

# 해외주재사무소 정책보고서

- 재생 에너지 현황 분석 -

2010. 08.31

한미과학협력센터

## - 목 차 -

### 1. 미국의 재생에너지 활용 역사

### 2. 미국의 재생에너지 현황 및 특징

#### 가. 미국 내 재생에너지 현황 및 전망

- 1) 태양에너지
- 2) 풍력에너지
- 3) 수력에너지

#### 나. 연방 주요 기구

- 1) 에너지부 EERE
- 2) NREL (National Renewable Energy Laboratory)
- 3) 에너지부 내 신설기관

#### 다. 재생에너지 관련 주요 법령 및 정책

- 1) 2005년 에너지정책법 (Energy Policy Act of 2005)
- 2) 2007년 에너지보안법 (Energy Independence and Security Act of 2007)
- 3) 2009년 경기부양법 (American Recovery and Reinvestment Act of 2009)

### 3. 2011년도 미 에너지부 재생에너지 관련 예산 분석

### 4. 한국과의 재생에너지 협력 현황 및 발전방안

## 1. 재생에너지 활용 역사

최근 기후변화, 에너지안보, 경제 위기로 인해 더욱 관심이 커진 재생에너지는 우리가 접해보지 못한 새로운 에너지가 아닌, 인류가 오래전부터 사용해오던 에너지 공급원의 발전된 형태라 할 수 있다. 일례로 고대 그리스 인들은 수확한 밀을 정제하는 과정에서 수력 풍차를 사용하였고, 기원전 7세기경부터 인류는 주로 유리를 활용하여 태양광으로부터 불을 얻는 방법을 발명하여 사용, 이후 주거시설의 건축 및 설계에 있어 이른바 "passive solar energy design"을 적용하여, 벽이나 마루가 대낮의 태양열을 일부 흡수하여 밤에 어느 정도의 난방 기능을 할 수 있게끔 하였다. 또한, 불과 150여 년 전 바이오매스(biomass)의 한 형태인 나무(wood)가 당시 전체 에너지 90퍼센트 공급을 담당하였다. 1)

근대 사회에 들어, 각종 재생에너지는 과학기술과 함께 발전한다. 1905년 물리학자 알버트 아인슈타인은 광전효과(photoelectric effect)를 상세히 설명함으로써 태양전지(photovoltaics)와 관련된 기본 법칙을 설립하였고, 이후 미국 내에서는 태양전지의 상업적 활용을 위해 지속적인 노력을 기울여온 결과, 1950년대 중반에 AT&T 연구소에서 최초로 실리콘 태양전지를 발명하였다. 1958년 미국에서 발사된 인공위성 Vanguard 1호는 태양에너지를 동력으로 하는 최초의 궤도위성으로, 전 세계 인공위성 및 우주 프로그램 내 PV 활용이 확대되는 중요한 계기로 되었다. 수력에너지와 풍력에너지 또한 20세기 기술발전을 통해 전력공급원으로서의 역할이 증대돼 나갔다. 특히 수력발전보급의 확대로 1907년 미국 전체 전력발전에서 수력이 차지하는 비중은 15퍼센트를 기록하고, 이어 1920년 25퍼센트, 1940년 40퍼센트까지 상승하였다.

그러나 재생에너지를 통한 전력공급은, 화석연료를 이용한 전력발전에 경제성 및 효율성 측면에서 경쟁력이 떨어져, 1973년 석유파동 이전까지

---

1) [http://tonto.eia.doe.gov/energyexplained/print.cfm?page=renewable\\_home](http://tonto.eia.doe.gov/energyexplained/print.cfm?page=renewable_home) 참고

는 그 중요성이 크게 부각되지 못하였다. 전 세계경제에 큰 타격을 가져왔던 1970년대 두 차례(1973년, 1979년)의 석유파동은, 석유수출국기구(OPEC)의 원유의 가격인상과 원유생산의 제한으로 인하여 세계 여러 석유수입국들의 경제성장을 하락과 소비자물가 급등을 야기하였고, 미국 내에서 안전한 에너지 공급원 확보는 미국 경제와 국가안보에 밀접한 관계가 있다는 에너지안보가 큰 이슈가 되었다. 따라서 수입 원유 뿐 아니라, 석유, 천연가스, 석탄등 전체 화석연료(비재생가능에너지원)에 대한 높은 의존도를 줄이고 다양한 대체에너지원을 연구하고 실용화를 모색하는 중요한 계기가 된다.

21세기에 들어오면서, 미국 내에서 다시 한 번 재생에너지의 중요성이 부각되는 듯 하였다. 세계는 화석연료 소비에서 배출되는 온실가스문제와 기후변화에 대한 심각성을 인식하고 1997년 교토의정서 채택하여 지구온난화 방지를 위해 온실가스 감축을 약속한다. 그러나, 미국 의회는 자국산업보호와 최대 온실가스 배출국인 중국의 교토의정서 협약의 불참을 이유로 교토의정서 비준을 거세게 반대하였고, 2001년 부시대통령이 공식적으로 교토의정서 탈퇴를 선언하였다. 따라서 1970년대 석유파동으로 인해 시작되었던 재생에너지를 포함한 에너지 전반에 대한 R&D 투자액도 점차 줄어들어, 미국 에너지분야 투자는 1980년대 전체 R&D 투자금의 10%에서 2005년에는 2%까지 급감하게 된다. 2)

그러나, 부시 정권과는 대조적으로 2009년 1월 출범한 오바마 정권은 에너지분야, 특히 재생에너지분야의 R&D 및 사업에 대한 투자를 확대하였다. 오바마 정권의 적극적인 재생에너지에 대한 투자는 크게 3가지 측면에서 이해될 수 있다. 첫째로, 민주당 대통령 후보로 선출되었던 오바마는 대통령 선거운동때부터 이미 환경문제와 기후변화 대응에 큰 관심을 보였고, 기후변화 대책 마련을 위한 국제사회에서의 미국의 역량과 지위를 향상하려는 의지를 보여 왔다. 따라서 지금의 재생에너지에 대한 관심은 1970년대 석유파동으로 야기되었던 화석연료의 대체에너지 필요성 만에 의해서가 아

---

2) Nemet, G.F., Kammen, D.M., (2007), p.747.

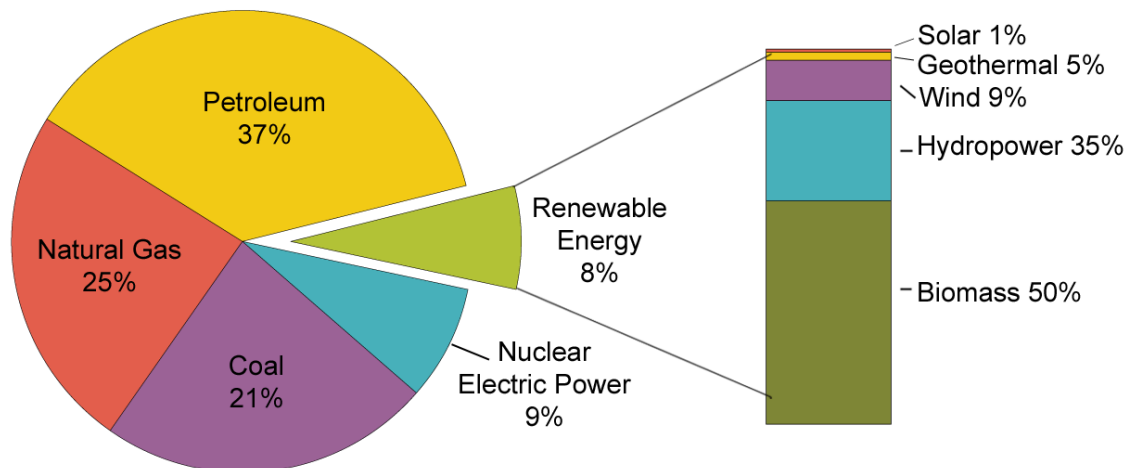
나라, 환경오염과 지구온난화를 줄일 수 있는 청정에너지로서 재생에너지의 중요성이 부각된 것이다. 둘째로, 서브프라임 모기지 위기로 촉발된 미국경제 침체를 해결하기 위해 자국 영토 내에 새로운 재생에너지 사업에 투자, 확대함으로써 청정에너지분야의 막대한 일자리 창출을 통한 경제부양을 목적으로 하고 있다. 셋째, 21세기 국제사회에서 중동지역 국가들의 불안정한 내분과 외교적 갈등은 화석연료자원 고갈에 대한 우려와 함께 다시 한번 에너지안보 측면에서 재생에너지 개발이 관심을 받게 되었다.

## 2. 미국의 재생에너지 현황 및 특징

### 가. 미국 내 재생에너지 현황 및 전망

미국 내 재생에너지원으로는 바이오매스(biomass), 수력(hydropower), 지열(geothermal), 풍력(wind), 그리고 태양에너지(solar)가 주로 활용된다. 2008년 재생에너지는 미국 전체 사용 에너지 소비량의 약 7퍼센트에 해당하며 에너지 자원별 해당 공급량은 <그림 1>과 같다.

