열병합발전방식의 변천

#### 1) 지역난방 열병합발전설비

- 전력시장의 중앙급전발전기로 인정되어 전력거래소로부터 용량요금을 인정 받음
- 지역난방 공급을 위해 축열조에 온수 저장하여 심야시간 지역난방열의 공급이 가능함
- 따라서 대용량 복합발전을 건설하여 전력이 가격 높은 주간시간에 발전하여 동시에 생산되는 열은 축열조에 저장하였다가 전력가격이 낮은 심야시간대에는 설비를 가동하지 않고 축열조의 열을 지역난방열로 활용 가능
- 전력가격 낮을 경우 보조보일러 경제적 가동 가능(이유: 대부분 열병합발전과 보조보일러 연료 동일함)
- 지역난방 수요가 없을 경우에도 급전지시를 받아서 운전하기 위해 가능한 복합발전효율 높은 설비 선택하는 추세(대용량화)

#### 2) 산업단지 열병합발전설비

- 산업단지 열수요는 대부분 스팀(증기)임. 이를 저장하여 공급하는데 한계가 있으므로 실시간으로 부하추종 운전함. 따라서 산업단지열병합발전은 중앙급전발전기로 활용하기 어려움(대부분 비중앙 발전기)
- 산업 경쟁력 강화를 위해 유연탄을 주연료로 사용하는 열병합발전소도 보조보일러 연료는 중유 또는 LNG를 사용함. 만약 보조보일러로 증기를 생산해야 할 경우는 증기생산원가는 급상승하게 됨.

- 따라서, 최근 건설하는 유연탄 열병합발전소는 가능한 발전용 보일러(석탄)를 크게 하여 열병합발전설비에서 증기공급능력을 높이고, 보조보일러(중유 또는 LNG)의 가동을 최소화하여 저렴하게 증기를 공급함.
- 심야시간의 경우 전력시장에서의 전력가격이 복수기를 통한 발전원가보다 높을 경우 추기복수식 터빈의 특성을 이용하여 일부 증기는 공정용으로 판매하고 일부증기는 추기복수 발전하여 전력시장에 판매할 수 있음.
- 산업단지의 증기부하 특성 고려하여 최적의 열병합발전방식을 채택하고 있음. 석유화학단지 등 열부하 변동이 적은 경우 배압터빈도 적용 가능하나, 일일 부하변동이 큰 업종이나 중소 산업체를 수용가로 두는 경우에는 추기복수식 터빈을 채택하여 자원이용을 효율화하는 추세가 나타남.
- 최근 신규 허가되는 석탄열병합의 경우 환경규제 강화(Sox, NOx, 먼지)에 따른 최신의 환경오염방지설비 적용으로 경유 또는 LNG 연소시와 유사한 수준의 대기오염물질 배출

<표 1> 사업형태별 열병합발전 기술 적용 추이

사업형태	터빈형태	주연료	적용사례	도입시점
지역난방	배압식 기력발전	중유	-SH공사:목동, 노원 -지역난방공사:수원, 청주, 대구, 양산 -안산도시개발, 인천 논현, 대전 서남부 등	80년대 말~90년대 초
	중소형복합발전, 가스엔진	LNG	인천국제공항, 송도신도시, 부산정관, 아산배방, 수원호매실, 양주 고읍, 수원 광고, 남양주 별내 등	2000년대 중후반
	대용량 복합화력	LNG	한전(안양, 부천, 일산, 분당), 양주옥정, 한남(화성 동탄, 파주)	90년 초반 2010년대
산업단지	배압식 기력발전	중유	KG에너지(시화), 대성산업(오산), 대전열병합(대전3,4공단), 무림파워텍(진주)	90년대
		유연탄	STX에너지(반월, 구미), 한주(울산), 대구염색공단(대구), 부산염색공단(부산)	70년대
	추기복수식 기력발전	유연탄	금호석유화학(여수2,3), 한화열병합(여수, 군산), 군창에너지(군산), OCI(군산), STX에너지(포천)	최근 준공 또는 건설 중

□ 복합화력발전과 기력발전 열병합의 효율 특성

1) 복합화력발전

- 일반 발전회사의 고효율 복합발전기 효율은 50~54% 수준임(저위발열량 기준시 약 60%). 복합발전효율 50%(고위발열량)일 경우 가스터빈에서 약 35%, 증기터빈에서 약 15%임. 가스터빈의 효율이 높고 기술개발 속도도 빠름.
- 발전전용의 모든 고효율 복합발전기를 열병합발전에 적용 가능함. 열병합 전환시 GT 효율은 35% 유지하고, 증기터빈의 효율이 낮아지면서 열병합 종합효율은 80% 이상 높일 수도 있음(LP터빈 분리 운전시)

2) 기력발전

- 발전회사의 대용량 발전전용 발전기 효율 약 40%(고위발열량기준, 초초임계압발전소) 수준임. 기력발전을 열병합에 적용시 발전회사의 초초임계압의 고효율발전방식은 적용하기 어려움.
- 열병합발전용은 30% 전후의 기력발전방식임. 따라서 열병합발전 운전시 발전효율은 30% 이하로 낮아지면서 종합효율은 상승하게 됨.
- 배압식의 경우 발전효율을 15% 수준으로 낮출 경우 종합효율은 80%까지 상승하나, 추기복수식의 경우 증기터빈 최종단의 최소유량을 약 20% 정도로 할 경우 70%까지 효율 올리기도 쉽지 않음. 증기터빈 입구 유량 대비 복수기 유입 유량을 최소화하면 종합효율을 상승시킬 수 있지만 추기복수식 증기터빈의 특성(복수량과 공정용 증기공급량을 서로 보완하여 운전)을 살릴 수 없으므로 배압터빈의 운전형식과 유사해짐.



정책 이슈페이퍼 13-08

# 배출권거래제 시행에 따른 우리나라 기업의 대응 및 성장 전략

심성희

## 목 차

- I. 연구 배경 / 177
- II. 국내외 주요 기업들의 대응 사례 / 178
- III. 모형분석 및 결과 / 189
- VI. 정책 제언 / 192
- <참고자료> / 196



에너지경제연구원  
KOREA ENERGY ECONOMICS INSTITUTE



## I. 연구 배경

- 우리나라는 온실가스·에너지 목표관리제를 대신하여 2015년부터 온실가스 배출권거래제를 시행할 예정
  - 우리나라의 중기 온실가스 감축목표를 달성하는 데 있어서 온실가스 배출권거래제가 가장 비용효과적인 수단으로 평가
  - 배출권거래제는 과거 규제받지 않고 배출하던 온실가스를 주어진 할당량 이내로 줄이라는 일종의 총량제한규제이므로 규제 대상 기업 입장에서는 추가적인 비용 발생이 필연적
  - 배출권거래제 대응은 다양한 분야의 유기적인 관계망을 고려해야 하는 공통이슈(cross-cutting issues) 성격
    - 온실가스 감축은 기본적으로 다양한 기술적인 저감 옵션들을 검토하여 가장 저렴한 감축 포트폴리오를 찾아내야 한다는 관점에서 기술적·공학적 성격
    - 시장 기능을 통한 유연성을 제공하는 제도이므로 기술적 이해를 넘어 시장 기능에 대한 이해 필요
    - 외부감축실적의 활용, 감축실적의 이월 및 차입 등 추가적인 유연화 조치가 포함되어 있어 다양한 장치들에 대한 명확한 이해와 대응이 필요
- EU와 같이 배출권거래제를 시행하고 있는 지역 기업들의 사례를 통하여 우리기업의 대응전략 마련 필요

## II . 국내외 주요기업들의 대응 사례

### □ RWE(Rober William Environmental) 사례(발전업종 해외 사례)

- RWE는 독일의 대표적인 전력, 가스공급회사로서 청정탄소기술·재생에너지 개발, CDM/JI 추진 등을 기후변화대응 핵심 전략으로 수립·추진
  - Clean Coal Technik(청정석탄기술)을 2011년부터 가동하기로 하고 무탄소 배출 화력발전소 건설을 준비
  - 탄소 분리/저장 기술 개발 투자 및 가스와 증기터빈의 결합기술(유동층연소기술)에 기반을 둔 복합발전소 건설 또한 추진
  - 청정석탄화력발전을 위해 석탄가스화 복합 화력발전(IGCC, Integrated Gasification Combined Cycle) 기술에 중점을 두고, 향후 450MW급 IGCC를 상용화시키고 이산화탄소를 분리, 저장할 수 있는 시설을 구축할 예정 (2014년까지 10억 유로를 투자)

[그림 2-1] RWE의 온실가스 감축활동



자료: RWE(2012)

- 기존 석탄 및 가스발전소를 대상으로 한 현대화 프로그램(power-station

moderation programme) 추진을 통해 온실가스 감축을 추진

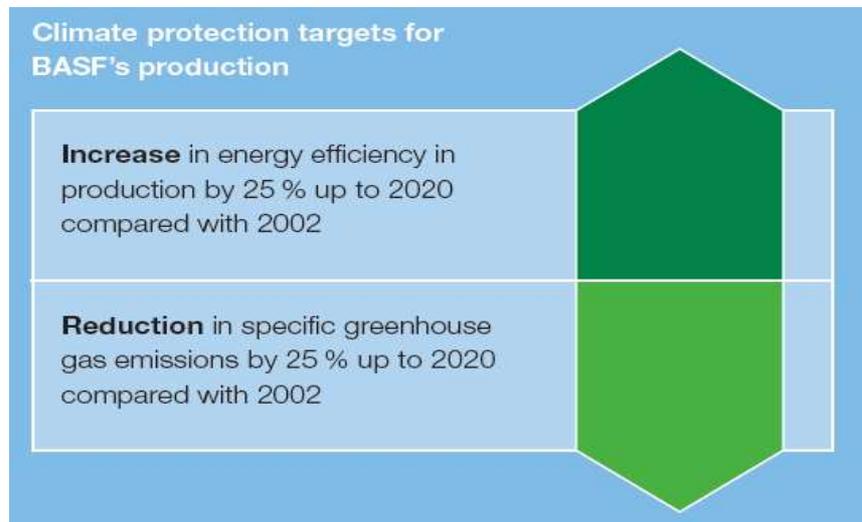
- Neurath지역의 1960년대 건설된 150MW급 발전소 16개소를 대상으로 시작된 현대화 작업은 매년 6만tCO<sub>2</sub>을 절감하고 있으며, 기존 발전효율 대비 30~43%의 에너지효율 향상을 달성
- 재생에너지의 경우 수력발전소 현대화와 설비수명 연장 및 지열 발전기술을 개발하고 재생에너지 개발에 6억 5천만 유로를 투자
- 2008년 자회사인 RWE Innogy를 설립하고, 2014년까지 2,800MW의 신재생 에너지 생산 능력을 확보할 계획
- RWE Innogy는 지난 5년 동안 약 50억 유로를 투자하였으며, 특히 풍력 사업에 대해 집중적인 투자

#### □ BASF 사례(석유화학업종 해외 사례)

- 세계 최대 화학회사인 BASF사는 기후변화대응을 자사의 핵심 업무로 규정하고 그에 맞는 거버넌스 체계를 구축, 운영
- 기후변화대응전략과 관련 활동을 책임지는 Climate Protection Officer를 지정하여 자사의 '지속가능성 위원회' (Sustainability Council)를 주재
- 지속가능성 위원회는 지속가능성 관련 모든 이슈에 대한 중앙의사결정기구로서 이사회의 기후변화대응 관련 주요 결정사항에 대해 자문
- 2020년까지 2002년 기준으로 에너지 효율 25% 향상과 온실가스 25% 감축이라는 목표를 수립하고 동 목표를 달성하기 위해 에너지 효율 및 기후변화 관련 R&D 프로젝트에 대한 투자를 확대
- 전 세계 사업장에서 배출되는 온실가스 배출량을 일 년에 2번 산정하고 있으며, 유럽 내 사업장의 경우는 매월 온실가스 배출량을 파악

- 기후변화 리스크는 보통 연 단위로 검토되며, 긴급한 사안의 경우는 지속적으로 임원진에 보고

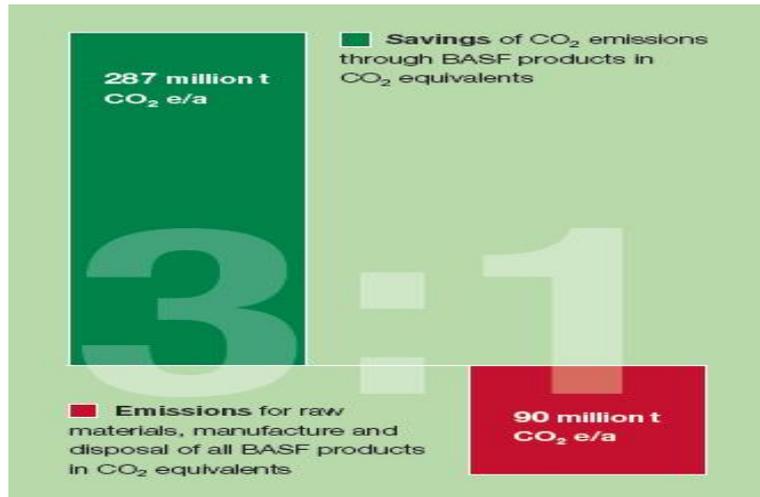
[그림 2-2] BASF사 에너지 효율 향상 및 온실가스 저감 목표



자료: BASF(2012)

- 직·간접 배출량(Scope 1, 2)에 대한 감축에 중점을 두고 있으며, Scope 3에 해당하는 배출량의 감축을 위한 노력도 함께 진행
  - 자사의 지속가능성 평가 방법론인 Eco-Efficiency Analysis를 개발하고 이를 통해 자사 제품에 대한 온실가스 감축효과를 다른 제품들과 비교·평가를 하고 있고 이를 토대로 자사 제품의 탄소발자국을 계산
  - Eco-Efficiency Analysis는 BASF사의 기후변화대응 성과를 측정하고 평가하며 이를 토대로 사내 저감정책을 개선하는 선순환적인 환류체계를 구축하는데 있어서 중요한 기반요소

[그림 2-3] BASF사의 감축 잠재량 평가 결과



자료: BASF(2012)

- 외부감축사업 또한 적극적으로 진행
  - 폴란드와 리투아니아의 고객사들을 위하여 공동이행제도사업(Joint Implementation)을 추진
  - 2002년에는 World Bank의 The Community Development Carbon Fund (CDCF)에 가입, 개발도상국 대상 CDM 사업에 25백만 달러를 투자
- 기후변화와 관련된 이해관계자들과 적극적인 커뮤니케이션을 실시
  - 연간보고서 및 지속가능보고서 발행, 지속가능성 보고서 홈페이지 개설 등 기후변화대응 활동의 세부적인 내용을 공개
  - UN, EU 기관들과 파트너십을 체결하여 기후변화대응을 위한 국제협력활동에도 적극 참여

□ BAYER 사례(석유화학업종 해외 사례)

- 온실가스 감축 전략을 담당하는 기후 사업부(The Bayer Climate Program)를 운영
  - 해당 사업부는 자사는 물론 고객 차원의 기후변화대응에 기여할 수 있는 방안을 마련
  - 정치계, NGO, 협력업체 등 이해관계자를 대상으로 온라인 여론조사 및 공개 토론을 거쳐 나온 결과를 분석하여 지속가능경영전략 수립 시 이를 활용하는 프로세스를 마련
- 자사의 온실가스 감축잠배량을 분석하기 위해 전 세계 사업장의 온실가스 배출량을 모니터링하는 Bayer Site Information System (BaySIS)를 구축, 운영
  - 이러한 모니터링 시스템을 토대로 온실가스 감축목표를 수립하고 있으며, 1990년부터 2007년까지 자사의 온실가스 배출량을 35% 감축
  - 2020년까지 온실가스 배출량을 2007년 수준으로 유지한다는 목표를 수립하여 추진
- 적극적인 대외 커뮤니케이션 활동
  - 2004년부터 CDP보고서를 공개해오고 있으며, 연간보고서, 지속가능성 보고서, 연구보고서 등을 통해 기업의 온실가스 감축활동을 소개
  - UNEP과 국제 아동그림 대회를 개최하는 등 국제시민사회와의 연대활동에도 활발히 참여

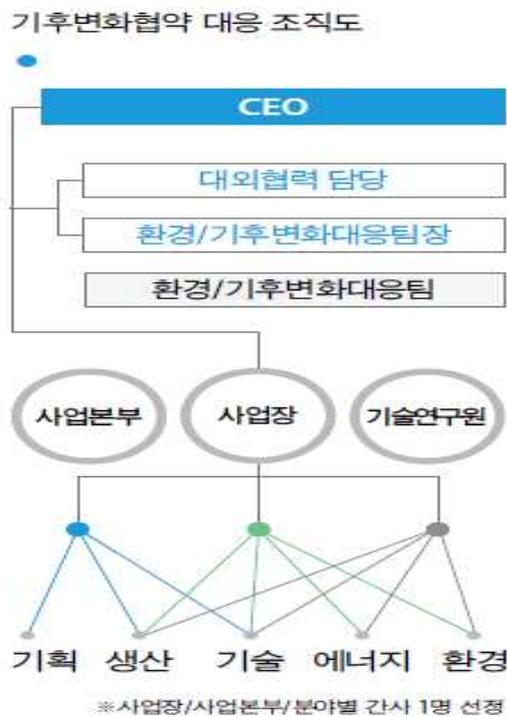
#### □ LG화학 사례(석유화학업종 국내 사례)

- 본사 CEO산하에 환경/기후변화대응팀을 조직하고 각 사업장의 에너지 담당 부서와 사업본부 기획팀에 기후변화대응담당자를 선정하여 본사와 유

기적인 대응 체계를 구축하여 체계적인 기후변화대응활동 추진

- 환경/기후변화대응팀의 주요 역할은 국내외 위험 및 기회 요인 분석, 대응 전략 및 구체적 실행 방안 수립, 사업장의 온실가스 감축 프로젝트 수행 지원, 온실가스 감축 실적 등록 지원 등
- 사업본부와 사업장의 담당 역할은 온실가스 배출원, 배출량 데이터를 관리·보고하고 온실가스 감축 아이템을 발굴하여 실행

[그림 2-4] LG화학 기후변화대응조직



자료 : LG화학(2012)

- 2007년부터 에너지 관리 모듈, 인벤토리 모듈, 감축사업 관리 모듈 등 3개의 모듈로 구성된 체계적인 에너지·온실가스 관리 시스템인

- GEMS(Greenhouse gas and Energy Management System)을 구축하여 운영
- 에너지 관리 모듈에서는 에너지 사용 계획 및 사용 실적을 관리하고 단위 공장별로 에너지 통계 및 분석 자료를 D/B화
  - 인벤토리 모듈에서는 IPCC가이드라인과 WRI의 온실가스 프로토콜 등을 바탕으로 온실가스 배출량을 구축하여 관리
  - 감축사업 모듈에서는 온실가스 감축 아이디어를 웹상에 등록하고 사업의 진행과정을 모니터링하여 최종 발생한 감축실적을 관리·기록
- CDM 등 조기행동 및 외부감축사업에도 활발히 참가
    - 나주공장 청정연료전환 사업을 통해 향후 10년간 약 22만5천tCO<sub>2</sub>의 CER을 획득할 것으로 전망
    - 여수VCM공장의 「Quenching공정 고온형 폐열회수 사업」과 여수NPG공장의 「NPG정제공정 방법 개선 사업」등 총 24건의 사업을 KCER사업에 등록

#### □ Siemens 사례(전자업종 해외 사례)

- 지속가능성 이사회는 지속가능경영과 관련된 자사의 전략 및 실행 계획을 검토하고, 다른 사업과의 조화를 추구
  - 지속가능성 사업부는 사업계획을 수립하고, 성과에 대한 평가 및 모니터링, 이해관계자와의 커뮤니케이션 등의 업무를 담당
- 자체 인트라넷 시스템인 SESIS(Siemens Environmental and Technical Safety Information System)을 개발, Scope 1, 2에 해당하는 온실가스 배출량을 산정·관리 및 Scope 3 배출량 산정을 위해 노력
  - 배출권거래제 대응을 위해 우선적으로 기존 설비에 대한 관리를 통해 에너지 사용의 효율화 및 최적화하고, 기존 설비를 대체할 고효율 기술 개발을

위해 노력

- 기후변화로 인해 온실가스 감축 규제 강화 및 고효율·친환경제품에 대한 소비자 선호가 높아질 것에 대비하여 친환경 기술개발에 적극적으로 투자
- 제품의 사용과정에서 감축되는 온실가스를 관리·평가 및 자사 제품의 친환경성과 고효율성에 대해 소비자를 포함한 이해관계자를 대상으로 지속적인 홍보 활동

□ 삼성전자 사례(전자업종 국내 사례)

- CEO가 주관하는 녹색경영위원회 (Green Management Committee), 에코운영회의 (Eco-Operation Council), 온실가스·에너지 실무협의회 (GHG/Energy Council)를 통해 기후변화에 대응
  - 환경과 에너지 관련 부문 임원들이 참여하는 에코운영회의에서는 분기별로 사업장별 기후변화대응목표를 수립하고 성과를 관리
  - 실무책임자 중심으로 운영되는 온실가스·에너지 실무협의회는 기후변화 또는 에너지 효율개선 등과 관련된 사업장 목표 달성 여부를 보고하고 추진 사례를 서로 공유
  - 녹색경영위원회에서는 CEO가 중심이 되어 환경, 에너지, 품질, 상생협력, 구매, 인사, 법무, 마케팅, 재무 등 다양한 업무 분야 경영진이 참석하여 회사 전반의 기후변화대응 전략과 성과에 대한 논의 실시
- 온실가스 배출 모니터링 관리 시스템인 GEMS (Global Eco Management System)를 구축하여 자사의 인벤토리 구축, 생산시설 에너지 효율화, 제품 탄소라벨링, 제품 에너지효율화 등 모든 기후대응 활동을 관리
  - 기후변화대응활동에 관한 사항을 웹사이트와 지속가능성 보고서를 통해 공

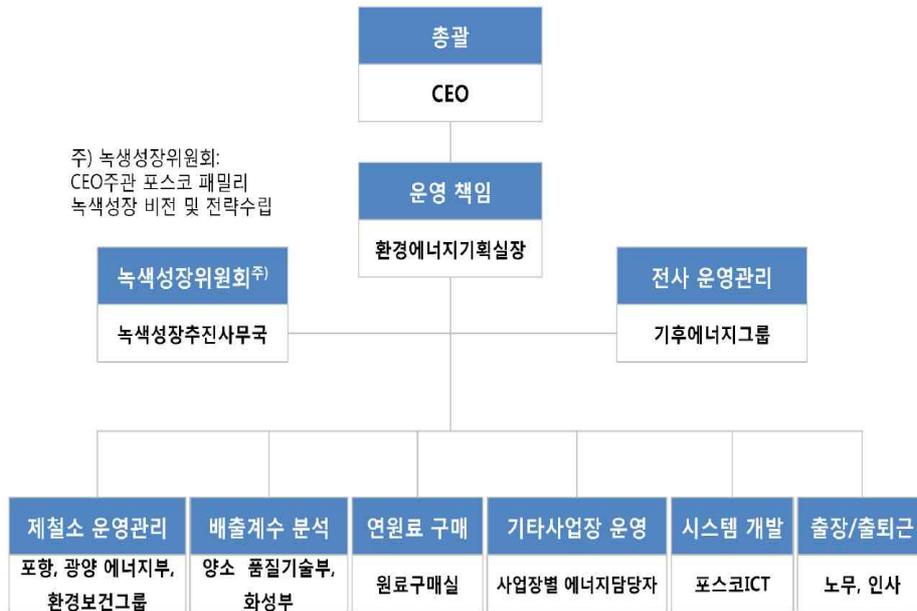
개하도록 하고 임직원을 대상으로 녹색경영 교육훈련을 정기적으로 실시하는 등 지속가능경영체제를 확산·공유

- GEMS를 기반으로 자사의 에너지 소비 및 배출특성 분석으로 통해 PFC 및 SF6 감축, 에너지 효율적인 생산설비, 열 회수 시스템 도입, 생산시설 최적화 등 핵심 감축활동을 규정
- 2013년까지 제품생산 설비단계에서 2008년 기준 대비 온실가스 배출량 50% 감축, 제품 사용단계에서 발생하는 온실가스 배출량 84백만 톤 감축을 목표로 정해 전사적인 감축활동을 전개
- 국내외 산업계와 기후변화, 에너지 관련 시장동향에 대해 정보를 공유하고, 기후변화 대응과 온실가스 저감에 대한 보고서를 공개

□ 포스코 사례(철강업종 국내 사례)

- “2020년까지 최근 3년 평균 대비 조강 CO2 배출원단위 9% 감축, 고효율 철강재 보급을 통한 온실가스 1,400만tCO2 감축, 2018년까지 저탄소 철강, 녹색비즈니스 분야 7조원 투자로 녹색일자리 8만 7천명 창출” 목표 수립
- 「포스코패밀리 녹색성장위원회」를 설립·운영하면서 자사의 기후변화 대응 전략과 저탄소 녹색성장 경영을 도모
- 최고경영자를 위원장으로 지정하고 “저탄소 철강기술, 기후에너지, 그린비즈니스” 등 3개 분과위원회를 구성하여 운영
- 포스코의 기후변화정책 및 저탄소 철강 기술개발 등 포스코의 녹색성장 추진전략 전반에 관한 사항을 논의

[그림 2-5] 포스코 녹색성장위원회 조직도



자료 : 에너지관리공단(2012)

- 1999년부터 2020년까지의 장기적인 에너지효율향상 로드맵을 수립 및 추진
  - FINEX 부생가스 복합발전, 제강공정 배열회수, CDQ설비 투자와 관련된 다수의 프로젝트를 수행
  - 에너지설비에 총 1조4천억원 가량 투자하여 에너지회수설비 97% 도입 및 총 291만toe에 달하는 에너지를 절감
  - 에너지절약 아이디어와 에너지 진단관리 기술 확산 및 공유를 위해 에너지 절약 조업기술을 축적한 에너지 종합정보시스템을 구축
- 2008년 이후 기존에 수행하였던 대형 에너지회수설비의 투자가 대부분 완료됨에 따라 2009년부터는 중소형 규모 에너지효율화 투자 사업에 집중하고 각종 융복합기술을 활용한 에너지효율개선사업을 추진

- 2010년에는 광양 #3 제강공장에 배열회수설비를 설치, 2011년 상반기에 #5 코크스공장 및 #5 소결공장에 코크스 건식소화설비 및 배열회수 설비를 건설
- 2009년부터 제철소 전역의 고압전동기에 인버터 기술을 적용하여 생산설비 중소형 에너지효율개선사업을 진행
- 에너지효율개선사업을 통해 포스코는 2010년 한해 31만 3천 TOE의 에너지 절약 성과를 거두었으며, 2010년부터 IT와 제철소 조업기술을 융합한 스마트 인더스트리 실증사업을 광양 산소공장을 대상으로 추진
- 2015년 이후부터는 현행 기술로는 추가적인 에너지효율을 개선에 한계가 있다고 판단하여 순산소 연소식 가열로, 슬래그 현열회수, 소결 밀폐형 현열회수 등 고유 혁신기술 상용화를 위해 노력

#### □ 사례를 통한 시사점

- 업종들 간의 기후변화 대응 방법에 차이 존재
  - 철강업종과 같이 상대적으로 동질적인 재화를 생산하는 기업들의 경우 제품 생산과정의 에너지 효율화에 중점
  - 전기전자업종의 경우 생산과정의 배출량 저감 뿐만 아니라 생산제품 자체의 친환경화를 통해 브랜드 이미지를 통해 제고하고 수익창출의 기회를 확대하고자 하는 경향
- 기업들의 사례에서 몇 가지 공통점을 발견
  - 대부분의 기업들이 기후변화대응 및 배출권거래제 대응을 위한 전담조직체계를 설립, 운영
  - 해외 주요 기업들과 우리나라의 선도적 기업들은 자사의 에너지소비량과

온실가스 배출량을 상시적으로 모니터링하고 관리하면서 내부 감축잠재량을 평가하는 시스템을 구축

- 자사의 상황에 맞는 기후변화대응목표를 수립하고 이를 공유하면서 동 목표 달성을 위한 전사적인 노력을 경주
- 국내외 주요 기업들은 외부 이해관계자를 대상으로 자사의 기후변화대응활동을 홍보하고 친환경기업이라는 기업 이미지를 제고를 위해 노력

### Ⅲ. 모형 분석 및 결과

#### □ 저탄소기술개발투자와 배출권 이월 및 차입

- 배출권거래제 참여기업이 감축목표를 달성하기 위하여 기술개발투자를 하는 과정에서 배출권 이월 및 차입의 허용 여부에 따른 기업 이윤의 변화를 게임이론을 이용하여 분석
  - 이전의 연구들은 완전경쟁시장을 토대로 분석을 실시하였으나, 본 연구는 과점기업들이 거래제에 참여할 때 기술개발투자에 대한 유인 수준이 이월 또는 차입의 허용 여부에 따라 어떻게 변하는 지를 분석
- 저탄소기술개발투자를 통한 1기의 한계감축비용이 2기 한계감축비용의 현재가치 보다 적거나 같을 때 기업은 이월제도를 활용할 유인 존재
  - 기술개발 투자효과는 감축비용, 한계감축비용, 할인계수, 초기무상할당, 저탄소기술개발투자로 인해 발생하는 감축비용감소효과 등에 따라 달라짐.
- 저탄소기술개발투자를 통한 1기의 한계감축비용이 2기 한계감축비용의 현재가치 보다 크거나 같을 때 기업은 차입을 활용할 유인 존재
  - 이 경우 역시 감축비용의 규모와 저탄소기술개발투자가 최종소비재 시장과

배출권 시장에 미치는 효과에 따라 차이 존재

- 배출권 이월은 다음 이행연도의 목표달성에 사용할 수 있는 초기 이행연도의 감축사업투자를 촉진시킬 수 있으나 장기적으로 감축사업투자의 비용대비 효과 여부는 미래 감축기술개발과 밀접하게 연관
  - 이월은 참여기업들이 이행비용을 이행연도 간에 비용효과적으로 조절할 수 있도록 유연성을 제공하지만, 미래 기술이 초기 보다 월등히 비용효과적이라면 초기 저탄소기술개발투자는 결과적으로 감축비용을 상승시키게 됨.
  - 저탄소기술개발투자를 통한 미래 한계감축비용의 현재가치가 현재의 한계 감축비용보다 상당한 수준으로 낮아질 것으로 기대되는 경우 미래 저탄소 기술개발투자에 중점을 두고 배출권 차입전략 추진 필요
  - 미래 감축의무가 강화되고 배출권 가격이 상승할 것으로 예상되는 경우 현재 감축기술개발투자를 적극적으로 이행하고 잉여 배출권을 이월하는 것이 전체적인 감축비용을 줄일 수 있는 최적의 전략

□ 파생상품시장을 활용한 위험분산전략

- 배출권 가격은 시점에 따라 달라지므로 배출권거래제에 참여하는 기업들은 변동되는 배출권의 가격 하에서 배출권 거래와 관련한 위험에 직면하고 있으며 그러한 위험을 최소화하기 위한 전략에 대한 고민이 필요
- 이윤율 헤징전략이 배출권 거래시장에서 적용 가능성에 대한 분석을 시도
  - 이윤율 헤징은 기업이 의사결정 시점에서 선물가격이 목표가격보다 높으면 판매하고자 하는 모든 제품을 헤징하고, 낮으면 모든 제품을 만기시점에 현물로 판매하는 전략
  - 할당된 배출권보다 적은 온실가스를 배출한 기업은 잉여배출권을 자신이

- 팔고자 하는 배출권 목표가격보다 선물가격이 높을 경우 모든 배출권을 헤징하고, 낮을 경우 기준연도의 만기시점에 현물로 모든 배출권을 판매
- 이윤을 헤징은 배출권의 선물가격이 평균회귀성을 반영할 경우 배출권의 선물가격과 목표가격의 차이에 상관없이 항상 헤징하거나 헤징하지 않고 현물로 거래하는 전략보다 최소한의 기대수익 증가
    - 이를 바탕으로 EU ETS 1기와 2기의 실질 EUA 현물 및 선물시장 가격을 가지고 기업의 배출권 거래 전략별 기대효용을 분석하고 EUA 선물가격의 평균회귀성 반영여부를 분석
    - 이윤을 헤징이 선물가격과 목표가격의 차이와 상관없이 항상 헤징하는 전략에 비해 기대효용이 낮은 것으로 분석
    - 배출권 구매기업의 경우, 이윤을 헤징전략이 항상 헤징하는 전략보다 높은 기대효용을 보장하는 것으로 나타났으며, 현물 구매하는 전략보다는 낮은 비용을 배출권을 구매할 수 있는 것으로 나타남.
  - 이윤을 헤징전략이 항상 헤징하는 전략이나 현물 거래하는 전략에 비해 최적의 전략이 되기 위한 이론적 바탕과 실질적 분석의 괴리는 EU ETS시장의 비효율적 운영으로 설명
    - EU ETS 1기에는 배출권의 과다할당으로 인해 현물가격이 0유로까지 급락하는 현상을 경험하였으며, 2기에서도 지속적으로 가격이 하락
    - EU ETS시장의 실패는 배출권의 과다할당으로 인해 시장이 효율적으로 운영되지 못하였음을 보여줌.
    - 이론적 연구를 통하여 시장의 효율적 운영을 바탕으로 이윤을 헤징이 최적 전략이 될 수 있음을 보였으므로 이윤을 헤징이 EU ETS의 예는 시장의 비효율적 운영에 기인

- 배출권거래제 참여기업은 매 기준연도마다 배출권을 판매하거나 구매하게 되는데 이 경우 기업이 판매 또는 구매하고자 하는 목표가격과 선물가격의 차이를 감안하여 헤징하는 이윤을 헤징은 이론적으로 최적의 전략

## IV. 정책 제언

### □ 배출권거래제 전담 내부조직체계

- 기업들은 내부적으로 기후변화대응을 위한 전담 조직체계를 구성·운영하고 역할과 책임을 부여할 필요성 존재
- 구성되는 조직은 시장의 변화에 유연하게 대응할 수 있는 의사결정구조를 보유
  - 배출권 가격은 동태적인 속성을 갖고 있으므로 외부 환경의 변화를 신속하게 파악하고 능동적으로 대응할 수 있어야 함.
- 배출권거래제에 효과적으로 대응하기 위해서는 전사적인 업무기능을 총괄하는 관리기능 필요
  - 배출권거래제 대응은 에너지소비량, 기술적 감축잠재량 분석·평가, 경기전망에 기초한 미래 배출량 전망, 확보한 배출권의 거래와 관련한 재무적·법적 리스크 관리 등 전사적인 공통 업무
  - 효과적인 대응을 위해서는 관련 업무분야의 유기적인 협조체계가 필수적이므로 배출권거래제 대응을 위한 내부관리체계는 총괄관리체계의 형태를 갖추어야 함.
- 전사적인 업무협조를 유기적으로 이끌어낼 수 있는 기업 내 최상급 의사결

정기구에서 관찰하는 것이 바람직

□ 기후변화대응 비전 및 목표 수립 및 공유

- 대부분의 기후변화대응 우수 기업들은 자체적으로 기후변화대응을 위한 비전과 목표를 수립하고, 이를 전 조직원이 공유
- 기후변화대응을 경영 환경의 관점에서 위협이자 기회로 간주하여 전사적인 대응 비전을 만들고 이를 달성하기 위한 목표 수립 필요

□ 에너지·온실가스 관련 종합 정보 시스템 구축

- 기업들은 배출권거래제에 효과적으로 대응하기 위하여 비용에 관한 정보를 제공하는 기술 데이터베이스와 상호연계된 '종합 정보 시스템' 구축 필요
  - 배출권거래제의 장점을 활용하기 위해서 기업은 자신의 한계감축비용에 관한 정보 파악 필요
  - 한계감축비용 파악을 위해서는 에너지소비량 및 온실가스 배출량에 대한 정보 구축 필요
  - 현재 적용 가능한 온실가스 감축기술의 종류, 각 감축기술의 감축효과를 파악하여 감축잠재량에 대한 파악 필요

□ 포지셔닝 분석 및 외부감축사업기회 검토

- 온실가스 감축목표를 수립하고, 자사의 실정에 맞는 단계적 이행전략을 수립할 필요성 존재
  - 포지셔닝 분석을 통하여 자신이 수요 포지션을 갖게 될지, 공급 포지션을 갖게 될지에 대한 예상 필요

□ 미래 기술발전 방향 분석 및 이월·차입제도 활용 전략 수립

- 배출권거래제 자체에서 제공하는 이월과 차입 등 유연화 제도를 활용하는 전략 수립의 병행 필요
  - 만약 저탄소기술개발이 빠르게 진행되어 미래 한계감축비용의 현재가치가 현재의 한계감축비용 보다 낮아질 것으로 기대될 경우 현시점의 감축 대신 미래 감축투자에 중점을 두는 전략 수립이 가능
  - 미래에 주어질 감축의무 강도가 어느 정도가 될지에 대한 검토도 병행

□ 감축이행 포트폴리오 전략 수립 및 단계적 이행

- 외부감축사업의 기회와 신규 감축기술에 대한 전망 분석이 완료되면 기업 자체적으로 감축수단, 투자정도, 이월과 차입제도의 활용 등 감축이행 포트폴리오 전략 도출 필요
- 포트폴리오 전략 수립 이후 이를 달성하기 위한 단계적 이행전략을 수립하여 추진

□ 배출권 거래 인프라 구축 및 위험분산 전략 수립

- 배출권거래제에 참여하는 기업들은 배출권의 원활한 거래를 지원하는 배출권 거래 인프라 구축 필요
  - 배출권 매매 인프라는 에너지·온실가스 종합 정보 시스템과 유기적으로 연동되도록 구축
  - 배출권 거래에 따른 재무적 리스크를 최소화할 수 있는 내부 거래기준의 정립 등 거래와 관련한 위험분산 전략과 상호 보완적으로 구축
  - 거래상의 실수나 도덕적 해이 등에 따른 재무적 위험을 막기 위한 거래 담

당자에 대한 통제 규정 마련 필요

□ 대외 커뮤니케이션의 강화

- 기업 외부의 다양한 이해관계자들과의 커뮤니케이션을 통해 자사의 적극적인 기후변화대응 활동을 홍보하여 친환경기업이라는 이미지 구축 필요
- 친환경적 기업이라는 이미지를 각인시키는 작업은 기업의 새로운 수익창출 기회를 제공하고 있는 추세

## < 참고자료 >

### 1. 참고문헌

대통령령 제24429호, 2013.3.23. 온실가스 배출권의 할당 및 거래에 관한 법률 시행령

법률 제11690호, 2013.3.23. 온실가스 배출권의 할당 및 거래에 관한 법률

에너지관리공단, 2010, 탄소자산관리 및 운용전략체계 개발

에너지관리공단, 2012, 기후변화경쟁력지수 평가·분석

에너지관리공단/대한상공회의소 지속가능경영원, 2012a, “산업·발전부문 온실가스·에너지 목표관리제 업종별 이행전략 [발전·에너지]”

에너지관리공단/대한상공회의소 지속가능경영원, 2012b, “산업·발전부문 온실가스·에너지 목표관리제 업종별 이행전략 [철강]”

엘지화학, 2012, 지속가능경영보고서

충남녹색환경지원센터, 2012, “친환경 선도기업 육성을 위한 기업 환경관리 가이드북”

포스코, 2011, 탄소보고서 2011

BASF, 2012, Climate Protection with BASF

BAYER, 2009, Bayer Sustainability Report

Burtraw, Dallas and Mansur E., 1999, “The Effects of Trading and Banking in the SO<sub>2</sub> Allowance Market”, Resources for the Future Discussion

- Paper 99-25. Washington, DC: Resources for the Future.
- Chen, S., Lee, C., and Shrestah, K., 2001. "On a Mean-Generalized Semivariance Approach to Determining the Hedge Ratio." *Journal of Futures Markets* 21:581-598
- Cronshaw, M. B. and Kruse, J. B., 1996, "Regulated Firms in Pollution Markets with Banking", *Journal of Regulatory Economics* 9, 179 - 189.
- Dejong, A., de Roons, F., and Veld, C., 1997. "Out-of-Sampling Hedging Effectiveness of Currency Futures for Alternative Models and Hedging Strategies." *Journal of Futures Markets* 17: 817-837.
- Fishburn, P.C. 1977. "Mean-Risk Analysis Associated with Below-Target Returns." *American Economic Review* 67:116-126
- Godby, R.W., Mestelman, S., Muller, R. A., and Welland, J. D., 1997, "Emissions Trading with Shares and Coupons when Control over Discharges is Uncertain", *Journal of Environmental Economics and Management* 32, 359 - 381.
- Hewlett-Packard, 2011, HP Global Citizenship Report
- Holthausen, D.M. 1981. "A Risk-Return Model with Risk and Return Measured as Deviations from a Target Return." *American Economic Review* 71:182-188.
- IEA, 2012, World Energy Outlook
- Johnson, L.L. 1960. "The Theory of Hedging and Speculation in Commodity Futures." *Review of Economic Studies* 27:139-151.
- Kim, H.S., Brorsen, B.W., and Anderson, K.B., 2010, "Profit Margin

- Hedging." *American Journal of Agricultural Economics* 92:638-653.
- Kling, C. L. and Rubin, J. D., 1997, "Bankable Permits for the Control of Environmental Pollution", *Journal of Public Economics* 64, 101 - 115.
- Lee, S.H., and Yang, S.R., 2000, The Minimum Semivariance Hedge for Food Manufacturers in Korea. Selected paper, American Agricultural Economics Association annual meeting, Tampa, FL, August.
- Lence, S.H., 1996, "Relaxing the Assumptions of Minimum-Variance Hedging." *Journal of Agricultural and Resource Economics* 21:39-55.
- Lien, D., and Tse, Y.K., 2000, "Hedging Time-Varying Downside Risk." *Journal of Futures Markets* 18:705-722.
- Montero, J.P., 2002a, "Permits, Standards and Technology Innovation." *Journal of Environmental Economics and Management* 44 : 23-44.
- Montero, J.P., 2002b, "Market Structure and Environmental Innovation." *Journal of Applied Economics* 5(2) : 293-325.
- Parcell, J., and Pierce, V., 2009, An Introduction to Hedging Agricultural Commodities with Futures Risk Management Series, University of Missouri Extension. Available at <http://agebb.missouri.edu/mgt/risk/introfut.htm>.
- Phaneuf, D. J. and Requate, T., 2002, "Incentives for Investment in Advanced Pollution Abatement Technology in Emission Permit Markets with Banking," *Environmental and Resource Economics*, 22, 369-390
- Purcell, W.D., and Koontz, S.R., 1999, *Agricultural Futures and Options: Principles and Strategies*. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall.

- Rubin, J. D., 1996, "A Model of Intertemporal Emission Trading, Banking, and Borrowing", *Journal of Environmental Economics and Management* 31, 269 - 286.
- Rubin, J. D. and Kling, C. L., 1993, "An Emission Saved is an Emission Earned: An Empirical Study of Emission Banking for Light-Duty Vehicle Manufacturers", *Journal of Environmental Economics and Management* 25, 257 - 274.
- Requate, T., 1998, Does Banking of Permits Improve Welfare? Draft manuscript, Department of Economics, University of Heidelberg.
- RWE, 2012, CR Report 2012: EMPOWERING SUSTAINABLE ENERGY TRANSITION
- Siemens, 2009, Siemens Sustainability Report
- Stein, J.L., 1961, "Simultaneous Determination of Spot and Futures Prices." *American Economic Review* 51:1012-1025.
- Turvey, C.G., and Nayak, G., 2003, "The Semivariance-Minimizing Hedge Ratio." *Journal of Agricultural and Resource Economics* 28:100-115.
- Yates, A., 2001, "Pollution Permit Market with Intertemporal Trading and Asymmetric Information", *Journal of Environmental Economics and Management*, forthcoming.



정책 이슈페이퍼 13-09

## 배출권 경매의 이론, 사례분석 및 시사점

심성희

### 목 차

- I. 배경 및 목적 / 203
- II. 경매의 유형과 이론 / 204
- III. 해외 주요국 배출권 경매  
사례 / 208
- VI. 정책 제언 / 216
- <참고자료> / 220



에너지경제연구원  
KOREA ENERGY ECONOMICS INSTITUTE



## I. 배경 및 목적

- 정부는 2020년까지 국가 온실가스 배출량을 전망배출량(BAU) 대비 30%까지 감축하기로 하고, 목표를 달성하기 위해 세부 부문별·업종별 감축목표를 수립·발표(2011년 7월)
  - 지난 2012년 5월에는 주어진 감축목표를 가장 비용효과적으로 달성하기 위해 개발도상국으로서 처음으로 온실가스 배출권거래제를 입법화
    - 2014년부터 온실가스 배출권거래제를 본격적으로 시행할 예정
  - 배출권거래제 법에 따르면 1차 계획기간(2015년~2017년)에는 100% 무상할당하되, 그 이후부터는 유상할당 비중을 점차 높여 나가는 것으로 규정
    - 따라서 우리나라는 오는 2018년부터 배출권의 일부를 경매를 통해 유상으로 할당해야 함.
  - 산업계의 반대에도 불구하고 배출권 배분에 있어서 경매를 통한 유상배분은 많은 경제학자들의 지지를 받고 있음.
    - 경매는 우선 오염자 부담의 원칙에 부합하고 탄소가격의 발견기능을 촉진
    - 경매수입을 왜곡된 조세체계를 시정하는데 활용함으로써 사회후생을 높인다는 장점이 존재
  - 경매제도가 배출권을 배분하는데 사회적 효율성을 증진시킨다는 장점을 갖지만 이는 어디까지나 제대로 설계된 경매제도를 적용하는 경우임.
    - 잘못 설계된 경매제도를 적용할 경우 오히려 비효율성을 초래할 가능성이 존재

## II. 경매의 유형과 이론

### □ 단일재화 경매

- 단일재화 경매는 크게 공개 경매와 봉인입찰(sealed bid) 경매로 나뉘며, 공개 경매는 오름차순 경매와 내림차순 경매로 구분
  - 오름차순 경매를 영국식 경매(English auction)로, 내림차순 경매를 네덜란드식 경매(Dutch auction)라고 지칭
  - 오름차순 경매는 낮은 가격에서 시작하여 점차 입찰가를 올리는 가격결정 방식이며, 일정 시간 내에 더 높은 입찰가가 제시되지 않으면 해당 재화는 최고입찰가에 낙찰
  - 내림차순 경매에서는 높은 가격에서 시작하여 점차 가격을 내리는 가격결정 방식으로, 진행 중인 가격을 수락하는 입찰자가 처음 나타날 때까지 가격을 계속 내리는 방식
  - 봉인입찰 경매는 모든 입찰자가 입찰액을 적어 다른 입찰자들이 보지 못하도록 봉인하여 경매인에게 제출하는 방식
  - 봉인입찰 경매는 입찰액이 결정되는 방식에 따라 최고가(first price) 경매와 차가(second price) 경매로 구분

<표 2-1> 경매 분류

경매 종류		내용	예시
공개 경매	오름차순	· 낮은 가격에서 시작하여 점차 입찰가가 올라가는 가격결정 방식	· 예술품 판매 · e-Bay
	내림차순	· 높은 가격에서 시작하여 점차 입찰가가 내려가는 가격결정 방식	· 네덜란드 꽃시장 · 캐나다 담배
봉인입찰 경매	최고가	· 모든 입찰자가 동시에 봉인한 입찰가를 제출한 후, 최고입찰가를 제시한 입찰자가 최고입찰가에 경매 낙찰	· 정부 광물 경매 · 기업 물품 구매
	차가	· 모든 입찰자가 동시에 봉인한 입찰가를 제출한 후, 최고입찰가를 제시한 입찰자가 두 번째로 높은 입찰가에 경매 낙찰	· 거의 사용되지 않음

- 공개 경매와 봉인입찰 경매는 밀접한 관계가 존재
  - 내림차순 경매(Dutch Auction)와 최고가 봉인입찰 경매는 서로 전략적으로 동일
  - 오름차순 경매(English auction)와 차가 봉인입찰 경매도 서로 밀접한 관련
- ‘바람직한’ 경매가 갖추어야 할 조건으로 가장 많이 언급되는 것이 수입 최대화와 효율성
  - 내림차순 경매(Dutch Auction)와 최고가 봉인입찰 경매는 서로 전략적으로 동일

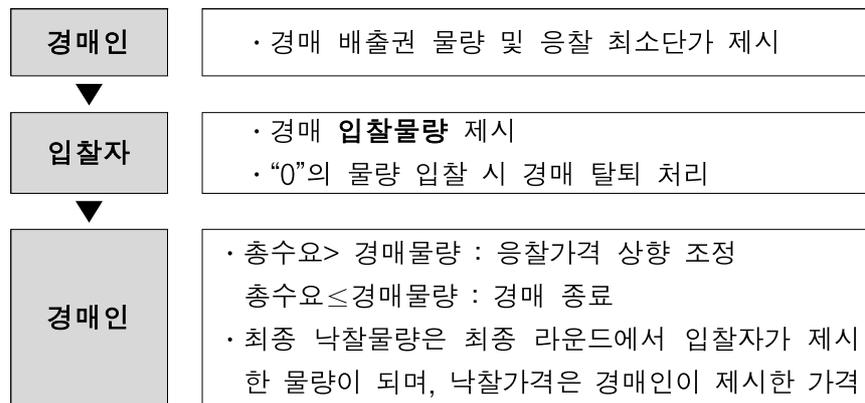
- 수입 최대화는 경매자의 판매수익을 극대화를 의미하며, 효율성이란 경매에 나온 재화가 해당 재화에 가장 높은 가치를 부여하는 입찰자에게 낙찰되는 것을 의미

#### □ 복수재화 경매

- 복수재화 경매는 경매에 나온 재화가 복수인 경우로 단일재화의 경우와 마찬가지로 크게 공개경매와 봉인입찰 경매로 구분
- 봉인입찰 방식 복수재화 경매의 경우 재화가 하나인 경우와 같이 입찰자는 다른 입찰자의 입찰을 보지 못한 채 자신의 입찰을 경매인에게 제출하는 방식
  - 어떻게 가격이 결정되느냐에 따라 차별가격 경매(discriminatory auction), 단일가격 경매(uniform-price auction), Vickrey 경매(Vickrey auction)로 구분
  - 차별가격 경매는 단일재화에서 보았던 최고가 봉인입찰의 확장이라고 볼 수 있으며, 단일재화의 경우와 마찬가지로, 자신이 입찰한 단위당 입찰가를 그대로 지불해야 하므로 낙찰시 지불금액을 줄이려는 인센티브 존재
  - 단일가격 경매에서는 추가적인 수요에 대해 자신의 가치보다 낮게 입찰함으로써 전체 낙찰량에 대한 기대지불금액을 낮출 수 있기 때문 수요량이 커질수록 자신의 가치를 은폐(shading)하려는 경향이 존재
  - Vickrey 경매의 경우 낙찰자는 탈락자가 누리지 못한 편익에 해당하는 금액을 제출하게 만드는 방식. 즉 낙찰자가 다른 입찰자들에 미치는 외부성(externality)만큼 지불
- 공개 경매의 경우 주로 이용되거나 논의되는 공개 경매로는 오름차순 시계 경매(ascending clock auction)와 Ausubel 경매(Ausubel auction)가 존재

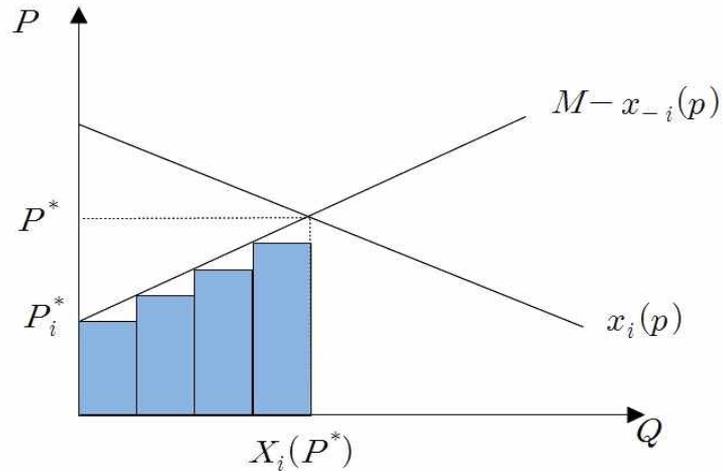
- 오름차순 시계 경매에서는 단일재화의 경우와 유사하게 최소 가격에서 계속 상승하는데, 판매하는 재화가 복수이므로 누구에게 얼마나 낙찰하는지에 대한 추가적인 규칙이 필요

[그림 2-1] 오름차순 시계 경매의 절차



- Ausubel 경매는 일반적인 오름차순 시계 경매의 방식을 견지하면서 낙찰 가격 결정의 규칙은 Vickrey 경매와 유사하게 설계된 경매 방식
- 경매인이 가격을 제시하면, 입찰자들은 수량을 입찰하며, 가격을 증가시켜 총수요가 총공급(전체경매물량)을 초과하면 경매를 종료
- 그러나 경매물에 대한 입찰자의 지불금액은 (낙찰량×시장청산가격)이 아니라, 각각의 가격에서 경매인은 임의의 입찰자  $i$ 를 제외한 나머지 입찰자들의 총수요( $x_{-i}(p)$ )가 총공급보다 적은지 확인한 후, 그렇다면 가격  $p$ 에  $N - x_{-i}(p) (> 0)$ 의 물량을 입찰자  $i$ 의 몫으로 결정
- 이러한 과정은 전체 수요가 경매물량보다 적어지는 시점까지 지속함

[그림 2-2] Ausubel 경매의 지불금액



### III. 해외 주요국 배출권 경매 사례

#### □ EU ETS 배출권 경매제도 사례

##### 1. EU ETS 배출권 경매제도의 도입배경

- EU는 배출권거래제도(Emissions Trading System, 이하 “EU ETS”)를 국제 기후변화협상에 따른 역내 온실가스 감축목표 달성과 『Roadmap 2050』 목표 이행을 위한 핵심 정책수단으로 사용

<표 3-1> EU「Roadmap 2050」에 따른 부문별 감축목표

1990년 대비 부문별 온실가스 감축비율	2005	2030	2050
발전(CO <sub>2</sub> )	△7%	△54~△68%	△93~△99%
산업(CO <sub>2</sub> )	△20%	△34~△40%	△83~△87%
수송(CO <sub>2</sub> 항공)	△30%	△9~△20%	△54~△67%
가정·서비스(CO <sub>2</sub> )	△12%	△37~△53%	△88~△91%
농업(Non-CO <sub>2</sub> )	△20%	△36~△37%	△42~△49%
기타(Non-CO <sub>2</sub> )	△30%	△72~△73%	△70~△78%

자료: EU Commission 2050 Roadmap

- 제3기부터는 EU 역내 단일 배출허용총량(Cap) 설정과 이에 따른 국가할당 계획 폐지, EU 공통의 배출권 등록부의 생성, 경매를 통한 배출권 유상할당 비중 확대 등 제도적으로 상당한 변화가 생김.
- 하지만 배출권을 무상할당하기 위해 필요한 EU ETS 참여설비별 온실가스 배출량에 대한 검증된 통계자료가 부족하여, 배출권을 공평하면서도 적정하게 배분하지 못하여 배출권이 과다하게 무상할당 됨.
- 배출권 무상할당 방식의 문제점을 해결하기 위해 EU집행위원회는 경매를 주된 배출권 할당방식으로 채택
- 경매를 통한 유상할당 방식은 기존 참여자와 신규진입자 간의 형평성 확보, 발전사업자의 소비자 비용전가에 따른 우발이익(Windfall profit) 방지, 경매수입을 통한 재원 증대 등 다양한 장점이 있는 것으로 평가

[그림 3-1] EU ETS 제1기 EUAs 탄소배출권 가격추이

(단위: 유로)



자료: 에너지관리공단(2013)

## 2. EU ETS 배출권 경매제도 개요

- EU ETS 배출권 경매제도는 단일가격(Uniform price), 단일라운드(Single-round), 밀봉입찰(Sealed-bid)의 세 가지 제도적 특징
  - 단일가격은 차별가격(Pay-as-bid)과는 달리 경매 낙찰자 전원이 동일한 경매 낙찰가를 지불하는 방식, 단일라운드는 1회만에 해당 경매가 종료되는 방식, 밀봉입찰은 다른 경매 입찰자의 입찰내역을 공개하지 않는 방식
  - 경매플랫폼(Auction platform)으로서 모든 EU ETS 참여 회원국이 동일하게 '공동 경매플랫폼'(현재 유럽에너지거래소(European Energy Exchange, 이하 'EEX'))을 이용하도록 함.
  - 영국의 경우에는 공동 경매플랫폼이 아닌 개별 경매플랫폼으로서 자국 런던에 소재한 대륙간거래소(Intercontinental Exchange, 이하 'ICE')를 채택

- EU ETS에서 실시된 배출권 경매 실적을 살펴보면, 제1기(2005~2007)에는 경매실적이 0.2%에 불과
  - 덴마크, 헝가리, 아일랜드, 리투아니아 4개국만이 제1기 중에 배출권을 경매하거나 판매하는 구체적 규정이 있었기 때문
  - 기타 회원국들은 신규진입자 예비분(New Entrants' Reserve: NER) 또는 설비폐쇄로 인해 남는 여분의 배출권을 추후에 경매하거나 판매 가능
- 제2기(2008~2012)에도 경매실적은 4% 이하의 미미한 수준으로 주요 참여국은 독일, 영국, 네덜란드, 오스트리아 등
- 제3기(2013~2020)부터는 무상할당 대신에 경매를 주된 배출권할당방식으로 채택하면서 배출권 경매가 활발히 이루어지고 있음.

