

에너지 효율 최적화를 위한 이론과 정책에 대한 논의

정 용 훈 에너지경제연구원 부연구위원 (yjung@keei.re.kr)

이 유 수 에너지경제연구원 연구위원 (yslee@keei.re.kr)

1. 서론

세계적으로 에너지공급의 패러다임은 공급측면에서 수요측면으로 중요성이 이동하고 있다. 과거에는 에너지의 수요증가에 따라 지속적으로 공급이 가능하게 하는 정책에 주안점을 두었다면, 최근에는 에너지 시장 자유화를 추진하면서 수요측의 반응을 중시하는데 큰 비중을 두고 있다. 즉 에너지 수요관리를 통하여 에너지절약 목표를 달성함으로써 에너지공급과 환경문제를 보다 효율적으로 해결하려는 움직임이 강화되고 있다.

이러한 맥락에서 세계 각국은 기후변화대응과 관련하여 온실가스 배출규제를 포함한 환경규제에 중점을 두고 에너지 효율과 절약에 대한 논의를 한층 더 활발히 진행하고 있다. 특히 에너지의 해외의존도가 높은 우리나라로서는 에너지 효율과 절약에 대한 관심은 어느 국가 못지않게 높으며, 중요할 것으로 인식되고 있다. 현재에도 많은 에너지 효율정책이 시행되고 있으며, 이에 따라 경제주체들의 에너지 효율개선에 대한 시각이나 노력들이 변화되고 있다. 그러나 에너지 서비스의 공급자 또는 소비자들이 에너지 효율개선을 어느 정도 달성하고 있는가와 얼마나 더 많은 노력을

기울여야 적절한 수준인지에 대한 검증 문제는 여전히 해결해야 할 문제로 남아 있다.

따라서 에너지 효율개선에 대한 경제주체들의 의사결정과 정책이 과연 사회적으로 적절한 자원배분에 도달하는지에 대하여 살펴볼 필요가 있다. 이를 위해 우선 사회적으로 적정수준의 효율개선과 실제 이루어지는 효율개선 사이에 어느 정도의 괴리가 발생하는지에 대한 확인이 필요하다. 에너지 효율정책의 측면에서 볼 때, 잠재적으로 비용효과적인 에너지 효율정책과 실제로 수행된 정책과의 차이가 확인된다면 이러한 문제의 발생이유를 경제학적으로 접근하여 그 해결책을 찾는 것이 중요하다고 하겠다.

에너지 효율개선을 위한 생산자나 소비자의 투자결정은 초기 높은 투자비용과 미래의 불확실한 낮은 운영비용에 대한 현 수준에서의 판단에 따른 선택으로 이루어진다. 그런데 이 과정에서 경제주체들의 의사결정이 효율적으로 이루어지기 위한 경제적 조건은 시장실패(Market Failure)와 행동실패(Behavioral Failure)가 없다는 가정하에서이다. 시장실패 및 행동실패와 관련된 문제들이 존재한다면 효율적인 자원배분의 왜곡으로 인해 발생하는 사회의 비효율성을 수정하기 위해 정부의 정책개입이 정당화된다. 하지



만, 위의 문제들이 존재한다고 해서 언제나 정책을 통한 정부의 개입이 올바른 것은 아니다. 사회의 효율적 자원배분을 유도하기 위해 수행되는 정책으로부터 발생하는 전체 편익이 정책 수행을 위해 사용되는 비용을 초과할 때만이 정책의 정당성과 효율성을 주장할 수 있을 것이다.

이와 관련된 문제를 다룬 기존연구들은 외국의 논문들에서 다수 찾을 수 있는데, 다양한 이론과 경험적 연구를 통해 에너지효율정책의 유효성과 정당성에 대한 논쟁을 벌이고 있다.

Gillingham et al.(2009)은 에너지 효율개선 및 절약과 관련된 시장행위와 정책반응을 소비자의 의사결정 측면에서 다루고 있다. 이 논문에서 시장 및 행위의 실패와 관련한 조건들이 에너지사용 상품시장에 대한 정책개입의 정당성을 제공하는 정도를 평가하고, 후생증진을 유도하는 에너지 효율정책에 대한 잠재성을 제시하고 있다. 특히 Andersen et al.(2009)은 에너지 효율개선에 대한 정보의 비대칭성과 관련하여 경제주체들의 의사결정을 왜곡함으로써 야기되는 비효율적인 자원배분에 대한 이론적 분석을 제공하고 있다. 이 밖에도 Jaffe and Stavins(1994)은 에너지 효율개선과 관련하여 사회적으로 적절한 에너지 효율개선 수준과 실제 이루어진 효율개선 간에 괴리가 존재하는 이유를 시장과 행동의 측면에서 다루고 있다. 또한 Jaffe et al.(2004)은 에너지 효율개선 투자에 대한 의사결정과 관련된 정책선택에 대한 경제학적 개념에 대해 검토하고 있다.

이와 같이 대부분의 선행연구들은 에너지 효율개선에 대한 경제학적 접근방법에 기초하여 외국의 효율정책들에 대한 성과와 반응정도를 분석하고 있으나, 우리나라에서는 국내 에너지 효율개선과 관련된 다수

의 정책이 활발히 시행되고 있고 향후 확대될 예정임에도 불구하고 의사결정과 정책수행에 대한 경제학 이론 및 계량경제학 분석방법을 적용하여 분석한 연구는 아직 없다.

본고에서는 에너지 효율개선과 관련된 시장 및 행동 조건에 대한 여러 가지 경제학적 접근방법을 기초로 하여 국내 에너지 효율개선과 관련한 투자의사결정 문제와 관련 정책 등을 간략하게 다루어보기로 한다. 2절에서는 기존의 논문을 중심으로 에너지 효율개선에 대한 경제주체들의 의사결정에 영향을 미치는 요인들을 파악해 보고, 3절에서는 에너지 효율정책의 문제를 다루며, 4절에서는 앞에서 제시된 에너지 효율개선 관련 논의를 우리나라의 상황에 적용하여 논의하고 마지막으로 향후 우리나라 에너지효율정책에 대한 개선방향을 제시한다.

2. 에너지 효율개선의 의사결정에 대한 문제

에너지 효율개선의 의사결정에 대한 문제를 다루기 전에 우리는 현재 사용되고 있는 에너지의 양과 에너지의 최적 사용량의 차이를 의미하는 에너지 효율 갭(Gap)에 대해서 알아보아야 한다. 왜냐하면 정부의 에너지 효율개선 정책은 에너지 효율 갭(Gap)의 존재가 전제되어야만 정당성이 인정되는 것이며, 적절한 에너지 효율개선 정책의 수립을 위해서는 에너지 효율 갭(Gap)을 발생시키는 요인들 즉 소위 '시장장벽(Market Barrier)'이라고 불리는 것들이 무엇인지 명확히 정의되어야만 한다.

에너지 효율 갭(Gap)을 발생시켜 정부의 에너지 효율개선 정책에 대한 정당성을 부여하는 시장장벽은

경제학에서 주로 시장실패(Market Failure)로 언급되고 있다. 이러한 시장실패들을 정확히 인식하고 에너지 효율 갭(Gap)을 줄여 자원배분의 효율성을 향상시켰을 때, 적절한 에너지 효율개선 정책이 시행되었다고 볼 수 있다. 다시 말하면, 에너지 효율개선 정책의 정당성이 확보되고 사회 전체 자원의 효율적 배분을 달성해야만 이상적이고 가장 바람직한 정책인 것이다.

따라서 본 절에서는 에너지 효율 갭(Gap)이 존재한다는 가정 아래, 개별 경제주체들의 에너지 효율개선 의사결정에 영향을 미쳐 사회 후생의 최적화를 달성하는데 저해가 되는 시장장벽들은 어떤 것들이 있는지 알아보도록 하겠다.

에너지 효율개선에 대한 경제주체들의 의사결정은 크게 두 가지 측면에서 다루어질 수 있다. 하나는 시장실패와 관련된 문제를 다루고, 다른 하나는 인간의 인식문제에서 야기되는 행동실패와 관련된 문제를 다루고 있다. Gillingham et al.(2009)에 따르면 에너지 효율 갭(Gap)을 발생시키는 요인인 시장실패와 행동실패를 다음과 같이 분류하고 있다.

잠재적 시장실패로는 에너지 시장실패, 자본시장 실패, 기술혁신 시장실패, 정보문제들을 열거하였고, 잠재적 행동실패로는 전망이론(Prospect Theory), 제한된 합리성(Bounded Rationality), 발견적 의사결정(Heuristic Decisionmaking) 등으로 분류하고 있다.

〈표 1〉 에너지 효율개선관련 시장실패와 행동실패의 분류

잠재적 시장실패	잠재적 정책선택
- 에너지 시장실패 환경적 외부성 평균비용 전력요금제 에너지안보 - 자본시장실패 유동성 제약 - 기술혁신 시장실패 연구개발(R&D) 파급효과 학습에 의한 파급효과 - 정보문제 정보의 부족; 비대칭적 정보 주인-대리인 문제(Principal-Agent) 사용에 의한 학습	배출가격제(조세, 배출권거래제) 실시간 요금제; 시장가격제 에너지과세; 전략적 비축 재정 및 대부 프로그램 연구개발(R&D) 세액공제; 공적기금 초기 시장채택을 위한 유인 정보 프로그램(표시 및 광고) 정보 프로그램(표시 및 광고) 정보 프로그램(표시 및 광고)
잠재적 행동실패	
전망이론(Prospect Theory) 제한된 합리성(Bounded Rationality) 발견적 의사결정(Heuristic Decisionmaking)	교육; 정보; 제품표준(표시 및 광고) 교육; 정보; 제품표준(표시 및 광고) 교육; 정보; 제품표준(표시 및 광고)

자료: Gillingham et al.(2009), p. 9.



