

신·재생에너지 인력수요전망 방법론 및 사례 연구

이유아*, 허은녕

Methods to Predict Demand for Workforce in New & Renewable Energy Industry

Youah Lee* and Eunnyeong Heo

Abstract

Prediction of demand for workforce in new and renewable energy is precondition for sustainable growth of an industry. The purpose of this research is to review prediction methods and case studies of workforce in new and renewable energy industry. This research compares the three methods in the focused on possibility of applying in renewable energy industry; survey, input-output and labor function estimation methods. Also, three cases are reviewed in the focused on applied method; Korea, America and Australia. As a result, the survey method was wildly used in the new and renewable industry. Also the improvement rates of work force are difference depending on the methodology. This result can be applied to set up the policy of human resource development of renewable energy.

Key words

Demand for new and renewable energy workforce(신재생에너지 인력수요), Survey method(설문법), Input output analysis(산업연관분석), BLS methods(BLS방법)

(접수일 2011. 7. 12, 수정일 2011. 8. 29, 게재확정일 2011. 8. 29)

* 서울대학교 에너지시스템공학부 박사과정

■ E-mail : youah@snu.ac.kr ■ Tel : (02)880-8284 ■ Fax : (02)882-2109

1. 서론

최근 부산지역 신·재생에너지업체들을 대상으로 실시한 설문결과에 따르면 ‘전문기술 인력부족’이 산업발전 활성화의 가장 큰 걸림돌로 지적되었다(부산상공회의소, 2010). 이처럼 국내 신·재생에너지 산업의 인력공급은 원활이 이루어지고 있지 못한 실정이다. 산업의 지속적인 발전을 위해서는 필요한 인력을 적시에 공급할 수 있어야 하는데 이러한 인력 공급계획은 신뢰성 있는 인력수요전망을 기반으로 한다. 따

라서 신·재생에너지 인력 수요전망은 관련 정책 마련에 앞서 선행되어야 한다. 또한, 산업의 발전으로 창출되는 새로운 인력수요는 신·재생에너지산업의 파급효과를 나타내는 중요한 지표가 된다.

신·재생에너지와 같이 산업초기단계 혹은 투자의 성과가 바로 나타나지 않는 산업의 경우에는 인력 공급에 있어 국가 차원의 관심이 더욱 필요하다. 한국직업능력개발원(2001)의 연구에는 인력수급이 시장을 통해 저절로 달성되기를 기대하기는 어려우며, 인력양성에 소요되는 시차 때문에 시장에 맡

겨울 경우 초과수요와 초과공급이 되풀이되는 뒤엀킨 역학적 관계가 나타날 가능성이 있다고 지적하였다. 미국, 호주 등 주요 신·재생에너지 국가에서는 정부수준에서 신·재생에너지 인력공급의 필요성을 인식하고 인력수요전망을 위한 시도를 하고 있다.

미국에서는 Washington State University(2009), Union of Concerned Scientists(UCS, 2009), Heavner and Churchill(2002)등의 연구에서 신·재생에너지 인력수요전망에 대한 연구를 수행하였다. 미국태양에너지협회의 연구 결과에 따르면 미국에서는 2007년 50만 명이 신·재생에너지 분야에 종사하고 있으며, 신·재생에너지 확대와 함께 2030년에는 730만 명의 인력수요가 있을 것으로 분석되었다. 이는 20여년의 기간 동안 14.6배의 인력수요가 발생하는 것이며, 105%의 연평균 증가율이다(Washington state university, 2009).

UCS(2009)의 연구에서는 EIA's national energy modeling system을 이용하여 2025년의 신·재생에너지 산업에 의한 일자리 창출, 거시경제 효과 및 환경적 영향을 분석하였다. 미국이 2025년까지 모든 발전량의 25%를 신·재생에너지로 대체하게 되면 29만개의 일자리가 추가로 발생할 것으로 분석하였다. 일자리는 건설, 운전, 유지, 농업, 산림업 등 다양한 산업에서 발생할 수 있다.

호주는 2009년 신·재생에너지 인력 공급 및 확대 전략(RETWS; Australian renewable energy training and work-force strategy)을 수립하고 산업 성장을 위한 필요 인력의 차질 없는 공급 계획을 수립하였다. 연구결과 2009년을 기준으로 호주에는 1,268개의 업체에 3,114명의 인력이 근무하고 있으며, 2020년에는 24,210명~29,980명의 인력이 고용될 것으로 분석하였다.

국내에서도 신·재생에너지 인력수요전망의 중요성을 인식하고 관련 연구들이 시행되고 있다. 대표적인 연구로는 한국고용정보원(2011)의 “테마 산업·직업 인력수요전망” 연구와, 한국에너지기술평가원(2009)의 “그린에너지산업 인력수급 조사분석” 연구가 있다.

한국고용정보원(2011)의 연구에서는 2015년까지 신·재생에너지 산업의 중장기 인력수요 전망을 실시하였다. 기존에 일부에너지원에 한정되어 실시되었던 인력수요전망을 11개 신·재생에너지 원으로 확대하였다. 각 신·재생에너지원별 연관 산업의 구성 비중을 이용하여 산업연관표에서 취업계수를

도출하여 분석을 실시하였다.

한국고용정보원(2011)의 연구에서는 생산액에 따라 시나리오를 설정하고 시나리오별 인력수요전망을 실시하였다. 생산액 전망은 3가지 시나리오로 구분되는데, 기존 자료를 활용한 전망과 전문가 자문에서 도출된 전망, 그리고 두 전망의 평균을 마지막 시나리오로 설정하였다. 하지만 신·재생에너지를 대상으로 하지 않고 그린에너지¹⁾를 대상으로 하였기 때문에 신·재생에너지 분야는 태양광, 풍력, 연료전지, IGCC의 4개 에너지만 포함되었다. 또한 취업계수를 산정하는데 있어서도 기존 표준산업분류의 77개 산업과 유사한 산업의 취업계수를 적용하였다는데 한계가 있다.