<표 3-2> EU ETS 2013년도 월별 EUAs 경매 계획

(단위: tCO<sub>2</sub>)

구분	EU	독일	영국	폴란드	Phase II NER	총계	월별 비중
1월	42,317,500	9,045,000	8,268,000	0	0	59,630,500	7.2%
2월	41,688,000	15,075,000	8,268,000	0	2,000,000	67,031,000	8.1%
3월	42,242,500	20,100,000	8,268,000	0	9,882,500	80,493,000	9.7%
4월	45,841,500	16,080,000	8,268,000	0	6,480,125	76,669,625	9.3%
5월	38,082,000	20,100,000	8,268,000	0	0	66,450,000	8.0%
6월	41,538,000	16,080,000	8,268,000	0	0	65,886,000	8.0%
7월	48,461,000	16,080,000	12,402,000	0	0	76,943,000	9.3%
8월	19,453,500	10,050,000	4,150,000	10,983,000	0	33,653,500	4.1%
9월	44,999,500	16,080,000	8,268,000	14,643,000	0	80,300,500	9.7%
10월	44,999,500	16,080,000	8,268,000	14,642,000	0	83,990,500	10.2%
11월	41,519,000	20,100,000	8,268,000	10,981,500	0	84,529,000	10.2%
12월	28,096,500	7,690,500	4,134,000	0	0	50,902,500	6.2%
계	479,238,500	182,560,500	95,098,000	51,249,500	18,362,625	826,509,125	100%

자료: Bloomberg New Energy Finance(2013)

- 경매 입찰자수는 2013년 5월 13~21명, 6월 16~21명, 7월 16~20명 등으로 큰 변화가 없었으며, 경매 낙찰자수 역시 2013년 5월 8~15명, 6월 9~15명, 7월 8~17명 등으로 일정한 경향

<표 3-2> 2013년도(5~7월) 공통 경매플랫폼 경매 추진실적(요약)

구분		2013년도 5월	2013년도 6월	2013년도 7월
경매국가		EU	EU	EU
경매대상		Phase III EUA	Phase III EUA	Phase III EUA
경매물량(A)		38,082,000tCO <sub>2</sub>	41,538,000tCO <sub>2</sub>	48,461,000tCO <sub>2</sub>
입찰물량(B)		102,333,000tCO <sub>2</sub>	136,338,500tCO <sub>2</sub>	175,212,000tCO <sub>2</sub>
입찰률(B/A)		2.69대 1	3.28대 1	3.62대 1
입찰자수(C)		195	221	247
낙찰자수(D)		136	142	173
낙찰률(D/C)		69.7%	64.3%	70.0%
경매 가격	최고	4.50€/tCO <sub>2</sub>	5.00€/tCO <sub>2</sub>	5.00€/tCO <sub>2</sub>
	최저	1.50€/tCO <sub>2</sub>	1.00€/tCO <sub>2</sub>	1.00€/tCO <sub>2</sub>
	평균	3.40€/tCO <sub>2</sub>	4.20€/tCO <sub>2</sub>	4.19€/tCO <sub>2</sub>
경매 수익		129,513,420€	174,390,370€	203,135,435€

자료: EU commission (2013)

### 3. EU ETS 경매제도의 설계 내용

- 경매 규정(Auctioning Regulation)은 2010년 11월 최초 제정된 이래 2011년 11월 1차례 개정
- 적용 범위
  - EU ETS 제3기가 시작되는 2013년 1월 1일 이후의 항공부문 및 고정설비에 대한 배출권 경매가 적용대상

○ 경매 상품

- 경매 상품으로 판매된 배출권은 경매플랫폼에서 표준화된 전자계약절차에 따라 계약이 체결된 후 비용지불이 완료되면 인도
- 각 회원국은 현물(2일물) 또는 선물(5일물) 형태의 상품을 경매에 내놓을 수 있음.

○ 경매 방식과 입찰 및 철회

- EU ETS 경매는 단일 라운드(Single round), 봉인입찰(Sealed-bid), 단일 가격(Single price) 방식으로 진행
- 경매에 입찰하기 위한 최소단위는 1 Lot으로서 1 Lot은 배출권 500단위 또는 1,000단위로 정하며, 입찰 종료시간은 경매 5영업일 이전까지 공지
- 입찰이 종료되면 입찰 과정에서 명백한 실수가 있었다는 사실이 입증되지 않는 한 변경 및 철회는 불가

○ 경매 시장청산가격 및 비긴 입찰의 처리

- 시장청산가격은 경매 입찰시간이 종료된 후 결정하는데 모든 입찰내역을 입찰가격 기준으로 내림차순 정렬
- 입찰가격이 동일한 경우가 발생되면 경매플랫폼이 사전에 결정한 알고리즘에 의해 무작위로 순위를 정렬
- 최고가격을 제출한 입찰물량부터 차례대로 내림차순으로 합산하되, 입찰물량이 경매 물량보다 같거나 많아지는 지점에서 낙찰가격이 결정

○ 경매 시기 및 빈도

- 경매 입찰시간은 최대 2시간으로 제한하며 입찰당일 경매를 종료
- 2개 이상의 경매플랫폼에서 진행되는 경매 입찰시간이 겹치지 않도록 해야

하며, 각 경매 간에도 최소 2시간 이상의 간격을 확보해야 함.

○ 경매 취소가능 사유

- 경매에 입찰하거나 접근하는데 있어서 경매플랫폼 IT시스템의 보안 또는 신뢰성 문제가 발생한 경우에는 해당 경매 취소 가능
- 경매가 취소된 경우에는 해당 경매물량을 다음 경매에서 균등하게 2회 또는 4회 나누어 분배

○ Directive 2003 제3장에 명시된 연간 경매 물량

- 경매규정의 Annex I에는 참여 회원국의 2012년도 경매물량이 명시
- 2013년도 및 2014년도 경매물량은 Directive 2009의 제9조 및 제9조 a에 따라 결정된 각 연도별 할당받은 총 배출권량에서 Directive 2009의 제10조 a 제7항 및 제11조 제2항에 따른 각 연도별 무상할당량을 차감
- 2011년도와 2012년에 실시한 경매물량의 절반을 차감
- 2015년도 이후 경매물량은 Directive 2009의 제9조 및 제9조에 따라 결정된 각 연도별 할당받은 총 배출권량에서 제10조 a 제7항 및 제11조 제2항에 따른 각 연도별 무상할당량을 차감
- 경매계획을 수립할 때에는 Directive 2009의 제24조에 근거한 배출권 물량은 해당연도 경매물량에 추가할 수 있도록 함.

<표 3-3> 2013~2015년도 연간 경매물량 산정식

구 분	내 용
2013~2014년도 연간 경매물량	(각 연도별 할당받은 총 배출권량) - (각 연도별 무상할당량) - ('11~12년 총 경매물량의 1/2)
2015년도 이후 연간 경매물량	(각 연도별 할당받은 총 배출권량) - (각 연도별 무상할당량)

자료: EU commission (2010)

<표 3-4> 2012년도 배출권 경매 물량

(단위: 1,000tCO<sub>2</sub>)

NO	회원국	경매 물량
1	벨기에	2,979
2	불가리아	3,277
3	체코공화국	5,503
4	덴마크	1,472
5	독일	23,531
6	에스토니아	1,068
7	아일랜드	1,100
8	그리스	4,077
9	스페인	10,145
10	프랑스	6,434
11	이태리	11,324
12	사이프러스	307
13	라트비아	315
14	리투아니아	637
15	룩셈부르크	141
16	헝가리	1,761
17	말타	120
18	네덜란드	3,938
19	오스트리아	1,636
20	폴란드	14,698
21	포르투갈	2,065
22	루마니아	5,878
23	슬로베니아	520
24	슬로바키아	1,805
25	핀란드	1,965
26	스웨덴	1,046
27	영국	12,258
총계		120,000

자료: EU commission (2011)

## IV. 정책 제언

### □ 효율성(Efficiency)

- 복수재화 및 공통가치의 속성을 내포하는 배출권 경매의 경우 효율성을 담보할 수 있는 제도를 설계하는데 어려움 존재
  - 봉인입찰 방식의 경우 복수재화 Vickrey 경매 방식(또는 앞서 언급한 Montero의 메커니즘)일 때만 효율성 달성이 가능
  - 오름차순 경매의 경우도 Ausubel 경매일 경우에만 효율성이 달성
  - 배출권 경매와 같이 공통가치와 사적가치의 특성이 혼재되어 있는 복수재화 경매의 경우 일반적으로 자원 배분의 효율성을 담보하는 경매방식을 고안해 내기란 불가능

### □ 단순성(Simplicity)

- 경매제도가 복잡하여 입찰자들은 경매제도 자체를 이해하기 어려울 경우 아무리 효율적으로 제도를 설계하더라도 원래의 목적을 달성하기 어려움.
  - 배출권 경매에 대한 경험이 축적되지 않은 상태에서 복잡한 경매 메커니즘을 도입할 경우 당초 기대와 다른 결과를 얻을 가능성이 높음.
  - 복수재화 Vickrey 경매 방식(Montero의 메커니즘 또한 포함)이나 Ausubel 경매는 일반적으로 사용되는 경매의 방식이 아닐 뿐더러 경매 참여자들이 자신이 지불해야 하는 금액의 결정방식을 이해하기 어려운 제도
  - 단일가격 봉인입찰 경매나 오름차순 시계 경매의 경우 경매 참여자들이 비교적 친숙하고 쉽게 이해할 수 있다는 장점 존재
- 효율성뿐만 아니라 단순성을 함께 고려한다면 단일가격 봉인입찰 경매나

오름차순 시계 경매가 보다 적합

- 판매자의 입장에서는 단일가격 봉인입찰 방식이 더 간편한 반면, 경매참여자의 입장에서는 오름차순 시계 경매가 조금 더 단순한 제도
- 경매참여자의 입장에서 오름차순 시계 경매는 경매인이 제시하는 가격에 대해 하나의 수량만 적어내면 되지만 단일가격 봉인입찰의 경우 자신의 수요명세 자체를 제출해야 함.

#### □ 수용성(Acceptability)과 형평성(Equity)

- 오름차순 경매는 입찰참여자의 정보 보호에 보다 유리하고 판매자의 조작 가능성이 적어 제도의 수용성 측면에서 봉인입찰 방식에 비해 우수
  - 배출권 경매의 경우 경매인이 일반적으로 정부가 되므로, 정부의 목표가 사회 후생 극대화에 있다고 한다면 판매자의 조작가능성을 우려할 이유는 없을 것으로 판단
- 제도의 형평성 관점에서 오름차순 시계 경매와 단일가격 봉인입찰 경매 모두 모든 입찰참여자가 하나의 정해진 시장청산가격을 지불하게 되므로 형평성 확보 및 결과의 수용성을 제고할 수 있음.
  - 복수재화 Vickrey 경매나 Ausubel 경매는 자신을 제외한 다른 입찰자들의 입찰전략에 의존하므로 각 입찰자마다 지불해야 하는 금액이 서로 다름.
  - 따라서 동일한 한 단위 이산화탄소 환산톤에 대해 입찰자마다 지불하는 금액이 달라지므로 형평성 확보가 곤란하다는 문제점이 존재

#### □ 담합(Collusion)과 시장지배력(Market power)

- 우리나라 배출권 거래시장은 참여자가 소수이며, 그중 몇몇 업체에게 60%의 배출권이 집중되어 있어 담합과 시장지배력행사 가능성을 낮추어야 함.

- 봉인입찰 경매방식은 참여자들 간의 담합을 방지하는데 더 효과적인 것으로 알려져 있음.
  - 오름차순 경매의 경우 경매 진행 과정 중 시장참여자들이 담합을 위해 서로 신호를 주고받기 용이하며, 담합으로부터의 이탈을 적발하고 이를 다음 번 경매 과정 중에 보복하기 용이
  - 봉인입찰은 시장참여자들끼리 입찰을 통해 서로 의견을 주고받는 것이 불가능하며 경매가 끝나기 전까지는 담합으로부터의 이탈을 관찰하고 이탈이 일어났을 경우 보복하기 어렵기 때문
  - 봉인입찰 경매 또한 일회성 게임이 아니라 여러 번에 걸쳐 일어나는 반복 게임인 경우, 차기 봉인입찰 경매에서 보복이 가능
- 오름차순 경매라고 하더라도 제도를 어떻게 설계하는가에 따라 담합의 가능성을 낮출 수 있음.
  - 입찰참가자들에게 얼마나 많은 정보가 제공되며 입찰과정에 담합을 방지할 수 있는 제약조건들을 부과할 수 있는지가 중요
  - 오름차순 시계 경매의 경우 총 응찰물량만 공개하고 최종 낙찰자의 낙찰량을 공개하지 않는 한 수요명세서를 제출하는 방식의 오름차순 입찰에 비해서는 담합을 방지하는데 효과적
- 우리나라 배출권 시장의 집중도를 고려한다면 오름차순 시계 경매보다는 단일가격 봉인입찰 방식의 경매제도가 더 적합한 제도인 것으로 판단
  - 당해 연도 경매물량을 여러 번에 걸쳐 경매를 실시하되, 그 횟수를 최소화 하는 것이 바람직
  - EU-ETS의 경우 매월 배출권 경매를 실시하는데, 우리나라는 분기 1회 정도로 경매시행 횟수를 줄일 필요

- 극소수 대규모 사업자들의 저가 입찰을 막기 위해 미 RGGI, 캘리포니아 배출권거래제 등에서 시행하고 있는 최저입찰가격제(reserve price)를 도입하는 것이 바람직
  - 최저입찰가격제는 소수의 대규모 업체들의 담합 등으로 인해 배출권 경매 가격이 지나치게 낮게 형성되는 것을 막을 수 있음.
  - 대규모 배출권 보유 업체들의 가격 교란 우려가 존재하므로 한 개 업체가 구매할 수 있는 배출권 물량에 제한을 두는 조치 병행 필요
  - 전체적인 배출량 분포가 EU보다는 미국 캘리포니아 또는 RGGI에 더 가까운 우리나라 배출권 시장 또한 그러한 시장 교란행위의 가능성을 줄이는 차원에서 업체별 배출권 구매량 제한 규정 마련 필요

## < 참고자료 >

### 1. 참고문헌

공정거래위원회고시 제2011-12호, 기업결합심사기준.

국무총리실 공고 제2012-47호, 온실가스 배출권의 할당 및 거래에 관한 법률 시행령안.

박동욱·왕규호·김원식·이승훈, 2002, 주파수 경매의 이론 및 사례분석, 정보통신정책연구원.

박호정·유승직, 2004, 효율적 배출권 거래시장의 형성 방안 연구, 에너지경제연구원.

법률 제11406호, 2012.3.21. 일부개정, 독점규제 및 공정거래에 관한 법률.

법률 제11419호, 온실가스 배출권의 할당 및 거래에 관한 법률.

산업통상자원부, 2012, 산업·발전 부문 배출권거래제 시범사업 운영규정(산업부 공고 제2012-235호).

심성희, 2012, 배출권거래제의 최적 운영을 위한 사회여건 연구, 에너지경제연구원

에너지관리공단, 2010, 사내배출권거래제 Best Practice.

에너지관리공단, 2011a, (주)LG화학 실적보고서(내부자료).

에너지관리공단, 2011b, 2011년도 산업·발전부문 배출권거래제 시범사업 추진 계획(안)(내부자료).

에너지관리공단, 2012, 2012년도 산업·발전부문 배출권거래제 시범사업 추진계획(안)(내부자료).

에너지관리공단, 2013, 배출권거래제의 이해(내부자료).

(주)LG화학, 2011, (주)LG화학 사내배출권거래제 최종보고회 발표자료

Association of Corporate Counsel, 2013, Understanding California's Cap-and-Trade Regulations

Ausubel, L. M., and Cramton, P., 2002, "Demand Reduction and Inefficiency in Multi-Unit Auctions", Working paper from University of Maryland.

Ausubel, L. M., 2004, "An Efficient Ascending-Bid Auction for Multiple Objects", American Economic Review 94: 1452-1475.

Bloomberg New Energy Finance, 2013, 「2013 EUA Auction Calendar」

CARB(California Air Resources Board), 2013, Auction Bidders' Conference and Auction Participant Training Webinar.

CARB(California Air Resources Board), 2013, California Code of Regulations Subchapter 10 Article 5.

Cramton, P., 1998, "Ascending Auctions", European Economic Review 42: 745-756.

Cramton, P. and Kerr, S., 2002, "Tradeable Carbon Permit Auctions", Energy Policy 30: 333-345.

EU Commission, 2000, 「Green Paper on greenhouse gas emissions trading within the European Union」

EU Commission, 2010, 「Commission Regulation (EU) No 1031/2010 of 12 November 2010 on the timing, administration and other aspects of auctioning of greenhouse gas emission allowances pursuant to Directive

2003/87/EC of the European Parliament and of the Council establishing a scheme for greenhouse gas emission allowances trading within the Community」.

EU Commission, 2011, 「Commission Regulation (EU) No 1210/2011 of 23 November 2011 amending Regulation (EU) No 1031/2010 in particular to determine the volume of greenhouse gas emission allowances to be auctioned prior to 2013」.

EU Commission, 2013, 「Auctions by the transitional common auction platform 3rd Report」.

EU Commission, 2013, 「Auctions by the transitional common auction platform 4th Report」.

EU Commission, 2013, 「Auctions by the transitional common auction platform 5th Report」.

EU Parliament and Council, 2003, 「Directive 2003/87/EC of the European Parliament and of the Council of 13 October 2003 establishing a scheme for greenhouse gas emission allowance trading within the Community and amending Council Directive 96/61/EC (Text with EEA relevance) 」

EU Parliament and Council, 2009, 「Directive 2009/29/EC of the European Parliament and of the Council of 23 April 2009 amending Directive 2003/87/EC so as to improve and extend the greenhouse gas emission allowance trading scheme of the Community (Text with EEA relevance)」

Franciosi, R., Isaac, R. M., Pingry, D. E., and Reynolds, S. S., 1993, “An Experimental Investigation of the Hahn-Noll Revenue Neutral Auction for Emissions Licenses”, Journal of Environmental Economics and

- Management 24: 1-24.
- Goulder, L. H., Parry, Ian W. H., Williams III, Roberton C., and Burtraw, D., 1999, "The Cost-Effectiveness of Alternative Instruments for Environmental Protection in a Second-Best Setting", *Journal of Public Economics* 72: 329-360.
- Hahn, R. W., 1984, "Market Power and Transferable Property Rights", *Quarterly Journal of Economics* 99(4): 753-765.
- Hahn, R. W., and Noll, R. G., 1982, *Designing a Market for Tradeable Emissions Permits*, in *Reform of Environmental Regulation*, Cambridge, MA.
- Hahn, R. W., and Stavins, R., 2010, "The Effect of Allowance Allocations on Cap-and-Trade System Performance", Harvard Kennedy School Working Paper RPP-2010-12.
- Klemperer, P., 2003, *Why Every Economist Should Learn Some Auction Theory*, *Advances in Economics and Econometrics: Theory and Applications*, Cambridge University Press.
- Klemperer, P., 2004, *What Really Matters in Auction Design*, *Auctions: Theory and Practice*, Princeton University Press.
- Krishna, V., 2010, *Auction Theory*, 2nd Ed., Academic Press.
- Krishna, V., and Maenner, E., 2001, "Convex Potentials with an Application to Mechanism Design", *Econometrica* 69(4): 1113-1119.
- Milgrom, P., 1987, *Auction Theory*, *Advances in Economic Theory Fifth World Congress*, Cambridge University Press.

- Milgrom, P., 2004, Putting Auction Theory to Work, Cambridge University Press.
- Misiolek, W. S., and Elder, H. W., 1989, "Exclusionary Manipulation of Markets for Pollution Rights", Journal of Environmental Economics and Management 16: 156-166.
- Montero, Juan-Pablo., 2008, "A Simple Auction Mechanism for the Optimal Allocation of the Commons", American Economic Review 98: 496-518.
- Montero, Juan-Pablo., 2009, "Market Power in Pollution Markets", Working Paper from MIT, Center for Energy and Environmental Policy Research.
- Montgomery, W. D., 1972, "Markets in Licenses and Efficient Pollution Control Programs", Journal of Economic Theory 5: 395-418.
- Parry, Ian W. H., Williams III, Roberton C., and Goulder, L. H., 1999, "When Can Carbon Abatement Policies Increase Welfare? The Fundamental Role of Distorted Factor Markets", Journal of Environmental Economics and Management 37: 52-84.
- Tietenberg, T. H., 2006, Emission Trading: Principles and Practice, 2nd Ed., RFF Press.
- UNFCCC, 2012, 「Doha Amendment to the Kyoto Protocol」
- World Bank, 2008, 「State and Trends of the Carbon Market 2008」

## 2. 웹사이트

대륙간거래소([www.theice.com](http://www.theice.com)) Products의 Emissions

(<https://www.theice.com/emissions.jhtml>)

에너지관리공단 KEMCO ETS III 홈페이지(<http://ets3.kemco.or.kr>)

유럽에너지거래소([www.eex.com](http://www.eex.com)) Product & Fees의 Emission Allowances

(<http://www.eex.com/en/EEX/Products%20%26%20Fees/Overview>  
[http://www.eex.com/en/EEX/Products%20%26%20Fees/Emission\\_Allowances/Phase\\_3\\_Auctions](http://www.eex.com/en/EEX/Products%20%26%20Fees/Emission_Allowances/Phase_3_Auctions))

유엔기후변화협약 홈페이지([www.unfccc.int](http://www.unfccc.int))

Association of Corporate Counsel 홈페이지

(<http://www.acc.com/legalresources/quickcounsel/UCCTR.cfm>)

CARB(California Air Resources Board) 홈페이지

(<http://www.arb.ca.gov/cc/capandtrade/auction/auction.htm>)

EU Commission 홈페이지

([http://ec.europa.eu/clima/policies/ets/index\\_en.htm](http://ec.europa.eu/clima/policies/ets/index_en.htm))

EU Commission 2050 Roadmap 홈페이지

([http://ec.europa.eu/clima/policies/roadmap/perspective/index\\_en.htm](http://ec.europa.eu/clima/policies/roadmap/perspective/index_en.htm))



정책 이슈페이퍼 13-10

# 온실가스 감축 정책이 소득불균등에 미치는 영향

오경수

## 목 차

- I. 연구 배경 및 필요성 / 229
- II. 분석모형 및 시나리오 설정 / 232
- III. 시나리오 운영 결과 / 236
- VI. 정책적 제언 / 240



에너지경제연구원  
KOREA ENERGY ECONOMICS INSTITUTE



## I. 배경 및 필요성

### 1. 연구 배경

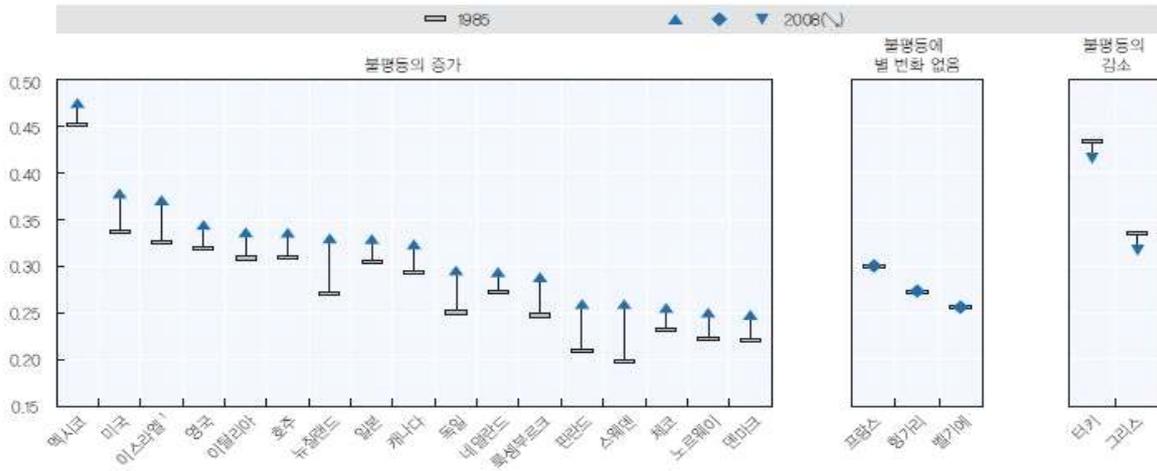
#### □ 온실가스 감축 목표 및 정책

- 우리나라는 온실가스 감축목표를 2020년 BAU(Business-as-usual) 대비 30%로 설정
  - 2015년부터 배출권거래제 실행 예정
  - 온실가스 감축정책의 시행에 따른 다양한 경제적·사회적 파급효과 발생

#### □ 대부분의 선진국 및 개도국의 소득불균등 심화

- OECD(2011)에 따르면 소득불균등이 전 세계적인 현상으로 관찰
  - 일반적으로 소득불균등이 심할 것이라고 예상되는 영·미권 국가들뿐만 아니라 소득불균등이 덜 심각할 것이라고 예상되는 서·북유럽 국가들까지도 지니계수가 급격히 상승
  - 상대적으로 지니계수가 낮았던 뉴질랜드, 독일 등이 더욱 급격한 지니계수 상승을 경험하여 지역별 소득불균등 정도가 수렴
- 우리나라 역시 소득 계층 간 양극화가 심화되고 있으며, 이에 대한 사회적·정치적 관심이 높아지고 있음
  - 2000년대 중반 이후 소득불균등은 다시 지속적으로 심화되는 추세
  - 총 임금 소득불균등이 가구 시장 소득불균등보다 지속적으로 높게 나타나며, 이는 전자가 후자를 악화하는 데 주요 요인으로 작용

[그림 1-1] 소득불균등의 심화

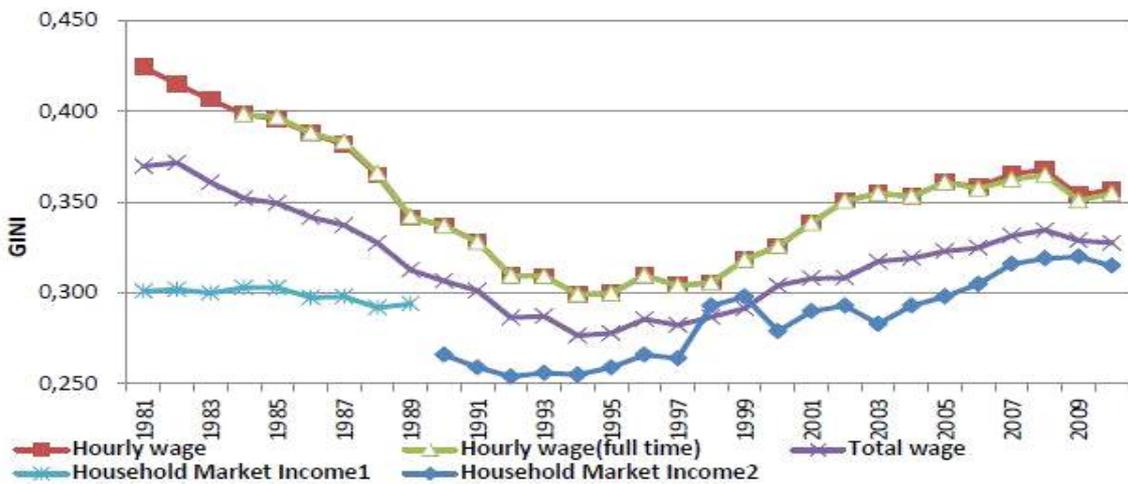


주: 1) 종축의 숫자는 지니계수.

2) “별 변화 없음” 은 2%p 미만의 변화를 의미.

자료: OECD(2011, p24)

[그림 1-2] 한국의 임금불평등



자료: Cheon et. al. (2013, p43)

## □ 온실가스 감축 정책이 소득 불균등에 미치는 영향

- 선진국들은 온실가스 감축 정책을 통해 거둬들이는 추가적인 세수의 규모에 주목하고, 이를 통하여 온실가스 감축 정책의 분배적 효과를 파악하기 위한 노력
- 온실가스 감축에 따른 환경 개선의 편익과 기존의 왜곡된 세제의 개편으로 인한 편익을 창출하며, 세수 환원을 고려했을 경우 분배효과를 기대

## 2. 연구 필요성 및 목적

### □ 연구 필요성

- 감축목표 달성을 위한 정책 시행에 따른 다양한 파급효과 분석 요구
  - 지금까지 정책 수요자 및 연구자들의 관심은 거시적 지표에 미치는 일차적 파급효과에 집중
  - 보다 효과적인 온실가스 감축정책의 수립을 위하여 거시적 파급효과 외의 다양한 영향들에 대한 분석이 요구
- 배출권 거래제의 도입에 따른 추가적인 세수의 확보에 따라 심화되고 있는 소득불균등의 완화를 기대

### □ 연구 목적

- 본 연구는 2015년에 예정되어 있는 배출권거래제의 도입이 소득계층에 따라 차별적으로 미칠 영향을 분석하고, 이를 바탕으로 계층간 소득불균형의 심화를 완화하기 위한 정책을 제시하는데 목적이 있음.

## II. 분석 모형 및 시나리오 설정

### □ 연산가능 일반균형(Computable General Equilibrium) 모형

- 경제 범주를 한 국가에 국한하고 소국개방경제(small open economy)와 경제 주체의 근시안적 기대를 가정한 정태적 분석모형 설정
  - 경제부문을 생산, 소비, 정부 및 해외시장으로 나누고, 부문 간 상품과 요소의 흐름이 발생
  - 생산자와 소비자는 비용최소화와 효용 극대화를 통하여 최적의 합리적 선택
- 기준 연도 2010년으로 우리나라의 실제 자료를 사용하여 모형 설계
  - 생산부문은 우리나라 에너지밸런스의 산업별 에너지 사용량 자료에 맞춰 21개 산업 분류를 사용
  - 소득에 따라 소비부문을 40분위로 나누었으며, 각 분위 내의 총 소득은 노동과 자본의 생산요소 부존량에 따라 결정

### □ 사회회계행렬 작성

- 2010년 기준 한국은행의 산업연관표를 기본 자료로 이용하였고, 가계부문 세분화는 통계청의 가계동향조사를 기본 자료로 이용
  - 산업연관표는 한국은행에서 조사해서 발표하고 있는 자료로서, 일 년 동안에 발생한 모든 재화 및 서비스의 산업 간 거래를 종합하여 정리한 통계표
  - 가계동향조사는 가구에 대한 수입과 지출, 그리고 가구실태를 파악하여 국민의 소득과 소비 수준 변화를 측정하고 분석하기 위한 자료를 제공

□ 시나리오 설정

- 2020년 BAU 대비 온실가스 배출량 30% 감축 목표 달성을 위한 다양한 시나리오 설정
  - 기준안이 되는 BAU 시나리오는 외생적 전망에 맞추어 GDP, 에너지가격, 부문별 에너지 수요 및 온실가스 배출 전망 등을 적용하여 구성
- 배출권거래제 관련 시나리오
  - 시행범위, 무상할당 비율 및 해외 배출권 허용비율 및 가격에 따라 시나리오 설정

<표 2-1> 모형에서 사용한 배출권거래제 관련 시나리오

구분	시나리오	내용
시행범위	설명	배출권거래제 적용 범위가 시나리오로 주어짐
	시나리오	ALL: 가계를 포함한 모든 경제가 총량배출권거래제 하에 들어감 MIX: 가계 및 수송부문을 제외한 산업부분이 총량배출권거래제 하에 들어가며, 나머지 부문에는 탄소세 부과
무상할당 비율	설명	BAU 시나리오 배출 대비 일정 수준의 배출권을 각 산업부문에 무상할당 하는 경우로 무상할당 비율이 시나리오로 주어짐
	시나리오	GF0: 0% 무상할당, 즉, 100% 유상할당. 기준시나리오임 GF60: 60% 무상할당 GF70: 70% 무상할당
해외배출권 허용 비율 및 가격	설명	해외 배출권 구매를 통한 감축(상쇄, offset)을 허용하며 상쇄 허용비중 및 해외배출권 가격이 시나리오로 주어짐
	시나리오	OFF0: 해외 배출권 구매 0% 허용. 기준 시나리오임 OFF10_P20: 해외 배출권 구매 10% 허용. 배출권 가격은 20천원 OFF10_P30: 해외 배출권 구매 10% 허용. 배출권 가격은 30천원 OFF20_P20: 해외 배출권 구매 20% 허용. 배출권 가격은 20천원 OFF20_P30: 해외 배출권 구매 20% 허용. 배출권 가격은 30천원

- 공정배출 저감 비용 관련 시나리오
  - 공정배출 저감 기술을 위한 비용에 따른 시나리오 설정

<표 2-2> 모형에서 공정배출 저감비용 관련 시나리오

시나리오명	내용
BST20	1tCO2의 공정배출을 저감하는데 20천원이 소요됨
BST30	1tCO2의 공정배출을 저감하는데 30천원이 소요됨
BST50	1tCO2의 공정배출을 저감하는데 50천원이 소요됨
BST_inf	1tCO2의 공정배출을 저감하는데 무한대의 비용이 소요됨. 기준 시나리오

○ 배출권 판매에 의한 추가재원의 환원 관련 시나리오

- 정부의 추가재원에 대한 환원 방법에 따른 시나리오 설정

<표 2-3> 모형에서 사용한 추가재원의 환원 관련 시나리오

시나리오명	내용
LS	추가재원을 각 가구에 같은 금액만큼 이전해주는 일괄이전(lump-sum transfer) 시나리오. 기준 시나리오
TLAB	추가재원만큼 근로소득세를 차감해주는 시나리오

### Ⅲ. 시나리오 운영 결과

#### □ 배출권거래제 관련 시나리오 운영 결과

- 배출권거래제 도입은 BAU 배출대비 30%를 감축할 때와 비교하였을 경우, GDP를 감소시키지만, 소득불균등을 완화
- 배출권거래제의 적용 범위가 늘어날수록 GDP감소는 완화되지만, 분배효과는 감소
  - 배출권거래제가 시장메커니즘을 이용한 비용효과적 감축수단이므로, 적용 범위가 늘어날수록 효율성이 증대
  - 소득불균등 완화의 측면에서는 가계와 수송부문에 대해서는 탄소세를 적용한 시나리오의 경우, 분배효과가 증대
  - 해외배출권의 구매 허용 범위의 유연성이 증가될 때, GDP 감소는 크게 줄어드나, 지니계수의 감소는 약화
- 무상할당은 GDP감소와 분배를 모두 악화시키나, 에너지 다소비 산업을 보호
  - 철강, 화학 및 조립금속과 전기전자 등 에너지다소비 산업의 경우 무상할당을 적용하였을 때 생산량 감소가 훨씬 적게 나타남.

<표 3-1> 배출권거래제 관련 시나리오별 효과

시나리오	BAU 시나리오 대비		
	GDP(%)	십분위배율(%p)	지니계수(%p)
ALL_GF0	-0.54	4.93	-1.63
ALL_GF60	-0.62	2.08	-0.70
ALL_GF70	-0.69	1.29	-0.44
MIX_GF0	-0.75	6.09	-2.01
MIX_GF60	-0.80	3.39	-1.14
MIX_GF70	-0.84	2.71	-0.91
ALL_OFF10_P20	-0.44	4.08	-1.36
ALL_OFF10_P30	-0.46	4.06	-1.35
ALL_OFF20_P20	-0.37	3.34	-1.12
ALL_OFF20_P30	-0.40	3.30	-1.10

※ 십분위배율: 하위 40% 분위 후생의 합을 상위 20% 분위 후생의 합으로 나눈 지수

□ 공정배출 감축기술의 도입에 따른 운영 결과

- 공정배출 감축기술에 드는 비용이 커질수록 GDP 감소폭은 줄어들으나, 소득 불균등 완화의 효과는 작아짐.
  - 공정배출되는 온실가스를 값싸게 저감하는 기술이 도입된다면 우리나라의 중기온실가스 감축목표 달성은 훨씬 낮은 비용으로 가능
  - 공정배출 감축기술이 도입되면 공정가스 다배출 산업에 속한 제품의 가격 상승폭이 줄어들게 되고, 이를 주로 소비하는 상위 계층의 소비에 미치는 영향이 감소하는 것으로 보임.

<표 3-2> 공정배출 감축기술의 도입에 따른 시나리오별 효과

시나리오	BAU 시나리오 대비		
	GDP (%)	십분위배율(%p)	지니계수(%p)
ALL_BST20	-0.29	2.21	-0.74
ALL_BST30	-0.35	2.24	-0.75
ALL_BST50	-0.46	3.48	-1.16

□ 추가재원의 환원 관련 시나리오 운영 결과

- 추가재원 환원방식에 따른 GDP 감소의 차이는 없음
  - 개인소득세 인하 비율을 동일하게 적용하여 나타난 결과로, 기존 연구에서의 이전지출은 비용효과성이 매우 낮아서 GDP에 끼치는 악영향이 개인소득세에 비해 크다는 결론과 상이
- 소득불균등의 경우, 환원 방법에 따라 큰 차이가 발생
  - 일괄이전방식은 소득불균등을 완화시키는 효과가 있으나, 반면 소비세 및 소득세 차감은 소득분배를 악화

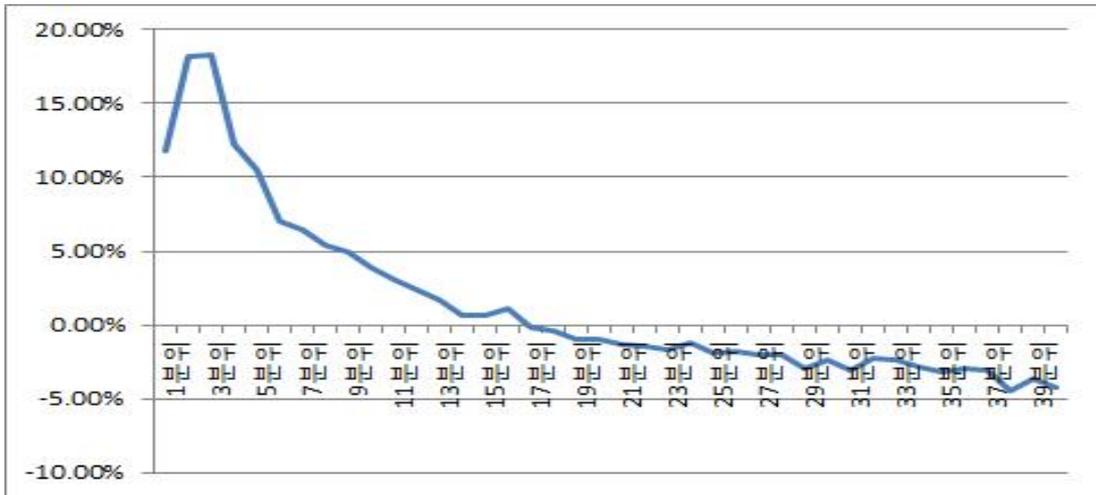
<표 3-3> 추가재원의 환원 방법에 따른 시나리오별 효과

시나리오	BAU 시나리오 대비		
	GDP (%)	십분위배율(%p)	지니계수(%p)
ALL_LS	-0.54	4.93	-1.63
ALL_TLAB	-0.54	-0.02	0.09

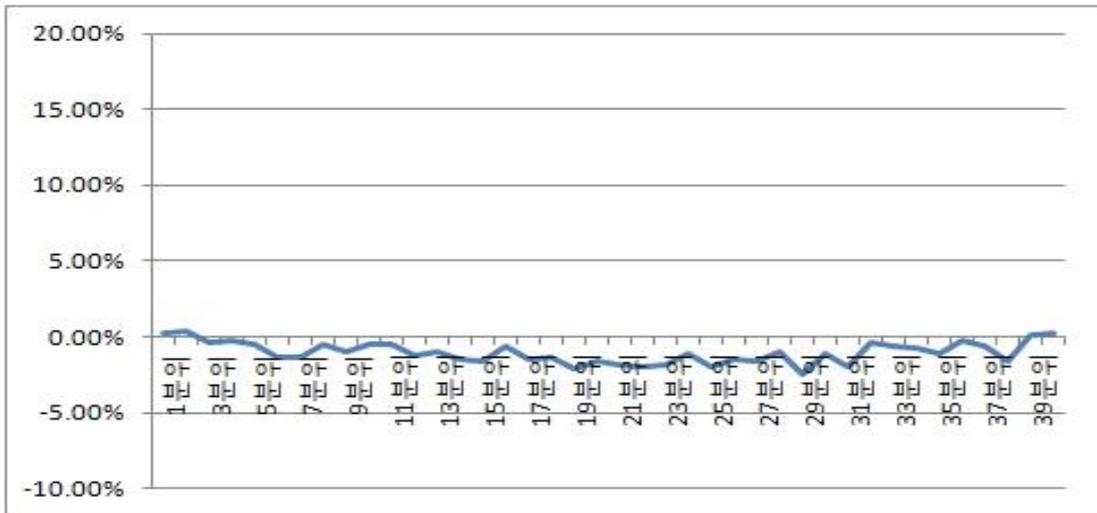
- 분위별 후생변화의 변화율의 비교
  - 일괄이전은 저소득층의 후생증가를 확대
  - 소득구간별 동일한 소득세액 분배로 인하여 노동소득세율 인하의 영향 미

비하게 나타났으나, 현실적 소득세액 배분, 즉 고소득자에게 높은 소득 세율이 적용된다면, 소득세율 인하는 분배를 악화시킬 것이라 추정

[그림 3-1] 일괄이전(LS) 시나리오의 BAU 대비 분위별 후생 변화



[그림 3-2] 근로소득세 차감(TLAB) 시나리오의 BAU 대비 분위별 후생 변화



## IV. 정책적 제언

### □ 효율성 관점으로 본 감축정책의 평가

- 효율성의 척도로 BAU대비 GDP의 변화를 사용
- 배출권거래제의 시행범위 확대는 효율성을 증대시키나, 현실적인 한계점을 고려하여 다양한 감축정책의 혼합이 필요
  - 가계 및 수송부문을 제외한 산업부문이 총량배출권거래제 하에 들어가며, 나머지 부문에는 탄소세를 부과하는 방안
- 무상할당은 배출권거래제의 효율성을 감소시키나, 에너지 다소비 산업과 같은 일부 산업을 보호하는 역할
- 추가재원의 환원방법은 효율성의 측면에서 차이가 미비
  - 그러나, 개인소득세의 분위별 차등 적용을 고려할 경우, 이전지출에 비해 비용효과성 존재하며, 이전지출의 경우 GDP에 미치는 악영향이 더 클 것으로 추론

### □ 소득불균등 관점으로 본 감축정책의 평가

- 소득불균등의 척도로 지니계수 및 소득분위배율의 변동을 사용
- 배출권거래제의 도입은 소득불균등을 개선시키는 효과
  - 시행범위의 확대와 해외오피셋의 허용은 배출권거래제의 분배효과를 약화
- 추가재원의 환원방식에 따른 분배효과에 미치는 영향은 상이

## 〈 참고문헌 〉

- 김학수. 2009. 『법인세 한계유효세율의 추정 및 시사점』. 연구보고서 09-11. 한국경제연구원
- 노용환·남상호. 2006. 「한국경제의 소득재분배 효과 분석: 사회회계행렬을 이용한 접근」. 『금융경제연구』 242: 1-46.
- 박기백·김진·전병목. 2004. 『재정지출의 소득재분배 효과』. 연구보고서 04-01. 한국조세연구원
- 박명호. 2012. 「초고소득층의 특성에 관한 국제비교」. 조세·재정 Brief. 한국조세연구원.
- 신상철·김용건·한정희·이하얀. 2010. 『기후변화 대응을 위한 탄소세 도입방안』. 녹색성장연구 2010-11. 한국환경정책·평가연구원
- 양희원·정성문·이정동. 2012. 「지식기반 사회회계행렬 작성 방안 연구」. 『생산성논집』 26(3): 257-285.
- 에너지경제연구원. 2011. 『2011 장기에너지전망』.
- 에너지경제연구원. 2012. 『에너지통계연보 2012』.
- 오상봉. 2012. 『전원구성계획을 고려한 에너지·기후변화 정책분석 모형개발』. 기본연구보고서 12-14. 에너지경제연구원.
- 원종학·성명재. 2007. 『소득분배 격차 확대의 원인과 정책대응 방향』. 연구보고서 07-10. 한국조세연구원.
- 유경준. 2007. 『소득불평등도와 양극화』. 정책연구시리즈 2007-01. 한국개발연구원.
- 장지연·이병희. 2013. 「소득불평등 심화의 매커니즘과 정책 선택」. 『민주사

- 회와 정책연구』 23: 71-109.
- 조경엽, 2008, 재정지출의 형평성과 효율성에 관한 실증분석 연구, 경제학연구, 56(2), 91-137.
- 통계청. 2011. 『가계동향조사 이용자 가이드』. 사회통계국 복지통계과.
- Acemoglu, Daron and David Autor. 2012. "What Does Human Capital Do?: A Review of Goldin and Katz's The Race between Education and Technology." *Journal of Economic Literature* 50(2): 426-463
- Acemoglu, Daron, and David Autor. 2011. "Skills, Tasks and Technologies: Implications for Employment and Earnings." In *Handbook of Labor Economics, Volume 4B*, edited by David Card and Orley Ashenfelter, 1043 - 1171. San Diego and Amsterdam: Elsevier
- Atkinson, Anthony, Thomas Piketty, and Emmanuel Saez. 2011. "Top Income in the Long Run of History." *Journal of Economic Literature* 49(1): 3-71
- Autor, David H., Lawrence F. Katz, and Melissa S. Kearney. 2006. "The Polarization of the U.S. Labor Market." *American Economic Review* 96(2): 189-194.
- Autor, David H., Lawrence F. Katz, and Melissa S. Kearney. 2008. "Trends in U.S. Wage Inequality: Revising the Revisionists." *Review of Economics and Statistics* 90(2): 300-323.
- Borjas, George, Richard Freeman, and Lawrence Katz. 1997. "How Much Do Immigration Trade Affect Labor Market Outcomes?" *Brookings Papers on Economic Activity* 1997(1): 1-90
- Card, David and John DiNardo. 2002. "Skill biased technological change and rising wage inequality: some problems and puzzles." *Journal of Labor*

Economics 20: 733 - 783.

Cheon, B, J Chang, G Hwang, J Shin, S Kang, B Lee and H Kim. 2013. GINI Growing Inequalities' Impacts: Growing Inequality and Its Impacts in Korea. (available at [www.gini-research.org](http://www.gini-research.org))

Feenstra, Robert and Gordon Hanson. 1999. "The Impact of Outsourcing and High-Technology Capital on Wages: Estimates for the United States, 1979-1990." Quarterly Journal of Economics 114: 907-940

Goldin, Claudia and Lawrence Katz. 2010. The Race between Education and Technology. Belknap Press of Harvard University Press

Goulder, Lawrence. 1995. "Environmental Taxation and the Double Dividend: A Reader's Guide." International Tax and Public Finance 2: 157-183

Grainger, Corbett A. and Charles D. Kolstad. 2011. "Distribution and Climate Change Policies." in Climate Change Policies: Global Challenges and Future Prospects, edited by Cerdá, Emilio and Xavier Labandeira.

Lawrence, Robert and Matthew Slaughter. 1993. "International Trade and American Wages in the 1980s: Giant Sucking Sound or Small Hiccup." Brookings Papers on Economic Activity 1993(2): 161-226

Levy, Frank and Peter Temin. 2007. Inequality and Institution in 20th Century America. NBER Working Paper 13106

Minnesota IMPLANT Group. 2008. State-Level U.S. Data for 2006. Minnesota IMPLANT Group Inc.

OECD. 2011. Divided We Stand : Why Inequality Keeps Rising. OECD Publishing. (<http://dx.doi.org/10.1787/9789264119536-en>)

Okagawa, A., Ban, K., 2008, Estimation of substitution elasticities for CGE

- models, Working Paper, Osaka University.
- Oladosu, Gbadebo, and Adam Rose. 2007. "Income Distribution Impacts of Climate Change Mitigation Policy in the Susquehanna River Basin Economy." *Energy Economics* 29: 520-544
- Parry, Ian W. H. and Roberton C. Williams III. 2010. "What are the Costs of Meeting Distributional Objectives for Climate Policy?" *The B.E. Journal of Economic Analysis & Policy* 10(2). Berkeley Electronic Press.
- Parry, Ian, and Antonio Bento. 2000. "Tax Deductions, Environmental Policy, and the "Double Dividend" Hypothesis." *Journal of Environmental Economics and Management* 39: 67-96
- Piketty, Thomas and Saez Emmanuel. 2003. "Income Inequality in the United States, 1913-1998." *Quarterly Journal of Economics* 118: 1 - 39.
- Rausch, Sebastian, Gilbert Metcalf, John Reilly and Sergey Paltsev. 2009. "Distributional Impacts of a U.S. Greenhouse Gas Policy: A General Equilibrium Analysis of Carbon Pricing." MIT JPSPGC Report 182.
- Rausch, Sebastian, Gilbert Metcalf, and John Reilly. 2011. "Distributional Impacts of Carbon Pricing: A General Equilibrium Approach with Micro-Data for Households." *Energy Economics* 33(S1):S20-S33
- Rutherford, T.F., 1995, Extension of GAMS for Complementarity Problems Arising in Applied Economic Analysis, *Journal of Economic Dynamics and Control*, 19, 1299-1324.
- Zhang,a, ZhongXiang and Andrea Baranzinic. 2004. "What do we know about carbon taxes? An inquiry into their impacts on competitiveness and

distribution of income.” Energy Policy 32: 507-518

정책 이슈페이퍼 13-11

## 산업부문의 전력수요관리정책 추진 방향

임재규 · 김종익 · 김진경

### 목 차

- I. 연구배경 및 추진체계 / 247
- II. 조사 및 분석 결과 / 251
- III. 정책 제언 / 257
- <참고자료> / 260



에너지경제연구원  
KOREA ENERGY ECONOMICS INSTITUTE

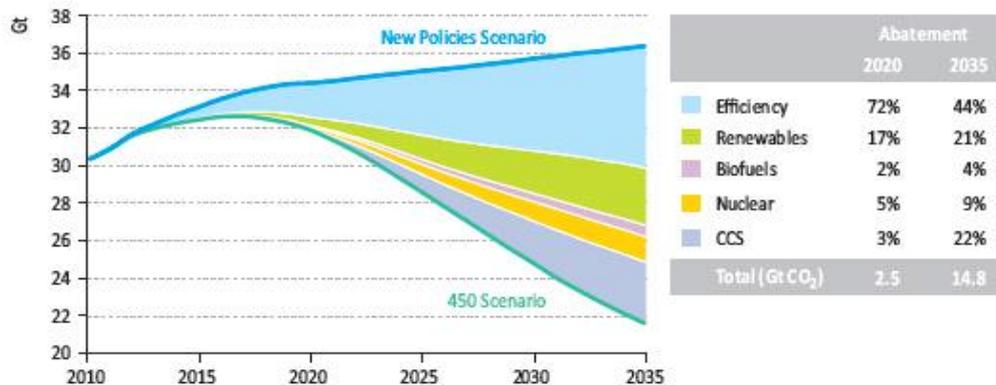


## I. 연구 배경 및 추진체계

### 1. 연구 배경

- 최근 에너지안보 강화 및 온실가스 감축을 위한 비용효과적인 방법으로서 에너지수요관리의 중요성이 크게 강조되고 있음
- IEA(2011a)는 지구 대기 중의 온실가스 농도를 450ppm에서 안정화하기 위한 세계 에너지 관련 이산화탄소 감축량을 2020년에는 약 72%, 그리고 2035년에는 약 44%를 에너지효율향상을 통해 달성할 수 있을 것으로 전망

[그림 1-1] 세계 에너지 관련 이산화탄소 배출 감축수단 전망



자료: IEA(2011a), 214쪽, 그림 6.4

주: New Policy Scenario는 기존 및 현재 계획된 온실가스 감축정책이 차질 없이 시행될 경우의 배출 전망임.

