

이슈페이퍼

**주요국의 그린에너지 분야
인재양성 및 녹색일자리
창출: 주요국 동향 분석을
통한 시사점 모색**

이남철 · 박종성

주요국의 그린에너지 분야 인재양성 및 녹색일자리 창출: 주요국 동향 분석을 통한 시사점 모색

이남철 · 박종성

주요국의 그린에너지 분야 인재양성 및 녹색일자리 창출 : 주요국 동향 분석을 통한 시사점 모색

이 남 철¹⁾ · 박 종 성²⁾

— <목 차> —

I. 서론	2
II. 주요국의 녹색산업 현황 및 녹색성장 전략	4
III. 주요국의 그린에너지 분야 대학에서의 인재양성 동향 분석	19
IV. 주요국의 그린에너지 부문 일자리 창출 동향 분석	33
V. 정책 제언	53
참고문헌	63

그린에너지 분야의 발전은 산업구조 변화, 녹색일자리 창출, 녹색기술 혁신 등으로 이루어지고 있으며, 이러한 변화는 지속적으로 이루어질 전망이다. 최근 20여 년 동안 신재생에너지 산업 부문의 성장률은 20~40퍼센트로 다른 산업 부문의 성장률 2~3퍼센트에 비해 월등히 높은 비율을 나타냈으며, 그린에너지 관련 사업은 세계시장을 선도하고 있다. 최근 미국, 중국, 캐나다, 독일은 그린에너지 생산의 급속한 증대에 따라 괄목할 만한 고용창출 효과를 나타내고 있다.

본 연구에서는 경제성장의 주요 원천이며 세계 에너지 시장에서 급성장하고 연관 산업이 발달한 신재생에너지 분야에 한정하여 미국, 중국, 캐나다, 독일의 녹색산업과 녹색성장 전략 및 일자리 창출 동향을 분석하여 우리에게 주는 시사점을 도출하고자 하였다.

- 주제어: 그린에너지, 녹색일자리, 녹색산업, 녹색성장, 인재양성

1) 한국직업능력개발원 선임연구위원(E-mail: ncllee@krivet.re.kr).
 2) 한국직업능력개발원 연구위원(E-mail: parkjs@krivet.re.kr).

I. 서론

1. 연구의 필요성 및 목적

새로운 성장산업으로 급부상하고 있는 그린에너지 분야는 1차적 목표라고 할 수 있는 기후변화 및 에너지 의존도 완화를 넘어서 녹색성장의 주요 동력으로 육성되고 있는 추세이다. 그린에너지 분야의 발전은 산업구조 변화, 녹색일자리 창출, 녹색기술 혁신 등으로 이루어지고 있으며, 이러한 변화는 지속적으로 이루어질 전망이다.

최근 20여 년 동안 재생에너지 산업 부문 성장률은 20~40퍼센트로 다른 산업 부문의 성장률 2~3퍼센트에 비해 월등히 높은 비율을 나타냈으며, 그린에너지 관련 사업은 세계 시장을 선도하고 있다. 최근 주요국들은 그린에너지 생산의 급속한 증대에 따라 괄목할 만한 고용창출 효과를 나타내고 있다.

환경 분야의 세계은행이라 할 수 있는 녹색기후기금(Green Climate Fund; GCF) 사무국 한국 유치와 글로벌녹색성장기구(Global Green Growth Institute; GGGI) 설립은 초기단계의 국제기구이지만 전 세계에서 유일한 녹색성장 특화 기구로서 향후 지속적으로 '상호이동(Mutual Leapfrogging)'의 실현을 위해 노력할 필요가 있다. GCF가 출범함으로써 우리나라가 의욕적으로 추진 중인 '녹색개발원조(Green ODA)'³⁾가 더욱 더 체계적으로 진행될 예정이다.

따라서 본 연구에서는 경제성장의 주요 원천인 그린에너지 분야의 인재양성과 일자리 창출의 주요국 동향 분석을 통해 우리나라 녹색산업에서 미래 인재 양성 및 일자리 창출을 위한 정책적 방안을 제시하고자 한다.

2. 연구 추진 방법

본 연구는 최근 국내외 선행 연구 검토를 위한 문헌 분석과 녹색성장 관련 연구 수행 경험이 있는 국내 전문가 자문위원회를 통한 의견을 수렴하여 연구를 수행하였다.

3) 우리나라가 주창한 공적개발원조사업으로 개발도상국들의 녹색성장을 지원하는 것을 주요 내용을 하고 있음.

3. 그린에너지 산업의 정의와 분류 및 연구의 범위

지식경제부(2008)의 「그린에너지 산업 발전 전략」(2008.9.11)에서는 그린에너지 산업의 개념을 “온실가스를 획기적으로 감축하는 혁신적 에너지 기술에 기반한 산업”으로 정의하고, 신재생에너지, 화석연료 청정화, 효율향상 분야로 주요 기술을 <표 I-1>과 같이 구분하여 제시하였다.

<표 I-1> 그린에너지 산업의 12대 주요 기술

구 분	주요 기술
신재생에너지	태양광, 풍력, 수소연료전지, IGCC(석탄가스화 복합발전)
화석연료 청정화	청정연료(GTL 가스액화·CTL 석탄액화), CCS(CO ₂ 포집 및 저장)
효율향상	LED, 전력 IT, 에너지 저장, 소형 열병합, 히트펌프, 초전도

주: 1) IGCC(Integrated Gasification Combined Cycle): 석탄 등의 저급연료를 가스화, 가스 및 증기터빈을 구동하는 친환경 발전 기술.

2) CCS: Carbon Capture and Storage, GTL: Gas To Liquid, CTL: Coal To Liquid.

자료: 지식경제부(2008.9.11), 「그린에너지 산업 발전 전략」 발표 보도자료.

<표 I-1>에서 보는 바와 같이 그린에너지 산업은 다양한 범주를 가지고 있다. 본 연구의 범위는 세계 에너지 시장에서 급성장하고 국내 연관 산업이 발달한 신재생에너지 분야에 한정하였다.

II. 주요국의 녹색산업 현황 및 녹색성장 전략

우리나라는 세계 13위 경제 대국이자 7위 수출국으로 에너지 다소비 국가인 동시에 세계 11위 에너지 소비국이며 5위 석유 수입국이다. 다른 OECD 회원국들과 달리 우리나라는 튼튼한 경제 덕분에 세계 금융위기에서 벗어났고, 지난 10년간 경제성장률을 연평균 4퍼센트 이상으로 유지했다. 이러한 가운데, 에너지·환경 정책은 저탄소 녹색성장, 녹색기술과 청정에너지에 의한 경제성장을 뒷받침하는 데 초점을 맞추고 있다. 2008년 이명박 대통령은 ‘저탄소 녹색성장’을 향후 60년간 우리나라의 경제 발전을 이끌 국가 비전으로 선포했다.

그러나 현재 신재생에너지가 총 에너지 공급에 기여하는 수준은 OECD 회원국 중 가장 낮은 수준이다. 이를 해결하기 위해 정부는 총 에너지 공급에서 신재생에너지가 차지하는 비중을 2030년까지 11퍼센트로 높이겠다는 목표를 세웠다. 또한 제3차 신재생에너지 기본계획에 태양광, 태양열, 지열, 바이오에너지 등 핵심 기술을 명시하고, 2012년 기존 발전차액지원제도를 신재생에너지 의무사용제도로 대체하여 신재생에너지 목표치를 달성하려고 한다.

이러한 시점에서 미국, 중국, 캐나다, 독일의 녹색산업 현황과 녹색성장 전략을 분석하고 우리에게 주는 시사점을 도출하고자 한다.

1. 주요국의 신재생에너지 산업 현황

각국의 신재생에너지 분야에 대한 적극적인 투자 및 지원으로 인해, 2035년에는 풍력, 바이오매스, 태양광 등이 수력을 제외한 신재생발전의 약 90퍼센트를 차지할 것으로 보인다. 전 세계적으로 2008년부터 2035년까지의 증가율은 태양광이 10.6퍼센트로 가장 높고, 그 다음으로 풍력 7.5퍼센트, 지열 4.2퍼센트이며, 연평균 변화율이 낮은 부문은 수력으로 2.2퍼센트이다(〈표 II-1〉 참조). 비OECD 국가의 신재생발전량의 연평균 증가율을 보면, 태양광 22.8퍼센트, 풍력 11.6퍼센트로 가장 높은 성장률을 보이고 있으나, 발전량 규모 면에서 태양광이 차지하는 비중은 극히 적은 수치이다. 마찬가지로 OECD 국가도 태양광 8.8퍼센트와 풍력 6.1퍼센트로 가장 높은 성장률을 보이나, 태양광발전량 규모는 극히 적은 수치이다.

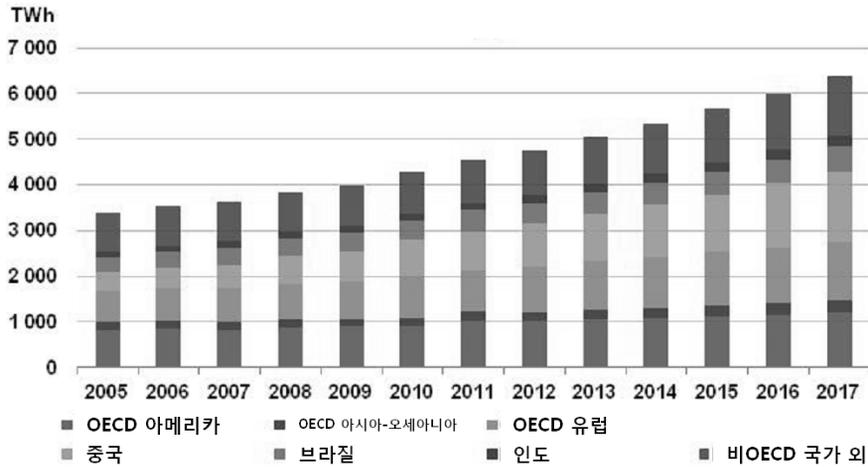
<표 II-1> 신재생에너지원별 순 발전량

지역	2008	2015	2020	2025	2030	2035	연간 평균 변화율 2008-2035
수력	1,329	1,418	1,520	1,600	1,668	1,717	1.0
풍력	181	492	689	806	852	898	6.1
지열	38	56	67	79	93	104	3.8
태양광	12	68	86	95	105	120	8.8
기타	217	268	309	362	381	398	2.3
총 OECD	1,778	2,302	2,671	2,941	3,099	3,237	2.2
수력	1,791	2,363	2,946	3,224	3,536	3,903	2.9
풍력	29	219	347	426	499	564	11.6
지열	22	56	58	61	70	81	5.0
태양광	0	19	48	60	65	71	22.8
기타	41	132	186	252	321	375	8.5
총 비(非)OECD	1,884	2,789	3,585	4,023	4,491	4,995	3.7
전 세계							
수력	3,121	3,781	4,465	4,823	5,204	5,620	2.2
풍력	210	711	1,035	1,232	1,350	1,462	7.5
지열	60	112	125	139	163	186	4.2
태양광	13	87	134	155	170	191	10.6
기타	258	400	496	614	702	772	4.1
전 세계 총계	3,662	5,091	6,256	6,964	7,590	8,232	3.1

자료: IEA(2012), Renewable Energy: Medium-Term Market Report(2012).

신재생에너지 발전의 성장은 중국, 브라질, 인도 등 비OECD 국가가 주도하고 있다. 이들 비OECD 국가는 앞으로 증가가 예상되는 전체 신재생에너지 발전의 2/3을 차지하고 있으며, 다른 개발도상국에서도 급격히 증가할 전망이다. OECD 국가의 성장세는 주로 유럽이 주도하고 있으나, 미국 및 아시아-오세아니아 지역의 신재생에너지 발전량도 증가하는 추세이다([그림 II-1] 참조).

[그림 II-1] 신재생에너지 전력 생산량 및 전망



자료: IEA(2012), Renewable Energy: Medium-Term Market Report(2012).

최근 녹색성장이 국가 성장의 새로운 패러다임으로 대두됨에 따라, 각국 정부들은 신재생에너지 산업을 신성장 동력으로 육성하기 위해 노력하고 있다.

가. 미국

미국은 세계 제1의 1차 에너지 소비 국가로서, 2010년 미국 내에서 사용되는 1차 에너지의 대부분은 석유 등 화석연료에 의존하고 있다. 그러나 2035년에는 화석연료가 미국 내 총 에너지 사용에서 차지하는 비중이 2009년 83퍼센트에서 78퍼센트로 감소하는 반면, 신재생에너지의 비중은 2009년 8퍼센트에서 13퍼센트로 빠르게 증가할 전망이다.

풍력과 바이오매스가 신재생에너지 발전을 주도할 것으로 전망되며, 바이오매스는 2035년에 수력을 제외한 신재생발전의 39퍼센트를 차지하고, 태양광발전은 2009년 2퍼센트에서 2035년 5퍼센트로 증가할 것으로 예상된다.

미국은 청정에너지 분야에서 기술혁신과 자금 마련에 선도적인 역할을 수행하고 있으나, 제조업 부문에서는 뒤처져 3위를 기록하고 있다. 미국은 청정에너지 혁신·제조 분야에서 위태로운 선두를 유지하고 있는 가운데 청정에너지 무역적자가 증가한 데 따른 위기의식을 토대로 과학 및 공학 교육, 연구 및 혁신, 생산 및 제조, 산업 클러스터 등 4개 부문에 대한 정책 권고안을 제시하고 있다. 기술혁신 및 지속적인 경제성장을 위해 과학·기술·공학·수학 교육(Science, Technology, Engineering and Math; STEM) 교육 분야에

대한 투자가 중요함을 강조하면서 향후 5년간 청정에너지 교육의 지속적인 확대를 통해 4억 7,000만 달러에 달하는 투자를 권고하고 있다. 매년 최소 1만 명의 대학생에게 장학금, 정부대출금, 인턴십 등을 지원하고 에너지공학 및 관련 분야의 최소 3,000명의 대학원생에게 3년간 연구비를 제공하는 등의 권고안을 제시하고 있다.

미국의 태양광 업체인 First Solar 사는 최근 총 인력의 30퍼센트를 감원하기로 결정하였는데, 이는 신재생에너지에 대한 각국 정부 지원의 불확실성이 증가하고, 저가 중국산 패널과의 경쟁이 심화되었기 때문이라고 밝혔다. 한편, 미국의 신재생에너지 시장은 천연가스 가격의 급락으로 어려운 상황이나, 많은 기업들이 새로운 프로젝트에 지속적으로 투자하고 있어 미국 태양광시장의 성장잠재력은 여전히 큰 것으로 평가되고 있다.

나. 중국

중국은 2009년에 신재생에너지 분야에 346억 달러를 투자하여 처음으로 신재생에너지 투자규모에서 세계 1위를 차지하였으며, 지난 5년간 투자 규모는 147.5퍼센트 증가하였다. 중국은 세계 풍력 및 태양광 모듈의 50퍼센트 가량을 생산하고 있으며, 청정에너지 투자액이 2011년 대비 39퍼센트 증가한 554억 달러로 세계 1위를 차지하고 있다.

중국 정부는 2003년 1차 에너지 소비가 급증함에 따라 에너지 생산을 높이는 한편, 장기적으로 에너지 수요 증가를 충족하고 에너지 안보를 확보하기 위해 신재생에너지 정책을 적극 추진하고 있다. 중국 정부는 신재생에너지 부문의 육성을 에너지 안보 문제의 해결, 환경 문제에 대한 국제사회로부터의 압력 해소뿐만 아니라 지역 균형 개발, 신성장 동력의 창출과 다원적인 효과를 가진 정책으로 인식하고 적극적으로 추진하고 있다.

중국 정부는 2006년에 재생에너지와 관련한 최초의 「재생에너지법」을 시행하고 재생 가능한 에너지 총량 목표, 전력의 의무 매입, 매수 전력 가격, 송배전 회사의 비용 부담, 자금 지원 등 재생에너지 보급에 필요한 제도를 명시하고 있다. 국가발전개혁위원회는 2007년에 ‘재생에너지 중·장기 발전 계획’을 발표하였고, 2010년에는 2012년 5차 계획(2011~2015년)을 수립하여 스마트그리드와 신재생에너지 투자에 중점을 둔 계획을 가지고 있으며, 2020년까지 15퍼센트의 비화석 에너지 목표와 이산화탄소 배출량을 40~45퍼센트까지 감량할 계획을 수립하였다. 중국 정부는 2020년까지 태양에너지, 풍력에너지, 원자력에너지, 바이오매스, 지열에너지 등에 5조 위안을 투자할 계획이다.

다. 캐나다

캐나다는 소수력, 바이오매스, 풍력, 지력, 해양, 조력 그리고 태양 등 다양한 재생에너지를 보유하고 있다. 수력발전을 제외한 재생에너지는 빠르게 성장하고 있으나 아직 규모는 미미하며, 풍력과 태양광은 연평균 증가율이 각각 35퍼센트, 32퍼센트로서 가장 빠르게 증가하는 재생에너지이다. 캐나다 에너지 공급원 중 수력이 61퍼센트로 최대 비중을 차지하며, 그 외에 화력(18퍼센트), 원자력(15퍼센트), 천연가스(4퍼센트)가 주요 전력 공급원 역할을 하고 있다. 풍력, 태양광, 조력 등 신재생에너지의 비중은 1퍼센트 미만으로 아직 미미한 편이나, 신재생에너지에 대한 정부의 지속적인 투자를 통해 산업 발전을 지원하고 있다.

특히 온타리오 주는 신재생에너지 산업 부문에서 주정부의 전폭적인 지지를 받고 있다. 2010년 온타리오 주정부에서 공시한 온타리오 주정부 장기 계획(Ontario Government's Long Term Plan)에 따르면, 대기오염 감소를 위해 2014년까지 모든 석탄발전소를 폐쇄하는 계획을 세웠다. 이로 인해 감소하는 전력 공급량을 대체하기 위해 풍력, 태양력, 바이오매스 등 신재생에너지 산업에 지속적인 투자를 하고 있다. 또한 2018년까지 수력을 제외한 1만 700MW 용량을 신재생에너지 자원으로 대체할 계획을 가지고 있다.

라. 독일

독일은 태양광발전과 풍력발전량을 늘렸으며, 청정에너지 투자액이 412억 달러에 달해 전 세계에서 2위를 차지하고 있다. 2000년, 「신재생에너지법」 발표 이후 지난 10년간 신재생에너지 전력 공급이 6.4퍼센트에서 약 16.8퍼센트로 급증하였으며, 2010년 신재생에너지 발전 지원금은 1,200억 유로에 달한다. 「신재생에너지법」의 지속적인 개정을 통해 수년 전부터 해상 풍력발전 이외에도 내륙에 풍력발전 설비 구축을 가속화하고 태양열발전 및 바이 가스 등 신재생에너지 발전에 대한 투자를 확대하고 있다.

독일은 지난 2001년에서 2020년까지의 원자력발전의 단계적 폐지를 공표하고, 새로운 에너지원의 확보와 이산화탄소 감축을 위해 신재생에너지 보급을 추진하고 있다. 이에 따라 1990년에 1.5퍼센트에 불과했던 1차 에너지 중 신재생에너지의 비중은 2009년에 9.1퍼센트까지 성장하였으며, 특히 풍력발전, 태양광발전, 바이오매스 발전, 바이오디젤 등은 세계에서 최고이다.

2012년 기준 재생에너지는 최종 에너지 소비량의 10.9퍼센트를 차지(전기소비량의 17

퍼센트)하고, 2005년 6.8퍼센트 대비 4.1퍼센트 포인트 증가했으며, 2050년 60퍼센트(전기 소비량의 80퍼센트)를 목표로 하고 있다. 1990~2010년 사이 전기생산 중 재생에너지가 차지하는 비율은 OECD 평균과 비슷한 수준이나, 성장률은 OECD 평균의 10배에 달하고 있다. 풍력이 전체 재생에너지 전력 생산의 36.5퍼센트를 차지하는 가운데, 바이오매스(32퍼센트)와 수력(19.9퍼센트), 태양광(11.3퍼센트) 등이 그 뒤를 따르고 있다([그림 II-2] 참조). 재생에너지 전력 생산이 꾸준히 증가하고 있으나, 북유럽 국가 등에 비하면 여전히 낮은 비율을 보이고 있다.

특히, 육상풍력발전이 급증하였으며, 해상풍력에 대해서는 독일재건은행(KfW)이 특별 재정지원 프로그램을 통해 약 50억 달러를 지원하였다.

독일은 2012년 6월 말 기준, 전체 전력 생산에서 신재생에너지가 차지하는 비율이 25.1퍼센트(2011년 말 기준 21퍼센트에서 4.1퍼센트 포인트가 증가)로, 전체 전력 생산의 1/4에 해당하는 전력을 신재생에너지로 충당하고 있다. 독일은 에너지 전환 정책에 따라 2022년까지 원자력발전 가동을 완전 중단하며, 전체 전력 생산에서 신재생에너지 비율을 2020년까지 35퍼센트, 2050년까지 80퍼센트로 확대할 계획이다.

독일은 2012년 1월 「재생에너지법」을 개정하여 전력 생산 중 신재생에너지 비중을 확대하고, 특히 풍력, 바이오, 에너지 저장 기술에 대한 투자를 확대하고 있다. 독일 정부는 2011년부터 “환경 친화적이고 안정적인 저렴한 에너지 연구”라고 불리는 제6차 에너지 연구 프로그램을 지원하고 있으며, 2011~2014년 동안 총 34억 유로를 지원할 계획이다. 본 프로그램에는 연방경제기술부(BMWi), 연방교육연구부(BMBF), 연방환경부(BMU) 및 소비자보호·식량·농업부(BMVEL) 등 4개 부처가 참여하고 있다. 특히 BMBF는 재생 가능 에너지 및 효율적 에너지 생산과 관련된 기초 연구들과 에너지 저장 장치 및 기술 개발에, BMU는 재생 가능 에너지와 에너지 효율성 분야 연구 개발 지원 업무를 담당하고 있다.

