

탄소세와 에너지과세의 조화방안*

2012. 12

전병목 · 성명재 · 전영준

Kipf 한국조세연구원

* 본 연구의 수행과정에서 주요국에 대한 사례 자료 수집과 분석을 도와준 이은경
전문연구원에게 감사를 표한다.

서 언

혹한, 혹서 등 자연재해가 빈발하게 발생함에 따라 기후변화 대응에 대한 세계적 관심이 높아지고 있다. 그러나 온실가스의 상당 부분이 산업생산의 투입재화인 화석연료에서 배출된다는 점이 각 국가들의 적극적인 참여를 꺼리게 하고 있다. 또한 기후변화가 전 지구적인 문제로서 비용은 개별 국가가 담당하지만 그 편익은 전체 국가가 누린다는 점도 개별 국가의 참여를 낮추는 유인이 되고 있다.

그러나 우리나라는 장기적인 국가성장 전략으로 녹색성장을 표방하고 이를 실현하기 위해 노력하고 있다. 먼저 장기적인 온실가스 배출저감 목표를 제시하고 2015년부터 산업부문에 대한 배출권거래제를 시행하기로 입법화하였다. 이러한 노력 가운데 배출권거래제 대상이 아닌 부분에 대한 정책적 고려는 미흡하였다. 이를 위해 유력한 경제적 수단인 탄소세의 도입 가능성을 검토하였다. 탄소세는 온실가스 배출의 외부비용을 가격에 반영함으로써 경제적 절약유인을 제공하는 정책수단이다. 이를 위해 본 연구에서는 탄소세 도입과 관련된 기초적인 유효성 검증부터 구체적인 적용방안과 그 효과에 대해 심층분석하였다. 먼저 탄소세의 유효성을 검증하기 위해서 우리나라 산업용 및 가정용 에너지소비의 구조분석과 가격탄력성을 추정하였다. 이를 통해 가격정책의 유효성을 확인할 수 있었다. 그리고 유럽 국가들의 탄소세 부과사례를 분석함으로써 실질적인 조세 설계 방안과 세수 정도를 검토하였다. 또한 배출권거래제와의 조화를 위한 노력도 검토하였다. 국내적으로는 에너지제품의 가격 수준을 산업경쟁력 차원에서 절대가격, 소비자의 부담 측면에서 구매력기준 가격으로 비교분석하여 탄소세 도입의 가능성을 평가하였다. 이러한 분석을 바탕으로 탄소세 도입방안을 제시하고 그 세수효과와 함께 중장기적인 경제적 효과를 검증하였다. 이러한 탄소세 도입과 관련한 일련의 이슈에 대한 분석 노력

은 향후 우리나라 정책방안 설계에 기여할 것으로 판단된다.

본 보고서는 본원의 전병목 박사와 성명재 박사, 그리고 한양대학교 전영준 교수가 공동으로 집필하였다. 저자들은 원내 세미나 등을 통해 유익한 도움 말씀을 주신 원내 연구위원들과 외부 위원들, 그리고 마무리 단계에서 유익한 논평을 해주신 익명의 두 논평자에게 감사하고 있다. 또한 보고서 집필과정에서 자료수집과 분석에 많은 도움을 준 이은경 전문연구원과 자료와 원고 정리에 도움을 준 홍유남 주임연구행정원에게도 감사의 마음을 전하고 있다.

끝으로 본 보고서의 내용은 저자들의 개인적인 견해이며 본 연구원의 공식견해를 반영한 것이 아님을 밝혀둔다.

2012년 12월

한국조세연구원

원장 조 원 동

요약 및 정책시사점

전 지구적인 온실가스 저감 노력은 경제위기 등 경제여건의 악화에도 강화되고 있는 가운데 우리나라의 선제적 대응 노력도 중요해지고 있다. 본 보고서에서는 2015년부터 배출권거래제가 시행되기로 입법화됨에 따라 배출권거래제와 함께 기존 에너지세제와 조화를 이룰 수 있는 탄소세 도입방안을 검토하였다. 기본적으로 탄소세와 에너지관련 과세의 조화를 위한 주요 주제들을 중심으로 기존 연구에서 소홀히 다루어졌거나 중요한 주제를 중심으로 연구범위를 설정하였다. 주요 연구주제는 제조업과 가정부문에 대한 에너지소비분석, 외국의 탄소세와 에너지세제 조화사례, 우리나라에 대한 탄소세 도입방안, 탄소세 도입의 경제적 효과이다. 이들 주제 간에는 강한 연관관계를 갖고 있지 않지만 탄소세 도입 관련 논의에서 검토해 보아야 할 중요한 이슈이다.

먼저 주요 에너지소비부문인 산업부문과 생활단위인 가계부문의 수요분석을 통해 에너지가격 정책의 영향력을 살펴본다. 산업부문의 경우 탄소세 부과에서 국제경쟁력 등을 감안하여 면밀히 접근해야 할 분야이며 도입 예정인 배출권거래제와의 조화도 중요하기 때문이다. 가정부문의 경우에도 에너지소비량은 크지 않을 수 있으나 생활단위인 가계의 납세 수용성을 결정한다는 측면에서 중요하다.

과거 에너지소비 변화 분석에 따르면 에너지소비 증가에는 제조업 부문의 저부가가치화와 부가가치당 에너지소비 효율성 악화가 크게 기여하고 있는 것으로 나타났다. 이는 생산액당 에너지소비량 지표를 분석했을 때 개선되는 것과는 대비되는 결과이다. 즉, 생산액당 에너지 소비량이 감소한 것은 단위 생산액당 부가가치의 감소가 큰 영향을 미친 것으로 부가가치당 에너지소비량 개선은 없었던 것이다. 요인 분석을 통해 구분된 에너지소비(부가가치)효율성 악화에는 낮은 에너지가

격이 유의미한 영향을 미쳤음을 확인할 수 있었다. 이는 탄소세 등 에너지가격정책을 통해 제조업 에너지소비 효율성 제고에 기여할 여지가 있음을 보여준다. 가정용 에너지소비 역시 낮은 수준의 가격과 소득탄력성을 확인할 수 있었다. (미보상)가격탄력성은 휘발유와 경유가 각각 -0.94와 -0.76(2011년 기준)으로 단위탄력적인 모습에 가까운 것으로 추정되어 가격정책의 유효성을 확인할 수 있다.

온실가스 저감을 위한 주요국의 탄소세 부과사례는 기존 에너지 관련 과세와 적절한 역할분담 등에서 몇 가지 시사점을 제공한다. 먼저 기존 에너지 관련 과세제도와 과세범위 조화방식으로 주요 국가들은 탄소세 도입 이전 에너지세의 과세범위를 감안하여 과세기반이 넓어지는 방향으로 제도를 도입하였다. 즉, 기존 에너지 과세범위가 넓어 과세범위 확대 필요성이 높지 않은 경우에는 기존 과세기반을 활용하여 부가적인 세율을 부과하는 방식을 취하였다(독일). 반면 기존 에너지 관련 과세기반이 넓지 않았던 경우에는 탄소세 도입과 함께 기존 과세범위에서 넓혀 부과하는 경우(핀란드)와 기존 에너지 관련 과세에서 과세되지 않던 분야에 특화된 과세 형태를 취하기도 하였다(영국). 기존의 에너지 과세범위가 넓게 형성되었지만 산업부문에 대해 면세하고 있었던 덴마크도 탄소세 도입을 계기로 산업부문 에너지소비까지 과세범위에 포함하였다.

둘째, 탄소세 도입의 방법도 과세범위에 따라 다른 형태로 나타난다. 즉 과세범위가 비교적 넓게 형성되는 경우는 기존의 에너지 관련 과세에 포함되는 부가세의 형태를 취하는(독일, 핀란드) 반면, 과세범위가 특정 부문에 한정되는 경우는 별도 세목을 취하고 있다(영국, 덴마크). 이는 조세제도의 복잡성을 완화하기 위한 것으로 볼 수 있다. 넓은 범위에 부과되는 기존 에너지세가 있을 경우 새로운 세목의 설치보다 기존 에너지세에 탄소세에 해당하는 세율을 추가함으로써 하나의 세목처럼 운영할 수 있기 때문이다. 기존 과세범위와 다르게 운영할 경우에는 새로운 세목을 설치하여 도입하였다(영국, 덴마크).

셋째, 탄소세 도입으로 인한 추가재원 효과는 크지 않았다. 이는 탄

소세 도입 이전의 전체 환경에서 관련 세수와 최근 환경 관련 세수의 비중을 비교해 본 결과이다. 환경과세를 강화하고 노동 관련 과세를 축소하는 ETR 관점을 적용한 덴마크에서 GDP 대비 세수 증가가 1.02%p로 가장 크게 나타났으며 다른 국가들은 변화 폭이 0.5%p 이하에 불과했다. 핀란드와 독일의 경우에도 재원조달 구조의 조정이라는 ETR 관점이 적용되었지만 그 규모는 크지 않았는데 이는 기존 국민부담률이 상대적으로 낮았기 때문이기도 하다. 영국은 명시적으로 ETR 관점의 재원조달 구조조정을 표방하지 않았으며 탄소세수도 작았다. 이러한 경험은 탄소세가 새로운 재원확보의 수단으로 의미 있게 이용될 수 있지만 추가적 재원규모는 크지 않을 수 있음을 보여준다.

한편 우리나라 에너지 제품의 가격 수준 분석결과는 탄소세 부과여지가 있음을 보여준다. 먼저 절대적 가격 수준은 산업용 연료유의 경우 외국에 비해 높은 수준이며 수송용 연료는 상대적으로 낮은 수준이다. 가정용 연료유는 외국과 유사한 수준이다. 이는 수송용 연료에 대한 세부담 인상 여지가 있음을 보여준다. 그러나 가계부문의 세부담을 나타낼 수 있는 구매력 기준 평가에서는 대부분 에너지 상품의 가격이 주요 선진국들에 비해 높게 나타나 경제주체가 느끼는 비용부담은 상당한 것으로 평가된다. 이는 국제가격에 따라 결정되는 수입재화로서의 특성이 반영된 것이지만 석유 제품에 대한 세율 인상에는 장애요인으로 작용할 것이다. 반면 기존 에너지 관련 조세가 부과되고 있지 않은 석탄에 대해서도 다른 에너지원과의 균형과세 차원에서 과세를 검토할 수 있다.

이차에너지인 전력의 경우, 주요국에 비해 절대적 가격뿐만 아니라 구매력기준 평가에서는 상당히 낮은 가격수준을 보여준다. 절대가격수준이 외국과 큰 차이를 보이지 않는 석유제품에 비해 이를 투입원료로 이용하는 전력가격은 큰 격차를 보인다. 이는 정부의 물가관리 의지가 상당부분 반영된 결과로 판단된다. 외국과의 수출입을 통해 적절한 시장경쟁 압력을 느낄 수 있는 석유제품과 달리 전력은 구조적으로 폐쇄된 독점적 구조를 갖는 것도 큰 가격 격차의 원인이다. 향후 지구온난

화에 대응하기 위한 정책의 효과성을 담보하기 위해서는 전력부문에 대한 가격기능 회복이 중요하다.

2015년 도입 예정인 배출권거래제도와외 상호보완 관계 형성을 위해서 탄소세를 도입한다면 배출권거래제 도입 이전에 시행하는 것이 바람직하다. 배출권거래제가 일정규모 이상의 대규모 에너지소비업체만 적용되므로 탄소세 개념은 배출권거래제도 적용대상이 아닌 산업, 수송, 가정부문에 초점을 맞출 필요가 있다. EU 배출권거래제 이전에 도입된 각국의 탄소세 운영도 산업부문에 대해 낮은 세율 등 경쟁력 측면의 고려가 있었다. 우리나라의 경우 적어도 2016년 말까지 탄소배출권이 무상할당될 것이므로 이를 감안하여 비산업부문에 대한 점진적인 탄소세 도입방안을 마련하여 가격기능을 회복하는 것이 중요하다.

구체적인 탄소세 도입 방법은 별도의 세목 신설보다는 기존에 폭넓게 형성된 교통·에너지·환경세, 개별소비세 등에 부가세의 개념으로 포함하는 것이 바람직하다. 제도설계의 간편성과 세목의 단순성 확보 그리고 납세자의 수용성 측면에서 장점이 있기 때문이다. 탄소세 과세 범위에 있어서는 과세 효율성을 개선할 수 있도록 비과세부문 축소에 활용하여야 한다. 현재 비과세되고 있는 유연탄, 무연탄, 전력 등이 우선순위가 높은 잠재적인 과세대상이다. 동 에너지 제품의 절대가격 측면을 감안하더라도 우리나라는 외국에 비해 상대적으로 낮아 탄소세 도입의 여지가 높다. 탄소세 도입 시 세율 수준은 피구조세의 성격을 감안하는 것이 바람직하나 사회적 비용의 측정에 한계가 있어 유럽의 배출권거래제 가격을 조정하여 이용하는 것이 바람직하다. 왜냐 하면 유럽 대규모 산업체 간 배출권거래가격은 시장에서 평가되는 탄소배출의 가격으로 볼 수 있기 때문이다. 이러한 가격 수준을 조정할 수 있는 근거는 환경에 대한 가치평가가 그 사회의 소득 수준에 크게 의존하기 때문이다. 또한 탄소세의 과세기준은 탄소배출과 직접적으로 연계된 물량 단위의 종량세 체계가 바람직하다. 사회적 비용의 내재화라는 탄소세 부과취지와 잘 부합하며 기존의 에너지 관련 과세제도와의

일관성을 유지할 수 있는 방안이기 때문이다.

이러한 방향과 도입 예정인 탄소세 배출권과의 균형을 위해서는 2단계 탄소세 도입방안을 제안할 수 있다. 1단계에서는 에너지 과세기반의 형평성을 제고하기 위해서 기존 에너지과세에서 제외되고 있는 석탄과 전력에 대한 과세를 시행한다. 전력에 대한 과세가 이루어짐에 따라 전력생산을 위해 이용되는 유연탄, 무연탄 등에 대해서는 과세하지 않는다. 2단계는 배출권거래제의 시행과 함께 추진되는데 배출권거래제 대상이 아닌 부분을 포함하면서 국제경쟁력을 감안하여 산업부문과 비산업부문의 과세균형을 유지하는 방안이다. 과세효율은 1단계에서는 과세기반 확충과 형평성 측면을 고려하여 낮은 수준으로 부과한다. EU 배출권거래제에서 나타나는 최근의 가격 3유로/탄소톤과 함께 2009년~2010년 기간 동안의 가격 15유로/톤의 절반 수준인 7유로/탄소톤을 적용한다. 중장기적인 가격 수준을 적용할 때는 우리나라가 EU 국가 소득의 약 50% 수준임을 반영한 것이다. 2단계 과세효율은 배출권거래제가 적용되지 않는 부분을 중심으로 적용되는데 그 수준은 1단계 부과효율의 약 60% 수준으로 설정한다. 이는 배출권거래제 초기기간 무상할당비율이 매우 높기 때문에 산업부문에 대한 실질적인 부과 수준은 매우 낮음을 감안한 것이다. 배출권거래제 대상이 아닌 부문에 대한 과세는 이러한 산업부문 부담 증가를 상회하는 것이 바람직하지만 너무 인상폭이 크지 않는 수준에서 결정하였다. 이러한 부과수준은 배출권거래제의 무상할당비율 축소와 함께 점진적으로 상향조정될 수 있을 것이다.

탄소세 부과로 인한 세수효과는 1단계 개편에서 시나리오에 따라 1.3조~3.1조원 수준에 이른다. 소비량이 많은 전력과 유연탄 소비부문에서 부담하는 구조이다. 에너지다소비업종으로 구성된 배출권거래 대상에서 0.5조~1.2조원을 부담하고 기타 산업 및 용도에서 0.8조~1.9조원을 부담하게 된다. 에너지원별로는 전력과 석탄을 소비하는 경제주체가 부담하는 구조이다. 배출권거래제도와 함께 시행되는 2단계 개편에서는 산업부문의 잠재적 부담 증대를 고려하지 않더라도 1.0

조~2.1조원의 세입 증대가 예상된다. 배출권거래제도 부문의 절반 이상 수준에 해당하는 요율 인상에 따른 것이다.

일반균형모형을 통해 탄소세 도입의 효과를 살펴보면 탄소세가 매장량이 제한된 화석연료의 사용 시기에 영향을 미침으로써 현시점에서 GDP를 줄이고 미래시점의 GDP를 증가시키는 효과가 있는 것으로 나타났다. 중기적으로 GDP의 감소가 나타나며 충분한 경제적 적응 과정을 그친 이후에는 GDP가 크게 증가하게 된다. 탄소세 수입의 사용방법에 따라 탄소세 도입 초기기간 생산량의 감소에 따른 후생 저해 효과를 줄이고 거의 대부분 세대의 후생을 증진시킬 가능성도 있는 것으로 나타났다. 탄소세 수입을 이전지출 형태로 국민에게 지급할 경우 현재세대의 후생을 저해하지 않고 소폭이나마 증진시킬 가능성이 있으며, 또한 탄소세 수입의 일부를 R&D 투자에 대한 지원금으로 지출할 경우 생산 증가효과와 미래세대의 후생 증진효과가 항구적으로 나타날 것으로 보인다. 관건은 탄소세 부과로 나타나는 단기적인 GDP 증가율의 감소이다. 탄소세율이 낮아지면 그 기간과 성장저해효과도 줄어들지만 근본적으로 회피하기는 어렵다. 그러나 환경을 고려하지 않는 현 체제로의 지속성장이 불가능하다는 점을 감안하면 화석연료 축소(즉, 온실가스 저감)에 따른 경제적 충격은 피하기 어려운 상황이라 할 수 있다. 이를 감안하면 단기적이고 높은 세율의 탄소세 도입보다 점진적인 탄소세 도입 및 운용이 보다 현실적인 대안이다. 배출권 거래제에서 도입하고 있는 높은 무상할당률도 그러한 관점에서 시작된 것이다.

결론적으로 우리나라의 제조업 에너지효율성이 낮은 부가가치율, 개선되지 않고 있는 에너지원단위 등의 영향이 크게 작용하고 있어 두 요인에 대한 심층적인 개선 노력이 요구된다. 특히 에너지원단위의 악화에는 낮은 에너지가격이 유의미한 영향을 미치는 것으로 나타나 미래의 급격한 환경 충격을 해소한다는 측면에서도 탄소세의 도입이 필요하다. 외국의 사례와 우리나라 과세 현실을 감안하면 탄소세는 종량세로 기존 에너지과세에 추가하는 형태가 바람직할 것으로 판단된다.

이미 에너지 관련 과세가 광범위하게 실시되고 있고 외부비용 교정이 라는 탄소세 부과 목적에도 잘 부합하기 때문이다. 탄소세 부과방식은 먼저 비과세부문을 축소하여 과세 형평성을 회복하는 단계와 배출권 거래제도와 조화를 이루는 단계로 추진하는 것이 바람직하다. 세율 인 상의 폭도 조정할 수 있으므로 경제의 충격도 줄일 수 있고 에너지 원 별 과세 형평성 부족으로 인한 소비구조 왜곡도 점진적으로 시정할 수 있기 때문이다. 탄소세 부과 수준은 유럽의 탄소배출권거래제 가격을 바탕으로 소득요인을 감안하여 결정하는 것이 바람직하다. 구체적 부 과방안에 대한 일반균형분석은 탄소세의 부과가 중기적으로 성장을 저해하지만 장기적으로 더욱 큰 성장 유도효과를 갖는 장기적 관점의 정책수단임을 보여주고 있다. 환경을 고려하지 않는 기존의 성장방식 이 지속가능하지 않은 점을 감안하면 경제적 비용을 줄이는 점진적인 접근방법을 모색하고 실천할 때이다.

목 차

I. 서론	23
II. 에너지소비 분석	26
1. 산업(제조업)용 소비 요인 분석	26
가. 배경	26
나. 선행연구와 연구방법론	28
다. 분석자료 및 기초통계량	32
라. 분석 결과	40
마. 소결	53
2. 가정용 수요분석	54
가. 가상패널의 구축	54
나. 선형지출체계(LES; linear expenditure system) 수요함수의 구조	58
다. 17개 부문의 수요함수 분석결과	66
라. 소결	81
III. 외국의 에너지세와 탄소세 조화 사례	83
1. 탄소세 부과와 이론적 근거	84
2. 핀란드	86
가. 에너지세와 탄소세	86
나. 기타 에너지세제	91
다. 자원	92
3. 영국	94
가. 에너지세와 탄소세	94

나. 기타 환경세제	99
다. 자원	100
4. 독일	104
가. 에너지세와 탄소세	104
나. 기타 에너지세제 및 자원	108
5. 덴마크	111
가. 에너지세와 탄소세	111
나. 기타 에너지세제	114
다. 자원	118
6. 시사점	120
IV. 우리나라의 탄소세 도입방안	123
1. 에너지 분야 과세여력 분석	123
가. 절대 가격수준	125
나. 구매력기준 가격수준	129
다. 가격 중 조세의 비중	132
라. 소결	136
2. 배출권거래제와의 역할 분담	137
가. EU 배출권거래제	137
나. 우리나라 탄소 배출권거래제	151
다. 배출권거래제와 탄소세의 조화	153
3. 탄소세 도입방안	154
가. 탄소세 설계 시 고려 요인	154
나. 탄소세 설계	158
V. 탄소세 도입의 경제적 효과	163
1. 모형	164
가. 모형의 기본구조	164
나. 가계	165

다. 기업	166
라. 정부	171
2. 모수설정	171
3. 정책시뮬레이션	175
가. 기본경제	175
나. 정책개편의 효과	182
4. 소결	191
VI. 결 론	193
참고문헌	199
〈부록 1〉 가법적 방법론에 따른 제조업 에너지소비증가 요인분해	207
〈부록 2〉 제조업 업종별 에너지소비증가 요인분해(승법적 분석)	210
〈부록 3〉 제조업 업종별 에너지소비(발전손실 포함) 증가 요인 분해 (승법적 분석)	216
〈부록 4〉 탄소세 요율 적용에 이용된 전환계수	222

표목차

〈표 II-1〉 분해분석에 이용된 자료	33
〈표 II-2〉 제조업 업종분류의 통합방법	34
〈표 II-3〉 최종 에너지소비량 중 제조업 비중 변화	35
〈표 II-4〉 제조업 업종별 에너지소비량 변화	36
〈표 II-5〉 전력부문 손실을 감안한 에너지소비 변화	37
〈표 II-6〉 업종별 전력손실 포함 에너지소비 변화 (전력손실 포함 시/최종 에너지)	38
〈표 II-7〉 제조업 부가가치율 변화(부가가치액/생산액)	39
〈표 II-8〉 제조업 에너지 원단위 변화(에너지소비량/부가가치액)	40
〈표 II-9〉 1991년 대비 에너지소비 증가율 요인분해 결과	42
〈표 II-10〉 1999년 대비 에너지소비 증가율 요인분해 결과	42
〈표 II-11〉 1991년 대비 에너지소비(발전손실 포함) 증가율 요인분해 결과	44
〈표 II-12〉 1999년 대비 에너지소비(발전손실 포함) 증가율 요인분해 결과	45
〈표 II-13〉 1991년 대비 제조업 업종별 부가가치 효과 변화	47
〈표 II-14〉 1999년 대비 제조업 업종별 부가가치 효과 변화	48
〈표 II-15〉 1991년 대비 제조업 업종별 원단위 효과 변화	49
〈표 II-16〉 1999년 대비 제조업 업종별 원단위 효과 변화	50
〈표 II-17〉 제조업 업종별 원단위 효과 변화	50
〈표 II-18〉 제조업 업종별 원단위에 대한 가격효과	52
〈표 II-19〉 주요품목별 소비자물가지수 추이	59
〈표 II-20〉 17개 부문에 대한 LES 계수 추정결과(2010년 가격=1) ..	69
〈표 II-21〉 자기가격 및 소득탄력성 추정치	71

〈표 II-22〉 보상가격탄력성 추정결과(1990~2011년 분기 평균치에서 측정) ..	72
〈표 II-23〉 보상가격탄력성 추정결과(2011년 4분기 값에서 측정) ..	73
〈표 II-24〉 미보상가격탄력성 추정결과(1990~2011년 분기 평균치에서 측정)	75
〈표 II-25〉 미보상가격탄력성 추정결과(2011년 4분기 값에서 측정) ..	76
〈표 II-26〉 소득효과의 추정결과(1990~2011년 분기 평균치에서 측정) ..	79
〈표 II-27〉 소득효과의 추정결과(2011년 4분기 값에서 측정)	80
〈표 II-28〉 화폐유연도(ω)의 추정결과(각 연도 1/4분기 기준)	81
〈표 III-1〉 핀란드 에너지세(탄소세 포함) 구성	88
〈표 III-2〉 핀란드의 에너지 유형별 소비세(탄소세 포함) 추이 비교	90
〈표 III-3〉 핀란드 환경세 관련 세수 추이(1990~2009)	93
〈표 III-4〉 기후변화부담금 부과율 추이	96
〈표 III-5〉 영국의 에너지 유형별 소비세(탄소세 포함) 추이 비교	97
〈표 III-6〉 차량연료 유형별 Fuel Duty Rate과 부가가치세율 추이 ..	100
〈표 III-7〉 영국 환경세 관련 세수 추이(1993~2010)	101
〈표 III-8〉 영국 환경세 구성 세금 유형별 세수추이(1993~2010)	103
〈표 III-9〉 독일 eco-tax의 5단계 세율 인상 (The five steps of the German eco-tax)	105
〈표 III-10〉 광유세와 eco-tax 구성(1999~2003)	106
〈표 III-11〉 독일의 에너지 유형별 소비세(탄소세 포함) 추이 비교 ..	106
〈표 III-12〉 독일 에너지세 세율 변화(1998/2011)	108
〈표 III-13〉 독일 환경세 관련 세수 추이(1990~2009)	109
〈표 III-14〉 덴마크의 탄소세율 추이	113
〈표 III-15〉 에너지 유형별 에너지 관련 세부담 추이	115
〈표 III-16〉 덴마크의 전력에 부과되는 세금	116
〈표 III-17〉 덴마크의 에너지 유형별 에너지세(탄소세 포함) 추이 비교 ..	117
〈표 III-18〉 덴마크 환경세 관련 세수 추이(1990~2009)	119
〈표 III-19〉 주요국의 에너지 유형별 탄소세 적용 여부	121

〈표 III-20〉 기존에너지세 과세범위와 탄소세 도입방식	122
〈표 III-21〉 환경관련 세수의 변동	122
〈표 IV-1〉 에너지원별 과세현황(2010년 12월)	124
〈표 IV-2〉 산업용 저유황 연료유 가격	126
〈표 IV-3〉 산업용 경질 연료유 가격	126
〈표 IV-4〉 가정용 경질 연료유 가격	127
〈표 IV-5〉 비상업(자동차용)경유 가격	127
〈표 IV-6〉 보통휘발유 가격	127
〈표 IV-7〉 고급휘발유(95 RON) 가격	128
〈표 IV-8〉 산업용 전력 가격	128
〈표 IV-9〉 가정용 전력 가격	128
〈표 IV-10〉 산업용 저유황 연료유 가격	130
〈표 IV-11〉 산업용 경질 연료유 가격	130
〈표 IV-12〉 가정용 경질 연료유 가격	130
〈표 IV-13〉 비상업(자동차용)경유 가격	131
〈표 IV-14〉 보통휘발유 가격	131
〈표 IV-15〉 고급휘발유(95 RON) 가격	131
〈표 IV-16〉 산업용 전력 가격	132
〈표 IV-17〉 가정용 전력 가격	132
〈표 IV-18〉 산업용 저유황 연료유 가격 중 세금 비중	133
〈표 IV-19〉 산업용 경질 연료유 가격 중 세금 비중	134
〈표 IV-20〉 가정용 경질 연료유 가격 중 세금 비중	134
〈표 IV-21〉 비상업(자동차용)경유 가격 중 세금 비중	135
〈표 IV-22〉 보통휘발유 가격 중 세금 비중	135
〈표 IV-23〉 고급휘발유(95 RON) 가격 중 세금 비중	135
〈표 IV-24〉 산업용 전력 가격 중 세금 비중	136
〈표 IV-25〉 가정용 전력 가격 중 세금 비중	136
〈표 IV-26〉 교토 메커니즘	139

〈표 IV-27〉 EU ETS 시기별 주요 내용	141
〈표 IV-28〉 1기 EU ETS에 의무 참여하는 사업장 (Directives 2003_EC Annex I)	144
〈표 IV-29〉 3기 EU ETS에 의무 참여하는 사업장 (Directives 2009_EC Annex I)	145
〈표 IV-30〉 주요 배출권 할당방식	148
〈표 IV-31〉 탄소세 도입을 위한 고려사항	154
〈표 IV-32〉 탄소세 과세방법별 대안의 장단점	156
〈표 IV-33〉 탄소세 과세범위 대안의 장단점	156
〈표 IV-34〉 탄소세 부과수준 대안별 장단점	157
〈표 IV-35〉 탄소세 도입 시나리오	160
〈표 IV-36〉 탄소세의 도입으로 인한 가격변화	161
〈표 IV-37〉 탄소세 세수효과	162
〈표 V-1〉 모수 설정	175
〈표 V-2〉 기본경제 초기연도의 자원배분	178
〈부표 1〉 1991년 대비 에너지소비 증가량 요인분해 결과	207
〈부표 2〉 1999년 대비 에너지소비 증가량 요인분해 결과	208
〈부표 3〉 1991년 대비 에너지소비 증가량(발전손실 포함) 요인분해 결과	208
〈부표 4〉 1999년 대비 에너지소비 증가량(발전손실 포함) 요인분해 결과	209
〈부표 5〉 1991년 대비 제조업 업종별 에너지소비 요인분석(1)	210
〈부표 6〉 1991년 대비 제조업 업종별 에너지소비 요인분석(2)	211
〈부표 7〉 1991년 대비 제조업 업종별 에너지소비 요인분석(3)	211
〈부표 8〉 1991년 대비 제조업 업종별 에너지소비 요인분석(4)	212
〈부표 9〉 1991년 대비 제조업 업종별 에너지소비 요인분석(5)	213
〈부표 10〉 1999년 대비 제조업 업종별 에너지소비 요인분석(1)	213

〈부표 11〉 1999년 대비 제조업 업종별 에너지소비 요인분석(2) ……	214
〈부표 12〉 1999년 대비 제조업 업종별 에너지소비 요인분석(3) ……	214
〈부표 13〉 1999년 대비 제조업 업종별 에너지소비 요인분석(4) ……	215
〈부표 14〉 1999년 대비 제조업 업종별 에너지소비 요인분석(5) ……	215
〈부표 15〉 1991년 대비 제조업 업종별 에너지소비 요인분석(1) ……	216
〈부표 16〉 1991년 대비 제조업 업종별 에너지소비 요인분석(2) ……	217
〈부표 17〉 1991년 대비 제조업 업종별 에너지소비 요인분석(3) ……	217
〈부표 18〉 1991년 대비 제조업 업종별 에너지소비 요인분석(4) ……	218
〈부표 19〉 1991년 대비 제조업 업종별 에너지소비 요인분석(5) ……	219
〈부표 20〉 1999년 대비 제조업 업종별 에너지소비 요인분석(1) ……	219
〈부표 21〉 1999년 대비 제조업 업종별 에너지소비 요인분석(2) ……	220
〈부표 22〉 1999년 대비 제조업 업종별 에너지소비 요인분석(3) ……	220
〈부표 23〉 1999년 대비 제조업 업종별 에너지소비 요인분석(4) ……	221
〈부표 24〉 1999년 대비 제조업 업종별 에너지소비 요인분석(5) ……	221
〈부표 25〉 ……	222

그림목차

[그림 II- 1] 에너지소비 증가율 요인분해 결과	43
[그림 II- 2] 에너지소비(발전손실 포함) 증가율 요인분해 결과	46
[그림 III- 1] 외부불경제가 있는 경우 시장의 균형과 피구후생조세 · 85	
[그림 III- 2] 핀란드의 에너지 유형별 소비세(탄소세 포함) 추이	91
[그림 III- 3] 환경세 세수(금액) 및 GDP 대비 환경세 비중 추이 (1990~2009)	94
[그림 III- 4] 영국의 에너지 유형별 소비세(탄소세 포함) 추이	98
[그림 III- 5] 영국 환경세 세수 및 GDP 대비 환경세 비중 추이 (1993~2010)	102
[그림 III- 6] 독일의 에너지 유형별 소비세(탄소세 포함) 추이	107
[그림 III- 7] 독일 환경세 세수 및 GDP 대비 환경세 비중 추이 (1992~2009)	110
[그림 III- 8] 덴마크의 에너지 유형별 에너지세(탄소세 포함) 추이 ..	118
[그림 III- 9] 덴마크 환경세 세수 및 GDP 대비 환경세 비중 추이 (1992~2009)	120
[그림 III-10] 1기 & 2기 EU EUS에서의 배출권 할당 단계	147
[그림 III-11] 배출권(EUA) 거래가격(선물) 추이	150
[그림 V- 1] 연령별 노동생산성	174
[그림 V- 2] 기본경제	178
[그림 V- 3] 정책시뮬레이션 I(탄소세율에 따른 기본경제 대비 변화율 %) · 184	
[그림 V- 4] 정책시뮬레이션 II(탄소세율에 따른 기본경제 대비 변화율 %) · 187	

I. 서론

유럽의 재정위기와 함께 악화된 전 세계적 경제위기에도 불구하고 기후변화에 대한 지구적 차원의 노력은 강화되고 있다. EU는 배출권거래제를 2005년부터 시행하였으며 현재 2기(2008~2012) 배출권거래제를 시행하고 있다. 재정위기로 인한 경제 위축에도 불구하고 항공부문으로의 제도 확대를 차질없이 추진하고 있다. 우리나라도 녹색성장을 기치로 미래 성장 동력을 확보하기 위한 노력으로 장기적인 이산화탄소 감축목표를 제시하였으며 보다 구체적인 정책수단으로 탄소배출권거래제도를 2015년부터 도입하기로 입법화하였다.

온실가스, 즉 이산화탄소 등의 배출을 축소하기 위해서는 탄소배출권거래제도와 함께 탄소세와 같은 세제도 많이 이용된다. 배출권거래제도가 이산화탄소 배출량을 모니터링할 수 있는 대규모 사업장을 중심으로 운영될 수밖에 없는 현실을 감안하여 동 제도에 포함되지 않는 부분의 배출량을 축소하기 위해서이다. 환경문제에 상대적으로 앞서 행동을 취하였던 유럽국가들은 이미 1990년대 이후 화석연료에 대한 탄소세의 개념을 구체적으로 도입하기 시작하였다.

온실가스 저감을 위한 탄소세 운영과 배출권거래제의 도입 및 확대는 EU뿐만 아니라 무역관계에 있는 다른 나라들에도 영향을 미치기 시작하였다. 구체적으로 EU 탄소배출권 시장을 항공시장으로 확대함에 따라 역내 항공사뿐만 아니라 EU 지역 내를 운행하는 역외 항공사의 부담도 증대되고 있다. 온실가스 저감을 위한 전 지구적인 노력과 함께 이를 선도하는 EU와의 교역관계 등을 감안하여 우리나라도 적극적인 온실가스 감축 정책을 검토할 필요가 있다. 2015년부터 배출권거래제를 도입하기로 하였지만 대규모 사업장이 아닌 다른 부문의 이산화탄소 배출량 저감을 위한 탄소세 등도 함께 고려할 필요가 있다. 또한 탄소세를 도입함에 있어 이미

상당한 수준으로 부과되고 있는 개별소비세(교통·에너지·환경세) 등과의 상호관계를 감안한 효율 결정이 이루어질 필요가 있다. 그러나 기존 연구에서는 탄소세 혹은 배출권거래제 일방에 대한 연구들이 대다수를 이루며 탄소세의 연구도 기존 에너지 관련 세제를 고려하지 않았다(김승래 외(2010) 등).

본 보고서에서는 새롭게 입법화된 배출권거래제, 기존 에너지세제와 조화를 이룰 수 있는 탄소세 도입방안을 살펴보고자 한다. 기본적으로 탄소세와 에너지 관련 과세의 조화를 위한 주요 주제들을 선정하고 이를 분석한다. 기존 연구에서 소홀히 다루어졌으나 중요한 주제를 중심으로 연구범위를 설정하였다. 이는 기존 연구와의 중복성을 피하고 세부주제에 대한 심층 분석을 위해 필요하다. 주요 연구주제는 제조업과 가정부문에 대한 에너지소비 분석, 외국의 탄소세와 에너지세제 조화사례, 우리나라에 대한 탄소세 도입방안, 탄소세 도입의 경제적 효과이다. 이들 주제 간에는 강한 연관관계를 갖고 있지 않지만 탄소세 도입 관련 논의에서 검토해 보아야 할 중요한 이슈이다.

먼저 주요 에너지소비부문인 산업부문과 생활단위인 가계부문의 수요 분석을 통해 에너지가격정책의 영향력을 살펴본다. 산업부문의 경우 탄소세 부과에서 국제경쟁력 등을 감안하여 면밀히 접근해야 할 분야이며 도입 예정인 배출권거래제와의 조화도 중요하기 때문이다. 가정부문의 경우 에너지소비량은 크지 않을 수 있으나 생활단위인 가계의 납세 수용성을 결정한다는 측면에서 선정되었다. 구체적으로 산업부문에서는 과거 에너지소비 변화에 기여한 다양한 요인을 각각 분석하고 시사점을 살펴본다. 에너지소비 증가를 생산 증가, 산업구조 변화, 부가가치비중 변화, 에너지원단위(에너지소비량/부가가치액)의 변화로 구분하고 중요한 요인을 확인하고 이를 바탕으로 에너지가격정책의 영향을 살펴본다. 가정부문은 전통적인 수요함수 분석을 통해 가격 영향력을 살펴보는데 필수소비량을 추정과정에 명시적으로 포함함으로써 필수소비재화로서의 성격을 반영하였다.

또한 유럽 선진국들의 탄소세 도입사례를 분석하고 이를 통해 기존 에

너지 관련 과세와 어떻게 조화를 이루어 나갔는지를 분석한다. 각국별로 상이한 기존 에너지 과세범위와 이를 반영한 탄소세 도입 형태를 분석함으로써 개별 환경에 적합한 탄소세 도입방식을 검토하기 위한 것이다. 탄소세의 도입이 에너지제품의 과세범위에 어떠한 영향을 미쳤는지, 도입형식이 독립적인 세목의 형태인지 각 국가의 상황과 연계된 분석을 시도한다. 이러한 에너지 수요분석과 외국의 조화사례를 바탕으로 본 보고서에서는 우리나라에 적합한 탄소세 도입방안을 설계하고 세수효과를 분석한다. 탄소배출권거래제 시행과 함께 단계별, 에너지원별 혹은 부문별로 시행된 탄소세의 경제적 효과를 분석하기 위해 일반균형모형을 이용하여 성장 등에 미치는 효과를 살펴본다.

보고서의 구성은 다음과 같다. 제Ⅱ장은 제조업과 가정부문의 에너지수요분석이며 제Ⅲ장은 외국의 에너지과세와 탄소세 조화 사례이다. 제Ⅳ장에서는 우리나라 환경에 적합한 탄소세를 설계하고 제Ⅴ장에서는 일반균형모형을 적용하여 경제적 효과를 분석한다. 제Ⅵ장은 결론이다.

Ⅱ. 에너지소비 분석

1. 산업(제조업)용 소비 요인 분석

가. 배경

기후변화에 대한 국제적인 공조 노력 등은 에너지소비가 상대적으로 많은 우리나라에 부담요인으로 작용하고 있다. 비록 교토협약서에 의한 온실가스 감축 의무부담이 있는 국가에 포함되지 않았지만 개발도상국에도 책임 있는 역할을 요구하는 국제적 분위기를 고려할 때 적절한 준비태세의 확립이 요구되고 있다. 이러한 여건을 감안하여 우리나라 정부는 2009년 향후 2020년까지 온실가스 배출량을 기준치(Business As Usual) 대비 30% 감축하는 방안을 제시하고 녹색성장을 향후 성장방향으로 설정하였다.

온실가스 감축 노력의 주 대상은 화석연료이다. 온실가스 배출량의 상당부분이 화석연료의 연소과정에서 배출되기 때문이다. 우리나라는 과거 고도 성장기 이후 에너지다소비 업종이 크게 성장하는 등 구조적으로 에너지소비가 크게 증가하고 있다. 그러므로 향후 이를 어떻게 관리하느냐가 온실가스 감축정책에서 매우 중요하다. 그러므로 현행 에너지소비가 어떠한 요인들에 의해 변화하여 왔는지 분석할 필요가 있다. 이는 탄소세 등 가격정책뿐만 아니라 고부가가치화 등 산업구조 조정정책을 포괄한 종합적인 온실가스 배출 저감정책 설계에 매우 중요하다.

본 연구는 1991년 이후 우리나라 에너지소비 증가 요인을 분석한다. 최종 에너지소비의 50% 이상을 차지하며 우리나라 수출 및 성장에 중요한 역할을 하고 있는 제조업부문에 중점을 두었다. 온실가스 저감정책을 추진하면서 우리나라 성장동력인 제조업의 경쟁력을 유지하는 것은 매우 중

요한 문제이기 때문이다. 제조업부문 에너지소비를 경제활동 수준, 산업 구조, 업종별 부가가치 구조, 에너지원단위 변화 등의 요인별 영향으로 구분함으로써 보다 효과적인 정책방안을 마련할 수 있다. 더구나 우리나라는 외국에 비해 상대적으로 높은 에너지원단위 수준을 보여주고 있는데 이는 에너지 집약적인 제조업구조의 영향이기도 하다. 주요 분석방법은 Ang and Liu(2001)에서 제시한 LMDI(Log mean Divisia Index) 방법론을 이용하였다. 이 방법은 요인별 분해 이후 잔차가 남지 않는다는 특성이 있어 많은 연구에서 이용되고 있다.

제조업 에너지소비량 변화에 대한 요인 분석은 크게 생산효과, 산업구조 효과, 부가가치 효과, 원단위 효과로 구분하였다. 선행 연구에서 생산액 원단위 효과로 나타난 부분을 부가가치 효과와 부가가치 원단위 효과로 구분하여 보다 정교한 분석을 시행하였다. 또한 최종에너지의 공급구조에 있어 발전과정을 거쳐 공급되는 전력의 특성을 반영하기 위해 발전부문의 손실을 포함할 수 있도록 일차에너지로 환산한 분석을 추가하였다. 이는 최종에너지 원별 소비구조 변화에 따른 영향을 명확히 반영하기 위한 것이다.

분석결과 1991~2009년 기간 동안의 에너지소비 증가는 주로 생산효과에 의해 일어났으며 에너지원단위 상승도 상당부분 기여하였다. 에너지원단위의 상승은 단위 부가가치당 에너지 투입량이 증가하였음을 의미하는 것으로 투입구조가 에너지 의존적으로 변하였음을 보여주었다. 반면 산업구조와 부가가치 비율은 에너지소비를 감소시키는 요인으로 작용하였다. 부가가치비율의 하락은 동일한 부가가치를 생산하기 위해 더 많은 생산이 필요함을 의미하므로 경제의 에너지 의존성을 심화시키는 요인으로 작용하였다. 그 상대적 크기는 생산효과, 원단위 효과, 산업구조 효과, 부가가치 효과이다. 이러한 상대적 영향 크기는 발전부문의 손실을 감안하더라도 변화가 없었다. 선행연구와 자료에서 제기되는 외환위기 이후의 에너지소비패턴과 자료분류 체계 변화 등을 감안하여 1998년~2009년 기간은 별도로 분석하였다. 그 결과 생산효과에 의한 에너지소비 증가가 더욱 확대되었으며 집약도 효과, 산업구조 효과, 부가가치 효과의 크기는 축소되었다.

나. 선행연구와 연구방법론

LMDI 분해분석 방법은 에너지소비량과 온실가스 배출 특성에 관한 연구에 주로 적용되었다. Ang(2005)은 LMDI 방법론을 산업부문의 에너지 소비에 대한 3요인 분석과 에너지 관련 이산화탄소 배출에 대한 5요인 분석에 적용할 수 있음을 보여주었다.

실증분석 연구로는 이산화탄소 배출 요인을 분석한 Han and Shin (2007), 이유아·허은영(2009), Oh et al.(2010) 등이 있다. 에너지소비구조 분석연구로는 나인강·이성근(2008), 박훈(2009), 김수이·김현석(2011) 등이 있다.

본 연구와 유사한 선행연구 중 나인강·이성근(2008)은 산업부문에 대한 LMDI 방법론을 적용하였으며 분해된 요인에 대한 지수를 다른 총량 변수에 회귀분석하는 계량모형으로 요인분해를 확장하였다. 분석방법은 가법적(증가량 기준) 요인분해에 국한하였으며 전년 대비 증가율 분해 방식을 취하고 있다. 박훈(2009)은 제조업의 에너지소비 변화를 부가가치를 기준으로 생산, 산업구조, 원단위 효과로 구분할 수 있음을 설명하였으나 실제 요인분해 방식을 적용하지는 않았다. 김수이·김현석(2011)은 1991년~2007년 기간의 제조업 에너지소비변화를 LMDI 방법론을 적용하여 분석하였다. 생산 효과, 산업구조 효과, 생산액 원단위 효과 등 3가지 요인으로 분해하였으며 가법적(증가량 기준)방법과 승법적(증가율 분석)방법을 모두 적용하였다.

이상의 연구는 산업(혹은 제조업) 부문을 대상으로 요인분해 방식을 이용하였으나 분석대상 요인의 세밀성과 최종에너지소비 자료를 이용함에 따른 전환 손실에 대한 고려가 없었다는 한계가 있다. 분해분석의 방법론은 Ang(2005) 등에서 제시된 바와 같이 생산 요인, 산업구조 요인, 원단위 요인 등 3요인으로 한정되었다. 이 경우 에너지소비 효율성을 결정하는 중요한 요소인 부가가치율의 영향을 구분하여 분석할 수 없는 문제가 있다. 에너지소비 효율성(부가가치 에너지원단위)은 생산과정의 기계적 효율성 차이뿐만 아니라 생산품의 부가가치율 차이에 의해서도 영향을 받

기 때문이다. 또한 최종에너지소비자료를 이용한 분석은 전력 등 이차에너지의 소비비중이 증가할수록 일차에너지소비량은 늘어나지만 최종에너지소비량은 이를 반영하지 못하는 문제도 있다.

본 연구의 기여점은 3가지로 요약될 수 있다. 우선 요인분해를 기존 3요인²⁾에서 4요인으로 세분화하였다. 즉 기존의 생산 효과, 산업구조 효과, 생산액 원단위 효과에서 생산액 원단위 효과를 다시 부가가치율 효과와 부가가치 원단위 효과로 세분화하였다. 요인 세분화를 통해 제조업의 기술적 원단위와 부가가치율 변화 효과를 구분하였다. 이는 향후 정책방향에서 제조업 설비의 기술적 효율성 향상과 부가가치 향상 정책을 구분할 수 있도록 하는 효과가 있다. 다음으로 본 연구는 최종에너지 중심의 기존 연구가 간과할 수 있는 전환 손실을 명시적으로 고려하였다. 즉 동일한 최종에너지소비량하에서도 발전과정에서 손실이 발생하는 전력의 비중이 높아질수록 일차에너지 측면에서의 에너지소비량은 증가하기 때문이다. 전력부문에 대한 발전 손실을 감안한 업종별 에너지소비량을 분석함으로써 전체 에너지소비량을 잘 반영할 수 있다. 세 번째로 에너지가격정책의 유효성을 평가하기 위해 에너지원단위의 기여도에 대한 에너지가격 영향을 회귀분석하였다. 이를 통해 과거 에너지가격정책이 에너지원단위 변화를 통해 에너지소비 증가에 미친 영향을 확인할 수 있다. 이는 다시 탄소세 등 가격정책의 유효성에 대한 근거를 제공해 줄 것이다.

분석기간은 1991~2009년 기간 우리나라 제조업부문의 에너지소비량이다. 본 보고서에서는 Ang(2005)이 제시하고 김수이·김현석(2011) 등이 적용한 3요인 분석방법론을 4요인으로 확장하였다. 기존 3요인 분석법에 나타나는 생산액 원단위 효과를 부가가치율 효과와 부가가치 원단위 효과로 분리하였다. 방법론은 LMDI 방법론을 적용하였으며 가법적 방법론과 승법적 방법론을 동시에 적용하였다. 가법적 방법론은 에너지소비 증가

2) 기존 3요인 분해방법의 적용은 생산액과 부가가치액 모두에 적용할 수 있다. 생산액에 대해 동 분석법을 적용할 경우에는 원단위는 생산액 기준으로 정의된다. 부가가치액에 대해 동 분해방법을 적용하게 되면 생산액과의 연계성은 사라지며 부가가치 증가 효과, 부가가치 기준 산업구조 효과, 부가가치 기준 원단위 효과로 분해되게 된다.

폭을 기준으로 분해하는 방법이며 승법적 방법론은 에너지소비 증가율을 기준으로 분석한다. 두 가지 방법론을 모두 활용한 것은 결과 해석의 다양성을 위한 것이다.

추가적으로 분석시기를 외환위기 이후인 1999~2009년 기간으로 구분하여 분석하였다. 이는 동 시점을 중심으로 에너지소비 효율성 추세가 개선되기 시작하였기 때문이다(박훈; 2009). 분석자료로 이용되는 통계청의 광공업통계조사보고서의 산업분류도 1999년부터 9차 개정에 따르고 있는 점도 감안하였다. 산업분류 방식의 변경 내역을 재구성하여 이전 자료와의 연결성을 대체적으로 유지할 수 있으나 일부 세분류 항목의 불일치가 있을 수 있으며 이러한 분류오차가 전체 분석결과에 영향을 미칠 수 있기 때문이다.

업종별 최종에너지소비량 분석이 지닐 수 있는 한계점을 극복하기 위해 전력 소비량에 대해서는 발전효율을 적용하여 일차에너지로 환산한 분석도 추가하였다. 자동화 등으로 인해 전력에 대한 의존도가 높아질수록 발전과정의 손실에 대한 고려도 중요하기 때문이다.

구체적으로 제조업 에너지소비 변화는 요인분해 방법으로 분석한다. 요인분해는 기본적으로 다른 요인들이 일정하다는 가정하에서 특정 요인의 변화로 야기된 에너지소비 변화를 측정하는 방식이다. 소비 변화의 4가지 요인 중 첫 번째는 생산 효과이다. 이는 생산활동(Q)이 증가함에 따라 에너지소비가 증가하는 부분을 측정한다. 두 번째는 산업구조 효과이다. 이는 각 산업이 전체 제조업에서 차지하는 비중(Q_i/Q)이 변화함으로써 나타나는 에너지소비 변화이다. 이 효과는 산업 내 에너지다소비 업종의 비중 변화에 따라 나타나는 에너지소비량 변화를 분석한다. 세 번째는 부가가치 효과이다. 이는 각 산업별 생산액 대비 부가가치 비율(V_i/Q_i)이 변화함으로써 나타나는 에너지소비 변화를 측정한다. 이는 각 업종별 생산액 대비 부가가치 비율, 즉 제조업 부가가치율의 변화에 따른 에너지소비량 변화이다. 이 때 부가가치당 에너지소비량이 일정한 상태에서 제조업의 부가가치율이 높아지면 에너지소비량은 증가하게 된다. 마지막으로 원단위효과이다. 여기서는 단위 부가가치 생산을 위해 투입되는 에너지소비

량 변화(E_i/V_i)의 효과를 측정한다. 동 요인은 부가가치율 변화가 통제된 상태에서 원단위를 분석하므로 생산과정의 에너지 효율성에 가까운 개념이라 할 수 있다. 이에는 생산공정의 기계, 난방 등에 의한 기술적 에너지 효율성이 포함되어 있다.

$$E = \sum_i E_i = \sum_i Q \frac{Q_i}{Q} \frac{V_i}{Q_i} \frac{E_i}{V_i} = \sum_i QS_i P_i I_i$$

E : 제조업의 에너지소비량

E_i : i 산업의 에너지소비량

Q : 제조업 생산액

Q_i : i 산업의 생산액

V_i : i 산업의 부가가치액

S_i : i 산업이 제조업 총 생산액에서 차지하는 비중

P_i : i 산업의 생산액 중 부가가치액 비중

I_i : i 산업의 부가가치액 에너지 원단위

에너지소비량을 위의 식과 같이 분해한 다음 이의 변화를 Ang(2005)에 따라 LMDI 구조식으로 분해하면 다음과 같다. 에너지소비 변화율을 분석하는 승법적 분해법의 경우, 산업생산액의 변화에 따라 변화하는 에너지소비량 변화율을 측정하는 활동효과(D_{act}), 산업구조 변화에 따른 에너지소비 변화량을 보여주는 산업구조효과(D_{str}), 산업별 부가가치율 변화에 의한 에너지소비 변화율(D_{vud}), 부가가치 원단위 변화에 따른 에너지 소비변화율(D_{ins}) 등으로 분해된다.³⁾

$$D_{tot} = \frac{E^T}{E^0} = D_{act} D_{str} D_{vud} D_{ins}$$

3) 동 관계식의 성립 여부는 구조식에 각 요인들을 대입하여 정리하면 확인할 수 있다(Ang and Liu: 2001).

$$\begin{aligned}
D_{act} &= \exp\left(\sum_i \frac{(E_i^T - E_i^0)/(\ln E_i^T - \ln E_i^0)}{(E^T - E^0)/(\ln E^T - \ln E^0)} \ln\left(\frac{Q^T}{Q^0}\right)\right) \\
D_{str} &= \exp\left(\sum_i \frac{(E_i^T - E_i^0)/(\ln E_i^T - \ln E_i^0)}{(E^T - E^0)/(\ln E^T - \ln E^0)} \ln\left(\frac{S_i^T}{S_i^0}\right)\right) \\
D_{vad} &= \exp\left(\sum_i \frac{(E_i^T - E_i^0)/(\ln E_i^T - \ln E_i^0)}{(E^T - E^0)/(\ln E^T - \ln E^0)} \ln\left(\frac{P_i^T}{P_i^0}\right)\right) \\
D_{ins} &= \exp\left(\sum_i \frac{(E_i^T - E_i^0)/(\ln E_i^T - \ln E_i^0)}{(E^T - E^0)/(\ln E^T - \ln E^0)} \ln\left(\frac{I_i^T}{I_i^0}\right)\right)
\end{aligned}$$

에너지소비 증가율에 대한 분석과 함께 증가 폭에 대한 요인분석도 시행한다. 이 경우 요인별 분해식은 다음과 같이 정의된다.

$$\Delta E_{tot} = E^T - E^0 = \Delta E_{act} + \Delta E_{str} + \Delta E_{vad} + \Delta E_{ins}$$

$$\begin{aligned}
\Delta E_{act} &= \sum_i \frac{E_i^T - E_i^0}{\ln E_i^T - \ln E_i^0} \ln\left(\frac{Q^T}{Q^0}\right) \\
\Delta E_{str} &= \sum_i \frac{E_i^T - E_i^0}{\ln E_i^T - \ln E_i^0} \ln\left(\frac{S_i^T}{S_i^0}\right) \\
\Delta E_{vad} &= \sum_i \frac{E_i^T - E_i^0}{\ln E_i^T - \ln E_i^0} \ln\left(\frac{P_i^T}{P_i^0}\right) \\
\Delta E_{ins} &= \sum_i \frac{E_i^T - E_i^0}{\ln E_i^T - \ln E_i^0} \ln\left(\frac{I_i^T}{I_i^0}\right)
\end{aligned}$$

다. 분석자료 및 기초통계량

우리나라의 제조업 에너지소비 변화 요인 분석을 위해서 제조업 업종별 에너지소비량, 업종별 생산액 및 부가가치액을 이용하였다. 제조업 업종별 에너지소비량은 에너지경제연구원의 『에너지통계연보』의 자료를 이용하였다. 통계연보에는 연도별 업종별 에너지소비량(열량 기준)을 수

록하고 있다. 에너지통계에서 구분되어 제공되는 제조업 업종은 11개이다. 즉, 음식담배, 섬유 의복, 목재나무, 펄프인쇄, 석유화학, 비금속, 일차금속, 비철금속, 조립금속, 기타제조업, 기타에너지 업종이다.

제조업 업종별 생산액 및 부가가치액은 통계청의 『광공업통계조사보고서』 자료를 이용하였다.⁴⁾ 생산액과 부가가치액에 대해 일관성 있는 자료를 제공하고 있기 때문이다. 생산액과 부가가치액은 경상가격으로 제공되고 있어 업종별 생산자물가지수를 이용하여 2005년 불변가격으로 전환하여 이용한다.

한편 에너지통계연보상 제조업 업종분류와 광공업통계조사보고서상 제조업 업종분류에서 차이가 있다. 즉 에너지통계연보상 제조업 업종 분류는 11개로 매우 단순한 형태로 이루어져 있으나 광공업통계조사보고서상 업종분류는 보다 세분화되어 있다. 즉, 1998년까지 제공되는 통계청 자료는 제조업 업종분류가 제8차 개정에 따른 것으로 23개 업종으로 구분되어 있다. 1999년부터 제공되는 자료는 제9차 개정을 따르는데 24개 업종으로 재분류되어 제공되고 있다. 따라서 분석을 위해서는 가장 단순한 업종분류를 제시하는 에너지통계연보 기준에 따라 광공업통계조사보고서 자료를 재분류하여 이용하였다.

〈표 II-1〉 분해분석에 이용된 자료

자료 목록	자료원	비고
에너지소비량	에너지경제연구원, 에너지통계연보(2011)	1000 TOE
생산액	통계청, 국가통계포털	경상가격
부가가치액	통계청, 국가통계포털	경상가격
생산자물가	통계청, 국가통계포털	2005년 기준

4) 제조업 부가가치는 한국은행의 국민계정에서도 제공하고 있으나 업종별 부가가치와 생산액은 제공하지 않고 있어 분석에 이용할 수 없었다.

통계청의 제조업 업종분류는 경제 내 비중이 높아진 조립금속제품에 대해 세분화된 분류를 도입하는 방안으로 변화되었다. 또한 생산(혹은 부가가치)비중이 낮아진 비철금속부문은 제1차금속에 포함되어 있다. 이러한 변화를 감안하여 전체 분석에서는 에너지통계연보상 제조업 분류 11개를 9개(기타에너지는 기타제조업에 포함)로 조정하였다.

〈표 II-2〉 제조업 업종분류의 통합방법

에너지 통계	통계청 (8차개정, 1991~1998)	통계청 (9차개정, 1999~2009)
음식료품 및 담배	음식료품, 담배	식료품, 음료, 담배
섬유제품 및 의복	섬유제품, 봉제의복, 가죽가방	섬유제품, 의복, 가죽
목재 및 나무제품	목재 및 나무제품	목재 및 나무제품
펄프 및 인쇄	펄프, 종이 및 종이제품, 출판, 인쇄 및 기록매체복제업	펄프, 종이 및 종이제품, 인쇄 및 기록매체복제업
석유 및 화학	코크스, 석유정제업, 화합물 및 화학제품, 고무 및 플라스틱제품	코크스, 연탄, 석유정제업, 화학물질 및 화학제품, 의료용 물질 및 의약품, 고무 및 플라스틱제품
비금속	비금속광물제품	비금속광물
일차금속	1차금속(비철금속포함)	1차금속(비철금속포함)
비철금속	-	-
조립금속	조립금속, 기타 기계 및 장비, 컴퓨터 및 사무용기기, 기타전기기계, 전자부품, 영상, 의료 및 정밀, 자동차 및 트레일러, 기타운송장비	금속가공, 전자부품 및 컴퓨터, 의료, 정밀 및 광학기기, 전기장비, 기타기계 및 장비, 자동차 및 트레일러, 기타 운송장비
기타제조업	가구 및 기타제품, 재생용 가공원료	가구, 기타 제품
기타에너지	-	-

자료: 통계청, 『국가통계포털』; 에너지경제연구원, 『에너지통계연보』, 2011.

분석대상이 되는 제조업부문은 전체 최종 에너지소비의 50%를 차지하고 있는 부분이다. 1991년 제조업 에너지소비량은 최종 에너지소비의

II. 에너지소비 분석 35

46.6%에서 점차 증가하여 1998년 53.3%에 달하였다가 하락하여 2009년에는 50.5%를 차지하고 있다. 최종 에너지소비량의 많은 부분을 차지하는 제조업부문에 대한 변화요인 분석은 향후 에너지소비 관련 정책 수립에 중요한 역할을 할 수 있을 것이다.

〈표 II-3〉 최종 에너지소비량 중 제조업 비중 변화

(단위: 천TOE, %)

		1991	1998	2005	2009	증가율
최종 에너지	소비량	83,803	132,128	170,854	182,066	4.4
	비중	100.0	100.0	100.0	100.0	-
- 산업부문	소비량	42,914	76,039	94,366	106,119	5.2
	비중	51.2	57.5	55.2	58.3	0.7
- 제조업 부문	소비량	39,055	70,452	88,485	91,999	4.9
	비중	46.6	53.3	51.8	50.5	0.5

자료: 에너지경제연구원, 『에너지통계연보』, 2011.

제조업 업종별 에너지소비량 변화를 살펴보면 1991~2009년 기간 동안 가장 높은 성장률을 보인 부문은 석유 및 화학제품 제조업과 조립금속업종이다. 석유 및 화학제품 제조업의 제조업 내 에너지소비 비중은 1991년 33.8%에서 2009년에는 55.3%로 증가하였다. 석유 및 화학업종의 에너지소비량 증가는 동 산업의 발전이 빠르게 이루어졌음을 보여주는 지표라 할 수 있다. 빠른 성장이 이루어진 또 다른 업종은 조립금속업종으로 에너지소비량 비중은 1991년 5.8%에서 2009년에는 8.2%로 크게 높아졌다. 이러한 빠른 성장추세는 통계청의 산업분류 중 동 업종의 분류가 많아진 것에서도 확인할 수 있다.

반면 에너지소비 비중이 크게 감소한 업종도 있다. 과거 노동집약적 생산체계를 갖추었던 섬유제품 및 의복산업의 에너지소비 비중은 1991년 6.3%에서 2009년 2.1%로 감소하였다. 그 외에도 산업기초 재료로 이용되

는 시멘트 등 비금속광물산업의 에너지소비도 1991년에 비해 큰 차이가 없었다. 에너지소비 비중은 1991년 13.2%에서 2009년 5.4%로 크게 감소하였다.

〈표 II-4〉 제조업 업종별 에너지소비량 변화

(단위: 천TOE, %)

		1991	1998	2005	2009	증가율
제조업 합계	소비량	39,055	70,452	88,485	91,999	4.9
	비중	100.0	100.0	100.0	100.0	-
음식료품 및 담배	소비량	1,434	1,604	1,624	1,601	0.6
	비중	3.7	2.3	1.8	1.7	-4.1
섬유제품 및 의복	소비량	2,466	3,061	2,619	1,967	-1.2
	비중	6.3	4.3	3.0	2.1	-5.8
목재 및 나무제품	소비량	169	139	187	231	1.8
	비중	0.4	0.2	0.2	0.3	-3.0
펄프 및 인쇄	소비량	1,302	1,890	1,883	1,559	1.0
	비중	3.3	2.7	2.1	1.7	-3.7
석유 및 화학	소비량	13,205	33,932	42,490	50,905	7.8
	비중	33.8	48.2	48.0	55.3	2.8
비금속	소비량	5,141	5,169	5,394	5,008	-0.1
	비중	13.2	7.3	6.1	5.4	-4.8
일차금속(비철)	소비량	11,457	15,477	18,587	19,350	3.0
	비중	29.3	22.0	21.0	21.0	-1.8
조립금속	소비량	2,249	4,247	6,150	7,520	6.9
	비중	5.8	6.0	7.0	8.2	2.0
기타제조업	소비량	1,632	4,932	9,549	3,856	4.9
	비중	4.2	7.0	10.8	4.2	0.0

자료: 에너지경제연구원, 『에너지통계연보』 2011.