이러한 분류는 에너지 효율개선과 관련된 경제주체들의 의사결정 과정에 영향을 미치게 되는 여러 가지 사항들을 경제학적으로 접근하여 분석하기 위한 것이다.

가. 시장실패의 문제

1) 시장가격(Market Price)

에너지시장에서 시장실패로 흔히 논의되는 문제는 에너지 가격이 진정한 사회적 한계비용을 반영하지 않는데서 나타나는데, 예를 들면 환경적 외부성의 존재, 평균비용 가격제, 에너지안보 등이 이에 해당된다. 에너지 가격과 관련된 에너지 효율개선 문제는 적정 에너지 소비량의 왜곡을 통하여 결과적으로 에너지 효율개선 투자에 대한 의사결정에 영향을 미치는 형태로 나타나고 있다.

첫째, 환경적 외부성은 사회적으로 최적 배분상태보다 에너지를 과소비함으로써 에너지 효율개선과 절약에 과소투자하게 된다. 이를 해결하기 위해서는 정책적으로 오염배출에 대한 조세를 부과함으로써 외부성을 가격에 반영하는 내재화를 통하여 사회적으로 최적배분상태에 이를 수 있다.

둘째, 전력시장에서 사용되는 평균비용 전력요금제는 경제적으로 최적화된 전력소비량보다 많거나 적은 양의 소비를 유발할 수 있다. 평균비용 전력요금제는 실제 전력의 공급비용이 높은 피크시간에 낮은 가격을 형성하므로 적정수준보다 소비량이 많아지고, 상대적으로 전력공급 비용이 낮은 비피크시간에 높은 가격을

형성하여 적정수준보다 소비량이 적어지는 유인이 있다. 이에 따라 피크시간에 전력공급 설비 부족이 발생하고, 비피크 시간에 유휴설비가 지나치게 많아지는 등 설비운영의 비효율성이 초래된다. 이를 해결하기 위해서는 매시간 전력공급의 한계비용을 반영하는 실시간 요금제를 시행함으로써 요금이 높은 피크시간에 전력소비를 줄이고 요금이 낮은 비피크시간에 전력소비를 늘림으로써 효율적으로 설비를 운영할 수 있다.

셋째, 에너지안보의 위험은 특정 에너지원의 해외 의존도가 높을 경우 증가하며 에너지를 수입하는 지역의 정세가 불안할 경우 더욱 심각해진다. 에너지안보의 위험이라는 외부성이 에너지가격에 제대로 반영되지 않을 경우 에너지소비 및 효율개선 투자에 대한 왜곡이 발생한다. 즉 에너지안보에 대한 위험이 가격에 반영되지 않아 에너지의 과다소비가 발생하고 에너지 효율개선에 대한 과소투자로 연결되는 것이다. 이러한 에너지안보비용은 에너지소비를 줄이면 자연스럽게 해결될 것이다.¹⁾

2) 정보(Information)

에너지의 시장가격 외에도 에너지 효율개선 관련 연구논문에서 지속적으로 다루어지는 것으로 부적절한 정보의 문제가 있다. 정보에 관련한 문제는 정보라는 재화가 가지고 있는 '공공재' (Public Good)로서의 특징에서 기인한다. 정보가 공공재라는 것은 아주 적은 비용으로 정보 습득이 가능하다는 것을 의미한다. 따라서 개인이나 기업은 자신이 창조한 중요한 정보

1) Gillingham et al.(2009), pp. 10~11.

를 다른 사람이 사용하지 못하도록 막는 것이 거의 불가능하기 때문에 정보를 창조하기 위한 투자를 꺼리게 되고 정보의 공급부족을 초래하게 한다. 결국 공공재라는 특징에 의해 야기되는 정보의 부족은 소비자의 에너지 효율 개선과 관련하여 과소투자를 유발하게 된다.

이는 에너지 기술혁신에 따른 파급효과를 통하여 설명될 수 있다. 기술혁신과 확산은 외부성(Externality)으로 설명될 수 있는데 환경오염과는 반대방향의 외부성을 발생시킨다. 우선 환경오염의 경우 오염발생자가 다른 사람에게 비용을 부과하여 사회적 측면에서 그 비용을 감소시킬 충분한 유인을 가지지 못하게 된다. 반면 에너지 기술적인 측면에서는 기업이 기술 투자를 통해 새로운 기술을 개발하더라도 다른 기업이 적은 비용으로 새로운 기술을 습득하여 편익을 발생시킬 수 있다. 사회적 측면에서 보면 기업들은 기술투자를 증가시킬 충분한 유인을 갖지 못하게 된다. 결과적으로 환경오염은 음(-)의 외부성을 발생시키며 사회적으로 과도하게 생산되고, 기술개발은 다른 기업에 대한 지식파급효과와 새로운 기술의 사용자에게 대한 가치의 파급효과 형태인 양(+)의 외부성을 발생시켜 사회적으로 적정한 수준에 미달하고 있다. 따라서 기술개발은 에너지 효율성 측면에서 과소투자되는 경향이 나타난다.²⁾ 이러한 양(+)의 외부성도 음(-)의 외부성과 마찬가지로 또 다른 하나의 시장실패이다.

정보에 의한 시장실패를 보완하는 자원의 효율적 배분을 통해 사회후생을 증진시키기 위한 노력으로서 기술혁신에 대한 양(+)의 외부성은 특허제도 또는 그

와 비슷한 제도들을 통해 기업의 기술혁신에 대한 투자를 보호하고 있다. 하지만 본질적으로 기술파급을 원천적으로 봉쇄하는 것은 불가능하며, 사회적으로 최적상태인 기술파급수준이 어느 정도인지에 대한 다양한 의견이 존재하고 있기 때문에 추후 보다 심도있는 연구가 요구된다.

또 다른 정보의 문제인 불완전한 정보와 관련해서는 소비자의 경우 시장조건, 기술적 특성, 자신의 에너지 사용량에 대해서 빈약한 정보를 가진다는 것이다. 잠재적인 에너지 효율기술에 대한 충분한 정보가 부족하므로 에너지 효율개선에 대한 투자가 줄어드는 것이다. 또 다른 형태는 정보비용으로서 에너지 효율 기술의 수행에 대한 정보 탐색 및 획득과 관련된 비용의 문제이다.

이 문제를 다루는 이론적 틀은 정보 경제학에 근거를 두고 있으며, 에너지 효율개선과 관련하여 거래당사자들 사이에 정보수준의 차이(정보비대칭)가 있는 경우 역선택(Adverse Selection)의 문제로 다루어지고, 당사자의 행동을 상대방이 관찰할 수 없거나 통제 불가능할 경우 도덕적 해이(Moral Hazard)문제로 다루어진다.³⁾

역선택은 일반적으로 에너지 효율설비의 생산자들이 소비자들보다 설비의 특징과 운영에 관하여 더 많은 정보를 가지게 됨으로써 발생하는 문제이다. 이에 따라 향후 에너지 효율개선 관련 설비의 투자에서 오는 운영비의 절감부문에 대한 이해 부족으로 과소투자에 이르게 되는 경우가 생기게 된다.

한편, 주인-대리인의 관계(도덕적 해이(Moral

2) Jaffe et al.(2004), p. 84.

3) Andersen et al.(2009) 참조.



Hazard))는 조직 또는 거래에서 당사자들 간에 신뢰 부족 때문에 발생한다. 에너지 효율투자에 대해 빈약한 정보를 보유한 회사의 소유주는 경영진의 장기적인 에너지 효율개선 투자수행 능력을 불신하기 때문에 에너지 효율개선 투자에 대한 단기간의 자본회수율과 높은 목표수익률을 요구하여 결국 이것은 경영진의 비용효과적인 에너지 효율개선 투자를 저해한다.⁴⁾

나. 행동실패의 문제

에너지 효율개선의 투자의사결정과 관련하여 행동실패는 시장실패와는 구분되는 인간의 경제학적 행동에 대한 인식과 심리학적인 문제에서 비롯된다. 즉 경제학의 기본적 가정에 해당되는 인간의 합리적 선택에 대한 의문에서 출발하여 인간의 인식 오류에서 비롯되는 에너지 효율개선에 대한 문제들을 다루고 있다.

행동경제학에서는 소비자의 의사결정과정을 이해하기 위해 인식 심리학을 비롯한 여러 학문에서 실험적이고 이론적인 분석방법들을 동원하고 있다. 이에 근거하여 에너지 효율개선의 의사결정과 관련되는 소비자의 몇 가지 체계적인 편견에 주목하고 있다. 여기에서 중요한 의문점은 에너지 효율개선에 대한 의사결정에 있어서 완전한 합리성으로부터의 이탈이 중대한 체계적 편견으로 이어지느냐와 만일 그렇다면 이러한 편견이 에너지 효율개선에 과다 혹은 과소 투자를 발생시키느냐 하는 것이다.⁵⁾

소비자의 의사결정과정에서 편견이 존재하고, 어떻게 적절한 에너지 효율개선에서 벗어나는지를 파악하기 위해서는 앞에서 언급된 의사결정의 전망이론(Prospect Theory), 제한된 합리성(Bounded Rationality), 발견적 의사결정(Heuristic Decisionmaking)으로 구분하여 설명할 수 있다.

