경제포커스

신·재생에너지의 경제적 효과

부경진(에너지경제연구원 신·재생에너지연구실장)

신·재생에너지 보급전략

조항문(서울시정개발연구원 에너지연구센터장)

신·재생에너지의 경제적 효과

부경진*
에너지경제연구원 신·재생에너지연구실장
kjboo@keei.re.kr

1. 들어가기 전에

최근의 고유가 장기화 지속, 기후변화대응문제, 환경보전 등의 파상적인 공세에 힘입어 신·재생에너지는 미래를 짊어질 에너지원으로서 지속가능한 에너지시스템의 한 축으로 새롭게 주목되면서 각광을 받고 있다. 그러나 신·재생에너지는 대부분의 경우 경제성이 아직 미흡하기 때문에 전통에너지원과의 경쟁력을 확보할 수 있을 때까지는 정부의 지원이 필요하다. 이렇듯이 신·재생에너지가 현재 경제성이 미흡한데도 신·재생에너지의 개발 및 보급에 대해서 정부가 지원을 아끼지 않는 이유는 간단하고 명확하다. 여러 가지 이유 중에서도 가장 중요한 것은 지속가능한 에너지원이라는 것이다. 이러한 측면, 즉, 신·재생에너지가 대부분 청정에너지원이고 지역에너지이며 재생가능하다는 사실은 미디어와 학술논문, 정부정책의 홍보를 통해 잘 알려진 사항이다. 그러나 신·재생에너지가 미래의 성장동력으로서 미래의 경제를 이끌어 갈 견인차라는 점은 잘 알려지지 않은 것 같다. 본 고

* 저자 학력, 경력 및 최근 연구:
• 1979년 서울대학교 공학사. 1983년 서울대학교 경영학석사(MBA). 2000년 미 델라웨어대 공공정책학 박사
• 1980년 자원개발연구소 입사(현 에너지경제연구원). 2007년 현재 에너지경제연구원 신·재생에너지실 실장
• 신·재생에너지발전 의무비율 할당제 (RPS)의 국내도입 방안 (2004). 수소경제 국가비전 및 실행계획 수립 연구 (2005). 신·재생에너지발전 시장활성화 방안 (2005). 목질계 바이오매스의 에너지 활용 방안 (2006)

에서는 신·재생에너지의 몇 가지 범주로 나누어 보고 각 범주별로 성장동력으로서의 신·재생에너지가 경제에 기여하는 정도를 알아보고, 더 나아가서 경제 및 산업파급효과에 대해서 지금까지 분석된 결과를 중심으로 살펴보기로 한다.

2. 지속가능한 에너지로서 신·재생에너지

우리가 신·재생에너지를 선호하는 이유는 무엇보다도 우선 이것이 지속가능한 에너지원이라는 점이다. 어떤 에너지원이 지속가능하다는 것은 그것이 환경친화적이고 지속적으로 생산가능하며, 부존이 편재되지 않고 언제 어디서나 누구나 접근이 가능하다는 것을 의미한다. 예를 들면 과거의 땔감나무와 물레방아, 풍차와 같은 재래에너지가 그러한 역할을 담당하였다. 앞으로는 태양에너지와 풍력, 소수력과 같은 재생에너지가 그러한 역할을 담당할 것으로 기대된다. 특히 최근 들어 세계적으로 수소에너지가 미래에너지원으로 주목을 받고 있는 시점에서 수소경제의 도래를 앞당기기 위해서는 재생에너지원에 의한 수소제조가 관건이다. 만약 장기적으로 수소생산을 재생에너지로 할 수만 있다면 그만큼 수소경제에 대한 일반 대중의 믿음도 커지고 시장도 확대된다.

지속가능한 에너지시스템 구축을 이야기할 때 보통 세 가지 측면을 거론한다. 즉, 사회적 측면과 경제적 측면, 그리고 생태학적 측면이 그것이다. 이러한 세 가지 차원은 동일한 비중과 목표를 가진다. 사회적 목표는 권력이동과 민주적 참여, 사회적 이동/결속, 문화정체성을 지향하고, 이러한 가치들은 제도정비를 통해 실현된다. 또한 경제적 차원은 성장과, 효율, 그리고 형평성을 목표로 지향한다. 경제적 차원이 중요한 것은 주어진 자본과 기술을 가지고 인간의 행복추구를 극대화해야 하는 기본적인 조건을 만들기 때문이다. 앞으로 경제자본에 대한 수요증대에 대응하기 위해 경제성장은 불가피하다. 성장을 통해 정부는 환경보호와 삶의 질 향상을 위해 필요한 세수를 확보할 수 있기 때문이다. 따라서 지속가능발전의 한 축은 주어진 자원을 효율적으로 형평성있게 안분하는 것이다. 마지막으로 형평성 원칙의 차원이다. 이러한 전략적 접근은 계층간, 지역간 그리고 세대간 형평성을 유지하는 것이다. 이러한 형평성 원칙은 모든 인간이 인류 공동자산에 대해 평등한 권한과 책임을 지며, 어느 한 국가나 민족도 이를 독점적으로 남용할 수 없다는 것이다. 특히 대기권을 오염시킴으로서 발생하는 기후변화 문제는 인류의 공동자산인 대기권에 대해 과거