- 국내에서도 최근 빠르게 변화하는 대내외적인 여건을 반영하여, 기존 공급 중심의 에너지정책을 수요관리 중심의 에너지정책으로 패러다임 전환이 필요함이 강조
- 일본의 후쿠시마 사태 이후 원자력에 대한 사회적 수용성이 급격히 악화됨에 따라 중장기적으로 전력수급 불안이 가중

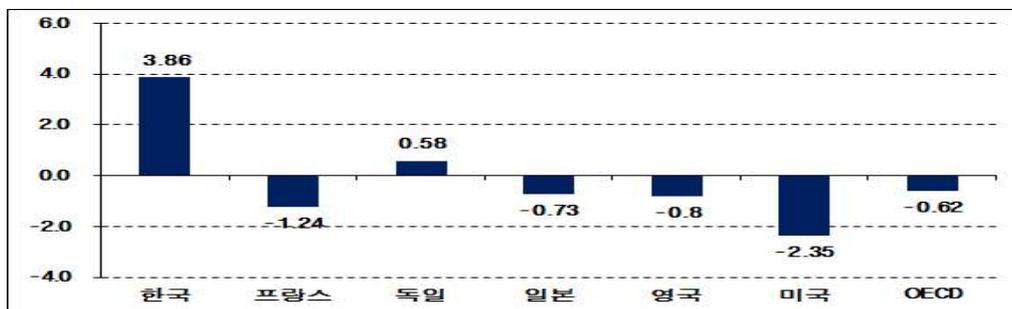
- 국가 온실가스 감축목표 달성 등 온실가스 감축에 대한 대내외적인 부담 가중
- 최근의 송전선로를 둘러싼 이해당사자 간의 갈등

[그림 1-2] 에너지정책의 패러다임 전환



- 9.15 정전사태이후 국내 전력공급설비의 증설이 제한되어 있는 상황에서 동·하절기 전력수급위기가 계속 발생
  - 전력수급위기는 근본적으로 전력 다소비산업의 견실한 성장세, 상업부문의 전력소비 증가, 생활양식 변화 등으로 인해 우리나라의 전력화(electrification) 현상에 의해 발생
  - 특히 주요국에 비해 산업부문의 빠른 전력소비 증가세가 전력화 현상을 견인

[그림 1-3] 주요국의 산업부문 전력소비 연평균증가율(%), 2000~2011



자료 : IEA, World Energy Indicators

- 따라서 산업부문 전력소비의 증가세를 완화시키기 위한 전력수요관리정책이 추가적으로 강화 또는 개발되어야 하는 상황
  - 산업부문의 전력소비 특성과 문제점을 다각적으로 분석하고, 국내 산업부문의 여건을 제대로 반영하여 정책 개발하고 추진 필요

## 2. 문제점

- 주요 선진국들의 경우 1980년~2000년 동안 전력소비는 증가추세를 보였으며, 2000년 이후 증가추세가 완화되거나 감소추세로 전환
  - 그러나 우리나라의 전력소비는 주요 선진국에 비해 매우 빠르게 증가하고 있으며, 산업부문의 전력소비비중이 주요국에 비해 높음

<표 1-1> 주요국의 전력소비량, 1980년~2011년

(단위 : TWh)

	1980	1990	2000	2011	연평균증가율(%)	
					1980~2000	2000~2011
독일	453.9	527.4	545.5	586.7	0.9	0.7
일본	550.9	801.3	1,011.6	1,008.4	3.1	-0.03
한국	34.8	101.7	277.7	500.8	10.9	5.5
영국	263.8	306.7	360.1	344.7	1.6	-0.4
미국	2,241.0	2,923.9	3,857.5	4,120.0	2.8	0.6
OECD	5,259.9	7,104.3	9,173.6	10,131.2	2.8	0.9

자료 : IEA, World Energy Indicators

<표 1-2> 주요국 전력소비의 부문별 비중(%), 2010년

	독일	일본	한국	영국	미국	OECD
산업	42.6	33.3	50.8	31.8	23.1	32.1
수송	3.2	1.9	0.5	1.2	0.2	1.2
가정	26.8	30.5	13.6	36.1	38.0	32.2
상업/공공	25.7	33.8	32.9	29.6	35.0	31.8
농림어업	1.7	0.1	2.2	1.2	0.0	1.0
기타	0.0	0.4	0.0	0.0	3.7	1.8

자료 : IEA, World Energy Indicators

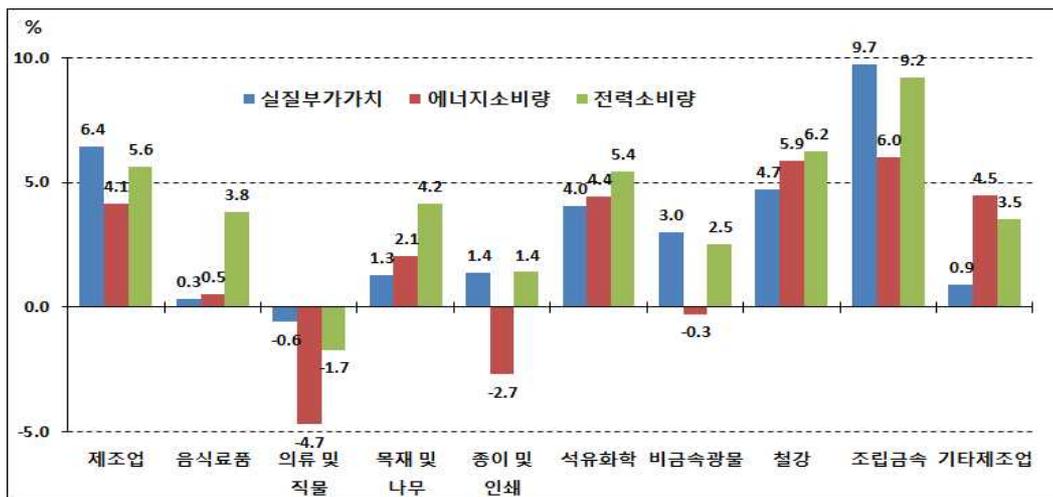
- 에너지원단위는 2000년~2011년 동안 연평균 2.2% 개선되었지만, 전력 소비는 상대적으로 빠르게 증가하여 전력원단위는 연평균 0.8% 개선에 그침

<표 1-3> 제조업의 에너지 및 전력원단위 변화, 1990년~2011년

	1990	2000	2010	2011	연평균증가율 (%)		
					90~00	00~11	90~11
에너지원단위	0.396	0.438	0.340	0.344	1.0	-2.2	-0.7
전력원단위	0.059	0.061	0.056	0.056	0.4	-0.8	-0.2

- 제조업의 전력화 현상은 에너지다소비업종인 석유화학과 철강업종에서 빠르게 진행
  - 고부가가치업종인 조립금속업종의 경우에도 전력소비가 최종에너지소비의 증가세(연평균 6.0%)보다 높게 증가(연평균 9.2%)함으로써 전력화가 빠르게 진행

[그림 1-4] 제조업종별 실질부가가치, 에너지·전력소비량 연평균증가율, 2000년~2011년



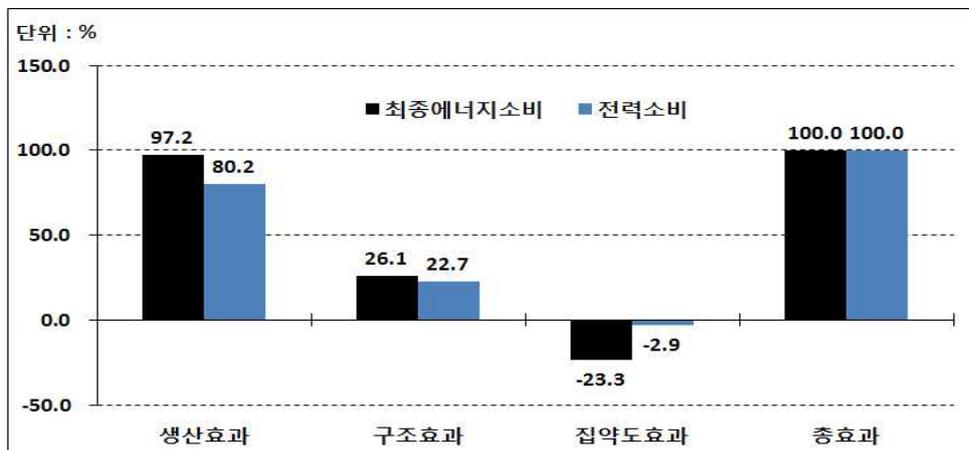
- 향후 우리나라의 최종에너지 소비 증가세를 관리하기 위해서는 전력의 수요관리가 가장 중요하며, 특히 전체 전력소비에서 가장 큰 비중을 차지하고 있는 산업부문의 전력수요관리가 중요함

## II. 조사 및 분석결과

### □ 산업 및 제조업 부문의 에너지 및 전력소비 변화 요인분석

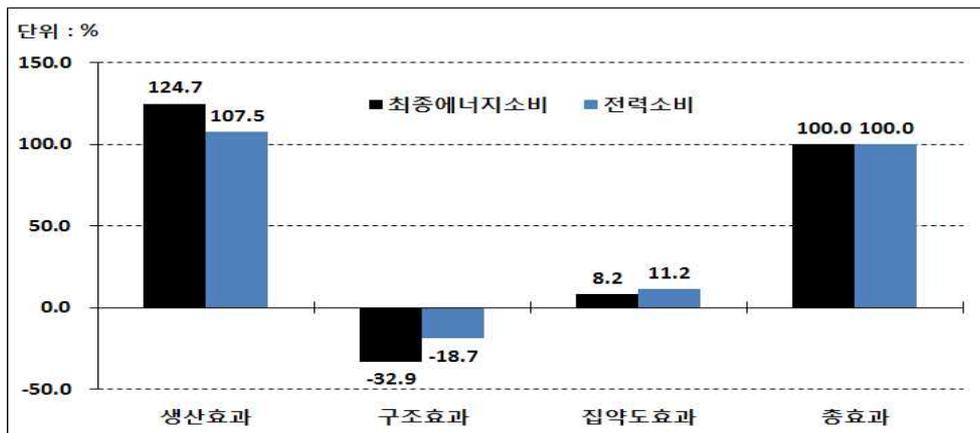
- 본 연구에서는 Divisia Index 접근방법 중 Ang(2005)에서 개발한 LMDI 접근방법을 사용하여 우리나라 산업부문의 에너지 및 전력소비 변화의 요인을 가법적(Additive) 및 승법적(Multiplicative) 요인분해 방법으로 구분하여 분석
- 에너지소비 변화에 대한 요인분해분석은 일반적으로 (1)생산효과, (2)구조효과, (3)집약도효과라는 3가지 요인으로 분해하여 분석함
  - 생산효과(Y)는 경제성장, 생산활동 등과 같이 분석대상인 특정 에너지소비의 전체적 변화를 설명하는 요인임
  - 구조효과(S)는 분석대상인 특정 에너지소비의 내부 구조변화를 나타내는 것으로서, 용도별, 업종별 등 세부 에너지소비의 상대적 비중 변화로 인한 전체 에너지소비의 변화를 설명함
  - 집약도효과(I)는 각종 에너지절약 및 효율향상을 위해 추진된 정책 또는 프로젝트로 인해 발생하는 에너지소비 증감효과로써 일반적으로 에너지절약 효과로 해석됨

[그림 2-1] 산업부문의 최종에너지 및 전력소비 변화 요인별 비중, 1990~2011



- (산업부문) ①생산효과와 ②구조효과는 최종에너지 및 전력 소비 증가를 견인한 반면, ③집약도효과는 최종에너지와 전력소비를 감소시키는 역할 수행
  - 산업부문 전체적으로 전력소비 감소를 위한 전력효율향상, 절전 등의 노력이 상대적으로 크게 부족했음
- (제조업) 산업부문에 비해 ①생산효과가 최종에너지와 전력소비 증가를 상대적으로 크게 견인한 반면, ②구조효과는 최종에너지와 전력소비를 감소시키는 역할을 수행. 한편, ③집약도효과는 최종에너지와 전력소비를 증가시키는 역할
  - 구조효과의 최종에너지 및 전력 소비 감소 역할은 그 동안 전기·전자, 자동차, 조선 등을 포함하는 에너지저소비 고부가가치산업으로의 산업구조 변화가 발생하였음을 보여줌
  - 집약도효과의 에너지소비 증가 역할은 제조업에서의 에너지원단위, 특히 전력원단위 개선을 위한 노력이 크게 부족했음을 보여줌

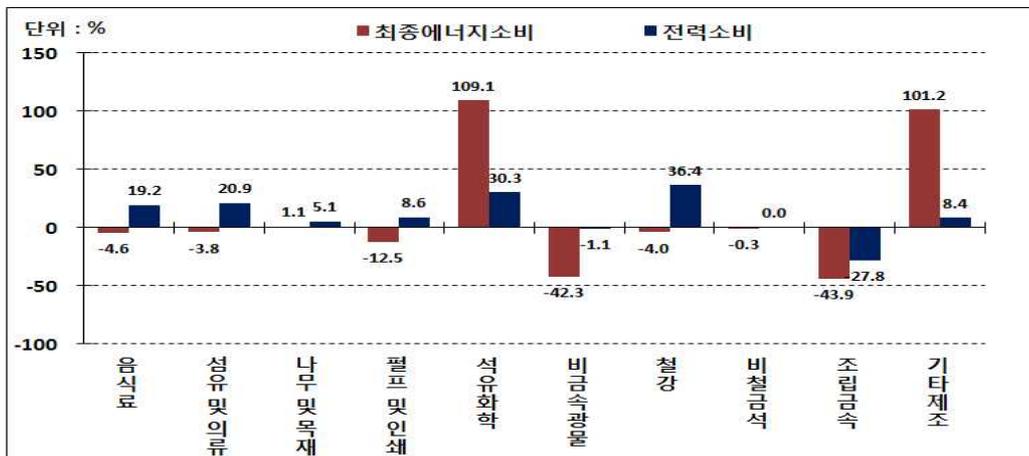
[그림 2-2] 제조업의 최종에너지 및 전력소비 변화 요인별 비중, 1990~2011



- 제조업종별 최종에너지 및 전력소비 변화에 대한 집약도효과를 분석한 결과, 특정 업종의 집약도효과가 최종에너지 및 전력소비 증가의 요인으로 작용
  - (최종에너지) 석유화학과 기타제조업의 집약도효과가 제조업의 최종에너지 소비 증가에 독보적으로 기여한 반면, 다른 업종들의 집약도효과는 대부분 최종에너지소비를 감소시키는데 기여

- (전력) 조립금속업종을 제외한 대부분 업종의 집약도효과가 제조업 전력소비 증가에 기여. 이는 대부분의 제조업종에서 전력소비 절감 노력이 전반적으로 부족했음을 간접적으로 시사

[그림 2-3] 제조업 업종별 최종에너지/전력소비 집약도효과 기여도, 1990~2011



□ 산업부문의 제조업종별 생산활동과 전력소비와의 인과성 분석

- 에너지통계연보에서 제공하는 10개의 제조업종별 전력사용량을 토대로 광공업통계자료의 전력비 원시자료를 활용하여 제조업을 17개로 세분화

<표 2-1> 에너지밸런스 제조업종 구분 및 업종 세분화

에너지 밸런스	업종세분화
①음식·담배	①음식·담배
②섬유·의복	②섬유·의복
③목재·나무	③목재·나무
④종이·인쇄	④종이·인쇄
⑤석유화학	⑤석유화학
⑥비금속	⑥유리, ⑦요업, ⑧시멘트
⑦철강	⑨철강
⑧비철금속	⑩비철금속
⑨조립금속	⑪기계, ⑫반도체, ⑬디스플레이, ⑭전기전자, ⑮자동차, ⑯조선
⑩기타제조	⑰기타제조

- 업종별 특성을 고려한 인과관계를 분석하기 위해 세분화된 제조업을 전력다소비업종, 전력비다소비업종, 고부가가치업종, 저부가가치업종 등으로 구분

<표 2-2> 업종특성을 반영한 업종분류

대분류	세부 업종
전력다소비업종 <sup>주)</sup>	⑤석유화학, ⑨철강, ⑪기계, ⑫반도체, ⑮자동차
전력비다소비업종	①음식·담배, ②섬유·의복, ③목재·나무, ④종이·인쇄, ⑥유리, ⑦요업, ⑧시멘트, ⑩비철금속, ⑬디스플레이, ⑭전기전자, ⑯조선
고부가가치업종	⑪기계, ⑫반도체, ⑬디스플레이, ⑭전기전자, ⑮자동차, ⑯조선
저부가가치업종	①음식·담배, ②섬유·의복, ③목재·나무, ④종이·인쇄, ⑤석유화학, ⑥유리, ⑦요업, ⑧시멘트, ⑨철강, ⑩비철금속

주: 2011년 전력사용량이 많은 업종순으로 5개 업종을 선택

- 전체 제조업을 대상으로 전력소비와 생산활동 간의 인과관계에 대한 통계적 분석을 실시한 결과, 양방향의 인과관계가 존재하는 것으로 나타남
  - 전력비다소비업종, 고부가가치업종, 저부가가치업종에서 양방향의 인과관계가 존재하는 것으로 나타남
  - 전력다소비 업종의 경우 전력소비가 생산활동에 영향을 미치는 것으로 나타남 반면 생산활동에서 전력소비로의 인과성은 존재하지 않음

<표 2-3> 오차수정모형 검정결과

업종구분	귀무가설	단기 인과성	장기 인과성
		$\Delta X$ or $\Delta Y$	오차수정항
		F-통계량 (p-값)	t-통계량 (p-값)
전력다소비 업종 (4)	생산활동↔전력소비	1.29	-0.02
	전력소비↔생산활동	5.73	2.41**
전력비다소비 업종 (4)	생산활동↔전력소비	4.46	-4.11***
	전력소비↔생산활동	4.52	-3.13***
고부가가치 업종 (1)	생산활동↔전력소비	16.16	-5.38***
	전력소비↔생산활동	16.16*	-4.94***
저부가가치 업종 (3)	생산활동↔전력소비	0.81	1.79**
	전력소비↔생산활동	7.96**	3.64***

업종구분	귀무가설	단기 인과성	장기 인과성
		$\Delta X$ or $\Delta Y$	오차수정항
		F-통계량 (p-값)	t-통계량 (p-값)
제조업 (3)	생산활동↔전력소비	1.15	2.02*
	전력소비↔생산활동	6.43*	3.30***

주1: \*\*\*1% \*\*5% \*10%의 유의수준을 나타냄.

주2: 괄호안의 숫자는 시차를 나타내며, 시차결정은 시차한도 4이내에서 AIC 기준에 따라 선정함.

주3: X는 전기소비량, Y는 부가가치를 나타냄.

### □ 제조업종별 전력수요 가격탄력성 및 변화요인 분석

- 패널 AR(1) 모형을 통해 제조업 세부 업종별 전력 수요의 가격 탄력성을 추정한 결과, 17개 세부 업종별 탄력성이 -0.833 ~ -0.180 사이에 존재
- 17개 세부 업종별 탄력성이 상당히 크게 다르게 나타남. 이러한 전력수요의 업종별 탄력성의 차이는 업종별 특수성과 관련된 것으로 추정됨

<표 2-4> 제조업 세부 업종별 탄력성 추정결과 (패널 AR1, 17개 업종)

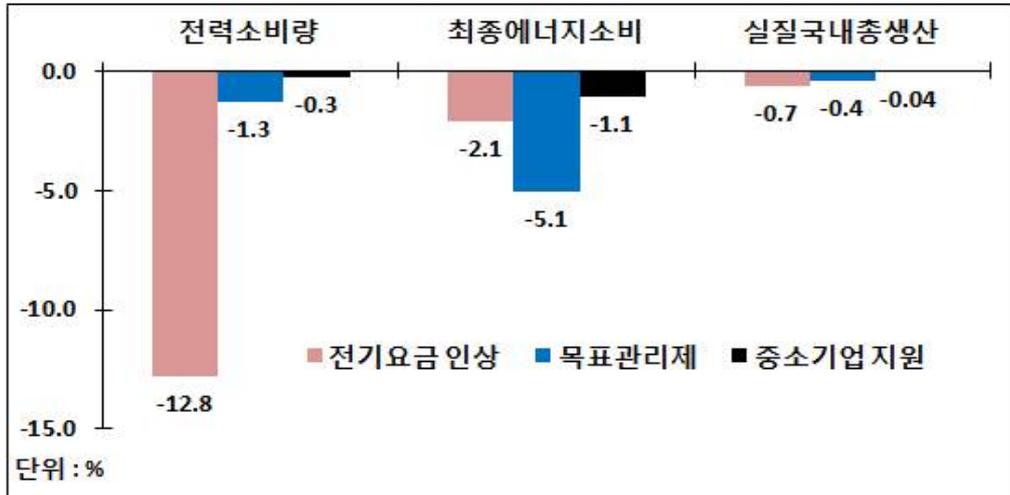
제조업 구분		탄력성	표준오차	t값	p값
1	음식담배	-0.514	0.127	-4.060	0.000
2	섬유의류	-0.421	0.123	-3.430	0.001
3	목재제품	-0.623	0.131	-4.760	0.000
4	펄프인쇄	-0.472	0.128	-3.680	0.000
5	석유화학	-0.482	0.129	-3.730	0.000
비금속	6 유리	-0.393	0.127	-3.100	0.002
	7 요업	-0.482	0.129	-3.740	0.000
	8 시멘트	-0.282	0.118	-2.380	0.018
9	철강	-0.460	0.125	-3.680	0.000
10	비철금속	-0.326	0.120	-2.720	0.007
조립금속	11 기계	-0.497	0.135	-3.680	0.000
	12 반도체	-0.404	0.171	-2.370	0.018
	13 디스플레이	-0.180	0.161	-1.120	0.262
	14 전기전자	-0.233	0.128	-1.820	0.069
	15 자동차	-0.434	0.144	-3.020	0.003
	16 조선	-0.537	0.121	-4.450	0.000
17	기타 제조업	-0.833	0.150	-5.550	0.000

- 한편 산업부문의 3가지 핵심적인 정책에 대한 효과를 KEEI-NCGE모형을 통해 분석한 결과, 전력소비 절감을 위해서는 전기요금의 인상이 상대적으로 가장 효과적임
- 산업부문의 여러 정책들 중에서 정책의 성격 및 특징을 반영하여 3가지 핵심적인 정책을 전력 및 에너지절감효과 분석대상으로 선정
  - (전기요금 인상) 국내 전력소비량을 2020년에 BAU 대비 약 12.8% 절감, 하지만 타 에너지원으로의 전환수요를 야기함에 따라 전체 최종에너지의 소비는 2.1% 감소
  - (온실가스·에너지 목표관리제) 2020년 우리나라 전체 최종에너지 소비를 BAU 대비 약 5.1% 감소, 전력의 경우 BAU 대비 1.3% 감소시키는데 그칠 것으로 예상
  - (중·소기업 에너지 절감 지원) 정부의 지원 확대정책은 전력소비를 2020년에 BAU 대비 0.3% 정도 감소시키는데 그칠 것

<표 2-5> 산업부문의 주요 에너지 및 전력 수요관리정책 시나리오

주요 정책	정책시나리오
전기요금 인상	전기요금을 2020년까지 현 수준(2012년말 기준)에서 단계적으로 15%까지 인상
온실가스·에너지 목표관리제	2012년에 설정한 각 업종별 BAU대비 온실가스 감축의무 수준을 2020년까지 매년 유지하여 시행
중소기업 에너지절감 지원	목표관리제 대상이 되지 않은 중·소·영세기업은 고효율기기 보급 지원 등 정부의 지원 및 인센티브 확대를 통해 2020년까지 대기업 에너지 절감율의 50%를 달성

[그림 2-4] 정책시나리오별 파급효과 분석결과, 2020년, BAU대비



### Ⅲ. 정책 제언

- 산업부문의 전력소비 특성과 문제점을 다각적으로 분석하고, 산업부문의 여건을 제대로 반영하여 정책을 개발하고 추진할 필요
  - 요인분해분석을 통해 살펴본 결과, 산업부문 전체적으로 전력소비 감소를 위한 전력효율향상, 절전 등의 노력이 상대적으로 크게 부족했음
  - 산업부문 전력소비의 95%를 차지하는 제조업을 대상으로 전력소비와 생산활동 간의 인과관계에 대한 통계적 분석을 실시한 결과, 양방향의 인과관계가 존재하는 것으로 나타남
    - 전력수요관리정책들이 시행될 경우 생산활동이 다소 위축될 수 있으며, 향후 생산활동이 증가할 경우 핵심 투입요소 중 하나인 전력의 소비가 증가함을 의미함

- 따라서 안정적인 전력소비를 보장하는 동시에 에너지효율개선을 통해 전력 사용량을 절감하는 방향으로 정책을 수립해야 함
- 또한 제조업 17개 세부 업종별 전력수요의 가격탄력성을 추정한 결과, 업종별 특수성으로 인해 탄력성이 상당한 차이를 나타냄
  - 전력수요에 영향을 미치는 다양한 요인들의 변화는 업종별로 파급효과가 상이하므로, 향후 전력수요관리정책은 정책목표에 따라 업종별로 정책의 강도를 다르게 설정 필요가 있음
- 전력시장에서의 가격기능이 작동하지 않음으로써 여러 가지 문제들을 야기하고 있음. 따라서 이러한 전력화현상을 억제하기 위해서는 가격기능의 회복이 우선적으로 선행되어야 함
  - 하지만 전기요금 인상으로 인해 상대적으로 큰 경제적 비용도 감수해야 하므로, 가격정책을 효과적으로 보완할 수 있는 다른 전력수요관리정책도 동시에 개발하여 시행할 필요
  - 특히, 산업부문의 효과적인 수요관리를 위해서는 가격정책을 보완하여 전력소비의 효율향상을 위한 다양한 정책을 강구해야 함
    - 그러나 우리나라의 경우에는 에너지경영시스템 보급 및 ESCO사업 활성화가 정부와 산업계의 인식부족 및 시장여건 미성숙 등의 요인으로 제대로 이루어지지 않고 있음
    - 그리고 지원에 따른 에너지절약 성과관리 및 평가체계가 제대로 작동하지 않는 문제점이 있음
    - 또한 산업계의 고효율기기 등 에너지절약시설 설치지원을 위한 재정·세제 및 금융지원 방안을 모색하고 있으나, 에너지효율투자를 위한 금융조달은 아직 미흡한 실정

<표 3-1> 국내외 산업부문 전력효율향상 정책 및 프로그램 비교·평가

부문	프로그램	EU	일본	미국	한국
산업	에너지경영시스템	◎	◎	○	△
	ESCO	○	◎	△	△
	에너지진단	○	○	○	○
	EERS	◎	×	◎	×
	고효율기기 보급지원	◎	◎	◎	○

주: 본 평가는 연구책임자의 개인적 평가에 기초하여 프로그램의 추진성과를 기준으로 ◎(높음), ○(보통), △(낮음), ×(도입되지 않음) 등으로 구분하여 평가하였음. 따라서 평가내용에 대해 상이한 의견이 존재할 수 있음.

- 따라서 많은 선진국에서 도입하여 실질적인 성과를 거두고 있는 것으로 평가되고 있는 EERS의 도입을 긍정적으로 검토할 필요
- 한편, 최근 사회적 이슈로 크게 대두한 동하절기 전력피크 위기와 전력수급 불균형 문제에 대한 근본적 대응을 위해 부하관리대책을 강화해야 할 필요
  - 해외 선진국들의 사례를 살펴본 결과, 많은 국가들이 부하관리를 위한 수요자원을 지속적으로 개발하고 있음
    - 주요 선진국의 수요관리자원 확대를 위한 노력에는 일반적으로 AMI 등 ICT 기술을 활용한 수요반응 프로그램의 확대를 통해 이루어지고 있음
  - 따라서 우리나라도 수요관리자원 개발 측면에서 최근 각광받고 있는 ICT 기술을 적극 활용해야 함
    - 건물 및 공장에 대한 에너지경영시스템(Energy Management System)을 도입하고, 에너지저장장치(Energy Storage System)를 확대 보급 노력 필요
    - 높은 수준의 ICT 관련 기술과 인프라를 보유한 우리나라가 이와 같은 장점을 적극 활용할 수 있도록 법·제도적 장애요인들의 제거함으로써 합리적인 전력소비를 유도

## < 참고자료 >

### 1. 참고문헌

김길환, “한국의 에너지소비와 경제성장 사이의 인과관계: 오차수정모형”, 한국 경제연구 제1권, p.129~155, 1998.

김수이·김현석, “LMDI방법론을 이용한 국내제조업의 에너지소비 요인 분해분석”, 에너지경제연구, 제10권 제1호, pp.49~76, 2011.

산업연구원 내부자료(부가가치 자료)

에너지경제연구원, 「에너지통계연보」, 2012.

에너지관리공단, 「2012 에너지·기후변화편람」, 2012.

\_\_\_\_\_, 내부자료.

유승훈·정군오, “전력소비와 경제성장의 인과관계 분석, 산업경제연구”, 제17권 제1호 통권51호, pp.81~94, 2004.

임재규, 온실가스·「에너지목표관리제의 효과적 추진방향 연구」, 에너지경제연구원, 기본연구보고서, 2012.

한국전력공사, 내부자료.

Ang, B. W., The LMDI Approach to Decomposition Analysis : a Practical Guide, Energy Policy, Vol. 33, pp.867~871, 2005.

International Energy Agency(IEA), World Energy Outlook, 2011a.

\_\_\_\_\_, Energy Price and Tax, 2011b.

\_\_\_\_\_, World Energy Balance, data extracted on 11 Mar 2013 from OECD iLibrary, 2013.

정책 이슈페이퍼 13-12

## 주택 에너지효율 개선사업 전략

박기현

### 목 차

- I. 연구 필요성 및 목적 / 263
- II. 연구 내용 및 결과 / 266
- III. 정책 제언 / 277
- VI. 기대 효과 / 279
- <참고자료> / 280



에너지경제연구원  
KOREA ENERGY ECONOMICS INSTITUTE



## I. 연구의 필요성 및 목적

### 1. 연구 필요성

- 지속적인 에너지수요의 증가로 에너지수급 위기 초래 및 지구온난화 야기
  - 원자력 발전소 추가 건설의 지연, 신재생 에너지 보급의 지연 등으로 원활한 국가 에너지수급이 어려운 실정
    - 국내 에너지수급의 안정과 온실가스 감축을 위해서 에너지절약 및 효율개선에 대한 중요성 및 필요성 대두
    - 특히 우리나라 전체 에너지소비의 약 22%를 차지하는 건물에너지의 지속적인 에너지소비 증가가 예상되므로 이에 대한 대책 수립이 필요
  - 건물의 에너지 절감을 위해서는 신축건물과 더불어 전체 건물의 97%를 차지하는 기존건물의 에너지 성능 개선이 필수
    - 특히 신규 허가를 받는 연간 20만동의 신축건물은 설계부터 에너지 성능을 단계적으로 강화하고, 660만동에 달하는 기존건물의 성능을 개선 필요
    - 현재 신축건물에만 집중되어 있는 정책에서 기존건물 효율개선을 위한 정책으로의 전환이 필요
- 기존건물 중에서도 절반 이상을 차지하는 주택부분의 효율개선을 위한 제도적·재정적 지원이 미흡
  - 주택부분의 경우 현재 건축물 대장 기준 단열 기준이 느슨하거나 부재했던 2000년 이전에 지어진 건물이 90% 이상을 차지
    - 현재 기존주택 에너지 효율개선사업을 하고 있으나 에너지의 절감보다는

- 열악한 주거환경 개선을 위한 공익형 집수리의 수준에 머무르고 있음
- 건물 목표관리제를 실시하고 있으나 기존 건물의 효율화를 위한 구체적 대책이 미흡하며 강제성 결여, 일반주택 배제, 노후건물 방치 등 문제점 노출
  - 건물부문의 온실가스 감축 및 에너지 수요 절감을 위해서는 일반주택의 성능개선하지 않고서는 불가능
    - 주택에너지의 성능을 개선하기 위해 현재 사용되고 있는 에너지 기술을 적용하더라도 상당한 에너지를 절감할 수 있음
    - 또한 기존주택을 개보수 함으로써 경우에 따라 거의 신축주택과 비슷한 에너지 성능을 기대할 수도 있음
  - 하지만 건물부문의 효율개선에 대한 다양한 장애요인 극복 필요
    - 주택 개보수시 높은 초기투자비용이 소모됨으로 인해 건물주의 자금부족 문제가 발생하므로 초기투자비용의 지원이 필요
    - 에너지효율 투자를 결정하는 사람과 에너지 절약의 수혜자가 다른 경우 주인-대리인 문제가 발생
    - 효율향상에 대한 국민 인식 결여, 정보의 불완전성 등의 장애요인도 극복

## 2. 연구 목적

- 주택부문 효율개선을 위한 전략 및 방안을 제시
  - 기존건축물 중에서 에너지소비의 절반 이상을 차지하고 있는 주택부문의 효율개선을 위해 국내외 정책 현황 파악 및 시사점 도출
  - 건물 에너지 절감 기술 적용에 따른 에너지 절감효과를 모형을 이용하여 추정 및 분석

- 비용·편익 분석을 통한 사업효과 분석 및 주택부문의 에너지효율 개선을 위한 방안 및 전략을 제시

□ 참고: 건물부문 최종에너지 수요 전망

<표 1-1> 부문별 최종 에너지 수요 전망

(단위: 천toe, 괄호 안은 부문별 구성비(%))

구 분	2006	2010	2015	2020	2025	2030	연평균증가율(%)			
							06-10	10-20	20-30	06-30
산업	97.2 (56.0)	105.8 (55.6)	115.8 (55.7)	125.3 (55.6)	134.2 (55.7)	134.0 (54.7)	2.1	1.7	0.7	1.3
수송	36.5 (21.0)	38.9 (20.5)	41.5 (19.9)	44.1 (19.5)	45.8 (19.0)	45.9 (18.7)	1.6	1.2	0.4	1.0
가정/ 상업	36.0 (20.7)	40.9 (21.5)	45.8 (22.0)	50.7 (22.5)	55.4 (23.0)	59.1 (24.1)	3.3	2.2	1.5	2.1
공공/ 기타	3.8 (2.2)	4.5 (2.4)	4.9 (2.4)	5.3 (2.4)	5.7 (2.4)	6.0 (2.4)	4.2	1.7	1.1	1.9
계	173.6 (100.0)	190.2 (100.0)	208.1 (100.0)	225.4 (100.0)	241.0 (100.0)	245.1 (100.0)	2.3	1.7	0.8	1.4

자료: 에너지경제연구원 에너지수요전망

## II. 연구 내용 및 결과

### □ 우리나라 주택 현황

- 우리나라 주택의 성능 및 에너지효율화 상태를 직접적으로 확인할 수 있는 지표는 아직 없으나, 주택총조사(5년마다)에 건축연도에 관한 통계가 제공
  - 일반적으로 건축연도가 오래된 주택이 에너지효율성이 떨어지며 에너지효율 개선의 여지가 많음
  - 2010년 현재 가구가 거주하는 우리나라 총 주택수는 1,388만호이며, 아파트가 59%, 단독주택은 27.3%, 다세대주택은 9%, 연립주택은 3.6%를 차지
- 2010년 기준 15년 이상된 주택이 전체의 약 45.5%를 차지하고 있으며, 단독주택의 경우 69%임
  - 단열기준 자체가 없었던 1980년대 이전에 지어진 노후화된 주택의 비중도 약 9.7%로 적지 않음

<표 2-1> 건축연도별, 주택유형별 주택수

구분	합계	준공 연도			
		2005-2010	1995-2004	1980-1994	1979 이전
합계 (빈집제외)	13,883,571 (100%)	2,174,160 (15.7%)	5,383,734 (38.8%)	4,976,596 (35.8%)	1,349,081 (9.7%)
단독	3,797,112 (27.3%)	301,950 (8.0%)	876,094 (23.1%)	1,455,633 (38.3%)	1,163,435 (30.6%)
아파트	8,185,063 (59%)	1,719,228 (21.0%)	3,652,353 (44.6%)	2,690,159 (32.9%)	123,323 (1.5%)
다세대/ 연립	1,750,116 (12.6%)	137,483 (7.9%)	805,201 (46.0%)	766,094 (43.8%)	41,338 (2.4%)
비거주용 건물내주택	151,280 (1.1%)	15,499 (10.2%)	50,086 (33.1%)	64,710 (42.8%)	20,985 (13.9%)

출처: 통계청 조사관리국 인구총조사과(2010)

- 특히 단독주택의 경우 1,163,435호가 단열기준이 전혀 적용되지 않은 1979년 이전에 지어진 주택이고 이는 전체의 약 30.6%에 달함
- 거주가구의 주택 점유형태는 2010년 기준 자가 소유가 54.2%, 전세 21.7%, 월세/사글세 21.5%임
- 자가 소유의 비율은 1995~2010년 사이 74.9%에서 54.2%로 크게 감소하였으나, 전세나 월세/사글세는 지속적으로 증가하고 있는 추세
- 2001년 이전에 건축되어 단열기준이 낮거나 혹은 전혀 적용되지 않은 주택이 과반수이며 단독·다가구 주택은 현재까지도 규제의 대상이 아님

<표 2-2> 가구의 주택 점유형태

구분	합계	자가	전세	월세/사글세	무상
1995년	9,200,964 (100.0%)	6,893,185 (74.9%)	1,487,786 (16.2%)	583,777 (6.3%)	236,216 (2.6%)
2000년	10,959,212 (100.0%)	7,735,057 (70.6%)	2,122,422 (19.4%)	797,817 (7.3%)	303,916 (2.8%)
2005년	15,887,128 (100.0%)	8,828,100 (55.6%)	3,556,760 (22.4%)	3,011,855 (19.0%)	490,413 (3.1%)
2010년	17,339,422 (100.0%)	9,389,855 (54.2%)	3,766,390 (21.7%)	3,719,517 (21.5%)	463,660 (2.7%)

출처: 통계청 조사관리국 인구총조사과(2010)

□ 국내 정책 현황

- 주택 에너지효율 개선사업(에너지재단)
  - 2007년부터 사업이 시작되었으며 최근 5년간 약 22만 8천 가구를 지원
  - 지원내용은 시공지원으로 단열공사, 창호공사, 바닥공사 등을 하고 물품지원으로 가스보일러, 기름보일러, 연탄보일러를 저소득층에 지원
  - 가구당 100만원의 예산을 책정하고 있으나, 시행기관별 총 지원가구 중

20%는 범위 내에서 가구당 150만원까지 지원이 가능

<표 2-3> 주택 에너지효율 개선사업의 효과

시공지원	사업전 열손실 (%)	사업후 열손실 (%)	효율개선 효과(%)	에너지구입비용 절감액(천원)	총절감 효과(억원)
단열공사	39	7	32	274	27.4
창호공사	45	15	30	257	24.3
보일러교체	-	-	6	51	1
냉장고	82Kwh/월	82Kwh/월	82Kwh/월	84	1.3

출처: 한국에너지재단(2012), 저소득층 에너지효율 개선사업

○ 희망의 집수리사업(한국주거복지협회)

- 2011년을 시작으로 희망의 집수리사업은 2020년까지 총 1,000세대에 주택 에너지효율 개선을 목표
- 주택 개보수, 생활환경 개선, 고효율 기기로의 교체가 주요 사업

<표 2-4> 희망의 집수리사업 주요 사업 내용

구 분	개선 효과
에너지효율화 집수리사업	주택 에너지효율 개선을 위한 주택 개보수
긴급집수리 공사	열악한 생활환경의 개선
소액보수지원사업	저효율 조명/가전기기를 고효율 기기으로 교체
가정에너지 코디네이터 사업	주택 개보수 후 에너지 절약 방법의 홍보, 교육

출처: 제5에너지(2011), 현대제철 '희망의 집수리' 사업 에너지진단 보고서

○ Kogas 온누리 사업

- 온누리 사업은 주거환경 개선보다는 보일러 교체, 바닥단열, 벽단열, 창호 교체 등 에너지효율 개선을 위한 개보수 공사를 지원
- 가스공사는 2010년(1차년도) 총 14.3억원의 예산으로 681개 가구에 대한 난

방비 지원과 87개 저소득 가구, 71개 사회복지시설에 대한 시설공사 지원

<표 2-5> Kogas 온누리 사업 지원내용

구 분		지원 대상	지원 규모	지원금액
난방비 지원 (3개월분)	난방유	476가구	600 ℓ	396,010,500원
	LPG	35가구	150kg	
	연탄	170가구	450장	
에너지 효율 개선공사	저소득 가구	87개소	최대 330만원	816,912,629원 단열, 창호, 바닥 보일러 등
	취약사회 복지시설	41개소	최대 2000만원	
	자활시공업체	30개소		

출처: 서명지(2010), 2010 Kogas 온누리 사업 사례발표

□ 해외 정책 현황

- 기존주택 효율향상을 위해 국가적 차원에서 실시하는 대표적 정책들이 있음
  - 대표적으로 미국의 주택단열지원 프로그램(WAP), 영국의 PAYS 프로그램, 독일의 CO<sub>2</sub> 건물개수프로그램(CO<sub>2</sub> - Gebäudesanierungs programm)이 있음
  - 이러한 정책들은 저소득층이 아닌 일반주택을 대상으로 하는 통합적인 주택 에너지효율 개선정책임
  - 각국은 에너지효율 개선뿐만 아니라 주거환경의 개선, 온실가스 감축, 효율 개선으로 인한 에너지비용의 감소와 같은 편익을 동시에 누리고 있음

□ 국내외 시사점

- 선진국들은 국가적 차원에서 주택 에너지효율 개선, 주거환경의 개선 등 통합적인 건물 및 주택 에너지 효율개선 정책을 수립
  - 국내에서도 주택 에너지효율 개선을 위한 사업을 시행하고 있으나 국가적 차원에서 이루어지지 않는 한계로 인해 효과 미미

- 이로 인해 사업대상선정이나 시공기술, 그리고 개보수 후 평가방법 등 여러 가지 측면에서 개선의 여지가 많음
- 특히 법이나 제도의 마련과 사업재원의 확보, 정부·민간·기업의 협력체제 구축, 기술적 지원체계의 확립 등 포괄적인 대안이 제시될 필요가 있음

#### □ 건물 에너지소비와 경제성장간의 인과관계를 분석

- 인과관계의 분석결과 먼저 두 변수 간에는 장·단기적으로 인과관계가 있는 것으로 나타났고 쌍방향의 인과성이 있는 것으로 분석
- 이는 건물부문 에너지정책이 국가경제에 영향을 미치며, 에너지정책과 경제성장이 쌍방 간에 유의미한 영향을 주는 것을 의미
- 건물부문의 강력한 에너지 절약 정책의 실행은 국가경제의 위축을 가져와 경제성장을 저해할 수도 있으므로 정부는 이를 유념하여 정책 시행 필요

#### □ 주택 난방에너지 성능 분석

- 주택개보수를 통한 에너지 절감량 분석을 위해 표준건물을 선정하고 건물 에너지 분석프로그램인 PHPP 2007을 이용하여 시뮬레이션 분석을 실시
- 현행 건축물의 에너지절약설계기준의 단열규정에 따라 전면적인 지붕·외벽의 내단열, 바닥단열, 그리고 단열창호를 설치한 경우 고려
- 주택모델의 연간 난방에너지 요구량은  $12,032\text{kWh}/(\text{m}^2\cdot\text{a})$ 이며, 연간 단위면적당 난방에너지는  $91\text{kWh}/(\text{m}^2\cdot\text{a})$ 로 계산됨
- 기존 일반 보일러(열효율 70%)를 사용할 경우 난방에너지의 사용량은  $130.0\text{kWh}/(\text{m}^2\cdot\text{a})$ 이며, 고효율 보일러(열효율 87% 이상) 설치의 경우로 계산하면  $104.6\text{kWh}/(\text{m}^2\cdot\text{a})$ 임

<표 2-6> 각 주택모델의 난방에너지 요구량과 소비량

구 분	난방에너지 요구량 [ kWh/(㎡·a) ]	난방에너지 소비량 [ kWh/(㎡·a) ]	
		기존보일러 사용시 (열효율70%)	고효율 보일러 사용시(열효율 87%)
단열규정 미적용의 주택모델	496	708.6	570.1
건물외피 내단열 및 단열창호 설치 주택모델	91	130.0	104.6
건물외피 내단열만 설치한 주택모델	109	155.7	125.3
건물외피 내단열 및 단열창호 설치 주택모델/건축물 에너지효율등급 인증제도의 따른 계산방법의 경우	68	97.1	78.2

- 단열규정에 따라 지붕·외벽의 내단열, 바닥단열만을 적용한 경우에는 주택 모델의 연간 난방에너지 요구량은 14,352kWh/(㎡·a)임
- 단열조치를 취하지 않은 주택모델에 비해 최대 약 82%의 난방에너지의 절감이 가능한 것으로 계산

□ 주택 에너지효율 개선사업 추진전략

○ 사업대상

- 주택유형분석에 의하면 2010년 기준 약 380만 가구가 단독주택에, 810만 가구가 아파트에, 175만가구가 다세대/연립에 거주
- 이들 중 약 500만 가구가 건물연한이 20년에서 33년 사이인 주택에 거주
- 건물 연한이 33년 이상인 주택은 건물의 노후화로 인해 개보수 대상이 될 수도 있으나, 경우에 따라 재건축을 고려해야 하므로 대상에서 제외
- 따라서 건물연한이 20년에서 33년 사이인 주택 약 500만 가구를 개보수 대상주택으로 하되, 상대적으로 개보수 효과가 큰 단독주택을 1차 대상

<표 2-8> 건축연도별, 주택유형별 주택수

구분	합계	준공 연도			
		2005-2010	1995-2004	1980-1994	1979 이전
합계	13,883,571 (100%)	2,174,160 (15.7%)	5,383,734 (38.8%)	4,976,596 (35.8%)	1,349,081 (9.7%)
단독	3,797,112 (100%)	301,950 (8.0%)	876,094 (23.1%)	1,455,633 (38.3%)	1,163,435 (30.6%)
아파트	8,185,063 (100%)	1,719,228 (21.0%)	3,652,353 (44.6%)	2,690,159 (32.9%)	123,323 (1.5%)
다세대/ 연립	1,750,116 (100%)	137,483 (7.9%)	805,201 (46.0%)	766,094 (43.8%)	41,338 (2.4%)
비거주용 건물내 주택	151,280 (100%)	15,499 (10.2%)	50,086 (33.1%)	64,710 (42.8%)	20,985 (13.9%)

출처: 통계청 조사관리국 인구총조사과(2010)

- 1980~1994년 기간에 건축된 약 145만호의 단독주택부터 시작을 하고 추후 대상을 확대
- 사업시행 초기에는 생산라인에서의 공급의 제한과 정부재원의 한계를 감안 하면 지원 대상을 연간 10만호 정도로 시작

<표 2-9> 주택크기별 분류(2010)

구분	전국				
	합계	단독주택	아파트	연립주택	다세대주택
계	13,883,571	3,797,112	8,185,063	503,630	1,246,486
20㎡ 이하	26,008	14,811	1,806	1,312	2,908
20㎡ ~ 40㎡	1,241,183	217,240	711,469	34,934	256,224
40㎡ ~ 60㎡	4,080,204	549,722	2,870,901	174,654	466,654
60㎡ ~ 85㎡	4,881,601	1,054,729	3,267,484	178,252	350,574
85㎡ ~ 100㎡	1,018,083	661,558	180,901	52,279	99,368
100㎡ ~ 130㎡	1,204,192	363,637	716,290	41,515	62,940
130㎡ ~ 165㎡	829,434	419,745	371,212	13,019	6,418
165㎡ ~ 230㎡	355,061	279,646	59,861	6,463	1,126
230㎡ 초과	247,805	236,024	5,139	1,202	274

출처: 통계청 조사관리국 인구총조사과(2010)

○ 주요사업내용

- 제도적·재정적 제약 아래 시행가능 한 사업 중심으로 추진하는 것이 바람직하며 벽·지붕 단열, 창호시스템 교체, 보일러 교체를 중점적으로 시행
- 수요자의 재정적 부담을 축소하거나 최소화하기 위하여 아래와 같은 주택 에너지효율 개선의 핵심 기술만을 적용하는 것으로 그 범위를 축소
  - 단열강화: 벽단열(단열재 100mm)  
지붕 또는 천장의 단열 시공(단열재 100mm)
  - 창문교체: 3중창 또는 고효율 창틀(3중창 또는 복층 로이유리)
  - 보일러 교체: 콘덴싱보일러로 교체(일반보일러보다 10~29% 고효율)

○ 사업시나리오

- 앞선 장에서 주택개보수시 개보수 이전 대비 최대 82%까지 효율이 개선됨을 보였으나, 여기서는 30% 및 50% 에너지효율이 향상되는 두 가지 경우 고려
- 가구당 연간 광열비는 140만원으로 이는 2012년 통계청 “가계동향조사” 원자료를 이용하여 추정하였으며 2인 이상 가구의 연간 평균 지출비용임

<표 2-10> 정책시나리오

주요 정책	정책시나리오
주택 에너지 효율 향상 정책	기존주택(약 500만호)을 2014년부터 매년 10만호씩 개보수를 통해 주택부문 에너지효율을 30%~50% 개선

<표 2-11> 주택 에너지효율 개선(안)

구 분	비 고
지원대상	*기존 주택 약 500만호 *초기지원대상은 1980~94년에 지어진 단독 주택 145만호 *연간 10만 가구 개보수
지원내용	*벽면단열(단열재 100mm), 지붕단열(단열재 100mm), 창호 교체(복층로이유리 또는 3중창), 보일러 교체
기초공사비	*초기공사비를 1000만원과 1500만원의 두 가지 산정, 1000만원*7만호=7000억원, 1500만원*3만호=4500억원 *총 소요예산: 7000억+4500억=1조 1500억원(민간자금 활용)
비용회수 분석	*개보수시 30%, 50% 에너지효율이 향상되는 경우 *상환기간은 15년 장기저리융자(대출이자 2%, 이차보전 3%) *초기투자비 1000만원, 1500만원 *할인율 5%

- 초기투자비 충당을 위한 대출금에 대한 상환이자는 장기융자(5%; 2% 개인 부담, 3% 정부 이차보전)로 대출기간은 15년으로 산정

○ 정부지원(이차보전)

- 2014~2028년까지 15년간 총 150만 가구에 대해 이차보전 지출 계산
- 정부의 이차보전 액수는 첫해 292억원을 시작으로 증가하여 2028년도에 2,335억원을 피크로 이후 점차 감소하여 2042년에서 190억원을 마지막으로 상환 종료(참고자료 참조)
- 에너지절감편익은 첫해 2014년에 504억원의 편익을 시작으로 점차적으로 증가하여 2037년도에 1조 1,560억원의 에너지 절감 편익을 보이다가 2052년을 마지막으로 절감편익이 912억원이 될 전망(참고자료 참조)
- 한편, 사회적 편익, 즉 온실가스감축 편익, 에너지수입 감소 편익, 발전소

및 송배전 추가설립 회피 편익 등을 포함하면 더 커질 전망

○ 재원확보방안

- 재원마련은 자본시장에서 녹색장기예금에 가입 또는 녹색채권을 발행함으로써 조성된 재원을 이용
- 정부는 5년 또는 10년짜리인 장기예금 및 채권을 공급하면 투자자가 매입하는 방식으로 이자소득에 대한 비과세 혜택을 통해 장·단기기간 금리차를 보전함으로써 개인투자자들의 참여를 유도

<표 2-12> 개보수 자금 예시

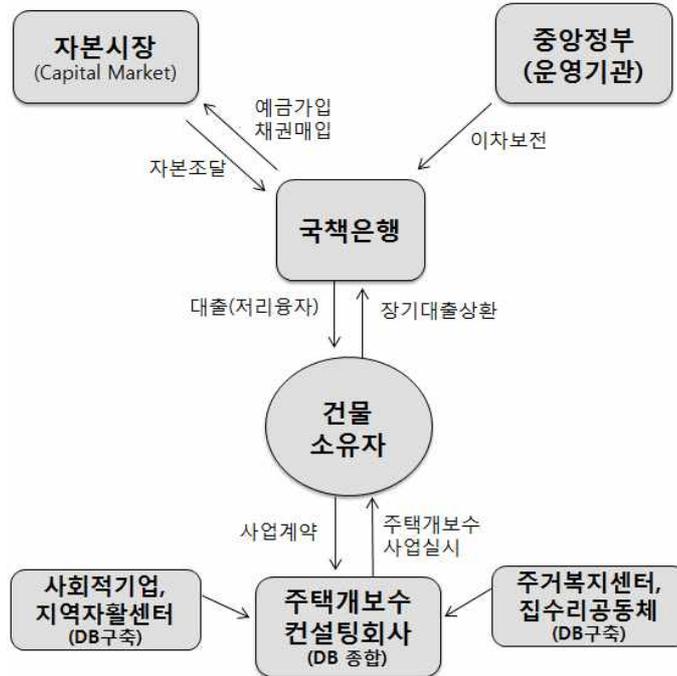
	녹색펀드	녹색예금	녹색채권
세제지원	배당소득 비과세 소득공제(10%, 300만원)	이자소득비과세	이자소득비과세
가입한도	1인당 3천만원	1인당 2천만원	1인당 3천만원
만기	5년 이상	5년 이상	5년 이상

○ 추진체계

- 운영기관은 정부가 맡으며 정부는 대부분의 경우 민간자본시장(Capital Market)에서 재원을 조성하여 정부가 이차보전을 하는 방식을 채택
- 운영기관은 주택개보수 컨설팅회사의 허가 및 지원(공인된 사업자만 사업가능), 개보수사업의 성과를 평가, 성과보증에 대해 시행주체와 더불어 연대 보증하는 역할을 담당
- 정부의 인증을 받은 주택개보수 컨설팅회사는 주택의 에너지 진단, 성능평가, 개선안 및 주택 개보수 편익 제시
- 또한 지역의 주거복지센터, 사회적 기업, 사회복지기관, 자활센터 등과 연계하여 네트워크를 구성하여 사업의 비용을 최소화하여 시행해야 함

- 컨설팅회사는 주택 개보수사업 시행 및 에너지서비스까지 제공하는 원 스톱 쇼핑을 실시하도록 하며, 사업에 대한 성과보증을 책임짐

[그림 2-13] 사업추진체계



### Ⅲ. 정책 제언

#### □ 주택 에너지효율 개선과 개보수 사업의 활성화를 위해 고려해야 할 사항

- 주택의 효율개선사업을 위한 선행조건은 신뢰성 있는 에너지 진단임
  - 우수한 에너지 진단 프로그램을 개발·이용하여 정확한 에너지 진단을 해야 하고, 그 진단 결과는 투명하게 공개되어야 함
  - 효율개선사업에 대한 결과가 축적되면 정부는 에너지 절감량, 온실가스 감축량 등과 같은 것을 표준화 및 문서화시켜 누구든지 이 사업을 추진할 수 있도록 수요자들을 장려해야 함
- 주택개보수 사업을 원활하게 실시하기 위해서는 대상선정방법이나 시공기술 그리고 에너지 평가방법 등의 개선이 필요
  - 법이나 제도적 장치의 마련도 보장되어야 하며 높은 초기투자비 지원을 위한 재원의 확보도 이루어져야 함
  - 정부·지역사회·기업의 협력체제가 구축되어야하며 주택 효율개선을 위한 기술적 지원체계의 확립 등 포괄적인 대안이 제시되어야 함
  - 본 연구에서 제시한 이차보전을 이용한 재원지원방안과 추진체계가 그 실효성을 확보하기 위해서는 세부적인 계획이 필요함
- 사업을 본격적으로 시작하기 전에 시범사업을 실시하고 오픈하우스를 구축하는 것이 필요
  - 시범지구 사업을 기초로 주택개보수 적용기술에 대한 우선순위 설정 등 사업의 기준을 마련해야함
  - 또한 방문하여 체험할 수 있고, 누구든 필요한 정보를 얻을 수 있는 오픈

## 하우스 및 정보의 공유도 필요

- 오픈하우스의 경우, 최첨단 기술을 적용한 모델하우스가 아닌 현재 적용하고 있는 비용효과적인 기술을 중심으로 만들어져야 함
- 주택개보수 사업의 가이드라인이 필요하며 추진체계 구축이 요구됨
  - 도시 재정비 촉진 지구나 주거환경 개선 지구와 같은 지역을 대상으로 사업을 검토할 필요가 있음
  - 주택 효율개선의 편익에 대한 정보를 제공하고 에너지 진단을 실시하며 사업에 대한 에너지 절감효과나 성과 분석을 통해 프로그램의 효과를 측정
  - 또한 주택 에너지효율 개선과 신재생에너지 설치 관련 사업을 종합적으로 검토하여 투자의 효과성을 높일 필요가 있음
- 지역경제 활성화를 위한 그린비즈니스가 지원되어야 함
  - 먼저 에너지 진단 및 컨설팅을 제공할 수 있는 사회적 기업을 육성해야 함
  - 이 사회적 기업들이 전문적인 인력을 확보하고 사업 추진에 있어 경쟁력을 갖출 수 있도록 정부의 충분한 지원이 제공되어야 함
  - 고기능 단열, 창호 등 중간 정도의 기술들은 건축·건설 관련 업자들의 진입이 용이한 장점이 있음
  - 또한 지역에 기반을 두고 있어 지역경제 활성화에도 기여하여 새로운 일자리를 창출 할 것임
  - 따라서 지역 내 대학이나 공공기관 또는 관련 기관을 통해 전문가를 양성하는 프로그램을 마련할 필요가 있음

## IV. 기대 효과

### □ 주택개보수로 고용창출과 경제성장에 기여

- 산업부문의 강력한 에너지효율개선은 생산 감축으로 인한 경제성장을 저해할 위험이 있지만, 건축물 효율개선 사업은 건설경기 활성화 및 일자리 창출로 경제성장에 기여하는 장점이 있음
- 주택효율 개선사업으로 우리나라는 에너지절감으로 인한 에너지 수입 감소의 효과와 국가 에너지 안보를 도모하고 온실가스 감축의 효과도 있음

### □ ESCO사업자들의 참여 활성화

- 현재 주택 개보수는 투자대비 회수기간이 길고 또한 공사규모가 크지 않아 ESCO사업자들이 투자를 꺼리고 사업 참여도 저조한 실정
  - 따라서 정부의 적절한 재원마련 및 지원이 현실화 되면 ESCO 사업자의 참여가 활발히 이루어 질 것으로 기대
  - 따라서 주택 에너지효율 개선사업은 초기에는 국가가 주도적으로 앞장서고 민간이 참여하는 방식으로 시장메커니즘의 창출이 필요

## < 참고자료 >

### 1. 참고문헌

김민경(2012), “서울시 단독주택 난방에너지효율개선사업 활성화 방안”, 서울연구원

김철환(1998), “한국의 에너지소비와 경제성장 사이의 인과관계: 오차수정모형”, 한국경제연구 제1권, 한국경제연구학회, 129-155

박기현·김진경(2013), “부문별 에너지소비와 경제성장의 인과관계 분석”, 에너지경제연구, 12(2)

백정훈, 태성호, 신성우(2009), “기존 주택의 에너지효율 개선을 위한 정책방안에 관한 연구”, 대한건축학회지, 제25권 제10호

서명지(2010), 2010 Kogas 온누리 사업 사례발표

이성근(2010), “가정부문 용도별 에너지소비량 및 소급추정에 관한 연구”, 에너지경제연구원 기본연구보고서

제5에너지(2011), “현대제철 ‘희망의 집수리’ 사업 에너지진단 보고서”

국가에너지위원회(2008), “제1차 국가에너지기본계획(2008~2030)”

에너지경제연구원(2011), “건물 에너지효율개선을 위한 재정지원 방안”

\_\_\_\_\_ (2012), 에너지통계연보

독일연방 경제·기술부 홈페이지(<http://www.bmwi.de>)

미국 WAP 홈페이지(<http://www1.eere.energy.gov/wip/wap.html>)

유럽연합 집행위원회 홈페이지(<http://ec.europa.eu>)

통계청, 국가통계포털(KOSIS, [www.kosis.kr](http://www.kosis.kr))

한국에너지재단, 저소득층 에너지효율개선사업

(<http://www.energylove.or.kr/energy/welfare/welfare.asp?FareNumb=02>)

Apergis, N., Payne, J.E. 2009. "Energy consumption and economic growth in Central America: evidence from a panel cointegration and error correction model.", *Energy Economics* 31, 211 - 216.