첫째, 의사결정의 전망이론(Prospect Theory)은 수익과 손실로부터의 후생변화를 현상태를 기준으로 하여 기대수익과 손실에 기초하여 파악하고 있다. [그림 1]에서와 같이 소비자들은 이득에 대해서 위험회피적이고, 손실에 대해서는 위험추구적이므로 동일한 규모에서의 기대되는 이익보다 손실에 따른 후생변화가 더 크게 나타난다. 이에 따라 소비자들은 에너지 효율설비 투자에 대한 미래수익에 대한 기대보다 초기에 투입되는 비용에 대한 손실에 더 크게 반응하므로 과소투자하게 될 가능성이 크다.

둘째, 제한된 합리성(Bounded Rationality)은 소비자들이 합리적이지만 특정 상황에서 합리성으로부터 벗어나게 되는 정보처리에서 인식의 한계에 직면하는 것을 암시하고 있다.⁶⁾ 소비자들의 에너지 효율개선에 대한 의사결정은 인식의 한계로 인하여 어느 정도 수준에서 만족스러운 선택을 하는 경향이 있으므로 최적 수준에서는 벗어나 있다. 이에 따라 정책적인 측면에서도 제한된 합리성에 근거하여 비용효과적 에너지 효율정책이 취해지지 않을 가능성이 있다.

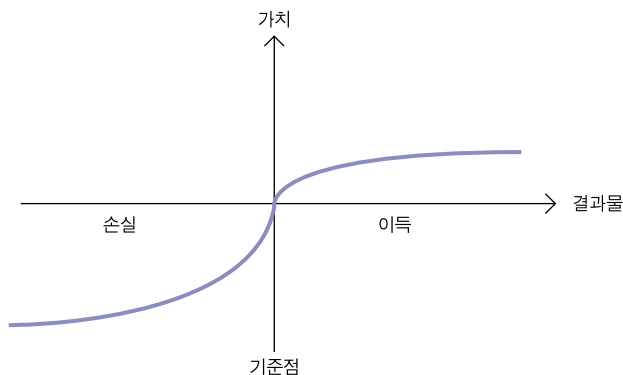
셋째, 발견적 의사결정(Heuristic Decisionmaking)은 제한된 합리성과 밀접하게 연관되어 있으며, 의사

4) Thollander et al., p 52.

5) Gillingham et al.(2009), p. 15.

6) Gillingham et al.(2009), p. 16.

[그림 1] 전망이론(Prospect Theory)의 가치함수



결정에 있어서 인식적 부담을 줄이기 위해 통상적인 효용극대화와는 구별되는 다양한 의사결정 전략들을 포괄한다. 예를 들면 Tversky(1972)는 소비자들이 의사결정과정에서 원하지 않는 측면이나 특성을 가진 제품을 제거함으로써 자신의 선택 폭을 좁혀가는 과정을 가진다는 측면에서 양상에 의한 제거이론(Theory of elimination by aspects)을 발전시켰다.⁷⁾ 이러한 의사결정 방식은 복잡한 문제를 단순화시켜 제한된 시간내에 신속하게 판단할 수 있게 해주는 반면 잘못 사용하면 체계적이며 예측가능한 판단착오에 이르게 할 수 있다.

행동실패를 다루고 있는 기존의 연구논문들⁸⁾에서 에너지 소비와 관련된 의사결정에서 체계적 편견에 대한 실증적 테스트는 대체로 에너지의 과대소비와 에너지 효율개선에 대한 과소투자에 이르는 것으로 확인되고 있다.

3. 주요 에너지 효율정책의 한계와 분석

이미 앞 절에서 에너지효율에 대한 여러 가지 잠재적 시장과 행동실패의 유형과 예들을 확인하였다. 우선 에너지 효율정책을 시행하기 위해서는 에너지의 실제 사용량과 사회적으로 최적인 에너지 사용량 사이의 차이를 의미하는 에너지 효율 갭(Gap)이 존재해야만 정책의 정당성을 획득할 수 있다. 하지만 에너지 효율 갭(Gap)의 존재는 정책시행의 필요조건이 아닌 충분조건이다. 에너지 효율 갭(Gap) 존재의 가정에 성공적인 에너지 효율정책이라는 것은 정책시행으로 인한 이익이 비용을 초과해야 하며, 위에서 제기된 잠재적 시장실패와 행동 실패를 감소시켜야 한다.

우리가 살펴본 에너지효율시장에서의 시장 및 행동 실패들은 에너지 부문에 국한된 문제는 아니다. 예를 들어, 연구개발 파급효과는 경제전반에 걸쳐 존재하

7) Gillingham et al.(2009), p. 16.

8) 인간인식의 한계와 체계적 편견이 존재할 경우 에너지 효율개선에 미치는 영향에 대한 실증분석과 관련된 연구논문으로는 Hartman(1991), Friedman & Hausker(1988), Kempton & Montgomery(1982), Yate & Aronson(1983), Loewenstein & Prelec(1992) 등이 있음(Gillingham et al.(2009), p. 17).



며, 이러한 양(+)의 외부성은 특허권 보호, 연구개발 세금공제, 기초연구기금과 같은 일반 정책으로 이어진다.

에너지 효율정책은 에너지 가격을 조절하는 것과 같은 간접적인 정책과 에너지원의 일부에만 적용하는 직접적인 정책으로 구분된다. 적절한 에너지 효율정책은 '에너지 효율 갭(Gap)을 발생시키는 요인이 무엇이나'와 '에너지 효율정책이 필요한 부문을 제외한 다른 부문이 처한 환경'에 따라 달라진다.

에너지효율과 절약에 의해 회피된 환경외부성들은 주로 화석연료의 연소로 인한 배출에 기인한다. 경제 이론에서는 만약 소비자가 최적화되고 다른 시장의 불완전성이 존재하지 않는다는 가정 하에 환경외부성을 다루는 최선의 정책은 피구세나 배출권 거래제도 등과 같이 배출에 의한 외부비용이 에너지가격에 내재화되도록 하는 것이며, 이는 에너지수요 감소(절약) 및 에너지효율 투자의 증가로 이어질 것이다. 이러한 배출가격정책으로 인한 에너지절약 효과를 평가하기 위해서, 일반균형 모델 혹은 에너지-경제 모델에서 이전에 논의했던 에너지수요에 대한 가격탄력성을 조사할 수 있다.

에너지효율을 직접적으로 촉진하는 정책은 다양한 에너지원에 따른 배출원단위를 구분하지 않으며, 에너지절약에 대한 인센티브를 제공하지 않고, 에너지원의 일부에만 적용되는 경향이 있기 때문에 환경적 외부성에 대한 두 번째 최적대안이다. 하지만 앞 절에서 설명한 행동실패(Behavioral Failures)에 대해서는 가장 적절한 대응방안이 될 수 있다.

앞으로의 논의는 구체적인 에너지 효율정책을 정보(Information)프로그램, 유인(Incentive)제도, 제품표준화(Standards)라는 3개의 그룹으로 나누어 경제적 합리성, 효과, 그리고 비용에 대해 중점적으로 논하겠다. 이러한 문제를 직접적으로 다루기 전에 에너지 효율정책의 효과와 비용 측정 및 평가에 관한 몇 가지 일반적인 문제들을 간략하게 살펴보겠다.

가. 에너지 효율정책 효과와 비용 측정 및 평가⁹⁾

에너지 효율 및 절약정책 평가에 관련한 연구들은 범위가 넓어지고 있으며, 정확성을 높이기 위하여 세밀하고 복잡해지고 있다. 에너지 효율정책에 관한 평가는 매우 중요하다. 왜냐하면 앞에서도 언급했듯이 에너지 효율 갭(Gap)이 존재하는 것이 확실하고 에너지 효율 갭(Gap)을 발생시킨 요인인 시장실패와 행동실패가 확인 되었더라도 에너지 효율정책은 실행에 따른 편익이 비용을 초과할 경우에만 정당성을 가지기 때문이다. 현재 에너지 효율정책의 평가에는 지속적으로 제기되고 앞으로 해결해야만 하는 일반적인 몇 가지 중요한 문제들이 있다.

첫째, 초창기 에너지 효율정책 보고서의 대부분은 특히 대표적으로 제품표준화와 같은 정책에 대해서는 주로 사전적 연구가 시행되었다. 이러한 연구들은 향후 정책을 이해하는데 중요한 단초를 제공하지만, 정책을 실제 실행함에 있어서 정책이 효율적인지 또는 순편익이 있는지 여부에 대해서는 알 수가 없다. 최근에는 더 많은 에너지 효율 및 절약정책이 실행됨에 따

9) Gillingham et al.(2009), p. 26.

라 향후 정책설계의 개선을 위해 이미 실행된 에너지 효율정책의 효과와 비용을 검사하는 사후적 연구로 이행되고 있다.

