

연구보고서 99-17

에너지절약시책 효과측정을 위한 계량분석 연구:제조업을 중심으로

金 重 求
朴 正 淳



Copyright(o) 1999. KEEI

목 차

I. 서론

1. 연구의 목적
2. 연구의 범위와 내용

II. 우리나라의 에너지절약 정책/시책 분석

1. 절약정책/시책의 변천
2. 절약정책수단
 - 가. 비가격(non-price)정책
 - 나. 가격(price)정책

III. 에너지절약정책/시책효과의 계량화를 위한 선행연구

1. 분야별 연구결과
 - 가. 에너지절약과 거시경제효과
 - 나. 에너지절약과 에너지소비행태
 - 다. 에너지이용효율
 - 라. 에너지수요관리(전력, 가스, 지역난방 등)
 - 마. 에너지효율기준
 - 바. 에너지절약의 장애·시장실패
 - 사. 세제, 보조, 용자의 정책수단
 - 아. 에너지·환경·에너지절약 정책의 연계성
 - 자. 에너지절약정책의
2. 선행 연구결과의 시사점패러다임(paradigms)

IV. 편익/분석(B/C)이론에 의한 제조업의 에너지 절약정책/시책효과의 계량화

1. B/C 이론의 배경과 기본 테크닉
 - 가. 배경
 - 나. B/C 분석의 선택
 - 다. 분석의 기본기법
2. 에너지절약 정책/시책의 효과 : 제조업의 에너지 절약투자시책을 중심으로
 - 가. 기존분석방법 및 문제점
 - 나. 에너지절약정책/시책 효과 측정을 위한 기본구조
 - 다. 계량화를 위한 기본전제와 기준
 - 라. 제조업의 에너지 절약 투자시책과 효과를 계량하기 위한 편익/비용의 세부모형과 결과

V. 요약 및 결론

참고문헌

[부록] 에너지절약 정책/시책의 효과측정을 위한 기본이론의 탐구

표 목 차

- <표Ⅱ-1> 에너지 절약 정책/시책의 변천
- <표Ⅱ-2> 신경제 에너지 절약 5개년 계획
- <표Ⅱ-3> 우리나라의 에너지 절약 시책
- <표Ⅱ-4> 에너지 사용 계획의 신고 실적
- <표Ⅱ-5> 에너지 다소비 산업체 절약 추진 실적
- <표Ⅱ-6> 제2차 에너지 다소비 산업체 관리 계획
- <표Ⅱ-7> 투자계획 및 절감량
- <표Ⅱ-8> 업종별 절감량
- <표Ⅱ-9> 조치 내용별 절감 계획
- <표Ⅱ-10> 지정 에너지 관리대상업체
- <표Ⅱ-11> 에너지관리 대상업체의 에너지 절약 실적 (1차 에너지 기준)
- <표Ⅱ-12> 연도별 원단위 지수 개선 추이
- <표Ⅱ-13> 2001년 품목별 에너지원단위 계획
- <표Ⅱ-14> 에너지 관리기준 점검 실적
- <표Ⅱ-15> 에너지 관리진단
- <표Ⅱ-16> 연도별 에너지 관리진단 현황
- <표Ⅱ-17> 승용차의 목표연비
- <표Ⅱ-18> 에너지 자원사업 특별회계의 예산
- <표Ⅱ-19> 에너지 절약 시설자금 지원실적
- <표Ⅱ-20> 에너지 공급사별 수요관리 사업
- <표Ⅱ-21> 에너지 절약 전문기업에 대한 투자지원 실적
- <표Ⅱ-22> 에너지기술중점개발
- <표Ⅱ-23> 신재생 에너지 소비 비중
- <표Ⅱ-24> 신재생 에너지 분야별 보급현황
- <표Ⅱ-25> 신에너지개발 융자실적
- <표Ⅱ-26> 신재생 에너지 개발 및 계획
- <표Ⅱ-27> 분야별 이용현황
- <표Ⅱ-28> 기술개발 과제
- <표Ⅱ-29> 에너지 절약 기술 분야
- <표Ⅱ-30> 청정 에너지 기술개발 추진 실적
- <표Ⅱ-31> 에너지 조세 및 부과금
- <표Ⅲ-1> 에너지 절약 시책의 효과분석에 관한 대표적인 선행연구 요약
- <표Ⅳ-1> 연방할인율의 선택(미국)
- <표Ⅳ-2> 제조업의 절약투자 시책의 비용/효과 분석

그림목차

- [그림Ⅱ-1] 에너지 이용 합리화법의 체계
- [그림Ⅲ-1] 공급곡선의 상방 이동
- [그림Ⅲ-2] 수요곡선의 하방 이동
- [그림Ⅳ-1] 에너지 절약정책/시책 효과측정 기본구조
- [그림Ⅳ-2] 제조업의 원단위 추이
- [그림Ⅳ-3] 제조업의 에너지 절약율

- [그림 IV-4] 제조업의 에너지 절약량 추정
- [그림 IV-5] 제조업의 에너지 절약 투자비용
- [그림 IV-6] 제조업의 에너지 집약도와 절약율
- [그림 IV-7] 제조업의 절약투자비용과 총편익

부록목차

<표1> 에너지소비와 오염물질 배출량(1994)

- [그림 1] 에너지 효율 향상을 통한 서비스 수요의 증가
- [그림 2] 수요요인
- [그림 3] 공급장애의 영향
- [그림 4] 공급장애의 주요영향
- [그림 5] 가용 잉여공급 능력의 크기
- [그림 6] 수요탄성치
- [그림 7] 수입수준

I. 서론

1. 연구의 목적

에너지 파동이 전세계를 휩쓸었던 1973년부터 1980년까지 에너지 절약에 대한 관심을 에너지가 많이 쓰는 나라에 특히 고조되어졌었고, 이 여파를 극복하기 위한 각국의 경제 주체들은 에너지의 낭비를 제거하고 이를 효율적으로 사용하는데 초미의 관심을 두어왔던 사실은 현재 급격한 유가변동 시대에 그 의의를 자못 되새기게 하고 있다.

자원빈국이면서 1998년 말 현재 97%의 해외에너지 의존도를 나타내고 있는 우리나라로서는 에너지절약을 위한 정부의 노력이 남달랐던 점을 부인하지 않을 수 없다. 더욱이 1980년 이후 정부가 취한 에너지절약 정책과 이를 실행하기 위한 프로그램이 약 120개를 넘을 정도로 많이 개발된 것을 보면 이를 입증할 만하다.

이와 같은 많은 에너지절약 정책/시책개발에도 불구하고, 이 에너지절약정책/시책에 대한 결과를 텐저블(tangible)하게 계량화를 해야하는 당위성을 인정하면서도, 이의 효과적인 결과도출은 쉬운 일이 아니었다. 여기에 더하여 이에 대한 선구자적인 역할을 수행해왔던 분석보고서도 찾기 어려웠다는 점은 많은 노력에 비하여 현저한 결과를 얻기가 쉽지 않았다는 점에 비롯된 것 같다. 따라서 이 과제는 해를 묵힐 정도로 그 중요성을 갖고 있다고 볼 수 있다.

차제에 금번 보고서가 다시 한번 에너지절약효과를 계량적으로 파악케 하는 기회를 마련해 준다는 점에서, 또한 다른 의미를 찾아 볼 수 있다. 그러나, 연구결과가 다른 연구와의 차이(distinction)를 낼 수 있을지와 객관성을 갖는 개척자적 연구보고서가 될지도 연구자로서 자못 걱정이 되지않을 수 없다.

따라서 본 연구의 일차목적은 연구결과가 정책결정을 하기 위한 정책결정자에게 기초자료로써 가능한 활용되어지는데 있으며, 그 다음은 본 연구결과가 이 분야에 있어서 계속적인 연구를 하기위한 발판으로써의 역할을 하는데 있다.

2. 연구의 범위와 내용

본 연구의 범위는 에너지절약시책 효과측정을 위한 계량분석 연구이나, 그 범위가 매우 넓고 이 연구를 구체적으로 모두 수행하기엔 현여건하에서 어렵다고 판단되어서 제조업에 한정하여 에너지절약정책/시책의 계량분석 연구를 하게 됨을 밝혀 둔다.

절약정책의 효과분석을 위해서 먼저 우리나라의 절약정책의 분석이 이어야 한다. 그래서, 제2장은 우리나라의 에너지 절약정책을 시대적 변천과 함께 절약정책 수단을 분석한다. 본장에서 분석모델은 IEA와 선진국들이 분석하였던 것이며 이를 토대로 하여 우리나라의 에너지절약정책/시책의 유형을 구분하고자 한다. 선진국들의 유형 구분이 국내 에너지 절약정책/시책의 범위와 특성과 어떻게 다르며, 우리나라의 에너지절약정책의 선택이 선진국의 분류기준에 어느 정도의 좌표영역을 차지하는지를 파악하는데 도움이 되기 때문이다. 에너지 절약정책/시책효과 분석을 위한 외국 사례의 연구검토는 선행연구결과가 본 연구에 기초자료로 제공해 줄 수 있다는 믿음에서 출발하였다. 본 연구는 에너지절약정책/시책의 효과를 계량화하기 앞서 그 효과로 실현된 에너지절약량을 어떻게 측정하여 객관적으로 계량화하느냐가 중요한 문제로 있기 때문이다.

제3장은 에너지절약정책/시책을 계량화하기 위하여 노력하였던 선행연구를 살펴 보고자 한다. 선행연구의 구분은 1) 에너지절약과 거시경제연구로써 Bourgeois(1989), Stern(1993), Kolk(1983), Jones(1989), Samouilidies와 Mitropoulos(1983), 2) 에너지절약과 소비형태는 Chen과 Rose(1990), Jones(1994), Berndt와 Watkins(1996), Fillippini(1995), 3) 에너지 수요관리연구는 Wirl(1994), Horwitz와 Haeri(1990), 4) 에너지 효율연구는 Khazzoom(1980), Sebold와 Fox(1985), Gates(1983), Mathur(1984), 6) 세계·용자의 연구로는 Gentry(1994), 7) 에너지-환경-절약연구는 Rose와 Lin(1995), 8) 에너지 원단위 분석연구는 Shipper(1987)

모델을 검토하며, 이에 대한 시사점도 찾고자 한다.

제4장에서 이 문제를 해결하기 위한 뒷받침으로써 기본적인 이론인 편익/비용 분석(benefit/cost analysis)을 소개한다. 이 이론은 산업부문의 에너지절약정책/시책효과를 측정하는데 이용된다. 특히 제조업부문의 에너지절약시설을 위한 투자비용과 이의 효과로 나타나는 에너지절감의 편익의 산업부문의 에너지절약정책의 최대의 성과로 보고 이의 분석을 통하여 산업부문의 에너지절약시책의 효과를 측정하고자 한다.

그 외의 이론의 탐구는 소비자행동이론의 응용, 외부효과이론의 응용은 부록에 실어 두고자 한다. 소비자행동이론은 소비자의 선호가 시장에 현시되는(revealed) 현시선호이론과 연계하여 에너지절약정책/시책효과를 계량화하는데 활용하는 이론이다. 특히 가정부문, 상업부문, 수송부문에서 에너지절약측정을 위해 이 이론을 응용하고자 한다. 마지막으로 외부효과이론의 응용은 에너지안보와 연계된 정책/시책효과를 측정하는 이론으로써 이 분야에 도움을 줄 수 있는 내용임으로 부록에 수록하여 두었다.

II. 우리나라의 에너지절약 정책/시책 분석

본장은 우리나라의 에너지절약 정책의 변천과 절약정책의 수단을 다룬다. 절약정책의 변천은 시대적 관점에서의 이를 다루며, 절약정책 수단은 비가격정책과 가격정책으로 구분하여 다루고자 한다.

1. 절약정책/시책의 변천

우리나라 에너지 절약정책/시책의 본격적인 시원은 국제석유시장이 급격하게 변화했던 1973년 국가에너지정책 중 에너지의 안정적인 공급에 역점을 두면서 추진되었다. 당시 에너지절약정책/시책은 <표II-1>에서 보는 바와 같이 단순소비억제를 통한 에너지절약이 정부에 의해서 주도 되었다고 해도 틀림이 없을 것이다.

이는 당시의 국내오일쇼크의 심각성을 말해 준다. 1979년도 제2차 석유파동은 국가적관점에서 에너지문제의 해결과 이를 행정직으로 전담 관리해야 하는 독립행정부서인 동력자원부의 설립(1978년)을 이루었다. 1980년대는 에너지이용합리화법을 기저로 분야별로 정부의 에너지절약정책/시책의 체계화를 이루었다.

유가안정가인 1980년대 중반은 자율적 에너지절약의 추진과 함께 대체에너지 기술개발 촉진법을 제정함으로써 기술개발에 바탕을 둔 장기적 관점에서 에너지절약추진을 계획한 바 있다.

1990년대에는 에너지절약정책/시책이 환경문제와 함께 고려되는 절약정책/시책의 종합대책을 수립하면서, 환경 친화적인 에너지절약, 수요자 관리위주의 에너지절약정책에 초점을 두었다. 특히 5개년 계획의 형태로 총체적인 에너지관리정책/시책의 에너지절약계획에 주안점을 둔 내용이 신경제에너지 절약계획이었다. 이를 요약하면 <표II-2>와 같다.

<표Ⅱ-2> 신경제 에너지절약 5개년 계획

국제석유시장변화	정책방향	주요시책
1 차석유위기(1973) 유가수준: \$1-2/bbl	-단순소비억제	TV 방영시간 단축, 사치성 광고 규제
유가상승기 유가수준: \$9-17/bbl	-절약기반구축, 행정규제 -열관리법 제정(1974)	연료사용기기 규제, 지정인료 관리대상자 제도 도입, 산업 부문 열관리 도입
2 차 석유위기 (1979) 유가수준: \$27-34/bbl	-포괄적 에너지절약 정책 -에너지이용 합리화법 제정(1980)	부문별(가정·산업·수송) 절약 시책, 에너지관리 진단·지도, 절약투자에 대한 금융·세제 지원
유가안정기(1986) 유가수준: \$14-20/bbl	-자율적 에너지절약 대체에너지기술개발 촉 진법 제정(1988)	건축물 냉·난방온도 제한 때 지, 에너지소비효율 표시 제 도, 대체에너지 기술개발 추 진 본격화
질프사태(1991) 유가수준: \$16/bbl 유가안정기	-원천적 절약기반 구축 -절약종합대책수립 (1992.4)	사용계획협의제(다소비 시설 산·중실), 에너지효율 등급제 도, 집단에너지사업 추진 분 격화, 절약전문기업제도
지구환경시대(1993) -환경규제 심화 유가수준: \$16/bbl	-환경조화틀위한 절약 -수요관리위주의 정책 -신경제에너지 절약 계획 (1993)	총체적 절약기반 확충, 에너 지공급자 수요관리 무자계획 수립 의무화, 지역에너지 계 획제도 도입, 에너지절약 기 술개발 및 시범보급 사업 분 격 추진

자료: 에너지관리공단, 에너지절약편람, 1997.

부문	소비	시책	주요내용
산업부문	53.7%	29개	- 에너지 다소비업체 절약 5개년 계획: 원단위 10.6%_개선 목표 에너지절약요인 도출을 위한 지도 진단사업 운영
수송부문	19.6%	19개	- 자동차 연비향상을 위한 5개년 계획: 연비 5% 향상 목표 고연비 승용차 보급촉진을 위한 효율등급 표시제도 운영시제도 운영
건물/주택	24.3%	37개	- 지역난방 보급확대 추진 건물에너지 진단 및 에너지절약형 건물설계 기준운영 가전기기에 대한 에너지효율등급 표시제도 운영
공공	2.4%	6개	- 공공사업에 대한 에너지 사용계획 협의: 주택 단지, 공단 등 - 고효율기기 우선구매 및 소형차 구입 의무화
지원/홍보 등	-	36개	에너지절약 기술개발 5개년 계획 추진: 100개 과제 절약시설 투자촉진을 위한 금융세계 정보지원 제 제도 운영

주: 1) 127개 시책의 세부내용은 명확히 파악되지 않음.

자료: 상공자원부, 신경제에너지절약 5개년계획(93-97), 1993.

에너지 절약 정책/시책은 1970년대 초기에 비하여 1990년대로 올수록 그 정책과 시책이 체계적으로 심화되면서 정부주도하에서 이루어지고 있음은 변함이 없다. 그의 전형적인 예가 1993년 신경제 에너지 절약 5개년 계획이며(표II-2 참조), 에너지 절약시책의 종류도 120여 개에 달한 적이 있다. 현재 시행되고 있는 에너지 절약 시책을 IEA 분류 방식에 의거하여 정리하면 <표II-3>과 같다.

<표Ⅱ-3> 우리나라의 에너지절약시책

정책	시책	세부사항
1) 직접 규제	- 사용량 규제 - 목표설정관리 - 효율 기준	-자동차 10부제 -원단위 목표 -효율 등급 표시
2) 조세	-에너지절약형시설투자에의 세제지원	-에너지사용노후설비대 채 등
3) 재정·용자 지원	- 에너지이용합리화사업, - 집단에너지공급사업, - 대체에너지보급	-절약시설, 주택단열 -지역난방, 열병합발전
4) 정보,홍보,교육	- 정보,홍보,교육	-절약정보 조사관리등 -매스컴 홍보 -에너지 관리 교육
5) DSM	- 전기수요관리	
6) 기술 개발	- 에너지기술 개발지원	
7) 가격정책	- 에너지 조세 조정	- 관세, 특소세, 교통세, 교육세의 부과

자료: 상공자원부

우리나라의 에너지 절약정책/시책은 선진국에서 실시되고 있는 내용들을 취사선택, 국내에 도입 적용함이 그 특징이라고 하겠다. 이러한 시책효과에 대한 합리적인 평가방안의 강구가 중요한 과제로써 IEA에서 지적한 바도 있다.

2. 절약정책수단

가. 비가격(non-price)정책

1) 직접관리규제

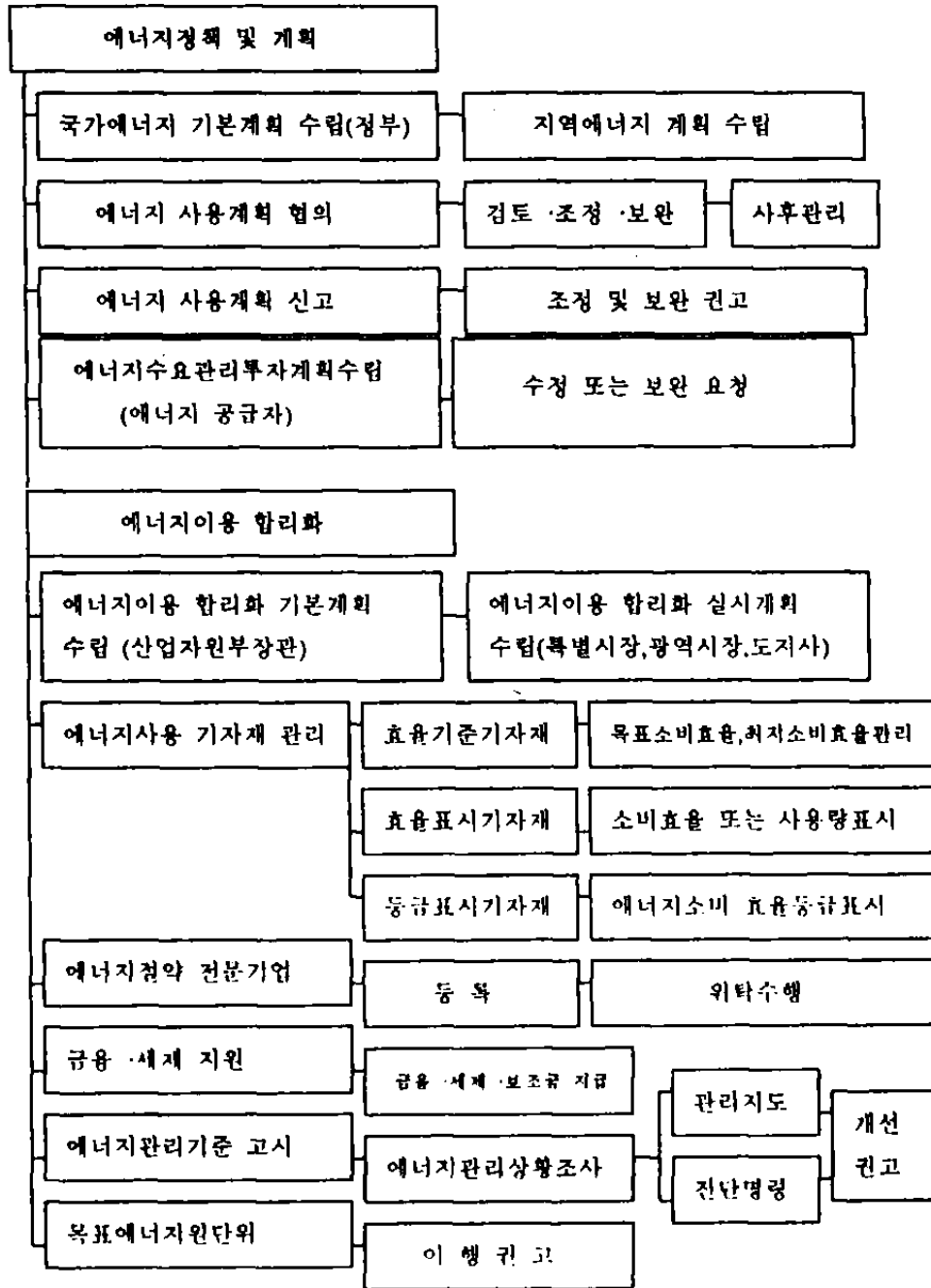
(1) 에너지 사용량 규제

우리나라의 절약정책수단의 전형적인 형태는 에너지이용합리화법에 바탕을 둔 비가격 규제 수단으로써 직접관리(direct management)를 택하고 있다. 1974년의 열관리법과 1979년의 에너지이용합리화법이 정부가 에너지절약정책을 수행하기 위하여 직접관리를 할 수 있도록 제도적으로 마련한 장치이다. 특히 에너지이용합리화법은 열관리법 보다도 훨씬 강력하고 광범위한 법적체계[그림Ⅱ-1참조]를 갖추고 있다.

동법에 의해서 정부는 1) 국가에너지 기본계획, 2) 지역에너지계획, 3) 비상시수급계획, 4) 수급안정을 위한 조치, 5) 에너지사용계획협의, 검토, 사후관리, 6) 에너지사용량신고, 7) 개선명령을 통하여 에너지사용량을 직접 규제할 수 있다. 뿐만 아니라, 에너지이용합리화 기본계획, 실시를 통하여 목표원단위의 관리, 감독(watchdog)과 효율관리기자재의 지정과 에너

지관리기준을 통하여 목표효율을 달성함으로써 또한 에너지 소비량을 직접 규제할 수 있다.

[그림 II-1] 에너지이용합리화법의 체계



국가에너지기본계획과 지역에너지계획은 국가정부와 지방 정부가 매 5년마다 동계획을 수립 (에너지이용합리화법 제4, 5조) 하여야만 에너지사용을 위한 직접규제의 터전을 마련할 수 있다.

비상시 에너지수급계획은 에너지 공급 지장시 비상시에 대처하기 위하여 만든 계획으로써, 직접관리를 넘어서 직접에너지할당(direct quantity rationing)¹⁾까지 할 수 있다.

국가 에너지 기본계획과 지역 에너지 계획은 국가정부와 지방정 부가 매 5년마다 동계획을

수립(에너지 이용 합리화법 제4,5조)하여야 하는 것이며, 에너지사용계획, 검토, 및 사후관리 시책들은 또 하나의 정부에 의한 직접관리수단이다.

<표II-4> 에너지사용계획의 신고 실적

구 분	1991	1992	1993	1994	1995	1996
건 수	24	17	21	23	37	30
에너지사용량 (천TOE/년)	2,300	7,520	1,273	1,135	5,794	5,075
절 감 량 (천TOE/년)	159	76	174	204	797	428

자료: 산업자원부

<표II-5> 에너지다소비 산업체 절약추진실적

구분	1992	1993	1994	1995	1996	계
절감율(%)	2.6	2.4	3.6	3.3	2.9	14.8
투자액(억원)	7,538	5,519	3,606	3,395	3,382	23,440

자료: 산업자원부

<표II-6> 제2차 에너지다소비 산업체 관리계획

업종	화공	금속	요업	제지	섬유	식품	계
사업체수	55	48	24	25	24	14	190
구성비(%)	29	25	12	14	12	8	100
에너지 사 용량(천toe)	10,366	15,035	5,288	1,100	1,713	460	33,962
구성비(%)	31	44	16	3	5	1	100

자료: 산업자원부

특히 일정규모 이상인 열 또는 연료사용량이 연간 1만 TOE, 전기사용량이 연간 4000만 KWh를 넘는 사용자는 직접규제의 대상이다 <표II-4 참조>. 따라서, 도시개발, 산업입지 및 공단조성, 에너지개발, 항만개발, 철도건설, 공항건설, 관광단지 개발, 복합단지개발사업 등은 직접규제의 대상이다.

에너지 사용이 연간 2만 TOE이상인 194개 에너지 다소비업체도 그 대상이며, 추진실적은 <표II-5>와 같다.

제2차 에너지다소비업체에 대한 관리는 매년 3만 TOE 이상을 소비하는 총 190개 업체를 대상으로 1997년부터 2001년까지 실시된다. 정부의 계획에 따르면 <표II-7,8,9>에서 보는 바와 같이 동기간의 에너지다소비업체의 에너지소비절약은 약 10%로, 투자액은 3조원, 설비 대체에 초점을 두면서 직접 관리 되어지고 있다.

