

전력시장에서의 풍력발전의 확산과 수용

김은일, 김남호
한국에너지기술연구원

Diffusion and Adoption of the Wind Power in a Utility Market

Eunil Kim and Nam-Ho Kyung
Korea Institute of Energy Research

Abstract - 풍력발전의 확산과 수용은 전력시장의 특성으로 인하여 국가적 차원의 정책에 의존될 수밖에 없으며, 그 성과도 정책의 적정성과 수행의지에 달려 있다. 역사적으로 풍력발전은 국가 기획에 의하여 시장 조성이 가능하고, 따라서 풍력발전 설비제조, 발전단지 건설 및 운영 등으로 구성되는 "풍력산업"은 하나의 신흥 산업부문으로 국가적 차원의 적절한 정책 수단으로 육성될 수 있다. 선진 외국의 전력시장에서 관찰되는 풍력발전의 확산과 수용 과정을 참고로, 우리나라에서의 풍력발전보급의 활성화를 위한 원론적 방안을 모색하고자 하였다.

1. 서 론

풍력산업은 크게 풍력발전설비 제조업, 풍력발전단지 건설업, 풍력단지 운영을 통한 발전사업, 그리고 관련 R&D 및 컨설팅 등의 풍력관련 서비스업 등으로 구분된다. 여기서 다루고자 하는 주제는 "풍력발전의 전력시장에서의 확산과 수용"에 관한 것으로, "풍력단지 운영을 통한 발전사업"의 시장적 특성을 살펴봄으로써 국내 풍력발전 보급의 활성화에 있어서 현실적이며 원천적인 장애요소와 함께 이에 대한 극복방안을 찾아보고자 한다.

풍력발전사업을 통하여 생산되는 전기는 결국 전력시장에서 거래될 수밖에 없다. 하지만, 전력시장은 전기라는 상품이 거래되는 시장으로서, 다음과 같이 일반 상품과는 다른 물리적 특성과 이에 따른 거래시장의 조건 및 형태를 갖고 있다¹. 우선 전기라는 상품은 저장할 수도 없고, 생산과 수요가 동시적으로 일치되어 이루어지며, 선로를 통해서 전달되어야 하는 물리적인 특성을 갖고 있다. 전기는 발전소로부터 선로(Grid)를 통한 부하까지의 네트워크(Network) 체계로 구성되어 있으므로 한 지점에서 발전량이나 수요량의 변화, 선로의 사고 등과 같은 문제 발생은 전체 네트워크에 영향을 미치게 된다.

전력시장은 일반적으로 풀 시스템(Pool System) 형태이다. 풀 시스템에서 전력의 수요와 공급은 시장기능을 통해 이루어지며, 현물시장(Spot Market)은 필연적으로 존재한다. 1999년 1월 21일 확정 발표된 '전력 산업 구조개편 기본계획'에 따른 국내 전력거래는 전력거래소를 통하여 이루어지고 있다. 일정규모 이상의 발전사업자는 생산된 전력을 전력거래소에 판매하여야 하며, 판매 및 대규모 소비자도 전력거래소에서 전력을 구매하여야 한다. 전력거래를 위하여 모든 시장참여자(발전사업자, 판매업자, 소비자)는 초기단계에서는 발전사업자만 참여하며 수요 측 입찰은 실시하지 않는다. 특히, 최초 단계인 변동비반영 시장에서는 발전사업자도 자신의 가격을 입찰하지 않고, 발전비용평가위원회에서 사전 결정된 변동비를 기준으로 발전가격이 결정된다. 변동비는 기동비용과 운전연료비로 구성되며, 운전연료비는 다시 출력 변화에 따른 비용증가를 반영하는 증분비용과 나머지는 무부하 비용으로 구성된다².

이와 같은 시장경제체제 아래에서 대체발전원인 풍력발전 상품이 전력시장으로 진입하기에는 다음과 같은 몇 가지 난관이 있다. 첫째는 어떠한 가격으로든 시장에서 원