II. 에너지소비 분석 37

최종 에너지소비 중 전력은 발전과정을 통해 공급된다. 일반적으로 전력생산의 에너지효율⁵⁾이 40% 내외인 점을 감안할 때 전력소비 비중의 증가는 투입되는 실제 에너지소비량을 빠르게 증가시키게 된다. 이러한 에너지원별 소비구조를 반영하기 위해 전력생산 효율을 감안한 일차에너지 기준의 소비량을 살펴보았다. 제조업 에너지소비량 중 전력 비중은 1991년 13.7%에서 꾸준히 증가하여 2009년 17.5%까지 증가하였다. 전력생산에 소요된 손실을 감안할 때 에너지소비량은 최종에너지소비량의 1.26배 수준에 이른다. 그러나 전력 비중의 증대에도 불구하고 전체 에너지소비에서 전력생산 손실의 비중은 크지 않아 (전력손실 포함 시 에너지소비량/최종 에너지소비량)의 비율 변화는 크게 나타나지 않는다.

업종별로는 전력생산 손실을 포함할 경우, 상당한 에너지소비량 변화를 보여준다. 석유 및 화학업종과 펄프 및 인쇄업종은 전력전환 손실 포함 시 최종에너지소비량 변화보다 변화율이 크게 나타났다. 최종 에너지소비량 대비 전력전환 손실 포함 시 소비량 비중이 1991년 각각 1.50배, 1.63배에서 2009년 각각 1.77, 1.86배로 증가하였기 때문이다. 이는 동 업종의 에너지소비(전력전환 손실 포함)가 최종 에너지소비량으로 계측할 때보다 빠르게 증가하였음을 보여준다.

〈표 II-5〉 전력부문 손실을 감안한 에너지소비 변화

(단위: 천TOE, %)

	1991	1998	2005	2009
제조업(A)	39,055	70,452	88,485	91,999
전력비중	13.7	12.7	15.4	17.5
수정제조업(B)	48,720	85,003	111,434	115,528
B/A	1.25	1.21	1.26	1.26

자료: 에너지경제연구원, 『에너지통계연보』, 각 연도를 이용 저자가 계산

5) 전력생산용 에너지 투입 대비 전력에너지 소비량의 비율.

〈표 II-6〉 업종별 전력손실 포함 에너지소비 변화
(전력손실 포함 시/최종 에너지)

(단위: 배)

	1991(A)	1998	2005	2009(B)	변화폭 (B-A)
음식료품 및 담배	1.25	1.21	1.26	1.26	0.01
섬유제품 및 의복	1.41	1.47	1.67	1.63	0.22
목재 및 나무제품	1.62	1.60	1.72	1.74	0.12
펄프 및 인쇄	1.63	1.83	2.16	1.86	0.23
석유 및 화학	1.50	1.54	1.74	1.77	0.27
비금속	1.15	1.10	1.12	1.10	-0.05
일차금속(비철)	1.20	1.21	1.26	1.28	0.08
조립금속	1.14	1.18	1.22	1.23	0.09
기타제조업	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00

주: 전력손실 포함 시 에너지소비량 / 최종 에너지소비량
자료: 에너지경제연구원, 『에너지통계연보』, 각 연도를 이용 저자가 계산

제조업의 부가가치 구조도 변화하였다. 광공업통계조사보고서에서 조사한 제조업 업종별 생산액과 부가가치액의 비율로 산정한 부가가치율은 분석기간 동안 하락세를 보여주고 있다. 제조업의 부가가치율은 1991년 40.7% 수준에서 연평균 0.9%씩 하락하여 2009년에는 34.6%로 낮아졌다. 이는 에너지소비 효율성 분석에서 중요한 의미를 갖는다. 즉, 다른 조건의 변화가 없다면 제조업의 부가가치율 하락으로 인해 과거와 동일한 부가가치를 생산하기 위해 투입되는 에너지소비량이 증가하여야 함을 의미하기 때문이다. 제조업의 부가가치율 하락은 전 업종에 걸쳐 나타나고 있는 현상으로 몇몇 업종은 상당히 빠르게 하락하고 있다. 부가가치율 하락이 심각한 업종은 일차금속(비철금속 포함)업종과 석유 및 화학업종이다. 두 업종의 부가가치율은 1991년 각각 36.7%, 35.1%에서 2009년 각각 23.6%, 23.6%로 급격하게 하락하였다.

〈표 II-7〉 제조업 부가가치율 변화(부가가치액/생산액)

(단위: %)

	1991	1998	2005	2009	평균증가율
제조업 합계	40.7	40.5	36.0	34.6	-0.9
음식료품 및 담배	45.3	41.8	41.7	36.8	-1.2
섬유제품 및 의복	42.8	42.9	42.7	41.4	-0.2
목재 및 나무제품	41.9	43.1	33.2	34.8	-1.0
펄프 및 인쇄	46.9	48.8	39.1	36.8	-1.3
석유 및 화학	35.1	36.0	27.7	23.6	-2.2
비금속 광물	50.3	48.1	46.4	45.6	-0.5
일차금속(비철)	36.7	35.9	30.1	23.6	-2.4
조립금속	41.1	43.0	38.7	38.0	-0.4
기타제조업	49.3	45.3	37.4	36.5	-1.7

자료: 통계청, 『국가통계포털』 자료로 저자가 계산

일정 부가가치 생산을 위한 에너지 투입량을 의미하는 에너지 원단위는 제조업분야에서 1998년 이후 개선되어 왔다. 에너지 원단위는 1991년 0.307 TOE/백만원에서 증가하여 1999년~2000년 0.377 TOE/백만원까지 증가하였다가 이후 점차 개선되어 2009년에는 0.246 수준에 이르고 있다. 업종별 에너지 원단위는 업종별 특성에 따라 1991년에 비해 증가하거나 하락하였다. 원단위가 개선된 업종은 섬유제품 및 의복, 비금속광물, 조립 금속업종이며 악화된 업종은 나머지 업종으로 그 중에서 석유 및 화학업종의 악화가 가장 빠르게 진행되었다.

이러한 에너지 원단위의 변화는 다양한 변수들에 의해 영향을 받는다. 대표적인 요인으로 산업의 부가가치율과 생산과정의 기계적 에너지 효율성을 들 수 있다. 산업의 부가가치율은 다시 제조업 내 산업 간 구조 변화로 인한 부가가치율 변화와 산업 내 생산품의 부가가치율 변화로 나누어 질 수 있다.

〈표 II-8〉 제조업 에너지 원단위 변화(에너지소비량/부가가치액)

(단위: TOE/2005불변백만원, %)

	1991	1998	2005	2009	평균증가율
제조업 합계	0.307	0.376	0.310	0.246	-1.2
음식료품 및 담배	0.075	0.076	0.084	0.085	0.7
섬유제품 및 의복	0.155	0.199	0.186	0.128	-1.1
목재 및 나무제품	0.117	0.136	0.157	0.186	2.6
펄프 및 인쇄	0.178	0.191	0.284	0.231	1.5
석유 및 화학	0.462	0.736	0.932	1.148	5.2
비금속 광물	0.829	0.711	0.543	0.416	-3.8
일차금속(비철)	0.882	0.756	0.744	0.991	0.6
조립금속	0.070	0.068	0.038	0.030	-4.6
기타제조업	0.463	1.449	2.682	1.006	4.4

자료: 통계청, 『국가통계포털』; 에너지경제연구원, 『에너지통계연보』 2011 자료를 이용하여 저자가 계산

라. 분석 결과

분해분석 결과는 크게 두 가지 형태로 제시한다. 전통적인 최종에너지 소비량에 기준한 분석과 함께 발전손실을 포함한 일차에너지소비량에 의한 분석을 추가적으로 제시한다. 이는 전력 중심의 에너지소비구조 변화가 미치는 영향을 명시적으로 분석하기 위함이다.

1991년 이후 에너지소비 증가는 주로 생산효과와 원단위 효과에 의해 주도되었다. 즉 1991년~2009년 사이 에너지소비는 2.356배 증가하였는데 그 중에서 생산 증가로 인한 소비량 증가 폭이 3.354배로 가장 크게 나타났다. 에너지 원단위도 에너지소비를 증가시키는 요인으로 작용하였는데 동 기간 소비량을 1.433배 증가시키는 기여를 하였다. 에너지 원단위가 에너지소비를 높이는 요인으로 작용한 것은 그 의미가 크다. 제조업의 업종별 에너지 원단위 변화가 정부의 지속적인 에너지 효율 향상 노력에도 불구하고 에너지소비를 증가시키는 방향으로 작용하였기 때문이다. 반면 산

업구조와 제품의 부가가치구조는 에너지소비를 감소시키는 요인으로 작용하였다. 제조업 업종별 산업구조 변화로 인해 에너지소비는 분석기간 동안 0.678배로 낮아졌으며 제품의 부가가치 구조도 0.722배로 낮아져 에너지소비를 낮추는 요인으로 작용하였다. 산업구조 효과는 제조업의 생산구조가 에너지소비가 적은 산업 중심으로 변화하였다는 점을 보여주는 것으로 정부의 저에너지형 산업구조 전환 노력이 효과를 보이는 것으로 볼 수 있다. 반면 부가가치율 변화는 단위 생산액당 부가가치비율이 하락(즉 산업의 저부가가치화)하여 부가가치당 에너지 투입이 일정한 상태에서 에너지 투입을 줄이는 요인으로 작용하였다.

이는 김수이·김현석(2011)에서 나타난 생산액 기준 에너지 원단위의 개선이 부가가치율 하락에 의해 발생하였음을 보여준다. 생산액 기준 에너지 원단위가 에너지소비를 절약하는 방향으로 작용하였다는 김수이·김현석(2011)의 결과를 다시 부가가치 효과와 부가가치 에너지 원단위 효과로 구분하면, 생산품의 부가가치 변화는 에너지소비를 줄이는 방향(부가가치율이 낮아지는 방향)으로 작용하였고 부가가치 기준 에너지 집약도는 에너지소비를 늘리는 방향으로 작용하였기 때문이다. 두 가지 요인이 서로 다른 효과를 나타내었지만 부가가치율 효과가 원단위 효과보다 크게 되면 전체적으로 에너지소비를 줄일 수 있게 된다.

이러한 결과는 분석기간을 경제구조의 변화가 있었던 것으로 추정되는 외환위기(1999년) 이후 시기로 제한하여도 유지된다. 여전히 생산효과와 집약도 효과는 에너지소비를 늘리는 방향으로 작용하였으며 산업구조와 부가가치 효과는 소비를 줄이는 방향으로 작용하였다. 다만 에너지소비를 늘리는 집약도 효과의 크기는 1.093배로 크게 낮아져 부가가치 생산의 기술적 효율성 악화는 1990년대에 비해 완화되었다. 산업구조 효과는 2000년대에도 여전히 상당한 규모를 보이며 부가가치율 변화 효과도 외환위기 이후 에너지소비를 줄이는 방향(즉, 부가가치율이 하락)으로 작용하였다.

〈표 II-9〉 1991년 대비 에너지소비 증가율 요인분해 결과¹⁾

(단위: 배)

	생산효과	구조효과	부가가치효과	원단위효과	총효과
1992	1.089	1.007	1.007	1.072	1.185
1993	1.192	1.009	0.999	1.085	1.303
1994	1.343	0.996	1.032	1.017	1.405
1995	1.526	0.982	1.033	0.953	1.476
1996	1.654	0.968	0.984	1.006	1.587
1997	1.730	0.970	0.973	1.120	1.828
1998	1.470	0.989	0.998	1.242	1.804
1999	1.562	0.946	0.958	1.337	1.892
2000	1.773	0.923	0.852	1.424	1.987
2001	1.849	0.895	0.854	1.422	2.008
2002	2.011	0.860	0.873	1.399	2.113
2003	2.127	0.825	0.856	1.443	2.166
2004	2.366	0.789	0.854	1.396	2.223
2005	2.486	0.790	0.831	1.389	2.266
2006	2.688	0.756	0.785	1.461	2.334
2007	2.994	0.737	0.764	1.383	2.333
2008	3.242	0.718	0.726	1.413	2.387
2009	3.354	0.678	0.722	1.433	2.356

주: 1) 1991년 대비 각 연도까지의 에너지소비 증가율 분석 결과

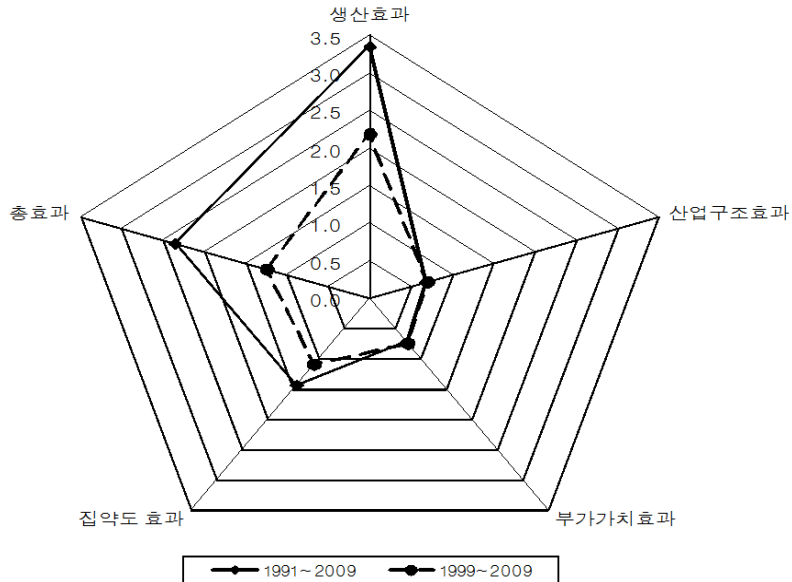
〈표 II-10〉 1999년 대비 에너지소비 증가율 요인분해 결과¹⁾

(단위: 배)

	생산효과	산업구조효과	부가가치효과	원단위 효과	총효과
2000	1.138	0.980	0.880	1.070	1.050
2001	1.188	0.949	0.881	1.069	1.061
2002	1.294	0.909	0.907	1.047	1.117
2003	1.371	0.869	0.888	1.083	1.145
2004	1.529	0.830	0.883	1.048	1.175
2005	1.612	0.832	0.861	1.037	1.197
2006	1.745	0.794	0.813	1.096	1.233
2007	1.943	0.761	0.792	1.053	1.233
2008	2.106	0.739	0.747	1.085	1.262
2009	2.188	0.698	0.745	1.093	1.245

주: 1) 1991년 대비 각 연도까지의 에너지소비 증가율 분석 결과

[그림 II-1] 에너지소비 증가율 요인분해 결과



제조업 최종 에너지소비에 발전손실을 포함한 에너지소비량을 기준으로 소비량 분해를 시도하였다. 발전손실을 포함하므로 전체 에너지소비량은 증가하고 전력의 소비 비중이 높아질수록 최종 에너지와의 격차는 크게 나타나는 점이 명시적으로 고려되었다. 분석결과 전력소비의 비중 증대로 전체 에너지소비는 1991년~2009년 기간 동안 2.371배 증가하여 발전손실을 고려하지 않았을 때 2.356배에 비해 소폭 상승하였다.⁶⁾ 요인별 효과의 방향에 있어 발전손실을 포함하지 않을 때와 변화는 없었으나 구체적인 기여 정도는 에너지소비를 증가시킨 요인과 하락시킨 요인으로 구분된다. 즉 생산 효과, 산업구조 효과, 부가가치 효과는 전력 발전손실을 포함함으로써 전체적인 에너지소비가 증가하는 방향으로 변화하였다. 생산 효과는 기존 3.354배에서 3.365배, 산업구조 효과는 0.678배에서 0.707배, 부가가치 효과는 0.722배에서 0.737배로 높아졌다. 이는 전력소비 비중

6) 절대적인 에너지소비량 증가에 비해 발전손실의 비중은 크지 않기 때문이다.

이 높아짐에 따라 비례하여 늘어나는 발전손실 부분이 반영되었기 때문이다. 반면 원단위 효과는 1.433배에서 1.354배로 하락하였다. 원단위 효과의 상대적 크기 하락은 발전손실이 포함됨으로써 비전력에너지 비중과 에너지 집약도가 높은 다소비업종의 에너지소비 비중이 낮아지기 때문이다.

〈표 II-11〉 1991년 대비 에너지소비(발전손실 포함) 증가율 요인분해 결과
(단위: 배)

	생산효과	구조효과	부가가치효과	원단위효과	총효과
1992	1.089	1.005	1.008	1.050	1.158
1993	1.192	1.007	1.001	1.050	1.261
1994	1.343	0.997	1.032	0.982	1.357
1995	1.522	0.976	1.032	0.943	1.445
1996	1.655	0.971	0.989	0.991	1.573
1997	1.732	0.971	0.975	1.097	1.797
1998	1.472	0.987	1.000	1.202	1.745
1999	1.563	0.947	0.962	1.303	1.856
2000	1.776	0.927	0.861	1.388	1.967
2001	1.852	0.902	0.862	1.379	1.985
2002	2.015	0.871	0.878	1.357	2.093
2003	2.132	0.840	0.862	1.396	2.156
2004	2.372	0.807	0.862	1.347	2.223
2005	2.494	0.809	0.840	1.350	2.287
2006	2.696	0.779	0.798	1.407	2.359
2007	3.001	0.760	0.777	1.308	2.317
2008	3.249	0.744	0.740	1.333	2.383
2009	3.365	0.707	0.737	1.354	2.371

분석기간을 1999년~2009년 기간으로 조정하더라도 비슷한 패턴이 유지된다. 총에너지소비 증가 효과는 소폭 상승하였는데 이는 산업구조 효

II. 에너지소비 분석 45

과와 부가가치 효과의 증가에 기인한다. 생산 효과는 발전손실을 포함하더라도 변화가 없었으며 원단위 효과는 업종별 에너지소비 비중 변화로 인해 소폭 하락하였다.

〈표 II-12〉 1999년 대비 에너지소비(발전손실 포함) 증가율 요인분해 결과
(단위: 배)

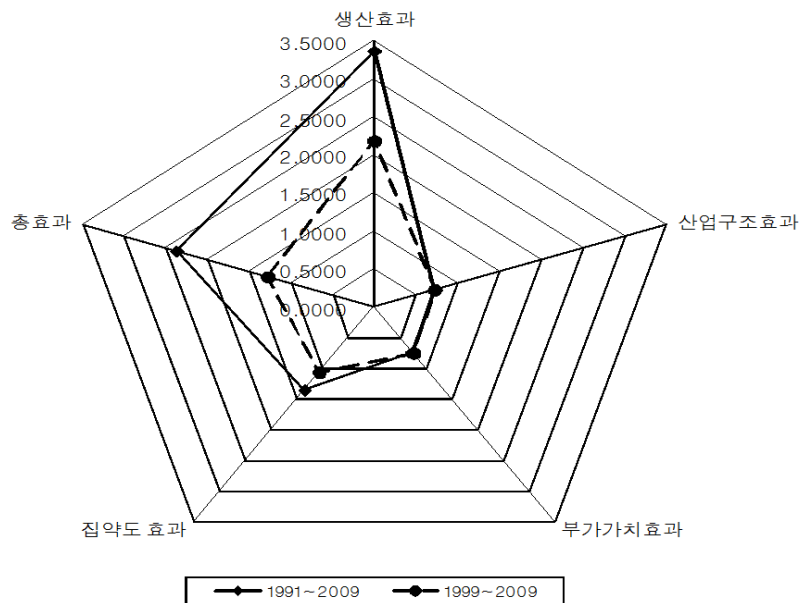
	생산효과	산업구조효과	부가가치효과	원단위효과	총효과
2000	1.138	0.981	0.888	1.070	1.060
2001	1.188	0.954	0.887	1.064	1.070
2002	1.294	0.918	0.909	1.044	1.128
2003	1.371	0.882	0.892	1.077	1.162
2004	1.530	0.846	0.889	1.041	1.198
2005	1.612	0.848	0.867	1.040	1.233
2006	1.745	0.812	0.823	1.090	1.271
2007	1.943	0.782	0.802	1.025	1.249
2008	2.106	0.762	0.759	1.054	1.284
2009	2.188	0.723	0.758	1.066	1.278

이러한 분석결과를 볼 때 향후 에너지소비 효율성을 제고하기 위해서는 부가가치 효과와 집약도 효과를 개선할 필요가 있다. 즉, 경제성장을 위해서는 생산량을 증대시키는 것을 피할 수 없으며 에너지 절약적 산업구조 조정은 지속적인 효과를 보여주고 있기 때문이다. 다만 산업구조 조정은 그 지속가능성 측면에서는 상당한 불확실성을 갖고 있어 향후 기여도는 낮아질 수 있다.

부가가치 효과는 생산액 대비 부가가치의 비중으로 이를 높이는 것은 동일 경제성장률을 가정할 때 생산효과에 의한 에너지소비 증가 유인을 낮추는 방안이다. 즉, 동일한 생산액 대비 부가가치액을 높임으로써 같은 생산규모에서 높은 부가가치 증가(높은 성장률)를 달성할 수 있기 때문이다. 우리나라의 경우 부가가치 비중이 지속적으로 낮아져 에너지소비를

감소시키는 유인으로 작용하여 동일 성장률하에서 에너지소비가 더 크게 증가하는(분석에서는 높은 생산효과) 문제점을 보여준다.

[그림 11-2] 에너지소비(발전손실 포함) 증가율 요인분해 결과



제조업 업종별 분석도 실시한다. 제조업 업종별 분석은 제조업 전체와 같은 방법론을 이용하여 생산 효과, 부가가치 효과, 에너지 원단위 효과로 분해할 수 있다. 이때 단일 업종을 대상으로 함에 따라 산업구조 요인은 적용할 수 없다. 분석결과 각 산업별 기준연도 대비 부가가치율 변화를 살펴보면, 1991년에 비해 모든 업종에서 하락하였음을 알 수 있다. 대체적으로 외환위기 시기까지는 많은 업종에서 부가가치율이 1991년에 비해 높은 수준을 보여주다가 2000년대 들어 낮아졌다. 그 중에서 가장 부가가치율 하락이 크게 나타난 업종은 일차금속과 석유 및 화학업종이다. 이는 전반적으로 내수시장과 세계시장에서 경쟁이 치열해졌기 때문으로 볼 수 있다. 그러나 이러한 제조업 부가가치율 하락은 향후 제조업 성장 전망을 어

딥게 하는 것으로 지속적인 경제성장을 위해서는 고부가가치 제품 생산구조로의 전환이 중요함을 보여준다.

〈표 II-13〉 1991년 대비 제조업 업종별 부가가치 효과 변화

(단위: 배)

	음식료 담배	섬유 의복	목재 나무	펄프 인쇄	석유 화학	비금속	일차 금속	조립 금속	기타
1992	1.015	1.048	0.946	1.026	1.015	0.970	1.004	1.013	1.001
1993	0.999	1.054	0.931	1.089	1.026	0.997	0.945	1.013	0.994
1994	1.002	1.059	0.963	1.069	1.103	0.984	0.961	1.027	1.026
1995	0.993	1.047	0.992	1.012	1.115	1.003	0.958	1.033	0.993
1996	1.006	1.064	0.997	1.043	1.013	0.971	0.916	1.044	0.983
1997	0.965	1.009	0.966	1.021	1.044	0.935	0.871	1.026	0.919
1998	0.922	1.002	1.027	1.041	1.026	0.957	0.979	1.045	0.919
1999	1.032	1.023	0.964	0.873	0.968	1.016	0.913	1.027	0.875
2000	1.013	0.986	0.953	0.820	0.771	0.999	0.857	0.981	0.871
2001	0.955	0.954	0.903	0.839	0.764	0.990	0.899	0.963	0.852
2002	0.938	0.924	0.855	0.853	0.839	0.952	0.881	0.947	0.812
2003	0.922	0.966	0.830	0.858	0.818	0.922	0.861	0.941	0.785
2004	0.962	0.966	0.837	0.823	0.783	0.937	0.897	0.963	0.818
2005	0.920	0.997	0.793	0.833	0.789	0.922	0.820	0.940	0.758
2006	0.904	0.975	0.777	0.826	0.729	0.891	0.765	0.948	0.745
2007	0.907	0.971	0.837	0.800	0.731	0.874	0.689	0.947	0.745
2008	0.841	0.965	0.796	0.744	0.656	0.881	0.698	0.922	0.725
2009	0.812	0.969	0.831	0.785	0.673	0.907	0.644	0.922	0.740

세부 업종별 집약도 변화 효과도 업종별로 큰 차이를 보여주고 있다. 전반적으로 1990년대 이후 나타난 업종별 에너지집약도의 악화는 2000년대 들어 완화되는 추세이다. 1991년 기준 변화율을 살펴보면 에너지 원단위

가 개선(즉, 부가가치당 에너지소비량이 줄어듦)된 업종은 조립금속, 비금속, 섬유·의복업종이다. 동 업종은 생산기술의 혁신 등을 통해 에너지 소비 효율성이 높아졌으며 가장 큰 개선을 보인 업종은 조립금속업종이다. 조립금속 업종의 경우 부가가치당 에너지소비량이 1991년 대비 0.43배 수준(2009년)으로 낮아졌다.

〈표 II-14〉 1999년 대비 제조업 업종별 부가가치 효과 변화

(단위: 배)

	음식료 담배	섬유 의복	목재 나무	펄프 인쇄	석유 화학	비금속	일차 금속	조립 금속	기타
2000	0.982	0.964	0.988	0.939	0.797	0.982	0.939	0.956	0.995
2001	0.926	0.932	0.937	0.960	0.790	0.974	0.985	0.938	0.973
2002	0.910	0.903	0.887	0.976	0.867	0.936	0.965	0.923	0.928
2003	0.894	0.944	0.861	0.982	0.845	0.907	0.943	0.916	0.897
2004	0.932	0.944	0.869	0.942	0.809	0.921	0.983	0.938	0.934
2005	0.892	0.974	0.823	0.954	0.815	0.907	0.899	0.916	0.866
2006	0.877	0.952	0.806	0.945	0.754	0.877	0.838	0.923	0.851
2007	0.879	0.949	0.868	0.917	0.756	0.860	0.755	0.922	0.851
2008	0.815	0.944	0.826	0.852	0.677	0.867	0.765	0.898	0.829
2009	0.787	0.947	0.862	0.899	0.695	0.893	0.705	0.898	0.846

반면 에너지 원단위가 악화(즉, 부가가치당 에너지소비량이 늘어남)된 업종은 음식료품·담배, 목재·나무, 펄프·인쇄, 석유·화학, 일차금속, 기타 업종 등이다. 동일 부가가치를 생산하기 위해 소비된 에너지량이 가장 크게 증가한 업종은 석유·화학업종으로 1991년 대비 2.487배(2009년) 증가하였다. 따라서 석유·화학, 기타제조업과 목재·나무업종 등 에너지 원단위가 크게 악화된 업종의 에너지소비 효율 개선이 중요하다.

에너지 원단위 악화는 1999년 이후 크게 약화되었다. 에너지 원단위가 개선된 업종이 5개 업종(섬유의복, 펄프인쇄, 비금속, 조립금속, 기타제조

II. 에너지소비 분석 49

업)으로 증가하였으며 악화된 업종은 4개 업종에 불과하였다. 전반적인 원단위 향상 속도도 개선된 업종이 많이 존재한다.

〈표 II-15〉 1991년 대비 제조업 업종별 원단위 효과 변화

(단위: 배)

	음식료 담배	섬유 의복	목재 나무	펄프 인쇄	석유 화학	비금속	일차 금속	조립 금속	기타
1992	1.024	0.920	0.925	0.990	1.162	1.049	1.006	0.981	1.331
1993	0.999	0.872	1.072	0.915	1.172	1.050	1.055	0.965	1.376
1994	1.034	0.896	1.118	0.905	1.110	1.012	0.926	0.864	1.355
1995	1.045	0.938	0.935	0.920	1.009	0.911	0.847	0.409	2.250
1996	0.999	0.935	0.975	0.944	1.106	0.838	0.888	0.789	2.132
1997	0.994	1.034	1.087	0.993	1.301	0.872	0.915	0.842	2.645
1998	1.007	1.284	1.160	1.071	1.594	0.858	0.857	0.974	3.131
1999	0.876	1.371	1.463	1.849	1.686	0.792	0.955	0.968	4.041
2000	0.877	1.395	1.487	1.809	1.968	0.758	0.966	0.850	4.334
2001	0.877	1.366	1.522	1.730	2.018	0.743	0.908	0.780	4.880
2002	0.904	1.411	1.618	1.669	1.944	0.759	0.887	0.717	5.082
2003	0.933	1.365	1.556	1.674	2.063	0.781	0.885	0.647	5.780
2004	0.860	1.335	1.612	1.716	2.087	0.685	0.815	0.560	5.715
2005	1.111	1.196	1.334	1.595	2.020	0.656	0.843	0.551	5.796
2006	1.084	1.041	1.304	1.557	2.225	0.654	0.976	0.507	5.223
2007	1.099	0.948	1.287	1.449	2.279	0.616	1.038	0.479	2.131
2008	1.092	0.885	1.389	1.337	2.401	0.593	1.067	0.479	2.375
2009	1.128	0.824	1.582	1.299	2.487	0.501	1.123	0.430	2.174

업종별 에너지 원단위 변화추세는 발전손실을 감안하면 더욱 악화되었다. 즉, 업종별 전력소비 비중이 높아짐에 따라 원단위 효과가 소폭 증가하였다. 원료로서의 에너지소비가 많아 전력 의존도가 상대적으로 낮은

석유·화학업종을 제외하고는 발전손실까지 감안한 원단위는 악화되었다. 특히 조립금속업종의 경우 1999년~2009년 기간 동안 원단위 효과로 인해 0.444배 수준으로 에너지소비량이 낮아졌으나 발전손실을 고려하면 0.520 수준으로 높아져 증가율이 가장 높게 나타났다.

〈표 II-16〉 1999년 대비 제조업 업종별 원단위 효과 변화

(단위: 배)

	음식료 담배	섬유 의복	목재 나무	펄프 인쇄	석유 화학	비금속	일차 금속	조립 금속	기타
2000	1.0006	1.0176	1.016	0.978	1.167	0.957	1.011	0.878	1.072
2001	1.0009	0.9963	1.040	0.935	1.197	0.939	0.951	0.806	1.208
2002	1.0322	1.0289	1.105	0.902	1.153	0.959	0.929	0.740	1.257
2003	1.0648	0.9957	1.063	0.905	1.223	0.986	0.927	0.668	1.430
2004	0.9812	0.9736	1.101	0.928	1.238	0.864	0.853	0.579	1.414
2005	1.2676	0.8726	0.912	0.863	1.198	0.828	0.883	0.570	1.434
2006	1.2369	0.7589	0.891	0.842	1.319	0.826	1.022	0.523	1.292
2007	1.2544	0.6912	0.880	0.784	1.352	0.778	1.087	0.494	0.527
2008	1.2457	0.6455	0.949	0.723	1.424	0.749	1.118	0.495	0.588
2009	1.2876	0.6013	1.081	0.702	1.475	0.633	1.176	0.444	0.538

〈표 II-17〉 제조업 업종별 원단위 효과 변화

(단위: 배)

	음식료 담배	섬유 의복	목재 나무	펄프 인쇄	석유 화학	비금속	일차 금속	조립 금속	기타
1991년~2009년 분석기간									
최종	1.128	0.824	1.582	1.299	2.487	0.501	1.123	0.430	2.174
발전손실	1.303	0.883	1.808	1.533	2.375	0.537	1.209	0.477	2.205
1999년~2009년 분석기간									
최종	1.288	0.601	1.081	0.702	1.475	0.633	1.176	0.444	0.538
발전손실	1.373	0.646	1.089	0.796	1.468	0.665	1.209	0.520	0.555

제조업 원단위의 약화는 에너지가격 변화로 설명될 수 있다. 상대적으로 낮은 에너지가격은 산업의 투입구조를 보다 에너지 의존적으로 바꾸어 주기 때문이다. 이러한 추론은 에너지소비량 변화에 대한 제조업 에너지 원단위 기여도를 노동에 대한 에너지상대가격에 대해 회귀분석함으로써 확인할 수 있다.

$$Intensity\ Effect\left(\frac{E_{i,t}}{V_{i,t}}\right) = \beta_0 + \beta_1(CPI_{Et}/WR_t) + \epsilon_t$$

여기서 CPI_E 는 에너지제품⁷⁾의 소비자물가지수이며, WR_t 는 평균임금 수준이다. 즉 노동비용 대비 에너지의 상대가격⁸⁾ 변수가 원단위 변화가 에너지소비 증가에 미치는 영향력을 살펴본다. 여기서 소비자물가지수를 이용한 까닭은 에너지가격의 경우, 생산자물가의 변동에도 불구하고 물가 관리 차원에서 정부의 영향력이 상당부분 발휘되어 가격 괴리가 발생하고 있기 때문이다.

분석결과 제조업 에너지소비 증가에 있어 원단위 기여도 변화는 에너지 상대가격에 상당한 영향을 받는 것으로 나타났다. 즉 제조업 전체 원단위 기여도는 에너지의 노동 대비 상대가격 증가에 따라 감소하게 되는데 그 규모도 상대가격 지수 변화당 0.79 수준에 이른다. 이러한 결과는 제조업부문의 에너지소비 원단위 개선에 가격정책의 유효성을 확인해 준다.

제조업 업종별 원단위 기여도 변화에 대한 가격변수의 영향은 그 업종의 특성에 따라 다른 결과를 나타낸다. 에너지 상대가격이 유의미한 영향을 미치는 업종은 목재·나무, 펄프·인쇄, 석유화학, 비금속광물, 조립금속업종이며 그렇지 않은 업종은 음식료품, 섬유·의복, 일차금속업종으로 나타났다. 특이할 만한 점은 비금속광물과 조립금속업종의 경우 상대가격의 영향이 경제적 예상과 다르게 양(+)⁹⁾의 값을 갖는 것으로 나타났다. 이는 에너지가격변수의 불완전성과 전반적인 산업구조 변화에 따른 것으로

7) 전기와 가스 가격지수의 가중평균

8) 상대가격을 이용한 것은 기업의 생산함수에서 에너지와 노동이 대체관계에 있음을 가정하는 것임.

볼 수 있다. 즉, 비금속광물업종의 에너지소비는 시멘트 제조사들의 영향이 큰데 이들의 주 연료는 유연탄으로 소비자물가지수에는 포함되어 있지 않은 한계가 있다. 이는 비슷하게 유연탄을 많이 사용하는 제철업이 포함된 일차금속업종의 경우에도 에너지상대가격의 영향력은 통계적으로 유의하지 않다. 한편 조립금속업종의 경우 자동차, 전기전자, 기계장비 등 다양한 분야를 포괄하고 있는데 이러한 자본 및 지식 집약적 산업의 발전은 우리나라 산업구조의 자연스러운 변화에 기인한다. 에너지 상대비용이 하락한 시기에 이러한 산업구조 변화가 일어났으므로 나타난 현상으로 보인다. 이러한 산업구조 변화를 적절히 통제할 수 있는 지표의 개발 등을 통해 추가적인 연구가 필요하다.

〈표 II-18〉 제조업 업종별 원단위에 대한 가격효과

업종	종속변수	에너지/임금 상대가격	상수	Adj-R square	Prob > F-stat
제조업	원단위기여도	-0.7908*** (0.001)	1.9046*** (0.000)	0.4709	0.0014***
음식료업	원단위기여도	-0.1835 (0.212)	1.1380*** (0.000)	0.0417	0.2124
섬유의복	원단위기여도	-0.0493 (0.892)	1.1617*** (0.001)	0.0013	0.8924
목재나무	원단위기여도	-0.7679** (0.027)	1.9209*** (0.000)	0.2393	0.0267**
펄프인쇄	원단위기여도	-1.0991** (0.041)	2.2332*** (0.000)	0.1990	0.0414**
석유화학	원단위기여도	-2.5326*** (0.000)	3.7619*** (0.000)	0.6671	0.0000***
비금속	원단위기여도	0.8478*** (0.000)	1.1017 (0.137)	0.8506	0.0000***
일차금속	원단위기여도	-0.0909 (0.529)	1.0089*** (0.000)	0.0269	0.5291
조립금속	원단위기여도	0.9254*** (0.001)	-0.0250 (0.886)	0.5201	0.0007***

주: 괄호 안은 p-value이며 ***, **, *는 1%, 5%, 10% 유의수준에서 유의함을 의미.

마. 소결

본절에서는 제조업 에너지소비를 기존의 3요인에서 4요인으로 구분하여 분석하였다. 김수이·김현석(2011)의 3요인 분석 중 생산액 원단위(에너지소비량/생산액)를 부가가치율(부가가치/생산액)과 부가가치 원단위(에너지소비량/부가가치)로 구분하여 분석하였다. 또한 최종 에너지 기준의 기존 분석이 갖는 발전손실을 명시적으로 분석에 포함하였다. 에너지 원단위의 기여도에 대한 에너지가격 정책의 유효성도 명시적으로 분석하였다.

분석결과 1991년 이후 우리나라 에너지소비는 생산 효과와 원단위 효과에 의해 증가하였으며 산업구조 변화와 부가가치율은 감소요인으로 작용하였다. 발전손실을 감안하면 에너지소비 증가율이 더욱 높아졌으며 요인별 기여방향은 변하지 않고 그 수준만 높이는 방향으로 변화하였다.

요인분해 결과, 주어진 성장률하에서 부가가치율의 하락이 생산량 증가를 통해 에너지소비 증가를 유도하였으며 선행연구 등에서 나타나는 생산액 에너지 원단위의 개선은 부가가치율의 급격한 하락에 의한 효과임을 발견하였다. 부가가치율의 하락은 전 제조업 업종에서 나타났으며 특히 석유·화학업종과 일차금속업종에서 심각하게 나타났다. 이러한 제조업 부가가치율 하락은 향후 경제성장과 함께 전반적인 에너지 효율성 향상에 장애요인으로 작용할 것이다. 제조업의 부가가치 원단위 역시 1991년 이후 악화되었다. 정부의 지속적인 산업용 에너지 효율화 노력에도 불구하고 원단위는 악화되었으며 섬유·의복, 조립금속과 비금속업종만 개선되었다. 1999년 이후에는 원단위 악화추세가 완화되고 있으며 개선되는 업종도 5개 업종으로 증가하였다.

에너지소비 증가에 대한 에너지 원단위 요인 기여에서 가격효과를 살펴보기 위해 에너지의 노동에 대한 상대가격으로 회귀분석한 결과, 전반적으로 에너지 상대가격의 원단위 기여분에 대한 영향은 유의미한 것으로 나타났다.

이러한 분석결과들은 먼저 제조업 부문의 전반적 에너지 효율성 향상을 위해서는 고부가가치화가 중요함을 보여준다. 이는 필요 성장률을 달

성하기 위한 생산규모 확대와 이를 위한 에너지소비 증가를 완화시키기 때문이다. 또한 산업별 원단위 관리도 보다 적극적으로 수행할 필요가 있다. 기계적인 효율성 관리도 중요하지만 원단위 기여도에 유의미한 영향을 미치는 에너지가격 변수에 대한 접근도 필요할 수 있다. 즉 악화되는 제조업 에너지 원단위 영향을 완화시키기 위한 수단으로서 에너지가격 정책의 유효성을 확인할 수 있다.

2. 가정용 수요분석

본절에서는 소비자 대상 서베이 자료를 이용하여, 주요 에너지원 가운데 서베이 자료에 나타난 에너지원(주로 석유류) 제품을 대상으로 일반 균형분석의 틀에서 수요분석을 실시한다.

구체적으로 본절에서 채택할 수요분석 모형은 선형지출체계(LES: linear expenditure system)이며, 분석에 사용할 자료는 통계청의 가계동향조사원시자료이다. 본래 선형지출체계는 패널자료를 이용하여 분석하는 것을 기본으로 하고 있으나 우리나라에서는 충분히 긴 기간을 대상으로, 석유류 등을 포함하여 소비지출 전반에 걸쳐 충분한 정보를 지닌 패널 자료는 존재하지 않는다.

따라서 미시패널자료가 여의치 않은 경우 흔히 사용하는 방법은 집계 변수(aggregate variables)에 기반한 가상패널자료(pseudo panel data)를 구축하여, 미시패널자료에 대한 대응자료를 구축하는 것이다.

아래에서는 가상패널의 구축과 선형지출체계의 기본구조를 간략히 소개하면서 수요분석 결과를 논의한다.

가. 가상패널의 구축

1) 개요

앞에서 언급하였다시피 우리나라에는 주요 에너지원(또는 석유류)에

대한 소비지출 정보를 포함하여 소비지출 전반에 걸쳐 자세하게 구축된 패널자료가 없다.

다행히도, 패널자료는 아니지만 반복적·주기적으로 석유류를 포함하여 소득 및 소비지출 세부항목 전반에 걸쳐 조사된 횡단면자료, 즉 통계청의 가계동향조사 자료가 이용가능하다. 동 자료를 이용하여 동일한 소비지출 항목별로 총지출액 또는 가구당 평균지출액을 산출하고 이를 각각에 대한 시계열 자료로 구축하면, 시계열 자료가 묶음이 된 일종의 패널자료를 형성할 수 있다. 일반패널자료가 개별 소비자(또는 피조사자)의 개별 정보를 담은 횡단면 자료가 추적조사를 통해 구축되어 형성되는 데 반해, 상기의 방법으로 구성된 자료는 형식상 패널의 형식을 띠고 있지만 개별 조사 대상자의 정보를 담고 있지 않다는 점에서 일반 패널자료와 구별된다. 다만 개별 조사대상자의 정보는 아니지만, (소비지출) 항목별 총액 또는 평균치의 정보를 담고 있다는 점에서 패널자료의 성격을 일부 공유하고 있으므로, 이를 들어 집계변수로 구성된 가상패널(pseudo panel)로 부른다. 이런 종류의 자료를 이용한 연구로는 Dargay(2002), Dargay & Vythoulikas(1998, 1999), Deaton(1985) 등이 대표적이다.

여기서 분석 기초단위와 관련하여 한 가지 유의할 점이 있다. 기본적으로 가계동향조사자료는 가구단위로 조사가 이루어진다. 그런데 시계열적으로 보면 가구당 구성원 수가 감소추세를 보인다. 이는 가구당 평균소비지출액이 가구규모 측면에서 매년 다른 기준으로 환산됨을 의미한다. 이는 시계열적으로 동일하지 않은 기준을 적용하게 됨에 따라 편의(bias)를 나타낼 수 있으므로 가구당 평균소비지출액을 평균 가구 구성원 수로 나누어 1인당 값으로 환산한 값을 기준으로 분석한다.⁹⁾

아래에서는 가계동향조사자료를 이용하여 가상패널을 구성하는 방법과 주요 결과를 소개한다.

9) 이에 대한 보다 자세한 내용은 다음 절을 참조하기 바란다.

2) 가상패널의 구성

통계청의 가계동향조사 원시자료는 1982년부터 최근까지 이용가능하다. 가계동향조사자료는 매년 표본의 일정 비율을 교체하면서 주기적(대체로 3~5년 주기)으로 표본을 전면 교체하는 방법을 통해 횡단면 특성을 보장하는 방법으로 구축된 횡단면자료(cross-sectional data)이다.

가계동향조사자료는 가계부 작성방식으로 작성·수집되고 있으며 수집 주기는 월간이며 발표주기는 분기이다.¹⁰⁾ 가계동향조사자료의 주된 목적은 가계의 수지 조사이다. 따라서 주된 조사항목은 소득·소비지출이다. 이들 항목은 각각 세부항목별로 조사·수집·발표되고 있다.¹¹⁾

가계동향조사자료는 소비지출 세부항목별로 지출내역을 담은 정보를 제공해준다. 해당 내역을 소비지출 성격별로 묶어서 그룹별 정보도 제공한다. 가계동향조사자료에서는 소비지출항목을 모두 12개의 대분류 항목으로 분류하고 있다. 본 연구에서는 연구목적에 맞추어 석유류에 대한 것을 교통비와 광열·수도비 항목으로부터 분리하여 별도의 3개 항목(휘발유, 경유, 등유)으로 설정한다. 아울러 주류·담배 항목을 주류와 담배로 분리하고, 주거·광열·수도비 항목을 주거비와 광열·수도비 항목으로 분리하여 모두 17개의 항목으로 분리한다. 17개 항목은 다음과 같다.

1. 식음료품 및 비주류음료
2. 주류 (소주, 맥주, 위스키 등)
3. 담배
4. 의복 및 신발
5. 주거비
6. 광열·수도비(경유, 등유 제외)

10) 다만 1980년대 기간의 원시자료는 분기 구분이 되어 있지 않고 반기 정보만 포함하고 있다.

11) 가계동향조사자료는 자산이나 부채의 증감에 대한 정보는 가지고 있으나 자산·부채 잔고나 가격변동에 의한 자산·부채의 증감에 대한 정보는 담고 있지 않다.

7. 가정용품·가사서비스
8. 보건(의료비 포함)
9. 교통비(휘발유, 경유, 등유 제외)
10. 휘발유
11. 경유
12. 등유
13. 통신비
14. 오락·문화비
15. 교육
16. 음식·숙박
17. 기타 소비지출

다음 절에서 자세히 설명하겠지만, 본장에서 상정하는 수요함수에서는, 소비지출 항목의 분류가 각각이 분리가능(separable)한 효용 특성을 지닌 경우에 국한한다. 따라서 수요분석을 위한 항목의 분류는 분리가능성(separability)¹²⁾ 조건이 성립해야 한다. 정확한 얘기는 아니지만, 이를 쉽게 풀이해서 얘기하면, 어떤 財의 소비가 다른 財의 소비의사 결정에 영향을 미치지 않아야 함을 의미한다. 따라서 각기 별개의 성격을 지닌 소비바스켓으로 볼 수 있어야 한다. 그런 상기의 17개 지출항목으로의 분류는 그런 관점에서 선정하였다고 할 수 있다¹³⁾.

12) 분리가능성은 크게 강분리가능(strong separability)과 약분리가능(weak separability)으로 구분된다. 강분리가능은 효용함수 자체가 각 財의 한계효용에 있어 타 財의 가격요소가 포함되지 않은 경우를 지칭하며, 약분리가능은 두 財의 한계효용 상대비가 각 財의 가격요소에 영향을 받지 않는 경우를 지칭한다.

13) 소비지출 항목을 17개의 항목으로 분류하는 이유는 크게 두 가지다. 하나는 분석에 사용하는 자료가 서베이자료인 만큼 측정오차(measurement error) 등이 상당히 크고 세부항목의 경우 소비의 부침이 상대적으로 크기 때문에 자료의 시계열적 안정성 등을 보장하기 어려우므로, 대분류 항목으로 한정할 경우 그런 오류 가능성으로부터 운신의 폭이 더 커지기 때문이다. 두 번째 이유는, 세부항목으로 분류할 경우, 본장에서 상정하는 분리가능성(separability) 조건이 충족되지 않을 가능성이 그만큼 높아져, 수요 분석 자체가 곤란하거나 의미를 부여하기 어렵게 될 수 있기 때문이다.

가상패널은 상기의 17개 소비지출 항목별로 각기 1990~2011년 동안의 분기별 가구당 평균 지출액을 산출하여 88개 분기별로 각각 17개씩의 자료를 생성하여 모두 (88×17)의 자료행렬을 생성한다. 각 항목별로는 88개 분기에 걸쳐 구성된 개별 시계열자료지만, 이를 한데 묶으면 횡단면자료의 크기가 17인 88개의 횡단면자료를 쌓아놓은 것이라고 할 수 있다. 따라서 패널자료의 형식을 갖춘 횡단면자료라는 점에서 집계변수 형태의 가상패널자료라고 지칭하곤 한다.¹⁴⁾

가상패널의 각 자료는 1인당 소비지출을 기준으로 작성한다. 이는 항목별 추정기준이 상이하거나 또는 시계열적으로 기초단위가 가변적이라면 분석결과와의 일치성을 보장하기 어렵기 때문에 기초단위를 통일하는 것이 필요하다. 가계동향조사자료는 기본적으로 가구를 기본단위로 측정된다. 그런데 가구는 시계열적으로 그 크기가 가변적이다. 가계동향조사자료를 분석해보면 핵가족화 등이 원인이 되어 가구당 평균 가구원 수가 지속적으로 감소하는 추세를 보인다. 그러므로 가구단위는 시계열적으로 안정적이지 못하므로 이를 개인단위로 환산하여 그런 위험성을 회피할 필요가 있다. 이를 위해 가계동향조사자료를 이용하여 가상패널을 구성하는 경우 먼저 가구당 평균지출액을 산출하고 이를 가구당 평균가구원 수로 나누어 각 변수의 단위를 통일적으로 단일화하여 사용한다.

나. 선형지출체계(LES; linear expenditure system) 수요함수의 구조

본절에서는 소비자들의 효용극대화 행태를 통해 도출된 수요함수를 일

14) 본절에서 추정하는 수요함수, 즉 선형지출체계는 효용함수가 합산가능분리 (additively separable)한 형태를 지녔다는 특징을 지닌다. 이런 특성을 지니는 경우에는 1차적(1단계 추정)으로 전체 소비지출을 항목별로 분할 (partition)한 경우에 대해 수요함수를 추정하고, 2차적(2단계 추정)으로 특정한 소비지출 항목을 대상으로 선정하여 이것 전체를 하나의 전체 소비지출로 보고, 해당 항목에 대한 세분류된 구성항목으로 재분류하여 1단계 추정과 동일한 방법으로 추정할 수 있다. 이에 대한 보다 자세한 논의는 Philips(1983)을 참조하기 바란다.

반균형이론적 관점에서 분석한다. 수요함수체계는 선형지출체계를 채택한다.¹⁵⁾

1) 지출항목별 가격과 소비물량의 산정

선형지출체계를 이용하여 수요함수를 분석함에 있어서는 분석대상 품목에 대한 가격과 실제소비량에 대한 통계를 분리해야 한다. 그런데 가계동향조사에서는 가격이나 물량에 대한 정보는 없으며 다만 소비지출액 정보만 있다. 소비지출 정보를 가격과 물량(실질치)으로 구분하기 위해서는 추가적인 정보가 필요하다. 즉, 각 항목별 가격은 해당 항목에 대한 소비자물가지수를 사용한다. 소비자물가지수는 2010년의 지수를 사용하되, 편의상 2010년=1로 정상화(normalization)하여 사용한다. 지출항목별 실물단위는 지출액을 해당 항목별 소비자물가지수로 나눈 값으로 한다. 분석대상 기간은 1990~2011년의 분기별 자료로 한다.

아래에서는 선형지출체계의 기본 구조와 특성에 대해 간략히 소개한다. 수요추정결과는 “다”절에서 논의한다.

〈표 II-19〉 주요품목별 소비자물가지수 추이

(단위: 2010년 = 1)

	1990 1/4	1995 1/4	2000 1/4	2005 1/4	2008 1/4	2010 1/4	2011 1/4	2011 4/4
식음료품 및 비주류음료	0.35134	0.50733	0.63644	0.80792	0.84454	0.96900	1.07000	1.09
주류	0.50764	0.66184	0.85559	0.91785	0.93683	1	0.99800	0.997
담배	0.32565	0.41376	0.60790	1	1	1	1	1.019
의복 및 신발	0.56664	0.69065	0.76087	0.84953	0.91342	0.99425	1.01725	1.05126
주거비	0.51879	0.74330	0.78558	0.92171	0.95345	0.99220	1.01876	1.05993

15) 일반균형적 관점에서 선형지출체계를 선택한 이유는, 수요함수의 추정결과를 토대로 소득탄력성과 가격탄력성 추정결과를 사용할 수 있을 뿐만 아니라 일반균형분석을 위한 모형분석(예: CGE 등) 시에 모수로 사용할 수 있다는 장점도 있기 때문이다.

〈표 II-19〉의 계속

(단위: 2010년 = 1)

	1990 1/4	1995 1/4	2000 1/4	2005 1/4	2008 1/4	2010 1/4	2011 1/4	2011 4/4
광열수도 (경유, 등유 제외)	0.32177	0.42610	0.63528	0.82306	0.94098	0.99736	1.02996	1.06748
가정용품·가사 서비스	0.67079	0.80251	0.83642	0.89459	0.92422	0.93300	1.02500	1.04800
보건	0.49351	0.60647	0.74565	0.90570	0.95663	0.99775	1.01175	1.02174
교통비(휘발유, 경유, 등유 제외)	0.40294	0.58565	0.74832	0.86198	0.95897	0.99819	1.02346	1.03606
석유류(휘발유, 경유, 등유)	0.19192	0.28587	0.59297	0.74181	0.95531	0.97466	1.09619	1.15625
통신비	1.48398	1.33328	1.31154	1.06746	1.01266	1.00350	0.99350	0.96352
오락·문화비	0.77601	0.90878	0.99404	1.00448	0.96002	0.99225	1.01225	1.01525
교육비	0.27569	0.45432	0.61819	0.80029	0.93218	0.99075	1.01175	1.02074
음식·숙박	0.39414	0.63831	0.74266	0.85784	0.91695	0.992	1.026	1.053
기타소비지출	0.44743	0.54335	0.65863	0.74656	0.88004	0.992	1.022	1.039

자료: 한국은행, 경제통계시스템의 품목별 소비자물가지수를 인용하였으며, 광열수도, 교통비, 석유류 등은 품목별 가중치와 지수를 이용하여 저자가 재추정한 수치임.

2) 선형지출체계¹⁶⁾

본 분석에서 채택하고자 하는 수요함수는 선형지출체계이다. 이 체계는 소비자의 효용 극대화 과정으로부터 도출된다. 선형지출체계의 기본구조는 미시경제이론에서 이미 널리 알려져 있기 때문에 상세한 설명이 필요하지는 않지만, 독자들의 이해증진을 위해 Philips(1983)를 참조하여 기본구조를 아래와 같이 간략히 소개한다.

선형지출체계에서 효용함수는 Stone-Geary 직접효용함수를 전제로 한다. Stone-Geary 효용함수는 다음과 같다.

16) 선형지출체계에 대한 자세한 내용은 Philips(1983)의 Chapter IV를 참조하기 바란다.

$$u^* = \prod_{i=1}^r (x_i - \gamma_i)^{\beta_i} \quad (1)$$

단, $0 < \beta_i < 1$, $\sum_{k=1}^r \beta_k = 1$, $x_i > \gamma_i$. 여기서 β_i 와 γ_i 는 상수를 나타내며, x_i 는 i 번째 財의 소비량, r 은 財, 즉 소비지출항목의 총개수를 나타낸다. 위의 조건에 의하면 i 번째 財의 소비 x_i 는 반드시 γ_i 보다 커야 한다는 조건이 부여된다. 이는 곧 γ_i 가 i 번째 財에 대한 최소필요소비(량)의 의미를 지닌다고 할 수 있다.

상기의 식 (1)에 자연대수를 취하면 다음과 같이 변형된다.

$$\ln(u^*) \equiv u = \sum_{i=1}^r \beta_i \cdot \ln(x_i - \gamma_i) \quad (2)$$

Stone-Geary (직접)효용함수에서는 소비자의 소득을 각 항목에 대한 지출액총합으로 정의한다. 따라서 이 경우 소비자의 예산제약은 $y = \sum_{i=1}^r x_i p_i$ (단, p_i 는 i 번째 財의 가격)로 표현된다. 예산제약하에서 조건부 효용 극대화를 위해 식 (2)를 라그랑지 함수로 표현하고 그 때의 1계 조건(first order condition)을 구하면 다음과 같다.

$$\mathcal{L} = \sum_{i=1}^r \beta_i \ln(x_i - \gamma_i) + \lambda \left(y - \sum_{i=1}^r x_i p_i \right) \quad (3)$$

$$1\text{계 조건: } \frac{\partial \mathcal{L}}{\partial x_i} = \frac{\beta_i}{x_i - \gamma_i} - \lambda p_i = 0 \quad (4)$$

$$\frac{\partial \mathcal{L}}{\partial \lambda} = y - \sum_{i=1}^r x_i p_i = 0 \quad (5)$$

1계 조건인 식 (4)와 (5)를 풀면 각각 다음의 관계를 얻는다.

$$\frac{\beta_i}{x_i - \gamma_i} = \lambda p_i, \quad i = 1, \dots, r \quad (6)$$

$$y = \sum_{i=1}^r x_i p_i \quad (7)$$

식 (1)에서의 조건(가정)에 따라 $\sum_{i=1}^r \beta_i = 1$ 이므로 여기에 식 (6)을 대입하여 정리하면 다음의 관계를 얻을 수 있다.

$$\lambda = \frac{1}{\sum_{i=1}^r (y - p_i \gamma_i)} \quad (8)$$

식 (7)과 (8)을 다시 식 (6)에 대입하여 정리하면 각 財의 수요함수를 다음과 같이 선형의 형태로 도출할 수 있다.

$$x_i = \gamma_i + \frac{\beta_i}{p_i} \left(y - \sum_{k=1}^r p_k \gamma_k \right), \quad i = 1, \dots, r. \quad (9)$$

식 (9)에 가격 p_i 를 곱해주면 다음의 식을 얻는다.

$$p_i x_i = p_i \gamma_i + \beta_i \left(y - \sum_{k=1}^r p_k \gamma_k \right), \quad i = 1, \dots, r. \quad (10)$$

식 (9)는 수요함수를 물량단위로 표시한 것이고 식 (10)은 소비지출액 단위로 표시한 것으로서 양자는 동일한 의미를 지닌다. 이와 같이 수요함수가 표현되는 것을 선형지출체계라고 한다.

선형지출체계를 구성하는 위와 같은 수요함수는 수요함수가 기본적으로 만족하여야 하는 조건을 모두 충족시켜 준다. 그 조건은 0차 동차(homogeneity of degree zero), 대칭($\frac{dx_i}{dp_j} = \frac{\partial x_i}{\partial p_j} + x_j \frac{\partial x_i}{\partial y} = \frac{\partial x_j}{\partial p_i} + x_i \frac{\partial x_j}{\partial y}, \forall i, j = 1, \dots, r$), 합산(adding-up condition, $\sum_{i=1}^r \beta_i = 1$), 음(-)의 자기가격대체효과 조건

$$\left(\frac{dx_i}{dp_i} = \frac{\partial x_i}{\partial p_i} + x_i \frac{\partial x_i}{\partial y} < 0, i = 1, \dots, r\right) \text{을 모두 만족시킨다.}$$

위에서 잠시 기술하였듯이 y 는 총지출을 의미하지만, 수요함수의 맥락에서 넓은 의미로 소득으로 해석할 수 있다.

앞서 설명하였듯이 γ_i 는 i 번째 財에 대한 최소필요소비(량)의 의미를 지닌다. 따라서 $p_i \gamma_i$ 는 i 번째 財에 대한 최소필요지출의 의미를 갖는다. 이를 모든 재에 대해 합산한 $\sum_{i=1}^r \gamma_i p_i$ 는 최소필요소비지출의 의미를 지닌다. 총지출 $y = \sum_{i=1}^r x_i p_i$ 는 선형지출체계에서 (총)소득으로도 해석하므로 소득 y 가운데 $\sum_{i=1}^r p_i \gamma_i$ 는 일종의 ‘필요소득’ 또는 ‘최소생계 유지소득(subsistence income)’이라고 하고, 이를 제외한 나머지 $y - \sum_{i=1}^r \gamma_i p_i = \sum_{i=1}^r (x_i - \gamma_i) p_i$ 는 ‘여유소득(supplementary income)’이라고도 한다.¹⁷⁾¹⁸⁾

선형지출체계에서는 β_i 는 여유소득 중 i 번째 財에 대한 소비지출비율을 나타낸다. 이는 Stone-Geary 효용함수가 일반적인 Cobb-Douglas 함수의 형태와 유사한 형태를 띠고 있는 것으로부터 쉽게 이해할 수 있다. 즉, Cobb-Douglas 효용함수를 전제로 하면 i 번째 財에 대한 균형 소비지출비율은 β_i 이 된다. 따라서 Stone-Geary 효용함수에서 γ_i 에 대한 부분을 제외한다면 정확히 Cobb-Douglas 효용함수의 경우와 동일한 형태로 전환된다는 점을 상기하면 이해가 용이해진다.

다만 한 가지 최소필요소비로 해석한 γ_i 의 부호에 대해서 제한된 바가 없다. 따라서 γ_i 는 음(-)의 값을 가질 수도 있다. 이런 경우는 i 번째 財의 자기가격탄력성의 절댓값이 1을 초과하여 가격탄력적(price elastic)인 경우에 나타난다.¹⁹⁾

식 (9)와 $\sum_{i=1}^r \beta_i = 1$ 이라는 합산조건을 결합하여 정리하고, 통계적 관계를 나타내는 오차항을 추가하여 수요함수에 대한 회귀방정식을 설정하면

17) 필요소득이라고 해석하는 경우에는 γ 가 양(+)의 값을 가지는 것을 암묵적으로 전제한다고 할 수 있다.

18) 이에 대한 자세한 설명은 Philips(1983)과 이명헌·성명재(2001)을 참조하기 바란다.

19) 이에 대한 증명은 Philips(1983)를 참조하기 바란다.

아래와 같이 표현된다.

$$x_i = \gamma_i + \frac{\beta_i}{p_i} \left(y - \sum_{k=1}^r p_k \gamma_k \right) + \epsilon_i, \quad i = 1, \dots, r. \quad (11)$$

오차항 ϵ 이 정규분포를 따른다는 전제 하에서 최우추정법(maximum likelihood estimation)으로 각 모수를 추정한다.

3) 가격 및 소득탄력성

선형지출체계에서는 보상가격탄력성과 미보상가격탄력성을 모두 추정할 수 있다. 전자는 가격변화 시 가격변동에 의한 실질가격변화분을 본래 수준으로 보상해준 가상의 상태, 즉 Hicks수요(Hicksian demand)에서의 가격탄력성을 지칭하며, 후자는 가격변동 시 그에 따른 실질소득 변화효과가 반영되어 현실에서 관찰되는 경우, 즉 Marshallian demand에서의 가격탄력성을 지칭한다.

슬루츠키 방정식(Slutsky equation), $\frac{\partial x_i}{\partial p_j} = \frac{dx_i}{dp_j} - x_j \frac{\partial x_i}{\partial y}$ 을 이용하면 양자를 쉽게 이해할 수 있다. 슬루츠키 방정식에서 $\frac{\partial x_i}{\partial p_j}$ 와 $\frac{dx_i}{dp_j}$ 는 마셜수요와 Hicks수요의 대체효과를 나타내는데, 전자는 실질소득의 변화를 고려하지 않은 경우의 대체효과를 의미하고 후자는 실질소득의 변화를 고려하여 변동분을 보상해준 상태에서의 대체효과를 나타낸다. 그리고 $x_j \frac{\partial x_i}{\partial y}$ 는 소득효과를 나타낸다. $\frac{dx_i}{dp_j}$ 는 실질소득의 변화분을 보상해준 상태에서의 대체효과를 나타내는 만큼, 가격변화 후에도 그 이전 상태에 도달하였던 무차별곡선상에서 상대가격의 변동에 따라 나타나는 대체효과를 나타낸다. 반면에 $\frac{\partial x_i}{\partial p_j}$ 는 실질소득 변화효과를 포함하여 무차별곡선의 이동과 상대가격의 변화를 모두 고려한 상태에서의 대체효과를 나타낸다.

