강만옥·황 욱. 2010. 우리나라 전력부문의 환경유해보조금 개편 효과분석 : 산업용 교차보조금 개편을 중심으로. 환경정책연구 9(1) : 57~81

우리나라 전력부문의 환경유해보조금 개편 효과분석 : 산업용 교차보조금 개편을 중심으로[1)]

강만옥[1)] · 황 욱[2)*]

Analysis of the Effect of Korea's Environmentally Harmful Subsidy Reform in the Electric Power Sector : Mainly on its Industrial Cross-subsidies Reform

Man-Ok Kang · Uk Hwang

1) 한국환경정책·평가연구원 기후변화연구실 연구위원(제1저자).
2) 경북대학교 경제통상학부 전임강사(공동저자).

제 출 : 2009년 9월 30일 승 인 : 2010년 3월 8일

국 문 요 약

고유가 시대인 현실에서 우리나라는 화석연료에 대한 의존도가 높아 저탄소 녹색성장이 가능한 경제사회 구조로의 전환이 시급하다. 현재 화석연료 사용과 관련된 보조금 개편은 환경에 유해한 투입요소에 대한 보조금을 감축 또는 제거하여 경제적 효율성을 제고하고 환경 피해를 완화시켜 사회 전체적으로 편익을 가져올 수 있는 Win-Win 효과가 기대되는 정책방안이다.

특히, 우리나라 전력부문에서 시행되는 보조금 제도 중에서 산업용, 농업용 및 심야전력에 대한 교차보조금의 경우, 전체 전력부문 보조금의 80% 이상을 차지하는 가장 큰 규모인데 본 논문은 전력부문 환경유해보조금 가운데 가장 큰 비중(연간 약 1조 6,583억원)을 차지하는 교차보조금 제도 중에서 산업용 전기의 환경유해보조금 개편 시 기대될 수 있는 파급효과를 가격탄력성 추정을 통해 파악하였다. 가격탄력성 추정에는 ARDL(자기회귀시차분포) 모형을 이용하였고, 기본 데이터는 1990년부터 2007년까지의 분기별 자료를 이용하였다.

본 연구에서 환경유해보조금 제거로 산업용 전력에 대한 연간 에너지 수요변화량은 -12,475,930MWh만큼 사용량이 감소할 것으로 추정되었으며, 이산화탄소 배출량의 경우를 보면 연간 2,644,897톤이 감소하는 것으로 추정되어 보조금 폐지가 이산화탄소 저감에 상당한 기여를 하는 것으로 나타났다. 또한 EU에서 제시한 오염물질 단위당 환경오염비용을 이용하여 배출저감량을 금액으로 환산하면 산업용 전력보조금 제거로 연간 약 1조 1,914억원의 환경개선편익 발생하는 것으로 나타났다. 그리고 이산화탄소의 경우 톤당 25유로를 적용하여 계산하면 산업용 전력보조금 제거로 연간 약 1,062억원의 환경개선편익이 발생하는 것으로 나타났다.

주제어 환경유해보조금 개편, 전력부문 교차보조금제도, 가격탄력성 추정, 자기회귀시차분포 모형, 이산화탄소 배출량 저감

1) 본 논문은 '강만옥 외, 「에너지·전력부문 보조금의 환경친화적 개편방안과 파급효과 연구(II)」, 한국환경정책평가연구원, 2008.12'의 연구를 바탕으로 작성되었음.

* 교신저자 : uh202@knu.ac.kr

Abstract

Since the Republic of Korea is highly dependent on fossil fuels despite high oil prices, it urgently needs to renew its economic and social system to cut carbon emissions and achieve green growth. Therefore, reforming or eliminating subsidies related to the use of fossil fuels is a timely and oppropriate policy recommendation for Korea. It would be a win-win deal for Korean society as it would not only reduce the use of environmentally harmful fossil fuels but also enhance economic efficiency.

In particular, cross-subsidies for industrial, agricultural and night thermal-storage power services make up more than 80 percent of all subsidies provided to the entire electric power industry sector of Korea. Of these cross-subsidies, this paper analyzes the electricity subsidy for industries, which takes up the largest share (about KRW 1.6583 trillion yearly), among the environmentally harmful subsidies in the electric power sector. Thus, the paper focuses on the analysis of ripple effect anticipated when this is reformed. To examine the effects of this subsidy reform, price elasticities were estimated using the ARDL (autoregressive distributed lag) model and quarterly data from 1990 to 2007. The main results of this study show that 1) annual energy demand for electric power in the industrial sector would drop by 12,475,930MWh and 2) CO_2 emissions would plummet by 2,644,897 tons per year if the subsidy were reformed. We can deduct from this that the abolition of environmentally harmful subsidies in the electric power sector in the Republic of Korea would considerably contribute to CO_2 emissions abatement in the country.

Keywords Environmentally harmful subsidy reform, Cross-subsidies in the electric power sector, Estimations for price elasticities, Autoregressive distributed lag, CO_2 emissions abatement

Ⅰ. 서 론

최근 에너지 가격의 국제적인 급등으로 여러 국가들이 에너지 수급문제에 직면하고 있음에도 가정, 수송 및 산업 부문의 금전적 부담을 덜어 주기 위해 에너지 및 전력 부문의 보조금을 지출하는 경제정책을 취하고 있다. 대부분의 국가에서는 특정 부문의 경제성장 유인, 초기산업의 발전 도모, 고용과 투자기회 확대, 저소득계층 지원 등의 정책목표를 가지고 소비자와 생산자에게 직간접의 보조금 지출을 추진하고 있다. 그러나 화석연료와 같은 자연자원 사용과 관련된 보조금은 상대가격체계의 왜곡을 일으켜 자원의 남용을 조장하고 환경친화적인 기술개발을 저해하며 경제의 효율성을 저하시키는 결과를 초래하였다. 특히, 전력부문에서 부문간 교차보조금, 저가격의 심야전력사용 등의 제도는 대기오염물질과 온실가스 발생을 촉진시켜 환경오염을 더욱 악화시킬 수 있어서 환경유해성 보조금(environmentally harmful subsidies)으로 평가될 수 있다.

이에 따라 OECD, IEA 및 UNEP 등 국제기구에서는 환경친화적 세제개편(green tax reform)과 기후변화협약에 대응하기 위한 환경유해보조금 개편방안이 최근 집중적으로 논의되고 있다. 이는 환경유해보조금의 개편에 따라 환경에 피해를 주는 투입요소에 대해 보조금을 감축 또는 제거하는 것은 투입요소의 사용 감소에 따라 경제적 효율성을 제고하고 환경적 피해를 감소시켜 사회 전체적으로 편익을 동시에 가져올 수 있는 Win-Win 효과가 기대될 수 있기 때문이다.

