

## 신재생에너지산업의 경제적 파급효과 분석

권승문\* · 김하나\*\* · 전의찬\*\*\*†

\*세종대학교 기후변화협동과정, \*\*연세대학교 법학연구원, \*\*\*세종대학교 환경에너지융합학과

### A Study on the Economic Effects of Renewable Energy Industry

Kwon, Seung Moon\*, Kim, Ha Na\*\* and Jeon, Eui Chan\*\*\*†

\*Cooperate Course for Climate Change, Sejong University, Seoul, Korea

\*\*Institute for Legal Studies, Yonsei University, Seoul, Korea

\*\*\*Dept. of Environment and Energy, Sejong University, Seoul, Korea

#### ABSTRACT

The world's major countries have focused on the renewable energy industry as the solution to climate change and the energy crisis. Nevertheless, there are no studies on the economic effects of the renewable energy industry. This study analyzed the economic effects of Korea's renewable energy industry by using the 2010 Input-Output Table. It is estimated that Korea's renewable energy industry made a production-induced effect of 2.0262 won, and a value-added-induced effect of 0.6138 won through an increase in output growth of 1 won, and an employment-induced effect of 2.3046 labors through an increase in output growth of 1 billion won. Both the effect ratio and the response ratio were greater than 1, which means the renewable energy industry is an intermediate manufacturing industry whose forward linkage effect and backward linkage effects are large. These results show differences with previous studies that classified electricity sector and renewable energy industry into final primary production industries. It is expected that the economic effects of the renewable energy industry will become greater in the future. Therefore, research on statistics related to the renewable energy industry is needed for more precise analysis.

*Key words: Renewable Energy Industry, Input-Output Analysis, Production Induced Effect, Value Added Induced Effect, Employment Induced Effect, Forward and Backward Linkage Effect*

#### 1. 서 론

전 세계 주요 국가들은 기후변화와 에너지·자원위기의 해결책으로 신재생에너지산업 육성에 주력하고 있다. 신재생에너지 세계시장은 지난 5년간 연평균 28.2% 성장하여 2015년에는 4,000억 달러, 2020년에는 현재 자동차산업 규모에 육박하는 1조 달러로 성장할 것으로 전망된다(Ministry of Trade, Industry and Energy, 2014b). 단기적으로 세계적인 경기침체와 함께 신재생에너지 산업도 구조조정을 겪었으나, 주요국은 장기적으로 신재생에너지 비중을 확대할 계획이기 때문에 신재생에너지산업도 중장기적으로 지속적으로 성장할 전망이다. 또한 기술발전 확산에 따라 발전단가가 지속적으로 하락

하면서, 기술경쟁을 통한 신재생에너지 시장 선점을 위한 국내외 업체 간 경쟁이 가열되고 있다(Ministry of Trade, Industry and Energy, 2014a).

2035년까지 신재생에너지는 세계 총 발전량의 약 30%를 차지할 전망이다. 특히 태양광 발전이 빠르게 성장할 것으로 전망되며, 신재생에너지 중 수력과 풍력, 바이오 순으로 많은 비중을 차지할 것으로 예상된다(IEA, 2013). 주요국의 재생에너지 발전량 목표 및 전망치를 비교하면, 덴마크는 2020년 50%, 2050년 100%, 독일은 2020년 35%, 2030년 50%, 2050년 80% 목표를 제시했다. 이밖에 스페인, 영국, 일본 등도 30% 내외를 목표로 하고 있다. 한국 신재생에너지 보급 비중은 2013년 기준 1차 에너지 대비 3.52%, 전체 발전량 대비 3.86%를

† Corresponding author : [ecjeon@sejong.ac.kr](mailto:ecjeon@sejong.ac.kr)

Received January 22, 2016 / Revised March 2, 2016(1st), March 18, 2016(2nd) / Accepted March 23, 2016

기록했다. 2008~2012년 기간 동안 신재생 보급 증가율은 연평균 10.9%, 신재생전력 공급 증가율은 연평균 46.6%로 급증했다. 한국은 2035년까지 1차 에너지의 11%, 전체 전력량 중 13.4%를 신재생에너지로 공급할 계획이다(Ministry of Trade, Industry and Energy, 2014a).

한국은 2015년까지 총 40조원을 투자해 2015년 태양광 및 풍력분야 세계 시장 15%를 점유하여 수출 362억 달러, 고용 11만 명의 세계 5대 신재생에너지 강국으로 도약한다는 「신재생에너지산업 발전전략」을 추진하고 있다. 전략적 R&D 및 사업화, 산업화 촉진 시장 창출, 수출산업화 촉진, 기업 성장 기반 강화 등 4개 분야 11개 세부 과제를 추진함으로써 태양광을 제2의 반도체산업으로, 풍력을 제2의 조선산업으로 집중 육성한다는 계획이다(Related Ministries Jointly, 2010). 한국 신재생에너지산업은 2008~2012년 기간 동안 기업 수 1.5배, 고용인원 1.8배, 매출액 2배, 수출액 1.5배 등 양적으로 급성장했다. 2012년 세계 경제위축, 신재생 공급과잉 등으로 구조조정 시기를 맞으며 국내 신재생에너지산업도 위축되었으나, 2013년 이후 회복되고 있다. 신재생에너지산업은 산업유발효과가 큰 것으로 알려진 태양광과 풍력산업 중심으로 성장하고 있으며, 전체 투자액의 91%, 매출액의 85%, 수출액의 97%를 차지하고 있다(Ministry of Trade, Industry and Energy, 2014b).