둘째, 에너지 효율 및 절약정책을 평가하는 문헌들에 대한 주요 비판들 중 하나는 ‘무임승차자(Free Riders)’들이 언제나 적절히 설명되지 않고 있다는 점이다. ‘무임승차자(Free Riders)’란 효율정책이 없더라도 에너지효율에 투자하거나 에너지를 절약할 것으로 예상되는 사람으로서 에너지 효율정책으로부터 부가적인 이익을 얻는 소비자를 지칭한다. 무임 승차자의 이익은 정책의 이익에 반영하지 않더라도 그 비용은 정책의 비용에 포함되어야 한다는 사실은 매우 중요하다. 하지만, 더 넓은 범위의 에너지 효율에 관련한 보고서들은 ‘무임승차자(Free Riders)’의 비용에 대하여 ‘무임 운전자(Free Drivers)’¹⁰⁾에 의한 상쇄효과를 지적하고 있다. 따라서 에너지 효율정책 평가에 관하여 ‘무임승차자(Free Riders)’와 ‘무임운전자(Free Drivers)’를 어떻게 다룰 것이냐 하는 것은 우리가 풀어야 할 숙제이다.

마지막으로 일반적인 에너지 효율정책 평가에 대한 비판은 에너지 효율향상이 에너지서비스의 한계비용을 감소시킴으로써 에너지 수요를 증가시키고 에너지 효율 증진에 의해 예상되는 에너지 절약효과를 반감시킨다는 반등효과(Rebound Effect)를 부적절하게 설명하고 있다는 것이다. 에너지 효율표준 분야에서 최근 연구들은 반등효과의 중요성에 대하여 폭넓은 논의를 하고 있지만, 실증적인 증거 면에서는 에너지 효율표준의 경우에 반등효과는 작은 것으로 제안되고

있다. 예를 들어, Davis(2008)는 세탁기 사례를 통해 유의하지만 크기가 작은 -6%의 반등효과를 발견했으며 그밖에 Small & Van Dender(2007)은 교통에 관련한 증거를 제시하고 있다.

위와 같은 에너지 효율정책의 효과와 비용의 평가에 관한 세가지 문제점들이 제시되고 있음에도 불구하고 에너지수요를 중시하는 시장환경으로의 변화는 에너지정책 내에서 효율정책의 중요성을 증가시키고 있다. 현재 전 세계 각국에서 시행되고 있는 에너지 효율정책은 크게 세가지의 범주에서 시행되고 있으며, 개별 효율프로그램의 설계 및 효과에 대한 연구가 활발히 진행 중에 있다.

나. 정보 프로그램(Information Program)¹¹⁾

정보 프로그램의 목표는 잠재적인 에너지절약 혹은 에너지절약의 예시에 대한 정보를 제공함으로써 에너지 효율투자를 이끌어내는 것이다. 특히 전력계통에 과부하가 걸렸을 때 전기를 절약하는 것처럼 몇몇 프로그램들은 에너지 수요관리 측면에서 에너지절약을 촉진하려는 목표를 갖고 있다.

현재까지 진행된 많은 에너지 효율정책과 관련한 정보 프로그램들이 전력회사 수요관리 프로그램의 일환으로 진행되었다. 대표적으로 미국의 경우는 에너지 스타(Energy Star) 프로그램, 가전제품 라벨, 신축 가정용 건물에 대한 가정에너지 등급 같은 연방 프로그램들이 있다. 또한 정보 프로그램의 범주는 정부와 기업간의 문제뿐만 아니라 소비자들에게 자신의

10) 에너지 효율 프로그램에 참가하지 않고 프로그램에 참가하는 사람들을 관찰하여 스스로 에너지 효율투자나 절약에 참여하는 사람들을 일컫음.

11) Gillingham et al.(2009), p. 27.



에너지소비에 대한 피드백을 제공하는 소비자와 기업 간의 프로그램을 포함한다.

에너지 효율정책의 한 분야로서 “정보 프로그램”은 앞 절에서 언급한 정보부족과 비대칭의 문제를 포괄하는 부적절한 정보문제와 행동실패를 개선하기 위해 고안되었다. 이 프로그램의 목표는 더 큰 범위의 자세하고 신뢰할만한 정보를 제공함으로써 불확실한 미래 수익과 불균형 정보문제를 감소시키고 최적의 사회후생을 달성하기 위한 프로그램이다. 부가적으로 에너지 관련 정책결정의 인지적 비용을 감소시키거나 소비자가 보다 나은 결정을 내릴 수 있도록 도움을 줄 수도 있다.

정보 프로그램의 방법과 실행은 매우 다양하며, 현재 프로그램의 효율성에 대한 평가는 혼재되어 있다. 현재까지 시행된 정보프로그램을 평가하기 위한 연구들과 그러한 연구를 통한 성과들을 살펴보면 다음과 같다.

에너지 효율정책에 대해 긍정적인 평가를 내린 연구들을 살펴보면 Weil & McMahon(2003)은 제품라벨 의무화제도가 에너지 효율개선에 대한 투자를 증가시킬 수 있다는 증거를 제시하였다. Newell et al.(1999)는 제품라벨 의무화 프로그램을 시행한 이후 에너지 가격에 대한 에너지효율 제품혁신에 대한 반응이 크게 증가한 것을 발견하였으며, Fischer(2008)는 피드백 프로그램(전력소비에 대한 실시간 정보를 제공하는 프로그램)에 대한 심리학 문헌연구를 통해 피드백 프로그램이 평균적으로 5~12%에 이르는 에너지 절약효과를 가져온다는 사실을 밝혀냈다. 게다가 Reiss & White(2008)는 2000년부터 2001년까지의

캘리포니아의 전력위기 데이터를 분석하여 위기상황에서 에너지절약에 대한 호소와 정보 프로그램이 에너지수요의 지속적인 감소를 이끌어낼 수 있다는 사실을 발견했다. 위의 연구들과 같이 에너지 효율정책의 평가를 통해 정책의 효율성을 발견하였을 경우 새로운 에너지 효율정책 설계의 밑거름을 제공하며, 현재 시행되고 있는 프로그램에 대한 개선방안도 도출할 수 있다.

에너지 효율정책의 평가는 정책의 효율성을 향상시키는 경우도 있으며, 평상시 알 수 없는 중요한 정보를 생성하기도 한다. Stern(1985)은 초창기 에너지 절약정보 프로그램들은 비효율적이라고 하였으며, Levine et al.(1995)은 에너지 가이드(Energy Guide) 상품라벨 의무화가 비효율적이라는 증거를 발견했다. 그들의 발견으로 에너지 가이드(Energy Guide) 라벨 프로그램은 효율성 개선을 위해 최근 개정되었으며, 최근 연구들에 의하면 개선된 자발적 에너지 스타(Energy Star) 라벨 프로그램은 에너지 효율향상을 통해 상당한 에너지 절약효과를 달성하였다.

다. 재정적 유인 (Financial Incentives)¹²⁾

유인 프로그램들은 직접 보조금, 세액공제(tax credit), 소득공제(tax deduction), 환급(rebate) 등의 방법들을 통해 에너지 효율투자 및 전력시장에서 최대부하 시 에너지 절약을 촉진시키기 위한 재정적 유인을 제공한다. 유인 프로그램들은 주로 수요관리 프로그램의 일부로 집행되어 왔으나, 최근 에너지 효

12) Gillingham et al.(2009), p. 29.

율투자의 부족분을 위한 투자보조금으로 널리 활용되고 있으며, 최고 에너지효율 제품에 대한 보상과 같은 방법을 통해 신에너지 기술개발을 촉진시키기 위해 사용되고 있다.

재정적 요인의 효과성에 대한 실증적 증거들은 혼재되어 있는데, 긍정적인 평가를 얻은 연구들은 다음과 같다. Stern(1985)은 재정적 유인이 에너지 효율 증진 프로그램에 참여를 유발하는데 그다지 효과적이지 않으나, 이미 프로그램에 참여하고 있는 사람들에게는 에너지 효율투자를 유발한다고 주장한다. Hassett & Metcalf(1995)의 경우, 기존 연구의 방법론을 개선하여 에너지 효율투자에 대한 세금이 10% 변할 때, 에너지 효율투자의 가능성이 24% 증가한다는 것을 추정하였다. William & Poyer(1996)도 무임승차의 문제점에도 불구하고 절약세액공제는 에너지 효율투자의 증가를 유발한다는 것을 1980년대 세액공제 자료를 토대로 도출해냈다. 이러한 여러 연구들은 재정적 유인이 에너지 효율투자에 효과적이라는 것을 보여주고 있으나, 비용의 효과성을 결정하는 데에는 한계를 가지고 있어 추가적인 연구가 필요한 상황이다.

반면 부정적인 결과를 도출한 연구들을 살펴보면, Carpenter & Chester(1984)는 1980년대 초기의 절약세액공제에 대한 설문조사를 바탕으로 조사대상의 86%가 절약세액공제에 대해서 인지하고 있으나 35%만이 이용하고 있으며, 이 중 94%는 공제에 상관없이 투자할 것이라고 대답한 결과를 제시하였다. 또한 몇몇 계량경제학 연구들은 미국 각 주(州)의 모든 절약

투자에 대한 세금 인센티브제도의 효과성을 측정하였으나 뚜렷한 결과를 얻지 못하였다.

정보프로그램과 함께 재정적 유인을 포함하는 수요관리 프로그램의 비용효과성에 관해 상당히 많은 연구가 존재한다. 미국의 지난 10년간 평균적인 주택용 전기가격은 \$0.08~0.09/kWh(2002년 달러기준)였는데, 수요관리 프로그램의 결과로서 절약된 ‘negawatt¹³⁾ 비용’ 혹은 ‘총생애비용(full life cycle cost)’은 0.01\$/kWh부터 0.20\$/kWh(2002년 달러기준) 사이로 측정된다.