우리나라가 전력부문에서 시행하는 보조금 제도는 산업용, 농업용, 심야 전력에 대한 교차보조금과 복지할인요금제가 있으며, 전력산업기반기금 중 국내무연탄발전지원사업, 발전소주변지원사업(전기요금보조), 열병합발전지원사업 등이 포함되어 연간 2조 86억원에 이르는 것으로 추정된다.[1] 특히 산업용, 농업용 및 심야 전력에 대한 교차보조금의 경우, 2006년에는 1조 6,583억원으로 추정되어 전체 전력부문 보조금의 80% 이상을 차지하는 가장 큰 규모로 파악되었다. 따라서 고유가 시대에 우리나라는 화석연료 의존도가 높아 향후 기후변화협약의 적극적인 참여가 예상되며 따라서 저탄소 녹색성장이 가능한 경제사회 구조로의 전환이 시급하다.[2] 이를 위해서 환경유해보조금의 단계적인 개편을 통해 추가로 발생하는 재정수입을 환경에 유익한 보조금 지급에 재활용하는 방안을 고려하는 환경유해보조금의 축소(phase-out) 방안과 환경친화보조금의 확대(phase-in) 방안에 대한 연구가 필요하다.[3]

이러한 요구에 따라 본 논문은 '강만옥 · 황욱 · 이상용(2007)'에서 추정된 우리나라 전력부문의 보조금 중에서 가장 큰 규모로 평가되는 교차보조금 중에서 산업용 보조금에 대한 환경유해성 평가 및 개편에 따른 파급효과의 분석을 목적으로 한다.

본 논문은 다음과 같이 구성되어 있다. 다음 Ⅱ장에서 현행 전력부분 교차보조금 제도의 문제점과 그와 관련된 환경유해성을 설명하며 Ⅲ장에서는 산업용전력의 수요탄력성 추정을 위해 전력 수요변화측정과 관련된 선행연구 소개와 본 논문에서 사용한 데이터 및 방법론에 대한 논의를 살펴본다. 그리고 Ⅳ장에서는 모형들을 통하여 추정된 결과들을 검토하

1) 자세한 내용은 "강만옥 · 황욱 · 이상용(2007.12), 에너지 · 전력부문 보조금의 환경친화적 개편방안과 파급효과 연구(I). 한국환경정책평가연구원을 참조.

2) 정부는 2008년 8월 15일 건국 60년 기념사에서 미래 60년의 새 국정비전으로 "저탄소 녹색성장(Low Carbon, Green Growth)"을 제시하여 온실가스 감축을 통한 신성장동력과 일자리 창출을 공약한 바 있음. 이를 위해 향후 정부는 저탄소사회화, 녹색기술의 성장동력화, 고도의 융합기술정책 추진, 새로운 일자리 창출, 탄소세 등 친환경적인 세제개혁 추진 등 10가지 정책방향을 제시하였음.

3) OECD(2005)에서는 환경유해보조금을 분류하고 이의 개혁방안을 제시하였으며, UNEP(2002)은 에너지보조금에 대해 환경유해성을 분류하여 이의 영향을 분석하여 개혁방안을 제시하였음.

여 보조금 개편에 따른 파급효과를 분석하며 마지막 Ⅴ장에서는 본 논문의 결과들을 요약・정리한다.

Ⅱ. 현행 전력부문 교차보조금 제도의 평가

1. 전력부문 교차보조금 제도의 문제점

현행 전기요금체계는 용도 구분이 우선되며, 용도별 구분 이후에 계약전력별, 전압별로 세분화되는 용도별 요금체계로서 전기의 사용용도에 따라 주택용, 일반용, 교육용, 산업용, 농사용 및 가로등용으로 구분되어 있다. 용도별 부하 패턴의 차이에 따른 공급원가 차이를 반영하기 위해 부하 패턴이 유사한 소비부문별로 구분한 것이 용도별 구분의 기본 취지이다. 이밖에 저소득층 및 농어민 보호 차원의 복지 및 소득 정책, 물가안정과 산업의 국제경쟁력 강화, 에너지소비절약 등 부가적 정책목적상 특정 수용가 그룹에 대한 정책적 교차보조를 실행하기 위해 용도별로 구분되어 있다.

그동안 공기업 독점체제에서는 전기요금을 단순히 비용의 회수 차원을 넘어서 소비자 그룹 간의 소득재분배나 특정 소비자 그룹(용도)에 대한 지원을 위한 정책 수단으로 사용하여 왔다. 이러한 정책적 교차보조는 시간이 흐르면서 상황이 변화했음에도 대부분의 경우 꾸준히 지속되면서 교차보조의 근거가 되었던 이들 정책의 실질적인 비용을 잡아내는 것이 어려워지고 당초 목적한 바의 정책효과도 불분명해지면서 전반적인 경제적 효율성을 저해하는 결과를 초래하고 있다. 한번 만들어진 요금을 통한 교차보조는 이해관계 그룹이 형성되어 당초 의도했던 정책목적이 소멸된 이후에도 해소되지 않고 관성적으로 유지되는 경향이 강하다. 즉, 현행 용도별 요금체계에서는 용도별 요금이 해당 용도의 전력공급 원가를 충실하게 반영하고 있지 않아 자원의 효율적 배분이 이루어지지 못하고 사회적 후생 감소를 초래하고 있다. 한국전력에 따르면, 2006년도 기준 주택용・일반용의 원가회수율이 각각 113.4%, 123.0%로 종합원가회수율(103.8%)을 초과하는 요금을 적용하는 반면, 산업용, 가로등, 심야전력의 원가회수율은 각각 97.6%, 89.6%, 57.3%에 그쳐 종합원가회수율에 미달되었다. 이처럼 상이한 원가회수율은 교차보조를 초래하여 이를 부담하는 주택용과 일반용 소비자는 불만을 가질 수밖에 없다.

특정 소비자 그룹에게 혜택을 주기 위한 적정 이하의 요금은 필연적으로 다른 소비자 그룹의 적정 초과 요금을 수반한다. 이와 같이 원가와 괴리된 전기요금으로 인해 상대적으로

저렴한 용도나 시간대의 요금을 지불하는 소비자에게는 적정 이상의 과다소비가 발생하는 반면, 상대적으로 비싼 요금을 지불해야 하는 소비자는 사회적으로 적정한 수준 이하로 전력 소비를 감소시켜 양 방향 모두(적정 초과 요금 및 적정 하회 요금)에서 자원배분의 비효율성(사회적 후생 손실)이 나타나게 된다. 예를 들어, 일반용 전기요금의 경우 판매단가가 97.68원/kWh로 총괄원가에 비해 8.4%나 높은 수준이다. 일반용 전기요금은 판매량이 전체 판매량 중 20%를 조금 넘지만 판매수입은 약 28%에 이르러 산업용이나 농업용에서의 수입 적자분을 상당부분 보전해 주고 있는 셈이어서 요금체계의 심각한 문제점으로 지적된다. 정부가 산업육성정책의 일환으로 산업용(광공업)에 저렴한 요금 특혜를 주고 지식기반산업 및 서비스업 등이 포함된 일반용은 주로 비생산적 소비라는 인식으로 원가부담을 떠넘기는 것은 경제논리에 맞지 않는 부당한 차별이다.

우리나라는 경제발전 초기에 제조업을 성장동력산업으로 보고 산업육성정책 차원에서 지속적으로 지원해 왔으나, 제조업과 서비스산업의 상호의존도가 점증하고 있다. 개방형 시장경제가 성숙한 현시점에서 전기요금의 차별화로 특정 산업을 지원하는 정책을 쓰는 것부터가 문제이며, 지식기반산업의 상대적 고성장과 제조업의 소프트화라는 최근의 경제발전 추세에 비추어 산업 중에서도 전기를 많이 쓰는 광공업에 특혜적 산업용요금을 적용하는 것은 건전한 고부가가치, 저에너지소비형 산업구조로의 전환과 경제적 효율성 제고라는 현 시점에서 요구되는 산업구조조정정책 방향에도 부합하지 않는다. 따라서 장기적으로 산업용(광공업)과 일반용(비광공업)으로 구분하여 전기요금을 차별화하는 현 제도를 폐지하고 원가를 충실히 반영하는 전압별 요금체계로 전환할 필요가 있다. 산업용 수용가가 부하를 지속적으로 유지하는 반면 일반용 수용가의 부하는 주간에 집중적으로 이루어지는 소비패턴의 차이는 굳이 용도별 요금제도로 구분할 필요 없이 전압별 요금체계하에서 계시별(선택)요금제를 적용하면 자연스럽게 요금에 반영시킬 수 있다.