하지만 신재생에너지산업의 중요성과 성장세에도 불구하고, 신재생에너지산업이 국가 경제와 산업구조에 미치는 영향에 대한 연구는 부족한 실정이다. 본 논문에서는 한국은행이 발표한 2010년 산업연관표를 바탕으로 신재생에너지산업이 국가 경제에 미치는 파급효과를 분석하고자 한다. 2010년 산업연관표는 이전과 달리 ‘기타 발전’ 부문이 ‘자가발전’과 ‘신재생에너지’로 구분돼 전력부문의 보다 세부적인 분석이 가능해졌다. 그러나 신재생에너지로 생산된 열에너지를 포괄하지 못할 뿐만 아니라, 신재생에너지설비 제조업, 판매·서비스업 등 신재생에너지와 연관된 산업에 대한 분석은 불가능하다.

이에 본 논문은 신재생에너지 연관 산업을 포괄하는 산업통계분석시스템(ISTANS) 코드로 분류한 신재생에너지산업을 산업연구원의 산업연관분석코드(IO 2010)와 연계해 경제적 파급효과를 분석한다. 1장 서론에 이어 2장에서는 선행연구를 검토한다. 3장에서는 신재생에너지산업 현황, 연구방법론, 분석에 사용된 자료를 설명한다. 4장에서는 신재생에너지산업의 경제적 파급효과 분석 결과를 살펴보고, 5장에서 분석결과를 토대로 한 결과 및 시사점을 제시한다.

## 2. 선행연구

산업연관분석을 이용해 경제적 파급효과를 분석하는 연구는 국내외에서 활발히 진행되고 있다. 그러나 신재생에너지와 같은 새로운 산업 분야나 산업연관표에서 명확히 분류되지 않는 산업에 대한 연구는 미흡한 실정이다. 최근 들어서야 신재생에너지산업을 비롯해 기후변화와 관련된 산업에 대한 경제적 파급효과 분석 연구가 점차 늘어나는 추세이다. ‘기후변화’ 산업과 관련된 최근의 연구(Jung *et al.*, 2015; Hong *et al.*, 2013)는 산업의 정의 및 범위를 어떻게 설정하느냐에 따라 분석 결과가 달라지기 때문에, 기후변화산업의 범주에 대한 논쟁이 뒤따르는 단점이 있다. 이에 신재생에너지산업에서 큰 비중을 차지하는 전력산업의 산업연관분석 연구의 흐름을 살펴보면 다음과 같다.

Kang and Yang(1999)은 1980년부터 1993년까지 전력산업이 연관 산업에 미치는 파급효과를 분석했다. 전력산업이 국제경쟁력을 높이고, 국가경제의 내실화, 국민생활수준의 질적 향상에 기여했다는 결론을 도출했으나, 전력산업을 따로 분류하지 않은 채 전력·가스·수도 부문으로 분석했다. Kwak *et al.*(2002)은 1985년부터 1998년까지 개별 발전부문의 국민경제적 위치 및 산업파급 효과를 분석했다. 수력, 화력, 원자력, 자가발전 부문으로 분류된 전력산업의 경제적 파급효과를 분석했으나, 부가가치 유발효과와 취업유발효과 등은 분석하지 않았다. Lim and Jung(2010)은 2007년 산업연관표를 이용해 전력부문을 수력, 화력, 원자력, 기타 발전 부문으로 구분해 파급효과를 비교 분석했다. 분석 결과, 기타 발전 부문은 생산유발효과와 부가가치유발효과가 가장 높았고, 취업유발효과는 수력발전 부문이 가장 높은 것으로 나타났다. Cho(2011)는 2008년 산업연관표를 이용해 전력, 가스 및 수도 부문에 포함된 전력부문을 외생화해 전력산업의 경제적 파급효과를 분석했다. 전력산업은 전·후방 연쇄효과가 전 산업 평균보다 낮은 최종 수요적 원시산업형(final primary production) 산업이라는 결과를 도출했다.

신재생에너지산업이 성장하면서 최근 들어 관련 산업연관 분석 연구들이 나오고 있다. Jin and Kim(2011)은 2010년 기준 정부의 발전차액지원을 받고 있는 1,451개 사업자의 자료를 활용해 국내 8개 신재생에너지원을 대상으로 경제적 파급효과를 추정했다. 신재생에너지원별 세부적인 파급효과를 분석했다는 장점이 있으나, 발전차액지원제도의 지원을 받고 있는 발전사업자에 국한돼 있어 신재생에너지산업을 포괄하지 못하고 있다. Kim(2012)은 산업연관표 2009를 이용해 태양광발전설비산업의 생산유발효과를 분석했다. 일본의 태양광발전설비 공정 자료를 이용해 한국의 태양광발전설비 제조 분야를 자세히 분석했다는 장점이 있으나, 다른 신재생에너지원과

연관 산업에 관한 분석은 포함되지 않았다. Hong *et al.*(2012)은 2009년 산업연관표를 기준으로 신재생에너지산업을 분석했다. 분석의 대상이 된 신재생에너지산업이 산업연관표상에 분류돼 있지 않으므로 정부가 신성장동력으로 지정한 세부사업을 소분류(403)부문에서 추출하여 신재생에너지산업을 정의했다. 하지만 신재생에너지가 아닌 산업이 ‘기타 발전’에 포함돼 설정되는 등의 한계를 가지고 있다.