<표II-7> 투자계획 및 절감량

연 도	1997	1998	1999	2000	2001	계
절감율(%)	2.3	2.0	2.4	1.9	1.3	9.9
절감량(천TOE)	791	652	871	619	434	3,367
투자액(억원)	3,374	2,699	15,305	5,928	3,672	30,978

자료: 산업자원부

<표II-8> 업종별 절감계획

구 분	화학	금속	요업	제지	섬유	식품
절감율(%)	11.0	6.8	12.7	17.8	15.7	15.5
절감량(천TOE)	1,138	1,023	670	196	268	72
투자액(억원)	7,156	15,886	3,024	2,994	772	790

자료: 산업자원부

<표II-9> 조치내용별 절감계획

구 분	설비대체, 보완	조업, 공정개선	폐열회수, 보온	운전관리 합리화	연료대체, 기타	계
절감량	1,329	514	507	414	603	3,367
투자액 (억원)	21,328 (68.8)	2,711 (8.8)	1,147 (3.7)	2,864 (9.2)	2,928 (9.5)	30,978 (100)

자료: 산업자원부.

에너지 다소비업체의 집중규제 및 관리 이외, 연간 에너지 사용량이 1,000 TOE이상의 연료 및 열을 사용하거나 계약전력 500KWh이상이므로써 연간 400만 KWh 이상 전력을 사용하는 업체도 직접규제의 대상이다. 다음 <표II-10>는 정부의 추진실적을 보여주고 있다.

<표II-10> 지정 에너지 관리대상 업체('95)

(단위: 업체수)

구 분	산 업	건 물	발 전	계
- 현황				
열관리지정업체	1,333	520	25	1,878
전기관리업체	1,611	407	22	2,040
열·전기 중복업체	945	164	22	1,131
총 지정업체	1,999	763	25	2,787
- 에너지소비(천 TOE)				
국내총 에너지소비	62,946	31,755	27,148	121,850
지정업체 에너지소비	40,765	1,574	-	42,339
지정업체 비중(%)	64.8	5.0	-	34.7

주: 지정업체는 발전부문 제외

자료: 산업자원부

정부가 에너지관리 공단을 통하여 직접관리할 수 있는 산업부문의 '95년도 총지정업체수는 1,999개에 이르며, 이들의 에너지소비는 총산업부문 에너지소비의 64.8% 점유하고 있는 것을 보면 정부의 소비절약은 의지는 강하다. 특히 정부의 직접규제에 의한 지정 에너지관리 대상업체의 에너지절약 실적은 <표II-10>에 나타나 있는 바와 같은데 '81년 이후 '95년까지 에너지절감율이 1.5~3.7% 수준에 이르고 있다.

<표Ⅱ-11> 에너지 관리 대상업체의 에너지절약 실적

(단위: 1차에너지기준)

구 분	에너지사용량 (천toe)	절감량 (천toe)	절감액 (억원)	투자비 (백만원)	절감율 (%)
81년	25,808	443	1,356	566	1.7
82년	26,674	856	1,336	1,446	3.1
83년	33,377	883	1,376	1,437	2.6
84년	28,389	908	1,482	2,111	3.1
85년	30,109	1,150	2,106	3,310	3.7
86년	30,114	1,135	1,630	3,550	3.6
87년	29,624	918	1,249	4,903	3.0
88년	38,897	942	1,132	4,991	2.4
89년	42,317	1,125	998	5,230	2.6
90년	47,051	1,103	1,033	5,629	2.3
91년	54,365	1,313	1,420	5,523	2.4
92년	63,288	1,221	1,341	4,940	1.9
93년	67,711	1,400	1,704	6,014	2.0
94년	77,472	1,051	1,355	4,667	1.6
95년	67,102	1,043	-	4,173	1.5

(2) 목표원단위의 관리

에너지 이용을 효율적으로 증대키 위하여 정부는 에너지이용합리화계획에 근거하여 목표원 단위를 달성토록 권고를 통하여 직접관리할 수 있다.

<표 II-12> 연도별 원단위 지수 개선추이

구 분	'80년	'88년	'90년	'92년	'94년
요 업	100	77.0	69.1	75.8	77.8
금 속	100	70.8	71.4	73.4	72.5
섬 유	100	65.1	67.9	69.0	71.1
재 지	100	78.2	83.2	83.6	81.3
식 품	100	71.8	75.0	70.8	75.4
재 지	100	74.7	79.0	79.7	73.3
총 합	100	72.5	74.4	75.4	75.2

자료: 산업자원부

<표 II-13> 2001년 품목별 에너지원단위 계획

업종	품목	원단위(Mcal/T)		
		1997	2001	개선율(%)
화공	에틸렌	4,862	4,636	4.6
금속	조강	5,316	5,118	3.7
요업	시멘트	261	256	2.0
재지	백상지	3,151	3,046	3.3
섬유	폴리에스터	1,734	1,527	11.9

주: 원단위는 동일품목 생산량 가중평균 산출

특히 정부는 이와 같은 준규제(quasi-direct control)수단을 통하여 1980년 이후 1994년 까지 24.8%의 원단위 개선효과를 <표 II-12>에서 나타내어주고 있다. 향후 106개 생산품에 대한 목표 원단위도 집중 관리·규제를 하고 있다.

(3) 에너지관리기준의 점검 및 산업체의 관리진단

정부는 중소기업체에 대한 에너지관리기준이 점검과 산업체의 관리진단을 통해서 에너지절약 유도과 병행하여 에너지 사용을 직접 규제할 수 있는 틀을 마련하여 왔으며, 그 결과는 관리할 수 있다.

<표 II-14> 에너지관리기준 점검 실적

구분	1991	1992	1993	1994	1995	1996
업종	화학,식품	전업종	전업종	전업종	전업종	전업종
업체수	30	250	187	455	350	350
기준이행율 (%)	62.8	60.5	57.0	80.0	80.0	70.0

자료: 산업자원부

특히 정부는 이와 같은 준규제(quasi-direct control)수단을 통하여 1980년 이후 1994년까지 24.8%의 원단위 개선효과를 <표 II-12>에서 나타내어주고 있다. 향후 106개 생산품에 대한 목표원단위도 집중 관리·규제를 하고 있다.

<표 II-15> 에너지 관리진단

연 도	1980- 1991	1992- 1994	1995	1996	계
진단 기업수	1,245	1,048	405	411	3,109

자료: 산업자원부

정부는 산업체 이외에 건물에너지관리진단을 통하여 에너지다소비 건물(연간 400만 KWh)인 상용건물, 호텔, 병원(1996년말 현재 236개)을 대상으로 직접규제를 할 수 있는 법적인 장치를 만들었으며, 기술용역 진단과 공공건물 진단을 통하여 에너지절약시책을 시행하였다(표 II-16참조). 특히, 정부는 연간 1000만 KWh이상을 소비하는 85개 빌딩은 집중 관리하는 방식을 택하였다. 왜냐하면, 이 85개 빌딩의 236개 빌딩이 사용하는 에너지의 53%를 사용하기 때문이다.

<표 II-16>연도별 에너지 관리진단

(단위: 건)

구분	'80-'90	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997p	계
기술용역진단	225	12	10	14	16	9	13	10	309
공공건물진단	984	120	120	120	120	120	90	70	1,744
합계	1,209	132	130	134	136	129	103	80	2,053

자료: 산업자원부

(4) 에너지효율기준의 규제

정부는 1992년 냉장고, 에어컨, 백열전구, 형광램프, 안정기, 자동차에 에너지 효율 등급제를 도입함으로써 에너지효율규제의 발판을 제도적으로 마련하였다. 특히 자동차를 제외한 5개 제품은 최저효율기준제도를 적용함으로써 일정 기간 내에 생산자가 달성토록 최저효율목표를 관리하고 있다. 1997년부터 정부는 보다 강력한 효율규제제도를 채택하고 있다. 위의 5개 품목이 최저효율기준에 미달하는 제품은 공표하고, 미달제품의 제조업자에게 동기준의 이행을 권고토록 하고 있다.

<표 II-17>승용차의 목표 연비

(단위 : Km/l)

배기량(cc)	1996년	2000년
800이하	23.4	24.6
800-1,100	20.3	21.3
1,101-1,400	17.3	18.1
1,401-1,700	15.4	16.1
1,701-2,000	11.4	12.0
2,001-2,500	9.9	10.4
2,500-3,000	8.5	8.9

자료: 산업자원부

정부는 1998년부터 현행 최저효율기준 미달제품에 대한 제재조치를 강화하여 정당한 이유없이 시정명령을 이행하지 아니한 때에는 통상산업부 장관이 당해기자재의 생산 및 판매금지를 명할 수 있도록 함으로써 법적기반을 토대로 하여 직접규제를 강화하였다. 정부가 시장실패(market failure)가 있는 영역을 조기에 치료하겠다는 의지의 표현으로 해석해야겠다. 자동차의 연비표시 및 등급제도와 목표연비설정도 정부규제의 한 단면이다. 비록 소비자에

계 새로운 차량의 연비제도를 알리도록 의무화하는 제도는 준규제 수준으로 봐야한다. 특히 목표 연비설정은 <표 II-17>에서 보는 바와 같이 에너지 절약형 차량을 개발하기 위한 정부규제를 바탕으로 한 의지의 표현이다.

2) 재정·금융지원

정부는 에너지 절약 정책/시책을 효율적으로 추진하기 위하여 재정, 금융, 조세²⁾의 정책수단을 활용할 수 있는 제도적 기반을 마련하였다. 제도적 기반은 에너지 이용 합리화법에 근거를 두고 있다. 에너지분야의 보조사업은 1995년 이전까지 주로 재정에서 부담하였고, 에너지 산업 및 정책의 수행을 위한 용자사업은 석유사업 기금(에너지절약시설 설치사업, 집단에너지공급사업, 주택단열개수사업), 에너지이용 합리화기금(에너지절약시설 설치사업), 재투자금(주택 단열개수사업), 예투자금(집단에너지공급사업, 에너지절약시설 설치사업, 주택단열개수사업, 에너지기술개발 및 대체에너지 보급사업)의 5개 기금에서 지원하였다.

에너지부문에 대한 지원의 효율성과 투명성을 제고하여야 된다는 사회적 요청에 의해서, 정부는 1994년에 에너지 및 자원사업 특별회계법을 제정하였으며, 1995년부터 에너지관련 5개 기금을 에너지 및 자원사업 특별회계로 통합함으로써 에너지절약정책에 가일층 개입하는 형태를 취하였다.

에너지 및 자원사업 특별회계의 세입은 주로 석유, LNG 등 에너지 수입시 부과하는 수입부과금과 등유 판매 부과금 및 LNG, LPG에 부과하는 안전관리 부담금으로 구성된다. 또한 동 회계에서 용자한 용자금의 원금 및 이자도 주요한 세입원 이다.

동 회계의 세출은 석유비축기지, 장거리 송유관, LNG전국 배관망 등 에너지공급시설의 확충에 필요한 자금을 지원하고, 에너지절약 및 기술개발, 집단에너지 보급 등 에너지이용 합리화사업에 대한 지원을 확대하고 있으며, 석탄산업의 구조조정 및 대체산업 육성에 필요한 지원함으로써 에너지정책과 절약정책을 목표달성을 정책보조 역할을 하고 있다.

최근 시민들의 에너지 및 환경 문제에 대한 인식의 증대로 에너지 및 자원사업 특별회계의 예산규모는 LNG등 청정 에너지를 보급하기 위한 석유 가스 사업과 에너지절약, 기술개발, 집단 에너지 보급 등 에너지 이용 합리화 사업을 중심으로 매년 10%이상씩 증가하여 왔다.

<표 II-18> 에너지 및 자원사업 특별회계의 예산

(단위: 억원)

구 분	1995	1996	1997
석유가스사업 지원	6,614	7,359	5,782
에너지이용합리화사업 지원	2,474	2,869	3,626
석탄산업 지원	5,580	5,863	6,393
일반광물개발	410	590	533
유가완충 등 지원	410	387	1,190
계	15,078	16,477	18,729

자료: 산업자원부

에너지자원사업 특별회계는 일반금리보다 낮은 우대 금리(연리5-7%)로 용자지원하고 있으며, 사업의 특성에 따라 다원화된 금리체계를 갖고 있다. LNG공급기반 구축, LPG 수입기지 건설, 도시가스 공급배관 건설 등 공공시설 투자에 필요한 자금은 우대금리 7%로 용자 지원되고 있으며, 가스유통 구조개선, 도시가스 시설개선 등 안전사고 발생위험이 큰 가스시설

의 안전 및 유통관련 사업은 우대금리 6%로 지원하고 있다.

투자위험이 큰 유전개발, 해외자원개발, 에너지기술개발 사업과 에너지절약 및 환경개선 효과가 큰 사업은 연리 5%로 지원하고 있다. 우리나라는 이러한 재정지원과 함께 에너지정책의 효율적 수행을 위해 다양한 세제지원³⁾을 시행하고 있다.

<표 II-19> 에너지절약시설자금 지원실적

(단위: 억원)

1980-1991	1992	1993	1994	1995	1996	계
19,746	1,146	1,376	1,863	1,699	1,979	27,809

자료: 산업자원부

3) 정보, 홍보, 및 교육

정부의 에너지절약정책 중 에너지정보, 홍보, 교육이 에너지절약 정책 달성하기 위해선 중요한 수단이다. 왜냐하면 에너지정보를 통해서 소비자가 최종선택을 하기 때문이다. 일반적으로 에너지 홍보는 TV등을 통한 일반홍보와 캠페인으로 구분되며, 일반홍보는 승용차 함께 타기, 승용차의 부제운용, 경제운전교육과 캠페인으로는 녹색에너지가족운동(GEF)이에 속한다. 특히 에너지관리교육은 교육과정을 통하여 에너지절약정책/시책을 체계적으로 심화시키는데 그 목적이 있다.

4) 수요관리(DSM)

정부는 에너지공급회사에게 1996년부터 에너지 효율향상 및 부하관리개선을 위해 DSM투자계획 수립을 의무화하도록 『에너지이용 합리화법』을 개정한 바 있다. 이를 토대로 하여 이제까지 수요자에게 에너지절약정책/시책을 실시하였으나, 이번에는 에너지공급자에게 DSM을 실시토록 하여 에너지 수요를 합리적으로 저감시켜 발전 및 저장소등 에너지 공급시설 확충부담을 경감시키는데 본래의 목적을 돕으로써 에너지절약을 유인하자는 정책/시책이다. 따라서 에너지 공급사인 한전, 가스공사, 지역난방공사 등은 1996년부터 수요관리관련 투자계획을 수립하고 있다.

한편, 정부는 수송부문의 에너지를 효율적으로 사용하기 위하여 대중교통으로의 전환을 위해 지하철노선의 확대, 경량전철의 건설, 시내버스의 이용확대를 위한 공동배차제의 기반조성, 개인교통수단의 수요감축을 정책/시책 내용으로 하고 있다.

에너지수요관리의 전문화를 정착하기 위하여 정부는 에너지절약 전문기업(ESCO)육성이란 에너지시책을 시행함으로써 정부위주의 하향식(top down)에너지절약정책에서 상향식(bottom up)인 시장에 에너지 절약을 맡겨서 에너지절약시장을 육성하겠다는 정책변화를 시도하고 있으나, 정부 지향식 에너지 절약 정책에서 보면 극히 작은 부분에 불과하다. ESCO기능의 확대를 위하여 정부는 공공기관에 에너지절약 시설투자를 행하고, 여기에서 얻어지는 공공기관의 에너지비용 절감액을 공공기관과 배분토록 "에너지절약 성과배분"계약을 체결하고 있다. 1997년 6월말에 에너지절약 성과배분 시범사업이 처음 시행되었다.

<표 II-20> 에너지 공급사별 수요관리 사업

구분	한국전력공사	한국가스공사	한국지역난방
효율 개선	<ul style="list-style-type: none"> 고효율 조명기기 보급 절전홍보 강화 자체연구 개발과제 등 	<ul style="list-style-type: none"> 자체에너지절약 운동 및 홍보 수요관리사업 출연 절약기기 개발 	<ul style="list-style-type: none"> 사용자 설비 최적시스템 연구
부하 관리	<ul style="list-style-type: none"> 전자식계량기 설치 자율절전 및 하계 휴가요금 조정제 빙축열 보급 피크억제형 자판기보급 심야부하조성 	<ul style="list-style-type: none"> 수요관리 연구 용역 가스냉방 및 열병합기기 R&D 가스냉방 보급 촉진을 위한 설계장려금 지급 천연가스 이용차량 연구 	<ul style="list-style-type: none"> 열사용 패턴 및 열부하 예측연구 기존아파트의 지역난방 도입 촉진
1996	403억원	16억원	1억원
1977	541억원	43억원	3억원

자료: 산업자원부

<표 II-21> 에너지절약전문기업에 대한 투자지원 실적

(단위: 억원)

연 도	1994	1995	1996	1997	계
투자 지원액	43	28	57	230	358

자료: 산업자원부

5) 에너지기술개발

(1) 에너지기술개발 10개년 계획

정부의 에너지절약정책/시책 중 에너지기술개발은 장기적인 관점에 비중을 두고 추진하는 사업이다. R/D개발에 정부가 직접 개입하여 에너지절약기술개발에 박차를 가하고자 하는 정책이다. 이 정책의 본래의 목적은 기술개발에 의한 에너지효율향상으로 원천적으로 에너지를 절감하자는데 있다. 이를 위하여 에너지절약기술, 대체 에너지기술, 청정에너지기술을 통합하여 체계적이고 종합적인 기술개발을 추진하기 위한 『에너지기술개발 10개년계획(1997~2006)』을 수립한 바 있다.

산업자원부에 따르면, 동 계획은 1997년부터 2006년까지 총 2조 472 억원을 투자할 계획이며, 2006년에 예상수요 최종에너지의 약 10%를 절약할 계획이다. 총에너지 수급계획 중 약 2%를 태양에너지 등 대체에너지로 공급할 계획이며, 석탄·석유 등 화석연료의 청정기술 개발에도 장기적인 관점을 두고 있다.

에너지기술 개발 10개년 계획에 따르면 기술개발은 에너지절약 효과에도 크게 영향을 미칠 뿐만 아니라 에너지 수급구조 개선에의 기여와 에너지사용에 따른 환경비용을 최소화 할 수 있는 기술로 외부경제효과가 큰 사업이나, 연구개발비가 과다하게 들어가는 프로젝트로 민간이 단독으로 추진하기에는 한계가 있어서 정부가 21개 기술을 중점개발프로그램으로 선정하여 집중적으로 지원할 예정이다(표Ⅱ-22참조). 그 내용은 주로 에너지절약분야에 분리공정, 고효율 공업로 등 12개 분야, 대체에너지개발분야에 태양광발전, 연료전지 등 4개 분야, 청정에너지개발 부문에 유동층 연소기술 등 5개 분야이다. 특히 정부는 이러한 에너지기술 개발 사업의 기반을 강화하기 위한 국제협력, 정보시스템 구축, 인력양성지원 등 하부구조 확충사업을 적극 추진할 계획에 있다.

<표Ⅱ-22> 에너지기술 중점개발

구 분	중점개발 프로그램
에너지절약기술 (12)	분리공정, 고효율 변환/축적, 고효율 건조기, 고효율 공업로, 공조시스템, 보급형 에너지 절약건물, 집단에너지 설비 최적화, 미활용 에너지, 유도전동기, 전동력 응용, 조명 시스템, 소형 열병합
대체에너지기술 (4)	산업용 태양열시스템, 태양광 발전시스템 이용, 석탄가스화 복합발전, 실용화, 연료전지 발전시스템
청정에너지기 (5)	유동층연소, 석탄회활용, 연소후 처리, 신축매 개발, CO ₂ 의 분리회수 기술

자료: 산업자원부

(2) 신재생 에너지

1978년 제2차 석유파동을 경험한 우리나라는 당시 정부의 에너지정책 이슈 중의 하나가 어떻게하면 에너지 수입의존도를 낮추는데 있었다. 특히 석유수입의 해외의존도의 감소는 관심의 대상이었다. 왜냐하면 에너지의 안정적인 공급이 경제성장을 위한 초석이 되어왔기 때문이다. 해외에너지수입 의존도의 감소의 대안으로 나온 에너지정책이 국내 부존 신재생 에너지의 개발 보급 확대정책이다.

신재생에너지의 확대보급을 위해 정부는 1987년 『대체에너지 기술개발 촉진법』을 제정하였으며, 1988년에는 동법에 근거하여 『대체에너지 기술개발 기본계획』을 수립, 태양열, 태양광, 바이오, 소수력, 연료전지, 풍력, 해양에너지, 석탄 액화 가스화, 폐기물에너지, 지열, 수소 등 11가지 대체에너지의 개발·보급을 추진하여 왔다.

정부의 지원정책도 분명했다. 신재생 에너지의 설치 이용자에게는 투자금액의 5%를 소득세에서 공제하여주고, 연 5%의 장기저리로 소요액의 80%까지 융자혜택을 주었으며, 골프장 및 야외사격장에 태양열 급탕 설비 설치를 의무화한 바도 있다. 또한, 도서·벽지 등에 태양

광 발전 이용시설을 시범보급하고 있는데 이는 신재생 에너지의 수요창출, 기술 신뢰성 제고 및 홍보에 초점을 두기 위함이다. 정부의 신재생 에너지 기술개발확대와 관련하여 1988~1996년간 태양에너지, 연료전지, 바이오, 폐기물 등 11개분야 242과제에 총 990 억원이 투자한바 있다. 비록 아직까진 우리나라의 총에너지 수요의 1%미만을 점유하고 있는 신재생에너지지만 최근 5년간 신재생 에너지의 연평균 증가율은 <표II-23>에서 보는바와 같이 23%수준에 달하고 있다.

<표II-23> 신재생 에너지소비 비중

(단위: 천TOE)

구 분	1991	1993	1995	1996	연평균증가율(92-96)
총에너지 수요	103,62	126,879	150,437	165,209	9.6%
신재생 에너지	413	649	909	1,162	23.0%
비 중(%)	0.40	0.51	0.60	0.70	-

자료: 산업자원부

1996년 현재 우리나라의 신재생 에너지 총 보급량은 <표II-24>에서 보는 바와 같이 1,162천TOE로 분야별로 보면, 폐기물에너지1,056천TOE, 바이오 에너지 51천TOE, 소수력 20천TOE, 태양에너지 35천 TOE이다. 현재까지는 폐기물 소각열 이용이 에너지화 하기에 쉽고, 경제적이기 때문에 신재생 에너지 이용보급량의 90%이상을 점유하고 있음을 볼 수 있다.

<표II-24> 신재생 에너지 보급현황(1996년)

구분	태양에너지	바이오	폐기물	소수력 등	계
이용량(천toe)	35	51	1,056	20	1,162
구성비(%)	3.0	4.4	90.9	1.7	100

자료: 산업자원부

신재생 에너지 보급율은 1988년 이전까지는 주로 소수력 발전시설과 메탄가스발생 이용시설을 중심으로 이루어졌으나, 1988년이후는 <표II-25>에서 보는 바와 같이 폐기물 소각열 이용시설과 가정용 태양열이용(온수기)으로 확대되었다.

특히, 1988년이후 1995년까지 신재생 에너지 보급확대를 위해 태양에너지 이용시설에 62%, 폐기물 소각열 이용시설에 26.5%, 소수력 발전시설에 4.5%로 시설자금이 지원된바 있다(표II-25참조).

정부는 1996년 수립된 『에너지기술개발 10개년 계획』에 의거하여 <표II-26>에서 보는바와 같이 2006년까지 국내 총에너지 수요의 2%를 신재생 에너지로 공급할 계획에 있으며, 이를 위하여 태양열, 태양광 발전, 연료전지, 석탄 가스화 복합발전 등 첨단기술로서 개발과 급 효과가 큰 분야를 선정하여, 실용화 개발 기반구축에 정책의 초점을 두고 있다.

<표II-25> 신에너지 용자실적(1988-1996)

(단위 :억원)

구 분		1988~1993	1994	1995	1996	계
시 설 자 금	폐 기 물	301.4	2.9	9.5	2.9	338.8
	태양에너지	318.9	137.2	114.8	221.4	792.4
	소 수 력	28.5	13.9	10.5	4.5	57.3
	메탄 가스	32.0	2.8	7.1	2.2	44.3
	대 체 탄	26.5	5.2	5.5	6.2	43.6
	소 계	709.8	184.1	147.4	237.4	1,278.9
운 전 자 금		22.7	3.5	2.5	4.9	33.7
합 계		732.6	187.6	149.9	242.3	1,312.6

자료: 산업자원부

<표II-26> 신재생 에너지의 개발 및 계획

구 분	제 1 단계	제 2 단계	제 3 단계	제 4 단계
계 획 기 간	1988~1991	1992~1996	1997~2001	2002~2006
개 발 목 표	연구기반구축	실용화기반구축	중점기술개발	기술의 상용화
보 급 목 표 (1차에너지중 비중)	금융지원 (0.5%)	수요개발, 시범보급 (0.6%)	시장창출 (1.3%)	보급확대 (2.0%)

자료: 산업자원부

(3) 신재생 에너지의 보급 활성화

정부의 에너지절약 정책의 수단 중 비가격정책 수단으로써 에너지기술 개발에 대한 정부의 의지는 분명하며, 이를 실천하기 위한 시책으로써 신재생 에너지의 보급 노력도 대단하다. <표IV-27>에서 보는 바와 같이 1)태양열 이용, 2)태양광 발전, 3)바이오 에너지 이용, 4)폐기물 소각열 이용, 5)풍력발전 등 신재생에너지의 확대보급이 기술개발의 원천으로 볼 수 있다.