산업용전력의 총괄원가보상률은 평균에 크게 못 미치는 90.5%에 불과하여 다른 용도의 소비자에게 원가부담을 가중시키고 있다. 전체 판매량 중 산업용의 비중은 52.9%에 달함에도 판매수입은 43.9%에 불과하여 전체 판매수입의 절반수준도 채우지 못하고 있다. 경제논리로 볼 때 산업육성정책 차원에서의 산업용 전력사용에 대한 요금우대는 비용에 비해 턱없이 낮은 요금으로 과다소비를 유발하여 사회적 효율성을 저하시킨다. 더구나 산업용 요금 특혜의 대부분을 중소기업에 비해 규모가 큰 대기업이나 전력다소비기업이 챙겨가고 있다는 점에서 소득분배정책은 물론 현재 정부가 추구하는 저에너지형 고부가가치산업으로의 산업구조전환정책에도 부합하지 않는다. 산업용에서도 특히 경부하시간대 요금이 첨두

부하시간대 요금에 비해 원가회수율이 낮아 전반적인 계통부하구조의 왜곡과 함께 산업용 내에서도 전력다소비산업에 상대적으로 유리한 시간대 간의 교차보조가 존재하고 있다.

2. 전력부문 교차보조금 지급에 따른 대기오염물질 및 이산화탄소 배출량 추정

전력부문의 교차보조금 지급에 따라 발생하는 대기오염물질 배출량 및 CO_2 배출량은 다음과 같이 추정되었다(발전부문 전체를 대상으로 추정하였으므로 복지할인, 발전소주변지역지원 등의 보조금이 포함됨).

표 1 발전부문의 대기오염물질 배출량(2005년)

(단위 : kg)

구분	CO_2	NOx	SOx	PM10	VOC	합계
공공발전	32,007,047	351,480,088	113,905,097	7,164,347	4,537,875	509,094,454
민간발전	1,433,490	20,068,236	16,941,608	917,660	222,950	39,583,944
합 계	33,440,537	371,548,324	130,846,705	8,082,007	4,760,825	548,678,398

자료: 국립환경과학원, 대기오염물질배출량 http://airemiss.nier.go.kr

발전부문에서 사용되는 에너지로는 석탄, 석유류, LNG, 원자력, 수력 등이 있으나 원자력과 수력의 경우에는 CO_2 배출량을 추정하지 않았고, 무연탄, 유연탄, 중유, 경유, LNG에 대한 CO_2 배출량만을 추정하였다. 그 결과 연료사용량의 증가에 따라 이산화탄소 배출량도 매년 증가하는 추세이며, 2005년도 발전부문의 총 CO_2 배출량은 153백만 TCO_2로 나타났다.

표 2 발전부문의 연도별 CO_2 배출량 추이

(단위 : 천TCO_2)

구분	무연탄	유연탄	B-C유	기타중유	경유	LNG	합계
2001	5,291	89,301	15,645	1,813	298	14,546	126,894
2002	5,086	95,906	14,208	231	767	18,202	134,400
2003	5,368	97,964	13,438	468	1,771	18,225	137,235
2004	4,561	104,220	11,350	1,601	384	24,988	147,104
2005	4,404	109,897	11,052	1,460	322	25,981	153,115

자료: 에너지경제연구원

Ⅲ. 수요탄력성 추정을 통한 전력부문 수요변화측정

1. 분석대상 및 분석방법

에너지 수요함수 및 탄력성에 대한 연구는 1970년대와 1980년대 오일쇼크에 의한 경제적 혼란에 영향을 받아 많은 연구결과들이 발표되면서 본격적으로 진행되었으며, 최근에는 지구온난화 또는 교토의정서 발효에 따른 탄소세나 배출권거래제 등의 기초연구로 많은 연구가 진행되고 있다. 에너지 수요함수에 대한 분석방법들을 검토한 대표적인 논문들은 Dahl and Sterner(1991b), Espey(1998), OECD(2001) 등이 있는데, 다음과 같이 정리할 수 있다.

Dahl and Sterner(1991b)에 따르면 에너지 수요모형은 모형의 특성에 따라 10가지 형태로 분류할 수 있는데, 주요 모형을 살펴보면 다음과 같다. 가장 기본적인 모형은 수요가 가격과 실질소득의 함수로 구성된 모형이다. 두 번째 모형은 수요가 실질가격, 실질소득 그리고 과거의 수요에 따라 결정되는 형태를 가지며, 이러한 모형을 부분적응모형(Partial Adjustment Model) 또는 종속변수시차모형(Lagged Endogenous Model)이라고 한다. 위의 두 번째 모형은 가격과 소득이 동일한 시차구조를 갖는다는 가정을 바탕으로 한다. 세 번째 모형은 위와는 달리 가격과 소득이 각기 다른 시차를 가지는 모형으로, 이러한 모형은 단기탄력성과 장기탄력성을 구분하여 추정할 수 있다는 장점도 있다. 위의 연구에서 분석한 185개의 연구결과를 보면 휘발유의 단기 가격탄력성은 −0.22 ~ −0.31 사이에 그리고 장기 가격탄력성은 −0.58 ~ −1.02 사이에 분포한다.

1966년부터 1997년 사이에 발표된 101개의 연구를 분석한 Espey(1998)에 따르면 대부분의 연구에서 OLS(ARDL 포함)와 GLS, 최우추정법(maximum likelihood), 오차성분(error components)모형, 임의계수(random coefficients)모형에 의해 수요함수 및 탄력성을 분석하고 있다. 또한 동 연구에 의하면 휘발유의 단기 가격탄력성은 0~−1.36 사이의 값을 가지며, 장기 가격탄력성은 0 ~ −2.72 사이의 값을 가지는 것으로 나타났다.

OECD(1999)에서는 에너지 가격 탄력성을 다룬 몇몇 주요 논문 및 서베이 논문을 다시 정리하였는데, 가격탄력성 추정을 위한 모형을 최소제곱법(OLS), 공적분기법(cointegration techniques), 일반최소제곱법(GLS), 반복 3단계 최소제곱법(iterative 3SLS), 오차수정모형(ECM), 임의효과(random effect)모형 등으로 구분하였다. 휘발유의 가격탄력성은 국가, 데이터, 분석방법 등에 따라 상이하나 단기의 경우 0 ~ −0.83 사이의 값을, 장기의 경우에는

−0.23 ~ −1.4 사이의 값을 가지는 것으로 정리하고 있다.

에너지 수요함수 및 가격탄력성을 추정하기 위한 방법은 최소제곱법(OLS)과 최우추정법(maximum likelihood), 공적분기법(cointegration techniques), 자기회귀시차분포(ARDL)모형, 오차수정모형(ECM), 투입-산출모형(I-O), 연산가능일반균형모형(CGE) 등 매우 다양하게 발전되어 왔다.

