

## 해상풍력 전용항만 입지선정 평가항목에 관한 연구

고현정\*

### The Analysis of Assessment Factors for Offshore Wind Port Site Evaluation

HyunJeung Ko

**Abstract** : The offshore wind farm is increasingly attractive as one of future energy sources all over the world. In addition, the capacity of an offshore wind turbine gets larger and its physical characteristics are big and heavy. In this regard, a special port is necessary to assemble, store, and transport the offshore wind systems, supporting to form the offshore wind farms. Thus, this study aims to provide a policy maker which evaluation factors can significantly affect to the optimal site selection of a offshore wind port. For this, Fuzzy-AHP method is applied to capture the relative weights. The results of this study can be summarized as follows. Five criteria in level I was defined such as the accumulation factor, the regional factor, the economic factor, the location factor, and the consortium factor. Of these, the accumulation factor(37.4%), the location factor(34.2%), and the economic factor(24.5%) were analyzed by major factors. In level II, three assessment items of each factor were selected so that total fifteen items were formed. To sum up, the site selection of offshore wind port should consider the density of the wind industry, cargo volume of securing the economic operation of terminals, the development degree of offshore wind related industry, and the proximity to the offshore wind farms. In other words, the construction of offshore wind port should be paid attention to considering not only the proximity to offshore wind farms but also the preference of turbine manufacturing companies.

**Key Words** : Offshore Wind Port, Fuzzy-AHP, Site Evaluation, Offshore Wind Systems

---

▷ 논문접수: 2012.07.17   ▷ 심사완료: 2012.09.25   ▷ 게재확정: 2012.09.26

\* 군산대학교 물류학과 교수, hjko@kunsan.ac.kr, 063)469-4802

## I. 서론

세계 각국은 글로벌 경제의 녹색성장 패러다임에 대처하는 일환으로 신재생에너지 개발에 국가적 역량을 집중하면서 신경제 시대에 대비한 국가경쟁력 강화를 추진하고 있다. 특히 신재생에너지 가운데 기술의 완성도 및 경제성이 높은 풍력발전에는 많은 투자를 확대하고 있는데, 풍력발전은 2010년 기준 세계 전기에너지 소비량 중 2.4%, 2020년 8.9%, 2030년 15.1%로 확대될 것으로 전망되고 있다<sup>1)</sup>. 최근 세계적으로 육상풍력단지 조성에 따른 민원증가로 해상풍력단지 개발에 관심이 모아지고 있다. 이는 육상풍력발전은 풍력발전기의 대형화에 따른 적절한 설치장소 및 운송이 어렵고, 소음 및 진동, 자연훼손, 시각적인 위협감 등으로 민원이 제기되고 있기 때문이다. 그러나 해상풍력발전은 해상을 활용한 넓은 규모의 설치 공간 모색이 용이하고 소음이나 진동에 따른 민원문제를 극소화 할 수 있다. 따라서 2010년 1GW에 불과했던 해상풍력시장은 2020년 7GW로 급격히 성장될 것으로 전망되고 있다(이슈퀘스트 2011).

해상풍력 설비 보급량은 현재까지 유럽이 압도적으로 우세하나 향후 국가적 차원에서 해상풍력 발전단지 개발을 추진하고 있는 미국이나 중국시장으로 확대될 것으로 전망되고 있다. 이러한 세계 해상풍력 시장에서 경쟁우위를 확보하고자 우리나라도 정부 주도하에 세계 3대 해상풍력 강국으로 도약코자 2010년부터 2.5GW 서남해안 해상풍력단지개발 프로젝트를 추진하고 있다. 즉, 2013년까지 부안-영광지역 해상에 100MW 해상풍력 실증단지를 조성한 후, 2016년까지 900MW 시범단지로 확대하고, 2019년까지 1.5GW 해상풍력 단지를 건설하는 계획이다. 특히 해상풍력 산업은 전력, 전자, 기계, 전기, 화학, 토목 등이 관련된 종합산업이기 때문에 경제적 파급효과는 높다고 할 수 있다.

국내 서남해안 해상풍력 단지에 설치될 해상터빈 용량은 5MW급이며, 터빈의 로터 블레이드(Rotor Blades) 직경이 126~146m, 중량이 650~860톤, 타워(tower) 높이가 100m에 달하는 중량화물이기 때문에 육상운송에 어려움이 있다. 따라서 터빈의 최종 조립공정은 터빈이 설치 될 해상인근 지역에서 이루어지는 것이 경제적으로 유리하다. 또한 해상풍력터빈은 약 8,000개의 부품으로 구성되어 있고, 단일 터빈 제조사에서 모든 부품을 생산하는 체계가 아니라 다수의 협력 업체로부터 부품을 공급받아 최종 제품이 완성되는 특성이 있기 때문에 해상풍력터빈을 설치하기 위해서는 특정 장소에서 최종 조립하는 작업이 필요하다. 따라서 대규모 해상풍력단지 건설을 위해서는 서로 다른 기업에서 공급된 부품을 보관하고 조립하는 대규모 부지를 확보해야 하고, 풍력터빈

1) GWEC(Global Wind Energy Council)가 Global Wind Energy Outlook 2010년 보고서에서 언급함(www.gwec.net).

관련 부품을 생산하는 기업이 입주할 수 있는 부지도 요구된다. 또한 부피나 중량인 큰 풍력터빈 부품은 일반부두에서 작업이 불가능하기 때문에 해상운송을 위한 전용항만도 필요하다.

따라서 본 연구는 해상풍력 전용항만의 최적 입지선정을 위한 평가기준을 분석하여 국내 해상풍력 단지가 효율적으로 조성 및 운영될 수 있도록 하는데 그 목적이 있다. 해상풍력 전용항만은 해상운송을 위한 중량화물의 선적과 양하를 효율적으로 지원해야 하기 때문에 항만 접근성, 산업단지 인접성, 수출입 및 환적 용이성, 산업단지를 연계한 복합물류시설 이용성 등의 다양한 요인을 고려해야 한다. 이를 위해 본 연구는 선행연구 및 관련 문헌연구를 통해 입지선정 시 고려되는 주요 평가항목을 도출하고 도출된 항목들을 기준으로 최적입지 선정을 위한 계층구조를 개발한다. 다음으로 Fuzzy-AHP기법에서 사용되는 쌍대비교를 활용하여 계층구조 항목들에 대한 상대적 중요도를 산출한다. 마지막으로 계층별 상대적 중요도를 통해 세부 평가기준 항목들의 가중치를 구하여 입지선정에 영향을 끼치는 항목들을 파악하여 정책의사 결정에 도움을 주고자 하였다.