경제성장을 통한 화석에너지 남용의 책임 문제, 그리고 앞으로 기후변화를 방지하기 위한 대응책에 대한 책임 및 비용분담 문제에서 핵심적인 이슈로 떠오르고 있다.

이러한 지속가능할 에너지시스템을 구축하기 위한 세 가지 조건을 만족시키는 에너지원은 신·재생에너지원 밖에 없다. 수요측면에서는 에너지절약이나 에너지효율향상 등의 정책수단이 필요하나, 에너지공급측면에서는 신·재생에너지가 핵심적인 역할을 담당할 것으로 양식있는 전문가들은 판단하고 있다. 현재까지 신·재생에너지원이 경제성 미흡 때문에 단기 및 중기적으로는 일차에너지 공급에서 차지하는 비중이 크게 늘어나지 않을 것으로 생각되나 장기적으로 화석에너지의 고갈 및 기후변화 문제에의 대응 때문에 그 비중과 역할은 크게 증대될 것으로 예상된다.

3. 신·재생에너지의 기술 및 자본 집약화

과거의 땔나무와 물레방아, 풍차와 같은 재생에너지원은 별다른 기술과 자본을 들이지 않고서도 개발과 이용이 가능하였으나 현재의 재생에너지원은 기술개발과 상용화를 위해서는 많은 자본이 필요하다. 왜냐하면 과거와 같은 방식으로는 현재의 대규모 에너지수요를 충당하기는 어렵기 때문이고 대량수요를 충족시키기 위해서는 낮은 수준의 에너지밀도를 가진 에너지를 고효율 및 고밀도로 공급하기 위해 기술개발과 공급시스템의 고도화가 필요하다. 풍력이나 수력을 예로 들면, 과거에는 풍차를 설치하여 주로 기계적 운동, 즉, 방아짓기 용으로 사용하였으나 지금은 풍력과 수력을 이용해 전기를 발전시켜 전력을 지역주민에게 공급하는 방식으로 바뀌었다. 다시 말하면 범용적인 에너지인 전기를 발생시켜 이를 각각의 용도로 사용하는 방식으로 발전하게 된 것이다. 이에 따라 기술개발에 드는 비용과 대규모 공급시설을 설치하기 위한 자본이 개입할 수밖에 없다.

대규모 투자자의 시장진입과 기존 전통에너지 산업의 신·재생에너지 기술개발의 혁신과 설비확충은 신규자본의 대거 유입을 통해 신·재생에너지 산업의 규모경제화와 기술 및 자본 집약화를 이루어 왔다. 신·재생에너지산업이 무섭게 성장하고 있다. 세계적으로 볼 때 2000년대 들어와서 연평균 21%의 가파른 신장세를 보이고 있다. 작년도만 하여도 신·재생에너지 신규투자액이 380억달러에 달해 2004년도의 300억불에 비해 무려 27%의 증가율을 기록하였다. 선진국에서 독일이 70억불, 개도국에서 이웃 중국이 70억불을 투자하였고,

그 뒤를 미국, 스페인, 일본과 인도가 바짝 뒤따르고 있다. 절대규모면에서는 전통발전원인 수력발전을 제외하고는 신·재생에너지 중에서는 풍력발전의 신장세가 뚜렷하여 2004년 48백만kW에서 59백만kW으로 확대되어 전년대비 23% 성장하였고, 기타, 풍력보다는 규모면에서 작지만 바이오매스발전이 거의 100% 가까운 신장세를 보이면서 새로운 발전원으로 주목을 받고 있다. 신장세가 높은 신·재생에너지원으로는 요즘 대체수송연료로 각광을 받고 있는 바이오디젤이 85%로서 신장세를 주도하고 있고, 그 뒤를 계통연계형 태양광발전이 48%, 태양열온수가 14%를, 기타 태양열발전이 미국과 스페인에서 대규모 시설을 갖추고 성장하고 있다.

