

제주지역의 풍력에너지를 이용한 지하수 취수시스템

Groundwater Intake System Using Wind Energy in Jeju Island

김성범*, 고진석**, 여운기***, 이승윤****, 지흥기*****

요 지

제주지역은 대륙과 해양을 연결하는 요충지로서 한라산을 중심으로 동서사면은 3~5°의 완만한 경사를 이루고 있다. 연평균 강우량은 1,975mm로서 국내 최다우 지역이나 제주도의 지질 특성상 도내 대부분의 지역이 투수성이 높은 다공질 현무암으로 구성되어 있는 관계로 지표수의 발달이 미약한 반면 지하수가 풍부하게 부존되어 있으며 기저지하수, 준 기저지하수, 상위지하수, 기반암지하수로 이루어져 있다.

최근 우리나라의 교토의정서 비준으로 인한 온실가스 감축이 불가피함에 따라 대체 재생가능한 에너지를 이용한 풍력발전시대가 도래하고 있으며, 제주 행원풍력발전단지에 설치된 총 15기 발전장치의 현실성과 경제성 입증을 통해 제주지역의 풍력에너지를 이용한 지하수 취수시스템을 제안하였다.

본 연구는 제주, 고산, 서귀포, 성산포지역에 대한 제주지방기상청 연평균 풍속자료(2004~2005)를 통하여 대상지역내 적용 가능한 로터(Roter), 나셀(Nacelle), 타워(Tower), 발전기를 포함한 발전장치를 선정하였으며, 공기역학적(Aerodynamic)특성에서 전기에너지로 변환한 풍력에너지를 지하수 취수시스템으로 적용하기까지의 전력공급절차를 도출하였다. 또한 생산되어진 풍력에너지 용량에 적용 가능한 수중·육상모터펌프를 선정하여 “제주도 지하수개발·이용시설 설치 및 관리기준(2004)”에서 제시한 구조도를 바탕으로 대상지역내 지하수위를 고려한 지하수 취수시스템을 도시하였다.

제주도는 지형 및 지질적인 특성상 수자원을 지하수에 의존할 수밖에 없는 특수한 지역이므로 2002년말 통계를 살펴보면 생활용, 공업용, 농업용으로 각각 57만m², 11만m², 56만m²를 포함한 1일 최대 124만m²의 지하수를 사용하고 있다. 따라서 풍력에너지를 이용한 지하수 취수시스템을 도입하여 재생가능한 에너지이용 효과와 세계인이 공감하는 청정한 관광자원으로 활용 가능할 것이라 판단된다.

핵심용어 : 풍력에너지, 지하수, 취수시스템

1. 서 론

교토 의정에서 따르면 선진국가들에게 온실가스 배출의 감축목표(Quantified Emission Limitation & Reduction Objects : QELROs)를 설정하고, 5년 단위의 공약기간을 정해 2008년~2012년까지 36개국 선진국 전체의 배출량을 1990년 대비 5.2%까지 감축할 것을 규정하고 있다.

재생 가능한 에너지를 이용한 풍력발전시대의 도래에 따라 제주지역에서는 행원풍력발전단지에 총 15기의 발전장치를 설치하여 전력을 생산하여 풍력에너지에 대한 관심을 증대시키고 있지만, 이를 이용하여 다양한 시스템의 개발은 이루어지고 있지 못한 실정이다.

따라서 본 연구에서는 2004. 1월~2005. 12월까지 제주, 고산, 서귀포, 성산포의 풍속풍향데이터를 가지고 「제주도 지하수개발·이용시설 설치 및 관리기준」에 따라 제주지역의 풍력에너지를 이용한 새로운 지

* 정회원·영남대학교 대학원 석사과정·E-mail : ambitious_kim@hotmail.com
** 정회원·영남대학교 대학원 박사과정·E-mail : springtime@ynu.ac.kr
*** 정회원·영남대학교 대학원 박사과정·E-mail : adonas@nafree.net
**** 정회원·큐슈대학교 연구원·E-mail : seungyon@civil.kyushu-u.ac.jp
***** 정회원·영남대학교 건설환경공학부 교수·E-mail : hkjee@ynu.ac.kr

하수 취수시스템을 제안하고자 한다.