## II. 선행연구

시설의 입지선정에 관한 연구는 다양한 영역에서 연구가 활발하게 진행되었다. 특히 입지선정을 위한 평가항목은 기회요소(opportunities)와 제한요소(constraints)로 구분될 수 있으며 기회요소는 다시 이윤(benefit)과 비용(cost) 항목으로 나눌 수 있다. 이윤요소는 측정값이 높을수록 선호도가 높다는 것을 의미하고, 비용요소는 낮을수록 입지 선정에 긍정적인 영향을 끼친다. 그리고 제한요소는 입지선정에서 배제되는 요소이다. 입지선정 문제는 전통적으로 산업입지 이론에서 제시된 최적화 모델이 많이 사용되었다 (Nourse, 1968; Schmenner, 1982; Wheeler & Muller 1981).

입지선정의 평가항목은 학자에 따라 다양하게 분류하고 있는데, 정충영 외(1992)는 Weber의 분류기준, Garrett & Silver의 분류기준, Buffa의 분류기준으로 나누어 분석하였고, 정충영(1985)은 기업의 특성에 따라 다르지만 경제적 요인, 자연적 요인, 사회적 요인, 기타 요인으로 구분될 수 있다고 제안하였다. 따라서 입지선정의 평가항목은 산업의 특성에 따라 상이하게 구성되는데, 주택의 입지선정 경우를 보면 대지의 특성을 반영하는 자연적 조건, 사회기반시설(생활편의시설, 도로조건 등)을 반영하는 사회적 조건, 주택개발 관련 법·행정적 조건, 대기 및 수질의 환경적 조건 등이 고려되고 있다

(이주석 2008, 정문외 외 2008). 농산물 유통시설의 입지 결정에 있어서는 자연적 요소(지형, 풍수해, 경관 등), 경제적 요소(토지가격, 교통편리성 등), 사회적 요소(제한 법규, 입지선호도 등), 유통효율성(가공공장 인접성, 물동량 처리 등), 국토이용관리 계획 등이 고려되었다(김정희 2000, 류인철 외 2011).

본 연구에서 분석할 해상풍력 전용항만의 입지선정은 기존의 항만건설과는 다른 특징을 가지고 있다. 즉 항만건설은 항만을 이용하는 충분한 물동량이 보장되어야 일반적으로 개발 타당성이 보장되나, 해상풍력 전용항만은 현재 추진되고 있는 서남해안 해상풍력단지 외의 원활한 조성을 위한 기반을 마련하는 것으로 해상풍력단지와의 연계성이 더 강조되고 있다. 이러한 측면에서 해상풍력 전용항만 선정을 위한 평가항목 관련 연구는 수행되지 않았으나 산업단지 혹은 생산공장의 입지선정과 유사한 것으로 판단된다. 해외 연구에서도 대부분 해상풍력 시스템의 구조, 해상풍력단지 등에 대한 기술적인 부분이 다루어지고 있다(Lozano-Minguez et al. 2011; Scheu et al. 2012; Rothkopf et al. 1974).

산업단지 입지선정의 평가항목을 보면, 교통접근성, 산업연계성, 지형적 용지조건, 사회·경제적 용지조건, 법적조건 등이 고려되었다(조규영 외, 2008). 제조업의 경우 나상균 외(2007)는 최적 입지를 선정할 때 물류의 편이성, 저렴한 분양가, 입주기업에 대한 우호적인 환경, 판매시장 인접성, 협력업체 근접성, 생산환경, 보조금 및 세제지원, 기술지원, 기반시설, 행정편의 등을 고려한다고 제시하였다. 김은호(1990)는 26개 입지요인을 분석하여 14개의 요인이 입지선정에 중요한 영향을 끼친다고 제시하였다. 14개의 요인은 지가 및 공장부지, 단순노동력, 노동비, 노사관계, 공업용수, 동력조달, 교통 및 통신, 전국시장 접근도, 정부의 지원, 쾌적한 주변환경, 수도권과의 근접, 고정투자자산의 가치증대, 지역주민의 태도, 지역사회발전이다. 또한 14개의 요인 가운데 2개의 요인 즉, 지가 및 공장부지와 정부의 지원이 기업의 종류에 관계없이 가장 중요하게 고려되는 것으로 분석하였다.

특히, 제조업 가운데 신규 조선소 입지선정은 대규모 투자비가 소요됨에 따라 잘못된 입지선정은 막대한 손실을 가져올 수 있기 때문에 경제적, 사회적, 지역적 성격을 잘 반영해야 한다. 이러한 측면에서 해상풍력단지 조성 및 운영을 위한 전용항만의 입지선정과 유사하다고 할 수 있다. 윤영수(2009)는 AHP를 이용한 신규 조선소 입지선정에 관한 연구를 수행하였다. 조선소는 제품 및 원료의 부피와 중량이 큰 경우가 대부분이기 때문에 자재공급 업체와의 인접성, 도로 근접성 등의 운송비 요소와 지역자치단체의 행정 및 세제지원, 주민들의 태도로 구성된 지역성 요소가 무엇보다 중요하다고 분석되었다. 다음으로 운송 효율성, 용수 및 전력 공급 등의 사회간접자본 요소와 노동력 확보 및 유연성으로 구성된 노동력 요소가 고려되었다. 마지막으로 넓은 부지를 필요로

하는 조선소 입지 특성 때문에 부지구입 요소가 중요하다. 따라서 본 연구는 해상풍력 전용항만 입지선정이라는 특수한 문제를 다룬다는 측면에서 타 연구와의 차별성이 있다.

### Ⅲ. 연구방법론

#### 1. 분석 모형

평가항목의 가중치 분석에 많이 사용되는 AHP기법은 인간의 판단에 대한 애매성을 반영하지 못하는 약점이 있다. 따라서 본 연구에서는 판단에 대한 애매성을 극복하고자 Fuzzy-AHP를 적용하였다. 퍼지이론은 Zadeh(1965)에 의해 처음으로 제기된 이론으로 퍼지집합론(Fuzzy set theory)의 사고방식을 기초로 모호성이 포함된 불확실성의 분석에 사용되고 있는 수학적 모델로서 다양한 분야에 응용되고 있다. 특히 인간의 주관적 인식에 따른 애매성을 다룰 때 집합에 속한 원소와 속하지 않은 원소들 간에 어떤 명확한 경계가 없는 원소들의 불확정한 집합에서의 리스크 분석에 유용하게 사용된다. 퍼지이론과 계층분석기법을 혼합한 Fuzzy-AHP 기법은 대안을 선정하고 문제를 해결하는 체계적인 접근법이다.

