

주요 신재생에너지원의 국내외 보급현황 비교 분석

황성욱* 원종률** 김정훈*
*홍익대학교 **안양대학교

A Comparison Analysis on the International Situation of New & Renewable Energy Resources

Hwang, Sung-Wook* Won, Jong-Ryul** Kim, Jung-Hoon*
*Hongik University **Anyang University

Abstract – Nowadays the concern about development and diffusion strategies of new & renewable energy and its technologies is getting higher globally as Kyoto Protocol has taken effect this year and oil has been rising in price tremendously. Developed countries have already commenced the study and research for this problem and are looking for various solutions. In this paper, international situation of new & renewable energy is analyzed and estimated researching statistics and policies.

1. 서 론

교토의정서 발효 및 원유가격의 급격한 상승에 따라 국가 전반에 걸쳐 신재생 에너지의 개발과 보급에 대한 관심이 더욱 커지고 있다. 미국, 일본, 독일 등 선진국에서는 이미 이러한 문제점에 대한 대비를 시작하였으며, 기술 개발과 보급에 다양한 방법으로 접근하고 관련 기술을 수출하기 위한 방안까지 모색하고 있으며, 우리나라의 경우에는 신재생에너지사업에 1988년부터 2004년까지 656과제에 3,913억원 투자하고 있다. 신재생에너지는 원별로 다양한 기술 및 보급 특성을 갖고 있기 때문에 획일적이고 단순한 보급 방안이 아닌 원별 특성에 맞는 적합한 보급 방안을 수립해야 하는데, 국내외적으로 하드웨어 기술에 대한 연구는 진행이 활발하게 이루어지고 있으나 효과적인 보급을 위한 방법론에 관한 연구는 미진한 상태이다. 이와 같은 배경에서 신재생에너지의 보급 특성을 확산모형과 학습률을 이용하여 분석한 연구가 수행되었으며, 우리나라 신재생에너지의 현황이 간략하게 평가되었다[1][2]. 그러나, 보급 특성의 합리적인 평가를 위해서는 정밀한 수리모델이 작성되어야 하는데, 이를 위해 가장 중요한 것은 신재생에너지 관련 기술 및 정책의 상세한 현황 자료, 즉 용량별, 종류별 보급량, 가격변화 동향 기기 방식, 지원 정책의 세부 특성 등이 필요하다. 본 논문에서는 향후 우리나라의 실정에 맞는 보급방안을 제시하기 위한 기초 작업으로서 우선 풍력 및 태양광 에너지의 국내외 보급 현황과 관련 정책을 분석하고 우리나라와 비교하여 본다.

2. 본 론

2.1 풍력발전시스템의 국제 현황

2.1.1 풍력발전시스템 개요

풍력에너지는 기본적으로 바람 에너지로부터 얻을 수 있는 회전 에너지를 전기 에너지로 변환하는 것을 말하며, 일정 풍속 범위에서만 발전이 가능하고, 고류 계통의 주파수 제어를 위해 DC/AC 변환장치를 사용하기도 한

다. 규모는 250W에서 1.65MW까지 개발되어 있고, 정격 출력 용량에 따라 10kW 이하는 소형, 900kW 미만은 중형, 900kW 이상은 대형으로 분류하고 있다. 소형 풍력발전 시스템은 주로 독립형으로서, 주택, 농장 등에서 양수나 소규모전력공급에 사용되고, 중형 풍력발전 시스템은 주로 계통연계형으로서, 주거지 전력 공급에 사용된다. 대형 풍력발전 시스템은 대규모 풍력발전단지로 건설되어 전력계통에 연계하는 것을 목적으로 개발되고 있다.

2.1.2 풍력발전시스템 가격

풍력발전시스템의 설치비는 비싼 반면 운전유지비는 낮은 편으로서, 설치비는 2002년 현재 \$765/kW에서 2012년에 \$529/kW로 하락할 것으로 예상하고 있다. 발전단가는 2002년 현재 7m/s 기준으로 3.61센트/kWh에서 2012년에는 2.5센트로 하락할 것으로 예상하고 있다. 시장규모의 점진적인 확대에 따라 발전기의 대형화 추세를 보이고 있으며, 이는 곧 풍력발전시스템의 가격 하락으로 이어지게 된다.