국내 기존연구들에서는 신·재생에너지 분야의 산업특성을 고려한 인력수요전망 방법론에 대한 고찰이 부족함을 알 수 있다. 한국고용정보원(2011)과 에너지기술평가원(2009)의 연구는 세부 방법론의 차이는 있으나 취업계수와 생산액 전망에 기반을 두어 인력수요를 전망하였다. 하지만 연구 방법론을 선택함에 있어 다른 방법론과의 비교나 각 방법론의 특징에 대한 고려가 이루어지지 않는 것이다.

이에 본 연구에서는 국내 신·재생에너지 인력수요예측에 적용가능한 방법론들을 산업 특성을 중심으로 고찰하였다. 또한, 호주, 미국(캘리포니아주), 한국의 신·재생에너지 인력수요전망 연구를 적용 방법론에 초점을 맞추어 분석하였다. 이를 바탕으로 향후 신·재생에너지산업의 인력수요 예측에 고려해야하는 정책적 함의를 도출 하였다.

2. 신·재생에너지 인력수요전망 방법론 고찰

본 장에서는 기존 인력수요전망에 사용되었던 서베이기법, 산업연관분석, 미국 노동통계국(BLS, Bureau of labor statistics) 방법의 특징 및 신·재생에너지 산업의 적용 가능성에 대해 고찰 하였다.

1) 지식경제부 보도자료(2008.09.11)에서는 그린에너지산업의 개념을 ‘온실가스를 획기적으로 감축하는 혁신적 에너지기술에 기반을 둔 산업’으로 정의하고 신·재생에너지(태양광, 풍력, 수소연료전지, IGCC), 화석연료 청정화(청정연료, CCS), 효율향상 분야(LED, 전력IT, 에너지저장, 소형열병합, 히트펌프, 초전도)로 구분하였다.

2.1 서베이 기법

서베이 기법은 기업체를 대상으로 직접 설문을 실시하여 인력수요를 예측하는 방법이다. 한 산업의 인력 수요 조사를 위하여 산업에 속해있는 모든 기업을 대상으로 전수조사를 실시 할 수도 있고, 표본기업을 설정하여 설문을 실시한 후 통계기법을 이용하여 해석하기도 한다. 신·재생에너지 산업은 기존 산업이 존재하지 않기 때문에 데이터를 이용한 분석 및 경향 파악이 용이하지 않다. 이에 설문을 이용한 기법이 많이 적용되고 있다.

서베이 방법을 신재생에너지 인력수요 전망에 적용한 국내연구로는 에너지관리공단(2010), 국외연구로는 미국의 Hardcastle & Kunkle(2009), 호주 Clean energy council(2009)의 연구에서 서베이 방법을 적용하였다. 이러한 연구들은 신·재생에너지 인력수요전망 뿐 아니라 향후 인력양성 정책 수립을 위한 관련 설문까지 함께 수행하는 경향이 있다.

서베이 방법의 가장 큰 장점은 산업에서 직접 필요로 하는 인력의 규모를 추정할 수 있다는 것이다. 또한 예측기간이 단기인 경우 실제 산업에서 필요로 하는 비교적 정확한 인력수요 결과를 도출 할 수 있다. 신·재생에너지 산업과 같이 초기 산업의 경우에는 시계열자료를 이용하여 수요함수를 추정하는 것이 불가능하고, 인력 수요의 변동 폭이 크기 때문에 정량적 분석 보다는 서베이 기법이 널리 적용되고 있는 추세이다.

반면 예측하고자 하는 기간이 길어질 경우에는 예측의 신뢰도가 떨어지는 단점이 있다. 일반적으로 기업에서는 장기의 시장을 긍정적으로 바라보는 경향이 있기 때문에 인력수요가 과대추정 될 수 있다. 서베이 기법이 가장 이상적으로 적용되는 경우는 한 산업에 속하는 기업체 전체를 대상으로 설문을 실시하는 것이다. 하지만 신·재생에너지 산업과 같이 타 산업과의 연관성이 높은 경우 전체 사업체를 정의하고 설문을 수행하기 위해서는 많은 노력이 수반되어야 한다. 따라서 본 기법은 정확한 수요자료를 제공하는 목적 보다는 초기산업의 발전 전망 및 방향을 가늠하기 위한 목적으로 적용된다.

2.2 산업연관분석방법

산업연관분석은 최종수요의 변동이 각 산업부문의 경제활동에 미치는 직·간접적 파급효과를 분석하는 방법이다(강광하, 2000). 산업연관표를 이용하여 장래의 특정 년도에 대한

공급과 수요를 산업별로 세분화하여 예측함으로써 중장기 경제개발 계획수립에 필요한 기초자료 제공이 가능하다(한국직업능력개발원, 2001)²⁾.

신·재생에너지 투자에 따른 산업 부문별 고용효과는 다음 식과 같이 나타낼 수 있다(한국은행, 2004).

$$\Delta N = \hat{n}_i(I - A)^{-1} \Delta Y$$

ΔN : 각 부문별 고용 변화

A : 부가가치계수 행렬

ΔY : 최종수요의 변화

\hat{n}_i : 취업계수 행렬

취업계수(n_i)는 일정기간 동안 생산활동에 투입된 노동량(N_i)을 총 산출액(X_i)으로 나눈 계수로서 한 단위 생산에 직접 소요된 노동량을 의미한다.

산업연관분석을 적용하여 신·재생에너지 산업의 인력 수요를 예측한 연구에는 미국 UCS(2009)와 에너지경제연구원(2010)의 연구가 있다. 미국 UCS(2009)의 연구에서는 산업연관표를 기반으로 에너지-환경모델인 EIA's energy modeling system을 이용하여 신·재생에너지 산업에 의한 일자리 창출, 거시효과 및 환경적 영향을 분석하였다. 에너지경제연구원(2010)의 연구는 태양광, 풍력, 연료전지의 고용효과를 분석하였다. 2010년 정부의 지원액에 대하여 2015년까지 태양광은 56만 명, 풍력은 29만 명, 연료전지는 2.5만 명의 고용창출 효과가 있는 것으로 분석 하였다.