본 연구에서는 ARDL 모형을 사용하였는데, 이는 동태적 시계열 분석에서 에너지 수요 추정 등과 관련된 논의에 광범위하게 쓰이는데 특히 단기 및 장기 탄력성을 동시에 추정할 수 있다는 장점이 있다. 또한 시계열 데이터가 단위근(unit root)을 가질 경우 분석결과의 신뢰성에 문제가 있는 것으로 지적되었으나,[4] 최근의 연구에 따르면 이러한 문제점 역시 시계열의 일부 혹은 전부가 단위근을 가지며 그 관계가 I(1)인 경우 유효함이 증명되고 있다.[5] 따라서 ARDL 모형은 시계열이 단위근을 가지지 않는 경우는 물론 단위근을 가지며 공적분 관계에 있는 경우라 하더라도 사용할 수 있다는 장점이 있다. 특히 Bentzen과 Engsted(2001)는 이러한 시계열 데이터의 불안정적인 특성으로 인한 허구적 회귀문제를 해결하기 위하여 최근 많은 연구가 진행되고 있는 공적분기법 및 오차수정모형(Error collection model)에 따른 추정치가 ARDL 모형에 따른 추정치와 정량적이고 정성적인 면에서 매우 유사하다는 사실을 네덜란드의 에너지 소비수요를 추정하면서 발견하였다.

본 논문과 유사한 분석방법을 통해서 국내 전력산업 구조 개편에 따른 산업용 전력수요의 장기 가격탄력성 및 장기 생산자 수요 탄력성에 대한 분석을 제시한 최근의 연구는 나인강・서정환(2000)에서 찾아볼 수 있다. 저자들은 장기적 관점에서 국내 전력수요 변화를 예측하기 위하여 전력산업 전체의 가격탄력성을 구하였는데, 예측력검정 결과 가장 우월한 방법론으로 평가되었던 Stock-Watson의 동태적 최소제곱법에 의하면 −0.40으로 나타났다.

이외에도 수요탄력성 추정을 통하여 에너지 가격 및 수요 변화와 관련된 분석 논문이 국내에서도 다수 발표되었는데, 김문영 외(2001, 2002)가 전력수요 탄력성 추정을 통하여 전력수요 및 현물가격에 미치는 영향을 파악하였으며, 김수덕(2009)이 전력과 도시가스 수요의 가격 민감성을 자기회귀분배시차모형(ARDL)을 통하여 파악한 바 있다.

최근 불안정한 에너지 가격 문제와 함께 기후변화가 전 지구인의 화두로 대두되면서 전력수요 추정과 관련된 일련의 저작들이 주목받고 있다. Hosoe와 Akiyama(2009)는 일본

4) 시계열 데이터가 불안정적인 경우 회귀분석을 하면 변수 간에 실제로 상관관계가 없음에도 인과관계가 있는 것처럼 나타나는 허구적 회귀(spurious regression) 결과가 나타날 가능성이 높다.

5) 자세한 내용은 Pesaran and Shin(1998), Pesaran Smith and Akiyama(1998) 등을 참조.

전력시장 개편을 위한 기초 자료로서 찾아보기 힘든 전력시장의 가격탄력성을 측정하였다. 기존의 각종 분석에서 가격탄력성이 엄밀한 정량적 분석의 근거 없이 −0.1 또는 0으로 가정되어 왔던 것을 감안하여 저자들은 일본 전력시장에서의 가격탄력성이 단기는 −0.09 ~ −0.3으로, 그리고 장기는 −0.12 ~ −0.56으로 추정하였다. Reiss(2005)는 최근 미국이 전력시장 개편을 계획함에 따라 전기 수요에 대한 소비자 수요 변화를 추정하였다. 저자들은 가격의 비선형체계와 전력소비와 가격탄력성의 이질성 문제에 직면하여 정확한 시장수요를 파악할 수 있는 논리를 제시하였다. Kamershen 외(2005)는 지난 30여 년간 (1970년대 초 ~ 1990년대 말) 미국 전력시장 구조변화를 탄력성 추정을 통하여 구할 수 있는 Lener Index 추정을 통하여 파악하였다. 저자들은 최근 미국 전력시장의 집중현상이 점증적으로 이완되는 현상은 단기적인 현상이라기보다는 장기적 관점에서 변화가 서서히 이루어지고 있다고 주장하였다.

2. 사용 데이터

1) 본 연구의 분석에 사용한 데이터

본 연구의 분석에 사용한 기본 데이터는 1990년부터 2007년까지의 분기별 데이터를 이용하였으며, 각각의 데이터들을 구체적으로 살펴보면 다음과 같다. 교차보조금과 관련된 변수로 산업용 전력 판매량(elec_m)은 한국전력의 한국전력 통계자료의 월별데이터를 이용하였으며, 산업용 전력의 가격(elec_mp)의 판매단가 역시 한국전력 통계자료를 이용하였다.

소득변수로는 한국은행 국민소득계정의 분기별 실질 GDP(gdp)를 사용하였으며, 노동부 노동통계연감의 제조업 월별 근로시간을 분기별로 합산한 값을 노동시간변수(W)로 사용하였다. 그리고 기상청 기상연보의 16개 광역시도의 월평균 기온을 산술평균한 값을 전국의 분기별 평균기온(T)으로 이용하였다.

위의 데이터들은 모두 자연대수값(ln)을 사용하였다. 마지막으로 외환위기 기간인 1997년 4/4분기부터 1998년 3/4분기에는 IMF 더미변수(D)와 계절더미(S)를 사용하였다.

각 데이터에 대한 주요 기초통계량을 살펴보면 <표 3>과 같다.

표 3 변수들의 주요 기초통계량

변수	단위	평균	표준오차	분산	최솟값	최댓값	관측수
elec_m (산업용전력소비량)	MWh	17.2055	0.0406	0.1185	16.5246	17.7370	72
elec_mp (산업용전력가격)	원/kWh	5.0727	0.0171	0.0211	4.7999	5.3517	72
gdp (국내총생산)	10억원	11.7873	0.0330	0.0784	11.1698	12.3026	72
T (기온)	℃	4.6449	0.0948	0.6477	2.9030	5.5578	72
W (근로시간)	월별 근로시간	6.4375	0.0042	0.0013	6.3384	6.5126	72

2) 데이터의 안정성 검정

대부분의 시계열 데이터는 불안정적(non-stationary)이며 확률보행(random walks) 또는 추세선을 갖는 확률보행(random walks with a drift)을 하는 특성이 있다. 이러한 불안정적인 시계열 데이터를 사용한 경우 관련 없는 데이터로부터 유의한 회귀결과를 얻을 위험이 있으며, 이런 회귀를 허구적(spurious)이라고 한다. 따라서 시계열 분석에 앞서 데이터의 안정성 검정을 수행하는 것은 필수이다.