독일의 최근 신재생에너지 관련 산업 동향은 다음과 같다.

첫째, 탈 원자력 정책 추진이다. 일본 원전 사고 이후 독일은 2011년 탈 원전 정책을 강화하고, 가동 중인 원전 17기 중 가장 오래된 원전 8기의 가동을 2011년 중단, 나머지 원전 9기를 2022년까지 폐쇄할 예정이다. 독일 정부(사민당-녹색당 연정)는 2002년 4월 「원자력법」을 개정, 가동 중인 원전 17기를 2021년까지 모두 폐쇄하기로 결정하였다. 그러나 독일 정부(기민당-자민당 연정)는 늘어나는 에너지 수요를 충당하기 위해 2010년 11월 「원

자력법」을 개정, 원전 17기의 가동 기한을 추가로 8~14년(평균 12년) 연장할 수 있도록 한 바 있다.

둘째, 에너지 전환 정책으로 에너지 주 공급원을 신재생에너지로 전환하는 것을 추진한다. 원전에 의한 전력 생산을 2022년까지 전면 중단하면서 신재생에너지 전력 생산 비율을 2020년까지 35퍼센트, 2050년까지 80퍼센트로 확대할 예정이다. 신재생에너지 전력 생산 비율은 에너지 전환 정책이 시작된 2010년 16.7퍼센트에서 1년 뒤인 2011년 20퍼센트로 상승하였다. 그러나 2012년 초 에너지 전환 정책과 관련한 정부의 장기적 계획 설정 및 정책 집행 방법에 대한 비판의 목소리가 높아졌다.

연방정부와 주정부의 긴밀한 협력의 필요성이 대두됨에 따라 메르켈(Merkel) 총리, 뢰슬러(Rösler) 경제장관, 알트마이어(Altmaier) 환경장관 그리고 각 주총리가 참석한 가운데 중앙경제공작회의가 2012년 5월 25일 처음으로 개최되었다. 향후 6개월 주기로 회의를 개최하여 단체 간의 협력과 에너지 전환 정책 실현을 위하여 문제 해결 방안 등을 논의할 예정이다.

2. 녹색산업 성장 전략

가. 미국

미국은 1980년대 후반부터 에너지 문제 극복을 위해 신기술 개발을 추진, 저탄소 녹색 성장을 달성하고자 하였다. 이에 따라 부시 행정부는 미국 경제의 지속가능한 성장과 국가보안을 위한 친환경에너지 개발을 중시, 매년 에너지 기술 및 신재생에너지 개발 정책을 발표했다. 정부 주도하에 신재생에너지 기술 개발 및 미래형 친환경 자동차 개발에 집중하는 등 국가 에너지 전략을 수립하여 차세대 성장 동력으로 삼았다.

미국은 세계 제1의 1차 에너지 소비국가로서, 2001년에 국가에너지 정책을 발표한 이후 2005년 「에너지 정책법」 2006년 선진 에너지 구상, 2007년 「에너지 독립안보법」과 신재생에너지 비전 등과 관련된 지속적인 정책을 추진하고 있다. 향후 10년간 1,500억 달러를 신재생에너지 분야에 투자하여 녹색일자리 창출 및 재생에너지 전력 공급 비중 확대를 추진하고 있으며, 이를 위해 「에너지 정책법」(2005)과 「경기부양법」(2009)을 근거로 세금환급, 보조금 등 다양한 지원을 추진하고 있다.

글로벌 경기침체 이후 출범한 오바마 행정부의 녹색성장 전략은 경기침체 극복을 위한

경기부양 법안과 탄소배출총량거래제(Cap and Trade; CAP)를 포함한 기후변화 법안 추진으로 요약할 수 있다.

오바마 대통령은 '석유중독'에서 벗어나기 위해 자동차 연비기준을 연평균 4퍼센트 강화하고, 2015년 플러그인 하이브리드 자동차 100만 대 보급 등 에너지 효율과 수요관리를 강화했다. 동시에 에너지 절약과 재생에너지 등 그린에너지 산업을 통해 신규 일자리 500만 개를 창출, 고용확대를 통한 경기침체 극복을 도모하였다.

이와 같은 경기부양 정책의 목적은 친환경에너지 및 재생에너지 육성, 정보통신망 개선 등 미래 성장 동력 확보는 물론 보건·의료 체계 개선, 교육제도 개선 등 중산층 지원 강화로 요약된다. 경기부양 정책은 크게 친환경 녹색산업을 지원하는 재정지출과 세금감면으로 나눌 수 있다. 재정지출은 신재생에너지 관련 연구 개발, 청정에너지 보급, 에너지 효율성 확대, 전기자동차 인프라 구축 및 대체에너지 자동차 구매 촉진, 스마트그리드 관련 활동 지원 항목으로 구성되어 있다. 반면, 관련 감세는 청정에너지, 에너지 효율성, 전기자동차 인프라 구축 및 대체에너지 자동차 구매 촉진, 대중교통 및 철도로 구성된다.

동시에 기후변화 문제가 국제사회의 이슈로 부각되는 요즘, 오바마 행정부 역시 온실가스 감축 계획을 설정하는 등 환경 문제에 대해 미국이 국제적인 리더십을 발휘하겠다는 방침을 세웠다. 기후변화 법안은 ① 청정에너지, ② 에너지 효율성, ③ 온실가스 배출 감축 프로그램, ④ 청정에너지 경제로의 전환으로 구성되어 있다.

오바마 대통령은 녹색성장과 관련하여 신에너지 경제(New Energy Economy)의 실현으로 미국의 에너지 독립을 달성하자는 공약을 내세웠으며, 향후 10년간 1,500억 달러를 청정에너지(Clean Energy) 산업에 투자하여 그린에너지 산업 시장 창출과 일자리 5백만 개를 창출하겠다고 발표하였다. 그리고 미국의 탄소배출량을 2050년까지 1990년 대비 80퍼센트 수준으로 감축하고, 환경친화에너지 및 대체에너지 개발 등을 통해 2030년까지 미국 에너지소비량의 50퍼센트 절감을 목표로 제시하였다.

재선에 성공한 오바마 정부는 지난 임기에서 완수하지 못한 기후변화 대응이 최대의 이슈 중 하나로 부상할 가능성이 높다. 얼마 전 미국에 엄청난 피해를 준 허리케인 샌디, 기록적인 긴 가뭄 등 자연재해와 원자재 가격 상승, 북극 빙하의 최저점 기록 등이 미국 시민사회의 기후변화에 대한 인식의 전환을 불러온 것도 오바마의 기후변화 정책을 뒷받침해 줄 수 있는 기제로 작용할 것으로 예상된다.

오바마 정부가 중점적으로 추진한 재생에너지 확대 정책도 더욱 탄력을 받을 것이다.

이를 위해서 우선 현재의 재생에너지 R&D 지원을 증가시키고, 재생에너지 설비 투자에 지원되는 세금 지원도 지속될 것으로 전망된다. 또한 현재 미국 내 주(州) 단위로 추진하고 있는 재생에너지 의무사용제도도 연방정부 차원으로 확대될 것으로 예상된다. 이와 더불어 몇몇 주 연합으로 추진되고 있는 탄소에 가격을 부여하는 배출권거래제나 탄소세의 확대에도 긍정적인 영향을 미칠 것으로 예상된다.

나. 중국

중국은 잠재적으로 극히 중대한 전환기의 초기 단계에 있다. 중국 정부는 경제의 녹화(Greening)가 전 세계적인 추세이며, 환경보호와 동시에 개도국 경제성장의 글로벌 전략으로 받아들여지고 있다는 사실을 인지하고 있다. 중국의 고위 정치 지도자들은 중국이 에너지 및 수자원 활용의 효율성 개선에 기반하고 있는 녹색 개발과 신재생에너지로의 변화에 전념하고 있음을 강조하고 있다.

2007년 제17회 중국 공산당 국민회의에서 후진타오 주석은 “개발의 과학적 개념 구현은 종합적이고 통합적이며 지속가능한 개발에 의존해야 한다”라고 언급하였다. 2010년 일본 요코하마에서 개최된 APEC 정상 회의 등 다른 국제 행사에서 후 주석은 중국의 성장 패턴을 친환경적이고 지속가능한 개발로의 변화로 추구하고 있다고 단언하였다. 마찬가지로 리커창 부주석도 중국은 녹색경제를 육성하고 강화해야 하며, 녹색 개발을 촉진해야 한다고 밝힌 바 있다. 또한 이에 대한 정책적 인센티브와 표준제도를 만들기 위한 제도적 장치를 발전시켜야 한다고 언급했다.

중국의 녹색경제로의 전환은 녹색일자리 창출을 포함하여 경제성장을 위한 새로운 기회를 제공하지만, 지난 수십 년 동안의 급속한 경제 발전이 초래한 심각한 환경 문제를 언급할 필요가 있음을 시사한다. 중국의 GDP는 지난 30년간 해마다 세계에서 가장 빠른 평균 10퍼센트대의 성장률을 보였으며, 2010년 2/4분기에는 일본을 추월하며 세계 제2의 경제대국이 되었다.⁴⁾ 이러한 성장에 필요한 급속한 산업 발전은 거대한 환경적 대가를 남겼다.

1980년대 이래로 중국은 석탄 및 기타 공업 자원으로 인한 대기오염 악화 때문에 어려움을 겪어 왔다. 1990년대 후반부터 2000년대 중반까지 중국 도시의 60퍼센트 이상, 도시

4) “China Overtakes Japan as World’s Second-Biggest Economy,” Bloomberg.com, 16 August 2010.

인구의 2/3가량의 가정이 국가 환경 및 대기 품질 표준을 충족하지 못하였다. 2008년 세계보건기구(WHO)는 세계에서 가장 오염된 10개 도시로 수도인 베이징을 포함한 중국의 7개 도시를 발표했고, 중국사회과학원은 국가의 환경 문제로 야기된 경제적 대가의 16퍼센트 이상을 대기오염으로 설명할 수 있다고 평가했다.

중국의 온실가스 배출 또한 급속히 증가하고 있다. 2006년 중국은 공업 자원, 주로 화석연료 연소로 인한 이산화탄소(CO₂) 최대 배출국으로 배출량이 미국을 넘어섰다.⁵⁾ 중국의 CO₂ 발생량의 약 80퍼센트는 발전(發電)을 위한 석탄 연소 및 활용으로 인한 것이다. ‘가장 더러운 화석연료’ 중 하나인 석탄은 2002년부터 2008년 사이 중국의 총 에너지 소비의 약 70퍼센트를 차지하였고, 중국 전력 생산의 80퍼센트를 담당하였다.

산업화는 중국의 수자원을 오염시키고 있다. 2005년, 미국 환경보호국(United States Environment Protection Agency; USEPA) 기준으로 중국의 강 가운데 약 59퍼센트가 마실 수 없는 물로 평가되었고, 같은 해 중국 내 호수 및 물 보유량의 70퍼센트 이상이 심각하게 오염되었으며, 지하 대수층의 1/4, 도시 대수층의 1/2 이상이 심각하게 더럽혀진 것으로 간주되었다. 이렇듯 수질오염은 3억 6,000만 명 이상 중국인의 건강을 위협했다.

중국의 농촌 환경과 육지 생태계 역시 고통 받고 있다. 2008년, 공업 자원의 대부분을 차지했던 중금속은 연평균 1,000만 톤에 이르는 곡물 수확량을 감소시키며 중국 농경지의 1/5을 오염시켰다. 농경지 오염에 의한 농경지의 감소로 중국 1인당 곡물 비축량은 1998년 412킬로그램에서 2003년 334킬로그램으로 떨어졌다. 또한 1994년부터 2009년 사이 사막화 속도의 증가로 인해 사막의 면적이 2,500제곱킬로미터에서 3,500제곱킬로미터로 증가하였으며, 사막화 방지를 위해 해마다 평균 540억 위안(US\$ 83억)을 지출하였다.

인구 증가와 중국 경제의 폭발적인 성장으로 인해 야생동물 역시 대가를 치러야 했다. 중국에는 현재 “멸종 위기에 처한 야생 동식물종의 국제거래에 관한 협약”(the Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora; CITES)이 적용된 640개 멸종위기 종 가운데 156종이 서식하고 있다. 반면 전국에 걸친 고지대 식물 가운데 15~20퍼센트가량이 산림 훼손과 생태계 기능 파괴로 위협 받고 있는 것으로 나타났다.

최근 중국 공산당 총서기에 등극한 시진핑은 이미 여러 매체를 통하여 환경 분야의 중

5) “China Overtakes U.S. in Greenhouse Gas Emissions,” New York Times, 20 June 2007.

요성을 강조한 만큼 강한 정치적 리더십을 보일 것으로 예상된다. 중국의 환경에너지 분야의 변화 가능성에는 지속적인 경제성장 속에서도, 현재의 과도한 화석에너지 사용과 환경오염으로 인한 피해를 최소화하지 못할 경우, 중국 내 불만을 잠식시킬 수 없다는 위기의식이 작용하고 있다. 2012년 10월에 있었던 Ningbo(닝보) 시민의 ‘시노펙(Sinopec)’ 사 석유화학공장 유치 반대 시위를 통해 알 수 있듯이, 이제 중국 내에서도 환경 문제에 대한 국민적 의식 수준은 크게 변화하고 있다는 점과 환경 비용이 중국 전체 국민총소득(Gross National Income; GNI)의 8.9퍼센트(독일은 0.5퍼센트)에 달할 정도로 심각하다는 점도 중국 내 환경정책의 변화를 예상해 볼 수 있는 실마리를 제공하고 있다.

중국은 2012년 10월에 발표한 ‘새로운 에너지 정책 2012’에서 2020년까지 2005년 국내 총생산(Gross Domestic Product; GDP) 대비 이산화탄소 배출량을 45퍼센트까지 줄이고, 재생에너지(수력, 바이오매스, 풍력, 태양광) 등도 확대할 계획이라고 공언하였다. 또한 그동안 발표를 유보한 원자력발전도 전체 에너지의 20퍼센트까지 확대한다는 계획이다.

이에 따라 중국은 재생에너지 확대와 산업 육성을 위해서도 향후 더욱 박차를 가할 것으로 예상된다. 2011년 기준 재생에너지 장비 매매 액수는 570억 유로로 유럽(470억 유로), 미국(370억 유로)을 이미 앞질렀으며, 미국, 유럽, 일본 등 다른 나라가 경기침체와 함께 녹색 R&D 분야를 축소시킨 것과 달리 지속적으로 증가시키고 있다. 그러나 대외적으로 기후변화 협상 부분에 있어서는 중국의 현재 입장이 크게 변화하지는 않을 것으로 전망된다.

다. 캐나다

2012년 G20 재무장관회의에서 캐나다는 ‘녹색 인프라 기금’을 설치하고 친환경 인프라에 20억 달러(캐나다달러) 투자하기로 하였다. 캐나다는 1996년부터 재생에너지 개발 및 관련 기술의 상용화 촉진을 위한 청사진을 마련하였다. 그 후 다양한 입법화를 통해 강한 정책을 추진하였으며, 2004년에는 주정부 차원의 재생에너지 관련 규정 및 제도를 도입하였다. 또한 2010년부터 2012년까지 에탄올 및 바이오연료 혼합 관련 법령을 제정하였다(〈표 II-2〉 참조).

<표 II-2> 캐나다 법안 주요 내용

연도	규정 내용
1996 ~ 1997	재생에너지 개발 및 관련 기술의 상용화 촉진을 위한 청사진 마련
1998	민간 부문 연구 개발에 대한 지원제도 수립
1999	온실가스 배출 감소를 위한 전문가들과의 방안 수립
2000 ~ 2001	다양한 인센티브 제도 마련
2003	에탄올 연료 생산 및 활용 확대 프로그램 발표
2004	주정부 차원의 재생에너지 관련 규정 및 제도 도입
2006 ~ 2007	초기 규정 및 제도 개정작업 진행
2007	ecoEnergy Technology Initiative 및 ecoTrust Fund 프로그램 발표
2010 ~ 2012	에탄올 및 바이오연료 혼합 관련 법령 제정 예정

자료: www.canada.gc.ca(2012).

캐나다 정부는 건강하고 지속가능한 환경을 유지하는 녹색경제 달성을 경제성장에 없어서는 안 될 중요한 요소로 인식하고 있다. 이에 따라 녹색경제 추진을 위해 균형(Balance), 경쟁(Competition), 협력(Partnership), 혁신(Innovation), 비용절감(Cost-effectiveness)이라는 원칙하에 예산을 장기적·효율적으로 배분하는 계획을 추진하고 있다.

캐나다 정부가 적극적으로 저탄소 녹색성장을 추진한 시점은 2005년부터로, 인프라, 에너지 효율성, 청정에너지 기술 및 개발 등에 약 100억 캐나다달러(미국달러의 0.98퍼센트)의 예산을 투자하였다. 이 예산안에 따라 지속가능한 환경을 보존하기 위해 향후 5년간 50억 캐나다달러를 온실가스 감소와 환경기술 개발 지원, 재생가능 에너지 개발, 사회간접자본 투자 및 에너지 이용효율법 개정, 자연환경 보존, 농업부문 지원 등에 투입하기로 하였다.

다른 주요 국가들처럼 캐나다 정부 역시 글로벌 금융위기의 해법을 녹색성장에서 찾고 있다. 캐나다 정부는 녹색고용 및 녹색성장을 위해 2010년 3억 4,000만 캐나다달러, 2011년에는 5,800만 캐나다달러를 투자했다. 구체적으로는 임업산업에서의 청정에너지 기술 도입과 상용화를 위해 2014년까지 1억 캐나다달러를 지원할 계획이다. 또한 청정에너지 생산 지원 방안의 일환으로 세금감면 혜택도 부여하고 있다.

임업산업에 대한 청정에너지 기술 도입과 상용화를 위해 신세대 재생에너지 이니셔티브(Next Generation Renewable Power Initiative)를 도입하고, 2014년까지 4년간 1억 캐나다달러를 지원할 계획이다. 또한 청정에너지 생산 지원 방안으로 가속자본 비용수당

(Accelerated Capital Cost Allowance)을 통한 세제지원을 하기로 하였다.

또한 캐나다 정부는 혁신을 통한 경제성장 및 고용창출을 목적으로 세계 수준의 연구 인프라를 구축하기 위해 브리티시 콜롬비아 주에 위치한 핵·소립자 연구소 TRIUMF⁶⁾에 2010년부터 향후 5년간 2억 2,200만 캐나다달러를 투자하기로 하였다.

또한 태양광 시스템 등을 사용하는 기업들에게 세금을 감면해 주는 제도 등을 통해 캐나다의 녹색성장 산업 정책을 지속적으로 추진해 오고 있다. 특히 태양광 산업은 지난 20년 동안 연평균 22퍼센트의 급격한 성장세를 보였으며, 태양광 산업을 이끄는 기업들도 증가하고 있다.

태양광 셀과 모듈 제조업체인 ‘캐나디안 솔라’ 사는 작년 매출액이 15억 캐나다달러에 이르고, 태양광 전문프로젝트 개발업체 ‘스카이 파워’ 사는 2011년 4월 기준 24개 257.55MW 규모의 전력구매 계약을 체결하는 등 녹색성장을 통해 글로벌 기업으로 성장하고 있다.

라. 독일

독일은 기후변화 측면에서 2012년 교토의정서에 따른 온실가스 감축 의무(1990년 대비 21퍼센트 감축 의무)를 성공적으로 달성하여(2009년에 이미 26퍼센트 감축 달성) OECD 회원국 중 가장 높은 성과를 보였다. 독일은 EU의 배출권거래제(Emission Trading Scheme; ETS) 범위 내에서 중·장기적인 배출 감축 의무를 EU보다 높게 설정하였다. OECD 회원국 가운데 절반 이하의 국가만이 의무 이행이 가능한 상황에서 독일은 제조업과 건설 분야에서 가장 큰 성과를 거두었고(40퍼센트 감축), 여타 회원국과 달리 교통 운송 분야에서도 감축 성과를 이루었다.

직간접적으로 기후변화와 관련된 법규에는 「온실가스배출거래법(Greenhouse Gas Emissions Trading Act)», 「에너지세금과 전력세금법(Energy Tax and Electricity Tax Act)», 「재생에너지원천법(Renewable Energy Sources Act)», 「재생에너지열량법(Renewable Energies Heat Act)», 「바이오연료할당법(Biofuel Quota Act)», 「에너지보존법(Energy Conservation Act)», EU 신차 이산화탄소 기준 규제(Regulation on CO₂ Standards for New Cars), 자동차세(Motor Vehicle Tax) 등이 포함된다.