퍼지집합은 집합 내의 원소가 애매모호한 경계를 갖고 있어 특정 부분집합에 속하는 지에 대한 경계가 분명하지 않고 점진적으로 변화되는 원소를 갖는 집합이다. 퍼지집합이론의 기본개념은 하나의 원소가 퍼지집합에 부분적으로 소속될 수 있다는 것이다. 예를 들면, 원소  $x$ 가 집합  $X$ 에 속한다고 하자. 그리고 퍼지수(fuzzy number)를  $M$ 으로 정의할 때, 소속함수(membership function)  $\mu_M(x)$ 는 0과 1사이에 값을 갖는 함수 값이라고 정의될 수 있다. 이 소속함수는 원소  $x$ 가 퍼지 부분집합의 소속정도를 나타내는 함수로 사용된다. 즉  $\mu_M(x) = 1$  이면  $x$ 는 전적으로  $X$ 에 속하지만  $\mu_M(x) = 0$  이면,  $x$ 는  $X$ 에 전혀 소속해 있지 않음을 나타낸다. 만일  $0 < \mu_M(x) < 1$  이면,  $x$ 가  $X$ 에 부분적으로 속해있다는 의미이고  $\mu_M(x)$ 가 1에 가까울수록 소속 정도가 높은 것을 의미한다. 일반적으로 삼각퍼지수(Triangular fuzzy number)는 계산의 효율성과 자료 획득의 용이성으로 인하여 널리 사용된다. 예를 들면, 삼각퍼지수  $M$ 에 대해서 소속함수  $\mu_M(x)$ 는 다음과 같이 정의된다. 그리고 이것을 다르게 표현하면  $(a, b, c)$ 와 같은데,  $a, b, c$  간의 관계는  $a \leq b \leq c$  이다. 즉  $a$ 와  $c$ 는 평가 자료의 하한과 상한을 의미하고  $b$ 는 퍼지수의 평균값으로 정의된다.

$$\mu_M(x) = \begin{cases} \frac{(x-l)}{(m-l)}, & l \leq x \leq m \\ \frac{(x-m)}{(u-m)}, & m \leq x \leq u \\ 0 & \text{others} \end{cases}$$

Fuzzy-AHP은 Laarhven & Pedrycz(1983)이 Satty의 이론과 퍼지이론의 접목을 시도함으로써 연구가 시작되었고, Chang(1996)은 Extent Analysis Method(EAM)를 통해 삼각퍼지수를 이용한 기법을 제안하였다. 본 연구에서는 Chang(1996)의 EAM을 적용하였고, 이는 목표집합(goal set)에 대하여 대상집합(object set)의 만족정도를 범위(extent)로 표현하는 기법이다. 즉 퍼지집합에 대한 이론을 바탕으로 퍼지 결합치(value of fuzzy synthetic extent)는 다음과 같이 정의된다.  $X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ 을 대상집합(object set),  $U = \{u_1, u_2, \dots, u_m\}$ 를 목표집합(goal set)이라 할 때, EAM은 집합 X의 각 원소들에 대해 범위분석(extent analysis)이 행해지며 그 결과 각각의 대상(object)에 대해 m개의 결과치를 얻게 되며( $M_{g_i}^1, M_{g_i}^2, \dots, M_{g_i}^m, i = 1, 2, \dots, n$ ), 여기서  $M_{g_i}^j (j = 1, 2, \dots, m)$ 은 삼각퍼지수이다. EAM의 적용절차는 다음과 같다.

단계 1: i번째 대상(object)에 대한 퍼지 결합치  $S_i = \sum_{j=1}^m M_{g_i}^j \otimes \left[ \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{g_i}^j \right]^{-1}$ 로 정의된다.

단계 2: 단계 1에서 구한 퍼지 결합치( $S_i$ )를 이용하여 각 계층의 모든 요소에 대한 상대적 중요도를 산출하게 되는데 우선 두 삼각퍼지수의 비교에 사용되는 정의는 다음과 같다. 두 삼각 퍼지수  $M_1 = (l_1, m_1, u_1)$ 과  $M_2 = (l_2, m_2, u_2)$ 가 있을 때,  $M_1 \geq M_2$ 일 가능성의 정도는 다음과 같다.

$$V(M_1 \geq M_2) = \sup_{x \geq y} [\min(u_{M_1}(x), u_{M_2}(y))]$$

즉,  $V(M_1 \geq M_2) = 1$ 이 될 필요충분조건은  $m_1 \geq m_2$ 가 되고,  $m_1 < m_2$ 가 될 경우는  $V(M_2 \geq M_1) = hgt(M_1 \cap M_2) = \frac{l_1 - u_2}{(m_2 - u_2) - (m_1 - l_1)}$ 로 표현된다.

단계 3: 하나의 퍼지수가 다른 k개의 퍼지수  $M_i (i = 1, 2, \dots, k)$ 보다 크기 위한 가능성의 정도는 다음의 식에 의해 계산된다.

$$\begin{aligned} V(M \geq M_1, M_2, \dots, M_k) &= V[(M \geq M_1), (M \geq M_2), \dots, (M \geq M_k)] \\ &= \min V(M \geq M_i), i = 1, 2, \dots, k \end{aligned}$$

그리고  $k = 1, 2, \dots, n$ 과  $k \neq i$ 에 대하여  $d'(A_i) = \min V(S_i \geq S_k)$ 라 가정하면, 중요

도 벡터(weight vector)  $W' = (d'(A_1), d'(A_2), \dots, d'(A_n))^T$  가 얻어진다. 여기서  $A_i (i=1, 2, \dots, n)$ 는 n개의 요소를 나타낸다.

단계 4: 마지막으로  $W'$ 를 각 요소들의 합이 1인 정규화 벡터는  $W = (d(A_1), d(A_2), \dots, d(A_n))^T$ 로 정의된다.

특히 <표 1>은 본 연구에서 Fuzzy AHP의 상대비교에서 활용된 언어표현 척도와 이에 해당되는 삼각퍼지수를 나타낸다.

<표 1> 상대비교 언어척도와 퍼지수

언어척도	비퍼지수	삼각퍼지수
동등하게 중요하다	1	(1, 1, 1)
약간 중요하다	3	(1, 1, 7/4)
상당히 중요하다	5	(5/4, 2, 11/4)
매우 중요하다	7	(9/4, 3, 15/4)
절대적으로 중요하다	9	(13/4, 4, 19/4)

## 2. 평가항목 설계

해상풍력 전용항만 입지선정 관련 평가항목에 대한 선행연구가 미 수행된 바, 유사연구를 검토하여 전문가 설문 및 대면 조사를 실시하였다. 특히 해상풍력 전용항만은 일반항만 건설과 달리 해상풍력 터빈구조에 대한 지식과 물류에 대한 이해를 동시에 갖고 있는 응답자가 필요하다. 그리고 항만건설은 대규모 자금이 투자되어 지역경제에 다양한 영향을 끼치기 때문에 지자체의 관심이 크다고 할 수 있다. 따라서 설문대상을 세 개의 그룹, 즉 해상풍력 터빈을 생산하는 제조업체, 물류전문가, 지자체의 관련 공무원으로 구분하였고, 특히 해상풍력 전용항만 관련 세미나에 참석하여 어느 정도 지식이 있는 전문가로 한정하여 설문지를 배포하였다. 전문가 그룹에서 제조업체는 대한풍력산업협회 소속 및 지역의 해상풍력 시스템 생산기업, 물류전문가는 해운 및 항만관련 기업 및 연구원, 그리고 해상풍력 전용항만 관련 부서의 공무원으로 구성되었다. 또한 세 그룹의 균형 있는 의견을 반영하기 위하여 응답자의 수를 동일하게 설정하여 무작위로 구성하였다. 최종적으로 설문 및 면담조사를 2011년 12월 한 달 동안 각 그룹별로 10명씩 모두 30명의 응답 자료를 확보하였다. 회수된 설문지에 대해 각각 논리적 일관성을 검토하고자 일관성 비율(CR: Consistency Ratio)값을 개산하여 10% 이상이면 전화 또는 이메일을 통해 수정작업을 거친 후 CR값이 모두 10%미만이 되도록 하였다.