위와 같이 대체효과를 구성하면 미보상가격탄력성은 $\frac{\partial x_i}{\partial p_j} \frac{p_j}{x_i}$, 보상가격탄력성은 $\frac{dx_i}{dp_j} \frac{p_j}{x_i}$ 가 된다. 슬루츠키 방정식의 양변에 $\frac{p_j}{x_i}$ 를 곱해 주면 j의

가격변화에 따른 i財의 보상가격탄력성을 구할 수 있는데, 이는 다음과 같이 표현된다.

$$\frac{dx_i}{dp_j} \frac{p_j}{x_i} = \frac{\partial x_i}{\partial p_j} \frac{p_j}{x_i} + x_j \frac{\partial x_i}{\partial y} \frac{p_j}{x_i} \quad (12)$$

식 (11)과 식 (12)를 이용하여 정리하면 미보상가격탄력성과 보상가격탄력성은 각각 다음과 같이 도출된다.

$$\text{미보상가격탄력성: } \frac{\partial x_i}{\partial p_i} \frac{p_i}{x_i} = -\frac{x_i - \gamma_i + \beta_i \gamma_i}{x_i} = -1 + \frac{\gamma_i(1 - \beta_i)}{x_i} \quad (13)$$

$$\text{미보상교차가격탄력성: } \frac{\partial x_i}{\partial p_j} \frac{p_j}{x_i} = \left(-\frac{\beta_i}{p_i} \gamma_j \right) \frac{p_j}{x_i} = -\beta_i \frac{\gamma_j p_j}{x_i p_i} \quad (14)$$

$$\text{보상가격탄력성: } \frac{dx_i}{dp_j} \frac{p_j}{x_i} = -\beta_i \frac{\gamma_j p_j}{x_i p_i} + x_j \frac{\beta_i}{p_i} \frac{p_j}{x_i} = \beta_i \frac{(x_j - \gamma_j) p_j}{x_i p_i} \quad (15)$$

위의 탄력성은 모두 균형량과 균형가격에 의해 영향을 받기 때문에 소득 수준이나 가격 수준에 영향을 받음에 유의하기 바란다.

식 (11)을 소득(y)에 대해 미분하면 $\frac{\partial x_i}{\partial y} = \frac{\beta_i}{p_i}$ 이 된다. 그러므로 소득탄력성은 다음과 같다.

$$\frac{\partial x_i}{\partial y} \frac{y}{x_i} = \beta_i \frac{y}{x_i p_i} \quad (16)$$

식 (13)~(16)에서 보듯이 가격 및 소득탄력성은 모두 소득과 가격에 영향을 받는다. 이는 소득 수준이나 소비품목의 가격이 변함에 따라 탄력성도 가변적임을 의미한다.

Frisch(1959, p. 189)는 λ 에 대한 소득탄력성을 ‘화폐유연도(money flexibility)’라고 정의하였다. 1계 조건으로부터 λ 의 값을 산출하고 이를 소득(y)에 대해 미분하여 탄력성의 형태로 표현하면 다음과 같다.

$$\omega \equiv \frac{\partial \lambda}{\partial y} \frac{y}{\lambda} = - \frac{y}{y - \sum_{i=1}^r \gamma_i p_i} \quad (17)$$

λ 의 소득탄력성 ω 는 소득 대비 여유소득의 비율에 음(-)의 부호를 붙인 것이다. 일반적으로 전체 소득(소비지출)에서 차지하는 생활필수품에 대한 지출비중은 고소득층으로 갈수록 작아진다. 반대로 저소득층일수록 생활필수품의 지출비중은 증가한다. 그러므로 ω 의 절대값이 작을수록 고소득층에 속하고 반대로 클수록 저소득층에 속함을 시사한다.

다. 17개 부문의 수요함수 분석결과

1) 수요함수 모수 추정결과

본 연구에서는 일반균형분석에 입각한 선형지출체계하에서 수요분석을 위해 1990~2011년의 분기별 가계동향조사원시자료를 이용하여 17개 부문을 구성하여 집계변수 형태의 가상패널자료를 구축하여, 최우추정법(maximum likelihood estimation method)으로 모형을 추정하였다. 추정 방법상 이론적으로는 종속변수나 설명변수의 단위(unit 또는 scale)가 문제가 되지는 않지만, 통계프로그램의 경우에는 수렴(convergence)하기 위한 허용가능오차(tolerance level) 또는 최소 인식가능 숫자의 범위에 제한이 있기 때문에 추정과정에서는 각 변수의 단위가 어떤 것인지의 여부가 추정하고자 하는 결과를 얻을 수 있도록 보장해 주는지에 결정적인 영향을 미칠 수 있다. 본 연구에서는 우리나라 화폐단위의 단위수가 매우 높다는 점을 고려하여 모든 금액(지출)변수의 값의 단위를 10만원으로 조정하여 분석하였다. 식 (9) 또는 식 (10)을 변형하면 아래의 관계를 얻을 수 있다.

$$\beta_i = \frac{p_i(x_i - \gamma_i)}{y - \sum_{k=1}^r p_k \gamma_k} \quad (18)$$

이는 β_i 가 i 번째 항목에 대한 최소필요소비량을 차감한 소비지출이, 전체소득(또는 총소비지출)에서 필요소비지출을 차감한 여유소득에서 차지하는 지출비중을 나타낸다. 이는 Cobb-Douglas 효용함수에서 각 항목별 지수의 값이 해당 품목에 대한 배분비율을 나타내는 것과 동일한 논리가 적용된다.²⁰⁾ β_i 는 품목별 비중의 의미를 지니므로 β_i 의 총합은 1이 된다. β_i 의 추정결과는 <표 II-20>의 좌측에 보고되어 있다. 17개 부문에서 β_i 는 모두 양(+)의 값을 가지며 그 합은 1이다.²¹⁾

β_i 의 값은 0.00360(주류)~0.19793(식음료품)의 범위 내에 있는 것으로 추정되었다. 절대치가 가장 큰 항목은 식음료품, 기타소비지출(0.18017), 교육비(0.10747), 숙박·음식(0.09837) 등으로 추정되었고, 절대치가 가장 작은 항목은 주류, 경유(0.00512), 등유(0.01002), 담배(0.01025) 등으로 추정되었다.

위에서 설명하였듯이 β_i 는 최소필요지출 후 나머지 여유소득 가운데 각 항목별로 배분해 주는 비율을 나타낸다. 그러므로 β_i 의 추정결과를 해석하자면, 최소한의 생계유지를 위한 지출을 하고 난 다음, 나머지 소득 중에서 식음료품에 추가적으로 지출한 비중은 19.8%이고, 교육과 숙박·음식에 지출한 비중은 각각 10.7%와 9.8%임을 의미한다. 반면에 기호품이라고 할 수 있는 주류와 담배의 경우에는 추가지출비중이 각각 0.4%와 1.0%로 매우 작다. 그런데 이는 해당 품목에 대한 소비비중이 작은 데에 요인이 있지만, 다른 항목은 대부분 대분류 항목인 데 반해 이들 품목은 소분류 또는 세분류에 해당하여 항목 간 규모의 차이가 존재하는 영향도 무시하기 어렵다. 아울러 주류에 대한 소비는 상당히 높은 비중이 가정 밖의 음식점이나 주점 등에서 소비된다는 점 때문에 가계동향조사자료에는 그런 부분에 대한 주류 소비가 잘 반영되지 않는다는 점도 주류의 β_i 값이 작게 추정된 또 다른 요인이라고 할 수 있다.

20) Stone-Geary 효용함수는 최소필요소비량(γ)을 제외하면 Cobb-Douglas 함수와 동일한 형태를 지니기 때문에 지수도 동일한 의미를 지닌다.

21) 17개 부문의 β_i 의 합이 1이라기보다는 β_i 의 합이 1이 되도록 제약조건을 부여한 상태에서 추정하였기 때문에 그 합이 1이라고 하는 표현이 보다 정확한 표현이다.

β_i 의 추정치에 대한 표준편차 값은 모두 매우 작게 추정되었다. 그에 따라 추정치의 t-값은 최소 18.580(등유)로 나타나 β_i 의 추정결과가 통계적으로 모두 유의성이 매우 높은 것으로 나타났다.

최소필요소비량을 나타내는 γ_i 는 등유가 음(-)의 값을 가지면, 나머지 16개 항목에서는 양(+)의 값을 가지는 것으로 추정되었다. 최소필요소비량이 음(-)의 값을 가진다는 것은, 최소생계유지를 위해 반드시 필요한 필수소비항목이 아님을 의미한다. 아울러 γ_i 가 음(-)의 값을 가진다는 것은 식 (13)에서 보듯이 해당 항목에 대한 미보상(자기)가격탄력성의 절댓값이 1보다 크다는 것을 시사한다. 따라서 최소필요소비량이 음(-)의 값을 가지는 항목은 자기가격 변화에 대해 수요량이 탄력적으로 변하는 재화임을 알 수 있다.

항목별로 γ_i 의 값(추정치)은 -0.08789~1.96043(교육비)의 범위 내인 것으로 추정되었다. 통계적 유의성을 나타내는 t-값은 등유(-1.33110)와 휘발유(0.69421)를 제외하고는 절댓값이 최소 3.61648(광열·수도)인 것으로 추정되어, 15개 항목에서 γ_i 추정치가 통계적 유의성이 매우 높은 것으로 나타났다.

교육비와 식음료품에 대한 γ_i 는 각각 1.96043과 1.54250으로 추정되었다. 2010년의 가격을 1로 정상화(normalization)하였으므로 2010년을 기준으로 하면 실물단위와 화폐단위의 크기가 서로 같다. 분석의 편의상 각 변수의 단위를 10만원으로 하였으므로, 2010년 가격을 기준으로 할 때 분기별 1인당 최소필요소비량(또는 소비지출액)은 교육비와 식음료품이 각각 약 19만 6천원과 15만 4천원, 연간으로는 각각 78만 4천원과 61만 7천원임을 시사한다. 한 가지 특징적인 점은, 교육비의 경우 최소필요지출은 식음료품의 경우보다 더 크지만 최소필요지출 후 여유소득 중 소비지출 배분 비중(β_i)은 10.7%로 식음료품의 19.8%보다 현저하게 작다. 이는 최소필요소비는 교육비가 식음료품비보다 상당히 더 큰 비중을 차지하지만 여유소득 중에서 추가적으로 지출하는 한계소비지출성향에서는 식음료비보다 작음을 시사한다.

숙박·음식의 분기별 1인당 최소필요소비지출은 2010년 가격 기준으로

II. 에너지소비 분석 69

6만 6천원이지만, 최소생계유지를 위한 지출을 제외한 여유소득 중에서의 소비지출 비중은 9.8%($\beta_i=0.09837$)에 이를 정도로 숙박·음식의 지출비중이 매우 높다. 이는 일반 가계에서 여행이나 외식 등이 차지하는 비중이 상당히 높다는 것을 간접적으로 보여준다고 할 수 있다.

<표 II-20> 17개 부문에 대한 LES 계수 추정결과(2010년 가격=1)

(단위: 10만원[γ])

	β			γ		
	추정치	표준편차	t-값	추정치	표준편차	t-값
식음료품	0.19793	0.00102	193.55427	1.5421	0.25714	5.9971
주류	0.0036	0.00002	238.67856	0.02835	0.00327	8.66772
담배	0.01025	0.00004	265.14194	0.07838	0.01364	5.74681
의류·신발	0.02835	0.00066	42.76026	0.46379	0.04794	9.67472
주거비	0.03695	0.00019	194.85636	0.25024	0.03426	7.30463
광열수도비	0.03986	0.00055	71.99643	0.27146	0.07506	3.61648
가사용품·서비스	0.04129	0.00029	140.2245	0.32429	0.03951	8.20829
보건의료	0.04629	0.00035	132.54156	0.41432	0.05148	8.04813
교통	0.0694	0.00035	199.71079	0.52377	0.07295	7.18009
휘발유	0.04255	0.00022	194.15325	0.04091	0.05893	0.69421
경유	0.00512	0.00005	112.80995	0.06601	0.01605	4.11288
등유	0.01002	0.00054	18.57985	-0.08789	0.06603	-1.3311
통신	0.0357	0.00038	93.59462	0.17892	0.02391	7.48171
오락문화비	0.04671	0.00029	160.00191	0.32212	0.03508	9.18333
교육비	0.10747	0.00282	38.17663	1.96043	0.28206	6.95045
숙박음식	0.09837	0.00031	316.99422	0.66054	0.08115	8.14021
기타소비지출	0.18017	0.00206	87.38028	1.00477	0.21397	4.69595
계	1	-	-	-	-	-

자료: 통계청, 1990~2011년의 분기별 가계동향조사 원시자료를 기준으로 선형지출체계(LES: linear expenditure system) 모형하에서 저자가 추정한 값임.

2) 탄력성 추정결과

식 (12)~(16)에서 보듯이 선형지출체계하에서는 각종 탄력성의 값이 측정하고자 하는 점(또는 기준값)에 따라 서로 상이해짐을 알 수 있다.

즉, 측정하고자 하는 소득이나 가격, 소비량 수준에 따라 탄력성이 달라질 수 있음을 의미한다. 그러므로 선형지출체계에서 추정된 계수를 이용하면 소득계층별 탄력성을 차등적으로 다양화하여 소득계층별 행태 변화 효과를 분석할 수 있다는 장점을 가진다. <표 II-21>에서는 다음의 두 가지 기준하에서 자기가격탄력성 및 소득탄력성 추정치를 보여준다. 첫 번째 기준은 1990~2011년의 분기별 소득, 지출, 소비량의 평균값에서 측정하는 것이고, 두 번째 기준은 2011년 4/4분기의 값을 기준으로 측정하는 것이다.

가) 보상가격탄력성

보상가격탄력성은 미보상가격탄력성에 소득효과에 의한 효과를 합산한 것이다. 자기가격탄력성의 경우 1990~2011년의 분기 평균값을 기준으로 측정하였을 때, 17개 항목 모두에서 음(-)의 값을 가지는 것으로 추정되었다. 추정치의 크기는, 등유가 -1.17140으로 절댓값이 1보다 클 뿐이며, 나머지 16개 항목의 경우에는 절댓값이 1보다 작게 추정되었다. 보상가격탄력성이 가장 작은 소비지출 항목은 교육비(-0.48926)였으며, 그 다음으로는 식음료품(-0.62600), 기타소비지출(-0.68574), 가사용품·가사서비스(-0.69552)의 순으로 작았다. 항목별로 다소 절댓값의 차이가 있지만, 보상가격탄력성은 모든 항목에서 미보상가격탄력성보다 절댓값이 작았다. 이는 모든 항목에서 소득효과가 양(+)의 값을 가지기 때문이다.

평균값 대신 2011년 4/4분기의 가격, 지출액을 기준으로 보상가격탄력성을 측정해 보면, 역시 모든 항목에서 추정치가 음(-)의 값을 가지는 한편 절댓값은 평균값 기준의 경우보다 다소간 작아졌다. 이는 시간이 경과함에 따라 x_i 의 값이 커짐에 따른 것으로 추정된다.

참고적으로 위의 두 가지 기준의 경우 모두에서 보듯이, 17개 부문 모두에서 보상자기가격탄력성은 음(-)의 값을 가지는 것으로 나타났다. 이는 수요함수가 충족시켜야 하는 네 가지 조건 중 음(-)의 보상수요자기가격 대체효과의 조건, 즉 $k_{ii} < 0$ 의 조건을 충족시키고 있음을 보여주는 것이다(이상 <표 II-21> 참조).

II. 에너지소비 분석 71

〈표 II-22〉~〈표 II-23〉에서 보듯이 비대각원소, 즉 보상교차가격탄력성은 모두 양(+)의 값을 가지는 것으로 추정되었다. 이는 보상수요의 관점에서 볼 때 모든 항목 상호간에 대체관계가 성립하고 있음을 시사한다.

그런데 보상교차가격탄력성은 대칭적이지 않다. 보상대체효과가 대칭적($\frac{dx_i}{dp_j} = \frac{dx_j}{dp_i}$)인 것에 비추어볼 때 일견 이례적이라고 생각하기 쉽다. 그러나 탄력성의 경우에는 보상대체효과에 각각 $\frac{p_j}{x_i}$ 와 $\frac{p_i}{x_j}$ 를 곱해 주어야 하는데, 일반적으로 이들 두 값은 서로 다르기 때문에 교차가격탄력성은 대칭적이지 않은 것이 일반적이다.

〈표 II-21〉 자기가격 및 소득탄력성 추정치

	1990~2011년 평균치에서 측정			2011년 4/4분기 값에서 측정		
	가격탄력성		소득탄력성	가격탄력성		소득탄력성
	보상	미보상		보상	미보상	
식음료품	-0.626	-0.82393	1.0692	-0.39341	-0.59134	1.30952
주류	-0.74102	-0.74462	1.02645	-0.66006	-0.66366	0.93796
담배	-0.7932	-0.80345	0.97248	-0.56554	-0.57579	1.20048
의류·신발	-0.64294	-0.67129	0.66516	-0.69945	-0.72779	0.3555
주거비	-0.74757	-0.78452	1.01162	-0.74278	-0.77973	0.69547
광열수도비	-0.79826	-0.83812	0.94777	-0.6886	-0.72846	0.84912
가사용품·서비스	-0.69552	-0.73682	1.04073	-0.59361	-0.6349	1.01001
보건의료	-0.70952	-0.75581	0.93646	-0.6928	-0.73908	0.6529
교통	-0.71488	-0.78428	1.04318	-0.58367	-0.65306	1.04061
취발유	-0.92827	-0.97081	1.24197	-0.89248	-0.93503	1.34042
경유	-0.82013	-0.82525	0.71093	-0.75337	-0.75849	0.34653
등유	-1.1714	-1.18142	0.94598	-2.32503	-2.33506	2.66137
통신	-0.78135	-0.81705	0.80094	-0.84092	-0.87662	0.5783
오락문화비	-0.70481	-0.75152	1.01491	-0.67065	-0.71736	0.92432
교육비	-0.48926	-0.59673	0.95177	-0.05312	-0.05435	1.24199
숙박음식	-0.72472	-0.82308	0.97844	-0.67951	-0.77788	0.76047
기타소비지출	-0.68574	-0.86591	1.07291	-0.42692	-0.60709	1.80534

〈표 11-22〉 보상가격탄력성 추정결과(1990~2011년 분기 평균치에서 측정)

부문	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1. 식음료품	-0.626	0.0279	0.0903	0.03015	0.03031	0.03738	0.03078	0.03932	0.05464	0.03551	0.0634	0.01341	0.03861	0.06338	0.06618	0.0864	0.15018
2. 주류	0.1483	-0.7402	0.00867	0.02894	0.0291	0.03589	0.02355	0.03774	0.05245	0.03409	0.00609	0.01287	0.03707	0.03493	0.06353	0.08235	0.14417
3. 담배	0.1405	0.0254	-0.7932	0.02742	0.02757	0.034	0.02799	0.03576	0.0497	0.0323	0.00577	0.01219	0.03512	0.03309	0.06019	0.07859	0.13659
4. 의류·신발	0.0961	0.00173	0.00562	-0.64294	0.01886	0.02326	0.01915	0.02446	0.03339	0.02209	0.00385	0.00834	0.02402	0.02263	0.04117	0.05375	0.09343
5. 주거비	0.14616	0.0264	0.0854	0.02853	-0.74757	0.03537	0.02912	0.0372	0.0517	0.0336	0.006	0.01268	0.03633	0.03442	0.06261	0.08175	0.14209
6. 광열수도비	0.13693	0.0247	0.0801	0.02673	0.02687	-0.79826	0.02728	0.03485	0.04843	0.03148	0.00562	0.01188	0.03423	0.02225	0.05866	0.07659	0.13312
7. 가사용품·서비스	0.15066	0.0271	0.0879	0.02365	0.02951	0.03639	-0.69552	0.03827	0.05318	0.03457	0.00618	0.01305	0.03758	0.03541	0.06442	0.0841	0.14618
8. 보건의료	0.1353	0.0244	0.0791	0.02641	0.02655	0.03274	0.02696	-0.70952	0.04786	0.0311	0.00556	0.01174	0.03382	0.03186	0.05796	0.07568	0.13153
9. 교통	0.15072	0.0272	0.0881	0.02942	0.02958	0.03648	0.03003	0.03836	-0.71488	0.03465	0.00619	0.01308	0.03767	0.03355	0.06457	0.0843	0.14652
10. 휘발유	0.17944	0.0324	0.01049	0.03302	0.03521	0.04343	0.03575	0.04567	0.06347	-0.92827	0.00737	0.01557	0.04485	0.04226	0.07687	0.10036	0.17444
11. 경유	0.10272	0.0185	0.006	0.02005	0.02016	0.02486	0.02046	0.02614	0.03633	0.02361	-0.82013	0.00891	0.02567	0.02419	0.044	0.05745	0.09986
12. 등유	0.13668	0.0247	0.0769	0.02667	0.02682	0.03308	0.02723	0.03478	0.04834	0.03142	0.00561	-1.1714	0.03416	0.03219	0.05855	0.07645	0.13287
13. 통신	0.11572	0.0209	0.0677	0.02259	0.02271	0.02801	0.02306	0.02945	0.04093	0.0266	0.00475	0.01004	-0.78155	0.02725	0.04958	0.06472	0.1125
14. 오락문화비	0.14663	0.0265	0.0857	0.02862	0.02878	0.03549	0.02921	0.03732	0.05186	0.03371	0.00602	0.01272	0.03665	-0.70481	0.06282	0.08201	0.14255
15. 교육비	0.13751	0.0248	0.0804	0.02684	0.02699	0.03328	0.0274	0.035	0.04864	0.03161	0.00565	0.01193	0.03437	0.03239	-0.48926	0.07691	0.13368
16. 숙박음식	0.14137	0.0255	0.0826	0.02759	0.02774	0.03421	0.02817	0.03598	0.05	0.0325	0.00581	0.01227	0.03533	0.03329	0.06056	-0.72472	0.15743
17. 기타서비스출	0.15501	0.0028	0.0906	0.03025	0.03042	0.03751	0.03088	0.03945	0.05483	0.03563	0.00637	0.01345	0.03875	0.03651	0.06641	0.0867	-0.68574

〈표 II-23〉 보상이격탄력성 추정결과(2011년 4분기 값에서 측정)

부문	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1. 식음료품	-0.3381	0.00333	0.00639	0.07516	0.05366	0.04409	0.03315	0.06744	0.05477	0.03874	0.01464	0.01158	0.07049	0.04655	-0.00674	0.12766	0.06805
2. 주류	0.06954	-0.66006	0.04458	0.05384	0.03844	0.03158	0.02374	0.0483	0.03923	0.02775	0.01049	0.00883	0.05049	0.03334	-0.00483	0.09144	0.04874
3. 담배	0.089	0.00305	-0.53554	0.0689	0.04919	0.04042	0.03039	0.06182	0.05021	0.03552	0.01342	0.01062	0.06462	0.04268	-0.00618	0.11703	0.06239
4. 의류·신발	0.02636	0.0009	0.00173	-0.09945	0.01457	0.01197	0.009	0.01831	0.01487	0.01052	0.00398	0.00314	0.01914	0.01264	-0.00183	0.03466	0.01847
5. 주거비	0.05156	0.00177	0.00339	0.03982	-0.74278	0.02341	0.01761	0.03581	0.02909	0.02058	0.00778	0.00615	0.03744	0.02472	-0.00358	0.0678	0.03614
6. 광열수도비	0.06295	0.00216	0.00414	0.04874	0.0348	-0.6886	0.0215	0.04373	0.03552	0.02512	0.0095	0.00751	0.04571	0.03019	-0.00437	0.08278	0.04413
7. 가사용품·서비스	0.07488	0.00257	0.00493	0.05797	0.04139	0.034	-0.59361	0.05201	0.04224	0.02988	0.01129	0.00893	0.05437	0.03591	-0.0062	0.09846	0.05249
8. 보건의료	0.0484	0.00166	0.00319	0.03747	0.02675	0.02198	0.01653	-0.6928	0.02731	0.01932	0.0073	0.00578	0.03515	0.02321	-0.00336	0.06365	0.03393
9. 교통	0.07715	0.00264	0.00508	0.05973	0.04264	0.03503	0.02534	0.05359	-0.58367	0.03079	0.01164	0.00692	0.05602	0.03699	-0.00536	0.10145	0.05408
10. 휘발유	0.09937	0.00341	0.00654	0.07694	0.05493	0.04513	0.03393	0.06903	0.05606	-0.89248	0.01499	0.01186	0.07215	0.04765	-0.0069	0.13067	0.06966
11. 경유	0.02569	0.00088	0.00169	0.01989	0.0142	0.01167	0.00877	0.01785	0.01449	0.01025	-0.75337	0.00307	0.01865	0.01232	-0.00178	0.03378	0.01801
12. 등유	0.1973	0.00676	0.01298	0.15275	0.10906	0.0896	0.06737	0.13705	0.11131	0.07874	0.02976	-2.32503	0.14326	0.09461	-0.01371	0.25945	0.13831
13. 통신	0.04287	0.00147	0.00282	0.03319	0.0237	0.01947	0.01464	0.02978	0.02419	0.01711	0.00647	0.00512	-0.84092	0.02056	-0.00298	0.05638	0.03005
14. 오락문화비	0.06852	0.00235	0.00451	0.05305	0.03788	0.03112	0.0234	0.0476	0.03866	0.02735	0.01034	0.00818	0.04975	-0.67065	-0.00476	0.09011	0.04803
15. 교육비	0.09208	0.00316	0.00606	0.07129	0.05089	0.04181	0.03144	0.06396	0.05155	0.03675	0.01389	0.01099	0.06685	0.04415	-0.05312	0.12108	0.06454
16. 숙박음식	0.05638	0.00193	0.00371	0.04365	0.03116	0.0256	0.01925	0.03916	0.03181	0.0225	0.0085	0.00673	0.04094	0.02704	-0.00392	-0.67951	0.03952
17. 기타소비 지출	0.13384	0.00459	0.00881	0.10362	0.07398	0.06078	0.0457	0.09297	0.07551	0.05341	0.02019	0.01597	0.09718	0.06418	-0.0093	0.176	-0.42692

나) 미보상가격탄력성

〈표 II-24〉~〈표 II-25〉은 각각 1990~2011년의 분기별 평균값과 2011년 4/4분기의 값을 기준으로 측정한 미보상가격탄력성의 추정치를 나타낸다.

〈표 II-21〉에서 보듯이 미보상자기가격탄력성은 모두 음(-)의 값을 가지는 것으로 추정되었다. 그런데 최소필요소비를 나타내는 γ_i 는 등유에서 음(-)의 값을 나타내어 등유의 미보상가격탄력성의 절댓값이 1을 초과하는 것으로 나타났다. 이는 등유의 수요량이 자기가격변화에 대해 매우 탄력적임을 시사한다.

자기가격탄력성은 1990~2011년의 분기 평균값을 기준으로 측정한 경우보다 2011년 4/4분기값을 기준으로 측정한 경우가 절댓값이 작게 나타났다. 이는 식 (13)에서 보듯이 미보상가격탄력성 $(-1 + \frac{\gamma_i(1-\beta_i)}{x_i})$ 의 구성항목 중 두 번째 항의 값이 전자보다 후자의 경우에 더 크기 때문이다. 이는 17개 항목이 모두 정상재(normal goods)이기 때문이다.²²⁾

미보상가격탄력성의 절댓값이 가장 작은 항목은 교육비(-0.59673, 평균값 기준, 이하 마찬가지로)와 의류·신발(-0.67129) 등이다. 다만 추정치의 기준을 2011년 4/4분기로 변환하면 교육비의 경우 가격탄력성이 -0.05435로 절댓값이 급격히 하락하여 여타 항목에 비해 탄력성 값이 현저하게 낮아지는 것이 특징적이다.

22) 만약 소득탄력성이 음(-)의 값을 가지는 열등재가 포함되어 있었다면 해당 항목의 경우 미보상자기가격탄력성(절댓값 기준)은 후자의 경우가 더 커졌을 수도 있다.

〈표 II -24〉 미보상기여탄력성 추정결과(1990~2011년 분기 평균치에서 측정)

부문	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1. 식음료품	-0.82393	-0.00096	-0.00224	-0.01541	-0.00874	-0.00758	-0.01165	-0.01353	-0.01649	-0.00112	-0.00135	0.00208	-0.00904	-0.01283	-0.05455	-0.02109	-0.02937
2. 주류	-0.04171	-0.74462	-0.00215	-0.0148	-0.00839	-0.00728	-0.01118	-0.01269	-0.01583	-0.00107	-0.0013	0.00199	-0.00868	-0.01231	-0.05237	-0.02025	-0.02819
3. 담배	-0.03952	-0.00087	-0.80345	-0.01402	-0.00795	-0.0069	-0.01059	-0.01231	-0.015	-0.00102	-0.00123	0.00189	-0.00822	-0.01167	-0.04961	-0.01918	-0.02671
4. 의류·신발	-0.02703	-0.0006	-0.00139	-0.67129	-0.00544	-0.00472	-0.00725	-0.00842	-0.01026	-0.00069	-0.00084	0.00129	-0.00562	-0.00798	-0.03393	-0.01312	-0.01827
5. 주거비	-0.04111	-0.00091	-0.00212	-0.01458	-0.78452	-0.00717	-0.01102	-0.0128	-0.0156	-0.00106	-0.00128	0.00196	-0.00855	-0.01214	-0.05161	-0.01996	-0.02778
6. 광열수도비	-0.03851	-0.00085	-0.00198	-0.01366	-0.00775	-0.83812	-0.01032	-0.01159	-0.01462	-0.00099	-0.0012	0.00184	-0.00801	-0.01137	-0.04835	-0.0187	-0.02603
7. 가사용품·서비스	-0.04229	-0.00094	-0.00218	-0.015	-0.00851	-0.00738	-0.73682	-0.01317	-0.01605	-0.00109	-0.00132	0.00202	-0.00688	-0.01248	-0.0531	-0.02053	-0.02858
8. 보건의료	-0.03805	-0.00084	-0.00196	-0.0135	-0.00765	-0.00664	-0.0102	-0.75581	-0.01444	-0.00098	-0.00118	0.00182	-0.00732	-0.01123	-0.04778	-0.01847	-0.02572
9. 교통	-0.04239	-0.00094	-0.00218	-0.01504	-0.00853	-0.0074	-0.01136	-0.0132	-0.78428	-0.00109	-0.00132	0.00203	-0.00882	-0.01251	-0.05322	-0.02058	-0.02865
10. 휘발유	-0.05047	-0.00112	-0.0026	-0.01791	-0.01015	-0.00881	-0.01353	-0.01572	-0.01915	-0.97081	-0.00157	0.00241	-0.0105	-0.0149	-0.06336	-0.0245	-0.03411
11. 경유	-0.02889	-0.00064	-0.00149	-0.01025	-0.00581	-0.00504	-0.00774	-0.009	-0.01096	-0.00074	-0.82525	0.00138	-0.00601	-0.00853	-0.03627	-0.01402	-0.01953
12. 등유	-0.03844	-0.00085	-0.00198	-0.01364	-0.00773	-0.00671	-0.0103	-0.01197	-0.01459	-0.00099	-0.0012	-1.18142	-0.008	-0.01135	-0.04826	-0.01866	-0.02598
13. 통신	-0.03255	-0.00072	-0.00168	-0.01155	-0.00655	-0.00568	-0.00872	-0.01014	-0.01235	-0.00084	-0.00101	0.00156	-0.81705	-0.00961	-0.04086	-0.0158	-0.022
14. 오락문화비	-0.04124	-0.00091	-0.00212	-0.01463	-0.00829	-0.0072	-0.01105	-0.01284	-0.01565	-0.00106	-0.00128	0.00197	-0.00858	-0.75152	-0.05178	-0.02002	-0.02787
15. 교육비	-0.03868	-0.00086	-0.00199	-0.01372	-0.00778	-0.00675	-0.01037	-0.01204	-0.01468	-0.00099	-0.0012	0.00185	-0.00805	-0.01142	-0.59673	-0.01878	-0.02614
16. 숙박음식	-0.03976	-0.00088	-0.00205	-0.01411	-0.008	-0.00694	-0.01066	-0.01238	-0.01509	-0.00102	-0.00124	0.0019	-0.00827	-0.01174	-0.04992	-0.82308	-0.02687
17. 기타소비지출	-0.0436	-0.00096	-0.00225	-0.01547	-0.00877	-0.00761	-0.01169	-0.01358	-0.01654	-0.00112	-0.00136	0.00208	-0.00907	-0.01287	-0.05474	-0.02117	-0.86591

〈표 II -25〉 미보상가액타력성 추정결과(2011년 4분기 값에서 측정)

부문	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1. 식음료품	-0.59134	-0.0017	-0.00479	-0.02925	-0.01591	-0.01739	-0.02039	-0.0254	-0.03256	-0.00282	-0.00469	0.00665	-0.01034	-0.01962	-0.12006	-0.04173	-0.06263
2. 주류	-0.07223	-0.66366	-0.00343	-0.02095	-0.01114	-0.01245	-0.0146	-0.01819	-0.02332	-0.00202	-0.00336	0.00476	-0.00741	-0.01405	-0.08559	-0.02989	-0.04486
3. 담배	-0.09245	-0.00155	-0.57579	-0.02682	-0.01459	-0.01594	-0.01869	-0.02328	-0.02985	-0.00259	-0.0043	0.0061	-0.00948	-0.01739	-0.11006	-0.03825	-0.05742
4. 의류·신발	-0.02738	-0.00046	-0.0013	-0.72779	-0.00432	-0.00472	-0.00554	-0.00689	-0.00881	-0.00077	-0.00127	0.00181	-0.00281	-0.00533	-0.03259	-0.01133	-0.017
5. 주거비	-0.05356	-0.0009	-0.00254	-0.01554	-0.77973	-0.00923	-0.01083	-0.01349	-0.01729	-0.0015	-0.00249	0.00353	-0.00549	-0.01042	-0.06376	-0.02216	-0.03326
6. 광열수도비	-0.06539	-0.0011	-0.00311	-0.01897	-0.01032	-0.72846	-0.01322	-0.01647	-0.02111	-0.00183	-0.00394	0.00431	-0.00671	-0.01272	-0.07785	-0.02706	-0.04061
7. 가사용품·서비스	-0.0778	-0.00131	-0.0037	-0.02256	-0.01227	-0.01341	-0.6349	-0.01939	-0.02511	-0.00218	-0.00362	0.00513	-0.00798	-0.01513	-0.0926	-0.03218	-0.04831
8. 보건의료	-0.05028	-0.00085	-0.00239	-0.01458	-0.00793	-0.00867	-0.01017	-0.73908	-0.01623	-0.00141	-0.00234	0.00632	-0.00516	-0.00978	-0.05986	-0.02081	-0.03123
9. 교통	-0.08014	-0.00135	-0.00381	-0.02324	-0.01265	-0.01382	-0.0162	-0.02018	-0.65306	-0.00224	-0.00373	0.00529	-0.00822	-0.01559	-0.0954	-0.03316	-0.04977
10. 휘발유	-0.10322	-0.00174	-0.0049	-0.02994	-0.01629	-0.0178	-0.02087	-0.026	-0.03333	-0.33503	-0.00481	0.00681	-0.01059	-0.02006	-0.12289	-0.04271	-0.06411
11. 경유	-0.02669	-0.00045	-0.00127	-0.00774	-0.00421	-0.0046	-0.0054	-0.00672	-0.00882	-0.00075	-0.75849	0.00176	-0.00274	-0.00519	-0.03177	-0.01104	-0.01657
12. 등유	-0.20495	-0.00345	-0.00974	-0.05945	-0.03234	-0.05533	-0.04144	-0.05162	-0.06617	-0.00573	-0.00954	-2.33506	-0.02102	-0.03987	-0.24399	-0.08481	-0.12729
13. 통신	-0.04453	-0.00075	-0.00212	-0.01292	-0.00703	-0.00768	-0.009	-0.01122	-0.01438	-0.00125	-0.00207	0.00294	-0.87862	-0.00866	-0.05302	-0.01843	-0.02766
14. 오락문화비	-0.07118	-0.0012	-0.00338	-0.02065	-0.01123	-0.01227	-0.01439	-0.01738	-0.02238	-0.00199	-0.00331	0.00469	-0.0073	-0.71736	-0.08474	-0.02945	-0.04421
15. 교육비	-0.05564	-0.00161	-0.00454	-0.02774	-0.01509	-0.01649	-0.01934	-0.02409	-0.03088	-0.00268	-0.00445	0.00631	-0.00981	-0.01861	-0.05455	-0.03658	-0.0594
16. 숙박음식	-0.05856	-0.00068	-0.00278	-0.01699	-0.00924	-0.0101	-0.01184	-0.01475	-0.01891	-0.00164	-0.00273	0.00386	-0.00601	-0.01139	-0.06972	-0.77788	-0.03637
17. 기타소비지출	-0.13003	-0.00234	-0.00661	-0.04033	-0.02194	-0.02397	-0.02811	-0.03501	-0.04488	-0.00389	-0.00647	0.00917	-0.01426	-0.02705	-0.16551	-0.05753	-0.60709

다) 소득탄력성

소득탄력성($\beta_i \frac{y}{x_i p_i}$)의 크기는 최소필요소비 차감후 소득, 즉 여유소득 중 해당품목에 대한 배분비중(β_i)과 총소비지출 중 해당품목에 대한 실제 소비지출 비중($\frac{x_i p_i}{y}$)의 역수의 곱을 결정된다. β_i 는 1보다 작지만 $\frac{y}{x_i p_i}$ 는 1보다 크다. 다른 조건이 일정할 때, 총소비지출 중 해당항목에 대한 소비 비중이 작을수록 소득탄력성은 커진다. 따라서 소득탄력성이 1보다 큰지 작은지의 여부는 양자 간의 상대적 크기에 의존하여 결정된다.

1990~2011년의 분기 평균값을 기준으로 측정해 보았을 때, 소득탄력성은 17개 항목 중에서 식음료품, 주류, 주거비, 가사용품·가사서비스, 교통비, 휘발유, 오락·문화비, 기타소비지출의 8개 항목에서 1을 초과하였다. 그러나 의류·신발(0.66516), 경유(0.71093), 통신비(0.80094)의 3개 항목을 제외한 6개 항목에서는 소득탄력성의 값이 0.9~1의 범위 안에 있는 것으로 나타나 소득에 대해 상당히 탄력적인 것으로 추정되었다.

2011년 4/4분기 값을 기준으로 측정한 결과를 보면, 17개 항목 중 8개 항목에서 소득탄력성이 1을 초과하였고, 주류(0.937796)와 오락·문화비(0.92432)의 2개 항목에서는 소득탄력성이 1에 육박하였으며, 나머지 7개 항목에서는 소득탄력성이 그보다 훨씬 작게 추정되었다. 기준값에 따라 다소 차이를 보이지만, 상당히 많은 항목에서 소득탄력성 추정치가 1에 근접하거나 또는 1보다 큰 값을 보였다. 이는 β_i 와 소비지출 비중의 값이 서로 엇비슷한 경우가 상당히 많음을 시사한다. 아울러 최소필요소비지출의 비중이 상대적으로 크지 않음도 시사한다.

1) 소득효과의 추정

가격변동 시에 효용기준으로 가격변화 전의 소득 수준으로 실질소득을 보상해주는 효과를 나타내는 소득효과는 슬루츠키 방정식의 두 번째 항 $-x_j \frac{\partial x_i}{\partial y} = -x_j \frac{\beta_i}{p_i}$ 으로 표현된다. 따라서 소득효과는 음(-)의 값으로 측정된다. 왜냐하면 실질소득의 변화방향은 가격변화 방향과 반대이기 때문이다. <표 II-26>~<표 II-27>에서 보듯이 소득효과는 모두 음(-)의 값을 가지

는 것으로 추정되었다. 부호를 무시하고 대각원소(자기가격 소득효과)를 보면, 분기평균값을 기준으로 할 때 식음료품이 2.07015(2011년 4/4분기 기준으로는 0.54959)로 가장 크고, 반대로 주류는 0.00049(0.00030)로 가장 소득효과가 작게 나타났다.

2) 화폐유연도

앞에서 설명하였듯이 식 (17)로 정의된 화폐유연도(w)는 소득(총소비 지출) 중에서, 최소필요소비지출을 제외한 여유소득이 차지하는 비중의 역수에 음(-)의 값을 붙인 것으로 정의된다. 일반적으로 소득수준이 높을 수록 소득에서 차지하는 최소필요소비지출의 비중이 작아지므로 화폐유연도의 절댓값은 1에 가까워진다.

〈표 II-28〉는 화폐유연도에 대한 추정결과를 보여준다. 각 연도의 1/4분기 값을 기준으로 할 화폐유연도의 절댓값은 2007년 1/4분기가 1.49556으로 가장 작은 반면, 1990년 1/4분기는 3.33692로 가장 크다. 화폐유연도는 시간이 경과함에 따라 완만하게 점진적으로 하락하는 추세를 보였다. 다만 1998년에는 화폐유연도가 일시적으로 상승하였다가 이듬해부터 다시 하락하는 추세로 반전되는 모습을 보였다. 이는 1998년에 외환위기·경제위기로 인해 소득이 감소하였던 것을 반영하기 때문인 것으로 추정된다. 이후 화폐유연도의 절댓값은 지속적으로 감소하는 추세를 보였으나 2008년 1/4분기에는 하락추세가 주춤거리다가 2009년에는 1.50704에서 1.67425로 상승하였다. 이는 당시의 미국발 금융위기로 촉발된 세계경제 위기의 영향에 의한 것으로 보인다.

〈표 II-28〉에서 1인당 최소필요지출은 2010년 가격기준으로, 1990년 1/4분기에 34만 6천원이었던 것이 2011년 1/4분기에는 82만 6천원으로, 즉 2.4배 수준으로 증가하였다. 같은 기간 소득(총소비지출)은 49만 4천원에서 226만 8천원, 즉 4.6배 수준으로 증가하였다. 이는 시간이 경과함에 따라 소득 증가에 맞춰 최저생계유지를 위한 지출도 증가하지만, 증가율은 소득 증가율에 미치지 못한다. 이러한 것이 시간이 경과함에 따라 화폐유연도가 하락하는 결과를 나타내는 가장 큰 요인이라고 할 수 있다.

〈표 II -26〉 소득효과외 추정결과(1990 ~ 2011년 분기 평균치에서 측정)

부문	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1. 식음료품	-2.07015	-0.0326	-0.11632	-0.404	-0.32958	-0.47447	-0.34811	-0.47686	-0.66586	-0.39546	-0.11075	-0.14134	-0.2779	-0.36418	-1.27861	-0.99203	-1.81031
2. 주류	-0.0313	-0.00049	-0.00176	-0.00611	-0.00498	-0.00717	-0.00526	-0.00721	-0.01007	-0.00598	-0.00167	-0.00214	-0.0042	-0.00551	-0.01933	-0.015	-0.02737
3. 담배	-0.1058	-0.00167	-0.00594	-0.02065	-0.01684	-0.02425	-0.01779	-0.02437	-0.03403	-0.02021	-0.00566	-0.00722	-0.0142	-0.01861	-0.06534	-0.0507	-0.09252
4. 의류·신발	-0.25133	-0.00396	-0.01412	-0.04905	-0.04001	-0.0576	-0.04226	-0.05789	-0.08084	-0.04801	-0.01345	-0.01716	-0.03374	-0.04421	-0.15523	-0.12044	-0.21979
5. 주거비	-0.31183	-0.00491	-0.01752	-0.06086	-0.04965	-0.07147	-0.05244	-0.07183	-0.1003	-0.05857	-0.01668	-0.02129	-0.04186	-0.05486	-0.1926	-0.14943	-0.27269
6. 광열수도비	-0.42058	-0.00662	-0.02363	-0.08208	-0.06696	-0.0964	-0.07072	-0.09688	-0.13528	-0.08034	-0.0225	-0.02871	-0.05646	-0.07399	-0.25977	-0.20155	-0.36779
7. 가사용품·서비스	-0.33884	-0.00534	-0.01904	-0.06613	-0.05395	-0.07766	-0.05698	-0.07805	-0.10899	-0.06473	-0.01813	-0.02313	-0.04549	-0.05861	-0.20928	-0.16238	-0.29631
8. 보건의료	-0.41766	-0.00658	-0.02347	-0.08151	-0.06649	-0.09573	-0.07023	-0.09621	-0.13434	-0.07979	-0.02234	-0.02852	-0.05607	-0.07347	-0.25796	-0.20015	-0.36524
9. 교통	-0.64966	-0.01023	-0.0365	-0.12678	-0.10343	-0.1489	-0.10824	-0.14965	-0.20896	-0.1241	-0.03476	-0.04435	-0.08721	-0.11429	-0.40126	-0.31132	-0.56811
10. 휘발유	-0.45937	-0.00723	-0.02581	-0.08965	-0.07313	-0.10528	-0.07725	-0.10581	-0.14775	-0.08775	-0.02458	-0.03136	-0.06167	-0.08081	-0.28372	-0.22013	-0.40171
11. 경유	-0.07364	-0.00116	-0.00414	-0.01437	-0.01172	-0.01688	-0.01238	-0.01696	-0.02369	-0.01407	-0.00394	-0.00503	-0.00989	-0.01295	-0.04548	-0.03529	-0.0644
12. 등유	-0.12505	-0.00197	-0.00703	-0.0244	-0.01991	-0.02866	-0.02103	-0.02881	-0.04022	-0.02389	-0.00669	-0.00854	-0.01679	-0.022	-0.07724	-0.05992	-0.10935
13. 통신킨	-0.20818	-0.00328	-0.0117	-0.04063	-0.03314	-0.04771	-0.03501	-0.04795	-0.06696	-0.03977	-0.01114	-0.01421	-0.02795	-0.03662	-0.12858	-0.09976	-0.18205
14. 오락문화비	-0.34569	-0.00544	-0.01942	-0.06746	-0.05504	-0.07923	-0.05813	-0.07963	-0.11119	-0.06604	-0.01849	-0.0236	-0.04641	-0.06081	-0.21351	-0.16566	-0.3023
15. 교육비	-1.13819	-0.01792	-0.06395	-0.22212	-0.18121	-0.26087	-0.1914	-0.26218	-0.3661	-0.21743	-0.06089	-0.07771	-0.1528	-0.20023	-0.703	-0.54543	-0.99533
16. 숙박음식	-0.90783	-0.0143	-0.05101	-0.17717	-0.14453	-0.20807	-0.15266	-0.20912	-0.292	-0.17342	-0.04857	-0.06198	-0.12187	-0.1597	-0.56071	-0.43504	-0.79388
17. 기타소비지출	-1.8166	-0.02861	-0.10207	-0.35452	-0.28921	-0.41635	-0.30547	-0.41845	-0.5843	-0.34703	-0.09719	-0.12403	-0.24387	-0.31957	-1.12201	-0.87053	-1.58858

〈표 II -27〉 소득효과의 추정결과(2011년 4분기 값에서 측정)

부문	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1. 식음료품	-0.54959	-0.01525	-0.03321	-0.30061	-0.19867	-0.17429	-0.15462	-0.275	-0.25512	-0.10946	-0.04638	-0.01183	-0.25382	-0.19728	-0.33598	-0.48888	-0.38069
2. 주류	-0.01092	-0.0003	-0.00066	-0.06598	-0.00395	-0.00346	-0.00307	-0.00547	-0.00507	-0.04218	-0.00098	-0.00024	-0.00545	-0.00392	-0.00668	-0.00968	-0.00757
3. 담배	-0.03044	-0.00084	-0.00184	-0.01655	-0.011	-0.00955	-0.00856	-0.01523	-0.01413	-0.00606	-0.00274	-0.00066	-0.01406	-0.01093	-0.01861	-0.02697	-0.02109
4. 의류·신발	-0.08161	-0.00226	-0.00463	-0.04464	-0.0295	-0.02588	-0.02296	-0.04083	-0.03788	-0.01625	-0.00733	-0.00176	-0.0377	-0.02929	-0.04989	-0.0723	-0.05653
5. 주거비	-0.10551	-0.00233	-0.00638	-0.05771	-0.03814	-0.03346	-0.02369	-0.0528	-0.04898	-0.02101	-0.00948	-0.00227	-0.04875	-0.03787	-0.0645	-0.08947	-0.07309
6. 광열수도비	-0.11301	-0.00314	-0.00683	-0.06182	-0.04085	-0.03594	-0.0318	-0.05655	-0.05246	-0.02251	-0.01015	-0.00243	-0.05221	-0.04057	-0.06909	-0.10012	-0.07828
7. 가사용품·서비스	-0.11926	-0.00331	-0.00721	-0.06523	-0.04311	-0.03782	-0.03355	-0.05967	-0.05536	-0.02375	-0.01072	-0.00257	-0.0551	-0.04281	-0.07291	-0.10565	-0.08261
8. 보건의료	-0.13711	-0.00381	-0.00828	-0.075	-0.04656	-0.04348	-0.03857	-0.0686	-0.06364	-0.02731	-0.01232	-0.00235	-0.06335	-0.04922	-0.08382	-0.12146	-0.09497
9. 교통	-0.20273	-0.00563	-0.01225	-0.11089	-0.07328	-0.06429	-0.05704	-0.10144	-0.0941	-0.04038	-0.01821	-0.00437	-0.03966	-0.07277	-0.12393	-0.1796	-0.14043
10. 휘발유	-0.11205	-0.00311	-0.00677	-0.06129	-0.0405	-0.03553	-0.03152	-0.05606	-0.05201	-0.02232	-0.01007	-0.00241	-0.05177	-0.04022	-0.0685	-0.09926	-0.07761
11. 경유	-0.01307	-0.00036	-0.00079	-0.00715	-0.00472	-0.00414	-0.00368	-0.00654	-0.00607	-0.00026	-0.00117	-0.00028	-0.00604	-0.00469	-0.00739	-0.01158	-0.00905
12. 등유	-0.02405	-0.00067	-0.00145	-0.01316	-0.00869	-0.00763	-0.00677	-0.01204	-0.01116	-0.00479	-0.00216	-0.00052	-0.01111	-0.00863	-0.0147	-0.02131	-0.01666
13. 통신회선	-0.11213	-0.00311	-0.00678	-0.06133	-0.04053	-0.03556	-0.03155	-0.05611	-0.05205	-0.02233	-0.01007	-0.00241	-0.05181	-0.04025	-0.06855	-0.09934	-0.07767
14. 오락문화비	-0.13925	-0.00386	-0.00841	-0.07616	-0.05034	-0.04416	-0.03918	-0.06967	-0.06464	-0.02773	-0.01251	-0.003	-0.06453	-0.04998	-0.08513	-0.12336	-0.09945
15. 교육비	-0.31866	-0.00884	-0.01925	-0.1743	-0.11519	-0.10106	-0.08965	-0.15945	-0.14792	-0.06347	-0.02863	-0.00686	-0.14722	-0.11438	-0.19481	-0.2823	-0.22073
16. 숙박음식	-0.28275	-0.00785	-0.01708	-0.15466	-0.10221	-0.08967	-0.07355	-0.14148	-0.13125	-0.05631	-0.0254	-0.00609	-0.13063	-0.10149	-0.17285	-0.25049	-0.19585
17. 기타소비지출	-0.52483	-0.01457	-0.03171	-0.28707	-0.18972	-0.16644	-0.14766	-0.26261	-0.24362	-0.10453	-0.04716	-0.0113	-0.24248	-0.18839	-0.32085	-0.46465	-0.36354

〈표 II-28〉 화폐유연도(ω)의 추정결과(각 연도 1/4분기 기준)

	y(A)	최소필요지출(B)	y-최소필요지출(C)	$\omega(-A/C)$
1990. 1/4	4.94464	3.46284	1.4818	-3.33692
1991. 1/4	5.86152	3.74248	2.11904	-2.76612
1992. 1/4	7.09661	3.989	3.10762	-2.28362
1993. 1/4	7.56064	4.1793	3.38135	-2.23599
1994. 1/4	8.83976	4.42965	4.41012	-2.00443
1995. 1/4	9.91766	4.66705	5.25061	-1.88886
1996. 1/4	11.76383	4.92625	6.83757	-1.72047
1997. 1/4	12.37978	5.13615	7.24362	-1.70906
1998. 1/4	10.89073	5.5092	5.38153	-2.02372
1999. 1/4	11.76317	5.5849	6.17827	-1.90396
2000. 1/4	13.61566	5.67739	7.93827	-1.71519
2001. 1/4	14.34194	5.87991	8.46203	-1.69486
2002. 1/4	15.73001	6.06006	9.66995	-1.62669
2003. 1/4	16.76451	6.29019	10.47432	-1.60053
2004. 1/4	17.88665	6.50968	11.37697	-1.57218
2005. 1/4	18.65934	6.72387	11.93548	-1.56335
2006. 1/4	19.80537	6.86596	12.93941	-1.53062
2007. 1/4	21.34764	7.07359	14.27405	-1.49556
2008. 1/4	21.8482	7.35082	14.49738	-1.50704
2009. 1/4	19.23112	7.74468	11.48643	-1.67425
2010. 1/4	21.81588	7.95206	13.86381	-1.57358
2011. 1/4	22.68365	8.25909	14.42456	-1.57257

라. 소결

통계청 가계동향조사 원시자료를 이용하여 일반균형이론하에서 선형지출체계를 구성하여 수요함수를 추정하였다. 소비지출 항목을 17개 부문으로 세분하고, 분기별로 집계변수 형태의 가상패널을 구성하고 최우추정법으로 선형지출체계를 추정하였다.

최소생계유지를 위해 필수적인 최소필요소비량(minimum subsistence

levels)은 교육비, 식음료품 등에서 상대적으로 높게 나타났으며, 담배나 주류 등의 기호품이나, 석유류(휘발유, 경유) 등은 반대로 그 수준이 매우 낮게 추정되었다. 가격탄력성은 최소필요소비가 음(-)의 값을 가지는 것으로 추정된 등유를 제외하고는 모두 절댓값이 1보다 작게 추정되었다. 소득탄력성은 모두 양(+)의 값을 가져 17개 소비항목 모두 정상재인 것으로 추정되었다.

가정부문 에너지소비의 주요소인 석유류에 대한 (미보상)가격탄력성은 휘발유와 경유가 각각 -0.94와 -0.76(2011년 기준)으로 나타나 단위탄력적인 모습에 가까운 것으로 추정되었다. 이는 석유류 가격정책이 상당부분 수요에 영향을 미칠 수 있음을 보여준다. 소득탄력성은 휘발유가 1.34로 매우 탄력적인 반면 경유는 0.35로 추정되었다. 휘발유의 경우 대부분이 개인 승용자동차의 연료유로 사용되는 만큼 승용자동차의 구매와 연계되어 소득탄력적인 수요구조를 가지고 있음을 시사한다. 반면에 경유는 개인 차량 연료유로 사용되지만 휘발유-경유의 대체관계에 의해 소득탄력성이 다소 낮게 추정된 것으로 보인다.

선형지출체계는 일반균형이론에 입각한 만큼 모수추정치는 실증분석시 활용도가 높다. 예를 들면 계산일반균형(CGЕ) 모형 등을 분석하고자 할 때 가계부문에서의 모수 값 등으로 사용할 수 있다. 아울러 선형지출체계에서는 측정하고자 하는 소득, 가격, 소비량의 값에 따라 가격·소득탄력성이 차등화되어 산출되는 특징이 있다. 이는 소비자들의 행태가 소득계층별로 비대칭적으로 나타날 수 있는 것을 허용하는 만큼 행태변화 분석에 있어 보다 다양한 분석을 가능하게 해준다는 장점이 있다.

Ⅲ. 외국의 에너지세와 탄소세 조화 사례

많은 국가에서 에너지 분야 과세는 재원조달의 수단으로 탄소세 도입 이전부터 상당한 역할을 담당하여 왔다. 스웨덴, 덴마크 등은 수송용 연료를 중심으로 상당한 재원을 이미 에너지세제 형식으로 조달하여 왔다. 덴마크와 스웨덴은 자동차용 연료, 즉 휘발유에 대한 에너지세 부과를 각각 1917년, 1924년부터 시행하여 왔다(Speck, 2008). 이러한 재원조달 목적의 에너지 관련 세제 운영은 1980년대부터 도입된 환경적 관점과 함께 강화되기 시작하였다. 가정·상업 및 수송용 연료 중심의 에너지세제 운용으로 환경부하 감소와 함께 재원조달 목적을 함께 달성하기 위해 노력하였다. 이러한 상황에서 지구온난화에 대응한 탄소배출 억제에 당면한 과제로 제시됨에 따라 동 기능을 수행하기 위해 탄소세를 도입하였다. 그러나 탄소배출은 모든 에너지소비에서 발생하게 되므로 산업부문 에너지소비에 대한 탄소세 부과가 중요한 문제가 되었다. 산업부문에 대한 새로운 조세부과는 생산비용을 증대시켜 국제경쟁력을 저하시킬 수 있기 때문이다. 본장에서는 이러한 문제점을 반영하여 기존 조세와 탄소세를 조화시키는 방안을 모색한 주요 선진국들의 정책추진 사례를 살펴보았다.

구체적으로 지구온난화에 큰 관심을 보이면서 제도를 발전시켜 나온 유럽 선진국, 그 중에서도 일찍부터 환경에 관심이 높았던 주요 국가들을 중심으로 사례를 살펴본다. 북유럽 국가로 환경 관점의 에너지세 개편을 선도적으로 추진하였던 핀란드, 덴마크와 함께 경제적으로 중요 국가이며 탄소세 개념을 도입한 독일과 영국의 사례를 살펴본다.

유럽은 단일 경제권을 추구하는 EU를 중심으로 일관된 정책 변화를 유도하고 있다. European Commission은 1992년 EU 차원의 지구온난화 문제 대응을 위해 에너지 및 탄소세를 제안하였다. 이 제안 이후 논의를 거쳐 European Commission은 1994년 수정안을 제한하였으나 모든 EU 국가

들의 동의를 받지 못하였다. EU 체제하에서 조세문제에 대한 결정은 회원국 전체의 찬성, 즉 만장일치를 요건으로 하고 있어 EC의 제안은 전체 회원국의 동의를 얻기 위해 이후 지속적으로 수정되었다. 1992년의 제안이 환경적 고려에 중점을 둔 새로운 세제 구현 방안이었다면 1997년의 제안은 각 국가의 내부적 여건을 고려한 점진적 수정방안이었다.²³⁾ 이러한 방향 전환은 2003년 Energy Taxation Directive의 채택으로 발전할 수 있었다. 이를 통해 각 국가의 에너지 관련 과세범위는 기존의 석유제품 중심에서 천연가스, 석탄, 전력 등으로 그 범위를 넓히게 되었고 또한 최소 부과세율을 올리거나(석유제품), 새로 규정(다른 에너지 제품)할 수 있게 되었다.

1. 탄소세 부과에 이론적 근거

환경보호를 달성하기 위한 조세부과의 이론적 타당성은 Pigou(1932)에 의해 제시되었으며 Baumol and Oates(1971)는 조세를 통해 비용 효율적으로 환경기준을 달성할 수 있음을 제시하였다. 즉 오염자에게 세금을 부과하여 투입물의 가격이 너무 낮게 되는 것을 보완하는 것이다. 피구조세는 오염자가 생산하는 산출물 한 단위당 효율적인 생산 수준에서 그 산출물이 끼치는 한계손실의 양과 정확히 같은 양으로 부과되는 세금이다(이영 외 편, 『Rosen의 재정학』, 2007). 즉, 생산물이 야기하는 사회적 비용(한계 손실)이 피구조세이다. 이러한 논리는 환경세가 오염자 부담원칙(Polluter Pays Principle; PPP)을 적용하는데 적절함을 보여준다. 오염자 부담원칙은 유럽 환경정책의 기반으로 작용하고 있다. 허경선 외(2012)는

23) Unlike the 1992 proposal, which was primarily based on environmental considerations, the 1997 proposal was born more as an internal market and taxation one. The aim was now no longer to introduce a new totally harmonized EU CO₂/energy tax, but, more pragmatically, to extend and improve the existing framework for the Member States taxation of mineral oils to cover all energy products sold on the Internal Market(Speck, 2008)

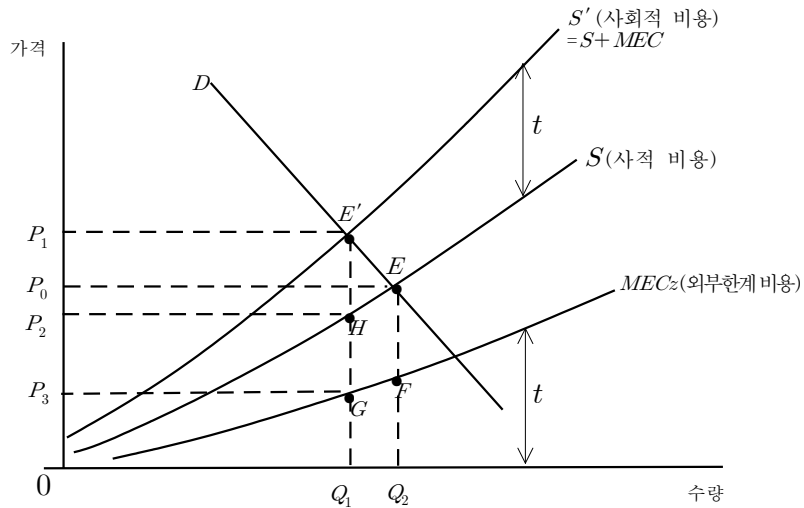
III. 외국의 에너지세와 탄소세 조화 사례 85

에너지상품과 같이 외부성이 존재하는 상품시장에서의 피구조세를 다음과 같이 설명하고 있다.

정부가 석유류 소비에 따라 환경오염 등과 같은 사회적 외부불경제가 발생하면 경쟁시장에서의 균형이 사회적으로 바람직한 수준보다 많아지게 된다. 이때 사회적 편익과 사회적 비용이 균형을 이루게 하기 위해서는 소비억제를 통해 사회적으로 바람직한 수준의 균형량으로 회복하는 것이 필요하다. 이를 위해 사회적 외부비용, 즉 MEC만큼 소비세를 부과한다고 하면 공급곡선은 S' 으로 이동하게 된다. 이 경우 사회적으로 바람직한 균형점은 사회적 효용(D)과 사회적 비용(S')이 일치하는 E' 에서 실현되고 다음의 식이 성립한다.

$$\begin{aligned} \text{사회적 비용} &= \text{사적비용} + \text{사회적 한계비용} \\ S'(Q_1)(=OP_1) &= S(Q_1)(=OP_2=HQ_1) + MEC(Q_1)(=OP_3=GQ_1) \end{aligned}$$

[그림 III-1] 외부불경제가 있는 경우 시장의 균형과 피구조생조세



자료: 허경선 외, 『친환경에너지세제 개편을 위한 주요 쟁점 분석 및 세입·세출 개선 방안 수립 연구』, 한국조세연구원, 2012.

피구조세의 적용에 있어 현실적인 어려움도 존재한다. 경제적 효율성을 달성하기 위해서는 사회적 비용을 정확히 추정할 수 있어야 정확한 피구조세를 결정할 수 있다. 실제 경제활동에서 한계손실 곡선을 추정하기는 매우 어려우므로 정확한 세율 결정에 한계가 있다. 그러나 어느 정도 합리적인 수준을 설정하는 데는 어려움이 없다. 이 영 외(2007)에서는 자동차의 오염물질 배출에서 사례를 제시하고 있다. 즉 자동차가 배출하는 오염물질(이산화탄소(CO₂), 질소산화물(NOx) 등)의 사회적 비용은 주행거리, 시간, 장소에 따라 다르게 나타나지만 이를 행정적으로 구분하여 적합한 세율을 부과하기에는 비용이 너무 크다. 정부는 차선의 방법으로 자동차 연료에 세금을 부과하게 된다. 이러한 접근방법은 가장 효율적인 방법은 아니지만 세금이 없을 때보다는 상당히 합리적인 결과를 낳을 수 있다. 이러한 논리는 전 지구적인 기후변화에 대응하는 탄소세에 대해서도 사회적 외부성 측정의 어려움 정도 차이는 있지만 그대로 적용될 수 있다.