‘negawatt 비용’에 대한 논쟁을 살펴보면, Louhgran & Kulick(2004)는 계량경제학적 방법을 사용하여 전력회사(utilities)가 에너지 절약을 과다 추정한다고 제시한 반면 Auffhammer et al.(2008)은 동일한 데이터를 사용하여 Louhgran and Kulick(2004)의 결과는 가중치를 고려하지 않음으로 해서 수요관리 프로그램에 의한 평균 에너지 절약분이 과소 추정된다는 것을 발견하였다. Auffhammer et al.(2008)은 가중평균 negawatt 비용은 Louhgran and Kulick와 같은 모형하에서 0.05~0.13\$/kWh인 것으로 나타나지만, 자료의 신뢰성이 낮은 것으로 분석하고 있다. 이러한 수치는 단순히 설비에 대한 비용만을 포함하고 있으며, 에너지 최종 사용자에 대한 비용을 포함하고 있지 않다. 또 다른 연구로서 Gillingham et al.(2004)은 설비비용과 소비자가 보고하는 절약 비용을 사용하여 2000년의 절감분은 0.034\$/kWh(2002년 달러 기준)이라는 수요관리프로그램의 비용 효율성을 계산하였다.

13) 에너지 설비의 효율증가와 절약으로 감소한 전력소비량



라. 제품표준화(Product Standards)¹⁴⁾

제품표준화는 시장의 모든 제품들이 반드시 충족시켜야 하는 에너지효율의 최소 수준을 설정하는 것이다. 몇몇 경우에 있어서, 표준은 마치 냉장고에 대한 표준이 소형냉장고와 대형냉장고가 다르듯이 제품의 크기와 형태에 따라 다르게 나타난다. 에너지 효율표준은 정치적으로 추진되는 경우가 많지만, 경제적 관점에서 보면 다른 정책들이 앞 절에서 언급한 시장실패에 더 직접적이고 효과적으로 반응하는 경향이 있다. 예를 들어 소비자가 합리적 결정을 하고 에너지효율성에 대한 그들의 선호가 이질적(Heterogeneity)이라면, 제품 기준은 에너지효율성으로 인해 상대적으로 이득이 없는 이들(예: 해당 제품을 거의 사용하지 않는 사람들)의 행동변화를 유도함으로써 경제적 효율성에서의 손실을 유발시킨다. 반면, 행동실패에 대해서는 제품 기준에 대한 경제적 합리성을 제공할 수도 있다.

제품표준에 대한 연구들은 주로 가전기기 표준(appliance standards)에 초점을 맞추고 있는데, 주로 정부의 규제분석에 기반하여 사전적으로 비용과 효과성을 추정하고 있다. 에너지 절약과 에너지 가격에 대한 공학적 추정값을 사용한 Meyers(2003)는 1987~2000년 사이 가전기기 표준에 의해 약 174억 달러의 누적 순이익이 있다는 것을 발견하였다. 미래 에너지 절약분까지 고려한다면, 1987년부터 2050년까지 누적된 순이익은 1,540억 달러에 이를 것으로 추산했다. 이러한 추정값을 전제로 Gillingham et

al.(2004)은 2000년 0.028\$/kWh의 암묵적 비용효과를 계산했다.

하지만, 이러한 순이익 추정값은 환경의 가치나 안보 외부성 등을 고려하지 않고, 단지 암묵적으로 행동실패를 모형화하여 제품기준의 부재 시 소비자 행태의 차이에 근거하여 추정하였다. 비록 경제학적 문헌에서의 독립적인 검증에 속하지 않지만 이 연구들의 함의는 소비자가 비용을 최소화하지 않았거나, 혹은 잘못된 가설로 시작된 모형이라는 것이다. 어느 경우가 더욱 정확한지를 평가하는 차후의 연구는 상당히 가치 있을 것으로 예상된다.

4. 우리나라 에너지 효율정책 현황 및 성과¹⁵⁾와 분석

우리나라의 에너지 효율개선정책은 산업(Industry), 수송(Transport), 건물(Building), 기기·설비(Appliances)의 4대 부문을 중심으로 시행되고 있다. 산업부문에서는 에너지 효율개선 및 관리를 위하여 온실가스·에너지 목표관리제를 정착 및 확대시키고 기업에 대한 에너지 효율개선 시설 설치자금의 융자 지원 및 추가적인 금리지원을 제공하여 에너지 진단의 실효성을 제고할 계획이다. 또한 에너지경영시스템(EMS)구축을 지원 및 확대하여 에너지 효율개선의 체계적인 이행을 지원하고 그밖에 집단에너지 보급의 확대 및 농어업용 에너지 효율시설 보급확대 정책 등을 추진 중에 있다. 수송부문에서는 중대형차량에 대

14) Gillingham et al.(2009), p. 30

15) 본 절에서 우리나라 에너지 효율정책 현황 및 성과는 에너지관리공단에서 발간한 '에너지라벨링제도 이해'를 간략하게 정리하였음.

한 기준평균연비제도와 타이어 효율등급표시제도를 도입 및 확대 적용할 계획이며, 이미 시행되고 있는 정책으로는 승용차 기준평균연비제와 연비측정 및 등급표시제도가 있는데, 향후 제도를 강화하거나 개선할 계획이다. 건물부문은 건축물에 대한 에너지 효율 설계기준을 대폭 강화하거나 적용범위를 크게 확대하고 있으며, 건물의 총체적인 에너지 효율을 위하여 부분별 평가가 아닌 연간에너지소비량을 평가하는 ‘에너지소비총량제’를 시행할 예정이다. 그와 더불어 건축물 에너지효율등급제라는 정보 프로그램을 활성화하기 위하여 부동산 관련 서류에 에너지효율등급 표시를 의무화하는 방안도 추진 중에 있다. 또한 간접적인 건물부문의 에너지 효율정책으로서 ‘에너지공급자효율향상의무화제도(EERS)’를 도입할 예정이다.

마지막으로 기기·설비 부문에 대한 에너지 효율향상 정책은 국제에너지기구(IEA)가 분석한 2030년까지 CO₂ 배출량 감축 잠재량에서 기기·설비(조명 포함)부문의 비중이 무려 45%에 이르고 있어 현재 우리나라에서 시행되고 있는 가장 실질적이며 중요하고 활발한 에너지 효율정책이다. 구체적인 기기·설비에 대한 효율관리 프로그램은 ‘에너지소비효율등급표시제도’, ‘고효율에너지기자재인증제도’, ‘대기전력저감프로그램’이 운영되고 있다.

본 절에서는 현재 가장 중요한 에너지 효율정책으로 인식되고 있는 기기·설비 에너지 효율향상 정책을 중심으로 살펴본 후, 앞 절에서 제시된 사회의 최적 에너지 효율수준과 실제 에너지 효율수준의 차이를 의미하는 에너지 효율 갭(Gap)을 발생시키는 시장

실패 및 행동실패와 연관지어 정책의 효과를 예측 및 분석하고 향후 설계될 에너지 효율정책에 대해 제안하도록 할 것이다.

가. 에너지 효율정책 프로그램에 대한 개요 및 제도

1) 에너지소비효율등급표시제도

1992년부터 시행되고 있는 에너지소비효율등급표시제도는 우리나라 효율관리제도의 중심축으로서 제조(수입)업체들이 생산(수입)단계에서부터 에너지 효율형 제품을 생산 및 판매하도록 하기 위한 제도이다. 에너지를 많이 소비하고 보급률이 높은 제품을 대상으로 1~5등급으로 에너지소비효율등급라벨을 부착하도록 하고 제조업자 또는 수입업자들이 의무적으로 효율등급을 신고하도록 하였다. 5등급 기준에 미달되는 제품에 대해서는 생산 및 판매를 금지시키는 최저소비효율기준¹⁶⁾을 적용하여 소비자들이 효율이 높은 에너지 효율형 제품을 손쉽게 판단하여 구입할 수 있도록 하였다.

본 제도는 에너지이용합리화법 제15조(효율관리기자재의 지정등) 및 제16조(효율관리기자재의 사후관리)에 근거한 효율관리기자재 운용규정과 자동차의 에너지소비효율등급표시에 관한 규정을 바탕으로 시행되고 있다. 에너지관리공단이 지식경제부의 위탁을 받아 500여 가전기기, 조명기기, 자동차 제조업체 등과 파트너 ship으로 제도가 운영 중이며, 현재 24개¹⁷⁾ 제품 및 20,000모델이 등록되어 있다.

16) 최저소비효율기준(MEPS: Minimum Energy Performance Standard) : 일정한 에너지 효율에 미달되는 저효율제품의 생산 및 판매를 금지하여 원천적인 국가 에너지효율을 제고하려는 의무적인 에너지 효율기준을 의미하며 위반시 2천만원 이하의 벌금이 부과됨.



에너지소비효율등급 신고 절차는 생산(수입)제품을 효율관리시험기관(또는 자체측정승인업자)을 통하여 “효율등급신고용” 시험을 신청하고 제조업자 또는 수입업자는 시험기관으로부터 시험성적서를 발급 받거나 자체 측정한 시험성적서를 첨부하여 그 결과를 에너지관리공단에 신고한다.