태양열은 난방에 비해 초기투자비가 적고 비교적 경제성이 높으며, 설비가 단순한 주택용 태양열 온수기를 농촌지역 및 중소도시 지역의 단독주택 등에 보급을 확대하고 있다. 가정

용 급탕시설개발이 '96년말 현재 84,000기에 이르고 있다(표Ⅱ-27참조).

태양광의 이용은 현재 소규모의 도서용 및 특수용으로 7,600여개가 보급되어 총 2,161kW에 이르고 있다. 특히 태양광을 이용하기 위한 발전소는 3개가 운영 중에 있으며, 이중 충남의 호도의 100kW급의 태양광 발전소는 1993년 1월에 한국 최초의 국산 기자재로 건설되었으며, 전남의 하화도의 태양광 발전소는 기존 가동중인 25kW급을 1995년에 60kW급으로 증설하였다. 제주도의 마라도에 30kW급을 설치한도 있다. 이 태양광발전 시스템의 확대를 위해 1997년 광주 중외공원에 태양에너지 전시관을 홍보 차원에서 개관한 바 있다.

태양광발전시스템은 발전원가가 디젤발전과 비슷한 수준에 있을뿐만 아니라 디젤발전이 갖고 있는 단점인 소음, 유류수송의 문제점을 해결하고, 유지관리 및 보수가 용이하여 소규모 도서지방에서는 발전원으로 적합한 것으로 분석되고 있다. 따라서 정부는 1998년 이후 시행, 검토중인 50호 미만 도서전화사업(약 100개도서)을 태양광 발전으로 추진할 계획이다. 이와 같은 계획의 확대는 기술개발을 위한 베이스가 됨이 의미가 있다.

바이오 에너지 이용은 산업체와 농가의 메탄가스 활용과 자동차 연료용 알코올 보급이다. 메탄가스 이용기술은 주정공장, 식품공장의 폐수를 이용한 시설 보급이 활발히 추진되고(22개 업소)있으며, 축산농가(49개소), 위생처리장 및 하폐수 처리장(66개소)로 확대보급되고 있다. 자동차 연료용 알코올 제조 기술개발은 1988년에 착수하여 1993년 5월 하루 1kl 규모의 파일럿 플랜트를 완공한 바 있다.

폐기물의 소각열 이용은 지역난방과 연계한 도시 쓰레기 소각로를 보급과 산업폐기물 소각로 설치의 촉진이다. 도시쓰레기의 소각열 이용은 목동, 대전, 부천, 일산, 다대포 등 11개에서 이용되고 있다. 도시 폐기물 중 가연성 폐기물은 대부분 발열량이 5,000kcal/kg이상으로써 에너지화 가능성이 매우 높아 소각열 이용기술과 공해방지기술이 개발이 이의 활발한 보급의 촉진제 역할을 하게한다. 산업폐기물은 공장단위의 산업폐기물 소각로를 개발하여 전국 410여 개소로 보급한 바 있다(표Ⅱ-27참조). 한편, 공업단지는 비슷한 성상의 산업폐기물을 공동으로 처리하는 것이 효율적이란 판단 아래, 정부는 신규공업단지(500천 m²)조성시 공동처리장 건설을 의무화한 바 있다. 이와같은 정부의 시책은 소각열이용에 대한 기술개발을 촉진하게 한다.

소수력의 이용확대는 다목적용을 갖고 있다고 하겠으나, 이 분야에 대한 기술개발을 촉진하는 시책이다. '89~'92년도에 조사된 유망 소수력 지역은 15만 kW에 달하며, 현대 경북 임하등 20여 개소에 37MW가 설치되어 있다(표Ⅱ-27참조).

풍력발전의 지역여건은 연간 평균 풍속이 4~5m/sec이상되어야 경제성이 있는 것으로, 국내는 제주도의 모슬포 인근지역, 서남해안 도서지역 및 대관령 등 일부 산간지역에 한정된다. 우리나라는 제주도 월령에 설치된 풍력 발전기의 운전을 통하여 1995년부터 국내의 풍력발전 가능성을 조사하고 있으며, 이 결과를 토대로 앞으로 도서지역에 소규모 풍력발전 시스템을 보급할 계획이다.

<표 II-27> 분야별 이용현황

분 야	보 급 실 적
태 양 열	○ 가정용 급탕 시설 개발 84,000여기 보급(96말 현재)
태 양 광	○ 소규모 도서용 및 특수용으로 7,600여 개소에 총 2,161kW 보급 -충남 호도 100kW('92.12), 전남 하화도 60kW('95.12), 제주 마라도 30kW('91.11) 및 산악 대피소 전원으로 설치
바 이 오	○ 산업체 및 농가의 메탄가스 이용시설 93개소 보급 ○ 주정공장 화학공장 등 산업체(22개소), 축산농가(49개소), 기타 위생처리장, 하폐수 처리장 등(66개소)
폐 기 물	○ 도시쓰레기: 목동, 대전, 부천, 일산, 다대포 등 11개소 소각열 이용 ○ 산업폐기물:성장산업,현대정유,동일산업 등 목재, 화학, 제지 공장 등 410여개소에서 폐플라스틱, 폐목재, 폐펄프 등 자체 폐기물의 소각열 이용
소 수 력	○ 89~92 소수력 유망지역 조사(에기연): 15만kW ○ 경북 임하, 충북 단양, 강원 영월 소수력 등 20개소에 37MW 설치
풍 력	○ 전남 무안에 170kW, 80kW급 설치('94.11) ○ 제주 월령에 100kW, 30kW, 20kW 설치('95.4) ○ 제주 중문에 250kW('92.10)

자료: 산업자원부

(4) 에너지 절약기술

에너지 절약을 위한 기술 개발과 청정 에너지 기술 개발은 앞서 간단하게 언급하였다. 장기적인 관점에서 정부는 에너지 절약을 정착화하기 위하여 기술개발을 위한 정책과제로써 경제성이 있고 에너지절약 효과 큰 개발과제의 실용화에 중점을 두고 추진한 바 있다(표 II-28 참조).

<표 II-28 > 에너지절약 기술개발 과제

(단위: 과제 수)

구 분	1992	1993	1994	1995	1996	계
과제수	11	111	60	34	73	289

자료: 산업자원부

뿐만 아니라, 정부는 1996년 수립된 『에너지 기술개발 10개년 계획』에 의거하여 에너지절약 잠재량이 크고 개발가능성이 큰 사업을 <표 II-29 >에서 보는 바와 같이 제1단계에서 (실적), 제2단계, 제3단계로 추진할 계획에 있다. 에너지절약기술개발이야말로 정부의 에너지절약정책의 의지와 시장의 경제성이 복합적으로 작용한 합작품으로 보아야 한다.

청정에너지기술 개발은 에너지절약기술개발과 환경공해를 줄이기 위한 이중의 이점을 살리기 위한 기술개발로써 석탄 청정화 기술, 석유 탈황/탈질 기술 및 공해방지 기술이 이에 속한다. 1994년 이후 45개의 과제추진과 159억원의 금액이 투자된바 있다.(표 II-30 참조).

<표 II-29 > 에너지 절약기술 분야

구분	제 1 단계	제 2 단계	제 3 단계
계획기간	1992-1996	1997-2001	2002-2006
기술개발 추진 전략	단기실용화과제 중심으로 추진	중점 프로그램(12개)을 중심으로 절약 잠재량 확보 단계	중점 프로그램을 중심으로 미래지향적 대형화 기술개발 (국제협력을 통한 중간진입)
	산·학·연 연구 체제 기반확보 및 기술적 기반구축	개발결과의 시범 보급 활성화 및 제도정비	확보된 잠재량의 보급확대로 절약 목표 달성
	지원과제 중 22개 과제 사업성과 활용 증	3단계 중점 프로그램에 대한 국제 협력토대 구축	비중점 분야는 제도운영을 통하여 민간의 연구역량을 최대한 활용, 절약량 제고

자료: 산업자원부

앞의 에너지기술개발 10개년계획에서 간단히 언급한 바와 같이 정부는 에너지절약정책과 시책을 추진하기 위한 한 수단으로써 1996년도에 『에너지 기술개발 10개년 계획』을 발표한 바 있으며, 그 기술개발의 중점사업으로써 유동층 연소기술, 연소처리기술, 신축매 기술 등 5개 분야를 선정하여 2006년까지 집중적으로 투자할 계획이다.

<표 II-30 > 청정에너지기술개발 추진실적

(단위 : 건, 억원)

구 분	1994	1995	1996	1997	계
과 제 수	19	4	12	10	45
투 자 액	23	25	36	74	159

자료: 산업자원부

나. 가격(price)정책

1) 에너지 가격결정

정부가 추진하는 에너지절약정책의 한 측면은 정부의 직접규제에 의한 비가격 정책이고, 또 다른 측면은 시장에 의한 가격 정책이다. 정부에 의한 직접규제와 통제는 앞 절에서 분석한 바와 같으며, 여기서는 가격에 의한 에너지절약정책을 분석하고자 한다. 우리나라는 에너지 가격도 정부에 의해서 조종, 통제, 규제되어왔기 때문에 엄밀한 의미에서 보면 일부 에너지 가격을 제외하고 에너지가격이 시장가격에 맡겨져 있다고 말할 수 없다. 오랫동안 정부의 행정가격이 지배되어온 가격 매커니즘에 빠져있는 우리나라는 에너지절약정책도 정부의 에너지 가격인상과 함께 추진된다. 정부의 에너지가격 형성은 석유, LNG 등 주요 에너지원에 관세, 부가가치세, 특별소비세, 교통세, 각종 부과금 등을 부과함으로써 시작된다.

석유는 수입시에 배럴당 1.7달러의 부과금, 5%의 관세, 판매시 부가가치세 10%가 모든 유종에 동일하게 부과되며, 고급 휘발유는 리터당 90원, 등유에는 리터당 20원의 판매 부과금, LPG에는 kg당 4.5원의 안전관리 부담금이 부과되고 있다.

여기에 더하여 특별소비세는 등유에 리터당 60원, LPG에 kg당 40원, 교통세는 휘발유에 리터당 691원, 경유에 리터당 160원이 각각 부과되고 있다. 교육세는 1997년부터 휘발유에 리터당 104원, 경유에 리터당 28.5원, 등유에 리터당 9원이 각각 부과되고 있다.

이와 같은 복잡한 세금 구조하에서, 석유가격은 정부의 석유제품가격 고시제도에서, 1994년 2월부터 1996년 12월까지 국제원유가 및 환율변동을 매월 반영하는 유가연동제로 변화하는 실험을 거친 다음, 1997년부터 국내유가는 완전히 자율화되었다.

LNG는 수입시 톤당 16.25 달러의 부과금, 1%의 관세, 판매시 kg당 4.5원의 안전관리 부담금, 및 kg당 40원의 특별소비세 등이 부과되고 있다.

LNG 가격은 정부에 의해 결정되고 있으며, LNG의 구매비용과 수송비용, 투자 보수액, 위에서 언급한 각종 세금 및 부과금 등이 결합되어 결정되어 진다. 또한, 계절간 수요격차해소 등 정책목적을 위해 용도별로 요금을 차등 조정하고 있다.

정부는 전력요금도 결정하며, 그 원리는 적정원가에 적정투자 보수액을 더하여 결정한다. 전력은 가정용, 산업용, 상업용 등 용도별로 요금을 달리하며, 전력요금에도 10%의 부가가치세가 있다.

<표 II-31 > 에너지조세 및 부과금(1998)

단 계	종 류	원유	휘발유	경유	등유	B-C유	LPG	LNG
수 입	관 세	5%						1%
	부과금	1.7\$/B						16.25\$/ 톤
판 매	특소세	-	-	-	60원/ℓ	-	40원 /kg	40원 /kg
	교통세	-	691원/ℓ	190원/ℓ	-	-	-	-
	교육세	-	104원/ℓ	28.5원/ℓ	9원/ℓ	-	-	-
	부과금	-	90원/ℓ (고급)	-	20원/ℓ	-	4.5원 /kg	4.5원 /kg
	VAT	10%						

자료: 산업자원부, 1998.

2) 에너지 조세 인상과 절약 유도

정부는 조세의 기능을 이용하여 에너지가격 뿐만 아니라 에너지 절약을 위한 투자에도 상당한 영향을 미치고 있다. 에너지가격에 관련된 조세⁴⁾는 총 5종(관세, 특별소비세, 교통세, 교육세, 부가가치세)로 에너지가격 인상과 직결되며, 에너지가격 탄력성⁵⁾에 따라 에너지 수요에 영향력을 미침으로써 이는 에너지절약을 유도하는 정책으로 연결된다. 1998년 9월에 인상된 교통세 세율은 휘발유에 리터당 100원(591원→691원), 경유에 리터당 80원(110원→190원)도 수요감소에 영향력을 미쳤음이 확실하다.

그러나, 에너지관련세제가 세수확보에 주안점을 둔 결과 에너지소비절약, 소비구조 개선기능이 미흡하다는 지적을 피할 수 없다. 왜냐하면, 에너지관련 세금부과수준과 세금 감면이 물가안정, 에너지다소비형 산업지원 등을 목적으로 결정되어 에너지효율적 이용을 저해하기 때문이다.⁶⁾

정부는 저에너지 가격이 산업경쟁력 및 물가안정을 보장하는데 필수적이었다고 판단하고 이의 유지에 정책목표를 둔 결과 에너지과소비와 에너지 다소비형 산업구조가 초래되어 에너지절약 및 환경문제경감에 부정적인 영향을 미쳤다고 분석하고 있다. 이러한 상황에서 정부는 1997년 초 국내 에너지가격이 생산 및 수송비용뿐만 아니라 환경비용과 같은 사회적 비용을 반영하는 방향으로 에너지 가격정책을 수정한 바 있다.

따라서 정부는 에너지절약 및 에너지효율향상을 원활히 하고, 에너지사용에 따른 환경문제를 완화 시키기 위해 점진적으로 OECD 비산유국의 평균가격 수준까지 에너지가격을 상향조정할 계획에 있다. 이를 위하여 정부는 "에너지가격 예시제"⁷⁾를 잘 활용함으로써 에너지절약정책을 조정해 나갈 계획에 있다.

정부는 에너지가격 조정 이외에 소득세, 법인세를 공제해 줌으로써 장기적으로 에너지절약 절약형 시설투자를 확대하는 정책을 취하고 있다. 조세감면규제법 제26조와 26조의 세액공제 제도 에너지 사용 노후설비 대체, 에너지절약형 설비의 설치, 연료대체 설비류, 기타설비(에너지절약형 10% 이상설비)에 투자금액의 5% 투자일 완료일이 속하는 사업연도에 법인

세 또는 소득세에 공제를 해 주고 있다.

주석 1) Griffin와 Steele(1980:227)는 시장경제 제도하에서도 직접에너지할당 제도가 실행 가능한 안으로써 제시하고 있음. 그들은 미국이 1985년 전력회사가 천연가스소비를 금지하기 위하여 이 직접에너지할당 제도를 사용한 예를 지적 함.

주석 2) 가격정책에서 취급함.

주석 3) 뒷편 가격정책에서 다룸.

주석 4) Griffin and Stelle(1980: 231)는 조세를 에너지절약시책을 달성하기 위한 가격 수단으로 취급하였으나, Sahi and Erdmann (1981: 198)은 이를 비 가격정책에서 다루었음. 본고는 전자의 구분을 따랐음.

주석 5) 휘발유의 단기 탄력성은 -0.13 , 경유의 단기가격탄력성은 -0.06 으로 계산됨(김영덕, 나인강, 김성현, 김태현, 1999년 1/4분기 에너지수요전망, 에너지경제연구원, 1997.1)

주석 6) 에너지경제연구원, 에너지관련 세제개편안, 1998.6.

주석 7) 합리적인 에너지소비 및 공급이 가능하도록 에너지관련규제제도의 개선방향과 일정을 미리공표하는 제도로 에너지이용합리화법 제15조가 뒷받침하고 있음.

Ⅲ. 에너지절약정책/시책효과의 계량화를 위한 선행연구¹⁾

1. 분야별 연구결과

본 장은 이 선행된 에너지절약정책/시책의 분석 연구 결과를 연구분야별로 구분하여 연구자들이 어떻게 에너지절약정책/시책을 계량화 하려고 노력해 왔는지에 대해서 살펴 보고자 한다. 이들이 선행연구 결과들은 방법론면에서 에너지절약정책/시책을 계량화하는데 긍정적인 메시지를 주는 것이 분명하기 때문이다. 분야별 영역은 에너지절약과 거시경제효과, 에너지절약과 에너지소비행태, 에너지이용효율, 에너지수요관리, 에너지이용효율기준, 에너지절약의 장애 시장실패, 세제 보조 용자의 수단, 에너지 환경 에너지 절약정책의 연계성, 에너지절약정책의 패러다임으로 구분한다.

가. 에너지절약과 거시경제효과

Stern(1993)은 생산요소로서의 에너지 투입량이 경제성장에 영향을 미침을 밝혔다.²⁾ 이는 에너지 자원이 경제성장을 제약할 수 있는 희소 자원임을 의미한다. 이의 두 가지 함축성은 첫째 자본과 노동을 핵심 생산요소로 다루는 신고전 경제학과의 이론의 수정을 의미한다. 둘째 정책적인 관점에서 생산요소로서의 에너지에 대한 조세 인상은 경제성장과 생산량을 제한할 수 있음을 시사하고 있다.

Samouilidis and Mitropoulos (1983)는 에너지산업의 투자가 확대될 경우 경제성장이 떨어질 수 있음을 보이고 있다.³⁾ 그 이유는 에너지산업의 투자 확대는 다른 산업의 투자위축을 가져오기 때문이다. 그 연구와 관련된 에너지산업의 투자는 에너지공급설비의 확대를 위한 투자를 의미한다. 한 국가가 석유위주의 산업구조를 비석유위주로 전환시키려면 새로운 에너지기술 또는 대체에너지개발 등에 대한 투자를 확대하여야 한다. 이러한 투자의 경제성장에 대한 영향 분석은 정책 입안자에게 상당히 중요하다는 것이다. 동 연구에 의하면 에너지를 생산요소로 파악할 때 에너지산업 대 비에너지 산업의 투자비중을 2배정도 확대하면 국내총생산이 3.6% 감소할 수 있는 것으로 분석됐다. 따라서 이들의 주장은 에너지산업의 투자 확대는 또한 에너지수요의 감소 효과를 지닌다.

Kolk (1983)는 에너지가격 인상이 지역경제(California)의 고용에 미치는 영향을 분석하였다.⁴⁾ 그 결과는 제2차 석유위기시 유가인상이 없었을 경우 캘리포니아의 고용이 78년에 0.13% 증가, 79년에는 0.95% 증가하였을 것으로 나타났다. 에너지가격의 인상이 가져오는 대략적인 경로는 에너지가격 인상→에너지에 대한 지불액의 증가→비에너지 제품(예: 노동 집약적인 서비스 및 상업)에 대한 수요감소→실업률 증가 이다. 그리고 유가인상에 의한 실업률 증가는 주로 비숙련 노동자와 소수 인종 그룹에서 나타난 것으로 분석됐다. 이들 노동력 그룹은 또한 직업 유동성이 적다는 점을 특징으로 한다.

Kolk(1983)연구의 시사점은 첫째, 에너지가격의 인상이 실업률을 증가시킬 수 있음을 보여 준다. 이 결과, 에너지가격의 인상에 의한 에너지자급도 제고(또는 에너지 수입량의 감소) 정책은 고용안정 정책과 상충관계에 있다고 보여진다. 둘째, 에너지가격의 인상은 충격적으로 이루어져서는 안되며 서서히 이루어져야 고용의 안정이 유지될 수 있을 것으로 보인다. Kolk의 지적대로 그의 연구는 에너지가격의 인상이 가져올 수 있는 대체에너지산업의 확대 또는 에너지부문의 신규사업(예: 주택단열)에 의한 고용의 증가 가능성을 감안하지 않고 있다.

Jones (1989)는 59개 개도국을 대상으로 회귀분석을 통하여 에너지소비와 경제개발과의 관련성에 대하여 연구하였다. 주요 결과는 에너지수요의 소득탄력성은 0.64~1.10, 산업화(제조업의 소득비중)에 대한 에너지수요의 탄력성은 0.83~1.08, 도시화(도시의 인구비중)에 대한 에너지수요의 탄력성은 0.30~0.48로 나타났다. 동연구는 산업화와 도시계획이 에너지소비에 상당한 영향을 미침을 간접적으로 보여준다.

Bourgeois 등(1988)은 OECD 6개국 (미국, 영국, 프랑스, 독일, 이태리, 일본)의 73~86년간의 자료를 이용하여 에너지정책과 산업정책 간의 연관성을 정성적으로 분석하였다. 제 1,2차

석유위기를 맞이하여 상기 6국의 대응은 크게 두 가지로 분류된다. 미국 영국 및 프랑스는 에너지의 자급도 제고를 위하여 국내 에너지 공급력의 확대에 보다 높은 정책적 배려를 고려한 반면, 독일 이태리 및 일본은 에너지절약을 비롯한 수요관리에 보다 높은 정책적 비중을 두었다. 한편 제조업부문만의 무역수지는 상기 6국 모두 70년의 경우 흑자를 기록하였으나 석유위기 도래이후 제조업부문의 무역수지는 서로 상이하게 진행되었다. 에너지자급도 제고를 주된 에너지정책으로 펴온 미국 영국 및 프랑스의 무역수지는 적자로 이동된 반면, 에너지수요관리를 주된 정책으로 펴온 독일 이태리 및 일본은 더욱 견실한 무역 흑자구조를 보여 왔다.

이러한 사실로부터 분석된 동 연구의 주요 결과는 첫째, 국내 에너지 공급력의 확대를 위한 에너지산업의 투자는 다른 한편으로 상품 생산부문의 투자를 위축할 수 있으므로 제조업 부문의 경쟁력을 저하시킬 수 있다. 이는 기술개발에 주력한 독일과 일본을 미국과 비교해 보면 유추가 가능하다. 둘째, 자국의 에너지자급도 제고 등 국제거대를 축소 시키는 정책보다는 자국의 국제경쟁력을 강화하는 등의 국제거래 촉진 정책이 무역수지 개선에 유리하다고 볼 수 있다. 셋째, 석유위기의 대응력에 있어서 에너지의 해외의존도가 높은 국가가 반드시 불리한 것은 아니한 점이다. 상기 6국 중 미국을 제외한 다른 국가들은 에너지의 해외의존도가 상당히 높지만, 독일과 일본은 제조업부문에서 무역흑자를 기록한 반면 프랑스와 영국은 그렇지 못하였다. 알려진 바와 같이 독일과 일본은 석유 위기시 산업전반의 기술개발에 보다 높은 정책을 유지하여 제조업부문에서 국제경쟁력을 확보한 것으로 평가되고 있다. 결론적으로 에너지정책은 산업부문의 정책과 연계될 때에 보다 효과적인 성과를 달성할 수 있다는 의미를 전하고 있다. 동 연구는 에너지정책과 제조업부문의 무역수지만을 연계분석하고 있다는 점이 단점으로 지적된다.

나. 에너지 절약과 에너지소비행태

Jones(1994)는 OECD를 대상으로 에너지수요의 행태를 분석하였다.⁵⁾ 그 연구에 의하면 단기 소득탄력성은 1에 근접하며, 단기 가격탄력성은 $-0.14 \sim -0.32$, 장기 가격탄력성은 $-0.26 \sim -0.84$ 로 추정되었다. 그리고 기술진보에 의한 에너지수요의 감소율은 연간 1.5% 정도인 것으로 분석됐다.

Filippini(1995)는 스위스에서 첩두부하요금의 가정용 전력 수요에 대한 영향을 분석하였다. 동 연구에 의하면 가정용 전력의 가격탄력성은 첩두시 $-1.29 \sim -1.50$, 비첩두시 $-2.36 \sim -2.42$, 첩두와 비첩두간의 교차 가격탄력성은 $0.48 \sim 1.42$, 대체탄력성은 $2.65 \sim 2.92$, 소득탄력성은 첩두시 0.8, 비첩두시 1.54로 추정되었다. 교차 및 대체탄력성은 전력소비가 첩두와 비첩두간에 상당폭 대체될 수 있음을 보여준다. 동 연구결과에 의하면, 첩두부하요금 제도를 도입할 경우 에너지소비는 상당히 감소될 수 있음을 보여주는 것이며 또한 첩두부하를 비첩두로 전환할 수 있어 전력설비가 경제적으로 이용될 수 있을 것으로 보여주고 있다.

Berndt 와 Watkins (1986)는 에너지수요, 에너지절약 및 대체 분석시 에너지 투입량과 소비량 중 선택을 신중히 해야 함을 보여주고 있다. 연소기기의 예를 들면 연소기기로의 투입 에너지량은 연소기기용량 \times 이용률 $\times(1/\text{열효율})$ 인 반면, 동 연소기로부터 산출되는 에너지 소비량은 연소기기용량 \times 이용률로 주어진다. 에너지가격의 변동은 장기적으로 연소기기의 용량, 이용률 및 열효율에 영향을 미치므로 에너지수요 분석은 에너지 투입량을 대상으로 함이 타당이다. 우리가 흔히 사용하는 최종에너지는 일종의 투입에너지에 해당한다고 볼 수 있다. 이 연구는 또한 에너지절약 정책 수립에 대해서도 시사점을 주고 있다. 정부가 에너지 효율 개선 정책(예 : 열효율개선 기술개발 및 무상보급)을 실시하면 다른 사정(특히 에너지의 시장가격)이 동일할 때 소비자 또는 기업이 실제로 지불하는 단위당 에너지비용은 감소하게 된다. 이는 가격인하 효과와 소득효과를 가져와 2차적으로 에너지소비 증가를 유발할 수 있다. 따라서 애초 기대했던 에너지절약 효과는 상쇄할 수 있다.