4. 신·재생에너지의 개발과 보급에 따른 경제적 효과

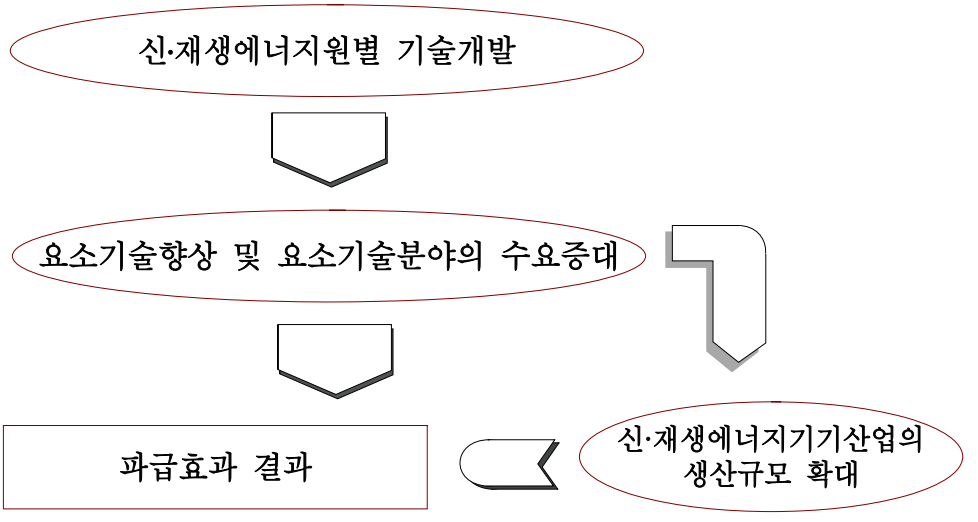
우리가 보통 어떤 프로젝트를 추진할 때 사전작업으로 사업 자체의 경제성, 즉, 사업타당성을 분석하는 것과 함께, 그러한 사업을 추진함으로 해서 국민경제에 미치는 영향을 분석함으로써 해당 프로젝트에 대한 국민적 공감대 내지는 수용성을 도출할 수 있다. 신·재생에너지의 경우도 마찬가지로 신·재생에너지의 원별, 단계별 사업추진이 국민경제에 어떠한 긍정적인 영향을 미치는 가를 살펴봄으로써 원별 및 기술별로 우선순위의 결정은 물론 국민적 합의도출 통해 정부지원에 대한 합리적 근거를 제시할 수 있을 것이다.

신·재생에너지의 활용에 따른 경제적 파급효과를 분석하는데 있어서 거시경제지표로서 다음과 같은 요인이 결정적 역할을 한다.

- 신·재생에너지 활용 시설의 건설 및 생산에 따른 고용 및 부가가치
- 해당 시설의 운전 및 유지와 관련된 고용 및 부가가치
- 시설 또는 설비와는 독립적인 연료의 공급에 따른 고용 및 부가가치
- 신·재생에너지 원 또는 기술과 관련된 연구개발의 결과

이와 같은 측면에 대해서 직접 및 간접, 그리고 2차 경제적 효과간의 구분이 필요하다. 직접효과는 해당 프로젝트와 직접적으로 관련된 경제부문에서의 수요증대에 따른 부가가치발생과 고용창출을 말한다. 예를 들어 태양광발전 시스템에 대한 투자의 직접적 효과는

태양전지와 태양전지 모듈, 시스템 제조사에서의 부가가치 발생과 고용증대로 나타난다. 이러한 직접적인 효과 이외에 투자효과는 직접적으로 관련된 경제부문에 대해 제품과 서비스를 제공하는 다른 경제부문에서의 간접적 효과를 발생시킨다. 예컨대 태양광발전소에 대한 투자는 유리제조와 수송부문, 알미늄 공급자 등의 분야에 간접적인 부가가치와 고용창출을 발생시킨다.



〈그림 1〉 신·재생에너지 기술개발에 대한 투자의 파급효과에 대한 흐름도

직접 및 간접 효과는 일차효과라는 용어로 정리된다. 일차효과로부터 초래된 소득 가운데 일부는 소비와 투자자로 지출되며 이는 다시 추가적인 부가가치와 고용, 소득을 발생시킨다. 이러한 관점에서 일차소득에 의해 발생된 효과는 2차 효과라고 불리운다. 재생에너지원의 거시경제적 중요성에 대한 경제적 효과는 신·재생에너지의 활용을 위한 설비의 건설과 제조에 초점을 맞추고 있고, 2차효과에 대한 설명은 측정의 어려움 때문에 대부분 생략하고 있다.

본 고에서는 신·재생에너지 설비와 제조에 대한 투자로 인해 발생하는 1차 및 2차 경제적 효과에 대해 실증분석을 통해 설명하고 그 함의를 생각해보기로 한다.