BFE(Bundesamt für Energie), 2002. Wärmebrückenkatalog

Chen, S.-T., Kuo, H.-I., Chen, C.-C. 2007. "The relationship between GDP and electricity consumption in 10 Asian Countries." *Energy Policy* 35, 2611 - 2621.

Dong, Hong, Shin,. 2011. "Instationäre Wärme- und Feuchtestromsimulation zur Prüfung der Einsatzmöglichkeit von Passivhauskomponenten unter den limarandbedingungen Südkoreas", TU-Berlin

Engle, R. F. and C.W.J. Granger. 1987. "Cointegration and Error Correction: Representation, Estimation, and Testing." *Econometrica*, 55, 251-276.

Granger, C. W. J. 1969. "Investigating Causal Relation By Econometric and Cross-Sectional Method." *Econometrica*, 37, 424-438.

Gonzalo, J. 1994. "Comparison of Five Alternative Methods of Estimating Long-Run Equilibrium, Relationships." *Journal of Economics*, Vol.60, No. 12, pp.203~233.

Hwang, D.B.K and B. Gum. 1991."The causal relationship between energy and GNP: the case of Taiwan." *Journal of Energy and Development*, Vol.16, pp.219~226

- ICC. 2008. "Climate Change 2007-Synthesis Report"
- IEA. 2011. World Energy Balance
- Johansen, S. and K. Juselius. 1990. "Maximum Likelihood Estimation and Inference on Cointegration with Application to the Demand for Money." Oxford Bulletin of Economics and Statistics, 52, 169-210.
- Jumbe, C.B.L. 2004. "Cointegration and causality between electricity consumption and GDP: empirical evidence from Malawi." Energy Economics 26, 61 - 68.
- Kraft, J. and Kraft A. 1978. "On the Relationship Between Energy and GNP." Journal of Energy and Development, 3, 401-403.
- Maddala, G.S. 1992. Introduction to Econometrics, Macmillan.
- Mozumder, P. and Marathe, A.. 2007. "Causality Relationship Between Electricity Consumption and GDP in Bangladesh." Energy Policy, 35, 395-402.
- National Board of Housing, Building and Planning. 2005. Housing Statistics in the European Union 2004
- Oh, W. K. and Kihoon Lee. 2004a. "Causal Relationship Between Energy Consumption and GDP Revisited: the Case of Korea 1970-1999." Energy Economics, 26, 51-59.
- Payne, J.E. 2009. On the dynamics of energy consumption and output in the US. Applied Energy 86, 575 - 577.
- Perman. P. 1991. "Cointegratuib: An Introduction to the Literature." Journal of Economic Studies, Vol.18, No 3, pp.3~20.

- Shiu, A. Lam, P. 2004. "Electricity consumption and economic growth in China." *Energy Policy* 32, 47 - 54. 4
- Sims, C. A. 1972. "Money, Income and Causality." *American Economic Review*, September, 540-552.
- Squalli, J. 2007. "Electricity consumption and economic growth: bounds and causality analyses for OPEC members." *Energy Economics* 29, 1192 - 1205.
- Stern, D. I. 1993. "Energy and Growth in the U.S.: A Multivariate Approach." *Energy Economics*, 15, 136-150.
- Toda, H. Y. and Phillips, P. C. 1993. "Vector Autoregressions and Causality." *Econometrica*, 61, 1367-1393.
- UK Green Building Council. 2009. Pay As You Save Financing Low Energy Refurbishment in Housing.
- Yoo, S. 2005. "Electricity consumption and economic growth: evidence from Korea." *Energy Policy* 33, 1627 - 1632.

<이차보전지출 중기계획>

연도별 지원연도	연도별 재정부담액(단위:십억원)																													
	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042	
2014	29.2	27.2	25.3	23.4	21.4	19.5	17.5	15.6	13.6	11.7	9.7	7.8	5.8	3.9	1.9															
2015		29.2	27.2	25.3	23.4	21.4	19.5	17.5	15.6	13.6	11.7	9.7	7.8	5.8	3.9	1.9														
2016			29.2	27.2	25.3	23.4	21.4	19.5	17.5	15.6	13.6	11.7	9.7	7.8	5.8	3.9	1.9													
2017				29.2	27.2	25.3	23.4	21.4	19.5	17.5	15.6	13.6	11.7	9.7	7.8	5.8	3.9	1.9												
2018					29.2	27.2	25.3	23.4	21.4	19.5	17.5	15.6	13.6	11.7	9.7	7.8	5.8	3.9	1.9											
2019						29.2	27.2	25.3	23.4	21.4	19.5	17.5	15.6	13.6	11.7	9.7	7.8	5.8	3.9	1.9										
2020							29.2	27.2	25.3	23.4	21.4	19.5	17.5	15.6	13.6	11.7	9.7	7.8	5.8	3.9	1.9									
2021								29.2	27.2	25.3	23.4	21.4	19.5	17.5	15.6	13.6	11.7	9.7	7.8	5.8	3.9	1.9								
2022									29.2	27.2	25.3	23.4	21.4	19.5	17.5	15.6	13.6	11.7	9.7	7.8	5.8	3.9	1.9							
2023										29.2	27.2	25.3	23.4	21.4	19.5	17.5	15.6	13.6	11.7	9.7	7.8	5.8	3.9	1.9						
2024											29.2	27.2	25.3	23.4	21.4	19.5	17.5	15.6	13.6	11.7	9.7	7.8	5.8	3.9	1.9					
2025												29.2	27.2	25.3	23.4	21.4	19.5	17.5	15.6	13.6	11.7	9.7	7.8	5.8	3.9	1.9				
2026													29.2	27.2	25.3	23.4	21.4	19.5	17.5	15.6	13.6	11.7	9.7	7.8	5.8	3.9	1.9			
2027														29.2	27.2	25.3	23.4	21.4	19.5	17.5	15.6	13.6	11.7	9.7	7.8	5.8	3.9	1.9		
2028															29.2	27.2	25.3	23.4	21.4	19.5	17.5	15.6	13.6	11.7	9.7	7.8	5.8	3.9	1.9	
합계	29.2	56.4	81.7	105.1	126.5	146.0	163.5	179.0	192.7	204.3	214.1	221.8	227.7	231.6	233.5	204.3	177.1	151.8	128.4	107.0	87.6	70.1	54.5	40.9	29.2	19.5	11.7	5.8	1.9	





정책 이슈페이퍼 13-13

## 에너지관리시스템(EMS) 산업 육성 방안

이성인

### 목 차

- I. 배경 및 문제점 / 289
- II. 조사 및 분석 결과 / 292
- III. 정책 제언 / 300
- VI. 기대 효과 / 304
- <참고자료> / 307



에너지경제연구원  
KOREA ENERGY ECONOMICS INSTITUTE



## I . 배경 및 문제점

### 1. 연구 배경

- 기후변화 및 에너지 부족이 인류의 생존을 위협하는 문제로 다가옴에 따라 세계 각국은 지구 온난화의 주요 원인인 이산화탄소 배출량을 규제
  - 이산화탄소 발생의 주요 원인인 화석연료 사용을 줄이기 위해 에너지 소비 절감 및 효율화에 대한 사회적 요구가 점차 증가
  - 신재생에너지 등 저탄소 에너지공급시스템과 함께 에너지 소비 및 탄소배출 저감을 위한 고효율 에너지수요시스템 구축이 더욱 강조
- 에너지 효율 향상을 위한 가장 효과적인 접근 방법 중 하나는 합리적 에너지 사용을 위한 체계적인 에너지관리
  - 에너지관리를 기반으로 에너지 효율을 최적화하는 지능형 에너지 공급 및 사용체계를 구축하여 이용하는 것이 새로운 방안으로 부상
  - 에너지 사용을 최적화하기 위해서는 에너지 생산 및 공급(전기, 가스, 열)과 에너지 소비원에 대해 부문별 최적화와 함께 각 분야 간 상호 연계 융합이 필수적이며, 이를 위해 에너지와 ICT, 엔지니어링 기술이 융합된 다양한 에너지관리시스템이 필수적으로 요구될 것으로 예측

## 2. 연구 필요성 및 목적

### □ 연구 필요성

- 국내에서도 에너지의 체계적인 관리와 에너지의 효율적 사용을 위한 통합 솔루션인 에너지관리시스템의 도입 필요성이 점증
- 에너지를 사용하는 사용자 중심의 에너지관리시스템을 구축하고 에너지를 사용하는 조직 구성원 전체가 참여하여 적은 비용으로 많은 효과를 거둘 수 있는 모니터링 및 ICT 기반의 에너지관리시스템 보급 및 확산이 필요
  - 국내 현황에 맞는 에너지 절약 및 온실가스 감축을 위하여 ICT 기술을 활용하여 에너지관리시스템을 개발하고 산업, 건물, 주택 부분에 도입하고 있으나 아직 초기단계인 상황
- 에너지정책은 공급 위주 정책에서 수요관리정책으로 패러다임 변화. 또한 에너지관리 방식도 과거 매뉴얼에 따른 수동적 관리에서 ICT를 활용한 능동적 관리로 패러다임 변화
  - 에너지절감을 위해서는 에너지가 어디서 얼마나 사용되고 있는지 파악하여 낭비되고 있는 요인과 개선 방안을 찾아 실천에 옮길 수 있는 강력한 수단 필요
  - 에너지관리 수단으로 에너지 흐름의 모니터링 기능과 제어기능을 제공하는 에너지관리시스템(EMS: Energy Management System)이 세계적으로 크게 주목

## □ 연구 목적

- 국내외 정책 동향 및 시장 현황 분석을 통해 에너지관리시스템 보급 확산을 위한 정책 방향을 모색하고, 에너지관리시스템의 산업 육성 및 보급 활성화를 위한 추진 과제 도출
- 에너지이용을 종합적으로 관리·절감할 수 있는 IT기반 에너지관리시스템(EMS) 표준모델 보급촉진 방안 검토
- 중소 건물 및 중소기업을 대상으로 에너지관리시스템 구축·보급 지원방안 검토
- EMS 보급의 시너지 제고를 위해 신축 건축물은 설계단계부터 허가기준에 반영하는 방안 검토하고, 기존 건축물의 경우는 ESCO사업으로 추진방안 검토
- 수용가에 보급된 에너지관리시스템을 활용한 에너지관리 및 컨설팅 서비스 사업자 육성방안 마련

## □ 참고 : EMS의 종류별 특징

- HEMS : 가정용 에너지관리시스템으로서, 가정 내 에너지의 흐름과 사용량을 수치로 확인 가능
- BEMS : 빌딩 에너지관리시스템으로서, 에너지 모니터링 시스템이 설치되어 있어 실시간으로 에너지 소비 현황을 파악할 수 있고, 사용 상황이 이상하다고 판단될 경우에는 자동으로 조절하거나 담당자 또는 관련 부서에 통보하여 절전 등을 유도
- FEMS : 공장 에너지관리시스템으로서, 에너지 사용 합리화와 설비·기기의 토탈 라이프 사이클(Total Life Cycle) 관리가 가능

- CEMS : 지역 에너지관리시스템으로서, 전력 계통의 하류 측 설비에 대해 감시·제어하는 동시에 개별 수요자의 지역 전체의 에너지를 관리

## II . 조사 및 분석 결과

### □ EMS 개요

- 정의
  - EMS(Energy Management System)는 에너지 흐름과 사용의 시각화 및 최적화를 위한 에너지관리 솔루션
  - ICT 기술을 이용 시각화(모니터링) 및 제어 기술을 이용 최적화
- 구성요소
  - 하드웨어 및 소프트웨어 기술로 구성

[그림 2-1] EMS 구성 하드웨어 및 소프트웨어

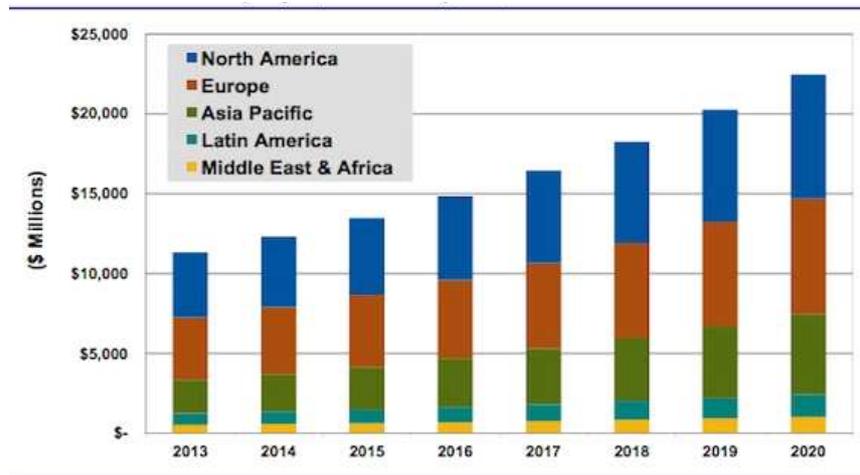


- 적용대상
  - HEMS(Home EMS), BEMS(Building EMS), FEMS(Factory EMS)
  - CEMS(Community/City EMS) : 지역에너지관리시스템

□ 세계 EMS 시장전망

○ 세계 산업용 EMS 시장: '13년 113억\$ ⇒ '20년 224억\$(연평균 10.3%)

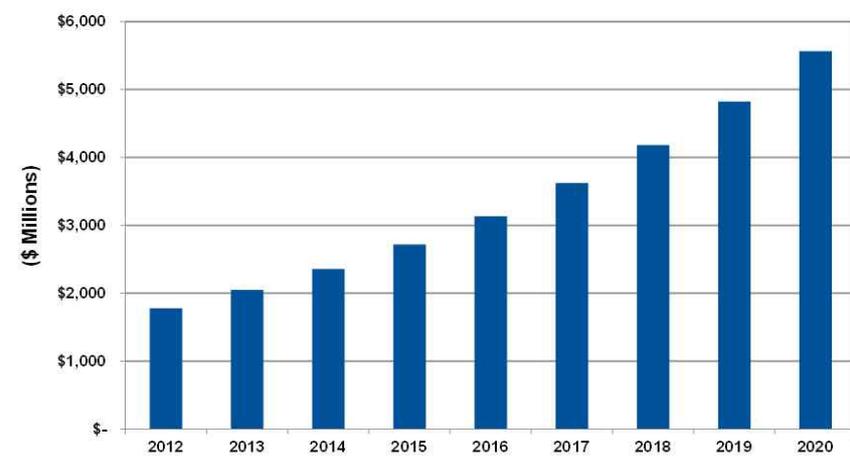
[그림 2-2] 세계 산업용 EMS 시장 전망



자료: Navigant Research(<http://www.navigantresearch.com/>)

○ 세계 빌딩용 EMS 시장: '12년 18억\$ ⇒ '20년 56억\$(연평균 15.2%)

[그림 2-3] 세계 BEMS 시장 전망



자료: Navigant Research(<http://www.navigantresearch.com/>)

- 미국, EU, 일본, 중국 등 세계 주요 국가들은 전기자동차 구매 보조금 지원, 세제 혜택 등의 금전적인 인센티브 제공

## □ 주요국의 EMS 정책

### ○ 주요국의 정책동향

- 일·미·유럽 등에서 기술개발 및 실증 연구 활발히 진행
  - EMS 기술개발 및 보급 확산을 위해 지역에너지관리시스템인 CEMS(스마트시티) 실증사업 활발하게 추진
  - 지역 특성, 수요자 생활스타일, 수용성을 고려한 제어 기술 개발과 지역 에너지관리 서비스와의 연동 기술, 전력 계통운용과 연계 제어 기술 개발과 실증 연구 진행
- 일본은 세계 최초로 '02년부터 BEMS 설치 보조금 지원제도 도입 시행. 후쿠시마 정전사태 이후 중소 빌딩뿐만 아니라 일반가정 및 공동주택을 대상으로 BEMS·HEMS와 MEMS(아파트 EMS) 설치에 대해 보조 지원
- 미국 에너지부(DOE)은 5개년 스마트 그리드 연구개발 계획(2010~2014년)을 수립하여 4개 분야(기준과 표준화, 기술개발, 모델링, 분석)에 대해 연구개발 추진
- 독일은 ICT를 활용 미래 에너지시스템 구축 (E-Energy) 프로젝트를 추진. 동 프로젝트는 6개 지역을 대상으로 2008년부터 2013년까지 계획 실증사업 추진
- 일본, 미국, EU 등 선진국은 EMS 도입 확산 유도를 위해 보조금 지원, VA 및 친환경건축물 인증 등 기존 제도와 연계하여 보급 확대 정책 시행

- 일본 : EMS 기술개발 및 보급정책 선도
  - 2002년부터 BEMS 보조금제도 도입 시행
    - 현재 BEMS, HEMS, MEMS 설치 보조금 지원
  - 국가 에너지혁신기술(21개)의 하나로 EMS 기술개발 추진
    - 차세대 에너지·사회시스템 실증사업(10-14년) 추진 : 4개 지역

<표 2-1> 6개 분야별 21개 에너지혁신기술

분야	21개 에너지 혁신 기술
발전·송전 기술분야 (6개 기술)	(1) 고효율천연가스화력발전
	(2) 고효율석탄화력발전
	(3) 이산화탄소 회수, 저장(CCS)
	(4) 혁신적 태양광발전
	(5) 선도적 원자력발전
	(6) 초전도 고효율 송전
수송기술 분야 (4개 기술)	(7) 지능형 도로 교통 시스템
	(8) 연료전기자동차
	(9) 플러그 인 하이브리드 자동차, 전기 자동차
	(10) 바이오매스로부터의 수송용 대체 연료 제조
산업기술 분야 (2개 기술)	(11) 혁신적 재료, 제조, 가공기술
	(12) 혁신적 제철 프로세스
가정·상업 기술분야 (6개 기술)	(13) 에너지 절약 주택, 빌딩
	(14) 차세대 고효율 조명
	(15) 정치용 연료 전지
	(16) 초고효율 히트 펌프
	(17) 에너지 절약형 정보 기기, 시스템
	(18) HEMS/BEMS 지역 레벨의 EMS
공통 기술분야 (3개 기술)	(19) 고성능 전력 저장
	(20) 전력용 전자공학
	(21) 수소 생산, 수송, 저장

자료 : 일본 경제산업성 자원에너지청, 省エネルギー技術戦略 2011, 2011.3

<표 2-2> 일본의 EMS 관련 기술개발 계획

	~2015년	~2020년	~2025년	~2030
전체 사회	· 스마트커뮤니티 실증(해외 실증)	· 쌍방향 통신시스템 인프라 정비		· 에너지공급/수요 최적 밸런스 시스템 검토·실증
개발 목표	· 스마트인터페이스 개발	· 가정·빌딩·공장 무배출 시스템화	EMS 시장개척	· 성능 향상·온실가스
EMS (HEMS, BEMS, FEMS)	· 홈서버 서비스 provider 등 아키텍처 사양 검토	· 로컬 EMS 통합 시스템 개발(CEMS)		· 계통 연계 로컬 EMS의 개발 · 계통운영 연계 방법 검토·실증
	· 수요자 에너지 사용 기기 관리시스템 개발			
스마트가전	· 대상 가전·제어 방법 검토	· 제어시스템 개발		· 계통운영과 연계방안 검토·실증
	· 제어기술 개발	· 스마트가전 기술실증 · 스마트하우스 실증		
AMI	· 스마트미터 도입 대규모 실증 · AMI 구축 통신 방식 검토 · AMI의 보안 확보 검토	· AMI·스마트미터 고도 이용방안 검토		

자료: 일본 통산산업성, 에너지백서, 2012

○ BEMS Aggregator 자격요건

- 일본에 등록된 법인
- BEAM 사업 업무를 수행할 수 있는 안정적인 사업 기반 구비
- 보조대상 구성기기 및 기능 요건을 충족시키는 시스템 및 기기 제공 가능

○ BEMS Aggregator 적격심사 항목

- 수요반응 등 에너지관리 서비스 실적 확보
- 에너지관리 지원 서비스 제공 가능

- BEMS 사업자로서 에너지관리 지원서비스에 대해 총 계약 1,000건 또는 전력 5만 kW 이상의 사업계획
- 시스템 설치 후 정기 보고 등 정보 제공 등에 대해 고객의 동의를 얻고 그 정보 제공 가능
- 보조 사업 종료 후에도 BEMS 사업의 내용을 확장·지속할 사업계획 구비

□ 국내 EMS 시장 현황

○ 국내 EMS 시장은 초기단계

- 마이크그리드(K-MEG) 사업을 통해 기술개발 및 실증사업
- IT기반 ESCO 사업을 통해 2011년부터 시범보급사업 추진

<표 2-3> IT기반 EMS 시범 보급사업 추진현황

	2011년	2012년	2012년
총사업비	· 12억원	· 27.5억원	· 18억원
지원조건	· 대기업 최대 50% · 중소기업 최대 75%	· 대기업 최대 50% · 중소기업 최대 75%	· 주관기관은 중소·중견기업만 가능
지원건수	· 총 4개 사업 지원	· 총 7개 사업 지원	· 총 6개 사업 지원
지원대상	· BEMS - 대학교, 병원 등 3건 · FEMS - 자동차(타이어) 1건	· BEMS - 오피스, 대학교 등 3건 · FEMS - 조선 분야 등 2건 · 그린IDC 분야 1건	· FEMS - 석유화학, 섬유, 금속, 자동차 등 5건 · 선박 EMS 1건

자료: 산업통상자원부

<표 2-4> IT기반 EMS 시범 보급사업 절감효과

연도	분야	설치장소(공급기업)	에너지 절감		
			연간절감비 (백만원)	절감률 (%)	절감량 (TOE)
11년	FEMS	금호타이어(이노셈코리아)	150	4.4	241
	BEMS	동국대 경주캠퍼스, 대구교대 (금호이엔지)	128	15	383
		연세의료원(삼성테크윈)	115	7.9	151
	LED	동원산업(동원시스템즈)	22	87	57
12년	FEMS	현대삼호중공업(아텍에너지)	496	7.4	1,201
		대우조선해양(삼천리ES)	854	7.7	2,108
	IDC	아이파이브(아이케이)	63	77.1	156
	BEMS	GS리테일(LG전자)	14	29.2	39
		LIG손해보험(LIG엔선틱)	45	10.8	93
		강원대학교(삼성전자)	28	5.2	52
	LED	휴플러스(SKC라이팅)	52	79.2	128
총합 및 평균			1,967	8.6	4,609

자료: 에너지관리공단, 에너지관리시스템 보급 확대 방안(내부자료), 2013.6

- 국내 EMS 시장 현황

<표 2-5> 국내 EMS 도입 현황

구분	도입 현황
BEMS	대학교(공주대, 이화여대 등), 종합병원(연세병원, 제주한라병원 등) 등 에너지 다소비 건물 중심으로 시장 형성
FEMS	생산설비 등 제어가 복잡하고 위험요소가 상대적으로 많아 시장 형성 미약
HEMS	신축 아파트 중심으로 '홈 네트워크 서비스' 와 연계하여 초기 시장 형성 중 (기존 아파트는 가정의 에너지비용이 크지 않아 시장 형성 미약)
원격 에너지 관리	에너지관리업체의 중앙 EMS센터에서 다수의 건물·공장에 있는 제품(EHP 등)의 전력용량을 실시간 모니터링하고 전력수요관리 서비스 제공 * LG전자와 한전은 SBS·강남뉴코아 백화점 등 20개 업체의 EHP에 대한 온도제어, 피크제어 등 원격 에너지관리서비스 제공 ('13.6~)

- 국내 EMS 시장
  - 국내 EMS 공급기업은 약 100개(중소기업 약 80%)
  - 국내 및 외국기업간 기술 격차로 시장 역할 양분
- 국내 EMS 보급 장애요인
  - 소비자의 EMS 관심 부족( 건물 주인-대리인 문제)
  - 높은 설치비용( 건물 3~6억 원, 공장 6 ~10억 원)
  - 수요자원 관리 서비스 시장 미약
  - 국내 기술 경쟁력 취약(특수 센서, 유량계 및 제어기술 분야)

<표 2-6> 국내 EMS 구성 기술·기업 현황 및 수준

기술구분		해외 기업	국내 기업		국내 수준
			대기업	중소·중견	
계측	유량계	Thermo polysonic, Dwyer, GE, WESS, 후지전자	LS산전	제인트크놀로지, 세창, 우진	하
	산업용 특수센서	RAYTeX, DWYER, EES, SANYO, Testoterm GmbH	LS산전	우진계기, 공업(주)	하
통신 장비		하니웰, 지멘스, 존슨컨트롤, 아지빌, Zensys, Echenon	삼성전자, LG이노텍, LG전자, 삼성전기	누리텔레콤, 플레넷, 젤라인	상
에너지관리·분석 SW		하니웰, 지멘스, 존슨컨트롤, 아즈빌, Zensys	아시아나IDT, SKT, KT, LS산전	대우정보시스템, 오토에버, 가교테크	중
제어	건물 가정용	아즈빌, 하니웰, 지멘스, 존슨컨트롤	LS산전, 삼성전자, LG전자	-	상
	산업용	아즈빌, 하니웰, 지멘스, 존슨컨트롤, 사코	LS산전	오토밸브	하
컨설팅·SI, Aggregator		하니웰, 지멘스, 존슨컨트롤, 아즈빌 등	아시아나IDT, LGCNS, SKT, KT	금호ENG, 대우정보시스템, 아이디 정보	중

자료: 에너지관리공단, 에너지관리시스템 보급 확대 방안(내부자료), 2013.6

### Ⅲ. 정책 제언

#### □ EMS 산업 발전방향

- 정부와 민간 간의 유기적 협력을 통해 시장이 조성될 때까지 정부의 체계적인 지원(정책 일관성 및 추진 동력 확보)
- 목표를 명확히 설정하고 기술성, 국내외 시장성 등을 고려한 중장기계획 수립하여 지원
- 민간도 기술 사업화, 시장확산 및 글로벌화 주도적 역할

#### □ EMS 시장 조성(규제와 지원체계 정비)

- 공공부문의 선도적 시장 창출을 통해 민간 참여 유도
  - 대형 공공기관을 대상으로 클라우드 기반 BEMS 도입의 시범사업 추진
  - ICT를 활용한 공공기관 통합에너지관리 종합계획 수립하고 세부 추진 로드맵에 따라 ESCO 사업을 통해 단계적으로 추진하는 방안 검토
- 에너지 다소비 건물·공장 대상으로 보급 확대(규제와 인센티브)
  - 용자 지원을 통한 EMS 설치 적극 권장
  - 소비자 측면의 경제성이 충분히 확보될 경우 에너지 다소비 건물·공장의 EMS 도입 의무화 검토 필요
  - 「에너지진단 운용 기준」 개정을 통해 에너지진단 의무 대상자의 EMS 도입 시 진단 주기를 최대 10년으로 연장해주는 방안 강구

○ 업종별 특성에 맞는 비용-효과적인 모범사례 발굴 보급

<표 3-1> EMS 레벨별 측정, 관리 및 분석 비교

구분	레벨1(간이)	레벨2(표준)	레벨3(상세)
측정대상	전체 건물(공장)	계통별	설비·기기별
측정항목	· 에너지소비량 (전기, 가스 등)	· 에너지소비량 (전기, 가스 등)	· 에너지소비량 · 가동상태 · 온도, 유량, 조도 등
평가항목	· 전체 에너지소비 특성 파악	· 설비기기별 운전상태	· 설비기기별 성능상태
계측항목	· 계통별 에너지소비 (전기, 가스 등)	· 설비기기별 에너지 소비량	· 설비기기별 에너지 소비량 · 온도, 유량, 농도 등
계측·보관	· 시간·일 단위 집계	· 분·시간 단위 집계	· 분·시간 단위 집계
분석항목	· 계통별 소비량 일·월·년별 분석	· 설비기기별 소비량 일·월·년별 분석 · 설비기기별 운전상태 · 실내 환경	· 성능계수(COP) · 반송효율(WTF·ATF) · 설비기기별 운전상태 · 실내 환경
분석방법	· 계통별 에너지소비 (전기, 가스 등)	· 시계열분석 · 절약기법적용 전후 비교	· 빈도분포 · 외기조건·부하율과 상관관계 분석 등
계측·분석 비용	저렴	중간	고가

○ 투자여력이 부족한 중소·중견 기업 및 중소규모 건물에 대해 EMS 설치 비용에 대한 보조금 지원(사후관리방안 마련)

<표 3-2> 관리 전문가 유무에 따른 관리체제 및 EMS 요구기능

	일상적 EMS 정보 분석 전문가가 없는 건물 및 공장	일상적 EMS 정보 분석 전문가 있는 건물 및 공장
관리체제	설비관리자가 일상적인 운전관리만 하고 데이터 분석을 외부 위탁 (전문가가 분석·개선사항 제시)	전문 관리자에 의한 데이터 분석·개선
BEMS 기능	일상의 운전 관리에 필요한 기본적인 데이터 표시 기능	설비효율·온도 등 분석 데이터의 시각별 추이, 빈도 분포 등의 표시 기능
운전관리	외부 전문가가 운전 데이터를 분석하고, 운전 상태의 판단이나 파라미터·설정 값 변경 지원	분석 및 진단결과를 토대로 설비관리자의 최적 운전관리 지원

## □ 수요자원 서비스 기업 육성

- EMS 기업이 ESCO로 진입이 용이하도록 등록제도 개선하고 EMS 사업자 (Aggregator)로 육성
- EMS 원격 에너지관리 대행 서비스 제공하고 수요자원(감축량)을 모집, 전력시장에 중개·판매하여 수익 창출할 수 있는 수요관리 시장조성
- 클라우드 기반 EMS를 유사업종이 밀집한 산업단지, 건물군, 대·중소기업 협력사업 대상으로 중점 보급하여 새로운 비즈니스 성공 모델 창출(정책적 배려 필요)

## □ EMS 기술개발 지원 및 공급기반 확충

- EMS 요소기술과 통합 기술에 대한 기술 로드맵을 수립하여 체계적 지원으로 EMS 고도화 기술개발 및 상용화
- 전문가 네트워킹 및 커뮤니티 활성화(R&D 플랫폼)
- EMS 구성 기기의 상호 운용성 확보를 위한 표준 개발 및 실증 연구 강화
  - 국제표준 기술 KS표준화, 미 표준 분야 신규 개발 추진, 국내 우수기술의 국제표준에 반영 적극 추진
- 인증 제품 및 중소기업 우수 제품의 이용 제도적 지원
  - 정부 인센티브 지원사업의 경우 인증 제품 사용 의무화 및 우수 중소기업 제품 발굴하여 보급 확산

□ 체계적인 홍보 및 교육

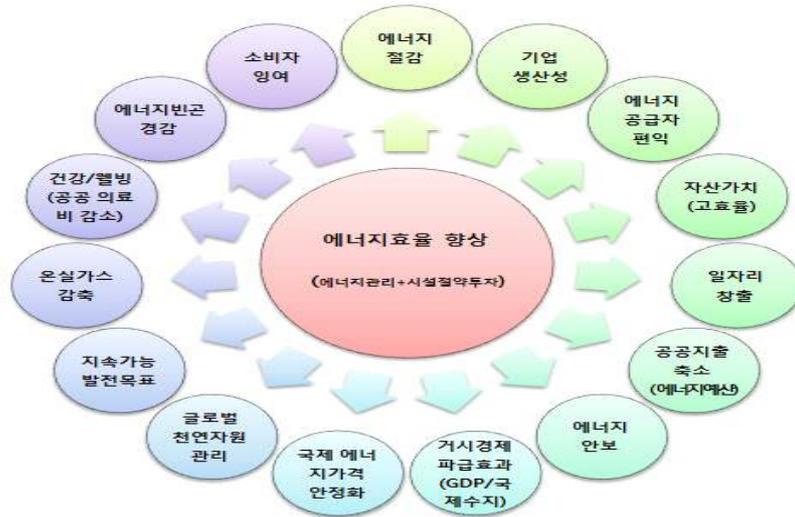
- EMS를 도입·활용하도록 적극적인 홍보와 교육
- 업종별 모범 사례 및 EMS 기업 정보 On-line 홍보관 등 다양한 채널을 통해 제공 및 이해관계자에 대한 교육 강화
  - 신기술의 경우 정보의 불확실성 및 비대칭성, 거래비용, 주인-대리인 문제 등의 요인이 시장에서 자발적 보급 제약

## IV. 기대 효과

- 공급위주 정책에서 수요관리정책으로 정책 패러다임 변화
  - 에너지관리 방식도 과거 매뉴얼에 따른 수동적 에너지관리에서 ICT를 활용한 능동적 에너지관리로 패러다임 변화
- 에너지효율화 기술과 IT기술(센서, 통신, SW)을 접목, 에너지이용 효율을 증진하고 IT 산업진흥을 도모하여 에너지+IT 블루오션 창출
  - 에너지관리시스템(EMS) 보급 활성화를 통해 가정, 건물 및 사업장의 체계적이고 효율적인 에너지관리 기법 제공을 통해 자발적인 에너지절약 유도
  - 에너지관리시스템(EMS) 보급 활성화를 통해 IT 및 관련 산업의 발전 도모
- 에너지사용 모니터링 시스템 구축을 통해 에너지절감 요인 발굴, 민간 에너지절약시설 투자 활성화, 에너지효율관리 정책수립에 활용
  - 에너지사용 모니터링을 통해 에너지절약 시설투자의 성과의 검증을 통해 신뢰성 있는 절약정보 확보
  - 에너지수요 관리시스템 고도화 및 체계적 성과관리 시스템 마련
  - 전력 피크 관리를 위한 수요관리 정책 및 에너지사용기자재의 효율관리방안 마련을 위한 기초자료로서 역할

- 에너지관리는 사회적 수용성, 환경성, 경제성, 에너지안보 측면에서 모두 충족시키는 공급 대안

[그림 4-1] 에너지효율 향상 편익



자료: IEA, Spreading the Net: The multiple benefits of energy efficiency improvements, insights series 2012, OECD/IEA, Paris

<표 4-1> 일본의 BEMS 도입의 에너지 절감률 및 비용 대비 효과

	절감률 (%)	비용 대비 효과 (MJ/천엔)
사무실	15.6	111
판매점	13.2	350
병원	7.5	88
학교	19.4	67
호텔	15.9	281
집회소	26.8	132
복합시설	14.1	126
연구소	15.0	233
전산센터	12.2	136
기타	15.4	174
평균	14.6	179

자료: NEDO(新エネルギー・産業技術総合開発機構) 平成17~20年度補助事業者の實施狀況に関する分析, 2010.12.7.

- IT 강국으로 기술개발과 시장조성을 통해 전문 역량을 축적해 간다면, 가까운 장래에 세계시장을 주도하는 고부가가치 지식정보 서비스산업으로 자리매김할 것으로 기대

## < 참고자료 >

### 1. 참고문헌

- 김인수(2010), “세계 주요국의 에너지 효율 정책사례”
- 김용찬(2011), “건물에너지관리시스템(BEMS) 특성 및 기술개발 동향”ESCO지  
통권 제69호(2011년 3/4월)
- 강기정(2013), B카드 olleh-BEMS 운영 성과 분석, 세미나 발표자료, 2013.7
- 박경규(2012) “건물 에너지관리 서비스 비즈니스 모델과 성공전략에 대한 탐색  
적 연구”
- 박완기, 이일우(2011), ‘고효율 건물에너지관리 기술 동향’, 전자통신동향분석  
제 26권 제6호.
- 박완기·이일우(2013), 빌딩에너지관리시스템 (BEMS)의 기술 및 표준화 동향,  
TTA Journal Vol.147.
- 삼성테크윈(2011), “2011년도 IT 기반 ESCO 시범사업”, 완료보고서
- 삼성테크윈(2011), IT 기반의 Green Hospital Solution 구축, 2011.12
- 실시간 SW 연구실(2013), “스마트그리드를 위한 AMI 및 HEMS 관련 요소 기  
술 현황”
- 에너지관리공단(2007), “녹건물 부문 에너지 절약- 해외 선진기술 조사 결과 보  
고서”
- 에너지관리공단(2012), “녹색건축물 조성 지원법 시행에 따른 건물에너지관리  
시스템(BEMS) 활성화 방안”
- 에너지관리공단, “에너지관리시스템 보급 확대 방안”(내부자료), 2013.6

- 유정현, 김종엽, 황하진(2012), “건물부문의 에너지 효율화를 위한 국가 건물에너지 통합관리 시스템의 활용방안 연구”
- 유태현(2010), “건물 에너지관리시스템(BEMS) 특성 및 기술개발 동향”, 한국냉동공조협회지, 2010
- 이성인(2009) “일본의 에너지절약제도 분석과 시사점”
- 일본 경제산업성 자원에너지청(2011), 省エネルギー技術戦略 2011
- 일본 경제산업성, 에너지백서 2011, 2012.6(<http://www.meti.go.jp/>)
- 일본 경제산업성, 에너지백서 2012, 2013.6(<http://www.meti.go.jp/>)
- 정보통신산업진흥원, “11년 IT기반 ESCO 시범사업 결과” 보도자료. 2011.11
- SII(2012), エネルギー管理システム導入促進事業費補助金(BEMS導入事業) 交付規程.
- B.A.U.M., 2012, Smart Energy made in Germany-Interim results of the E-Energy pilot projects towards the Internet of Energy
- Federal Ministry of Economics and Technology(BMWi), 2010, Energy Concept for an Environmentally Sound, Reliable and Affordable Energy Supply.
- Federal Ministry of Economics and Technology(BMWi), 2008, E-Energy-ICT-based Energy System of the Future-.
- Frost & Sullivan, 2012, Energy Management Opportunities: European HEMS and BEMS Markets.
- IEA, 2012, Spreading the Net: The multiple benefits of energy efficiency improvements, insights series 2012, OECD/IEA, Paris
- MIC Research Institute, IT活用による エネルギーマネジメントシステム・ソ

- リユース市場の現状と展望,(<http://www.mic-r.co.jp/>)
- NEDO, 平成17~20年度補助事業者の實施狀況に關する分析, 2010.12.7.
- Navigant Research, Industrial Energy Management Systems, 2013.3
- Navigant Research, Building Energy Management Systems, 2013.7
- Strategies and recommendations for Smart Appliances-D8. 2009, 2 of WP 8 from the Smart-A project, September 2009
- University of Bonn, Strategies and Recommendations for Smart Appliances, 2009.9
- US FCC, Connecting America: The National Broadband Plan, 2010.3
- US DOE, Smart Grid Research & Development Multi-Year Program Plan, 2012. 9
- Amsterdam Smart City Project 홈페이지, <http://amsterdamsmartcity.com>
- Frost & Sullivan 홈페이지, <http://www.frost.com>
- Navigant Research 홈페이지, <http://www.navigantresearch.com>
- SII 홈페이지, <http://www.sii.or.jp/hems>
- TOSHIBA 홈페이지, <http://www.toshiba.co.jp/sis/bldg/bems>
- TOCOS 홈페이지, [http://tocos-wireless.com/jp/products/wsn\\_evalkit.html](http://tocos-wireless.com/jp/products/wsn_evalkit.html)



정책 이슈페이퍼 13-14

## 앱기반 피드백의 전력소비 절감 및 파급효과

조성진

### 목 차

- I. 연구 개관(概觀) / 313
- II. 피드백 이론적 배경 및 주요 선행연구 / 317
- III. 연구방법, 분석방법론 및 분석결과 / 331
- VI. 결론 및 정책 제언 / 344
- <참고자료> / 348



에너지경제연구원  
KOREA ENERGY ECONOMICS INSTITUTE



## I . 연구 개관(概觀)

### 1. 연구목적 및 연구내용

- 본 연구는 2012년 수행한 ‘에너지효율 어플(APPs)의 가계 전력 소비 절감 효과 분석(조성진, 에너지경제연구원)’ 연구를 확장·보완한 것임
- 본 연구에서는 에너지 절감을 위해 개발된 모바일 어플리케이션을 일종의 앱기반 피드백(application-based feedback) 수단으로 활용하여, 이러한 모바일기반 피드백이 실제 가계 전력소비 절감 및 타 유틸리티(본 연구에서는 도시가스 소비) 저감에 효과가 있는지를 정량적·정성적으로 분석
  - 한국리서치 MS패널을 활용하여 웹조사로 구축한 2년간(2012~2013)간의 패널통계자료(panel data set)를 분석에 사용
    - 2012, 2013년 4차례(2012년 3, 4월 / 동년 6, 7월 / 2013, 3, 4월 / 동년 6, 7월)에 걸쳐 동일한 표본(전국 가구대상)을 대상으로 설문조사 수행
    - 설문조사의 한계: 본 조사는 단독주택/아파트/다세대 및 연립주택 거주자 중 도시가스를 사용하는 아이폰 이용자로 조사대상이 한정되어 있음
    - 대면면접으로 설문조사를 진행하기에는 현실적으로 조사대상자 선정이 불가능한 점을 감안하여, 웹조사로 대체함. 따라서 개별 가정 소비자의 전력사용에 대한 정보를 확인할 수 없어 내용의 정확성이 다소 떨어짐
  - 분석을 위해 표본을 세 그룹으로 분류하여 실험을 설계함
    - 앱기반 피드백을 제공한 그룹을 ‘어플이용그룹’이라 지정하여 실험군(treatment groups)으로 정의, 이메일을 통해 주기적으로 ‘에너지 절약 tips’을 제공하는 ‘메일발송그룹’과 어떠한 형태의 에너지 절약 정보도 제

공하지 않은 '일반그룹'을 대조군(control groups)으로 지정함

□ 2년간의 설문조사를 통한 패널통계자료와 실험설계방식(실험군 vs. 대조군간의 비교분석)을 이용하여, 모바일 어플리케이션의 전력소비 절감효과를 분석

○ 어플이용그룹(실험군)과 타 그룹(대조군)과의 앱기반 피드백 제공 전·후 월간 전력소비량 변화에 대한 평균의 차이를 비교하여 앱기반 피드백의 절전 효과를 검증

- 앱기반 피드백 제공 전·후 비교분석은 어플이용그룹 vs. 메일발송그룹 + 일반그룹 / 어플이용그룹 vs. 메일발송그룹 / 어플이용그룹 vs. 일반그룹 / 메일발송그룹 vs. 일반그룹 비교 등을 포함하고 있음

- 또한 본 연구에는 동일한 그룹 내에서 전력다소비그룹과 전력저소비그룹간의 비교분석도 병행하여 수행

○ 본 연구에서 활용된 앱기반 피드백(에너지 절전 모바일 어플리케이션 '에너지 다이어트') 디자인적 특성이 에너지 절전 지식획득 및 쾌락적 가치인지에 미치는 영향 및 앱기반 피드백을 통해 획득한 지식이 타 유틸리티(도시가스 소비) 절약에 미치는 효과를 분석

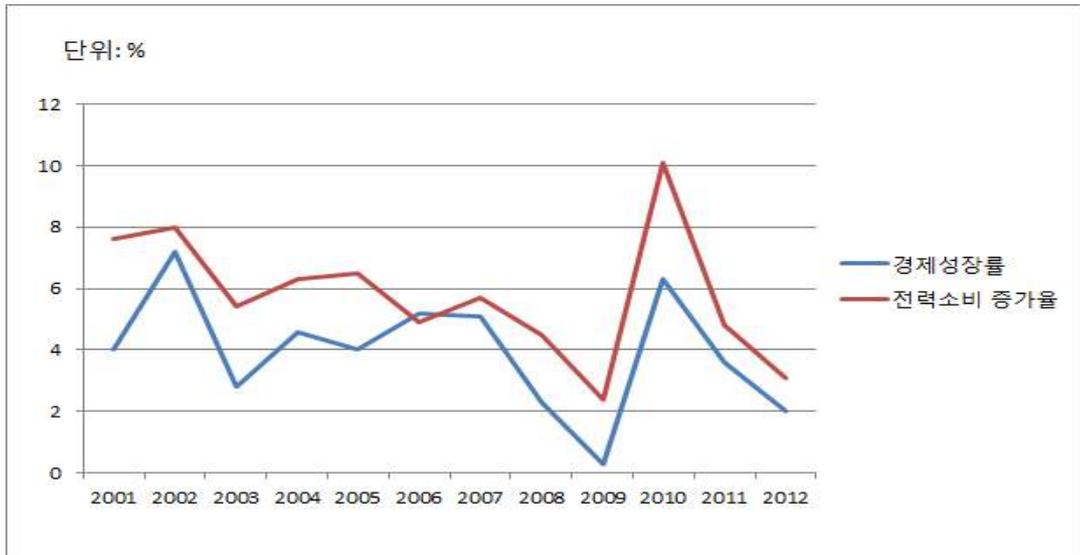
- 설문조사를 통해 획득한 미시통계자료의 한계를 보완하기 위해, 본 연구에서는 경영학에서 주로 활용하고 있는 구조방정식 모형을 이용해 모바일 어플리케이션 자체의 디자인적 특징과 기능적 요소들이 사용자들의 절전 인식과 행태변화에 긍정적인 역할을 할 수 있는가에 검증을 수행

## 2. 절전의 필요성 및 중요성

□ 우리나라는 2000년 이후에도 전력소비증가율이 경제성장률을 초월하고 있는 추세이며, 향후에도 최소 중·단기적으로 이러한 추세는 이어질 것으로 전망되고 있음

- 2000~2012년까지 연평균 전력소비증가율은 약 6.2%이고, 경제성장률은 약 4.3%로 전력소비증가율이 경제성장률 대비 평균적으로 약 1.9%p 높음

[그림 1-1] 2000년 이후 경제성장률 및 전력소비증가율 추이



- 2012년말 수립·공표된 ‘제6차 전력수급기본계획’에서는 목표수요 기준 2027년까지 연평균 전력소비증가율을 약 2.1%로 전망하고 있음

- 과거 전력수급계획의 전력소비 전망치가 과소 추정되었던 점, 경제성장률 변화, 산업구조의 변화, 1인 가구 수 증가에 따른 주택공급 변화 및 가전 기기 보급추이 변화, 에너지 가격 변화, 이상기온 등 다수의 불확실성이 존재한다는 점에서 6차 전력수급계획의 장기 전력소비 전망치는 다소 낮게 추정되었을 가능성이 존재

□ 전체 전력소비량의 1% 절전은 95% 이상의 에너지를 해외에 의존하고 있는 우리나라의 현실을 감안할 때, 막대한 국부유출 방지 효과 예상

- 2012년 총전력판매량(466,593GWh)의 1%(4,666GWh)을 절약한다는 가정하

에, 이를 전력생산에 필요한 연료인 석탄, LNG, 석유 등의 수입대체비용으로 환산하여 국부유출 방지 효과를 추정

- 추정에 따르면, 연간 전력소비량 1% 절전은 연간 최소 약 2,500억원에서 최대 약 8,300억원의 화석연료 수입대체 효과가 발생함(2012년 연료수입가격 및 연료소비율 적용)

[표 1-1] 1% 전력소비 절감량의 국부유출 억제 효과

구분	연간 연료소비 절감량 (톤, 배럴)	수입대체 효과 (억원)
석탄 대체	1,749,724	2,526
LNG 대체	559,912	4,777
석유 대체	6,456,003	8,325
화력발전 비율로 대체	석탄: 1,049,834톤 LNG: 167,973톤 석유: 645,600배럴	3,781

- 주: 현행 화력발전비율인 석탄, LNG, 석유발전 6: 3: 1로 전제하여 추정함

## II. 피드백 이론적 배경 및 주요 선행연구

### 1. 피드백 정의 및 이론적 배경

#### □ 피드백 정의

- 피드백(Feedback)은 사회적 관점에서 볼 때 어떠한 행위를 마친 뒤 그 결과의 반응을 보아 행동을 변화 시키는 일이라고 사전적으로 정의(Sarah Darby, 2010)
- 최근 미국, 영국 등 주요 선진국들은 에너지 수요관리 및 소비 절감을 위한 디지털기반(모바일기기, 소셜 미디어 등)피드백 수단의 적극적인 정책 도입을 위해 다수의 '에너지 수요 연구 프로젝트' 실증연구를 진행 중
  - 특히 이 분야에 대한 연구는 최근에 태동한 것으로 학술적으로도 선도적인 분야라는 점에서 그 의의가 큼