하는 시기에 공급이 용이하지 않다는 것이다. 둘째는 전력계통망의 안정성을 위하여 대체발전원으로는 총 전력 수요량의 일정량만을 대체할 수 있다는 것이다. 풍력발전의 경우 총 발전용량의 기여보다는 단지 화석연료의 대체에 주안점이 주어진다. 이와 같은 이유로 지금까지는 대체발전원이 자유시장 경제체제 아래에서 전력시장에 진입하기에는 어려움이 많았으나, 오늘날에 와서 풍력발전은 교도 기후변화협약에서 요구하는 지구온실가스 저감책의 하나로 국가 정책에 의하여 의도적으로 조성된 전력시장에 진입하면서 급성장하기에 이르렀다. 이와 같은 시장의 환경의 변화에 따른 인위적 시장조성과 함께 규모의 대형화로 가격경쟁력까지 확보하게 되어, 다른 기존 어느 발전원보다도 성장률이 높은 부문이다. 여기서는 풍력발전이라는 하나의 신상품이 (세계)전력시장으로의 확산 및 수용되어 나가는 과정을 개괄적으로 살펴보고, 이로부터 우리나라 풍력발전 보급에 점목을 위한 원론적 방안을 찾아보고자 하는 것이다.

2. 풍력발전 보급 확산 및 수용의 특성

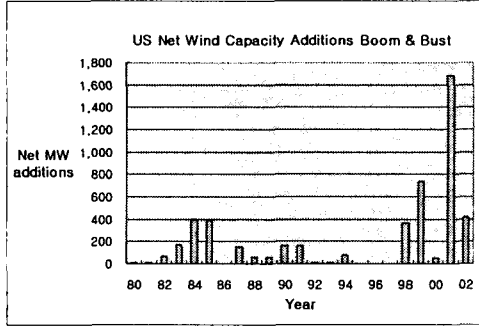
2003년 초 기준 세계 풍력발전설비용량은 총 31,128 MW에 이르며, 2002년 한해 동안 6,868 MW가 신설되었다³. 이제 풍력발전은 세계에서 성장률이 가장 높은 에너지원으로 인정받고 있다. 지난 1998~2002 동안 5년간 시장 성장률은 연평균 32%에 이르고 있고, 2002년 신설된 풍력발전설비 시장규모는 70억 USD에 달하고 있다. 하지만 2002년에 신설된 세계 풍력발전설비의 93%는 유럽과 미국이, 그리고 지금까지 총 누적설비용량의 3/4는 유럽이 차지하고 있으며 미국이 15% 나머지 세계가 10%이다. 즉, 90% 이상이 유럽과 미국에 편중된 시장이다.

EU의 경우만 살펴보면 2003년 초 현재 총 풍력발전설비용량은 23,056 MW에 달하며, 2002년 한해 동안에만 5,871 MW가 신설되었다⁴. 이는 전년 대비 총 설비용량의 31%의 증가이며 시설비용으로만 58억 €(유로)에 해당한다. 2001년에 신설된 풍력발전 설비용량은 4,493 MW로서 지난 6년 간 연평균 35%의 성장세를 보이고 있다.

풍력발전시장을 대규모로 조성한 것은 1980년대 중반에 미국이 처음이고, 1980년대 말에 들어 덴마크와 독일, 그리고 1990년대 초에 스페인과 인도가 그 뒤를 이어 꾸준히 세계 풍력시장을 선도하고 있다⁵. 이들 5개국 이 차지하는 풍력발전설비용량은 2003년 초 기준 세계의 84%에 달하고 있다.

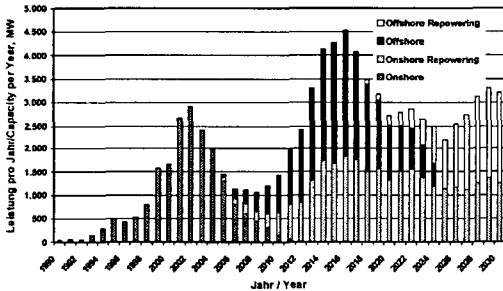
1980년대 초기 세계 풍력시장은 세계정책을 시행한 미국이 주도하게 된다. 1981년부터 1985년까지 풍력발전설비비용의 50%에 해당하는 연방 및 주세 보조정책으로 California 주에 1,500기의 풍력발전시스템 용량 1,200 MW(24억 USD: 1986 기준) 건설된 바 있다⁶. 다시, 1998년 중반부터 1999년 6월까지 1년 동안 미 연방 생산세 감면 정책으로 800MW(11억 USD) 이상 건설되었다. 이 때 미국 풍력산업체는 0.016 USD/kWh

에 해당하는 세계보조 정책을 연장하도록 정부에 요구하였으나, 최근에서야 2006년 말까지 향후 5년 간 0.015 USD/kWh에 해당하는 생산세 감면 혜택을 얻게 되었다. 이 정책은 Wind Energy Production Tax Credit (PTC)라 하고 신규 풍력발전시스템 첫 10년 간 생산되는 전기에 대하여 물가 상승률을 고려한 보상제도이다. 미국의 경우 [그림 1]에서 보여 주는 바와 같이 정부의 대체발전 보급정책에 따라 풍력시장의 규모는 확대 또는 축소를 거듭할 수밖에 없는 한계를 지니고 있다.