1) 신·재생에너지 개발 및 투자에 의한 1차 파급효과

정부가 신·재생에너지 산업에 연구개발을 투자할 경우 연구개발투자가 곧바로 신·재생에너지공급을 촉진시키는 것이 아니라 먼저 곧바로 신·재생에너지를 공급하는 기기들의 요소기술에 대한 기술투자가 발생하게 된다. 즉 정부의 신·재생에너지기기산업에 대한 연구개발투자는 곧바로 투자수요를 유발시켜 경제전체의 개별산업들로 하여금 생산을 유발시키게 된다. 이로 인해 경제전체의 개별산업은 부가가치(노동과 자본을 포함한)를 창출하게 되는데 본 고에서는 이 효과를 일차적인 파급효과라고 정의하여 산업연관모형을 통해 계산하고자 한다.

신·재생에너지 기술개발정책이 어떤 신·재생에너지원에 투자하는 것이 효율적인지를 파악하기 위하여 본 고에서는 각 신·재생에너지원에 1억원을 투자하였을 때 파급되는 부가가치 유발액을 계산해 보고자 한다. 만약 특정 신·재생에너지원에 1억원의 기술투자를 국내기술진에 의해 수행되지 않고, 대신에 외국에서 기술을 수입할 경우 부가가치유발액은 전혀 발생하지 않게 된다.

신·재생에너지를 개발하는데 태양광, 태양열, 지열, 풍력, 폐기물, 소수력, IGCC, 해양, 수소, 연료전지, 바이오 등과 같은 신·재생에너지원에 1조 5천억원을 투자한다고 할 때 이러한 투자가 과연 국민경제적 측면에서 수익성이 높은 혹은 경쟁력이 있는 신·재생에너지에 제대로 투자하고 있는지에 대해서 살펴볼 필요가 있다. 따라서 신·재생에너지원에 연구개발을 투자하는 과정에서 신·재생에너지 기술개발자금이 곧바로 신·재생에너지 원의 공급량을 확대하기보다는 일차적으로 신·재생에너지 기기산업의 투자수요를 증대하게 된다.

신·재생에너지 원별 경쟁력 혹은 수익성을 파악하기 위해 본 연구에서는 신·재생에너지원별로 가상적으로 연구개발비용을 1억원씩 투자하였을 경우 연구개발의 직접적인 파급효과가 어느 정도인지를 파악하고자 한다. 개별 신·재생에너지원의 일차적인 파급효과는 <표 1>와 같이 개별 신·재생에너지원에 기술개발자금을 1억원 투자하였을 때 1억원은 개별 신·재생에너지기기에 대한 기술개발로 투자되어 요소기술분야에 대한 연구개발용 투자수요가 요소별로 증가하게 된다. 둘째, 개별 신·재생에너지원의 요소기술별 연구개발 투자액은 투자수요로 작용하여 77개 산업전반의 생산을 유발하게 되고, 77개 산업전반의 부가가치를 유발하게 된다. 따라서 본 연구에서는 국가경제적 차원에서 개별 신·재생에너지원에 대한 기술개발투자의 경제성을 평가하기 위하여 개별 신·재생에너지원에 대한 1억원 투자에 대한 부가가치 측면에서 투자의 수익률을 계산하고자 한다.

개별 신·재생에너지 원별로 1억원의 기술개발투자를 하였을 경우 신·재생에너지 원별 생산유발액과 부가가치 유발액은 <표 1>과 같다. 개별 신·재생에너지기술에 대한 부가가치 유발액을 살펴보면, 부가가치 유발액에 근거한 투자수익률이 가장 높은 신·재생에너지원은 태양광이고, 다음으로 수소기술, 태양열 순으로 나타났다. 한편 바이오기술은 부가가치 유발액 측면에서 투자수익률이 가장 낮은 신·재생에너지원으로서 -1.02%을 보이고 있다. 그런데 만약 정부가 신·재생에너지 공급을 확대하기 위해 국내연구진을 통해 기술개발을 하기보다 해외로부터 선진 신·재생에너지 기술을 구입할 경우 신·재생에너지 기술개발로 인한 생산 및 부가가치 파급효과는 전혀 발행하지 않게 된다.