<그림 1> 미국 내 에너지 종류별 에너지 공급률 (2009년)



Note: Sum of components may not equal 100% due to independent rounding.

\* 출처: U.S. Energy Information Administration, *Annual Energy Review 2009*

미국 내에서 생산된 반 이상의 재생에너지는 전력공급에 이용되며, 전력공급의 약 9퍼센트가 재생에너지를 이용하여 생산된다. 전력공급 다음으로 가장 많이 재생에너지가 활용되는 부문은 산업용 열과 증기 생산이다. 에탄올과 같은 재생연료는 교통 운송부문과 가정 및 상업용 난방공급에 이용된다. 특히, 최근 몇 년간 높은 원유·천연가스 가격과 연방정부와 주정부의 여러 세제 혜택 정책으로, 재생연료의 생산과 활용은 빠르게 늘었고, 향후 30년간 계속 증대할 것으로 기대된다.

## 1) 태양에너지

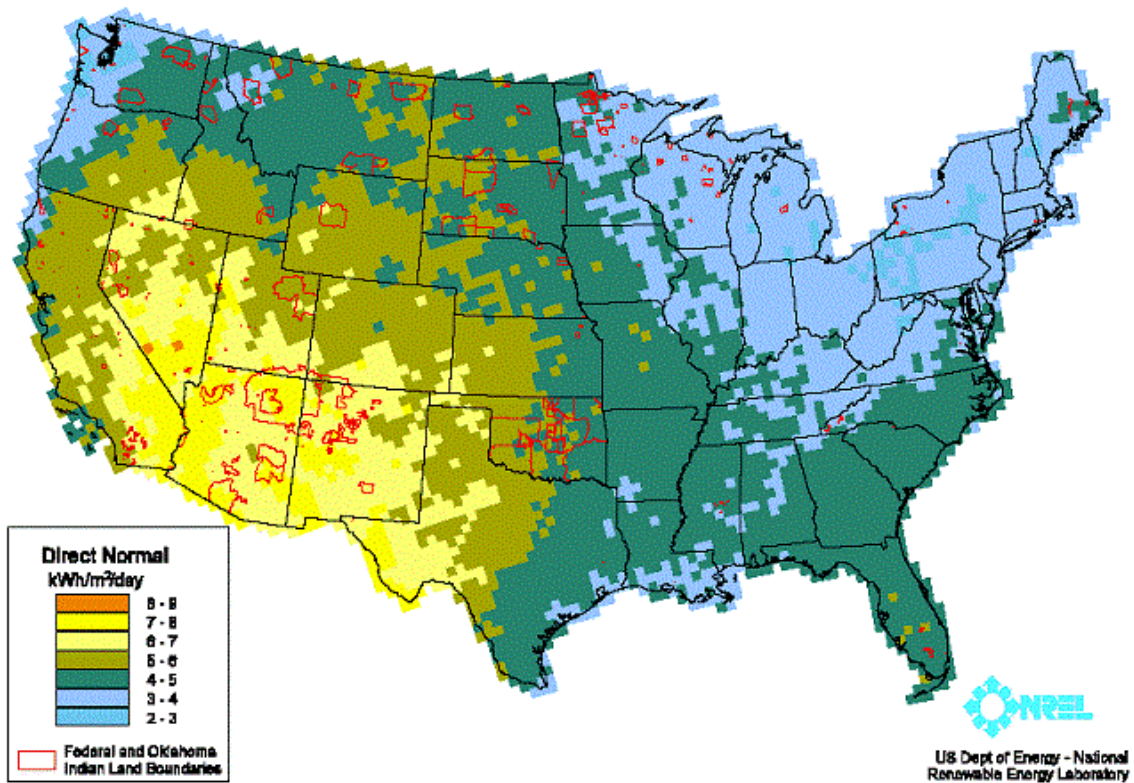
통상적으로 태양에너지의 활용은 크게 두 가지로 나뉘는데, 태양열(thermal)과 태양광발전(photovoltaic)이다.

태양열 발전 기술은 주로 태양열의 흡수·저장하여 사용 적절한 온도의 열변환을 통하여 건물의 냉난방, 풀난방, 및 전력생산을 위한 증기발전에 까지 여러 방면에 활용된다. 현대 태양에너지 산업은 첫 번째 석유파동(1973년)이후로 시작되어 1979년 두 번째 석유파동때 성장하게 되었다. 연료 공급 부족 현상과 높은 연료가격으로, 1974년부터 10년간 미국내 태양열 발전기 제조업(solar collector manufacturing) 회사는 45개사에서 225개사로 급증하였다. 같은 기간 연방정부와 주정부의 보조도 태양에너지 시장의 급성장에 도움을 주었다. 용도별로는 먼저 온수난방(SHS: solar water heating)부문의 성장세가 지속되고 있는데, 아직 미국 내 단독주택의 태양열 온수난방 시스템의 보급률이 높지 않아 시장잠재력은 여전히 높은 상황이다. 다음으로 풀난방(SHS: solar pool heating)부문의 경우 최근 미 주택시장의 불안정으로 타격을 입었음에도 불구하고 발전용량으로는 2008년 미국내 태양에너지 관련 산업 전체에서 가장 높은 비중을 차지하였다. 마지막으로 냉난방(SSHS: solar space heating systems)의 경우 미 중북부 지역(일리노이, 미네소타, 인디애나, 아이오와, 캔사스, 미시간, 미주리, 네브라스카, 노스다코타, 사우스다코타, 오하이오, 위스콘신)에서 상당한 상승세를 보였으며, 향후 예상되는 난방유 및 천연가스, 전기 등의 비용 상승에 힘입어 앞으로 지속적인 성장이 기대된다.

또한, 태양열 발전기는 출하량과 관련하여 크게 세가지 유형이 있다. 저온발전기(low-temperature collectors)는 그 비중이 압도적이며, 풀 난방을 비롯한 주거용으로 많이 사용된다. 중온발전기(medium-temperature collectors)의 경우, 2008년 42퍼센트의 증가율을 기록하였으며, 대부분(81

퍼센트)의 중온발전기가 온수난방(hot water heating)의 용도로 활용되었다. 마지막으로 고온발전기의 경우 주로 고집광(CSP: concentrating solar power) 용도로 생산되는 것이 대부분으로 2008년 태양열발전기 출하량의 2 퍼센트를 차지하였다. 이와 같은 낮은 시장점유율에도 불구하고, 향후 고온 발전기 시장 전망은 연방 및 주·지방정부의 다양한 재생가능에너지 사업계획 및 강력한 환경관련 정책목표 달성 의지와 맞물려 매우 높다. <그림 2>는 미국내 고집광(CSP) 용도로 쓰일수 있는 태양열의 예상치를 지도화 한 것이며, 현재 캘리포니아에서는 태양열발전소를 운영중에 있다.

<그림 2> 고집광(Concentrated Solar Power) 자원 예상 지도



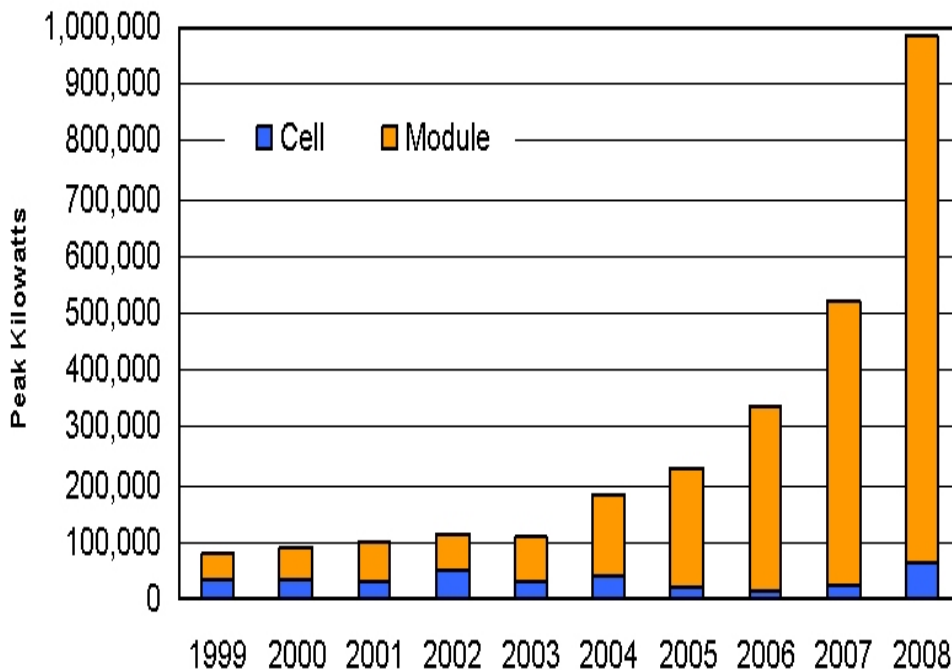
\*출처: U.S. Energy Information Administration