고효율에너지기자재로 인증을 받고자하는 제조업자는 인증신청서, 인증효율 유지에 관한 서류, 지정시험기관에서 발행한 성능시험성적서를 첨부하여 에너지관리공단에 인증을 신청할 수 있으며, 에너지관리공단에서 공장심사를 실시하여 모든 기준에 적합할 경우 인증서를 발급한다.

2) 고효율에너지기자재인증제도

산업 및 건물용 설비로 에너지효율 및 품질시험 검사결과 정부가 고시한 일정기준 이상 만족하는 제품에 고효율에너지기자재¹⁸⁾로 인증하는 제도로써 에너지관리공단에서 고효율에너지기자재 인증서를 발급한다. 게다가 고효율에너지기자재 중 LED 조명기기 등 일부제품은 장려금도 지원되고 있다.

본 제도의 가장 큰 특징은 자발적 인증신청제도라는 것이며, 에너지이용합리화법 제21조(고효율에너지기자재의 인증 등) 및 제22조(고효율에너지기자재의 사후관리)에 근거한 고효율에너지기자재보급촉진엔 관한 규정을 바탕으로 시행되고 있다. 에너지관리공단이 지식경제부의 위탁을 받아 100여 조명기기, 충전기기, 보일러 제조업체 등과 파트너십으로 제도 운영 중이며 현재 41개제품¹⁹⁾, 5000여 모델이 인증되어 있다.

3) 대기전력저감프로그램

대기전력²⁰⁾저감프로그램은 에너지를 사용하지 않는 대기시간에 절전모드 채택과 대기전력 최소화를 유도하여 대기전력저감기준 만족제품에는 에너지절약마크를 임의표시하고 미달제품은 경고표지를 의무표시하게 하도록 하고 있다. 2008년 8월 28일부터 최초로 TV에 대하여 대기전력경고표시제를 적용하였으며 2010년 7월1일부터는 19개 제품에 대하여 대기전력경고표시대 상제품으로 지정하고 있다. 대기전력경고표시제의 시행은 대기전력저감을 위한 기술개발 경쟁을 촉진함으로써 에너지효율뿐만 아니라 궁극적으로 우리나라 제품의 국제 경쟁력을 강화시켜 수출 증가를 통한 무역수지 개선에도 크게 기여할 것으로 예상된다.

의무적 신고제도로써 에너지이용합리화법 제18조(대기전력저감대상제품의 지정), 제19조(대기전력경

17) 냉장고, 냉동고, 김치냉장고, 에어컨, 세탁기, 드럼세탁기, 식기세척기, 식기건조기, 전기냉온수기, 전기밥솥, 전기전공청소기, 선풍기, 공기청정기, 백열전구, 형광램프, 형광램프용안정기, 안정기내장형램프, 삼상유도전동기, 가정용가스보일러, 어댑터·충전기, 전기냉난방기, 상업용냉장고, 가스온수기, 자동차 등 24개 제품.

18) 에너지효율이 높고 절약효과가 우수한 제품으로 지정시험기관의 에너지효율 및 품질시험결과 인증기준에 적합하고 에너지관리공단에서 인증한 에너지사용기자재.

19) 고조도반사각, 조도자동조절조명기구, 폐열회수형환기장치, 고기밀성단열창호, 산업건물용가스보일러, 펌프, 원심식스크류냉동기, 무정전전원장치, 변압기, 메탈 할라이드램프안정기, 나트륨램프안정기, 인버터, 난방온도조절기, LED교통신호등, 수배전시스템, 직화용수식냉온수기, 단상유도전동기, 환풍기, 원심식송풍기, 수증폭기기, 메탈할라이드램프, HID램프고조도반사각, 16mm형광램프, 16mm형광램프용안정기, FPL32W형광램프안정기, FPL32W형광램프, 기름온수보일러, 산업건물용기름보일러, LED유도등, 축열식버너, 터보블로어, 항온항습기, 멀티에어컨디셔너, 컨버터내장형LED램프, 컨버터외장형LED램프, 매입형및고정형 LED등기구, LED보안등기구, LED센서등기구, LED컨버터, PLS등기구, 고기밀성단열문 등 41개 제품.

20) 컴퓨터, 셋톱박스 등 전자제품은 실제로 사용하지 않는 대기상태에서도 많은 전력을 소비한다. 대기전력은 전원 오프시 소비전력 뿐만 아니라 무부하모드, 리모컨 오프시 소비전력, 네트워크 통신중 대기전력, 동작중 대기상태 소비전력 모두를 포함함.

고표지대상제품지정 등), 제20조(대기전력저감우수제품의 표시등) 및 제21조(대기전력저감대상제품의 사후관리)에 근거한 대기전력저감프로그램 운용규정을 바탕으로 지식경제부의 위탁을 받아 100여 전자업체와 파트너십으로 제도를 운영 중이고 20개 제품²¹⁾, 7000여 모델이 등록되어 있다.

제조업체는 에너지관리공단에 의무적으로 신고함으로써 대기전력저감우수제품 또는 대기전력경고표지제품으로 분류된다. 신고절차는 판매시 부여하는 모델별로 하며 신고서류는 신고서와 시험성적서, 제품사진 및 팜플렛을 첨부한다. 시험성적서는 대기전력시험기관을 이용하거나 자체측정승인업자로 승인 받은 업체는 자체시험 성적서를 발급하여 사용한다.

4) 다양한 고효율기기 보급촉진 지원정책

현재 우리나라는 고효율기기로의 시장전환을 촉진하기 위하여 위에서 살펴본 우리나라의 3대 효율관리 프로그램과 연계하여 정책들 간의 시너지효과를 창출하도록 설계된 다양한 지원정책을 활용하고 있다. 고효율기기 보급촉진 지원정책들은 지원대상에 따라 조금씩 다르긴 하지만 크게 ‘금융 및 세제지원’, ‘공공부문에서의 의무적 수요창출’, ‘법적인 제도개선’이라는 세부분으로 구성할 수 있다.

가) 금융 및 세제지원

금융 및 세제지원 정책으로는 장려금지원, 에너지

이용합리화자금 융자, 시험수수료 지원, 에너지절약시설투자자에 대한 세액공제가 있다. 장려금지원은 LED유도등 등 7개²²⁾ 제품들 중 고효율에너지기자재로 인증받은 제품에 대하여 설치장려금을 지원하는 제도이다. 에너지이용합리화자금 융자는 지식경제부 공고인 “에너지이용합리화사업을 위한 자금지원지침”에 의거하여 고효율에너지기자재 인증제품, 대기전력저감우수제품, 에너지소비효율 1등급제품 설치자에 대한 시설자금 지원 및 고효율에너지기자재 중소제조업체에 대한 운전자금을 지원한다. 또한 에너지관리공단에서는 고효율에너지기자재 인증 중소제조업체에 대한 시험수수료를 지원하고 있다.

세제지원정책으로서 에너지절약시설투자에 대한 세액공제는 조세특례제한법 제25조의 2에 의거하여 LED조명(램프 및 등기구), 조도자동조절조명기구, 폐열회수형환기장치를 대상으로 내국인이 대통령령이 정하는 에너지절약시설에 시행되고 있다. 2011년 12월 31일까지 투자(중고품에 의한 투자는 제외)하는 경우에는 당해 투자금액의 100분의 20에 상당하는 금액을 소득세 또는 법인세에서 공제한다. 다만 중소기업이 아닌 기업은 공제받는 금액이 해당 과세연도의 소득세 또는 법인세 산출세액의 100분의 30을 초과하는 경우에 100분의 30을 한도로 시행되고 있다.

나) 공공부문에서의 의무적 수요창출

고효율기자재에 대한 시장창출을 돕기 위하여 국가비품의 조달을 담당하고 있는 조달청은 현재 고효율

21) 컴퓨터, 모니터, 프린터, 팩시밀리, 복사기, 스캐너, 복합기, 자동절전제어장치, TV, 비디오, 오디오, DVD플레이어, 전자레인지, 셋톱박스, 도어폰, 유무선전화기, 라디오카세트, 비데, 모뎀, 홈게이트웨이 등 20개 제품.

22) 변압기, 인버터, 32W형광램프용안전기(T-5, FPL), 메탈할라이드램프용안전기, LED유도등(피난용, 통로용), 컨버터내장형LED램프, 컨버터외장형LED램프.



기기 쇼핑물을 운영 중에 있다. 조달청훈령 “에너지소비제품 구매운용기준”을 근거로 조달구매시 해당 품목을 구매 요청할 경우 고효율에너지기자재로 인증받은 제품, 대기전력저감우수제품, 에너지소비효율 1등급 제품을 우선 구매하도록 하고 있다. 또한 조달청고시 “우수조달물품 지정관리 규정”에 의거하여 조달구매시 고효율에너지기자재 인증제품에 대하여는 우수조달물품으로 지정하여 고효율에너지기자재에 조달의 우선순위를 부여하도록 하였다.