Chen 와 Rose(1990)는 투입산출 모형을 이용하여 71~84년간 대만의 중간 투입용 에너지수요 변동요인의 기여도를 분석하였다. 이 연구에 의하면 84년도 대만의 중간 투입용 에너지는 71년 대비 166% 증가하였으나, 에너지절약효과(에너지원단위개선)에 의해 122%가 감소한 것으로 분석됐다. 한편, 원자재의 수입대체 촉진 정책에 의해 중간 투입용 에너지수요는

126% 증가한 것으로 추정되었다. 여기서 에너지절약은 에너지가격 인상에 의한 효과, 각종 절약정책에 의한 효과 등을 포괄하고 있다.

다. 에너지이용효율

에너지절약은 에너지소비량을 감축하는 것을 의미하는 반면, 기술적 에너지이용 효율(합리화)은 주어진 소비량하에서 생산을 극대화하는 것을 의미한다. 경제적 에너지이용합리화는 어떤 수준의 생산량을 최소비용으로 달성하는 것을 뜻한다. 경제적 에너지 이용합리화는 에너지와 비에너지 생산 요소간의 기술적 대체관계와 이들 생산요소의 시장가격에 의해 결정된다. 즉, 경제적 에너지이용 합리화는 기술적 이용합리화를 포괄하는 개념이다. 일반적으로 에너지이용합리화라고 함은 경제적 이용합리화를 의미한다고 볼 수 있다. 에너지이용 합리화는 이와 같이 등생산량 함수(isoquant), 등 효용함수(iso-utility), 생산요소 또는 소비재의 상대가격과 밀접히 관련되어 있다.

따라서 에너지절약은 경제적 이용합리화를 위주로 하는 에너지절감으로 정의한다. 이와 같이 에너지절약을 정의할 때 에너지절약 수단은 다음과 같이 분류될 수 있다. 첫째, 기업에서는 생산요소의 기술적 조합이, 가정에서는 소비재의 기술적 조합이 비합리적으로 이루어지고 있어 에너지를 낭비하고 있는 경우에 에너지는 절감될 수 있다. 이 때, 기업의 경우 기술적 생산요소의 조합은 등생산량 곡선의 오른쪽에 존재한다. 이 여건하에서 기업은 기술적 효율성을 달성하기 위하여 에너지를 절감할 수도 있지만 비에너지의 생산요소를 증가 투입하여 기술적 이용합리화를 도모할 수 있다. 에너지를 절감하여 이용합리화를 달성할 경우 에너지절약이 달성될 수 있지만, 비에너지 생산요소를 증가 투입하여 기술적 이용효율을 달성하면 에너지절감(절약)은 이루어지기 어려울 것이다. 단기적으로 자본의 투입을 증가 시키기 어렵다고 할 때, 기술적 비효율이 존재하면 에너지 절감이 달성될 것으로 보이나 장기적으로는 자본스톡이 조정될 것으로 보여 에너지절감의 효과가 미지수일 것이다. 둘째, 생산요소 또는 소비재의 기술적 조합이 경제적 이용합리화 조합과 일치하지 않을 때 에너지는 절약될 수 있다. 생산요소의 기술적 조합이 등생산량 곡선과 가격선의 접점에서 벗어나 있을 때 이를 일치시키기 위하여 기술적 조합을 점점으로 이동시키는 것이다. 이 경우, 에너지가 반드시 감축되기 어렵다고 볼 수 있으며, 때에 따라 비에너지가 에너지로 대체되어 에너지 소비가 증가될 수도 있다. 셋째, 기업의 경우 기술진보에 의해 에너지를 절약할 수 있다. 넷째, 경제 사회구조의 에너지 절약형이다.

Stoft(1995)는 에너지절약에 대한 공급함수를 도출하는 과정을 이론적으로 보여주고 있다.⁶⁾ 동 연구는 현재 기업이 에너지 또는 비에너지 생산요소를 낭비하고 있을 때, 기업이 어떻게 에너지 또는 비에너지를 감축할 수 있는지를 보여준다. 동 연구는 에너지절약이 비에너지 생산요소의 이용과 별개로 생각될 수 없음을 보여주고 있다. 따라서 에너지이용합리화는 비에너지의 이용합리화를 동시에 고려해야 함을 주장하고 있다. 동 연구의 문제점은 기업이 에너지 또는 비에너지를 애초에 어떻게 비합리적으로 이용했는지에 대해 밝혀주지 못하고 있다. 전통적인 경제이론에 의하면 기업은 주어진 경제 기술여건 하에서 최선의 선택을 하는 것으로 가정하지만, Stoft의 이론은 이와같은 가정을 받아들이지 않는다. 오히려 Stoft이론이 기술진보의 과정으로 설명되어야 한다고 본다.

Berndt 등(1993)은 에너지이용 효율과 기술진보와의 관계에 대하여 분석하였다. 그들의 추정에 의하면 자본투자에 내재된 기술진보는 미국 1.59%, 캐나다 8.6%, 프랑스 15.0%로 추정되나 외생적 기술진보는 미국 1.75%, 캐나다 1.02%, 프랑스 1.39%로 추정됐다. 에너지이용 효율은 자본스톡속성의 변화를 통하여 이루어진다고 보고 또 매년의 신투자가 자본스톡의 10%이라고 가정한다면 자본 내재형 기술진보는 외생적 기술진보의 약 10배일 수 있다고 볼 수 있다. 그러나 추정된 기술 진보율은 이와 같은 생각을 뒷받침하지 않고 있다. 이같은 현상을 솔로우 파라독스(Solow's paradox)라고 한다.

라. 에너지수요관리(전력, 가스, 지역난방 등)

Horowitz 와 Haeri(1990)은 신규주택의 에너지이용 효율 규제(MCS: Model Conservations

Standards) 도입의 경제성을 주택소유자 및 전력회사의 관점에서 분석하고 있다. 주택구매자는 에너지절약투자에 의한 한계편익(에너지소비 절감액)이 동 투자의 한계비용보다 높을 때 이루어진다. 다시 말하면, 에너지절약투자의 내부수익률이 주택구매자의 자본비용(주택융자금의 세후 이자율)보다 높을 때 에너지절약 투자는 이루어 진다는 주장이다.

절약투자를 시행한 주택구매자의 내부 수익률이 높으면 주택구매자의 할인율이 높음을 의미하며, 이는 에너지절약 투자의 불확실성, 불완전한 정보 또는 주택 부동산 시장의 불완전성을 의미한다. 예컨대 주택에서의 에너지절약 투자가 주택가격에 반영되지 않는다면 주택구매자는 주택의 에너지절약 투자를 기피할 것으로 보인다. Horowitz 와 Haeri의 연구에 의하면 미국의 주택가격은 에너지절약 투자의 편익을 포함하여 형성되는 것으로 분석하고 있다. 한편, 만약 내부수익률이 이자율보다 낮다면 주택구매자는 에너지절약 투자의 편익을 과대평가하는 의미가 된다.

Horowitz 와 Haeri의 주장에 의하면 미국 타코마 시(Tacoma city)의 주택절약(주로 단열)투자의 내부 수익률은 7.9%로 추정되고 있다. 이는 주택융자금(mortgage)의 세후 이자율이 5~10%이어서 주택구매자의 입장에서 주택단열 기준은 경제성이 있는 것으로 판단된다. 한편, 에너지절약투자에 대한 전력회사의 연평균 지원금(levelized unit costs)는 전력공급의 회피비용(avoided cost)보다 적어 전력회사의 입장에서도 주택단열사업은 경제적인 것으로 분석됐다.

사회적으로 적절한 에너지이용 효율은 네 가지 개념과 관련되어 있다. 즉, 기술적 최대 절약 가능량, 경제적 최대 절약 가능량, 실현화될 수 있는 최대 가능량, 현실적으로 달성된 절약량이다. 또한 에너지이용 효율은 경제효율성과 관련되어 있다. 경제효율성의 판단기준은 파레토 효율성과 연결되어 있다. 경제효율성은 분배효율성, 기술 또는 생산효율성 및 동적 효율성으로 구분될 수 있다. 에너지이용 효율성은 이들 효율성과 직접적으로 관련되어 있다.

Wirl(1994)은 전력회사의 수요관리(DSM)프로그램의 수익성에 대하여 분석하고 있다. 그의 연구에 의하면, DSM의 적정 수준은 DMS 비용과 회피원가를 비교하는 것이 아니고 회피원가와 전력가격의 차이와 DSM 비용을 비교하는 것이다. 왜냐하면 회피원가와 전력가격의 차이가 바로 전력회사의 입장에서 볼 때 DSM에 의한 편익이 되기 때문이다. Wirl연구의 주요결과는 DSM 인센티브는 확실히 DSM을 위한 필요조건은 되지만 충분조건은 되지 못한다는 것이다. 충분조건 중 하나는 DSM 시장에 상당한 시장실패요인의 존재하여야 한다. 그렇지 못하면 DSM 인센티브가 소비자의 절약 투자를 구축하기 때문에 다수의 소비자는 무임승차(free rider)로 남거나 또는 전력회사가 상당액의 DSM 투자비용을 부담해야 한다. 최근의 보고에 의하면 미국의 경우 무임승차(free rider)비율은 6~89%에 이르는 것으로 보고되고 있다(Malm, 1996). 향후 그의 질문은 DSM의 효과가 다른 형태의 규제하에서도 문제가 있는지를 검토하여야 한다.

마. 에너지효율기준

Sebold 와 Fox(1985)는 가정부문에서 실행된 에너지절약의 실현된 에너지 절약량을 조사하였다. 이에 의하면 에너지절약의 실현율은 전력(난방과 온수)부문에서 50~81%, 천연가스(난방, 온수 및 풀 heating)부문에서 14~33%로 분석됐다. 이렇게 낮은 이유는 에너지절약 수단의 실시가 관련재화 또는 서비스의 실효가격을 변동시키며 또한 에너지비용의 절감이 가져오는 소득효과 등에 의해 절약액이 낮아지기 때문으로 분석했다. 이것을 반동효과(rebound effect)라 정의하며, 이는 또한 에너지감사에 기초한 기술적인 효과 계산의 오차가 상당함을 의미한다. 이 연구를 기초로 이들은 정부당국의 DSM 프로그램을 수립 집행함에 있어서 상당한 연구를 미리 실시해야 한다고 권고하며 또한 DSM 프로그램은 지역에 따라 상당한 차이가 있을 수 있음을 지적하였다.

Khazzoom(1980)은 가정용 기기에 대한 효율기준 제도의 경제적효과를 이론적으로 분석하였다. 효율기준제도는 실효 에너지가격의 인하를 의미하므로 이는 다음과 같은 효과를 가져온다. 첫째, 기기의 이용률을 높인다. 둘째, 효율이 좋은 기기의 보유를 높인다. 셋째, 에너지의 실효가격 인하효과로 다른 연소기기의 이용률과 보유수를 증가 시킨다. 이러한 효과는 효율규제기준의 반동효과(rebound effect)에 기여한다. 이와같은 반동효과는 2차 효과이기 때문

에 효율기준 제도는 상당한 에너지절약 효과를 가져올 수 있을 것으로 보인다. Khazzoom은 또한 정부의 절약시책과 에너지가격 인상에 의한 에너지절약 효과는 경우에 따라 중복 계산될 수 있음을 보여주고 있다. 예를 들면, 정부의 차량 10부제는 강제적으로 차량의 이용률을 규제하는 것이다. 그런데 차량 이용률이 10% 떨어질 수 있을 만큼 정부가 수송용 유류가격을 (한계비용 수준보다) 인상한다면 차량 10부제와 수송용 유류가격을 인상 중 어느 한 시책은 효과가 없는 것이 될 수 있다. 현실적으로 에너지 절약 시책은 그 종류가 다양하기 때문에 이와 같은 중복 시책이 있을 가능성이 상당히 높을 수 있다. 한편, Bold(1987)는 정부의 효율규제 하에서 소비자의 효용이 감소 될 수 있음을 이론적으로 보여 주고 있다.

Gates(1983)는 가정부문에서 에너지절약 투자가 수익률이 높음에도 불구하고 왜 절약투자와 보급률이 낮은지에 대하여 분석했다. 가정용 에너지절약 투자의 수익률은 16~40% 로서 대체 투자인 주식, 채권 등의 수익률 10~14%보다 월등히 높다. 그럼에도 불구하고 절약투자의 보급률이 낮은 이유는 절약투자의 환급성이 적고 도 미래수익의 불확실성이 크기 때문으로 분석했다. 이들 요인은 결국 가정부문에서 절약투자에 대한 할인율이 높음을 의미한다.

Mathur(1984)는 빌딩에너지효율기준(BEPS)의 에너지절약 효과를 이론적으로 분석했다. 동 연구에 따르면 BEPS가 효과를 서두려면 주택서비스와 비주택 서비스에 대한 특정한 조건이 성립되어야 한다. 그 조건은 BEPS가 가정의 주택효율에만 영향을 미치는 것이 아니고 다른 재화에도 영향을 주 수 있기 때문이다. 동 연구는 BEPS의 기대되는 효과를 에너지가격의 인상(또는 조세인상)을 통하여서도 달성될 수 있음을 보여주고 있다. 에너지가격은 다른 한편으로 에너지를 확실히 감축시킬 수 있는 확실한 수단이란 점에서 효과적이다.

Sebold 와 Fox(1985)는 가정부문에서 실행된 에너지 절약 대책의 실현 절약량을 조사하였다. 에너지절약의 실현율은 전력 50-81%, 천연가스(난방, 온수, 풀히팅)부문에서 14%~33%로 분석되었다. 이처럼 절약 실현율이 낮은 이유는 에너지절약수단의 실시가 관련재화 또는 서비스의 실효가격을 변동시키며, 에너지비용의 절감에 의한 소득효과 등에 의하여 절약액이 낮아지기 때문(rebound effect)이다. 또한, 에너지 진단에 기초한 기술적인 효과계산의 오차가 적지 않음을 시사한다.

본 연구의 시사점은 첫째, 정부는 DSM 프로그램을 수립 집행함에 있어서 상당한 정도의 관련 연구를 선행할 필요가 있다. 둘째, DSM 프로그램은 지역에 따라 상당히 다를 수 있다.

Khazzoom(1980)의 연구는 가정용 기기 효율기준제도의 경제적 효과를 이론적으로 분석하였다. 본 연구는 효율기준제도를 통하여 다음과 같은 효과를 기대할 수 있다는 점을 시사한다. 첫째, 기기의 이용률을 높일 수 있다. 둘째, 효율이 좋은 기기의 보유를 높일 수 있다. 셋째, 에너지의 실효가격 인하효과를 통하여 다른 연소기기의 이용률과 보유대수를 증대시킬 수 있으며, 이는 효율 규제기준의 반동효과를 기여한다.

Gates(1983)는 가정부문에서 에너지 절약 투자가 높은 수익률을 가짐에도 불구하고, 절약투자 보급률이 낮은 원인에 관하여 분석하였다. 가정용 에너지절약투자의 수익률은 16%~40% 로서 대체 투자인 주식, 채권 등의 수익률(10%~14%)보다 현저히 높은 수준이다. 그러나, 절약투자 보급률이 낮은 것은 절약투자의 환급성이 적고, 미래수익의 불확실성이 크다는 점이다. 따라서 본 연구는 가정부문에서 절약투자의 할인율이 높다는 점을 시사하고 있다.

바. 에너지절약의 장애 시장실패

Ray와 Morel(1982)은 영국의 제조업을 대상으로 에너지절약에 대한 장애요인과 절약의 가능량을 조사하였다. 절약의 장애요인을 중요성에 따라 열거하면 절약수단의 낮은 경제성, 투자자금의 부족, 경영층의 의지 부족, 설비교체 시기와 불일치, 에너지비용의 낮은 비중, 종업원의 무관심, 에너지절약 가능성에 대한 불확실성, 미래 에너지가격의 불확실성, 절약수단의 부재, 법 제도적 문제, 정보부족, 거래관습상의 제약, 새로운 기술 부족 등으로 조사되었다. 에너지절약 가능량에 대한 최빈값(mode)은 0~10% 로 조사되었다.

Gruber 와 Brand(1991)는 독일의 중소기업을 대상으로 에너지절약에 대한 장애요인을 조사하였다. 그 장애요인을 중요도에 따라 열거하면 새로운 공장이 이미 가동중, 비에너지 부문

의 투자 중요성, 미래 에너지비용의 불확실성, 절약 정보의 신뢰도 부족, 신기술의 출현을 대기중, 적정인력의 부족 등으로 조사됐다. 한편, 중소기업이 요구하는 일반 투자의 회수기간은 평균 4.1년으로 조사되었으며, 에너지절약 투자의 기대 회수기간은 일반 투자와 유사하였다.

사. 세제, 보조, 융자의 정책수단

Gentry(1994)는 주택에 대한 조세 우대제를 폐지할 경우의 가정용 에너지 수요 변동효과를 추정했다. 미국의 경우 주택에 대한 조세 우대는 주택관련 자본비용을 23% 정도 감축시키는 것으로 분석했다. 이 조세 우대를 없앨 경우 가정용 에너지 수요는 주택서비스의 감소로 인하여 6.8%감소될 것으로 추정하였다.

아. 에너지 환경 에너지절약 정책의 연계성

최근 주요 에너지절약 수단은 'No Regrets'시책으로 주목을 받고 있다.⁷⁾Rose와 Lin(1995)은 미국경제를 대상으로 이와 관련하여 의미 있는 일반균형 모형을 분석하고 있다. 지금까지 에너지절약 정책에 대한 대부분의 연구는 부분균형 분석으로서 거시경제에 대한 영향 분석은 미비한 실정이다. 에너지절약은 분명히 생산비 감소요인이며 에너지자원의 보존에 기여한다. 하지만 에너지절약에 의한 에너지 이용 감축은 에너지산업의 생산 감축을 가져오고 나아가 에너지산업과 밀접히 관련된 광산장비 기계산업, 파이프라인 제조산업 등에 악영향을 줄 수 있다. 이는 나아가 경제전반에 대하여 연쇄효과를 가져올 수 있다. 물론 에너지산업의 생산 감소는 에너지절약관련 산업의 확대에 도움을 줄 수 있으며 또한 에너지산업으로부터 유희인력은 다른 산업의 성장에 도움을 초래할 수 있다. 제기되는 질문을 이 같은 긍정적, 부정적 효과가 종합적으로 어떤 결과를 가져오는가 이다.

Rose와 Lin은 추가 비용부담 없이 에너지 이용을 12.8% 감축한다고 했을 때, 2000년 미국 경제의 기준전망 대비 GDP는 1.44% 감소, 고용은 2.05% 감소, 투자는 4.41% 감소, 수출은 2.75% 증가, 수입은 3.63% 감소, 이산화탄소 배출을 3.44 감소되는 것으로 추정됐다. 이는 "No Regrets" 에너지절약이 경제전체로 볼 때 결코 비용부담이 없는 것이 아니란 점이다.⁸⁾참고로, 12.8%의 에너지이용 절감이 비용을 수반할 경우 그것은 경제에 대하여 더욱 큰 부담을 주는 것으로 추정됐다. 한편, 국민경제의 전체로 볼 때 탄소세의 도입이 보다 효과적인 것으로 추정된다. 그 이유는 비가격 에너지절약 수단은 경제부문에 대하여 선별적으로 작용하지만 탄소세 등 가격정책에 의한 에너지절약 정책은 경제전반에 걸쳐 작용하기 때문에 경제주체들이 보다 효과적으로 탄소세에 적응할 수 있을 것으로 보인다.

Espey(1997)는 수송용 에너지절약을 위한 절약정책의 환경오염원의 배출에 대한 영향을 이론적으로 분석하였다. 휘발유에 대한 조세부과는 휘발유에 대한 배출규제(EPG: emissions per gasoline)또는 운행거리에 대한 배출규제(EPM: emissions per mile)와 동일한 배출억제 효과를 달성할 수 있다. 이러한 결과는 단지 배출기준 규제가 묶여 있을 경우에만 적용된다. 한편, 기업평균연료경제(CAFE: corporate average fuel economy)기준의 강화는 운행거리를 증가 시킬것으로 보이지만 전체적으로 휘발유 소비를 감축 시킬 것으로 보인다. 이의 환경배출 영향은 자동차 배기가스규제(tailpipe emission standard)를 어떻게 하느냐에 따라 다르게 나타난다. CAFE 강화에 의한 자동차 배출량 감소량은 배출가스규제가 EPM으로 이루어질 경우보다 EPG로 이루어지는 경우에 보다 높을 것으로 예상된다. 그 이유는 EPM하에서 CAFE 강화의 배출량 감소효과는 운행거리의 증가에 의해 상쇄되지만, EPG하에서 그 효과는 운행거리의 증가와 영향을 받지 않기 때문이다. 이와 같은 에너지절약 시책의 환경오염원을 받지 않기 때문이다. 이와 같이 에너지절약 시책의 환경오염원 배출에 대한 영향은 배출규제의 방법에 따라 다르게 나타날 수 있다. 따라서, 환경개선을 위한 에너지절약 정책은 보다 면밀히 포괄적으로 분석될 필요성이 있다.

자. 에너지절약정책의 패러다임(paradigms)

에너지절약 (특히 에너지이용 효율)정책은 경제사상(economic ideologies)과 패러다임(paradigms)과 밀접히 관련되어 있다 (Gunn,1997) 에너지절약 정책에 대한 근본적인 논란은 에너지이용 효율의 적정수준에 있는 것이라기보다는 에너지시장에서 정부개입의 적정수준을 정하는 데에 있다. 에너지이용 효율 정책의 논란은 종종 경쟁시장의 역할에 귀결되고 있다. 왜냐하면 에너지이용 효율 제고에 대한 지지자는 때때로 정부개입을 선호하기 때문이다. 다시 말하면, 에너지이용 효율 정책에 대한 논란은 종종 효율목표에 대해서라기 보다는 효율달성의 수단에 초점이 맞추어져 있다.

이와 같이 에너지절약정책은 경제사상에 크게 관련되어 있다. 분명한 확증이 없음에도 불구하고 공기업의 민영화에 대한 지지자는 민영화 경제 또는 에너지 효율을 향상시킬 것으로 보고 있다. 그 배경은 비록 공기업이 독점이라 독점가격은 시장에서 형성될 수 없다고 보기 때문이다.

<표 III-1> 에너지절약시책의 효과분석에 관한 선행연구 요약

연구자	연구내용	관련분야·모형
Stern (1993)	에너지과세가 경제성장·생산량에 미치는 영향	거시경제적효과 VAR 모형
Samouilidis and Mitropoulos (1983)	에너지산업에 대한 투자확대가 여타 산업투자 (또는 총생산), 에너지수요 감소 등에 미치는 영향	거시경제적효과 CD 생산함수
Kolk (1983)	에너지가격 인상이 지역경제의 고용에 미치는 영향	거시경제적효과 지역투입산출모형
Jones (1989)	에너지소비와 경제개발의 관련성	거시경제적효과 회귀분석
Bourgeois et al (1988)	에너지정책과 산업정책의 연관성	거시경제적효과 정성분석
Jones (1994)	에너지수요 행태, 에너지수요와 에너지 이용기기 이용률	에너지소비행태 회귀분석
Filippini (1995)	침투부하요금이 가정용 전력수요에 미치는 영향	에너지소비행태
Berndt and Watkins (1986)	에너지수요, 에너지절약, 에너지대체등의 분석에 있어서 에너지 투입량과 에너지 소비량의 선택문제	에너지소비행태
Chen and Rose (1990)	중간투입용 에너지수요 변동요인의 기여도 분석	에너지소비행태 투입산출모형

< 표 III-1 에서 계속 >

Horowitz and Haeri (1990)	신규주택에 대한 에너지이용 효율규제 도입의 경제성 분석	전력·가스·지역 난방, 내부수익률
Wirl (1994)	전력회사의 DSM 프로그램의 수익성 분석	전력·가스·지역 난방 회피비용 분석
Sebold and Fox (1985)	가정부문 에너지절약대책의 절약 실현율 분석	에너지효율기준 (연소·가전기기)
Khazzoom (1980)	가정용 기기 효율 기준제도의 경제적 효과 분석	에너지효율기준 (연소·가전기기)
Gates (1983)	가정부문 에너지절약투자 수익률 및 절약투자 보급률 분석	에너지효율기준 (연소·가전기기)
Mathur (1984)	빌딩에너지 효율기준(BEPS)의 에너지 절약효과 분석	에너지효율기준 (빌딩)
Ray and Morel (1982)	에너지절약의 장애요인, 절약 가능량 조사	에너지절약의 장애·실패요인
Gentry (1994)	주택에 대한 조세우대제도 폐지가 가정부문 에너지 수요변동에 미치는 영향 분석	세제·보조·용자

<표 III-1에서 계속 >

<p>Rose and Lin (1995)</p>	<p>NO REGRETS 에너지절약정책의 효과 분석</p>	<p>에너지-환경-에 너지 절약정책 의 연계성일반 균형모형</p>
<p>Espcy (1997)</p>	<p>수송부문의 에너지절약정책이 오염배 출에 대하여 미치는 영향 분석</p>	<p>에너지-환경-에 너지 절약정책 의 연계성</p>

자료: Energy Journal, Energy Economists, Energy Policy (1980-1997)

또한 지금의 우리시대에는 상당수 국민들이 확증이 없음에도 불구하고 정부의 비능률을 언급하고 있다 (정부의 비능률은 대표적인 비시장 실패 요인임).