다음으로, 태양광발전(photovoltaic)은 -햇빛을 받으면 광전효과에 의해 전기를 발생하는 태양전지를 이용하여- 태양광을 직접 전기에너지로 변환시키는 기술이다. 3) 미국 내 태양전지제조업(solar PV cell/module



manufacturing)부문 또한 최근 급격한 성장을 거듭하고 있다 (<그림 3>). 미 에너지정보국(EIA: Energy Information Administration)의 최근 보고서(EIA, 2010)에 따르면 미국 내 태양전지 (PV cells and modules)의 2008년 출하량은 2007년 대비 90퍼센트 성장세를 기록하였으며, 이러한 급격한 성장세는 2008년 말까지 한시적으로 적용되었던 연방정부의 상업용 PV 프로젝트에 대한 30퍼센트 투자세액공제 및 주거용 시설 PV 프로젝트에 대한 2천불 한도의 지원제도에 상당부분 근거한 것으로 보인다. 그러나 2008년 10월 3일 대통령이 해당 혜택을 2016년 12월 말까지 8년 더 연장하는 내용의 법률을 최종 승인함으로써 향후 지속적인 태양전지산업의 성장세가 기대되고 있다.

<그림 3> 미 태양전지 출하량 현황 (1999-2008)



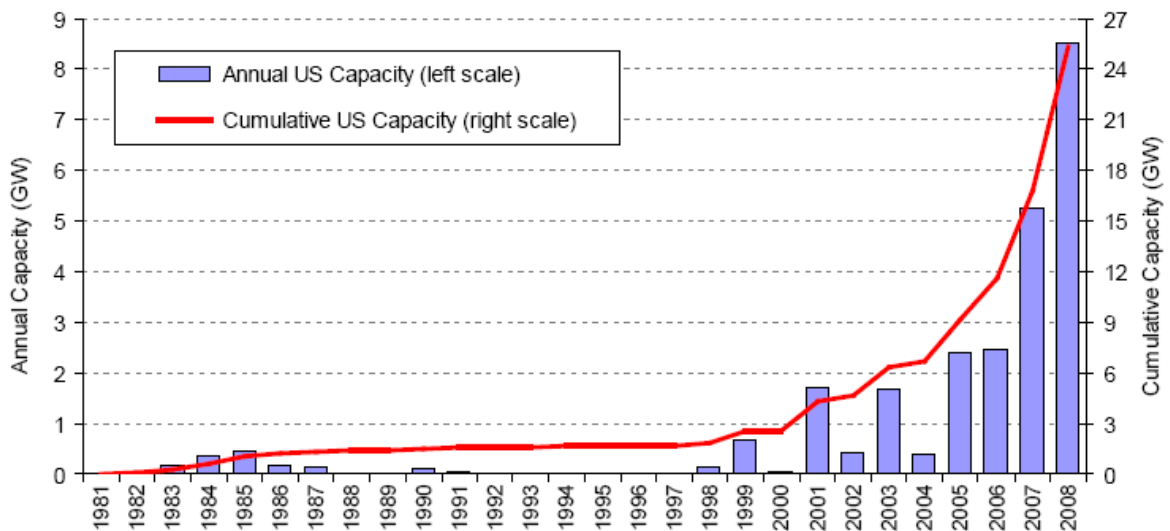
\* 출처: U.S. Energy Information Administration, Solar Photovoltaic Cell/Module Manufacturing Activities 2008

3) <http://www.energy.or.kr> 참고

## 2) 풍력에너지

풍력에너지는 미국 내 전체 에너지의 아직 미비한 부분을 차지하지만, 재생에너지에 산업이 최근 눈부신 발전을 거두고 있는 가운데, 특히 풍력에너지의 설비 및 용량 증대는 최고의 속도를 나타내고 있다. 2008년 미국의 풍력에너지 시장은 총 8,558 메가와트(MW) 용량의 신규 설비가 추가, 전체 누적용량 25,369MW를 기록하였다 (<그림 4>). 이러한 신규 설비 투자를 금액으로 환산하면 16.4십억불로, 1980년대 이후 시작된 풍력에너지 관련 누적 투자액은 2008년까지 45십억불을 기록하였다.

<그림 4> 미국 내 풍력에너지 설비 신규설치 및 누적용량 현황 (2008년)



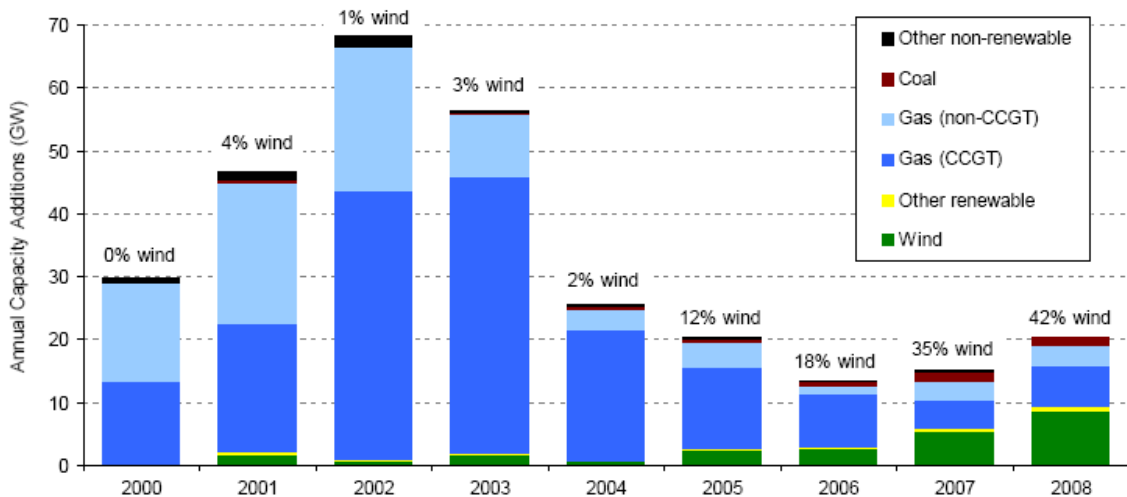
Source: AWEA

이와 같은 2008년 미국 내 풍력에너지 관련 설비 증축 현황은 2007년 대비 60퍼센트 증가한 것으로, 역대 최고 증가율을 기록하였다. 이러한 2007년 대비 급격한 증가세는 주로 2008년 말 만료될 예정이었던 연방 정부의 관련 세제혜택(tax credit) 및 미국 내 몇몇 주에서 시행 중인 RPS

(renewables portfolio standards) 등의 정책에 힘입은 것일 뿐 아니라 글로벌 기후 변화 및 미래 에너지 비용에 대한 불안 등이 복합적으로 작용한 것으로 보인다.

한편, 2008년 동안 미국 내 증설된 전력생산설비용량 중 풍력이 차지하는 비중 또한 42퍼센트로 9,700MW의 신규 천연가스 관련 설비에 이어 2위를 차지하였다. new coal은 1,400MW로 3위를 차지하였다 (<그림 5>).

<그림 5> 에너지원별 연간 설비 증축 현황 (2000-2008)



Source: EIA, Ventyx, AWEA, IREC, Berkeley Lab

이와 같은 최근의 급격한 풍력에너지 설비 증축 추세에 힘입어 세계 풍력에너지 시장 내 미국의 입지 또한 강화되고 있다. 2008년 전 세계 풍력에너지 시장 내 신규 추가된 용량은 약 28,000MW로 연간 증가량으로는 사상 최대를 기록하였으며, 이로 인해 누적 용량은 122,000MW로 늘어났다. 신규 설비 증축 현황과 관련, 미국은 4년째 1위 자리를 고수하였으며, 세계 풍력에너지 시장 내 점유율 또한 2006년의 16퍼센트에서 2007년 27퍼센트, 2008년 약 30퍼센트로 지속적인 증가세를 보였다 (<표 1>). 미국의 뒤를 이어 중국, 인도, 스페인, 독일 등의 점유율 또한 높게 나타났다.

