

태양에너지학회 논문집의 풍력에너지 연구동향 분석

김현구[†]

한국에너지기술연구원 신재생자원지도연구실, 책임연구원

Review of Trends in Wind Energy Research Publications in Journal of the Korean Solar Energy Society

Kim Hyun-Goo[†]

Principal Researcher, New & Renewable Energy Resource Map Laboratory, Korea Institute of Energy Research

[†]Corresponding author: hyungoo@kier.re.kr

Abstract

The Journal of the Korean Solar Energy Society is the first journal in South Korea that adopts wind energy as one of its subjects. Since 2000, more than 140 papers on wind energy have been published in the journal, which accounts for 8.5% of the total publication. However, in recent years, the number of published papers on wind energy has been decreasing steadily, and a reason for this decline is the significant dependence on a few specific institutions and authors. In this study, wind energy subjects were classified using the frequency analysis of the subject words extracted from the title, keywords, and abstract of wind energy papers using the text mining technique. In addition, the Korea Citation Index was used to perform quantitative level evaluation by subject and institution and to analyze the trends and characteristics of the wind energy field. Therefore, it was identified that in terms of the number of publications and citations, the main subject areas were resource/micrositing and policy/potential.

Keywords: 텍스트마이닝(Text mining), 풍력터빈(Wind turbine), 풍력발전단지(Wind farm), 풍력자원(Wind resource), 전력계통(Electricity grid), 국소배치(Micrositing), 잠재량(potential)

1. 서론

한국태양에너지학회 논문집은 1978년 창간된 이후 현재까지 1,700여편의 논문을 발간하며 태양에너지 분야 전문 학술지로서의 위상을 지켜왔다. 그 중에서 풍력에너지는 논문집의 한 분야로서 140여편의 논문이 지속적으로 게재되었으며, 이는 전체 논문의 8.5%에 해당된다. 2002년 재생에너지 발전차액지원제도(FIT; Feed-In-Tariff)가 도입됨에 따라 풍력발전소 건설이 본격화 되었고(Fig. 1) 이에 따라 풍력에너지 분야의 논문도 동반 증가

 OPEN ACCESS



Journal of the Korean Solar Energy Society
Vol.40, No.4, pp.1-11, August 2020
<https://doi.org/10.7836/kjes.2020.40.4.001>

pISSN: 1598-6411

eISSN: 2508-3562

Received: 19 May 2020

Revised: 11 July 2020

Accepted: 21 July 2020

Copyright © Korean Solar Energy Society

This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution NonCommercial License which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

하였으며, 2010년대에 이르러서는 전체 논문의 20%를 차지하는 핵심 분야로 성장하였다¹⁾. 2010년대 중반부터 국내 학술지의 전반적인 논문 감소 추세에 동조되어, 한국태양에너지학회 논문집의 게재편수도 감소하였다. 특히 풍력에너지 분야가 영향을 받아 2019년도에는 한 편의 해당 분야의 논문이 게재되는 등 우려할만한 상황에 이르게 되었다.

본 논문에서는 한국태양에너지학회 논문집 창간 이래로 게재된 140여편의 풍력에너지 분야 논문을 텍스트 마이닝(text mining) 기법으로 분석하여 지난 40여년간 풍력에너지 연구동향을 고찰하고자 한다. 아울러 연구 동향 고찰로부터 현재의 침체기를 극복하여 학술적으로나 공학적으로 유익한 논문이 활발하게 게재되는 논문 집으로 재도약하기 위한 부흥 방안도 모색하고자 한다.

최근 들어서 재생에너지 산업발전에 따라 재생에너지 분야에서 상당수의 논문이 발표되었다. 그리고 이들 논문을 텍스트마이닝하여 유의미한 연구동향과 시사점을 도출하려는 연구도 수행되고 있다²⁾. 풍력에너지 분야에서도 텍스트마이닝으로 풍력터빈의 고장을 분석한 사례가 있다³⁾.

풍력에너지 연구동향을 파악하기 위해 연도별, 기관별, 저자별, 그리고 주제별로 게재논문 통계를 산출하여 정성적인 추세분석을 하였으며 한국학술지인용색인을 이용하여 인용지수를 비교함으로써 정량적인 수준분석도 병행하였다. 특히 풍력에너지 주제는 키워드 빈도분석을 기반으로 세부주제와 통합된 대주제를 구분함으로써 체계적인 주제분류 분석을 수행하였다.