설문지의 평가항목은 해상풍력 전용항만 건설시 요구되는 기본요건을 분석하여 구성

하였다. 해상풍력 전용항만은 인근 산업단지 또는 장거리에서 생산한 해상풍력 터빈 부품의 하역 및 보관시설, 풍력터빈 설치를 위한 반조립 또는 완전조립을 위한 충분한 공간, 해상풍력단지를 조성한 후 유지 및 보수를 위한 지원기능, 또한 접안 및 선적을 전용터미널이 필요하다. 그리고 향후 동북아의 해상풍력 허브항만으로 성장할 수 있는 잠재력을 보유해야 한다. 특히, 손충렬 외(2010)는 해상풍력 전용항만은 해상풍력단지 건설에 있어서 중요한 시설이며 다음과 같은 요건을 제시하였다. 첫째, 해상풍력단지와 멀지 않아야 하며 가능한 항만으로부터 2시간 이내의 거리에 위치해야 한다. 둘째, 항만은 육상에서 해상풍력 터빈을 조립 및 보관 할 수 있는 충분한 공간이 필요한데 약 45,000~70,000m<sup>2</sup> 규모가 필요하다. 셋째, 전용 터미널의 지반은 부피가 크고 중량인 하부구조물, 타워(tower) 등을 작업할 수 있는 충분한 하중이 필요하다. 넷째, 해상풍력 터빈의 조립을 위한 충분한 용량의 각종 시설을 갖추어야 한다. 다섯째, 5MW 이상의 해상풍력 터빈은 특정 부품의 직경이 6~7m에 달하므로 항만으로 연결되는 2차선 이상의 지방도로가 잘 발달 되어야 한다. 여섯째, 인근에 각종 해상풍력 터빈 제작 산업 단지가 있으면 여러 가지로 편리하다. 마지막으로 항만은 선박의 접안을 위해 최소 6m 수심을 확보해야 한다.

본 연구에서 평가항목은 손충렬 외(2010)이 제시한 기본요건과 문헌조사(조규영 외, 2008; 나상균 외, 2007; 운영수, 2009; 김은호, 1990)를 분석하여 1차적으로 추출하였다. 1차적으로 추출된 항목은 해상풍력단지 인접성, 선적길이, 부두하중, 배후지 규모, 보관 및 조립시설 공간, 교통 접근성, 산업연계성, 용지조건, 노동력 수준, 시장 접근도, 정부 지원, 지역사회 여건, 지역주민 태도, 법적조건, 세제 및 보조금, 행정편의로 구성하였다. 다음으로 1차로 추출된 항목을 기초로 관련 전문가들의 합의법(Panel consensus)<sup>2)</sup>을 통해 수준 I 에서 5가지, 즉 집적 요인, 지역 요인, 경제 요인, 입지 요인, 컨소시엄 요인이 선정되었다. 특히 컨소시엄 요인은 서남해안 해상풍력단지 조성을 위한 전용항만 건설은 민간주도로 추진됨에 따라 컨소시엄 요인이 고려되었다. 그리고 5가지 요소의 하위 계층인 수준 II는 모두 15개 요인이 최종적으로 선정되었다(<표 2> 참조).

첫째, 집적 요인은 해상풍력 전용항만 건설 대상지역의 산업구조를 평가할 수 있는 항목으로 풍력터빈 생산기업의 입주정도를 나타내는 풍력산업 집적, 기계·전자·자동차 등의 풍력산업 관련 기업의 입주 정도를 나타내는 관련산업 집적, R&D 및 인력양성 사업의 추진정도를 나타내는 지적 집적을 측정하도록 되어 있다. 특히 풍력산업의 글로벌 허브화로 성장할 수 있는 가능성을 나타내는 발전 가능성은 전문가 면담을 통해 삭제되었다. 이는 풍력산업 및 관련 산업의 집적 정도가 발전가능성을 이미 포함하

2) 위원회를 구성한 전문가들은 공개적으로 자유롭게 의사를 표시하여 모든 사람이 일치하는 과정을 통해 결과를 도출하는 방법.



는 개념으로 이해되었기 때문이다.

둘째, 지역 요인은 지자체의 사회간접자원 역량을 평가할 수 있는 항목으로 노동력 활용의 유연성, 교육·의료·주거 등의 인프라 여건을 나타내는 정주여건, 지자체의 행정 및 세제지원을 나타내는 지원정책을 측정하도록 되어있다. 그리고 평가항목 선정과정에서 국가 광역경제권 발전정책과의 관계를 나타내는 상위정책 적합성 항목은 제외되었다. 이는 상위정책에 부합하지 않는 지역은 선정 대안에 포함할 수 없기 때문이다.

셋째, 경제 요인은 해상풍력 전용터미널의 경제적 운영을 평가할 수 있는 항목으로 인근지역의 물동량 창출 능력을 나타내는 물동량 확보, 물류부지·공장부지의 구입비용 저렴성을 나타내는 부지구입, 항만건설 비용의 저렴성을 나타내는 항만건설 용이성을 측정하도록 되어 있다.

넷째, 입지 요인은 지리적 적합성을 평가할 수 있는 항목으로 항만의 수심·가용성·부지구모를 나타내는 항만운영 효율성, 서남해한 해상풍력단지와의 인접정도를 나타내는 근접성, 육상운송의 편리성을 나타내는 교통접근성, 가용 부지구모의 적정성을 나타내는 부지구모를 측정하도록 되어 있다.

다섯째, 컨소시엄 요인은 해상풍력 전용항만의 건설 및 운영을 책임질 주체의 능력을 평가할 수 있는 항목으로 사업추진 전략 및 운영 비전을 나타내는 사업추진 의지, 운영관리의 구체성을 나타내는 사업추진 구체성, 컨소시엄 참여기업의 전문성을 측정하도록 되어 있다.