〈표 1〉 개별 신·재생에너지기술에 대한 부가액

(단위: 원)

신·재생에너지기기	연구개발 투자액	생산유발액	부가가치유발액	부가가치측면에서 투자수익률
태양열	1억원	305,778,146	126,664,985	26.66%
태양광	1억원	288,048,518	142,511,657	42.51%
지열	1억원	293,389,104	119,092,407	19.09%
풍력	1억원	289,855,690	119,472,238	19.42%
폐기물	1억원	291,614,944	115,046,242	15.05%
소수력	1억원	294,775,096	124,296,257	24.30%
IGCC	1억원	291,877,216	122,228,130	22.23%
해양	1억원	289,696,474	116,371,381	16.37%
수소기술	1억원	294,765,329	139,137,494	39.14%
연료전지	1억원	291,158,858	119,917,873	19.92%
바이오	1억원	264,718, 362	98,983,769	- 1.02%

2) 신·재생에너지 개발 및 투자에 의한 2차 파급효과

신·재생에너지산업은 재생가능한 에너지원이므로 신·재생에너지공급량은 신·재생에너지기기 보유대수에 의해 결정된다고 해도 과언이 아니다. 신·재생에너지기기에 내포된 신·재생에너지 공급량은 신·재생에너지기기에 개별 신·재생에너지기기에서 생산할 수 있는

에너지량에 의해 결정된다고 볼 수 있다. 따라서 신·재생에너지공급량은 신·재생에너지 기기에 에너지 환산계수(즉 신·재생에너지기기별로 최대한 생산할 수 있는 에너지산출가능량)을 곱함으로서 계산된다. 마찬가지로 일반 가정에서 신·재생에너지를 사용하고자 하는 개별 소비자나 혹은 재화와 용역을 생산하는 일반 생산자들이 신·재생에너지를 사용하고자 할 경우 신·재생에너지기기를 구입하여 신·재생에너지에서 발생하는 에너지량을 소비하게 된다. 따라서 신·재생에너지의 수요와 공급은 직접적으로 신·재생에너지기기의 공급량과 수요량에 의해 결정된다고 볼 수 있다.

특히 정부가 신·재생에너지 공급량을 2011년까지 국내 총 에너지 대비 5%로 확대하기 위해 신·재생에너지 개발부문에 1조 6천억원, 보급에 7조 5천억원 등 총 9조 1천억원을 투자할 방침이라고 밝혔다. 정부의 신·재생에너지 5% 목표와 이에 대응한 신·재생에너지 기술개발 및 보급확대는 직접적으로 신·재생에너지시장에서의 공급확대와 수요확대는 물론 간접적으로 신·재생에너지기기에 대한 기술혁신으로 인한 생산성 향상과 신·재생에너지기기를 구입하고자 하는 소비자들에 대한 보조금 지급을 확대하는 것이다. 특히 신·재생에너지원의 공급을 확대하기 위해서 투입되는 신·재생에너지 기술개발자금은 신·재생에너지에 대한 기술개발 자체가 아니라 신·재생에너지기기를 구성하고 있는 관련소요기술에 대한 기술혁신을 도모할 때 효율적으로 사용될 수 있다.

신·재생에너지 기술개발을 시행할 경우 정부의 기술개발자금은 신·재생에너지 기기산업으로 투입되어 기술개발을 추진하게 된다. 정부가 이들 신·재생에너지 원별로 1억의 연구개발자금을 투입하였을 때 신·재생에너지 공급량이 기술혁신을 통해서 어느 정도 더 많이 공급될 수 있는지를 신·재생에너지 공급함수에서 연구개발자금(RD)의 계수에 의해서 결정된다고 볼 수 있다. 예를 들면 태양열에 대해서 정부가 연구개발을 1억원 투자하였을 경우 이로 인하여 태양열이 약 350.93TOE/년이 발생하게 된다. 이를 2002년말 원유수입가격으로 평가하면 태양열에 대한 기술개발로 인해 신·재생에너지 공급가치는 약 75,082,753원에 해당된다.

〈표 2〉 신·재생에너지 원별 기술개발로 인한 공급확대의 효과분석

에너지원	1백만원당 TOE	1억원당 TOE	연구개발 1억원당 신·재생에너지 공급가치(원)
태양열	3.5093	350.93	75,082,753
태양광	0.047	4.70	1,005,582
바이오	74.324	7,432.40	1,590,189,086
소수력	0.623	62.30	13,329,312
소수력	1.493	149.30	31,943,280
폐기물	12.471	1,247.10	266,821,593
폐기물	15.079	1,507.10	322,449,541
풍 력	0.647	64.70	13,842,801
합 계	46.189	4,618.9	1,009,818,423

유사하게 정부가 1억원의 신·재생에너지 기술개발자금을 국내 신·재생에너지 원별로 투입되어 신·재생에너지 기기업체에 전달되었을 경우 기술혁신을 통해 효율성증대 혹은 제품 다양성 등으로 인해 가장 연구개발투자가치가 큰 신·재생에너지원은 바이오와 폐열, 소수력 순으로 부가가치 유발액이 높게 나타났다.