#### □ 피드백 이론적 배경

- 피드백 수단의 작동원리는 일반적으로 사회학적, 경제학적, 심리학적, 그리고 교육학적 이론으로 설명할 수 있음
  - 사회학적 이론은 개인의 편안함에 대한 표준 및 기대감, 일상과 습관의 중요성에 그 초점을 맞춘(Lutzenhiser, 1993; Shove, 2003; Burgess and Nye, 2008)
  - 대표적인 이론으로는 습관 이론(Practice theory)<sup>1)</sup>인데, 이 이론은 행동의 변화를 위해 일상적인 활동, 가공된 활동 및 전략적인 지식으로서 노하우(know-how)의 유기적인 역할을 강조

1) Wilhite(2008), New thinking on the agentine relationship between end-use technologies and energy-using practices 인용

- 전통적인 고전경제학 이론에서는 경제주체들이 이성적으로 행동한다고 가정하는 반면 사회학적 이론에서는 소비자는 자신의 편리함과 습관적인 요소를 고려하여 에너지를 사용하는 경향이 있다고 가정
- 경제학적 이론(특히 행동 경제학)에서는 피드백을 금전적, 사회적 또는 기타 유발 책에 대한 반응을 분석하는 것으로 에너지 피드백 연구에 최근 활발히 적용되고 있는 성장 중인 이론 분야임(Schultz, 2008 / Faruqui & Sergici(2008) )
- 대표적으로 시간대별 차별화된 전기요금(Real time pricing)을 적용한 실증연구 등이 이에 해당함
- 심리학적 측면에서 에너지 사용은 자극과 반응 메커니즘(stimulus-response mechanisms)에 의해 영향을 받음
  - 성공적인 피드백의 특징으로는 정확한 피드백 설계(정확한 정보 전달), 잦은 제공 빈도, 우호적인 상호작용 기능, 가전기기에 대한 구체적 정보전달, 시간적 비제약, 쉽고 호소력 강한 내용 및 방식(규범적 비교자료 제공)(Fisher, 2008)
- 교육학적 이론 관점에서 보면 효과적인 전력에너지 사용은 특정한 상황에서 각 개인이 체험을 통해 체득하게 되는 일종의 기술
  - 각 구성원은 교육수준, 연령대 등이 상이하야 지식습득 능력이 다르고 지식습득 동기도 상이함. 또한 전력사용 절약정보에 따른 시각차도 존재
  - 이 이론에서 피드백은 가장 큰 장점은 효율적인 에너지 사용관리 스킬을 전수한다는 점과 보다 효과적으로 에너지 사용 억제를 위한 감각을 제공한다는 것임(Kempton and Layne, 1994)

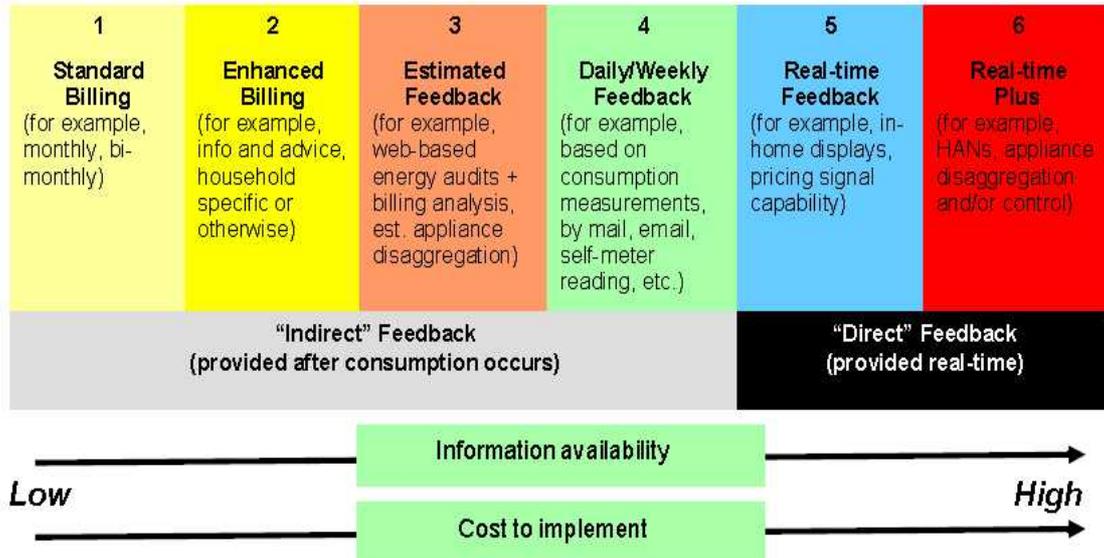
#### □ 피드백 유형과 효과

- 피드백 유형의 범위는 피드백의 빈도(frequency), 피드백 제공 시간, 제공

되는 정보의 양에 따라 구분

- 영국 옥스퍼드 대학 환경변화연구소의 Darby(2006)는 피드백 유형을 직접적인 피드백과 간접적인 피드백 두 가지 범주로 분류
  - 직접적인 피드백은 스마트 미터(smart meter) 혹은 디스플레이 모니터(display monitor)를 통해 사용자의 전력소비 정보를 거의 실시간으로 보여주는 반면, 간접적인 피드백은 개선된 전기요금고지서와 같이 '어떤 방법으로 처리 되었습니다'라는 정보를 사후적으로 제공
- EPRI(2009)는 Darby의 피드백 분류 체계를 기초로 하여 보다 확장된 형태의 피드백 유형에 대한 스펙트럼을 개발
  - 이 스펙트럼은 4가지 간접적인 피드백과 2가지 직접적인 피드백 유형을 종합적으로 이용하여 개발. 그림 <II-1>은 유형별 피드백의 정보 가용성과 비용에 따라 구분하여 정리한 것임
  - 일반적인 전기요금고지서(standard billing), 개선된 전기요금고지서(enhanced billing), 계량적 피드백(estimated feedback), 일별/주간별 피드백(daily/weekly feedback) 등 간접적인 피드백 유형은 정보의 가용성 및 정보 제공에 대한 비용이 상대적으로 낮음
  - 반면, 실시간 피드백(real-time feedback) 및 실시간 피드백 플러스(real-time plus)는 직접적인 피드백 유형으로 정보 가용성 및 정보 제공을 위한 비용이 높음
  - 메타리뷰분석을 통한 Darby(2006)의 연구에 따르면, 직접적인 피드백 유형은 약 5 ~ 15%의 전력소비 절감 효과가 있었고, 간접적 유형의 피드백은 약 0 ~ 10%의 절약효과가 있음

[그림 11-1] EPRI 피드백 유형에 대한 스펙트럼



- 자료: EPRI(2009. 2), Residential Electricity Use Feedback: A Research Synthesis and Economic Framework, page 34-37 / Joseph J. Elliott(2012. 11), Development of an Energy Information Feedback System for a Smartphone Application, page 16 재인용

#### □ 효과적인 피드백 디자인 구성요소

- Ehrhardt-Martinez et. al.(2010)에 따르면, 에너지 절감을 위한 효과적인 피드백은 다음과 같은 구성 요소를 갖추어야 함
  - 피드백을 활용하여 최저 비용으로 최대의 효과를 도출하기 위해서는 유용한 정보통신기술을 접목시킬 필요가 있으며 정보통신기술과 결합된 피드백 장치는 에너지 행동 변화를 위한 정보 제공, 참여 활성화, 동기부여, 자율권한 제공 등의 구성요소를 내포하고 있어야 함
- Froehlich(2009)는 피드백 설계 단계에서 고려해야할 구성요소들을 다음과 같이 정리하고 있음
  - 피드백 빈도: 일간 혹은 실시간으로 구체적인 정보를 제공해야 함

- 측정 단위(measurement unit) 선택: 환경문제에 관심이 많은 소비자에게는 kWh나 CO2 등의 단위로 정보제공, 소비 지출 절약에 관심이 많은 소비자에게는 직접적으로 '달러' 혹은 '원' 등의 화폐단위를 제공해야 효과적
- 데이터의 상세 분해(breakdown of data): 피드백 제공 정보는 가급적 구체적 이여야 하는데, 가령 시간은 일별/월별 구분, 공간은 거실/침실/화장실 별로 구분, 가전기기도 역시 기기별로 상세히 구분해야 함
- 전달매체(presentation medium): 화면공간과 컴퓨팅 능력의 부족을 극복하기 위해 모바일 기기의 이동성에 상당히 의존하는 모바일 피드백시스템(mobile feedback system)에서 전달매체가 가장 중요한 관심사
  - 대표적인 유형으로는 책자형태(paper)와 전자기술(electronic technology)가 있으며, 전자기술을 이용한 전달 매체는 IHD, 웹 대시보드 및 포털(web dashboard, portals), 스마트폰 어플리케이션, 텔레비전 등 다양
  - 상호작용이 가능한 웹 페이지, 개인용 컴퓨터 및 TV 디스플레이는 매우 효과적인 것으로 판명(Fischer, 2008 / Darby, 2006)
- 시각디자인(visual design): 시각적 디자인 요소는 가정의 에너지 기술과 함께 소비자의 경험에 기여하고, 이는 결과적으로 그들의 에너지 행동 변화에 영향을 미침(LaMarche, 2011)
  - 미학의 정확한 조합, 이해의 용이성, 측정 단위 및 디스플레이의 그래픽 선정, 적합한 표현 등이 모두 피드백의 시각적 효과를 극대화하는데 영향을 미침(Froehlich, 2009)
- 행동제안(recommending action): 피드백을 설계하는 단계에서 구체적인 에너지 절약 혹은 에너지 효율 방법을 알려주는 것은 피드백 효과 향상에 매우 중요한 부분

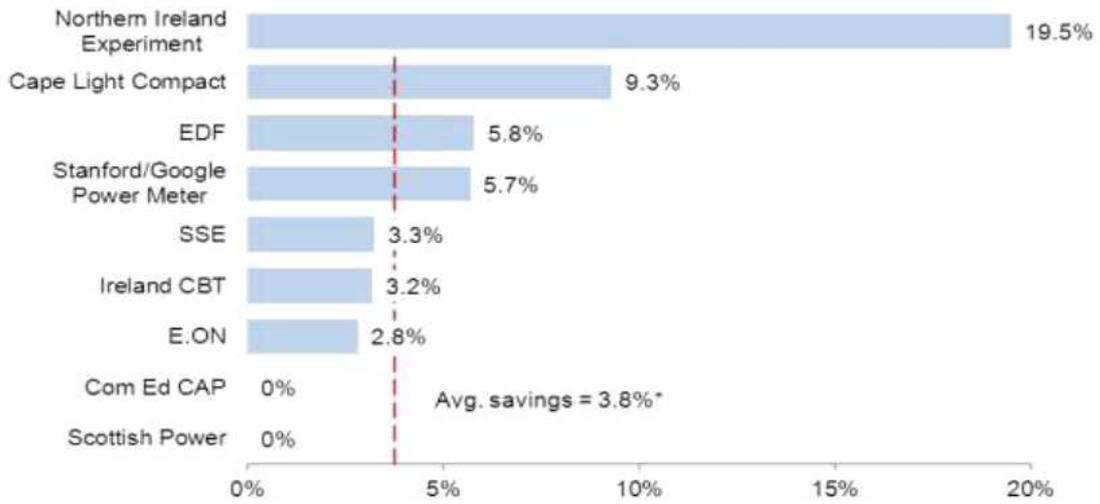
- 실제 전력사용자들의 원 데이터(raw data) 정보를 가공하여, 일종의 맞춤형 정보를(tailoring information) 컴퓨터 시스템을 통해 가구별 특성을 고려하여 제공
- 맞춤형 정보(tailored information)에 대한 Abrahamse et. al.(2007)의 연구에서는 대조군 대비 실험군이 약 5.1% 더 절전을 함 / OPOWER(주)의 연구에서는 약 1.1~2.5%의 전력소비 절약효과 도출
- 비교(comparison): 기간 비교(temporal comparison) 및 사회적 비교(social comparison)로 구분할 수 있음
  - 기간 비교는 과거의 전력소비 실적을 바탕으로 현재 사용한 전력소비와 비교하는 방식으로 온도 및 습도 등 기상변수를 통제할 수 있다는 장점이 있으나, 비정상적으로 높은 전력소비 패턴을 보이는 집단이 존재할 때 이를 통계적으로 유의하게 비교하기가 어려움
  - 사회적 비교는 가구 혹은 사용자 간의 비교, 특정 집단 내 비교, 규범 간의 비교 등을 의미(Petkov et. al. 2011)하는데, 각 그룹에 속한 사람들이 적절히 그룹에 배치되었는가? 유무에 따라 피드백 성공여부가 결정
- 소셜 셰어링(social sharing): 페이스북(Facebook) 또는 트위터(Twitter) 등 새로운 형태의 소셜 미디어를 통해 개인 자신들의 에너지 절약 경험을 다른 사람들과 공유하는 것으로, 대규모 정보를 신속하게 전달할 수 있다는 장점이 존재
- ‘소셜 셰어링’의 에너지 절약 효과분석에 관한 선행연구는 거의 없는 실정이므로 향후 이와 관련된 연구가 필요해 보임

## 2. 주요 선행연구 사례

### □ 최근 실시간 피드백 실증분석 연구사례(Ben Foster & Susan Mazur-Stommen, 2012)

- Ben Foster and Susan Mazur-Stommen(2012)의 연구에서는 주로 미국, 영국, 아일랜드 등의 국가에서 수행하고 있는 9개의 대규모 실시간 피드백 프로그램에 대한 결과를 바탕으로 분석 작업을 수행
  - 이들 연구에서는 대규모 표본을 대상으로 수행한 실증연구들을 중심으로 분석을 수행하고 있으며, 분석대상 실증연구 사례는 주로 IHD, Web Interface, Prepayment Meters 장치 등 디지털 기반의 피드백을 활용하여 전력소비량 절감을 측정하는 연구들임
- 9개의 실증연구에서 도출된 가계 전력절감 효과는 0~19.5%로 나타나고 있어, 실시간 피드백 수단이 실제로 가계 전력소비 절감에 효과가 있는 것으로 분석 (그림 II-2, 표 II-1 참고)
  - 이들 9개 실증분석 결과에서 도출한 평균 전력 절감률은 약 3.5%로 추정
  - 9개의 실증연구 중 2개 사례에서 전력절감 효과가 없다고 보고되고 있는데, 그 이유는 실험 장치가 일상적이거나 전력소비 절감을 위한 흥미를 유발시키는 내용(contents)이 부재했을 가능성이 있다고 보고함
  - IHD, 웹기반 인터페이스, 스마트폰 기반 인터페이스 등 실시간 피드백 장치(real-time feedback device)를 이용하는 사례가 그렇지 않은 실증사례 대비 가계 전력소비 절감 효과가 약 2~4% 더 높음
- 절전 조정수단(interventions)은 개인 혹은 전 가정에 일률적으로 적용될 수 없다는 점을 주의해야 하며, 이는 향후 전력당국이 피드백 정책수단을 시행하기 전 단계에서 철저한 시행준비와 사전적인 검증절차를 최대한 고려해야 함을 의미함

[그림 11-2] 최근 실시된 해외 실시간 피드백 실증연구 결과



[표 11-1] 2009년 이후 수행된 주요 실시간 피드백 실증연구 결과

프로그램	자료출처	국가	수행 연도	프로그램 디자인	표본수	피드백
Com Ed CAP	EPRI 2011	미국	2009~2010	opt-out	5,550	IHD, Thermosta
Stanford/Google Power Meter	Houde et. al. 2011	미국	2010	opt-in	1,065	Real-time display,
Cape Light Compact	PA Consulting	미국	2009~2010	opt-in	100	Real-time display,
Ireland CBT	CER 2011a 2011b	아일랜드	2010	opt-in	938	IHD, TOU
EDF	AECOM 2011	영국	2007~2010	BAU/opt-in	740	IHD, Heating Contr
E.ON	AECOM 2011	영국	2007~2010	opt-in	4,781	IHD, Real-tim
Scottish Power	AECOM 2011	스코틀랜드	2007~2010	BAU/opt-in	1,120	IHD, Real-tim
SSE	AECOM 2011	영국 스코틀랜드, 웨일즈	2007~2010	BAU/opt-in	1,406	IHD, Real-tim
Northern Ireland Experiment	Gans et al. 2011	북 아일랜드	1990~2009	BAU	45,149	Pre-payment meter 'keypad' di

- 자료: Ben Foster and Susan Mazur-Stommen, (2012. 2), Results From Recent Real-Time Feedback Studies, page 6에서 인용
- 주: 'opt-out design'는 실험연구에 참여할 샘플(가계)을 무작위로 선정하여 실험집단(treatment group)을 지정하고 지정된 집단에 실시간 피드백을 할당하는 실험 설계를 말함.

□ OPOWER(사)의 SMUD Pilot 실증사례

- 미국 OPOWER(사)는 Sacramento Municipal Utility District(SMUD)지역에서 2008년부터 3년 동안 약 85,000 가구를 대상으로 ‘가계 전력소비 리포트(Home Electricity Reports, 이하 HER)’ 피드백 장치의 전력소비 절감효과를 실증 분석
  - 각 지역에서 무작위로 선정된 표본을 대상으로 35,000호의 단독주택 거주자를 실험군(treatment groups)으로, 50,000호의 단독주택 거주자를 대조군(control groups)으로 실험설계
  - HER은 해당 가정의 매월 전력소비량 정보를 포함하여 이웃 가정의 월평균 전력사용량 정보도 함께 제공
- 매월 HER 피드백을 제공받은 사용자 중 전력다소비 가정의 경우에는 피드백을 제공하지 않은 사용자 대비 약 2.89%(연평균 301kWh)의 전력을 덜 소비했고, 전력저소비 가정의 경우에도 약 1.70%(연평균 104kWh)의 절약 효과를 보임(2년차 실증연구)
  - 전력다소비 가구는 연구 시작 이후 12개월간 지속적으로 전력소비가 감소하는 추세였으나, 그 이후부터는 정체하는 양상을 보이고 있으며, 전력저소비 가구의 경우 시간에 따라 전력 소비 추이는 지속적으로 감소

[표 II-2] OPOWER SMUD Pilot 실증분석 결과

기간	기초통계량	전력다소비 그룹 추정치 (표준오차)	전력저소비 그룹 추정치 (표준오차)
1 년차 (2008. 4 ~ 2009. 3)	평균 절전률 (%)	2.37 (0.11%)	1.25 (0.18%)
	가구당 평균 절전량(kWh)	317 (15)	76 (25)
2 년차 (2009. 4 ~ 2010. 3)	평균 절전률 (%)	2.89 (0.11%)	1.70 (0.18%)
	가구당 평균 절전량(kWh)	381 (14)	104 (11)

- 자료: Kevin Cooney(2011), Evaluation Report: OPOWER SMUD Pilot Year2 보고서, page 8~15에서 발췌 / 조성진(2012), 에너지효율 어플(APPs)의 가계 전력소비 절감 효과 분석, 에너지경제연구원 기본연구보고서에서 재인용

□ BPA<sup>2)</sup>, OPOWER(사)<sup>3)</sup>, Cowlitz(사)<sup>4)</sup>의 Behavior Based Energy Efficiency(BBEE) 공동 프로그램 실증 연구사례<sup>5)</sup>

- 미국 북서부지역에서 BPA, OPOWER(사), Cowlitz(사) 공동으로 수행 중인 전력소비 절감 실증 공동 프로그램 BBEE(Behavior Based Energy Efficiency Pilot)는 Cowlitz(사)는 관할 지역의 25,000 가구를 대상으로 함
  - OPOWER(사)는 홈에너지리포팅(HER) 프로그램과 커뮤니케이션 캠페인, 디지털기반 피드백을 제공하고, BPA는 매주 '전화 회의 업데이트를 통한 관리 및 감시의 역할을 수행함과 동시에 프로그램 평가 검증 역할을 담당, Cowlitz(사)는 관할 지역의 25,000 가구 전력사용 데이터 제공 역할 수행
  - 다음의 그림 <II-3>과 <II-4>는 BBEE 프로젝트 플랫폼과 실증연구 설계를 보여주고 있음

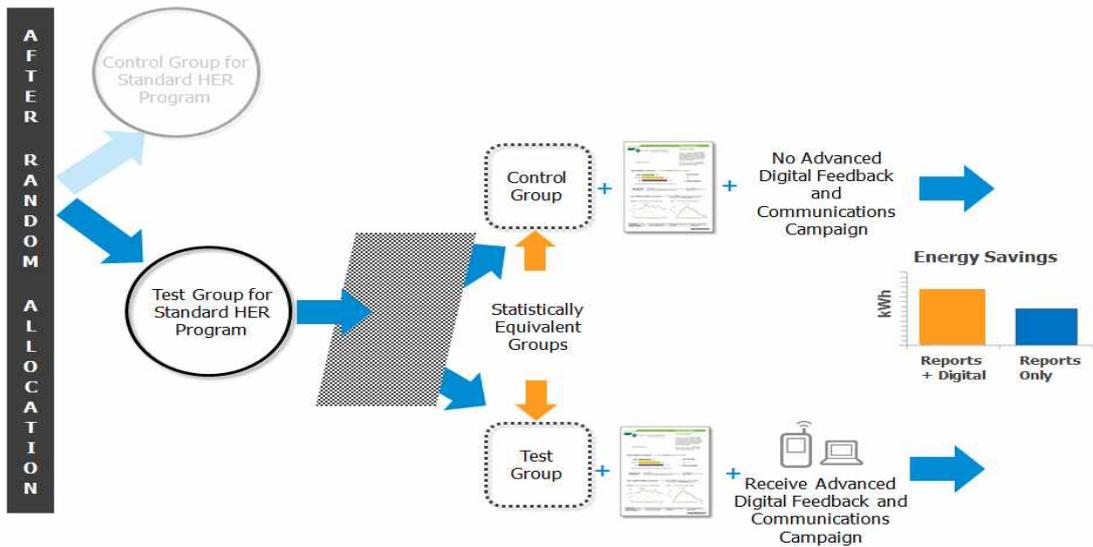
[그림 II-3] BBEE 프로젝트 플랫폼



- 자료: Eugene Rosolie(2012. 5. 8), Innovative Behavior Based Energy Efficiency Pilot, 발표 자료 page 5에서 발췌

2) BPA(Bonneville Power Administration)는 미 북서부 지역에 본사를 둔 미국 에너지부 소속의 연방 비영리 전력사업자임  
 3) OPOWER(사)는 미 북서부 지역에서 전기요금고지서를 대행해주는 업체임. 우리나라의 경우 이지스엔터프라이즈(주)가 이와 유사한 기능을 수행하고 있음  
 4) Cowlitz PUD는 미국 워싱턴주 소재의 전력공기업으로 주변 지역 48,200가구에 전력을 공급하고 있음  
 5) Eugene Rosolie(2012. 5), Innovative Behavior Based Energy Efficiency Pilot, page 5~18에서 인용

[그림 11-4] BBEE 프로젝트 실증연구 설계



- 자료: Eugene Rosolie(2012. 5. 8), Innovative Behavior Based Energy Efficiency Pilot 발표 자료 page 7에서 발췌

○ 3년 동안의 실증실험을 수행한 결과, 홈에너지리포트(HER) 및 커뮤니케이션 캠페인, 디지털기반 피드백을 동시에 제공받은 집단은 가구당 연평균 약 477kWh의 전력을 절약

- 이를 화폐가치로 환산하면 단위당(kWh) 평균적으로 약 \$0.024 절감한 것과 같은 효과

[표 11-3] BBEE 프로젝트 실증연구 설계

내용	1 년차	2 년차	3 년차	총합 및 3년 평균
절약량(MWh)	8,825	13,498	13,420	35,743*
가구당 절약량 (kWh/연간)	353	540	537	477
절약율(%)	1.57%	2.40%	2.38%	2.12%
절감비용 (\$/kWh)	0.030	0.020	0.020	0.024

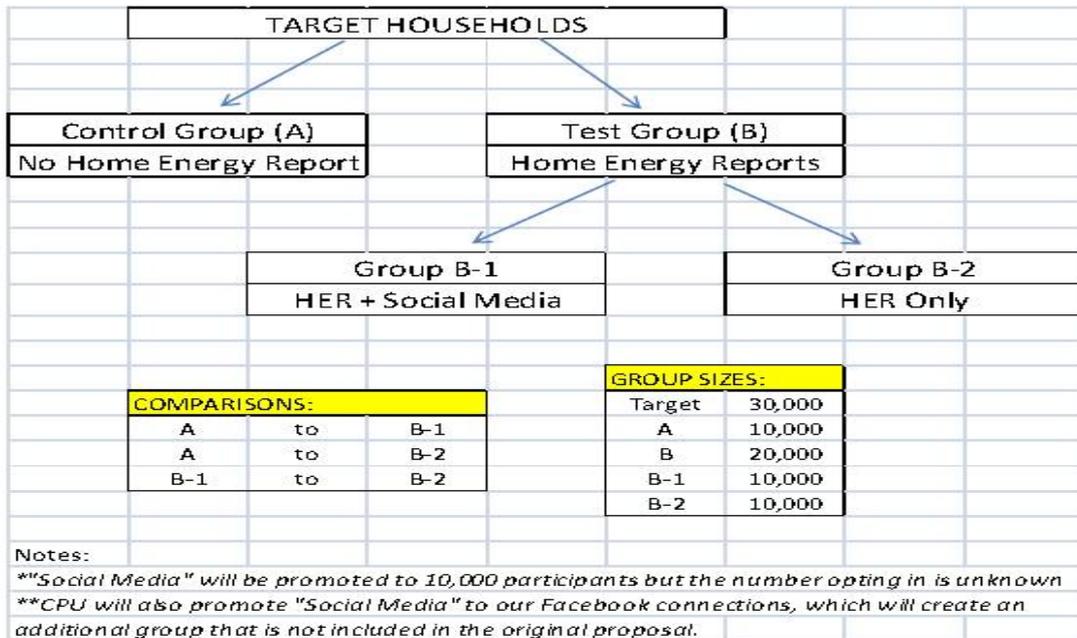
- 자료: Eugene Rosolie(2012. 5), Innovative Behavior Based Energy Efficiency Pilot, page 8 자료에서 번역 및 정리

- \*: 3년 동안의 총합을 나타냄

□ BPA, CPU<sup>6)</sup>, OPOWER의 BBEE 파일럿 프로그램<sup>7)</sup>

- 미국 서부지역 전력사업자인 CPU는 2012년 구축한 페이스북(Facebook) 온라인 소셜 커뮤니케이션기반 피드백의 가계 전력소비 절감효과를 실증분석
  - 이 실증연구를 위해 CPU는 OPOWER(사) 및 Facebook(사), 그리고 천연자원보호협의회(Natural Resources Defense Council, NRDC)와 공동으로 프로젝트 수행
  - 새로운 유형의 에너지 절약 피드백은 페이스북(Facebook), Twitter, YouTube와 같은 소셜 미디어 매체임
  - 다음의 그림 <II-5>는 이 연구에서 적용한 실증연구 설계를 보여주고 있음

[그림 II-4] CPU의 BBEE 파일럿 설계



- 자료: Larry Blaufus(2012. 5. 8), Behavioral Based Energy Efficiency: Home Energy Reports, Web Portal and Social Media Pilot, presented in BPA Energy Efficiency Summit, Concurrent Session 2, page 17에서 발췌

6) Clark Public Utilities(CPU)는 미국 워싱턴 밴쿠버 지역의 전력사업자임

7) Larry Blaufus(2012. 5. 8), Behavioral Based Energy Efficiency: Home Energy Reports, Web Portal and Social Media Pilot, presented in BPA Energy Efficiency Summit, Concurrent Session 2 자료 인용

- 무작위로 선정된 총 20,000가구가 참여한 이 실증연구에서는 그룹 A와 그룹 B-2간의 비교 결과를 보고하고 있음
- HER피드백을 제공받은 그룹은 제공받지 않은 그룹 대비 1년차는 연간 약 356kWh, 2년차 452kWh, 3년차에서는 약 458kWh의 전력을 절감하고 있음
- 이는 3년 평균 기준으로 가구당 연간 약 422kWh를 절감하는 효과

[표 II-4] CPU의 BBEE 파일럿 결과: 홈에너지리포트(HER) 제공

내용	1 년차	2 년차	3 년차	총합 및 3년 평균
절약량(MWh)	7,124	9,040	9,169	25,333*
가구당 절약량 (kWh/연간)	356	452	458	422**

- 자료: Eugene Rosolie(2012. 5. 8), Innovative Behavior Based Energy Efficiency Pilot 자료의 page 18에서 발췌
- \*: 3년 동안의 총합을 나타냄 / \*\*: 3년 산술평균을 의미함

### Ⅲ. 연구방법, 분석방법론 및 분석결과

#### 1. 연구방법

□ 앱기반 피드백 수단 : 지식경제부와 에너지관리공단이 2009년에 개발한 스마트폰용 에너지 절감 앱(APPs)인 ‘에너지 다이어트’를 일종의 앱기반 피드백으로 활용하여 가계전력소비 절감에 대한 효과를 실증분석

○ 가정용 전기절약 공공앱 ‘에너지 다이어트’ 소개<sup>8)</sup>

- 에너지 절약과 효율적인 에너지 이용을 위해 생활 속에서 직접 실천할 수 있는 정보·사례를 정리한 스마트폰용 어플리케이션 ‘에너지 다이어트’를 개발·보급
- ‘에너지 다이어트’ 스마트폰 애플리케이션은 ① 가정의 ‘비만도 측정’, ② 가전 기기 등의 에너지절감 방법 안내, ③ ‘10대 에너지절약 노하우’ 3가지로 구성

[그림 III-1] 에너지 다이어트 앱 메인 및 기능 항목별 화면



< 에너지 비만도 화면 >

8) 지식경제부 보도자료, ‘손 안의 에너지 절약 도우미가 나온다.’(2010. 06. 18) 인용

< 에너지 다이어트 화면 >



- 자료: 지식경제부 보도자료 참고(2010. 06. 18)

□ 실증분석을 위한 실험설계 : 실증분석을 위해 실험을 설계하고 설문조사를 통해 가계 전력소비 및 특성정보 기초자료 구축

○ 앱기반 피드백의 절전효과 비교를 위해 실험군(treatment groups)과 대조군(control groups)으로 그룹을 분류

- '에너지 다이어트' 앱을 사용하는 그룹을 '어플이용그룹', '에너지 절약 실천 매뉴얼'을 매주 간격으로 이메일을 통해 제공하는 그룹을 '메일발송그룹', 어떠한 형태의 피드백 수단도 제공하지 않은 그룹을 '일반그룹'으로 분류

- '어플사용그룹'은 실험군이며, '메일발송그룹'과 '일반그룹'은 대조군으로 설정

□ 설문조사 표본: iPhone을 사용하고 있는 전국 만 19세 이상인 성인남녀 1,053명을 대상으로 세 그룹으로 집단을 구분하여 설문조사 수행

○ 2012, 2013년 4차례에 걸쳐 동일한 패널을 대상으로 설문조사 수행하여 패널통계자료 구축

○ 설문조사에서는 가구 특성정보, 전력 및 도시가스 사용량 정보, 에너지관련 경제비용 인식 및 에너지 절약의식, '에너지 다이어트' 디자인 요소에 대한 질문 등을 포함

- 설문조사 및 수행의 한계
  - 동일한 표본을 대상으로 2년간 수행하는 설문조사 특성상 재응답율(혹은 패널유지율)이 다소 낮은 문제점 존재
  - 패널 유지율은 48.0%로 세부적인 사항은 다음과 같음

[표 III-1] 설문조사 패널유지율 현황

	2012년 응답자	3차 응답자 (2013년 3,4월)	4차 응답자 (2013년 6,7월)	유지율
총 합	1,053	656	505	48.0%
어플이용그룹	334	205	159	47.6%
메일발송그룹	357	231	178	49.9%
일반그룹	362	220	168	46.4%

- 설문조사 참여자가 진실된 정보를 제공하지 않거나, 설문지 일부 질의 문항을 누락 작성할 가능성이 존재하여 이로 인한 추가적인 표본탈락 가능성이 발생
- 표본중 일부 outlier(이상치) 문제가 존재할 수 있고, 패널유지율 하락으로 그룹간 동질성 유지가 다소 어려운 한계
- 이러한 한계는 표본선택편의(sample selection bias)에 의한 비효율적 모수 추정 값을 도출할 수 있고, 또한 추정계수의 통계적 유의성에도 부정적으로 작용함
- 그룹간 동질성 여부를 객관적으로 검증할 수 있는 성향가중치법(propensity score method)와 같은 통계분석방법을 향후 연구에서는 적용할 필요가 있음

## 2. 분석방법론

- 앱기반 피드백의 전력소비 절감효과 분석: 이중차감추정법(Difference-in-Difference, DID) 적용
  - 2012년 3, 4월 및 2013년 3, 4월 기간을 대상으로 어플이용그룹과 타 그룹 / 어

플이용그룹 vs. 메일발송그룹 / 어플이용그룹 vs. 일반그룹 / 메일발송그룹 vs. 일반그룹에 대해 정책효과 모수의 이중차감추정계수(DID estimator)를 도출

- 정책효과를 보여주는 모수에 대한 DID 추정치는 피드백 제공 전·후의 그룹간의 평균 전력사용량의 차이를 나타내므로, 이 모수의 추정치가 음(-)의 값을 나타내면 애플 기반 피드백은 절전효과가 있는 것으로 판단

○ 이중차감추정법에 적용된 회귀방정식은 기본모형과 확장모형으로 구분(참고자료 1)

- 기본모형은 회귀식의 독립변수에 시간 가변수(time dummy), treatment dummy 및 정책효과를 보여주는 interaction term(time dummy\*treatment dummy)만을 포함
- 확장모형은 기본모형에 포함된 독립변수 외에 관찰 가능한 기온변수 및 인구통계학적 변수도 포함

□ 모바일 어플리케이션 ‘에너지 다이어트’가 가계 전력소비 절감 및 가스소비에 미치는 파급효과 분석 : ‘에너지 다이어트’ 디자인 특성과 획득지식 활용 관점

○ 본 연구에서는 경영학에서 주로 활용되고 있는 구조방정식 모형을 이용하여 모바일 어플리케이션인 ‘에너지 다이어트’의 디자인적 특성이 절전행동에 미치는 영향 (연구모형 A)을 분석함

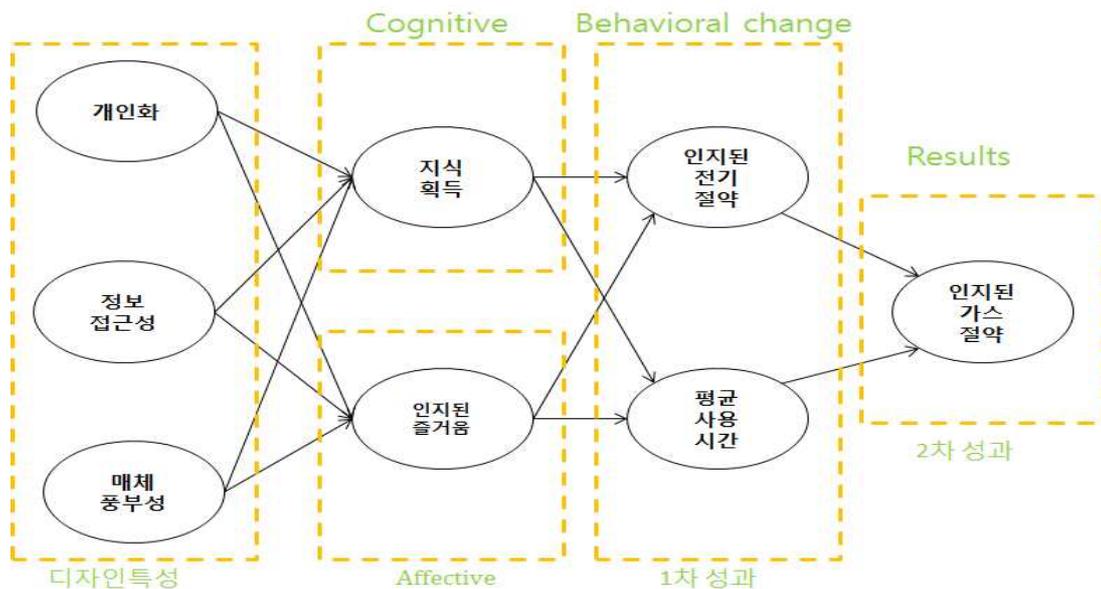
- 구조방정식 모델은 잠재적 요인(factor)의 구조뿐만 아니라 요인이나 변수들 간의 인과관계를 설명하는 통계기법으로 확인적 요인분석(측정 모델, Measurement model)과 경로분석(구조 모델, Structural model)이 결합된 방법론
- 본 연구에서는 SmartPLS라는 PLS 프로그램<sup>9)</sup>을 활용하여 모형을 검증

9) 구조방정식 모델을 분석하기 위한 프로그램으로는 LISREL, AMOS, PLS 등이 있는데 PLS는 수집된 자료의 정규분포에 대한 가정은 없고, 모형 적합도는 모형 적합도 지수가 아닌 독립변수들이 종속변수를 어느 정도 정확히 예측해 주는지를  $R^2$ 값으로 나타냄

- 구조방정식에 이용된 변수들의 조작적 정의는 기존 참고문헌들을 통해 정립되었으며, 확인적 요인분석의 결과를 토대로 수렴타당성과 판별타당성을 검증함(참고자료 2)
- 연구모형 A : ‘에너지 다이어트의 디자인적 특성이 절전행동에 미치는 영향(그림 <III-2>)

  - 연구모형 A에서는 개인화, 정보 접근성, 매체 다양성을 모바일 애플리케이션의 디자인적 특징으로 정의함
  - 정보를 통해 획득된 에너지 절감 지식의 활용과 가치인지(쾌락적 가치)는 사용자의 정보의 질과 에너지 절감 결과 사이의 매개변수로 제안
  - 사용자의 에너지 절감 결과는 실제 전력 소비량 및 사용자가 인식하는 자신의 에너지 절감 행동 변화의 두 가지로 측정

[그림 III-2] 연구모형 A: 에너지다이어트의 디자인적 특성이 절전행동에 미치는 영향 분석



- 연구모형 A 변수설명(그림 <III-3>)

- 개인화란 다양한 정보 중 특정 소비자에게 가장 적합한 정보를 제공할 목적으로 사용자의 선호도, 프로파일, 상황 등을 고려하여 해당 소비자에게 맞춤형 형태로 정보를 제공하는 것을 의미
- 정보 접근성이란 사용자가 특정한 정보에 얼마나 쉽고 신속하게 접근할 수 있는가의 정도를 의미
- 매체 풍부성이란 매체가 가지는 정보를 풍부하게 전달 수 있는 능력을 의미
- 사용자 행동 변화관련 변수설명 :
  - 사용자의 에너지 절감 지식의 획득과 사용자의 에너지 절감 의도 및 행동과의 관계에 대하여 살펴보면 많은 기존 연구들이 사용자의 에너지 절감 지식과 에너지 절감 행동 사이에는 긍정적인 영향관계가 있음을 밝혀냄
  - 재미(fun), 즐거움(enjoyment) 등으로 표현되는 쾌락적 가치는 모바일 환경에서 사용자의 행동 의도 및 행동에 긍정적인 영향을 미침

[그림 III-3] 모형에 이용된 변수의 조작적 정의 및 참고문헌

변수명	정의	참고문헌
개인화	해당 앱에서 제공되는 정보가 얼마나 자신의 특성에 맞는 맞춤형인지 인지하는 정도	Lingyun & Benbasat 2005
정보접근성	해당 앱에서 제공되는 전기절약 관련 정보에 얼마나 쉽게 접근할 수 있는지 인지하는 정도	Park et al., 1994
매체풍부성	해당 앱에서 정보를 제공하는 인터페이스 (표현방법)가 다양한지 인지하는 정도	Jahng et al. 2006
지식획득	해당 앱을 이용하면서 사용자가 전기절약 지식을 획득했다고 인지한 정도	Yli-Renko et al., 2001
인지된 즐거움	해당 앱을 이용하면서 사용자가 재미있다고 인지한 정도	Davis et al., 1992
인지된 전기절약	사용자가 자신의 전기 절약 행동에 대해 인지한 정도	Steg & Vlek, 2009
인지된 가스 절약	사용자가 자신의 가스 절약 행동에 대해 인지한 정도	Steg & Vlek, 2009
평균 사용시간	해당 앱의 평균사용시간	Bianchi & Phillips, 2005

- 결론적으로 연구모형 A에서는 모바일 어플리케이션의 개인화, 정보 접근성, 매체 풍부성의 세 가지 디자인적 특성이 전력소비자의 전력절감 행동에 미치는 영향을 분석하고자 함
- 또한 본 연구에서는 에너지 절감 행동의 파급효과를 확인하기 위해 자기보고 (self-reported) 형태의 소비자 가스절약 행동도 추정함

### 3. 분석결과

#### □ 설문조사 주요내용: 그룹별 전력사용량 및 사용요금 추이

- 세그룹간 2012년 3, 4월(1차 설문조사, 앱기반 피드백 제공전 기간)과 그 이후 기간 2012년 6, 7월(2차 설문조사, 앱기반 피드백 제공후 기간), 2013년 3, 4월(3차 조사), 2013년 6, 7월(4차 조사)기간의 전력소비 추이는 다음의 표<III-2>와 그림<III-4> 과 같음
- 1차 조사(피드백 제공전)와 2차 조사(피드백 제공후)에서의 그룹간 비교에서는 피드백을 제공한 그룹(어플이용그룹)이 제공하지 않은 그룹 대비 평균 전력소비량이 감소하는 것을 알 수 있음
  - 어플이용그룹: 약 31kWh 감소 / 메일그룹: 약 19kWh 감소 / 일반그룹: 7kWh 감소
- 그러나 1차 조사(피드백 제공전)와 3차 조사(피드백 제공후 동년동월 비교)에서는 실험군인 어플이용그룹이 전년동월 대비 약 14kWh 전력소비를 덜 하고 있는 반면, 메일발송그룹은 차이가 없고, 일반그룹은 오히려 약 16kWh의 전력을 덜 소비하고 있음
- 이와 같이 시간에 따른 그룹별 전력소비량 변화 추이가 불규칙적인 이유는 다음의 세 요인에 기인했다고 추론됨
  - 2012년 7월 1, 2차 설문조사 종료후 기존 '에너지 다이어트' 사용자들이 더 이상 이 어플리케이션을 활용하지 않고 방치했을 가능성 존재 즉 앱기반 피드백의 지속적인 업데이트와 제공 빈도 부재로 어플이용그룹의 절약인식은 단기성 이벤트로 끝났을 가능성이 있음

- 이런 관점에서 보면, 3차 설문조사(2013년 3, 4월)를 애플 기반 피드백 제공 전 기간이라 가정할 수 있고, 4차 설문조사를 피드백 제공 이후 기간으로 간주할 수 있음
- 3, 4차 조사를 비교해 보면, 어플이용그룹의 전력소비량은 거의 차이가 없는 반면, 일반그룹의 전력소비량은 약 20kWh 증가하고 있음
- 두 번째 이유는 동일한 표본을 대상으로 수행하고 있는 설문조사 특성상, 조사 횟수 증가에 따라 재응답률이 현저히 떨어지고 있어 그룹간의 동질성 유지의 한계가 존재
- 세 번째 이유로는 2012~2013년 기간에 걸쳐 정부 주도로 전국적으로 이루어진 적극적인 전력수요 관리 및 절전 홍보효과(TV, 라디오 등 대중매체)로 절전 인식 제고를 위해 제공한 애플 기반 피드백의 절전효과를 일부 혹은 대부분 상쇄했을 가능성 내재

[표 III-2] 그룹별 설문조사 차수에 따른 전력소비 및 사용요금 변화

			1차 조사 (2012. 3, 4월)	2차 조사 (2012. 6, 7월)	3차 조사 (2013. 3, 4월)	4차 조사 (2013. 6, 7월)
전 력 사 용 정 보	어플 이용 그룹	사용량	514.8	483.6	501.0	502.7
		요금	79085.3	67576.9	78126.7	75933.6
	메일 발송 그룹	사용량	500.2	481.4	500.1	491.1
		요금	73569.3	63151.8	73304.8	70898.2
	일반 그룹	사용량	510.2	502.9	494.2	512.0
		요금	80804.2	65493.3	68212.1	69352.3

[그림 III-4] 그룹별 설문조사 차수에 따른 전력소비 변화 추이



□ 앱기반 피드백의 절전효과 분석: 이중차감추정(DID) 결과

- DID 추정방법에서 우리가 관심 있는 계수(coefficient)는  $\delta_1$  임.  $\delta_1$ 은 정책효과계수(policy effect coefficient)로 불리어지는데 바로  $\delta_1$  계수가 정책 시행 전·후의 정책 효과를 보여주는 역할을 함 (참고자료 1)
- 본 연구에서는 어플이용그룹(실험군) vs. 타 그룹(대조군)간의 DID 추정 / 전력다소비 vs. 전력저소비 하위그룹의 DID 추정 / 어플이용그룹(실험군)과 메일 발송그룹간(대조군), 어플이용그룹(실험군)과 일반그룹(대조군), 메일발송그룹(실험군)과 일반그룹(대조군)을 각각 대상으로 이중차감추정을 수행함
- 다양한 그룹별로 수행한 모든 DID 추정계수( 정책효과 모수에 대한 추정치,  $\hat{\delta}_1$ )는 통계적 유의성이 없는 것(t-value가 매우 낮음)으로 나타나, 이중차감추정방법을 이용한 앱기반 피드백의 절전효과 실증검증은 유효하지 않는 것으로 판단됨
  - 어플이용그룹과 타 그룹간의 DID 추정에서는 정책효과 모수  $\hat{\delta}_1$ 값이 음의 부호를 보이고 있으나, 추정계수값이 매우 적으며(약 3kWh) 통계적으로도 유의하지 않음
- 이러한 결과가 도출된 이유로는 ① 설문조사 재응답률 저하에 따른 그룹간 동질성 유지 실패 ② 진실된 정보 수집의 한계에 따른 outlier 존재 가능성③ 실제 전력소비자 대상이 아닌 가구전체를 대상으로 하고 있는 점 ④ 질의 응답자 전체 가구 구성원을 대변하지 못한다는 점 등에 기인한다고 판단됨
  - 또한 실험 장치가 일상적이거나 전력소비 절감을 위한 흥미를 유발시키는 내용(contents)이 부재했을 가능성(Ben Foster & Susan Mazur-Stommen, 2012)과 최근 전력수급 불균형에 따른 정부의 강력한 수요관리 및 절전 홍보 등에 기인한 앱기반 피드백의 절전 효과 상쇄 가능성도 크다고 판단됨
- 이러한 이유로 본 연구에서 이중차감추정법(DID)을 이용한 ‘에너지 다이어

트' 모바일 어플리케이션이 가계 전력소비 절감에 미치는 효과를 정량적으로 도출하는 것은 현실적인 한계가 있었음

- 향후 추가적인 연구에서는 이러한 문제점을 보완하는 다양한 방안을 강구할 필요가 있음

[표 III-3] 어플이용그룹과 타 그룹간의 DID 추정 결과

종속변수: elec_cons	기본모형		확장모형	
	Coefficient	t-value	Coefficient	t-value
dB	4.850998	0.73	6.045557	0.97
d2	-3.907982	-0.75	2.580014	0.28
<b>d2*dB</b>	<b>-2.996896</b>	<b>-0.32</b>	<b>-2.996896</b>	<b>-0.34</b>
cons(상수)	252.5344	68.24**	61.48873	1.90*
HDD			.0463926	0.87
CDD			.2726846	0.76
month_income			-.0004887	-0.34
education			-3.056673	-0.75
real_age			2.364414	8.38**
sex			-2.022829	-0.47
family_num			29.4711	15.09**
Adjusted R <sup>2</sup>	-0.0004		0.1207	

- \* 는 90%의 신뢰구간에서 통계적으로 유의함을 나타냄  
 - \*\*는 95%의 신뢰구간에서 통계적으로 유의함을 나타냄

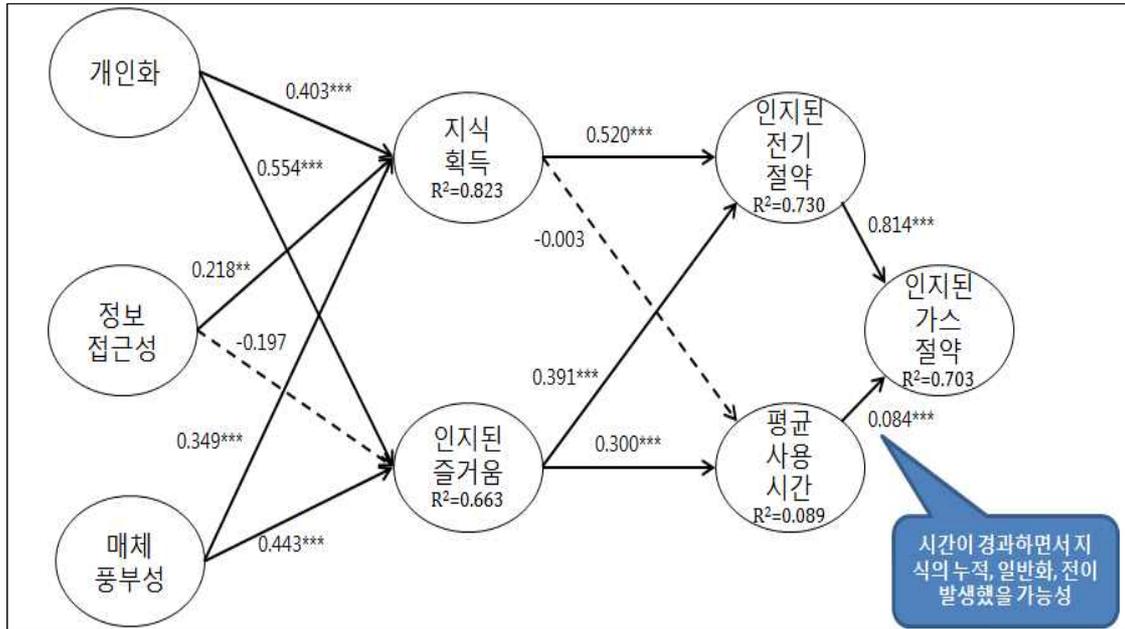
□ 연구모형 A 결과 : 구조방정식 모형을 이용한 '에너지 다이어트' 디자인 특성과 획득 지식이 전력소비 및 가스소비 절감 효과 분석(그림<III-5>)

- 디자인적 특징인 '에너지 다이어트'의 개인화 정도는 사용자의 에너지 절감 지식 획득 및 사용자의 쾌락적 가치에 모두 영향을 미침
  - 이는 '에너지 다이어트'가 제공하는 에너지 절감 정보가 대상이 되는 사용자에게 맞춤형으로 제공될수록 사용자는 더 많은 쾌락적 가치를 가진다는 의미
- 모바일 어플리케이션의 정보접근성 정도는 사용자의 에너지 절감 지식획득에만 영향을 미침
  - 이는 사용자가 '에너지 다이어트'를 통해 제공되는 에너지 절감 정보가 사용자에게

- 보다 용이하게 제공될수록 사용자들은 더 많은 에너지 절감 지식을 획득한다는 의미
- 정보접근성이 쾌락적 가치에 영향이 없는 이유는 ‘에너지 다이어트’가 제공하는 에너지 절감 정보가 상대적으로 흥미위주의 정보라기보다는 교육적이고 지시적인 (instructive) 정보라는 점에 기인한다고 판단됨
- 디자인적 특징인 모바일 어플리케이션의 매체 풍부성 정도는 사용자의 에너지 절감 지식획득 및 쾌락적 가치 모두에 영향을 미치는 것으로 분석됨
    - 이는 ‘에너지 다이어트’에서 에너지 절감 정보를 제공하는 인터페이스(표현방법)가 다양할수록 사용자들은 더 많은 에너지 절감 지식을 획득한다는 의미
    - 또한 ‘에너지 다이어트’에서 에너지 절감 정보를 제공하는 인터페이스가 다양할수록 사용자들은 더 많은 쾌락적 가치는 보인다는 의미
  - 종속변수와의 영향 관계를 살펴보면, 사용자의 에너지 절감 지식 획득은 사용자의 전기 절약 행동에 영향을 미치고 있는 반면 사용자의 ‘에너지 다이어트’ 평균사용시간에는 영향을 못 미침
    - 이는 이미 획득된 지식을 활용하는 소비자 행동으로서 에너지 절약 행동은 그 의미가 있으나, ‘에너지 다이어트’ 사용시간은 획득된 지식의 활용이라기보다는 오히려 지식 획득을 위한 사용자의 행동으로 볼 수 있음
  - 사용자의 쾌락적 가치인지는 사용자의 전기 절약 행동과 ‘에너지 다이어트’ 평균사용시간 모두에 영향을 미치는 것으로 추정됨
  - 마지막으로 사용자의 전기 절약 행동과 ‘에너지 다이어트’의 평균사용시간은 사용자의 가스 절약 행동에 영향을 미치는 것으로 분석됨
    - 이 결과는 ‘에너지 다이어트’ 공공앱이 가지는 파급효과를 실증적으로 보여주는 것으로 현재 사용자의 에너지 절약관련 행동양식 또는 습관이 가스소비 절약 행동에 영향을 미친다는 것을 의미

- 연구모형 A를 통해 도출한 결과를 종합적으로 해석하면, 첫째 모바일 어플리케이션 디자인적 요소가 개인의 성과, 즉 이 연구에서는 에너지 절감에 영향을 미친다는 사실을 발견함
  - 다시 말해 공공 모바일 어플리케이션 사용자들의 행동 변화를 유도하는데 어플리케이션의 디자인적 특성이 매우 중요한 요인으로 작용한다는 점을 밝혀냄
  - 둘째, 본 연구를 통해 유사 에너지 절감 효과에 이르는 두 가지 루트를 발견 즉 모바일 어플리케이션을 사용할수록 의식 혹은 무의식적으로 획득된 지식이 일반화되고 이 전되면서 타 에너지 절감 지식화되는 것을 알 수 있음
  - 마지막으로 인지기반 모형(Cognitive-based model)와 정서적 기반 모형(Affective-based model)의 기여를 들 수 있는데, 즉 개인화 및 매체 풍부성으로 증강되어 인지된 즐거움 혹은 쾌락적 가치가 에너지 절감과 사용시간에 의미 있는 기여
- 앞서 추정 한 DID 추정결과와 다소 상이한 결과가 나타나는 이유
  - 먼저 구조방정식 모형은 ‘어플이용그룹’만을 대상으로 2013년 3, 4월 / 2013년 6, 7월에 한정하여 설문조사를 통해 분석을 시도하고 있어 그룹간의 비교는 불가능
  - 설령 설문조사 질의 응답자 본인이 ‘에너지 다이어트’ 활용을 통해 전력소비를 절약한다고 해도 다른 가족 구성원들이 절약에 동참하지 않는다면 가구 전체의 전력소비량 변화는 미미할 수 있음
  - 다만, [그림 III-4]와 같이 2013년 3, 4월과 2013년 6, 7월의 전력소비 차이만을 살펴본다면 ‘에너지 다이어트’를 사용한 ‘어플이용그룹’은 전력소비에 거의 변화가 없는 반면, 피드백을 제공하지 않은 ‘일반그룹’의 전력소비는 약 20kWh 증가하고 있어, 앱기반 피드백의 절전효과가 있을 가능성을 보여주고 있음