[그림 1] 미국 풍력시장의 부침

이와는 대조적으로 독일에서의 풍력발전 설비용량 연도별 보급 추이 및 향후 보급량 예측은 [그림 2]에서 보여 주는 바와 같다.



[그림 2] 독일의 연도별 풍력발전 신규 설비용량 및 예측

독일의 경우 2003년 초 기준 12 GW 용량의 풍력발전 설비가 있다. 대부분의 설비는 독일 북부에 위치하며, 어떤 지역의 경우는 남은 전기를 다른 주에 수출하기도 한다. 독일 최북단의 Schleswig-Holstein에서는 현재 총 전기수요의 25%를 풍력발전이 감당하기도 한다. 이 지방에서의 풍력설비 가동(부하)율은 25%에 달한다. 독일정부는 약 향후 25년 내에 총 47 GW의 풍력발전 설비용량을 갖출 계획을 갖고 있다. 현재 독일의 총 소요 전력량은 70~75 GW이다. 25년 후에는 에너지 사용의 합리화 정책으로 이 보다 적은 소요량이 될 것이다. 풍력발전 설비용량이 수요부하에 비하여 상당히 클 경우 전력계통망의 안정성의 문제로 인하여 전력은 다른 곳으로 송전되어야 한다. 독일은 이와 같은 문제의 해결을 위하여 유럽 전체의 전력계통망을 고려하고 있다. 어느 나라든 내륙지역에 풍력발전 설비를 갖출 부지의 확보가 어렵다면 연해지역을 고려 해 볼 수 있다. 독일에서는 연해지역의 풍력발전 설비의 적용을 두 가지 방향에서 보고 있다. 그 하나는 수심 10m 이하이고 다른 하나는 30m 이상까지의 대륙붕 지대이다.

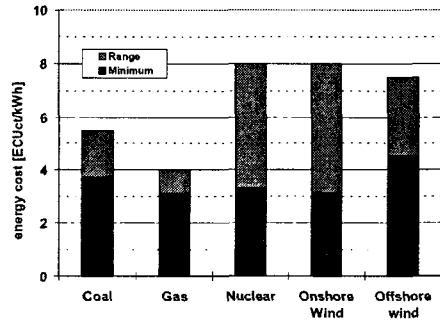
3. 풍력발전 보급확산에 영향을 미치는 인자

궁극적으로, 향후 전력시장에서의 풍력발전의 확산은 시장경쟁력, 즉 풍력발전의 가격경쟁력에 달려 있다. 1980년도에 풍력발전단가는 0.35 USD/kW이었지만, 현재는 0.035 USD/kW 정도로 1/10로 싸졌고, 미국 DOE는 풍력자원이 양호한 지역에서 2002년도 기준 풍력발전단가가 0.025 USD/kW까지 되도록 하는 목표를 갖고 있다⁸.

당연히, 풍력발전단가는 전적으로 건설단지의 지리적 및 기후적 여건에 따라 크게 좌우된다. 인접지로 고전압 전력계통망이 지나고 단지 건설에 필요한 부자재를 운송할 수 있는 도로가 개설되어 있는 등 관련 인프라가 구축되어 있고, 나아가 연중 풍력자원이 양호하다면 상대적으로 풍력발전단가는 낮아지게 되는 것이다.

풍력발전은 설비의 규모가 커지게 되면 하나의 풍력발전단지 내 설치되는 풍력발전시스템의 수요가 적게 소요되어 가격경쟁력을 갖게 된다. 각각의 시스템에 드는 기초공사 비용, 고전압 전력계통망 연계설비 비용 및 정비 관리 비용 등이 단위 설비용량에 비하여 적게 되는 것이다. 풍력발전단가가 낮아지는 추이는 물론 시장 확대에 따른 규모의 경제에 비롯한 점도 있지만, 기술적으로 대형화에 성공했기 때문이다. 따라서 풍력설비 제조업체들은 시장경쟁력의 선점을 위하여 풍력발전시스템 규모의 대형화에 온 역량을 기울이고 있다.

전력시장에서 풍력발전의 가격경쟁력은 결국 다른 발전원에 대한 상대적 우위 확보에 달려 있다. 2002년 기준 각 발전원별 발전단가는 [그림 3]에서 보여 주는 바와 같다⁹.