〈표 3〉 신·재생에너지 기술개발로 인한 효율성 증대효과

신·재생 에너지기술	소비규모 (toe)	생산유발액	부가가치유발액
태양열	350.93	208,532,177	68,421,253
태양광	4.70	2,691,299	839,865
바이오	7,432.40	4,508,652,957	1,449,104,150
풍력	64.70	37,048,318	11,561,550
폐기물	1,247.10	741,060,836	243,148,617
소수력	62.30	35,674,036	11,132,683

다음으로 신·재생에너지 원별로 신·재생에너지공급이 확대되면 이를 가정과 산업부문에서 기존 화석에너지인 석유와 석탄, 전력 등에 대해서 신·재생에너지로 소비된다고 가정하였을 때 신·재생에너지 원별로 최종수요의 증가로 인해 발생하는 새로운 부가가치 유발효과를 계산하여 신·재생에너지 기술개발사업의 종합적인 경제성 분석을 하였다.[1] 앞에서의 정부가 투자한 신·재생에너지 원별 기술개발투자액의 일차적인 파급효과와 이차적인 파급효과를 산업연관모형으로 계산하여 보았을 때 <표 4>과 같이 종합적으로 계산된다.[2]

따라서 간단하게 이익률법에 근거한 신·재생에너지 기술개발사업에 대한 사회적 편익과 비용에 근거한 경제성 분석을 하면 바이오와 폐기물과 같은 신·재생에너지원이 투자액에 무려 14배와 2.5배의 사회적 편익을 제공하는 것으로 나타났다. 신·재생에너지원 중 바이오에너지와 폐기물에너지는 1차 파급효과 면에서 부가가치 유발효과가 적은 데 그 이유는 타 신·재생에너지원에 비하여 기술적 난이도와 전후방 연관효과가 비교적 적기 때문으로 풀이된다. 특히 이들 에너지원은 타 신·재생에너지에 비하여 자체의 높은 발열량을 갖고 있어 기술적 효율성을 높이고 환경오염을 제어할 수 있는 연소 및 소각 기술만 개발되면 쉽게 보급이 가능한 신·재생에너지원이기 때문이다. 그럼에도 불구하고 2차 파급효과 면에서 부가가치유발효과가 높은 것은 미활용되는 버려질 폐기물을 회수하여 이용하기 때문에 낮은 가격으로 높은 공급량 확보가 가능하기 때문이다. 그리고 기술도 이미 상용화단계에 와 있기 때문에 적은 R&D자금 지원으로도 많은 양의 산출물을 얻을 수 있는 장점을 소지하고 있다.

1) 신·재생에너지원 중에서 태양광, 소수력, 풍력의 경우 전력부분(77산업부문중 수력, 화력, 원자력 및 자가발전 포함한 59번째 산업으로 간주함)의 수요창출로 간주하고, 태양열, 바이오, 폐열과 같은 신·재생에너지원은 열에너지에 대한 수요창출로 간주하여 이를 산업연관모형의 60번째 산업인 도시가스 및 수도산업(도시가스, 열공급업, 수도로 구분된 60번째 산업으로 간주함)의 최종수요의 증가로 고려하였다.

2) 정부가 투자한 신·재생에너지 원별 기술개발자금이 일차적으로 신·재생에너지기기산업에 투입됨으로 인해 발생하는 부가가치파급효과와 둘째, 신·재생에너지기기산업의 기술혁신으로 인하여 새롭게 공급되는 신·재생에너지원의 공급증가분과 이를 소비함으로 발생하는 부가가치파급효과를 합한 종합적인 부가가치 파급효과를 감안하여 신·재생에너지 원별 기술개발사업의 종합적인 경제성 분석을 해 보았다. 신·재생에너지기술개발을 신·재생에너지원별로 1억씩 투자되었을 때 발생할 부가가치유발액에 근거하여 이익률법에 근거한 경제성 분석을 하면 표 와 같다. 예를 들면 태양열에 대해서 이익률법에 근거하여 경제성을 분석해 보면 순수익/투자액 = (195,086,238-100, 000,000)/100,000,000=95.09%와 같다. 마찬가지로 다른 신·재생에너지원에 대한 부가가치 측면에서 본 투자 수익률을 계산하면 <표 4>와 같이 된다.