<표 2> 평가항목 및 세부내용

평가 항목		세부내용
수준 I	수준 II	
집적 요인	풍력산업 집적	풍력터빈 관련 생산기업의 입주 정도
	관련산업 집적	기계, 전자, 자동차 등의 관련 기업 입주 정도
	지적 집적	풍력터빈 R&D 및 인력양성 프로그램 사업 추진 정도
지역 요인	노동 유연성	인력 활용
	정주 여건	교육, 의료, 주거 등의 기본 인프라 여건
	지원 정책	지자체의 세제혜택, 행정지원 등이 정책지원
경제 요인	물동량 확보	터미널 운영의 경제성 확보를 위한 물동량 창출 능력
	부지 구입	기업들의 공장부지, 물류단지 등이 구입비용의 저렴성
	항만건설 용이성	항만건설 비용의 저렴성
입지 요인	항만운영 효율성	항만 수심, 부지구모, 작업가능 일수 등의 항만

		가용성
	해상풍력단지 근접성	서남해안 해상풍력단지와의 인접 정도
	교통 근접성	육상운송의 편리 정도
컨소시엄 요인	사업추진 의지	해상풍력 전용항만 운영 비전 및 전략 수립의 장래성
	사업추진 구체성	해상풍력 전용항만 운영관리의 구체성
	전문성	컨소시엄 구성의 전문성

## IV. 실증분석 결과

### 1. 수준 I의 중요도 분석

수준 I의 평가항목에 대한 가중치 도출은 Chang(1996)의 EAM를 적용하였다. 삼각퍼지수는 설문조사를 통해 응답자의 값을 산술평균하여 구하며, 이는 평가의 객관성을 부여하기 위함이다. <표 3>은 산술평균한 평가항목의 상대적 중요도를 퍼지수로 나타낸 것이다.

<표 3> 수준 I의 평가항목 상대적 중요도

	집적 요인	지역 요인	경제 요인	입지 요인	컨소시엄
집적 요인	(1.00,1.00,1.00)	(1.59,2.25,2.91)	(1.07,1.50,1.88)	(0.88,1.13,1.39)	(1.56,2.13,2.78)
지역 요인	(0.34,0.44,0.63)	(1.00,1.00,1.00)	(0.48,0.69,0.78)	(0.43,0.47,0.54)	(0.67,0.73,1.23)
경제 요인	(0.53,0.67,0.93)	(1.29,1.45,2.07)	(1.00,1.00,1.00)	(0.83,0.85,1.00)	(1.33,1.81,2.51)
입지 요인	(0.72,0.89,1.13)	(1.84,2.13,2.34)	(1.00,1.17,1.21)	(1.00,1.00,1.00)	(1.68,2.31,2.91)
컨소시엄	(0.36,0.47,0.64)	(0.81,1.37,1.49)	(0.40,0.55,0.75)	(0.34,0.43,0.60)	(1.00,1.00,1.00)

본 연구에서 가중치는 3장에서 제시한 EAM의 4단계 절차를 통해 산출되었다. 그 절차는 C++로 코딩하여 계산식의 오류를 방지하고자 하였고, 산출과정은 다음과 같다. 먼저 평가항목에 대한 퍼지결합치(fuzzy synthetic extent)를 구한다.

$$S_{\text{집적요인}} = (6.10, 8.01, 9.96) \otimes (1/34.72, 1/28.44, 1/23.15) = (0.176, 0.281, 0.430)$$

$$S_{\text{지역요인}} = (2.92, 3.33, 4.18) \otimes (1/34.72, 1/28.44, 1/23.15) = (0.084, 0.117, 0.180)$$

$$S_{\text{경제요인}} = (4.98, 5.78, 7.51) \otimes (1/34.72, 1/28.44, 1/23.15) = (0.143, 0.203, 0.324)$$

$$S_{\text{입지요인}} = (6.24, 7.50, 8.59) \otimes (1/34.72, 1/28.44, 1/23.15) = (0.179, 0.264, 0.371)$$

$$S_{\text{컨소시엄}} = (2.91, 3.82, 4.48) \otimes (1/34.72, 1/28.44, 1/23.15) = (0.084, 0.134, 0.193)$$

구해진 퍼지결합치를 이용하여 순차적으로  $V(M_i \geq M_j)$ ,  $W'$ ,  $W$ 를 계산하며, <표 4>는 결과치를 종합한 것이다.

<표 4> 수준 I의 상대적 가중치

$V(M_i \geq M_j)$	집적 요인	지역 요인	경제 요인	입지 요인	컨소시엄	$W'$	$W$
집적 요인	-	1	1	1	1	1	0.374
지역 요인	0.029	-	0.301	0.006	0.849	0.006	0.003
경제 요인	0.655	1	-	0.705	1	0.655	0.245
입지 요인	0.916	1	1	-	1	0.916	0.342
컨소시엄	0.108	1	0.420	0.096	-	0.096	0.036

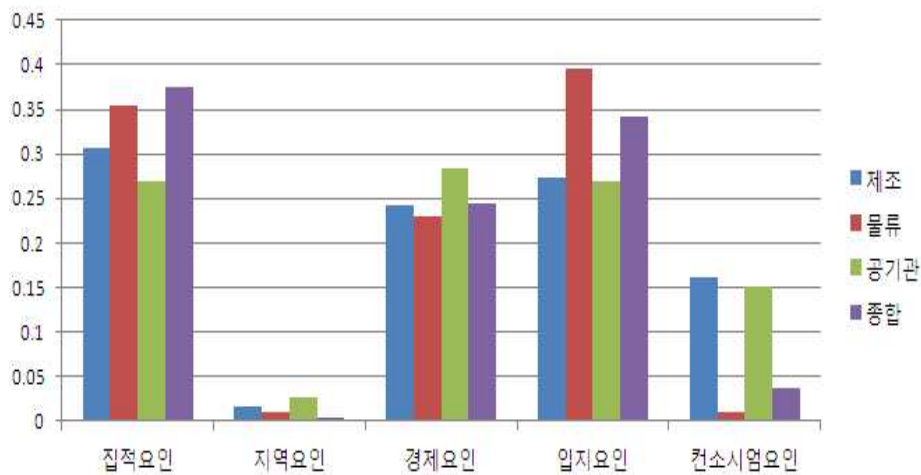
해상풍력 전용항만의 입지를 선정하는데 있어, 수준 I의 평가항목들 가운데 집적 요인 37.4%과 입지 요인 34.2% 항목을 상대적으로 중요하게 판단하고 있는 것으로 나타났다. 이는 해상풍력 터빈의 대형화에 따른 운송의 제약성을 갖고 있어 전용항만 인근에 관련 제조기업이 입주할 수밖에 없는 상호 연계성을 갖고 있는 것으로 보여진다. 가장 높은 상대적 가중치는 집적 요인으로 해상풍력 관련 산업이 발달한 지역에 전용항만이 건설되어야 원활한 기업 활동을 보장받고 생산비용을 절감할 수 있다는 의미이다. 그리고 입지 요인은 해상풍력단지를 조성하는데 있어 물류비 비중이 높으며, 해상풍력 터빈의 중량과 부피가 크기 때문에 물류흐름의 원활성이 무엇보다 중요하다 것을 의미한다. 다음으로 경제요인이 24.5%로 중요하게 평가되었는데, 이는 전용항만 건설 및 운영에 경제성이 보장되어야 지속적인 활성화가 가능하기 때문인 것으로 판단된다. 그러나 컨소시엄 요인 3.6%과 지역 요인 0.3%로 매우 낮은 가중치를 보였다.