2. 핀란드

가. 에너지세와 탄소세²⁴⁾

핀란드의 에너지세제(즉, 연료소비세)는 자원 확보를 위해 운영되었으며 그 형태는 소비세 형태이었다. 1986년 에너지세 개편(1986 reform of energy taxation)을 통해 기존 연료 소비세에 환경적 측면을 고려하기 시작하였으나 적용 범위는 제한적이었다. 즉 수송연료인 휘발유 및 경유 외의 다른 연료에 대해서는 소비세를 부과하지 않았다. 이러한 환경적 개념은 점차 확장되어서 1990년 환경세 개념을 적용하여 에너지소비를 줄이고 에너지 생산 및 소비로 초래되는 환경파괴를 감소시킬 목적으로 소비세 형태로 탄소세를 도입하였다. 온실가스인 CO₂ 배출을 감소시키고, 동시에 소득세 및 법인세 등의 직접세에서 소비세 등 간접세로의 조세구조 전환

24) www.scandinavianlaw.se/pdf/44-8.pdf, Juanto(unknown) p. 10~11.과 National Renewable Energy Laboratory(2009) p. 9를 요약하고 재편집

을 목적으로 시행하였다.

탄소세 도입은 ‘환경을 기반으로 한 과세(environment-based taxation)’ 범위를 운송연료 외의 다른 에너지원까지 확대시켰다는 점에서 의의가 있다. 기존의 에너지과세 대상인 휘발유, 경유 외에 다른 주요 화석연료인 석탄, 갈탄, 토탄, 경질연료유와 중질연료유 및 천연가스가 포함되며, 세액은 이들 제품의 탄소 함량에 따라 결정하였다.

탄소세 도입 이전인 1986년~1989년의 기간 동안에는 휘발유·경유 이외의 다른 화석연료 및 전기에 대해 별도의 소비세를 과세하지 않았으며, 대신 VAT를 부과하였다.²⁵⁾ 탄소세는 운송 및 난방용 화석연료에 부과되는 소비세(Excise tax)의 구성 요소 중 하나로 운영되었다. 소비세는 기본세와 부가세로 구성되었는데 탄소세는 탄소 함량 및 에너지 함량에 따라 추가적으로 과세하는 부가세(carbon surtax) 형태로 운영되었다. 구체적으로 휘발유, 경유, 경질연료유 등의 액체연료에 대한 소비세는 「Law on Excise Taxes on Liquid Fuels of 1994」에 의거하며, 전기, 석탄, 천연가스 등은 「Law on Excise Taxes on Electricity and Some Fuels」에 의거하고 있다.²⁶⁾

탄소세 도입 초기에는 순전히 탄소 함량에 의해서만 과세하다 1994년 세제 개편에 의해 탄소 함량과 에너지 함량을 함께 고려한 부가세(Surtax) 형태로 변경되었다. 이에 따라 1995년에 탄소세 60%, 에너지세 40%의 Carbon-Energy Hybrid Tax(탄소/에너지 혼합세)가 과세되기 시작하였으며,²⁷⁾ 1996년에는 탄소세 75%, 에너지세 25%로 변경되었다.²⁸⁾

탄소세는 1997년 다시 개편되어 에너지 함량에 대한 과세기준은 없애고 100% 탄소 함량만을 기준(pure carbon tax)으로 하여 부과되었다.²⁹⁾ 이때 수송연료(traffic fuels)와 난방연료(heating fuels)에 대해 순수 탄소 함량을 기준으로 탄소세를 과세하며, 전기는 KW 기준으로 과세하

25) Vehams(2005) p. 2177.

26) Eurostat(2003) p. 13.

27) ZHONG Jinwen, ZHANG Xiaoying(2010) p. 503.

28) IEA, 「Energy Prices and Taxes」, 2011, 4Q. p. 130.

29) Jenny Summer 외(2009) p. 9.

되 전기 생산용 연료에 대해서는 면세하였다. 탄소세 체계는 2011년 1월 이후 다시 개편되었는데, 1997년 이후 탄소 함량만을 기준으로 하던 과세 방식을 액체연료와 석탄제품에 대해 에너지 함량과 CO₂ 배출량(carbon dioxide emissions)을 같이 고려하여 부과하는 과세체계로 변경되었다.³⁰⁾

한편 핀란드의 탄소세는 조세감면이나 환급이 매우 미미하게 이루어지고 탄소세 세수는 일반예산(general government budget)으로 흡수되는 특징이 있다.³¹⁾ 공업제품의 원료가 되는 화석연료, 항공 및 선박용 중유 등에 대해서만 면세나 감면 등의 조치가 제한적으로 이루어져 넓은 과세 기반을 갖추고 있다. 이렇게 조성된 탄소세 세수는 일반예산에 편입되는 외에도, 소득세를 인하하거나 저소득층 소비자의 부담을 완화하는 데 이용되고 있다.³²⁾ 이러한 재원구조의 조정은 ETR(Environmental Tax Reform) 등으로 일컬어지며 세수확보와 환경보호라는 두 가지 효과를 동시에 달성하는 방안이다. 핀란드 정부는 탄소세 도입으로 1998년 CO₂ 배출량이 1990년에 비해 400만톤 감소한 것으로 평가하였으며, 이는 1998년 CO₂ 총배출량 5,700만톤의 약 7%에 달하는 수준이다.³³⁾

〈표 III-1〉 핀란드 에너지세(탄소세 포함) 구성

구분	시기	Excise tax			Strategic stockpile fees	total
			basic tax	surtax		
gasoline(unleaded) (euro/ℓ)	1989.1.1	0,207	0,207	-	0,0072	0,2142
	1990.1.1	0,215	0,215		0,0072	0,2222
	1994.1.1	0,401	0,389	0,012	0,0072	0,4082
	1997.1.1	0,519	0,491	0,028	0,0068	0,5258
	2008.1.1	0,620	0,572	0,048	0,0068	0,6268

30) <http://www.environment.fi/> "environmentally related energy taxation in finland(2012)," 2012.

31) 안창남 외(2010) p. 230.

32) National Renewable Energy Laboratory(2009).

33) National Renewable Energy Laboratory(2009) p. 9 & p. 20 <Table 6> 참조.

III. 외국의 에너지세와 탄소세 조화 사례 89

〈표 III-1〉의 계속

구분	시기	Excise tax		Strategic stockpile fees	total		
		basic tax	surtax				
Diesel fuel(Sulphur-free) (euro/kl)	1989.1.1	0.142	0.142	-	0.0039	0.1459	
	1990.1.1	0.168	0.123	0.045	0.0039	0.1719	
	1994.1.1	0.173	0.160	0.013	0.0039	0.1769	
	1997.1.1	0.275	0.244	0.031	0.0035	0.2785	
	2008.1.1	0.361	0.307	0.054	0.0035	0.3645	
Light fuel oil(euro/kl)	1989.1.1	-	-	-	3.87	3.87	
	1990.1.1	3.4	-	-	3.87	7.27	
	1994.1.1	20.5	7.1	13.5	3.87	24.37	
	1997.1.1	48.8	17.5	31.3	3.53	52.33	
	2008.1.1	83.5	29.4	54.1	3.53	87.03	
Natural gas(euro/m ³)	1989.1.1	-	-	-	-	-	
	1990.1.1	0.0017	-	0.0017	-	0.0017	
	1994.1.1	0.0109	-	0.0109	-	0.0109	
	1997.1.1	0.0119	-	0.0119	0.0840	0.0959	
	2008.1.1	0.0202	-	0.0202	0.0840	0.1042	
Electricity(euro/MWh)	가정용	1996.1.1	-	-	-	-	
		1997.1.1	4	-	4	0.13	4.13
		2008.1.1	8.7	-	8.7	0.13	8.83
	산업용	1996.1.1	-	-	-	-	-
		1997.1.1	4	-	4	0.13	4.13
		2008.1.1	2.5	-	2.5	0.13	2.63

주: 소비세를 구성하는 탄소세가 도입되던 1990년에 전기(Electricity)는 과세대상에 포함하지 않다가 1993년 재정상의 이유로 일시적으로 과세함. 1994년은 환경적 목적을 이유로 화석연료의 탄소 함량에 중점을 둔 과세방식으로 세제 개편이 이루어졌으나, 전기는 제외되었다가 이후 1997년에 가석야 소비세 과세 범주에 포함(자료: Leila Juanto, "Excise Duties in Finland in a Historical Perspective," 149-151, & <http://www.economicinstrument.com/> "Carbon and Energy Taxes(Finland)".)

자료: <http://www.stat.fi/>, "Appendix table 1: Energy taxes, precautionary stock fees and oil pollution fees,"

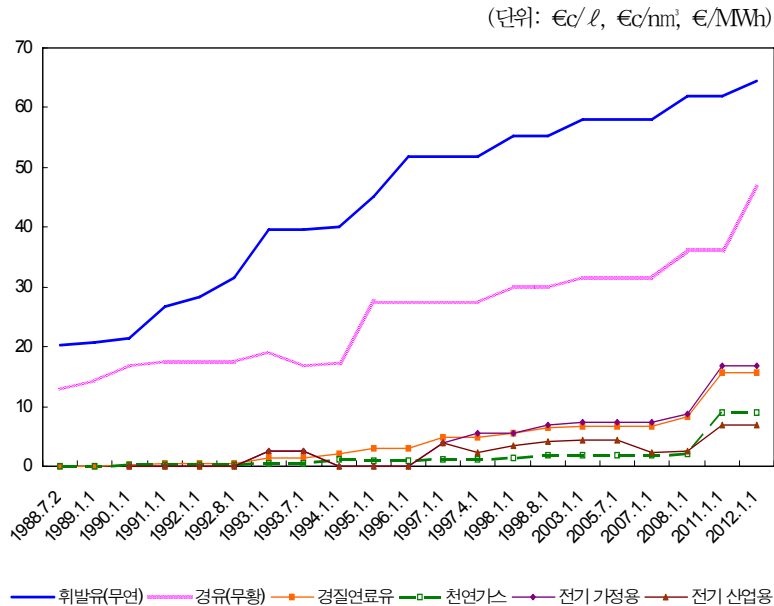
〈표 III-2〉 핀란드의 에너지 유형별 소비세(탄소세 포함) 추이 비교

	휘발유 (무연)	경유(무황)	경질 연료유	천연가스	전기	
	(€ c/ℓ)	(€ c/ℓ)	(€ c/ℓ)	(€ c/nm ³)	가정용 (€/MWh)	산업용 (€/MWh)
1988.7.2	20.2	13	-	-	-	-
1989.1.1	20.7	14.2	-	-	-	--
1990.1.1	21.5	16.8	0.34	0.17	-	-
1991.1.1	26.6	17.5	0.35	0.18	-	-
1992.1.1	28.3	17.5	0.35	0.18	-	-
1992.8.1	31.6	17.5	0.35	0.18	-	-
1993.1.1	39.5	19.2	1.41	0.35	2.5	2.5
1993.7.1	39.5	16.7	1.41	0.35	2.5	2.5
1994.1.1	40.1	17.3	2.05	1.09	-	-
1995.1.1	45.1	27.5	3.02	0.94	-	-
1996.1.1	51.9	27.5	3.02	0.94	-	-
1997.1.1	51.9	27.5	4.88	1.19	4	4
1997.4.1	51.9	27.5	4.88	1.19	5.6	2.4
1998.1.1	55.2	30	5.5	1.4	5.6	3.4
1998.8.1	55.2	30	6.37	1.73	6.9	4.2
2003.1.1	58.1	31.6	6.71	1.82	7.3	4.4
2005.7.1	58.1	31.6	6.71	1.82	7.3	4.4
2007.1.1	58.1	31.6	6.71	1.82	7.3	2.2
2008.1.1	62	36.1	8.35	2.02	8.7	2.5
2011.1.1	62	36.1	15.7	8.94	16.9	6.9
2012.1.1	64.4	46.6	15.7	8.94	16.9	6.9

주: 1986~1989년에는 에너지소비세가 수송용 연료인 휘발유와 경유에 대해서만 부과되다가, 1990년 소비세 부가세 형태로 탄소세가 부과되면서 경질연료유, 천연가스에도 과세되기 시작하였으며, 전기는 1997년부터 과세

자료: IEA, 『Energy Prices and Taxes』, 2011. 4Q, pp. 130~133. & <http://www.stat.fi/>, "Appendix table 1: Energy taxes, precautionary stock fees and oil pollution fees,"

[그림 III-2] 핀란드의 에너지 유형별 소비세(탄소세 포함) 추이



자료: IEA, 「Energy Prices and Taxes」, 2011. 4Q, pp. 130~133. & <http://www.stat.fi/>, "Appendix table 1: Energy taxes, precautionary stock fees and oil pollution fees."

나. 기타 에너지세제

핀란드에서는 탄소세 외에 연료에 대해 환경 관련 조세 및 과징금이 다양하게 부과되고 있다. 전략비축부담금과 석유오염세가 대표적이다. 전략비축부담금(strategic stockpile fees; STF)은 1974년부터 부과하기 시작하였는데, 1977년 6월 이후 부과하지 않다가 1980년 5월부터 다시 부과하여 현재까지 시행되고 있다. STF는 석유제품과 천연가스, 전력 등을 대상으로 부과하고 있다. STF의 세율은 1996년까지 지속적으로 인상되었으나 1997년 이후 일정하게 유지되고 있다. 석유오염세(oil pollution fee) 역시 1974년부터 부과하였으며, 수입석유제품만을 과세대상으로 하고 있다. 석유오염세 세율은 1974년 이후 지속적으로 인상되어 왔으며, 2011년 기준

으로 휘발유의 경우 0.00113 유로/ℓ 수준이다.

그 외에도 일반소비세인 부가가치세(VAT)가 부과되고 있다. 부가가치세는 비석탄 고체에너지(non-coal solid fuels)를 제외한 에너지원, 수송용 경유(Automotive diesel oil), 천연가스, 가정용 전기에 대해 부과되고 있다. 다만 산업 및 전력발전에 사용되는 에너지와 상업 목적으로 사용되는 수송용 경유에 부과하는 부가가치세는 환급되어 사실상 면세라 할 수 있다. 부가가치세 세율은 1991년 이후 2009년까지 22%로 적용되었다가 2010년부터 23%로 인상되었다.

다. 재원

탄소세 부과로 인한 독자적인 재원 규모는 자료수집에 어려움이 있어 EU에서 제공하는 자료를 살펴본다. EU는 회원국의 환경세 관련 데이터를 에너지세(Energy taxes), 운송세(Transport taxes) 그리고 오염 및 자원세(Taxes on Pollution/Resources)로 구분하여 제공한다.³⁴⁾ 핀란드의 에너지세는 연료소비세와 탄소세를 포함하고 있는데 총환경세 세입 중에서 가장 높은 비중을 차지하고 있다. 전체 환경세수에서 에너지세수의 점유비는 1995년 72.8%에서 2006년 59.8%까지 하락하였다가 2009년 기준

34) ① 에너지세(Energy taxes)는 수송 및 난방을 위한 에너지제품에 부과되는 세금으로 구성되며, 대표적인 수송 에너지제품으로 휘발유 및 경유를, 난방용 에너지제품으로는 연료유, 석탄, 천연가스 및 전기를 들 수 있음.
- 탄소세는 환경세 중 오염세보다는 에너지세에 포함시키는 것이 타당하다고 판단하는데, 그 이유는 부분적으로 다른 에너지세를 대신하여 도입하였기 때문임.
② 운송세(Transport taxes)는 차량 보유 및 운행과 관련한 조세로, 자동차 외에 다른 운송수단 및 운송서비스 역시 과세대상에 포함
- 특히 운송장비의 수입 및 매매관련 조세 또는 도로세와 같이 반복적으로 부과하는 조세 등으로 구성
③ 오염세 및 자원세 중 전자는 대기 및 수질, 폐기물관리에서 측정된 배출량에 따라 부과하는 조세이며, 후자는 물, 삼림, 광물 소비와 관련한 조세
- 석유 및 가스 추출 관련 조세는 환경세에서 제외

자료: Chivu et al.(Unknown)

III. 외국의 에너지세와 탄소세 조화 사례 93

으로 68.1%까지 회복하였다. 에너지세 다음으로 높은 비중을 차지하는 운송세는 1995년 26.3%에서 2006년 37.9%로 점유비중이 약 11.5%p 증가하였고 그 이후 2009년까지 다소 하락하는 추세를 보이고 있다.

〈표 III-3〉 핀란드 환경세 관련 세수 추이(1990~2009)

(단위: 백만유로, %)

	Environment						GDP 대비	
	Energy		Transport		Pollution/Resource			
1990		2,306	2.2
1991		2,077	2.0
1992		1,860	1.9
1993		1,863	2.2
1994		2,265	2.9
1995	2,135	72.8%	771	26.3%	25	0.9%	2,931	3.3
1996	2,154	68.3%	969	30.7%	30	1.0%	3,153	3.0
1997	2,510	69.2%	1,074	29.6%	45	1.2%	3,630	3.4
1998	2,542	66.0%	1,254	32.6%	53	1.4%	3,849	3.4
1999	2,711	64.7%	1,423	33.9%	58	1.4%	4,192	3.5
2000	2,628	63.4%	1,459	35.2%	59	1.4%	4,146	3.2
2001	2,720	65.8%	1,358	32.8%	58	1.4%	4,136	3.1
2002	2,854	65.0%	1,474	33.6%	61	1.4%	4,389	3.1
2003	2,882	62.0%	1,693	36.4%	73	1.6%	4,648	3.2
2004	2,956	60.0%	1,893	38.4%	75	1.5%	4,924	3.2
2005	2,927	60.2%	1,829	37.6%	105	2.2%	4,861	3.1
2006	2,986	59.8%	1,890	37.9%	117	2.3%	4,993	3.0
2007	2,961	60.0%	1,847	37.4%	126	2.6%	4,934	2.8
2008	3,215	64.4%	1,674	33.5%	103	2.1%	4,992	2.8
2009	3,102	68.1%	1,359	29.8%	92	2.0%	4,553	2.7

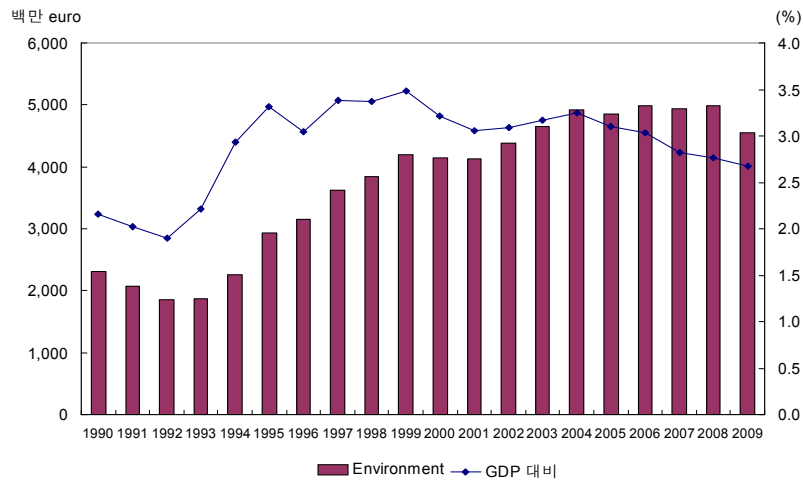
주: 1998년까지 세수 단위는 백만 ECU

자료: Eurostat

GDP 대비 환경세 비중은 탄소세를 도입한 1990년부터 1992년까지 하락하다가 1999년까지는 증가하였고, 2000년 이후부터는 다시 완만한 하락

추세를 보이고 있다. 탄소세 세수 추이는 탄소세를 포함한 에너지세 추이를 통해 간접적으로 살펴볼 수 있는데, 데이터가 1995년 이후 제공되고 있기 때문에 탄소세 도입 초기의 상황은 알 수 없다. 다만 전체 환경세수에서 에너지세의 비중이 과거 연도로 갈수록 높은 추세를 보여주기 때문에 전체 환경세의 변화가 탄소세 변화 추세를 보여준다고 추측할 수 있다.

[그림 III-3] 환경세 세수(금액) 및 GDP 대비 환경세 비중 추이(1990~2009)



자료: Eurostat

3. 영국

가. 에너지세와 탄소세

영국의 에너지세제는 수송연료 과세에 크게 의존하고 있으며 다른 에너지 제품(천연가스, 석탄, 전기 등)에 대한 포괄적 과세체계를 형성하고 있지 않았다.³⁵⁾

35) Speck(2008) pp. 53~54. 참조

III. 외국의 에너지세와 탄소세 조화 사례 95

이런 상황에서 영국 정부는 1990년 화석연료세(Fossil Fuel Levy: FFL)를 도입하였는데, 이는 비재생에너지원으로부터 생산되는 전력에 대해 부과하는 세금이다. 전력 공급자와 소비자가 함께 세금을 부담하게 되지만 공급자에 의해 납부하는 특징을 가지고 있다.³⁶⁾ 화석연료세(FFL)는 증가세(ad valorem)로 운영되며 1992년 최종 전기가격의 11%를 정점으로 이후 꾸준히 인하되었고, 기후변화부담금(Climate Change Levy) 도입 이후인 2003년부터는 0% 세율이 적용되고 있다. 따라서 화석연료세(FFL)는 2001년 시행된 기후변화부담금(CCL)으로 대체되었다고 평가할 수 있다. 화석연료세 세수는 초기 대부분 원자력발전을 지원하기 위해 사용되었으며 재생에너지 확대정책에는 소정비율로 고정하여 사용되었다. 1998년 이후 원자력발전의 지원은 중단되었고 대부분 재생에너지 프로젝트 지원을 위해 이용되었다.

2001년 4월 영국 정부는 온실가스 배출 저감을 위한 '기후변화프로그램(Climate Change Programme)'의 일환으로 기후변화부담금(Climate Change Levy) 형태의 탄소세를 도입하였다. 이는 사업용으로 사용되는 에너지의 효율성을 높이고 온실가스 배출 감소를 목적으로 도입되었다. 기후변화부담금은 수입에너지에 대해 부과되며 그 용도도 가정용 및 수송용에너지³⁷⁾를 제외한 상업용과 산업용으로 한정하고 있다. 탄소세 부과 대상 에너지는 천연가스, 전력, 석탄 및 코크스, LPG 등이다. 여기서 LPG에는 기존 에너지세도 부과되었으며 천연가스, 전력, 석탄 및 코크스에는 기후변화부담금만 부과되고 있다. 또한 전력생산용 연료, 비에너지(non-energy) 용도의 연료, 신재생에너지(태양열, 풍력 등)로 생산된 전력에 대해서도 면제하고 있다.

기후변화부담금 부과율은 2001년 4월 이후 2007년 3월까지 고정되었다가 2007년 4월부터 물가상승률을 고려하여 인상하고 있다. 그러나 에너지 집약적인 산업부문(energy-intensive industries)³⁸⁾이 2006년 시작된 기후

36) 허경선 외(2012), pp. 3~4. & Wikipedia 정리

37) Mineral Oils(Diesel, red diesel, petrol, paraffin), household refuse, waste paper, sewage gas, landfill gas

변화협정(Climate Change Agreement: CCA)에 참여하여 약속한 온실가스 감축 목표 또는 에너지 효율성 개선 목표를 이행하는 경우에는 기후변화부담금을 감면(CCL discount)받도록 하고 있다. 『2011년 예산서』에 의하면, CCA 참여자들에 대한 부담금 감면 기간은 기존 2013년에서 2023년으로 연장되었고, 감면율 역시 2013년 4월부터 65%에서 80%로 확대되었다.³⁹⁾ 또한 2013년까지 CCA에 참여하는 기존 54개 산업부문은 2023년까지 연장된 신규 협정에도 참여할 수 있다.

〈표 III-4〉 기후변화부담금 부과율 추이

유형	2001.4.~2007.3.	2007.4.	2008.4.	2009.4.	2011.4.	2012.4.
전기(p/kWh)	0.43	0.441	0.456	0.470	0.485	0.509
석탄(p/kg)	0.15	1.201	1.242	1.281	1.321	1.387
천연가스(p/kWh)	0.15	0.154	0.159	0.164	0.169	0.177
LPG(p/kg)	0.96	0.985	1.018	1.050	1.083	1.137

주: 1. 2011.4.부터 천연가스 부과율은 Great Britain 지역의 적용 세율임

2. 2009년 세율은 2010년에도 적용

자료: <http://customs.hmrc.gov.uk/> "A general guide to Climate Change Levy_What are the rate of CCL?," 2011. 11.

"Climate Change Levy (CCL) - rates to rise at 1 April 2007"

"Climate Change Levy (CCL) - rates to rise at 1 April 2008"

<http://www.nao.org.uk/>, "The Climate Change Levy and Climate Change Agreements," 2007. 8.

<http://www.economicinstruments.com/>"Climate Change Programme (Climate change Levy and Climate Change Agreement), UK," 2008. 12.

기후변화부담금 도입으로 증대된 세수규모는 GDP 대비 0.1% 수준으로 크지 않았다. 동 세수는 환경세 강화를 통한 세원구성 조정(ETR:

38) 알루미늄·시멘트·세라믹·화학·식음료·주물·유리·제지·철강업, 농업 및 양돈·양계업 등

39) www.decc.gov.uk, Consultation on Simplifying the Climate Change Agreements Scheme, 2011. p. 17.

III. 외국의 에너지세와 탄소세 조화 사례 97

Environmental Tax Reform) 목적으로 이용되었다. 즉, 기후변화부담금으로 인한 기업의 경쟁력 저하를 막고자 기업이 부담하는 근로자 사회보장 기여금(employers' National Insurance contributions: NICs)을 0.3%p 인하하는 데 사용되었다. 조성된 세원 중 일부는 에너지 효율화 계획(energy efficiency schemes)을 위한 재정 지원 및 저탄소 개발과 보급을 위한 Carbon Trust에 할당되기도 하였다.⁴⁰⁾ 전체적으로 기후변화부담금 도입으로 세부담은 일정하게 유지되는 가운데 왜곡효과가 상대적으로 큰 노동부문의 세부담 비중이 축소되었다. 비슷한 정책을 추진한 독일은 탄소세 세수로 고용주는 물론 종업원의 사회보장 기여금까지 감면하는 데 이용하였다.

에너지 유형별 소비세율 추이를 살펴보면, 천연가스와 전기는 기후변화 부담금이 부과되는 에너지원이므로 2001년부터 세율이 나타난다. CCL의 과세대상이 아닌 액체연료(휘발유, 경유, 경질연료유)의 경우에는 기존 에너지세인 연료세(motor fuel tax)의 세율 추이를 반영하고 있는데, 특히 정부가 1993년~1999년에 Fuel Price Escalator(연료가격 변동조항)를 시행함에 따라 급격한 세율 증가를 확인할 수 있다.⁴¹⁾

〈표 III-5〉 영국의 에너지 유형별 소비세(탄소세 포함) 추이 비교

	휘발유(무연) (€ c/l)	경유(무황) (€ c/l)	경질연료유 (€ c/l)	천연가스 (€ c/nm ³)	전기(산업용) (€/MWh)
1990	26.88	29.03	1.14	0	0
1991	31.27	31.2	1.27	0	0
1992	31.51	30.74	1.28	0	0
1993	32.8	31.77	1.33	0	0
1994	36.72	35.99	1.55	0	0
1995	38.09	38.09	2.02	0	0
1996	42.39	42.41	2.24	0	0

40) www.ifs.org.uk, "Environmental taxes," 2007. 3. p. 4 [Table 1] & 김종률 (2009)

41) Speck(2008) p. 40.

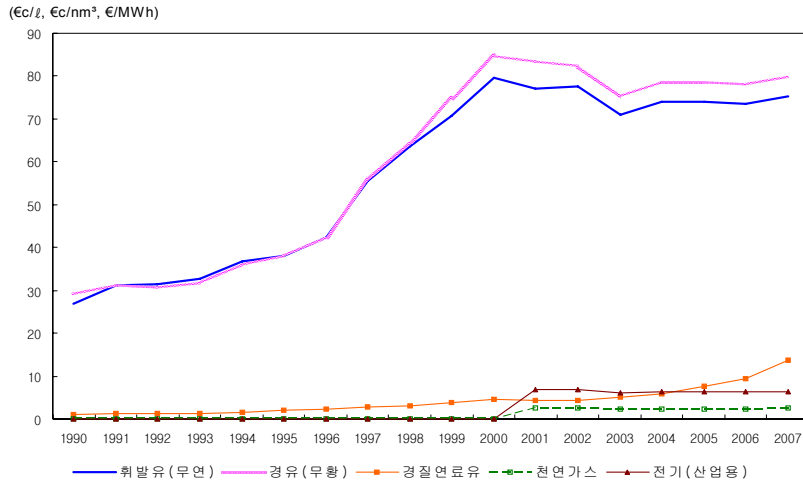
〈표 III-5〉의 계속

	휘발유(무연)	경유(무황)	경질연료유	천연가스	전기(산업용)
	(€c/l)	(€c/l)	(€c/l)	(€c/nm ³)	(€/MWh)
1997	55.58	55.72	2.85	0	0
1998	63.66	64.77	3.16	0	0
1999	70.85	74.9	3.9	0	0
2000	79.66	84.58	4.46	0	0
2001	77.17	83.33	4.41	2.61	6.9
2002	77.64	82.41	4.36	2.58	6.8
2003	71.05	75.41	5.13	2.35	6.2
2004	73.95	78.49	5.75	2.39	6.3
2005	74.01	78.55	7.64	2.38	6.3
2006	73.64	78.14	9.45	2.38	6.3
2007	75.28	79.9	13.58	2.44	6.4

주: 1. 천연가스와 전기(산업용)는 기후변화부담금(CCL)을, 휘발유 등 액체연료는 연료세(motor fuel tax)를 기준으로 함

자료: Stefan Speck, "The Design of Carbon and Broad-Based Energy Taxes in European Countries," 2008. [Table 1]~[Table 3] & [Table A.1]~[Table A.3]

[그림 III-4] 영국의 에너지 유형별 소비세(탄소세 포함) 추이



자료: Stefan Speck, "The Design of Carbon and Broad-Based Energy Taxes in European Countries," 2008. [Table 1]~[Table 3] & [Table A.1]~[Table A.3]

나. 기타 환경세제

많은 유럽 국가에서 지난 십여 년에 걸쳐 이루어진 환경세제개혁(Environmental tax reform: ETR)은 환경과 성장에 대한 이론적 논의 수준에서 벗어나 실천적 정책 어젠다로의 변화를 가져왔다. 환경세제개혁(ETR)은 기존 조세(예컨대, 노동)로부터 환경 파괴를 초래하는 활동(예컨대, 자원사용 또는 오염)으로 세부담을 전환하는 개편으로, 전체적인 세부담 수준을 유지하는 세수 중립성(Revenue neutrality)을 주요 특징으로 하고 있다.⁴²⁾

영국 역시 기존 환경세제인 연료세(Taxes on motor fuels)를 과세하는 것 외에 환경적 목적 달성을 위한 3차례의 환경세제개혁(ETR)을 실시하면서 3가지 유형의 환경세를 도입하였다. 1996년 1차 환경세제개혁(ETR)에서는 매립세(Landfill Tax), 2001년 2차 환경세제개혁(ETR)에서는 기후변화부담금(Climate Change Levy) 그리고 2002년 3차에서는 골재채취세(Aggregates Tax)를 도입하였다. 환경세 중 매립세와 골재채취세는 매립쓰레기와 천연자원에 부과하는 세금이므로 에너지 관련 환경세 범주에는 포함되지 않는다.⁴³⁾

기타 환경세제로 오랜 역사를 지닌 연료세를 검토한다. 연료세(Motor Fuel Duty)는 1909년 휘발유에 대한 과세를 시작으로 현재는 모든 탄화수소 연료(무연휘발유, 디젤, LPG, 바이오디젤, 바이오에탄올 및 기타 차량용 연료)에 대해 적용하고 있으며, 탄화수소세라고도 한다. 부가가치세(VAT)와 더불어 연료가격을 구성하며 판매 전 가격에 과세하는 부가세 형태를 취하고 있다. 가정용 및 수송용 에너지를 제외한 용도에 대해서는 기후변화부담금(CCL)도 부과하고 있다. 연료세 제도는 지난 수십년간 운영되어 오면서 많은 변화를 겪었는데 특히 환경적 고려 차원의 변화는 1987년 무연휘발유에 대한 차등세율 부과이다. 무연휘발유에 대한 차등세율 적용은 처음에는 무연휘발유 생산에 따른 높은 비용의 상계가 목적이

42) Speck(2007)

43) Leicester(unknown)

었으나 이후 연료전환 촉진이 주된 목적이 되었다. 이후 1994년 무연휘발유와 디젤간 연료세 차등세율을 폐지하였다. 즉 일반 무연휘발유(conventional unleaded petrol)와 일반 디젤(conventional diesel)의 세율은 동일하게 조정하였다. 다만 초저유황 휘발유 및 디젤(Ultra-low sulphur petrol and diesel) 그리고 바이오디젤 등 대체연료에 대해 '일반 휘발유 및 디젤'보다 훨씬 낮은 세율을 적용하였다.

〈표 III-6〉 차량연료 유형별 Fuel Duty Rate과 부가가치세율 추이

구 분		1991.03.19.	1995.01.01	2001.03.07	2005.01.01	2011.03.23.
Fuel Duty (pence/ℓ)	무연휘발유	22.41	31.32	45.82	47.10	57.95
	경유	21.87	31.32	45.82	47.10	57.95
	LPG	12.93 ¹⁾	33.14	9.00	9.00	31.61
VAT(%)		17.5 ²⁾	17.5	17.5	17.5	20

주: 1) LPG는 1994.11.29.부터 별도의 세율을 적용하였으며, 그 이전에는 항공유 세율 적용

2) VAT는 1991.3.31. 이전에는 15%, 1991.04.01. 이후에는 17.5% 적용

3) 1. 1994.11.29.~ 1998.03.16. 일반 무연휘발유 & 일반 경유 세율 동일

2. 2001.3.7.~2008.3.31. 초저유황휘발유 & 초저유황경유 세율 동일

3. 2008.4.1. 이후~현재 일반 무연휘발유 & 일반 경유 세율 동일

자료: <http://customs.hmrc.gov.uk/>, "Hydrocarbon oils: Historical duty rates," IEA, 「Energy Prices & Taxes」, 2011.4Q.

다. 재원

영국의 전체 환경세수 대비 에너지세의 비중은 기후변화부담금이 도입된 2001년에 가장 높은 비중인 83.0%를 차지하였으나 이후 미미한 등락을 거듭하다 2010년 기준으로 77.8%로 약간 하락하였다. 반면 Vehicle excise duty를 포함하는 운송세는 꾸준히 하락하여 2001년에 가장 낮은 12.8%까지 낮아졌다. 이후 다시 비중이 증가하여 2001년보다 2.1%p 높은 수준이다. 한편 매립세 및 골재채취세 등을 포함하는 기타환경세의 경우에는 이 두 유형의 세금이 도입된 1996/1997년과 2001/2002년에 점유비가

증가하는 양상이다.

〈표 III-7〉 영국 환경세 관련 세수 추이(1993~2010)

(단위: 백만파운드)

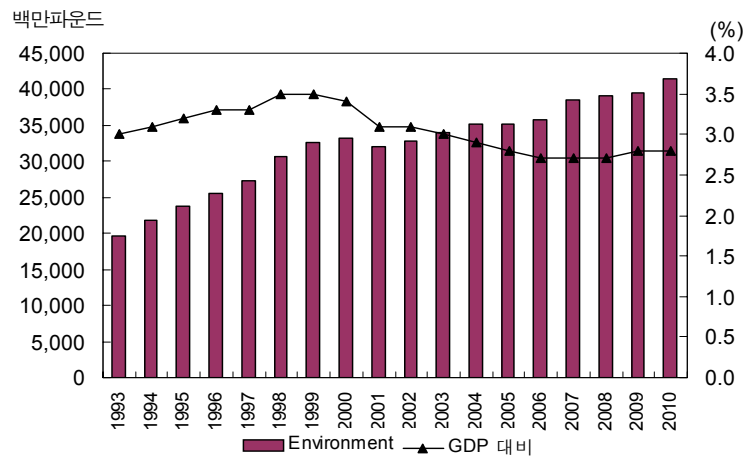
구 분	Environmental						
	Energy		Transport		Other		
1993	16,255	82.4%	3,482	17.6%	0	0.0%	19,737
1994	17,939	82.2%	3,848	17.6%	33	0.2%	21,820
1995	19,515	82.0%	3,954	16.6%	339	1.4%	23,808
1996	21,028	82.3%	4,149	16.2%	358	1.4%	25,535
1997	22,168	81.1%	4,334	15.9%	820	3.0%	27,322
1998	24,883	81.1%	4,631	15.1%	1156	3.8%	30,670
1999	26,413	81.0%	4,873	14.9%	1314	4.0%	32,600
2000	27,129	81.9%	4,606	13.9%	1401	4.2%	33,136
2001	26,575	83.0%	4,102	12.8%	1326	4.1%	32,003
2002	26,984	82.2%	4,294	13.1%	1568	4.8%	32,846
2003	27,582	81.1%	4,720	13.9%	1728	5.1%	34,030
2004	28,638	81.2%	4,763	13.5%	1856	5.3%	35,257
2005	28,548	81.0%	4,762	13.5%	1956	5.5%	35,266
2006	28,712	80.2%	5,010	14.0%	2086	5.8%	35,808
2007	30,012	78.0%	5,384	14.0%	3099	8.1%	38,495
2008	30,341	77.7%	5,524	14.2%	3164	8.1%	39,029
2009	30,941	78.4%	5,630	14.3%	2917	7.4%	39,488
2010	32,209	77.8%	5,713	13.8%	3457	8.4%	41,379

자료: www.ons.gov.uk/, "Government revenues from environmental taxes 1993-2010," 2011.

GDP 대비 환경세 비중은 1993년 3.0%에서 Vehicle Excise Duty가 엔진 배기량을 기준으로 차등과세하기 시작한 1999년에 3.5%까지 증가하

였다. 2000년 이후에는 감소추세로 돌아서 2010년 현재는 GDP 대비 2.8% 수준이다.

[그림 Ⅲ-5] 영국 환경세 세수 및 GDP 대비 환경세 비중 추이(1993~2010)



자료: www.ons.gov.uk/, "Government revenues from environmental taxes 1993-2010," 2011.

환경세 세수는 2001년을 제외하고는 꾸준한 증가추세를 나타낸 반면 탄소세 형태인 기후변화부담금은 도입 초기에는 세수가 증가하였으나 2003년 이후에는 감소추세를 보이고 있다. 환경세 세수 감소가 나타난 2001년은 탄소세 형태인 기후변화부담금이 도입된 시기로 사실상 세수 증가를 기대했으나, 차량 연료가격을 결정하는 연료세 및 부가가치세 세수가 전년보다 크게 감소하여 전체 수입은 감소하였다. 기후변화부담금으로 조성된 세수는 전체 환경세수에 비해 크지 않았으며 그 규모는 GDP 대비 0.1% 내외에 불과하였다. 조성된 재원은 주로 고용주의 사회보장기여금 부담을 낮추는 데 다시 사용되어 세입구조의 변화를 시도하였다. 그러나 그 규모가 미미하여 전반적인 효과를 논하기는 어렵다.

III. 외국의 에너지세와 탄소세 조화 사례 103

〈표 III-8〉 영국 환경세 구성 유형별 세수추이(1993~2010)

(단위: 백만파운드)

	에너지세(Energy)						운송세 (Transport)			기타 환경세 (Other Experimental tax)			환경세 (total Experimenta l tax)
	Duty on hydrocarbon oils	Vat on duty	Fossil fuel levy	Renewable energy obligations	Gas levy	Climate change levy	Vehicle excise duty	Air passenger duty	Landfill tax	Aggregates Levy			
1993	12,497	2,187	1,331	0	240	0	3,482	0	0	0	0	19,737	
1994	13,984	2,447	1,355	0	153	0	3,848	33	0	0	0	21,820	
1995	15,360	2,688	1,306	0	161	0	3,954	339	0	0	0	23,808	
1996	16,895	2,957	978	0	198	0	4,149	353	5	0	0	25,535	
1997	18,357	3,212	418	0	181	0	4,334	442	378	0	0	27,322	
1998	20,996	3,674	181	0	32	0	4,631	823	333	0	0	30,670	
1999	22,391	3,918	104	0	0	0	4,873	884	430	0	0	32,600	
2000	23,041	4,032	56	0	0	0	4,606	940	461	0	0	33,136	
2001	22,046	3,858	86	0	0	585	4,102	824	502	0	0	32,003	
2002	22,070	3,862	32	195	0	825	4,294	814	541	213	0	32,846	
2003	22,476	3,933	0	345	0	828	4,720	781	607	340	0	34,030	
2004	23,412	4,097	0	373	0	756	4,763	856	672	328	0	35,257	
2005	23,346	4,086	0	369	0	747	4,762	896	733	327	0	35,266	
2006	23,448	4,103	0	450	0	711	5,010	961	804	321	0	35,808	
2007	24,512	4,290	0	520	0	690	5,384	1,883	877	339	0	38,495	
2008	24,790	4,338	0	496	0	717	5,524	1,876	954	334	0	39,029	
2009	25,894	3,884	0	470	0	693	5,630	1,800	842	275	0	39,488	
2010	27,013	4,052	0	472	0	672	5,713	2,093	1,074	290	0	41,379	

자료: <http://www.ons.gov.uk/>

4. 독일

가. 에너지세와 탄소세

독일은 탄소세 도입 논의에 있어 산업계, 정부 및 환경단체 간의 대립이 있었다. 산업계는 탄소세 도입으로 인한 기업의 경쟁력약화가 경제성장을 저하와 고용약화 가능성을 우려하였다. 반면, 정부의 환경관련부서와 환경단체들은 탄소세 도입이 환경기술부문의 기술혁신을 통한 장기적 산업 경쟁력 강화 및 신규고용창출이 가능하다는 견해를 보였다. 이러한 견해는 Michael Porter(1990)가 제시한 것으로 환경정책이 산업공정 혹은 생산물 관련 혁신을 유발하여 경쟁력을 향상시킬 수 있다는 것이다. 더구나 이러한 환경친화적 요구가 전 세계적으로 확대될 것이 예상될 경우에는 그 가능성이 더욱 높다는 것이다.

이러한 논의 중 1998년 10월 사회민주당(Social Democratic Party)과 녹색당(Green Party)의 연합정권이 탄생하자, 녹색당은 비정부기관(NGO)과 환경부의 지지를 바탕으로 '생태적 세제개혁(Ecological Tax Reform: ETR)'⁴⁴⁾을 단행하였고, 1999년 4월부터 생태적 에너지세(eco-tax)를 시행하였다. 독일은 탄소세 명칭을 직접 사용하는 대신 에너지소비 및 환경오염 유발행동에 생태적 에너지세(eco-tax)를 부과⁴⁵⁾하는 방식으로 탄소세 제도를 도입하였다. 생태적 에너지세(eco-tax)는 기존 에너지세제인 광유세(Mineral Oil Tax)와 새로 도입한 전력세(electricity tax) 세율에 5년간 단계적으로(in five annual steps) 추가하는 방식으로 도입되었다. 오랜 역사를 지닌 광유세(Mineral Oil Tax)의 과세대상은 휘발유·경유, 액화석유가스(LPG), 천연가스 및 난방유 등이 해당된다. 생

44) '생태적 세제개혁'이란 제품의 시장가격이 생태계에 가하는 손상을 회복하는데 발생하는 비용을 반영할 수 있도록 '생태적 에너지세(eco-tax)'를 부과하여 환경을 보전하고, 세수 중립적 접근을 통하여 고용부문의 세금을 감면함으로써 고용창출을 유도하는 이중배당가설(Double Dividend Hypothesis)에 그 기초를 둠(박상철(2010) p. 90 재인용)

45) <http://www.economypoint.org/e/eco-tax-germany.html>

태적환경세(Eco-tax)는 2003년까지 한시적으로 운영될 예정이었으나 현재까지 부과되고 있으며, 연료 종류 및 연료 사용자에 따라 다른 세율로 과세되고 있다. 일반적으로 가정용에 대해서는 산업용에 비해 높은 세율을 적용하고 있다.

〈표 III-9〉 독일 eco-tax의 5단계 세율 인상(The five steps of the German eco-tax)

	2000.1.1. ~	2001.1.1. ~	2002.1.1. ~	2003.1.1. ~
1999.4.1. ~		2001.1.11부터 고 유 황 연료 (non-low sulfur fuels)에 1.5 (센트/ℓ) 추가		고 유 황 연료 (non-low sulfur fuels)에는 1.5센트 추가
· 휘발유 · 경유(3.07센트/ℓ) · 난방유(2.05센트/ℓ) · 천연가스(0.164센트/Kwh) · LPG(12.78유로/1톤) · 전기(1.02센트/Kwh)		휘발유 · 경유(매년 리터당 3.07센트씩 증가) 전기(매년 Kwh당 0.26센트씩 증가)		

자료: wwwfoesde/, Environmental tax reform 1999~2003.

기존의 광유세에 Eco-tax가 연차적으로 증대됨에 따라 전체 에너지세에서 Eco-tax의 비중은 증가하였다. 휘발유, 경유의 기존 광유세가 각각 50.11유로센트/리터, 31.7유로센트/리터로 부과되고 있었는데 Eco-tax는 1999년 이후 매년 리터당 3.07 유로센트씩 추가되었다. Eco-tax가 완전히 부과되고 난 이후인 2003년 리터당 15.34유로센트의 세금이 부과되어 전체 에너지세 65.45(유로센트/ℓ)와 47.04(유로센트/ℓ) 대비 23.5%와 32.6%를 차지하고 있다.

과거 독일의 에너지세제는 1950년 이후 광유(mineral oil), 특히 수송용 연료의 소비를 기준으로 과세하는 것 외에 특별한 변화가 없이 유지되었다.⁴⁶⁾ 광유세 과세대상도 변화가 없다가 1989년에 천연가스, 2007년에 석

탄으로 확대되었다. 이러한 과세구조로 볼 때 생태적 에너지세(eco-tax) 도입기간인 1999년~2003년에 에너지세제의 가장 중요한 변화가 이루어진 것으로 볼 수 있다.

〈표 III-10〉 광유세와 eco-tax 구성(1999~2003)

과세대상	광유세만 과세	광유세에 eco-tax 추가					2003년 기준 eco-tax
	1999.3.31. 이전	1999.4.1 이후	2000.1 이후	2001.1 이후	2002.1 이후	2003.1 이후	
		1단계	2단계	3단계	4단계	5단계	
고유황연료유(€cents/liter)	1.53	1.53	1.79	1.79	1.79	2.5	0.97
경질연료유(€cents/liter)	4.09	6.14	6.14	6.14	6.14	6.14	2.05
경유(€cents/liter)	31.7	34.77	37.84	40.91	43.98	47.04	15.34
휘발유(€cents/liter)	50.11	53.18	56.25	59.32	62.39	65.45	15.34
천연가스(€cents/nm ³)	6	7	7	8	8	8	2
전기(€cents/kWh)	-	1.02	1.28	1.54	1.8	2.05	2.05

주: 1. 고유황연료유는(heavy fuel oil or heavy heating oil)

2. 경질연료유(light fuel oil or light heating oil)

자료: Damian Ludewig, Bettina Meyer, and Kai Schlegelmilch, "Greening the Budget: Pricing Carbon and Cutting Energy Subsidies to reduce the financial deficit in Germany," 2010.10. (<http://www.boell.org/web/139-676.html>), p. 11
〈표〉 참조.

〈표 III-11〉 독일의 에너지 유형별 소비세(탄소세 포함) 추이 비교

	휘발유	경유	경질	천연가스		전기	
	(무연)	(무황)	연료유	일반	산업용	가정용	산업용
	(€/ℓ)	(€/ℓ)	(€/ℓ)	(€/nm ³)	(€/nm ³)	(€/MWh)	(€/MWh)
1990	29.1	23	2.84	1.37	1.37	8.6	5.5
1991	30.7	23	3.9	1.9	1.9	8.6	5.4
1992	41.9	28	3.96	1.93	1.93	8.4	5.2
1993	41.9	28	4.12	2.01	2.01	8.8	5.3
1994	50.1	31.7	4.17	2.03	2.03	10.3	5.9

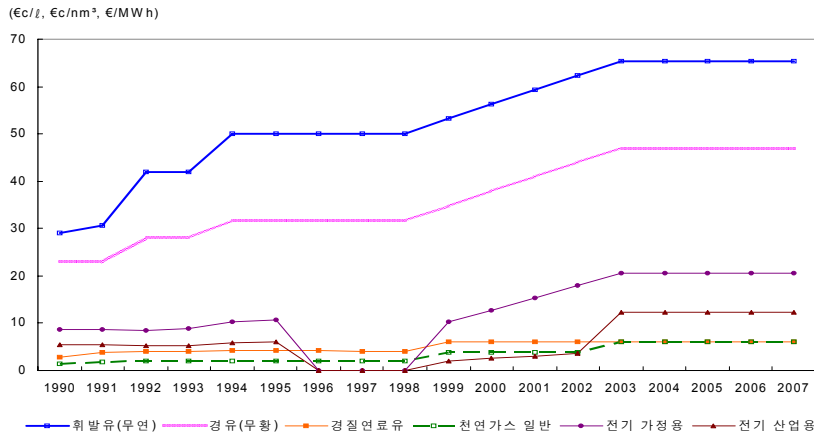
46) Speck(2008) pp. 47~49. 참조

<표 III-11>의 계속

	휘발유	경유	경질	천연가스		전기	
	(무연)	(무황)	연료유	일반	산업용	가정용	산업용
	(€/ℓ)	(€/ℓ)	(€/ℓ)	(€/nm ³)	(€/nm ³)	(€/MWh)	(€/MWh)
1995	50.1	31.7	4.27	2.08	2.08	10.6	6
1996	50.1	31.7	4.19	2.04	2.04	0	0
1997	50.1	31.7	4.07	1.99	1.99	0	0
1998	50.1	31.7	4.09	1.98	1.98	0	0
1999	53.17	34.77	6.14	3.77	2.35	10.2	2
2000	56.24	37.84	6.14	3.77	2.35	12.8	2.6
2001	59.31	40.91	6.14	3.77	2.35	15.3	3.1
2002	62.38	43.98	6.14	3.77	2.35	17.9	3.6
2003	65.45	47.04	6.14	5.96	4.39	20.5	12.3
2004	65.45	47.04	6.14	5.96	4.39	20.5	12.3
2005	65.45	47.04	6.14	5.96	4.39	20.5	12.3
2006	65.45	47.04	6.14	5.96	4.39	20.5	12.3
2007	65.45	47.04	6.14	5.96	3.58	20.5	12.3

자료: Speck, "The Design of Carbon and Broad-Based Energy Taxes in European Countries", The Reality of Carbon Taxes in the 21st Century, Environmental Tax Policy Institute and Vermont Journal of environmental Law, 2008, [Table 1]~[Table 2] & [Appendix 1]~[Appendix 3]

[그림 III-6] 독일의 에너지 유형별 소비세(탄소세 포함) 추이



자료: Speck, "The Design of Carbon and Broad-Based Energy Taxes in European Countries", The Reality of Carbon Taxes in the 21st Century, Environmental Tax Policy Institute and Vermont Journal of environmental Law, 2008, [Table 1]~[Table 2] & [Appendix 1]~[Appendix 3]

나. 기타 에너지세제 및 재원⁴⁷⁾

독일의 에너지세제는 eco-tax 외에도 광유세 등 다양한 세금 및 분담금으로 구성되어 있다. 에너지세 중 가장 세수 비중이 높은 소비세(excise tax)의 경우 석유제품(mineral oil) 특히 고유황연료, 경질연료유 및 수송용연료에 대한 소비를 기준으로 과세하고 있다. 에너지소비세는 1999년 이전까지 광유세(mineral oil tax)를 의미하며, 1999년 이후에는 Eco-tax까지 포함시킨 개념이다. 석유제품에는 소비세 외에도 목적세(special tax)인 긴급비축기금 조성 분담금(Contribution to Emergency Storage Fund)이 부과되는데, 소비세와 마찬가지로 석유제품별로 다른 세율이 적용되고 있다.

〈표 III-12〉 독일 에너지세 세율 변화(1998/2011)

구 분	소비세 (excise tax)		긴급비축기금분담금 (Contribution to Emergency Storage Fund)		생태적 에너지세 (eco-tax)	
	1998	2011	1998	2011	1999	2011
고유황연료(euro/t)	15.34	25	4.04	3.7	-	9.7
경질연료유(euro/kl)	40.9	61.4	3.83	3.5	가정용(20.45)	가정용(20.5)
					제조업(4.09)	제조업(4.09)
수송용경유(euro/ℓ)	0.318	0.47	0.0038	0.0035	0.0307	0.153
무연휘발유(euro/ℓ)	0.501	0.655	0.0046	0.0042	-	0.153
천연가스 (euro/107kcal)	6	7.903	21.42	25.21	가정용(19.03)	가정용(19.03)

주: 1. 경질연료유(light fuel oil)와 고유황연료유(heavy fuel oil)는 난방용기름(heating fuel)에 해당

2. 2011년 소비세율은 eco-tax 세율을 포함한 수치

휘발유&경유는 5년 동안 매년 3.07유로센트씩 인상하여 2003년 기준 15.34유로센트가 됨
무연휘발유는 2003.1.1부터 eco-tax가 과세되었으며, 당시 0.153euro/ℓ

자료: Damian Ludewig, Bettina Meyer, and Kai Schlegelmilch, "Greening the Budget: Pricing Carbon and Cutting Energy Subsidies to reduce the financial deficit in Germany", <http://www.boell.org/web/139-676.html>, 2010.10, p. 11〈표〉 참조.

1998년 개별소비세율은 안창남 외(2010) p. 234 참조

2011년 개별소비세율은 OECD, Consumption tax trends 2010 p. 125.

1999년 Eco-tax세율은 IEA, Energy prices and taxes 2007.2Q pp. 144~148.

47) www.oecd.org/dataoecd/55/33/48786187.pdf, "GERMANY: INVENTORY OF ESTIMATED BUDGETARY SUPPORT AND TAX EXPENDITURES FOR FOSSIL FUELS," 2011. p. 2를 요약

III. 외국의 에너지세와 탄소세 조화 사례 109

독일의 경우 전체 환경세 대비 에너지세의 점유비는 Eco-tax가 완성된 2003년에 가장 높은 87.2%까지 상승하였다가 2009년 84.8%로 다소 하락한 상태이다. 운송세는 2003년에 12.8%로 환경세 대비 가장 낮은 비중이었으며, 이후 2007년까지 꾸준히 증가하였다가 2008년부터 다시 감소하는 추세를 보이고 있다.

한편 GDP 대비 환경세 비중은 Eco-tax 도입 이전인 1998년에 2.1%였으나 Eco-tax 세제가 완성된 2003년에는 2.7%까지 증가하였고, 세율 인상이 완료된 2004년 이후부터는 경제성장에 따라 완만한 하락 추세를 보이고 있다.

〈표 III-13〉 독일 환경세 관련 세수 추이(1990~2009)

(단위: 백만유로, %)

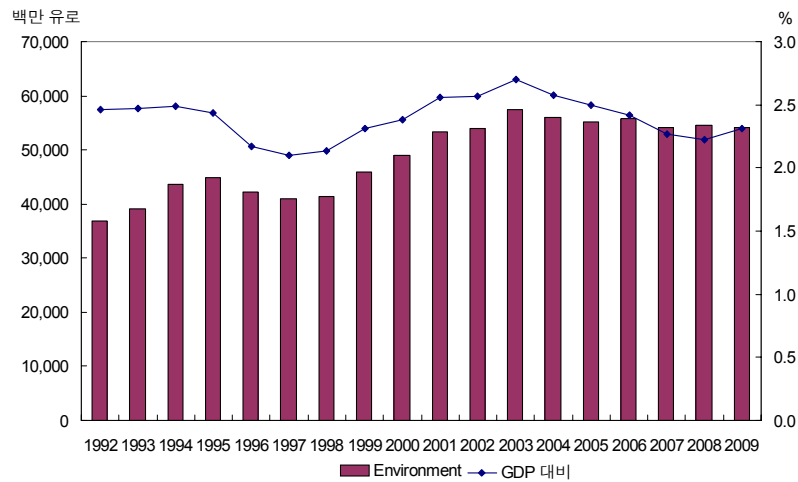
	Environment						GDP 대비	
	Energy		Transport		Pollution/Resource			
1990		23,703	..
1991		31,161	..
1992		36,756	2.5
1993		39,042	2.5
1994		43,690	2.5
1995	37,486	83.5%	7,364	16.4%	21	0.05%	44,872	2.4
1996	35,059	82.9%	7,190	17.0%	26	0.06%	42,275	2.2
1997	33,702	82.1%	7,333	17.9%	25	0.06%	41,060	2.1
1998	33,595	81.3%	7,716	18.7%	25	0.06%	41,336	2.1
1999	38,817	84.6%	7,053	15.4%	26	0.06%	45,896	2.3
2000	42,031	85.7%	7,010	14.3%	30	0.06%	49,071	2.4
2001	44,876	84.2%	8,380	15.7%	20	0.04%	53,276	2.6
2002	46,389	85.9%	7,600	14.1%	20	0.04%	54,009	2.6
2003	50,009	87.2%	7,340	12.8%	20	0.03%	57,369	2.7
2004	48,271	86.2%	7,740	13.8%	20	0.04%	56,031	2.6
2005	46,459	84.2%	8,680	15.7%	20	0.04%	55,159	2.5
2006	46,772	83.9%	8,940	16.0%	20	0.04%	55,732	2.4
2007	45,275	83.5%	8,910	16.4%	20	0.04%	54,205	2.3
2008	45,678	83.8%	8,840	16.2%	20	0.04%	54,538	2.2
2009	45,944	84.8%	8,200	15.1%	20	0.04%	54,164	2.3

주: 1998년까지 세수 단위는 백만 ECU

자료: Eurostat

환경세수는 Eco-tax가 환경세 항목에 포함되기 이전인 1998년까지 경기상황 변화에 따른 등락을 보이다가 1999년 이후 꾸준히 증가하여 2003년 573억 6,900만유로의 세수 실적으로 정점을 이뤘다. 이후 세율 인상이 마무리됨에 따라 에너지소비량 변화에 따라 2004년부터 2009년까지 다소 감소한 세수실적을 유지하고 있다.

[그림 III-7] 독일 환경세 세수 및 GDP 대비 환경세 비중 추이(1992~2009)



자료: Eurostat

1999년 이후 에너지세율 인상으로 발생하는 세수는 '조세 전환 프로그램(tax shifting program)'에 의해 고용주와 근로자의 연금부담금(employers' and employee' pension contributions)을 감축하는 데 사용되었다. 세수의 90% 이상(약 170억유로)이 연금분담금 감축에 사용되어 1998년 20.3%이었던 연금분담률(고용비용중 연금부담액 비율)이 2003년 19.5%로 낮아지면서 연금분담금의 하향안정화에 기여하였다.⁴⁸⁾ 아울러 독일 정부는 세수 중립적인 생태적 세제개편의 틀 속에서 기존의 소득과

48) 한국조세연구원(2010) p. 88.

관련된 세금 즉, 개인소득세와 법인세 감면을 통하여 친환경산업에의 투자를 촉진하고 있으며 친환경산업 부문에서의 새로운 고용창출을 기대하고 있다.⁴⁹⁾ 개인소득세의 최고세율은 1999년 53%에서 2005년 42%로, 연방정부 법인세율 역시 40%(1999)에서 25%(2005)로 감소하였다.

5. 덴마크

가. 에너지세와 탄소세

덴마크의 에너지 관련 세제는 에너지세(energy tax), 탄소세(CO₂-tax), 아황산가스세(SO₂-tax)로 구성되어 있다. 에너지세는 탄소세 도입 이전부터 전통적으로 화석연료(fossil fuels), 석유제품(oil products) 및 석탄(coal) 등의 연료에 함유된 에너지 함량(energy content)을 기준으로 과세되고 있던 세목이다. 단, 1996년부터 부가가치세 등록기업(즉, 산업부문)의 경우 에너지세 부담은 전액 면제되었다. 그러나 1998년 이후부터는 난방 목적의 에너지소비에 대해서는 에너지세를 전액 부담토록 개정되었다.

탄소세는 1992년부터 에너지소비 감소와 이산화탄소 저감을 목표로 2단계에 걸쳐 도입되었으며, 석유, 석탄, 천연가스 및 전기의 생산 및 연소시 발생하는 CO₂ 배출량을 기준으로 부과하고 있다.⁵⁰⁾ 우선 1단계에서는 탄소세가 1992년 5월부터 가정(household) 및 공공부문(산업용 연료 제외)에서 소비되는 에너지원에 대해 탄소 1톤당 100덴마크크로네(약 13유로)가 부과되었다. 2단계는 1993년 1월부터 시행되었는데 부가가치세 등록 기업(VAT registered companies) 즉, 산업부문에서 사용되는 에너지에 대해서 가정부문 탄소세율의 50%인 탄소 1톤당 50덴마크크로네의 탄소세를 부과하였다. 덴마크의 탄소세는 산업부문에 대하여 새로운 에너지 관련 세금을 부과하는 계기가 되었는데, 탄소세 도입 이전에 덴마크의 산

49) 박상철(2010) p. 92.

50) 허경선 외(2012) pp. 9~11. & Eurostat(2003) pp. 14~16.

업부문은 에너지세를 전액 면제받고 있었기 때문이다.

탄소세는 기존 에너지세보다 감면(혹은 면제) 제도가 다소 복잡한데 이의 변화는 세계개편과 맞물려 진행되었다. 1992년 도입 당시 산업부문에 대해서는 탄소세가 전부 면제되었으나, 1993년~1995년에는 '비에너지 집약산업'에 대해 기존 탄소세율의 50% 수준에서 과세하기 시작하였고, 탄소세의 영향이 큰 '에너지집약산업'의 경우에는 탄소세 부담액의 90%를 환급해 주었다. 1996년 세계개편에서는 산업부문에서 '에너지 사용용도(different types of usage)'에 따라 탄소세를 차등적으로 적용할 뿐만 아니라, 생산공정에 따라서도 차등하였다. 구체적으로 산업부문의 난방용 에너지소비에 대해서는 탄소세가 100% 부과되었으며 에너지집약 공정(Heavy Process) 혹은 비집약 공정(Light Process)에 따라서도 탄소세 부과액의 차등이 이루어졌다. 또한 추가적으로 기업이 정부와 자발적 탄소배출저감 협약을 체결하였는지 여부에 따라서도 탄소세 감면이 허용되었다.

이러한 부과대상의 변화와 용도별 차등은 1996년 탄소세율 인상을 시행하는 데 있어 에너지소비와 CO₂ 배출이 부문별 그리고 기업 간에 공평하게 배분되지 않아 발생할 수 있는 carbon leakage⁵¹⁾를 차단하기 위한 것이다.⁵²⁾ 그리고 기업-정부가 자발적 탄소배출저감 협약 체결 시 탄소세를 감면해주는 특례조항은 덴마크의 기업들로 하여금 배출권상한거래제(Cap and Trade)에 적극적으로 참여하게 하는 유인으로 작용하였다.

반면 2008년 세계개편에서는 에너지 사용용도 및 오염저감협약 체결여부에 따라 차등화하던 세율 정책을 폐지하고 단일화하는 대신, EU 탄소배출권거래제도하에서 기대하는 탄소가격 수준으로 탄소세율을 인상한 것이 특징이다.⁵³⁾ 덴마크는 2008년부터 2011년까지 에너지 정책에 있어 화석연료(석유, 석탄 및 천연가스)에 대한 의존도를 낮추고 2008년 EC가

51) "Carbon leakage"란 강화된 이산화탄소 배출규제로 인하여 규제가 미약한 지역으로 산업이 이전하는 현상을 말함.

52) LARSEN(2011) p. 100.

53) Ministry of Foreign Affairs of Denmark(2008) & OECD(2012) p. 77.

제안한 기후 및 에너지 제안서(EU climate and energy package)에 기초한 협약을 이행하겠다는 계획을 수립하였다. 이를 위해 에너지 사용량 감소,⁵⁴⁾ 에너지 효율성 개선, 신재생에너지 사용비중 확대, 에너지세 인상 등에 대해 전반적으로 검토하였고, 에너지세와 관련하여 탄소세 세율을 대폭 인상하였으며 2010년부터 질소산화물세(NOx tax)를 새로이 시행하기로 결정하였다.