조달청뿐만 아니라 우리나라 모든 공공기관은 국무총리지시인 “공공기관 에너지이용합리화 추진지침”에 의거하여 에너지기자재 신규 또는 교체 수요 발생시 특별한 사유가 없는 한 “고효율에너지기자재 보급촉진에 관한 규정(지식경제부고시)”에 따른 고효율에너지기자재 인증제품을 의무적으로 사용하여야 하며, 2012년까지 해당기관의 조명기기 중 30% 이상을 LED제품으로 교체해야하는 의무가 있다. 컴퓨터 등 사무기기 및 가전기기 신규 구입 또는 교체시에는 “대기전력저감프로그램 운용규정(지식경제부고시)”에 따라 의무적으로 에너지절약마크가 표시된 제품을 사용해야 하고 대기전력 1W이하 제품에 대한 최우선 구매와 대기전력차단장치(콘센트 또는 멀티탭)를 설치, 운영하여야 한다. 마지막으로 냉장고, 형광램프 등 효율관리기자재중 에너지소비효율등급(1~5등급) 라벨을 표시하는 제품의 신규 구입 또는 교체시 “효율관리기자재 운용규정(지식경제부고시)”에 따라, 에너지소비효율 1등급 제품(1등급이 없을 경우 차상위 효율등급 제품)을 의무적으로 사용해야 함을 규정하고 있다.

다) 법적인 제도개선

에너지 효율정책으로써 법적인 제도개선도 시행하고 있다. 대표적으로 국토해양부고시 “건축물의 에너지절약설계기준”에 의거하여 에너지효율계획서를 제출해야 하는 건물 신축시 고효율기기를 건축물설계에 필수적으로 적용해야 하는 의무사항 또는 권장사항을 규정하고 있다. 특히 고효율변압기, 고효율 조명기기(에너지소비효율 1등급제품, 고효율에너지기자재 인증제품 등), 대기전력차단콘센트 또는 대기전력 차단스위치에 대해 의무 사용을 규정하고 있다.

나. 에너지 효율정책 프로그램 운용성과 및 분석

1) 에너지 효율정책 프로그램 운용성과

우리나라의 에너지 효율정책의 성과들을 살펴보면, 에너지소비효율등급표시제도와 관련하여 가정에서 전력소비 비중이 21%에 달하는 가전제품인 냉장고의 경우 유효내용적 1L당 연간소비전력량(연간 kWh/L)은 1996년 1.750에서 2009년 0.702로 13년 동안 무려 60%의 감축이라는 성공을 이루었다. 에어컨은 냉방효율²³⁾(EER: Energy Efficiency Ratio)이 1996년 2.974에서 2009년 3.597로 13년간 21%의 에너지 효율이 향상되었다. 또한 세탁기의 경우, 일반세탁기의 표준세탁용량 1kg당 소비전력량(Wh/kg)은 2004년 14.96에서 2009년 11.82로 제도시작 5년만에 21% 감소하였다. 드럼세탁기도 2006년 61.77에서 2009년 49.49로 3년동안 20%가 감소하였다.

23) 에어컨에 대한 에너지효율 측정단위로 값이 클수록 높은 효율을 의미함.

한편 최저소비효율기준 상향(66 lm/W→80 lm/W)으로 기존 직관형 40W형광램프를 에너지효율효과가 20% 향상된 32W형광램프로 시장전환을 하여 2004년 이전만 해도 10~30% 수준에 불과하던 32W형광램프 점유율이 2004년부터는 70% 수준으로 급격히 확대되었다.

고효율에너지기자재인증제도의 경우, 일반 백열전구형 교통신호등에 비해 80~90%의 에너지효율효과가 있고 수명도 반영구적으로 길어 유지관리비도 대폭 절감되는 LED교통신호등의 보급이 2003년만 해도 연간 보급량 2만 4천대 수준이었다. 그러나 2009년도에는 47만대 수준으로 6년간 20배 수준으로 증가하였으며 현재 LED 교통신호등의 교체율은 약 89.3% 정도이다. 또한 LED유도등의 경우도 장려금 지원 및 세제혜택 등 다양한 인센티브와 건축물 에너지절약설계기준에서 고효율에너지기자재로 인증받은 LED유도등을 권장사항으로 규정하여 2008년도 4만 대정도에서 2009년도 35만대로 폭발적으로 보급이 증가하였다.

또 다른 성과는 환기로 인한 열손실을 75~93%까지 회수가 가능하며, 냉동기 시설용량 및 보일러 용량을 동시에 축소시키는 것이 가능한 폐열회수형환기장치는 1998년부터 고효율에너지기자재 인증을 통해 보급이 확대되었으며, 건축물의 에너지절약설계기준에 권고사항으로 추가되면서 2003년만 해도 연간 보급량 4천대 수준이던 것이 2009년도에는 7만 2천대 수준으로 18배 이상 증가하였다.

위와 같은 고효율기자재인증제도의 성과와 더불어 지식경제부와 에너지관리공단은 향후 본 제도를 더욱 활성화하기 위한 구체적인 계획은 다음과 같다. 단일기기로 국가전력량의 40%를 차지하는 삼상유도전동

기를 고효율전동기로 대체, 가정용가스보일러는 에너지 효율이 높은 콘덴싱 가스보일러를 보급, 백열전구와 일반조명을 퇴출하고 안정기내장형램프와 LED조명을 보급 등을 시행할 계획이다.

대기전력저감 프로그램을 통해 2009년말 현재 대기전력저감우수제품 시장점유율이 2008년에는 60% 정도 수준이었으나 2009년에는 99%로 큰 폭 증가한 반면 이들 7개 제품의 대기전력경고표지제품의 시장점유율은 1%에 불과하였다. 또한 2009년말 기준으로 대기전력저감프로그램 중 경고표시제 적용없이 임의 제도로만 운영하는 오디오 등 12개 제품의 대기전력저감우수제품 시장점유율은 25%로 낮은 수준을 유지하고 있어 대기전력저감프로그램의 성과를 인식할 수 있다. 향후 대기전력경고표시제의 확대 시행은 대기전력저감우수제품 점유율을 90% 이상으로 향상시킬 것으로 기대하고 있다.

2) 에너지 효율정책 프로그램에 대한 평가 및 분석

우리나라에서 시행되고 있는 에너지 효율정책 프로그램들은 정보의 부족, 비대칭성 및 유동성제약에 의한 시장실패와 소비자의 제한된 합리성에 의한 행동 실패에 의해 발생하게 되는 에너지 효율 갭(Gap)을 보완하여 사회적으로 최적인 에너지 효율을 달성하기 위한 제도들이다.

우리나라의 에너지 효율정책 프로그램의 현황과 성과를 살펴본 결과, 위의 제도를 시행한 이후 개별 제품에 대한 에너지 효율성은 명시적으로 향상되었다는 것을 확인할 수 있다. 하지만 경제학적 관점에서 우려되고 있는 에너지의 효율성 증가가 에너지 서비스의 효율비용을 감소시켜 에너지 소비를 증가시키거나 에



너지 소비 감소가 예상보다 훨씬 작게 되는 소위 반등 효과(Rebound Effect)에 대한 분석 및 연구가 부족한 것으로 판단된다.

에너지 효율정책에 대한 평가를 시행함에 있어 반등효과를 제외한다면 올바른 정책에 대한 평가라고 할 수 없기 때문이다. 반등효과(Rebound Effect)가 에너지 효율정책 평가에 미치는 영향에 대해서는 다양한 의견이 있는데, Brookes(1990)는 거시경제학 이론을 사용하여 에너지의 효율성 증가는 생산성, 자본투자, 그리고 경제성장을 증가시켜 궁극적으로 에너지수요를 증가시키고, Saunders(1992)는 신고전 성장이론을 통해 Brookes의 성장효과와 에너지수요의 반등효과가 에너지효율성의 증가로 인한 에너지수요의 감소효과를 초과한다고 주장한다. 반면, Howarth & Sanstad(1995)는 에너지시장은 비대칭적 정보, 제한된 합리성, 높은 거래비용과 같은 시장 실패 요인들이 많기 때문에 에너지 효율정책이 시장 실패를 개선하는데 크게 도움이 되고, 에너지비용이 전체비용에서 차지하는 비중이 작다면 에너지 효율향상은 에너지 소비를 증가시키지 않는다고 설명한다.

결국 우리나라의 경우도 위 제도를 통해 단순히 개별제품의 에너지 효율향상을 추구할 것이 아니라, 에너지 효율정책에 의한 반등효과(Rebound Effect)를 고려하여 에너지 효율정책이 에너지 수요감소 또는 그밖에 기업의 생산성, 투자 및 성장과는 어떠한 관계가 있는지를 연구하여 가장 적절한 에너지 효율정책으로 개선해 나가야 할 것이다.

두 번째로 '최저소비효율기준'에 대해 고찰해보도록 하겠다. 현재 전자제품에 대해서도 최저효율기준이 의무적으로 시행되고 있으며, 대표적인 성과를 가지고 있는 제품은 어댑터와 충전기로서 최저소비효율

기준을 적용한 이후 미미한 수준에 머물던 등록제품의 개수가 2008년 12월부터 2009년 3월까지 100모델이 넘는 과거에 비해 10배 수준의 에너지절약형 어댑터와 충전기의 신고가 이루어졌다.