<표 1> 국가별 세계 풍력에너지 부문 순위 (2008년 말 현재, 연간 및 누적)

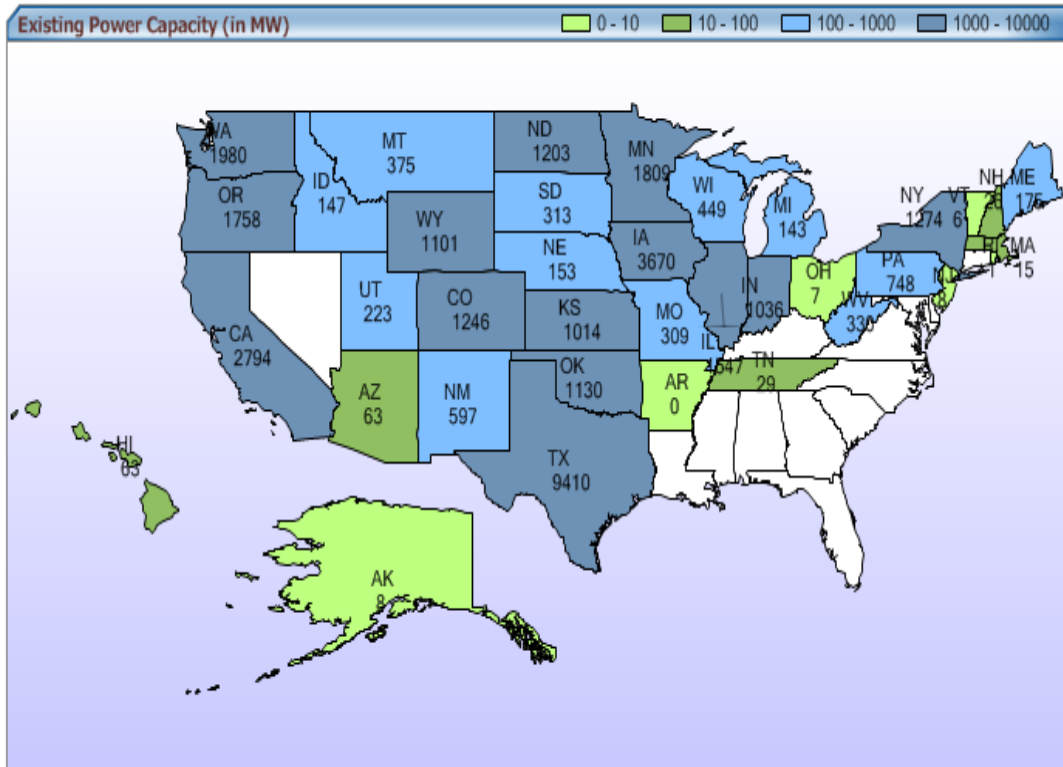
Annual Capacity (2008, MW)		Cumulative Capacity (end of 2008, MW)	
<b>U.S.</b>	<b>8,558</b>	<b>U.S.</b>	<b>25,369</b>
China	6,246	Germany	23,933
India	1,810	Spain	16,453
Spain	1,739	China	12,121
Germany	1,665	India	9,655
France	1,200	Italy	3,731
Italy	1,010	France	3,671
U.K.	869	U.K.	3,263
Portugal	679	Denmark	3,159
Australia	615	Portugal	2,829
<i>Rest of World</i>	3,999	<i>Rest of World</i>	18,106
<b>TOTAL</b>	<b>28,390</b>	<b>TOTAL</b>	<b>122,290</b>

Source: BTM Consult; AWEA for U.S. capacity

미국 내 주별로는 텍사스가 압도적인 우위를 보이는 가운데 다른 주들의 풍력에너지에 대한 관심 또한 점차 증가하고 있는 추세이다. 2008년 대규모 풍력 터빈을 신규 설치한 주는 약 27개 주에 달하였으며, 2008년 동안 텍사스 한 곳에서 새로 늘어난 전력발전용량은 2,671MW를 기록, 2007년 1,708MW에 비해 높은 증가세를 보였다. 텍사스 이외에는 아이오와, 미네소타, 캔사스, 뉴욕, 와이오밍, 노스다코타 등의 주에서 풍력에너지 기반 발전용량 증가가 높게 나타났으며, 총 11개 주에서 2008년 동안 200MW 이상의 설비 증축이 있었다. 한편, 각 주 내에서 풍력에너지 기반 발전의 비중이 높은 곳은 아이오와와 미네소타로, 2008년 총 발전량 중 풍력에너지를 기반으로 하는 경우의 비중이 각각 13.3퍼센트와 10.4퍼센트를 기록하였다. 미네소타와 아이오와 주 외에도 총 6개 주 (사우스다코타, 노스다코타, 캔사스, 콜로라도, 오레곤, 텍사스) 내 총 전력 발전량 중 풍력에너지 기반 발전 비중이 5퍼센트를 넘는 것으로 나타났다 (<그림 6>). 또한, 2010년 8월 캘리포니아주는 모하비 사막에 단일 프로젝트로서는 전 세계에서 가장 큰 -

약 6십만 가구의 전력을 공급할 수 있는 3기가와트(GW) 전력을 생산 가능한- 규모의 풍력에너지 프로젝트를 진행시킬 계획이라고 발표하였다.4)

<그림 6> 미국 내 각 주별 풍력에너지 발전현황 지도 (2009년 12월 현재)

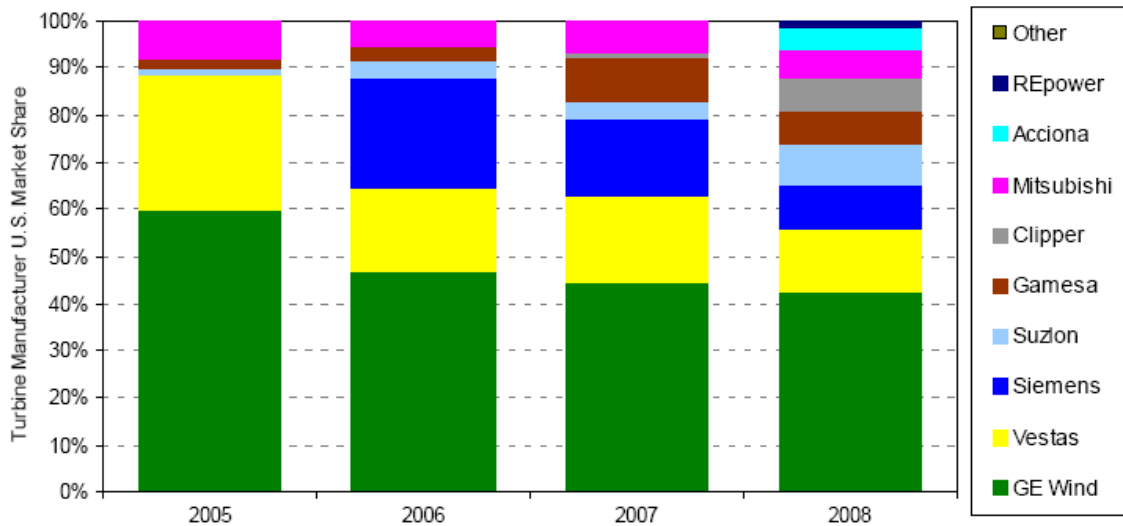


\* 출처: 미 풍력에너지협회(AWEA)

풍력에너지 산업부문 동향을 살펴보면, 먼저 풍력터빈 제조기업부문 현황과 관련, 미국 내 풍력에너지 시장내 GE Wind의 점유율이 가장 높은 것으로 나타났다. GE Wind의 점유율은 2006년 47퍼센트에서 2007년 45퍼센트, 2008년 43퍼센트로 다소 낮아지는 추세이다. GE Wind의 뒤를 이어 Vestas (13퍼센트), Siemens (9퍼센트), Suzlon (9퍼센트), Gamesa (7퍼센트), Clipper (7퍼센트) 등의 기업들의 미국 풍력시장 점유율이 높게 나타났다 (<그림 7>). 한편 풍력터빈 설치 증가 추세와 맞물려 2007년과 2008년 동안 모든 풍력터빈 제조사들이 급격한 매출 신장을 기록한 가운데 Simens 사(社)만이 유일한 매출 감소를 기록하였다.

4) <http://gov.ca.gov/press-release/15678/> 참고

<그림 7> 미국 내 풍력터빈 제조기업별 연간 시장 점유율 (2005-2008)



Source: AWEA project database

미국 내 풍력에너지 시장에서 풍력터빈의 평균 크기 및 신규 설치된 풍력터빈의 수 모두 지속적인 증가세를 보였다. 풍력터빈의 규모와 관련, 2008년 미국 내에 설치된 풍력터빈의 발전용량은 평균 1.67MW를 기록, 2007년의 1.65MW 및 2006년의 1.60MW에 비해 다소 증가추세를 보였다. 이는 최근 설치되고 있는 풍력터빈의 용량이 증가하고 있는 것과 무관하지 않다. 실제로 2008년 기간 동안 미국 내에 새로 설치된 모든 풍력터빈 중 19.9퍼센트가 발전용량이 2.0MW를 초과하는 것으로 나타났으며, 이와 같은 점유율은 2007년의 16.5퍼센트나 2006년의 16.2퍼센트에 비해 다소 높아진 것이다.