탄소세 변천에 따른 세율 추이를 살펴보면, 도입 당시 CO₂ 배출 1톤당 100덴마크크로네였다가 1996년~2007년에는 1톤당 90덴마크크로네, 2008년 이후에는 150덴마크크로네로 변경되었다. 유로화로 계산하면 도입 당시 CO₂ 1톤당 13유로의 세율이 부과되었으나 2005년에는 1톤당 12유로로 다소 낮아졌다가, 2008년 탄소세율이 대폭 인상되어 톤당 20유로가 되었으며, 2011년 현재는 톤당 21.3유로 수준이다.

〈표 III-14〉 덴마크의 탄소세율 추이

(단위: euro/CO₂ ton)

구 분	1993	1996	2000~04	2005	2008	2011
가정(household, basic rate)	13.1	13.4	13.4	12.1	20	21.3
산업(industry)						
· 난방(heating, basic rate)	13.1	13.4	13.4	12.1	20	21.3
· Light Processes						
배출저감협약에 비참여	6.5	6.7	12.1	12.1	20	21.3
배출저감협약에 참여	-	6.7	9.1	9.1	20	21.3
· Heavy Processes ¹⁾						
배출저감협약에 비참여	0.7	0.7	3.4	3.4	20	21.3
배출저감협약에 참여	-	0.4	0.4	0.4	20	21.3

주: Energy intensive Processes 의미
 자료: OECD, "OECD Economic Surveys: Denmark 2012," p. 76.

54) 에너지 사용량을 감소할 분야에서, 2006년 사용량에 비해 2011년에는 2%, 2020년에는 4%씩 감축할 계획

나. 기타 에너지세제

1) 에너지세

덴마크의 에너지세는 탄소세 도입 이전부터 화석연료(fossil fuels), 석유제품(oil products) 및 석탄(coal) 등의 연료에 함유된 에너지 함량(energy content)을 기준으로 과세하는 세목이다.⁵⁵⁾ 에너지세제는 여러 차례 세제 개편 과정을 거치면서 세제상의 허점을 보완하여 왔다. 우선 1996년의 조세제도 개편과정에서 산업부문은 생산과정에 투입된 에너지에 대하여 100% 조세환급(full energy tax refund)을 받을 수 있도록 조세제도가 변경되면서 에너지세가 사실상 전부 면제되었다.⁵⁶⁾ 그러나 1998년 세제개혁 이후에는 산업부문이라도 난방 목적으로 사용되는 에너지에 대해서는 에너지세를 전부 부담하도록 제도가 변경되었으며, 이는 지금까지 적용되고 있다. 2011년 현재 기업이 난방 목적이 아닌 용도로 사용하는 천연가스, 석유 및 석탄에 대해 에너지세가 전부 면제되고 있다.⁵⁷⁾

2009년 세제개편에서는 덴마크 의회가 에너지세 15% 인상을 목표로 하였으며, 특히 산업부문에서 새로이 적용될 에너지세제는 2013년에 전면 시행할 예정이다.⁵⁸⁾ 이를 위해 난방용 연료와 전기에 대한 에너지세를 각각 GJ당 7.5덴마크크로네, GJ당 25덴마크크로네가 인상하였으며, 산업부문에서는 일부 경우를 제외하고 더 이상 에너지세 전액환급 혜택이 시행되지 않을 예정이다. 그리고 전반적인 산업부문에서의 에너지세 부담을 가정(household)에 부과하는 에너지세의 6분의 1 수준으로 맞출 예정이다. 현재 에너지세는 탄소세와 달리 에너지 유형(different energy types)에 따라 차별화된 세율을 적용하고 있다.⁵⁹⁾

55) Speck(2008) pp. 44~47 참조

56) 허경선 외(2012). pp. 9~11 참조

57) Finnish Energy Industries(2012)

58) Larsen(2011) p. 103.

59) IEA, "Energy prices and Taxes," 2011, 4Q, p. 116.

〈표 III-15〉 에너지 유형별 에너지 관련 세부담 추이

구 분		1985	1990	1996	2000	2002	2005	2007
Light fuel oil (euro cent/ℓ)	energy tax	4,61	22,4	20,25	23,21	24,63	25,0	-
	CO ₂ tax	-	-	3,67	3,63	3,23	3,23	-
	Total tax	4,61	22,4	23,92	26,83	28,26	28,23	28,65
Heavy fuel oil (euro cent/kg)	energy tax	5,11	25,2	22,56	26,16	27,72	28,09	-
	CO ₂ tax	-	-	4,35	4,29	4,31	3,9	-
	Total tax	5,11	25,2	26,9	30,45	32,03	31,99	32,48
Natural Gas (euro cent/nm ³)	energy tax	-	-	0,14	21,47	27,19	27,42	
	CO ₂ tax	-	-	2,99	2,95	2,96	2,69	
	Total tax	-	-	3,13	24,42	30,15	30,11	30,58

자료: www.economicinstrument.com, "Energy Taxation(Denmark)", [Table]-Total tax burden of different energy sources(1985~2005년)

Speck, "The Design of Carbon and Broad-Based Energy Taxes in European Countries," *The Reality of Carbon Taxes in the 21st Century, Environmental Tax Policy Institute and Vermont Journal of environmental Law*, 2008, p. 46, [Table 3]-Development of energy and CO₂ tax rates for different users and usages 참조

한편 에너지세는 에너지 생산에 사용되는 연료에 부과된다는 측면에서 대체로 'input tax'로 볼 수 있다.⁶⁰⁾ 다만 전기 생산을 위해 사용되는 연료의 경우에는 과세가 쉽지 않아 'Output'인 전력 소비를 기준으로 부과하고 있다. 이를 다른 생산공정의 투입요소로 쓰이는 전력의 특성을 감안한 것으로 기존 방식과는 다르다. 1977년 이후 모든 전기에 대하여 생산지나 발전원에 상관없이 동일한 에너지세를 적용한 반면, 발전용 연료로 사용되는 화석연료(fossil fuels)에 대해서는 에너지세·탄소세를 부과하지 않고 있다.

60) www.economicinstrument.com, "Energy taxation(Denmark)," 2008.

〈표 III-16〉 덴마크의 전력에 부과되는 세금

(단위: 유로/MWh)

구 분	난방용	기타용도	산업용
1996	57.8	62.5	8.2
2000	76.6	85.3	13.4
2005	80.8	89.5	8.6

자료: Speck, "The Design of Carbon and Broad-Based Energy Taxes in European Countries," *The Reality of Carbon Taxes in the 21st Century, Environmental Tax Policy Institute and Vermont Journal of environmental Law*, 2008, p. 47.

2) 아황산가스세

1996년에 덴마크 정부는 연소 시 SO₂를 적게 배출하는 연료 사용을 촉진⁶¹⁾ 하고자 아황산가스세(SO₂-tax)를 도입하였고, 이후 1999년까지 세율을 단계적으로 인상하여 2000년에 전력부문으로 확대하여 시행하고 있다. 아황산가스세는 0.05% 이상의 황을 함유한 화석연료에 대해 2가지 방식으로 과세되는데, SO₂ 배출량을 기준으로 과세(emission tax)하거나, 연료의 황 함유량을 기준으로 과세(Product tax)하는 것이다.⁶²⁾ 아황산가스세 세율은 연료의 SO₂ 1kg당 20덴마크크로네(2.7유로) 혹은 SO₂ 배출량 1kg당 10덴마크크로네(1.3유로) 적용하고 있다. 황 함량이 0.05% 미만인 에너지에 대해서는 면제되고 있으며, 이러한 연료에는 휘발유(petrol), 등유(kerosene), 경질유(light diesel) 등이 해당된다. 아황산가스세 도입 초기인 1996년부터 1999년까지 전기 생산에 사용한 연료에 대해서는 아황산가스세를 과세하지 않는 대신, 전력 소비에 따른 전기세를 부과하여 이의 산정 시 배출량 1kg당 13덴마크크로네의 세율로 과세하였다. 이후 2000년 이후부터 전기 생산에 사용된 연료에 대해 실현된 배출량(realised emissions)을 기준으로 과세됨에 따라, 2000년 이후부터 전기세는 세율이 0으로 조정되었다.⁶³⁾

61) 고유황연료 대신 저유황석탄 및 천연가스로의 소비 확대

62) www.economicinstrument.com, "Sulfur Tax(Denmark)," 2008.

3) 질소산화물세(NOX-tax)

덴마크 정부는 2008년 새로이 질소산화물세(NOX-tax)를 채택하여 2010년 1월부터 kg당 5덴마크크로네의 세율로 과세하고 있다. 질소산화물세(NOX-tax)는 탄소배출권거래제도(ETS) 하에 탄소할당량에 대한 기대 가격 수준만큼 탄소세를 인상하기 위한 방안으로 시행되고 있다.

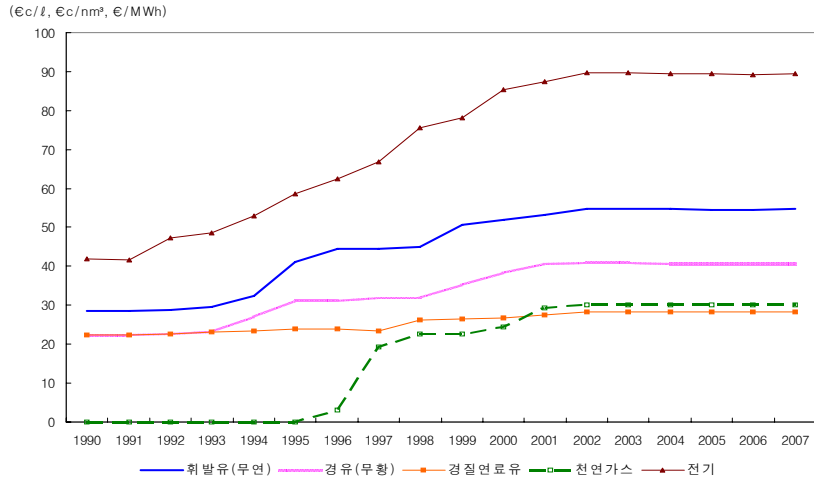
<표 III-17> 덴마크의 에너지 유형별 에너지세(탄소세 포함) 추이 비교

	휘발유(무연)	경유(무황)	경질연료유	천연가스	전기
	(€c/l)	(€c/l)	(€c/l)	(€c/nm ³)	(€/MWh)
1990	28,64	22,4	22,4	0	42
1991	28,45	22,25	22,25	0	41,7
1992	28,81	22,54	22,54	0	47,4
1993	29,63	23,18	23,18	0	48,7
1994	32,48	27,04	23,33	0	53
1995	41,21	30,98	24,02	0	58,7
1996	44,43	31,12	23,92	3,13	62,5
1997	44,36	31,94	23,52	19,38	66,8
1998	44,94	31,87	26,27	22,54	75,5
1999	50,7	35,24	26,49	22,73	78,1
2000	51,92	38,24	26,83	24,42	85,3
2001	53,27	40,66	27,51	29,25	87,4
2002	54,77	40,78	28,26	30,15	89,6
2003	54,77	40,78	28,26	30,15	89,6
2004	54,71	40,73	28,23	30,11	89,5
2005	54,62	40,66	28,18	30,06	89,4
2006	54,56	40,62	28,15	30,03	89,3
2007	54,63	40,67	28,19	30,06	89,4
2008	55,1	36,5	28,67	30,58	90,5

주: 천연가스의 경우, 에너지 관련 세금이 1996년부터 부과
 자료: Speck, "The Design of Carbon and Broad-Based Energy Taxes in European Countries," *The Reality of Carbon Taxes in the 21st Century*, *Environmental Tax Policy Institute and Vermont Journal of environmental Law*, 2008, [Table 1]~[Table 2] & [Appendix 1]~[Appendix 3]
 Ptak, "Environmentally motivated energy taxes in Scandinavian countries", *Economic and Environmental Studies* Vol. 10, No. 3, 2010, 9.

63) IEA, "Energy prices and Taxes," 2011, 4Q, p. 116.

[그림 III-8] 덴마크의 에너지 유형별 에너지세(탄소세 포함) 추이



자료: Speck, "The Design of Carbon and Broad-Based Energy Taxes in European Countries," *The Reality of Carbon Taxes in the 21st Century*, Environmental Tax Policy Institute and Vermont Journal of environmental Law, 2008, [Table 1]~[Table 2] & [Appendix 1]~[Appendix 3]
 Ptak, "Environmentally motivated energy taxes in Scandinavian countries", *Economic and Environmental Studies* Vol. 10, No. 3, 2010. 9.

다. 재원

덴마크의 전체 환경세 대비 에너지 관련세의 점유비는 2003년 50%를 정점으로 이후 크게 하락하여 2006년 36%까지 하락하였다가 2009년 기준 45.8%까지 증가하였다. 2009년의 대폭적인 에너지세 비중 증가는 2008년 세계개편에서 탄소세율을 대폭 인상하였기 때문이다. 2009년 5월 덴마크 의회가 채택한 세계개편에서 2010년~2019년의 기간 동안 15%의 에너지세 인상을 목표로 세율에 따라 환경세 대비 에너지세 비중이 더욱 증가할 것으로 예상된다.

한편 GDP 대비 환경세 비중은 탄소세를 도입한 1992년 3.6%에서 2006년 6.3%로 정점을 찍은 이후, 2007년부터 하락 추세를 보이고 있으며 특히 2009년은 전년 대비 1%p나 하락하였다. 2007년 이후 환경세 비중 하락

III. 외국의 에너지세와 탄소세 조화 사례 119

원인은 2008년 정부가 탄소세를 대폭 인상하였음에도 에너지세 세수가 크게 증가하지 않았고 2009년 오염세 세수 역시 전년 대비 40%나 감소하였기 때문이다.

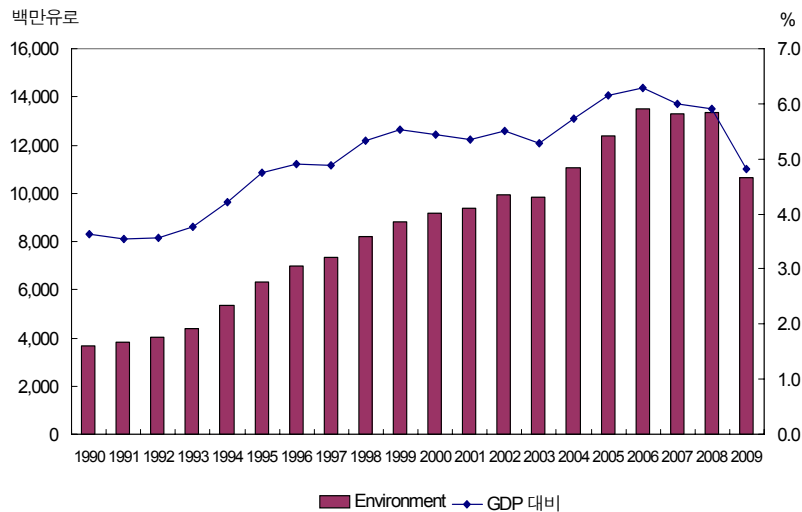
〈표 III-18〉 덴마크 환경세 관련 세수 추이(1990~2009)

(단위: 백만유로)

	Environment						GDP 대비	
	Energy		Transport		Pollution/Resource			
1990	:		:		:		3,688	3.6%
1991	:		:		:		3,840	3.5%
1992	:		:		:		4,032	3.6%
1993	:		:		:		4,362	3.8%
1994	:		:		:		5,328	4.2%
1995	2,957	46.7%	2,890	45.7%	483	7.6%	6,330	4.7%
1996	3,276	46.8%	3,057	43.7%	670	9.6%	7,003	4.9%
1997	3,274	44.7%	3,225	44.1%	820	11.2%	7,319	4.9%
1998	3,729	45.6%	3,555	43.4%	898	11.0%	8,183	5.3%
1999	4,247	48.3%	3,518	40.0%	1,032	11.7%	8,797	5.5%
2000	4,406	48.0%	3,176	34.6%	1,602	17.4%	9,183	5.4%
2001	4,751	50.7%	3,073	32.8%	1,544	16.5%	9,368	5.4%
2002	4,800	48.4%	3,488	35.2%	1,634	16.5%	9,922	5.5%
2003	4,908	50.0%	3,304	33.7%	1,607	16.4%	9,819	5.3%
2004	4,958	44.8%	3,951	35.7%	2,150	19.4%	11,058	5.7%
2005	4,872	39.3%	4,571	36.9%	2,957	23.8%	12,400	6.1%
2006	4,854	36.0%	4,946	36.6%	3,698	27.4%	13,498	6.3%
2007	4,873	36.6%	5,025	37.7%	3,420	25.7%	13,317	6.0%
2008	4,921	36.9%	4,315	32.4%	4,093	30.7%	13,329	5.9%
2009	4,882	45.8%	3,351	31.4%	2,430	22.8%	10,662	4.8%

주: 1998년까지 세수 단위는 백만 ECU
 자료: Eurostat

[그림 III-9] 덴마크 환경세 세수 및 GDP 대비 환경세 비중 추이(1992~2009)



자료: Eurostat

6. 시사점

유럽 선진국들의 탄소세 도입 사례는 기존 에너지 관련 과세와 적절한 역할 분담 노력과 함께 산업부문 경쟁력 확보, 탄소배출권거래제와의 조화가 필요함을 보여준다.

첫째, 기존 에너지 관련 과세제도와의 과세범위 조화 방식으로 주요 국가들은 탄소세 도입 이전 에너지세의 과세범위를 감안하여 과세기반이 넓어지는 방향으로 제도를 도입하였다. 즉, 기존 에너지 과세범위가 넓어 과세범위 확대 필요성이 높지 않은 경우에는 기존 과세기반을 활용하여 부가적인 세율을 부과하는 방식을 취하였다(독일). 반면 기존 에너지 관련 과세기반이 넓지 않았던 경우에는 탄소세 도입과 함께 기존 과세범위에서 넓혀 부과하는 경우(핀란드)와 기존 에너지 관련 과세에서 과세되지 않던 분야에 특화된 과세 형태를 취하기도 하였다(영국). 기존의 에너지과세범

위가 넓게 형성되었지만 산업부문에 대해 면세하고 있었던 덴마크도 탄소세 도입을 계기로 산업부문 에너지소비까지 과세범위에 포함하였다.

〈표 III-19〉 주요국의 에너지 유형별 탄소세 적용 여부

구분	핀란드 (CO ₂ tax)	영국 (CCL)	덴마크(CO ₂ tax)	독일 (Eco-tax)
휘발유	√	-	-	√
경유	√	-	-	√
경질연료유	√	-	√(가정용, 산업부문 중 난방용)	√
천연가스	√	√(산업용)	√(가정용, 산업부문 중 난방용)	√
석탄	√	√(산업용)	√(가정용, 산업부문 중 난방용)	-
전기	√	√(산업용)	√(가정용, 산업부문 중 난방용)	√

주: 1. 영국의 경우 액화연료(휘발유, 경유 및 경질/중질연료유)와 가정용 연료에 대해서는 CCL 부과하지 않음.

2. 덴마크의 경우 산업부문에서 비난방용으로 사용되는 연료의 경우 과세하되 전액환급되어 면세의 효과가 있음(2013년 폐지 예정).

자료: Jenny Summer 외, "Carbon Taxes: A Review of Experience and Policy Design Considerations," *National Renewable Energy Laboratory*, 2009. 12. p. 4.

둘째, 탄소세 도입의 방법은 과세범위에 따라 다른 형태로 나타난다. 즉 과세범위가 비교적 넓게 형성되는 경우는 기존의 에너지 관련 과세에 포함되는 부가세의 형태를 취하는(독일, 핀란드) 반면, 과세범위가 특정 부문에 한정되는 경우는 별도 세목을 취하고 있다(영국, 덴마크). 이는 조세제도의 복잡성을 완화하기 위한 것으로 볼 수 있다. 넓은 범위에 부과되는 기존 에너지세가 있을 경우 새로운 세목의 설치보다 기존 에너지세에 탄소세에 해당하는 세율을 추가함으로써 하나의 세목처럼 운영할 수 있기 때문이다. 기존 과세범위와 다르게 운영할 경우에는 새로운 세목을 설치하여 도입하였다(영국, 덴마크).

〈표 III-20〉 기존에너지세 과세범위와 탄소세 도입방식

		기존 에너지세 과세범위	
		좁음	넓음
탄소세 부과 유형	부가세 형태	핀란드 ¹⁾	독일
	독립 세목	영국	덴마크

주: 1) 핀란드는 탄소세 도입과 함께 기존 에너지세 과세범위를 넓힘

셋째, 탄소세 도입으로 인한 추가재원 효과는 크지 않았다. 탄소세 도입 이전의 전체 환경 관련 세수와 최근 환경 관련 세수의 비중을 비교해 본 결과이다. 환경과세를 강화하고 노동 관련 과세를 축소하는 ETR 관점을 적용한 덴마크가 GDP 대비 세수 증가가 1.02%p로 가장 크게 나타났으며 다른 국가들은 변화 폭이 0.5%p 이하에 불과했다. 핀란드와 독일의 경우에도 재원조달구조의 조정이라는 ETR 관점이 적용되었지만 그 규모는 크지 않았는데 이는 기존의 국민부담률이 상대적으로 낮아 ETR로의 전환 필요성이 낮았을 수도 있다. 영국은 명시적으로 ETR 관점의 재원조달 구조 조정을 표방하지 않은 경우이다. 공교롭게도 영국의 탄소세수는 거의 증가하지 못한 한계가 있다. 이러한 경험은 탄소세가 새로운 재원확보의 수단으로 의미 있게 이용될 수 있지만 그 재원규모는 크지 않을 수 있음을 보여준다. 기본적으로 에너지소비량과 세수는 밀접하게 연관되는데 에너지소비량을 결정하는 효율성은 지속적으로 개선되기 때문이다. 동시에 각종 신재생에너지의 개발도 화석연료 중심의 탄소세의 직접적 세수기반을 약화시키는 요인이다.

〈표 III-21〉 환경관련 세수의 변동

(단위: %, %p)

	핀란드	영국	덴마크	독일
국민부담률	43.7(1990)	33.4(1992)	46.5(1990)	36.4(1998)
탄소세 이전	2.2(1990)	3.0(1993 ¹⁾)	3.6(1990)	2.1(1998)
최근 실적	2.7(2009)	2.8(2010)	4.8(2009)	2.3(2009)
변화 폭	0.5	-0.2	1.2	0.2

주: 1) 자료 한계로 Fossil Fuel Levy가 도입된 1993년 자료를 이용하였는데 당시 FFL 세수는 전체 환경세수의 6.7%로 GDP 대비로는 0.2% 수준에 불과

IV. 우리나라의 탄소세 도입방안

우리나라에서 탄소세 도입의 타당성을 평가하기 위해서는 다양한 요인에 대한 검토가 필요하다. 우선 부과대상인 화석연료의 가격수준이 중요하다. 조세를 포함한 에너지가격수준이 이미 상당히 높은 수준에 있다면 추가적인 탄소세의 부과 여지는 줄어들 것이기 때문이다. 동시에 가정 및 산업부문의 에너지비용 수준도 중요한 고려요인이 될 수 있다. 그러나 에너지비용 수준은 경제주체의 부담이 되기도 하지만 정책수단 도입의 필요성이 되기도 하는 요인이다. 또한 2015년 도입예정인 배출권거래제와의 연계도 중요하다. 유럽의 경우 각 국가들이 개별적으로 탄소세를 도입하고 난 이후에 EU 차원의 배출권 거래제가 시행되었다는 점을 고려하여야 한다. 이러한 배경 분석을 바탕으로 적절한 탄소세 도입방안을 제시하고자 한다.

1. 에너지 분야 과세여력 분석

기존 에너지과세 수준과 소비자가격 수준은 탄소세 도입에 있어 중요한 고려요인이 될 수 있다. 즉 세부담 증가에 대한 납세자들의 수용성을 결정하는 중요한 요인이기 때문이다.

우리나라 탄소 배출의 주원인인 화석연료에는 상당한 조세가 이미 부과되고 있다. 원유와 석유제품의 수입 당시에 부과되는 관세에서 제품별로 부과되는 개별소비세(교통·에너지·환경세 포함), 교육세, 지방주행세, 그리고 부가가치세가 부과되고 있다. 조세 이외 부담금도 부과되는데 수입과 판매시점에서 부과하는 수입부과금과 판매부과금이 그것이다.

2010년말 기준 석유제품별 가격에서 조세 비중이 가장 높은 것은 휘발유로서 판매가격의 53.1%를 차지하고 있다. 즉 최종소비자가격 1,771.1원

/ℓ 중에서 각종 세금이 939.6원에 달하고 있다. 세금 부과비중이 가장 낮은 연료는 프로판가스로 최종소비자가격의 9.8%에 불과하다. 가정용 취사 연료로 많이 사용되는 특성을 감안한 것으로 보인다. 산업용으로 많이 사용되는 B-C유에 부과되는 세금은 89.3원/ℓ에 불과해 최종소비자가격 767.6원/ℓ의 11.6% 수준이다. 산업의 비용부담을 고려한 것으로 보인다.

〈표 IV-1〉 에너지원별 과세현황(2010년 12월)

구 분	휘발유 (원/ℓ)	등유 (원/ℓ)	경유 (원/ℓ)	B-C유 (원/ℓ)	LPG(원/kg)		LNG1) (원/m ³)	
					프로판	부탄		
관세 ²⁾	기본	5%			3%		3%	
	할당(잠정)	3%			0%		1%	
개별 소비세	기본	-	90	-	17	20	252	48.47
	탄력	-	90	-	17	14	275 (160.6원/ℓ)	48.47
교통 에너지 환경세	기본	475	-	340	-	-	-	-
	탄력	529	-	375	-	-	-	-
교육세 ³⁾	79.35	13.5	56.25	2.55	-	41.25 (24.09원/ℓ)	-	
지방주행세 ⁴⁾	137.54	-	97.5	-	-	-	-	
부가가치세	10%							
수입부과금	16				-		19.58	
판매부과금	36 (고급)	-	-	-	-	62.283 (36.4원/ℓ)	-	
세금합계 ⁵⁾	금액	939.62	207.52	671.49	89.33	183.26	564.49	115.84
	가격 점유율	53.1	18.1	42.8	11.6	9.8	26.8	15.6
소비자가격 ⁶⁾	1771.07	1144.18	1570.14	767.57	1861.87	2107.85	741.05	

주: 1) 1톤 = 1,238m³ 적용

2) 휘발유, 등유, 경유의 관세는 제품수입관세임. 그러나 우리나라는 일반적으로 원유를 수입하여 정제해 사용하며 원유의 관세는 기본 3%, 할당 0%임.

3) 개소세 및 교통·에너지·환경세의 15%. 단 프로판 및 LNG는 제외

4) 교통·에너지·환경세의 26%

5) 개별소비세(교통에너지환경세)+교육세+주행세+부가가치세+판매부과금

6) 2010년 12월 주유소(LPG판매소) 평균가격기준

자료: 법제처 홈페이지, 지식경제부 고시, www.opinet.co.kr 등.

에너지가격은 절대적 수준뿐만 아니라 외국과 비교한 상대적 수준도 중요하다. 산업용의 경우 조세부담 수준의 차이가 기업의 경쟁력 격차를 유발할 수 있기 때문이다. 가정용과 수송용 연료의 경우도 가계의 부담수준에 대한 시사점을 얻을 수 있기 때문이다.

가. 절대 가격수준

절대적 가격수준은 산업의 국가경쟁력 측면에서 중요한 참고자료가 된다. 즉 에너지집약도에 따라 에너지가격은 산업의 비용 수준에 영향을 미치기 때문이다. 수송용 에너지 역시 물류비용에 영향을 미치므로 에너지 제품의 가격결정 과정에서 고려되어야 한다. 산업용 연료유 가격수준은 스웨덴을 제외한 유럽 주요 국가에 비해 높은 수준이다. 저유황 연료유의 경우 2011년 4분기 기준 970.6달러/톤으로 일본과 유사하며 프랑스, 독일, 이탈리아보다 높은 수준이다. 산업용 경질 연료유의 경우에도 자료비교가 가능한 2010년 기준 가격은 922.9달러/천리터로 이탈리아를 제외한 대부분의 유럽 국가 수준을 넘어서고 있다. 반면 가정용 연료유의 가격은 주요 선진국들과 유사한 수준을 보여준다. 2001년 4분기를 기준으로 1,191.2달러/천리터로 주요 유럽 국가들의 중간 수준이며 OECD 평균 1169.9달러/천리터와 유사하다.

수송용 연료의 경우 주요 유럽 선진국들에 비해 낮은 수준이다. 자동차용 경유가격은 2011년 4분기 기준 1,559 달러/리터로 2.0달러/리터 수준에 가까운 유럽 주요 국가들에 비해 현저히 낮은 수준이다. 휘발유 가격도 유럽 선진국들에 비해서는 매우 낮은 수준인데 옥탄가 95인 고급휘발유 기준 2011년 4분기 가격은 1.91달러로 미국을 제외한 유럽 국가들의 2.0 달러에 비해 낮은 수준이다. 보통 휘발유의 경우, 시장소비 특성으로 인해 유럽 국가들의 자료가 없는데 미국, 캐나다 등 상대적으로 낮은 가격을 유지하는 국가보다 우리나라가 높은 수준으로 나타났다.

전력의 경우, 대부분 나라가 산업의 국제경쟁력, 공급비용 등을 감안하여 산업용 가격이 가정용 가격보다 낮게 설정되어 있다. 우리나라도 다른

국가들과 함께 산업용의 가격이 가정용에 비해 상대적으로 싼 구조를 가지고 있다. 같은 용도 내 가격수준도 우리나라는 주요 국가들에 비해 매우 낮다. 산업용 전력의 가격은 2009년 57.8달러/Mwh로 주요 국가들 중 가장 낮은 가격을 보이는 미국의 67.9달러/Mwh(2010년)보다도 낮은 수준이다. OECD 평균가격인 110.9달러/Mwh(2010년)보다는 절반에 가까운 가격이다. 이러한 낮은 전력가격은 가정용에서 더욱 크게 나타난다. 2011년 4분기 기준 가정용 전력가격은 84.1달러/Mwh로 OECD 평균 171.2달러/Mwh, 미국 118.2달러/Mwh, 일본 280.3달러/Mwh에 비해 월등히 낮은 수준이다.

〈표 IV-2〉 산업용 저유황 연료유 가격

(단위: 달러/톤)

	2003	2005	2007	2010	2011	2011 4Q
프랑스	228.1	323.9	421.8	544.4	726.9	730.2
독일	210.5	302.9	393.8	521.2	713.3	719.3
이탈리아	263.5	382.3	473.4	583.4	781.9	789.0
일본	310.4	469.2	580.9	742.4	971.6	976.0
한국	310.9	429.6	573.9	670.6	928.4	970.9
스웨덴	626.1	855.4	1036.8	1155.8	1437.9	1401.2

자료: OECD, "Energy Prices and Taxes," 2012 2Q.

〈표 IV-3〉 산업용 경질 연료유 가격

(단위: 달러/천리터)

	2003	2005	2007	2010	2011	2011 4Q
프랑스	332.4	563.3	691.7	748.9	980.8	989.1
독일	344.3	559.7	677.4	717.3	925.5	948.1
이탈리아	800.0	1084.4	1273.8	1297.9	1568.3	1560.2
일본	283.1	439.5	509.2	649.8	857.4	853.6
한국	537.4	853.5	1009.4	922.9	n.a	n.a
스웨덴	339.3	549.4	669.0	705.0	1022.9	1034.9
영국	313.4	506.1	690.0	793.0	1026.5	1029.8
미국	232.3	427.7	547.6	567.1	773.2	782.5
OECD	304.1	495.0	611.3	670.3	883.3	892.5

자료: OECD, "Energy Prices and Taxes," 2012 2Q.

IV. 우리나라의 탄소세 도입방안 127

〈표 IV-4〉 가정용 경질 연료유 가격

(단위: 달러/천리터)

	2003	2005	2007	2010	2011	2011 4Q
프랑스	440.0	723.3	885.7	944.2	1234.5	1242.5
독일	399.3	649.2	806.1	853.6	1135.6	1147.9
이탈리아	960.0	1301.3	1528.5	1557.5	1886.6	1887.9
일본	412.5	579.6	674.2	869.0	1133.6	1147.1
한국	536.3	849.6	1002.1	927.1	1197.7	1191.2
스웨덴	860.4	1236.3	1485.6	1587.6	1991.1	1980.4
영국	303.4	556.8	801.0	836.2	1091.0	1104.8
미국	369.8	552.4	717.5	819.9	1031.9	1013.8
OECD	438.4	677.8	821.6	902.9	1166.1	1169.9

자료: OECD, "Energy Prices and Taxes," 2012 2Q.

〈표 IV-5〉 비상업(자동차용)경유 가격

(단위: 달러/리터)

	2003	2005	2007	2010	2011	2011 4Q
프랑스	0.896	1.271	1.495	1.516	1.859	1.839
독일	1.001	1.323	1.601	1.624	1.983	1.959
이탈리아	0.991	1.377	1.593	1.608	2.013	2.076
일본	0.729	0.911	1.010	1.285	1.579	1.600
한국	0.653	1.052	1.367	1.300	1.575	1.559
스웨덴	1.004	1.386	1.629	1.732	2.161	2.134
영국	1.272	1.652	1.940	1.842	2.222	2.202
미국	0.398	0.633	0.761	0.791	1.017	1.023
OECD	0.697	1.001	1.195	1.268	1.565	1.557

자료: OECD, "Energy Prices and Taxes," 2012 2Q.

〈표 IV-6〉 보통휘발유 가격

(단위: 달러/리터)

	2003	2005	2007	2010	2011	2011 4Q
캐나다	0.526	0.763	0.949	1.001	1.263	1.188
독일	1.211	1.494	1.818	1.876	n.a	n.a
일본	0.917	1.131	1.187	1.515	1.826	1.852
한국	1.087	1.394	1.640	1.479	1.741	1.719
미국	0.412	0.600	0.739	0.735	0.930	0.889
OECD	0.531	0.719	0.856	0.892	1.064	1.028

자료: OECD, "Energy Prices and Taxes," 2012 2Q.

〈표 IV-7〉 고급휘발유(95 RON) 가격

(단위: 달러/리터)

	2003	2005	2007	2010	2011	2011 4Q
프랑스	1.149	1.442	1.743	1.780	2.087	2.008
독일	1.235	1.519	1.837	1.877	2.170	2.095
이탈리아	1.198	1.515	1.778	1.805	2.162	2.171
한국	n.a	n.a	n.a	1.652	1.928	1.910
스웨덴	1.164	1.466	1.724	1.809	2.156	2.065
영국	1.241	1.576	1.888	1.805	2.135	2.091
미국	0.438	0.626	0.768	0.767	0.963	0.925
OECD	0.611	0.814	0.977	0.998	1.214	1.169

자료: OECD, "Energy Prices and Taxes," 2012 2Q.

〈표 IV-8〉 산업용 전력 가격

(단위: 달러/MWH)

	2003	2005	2007	2010	2011	2011 4Q
프랑스	44.7	49.8	92.2	106.9	121.5	116.0
독일	65.4	84.0	108.9	135.8	157.2	153.5
이탈리아	146.9	173.9	237.0	258.1	279.3	283.8
일본	121.5	122.7	116.0	154.4	179.0	194.7
한국	50.6	58.8	69.5	57.8('09)	n.a	n.a
스웨덴	n.a	n.a	75.8	96.4	104.2	95.8
영국	54.7	86.7	129.9	121.1	127.4	130.5
미국	51.3	57.3	63.9	67.9	69.6	66.8
OECD	67.6	78.8	93.7	110.9	123.6	122.4

자료: OECD, "Energy Prices and Taxes," 2012 2Q.

〈표 IV-9〉 가정용 전력 가격

(단위: 달러/MWH)

	2003	2005	2007	2010	2011	2011 4Q
프랑스	126.6	141.6	156.4	165.3	187.1	184.5
독일	175.6	212.4	263.2	318.7	352.0	341.0
이탈리아	186.4	197.5	257.5	263.2	278.9	278.4
일본	185.7	188.8	176.5	232.2	260.9	280.3
한국	73.9	88.9	102.0	83.2	88.6	84.1
스웨덴	n.a	n.a	195.8	218.0	248.2	238.4
영국	115.8	150.4	204.4	184.2	204.9	215.3
미국	87.0	94.5	106.5	115.8	117.8	118.2
OECD	110.9	123.8	140.8	158.5	174.2	171.2

자료: OECD, "Energy Prices and Taxes," 2012 2Q.

나. 구매력기준 가격수준

에너지제품의 절대가격이 국제시장에서의 비용경쟁력이라는 측면에서 의미가 있다면, 구매력기준 평가가격은 국내 소비자의 부담 측정이라는 의미가 있다.⁶⁴⁾ 구매력기준으로 평가한 에너지가격은 절대가격 기준과 다른 결과를 보여준다. 산업용 연료유 가격은 주요 국가들 중에서 가장 높은 수준이다. 산업용 저유황 연료유와 경질 연료유의 가격은 주요 유럽 국가들보다도 높은 수준이다. 가계가 직접 소비하는 연료유와 수송용 연료 가격은 매우 높은 수준이다. 연료유의 가격은 2011년 기준 1,612.5달러/천리터로 이탈리아(1,698.3달러/천리터)를 제외한 다른 나라보다 높다. 난방용 연료 부담이 외국에 비해 상대적으로 높음을 알 수 있다. 수송용 연료인 경유와 휘발유도 상대적으로 높은 부담수준을 보인다. 2011년 기준 경유 가격은 2.121달러/리터로 비교대상 주요 국가들 중 가장 높은 수준을 보였으며 OECD 국가 평균 1.538달러/리터보다 월등히 높았다. 휘발유도 상대적으로 높은 가격이다. 보통휘발유, 고급휘발유(95 RON)에 관계없이 주요 비교대상 국가들보다 높은 수준이다. 고급휘발유의 경우 2011년 기준 2.596달러/리터로 OECD 국가 평균인 1.204달러/리터의 두 배 이상이며 상대적으로 높은 에너지가격을 유지하는 영국의 2.022달러/리터보다도 높다. 구매력기준 가격평가는 외국에 비해 우리나라 에너지제품이 경제주체에 큰 부담을 주고 있음을 보여준다.

다만 전력은 매우 낮은 절대가격수준으로 인해 구매력기준으로 재평가하더라도 여전히 OECD 평균과 주요 비교대상 국가들에 비해 낮은 수준이다.

64) 물론 수입재화인 석유제품에는 일물일가의 법칙이 작용하여 구매력기준 평가의 의미가 축소될 수 있다. 그러나 국민생활의 필수재화로서 성격도 있으므로 국제가격수준과 함께 국민들의 조세 부담능력도 조세부담 결정과정에서 고려될 수 있다. 가정용 및 수송용 에너지가 주요 고려대상이다.

〈표 IV-10〉 산업용 저유황 연료유 가격

(단위: PPP기준, 달러/톤)

	2003	2005	2007	2010	2011
프랑스	215.2	282.4	345.0	470.9	602.6
독일	202.9	281.3	346.4	485.9	642.4
이탈리아	273.0	355.1	423.2	547.1	703.9
일본	257.6	398.8	568.6	584.6	725.8
한국	466.2	557.8	694.0	939.9	1250.1
스웨덴	541.6	681.5	789.0	921.8	1045.6

자료: OECD, "Energy Prices and Taxes," 2012 2Q.

〈표 IV-11〉 산업용 경질 연료유 가격

(단위: PPP기준, 달러/천리터)

	2003	2005	2007	2010	2011
프랑스	313.5	491.1	565.7	647.8	813.1
독일	331.9	519.7	595.6	668.8	833.4
이탈리아	828.9	1007.2	1138.7	1217.1	1411.8
일본	235.0	373.5	498.4	511.7	640.5
한국	805.8	1108.0	1220.6	1293.1	n.a
스웨덴	293.5	437.7	509.1	562.2	743.8
영국	299.3	437.7	534.5	779.1	972.0
미국	232.3	427.7	547.6	567.1	773.2
OECD	308.3	476.6	583.4	644.5	812.9

자료: OECD, "Energy Prices and Taxes," 2012 2Q.

〈표 IV-12〉 가정용 경질 연료유 가격

(단위: PPP기준, 달러/천리터)

	2003	2005	2007	2010	2011
프랑스	415.1	630.6	724.4	816.8	1023.4
독일	385.1	602.9	708.8	795.9	1022.7
이탈리아	994.7	1208.7	1366.5	1460.6	1698.3
일본	342.3	492.6	659.9	684.2	846.8
한국	804.2	1103.0	1211.8	1299.0	1612.6
스웨덴	744.2	985.0	1130.5	1266.1	1447.9
영국	289.8	481.5	620.5	821.5	1033.1
미국	369.8	552.4	717.5	819.9	1031.9
OECD	444.0	643.7	764.0	832.8	1034.1

자료: OECD, "Energy Prices and Taxes," 2012 2Q.

IV. 우리나라의 탄소세 도입방안 131

〈표 IV-13〉 비상업(자동차용)경유 가격

(단위: PPP기준, 달러/리터)

	2003	2005	2007	2010	2011
프랑스	0.845	1.108	1,223	1,312	1,541
독일	0.965	1,229	1,408	1,514	1,786
이탈리아	1.027	1,279	1,424	1,508	1,812
일본	0.605	0,774	0,988	1,012	1,179
한국	0.979	1,366	1,653	1,821	2,121
스웨덴	0.869	1,104	1,239	1,381	1,572
영국	1,215	1,429	1,503	1,809	2,104
미국	0.398	0,633	0,761	0,791	1,017
OECD	0.750	1,008	1,165	1,293	1,538

자료: OECD, "Energy Prices and Taxes," 2012 2Q.

〈표 IV-14〉 보통휘발유 가격

(단위: PPP기준, 달러/리터)

	2003	2005	2007	2010	2011
캐나다	0.601	0,761	0,841	0,846	1,016
독일	1,168	1,388	1,598	1,749	n.a
일본	0,761	0,961	1,162	1,193	1,364
한국	1,630	1,810	1,984	2,073	2,344
미국	0,412	0,600	0,739	0,735	0,930
OECD	0,552	0,724	0,860	0,878	1,028

자료: OECD, "Energy Prices and Taxes," 2012 2Q.

〈표 IV-15〉 고급휘발유(95 RON) 가격

(단위: PPP기준, 달러/리터)

	2003	2005	2007	2010	2011
프랑스	1.084	1.257	1,426	1,540	1,730
독일	1.191	1,411	1,615	1,750	1,955
이탈리아	1.241	1,407	1,590	1,693	1,946
한국	n.a	n.a	n.a	2,315	2,596
스웨덴	1.007	1,168	1,312	1,443	1,568
영국	1.185	1,363	1,463	1,774	2,022
미국	0.438	0,626	0,768	0,767	0,963
OECD	0.650	0,828	0,961	1,018	1,204

자료: OECD, "Energy Prices and Taxes," 2012 2Q.

〈표 IV-16〉 산업용 전력 가격

(단위: PPP기준, 달러/MWH)

	2003	2005	2007	2010	2011
프랑스	42.2	43.4	75.4	92.5	100.8
독일	63.1	78.0	95.8	126.6	141.6
이탈리아	152.2	161.5	211.9	242.0	251.4
일본	100.9	104.3	113.5	121.6	133.7
한국	75.9	76.4	84.0	91.6('09)	n.a
스웨덴	n.a	n.a	57.7	76.8	75.8
영국	52.3	75.0	100.6	118.9	120.6
미국	51.3	57.3	63.9	67.9	69.6
OECD	72.7	80.6	93.4	110.2	118.7

자료: OECD, "Energy Prices and Taxes," 2012 2Q.

〈표 IV-17〉 가정용 전력 가격

(단위: PPP기준, 달러/MWH)

	2003	2005	2007	2010	2011
프랑스	119.4	123.5	128.0	143.0	155.1
독일	169.3	197.3	231.4	297.2	316.9
이탈리아	193.2	183.5	230.2	246.8	251.0
일본	154.1	160.5	172.8	182.8	194.9
한국	110.8	115.4	123.3	116.5	119.4
스웨덴	n.a	n.a	149.0	173.8	180.5
영국	10.6	130.1	158.4	181.0	194.0
미국	87.0	94.5	106.5	115.8	117.8
OECD	112.5	120.8	135.1	152.7	163.3

자료: OECD, "Energy Prices and Taxes," 2012 2Q.

다. 가격 중 조세의 비중

에너지가격의 결정에서 조세⁶⁵⁾의 비중은 중요한 의미를 지니고 있다. 즉, 절대적 가격과 함께 조세 비중의 분석을 통해 제품 유통시장 혹은 세

65) Energy Prices and Taxes(OECD)에서 분석하는 조세는 주로 부가가치세(VAT), 개별소비세(Excise Tax)를 중심으로 구성.

IV. 우리나라의 탄소세 도입방안 133

금조정 등 향후 정책방향과 대상을 설정할 수 있기 때문이다. 만약 절대적 가격이 외국에 비해 높는데 조세비중이 낮다면 국내 제품 유통시장에 대한 점검이 정책적으로 필요할 것이다. 또한 절대적 가격수준도 낮고 가격 중 조세 비중도 낮다면 조세부문의 조정을 통해 새로운 재원을 조달할 수도 있다.

산업용 저유황 연료유의 경우 가격 중 조세의 비중이 스웨덴을 제외하고는 상당히 높은 수준이다. 2011년 4분기 기준 최종소비자가가격의 11.0%로 스웨덴을 제외한 주요 유럽국가와 일본의 5% 수준에 비해 높은 수준이다. 경질연료유 가격 중 조세의 비중도 이탈리아와 영국을 제외하고 다른 국가들보다 높은 수준이다. 반면 가정용 연료유 가격에서 조세의 비중은 유럽국가들에 비해 낮은 수준이다. 2011년 4분기 기준 가격 중 조세 비중은 16.7%로 미국과 일본을 제외한 유럽국가들에 비해 상당히 낮은 수준이다.

수송용 연료의 경우에도 유럽국가들에 비해 조세의 비중이 낮게 나타난다. 휘발유, 경유 모두 유럽국가들에 비해 소비자가격 중 조세의 비중은 상당히 낮게 나타나고 미국, 일본에 비해서는 높은 수준이다.

〈표 IV-18〉 산업용 저유황 연료유 가격 중 세금 비중

(단위: %)

	2003	2005	2007	2010	2011	2011 4Q
프랑스	9.2	7.1	6.0	4.5	3.5	3.4
독일	13.4	10.3	8.7	6.4	4.9	4.7
이탈리아	13.5	10.2	9.1	7.1	5.6	5.4
일본	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8
한국	11.6	12.7	13.0	11.8	11.1	11.0
스웨덴	62.6	57.0	53.0	49.6	44.3	43.7

자료: OECD, "Energy Prices and Taxes," 2012 2Q.

전력에 대해서는 많은 국가들이 상대적으로 낮은 수준의 조세를 부과하고 있다. 특히 산업용의 경우 조세가 없거나 낮은 수준으로 부과되고 있다. 가정용의 경우 다수의 국가에서 산업용보다는 높은 수준의 조세를 부

과하고 있는데 우리나라의 경우 조세가 부과되고 있지 않다.

이러한 조세 비중 비교는 절대적 가격비교와 유사하여 조세의 부과가 에너지가격 결정에 상당한 영향을 미치고 있음을 보여준다.

〈표 IV-19〉 산업용 경질 연료유 가격 중 세금 비중

(단위: %)

	2003	2005	2007	2010	2011	2011 4Q
프랑스	19.2	12.5	11.2	10.0	8.0	7.7
독일	20.1	13.6	12.4	11.3	9.2	8.7
이탈리아	57.0	46.2	43.4	41.1	35.8	34.8
일본	11.0	9.0	8.2	8.3	7.7	7.9
한국	34.1	32.0	28.0	18.8	n.a	n.a
스웨덴	19.8	13.3	12.4	12.5	17.3	16.4
영국	20.6	19.1	23.8	21.4	17.5	17.0
미국	4.9	4.9	4.9	4.9	4.9	4.9

자료: OECD, "Energy Prices and Taxes," 2012 2Q.

〈표 IV-20〉 가정용 경질 연료유 가격 중 세금 비중

(단위: %)

	2003	2005	2007	2010	2011	2011 4Q
프랑스	30.9	26.1	25.1	24.3	22.8	22.5
독일	31.2	25.5	26.4	25.5	23.5	23.2
이탈리아	64.1	55.2	52.8	51.0	46.6	46.1
일본	9.0	8.0	7.3	7.4	7.0	7.1
한국	34.1	32.1	28.1	18.8	16.9	16.7
스웨덴	62.4	56.2	54.0	53.3	49.6	48.6
영국	26.0	22.1	25.2	25.1	21.2	20.6
미국	5.5	4.9	4.7	4.7	4.7	4.7

자료: OECD, "Energy Prices and Taxes," 2012 2Q.

IV. 우리나라의 탄소세 도입방안 135

〈표 IV-21〉 비상업(자동차용)경유 가격 중 세금 비중

(단위: %)

	2003	2005	2007	2010	2011	2011 4Q
프랑스	65.8	57.2	55.4	53.8	49.1	48.4
독일	66.8	57.9	56.2	54.5	49.0	48.3
이탈리아	62.6	53.8	52.8	51.5	48.6	50.3
일본	43.4	37.3	32.2	33.7	30.6	31.1
한국	49.8	48.0	49.1	43.6	38.8	38.1
스웨덴	59.2	55.2	53.8	54.8	50.8	50.0
영국	74.1	66.7	65.3	62.8	58.6	58.0
미국	30.6	20.2	17.4	17.6	13.6	13.6

자료: OECD, "Energy Prices and Taxes," 2012 2Q.

〈표 IV-22〉 보통휘발유 가격 중 세금 비중

(단위: %)

	2003	2005	2007	2010	2011	2011 4Q
캐나다	40.7	33.8	32.0	33.2	30.7	31.6
독일	74.9	68.2	65.3	62.2	n.a	n.a
일본	55.4	48.0	44.7	46.8	43.1	43.8
한국	66.5	61.2	57.9	52.7	47.8	47.0
미국	24.7	17.3	17.7	17.7	14.0	14.7

자료: OECD, "Energy Prices and Taxes," 2012 2Q.

〈표 IV-23〉 고급휘발유(95 RON) 가격 중 세금 비중

(단위: %)

	2003	2005	2007	2010	2011	2011 4Q
프랑스	74.3	67.1	63.7	61.5	57.1	57.4
독일	73.7	67.4	64.8	62.2	57.1	58.1
이탈리아	67.8	62.9	60.1	58.0	55.3	57.2
한국	n.a	n.a	n.a	50.1	45.7	44.9
스웨덴	70.1	65.3	63.4	62.2	57.4	57.5
영국	75.5	69.2	66.7	63.8	60.3	60.2
미국	23.3	16.6	17.0	17.0	13.5	14.1

자료: OECD, "Energy Prices and Taxes," 2012 2Q.

〈표 IV-24〉 산업용 전력 가격 중 세금 비중

(단위: %)

	2003	2005	2007	2010	2011	2011 4Q
프랑스	8.3	11.2	10.5	10.7	13.9	14.8
이탈리아	23.1	21.4	23.7	22.8	26.7	28.7
일본	7.8	7.7	7.5	7.5	7.4	n.a
스웨덴	n.a	n.a	1.0	0.7	0.7	0.8
영국	6.9	4.6	3.2	3.4	3.3	3.3

자료: OECD, "Energy Prices and Taxes," 2012 2Q.

〈표 IV-25〉 가정용 전력 가격 중 세금 비중

(단위: %)

	2003	2005	2007	2010	2011	2011 4Q
프랑스	23.7	25.0	24.8	27.1	29.4	29.4
독일	13.8	13.8	16.0	42.8	44.6	44.9
이탈리아	27.3	24.5	28.7	26.0	28.3	30.6
일본	6.8	6.7	6.6	6.6	6.6	n.a
스웨덴	n.a	n.a	39.5	37.2	26.8	36.8
영국	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8

자료: OECD, "Energy Prices and Taxes," 2012 2Q.

라. 소결

이러한 분석결과는 우리나라 에너지 관련 정책에 중요한 시사점을 제공해준다. 절대적 가격수준은 산업용 연료유의 경우 외국에 비해 높은 수준이며 수송용 연료는 상대적으로 낮은 수준이다. 가정용 연료유는 외국과 유사한 수준이다. 이는 수송용 연료에 대한 세부담 인상의 여지가 있음을 보여준다. 그러나 구매력 기준 평가에서는 대부분 에너지상품의 가격이 주요 선진국들에 비해 높게 나타나 경제주체가 느끼는 비용부담은 상당한 것으로 평가된다. 이는 석유제품에 대한 세율 인상에 장애요인으로 작용할 것이다. 기존 에너지 관련 조세가 부과되고 있지 않은 석탄에 대해서도 균형과세 차원에서 과세를 검토할 수 있다.

이차에너지인 전력의 경우, 주요국에 비해 절대적 가격뿐만 아니라 구매력기준 평가에서는 상당히 낮은 가격수준을 보여준다. 절대가격수준이 외국과 큰 차이를 보이지 않는 석유제품에 비해 큰 격차를 보인다. 이는 정부의 물가관리 의지가 상당부분 반영된 결과로 보인다. 외국과의 수출입을 통해 적절한 시장경쟁 압력을 느낄 수 있는 석유제품과 달리 전력은 구조적으로 폐쇄된 독점적 구조를 갖는 것도 큰 가격 격차의 원인이다. 향후 지구온난화에 대응하기 위한 정책의 효과성을 담보하기 위해서는 전력 부문에 대한 가격기능 회복이 중요할 수 있다.

2. 배출권거래제와의 역할 분담

가. EU 배출권거래제⁶⁶⁾

1) 개요

EU ETS란 EU가 역내 국가들이 교토의정서상의 온실가스 감축 의무 달성을 위해 온실가스 배출권을 거래할 수 있도록 2005년부터 가동한 세계 최대의 배출권거래제⁶⁷⁾이다. 동 제도는 1995년 이후 시행된 미국의 SO₂ 거래제⁶⁸⁾를 모델로 하였으며, 그 기본 틀은 SO₂ 거래제와 마찬가지로 일정기간 동안 오염원의 배출 상한(cap or limit)을 정하고 그 한도 내에서 배출권을 거래하는 총량거래제(cap and trade) 방식을 따르고 있다. 따라서 EU는 배출권거래제(ETS)하에 국가나 기업마다 설정된 온실가스 배출 허용치(emission allowances)에 대해 목표 이상의 삭감을 실현한 주체와 허용치를 넘은 주체가 그 과부족을 매매할 수 있도록 하고 있다. 이와 같이 시장 메커니즘을 전제로 한 ETS는 정부의 규제 시스템보다 적은

66) 이선화(2009)를 재편집

67) 2003년 7월 22일 EU는 2005년부터 ETS를 시행하는 것을 골자로 하는 Directive 채택에 합의

68) 미국의 SO₂ 거래제는 산성비 프로그램의 일환으로 시행된 최초의 온실가스 배출거래제임.

비용으로 환경 목표를 달성할 수 있다는 장점이 있다. 특히 시장 참가자는 배출권의 매매, 예치, 차입에 의해 최소의 비용으로 환경목표를 실현하기 위한 융통성 있는 수단을 선택할 수 있게 된다.

EU ETS는 EU 자체의 독립적인 온실가스 감축 및 거래 프로그램이지만, 교토의정서(Kyoto Protocol)에 의해 제시된 온실가스 의무감축량 달성을 목표로 하고 있다. 교토의정서의 경우 미국과 호주의 비준 거부로 2005년 2월에 이르러서야 발효되었는데 EU는 이미 ETS를 출범시킨 상태였다. 교토의정서(Kyoto Protocol)⁶⁹⁾는 지구온난화 규제 및 방지를 위한 국제협약인 유엔기후변화협약(UNFCCC)의 구체적 이행 방안으로서, 선진국(Annex I 국가)의 온실가스 감축 목표치를 규정하고 있다. 2008~2012년의 기간 동안 유엔기후변화협약 Annex I 국가에 대해 Annex A에 규정된 6개 온실가스의 배출량을 1990년 대비 5.2%(EU는 8%) 의무적으로 감축하도록 규정하고 있다.

교토의정서는 온실가스의 효과적 감축을 위한 배출권의 원활한 국가 간 거래를 위해, 교토메커니즘이라 불리는 배출권거래제(ET)와 공동이행제도(JI), 그리고 청정개발체제(CDM) 등의 3가지 유연성 프로젝트를 도입하였다. 유연성 프로젝트를 통해 선진국들이 온실가스 감축의무를 자국내에서만 모두 이행하는 어려움을 국가 또는 기업 간(cross-border or cross-sectional) 배출권의 거래나 공동사업을 통한 감축분의 이전 등을 통해 극복할 수 있도록 하고 있다. 이들 프로젝트를 통해 창출된 온실가스 배출권의 거래 단위는 각각 AAU(Assigned Amount Unit), ERU(Emission Reduction Unit), CER(Certified Emission Reduction)이라 한다. 특히 EU ETS상에서의 배출권 거래단위는 EUA(EU Allowance)⁷⁰⁾로 AAU에 해당하며, EU는 제한된 한도 내에서 CER과 ERU를 ETS Credit(배출권)으로 인정하고 있다. EU ETS에서의 배출권 총공급량은

69) 정식명칭은 기후변화에 관한 국제연합 규약의 교토의정서(Kyoto Protocol to the United Nations Framework Convention on Climate Change)임.

70) 1EUA는 1톤의 CO₂ 또는 1tCO₂로 환산된 다른 온실가스를 배출할 수 있는 권리를 말함.

배출권할당량(할당배출량)과 함께 프로젝트 Credit(배출권)에 의해 결정되게 된다.

〈표 IV-26〉 교토 메커니즘

프로젝트	내용
배출권거래제도 (Emissions Trading : ET) - 교토의정서 제17조	온실가스 감축 의무국가(Annex B)가 의무감축량을 초과하여 달성하였을 경우, 이 초과분을 다른 감축 의무국가와 거래할 수 있도록 허용하는 제도 : 반대로 의무를 달성하지 못한 국가는 부족분을 다른 Annex B 국가로부터 구입할 수 있음
청정개발체제 (Clean Development Mechanism : CDM) - 교토의정서 제12조	Annex I 국가(선진국)가 Non-Annex I 국가(개발도상국)에서 온실가스 감축사업을 수행하여 달성한 실적의 일부를 선진국의 감축량으로 허용하는 프로젝트 ¹⁾
공동이행제도 (Joint Implementation: JI) - 교토의정서 제6조	Annex I 국가들 사이에서 온실가스 감축 사업을 공동으로 수행하는 것을 인정하는 것으로, 한 국가가 다른 국가에 투자하여 감축한 온실가스 감축량의 일부분을 투자국의 감축실적으로 인정하는 프로젝트

주: 1) 청정개발체제는 공동이행제도와는 달리 1차 의무기간(2008~2012) 이전의 조기감축활동(Early Action)을 인정하는데 2000~2007년에 발생한 CERs(Certified Emission Reductions)을 소급하여 인정

자료: <http://cdm.kemco.or.kr/>, "교토메커니즘"

이선화, 『EU ETS를 통해서 본 배출권 초기할당의 이슈와 쟁점』, KERI Zoom-In 09-02, 2009. pp. 2~3 정리

EU는 ETS를 3기(phase)로 구분하여 운영하고 있는데, 시기별로 ETS 대상국가 및 산업활동의 범주를 별도로 지정하고 온실가스 의무감축량 달성 목표를 설정하고 있다. 교토의정서 1차 의무 이행기간(2008년~2012년) 이전인 2005~2007년의 3년간 1기 ETS를 시범적으로 운영하였고, 현재는 2기 ETS가 진행되고 있으며, 2013년부터 2020년까지 3기 ETS가 시행될 예정이다.⁷¹⁾

1기 ETS(2005~2007년)는 교토의정서 1차 의무 이행기간 이전에 시행되는 실험적 단계이므로 온실가스 감축의무 목표가 없었다(Mandatory

71) 오인하(2010) pp. 8~9.

warm-up phase). 1기 ETS에는 EU 25개국이 참여하였으며 참여대상 사업장은 1만 1,500개에 달하였다. 배출권 할당량 외에도 청정개발체제(CDM 프로젝트)에 의한 배출권 획득을 허용하였으며 거래대상 온실가스는 CO₂로 한정하였다.

2기 ETS(2008~2012년)는 교토의정서 1차 공약기간과 동일한 시기로, 교토의정서가 EU에 부과하고 있는 1990년 대비 8%의 온실가스 감축의무를 목표로 하고 있다(Mandatory Kyoto phase). 1기 EU 회원국 25개국에 새롭게 EU 회원국이 된 불가리아, 루마니아와 비회원국인 노르웨이, 아이슬란드, 리히텐슈타인이 참여한 30개국으로 운영하고 있다. 자국 내 감축 부담을 줄이기 위해 청정개발체제(CDM 프로젝트)와 함께 공동이행제도(JI 프로젝트)의한 배출권 획득을 국가별 상한선 한도 내에서 허용하고 있다. 또한 2기 ETS부터는 CO₂뿐만 아니라 교토의정서 Annex A에 규정된 다른 온실가스(메탄, 아산화질소, 수소불화탄소, 과불화탄소, 6불화황)를 거래대상에 포함하고 있다.

교토의정서 1차 공약기간 이후인 3기 ETS(2013~2020년)는 2007년 채택된 발리행동계획에 준하여 설계되었으며, 발리행동계획은 Annex I 국가들에 1990년 대비 25~40%의 온실가스 감축의무를 부과하고 있다. EU의 경우 이 기간 동안 1990년 대비 20%의 감축목표를 결의하였다.

EU ETS에는 일정규모 이상의 온실가스 배출원이 포함되는데 2기 ETS까지는 EU 온실가스 배출의 40%를 차지하는 에너지시설, 철금속 제조업, 유리·시멘트·요업 등의 산업시설 부문만 해당되었고 단위 배출규모가 작은 수송 및 주택부문 등은 제외되었다. 에너지시설 중에서도 소형 시설(20MW 미만 연소시설)과 화학산업 등은 제외되고 있다.

그러나 3기 ETS부터는 배출권 거래대상 산업 분야가 1~2기보다 확대될 예정이다. 알루미늄 제조 및 가공분야, 석유화학분야 등의 시설이 추가되는 것은 물론이며 2012년 1월 1일부터 수송부문 중 항공분야⁷²⁾가 포함되고 있다.