탄소세의 성공적인 집행으로 환경세 수익은 GDP의 2.3퍼센트, 전체 조세 규모의 6퍼센

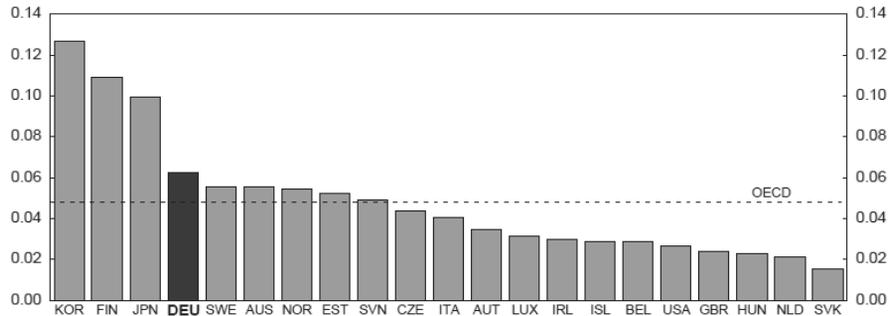
6) 캐나다 브리티시 콜롬비아 대학교 캠퍼스에 있음.

트(2009년)에 달하였다. OECD 권고에 따라 독일은 EU 배출권거래세의 미적용 부문 에너지에도 세금을 부과하고 경제 전반에 일관성 있게 탄소가격 전달 체계를 보내는 등 시장 메커니즘에 바탕을 두는 정책을 고려 중이다. 그러나 원전 폐쇄로 인한 온실가스 배출량 증가가 예상되어 2020년까지 40퍼센트 감축 목표 달성에는 차질이 생길 우려도 있다. 단기적으로 전기 부문에서 9~13퍼센트 온실가스 배출량 증가가 예상되는데, 이는 화석연료 발전량 증가 때문이다. 장기적으로 원전 폐쇄로 인한 전력 생산 능력 손실을 보충하고 2020년까지의 온실가스 배출 감축 의무를 이행하기 위해서는 재생에너지 전력 생산을 배가시킬 근본적이고 획기적인 기술혁신과 더불어 전력소비량 또한 현재보다 10퍼센트 감소가 요구된다.

상대적으로 엄격한 환경요건이 독일을 환경 상품과 서비스 부문에서 전 세계 리더로 이끌었다는 평가가 지배적이다. 독일의 많은 대표적 혁신기업들은 정부의 환경규제와 제도개혁이 환경 분야 혁신의 주요 동력이 되었다고 평가하고 있다. 독일의 친환경 관련 제품과 서비스 분야 수출 총액은 600억 유로를 초과하여 세계 1위(2011년), 전 세계 무역량의 15.4퍼센트(2009년)를 차지하였으며, 독일에 이어 미국(13.6퍼센트), 중국(11.8퍼센트), 일본, 영국, 프랑스 순으로 나타났다. 환경 분야 고용 인구는 약 2백만 명(2008년)으로 추산되는데, 재생에너지 분야의 고용은 확대된 반면 기존 환경 관련 직업, 즉 폐기물처리, 소음, 대기 질 통제, 수질보호 등의 분야의 투자와 고용은 줄어든 것으로 분석되고 있다. 환경 및 에너지 관련, 정부 R&D 지출 규모(GDP 대비 2010년)는 한국, 핀란드, 일본에 이어 네 번째를 차지하고 있다([그림 II-2] 참조).

정부의 기술개발 지원 확대 방안으로 2011~2014년 약 35억 유로가 에너지 기술개발에 집중 투입되며, 대부분 최근 설립된 '에너지·기후 기금(Energy and Climate Fund)'에서 지원하고 있다. 독일의 2010년 R&D를 제외한 재생에너지 분야 총 투자액은 410억 달러에 달하고 있다(중국 500억 달러, 미국 300억 달러).

[그림 II-2] 환경 및 에너지 관련 정부 R&D 지출 규모



주: 2010년의 GDP 비율.

자료: OECD(2012b), Economic Survey 2012 Germany, p.31.

<표 II-3>은 독일 재생에너지 지원 정책 형태를 목표, 재정지원 방안 등으로 구분하여 설명한 것이다.

<표 II-3> 독일 재생에너지 지원 정책 형태

목표	재정지원	기타
<p>국가재생에너지실행 계획: -2020년까지 최종 총 에너지 소비량의 18퍼센트를 RES로부터 생산 -전력 생산의 38.6퍼센트를 RES로부터 생산 4.3GW 수력 / 0.3GW 지열 / 51.7GW 태양열(Solar PV) / 35.8GW 육상풍력 / 10GW 해상풍력 8.8GW 바이오매스</p> <p>에너지컨셉트 2010: RES 전력공급 목표치 35퍼센트(2020년), 50퍼센트(2030년), 65퍼센트(2040년), 80~95퍼센트(2050년)</p>	<p>발전차액(Feed-in-Tariffs): EEG의 일환으로 제도화되어 소규모 수력, 지열, 바이오에너지, 태양열, 풍력(육상·해상)에 적용</p> <p>KfW 해상풍력 프로그램: 해상풍력 프로젝트를 위한 기금(한 개 프로젝트 당 7억 유로를 초과하지 않는 범위에서 70퍼센트까지 부채신용)</p> <p>KfW 재생에너지 프로그램: 태양열, 바이오에너지, 풍력, 수력, 지열 프로젝트 지원을 위해 개인이나 기업에 투자비용 100퍼센트를 저금리 장기융자</p>	<p>엑세스 그리드와 우선처리: 그리드 운영자는 재생에너지 전력 생산자와 연결 의무 및 모든 종류의 RES 전력을 구매할 의무 있음(EEG에 명시).</p>

주: 재생에너지원(Renewable Energy Sources; RES), 재생에너지법(Erneuerbare Energien Gesetz; EEG), 기가와트(GW), 독일연방개발은행(KfW).

자료: IEA(2012), Renewable Energy Mid-term Market Report(2012), p.61.

Ⅲ. 주요국의 그린에너지 분야 대학에서의 인재양성 동향 분석⁷⁾

세계 각국이 화석연료를 대체하는 새로운 에너지 개발에 몰두하는 가운데 세계의 주요 대학들도 신재생에너지 분야의 교육과정을 적극적으로 개발하고 이와 관련된 프로그램을 추진하고 있다. 이와 같은 추세는 급속도로 팽창하고 있는 신재생에너지 산업 분야의 수요에 맞춰 전문 인력을 공급하기 위한 것이다. 본 장에서는 선도적으로 신재생에너지 분야의 프로그램을 운영하고 있는 미국의 오리건 공과대학교, MIT, 캘리포니아 대학교(데이비스 캠퍼스), 중국의 화베이 전력대학교, 독일의 아헨라인 베스트팔렌 공과대학교, 캐나다의 온타리오 웨스턴 대학교, 팬서대학의 사례를 분석하였다.

1. 미국

미국에서도 각 지역의 대학들이 발 빠르게 재생에너지 학과를 신설하고 있다. 오리건 공과대학교는 2005년 재생에너지공학과를 신설했다. 신재생에너지 사업들이 전 세계적으로 진행되는 데 비해 이 분야의 전문 인력이 부족하다는 판단에 따른 것으로, 미국 최초의 4년제 신재생에너지 학과이며, 2011년 처음으로 50명의 졸업생을 배출하게 되었다. 이 학과는 태양광과 태양열, 풍력, 지열, 바이오연료, 연료전지, 수력, 에너지 효율 등을 종합적으로 가르친다. 물론 공과대학이기 때문에 에너지 테크놀로지 방면에 강좌가 집중되어 있다.

아칸소 주의 존 브라운 대학교도 재생에너지 학과를 개설했다. 입학한 학생은 세 가지 과정 가운데 하나를 선택할 수 있다. 첫째는 에너지 테크놀로지 과정으로, 에너지 기업에서 엔지니어로 일하거나 대학원에서 에너지공학을 전공할 학생들을 위한 것이다. 둘째는 에너지 관리 과정으로, 정부나 비정부기구(NGO)에서 에너지를 담당하거나 에너지 회사에서 경영을 담당하려는 학생들을 위한 것이다. 셋째는 국제개발 과정으로, 해외시장의 에너지 개발에 관심을 가진 학생들을 위한 것이다. 학생들은 수업을 통해 태양에너지와 풍력, 바이오에너지의 설계와 건설, 운영을 직접 체험하게 된다.

7) 신재생에너지 프로그램 개설의 목적, 효과, 장래 전망 등에 대한 분석이 요구되기 때문에 각 국가의 주요 대학 신재생에너지 프로그램을 분석하는 데에는 추후 지속적인 연구가 요구됨.

애리조나 대학교는 태양광 관련 강좌를 개설하고 있다. 햇빛이 강한 미 애리조나 주의 대학들은 태양광 분야의 강좌 개설에 적극적이다. 애리조나 대학교(University of Arizona)와 애리조나 주립대학교(Arizona State University), 코코니노 지역대학(Coconino Community College) 등이 개별적으로 공대에 태양광 관련 강좌를 개설하는 한편 공동으로 ‘애리조나 솔라 센터’라는 프로그램도 운영하고 있다. 노스캐롤라이나 주의 애플래치안 주립대학교(Appalachian State University)는 공과대학에 풍력을 집중 교육하는 프로그램을 운영하고 있다.

UC 데이비스(캘리포니아 대학교 데이비스 캠퍼스)는 ‘에너지 효율 센터’를 운영 중이다. 이 센터는 지난 2006년 캘리포니아 클린에너지 펀드의 지원으로 설립되었으며, 미국 내에서 에너지 효율에 초점을 맞춘 최초의 대학 프로그램이다. 연구를 통해 개발한 기술을 시장에 전수하고, 에너지 효율 분야에서 일할 인력을 육성하는 것이 설립 목적이다. 따라서 정부 관리와 기업인 등도 이 센터의 운영에 적극적으로 협력하고 있다. 이 센터에서는 에너지 효율과 기후변화 완화 관련 경제학, 에너지 효율 방법론, 에너지 효율 분야의 혁신 등의 강좌를 개설하고 있다.

매사추세츠 공과대학(MIT)의 기계공학과와 자동차연구소, 에너지연구소, 전기화학공학 연구소 등에서는 연료전지를 집중 연구하고 있다. MIT는 학생이 아닌 일반인들에게 공개되는 평생교육 프로그램에도 태양에너지와 바이오연료, 이산화탄소 포집 및 저장, 기후변화 정책과 에너지 등의 강좌를 개설했다.

UC 버클리는 ‘재생 가능하고 적절한 에너지 연구소’를 설치했으며, 스탠퍼드 대학교는 에너지자원공학과, 건축환경공학과 등 관련 학과들이 공동으로 신재생에너지 분야의 연구에 참여하고 있다.

이와 함께 미국 에너지부의 지원을 받아 신재생에너지 관련 분야를 연구하는 대학들도 있다. 일리노이 대학교(University of Illinois)는 자동차용 바이오연료를, 버지니아 폴리텍(Virginia Polytechnic Institute and State University)이 자동차용 연료전지를, 캘리포니아 대학교 데이비스 캠퍼스가 하이브리드자동차를, 펜실베이니아 대학교가 에너지 저장을, 미시간 대학교는 자동차용 경량 물질을 연구 중이다. 이와 같이 미국 내 대학에서는 다양한 신재생에너지 프로그램을 적극적으로 추진하고 있다. 다음은 오리건 공과대학교(Oregon Institute of Technology), 매사추세츠 공과대학교(Massachusetts Institute of Technology, MIT), 캘리포니아 대학교 데이비스 캠퍼스(University of California-Davis)의 구체적인 신재생에너지 프로그램을 소개한다.

가. 오리건 공과대학교(Oregon Institute of Technology; OIT)

Oregon Tech 혹은 OIT라고도 알려진 오리건 공과대학은 미국 북서부 지역의 유일한 기술특화 공공 교육기관이다. 오리건 주 클래머스 폴즈(Klamath Falls)에 위치했으며, 다양한 기술 및 건강에 관련한 학부 및 대학원 과정을 제공한다. 오리건 공과대학교는 또한 오리건 주의 포틀랜드, 라그랑에도 캠퍼스가 있으며, 시애틀에 위치한 보잉사와 산학협력 관계를 맺고 있다.

특히 공공 및 민간 프로그램과 연료시장의 빠른 성장이 있는 오리건 주에서 신재생에너지 산업은 급성장할 수 있는 배경을 가지고 있다. 오리건 공과대학교는 오리건 지역의 지속가능한 에너지 발전에 기여해 왔으며, 미국에서 유일하게 지열발전 캠퍼스인 동시에 지열발전을 위한 국가 자원인 지열 히트(Geo-Heat) 센터의 본고장이다. 오리건 공과대학교는 태양광발전 시스템, 지열원 난방 시스템, 연료전지 시스템, 풍력, 바이오매스 및 통합 시스템을 연구하는 ‘오리건 신재생에너지 센터’도 설립했다.

2005년 오리건 공과대학교는 처음으로 북미에서 신재생에너지 시스템(신재생에너지 엔지니어링)의 학사 과정을 도입하여 지속적으로 성장·발전하였다. 신재생에너지 프로그램은 엔지니어링 분야의 주요 졸업자들이 지속가능한 에너지 기술을 개발하고 산업화하는 데 필요할 것이다.

신재생에너지 분야의 학위 프로그램은 전기 및 기계 공학 과정에 대한 진로를 안내하는 물리학, 화학, 수학과 같은 학문의 탄탄한 기초를 바탕으로 시작한다. 신재생에너지 관련 상위 프로그램은 광전지, 에너지 관리 및 감사, 풍력, 바이오연료, 재생에너지 교통 시스템, 녹색 건축과 연료전지가 포함된다. 교육과정은 일반적으로 에너지 부문에서의 경력관리를 위한, 특히 신재생에너지를 위한 졸업생을 배출한다.

오리건 공과대학교의 대학원 프로그램은 졸업생들이 바로 현장 엔지니어, 에너지 감사, 가정 및 기업을 위한 신재생에너지 시스템 통합, 기기 및 서브시스템 매뉴팩처링 엔지니어, 기기 및 서브시스템 디자이너, 지역 및 주 정부 신재생에너지 감독관, 기획자, 그리고 다른 에너지 분야에 바로 취업할 수 있도록 준비해 준다.

나. 매사추세츠 공과대학(Massachusetts Institute of Technology; MIT)

매사추세츠 공과대학교는 미국 매사추세츠 주의 케임브리지에 있는 연구 중심 공과대

학을 모체로 한 종합사립대학교이다. 보통 약칭으로 MIT를 많이 사용한다. 지질학자인 W. B. 로저스가 과학의 진흥과 개발을 목적으로 1861년에 설립하였으며, 1865년에 세계 최초의 공과대학으로서 개교하였다. 설립된 이래 공학, 이학, 건축학, 인문과학 분야에서 수많은 공적을 쌓았으며, 유능한 과학자들을 배출해 낸 공과대학이다. 1980년대에 들어서서는 이공계뿐만 아니라 인문·사회과학계 학부의 육성에도 힘을 기울이고 있다.

매사추세츠 공과대학교 파슨스 연구실은 최첨단 연구의 주요 허브로, 1950년 환경과 물에 대한 자연체 연구, 환경과학, 엔지니어링 등을 다루는 유체 역학 연구실을 개설하였다. 이를 위해, 2001년에 MIT는 환경, 건강, 안전을 공식기관 정책으로 채택하였다.

MIT는 화학물질 안전성에 대한 의식 증가, 환경관리, 재활용 습관에 대한 인식이 증가하는 양상을 보였다. MIT는 폐기물 전환 비율이 47퍼센트이며, 최근 건물 철거 프로젝트에서는 폐기물의 96퍼센트를 재활용하였다. MIT는 또한 열병합 발전소를 통해 사용하는 대부분의 전력을 생성하며, 20MW(메가와트) 가스 터빈은 전력을 생산하기 위해 자신의 폐열을 사용한다. 다른 고무적인 MIT 에너지 계획은 연구, 교육, 캠퍼스 에너지 관리, 봉사활동 움직임을 포함하며, 에너지의 공급과 수요, 안전과 환경에 대한 영향을 모든 지역에 걸쳐 보호하는 것이다.

이 계획은 최근 학생들의 에너지 프로젝트에 광대한 재정지원을 받으며, 에너지 캠페인, 열보호, 디자인 그리고 열전기 장치 발달, 열병합 플랜트를 포함한 호환성 평가를 포함하고 있다. 그리고 캠퍼스 내에 태양열을 이용한 요리 집중 장치를 구축·활용하고 있다. 이와 같이 새로운 신재생에너지를 연구하는 여러 학생들에게 최고의 기술 교육을 제공하고 선구적인 연구 기회를 얻을 수 있는 MIT는 녹색성장으로 나아갈 수 있는 목표를 세우고 적극적으로 이를 추진하고 있다.

다. 캘리포니아대학교 데이비스 캠퍼스(University of California-Davis)

캘리포니아대학교 데이비스 캠퍼스는 미국 캘리포니아 주 북부의 데이비스 시에 위치한 캘리포니아 대학교의 분교이다. 1908년, 18명의 학생이 입학하여 대학농장(University Farm)으로 처음 문을 열었다. 1922년에는 농업대학 북부분교(Northern Branch of the College of Agriculture)로 이름이 바뀌었고, 1959년 캘리포니아 대학교의 세 번째 공식 캠퍼스로 인준되었다. 캘리포니아 주의 주도인 새크라멘토(Sacramento)에서 서쪽으로 24km 떨어진 데이비스 시에 위치하고, 캘리포니아의 대학교 중 가장 큰 캠퍼스를 가지고 있다.

캘리포니아 대학교 데이비스 캠퍼스에는 농업환경과학대학, 생명과학대학, 공과대학, 문리대학의 네 개 단과대학과 경영대학원, 교육대학원, 법학대학원, 의과대학원, 수의과대학원의 다섯 개 전문대학원이 있다. 의과대학원은 새크라멘토에 캘리포니아 대학 데이비스 종합병원을 운영하고 있다.

저탄소 녹색성장을 통한 지속가능한 UC 데이비스 프로그램의 실행으로 연속 3년 동안 캠퍼스 내 온실가스배출량을 감축하고 있다.

UC 데이비스는 미국에서 상위 10번째 환경 연구 분야 학부 학위 프로그램을 가진 학교 중 하나이다. 대학의 경력개발센터는 환경 계획 및 물 자원 관리 생태, 디자인과 조정, 그리고 매년 환경 인턴십과 직업박람회를 통해 환경 분야의 폭넓은 범위에서 학생들이 연구 및 취업 기회를 가질 수 있도록 노력하고 있다.

유니트랜스(Unitrans)라고 하는 지역사회의 버스 시스템은 UC 데이비스 학생들에 의해 운영되고 있으며, 연간 3백만 명의 사람들이 압축된 천연가스를 이용한 깨끗한 버스를 이용하고 있다. 세 개의 친환경적인 플래티넘 건물을 포함하여 UC 캠퍼스에는 많은 녹색 건물들이 있다. UC 데이비스 웨스트 빌리지는 2011년 10월에 열린 국내 최대의 제로 넷 에너지 공동대표 건물이며, 학생들을 포함하여 약 3,000명의 구성원들이 있다. 이 지역은 매년 많은 전기를 소비하고 있지만 신재생에너지를 생산함과 동시에 에너지 효율의 균형을 목표로 하고 있다.

2. 중국

가. 화베이 전력대학교(North China Electric Power University; 华北电力大学)

화베이 전력대학교는 1958년 중국 베이징에 문을 연 베이징 전력학원(Beijing Institute of Electric Power)이 전신이다. 1970년 베이징 전력학원이 중국 화베이(華北) 지방 바오딩(保定)으로 이전하면서 학교 이름을 화베이 전력학원(North China Institute of Electric Power)으로 개정하였다. 1995년 화베이 전력학원과 1983년에 세워진 베이징 동력경제학원(北京動力經濟學院)이 통합하여 학교명을 화베이 전력대학교로 확정하였다. 1978년 중국 정부로부터 ‘국가중점대학(国家重点大学)’⁸⁾과 ‘211 공정⁹⁾ 대학’으로 선정되었으며, 40

8) 중화인민공화국의 대학 가운데 가장 권위 있는 대학으로 국가가 인정한 대학임.

9) 21세기에 100개의 중점대학을 건설하겠다는 중국 정부의 프로젝트임.

년 이상의 역사를 자랑하는 화베이 전력대학교는 공업기술, 경영, 사회과학 분야의 인재를 발굴·육성해 오고 있다. 300여 명에 달하는 교수와 500여 명에 달하는 부교수를 포함하여 총 1,700여 명의 교수진을 보유하고 있다. 4명의 중국공정원(中国工程院)¹⁰⁾ 학술위원이 이 대학 소속이다.

최근 전기전자공과대학, 에너지 및 전력공과대학, 경영대학, 수학 및 물리과학대학 등 총 11개 대학이 개설되어 있다. 2만여 명의 학부생과 6,000여 명의 대학원생을 포함하여 3만 6,000여 명 이상의 학생들이 대학에서 공부하고 있다. 54개의 학사 프로그램, 52개의 석사 프로그램, 20개의 박사 프로그램을 운영하고 있다. 이 외에 1개의 박사 후 프로젝트와 10개의 주요 실험실, 1개의 연구 센터를 보유하고 있다. 베이징 캠퍼스를 주축으로 하여 바오딩에 별도의 캠퍼스가 있다. 화베이 전력대학교는 최근 몇 년간 96퍼센트 이상의 취업률을 자랑하고 있다. 영국, 미국, 홍콩, 일본 등 20개국 이상의 대학 및 연구소들과 협력 관계를 구축하고 있다.

나. 화베이 전력대학교 신재생에너지대학(可再生能源学院)

화베이 전력대학교 신재생에너지대학의 전신은 화베이 전력대학교로 2004년 설립한 수리수력공학부(水利水电工程教研室)와 2006년 설립한 풍력에너지공학부(风能与动力工程教研室)이다. 2007년 7월, 신재생에너지 개발 관련 전문가 양성을 위하여 중국의 에너지 주관 부처, 교육부 및 신재생에너지 산업계의 지원 하에 신재생에너지 분야에서 중국의 역량 강화를 가속화하고자 기존 학과 간 통합을 통해 중국 최초의 ‘신재생에너지대학’을 설립하였다.