산업연관분석의 장점은 거시경제모형의 단점인 중장기적인 예측이 가능하다는 것이다(한국직업능력개발원, 2001). 또한, 산업연관분석을 이용한 인력수요전망은 해당산업에서의 직접적인 인력수요전망 뿐만 아니라 연관된 산업에서 유발되는 고용효과까지 산정할 수 있다는 장점이 있다.

하지만 산업연관분석을 이용한 신·재생에너지 인력수요 전망에는 몇 가지 한계가 존재한다. 먼저, 산업연관표는 전체 산업간 투입산출 구조를 파악해야 하기 때문에 자료 발간에

2) 산업연관분석을 이용하여 노동 유발을 전망 하는데 적용 가능한 계수는 취업계수와 고용계수가 있다. 노동량에 자영업주 및 무급가족종사자를 포함하느냐 하지 않느냐에 따라 취업계수와 고용계수로 구분된다. 즉, 노동량에 피용자(임근근로자)와 자영업주 및 무급가족종사자를 포함한 노동계수는 취업계수라 하고 노동량에 피용자(임근근로자)만 포함한 노동계수는 고용계수라 한다.

시차가 존재한다. 또한 산업연관표는 과거시점의 경제주체간의 거래액을 정리한 자료이기 때문에, 미래의 인력고용효과를 추정하기 위해서는 기존의 산업연관표를 이용하여 미래의 산업연관표를 추정하는 작업이 선행되어야 한다. 하지만 RAS 등을 이용한 산업연관표의 추정연구는 그 자체로도 학문 영역을 이루고 있을 만큼 방법의 적용이 용이하지 않다.

또한, 산업연관표를 기준으로 분석하기 때문에 산업분류가 존재하지 않는 경우에는, 해당산업이 산업연관표에 제시되어 있는 연관산업들로 구성되어 있다고 가정하고 분석을 실시하여야 한다. 신·재생에너지를 이용하여 산업연관분석을 실시한 에너지경제연구원(2010) 연구에서는 태양광산업의 투자비가 전기 및 전자기기 36%, 건설 31%, 화학제품 19%, 일반기계 8%, 금속제품 5%의 비중을 차지하는 것으로 가정하였다. 하지만 본 가정은 실리콘 결정질 태양광을 기준으로 작성된 것으로 염료감응형 등 이종 제품에 대해서는 별도의 가정이 전제되어야 함이 한계로 지적되었다. 이처럼 신·재생에너지는 각 제품별로 산업 비중을 도출하는 것이 용이하지 않다. 뿐만 아니라 신·재생에너지 산업과 같이 새롭게 형성되는 산업은 과거 경제구조를 바탕으로 도출된 산업연관표를 가정하고 분석을 실시하는 경우 산업의 출현으로 나타나는 새로운 관계들이 표현되지 못하는 한계가 있을 수 있다.

2.3 BLS 전망 방법

미국 노동통계국(BLS)의 인력 수요 전망 방법은 노동 수요 함수를 추정하여 산업의 인력수요를 전망한다. 인력에 대한 수요가 실물생산에 의해 발생하는 파생수요라는 측면에서 접근하는 것이다. 인력에 대한 수요는 노동 그 자체가 아니라 상품생산에 투입되는 생산요소로 투입된다(한국직업능력개발원, 2001). 따라서 인력수요를 분석하기 위해서 상품 수요의 크기를 결정짓는 요인과 상품을 생산하는 과정을 함께 분석한다. 이 방법은 영국, 호주 등 주요 국가에서 중장기 인력을 예측하는데 널리 적용되고 있다. 국내에서도 한국고용정보원에서 중장기 인력수급 전망에 BLS의 모형을 응용하여 적용하고 있다(정보통신정책연구원, 2004).

미국 BLS 모형은 노동력전망, 거시경제전망, 최종수요전망, 투입산출³⁾, 산업별고용전망, 직업별고용전망, 최종검토

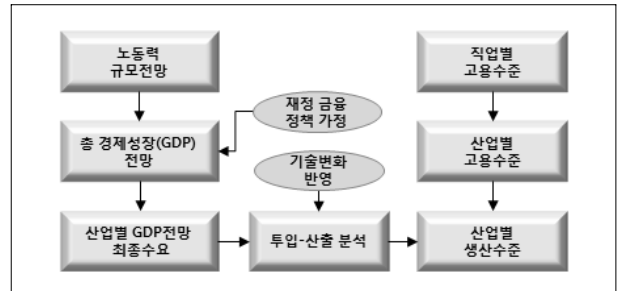


Fig. 1 BLS labor demand estimation model

의 총 7단계로 구성된다. 각 단계별 고용 전망 절차는 다음 Fig. 1과 같다. 각 단계에서 산출되는 결과값은 다음 단계를 위한 예측 자료로 활용되게 되며, 다음 단계에서의 예측치는 전 단계의 결과를 검증한다. 전체적으로 단계별 피드백 과정을 통하여 일관성을 갖춘 고용전망이 이루어지는 것이다.