2.1.3 풍력발전시스템 임지 및 설치 조건

풍력발전시스템은 풍속이 일정하고 장애물이 없는 곳을 주요 임지로 하게 되며, 대규모 구조물의 이동 및 설치가 가능한 곳이어야 한다. 또한, 소음에 대한 영향이 적은 곳을 제약조건으로 하고 있어서 인구밀집지역에는 설치하기 어려운 단점이 있다. 즉, 분산진원의 특징 가운데 하나인 부하가 집중된 지역에 가까이 설치하기에는 태양광이나 연료전지에 비하여 약세를 보인다. 최근에는 일반적인 시스템(Onshore) 외에 장애물과 인구밀집지역 등의 제약을 피하고 풍랑이 풍부한 지역으로서 해상을 대상으로 하여 해상풍력시스템(Offshore)에 관한 연구가 네덜란드, 덴마크, 독일 등을 중심으로 활발히 진행되고 있다.

2.1.4 국내 기술 수준 및 보급 현황

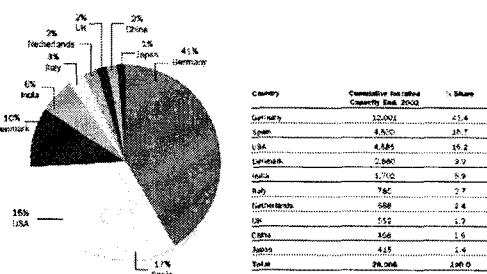
현재 우리나라 풍력발전시스템의 터빈 및 발전장치는 대부분 수입에 의존하고 있는 실정이다. 최근 국내 연구 성과로는 한국화이바에서 중대형급(750kW급) Gearless Type (Direct Drive Generation) 수평축 풍력발전기(브레이드)의 개발을 완료했으며, (주)효성에서 풍력발전 시스템용 증속기 및 유도 발전기 개발을 완료하였고, 한국전기 연구원에서 750kW급 제어 및 계통연계장치를 개발하였다. 또한, (주)효성과 유니스산업(주)에서 750kW급 기어드 및 기어리스 풍력발전시스템 국산화 기술 개발을 완료하였으며, 1~2MW급 중대형 풍력발전 시스템 개발 추진중에 있다. 풍력발전시스템이 설치된 곳은 제주도, 무안군, 대관령, 새만금 등의 해안 및 산악 지역이며, 각 용량 규모별 설치 현황은 다음 <표 1>과 같다.

<표 1> 우리나라 풍력발전시스템 보급 현황(2005년)

규모	설치 대수	설비용량	생산량
10 kW 이하	89기	283.2 kW	560 MWh
100 kW 이하	9기	290 kW	339 MWh
101 kW 이상	38기	28,340 kW	46,543 MWh

2.1.5 국외 기술 수준 및 보급 현황

풍력발전 기술은 주로 유럽을 중심으로 개발되고 있으며, 대표적 국가인 덴마크는 1970년대 이후 기술개발 7 단계 실현해왔다. 회전자 직경 54~66m, 1000~1,650kW 대형시스템과 고정된 회전 속도를 가진 STALL형 시스템을 개발하였다. 독일의 경우에는 1989년 이후에 와서 풍력발전에 관심을 갖고 대형 풍력발전기를 중심으로 개발을 시작하였고, 1996년 66m 회전자 직경 1.5MW 시스템 개발하는 수준까지 도달하여 활발한 보급이 이루어지고 있다. <그림 1>은 2002년 현재 풍력발전시스템의 국제 설치 현황을 보여준다. 용량면에서는 독일이 12,001 MW로 전세계 설치량의 약 41%를 점유하고 있으며, 스페인, 미국, 덴마크순으로 풍력발전시스템의 보급이 많이 이루어져 있다.



