풍력발전 해외수출의 경제적 파급효과 분석

진세준 · 정동원 · 권용오* · 유승훈†

서울과학기술대학교 에너지환경대학원 에너지정책학과, *한국전력공사 경제경영연구원

(2012년 8월 5일 접수, 2012년 9월 17일 수정, 2012년 9월 17일 채택)

The Effects of Wind Power Generation Exports on the National Economy

Jin, Se-Jun · Jeong, Dong-Won · Kwon, Yong-O* · Yoo, Seung-Hoon

Department of Energy Policy, Graduate School of Energy & Environment, Seoul National University of Science & Technology, *KEPCO Economy Management Research Institute

(Received 5 August 2012, Revised 17 September 2012, Accepted 17 September 2012)

요 약

최근 세계경기가 회복되고 미국 및 중국 등 주요 국가들의 신성장동력산업 육성정책이 강화됨에 따라 신재생에너지의 글로벌 경쟁이 더욱 치열한 양상으로 전개되고 있다. 신재생에너지 개발의 일환으로 주요 선진국 및 우리나라도 풍력발전에 많은 자금을 투입하여 개발 및 풍력발전소 건설을 추진하고 있다. 세계 풍력발전 시장은 약 700억 달러 규모로 더욱 증가할 것으로 예상되며, 이에 우리나라도 풍력발전의 국내 설치뿐만 아니라 해외진출도 적극 고려하고 있다. 이러한 배경 하에서 본 연구는 산업연관분석을 이용하여 풍력발전의 해외수출이 국내 경제에 미치는 파급효과를 분석하고자 한다. 특히 경제적 파급효과로 생산유발효과, 부가가치 유발효과, 취업유발효과와 3가지를 분석하되, 수요유도형 모형을 적용한 분석 결과를 제시한다. 한국은행 산업연관표 통합소분류 기준 168부문 중에서 11개 부문을 풍력발전 관련 부문이라 정의한 후, 풍력발전 관련 산업을 중심으로 이를 외생화하여 분석한다. 1,000억원 규모의 풍력발전을 해외로 수출하였을 경우, 생산유발효과, 부가가치 유발효과, 취업유발효과는 각각 2,050억원, 678억원, 1,054명으로 분석되었다.

주요어 : 풍력발전, 경제적 파급효과, 산업연관분석, 수요유도형 모형, 외생화

Abstract - Recently, global economy has recovered and aspects of the renewable energy industry in the global competition is more fierce, the new growth engines of the major countries, including the United States and China, industry promotion policy as being deployed. Major advanced countries and Korea also invested a lot of money to wind power development as a part of renewable energy development and promoting the construction of wind power generation. The global wind power generation market is expected to further increase the scale to about 70 billion US dollars, thus, Korea as well as the installation of domestic wind power overseas actively considering. This study uses input-output analysis to estimate the role of wind power generation sector exports national economy. More specifically, this study shows what national economy effect of production-inducing effect, value-added inducing effect, and employment-inducing effect are explored with demand-driven model. After define wind power generation sector what small sized of Input-Output table 168 sectors among 11 sectors, this study pays particular and close attention to wind power generation sector by taking the sector as exogenous specification and then investigating economic impacts of it. The wind power generation exportation case of overseas 100 billion won, production-inducing effect, value-added inducing effect, and employment-inducing effect are 205 billion won, 68 billion won and 1,054 persons, respectively. These quantitative information can be usefully utilized in the policy-making for the industrialization of wind power generation exports.

†To whom corresponding should be addressed.
232 Gongreung-Ro, Nowon-Gu, Seoul, 139-743, Republic of Korea
Tel : 02-970-6802 E-mail : shyoo@seoultech.ac.kr

Key words : wind power generation, economic effect, input-output analysis, demand-driven model, exogenous specification

1. 서 론

최근 세계경기가 회복되고 미국 및 중국 등 주요 국가들의 신성장동력산업 육성정책이 강화됨에 따라 신재생에너지산업에서의 글로벌 경쟁이 더욱 치열한 양상으로 전개되고 있다. 우리나라도 녹색성장을 정책기조로 선정하여 적극적으로 정책을 추진하고 있으며 신재생에너지 분야가 이에 핵심적인 역할을 할 것으로 예상된다. 하지만 국내 태양광, 풍력, 연료전지 부문 등의 시스템관련 기술수준은 높으나 부품·소재 부문의 낮은 기술수준과 경쟁력으로 인해 향후 신재생에너지산업의 걸림돌로 작용하고 있다. 이러한 시점에서 현재 우리나라의 신재생에너지 부품·소재산업 현황을 정확히 파악하고 관련 국내기업들이 세계적인 경쟁력을 확보할 수 있도록 다양한 신재생에너지산업 육성 방안 및 수출 활성화 방안에 대한 연구가 절실한 상황이다(에너지경제연구원, 2010).

우리나라는 1970년대 오일쇼크 이후 풍력발전 연구를 시작하였으며 1975년 처음 풍력발전설비를 설치하였으나 1990년대 초반까지 뚜렷한 성과를 올리지 못하였다. 1990년 중반부터 본격적인 기술 개발에 들어간 우리나라의 풍력발전 부문은 1단계 사업으로 1988년부터 1991년까지 전국 64개 기상관측소, 일부 도서 및 내륙 지역에서 관측된 풍향자료를 이용하여 풍력자원 특성을 분석하였다. 1993년부터 한국에너지기술연구소에서 제주 월령에 신재생에너지 시범 단지를 조성, 풍력발전기 100kW 1기와 30kW 2기를 설치하여 계통 연계 운전을 시작하였다. 2001년 중대형급 (750kW급) 풍력발전기의 블레이드¹⁾를 개발하였고, 현재 2MW급과 3MW급 블레이드를 국산화 개발 완료 후 실증 테스트 중에 있다. 그리고 타워, 타워 플랜지, 메인 샤프트 등은 이미 국내 기술로 세계적인 경쟁력을 확보하고 있다.