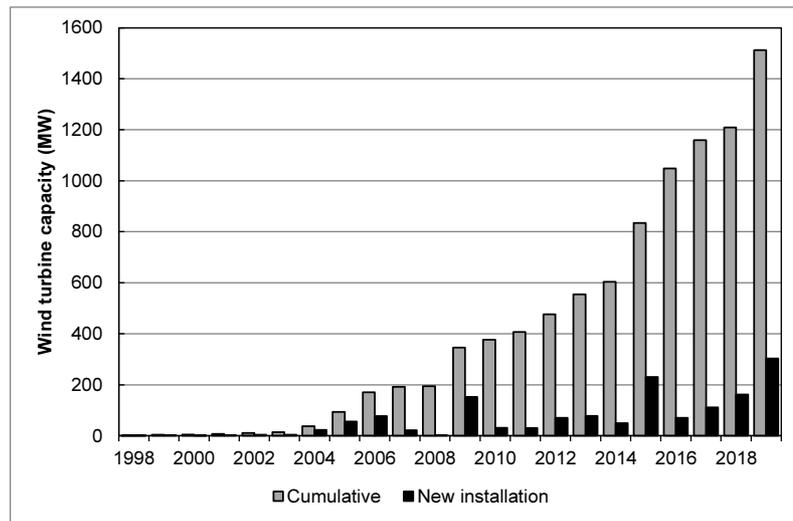


Fig. 1 New and cumulative installed capacity of wind turbine for the years 1998-2019

2. 연구동향 분석방법

풍력에너지 분야의 논문의 데이터베이스를 생성하기 위해 한국태양에너지학회 논문집 홈페이지로부터 Python BeautifulSoup 라이브러리를 이용한 웹크롤링(web crawling)으로 문서수집을 하였다. 즉, 한국태양에

너지학회 논문집 웹페이지(<http://www.kses.re.kr/>)로부터 논문 제목, 키워드, 초록, 저자, 저자의 소속기관 등의 문서정보를 수집하되 저자와 저자 소속기관을 제외한 항목은 모두 영문정보를 수집하여 데이터베이스를 구성하였다. 기술용어의 국문 번역이 표준화되어 있지 못한 이유로 하나의 기술용어가 여러 가지의 국문용어로 사용되는 등 일관성과 관련된 문제가 발생할 수 있으며, 텍스트마이닝을 위한 공개된 코드와 라이브러리가 대부분 영문에 맞추어져 있기 때문에 영문으로 작업하는 것이 보다 효율적이며 정확한 텍스트마이닝 결과를 기대할 수 있을 것이라고 판단하였다.

2.1 정성적 추세분석

연도별, 저자별, 저자기관별 그리고 주제별 추세분석을 위해 관련 항목에 대한 빈도분석을 하였다. 연도별 추세분석은 연도별 논문집 전체 게재논문 대비 풍력에너지 분야의 게재논문 비율을 분석하였으며 저자는 5편, 10편 등 유의미한 편수 이상을 게재한 저자를 선별하되 공동저술에 의한 중복계산을 피하기 위해 주저자 및 교신저자를 셈(counting)한 경우 공동저자는 셈에서 제외하였다. 저자기관도 유의미한 편수 이상을 게재한 기관 외에는 기타 기관으로 처리하였다.

2.2 주제분류

주제분류의 전처리 과정으로 텍스트마이닝(text mining) 기법을 이용하여 단어빈도(word count)를 계산하였다. 즉, 논문 제목, 키워드, 초록으로부터 불용어(stopword)를 제외한 후 표제어(lemmatization) 및 어간추출(stemming)을 하고, 이들의 출현빈도를 셈하였다. 이때 ‘wind’, ‘turbine’, ‘speed’, ‘resource’, ‘complex’, ‘terrain’ 등의 단어는 ‘wind turbine’, ‘wind speed’, ‘wind resource’, ‘complex terrain’과 같이 완성된 주제단어로 조합하였으며 ‘data’, ‘method’, ‘calculate’, ‘increase’, ‘show’ 등과 같이 주제 분야를 특정하기 보다 보편적인 기술용어 또는 연구활동을 표현하는 명사와 동사는 주제단어에서 제외하였다. 또한 제목, 키워드, 초록에서 사용된 단어의 중요도가 다른 점을 고려하여 제목과 키워드에는 각각 3과 2의 가중치를 적용하였다.

다음 단계로, 최소한의 출현빈도 이상인 유의미한 주제단어를 선정하고, 이들 주제단어와 직접적으로 연관되는 풍력에너지 분야의 세부주제를 연결하였으며, 마지막으로 세부주제를 연관성에 따라 통합된 대주제로 축약하였다.

2.3 정량적 수준분석

논문의 질적 수준을 평가하는 척도로 한국학술지인용색인(KCI; Korea Citation Index)의 인용지수를 사용하였다. 한국학술지인용색인은 국내 학술지 및 논문 정보를 데이터베이스화하여 논문간 인용관계를 분석하는 시스템으로 국내 학술지 평가지표로 인용지수를 파악하여 제공하고 있다(<http://www.kci.go.kr/>). 인용지수는 저자기관별, 주제별 비교분석에 사용하였으며, 한국태양에너지학회 논문집과 같이 풍력에너지를 전문분야로 포함하고 있는 국내 학술지와 비교에도 활용하였다.

