



제주지역 풍력발전 현황과 전망

□ 김세호 / 제주대학교

□ 이효상 / 전력거래소 제주지사

서론

70년대 초반부터 주로 도서지역 등의 독립전원용으로 도입, 설치된 수 kW급의 외국산 풍력기기와 국산화를 통해 개발, 보급된 풍력발전은 현재 뚜렷한 성과 없이 대부분 철거되거나 방치된 상태에 있다. 그 후 80년대부터 바람이 많은 제주도를 대상으로 시작된 풍력발전의 실증시험과 국산화 개발 작업은 개발주체의 혼선과 체계적인 기술개발 추진체계의 확립 없이 단기적인 성과에 급급함으로써 대부분의 연구결과가 지지부진하였다. 풍력발전이 본격적으로 보급되고 기술개발이 체계화된 것은 90년대로, 제주도 월령에 기본 운전시험 및 성능시험, 국산화 개발의 기반이 조성되고 신뢰성을 확보한 선진외국의 풍력설비가 도입되면서, 풍력발전기의 설치, 운영 및 보급이 활발히 진행되고 있다. 본고에서는 제주지역에 대한 전력현황 및 특성, 풍력발전 현황과 전망 그리고 해상풍력과 풍력발전의 발전점유율 등을 소개하고자 한다.

제주 전력현황 및 특성

제주지역은 내륙에 비해 발전설비 규모가 작고 전력 소비량 역시 작은 편이지만 발전, 송전, 배전 등 전력계통의 모든 요소를 다 갖추고 있는 전력계통의 축소판

이라고 할 수 있다. 전력사용량 또한 매년 약 8~9%씩 증가하는 등 육지보다 매우 높은 증가율을 나타내고 있으며 향후, 국제자유도시 추진 등과 관련하여 업무용 부하의 급격한 증가와 국제적인 기반시설 구축 등 지속적인 전력수요의 증가가 예상됨에 따라 전력공급의 안정적 확보 방안이 시급히 요구되는 실정이다.

한편, 제주지역의 전력계통은 태풍의 길목에 위치하고 낙뢰가 잦은 기후 여건에 노출돼 있다. 따라서 가공송전망과 직류송전 연계선로에 크게 의존하는 계통구성 특성상 비상상황이 빈번하게 발생하고 있다.

소용량, 대기종 설비로 구성된 제주지역의 발전설비는 대부분 고가의 석유 연료(중유, 등유 등)를 사용하는 발전설비(기력, 내연력, 가스터빈)가 주된 전원을 구성해 운영되고 있다. 1997년부터 연계설비(해남-제주 DC송전)를 이용해 육지로부터 전력공급이 이루어지고 있으며, 현재 제주도 전력공급의 주된 요소를 차지하고 있다. 연계설비는 정상적인 계통상황시 15만kW 이내, 제주 전력수요의 50% 이내에서 운전되고 있으며 연평균 제주 전력수요의 40% 이상을 담당하고 있다.

최근, 제주지역에는 계통 규모에 비해 설비용량이 큰 전원설비가 도입됨으로써 단위기 한대의 고장이 전력계통에 큰 영향을 미치는 신뢰도상의 문제점을 내포하고 있으며 특히, 연계설비 고장 발생시 제주지역 전력계통에 심각한 차질을 초래하는 상황이 발생되고 있다.

제주지역의 업종별 전력소비 형태를 보면 육지의 경우 제조업 분야의 전력사용량이 50%를 차지하고 있으나, 제주지역의 경우 약 5%로 제조업의 비중이 매우 낮고, 농림어업의 비중은 제주지역 전체의 약 26.6%로 우리나라 전체에서 차지하는 2.0% 보다 매우 높은 사용비율을 나타내고 있다. 이는 제주지역에 감귤, 화훼 원예 등 농사용 전력을 사용하는 시설 재배단지가 차지하는 비중이 높으며, 수산물로 양식장 등에서 사용하는 농림어업용 전력수요가 타 지역에 비해 상당히 많은 부분을 차지하고 있기 때문이다.

제주지역의 서비스업은 약 44%를 차지하고 있는데, 이는 전국의 30% 수준에 비해 상당히 큰 비중을 차지하는 것으로 대규모 호텔과 위락단지 등 관광관련 업무용 시설이 많기 때문이다.