이와 같은 연유로 해서 에너지절약에 대한 세계적인 구조 (world view of framework)은 대단히 중요하며 이런 것들이 에너지절약의 패러다임을 형성하는 것이다. 현재 대두되는 에너지절약의 패러다임은 크게 하드 패스(hard path)와 소프트 패스(soft path)이다. 하드 패스는 경제발전을 위해 에너지공급 시설의 확대에 비중을 두는 반면, 소프트 패스는 지속 가능한 발전을 위한 수요관리에 비중을 둔다.

주석 1) 1998년도 당 연구원의 에너지 절약연구팀이 정책자료로 사용키 위해 조사한 내용을 요약 함.

주석 2) Stern 연구는 VAR(vector autoregression)모형을 이용하고 자본, 노동 및 에너지를 생산요소로 다루고 있음.

주석 3) Samouilidis 와 Mitropoulos 연구는 Cobb-Dougres의 생산함수를 이용하여 에너지를 중간투입제품으로 다루고 있음. 동 연구에서 GDP는 총생산에서 에너지생산을 차감하는 값으로 정의 됨. 한편, Suzuki와 Takenaka(1981)는 경제성장에 대한 에너지절약 투자의 효과를 분석하면서 에너지절약 투자를 일반적인 생산부문의 투자와 동일시하여 분석하고 있어 절약투자 효과를 상당히 높이 평가하고 있음. 이들 연구의 방법론을 비교해 보면 에너지관련 투자의 성격을 어떻게 인식하느냐에 따라 에너지부문의 투자 효과는 상당한 차이를 보일 수 있음.

주석 4) Kolk 연구의 분석도구는 지역투입 산출모형임.

주석 5) Jones는 회귀분석을 이용하였으며 Kouris의 가설을 도입하였다. Kouris 가설이란 에너지수요는 현재에 보유하는 에너지이용기기의 이용률에 의해 영향을 받는다고 보며 그 이용률은 현재의 소득 수준에 의해 결정되므로 에너지수요 함수 추정시 장기소득 탄력성 요소를 고려할 필요성이 없다는 것임.

주석 6) 동 연구에서 사용하는 가정은 첫째, 에너지는 생산요소로만 이용되고 있다. 둘째, 단위기업(또는 경제전체)의 생산요소 이용 조합은 등생산량 곡선의 오른쪽에 존재한다고 가정한다. 즉 에너지 또는 비에너지 생산요소를 비효율적으로 이용하고 있음.

주석 7) 'No Regrets' 시책이란 예상되는 지구온난화가 실현되지 않는다고 하더라도 경제의 추가적인 비용부담을 초래하지 않는 온실가스 감축수단을 의미하며 이중에서 중요한 시책이 에너지절약 정책 임. 무비용 에너지절약의 낙관적인 잠재량은 20~30%로 추정되고 있음 (Rose and Lin, 1995).

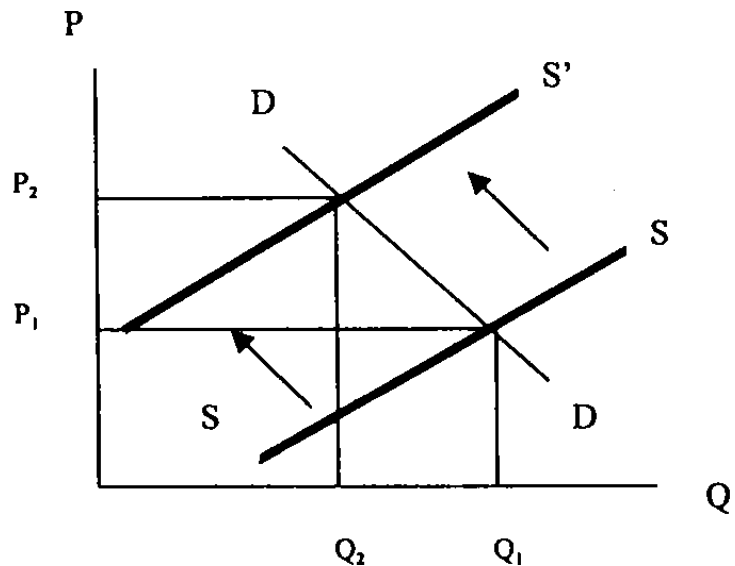
주석 8) 우리나라의 경우 에너지채굴 산업이 거의 없다고 하더라도 에너지절약은 GDP, 고용, 투자 등을 축소 시킬 수 있는 요인이 되며, 다만 규제수지의 개선에는 상당한 효과가 있을 것으로 예상된다.

2. 선행 연구결과의 시사점

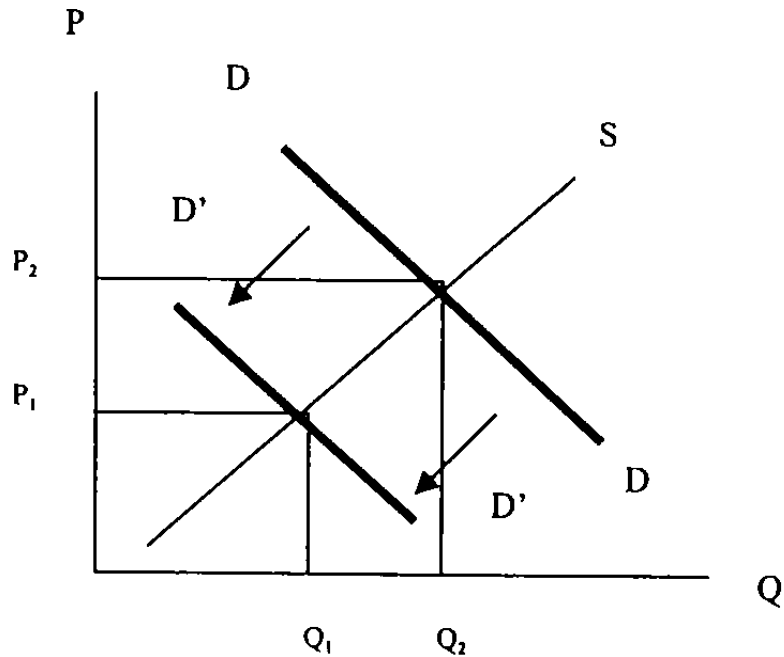
위의 에너지절약정책/시책을 계량화하기 위한 선행연구결과는 에너지절약정책에서 몇 가지 시사점을 던져주고 있다. 에너지절약정책/시책의 선택에 따라 공급곡선의 상방이동 [그림Ⅲ-1]과 에너지 수요곡선의 하방이동 [그림Ⅲ-2]이 나타나는 것을 보여주고 있다. 에너지공급곡선의 상방이동은 에너지가격인상을 의미한다. 보조금의 제거, 가격에 환경비용·에너지안보비용 반영, 배출기준 설정, 배출권 도입, 세수확보 목적의 에너지세 도입 등이 이에 해당한다.

에너지수요곡선의 하방 이동은 주로 에너지사용기기의 효율개선을 통하여 이루어진다. 에너지소비에 대한 과세로도 이런 효과를 기대할 수 있으나 이 경우 과세대상은 일반적으로 에너지 공급이다. 에너지사용에 대한 직접규제는 에너지수요에 대한 것이며, 간혹 공급에 대한 규제로 해석할 수도 있다. 대체로 에너지사용기기의 효율, 연소기기개발(에너지효율과 간접적인 관계) 등과 관련한 에너지수요관리정책(demand-side management policy)으로 볼 수 있다.

[그림Ⅲ-1] 공급곡선의 상방이동



[그림Ⅲ-2] 수요곡선의 하방이동



또한 선행연구결과는 미시경제분석과 거시경제분석으로 구분해 볼 수 있다. 미시경제분석은 에너지시장과 에너지 효율시장으로 나누어 분석할 수 있으며, 주로 비용/편익분석 방법을 이용하여 실증분석을 하고 있다. 거시경제분석은 에너지 절약정책을 거시경제적 측면에서 분석하는 것을로써, 에너지 절약이 에너지 시장 규모를 축소 시킨다고 보고 이에 따른 산업 연관 효과를 분석하고 있다.

정부의 에너지 절약정책이 시장실패요인을 제거하는데 초점을 두고 있다면, 정책도입에 필요한 기준을 충족시키는데 대한 검토가 필요하다. 예컨대, 시장실패의 존재유무, 가능한 정책의 파악, 각 수단별 편익/비용 분석과 이를 통한 최상의 효율적인 정책 또는 정책조합의 선택 등을 들 수 있다.

특히, 시장실패의 요인을 제거하기 위한 절약정책의 선택은 편익/비용 비율이 이를 결정하는데 일조한다는 메시지도 선행연구는 주고 있다.

IV. 편익/분석(B/C)이론에 의한 제조업의 에너지 절약정책/시책 효과의 계량화

본장은 B/C분석의 이론을 이용하여 제조업 부문의 에너지 절약 정책/시책 효과를 계량화하기 위한 내용을 다루고 있다. 먼저 B/C분석 이론의 배경과 이 이론을 구체화 하기 위한 기본 테크닉을 다루고자 한다. B/C분석 이론은 발전 배경, 찬성론 비판론, B/C론의 선택 이유를 다룬다. B/C분석의 기본 기법은 일반적인 방법론을 이용하며, 이를 기초로 한 제조업의 에너지 절약정책/시책의 계량화를 위한 편익/비용의 세부 모형을 통하여 절약시책의 효과를 계량화 한다.

1. B/C 이론의 배경과 기본 테크닉

가. 배경

1884년 프랑스의 공학자인 뒤피(Dupuit)¹⁾에 의해서 시작된 B/C 평가는 1936년 미국의 홍수 방지법에서 실용화를 거친후, 1950년 연방정부간 하천유역위원회의 편익/비용 소위원회의 하천유역 사업의 경제분석 시안, 1952년 예산국의 B/C평가의 이용과 1960년까지의 연장, 1973년 하천 및 관련 토지자원 계획수립을 위한 원칙 및 기준에의 이용 등 여러 단계를 거치면서 많은 실무적인 변화를 거듭하여 왔다.

이러한 실무적인 변화와 함께 1958년 Otto Eckstein의 수자원 개발, 1958년 John Krutilla와 Eckstein의 사례연구, 동년 Roland N.McKean 의 정부의 효율성을 발간, 1960년 Jack Hirschleifer, J. C. Dehaven, Jerome Milliman의 공공지출분야의 연구, 1976년 Mishan, 1972년 A. Dasgupta와 D. Pearce의 편익/비용 분석에 관한 보고서와 저서들이 출간 한 바 있다. 미국에서 학문적인 성장과 케를 같이해 온 B/C 테크닉은 여러 분야에 응용되면서 점점 정교함과 문제점을 보완하는 방향으로 발전하면서 최근 25년 동안 연방 뿐만 아니라 지방정부에까지 확대 사용되면서 의사결정시의 도구로 널리 사용하게 되었다. 그 이유는 1) 이 틀이 의사결정시 정부를 지지하기 위한 틀로서 객관적 이라는 점, 2) 이 틀이 정치적인 논점으로 대두될 시 사실적인 정보(factual information)를 분명히 할 수 있다는 점, 3) 이 틀이 상이한 정보에 의한 특정한 결론을 도출하여 특정그룹을 지지할 수 있다는 점, 4)이 틀이 논쟁적인 결정문제에 대한 대답을 연기할 수 있는 이점을 갖고 있기 때문이다(Zerbe and Dively, 1994, P.486).

따라서, 공공부문의 B/C테크닉은 1980년 William Rodgers에 의해서 가장 성공적으로 개발되면서 4가지 B/C모델로 발전하였다. 공공부문에 이용되고 있는 B/C테크닉은, 1) 비용-무고려 모형(cost-obivious model), 2) 비용-효과 모형 (cost-effective model), 3) 비용-민감도 모형(cost-sensitive model), 4) 정밀한 편익-비용 모형(strict benefit-cost model)으로 구분되면서, 사업의 특성에 따라 이용을 달리하고 있으나, 가장 일반적인 모형은 정확한 편익/비용 모형으로 주장하고 있다.

B/C분석의 찬성론자인 James DeLong(1981)은 B/C 모형은 선택할 모형에 대하여 가치시스템을 신속히 반영하는 시스템으로 주장하고 있으며, Robert Solow(1981)는 B/C 모형사용자는 윤리적, 정치적 원리를 오랜 동안 긍정적으로, 부정적으로 사용하여 왔다고 주장하고 있다. 특히 Solow는 좋은 B/C 모형은 순편익의 절대적 크기보다도 편익/비용에서 분배의 문제를 다룬다고 주장한 바 있다. 한 걸음 더 나가, 이미 B/C의 윤리적 기초는 의사결정과정에서 일정한 기준(standards)를 마련해 왔다고 주장하고 있다. Heyne(1988)과 Zerbe(1991)는 권리와 의무를 포함하는 법적인 기초를 갖고 있다고 주장하면서, 적절한 권리를 결정하는데 도움을 주고 있다고 주장한 바 있다.

James DeLong(1981)은 근본적인 모든 항목을 수용하기엔 어렵지만, 무지 속에서 정열적으로 결정하기 보단 어려운 결정을 인도하는 길로써 B/C 분석이 유용하다고 주장한다. 그러나, B/C평가 틀이 일반적인 이용확대에도 불구하고 이에 대한 비판(critique)도 만만치

않다. B/C 평가시 정부의 자의에 의해서 특징적인 결론을 유도하기 쉽다는 지적(Schofield, Zerbe와 Dively)이 있을 뿐만 아니라, B/C 분석의 기저에 흐르고 있는 공리주의의 선택이 B/C 분석의 기본철학이 되고 있다는 점에 대하여 윤리적인 문제(ethical issues)의 몰도덕(amoral)을 제기하고 있다.

Stvevn Kelman²⁾(1981)은 미국을 중심으로 한 B/C분석의 사례(주로 환경, 건강, 안전규제)를 통하여, 1) 편익 비용보다 작다면 법이 분석의 대상으로 취급하지 않는 강한 추측이 존재한다는 것, 2) 시장에서 처리되지 않은 부분에 대한 처리 문제에 대한 의문, 3) 의사결정자가 개선된 B/C분석 자료에 더욱 관심을 두고 자료를 수집할 뿐만 아니라 정치적인 관심 사항에 비중을 두고 있다는 점에 강한 비판을 가하고 있다. 따라서, Kelman은 B/C분석의 테크닉이 과용되거나 왜곡된 윤리적 고려를 낳을 우려를 지적하고 있다.

좀더 자세히 살펴보면, Kelman은, 1) 공리주의의 합당한 철학적 배경을 둔 B/C 모형이 다른 많은 경우에 적합하지 않다는 점이다. 공리주의자가 순편익의 극대화를 지지하는 입장에 있다는 점, 2) B/C 모형은 권리와 의무의 진실한 가치를 왜곡한 비시장의 재화를 가격화 한다든지 또는 기본권인 표현의 자유, 기본적 의무 등을 반영하는 점이 기술적인 문제로 인하여 B/C 모형에 반영에 불충분하다는 점, 3) 개인적인 거래로 형성된 가격이 공공의 사업을 결정하는데 미흡하다는 점을 지적하고 있다.

Kelman은 공공의 일을 결정할 때 사람들은 개인적인 거래로 형성된 가격보다도 높은 가격을 둔다고 믿고 있기 때문이다. 이는 개인 거래시의 "기꺼이 지불하는 것"(willingness to pay for something)보다 사람들이 공공의 일을 결정할 시에 "높은 선호"(higher preference)을 둔 때문으로 분석하고 있다. 4) 할당된 가격이 비시장화 재화(non-marketed goods: NMG)의 인식된 가치, 즉 돈으로 살 수 없는 가격(priceless)이나 팔지 않는 것(not for sale)의 가치를 줄이고 있다고 하는 점. 특히 NMG를 가격화하기 위한 시도에 대해서는 철저하게 반대하고 있다.

그러나, Kelman은 기본적인 권리/의무에 관한 내용을 제외한 단순 결정을 위해서는 B/C 분석의 이용을 제한적으로 받아들이고 있다.

나. B/C 분석의 선택

B/C분석에서 주요 문제로 대두되고 있는 점은, 1) B/C분석의 적절성, 2) B/C추정의 정확성, 3) B/C의 분배 문제의 계산, 4) 사업의 기간선정, 5) 적절한 할인율, 6) 위험과 불확실성의 취급 등이다.

향후 공공부문의 B/C평가 개발은 "비시장재화의 가치화"(value of nonmarketed goods)또는 외부성의 가치화로 집약되며, 보다 섬세한 모형이 요구될 예정이다.

B/C 분석은 많은 논란 속에서도, 1) 이 틀은 철학적인 기저인 어떤 가정(assumption)을 내포하고 있다는 점, 특히 이 가정을 뒷받침하기 위한 일정한 기준(standards)을 갖고 있다는 점, 2) 이 틀에서 사용되어진 정보의 근원이 도덕적 판단을 하기 위하여 정책결정자에게 명시적이라는 것, 3) 단순변수의 선택보다도 분리된 여러 변수의 선택이 결과를 보다 정확하게 설명할 수 있을 뿐만 아니라 정책결정자가 변화된 환경에서도 충분히 이해할 수 있다는 점이다.

다. 분석의 기본기법

B/C분석(또는 C/E분석)의 기법의 사업기간 동안의 총편익과 총비용을 비교하는 최선의 선택이란 결정을 하는 도구이다. 이를 위하여 미래의 편익과 비용의 흐름, 즉 현금흐름을 어떻게 측정하며, 마지막으로 측정된 미래의 현금흐름을 어떤 할인율을 사용하여 현재 가치화하는 과정이 편익분석의 요체이다.

1) 기본 테크닉

편익/비용분석방법은 크게 할인율을 사용하지 않는 단순한 방법인 비할인 방법

(non-discounted cash flow method)과 할인율을 사용하는 현금흐름 할인방법(discounted cash flow method)으로 구분된다. 이 중에서 비할인 방법은 계산과정이 간단명료하여 누구나 쉽게 이해할 수 있다는 장점을 가지고 있는 반면, 현금흐름의 시간성을 고려하지 않는 단점도 가지고 있다. 본고는 가장 보편적으로 사용되고 있는 현금흐름할인방법을 이용하고자 한다.

현금흐름 할인방법은 화폐의 시간적 가치란 개념을 응용한 투자의 평가방법으로써, 이에는 순현재 가치(NPV: net present value)방법, 내부 수익률(IRR: internal rate of return)방법, 편익/비용 비율(benefit-cost ratio)방법등이 있다.

(가) 순현재 가치 방법

순현재 가치(NPV: net present value)란 일정할인율에 의하여 현재시점으로 할인한 투자편익에서 같은 방법으로 할인한 총비용을 차감한 금액이다. 즉 투자사업에서 발생한 순편익의 흐름을 현재가치로 환산함을 말한다.

사업기간을 n년, t기의 편익을 B_t , t기의 비용을 C_t , t기의순편익을 $NB_t(NB_t = B_t - C_t)$, 할인율을 r이라 하고 r이 시간에 따라 변하지 않는다고하면 순현재 가치 NPV는 다음과 같다.

$$\begin{aligned}
 NPV &= (B_0 - C_0) + \frac{B_1 - C_1}{(1+r)} + \frac{B_2 - C_2}{(1+r)^2} + \dots + \frac{B_n - C_n}{(1+r)^n} \\
 &= NB_0 + \frac{NB_1}{(1+r)} + \frac{NB_2}{(1+r)^2} + \dots + \frac{NB_n}{(1+r)^n} \\
 &= \sum_{t=0}^n \frac{NB_t}{(1+r)^t} \quad \text{-----(4.1)}
 \end{aligned}$$

그런데, 순현재 가치 방법에 의하면 NPV가 최소한 정의 값을 가져야 투자사업이 경제성을 갖게 되므로, 순현재 가치 방법은 곧,

$$MPV = \sum_{t=0}^n \frac{NB_t}{(1+r)^t} \geq 0 \quad \text{-----(4.2)}$$

위의 조건을 만족시키는 것을 의미한다고 볼 수 있다.

(나) 내부수익률 방법

내부수익률(IRR: internal rate of return)이란 투자사업에서 발생하는 총편익의 현재가치와 총비용의 현재가치를 동일하게 하는 할인율이다. 즉,

$$\sum_{t=0}^n \frac{B_t}{(1+\lambda)^t} = \sum_{t=0}^n \frac{C_t}{(1+\lambda)^t} \quad \text{-----(4.3)}$$

할인율 λ 가 내부수익률이 되는데 투자사업의 현금가치를 영(zero)이 되도록 한다.

$$\sum_{t=0}^n \frac{NB_t}{(1+\lambda)^t} = 0 \quad \text{-----(4.4)}$$

내부수익률은 내부적인 이유로해서 외부의 특정할인율과는 상관없이 오직 순편익의 흐름에 따라 자체적으로 결정된다. 그러나, 부(negative)의 순편익이 사업초기에만 발생하지 않고 그 이후에도 발생하는 경우 내부수익률은 더 이상 내부적일 수 없다. 왜냐하면 사업기간중에 순편익이 부가 되면 추가지출을 요하게 되고, 따라서 IRR은 추가자본비용에 해당하는 할인율에 의존하게 되기 때문이다. 사업기간중 추가자본지출에 의하여 순편익의 부호가 변하는 횟수만큼 IRR은 그 만큼의 해를 갖게 되므로, 어느 것이 진정한 IRR인지를 판단해야 하는 어려움이 있다. 일반적으로 IRR이 유일한 해를 갖기 위해서는 사업초기에만 순편익이 부가 되고 시설이 완성된 후에는 순편익이 정(positive)이 되어야 한다. 내부수익률이 유일한 해를 갖는 경우 단일투자사업에 대한 평가 결과는 NPV이나 IRR방법 모두 동일하다.

$$NPV = \sum_{t=0}^n \frac{NB_t}{(1+r)^t} \text{-----(4.5)}$$

따라서, 투자사업의 순현재가치 NPV가 정의 값을 갖기 위해서는 투자자본비용 r보다 한계 효율, 즉 내부수익률 λ가 더 커야 한다. 따라서, IRR방법에 의한 투자사업 평가기준은 λ > r가 된다.

$$\sum_{t=0}^n \frac{NB_t}{(1+\lambda)^t} = 0 \text{-----(4.6)}$$

(다) 편익/비용 비율 방법

편익/비용비율방법은 근본적으로 순현재가치방법과 비슷하나 순현재가치와 같이 절대액에 의존하는 것이 아니라 현금흐름을 지수

$$NPV = \sum_{t=0}^n \left[\frac{NB_t}{(1+r)^t} - \frac{NB_t}{(1+\lambda)^t} \right] \text{-----(4.7)}$$

로써 표시하여 투자가치를 평가하는 방법이다. 따라서, 이 방법을 편익률지수(profitability index)방법이라고도 한다.

편익/비용비율은 비용의 현재가치에 대한 편익의 현재가치의 비율이다. 즉,

$$B/C = \frac{\sum_{t=0}^n \frac{B_t}{(1+r)^t}}{\sum_{t=0}^n \frac{C_t}{(1+r)^t}} \text{-----(4.8)}$$

이러한 투자평가방법에 의하면 B/C비율이 '1'보다 클 때 투자사업이 경제성을 갖는 것으로 평가된다.

투자사업의 평가에 있어서 위 3 가지 기법중 어느 것을 선택하여도 결과는 동일하게 나온다. 왜냐하면 어떤 투자사업의 내부수익률이 자본비용보다 클 때 순현재 가치는 반드시 정(positive)의 값을 갖게 되고, 순현재가치가 정(positive)이면 편익/비용 비율은 항상 '1'보다 크기 때문이다. 본고는 실증분석을 위해 순현재가치방법 및 편익/비용 비율방법에 의한 분석도 시도하고자 한다.

2) 경제분석과 재무분석

투자사업에 대한 평가는 두가지 측면에서 고찰할 수 있는데, 그중 하나는 기업체의 측면에서 수익성을 검토하는 재무분석(financial analysis) 또는 사적편익/비용 분석이고, 다른 하나는 자본공여기관의 측면에서 수익성을 검토하는 경제분석(economic analysis) 또는 사회적 편익비용분석이다.

두 분석의 차이는 크게 두가지 요인에 기인된 것으로 볼 수 있다.

첫째, 시장가격이 자원의 희소성을 완전히 가격에 반영하지 못함으로써 가격구조의 왜곡이 존재하기 때문에 기업과 사회가 그들의 관점을 달리한다. 인플레이션, 자본시장의 불완전성, 위험과 불확실성의 존재, 외부효과 등이 가격구조 왜곡의 요인이기 때문이다.

둘째, 기업과 사회가 편익 및 비용 항목을 선정할 때 그들의 입장을 달리하고 있다. 기업은 수익성을 검토할 때 조세(직·간접세)를 비용으로 처리하는 반면, 사회는 이를 실질적인 투입-산출에서 배제한다. 따라서, 공익투자사업에 대한 평가시 편익-비용항목의 선정과 그것의 측정은 시장가격의 수정을 가장 기본적인 요건으로 한다.

기업의 사적인 수익성을 검토할 때에 누락되는 항목인 관세, 외부경제효과, 고용효과, 국제수지효과, 산업연관효과 및 소득재분배 효과는 사회적편익/비용 분석의 경우에 고려해야 할 항목이다. 정확한 편익/비용 분석을 위해서는 투자사업으로 인한 모든 편익과 비용이 고려되어야 한다는 관점에서 보면 위와 같은 모든 효과가 화폐가치로 환산되는 것이 바람직하다.

그러나, 이 중에서도 외부효과(externality)의 계량화는 사실상 어렵기 때문에 투자사업평가시 외부경제효과와 외부비경제효과가 서로 비슷하게 작용한다고 가정하고 서로의 효과를 상쇄하기도 한다. 본고에서도 역시 이들 효과를 측정하기 위한 실증분석도 시도하고자 함을 밝혀둔다.