### 3. 연구방법론

#### 3.1 유발계수 측정모형

산업연관표는 거래액에 유통마진이 포함되지 않은 가격(생산자의 출하가격)으로 작성한 생산자가격평가표와 유통마진을 포함한 가격(구매자의 구매가격)으로 평가하여 작성한 구매자가격평가표, 생산자가격에서 순생산물세를 차감하여 생산자가 실제 수취하는 금액으로 작성한 기초가격평가표가 있다. 본 연구에서는 생산파급효과를 정확히 측정하기 위해 기초가격평가표를 이용한다.

산업부문별 생산물의 중간수요와 최종수요의 합계에서 수입을 차감한 총산출액을 행렬로 정리하면 식 (1)과 같다. 이 식에서  $A$ 는 투입계수행렬,  $X$ 는 총산출액,  $Y$ 는 최종수요,  $M$ 은 수입액을 의미한다. 이 식을 전개해서  $X$ 에 대해 풀면 식 (2)와 같아진다.

$$AX + Y - M = X \tag{1}$$

$$X = (I - A)^{-1}(Y - M) \tag{2}$$

여기서  $(I - A)^{-1}$  행렬을 생산유발계수라고 한다. 이 생산유발계수를 통해 최종 수요  $Y$ 와 수입  $M$ 의 변동에 따라 각 산업부문에서 직·간접적으로 유발되는 총산출액  $X$ 를 구할 수 있다. 이를 적용한 생산유발 관계식은 식 (3)과 같다. 여기에서  $A$ 는 중간투입계수 행렬을,  $Y$ 는 최종 수요액을 의미한다.

$$X = (I - A)^{-1}Y \tag{3}$$

산업연관표에서는 공급 능력이나 노동력 등은 충분하다는 암묵적 가정 하에 최종 수요의 변동이 국내 생산의 변동을 유발하고, 생산활동에 의해서 부가가치가 창출되므로 결과적으로 최종수요의 변동이 부가가치 변동의 원천이라고 간주한다. 따라서 산업연관표를 이용하면 최종수요와 생산수준 간의 연

관관계뿐 아니라, 부가가치와의 기능적인 관계도 파악할 수 있다. 부가가치유발 계수는 어떤 품목부문의 국내생산물에 대한 최종수요가 한 단위 발생할 경우, 국민경제 전체에 직·간접적으로 유발되는 부가가치 단위를 나타낸다. 본 연구에서 적용된 부가가치유발계수는 식 (4)와 같다. 여기서  $\hat{A}^v$ 는 부가가치액을 총투입액으로 나눈 대각행렬로 표시된 부가계수들,  $(I - A)^{-1}$ 은 생산유발계수 행렬을 의미한다.

$$\hat{A}^v(I - A)^{-1} \tag{4}$$

노동유발계수는 어떤 품목부문의 생산물 한 단위(산출액 10억원) 생산에 필요한 직·간접 노동량을 계량적으로 표시한 것이다. 노동유발계수는 식 (5)와 같고,  $\hat{L}$ 은 각 부문의 노동계수를 주대각요소로 하는 대각행렬을 의미한다.

$$\hat{L}(I - A)^{-1} \tag{5}$$

#### 3.2 영향력 및 감응도계수 측정모형

생산유발계수를 이용하여 각 산업 간의 상호의존관계의 정도를 전산업의 평균치를 기준으로 한 상대적 크기로 표시한 것이 영향력계수와 감응도계수이다. 영향력계수(effect ratio)는 어떤 산업부문의 생산물에 대한 최종수요가 한 단위 증가했을 때 전 산업부문에 미치는 영향, 즉 후방연쇄효과(backward linkage effect)의 정도를 전산업 평균에 대한 상대적 크기로 나타낸 계수로서 식 (5)와 같이 나타낼 수 있다.

$$e_j = \frac{\sum_{i=1}^n b_{ij}}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n b_{ij} / n} \tag{5}$$

감응도계수(response ratio)는 모든 산업부문의 생산물에 대한 최종수요가 각각 한 단위씩 증가했을 때, 어떤 산업이 받는 영향, 즉 전방연쇄효과(forward linkage effect)가 어느 정도인지를 전산업 평균에 대한 상대적 크기로 나타낸 계수로서 식 (6)과 같다.

$$r_i = \frac{\sum_{j=1}^n b_{ij}}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n b_{ij} / n} \tag{6}$$

3.3 신재생에너지산업 현황 및 분류

신재생에너지산업의 경제적 파급효과를 분석하기 위해서는 먼저 산업연관표에서 신재생에너지산업 관련 부문을 추출하여 신재생에너지산업 연관표를 재작성해야 한다. 하지만 한국은행에서 작성해 공표하는 산업연관표에는 신재생에너지산업에 대한 분류가 되어 있지 않다. 2010년 산업연관표는 기본부문에서 전기업을 수력, 화력, 원자력, 자가발전, 신재생에너지로 구분해 제시하고 있다. 이전 산업연관표에서는 전기업을 수력, 화력, 원자력, 기타 발전으로 구분했었으나, 기타 발전을 자가발전과 신재생에너지로 보다 세분화한 것이다. The Bank of Korea(2014)는 2005년의 경우 신재생에너지를 자가발전과 함께 기타 발전의 기초품목으로 분류했으나, 신재생에너지의 생산금액이 증가함에 따라 2010년에는 개별 부문으로 신설했다고 밝히고 있다.