[그림 III-5] 구조방정식모형을 통한 연구모형 A 결과 정리



- \* 는 90%의 신뢰구간에서 통계적으로 유의함을 의미
- \*\*는 95%의 신뢰구간에서 통계적으로 유의함을 의미
- \*\*\*는 99%의 신뢰구간에서 통계적으로 유의함을 의미
- 실선은 변수간의 유의한 상관관계를 의미함

## IV. 결론 및 정책 제언

### 1. 결론

- 결론적으로 전력소비 절감을 위해 개발된 ‘에너지 다이어트’ 모바일 어플리케이션은 사용자들에게 전력소비 절전에 대한 인식수준을 높이고 인식된 지식의 전이 및 일반화를 통해 타 유틸리티 절약에도 긍정적인 파급효과를 미치고 있다는 사실을 밝혀냄
  - 다만 ‘에너지 다이어트’ 모바일 어플리케이션 사용자가 비사용자 대비 과연 어느 정도의 절감 효과를 내고 있는지에 대한 정량적 결과는 이중차감추정계수의 통계적 유의성 위배로 말미암아 제시할 수 없다는 한계도 동시에 존재
- 본 연구는 정보통신기술, 특히 최근 새롭게 개발되어 급속히 확산되고 있는 디지털 매체를 가정의 전력소비 절감을 위한 대안으로서 가능성을 검증하고 있다는 점에서 그 정책적 의의가 있음
- 디지털기반 피드백의 절전효과에 관한 연구는 전세계적으로 시작단계인 선도 분야로 우리나라에서는 이와 관련된 실증실험연구를 최초로 수행하고 있다는 점에서 그 학술적 의의가 큼
  - 물론 연구상의 한계(설문조사를 통한 미시통계데이터 신뢰성 및 실험설계의 문제점 등)가 존재하여 향후 이러한 문제점을 최소화하는 추가적인 연구가 필요함
- 향후 추가연구로서 에너지 절감을 위한 다양한 형태의 피드백 유형을 이론적, 현실적, 문화적 특성을 반영하여 재조합하는 방식으로 실증실험이 활발

### 히 진행되어야 함

- 최근 급속히 확산되어 보편화되고 있는 소셜 미디어(Facebook, Twitter, 카카오톡 등)을 활용한 전력소비 절감효과 검증 연구
- 1인가구를 대상으로 한 디지털기반 전력소비 절약 효과 실증실험연구 등

## 2. 정책 제언

### □ 피드백을 활용한 효과적인 절전을 달성하기 위해서는 전기요금의 현실화와 경쟁적 전력산업구조로의 이행이 선행되어야 함

- 에너지 저감을 위한 피드백 수단이 효과적으로 작동하기 위해서는 근본적으로 가격 메커니즘이 원활히 작동해야함
  - 따라서 현재 정부규제로 원가에도 미치지 못하는 전기요금 수준을 총괄원가수준으로 인상하고, 전력산업구조를 단계적으로 경쟁적 환경으로 이행하는 노력이 필요
  - 이러한 노력과 환경이 존재하지 않는다면, 피드백 수단을 활용한 에너지 수요관리 및 절약 정책은 그 효과가 미미할 가능성이 농후함

### □ 에너지 절약을 위한 디지털기반 피드백 체계를 구축할 필요가 있음

- 이 체계는 실증연구 단계인 스마트그리드 로드맵과 연계하는 방안과 연계하지 않고 독립적으로 운영하는 방안 모두 고려할 수 있음
- 미국, 영국 등에서 최근 수행되어 성공적으로 운영되고 있는 관련 프로그램을 지속적으로 모니터링하고 가능하다면 벤치마킹할 필요
- BPA, OPOWER(사), Cowlitz(사)의 BBEE 실증 프로그램에서와 같이 피드백을 설계하고 운영할 조직과 총괄적으로 관리·감독·평가할 기관, 그리고 전력사용 정보를 제

공하는 기관 선정하고, 이들 기관간의 유기적 협력체계가 필요함

- 예) 피드백 설계 및 운영을 위한 조직은 에너지관리공단, 총괄적인 관리·감독·평가는 중립적 연구기관인 에너지경제연구원 등, 전력정보 제공은 한국전력이 수행하는 유기적인 피드백 체계를 고려해 볼 수 있음 / 다른 방법으로 스마트그리드와 디지털기반 피드백 체계의 연계를 고려한다면 '한국스마트그리드사업단'과 같은 기관도 참여를 고려해야 함

전력소비자 전반에 대한 정보 공개 및 공유 체계를 구축할 필요가 있음

- 전력수용가의 정보 비공유 및 비공개는 에너지 절전 정책 반영을 위해 선행적으로 필요한 기초적인 정책 분석을 불가능케 함
- 따라서 전력사용자들에 대한 개인정보보호법이 허용하는 범위 내에서 관련기관들은 정보를 공개하고 사용자들과 공유하려는 노력이 필요
- 이는 현 정부의 국정운영 과제 중 하나인 '정부 3.0'에 부합하는 사안이기도 함

실효적인 에너지 수요관리 및 절약 정책을 수립·시행하기 위해 선행적으로 관련 분야에 대한 다양한 실증실험연구 내지 파일럿 프로그램 수행이 필요

- 이러한 실증연구는 효과적인 에너지 수요관리 및 절전 정책을 개발하는데 유용한 기초자료로 활용 가능성이 매우 큼
- 이러한 수요관리 실증연구는 중·장기적인 측면이 강하므로, 정부는 산·학·연 관련 전문가들의 의견을 면밀히 검토하여, 적극적인 지원을 검토해야 함

향후 에너지 절전을 위한 공공앱 개발시 디자인적 특성 및 흥미유발 콘텐츠 그리고 쉽고 편한 기능 등을 종합적으로 고려하여야 함

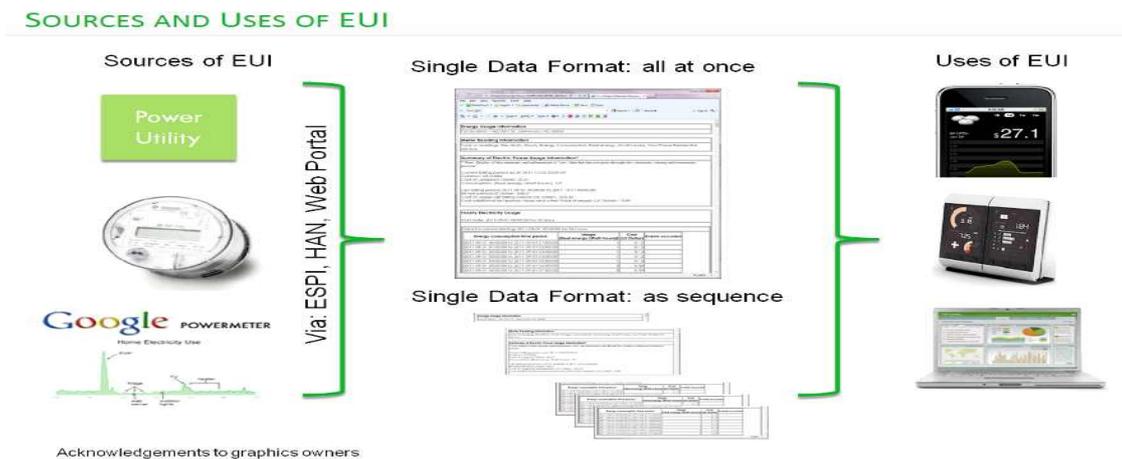
- 우리 국민들의 고유한 문화적 특징을 제대로 반영한 디지털기반 피드백은

지식획득과 쾌락적 가치 증진에 긍정적인 영향을 미쳐 결과적으로 에너지 절약 인식 향상과 실제 행동변화 유발 가능성을 높일 것임

□ 미 에너지부(DOE)의 'Green Button' 프로젝트 벤치마킹 가능성 검토

- 'Green Button' 은 전력소비자가 자신들이 사용하는 전력소비정보를 유틸리티 기업이나 전기사업자로부터 알기 쉬운 형식으로 안전하게 인터넷 혹은 스마트기기를 통해 다운로드 받을 수 있다는 상식적인 아이디어에서 출발함
- 정부는 1,500만명 이상의 전력 소비자가 Green Initiative의 혜택을 받아 보다 쉽게 자신들의 에너지 소비 데이터에 접근 가능 하게 될 것이라 전망함
- 이 프로젝트는 실제 전력소비자들의 전력사용 정보를 표준화된 형식으로 대중들에게 공개·공유하기 때문에, 1인 기업(개인), 통신회사, 컨설팅 회사, 스마트폰 어플리케이션 개발회사 등 다양한 통로 및 형식으로 사업화 모델을 개발할 수 있고 결과적으로는 정보통신(ITC)과 에너지의 융·복합 사업으로 확장 가능

[그림 IV-1] 'Green Button' 프로그램의 소개



- 자료: <http://en.openei.org/apps/?keyword=Green Button Apps>

## < 참고자료 >

### 1. 이중차감추정법(Difference-In-Difference) 설명

□ 계량모형 중에 정책의 변화 전·후의 효과를 분석하는 방법으로 널리 활용되고 있는 모델이 이중차감추정법(Difference-In-Difference, 이하 DID)임.

○ DID의 기본 아이디어는 정부의 정책이 외생적으로 주어졌을 때(exogenous shock) 이러한 일련의 정부정책의 효과를 정책 전·후의 평균 변화의 차이로 추정을 하여 정책의 효과를 분석하는 기법임

○ DID 추정 법은 Ashenfelter and Card(1985)<sup>10</sup>의 연구 이후 폭넓게 활용되고 있음

□ 정책에 대한 효과를 추정하기 위한 DID 추정방정식은 다음과 같이 표현됨

○ 정책에 영향을 받는 집단을 실험집단(Treatment groups)이라하고 정책의 영향을 받지 않는 그룹을 통제집단(Control groups)이라함

○ 추정방정식은 다음과 같이 표현됨

$$y = \beta_0 + \beta_1 dB + \delta_0 d2 + \delta_1 d2 \cdot dB + u$$

$y$ : 종속변수,  $dB$ : treatment dummy,  $d2$ : time dummy

$u$ : 오차항,  $\beta_0$ : 상수항

-  $dB$ 는 treatment dummy로 정책의 영향을 받는 그룹은 1, 그렇지 않은 통제 그룹은 0인 가변수(dummy variable)이며  $d2$ 는 정책이 일어나기 전 기간이면

10) Imbens, Wooldridge, (2007), "Lecture Notes 10, Summer '07"

0값을, 일어난 후 기간이면 1값을 갖는 가변수임

- DID 추정방법에서 우리가 관심 있는 계수(coefficient)는  $\delta_1$ 인데,  $\delta_1$ 은 정책 효과계수(policy effect coefficient)로 불리며 바로  $\delta_1$ 계수가 정책 시행 전·후의 정책 효과를 보여주는 역할을 함

$$\hat{\delta}_1 = (\overline{y_{B,2}} - \overline{y_{B,1}}) - (\overline{y_{A,2}} - \overline{y_{A,1}})$$

## 2. 구조방정식 구조 및 모형의 신뢰성 검증

### □ 확인적 요인분석 결과 해석 기준: 수렴타당성 및 판별타당성 검증

AVE (Average Variance Extracted)	Composite Reliability (구성 타당성)	Cronbachs Alpha	$\sqrt{AVE}$
평균분산추출지수로 일반적으로 0.5 이상이면 수렴타당성이 있는 것으로 판단	Construct와 item과의 관계가 잘 되어 있는지 보는 것으로 0.7 이상이면 수렴타당성 있음	Item간의 관계가 얼마나 신뢰성이 있는지를 보는 것으로 0.7 이상이면 수렴타당성이 있음	AVE를 표준화 시킨 값으로 $\sqrt{AVE}$ 값 중 가장 작은 값이 각각의 상관계수보다 크면 판별 타당성이 있음

### □ 연구모형 A의 신뢰성 분석결과

- 본 연구에서는 탐색적 요인분석과 Cronbach's  $\alpha$ 에 의한 신뢰도 분석을 실시하고 타당성 검증을 위해 전체연구단위에 대한 상관관계 분석을 실시
  - 탐색적 요인분석은 Varimax(직각회전방법)<sup>11)</sup>에 의해 수행되었으며 분석 결과

11) 요인에 대한 명확한 해석을 목적으로 하거나 분석에서 요인점수를 활용하고자 할 때 주로 사용하는 방식으로 하나의 요인에 크게 적재되는 변수의 수를 줄이는 방식임

모든 항목에서 요인적재값이 .3이상을 보이고 있으며  $\alpha$ 계수 역시 모두 0.9이상으로 나타나 0.7보다 크므로 가설검정에 충분한 신뢰성을 갖는 것으로 평가

<Cronbachs  $\alpha$  도출 결과>

	개인화	매체 풍부성	인지된 전기 절약	정보 접근성	지식 획득	쾌락적 가치	평균 사용 시간
$\alpha$ 계수	0.9498	0.9402	0.9560	0.9378	0.9023	0.9589	0.9462

<Varimax를 이용한 요인분석 결과 정리>

	개인화	매체 풍부성	인지된 가스 절약	인지된 전기 절약	정보 접근성	지식 획득	쾌락적 가치
개인화1	0.9209						
개인화2	0.9340						
개인화3	0.9370						
개인화4	0.9372						
매체 풍부성1		0.9223					
매체 풍부성2		0.9092					
매체 풍부성3		0.9317					
매체 풍부성4		0.9201					
인지된 가스 절약1			0.9505				
인지된 가스 절약2			0.9636				
인지된 가스 절약3			0.9620				
인지된 전기 절약1				0.9266			
인지된 전기 절약2				0.9436			
인지된 전기 절약3				0.9565			
지식 접근성1					0.8933		
지식 접근성2					0.9219		
지식 접근성3					0.9022		
지식 획득1						0.9224	
지식 획득2						0.9233	
지식 획득3						0.9324	
지식 획득4						0.9354	
지식 획득5						0.9203	
쾌락적 가치1							0.9369
쾌락적 가치2							0.9528
쾌락적 가치3							0.9210
쾌락적 가치4							0.9005

- 상관관계 행렬분석을 통한 판별타당도 검증:  $\sqrt{AVE}$  값 중 가장 작은 값이 각각의 상관계수보다 크므로, 판별타당성 있음

	개인화	매체 풍부성	인지된 가스절약	인지된 전기절약	정보 접근성	지식획득	쾌락적 가치
개인화	<b>0.9323</b>						
매체풍부성	0.8558	<b>0.9209</b>					
인지된가스절약	0.7032	0.6912	<b>0.9587</b>				
인지된전기절약	0.8054	0.7769	0.8347	<b>0.9423</b>			
정보접근성	0.7442	0.7834	0.5299	0.6416	<b>0.8800</b>		
지식획득	0.8639	0.8646	0.7459	0.8148	0.7915	<b>0.9268</b>	
쾌락적가치	0.7867	0.7629	0.7900	0.7827	0.5623	0.7535	<b>0.9280</b>

### 3. 참고문헌

- 민인식, 최필선, 2009, STATA 패널데이터 분석, 한국STATA학회, p2-4/p89-161.
- 조성진, 2012, 에너지효율 어플(APPs)의 가계전력소비절감 효과 분석, 에너지경제연구원 2012년 기본연구보고서, p9-18/p12-15/p88-92.
- 지식경제부 보도자료, 2010. 6. 18, 손 안의 '에너지절약 도우미'가 나온다., 지식경제부.
- 지식경제부, 2013. 2. 25, '제6차 전력수급기본계획(2013~2027)', 지식경제부 공고 제2013-63호, p2-71.
- Ben Foster and Susan Mazur-Stommen, 2012. 2, Results From Recent Real-Time Feedback Studies, *American Council for an Energy-Efficient Economy*, Report Number B122, p3/p6.
- Burgess, J and Nye, M, 2008, Re-materialising energy use through transparent monitoring systems. *Energy Policy*, 36 (12), p4454-4459.
- Ehrhardt-Martinez, K., Donnelly, K. A., & Laitner, J. A., 2010. 6. 26,

Advanced Metering Initiatives and Residential Feedback Programs: A Meta-Review for Household Electricity Saving Opportunities. Washington, DC: American Council for an Energy Efficient Economy.

Electric Power Research Institute(EPRI), 2009. 2, Residential Electricity Use Feedback: A Research Synthesis and Economic Framework, Palo Alto, CA: EPRI, p34-37.

Eugene Rosolie, 2012. 5. 8, Innovative Behavior Based Energy Efficiency Pilot, Cowlitz County PUD, p5-18.

Faruqui, A and Sergici, S, 2008, The power of experimentation: new evidence on residential demand response. Discussion paper, Brattle Group.

Fischer, C., 2008, Feedback on household electricity consumption: a tool for saving energy?, *Energy Efficiency* 1 (1), p79-104.

Froehlich, J., 2009, Promoting Energy Efficient Behaviors in the Home through Feedback: The Role of Human-Computer Interaction, HCIC 2009 Workshop, DUB Institute, Department of Computer Science and Engineering: University of Washington.

Kempton, W. & Layne, LL., 1994, The consumer's energy analysis environment. *Energy Policy*, 22 (10), p857-866.

Kevin Cooney, 2011. 2, Evaluation Report: OPOWER SMUD Pilot Year2, Navigant Consulting, Chicago, IL 60606, p9-10/p8-15.

Larry Blaufus, 2012. 5, 8, Behavioral Based Energy Efficiency: Home Energy Reports, Web Portal and Social Media Pilot, BPA Energy Efficiency Summit, Concurrent Session 2.

LaMarche, J., 2011, The Influence of Display Medium and Design on Energy-Saving Technology Adoption, Behavior, Energy and Climate Change Conference, Washington, DC: Fraunhofer Center for Sustainable Energy Systems.

Lutzenhiser, L., 1993, Social and behavioural aspects of energy use. Annual Review of Energy and Environment, 18, p247-289.

Petkov, P., Köbler, F., Foth, M. and Kramar, H., 2011, Motivating domestic energy conservation through comparative, community-based feedback in mobile and social media, 5th International Conference on Communities & Technologies (C&T 2011).

Sarah Darby, 2006. 4, The Effectiveness of Feedback on Energy Consumption: A Review for DEFRA on the Literature on Metering, Billing, and Direct Displays, Oxford, U.K.: Environmental Change Institute, University of Oxford, p8-15.

Sarah Darby, 2010, Literature review for the Energy Demand Research Project, Oxford, U.K.: Environmental Change Institute, University of Oxford, p4-7.

Schultz, P. W., Nolan, J. M., Cialdini, R. B., Goldstein, N. J. and Griskevicius, V., 2007. 5, The Constructive, Destructive, and Reconstructive Power of Social Norms. Psychological Science, 18(5), p429-434.

Shove, E., 2003, Comfort, cleanliness and convenience: the social organisation of normality. Berg Publishers, Oxford.



정책 이슈페이퍼 13-15

**태양광 산업 및 모듈가격 전망과  
대내외 대응전략**

**정운경**

**목 차**

- I. 배경 및 문제점 / 357
- II. 조사 및 분석 결과 / 360
- III. 정책 제언 / 373
- VI. 기대 효과 / 375
- <참고자료> / 376



**에너지경제연구원**  
KOREA ENERGY ECONOMICS INSTITUTE



## I . 배경 및 문제점

### 1. 연구 배경

- 세계 각국은 화석연료 고갈 및 기후변화에 대응하기 위한 수단 중 하나로 신재생에너지 보급을 확대하고 있으며 태양광은 이들 중 가장 유력한 대안으로 인식되고 있음.
- 태양광의 경우 그간 기술적 성숙도 부족, 시장에 대한 불확실성으로 인한 투자부진 등으로 인해 기존의 화석연료는 물론 타 신재생에너지원과 비교하더라도 가격경쟁력이 매우 열악하였음.
- 그러나 세계 각국에서 태양광 기술개발, 산업육성 및 보급촉진에 대한 적극적인 정책적 지원을 펼친 결과, 지난 10년간 태양광 시장 급부상
- 그러나 최근 들어, 태양광 시장은 공급과잉 상태로 태양광 모듈가격의 하락으로 인하여 태양광 산업이 큰 타격을 받고 있음.
- 유럽의 재정위기, 셰일가스의 급부상 등으로 인해 수요 증가율은 감소하였으나, 태양광 기업들의 무분별한 설비 증설로 인하여 공급용량은 계속적으로 증가함.
- 폭발적으로 증가하던 태양광 기업들의 구조조정이 가치사슬(Value Chain) 전 과정에서 급격하게 진행되고 있음.
- 폴리실리콘을 제외한 대부분의 Value Chain에서 경쟁력이 부족한 우리나라 기업들도 파산, 인수·합병, 사업 철수 및 재검토 등 상당한 어려움을 겪고 있음.

## 2. 연구 필요성 및 목적

### □ 연구 필요성

- 대외적으로는 국내 태양광 기업이 이러한 시장 변화에 적절하게 대응하고, 현 위기를 극복하고 재도약하는데 도움이 되는 산업육성 정책 방향을 검토할 필요성 대두
- 대내적으로는 현재 변화하는 태양광 시장 환경, 태양광발전의 특성 및 국내 전력시장 구조를 고려한 향후 보급정책 방향에 대한 검토가 요구됨.
  - 국내 태양광 발전시스템 가격은 국제 모듈가격에 연동되고 있으나 전력시장 여건은 미국, 유럽 등과 상이함.
  - 현재까지는 그리드패리티 도달시점을 기준으로 보급정책을 논하였으나, 태양광발전의 간헐성으로 인해 그리드패리티 분석은 적절치 않음.
  - 따라서 새로운 경제성 분석 접근법을 통한 태양광발전의 경제성 분석 및 이에 상응하는 보급정책 방향 제시가 필요함.

### □ 연구 목적

- 모듈가격을 전망하고, 국내외 태양광 시장 및 산업 동향을 분석함으로써 국내 태양광 산업 육성에 필요한 정책 제언하고자 함.
- 국내 태양광 경제성 분석을 통하여 앞으로의 보급정책 방향을 제시하고자 함.
  - 국내 발전사업용 태양광 발전단가를 산정 및 전망하고, 이를 바탕으로 국내 그리드패리티(Grid-parity) 도달시점 예측

- 태양광발전의 간헐성(Intermittency) 및 국내 전력시장 여건을 고려한 비용 편익분석을 통한 태양광발전의 경제성 평가

## II. 조사 및 분석 결과

### 1. 국내외 태양광 시장과 태양광산업 동향 정리 분석

#### □ 국내·외 태양광 시장 동향

- 올해 상반기까지도 태양광 시장 초과 공급 현상 지속되고 있으나, 2014년 이후에는 공급과 수요가 균형을 이룰 것으로 예측됨.
  - 현재 태양광 시장은 2010년 후반에 시작된 공급과잉 현상이 아직 해소되지 않은 상태
  - 태양광 업체들이 무리하게 생산능력을 확대한 결과, 지난 3년간 모듈 공급 용량이 수요보다 무려 1.5배 ~ 2.3배 이상 높은 것으로 나타남.
  - 올해 하반기에는 부진했던 유럽 수요의 증가, 중국 시장의 확대 등으로 인해 공급과잉 정도가 점차 완화되어 2014년에는 40GW 시대가 열릴 것으로 전망됨.
- 향후 태양광 시장 중심이 유럽에서 미국, 중국 및 일본 등 아시아-태평양 지역으로 옮겨갈 전망
  - 지금까지 태양광 시장은 유럽 국가들의 주도하에 성장해 왔음.
  - 작년의 경우 유럽은 재정위기 및 긴축정책으로 인해 수요 감소한 반면, 중국, 미국, 일본 등 신흥시장 부상 중
  - 2014년 일본, 중국 및 인도를 포함한 아시아 시장이 세계 태양광 수요의 50%를 차지할 예정
- 국내 태양광 시장의 경우 RPS가 성공적으로 정착한다면, 2015년까지

480MW 규모로 성장할 것으로 보임.

- 지금까지 국내 태양광 시장 각종 정부 지원사업에 의존하여 성장(<표2-1>)
- 작년부터 정부 주요 보급정책 발전차액지원제도(FIT)에서 신재생에너지의 무할당제(RPS)로 전환
- 낮은 경제성을 고려하여 태양광에는 2016년까지 별도의 공급의무량을 부과하였으나, 작년에 높은 이행률(96%)을 보여 의무량을 연간 150MW 추가 확대함.

<표 2-1> 보급사업별 태양광발전 설치용량

(단위: MW)	2012년 신규 보급용량	2012년까지 누적보급용량	누적기준 비율(%)
발전차액지원제도(FIT)	0	500	51.9
의무할당제도(RPS)	149.7	179.7	18.7
주택지원	32.5	111	11.5
개발공급협약(RPA)	0	69.7	7.2
지역지원	18.9	61.6	6.4
공공의무화제도	5.5	28.3	3
건물지원	2.0	12.5	1.3
합계	208.6	962.8	100

자료: 한국태양광산업협회(KOPIA, 2013)

#### □ 국내·외 태양광 산업 동향

- 신흥 수요처의 부상으로 태양광 시장의 성장세는 지속되고 있으나 태양광 산업은 공급과잉으로 인하여 침체되어 있는 상황
  - 각국의 정책적 지원을 기반으로 태양광 투자 활성화로 인하여 시장참여 업체 폭발적으로 증가

- 수요 증가율이 무분별한 설비 투자로 인한 공급 증가를 따라가지 못하자, 업체 간 과도한 가격 경쟁으로 이어짐.
  - 태양광 Value Chain 전 과정에서 제품의 가격이 하락하여 관련 제조업자들의 수익구조가 급격히 악화되면서, 기업 구조조정 빠르게 진행됨.
- 전통적으로 고수익 산업인 폴리실리콘의 경우, 현재 공급과잉 상태로 수익 구조 마이너스이나 내년부터는 수급균형을 되찾을 것으로 예상
- 상위 10대 기업의 시장 점유율이 무려 93%인 폴리실리콘의 경우, 급격한 설비 증대로 가격이 폭락하면서 업체들의 수익 적자로 전환
  - 선두주자 중 한국 업체인 OCI 영업이익률을 보면, 2010년 ~ 2011년 30% 이상의 고마진 수익구조에서 2012년 -1%를 기록하며 적자 구조로 급전.
  - 그러나 업체별 설비가동을 합리화 및 빠르게 진행되고 있는 시장 통합으로 인하여 내년부터는 공급과잉 해소 및 가격이 정상화될 전망이다.
  - 또한, 한화케미칼, 삼성-MEMC 등 신규사업자의 시장 진입 등으로 선도기업의 점유율이 70% 이하로 하락할 것으로 전망
- 웨이퍼·잉곳 산업 또한 현재 공급과잉 상태이고, 향후 국내 웨이퍼 산업 중견업체 중심에서 대기업 중심으로 전환될 것으로 전망
- 폴리실리콘 및 태양전지 업체들의 진출과 기존 업체들의 공격적 설비 증설로 2012년 생산량은 생산용량 대비 61%에 불과했음.
  - 선두 기업이었던 국내 업체 LG실트론 사는 올해 사업 중단, 엘피온 사는 OCI에 인수된 상태 등 현재 시장 통폐합 한창임.
  - 2014년 이후 수급여건이 크게 개선될 전망이나, 자금력이 풍부하고 자체 수직계열화 및 제품의 효율 개선화에 성공한 기업만 이번 불황에서 살아남을 것으로 보임.

- 태양전지·모듈 분야는 Value Chain 상 공급과잉 가장 극심하나, 2013년 하반기 회복세로 돌아서 기업의 수익구조 개선 중임.
  - 낮은 진입장벽으로 인해 태양광 호황기에 신규업체들이 대거 진입하면서 생산용량이 실질수요를 2배 초과하게 됨.
  - 지난 10년 동안 모듈 생산의 중심지는 미국에서 일본, 유럽, 아시아 순으로 이동하였고, 현재 중국이 국가별 생산량 1위임.
  - 국내 시장의 경우, 중국의 저가공세 및 태양광 수요 침체에 따른 수익성 악화로 다수의 소규모 태양전지 및 모듈 제조업체들이 시장에서 퇴출됨.
  - 그러나 올해 하반기부터 RPS 시행으로 인한 시장 확대 및 일본 태양광 수요의 급증으로 회복세로 전환
- 시스템 핵심부품인 인버터 또한 과열경쟁으로 시장 통폐합 중이나, 타 분야보다 내수시장의 중요성이 높아 이번 불황을 비교적 잘 견디고 있음.
  - 상위 10대 제조업체 모두 외국기업이며 전 세계 인버터 수요량의 76%를 차지함.
  - 그러나, 각국의 전력 연계 규정에 맞게 주문·제작 및 설치국의 인증을 획득해야 하는 경우가 많아 타 분야와는 달리 내수시장의 역할 큼.
  - 우리나라의 경우, 국내 중소-중견업체들이 대거 시장에 진출하면서 가격하락 경쟁으로 인해 대다수 해외 업체들이 철수하였음.
  - 인버터 시장은 태양광 설치수요와 함께 꾸준히 성장하여 2015년에는 생산량 45.8GW, 매출액 67억 달러의 시장이 될 것으로 예상됨.
- 지금까지 국내 태양광 산업은 비약적인 성장을 하였으나, 수출의존성이 높아 글로벌 태양광 시장여건 및 수출경쟁력에 따라 성장세 좌우됨.

- 2007년 ~ 2012년 기간 동안 고용인원은 9배, 총 매출액 및 수출액은 각각 22배, 38배 급증하였고, 태양광 업체 수는 30개 업체에서 2011년 기준 98개로 증가하였음(표<2-2>).
- 2010년 후반 이후 전 Value Chain 과정에서 공급과잉 현상으로 국내 태양광 기업의 영업이익률은 마이너스이나 총 매출액은 연평균 10% 이상으로 증가하였음.
- 한편, 매출액에서 수출이 차지하는 비중은 계속 증가하여 현재 70%를 넘는 등 태양광 산업은 수출의존적임.
- 현재까지 중소기업 중심의 태양광 산업은 공급과잉으로 인한 이번 시장 구조개편을 통해 수출경쟁력 및 자금력을 확보한 대기업 중심의 구조로 전환될 것으로 예상됨.

<표 2-2> 연도별 태양광 산업 통계

	2007	2008	2010	2011	2012F
기업수 (개)	30	53	91	98	-
고용인원(명)	1,279	3,650	8,906	10,660	11,533
매출액 (십억원)	441	1,601	5,859	7,917	9,803
수출액 (백만불)	142	827	3,744	4,594	5,407
민간투자(십억원)	366	1,386	2,880	4,205	3,117

자료: 에관공 신재생에너지센터, KOPIA

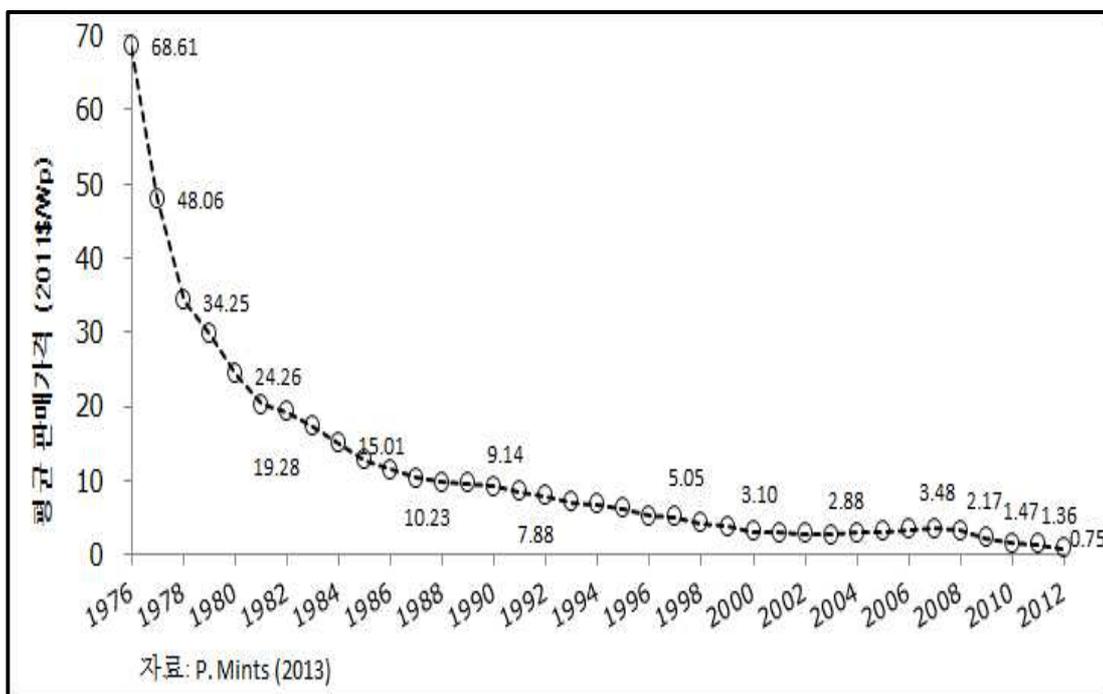
#### □ 세계 태양광 모듈가격 전망

- 모듈은 태양광 발전시스템의 핵심부품으로 지금까지 설치비용 중 가장 큰 비중을 차지하였음.
- 태양광 발전시스템 비용은 모듈 비용과 그 외 비용으로 구분될 정도로 모

들은 핵심 부품소재로써, 최근까지 시스템 비용의 60% 이상을 차지하였음.

- 한편, 태양광 모듈가격 하락 속도는 경이로운 수준으로 1976년 Wp당 \$68.6였던 평균 실질모듈가격은 2012년 기준 Wp당 \$0.75임.

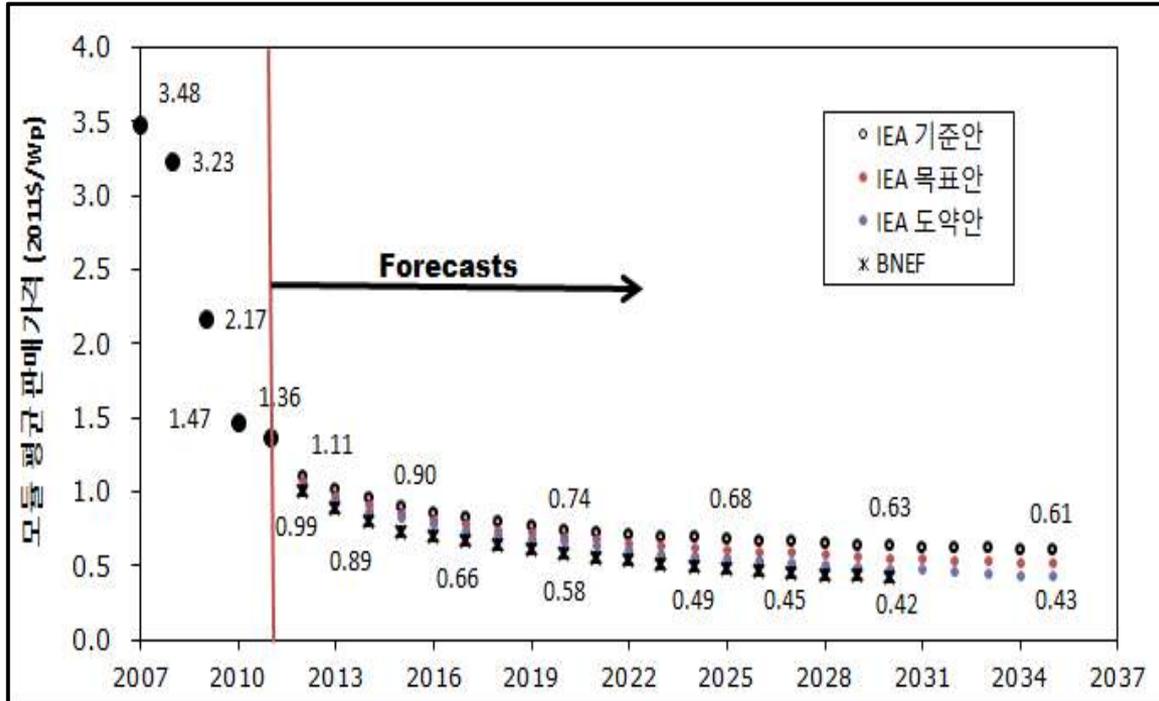
[그림 2-1] 세계 태양광 모듈가격 추이 (1976년~2012년)



- 경험곡선을 활용하여 향후 모듈가격을 전망한 결과, 2030년까지 최대 Wp당 \$0.42로 하락
  - 경험곡선은 가장 대표적인 모듈가격 전망 방법으로 제품의 생산비용 하락을 학습효과(Learning-by-doing)로 설명하고자 하는 이론임.
  - 누적생산량이 배로 증가할 때마다 총 비용이 일정한 비율(학습률)로 하락한다고 가정함.
  - 1976년 ~ 2012년 모듈가격 및 모듈 누적생산량 자료를 이용하여 경험곡선을 추정한 결과, 학습률은 22.7%로 나타남.

- 다양한 태양광 보급 전망안에 따라 모듈가격은 2030년까지 Wp당 약 \$0.42 ~ \$0.63로 떨어질 전망

[그림 2-2] 세계 태양광 모듈가격 전망



#### □ 국내 태양광 경제성 분석

- 태양광 LCOE(Levelized Cost of Electricity)를 산정한 결과, 발전단가가 2030년까지 152원/kWh로 하락하는 것으로 나타남.
  - 발전원 경제성 분석에 가장 널리 활용되는 LCOE 산정방법은 발전설비 총 투자비용을 시설의 수명기간 안에 회수하는데 필요한 최소한의 평균 단위 가격임.
  - 즉, 발전설비 총 비용의 현재가치를 총 발전량의 현재가치로 나누어 준 것

&lt;표 2-3&gt; 연도별 태양광 LCOE 및 계통한계가격(SMP)

(단위: 2011원/kWh)

년도	LCOE	SMP 시나리오 I	SMP 시나리오 II
2001	1,330	66.6	66.6
2002	1,362	64.6	64.6
2003	1,327	67.5	67.5
2004	1,046	70.2	70.2
2005	783	76.3	76.3
2006	736	96.5	96.5
2007	704	100.6	100.6
2008	630	135.6	135.6
2009	545	116.4	116.4
2010	441	125.7	125.7
2011	299	126.6	126.6
2012	328	159.7	159.7
2013	300	161.3	156.3
2014	274	162.9	163.4
2015	255	164.6	154.6
2016	235	166.2	153.1
2017	223	167.9	148.2
2018	214	169.5	145.9
2019	205	171.2	143.1
2020	196	173.0	139.7
2021	189	174.7	131.9
2022	182	176.4	127.1
2023	177	178.2	124.0
2024	172	180.0	120.2
2025	167	181.8	130.9
2026	163	183.6	
2027	160	185.4	
2028	157	187.3	
2029	154	189.2	
2030	152	191.1	

참고: LCOE는 2012년부터, 계통한계가격(System Marginal Price, SMP)는 2013년부터 전망치임. 시나리오 I은 '13년~'30년 동안 SMP가 연평균 1%로 증가한다고 가정한 것임. 시나리오 II는 한국전력거래소 SMP 전망치임.

으로 단위 발전량 당 비용을 구한 것임.

- 국내 발전사업용 표준 태양광 설비의 발전단가는 2001년 1,330원/kWh에서 이후 10년 동안 78% 하락하여, 2011년 현재 299원/kWh임.<sup>1)</sup>
  - 앞으로의 LCOE 발전단가를 전망한 결과, 2013년 kWh당 300원에서 2020년에는 200원 이하로, 2030년에는 152원까지 하락하는 것으로 나타남.
- 그리드패리티(Grid-Parity) 분석에 의하면, 2030년 이전에 국내 태양광 경제성 확보함.
- 여기서 그리드패리티란 태양광발전의 평균 발전단가가 (화석연료에 의하여 생산된)전력의 평균(도매)가격과 같아지는 시점을 뜻함.
  - SMP가 앞으로 연간 1%씩 꾸준히 증가한다고 가정한 시나리오 I의 경우에는 2023년 이전에 그리드패리티에 도달함.
  - 반면, 한국전력거래소의 SMP 전망치를 사용한 시나리오 II의 경우에는 2025년까지 그리드패리티 달성이 어려울 것으로 예상되며, SMP가 2012년 수준을 유지하는 경우에는 2028년 이전에 그리드패리티 도달 가능함.
  - 즉, 그리드패리티 달성은 향후 SMP에 대한 가정에 따라 달라지며 정부에서 목표로 하고 있는 2020년 그리드패리티 달성은 힘들 것으로 보임.
- LCOE 민감도 분석 결과, 태양광 발전단가는 할인율보다 평균이용률, 초기 투자비 등 기술진보 관련 모수에 더 민감하게 반응함.
- 앞서 태양광 LCOE 분석은 현 시점에서의 기술 및 경제적 여건만 고려함.
  - 기술진보 및 경제여건의 불확실성과 LCOE 영향요인의 상대적 중요도를 알아보기 위해 투입된 모수 전부를 같은 비율( $\pm 30\%$ )로 변화시킨 후 이에

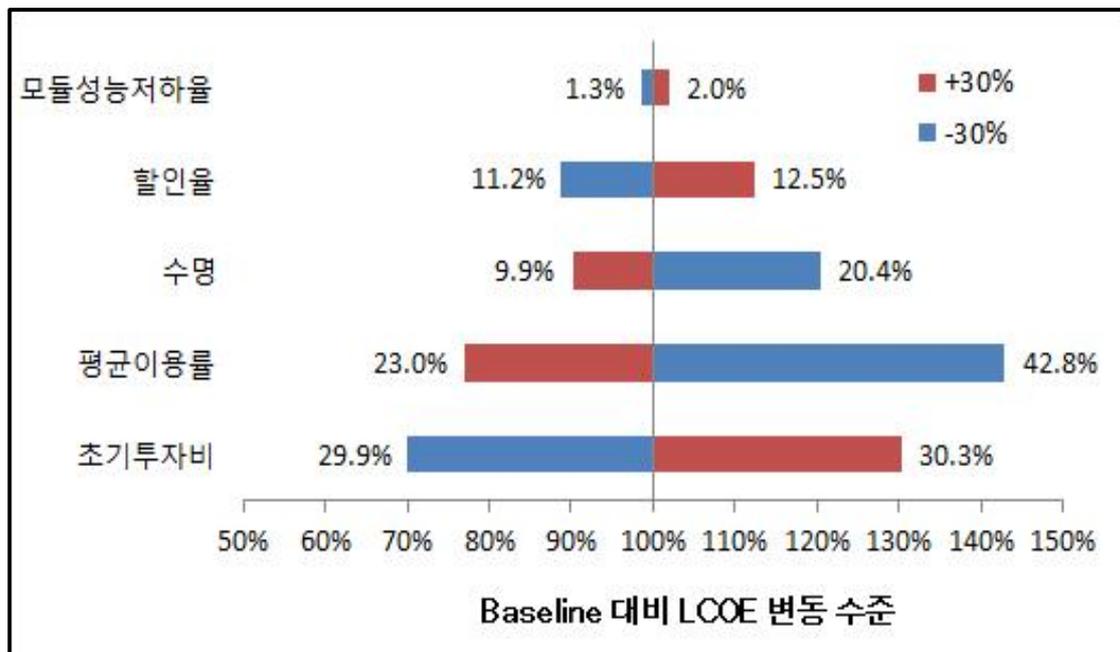
---

1) 국내 발전사업용 태양광에 대한 Baseline LCOE를 산정하기 위해 모수 값에 대해 다음과 같이 가정함. 할인율 5.5%, 설비 수명기간 20년, 모듈 성능저하율 0.7%, 설비 평균이용률 15.5% 및 운전 유지비용은 초기투자비용의 1%로 가정함.

따른 2030년도 Baseline LCOE의 변화를 살펴봄.

- 발전사업용 태양광 LCOE는 발전시설 평균이용률에 가장 민감하게 반응하였고, 그 다음으로는 수명(운전)기간, 할인율, 모듈 성능저하율 순이었음.
- 모수의 변동이 LCOE에 미치는 효과는 비대칭적이었음. 예를 들어 평균이용률이 Baseline 대비 30% 낮은 경우, 2030년도 LCOE는 65원/kWh 상승하나 30% 개선된 경우에는 35원/kWh밖에 하락하지 않음.
- 2030년까지 태양광 모듈 이용률이 20%까지 향상되고, 운전기간도 30년으로 늘어난다고 가정하면, 2030년도 태양광 LCOE는 101원/kWh로 나타남.

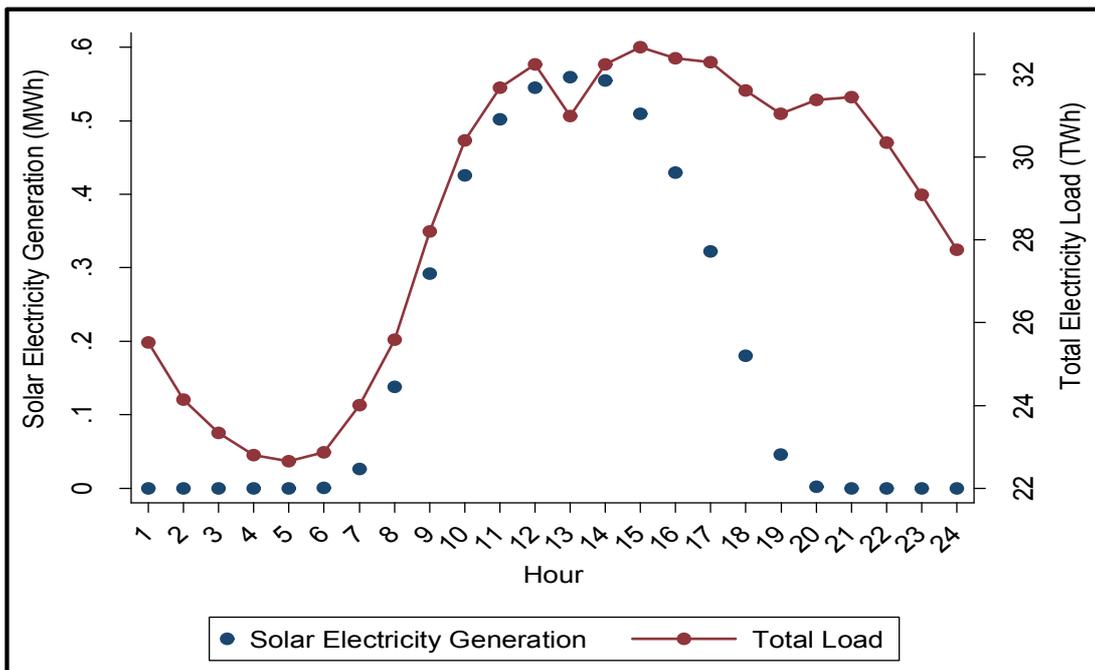
[그림 2-3] 2030년 LCOE 민감도 분석



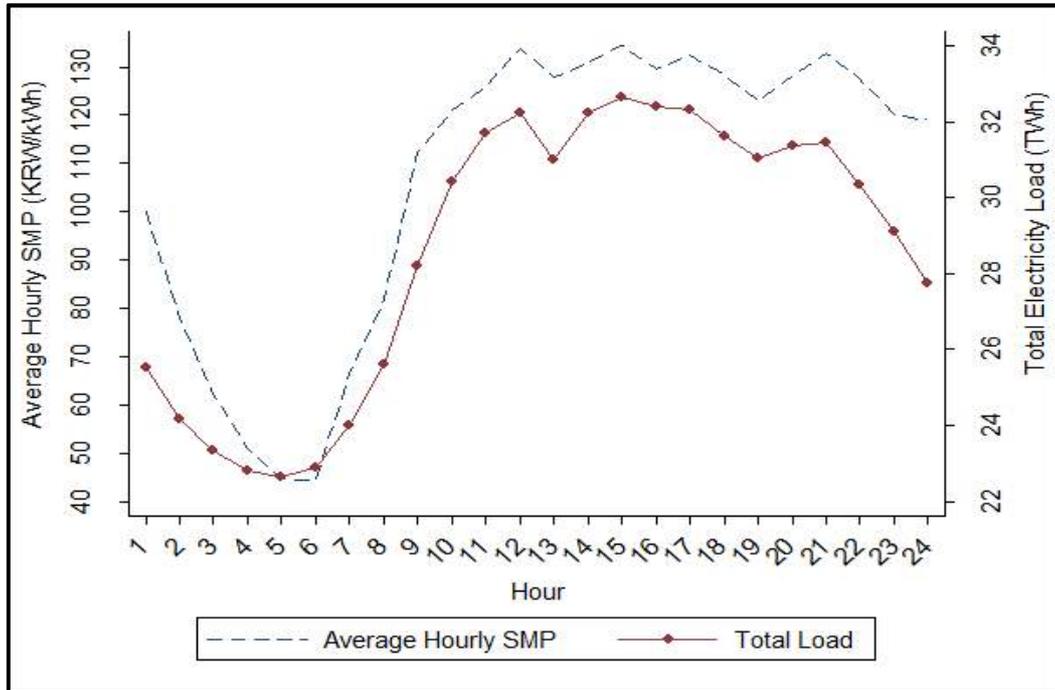
- LCOE 산정방법 및 그리드패리티 분석은 태양광발전의 경제성 분석 도구로써는 적합하지 않음.

- 전통적 LCOE 산정방법은 원자력 및 석탄 등 급전형 발전원의 가격경쟁력을 비교·분석하는 데에는 유용하나 태양광과 같이 간헐적 비급전형 발전원의 경제성 분석 도구로는 적절치 않음
- 원자력 및 석탄 등 급전형 발전원은 계통운영자의 급전지시에 따라 발전 가능함.
- 반면, 태양광발전은 일조시간, 지리적 위치, 온도, 강수량 등 여러 환경의 제약을 받아 가변적이며 간헐적임.
- 따라서 태양광 발전량의 분포는 급전형과는 달리 일률적이지 않고([그림 2-4]), 전력의 시장가치 또한 시간대별로 다르므로([그림 2-5]) 경제성 분석 시 비용 뿐 아니라 수익 측면도 참작해야 함.

[그림 2-4] 2008년도 국내 여름철 전력부하 및 태양광 발전량



[그림 2-5] 2008년도 여름철 시간대별 전력부하 및 SMP



- 태양광 발전시스템의 경제성 분석을 위해 비용편익 분석을 실시함.
  - 발전량 패턴에 따라 전기요금의 변동성에 의해 수익이 달라지는 것을 고려하여 전력 단위 당 균등화 수익, 즉 LVOE(Levelized Value of Electricity)를 산정함.
  - LVOE는 발전설비의 운전기간 동안 발생한 총 수익의 현재가치를 총 발전량의 현재가치로 나눠 준 것으로 단위 발전량 당 평균 태양광전력의 가치를 계산하는 것임.
  - 개별 태양광 발전소 자료를 이용하여 앞서 Baseline 모수값을 바탕으로 발전소별 LCOE를 산정한 결과, 2011년에 운전개시한 태양광 발전소의 평균 LCOE는 343원/kWh임.

- 또한, 전력가격이 향후 매년 연 1%씩 상승한다고 가정한 후 발전소별 LVOE를 산정한 결과, 2011년 평균 LVOE는 182원/kWh임.
- 따라서 평균적으로 태양광 전력 단위 당(kWh) 발전비용(LCOE)이 발전수익(LVOE)보다 약 1.9배 높아 아직까지 태양광발전은 경제성이 없는 것으로 나타남.
- 단, 태양광 발전비용단가(LCOE)는 급격히 하락하고 있는 반면 전력가격 상승세로 인해 발전가치(LVOE)는 점진적으로 높아지고 있어, 조만간 경제성을 확보할 수 있을 것으로 보임.<sup>2)</sup>

<표 2-4> 발전소별 운전개시연도별 평균 LCOE 및 LVOE

(단위: 원/kWh)

	전체 (280개소)		대형 (60개소)		소형 (220개소)	
	LCOE	LVOE	LCOE	LVOE	LCOE	LVOE
2005	1,437	109	-	-	1,437	109
2006	739	111	-	-	739	111
2007	653	152	553	152	719	152
2008	626	125	589	124	640	125
2009	581	144	563	144	581	144
2010	360	141	326	141	385	141
2011	343	182	298	183	368	182
전체	600	134	553	132	612	134

2) 2006년~2012년 기간 동안의 실질전력가격(실질SMP) 추이가 향후에도 계속 유지된다고 가정하는 경우, 2011년도에 운전개시한 태양광 발전소의 경우 LVOE가 LCOE보다 kWh당 평균 14원 정도 높아 경제성을 확보한 것으로 나타남.

### Ⅲ. 정책 제언

- 국내 태양광 산업 육성은 수출에 의존할 수밖에 없으므로 수출 활성화에 대한 집중적 지원이 요구됨.
  - 국내 태양광 산업의 매출액에서 수출이 차지하는 비중은 70% 이상임.
  - 태양광 시장규모가 제한적인 우리나라의 경우 태양광 산업 육성은 근본적으로 수출에 의존할 수밖에 없음.
  - 따라서 현재 추진 중인 해외진출지원사업 예산을 대폭 확대하여 기업들의 신흥 수요시장 공약 및 기타 수출경쟁력 제고를 지원하고, 수출기반 조성에 집중적으로 투자해야함.
  - 기업의 해외수주 기회 제고를 위한 필수적 항목은 '실적(Track Records)' 구축이므로 RPS 운영과 연계하여 실적 데이터베이스 구축에의 지원 필요
  - 또한, 해외진출 활성화를 위해서는 국내 제품의 기술경쟁력 향상이 절실하므로 R&D 투자에의 적극적이고 지속적인 지원이 요구됨.
- 태양광 중소·중견업체에게 한시적인 금융지원 제공 필요
  - 현재 빠르게 전개되고 있는 시장 통합 및 기업 구조조정은 산업의 성숙화 과정에서 발생하는 자연스러운 현상일 수 있으나 국내 중소·중견업체의 입지 무너뜨릴 수 있음.
  - 높은 기술력 및 잠재력을 갖고 있으나 자본력이 부족한 국내 중소·중견기업이 현재의 일시적인 시장 불황을 극복할 수 있도록 한시적인 금융지원을 제공해야 함.