위의 단계 중 신·재생에너지 산업의 인력수요를 전망하기 위해서는 ‘산업별 고용수준전망(Industry employment projections)’이 적용가능하다. 인력수요전망은 특정 산업의 노동시간의 수요와 근로시간 추정결과를 적용하여 도출 할 수 있다. 먼저, 임금근로자의 노동시간 수요전망은 CES 생산함수의 1계 조건을 가정한 회귀 방정식에 의해 추정된다.

$$Y = Ae^{mt} [\delta L^{-\beta} + (1 - \delta)K^{-\beta}]^{-1/\beta}$$

여기에서, δ : 배분계수($0 < \delta < 1$)

β : 대체계수($\beta \leq -1$)

L : 노동시간으로 측정되는 노동투입

K : 자본

m : 기술진보의 증가율

t : 추세(연도)

또한 노동생산성은 다음 식과 같다.

$$\frac{Y}{L} = (A' e^{gt})^{\frac{-1}{\beta+1}} \left(\frac{w}{p}\right)^{\frac{-1}{\beta+1}}$$

여기서 $A' = \delta A^{-\beta}$, $g = -\beta m$ 이므로 양변에 로그를 취하면 다음 식과 같이 나타낼 수 있다.

$$\ln L = \frac{1}{\beta+1} \ln A' + \frac{g}{\beta+1} t + \ln Y - \frac{1}{\beta+1} \ln(w/p)$$

흐름을 고려한 총 산출을 산정하기 위해서 실시된다.

3) BLS의 투입산출 분석은 노동수요 예측이 아닌, 재화와 용역의 중간

회귀분석에는 다음 식이 적용된다.

$$\ln L = a_0 + a_1 t + a_2 \ln Y + a_3 \ln(w/p)$$

미국 BLS 방식을 기반으로 하는 노동수요함수 추정 방식은 경제이론을 바탕으로 인력수요를 전망한다. 또한, 가정을 단순화 하여 분석하고자 하는 산업의 노동함수를 추정할 수 있다. 앞서 살펴본 산업연관분석이 타산업과의 관계 및 경제 성장까지 가정해야 하는 것에 비해 적은 수의 가정으로 분석을 실시할 수 있다.

하지만 한국직업능력개발원(2001)에서 지적한 바와 같이 BLS의 접근방식은 다량의 전문화된 자료를 필요로 한다. 기존 산업의 경우 관련 자료의 확보가 용의 할 수 있으나, 신·재생에너지와 같은 초기산업은 관련자료의 수집이 어렵다. 또한, 기술진보율 등을 추정해야 하는데 산업 초기의 기술진보율은 변화율이 크기 때문에 과거 자료를 바탕으로 추정한 계수의 신뢰성의 한계가 있다. 이러한 한계점으로 인해 아직까지 노동수요함수를 이용한 신·재생에너지산업의 인력수요전망 연구는 실시되지 않았다. 하지만 IT(정보통신정책연구원, 2004)분야 및 국내 중장기 인력수요전망(한국직업능력개발원, 2001)과 같이 산업범위가 안정된 산업에서는 노동수요함수를 이용하여 개별 산업의 인력수요를 체계적으로 예측하고 있다.

2.4 방법론의 비교

앞에서 살펴본 방법론을 주요 특징에 따라 정리하면 다음 Table 1과 같이 나타낼 수 있다. 우선 예측기간을 기준으로 살펴보면 단기의 인력수요 예측에는 기업체에 직접 설문을 하는 것이 가장 효과적임을 알 수 있다. 기업의 수요를 직접적으로 반영할 수 있기 때문이다. 5년 이하 중기의 예측에는

Table 1. Comparisons of methods to predict demand for workforce

	서베이기법	산업연관분석	노동수요함수
기간	단기	장기	중장기
장점	산업의 수요를 직접적 반영	타 산업 인력수요까지 함께 고려	실제 데이터를 기반으로 둔 경제학적 분석
주의	설문단 구성의 적절성	타 산업과의 관계 설정의 모호함	신뢰성 있는 데이터의 수집

산업연관분석이 적절한 것으로 판단된다. 5~10년 중장기 예측에는 노동수요함수에 기반을 둔 분석이 적절할 것이다. 체계적으로 각 단계별 피드백 과정을 거칠 수 있기 때문에 장기 예측에는 노동함수 방법을 이용하는 것이 바람직하다.

서베이 방법은 산업의 수요를 직접적으로 반영할 수 있는 장점이 있지만, 설문범위를 설정함에 있어 주의를 기울여야 한다. 산업연관분석의 경우 경제전반에 미치는 영향에 대해 분석하고자 할 때 적용하는 것이 적합하다. 단, 신·재생에너지 산업과 같이 한국표준산업분류가 없는 산업의 인력수요를 예측하고자 할 때에는 연관산업의 구성에 신뢰성을 높일 수 있는 방법을 모색해야 한다. 마지막으로 노동수요함수를 이용한 분석은 많은 데이터를 필요로 하고, 계량 추정기법 및 경제이론에 대한 이해가 선행되어야 한다. 하지만 구성이 체계적으로 발전 되어왔고, 각 국 노동통계국에서 적용하고 있을 정도로 발전된 방법론이므로 분석 결과에 대한 신뢰성이 높은 장점이 있다.

3. 주요 국가의 신·재생에너지 인력수요 전망 사례

본 장에서는 한국, 미국(캘리포니아주), 호주의 신·재생에너지 인력수요전망 사례를 방법론에 초점을 맞추어 고찰하였다.

3.1 한국

한국고용정보원(2011)에서는 최근 주목받고 있는 테마 산업의 중장기 인력수요전망을 실시하였다. 신·재생에너지는 그 중 하나의 산업으로 선정되었다. 현재 정부에서는 신·재생에너지를 성장동력산업으로 육성하기 위하여 민·관 합동으로 향후 5년간 총 40조원을 투자할 계획이며 2015년 전체 신·재생에너지 생산액을 50조원으로 예상하고 있다⁴⁾.

이러한 성장을 뒷받침하기 위한 인력양성 정책을 수립하기 위해서는 인력수요전망을 필요로 한다. 하지만 국내 신·재생에너지 산업의 인력수요전망 연구가 체계적으로 수행된 적이 없다는 점에 착안하여 연구를 수행하였다.

한국고용정보원(2011)의 연구에서는 미국 BLS방법과, 산

4) 지식경제부 보도자료(2010.10.13.)