국내 풍력발전 시장은 발전차액지원제도에 힘입어 2003년 18MW에서 2009년 340MW로 급격한 성장을 이루었으며, 시장 규모로는 세계 28위 수준에 올

라 있다. 국내에서는 풍력발전설비가 주로 강원도와 동해, 제주도를 중심으로 개발되어 왔으며, 육상풍력의 입지가 포화됨에 따라 전라도 해안을 중심으로 해상풍력발전 기술개발 및 상용화가 추진되고 있다. 국내 풍력발전 관련 산업은 단조업체를 중심으로 편성되어 있으며, 2008년 중국시장이 급성장함에 따라 국내 여러 풍력발전 관련 업체가 진출하여 활약하고 있다. 국내 풍력발전 관련 업체들의 주 활동무대는 해외시장이며, 2009년 세계 경제위기 때문에 잠시 수출 증가세가 꺾이었으나 꾸준한 성장세를 보이고 있다(에너지경제연구원, 2010).

국내 전력시장의 수요 성장세는 향후 국내 경제성장의 둔화, 인구 감소와 노령화 사회 진입, 서비스업 중심의 전력 소비형 산업구조로 변화될 것으로 예상됨에 따라 전력수요 성장률이 2020년 이후에는 1% 이하로 떨어지는 등 급격히 하락할 것으로 예상된다. 세계 전력시장에서 국내 전력시장의 규모는 2.2%로 매우 협소하며, 전력수요증가율의 급격한 둔화로 인한 내수시장의 한계 극복을 위해서는 해외 전력시장 진출을 통해 새로운 수익원을 창출할 필요가 있다. 또한, 해외전력시장은 신흥 공업국가(중국, 인도 등)와 자원 부국(중동, 중앙아시아, 아프리카, 중남미)을 중심으로 전력수요가 지속적으로 증가하고 있고, 이들 국가의 전력시장 개방이 점차 확대되고 있다. 따라서 국내 전력산업계의 해외사업 진출기회가 더불어 증가하고 있다.

KEPCO는 이러한 환경속에서 해외시장 개척을 통해 국내 전력산업의 한계를 극복하기 위한 방안을 모색하며 해외 전력시장에서 세계 굴지의 전력기업들과 경쟁할 수 있는 경쟁력을 갖추고 지속적인 성장을 추구하기 위해서 해외사업에 적극적인 투자를 추진 중에 있다. 2012년 2월 KEPCO는 조직을 크게 국내부문과 해외부문으로 나누는 창사 이래 최대의 조직개편을 단행하였으며, 이를 통해 9·15 순환정전사태 재발을 방지하고, 수익성 높은 해외사업을 확대하기 위해 전력수급실을 신설하고 기술 엔지니어링 및 해외사업 개발을 집중 보강기로 하였다. 특히, 풍력발전을 포함한 신재생에너지 사업을 확대하고, 인수합병과 플랜트 수주를 통해 공격적으로 해외시장을 공략하기 위해 해외사업전략실을 신설하였다. KEPCO의 공격

1) 풍력발전기 풍력터빈의 한 부품으로 대부분의 터빈은 2개 또는 3개의 블레이드(Blade)를 가지며, 블레이드로 유입되는 공기는 블레이드의 양력과 회전력을 유발시킨다.

Fig. 1. Other Industrial Traction of Wind Power Generation Sector

적 전력산업 해외진출은 고부가가치라는 사업의 특성상 전·후방 관련 산업의 해외진출 교두보 역할을 수행하여 해외시장 개척에 상승효과를 가져올 것으로 기대하고 있으며 이를 통한 부가가치 창출 및 수출증대 효과는 국가경제에도 큰 도움을 줄 것으로 예상되고 있다.

풍력발전 관련 부문은 제법 많은 산업들을 포함하고 있어, 먼저 연구의 범위 설정을 위한 원칙을 설정하고 연구대상인 풍력발전 관련 부문의 범위를 정립한다. 다음으로 풍력발전 관련 부문의 경제적 파급효과 분석방법론 및 실증연구 결과를 제시하기 위하여 산업연관분석(input-output analysis) 중 수요유도형 모형을 이용한다. 풍력발전 관련 부문의 경제적 파급효과를 계량화하기 위해서는 풍력발전 관련 부문뿐만 아니라 다른 모든 경제부문을 미시적으로 파악하면서도 거시적인 상호관계도 관찰할 수 있어야 하는데, 이를 위해서는 산업연관분석의 적용이 매우 유용하다. 산업연관분석에서는 풍력발전 관련 부문의 변동이 생산, 부가가치, 고용 등 국민경제 미치는 각종 파급효과를 산업부문별로 나누어서 분석할 수 있기 때문에 풍력발전 관련 부문의 파급효과에 대한 사전적 예측이 가능하다. Fig 1과 같이 풍력발전 해외수출이 일어났을 때, 후방에서 주되게 생산이 늘어나는 부문을 풍력발전 관련 부문이라 할 수 있다. 이러한 파급효과는 생산유발의 관점, 부가가치 유발의 관점, 취업유발의 관점이라는 3개의 관점에서, 풍력발전 관련 부문을 외생화하여 자기산업 효과와 타 산업 효과로 구분하여 결과를 도출한다.