□ 국내 태양광 보급에 대한 보조금, 융자지원 등 정부지원 축소

- 태양광 경제성 빠르게 개선되고 있는 중이므로 정부의 적극적인 개입 불필요함
  - 경제성이 확보되면 별도의 정부 지원 없이도 보급 활성화 가능함.
  - 2005년에 운전개시된 사업용 태양광 발전시스템의 경우 발전비용이 수익보다 약 14배 높았으나 2011년도에는 약 2배 정도였음.
  - 2006년~2012년 전력가격 추세를 반영하면, 2011년에 이미 경제성을 확보한 것으로 나타남.
  - 시스템 비용은 국제가격에 연동되어 있고 향후 지속적으로 하락할 전망이며, 향후 전력가격 추세에 대한 불확실성이 크므로 보조금 지원을 중단하고 추이를 살피는 것이 바람직함.
- 보급지원 축소하고, 대신 수출기반 조성 및 R&D 투자 지원금을 확대하는 것이 제한적인 신재생에너지 재원을 효율적으로 배분하는 것임.

□ 전기요금체계 개편을 통한 전기요금 현실화 필요

- 낮은 전기요금은 태양광 경제성 확보시기를 늦춤.
  - 태양광발전의 경제성은 생산된 전력의 가치에 의해 크게 좌우됨.
  - 원가 이하의 전기요금체제로 인해 자가용 발전의 경우에는 소비자의 전기요금이 가격 신호(price signal)로서의 역할을 제대로 못 하고 있음.
  - 주택용 및 기타 자가용 태양광발전의 진정한(true) 경제성 평가와 활성화를 위해서는 전기요금체계 개편이 요구됨.

## IV. 기대 효과

### 국내 태양광 산업 육성 및 보급 정책의 발전에 기여

- 태양광 산업의 위기극복 및 재도약을 위한 정책 방향 제시
- 효과적이고 자원배분의 효율성을 고려한 보급 정책 제시

### 향후 태양광 경제성 분석 시 기초자료로 활용

- 기존 태양광 경제성 분석 방법의 문제점을 지적하고 적절한 분석 방법을 제시함으로써 향후 태양광 경제성 분석에 기여

## < 참고자료 >

### 1. 참고문헌

- 고강훈, 이현우 (2003), “계통연계형 태양광 발전시스템의 운전특성 분석,” *Journal of the Korean Institute of Illuminating and Electrical Installation Engineers* Vol. 17 No. 6, pp. 26~30.
- 김은일, 김건훈 (2008), “신·재생에너지이용 발전전력 기준가격 산정에서의 쟁점,” 한국신·재생에너지학회 2008년도 논문집 pp. 87-90.
- \_\_\_\_\_ (2008), “신재생에너지원 발전전력 차액지원을 위한 현행 기준가격의 재산정”, 한국태양에너지학회 2008년도 춘계학술발표대회 논문집, pp.281-286.
- 김진형 (2010), “공동주택 태양광발전 시스템의 경제성 평가,” *Climate Change Research* Vol 1 No. 2, pp. 163~177.
- 문영석 외 (2011), “에너지믹스 변화의 비용 추정: 신재생확대 시나리오,” *에너지경제연구* 제 10권 제 2호, pp. 169-186.
- 박상준 외 (2009), “태양광 발전시스템의 일사량에 따른 전력 패턴 분석,” 2009년도 대한전기학회 전기설비전문위원회 춘계학술대회 논문집, pp. 17-18.
- 에너지경제연구원 (2013), “신재생에너지기술 성과분석 및 확산을 위한 기획: Part V 태양광산업 범부처 종합계획 수립”, 산업통상자원부.
- 에너지관리공단 신·재생에너지센터(2012), “2011년 신재생에너지 보급통계,” 에 관공 신·재생에너지센터.
- 이길호(2012), “태양광산업 시장구조 재편에 따른 업체별 차별화,” KIS Credit

Monitor, 한국신용평가.

이민식 외(2011), “글로벌 태양광산업의 전망과 전략적 시사점”, *산업이슈*, pp.53.

이성훈 외 (2011), “일사량 데이터 분석을 통한 태양광발전 시스템 개발을 위한 경제성 평가 방법,” *Journal of the Korea Institute of Illuminating and Electrical Installation Engineers* 25(10): 38-46.

장한수, 최기련 (2006), “에너지기술의 학습 효과에 대한 이론적 고찰,” *에너지공학*, 제15권 제4호 pp. 209-228.

주재욱 외 (2007), “태양광 발전시스템의 지역별 일사량 및 어레이 경사각 차이에 따른 투자회수 기간 평가: 서울, 부산을 중심으로”, 한국건축친환경설비학회 추계학술발표대회 논문집, pp.194-197.

한국개발연구원 (2008), “예비타당성조사 수행을 위한 일반지침 수정·보완 연구 (제5판),” 2008년도 예비타당성조사 연구보고서, 2008.

한국전기연구원 (2007), “신재생에너지 의무할당제(RPS) 국내운영방안 수립”, 지식경제부

해외경제연구소 산업투자조사실 (2013), “2013년 태양광산업은 어떻게 될 것인가?”, 한국수출입은행

\_\_\_\_\_ (2013), “예상보다 회복세가 빠른 태양광사업”, 한국수출입은행

현대경제연구원 (2013), “태양광산업의 기여효과에 대한 밸류체인별 성과분석 및 중장기 전망”, 지식경제연구원

Arrow, KJ. (1962), "The Economics Implications of Learning-by-Doing," *Review of Economic Studies* 29:155-173.

- Bayaliyev, A. et al. (2011). "China's Solar Policy: Subsidies, Manufacturing Overcapacity & Opportunities"
- Baker, E. et al. (2013), "The Economics of Solar Electricity," *Annual Review of Resource Economics* Vol 5: pp.387-426.
- Bazilian, M. et al. (2013), "Re-considering the Economics of Photovoltaic Power," *Renewable Energy* 53: 329-338.
- Bhandari, R. and Stadler, I. (2009), "Grid Parity Analysis of Solar Photovoltaic Systems in Germany Using Experience Curve," *Solar Energy* 83, 1634-1644.
- BNEF (2013), "PV Market Outlook Q3 2013," BNEF
- \_\_\_\_\_ (2012), "H2 2012 PV Inverter Market Update," BNEF
- Borenstein, S. (2008), "The Market Value and Cost of Solar Photovoltaic Electricity Production," CSEM WP176, Center for the Study of Energy Markets
- Branker, K. et al. (2011), "A Review of Solar Photovoltaic Levelized Cost of Electricity," *Renewable and Sustainable Energy Reviews* Vol. 15: 4470-4482.
- Breyer, A. et al. (2009), "Grid-Parity Analysis for EU and US Regions and Market Segments - Dynamics of Grid-Parity and Dependence on Solar Irradiance, Local Electricity Prices and PV Progress Ratio," Q-Cells
- Cambell, M. (2008), "The Drivers of the Levelized Cost of Electricity for Utility-Scale Photovoltaics," Sunpower.
- Darling, S. B. et al. (2011), "Assumptions and the Levelized Cost of Energy for Photovoltaics," *Energy & Environmental Science*

- De La Tour, A. et al. (2013), "What Cost for Photovoltaic Modules in 2020? Lessons from Experience Curve Models," Working Paper 13-ME-03, CERNA, Interdisciplinary Institute for Innovation
- Doshi, T. K. et al. (2011), "The Economics of Solar PV in Singapore," Discussion Paper EE/11-01, Energy Studies Institute.
- Fang, L. et al. (2013), "National Survey Report of PV Power Applications in China 2012," IEA.
- Honghua, X. et al. (2012), "National Survey Report of PV Power Applications in China 2011," IEA.
- IRENA (2012), "Solar Photovoltaics," Renewable Energy Technologies: Cost Analysis Series Vol 1: Power Sector Issue 4/5.
- Joskow, P. (2010), "Comparing the Costs of Intermittent and Dispatchable Electricity Generating Technologies," *American Economic Review: Papers and Proceedings* 100:238-241.
- Kuang, M. (2012), "Is Korea's Renewable Portfolio Standard Achievable?," Renewable Energy - Research Note, BNEF
- Neij, L. (1997), "Use of Experience Curves to Analyse the Prospects for Diffusion and Adoption of Renewable Energy Technology," *Energy Policy* Vol. 23 No. 13, pp. 1099-1107.
- Nemet, G. (2006), "Beyond the Learning Curve: Factors Influencing Cost Reductions in Photovoltaics," *Energy Policy* 34, pp. 3218-3232.
- PVSP (2012), "Trends in Photovoltaic Applications: Survey Report of Selected IEA Countries between 1992 and 2011", Report IEA-PVSP, 2012.

- \_\_\_\_\_ (2013), "Trends 2013 in Photovoltaic Applications: Survey Report of Selected IEA Countries between 1992 and 2012", Report IEA-PVSP, 2013.
- Reichelstein, S. and Yorston, M. (2013), "The Prospects for Cost Competitive Solar PV Power," *Energy Policy*
- REN 21 (2013), "Renewables 2013: Global Status Report", REN 21
- Singh, P. P. and Singh, S. (2010), "Realistic Generation Cost of Solar Photovoltaic Electricity," *Renewable Energy* 35: 563 - 569.
- Short, W. et al. (1995), "A Manual for the Economics Evaluation of Energy Efficiency and Renewable Energy Technologies," NREL
- Wang, X., Kurdgelashvili, L., Byrne and J. Barnett, A. (2011), "The Value of Module Efficiency in Lowering the Levelized Cost of Energy of Photovoltaic Systems," *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 15: 4248-4254.
- Woerlan, C. (2004), "Experience Curve for Energy Technologies," *Encyclopedia of Energy* Vol 2.

정책 이슈페이퍼 13-16

# RPS 대응 국내외 바이오·폐기물에너지원 잠재량 분석 및 확보방안

소진영 외

## 목 차

- I. 배경 및 문제점 / 383
- II. 조사 및 분석 결과 / 384
- III. 정책 제언 / 394
- VI. 기대 효과 / 368
- <참고자료> / 400



에너지경제연구원  
KOREA ENERGY ECONOMICS INSTITUTE



## I. 배경 및 문제점

- 2013년은 신재생에너지 보급 목표 및 주요 정책 방향이 결정되는 해임
  - “제4차 신재생에너지 기술개발 및 이용·보급 기본계획” 수립 시 원별 보급 가능 잠재량을 기반으로 합리적으로 신재생에너지 보급목표 설정
  - 즉, 신재생에너지 원별 자원지도 업그레이드 및 이를 기반으로 하는 신재생에너지 보급 목표 설정을 국정과제로 채택하여 진행하고 있음
  
- 발전 부문 바이오·폐기물에너지 보급 목표 설정에도 원료의 보급 가능 잠재량 고려 필요
  - “제6차 전력수급기본계획”에는 2022년 기준 바이오·폐기물에너지원의 RPS 기여도가 약 5.4% 정도일 것으로 평가됨
    - 바이오·폐기물에너지원의 발전 목표는 2022년 총 신재생에너지 발전량 66.8TWh의 5.4%에 불과함
    - 바이오에너지 발전 목표는 2.4TWh, 폐기물에너지 발전 목표는 1.2TWh로 총 신재생에너지 발전량 대비 각각 3.5%와 1.8% 점유
  - 하지만, 본 목표는 바이오·폐기물에너지원의 보급가능 잠재량이 반영되지 않은 수치로, 발전사들의 건설의향과 RPS 목표 달성을 위한 정책적 고려만이 반영된 목표임
  
- 본 연구는 바이오·폐기물에너지원의 원료별 보급가능 잠재량을 전망하여 발전 부문에서 RPS에 얼마만큼 기여할 수 있는 지 평가하고 그 역할 정립을 목적으로 함

- 보급가능 잠재량 전망에 있어, 현존하는 신재생에너지원별 자원지도는 연도별 자원의 총량에 변화가 거의 없는 태양광이나 풍력과 같은 신재생에너지원에는 적합함
- 반면, 원료의 발생량이 인간의 활동이나 선택에 따라 변화하는, 즉 추세를 갖는 바이오에너지나 폐기물에너지에는 적합하지 않은 방법임
- 본 연구에서는 바이오에너지와 폐기물에너지 원료별로 발생량이 갖는 추세를 반영하여 잠재량을 전망하였음
- 이를 바탕으로 발전부문에 바이오·폐기물에너지의 기여 가능 정도를 파악하였으며, 또한 국산 원료 활용 극대화를 위한 확보 및 활용 방안을 도출하였음
- 본 연구의 결과는 2012년 RPS제도 시행 후 제도의 성공적 정착과 신재생에너지 공급의무량 달성을 위해 국내외 바이오매스 활용 방안 도출에 기여할 것으로 기대됨

## II. 조사 및 분석 결과

### 1. RPS제도 개요 및 신재생에너지 발전량 전망

#### □ RPS제도 개요

- RPS제도는 50만 kW 이상의 발전설비를 보유한 발전사업자에게 총 발전량의 일정 비율을 신재생에너지로 공급토록 의무화한 제도임
  - 발전 부문 신재생에너지 기술개발을 통한 기술 및 가격경쟁력 확보, 그리고 보급 관련 정부 재정부담 완화를 위해 2012년 RPS제도 도입

- 신재생에너지를 제외한 총 발전량 대비 신재생에너지 의무비율은 2012년 2%에서 점차 증가하여 2022년에는 10%에 도달
- 아직 가격경쟁력이 상대적으로 미흡한 태양에너지에 별도 의무량을 부과하고, 그 중 50% 이상을 외부에서 조달토록 규정
  - 2013년에는 단기적인 태양광 시장 창출을 위하여 정부는 5년(2012~16년)으로 계획되었던 1,200MW의 태양광 의무량을 4년(2012~15년)으로 단축

<표 1> 연도별 의무공급량

해당연도	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22-
의무비율(%)	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0	9.0	10.0
태양광의무공급량(GWh)	276	723	1,156	1,577	별도 의무량 없음						

자료: 산업통상자원부(2013)

#### □ 2012년 RPS 이행 실적

- 2012년 한 해 RPS제도 하에 증설된 신규설비는 총 1,165 개소이며, 이를 통해 총 842MW의 신재생 발전설비 추가
- 이는 FIT 시행 10년간의 실적인 2,089 개소의 총 1,028MW와 비슷한 수준으로, 단기간에 높은 성과 달성
- RPS 의무이행실적을 보면 의무공급량으로 부과된 총 6,420,279 REC 대비 약 64.7%인 4,154,227 REC만 이행
  - 태양광 이행률은 95.7%인 264,180 REC인 반면, 비태양광 이행률은 63.3%인 3,890,047 REC로 다소 저조
  - 특히 자체건설을 통한 RPS 비중은 26.9%이며 나머지는 외부나 국가로부터 구매해 충당

□ 신재생에너지 발전량 전망

- 2022년 기준으로 에너지경제연구원의 총 발전량 전망치가 727,517GWh로, 제6차 전력수급계획의 목표 수요 충족을 위한 총 발전량보다 약 10% 정도 높게 나타남
- 전망치의 차이는 각 기관의 전망 방법론 및 모형, 그리고 전망에 활용된 전제치 항목의 차이가 반영되었으며, 특히 전력수급계획은 기준안에서 수요관리를 통해 저감하는 양을 차감한 목표치이기 때문에 다소 낮게 나타남

<표 2> 신재생에너지 발전량 전망

(단위: GWh)

구분	의무공급 량 비중	에경연 전망치를 활용한 추정			제4차 계획 적용 시		제6차 계획 전망치
		총발전량	기준발전량	공급 의무량*	공급 의무량*	실질 의무량	
2011		501,527	484,181	17,346			-
2012	2.0%	513,884	486,855	9,684	9,007	6,984	-
2013	2.5%	532,039	502,522	12,171	11,495	9,462	15,771
2014	3.0%	553,923	521,502	15,076	13,931	11,888	20,080
2015	3.5%	576,800	541,201	18,253	16,481	14,428	24,664
2016	4.0%	600,847	561,853	21,648	19,075	17,012	31,165
2017	5.0%	624,562	579,124	28,093	24,229	22,145	34,360
2018	6.0%	646,848	594,755	34,747	29,212	27,109	38,599
2019	7.0%	668,983	610,004	41,633	34,391	32,268	44,350
2020	8.0%	690,588	624,442	48,800	39,639	37,496	54,139
2021	9.0%	709,272	635,727	56,200	44,861	42,698	58,961
2022	10.0%	727,517	646,599	63,573	50,248	48,065	66,759

표주: 기준발전량은 총발전량에서 2011년 신재생발전량과 해당 연도의 신재생 발전을 차감한 발전량을 의미함

\* 수자원공사의 시화조력 및 수력 발전량 포함

- 에너지경제연구원의 총 발전량 전망치 기준 2022년 신재생에너지 의무 공급량은 63,573GWh, 제6차 전력수급기본계획 기준은 66,759GWh임<sup>1)</sup>
- 바이오에너지 발전량은 2013년 211GWh에서 2022년 2,387GWh로, 폐기물 에너지 발전량은 2013년 224GWh에서 2022년 1,225GWh로 각각 증가
  - 2022년 기준으로 바이오에너지 발전량은 전체 신재생에너지 발전량의 약 3.5%, 폐기물에너지 발전량은 약 1.8% 수준

## 2. 잠재량 평가 개요

### □ 바이오·폐기물에너지원 대상 원료

- 바이오에너지 4개 원료, 폐기물에너지 2개 원료 등 총 6개 부문의 원료를 분석 대상으로 함
  - 바이오에너지의 원료는 임산 바이오매스, 축산 바이오매스, 음식물류 폐기물, 하수슬러지 대상
  - 폐기물에너지의 원료는 생활폐기물과 사업장배출시설계폐기물 대상

### □ 4단계 잠재량 분석

- 일반적으로 자원의 잠재량은 그 정의와 그에 따른 범위를 어떻게 설정하느냐에 따라 규모가 달라지기 때문에 잠재량 산정 목적에 따라 적절한 정의의 설정이 중요
- 본 연구에서의 잠재량은 이론적 잠재량, 지리적 잠재량, 기술적 잠재량 그

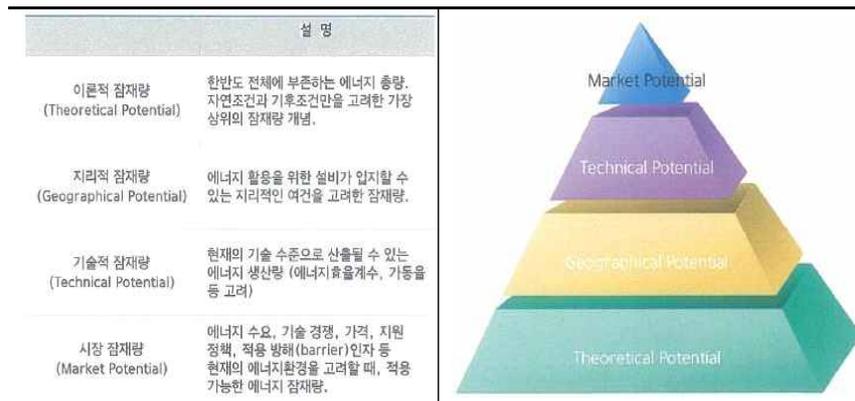
---

1) 에경연의 총 발전량 전망치가 제6차 전력수급계획에 비해 높음에도 불구하고 신재생에너지 의무공급량이 낮게 산정된 이유는 에경연의 경우 기준발전량을 산정한 후 신재생 의무 공급비율을 적용한 반면, 제6차 전력수급계획의 경우는 신재생 발전량 전망치에 의무 공급비율로 역산하여 총 발전량을 산정하였기 때문임

리고 시장 잠재량의 4단계로 분류하여 각각 전망

- 이론적 잠재량(Theoretical Potential)은 한반도 전체에 부존하는 에너지 총량으로, 자연조건과 기후조건만을 고려한 가장 상위의 개념
- 지리적 잠재량(Geographical Potential)은 에너지 활용을 위한 설비가 입지할 수 있는 지리적인 여건을 고려한 잠재량을 의미
- 기술적 잠재량(Technical Potential)은 현재의 기술 수준으로 산출될 수 있는 에너지 생산량을 의미하며, 현재 기술의 에너지효율계수, 가동률 등 활동 계수를 활용하여 지리적 잠재량으로부터 산출
- 마지막으로 시장 잠재량(Market Potential)은 에너지 수요, 기술경쟁, 가격, 지원 정책, 적용방해(barrier)인자 등 현재의 에너지환경을 고려할 때 적용 가능한 에너지 잠재량

[그림 1] 단계별 잠재량 정의 및 그 개념도



자료: 강용혁(2013)

### 3. 국내 바이오·폐기물에너지원 잠재량 산정 결과

□ 바이오·폐기물에너지원의 총 이론적 잠재량은 2022년 기준 5,029TWh임

- 지리적 잠재량, 기술적 잠재량, 그리고 시장 잠재량은 각각 3,956TWh, 721TWh, 20TWh로 전망
- 이론적 잠재량 대비 각 단계별 비중은 지리적 잠재량이 78.7%, 기술적 잠재량이 14.3%, 시장 잠재량이 0.4%임
- 기술적 잠재량 대비 시장 잠재량의 비중이 약 3%대에 불과함
  - 이는 총 기술적 잠재량의 96%를 차지하는 임산 바이오매스 부분에서 상업적 별채율 3.2%가 적용되어 전체 평균을 낮추었기 때문
  - 임산 부문을 제외하면 기술적 잠재량에서 시장 잠재량이 차지하는 비중은 약 37%임

<표 3> 실적치(2011) 및 전망치(2022) 비교

(단위: GWh)

		이론적 잠재량	지리적 잠재량	기술적 잠재량	시장 잠재량	
임산	실적	4,208,718	3,295,498	591,405	7,497	
	전망	4,909,554	3,844,265	689,886	8,746	
유기성	축산	실적	23,221	15,558	6,384	640
		전망	22,302	14,942	6,128	616
	음식	실적	2,686	2,442	1,000	500
		전망	1,605	1,523	628	314
	하수	실적	1,492	1,356	556	412
		전망	1,799	1,692	694	514
	소계	실적	27,399	19,356	7,940	1,551
		전망	25,706	18,158	7,450	1,444
가연성	생활	실적	40,849	40,931	10,233	4,952
		전망	41,802	41,721	10,430	5,047
	사업장	실적	40,826	40,756	10,186	3,872
		전망	51,953	51,860	12,965	4,919
	소계	실적	81,675	81,687	20,419	8,825
		전망	93,756	93,581	23,395	9,965
종합	실적	4,317,791	3,396,541	619,764	17,873	
	전망	5,029,015	3,956,004	720,731	20,155	

- 실질적으로 시장에서 가용한 자원량을 의미하는 시장 잠재량의 원료별 구성비는 임산 부분이 43%, 유기성 바이오매스가 7%, 그리고 가연성 바이오매스 및 폐기물 부분이 49%
  - 유기성 바이오매스 부문에서는 축산, 음식물류 폐기물 그리고 하수슬러지가 각각 3%, 2%, 3%를 점유
  - 가연성 바이오매스 및 폐기물 부문은 생활폐기물이 25%, 그리고 사업장배출시설계폐기물이 24%를 차지

#### 4. 바이오·폐기물에너지원의 발전 부문 RPS 기여도 평가

- 2022년 기준, 바이오·폐기물에너지원의 시장 잠재량은 20,155GWh로, 신재생에너지 발전 목표인 66,759GWh의 약 30% 정도 기여 가능
  - 바이오·폐기물에너지원의 시장 잠재량을 모두 발전원으로 사용한다는 가정 하에 RPS제도, 즉 신재생에너지 발전부문에 기여 정도 평가
  - 분석 결과, 2022년도를 기준으로, 바이오에너지의 시장 잠재량은 10,190GWh로 바이오에너지 발전량 목표치인 2,387GWh의 약 4.3배에 달하는 것으로 평가
  - 폐기물에너지의 시장 잠재량은 9,965GWh로, 폐기물에너지 발전 목표인 1,225GWh의 약 8.1배 기여 가능
  - 2022년 신재생에너지 발전량에 바이오에너지와 폐기물에너지가 각각 15%씩 기여 가능

<표 4> 시장 잠재량 및 발전량 전망치 비교

(단위 : GWh)

			이론적 잠재량	지리적 잠재량	기술적 잠재량	시장 잠재량	기여도 <sup>1)</sup>
단계 별잠 재량	2011년	바이오	4,236,117	3,314,854	599,345	9,048	
		폐기물	81,675	81,687	20,419	8,825	
		총합	4,317,791	3,396,541	619,764	17,873	
	2022년	바이오	4,935,260	3,862,423	697,336	10,190	
		폐기물	93,756	93,581	23,395	9,965	
		총합	5,029,015	3,956,004	720,731	20,155	
6 차전 력계 획  발전 량	바이오	2013년	211				42.9
		2022년	2,387				4.3
	폐기물	2013년	224				39.4
		2022년	1,225				8.1
	소계	2013년	435				41.1
		2022년	3,612				5.6
	신재생	2013년	15,771				1.1
		2022년	66,759				0.3

주 1) : 기여도 = 시장 잠재량 / 발전량, 2013년도 기여도는 2011년 잠재량을 기준으로 산정하였으며, 2022년도 기여도는 2022년 잠재량을 기준으로 산정

□ 열 부문을 고려하면, 2022년 기준, 바이오·폐기물에너지원의 시장 잠재량은 13,922GWh로, 신재생에너지 발전 목표의 약 21% 정도로 기여도 감소

○ 열부문의 많은 설비들에 이미 투입되고 있는 원료의 양을 감안하여 보정한 시장 잠재량 기준으로는 RPS 기여도 평가

○ 분석 결과, 2022년도 기준으로, 바이오에너지의 시장 잠재량은 9,218GWh로 바이오에너지 발전량 목표치의 약 3.9배에 달하는 것으로 평가

○ 폐기물에너지의 시장 잠재량은 4,703GWh로, 폐기물에너지 발전 목표의 약

### 3.8배 기여 가능

- 2022년 신재생에너지 발전량에 바이오에너지와 폐기물에너지가 각각 14%와 7%씩 기여 가능
- 특히 이미 열 부문에 보급이 많은 폐기물에너지는 보정 전 15%에서 보정 후 7%로 기여도 감소

<표 5> 보정-잠재량 및 발전량 전망치 비교

(단위 : GWh)

			이론적 잠재량	지리적 잠재량	기술적 잠재량	보정-시장 잠재량 <sup>2)</sup>	기여도 <sup>1)</sup>
단계 별 잠재 량	실 적	바이오	4,236,117	3,314,854	599,345	8,076	
		폐기물	81,675	81,687	20,419	3,563	
		종합	4,317,791	3,396,541	619,764	11,640	
	전 망	바이오	4,935,260	3,862,423	697,336	9,218	
		폐기물	93,756	93,581	23,395	4,703	
		종합	5,029,015	3,956,004	720,731	13,922	
6 차 전 력 계 획  발 전 량	바 이 오	2013년	211				38.3
		2022년	2,387				3.9
	폐 기 물	2013년	224				15.9
		2022년	1,225				3.8
	소 계	2013년	435				26.8
		2022년	3,612				3.9
	신 재 생	2013년	15,771				0.7
		2022년	66,759				0.2

주 1) : 기여도 = 시장 잠재량 / 발전량, 2013년도 기여도는 2011년 잠재량을 기준으로 산정하였으며, 2022년도 기여도는 2022년 잠재량을 기준으로 산정

주 2) : 보정-시장잠재량은 시장 잠재량에서 이미 열 부문에 활용되고 있는 부분을 차감한 수치임. 발전량 환산 기준은 860kcal/kWh, 발전 효율은 바이오에너지 부문 31%, 폐기물에너지 부문 25%를 적용

- RPS제도의 도입으로 인해 최근에는 발전원이 확대되는 추세이나, 향후 RHO제도 또는 RHI제도가 도입된다면 부문 간 대체효과가 나타날 것으로 예측되며, 이에 따라 RPS에 대한 기여도는 낮아질 가능성이 높음

## 5. 해외 주요국 바이오매스 잠재량 및 시장 동향

### □ 아시아 주요국 농림 부산물 바이오매스 자원 잠재량 평가

- 추가적으로 아시아 주요국의 농림 부산물 바이오매스 자원 잠재량도 산정하였음
- 대상 국가는 비교적 자원이 풍부한 중국, 인도, 인도네시아, 말레이시아, 필리핀, 태국, 베트남 등 총 7개 국가로 하였음
- 대상 분야는 사탕수수, 벼, 팜부산물을 포함한 총 8개 농산물로 하였음
- 산정 결과, 7개국 8개 농림 부산물 바이오매스 잠재량 총계는 1,631백만 톤으로 추정
- 국별로는 인도네시아가 439백만 톤으로 가장 높으며, 인도와 중국, 말레이시아가 각각 300백만 톤 이상으로 비교적 높았음
- 원료별로는 팜 부산물이 총 697백만 톤으로 제일 높으며, 사탕수수와 벼의 부산물은 각각 총 350백만 톤 이상으로 비교적 높은 편임

<표 6> 주요국 농림 바이오매스 자원 잠재량

(단위: 백만 톤)

구분	중국	인도	인도네시아	말레이시아	필리핀	태국	베트남	총계
사탕수수	73.63	206.29	15.62	0.49	17.79	57.22	11.29	382.33
벼	139.52	103.31	46.74	1.91	12.21	25.59	29.56	358.84
팜 부산물	2.25	-	351.98	303.96	1.84	37.30	-	697.33
코코넛	0.22	8.41	14.33	0.47	12.63	0.88	1.00	37.94
카사바	0.40	0.71	2.11	0.00	0.20	1.98	0.86	6.26
옥수수	56.85	5.75	5.29	0.01	2.02	1.31	1.31	72.54
땅콩	5.45	1.87	0.23	0.00	0.00	0.01	0.15	7.71
대두	34.09	30.62	2.27	-	0.00	0.48	0.47	67.93
합계	312.41	356.96	438.57	306.84	46.69	124.77	44.64	1,630.88

자료: FAO 통계를 활용하여 저자 계산

#### □ 국제 목재펠릿 시장 동향

- 국제적으로 무역량이 급격하게 증가하고 있는 목재펠릿은 향후 미국과 캐나다가 시장을 주도할 것으로 보임
- BNEF(2013)의 분석에 따르면, 미국, 캐나다, 브라질에서 로테르담까지 펠릿 공급비용은 각각 톤당 \$138.4, \$158.9, \$175.8 수준임
- 2013년 3월 펠릿 시장가격인 \$169와 비교 시 브라질은 높은 전력 요금과 높은 육상 수송비용 때문에 아직 단기적인 비용경쟁력이 없을 것으로 보임
- 반면, 미국과 캐나다는 높은 가격경쟁력과 공급능력을 바탕으로 목재펠릿의 주요 공급자가 될 것으로 평가됨

### Ⅲ. 정책 제언

## □ 바이오·폐기물에너지원 시장 잠재량 확대 가능

- 시장 잠재량으로 비교한 결과, 바이오·폐기물에너지의 RPS제도에 기여도는 2022년 기준 21% 정도로, 상당히 제한적일 것으로 평가되었음
- 반면, 시장의 여건을 개선한다면 시장 잠재량을 어느 정도 증가시킬 여력이 있는 것으로 보임
  - 기술적 잠재량 대비 시장 잠재량의 비중이 임산 부분의 경우 1.3% 정도, 그리고 임산 부분을 제외하면 나머지 부문들은 평균 약 36.9%에 불과
- 시장 잠재량을 확대하는 방안으로 첫째, 국산원료 수거체계 정비, 둘째, 에너지화 비중 제고, 셋째, 신규 바이오매스 자원 창출, 그리고 마지막으로 차세대 바이오매스 R&D를 제시하였음
- 필요하다면 해외 바이오매스의 도입을 통해 일정 부분을 보충할 수도 있음
  - 교역이 가능한 바이오매스 중 아시아 주요국의 농림 바이오매스에 대한 자원개발과 국제 목재펠릿 시장 진출 시 고려해야 할 사항들을 검토하였음
- 아래에서는 각 방안들에 대해 요약하였음

## □ 수거율 및 미이용 자원의 에너지화 비중 제고

- 첫째, 시장 잠재량 산정 시 현재 수거되는 자원의 양을 기본적인 전제로 하였기 때문에, 수거율을 높이거나 미이용되고 있는 자원의 에너지화 비중을 높이면 그에 따라 시장 잠재량도 산술적으로 증가
- 유기성 바이오매스의 경우는 복수 원료의 병합처리를 활성화하기 위한 제도 개선이 필요
- 임산 바이오매스의 경우는 임지잔재물 수거체계 개선을 위해 임도 확대,

수집 대상지의 집단화, 국내의 산지 지형에 적합한 수집 기계화 기술 개발 등이 필요

- 또한 산림 생태계를 훼손하지 않는 범위에서 상업벌채를 확대하는 방안도 고려의 대상임

- 가연성 바이오매스 및 폐기물의 경우는 수요처 근거리 통합형 원료시스템 구축과, 원료 공급의 광역화 및 집적화가 필요

#### □ 타 용도로 활용되는 원료의 에너지화 유인

- 둘째, 시장 잠재량 산정 시 타 용도로 활용되는 자원은 포함하지 않았기 때문에, 이 중 일부를 에너지화 할 수 있도록 유인하여 타 용도 활용 비중을 낮추는 것은 시장 잠재량을 확대하는 방안이 됨
- 생활폐기물로 발생하는 바이오매스의 경우, 정부 보조금이나 용자 지원 등 적극적인 정책을 통해 에너지화를 유도
- 폐기물 발생자부담원칙에 따라 직접적인 정부 지원이 가능하지 않은 사업장배출시설계의 바이오매스나 폐기물의 경우는 적극적인 홍보, 정보 공유, 최적관행 공유 등의 방법으로 활성화 필요

#### □ 신규 바이오매스 자원 창출

- 셋째, 본 연구의 잠재량 산정에 포함하지 않은 농산 바이오매스 자원, 즉 에너지작물이나 농산 부산물 등의 개발 및 이용을 위한 R&D를 통해 시장 잠재량 확대 가능
- 먼저, 발전 부분에 적합한 에너지작물을 개발하여 품종개량을 위한 R&D를 추진하고, 결과에 따라 보급을 확대하는 방안을 고려

- 간석지, 유휴 농지 활용 극대화로 국산 원료의 잠재량을 확대할 수 있는 방안을 모색

#### □ 차세대 바이오매스 자원 창출

- 넷째, 본 연구에서 잠재량 평가에 포함되지 않은 또 다른 자원은 차세대 바이오매스 분야임
  - 아직까지는 기술개발이 미흡하여 각종 차세대 바이오매스의 개발 및 이용을 위한 상용화가 이루어지지 않아 기술 사업화에 대한 불확실성이 존재
  - 하지만, 상용화에 성공한다면 미래의 잠재량 확대에 막대한 기여를 할 수 있을 것으로 기대
- 부처별로 추진하고 있는 각종 차세대 바이오매스 개발 사업의 가시적인 성과 도출을 위해 부처 간 R&D 사업의 연계 강화가 필요
- 각 사업단 및 사업 등 부처별로 시행하고 있는 차세대 바이오매스 R&D 간 중복 방지, 시너지 및 성과 제고가 필요

#### □ 해외 바이오매스 자원 개발

- 다섯째, 각종 바이오에너지 관련 보급정책이 확대됨에 따라 국산 바이오매스 조달에 한계가 예상되기 때문에, 이를 위한 해결책으로 불가피하게 해외 바이오매스 자원개발 고려 필요
- 해외 에너지자원개발과 동일한 효과를 가지는 해외농장개척 사업들, 즉 국내기업들이 동남아 등지에서 진행 또는 추진 중인 해외농장사업의 활성화를 위한 정책적 지원을 강화할 필요
- 또한 신재생에너지 해외진출을 지원하는 각종 기관들의 역량을 결집하고

시너지 효과를 극대화할 수 있는 유기적인 지원체계 구축도 필요

- 바이오에너지 플랜트와 바이오매스 발전 플랜트 그리고 바이오매스 플랜테이션을 결합한 비즈니스 모델을 개발하여 해외 바이오매스 확보에 활용

#### □ 국제 목재펠릿 시장 진출 시 리스크 헤지

- 마지막으로, 국제 목재펠릿 시장 진출 시 잠재적인 위험요소를 고려하여 이를 최소화할 필요
- 정책 리스크, 적시 배송 및 펠릿 품질 관련 리스크, 원자재 공급 리스크, 공급 안보 관련 리스크 및 사고 위험 등은 고려해야 할 주요 위험요소들임

## IV. 기대 효과

#### □ RPS 성공적 정착을 위한 바이오·폐기물에너지원의 역할 정립

- “제6차 전력수급기본계획” 상 바이오에너지 및 폐기물에너지의 발전 목표 재검토를 위한 기초 자료 제공
- 신재생에너지 발전 부문의 바이오·폐기물에너지원 기여도 제고를 통해 RPS제도의 조기 정착 유도

#### □ 바이오·폐기물에너지원 보급 확대 및 산업화 정책 수립을 위한 기초자료 제공

- 보급 기여도가 높고, 시장 잠재량의 추가적 확대가 가능한 분야에 대한 선택과 집중으로 보급정책의 효과 극대화
  - 임산, 축산, 가연성폐기물 분야 추가적 시장 잠재량 확대 가능
  - 즉, 기술적 잠재량 대비 시장 잠재량의 비중이 상대적으로 낮아 시장 여건

개선을 통해 시장 잠재량 확대 여지 존재

- 열부문 시장창출제도 도입 시 바이오폐기물에너지의 발전부문과의 대체효과 고려하여 REC 가중치 등 정책 요소들에 대한 합리적 설계를 위한 기초 자료 제공

□ 국산 자원의 활용 극대화로 에너지 안보 능력 제고

- 국산 자원의 활용을 극대화함으로써 에너지 수입 비용을 저감하고,
- 96% 이상에 달하는 에너지 해외 수입의존도를 저감하며,
- 국산 원료로 에너지를 다변화함으로써 궁극적으로 우리나라의 에너지 안보 능력을 제고함

## < 참고자료 >

### 1. 참고문헌

강용혁, 『신재생에너지 잠재량 정의 및 연산』, 한국에너지기술연구원 주최  
‘신재생에너지 잠재량 산정 TFT회의’ 워크숍 발표자료, 2013

\_\_\_\_\_, 『신재생에너지 자원지도 및 활용시스템 구축사업』, 한국에너지기술  
연구원, 2010

강재원, 『유기성폐기물 종합관리기술 구축(I) (유기성폐기물 처리실태 및 특  
성조사)』, 국립환경연구원 용역보고서, 경호엔지니어링, 2004

강호 외, 『간척지 경축순환형 친환경 농업단지 조성연구』, 농림수산식품부  
한국농어촌공사, 2010

권혁수·조상민, 『바이오에너지 산업 육성을 통한 FTA 대응전략 연구 : 유기성  
폐자원의 에너지화에 따른 기후변화 대응 잠재력 연구』, 에너지경제연구원,  
2010

기획재정부, 『2040년 한국의 삶의 질』, 2010.

농촌진흥청, 『가축분뇨 발생량 및 주요성분 재설정』, 농촌진흥청, 2009.

문승현, 『신재생에너지원별 잠재량 정의, 산정기준 및 근거 (폐기물분야)』,  
한국에너지기술연구원 주최 ‘신재생에너지 잠재량 산정 TFT회의’ 워크숍 발  
표자료, 2013

박영권, 『가연성 폐기물 연료화 및 에너지 활용증진 방안 연구』, 환경기술개  
발사업 최종보고서, 2010

산림청, 『임업통계연보』, 2012

- 산업통상자원부, 『RPS '12년 의무이행비용 정산 기준가격 확정』, 보도자료, 2013.5.17.일자
- \_\_\_\_\_, 『신재생 제도약 디딤돌 만들자!』, 보도자료, 2013.5.17.일자
- 소진영, 『바이오·폐기물에너지 산업발전전략』, 지식경제부 정책연구 보고서, 에너지경제연구원, 2012
- 손영모, 『산림 바이오매스 자원의 잠재량 산정』, 한국에너지기술연구원 워크숍 발표자료, 2013
- 안지운, 『국제 신재생에너지 정책변화 및 시장분석』, 에너지경제연구원, 2013
- 에너지관리공단, 『신·재생에너지 공급의무화(RPS) 제도』, 에너지관리공단 발표자료, 2011
- \_\_\_\_\_, 『2011년 신·재생에너지 보급통계』, 에너지관리공단 신·재생에너지센터, 2012
- \_\_\_\_\_, 『신·재생에너지 주요 통계 및 업무 자료』, 에너지관리공단 신·재생에너지센터, 2013
- 윤영섭 외, 『음식물류 폐기물 관리정책 방향 및 개선방안 연구』, 2012.
- 이준표, 『바이오매스 자원』, 한국에너지기술연구원 주최 '신재생에너지 잠재량 산정 TFT회의' 워크숍 발표자료, 2013
- 이창호, 『RPS 제도 및 REC 거래』, 에너지경제연구원 초청세미나 발표자료, 2013
- 장기복, 『폐기물 에너지화 종합대책 실행계획 마련 연구』, 환경부 용역보고서, 한국환경정책·평가연구원, 2008
- 전력거래소, 『2011년도 발전설비현황』, 2012

조선비즈, 『신재생에너지의무공급(RPS)제 시행 첫해 실적 초라(보도자료)』  
[http://biz.chosun.com/site/data/html\\_dir/2013/04/08/2013040801094.html](http://biz.chosun.com/site/data/html_dir/2013/04/08/2013040801094.html),  
2013.4.8.일자

지식경제부, 『제6차 전력수급기본계획(2013~2027)』, 지식경제부, 2013

통계청, 『가축통계』, 통계청, 2012.

한국농촌경제연구원, 『2013년 상반기 KREI 농업경제전망』, 한국농촌경제연구원,  
원, 2013.

\_\_\_\_\_, 『농업부문 전망모형 KREI-KASMO 2012 운용·개발 연구』, 한국농촌경제연구원, 2012.

한국에너지기술연구원, 『신재생에너지 자원지도 및 활용시스템 구축사업』,  
한국에너지기술연구원, 2010

한국환경자원공사, 『Waste to Energy Report』, 한국환경자원공사, 2009

환경부, 『제 4차(2011~2012) 전국 폐기물통계조사』, 2013.

\_\_\_\_\_, 『제 3차(2006~2007) 전국 폐기물통계조사』, 2007.

\_\_\_\_\_, 『전국 폐기물 발생 및 처리현황』, 2010

\_\_\_\_\_, 『전국 폐기물 발생 및 처리현황』, 각호.

BNEF, 『Wood pellet supply cost analysis: who can feed Europe's biomass demand?』, "Biomass Research Note, Bloomberg New Energy Finance, 2013

BNEF, 『Global Renewable Energy Market Outlook 2013』, Bloomberg New

Energy Finance, 2013

Gonzales, Alan Dale, 『Promotion of Biogas and Biomass in Asia and the Pacific』, Presentation at the Regional Forum on Bioenergy Sector Development: Challenges, Opportunities and the Way Forward, 2008.

IEA Bioenergy, 『Global Wood Pellet Industry Market and Trade Study』, IEA Bioenergy, 2011

NEDO, 『바이오매스 에너지도입 가이드북 제2탄』, 2005

OECD, 『Economics Department working papers no.965』, 2012.

REN21, 『Renewables 2013 Global Status Report』, REN21, 2013.



정책 이슈페이퍼 13-17

**북한 에너지 소비 행태 조사분석  
: 가정/상업/공공기타 부문의 에너지 소비행태**

김경술 외

**목 차**

- I. 배경 및 문제점 / 407
- II. 조사 및 분석 결과 / 408
- III. 정책 제언 / 418
- VI. 기대 효과 / 423
- <참고자료> / 424



**에너지경제연구원**  
KOREA ENERGY ECONOMICS INSTITUTE



## I. 배경 및 문제점

### □ 북한 에너지 공급부족은 모든 수요부문에 걸쳐 심각한 수준

- 북한 에너지 공급부족은 난방, 취사, 조명, 가전 등의 민생용 에너지에서부터 산업, 수송, 공공기타에 이르기 까지 에너지 전 수요분야에 걸쳐 심각한 상태
- 그럼에도 북한의 에너지 공급부족 문제를 논의할 때, 대부분의 경우, 전력 부족 문제에 집중하는 경향
- 북한 경제회복의 핵심은 바로 에너지이며 그 중에서도 특히 전력부문의 정상화가 필요하다는 주장들로 기존 발전시설들을 현대화, 송배전시스템 현대화 등을 주로 제안

### □ 민생에너지 소비부문은 남북 에너지협력의 구도에서 소외되기 쉬운 분야

- 에너지 시장에서 가장 작은 소비주체인 개인들이 생활을 영위하는 가정부문의 에너지 소비실태와 해결방안에 대한 고민은 상대적으로 왜소
- 북한 스스로도 국가배급을 중단한 이후 가정부문의 에너지 수요는 각자가 알아서 해결해야 하는 영역으로 방치해온 지 오래이며 발전, 산업 등 경제적 파급효과가 큰 분야의 에너지 대책에 집중
- 체제 특성 상 크게 위축되어 있는 상업부문의 에너지 소비와 공공부문 에너지소비 역시 당장의 관심에서 제외된 상태

### □ 상업에너지시스템 부재로 인한 민생부문 에너지협력사업 설계의 어려움

- 기본적으로 소비주체가 개개인이거나 개별 가구들이기 때문에 상업에너지 시스템이 존재하지 않는 북한사회의 경우, 경제적 협력사업 개발은 매우 어려운 과제
  - 시장경제가 잘 정착되지 않은 북한의 실정 상 상업적인 프로젝트들도 수요자가 불특정 다수인 민생부문 보다는 대규모 수요처를 대상으로 하는 협력 사업에 집중하여 논의되는 경향이 있기 때문
  - 북한의 가정들이 에너지를 돈을 주고 사서 쓰는 데 익숙하지 않은 측면이 있다는 점과 상업적으로 공급되는 에너지를 지속적으로 구매할 구매력을 갖추지 못하고 있다는 점 등이 원인
- 민생용 에너지 소비실태를 과학적인 방법으로 조사·분석하여 장단기 해결책 강구에 활용할 목적
  - 본 연구는 북한 민생용 에너지에 대한 실태조사와 분석을 시도하여 동 부문 에너지 소비에 관한 실증적 데이터를 확보하고 그를 기반으로 위축된 남북 협력방안 설계를 위한 연구개발에 계기를 마련하고자 추진하였음.

## II. 조사 및 분석 결과

- 남한에 정착한 북한 이탈주민 설문조사를 통해 북한 민생부문 에너지 소비 실태를 조사·분석
  - 북한을 평양지역과 황해도, 평안도, 자강도가 포함되는 관서지방, 강원도, 함경도, 양강도가 포함되는 관북지방으로 구분하여 총 350개 표본에 대해 2011년을 기준으로 설문조사 시행

- 총 329개의 응답자료 가운데 257개의 유효표본을 확보하여 분석

□ 가정부문 연료배급 시스템은 사실상 붕괴된 상태로 시장에서 구입하거나 자체조달로 해결

○ 북한의 가정에너지 조달방식에 관한 조사에서 시장구입 방식의 비율이 가장 높았으며, 배급에 의한 연료조달은 매우 낮은 비율을 기록하여 연료배급 시스템은 사실상 붕괴된 것으로 추정

- 일부 응답률을 보인 배급방식의 조달도 평양의 고위급 인사들의 경우를 제외하면 대부분 소속 직장에서의 배급으로 추정

- 스스로 연료를 자급한다는 응답비율도 높게 나타나고 있는데 자체조달의 주요 연료는 땔감용 나무, 목재, 잡관류 등의 나무/신탄류가 가장 많았고 다음으로 무연탄, 갈탄, 진탄 등의 석탄이 많았으며, 흠쳐서 조달한다는 응답도 포함됨.

<표 1> 지역별 연료조달 방식 비교 (중복응답 가능)

지역구분	자체조달	시장구입	배급	계
관서지방	76 (46.1%)	80 (48.5%)	9 (5.5%)	165 (100.0%)
관북지방	84 (41.0%)	114 (55.6%)	7 (3.4%)	205 (100.0%)
평양	24 (35.3%)	30 (44.1%)	14 (20.6%)	68 (100.0%)

□ 북한 가정부문의 가구당 전체 에너지소비원단위는 0.291 TOE로 추정

○ 북한 가정부문의 가구당 전체 에너지소비원단위는 0.291 TOE로 추정되며,

되며, 용도별 비중은 난방이 절반을 넘는(51%) 것으로 나타났고, 취사가 36%, 가전 9%, 조명 3% 순이었음.

- 에너지원별로는 석탄류(구멍탄+석탄)와 나무류/신탄 등의 전통 에너지의 소비원단위 비중이 65%에 달하고(구멍탄 37%, 석탄 4%, 나무류 등 24%), (프로판)가스, 석유, 중앙난방(중유기준), 전력 등의 고급 에너지 원단위 비중이 35%에 이를 것으로 추정

<표 2> 가구당 용도별, 원별 연평균 에너지소비량(에너지소비원단위)

(단위 : TOE)

	난방	취사	가전	조명	합계
구멍탄	0.061	0.046	-	-	0.107
석 탄	0.006	0.006	-	-	0.012
나무류	0.050	0.019	-	-	0.069
프로판가스	0.004	0.020	-	-	0.023
석 유	0.010	0.015	-	-	0.025
중앙난방	0.017	-	-	-	0.017
전 력	-	-	0.027	0.010	0.038
계	0.148	0.105	0.027	0.010	0.291

□ 2011년 북한 가정부문 에너지 소비량은 1710.8천TOE로 추정

- 상기의 북한 가정부문 에너지소비 원단위를 모집단에 적용하여 북한의 지역별, 용도별 가정부문 에너지 소비량을 추정한 결과, 1710.8천TOE로 추정
  - 용도별로는 난방용이 전체의 51.0%로 절반 이상을 구성하고 있으며, 취사 용이 36.1%를 구성하고 있어 열에너지 용도가 전체의 87.1%를 차지

- 가정용 에너지의 12.9%에 해당하는 전기 에너지의 경우, 72.5%가 가전용으로 나머지 27.5%가 조명용으로 소비된 것으로 추정

<표 3> 북한 가정용에너지 지역별, 용도별 소비량

(단위 : 천 TOE)

	난방	취사	가전	조명	합계
관서지방	446.4	285.7	49.1	30.0	811.3
관북지방	282.0	165.1	69.7	15.5	532.2
평 양	143.9	167.0	41.2	15.1	367.2
계	872.3	617.8	160.0	60.6	1,710.8

- 북한 가정부문에서 가장 많이 소비되는 주종(主宗) 에너지는 석탄이며 특히, 구멍탄의 비중이 가장 높게 나타남.
  - 구멍탄이 630.1천TOE(전체 소비량 중 36.8%), 석탄이 70.1천TOE(4.2%) 소비되어 석탄류가 전체 가정에너지의 41.0%를 구성
    - 다음으로 나무류/기타 신탄류가 404.2천TOE로 23.6%를 구성
    - 프로판가스, 중유, 등유 등의 석유제품 소비량을 모두 합하면, 석유류 소비량 비중도 22.5%로 매우 높게 나타남.
  - 금번 조사결과 가정부문의 석유 소비비중이 의외로 높게 나타나고 있는 바, 이는 전례 없는 현상으로 매우 이례적임.
    - 근래 크게 증가하고 있는 취사용 LPG 확산과 돈만 있으면 어렵지 않게 시장에서 석유를 구입할 수 있는 최근 상황과 관련된 것으로 추정됨.

- 취사용 LPG는 평양시 고위급을 중심으로 여전히 당국에 의해 공급되고 있으며, 나진선봉 등 북중국경 지역을 중심으로 용기LPG를 중국으로부터 수입하여 소비하는 규모도 점차 증가하고 있는 것으로 알려짐.1)
- 일반 석유제품의 경우도 이른 바 '연유장사'들에 의해 공공부문과 군수부문으로부터 음성적으로 흘러나와 시장에서 유통되고 있으며, 그런 행태가 단속이 어려워지면서 그 양도 점증하고 있는 것으로 추정됨.2)

<표 4> 북한 가정부문 용도별, 원별 에너지소비량

(단위 : 천 TOE)

	난방	취사	가전	조명	합계
구멍탄	359.6	270.5	-	-	630.1
석 탄	37.1	33.9	-	-	71.0
나무류	295.4	108.8	-	-	404.2
(프로판)가스	21.0	115.0	-	-	136.0
등 유	60.0	89.7	-	-	149.7
중 유	99.1	-	-	-	99.1
전 력	-	-	160.0	60.6	220.6
계	872.3	617.8	160.0	60.6	1,710.8

주 : 1. 석탄 : 무연탄, 갈탄, 진탄 등  
 2. 나무류 : 나무, 잡관류, 볏짚 등의 나무, 기타 신탄류

□ 2011년 북한 가정용 에너지소비 부족량은 3,505천TOE 정도로 평가

- 이상의 결과를 적정규모와 비교할 때, 얼마나 적은 것인가를 판단하기 위해 북한 가정부문 에너지 소비가 가장 높았던 1985년과 금번 분석결과를

1) 노컷뉴스, 2009. 2. 3  
 2) Daily NK, 2013. 3. 20

대비시켜 분석하였음.

- 북한 가정부문이 1985년과 같은 수준의 에너지 소비규모를 유지하려면 가정 부문 총 소비량은 5,216천TOE 정도가 되어야 하나 2011년 소비규모는 1,711천TOE에 불과하여 3,505천TOE 정도의 에너지가 부족한 것으로 평가됨.
- 이를 북한 주민 1인당 지표로 표현하면 1인당 연간 0.1442TOE 정도의 가정용 에너지를 더 소비할 수 있어야 1985년 수준과 같게 된다는 의미
- 1985년과 비교할 때, 2011년 북한 가정부문은 소요량의 32.8% 정도만 소비하고 있는 상황으로 북한 가정부문의 에너지 빈곤상황의 심각성이 어느 정도인지 가늠할 수 있는 평가결과로 판단됨.