2. 제주지역의 지하수 현황

2.1 특 성

제주지역의 연평균 강우량은 1,975mm로서 국내최다우 지역으로써 강우특성은 지역별로 남·동부지역이 북·서부 지역에 비하여 강우량이 많으며 한라산을 중심으로 고도별 강우량의 편차가 심하다. 화산섬인 제주 지역의 지질특성은 투수성이 높은 다공질의 현무암으로 구성되어 있는 관계로 대부분 해안지역 용출수 형태의 기저유출로 나타난다. 연간 수자원총량은 34억3천만 m^3 으로 추정되며, 이 중에서 11억4천만 m^3 (33%)은 증발산으로 손실, 7억1천만 m^3 (21%)은 해안으로 직접 유출, 15억8천만 m^3 (46%)이 지하대수층으로 함양된다.

2.2 부존현황과 형태

2.2.1 부존형태

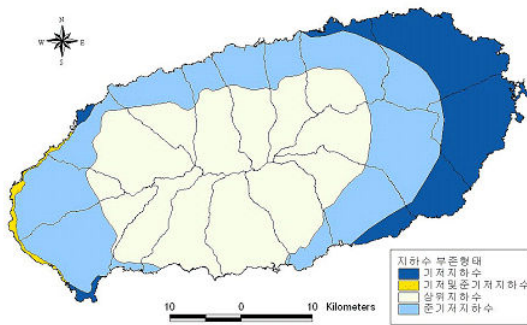


그림 1. 지하수 부존형태

제주지역의 지하지질은 현무암, 조면암, 퇴적암으로 분류되며, 현무암류는 대체로 투수성이 양호하여 지하수 함양과 유동에 유리하다. 따라서 지하수는 대수층의 위치, 저투수층 지층의 분포 위치에 따라 기저지하수(Basal), 준기저지하수(Parabasal), 상위지하수(High-level), 기반암지하수(Basement)로 분류된다.

2.2.2 현 황

표 1. 지하수 현황

	합계	북부	남부	동부	서부
함양량(천 m^3 /일)	4,329	1,086	1,447	1,257	1,447

3. 풍력 에너지

3.1 제주지역의

제주, 고산, 서귀포, 성산포지역에 대한 계절별 풍향자료를 바탕으로 하여 Danish Wind Industry Association에서 개발한 Wind Rose을 작도하여 제주지역의 계절별 풍향과 풍속을 나타내었다.