이러한 배경 하에서 본 연구는 산업연관분석을 이

용하여 풍력발전 해외수출이 국내경제에 미치는 파급효과를 분석하고자 한다. 본 논문의 이후 구성은 다음과 같다. 먼저 제2절에서는 풍력발전 관련 부문 정의에 대하여 살펴본다. 제3절에서는 연구의 범위를 분명하게 설정하면서 국내경제에 미치는 경제적 파급효과 분석방법론인 산업연관분석의 수요유도형 모형을 소개한 후, 이를 이용하여 풍력발전 해외수출의 생산유발효과, 부가가치 유발효과, 취업유발효과에 대한 분석결과를 제시한다. 마지막 절에서는 연구의 결론으로 할애한다.

2. 풍력발전 관련 부문의 정의

2-1 산업연관표상에서의 풍력발전 관련 부문

본 연구에서는 풍력발전 관련 부문을 다음과 같이 정의한다. 풍력발전 해외수출이 일어났을 때, 국내에서 주로 생산이 늘어나는 부문을 풍력발전 관련 부문으로 정의한다. 풍력발전관련 부문의 범위를 설정하는 데 있어서, 한국은행에서 발표된 산업연관표의 168부문 통합소분류에 근거하여 풍력발전 관련 부문의 유형을 정의한다.

풍력발전 관련 부문은 여러 산업 부문이 복합적으로 포함되어 있어, KEPCO 및 풍력발전관련 부문 관계자에게 자문을 구하여 한국은행 산업연관표 168부문 통합소분류에서 풍력발전 관련 부문과 관계가 있는 산업 부문을 도출하였다. 이에 따라 한국은행 산업연관표 168부문 통합소분류에 풍력발전 관련 부문을 적용시켜 보았을 때, 관계가 있는 산업 부문 11개 부문(「84. 건설용금속제품」, 「87. 기타 금속제

Table. 1. Sector Classification Adopted in This Study

부문 코드	부문산업명	부문 코드	부문산업명	부문 코드	부문산업명	
01	농림수산물	14	정밀기기	27	사회 및 개인서비스	
02	광산물	15	수송 장비	28	기타	
03	음식료품	16	가구 및 기타제조업	29	풍 력 발 전 관 련 부 문	건설용금속제품
04	섬유 및 가죽제품	17	전력가스 및 수도	30		기타 금속제품
05	목재 및 종이제품	18	건설	31		일반목적용기계
06	인쇄·출판 및 복제	19	도소매	32		기타특수목적용기계
07	석유 및 석탄제품	20	음식점 및 숙박	33		기타전기장치
08	화학제품	21	운수 및 보관	34		일반토목
09	비금속광물제품	22	통신	35		기타특수건설
10	제1차금속	23	금융 및 보험	36		하역
11	금속제품	24	부동산 및 사업서비스	37		금융
12	일반기계	25	공공행정 및 국방	38		보험
13	전기 및 전자기기	26	교육 및 보건	39		사업관련전문서비스

Table. 2. The Ratio of Wind Power Generation exports and Matching with Sector Classification Adopted in This Study

공사세부내역	재구성된 부문분류표 부문코드	부문산업명	풍력발전 해외수출 사례의 사업비 배분 비율 (단위: %)
기계장치	31	일반목적용기계부품	25.49
전기장치	33	기타 전기장치	12.14
제어장치	33	기타 전기장치	4.86
플래임	30	기타 금속제품	6.07
타워	29	건설용 금속제품	12.14
기타장치	32	기타 특수목적용 기계	0.06
토목공사	34	일반토목	11.07
건설공사	35	기타특수건설	0.35
전력공사	35	기타특수건설	10.17
지질공사 등 기타	35	기타특수건설	2.15
사업주제경비	39	사업관련전문서비스	6.37
수송/관세 등	36	하역	6.83
보험	38	보험	0.02
채권 및 이자	37	금융	0.71
예비비	39	사업관련전문서비스	1.58
합 계			100.00

품」, 「89. 일반목적용기계」, 「95. 기타특수목적용기계」, 「97. 기타전기장치」, 「127. 일반토목」, 「128. 기타특수건설」, 「138. 하역」, 「144. 금융」, 「145. 보험」, 「150. 사업관련서비스」)을 도출하여 풍력발전 관련 부문으로 설정하였다.

따라서 가장 최근에 발표된 2009년도 산업연관표상의 28부문 통합대분류표를 기준으로 할 때, 풍력발전 관련 부문을 Table 1과 같이 39부문으로 재구성할 수 있다.²⁾ 본 연구에서는 이렇게 재구성된 산업연관

표를 수요유도형 모형을 이용하여 생산유발효과, 부가가치 유발효과, 취업유발효과를 분석하되, 풍력발전 관련 부문을 각각 외생화한 분석, 즉 풍력발전 관련 부문을 중심으로 놓고 다른 산업에 미치는 경제적 파급효과를 구한다.

2-2 풍력발전 해외수출 사례의 비용구조 분석

본 연구에서는 산업연관분석 중 수요유도형 모형을 이용하여 생산유발효과, 부가가치 유발효과, 취업유발효과와 결과를 도출한다. 하지만 분석결과는 단위당 파급효과이므로 풍력발전 해외수출 사례를 이용하여 분석 결과를 확장할 필요가 있다.