위 제도는 실질적으로 에너지의 사용이 불확실한 소비자의 행동에 의해 결정되며 일정한 국가 표준에 의한 제도는 지역마다 날씨가 확연히 다른 나라에는 적당하지 않고 제품선택에 소비자의 다양성을 인정하지 않고 있어 사회후생을 감소시킬 수 있다는 문제점을 가지고 있다. 다행히 우리나라의 경우 전 국토가 비교적 비슷한 날씨를 가지고 있고, 소비의 다양성도 미국에 비해 많이 낮을 것으로 예상되어 최저효율기준 제도가 사회후생에 긍정적인 효과를 주었을 것으로 기대된다. 하지만 가장 우려되는 것은 최저효율기준 제도는 자칫 효율개선으로 인한 제품비용의 상승이 직접적으로 소비자에게 전가되어 제품의 가격을 상승시킬 수 있다는 것이다. 이는 소득수준이 낮은 사람들의 후생을 크게 감소시킬 수 있는 부정적인 효과를 가지고 있기 때문에 우리나라에서는 에너지 복지정책과 연계하여 시행되어야 할 것이다.

세 번째, 에너지효율표준의 효과는 개별제품이 속해 있는 시장구조에 의해서도 영향을 받는다. 시장이 불완전경쟁시장이라면 생산자는 에너지효율표준제도 하에서 값비싼 에너지효율 제품과 에너지 효율이 낮은 값싼 제품을 모두 생산하여 소비자 차별을 통해 이윤을 극대화함으로써 에너지효율표준제도는 사회후생을 증진시킬 수 있다. 다른 한편, 완전경쟁시장의 경우 생산자는 소비자가 원하는 에너지 효율제품을 공급할 것이고 이것은 사회후생에 아무런 영향을 주지 않는다. 결국 우리나라에서 시행되고 있는 에너지 효율정책도 개별제품에 대한 시장 구조를 파악하여

제품별 효율 프로그램으로 더욱 다양화 한다면 정책의 궁극적인 목표인 사회후생 증대를 꾀할 수 있을 것이다.

마지막으로 현재 우리나라에서 시행되고 있는 에너지 효율정책들은 대부분 자발적인 정책이 아닌 의무적인 정책이다. 에너지 효율에 대한 과도한 의무를 기업이나 소비자에게 부과할 경우 기업의 이윤을 해치거나 소비자 후생을 감소시켜 사회후생의 감소를 야기할 수 있다. 결국 의무적 참여에서 자발적 참여 프로그램으로 변경하여 과거에 비해 훨씬 개선된 성과를 거두고 있는 미국의 에너지 스타 프로그램의 예처럼 일방적인 밀어붙이기식 정책보다는 사회의 경제주체들 간에 합의를 통해 자발적으로 참여하게 만드는 에너지 효율정책을 수립해나가야 할 것이다.

5. 결론

본고에서는 일반적으로 논의되고 있는 에너지 효율 정책의 중요성, 정당성, 필요성 및 시행방법에 대해서 살펴보았다. 에너지 효율정책의 정당성과 필요성의 전제조건인 에너지 효율 갭(Gap)을 발생시키는 요인들인 시장실패와 행동실패 그리고 이러한 실패들을 수정하여 에너지 효율을 향상시키면서 궁극적으로 사회후생증대를 꾀하는 구체적인 에너지 효율정책의 프로그램에 대해 고찰하였다. 이어서 현재 우리나라에서 시행되고 있는 에너지 효율정책의 현황 및 성과를 살펴보고 향후 보다 적절한 에너지 효율정책 시행을 위해 고려해야할 점들을 제시하였다.

적절한 에너지 효율정책 수행을 위하여 우선 에너지 효율 갭(Gap)의 존재를 확인해야한다. 갭(Gap)이 확인된 후 갭(Gap)의 원인을 분석하기 위하여 본고에

서 제시된 다양한 원인들(시장실패와 행동실패)을 고찰해 보아야 할 것이다. 문제를 확인하고 원인을 발견하였다면 에너지 효율정책을 실행한 비용이 편익보다 적을 때에만 에너지 효율정책이 필요하기 때문에 정책의 필요성에 대해 고민해야 한다. 에너지 효율정책이 필요하다고 판단되었을 경우, 에너지 효율 갭(Gap)의 원인에 따른 적절한 에너지 효율정책이 설계되고 시행되어야 할 것이고, 반드시 정책의 효과와 비용에 대한 평가가 수반되어야 할 것이다. 또한 에너지 효율정책을 수행함에 있어 에너지부문만을 고려하여 실행하고 평가할 것이 아니라 사회 전반적인 영향을 고려하여 설계하고 평가해야 할 것이다.

현재까지 에너지 효율 및 절약에 대한 연구는 여전히 많은 주요 이슈들이 남아있다. 앞으로 우리가 해야 할 연구들은 잠재적 실패들의 정도에 대한 정량적인 자료가 제한되어 있음에도 불구하고 잠재적 시장 및 행동실패들을 구체적으로 확인하는 작업이 수행되어야 할 것이다. 일반적으로 인용되고 있는 시장가격과 기술혁신 실패의 많은 부분들은 에너지 효율에 국한된 것이 아니기 때문에 훨씬 다양하고 넓은 범위에서의 정책적 대응이 필요할 것으로 예상된다. 예를 들면 기후변화를 위한 온실가스 가격설정, 한계비용 중심으로의 전력시장 개편, 기술혁신에 대한 노력을 유도하기 위한 전방위적인 혁신정책 추진 등이 있다. 같은 맥락에서 추후 연구는 경제적 효율성을 증진시키기 위하여 에너지 효율정책에 대한 더 좋은 잠재성을 명확히 하는 것이 필요하다.

앞에서 언급했듯이 현재 우리나라의 에너지 효율정책에 대한 위와 같은 연구가 많이 부족한 상황이다. 결국 보다 적절한 에너지 효율정책의 수립 및 시행을 위해 경제적으로 적절한 에너지 효율수준과 이러한



수준에 도달하기 위해 실행한 정책들이 효율수준에 도달하기 위하여 필요한지 여부, 그리고 만약 필요하다면 실제적인 순이익은 어느 정도인지 밝혀내는 것들이 앞으로 우리가 수행해야 할 연구일 것이다.

참고 문헌

〈국내 문헌〉

지식경제부, 에너지관리공단, “에너지라벨링제도 이해, 「에너지 효율관리제도 18년 성과와 비전」, 2010

〈외국 문헌〉

Anderson S, Newell R., “Information programs for technology adoption: the case of energy-efficiency audits” *Resour. Energy Econ.* 26:27-50, 2004

Auffhammer M, Blumstein C, Fowlie M., “Demand-side management and energy efficiency revisited,” *Energy J.* 29:91-104, 2008

Brookes L, “The greenhouse effect: the fallacies in the energy efficiency solution” *Energy Policy* 18(2): 199-201, 1990

Carpenter EH, Chester TS., “Are federal energy tax credits effective? A Western United States survey,” *Energy J.* 5:139-149, 1984

Davis L., “Durable goods and residential

demand for energy and water: evidence from a field trial” *Rand J. Econ.* 39:530-546, 2008

Gillingham, Kenneth and Richard G. Newell and Karen Palmer, “Retrospective examination of demand-side energy efficiency policies” *Discuss. Pap.* 04-19, 2004

Gillingham, Kenneth and Richard G. Newell and Karen Palmer, “Energy efficiency economics and policy” *Working paper* 15031, National Bureau of Economic Research, 2009

EPIA, Greenpeace, “Solar Generation,” 2006.9

Fischer C., “Feedback on household electricity consumption: a tool for saving energy?,” *Energy Effic.* 1:79-104, 2008

Hassett KA, Metcalf GE., “Energy tax credits and residential conservation investment: evidence from panel data” *J. Public Econ.* 57:710-716, 1995

Howarth, Richard B. and Bo Andersson, “Market barriers to energy efficiency” *Energy Economics* 262-272, 1993

Howarth RB, Sanstad AH, “Discount rates and energy efficiency,” *Contemp. Econ. Policy* 13:101-109, 1995

Jaffe, Adam B. and Robert N. Stavins, “The energy-efficiency gap: What does it mean?” *Energy Policy*, 22:804-810, 1994

- Jaffe, Adam B. and Richard G. Newell and Robert N. Stavins, "Economics of Energy Efficiency," *Encyclopedia of Energy*, Volume 2: 79-90, 2004
- Jalil, A., and S.F. Mahmud, "Environment Kuznets Curve for CO₂ emissions: A Cointegration Analysis for China," *Energy Policy*, 37:5167-5172, 2009
- Levine M, Koomy J, McMahon J, Sanstad A, Hirst E., "Energy efficiency policy and market failures," *Annu. Rev. Energy Environ.* 20:826-832, 1995
- Loughran D, Kulick J. "Demand-side management and energy efficiency in the United States," *Energy J.* 25:19-41, 2004
- Newell R, Jaffe A, Stavins R., "The induced innovation hypothesis and energy-saving technology change," *Q. J. Econ* 114:941-975, 1999
- Reiss P, White M., "What changes energy consumption? Prices and public pressures," *Rand J. Econ.* 39:636-663, 2008
- Small K, Van Dender K., "Fuel efficiency and motor vehicle travel: the declining rebound effect," *Energy J.* 28:25-51, 2007
- Stern P, ed. "Energy Efficiency in building: Behavioral Issues," Washington, DC: Natl. Acad. Press, 1985
- Thollander, P., Palm, J., and P. Rohdin, "Categorizing Barriers to Energy Efficiency: An Interdisciplinary Perspective".
- Weil S, McMahon J. "Governments should implement energy-efficiency standards and labels --- cautiously," *Energy Policy* 31:1403-1415, 2003
- Williams M, Poyer D., "The effect of energy conservation tax credits on minority household housing improvements," *Rev. Black Polit. Econ.* 24:122-134, 1996