향후 미국 내 풍력에너지 시장 전망과 관련, 비록 2008년 이루어진 대규모 설비 확충에도 불구하고, 최근의 경기 불황이 풍력에너지 산업부문에 영향을 미칠 것으로 예상되었다. 이와 관련, 2008년 말 풍력에너지 관련 신규 프로젝트 및 신규 풍력터빈 주문량은 점차 감소하고 있으며, 비록 경기부양법(ARRA 2009)이나 긴급경제안정화법(EESA 2008) 등이 최근의 풍력에너지

지 프로젝트 관련 자금조달의 어려움을 해소하기 위한 다양한 제도 및 정책을 시행하고 있음에도 불구하고 2009년 및 2010년에 대한 시장 전망은 그리 밝지 못한 편이다. 이와 관련, 아래의 <표 2>은 풍력에너지 관련 미국 내 각종 기관의 향후 시장전망에 관한 내용을 요약하여 제시하고 있다. 먼저 미풍력에너지협회(AWEA: American Wind Energy Association)에 따르면 2009년 신규 증설될 미국 내 풍력설비는 5천MW 이상으로 예상되었으며, BTM Consult의 경우 6천MW로 예측하였다. 이밖에도 EER (Emerging Energy Research)는 6,500MW, NEF (New Energy Finance)는 4,900-6,800 MW 등의 설비 증축이 2009년 동안 이루어질 것으로 예상하였다.

그러나 2010년 이후에는 2009년에 비해 경기부양법을 통한 예산 지원이 보다 본격적으로 이루어지면서 신규 프로젝트에 대한 자금 조달 어려움이 상당부분 해소, 2012년까지 급속도로 설비 증설이 이루어질 것으로 전망되었다.

<표 2> 기관별 향후 풍력에너지 시장 전망 (2009-2012)

Source	2009	2010	2011	2012	Cumulative Additions 2009-2012
EIA	4,400	10,400	11,900	13,700	40,400
BTM	6,000	8,500	10,000	13,000	37,500
EER	6,500	9,000	11,000	10,000	36,500
NEF	4,900 - 6,800	na	na	na	na
AWEA	> 5,000	na	na	na	na

Source: EIA (2009), BTM (2009), Hays (2009), NEF (2009), AWEA (2009a)

연방정부의 RPS 입법이나 기후변화 관련 제도 정비, 관련 정책의 수립 등 각종 정책적 지원, 풍력 터빈의 가격 하락 추세, 프로젝트별 운영 및 유지비용 감소 트렌드 등도 또한 향후 풍력에너지 시장 내 지속적인 설비 확충에 대한 전망을 밝게 하는 요소들이다. 그러나 한편으로는 현재의 재정 및 경제 위기가 향후 얼마동안 더 지속될 것인지에 대한 높은 불확실성, 경

기부양법 등 정부의 각종 금전적·제도적 지원이 풍력에너지 산업이 현재 직면하고 있는 위기 상황 해소에 얼마나 영향을 미칠 것인지의 여부 등에 대한 보다 면밀한 예측이 필요하다.

### 3) 수력에너지

미국 내 수력을 이용한 발전(hydroelectric)은 전통적 수력발전 및 양수발전을 통한 전력 생산과 활용에 있어 전체 재생에너지 중에서 큰 비중을 차지하고 있다. 2009년 현재 미국 내 운영 중인 양수발전설비(pumped storage projects)는 총 40곳에 이르며, 이들이 연간 공급하는 전력은 약 20기가와트(GW)로 미 에너지 공급의 약 2퍼센트 수준이다. 양수발전설비는 미국 내 잉여전력 저장과 전력 발전, 기타 부가서비스와 관련하여 중요 역할을 담당하며, 특히 풍력 및 태양력 등과 같은 다양한 재생에너지원과의 시너지 효과가 크기 때문에 최근 수요가 급증하고 있는 추세이다. 신규 양수발전프로젝트들은 주로 미 서부지역 내, 특히 풍력과 태양력 등 다양한 전력 생산 자원을 활용한 전력생산설비 건설지역 인근에 밀집되어 있는 것이 특징이다.

최근 새로운 형태의 수력에너지발전으로 각광받고 있는 유체역학(hydrokinetic) 및 해양(ocean/marine) 에너지 관련 기술 부문으로는 크게 파력(wave), 조류(tidal stream), 해류(ocean current), 해양온도차 발전(ocean thermal), 하천(river hydrokinetic) 등 5개 부문이 있다. 이들 5개 부문이 2008년 말 현재 담당하고 있는 실제 전력발전량은 10메가와트(MW) 이하로 매우 미미하지만, 최근 새로운 형태의 재생가능에너지원을 활용한 발전에 대한 관심이 전세계적으로 급격히 높아지고 있는 한편, 국제연합(UN)과 WEC (World Energy Council)가 2030년의 수력발전량을 250기가와트(GW)로 추정함에 따라 향후 5년~8년 이내에 이들 5개 기술부문이 무공해(carbon-free and non-polluting) 재생가능에너지 발전시장 내에서 차지하는 비중이 급격히 증가할 것으로 예상되고 있다. 5)

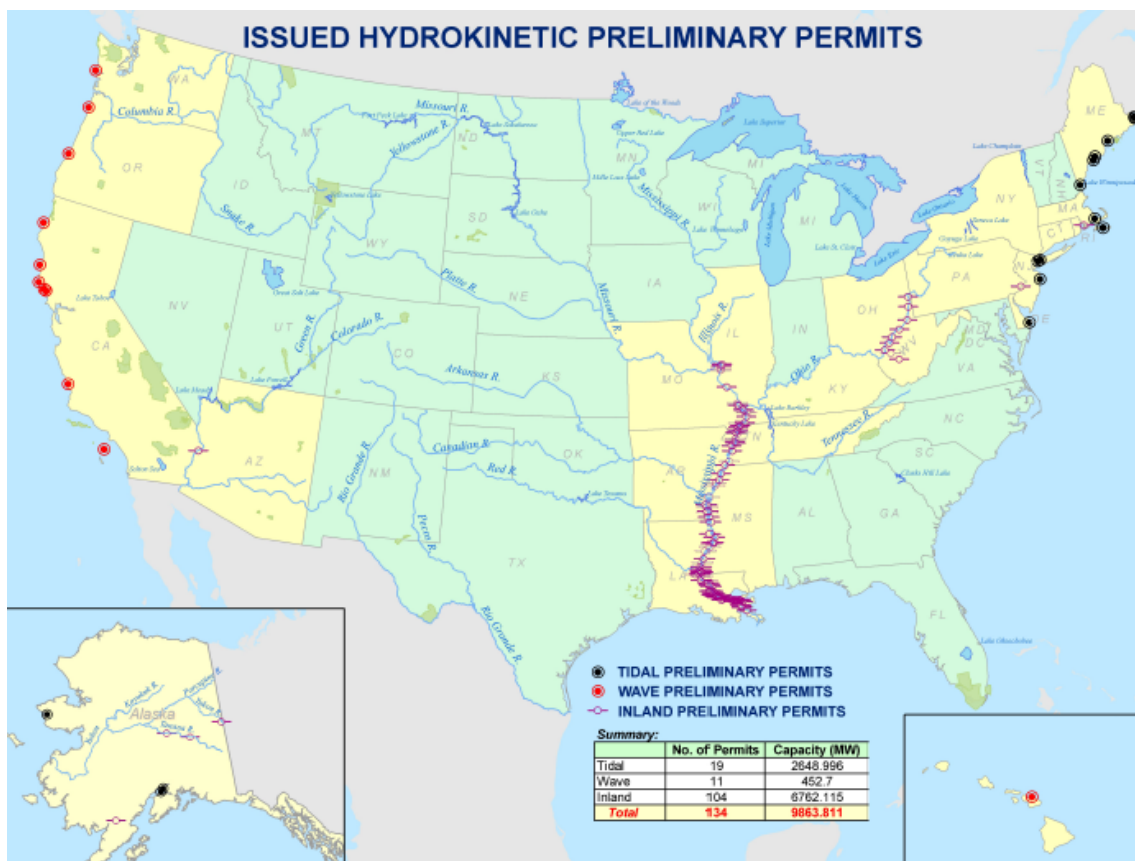
---

5) Pike Research, 2009



수력에너지 발전시설의 신규 건설 및 기존 시설 운영에 관한 인허가 업무를 담당하는 연방에너지규제위(FERC)의 자료에 따르면 2010년 3월 현재 파력과 조력, 하천유체역학 관련 신규 설비 건설에 관한 예비허가 승인건수는 총 134건(발전용량 9863.811MW)으로 나타났으며, 이중 조력(tidal)부문 예비허가가 19건 (2648.996MW), 파력(wave) 관련 예비허가가 11건 (452.7MW), 하천유체역학 관련 예비허가가 104건 (6762.115MW)으로 각각 나타났다 (<그림 3>).