① 단위근 검정

시계열 데이터에 대한 안정성 검정을 위해 우선 단위근의 존재 유무를 검정하였다. 만약 회귀분석에 사용될 시계열들이 단위근을 가지지 않고 안정적일 경우에는 통상적인 회귀분석을 할 수 있으나, 그렇지 않을 경우에는 공적분검정 등 여타 검정을 통해 적합한 분석모형을 찾을 필요가 있다. 본 연구에서는 Eviews 4.1 프로그램을 이용하여 확장된 디키-플러 검정(ADF; Augmented Dickey-Fuller test)을 통해 단위근 검정을 하였다.

$$\Delta y_t = \mu + \gamma y_{t-1} + \sum_{i=1}^{p} \delta_i \Delta y_{t-i} + \epsilon_t \quad (1)$$

ADF 검정의 경우 차분변수의 과거치를 사용하므로 lag 값(식 (1)의 p)을 결정하는 것 역시 중요한 문제이다. p값은 자유도를 확보하기 위해 상대적으로 작으면서도 오차항의 계열상관을 제거할 정도의 크기는 되어야 하며, 본 연구에서는 Schwarz 정보기준(SC; SChwarz's information criterion)에 의해 결정하였다. T를 표본수, Σp를 p개의 과거치를

적용했을 경우의 분산이라고 하면 SC는 다음의 식 (2)와 같이 간략하게 표현할 수 있다.

$$SC = Tln(\Sigma p) + pln(T) \tag{2}$$

② 공적분 검정

허구적 회귀를 피하기 위해서는 단위근을 갖는 시계열 변수는 일반적인 회귀모형에 사용하지 말아야 한다. 왜냐하면 y_t와 x_t가 1차 차분 안정적인 I(1)변수인 경우 이들의 선형결합 역시 I(1)일 것으로 예상되기 때문이다. 그러나 시계열 데이터가 불안정적이라 하더라도 공적분(cointegrated)관계를 갖는다면 장기적인 관계는 I(0)가 되어 회귀모형을 통해 추정할 수 있게 된다.

공적분관계가 의미하는 바는 x_t와 y_t가 유사한 확률적 추세를 가지고 있으므로 이 두 변수의 차이인 e_t가 안정적인 균형오차라는 것이다. 따라서 아래의 식 (3)의 e_t가 안정적인지를 검정함으로써 공적분 관계를 검정할 수 있게 된다.

$$e_t = y_t - \beta_1 + \beta_2 x_t \tag{3}$$

본 연구에서는 Johansen 공적분 검정법을 사용하여 공적분 검정을 수행하였다.

③ 검정결과

본 연구에 사용할 데이터들에 대한 단위근 검정을 시행한 결과를 <표 4>에 제시하였다. ADF 검정에 사용한 변수들은 자연대수 수준변수이며, 각각의 변수들이 상이한 패턴을 보이기 때문에 모형 1(상수항과 추세가 없는 경우), 모형 2(상수항만 있는 경우) 및 모형 3(상수항과 추세가 모두 있는 경우)의 3가지 경우 중 각 변수에 적합한 모형을 사용하여 단위근 검정을 시행하였다.[6] 그 결과 많은 경우에 귀무가설을 기각하지 못하고 단위근이 존재하는 것으로 나타났다. 변수별 ADF test 결과는 <부록 1>에 제시하였다.

6) 모형 1, 모형 2, 모형 3에 대한 각각의 추정결과는 〈부록 2〉 참조.

표 4 ADF test 결과

변수	ADF test
elec__m	unit root
elec__mp	unit root
gdp	unit root
T	unit root
W	unit root

주 : unit root는 귀무가설을 기각하지 못함을 의미함.

위에서 보았듯이 대부분의 변수들이 단위근을 갖는 불안정적 시계열 데이터이므로 여기서는 공적분 검정을 통해 회귀모형에 사용할 각 변수들이 공적분 관계에 있는지를 살펴보았다. 공적분 검정은 산업용전력(elec_m)의 회귀모형에 대해 각각 시행하였으며, 그 결과는 <표 5>에 제시하였다. P개의 변수로 이루어진 경우에는 최대한 (P-1)개의 공적분 관계가 있을 수 있으며, 그 관계는 개별적일 수도 있고 변수들의 선형결합일 수도 있다.

Johansen 공적분 검정의 결과 모든 경우에 공적분이 존재하는 것으로 나타나 다음에 설명할 ARDL 모형을 통해 연료별 장·단기 가격탄력성을 추정하였다. 구체적인 공적분 검정 결과는 <부록 1>에 제시하였다.

표 5 Johansen Cointegration test 결과

변수	변수수	1% critical value	5% critical value
elec__m	5	At most 1*	At most 2**

주 : * 99%의 신뢰수준에서 1개 이하의 공적분 관계가 존재함을 의미함.
** 95%의 신뢰수준에서 2개 이하의 공적분 관계가 존재함을 의미함.

3. 추정모형 및 추정결과

1) 기본모형

자기회귀시차분포(ARDL; Auto Regressive Distributed Lag)모형은 유연하면서도 추정하여야 하는 모수의 수를 줄인 무한시차모형이라는 특징이 있다. 가장 기본적인 모형인 ARDL(1, 1)모형은 하나 또는 그 이상의 시차가 있는 종속변수의 값과 함께 설명변수 x_t와 이것의 하나 또는 그 이상의 시차가 있는 값이 포함된다. 일반적으로 ARDL(1, 1) 모형은

다음의 식 (4)와 같이 나타낸다.

$$y_t = \mu + \beta_0 x_t + \beta_1 x_{t-1} + \gamma_1 y_{t-1} + e_t \tag{4}$$

식 (4)를 확장하여 x의 p시차와 y의 q시차를 포함하는 모형은 ARDL(p, q)로 표시할 수 있다. 그러나 식 (4) 자체가 무한시차를 포함하고 있는데 이는 y_{t-1}을 대입해 보면 그 의미를 쉽게 알 수 있다. 즉, $|\gamma_1| < 1$을 가정할 경우 식 (4)는 다음의 식 (5)와 같이 표시할 수 있게 된다.

$$y_t = \alpha + \beta_0 x_t + \sum_{i=1}^{\infty} \gamma_1^{(i-1)} (\beta_1 + \gamma_1 \beta_0) x_{t-i} + \mu_t \tag{5}$$

위의 식에서 $\alpha = \mu/(1-\gamma_1)$이고, $\mu_t = e_t + \gamma_1 e_{t-1} + \gamma_1^2 e_{t-2} + \cdots$이므로 식 (5)는 다음의 식 (6)과 같은 무한시차분포모형이 된다.

$$y_t = \alpha + \sum_{i=0}^{\infty} \alpha_i x_{t-i} + \mu_t \tag{6}$$

따라서 p와 q의 값이 충분히 크다면 ARDL(p, q)는 어느 형태의 무한시차분포에도 근접할 수 있다는 특징을 가지고 있다.

2) 본 연구에 사용한 모형

본 연구에 사용한 ARDL모형의 기본적인 형태는 다음의 식 (7)과 같다.

$$\begin{aligned} ln Q_t = \alpha_0 &+ \sum_{i=1}^{n} \alpha_{1i} ln Q_{t-i} + \sum_{j=0}^{n} \alpha_{2j} ln P_{t-j} \\ &+ \sum_{k=0}^{n} \alpha_{3k} ln Y_{t-k} + \alpha_4 ln C + \alpha_5 D \end{aligned} \tag{7}$$

여기에서 Q는 수요량, P는 가격, Y는 소득, C[7]는 기타 변수, D는 더미변수를 의미한다. 즉, 에너지의 수요는 전기(前期)의 수요와 현재 및 전기의 소득 및 가격, 기온 등 여타의 변수들에 의해 결정된다. 여기에서 α_{20}은 단기 가격탄력성으로 해석될 수 있으며, $\sum_{j=0}^{n}\alpha_{2j}/(1-\sum_{i=1}^{n}\alpha_{1i})$은 장기 가격탄력성[8]으로 해석될 수 있다.[9]

위에서 제시하는 모형을 통해 장기탄력성을 도출하기 위해서는 lag 값이 매우 중요한 요소이다. lag 값을 결정하는 방법론은 아직까지 이론적으로 확립된 바는 없고 시계열데이터로 연간 데이터를 사용하는 경우에는 일반적으로 ARDL(1, 0) 또는 ARDL(2, 1) 모형을 사용한다. 그러나 본 연구는 분기별 데이터를 사용하였으므로 위의 일반적인 ARDL 모형을 차용하지 않고, Pesaran and Shin(1997)에서 제안하는 방법을 이용하여 lag를 결정하였다.[10]

산업용전력의 추정모형은 유종과 부문의 특징을 반영하여 설명변수 및 lag 등을 상이하게 적용하였으며 구체적인 추정모형은 이하의 추정결과를 다루는 부분에서 설명하도록 하겠다.