72) EU 회원국 영토 내 비행장에서 출발 혹은 도착하는 비행기를 포함하도록 되어 있으며 현재 미국, 중국 등 비 EU 국가들이 자국 국적 항공사들의 참여를 반대하고 있는 상황

〈표 IV-27〉 EU ETS 시기별 주요 내용

기간	1기 2005~2007년	2기 2008~2012년	3기 2013~2020년
관련 국제협약	<ul style="list-style-type: none"> - 의무협약 없음 	<ul style="list-style-type: none"> - 교토의정서 1차 공약기간 • EU는 1990년 대비 온실가스 8% 감축 목표 	<ul style="list-style-type: none"> - 발리행동계획 • UNFCCC Annex I 국가의 경우 2020년까지 1990년 대비 25~40% 감축 목표 - EU 목표 • EU 전체로는 최소한 1990년 대비 20% 감축목표 달성을 결의함 • 국제협약이 진전될 경우 30%까지 감축 가능
기간목표 (배출권 총량 기준)	<ul style="list-style-type: none"> - ETS 제도 확립을 위한 시험가동기간 - 등록, 감독, 보고, 인증 등 인프라 구축 - 1기 배출권 총량의 연도별 평균 규모는 2,298MtCO₂ 임 	<ul style="list-style-type: none"> - ETS 1기의 문제점 점검 및 범위 확대 - 교토의정서 1차 공약기간 의무감축 목표 달성 - EU 자체 승인목표 달성 • 전체 시설물 기준으로는 연간 2,082MtCO₂로 1기 대비 9.4% 감축 • 1기 대상시설물 기준으로는 2,028MtCO₂로 11.8% 감축 	<ul style="list-style-type: none"> - 2020년까지 ETS 해당 시설물에 대한 배출권 총량을 2005년 대비 21%까지 감축 • 2013년 이후 2008~2012년 기간 할당량의 중간 값을 기점으로 매년 1.74%씩 감축 ※ 2020년에 총할당량은 1.72MtCO₂로 추정됨

〈표 IV-27〉의 계속

기간	1기	2기	3기
참여대상 및 배출권 허용 범위	2005~2007년 - 25개국 약 11,500개 사업장 - Annex I 에 지정된 시설물 - CDM프로젝트에 의한 배출권 획득이 허용됨	2008~2012년 - 총 30개국 - EU 회원국인 루마니아와 불가리아, 비회원국인 노르웨이, 아이슬란드, 리히텐슈타인이 추가 - CDM에 더해 II 프로젝트에 의한 배출권 획득이 허용됨	2013~2020년 - 석유화학제품, 알루미늄 등 다수 부문 추가됨 - 2012년 항공부문 추가(EU 온실가스 배출의 3% 차지) - 소규모 사업장에 대해 참여 여부 선택권(opt-out) 허용
초기할당 방식	Burden Sharing Agreement에 의한 국가별 배출권 할당량 설정 - 1기&2기 ETS 무상할당의 기본 틀은 과거 배출실적기준(grandfathering)이나, 회원국에 따라 벤치마킹 기술(온실가스 감축 기술)을 채택하는 사업체에 ETS 적용 대상에서 제외하기도 함 • 국가할당계획에 의해 업종별, 사업장별로 할당 • EU 내 국가별 할당계획은 분권적 의사결정구조를 가짐 - 국가별로 일정 비율(1기: 5%, 2기: 10%)까지 경매를 통한 유상할당을 선택적으로 허용	- 총 30개국 - EU 회원국인 루마니아와 불가리아, 비회원국인 노르웨이, 아이슬란드, 리히텐슈타인이 추가 - CDM에 더해 II 프로젝트에 의한 배출권 획득이 허용됨	- EU 전체적 배출권 할당량만 설정 • 국가할당계획(NAP) 폐지 • 중앙집중화된 할당방식 채택 - 경매를 주된 할당방식으로 설정 • 전력부문은 2013년부터 전량 경매 - 기타 부문은 이행기간 설정 • 2013년에는 ETS 1기 연간 평균 배출량의 80%를 무상할당 • 2020년에는 무상할당 비율이 30%가 될 때까지 매년 균등 감축 • 2027년까지 무상할당 전면 폐지 - 3기 ETS 무상할당의 기준은 벤치마킹

〈표 IV-27〉의 계속

기간	1기	2기	3기
	2005~2007년	2008~2012년	2013~2020년
거래대상 온실가스	- 이산화탄소(CO ₂)	- 교토의정서 Annex I에 규정된 온실가스 · 이산화탄소(CO ₂), 메탄(CH ₄), 아산화질소(N ₂ O), 수소불화탄소(HFCs), 과불화탄소(PFCs), 6불화황(SF ₆) · 이산화탄소(CO ₂) 이외 온실가스에 대한 ETS 참여 여부는 선택 사항	
거래기간	- 배출권 예치(banking)와 대출(borrowing) 불가	- 다음 거래기로의 배출권 예치(banking)는 가능하지만 대출(borrowing)은 불가	
별칙규정	- 40유로/tCO ₂ - 업체명단 공개 - 초과 배출량은 이듬해 할당량으로부터 공제되며, 이 규정은 벌금과 무관하게 적용	- 100유로/tCO ₂	- 100유로/tCO ₂ · 유럽소비자물가지수에 연동
공식문건	- DIRECTIVE 2003_87_EC OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 13 October 2003(2003년 ETS 기본 지침) - DIRECTIVE 2004_101_EC OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 27 Oct 2004(CDM, JI 관련사항 추가) - DIRECTIVE 2009_29_EC OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 23 April 2009(2009년 지침으로 DIRECTIVE 2003_87_EC을 대폭 수정, ETS 3기 이후 적용 지침)		

자료: 이선화, 「EU ETS를 통해서 본 배출권 초기할당의 이슈와 쟁점」, KERI Zoom-In 09-02, 2009. p. 4 〈표 2〉 재인용.

〈표 IV-28〉 1기 EU ETS에 의무 참여하는 사업장
(Directives 2003_EC Annex 1)

분야	온실가스
Energy activities(에너지 분야) - 열에너지등급(a rated thermal input) 20MW 이상의 연소시설(유해 시설 또는 지자체 폐기물 소각시설 제외) - 광유(mineral oil)정제시설 - 코크스爐(Coke ovens)	CO ₂ CO ₂ CO ₂
Production and processing of ferrous metals(철금속 제조 및 가공분야) - 철광석(황화광물 포함) 배소(焙燒) 혹은 소결(燒結化) 시설 - 시간당 2.5톤을 초과하는 연속적주물이 가능한 선철(pig iron)이나 강철(steel)(1차 또는 2차융합) 생산시설	CO ₂ CO ₂
Mineral industry(광산업) - 1일 500톤 이상 생산 가능한 회전로(로터리킬른: rotary kilns)가 구비된 시멘트클링커 생산시설 또는 1일 50톤 이상 생산 가능한 회전로(로터리킬른 혹은 기타 용광로(other furnace)가 구비된 석회(lime) 생산시설 - 1일 20톤 이상의 용해능력을 가진 유리(유리섬유 포함)제조시설 - 1일 75톤 이상 생산 가능한 소성(燒成)가마, 4m ³ 이상의 가마 규모(kiln capacity) 또는 m ³ 당 300kg 이상 건조 가능한 가마(kiln)를 구비한 요업제품(특히 지붕타일, 벽돌, 내화벽돌, 타일, 석기제품이나 자기) 제조시설	CO ₂ CO ₂ CO ₂
Other activities(기타 산업) - 목재나 그 밖의 섬유 물질에서 얻는 펄프 생산 시설 - 1일 20톤 이상의 생산 능력을 가진 제지 및 판자 생산시설	CO ₂ CO ₂

자료: 에너지관리공단, 『유럽 국가배출권할당계획(NAP) 비교연구』, KEMCO-2005-26-Y, 2005. p. 33 〈표 13〉
EU, DIRECTIVE 2003/87/EC OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 13 October 2003.

〈표 IV-29〉 3기 EU ETS에 의무 참여하는 사업장
(Directives 2009_EC Annex I)

분야	온실가스
Energy activities(에너지 분야) - 열에너지등급(a rated thermal input) 20MW 이상의 연소시설(유해시설 또는 지자체 폐기물 소각시설 제외) - 광유(mineral oil)정제시설 - 코크스제조시설	CO ₂ CO ₂ CO ₂
Production and processing of ferrous metals(철금속 제조 및 가공분야) - 철광석(황화광물 포함) 배소(焙燒), 소결(燒結), 펠리트 시설 - 시간당 2.5톤을 초과하는 연속적주물이 가능한 선철(pig iron)이나 강철(steel)(1차 또는 2차융합) 생산시설 - 열에너지등급(a rated thermal input) 20MW 이상의 연소시설이 있는 철광석 생산 및 처리시설(처리에는 제분, 제가열, 소둔로(燒鈍爐), 금속세공, 도금, 산세척 등의 작업이 해당) - 1차 알루미늄 생산시설 - 열에너지등급 20MW 이상의 연소시설이 가동되는 2차 알루미늄 생산시설 - 열에너지등급 20MW 이상의 연소시설이 가동되는 비철 금속 생산 및 처리시설(합금생산, 정제, 주물선정 시설 포함)	CO ₂ CO ₂ CO ₂ CO ₂ & perfluorocarbons CO ₂ CO ₂
Mineral industry(광산업) - 1일 500톤 이상 생산 가능한 회전로(로터리킬른: rotary kilns) 또는 1일 50톤 이상 생산 가능한 용광로(furnace)가 구비된 시멘트클링커 생산시설 - 1일 50톤 이상 생산 가능한 회전로(로터리킬른) 또는 용광로가 구비된 석회 생산시설 혹은 백운암 또는 마그네사이트 하소(煨燒)시설 - 1일 20톤 이상의 용해능력을 가진 유리(유리섬유 포함)제조시설 - 1일 75톤 이상 생산 가능한 소성(燒成)가마가 구비된 요업제품 제조시설 - 1일 20톤 이상의 용해능력을 가진 암석, 유리 또는 슬래그를 활용한 단열·방음처리재(mineral wool insulation material) 제조 시설	CO ₂ CO ₂ CO ₂ CO ₂ CO ₂

〈표 IV-29〉의 계속

분야	온실가스
- 열에너지등급 20MW 이상의 연소시설이 가동되는 석고보드 및 기타 석고제품 생산시설 또는 석고건조 및 하소(煨燒)시설	CO ₂
Other activities(기타 산업) - 목재나 그 밖의 섬유 물질에서 얻는 펄프 생산 시설 - 1일 20톤 이상의 생산 능력을 가진 제지 및 판자 생산시설	CO ₂ CO ₂
(석유화학부문) - 열에너지등급 20MW 이상의 연소시설이 가동되는 카본블랙(석유, 타르, 중질유와 같은 유기질의 탄화로 생성) 생산시설 - 질산(nitric acid) 생산시설 - 아디프산(adipic acid) 생산시설 - 글리옥살과 글리옥살산(glyoxal and glyoxylic acid) 생산시설 - 암모니아(ammonia) 생산시설 - 분리(cracking), 재편성(reforming) 혹은 부분 또는 완전산화(partial or full oxidation)에 의한 유기물 생산시설 중 1일 100톤 이상 생산할 수 있는 시설 - 재편성(reforming) 혹은 부분산화(partial oxidation)에 의한 합성가스(synthesis gas) 또는 수소 생산시설 중 1일 25톤 이상 생산할 수 있는 시설 - 2009/31/EC Directives에서 허용하는 저장시설 중 운송 및 지질학적 저장을 이유로 Directives가 인정하는 시설에서 발생하는 온실가스 캡처 - 2009/31/EC Directives에서 허용하는 저장시설 중 지질학적 저장을 이유로 파이프라인에 의해 온실가스 수송하는 경우 - 2009/31/EC Directives에서 허용하는 저장시설 중 지질학적 온실가스를 저장하는 경우	CO ₂ CO ₂ & nitrous oxide CO ₂ & nitrous oxide CO ₂ & nitrous oxide CO ₂ CO ₂ CO ₂ CO ₂ CO ₂ CO ₂
Aviation(항공)	CO ₂

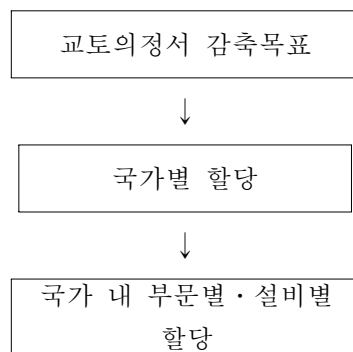
자료: EU, DIRECTIVE 2009/29/EC OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 23 April 2009.

2) EU ETS의 배출권 할당방법

배출권거래제하에서 지역 단위의 온실가스 감축 목표 또는 배출권 상한의 설정은 중요한 과정이다. EU ETS는 각 시기별로 온실가스 감축 목표의 이행을 위한 배출권 할당 상한 및 할당방식에 있어 차이를 보이고 있다.

1기와 2기의 EU ETS에서 배출권 할당은 1단계로 교토의정서 감축목표를 위한 할당량을 결정하고, 2단계로 국가별로 재분배한 후 3단계로 국가 내 부문별·설비별로 할당하는 단계를 거치고 있다. EU는 교토의정서가 부과한 8% 감축의무를 만족시킬 수 있도록 15개 회원국에 대해 온실가스 배출실적, 감축여력, 경제발전 정도와 같은 국가별 여건을 감안하여 체결한 부담배분협정(Burden Sharing Agreement)을 통해 할당하고 있다. 국가별 배출 총량을 토대로 각 EU 회원국은 부문별·설비별로 배출권을 무상 할당하는 국가할당계획(NAP: National Allocation Plan)⁷³⁾을 수립하고 있다.

[그림 Ⅲ-10] 1기 & 2기 EU ETS에서의 배출권 할당 단계



자료: 이선화, 「EU ETS를 통해서 본 배출권 초기할당의 이슈와 쟁점」, KERI Zoom-In 09-02, 2009.

73) 1기와 2기의 ETS 참가국은 국가할당계획(NAP)을 통해 업종별·사업장별 할당량을 포함한 총배출할당량을 유럽집행위에 신청해야 함.

〈표 IV-30〉 주요 배출권 할당방식

구분	특징	문제점
무상 할당 방식	과거배출실적기준 (grandfathering)	- 경제발전이나 기술발전 등 경제의 동태적 전개와 조화되기 어려움 - 신규 진입 또는 폐업하는 기업의 경우 공정하고 효율적인 할당에 있어 상대적으로 불리 - 조기행동(early action) ²⁾ 보상을 위한 보완정책 필요
	산출물기준 (output based)	- 현재 생산량 ³⁾ 을 기준으로 할당 - 생산을 유인하는 구조로 인해 과다 생산 유도
	벤치마킹 (benchmarking)	- 배출권 할당의 기준을 부문별로 설정 : 부문별 온실가스 절감 역량을 최고 또는 평균 기술에 기준에 의하여 평가 - EU ETS 3기의 무상배분 할당방식으로 사용될 예정 - 부문에 대한 정의가 어려움 - EU 내 국가별 친환경기술의 격차로 인해 정치적 합의가 쉽지 않음
유상 할당 방식	경매(Auction)	- 배출권 거래 참여자가 입찰하여 입찰에 성공한 양만큼 할당받음 - 현실적으로 경매 설계가 쉽지 않음 - 기업에 막대한 비용부담 - 국제경쟁력 저하: 탄소산업의 이탈효과(carbon leakage) ⁴⁾ 발생

주 : 1) 기준연도(고정 또는 변동)의 배출량을 의미하며, ETS 2기에 프랑스, 독일, 네덜란드 등이 기준연도를 1990년에서 2005년으로 변경하였.

2) 기업이 배출권거래제도 시행 전에 스스로 온실가스 배출 감축 활동을 수행하는 것을 의미함. 현재 유럽 내 배출권거래제인 EU ETS는 조기행동에 대한 보상을 인정하지 않고 있음

3) 현재 할당량 = 현재 생산량 × (기준연도 배출량/기준연도 생산량)

4) 탄소배출비용에 따라 기업의 생산거점 이전 가능성을 의미

자료: 이선화, 「EU ETS를 통해서 본 배출권 초기할당의 이슈와 쟁점」, KERI Zoom-In 09-02, 2009, p. 7.

조현진, 「배출권의 할당과 시장지배적지위」, 『법학연구』(연세대학교 법학연구원) 제22권 제1호 (2012년 3월) pp. 213~216.

에너지관리공단, 『유럽 국가배출권할당계획(NAP) 비교연구』, KEMCO-2005-26-Y, 2005, pp. 22~24.

3기 EU ETS에서는 배출권 할당방식이 전면 개편되는데, 가장 중요한 변화는 EU 전체의 배출권 상한만 남고, 국가별 할당 목표 및 국가 할당계획(NAP)이 전부 폐지된다는 점이다. 배출권 할당방식은 크게 무상할당 방식과 경매방식인 유상할당방식으로 구분하며, 무상할당방식은 그 기준에 따라 과거 배출실적, 산출물, 그리고 벤치마킹 기준 등 3가지로 나누어질 수 있다.

1기와 2기 EU ETS에서는 초기 할당의 주된 방법으로 국가별 무상할당이 이용되었다. 1기에서는 총배출권의 95%를 무상할당하고 5%를 경매를 통해 분배하였으며, 2기에서는 총배출권의 90%를 무상할당, 10%를 국가별 경매로 분배하고 있다.

3기 EU ETS에서는 경매방식의 유상할당이 기존의 국가별 무상할당방식을 대체할 예정이다. 한시적으로 무상할당이 유지되는 부문에는 실적기준 중심의 할당방식에서 상위 기술을 기준으로 한 벤치마킹 방식으로 대체될 예정이다.

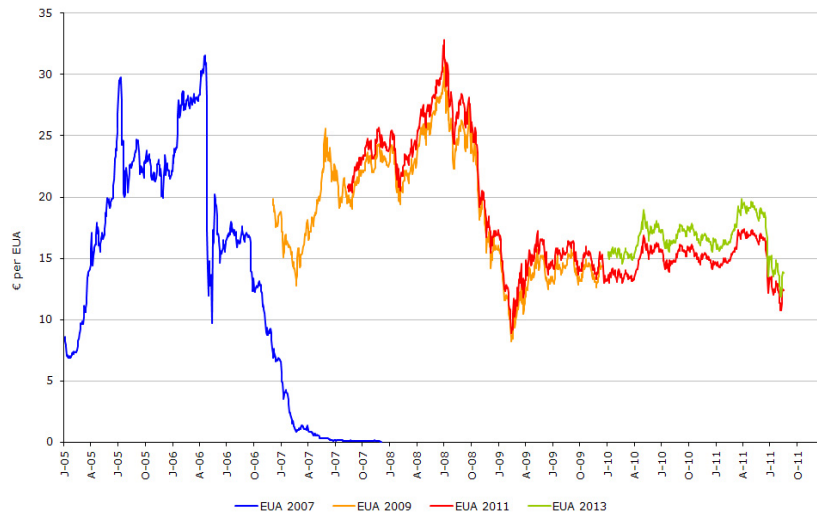
3) EU ETS 운영결과

ETS 운영결과는 배출권 가격으로 판단할 수 있다. 배출권거래제도가 실제 경제활동에 제약적으로 작용하였다면 상대적으로 높은 가격을 보일 것이고 그렇지 않다면 낮은 가격을 보일 것이기 때문이다. 1기(2005~2007) 배출권의 가격은 국제에너지가격상승, 이상기온 등의 영향으로 최고 30유로 이상까지 급등하였다가 2007년 말 0.03유로로 급락하였다. 이는 1기 탄소배출권이 무상으로 과잉할당이 이루어졌다는 점과 배출권 자체가 EU-ETS 2기로의 이월(banking)이 금지되었기 때문이다. 이에 따라 탄소배출권의 가격 변동성이 확대되었다.

반면 EU-ETS 2기에서는 EU-ETS 1기 시범기간 동안에 나타났던 문제점을 보완함으로써 탄소배출권의 가격이 비교적 안정적 흐름을 보였으나, 재정위기가 시작된 2008년 중반 이후에는 급락하였다. 구체적으로 탄소배출권의 가격이 2008년 상반기까지 비교적 안정적 흐름을 보였으나,

2008년 8월 30유로를 정점으로 하락하기 시작하여 2009년 초반 8유로까지 급락하였다. 2009년 5월 이후 13~16유로 수준으로 회복하였다가 2011년 중반 이후 다시 하락하여 10유로 내외 수준을 유지하고 있다. 특히 2기에는 과거 1기 때 2기로 배출권이 이월되지 않던 문제를 보완해 2기에서 3기로 배출권이 이월될 수 있도록 허용하였다. 이로 인해 2기에서 3기로의 배출권 이동과정에 도덕적 해이가 생길 것을 우려해 배출권거래제 위반에 따른 벌금을 톤당 40유로에서 100유로로 인상하였다. 또한 배출권 차입(borrowing)은 2기 기간 내에서는 허용되지만 기간 간에는 허용되지 않도록 하고 있다.

[그림 Ⅲ-11] 배출권(EUA) 거래가격(선물) 추이



주: EU-ETS의 주요 거래소로 유럽기후거래소(European Climate Exchange: ECX), 노르웨이의 전력거래소 Nord Pool, 독일의 에너지 거래소(European Energy Exchange: EEX), 프랑스의 Bluenext 등이 있으며, 이 중 ECX가 유럽의 최대거래시장임.

자료: <http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/figures/eua-future-prices-200520132011>

나. 우리나라 탄소 배출권거래제

우리나라는 2012년 5월 온실가스 배출권거래제 도입을 위해 「온실가스 배출권의 할당 및 거래에 관한 법률」을 제정하였다. 온실가스 배출권 거래제의 운영 가능성을 규정한 「저탄소 녹색성장 기본법」 제46조에 따른 것이다.

저탄소 녹색성장 기본법 제46조(총량제한 배출권 거래제 등의 도입) ① 정부는 시장기능을 활용하여 효율적으로 국가의 온실가스 감축목표를 달성하기 위하여 온실가스 배출권을 거래하는 제도를 운영할 수 있다.

② 제1항의 제도에는 온실가스 배출허용 총량을 설정하고 배출권을 거래하는 제도 및 기타 국제적으로 인정되는 거래제도를 포함한다.

③ 정부는 제2항에 따른 제도를 실시할 경우 기후변화 관련 국제협상을 고려하여야 하고, 국제경쟁력이 현저하게 약화될 우려가 있는 제42조제5항의 관리업체에 대하여는 필요한 조치를 강구할 수 있다.

④ 제2항에 따른 제도의 실시를 위한 배출허용량의 할당방법, 등록·관리방법 및 거래소 설치·운영 등은 따로 법률로 정한다.

자료: 법제처 홈페이지

배출권거래제에 따른 배출권 할당 대상업체는 저탄소 녹색성장 기본법(시행령)에 의해 정하는 기준량⁷⁴⁾ 이상의 온실가스 배출업체 및 에너지 소비업체 중 최근 3년간 온실가스 배출량의 연평균 총량이 125,000 이산화탄소상당량톤 이상인 업체 혹은 25,000 이산화탄소상당량톤 이상인 사업장의 해당 업체, 그리고 자발적으로 신청한 업체로 규정하고 있다.

온실가스 배출거래제는 2015년 1월 1일부터 적용되며 1, 2차 계획기간으로 구분하고 있다. 1차 계획기간은 2015년 1월 1일~2017년 12월 31일까지 3년간이며, 2차 계획기간은 2018년 1월 1일~2020년 12월 31일로 3년이다. 1, 2차 계획기간에 적용되는 무상할당비율은 95% 이상으로 부칙에 규정되어 있다.

74) 현재 시행령의 별표 기준은 제정되지 않았음.

온실가스 배출권의 할당 및 거래에 관한 법률 제8조(할당대상업체의 지정)

① 대통령령으로 정하는 중앙행정기관의 장(이하 "주무관청"이라 한다)은 매 계획기간 시작 5개월 전까지 제5조제1항제3호에 따라 할당계획에서 정하는 배출권의 할당 대상이 되는 부문 및 업종에 속하는 온실가스 배출업체 중에서 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 업체를 배출권 할당대상업체(이하 "할당대상업체"라 한다)로 지정·고시한다.

1. 기본법 제42조제5항에 따른 관리업체(이하 "관리업체"라 한다) 중 최근 3년간 온실가스 배출량의 연평균 총량이 125,000 이산화탄소상당량톤(tCO₂-eq) 이상인 업체이거나 25,000 이산화탄소상당량톤(tCO₂-eq) 이상인 사업장의 해당 업체
 2. 제1호에 해당하지 아니하는 관리업체로서 할당대상업체로 지정받기 위하여 신청한 업체
- ② 제1항에 따른 할당대상업체의 지정·고시 및 신청 등에 관하여 필요한 세부 사항은 대통령령으로 정한다.

자료: 법제처 홈페이지

정부는 2012년 7월 23일 입법예고한 온실가스 배출권의 할당 및 거래에 관한 법률의 시행령⁷⁵⁾에서 무상할당률을 1차 계획기간은 100%, 2차 계획기간 동안은 97%로 제시하였으며 이후 3차 계획기간에는 90% 이하로 제시하였다. 이러한 무상할당률은 우리나라보다 앞서 2005년부터 배출권 거래제를 시행한 EU와는 차이를 보여주고 있다. 즉 EU는 1차 기간인 2005년~2007년 기간 동안 0.12%의 유상할당비율(즉, 무상할당비율 99.88%)을 보였으며 2차 기간인 2008년~2013년에는 3.1%의 유상할당 비율(96.9%의 무상할당 비율)을 적용하였다. 또한 무역집약도와 생산비용 발생의 기준을 적용하여 EU와 동일하게 민감업종에 대해 배출권의 전부를 무상으로 할당할 수 있는 기준도 마련하였다. 구체적으로 시행령을 통해 규정된 무상할당이 가능한 업종은 ① 생산비용발생도 5% 이상 + 무역집

75) 국무총리실, 녹색성장위원회 보도자료 「온실가스 배출권거래제 시행령 입법 예고」(2012.7.23). 동 시행령에 대한 공청회에서 기업계 관계자들은 무상할당기간 연장(예: 2020년)이 필요하다는 입장이었고 기타 관계자들은 민감업종 기준, 과잉 무상할당의 문제에 대한 지적이 있었다(이투뉴스 8월 17일)

IV. 우리나라의 탄소세 도입방안 153

약도 10% 이상, 또는 ② 생산비용발생도 30% 이상, 또는 ③ 무역집약도 30% 이상인 업종이다. 여기서 생산비용발생도는 온실가스 배출에 따른 비용을 업종의 평균 부가가치에 비교한 지표이며 무역집약도는 업종의 수출입이 매출과 수입액의 합계에서 차지하는 비중이다.

- 생산비용발생도 = (해당 업종의 기준기간 평균 온실가스 총배출량 × 기준기간 배출권 평균 가격) / 해당 업종의 기준기간의 평균 총부가가치 생산액
- 무역집약도 = (해당 업종의 기준기간의 연평균 수출액 + 해당 업종의 기준기간의 연평균 수입액) / (해당 업종의 기준기간의 연평균 매출액 + 해당 업종의 기준기간의 연평균 수입액)

자료: 국무총리실, 녹색성장위원회 보도자료, 「온실가스 배출권거래제 시행령 입법예고」, 2012. 7. 23.

다. 배출권거래제와 탄소세의 조화

EU의 경우 대부분의 국가가 배출권거래제가 도입되기 이전에 탄소세 개념의 과세가 도입되었고 이는 2005년 배출권거래제 시행과 함께 미세조정을 시행해 나가고 있다. 즉, 배출권거래제가 사후적으로 도입되어 각 국가들이 동의할 수 있는 대규모 탄소배출 사업장에 대한 추가적인 부담요인으로 작용하고 있다.

우리나라의 경우 2015년 배출권거래제도의 도입이 예정되어 있으므로 탄소세 개념이 도입된다면 배출권거래제 도입 이전에 배출권거래제를 보완하는 역할로 하는 것이 바람직하다. 사실상 배출권거래제도가 일정규모 이상의 대규모 에너지소비업체만 적용되므로 탄소세 개념은 배출권거래제도 적용대상이 아닌 산업, 수송, 가정부문에 초점을 맞출 필요가 있다. EU 배출권 거래제 이전에 도입된 각국의 탄소세 운영도 산업부문에 대해 낮은 세율 적용 등 경쟁력 측면의 고려가 있었다. 우리나라의 경우 적어도 2016년 말까지 탄소배출권이 무상할당될 것이므로 이를 감안하여 비산업 부문에 대한 점진적인 탄소세 도입방안을 마련하는 것이 중요하다.

3. 탄소세 도입방안

가. 탄소세 설계 시 고려 요인

기존 에너지과세와 도입예정인 배출권거래제와 조화될 수 있는 탄소세를 도입하기 위해서 과세방법과 과세대상, 세율 수준의 결정이 필요하다.

〈표 IV-31〉 탄소세 도입을 위한 고려사항

세부 이슈	결정원칙 및 대안
과세방법	- 기존 에너지 관련 과세제도의 범위와 과세수준, 소비자 수용성 등을 감안하여 결정 - 주요 대안: ① 독립 세목(신규), ② 현 에너지과세의 부가요율
과세범위	- 현행 에너지 관련 과세의 비과세 부문 크기, 조세로 인한 국제가격과의 격차, 경제주체의 부담 수준, 배출권거래제 대상 등을 감안하여 결정 - 주요 대안: ① 모든 에너지제품에 대한 과세, ② 현 저과세부문 중심 과세
과세수준	- 탄소배출의 사회적 비용, 기존 유류세와의 중복성, 외국과의 가격격차, 경제주체의 부담 등을 감안하여 결정 - 주요 대안: ① 사회적 외부성 수준만큼 부과, ② 낮은 수준의 추가과세
과세기준	- 에너지가격 변동의 영향, 과세수준 결정논리와 연계성 등을 감안하여 결정 - 주요 대안: ① 종량세, ② 종가세

먼저 과세방법에 대한 결정이다. 과세방법은 구체적으로 어떠한 세목을 통해 탄소세 개념을 구현할 것인지가 문제인데 구체적으로 탄소세 개념을 잘 반영하기 위해 새로운 세목을 신설하는 방법과 탄소세 개념을 기존 세제에 반영하는 방법으로 나누어 볼 수 있다. 이러한 과세방법의 결정에 있어서는 기존 에너지 관련 과세제도의 범위와 과세수준, 소비자 수용성 등에 대한 점검이 필요하다. 기존 에너지관련 과세제도의 범위는 새로운 세목의 도입 필요성에 큰 영향을 미칠 수 있다. 즉, 기존 에너지 과세제도가

폭 넓게 형성되어 있다면 새로운 개념의 탄소세는 이러한 기존 에너지 세제에 추가적인 변화요인에 불과할 것이기 때문이다. 에너지 제품에 대한 과세 근거를 추가한다는 측면에서는 현 에너지 과세에 부가하는 부가세의 성격도 바람직하다. 이러한 사례는 독일, 핀란드에서 찾아볼 수 있다. 반면 기존 에너지 과세제도가 좁게 형성되어 있다면, 비과세 부문에 과세를 집중한다는 측면에서 새로운 세목을 신설하는 방안도 바람직하다. 영국의 사례가 대표적이다. 납세자 수용성도 중요한 고려요인이 될 수 있다. 기존의 조세체계가 복잡하고 새로운 세목 신설에 대한 납세자의 수용성이 높지 않다면 기존 세목의 세율결정 요인을 추가하는 방식이 유리하다. 반면 기존 에너지 관련 세율 수준이 높지 않고 납세자들의 환경정책 추진에 대한 수용성이 높다면 독립된 세목으로 부과하는 것도 가능할 것이다. 우리나라의 경우 이미 상당한 수준의 에너지 관련 과세가 이루어지고 있고 세목 역시 다양하게 존재하고 있으므로 별도의 세목 도입보다는 기존 세목의 요율 결정에서 반영하는 방식의 도입이 바람직할 수 있다. 현재 운영되고 있는 교통·에너지·환경세, 개별소비세는 이미 다양한 과세목적이 공존하고 있으므로 탄소세의 개념 반영은 그리 큰 문제가 아니다.

두 번째는 탄소세 과세범위의 결정방식이다. 탄소세 과세범위의 결정에 있어서는 과세 효율성, 국제가격과의 격차, 경제주체의 부담수준 등이 고려되어야 한다. 과세 효율성 측면에서는 탄소세가 전반적인 에너지 과세의 효율성을 높이는 방향으로 작용하여야 한다는 것이다. 효율성 측면에서 먼저 고려하여야 할 사항은 비과세부문에 대한 축소이다. 현행 에너지 관련 과세에서 제외되고 있는 부문에 대해서는 효율성 측면에서 탄소세 부과대상에 우선적으로 포함될 필요가 있다. 우리나라의 경우 비과세되고 있는 유연탄, 무연탄, 전력 등이 우선순위가 높은 잠재적인 과세대상이다. 국가간 가격 격차 측면은 절대가격과 구매력 기준 가격으로 나누어 볼 수 있다. 산업용 에너지수요의 경우 국가간 절대가격 격차가 과세범위 결정의 중요한 요인이 될 수 있다. 산업용 에너지 비용의 격차는 각 국가 산업생산업품의 가격경쟁력에 영향을 미치기 때문이다. 탄소세와 또 다른 차원에서 탄소배출에 대한 시장가격을 형성하는 배출권거래제도의 도입 여부도

중요하다. 이미 EU에서는 대규모 산업체에 대한 배출권거래제를 시행하고 있으며 우리나라에서도 2015년부터 시행할 예정이다. 비슷한 여건을 감안하면 유럽 국가들과의 절대가격 격차는 우리나라 탄소세의 부과범위를 결정하는 데 중요한 참고자료가 될 수 있다. 이러한 관점에서 볼 때 상대적으로 낮은 산업용 유연탄, 전력 가격은 탄소세 도입의 여지가 존재한다.

〈표 IV-32〉 탄소세 과세방법별 대안의 장단점

	장점	단점
독립세목	- 자율적 제도설계 - 세제방향 전환효과	- 기존 에너지세제와 중복성·복잡성 증가 - 납세자 수용성 하락
기존 세목의 요율 부가	- 제도설계의 간편성 - 납세자 수용성 개선	- 정책관심 하락 가능성 - 장기적 지속가능성 의문

구매력 기준 가격은 내수용 에너지의 가격결정에 중요한 요인이다. 즉 조세 부담주체인 가계 등이 높아진 가격에 대해 느끼는 정도를 나타내기 때문이다. 구매력 기준 에너지가격이 외국에 비해 높다면 탄소세 목적의 추가적인 세율 인상에 대한 수용성이 낮아지게 된다. 우리나라의 경우 수송용 및 가정용 에너지제품의 구매력 기준 가격은 전력을 제외하고는 주요 선진국에 비해 상당히 높은 수준이다. 유가 상승기에 유류세 인하 요구가 높아지는 것에는 이러한 요인들도 작용하는 것으로 판단된다.

〈표 IV-33〉 탄소세 과세범위 대안의 장단점

	장점	단점
전 에너지제품	- 정책 및 요율 일관성 유지	- 부담능력 등에 기초한 요율차별화 곤란 - 요율의 하향화
저과세 부문	- 과세효율성 제고 - 납세자 수용성 향상	- 과세부문의 저항 가능성

IV. 우리나라의 탄소세 도입방안 157

세 번째는, 세율 수준의 결정이다. 탄소세의 세율 수준을 결정하는 데 있어 가장 간단한 방법은 탄소배출의 사회적 비용 수준만큼 부과하는 방안이다. 탄소배출이 야기하는 사회적 비용만큼 조세를 부과하여 효율적인 에너지소비를 유도하는 피구조세(Piguvian tax) 방식이다. 그러나 이 방안의 경우 사회적 비용에 대한 직접적 추계의 어려움이 존재한다. 전 지구적 문제인 기후변화에 미치는 탄소배출량의 영향은 기술적으로도 어려울 뿐만 아니라 자연자원에 대한 주관적 가치평가의 문제도 포함하기 때문이다. 김승래·김지영(2010)은 사회적 비용의 직접적 측정의 문제를 회피하기 위해 유럽의 이산화탄소 배출권 평균가격을 이용하였다. 이는 유럽사회에서 받아들여지는 이산화탄소의 사회적 비용으로 볼 수 있는 합리적인 방안이다. 다만 이 경우에는 경기상황에 따라 이산화탄소 배출권의 가격 변동이 매우 심하다는 문제점은 있다. 전체적으로 15유로/톤 내외에서 배출권의 가격이 유지되다가 최근에는 경제위기로 3유로/톤까지 가격이 하락하였다. 다른 대안은 기존 에너지과세에 대한 부가세의 형태로 일정세율 수준을 부과하는 방법이다. 유럽의 탄소배출권 거래가격을 직접적으로 적용하는 방안은 유럽과 우리나라의 소득 및 발전 정도 차이를 감안하지 않은 방법이므로 적절한 수정이 필요하다. 실제 우리나라 탄소배출권거래제 운영시기에 대한 공청회에서도 정부 계획상 2017년 말까지 무상할당을 유지할 계획이나 산업계의 의견은 2020년까지 연장해 줄 것으로 요구하고 있다. EU의 사례를 그대로 적용하는 것에 대한 부담을 보여준 사례라 할 수 있다. 만약 유럽의 가격수준을 그대로 적용하기 어렵다면 적절하게 인하된 수준을 적용할 수밖에 없다.

〈표 IV-34〉 탄소세 부과수준 대안별 장단점

	장점	단점
사회적 비용 부과	- 부과논리의 정합성	- 유류세와 기능중복 가능성 - 과도한 세부담 가능성
낮은 세율 부과	- 유연한 부과수준 - 기존 세제와 조화	- 부과논리의 취약성

네 번째는, 탄소세의 과세기준이다. 즉 탄소세를 에너지소비량에 따른 종량세로 부과할 것인지 아니면 가격에 따른 종가세로 부과할 것인지를 문제다. 에너지 제품의 양에 기준하여 조세를 부과하는 종량세체계는 부과근거가 에너지소비량에 밀접한 연관이 있을 때 채택할 수 있는 방안이다. 다양한 정책적 목적을 위해 도입된 기존 에너지세제(개별소비세, 교통에너지환경세)도 종량세의 형태를 취하고 있다. 반면 조세의 부과근거가 일정세수 확보 등 에너지소비량과 연관성이 깊지 않을 때는 주로 종가세 방식을 취한다. 에너지 제품에 부과되는 부가가치세 등은 종가세이다. 탄소세의 경우, 부과논리가 에너지제품의 소비에 따른 탄소배출을 억제하는 것이므로 에너지 제품별 탄소 함량에 따라 부과하는 것이 바람직하다. 즉 탄소세는 종량세의 형태로 부과되는 것이 부과논리에 부합하는 방안이다.

나. 탄소세 설계

탄소세 도입방안으로 복수의 시나리오를 구성하였다. 제반 요인들의 검토를 거쳐 ① 기존 저과세부문에 대한 과세 강화, ② 낮은 수준의 탄소세율 부과를 주요 방안으로 삼았다. 저과세부문의 과세 강화는 에너지부문 과세의 효율성을 높이기 위한 방안으로 세부담 구조의 불균형으로 인한 수요구조 왜곡을 방지하기 위해서이다. 과세기반의 형평성을 확보하기 위해서는 낮은 수준의 탄소세율을 적용할 수밖에 없다. 기존 저과세부문의 경우 상당한 저과세논리가 존재하고 있어 초기단계부터 상당한 수준의 과세를 시행하기 어렵기 때문이다. 외국과의 에너지제품 절대가격과 구매력 기준 가격비교에서도 우리나라의 에너지제품 가격은 대체적으로 높은 수준으로 추가적인 과세여력은 높지 않았기 때문이기도 하다.

탄소세 부과요율의 결정에 있어 EU 배출권거래제 가격을 이용하는 방안에 대해서는 이전 연구와 다른 접근이 필요하다. 즉 김승래·김지영(2010), 허경선·성명재·김승래(2012) 등 선행연구에서는 EU 배출권거래제하에서의 가격을 사회적 외부비용으로 보고 우리나라 탄소세율 시나리오로 직접 이용하였으나 이는 수정될 필요가 있다. EU 배출권거래제는

IV. 우리나라의 탄소세 도입방안 159

상당규모 이상의 산업체에 적용되는 제도로 동 가격은 산업부문에 대한 탄소세 요율이라 할 수 있기 때문이다. 더구나 이러한 산업부문의 탄소세 요율도 과거 배출량에 대해 96.9%(EU 2차 계획기간)까지 무상할당되고 있어 실질적으로는 한계비용⁷⁶⁾에 가깝다. 또한 배출권거래제도에 포함되지 않는 비산업용에 대한 탄소세 요율은 일반적으로 산업부문과 같은 국제경쟁력 이슈가 없어 상대적으로 높게 설정되는 경향이 있다. 이러한 경향을 감안하여 시나리오를 구성하였다.

우선 시나리오는 2단계로 구성한다. 1단계에서는 기존 에너지과세부문에 불균형의 문제를 해소하는 과정이며 이를 바탕으로 본격적인 탄소세의 개념을 도입하는 단계가 2단계이다. 즉, 2단계에서는 2015년부터 시행될 탄소 배출권거래제와도 조화를 추구한다.

우선 1단계에서는 에너지 과세기반의 형평성을 제고하기 위해서 기존 에너지과세에서 제외되고 있는 석탄과 전력에 대한 과세를 시행한다. 전력에 대한 과세가 이루어짐에 따라 전력생산을 위해 이용되는 유연탄, 무연탄 등에 대해서는 과세하지 않는다. 2단계에서는 배출권거래제의 시행과 함께 추진되는데 배출권거래제 대상이 아닌 부문을 포함하면서 국제경쟁력을 감안하여 산업부문과 비산업부문의 과세균형을 유지하는 방안이다.

과세요율은 1단계에서는 과세기반의 형평성 측면을 고려하여 낮은 수준으로 부과한다. EU 배출권거래제에서 나타나는 최근의 가격 3유로/탄소톤⁷⁷⁾과 함께 2009년~2010년 기간 동안의 가격 15유로/톤의 절반 수준인 7유로/탄소톤을 적용한다. 7유로/탄소톤의 세율은 우리나라와 EU국가간의 소득격차를 반영한 것이다. 2010년 기준 1인당 GDP는 우리나라 20,753달러로서 OECD 유럽 24개국 평균 39,943달러의 52.0% 수준임을

76) 효율성 측면에서는 한계비용으로 조세를 부과하는 것이 바람직한 방법이나 과거 배출량에 대해 비용을 지불하지 않게 설계되어 있으므로 이를 반영하여야 한다.

77) 김승래·송호신·김지영(2010), 허경선·성명재·김승래(2012) 등 선행연구에서는 25유로 정도의 높은 가격도 분석하였으나 EU와의 소득격차, 에너지 소비 증가율 차이 등을 감안할 때 동일수준의 과세는 국내 경제에 더욱 제약적으로 작용할 것이므로 실제적 적용가능성 측면에서 제외.

반영한 것이다.⁷⁸⁾ 2단계 과세요율은 배출권 가격추이와 연계되어 고려되어야 한다. 에너지다소비업종을 중심으로 한 산업부문의 가격이 3유로 수준으로 된다는 가정하에서 비산업용 부문은 산업부문보다 높은 요율을 적용하였다.⁷⁹⁾ 일반적으로 비산업부문과 산업부문과의 적절한 요율격차에 대한 연구는 없다. 교역재를 생산하는 산업부문의 경우 국제경쟁력을 감안하여 상대적으로 낮은 요율을 적용하고 있는 것이 일반적인 추세이다. 이러한 추세를 감안하여 예상되는 배출권 가격의 절반에 가까운 수준으로 비산업부문에 대해 추가 과세하는 것이 2단계 과세이다.⁸⁰⁾

〈표 IV-35〉 탄소세 도입 시나리오

	1단계	2단계
과세범위	에너지부문 과세균형 회복 (비과세부문(석탄, 전력) 과세 전력생산용 연료는 비과세)	산업부문, 비산업부문 균형과세 (배출권거래제, 탄소세)
세율	① 3유로/탄소톤 ② 7유로/탄소톤	① 배출권거래제 비대상: 2유로/ 탄소톤(1단계의 약 60% 수준) ② 배출권거래제 비대상: 4유로/ 탄소톤(1단계의 약 60% 수준)

주: 배출권거래제는 에너지다소비업종에 적용

탄소세 도입 시나리오에 따라 각 유종별 가격변화를 살펴보면 1단계 과세에 의해서는 기존 비과세부문인 무연탄과 전력부문에 소폭의 과세가 이루어진다. 무연탄의 경우 요율수준에 따라 9.16원/kg~21.36원/kg이 부과된다. 전기의 경우에도 2.03원/kwh~4.75원/kwh의 요율이 발생하고 2010년 가계의 평균 전력소비량 약 300kwh/월⁸¹⁾을 감안하면 월평균 비용부

78) 통계청, 「OECD 국가의 주요 지표」

79) 실제 배출권거래제하에서는 상당기간 배출권 무상할당이 이루어지기 때문에 예상되는 배출권거래제 가격보다 낮은 수준의 요율을 비산업부문에 적용하더라도 평균적으로는 높은 수준의 과세가 이루어지게 되는 효과

80) 배출권에 대한 무상할당 폐지비용에 따라 과세균형을 위해 비산업부문에 대한 점진적 세율인상이 추가되어야 한다. 그러나 이는 배출권거래제 운영과 함께 다시 검토되어야 할 과제이다.

IV. 우리나라의 탄소세 도입방안 161

담이 609원~1,425원 증가하게 된다.

2단계 과세는 배출권거래제도가 출범하는 2015년 이후에 시행하게 된다. 에너지다소비업종을 중심으로 배출권거래제가 시행되면서 가격이 3유로/탄소톤 정도 유지된다고 가정하면 이의 절반 이상 수준으로 그 외 부문에 과세하는 것이다. 낮은 효율이지만 본격적인 탄소세 과세로 추가적인 세수 증대가 예상된다.

〈표 IV-36〉 탄소세의 도입으로 인한 가격변화

	단위	기준세율	1단계 탄소세		2단계 탄소세	
			추가요율	합계	추가요율	합계
휘발유	리터	939.62	0	939.62	6.41~12.82	946.03~952.44
경유	리터	671.49	0	671.49	7.95~15.91	679.44~687.40
부탄	kg	564.49	0	564.49	8.79~17.59	573.28~582.06
프로판	kg	183.26	0	183.26	8.91~17.82	192.17~201.08
천연가스	kg	143.41	0	0.14	8.48~16.96	8.62~17.10
등유	리터	207.52	0	207.52	7.52~15.04	215.04~222.56
중유	리터	89.33	0	89.33	9.25~18.50	98.58~107.83
무연탄	kg	0	9.16~21.36	9.16~21.36	6.10~12.21	15.26~33.57
유연탄	kg	0	10.59~24.71	10.59~24.71	7.06~14.12	17.65~38.83
전기	kwh	0	2.03~4.75	2.03~4.75	1.36~2.71	3.39~7.46

주: 1. 탄소세율의 에너지 물량당 단가로의 전환은 에너지원별 탄소배출량 계수에 2011년 평균 유효환율 1,541.42원을 적용하여 산출하였음(〈부록 3〉 참조)
 2. 에너지소비량은 탄소세 부과에서 제외되는 발전용을 차감한 최종 소비량

탄소세 부과로 인한 세수효과는 1단계 개편에서 시나리오에 따라 1.3조~3.1조원 수준에 이른다. 소비량이 많은 전력과 유연탄 소비 부문에서 부담하는 구조이다. 에너지다소비업종으로 구성된 배출권 거래대상에서 0.5조~1.2조원을 부담하고 기타 산업 및 용도에서 0.8조~1.9조원을 부담하

81) 2010년 가정용 전력소비량 61,194GWH에 추계가구수 17,152천가구를 적용

게 된다. 에너지원별로는 전력과 석탄을 소비하는 경제주체가 부담하는 구조이다.

배출권거래제도와 함께 시행되는 2단계 개편에서는 산업부문의 잠재적 부담 증대⁸²⁾를 고려하지 않더라도 1.0조~2.1조원의 세입증대가 예상된다. 배출권거래제도 부문의 절반 이상 수준에 해당하는 효율인상에 따른 것이다.

〈표 IV-37〉 탄소세 세수효과

(단위: 십억원)

	1단계 개편		2단계 개편	
	3유로	7유로	2유로	4유로
배출권거래 대상 ¹⁾	517	1,207	0 ²⁾	0 ²⁾
배출권거래 비대상	796	1,856	1,033	2,067
합 계	1,313	3,063	1,033	2,067

주: 1) 배출권거래 대상업종은 에너지다소비업종인 석유화학, 비금속광물, 일차금속 산업으로 가정

2) 배출권거래제가 시행되더라도 이전 물량에 대해 100% 무상할당되고 추가적인 소비량 증가는 없는 것으로 가정. 만약 무상할당이 없다면 약 0.6조원(2유로 효율)의 추가세수 기대

82) 100% 무상할당이 이루어지더라도 에너지소비가 늘어나게 되면 탄소배출권을 구매하여 비용을 부담하게 됨.

V. 탄소세 도입의 경제적 효과

본장에서는 탄소세 형태로 도입되는 환경세의 경제적 효과를 일반균형모형을 이용하여 분석하고자 한다. 화석연료 사용량 제한을 위한 탄소세 도입과 관련하여 다음과 같은 사항을 고려하여 분석하고자 한다.

탄소세 도입을 통한 화석연료 사용량의 제한은 단기적으로는 현재의 에너지 집약적인 구조를 가진 한국의 경제성장을 제한하는 요소로 작용할 것이다. 예를 들어 주력 산업인 석유화학산업, 전자산업, 철강산업 등의 성장을 제한할 것이다. 탄소세 부과는 화석연료 사용을 줄이고 그와 대체적인 에너지원의 사용을 촉진하는 효과를 기대할 수 있다. 화석연료 사용 감축과 새로운 에너지원의 개발 및 사용은 장기적인 관점에서 경제성장을 촉진하고 후생을 증진하는 효과가 있을 것으로 기대된다. 재생 불가능한 화석연료는 궁극적으로 고갈될 것이며, 따라서 생산기술의 에너지 절약형으로의 전환 혹은 새로운 에너지원의 발굴 없이는 장기적으로 경제성장을 유지할 수 없다. 따라서 화석연료 사용량을 제한하는 정책과 신재생에너지 사용 촉진정책은 현시점의 성장과 미래의 성장 간의 상충관계라는 제약하에서 이루어질 수밖에 없다. 강도 높은 정책은 현 시점에서의 성장을 제한하지만, 장기적으로는 성장을 촉진하므로 이는 현재세대와 미래세대 간 후생의 재분배 문제로 귀착된다. 따라서 정책입안자의 입장에서는 이러한 상충관계를 고려하여 정책을 입안하여야 할 것이다.

이러한 문제점의 인식하에 본 연구에서는 일반균형모형을 이용하여 탄소세 도입을 통한 화석연료 사용 억제정책이 경제성장과 세대별 후생수준에 미치는 효과에 대해 분석하고자 한다. 이를 위하여, 기존의 화석연료와 신재생에너지원을 이용한 에너지를 생산요소에 추가한 생산함수를 설정하고 이 생산함수가 설정하는 생산기술을 이용하여 재화를 생산하는 기업이 기업의 가치를 극대화하기 위해 물적자본, 노동, 화석연료 및 신재생에

너지 사용량에 대한 의사결정, 그리고 화석연료 에너지효율 증진을 위한 연구개발 및 신재생에너지 개발을 위한 연구개발에 대한 의사결정을 하는 상황을 상정하였다. 이러한 상황에서 정부의 탄소세 부과 효과 분석하고자 한다.

1. 모형⁸³⁾

가. 모형의 기본구조

본 연구의 시뮬레이션 모형에서 상정한 경제는 가계, 기업, 정부 3부문으로 구성된다. 가계는 생애기대효용을 극대화하는 개인들로 구성되어 있다. 각 개인들은 21세에서 80세까지 생존하여 소비와 노동공급에 대한 의사결정을 한다. 다시 말하면, 20세 미만 시기인 유아기에는 독립적인 경제주체로서 의사결정을 하지 않는 것으로 가정하고 21세(모형에서는 1세로 취급)부터 경제적 의사결정을 시작하며, 80세(모형에서는 60세로 취급)에 사망할 때까지 사망위험이 없이 생존하는 것으로 가정하였다.

기업은 가계의 개인에 의해 소유되며, 각 개인의 지분은 각 개인이 보유한 자산과 동일하다고 가정하였다. 기업의 경영인은 기업의 가치를 극대화함으로써 기업 소유자의 이익에 봉사하는 상황을 상정하였다. 기업은 생산 수준, 생산요소 투입량, 물적자본에 대한 투자, 그리고 연구개발투자에 대한 의사결정을 한다. 생산과정에 투입되는 생산요소는 노동, 자본, 화석연료, 그리고 신재생에너지로 구성된다. 연구개발투자는 화석연료 절약기술개발과 신재생에너지 기술개발로 구성된다. 사용가능한 화석연료량은 현시점에서 채굴가능한 매장량으로 제한되어 있어, 기업 입장에서 향후 화석연료 사용 시기와 양에 대한 의사결정을 하여야 하는 상황을 상정하였다.

정부의 역할은 기술개발에 대한 지원정책, 화석연료 사용 억제를 위한

83) 본 모형은 전영준(2011)의 모형을 기본으로 본 보고서의 정책대안을 포괄하기 위해 정부부문의 역할에 대한 설정을 변경하였으며, 또한 모형 캘리브레이션을 위한 모수 설정시 최근의 자료와 연구를 이용하여 수정하였다.

탄소세 부과, 그리고 국민에 대한 이전지출 정책에 국한되며, 균형예산을 유지하는 것으로 가정하였다.

나. 가계

가계에 속한 각 개인은 아래 식 (18)로 정의되는 생애기간 동안의 기대 효용을 극대화한다.

$$U = \sum_{a=1}^{60} (1+\beta)^{-(a-1)} \frac{1}{1-\gamma} (c_{a,p+a}^{1-\alpha} l_{a,p+a}^{\alpha})^{1-1/\gamma} \quad (18)$$

각 개인의 효용함수는 Cobb-Douglas 함수와 CRRA 함수로 정의된다. 여기서, c 는 소비를, l 은 여가를, p 는 출생연도를 a 는 연령을, β 는 할인율을, γ 는 기간간 대체탄력성(혹은 위험회피계수의 역수)을, α 는 효용에서의 여가의 비중을 나타낸다.

각 개인이 직면하는 제약조건은 생애기간 동안의 노동소득과 정부로부터의 이전수입(tr)의 현재가치가 소비의 현재가치보다 크거나 같아야 한다는 것으로서 식 (19)로 나타낼 수 있다.

$$\sum_{a=1}^{60} \left(\prod_{j=1}^a (1+r_j)^{-1} \right) (w_{a,p+a} e_a (1-l_{a,p+a}) + tr_{a,p+a} - c_{a,p+a}) \geq 0 \quad (19)$$

각 개인의 노동(여가)과 소비에 대한 의사결정은 식 (19)와 최적화의 1계 조건에서 얻은 아래 식 (20), (21)에 입각하여 이루어지며, 연령별 자산보유는 식 (22)에 의해 결정된다.

$$l_{a,p+a} = c_{a,p+a} \frac{\alpha}{1-\alpha} \frac{1}{w^*} \quad w^* = we + \mu^*, \quad \mu^* > 0, \text{ if } l = 1 \quad (20)$$

$$\frac{c_{a+1,p+a+1}}{c_{a,p+a}} = \left(\frac{1+r_{p+a+1}}{1+\beta} \right)^{\gamma} \left(\frac{w_{a,p+a}^*}{w_{a+1,p+a+1}^*} \right)^{\alpha(\gamma-1)} \quad (21)$$

$$a_{a+1,p+a+1} = a_{a,p+a}(1+r_{p+a+1}) + w_{a,p+a}(1-l_{a,p+a}) + tr_{a,p+a} - c_{a,p+a} \quad (22)$$

다. 기업

기업의 가치를 극대화하는 기업의 생산함수는 아래 식 (23)과 같이 노동과 여타 생산요소(자본, 화석연료, 신재생에너지)의 복합체의 Cobb-Douglas 함수로 정의되며, 여타 생산함수의 복합체는 CES 함수로 정의된다.

$$Y_s = \left(K_s^\rho + \alpha_1 (B_{1s} E_{1s})^\rho + \alpha_2 (B_{2s} E_{2s})^\rho \right)^{\frac{1-\theta}{\rho}} L_s^\theta \quad (23)$$

여기서, Y_s , K_s , L_s , E_1 , E_2 는 생산량, 자본량, 노동고용량, 화석에너지 투입량, 신재생에너지 투입량을 의미하며, B_1 , B_2 , α_1 , α_2 는 화석연료 절약기술, 신재생에너지 사용기술, 생산에서의 화석연료 및 신재생에너지 사용 비중을 나타내는 모수이다.

기업의 가치는 기업으로 유입되는 현금흐름, 혹은 당기순이익 흐름의 현재가치로서 아래 식 (24)와 같이 정의된다.

$$V_i = \sum_{s=i}^{\infty} \left(\prod_{j=i}^s (1+r_j)^{-1} \right) \left(\left(K_s^\rho + \sum_{n=1}^2 \alpha_n (B_n E_n)^{\rho} \right)^{\frac{1-\theta}{\rho}} L_s^\theta - I_s - \sum_{n=1}^2 (1+\tau_n) p_n - w_s L_s - \sum_{n=1}^2 (1-\phi_n) y_n \right) \quad (24)$$

여기서, r , p_n , τ_n , I , w , y_n , ϕ_n 은 각각 기업의 할인율, 에너지 사용비용, 에너지 사용에 부가되는 탄소세율, 물적투자, 임금률, 에너지 관련 R&D 투자금액, 정부의 R&D 투자 지원율을 의미하며, 하첨자 n 은 1일 경우 화석연료, 그리고 2일 경우는 신재생에너지를 의미한다.

물적자본 형성 및 생산기술 형성 방정식은 아래와 같다.

$$K_{s+1} = I_s + (1 - \delta)K_s \quad (25)$$

$$B_{ns+1} = B_{ns}(1 - \delta_{nB}) + \phi_n B_{ns}^{\sigma_n} y_{ns}^{\nu_n} \quad n=1, 2 \quad (26)$$

여기서, δ , δ_{nB} 은 각각 물적자본과 에너지 관련 기술의 감가상각을 의미하며, ϕ_n , σ_n , ν_n 는 기술개발함수 관련 모수로서 각각 연구개발 기술의 효율성, 기존 기술의 영향, R&D의 생산증진에 대한 효율성을 반영한다.

기업은 화석연료 사용에 제약을 받는다. 현재와 미래에 기업이 사용할 수 있는 화석연료의 양은 현재의 채굴가능한 매장량에 국한되며(식 (27)), 매기 화석연료 사용량은 음이 될 수 없다(식 (28)).

$$R_0 = \sum_{s=t}^{\infty} E_{1s} \quad (27)$$

$$E_{1s} \geq 0 \quad (28)$$

기업의 최적화 조건, 기업이 직면하는 제약조건하에서 기업가치(식 (24))를 극대화하는 조건은 아래 1계 조건들과 제약조건 (25)~(28)으로 구성된다.

$$\left(\prod_{j=t}^s (1+r_j)^{-1} \right) \left(\left(K_s^\rho + \sum_{n=1}^2 \alpha_n (B_{ns} E_{ns})^\rho \right)^{\frac{1-\theta}{\rho}} \theta L_s^{\theta-1} - w_s \right) = 0 \quad (29)$$

$$\left(\prod_{j=t}^s (1+r_j)^{-1} \right) (-1) + \mu_s = 0 \quad (30)$$

$$\left(\prod_{j=t}^s (1+r_j)^{-1} \right) \left(\left(K_s^\rho + \sum_{n=1}^2 \alpha_n (B_{ns} E_{ns})^\rho \right)^{\frac{1-\theta}{\rho}} (1-\theta) L_s^\theta K_s^{\rho-1} - r_s \right) - \mu_s + \mu_{s+1}(1-\delta) = 0 \quad (31)$$

$$\left(\prod_{j=t}^s (1+r_j)^{-1} \right) \left(\left(K_s^\rho + \sum_{n=1}^2 \alpha_n (B_{ns} E_{ns})^\rho \right)^{\frac{1-\theta}{\rho}} (1-\theta) L_s^\theta \alpha_1 (B_{1s} E_{1s})^{\rho-1} B_{1s} - p_{1s} (1+\tau_{1s}) \right) - \eta + \zeta_{1s} = 0 \quad (32)$$

$$\left(\prod_{j=t}^s (1+r_j)^{-1} \right) \left(\left(K_s^\rho + \sum_{n=1}^2 \alpha_n (B_{ns} E_{ns})^\rho \right)^{\frac{1-\theta}{\rho}} (1-\theta) L_s^\theta \alpha_2 (B_{2s} E_{2s})^{\rho-1} B_{2s} - p_{2s} (1+\tau_{2s}) \right) = 0 \quad (33)$$

$$\left(\prod_{j=t}^s (1+r_j)^{-1} \right) \left(\left(K_s^\rho + \sum_{n=1}^2 \alpha_n (B_{ns} E_{ns})^\rho \right)^{\frac{1-\theta}{\rho}} (1-\theta) L_s^\theta \alpha_n (B_{ns} E_{ns})^{\rho-1} E_{ns} \right. \\ \left. - \lambda_{ns-1} + \lambda_{ns} (1 - \delta_{nB} + \phi_n \sigma_n B_{ns}^{\sigma_n-1} y_{ns}^{v_n}) \right) = 0 \quad (34)$$

$$\left(\prod_{j=t}^s (1+r_j)^{-1} \right) \left(-(1 - \varphi_{ns}) + \lambda_{ns} (\phi_n B_{ns}^{\sigma_n} \nu_n y_{ns}^{v_n-1}) \right) = 0 \quad (35)$$

식 (29)는 노동투입량, (30)은 물적투자, (31)은 K_{s+1} , (32)는 E_{1s+1} , (33)은 E_{2s+1} , (34)는 B_{ns+1} , (35)는 y_{ns+1} 에 대한 1계 조건이며, μ_s , λ_{ns} , η , ζ_{1s} 는 식 (25), (26), (27), (28)으로 표현된 제약 조건과 관련된 잠재가격(shadow price)들이다. 다른 잠재가격과 달리 η 의 경우 기간에 따라 달라지지 않고 고정되어 있다는 사실이다. 이는 화석연료 매장량의 시점 t 에서 변동이 없는 반면, 다른 변수들은 매기간 그 수준이 변화하기 때문이다.