외부경제효과와 외부불경제효과가 계측상 문제가 내재되어있다고 하더라도 그들의 효과가 작용하는 정(positive), 부(negative)의 방향은 감지되어야 하며, 외부경제효과가 갖는 상대적인 중요성을 감안하여 투자사업평가시 그 내용은 분명히 파악해야한다.

사회적 편익/비용 분석은 시장가격과 사회적 가치와의 괴리를 전제로 하기 때문에 사회적 가치의 산정에 따라 분석효과가 달라지게 된다. 특히, 공익사업의 투자분석을 위해서는 사회적 가치를 반영하도록 시장가격은 수정하는 것이 중요하며, 이러한 수정가격으로 대두된 것이 잠재가격(shadow price)이다.

잠재가격은 생활요소의 실질가치를 의미하는 것으로 최적조건하에서 요소의 한계생산성으로 표현된다. 그러나, 현실적으로 불완전 경쟁 등 구조적 불균형으로 인하여 시장가격이 최적조건하의 한계생산성과 일치하지 못하기 때문에 시장가격은 요소의 사회적 가치를 제대로 반영하지 못한다. 이러한 시장가격에 대한 수정가격으로 제시된 최적가격이 잠재가격이다.

그런데, 잠재가격은 실용적인 측면에서 다음과 같은 두가지 문제점을 가지고 있다. 첫째, 잠재가격의 동태화문제이다. 잠재가격은 관련되는 모든 생산요소 및 생산물의 상대적인 희소성을 반영하여야 하므로 투자기간이 장기적인 경우 미래의 잠재가격에 대한 정확한 예측, 즉 잠재가격의 시장경로가 밝혀져야 한다. 둘째, 잠재가격의 계측문제이다. 잠재가격은 완전 무결한 균형가격으로 실제에 있어서는 제시될 수 없기 때문에 시장가격에 대한 상대가격으로 어느정도 적합한 의미를 지니도록 계측될 수 있다. 다시 말해서 잠재가격은 각 생산요소의 상대적인 희소성을 보다 근접하게 반영할 수 있는 것이면 충분하고, 또한 미래 잠재가격의 변화에 대하여 어느 정도 정확히 예측된 가격이면 되는 것으로 볼 수 있다. 이렇게 해서 계산된 잠재가격을 계산가격이라 한다.

에너지특별회계의 주요사업은 사업의 주체가 기업이라는 점에서 사적투자 사업인 반면, 동사업에 대한 정부의 지원이 지속적으로 추진되고 있다는 점에서 사회적 혹은 국가적 투자사업이라는 양면성을 가지고 있다. 따라서, 본고는 사적인 관점(재무분석)보다 사회적관점(경제분석)에서 B/C분석을 하여 정책/시책의 효과를 평가하고자 한다.

주석 1) 소비자의 잉여의 개념을 이용하여 B/C를 시작했음

주석 2) Kelman의 비판적 주장(arguments)과 B/C 이용의 반대론자들은, 1) B/C 분석의 윤리적 기본을 옹호하자, 2) 비시장 재화의 가격화의 중요성을 옹호자는 자들로부터 강한 비판을 받고 있는데, 비판자들은 B/C분석이 의사결정에 영향을 미치는 긍정적인, 부정적인 모든 요소들을 고려하기 때문에 가치를 축소하지 않는다는 점을 들어 Kelman의 비판적 주장은 편협적이고 너무나 기계적(Mechanistic)이라고 평함

2. 에너지절약 정책/시책의 효과측정과 계량화: 제조업의 에너지 절약투자시책을 중심으로

가. 기존분석방법 및 문제점

에너지절약정책/시책의 효과측정은 에너지절약을 어떻게 측정하느냐에 달려있다. 에너지절약의 측정 없이는 에너지절약정책/시책을 말할 수 없기 때문이다. 에너지절약정책은 이미 주어진 것이기 때문에 텐저블(tangible)하다. 그러나, 에너지절약은 인텐저블(intangible)해서 이를 합리적으로 추산해 내는 일은 에너지절약정책을 찾아내는 것 만큼 결코 쉬운 일이 아니다. 따라서 본장은 제조업 부문에 대한 에너지절약 투자/시책에 대한 효과를 B/C분석을 통하여 측정해 보고 이를 계량화 하고자 한다. 효과측정을 위해서 단순한 복합회계모형(MCM: mixed accounting model)이 이용됨을 밝혀 둔다. 본 장에서 다루어지는 MCM은 복잡한 수식을 피하고 기존의 에너지수요계산 모형에서 에너지절약의 요소를 특화하여 쉽게 만들어서 정책입안자들이 자료만 있으면 구해 볼 수 있게 하였다.

일반적으로 에너지 절약정책/시책의 효과를 측정하기 위해서 사용되어지는 모형인 에너지 절약측정 모형은 크게 두 부문으로 구분할 수 있다. 그 하나는 탑다운(top down)방식이며, 다른 하나는 바텀업(bottom up)방식이다. 탑다운 방법은 에너지 수요전망 모델에서 에너지 절약효과를 추정해 내는 방법으로써 계량경제 분석에 바탕을 둔 모형이 주축을 이루며, 주요변수의 선택과 집적된 자료에 의해서 방정식과 그의 종속변수를 설명하기 위한 종속변수의 계수(coefficient)의 적절한 발견에 따라 에너지 절약량과 정책변수와의 연계로 그 효과를 찾아내는 방법이다.

우리나라는 이들 변수와 정책효과를 연계시키기 위한 시도는 있었으나, 그리 현저한 결과는 나오지 않았다고 본다. 그 이유는 필요하고도 정확한 데이터의 부족이었을 것이 분명하다. 계량경제모형에 의한 절약정책효과를 분석하기 위해서는 구조적으로 설명할 수 없는 부분이 너무 많기 때문이다. 구조적 파악이 힘든 것이 계량경제모형의 단점일 것이다. 그러나, 이러한 단점을 극복하기 위한 논문은 수 없이 도전에 임하고 있다.

바텀업 방법은 에너지수요결정인자를 찾아서 에너지수요를 계산할때 이와 병행하여 에너지 절약량을 구해내는 방법이다. 본고는 바텀업 방법에 의해서 MAM을 만들었음을 밝혀둔다. 그러나, 문제는 필요하고도 정확한 자료의 구비이다.

다음은 기술에 초점을 둔 기술평가모형으로 집약될 수 있다. 이 방법은 우리나라를 전체의 대상으로써 절약효과를 측정하기 보단, 제한된 부문에 대한 투입/산출을 정량화 또는 정성화 함으로써 에너지 절약정책/시책의 효과를 측정하고 계량화 하는데 있다. 특히, 건물 에너지 관리진단을 통하여 정량분석과 정성분석에 의해서 건물에너지절약시책을 국소적으로 평가해 볼 수 있는 모델이다. 에너지관리공단(KEMCO)은 건물의 전기소비절약효과를 측정하기 위하여 정량 정성분석의 방법으로써 1) 수배전설비, 2) 조명설비, 3) 공조설비, 4) E/V설비의 개선을 통하여 이를 측정한다(부록 4 참조). 이들 방법은 분석대상의 단순화, 정량화와 투자우선순위에 대한 분석이 보완되어야 하는 어려움이 있다. 에너지다소비업체의 시책효과 측정은 목표원단위 차이에 의해서 정성적, 정량적 분석에 의해 에너지 절약량을 측정할 수 있다. 그러나, 규모의 불변보수(constant return to scale)의 전제한 분석이기 때문에 한 공장 다품목 생산의 특수성과 제품별 할인율의 특성을 어떻게 해결되어야 하는지가 문제이다.

어떠한 방법론을 택하든 문제점은 남아 있다. 그것은 보이지 않는(intangible) 효과를 어떻게 계량화 하느냐 이다. 그 다음, 문제점은 주요한 가정보 전제를 바탕으로 해서 얻어낸 에너지 절약량과 이에 근거한 에너지절약정책/시책의 효과와 평가가 과대 과소평가 되어지는 경우

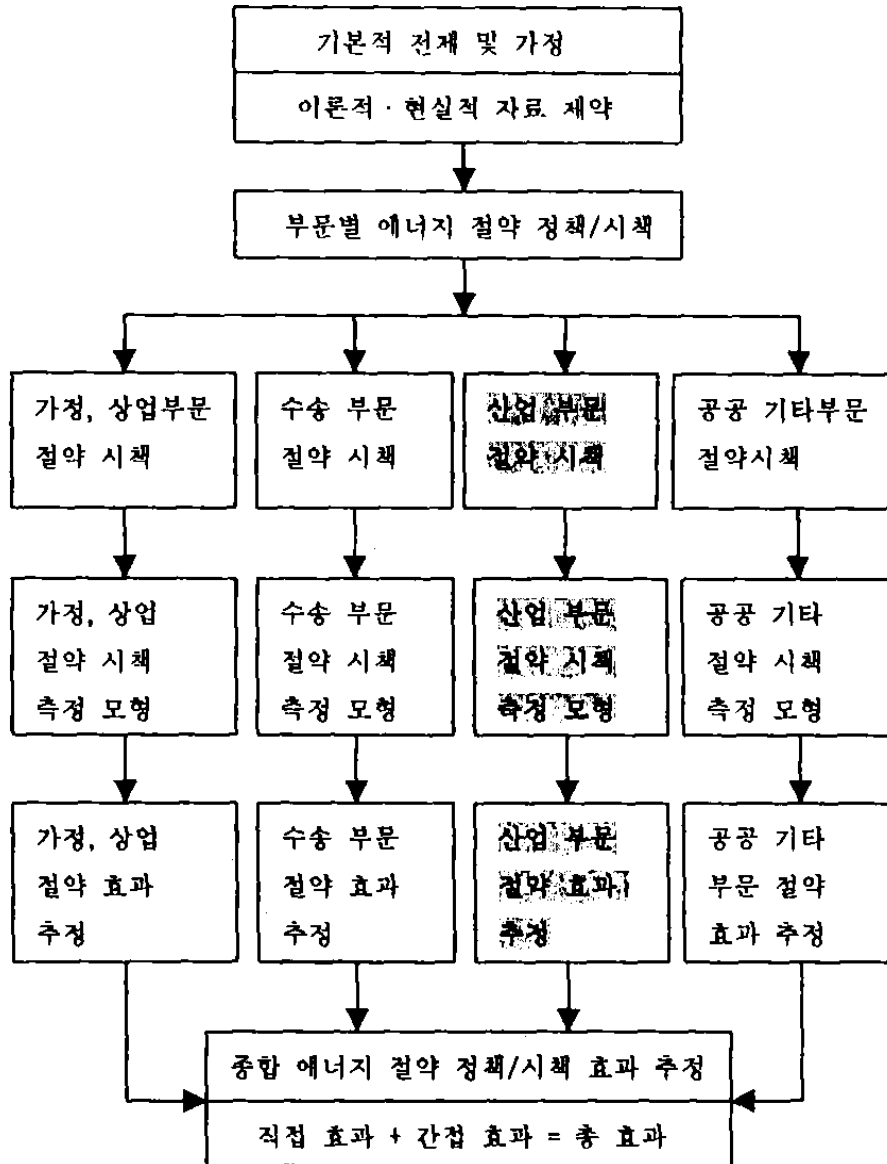
가 있다는 사실이다.

나. 에너지절약정책/시책 효과 측정을 위한 기본구조

본절은 에너지절약정책/시책효과를 측정하기 위한 모형으로 제시되지만, 실질적으로는 이 모형의 핵심을 이루는 에너지절약효과를 측정하기 위한 단순한 혼합회계모형 개발에 주안점을 두고 있다. 왜냐하면 에너지 절약량의 명확한 측정없이 에너지절약정책/시책의 효과를 계량화해서 말할 수 없다고 이미 언급한 바 있기 때문이다.

이 MAM은 [그림 IV-1] 에너지절약정책/시책 효과측정 기본구조에서 보는 바와 같이 이론적 분석하에서 제시된 기본적 전제와 가정을 두었다. 이에 더하여 이론적 현실적인 자료의 제약요인을 고려하였다. 뿐만 아니라, 부문별 에너지절약시책이 이미 주어진 것으로 보았으며, 에너지절약정책/시책들은 이미 2장에서 언급한 정책내용들을 주어진 것으로 간주하였다. 가정 사업부문의 에너지절약효과는 정부의 시책이 가정 사업부문의 절약시책측정 모형을 통해서 측정되며, 이와 같은 동일한 방법으로 각 에너지 소비부문별의 에너지 절약량의 측정을 통하여 에너지절약시책을 평가하게 된다. 각 부문별 에너지절약정책/시책의 효과는 기준 연도와 비교연도의 에너지 원단위의 차이에 의해서 직접에너지절약효과를 구한 다음 간접에너지절약효과를 합산하여 에너지절약정책의 최종효과를 구한다.

[그림 IV-1] 에너지절약정책/시책 효과측정 기본구조



그러나, 본장은 여러가지의 제약요인 때문에 정부의 많은 절약정책효과를 계량화함을 생략하고, 단지 제조업 부문의 에너지 절약 투자시책과 효과에 대한 계량적인 분석을 시도함을 밝혀둔다.

다. 계량화를 위한 기본전제와 기준

1) 절약정책의 투입

제 2장에서 간단히 언급한 바와 같이 산업부문, 주로 제조업 부문에 대한 정부의 에너지 절약 시책은 에너지의 낭비를 제거하고 이를 효율적으로 사용하도록 철저한 관리와 에너지절약 투자촉진을 위한 용자의 확대를 집약된다. 이들 두 정책요소의 투입은 에너지의 효율적

인 사용을 위한 시책에 초점을 두게 하였으며, 이는 산업부문의 에너지 소비의 약 65%를 점유하는 지정에너지관리 대상업체의 관리³⁾ 에너지다소비업체⁴⁾의 집중관리를 통한 에너지 절감 목표량 10.0%의 책정, 산업체의 폐열이용촉진, 에너지절약기업의 육성, 산업체의 용역 진단실시, 중 소기업의 무료진단지도, 목표 에너지원단위의 도입, 적극적인 홍보활동 등이 주요정책요소의 투입이다. 이들 정책의 투입요소와 에너지절약을 위한 자금의 지원(금융, 세제지원)이 합해져서 산업부문, 특히 제조업의 에너지절약을 생산하게 된다. 따라서, 본고는 이 생산된 에너지절약을 에너지절약정책/시책의 효과로 보고 이를 계량화 한다.

2) 1990년 불변가격기준의 현재가치

에너지절약 시설사업의 편익과 비용을 구한 경상가격을 GNP deflator(1990년=100)을 이용하여 1990년 불변가격으로 환산하고자 한다.

3) 1999년 이후의 미래가격과 할인율의 선택

할인율은 편익 및 비용의 현금흐름을 측정하여 이를 현재 가치화하기 위해서 사용하는 기법인데, 이는 시간적으로 분산되어 발생하는 투자의 현금 흐름을 현재가치로 환산하는 비율, 즉 부 또는 재화의 시간적 가중치라고 말할 수 있다. 이 할인율은 시장이자율, 투자의 한계생산, 정부할인율, 기업의 할인율, 개인의 효용할인율, 개인의 사회할인율, 피구의 할인율이 있으나, 회사의 사적 편익/비용 분석을 행할 때는 흔히 재무분석에서 사용하는 상업적 할인율인 기업투자재원의 조달금리이므로, 투자 재원인 주식, 사채, 은행자금 등 여러 조달자금 금리의 가중 평균치가 할인율이 된다.

그러나, 공공정책의 편익과 비용을 분석할 때는 "사회 전체의 시간에 대한 투자가 반영"된 사회적 할인율(social discount rate)를 선택하여야만 사회내 구성원의 공감을 획득할 수 있다.

우리나라는 공공투자 정책의 적용시의 할인율에 대하여 구분영(1981)은 12%~14%를 제시한바 있으며, 세계은행이나 유엔개발기구는 10%의 사회적할인율을 선택하여 사용하고 있다. 미국의 연방할인율을 보면 (표 II-1참조) 약 8%에 있음을 볼 수 있는데, 이 할인율은 공공투자에서 할인율 선택시 선도의 역할을 할 수 있을 만큼의 기준이 되고 있다.

우리나라의 에너지절약투자 사업의 지원은 1998년을 기준으로 볼때 이미 투자가 이뤄졌으며, 그 효과가 발생된 결과물로서 일종의 매몰비용(sunk cost)에 해당되기 때문에 할인율 적용은 더 이상의 적용은 의미가 없다고 본다.

<표 IV-1> 연방할인율의 선택 (미국)

연도	B.B.C. A-47	S.D. 97	WRC 1968 Reg.	P & S	WRDA 1974	WRC 197
					Sec. 80	Notice
1960	2.500%					
1961	2.625%					
1962	2.625%	2.625%				
1963		2.875%				
1964		3.000%				
1965		3.125%				
1966		3.125%				
1967		3.125%				
1968		3.250%				
1969		3.250%	4.265%			
1970			4.875%			
1971			5.125%			
1972			5.375%			
1973			5.500%			
1974			5.625%	6.875%	5.625%	5.625%
1975					5.875%	5.875%
1976					6.125%	6.125%
1977						6.375%
1978						6.625%
1979						6.875%
1980						7.125%
1981						7.375%
1982						7.625%
1983						7.875%
1984					8.125%	
1985					8.375%	
1986					8.625%	
1987					8.875%	
1988					8.625%	
1989					8.875%	하반기

자료: Zerbe and Dively(1994).

다만, 1998년의 절약투자는 그 편익이 시설의 내구연수까지 계산되어 사회적 할인율 7.5%(real term)를 적용한 1999년의 현재가치로 나타낼 수 있다. 그러나, 본고는 이를 생략하였다.

라. 제조업의 에너지 절약 투자시책 효과를 계량화하기 위한 편익/비용의 세부모형과 결과 편익계열은 에너지절약으로 인한 에너지절약량과 그로 인한 외부효과인 대기오염 저감효과

를 포함시켰으며, 비용계열은 에너지절약을 위한 각 제조업체의 에너지절약 시설의 자체투자와 용자(예특자금 포함)를 합친 금액으로 한정한다.

1) 사회적 편익의 범위와 추정 모형

(가) 사회적 편익 모형

사회적 편익의 범위는 에너지절약 투자로 인해서 실현된 직접효과인 에너지 절약량과 이를 가격으로 환산한 금액의 15년(1982~1996)간 총액을 말한다. 여기에 더하여, 에너지 절약으로 인한 간접효과인 긍정적인 외부효과(positive externality)인 대기오염 저감비용을 제조업 부문의 편익효과로 추정하며, 이를 정책투입에 다른 효과로 본다.

$$TB = \sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^n [(ES_{ik} * EP_i) + \sum_{i=1}^n ENC_{ik}] \text{-----}(4.9)$$

여기서, TB= 총편익
 i= 연도
 k= 제조업체
 ES= 에너지절약량
 EP= 에너지가격
 ENC= 대기오염 저감비용

위의 식에서 에너지 절약량(ES) 산정은 식 (4.10)과 같이 비교연도와 기준연도의 에너지 원단위의 차이에서 구할 수 있다⁵⁾.

$$ES = \sum_{i=1}^n [P_i (EI_1 - EI_0) \cdot N] \text{-----}(4.10)$$

여기서, i = 비교연도
 o = 기준연도
 P = 부가가치 생산량
 EI₁ = 비교연도의 에너지원단위
 EI₀ = 기준연도의 에너지원단위
 N = 시설투자의 평균 내구년수
 ES = 에너지절약량

(나) 사회적 편익 추정(1982~1996)

에너지절약 시설투자에 대한 사회적편익은 절약시설투자를 통한 절약량에 대한 가치와 이의 부수유발효과인 대기오염 저감비용으로 구성된다.

$$\begin{aligned} TB(\text{총편익: 1982~1996년}) &= \text{절약효과} + \text{대기오염 저감효과} \\ &= 99,979.7\text{억원}(90\text{년 불변가격 기준}) + \\ &\quad 1,484.4\text{억원}(90\text{년 불변가격 기준}) \\ &= 10\text{조 } 1,464.1\text{억원}(90\text{년 불변가격 기준}) \end{aligned}$$

에너지 절약량은 예상적 에너지 수요량(BAU 케이스)과 실제 에너지소비량(Real 케이스)의

차이로 산정함을 밝혀 둔다.

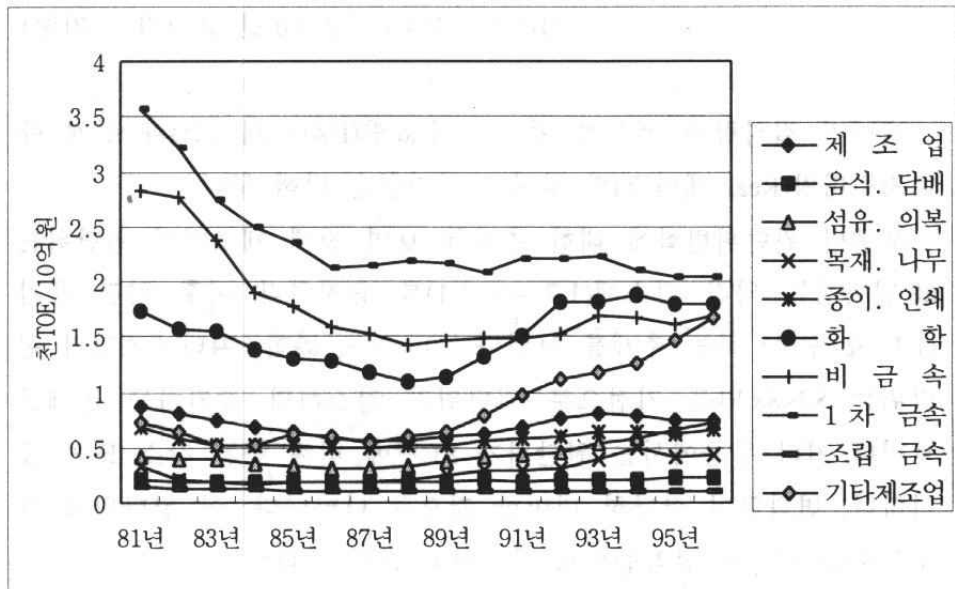
부문별 원단위변화에 대한 추이를 보면 전체 제조업의 원단위는 88년까지는 약간 감소세 (1.7 -> 1.1)를 유지하다 이후 약간 증가 (1.1->2 수준) 하는 추세를 보인다. 비금속, 화학, 기타제조업의 원단위는 87~88년을 기점으로 원단위가 감소하다 증가하는 추세를 보이며 기타 부문에서는 원단위가 81년에 비해 약간 감소 또는 증가하나, 변화량이 상당히 미미한 것으로 나타난다. 이 원단위의 감소부문을 에너지 절약량으로 산정함을 밝혀 둔다⁶⁾.

82~96년간 에너지 소비는 BAU(business as usual)로 12.1억 TOE로 예상되는데, 비교년도의 부가가치에 대한 에너지원단위 변화에 의한 에너지 변화량은 79.8 백만 TOE로 추정된다 에너지 원단위의 차이에 의해서 구해진 에너지절약량은 다음 (4. 11)식에 의해서 에너지절약율을 구할 수 있다.

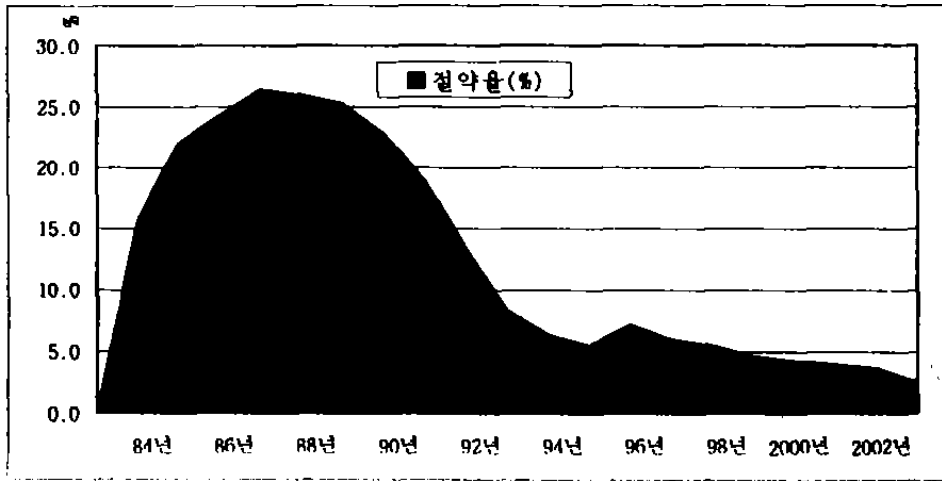
$$\text{에너지절약율} = \frac{\text{에너지절약량}}{(\text{에너지소비량} + \text{에너지절약량})} \text{---(4. 11)}$$

제조업 전체에서 에너지 절약율은 86년도에 가장 높아 26.4%를 보였고, 그 이후는 에너지 원단위의 상승과 함께 에너지 절약율이 하락세에 있다.