3) 추정결과

본 연구에서 산업용 전력의 탄력성 추정을 위해 사용한 모형은 다음과 같다.

$$elec_m = \alpha_0 + \sum_{i=1}^{3}\alpha_{1i}elec_m_{t-i} + \sum_{j=0}^{3}\alpha_{2j}elec_mp_{t-j} + \sum_{k=0}^{3}\alpha_{3k}gdp_{t-k} + \alpha_4 T + \alpha_5 W + \alpha_6 D + \alpha_7 S \quad (8)$$

elec_m : 산업용 전력 수요, elec_mp : 산업용 전력 가격, gdp : 소득,
T : 기온, W : 노동시간, D : IMF 더미, S : 계절 더미

7) C에는 기온, 근로시간 등이 포함됨.

8) 〈부록 2〉의 〈표 a-3〉에 나타난 coefficients 중 현재 가격변수(*__tp)의 추정값은 단기 가격탄력성을 나타내고, 추정된 coefficients를 $\sum_{j=0}^{n}\alpha_{2j}/(1-\sum_{i=1}^{n}\alpha_{1i})$에 대입하여 구한 값이 장기가격탄력성임. 소득탄력성의 경우도 위와 같은 방식으로 추정이 가능함.

9) 경제학에서 일반화된 장단기(단기: 1~2년, 중단기 5~10년)의 구분 개념과 본 연구에서의 사용된 장단기(본 연구에서는 분기별 데이터를 이용)의 개념 간에는 다소 정의상의 차이가 있으므로 결과값의 해석 및 활용 시에도 이 점을 유의하여야 함.

10) Pesaran and Shin(1997)에서는 AIC와 SC를 모두 사용하여 ARDL 모형 추정치의 정확도를 검정하였으며, 그 결과 AIC를 이용하여 lag를 결정하였을 때에 추정치의 편의가 더 작다는 결과를 도출하였음.

즉, 산업용 전력 수요는 전기(lag = 3)의 산업용 전력 수요와 현재 및 전기(lag = 3)의 산업용 전력 가격, 현재 및 전기(lag = 3)의 소득, 기온, 제조업 근로자 노동시간 등에 의해 결정된다. 산업용 전력의 탄력성 추정 결과는 <표 6>에 제시되어 있는 것처럼 단기 가격탄력성은 산업용이라는 특성상 단기간에 다른 에너지로 대체하기가 어렵기 때문에 −0.054로 매우 비탄력적인 것으로 나타났으나 장기 가격탄력성은 −0.515로 다소 탄력적으로 추정되었다.[11)]

표 6 산업용 전력의 탄력성

구분	단기(t-value)		장기
가격탄력성	−0.054(-1.020)		−0.515
소득탄력성	0.762(6.735)		1.591
adj R2	0.998	DW	1.902

Ⅳ. 전력부문 환경유해보조금 개편에 따른 파급효과 분석

1. 전력수요 변화량 추정

산업용 전력의 가격탄력성 추정결과를 통하여 산업용 전력 보조금 제거 시[12)] 수요 변화량을 다음과 같이 추정할 수 있다. 여기서, 가격탄력성(ε_p)은 다음 식 (9)와 같이 나타낼 수 있다.

$$\varepsilon_p = \frac{\text{수요량의 변화율}}{\text{가격의 변화율}} = \frac{\Delta Q_d / Q_d}{\Delta P / P} \tag{9}$$

산업용 전력 수요량의 변화율은 식 (9)를 이용하여 가격탄력성에 가격변화율을 곱하여 구할 수 있다. 산업용 전력의 교차보조금 제거 시 수요 변화량을 다음과 같이 추정하였다. 2007년 전력 판매단가 평균은 산업용 전력의 경우 64.56원/kWh이다[13)]. 전력별 판매원가에

11) 본 연구의 산업용 전력 장기 수요탄력성 추정치(−0.515)는 국외내 기존 연구의 추정치 범위 내에 있는 것으로 나타났음. 즉, 나인강 · 서정환(2000)의 경우 산업용 수요탄력성이 −0.40, 일본의 전력 수요탄력성 추정치는 −0.12 ~ −0.56로 나타남.

12) 본 연구에서는 환경유해보조금을 100% 제거시, 50% 제거 시 등 2개 시나리오로 나누어 추정하였음.

종합원가 회수율인 103.8%를 곱하여 실제 목표단가를 계산하면, 산업용 전력의 경우 68.66원으로 나타났다. 따라서 교차보조금을 제거하면 가격변화율은 산업용 전력의 경우 6.4%로 추정된다. 여기에 장기 가격탄력성을 곱하면, 산업용 전력의 수요변화율은 −3.3%가 된다.

산업용 전력에 대한 교차보조금 제거 시 연간 에너지수요 변화량을 추정하면 <표 7>과 같다. 산업용에 지원되는 교차보조금이 100% 제거될 경우 산업용 전력에 대한 연간 에너지 수요변화량은 −12,475,930MWh 만큼 사용량이 감소할 것으로 추정되었으며, 50% 제거 시에는 산업용 전력은 −6,237,965MWh 만큼 감소하는 것으로 추정되었다.

표 7 산업용 교차보조금 제거시 에너지수요량 변화(연간)

(단위 : MWh/년)

구 분		산업용
2007년 사용량(판매전력량)		194,936,409
교차보조금 제거 시	100% 제거시	182,460,479(-12,475,930*)
	50% 제거시	188,698,444(-6,237,965*)

* (　)는 교차보조금 제거 시 저감량.

2. 환경개선효과 추정

1) 대기오염물질 배출저감량 추정

전력부문의 수요 변화에 따른 대기오염물질 배출량 변화를 추정량은 다음과 같다. 우선 전력부문의 단위당 대기오염물질 배출량은 국립환경과학원에서 발표한 2005년 에너지원별 대기오염물질 배출량 자료를 사용하여 계산하였으며, 그 결과는 다음 <표 8>과 같다.

표 8 전력부문의 단위당 대기오염물질 배출량(2005년)

(단위: kg/MWh)

구분	CO	NOx	PM	SOx	VOC
발전량	0.096	1.062	0.374	0.023	0.014

자료: 국립환경과학원

13) 한국전력(2007.5)에서 발표한 기준용도별 원가회수율 자료에 따르면, 산업용 전력의 원가회수율은 97.6%로 나타났음.

위의 <표 8>의 단위당 배출량 자료를 이용하여 환경유해보조금 제거 시 오염물질 배출저감량을 계산하면 <표 9>와 같다. 환경유해보조금 제거로 대기오염물질 배출량은 산업용 전력의 교차보조금을 100% 제거 시 연간 19,571톤이 감소하고 50% 제거시에는 연간 9,786톤이 감소하는 것으로 나타났다.