<그림 3> 미국 내 조력/파력/하천유체역학 예비허가 현황 (2010년 3월)



\* 출처: Federal Energy Regulatory Commission

이밖에 에너지부 EERE에서는 또한 현재 미국 전역 내 유체역학 (hydrodynamic) 관련 제품 및 설비를 테스트 할 수 있는 연구소 및 실험실에 대한 정보를 공개하고 있는 바, 2009년 현재 미국 내 유체역학 설비 테

스트 센터 운영기관(operator) 현황은 다음의 <그림 4>와 같다. 6)

<그림 4> 미국 내 유체역학부문 테스트 센터 운영기관 현황



	시설명	주		시설명	주
1	Alden 연구소	MA	13	미 지질조사국(USGS)	MA/MS
2	캘리포니아 공대 (CalTech)	CA	14	UC-버클리	CA
3	Coastal & Hydraulics Laboratory	MS	15	UC-Scripps Oceanographic Institute	CA
4	코넬대학교	NY	16	메인대(Univ. of Maine)	ME
5	Maine Maritime Academy	ME	17	미시간대(Univ. of Michigan)	MI
6	MIT	MA	18	미네소타대(Univ. of Minnesota)	MN
7	Naval Surface Warfare Center	MD	19	뉴햄프셔대	NH
8	Ohmsett-Mineral Mnmt Service	NJ	20	뉴올리언즈대	LA
9	오레곤 주립대	OR	21	로드아일랜드대	RI
10	펜실베이니아 주립대	PA	22	테네시대	TN
11	스티븐스(Stevens) 공대	NJ	23	아이오와대	IA
12	텍사스 A&M 대학교	TX			

\* 출처: 에너지부 Office of Energy Efficiency and Renewable Energy

6) 보다 자세한 관련 정보는 EERE의 해양/유체역학기술데이터베이스 (<http://www1.eere.energy.gov/windandhydro/hydrokinetic/default.aspx>)를 참고.



## 나. 연방 주요 기구

### 1) 에너지부 EERE (Office of Energy Efficiency and Renewable Energy)

#### (1) 개관

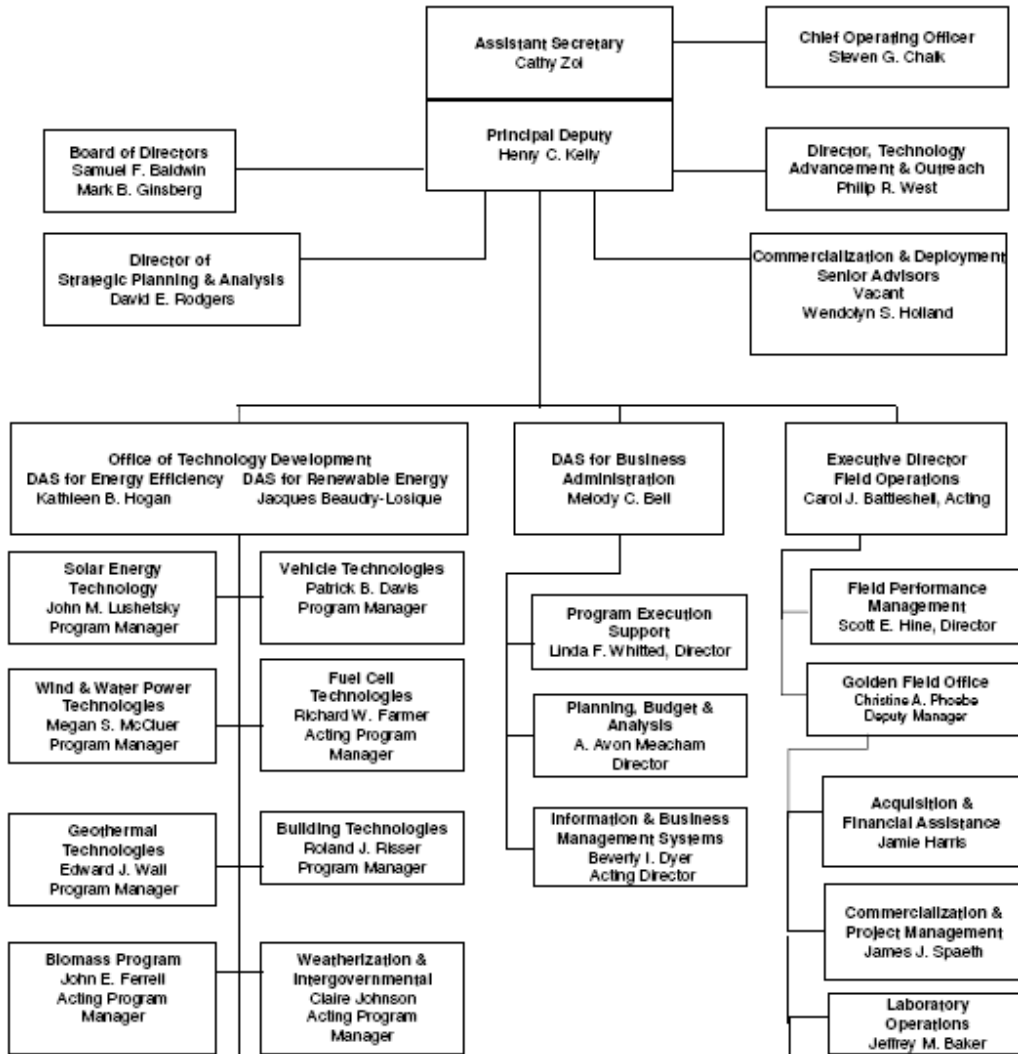
에너지부 내 에너지효율성 및 재생가능에너지국(EERE)는 미국의 에너지 안보, 환경보호, 공사파트너십의 경제적 활성화 등을 목적으로 하는 조직으로, i) 에너지효율성 및 생산성 제고, ii) 깨끗하고 믿을 수 있는 에너지의 저렴한 제공, iii) 삶의 질 향상 및 사용 가능한 에너지 선택폭의 확장을 통한 미 국민의 복지 증진 등과 관련한 다양한 활동을 통하여 위의 조직 미션 달성을 위해 노력하고 있다.

EERE는 다음과 같은 10개 에너지 관련 프로그램을 중심으로 조직되어 있다. 이밖에도 EERE는 같은 에너지부 산하의 Golden Field Office 및 에너지부 소속 국가연구소(National Laboratories)와 다양한 분야에서 긴밀한 협력 관계를 유지하고 있다:

- Biomass Program
- Building Technologies Program
- Federal Energy Management Program
- Geothermal Technologies Program
- Hydrogen, Fuel Cells and Infrastructure Technologies Program
- Industrial Technologies Program
- Solar Energy Technologies Program
- Vehicle Technologies Program
- Wind and Hydropower Technologies Program
- Weatherization and Intergovernmental Program

## (2) EERE 조직도

<그림 7> EERE 조직도 (2010년 1월 현재)



\* 출처: EERE 웹사이트

이중 재생에너지 기술프로그램은 현재 EERE 내 기술개발국(Office of Technology Development)에 소속되어 있다. 기술개발국은 국내 재생에너지 생산 및 소비 활성화와 관련, 안정적이고 친환경적이며 지속가능한 재생에너지기술의 개발과 적용, 국가 에너지 자원의 책임 있는 관리를 목표로 하고 있으며, 이를 위하여 국가연구소 뿐 아니라 주/지방정부, 관련 연방 부처, 이해관계자 등 다양한 재생에너지 관련 기관 및 단체, 개인과 긴밀히 협력하고 있다.

## 2) 국가재생가능에너지연구소 (NREL)

1977년 태양에너지연구소(Solar Energy Research Institute)로 처음 시작된 NREL(Research I Renewable Energy Institute)은 현재 Solar(DOE) 내 EERE(Energy Efficiency and Renewable Energy)의 주무 연구소(principal research institute)로써의 기능을 수행할 뿐 아니라 Solar과학국(Office of Science) 및 EDER (Office of Electricity Delivery and Energy Reliability)에 대한 연구 자문활동을 수행하고 있다. NREL의 실질적인 운영 책임은 Alliance for Sustainable Energy가 맡고 있으며 Solar(DOE)가 최종 책임을 진다. 2009 회계연도의 기관 전체 예산은 521.1 백만달러를 기록하였다.

## 3) 에너지부 내 신설 기관

### (1) DOE EIH (Energy Innovation Hubs)

EIH는 기존 국가연구소에서 이전에 연구되었으나 연구소의 경영 및 기타 문제들로 인하여 상용화에 실패했던 에너지분야 전반에 걸친 기초·응용 기술들을 다시 모아, 장기적이고 안정된 연구 지원을 함으로써 시장에서의 기술 활용화를 실현하기 위해 2009년 세워졌다. 연구비 지원은 5년을 기본으로 하되, 추가 5년 동안의 연구비 지원도 가능토록 하였으며, EIH 연구비액은 첫 5년동안 최고 1.35억 달러로 책정되었다.