2) 특정 관심대상 부문을 중심으로 한 논의를 위해 특정 부문을 별도의 부문으로 다루는 것은 산업연관분석에서 흔히 취하는 접근 방식이다 (한국은행, 1987).

풍력발전 해외수출 사례를 이용하기 앞서, 현재 국내 풍력발전 관련 부문은 전술하였듯이 부품·소재 부문의 수출은 활발히 이루어지고 있는 실정이지만, 본 연구의 연구대상으로 정의한 풍력발전 관련 부문의 해외수출은 아직 미진한 상황이다. 중국 현지 업체와의 합작투자로 이루어진 몇 건의 사례는 있으나, 보수적인 접근에서 풍력발전 해외수출로 보기에는 어려움이 따른다. 따라서 본 연구에서 다루어지는 풍력발전 해외수출 사례는 풍력발전 관련업체의 해외수출 전적서 세부구성을 따르고 있으며, 1,000억원 규모의 풍력발전 해외수출이 일어났을 경우로 가정한다. 그리고 사업비용의 국내집행율과 현지집행율을 구분하여 비용을 배분하여야 하지만, 현재 풍력발전 해외수출 사례가 없어 국내집행율과 현지집행율을 구분하기에 어려움이 있다. 따라서 본 연구에서는 풍력발전 해외수출 전적서에 제시된 사업비용 100%가 국내에서 집행된다고 가정한다.

앞서 산업연관표를 재구성 하였듯이, 풍력발전 해외수출 사례에 대한 사업비용의 산업분류 및 비율 배분은 KEPCO와 풍력발전 관련 부문 산업에 종사하는 전문가들에게 자문을 구하여 분류하였다. 풍력발전 해외수출 사례에 포함되는 세부 산업분류 및 비율 배분과 앞서 본 연구에서 재구성한 산업연관표상의 부문 매칭을 Table 2에 제시하였다. 본 연구에서 풍력발전 해외수출 사례의 비용점유율을 살펴보면, 기계장치(일반목적용기계부품)가 25.49%로 가장 크게 나타났다.

3. 풍력발전 해외수출이 국내 경제에 미치는 파급효과 분석

3-1 산업연관분석의 개요

본 연구의 목적은 풍력발전 해외수출이 타 산업에 유기적으로 미치는 국내 경제에 미치는 산업파급효과를 계량화하는 것이다. 이를 위해서는 풍력발전 해외수출뿐만 아니라 다른 모든 경제부문을 미시적으로 파악하면서도 거시적인 상호관계도 관찰하여야 한다. 이 목적을 달성하기 위해, 본 연구에서는 산업연관분석을 적용한다. 산업연관분석이란 생산 활동을 통하여 이루어지는 산업간 상호연관관계를 수량적으로 파악하는 분석방법으로, 국민경제 전체를 포괄하면서 전체와 부분을 유기적으로 결합한다(Ghosh, 1958). 따라서 산업연관분석은 거시적 분석이 미치지 못하는

산업과 산업간의 연관관계까지도 분석이 가능하기 때문에 구체적인 경제구조를 분석하는데 유리하다(강광하, 2002; Bulmer-Thomas, 1982; Miller et al., 1989; Wu and Chen, 1990).

풍력발전 관련 부문을 중심으로 살펴보기 위해서는 최종수요 변동에 초점을 맞추는 통상적 접근법을 취해서는 안 된다. 왜냐하면 최종수요는 총수요가 아니며 총수요라 하더라도 시장에서의 총공급과 일치해야만 명확한 의미를 갖는다. 그러므로 좀 더 엄밀한 의미에서 풍력발전 관련 부문의 경제적 영향력을 고찰하기 위해서는 풍력발전 관련 부문의 총산출 변동에 초점을 맞추어야 한다. 또한 통상적인 분석으로는 풍력발전 관련 부문 변동시 자기 부문 외의 다른 부문들이 받는 영향만을 고찰할 수 없다. 이에 따라 풍력발전 관련 부문의 최종수요가 증가하면, 풍력발전 관련 부문의 산출물이 크게 증가하는 것으로 분석되는데 이는 논리적으로 문제가 있다(유승훈 외, 2004).

이러한 문제점들은 관심대상 부문의 외생화(exogenous specification)를 통해 해결이 가능하다. 경제에서 한 부문의 변화는 곧 그 경제 모형에 외생적인 힘으로 작용한다. 산업연관분석에서는 이렇게 내생변수와 외생변수가 혼합되어 있는 경우, 외생적인 힘이 될 변수를 외생화라고 한다(Miller and Blair, 1985). 이런 외생화의 방법을 쓰게 되면 총수요가 아닌 특정부문의 산출물이 미치는 영향과 그 산출물이 타 산업에 유발하는 효과를 보다 명확히 알 수 있다.

풍력발전 관련 부문은 국내 경제의 기초산업부문으로서 생산활동을 위해서는 여러 부문의 산출활동을 필요로 한다. 즉 다른 부문들의 산출물을 중간재로 수요한다. 따라서 풍력발전 해외수출 부문의 투자가 타 부문에 미치는 파급효과가 클 수 있다. 이 파급효과는 생산유발의 관점, 부가가치 유발의 관점, 취업유발의 관점이라는 3개 관점에서 살펴 볼 수 있다.