표 9 환경유해보조금 제거에 따른 연간 대기오염물질 저감량

(단위 : 톤/년)

구분		CO	NOx	PM	SOx	VOC	합계
50% 제거 시	산업용 전력보조금	596	6,627	2,334	144	85	9,786
100% 제거 시	산업용 전력보조금	1,193	13,253	4,667	288	170	19,571

2) 이산화탄소 배출저감량 추정

전력부문 수요 변화와 이산화탄소 배출계수를 고려하여 이산화탄소 저감량을 추정하면 <표 10>과 같다. 산업용 전력의 교차보조금을 100% 제거 시 연간 2,644천톤이 감소하고, 50% 제거 시에는 연간 1,322천톤이 감소하는 것으로 추정되어 환경유해보조금 제거가 이산화탄소 저감에 상당부분 기여하는 것으로 나타났다.

표 10 환경유해보조금 제거에 따른 이산화탄소 배출 변화량

구분	이산화탄소 배출변화량(CO_2톤/연간)	
	50% 제거 시	100% 제거 시
산업용 전력보조금*	1,322,449	2,644,897

* 산업용 전력보조금의 이산화탄소 배출 변화량은 에너지관리공단 홈페이지(http://geis.kemco.or.kr/)의 온실가스 배출량계산 프로그램을 활용하여 계산

3) 환경개선편익 추정

산업용 전력보조금 개편에 따른 환경개선편익을 추정하기 위하여 대기오염물질의 경우 유럽연합에서 제시한 <표 11>의 오염물질 단위당 환경오염비용을 이용하여 배출저감량을 금액으로 환산하였다.

유럽연합의 추정치는 오염물질별 대기오염의 사회적 한계비용을 계산한 것으로 사회적 비용에는 건강 피해(조기 사망률, 질병 유발률 등), 오존에 의한 농작물 생산성 감소, 건물 및 구조물에 대한 산성비 영향 등의 피해 비용이 총체적으로 고려되었다. 특히, PM과 SOx에 대해서는 도시의 인구수에 따라 10만, 50만, 100만, 200만 이상으로 구분하여 산출하였다. 본 연구에서는 PM과 SOx의 경우에는 인구 100만 도시에 해당하는 5의 가중치를 이용하여 환경오염비용을 산출하였다. 한편, 유럽연합의 추정치에는 CO는 포함되어 있지 않아 이에 대해서는 KAIST(1998)의 연구결과, 즉 SOx를 기준으로 한 오염물질별 대기위해도 지수를 활용하여 대기오염물질 단위당 환경비용을 산출한 자료를 이용하였다.

표 11 대기오염물질 단위당 피해비용

대기오염물질	피해비용(원/kg)	가중치
PM	220,485	5
SOx	40,077	5
NOx	10,591	-
VOC	9,771	-
CO	7,276	-

주: 2008년도 환율 1EUR = 1606.77원 적용
자료: EC DG environment, BeTa(Benefits Table database), Version E1.02a, 2002
KAIST, 1998 「청정연료 사용 지역 내에서 지역난방 사용연료의 합목적 선정에 관한 연구」

이산화탄소의 경우 Mckinsey의 Antonio Volpin의 분석 및 영국의 Cambridge Econometrics에 따르면 2008~2012년 평균 이산화탄소 배출권의 가격은 톤당 25유로(2008년 평균환율 적용 시 40,169원)인 것으로 추정되어 본 연구에서는 톤당 40,169원을 이용하여 계산하였다[14].

유럽연합에서 제시한 오염물질 단위당 환경오염비용을 이용하여 배출저감량을 금액으로 환산하면 산업용 전력보조금 100% 제거 시 연간 약 1조 1,914억원의 환경개선편익이 발생하고, 50% 제거시 연간 5,957억원의 환경개선편익 발생하는 것으로 나타났다. 그리고 이산화탄소의 경우 톤당 25유로를 적용하여 계산하면 산업용 전력보조금 100% 제거 시 연간

14) 이산화탄소의 경우 조기사망, 질병 등의 사회적 비용을 추정하기 곤란하여 배출권 가격을 사용함. 이는 엄밀히 말하면 환경오염비용의 변화액이라기보다는 기업체의 한계저감비용이라 할 수 있음. 따라서 본 연구의 환경오염비용 변화액의 추정에는 다소 한계가 존재함.

약 1,062억원의 환경개선편익이 발생하고, 50% 제거 시 연간 531억원의 환경개선편익이 발생하는 것으로 나타났다.

표 12 산업용 전력보조금 제거 시 환경개선 편익

(단위: 백만원/년)

	대기오염물질	이산화탄소	합 계
50% 제거 시	595,734	53,121	648,855
100% 제거 시	1,191,468	106,242	1,297,710

Ⅴ. 결 어

우리나라 전력부문의 환경유해보조금 지급액은 연간 약 2조 86억원으로 추정되는데, 교차보조금, 국내무연탄발전지원사업, 열병합발전지원사업 및 복지할인요금제 등이 이에 포함된다. 본 연구는 전기요금 변화에 따른 전력수요 변화를 파악하는 가격탄력성 추정을 통해 전력부문 환경유해보조금 중에서 가장 큰 비중(연간 약 1조 6,583억원)을 차지하는 교차보조금 제도 중에서 산업용 전기의 교차보조금 개편에 따른 환경적 파급효과를 파악하였다. 가격탄력성 추정에는 ARDL(자기회귀시차분포) 모형을 이용하였고, 기본 데이터는 1990년부터 2007년까지의 분기별 자료를 이용하였다. 분석결과를 요약해 보면, 환경유해보조금 제거로 산업용 전력에 대한 연간 에너지 수요변화량은 −12,475,930MWh 만큼 사용량이 감소할 것으로 추정되었으며, 이산화탄소 배출량의 경우를 보면 연간 2,644,897톤이 감소하는 것으로 추정되어 보조금의 폐지가 이산화탄소 저감에 상당한 기여를 하는 것으로 나타났다. 또한 유럽연합에서 제시한 오염물질 단위당 환경오염비용을 이용하여 배출저감량을 금액으로 환산하면 산업용 전력보조금 제거로 연간 약 1조 1,914억원의 환경개선편익 발생하는 것으로 나타났다. 그리고 이산화탄소의 경우 톤당 25유로를 적용하여 계산하면 산업용 전력보조금 제거로 연간 약 1,062억원의 환경개선편익 발생하는 것으로 나타났다.

전력부문의 교차보조는 소비자 그룹 간의 소득재분배나 특정 소비자 그룹(용도)에 대한 지원을 위한 정책 수단으로 사용하여 왔다. 이러한 정책적 교차보조는 시간이 흐르면서 상황의 변화에도 대부분의 경우 꾸준히 지속되면서 교차보조의 근거가 되었던 이들 정책의 실질적인 비용을 잡아내는 것이 어려워지고, 당초 목적한 정책효과도 불분명해지면서 전반

적인 경제적 효율성을 저해하는 결과를 초래하고 있다.[15] 또한 특정 산업에 대한 지원정책이 여기에 가미되면서 용도 간 교차보조 정책의 비효율성이 심각한 것으로 판단된다. 따라서 교차보조로 인한 현행 전기요금체계 내에 잠복한 다양한 유형의 비효율성을 제거하기 위한 다각적인 노력이 절실히 요구된다.

15) 정한경 외, 2007. 「에너지 가격정책 및 규제체계 개선 연구」.

참고문헌

강만옥, 황욱, 이상용. 2007.「에너지·전력부문 보조금의 환경친화적 개편방안과 파급효과 연구(I)」. 한국환경정책·평가연구원.

강만옥 외. 2006.「OECD의 환경유해보조금 개편 논의동향과 국내 정책과제」. 한국환경정책·평가연구원.