대학의 교수 역량 강화 및 국내외 대체에너지 및 신재생에너지 분야의 전문가 및 학자를 초빙하였으며, 현재 약 80여 명의 교직원 중 교원이 70여 명, 행정관리 및 실험기술자가 10여 명이다. 교원은 중국공학원사(中国工程院院士)¹¹⁾ 1명(초빙교수), 박사학위 지도교수 9명, 교수 20명, 부교수 16명으로 구성되어 있으며, 박사학위 취득 비율이 98퍼센트를 차지한다. 국가우수청소년과학기금(国家杰出青年科学基金) 수상자 1명, 백천만인재양성프로젝트(百万人才计划) 2명, 교육부신세기우수인재(教育部新世纪优秀人才) 5명이 속해 있으며, 학술 분위기 조성 및 지식 및 연령 구조의 합리성, 안정적인 교육 및 연구원 역량

10) 1994년 6월 설립된 엔지니어링 분야의 자문 성격을 띤 최고 권위의 학술기관임.

11) 원사(院士): 학술원(아카데미) 회원을 지칭하는 말로, 과학 발전에 크게 이바지한 학자들에게 해당 학계에서 주는 높은 명예 칭호임.

향상에 노력하고 있다.

대학은 ‘전기공학’과 ‘에너지공학 및 공학 열 물리학’ 분야의 일급학과 박사학위 과정을 운영하고 있으며, ‘신재생에너지 및 청정에너지’ 분야의 이급학과 박사학위 과정을 통합 운영하고 있다. 또한 수리학 일급학과 석사학위 과정 외에도 수문학 및 수자원·수리수력학·수공구조학이라는 세 가지 이급학과 석사학위 과정을 운영하고 있으며 베이징 시에서 중점적으로 지원하는 학과인 청정에너지학과도 운영 중이다.

대학 산하에 수력에너지 및 엔지니어링, 바이오매스연구센터, 풍력발전, 신에너지 열물리학, 태양에너지, 화학에너지, 신소재 및 광전자기술연구센터가 설립되어 있으며, 연구센터 내 6개 연구실이 구성되어 있다. 또한 ‘바이오매스 발전설비 국립공학연구소(生物质发电成套设备国家工程实验室)’의 국가수준 과학연구 플랫폼과 ‘신에너지 및 재생에너지 베이징 중점 연구소(新能源与可再生能源北京市重点实验室)’, ‘저품질에너지 다상 유동 및 열전달 베이징 중점 연구실(低品位能源多相流动与传热北京市重点实验室)’ 등 2개의 성부(省部) 수준 연구기관이 존재하며, 신재생에너지 과학연구와 기술발전 전개를 위하여 우수한 기계 설비 및 장비 시설과 인문 환경을 조성하고 있다.

최근 몇 년 동안 신재생에너지대학은 성적 우수 표창을 3회 수상하였고, ‘115’ 우수교재 1부, 전문저서 1부, 편저 1부를 발표하였다. 또한 국가발명특허 17건을 신청하였고, 2개의 소프트웨어 저작권을 획득하였으며, 중국 및 해외 학술지에 논문 400여 편 이상을 게재하였다. 더불어 다양한 연구 프로젝트를 수행하고 있는데, 그중 973프로젝트 1건, 우수청소년기금 프로젝트 1건, 국가 863 프로젝트 후원 4건, 국가자연과학기금 프로젝트 34건, 국가과학기술지원 프로젝트 1건, 베이징 시 자연과학기금 3건, 교육부 중점 프로젝트 2건, 교육부 유학귀국 인재 기금 2건이 포함되어 있으며, 과학연구비 총액이 1억 3,000만 위안(元)을 넘어섰다. 또한 영국 에너지연구센터, 덴마크 기술대학 등 다양한 국가의 지역 연구기관 및 기업들과 교류·협력하고 있다.

21세기 인류는 화석에너지 고갈, 기후변화, 환경오염 등의 문제에 공통으로 직면하고 있다. 화베이 전력대학교 신재생에너지대학은 세계적인 수준의 노력으로 에너지와 환경 문제를 둘러싼 요구를 해결하고, 신재생에너지 분야의 핵심 경쟁력을 지속적으로 향상시키며, 관련 중점 기술 개발 및 독립적인 지적재산권의 연구 성과 확보를 위해 노력하고 있다. 화베이 전력대학교 신재생에너지대학은 중국 내 신재생에너지 분야의 인재교육, 과학연구 및 과학보급의 거점이 될 것으로 전망된다.

3. 독일

가. 아헨라인 베스트팔렌 공과대학교(Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen)

아헨라인 베스트팔렌 공과대학교는 독일 노르트라인베스트팔렌 주 아헨에 위치한 대학교이다. 약 3만 명 이상의 학생이 재학하고 있어 독일에서 공과대학교로는 두번째로 큰 규모이다. 2007년 독일 대학 우수성 계획(Exzellenzinitiative)의 미래구상(Zukunftskonzept) 부문에서 아헨 공과대학교도 함께 선정되어 독일의 9개 엘리트 대학교에 포함되었다. 이외에도 아헨 공과대학교는 9개 독일 공과대학교 연합인 TU9, 유럽 5개 공과대학교의 연합인 IDEA 리그 및 세계 53개 공과대학교의 연합인 T.I.M.E. 등에 속해 있다. 독일 내에서는 독일 3대 공과대학교 중 하나로 잘 알려져 있다.

1870년 10월 10일 개교 당시로는 라인 지방 최초의 공업 대학으로서, 루르 지방의 공업 발전을 위한 인력양성을 위해 세워졌다. 1899년 박사학위 수여 교육기관으로 인정받았으며, 제1차 세계대전 중 잠시 휴교한 것과 1925~1932년 제2차 세계대전에 의해 7년간 휴교 후 국가와 시의 도움으로 규모를 급격히 키워 갔다. 1965년에는 인문·사회학부가 개설되었고, 그로부터 1년 후에 공과대학으로는 최초로 의과대학이 개설되었다.

1986년에는 인문·사회학부에서 경제·경영학부가 따로 분리되었다. 2007년 독일에서 베를린 자유대학 등과 함께 우수대학(Exzellenz Universität)으로 선정되어 2012년까지 정부로부터 총 1,800만 유로(2010년도 환율 기준 270억 원)를 지원받았다. 2008년 학생업무 담당건물인 SuperC가 완공되었으며, 당시 건물에 첨단건축기술과 학교 건물로는 최초로 지열발전 기술을 적용시켰다.

아헨 공과대학교는 약 260개의 연구소, 170개의 강의와 연구 영역으로 이루어지며, 6억 유로(1조 원) 이상의 연간예산이 그 거대한 규모를 말해 주고 있다. 2010년도 현재 약 3만 여 명이 약 85개 전공 과정에 등록해 있으며, 매년 5,500명 이상의 신입생이 들어오고 약 4,000명 정도의 졸업생을 배출하고 있다. 전체 학생 중 약 18퍼센트는 외국 학생들이 차지하고 있다.

교육 방침인 실용주의는 독일뿐만 아니라 세계적으로도 명성이 있다. 학부과정 중 모든 이학 분야 경우 실습과정이 포함되어 있어 학생들은 실제 산업현장 또는 연구소의 연구원으로서 최소 1학기 이상 경험을 쌓아야 하며, 졸업논문 심사 시에는 자신의 전공 지

도교수 외에도 타 관련 학과의 교수의 지도를 또한 받아야 한다. 따라서 학문뿐만 아니라 실제 산업현장에서도 업적을 쌓은 마이스터(거장)들이 교수로서 근무하고 있어, 많은 학생들이 그 교수를 따라 학교에 지원하고 있다. 유명교수로는 현재 독일 기체역학의 최고로 꼽히는 볼프강 슈뢰더 교수를 비롯해, 디터 엔더(유기화학), 지그프리트 벤케(입자물리학), 마르틴 베네케(입자물리학), 볼프강 다멘(응용수학), 볼프강 마구아르트(공정공학) 등이 있다.

아헨 공과대학교 학생들은 학부과정 중의 실습으로 취업 시 바로 현장에서 능력을 발휘한다는 점에서 각 기업들과 연구단체에서의 선호도가 높아 취업률이 100퍼센트에 가까운 대학으로, 실제 독일 대기업 CEO들의 20퍼센트 이상이 아헨 공과대학교 출신이다.

아헨라인 베스트팔렌 공과대학교의 신재생에너지 관련 학부인 기계공학과 교육과정의 목표는 연구 개발을 통한 업계의 모든 기술 분야 적용뿐만 아니라 생산 및 유통, 기계 엔지니어 등의 광범위한 교육에 목적을 두고 있다. 석사학위 프로그램은 연구 중심의 학위 프로그램으로 기본 원칙과 연구 방법을 특별히 강조하고 있다. 학생들이 해당 분야에서 전문적으로 성공할 수 있도록 학습에 제한을 두지 않을 뿐만 아니라 이론적인 기본 개념과 방법을 학습하게끔 도와준다.

아헨 공과대학교 에너지공학대학에서 가장 중요한 미래직업은 두 가지 핵심 용어로 요약할 수 있다. 자원 보존과 환경보존으로 구현 장치, 기계 및 관련 에너지 시스템 공학 등의 기존의 에너지 전환 과정의 개선을 목표로 하고 있다. 동시에 신재생에너지를 기반으로 신에너지 전환 과정의 개발을 하기 위해 필요한 자원, 즉 경제적이고 기술적으로 성숙되고 실현 가능한 대안을 사용할 수 있도록 되어 있다.

학생들이 박사과정을 신청하려면 석사과정을 마친 후 가능하다. 학위 취득 후 거의 모든 기술 분야와 산업에 속한 직업에 취업할 수 있으며 국내 및 해외 진출이 가능하다. 이 대학교에 입학하기 위해서는 학교와 학과에서 요구하는 입학 요구사항을 충족하는지를 살펴보아야 한다. 특히 신재생에너지 분야 전공을 위한 지속가능에너지공급(Sustainable Energy Supply) 전공 과정에는 수학과 과학 기초과목, 기초 엔지니어링 과목 등의 기초과목의 90학점이 요구된다.

나. 지멘스 연구센터(Siemens Research Center)

독일 지멘스 사는 아헨라인 베스트팔렌 공과대학교에 2012년 1월부터 지멘스 연구센터

를 개소하고, 향후 4년간 약 600만 유로를 지원해 희토류 금속에 대한 기초연구를 수행하도록 하였으며, 이를 위하여 약 9명의 박사과정 학생을 채용하였다. 지멘스 연구센터는 희토류 금속의 탐지 및 환경 친화적 생산기술 연구를 위해 아헨라인 베스트팔렌 공과대학교 제련 및 금속 재활용연구소, 울리히 연구센터 및 지멘스 연구원들이 함께 참여하며, 희토류 금속의 매장량 평가, 희토류 금속의 추출 및 생산 공정 개발, 희토류 금속의 생산 라이프사이클 분석, 희토류 금속 재활용 기술 등의 연구 분야에 집중할 계획이다.

한편, 독일 연구재단은 지멘스 연구센터를 연구재단이 재정을 지원하는 협력연구센터로 지정하고 도전적이고 장기적인 연구를 지원할 계획이다. 날씨에 종속적인 풍력 및 태양에너지 발전량의 변동을 최소화하기 위한 신재생에너지 저장기술 개발을 추진하고 있다.

최근 지멘스는 2013년 기업경영전략 발표에서 현재 지멘스가 집중했던 태양광 에너지 사업에서 벗어나, 향후 지멘스의 경영전략과 조직설계는 신재생에너지, 특히 해상풍력과 수력발전에 집중하겠다고 밝혔다. 신경영전략을 바탕으로 기존의 태양광 및 수소 사업부는 조직 재설계 과정에서 대폭 축소될 예정인데, 이는 지멘스가 그동안 투자를 집중해왔던 태양광 및 수소사업은 고비용 저성장의 압력에 시달려 지멘스의 미래 성장 동력이 되지 못할 것으로 판단한 결과로 보인다.

또한 지멘스는 풍력발전 분야에 7,000여 명, 수력발전 분야에 2,000여 명의 신규고용을 예고했으며, 이 두 분야에 1,000만 유로를 투자할 것으로 발표했다. 지멘스의 에너지 부문은 화력발전, 풍력발전, 석유·가스, 송전의 네 가지 핵심 부문으로 재편하고 연관되는 서비스 산업도 이와 연동하여 발표할 예정이다(Offshorewind Biz, 2012.10).

다. 함부르크 지역 풍력발전 클러스터

함부르크는 풍력발전의 실리콘밸리라고 불리고 있다. 함부르크에는 Repower System 본사, Nordex 본사, Siemens 사 풍력 부문 유럽본부 등 주요 풍력업체들이 자리 잡고 있으며, 관련 전력업체, 인증기관, 연구소 등이 위치해 풍력발전 클러스터를 형성 중이다. 함부르크 광역도시권(함부르크와 주변 도시로 형성) 경제권역 내의 신재생에너지 관련 업체 수는 2011년 기준으로 약 1,400여 개이며, 관련업체 종사자 수는 약 2만 5,000명으로 지난 2008-2011 동안 동 분야 고용성장률이 56퍼센트에 이르렀다. 신재생에너지 분야 종사 기업 중 약 50퍼센트가 풍력에너지 분야와 관련되어 있다. 2008년부터 2011년까지 신재생에너지 외 산업 분야 고용성장률은 8.3퍼센트로, 이와 비교하면 매우 높은 고용성장

을 보였다.

함부르크에서 가까운 도시인 Husum에서는 2012년 9월 18일부터 22일까지 약 950여 개사가 참가하는 세계 최대 풍력발전박람회가 개최되었으며, 2014년부터는 함부르크에서도 국제풍력박람회를 격년으로 개최할 예정이다.

또한 Husum에는 2000년에 설립된 풍력전문가 양성교육기관 BZEE(Bildungszentrum für Erneuerbare Energie)이 소재하고 있으며, Nordex, Vestas, Siemens, RePower 등 대형 풍력사를 포함하여 80여 풍력 관련 분야의 제조업체, 서비스업체, 각 연구기관 및 대학교가 산학협력 체제를 구축·활용하고 있다.

4. 캐나다

캐나다는 세계에서 세 번째로 큰 태양광발전 시스템 시장(Solar Photo Voltaic Market)을 점유하고 있으며, 시장 점유율은 계속적으로 증가하는 추세이다. 캐나다의 대체에너지 수요가 지속적으로 증가함에 따라 온타리오 주는 이와 같은 수요를 충족하기 위한 매우 중요한 위치에 있다.

2009년 「녹색에너지와 녹색경제법」의 출현으로 온타리오 주는 재활용에너지의 자발적 이용을 위한 선도적인 역할을 계속적으로 하고 있을 뿐 아니라 캐나다 최초의 포괄적인 재생에너지 이용에 대한 세금 혜택 프로그램 확립에 견인차 역할을 하고 있다. 캐나다 내 전략적인 위치에 있는 온타리오 주는 대체에너지 개발을 위한 국가적 차원의 장기적 지원을 받을 뿐만 아니라, 여러 가지 유리한 조건의 제조업 환경을 이유로 많은 환경 친화적인 대체에너지 기술제조 업체들, 그리고 그와 관련된 부수적인 서비스 관련 업체와 대체에너지 개발업체들이 선호하는 지역이다.

최근 온타리오 주는 신재생에너지 발전 지원 프로그램(Feed-in Tariff; FIT)에 대한 개정안을 발표하였다.¹²⁾ 개정안의 주요 내용으로는 전력 구매가 인하, 지방정부와의 협력 요구, 태양광발전 시설의 지상 설치 제한과 토지 제한, 행정절차 간소화 등이다. FIT 프로그램 시행 이후 2년간의 성과 중 경제적 성과로는 FIT 프로그램을 통해 지난 2년간 총 2만여 개의 일자리가 창출되었으며, 당초 계획대로 5만여 개의 일자리 창출이 가능할 것

12) 2012년 3월 19일 온타리오 주 정부는 지난 2년간의 FIT 프로그램의 성과와 온타리오 주민을 대상으로 한 설문조사 결과와 이를 반영한 FIT 프로그램에 대한 제안 사항을 담은 보고서를 발표했고, 온타리오 전력국(Ontario Power Authority)은 FIT 프로그램의 대한 개정안을 4월 5일 공시하였음.

이다. 또한 민간 부문에서 총 200억 달러의 투자를 신재생에너지 산업으로 유치하였다.

2010년 기준 약 1,960억 달러에 달하는 글로벌 신재생에너지 산업의 규모는 2030년에 약 4,600억 달러에 이를 것으로 전망된다. 일찍이 선두 그룹에 진입한 온타리오 주의 기업체는 신재생에너지 산업이 성장함에 따라 산업 선두주자로서 시장 선점의 이점을 갖게 될 것이다(Bloomberg New Energy Finance, 2012).

이와 같은 상황에서 온타리오 주가 제공할 수 있는 경제적 측면의 요인들은 다음과 같다.

첫째, 다양하면서 고도로 숙련된 노동력 제공

둘째, 미국시장과 근접한 지리적 요건을 갖고 있으며 강력한 세계 무역협력체제 구축

셋째, 기술혁신에 대한 연구와 상업화 실행

넷째, 다양하고도 성장하고 있는 경제력

다섯째, 비용 면에서나 인건비와 세금 면에서 세계적인 가격 경쟁력 등이다.

경제적 측면의 요인들을 인지하고 있는 온타리오 주는 대학의 재생에너지 프로그램을 적극적으로 지원하고 있다. 다음은 온타리오 주에 있는 온타리오 웨스턴 대학, 팬서 대학(Fanshawe College)의 재생에너지 프로그램에 대한 사례를 분석한 것이다. 온타리오 주 런던 시에 위치한 교육기관인 온타리오 웨스턴 대학과 팬서 대학은 이 지역산업체들과 긴밀한 유대관계를 갖고 필요한 인력조달에 도움을 주고 있을 뿐 아니라 기술 연구와 기술의 상업화에 노력하고 있으며, 그 성과는 매우 성공적이라는 평가를 받고 있다.

가. 온타리오 웨스턴 대학교

캐나다 온타리오 주 런던 시에 위치한 연구 중심 대학이며, 1878년에 창립된 캐나다에서 가장 오래된 대학 중 하나이다. 50여 개의 다양한 프로그램 아래 3만여 명의 학생들이 재학하고 있으며, 의학과 치과대학인 Schulich School, 공과대학, 법과대학, Richard Ikey 경영대학과 매년 2억 3,000만 달러 이상의 연구기금을 확보하고 있다. 온타리오 웨스턴 대학교는 캐나다 내 상위 10위권에 드는 연구 중심대학으로 생물체량공학, 태양열공학, 수력공학, 풍력공학 등의 대체에너지 기술에 관한 광범위한 연구를 계속해 오고 있다.

Hydro One Networks Inc.는 온타리오 웨스턴 대학교에 기금을 제공하고 있다. 또한 공과대학 내에 전력시스템공학과와 학장직을 위한 재정보조, 전력시스템 연구를 위한 기금 뿐 아니라 학생들에게 지급되는 장학금과 상금 보조 등을 지원하고 있다.

온타리오 웨스턴 대학은 풍력공학에 관한 한 40년 이상의 연구경험을 바탕으로 다음과

같은 분야에 최고의 전문성을 가진 대학이다.

첫째, 풍력 실험실 운영이다. 세계적인 풍력 실험실 중 하나인 이곳에서는 바람이 건물 구조 물체에 미치는 하중의 역학과 특성, 고층 구조물과 풍력에 의해 야기되는 바람의 형태, 그리고 바람의 형태가 건물구조에 미치는 영향 등 복잡한 풍력공학에 대한 연구를 수행하고 있다.

둘째, 개선된 주택을 위한 대책 연구 실험실(The Insurance Research Laboratory for Better Home) 운영이다. 이 실험실에서는 태풍이나 지진과 같은 자연재해가 구조물들에 주는 영향을 실제 상황처럼 실험을 하고 있다.

셋째, 재앙피해 감축 연구기관(Institute for Catastrophic Loss Reduction) 운영이다.태풍을 비롯하여 기타 자연재해 등 여러 분야에 관한 기술과 정책들에 대해 권위를 갖고 있는 캐나다 온타리오 웨스턴 대학교는 자연재해로부터 피해를 줄일 수 있도록 전 세계에 도움을 주고 있다.

나. 팬서 대학(Fanshawe College)

팬서 대학은 1967년에 설립되었으며 온타리오 주에서 직업 프로그램이 있는 가장 큰 지역 대학(Community College)이면서 온타리오 주의 지역 대학 중 5번째로 큰 규모를 가지고 있다. 응용학, 비즈니스, 보건, 휴먼서비스, 기술 등의 분야에서 116가지 이상의 프로그램을 제공하고 있다. 산학협동 프로그램(Co-Op)의 선두주자로서, 40여 개 프로그램의 1/3은 학문적인 지식과 현장실습이 병행하여 진행된다. 또한 다양한 시간제 과정, 실습 등이 있고, 일반교양 프로그램은 직업개발 및 기술증진과 같은 평생교육의 기회를 제공한다.