업연관표를 함께 분석에 적용하였다. 앞의 2장에서 살펴본 바와 같이 미국 BLS방법에서는 개별산업의 인력수요를 전망하기 위하여 노동함수를 추정하는 방법을 적용한다. 하지만 한국의 신·재생에너지산업은 근로자의 임금, 근로시간 등의 자료를 수집하는 것이 용이하지 않다.

이에 한국고용정보원(2011)에서는 국가의 총 인력수요전망에 적용하는 방법인 미래생산전망을 실시한 후, 노동계수를 적용하는 방식을 선택하였다. 여기서 노동계수는 산업연관표를 이용하여 도출하였다. 산업연관표에 제시되어 있는 표준산업분류의 고용계수⁵⁾를 각 에너지원별 연관산업의 비중을 고려하여 도출한 것이다. 분석기간은 2010년~2015년이며, 11⁶⁾개 신·재생에너지원 인력수요전망을 실시한 후 그 값을 더하여 최종 신·재생에너지 인력수요를 전망하였다.

연구결과는 다음과 같이 정리할 수 있다. 우선 2010년 신·재생에너지 고용계수는 3.96명/10억원이다. 전체 제조업의 고용계수 3.58명/10억원에 비해 높은 것으로 분석되었다. 2015년의 신·재생에너지 고용계수는 0.79명/10억원 감소한 3.17명/10억원이다⁷⁾.

개별 신·재생에너지원 중에서는 해양에너지의 고용계수가 가장 높고 태양열의 고용계수가 가장 낮은 것으로 나타났다. 2010년을 기준으로 해양에너지의 고용계수는 5.7명/10억원이고, 다음으로는 지열 5.1명/10억원, 소수력 4.8명/10억원, 풍력4.2명/10억원의 순서로 고용계수가 높다. 반면 고용계수가 가장 낮은 태양열은 2.6명/10억원이고, 연료전지 2.7명/10억원, 태양광의 고용계수는 2.8명/10억원이다.

산업성장전망을 반영한 인력수요예측 결과는 다음 Fig. 2와 같다. 2009년 9.2천명 이던 신·재생에너지 인력수요는 2010년에는 14.1천명(추정치)으로 증가하고, 2015년에는 약 33.2천명에 이를 것으로 분석되었다. 2010년에서 2015년 기간의 추가 인력수요는 약 19.1천명으로 매년 약 3천명 이상의 인력수요증가가 예상되었다. 분석 기간 신·재생에너지 인력수요

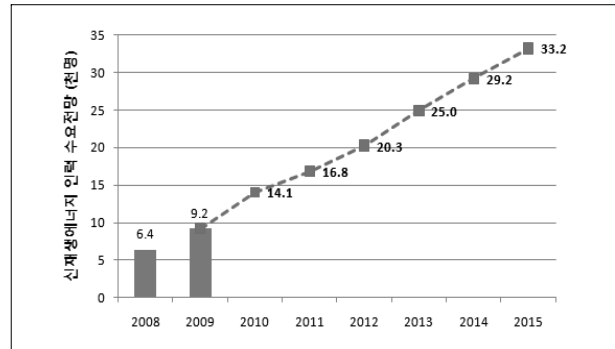


Fig. 2 Estimation of renewable energy workforce in Korea

증가율은 137.1%로, 연평균 성장률 18.9%의 높은 값을 보이는 것으로 분석되었다.

위의 연구에서는 방법론 선정에 신·재생에너지산업의 신뢰성 있는 데이터 확보가 용이하지 않다는 점을 고려하였다. 산업연관표의 고용계수와 산업전망을 고려한 방식은 현재 적용할 수 있는 방법론 중 합리적으로 반영할 수 있는 방법이다. 이 방법은 추가 설문조사나 분석 없이도 기존 자료들을 활용하여 신·재생에너지 인력수요를 전망할 수 있다. 하지만 각 신·재생에너지산업과 표준산업분류 내 연관산업의 관계가 명확히 정의되지 않았다면 적용이 어려운 한계가 있다.

3.2 미국(캘리포니아주)

Heavner and Churchill(2002)의 연구에서는 미국 캘리포니아주의 신·재생에너지산업 인력수요를 예측하였다. 캘리포니아는 적극적으로 신·재생에너지 보급을 추진 중인 대표적인 주이다. 이미 2000년부터 신·재생에너지 산업 확대를 위한 구체적인 제도를 마련하였으며, 2020년 까지 전체 에너지소비의 33.3%를 신·재생에너지로 대체할 목표를 설정하고 있다⁸⁾. Heavner and Churchill(2002)의 연구는 캘리포니아가 이러한 목표를 달성하였을 경우 기대할 수 있는 일자리 창출 효과에 대한 분석을 실시하였다. 위의 연구에서는 신·재생에너지가 기존 발전시설을 대체한다는 점에 착안하여 신·재생에너지와 천연가스의 발전 비용을 비교하였다. 신·재생에너지 산업은 원료에 지출하는 금액보다 인건비의 지출 비율이 훨씬 크기 때문에 동일한 에너지를 생산할 때 더 많은

5) 고용계수는 자영업주 및 무급가족종사자를 포함하느냐 하지 않느냐에 따라 취업계수와 고용계수로 구분된다. 위의 연구에서는 신·재생에너지 산업의 초기산업적인 특성 및 정량분석에 사용된 자료와 정합성을 고려하여 노동계수 중 고용계수를 분석에 사용하였다.
 6) 분석 대상 신·재생에너지원은 태양광, 풍력, 수소, 연료전지, 바이오, 지역, 해양, 태양열, 폐기물, IGCC, 소수력이다.
 7) 현재 우리나라 제조업의 취업계수는 감소추세에 있다. 따라서 대부분 연관산업이 제조업으로 구성된 신·재생에너지의 경우도 2010년에 비해 2015년 단위 부가가치 생산에 따른 취업자 수가 감소한다고 언급하였다.