제주 전력계통의 부하구성은 공장부하가 상대적으로 적고 주택 및 상업용, 관광산업용 부하 점유율이 높아 주로 21~23시 사이에 최대 전력수요를 기록하는 등 주로 낮 시간대에 최대수요가 발생하는 육지 전력계통과 달리 야간에 발생하는 특징을 가지고 있다.

풍력발전 현황과 전망

2006년 6월 현재, 제주지역의 풍력설비 총 용량은 19 MW로, 제주도내 발전설비용량의 3.4%, 2005년 최대수요의 3.9%에 해당된다.

제주도내 풍력설비 현황 및 건설이 예정된 내역은 표 1과 같다.

표 1의 행원풍력발전 단지는 225kW 1기(5호기), 600kW 2기(1호기, 2호기), 660kW 7기(3호기, 4호기, 8호기, 9호기, 13호기, 14호기, 15호기), 750kW 5기(6호기, 7호기, 10호기, 11호기, 12호기)

기) 등 총 15기로서 전체 용량 9,795kW의 풍력발전단지로 구성되어 있으며 남부발전에서 설치한 환경풍력발전단지는 1,500kW의 풍력발전기 4기로 총 6,000kW의 용량으로 구성되어 배전선로 중간에 일시적으로 연계되었다가 현재는 전용선로를 이용하여 변전소 모선에 연계되어 있다.

행원풍력발전단지는 1998년부터 제주도청이 한국에너지기술연구원과 제주대학교와의 공동 연구를 통해 덴마크의 풍력설비를 설치한 것으로서 국내 최초의 본격적인 상업용 발전사업으로 평가받고 있으며 이후 각 지방자치단체나 민간발전사업자가 풍력발전사업에 활발히 참여하는 계기를 제공하게 되었다.

제주도 각 지역의 평균풍속의 분포를 나타낸 그림 1을 보면 제주도 중앙과 북·남부 지역은 한라산의 영향으로 평균풍속은 4~6m/s로 낮은 반면 동·서부지역 양단은 평균풍속은 6~7m/s로 높게 나타나고 있다.

제주지역에서의 풍력발전단지 건설의 최적지는 제주도 동부지역에서는 성산읍, 표선읍 일대, 서부지역에서는 한림읍, 대정읍 지역의 중산간 평원 및 해안지역이다. 현재, 제주에서 운영중인 행원풍력단지와 환경풍력단지 또한 이 지역에 위치하고 있으며 이들 단지에 이어 향후에도 이 지역에 풍력발전단지가 집중적으로 들어설 것으로 전망된다.

표 1 풍력설비 현황 및 건설계획

구분	설비구성	용량(MW)	준공(예정)일	시행사	
현재 운영중	행원풍력	Vestas 600kW×2 Vestas 660kW×7 Vestas 225kW×1 Vestas 700kW×5	9.8	'02. 4	제주도
	신창그린빌리지	Vestas 850kW×2	1.7	'06. 3	제주도
	월정풍력	1,500kW×1	1.5	'06. 1	에너지기술연구원
	환경풍력 1단계	Vestas 1,500kW×4	6.0	'04. 3	남부발전
운영중인 풍력발전설비 합계			19.0	-	-
향후 건설 계획	환경풍력 2단계	2,500kW×4 2,000kW×2	14.0	'07.10	남부발전
	난산풍력	2,100kW×71	4.7	'06. 7	유니슨
	성산풍력	2,000kW×10	20.0	'08. 7	남부발전
	월정 해상풍력	2,000kW×2	4.0	'09. 1	에너지기술연구원
	환경 해상풍력	3,000kW×10	30.0	-	(주)삼무
계획 중인 풍력발전설비 합계			82.7	-	-