3. 연구동향 분석결과

3.1 정성적 추세분석

Fig. 2는 논문집의 연도별 게재논문 편수(선)와 풍력에너지 분야의 편수(막대)를 나타낸 것으로, 2000년 이후의 풍력에너지 분야 게재논문은 전체 논문의 12%를 차지하며 전체 게재논문의 증감에 따라 풍력분야도 동반 상승·하강하는 상관성을 보인다. 실제로 전체 논문과 풍력 논문의 연도별 게재편수는 1년의 지연을 가지며 최대 0.85의 상관계수를 갖는 것으로 분석되었다. 즉, 태양에너지 분야의 논문 게재수의 증감이 1년의 지연을 가지고 풍력에너지 분야에서 나타났다. 이러한 논문 게재수의 감소는 최근 국내 학술지가 겪고 있는 공통적인 위기상황이기도 하다. 더욱이 학술연구재단 등재지였던 한국태양에너지학회 논문집이 2017년에 등재후보지로 격하됨에 더욱 부정적인 영향을 미칠 것으로 우려된다.

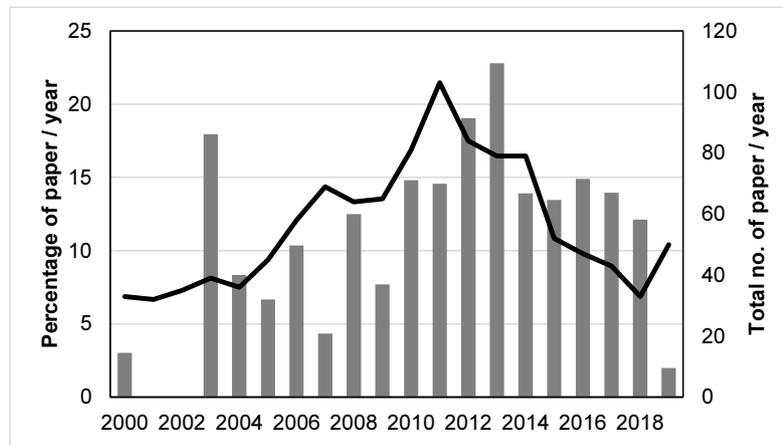


Fig. 2 Annual publication (solid line) versus percentage of wind energy papers (bars)

기관별 추세는 한국에너지기술연구원(KIER, 36%), 제주대학교(JNU, 25%) 그리고 강원대학교(KNU, 15%)가 풍력논문의 3/4를 발표했으며, 그 외에 목포대학교(MNU)와 중앙대학교(CAU)가 5편 이상을 발표하였다 (Fig. 3). 2014년 이후 목포대학교와 중앙대학교에서는 더 이상 논문게재가 없기 때문에 극히 소수의 기관만이 풍력논문을 독점적으로 발표하고 있음을 확인할 수 있다.

풍력논문을 게재한 저자는 총 200명이며 이 중 5편 이상 게재한 저자는 10%에 해당하는 22명이고 10편 이상을 게재한 저자는 5%에 해당하는 10명이다. 한 편의 논문에 다수의 공동저자가 존재하므로 저자를 주저와 교신저자로 통합하여 축약하면 5편 이상 게재한 저자는 8명으로 줄어들지만 이들이 게재한 논문이 풍력논문의 90%이다. 반면 한 편만 게재한 저자가 122명으로 전체의 60%를 차지한다. 기관별, 저자별 추세를 분석한 바에 의하면 소수 기관의 연구책임자 또는 지도교수가 풍력논문을 이끌어왔으며 대다수 회원의 재투고율은 저조하다는 단점이 보인다.

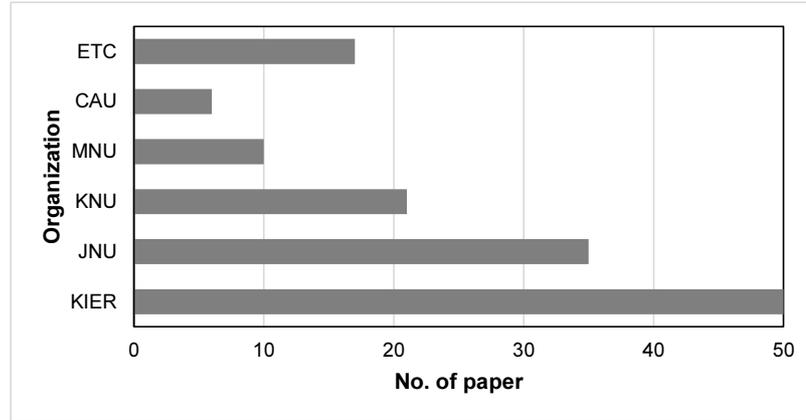


Fig. 3 Number of papers by affiliation (institute and universities)

3.2 주제분류

주제별 분석을 위해 1단계로 출현빈도 5회 이상의 유의미한 주제단어를 58개 추출하였다. Fig. 4에 도시한 주제단어의 역누적분포(inverse cumulative distribution)를 보면 출현빈도가 높은 순으로 주제단어 26개가 전체 출현빈도의 80%의 설명력을 가지고 있음을 알 수 있다. 2단계로 풍력에너지의 세부 연구분야를 특정 할뿐 아니라 설명력이 높은 주제단어를 21개로 축약하여 이들을 세부주제로 정의하였다. 마지막으로 세부주제를 연관성에 따라 통합하여 대주제를 5가지로 분류하였다. 즉, 자원평가/국소배치(resource/micrositing; 44%)⁴⁻¹⁹, 풍력터빈(wind turbine; 22%)²⁰⁻²², 모니터링/표준(monitors/standard; 19%)²³⁻³², 전력계통/전기(grid/electricity; 18%)³³⁻³⁶, 정책/잠재량(policy/potential; 10%)³⁷⁻⁴³이다. Fig. 5는 세부주제별 논문수를 비교한 그래프로 3 ~ 10편이 주제별로 분류되었다. 대주제를 분류함에 있어서 풍력에너지 분야의 대표적인 국제저널인 Wind Energy의 대주제 분류를 참고하였다⁴⁴.