3-2 생산유발효과

일반적으로 수요유도형(demand-driven model) 모형에서 분석대상인 풍력발전 관련 부문(이하 K 부문)을 외생화하여 생산유발효과를 식으로 정리하면 다음과 같다.³⁾

3) 이 식의 자세한 유도과정에 대해서는 유승훈(2003) 및 Yoo and Yang(1999) 등을 참고할 수 있다.

$$\Delta X^e = (I - A^e)^{-1} (A_K^e \Delta X_K) \quad (1)$$

여기서, ΔX^e 는 분석대상인 풍력발전 관련 부문을 제외한 다른 부문의 산출량으로서 풍력발전 관련 부문의 산출에 영향을 받은 타 부문의 산출 증감량을 나타낸다. $(I - A^e)^{-1}$ 는 투입계수행렬에서 풍력발전 관련 부문이 포함된 열과 행을 제외시켜 작성한 레온티에프 역행렬을 나타낸다. A_K^e 는 투입계수행렬로서 A 에서 풍력발전 관련 부문을 나타내는 열벡터 중에서 풍력발전 관련 부문 원소를 제외한 열벡터이며, X_K 는 풍력발전 관련 부문의 산출액을 나타낸다.

식(1)은 관심대상인 풍력발전 관련 부문을 중심으로 한 생산유발효과를 나타내는 식으로서 풍력발전 관련 부문의 산출이 경제 내 다른 부문의 산출에 미치는 직·간접적인 효과를 나타낸다. 또한 풍력발전 관련 부문에 대한 투자는 자체로서의 산출효과에 그치는 것이 아니라 연관효과를 통해 타 산업 부문의 생산을 유발시켜 결과적으로 전체 산업의 생산을 촉진하므로, 식(1)로부터 풍력발전 관련 부문의 총 산출 또는 총 투자로 인한 파급효과를 구할 수 있다.

3-3 부가가치 유발효과

최종수요의 발생이 국내생산을 유발하고 생산 활동에 의해서 부가가치가 창출되므로 결과적으로 최종수요의 발생이 부가가치 창출의 원천이라고 할 수 있다. 부가가치 유발효과는 최종수요 한 단위 변화가 부가가치 부문에 미치는 파급효과를 나타낸 것이다. 여기서 풍력발전산업 부문의 산출액 증가가 타 부문에 미치는 부가가치 유발효과를 관찰하기 위해, 최종수요의 변동이 없다는 가정 하에 풍력발전 관련 부문을 외생화하면 다음 식이 유도된다.

$$\Delta W^e = \hat{A}_v^e \Delta X^e = \hat{A}_v^e (I - A^e)^{-1} (A_H^e \Delta X_H) \quad (2)$$

$\hat{A}_v^e$ 은 부가가치계수의 대각행렬에서 풍력발전 관련 부문의 행과 열을 제외시키고 남은 행렬을 의미한다. 식(2)를 통해 풍력발전 관련 부문의 산출액 증가에 따른 부가가치 유발효과를 구할 수 있다.

3-4 취업유발효과

최종수요는 생산을 유발시키고 생산은 다시 노동

수요를 유발한다. 그러므로 최종수요와 노동수요 유발을 연결시킴으로써 취업유발효과를 구할 수 있다. 이를 위해서는 취업계수와 생산유발계수를 기초로 취업유발계수를 도출해야 한다. 취업계수(n_i)란 일정기간 동안 생산활동에 투입된 노동량(N_i)을 총산출액(X_i)으로 나눈 계수($n_i = N_i/X_i$)로서 한 단위의 생산에 직접 소요된 노동량을 의미한다. 투입된 노동량(N_i)는 산업연관표 상 부속표에 포함된 고용표를 참조하였다. 여기서 풍력발전 관련 부문을 외생화하면 식(3)과 같이 표현된다.

$$\Delta N^e = \hat{n}^e \Delta X^e = \hat{n}^e (I - A^e)^{-1} (A_H^e \Delta X_H) \quad (3)$$

여기서 N^e 는 풍력발전 관련 부문을 제외한 각 부문별 취업자수를 나타내며 ΔN^e 는 그 변동량을 의미한다. $\hat{n}^e$ 는 취업계수 대각행렬에서 풍력발전산업 부문의 행과 열을 제외시키고 남은 행렬이다.

3-5 분석 결과

본 연구에서 사용한 자료는 한국은행에서 가장 최근에 발표한 2009년 산업연관표이다. 풍력발전 관련 생산유발효과, 부가가치 유발효과, 취업유발효과를 추정한 결과는 Table 3에 제시되어 있다.

생산유발효과를 분석한 결과를 살펴보면, 「35. 기타특수건설」의 경우 생산유발효과가 가장 크며, 「29. 건설용금속제품」이 두 번째로 크다. 이것은 풍력발전기 건설과정에서 기타특수건설 부문이 가장 많이 이용되며, 건설용 금속제품 부문의 산출물도 많이 활용되기 때문인 것으로 판단된다.

타 산업 효과 중심으로 부가가치 유발효과를 분석한 결과를 살펴보면, 「38. 보험」의 경우 부가가치 유발효과가 가장 크며, 「35. 기타특수건설」이 두 번째로 크다. 국민경제 전체적으로 부가가치 유발효과를 분석한 결과를 살펴보면, 「39. 사업관련전문서비스」의 경우 부가가치 유발효과가 가장 크며, 다음으로 「38. 보험」이 두 번째로 크다. 사업관련전문서비스의 경우 공공관계서비스가 포함되어 있어 큰 부가가치를 유발하는 것으로 판단되며, 보험의 경우도 풍력발전산업에 영향을 끼쳐 상대적으로 많은 부가가치를 유발하는 것으로 판단된다.

