

서남해안 2.4 GW 해상풍력단지 건설의 경제적 파급효과 분석

고현정* · 박재필**

Economic Analysis of a 2.4 GW Offshore Wind Farm in Southwest Korea

Hyunjeung Ko* and Jaepil Park**

Key Words : Regional input-output analysis (지역산업연관분석), Offshore wind farm (해상풍력단지),
Economic analysis (경제성 분석), Southwest (서남해안)

ABSTRACT

Since the Paris Agreement, countries around the world have been planning to introduce RE100, CF100 and the Carbon Border Adjustment Mechanism to achieve carbon neutrality. In these policies, advanced and renewable energy sources such as wind power, solar power and geothermal heat are recognized as core power resources to deal with climate change.

The contribution of this study is that the wind power industry was added to the 33 major categories in the 2015 regional input-output table, published by the Bank of Korea, expanding the total to 34 sectors.

As a result, the spillover effects of the 2.4 GW offshore wind power project are as follows. First, the domestic direct and indirect production effect amounts to 25.0 trillion won. Among these, Jeonbuk's production effect reaches 6.3 trillion won. Second, the domestic direct and indirect value-added effect is 9.3 trillion won, of which the Jeonbuk region's value-added effect is 2.4 trillion won. Third, the domestic direct and indirect employment effect is 450,643 people, of which the Jeonbuk region's employment effect is 125,085 people. The limitation of regional input-output analysis is that an increase in input due to inflation can lead to an increase in output, which may lead to a discrepancy from economic reality.

1. 서론

최근 세계 각국은 2016년 파리협정 이후 탄소중립을 위한 다양한 정책들을 제시하고 있다. 예로 RE100(Renewable Energy 100 %), CF100(Carbon

Free 100 %), 탄소국경조정세(Carbon Border Adjustment Mechanism) 등이 대표적인 정책들이다. RE100은 재생에너지만을 이산화탄소 저감 수단으로 인정하는 반면에 CF100은 재생에너지뿐만 아니라 원자력도 포함하며 무탄소에너지 100 %라는 개념이다. 따라서 재생에너지는 RE100과 CF100 모두에서 중요한 현실적 에너지원이다. 탄소국경조정세 역시 역외에서 생산되어 EU로 수입되는 대상 제품들의 탄소배출량에 대해 수입자에게 EU ETS(Emission Trading System)와 연계된 탄소가격을 부과하는 제도다. 최근 도입이 진행되는 정책들에 있어 풍력, 태양광, 지열 등과 같은 신재생에

* 국립군산대학교 국제물류학과 교수(제1저자)

** 국립군산대학교 금융부동산경제학과 교수(교신저자)

E-mail : jppark@kunsan.ac.kr

DOI : <https://www.doi.org/10.33519/kwea.2024.15.3.003>

Received : June 07, 2024, Revised : August 28, 2024

Accepted : August 30, 2024

너지원은 핵심전력원으로 인정받고 있다.

특히 우리나라는 3면이 바다에 접해 있고 육지면적은 그리 넓지 않다. 따라서 태양광을 활용하기에는 물리적 한계가 있고 제조업 중심 수출산업에 신재생에너지를 공급하기에는 해상풍력이 가장 적합하다.

[11]에 따르면, 2022년 전 세계 풍력발전 누적 설치용량은 906 GW이며 이 가운데 해상풍력은 64.3 GW(7.1%)를 차지하고 있다. 특히 해상풍력의 국가별 누적설치량은 중국(31.4 GW), 영국(13.9 GW), 독일(8.1 GW), 네덜란드(2.8 GW), 덴마크(2.3 GW) 순이며 특히 중국이 압도적이다. 이와 함께, 러시아-우크라이나 전쟁, IRA(Inflation Reduction Act)법, 중국의 제14차 5개년 계획 등에 따라 신재생에너지 의존현상은 더욱 심화되고 있다. 이런 와중에 [11]에 따르면, 특히 해상풍력발전은 향후 5년간 31.0%의 연간성장률을 보일 것으로 예상되며 향후 5년간 그 규모는 123 GW에 이른다.

이런 세계적인 흐름에도 불구하고 우리나라에서는 해상풍력발전단지 개발을 위한 선제적 경제적 파급효과 분석에 대한 논의가 많지 않으며 산업연관표에서 해상풍력산업을 찾아볼 수 없는 현실이다. 따라서 본 연구는 서남해 2.4 GW 해상풍력단지개발에 따른 경제적 파급효과분석을 위해 2015년 지역산업연관표를 기반으로 해상풍력산업을 기존 산업연관표에 추가하여 분석했다.