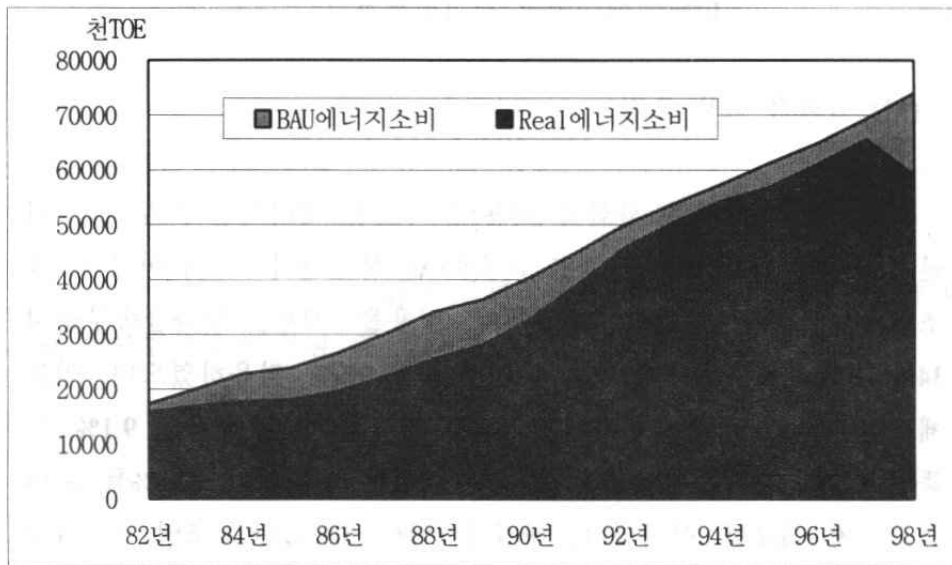
[그림 IV-2] 제조업의 원단위 추



[그림 IV-3] 제조업의 에너지 절약율



[그림 IV-4] 제조업의 에너지 절약량 추정



2) 사회적 비용의 범위와 추정 모형

(가) 사회적 비용모형

사회적 비용은 1982년도부터 1996년까지의 제조업 업체별 에너지 절약을 위해 투자한 비용인 자체투자와 용자를 합친 금액을 비용으로 한정한다.(4.5).

$$TC = \sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^n EIN_{ik} \text{-----(4.5)}$$

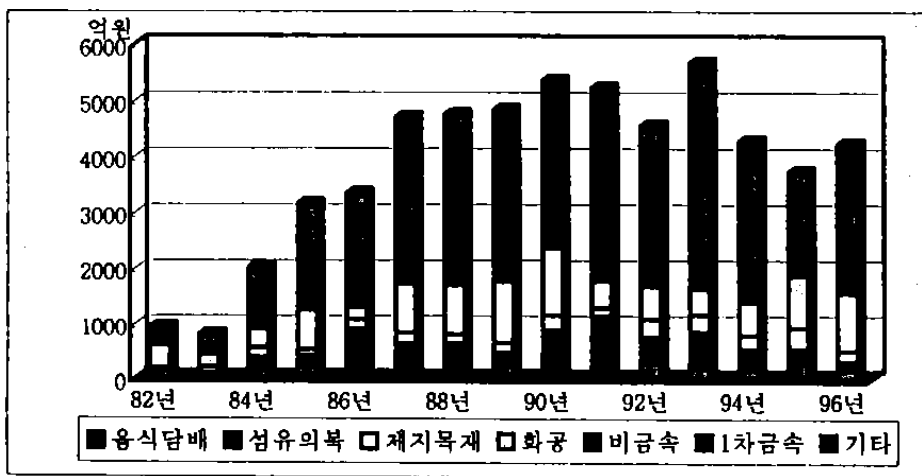
여기서, TC= 총비용
i = 연도

k = 제조업체
 EIN= 에너지절약 시설투자

(나) 사회적 비용 추정

에너지절약을 위한 사회적 비용의 지표인 에너지절약 투자는 지난 15년간(1982~1996년) 5,87조원(90년 불변가격 기준) 이었다. 제조업의 업종별 에너지 절약투자 비용을 보면, 일차 금속부문이 34.8%, 비금속부문이 23.1%, 화학공업이 17.9%를 점유하였으며, 이들 제조업이 제조업 전체투자의 75.8%를 점유한 반면, 섬유업 9.1%, 식품업 6.5%, 제지목재업 5.1%를 차지함으로써 제조업의 20.8%를 보여줌으로써 대조를 이루었다. 제지목재업이 5.1%로 제조업 중 가장 낮은 에너지절약 투자를 시현하였다.

[그림 IV-5] 제조업의 에너지절약 투자비용



에너지절약 시설투자에 대한 추이는 83년까지 투자수준이 미미하다가 85년부터 점차 증가하여 93년 가장 많은 5,686억원(경상가격기준)을 투자하였으며, 이후 약간 감소하는 추세를 보였다.

3) 순편익 추정 모형

순편익은 식 (4.13)과 같이 총편익에서 총비용인 에너지절약투자를 공제함으로써 구할 수 있다.

$$NB = \sum_{i=1}^n (TB_i - TC_i) \text{-----(4.13)}$$

여기서, NB= 순편익
 i = 연도
 TB= 총편익
 TC= 총비용

4) 예특자금의 지원효과

에너지절약시설사업을 추진함에 있어서 예특자금의 역할은 사업 초기 단계에 있어서 필요했다. 이 예특자금의 효과는 순편익 중에서 총투자중 예특자금의 사용비율을 적용하여 산정하며 다음의 식과 같다.

$$NB^E = \sum_{i=1}^n [NB_i * (SF_i / IV_i + SF_i)] \text{-----}(4.14)$$

여기서, NB^E = 예특의 순편익

i = 연도

SF= 용자금

IV= 자체투자액

에너지절약 시설사업에 대한 사회적 편익은 절약사업에 의한 에너지 절감액과 이로 인한 부수효과인 대기오염저감 비용으로 구성되며, 사회적비용은 절약사업에 투자된 비용이다. 에너지절약에 대한 효과분석은 제조업을 중심으로 분석한다.

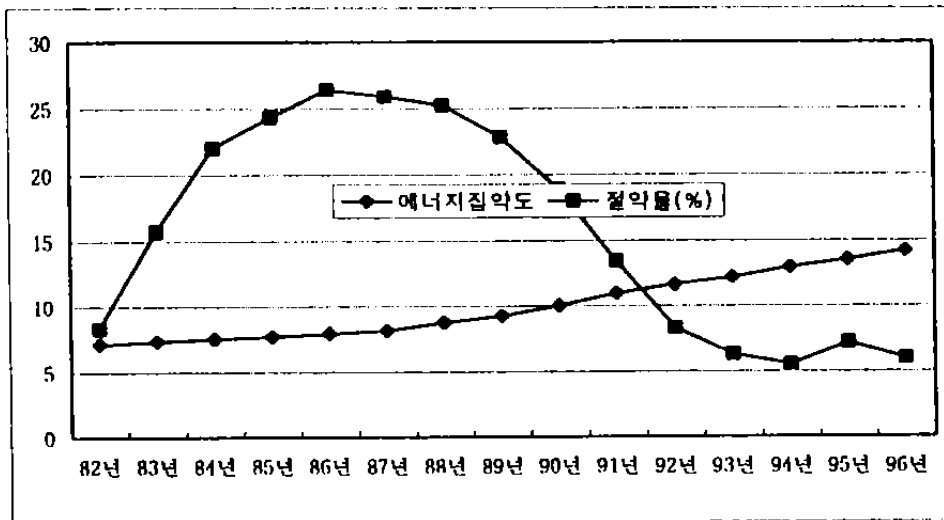
5) 제조업의 절약투자 시책의 효과 : 비용/효과 결과(1982~1996)

에너지 절약량은 BAU(business as usual)에너지 수요에서 실제에너지 소비를 차감하여 추정된다. 제조업 전체의 BAU에너지 수요와 실제에너지 수요를 비교하면 1983~1989년간은 절약율이 20% 정도를 나타냈으나, 그 이후는 에너지 원단위의 증가로 절약율이 감소하여 5%수준까지 떨어졌다. 1982~1996년의 15년간의 평균 절감율은 13.7%를 이룬 셈이다.

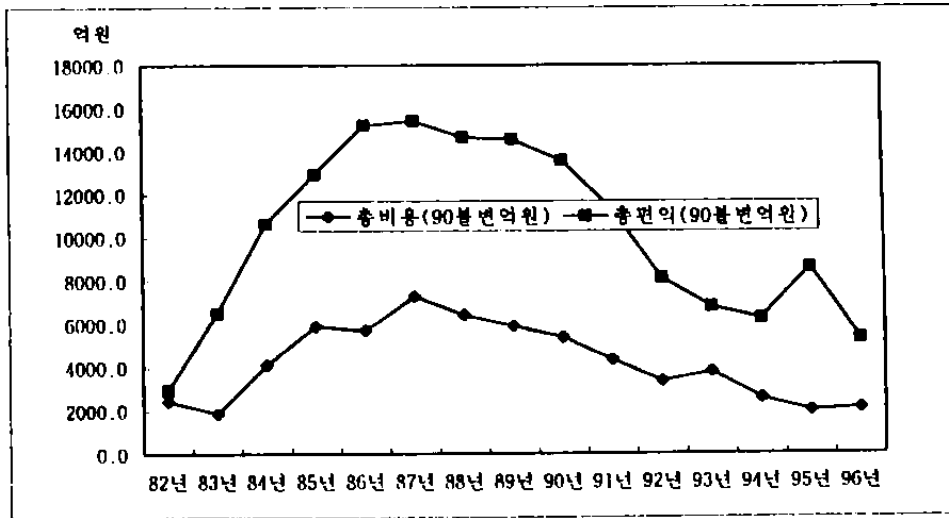
제조업부문에 1982~1996년간 에너지절약은 총 79,785천 TOE로 1990년도 우리나라의 에너지 소비량(75,107천 TOE)수준을 절감한 것으로 계산이 되며, 이는 90년도 불변가격 기준으로 약 15.0조원에 달하였다. 따라서 90년도 불변가격 기준으로 총투자비 대 에너지 절약액의 비율은 2.38(에너지 절약 투자효과를 2003년까지 연장한다면 약 2.96)로 분석되었다.

편익에서 에너지절약 이외에 환경비용 저감(SO2, Nox)을 추가하면 제조업의 에너지절약 투자효과는 3.42에 이르러, 편익이 투자비용 비용보다 약 3배 이상에 이르게 되었으므로 매우 효과적인 사업으로 평가되어 진다.

[그림 IV-6] 제조업의 에너지 집약도와 절약



[그림 IV-7] 제조업의 절약투자비용과 총편익



일차금속, 비금속, 화공의 에너지 다소비업종이 에너지 절감효과를 크게 보여 준 반면, 음식/담배, 섬유, 목목재, 지지제품의 업종이 절약효과가 낮은 것으로 분석되었다. 제조업의 에너지 절약투자는 [그림 IV-6]에서 보는 바와 같이 1984년 이후 증대된 반면, 제조업의 에너지 원단위의 증가로 인하여 에너지 절약효과는 점점 감소한 편이다.

<표 IV-2> 제조업의 절약투자 시책의 비용/효과 분석(1982~1996)

단위: 천 TOE, 억원(90 불변가격 기준)

구분	절약비용	절약효과 (90년 불변)				순편익	비율
		절약량	절약액	환경개선	총편익		
음식,담배	3,877.85	1,814.7	3,430.6	51	3,481.41	-396.44	0.90
섬유,의복	5,351.52	906.8	1,729.3	25	1,754.67	-3,596.85	0.33
제지목재	2,975.91	2,166	4,093.1	61	4,153.73	1,177.82	1.38
화공	10,487.26	21,650.2	41,080.8	606	41,686.49	31,199.23	3.97
비금속	13,579.51	17,238.6	32,561.8	482	33,044.16	19,464.65	2.40
1차금속	20,432.68	34,003.6	63,730.4	951	64,681.73	44,249.05	3.12
기타	2,005.68	2,004.6	3,719.3	56	3,775.38	1,769.70	1.88
합계	58,710.30	79,784.5	150,345.4	2,232.2	152,577.6	93,867.30	2.60
지원효과	39,042.35	53,056.69	99,979.7	1,484.4	101,464.1	62,421.75	2.60

주:1)1차금속에는 조립금속 포함.

2)제조업종별 환경저감비용은 해당자료의 부족으로 추정으로 구함.

주석 3) 연간 1,000TOE 이상의 연료 및 열을 사용하거나, 계약전력 500kW 이상으로써 연간 400만 kW 이상 전력을 사용하는 자.

주석 4) 연간 에너지 사용량이 2만 TOE 이상 194개 업체에서('92-'96), '97년부터 2001년까지는 에너지다소비업체의 대상을 연간 에너지 사용량이 3만 TOE이상으로 변경하였음.

주석 5) 본절은 에너지원단위간 상승하는 곳에서는 에너지절약이 발생되지 않는다고 가정하였음. 기술적인 방법으로는 에너지 절약량이 발생할지 모르지만, 경제적인 관점에서는 의미가 없는 것으로 간주하였기 때문임.

주석 6) 에너지 원단위의 감소는 경제적, 기술적인 요인 이외에 산업구조의 변동이나, 구조조정에 의해서 이뤄질 수 있으나, 본고는 이와 같은 세부요인의 분석은 생략하였음.

V. 요약 및 결론

1978년 이후 지금까지 정부가 취한 에너지절약정책/시책들은 120여 가지에 이르렀고, 이에 대한 효과가 상당하였다고 주장한 사람들은 많았으나, 이에 대한 효과를 평가하기 위한 모형과 효과 추정은 극히 제한적이었다. 이에 본고는 정부가 취한 에너지절약정책/시책들을 정책의 투입요소로 하고, 이로 인해서 실현된 결과를 에너지절약이라고 판단하고 에너지절약추진을 위한 모형과 이의 계량화에 노력을 집중하였다. 비록 본고가 제시하였던 모델이 단순한 혼합회계모형(MAM: mixed accounting model)이지만, 에너지 수요결정과 관련하여 에너지절약을 도출해 낼 수 있는 모형이라고 본다.

MAM을 통한 에너지절약 효과 추정을 위하여 본고는 먼저 이를 설명하기 위한 기본이론을 탐색하였고, 이의 이론적 배경을 MAM에 담았다. 많은 제약 요인으로 이론적 세베이(survey)가 충분하지 못하였음도 시인하며, 보다 정교화된 연구도 다음의 과제로 남겨 두었다.

MAM을 통한 정부의 절약정책/시책효과는 에너지절약량의 추정에 달렸다고 판단하고, 이의 효과추정을 위한 방법은 정부의 에너지 절약정책 전·후(비교연도 대비 기준연도)의 에너지원단위(energy intensity)의 차이가 긍정적(positive)한 효과를 나타내는 상황을 정부의 에너지절약정책/시책의 효과로 간주 하였다¹⁾.

특히, 본고는 산업부문의 에너지절약정책/시책의 효과 중에서 제조업에 국한하여 정부의 에너지 절약 투자시책의 효과를 실증적으로 밝혔다. 실증분석을 위한 방법론은 B/C 이론의 응용이었다. 분석의 결과는 정부의 제조업에 대한 투자시책은 효과적으로 분석되었다.

1982년부터 1996년까지 제조업부문에 투자된 총비용은 1990년 불변가격기준으로 5조 8,710억원이 었으며, 이로 인해서 얻어진 직접효과인 에너지 절약액은 1990년 불변가격기준으로 15조 345억원에 이르러서, B/C비율이 2.56에 이르렀다는 사실이다. 특히, 화공업과 1차 금속업의 B/C비율이 각각 3.97, 3.12로 높았던 반면, 음식 및 담배업은 0.9, 섬유 및 의복은 0.33으로 낮게 평가됨으로써 이부문에 대한 절약투자의 비효율성이 지적되었다. 그 원인은 에너지 부문에 대한 절약투자의 비효율성이 지적되었다. 그 원인은 에너지 원단위의 상승에서 비롯되었다고 말할 수 밖에 없다.

B/C분석에서 편익범위에 에너지절약 이외에 간접효과 부분인 환경개선의 외부효과를 계산하면 90년 불변가격 기준으로 2,232억원에 이르러서 총투자(5조 8,710억) 대비 총편익(에너지절약 효과+환경개선효과)를 합하면 15조 2,577억원(90년 불변가격 기준)가 되어 B/C비율은 2.6에 이르고 있다.

한편, 정부의 정책에 의해서 지원된 금액을 분리해 내면, 에너지 절약 지원 비용은 3조 9,042억원(90년 불변가격 기준)에 이로 인한 절약금액 9조 9,979억원(90년 불변가격 기준)과 환경개선 효과 2,232억원(90년 불변가격 기준)을 합하면 총편익은 10조 1,464억(90년 불변가격 기준)에 이르러 매우 비용-효과적(cost-effective)인 시책으로 평가될 수 있다.

끝으로 향후과제는 보다 정교한 모델을 만들어서 정부의 에너지 절약정책/시책을 평가하는데 있으며, 이를 위하여 보다 많은 시간, 노력, 인력, 정부의 배려가 긴요함을 강조해 두고자 한다.

주석 1) Shipper(1987)는 OECD의 1972년부터 1985년까지의 정부의 에너지절약정책효과(energy policy driven effects)를 미온적으로 지적했음. 총에너지절약량 중에서 정책효과에 의한 절약(energy policy driven savings)의 비율이 17.7%이고, 나머지 82.3%는 비정책효과에 의한 에너지절약으로 평가하고 있음.

참 고 문 헌

국내문헌

1. 김중구, 강광규 「에너지절약 시설자금이용과 효과분석」, 에너지경제연구원, 1990.
2. 김인길, 「제조업 에너지효율 향상방안 연구」, 에너지경제연구원, 1995.
3. 김종덕, 「에너지효율화 사회로의 전환」, 에너지경제연구원, 1996.
4. 김홍배, 「비용편익분석론」, 흥문사, 1997.
5. 대한민국정부, 「UN 기후변화협약에 의거한 대한민국 국가보고서」, 1998.
6. 신상길 외, 「에너지수급분석과 전망」, 에너지경제연구원, 1987.
7. 에너지경제연구원, 「에너지통계 연보, 월보」, 1999.
8. 에너지경제연구원, 에너지소비구조분석 및 에너지절약방안, 1997.
9. 에너지관리공단, 「GR 대응 에너지 절약 추진 방향」, 1994.
10. 에너지관리공단, 「에너지절약편람」, 1997.
11. 에너지자원기술개발지원센터, 「에너지기술개발 10 개년 계획」, 1996.
12. 에너지소비효율기준설정 및 에너지소비효율 등급표시에 관한 규정 (통상산업부 고시 1995-125 호).
13. 이선근, 조성권, 최수현, 「에너지소비효율 기준 및 등급표시제 기준 조정」, 한국에너지기술연구소, 1996.
14. 이원우, 「연탄의 사회적 편익비용에 관한 연구」, 에너지경제연구원, 1989.
15. 조경엽, 권태규, 「GHG 배출현황과 국내 저감정책 도입」, 1999.
16. 환경부, 「환경 통계 연감」, 1996.
17. '96 에너지절약에 대한 국민의식 결과 보고서, DBM KOREA, 1996.

국외 문헌

1. Baumol William J. and Wallace E. Oates, *The Theory of Environmental Policy*, Cambridge, 1993.
2. Ben-Akiva Moshe and Steven R. Lerman, *Discrete Choice Analysis: Theory and Application to Travel Demand*, The MIT Press, 1985.
3. Berndt, E., et al, "Measuring the Energy Efficiency and Productivity Impacts of Embodied Technical Change," *Energy Journal*, 1993.
4. Berndt, E.R. and Watkins, G.C., "Modeling Energy Demand: The Choice Between Input and Output Energy Measures," *Energy Journal*, 1986.
5. Bold, F.C., "Responses to Energy Efficiency Regulations," *Energy Journal*, 1987.
6. Chen, C. and Rose, A., "A Structural Decomposition Analysis of Changes in Energy Demand in Taiwan: 1974-1984," *Energy Journal*, 1990.
7. Espey, M., "Pollution Control and Energy Conservation: Complements or Antagonists? — A Study of Gasoline Taxes and Automobile Fuel Economy Standards," *Energy Journal*, 1997.
8. Filippini, M., "Swiss Residential Demand for Electricity by Time-of-Use: An Application of the Almost Ideal Demand System," *Energy Journal*, 1995.

9. Gates, R.W., "Investing in Energy Conservation: Are Homeowners Passing up High Yields?," *Energy Policy*, 1983.
10. Gentry, W.M., "Residential Energy Demand and the Taxation of Housing," *Energy Journal*, 1994.
11. Griffin James M. and Henry B. Steele, *Energy Economics and Policy*, Academic Press, 1980.
12. Gramlich Edward M. *Benefit-Cost Analysis of Government Programs*, Prentice-Hall, Inc, 1981.
13. Gunn, C., "Energy Efficiency vs Economic Efficiency?": New Zealand Electricity Sector Reform in the Context of the National Energy Policy Objective', *Energy Policy*, 1997.
14. Gruber, E. and Brand, M., "Promoting Energy Conservation in Small and Medium-Sized Companies," *Energy Policy*, 1991.
15. Horowitz, M.J. and Haeri, H., "Economic Efficiency vs. Energy Efficiency: Do Model Conservation Standards Make Good Sense?," *Energy Economics*, 1990.
16. Jones, C.T., "Accounting for Technical Progress in Aggregate Energy Demand," *Energy Economics*, 1994.
17. Jones, D.W., "Urbanization and Energy Use in Economic Development", *Energy Journal*, Vol. 10, No. 4.

18. Khazzoom, J.D., "Economic Implications of Mandated Efficiency in Standards for Household Appliances," *Energy Journal*, 1980.
19. Kolk, D.X., "Regional Employment Impact of Rapidly Escalating Energy Costs," *Energy Economics*, April 1983.
20. Malm, E., "An Actions-Based Estimate of the Free Rider Fraction in Electric Utility DSM Programs", *Energy Journal*, 1996.
21. Mathur, V.K., "Effectiveness of Building Energy Performance Standards to Curtail Household Energy Demand: A Theoretical Analysis," *Energy Journal*, 1984.
22. Mishan E. J., *Cost-Benefit Analysis*, London George Allen & Unwin, 1971.
23. Ray, G.F. and Morel, J., "Energy Conservation in the UK", *Energy Economics*, 1982.
24. Rose, A. and Lin, S., "Regrets or No Regrets - That is the Question: Is Conservation a Costless CO2 Mitigation Strategy?", *Journal Energy*, 1995.
25. Samouilidis, J., and Mitropoulos, C.S., "Energy investment and economic growth: A simplified approach", *Energy Economics*, 1983.
26. Sebold, F.D. and Fox, E.W., "Realized Savings from Residential Conservation Activity", *Energy Journal*, 1985.

27. Schipper Lee, "Energy Conservation Policies in the OECD", *Energy Policy*, 1987.
28. Stern, D.L., "Energy and economic growth in the USA: A multivariate approach", *Energy Economics*, 1993.
29. Stoft, S.E., "The Economics of Conserved-Energy Supply Curves", *Energy Journal*, 1995.
30. Suzuki, K., and Takenaka, H., "The role of investment for energy conservation: Future Japanese economic growth", *Energy Economics*, 1981.
31. Tietenberg Tom, *Environmental and Natural Resource Economics*, Harper Collins publisher, 1992.
32. Wirl, F., "On the Unprofitability of Utility Demand-Side Conservation Programmes", *Energy Economics*, 1994.
33. Wirl, F. *The Economics of Conservation Programs*, Kluwer Academic Publishers, 1997.
34. Zerbe Jr. Richard and Dwight D. Dively, *Benefit-Cost Analysis in Theory and Practice*, Harper Collins College Publishers, 1994.

【부록】 에너지절약 정책/시책의 효과측정을 위한 기본이론의 탐구

1. 소비자 행동이론의 응용

이 이론은 신고전학파의 소비자선택이론 중 현시선호이론(theory of revealed preference)을 응용하여 에너지 수요에 대한 소비자의 의사결정이 시장에서 행동으로 나타나는 결과를 통하여 에너지 절약정책/시책효과를 추정하여 계량화해 보는데 있다. 현시선호이론은 본래 소비자의 효용함수나 선호체계에 강력한 가정을 전제로한 한계효용이론이나 무차별곡선이론과는 달리 소비자의 수요가 실제시장에 나타나는(revealed) 장점인 관찰된 행동(observed behavior)¹⁾을 통하여 수요를 파악하는데 있다. 이 이론의 응용도 소비자가 다음과 같은 가정하에 개별행동을 시장에 보였을 것을 전제로하여, 정부의 에너지절약정책/시책효과를 계량화하는 틀을 만드는데 이용하고자 한다. 본 절은 5장 2절의 에너지절약정책/시책효과 측정평가 모형을 위한 기초를 제공하는데 그 의미를 두고 있다. 따라서 다음과 같은 기본적인 가정을 두고자 한다.