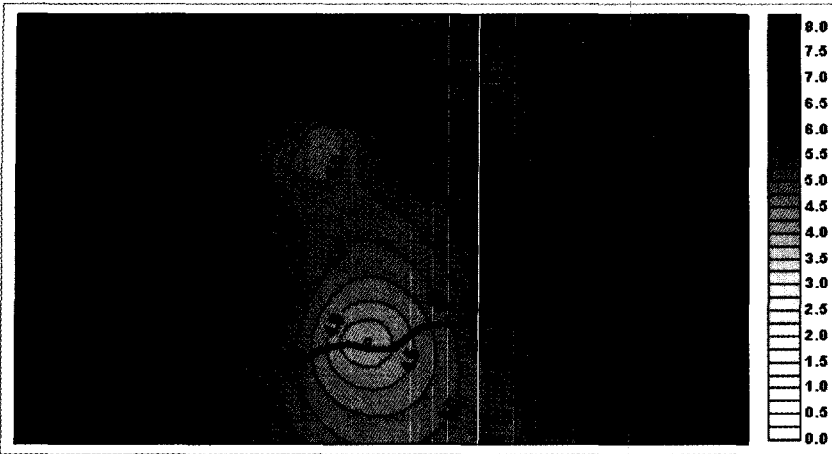


그림 1 제주 풍속지도

제주지역에서 현재 운영중인 풍력설비의 연평균 이용률은 그림 2와 같다. 그림 2에서와 같이 지난 2년 동안의 이용률은 설비용량 9.8MW인 행원풍력이 22.4%, 설비용량 6MW의 한경풍력이 32.1%이다. 2004년 3월부터 2005년 2월까지 1년간의 설비이용률은 행원풍력단지가 24.7%, 한경풍력단지가 27.3%이다.

행원풍력단지의 경우 2005년에 고장설비의 증가로 2년간 평균 이용률이 현저하게 떨어졌으며 한경풍력단지의 경우 2005년 9월부터 12월까지 배전선로 연계에 의한 송전제약으로 설비용량의 50%인 3MW 이내로 출력제한을 받았음에도 불구하고 32.1%의 높은 이용률을 보여주고 있다.

장기간의 걸친 영국의 풍력단지 이용률을 조사한 연구보고서에 의하면 영국의 풍력단지 평균 이용률은 27%로 조사되었으며, 영국의 섬지역 기후 특성으로 인하여 약 20%의 덴마크 평균 이용률과 약 15%의 독일 평균 이용률보다 훨씬 높게 나타나고 있다.

이외의 세계 각국의 연구보고서에서 풍력설비의 이용률은 20~40%인 것으로 조사되고 있는

데, 육상지역(Onshore)의 경우 20~30%, 해상지역(Offshore)의 경우에는 30~40%의 높은 이용률을 보이고 있다.

육상지역에 위치한 한경 풍력단지의 이용률 32.1%는 매우 높은 편이라 말할 수 있으며 전통적으로 바람 많은 지역으로 알려진 제주가 실제로도 풍력발전의 경제성이 매우 높은 지역임을 보여주고 있으며 향후 제주 지역에서의 풍력발전 건설

계획은 지속적으로 증가될 것으로 전망되고 있다.

해상풍력

풍력발전은 설치단가가 저렴하고 시공·운영·보수가 쉬운 이유로 육상풍력을 중심으로 발전해왔으며 우리나라 뿐만 아니라 전세계 풍력 발전설비가 대부분 육상에 건설되었다. 그러나 육상풍력은 부지 확보가 어렵고 지역 주민이나 NGO들의 민원 소지가 크고, 돌풍에 의한 기기 수명 문제 등으로 최근 해상풍력발전

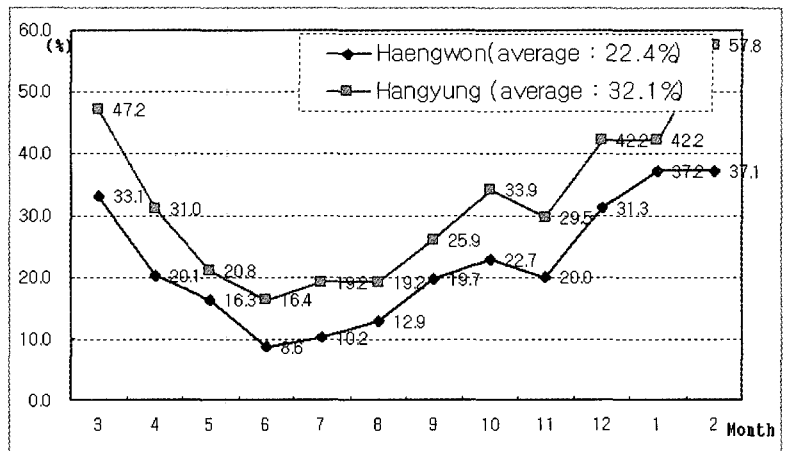


그림 2 풍력발전 이용률

쪽으로 관심이 옮겨가고 있다. 특히 유럽에서의 해상 풍력발전 개발로 인해 앞으로 풍력 에너지가 크게 성장할 추세이다.