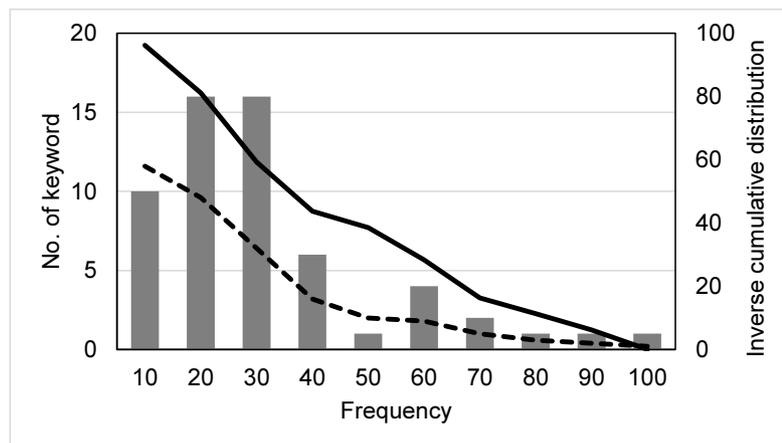


Fig. 4 Histogram of keyword count (bars) and inverse cumulative distributions (solid line: keyword count, dashed line: no. of keyword)

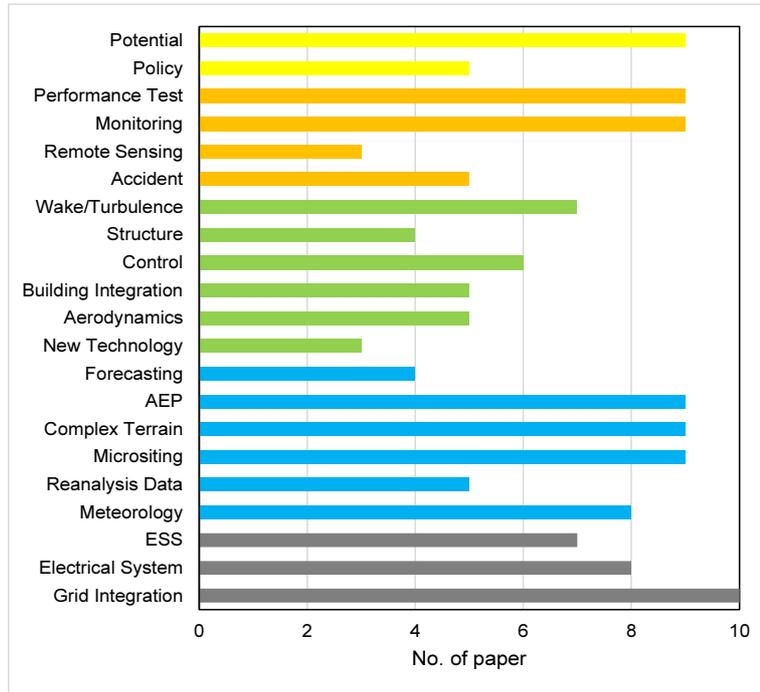


Fig. 5 Classification of wind energy subjects and the corresponding publication numbers

주제분류를 통하여 파악된 한국태양에너지학회 논문집의 풍력에너지 분야의 특징은 resource/micrositing과 유사한 주제인 policy/potential 대주제를 합치면 풍력논문의 절반 이상을 차지한다는 것이다. 이러한 주제분야는 유관 학술지의 풍력논문 주제분야와는 상이한 특징이므로, 한국태양에너지 논문집의 풍력에너지 분야는 resource/micrositing 및 policy/potential 주제분야에 강점을 가진다고 평가할 수 있다.