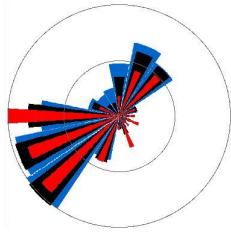


그림 2. 봄

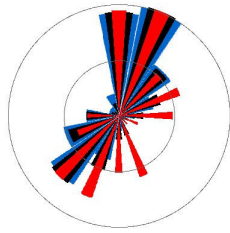


그림 3. 여름

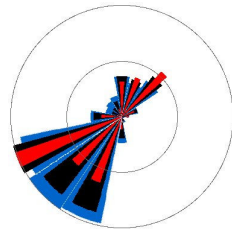


그림 4. 가을

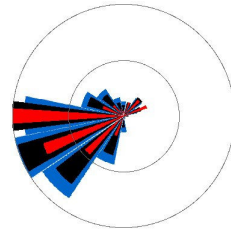


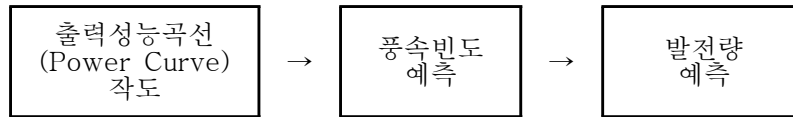
그림 5. 겨울

▬ : 바람의 빈도분포
 ▬ : 풍속 × 빈도
 ▬ : 풍속3×빈도

3.2 발전량 모의

풍력발전기의 발전량을 모의하기 위해서는 우선 풍력발전기의 성능을 알 필요가 있다. 풍력발전기의 풍속에 따른 발전량의 실측 데이터를 수집하여 하나의 곡선형태로 나타낸 것을 출력성능곡선(Power Curve)이라고 하며, 출력성능곡선의 작도가 끝나면 모의하고자 하는 지점의 장시간의 풍속의 변화를 관측하여 빈도를 분석하여 출력성능곡선의 출력량에 빈도를 곱하여 발전량을 예측할 수 있다.

표 2. 발전량 예측순서



제주지방기상청 연평균 풍황자료(2004~2005)를 통하여 대상지역인 대상 지역에 대한 2kw급 소풍력발전기와 5kw급 소풍력발전기의 발전량을 Danish Wind Industry Association에서 개발한 프로그램을 이용하여 예측, 분석한 결과를 나타내었다.

표2. 2kw 발전기의 월별 발전량

월	구분	발전량 (kw)	평균풍속 (m/sec)
1월		44.70	3.30
2월		18.99	3.01
3월		32.16	3.07
4월		36.63	3.01
5월		15.21	2.65
6월		20.78	2.69
7월		31.05	2.79
8월		33.83	2.76
9월		20.58	2.63
10월		28.60	2.91
11월		21.83	2.98
12월		31.46	3.08
년		335.82	2.91

표 3. 5kw 발전기의 월별 발전량

월	구분	발전량 (kw)	평균풍속 (m/sec)
1월		111.75	3.30
2월		47.48	3.01
3월		80.40	3.07
4월		91.58	3.01
5월		38.03	2.65
6월		51.95	2.69
7월		77.63	2.79
8월		84.58	2.76
9월		51.45	2.63
10월		71.50	2.91
11월		54.58	2.98
12월		78.65	3.08
년		839.58	2.91

5. 결 론

지금까지 제주지역의 풍력발전을 이용한 지하수 취수시스템을 제안하였다.

- 1) 제주도는 우리나라의 다우지로서 강우가 많고 지질학적 특성상 지하수 함양이 풍부하고, 풍력발전을 이용하여 지하수를 취수하기에는 적합한 곳이다.
- 2) 제주, 고산, 서귀포, 성산포지역의 풍황자료를 바탕으로 Danish Wind Industry Association 프로그램을 이용하여 2kw, 5kw 발전모의한 결과 펌프구동에 필요한 충분한 전력이 생산되었다.
- 3) 풍력에너지를 이용한 지하수 취수시스템을 도입하여 재생가능한 에너지이용 효과와 세계 관광도시로 나아가기 위한 청정 관광자원으로 활용 가능할 것이라 사료된다.

참 고 문 헌

1. 제주도 지하수 관리계획(2004), 제주도
2. 제주도 지하수 개발·이용시설 설치 및 관리기준, 제주도 고시 제2004-32호
3. 손병찬외 3인 : 풍력에너지 이용기술개발 및 태양열 농산업 이용기술개발, 한국동력자원연구소 KE-81 T-16, pp18-23
4. 김현구 외. 2002“풍력에너지 이용 및 개발현황” RIST 연구논문 제16권 제14호 pp480-482
5. Windpower Program, Danish Wind Industry Association
6. 이영곤(2003), 풍황에 따른 풍력발전시스템의 전력예측에 관한 기초적 연구, 석사학위논문, 영남대학교
7. Amir S. Mikhail : Wind Power for Developing Nations, SERI/TR-762-966, pp141-165, July 1981
8. Dunlite Power Generation, DC.Brushless 2kw Operation Installation & Operating Instructions, 1981
9. Windkraft-Generation, Montage & Service Instructionen, Electro GmbH, 1978