_____. 2008.「에너지·전력부문 보조금의 환경친화적 개편방안과 파급효과 연구(II)」. 한국환경정책·평가연구원

국무총리실. 2008.「기후변화대응 종합기본계획」.

김문영 외. 2001.“전력수요 탄력성에 따른 각 용도별 부하의 전력수요 영향”.「대한전기학회 논문지」 50(12):568-574

_____. 2002.“수요 탄력성에 따른 전력수요의 변화가 현물가격에 미치는 영향”.「한국에너지공학회지」 11(2):142-148.

김수덕. 2009.“에너지가격 측면에서 살펴 본 산업용 도시가스와 전력수요”.「한국지구시스템공학회지」 46(3):379-386.

김승래. 2006.「한국의 조세·재정정책 평가 모형: 조세의 일반균형 귀착효과」. 한국조세연구원.

나인강. 1999.「가정용 전력수요 행태변화 분석」. 에너지경제연구원.

나인강·서정환. 2000.“산업용 전력수요의 탄력성 분석”.「자원·환경경제연구」 9(2):333-347.

정한경 외. 2007.「에너지 가격정책 및 규제체계 개선 연구」.

통계청. 2007.「가계조사자료」.

환경부, 국립환경과학원. 각년도.「대기오염물질배출량」.

한국전력공사. 각년도.「한국전력통계」.

Beers, C. van and A. de Moor. 2001. *Public Subsidies and Policy Failures: How Subsidies Distort the Natural Environment, Equity and Trade, and How to Reform Them*. Cheltenham, United Kingdom: Edward Elgar Publishers.

Bentzen, Jan and Tom Engsted. 2001.“A Revival of the Autoregressive Distributed Lag Model in Estimation Energy Demand Relationship”. *Energy* 26:45-55.

Dahl, Carol and Thomas Sterner. 1991a.“Gasoline Demand Modelling: Theory and Application”. In: Thomas Sterner ed, *International Energy Modelling*. Chapman and Hall, London.

Dahl, Carol and Thomas Sterner. 1991b. "Analysing Gasoline Demand Elasticities: A Survey". *Energy Economics* 13-3:203-210.

Espey, Molly. 1998. "Gasoline Demand Revisited: an International Meta-analysis of Elasticity". *Energy Economics* 20:273-295.

European Environmental Bureau. 2005. *Stop Subsidies Polluting the World, Recommendations for Phasing-Out and Redesigning Environmentally Harmful Subsidies*. Belgium.

Fullerton, D. and D. Rogers. 1993. *Who Bears the Lifetime Tax Burden?* The Brookings Institution, Washington, D.C.

Hosoe, Nobuhiro and Shu-ich. Akiyama. 2009. "Regional Electric Power Demand Elasticities of Japan's Industrial and Commercial Sectors". *Energy Policy* 37(11):4313-4319.

IEA. 1999. *World Energy Outlook 1999 insight; Looking at Energy Subsidies-Getting the Prices Right*.

IEEP et al. 2007. *Reforming Environmentally Harmful Subsidies Final Report to the European Commission's DG Environment*.

Kamershen, D. R., P. G Klein, and D. V. Porter. 2005. "Market Structure in the US Electricity Industry: A long-term perspective." *Energy Economics* 27(5):731-735.

Mackinnon, James G. 1991. "Critical Values for Cointegration Tests". In: Robert F. Engle and C.W.J. Granger eds, *Long-run Economic Relationships*. Oxford: Oxford University Press. pp.267-276.

M. Hashem Pesaran and Yongcheol Shin. 1998. *An Autoregressive Distributed-Lag Modelling Approach to Cointegration Analysis*. Cambridge University Press.

Moor, A. 2001. "Towards a Grand Deal on Subsidies and Climate Change". *Natural Resources Forum*. 25:167-176.

OECD. 2005. *Environmental Harmful Subsidies - Challenges for reform OECD, Paris*.

_____. 2001. *Behavioral Responses to Environmentally-Related Taxes*, COM/ENV/EPOC /DAFFE/ CFA(99)111/FINAL.

_____. 1999. *Improving the Environment through Reducing Subsidies, in three volumes*.

_____. 1997. *Reforming energy and Transport Subsidies*.

Pesaran, M. H. and Y. Shin. 1998. "An autoregressive distributed lag modeling approach to cointegration analysis". *In Econometrics and Economic Theory in the*

20th Century. The Ragnar Frisch Centennial Symposium. Cambridge University Press.

Pesaran, M. H., R. P. Smith, and T. Akiyama. 1998. *Energy Demand in Asian Developing Economies*. Oxford University Press.

Pieters, J. 2003. *When removing subsides benefits the environment: Developing a checklist based on the conditionality of subsidies in OECD*.

Reiss, P. C. 2005. "Household Electricity Demand, Revisited". *Review of Economic Studies* 72:853-883.

REPP. 2000. *REPP Research Report No*. 11. (July 2000)

UNEP. 2002. *Reforming Energy Subsidies: An Explanatory Summary of the Issues and Challenges in Removing or Modifying Subsidies that Undermine the Pursuit of Sustainable Development*. UNEP/IEA.

국립환경과학원. 대기오염물질 배출량. http://airemiss.nier.go.kr

전력기반조성사업센터. http://www.etep.re.kr

〈부록 1〉 데이터의 안정성 검정 결과

1) 단위근 검정 결과

표 a-1 ADF 테스트 결과

변수명	ADF test statistic		Test critical values			DW
	t-Statistic	Prob.[1)]	1%	5%	10%	
elec_m	-1.9602	0.6117	-4.1032	-3.4794	-3.1674	
elec_mp	-2.3378	0.4082	-4.1009	-3.4783	-3.1668	
gdp	-2.5871	0.2874	-4.1032	-3.4794	-3.1674	
T	-4.5086	0.0005	-3.5349	-2.9069	-2.5910	1.8556
W	-3.3152	0.0726	-4.1009	-3.4783	-3.1668	1.9625

주 : 1) MacKinnon(1996); one-sided p-values.

2) 공적분 검정 결과

표 a-2 Johansen Cointegration test for elec_m, elec_mp, gdp, temp(T) & working(W)

Hypothesized No. of CE(s)	Eigenvalue	Trace Statistic	5% Critical Value	1% Critical value
None **	0.497734	117.9726	87.31	96.58
At most 1 *	0.357027	70.45752	62.99	70.05
At most 2	0.310542	39.98351	42.44	48.45
At most 3	0.132714	14.32592	25.32	30.45
At most 4	0.063153	4.501255	12.25	16.26

주 : **와 *는 각각 1%와 5%의 유의수준을 의미함.

〈부록 2〉 ARDL 모형 추정 결과

표 a-3 산업용 전력 탄력성 분석 결과

변수명	Coefficients	t
(Constant)	-1.7817	-2.62298
elec__m1	0.472237	3.683761
elec__m2	0.250372	1.830051
elec__m3	0.128879	0.958011
elec__mp	-0.05377	-1.02006
elec__mp1	0.030584	0.539518
elec__mp2	-0.14173	-2.67592
elec__mp3	0.088422	1.883059
gdp	0.761847	6.735399
gdp1	-0.28799	-1.80721
gdp2	-0.27115	-1.67401
gdp3	0.033592	0.219875
T	-0.00177	-0.15634
W	0.293359	2.899499
d__D	0.001879	0.15789
d__S1	0.143312	4.01148
d__S2	0.071083	2.810433
d__S3	0.073827	1.977008

R2	0.999	F	2530.408
adj R2	0.998	D-W	1.9016