2010년 산업연관표 기본부문의 수력과 신재생에너지를 합한 신재생에너지 전력산업을 분류할 수 있게 되었지만, 전력산업을 제외한 여타 부문에서 신재생에너지산업을 식별해야 하는 문제가 남아있다. 이를 위해서는 국내 신재생에너지산업의 분류 통계 현황을 살펴보고, 가장 합리적인 분류 방식을 선택해 산업연관표 분류와 연계해야 한다.

한국 신재생에너지산업 관련 현황은 산업통상자원부, 통계청, 산업통계분석시스템을 통해 확인할 수 있다. 하지만 세 가

지 통계가 모두 달라 각각의 현황과 특징을 먼저 분석해야 한다. 먼저 산업통상자원부의 신재생에너지산업 현황은 Table 1과 같다. 신재생에너지관련 정부 정책 수립 시 고려되는 현황 통계로 공신력을 담보할 수 있는 장점이 있다. 하지만 에너지원별 제조업체를 기준으로 한 현황이라는 점과 신재생에너지에 포함되는 수력이 제외돼 있다는 것이 한계라 할 수 있다. 산업연관표와의 연계를 위한 정보도 제공되어 있지 않다.

Statistics Korea(2012)는 2010년 기준 경제총조사 자료를 이용한 녹색산업통계를 작성하면서, 녹색에너지산업 통계를 발표했다(Table 2 참조). 경제총조사 대상 중 9개 산업의 종사자 수 5인 이상 사업체 조사표에 녹색항목을 추가해 조사한 결과를 분석한 내용이다. 제조업뿐만 아니라, 다른 산업 부문까지 포괄한 현황이라는 데에 장점이 있다. 하지만 녹색에너지 범주에 원자력에너지가 포함되는 등 신재생에너지산업으로 분류되지 않아야 하는 산업을 포함하고 있어, 통계가 과대 계상되어 있을 가능성이 높다는 점이 한계이다. 또한 산업연관분석을 위한 구체적인 투입 및 배분구조를 확인할 수 없다.

산업통계분석시스템에 따른 신재생에너지산업 현황을 보면(Table 3 참조), Table 1보다 신재생에너지산업 범위를 확대 및 포괄하면서 Table 2의 범주보다는 작은 범위의 현황 통계임을 확인할 수 있다. 또한 산업통계분석시스템 코드와 산업연관분석 코드(IO 2010)의 연계산업분류 정보를 제공하고 있

Table 1. The present state of renewable energy industry (number, person, billion KRW)

	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Companies	100	134	187	209	225	200	245
Employees	3,532	6,496	10,000	13,149	14,563	11,836	11,962
Investment	623	1,901	2,955	3,537	4,584	1,385	2,108
Sales	1,233	3,268	4,463	7,663	9,357	6,467	7,515

Source: Ministry of Trade, Industry and Energy (2014a).

Table 2. The present state of green energy industry in 2010 (number, person, billion KRW)

	Mining and manufacturing	Electronic, gas, steam and water supply	Sewage · wastes disposal, raw materials and environment	Construction	Publishing communication and broadcasting	Service of profession, science and technology	Other services	Total
Companies	492	97	14	1,109	10	186	9	1,914
Employees	14,451	8,624	136	8,063	63	10,931	123	42,391
Sales	8,504	7,101	23	2,442	6	1,854	13	92,501

Source: Statistics Korea (2012).

Table 3. The present state of renewable energy industry (number, person, billion KRW)

	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Companies	1,668	1,626	1,676	1,714	1,738	1,735	1,794
Employees	72,504	74,796	79,874	85,719	94,621	83,729	81,131
Output	53,184	65,082	71,532	89,558	106,907	92,254	85,978
Value-added	13,939	17,137	19,579	25,657	28,011	23,373	19,253

Source: Industrial statistics analysis system.

어 산업연관분석이 가능하다는 장점이 있다. 신재생에너지 산업통계분석시스템 코드 정보를 보면(Table 4 참조), 에너지 원별 제조업을 포함한 여타 제조업과 발전업, 서비스업을 포괄하고 있음을 알 수 있다. 하지만 발전업 중 신재생에너지 외에 기타 발전에 포함되는 다른 전력산업이 들어가 있어 이를 세분화해야 한다.

이에 본 연구는 산업통계분석시스템 코드 정보를 통해 2010 산업연관표 기본부문에서 신재생에너지산업을 선별해 추출했다. 기존 산업통계분석시스템은 전력부문 중 기타 발전을 신재생에너지산업으로 분류했으나, 이번 연구에서는 전력부문

에서 수력과 신재생에너지만을 신재생에너지산업으로 분류했다(Table 4 참조). 신재생에너지산업을 제외한 다른 산업부문은 산업연관표 대분류(30부문)를 기준으로 재통합한 후 신재생에너지산업이 포함된 31부문으로 재분류했다.