타 산업 효과 중심으로 취업유발효과를 분석한 결

Table. 3. Production-inducing Effect, Value-added Inducing Effect, and Employment-inducing Effect of Wind Power Generation Sector

부문산업명	1원 수출의 생산유발효과 (단위: 원)		
	자기산업 효과	타 산업 효과	총 효과
건설용금속제품	1.0000	1.3134	2.3134
기타 금속제품	1.0000	1.1247	2.1247
일반목적용기계	1.0000	1.1316	2.1316
기타특수목적용기계	1.0000	1.0071	2.0071
기타전기장치	1.0000	0.8133	1.8133
일반토목	1.0000	1.0846	2.0846
기타특수건설	1.0000	1.3405	2.3405
하역	1.0000	0.9466	1.9466
금융	1.0000	0.3953	1.3953
보험	1.0000	0.9365	1.9365
사업관련전문서비스	1.0000	0.4725	1.4725
부문산업명	1원 수출의 부가가치 유발효과 (단위: 원)		
	자기산업 효과	타 산업 효과	총 효과
건설용금속제품	0.2505	0.3327	0.5832
기타 금속제품	0.3144	0.3008	0.6152
일반목적용기계	0.3398	0.3205	0.6603
기타특수목적용기계	0.2648	0.2946	0.5594
기타전기장치	0.2639	0.2503	0.5142
일반토목	0.4413	0.3354	0.7767
기타특수건설	0.3381	0.4034	0.7415
하역	0.4409	0.3613	0.8022
금융	0.6134	0.1909	0.8042
보험	0.3427	0.4972	0.8399
사업관련전문서비스	0.7248	0.1924	0.9172
부문산업명	10억원 수출의 취업유발효과 (단위: 명/10억원)		
	자기산업 효과	타 산업 효과	총 효과
건설용금속제품	3.2553	5.0990	8.3544
기타 금속제품	8.4914	4.3258	12.8172
일반목적용기계	4.4636	5.4333	9.8969
기타특수목적용기계	5.2594	4.8222	10.0816
기타전기장치	3.4094	4.2804	7.6898
일반토목	6.6227	5.2557	11.8783
기타특수건설	7.1959	6.4171	13.6130
하역	6.9714	6.4190	13.3904
금융	3.6363	2.9095	6.5457
보험	7.4941	5.8203	13.3144
사업관련전문서비스	9.2924	3.5002	12.7926

Table. 4. Forecasting Results of the Production-inducing Effect, value-added Inducing Effect, and Employment-inducing Effect of Wind Power Generation Exportation

부문산업명	1원 수출의 생산유발효과 (단위: 원)		
	자기산업 효과	타 산업 효과	총 효과
건설용금속제품	12,139	15,942	28,081
기타 금속제품	6,069	6,826	12,895
일반목적용기계	25,491	28,845	54,337
기타특수목적용기계	60	60	120
기타전기장치	16,994	13,822	30,816
일반토목	11,068	12,004	23,072
기타특수건설	12,675	16,990	29,665
하역	6,834	6,469	13,304
금융	712	282	994
보험	16	15	31
사업관련전문서비스	7,942	3,752	11,694
합 계	100,000	105,008	205,008
부문산업명	1원 수출의 부가가치 유발효과 (단위: 원)		
	자기산업 효과	타 산업 효과	총 효과
건설용금속제품	3,041	4,038	7,080
기타 금속제품	1,908	1,826	3,734
일반목적용기계	8,662	8,170	16,831
기타특수목적용기계	16	18	33
기타전기장치	4,485	4,254	8,738
일반토목	4,885	3,712	8,596
기타특수건설	4,285	5,113	9,399
하역	3,014	2,469	5,483
금융	437	136	573
보험	5	8	13
사업관련전문서비스	5,756	1,528	7,284
합 계	36,493	31,271	67,764
부문산업명	10억원 수출의 취업유발효과 (단위: 명/10억원)		
	자기산업 효과	타 산업 효과	총 효과
건설용금속제품	40	62	101
기타 금속제품	52	26	78
일반목적용기계	114	139	252
기타특수목적용기계	0	0	1
기타전기장치	58	73	131
일반토목	73	58	131
기타특수건설	91	81	173
하역	48	44	92
금융	3	2	5
보험	0	0	0
사업관련전문서비스	74	28	91
합 계	552	513	1,054

과를 살펴보면, 「36. 하역」, 「35. 기타특수건설」의 순으로 취업유발효과가 크게 분석되었다. 국민경제 전체적으로 취업유발효과를 분석한 결과를 살펴보면, 「35. 기타특수건설」의 경우 취업유발효과가 가장 크며, 다음으로 「36. 하역」이 두 번째로 크다. 결과에서 보여지듯이 풍력발전산업의 경우 노동집약적인 기타특수건설과 하역 부문에서 많은 취업이 유발되는 것으로 판단된다.