- 1) 소비자는 소비행위를 합리적 행동 (rational behavior)을 통하여 일관성²⁾있게 보여 주어야 한다. 일반적으로 합리적 수준이란 의미는 소비자의 개인적인 행동이 자기의 목적을 따르기 위하여 일관성 있고, 계산되어진 결정과정을 의미한다(Ben-Akiva and Lerman, 1985: 38). 따라서 소비자의 잘못된 판단(무지, 우둔 등)으로 인하여 시장의 실패가 존재하지 않게 해야 하며, 또한 정부의 간섭도 불필요하다고 전제한다.
- 2) 소비자는 에너지절약에 대한 완전정보를 갖고 있으므로 경제 주체간 비대칭 정보 (asymmertric information)가 존재하지 아니함을 전제로 한다. 소비자는 완전정보를 통하여 고효율 에너지 기기를 선택하며, 에너지 서비스의 증대를 통한 소비자의 절약편익 (benefit)이 연료비용 절감을 초과하는 가설적 소비자잉여(hypothetical consumer's surplus)를 가정하며, 또한 이를 극대화하기 위하여 행동함을 전제한다.

$$W(\eta, p) = \underset{e}{\text{Max}} \cdot U(e, \eta) - pe \text{-----}(\text{식2-1})$$

W: 소비자의 목적

η: 에너지효율

$\underset{e}{\text{Max}}$: 필요에너지 최대화

p: 에너지 가격

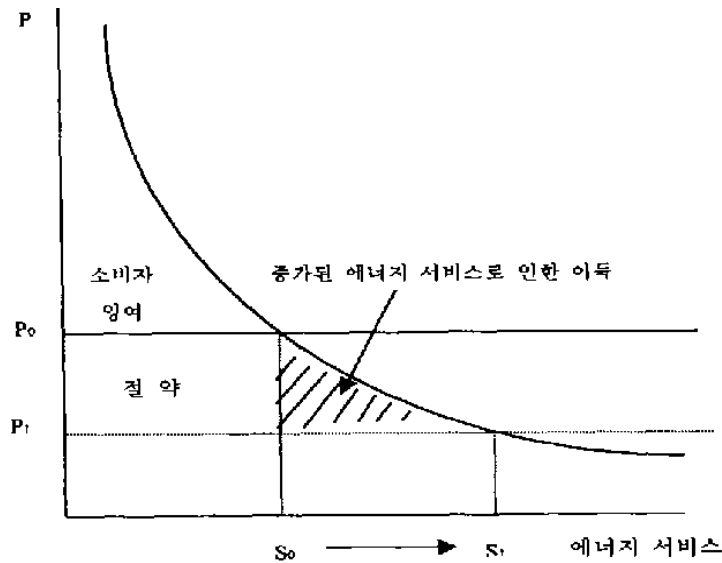
u: 에너지서비스에 의한 편익

e: 에너지 투입량

고질의 에너지서비스(s)는 소비자의 효용(u)과 그의 한계효용을 증가 시킴에 기여함을 전제로 한다. 소비자 잉여의 함수:

$$u(s) = \sqrt{s} \text{-----}(\text{식2-2})$$

[그림1] 에너지효율향상을 통한 에너지서비스 수요의 증가



주: P_0, P_1 은 서비스 단위당 가격으로서 에너지가격(P)을

에너지기효율(η)로 나눔($P/\eta_0, P/\eta_1$)으로써 얻음.

자료: Wirf(1977).

는 증가함수로, 로 만족점의 부재, 원점에 대한 오목(concave)과 한계효용의 법칙을 따르고 있는 것이다³⁾.

4) 에너지절약의 파라독스(paradox)를 배제한다⁴⁾. 에너지효율 증가로 인한 반동효과(rebound or snap-back effect)⁵⁾로 더 많은 에너지를 사용함에 따라 에너지수요가 증가됨을 허용함이 에너지절약의 파라독스이다. 예를 들면 고효율 차량을 구입하게 되면 그의 인센티브적 결과는 차량의 교통체증현상을 가중시킨다는 논리이다. 따라서, 에너지절약의 파라독스를 배제하기 위하여 에너지 수요에 대한 가격탄력성(α)이 1보다 작아야 하거나($\alpha < 1$), 한계편익의 탄력성(δ)이 -1보다 작아야 ($\delta < -1$) 한다.

5) 소비자는 에너지 소비를 일정한 에너지효율을 갖고 있는 기기를 통하여 소비한다고 가정한다.

6) 소비자 행동이론을 이용한 에너지절약정책/시책 효과 측정의 적절한 에너지 소비부문은 가정·상업부문의 난난방, 조명과 수송부문의 수송모드로 한정한다. 이 부문은 위의 5)의 가정을 적절히 반영하고 있다고 판단되기 때문이다.

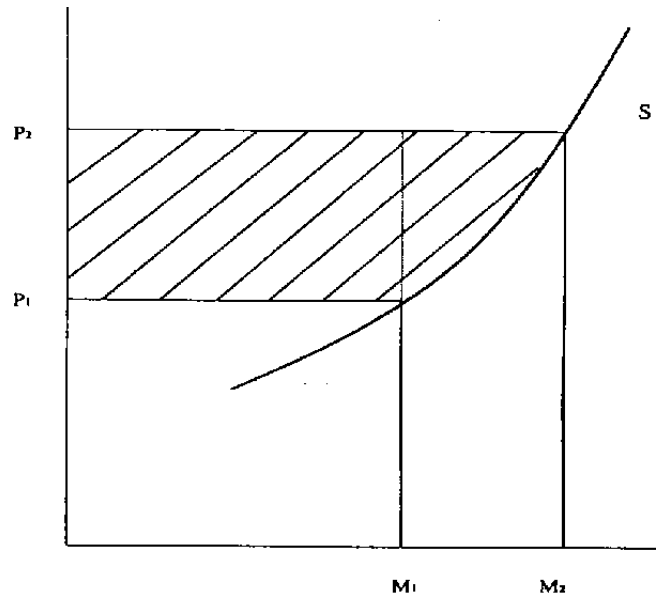
2. 외부효과이론의 응용

A. Marshall⁶⁾ 에 의하여 최초로 제시된 외부경제효과(external effect)는 경제활동의 결과 타경제 주체나 경제환경에 대하여 편익 또는 비용을 발생시키는 부수적효과로 해석하였다. 즉 외부경제효과는 특정기업이나 개인의 행위가 직접적인 시장기구를 통하지 않고 타기업이나 개인에 대하여 유발하는 편익효과를 의미하여, 외부불경제효과는 그 반대의 경우이다. 정부의 에너지절약정책/시책이 우리사회에 준 직접적인 효과인 효율향상을 통한 불필요한 낭비에너지의 제거 뿐만 아니라 간접효과로써 외부효과⁷⁾인 에너지안보문제의 중요성을 간

과할 수 없다. 더욱이 에너지안보문제는 시장이 커버할 수 없는 부문인 시장의 실패(market failure)부문과 직결되기 때문이다.

우리나라와 같이 에너지를 해외로부터 거의 전량을 수입하고 있는 나라로서는 1970년대 석유과동과 같은 해외요인은 수입 프리미엄(import premium)을 급격히 증가시켰음이 틀림없기 때문이다(이원우, 1989: 15). 더욱이 수요요인(demand component)은 수입가격 인상과 함께 추가금액을 해외부문에 지불해야 하기 때문에 에너지절약은 직접적으로 사회적 비용의 증가를 줄일 수 있는 원천이 될 수 있다.

[그림2] 수요요인



자료: 이원우(1989)

[그림3]은 수요요인과 국제에너지 수입가격의 급격한 인상($p_1 \rightarrow p_2$)으로 인해 사회가 추가로 지불해야 하는 금액을 표시하고 있다 (이원우, 1989: 16). 좀더 분명히 하기 위하여 다음 (식 2-3)은 수입수준(M)과 수입공급탄성치(E_s)에 따라 한계수입비용(MSC)이 변함을 보여주고 있다. 수입량이 많을수록 수요요인은 커지며, 수입공급 탄성치가 작을수록 MSC가 커짐을 볼 수 있다 (이원우, op. cit., 18).

$$MSC = P + M \cdot \frac{\partial P}{\partial M} \text{-----}(\text{식 2-3})$$

$$= P (1 + 1/E_s)$$

여기서, P = 수입가격
 M = 수입수준
 $E_s = (\partial M/M) / (\partial P/P)$

우리나라는 1997년부터 IMF 이전까지 지난 30년간 고속경제성장의 추구하고 절대인구의 증가가 에너지 수입량을 크게 하는 수입수요의 요인이었을 뿐만 아니라 수입공급탄성치(E_s)가 1보다 작았기⁸⁾ 때문에 MSC는 커질 수 밖에 없는 포텐셜(potential)을 항상 갖고 있다고 말할 수 있다.

에너지절약을 통한 외부효과로서는 1) 에너지 공급 장애시 발생될 에너지안보(energy security)비용의 감축, 2) 에너지공급투자비의 감축, 3) 오염물질 배출축소를 통한 환경비용의 감축이 그 대상이다.

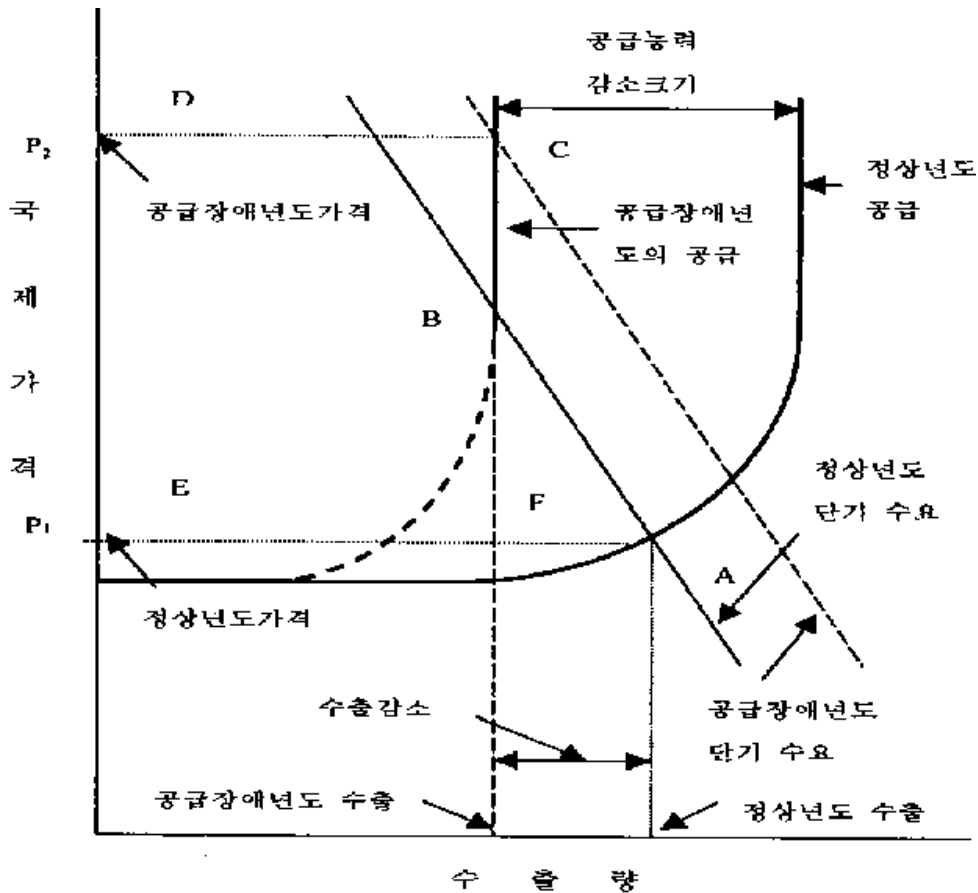
가. 에너지 안보비용의 감축

1990년대의 저유가 시대는 에너지 안보비용에 대한 감각이 1970년대의 고유가시대에 비하여 훨씬 둔감한 편에 있다. 그러나, 에너지 안보에 대한 노력은 세계각국, 특히 무산유 에너지 다소비국에게는 더욱 관심의 초점이 되지 않을 수 없다. 왜냐하면 에너지 공급 장애시 지불해야 할 사회적비용이 너무 크기 때문이다. 이와같은 사회적비용을 에너지절약정책/시책을 통하여 정부가 줄일 수 있기 때문에 에너지안보에 대한 외부효과로써 에너지절약을 들 수 있다⁹⁾.

만약 공급 장애시 추가로 발생할 비용 때문에 수입공급곡선과 수요곡선이 [그림II-4]에서 보는 바와 같이 공급곡선은 우상방, 수요곡선은 좌상방으로 움직임에 따라 수입가격 인상과 함께 소비자 잉여가 축소될 수 밖에 없다는 논리이다(이원우, 1989: 18-19). 공급장애비용이 그 기간, 사이즈, 단기수요탄력성, 가용잉여공급능력의 범위, 수입수준에 따라 달라짐을 다음의 [그림 5~7]에서 보여주고 있다.

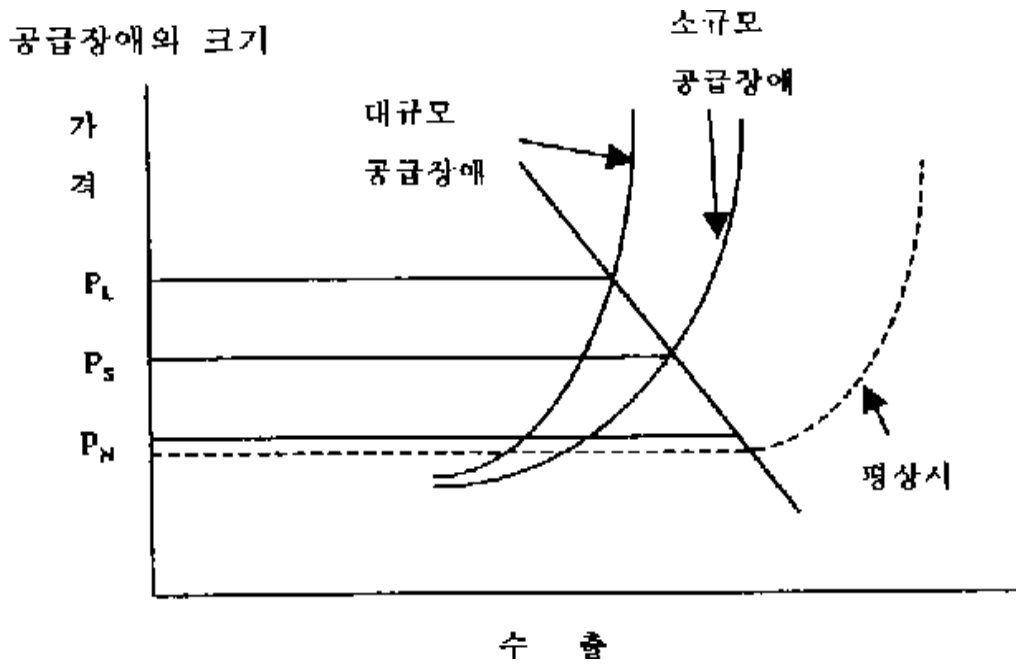
특히 수요요인에 의한 공급장애비용을 직접비용으로 보고있는 견해 (이원우, 1989: 21)에 대해 본고는 에너지안보에 대한 기회비용으로 보았다. 이 기회비용을 계산해 보면 사적지불비용보다 15~30% 높은 수준에 이르고 있다 (이원우¹⁰⁾, 1989: 28).

[그림3] 공급장애의 영향

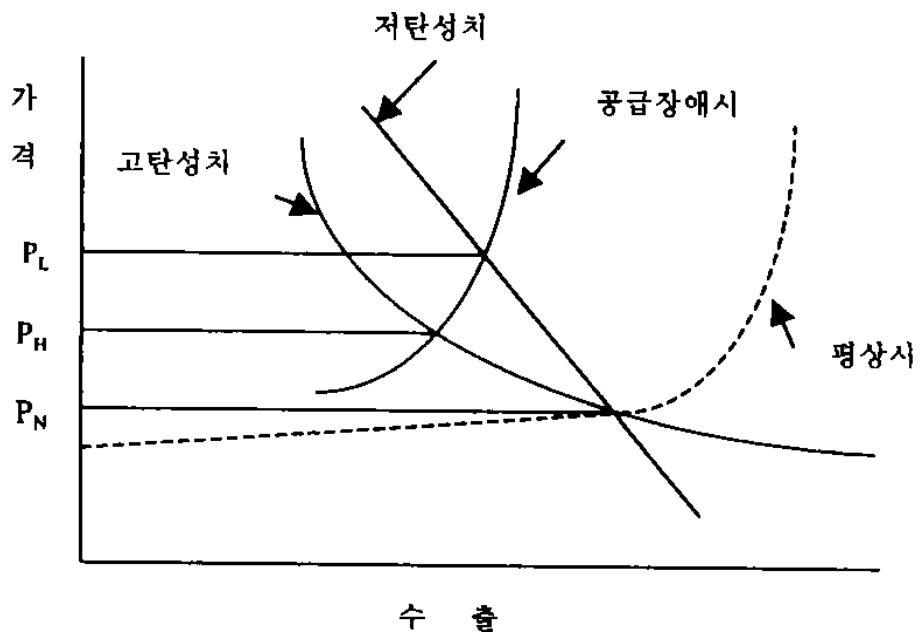


자료: 이원우(1989)

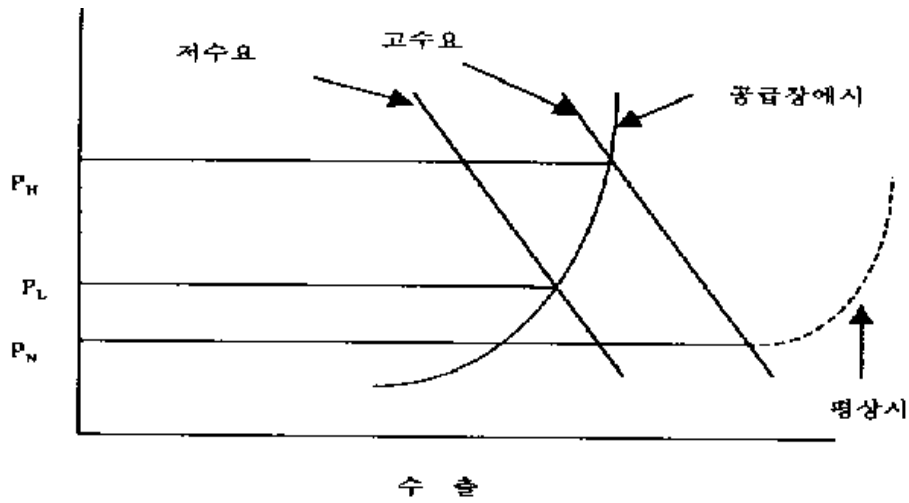
[그림4] 공급장애의 주요 영향



[그림6] 수요탄성치



[그림7] 수입수준



자료: 이원우(1989)

나. 에너지공급확충 비용의 감축

정부의 에너지절약정책/시책은 에너지공급확충을 위한 회피비용 (avoided costs)을 만들어내는 외부효과¹¹⁾를 발생케 한다. 에너지 절약 투자는 DSM 과 함께 에너지 절약량을 발생시킴으로써 에너지 공급 시설투자비 감소에도 기여하게 된다. 만약 에너지 절약투자가 없었다고 한다면 에너지 절약량만큼의 새로운 수요에 대처하기 위하여 새로운 에너지 생산시설이 건설되었어야 하기 때문이다. 이 경우에 있어서 에너지 절약투자비와 기회비용은 새로운 에너지 생산시설투자비가 된다. 이 추가 에너지 생산시설비의 결정은 단위당 에너지 절약투자비와 단위당 에너지 생산시설비 중에서 그 크기에 좌우된다. 만약 단위당 에너지 생산시설비가 더 크다면 절약투자를 더욱 더 촉진시키는 것이 유리하겠지만, 반대로 단위당 에너지 절약투자비가 더 크다면 절약투자 보다는 새로운 공급 시설을 통해서 새로운 수요를 충족하는 것이 유리하기 때문이다.

예를 들어보면 미국 캘리포니아주의 에디슨 전력회사는 약 100여 종류의 전력절약 프로그램을 추진 하였던 바, 그 중의 하나가 노후냉장고 환매 제도이다. 이것은 전력회사가 수용가의 노후냉장고를 50\$에 구매하는 제도로써 효율이 나쁜 냉장고 사용을 줄이는데 목적이 있었다. 이 회사의 보고에 의하면 '81년의 경우 5,600개의 냉장고를 수집, 폐기함으로써 상당량의 전력절약의 효과를 가져왔는 바, 여기에 든 비용은 1KW 당 \$75~\$100 로써 새로운 발전소 증설비용 1KW 당 \$800~2,400 보다 훨씬 작은 것으로 나타났다.

미국을 비롯한 선진각국에서는 위와 같은 프로그램을 포함한 다양한 전력절약 프로그램을 저력공급투자 합리화 전략의 주요한 도구로 활용하고 있다. 이것은 전력절약 프로그램이 발전소 증설에 따르는 투자비 부담을 줄일 수 있는 대안으로 고려되고 있다는 증거이다.

다. 환경비용의 감축

정부의 에너지절약정책/시책은 시장이 완전히 환경비용을 내부화(internalization)할 수 없는 부분인 시장의 실패를 교정할 수 있는 역할을 수행하기 때문에 외부효과를 창조한다. 대기 오염의 주요인이 에너지 부문에서 비롯되었다고 하는 사실은 이미 알려진 사실이며,

<표1> 에너지소비와 오염물질 배출량(1994)

구분	에너지소비 (천 TOE)	오염물질 배출량(톤)	톤/TOE
총 계	112,206	4,526,250	0.0403
유 류	53,833	3,242,410	0.0602
유 연 탄	15,005	939,762	0.0626
무 연 탄	2,665	303,762	0.1140
가 스	9,470	40,764	0.0043
발전부문	12,602	643,203	0.0510

주: 1) 가스 = 도시가스 + LPG

2) 발전부문은 총계와 무관 함.

자료: 환경부, 에너지경제연구원

이는 <표1>에서 에너지와 오염물질 배출량과의 관계로 분명히 알 수 있다. 우리나라는 에너지 ITOE를 소비하면서 오염물질배출을 0.0403톤, 즉 4%를 배출하고 있음을 볼 수 있다. 특히 에너지의 불완전 연소인 탄소(carbon)가 산화하면서 이산화탄소를 발생함으로써 온실가스의 주범이 되었다. 이 온실가스의 심각성은 1992년 UN기후변화협약(UNFCC: UN Framework Convention on Climate Change)의 주제가 되었다. 특히 1998년 11월 브에노스 아이레스의 제4차 당사국총회(COP-4)는 유연성체제(flexibility mechanism)에 대한 논의를 본격화한 바 있으며, 이에 에너지절약에 대한 기술이전, 운영, 재정지원에 대한 내용이 포함되어 있는 것을 보면 정부의 에너지절약정책/시책은 에너지절약을 통하여 CO2 및 환경비용을 감축시키는 외부효과를 갖고 있는 것이다. 우리나라의 경우 1995년도 온실가스(Co2) 순배출량의 82.6%가 에너지소비부문으로부터 발생되었다고 분석하고 있으며(예경연, 1997. 12:5), TOE당 Co2 배출 원단위가 0.67에 이른다는 지적(조경업, 권태규, 1999: 17)은 에너지절약을 통한 환경비용감축이란 정(positive)의 외부효과를 성공적인 에너지절약정책/시책이 담당하고 있다.

외부효과이론의 응용은 에너지절약정책/시책의 효과를 측정하고 이를 계량화하기 위해서 충분한 유용성을 가질 수 있다. 그러나 이 이론의 응용은 우리나라 전체의 에너지 절약량이 계산되어야 한다는 전제 위에서 가능하다.

주석 1) 이 접근 방법은 관찰된 행동에 근거하고, 개인효용함수에 접근하기 위하여 합리성의 원리를 이용하는 것으로 정의 함 (Nicholson, 1992: 152).

주석2) H.Simon 은 합리성을 "순수(pure),"와 제약된(bounded)된 합리성으로 구분하면서, 고전적인 의미에서의 순수 합리성은 지속적(consistent)이며, 이행적인 (ransitive) 선호를 갖도록 하는 의사결정자를 합리적행위로 정하였음(Ben-Akiva and Lerman, 1985: 38)

주석 3) op. cit.

주석 4) 권오상(1999.3)은 "에너지 절약프로그램이 자동차용 연료수요에 미치는 영향(발표자료)"에서 모든 차종의 연비(fuel economy)가 10% 상승하면 총에너지소비의 감소 7.32%중 rebounding 효과는 26.8% 상승을 보이나, 오히려 73.2%는 연료절감효과가 있다고 주장 함. Joskow-Marron의 연구는 대부분의 전력회사들이 에너지절약의 파라독스를 부정하고 있으나, 극히 적은 수의 전력회사는 에너지 효율증가로 에너지절약의 잠재량이 55% 달성되었으

나, 이중에서 45%는 반동효과로 에너지 절약효과를 상실했다고 지적하고 있음(Wirl, 1997:31).

주석 5) 이 피이드백 효과(rebound effect)는 이미 Khazzoom(1987, 1989), Dubin-Miedema Chandran(1986), Hirst(1987), Green(1992)에 의해서 경험적 연구로 주장된바가 있다. 특히 Walker와 Wirl(1993)은 도로 수송 부문에서 반동효과를 측정된 결과 프랑스는 38%, 독일은 32%, 이탈리아는 51%를 보였다고 지적하고 있음(Wirl, 1997). 그러나, 엔지니어링 연구는 이 피이드백 효과를 무시 함(Wirl, 1997: 26).

주석 6) Principle of Economics(1890: 274). 사실은 Marshall 이 외부경제와 외부불경제의 실질적 원인규명에 대해서는 모호(vague)하였음(Papandreou, 1994: 15). 경제학자인 J.M. Clapham(1992)은 Marshall 의 external economy를 "empty boxes"로 불렀음.

주석 7) Toman 과 Bohi(1993)은 에너지 수입에 관련된 externality 로서 석유수입의 직접비용, 군비지출과 석유수입비용 증가를 다루고 있음.

주석 8) 우리나라의 1983-1997년의 에너지수입금액과 국내에너지가격 자료를 이용하면 Es 는 0.48이 됨에 따라 $1 > 0.48$ 로 MSC가 커짐을 입증할 수 있음.

주석 9) Griffin 과 Steele(1980: 225)은 석유금수조치에 대한 석유수입의 국가안보적 측면에서 외부효과(externality)를 언급하고 있음.

주석 10) 이원우(1989)는 "제가정 및 추정치를 이용하여 원유수입의 사회적비용을 계산해보면, 원유의 사회적비용은 수입가격보다 7~78% 높다고 분석한 바 있음.

주석 11) 이 개념은 엄밀한 의미에서 보면, Viner 가 구분한 technological externality 라기 보다 pecuniary externality 임(Baumol and Oates, 1993: 14).