〈표 4〉 개별 신·재생에너지기술에 대한 부가가치 유발액

(단위: 원)

신·재생에너지 기기	연구개발 투자액	1차 파급효과	2차 파급효과	합계	부가가치측면에서 투자수익률
태양열	1억원	126,664,985	68,421,253	195,086,238	95.09%
태양광	1억원	142,511,657	839,865	143,351,522	43.34%
바이오	1억원	98,983,769	1,449,104,150	1,548,087,919	1,448.09%
풍력	1억원	119,472,238	11,561,550	131,033,788	31.03%
폐기물	1억원	115,046,242	243,148,617	358,194,859	258.19%
소수력	1억원	124,296,257	11,132,683	135,428,940	35.43 %
IGCC	1억원	122,228,130	–	–	22.23%
지열	1억원	119,092,407	–	–	19.09%
해양	1억원	116,371,381	–	–	16.37%
수소기술	1억원	139,137,494	–	–	39.14%
연료전지	1억원	119,917,873	–	–	19.92%

5. 맺는 말

본 고에서는 정부가 신·재생에너지 기술개발 및 보급을 추진하고, 이를 위해 막대한 규모의 재정자금을 투입하고 있는 상황에서 전문가들 사이에 이견이 분분하고 논란이 분출하는 가운데 과연 정부주도의 현행 기술개발 및 보급 지원정책이 타당하게 추진되고 있는가를 알아보기 위한 기초분석을 하여 보았다. 또한 어느 신·재생에너지원을 우선적으로 지원하는 것이 경제적으로 효과적인지를 평가하였다. 이를 위해서 먼저 신·재생에너지산업에 정부가 기술개발자금을 투입하였을 때 일차적으로 부가가치 측면에서 국민경제에 얼마만큼 기여를 하였는지를 살펴보고, 둘째, 신·재생에너지산업에 R&D자금이 투입됨으로 인하여 신·재생에너지 원별로 기술혁신이 발생하여, 신제품이 소개되므로 신·재생에너지 산업의 공급량을 확대하였을 때 부가적으로 발생하는 파급효과를 이차적인 파급효과로 평가하여 이러한 파급효과가 국민경제에 얼마만큼의 영향을 미치게 되는지를 살펴보았다.

특히 본 고에서는 일차적인 파급효과를 분석할 때 2000년도의 산업연관표에 근거하여 산업연관모형을 구축하였고, 전후방연관효과로 발생된 부가가치 유발효과를 계산하여 신·재생에너지 기술개발자금의 일차적 파급효과에 대한 투자수익성을 계산하였다. 산업연관모형을 이용하여 개별 신·재생에너지기술에 대한 부가가치 유발액을 살펴보면, 부가가치 유발액에 근거한 투자수익률이 가장 높은 신·재생에너지원은 태양광이고, 다음으로 수소기술, 태양열 순으로 나타났다. 한편 바이오기술은 부가가치 유발액 측면에서 투자수익률이 가장 낮은 신·재생에너지원으로서 -1.02%을 보이고 있다. 그런데 만약 정부가 신·재생에너지 공급을 확대하기 위해 국내연구진을 통해 기술개발을 하기보다 해외로부터 선진 신·재생에너지 기술을 구입할 경우 신·재생에너지 기술개발로 인한 생산 및 부가가치 파급효과는 전혀 발행하지 않게 된다.

다음으로 이차적인 파급효과는 기술개발로 인해 부가적으로 공급되는 신·재생에너지 공급량의 증가분을 계산하는데 초점을 맞추었으며, 이를 계측하기 위해 개별 신·재생에너지원별로 공급함수를 계량적으로 추정했다. 신·재생에너지 원별 공급함수는 먼저 개별 신·재생에너지 원별 기기산업의 생산요소가격, 신·재생에너지 가격, 연구개발노력의 함수로 가정하여 계량적으로 추정하였다. 이렇게 추정된 신·재생에너지 공급함수에 근거하여 신·재생에너지기술개발 자금을 1억원 부가적으로 투자하였을 때 얻을 수 있는 연간 신·재생에너지 공급량 증가분을 추정함수로부터 계산한 후에 이를 2002년 원유가격으로 평가하고, 증가된 공급량이 모두 소비되었다는 가정 하에서 이로 인해서 파급되는 부가가치 유발효과를 이차적인 파급효과로 계산하였다.