기관별 주제분야의 특징을 살펴보면(Fig. 6) 한국에너지기술연구원은 grid/electricity 분야를 제외한 전 분야

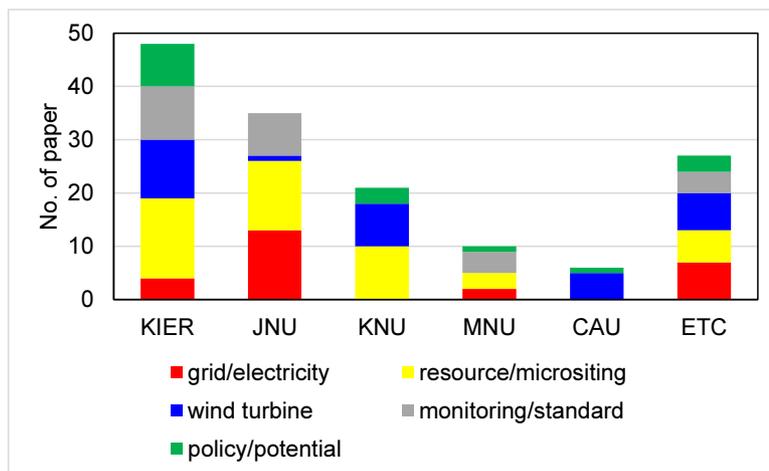


Fig. 6 Histogram of keyword count (bars) and inverse cumulative distributions (solid line: keyword count, dashed line: no. of keyword)

에 골고루 발표를 하였으며 제주대학교는 grid/electricity, resource/micrositing 위주로 발표하였다. 반면 건축과 관련된 building integration은 중앙대학교에만 국한된다^{45,46}.

3.3 정량적 수준분석

한국태양에너지학회 논문집 및 유관 학술지의 인용정보를 한국학술지인용색인(KCI)으로부터 확인하여 Table 1에 정리하였다. 참고로 조사된 인용횟수는 창간이후 전기간에 대해 자가인용을 포함한 것이다. 한국풍공학회(Journal of the wind engineering institute of Korea)와 신재생에너지(New & renewable energy)는 학술연구재단 등재지이고 풍력에너지저널(Journal of wind energy)과 한국태양에너지학회 논문집(Journal of the Korean solar energy society)은 등재후보지이며, 각 학술지에서 풍력논문에 대해서만 인용횟수를 분석하였다.

한국태양에너지학회 풍력논문의 평균 인용횟수는 2.21편으로 이는 논문집 전체분야의 평균 인용횟수인 2.51과 유사한 수준이나 2010년대에 창간된 재생에너지 및 풍력에너지 분야의 전문 학술지인 신재생에너지와 풍력에너지저널의 평균 인용횟수보다는 2 ~ 3배로 인용지수가 높다.

한편 KCI가 2019년 7월에 발표한 2016 ~ 2017년 2년간의 학술지 평가결과에 따르면, 공학분야 중 상기 학술지의 정량적 수준은 Table 2에 제시한 바와 같으며, 이는 Table 1의 결과와는 상당한 차이를 보인다. 단, Table 1은 창간 이후 전기간에 대한 분석결과이고 Table 2는 풍력분야만이 아닌 모든 게재논문에 대한 2년간(2016 ~ 2017년) 평가결과이다.

2년간의 평가결과에 의하면 풍력에너지저널의 KCI IF (impact factor)가 가장 높으나 이는 자가인용(자가인용 비율 75%)에 의한 효과인 것으로 판단된다. 반면 한국태양에너지학회 논문집은 KCI IF 0.36으로 4개의 학술지 중 가장 낮은 수준이며, 공학분야 평균 KCI IF인 0.42 보다도 낮다. 순위로는 공학분야 총 247 학술지 중 110위에 해당된다.

KCI 자료를 이용한 정량적 수준평가를 통하여 한국태양에너지학회 논문집은 최근에 들어 급격한 질적 저하가 나타나고 있음을 확인할 수 있으며 재생에너지 분야 타 학술지 대비 경쟁력도 약화되어가는 추세로 파악된다.

기관별 인용횟수는 KIER (3.3)-CAU (2.8)-KNU (2.3)-MNU (1.3)-JNU (1.1)로 분석되었다. 단, 중앙대학교의 게재논문은 5편에 불과하여 이러한 분석이 통계적으로 유의하다고 보기는 어렵다. 대주제별 인용횟수는 policy/potential (6.8), monitoring/standard (2.3), resource/ micrositing (2.1), wind turbine (1.2), grid/electricity (1.0)의 순서이며, 앞서 고찰한 바와 같이 한국태양에너지학회 논문집 풍력논문의 특징분야는 policy/potential 및 resource/micrositing 이라고 판단된다.

Table 1 Korea journals specialized in renewable energy research

Journal	Society	Publication year	No. of paper	Average citation
Journal of the Korean Solar Energy Society	The Korean Solar Energy Society	1978	140	2.21
Journal of the Wind Engineering Institute of Korea	The Wind Engineering Institute of Korea	1997	46	3.13
Journal of Wind Energy	Korea Wind Energy Association	2010	184	0.67
New and Renewable Energy	The Korean Society for New and Renewable Energy	2014	90	1.08

Table 2 Comparison of citation index between the journals in renewable energy research

Journal	No. of papers (2016 ~ 2017)	No. of citations	Self-citation ratio (%)	KCI IF	KCI IF rank
Journal of the Korean Solar Energy Society	90	32	26.2%	0.36	110/247
Journal of the Wind Engineering Institute of Korea	41	17	47.1%	0.41	87/247
Journal of Wind Energy	22	12	75.0%	0.55	53/247
New and Renewable Energy	97	42	26.2%	0.43	76/247

4. 결론

한국태양에너지학회 논문집에 게재된 풍력에너지 분야 140편의 논문에 대한 텍스트마이닝에 의한 주제분류 및 정성적 추세분석과 정량적 수준분석을 수행하였으며, 다음과 같은 시사점을 도출하였다.