<표 5> 1985년 대비 2011년 북한 가정부문 에너지 소비실태 평가

		가정부문 에너지소비(천TOE)	1인당 에너지소비 (TOE/인.년)	비고
1985		4,099	0.2146	에너지경제연구원 추정
2011	실태(a)	1,711	0.0704	본 연구 추정 결과
	소요량(b)	5,216	0.2146	85년 1인당소비 적용 환산
	부족량(c)	3,505	0.1442	(c )= (b) - (a)

- 2011년 북한 가정부문은 같은 해 남한 가정부문 소비량의 7.9% 정도 소비
- 2011년 북한 가정부문 에너지소비량은 같은 해 남한<sup>3)</sup> 가정부문 에너지소비량의 7.9%수준에 해당
- 석탄을 제외한 모든 에너지원의 소비 수준이 남한의 10분의 1 수준도 안 되는 것으로 나타나며, 석탄의 경우는 남한의 80%수준의 소비량을 기록하여 1인당 석탄 소비량은 0.029 TOE/명으로 남한의 0.018 TOE/명을 크게

3) 에너지통계연보, 에너지경제연구원, 2012

앞서고 있음.

- 에너지원별 비중을 비교해 보면, 남한은 도시가스<sup>4)</sup> 비중이 46.8%(10,125천TOE)로 가장 높고, 다음으로 전력(24.5%), 석유(17.3%) 순인 반면, 북한의 경우는 석탄 비중이 41.0%로 가장 높고, 다음으로 기타(나무 및 신탄류) 에너지원이 23.6%, 석유 22.5% 순으로 나타남.

<표 6> 남북한 가정부문 에너지소비량 비교

(단위 : 천 TOE)

	북한	남한
석탄류 (%)	701 (41.0%)	871 (4.0%)
석유류 (%)	385 (22.5%)	3,735 (17.3%)
전 력 (%)	221 (12.9%)	5,295 (24.5%)
기 타 (%)	404 (23.6%)	11,720 (54.2%)
계 (%)	1,711 (100.0%)	21,621 (100.0%)

주 : 1. 석유류 : (프로판)가스 포함한 석유제품의 합  
 2. 기타 : 나무류/신탄 기타 및 열에너지와 도시가스의 합  
 자료 : 남한자료는 「에너지통계연보, 에너지경제연구원, 2012」 사용

- 남북한 소득대비 가정부문 에너지소비량을 비교하면, 남한이 0.017 TOE/백만원인 반면, 북한은 0.053 TOE/백만원으로 남한의 3배 수준을 보이고 있어 소득대비 에너지 부담이 북한이 남한에 비하여 훨씬 높게 나타남.
- 또한 가구당 에너지소비량을 비교하면, 남한이 1.222 TOE/가구인 반면, 북한은 0.291 TOE/가구로 남한의 4분의 1수준에 해당함.

4) 본문의 표에서는 북한과 분류를 맞추기 위하여 기타 에너지원으로 로 분류함.

- 일인당 가정부문 에너지소비량은 0.070 TOE/명으로 남한의 0.434 TOE/명의 6분의 1 수준에도 미치지 못하고 있음.

□ 본 연구는 북한의 상업공공기타 부문에 대해서도 새터민 설문조사를 시행하여 에너지소비량을 추정하였음.

- 자신이 거주하던 지역의 상점종류(업종)별 운영형태에 초점을 맞춰 설문을 구성하여 상점부문의 에너지소비원단위를 파악함.
- 백화점의 경우 에너지소비원단위 추정결과는 338.4 TOE로 나타났으며, 음식점 업종은 0.55TOE로, 편의봉사점은 0.69TOE, 목욕탕 업종은 1.0TOE, 초대소 업종은 0.77 TOE로 나타남.

<표 7> 북한의 상점 종류별 점포당 에너지소비원단위 추정

(단위 : TOE)

상점 종류(업종)	백화점	음식점	편의 봉사점	목욕탕	초대소	기타 서비스 상점
석탄	1.56	0.40	0.46	0.83	0.62	0.49
석유	127.30	0.00	0.01	0.01	0.01	0.00
전기	191.35	0.04	0.04	0.04	0.05	0.03
기타	18.16	0.10	0.19	0.12	0.09	0.12
합계	338.36	0.55	0.69	1.00	0.77	0.64

- 상점 이외의 공공기타부문은 새터민 개인 대상 설문으로는 구체적인 소비 행태를 파악하기가 불가능하여 부득이 북한경제 생산규모와 일인당 소득 규모를 남한의 과거 경제규모와 비교하여, 유사한 시기의 남한 공공기타부

문 에너지소비행태 자료를 적용하여 에너지소비량을 추정하였음.

- 북한의 상황과 가장 유사한 남한의 경제규모 및 일인당소득 기록연도 (1981년)를 식별하여, 해당연도의 국내 에너지소비통계 조사결과를 활용, 북한 비상점 부문의 에너지소비원단위(비상점 부문 건물 1개소 당 연평균 에너지소비량)를 추정하였음.

<표 8> 비 상점 종류(업종)별 단위(점포)당 연평균 에너지소비량

(단위 : TOE)

상점 종류 (업종)	석탄	석유	전기	기타	계
호텔	17.1	41.10	86.17	14.46	158.74
마을진료소	0.25	0.05	0.11	0.12	0.53
구역병원이상	0.60	3.56	13.91	1.35	19.43
유치원	3.01	0.01	0.08	0.18	3.29
소학교	4.05	0.02	0.35	0.05	4.47
중학교	5.51	0.03	0.48	0.05	6.06
대학교	24.55	40.21	174.64	10.25	249.65
혁명연구실	4.01	0.04	0.35	0.04	4.45
공공행정/기타	0.62	2.98	10.68	0.13	14.41

자료 : 마을진료소와 유치원의 값은 「DPRK Renewable Energy」, Nautilus Institute, 1999의 조사 자료를 활용하여 산정한 값임.

- 주 : 1. 석탄 : 석탄(무연탄, 갈탄, 진탄 등의 석탄류)과 구멍탄의 합
- 2. 석유 : 등유 중유 등의 석유제품의 합
- 3. 기타 : 나무, 짚, 관류, 볏짚 등의 나무, 기타 신탄류와 가스의 합

□ 상기 에너지소비원단위를 전체 모집단에 적용하여 2011년 상점부문과 비상점부문의 에너지소비량을 추정한 후, 상업·공공기타 부문으로 재분류함.

○ 본 분석에서 북한의 상업부문은 호텔, 백화점, 음식점, 목욕탕, 초대소, 편의봉사점, 기타서비스 상점 등을 포함하며, 공공기타 부문은 병원(마을진료

소, 구역병원 이상급 병원), 교육시설(유치원, 소학교(인민학교), 중학교, 대학교, 혁명연구소), 공공행정 및 관련 기타 시설을 포함함.

- 이상의 분류 방식에 의하여 상업부문과 공공기타부문을 분리한 결과, 상업 부문 에너지소비량은 22.6천TOE로 추정됨.
  - 에너지원별로는 석탄이 8.3천TOE로 상업부문 에너지소비량의 37%를 점하고 있고, 전기소비량이 7.5 천TOE로 33%를 차지하여 석탄과 전기가 상업 부문 전체 소비량의 70% 이상을 차지하는 것으로 파악됨.
- 공공기타부문 에너지소비량은 457.2천TOE로 상업부문의 약 20배에 달하여 전체 상업공공기타 에너지소비량 중 95%를 차지하고 있는 것으로 추정됨.
  - 에너지원별로는 전기가 21.3천TOE로 공공기타부문 전체 에너지소비량의 48.4%를 차지하고 있으며, 석탄소비량은 166.1천TOE로 전체 소비량의 36%를 점하고 있는 것으로 나타남.

<표 9> 상업, 공공기타 부문 에너지소비량 추정 결과

(단위 : TOE)

	석탄	석유	전기	기타	계	부문비중
상업 (%)	8,373 (37.1%)	4,154 (18.4%)	7,475 (33.1%)	2,591 (11.5%)	22,592 (100.0%)	4.7%
공공기타 (%)	166,097 (36.3%)	56,349 (12.3%)	221,308 (48.4%)	13,466 (2.9%)	457,221 (100.0%)	95.3%
원별계 (%)	174,471 (36.4%)	60,503 (12.6%)	228,783 (47.7%)	16,057 (3.3%)	479,813 (100.0%)	100.0%

주 : 1. 석탄 : 석탄(무연탄, 갈탄, 진탄 등의 석탄류)과 구멍탄의 합  
 2. 석유 : 등유 중유 등의 석유제품의 합  
 3. 기타 : 나무, 짚관류, 볏짚 등의 나무, 기타 신탄류와 가스의 합

### Ⅲ. 정책 제언

- 실효성 있는 대북 인도적 에너지 지원방안의 설계를 위해 북한의 지역별, 에너지원별, 용도별 에너지 이용실태에 대한 지속적인 조사분석과 체계적 업데이트 체제 구축 필요
  - 대북 인도적 에너지 지원방안은 우선 북한 민생부문 에너지 이용실태에 대한 정확한 조사와 분석을 기초로 설계되어야 함.
    - 그런 의미에서 지역별, 에너지원별, 용도별 에너지 이용실태에 대한 조사 분석과 지속적인 업데이트 노력은 과학적이고 실효성 있는 대북 인도적 에너지 지원 정책 수립을 위한 최선의 준비임.
    - 그러므로 간헐적 조사방식이 아닌 체계적인 상설 조사방식이 과학적으로 설계될 필요가 있음.
  
- 새터민은 북한 정보의 보고로 살아있는 정보 그 자체임. 새터민이 가지고 있는 정보를 체계적으로 조사·수집하는 산·학·연 정보관리체계의 구축이 요구됨.
  - 국내에 2만 5천명 이상 정착하고 있는 새터민은 북한 정보의 보고이며, 지속적으로 입국하는 신규 새터민은 그를 업데이트할 수 있는 유력한 수단임.
  - 이는 단위 연구차원으로는 어렵고 연구기관과 정부부처 및 관련 국가기관들이 함께 설계하고 운영하는 방식이 추천됨.
  
- 본고에서는 대북 인도적 에너지 지원방안 설계 시에 유의해야 하는 점들과 지원방안의 대략의 틀을 제시하고자 함.

- 대북 인도적 에너지 지원방안 설계 시에 유의해야 하는 점들은 다음과 같음.
  - 우선, 군사적 전용의 우려가 있는 에너지원의 지원은 특별한 사례가 아니라면 고려하지 말아야 할 것임. 석유, 전력과 같은 전략물자들의 대북 인도적 지원은 초기단계에서는 곤란하며, 남북관계가 고도로 발전된 사실상의 경제통합 단계에서나 가능해질 수 있는 품목들임.
  - 지역적 고려도 필요함. 다각적인 정보조사나 실태조사 등을 통해 에너지 사정이 열악한 지역을 선정하여 우선 지원지역으로 지정하는 방안이 추천됨. 평양시나 대도시 지역, 석탄 산지 등은 상대적으로 에너지 사정이 좋은 지역이므로 우선 지원지역에서 제외되는 것이 필요함.
  - 에너지 제품을 지원할 것인가 아니면 에너지 설비를 지원할 것인가에 대한 판단에도 신중할 필요가 있음. 대북 인도적 에너지 지원의 초기단계에서는 에너지 제품 지원이 바람직할 것임. 중장기적으로는 곤로, 화덕, 보일러 등의 에너지 이용설비나 수력, 화력, 신재생 등과 같은 설비의 지원을 확대해 나가는 정책이 추천됨.
  - 지원의 규모를 어떻게 설정하는가 결정하는 것이 매우 중요함. 가구당 단위를 어떻게 설정할 것인가에 대한 연구분석도 중요함. 가구당 하루 소요량의 산정과 산정된 소요량의 몇 퍼센트를 지원할 것인가에 대한 결정도 지원규모를 결정하는데 중요한 요소임. 예정되어 있는 재원의 범위를 고려하여 지원 지역, 지원 기간, 지원 품목 등이 설계되어야 할 것임.
  - 정확한 지원의 규칙을 전제하는 것이 필요함. 정해진 가구당 지원량과 지원횟수, 지원기간 등이 예외 없이 지켜지도록 사전적으로 설계되어야 함. 특히, 지원되는 품목의 상당부분이 장마당으로 흘러나가거나 다른 지역으

로 유통되는 상황이 예상되므로 그런 경우에도 반복 지원되지 않는다는 것을 분명히 해야 함.

- 지원지역의 단계적 확대에 대한 구상도 검토되어야 함. 초기에는 시범지역에 대한 소규모의 제한적인 지원으로 시작하여 단계적으로 지원지역과 지원품목, 지원규모를 확대해 나가는 접근이 바람직함.
- 대북 인도적 에너지 지원은 재난·사고에 대한 인도적 에너지 지원과 일반 주민을 대상으로 하는 민생용 에너지 지원으로 크게 구분하여 설계할 수 있음.
  - 재난·사고에 대한 인도적 에너지 지원은 홍수, 가뭄, 한파 등의 자연재해 또는 용천폭발사고<sup>5)</sup>와 같은 재난으로 인해 민생이 크게 어려워진 지역에 대해 에너지를 지원하는 긴급구호 성격의 에너지 지원을 말함. 이런 유형의 에너지 지원은 난민구호를 위한 취사용, 난방용, 조명용 에너지와 사고나 재난의 복구를 위한 석유류나 아스팔트 지원 등으로 설계될 수 있을 것임.
  - 재난·사고에 대한 인도적 에너지 지원에 대한 사전적인 절차나 지원 내용 등에 관한 설계가 준비될 필요가 있음. 일정규모 이상의 사고나 재해를 지원 대상으로 하되 북한이 수용하는 경우, 또는 규모나 사고의 성격에 상관없이 북한의 요청이 있는 경우 등으로 지원의 경우를 설정할 필요가 있으며 이에 대한 행정적 절차와 의사결정 체계를 사전적으로 확정할 필요가 있음.
  - 지원 내용에 있어서도 어떠한 에너지 품목을 어떻게 지원할 것인가에 대한 사전적 검토가 요구됨. 국내에서 한 번에 긴급히 조달할 수 있는 양은

5) 용천폭발사고는 2004년 4월 22일, 평안북도 용천역에서 발생한 대규모 폭발사고

얼마나 되는지, 그 경우 비용의 어느 정도 소요되는지, 짧은 기간에 증산할 수 있는 여력은 어떠한지, 전국 각지의 생산공장에서부터 어떻게 수거하여 어떻게 수송할 것인지 등등에 대한 사전적 분석이나 시뮬레이션이 필요하며, 지원 대상에 대해서도 1인당, 혹은 가구당 지원물량의 결정 방식도 사전적 연구가 요구됨.

- 북한 주민에 대한 민생용 에너지 지원의 경우도 구체적인 설계를 위한 연구개발이 필요함. 이는 특히 지원대상과 지원규모를 단계적으로 어떻게 설정하고 확장해 나갈 것인가 하는 판단이 중요함.
- 민생용 에너지 지원 품목도 사전적으로 검토되고 분석되어야 할 것임. 일례로 단기적인 지원방안의 경우, 조명용으로는 양초, 태양광 랜턴 등이 유망하며, 취사용으로는 휴대용 가스레인지와 부탄가스, 태양열 조리기 등이 유망함. 아주 제한적인 지원의 경우에는 LPG용기의 지원도 검토될 수 있을 것임. 이들에 관한 국내 조달여건, 수송여건 및 소요예산, 제약용인 등에 관한 사전적 조사분석과 시뮬레이션이 수행되어야 할 것임.
- 중장기적으로는 보다 광범위하고 근본적인 지원방안을 설계할 필요가 있음. 일회성, 소모성 지원방식이 아닌 항구적이고 지속가능한 지원방식의 개발이 강구되어야 하며, 지원 방식도 민간기업의 수익사업과 연계하여 자동적으로 지속되고 확산될 수 있는 모델로 설계되는 것이 필요함. 이런 경우 이미 인도적 에너지 지원사업의 범주를 넘어 남북 에너지협력사업의 범주에 속할 수도 있을 것임.
- 본고에서는 이러한 방안으로 북한의 석탄광 개발과 연탄공장 건설을 유망한 사업으로 제안하고자 함. 전국 주요지역마다 거점 석탄광을 선정하여 현대화하고 지역마다 현대식 연탄공장을 건설하는 방안은 민생용 에너지 지원뿐만 아니라 지역개발, 산업개발, 전력공급능력 확충 등의 다각적 효

과를 거둘 수 있는 사실상의 북한 경제회복 지원사업이라 할 수 있음.

- 지역거점 석탄광이 현대화되고 난방 및 취사부문의 민생이 안정되면, 원료의 안정적 공급을 통한 전력산업의 기능회복이 가능해지고 이는 점진적으로 사회 전부문의 기능회복으로 연결될 수 있을 것이기 때문임.

## IV. 기대 효과

- 본 연구는 북한 민생부문의 에너지 이용실태를 조사·분석하여 보다 정확하고 과학적인 대북 인도적 에너지 지원방안 설계를 가능하도록 기초를 제공하고 있음.
- 후속 연구들이 본격적인 대북 인도적 에너지 지원방안 또는 북한 에너지 공급능력 확충 방안 등을 설계하는데 본 연구의 결과가 유용하게 활용될 수 있을 것으로 기대됨.
- 북한 민생부문의 연료난을 해결하기 위한 접근은 단기적인 대책과 중장기적인 대책으로 구분하여 구상하는 것이 바람직함.
  - 단기적으로는 자연재해나 대형사고 등으로 인하여 긴급한 구호가 요구되는 경우에 대한 인도주의적 에너지 지원방안이 설계될 필요가 있음.
  - 중장기적으로는 북한의 지역개발, 자원 및 산업개발 등과 연계하여 남북이 함께 추진할 수 있는 산업적 접근방안으로 인도주의적 지원이라기보다는 산업적 남북협력을 통한 민생용 에너지 문제 해결방안을 강구하는 접근이 추천됨.
- 본 연구는 이러한 북한 민생부문 에너지문제에 대한 해결책과 그를 위한 남북협력 방안 등을 강구하기 후속연구에 유용하게 활용될 수 있을 것으로 기대됨.
- 본 연구가 채택한 새터민 설문조사 방법론은 다른 분야에서도 북한의 실상을 파악하고 관련 남북협력 방안을 구상하는데 선행사례가 될 수 있음.
- 각 분야의 후속연구에 선행연구 사례로 검토될 것으로 기대됨.

## <참고문헌>

- 권혁수, 『북한의 석탄산업 현황 및 남북교류 방안』, 에너지경제연구원, 1996
- 김경술, 『한반도 통합에너지시스템 구축을 위한 정책과제 분석 연구』, 에너지경제연구원, 2012
- 김경술, 『북한 에너지수급 모형화 연구』, 에너지경제연구원, 2004
- 김경술, 『남북경협을 위한 에너지부문 유형별 대책방안 연구』, 에너지경제연구원, 2008
- 이규황 외, 『통일한국을 향한 남북한 산업지도』, 전국경제인연합회, 2001
- 정우진, 『에너지산업의 대북한 진출방안 연구』, 에너지경제연구원, 2001
- 김진무, 『북한의 전력난 실상과 남북 전력협력』, 군비통제연구지 제29집, 2007. 7
- 에너지경제연구원, 『에너지통계연보』, 각년도
- 에너지경제연구원, 『에너지총조사』, 1981
- 통계청, 『북한의 주요통계지표』, 각년도
- 통일교육원, 『주제가 있는 통일문제 강좌 18 : 북한의 의료 실태』, 2006
- 조선 과학문화출판사/한국평화문제연구소, 『조선향토대백과』, 1~20권
- 국가정보원, 『북한 법령집』, 2006
- 북한대학원대학교, 『현대 북한 연구』, 각호
- 한국개발연구원, 『KDI 북한경제 리뷰』, 각호
- 한국은행, 『2011년 북한 GDP 추정 결과』, 보도자료, 2012. 6

휴머니스트 출판사, 『살아있는 한국사 교과서』, 2012

한국광물자원공사, 『북한 광물자원 개발현황』, 2012

IEA/OECD, Energy Balances of Non-OECD Countries, 각년도

IEA/OECD, Energy Statistics of Non-OECD Countries, 각년도

< 인터넷 자료 >

한국관광공사 북한관광정보 :

<http://kto.visitkorea.or.kr/kor/biz/north/tour>)

북한의 유아교육과 성인교육

<http://ipcp.edunet4u.net/~teacher14/index.htm>

통일부 홈페이지 :

<http://www.unikorea.go.kr>

유용원의 군사세계, 북한 정보자료 나눔터, 4635번 글

[http://bemil.chosun.com/bemil\\_search.html](http://bemil.chosun.com/bemil_search.html)

서울에서 쓰는 평양 이야기

<http://namukstory.com>

<http://mobacle.blog.me/70168732513>

<http://mobacle.blog.me/70018444470>

<http://blog.naver.com/dygksanrtlfh/40174479371>

<http://terms.naver.com/entry.nhn>

<http://ko.wikipedia.org/wiki/>

동아일보, 1990년 1월 1일

Daily NK, 2013. 3. 20

통일신문, 2010. 7. 5

통일신문, 2013. 3. 5

뉴데일리, 2011. 1. 27

노컷뉴스, 2013. 1. 22

정책 이슈페이퍼 13-18

## 해외자원개발의 국내 경제·산업효과

정우진 외

### 목 차

- I. 배경 및 문제점 / 429
- II. 조사 및 분석 결과 / 431
- III. 분석의 시사점 / 447
- VI. 결론 및 정책 제언 / 448
- <참고자료> / 449



에너지경제연구원  
KOREA ENERGY ECONOMICS INSTITUTE



## I. 배경 및 문제점

### 1. 연구 배경

- 그동안 정부는 해외자원개발 사업의 확대를 위해 석유공사와 광물자원 공사에는 막대한 금액을 출자하였고, 성공불 용자 등 상당한 예산을 투입하여 민간부문의 해외자원개발 사업들을 지원하여 왔음.
- 자원개발 관련 공기업의 해외 광구확대를 위해 정부의 예산과 에너지특별회계 등을 통해 석유공사의 경우 2008년부터 약 4년간 4조원의 출자를 실시하였으며, 광물공사에도 거액을 출자
- 민간부문의 경우, 한해 약 2,000억원~3,000억원 규모의 예산을 책정하여 성공불 및 일반용자의 형태로 자금을 지원
- 수출입은행은 매년 2조원 이상의 자원금융을 책정, 자원개발 기업에게 저리 용자를 실시해 왔으며, 무역보험공사에서는 해외자원개발 사업에 대한 펀드에 대해 투자보증, 보험 등으로 금융지원을 실시하고 있음.
- 우리나라의 해외자원개발 사업 역사가 짧아 계량적 분석에 한계
  - 아직까지 집중적인 투자단계로 본격적인 투자회수 시기가 아님.
  - 이러한 상황에서 과거 데이터에 의한 실증 분석은 잘못된 결과로 나타날 수 있음.
- 본 연구에서는 성숙된 해외자원개발 투자시를 가정하고 거시경제 모형과 산업연관표에 의해 국내 경제 및 산업에 미치는 효과를 특정

- 에너지 자원과 광물자원의 다른 특성 및 연구기간 제약으로 본 연구에서는 해외석유가스개발 사업에 국한하여 분석

## 2. 연구 필요성 및 목적

### □ 연구 필요성

- 해외자원개발 사업에 정부의 재정이 지원되나 해외자원개발 사업들의 국내 경제와 산업에 미치는 효과가 모호하다는 의견이 대두
  - 해외자원개발 사업이 기업의 부 축적에는 기여하나 국내로의 산업유발 효과나 국민 전체의 편익증진 효과는 크지 않다는 주장들이 부각
  - 해외 자원개발이 늘어나도 국내 에너지나 자원가격이 낮아지지 않고 있어 자원개발 기업에 지원하는 것은 조세형평성에도 어긋난다는 견해

### □ 연구 목적

- 해외자원개발 사업들의 다양한 투자형태를 분석하고, 각 투자 형태별로 국내 경제 및 산업에 미치는 효과와 국내 경제산업에의 기여도를 파악
  - 재무적 투자와 지분투자, 운영권 투자 등 해외 자원개발 투자형태에 따른 국내 경제와 산업에 미치는 효과를 분석하고,
  - 분석 결과를 바탕으로 우리나라의 해외자원개발 정책이 추구해야 할 방향을 제안하고자 함.

## II. 조사 및 분석 결과

### □ 현 단계의 해외석유가스 개발 효과

#### ○ 해외자원개발의 일반적 효과

[그림 2-4] 해외자원개발의 국내 파급효과



#### ○ 국제수지 효과

- 아직 우리나라는 석유가스 개발 초기단계로 투자환수보다는 투자액이 큰 단계
- 특히 2008년 이후 투자액의 급증으로 투자환수율은 더 낮아진 상황

<표 2-1> 해외 석유가스개발 투자비 및 환수액

(단위: 억 달러)

구분	2012년 누적	2007년 누적
투자액	419	101
환수액	232	84
환수율	55%	83%

자료: 해외자원개발협회, 2013

○ 가격인하 효과

- 자원부국이나 해외석유개발을 활발히 하는 나라도 석유는 국제 시세에 의해 판매
  - 미국, 캐나다, 호주 등과 우리나라의 판매가격은 비슷한 수준
  - 소비자 가격이 낮은 것은 과세율의 차이 때문임

<표 2-2> 주요 OECD 국가별 휘발유가격과 과세율(2013년 2분기)

(단위: USD/리터)

국가별	판매자 가격	세금	소비자 가격	과세율(%)
미국	0.817	0.135	0.952	14.2
캐나다	0.878	0.386	1.264	30.5
호주	0.884	0.503	1.387	36.3
일본	0.906	0.642	1.548	41.5
한국	0.888	0.819	1.707	48.0
스페인	0.931	0.930	1.861	50.0
프랑스	0.881	1.130	2.011	56.2
이탈리아	0.921	1.334	2.255	59.2
노르웨이	1.021	1.476	2.497	59.1
영국	0.832	1.234	2.066	59.7

자료: IEA, energy prices & tax, 2013.7

○ 국내 산업유발 효과

- 짧은 해외자원개발 역사와 지분투자 중심으로 국내 산업에의 파급효과는 아직 크지 않음
- 자원개발 사업 평가, 광구 개발작업을 대부분 해외 기업에 의존
- 국내의 석유개발 관련 산업 현황
  - (시추선) 석유공사가 시추선(두성호, 1984년 건조) 사업 서비스를 실시하고 있으며 연간 매출액은 500억~800억원 규모
  - (탐사자료 해석·사업평가 등) 국내 4~5개 기업(석유·가스개발 관련 기업)이 있으며 연간 매출액 10억원 내외의 소규모 수준
  - (기타) 자원개발 관련 물자공급 등 일부 용역서비스 부문은 외국 주 기업의 하청 형태의 소규모기업이 소수 활동 중

○ 유전개발 관련 산업의 잠재력

- 유전개발 관련 산업에는 우리나라가 경쟁력이 높은 IT나 기계, 플랜트 산업들이 많아 잠재력은 높은 수준
- 높은 잠재력에도 불구하고 자원개발 경험 부족으로 아직 산업화가 어려운 상황

<표 3-3> 자원개발 관련 산업군의 종류

관련 산업	주요 사업
IT·기계·플랜트 산업	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 탐사장비 및 설비, 시추장비 및 설비, 광구설계 및 엔지니어링, 시추선, FPSO, 광산 대기·토양·수질관리 설비, 유정관리 및 광해 복구 설비, 광구 탐사·개발·생산 관련 기계장치 및 플랜트 설비와 설계, 제작 등의 엔지니어링 산업</li> <li>· Platform, 배관망 등의 설치·운영 기술 및 각종 기계장치 등에 대한 소재 산업</li> </ul>
건설산업	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 자원의 개발·생산 및 부대사업에 필요한 구축물 건설, 토목 등 건설사업</li> <li>· 상기 건설에 필요한 건설 기자재 산업</li> </ul>
수송산업	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 생산물의 해상, 육상 수송 및 물류 장비 등 수송산업</li> </ul>
금융·보험 산업	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 자원개발자금 조달 및 운용과 관련 은행의 Financing 및 자원개발 구축물, 수송선 등에 대한 대규모 보험산업</li> </ul>
컨설팅·중개 산업	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 자원개발관련 건설·설계 감리, 광구 중개 및 사업성 평가, 매장량 평가, 물류 공급 등 각종 용역 및 서비스산업</li> </ul>

자료: 정우진, “해외자원개발 정책 현안 및 제안”, 국회 해외자원개발 정책세미나 발표자료, 2013.8

## □ 거시모형 및 산업연관 분석

### ○ 분석 방법

- 해외석유가스개발사업의 국민경제에 대한 성과를 추정하기 위하여 거시경제모형과 산업연관분석을 이용함
- 해외석유가스개발사업의 회수액을 고려한 경우
- 해외석유가스개발사업에 국내기업들이 재화와 용역을 제공하는 수주를 받는 경우
- 거시모형분석: 우리나라 경제지표 변화
- 산업연관분석: 생산유발, 부가가치 유발, 고용자소득유발, 고용유발

○ 주요국의 석유가스개발산업 현황

- 주요국의 GDP 대비 석유가스개발산업 생산액

- 노르웨이는 2007년 기준 24.81%, 호주는 2.37%, 미국은 1.18%임.
- 산업의 비중을 고려할 때에 노르웨이는 석유가스산업에 대한 의존이 높으며 자국에서 이 산업의 중요성이 높다고 할 수 있음.
- 우리나라 2009년 기준 GDP 852조원 자동차 및 부품산업 생산액 21조원 (GDP 대비 2.46%) 전자전기기기 생산액 38조원(GDP 대비 4.46%)

<표 5-4> 주요국의 GDP 대비 석유가스산업의 생산 비중

(단위: 백만호주달러, 백만유로, 백만엔, 백만크로네(Kroner), 백만달러)

구분	호주 2008	프랑스 2007	일본 2000	일본 2005	노르웨이 1992	노르웨이 2007	미국 2005
GDP	1168875	1698430	25225684	49225337	692336	2012391	12395534
생산액	277350	483	87756	62087	93277	499334	146210
생산액/GDP	2.37%	0.03%	0.35%	0.13%	13.47%	24.81%	1.18%

○ 주요국의 석유가스개발 산업의 투입구조

- 주요국의 석유가스개발산업부문의 투입구조

- 주요국들의 석유가스개발산업의 중간투입비율은 10.53%~55.64%, 부가가치비율은 44.36%~89.44%임.
- 우리나라의 투입구조는 호주 및 노르웨이와 유사함. 미국과 일본이 다른 나라들에 비해서 중간투입비율이 높고 부가가치비율이 낮음.
- 시간이 경과하면서 중간투입의 비중이 높아지는 경향을 보임.

<표 5-5> 주요국의 석유가스개발사업에 대한 중간투입과 부가가치비율

구분	한국		호주	미국		일본	
	2005	2009	2008	2005	2011	2000	2005
중간투입	16.13%	24.85%	19.56%	47.54%	39.38%	37.62%	44.56%
부가가치	83.87%	75.15%	80.44%	52.46%	60.62%	62.38%	55.44%
합	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

구분	프랑스	노르웨이				
	2007	1992	1995	2000	2005	2007
중간투입	26.23%	17.18%	14.75%	9.02%	11.25%	12.96%
부가가치	55.44%	73.77%	82.82%	85.25%	90.98%	88.75%
합	100%	100%	100%	100%	100%	100%

- 대부분의 국가들에서 사업서비스(lease 등)관련산업부문으로부터의 투입이 큼.
- 상대적으로 투입비중이 높은 산업을 보면 호주, 미국, 일본, 프랑스는 금융과 부동산, 미국은 건설, 일본, 프랑스는 통신업.
- 미국, 일본, 노르웨이에서는 운송의 투입비중이, 호주, 미국, 일본은 전력·가스·증기의 투입비율이 낮지 않음.
- 석유가스산업에 대한 투입비중을 보면 2차산업보다는 3차산업의 비중이 높음.

○ 거시경제모형분석

- 거시경제모형
  - 한국은행의 모형(1997, 2004, 2012)를 이용함.
- 통계
  - 1990~2012년의 공표통계들을 이용하여 경제를 표현하는 행태식 구성
  - 임금, 원유도입액 등은 1993~2011년의 공표통계를 이용함.

- 분석대상기간: 2002년~2011년
  - 모형구성기간: 1994~2011년
- 시나리오: 해외석유가스개발사업의 회수액이 국민경제에 영향을 미치는 정도를 측정함.
- Historical data를 사용하므로 자원개발산업의 발전에 의한 산업적, 기술적 또는 기타 부가적 효과는 고려하지 않음.

○ 해외석유가스개발 회수액

<표 5-6> 해외석유·가스개발사업 회수 현황과 원유수입액

연도	해외석유·가스개발사업 회수액		대미달러 연평균 환율	원유수입액 (실적, 백만달러)	총수입액 (실적, 백만달러)
	USD (천달러)	원화 환산 (백만원)			
2002	335,646	397,727	1,184.96	19,200	152,126
2003	448,139	510,350	1,138.82	23,082	178,827
2004	831,231	935,027	1,124.87	29,917	224,463
2005	1,056,794	1,164,471	1,101.89	42,606	261,238
2006	1,265,736	1,364,970	1,078.40	55,865	309,383
2007	1,470,026	1,512,083	1,028.61	60,324	356,846
2008	2,024,120	2,021,164	998.54	85,855	435,275
2009	2,116,173	2,438,889	1,152.50	50,757	323,085
2010	4,973,470	5,811,549	1,168.51	68,662	425,212
2011	2,938,320	3,181,936	1,082.91	100,806	524,413
2012	2,732,102	3,078,424	1126.76		

주: 2002년 이전의 통계가 존재하지만, 이용제한성이 존재하여 2002년부터 반영함.

자료: 산업통상자원부(2013)

○ 거시경제모형분석결과

<표 5-7> 해외석유가스개발사업 회수에 따른 경상수지 변화

구분	경상수지(십억원)		변화율(%)
	도입 전	도입 후	
2002	11,821.0	11,984.5	1.383
2003	4,416.6	4,593.4	4.005
2004	14,203.7	14,598.6	2.780
2005	14,520.7	15,056.6	3.691
2006	18,741.7	19,357.7	3.287
2007	28,892.6	29,594.8	2.431
2008	28,152.2	29,063.6	3.238
2009	37,347.0	38,376.0	2.755
2010	34,048.1	36,446.8	7.045
2011	56,145.7	57,395.3	2.226

<표 5-8> 해외석유가스개발사업 회수에 따른 실질GDP 변화

구분	실질GDP(십억원)		변화율(%)
	도입 전	도입 후	
2002	838,594.4	839,606.7	0.121
2003	865,667.1	866,929.2	0.146
2004	828,730.6	830,319.7	0.192
2005	851,410.2	853,363.5	0.229
2006	889,776.3	891,969.5	0.246
2007	925,986.6	928,365.4	0.257
2008	912,239.2	914,768.0	0.277
2009	1,035,330.0	1,039,246.0	0.378
2010	1,048,805.0	1,055,777.0	0.665
2011	1,071,617.0	1,075,917.0	0.401

<표 5-9> 해외석유가스개발사업 회수에 따른 소비자물가지수(CPI) 변화

구분	소비자물가지수(CPI)		변화율(%)
	도입 전	도입 후	
2002	78.95	78.97	0.026
2003	81.06	81.09	0.036
2004	83.56	83.59	0.045
2005	86.14	86.19	0.054
2006	89.18	89.23	0.057
2007	90.70	90.76	0.059
2008	93.32	93.38	0.063
2009	96.40	96.48	0.085
2010	100.82	100.96	0.146
2011	103.46	103.57	0.101

<표 5-10> 해외석유가스개발사업 회수에 따른 실업률 변화

구분	실업률(%)		변화율(%)
	도입 전	도입 후	
2002	3.1449	3.1434	-0.050
2003	3.2772	3.2736	-0.108
2004	3.1949	3.1906	-0.134
2005	3.4751	3.4690	-0.177
2006	3.2936	3.2871	-0.197
2007	2.9885	2.9822	-0.210
2008	3.0939	3.0869	-0.225
2009	3.3666	3.3571	-0.283
2010	3.3706	3.3556	-0.443
2011	3.0451	3.0303	-0.489

- 경상수지

- 경상수지 = 상품수지 + 서비스수지 + 소득수지
- 해외석유가스개발사업에서의 대금(달러) 반입 → 소득수지 증가 → 경상수지 증가
- 2011년 기준으로 경상수지 증가율은 2.23% 임.

- GDP

- 직접효과: 해외로부터의 대금(달러) 반입 → GDP 증가
- 2차 효과: 대금 반입 → 소득(고용소득, 영업잉여 등) 증가 → 지출 증가 → 재화에 대한 수요 증가 → 기업들의 생산 증가 → GDP 증가
- 2011년 기준으로 실질GDP 변화율은 0.401%임.

- CPI

- 해외로부터의 대금(달러) 반입 → 국내통용을 위하여 달러를 원화로 환전 → 국내통화량 증가 → 물가 상승
- CPI는 2011년 기준으로 0.101% 만큼 상승함.

- 실업률

- 통화량 증가 → 지출 증가 → 생산 증가 → 고용 증가 → 실업률 감소
- 2011년 기준으로 실업률은 0.489%p 만큼 감소함.

- 환율

- 해외석유가스개발사업에서의 대금(달러) 반입 → 국내에서의 달러공급량 증가 → 달러가치 하락 → 원화가치 상승
- 2011년 기준으로 원화가치는 4.1원 정도 상승함.

<표 5-11> 해외석유가스개발사업 회수에 따른 환율 변화

구분	환율(원/달러)		변화율(%)
	도입 전	도입 후	
2002	1,182.78	1,182.43	-0.029
2003	1,134.34	1,133.76	-0.051
2004	1,121.68	1,120.65	-0.092
2005	1,102.01	1,100.54	-0.134
2006	1,079.00	1,077.31	-0.157
2007	1,028.98	1,027.20	-0.173
2008	999.37	997.27	-0.211
2009	1,153.51	1,150.69	-0.244
2010	1,169.31	1,164.05	-0.449
2011	1,085.04	1,080.93	-0.379

○ 산업연관 분석

- 산업연관표

- 국민경제와 지역경제의 전체적 규모와 구조를 반영하는 중요한 거시경제적 통계
- 일정기간에 생산된 모든 재화와 용역의 산업부문간 거래, 최종수요부문과 산업부문간의 거래, 원초적 투입요소부문과 산업부문간의 거래를 표현하는 미시경제적 통계

- 해외석유가스개발사업을 반영한 산업연관표의 작성

- 각 국의 산업연관표를 이용하여 자국 내에서 석유가스개발사업을 추진하는 국가들(미국, 노르웨이, 호주, 일본, 프랑스 등)의 투입구조를 조사함.
- 석유가스개발사업의 지출승인서를 이용하고 노르웨이의 투입구조를 보완 자료로 이용하여 사업의 특수성을 정리함.

- 석유가스개발사업을 내생의 독립산업으로 반영한 산업연관표를 구축함.
  - 고용유발효과분석을 위하여 고용표를 작성함.
- 석유가스개발산업의 영향력 및 감응도 계수
- 주요국 석유가스산업의 영향력계수와 감응도계수
    - 모든 나라에서 공통으로 석유가스산업은 타산업에 대해서 미치는 영향(영향력계수)의 정도는 작지만, 타산업으로 받는 영향의 정도(감응도계수)는 큼. 이는 타산업에서 필요로 하는 원료를 생산하는 석유가스산업의 특징이 나타나는 것임.
    - 호주, 노르웨이, 미국은 국내에서 유전과 가스전을 보유하고 활발하게 운영하므로 일본, 프랑스보다 감응도계수가 높음. 프랑스와 일본의 감응도계수는 작음.

<표 5-12> 주요국의 석유가스산업의 영향력계수와 감응도계수

구분	호주 2008	프랑스 2007	일본 2000	일본 2005	노르웨이 1992	노르웨이 2007	미국 2005
영향력 계수	0.69642	0.91390	0.84528	0.94523	0.77802	0.73929	0.98182
감응도 계수	1.47257	0.55321	0.62132	0.56098	1.22161	1.32114	1.22080

- 국가별 석유가스개발산업의 유발효과

<표 5-13> 주요국의 석유가스산업의 생산유발효과

(단위: 백만 호주달러, 백만 유로, 백만 엔, 백만 크로네(Kroner), 백만 달러)

부문명	호주 2008	프랑스 2007	일본 2000	일본 2005	노르웨이 1992	노르웨이 2007	미국 2005
계	1281	37	16	14	1119	1121	942

<표 5-14> 주요국의 석유가스산업의 부가가치유발효과

(단위: 백만호주달러, 백만유로, 백만엔, 백만크로네(Kroner), 백만달러)

부문명	호주 2008	프랑스 2007	일본 2000	일본 2005	노르웨이 1992	노르웨이 2007	미국 2005
계	731	20	10	8	792	871	511

<표 5-15> 주요국의 석유가스산업의 고용자소득유발효과

(단위: 백만호주달러, 백만유로, 백만엔, 백만크로네(Kroner), 백만달러)

부문명	호주 2008	프랑스 2007	일본 2000	일본 2005	노르웨이 1992	노르웨이 2007	미국 2005
계	158	6	2	4	173	126	280

○ 우리나라의 석유가스개발 효과 분석시나리오

<표 5-16> 시나리오별 각 산업에 대한 국내발주비율

구분		1차 산업	2차 산업	3차 산업
시나리오	S0-1	0%	0%	10%
	S0-2			20%
	S0-3			30%
	S0-4			40%
	S1-1		10%	10%
	S1-2			20%
	S1-3			30%
	S1-4			40%
	S2-1		20%	10%
	S2-2			20%
	S2-3			30%
	S2-4			40%
	S3-1		30%	10%
	S3-2			20%
	S3-3			30%
	S3-4			40%
S4-1	40%	10%		
S4-2		20%		
S4-3		30%		
S4-4		40%		

주: 본 연구에서 사용하는 산업분류표와 비교하면 1차 산업은 No.1, 2차 산업은 No.2~No.21, 3차산업은 No.22~No.38에 해당함.

○ 시나리오별 유발효과 분석 결과

<표 5-17> 시나리오별 유발효과

(단위: 백만 원)

시나리오	2차 산업	3차 산업	수요액	생산유발액	부가가치 유발액	고용자소득 유발액
S0-1	0%	10%	44,784	66,287 (1.48배)	32,775 (0.73배)	20,720 (0.46배)
S0-2		20%	89,564	132,560 (1.48배)	65,544 (0.73배)	41,434 (0.46배)
S0-3		30%	134,346	198,842 (1.48배)	98,317 (0.73배)	62,154 (0.46배)
S0-4		40%	179,129	265,123 (1.48배)	131,088 (0.73배)	82,875 (0.46배)
S1-1	10%	10%	85,741	114,475 (1.34배)	46,235 (0.54배)	27,650 (0.32배)
S1-2		20%	130,521	180,754 (1.38배)	79,006 (0.61배)	48,374 (0.37배)
S1-3		30%	175,303	247,033 (1.41배)	111,779 (0.64배)	69,086 (0.39배)
S1-4		40%	220,086	313,316 (1.42배)	144,555 (0.66배)	89,804 (0.41배)
S2-1	20%	10%	126,696	162,662 (1.28배)	59,699 (0.47배)	34,586 (0.27배)
S2-2		20%	171,476	228,937 (1.34배)	92,471 (0.54배)	55,305 (0.32배)
S2-3		30%	216,258	295,222 (1.37배)	125,245 (0.58배)	76,017 (0.35배)
S2-4		40%	261,041	361,506 (1.38배)	158,012 (0.61배)	96,739 (0.37배)
S3-1	30%	10%	167,652	210,848 (1.26배)	73,162 (0.44배)	41,518 (0.25배)
S3-2		20%	212,432	277,125 (1.30배)	105,932 (0.50배)	62,236 (0.29배)
S3-3		30%	257,214	343,410 (1.34배)	138,703 (0.54배)	82,950 (0.32배)
S3-4		40%	301,997	409,692 (1.36배)	171,474 (0.57배)	103,678 (0.34배)
S4-1	40%	10%	208,607	259,041 (1.24배)	86,627 (0.42배)	48,446 (0.23배)
S4-2		20%	253,387	325,322 (1.28배)	119,398 (0.47배)	69,172 (0.27배)
S4-3		30%	298,169	391,602 (1.31배)	152,167 (0.51배)	89,891 (0.30배)
S4-4		40%	342,952	457,885 (1.25배)	184,939 (0.54배)	110,606 (0.32배)

○ 산업연관 분석결과

- 유발효과

- 2차산업의 국내수주비중이 고정되어 있을 때에 3차 국내수주비중이 높아질수록 생산유발효과, 부가가치유발효과, 고용자소득유발효과와 규모는 커지면, 수요액 대비 배수도 커짐.
- 3차산업의 국내수주비중이 고정되어 있는 경우는 2차산업의 국내수주비중이 높아질수록 생산유발효과, 부가가치유발효과, 고용자소득유발효과와 규모는 커지지만, 수요액 대비 배수는 감소함.
- 2차산업에 대해서 수요가 발생하는 경우에 추가적 수요를 2차산업 내에서 해소하는 경우가 많지만, 3차산업에 대해서 수요가 발생하는 경우는 추가적 수요가 전산업에 걸쳐서 발생하게 되므로 유발효과와 크기는 상이함.
- 유발효과분석에 따르면 모든 산업에서 국내수주액을 증가시키는 것이 효율적이라고 하기는 어려움.

- 해외석유가스개발사업을 자동차산업, 반도체를 포함하는 전자기기산업, 섬유산업, 건축 및 건설산업의 유발효과와 비교함.

- 생산유발효과

- 전기전자기기 < S1-4(가장 높은 유발효과) = 섬유산업 < 건축건설산업 < 자동차 및 부품산업
- 전기전자기기 = S4-1(가장 낮은 유발효과) < 섬유산업 < 건축건설산업 < 자동차 및 부품산업

- 부가가치유발효과
  - 타산업보다 부가가치유발효과가 높음. 이는 석유가스개발사업이 3차산업과 많은 연관관계를 갖고 있기 때문임.
  - 부가가치는 GDP와 연결됨.
- 건축건설산업은 생산유발은 크지만, 부가가치유발이 낮음. 해외석유가스개발산업에 대한 국내수주는 생산유발은 작지만, 부가가치유발은 큼.
  - 해외석유가스개발이 부가가치가 높은 산업들을 더 자극하는 산업임.
- 고용자소득유발효과
  - 고용자소득이 지출되어 초래하게 되는 유발의 크기를 측정함.
  - 반도체 포함 전기전자기기산업 < S1-4(가장 높은 유발효과) < 섬유산업 < 자동차 및 부품산업 < 건설 및 건축산업
- 고용유발효과
  - 전기전자기기 < 섬유산업 = 자동차 및 부품산업 < S1-4(가장 높은 유발효과) < 건축건설산업
  - 수요액 10억원당 고용유발인원은 반도체 포함 전기전자기기산업 2명, 자동차 및 부품산업 5명, 섬유산업 5명, 건축 및 건설산업 10명, S1-4 8.5명, S4-1 4.3명임.
  - 해외석유가스개발사업에 대한 국내수주가 발생할 때에 3차산업의 비중이 높을수록 많은 고용을 유발함.

### Ⅲ. 분석의 시사점

- 산업연관 분석결과에 따르면 해외석유가스개발 사업의 국내 산업 유발효과는 자동차나 반도체, 건설산업 등에 비해 작지 않음을 시사하고 있음
- 그러나 이는 해외석유가스개발 사업시 우리나라 관련 산업들에 대한 수주를 전제로 하고 있음
- 현재는 해외 석유가스개발 사업이 초기 단계로 관련 산업들의 해외 의존도가 높아 아직 이러한 산업 유발 효과를 창출하지는 못하고 있음
- 동 분석결과는 우리나라의 산업잠재력을 볼 때 해외 석유가스개발과 관련된 산업들을 해외석유가스개발 사업에 참여시키는 적극적인 정책을 추진한다면 국내의 산업유발효과는 상당히 높음을 시사하고 있음

자료: 각 사 자료, 2013

#### IV. 결론 및 정책 제언

- 우리나라는 그동안 해외석유가스개발 사업들을 크게 확대했으나 아직도 산업 초기 단계로 국내에 미치는 산업유발 효과는 낮은 수준임
- 그러나 해외석유가스개발의 관련 산업들중 국내에 경쟁력이 높은 산업들이 많고, 본 연구의 산업연관 분석 결과 등을 종합해 볼때 적극적인 산업정책을 추진한다면 해외 석유가스개발이 국내 경제와 산업에 긍정적인 효과를 줄 것임을 시사하고 있음
- 따라서 향후 해외석유가스개발 사업들은 국내 관련 산업들과 연계하여 진출하는 정책추진이 필요하며 이를 위해서는 단순 지분투자보다는 우리 기업이 직접 광구를 운영하는 운영권 투자의 확대가 필요함
- 또한 국내 잠재력이 높은 석유가스개발 관련사업들에 대한 적극적인 육성 정책도 필요함

## < 참고자료 >

### 1. 참고문헌

- 국토해양부, 2010, 「해양플랜트 산업육성 및 전문 운용인력 양성을 위한 기본 구상」
- 김양우·이공희, 1997, “「연간거시계량경제모형-BOKAM97」”, 「한국경제의 계량 경제모형」, pp.181~227
- 김윤경, 2010. “「산업연관분석을 이용한 2020년과 2030년의 우리나라의 우라늄 수요 전망」”, 「한국지구시스템공학회」47(1) pp.26-30.
- 김윤경·김지환·허은녕, 2011, “「2008년 산업연관표를 이용한 우라늄 가격 상승의 물가 변화에 대한 영향 분석」”, 「한국지구시스템공학회」Vol.48(1), pp.59~66
- 배영일, 2012, 「해양플랜트 산업의 변화와 기회」, 삼성경제연구소
- 안충승, 2010, 「해양 플랜트산업 육성 및 전문 운용인력 양성을 위한 기본구상」
- 이철규외, 2008.12, 유전개발 기술서비스산업 육성 방안, 지식경제부,
- 심상렬·오현영, 2013, “「산업연관표의 신재생에너지 설정 방안 연구」”, 기본보고서, 에너지경제연구원
- 정우진, 2012, 자원개발기반산업 육성방안 연구, 에너지경제연구원
- 한국은행, 2013, “「한국은행분기거시계량모형(BOK12) 재정모형 구축 결과」”, 「Monthly Bulletin」, 2013.6, pp.14~34.
- 한국은행, 2008, 「2005년 산업연관표」, 한국은행

한국은행, 2011, 「2009년 산업연관표」, 한국은행

해외자원개발협회, 2013, 「2012년 해외석유가스개발 통계」

해외자원개발협회, 2012, 「국내 유전개발 서비스산업」

James Wicjind, 2012, Oil field Services, Credit Suisse,

GBI, 2013, Oilfield Service Industry to 2017

IEA, 2013, Energy Prices & Tax

IHS, 2010, The Economic Contribution of the Onshore Independent Oil and Natural Gas Producers to the U.S. Economy, Global Insight.

IMAP, 2013, Oilfield Equipment & Services Report

Miller, R. E., Blaire. P. D., 1985, Input-Output Analysis, Prentice-Hall, US

World Bank, 2009, The Petroleum Sector Value Chain, World Bank Group

岡山大學・南山大學・高知大學・株式會社エックス都市研究所, 2012, 平成23年度 環境經濟の政策研究 環境・地域經濟兩立型の内生的地域格差是正と地域雇用創出, その施策實施に關する研究(헤이세이 23년도 환경경제의 정책 연구, 환경 지역경제양립형의 내생적 지역격차 시정과 지역고용창출, 그 시책실시에 관한 연구), 最終研究報告書(<http://www.exri.co.jp>)

經濟産業省, 2013, 「2005年 日米國際産業連關表(미일국제산업연관표)」, 統計集, 經濟産業省, 日本

宮澤建一, 1996, 「産業連關分析入門(산업연관분석입문)」, 「經濟學入門シリーズ」, 日本經濟新聞社

經濟社會總合研究所(Economic and Social Research Institute, ESRI), 2007, 「總合的な經濟エネルギー環境分析に合う技術情報の整備のための研究(종합적 경

제에너지환경분석에 맞는 기술정보의 정비를 위한 연구」.

總務省産業連關技術委員會, 2010, 「平成17年(2005년) 産業連關表第21号資料1-1 「基礎価額表示による産業連關表に關する試算について(기초가격표시에 의한 산업연관표에 관한 시산에 관해서)」.

總務省政策總括官(統計基準担当) 統計基準·産業連關表·調査技術担当統計審査官室第22号, 2010, 「産業連關表技術委員會資料2(산업연관표기술위원회자료 2)」.

松本直也·本藤裕樹,2011,“「擴張産業連關表を利用した再生可能エネルギー導入の雇用効果分析(확장산업연관표를 이용한 재생가능에너지도입의 고용효과분석)」”, 「日本エネルギー學會誌(Journal of Japan Institute of Energy)」, 90(3), pp.258~267.

<http://www.esri.go.jp/jp/archive/hou/hou040/hou031.html>

<http://kosis.kr/>(대한민국 통계청 국가통계포털)

산업연관표 통계 web site

US IO

[http://www.bea.gov/industry/io\\_annual.htm](http://www.bea.gov/industry/io_annual.htm)

<http://www.bea.gov/iTable/iTable.cfm?ReqID=5&step=1#reqid=5&step=4&isuri=1&402=15&403=1>

AU IO

<http://www.abs.gov.au/AusStats/ABS@.nsf/Latestproducts/5209.0.55.001Main%20Features52008-09?opendocument&tabname=Summary&prodno=5209.0.55.001&issue=2008-09&num=&view=>

Norway IO

<http://www.ssb.no/en/nr>

Japan IO

<http://www.stat.go.jp/data/io/ichiran.htm>

Eurostat

<http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/statistics/themes>

日米國際産業連關表(미일국제산업연관표 2000년, 2005년)

[http://www.meti.go.jp/statistics/tyo/kokusio/result/result\\_15.html](http://www.meti.go.jp/statistics/tyo/kokusio/result/result_15.html)

<http://www.meti.go.jp/statistics/tyo/kokusio/result-2.html>

## KEEI 정책제안 모음집

---

2013년 11월 27일 인쇄

2013년 11월 29일 발행

편집인 조 상 민

발행인 손 양 훈

발행처 **에너지경제연구원**

437-713 경기도 의왕시 내손순환로 132

전화: (031)420-2114(대) 팩시밀리: (031)422-4958

등 록 1992년 12월 7일 제7호

인 쇄 크리커뮤니케이션 (02)2273-1775

---