결국 1차적 파급효과와 2차적 파급효과를 종합하여 전체적 파급효과를 이익률법에 근거하여 경제성 분석을 해 본 결과에 따르면 바이오와 폐기물과 같은 신·재생에너지원이 투자액에 무려 14배와 2.5배의 사회적 편익을 제공하는 것으로 나타났다. 신·재생에너지원 중 바이오에너지와 폐기물에너지는 1차 파급효과 면에서 부가가치 유발효과가 적은 데 그 이유는 타 신·재생에너지원에 비하여 기술적 난이도와 전후방 연관효과가 비교적 적기 때문으로 풀이된다. 특히 이들 에너지원은 타 신·재생에너지에 비하여 자체의 높은 발열량을 갖고 있어 기술적 효율성을 높이고 환경오염을 제어할 수 있는 연소 및 소각 기술만 개발되면 쉽게 보급이 가능한 신·재생에너지원이기 때문이다. 그럼에도 불구하고 2차 파급효과 면에서 부가가치유발효과가 높은 것은 미활용되는 버려질 폐기물을 회수하여 이용하기 때문에 낮은 가격으로 높은 공급량 확보가 가능하기 때문이다. 그리고 기술도 이미

상용화단계에 와 있기 때문에 적은 R&D자금 지원으로도 많은 양의 산출물을 얻을 수 있는 장점을 소지하고 있기 때문으로 풀이된다.

참고문헌

- 과학기술부/에너지경제연구원, 2002-2005, 교토메카니즘에 의한 CO2저감 및 처리 개발기술의 활용 가능성.
- 부경진, 2002, 에너지환경경제통합 계량경제 모형에 의한 온실가스 정책의 평가.
- 부경진, 2005, 신·재생에너지 시장활성화 방안 연구. 에너지경제연구원.
- 산업자원부, 2004, 제2차 신·재생에너지 기술개발 및 이용보급 기본계획 (2003-2012).
- 산업자원부/신재생에너지센터, 2005, 200년 산재생에너지 백서.
- 산업자원부/에너지경제연구원, 2003, 대체에너지 보급목표 달성을 위한 세부 실행계획 수립연구.
- 산업자원부/에너지경제연구원, 2004, 신·재생에너지발전 의무비율 할당제(RPS) 국내도입 연구.
- 산업자원부/에너지경제연구원, 2004, WSSD 후속조치 연구 - WSSD 이행계획에 따른 신·재생에너지 대응전략을 중심으로.
- 산업자원부/에너지경제연구원, 2005, 수소경제 국가비전 및 실행계획 수립 연구
- Beladi,-Hamid; Chao,-Chi-Chur, "The Choice of Licensing versus Direct Foreign Investment in Developing Countries" Journal-of-Economics-(Zeitschrift-fur-Nationalokonomie); 58(2), 1993, pages 175-86.
- Bright, James. R., Research, Development and Technological Innovation, Richard D. Irwin, Homewood, IL, 1964.
- Daniele Archibugi and Jonathan Michie, "Technology and Innovation : an Introduction," Cambridge Journal of Economics, 19, 1995, pp.1-4.
- Day, E. D., "Expected Utilities and Substitution Rates," Technological Forecasting & Social Change, 24:299-312, 1983.
- Deolalikar,-Anil-B.; Evenson,-Robert-E., "Technology Production and

Technology Purchase in Indian Industry: An Econometric Analysis", Review-of-Economics-and-Statistics; 71(4), November 1989, pages 689-92.

- Englander, A., R. Evenson and M. Hanazaki, "R&D, Innovation and the Total Factor Productivity Slowdown," OECD Economic Studies, Vol. 11, pp. 7-42.
- Evenson,-Robert-E.; Deolalikar,-Anil-B., "Technology, Production and Technology Purchase in Indian Industry: An Econometric Analysis", Yale Economic Growth Center Discussion Paper: 556, July 1988, pages 31.
- Gandal,-Neil; Rockett,-Katharine, "Licensing a Sequence of Innovations", Economics-Letters; 47(1), January 1995, pages 101-07.
- Jensen,-Richard, "Reputational Spillovers, Innovation, Licensing, and Entry", International-Journal-of-Industrial-Organization; 10(2), June 1992, pages 193-212.
- Larson,-Bruce-A.; Anderson,-Margot, "Technology Transfer, Licensing Contracts, and Incentives for Further Innovation", American Journal of Agricultural Economics; 76(3), August 1994, pages 547-56.
- Levin, R. C., "Appropriability, R&D Spending and Technological Performance," American Economic Review Proceedings, Vol. 78, No. 2, 1988, pp.424-428.
- Millson, Murray R., S. P. Raj & David Wilemon, "A Survey of Major Approaches for Accelerating New Product Development", Journal of Product Innovation Management, vol. 9, 1992.
- Rothwell, Roy, "Successful Industrial Innovation: Critical Factors for the 1990s", R&D Management, vol. 23, no. 3, 1992.
- Rowe, G., G. Wright and F. Bolger, "Delphi: A Reevaluation of Research and Theory, "Technological Forecasting & Social Change, 39(3):235-251, 1991.
- Stryk,-Dana-M., "The Welfare Effects of R&D Subsidization with Domestic Consumption, Imitation, Licensing and Uncertainty ", George Washington University, Ph.D. 1999