- (1) 논문게재 추세분석을 통하여 2011년 이후 한국태양에너지학회 논문집의 논문 편수 감소는 풍력에너지 분야의 논문 감소와 직접적인 상관관계(상관계수 0.85, 지연기간 1년)가 있음을 확인하였다. 따라서 한국태양에너지학회 논문집을 학술연구재단 등재지로 재승격하기 위해 풍력에너지 분야를 포함한 범학회 차원의 노력이 필요하다고 사료된다.
- (2) 풍력논문을 게재한 기관별, 저자별 분석에 의하면 3개 이내의 국책연구소와 대학교에서 3/4 이상의 논문을, 10명 이내의 대표저자가 90%의 논문을 발표하는 쏠림 현상이 매우 강하게 나타남을 확인하였다. 따라서 투고기관을 다양화하고 재투고율을 높이기 위한 학회 차원의 강력한 홍보전략이 필요하다고 사료된다.
- (3) 텍스트마이닝 기법을 이용하여 제목, 키워드, 초록의 주제어 빈도분석으로부터 21개의 세부주제 및 5개의 대주제를 도출함으로써 풍력에너지 논문주제를 분류하였다. 주제별 논문수 및 한국학술지인용색인의 인용횟수를 평가한 바에 의하면 resource/micrositing 및 policy/potential 주제분야의 게재편수가 전체의 절반을 차지했으며 인용횟수도 탁월하게 높게 나타났다. 따라서 두 주제분야가 한국태양에너지학회 논문집 풍력논문의 특징적인 주제분야이므로, 이 분야를 특화하는 선택과 집중 전략으로 인용지수를 높임과 동시에 논문집의 대외적인 위상을 제고하는 방안을 고려해볼 필요가 있다.

후기

본 연구는 산업통상자원부(MOTIE)와 한국에너지공단(KEA)의 ‘전력정보화 및 정책지원사업’으로 수행된 연구결과입니다(K_G102001093001).

풍력에너지 대주제 분류를 대표할 수 있으며 한국학술지인용색인(KCI)에서 인용횟수가 3회 이상인 논문만을 참고문헌으로 인용하였습니다.

REFERENCES

1. Kim, H. G., Kang, Y. H., and Kim, C. K., Analysis on of Wind Energy Status and Capacity Factor of South Korea by EPSIS Wind Power Generation Data, *Wind Energy Journal*, Vol. 8, No. 2, pp. 21-27, 2017.
2. Yang, D., Kleissl, J., Gueymard, C. A., Pedro, H. T. C., and Coimbra, C. F. M., History and Trends in Solar Irradiance and PV Power Forecasting: A Preliminary Assessment and Review using Text Mining, *Solar Energy*, Vol. 168, pp. 60-101, 2018.
3. Ertek, G., Chi, X., Zhang, A. N., and Asian, S., Text Mining Analysis of Wind Turbines Accidents: An Ontology-Based Framework, *IEEE International Conference on Big Data*, Boston, USA, 2017.
4. Bae, J. S., Jang, M. S., Ju, Y. C., Yoon, J. E., and Kyong, N. H., Wind Resource Assessment of Antarctic King Sejong Station, *Journal of the Korean Solar Energy Society*, Vol. 25, No. 3, pp. 53-60, 2005.
5. Kim, H. G., Lee, Y. S., Jang, M. S., and Kyong, N. H., A Study on Development of a Forecasting Model of Wind Power Generation for Walryong Site, *Journal of the Korean Solar Energy Society*, Vol. 26, No. 2, pp. 27-34, 2006.
6. Kim, S. W. and Kim, H. G., Wind Resource Assessment of the Antarctic King Sejong Station by Computational Flow Analysis, *Journal of the Korean Solar Energy Society*, Vol. 27, No. 3, pp. 29-35, 2007.
7. Kim, S. W. and Kim, H. G., Sensitivity Analysis of Wind Resource Micrositing at the Antarctic King Sejong Station, *Journal of the Korean Solar Energy Society*, Vol. 27, No. 4, pp. 1-9, 2007.
8. Ko, K. N., Kim, K. B., and Huh, J. C., Characteristics of Wind Energy for Long-Term Period (10 years) at Seoungang Site on Jeju Island, *Journal of the Korean Solar Energy Society*, Vol. 28, No. 3, pp. 45-52, 2008.
9. Cheang, E. H., Moon, C. J., Kim, E. S., and Chang, Y. H., A Study on Wind Source Interpolation Based on Shape of Complex Topography, *Journal of the Korean Solar Energy Society*, Vol. 29, No. 6, pp. 62-68, 2009.
10. Hwang, J. W., You, K. P., and Kim, H. Y., Comparison of Wind Energy Density Distribution Using Meteorological Data and the Weibull Parameters, *Journal of the Korean Solar Energy Society*, Vol. 30, No. 2, pp. 54-64, 2010.
11. Kim, K. B., Park, Y. H., Park, J. K., Ko, K. N., and Huh, J. C., Feasibility Study on Wind Power Forecasting using MOS Forecasting Result of KMA, *Journal of the Korean Solar Energy Society*, Vol. 30, No. 2, pp. 46-53, 2010.
12. Woo, J. K., Kim, H. G., Kim, B. M., Paek, I. S., and Yoo, N. S., Prediction of Annual Energy Production of Gangwon Wind Farm using AWS Wind Data, *Journal of the Korean Solar Energy Society*, Vol. 31, No. 2, pp. 72-81, 2011.
13. Kim, B. M., Kim, H. K., Woo, J. K., Paek, I. S., and Yoom N. S., Validation Study of the NCAR Reanalysis Data for a Offshore Wind Energy Prediction, *Journal of the Korean Solar Energy Society*, Vol. 32, No. 1, pp. 1-7, 2012.
14. Kim, H. K., Kim, B. M., Kim, J. H., Paek, I. S., and Yoo, N. S., Prediction of Wind Shear Exponent in Complex Terrain, *Journal of the Korean Solar Energy Society*, Vol. 32, No. 2, pp. 87-94, 2012.
15. Kim, H. G., Kim, K. H., and Kang, Y. H., Wind Resource Assessment for Green Island - Dokdo, *Journal of the*