2012년 12월 현재 팬서 대학에는 1만 7,350여 명의 정규 학생들과 2만 6,000여 명의 시간제 학생들이 재학하고 있으며, 캐나다에서 가장 많은 산업체와 공동 프로그램을 갖고 있는 전문대학이다. 또한 2,500여 명의 견습생과 공동 프로그램에 참여하는 학생들이 있다(www.fanshawec.ca, 2012).

팬서 대학은 재생에너지와 재활용 기술을 가장 효과적으로 활용하여 환경을 파괴되지 않고 에너지를 계속 사용할 수 있는 기술들의 적응성 및 상업성을 다루는 에너지 환경 센터(The Centre for Sustainable Energy & Environments; CSEE)를 설립하였다.

태양에너지발전소를 최대한 활용하는 태양에너지발전소 최적화 프로그램은 최고 수

요 시간대에 가장 효과적인 전력 공급을 가능하게 하는 태양에너지를 동원하는 런던 전력공사의 응용 연구 프로그램이다. 또한 팬서 대학은 퇴비로부터의 부산물과 재생에너지를 이용한 친환경 온실에서 작물을 재배하는 시스템을 개발하였다.

태양열 분야 연구는 일반적으로 다음과 같이 네 부분으로 나누어 추진하고 있다.

첫째, 태양광전지 생산을 위한 보다 개발된 소재 개발

둘째, 전력시스템들과 통합

셋째, 태양력 기반시설의 보호

넷째, 효과적인 에너지 저장을 위한 소재 개발 등이다.

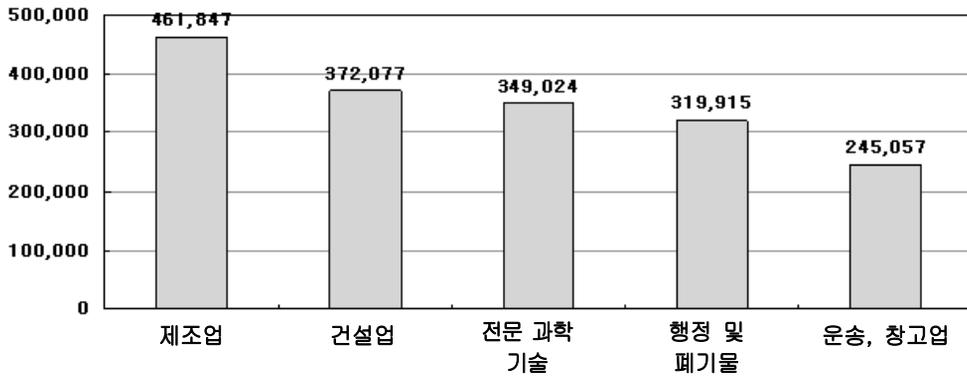
Ⅳ. 주요국의 그린에너지 부문 일자리 창출 동향 분석

1. 미국

2012년 3월, 미국 노동통계국(Bureau of Labor Statistics; BLS) 발표에 따르면, 2010년 녹색 상품 및 서비스(Green Goods and Service; GGS)와 관련된 310만 개의 일자리가 미국 내에서 창출되었다고 보고하였다. 녹색 상품 및 서비스 일자리는 환경보호 및 천연자원 보존과 관련한 상품을 생산하고 서비스를 제공하는 직업군으로, 2010년 총 고용의 2.4퍼센트를 차지하였으며, 민간 부문에서 230만 여개, 공공 부문에서 86만 300여 개의 일자리를 창출하였다. 특히, 제조업에서의 녹색 상품 및 서비스 일자리는 46만 1,800여 개로, 민간 부문 일자리의 대부분을 차지하고 있는 것으로 나타났다(그림 Ⅳ-1) 참조).

[그림 Ⅳ-1] 녹색 상품 및 서비스 업종 고용 현황

(단위: 개)



주: 2010년 연평균.

자료: Bureau of Labor Statistics((2012. 3. 22).

2010년 민간 부문에서의 녹색 상품 및 서비스 일자리는 총 226만 8,824개 생성되었고, 이 가운데 제조업 분야에서 가장 많은 46만 1,847개의 일자리가 창출된 것으로 나타났으며, 이는 제조업 분야 고용의 4퍼센트를 차지하는 수치이다(표 Ⅳ-1) 참조). 제조업 분야에서의 녹색 상품 및 서비스 분야의 일자리 창출 예로는 재활용 철과 강철을 사용한 에어컨 및 냉동장비, 하이브리드 자동차 및 부품, 오염 완화 장치 등을 들 수 있다.

건설업 분야에서는 37만 2,077개의 녹색 상품 및 서비스 일자리가 생성되어, 건설업 분야 고용의 6.8퍼센트를 차지하였다. 건설업 분야에서의 녹색 상품 및 서비스 일자리의 예로는 가구당 에너지 소비를 감소시킬 수 있는 신재생에너지 자원과 단열 및 보강 프로젝트를 통해 생산된 에너지를 활용하는 플랜트 건설을 들 수 있다.

전문 과학기술 서비스 분야에서는 총 고용의 4.7퍼센트를 나타내며, 34만 9,024개의 녹색 상품 및 서비스 일자리가 만들어졌다. 전문 과학기술 서비스 산업에서의 녹색 상품 및 서비스 일자리에겐 엔지니어링 및 건축 서비스, 컴퓨터시스템 디자인, 관리 및 컨설팅 서비스가 있다.

행정 및 폐기물 서비스 분야에서는 31만 9,915개 녹색 상품 및 서비스 일자리가 생성되어, 동 분야 총 고용의 4.3퍼센트를 차지하였으며, 동 직업군의 예로는 폐기물 수집 및 정화 서비스를 들 수 있다.

<표 IV-1> 민간 산업 부문 녹색상품 및 서비스(GGS) 분야 총 고용 수와 비율

산업	GGG 고용(개)	GGG 퍼센트*
전체, 모든 민간 산업	2,268,824	2.1
천연자원 그리고 채광	65,050	3.6
공익사업	65,664	11.9
건설	372,077	6.8
제조	461,847	4.0
무역	202,370	1.0
운송과 창고업	245,057	6.2
정보	37,163	1.4
금융활동	190	0.0
전문 과학기술 서비스	349,024	4.7
회사 경영 및 기업	34,711	1.9
행정 및 폐기물 서비스	319,915	4.3
교육 및 건강 서비스	37,069	0.2
여가 및 환대	22,510	0.2
타군, 행정 제외	56,174	1.3

주: 1) 2010년 연평균.

2) GGS 퍼센트는 분기별 센서스의 고용과 임금의 2010년 연평균 고용데이터와 GGS 고용 퍼센트를 비교하였음.

<표 Ⅳ-2>는 미국의 2018년, 2028년과 2038년의 유망 그린에너지 직업군 수를 전망한 것이다. <표 Ⅳ-2>에서 볼 수 있듯이 미국의 경우, 2018년부터 2038년까지 10년 단위로 신재생에너지 관련 분야의 직업군이 지속적인 성장을 보일 것으로 확연하게 전망된다.¹³⁾ 전체 직업 수의 경우 2018년은 254만 800명, 2028년 348만 1,000명 그리고 2038년은 421만 4,700명으로 전망된다. 2038년을 기준으로 신재생에너지 전력 생산 관련 직업군이 123만 6,800명, 신재생에너지 부문 운송연료 관련 직업군은 149만 2,000명, 공학기술 컨설팅 관련 직업군이 140만 4,900명 증가될 전망이다. 미국의 2038년 유망 그린에너지 전체 직업군 중 신재생에너지 관련 직업(전력 생산, 운송연료)은 2018년 49.3퍼센트, 2028년 64.4퍼센트, 2038년 64.8퍼센트로 나타나 지속적인 성장을 보일 것으로 전망된다.

<표 Ⅳ-2> 미국의 2018년, 2028, 2038년 유망 그린에너지 직업군 수

(단위: 명, 퍼센트)

직업군	2018년	2028년	2038년
신재생에너지 전력 생산 관련 직업군	407,200(16.0)	802,000(23.1)	1,236,800(29.4)
주거 및 상업적 개장(改裝) 관련 직업군	81,000(3.2)	81,000(2.3)	81,000(1.9)
신재생에너지 부문 운송연료 관련 직업군	1,205,700(47.5)	1,437,700(41.3)	1,492,000(35.4)
공학기술 컨설팅 관련 직업군	846,900(33.3)	1,160,300(33.3)	1,404,900(33.3)
합계	2,540,800(100)	3,481,000(100)	4,214,700(100)

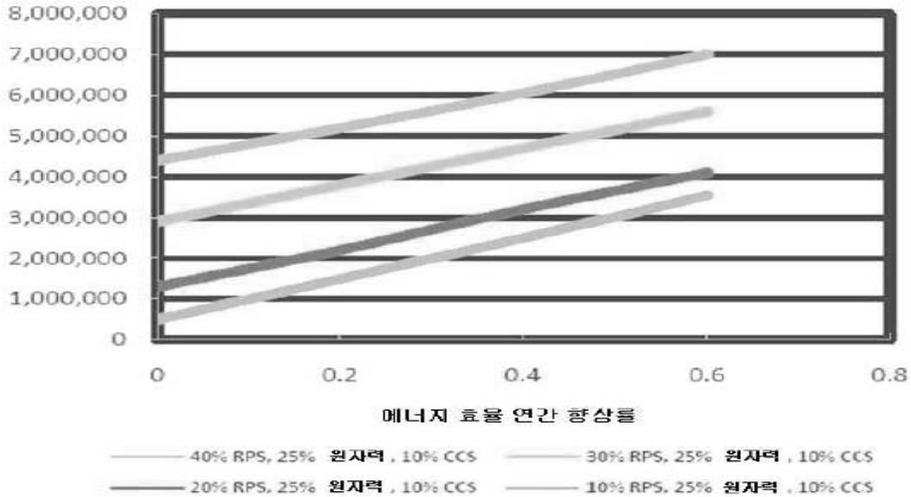
자료: 이남철 외(2011) 재인용, pp. 116.

[그림 Ⅳ-2]는 청정에너지 기술 시나리오별 고용효과를 평가하기 위해 15개의 경제적 분석 결과들을 토대로 고용-창출 모형(Job-Creation Model)을 사용하여 버클리 대학교가 연구한 결과를 요약한 것이다.

13) 이남철 외(2011)의 “신재생에너지 부문 고용효과 분석” 내용을 일부 수정·보완하였음.

[그림 IV-2] 재생, 탄소포집 및 저장, 원자력, 에너지 효율 투자를 통한 누적 일자리 창출 규모

(단위: 개, 퍼센트)



주: 1) BAU 대비, 2009-2030년.

2) RPS(Renewable Portfolio Standard): 신재생에너지 의무할당제, CCS: 탄소포집 및 저장.

자료: 이남철 외(2011) 재인용, pp. 117.

신재생에너지, 탄소포집 및 저장(CCS), 에너지 효율 달성을 위한 다양한 목표들을 통해 2009~2030년 기간 중 온실가스배출치(BAU) 대비 추가 고용창출 효과를 산정한 결과, 청정에너지 산업이 전체 화석연료 산업보다 에너지 단위당 고용효과가 더 크다는 결론에 도달했다. 또한 동 연구 결과는 2030년까지 전력 생산의 25퍼센트와 원자력의 10퍼센트를 탄소포집 및 저장(CCS)을 통해 공급한다 제하에서, 신재생에너지 사용과 에너지 효율 증대를 통한 누적 일자리 창출 효과를 보여준다.

[그림 IV-2]는 원자력발전과 CCS가 이 같은 점유율을 유지했을 경우, 신재생에너지와 에너지 효율 달성을 위한 다양한 목표들이 전반적인 고용창출에 미치는 효과를 보여주고 있다. 예를 들어 원자력발전과 CCS의 점유율 목표치(각각 25퍼센트 및 10퍼센트) 달성의 전제하에서, 신재생에너지로 전력의 10퍼센트를 공급하고 BAU 대비 에너지 효율의 개선이 없을 경우 2009~2030년 기간 중 50만 개의 일자리가 창출될 것이다. 또한 발전 부문의 신재생에너지의 점유율을 40퍼센트로 확대하고 전반적인 에너지 효율이 BAU 대비 연 0.6퍼센트 개선되면 700만 개의 일자리가 창출될 것이다.

한편 특정 청정에너지 기술이나 관행(탄소 포집 및 저장, 에너지 효율, 원자력 발전, 농업 및 바이오 연료)이 경제 및 고용에 미치는 효과를 중점적으로 다룬 최근 연구 사례들은 다음 <표 Ⅳ-3>에서 보는 바와 같다.

<표 Ⅳ-3> 청정에너지 기술과 일자리 창출 관련 연구 사례

기술	일자리 창출 잠재력
탄소 포집 및 저장(CCS)	<ul style="list-style-type: none"> • 미국 에너지 정책 국가위원회의 분석에 따르면, CCS 기술이 설치된 화력발전소의 신규 발전용량 1GW로 개발 및 건설 부문에서 직접일자리 약 1만 1,000개, 운용 및 유지 부문에서 직접일자리 200~500개가 창출될 것이다. • 신규 발전소 건설 및 운용과 관련된 직접일자리 효과만을 분석한 자료에 따르면, CCS 기술이 설치된 신규 화력발전소는 CCS 기술이 배제된 전통적인 화력발전소보다 발전소 건설 과정에서 34퍼센트의 추가 일자리를, 운용 과정에서 24퍼센트의 추가 일자리를 창출해 낸다.
에너지 효율	<ul style="list-style-type: none"> • 미국 하원에 의해 통과된 미국「청정에너지 안보법 2009」를 분석한 자료에 따르면, 이 법안에 포함된 에너지 효율 조항의 시행으로 60만 개 이상의 새로운 일자리가 창출될 수 있다. • 또한 이 법안의 에너지 효율 조항을 강화하면(예, 에너지 효율 기준 강화 등), 그 효과는 더욱 증진되어 2030년까지 일자리 100만 개 이상이 창출될 수 있다.
원자력발전	<ul style="list-style-type: none"> • 아이다호 국립연구소(Idaho National Laboratory)와 벡텔전력회사(Bechtel Power Corporation)의 최근 연구에 따르면, 원자력발전 용량이 새로 5만MW(현재 미국 원자력발전 설비 용량의 약 50퍼센트) 추가되면 15년 동안 고용효과가 발생하며, 이 기간에 60만여 개의 일자리가 창출된다.
농업 및 바이오연료	<ul style="list-style-type: none"> • 한 연구에 따르면 연간 4,000만 갤런을 생산하는 에탄올 발전소는 건설 과정에서 지역 경제에 1억 4,200만 달러의 이윤을 창출하고, 물품과 서비스 구입에 연간 5,600만 달러를 지출하며, 이 중 71퍼센트가 농부들에게로 혜택이 돌아간다.

자료: 이남철 외(2011), pp. 118~118 재인용.

미국에서 녹색직업은 태양열이나 풍력, 조류 등 대체에너지에서 창출되는 일자리로, 글로벌 위기를 몰고 온 리먼 브라더스 사태 이후 오바마 대통령이 미국의 성장 둔화를 타계할 핵심 정책으로 추진해 왔다. 2009년 당시 오바마 대통령은 대체에너지에 1,500억 달러를 투자해 500만 개의 일자리를 만들겠다고 약속했다. 그러나 미국 노동시장에서는 대체에너지 산업 분야 해고가 늘어나는 추세를 보이고 있다. 예를 들면 콜로라도에서 풍력 발전소를 운영하는 베스타스의 경우 2010년 근로자의 18퍼센트를 해고했다. 2012년 미국 연방정부 보고서에 따르면 오바마 대통령 재임기간 동안 미국의 첨단 기술을 이용한 대체에너지 산업의 일자리는 18만 4,699개가 새롭게 생겼다. 하지만 이는 당초 오바마 대통령이 제시한 일자리 목표보다는 다소 미흡한 수준이다.

재선에 성공한 오바마 대통령은 신재생에너지 산업 육성에 많은 관심을 갖고 있으며, 오바마 행정부는 태양광 등 신재생에너지에 대한 지원도 확대할 것으로 예상된다. 이를 위해서 오바마 정부가 신재생에너지 육성을 위한 투자세액공제제도를 연장하고, 소비 전력의 일정 비율을 신재생에너지로 공급하는 의무할당제(Renewable Portfolio Standard ; RPS)를 계속 추진할 것이다.

2. 중국

가. 신재생에너지의 중국 경제

2010년 신재생에너지 산업으로 인한 중국의 GDP 총액은 4,170억 위안(630억 달러)에 달했으며, 총 GDP의 1퍼센트를 차지하였다. 또한 신재생에너지의 성장은 2010년까지 중국에서 435만 개의 일자리를 창출하였다(<표 IV-4> 참조).

<표 IV-4> 중국 신재생에너지 분야의 GDP 기여 및 고용창출(수력 제외)

	GDP 기여 (10억 위안)	GDP 기여 (10억 US\$)	고용 (100만)	설비 용량 (GW)
풍력 산업	100	15	0.26	31.07
태양광 산업	150	23	0.30	0.83
태양열온수 산업	70	11	3.00	20.16
바이오매스 산업	97	14	0.79	6.69
총	417	63	4.35	58.75

자료: Low Carbon Green Growth Roadmap for Asia and the Pacific, Case Study(2012). "Finding a Green Engine for Economic Growth China's Renewable Energy Policies".

나. 중국의 녹색경제와 녹색일자리

2001년부터 2010년까지 10년간, 특히 2006년부터 2010년까지 5년이라는 기간 동안 중국은 경제 분야의 거의 모든 부분에서 녹색성장을 최 우선순위 정책으로 추진하였다. 녹색경제로의 전환에 관한 중국 정부의 가장 큰 공약 중 하나는 이산화탄소의 환경영향을 최대한 감소시킬 수 있도록 돕는 산업 및 경제 분야에서의 일자리 확산이다.

중국의 에너지 분야는 석탄에 크게 의존하고 있다. 에너지 혼합 체제에서의 신재생에너지 비율 증가는 탄소배출량 감소에 분명한 기여를 하였으며, 에너지 공급 녹화(錄化)에 중요한 역할을 하였다. 2006년부터 2010년까지 제11차 5개년 계획 기간 동안, 중국의 태양광 분야는 연평균 2,700개의 직접고용¹⁴⁾과 6,500개의 간접고용¹⁵⁾을 창출하였다. 2011년부터 2020년 사이, 해마다 6,680개의 직접고용과 1만 6,370개의 간접고용이 증가할 것으로 예상되며, 중국 태양열 산업의 급속한 성장과 정부의 계획하에서 향후 녹색일자리는 상당히 증가할 것으로 예상된다.

중국의 풍력 산업(발전 및 터빈 제조 분야)은 2006년부터 2010년까지 매년 4만 개의 일자리를 창출하였다. 생산성 증가를 고려할 때, 2011년부터 2020년 사이에 중국의 풍력발전은 연평균 약 3만 4,000개의 녹색일자리를 창출시킬 것으로 예상된다.

미국 환경보호국(Safety Environment Protection Agency; SEPA)은 2005년 중국의 환경피해 비용이 총 GDP의 10퍼센트에 달한다고 평가했다. 전문가들은 중국이 향후 30년간 공업 폐기물을 처리하기 위해서는 적어도 GDP의 2퍼센트를 할애해야 할 것이라고 예측하고 있다. 이러한 환경 문제는 중국 개발 패러다임의 전면적인 변화뿐만 아니라 환경 문제에 대한 공산당 및 정부의 인식이 필요함을 암시하는 것이다.

중국이 지구상에서 녹색경제를 받아들이는 유일한 국가는 아니다. 이웃인 우리나라 역시 ‘녹색성장’ 전략이나 계획을 채택하기 시작하는 등 관련 조치들을 취하고 있다. 2010년 우리나라는 환경 의식이 강한 기술 개발의 성공을 위하여 자원 및 탄소 집약적인 경제에서 에너지 및 자원의 효율적 이용에 기반을 두는 국가로의 변화를 목표로 하는 혁신

14) ‘직접고용 효과’는 환경 관련 지출의 증가로 인해 유발되는 수요, 산출 및 고용에 있어서의 1차 효과임.
 15) ‘간접고용 효과’는 환경 관련 지출로 인해 초래되는 2차, 3차 효과를 말하는데, 다음과 같은 원인들에 의해 고용효과가 나타나게 됨. 환경 관련 제품/서비스 수요 증가, 임금소득 증가로 인한 수요증가와 고용창출 등을 통한 승수효과, 상대적인 임금/가격 효과, 공해억제투자로 인한 대체효과 등임.

적인 녹색성장 사업을 시작하였다. 세계의 다른 국가들보다 먼저 우리나라는 녹색경제 달성을 국가 전략 수준으로 끌어올렸고, 녹색경제 구현을 위한 포괄적인 제도적 시스템을 마련하였다.

우리나라의 녹색성장 사업은 중국 및 기타 개발도상국에게 소중한 교훈을 주고 있다. 현 정부가 추진하고 있는 녹색성장 전략은 주요 야당을 포함하여 국민들의 큰 지지를 얻었으며, 구체적이고 강력한 법제를 통해 실행에 옮겨지고 있다. 철강 및 시멘트 산업에서의 초기 반대에도 불구하고, 녹색성장은 대체로 우리나라 주요 기업들에 의해 진행되었다.

현대, 삼성과 같은 회사들은 태양열과 풍력, 전기자동차 및 무공해(Zero-Emission) 공장 등과 같은 새로운 사업 영역으로의 진입을 포함하여 그들만의 녹색성장 전략을 개발함으로써 녹색성장에 대응하였다. 우리나라 정부 또한 녹색성장 전략 및 정책을 개발하고자 하는 다른 국가들을 돕기 위한 재정 및 기술 지원 확대를 목적으로 하는 ‘글로벌녹색성장 연구소(Global Green Growth Institute; GGGI)¹⁶⁾를 설립하였다.