해상 풍력발전은 육상과 달리 풍력에너지의 고밀도와 균일한 분포(10%의 풍속 증가는 이론적으로 30%의 전력생산 증가), 초대형 풍력설비 건설 가능, 대형 부지 확보 용이, 환경 문제(소음, 전파방해 등)의 제한조건이 발생하지 않는 장점을 가지고 있는 반면에 해상 토목 기초가 필요하고 고가의 설치비용, 부품의 염분에 대한 방식처리 문제, 해저 전력선 그리고 관리 및 운영 어려움 등의 단점도 있다.

중유럽에 있는 국가들, 특히 독일에서는 육상 풍력에 적합 지역들이 얼마 남지 않았으며 풍력발전에서 세계 선두주자인 덴마크가 땅 부족을 이유로 해상 풍력터빈 개발에 정진하고 있고 여러 나라들은 CO₂ 방출 감소라는 국가 정책을 수행하는데 있어 중요한 역할을 할 수 있는 해상 풍력을 적극 장려하고 있다. 유럽 연안, 특히 발트해와 북해에 100,000MW의 대용량의 풍력 발전설비가 건설될 잠재력이 있는데, 이는 유럽 육상에 세워진 총 풍력 시설 용량보다 4배나 많은 양이다.

우리나라의 해상풍력 자원은 육상보다 풍부하며 균일하다. 특히 제주도 동쪽지역과 한반도의 서남쪽은 수심이 얕아 경제적인 해상풍력단지 조성이 가능한 곳으로 알려져 있으며 해상풍력설비 구축의 필수기술인 해상구조물 기술 수준이 높은 게 강점으로 부각되고 있다.

표 1의 풍력설비 건설계획에서 월정 해상풍력은 한국에너지기술연구원에서 2MW 해상풍력발전기 2기를 2009년까지 건설하는 것으로 계획되어 있으며 성공적일 경우 최종 40MW의 해상풍력발전단지를 조성할 예정으로 있다. 또한 제주도 서부 해상지역에 30MW의 한경 해상풍력단지를 조성할 계획을 추진 중에 있어

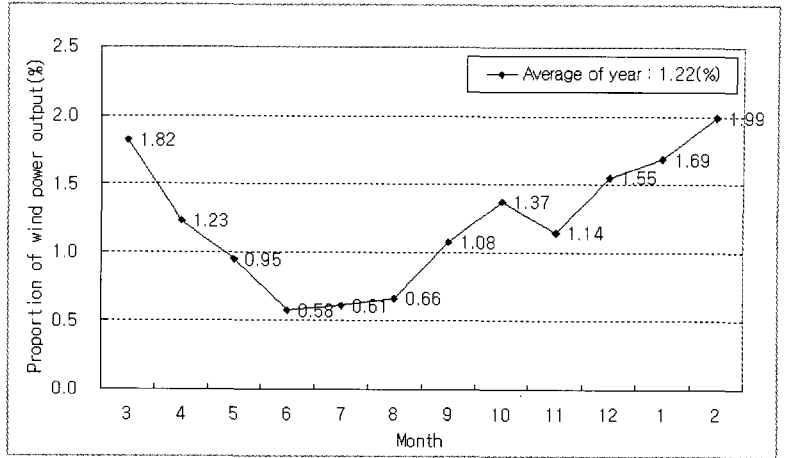


그림 3 제주 발전량 대비 풍력발전 점유율(2004.3~2006.2)

향후 제주지역에도 해상풍력발전소를 경험할 수 있을 것이다.