#### 4. 경제적 파급효과 분석결과

##### 4.1 유발효과

2010년 산업연관표를 바탕으로 분석한 결과(Table 5 참조), 신재생에너지산업은 1원의 생산량 증가가 2.0262원의 생산유

Table 4. Classification of ISTANS and 2010 input-output table

Code	Classification of ISTANS	Code	2010 Input-Output table
1610	Lumber and wood	085	Strengthening and reproduction wood
1629	Other wood manufacturing	088	Other wood product
2011	Basic chemical compound manufacturing	115	Other basic organic compound
2219	Other chemical product manufacturing	116	Industrial gas
3511	Electric motor, generator and conversion	131	Other chemical product
3512	Electric supply and device	214	Electric generation and motor
4211	Electric generation	215	Electric transformer
4410	Sewage, waste water and night soil	216	Electric conversion
4422	Waste disposal	217	Electric circuit device
7049	The other profession service	218	Electric power distribution
		274	Hydraulic power
		278	New and renewable power
		282	Sewage, waste water and night soil
		283	Sewage, waste water and night soil
		284	Waste collect, transport, disposal
		285	Waste collect, transport, disposal
		356	Other profession service

Table 5. Inducement coefficients of the renewable energy industry

Industries	Production inducement coefficients	Order	Value-added inducement coefficients	Order	Employment inducement coefficients	Order
1 Agriculture, forestry, fishing	0.0054	25	0.0029	19	0.0061	25
2 Mining, quarrying	0.0014	28	0.0008	28	0.0015	28
3 Food, beverages	0.0111	18	0.0018	24	0.0126	18
4 Textile, apparel	0.0075	23	0.0017	25	0.0085	23
5 Wood, paper, printing	0.0197	13	0.0051	16	0.0224	13
6 Petroleum, coal	0.0429	6	0.0026	20	0.0488	6
7 Chemicals	0.1677	1	0.0337	2	0.1907	1
8 Non-metallic mineral	0.0072	24	0.0021	23	0.0082	24
9 Basic metal products	0.1242	2	0.0178	5	0.1413	2
10 Fabricated metal products	0.0329	9	0.0092	11	0.0374	9
11 Machinery, equipment	0.0317	10	0.0085	14	0.0361	10
12 Electronic, electrical equipment	0.0778	4	0.0192	3	0.0885	4
13 Precision instruments	0.0086	21	0.0025	21	0.0097	21
14 Transportation equipment	0.0099	19	0.0023	22	0.0112	19
15 Other manufactured products	0.0212	12	0.0089	13	0.0241	12
16 Electricity, gas, steam	0.0385	7	0.0092	12	0.0438	7
17 Water supply, wastes, recycles	0.0083	22	0.0037	18	0.0094	22
18 Construction	0.0028	27	0.0009	27	0.0032	27
19 Wholesale, retail trade	0.0829	3	0.0432	1	0.0942	3
20 Transportation, storage	0.0479	5	0.0163	6	0.0545	5
21 Food, accommodation services	0.0152	17	0.0057	15	0.0173	17
22 Communication, broadcasting	0.0234	11	0.0103	10	0.0267	11
23 Finance, insurance	0.0347	8	0.0190	4	0.0395	8
24 Real estate, lease	0.0161	15	0.0123	7	0.0184	15
25 Profession, science, technology	0.0187	14	0.0106	8	0.0213	14
26 Business services	0.0160	16	0.0104	9	0.0182	16
27 Public administration, defence	0.0003	30	0.0002	30	0.0003	30
28 Education services	0.0009	29	0.0006	29	0.0010	29
29 Health, social welfare	0.0032	26	0.0017	26	0.0036	26
30 Culture, other services	0.0091	20	0.0045	17	0.0103	20
31 New and renewable energy	1.1391		0.3461		1.2956	
Indirect inducement coefficients	0.8871		0.2677		1.0090	
Total inducement coefficients	2.0262		0.6138		2.3046	

발효과를 창출하는 것으로 나타났다. 부문별로 살펴보면, 화학제품 부문(0.1677)에 가장 큰 영향을 미쳤고, 1차 금속(0.1242)과 도소매서비스(0.0829)에서 생산유발효과가 크게 나타났다. 또한 전기 및 전자기기 부문(0.0778)에도 미치는 영향이 큰 것으로 분석됐다. 이는 신재생에너지산업이 태양광과 풍력으로 대표되는 신재생에너지설비 생산에서 유통, 판매에 이르는 전과정(life cycle)에 미치는 파급효과가 크기 때문인 것으로 판단된다.

신재생에너지산업은 1원의 생산량 증가가 0.6138원의 부가가치유발효과를 창출하는 것으로 분석되었다. 부문별로 보면, 도소매서비스 부문(0.0432)이 가장 크고, 화학제품(0.0337), 전기 및 전자기기(0.0192)의 순이다. 생산유발효과와 유사한 결과로, 도소매서비스 부문에서 부가가치유발효과가 큰 것이 특징이다. 이는 신재생에너지산업이 최종소비자단계에 이르는 과정에서 부가가치가 크게 발생한다는 것으로 해석될 수 있다. 또한 금융 및 보험서비스(0.0190)에서 부가가치유발효과가 큰 것으로 나타났는데, 이는 신재생에너지설비 설치가 크게 늘어남에 따라 이를 위한 용자 등 금융서비스의 이용이 증가했기 때문으로 추측된다.