3-6 풍력발전 해외수출의 사례 적용

본 연구에서 분석한 결과는 단위당 파급효과이므로 풍력발전 해외수출 사례의 사업비를 투입하여 확장할 필요가 있다. 따라서 제2절에서 전술한 바와 같이, 풍력발전 해외수출 사례는 풍력발전 관련 부문 관계자의 해외수출 건적서 세부구성을 따르고 있으며, 11,000억원 규모의 풍력발전 해외수출이 일어났을 경우로 가정한다. 그리고 사업비용의 국내집행율과 현지집행율을 구분하여 비용을 배분하여야 하지만, 현재 풍력발전 해외수출 사례가 없어 국내집행율과 현지집행율을 구분하기에 어려움이 있다. 따라서 본 연구에서는 풍력발전 해외수출 건적서에 제시된 사업비용 100%가 국내에서 집행된다고 가정한다. 풍력발전 해외수출로 1,000억원의 사업비를 수주하였다고 가정한 후, 앞서 구한 결과에 적용하여 국내 경제에 풍력발전 해외수출이 미치는 파급효과를 예상할 수 있다. 풍력발전 해외수출로 수주한 사업비에 근거하여 각 파급효과를 계산한 결과는 Table 4에 제시하였으며, 결과의 요약 및 종합화를 Fig 2에 제시하였다.

풍력발전 해외수출에 미치는 생산유발효과가 1.0

임을 감안할 때, 풍력발전 해외수출로 인한 1원 생산 증가로 발생하는 총 생산유발효과에 수주된 사업비 1,000억원을 대입하면, 풍력발전 해외수출의 자기산업 효과 1,000억원과 타 산업 효과 1,050억원을 합하여 총 2,050억원의 생산유발효과를 가져올 것으로 예상된다. 풍력발전 해외수출의 1원 생산증가로 인한 총 부가가치 유발효과는 풍력발전 해외수출의 자기산업 부가가치 유발효과 365억원 및 타 산업 부가가치 유발효과 313억원을 합하여 총 678억원의 부가가치 유발효과를 가져올 것으로 예상된다. 풍력발전 해외수출에서의 총산출 10억원 생산증가로 인한 풍력발전 해외수출의 자기산업 취업유발효과 552명과 타 산업 취업유발효과 513명을 합하여 총 1,054명의 취업이 유발될 것으로 예상된다.

4. 결 론

KEPCO는 해외시장 개척을 통해 국내 전력산업의 한계를 극복하기 위한 방안을 모색하고 있다. 해외 전력시장에서 세계 굴지의 전력기업들과 경쟁할 수 있는 경쟁력을 갖추고 지속적인 성장을 추구하기 위해서 2012년 2월 조직을 크게 국내부문과 해외부문으로 나누는 조직개편을 단행하는 등 해외사업에 적극적인 투자를 추진 중에 있다. 이에 본 연구에서는 풍력발전 해외수출의 경제적 파급효과를 정량적으로 평가하고자 하였다.

풍력발전을 연구대상으로 설정하기에는 그 연구범위가 모호하므로, 먼저 연구의 대상을 풍력발전 관련 부문으로 범위 설정을 위한 정의를 설정하고 풍력

	자기산업 효과		타 산업 효과		총 효과
	↓		↓		↓
생산 유발효과	→ 1원당 총 1,000억원	+	1원당 총 1,050억원	=	1원당 총 2,050억원
	⇕		⇕		⇕
부가가치 유발효과	→ 1원당 총 365억원	+	1원당 총 313억원	=	1원당 총 678억원
	⇕		⇕		⇕
취업 유발효과	→ 10억원당 총 552명	+	10억원당 총 513명	=	10억원당 총 1,054명

Fig. 2. Forecasting Results of the Economic Effects of Wind Power Generation Exports(100 billion won)

발전 해외수출 견적서를 통한 사례를 이용하여 연구 대상 풍력발전 관련 부문의 범위를 제시하였다. 다음으로 풍력발전 관련 부문의 경제적 파급효과 분석방법론 및 실증연구 결과를 제시하였다. 풍력발전 관련 부문의 경제적 파급효과를 계량화하기 위해서는 풍력발전 관련 부문뿐만 아니라 다른 모든 경제부문을 미시적으로 파악하면서 거시적인 상호관계도 관찰할 수 있어야 하는데, 이를 위해서는 산업연관분석의 적용이 매우 유용하므로 산업연관분석을 이용하였다. 특히 산업연관분석의 수요유도형 모형을 이용하여 풍력발전 관련 부문의 변동이 생산, 부가가치, 취업 등 국내 경제에 미치는 각종 파급효과를 산업부문별로 나누어서 분석할 수 있기 때문에 풍력발전 관련 부문의 파급효과에 대한 사전적 예측이 가능하다. 풍력발전 관련 부문의 생산유발효과, 부가가치 유발효과, 취업유발효과를 자기산업 효과와 타 산업 효과로 구분하여 구했다.

1,000억원 규모의 풍력발전 해외수출이 일어날 경우, 생산유발효과, 부가가치 유발효과, 취업유발효과는 각각 2,050억원, 678억원, 1,054명으로 분석되었다. 이러한 정량적 정보는 풍력발전 해외수출로 국내 경제에 미치는 파급효과의 기초자료로 활용될 수 있다. 예를 들어, 풍력발전 해외수출로 국내 경제에 미치는 파급효과를 사전적으로 예측함으로써 풍력발전의 해외시장 진출시 중요한 참고자료로 활용이 가능하다. 특히 풍력발전 관련 부문이 한국은행 산업연관표상에 정의 되어있지 않으나, 실제 풍력발전 해외수출 견적서의 세부비용을 면밀하게 파악해서 풍력발전 관련 부문을 정의하고, 비용구조를 분석한 부분은 본 연구의 의의라 할 수 있다. 또한 풍력발전 해외수출 실제 사례의 비용구조 정보에 근거해서 경제적 파급효과를 구하므로써 보다 엄밀하게 경제적 파급효과를 분석할 수 있었다. 따라서 본 연구결과를 확정적인 값으로 받아들이기보다는 경제적 파급효과에 대한 추정치 정도로 받아들이면서, 이러한 파급효과를 달성할 수 있도록 풍력발전 해외수출의 전략이 필요할 것이다.