8) 캘리포니아주 에너지부 홈페이지(<http://www.energy.ca.gov>)

인력을 고용한다고 분석하였다.

Heavner and Churchill(2002)의 연구에서는 CEC(California energy commission)에서 발표한 지수를 이용하여 신·재생 에너지 인력의 수요를 전망하였다. CEC 고용지수는 산업연관분석 방법을 사용하여 도출된 지수이다. 분석에는 2002년 당시 계획되어있던 신·재생에너지 지원 프로그램의 달성을 전제로 분석을 실시하였다. 신·재생에너지 산업의 특성을 고려하여 건설인력(Construction)과 운영인력(Operation and management)을 구분하였다. 또한, 기술개발에 따른 규모의 경제와 기술확산을 고려하여 각 직종별 인력고용 감소율을 함께 고려하였다.

연구결과는 다음 Table 2와 같이 정리하였다. 먼저, 신·재생 에너지를 이용하여 총 전기 소비량의 20%에 해당하는 5,900 MW를 생산할 경우 28,000개의 건설 일자리와, 3,000개의 운영 일자리가 발생하는 것으로 분석되었다. 향후 30년간의 운영을 가정하면 총 120,000개의 일자리 창출 효과가 있는 것이다. 개별 신·재생에너지원 중에서는 지열-매립가스-풍력-태양열 순서로 인력을 많이 고용할 것으로 분석되었다.

반면에 5,900MW의 전기를 천연가스 발전으로 충당할 경우, 연료비로 103억 달러가 요구되며, 29,028개의 일자리를 창출하는 것으로 분석되었다. 이는 신·재생에너지원에 의한 일자리 창출의 1/4수준이다. 이와 같은 분석결과는 신·재생 에너지원의 고용유발효과가 천연가스의 고용유발효과보다 높게 나타남을 의미한다. 기존 화석에너지를 이용한 발전 비용은 연료 구입비용이 대부분인 반면, 신·재생에너지는 노동 비용의 비율이 높게 나타난다.

해당 연구에서는 산업연관분석을 이용하여 신·재생에너지 산업의 고용효과를 분석하였다. 산업의 발전에 따라 기술의

Table 2. Impact comparison of developing 5,900MW of capacity

	기술	건설	운영 및 관리	총 인력	원료구입비
신·재생 에너지	풍력	21,574	740	43,774	
	지열	4,084	2,058	65,832	
	태양광	972	20	1,564	
	태양열	1,555	72	3,724	
	매립가스	253	187	5,873	
	합계	28,437	3,078	120,766	0
천연가스				29,028	\$10.3 billion

출처: Heavner and Churchill(2002)의 연구를 참고하여 재작성

규모 경제 영향으로 인력고용이 감소함을 고려한 것은 신재생 산업에서 인력 고용효과가 과대추정 될 수 있는 한계를 현실에 맞게 조정한 것이다. 또한 위의 연구에서는 단위전력 생산에 필요한 원자재비용과 인력고용비용을 기존화석에너지원과 비교하여 분석을 실시하였다. 이는 신·재생에너지가 타산업과 구분되는 특성을 반영하여 일자리 창출효과를 평가할 수 있는 방법이다.

3.3 호주

Clean energy council(2009)의 연구에서는 호주 신·재생 에너지 기업을 대상으로 2009년 인력고용 현황과, 2020년의 인력수요 예측을 위한 설문조사를 실시하였다. 호주는 2009년 초 Clean energy council에서 호주 신·재생에너지 산업이 성장을 위해 필요로 하는 인력을 차질 없이 공급하는 것을 목적으로 하는 신·재생에너지 인력 공급 및 확대 전략(RETWS)을 수립하였다. 이 전략을 기초로 신·재생에너지 산업 인력에 적합한 교육프로그램들을 전파할 수 있을 것이라 기대하고 있다. 이러한 연구의 기초연구로서 현황 조사 및 인력수요 전망 연구를 실시한 것이다.

Clean energy council(2009)연구에서는 신·재생에너지 인

Table 3. Assumptions used for job projections

Energy		Jobs/MW	Reference
Solar Thermal Electric	C&M	1,455	Navigant Consulting, Sept. 2008, Economic Impacts of Extending Federal Solar Tax Credits.
	O&M	0,066	
Wind	C&M	15	European Wind Energy Association, Jan. 2009,
	O&M	0,4	
바이오 에너지	C&M	1,73	바이오에너지 Task 29, 2007, Renewable Energy Jobs Calculator
	O&M	0,3	
Hydro	C&M	2,1	바이오에너지 Task 29, 2007, Renewable Energy Jobs Calculator
	O&M	0,3	
Landfill Gas	C&M	3	바이오에너지 Task 29, 2007, Renewable Energy Jobs Calculator
	O&M	0,8	
Geothermal	C&M	4	Electric Power Research Institute, 2001, Californian RE Technology Markets and Benefits Assessment for the CEC.
	O&M	1,7	

* C&M is Construction and Manufacture

** O&M is Operation an maintenance

출처: Clean energy council(2009)의 연구를 참고하여 재작성

력수요를 예측하기 위하여 두 가지 방법을 적용하였다. 첫 번째 방법은 신·재생에너지 인력수요 증가추세를 반영하여 미래 수요를 전망한 것이고, 두 번째 방법은 기존 연구들에서 각 신·재생에너지 원별 고용계수를 인용하여 인력수요를 전망하였다.

첫 번째 방법(BAU projection)에서는 호주의 신·재생에너지 업체 1,268개를 대상으로 과거 신·재생에너지 인력 고용 현황 설문을 실시하였다. 이러한 방법은 과거발전 추이를 기반으로 하기 때문에 향후 지원이 이루어질 에너지원에 대한 고려가 미흡할 수 있다. 이에 Clean energy council(2009)의 연구에서는 성장가능 에너지원에 대한 고려를 위하여 최근 증가추세를 보이는 태양광 발전의 미래 전망에 대한 설문을 추가로 고려하였다.