<그림 1> 풍력발전의 국외 설치 현황[3]

2.2 태양광발전시스템의 국제 현황

2.2.1 태양광발전시스템 개요

태양광에너지는 기본적으로 빛 에너지를 전기 에너지로 변환하는 것을 말하며, 일정 규모 이상의 일사량을 필요로 한다. 태양전지에서 직류 전기를 발생시키므로 이를 이용하기 위해서는 DC/AC 변환장치를 필요로 한다. 시스템은 태양전지 Array와 PCS로 구성되는데, Array를 적렬 연결하여 다양한 용량 구현이 가능하다. 일반적으로 주택용으로서 3 kW급 시스템, 건물 및 상업용으로서 10 kW급 시스템을 개발하고 있으며, 소규모 설비를 다양 설치하는 방법을 통하여 시장을 확대하고 있다.

2.2.2 태양광발전시스템 가격

태양광발전시스템의 제조 및 설치비는 매우 비싼 편으로서, 설치비는 2002년 현재 1500만원/kW에서 2010년에 500만원/kW으로 하락할 것으로 예상하고 있으며, 발전 단가는 2002년 현재 약 700원/kW에서 2010년에 270원/kW으로 하락할 것으로 예상하고 있다.

2.2.3 태양광발전시스템 입지 및 설치 조건

태양광발전시스템의 가장 중요한 입지 조건은 풍부한 일사량으로서, 우리나라의 경우 국토 면적이 좁고 지리 조건상 적정 입지가 많은 편은 아니다. 한편, 다른 에너지원에 비해 효율이 낮아서 넓은 설치면적을 필요로 하기 때문에 주택용의 경우 지붕 및 창에 설치하는 경우가 많다. 사막이나 넓은 초원의 지리적 조건을 갖춘 국가들은 상대적으로 좋은 입지 조건을 갖고 이를 충분히 활용

하기 위한 방안을 모색하는 중이다. 일본의 경우에는 우리와 유사한 조건이지만, 넓은 사막을 갖고 있는 봉골의 태양광발전시스템 개발에 기술적, 재정적으로 참여함으로써 간접적인 이득을 취하고 있는 실정이다.

2.2.4 국내 기술 수준 및 보급 현황

현재 우리나라 태양광발전시스템의 150Wp 이상 모듈은 수입에 의존하고 있으며, 100Wp 이하의 모듈까지 국내 제작을 하고 있다. 최근까지 실트론, 현대중공업, 포頓반도체, 심포니, 경동솔라, 솔라테크 등의 기업체에서 자동화 및 대형화 생산 라인을 구비하였고, 저가 고효율 태양전지 상용화 기술을 개발하고 있다. 또한, 건축환경을 고려한 태양전지 모듈 및 제조기술 개발에도 관심을 기울이고 있으며, 태양광발전기술의 표준화 및 체계 구축과 중소형 건물 태양광발전시스템 개발에 점진적으로 투자가 증가하고 있다. <표 2>는 태양광의 국내 보급추이이다. 이중 電化시설에 3,272.4 kWp, 통신 및 비상전화 시설에 136.2 kWp, 가로등 및 해양용 시설에 564.8 kWp, 수질개선, 산불감시, 홍수예보 및 간이화장실 등에 940.2 kWp이 설치되어 있다.

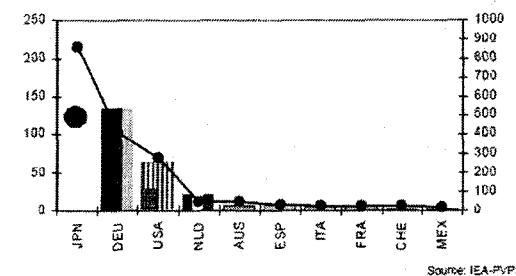
<표 2> 태양광에너지 보급추이
(단위 : TOE)

연도	1994	1995	1996	1997	1998
보급량	533	557	639	775	949
연도	1999	2000	2001	2002	2003
보급량	1,143	1,321	1,546	1,761	1,938