[그림 3] 각 발전원별 발전단가

여기서 풍력발전은 기존의 석탄, 가스 및 원자력 발전에 비하여 손색없는 경쟁력을 갖고 있음을 보여주고 있음을 알 수 있다. 앞에서 언급한 대로 풍력발전단가는 설치지역의 풍력자원과 밀접한 관련이 있고 건설에 필요한 인프라 구비 여부에 따라 달라진다. 다른 발전원의 경우도 입지 조건과 투자 방식에 따라 발전단가가 달라지는 것은 풍력발전과 비교하여 제약조건이 더 나은 것은 아니다.

전력시장에서의 풍력발전의 확산 및 수용은 앞서서도 언급한 바와 같이, 물론 기술혁신에 의한 시장 가격경쟁력의 확보 인자도 중요하지만, 폐쇄적인 전력시장에의 진입은 국가 차원의 유인 정책에 크게 좌우된다. EU 보고에 의하면 EU 내에서 풍력발전의 보급을 성공적으로 이루어낸 나라들은 다음과 같은 유인책을 적절히 활용하였¹⁰.

- 첫째는 공공기금에 의한 풍력분야 연구개발 지원
- 둘째는 공공기금에 의한 풍력발전 시범사업
- 셋째는 풍력발전 건설비의 직접지원
- 넷째는 풍력발전의 우선적 보상구매
- 다섯째는 풍력발전 건설을 위한 자금조달 지원
- 여섯째는 풍력발전에 대한 세제 혜택

4. 풍력발전 확산 및 수용 특성 분석

일반 상품 또는 기술 혁신의 확산 및 수용은 다수의 소비자로부터 구성되는 시장에서의 지배과정이다. 그러나 전력 시장에서 풍력발전의 확산 및 수용은 국가 정책에 의하여 조정되는 하나의 폐쇄적 체제시장으로의 진입과정이라 할 수 있다.

상품 또는 기술 혁신의 확산 및 수용 구성요소 관점에서 풍력발전은 다음과 같이 정리된다¹¹⁾.

첫째 혁신의 종류: 풍력발전은 기존의 발전원과 달리 자연에너지를 이용한다. 따라서 화석연료의 사용으로 인한 지구온실가스의 배출이 전혀 없고, 국제 연료시장에서의 가격동락에 관계없이 안정적인 발전원의 확보가 가능하다. 초기 건설비의 투자와 최소한의 운전관리 및 정비 비용으로 수명기간 동안 지속적인 발전이 가능하다. 하지만 풍력발전은 전적으로 자연기후현상에 의존하게 됨으로써 발전량이 일정하지 않고 간헐적이다.

둘째 수용자 특성: 전력시장은 다른 일반시장과는 매우 다르다. 전기는 생산 즉시 소비되어야 하는 상품이므로 수용자의 소비(구매)가 확실히 전제되어야 한다. 전력시장에서 수용자는 다수가 아닌 한전과 같은 하나의 거대한 체제이다. 일반적으로 대체발전원은 전체 전력시장에서 차지하는 비중이 극히 미미하므로 수용자의 입장에서는 그리 중요한 거래 대상이 아니다. 따라서 국가 차원에서 전력시장의 특성에 맞는 조정기능에 정책적으로 풍력발전이라는 상품이 거래될 수 있는 여지를 두어야 한다.

셋째 커뮤니케이션 특성: 풍력발전의 확산 및 수용 과정에서 국가 정책 입안자의 안목과 지식이 절대적으로 작용한다. 전력시장에서 풍력발전이 거래되기 위한 여건을 마련하여 제공하는 것은 국가 정책 입안자의 몫이기 때문이다.

넷째 시간과 확산: 세계 각국의 풍력보급 현황을 살펴 보면 '80년대 중반의 미국의 붐과 '90년대 후반부터 유럽의 폭발적 증가, 그리고 '95년 이후 아시아에서의 신규시장 형성을 알 수 있다. 시간에 따른 세계 풍력시장의 부침은 정권의 갈라와 의지에 따른 국가 에너지 정책에 의하여 크게 좌우되었다.

다섯째 사회체제: 전력시장에서 풍력발전을 바라보는 시각은 기존 체제에 익숙한 국가정책 입안자 안목과, 그 수준에 의존될 수밖에 없다. 그러나 오늘날 우리나라는 WTO, 기후변화협약 등 세계 정치, 경제 및 환경 등 상황변화의 세계화 동조 물결에서 벗어날 수는 없으므로, 대체 발전원 그 가운데에서 가장 시장 경쟁력을 확보하고 있는 풍력발전은 곧 전력시장에서 긍정적으로 수용될 것으로 판단된다.