두 번째 방법에서는 McLennan magasanik associates(이하 MMA)에서 수집한 지표틀 기준으로 분석을 실시하였다. 각 신·재생에너지의 2020년 생산 목표에 Table 4의 신·재생에너지원별 고용지수를 적용하여 총 신·재생에너지 원별 인력수요예측을 실시하였다.

각 방법론에 의해 도출한 2020년 호주의 신·재생에너지 인력은 다음 Fig. 3과 같다. 연구결과에 따르면 BAU projection(방법 1)을 기준으로 할 경우 2008년에 10,370명이었던 신·재생에너지 인력이 2020년에는 29,980명으로 증가하는 것으로 분석되었다. 분석기간에 190%의 인력고용이 추가로 이루어지는 것이며 연평균 15.8%의 증가율이다. MMA(방법 2)

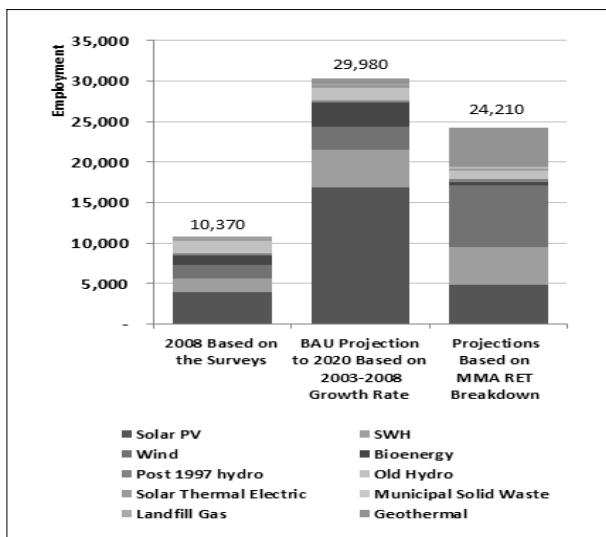


Fig. 3 Renewable energy industry employment in Australia

에 따르면 2008년 기준으로 10,370명이던 신·재생에너지 인력수요가 2020년 24,210명으로 증가할 것으로 전망하였다(연평균 11.1% 증가).

방법 1과 2의 전망결과에 차이가 나타나는 가장 큰 이유는 태양광발전과 바이오에너지 때문이다. 태양광발전에 의한 인력고용은 방법 1의 경우 16,820명으로 분석되었지만, 방법 2에서는 4,845명이다. 또한 바이오에너지는 방법 1에서 2,930명의 인력고용이 예측되었지만, 방법 2에서는 370명의 인력고용이 예측되었다. 이러한 예측은 2008년 현황보다 낮은 값으로 MMA에서 인용용한 지수들이 호주의 상황을 반영하지 못하는 데에서 오는 한계이다.

신·재생에너지 고용효과는 해당 지역의 여건 및 환경에 영향을 많이 받는다. 따라서 다른 국가에서 도출한 지수를 인용하는 경우 적용된 가정에 한계가 있을 수 있음을 반영한다.

4. 결론

본 연구에서는 신·재생에너지 인력수요전망에 적용가능한 방법론을 고찰하고 한국, 미국(캘리포니아주), 호주의 신·재생에너지 인력 수요 전망 사례를 검토하였다.

방법론 비교 연구는 기존 인력수요 예측 방법론의 신·재생에너지 적용 가능성에 대한 분석을 시도하였다는데 의의를 갖는다. 분석결과 현재 신·재생에너지 산업의 인력수요에는 서베이 방법이 통용되고 있었다. 서베이 방법으로 단기 예측을 실시할 경우 신·재생에너지 기업 및 전문가들의 직접적인 산업 성장전망을 반영할 수 있다는 장점이 있다. 하지만, 서베이 방법은 단기의 인력수요 예측에 효과적인 방법으로 중장기 예측을 위해서는 산업연관분석 혹은 노동함수 추정을 바탕으로 한 분석이 추가적으로 이루어져야 할 것이다. 이러한 방법들은 다른 산업과의 연관관계 및 장기인력수요를 체계적으로 도출할 수 있는 특징이 있다.

한국, 미국(캘리포니아주), 호주의 인력수요전망 사례 고찰에서는 세 국가모두 신·재생에너지 인력지수를 도출하는 방법을 적용하고 있음을 알 수 있었다. 여기서 지수를 도출하는 방법은 미국과 한국사례에서 적용한 산업연관표의 연관산업을 이용하는 방법과, 호주에서 적용한 설문을 통해서 지수를 도출하는 방법으로 구분할 수 있다.

또한, 미국(캘리포니아주)과 한국은 분석에 기술진보에 따

른 인력고용 감소비율을 고려하여 현실성 있는 분석을 시도하였다. 각 국가의 연도별 인력수요전망은 한국 18.9%, 호주 11.1%~15.8%로 국가의 정책목표 및 분석방법론에 따라 차이를 보이는 것으로 분석되었다.

본 연구에서 수행한 방법론 및 사례연구를 바탕으로 신·재생에너지 인력수요전망에 고려해야 할 사항을 다음과 같이 세 가지로 정리할 수 있다.

먼저, 신·재생에너지산업이 갖는 고유한 특성을 반영하여야 한다. 각 신·재생에너지는 세부 가치사슬로 구성된다. 예를 들어 태양광 산업이라 하더라도 폴리실리콘-웨이퍼-태양전지-모듈-시스템으로 세분화 되어 있다. 신·재생에너지 산업의 성장을 위한 정책에서도 가치사슬의 흐름을 고려하듯이 인력수요에서도 그 흐름을 고려해야 한다. 또한 신·재생에너지산업은 현재 대부분 산업이 기존 부품소재 및 제조업을 기반으로 하여 발전하고 있다. 따라서 신·재생에너지산업에 고용되는 인력이 순수한 신규 고용 인력인지, 아니면 타 산업에서 이전해온 인력인지에 대한 고려가 추가적으로 이루어져야 할 것이다.