2.2.5 국외 기술 수준 및 보급 현황

태양광발전시스템의 핵심기술은 태양전지 셀 및 모듈로서 일본과 미국이 선두기술을 보유하고 있는 실정이다. 현재 변화 효율은 단결정 18%, 다결정 12~13%, 비정질 10% 등으로서 고효율, 저비용 태양전지 양산화 기술 개발이 전세계적으로 최대 이슈다. 태양전지 생산량은 2002년 현재 국가별로 일본 25만kW, 미국 10만kW, 유럽 10만kW이고, 제조사별로는 Sharp 12만kW, BP Solar 6.6만kW, Kyocera 6만kW 등으로서, 일본의 생산 및 판매에 있어서 가장 앞서 있다. <그림 2>는 국가별로 태양광 설치 현황을 나타내고 있는데, 일본, 독일, 미국 순으로 많은 설치가 되어 있다. 세계 최고의 메모리 생산 기술을 보유한 우리나라로서는 또하나의 블루 오션 영역으로서 기술개발을 서둘러야 하는 것이 바로 태양전지분야라고 할 수 있다.

MW Installed 2003 (LHS) ─ Total MW Installed (RHS)



<그림 2> 태양광 설치의 국외 설치 현황[4]

2.3 주요 선진국의 신재생에너지 보급사업

2.3.1 일본

일본의 신재생에너지 보급사업은 다음 <표 3>과 같다. 일본의 경우 Capital Grants를 중심으로 한 정책이 주를 이루고 있으며, 일본이 태양광 설치의 세계 최고의

생산국이 된 것이 태양광에너지 관련 기술에 관한 정책 및 사업이 많은 것과 밀접한 관련이 있다고 판단된다.

<표 3> 일본의 신재생에너지 보급사업[5]

Policy name	Policy type	Technology
Promotion for the Local Introduction of New Energy	•Consumer Grants / Rebates •Capital Grants	Solar photovoltaics / Solar thermal Offshore wind / Onshore wind Waste (organic) / Bioenergy
Law and Establishment of NETO	•R&D	All technologies simultaneously
New Energy Indicator	•Obligations	Solar photovoltaics / Solar thermal Offshore wind / Onshore wind Waste (organic) / Bioenergy
Project for Developing Small and Medium-sized Hydro Power Plants	•Capital Grants	Hydropower
Project for Geothermal Power Generation Development	•Capital Grants	Geothermal
Special Measures law for Promoting the Use of New Energy	•Capital Grants	Solar photovoltaics / Solar thermal Offshore wind / Onshore wind Bioenergy / Waste (organic)
Special Measures Law Concerning the Use of New Energy by Electric Utilities - RPS (Renewables Portfolio Standard) law	•Obligations	Solar photovoltaics Offshore wind / Onshore wind Bioenergy Hydropower / Geothermal

2.3.2 독일

독일의 신재생에너지 보급사업은 다음 <표 4>와 같다. 독일의 경우에는 3rd Party Finance를 중심으로 한 정책이 많은 편이며, 거의 모든 신재생에너지원 기술에 대하여 꽂고루 지원 정책이 실행되고 있다.

<표 4> 독일의 신재생에너지 보급사업[5]

Policy name	Policy type	Technology
Fourth Energy Research Programme	•R&D	All technologies simultaneously
Market Stimulation Programme (Marktanreizprogramm)	•3rd Party Finance •Capital Grants •Consumer Grants / Rebates	Bioenergy Solar photovoltaics / Solar thermal Geothermal / Geothermal heat
Diverse Soft Loan Schemes	•3rd Party Finance	All technologies simultaneously
Support of the Federal States ("Länder")	•R&D •3rd Party Finance •Capital Grants	All technologies simultaneously
ERP-Environment and Energy-Saving Programme	•3rd Party Finance	Offshore wind / Onshore wind Bioenergy / Hydropower Solar thermal / Solar photovoltaics
Green Electricity	•Green Pricing	Bioenergy / Geothermal Hydropower / Solar photovoltaics Onshore wind / Offshore wind
Federal Building Codes	•Regulatory & Administrative Rules	Onshore wind Bioenergy
Renewable Energy Sources Act (2004) (Erneuerbare Energien-Gesetz EEG)	•Guaranteed Prices / Feed in Obligations	Bioenergy / Geothermal Hydropower Offshore wind / Onshore wind Solar photovoltaics Waste (organic)