마지막으로 우리나라에서 풍력발전이라는 상품을 전력 시장으로 확산하기 위한 과정에서 발생하는 (정책 입안자의) 저항 유형은 "습관저항혁신"에 상응한 것으로 보인다. 즉, 풍력발전의 전력계통망 연계는 위험수준은 그리 크지 않지만, 단지 전체 시장규모에 비하여 무시할만할 정도로 미미하고 습관적으로 받아들이기가 용이하지 않다는 것이다.

5. 결론 - 우리나라 풍력발전 보급 활성화 방향

자유 시장경쟁체제 조건에서 전력시장에서의 풍력발전은 원천적으로 그리 설자리가 많지 않다. 전기라는 상품의 특성상 생산과 소비의 동시성을 풍력발전이 충족하기에는 다른 기존 발전원에 비하여 유리하지 않기 때문이다. 이 외의 다른 여러 가지 불리한 점에도 불구하고 대체 발전원 가운데 가장 시장 경쟁력을 갖춘 풍력발전을 국가적 차원에서 의도적으로나마 전력시장에 진입시켜야 되는 당위성은 우선 기후변화협약에서만이 아니라 안정적인 에너지원의 확보차원에서 찾아야 할 것이다.

이와 같은 당위성으로 우리나라에서 풍력발전을 활발히

보급하기 위해서는 선진국의 정책을 벤치마킹하여 나름대로의 확고한 목표를 세우고 국가적 의지를 반영하여 지속적인 추진이 필요하다. 종합적으로, 풍력산업의 육성과 풍력발전의 활성화를 위한 필수적 요소는 다음과 같이 요약 될 수 있다.

- 풍력발전에 대한 환경비용이 고려된 적정 가격지불
- 국가차원의 제도적 풍력발전 보급체계 확보
- 풍력에너지를의 활용촉진을 위한 관련 법규의 제정 및 정비

결론적으로, "혁신과 수용" 관점에서 풍력산업은 다음과 같은 시장지배요소를 감안함으로써 보다 견고하고 역동적으로 육성될 수 있을 것이다.

- 국가 기간산업으로서의 특성상 공공적 계획경제 부문임을 고려하여 풍력발전시스템의 제조, 건설 및 운영 등 관련 기술개발을 위한 국가적 차원의 정책적 지원
- 전력산업의 특성상 공정한 자유시장경쟁을 기대할 수 없으므로 전력공급시장의 정책적 재조정으로 기존 대체발전의 시장침투 여건을 마련
- 신규 중설 발전설비에 대한 국가 차원의 공정하고 투명한 발전비용의 경쟁 지불 정책을 채택
- 우선 국내 풍력시장을 국가적 차원에서 조성하여 선진 풍력산업기술을 도입하면서 정책적으로 관련 기술을 국내 풍력산업에 이식하면서 육성

참고문헌

- [1] 신명철, 우리나라의 전력산업 구조개편, http://ic.c.skku.ac.kr/html/column/coll/col_mcshin%5B1%5D.html
- [2] 전기위원회, 전력산업구조개편, <http://www.korec.go.kr/main.htm>
- [3] Global Wind Energy Market Report, AWEA, 2003, <http://www.americanwindenergy.org/>
- [4] EWEA(European Wind Energy Association), Wind Energy in Europe, <http://www.ewea.org>
- [5] World and Country Wind Energy Generating Capacity, 1980-2001, http://www.earth-policy.org/Updates/Update5_data.htm
- [6] Paul Gipe, The Great Wind Rush of 99, 1999, <http://rotor.fb12.tu-berlin.de/windnet/99rush.html>
- [7] DEWI, Wind Energy Future - Offshore and Offgrid, DEWI Magazin Nr. 21, August 2002
- [8] DOE, State Energy Alternatives - Technologies: Wind, 2003, http://www.eren.doe.gov/state_energy/technology_overview.cfm?techid=2
- [9] Review of Offshore Wind Energy, Concerted Action on Offshore Wind Energy in Europe, Andrew Henderson, May 2002
- [10] EC, A PLAN FOR ACTION IN EUROPE, WIND ENERGY - THE FACTS, 1997
- [11] 이규현 et al, 신상품 개발과 마케팅, 2002, 경문사