위의 식들 중 (29), (31), (32), (33), (34)들은 다음과 같이 정리될 수 있다.

$$\left(1 + \sum_{n=1}^2 \alpha_n \left(\frac{B_{ns} E_{ns}}{K_{ns}} \right)^\rho \right)^{\frac{1-\theta}{\rho}} \theta \left(\frac{K_s}{L_s} \right)^{1-\theta} = w_s \quad (29')$$

$$\left(1 + \sum_{n=1}^2 \alpha_n \left(\frac{B_{ns} E_{ns}}{K_{ns}}\right)^\rho\right)^{\frac{1-\theta}{\rho}} (1-\theta) \left(\frac{K_s}{L_s}\right)^{-\theta} = r_s + \delta \quad (31')$$

$$\left(1 + \sum_{n=1}^2 \alpha_n \left(\frac{B_{ns} E_{ns}}{K_{ns}}\right)^\rho\right)^{\frac{1-\theta}{\rho}} (1-\theta) \left(\frac{K_s}{L_s}\right)^{-\theta} \alpha_1 \left(\frac{B_{1s} E_{1s}}{K_{1s}}\right)^{\rho-1} B_{1s} = p_{1s}(1+\tau_{1s}) + \left(\prod_{j=1}^s (1+r_j)\right) (\eta - \zeta_{1s}) \quad (32')$$

$$\left(1 + \sum_{n=1}^2 \alpha_n \left(\frac{B_{ns} E_{ns}}{K_{ns}}\right)^\rho\right)^{\frac{1-\theta}{\rho}} (1-\theta) \left(\frac{K_s}{L_s}\right)^{-\theta} \alpha_2 \left(\frac{B_{2s} E_{2s}}{K_{2s}}\right)^{\rho-1} B_{2s} = p_{2s}(1+\tau_{2s}) \quad (33')$$

$$\lambda_{ns+1} = \lambda_{ns} (1 - \delta_{nb} + \phi_n \sigma_n B_s^{\alpha_n-1} y_s^{\nu}) + \left(\prod_{j=1}^s (1+r_j)\right) \left(\left(1 + \sum_{n=1}^2 \alpha_n \left(\frac{B_{ns} E_{ns}}{K_{ns}}\right)^\rho\right)^{\frac{1-\theta}{\rho}} (1-\theta) \left(\frac{K_s}{L_s}\right)^{-\theta} \alpha_n \left(\frac{B_{ns} E_{ns}}{K_{ns}}\right)^{\rho-1} E_{ns} \right) \quad (34')$$

식 (31')의 경우 식 (30)과 (31)을 이용하여 유도되었다. 식 (29')과 (31')은 노동과 자본의 한계생산성이 임금률과 이자율과 감가상각률의 합과 동일하게 기업이 조정함을 의미한다. 식 (32')과 (33')은 각각 화석연료와 신재생에너지 사용량에 대한 조건들이다. 매장량에 제한을 받지 않은 신재생에너지의 최적사용량은 에너지 사용기술(B_{2s})이 주어진 상황에서 산출한 에너지 한계생산성(식 (33')의 좌변)과 사용비용(식 (33')의 우변)이 동일하도록 기업이 신재생에너지 사용량을 결정한다. 반면 현재와 미래의 사용량의 합이 현시점에서의 매장량으로 제한받는 화석연료의 경우 사용비용의 추가적인 상승 요인이 존재한다. 식 (32')의 우변을 보면, $\left(\prod_{j=1}^s (1+r_j)\right) (\eta - \zeta_{1s})$ 이 있어 매장량의 제한에 따른 추가적인 비용이 있음을 알 수 있다. η 는 화석연료가 고갈될 때까지 화석연료를 사용할 경우 양(+)의 값을 가지며, 화석연료가 고갈되면 제약식 (27)이 의미가 없어지므로 값이 0이 된다. ζ_{1s} 는 화석연료가 고갈되어 사용되지 않을 경우 양의 값을 가지게 되며, 화석연료가 사용되고 있는 경우 0의 값을 가지게 된다. 따라서 화석연료가 고갈되기 이전 화석연료가 사용되고 있을 경우

$\left(\prod_{j=t}^s (1+r_j)\right)\eta$ 만큼 추가적인 비용이 소요되며, 이 값은 현시점에서 현재 가치로 환산하면 η 가 된다. 다시 말하면, 미래시점에 평가한 매장량 감소로 인한 추가적인 비용은 현시점에서 현재가치로 환산할 경우 현시점의 추가적인 비용과 동일하게 화석연료의 기간별 사용량을 조정한다는 의미로 해석될 수 있다. 식 (31'), (32'), (33')을 이용하여 에너지와 자본의 투입비율을 결정하는 아래 식 (32'')과 (33'')을 얻을 수 있다.

$$\frac{E_{1s}}{K_s} = \left(\left((\eta - \zeta_{1s}) \left(\prod_{j=t}^s (1+r_j) \right)^{-1} + p_{1s}(1+\tau_{1s}) \right) / \left((r_s + \delta)\alpha_1 B_{1s}^\rho \right) \right)^{\frac{1}{\rho-1}} \quad (32'')$$

$$\frac{E_{2s}}{K_s} = \left(\frac{p_{2s}(1+\tau_{2s})}{(r_s + \delta)\alpha_2 B_{2s}^\rho} \right)^{\frac{1}{\rho-1}} \quad (33'')$$

λ_n 을 에너지 관련 기술향상에 따른 수익률, 그리고 λ_{ns} 을 수익률의 현재가치로 정의하면 두 변수의 관계를 $\lambda_{ns} = \lambda_n \left(\prod_{j=t}^s (1+r_j) \right)^{-1}$ 로 나타낼 수 있다. 이를 이용하여 식 (34')를 다음과 같이 변형할 수 있다.

$$\lambda_n = (1+r)^{-1} \left(\left(\left(1 + \sum_n \alpha_n \left(\frac{B_n E_{ns}}{K_{ns}} \right)^\rho \right)^{\frac{1-\theta}{\rho}} (1-\theta) \left(\frac{K_s}{L_s} \right)^{-\theta} \alpha_n \left(\frac{B_n E_{ns}}{K_{ns}} \right)^{\rho-1} E_{ns} \right) + \lambda_n (1-\delta_{nb} + \phi_n \sigma_n B_{ns}^{\sigma_n-1} y_s^\nu) \right) \quad (34'')$$

에너지 관련 기술발전의 수익률은 두 가지 항목으로 나눌 수 있다. 식 (34'')의 우변 첫 번째 항목은 기술발전을 통해 에너지 효율 증진에 따른 생산의 증가효과를 나타내고, 두 번째 항목은 기술발전에 따른 연구개발 효율성 증진효과를 나타낸다. 두 번째 효과는 식 (26)에서 볼 수 있듯이 현시점에서의 기술 수준은 차기의 기술 수준에 영향을 미치는 점에서 기인한다.

식 (30)을 아래 식 (30')로 정리하여 기술개발에 대한 기업의 의사결정

방식에 대한 함의를 얻을 수 있다.

$$1 - \varphi_{ns} = \lambda_n \left(\phi_n B_{ns}^{\sigma_n} v_n y_{ns}^{v_n-1} \right) \quad (30')$$

식 (30)의 좌변은 연구개발 투자의 비용을 나타낸다. 연구개발 비용에서 정부의 지원을 차감하여 실제 연구개발 비용이 산정된다. 우변은 연구개발 투자에 따른 기술향상효과($\phi_n B_{ns}^{\sigma_n} v_n y_{ns}^{v_n-1}$)에 기술발전의 수익률을 곱한 것으로서 이는 결국 연구개발 투자의 수익률을 의미한다.

라. 정부

정부의 기능은 에너지 사용에 대한 조세부과, 가계에 대한 이전지출, 탄소세 부과로 구성된다. 본 연구에서는 정부는 매기 균형예산을 유지한다고 가정한다. 균형예산식은 식 (36)과 같이 나타낼 수 있다.

$$\sum_{n=1}^2 \tau_{nt} p_{nt} E_n = \sum_{n=1}^2 \psi_{nt} y_{nt} + \sum_{a=1}^{60} tr_{a,t} \quad (36)$$

2. 모수설정

제1절에서 설정한 모형을 이용한 시뮬레이션을 위한 모수설정은 <표 V-1>에 요약되어 있다. 개인의 선호와 관련된 모수들 중 γ 와 β 는 기존 연구에서 사용하는 표준적인 값을 설정하였다. α 는 0.55로 설정하였는데, 이는 노동부(2005)에 보고되어 있는 노동시간자료에 의하면 총가용한 시간 중 노동에 투입되는 비율이 약 45%로서 외국의 경우보다 높게 나타나고 있는 점을 고려한 수치이다⁸⁴⁾ 연령별 노동생산성은 노동부의 『임금구

84) 노동부(2005)에 의하면 근로자의 주당 평균노동시간이 45시간이고 취침시간, 식사시간 등을 제외한 주당 총가용시간을 97시간으로 가정하면 총가용시간 대비 노동시간 비율이 약 48%가 된다.

조 기본통계조사보고서』에 보고되어 있는 연령별 임금수준을 이용하여 추정하였다.

기업의 생산함수와 관련된 모수 중 노동소득분배율(θ)은 『국민계정』의 추계치와 『산업연관표』의 추계치를 고려하여 55%로 가정하였다. 생산함수상의 화석연료 사용비중은 2010년 산업연관표상의 석탄, 원유 및 천연가스 중간투입 규모를 각 연도의 총생산량을 나눈 값이 약 10%인 점을 감안하여, 총생산에서 중간재 투입을 제외한 최종생산량 대비 노동소득분배율이 약 60%가 되도록 총생산에서 노동소득이 차지하는 비율이 55%인 것으로 가정하였다. 생산함수상 화석연료의 비중을 나타내는 모수 α_1 은 기본경제에서 실적치(10%)와 근접한 값이 산출될 수 있도록 수치를 결정하였다(0.3). 노동을 제외한 여타 생산요소(자본 및 에너지)의 소득비중이 0.45이므로 α_1 을 0.3으로 상정할 경우 화석연료 사용규모가 총생산 대비 0.103(=0.45×0.3/(1+0.3))이 되므로 산업연관표에 보고된 실적치에 근접하게 된다. 생산함수상 신재생에너지 비중(α_2)은 최근의 신재생에너지 이용실적치를 감안하여 0.11로 가정하였다. 2010년도 총에너지 사용량 중 화석연료 사용량과 신재생에너지 사용량이 각각 83.8%(2008년 기준), 3%(2010년 기준)인 점을 감안하여, 모형에서 양자의 비율이 산출될 수 있도록 α_2 를 조정하였다. 이와 함께 에너지 사용비용 p_1 과 p_2 도 모형에서 실적치가 산출될 수 있도록 조정하였다.

자본과 화석연료 및 신재생에너지 간의 대체탄력성($1/(1-\rho)$)은 2로 가정하였다. 대체탄력성을 이 값으로 가정할 경우 노동을 제외한 생산요소들이 보완적인 관계라고 하기보다는 대체적인 관계가 더 강하게 된다. 대체적인 관계 설정이 불가피한 이유는 위에서 언급한 바와 같이 화석연료 고갈 시에도 생산이 가능한 상황을 상정하기 위해 대체탄력성이 1보다 큰 상황($\rho > 0$)을 상정하였다. 물적자본의 감가상각률은 표학길(2003)의 연구결과를 참조하여 연간 5%로 가정하였다.

기술개발함수 관련 모수 중 기술감가상각률(δ_m)은 화석연료와 신재생에너지 개발의 경우 모두 연 0%로 가정하였다. 인적자본의 감가상각률에 대한 추정치를 제시한 기존의 연구도 있으나(연 4~9%, Heckman(1976),

1~4%, Haley(1976)), 기업의 기술감가상각률이 인적자본의 감가상각률과 동일하다는 근거를 찾기 어렵고, 또한 Jones(1995)와 같은 기존 연구에서도 기술감가상각률을 0%로 가정한 바 있다.

기존 기술과 연구개발의 기술개발기여도 모수를 설정하기 위하여 식 (26)를 아래와 같이 변형하였다.

$$\frac{B_{ns+1} - B_{ns}(1 - \delta_{nB})}{B_n} = \phi_n B_{ns}^{\sigma_n - 1} y_{ns}^{\nu_n} \quad (26')$$

균형성장경로에서 식 (26')의 좌변이 일정한 수준을 유지하게 되므로 식 (26')의 양변을 로그를 취하여 미분하면 σ_n 과 ν_n 의 관계를 아래와 같이 얻을 수 있다.

$$\frac{\Delta B_n / B_n}{\Delta y_n / y_n} = \frac{\nu_n}{1 - \sigma_n} \quad (37)$$

식 (37)의 좌변은 생산성 증가에 대한 R&D 투자의 탄력성을 의미한다. 이우성 외(2010)은 한국의 경우 이 탄력성 추정치가 0.182 수준이라는 연구결과를 제시하였다.⁸⁵⁾ 이 결과를 이용하여 σ_n 과 ν_n 의 값을 각각 0.45, 0.1로 설정하였다. 이우성 외(2010)의 결과로 두 모수의 값을 동시에 결정할 수 없다.⁸⁶⁾ 이 경우 발생할 수 있는 문제점은 연구개발의 효율성의 절대수준을 통제할 수 없다는 것이다. 이 문제점을 해결하기 위해 기술개발의 효율성 모수(ϕ_1, ϕ_2) 값을 조정하여 기준경제의 R&D 실적치가 산출될 수 있도록 값을 조정하였다. 기술개발의 효율성 모수는 두 화석연료와 신재생에너지 관련 모수 모두 0.064으로 가정하였다.

85) 이우성 외(2010)는 한국 이외의 외국의 경우 미국 0.220, 일본 0.288, 캐나다 0.116, 이탈리아 0.147 수준이라는 결과를 제시하였다.

86) 이 문제를 해결하기 위하여 σ_n 과 ν_n 의 다른 값들((0.75, 0.0455), (0.25, 0.1365))을 상정하여 정책시뮬레이션을 시도한 결과 질적으로 동일한 결과를 얻었다.

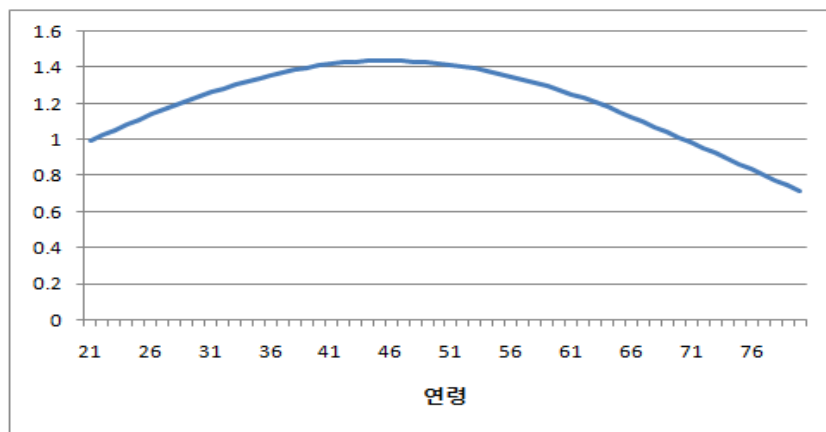
화석연료 매장량은 『에너지통계연보』에 보고된 화석연료 매장량이 석유 42년, 석탄 133년, 천연가스 60.4년인 점과 이들 연료들의 사용비중을 감안하면 매장량은 향후 75년 사용할 수 있는 양이다. 본 연구에서는 향후 75년 이후 신재생에너지와 화석연료를 포함한 전체 에너지 사용 중 화석연료 사용 비중이 5% 미만이 되도록 화석연료 매장량을 가정하였다.

사회후생수준을 평가하는 사회후생함수는 아래 식 (38)과 같이 공리주의적 후생함수로 가정하였다.

$$SW_0 = \sum_{p=-60}^{\infty} \left(\frac{1}{1+\beta_s} \right)^{\max(0,p)} \sum_{a=\max(0,-p)}^{60} \left(\frac{1}{1+\beta} \right)^{a-\max(0,-p)} u(c_{a,p+i}, l_{a,p+i}) \quad (38)$$

식 (38)이 상정하는 사회후생함수는 현재 생존하고 있는 세대와 미래에 출생할 세대들의 잔여생애 동안의 기대효용의 가중평균으로 정의된다. 현 시점에 생존하는 세대의 경우 과거의 소비와 여가로 인한 효용은 무시하고 현시점 이후 잔여생애기간 동안의 소비와 여가로 인한 효용만을 고려한다. 반면 기준연도에 출생한 세대와 그 이후 출생한 미래세대의 경우 전생애 동안의 기대효용을 모두 고려하여 평가한다. 미래세대의 후생 평가 시 적용되는 할인율(β_s)은 개인의 할인율과 동일한 수준인 0.02으로 가정하였다.

[그림 V-1] 연령별 노동생산성



〈표 V-1〉 모수 설정

선호관련 모수	$\alpha : 0.55, \gamma : 0.25, \beta : 0.02$
연령별 노동생산성	『임금구조 기본통계조사보고서』를 이용하여 추정 ([그림 V-1] 참조)
생산기술관련 모수	θ (노동소득분배율): 60% α_1 (생산함수상 화석에너지 비중): 0.3 α_2 (생산함수상 신재생에너지 비중): 0.11 $1/(1-\rho)$ (자본/에너지 간 대체탄력성): 2 δ (물적자본의 감가상각률): 연 5% p_1 (화석연료 사용비용): 0.14 p_2 (화석연료 사용비용): 0.14
에너지 기술개발 관련 모수	δ_n (기술감가상각률): 연 4% ϕ_1 (화석연료사용기술 개발 효율성): 0.064 ϕ_2 (신재생에너지기술 개발 효율성): 0.064 σ_1 (기존 기술의 기술개발 기여도, 화석연료): 0.45 σ_2 (기존 기술의 기술개발 기여도, 신재생에너지): 0.45 u_1 (연구개발의 기술개발 기여도, 화석연료): 0.1 u_2 (연구개발의 기술개발 기여도, 신재생에너지): 0.1
화석연료 매장량	향후 약 75년 이후 화석연료를 이용한 에너지 생산 비중이 5% 미만이 되도록 화석연료 매장량을 가정함.
사회후생함수	공리주의적 사회후생함수(utilitarian social welfare function) 가정(식 (38)) β_s (미래세대 후생에 대한 할인율): 0.02

3. 정책시뮬레이션

가. 기본경제

제2절에서 기술한 것과 같이 모수를 설정한 기본경제에서의 자원배분을 〈표 V-2〉와 [그림 V-2]로 정리하였다. 기본경제의 초기연도의 자본/GDP 비율은 3.60, 은퇴전 근로자의 가용 시간 대비 근로시간비율이 40.5%, 저축률은 19.3%로 나타났다. 자본/GDP 비율은 기존의 연구에서

제시한 수준과 유사한 수준이며, 근로시간비율은 『임금구조기본통계조사 보고서』상의 수치(45%)보다 다소 낮은 수준을 보이고 있다. 근로시간의 경우 비정규직, 임시직, 일용직 근로자를 포함할 경우 정규직 근로자보다 근로시간비율이 낮아지는 것을 감안하면 수용할 만한 수준이라고 할 수 있다. 저축률의 경우 GDP 대비 감가상각액 비중이 18.0% ($=3.60 \times 0.05 \times 100$)이므로 순저축액이 약 GDP의 1.3%로서 최근의 낮은 민간저축률을 잘 반영한다고 할 수 있다.

총에너지소비량 대비 신재생에너지 사용비율, 화석연료 에너지 절약기술 상승률, 총생산 대비 화석연료 사용량은 최근의 실적치에 근접하고 있다. 『에너지통계연보』에 의하면 2008년 현재 원자력을 제외한 총에너지 소비량 중 신재생에너지소비 비중이 약 2.5%이며, 「2010~2014 국가재정 운용계획」상에서는 이 비율이 2010년 현재 3.0%로 보고되어 있다. 화석연료 에너지 절약기술 상승률(연 4.9%)은 실적치에 근접한다고 사료된다. 예를 들어, 「Energy and Environment Report 2008」과 European Environmental Agency(EEA) 홈페이지(www.eea.europa.eu)에 의하면 EU 27개국의 에너지 효율이 최근 15년간 연간 2% 정도 상승하였다. 또한 최근 에너지경제연구원(2007)에서 IEA(International Energy Agency) 기준으로 작성한 수송부문 에너지 효율지수 추세치에 의하면 1990년과 1993년 사이 3년간 5.4% 증가하였다. 연간 4.9%가 EU 27개국의 에너지 효율 향상률보다는 다소 높지만 최근 한국의 추세치와 유사한 수준이다. 총생산 대비 화석연료 사용량 비율(9.8%)은 제3절에서 언급하였듯이 2010년 산업연관표상의 실적치(약 10%)에 근접하는 수치이다. 총생산 대비 신재생에너지 사용량(0.87%)은 화석연료 사용량 및 신재생에너지 사용비중⁸⁷⁾과 일관성이 유지되는 수치이다.

〈표 V-2〉에서 제시된 화석연료 효율 향상(에너지 절약기술) 관련 연구개발비와 신재생에너지기술 관련 연구개발비를 자료의 제약으로 인해 실적치와 비교하지는 못하였다. 다만, 기본 연도의 초기연도에 이들 연구

87) 신재생에너지 사용비중은 물리적인 측면에서의 비중이 아니라 효율성 측면의 비중($=B_2E_2/(B_1E_1+B_2E_2)$)이다.

개발비 투자로 인해 화석연료 효율과 신재생에너지 효율 향상이 각각 연간 약 4.9%, 7.3% 수준이 됨을 밝혀준다.

기본경제의 초기 연도 이후의 거시경제변수의 특징은 화석연료의 사용량에 경제의 성장이 상당부분 좌우된다는 것이다. 화석연료 사용량은 향후 일정기간 동안 상승하다가 하락 반전하여 약 75년 이후에 사용량이 전체 에너지 사용량의 5% 미만으로서 미미한 수준에 이를 것으로 나타났다. 신재생에너지 사용량은 현시점에서는 미미한 수준이지만 향후 증가하고 신재생에너지 효율도 향상되어 향후 화석연료를 대체할 것으로 전망되었다. 그러나 화석연료 매장량이 줄어들어 에너지원으로서의 역할이 감소하지만 신재생에너지의 사용량과 에너지 효율이 향상되지 못하는 기간 동안에는 GDP 성장이 지체되거나 오히려 GDP가 감소하는 기간이 존재한다. 이 기간 동안 생존하는 세대들의 후생 수준이 향상되지 못하거나 오히려 하락하는 가능성도 보이고 있다.⁸⁸⁾ 이러한 시기 이후에는 신재생에너지의 사용량이 늘어나고 에너지 효율이 향상되어 기존의 화석연료를 대체하여 GDP가 지속적으로 상승하게 되고 이 시기에 생존하는 미래세대의 후생이 증진되는 것으로 전망되었다.

다만 본 분석모형에서는 화석에너지를 제품별로 구분하고 있지는 않다. 일반균형모형의 안정성과 단순성을 위한 것이다. 그러므로 화석에너지원별 차등과세의 분석에는 적합하지 않다. 본 연구의 목적인 탄소세와 같은 전반적인 세율인상에 대해서는 원별 세분화가 없더라도 분석이 가능하다.

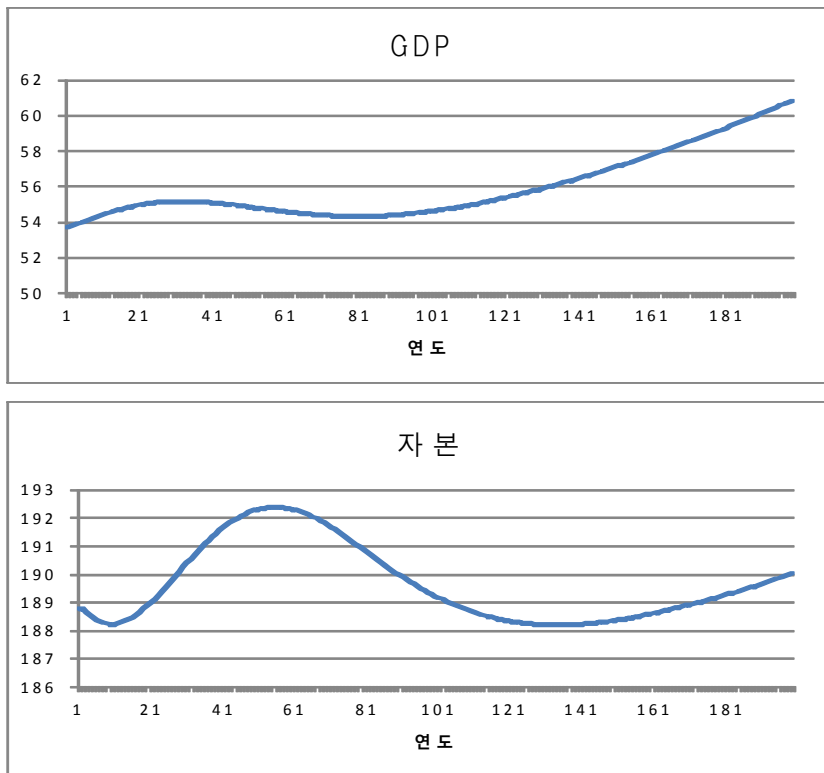
88) [그림 V-2]에 제시된 세대별 후생은 다음과 같은 과정을 거쳐 산출되었다. 먼저 초기 균제상태(steady state)에 평생 생존하는 세대의 생애기대효용을 산출한다. 다음으로 초기 균제상태 이후 생존하는 세대들의 생애기대효용이 초기 세대, 즉 초기 균제상태에서 평생 생존하는 세대의 생애기대효용과 동일하게 되기 위해 초기세대의 소비를 어느 정도 늘려야 하는지를 산출하였다. 이러한 과정을 거쳐 산출한 소비 조정규모를 초기세대의 실제 소비 수준 대비 비율로 환산하고 이 비율을 각 세대의 후생수준이 초기세대보다 어느 정도 높은지, 척도로 사용하였다.

〈표 V-2〉 기본경제 초기연도의 자원배분

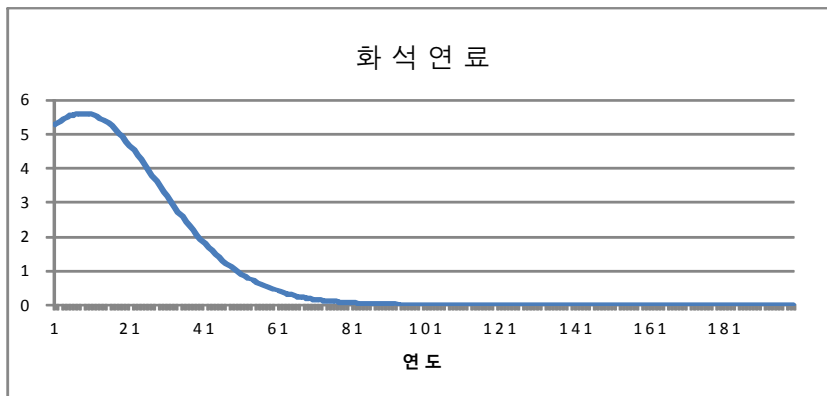
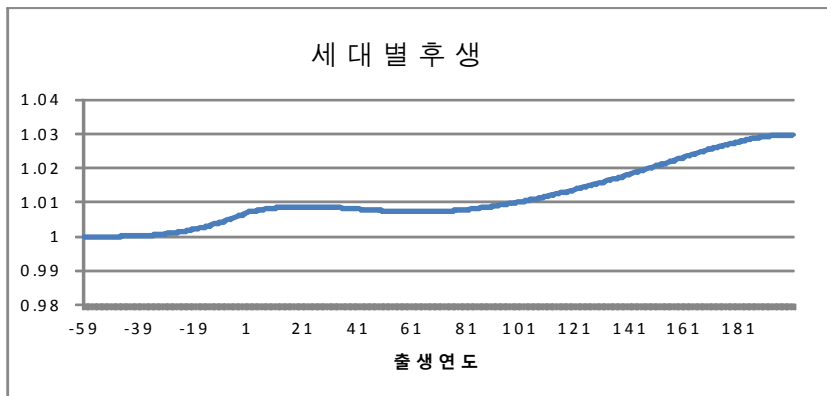
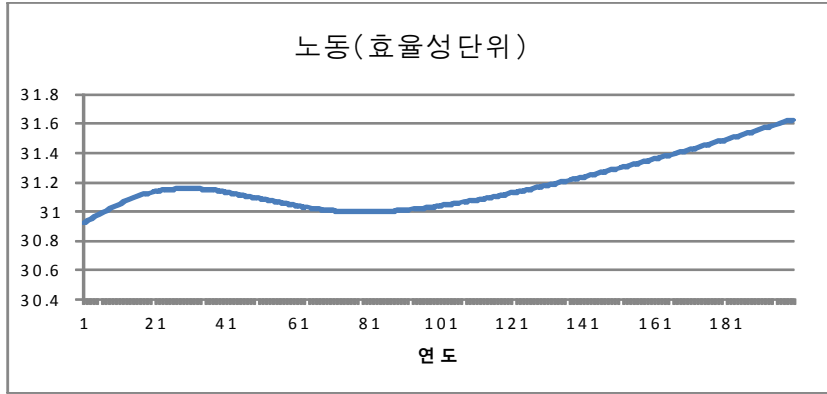
K/GDP	3.60
평균노동시간(근로자)	0.405
저축률(%)	19.3
신재생에너지 사용비율(%) ¹⁾	3.0
화석연료에너지절약기술상승률(%)	4.9
화석연료사용량/총생산량(%)	9.8
신재생에너지 사용량/총생산량(%)	0.87
에너지절약기술 연구개발비/총생산량(%)	0.13
신재생에너지기술 연구개발비/총생산량(%)	0.02

주: 1) 총에너지소비량 대비 신재생에너지소비량

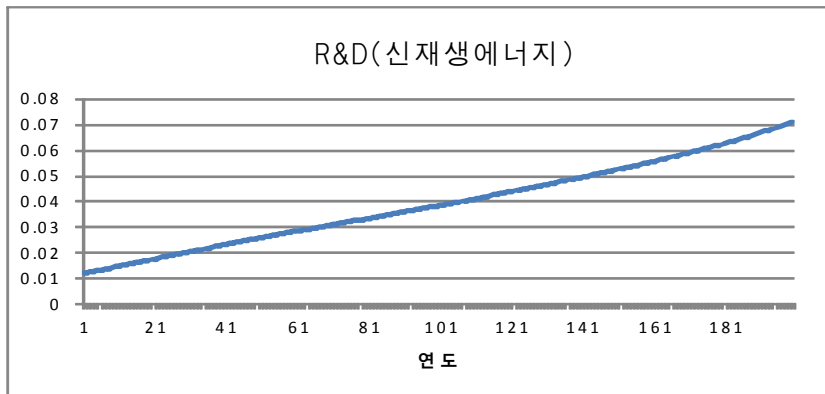
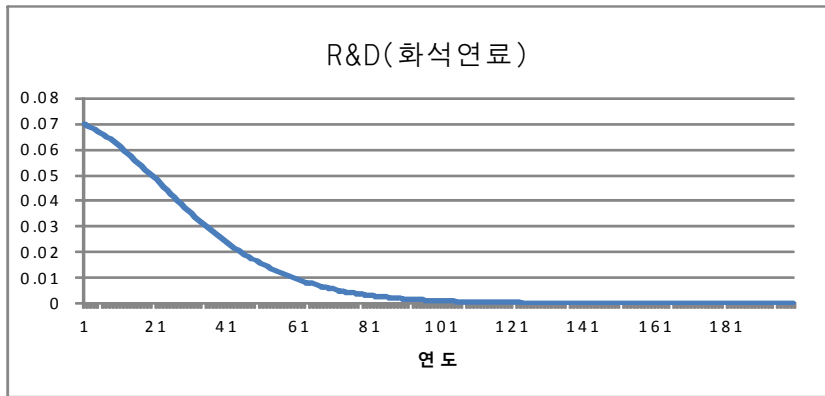
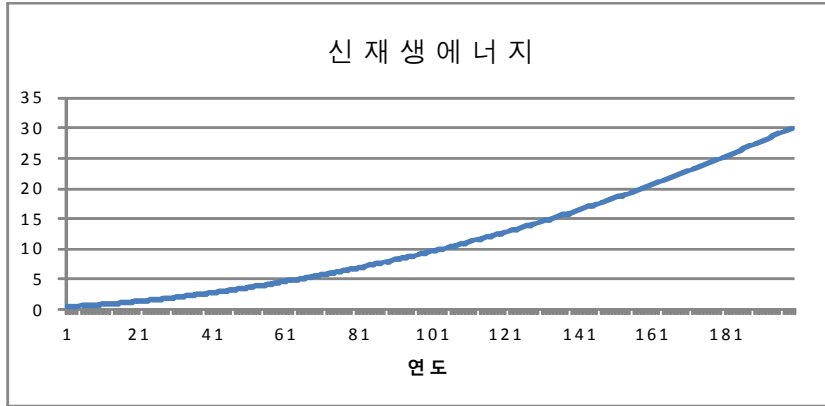
[그림 V-2] 기본경제



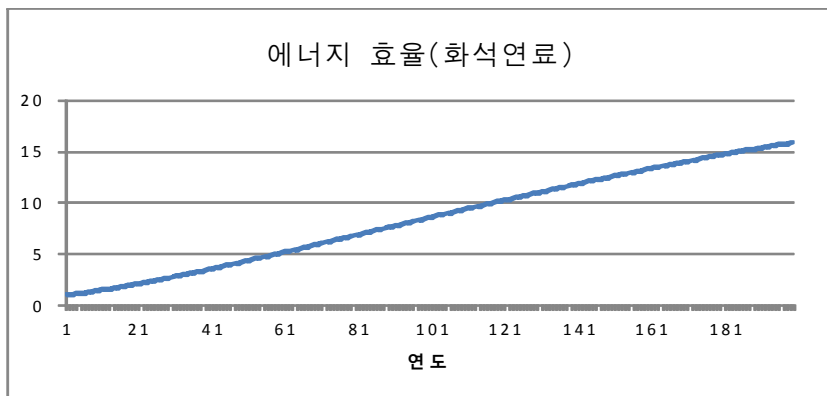
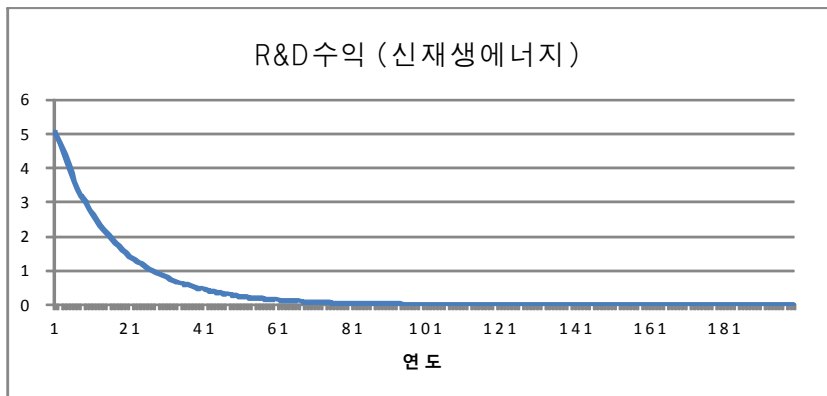
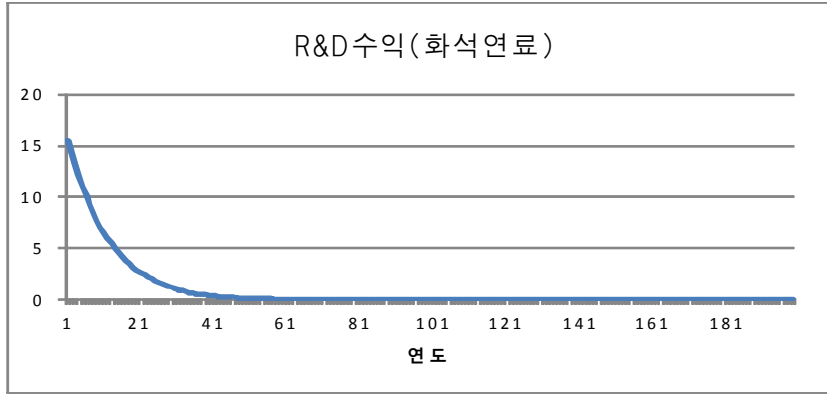
[그림 V-2] 계속



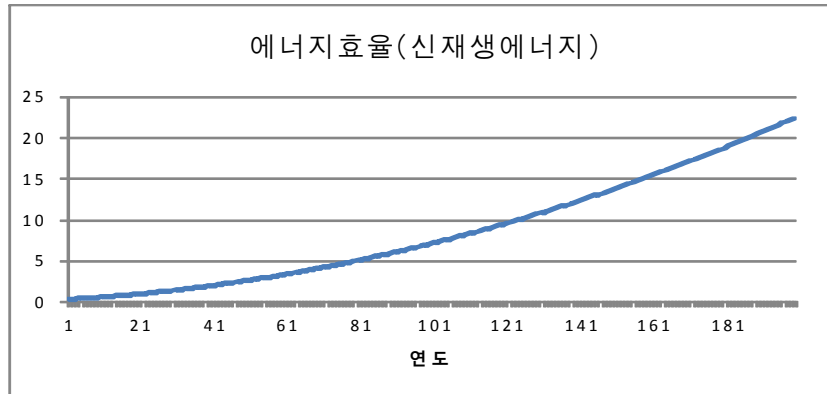
[그림 V-2] 계속



[그림 V-2] 계속



[그림 V-2] 계속



나. 정책개편의 효과

여기서는 탄소세 부과와 관련된 두 가지 정책개편의 효과를 살펴보고자 한다. 탄소세를 징수하여 그 수입을 모든 국민에게 동일한 금액을 지급하는 방안(정책시뮬레이션 I)과 에너지 효율증진을 위한 R&D에 대해 그 비용의 최대 50%까지 지원해주는 방안(정책시뮬레이션 II)의 효과에 대해 분석하고자 한다.

1) 정책시뮬레이션 I

탄소세의 부과가 한정된 화석연료의 사용 시기를 미래로 이전시키는 효과가 있는 것으로 나타났다. 이러한 사용시기의 변경은 화석연료 효율성 증진을 위한 R&D 투자의 수익에 영향을 미친다. 식 (34")에서 볼 수 있듯이 화석연료 사용량이 많을수록 R&D 투자 수익률이 높아진다. 이로 인해 화석연료 에너지 효율 증진을 위한 R&D 투자가 현시점에서는 줄어들고 미래시기에는 증가하게 된다. 이러한 R&D 투자의 증가는 화석연료 에너지 효율을 향상시키며 생산 증가에 기여하게 된다. 이러한 이유로 인해 현시점에서의 GDP 규모는 줄어드는 반면 미래시점의 GDP는 증가하게 된다. 신재생에너지의 사용량은 전반적으로 줄어드는 것으로 나타났다.

다. 미래시기의 생산 증가로 인해 신재생에너지 효율 증진을 위한 R&D 투자 수익이 다소 높아지지만(식 (34'') 참조), 투자수익 증가 규모가 화석연료의 경우보다 작아, 신재생에너지 R&D 투자 규모와 효율성 향상 규모가 화석연료보다 작게 나타나고 있다. 따라서 효율성 향상이 더 크게 발생하는 화석연료의 사용량이 늘어나는 반면 신재생에너지 사용량은 소폭 감소하는 것으로 나타났다.

현시점에서의 GDP가 감소함에도 불구하고 미래세대뿐만 아니라 현재 세대의 후생도 증진되거나 후생 수준이 하락하여도 그 규모가 미미하게 나타나고 있다. 이는 탄소세 수입을 전 국민에게 균등하게 이전지출의 형태로 지급하기 때문이다. 따라서 사회후생 수준도 탄소세율 수준이 매우 높은 수준에 이르더라도 증진되는 것으로 나타났다. 그러나 주목해야 하는 사실은 탄소세 부과와 이전지출에 의한 후생증진효과는 항구적으로 발생하지 못한다는 것으로 나타났다. 이는 화석연료의 매장량과 사용량이 줄어들어 탄소세 수입이 궁극적으로 감소하게 되고 정부의 공적 이전지출도 감소하게 되기 때문이다. 따라서 탄소세 수입을 항구적인 효과가 발생하는 부문에 사용함으로써 그 효과가 미래세대의 후생 증진에 기여할 수 있는 방안이 강구될 필요가 있다.

2) 정책시뮬레이션 II

두 번째 정책시뮬레이션에서는 탄소세 수입을 생산과 후생 증진에 항구적인 효과를 발휘하는 용도로 지출하는 예로 R&D 투자에 대한 지원금으로 지출하는 예를 상정하여 그 효과를 분석하였다. 여기서는 화석연료와 신재생에너지 효율성 향상을 위한 R&D 투자비용의 최대 50%까지 정부가 지원하는 상황을 상정하였다. 만일 R&D에 대한 지원 후 재원이 남는 경우 정책시뮬레이션 I에서와 같이 전 국민에게 균등하게 배분하는 것으로 가정하였다.

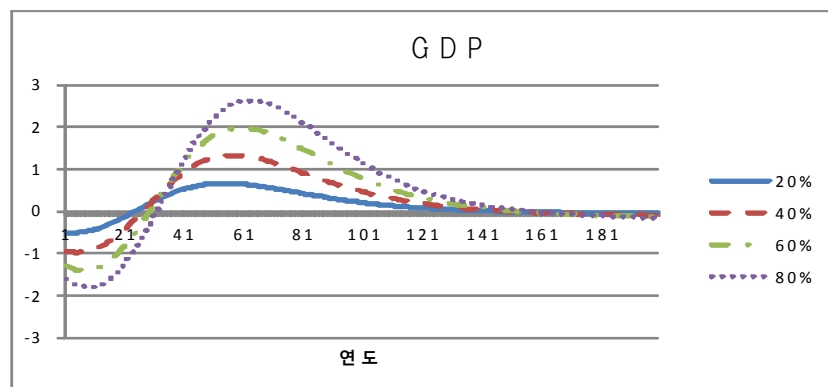
[그림 V-4]에 의하면 화석연료의 사용량이 많은 초기 기간 동안은 탄소세 수입이 R&D 투자 지원금보다 많아 정부의 이전지출이 이루어지다가 화석연료의 매장량이 줄어들고 사용량이 줄어들어 탄소세 수입이 감소

함에 따라 탄소세 수입 전액을 투자지원금에 사용하게 된다. 그리고 탄소세율이 높을수록 이전지출 지급 시기가 연장된다.

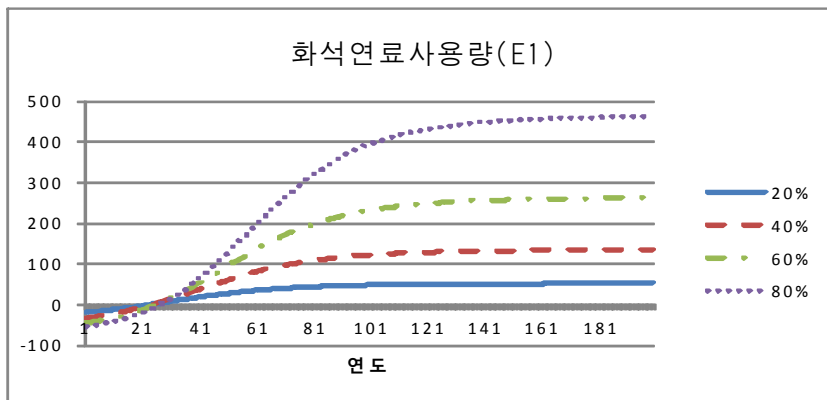
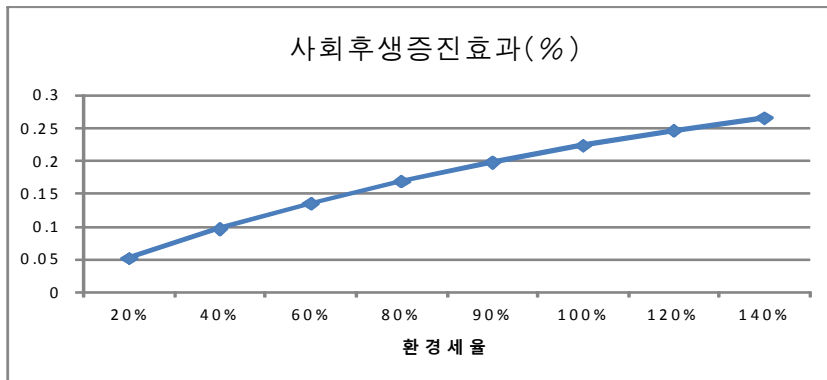
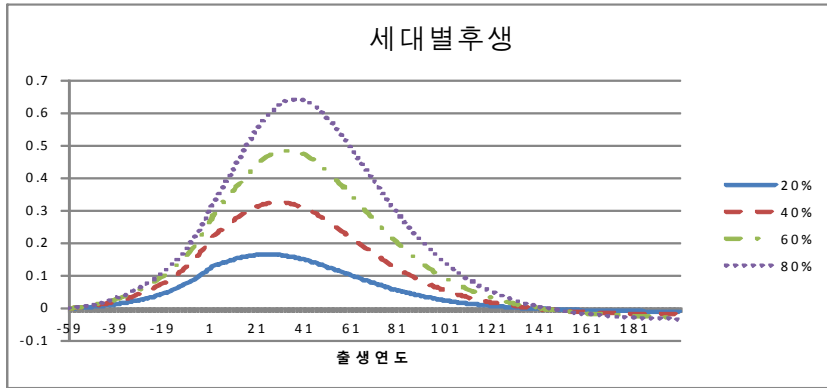
정책시뮬레이션 I에서와 같이 탄소세의 부과는 화석연료의 사용을 지연시키는 효과가 있다. 따라서 생산량에 미치는 영향은 현시점에서의 생산량 감소와 미래시기의 생산량 증가로 요약될 수 있다. 정책시뮬레이션 II의 효과가 정책시뮬레이션 I의 효과와 다른 점은 생산량에 대한 효과가 항구적으로 나타난다는 것이다. 이는 R&D 투자의 증가로 인한 에너지 효율성 증진효과가 항구적으로 나타나며 이로 인해 생산 증가 효과가 항구적으로 나타나기 때문이다.

R&D에 대한 지원의 효과는 먼저 R&D 투자 증가에서 나타난다. 화석연료와 신재생에너지의 효율 향상을 위한 R&D 투자는 투자 지원율의 추이에 의해 결정된다. 지원율이 높은 수준(50%)로 유지되는 시기에 투자가 대폭 증가하다가 지원율이 낮아짐에 따라 투자 증가폭이 감소하게 된다. R&D 투자의 감소에도 불구하고 R&D 투자에 의한 에너지 효율향상의 효과는 항구적으로 나타나며 따라서 생산량 증가 효과도 항구적으로 나타나게 된다. 또한 미래세대의 후생 증진효과도 항구적으로 나타나지 않던 정책시뮬레이션 I과 달리 미래세대의 후생 증진효과도 항구적으로 나타나고 있다.

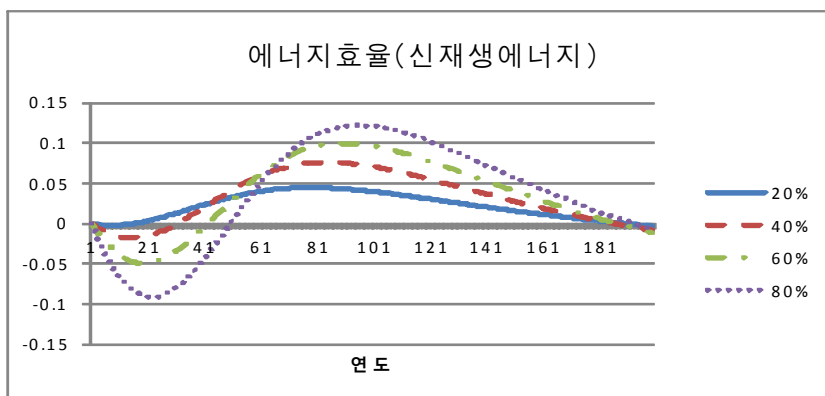
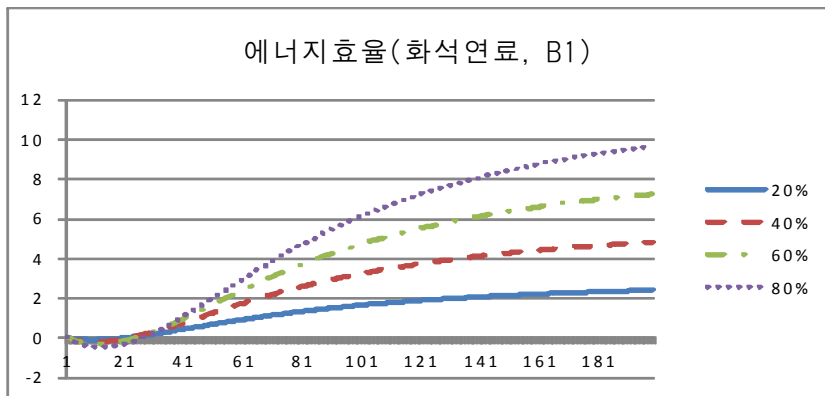
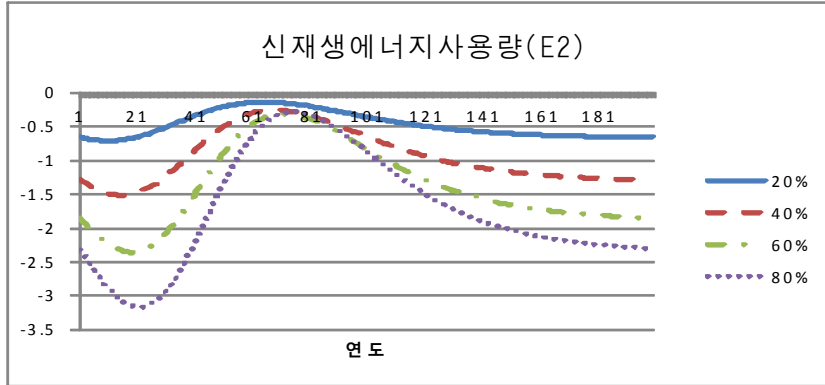
[그림 V-3] 정책시뮬레이션 I
(탄소세율에 따른 기본경제 대비 변화율, %)



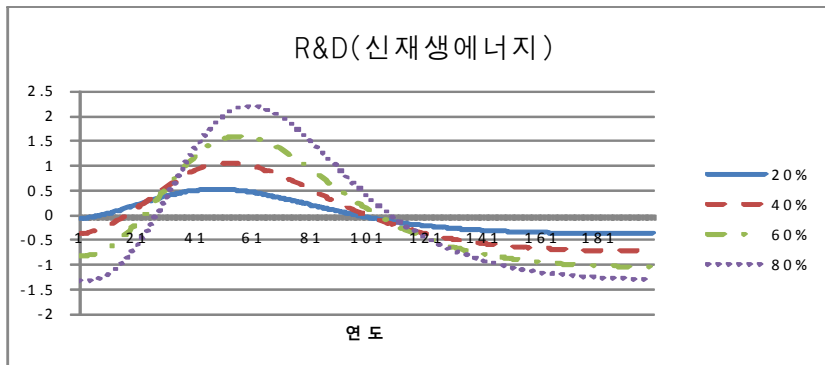
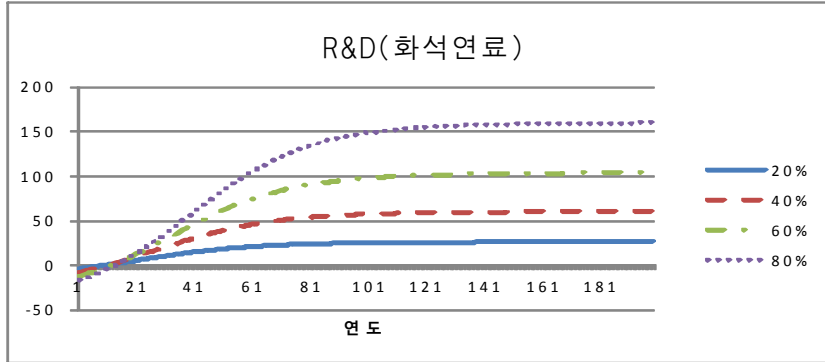
[그림 V-3]의 계속



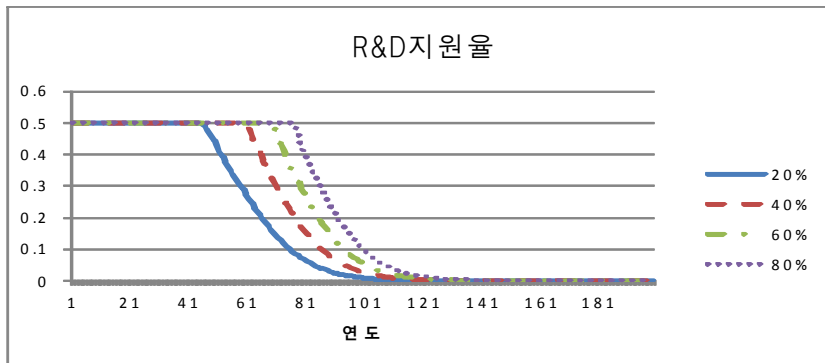
[그림 V-3] 계속



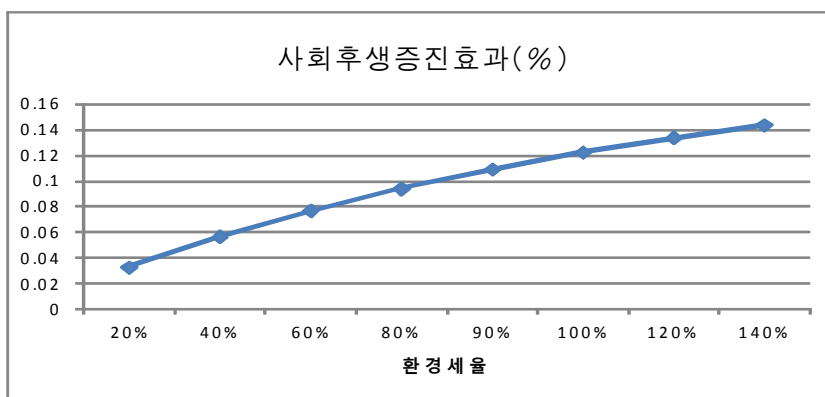
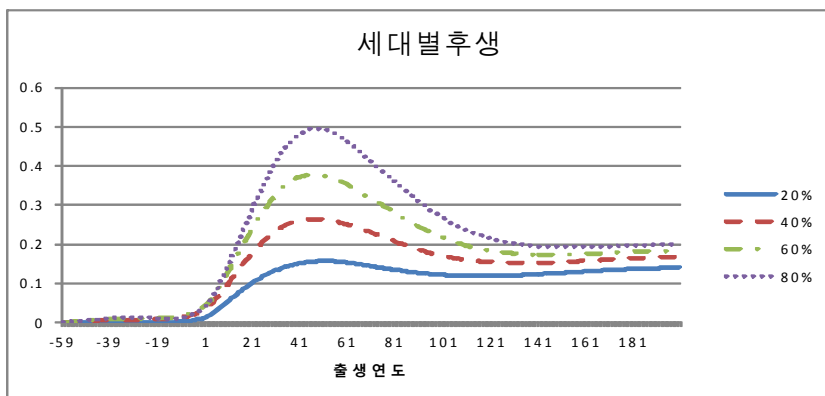
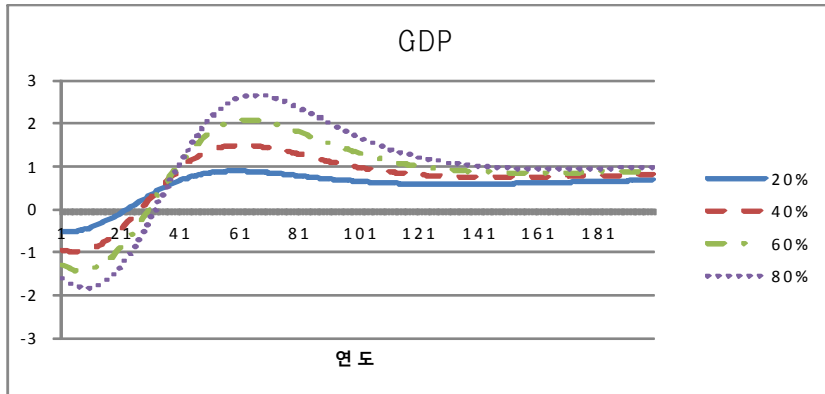
[그림 V-3] 계속



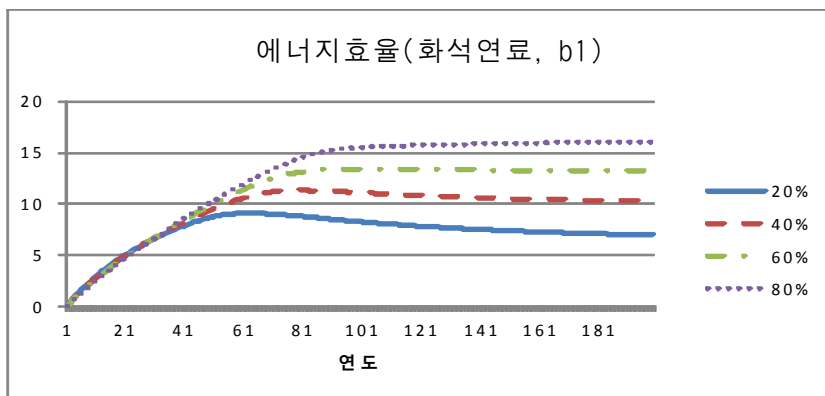
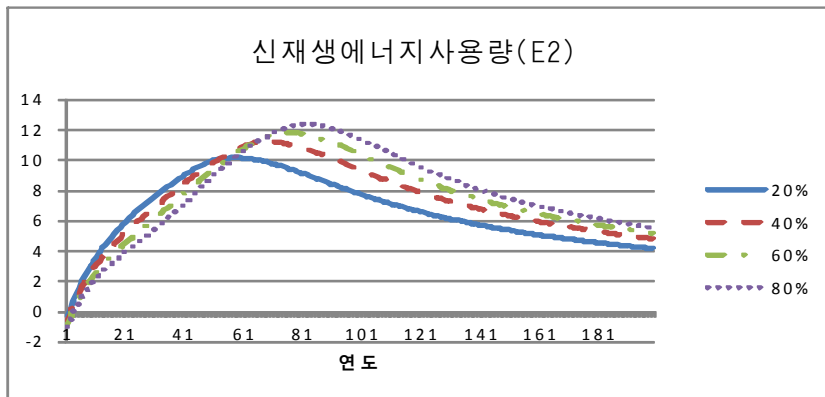
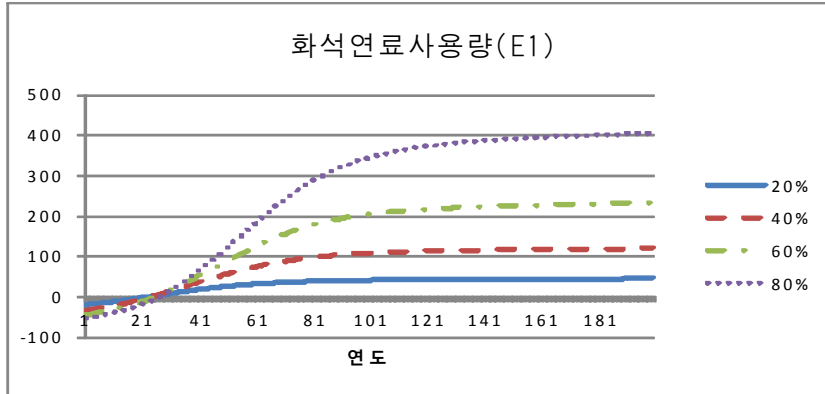
[그림 V-4] 정책시뮬레이션 II
(탄소세율에 따른 기본경제 대비 변화율, %)



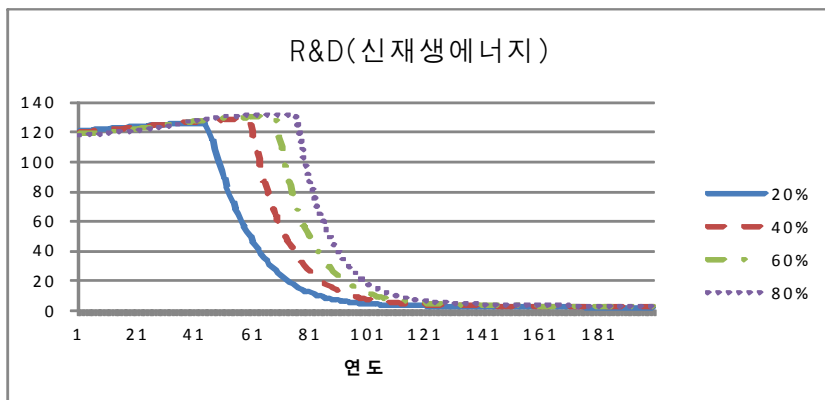
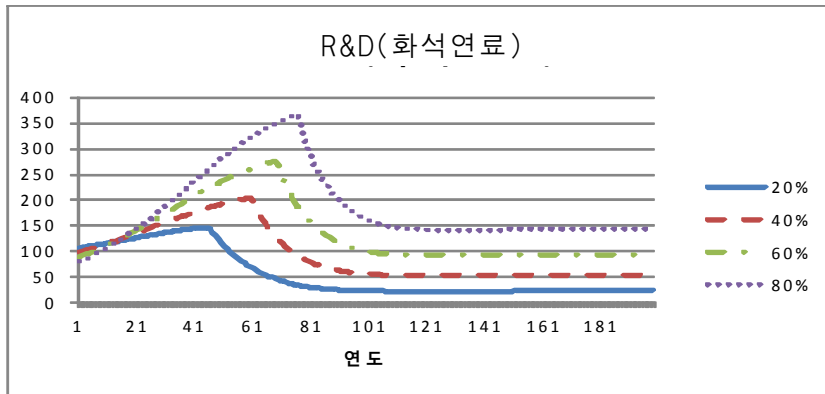
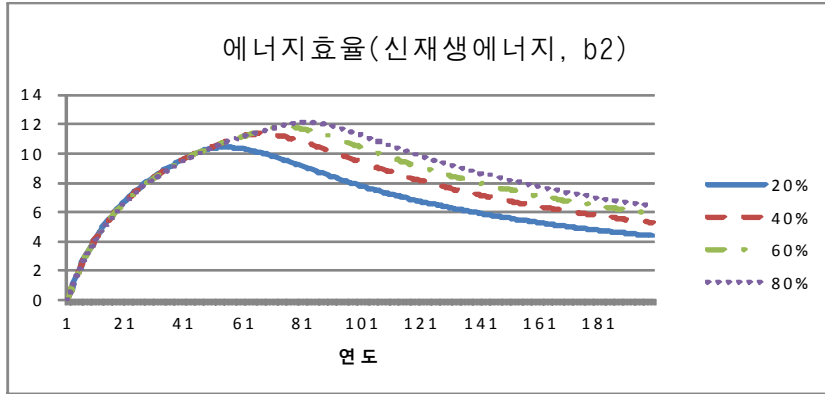
[그림 V-4] 계속



[그림 V-4] 계속



[그림 V-4] 계속



4. 소결

본장에서는 일반균형모형을 이용하여 화석연료에 부과하는 탄소세의 경제적 효과를 분석하였다. 본장의 분석에 의하면 탄소세의 부과는 매장량이 제한된 화석연료의 사용 시기에 영향을 미침으로써 현시점에서의 GDP를 줄이고 미래시점의 GDP를 증가시키는 효과가 있는 것으로 나타났다. 또한 탄소세 수입의 사용처에 따라 탄소세 도입의 초기기간 동안 생산량의 감소에 따른 후생 저해 효과를 줄이고 거의 대부분의 세대의 후생을 증진시킬 가능성도 있는 것으로 나타났다. 탄소세 수입을 이전지출 형태로 국민에게 지급할 경우 현재세대의 후생을 저해하지 않고 소폭이나마 증진시킬 가능성이 있으며, 또한 탄소세 수입의 일부를 R&D 투자에 대한 지원금으로 지출할 경우 생산증가 효과와 미래세대의 후생증진효과가 항구적으로 나타날 것으로 보인다.

특히, R&D 투자에 지원할 경우, 화석연료 매장량의 고갈과 신재생에너지 효율성이 충분히 향상되지 않아 신재생에너지 사용이 본격화되지 않는 시기에 생산량의 감소와 당시 생존하는 세대의 후생감소를 일정수준 완화하는 효과도 기대할 수 있을 것으로 사료된다.

본장에서 얻은 분석결과에 의하면 탄소세의 부과는 매장량이 제한되어 있음에도 불구하고 미래세대에 대한 고려가 충분하지 않는 상황에서 화석연료 사용이 과다하고 미래를 위한 신재생에너지 개발이 충분히 이루어지지 않은 상황에서 미래의 생산 증가와 미래세대의 후생 증진에 상당수준 기여할 것으로 보이며 이를 위해 현재세대가 감내하여야 하는 비용은 미래의 편익에 비하여 상대적으로 작게 나타나 전반적으로 사회후생을 증진시킬 가능성이 높음을 시사하고 있다.

다만 분석모형은 탄소세 도입방안에서 제시된 단계별 과세와 이미 존재하는 기존과세 수준을 고려하지 않은 한계가 있다. 그러므로 과세균형성을 회복하기 위한 1단계과세보다는 전반적 과세시나리오인 2단계 과세에 대한 영향 분석으로 볼 수 있다. 기존 에너지 관련 과세효과를 구분할 수 없는 한계가 있지만 현 에너지제품 세금비중이 10~20%(산업용, 가정

용 연료), 40% 수준(수송용연료)이고 추가적으로 소폭의 탄소세가 부과됨을 감안하면 분석시나리오상의 세율 20%~40%가 기존 조세와 탄소세를 포함한 세제정책의 경제적 효과라 할 수 있다. 탄소세수의 환류방법에 따른 경제적 효과는 이러한 모형의 세분화와 관계없는 결과이다.

VI. 결 론

본 보고서에서는 전 세계적 경제위기에도 불구하고 강화되고 있는 기후변화에 대한 지구적 노력에 대한 대응방안으로 탄소세 도입의 타당성과 효과성, 구체적 적용방안을 검토하였다. 기후변화에 대한 선도자적 역할을 하고 있는 EU 국가들은 이미 1990년대 이후 화석연료에 대한 탄소세의 개념을 구체적으로 도입하기 시작하였다. 또한 대규모 배출자들을 대상으로 하는 배출권거래제를 2005년부터 시행하였으며 현재 2기(2008~2012) 배출권 거래제를 실시하고 있다. 최근 재정위기로 인한 경제 위축에도 불구하고 항공부문으로의 제도 확대를 차질없이 추진하고 있다. 녹색성장을 기치로 미래성장 동력을 확보하기 위한 노력으로 우리나라도 장기적인 이산화탄소 감축목표를 제시하였으며 보다 구체적인 정책수단으로 탄소 배출권거래제도를 2015년부터 도입하기로 하였다.