2.3.3 미국

미국의 신재생에너지 보급사업은 다음 <표 5>와 같다. 미국은 다른 국가들의 2배 이상 많은 수의 정책가 사업 종류가 실행되어 왔으며, RD&D를 중심으로 한 정책이 특히 많이 실행되었다. 독일과 마찬가지로 모든 신

재생에너지원에 대하여 꽂고루 지원되고 있으며, 다른 나라에 비하여 Investment Tax Credit, Production Tax Credit 등 세제혜택 측면에서 지원이 많은 것이 특징이라고 할 수 있다.

<표 5> 미국의 신재생에너지 보급사업[5]

Policy name	Policy type	Technology
Biomass Research and Development Act	•R&D	Biofuel / Bioenergy
State-level renewable energy incentives	•Regional Policies	All technologies simultaneously
Energy Efficiency & Renewable Energy Development	•R&D	All technologies simultaneously
increased Use of Bioenergy	•R&D •Obligations	Bioenergy / Biofuel
Energy for the New Millennium-National Photovoltaics Program Plan	•R&D	Solar photovoltaics
Funding for the Development of Ethanol	•R&D	Bioenergy / Biofuel
Funding to Accelerate the Use of Wind Energy - Information Campaigns	•Public Awareness	Offshore wind / Onshore wind
Public Utility Regulatory Policies Act (PURPA)	•Guaranteed Prices / Feed in	Geothermal Bioenergy / Waste (organic) Solar photovoltaics / Solar thermal Offshore wind / Onshore wind Hydropower
Energy Policy Act	•Investment Tax Credits & Production Tax Credits	All technologies simultaneously

2.4 국내 신재생에너지 기술개발 및 보급 방안

우리나라의 신재생에너지 기술 개발은 대부분 중소업체로 일관되고 있는 실정이며, 강력한 정부의 기술개발 의지로 대기업화 또는 대기업의 적극적 참여 유도가 요망된다. 이는 아직까지 국산화율이 낮아 적극적 보급 확대는 오히려 선진외국의 수입확대의 유도 가능성이 높기 때문에 있어서, 조속한 기술개발이 필요로 된다. 한편, 국내 업체의 일정 규모 이상 의무적 보급참여방안을 강구할 필요가 있으며, 원천기술 확보를 위한 기초연구 지원이 필요하다. 아울러 시장형성을 위한 일정 부분의 보급 확대는 필수적으로서 적정규모를 산정하여 추정하는 것이 필요하다고 할 수 있다. 이때 정책의 기조는 유지하되 기준 등은 수시로 조절할 수 있는 유연성이 필요하다.

3. 결 론

본 논문에서는 국내외 신재생에너지 보급 현황 및 제도의 비교를 통하여 국내 신재생에너지의 기술개발 및 보급 방안의 방향성을 정리하고 제안하였다.

감사의 글

본 논문은 에너지관리공단의 에너지자원기술개발사업으로 수행된 결과입니다.

[참 고 문 헌]

- [1] 황성욱 외, "확산모형을 이용한 신재생에너지의 보급현황 평가", 대한전기학회 EMECS 추계학술대회 논문집, 2005
- [2] 황성욱 외, "학습곡선을 기반으로 한 신재생에너지 설비가격 평가", 대한전기학회 전력기술부문회 추계학술대회 논문집, 2005
- [3] <http://www.ieawind.org>
- [4] Sarasin Basic Report, Solar Energy-sunny days ahead?, 2004
- [5] <http://www.iea.org/textbase/effi/index.asp>