중국의 전략이 우리나라만큼 포괄적이지는 못하지만 현재 실행 중이거나 계획된 정책 및 조치들은 녹색성장 패러다임과 일치한다. 제11차 5개년 계획 기간 동안 중국은 산업·교통·건설 분야에서의 에너지 효율성을 높이고, 풍력과 태양열 및 기타 신재생에너지 자원을 개발하며, 에너지 효율적이고 친환경 기술의 사용을 자원절약 순환경제로의 변환을 위한 노력들이 수행되었다.

그러나 중국 녹색경제의 잠재력은 간신히 박자를 맞추는 수준에 놓여 있다. 유엔환경 계획(UNEP)은 녹색경제를 “환경의 위험성과 생태계 결핍을 줄이면서 인간의 웰빙 및 사회 자본이 개선된 결과”라고 정의하고 있지만,¹⁷⁾ 실제로 중국은 이러한 목표를 모두 충족하는 절대적인 조건보다는 단순한 ‘녹색’으로의 전환에 중점을 두고 있는 듯하다. 이는 현재 중국이 신재생에너지 및 전기자동차와 같은 녹색 분야와 석탄을 기반으로 하는 ‘갈

16) 2008년 8월 국가비전으로 제시된 ‘저탄소 녹색성장’을 위한 Think & Act Tank로서 경제 성장과 환경보호의 양립이 불가능하다는 편견을 넘어, 신성장 동력으로서의 녹색성장을 글로벌 의제로 확산하고 개도국 녹색성장을 촉진하기 위해 2010년 6월 설립되었음. 동 연구소는 녹색성장 프로그램 개발 및 이행, 역량배양, 모범사례의 공유, 협력기관에 대한 지원 제공을 통해 개발도상국의 녹색성장 프로젝트를 지원하고 있음. GGGI는 녹색성장 모델을 통해 경제성장과 지속가능한 개발을 위한 실용적이고 효과적인 새로운 글로벌 패러다임을 구축하고자 함. 아울러 국제 수준의 연구 및 사업을 수행하는 녹색성장 전문기관으로 도약하기 위해 녹색성장 이론 정립, 국별 사업, 양자간·다자간 협력 강화, 기후변화 관련 네트워크 구축을 강화하기 위해 노력하고 있음.

17) United Nations Environment Programme(UNEP), Toward a Green Economy-A Synthesis for Policy Makers(Nairobi: February 2011), pp.3.

색' 산업이 공존하는 전환기에 놓여 있기 때문인 것으로 보인다.

중국의 녹색 전환의 가장 큰 약속 중 하나는 국가 환경에 미치는 영향을 줄이거나 적어도 늦추는 산업 및 경제 분야에서의 일자리 확장 가능성이다. 중국의 공식적인 실업률은 낮지만(도시 지역에서는 20년 이상 5퍼센트 이하를 유지) 실제 실업자는 이보다 훨씬 더 많을 수 있다. 중국사회과학원(Chinese Academy of Social Sciences)의 연구에 따르면, 2008년 중국의 도시 지역 실업률이 9.4퍼센트에 달하는 동안 1억 명 이상의 농촌 노동력이 남아돌았다고 평가했다. 농업 생산성이 계속적으로 증가하고 중국 경제가 노동집약적 모델로부터 변화함에 따라 농촌 지역의 실업은 더욱 증가할 것으로 예상되고 있다. 중국의 녹색 분야에서 새로운 일자리 창출 기회는 전통적인 경제 분야에서 실업으로 인한 사회적 부담을 덜어줄 것이다.

중국의 녹색경제 계획은 국가 에너지 공급에서의 신재생에너지 비율 증가, 산림과 같은 국가 천연자원 보존 및 강화, 전통적으로 유해한 분야에서의 환경 영향 감소를 위한 새로운 과학기술 영입이라는 세 가지 목표에 중점을 두고 있다. 녹화(Greening)는 경제의 모든 영역에서 발생할 수 있다. 예를 들어 UNEP의 2010년 녹색경제보고서에서는 농업, 건설, 도시, 에너지, 수산, 산림, 제조, 관광, 교통, 폐기물, 물과 같이 전 세계적으로 발생되는 11개 사업 분야에 초점을 맞추고 있다.¹⁸⁾

다. 녹색에너지 공급

중국 국가발전개혁위원회(NDRC)의 보고서에 따르면, 중국의 태양광 산업 총 판매량은 2005년 13억 위안(20억 달러), 고용 근로자는 1만 3,800명으로 나타났다. 또한 2007년 중국의 태양광 산업 총 판매량은 882억 위안(135억 달러), 고용은 8만 2,800명으로 나타났다(<표 IV-5> 참조). 이는 과거 중국 태양광 산업의 총 판매량과 고용자 수가 지속적으로 강한 성장세를 보였음을 나타낸다. 그러나 중국의 태양광 제조 산업 분야는 큰 불확실성에 직면하고 있어 장래 전망을 예측하기는 쉽지 않다.

18) UNEP(2010), Green Economy Report: A Preview(Nairobi: May 2010), pp. 3.

<표 IV-5> 중국 태양광 제조 산업 분야의 고용 및 판매량(2005~2007년)

세부 산업 분야	고용(일자리 수)		
	2005	2006	2007
구성 요소	2,700	9,000	25,000
실리콘, 잉곳(ingot), 와퍼(wafer)	2,400	7,700	13,000
배터리	1,500	4,800	11,000
폴리 실리콘	1,000	3,600	7,000
시스템 엔지니어링 및 마케팅 서비스	2,000	2,600	3,000
특수 재료(유리, 실버 알루미늄 등)	500	1,800	2,500
대체 부품(인버터, 배터리 등)	500	1,000	1,500
조명, 정원조명, 소비자, 상품	3,000	8,500	1,500
R&D	300	500	800
총 고용	13,800	39,500	82,800
총 산업 판매량(10억 위안)	12.8	43.3	88.2

자료: National Development Reform Commission(2012), Global Environment Facility, and World Bank(2012), China PV Industry Development Report(2004~2005) and China PV Industry Development(2006~2007).

<표 IV-6>은 2006년부터 2010년까지 중국 풍력 산업 분야의 고용 현황을 설명한 것으로, 중국 풍력 시장에서의 잠재적 일자리 창출을 평가할 수 있다. 1MW당 정규직 근로자 1.5~2명의 고용을 필요로 한다는 비율을 토대로 가정한다면, 2006년부터 2010년까지 중국 풍력 산업 분야의 정규직 일자리는 약 6만 1,000개에서 8만 1,400개 창출되었음을 알 수 있다.

2010년 한 해만 새롭게 증가한 풍력 설비용량 16GW는 2만 4,000명에서 3만 2,000명의 새로운 일자리를 창출하였다. 결과적으로 중국에 설치된 풍력 설비용량 42GW에서 일하는 정규직 근로자는 약 8만 3,000명에 이르는 것으로 예측할 수 있다.

중국은 2020년 120GW 풍력 설비용량 증가라는 목표를 위하여 2011년부터 2020년 사이에 발전용량의 78GW를 추가 설치할 필요가 있다. 이는 같은 기간 동안 연평균 6만 6,000명의 새로운 일자리를 창출하는 결과이다. 실질적인 녹색직업의 수는 더욱 증가할 수 있으나, 풍력을 활용한 농업에는 개인적인 운영과 잠재적 근로자는 포함되지 않는다. 따라서 지금까지의 풍력 설비용량 증가량을 바탕으로 추정하면, 중국은 2020년까지 현재 설

비 용량보다 훨씬 더 큰 목표를 달성할 수 있을 것이다.

가능한 간접고용 승수를 이용하면, 중국의 풍력 산업 분야에서 2006년부터 2010년 사이에 간접일자리는 연간 3만 2,000개 생성되었다. 2011년부터 2020년 사이에 78GW 용량이 추가로 설치된다면, 간접일자리가 동 기간 동안 연평균 3만 개 증가할 것이다.

<표 IV-6> 중국 풍력 산업 분야에서의 고용

연도	설비 용량 연간 증가량 (GW)	고용 (일자리 창출)
2006	1.34	2,000~2,700
2007	3.4	5,200~6,900
2008	6.1	9,200~12,200
2009	13.8	20,700~27,600
2010	16.0	24,000~32,000
총계	40.7	6,100~81,400

자료: Li Junfeng et al(2010), China Wind Power Outlook 2010, Hainan Press and Greenpeace(2011), China Becomes World's Number 1 in Wind Installation.

<표 IV-7>은 2006년부터 2010년까지 중국 풍력 터빈 제조 및 고용창출 현황을 설명한 것이다. 중국 터빈 제조업 부문은 또한 녹색직업을 위한 커다란 잠재력을 제공한다. 2007년 중국의 풍력 터빈 kW당 평균 가격은 6,000~7,000위안(924~1,078달러)이다. 2008년 경제 규모가 커짐에 따라, 그 가격은 대략 4,000위안(616달러)으로 하락했으며, 2010년에는 더욱 감소하였다.

2006년과 2007년 사이에 풍력 터빈 가격은 평균 6,500위안으로 2008년에서 2010년 사이에는 4,000위안, 2011년에서 2020년까지 3,500위안임을 가정하면, 연간 투자 필요와 중국의 풍력 터빈 산업에 있어서 일자리 창출 평가가 가능하다.

2006년부터 2010년 동안 총 고용 일자리 수는 12만 6,240명으로 증가되었다. 그러나 중국 터빈 수출의 신뢰할 만한 자료 부족으로 녹색직업 평가는 중국의 풍력 제조 산업의 완전고용 효과를 설명하지 못하였다. 2011년부터 2020년까지 풍력 용량이 78GW 추가되고, 장비의 80퍼센트가 중국 내에서 생산된다면 2,190억 위안이 중국 터빈 제조업 부문에 투자될 것이며, 이는 같은 기간 동안 연평균 2만 1,000개의 새로운 일자리가 창출되는 것이다.

가능한 간접고용 승수를 사용하면, 2006년과 2010년까지 중국 터빈 제조업 부문의 간접일자리는 평균 6만 7,000개 발생되었다. 2020년까지 78GW의 설비용량이 추가된다면, 터빈 제조업 부문과 관련하여 연평균 5만 6,000개의 일자리가 창출될 것으로 전망된다. 총체적으로, 중국 풍력 산업 발전과 터빈 제조업 부문은 2006년과 2010년 사이에 연평균 4만 개의 직접일자리가 창출되었으며, 2020년까지 관련 녹색일자리는 연평균 3만 4,000개가 증가할 것으로 평가된다.

간접고용의 규모는 2006년부터 2010년까지 연간 100만 개, 2011년부터 2020년까지 연간 8만 6,000개로, 중국의 거국적 풍력 개발 계획은 중국 전 경제에 중요한 기여를 할 것으로 예상된다.

<표 IV-7> 중국 풍력 터빈 제조 및 고용창출(2006~2010년)

연도	새로 설치된 터빈 용량 (GW)	국내 생산 터빈 비율 (퍼센트)	국내 생산 터빈 용량 (GW)	터빈 생산 투자 (10억 위안)	직접고용 (일자리 창출)(개)
2006	1.3	45	0.6	3.8	3,660
2007	3.3	58	1.9	12.4	12,010
2008	6.2	76	4.7	18.6	18,050
2009	13.8	80	11.0	44.2	42,850
2010	16.0	80	12.8	51.2	49,670
총계					126,240

자료: Shi Pengfei(2011), China Installed Wind Capacity Is Top 1 in the World, More Than U.S.

라. 녹색 수송

<표 IV-8>은 2011년부터 2020년까지 베이징 도시철도 교통의 고용창출 잠재력을 예측한 것이다. <표 IV-8>에서 볼 수 있는 바와 같이 2011년부터 2015년까지 직접고용 82만 200명과 간접고용 149만 6,100명으로 총 고용창출은 231만 6,300명으로 전망된다. 또한 2016년부터 2020년까지 직접고용 73만 명과 간접고용 133만 1,500명으로 총 고용창출은 206만 1,500명으로 전망된다. 따라서 2011년부터 2020년까지 베이징 도시철도 교통의 고용창출 잠재력 총 437만 7,800명이 증가될 것으로 전망하고 있다.

이와 같이 베이징 도시철도 교통 부문의 고용창출 잠재력은 중국 에너지 부문과 같이

많은 변화를 겪고 있다. 중국 국민들의 소득 수준이 평균적으로 증가함에 따라 자전거 왕국은 자동차에 의해 침몰되고 있다. 2009년 중국은 미국을 추월하며 세계에서 가장 큰 자동차 시장이 되었다. 1억 7,000만 대의 자동차를 보유한 중국은 현재 자동차 부문의 에너지 소모량이 총 1차 에너지 소모량의 1/10을 차지하고 있다. 비록 이는 미국의 총 자동차 에너지 소모량의 28퍼센트 수준이지만, 자동차 수가 지속적으로 증가함에 따라 중국의 자동차 에너지 소비는 더욱 급속하게 증가될 것이다.

중국은 지금부터 2020년까지 자동차가 20억 2,000만 대 증가할 것으로 예측하고 있다. 따라서 중국 정부는 교통 부문과 관련한 환경적 지속가능성을 높이기 위하여 1조 달러 투자 계획을 가지고 있다. 또한 자동차 수요 증가에 대처하고 대중교통을 증진하기 위하여 저탄소 전략을 채택하고 있다. 이러한 녹색교통에 대한 중국의 관심 증가는 환경적 문제와 사회적 문제 해결에 도움을 줄 전망이다.

<표 Ⅳ-8> 베이징 도시철도 교통의 고용창출 잠재력(2011~2020년)

(단위: 개)

기간	직접고용	간접고용	총 고용
(일자리 수)			
2011~15	820,200	1,496,100	2,316,300
2016~20	730,000	1,331,500	2,061,500
총계	1,550,200	2,827,600	4,377,800

출처: Jiahua Panm HaiBing Ma, Ying Zhang(2012), Green Economy and Green Jobs in China, WorldWatch Report 185, pp.19.

마. 녹색산림 분야

<표 Ⅳ-9>는 중국의 산림화 활동 분야 고용창출(2005~10년) 현황을 설명한 것으로, 연간 산림화 지역은 2005년부터 지속적으로 증가함을 볼 수 있다. 정규직 산림화 활동 분야 종사자가 연간 300일을 근무한다고 가정하면, 작업 일수의 증가를 통해 2005년과 2010년 사이 중국의 산림화 활동 분야의 고용창출 효과를 예측할 수 있다.

<표 IV-9> 중국의 산림화 활동 분야 고용창출(2005~2010년)

연도	연간 산림화 지역 (100만 헥타르)	작업 일수 (100만)	직접고용 창출 (100만)
2005	3.6	377	1.3
2006	3.8	397	1.3
2007	3.9	405	1.4
2008	5.4	554	1.9
2009	6.3	648	2.2
2010	5.3	549	1.8

자료: SFA(2008), Assessment Index for Forestation Project Investment(in Chinese).

이와 같은 분류에 근거하여 산림화 부문은 2010년 경우만 180만 개의 직접고용 일자리가 창출되었음을 알 수 있다. 이는 고용된 근로자들이 1년에 300일을 산림화 작업에 종사했다는 가정하에 산출된 것이다. 산림화 작업은 기간과 계절에 영향을 받기 때문에 단기간 근로에 근거한 실제적 근로자 수는 평균 정규직 근로자 수보다 훨씬 많을 수 있다.

산림화 활동들은 식목 활동 및 기술적 훈련과 같은 다른 경제적 부문과 밀접하게 연계되었기 때문에 고용을 촉진시킬 수 있다. 간접고용 승수를 사용하면, 중국에서 산림화 장기 및 정규직 근로자의 간접일자리는 2005년부터 2010년 사이 평균 184만 개 생성되었으며, 중국 산림화 활동의 직접 및 간접 일자리가 평균 347만 개 창출되었음을 알 수 있다. 이와 같이 산림화 활동 분야의 녹색일자리 발생 가능성은 매우 높다고 볼 수 있다.

<표 IV-10>은 중국의 산림 관리 분야 고용창출(2005~10년) 현황을 설명한 것이다. 중국 산림국(SFA)은 중국의 산림 관리자 정규직은 1년에 산림 150헥타르 이상 감독하지 못하도록 하는 가이드라인을 설정하고 있다. 이를 토대로 최근 몇 년간 산림 관리의 직접일자리 창출을 보면, 2005년에서 2010년까지 총 18만 8,000여 개 이상의 산림 관리자 정규직 일자리가 창출되었다. 이는 기존 산림에 대한 관련 자료 부족으로 인해 새롭게 추가된 산림 면적의 고용효과만을 적용한 것이다. 만일 모든 산림 지역이 포함된다면 실제 중국의 산림 관리자의 수는 이보다 더 많을 것이다.

간접고용 승수에 따라 중국의 산림 관리 분야의 간접일자리는 관련 분야에서 각각 1.48개 더 창출되어, 2010년 5만 2,000개의 간접적 일자리를 만들고, 2005년부터 2010년까지 매년 평균 4만 6,000개의 일자리가 생성되었다.

중국 정부의 2020년 목표를 달성하기 위해 필요한 예상 산림 지역은 1,830만 헥타르이다. 2011년부터 2020년까지 새로 추가된 산림 지역을 관리하려면 적어도 120만 개의 일자리가 더 필요할 것이다. 평균적으로 3퍼센트의 연간 생산성 증가를 가정한다면, 직접일자리 창출은 104만 개로 낮아진다. 따라서 새로운 산림 관리 일자리는 2011년에서 2020년까지의 기간 동안 관련 부문에서 150만~180만 개의 새로운 일자리를 만드는 데 도움이 될 것이다.

<표 IV-10> 중국의 산림 관리 분야 고용창출(2005~2010년)

연도	산림 지역 연간 증가량 (100만 헥타르)	직접고용 창출 (정규직 일자리 수*) (백만 연간 지위)
2005	3.6	24,251
2006	3.8	25,592
2007	3.9	26,051
2008	5.4	35,699
2009	6.3	41,749
2010	5.3	35,333
총계	28.3	188,675

주*: 산림 관리 일자리는 장기간 일자리로 간주되며, 이러한 일자리는 산림 지역 확대에 따라 증가하기 때문에 이곳의 고용창출은 순수 증가만을 나타냄.

자료: SFA(2008), Assessment Index for Forestation Project Investment(in Chinese).

3. 캐나다

캐나다는 주별로 각기 다른 다양한 신재생에너지를 육성하고 있다. 우선 온타리오 주는 풍력과 태양광 산업이 발달했으며, 점차적으로 화력발전을 없애고 신재생에너지로 전력을 공급할 계획을 수립하고 있다. 퀘벡 주는 수자원이 풍부하여 캐나다 전력 생산의 31퍼센트를 담당하고 있다. 브리티시 콜롬비아 주는 다른 지역에 비해 상대적으로 산림이 풍부하여 바이오매스 산업이 발달했다. 캐나다 주정부의 장려정책에 힘입어 신재생에너지 산업 규모는 앞으로 더욱 확대될 것으로 전망된다. 캐나다는 기반시설과 통합 교통망이 체계적으로 구축되었고, 첨단제조기술, 전문 인력, 낮은 인건비를 확보하고 있으므로 재생에너지 산업에 특히 적합하다.

온타리오 주 정부는 녹색에너지 정책을 야심차게 실행하고 있어 환경보호 및 고용기회의 확대 측면에서 온타리오 주 시민들에게 실질적인 혜택을 가져다줄 가능성이 있다. 다음에서는 온타리오 주의 녹색투자 정책에 대한 잠재고용 효과를 살펴보고자 한다.

첫째, ‘기본 통합 전력 시스템 계획’으로, 10년에 걸쳐 186억 달러의 녹색투자를 지출한다는 프로그램이다. 본 프로그램에는 다음과 같이 여섯 가지 녹색투자 분야가 포함되어 있다.

- 보존 및 수요 관리
- 수력발전
- 향안풍
- 바이오에너지
- 쓰레기 재활용
- 태양열

둘째, ‘확장된 녹색에너지 활동 연합 프로그램’으로, 10년에 걸쳐 47억 1,000달러 녹색투자를 진행하는 프로그램이다. ‘기본 통합 전력 시스템 계획’에서의 여섯 가지뿐만 아니라 육상풍, 스마트그리드 전기전송 시스템과 같은 두 분야를 포함하고 있다.

온타리오 주 녹색투자 프로그램의 고용효과를 추정하는 방법으로는 다음과 같은 세 가지 유형의 투입-산출(Input-Output)표의 자료를 활용하고 있다.

첫째, 직접효과로 보호와 수요 관리, 수력발전 그리고 태양열과 같은 목표활동에 의한 온타리오 주 내에 창출된 직업들

둘째, 간접효과로 온타리오 주 내에서 산업과 일자리와 연관된 하드웨어와 금속제품과 같은 녹색투자 활동을 위한 상품과 서비스를 공급

셋째, 유발효과로 고용창출된 녹색투자 프로젝트를 통해 지불되는 금액과 지역 내 다른 생산품으로 벌어들이는 비용

또한 대체 녹색투자 프로젝트의 상대적 고용효과 분석을 위한 세 가지 자료는 다음과 같다.

첫째, 노동 강도로, 물품, 건축물, 토지 혹은 에너지 소비에 대응하여 얼마나 노동자를 고용하는지 알아본다.

둘째, 노동 만족도로 온타리오 주 내 수입품 소비에 대응하여 얼마나 다른 상품들이 남아 있는지 살펴본다.