노동유발계수는 피용자 수를 기준으로 한 고용유발계수와 취업자(피용자, 자영업자 및 무급가족종사자 포함) 수를 기준으로 한 취업유발계수로 구분된다. Table 3의 2010년 종업원 수는 기업체 피용자 수를 의미하는 것으로 판단되며, 이를 기준으로 고용유발계수를 추정했다. 그 결과, 신재생에너지산업은 산출액 10억원당 2.3046명의 고용유발효과를 창출하는 것으로 나타났다. 화학제품이 0.1907로 가장 크고, 1차 금속제품(0.1413), 도소매서비스(0.0942)의 순으로 고용창출효과가 큰 것으로 분석됐다.

#### 4.2 전·후방 연쇄효과

감응도계수는 모든 산업부문에서 산출물 수요가 한 단위 증가할 때, 신재생에너지산업이 받는 영향 정도를 의미하며, 전방연쇄효과를 측정하는 지표이다. 일반적으로 각 산업의 제품이 중간재로 널리 사용될수록 감응도계수가 커진다고 할 수 있다. 1차 금속제품 부문의 감응도 계수가 2.2078로 가장 컸고, 화학제품(1.8733), 도소매서비스(1.6945)가 뒤를 이었다. 신재생에너지부문의 감응도계수는 1.0871로 각 산업의 평균을 넘어서는 것으로 나타났는데, 신재생에너지산업이 경기변동에 상대적으로 영향을 많이 받고 있다는 것을 의미한다.

영향력계수는 신재생에너지산업의 최종 수요가 한 단위 증가할 때, 중간재로 사용되는 다른 산업의 산출물에 미치는 영향 정도를 의미하며, 후방연쇄효과를 측정하는 지표이다. 여

러 산업으로부터 중간재를 많이 필요로 하는 산업일수록 영향력계수가 커진다고 할 수 있다. 금속제품 부문이 1.2514로 가장 컸고, 운송장비(1.2511)와 1차 금속제품(1.2346)의 순이었다. 신재생에너지산업의 영향력계수는 1.0744로 평균을 웃돌아 신재생에너지산업이 타 산업부문에 상대적으로 많은 영향을 미치고 있는 것으로 분석됐다.

전·후방연쇄효과의 상대적 크기에 따라 산업부문을 4가지 유형으로 분류할 수 있다. 전·후방 연쇄효과가 모두 높으면 중간수요적 제조업형(intermediate manufacture)으로 분류하며, 일반적으로 화학, 철강 등 원재료 제조산업이 포함된다. 전방연쇄효과가 높고 후방연쇄효과가 낮으면 중간수요적 원시산업형(intermediate primary production)이며, 상업, 서비스 등 타 산업부문에 서비스를 제공하는 산업이 주로 포함된다. 후방연쇄효과가 높고 전방연쇄효과가 낮으면, 최종수요적 제조업형(final manufacture)으로 자동차, 건설 등 최종재 제조산업이 포함된다. 전·후방 연쇄효과가 모두 낮으면 최종수요적 원시산업형(final primary production)으로 분류되며, 일반적으로 전력, 가스, 농업 등이 포함된다. 이러한 분류에 따르면, 본 연구에서의 신재생에너지산업은 전·후방 연쇄효과가 모두 높은 중간수요적 제조업형으로 분류할 수 있다(Fig. 1 참조). 태양광과 풍력으로 대표되는 신재생에너지산업이 화학, 철강과 같은 산업 특성을 나타내고 있는 것으로 분석된다. 즉, 신재생에너지산업은 전·후방 연쇄효과가 모두 큰 산업으로, 신재생에너지산업의 활성화를 위한 정책에 따라 국가 경제에 미치는 효과가 클 것으로 판단된다.

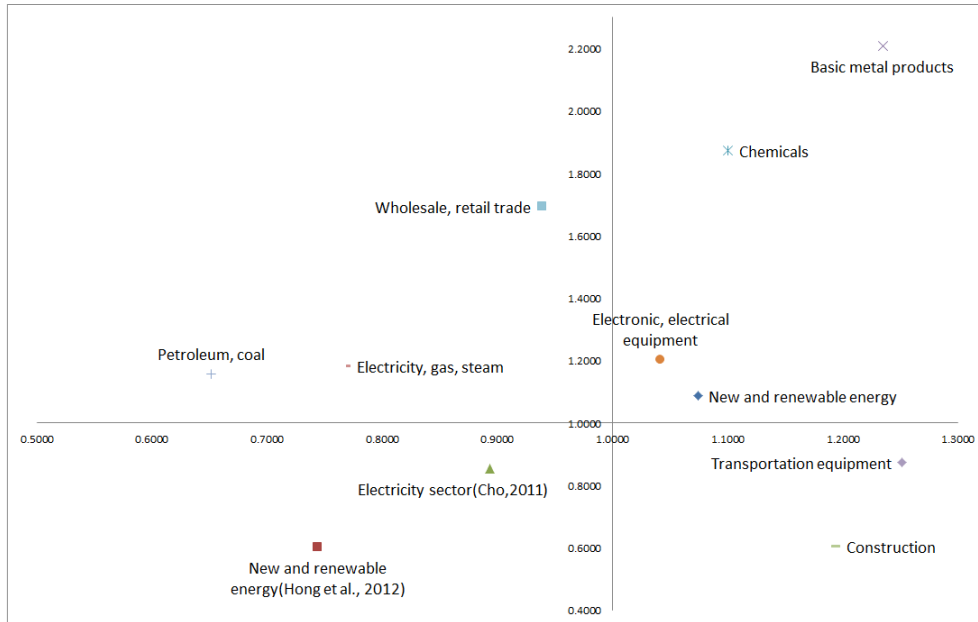
기존의 연구(Hong *et al.*, 2012; Cho, 2011)들은 전력산업과 신재생에너지산업이 최종수요적 원시산업형이라는 결과를 도출하고 있다. Cho(2011)의 경우, 전력산업의 일반적인 특성이 반영된 결과라 할 수 있다. 하지만 Hong *et al.*(2012)의 연구결과, 신재생에너지산업의 감응도계수와 영향력계수는 각각 0.6032와 0.7437로, 본 연구의 감응도계수(1.0871), 영향력계수(1.0744)와는 큰 차이를 나타냈다. Hong *et al.*(2012)은 2009년 산업연관표를 소분류에서 전지, 기타 발전, 전력시설, 무연탄, 유연탄, 연탄을 추출해 신재생에너지산업으로 분류했는데, 신재생에너지산업으로 분류하기 어려운 산업들이 포함돼 있는 것을 알 수 있다.