종합적으로 보면 해상풍력 전용항만 건설은 항만건설 측면과 해상풍력 터빈 제조기업의 입주 가능성을 복합적으로 고려해야 하는 특징을 보이고 있다. 이 결과는 대규모 투자비, 경제적, 사회적, 그리고 지역적 특성을 잘 반영해야 하는 조선소의 입지선정과 유사하다. 조선소 입지선정은 물류비와 경제성 관련 평가항목이 가장 높은 가중치를 보였다. 윤영수(2009)의 연구에서 조선소 입지선정의 평가항목 가중치를 보면 운송비 29%(수출시장 근접성·자재공급업체의 근접성·도로 접근성·자재운반 편리성), 지자체 29%(지역주민의 태도·지자체의 행정지원능력·지자체의 세제혜택), 공장부지 12%

(부지 구입비·부지 확장비), 노동력 15%(일반노동역 확보·고급노동력 확보·노동 유연성·이직율), 사회간접자본 15%(육상운송 효율성·해상운송 효율성·용수공급 능력·전력공급 능력)로 제시되었다. 즉, 운송비와 지자체의 다양한 경제적 지원이 높게 나타났다.

한편, 수준 I의 평가항목에 대한 전문가 그룹별(제조기업, 물류업체, 공공기관)로 견해차가 존재하는지 비교해 보았다. 집적 요인에 대한 평가항목에서 물류전문가의 가중치가 가장 높게 나타났는데, 이는 물류기업의 경우 실제로 해상풍력 전용터미널을 운영하는 기업인 바, 산업 집적을 통한 물동량 확보가 터미널운영의 경제성을 확보하는데 중요한 요소로 작용하기 때문인 것으로 여겨진다. 반면, 지자체는 상대적으로 낮은 가중치를 보였다. 또한 입지 요인에 대한 항목에서 물류전문가의 가중치가 가장 높게 나타났는데, 이는 해상풍력단지 구성에 물류비가 많이 소요되므로 입지 요인을 중요하게 평가하는 것으로 판단된다. 특히 컨소시엄 요인에서 제조기업과 공공기관의 가중치가 높았는데 이는 물류기업의 사업추진 구체성과 전문성이 향후 전용항만의 운영에 영향을 주기 때문인 것으로 판단된다.

<그림 1> 이해당사별 상대적 중요도



## 2. 수준 II의 중요도 분석

수준 II의 평가항목에 대한 가중치 계산은 수준 I의 절차와 동일하게 적용되었다. <표 5, 6, 7, 8>은 수준 II의 상대적 중요도에 대한 삼각 퍼지수 및 가중치를 종합한 것이다. 집적 요인의 세부 평가항목 가운데 풍력산업 집적을 가장 중요하게 생각하고

있으며, 그 다음으로 관련 기업의 집적으로 나타났는데, 이는 해상풍력 터빈의 구성품 가운데 블레이드와 타워가 타 부품보다 부피가 큰 중량물이기 때문인 것으로 보여진다.

**<표 5> 집적 요인의 2차 삼각 퍼지수 및 가중치**

	풍력 산업	관련 산업	지적 집적	가중치
풍력 산업	(1.00,1.00,1.00)	(1.28,1.75,2.50)	(1.07,1.50,2.06)	0.528
관련 산업	(0.40,0.57,0.78)	(1.00,1.00,1.00)	(1.17,1.50,1.97)	0.326
지적 집적	(0.48,0.67,0.93)	(0.51,0.67,0.86)	(1.00,1.00,1.00)	0.146

지역 요인의 세부항목 가운데 교육, 의료, 주거 등의 정주 여건과 노동력 확보의 유연성이 상대적으로 중요한 것으로 나타났다. 그러나 지자체의 지원은 상대적으로 낮은 중요도를 보였다.

**<표 6> 지역 요인의 2차 삼각 퍼지수 및 가중치**

	노동 유연성	정주 여건	지원 정책	가중치
노동 유연성	(1.00,1.00,1.00)	(0.92,1.17,1.56)	(0.85,1.13,1.58)	0.372
정주 여건	(0.64,0.86,1.09)	(1.00,1.00,1.00)	(0.95,1.35,1.97)	0.360
지원 정책	(0.63,0.89,1.18)	(0.51,0.74,1.05)	(1.00,1.00,1.00)	0.268

경제 요인의 세부항목 가운데 물동량 확보가 절대적으로 중요한 것으로 나타났는데, 이는 항만 인근의 화물창출 능력과 항만터미널 운영사의 물동량 확보전략이 중요하게 고려되어야 한다는 의미이다. 다음으로 항만건설 투자비용의 저렴성, 그리고 부지 구입의 순으로 나타났다.

**<표 7> 경제 요인의 2차 삼각 퍼지수 및 가중치**

	물동량 확보	부지 구입	항만건설 용이성	가중치
물동량 확보	(1.00,1.00,1.00)	(1.81,2.38,3.13)	(1.04,1.38,1.84)	0.723
부지 구입비	(0.32,0.42,0.55)	(1.00,1.00,1.00)	(0.65,0.81,1.11)	0.012
항만건설 용이성	(0.54,0.73,0.96)	(0.90,1.23,1.53)	(1.00,1.00,1.00)	0.265

입지 요인의 세부항목 가운데 풍력단지 접근성이 가장 중요한 항목으로 평가하고 있으며, 다음으로 육상운송의 편의성과 항만 수심, 부지규모, 작업가능 일수 등의 항만운송 효율성으로 나타났다. 특히 입지 요인의 세부항목 가중치들은 서로 비슷한 수준으로 모든 항목에 대해 중요하게 생각하고 있는 것으로 나타났다.

<표 8> 입지 요인의 2차 삼각 퍼지수 및 가중치

	항만운영 효율성	풍력단지 근접성	교통 접근성	가중치
해상운송 효율성	(1.00,1.00,1.00)	(0.93,1.33,1.64)	(0.97,1.25,1.70)	0.246
풍력단지 근접성	(0.61,0.75,1.08)	(1.00,1.00,1.00)	(0.91,1.23,1.56)	0.326
교통 접근성	(0.59,0.80,1.03)	(0.64,0.81,1.10)	(1.00,1.00,1.00)	0.248

컨소시엄 요인의 세부항목 가운데 전용항만 운영관리의 구체성이 가장 높은 중요도를 보였고, 다음으로 컨소시엄 참여업체의 전문성, 사업추진 의지의 순으로 나타났다.