### (2) ARPA-E (Advanced Research Projects Agency-Energy)

2007년 8월 The American COMPETES Act에 의해 승인된 ARPA-E는 2009년 4월 미국경기부양법(ARRA: American Recovery and Reinvestment Act)을 통해 4억 달러의 예산으로 출범하였다. 이 기관의 출

범 목적은 i) 에너지 분야 최고의 과학자와 엔지니어 유치, ii) 미래 국가이익에 크게 공헌할 가능성이 있지만 높은 실패 위험성이 있어 사기업에서는 지원하기 어려운 혁신적인 에너지 연구 분야를 지원, iii) 혁신적 기술개발 가능성 있는 연구프로젝트의 장기적 지원, iv) 기초에너지연구개발과 개발된 기술의 실용 및 상업화 단계의 다리 역할 등이다.

2010년 7월 ARPA-E는, 청정에너지기술 분야의 혁신을 도모하고 미국의 경쟁력 강화 및 일자리 창출을 위해 미국 내 18개 주의 에너지 연구 프로젝트에 총 92백만달러 규모의 연구비 지원을 하겠다고 발표하였다.

## **다. 재생에너지 관련 주요 법령 및 정책**

### **1) 2005년 에너지정책법 (Energy Policy Act of 2005)**

2005년 8월 8일 부시 전 대통령이 서명함으로써 최종 확정된 에너지정책법(Energy Policy Act of 2005)은 미국의 에너지 정책과 관련, 다양한 유형의 에너지 생산에 대하여 각종 세제혜택 및 정부지원을 보장함으로써 미국 내 에너지 관련 문제의 해결을 목적으로 하는 법이다. 특히, 이를 통해 신설된 CREB (Clean Renewable Energy Bond) 프로그램은 재생가능에너지프로젝트들이 무이자로 자금을 융자받을 수 있도록 하고 있으며, 이 프로그램은 2008년 2월에 발표된 미국세청(IRS)의 조사 결과에 의하면 약 400백만달러의 기금을 조성, 102개 풍력 프로젝트에 총 170백만불의 자금을 지원한 바 있다. 이밖에도 미 농무부(USDA) 또한 일부 재생가능에너지 및 에너지효율성 관련 프로젝트들을 대상으로 보조금 지급 및 정부보증대출 프로그램을 운영하고 있다.

### **2) 2007년 에너지보안법 (Energy Independence and Security Act of 2007)**

본래 「CLEAN Energy Act of 2007」로 명명된 바 있는 에너지보안

법은 제 110대 연방의회 회기 기간 동안 민주당 의원들에 의하여 하원에서 입법, 2007년 6월 21일 양원을 통과하였으며, 같은 해 12월 19일 부시 대통령 의 최종 승인을 거쳐 확정된 법이다. 에너지보안법은 부시 대통령의 국정연설 중 언급된 바 있는 「Twenty in Ten」 사업, 즉 향후 10년 내 (2007-2017) 미국의 석유소비량을 현재보다 20퍼센트 감축하는 것과 관련, 주로 차량의 연료효율성을 높이고 대체연료 활용을 장려하는 목적을 띠고 있으며, 이를 통해 미국의 국가 에너지 독립성을 제고하고 에너지 보안을 확보하는 한편, 차량 뿐 아니라 각종 공산품과 건물의 에너지 효율성을 높이는 한편 온실가스 배출 저감과 관련한 연방 정부의 R&D 및 기술 활용 확대 노력에 관한 광범위한 내용을 포함하고 있다.

### 3) 2009년 경기부양법 (ARRA)내 재생에너지 관련 내용

2009년 2월 17일 오바마 대통령이 싸인하여 최종 확정된 미 경기부양법(ARRA: American Recovery and Reinvestment Act of 2009)은 재생에너지와 청정에너지 기술 발전을 위한 많은 지원 프로그램과 세제혜택, 정부 보증대출, 채권(bond) 프로그램들을 포함한다. 이들 중 재생에너지와 관련된 중요한 사항들은 다음과 같다.

- 정부직접지출 (Direct Spending Provisions)
  - i) 스마트 그리드 (Smart Grid) 기술의 개발과 활용화를 위한 연구비 지원과 파일럿 프로젝트 실행을 위해 45억 달러 제공.
  - ii) 재생에너지의 연구개발 및 검증을 위해 168억 달러 예산 제공.
  - iii) 주정부에서 주관하는 에너지 프로그램에 31억 달러 제공.
- 세제혜택 (Tax Incentives)
  - i) 생산자세제혜택(PTC: Production Tax Credit) 연장: 풍력에너지는 2012년 12월 말까지, 지열, 바이오매스, 수력에너



지는 2013년 12월 말까지 연장.

- ii) 투자세제혜택(ITC: Investment Tax Credit) 연장: 이전에는 태양에너지 설비에만 가능하던 ITC혜택이 풍력, 지열, 바이오매스 등 다른 재생에너지 기술 프로젝트에도 해당되어 투자액 30퍼센트의 세제 혜택을 받을 수 있도록 함.
- iii) 정부보조금(Grant Program): 2009년과 2010년에 건설 시작하는 해당 재생에너지 프로젝트에 한하여 프로젝트 30퍼센트에 해당하는 보조금을 재무부(Treasury Department)에 신청할 수 있도록 함.

· 정부대출 및 채권 프로그램

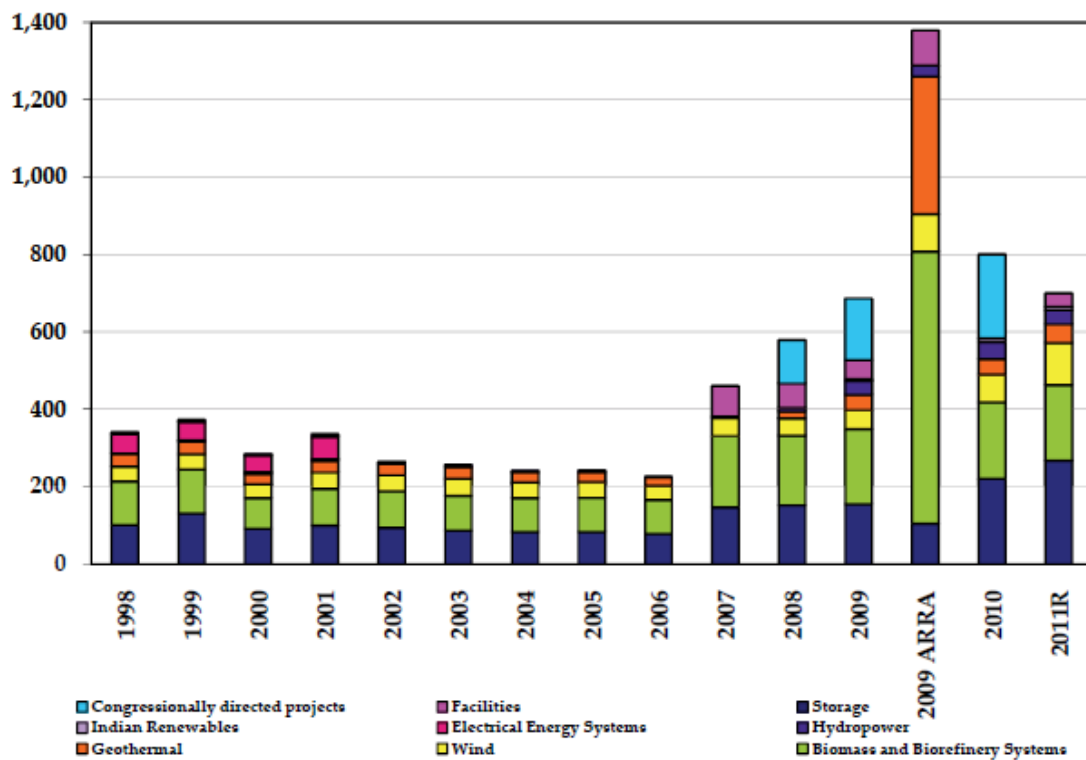
- i) 재생에너지 대출보증 프로그램 (Renewable Energy Loan Guarantee Program): 재생에너지의 전력 발전과 운송 프로젝트를 위하여 총 60억 달러에 해당하는 정부보증대출 포함. 혁신적인 바이오연료 기술의 상용화를 위한 최대 5억 달러를 지원함. 단, 2011년 9월 30일 이전까지 건설 시작되는 프로젝트에 한 함.
- ii) 청정에너지채권 (CREBs funding: Clean Renewable Energy Bonds): 바이오매스, 지열, 수력, 쓰레기배립가스 등의 시설에 대한 재정 지원을 위해 16억 달러치의 청정에너지채권 발행.

### 3. 2011년도 미 에너지부 재생에너지 관련 예산 분석7)

2011년 회계연도 재생에너지 관련 예산은 지난 2010년도 대비, 16 퍼센트 (약 7억 4천만 달러)가 증대되었다. 가장 큰 예산증가는 태양에너지 프로그램에 할당 되었는데, 총 3.02억 달러에 해당하며 대부분은 고집광 (CSP)관련 분야에 주어진다. 태양에너지 부문 예산은 2010년 대비 22퍼센트, 2009년 대비 75퍼센트가 오른 양이다.