추후 KEPCO의 해외시장 진출 의지와 맞물려 풍력발전뿐만이 아닌 타 발전원들의 경제적 파급효과를 분석하여 확장할 필요가 있다. 그리고 더 나아가 산업연관표를 보다 최근 자료로의 업데이트하는 기법을 통하여 경제적 파급효과를 분석하게 되면 결과의 활용도가 더욱 높아질 것이다. 마지막으로 여러 연도간

산업연관표의 시간 흐름에 따른 동적인 경제적 파급효과 분석을 통해서 변화를 파악하는 분석도 학술적으로 의의가 있을 것이다.

감사의 글

이 연구는 서울과학기술대학교 교내 학술연구비 지원으로 수행되었습니다.

참고문헌

1. 강광하 (2000), "산업연관분석론", 연암사
2. 강기춘 양상돈 (1999), "산업연관표를 이용한 전력산업의 경제적 효과 분석", 경제논집, 제13집 제1호, 제주대학교 관광산업연구소, pp. 437-455.
3. 박소윤, 유승훈, 박승준 (2008), "디지털 방송산업의 향후 전망과 경제적 파급효과 분석", 산업경제연구, 제21권, 제6호, 한국산업경제학회, pp. 2371-2388.
4. 박승준, 유승훈, 한상용 (2002), "발전부문별 국민경제적 파급효과 분석", 자원·환경경제연구, 제11권, 제4호, 한국자원경제학회, pp.581-608
5. 손양훈 정태용 (1993), "전력산업의 규모의 경제성에 관한 연구", 경제학연구, 제45집 제2호, 한국경제학회, pp.29-47.
6. 유승훈 (2003), "정보통신산업의 국민경제적 산업파급효과 분석", Telecommunications Review, 제13권, 제3호, SK Telecom, pp. 347-359.
7. 유승훈 (2007), "산업연관분석을 이용한 해양심층수 산업화의 국민경제적 파급효과 분석", 산업경제연구, 제20권, 제4호, 한국산업경제학회, pp. 1345-1357.
8. 유승훈, 양창영 (2007), "지상파 방송광고 단가 변동의 경제적 파급효과", 광고연구, 제75권, 한국방송공사, pp. 143-162.
9. 유승훈, 임응순, 구세주 (2008), "광고산업의 국민경제적 산업파급효과 분석", 광고연구, 제78권, 한국방송공사, pp. 189-214.
10. 유승훈, 정동원, 박세현 (2010), "태평양 심해저 망간단괴 개발사업의 경제적 파급효과", Ocean and Polar Research, 제32권, 한국해양연구원, 제4호, pp. 489-499.
11. 유승훈 허재용·김기주 (2004), "투입산출표의 외생화를 이용한 전파방송산업의 산업파급효과 분석", 산업경제연구, 제17권, 제5호, 한국산업경제학회, pp. 1593-1612.
12. 한건택, 김혜민, 유승훈 (2012), "집단에너지산업의 경제적 파급효과 분석", 에너지공학, 제21권, 제1호, 한국에너지공학회, pp. 47-54.
13. 허재용, 유승훈 (2009), "지식서비스산업의 경제적 파급효과 국가간 비교분석 : 한국, 미국, 일본, 영국을 중심으로", 산업경제연구, 제22권 제6호, 한국산업경제학회, pp. 3189-3208.
14. 에너지경제연구원 (2010), "국내 풍력발전산업의 전망과 경쟁력 분석".
15. 에너지경제연구원 (2011), "에너지 수요전망".

16. 지식경제부 (2010), “제5차 전력수급 기본계획(2010년~2024년)”.
17. 하나금융경영연구소 (2009), “국내 풍력발전산업의 전망과 경쟁력 분석”.
18. 한국은행 (2011), “2009년 산업연관표”.
19. Bulmer-Thomas, V.(1982). Input-Output Analysis in Developing Countries. New York: Wiley.
20. Ciaschini, M.(1988). Input-Output Analysis. London: Chapman and Hall.
21. Ghosh, A.(1958). Input-output approach to an allocative system. *Economica*, 25, 58-64.
22. Han, S. -Y., Yoo, S. -H., & Kwak S. -J.(2004). The role of four electric power sectors in the Korean national economy: An input-output analysis, *Energy Policy*, 32, 1531-1543.
23. Kwak, S. -J., Yoo S. -H. and Chang J. -I.(2005), Role of maritime industry in the Korean National Economy: An Input-Output Analysis, *Marine Policy*, 29, 371-383.
24. Miller, R. E., & Blair, P. D.(1985). Input-output Analysis: Foundations and Extensions. New Jersey: Prentice-Hall.
25. Miller, R. E., Polenske, K. R., and Rose, A. Z. (ed.)(1989), *Frontiers of Input-Output Analysis*. Oxford: Oxford University Press.
26. Wu, R. H., & Chen, C. Y.(1990), On the application of input-output analysis to energy issues. *Energy Economics*, 12, 71-76.
27. Yoo S. -H., & Yang C. -Y.(1999). Role of water utility in the Korean national economy. *International Journal of Water Resources Dev*