- Korean Solar Energy Society, Vol. 32, No. 5, pp. 94-101, 2012.
16. Kim, H. G., Analysis on wind Turbine Degradation of the Shinan Wind Power Plant, Journal of the Korean Solar Energy Society, Vol. 33, No. 4, pp. 46-50, 2013.
 17. Kim, J. H., Kwon, I. H., Park, U. S., Yoo, N. S., and Paek, I. S., Prediction of Annual Energy Production of Wind Farms in Complex Terrain using MERRA Reanalysis Data, Journal of the Korean Solar Energy Society, Vol. 34, No. 2, pp. 82-90, 2014.
 18. Song, Y., Kim, H. K., Byeon, J. H., Paek, I. S., and Yoo, N. S., A Feasibility Study on Annual Energy Production of the Offshore Wind Farm using MERRA Reanalysis Data, Journal of the Korean Solar Energy Society, Vol. 35, No. 2, pp. 33-41, 2015.
 19. Kim, H. G., Kim, J. S., Kang, Y. H., and Park, H. D., Classification of Wind Sector in Pohang Region using Similarity of Time-Series Wind Vectors, Journal of the Korean Solar Energy Society, Vol. 36, No. 1, pp. 11-17, 2016.
 20. Kim, S. W. and Kim, H. G., Technology Development Trends for High Altitude Wind Power Generation,” Journal of the Korean Solar Energy Society, Vol. 30, No. 1, pp. 19-24, 2010.
 21. Nam, Y. S. and Im, C. H., Control System Design of NREL 5MW Wind Turbine, Journal of the Korean Solar Energy Society, Vol. 32, No. 5, pp. 31-30, 2012.
 22. Kim, K. S., Paek, I. S., Kim, C. J., Kim, H. G., and Kim, H. G., Design of Power and Load Reduction Controller for a Medium-Capacity Wind Turbine, Journal of the Korean Solar Energy Society, Vol. 36, No. 6, pp. 1-12, 2016.
 23. Yang, I. S., Kim, S. W., and Kyong, N. H., A Classification of the Wind Turbine Accident, Journal of the Korean Solar Energy Society, Vol. 25, No. 4, pp. 29-35, 2005.
 24. Kim, K. H., Ju, Y. C., and Kim, D. H., Power Performance Testing and Uncertainty Analysis for a 1.5MW Wind Turbine, Journal of the Korean Solar Energy Society, Vol. 26, No. 4, pp. 63-71, 2006.
 25. Ko, K. N., Kang, M. J., and Huh, J. C., Operational Characteristics of Wind Turbine Generator Systems in Hangwon Wind Farm, Journal of the Korean Solar Energy Society, Vol. 27, No. 1, pp. 1-9, 2017.
 26. Ko, K. N., Kim, K. B., and Huh, J. C., Characteristics of Lightning Occurred Over Jeju Island for 2004-2006 and an Effect of Lightning on Wind Turbine Generator System, Journal of the Korean Solar Energy Society, Vol. 28, No. 1, pp. 83-89, 2008.
 27. Ko, S. H., Jang, M. S., Ju, Y. C., and Lee, Y. S., The Development of the Monitoring System for Power Performance using the LabView, Journal of the Korean Solar Energy Society, Vol. 29, No. 6, pp. 69-74, 2009.
 28. Kim, H. G. and Choi, J. H., Uncertainty Analysis on Wind Speed Profile Measurements of LIDAR by Applying SODAR Measurements as a Virtual True Value, Journal of the Korean Solar Energy Society, Vol. 30, No. 4, pp. 79-85, 2010.
 29. Kim, K. H. and Hyun, S. K., Power Performance Testing and Uncertainty Analysis for a 3MW Wind Turbine, Journal of the Korean Solar Energy Society, Vol. 30, No. 6, pp. 10-16, 2010.
 30. Kim, H. G., Jung, T. Y., and Jang, M. S., Analysis on Turbulence Intensity Characteristics at Gimnyeong, Jeju-do by Applying IEC 61400 Wind Turbine Standards, Journal of the Korean Solar Energy Society, Vol. 30, No. 6, pp. 59-65, 2010.
 31. Kim, H. G., Chung, C. W., An, H. J., and Ji, Y. M., Comparative Validation of WindCube LIDAR and Remtech SODAR for wind Resource Assessment - Remote Sensing Campaign at Pohang Accelerator Laboratory, Journal of the Korean Solar Energy Society, Vol. 31, No. 2, pp. 63-71, 2011.
 32. Ko, S. W., Jang, M. S., and Lee, Y. S., The Development of Offshore Wind Resource Measurement System and Remote Monitoring System, Journal of the Korean Solar Energy Society, Vol. 31, No. 6, pp. 72-77, 2011.