<그림 미 에너지부 재생에너지 RD&D프로그램 예산 (1998년~2011년)>

(단위: millions 2005\$)



\*출처: Anadon and et al. (2010)

태양에너지 다음으로 2010년 대비 많은 예산증대가 된 재생에너지 분야로는 풍력에너지 프로그램이다. 2010년 대비 53퍼센트가 오른 1.22억 달러가 풍력에너지 분야에 배정될 것이며 이는 2009년 대비 125퍼센트 증

7) Anadon and et al. (2010)

대된 값이다. 풍력분야의 예산증대는 주로 해양풍력(offshore wind) 기술에 집중되어있다. 북해의 화석연료 고갈을 우려하여 원유와 천연가스 산업을 대체하기 위해 이미 해양풍력시스템에 많은 투자를 해온 영국과, 이미 이 분야의 선점에 위치한 덴마크를 따라잡기 위해 미국 또한 해양풍력기술에 많은 관심을 기울이고 있다.

또한 에너지부 주관 재생에너지 프로젝트와는 우선 순위도는 다르지만, 의회에서 진행하는 재생에너지 프로그램도 회계연도 2008년 이후로 꾸준히 늘어나고 있는 추세이다.

#### 4. 한국과의 재생에너지 협력 현황 및 발전방안

에너지는 전 세계 국가들이 떠안고 있는 중요한 과제로서, 21세기가 직면한 기후변화, 에너지안보, 경제발전 등의 문제들을 성공적으로 해결할 열쇠이다. 이를 위해 여러 국가들이 에너지 RD&D의 국제협력은 꼭 필요하다고 동의하고 있는 가운데, 미국은 국제에너지기구 (IEA: International Energy Agency)와 OECD국가, 주요 신흥경제국(예. 중국, 인도, 브라질), 이스라엘과의 파트너십을 구축하였다. 또한 에너지효율성과 재생에너지 기술관련 국제교류에 관한 예산을 1천만 달러에서 3천만 달러로 상향시켰다. 특히 최근 미국이 중국과 맺은 협정들—the Energy Efficiency Action Plan and U.S.-China Renewable Energy Partnership—을 살펴보면, 에너지효율성, 전 기자동차, 바이오연료, 풍력 및 태양에너지, 미·중 청정에너지연구센터 (U.S.-China Clean Energy Research Center)를 통한 R&D 협력 등 재생에너지 전반에 걸친 매우 높은 강도의 에너지교류협력을 동의하였다. 이에 대한 미국 내 에너지정책 연구소와 정부 산하기관에선 중국과의 에너지 교류 중요성을 더욱 부각시키고 있어, 향후 미·중 양국간의 재생에너지 연구개발 협력은 더욱 긴밀해 질것으로 기대된다.

한편, 국제 사회의 재생에너지 RD&D 교류협력이 요구되고 있지만, 오늘날까지도 아직 효과적으로 통합된 에너지 RD&D 국제협력에 관한 전략 방안은 찾지 못하였다. 체계적·통합적 국제협력 전략의 부재는 미 에너지부 내에서도 지적되는 사항이다. 현재, 미 에너지부 여러 산하 기관들은 외국과의 에너지 협력을 위하여, 방문, 워크샵, 정보공유, 관련 국제규정 마련을 위한 토론 등 많은 활동을 진행하고 있지만, 여러 기관들이 동시에 비슷한 내용의 국제교류활동을 진행하고 있어, 정부차원의 에너지 해외교류사업의 효율성과 일관성이 떨어진다는 지적을 받고 있다. 이는, 단지 미국만의 문제가 아닌, 한국에서도 재생에너지 관련 국제교류를 추진함에 있어 성공적 해외협력사업을 위해선, 현재의 재생에너지기술 개발협력 관련 부처와 기관들

의 효율적 준비를 우선해야 할 것이다.

앞서 언급했듯이, 미국과 중국, 양국간의 재생에너지협력안이 적극적으로 추진되고 있지만, 한국과 미국의 재생에너지 관련 국제교류 활동은 아직 미비한 상태이다. 풍력에너지와 태양에너지분야의 연구개발 협력은 사실상 이제 시작단계라 볼 수 있다. 한국에너지기술연구소와 미 NREL과 태양에너지 연구협력 MOU를 맺고 특정 분야의 공동연구가 협의되고 있으며, 영남대학교와 KAIST는 각각 인적 교류 및 교육 분야에 협력, 새로운 협력프로그램을 협의 중인 것으로 알려졌다. 특히, 미국의 태양에너지기술 연구개발 수준은 세계 최고로 평가받고 있으며, 한·미 양국의 태양에너지 연구개발 분야가 상당히 같은 분야 및 연구 시스템으로 진행되고 있는 바, 앞으로 양국간 적극적 협력관계를 통한다면 해당 기술분야 발전에 큰 도움이 될 것으로 기대된다.

우리 이명박 정부도 깨끗하고 지속적인 녹색성장을 위한 재생에너지의 연구개발에 관한 의지가 강하므로, 보다 체계적이고 능동적인 에너지 교류 시스템을 통하여 재생에너지 연구개발력을 지속적으로 키워야 할 것이다. 더불어 G-20 서울개최를 통해, 기후변화와 청정에너지산업 부문 국제 사회에서 한국의 충분한 역량을 발휘하여 에너지 선진국으로 도약해 나가길 기대한다.

<참고문헌>

Anadon, Laura Diaz, Matthew Bunn, Gabriel Chan, Melissa Chan, Kelly Sims Gallagher, Charles Jones, Ruud Kempener, Audrey Lee, and Venkatesh Narayanamurti. *DOE FY 2011 Budget Request for Energy Research, Development, Demonstration, and Deployment: Analysis and Recommendations*. Cambridge, Mass.: Report for [Energy Technology Innovation Policy research group, Belfer Center for Science and International Affairs, Harvard Kennedy School](#), April 2010.

Nement, Gregory F., Daniel M. Kammen. "U.S. energy research and development: declining investment, increasing need, and the feasibility of expansion," *Energy Policy* 35(2007): 746–755.

NHA (2008), 「2007 Annual Report」, from  
[http://www.hydro.org/aboutNHA/docs/NHA\\_07AnnRep\\_WEB.pdf](http://www.hydro.org/aboutNHA/docs/NHA_07AnnRep_WEB.pdf)

NHA (2009), 「2008/09 Annual Report」, from  
[http://www.hydro.org/aboutNHA/docs/NHA\\_2008-09\\_Annual\\_Report.pdf](http://www.hydro.org/aboutNHA/docs/NHA_2008-09_Annual_Report.pdf)

Pike Research (2009), 「Research Report: Hydrokinetic and Ocean Energy」, executive summary is available from

[www.pikeresearch.com/wp-content/uploads/2009/05/HYDRO-09-Executive-Summary.pdf](http://www.pikeresearch.com/wp-content/uploads/2009/05/HYDRO-09-Executive-Summary.pdf)

US DOE (2005), 「Energy Policy Act of 2005」, from  
[http://www.epa.gov/oust/fedlaws/publ\\_109-058.pdf](http://www.epa.gov/oust/fedlaws/publ_109-058.pdf)

US DOE (2006), 「US Department of Energy Strategic Plan」, from

<http://www.cfo.doe.gov/strategicplan/docs/2006StrategicPlan.pdf>

US DOE EERE (2007), 「Wind Energy Multiyear Program Plan for 2007–2012」, from <http://www1.eere.energy.gov/windandhydro/pdfs/40593.pdf>

US DOE (2008), 「20% Wind Energy by 2030: Increasing Wind Energy's Contribution to U.S. Electricity Supply (summary report)」, from <http://www1.eere.energy.gov/windandhydro/pdfs/42864.pdf>

US DOE EERE (2009a), 「Fiscal Year 2010 Budget-in-Brief」, from [http://www1.eere.energy.gov/ba/pba/pdfs/fy10\\_budget\\_brief.pdf](http://www1.eere.energy.gov/ba/pba/pdfs/fy10_budget_brief.pdf)

US DOE EERE (2009b), 「2008 Wind Technologies Market Report」, from [http://www.windpoweringamerica.gov/pdfs/2008\\_annual\\_wind\\_market\\_report.pdf](http://www.windpoweringamerica.gov/pdfs/2008_annual_wind_market_report.pdf)

<웹사이트>

에너지부 재생가능에너지국 (EERE): [www.eere.energy.gov/](http://www.eere.energy.gov/)

국가재생에너지연구소: <http://www.nrel.gov/>

에너지정보국(EIA: Energy Information Administration): <http://www.eia.doe.gov/>

캘리포니아 주정부: <http://gov.ca.gov/press-release>

미 수력에너지협회(NHA)L <http://www.hydro.org/>

미 풍력에너지협회(AWEA): <http://www.awea.org/>

EPRI(Electric Power Research Institute): <http://my.epri.com>