풍력발전 점유율

지난 2년 동안 풍력설비에 의해 생산된 행원풍력단지와 한경풍력단지의 풍력설비에 의한 발전량 점유율은 그림 3과 같이 연평균 1.22%로 나타나고 있다.

특히, 2월에는 풍력단지의 높은 이용률(평균 47.45%)과 함께 발전량 점유율 1.99%로 연중 최고치를 기록하였으며 지난 2년간 행원과 한경풍력단지의 풍력설비용량은 약 16MW로서 풍력설비의 제주지역 용량점유율은 2.9~3.2%이다.

현재까지는 풍력설비의 용량점유율이 3% 정도의 낮은 수준이고 발전량 점유율 또한 1~2% 정도의 미미한 점유율을 보여주고 있어 전력계통 운영에 큰 영향을 미치지 않고 있다.

그러나 계획된 풍력설비들이 건설되면 제주지역 발전설비용량의 12% 정도에 달하게 되며 풍력발전량 점유율은 여름철을 제외하고는 최소 5% 이상의 높은 발전량 점유율이 예상되어 풍력설비의 출력변동에 대비한 예비력을 운영하는 등 지금까지와는 다른 전력계통 운영계획의 검토가 필요하다.

또한 제주지역의 특성상 풍력발전은 소규모 단지로 구성되고 바람에 의존적이기 때문에 풍력발전은 필요



시 제어가 가능한 발전설비로 간주되지 않아 현재까지 전력계통 운영 시 마이너스 또는 제로 부하로 다루고 있다. 그러나 풍력설비의 건설계획처럼 풍력단지의 규모가 커지게 되면 일정 출력을 내는 발전설비로 간주하는지 등을 검토하여 보다 효율적인 계통운전을 수립하여야 할 것이다.

맺음말

제주도에 설치된 풍력발전단지의 이용율이 행원 22%, 한경 32% 이상에 이르는 등 국내에서 성공한 상업용 발전으로 평가를 받고 있다. 특히 “신재생에너지 이용 발전가격의 기준가격 지침”이 시행된 이후에는 지방자치단체와 공기업이나 민간발전 사업자가 풍력 발전사업에 적극 참여하게 하는 동기를 부여하였다.

제주지역의 경우 바람 자원이 풍부하여 다른 신재생 에너지원에 비해 풍력설비의 지속적인 건설 계획이 수립되어 있으며, 전기적 출력이 훨씬 크고 육상에 비해 부지확보가 용이한 해상풍력까지 건설될 예정이다. 그러나 제주도의 전력계통 규모는 육지에 비해 매우 작고 발전기는 소용량으로 구성되어 있으며, 육지와 떨어져 독립적으로 운영되고 있는 점 등을 고려할 때 확

장 일변도의 무분별한 풍력설비의 건설은 전력계통 운영에 막대한 지장을 초래할 우려가 있다.

또한, 최대수요가 발생하는 여름철에 풍력설비의 운영이 전무한 운전특성을 감안할 경우 제주도내 전체 전력설비 중에서 풍력발전이 차지하는 비율이 점차 증가되면 될수록 여름철 최대수요를 위해 공급해야할 대체 발전설비의 확충은 점차 곤란해짐으로써 수급부족의 사태를 야기할 수도 있게 된다는 것이다.

특히, 제주도는 2006년 7월 1일을 기해 외교와 국방을 제외한 모든 권한을 행사할 수 있는 특별자치도로 승격 출범하게 됨으로써, 풍력발전과 관련된 모든 사업을 제주특별자치도가 허가할 수 있게 되었다. 전력의 안정적인 확보만이 특별자치도 및 국제자유화도시 건설을 위한 기반시설 확장과 성공적인 운영 등 모든 사업이 보장되듯이, 풍력발전 설비의 건설과 확장 역시, 풍력발전과 전력계통 운영 문제를 제주지역 전력계통 운영을 책임지고 있는 전력거래소와의 긴밀한 협조를 통해 검토한 후 실시되어야 할 것이다.

또한 관광 및 청정을 주산업으로 하는 제주지역의 특성에 맞춰 신재생에너지원의 개발과 경관이라는 관광자원을 동시에 만족시키면서 에너지원 개발이 추진되어야 한다.