2010년 산업연관표를 통해 전력부문별 감응도계수와 영향력계수를 도출해 보면(Table 7 참조), 신재생에너지와 수력은 최종수요적 제조업형으로, 화력과 원자력, 자가발전은 최종수요적 원시산업형으로 분류된다. 신재생에너지산업을 정의하고 분류할 때, 어떤 산업을 포함하느냐에 따라 그 분석결과가 달라질 수 있음을 확인할 수 있다. 본 연구는 전력부문에서

Table 6. Sectoral forward and backward linkage effects

Industries	Forward linkage effects (response ratio)	Order	Backward linkage effects (effect ratio)	Order
1 Agriculture, forestry, fishing	0.9902	14	0.9878	18
2 Mining, quarrying	0.5805	29	0.9089	22
3 Food, beverages	1.0592	12	1.2299	5
4 Textile, apparel	0.8399	22	1.1212	7
5 Wood, paper, printing	1.0111	13	1.1080	8
6 Petroleum, coal	1.1584	8	0.6512	31
7 Chemicals	1.8733	2	1.1004	9
8 Non-metallic mineral	0.7606	23	1.0604	14
9 Basic metal products	2.2078	1	1.2346	3
10 Fabricated metal products	1.0795	11	1.2514	1
11 Machinery, equipment	0.9547	16	1.2335	4
12 Electronic, electrical equipment	1.2047	6	1.0417	15
13 Precision instruments	0.6448	26	1.0726	13
14 Transportation equipment	0.8728	19	1.2511	2
15 Other manufactured products	0.9627	15	1.0889	11
16 Electricity, gas, steam	1.1830	7	0.7688	27
17 Water supply, wastes, recycles	0.6500	25	1.0210	16
18 Construction	0.6050	27	1.1938	6
19 Wholesale, retail trade	1.6945	3	0.9385	20
20 Transportation, storage	1.2983	4	0.8513	25
21 Food, accommodation services	0.8463	21	1.0994	10
22 Communication, broadcasting	1.1299	9	0.9823	19
23 Finance, insurance	1.2610	5	0.8752	24
24 Real estate, lease	0.9077	17	0.7353	29
25 Profession, science, technology	0.8915	18	0.8830	23
26 Business services	0.8564	20	0.8318	26
27 Public administration, defence	0.5386	31	0.7306	30
28 Education services	0.5464	30	0.7569	28
29 Health, social welfare	0.5817	28	0.9221	21
30 Culture, other services	0.7220	24	0.9940	17
31 New and renewable energy	1.0871	10	1.0744	12





Note: 1) The X-axis means the effect ratio (backward linkage effects)  
 2) The Y-axis means the response ratio (forward linkage effects)

Fig. 1. Industrial classification by forward and backward linkage effects.

Table 7. Forward and backward linkage effects of electric sectors

Industries	Forward linkage effects (response ratio)	Backward linkage effects (effect ratio)
1 Hydraulic power	0.5453	1.0415
2 Steam power	0.8378	0.8352
3 Nuclear power	0.5984	0.9351
4 Private power	0.5802	0.8634
5 New and renewable power	0.5413	1.3081

수력과 신재생에너지만을 신재생에너지산업으로 분류하고, 산업통계분석시스템을 통해 신재생에너지산업과 연관된 제조업, 서비스업 등을 추출해 기존 연구에 비해 신재생에너지산업의 특성을 잘 반영했다고 할 수 있다.

### 5. 결 론

본 논문은 신재생에너지산업의 경제적 파급효과를 분석하기 위해 2010년 산업연관표에서 신재생에너지산업과 연관된 부문을 추출해 정의하고 재분류했다. 이를 통해 신재생에너지

산업이 전체 산업에 미치는 파급효과를 분석했다.

신재생에너지산업의 경제적 파급효과 분석결과, 신재생에너지산업의 생산유발효과는 2.0262원으로 나타났다. 산업별 생산유발효과는 화학제품, 1차 금속제품, 도소매서비스 순으로 높게 나타났다. 신재생에너지산업의 부가가치유발효과는 0.6138원으로 나타났다. 산업별로 보면, 도소매서비스, 화학제품, 전기 및 전자기기의 순으로 부가가치유발효과가 큰 것으로 분석됐다. 신재생에너지산업은 산출액 10억원당 2.3046명의 고용유발효과를 창출하는 것으로 나타났다. 화학제품, 1차 금속제품, 도소매서비스의 순으로 고용창출효과가 큰 것으로 추정됐다.