다음으로는 인력수요 단위 대한 고려가 필요하다. 인력수요전망 사례를 보면, 한국의 경우 매출액(명/억 원)을 기준으로 인력수요를 전망하였고, 미국과 호주의 경우에는 발전량(명/Mw)을 기준으로 인력수요를 전망하였다. 이러한 차이는 각 국가의 신·재생에너지 산업 발전 정책기조에 영향을 받는다. 한국은 신·재생에너지산업을 신성장동력산업으로 육성하고자 하는 목표를 가지고 있다. 반면 미국과 호주는 우선적으로 국가 에너지 공급의 일정부분을 신·재생에너지로 대체하는 것에 목표를 두고 있기 때문이다. 신·재생에너지는 에너지 생산을 일차적인 목적으로 한다. 따라서 향후 국내 신재생에너지 인력수요 전망도 산업 성장 목표뿐만 아니라 신·재생에너지 보급목표 달성에 따른 인력고용이 함께 고려될 필요가 있는 것으로 사료된다.

마지막으로 인력수요 모형의 다차원적인 접근이 필요하다. 위에서 살펴본 방법론 및 사례연구들은 수요측면에서 산업 성장 및 발전량 증가에 따른 신·재생에너지 인력수요전망을 실시하고 있다. 하지만 인력수요가 있다 하더라도 적절한 공급이 이루어지지 않으면 인력고용에 균형이 이루어질 수 없다. 이에 신·재생에너지 관련학과 및 특정한 교육훈련 프로그램 등을 대상으로 공급전망을 실시할 필요성이 있다. 교육 형태 및 수준별로 수요와 공급이 함께 제시된다면 효율적인

신·재생에너지 인력정책수립에 보다 직접적인 자료로 활용될 수 있을 것이다.

본 연구에서는 신재생에너지산업의 인력수요 전망을 위한 기초연구로서 연구방법 및 국·내외 실증분석 사례를 정리하였다. 연구 결과를 바탕으로 신·재생에너지 인력 수요 및 공급 전망에 대한 실증연구가 수행되어야 할 것이다. 본 연구결과는 향후 신·재생에너지 인력 정책 수립 및 산업 발전 방안 마련에 활용 될 수 있을 것으로 기대된다.

후 기

본 연구는 2011년도 지식경제부의 재원으로 한국에너지기술평가원(KETEP)의 지원을 받아 수행한 연구과제입니다(No. 20093021020020).

본 연구는 한국고용정보원의 『신·재생에너지 인력수요 전망』 연구의 일환으로 수행되었습니다.

References

- [1] Clean Energy Council, 2009, Renewable Energy Jobs in 2009 and Forecasts to 2020, Australia.
- [2] Hardcastle, Alan., and Stacey Waterman-Hoey, 2009, Renewable Energy Industry Trends and Workforce Development in Washington State . WSUEEP 09-018.
- [3] Hardcastle, Alan., 2010, Green Jobs in Washington State: Progress, Opportunities and Challenges, Washington State University.
- [4] Heavner, Brad., and Susannah Churchill, 2002, Renewable Work (Job Growth Renewable Energy Development in California, CALPIRG Chartable Trust, California.
- [5] Union of Concerned Scientists, 2009, Clean Power Green Jobs, USA.
- [6] 강광하, 2000, 산업연관분석론, 연암사, 서울.
- [7] 부산상공회의소, 2010, 부산지역 신·재생에너지산업 현황 및 활성화 방안. 2010.07.07.
- [8] 에너지경제연구원, 2010, 신·재생에너지 부품·소재 산업 육성을 통한 수출산업화 전략 연구, 경기.
- [9] 에너지관리공단, 2010, 국내 신·재생에너지산업 산업통계조사, 지식경제부.

- [10] 이유아, 김진수, 허은녕, “인력공급지장의 측면으로 본 신·재생에너지 인력양성의 산업기여도 분석”, 한국신·재생에너지 학회지, 2009, Vol. 5, No. 4, pp. 68-73.
- [11] 지식경제부 보도자료, 2008, 그린에너지산업 발전략, 보도자료(2008.09.11).
- [12] 지식경제부 보도자료, 2010, 신·재생에너지산업 발전전략, 보도자료(2010.10.13.).
- [13] 정보통신정책연구원, 2004, IT전문인력 수급전망 방법론에 관한 연구, 정보통신부.
- [14] 한국고용정보원, 2010, 중장기인력수급전망 2008-2018, 고용노동부.
- [15] 한국고용정보원, 2011, 테마 산업·직업 인력수요전망 I 2010-2015, 고용노동부.
- [16] 한국에너지기술평가원, 2009, 그린에너지 산업 인력수급 조사 분석. 서울
- [17] 한국은행, 2004, 산업연관분석해석
- [18] 한국직업능력개발원, 2001, 국가 인력수급 전망 연구(I) 중 장기 인력수급 전망 모형 구축을 위한 기초 연구, 서울.
- [19] 캘리포니아주 에너지부 홈페이지(<http://www.energy.ca.gov/renewables>)

이 유 아



2006년 경희대학교 환경응용화학부 공학사
2008년 서울대학교 에너지시스템공학부 공학석사

현재 서울대학교 에너지시스템공학부 박사과정
(E-mail : youah@snu.ac.kr)

허 은 녕



1987년 서울대학교 자원공학과 공학사
1989년 서울대학교 자원공학과 공학석사
1996년 Ph. D. in Energy, Environmental and Mineral Economics, The Pennsylvania State University, USA

현재 서울대학교 에너지시스템공학부 부교수
동 대학 기술경영경제정책대학원과정 겸임교수
(E-mail : heoe@snu.ac.kr)