구체적으로 탄소세와 에너지 관련 과세의 조화를 위한 주요 주제들을 분석하였다. 기존 연구에서 소홀히 다루어졌으나 중요한 주제를 중심으로 연구범위를 설정하였다. 이는 기존 연구와의 중복성을 피하고 세부주제에 대한 심층 분석을 위해 필요한 것이다. 주요 연구주제는 제조업과 가정부문에 대한 에너지소비분석, 외국의 탄소세와 에너지세제 조화사례, 우리나라에 대한 탄소세 도입방안, 탄소세 도입의 경제적 효과이다.

에너지소비분석에 따르면 제조업 부문의 저부가가치화로 인해 부가가치당 에너지소비량 효율성은 악화되고 있다. 이는 기존의 생산액당 에너지소비량 지표가 최근 개선되는 것과는 대비되는 결과이다. 즉 생산액당 에너지소비량(에너지소비량/생산액)이 감소한 것은 이를 부가가치율(부가가치액/생산액)과 부가가치 에너지원단위(에너지소비량/부가가치액)로 나눌 때 부가가치율의 급격한 하락에 의한 것이지 부가가치당 에너지소비량 개선은 없었던 것으로 나타났다. 이러한 에너지소비 효율성 악화

에는 낮은 에너지가격이 유의미한 영향을 미쳤음을 확인할 수 있었다. 이러한 결과는 탄소세 등 에너지가격정책을 통해 제조업 에너지소비 효율성 제고에 기여할 여지가 있음을 보여준다. 가정용 에너지소비 역시 낮은 수준의 가격과 소득탄력성을 확인할 수 있었다. 수송용 연료의 경우 여전히 일정수준의 가격탄력성을 보이고 있으므로 가격정책의 여지를 보여주고 있다.

외국의 에너지세와 탄소세 조화사례는 기존 에너지 관련 과세와 적절한 역할 분담 노력과 함께 산업부문 경쟁력 확보, 탄소 배출권거래제와의 조화가 필요함을 보여준다. 첫째, 기존 에너지 관련 과세제도와의 과세범위 조화방식으로 주요 국가들은 탄소세 도입 이전 에너지세의 과세범위를 감안하여 과세기반이 넓어지는 방향으로 제도를 도입하였다. 즉, 기존 에너지 과세범위가 넓어 과세범위 확대 필요성이 높지 않은 경우에는 기존 과세기반을 활용하여 부가적인 세율을 부과하는 방식을 취하였다(독일). 반면 기존 에너지 관련 과세기반이 넓지 않았던 경우에는 탄소세 도입과 함께 기존 과세범위에서 넓혀 부과하는 경우(핀란드)와 기존 에너지 관련 과세에서 과세되지 않던 분야에 특화된 과세형태를 취하기도 하였다(영국). 기존의 에너지과세범위가 넓게 형성되었지만 산업부문에 대해 면세하고 있었던 덴마크도 탄소세 도입을 계기로 산업부문에 에너지소비로 과세범위를 확대하였다.

둘째, 탄소세 도입의 방법은 과세범위에 따라 다른 형태로 나타난다. 즉 과세범위가 비교적 넓게 형성되는 경우는 기존의 에너지 관련 과세에 포함되는 부가세의 형태를 취하는(독일, 핀란드) 반면, 과세범위가 특정부문에 한정되는 경우는 별도 세목을 취하고 있다(영국, 덴마크). 이는 조세제도의 복잡성을 완화하기 위한 것으로 볼 수 있다. 넓은 범위에 부과되는 기존 에너지세가 있을 경우 새로운 세목의 설치보다 기존 에너지세에 탄소세에 해당하는 세율을 추가함으로써 하나의 세목처럼 운영할 수 있기 때문이다. 기존 과세범위와 다르게 운영할 경우에는 새로운 세목을 설치하여 도입하였다(영국, 덴마크).

셋째, 탄소세 도입으로 인한 추가재원 효과는 크지 않았다. 이러한 경험

은 탄소세가 새로운 재원확보의 수단으로 의미 있게 이용될 수 있지만 그 재원규모는 크지 않을 수 있음을 보여준다. 기본적으로 에너지소비량과 세수는 밀접하게 연관되는데 에너지소비량을 결정하는 효율성은 지속적으로 개선되기 때문이다. 동시에 각종 신재생에너지의 개발도 화석연료 중심의 탄소세의 직접적 세수기반을 약화시키는 요인이다. 환경과세를 강화하고 노동 관련 과세를 축소하는 ETR(Environmental Tax Reform) 관점을 적용한 덴마크가 GDP 대비 세수증가가 1.02%p로 가장 크게 나타났으며 다른 국가들은 변화 폭이 0.5%p 이하에 불과했다.

탄소세 부과여건을 결정하는 우리나라 에너지제품의 절대적 가격수준과 구매력기준 가격수준은 용도와 에너지원에 따라 다르게 나타났다. 국제경쟁력에 영향을 미치는 절대적 가격수준은 산업용 연료유의 경우 외국에 비해 높은 수준이며 수송용 연료는 상대적으로 낮은 수준이다. 반면 가정용 연료유는 외국과 유사한 수준이다. 이는 수송용 연료에 대한 세부담 인상의 여지가 있음을 보여준다. 그러나 소비자의 부담을 측정하는 구매력기준 평가에서는 대부분 에너지상품의 가격이 주요 선진국들에 비해 높게 나타나 경제주체가 느끼는 비용부담은 상당한 것으로 평가된다. 이는 석유제품에 대한 세율인상에 장애요인으로 작용하며 그 수준도 높이기 어려움을 보여준다. 에너지원별 과세구조는 전력과 석탄에 우대구조를 보여주고 있다. 석탄의 경우 에너지 관련 과세가 적용되지 않고 있어 균형과세 차원에서 과세를 검토할 수 있다. 전력의 경우에도 주요국에 비해 절대적 가격뿐만 아니라 구매력기준 평가에서도 상당히 낮은 가격수준을 보여준다. 이는 절대가격수준이 외국과 큰 차이를 보이지 않는 석유제품과 비교할 때 놀라운 수준이다. 이는 정부의 물가관리 의지가 상당부분 반영된 결과로 보인다. 외국과의 수출입을 통해 적절한 시장경쟁 압력을 느낄 수 있는 석유제품과 달리 전력은 구조적으로 폐쇄된 독점적 구조를 가지고 있는 것도 큰 가격 격차의 원인이다. 향후 지구온난화에 대응하기 위한 정책의 효과성을 담보하기 위해서는 전력부문에 대한 가격기능 회복이 중요하다.

2015년 도입 예정인 배출권거래제도와 상호보완 관계 형성을 위해서

탄소세를 도입한다면 배출권거래제 도입 이전에 시행하는 것이 바람직하다. 배출권거래제도가 일정규모 이상의 대규모 에너지소비업체만 적용되므로 탄소세 개념은 배출권거래제도 적용대상이 아닌 산업, 수송, 가정부문에 초점을 맞출 필요가 있다. EU 배출권거래제 이전에 도입된 각국의 탄소세 운영도 산업부문에 대해 낮은 세율 등 경쟁력 측면에서의 고려가 있었다. 우리나라의 경우 적어도 2016년 말까지 탄소배출권이 무상할당될 것이므로 이를 감안하여 비산업부문에 대한 점진적인 탄소세 도입방안을 마련하여 가격기능을 회복하는 것이 중요하다.

구체적인 탄소세 도입방법은 별도의 세목 신설보다는 기존의 폭넓게 형성되어 있는 교통·에너지·환경세, 개별소비세 등에 부가세의 개념으로 포함하는 것이 바람직하다. 제도설계의 간편성과 세목의 단순성 확보 그리고 납세자의 수용성 측면에서 장점이 있다. 탄소세 과세범위에 있어서는 과세 효율성을 개선할 수 있도록 비과세부문 축소에 활용하여야 한다. 현재 비과세되고 있는 유연탄, 무연탄, 전력 등이 우선순위가 높은 잠재적인 과세대상이다. 동 에너지 제품의 절대가격 측면을 감안하더라도 외국에 비해 상대적으로 낮아 탄소세 도입의 여지가 높다. 탄소세 도입 시 세율 수준은 피구조세의 성격을 감안하는 것이 바람직하나 사회적 비용의 측정에 한계가 있어 유럽의 배출권거래제 가격을 조정하여 이용하는 것이 바람직하다. 유럽 대규모 산업체 간의 배출권거래가격은 시장에서 평가되는 탄소배출의 가격으로 볼 수 있기 때문이다. 이러한 가격수준을 조정할 수 있는 근거는 환경에 대한 가치평가가 그 사회의 소득수준에 크게 의존하기 때문이다. 또한 탄소세의 과세기준은 탄소배출과 직접적으로 연계된 물량단위의 종량세 체계가 바람직하다. 사회적 비용의 내재화라는 탄소세 부과취지와 잘 부합하며 기존의 에너지 관련 과세제도와의 일관성을 유지할 수 있는 방안이기 때문이다.

이러한 방향성을 바탕으로 우리나라 탄소세 도입 시나리오는 2단계로 구성할 수 있다. 1단계에서는 기존 에너지과세 부문간 불균형의 문제를 해소하는 과정이며 이를 바탕으로 본격적인 탄소세의 개념을 도입하는 단계가 2단계이다. 동시에 2단계에서는 2015년부터 시행될 탄소 배출권거래

제와도 조화를 추구한다. 탄소세 요율은 EU의 배출권거래가격을 이용하였다. EU와의 격차 등을 감안하여 1단계에서는 3~7유로의 요율을 적용하고, 2단계에서는 산업용은 배출권거래제, 비산업용에 대해 2~4유로의 요율을 적용하였다. 탄소세 부과로 인한 세수효과는 1단계 개편에서 시나리오에 따라 1.3조~3.1조원 수준에 이른다. 소비량이 많은 전력과 유연탄 소비 부문에서 부담하는 구조이다. 에너지다소비업종으로 구성된 배출권거래대상에서 0.5조~1.2조원을 부담하고 기타 산업 및 용도에서 0.8조~1.9조원을 부담하게 된다. 에너지원별로는 전력과 유연탄을 소비하는 경제주체가 부담하게 된다. 배출권거래제도와 함께 시행되는 2단계 개편에서는 산업부문의 잠재적 부담 증대⁸⁹⁾를 고려하지 않더라도 1.0조~2.1조원의 세입 증대가 예상된다. 배출권거래제도 부문이 부담하게 될 부담의 절반 이상에 해당하는 요율 적용에 따른 것이다.

일반균형분석에 따르면 탄소세 부과가 매장량이 제한된 화석연료의 사용 시기에 영향을 미침으로써 현시점에서의 GDP를 줄이고 미래시점의 GDP를 증가시키는 효과가 있는 것으로 나타났다. 화석에너지에 대한 탄소세 부과에 따라 중기적으로 GDP의 감소가 나타나며 충분한 경제적 적응과정을 그친 이후에는 GDP가 크게 증가하게 된다. 탄소세 수입의 사용 방법에 따라 탄소세 도입 초기기간 생산량의 감소에 따른 후생저해효과를 줄이고 거의 대부분 세대의 후생을 증진시킬 가능성도 있는 것으로 나타났다. 탄소세 수입을 이전지출 형태로 국민에게 지급할 경우 현재세대의 후생을 저해하지 않고 소폭이나마 증진시킬 가능성이 있으며, 또한 탄소세 수입의 일부를 R&D 투자에 대한 지원금으로 지출할 경우 생산증가 효과와 미래세대의 후생증진효과가 항구적으로 나타날 것으로 보인다. 관건은 탄소세 부과로 나타나는 단기적인 GDP 증가율의 감소이다. 탄소세율이 낮아지면 그 기간과 성장 저해효과도 줄어들지만 근본적으로 회피하기는 어렵다. 그러나 환경을 고려하지 않는 현 체제로의 지속성장이 불가능하다는 점을 감안하면 화석연료 축소(즉, 온실가스 저감)에 따른 경제

89) 100% 무상할당이 이루어지더라도 에너지소비가 늘어나게 되면 탄소배출권을 구매하여 비용을 부담하게 됨.

적 충격은 피하기 어려운 상황이라 할 수 있다. 이를 감안하면 단기적이고 높은 세율의 탄소세 도입보다는 점진적인 탄소세 도입 및 운용이 보다 현실적인 대안이 될 수 있다. 배출권거래제에서 도입하고 있는 높은 무상할당율도 그러한 관점에서 시작된 것이다.

결론적으로 우리나라의 제조업은 에너지 효율성이 낮은 부가가치율, 개선되지 않고 있는 에너지 원단위 등의 영향이 크게 작용하고 있어 두 요인에 대한 심층적인 개선 노력이 요구된다. 특히 에너지 원단위의 악화에는 낮은 에너지가격이 유의미한 영향을 미친 것으로 나타나 미래의 급격한 환경 충격을 해소한다는 측면에서도 탄소세의 도입이 필요하다. 가정 부문의 에너지소비분석에서도 가격정책의 유효성을 확인할 수 있었다. 절대가격과 구매력기준으로 평가한 에너지가격 수준에서도 추가과세의 여력이 있는 것으로 나타났다. 우선 비과세부문에 대한 탄소세 부과를 시행하고 다시 2015년부터 시행될 배출권거래제와의 균형을 위해 본격 시행과 함께 추가적인 세제개편을 실시하는 단계적인 방안이 바람직한 것으로 판단된다. 부문간 과세균형을 통해 탄소세 부과 효과성을 높일 수 있기 때문이다. 외국의 탄소세 도입사례에 따르면 소폭의 탄소세 부과와 넓은 과세기반 확충이 중요하므로 이러한 취지의 세제개편이 바람직하다. 탄소세 도입의 경제적 효과는 단기적인 GDP 감소를 가져오나 장기적으로 긍정적인 효과를 나타내며 그 세수를 R&D에 투자할 경우 그 효과는 더욱 크게 나타났다. 미래 예상되는 전 지구적 환경규제 강화에 따른 경제적 충격을 분산하고 새로운 성장동력으로 육성하기 위해서는 탄소세의 도입과 생산적 세수환류 구조가 중요하다. 이를 위한 탄소세 도입을 위한 적극적 논의가 시작되어야 할 것이다.

참고문헌

- 국무총리실, 「온실가스 배출권거래제 시행령 입법예고」, 녹색성장위원회 보도자료, 2012. 7. 23.
- 국세청, 『국세통계연보』, 각 연도.
- 기획재정부, 「국가재정운용계획 요약」, 2010. 9. 27.
- 김성태 · 이인실 · 안중범 · 이상돈, 「한국 조세제도와 조세행정의 조화로운 개혁방안」, 『경제학연구』 제47집 제3호, 한국경제학회, 1999.
- 김수이 · 김현석, 「LMDI 방법론을 이용한 국내 제조업의 에너지소비 요인 분해 분석」, 『에너지경제연구』, 제10권 제1호, 에너지경제연구원, 2011, pp. 49~76.
- 김수이, 『저탄소 경제시스템 구축 전략 연구 - 경제 · 에너지 · 환경 통합 정책 개발』, 기본연구보고서 08-18, 에너지경제연구원, 2008.
- 김승래 · 박상원 · 김형준, 『세계의 환경친화적 개편에 관한 연구』, 연구보고서 08-12, 한국조세연구원, 2008.
- 김승래 · 송호신 · 김지영, 『녹색성장 세계의 설계와 경제적 효과』, 미발표 연구자료, 한국조세연구원, 2010.
- _____, 『저탄소 · 환경친화적 산업을 위한 재정정책 방향』, 연구보고서 09-08, 한국조세연구원, 2009.
- 김용건, 『온실가스 배출권거래제도: 국제동향과 시사점』, 한국환경정책 · 평가연구원, 2009.
- 김종률, 『배출권거래제도와 탄소세』, 주OECD 대한민국 대표부, 2009.
- 김충실 · 이상호, 『CGE모형에 의한 논농업 직불제의 국민경제적 효과』, 농업경영 · 정책연구 29-1, 농업정책학회, 2002.
- 나인강 · 이성근, 「산업부문 에너지 효율 변화요인 분석」, 『자원환경경제연구』, 17(2), 한국자원경제학회, 2008, pp. 255~286.

- 노동부, 『임금구조기본통계조사보고서』, 2005.
- 박상철, 「독일탄소세 정책 - 경제, 사회, 환경에 미치는 영향에 관한 연구」, 『EU학 연구』 제15권 2호, 한국EU학회, 2010.
- 박용덕·마용선, 「수송용 석유류 조세체계 현황과 적정 개편방향」, 『에너지경제연구』, 제6권 제2호, 에너지경제연구원, 2007.
- 박훈, 「국내제조업의 에너지 효율성 분석과 정책적 시사점」, 『산업경제 분석』, 산업연구원, 2009. 10.
- 성명재, 『조세정책의 소득재분배 효과 분석에 관한 연구: 도시가계조사자료를 중심으로』, 연구보고서 02-01, 한국조세연구원, 2002.
- 성명재·권오성·장근호, 『경제환경 변화에 대응한 주세율 체계 개편방안 연구』, 한국조세연구원, 2002.
- 안석환·강인수·김종민·전영준, 『일반균형계산모형에 의한 소비세 개편의 경제적 효과분석』, 연구보고서 98-05, 한국조세연구원, 1998.
- 안창남 외, 『우리나라 탄소세 도입방안 연구: 과세제도 및 체계를 중심으로』, 조세연구 제10-2집, 한국조세연구포럼, 2010.
- 에너지경제연구원, 『EEA 산업부문 에너지 통계 및 효율지표 작성과 시사점』, KEEI ISSUE PAPER, Vol. 1. No. 10, 2007.
- _____, 『국가 에너지 절약 목표와 경제부문별 추진계획 수립』, 기본보고서 2001-13, 에너지경제연구원, 2001.
- _____, 『에너지통계연보』, 각 연도.
- 에너지관리공단, 『유럽 국가배출권할당계획(NAP) 비교연구』, KEMCO-2005-26-Y, 2005.
- 오인하, 『2012년 이후 국제 탄소시장 전망 및 활용전략 연구』, 에너지경제연구원 10-17, 2010.
- 이선화, 『EU ETS를 통해서 본 배출권 초기할당의 이슈와 쟁점』, KERI Zoom-In 09-02, 한국경제연구원, 2009.
- 이명헌·성명재, 『조세정책 효과분석을 위한 모형개발: 외부불경제 유발재화의 소비세율 인상 효과분석』, 연구보고서, 한국조세연구원, 2002.

- _____, 『관세율 인하의 경제적 효과분석: 소득계층별 후생효과를 중심으로』, 연구보고서 01-06, 한국조세연구원, 2001.
- 이 영 · 전영준 · 이철인 · 김진영(편역), 『Rosen의 경제학』, McGraw Hill Korea, 2007.
- 이우성, 송치용, 손수정, 『R&D 투자의 총요소생산성 효과에 대한 국제비교: 우리나라와 OECD 및 주요국가를 중심으로』, 『생산성논집』, 제 24권 제3호, 한국생산성학회, 2010. 9, pp. 294~318.
- 전영준, 『녹색성장전략과 경제성장: 탄소연료 사용제한 및 신재생에너지 개발정책을 중심으로』, 『응용경제』 제13권 제1호, 한국응용경제학회, 2011, pp. 135~74.
- 조현진, 『배출권의 할당과 시장지배적지위』, 『법학연구』 (연세대학교 법학연구원) 제22권 제1호, 2012. 3.
- 통계청, 『가계동향조사자료』, 각 연도.
- _____, 『국가통계포털』.
- 표학길, 『한국의 산업별 · 자산별 자본스톡추계(1953~2000)』, 『한국경제의 분석』, 제9권 제1호, 한국금융연구원, 2003, pp. 203~282.
- 한국은행, 『1995년 산업연관표 CD ROM』 .
- _____, 『2010년 산업연관표』, 한국은행 경제통계시스템(ECOS).
- _____, 『국민계정』, 한국은행 경제통계시스템(ECOS), 각 연도.
- 한국조세연구원, 『에너지 세제개편과 배출권거래제의 구체적 연계방안 연구』, 2010.
- 허경선 외, 『친환경에너지세제 개편을 위한 주요 쟁점 분석 및 세입 · 세출 개선방안 수립연구』, 한국조세연구원, 2012.
- Ang., B.W. “The LMDI approach to decomposition analysis: a practical guide,” *Energy Policy* 33, 2005, pp. 867~871.
- Ang, B.W. and Liu, F.L., “A new energy decomposition method: perfect in decomposition and consistent in aggregation,” *Energy Policy* 26, 2001, pp. 537~548.

- Auerbach, Alan and Laurence Kotlikoff, *Dynamic Fiscal Policy*, New York: Cambridge University Press, 1987.
- Baumol, William J. and Wallace E. Oates, "The Use of Standards and Prices for Protection of the Environment," *Swedish Journal of Economics* 42, 1971.
- Chivu, Maria Ramona, Elena Adelina Blăăjanu, Dragoș. Lucian Popescu and Marin Chivu, "TRENDS IN ENVIRONMENTAL TAX REFORMS IN EUROPEAN UNION," Recent Researches in Sociology, Financing, Environment and Health. Unknown.
- Dargay, J. M. and P. C. Vythoulkas, "Estimation of dynamic transport demand models using pseudo-panel data," In 8th World Conference on Transport Research, Antwerp, Belgium, July, 1998.
- _____, "Estimation of a dynamic car ownership model: a pseudo panel approach," *Journal of Transport Economics and Policy*, 33 (3), 1999, pp. 287~302.
- Dargay, Joyce M, "Determinants of Car Ownership in Rural and Urban Areas-a Pseudo-Panel Analysis," *Transportation Research Part E*, 38, 2002, pp. 351~366.
- Dasgupta, Partha, and Geoggrey Heal, "The Optimal Depletion of Exhaustible Resources," *The Review of Economic Studies*, Vol. 41, Symposium on the Economics of Exhaustible Resources, 1974, pp. 3~28.
- Dasgupta, Swapan, and Tapan Mitra, "Intergenerational Equity and Efficient Allocation of Exhaustible Resources," *International Economic Review*, Vol. 24, No. 1, Feb. 1983, pp. 133~153.
- Deaton, A., "Panel data from time series of cross sections," *Journal of Econometrics*, Vol. 30, 1985, pp. 109~126.
- EU, DIRECTIVE 2003/87/EC OF THE EUROPEAN PARLIAMENT

- AND OF THE OUNCIL of 13 October 2003.
_____. DIRECTIVE 2009/29/EC OF THE EUROPEAN PARLIAMENT
AND OF THE COUNCIL of 23 April 2009.
- European Environment Agency, *Energy and Environment Report*,
EEA Report No. 6/2008, 2008.
- Eurostat, "Energy Taxes in the Nordic Countries - Does the polluter
pay?," Final report Grant Agreement, 2003, 3.
- Finnish Energy Industries, "Energy Taxation in Europe, Japan and
The US," 2012.
- Frisch, Ragnar, "A Completer Scheme for Computing All Direct and
Cross Demand Elasticities In a Model with Many Sectors,"
Econometrica, Vol. 27, 1959, pp. 177~196.
- Gilbert, Richard J., "Optimal Depletion of an Uncertain Stock," *The
Review of Economic Studies*, Vol. 46, No. 1, Jan. 1979, pp. 4
7~54
- Haley, William J., "Estimation of the Earnings Profile from Optimal
Human Capital Accumulation," *Econometrica*, Vol. 44, November
1976, pp. 1223~38.
- Heckman, James J., "A Life-Cycle Model of Earnings, Learning, and
Consumption," *Journal of Political Economy*, Vol. 84, No. 4, pt.
2, August 1976, S11~S44.
- IEA, "Energy Prices and Taxes," 2011. 4Q.
- Jinwen, Zhong and Zhang Xiaoying, "Carbon Tax: International
Experiences and Inspirations," Proceedings of 2010 International
Symposium on Low-carbon Economy and Technology Science,
2010. 10(<http://www.seiofbluemountain.com/>)
- Jones, Charles, "R&D-Based Models of Economic Growth," *Journal of
Political Economy*, Vol. 103, No. 4, 1995, pp. 759~784.
- Juanto, Leila, "Excise Duties in Finland in a Historical Perspective,"

- Stockholm Institute for Scandianvian Law 1957-2009, Unknown.
- Krautkraemer, Jeffrey A., "Nonrenewable Resource Scarcity," *Journal of Economic Literature*, Vol. 36, No. 4, Dec. 1998, pp. 2065~2107.
- Larsen, Thomas, "Greening the Danish Tax System," 2011.
- Leicester, Andrew, "The UK Tax System and the Environment," unknown.
- Ludewig, Damian, Bettina Meyer, and Kai Schlegelmilch, "Greening the Budget: Pricing Carbon and Cutting Energy Subsidies to reduce the financial deficit in Germany," 2010 (<http://www.boell.org/web/139-676.html>)
- Ministry of Foreign Affairs of Denmark, "Denmark commits to overall energy reduction," 2008.
- National Renewable Energy Laboratory, "Carbon Taxes: A Review of Experience and Policy Design Considerations," 2009. 12.
- OECD, "OECD Economic Surveys: Denmark 2012," 2012.
- _____, "Energy Prices and Taxes," 2012 2Q.
- Philips, Louis, *Applied Consumption Analysis*, Revised and Enlarged Edition, North-Holland Publishing Company, 1983.
- Pigou, Arthur, "The Economics of Welfare, Macmillan 4th ed.," 1932.
- Pindyck, Robert S. "The Optimal Exploration and Production of Nonrenewable Resources," *The Journal of Political Economy*, Vol. 86, No. 5, Oct. 1978, pp. 841~851.
- Porter, Michael E., *The Competitive Advantage of Nations*, New York, Free Press, 1990.
- Ptak, Michał, "Environmentally motivated energy taxes in Scandinavian countries," *Economic and Environmental Studies* Vol. 10, No. 3, 2010.
- Speck, Stefan, "The Design of Carbon and Broad-Based Energy

Taxes in European Countries,” The Reality of Carbon Taxes in the 21st Century, Environmental Tax Policy Institute and Vermont Journal of environmental Law, 2008.

_____. “Differences in Environmental Tax Reforms (ETR) between CEEC and Germany/UK,” 2007.

Sumner, Jenny, Lori Bird, and Hillary Smith, “Carbon Taxes: A Review of Experience and Policy Design Considerations,” National Renewable Energy Laboratory, 2009.

Vehams, Jarmo, “Energy-related taxation as an environmental policy tool—the Finnish experience 1990-2003,” *energy policy* 33, 2005.

<http://cdm.kemco.or.kr/>(에너지관리공단 CDM 홈페이지)

<http://customs.hmrc.gov.uk/>, “Hydrocarbon oils: Historical duty rates”.

<http://customs.hmrc.gov.uk/>, “A general guide to Climate Change Levy__What are the rate of CCL?.”2011.11.

<http://customs.hmrc.gov.uk/>, “Climate Change Levy (CCL) - rates to rise at 1 April 2007”

<http://customs.hmrc.gov.uk/>, “Climate Change Levy (CCL) - rates to rise at 1 April 2008”

<http://www.decc.gov.uk>, Consultation on Simplifying the Climate Change Agreements Scheme, 2011.

<http://www.economicinstruments.com/>, “Energy taxation(Denmark),” 2008.

<http://www.economicinstruments.com> “Sulpher Tax(Denmark),” 2008.

<http://www.economypoint.org/e/eco-tax-germany.html>

<http://www.ecolex.org/>, “DIRECTIVE 2003/87/EC OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 13 October 2003”.

<http://www.ecolex.org/>, “Directive 2009/29/EC of the European Parliament and of the Council of 23 April 2009”.

- <http://www.economicinstruments.com/>, "Climate Change Programme (Climate change Levy and Climate Change Agreement), UK", 2008.12.
- <http://www.environment.fi/> "environmentally related energy taxation in finland(2012)", 2012.
- <http://www.economicinstrument.com/> "Carbon and Energy Taxes(Finland)".
- <http://www.eea.europa.eu/>(European Environmental Agency (EEA) 홈페이지)
- <http://www.foesde/>, Environmental tax reform 1999~2003.
- <http://www.ifs.org.uk/>, "Environmental taxes", 2007.3.
- <http://www.moleg.go.kr/>(법제처 홈페이지)
- <http://www.nao.org.uk/>, "The Climate Change Levy and Climate Change Agreements", 2007.8.
- <http://www.oecd.org/>, "GERMANY: INVENTORY OF ESTIMATED BUDGETARY SUPPORT AND TAX EXPENDITURES FOR FOSSIL FUELS", 2011.
- <http://www.ons.gov.uk/>, "Government revenues from environmental taxes 1993-2010". 2011.
- <http://www.opinetco.kr>
- <http://www.stat.fi/>, "Appendix table 1: Energy taxes, precautionary stock fees and oil pollution fees".

〈부록 1〉 가법적 방법론에 따른 제조업 에너지 소비증가 요인분해

〈부표 1〉 1991년 대비 에너지소비 증가량 요인분해 결과

(단위: 천TOE)

	생산효과	구조효과	부가가치효과	원단위효과	총효과
1992	3,642	311	312	2,978	7,243
1993	7,843	397	-33	3,637	11,844
1994	13,718	-172	1,482	807	15,834
1995	20,191	-886	1,554	-2,285	18,574
1996	24,974	-1,601	-780	318	22,910
1997	29,380	-1,656	-1,480	6,092	32,336
1998	20,517	-566	-100	11,545	31,396
1999	24,358	-3,026	-2,358	15,861	34,835
2000	32,160	-4,493	-8,986	19,848	38,529
2001	34,710	-6,278	-8,934	19,876	39,374
2002	40,596	-8,763	-7,863	19,504	43,473
2003	44,473	-11,321	-9,194	21,590	45,548
2004	51,484	-14,190	-9,450	19,930	47,774
2005	55,048	-14,248	-11,222	19,850	49,428
2006	60,780	-17,154	-14,852	23,315	52,088
2007	67,378	-18,740	-16,514	19,921	52,046
2008	73,228	-20,618	-19,960	21,515	54,165
2009	74,773	-23,974	-20,093	22,238	52,944

〈부표 2〉 1999년 대비 에너지소비 증가량 요인분해 결과

(단위: 천TOE)

	생산효과	산업구조효과	부가가치효과	원단위효과	총효과
2000	9,774	-1,556	-9,648	5,124	3,694
2001	13,101	-4,011	-9,667	5,115	4,539
2002	20,141	-7,475	-7,621	3,593	8,638
2003	24,945	-11,113	-9,418	6,299	10,713
2004	34,073	-14,911	-9,952	3,729	12,939
2005	38,664	-14,857	-12,124	2,911	14,593
2006	45,789	-19,002	-17,058	7,524	17,253
2007	54,605	-22,414	-19,204	4,224	17,211
2008	61,956	-25,129	-24,261	6,764	19,330
2009	64,701	-29,685	-24,275	7,368	18,109

〈부표 3〉 1991년 대비 에너지소비 증가량(발전손실 포함) 요인분해 결과

(단위: 천TOE)

	생산효과	구조효과	부가가치효과	원단위효과	총효과
1992	4,491	247	438	2,537	7,714
1993	9,619	377	80	2,652	12,728
1994	16,806	-195	1,808	-1,011	17,409
1995	24,719	-1,455	1,833	-3,432	21,665
1996	31,036	-1,813	-706	-580	27,938
1997	36,376	-1,975	-1,693	6,117	38,825
1998	25,184	-879	-30	12,006	36,282
1999	30,128	-3,639	-2,647	17,841	41,683
2000	39,998	-5,304	-10,400	22,827	47,121
2001	43,129	-7,213	-10,424	22,473	47,966
2002	50,511	-9,937	-9,348	22,019	53,245
2003	55,484	-12,773	-10,860	24,464	56,315
2004	64,404	-15,982	-11,073	22,222	59,572
2005	69,262	-16,064	-13,229	22,743	62,712
2006	76,502	-19,227	-17,419	26,348	66,204
2007	83,923	-20,946	-19,279	20,477	64,176
2008	91,415	-22,992	-23,372	22,312	67,364
2009	93,898	-26,878	-23,653	23,441	66,808

〈부표 4〉 1999년 대비 에너지소비 증가량(발전손실 포함) 요인분해 결과

(단위: 천TOE)

	생산효과	산업구조효과	부가가치효과	원단위효과	총효과
2000	12,017	-1,788	-11,105	6,315	5,438
2001	16,092	-4,428	-11,206	5,825	6,283
2002	24,768	-8,179	-9,124	4,098	11,563
2003	30,753	-12,227	-11,155	7,261	14,632
2004	42,103	-16,550	-11,625	3,961	17,889
2005	48,013	-16,622	-14,294	3,932	21,029
2006	56,889	-21,218	-19,937	8,787	24,521
2007	67,247	-24,904	-22,376	2,527	22,493
2008	76,476	-27,912	-28,258	5,375	25,681
2009	80,227	-33,166	-28,452	6,516	25,125

〈부록 2〉 제조업 업종별 에너지소비증가 요인 분해(승법적 분석)

〈부표 5〉 1991년 대비 제조업 업종별 에너지소비 요인분석(1)

	음식료품·담배				섬유·의복			
	생산	부가가치	원단위	총효과	생산	부가가치	원단위	총효과
1992	1.045	1.015	1.024	1.086	1.015	1.048	0.920	0.979
1993	1.105	0.999	0.999	1.103	1.063	1.054	0.872	0.976
1994	1.167	1.002	1.034	1.209	1.104	1.059	0.896	1.047
1995	1.255	0.993	1.045	1.303	1.130	1.047	0.938	1.109
1996	1.330	1.006	0.999	1.337	1.127	1.064	0.935	1.121
1997	1.326	0.965	0.994	1.273	1.114	1.009	1.034	1.162
1998	1.204	0.922	1.007	1.119	0.964	1.002	1.284	1.241
1999	1.210	1.032	0.876	1.093	0.968	1.023	1.371	1.358
2000	1.266	1.013	0.877	1.124	1.032	0.986	1.395	1.421
2001	1.286	0.955	0.877	1.077	1.056	0.954	1.366	1.376
2002	1.328	0.938	0.904	1.127	1.054	0.924	1.411	1.374
2003	1.330	0.922	0.933	1.144	0.963	0.966	1.365	1.269
2004	1.388	0.962	0.860	1.148	0.922	0.966	1.335	1.190
2005	1.109	0.920	1.111	1.132	0.890	0.997	1.196	1.062
2006	1.115	0.904	1.084	1.093	0.920	0.975	1.041	0.933
2007	1.171	0.907	1.099	1.167	0.952	0.971	0.948	0.876
2008	1.198	0.841	1.092	1.100	0.982	0.965	0.885	0.839
2009	1.219	0.812	1.128	1.117	0.999	0.969	0.824	0.798

〈부표 6〉 1991년 대비 제조업 업종별 에너지소비 요인분석(2)

	목재 및 나무제품				펄프 및 인쇄			
	생산	부가가치	원단위	총효과	생산	부가가치	원단위	총효과
1992	0.960	0.946	0.925	0.840	1.129	1.026	0.990	1.147
1993	0.865	0.931	1.072	0.864	1.258	1.089	0.915	1.253
1994	0.940	0.963	1.118	1.012	1.457	1.069	0.905	1.409
1995	1.001	0.992	0.935	0.929	1.569	1.012	0.920	1.460
1996	1.047	0.997	0.975	1.018	1.643	1.043	0.944	1.619
1997	1.025	0.966	1.087	1.077	1.639	1.021	0.993	1.663
1998	0.690	1.027	1.160	0.822	1.302	1.041	1.071	1.452
1999	0.726	0.964	1.463	1.024	1.004	0.873	1.849	1.621
2000	0.769	0.953	1.487	1.089	1.058	0.820	1.809	1.568
2001	0.805	0.903	1.522	1.107	1.033	0.839	1.730	1.498
2002	0.873	0.855	1.618	1.207	1.087	0.853	1.669	1.547
2003	0.903	0.830	1.556	1.166	1.068	0.858	1.674	1.534
2004	0.987	0.837	1.612	1.331	1.079	0.823	1.716	1.523
2005	1.046	0.793	1.334	1.107	1.088	0.833	1.595	1.446
2006	1.081	0.777	1.304	1.095	1.077	0.826	1.557	1.385
2007	1.148	0.837	1.287	1.237	1.150	0.800	1.449	1.334
2008	1.124	0.796	1.389	1.243	1.261	0.744	1.337	1.255
2009	1.042	0.831	1.582	1.370	1.175	0.785	1.299	1.198

〈부표 7〉 1991년 대비 제조업 업종별 에너지소비 요인분석(3)

	석유 및 화학				비금속			
	생산	부가가치	원단위	총효과	생산	부가가치	원단위	총효과
1992	1.179	1.015	1.162	1.391	1.074	0.970	1.049	1.093
1993	1.269	1.026	1.172	1.526	1.195	0.997	1.050	1.252
1994	1.386	1.103	1.110	1.698	1.347	0.984	1.012	1.341
1995	1.548	1.115	1.009	1.740	1.543	1.003	0.911	1.410
1996	1.673	1.013	1.106	1.875	1.612	0.971	0.838	1.312
1997	1.826	1.044	1.301	2.481	1.627	0.935	0.872	1.326
1998	1.571	1.026	1.594	2.570	1.224	0.957	0.858	1.005
1999	1.590	0.968	1.686	2.594	1.316	1.016	0.792	1.060

〈부표 7〉의 계속

	석유 및 화학				비금속			
	생산	부가가치	원단위	총효과	생산	부가가치	원단위	총효과
2000	1,779	0,771	1,968	2,699	1,458	0,999	0,758	1,103
2001	1,773	0,764	2,018	2,735	1,527	0,990	0,743	1,124
2002	1,778	0,839	1,944	2,901	1,609	0,952	0,759	1,163
2003	1,769	0,818	2,063	2,984	1,687	0,922	0,781	1,214
2004	1,892	0,783	2,087	3,093	1,745	0,937	0,685	1,119
2005	2,018	0,789	2,020	3,218	1,735	0,922	0,656	1,049
2006	2,070	0,729	2,225	3,359	1,854	0,891	0,654	1,081
2007	2,225	0,731	2,279	3,710	2,001	0,874	0,616	1,078
2008	2,369	0,656	2,401	3,728	2,072	0,881	0,593	1,083
2009	2,304	0,673	2,487	3,855	2,141	0,907	0,501	0,974

〈부표 8〉 1991년 대비 제조업 업종별 에너지소비 요인분석(4)

	일차금속				조립금속			
	생산	부가가치	원단위	총효과	생산	부가가치	원단위	총효과
1992	1,043	1,004	1,006	1,053	1,083	1,013	0,981	1,076
1993	1,180	0,945	1,055	1,176	1,239	1,013	0,965	1,211
1994	1,341	0,961	0,926	1,193	1,524	1,027	0,864	1,352
1995	1,551	0,958	0,847	1,259	1,877	1,033	0,409	0,794
1996	1,637	0,916	0,888	1,332	2,148	1,044	0,789	1,769
1997	1,686	0,871	0,915	1,343	2,300	1,026	0,842	1,986
1998	1,610	0,979	0,857	1,351	1,856	1,045	0,974	1,888
1999	1,641	0,913	0,955	1,430	2,236	1,027	0,968	2,222
2000	1,802	0,857	0,966	1,491	2,722	0,981	0,850	2,271
2001	1,815	0,899	0,908	1,480	3,007	0,963	0,780	2,258
2002	1,969	0,881	0,887	1,538	3,542	0,947	0,717	2,405
2003	2,058	0,861	0,885	1,568	4,026	0,941	0,647	2,451
2004	2,193	0,897	0,815	1,603	4,802	0,963	0,560	2,593
2005	2,345	0,820	0,843	1,622	5,275	0,940	0,551	2,735
2006	2,311	0,765	0,976	1,725	6,029	0,948	0,507	2,896
2007	2,427	0,689	1,038	1,736	6,989	0,947	0,479	3,168
2008	2,505	0,698	1,067	1,866	7,783	0,922	0,479	3,436
2009	2,335	0,644	1,123	1,689	8,437	0,922	0,430	3,344

〈부표 9〉 1991년 대비 제조업 업종별 에너지소비 요인분석(5)

	기타제조업			
	생산	부가가치	원단위	총효과
1992	1.022	1.001	1.331	1.361
1993	1.052	0.994	1.376	1.439
1994	1.120	1.026	1.355	1.556
1995	1.242	0.993	2.250	2.776
1996	1.249	0.983	2.132	2.616
1997	1.241	0.919	2.645	3.017
1998	1.051	0.919	3.131	3.022
1999	0.971	0.875	4.041	3.434
2000	1.095	0.871	4.334	4.131
2001	1.094	0.852	4.880	4.547
2002	1.186	0.812	5.082	4.896
2003	1.150	0.785	5.780	5.218
2004	1.212	0.818	5.715	5.661
2005	1.332	0.758	5.796	5.851
2006	1.432	0.745	5.223	5.570
2007	1.460	0.745	2.131	2.317
2008	1.361	0.725	2.375	2.343
2009	1.469	0.740	2.174	2.363

〈부표 10〉 1999년 대비 제조업 업종별 에너지소비 요인분석(1)

	음식료품·담배				섬유·의복			
	생산	부가가치	원단위	총효과	생산	부가가치	원단위	총효과
2000	1.0466	0.9817	1.0006	1.0281	1.0663	0.9640	1.0176	1.0460
2001	1.0629	0.9262	1.0009	0.9853	1.0905	0.9322	0.9963	1.0128
2002	1.0976	0.9097	1.0322	1.0306	1.0885	0.9033	1.0289	1.0116
2003	1.0997	0.8938	1.0648	1.0466	0.9943	0.9437	0.9957	0.9343
2004	1.1477	0.9321	0.9812	1.0497	0.9527	0.9443	0.9736	0.8758
2005	0.9164	0.8917	1.2676	1.0357	0.9195	0.9744	0.8726	0.7818

〈부표 10〉의 계속

	음식료품·담배				섬유·의복			
	생산	부가가치	원단위	총효과	생산	부가가치	원단위	총효과
2006	0.9216	0.8767	1.2369	0.9994	0.9507	0.9524	0.7589	0.6872
2007	0.9677	0.8795	1.2544	1.0676	0.9832	0.9489	0.6912	0.6448
2008	0.9907	0.8150	1.2457	1.0058	1.0138	0.9435	0.6455	0.6174
2009	1.0080	0.7868	1.2876	1.0211	1.0319	0.9466	0.6013	0.5873

〈부표 11〉 1999년 대비 제조업 업종별 에너지소비 요인분석(2)

	목재 및 나무제품				펄프 및 인쇄			
	생산	부가가치	원단위	총효과	생산	부가가치	원단위	총효과
2000	1.059	0.988	1.016	1.064	1.053	0.939	0.978	0.967
2001	1.109	0.937	1.040	1.081	1.029	0.960	0.935	0.924
2002	1.202	0.887	1.105	1.179	1.083	0.976	0.902	0.954
2003	1.244	0.861	1.063	1.139	1.063	0.982	0.905	0.946
2004	1.359	0.869	1.101	1.301	1.075	0.942	0.928	0.939
2005	1.441	0.823	0.912	1.081	1.084	0.954	0.863	0.892
2006	1.489	0.806	0.891	1.069	1.073	0.945	0.842	0.854
2007	1.582	0.868	0.880	1.208	1.145	0.917	0.784	0.823
2008	1.548	0.826	0.949	1.214	1.256	0.852	0.723	0.774
2009	1.436	0.862	1.081	1.338	1.171	0.899	0.702	0.739

〈부표 12〉 1999년 대비 제조업 업종별 에너지소비 요인분석(3)

	석유 및 화학				비금속			
	생산	부가가치	원단위	총효과	생산	부가가치	원단위	총효과
2000	1.119	0.797	1.167	1.040	1.108	0.982	0.957	1.041
2001	1.116	0.790	1.197	1.054	1.161	0.974	0.939	1.061
2002	1.118	0.867	1.153	1.118	1.223	0.936	0.959	1.097
2003	1.113	0.845	1.223	1.150	1.282	0.907	0.986	1.146

〈부표 12〉의 계속

	석유 및 화학				비금속			
	생산	부가가치	원단위	총효과	생산	부가가치	원단위	총효과
2004	1.190	0.809	1.238	1.192	1.326	0.921	0.864	1.056
2005	1.270	0.815	1.198	1.240	1.319	0.907	0.828	0.990
2006	1.302	0.754	1.319	1.295	1.409	0.877	0.826	1.020
2007	1.399	0.756	1.352	1.430	1.520	0.860	0.778	1.017
2008	1.490	0.677	1.424	1.437	1.575	0.867	0.749	1.022
2009	1.449	0.695	1.475	1.486	1.627	0.893	0.633	0.919

〈부표 13〉 1999년 대비 제조업 업종별 에너지소비 요인분석(4)

	일차금속				조립금속			
	생산	부가가치	원단위	총효과	생산	부가가치	원단위	총효과
2000	1.098	0.939	1.011	1.043	1.217	0.956	0.878	1.022
2001	1.106	0.985	0.951	1.035	1.345	0.938	0.806	1.016
2002	1.200	0.965	0.929	1.076	1.584	0.923	0.740	1.082
2003	1.254	0.943	0.927	1.096	1.801	0.916	0.668	1.103
2004	1.337	0.983	0.853	1.121	2.147	0.938	0.579	1.167
2005	1.429	0.899	0.883	1.135	2.359	0.916	0.570	1.230
2006	1.409	0.838	1.022	1.207	2.696	0.923	0.523	1.303
2007	1.479	0.755	1.087	1.214	3.126	0.922	0.494	1.426
2008	1.526	0.765	1.118	1.305	3.481	0.898	0.495	1.546
2009	1.423	0.705	1.176	1.181	3.773	0.898	0.444	1.505

〈부표 14〉 1999년 대비 제조업 업종별 에너지소비 요인분석(5)

	기타제조업			
	생산	부가가치	원단위	총효과
2000	1.128	0.995	1.072	1.203
2001	1.127	0.973	1.208	1.324
2002	1.221	0.928	1.257	1.426
2003	1.184	0.897	1.430	1.520
2004	1.248	0.934	1.414	1.649
2005	1.372	0.866	1.434	1.704
2006	1.475	0.851	1.292	1.622
2007	1.503	0.851	0.527	0.675
2008	1.401	0.829	0.588	0.682
2009	1.513	0.846	0.538	0.688

〈부록 3〉 제조업 업종별 에너지소비(발전손실 포함) 증가 요인 분해(승법적 분석)

〈부표 15〉 1991년 대비 제조업 업종별 에너지소비 요인분석(1)

	음식료품·담배				섬유·의복			
	생산	부가가치	원단위	총효과	생산	부가가치	원단위	총효과
1992	1.045	1.015	1.010	1.071	1.015	1.048	0.935	0.994
1993	1.105	0.999	0.973	1.074	1.063	1.054	0.858	0.962
1994	1.167	1.002	0.997	1.166	1.104	1.059	0.877	1.025
1995	1.255	0.993	1.022	1.273	1.130	1.047	0.938	1.109
1996	1.330	1.006	1.002	1.341	1.127	1.064	0.963	1.155
1997	1.326	0.965	1.026	1.314	1.114	1.009	1.068	1.199
1998	1.204	0.922	1.054	1.170	0.964	1.002	1.267	1.225
1999	1.210	1.032	0.949	1.184	0.968	1.023	1.366	1.353
2000	1.266	1.013	0.966	1.239	1.032	0.986	1.412	1.437
2001	1.286	0.955	0.988	1.213	1.056	0.954	1.375	1.385
2002	1.328	0.938	1.023	1.275	1.054	0.924	1.435	1.398
2003	1.330	0.922	1.069	1.311	0.963	0.966	1.404	1.305
2004	1.388	0.962	0.995	1.329	0.922	0.966	1.377	1.227
2005	1.109	0.920	1.314	1.340	0.890	0.997	1.268	1.126
2006	1.115	0.904	1.307	1.317	0.920	0.975	1.130	1.014
2007	1.171	0.907	1.229	1.305	0.952	0.971	0.985	0.910
2008	1.198	0.841	1.248	1.257	0.982	0.965	0.928	0.879
2009	1.219	0.812	1.303	1.290	0.999	0.969	0.883	0.854

〈부표 16〉 1991년 대비 제조업 업종별 에너지소비 요인분석(2)

	목재 및 나무제품				펄프 및 인쇄			
	생산	부가가치	원단위	총효과	생산	부가가치	원단위	총효과
1992	0.960	0.946	1.021	0.927	1.129	1.026	0.968	1.121
1993	0.865	0.931	1.182	0.953	1.258	1.089	0.883	1.209
1994	0.940	0.963	1.212	1.097	1.457	1.069	0.862	1.342
1995	1.001	0.992	0.972	0.966	1.569	1.012	0.890	1.413
1996	1.047	0.997	1.042	1.087	1.643	1.043	0.947	1.624
1997	1.025	0.966	1.203	1.192	1.639	1.021	1.014	1.696
1998	0.690	1.027	1.299	0.921	1.302	1.041	1.098	1.487
1999	0.726	0.964	1.660	1.161	1.004	0.873	1.925	1.688
2000	0.769	0.953	1.730	1.267	1.058	0.820	1.958	1.698
2001	0.805	0.903	1.824	1.326	1.033	0.839	1.900	1.646
2002	0.873	0.855	1.950	1.455	1.087	0.853	1.839	1.704
2003	0.903	0.830	1.954	1.464	1.068	0.858	1.857	1.702
2004	0.987	0.837	1.907	1.575	1.079	0.823	1.933	1.716
2005	1.046	0.793	1.769	1.467	1.088	0.833	1.851	1.678
2006	1.081	0.777	1.733	1.455	1.077	0.826	1.841	1.637
2007	1.148	0.837	1.515	1.455	1.150	0.800	1.634	1.504
2008	1.124	0.796	1.648	1.475	1.261	0.744	1.549	1.454
2009	1.042	0.831	1.808	1.565	1.175	0.785	1.533	1.414

〈부표 17〉 1991년 대비 제조업 업종별 에너지소비 요인분석(3)

	석유 및 화학				비금속			
	생산	부가가치	원단위	총효과	생산	부가가치	원단위	총효과
1992	1.179	1.015	1.129	1.352	1.074	0.970	1.044	1.088
1993	1.269	1.026	1.136	1.480	1.195	0.997	1.033	1.231
1994	1.386	1.103	1.069	1.634	1.347	0.984	0.992	1.315
1995	1.548	1.115	0.977	1.685	1.543	1.003	0.897	1.388
1996	1.673	1.013	1.079	1.828	1.612	0.971	0.843	1.320
1997	1.826	1.044	1.247	2.378	1.627	0.935	0.882	1.341
1998	1.571	1.026	1.517	2.446	1.224	0.957	0.867	1.016
1999	1.590	0.968	1.618	2.490	1.316	1.016	0.807	1.080

〈부표 17〉의 계속

	석유 및 화학				비금속			
	생산	부가가치	원단위	총효과	생산	부가가치	원단위	총효과
2000	1.779	0.771	1.897	2.603	1.458	0.999	0.778	1.133
2001	1.773	0.764	1.946	2.637	1.527	0.990	0.763	1.154
2002	1.778	0.839	1.872	2.794	1.609	0.952	0.784	1.200
2003	1.769	0.818	1.996	2.887	1.687	0.922	0.806	1.253
2004	1.892	0.783	2.023	2.998	1.745	0.937	0.715	1.169
2005	2.018	0.789	1.959	3.121	1.735	0.922	0.692	1.108
2006	2.070	0.729	2.152	3.249	1.854	0.891	0.692	1.143
2007	2.225	0.731	2.164	3.521	2.001	0.874	0.642	1.123
2008	2.369	0.656	2.291	3.558	2.072	0.881	0.621	1.134
2009	2.304	0.673	2.375	3.682	2.141	0.907	0.537	1.043

〈부표 18〉 1991년 대비 제조업 업종별 에너지소비 요인분석(4)

	일차금속				조립금속			
	생산	부가가치	원단위	총효과	생산	부가가치	원단위	총효과
1992	1.043	1.004	1.000	1.047	1.083	1.013	0.968	1.062
1993	1.180	0.945	1.049	1.169	1.239	1.013	0.926	1.161
1994	1.341	0.961	0.921	1.187	1.524	1.027	0.840	1.314
1995	1.551	0.958	0.857	1.274	1.877	1.033	0.260	0.505
1996	1.637	0.916	0.911	1.367	2.148	1.044	0.787	1.764
1997	1.686	0.871	0.960	1.410	2.300	1.026	0.833	1.966
1998	1.610	0.979	0.888	1.400	1.856	1.045	0.925	1.794
1999	1.641	0.913	1.000	1.498	2.236	1.027	0.918	2.108
2000	1.802	0.857	1.017	1.570	2.722	0.981	0.857	2.288
2001	1.815	0.899	0.952	1.552	3.007	0.963	0.797	2.308
2002	1.969	0.881	0.934	1.619	3.542	0.947	0.744	2.496
2003	2.058	0.861	0.934	1.654	4.026	0.941	0.698	2.645
2004	2.193	0.897	0.860	1.692	4.802	0.963	0.626	2.894
2005	2.345	0.820	0.901	1.733	5.275	0.940	0.643	3.189
2006	2.311	0.765	1.039	1.837	6.029	0.948	0.598	3.419
2007	2.427	0.689	1.094	1.830	6.989	0.947	0.520	3.442
2008	2.505	0.698	1.118	1.956	7.783	0.922	0.518	3.716
2009	2.335	0.644	1.209	1.818	8.437	0.922	0.477	3.713

〈부표 19〉 1991년 대비 제조업 업종별 에너지소비 요인분석(5)

	기타제조업			
	생산	부가가치	원단위	총효과
1992	1.022	1.001	1.322	1.352
1993	1.052	0.994	1.354	1.415
1994	1.120	1.026	1.324	1.521
1995	1.242	0.993	3.464	4.274
1996	1.249	0.983	2.108	2.586
1997	1.241	0.919	2.607	2.973
1998	1.051	0.919	3.067	2.960
1999	0.971	0.875	3.971	3.374
2000	1.095	0.871	4.254	4.055
2001	1.094	0.852	4.780	4.454
2002	1.186	0.812	4.982	4.800
2003	1.150	0.785	5.662	5.112
2004	1.212	0.818	5.585	5.533
2005	1.332	0.758	5.667	5.721
2006	1.432	0.745	5.118	5.458
2007	1.460	0.745	2.168	2.358
2008	1.361	0.725	2.417	2.384
2009	1.469	0.740	2.205	2.397

〈부표 20〉 1999년 대비 제조업 업종별 에너지소비 요인분석(1)

	음식료품·담배				섬유·의복			
	생산	부가가치	원단위	총효과	생산	부가가치	원단위	총효과
2000	1.047	0.982	1.019	1.046	1.066	0.964	1.033	1.062
2001	1.063	0.926	1.041	1.025	1.090	0.932	1.007	1.023
2002	1.098	0.910	1.078	1.077	1.088	0.903	1.051	1.033
2003	1.100	0.894	1.126	1.107	0.994	0.944	1.028	0.964
2004	1.148	0.932	1.049	1.122	0.953	0.944	1.008	0.907
2005	0.916	0.892	1.385	1.131	0.919	0.974	0.929	0.832
2006	0.922	0.877	1.377	1.112	0.951	0.952	0.828	0.749
2007	0.968	0.879	1.295	1.102	0.983	0.949	0.721	0.672
2008	0.991	0.815	1.315	1.062	1.014	0.944	0.679	0.650
2009	1.008	0.787	1.373	1.089	1.032	0.947	0.646	0.631

〈부표 21〉 1999년 대비 제조업 업종별 에너지소비 요인분석(2)

	목재 및 나무제품				펄프 및 인쇄			
	생산	부가가치	원단위	총효과	생산	부가가치	원단위	총효과
2000	1.059	0.988	1.043	1.091	1.053	0.939	1.017	1.006
2001	1.109	0.937	1.099	1.142	1.029	0.960	0.987	0.975
2002	1.202	0.887	1.175	1.253	1.083	0.976	0.955	1.010
2003	1.244	0.861	1.177	1.261	1.063	0.982	0.965	1.008
2004	1.359	0.869	1.149	1.357	1.075	0.942	1.004	1.017
2005	1.441	0.823	1.066	1.264	1.084	0.954	0.962	0.994
2006	1.489	0.806	1.044	1.253	1.073	0.945	0.956	0.970
2007	1.582	0.868	0.913	1.254	1.145	0.917	0.849	0.891
2008	1.548	0.826	0.993	1.270	1.256	0.852	0.805	0.861
2009	1.436	0.862	1.089	1.348	1.171	0.899	0.796	0.837

〈부표 22〉 1999년 대비 제조업 업종별 에너지소비 요인분석(3)

	석유 및 화학				비금속			
	생산	부가가치	원단위	총효과	생산	부가가치	원단위	총효과
2000	1.119	0.797	1.172	1.045	1.108	0.982	0.965	1.050
2001	1.116	0.790	1.203	1.059	1.161	0.974	0.945	1.069
2002	1.118	0.867	1.157	1.122	1.223	0.936	0.971	1.112
2003	1.113	0.845	1.233	1.160	1.282	0.907	0.999	1.160
2004	1.190	0.809	1.250	1.204	1.326	0.921	0.886	1.083
2005	1.270	0.815	1.211	1.254	1.319	0.907	0.858	1.026
2006	1.302	0.754	1.330	1.305	1.409	0.877	0.857	1.059
2007	1.399	0.756	1.337	1.414	1.520	0.860	0.795	1.040
2008	1.490	0.677	1.416	1.429	1.575	0.867	0.769	1.050
2009	1.449	0.695	1.468	1.479	1.627	0.893	0.665	0.966

〈부표 23〉 1999년 대비 제조업 업종별 에너지소비 요인분석(4)

	일차금속				조립금속			
	생산	부가가치	원단위	총효과	생산	부가가치	원단위	총효과
2000	1.098	0.939	1.017	1.048	1.217	0.956	0.933	1.085
2001	1.106	0.985	0.952	1.036	1.345	0.938	0.868	1.095
2002	1.200	0.965	0.934	1.081	1.584	0.923	0.810	1.184
2003	1.254	0.943	0.933	1.104	1.801	0.916	0.760	1.255
2004	1.337	0.983	0.860	1.130	2.147	0.938	0.681	1.373
2005	1.429	0.899	0.901	1.157	2.359	0.916	0.700	1.513
2006	1.409	0.838	1.039	1.227	2.696	0.923	0.651	1.622
2007	1.479	0.755	1.094	1.222	3.126	0.922	0.566	1.633
2008	1.526	0.765	1.118	1.306	3.481	0.898	0.564	1.763
2009	1.423	0.705	1.209	1.214	3.773	0.898	0.520	1.761

〈부표 24〉 1999년 대비 제조업 업종별 에너지소비 요인분석(5)

	기타제조업			
	생산	부가가치	원단위	총효과
2000	1.128	0.995	1.071	1.202
2001	1.127	0.973	1.204	1.320
2002	1.221	0.928	1.254	1.422
2003	1.184	0.897	1.426	1.515
2004	1.248	0.934	1.406	1.640
2005	1.372	0.866	1.427	1.695
2006	1.475	0.851	1.289	1.618
2007	1.503	0.851	0.546	0.699
2008	1.401	0.829	0.609	0.707
2009	1.513	0.846	0.555	0.710

〈부록 4〉 탄소세 요율 적용에 이용된 전환계수

〈부표 25〉

에너지 종류	계측 단위	계측단위당 탄소배출량(톤)
휘발유	liter	0.00208
경유	liter	0.00258
부탄	kg	0.00285
프로판	kg	0.00289
천연가스	kg	0.00275
등유	liter	0.00244
중유	liter	0.003
무연탄	kg	0.00193
유연탄	kg	0.00229
전기	kwh	0.00044

자료: 한국조세연구원 내부자료

<국문요약>

탄소세와 에너지과세의 조화방안

전병목 · 성명재 · 전영준

온실가스 저감을 위한 탄소세 도입방안을 검토하였다. 탄소세의 유효성을 검증하기 위해 산업부문과 가정부문의 에너지소비의 가격탄력성을 추정하였다. 에너지소비는 가격에 유의하게 변화하였다. 유럽국가들의 탄소세 부과사례를 바탕으로 기존 에너지세제와의 조화방안을 검토하였다. 탄소세 도입취지를 반영하여 동 세제는 넓은 과세범위를 갖도록 하는 것이 중요하며 이를 위해 기존 에너지과세에서 제외되는 부문에 대한 과세 강화가 필요하다. 이러한 과정에서 석탄과 전력에 대한 과세가 선제적으로 이루어질 필요가 있다. 비과세부문 축소와 탄소 배출권거래제와의 균형을 위해 탄소세는 2단계로 도입하는 것이 바람직하다. 1단계는 비과세부문 축소에 중점을 두며 2단계는 탄소 배출권거래제와의 과세균형을 위한 것이다. 세율 수준은 유럽의 배출권거래제 가격을 기준으로 소득격차를 감안하는 방안이 바람직하다. 이러한 탄소세 도입의 세입효과는 낮은 세율로 인해 크지 않을 전망이다. 탄소세 도입의 경제적 효과는 단기적인 GDP 감소, 장기적인 GDP 증가로 나타나며 GDP 감소기간은 세수의 환류방안에 따라 달라지는 것으로 나타났다. 가계에 대한 일반 보조금보다는 R&D 투자에 대한 지원이 더욱 효과적인 것으로 나타났다.

<Abstract>

Harmonization of Carbon Tax and Energy Related Taxes

Jeon Byung Mok · Sung Myung Jae · Chun Young Jun

This study analyzes carbon tax issues from effectiveness of tax changes to economic effect of carbon taxation. Industry and household energy demands show moderate responsiveness on price change. Especially, current deterioration of energy intensity of industry sector was significantly affected by price decrease. Considering the European experiences on carbon tax, we need to increase horizontal equity of energy taxation. Before the implementation of carbon emission trading system, taxation on coal and electricity should be strengthened since they are exempted from current energy taxation. This will be the 1st step of carbon taxation. 2nd step should be coordinated taxation with emission trading system. 2nd step would impose carbon tax on sectors that are not included on carbon trading system. EU ETS(Emission Trading System) price will be a good proxy for the carbon taxation level. We consider multiple taxation levels based on EU ETS price and income difference between EU and Korea. Computable general equilibrium model is used for simulation. The results show that GDP level would be lower under carbon tax. However, in the long run, carbon tax would stimulate growth and attain higher GDP level. For the revenue recycling aspects, investment on R&D activity shows higher GDP level than household subsidy scheme.

〈著者略歷〉

전병목

서울대학교 자원공학과 졸업
미국 Rice University 경제학 박사
현, 한국조세연구원 연구위원

성명재

서울대학교 경제학과 졸업
미국 University of Wisconsin-Madison 경제학 석·박사
현, 한국조세연구원 선임연구위원

전영준

서울대학교 경제학과 졸업
미국 University of Pennsylvania 경제학 박사
현, 한양대학교 경제금융학부 교수

자료 수집 및 정리

이은경 한국조세연구원 전문연구위원

研究報告書 12-06

탄소세와 에너지과세의 조화방안

2012년 12월 24일 인쇄
2012년 12월 31일 발행

저 자 전병목·성명재·전영준
발행인 조원동
발행처 한국조세연구원

1138-774 서울특별시 송파구 송파대로 28길 28
전화 : 2186-2114(대), www.kipf.re.kr

등록 1993년 7월 15일 제21-466호

조판및
인쇄 일지사

© 한국조세연구원 2012

ISBN 978-89-8191-604-6

* 잘못 만들어진 책은 바꾸어 드립니다.

값 8,000원