마지막으로, 임금 비율로 만약 임금이 낮아진다면 더 많은 일자리가 창출되는지를 노동자의 전체 고용 단계를 통해 살펴보는 것이다.

<표 Ⅳ-11>은 ‘기본 통합 전력 시스템 계획’ 및 ‘확장된 녹색에너지 활동 연합 프로그램’ 프로젝트에서 녹색투자 부문에 대한 직간접, 그리고 연계된 직간접 고용창출에 대한 수치를 제시한 것이다. 향안풍, 육상풍, 수력발전, 바이오에너지, 태양력, 폐기물 에너지 재활용, 스마트그리드 전기전송 시스템의 고용창출 가능성은 다양한 청정에너지 활동과 매우 유사하다. 직접적인 고용창출은 100만 달러당 평균 7~8.4개의 고용창출 일자리 범위를 가지고 있으며, 간접적인 고용창출은 추가적으로 100만 달러당 평균 4~8개의 고용창출 일자리 범위를 가지고 있다. 무엇보다도 전체적인 직간접 고용창출은 100만 달러당 14~16개의 일자리 범위를 가지고 있는 것으로 나타났다.

<표 Ⅳ-11> 대체 가능한 온타리오 주 녹색에너지 투자의 고용 영향: 100만 달러당 고용창출

에너지 출처	백만 달러 지출당 직접적인 고용창출	백만 달러 지출당 간접적인 고용창출	백만 달러 지출당 직간접적인 고용창출
보존 및 수요 관리	9.0	5.2	14.2
수력발전	8.2	6.0	14.2
향안풍	7.6	7.1	14.7
육상풍	7.6	8.2	15.8
바이오에너지	8.4	8.0	16.4
폐기물 에너지 재활용	8.2	7.9	16.1
태양력	8.2	7.6	15.8
스마트그리드	7.0	7.1	14.1

자료: Robert Pollin et. al.(2012), Building the Green Economy: Employment Effects of Green Energy Investments for Ontario.

<표 Ⅳ-12>에서는 ‘기본 통합 전력 시스템 계획’에 의한 청정에너지 투자 프로그램을 통한 고용창출 현황을 설명한 것이다. 18억 6,000만 달러 프로그램을 통해 전체 3만 5,189개의 전체 고용창출과 1만 5,517개의 직접고용, 8,121개의 간접고용이 창출됨을 알 수 있다.

<표 IV-12> 대체 가능한 녹색에너지 분야의 새로운 지출(\$18.6억/연간)과 ‘기본 통합 전력 시스템 계획’ 프로그램을 통한 고용창출 현황

직접고용	15,517
간접고용	11,551
고용유도	8,121
전체 고용창출	35,189

자료: Robert Pollin et. al.(2012), Building the Green Economy: Employment Effects of Green Energy Investments for Ontario.

2008년 온타리오 주의 전체 고용 수준은 670만 명이었다. 이는 ‘기본 통합 전력 시스템 계획’ 프로젝트에 의해 창출된 것으로, 절반 이상이 지역 내 고용으로 이루어졌다. 온타리오 주의 고용창출 수준은 고용효과 유도 채널을 통해 증가된다. 다시 말해, ‘확장된 녹색에너지 활동 연합 프로그램’을 통하여 매년 47억 1,000만 달러의 녹색투자 분야의 고용창출 효과가 발생하는 것이다. <표 IV-13>에서 볼 수 있듯이 ‘확장된 녹색에너지 활동 연합 프로그램’을 통해 2만 871개의 고용유도와 약 7만 개의 직·간접 고용이 발생되었음을 볼 수 있으며, 온타리오 주 내에서 총 9만 442개의 고용창출 효과를 전망할 수 있다.

<표 IV-13> 대체 가능한 녹색에너지 분야의 새로운 지출(\$47.1억/연간)과 ‘확장된 녹색에너지 활동 연합 프로그램’을 통한 직간접 및 전체 고용창출 현황

직접고용	38,430
간접고용	31,141
고용유도	20,871
전체 고용창출	90,442

자료: Robert Pollin etc.(2012), Building the Green Economy: Employment Effects of Green Energy Investments for Ontario.

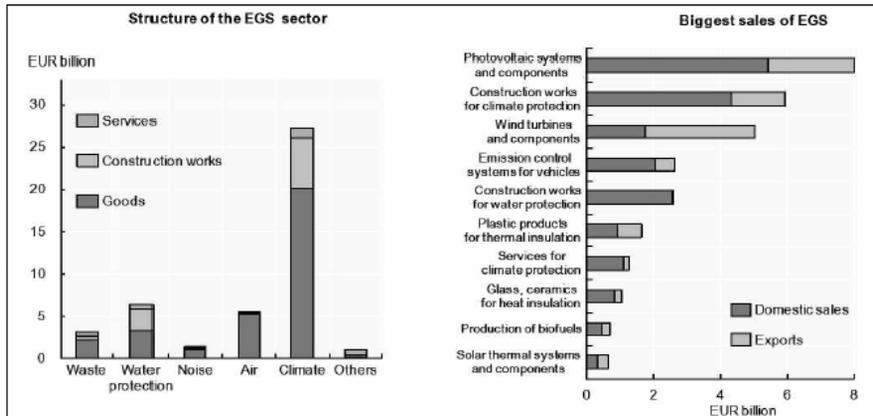
4. 독일

독일의 환경 정책은 경제성장 및 혁신, 일자리 창출 촉진과 녹색시장 영향을 뒷받침하고 있다. 강력한 환경 정책은 환경 성과와 삶의 질을 향상시킬 뿐 아니라 국제적으로 경쟁력 있는 환경 친화적 상품 및 서비스(Environmental Goods and Services; EGS) 부문을 활성화한다. 2009년 EGS 부문 매출액은 GDP의 1.9~15퍼센트로 산출되었고, 고용 인원도

간접고용을 포함하면 18만~180만 명이었다. 2009년 독일 EGS의 1/3이 수출되었는데, 여기에는 태양광 시스템, 풍력 터빈, 단일 제품 등이 포함된다. 연방정부의 통계에 따르면 EGS 부문은 매년 약 7.7퍼센트 증가하여 2020년 3억 개가 판매 될 것으로 예상되며, 경제 성장과 일자리 창출에 중요한 영향을 미칠 것으로 보인다.

신재생에너지와 여타 기후보호 활동들이 EGS 부문 성장을 이끄는 촉진제 역할을 하고 있다<[그림 IV-3] 참조>. 발전차액지원제도(Feed-in-Tariff), R&D 등 여러 지원 방법을 통해 전력 및 열 생산 부문에 신재생에너지 활용이 확대되고 있으며, 신재생에너지 부문 고용이 2002년부터 2010년까지 3배 이상 증가하여 고용 인원이 37만 명에 달했다. 그러나 상대적으로 침체된 산업 부문에서의 실업, 고용의 실질 영향을 고려하는 문제가 아직까지 과제로 남아 있다.

[그림 IV-3] 2009년 환경 친화적 상품 및 서비스 매출액



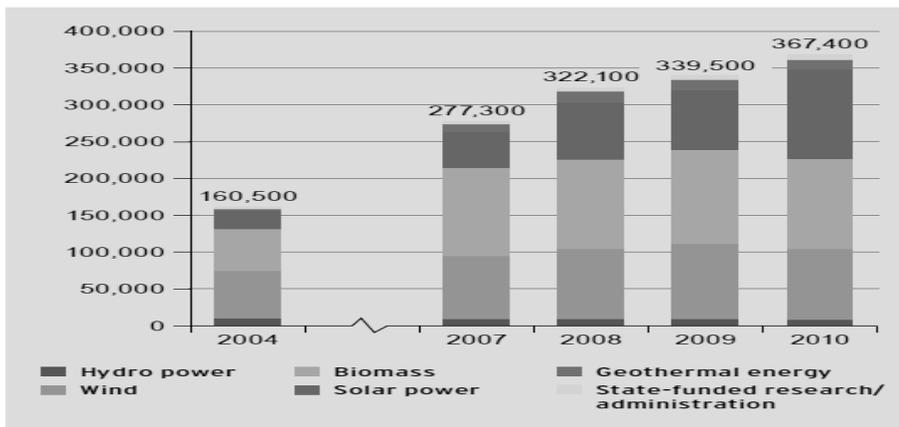
자료: OECD(2012c), Employment Outlook.

독일 정부의 확고한 국가 혁신 정책 체계 및 광범위 산업 기반, 활발한 국제무역은 환경 부문의 성장을 뒷받침하는 핵심 요소이다. 이러한 추세는 앞으로도 계속될 것이며, 태양열에너지 및 태양광에너지, 풍력발전 분야 세계시장도 2020년까지 연간 20퍼센트 증할 것으로 예상된다. 최대 EGS 및 재생에너지 관련 제품 생산국인 독일은 이러한 성장세로부터 혜택을 받고 있다. 그러나 관련 시장에서의 경쟁이 가속화됨에 따라 독일 수출 시장 점유율은 점점 떨어지고 있는데, 특히 태양광 부문에서 이러한 경향이 뚜렷하다. 기술 발전과 생산성 향상을 유지해야만 세계 경쟁 우위를 유지할 수 있을 것이다.

혁신의 본성이 사후처리 기술에서 통합적 기술 솔루션으로 옮겨 가고 있기 때문에 환경 기술 발전이 더욱 어려워지고 있다. 따라서 정책 일관성과 기관 간의 상호 협력이 더욱 요구되고 있으며, 결과물의 측정이라는 점에서 혁신 정책의 효과 및 효율성을 체계적으로 평가하는 것이 필요하다.

독일의 에너지 시스템 전환과 재생에너지 생산의 급속한 증대에 따라 괄목할 만한 고용 창출 효과를 보이고 있다. 2010년 37만여 명이 재생에너지 분야에 고용되어 2004년에 비해 54퍼센트 증가하였다. 2011년에는 풍력과 태양열에너지 분야에서만 약 38만 개의 일자리가 창출되었고([그림 IV-4] 참조), 친환경산업 분야 고용 인구는 총 200만 명 정도로 추산되며, 2030년 재생에너지 분야 고용 인구는 약 50만 명에 달할 것으로 전망된다.

[그림 IV-4] 재생에너지 분야 고용(2004~2010년)



자료: BMU(2011). Report on the Environmental Economy 2011, pp. 36.

독일에서 재생에너지 산업 분야의 일자리가 급증하고 있는 상황이다. 재생에너지 부분 고용 인구는 2010년 약 200만 명으로 1990년대 대비 약 2.5배 증가하였다. 독일 정부는 2030년 독일 내 재생에너지 부분 종사자가 50만 명을 돌파할 것으로 전망(2030년은 전체 에너지 소비 중 재생에너지 비중의 32퍼센트 예상)하고 있다. 일자리 창출이 가장 많은 분야는 재생에너지 공급량이 가장 많은 바이오매스 분야로 2007년 5만 700명에서 2010년 8만 4,400명으로 고용이 증가하였으며, 고용창출에 가장 크게 기여하는 재생에너지 부분이다. 최근 20년 이내 다른 산업의 성장률이 2~3퍼센트에 그친 반면, 신재생에너지 산업의 성장률은 20~40퍼센트 포인트에 달해 일자리 창출 효과가 매우 크게 나타나고 있다.

V. 정책 제언

1. 신재생에너지 정책이 일자리 창출을 위한 주요 정책으로 인식되어야 한다.

미국의 오바마 행정부는 신재생에너지 정책을 ‘일자리 창출’을 위한 주요 핵심 정책으로 인식하고 이를 추진하고 있다. 경기침체로 실업률이 9퍼센트를 육박하면서 오바마 행정부는 새로운 에너지 산업 육성을 통해 일자리 창출과 위기극복 노력을 경주중이다. 이를 위해서 새로운 에너지 자원에 투자, 지역경제 회복 및 21세기형 일자리 창출 정책을 추진하고 있다. 예를 들면, 펜실베이니아 주의 풍력발전기, 네바다 주의 태양에너지 열판, 미시간 주의 플러그인 하이브리드 차량 제조 등 신산업이 출현하였다.

프랑스 정부는 해상풍력 발전을 녹색성장 및 고용전략 산업으로 선정, 2020년까지 집중적으로 육성할 방침을 수립하였다. 기술 플랫폼 구축, 시범 연구사업 실시 등을 통한 집중 육성으로 2020년까지 6000MW 규모의 해상풍력발전 설비를 구축하도록 추진하고 있다. 이를 위해 2010년 5월 해상풍력발전 육성 프로그램을 발표하고, 이후 10여개의 풍력발전 설비 개발 지구를 선정·발표하였다.

우리나라는 2009년부터 2011년까지 녹색 R & D 인력 약 8만 681명을 양성하였으며 취약계층의 고용효과가 큰 녹색사회적기업의 경우 51개소에서 122개로 증가하였다. 동 기간 동안 총 56조원 규모 재정의 녹색부문 투입에 따른 고용유발효과는 총 76만 4천여 명으로 동일 규모 재정의 비녹색부문에 투입을 가정할 때보다 고용유발효과는 약 25만 명이 큰 것으로 나타났다. 이와 같은 점을 고려할 때 녹색 일자리 및 인력양성은 향후 지속적으로 주요한 정책으로 인식되고 적극적으로 추진하여야 한다.

2. 신재생에너지 분야의 지속적인 성장을 위해서는 체계적인 투입-산출 효과 분석을 통한 정부 정책을 추진해야 한다.

신재생에너지 시장은 이미 전 세계적으로 급속히 성장·확산되고 있다. 국제에너지기구(International Energy Agency; IEA)에 따르면 현재 전 세계 에너지 생산량의 1.5퍼센트 정도(2010년 기준)를 차지하고 있는 풍력과 태양광 생산 전력은 2030년에 이르면 31퍼센트까지 증가될 것으로 추산된다. 재생에너지원이 기존 에너지를 완전히 대체하기란 현

실적으로 불가능하지만 에너지원의 다양화를 통한 에너지 안보, 경제적 파급효과를 위해 우리나라도 점차 많은 관심을 기울일 필요가 있다.

독일 등 몇몇 국가를 제외하고는 재생에너지 정부보조금 정책에서 실패한 사례들이 많이 있으므로 비용의 효과적인 분석에 따른 정책 대안이 필요하다. 미국의 소득 공제(Tax Credit) 제도의 실패, 스페인(재정위기 이후 정부보조금 회수)의 무분별한 국가보조금 지원으로 인한 에너지 가격 조절 실패가 그 예이다. 미국 캘리포니아 주의 태양광패널(Solar-Panel) 제조업체인 솔린드라(Solyndra)가 대표적인 사례로 미국 에너지청으로부터 5억 3,500만 달러를 지원 받았으나 2011년 파산했으며, 전문가들은 미국정부의 비효율적인 지원 정책이 원인인 것으로 분석하였다.

신재생에너지 분야에서 지속적인 녹색성장으로의 이행을 위한 각종 정부 정책들은 다 음의 세 가지 사항을 가장 우선순위에 두어야 할 것이다.

첫째, 성장하는 기업에서 쇠퇴하는 기업에 이르기까지 각 기업 근로자들의 원활한 인 력배분을 지원하여 동반성장을 이루어야 한다.

둘째, 노동시장 진입 초기 직업교육훈련을 강화함으로써 환경 친화적 녹색기술 및 녹 색기술의 융합을 지원해야 하고, 가능한 고용을 보장해야 한다.

셋째, 환경적인 정책들에 의해 창출된 비용 부담을 완화시키기 위해 근로자들을 위한 세제혜택 시스템의 개혁이 고용의 장벽이 되지 않도록 해야 한다.

3. 녹색일자리 창출에 정부와 기업이 협력적 관계를 유지하여야 한다.

정부가 성장을 촉진하면서 제반 환경적 조치들을 강구할 경우, 이는 녹색고용 기회의 창출에도 기여할 수 있다. 예를 들면, 빌딩 분야에 대한 에너지 효율성 조치의 이행, 재생 에너지의 생산 등의 분야는 화석연료에 기반을 둔 에너지 생산과 비교할 때 다양한 수준의 기술을 요구하는 등 상당히 노동집약적이다. 저탄소 사회로 이행하기 위한 조치들이 고용을 안정화시키거나 촉진시킬 수 있는데, 녹색고용을 촉진하는 정책들은 단기적인 고용 유지에는 도움이 되지만, 경제 전반에 걸친 순수 고용효과 면에서는 장기적으로 볼 때 보다 불확실한 점이 있으므로 주의 깊은 평가가 필요하다.

많은 국가들이 경기회복 시책을 이행하면서 고용창출의 중요성을 강조하였다. 우리나라는 그린 뉴딜 경제 부양책의 결과로서 향후 4년간 약 100만 명의 일자리를 창출할 것

을 기대하고 있으며, 일본은 2020년까지 환경산업의 고용을 2배로 증가시켜 280만 명이 고용될 것으로 기대하고 있다. 영국은 새로운 기술 개발에 기여하면서 에너지 효율 분야의 단계적 전환, 저탄소 에너지 기반시설, 저탄소 자동차의 개발과 생산을 현실화하는 데 목적을 둔 저탄소 산업 전략을 구상 중에 있다.

우리나라는 세계 최초로 「저탄소 녹색성장기본법」을 만들었고 최근에는 「온실가스배출권거래제법」을 제정했다. 녹색기술과 산업을 통해 일자리를 창출하고 저탄소형 선진 경제사회구조로 나아가기 위해서는 정부와 기업이 협력적 관계를 유지하여야 한다.

4. 신재생에너지 시장의 정확한 수요 예측치를 도출할 수 있는 전망 모형을 개발하고, 신재생에너지 관련 인력수급 전망을 지속적으로 실시하여야 한다.

우리나라의 경우 현재 시장 초기 단계인 신재생에너지 산업의 성공적인 정착을 위해서는 미래의 불확실성을 줄이는 것이 시급하다는 판단에 따라 신재생에너지 시장의 정확한 수요 예측치를 도출할 수 있는 전망 모형을 개발하고, 이를 이용해 시장전망 변화를 측정하여야 한다. 신재생에너지 산업의 보급은 초기 단계, 도약 단계와 정착 단계의 과정을 거치는데, 현재 신재생에너지 가운데 태양광, 풍력 등은 초기 단계이며, 폐기물은 정착 단계에 있어 신재생에너지에 같은 정책을 적용하는 것이 아니라 보급 단계별로 정책의 우선순위를 정해야 한다.

또한 신재생에너지 산업에 대한 인력수급 전망 체계의 구축이 필요하다. 신재생에너지 산업에 대한 인력수급 전망은 전망의 기초가 되는 통계자료의 활용에서부터 많은 한계점을 내포하고 있다. 이러한 결과는 전망 과정상에 요구되는 각종 기초자료를 사전에 정비해야 함에도 불구하고, 이에 대한 전체적인 이해 부족과 장기적인 전략의 부재에 기인하고 있다.

현재 신재생에너지 산업에 대한 인력수급 전망 연구들은 적은 예산으로 짧은 기간 동안에 연구를 수행하여 전망 결과를 발표하고 종료되는 단기적인 일회성 연구들이 대부분 이어서 연구의 연속성에 따른 노하우가 축적되지 못하는 한계점을 지니고 있다. 이처럼 인력수급 전망 연구들이 지니고 있는 단기적·일회성 연구의 제약에서 벗어나, 지속적이고 연속적인 전망 모형의 개선을 통해 전망의 신뢰성을 크게 제고할 수 있는 장기적인 연구가 수행되어야 한다. 따라서 신재생에너지 산업 부문 인력수급 전망의 특성상 안정적인 예산 및 인력 확보와 주기적 전망 실시 등 중·장기 인력수급 전망 체계 구축에 요구되는 법제도적인 뒷받침이 필요하다.

5. 신재생에너지 분야는 현재까지도 미개척 분야로 성장잠재력이 매우 크기 때문에, 정부와 민간 부문의 협력적 기술혁신과 재정적 투자가 필요하다.

신재생에너지 분야는 현재까지도 미개척 분야로 성장잠재력이 매우 크다고 볼 수 있으므로 기술혁신과 이에 대한 재정적 수단이 뒷받침되어야 한다. 정부지원만으로는 지속적인 지원이 한계에 부딪히고 있으므로 정부 주도로 민간자본의 지속적인 투자 유도가 필요하다.

독일 연방정부는 2010년 제정된 「에너지 기후기금 법률」에 따라 2012년부터 최대 30억 유로 규모의 에너지 기후기금을 조성해 신재생에너지 기술 R&D 등에 지원할 계획이다 (<표 V-1> 참조).

<표 V-1> 독일 연방정부의 신재생에너지 기술 R&D 예산 현황

(단위: 천 유로)

구분		2010	2011	2012	2013	2014
환경부	프로젝트 펀딩	120,202	128,866	148,866	158,366	158,366
경제기술부	기관 펀딩	3,500	3,600	4,200	4,470	4,713
교육연구부	프로젝트 펀딩	16,291	18,700	18,200	17,700	18,623
	기관 펀딩	40,614	41,483	42,311	43,311	44,335
	소계	56,905	60,183	60,511	61,011	62,958
식품농업부	프로젝트 펀딩	23,168	25,000	25,000	25,000	25,000
합계		203,775	217,649	238,577	248,847	251,037

주: 연방정부 예산 이외의 에너지 기후기금(Energy and Climate Fund) 미포함.

캐나다의 경우, 2008년 외환위기 이후 녹색경제 실현을 강조하였으며, 재생에너지 연구 개발 및 확산에 총 23억 캐나다달러의 예산을 투입하였다. 특히 재생에너지 기술 연구 개발 및 시범사업 프로젝트에 2014년까지 10억 5,000만 캐나다달러를 투입할 예정이다.