<표 9> 컨소시엄 요인의 2차 삼각 퍼지수 및 가중치

	사업추진 의지	운영관리 구체성	전문성	가중치
사업추진 의지	(1.00,1.00,1.00)	(0.47,0.63,0.94)	(0.71,0.89,1.32)	0.245
사업추진 구체성	(1.06,1.60,2.13)	(1.00,1.00,1.00)	(0.97,1.42,1.90)	0.468
전문성	(0.76,1.13,1.41)	(0.53,0.71,1.03)	(1.00,1.00,1.00)	0.287

### 3. 최종 평가항목 중요도 분석

본 연구에서는 해상풍력 전용항만의 입지선정에 영향을 끼치는 요인을 파악하고자 수준 I에서 평가항목을 크게 집적 요인, 지역요인, 경제 요인, 입지 요인, 컨소시엄 요인으로 구분하였고, 다시 수준 I의 각 항목을 3가지 세부기준으로 설정하여 모두 15가지로 구성하였다. <표 10>은 각 평가항목에 대한 최종 가중치를 요약한 것이다.

<표 10> 평가항목의 최종 가중치

수준 I		수준 II		최종 가중치	순 위	그룹 간 가중치 편차
항목	가중치	항목	가중치			
집적 요인	0.374	풍력산업	0.528	0.197	1	10.7%
		관련산업	0.326	0.122	3	3.3%
		지적집적	0.146	0.055	8	9.2%
지역 요인	0.003	노동유연성	0.372	0.001	13	0.5%
		정주여건	0.360	0.001	14	0.7%
		지원정책	0.268	0.001	15	0.4%
경제 요인	0.245	물동량확보	0.723	0.177	2	5.5%
		부지구입	0.012	0.003	12	2.3%
		항만건설	0.265	0.065	7	4.1%
입지 요인	0.342	항만운영 효율성	0.426	0.084	6	10.5%

		풍력단지 근접성	0.326	0.111	4	11.5%
		교통 접근성	0.248	0.085	5	7.8%
컨소시엄 요인	0.036	사업추진 의지	0.245	0.009	11	4.2%
		운영관리 구체성	0.468	0.017	9	6.0%
		전문성	0.287	0.010	10	6.2%

평가항목들의 최종 가중치를 보면 중요도에 따라 크게 3가지, 즉 높음(high), 중간(medium), 낮음(low)으로 구분될 수 있다. 높음은 가중치 10% 이상, 중간은 5-10%, 낮음을 5% 미만으로 설정하면, 높음에 속하는 항목들은 풍력산업 집적 19.7%, 물동량 확보 17.7%, 관련산업 집적 12.2%, 해상풍력단지 근접성 11.1%로 나타났다. 특히 이 가운데 풍력산업 집적이 가장 높은 가중치를 보였다. 중간 수준의 항목들은 교통 접근성 8.5%, 항만운영 효율성 8.4%, 항만건설 저렴성 6.5%로 나타났다. 마지막으로 중요도가 낮은 항목들은 사업추진 구체성 1.7%, 사업운영 전문성 1.0%, 사업추진 의지 0.9%, 부지 구입비 0.3%, 노동 유연성 0.1%, 정주 여건 0.1%, 지자체의 지원정책 0.1%로 조사되었다. 종합적으로 보면 해상풍력 전용항만의 입지는 풍력산업 클러스터를 구축할 수 있는 용이한 지역, 항만인근으로부터 중량물 화물의 유치 용이성, 그리고 해상풍력단지와의 근접성을 고려하는 것이 가장 중요한 것으로 분석되었다.

한편, 전문가 그룹별(제조기업, 물류기업, 공공기관)로 가중치에 대한 견해차가 가장 높은 평가항목은 해상풍력단지 근접성 11.5%, 풍력산업 집적 10.7%, 항만운영 효율성 10.5%, 그리고 지적 집적 9.2%로 나타났다. 해상풍력단지 근접성은 물류기업이 가장 중요하게 인식하고 있는데, 이는 물류활동을 직접 담당하는 주체이기 때문에 상대적으로 민감하게 인식하고 있는 것으로 보여 진다. 또한 풍력산업 집적에 대한 가중치도 물류기업이 높게 인식하고 있었는데, 이는 경제성이 보장된 물동량 확보가 산업의 집적도가 높을수록 크기 때문인 것으로 판단된다. 반면에 제조기업은 항만운영 효율성과 지적 집적에 상대적으로 높은 가중치를 보였는데, 특히 항만운영 효율성은 화주인 제조기업이 자사 제품의 적기납기를 중요하게 여기고 있기 때문인 것으로 여겨진다.

## V. 결 론

세계 각국은 신재생에너지 가운데 해상풍력 개발에 국가적 역량을 집중하면서 해상풍력 터빈의 용량을 대형화하고 있다. 우리나라도 2010년부터 정부 주도하에 세계 3대

해상풍력 강국으로 도약하기 위해 2.5GW 서남해안 해상풍력단지 개발 프로젝트를 추진하고 있다. 동 프로젝트에 설치될 해상터빈은 5MW급이며, 로터 블레이드(Rotor Blades) 직경이 126~146m, 중량이 650~860톤, Hub 높이가 100m에 달하는 중량화물의 특성을 갖고 있기 때문에 해상풍력단지 조성을 위해서는 해상운송을 위한 국내 전용항만이 조성되어야 한다. 이를 위해 정부에서는 전용항만 최적 입지를 검토하고 있고, 지자체는 지역경제에 파급효과가 큰 해상풍력 전용항만의 유치를 중요하게 인식하고 있다.

따라서 본 연구에서는 국내 해상풍력 단지가 성공적으로 조성 및 운영될 수 있도록 최적의 전용항만 입지선정에 영향을 끼치는 평가항목을 분석하여 국가정책 의사결정에 올바른 방향을 제시하고자 하였다. 이를 위해 Fuzzy-AHP 기법을 적용하여 평가항목별 중요도를 도출하였다. 평가항목은 수준 I에서는 5가지, 즉 집적 요인, 지역 요인, 경제 요인, 입지 요인, 컨소시엄 요인이 선정되었다. 이 가운데 집적 요인 37.4%, 입지 요인 34.2%, 경제 요인 24.5%가 중요한 평가항목으로 분석되었다. 그리고 수준 II에서는 집적 요인의 하부 항목에 풍력산업 집적, 관련 산업 집적, 지적 집적이 선택되었고, 지역 요인에 노동유연성, 정주 여건, 지자체 지원정책, 경제 요인에 물동량 규모, 부지 구입비, 항만 건설비용, 입지 요인에 항만운영 효율성, 풍력단지 근접성, 교통 접근성, 컨소시엄 요인에 사업추진 의지, 사업추진 구체성, 전문성이 각각 최종적으로 선택되었다.