33. Park, S. J., Yoon, J. P., Kang, B. B., Yoon, H. S., Cha, I. S., and Lim, J. Y., The Auxiliary Power Compensation unit for Stand-Alone Photovoltaic/Wind Hybrid Generation System, *Journal of the Korean Solar Energy Society*, Vol. 24, No. 3, pp. 47-54, 2004.
34. Myung, H. S., Kim, H. C., Kang, N. H., Kim, Y. H., and Kim, S. H., Analysis of the Load Contribution of Wind Power and Photovoltaic Power to Power System in Jeju, *Journal of the Korean Solar Energy Society*, Vol. 38, No. 1, pp. 13-24, 2018.
35. Kim, Y. H. and Kim, S. H., Increasing Effect Analysis of the wind Power Limit using Energy Storage System in Jeju-Korea, *Journal of the Korean Solar Energy Society*, Vol. 34, No. 1, pp. 81-90, 2014.
36. Myung, H. S., Kim, H. C., Kang, N. H., Kim, Y. H., and Kim, S. H., Analysis of the Load Contribution of Wind Power and Photovoltaic Power to Power System in Jeju, *Journal of the Korean Solar Energy Society*, Vol. 38, No. 1, pp. 13-24, 2018.
37. Kyong, N. H., Yoon, J. E., Jang, M. S., and Jang, D. S., An Assessment of Offshore Wind Energy Resources Around Korean Peninsula, *Journal of the Korean Solar Energy Society*, Vol. 23, No. 2, pp. 35-41, 2003.
38. Kim, H. G., Jang, M. S., Kyong, N. H., Lee, H. W., Choi, H. J., and Kim, D. H., Establishment of the Low-Resolution National Wind Map by Numerical Wind Simulation, *Journal of the Korean Solar Energy Society*, Vol. 26, No. 4, pp. 31-38, 2006.
39. Kim, H. G., Preliminary Estimation of Wind Resource Potential in South Korea, *Journal of the Korean Solar Energy Society*, Vol. 28, No. 6, pp. 1-7, 2008.
40. Kim, J. M. and Kim, K. Y., A Study on Economic Analysis of New Renewable Energy Power (Photovoltaic, Wind Power, Small Hydro, Biogas), *Journal of the Korean Solar Energy Society*, Vol. 28, No. 6, pp. 70-77, 2008.
41. Kim, H. G. and Hwang, H. J., Review on the Proposed Offshore Wind Farm Projects using National Wind Atlas and National Geographic Information, *Journal of the Korean Solar Energy Society*, Vol. 30, No. 5, pp. 44-55, 2010.
42. Park, U. S., Yoo, N. S., Kim, J. H., Kim, K. S., Min, D. H., Lee, S. W., Paek, I. S., and Kim, H. G., The Selection of Promising Wind Farm Sites in Gangwon Province using Multi Exclusion Analysis, *Journal of the Korean Solar Energy Society*, Vol. 35, No. 2, pp. 1-10, 2015.
43. Song, Y., Kim, C. J., Paek, I. S., and Kim, H. G., Evaluation of Implementation Potential of Offshore Wind Farm Capacity in Korea using National Wind map and Commercial Wind Farm Design Tool, *Journal of the Korean Solar Energy Society*, Vol. 36, No. 4, pp. 21-30, 2016.
44. Pavese, C., Wind Energy Literature Survey no. 34, *Wind Energy*, Vol. 18, pp. 1313-1316, 2015.
45. Park, J. C. and Kyong, N. H., A Study on the Application of small Wind Power System in Apartment Housing, *Journal of the Korean Solar Energy Society*, Vol. 23, No. 2, pp. 21-34, 2003.
46. Lee, Y. H., Kim, S. Y., Hwang, J. H., and Park, J. C., A Study on the Wind Power Generation using Vertical Exhaust Air Duct of the High-Rise Apartments, *Journal of the Korean Solar Energy Society*, Vol. 32, No. 3, pp. 1-10, 2012.