신재생에너지산업의 감응도계수와 영향력계수는 전체 산업 평균보다 높은 것으로 분석됐다. 이는 신재생에너지산업이 전·후방 연쇄효과가 모두 높은 중간수요적 제조업형 산업이라는 것을 의미한다. 기존의 연구(Hong *et al.*, 2012; Cho, 2011)에서 전력산업과 신재생에너지산업이 최종수요적 원시산업형으로 분류된 것과 비교할 때 시사하는 바가 크다고 할 수 있다 (Fig. 1 참조). Cho(2011)의 경우, 전력산업의 일반적인 특성이 반영된 결과로 보인다. Hong *et al.*(2012)은 산업연관표에서 신재생에너지산업을 분류할 때 무연탄, 유연탄, 기타 발전 등을 포함하면서 신재생에너지산업의 특성보다는 전력산업의 특성이 과다하게 반영됐기 때문으로 추측된다. 본 연구는 전

력 부문에서 신재생에너지를 구분하고, 신재생에너지와 연관된 제조업, 서비스업 등을 추출해 기존 연구에 비해 신재생에너지산업의 특성에 가까운 결과를 도출했다고 할 수 있다. 본 연구 결과에 따르면, 신재생에너지산업은 전·후방 연쇄효과가 모두 큰 산업으로, 향후 신재생에너지산업이 성장함에 따라 신재생에너지산업의 활성화를 위한 정책이 국가 경제에 미치는 효과가 클 것으로 판단된다.

본 논문의 한계는 다음과 같다. 신재생에너지산업이 산업연관표에서 분류되지 않아 산업통계분석시스템 코드와 2010년 산업연관표를 기준으로 신재생에너지산업을 재분류했으나, 이 또한 정확한 신재생에너지산업 분류로써 한계가 있을 수밖에 없다. 현재 신재생에너지산업 관련 공식적인 통계들도 일부 산업 부문에만 국한돼 있고, 신재생에너지산업의 분류 및 산업연관표와의 연계도 불명확하다. 향후 신재생에너지산업이 성장할 것으로 예상됨에 따라 관련 통계 정비가 시급한 상황이다. 신재생에너지산업의 분류 기준을 명확히 하고, 이에 따른 신재생에너지산업의 경제적 파급효과에 대한 시계열화 분석은 향후 연구과제로 남겨둔다.

## 사 사

이 연구는 환경부 「기후변화특성화대학원사업」의 지원으로 수행되었습니다.

이 논문은 2015 산업연구원 논문경진대회 수상 논문 ‘ISTANS 코드로 분류한 신재생에너지산업의 경제적 파급효과 분석’을 수정·보완했습니다.

## REFERENCES

- Cho JH. 2011. National economic effects of electricity sector: using input-output analysis(in Korean with English abstract). *GRI Review* 13(2):115-132.
- Hong JP, Byun JE, Kim PR. 2013. National economic effects of green growth industry: Using input-output analysis(in Korean with English abstract). *Journal of Industrial Economics and Business* 26(2):649-670.
- Hong JS, Park SH, Park JG. 2012. A study on the economic impacts of Korean climate industry -Focusing in renewable energy industry-(in Korean with English abstract). *Journal of Energy Engineering* 21(1):109-117.
- IEA. 2013. *World energy outlook 2013*.
- Jin SH, Kim SW. 2011. A study on the economic effects of new renewable energy program by using input-output table(in Korean with English abstract). *Environmental and Resource Economics Review* 20(2):309-333.
- Jung TY, Kang SJ, Chung YW. 2015. Economic spillover effects of climate change industry(in Korean with English abstract). *Korean Energy Economic Review* 14(1):143-174.
- Kang KC, Yang SD. 1999. A study on the economic effects of electricity sector by using input-output table. *Korean Economic Journal* 13(1):437-455.
- Kim YK. 2013. Induced analysis for value added, compensation of employees and employment effect of photovoltaic equipment industry in Korea(in Korean with English abstract). *Journal of Korean National Economy* 31(4):179-199.
- Kim YK. 2012. Induced production analysis for photovoltaic power generation equipment in Korea using input-output table 2009(in Korean with English abstract). *New & Renewable Energy* 8(1):8-17.
- Kwak SJ, Yoo SH, Han SY. 2002. The national economic effects of four power generation sectors: Using an industrial linkage analysis(in Korean with English abstract). *Environmental and Resource Economics Review* 11(4): 581-608.
- Lim ES, Jung GO. 2010. A comparative study on four power generation sectors(in Korean with English abstract). *The Journal of Business and Economics* 26(2):99-121.
- Ministry of Trade, Industry and Energy. 2014a. *The master plan for new & renewable energy*.
- Ministry of Trade, Industry and Energy. 2014b. *The white paper for new & renewable energy*.
- Related Ministries Jointly. 2010. *The development strategy for new & renewable energy industry*.
- REN21. 2013. *Renewables 2013 global status report*.
- Ronald E, Miller, Peter D. Blair. 2009. *Input-output analysis: Foundations and extensions, second edition*. Cambridge University Press: Cambridge, UK.
- Statistics Korea. 2012. *The result of green industry statistics by using census of economy in 2010*.
- The Bank of Korea. 2014. *The explanation of industrial linkage analysis*.