분석 결과를 보면, 해상풍력 전용항만 입지 선정에 있어서 핵심적으로 고려되어야 할 항목은 풍력산업의 집적도, 항만운영의 경제성을 확보하는 물동량 규모, 해상풍력 관련 산업의 발달 정도, 그리고 개발될 해상풍력 단지와의 근접성으로 나타났다. 특히 해상풍력 전용항만 입지선정에 있어서 가장 우선적으로 고려해야 하는 항목은 해상터빈 기업의 집적도가 높은 지역이라는 것을 알 수 있었다. 즉 해상풍력 전용항만 건설은 항만 건설 측면과 해상풍력 터빈 제조기업의 입주가능성을 복합적으로 고려해야 한다는 의미이다. 따라서 정부가 해상풍력 전용항만을 건설함에 있어서 풍력터빈 제조기업의 의견을 충분히 반영하는 것이 요구된다.

본 연구는 국내에 해상풍력 전용항만이 개발되지 않은 상황에서 정부의 전용항만 입지 선정에 정책방향을 결정하는데 필요한 기초자료를 제공한다는 점에서 그 의의가 있다. 그리고 아직 국내에는 해상풍력 전용항만의 운영경험이 없는 상황이므로 관련 전문가의 설문결과를 검정하는 데는 한계점이 있다고 판단된다. 그러나 분석기법을 Fuzzy-AHP를 활용하여 인간의 판단에 대한 애매 모호성을 극복하고자 한 것이 본 연구의 의의라 할 수 있다. 향후 추출된 평가항목의 중요도를 이용하여 해상풍력 전용항만 개발 후보지를 선정하여 우선순위를 평가에 대한 연구를 수행할 계획이다.



## 참고문헌

- 김온호, “농공지구 입주기업의 입지결정에 관한 연구: 충청남북도를 중심으로”, 『지리교육논집』, 제23집, 1990, 29-58.
- 김정희, “서울시 농산물 물류센터의 입지선정에 관한 연구”, 『이화여자대학교 대학원 석사학위논문』, 2000.
- 나상균·이준수, “제조기업의 최적생산입지 결정에 관한 연구: AHP기법을 중심으로”, 『대한설비관리학회지』, 제12권 제1호, 2007, 5-15.
- 류인철·최용석, “광양만권 친환경 농산물 물류센터 입지선정 연구”, 『한국항만경제학회지』, 제27집 제2호, 2011, 1-26.
- 손충렬·이강수·김만웅·김건훈·황병선 외 8인, 『해상풍력발전』, 아진, 2010.
- 이주석, “퍼지다가준 의사결정법을 이용한 주택수요자자의 주거입지 조건 선택에 대한 연구”, 『주택연구』, 제16권 제3호, 2008, 65-81.
- 정문호·오형훈·박윤정·이상엽, “아파트 선택 결정요인의 중요도 산정 및 배점화에 관한 연구”, 『지역연구』, 제24권 제1호, 2008, 93-11.
- 정충영, 『생산관리론』, 무역경영사, 1985.
- 정충영·한재석, “계층분석과정에 의한 농공단지 입지결정”, 『대구경북경영과학회지』, 제1권, 1992, 143-166.
- 조규영·박현수·정일훈, “산업용지 수요예측 및 산업단지 입지선정에 관한 연구”, 『농촌계회』, 제14집 제3호, 2008, 37-51.
- 이슈퀘스트 산업조사실, 『해상플랜트, 해상풍력 시장실태와 전망』, 2011. 12.
- GWEC(Global Wind Energy Council), *Global Wind Energy Outlook*, 2010.
- Laarhoven, P.J.M. and Pedryca, W., "A fuzzy extension of Saaty's priority theory", *Fuzzy Sets and Systems*, Vol. 11, 1983, 229-241.
- Lozano-Minguez, E., Kolios, A.J., and Brennan, F.P., "Multi-criteria assessment of offshore wind turbine support structures", *Renewable Energy*, Vol. 36(11), 2011, 2831-2837.
- Nourse, H.O., *Regional Economics*, McGraw-Hill, New York, 1968.
- Rothkopf, M.H., McCarron, M. H. and Fromovitz, S., "A weather model for simulating offshore construction alternatives", *Management Science*. Vol. 20, 1974, 1345-1349.
- Satty, T.L., *The Analytic Hierarchy Process*, McGraw-Hill, New York, 1982.
- Scheu, M., Matha, D., Hofmann, M., and Muskulus, M., "Maintenance strategies for large offshore wind farms", *Energy Procedia*, Vol. 24, 2012, 281-288.
- Schmenner, R.W., *Making Business Location Decisions*, Prentice-Hall, New Jersey, 1982.
- Wheeler, J.O. and Muller, P.S., *Economic Geography*, Wiley & Sons, New York, 1981.

## 국문 요약

# 해상풍력 전용항만 입지선정 평가요인에 관한 연구

고현정

세계 각국은 신재생 에너지 가운데 해상풍력 발전에 국가적 역량을 집중하면서 해상풍력 터빈의 용량을 대형화하고 있다. 특히 해상풍력 터빈은 부피와 중량이 큰 특징이 있어 육상운송에 어려움이 있어 해상풍력 전용항만이 필요하다. 따라서 본 연구에서는 국내 해상풍력 단지가 성공적으로 조성 및 운영될 수 있도록 최적의 전용항만 입지선정에 영향을 끼치는 평가항목을 분석하여 국가정책 의사결정에 올바른 방향을 제시하고자 하였다. 이를 위해 Fuzzy-AHP 기법을 적용하여 평가항목 별 중요도를 도출하였다. 평가항목은 수준 I에서는 5가지, 즉 집적 요인, 지역 요인, 경제 요인, 입지 요인, 컨소시엄 요인이 선정되었다. 이 가운데 집적 요인 37.4%, 입지 요인 34.2%, 경제 요인 24.5%가 주요한 항목으로 분석되었다. 그리고 수준 II에서는 각 요인에 3가지 항목이 선정되어 모두 15개 평가항목이 선정되었다. 분석 결과를 보면, 해상풍력 전용항만 입지선정에 있어서 핵심적으로 고려되어야 할 항목은 풍력산업의 집적도, 항만운영의 경제성을 확보하는 물동량 규모, 해상풍력 관련 산업의 발달 정도, 그리고 개발될 해상풍력 단지와의 근접성으로 나타났다. 즉 해상풍력 전용항만 건설은 항만건설 측면과 해상풍력 터빈 제조기업의 입지 선호지역을 복합적으로 고려해야 한다는 의미이다. 따라서 정부가 해상풍력 전용항만을 건설함에 있어서 풍력터빈 제조기업의 의견을 충분히 반영하는 것이 요구된다.

**핵심 주제어 :** 해상풍력 전용항만, Fuzzy-AHP, 입지선정, 해상풍력 시스템