최근 국가과학기술위원회가 과학적 분석 기법을 통해 도출한 국가 에너지 R&D 포트폴리오에 따르면 에너지원별 중요도는 신재생에너지, 전통에너지(기존 채굴 방식을 이용한 획득, 석탄, 석유, 천연가스 등), 원자력, 비전통에너지(기존 채굴 방식 이외의 방식으로 획득, 셰일가스, 오일샌드, 가스액화연료, 탄층메탄가스, 가스하이드레이트 등), 핵융합 순으로 나타났다(국가과학기술위원회, 2013, 1). 2011년 기준, 5대 에너지원에 대한 정부 투자액은 약 1조 2,167억 원 으로 원자력(45%), 신재생에너지(38%), 핵융합(14%),

전통에너지(2%), 비전통 에너지(1%) 순으로 투자되었다. 이와 같은 현실을 감안할 때 신재생에너지에 대한 투자를 적극적으로 확대해야 한다.

6. 융·복합 그린에너지 산업에 부응하는 특성화 대학을 확충할 필요가 있다.

녹색성장 등 첨단 신기술이 융·복합화 됨에 따라 이를 활용하여 신산업을 창출하거나 고부가가치화를 달성하는 것이 가능해지고 있다. 주요 선진국은 물론 국내적으로도 기술 융·복합화를 고려한 인력양성은 이미 보편화되고 있고, 연구 현장에서도 기술이 첨단화 됨에 따라 인접 분야에 대한 전문지식과 이해가 필수적이다. 따라서 기술의 융·복합화가 가속화되고 기술발전이 급변함에 따라 기존의 분과 학문적 교육에서 융합적 교육으로 전환되는 통섭적 시각과 파이형 인재양성이 필수적이다. 기술 융·복합화에 대처하고, 이를 선도하기 위해서는 이에 대한 체계적인 교육과정 설치가 필요하며, 석사급 이상의 연구 인력을 육성하기 위해 다양한 특성화 대학원 형태로의 추진이 바람직하다.

최근 KAIST는 새로운 융합학문 창출을 통해 녹색성장 기술을 선도하려는 적극적인 계획을 추진하고 있다. 이를 위해 EEWS(에너지·환경·물·지속가능성) 대학원을 신설하고 세계 수준의 연구 중심 대학(World Class University; WCU) 교수와 새롭게 영입된 교수들이 주축이 되어 그동안 시도되지 않은 연구와 교육의 새로운 틀을 계획하고 있다.

2009년 3월 설립된 EEWS 대학원은 ‘기초과학 기술과 공학기술을 융합한 지속가능환 에너지 확보’를 목표로 삼고 있다. 특히 관련 분야에서 이 기술을 연구하고 상용화할 수 있는 핵심 인력 수요가 급증하고 있어 인력양성에까지 힘을 쏟고 있다. EEWS 대학원의 특징은 전체 교수들이 에너지, 물 등 21세기 현안을 풀기 위해서는 ‘융합학문’의 개발 및 연구가 필수적이라는 것에 공감하고 기존의 전통적 연구 범주를 뛰어넘는 데 몰두하고 있다는 점이다. 세부 연구 분야는 담수화 기술, 지속가능한 에너지 연료 생산 기술, 저장 기술, 연료변환 기술 등이다. 현재 EEWS 대학원에는 교수 20여 명, 석·박사 과정 학생 100여 명, 박사 후 연구원 등 총 140여 명이 소속되어 있다.

이명박 정부는 녹색성장을 담당할 인재풀 형성을 위해 카이스트에 녹색성장대학원을 설립, 녹색인재를 적극 육성할 계획을 수립하였다. 녹색성장대학원은 국내는 물론 국제사회에서 녹색성장을 주도할 정책 결정자를 양성하는 ‘녹색정책학’, 녹색 신성장산업을 창출하고 기존의 산업을 녹색화하여 혁신할 수 있는 전문 경영자를 양성하는 ‘녹색경영학’ 두 과정이 개설될 예정이다.

대학원은 카이스트 서울 홍릉 캠퍼스에 들어서며, 2013년 정원 40명으로 시작해 2018년까지 5배인 200명 규모로 확대할 계획이다. 특히 장기적으로는 미국 하버드대·영국 정경대(LSE)·덴마크 기술대(DTU)·중국 칭화대 등 여러 국가의 우수 교육기관과 협력해 세계적인 녹색성장 인재풀을 구축할 방침이다. 본 대학원이 정착이 된다면 글로벌녹색성장기구(Global Green Growth Institute; GGGI)의 전략과 녹색기후기금(Green Climate Fund; GCF)의 재원, 녹색기술센터(Green Technology Center; GTC)의 기술이 접목된 ‘녹색 트라이앵글’에 더해 인재양성을 담당하는 기관이 될 것이다. 더불어 국제기구가 된 GGGI는 개도국이 절실히 필요로 하는 정책과 발전 전략을 세우고 실천하는 거점이 될 것이다.

따라서 기존에 추진 계획을 가지고 있는 KAIST의 ‘녹색성장대학원’ 프로그램을 적극적으로 추진하고 융·복합 그린에너지 산업에 부응할 수 있는 다양한 프로그램을 지속적으로 개발할 필요가 있다.

7. 대학에 신재생에너지 프로그램 개설 및 확충이 필요하다.

환경 분야의 세계은행이라 할 수 있는 녹색기후기금(GCF) 사무국 한국 유치와 글로벌 녹색성장기구(GGGI) 설립은 초기 단계의 국제기구이지만 전 세계에서 유일한 녹색성장 특화 기구로서 향후 지속적으로 ‘상호이동(Mutual Leapfrogging)’ 실현을 위해 노력할 필요가 있다. GCF가 출범함으로써 우리나라가 의욕적으로 추진 중인 ‘녹색원조개발(Green ODA)’이 더 체계적으로 진행될 예정이다. 이런 측면에서 우리나라 대학들은 녹색성장과 관련한 다양한 프로그램 개발을 적극적으로 추진할 필요가 있다.

미국에서도 각 지역의 대학들이 발 빠르게 재생에너지 학과를 신설하고 있다. 오리건 공과대학은 2005년 재생에너지공학과를 신설했다. 아칸소 주의 존브라운 대학도 재생에너지학과를 개설했으며, 애리조나 대학 등도 태양광 관련 강좌를 개설하고 있다. 햇빛이 강한 미국 애리조나 주의 대학들은 태양광 분야의 강좌 개설에 적극적이다. 애리조나 대학교와 애리조나 주립대학교, 코코니노 칼리지 등이 개별적으로 공대에 태양광 관련 강좌를 개설하는 한편 공동으로 ‘애리조나 솔라 센터’라는 프로그램도 운영하고 있다. 노스캐롤라이나 주의 애플래치안 주립대학교는 공대에 풍력을 집중 교육하는 프로그램을 갖고 있다.

캘리포니아 대학교(데이비스 캠퍼스)는 ‘에너지 효율 센터’를 운영 중이다. 또한 매사추세츠 공과대학(MIT)의 기계공학과와 자동차연구소, 에너지연구소, 전기화학공학연구소 등

에서는 연료전지를 집중 연구하고 있다. MIT는 학생이 아닌 사람들에게 공개되는 평생교육 프로그램에도 솔라 에너지와 바이오연료, 이산화탄소 포집 및 저장, 기후변화 정책과 에너지 등의 강좌를 개설했다. 캘리포니아 대학교(버클리 캠퍼스)는 ‘재생가능하고 적절한 에너지 연구소’를 설치했으며, 스탠퍼드 대학교는 에너지자원공학과, 건축환경공학과 등 관련 학과들이 공동으로 신재생에너지 분야 연구에 참여하고 있다.

중국 화베이 전력대학교 신재생에너지대학의 전신은 화베이 전력대학교로 2004년 설립한 수리수력공학부(水利水电工程教研室)와 2006년 설립한 풍력에너지공학부(风能与动力工程教研室)이다. 2007년 7월, 신재생에너지 개발과 관련 전문가 양성을 위하여 중국의 에너지 주관 부처, 교육부 및 신재생에너지 산업계의 지원 하에 신재생에너지 분야에서 중국의 역량 강화를 가속화하고자 기존 학과 간 통합을 통해 중국 최초의 ‘신재생에너지 대학’을 설립하였다.

독일 아헨 공과대학교는 신재생에너지 관련 학부를 설치하여 운영하고 있으며, 기계공학 프로그램의 목표는 연구 개발에 업계의 모든 기술 분야뿐만 아니라 생산 및 유통, 기계 엔지니어의 광범위한 교육에 목적을 두고 있다. 석사학위 프로그램은 기본 원칙과 방법론 중심으로 특별히 연구 중심의 학위 프로그램을 운영하고 있다. 학생들이 전문적으로 성공할 수 있도록 학습에 제한을 두지 않을 뿐만 아니라 이론적인 기본 개념과 연구 방법을 학습하게끔 도와준다.

독일 아헨 공과대학교는 최초의 지멘스 연구센터를 개소하였다. 독일 지멘스 사는 아헨 공과대학교에 2012년 1월부터 지멘스 연구센터를 개소하고, 향후 4년간 약 600만 유로를 지원해 희토류 금속에 대한 기초연구를 수행하도록 하였다. 지멘스 연구센터는 희토류 금속의 탐지 및 환경 친화적 생산기술 연구를 위해 아헨 공과대학교 제련 및 금속 재활용연구소(IME Process Metallurgy and Metal Recycling), 울리히 연구센터 및 지멘스 연구원들이 함께 참여하며, 희토류 금속의 매장량 평가, 희토류 금속의 추출 및 생산 공정 개발, 희토류 금속의 생산 생애 주기 분석, 희토류 금속 재활용 기술 등의 연구 분야에 집중할 계획이다.

캐나다 온타리오 주는 온타리오 웨스턴 대학교, 팬서 대학 등 온타리오 주에 있는 대학의 재생에너지 프로그램에 대한 지원을 적극적으로 추진하고 있다. 팬서 대학은 재생에너지와 재활용 기술을 가장 효과적으로 활용하여 환경을 파괴하지 않고 에너지를 계속 사용할 수 있는 기술들의 적응성 및 상업성을 다루는 에너지 환경 센터를 설립하여 연구

를 지속적으로 추진하고 있다.

8. 녹색성장과 녹색기술변화에 대응한 녹색직업능력개발을 적극적으로 추진해야 한다.

친환경적 녹색제품 생산으로 변화에 대한 움직임은 기술의 요구 사항에 있어서도 변화의 움직임을 보이면서 몇 가지 독특한 녹색기술이 있음을 보여주고 있다. 녹색성장으로 이행은 기술적인 부분에서의 변화를 함축하고 있다. 기존의 직업훈련 프로그램에 녹색성장 및 녹색경제와 관련한 내용을 추가하고 기존 인력을 대상으로 녹색과 관련한 각종 직업훈련 프로그램을 교육시킴으로써 급부상하고 있는 기술 수요를 충족시킬 수 있을 것이다. 지난 몇 십 년 동안 환경특히 분야의 높은 증가 추세는 과학, 기술, 공학, 수학 능력을 포함한 급격한 친환경적 혁신의 시대에 대비한 인력이 필요함을 강조하고 있다고 할 수 있다.

근로자들과 고용주들이 녹색성장으로의 이행에 나아갈 수 있도록 노동시장 및 정책들은 적극적인 지원 역할을 해야 한다. 녹색노동시장과 녹색기술 정책들은 특히 새로운 직업교육훈련 수요를 충족시키기 위해 중요한 역할을 담당한다.

이러한 정책들을 시행하는 과정에서 다음과 같은 중요한 두 가지 과제에 직면하게 된다.

첫째, 어떻게 녹색성장이 노동수요와 직업교육훈련 요구를 변화시키는가.

둘째, 노동시장 및 기술 정책이 어떻게 환경정책과 융합되어 조직화 되는가 등이다.

이러한 사항들은 녹색성장으로 이행을 위한 노동시장의 범위를 관리하고 녹색성장을 지원하기 위한 환경적 정책의 프레임워크라 할 수 있다.

9. 신재생에너지 분야 국가자격제도 보완 및 발굴이 요구된다.

우리나라는 녹색성장의 ‘빠른 선두 주자’로서 2008년 녹색성장 전략 수립 이래 경제 발전과 환경의 조화를 위한 정책과 대안의 전반적인 청사진을 제시한 바 있다. 우리나라는 자원효율성을 높이고, 혁신을 통해 새로운 녹색 원동력을 확보하기 위한 다양한 정책을 잇달아 내놓고 있다. 세계는 이미 온실가스를 배출하는 산업화 사회에서 녹색성장 시대로 변화하고 있다. 녹색시장의 선점은 저출산, 고령화 사회로 접어든 우리나라에서의 일자리 창출은 물론 새로운 성장 동력으로 작용할 것이다. 앞으로 녹색성장의 중요성은 더욱

확대될 것이다. 특히 우리나라는 에너지가 절대적으로 부족한 나라이다. 녹색성장이야말로 기후변화에 대비하면서 우리의 성장을 지탱할 신성장 모델이다.

신재생에너지 분야의 자격은 기계·전기·화공 분야 등의 일부 국가기술자격(발송배전 기술사 등)이 연계될 수 있으나 신재생에너지 분야의 구체적인 자격종목이 발굴되지 못하고 있으며, 현재의 관련 자격종목도 신재생에너지 분야의 직무(태양광, 풍력, 수력, 지열 등)를 모두 포괄하고 있지 못한 실정이다. 따라서 기존에 있는 자격종목에 대한 검토 보완과 신재생에너지 직무에 맞는 자격종목 발굴(재생에너지 엔지니어 등)이 적절하게 이루어져야 할 것이다.

따라서 정부는 2013년에 ‘태양광’ 에너지 분야에서 ‘발전설비기사’, ‘발전설비산업기사’ 및 ‘발전설비기능사’ 등 3개 종목의 국가기술자격을 신설할 예정이다. 이는 정부가 역점을 두고 있는 저탄소·녹색성장 분야 인력양성 방안의 일환으로 추진되는 것으로, 해당 종목이 신설될 경우 향후 대체에너지로 주목받고 있는 태양광발전 산업 분야를 이끌 기술 인력의 체계적 육성이 가능할 것으로 기대된다.

이번 신재생에너지 분야의 자격제도 신설은 산업현장의 인력수요를 반영하여 국가기술자격을 중심으로 해당 분야에서 체계적인 인력양성 기반을 마련하는 데 초점을 두고 있다. 향후 신재생에너지 분야에서의 국가기술자격 제도가 산업현장의 인력수요를 적시성 있게 반영하고, 우리 산업인력 양성의 중심축이 될 수 있도록 지속적으로 제도를 보완·정비할 필요가 있다.

10. 체계적이고 장기적인 기술전문가 양성을 위한 교육훈련이 필요하다.

녹색성장 분야에서 리더십을 유지하고 미래 성장의 원동력을 고수하기 위해서는 신재생에너지 분야의 경쟁력 증진과 환경기술 혁신을 할 수 있도록 장기적인 기술전문가 양성 교육훈련이 필요하다. 이를 위해서는 정규학교 교육은 물론이고 비정규 교육훈련 프로그램을 개발하여 국가, 기업 및 근로자들이 적극적으로 참여하여야 한다.

11. 향후 추진 과제 대한 방향성을 제시하면 다음과 같다.

우리나라와 OECD는 새로운 성장 동력인 ‘녹색성장’ 전략을 OECD 회원국뿐 아니라 전 세계적으로 확산시키는 노력을 하고 있다. 우리나라가 2009년 OECD 의장국으로서 ‘녹색

성장 선언문' 채택을 주도하였으며, 2011년에는 OECD의 '녹색성장전략 종합보고서' 작성에 크게 기여한 바 있다. 특히, 금년에는 이러한 '녹색성장' 패러다임을 개도국 등으로 확산시키기 위해 우리나라는 '동아시아 녹색성장을 위하여(Towards Green Growth in East Asia)' 사업에 약 80만 달러를 지원키로 하였다. 세계경제의 새로운 성장 동력으로서 녹색성장은 OECD 차원뿐 아니라 중요 국제 핵심 의제로서 논의가 될 것이다.

최근 세계경제의 석학들은 긴축이나 아니면 성장 정책이나 하는 열띤 논쟁 속에 유로존 위기의 해법과 저성장, 고실업 문제에 대한 해법을 찾기에 골몰하고 있다. 그러나 이러한 문제를 일거에 해소할 마법과 같은 해결책은 없다는 것이다. 무역 및 투자의 자유화를 통한 시장 확대와 경쟁력 제고, 녹색성장이라는 새로운 성장 동력 창출을 통한 경제성장 촉진이야말로 우리나라와 세계경제가 나아갈 방향이라고 생각한다.

따라서 추후 이와 같은 국내외적인 경제 환경 변화를 인식하고 많은 전문가들의 의견을 수렴한 지속적인 녹색성장과 관련된 직업능력개발 및 인적자원개발 정책에 대한 추수연구가 지속적으로 이루어져야 한다(끝).

참고문헌

<국문>

- 고희채 외(2011). 『미국·캐나다의 녹색성장 전략과 시사점』, 대외경제정책연구원.
- 국가과학기술위원회(2013. 1. 6). 「에너지 분야에 대한 과학적 투자전략」, 보도자료
- 이남철 외(2012). 『통합적 성장과 녹색직업을 위한 직업능력개발』, 한국수출입은행 수탁과제.
- _____ (2011). 『신재생에너지부문 고용효과 분석(2011)』, 한국직업능력개발원.
- _____ (2010). 『수자원, 풍력자원, 태양광자원 활용과 녹색직업』, 한국직업능력개발원.
- _____ (2009). 『수자원 관련 녹색직업에 관한 기초연구』, 한국직업능력개발원.
- 지식경제부(2008. 9.11). 「그린에너지산업 발전전략」, 보도자료.

<외국 문헌>

- ADB(2012). Skills Development for Inclusive and Sustainable Growth in Developing Asia-Pacific: SpringerPublishing Co.
- Bureau of Labor Statistics(2012. 3. 22).
- BMU(2011). Report on the Environmental Economy.
- Greenpeace(January 12, 2011). China Becomes World's Number 1 in Wind Installation.
- IEA(2012). Renewable Energy: Medium-Term Market Report.
- Jiahua Panm HaiBing Ma, Ying Zhang(2012). Green Economy and Green Jobs in China. WorldWatch Report 185.
- Lee. N.(2012). Analysis on Manpower Forecasting of New and Renewable Energy Industry in Korea, The Business Review, 7(1), May, 2012. pp. 17~33.
- _____ (2010). Green Growth and Labor Market in Korea, The Business Review 15(1), Summer 2010. pp. 104~112.
- Li Junfeng et al(2010). China Wind Power Outlook 2010, Hainan Press.
- Low Carbon Green Growth Roadmap for Asia and the Pacific, Case Study(2012). Finding a Green Engine for Economic Growth China's Renewable Energy Policies.
- National Commission on Energy Policy's Task Force on America(2009. 10). Future Energy Jobs.

- New York Times(June 20, 2007). China Overtakes U.S. in Greenhouse Gas Emissions.
- National Development Reform Commission(2012). Global Environment Facility.
- OECD(2012a). Green Growth Development Paths for a Better Future- Tailored Strategies towards Inclusive Green Growth and Sustainable Development, OECD, 22 November 2012.
- _____(2012b). Economic Survey 2012 Germany.
- _____(2012c). Employment Outlook.
- Offshorewind Biz(October 2012).
- Robert Pollin et. al(2012). Building the Green Economy: Employment Effects of Green Energy Investments for Ontario.
- SFA(2008). Assessment Index for Forestation Project Investment(in Chinese).
- Shi Pengfei(2011). China Installed Wind Capacity Is Top 1 in the World, More Than U.S, U.S. Energy Information Administration(2012). International Energy Outlook.
- UNEP(2010). Green Economy Report: A Preview. Nairobi.
- _____(2011). Toward a Green Economy-A Synthesis for Policy Makers. Nairobi.
- World Bank(2012). China PV Industry Development Report(2004~2005) and and China PV Industry Development(2006~2007).

<인터넷 자료>

- Bloomberg.com(August 16, 2010). China Overtakes Japan as World's Second-Biggest Economy.
- <http://deu-bonn.mofat.go.kr>, 2012.
- www.canada.gc.ca, 2012.
- www.fanshawec.ca
- www.greenpeace.org/eastasia/press/release/china-world-leader-wind-energy:.Greenpeace, "China Becomes World's Number 1 in Wind Installation," 12 January 2011.
- www.law-lib.com/law/law_view.asp?id=270574): SFA. Assessment Index for Forestation Project Investment(in Chinese), 19 November 2008.

□ 저자 약력

- 이남철
- 한국직업능력개발원 선임연구위원
- 박종성
- 한국직업능력개발원 연구위원

주요국의 그린에너지 분야 인재양성 및 녹색일자리 창출
: 주요국 동향 분석을 통한 시사점 모색

·발행연월일	2012년 12월 26일 인쇄 2012년 12월 28일 발행
·발 행 인	박 영 범
·발 행 처	한국직업능력개발원 135-949, 서울특별시 강남구 삼성로 147길 46 홈페이지: http://www.krivet.re.kr 전 화: (02)3485-5000, 5100 팩 스: (02)3485-5200
·등 록 일 자	1998년 6월 11일
·등 록 번 호	제16-1681호
·I S B N	978-89-6355-408-2 93330
·인 쇄 처	대한인쇄사 (02)2275-6619