2. 전북 해상풍력 현황 및 선행연구

2.1 전북 해상풍력산업 현황

[10]에 따르면, 2022년 말 기준, 국내 누적 풍력 설치용량은 1,804.2 MW로 21년 대비 5.5% 증가했다. 세부적으로 육상풍력이 1,657.9 MW로 절대적인 비중을 차지한 반면에 해상풍력은 146.3 MW에 그치고 있다. 또한 지역별 풍력 누적설치량을 보면, 강원도(477.8 MW), 경북(423.2 MW), 전남(376.0 MW), 제주(297.9 MW), 전북(87.0 MW), 경남(83.6 MW) 등의 순이다. 현재 육상풍력이 시장을 주도하고 있기 때문에 백두대간 인근의 강원도, 경북 등과 전남, 제주가 핵심 지역이다.

국내 해상풍력은 2022년 말 기준, 146.3 MW의 설치용량을 가지고 있다. 특히 실증용 7기(21.8 MW)를 제외하면, 상업용 단지는 모두 3개로 124.5 MW 규모

에 지나지 않는다. 3개 해상풍력단지는 제주탐라해상풍력(30 MW), 서남해해상풍력 실증단지(60 MW), 영광육해상복합풍력단지(34.5 MW)와 같다.

따라서 전북의 해상풍력은 서남해 해상풍력 실증단지(60 MW)와 비응도 실증용 2기(두산 3 MW, 유니슨 4.3 MW)를 포함하여 67.3 MW가 현재 운용 중이다. 군산시 내부 자료에 따르면, 향후 서남해 2.5 GW 해상풍력발전단지는 1단계 사업(2020년~2026년)을 통해 고창·부안지역에 1,200 MW를 건설하고, 2단계 사업(2022년~2028년)을 통해 1,200 MW를 추가할 예정이다.

이외에도 전북은 풍력 관련 핵심부품기업으로 CS Wind(타워), 휴먼컴포지트(브레이드), HD현대일렉트릭(터빈), HD현대플라스포(인버터), 삼일C&S(하부구조물), 에드벡트(하부구조물) 등을 보유하고 있으며 운영, 유지보수 및 운송과 관련하여 한국해상풍력(운영), 티에스윈드(유지보수) 등이 있다.

특히 전북은 해상풍력 관련 핵심연구기관(예, 해상풍력산업지원센터, 풍력핵심기술성능평가센터, 신재생에너지국가종합실증단지 등) 집적화와 더불어 다양한 인프라(군산항, 새만금신항, 철도인입선, 야적장) 구축과 동시에 전북권 8.7 GW, 충청권 4 GW, 신안권 8.2 GW 등 서해안권 21 GW 개발예정지 중심에 위치하고 있다.

최근 전북도가 발표한 서남권 해상풍력 발전단지 조성계획에 따르면, 1단계 사업은 고창 및 부안지역에 2020~2026까지 약 7조 원을 투입하여 한국해상풍력과 한전 중심으로 1.2GW 해상풍력발전단지를 구축할 계획이다. 이와 함께, 2단계 사업으로 부안지역에 2022~2028년까지 민간발전사가 7조 원을 투자하여 1.2 GW 해상풍력발전단지를 구축한다는 계획이다. 이를 통해 2.4 GW의 서남권 해상풍력 발전단지가 구축될 예정이다.

2.2 선행연구

국내적으로 해상풍력 발전사업은 영국, 덴마크, 미국 등과 비교할 때 아직 초기 단계로 경제성 분석 연구가 그리 많지 않다. 국내의 초기 연구로는 2010년 정부가 서남해안 해상풍력단지를 건설하겠다는 계획을 발표 후 Sin and Yook[1]에 의해 수행되었다. 동 연구에는 우리나라 서남해 수심 15~20 m 해상에 100 MW급과

20 MW급 풍력단지를 설치하는 기준으로 경제성 분석을 수행하였다. 특히 수심 및 변전소 연계거리가 해상 풍력의 건설비용에 영향을 미치는 중요한 요소로 평가되었다. 100 MW급 해상풍력단지 조성사업의 경우 3단계로 진행할 때 제1단계와 제2단계에서는 경제성 및 사업의 타당성을 확보하지 못했다. 그리고 20 MW의 경우 2 MW 해상풍력발전기 10기를 설치하고, 가동률 97%, 이용률 23.3%로 가정할 때 투자비 회수기간은 7.63년이며 B/C값은 1.21로 분석되었다.

이처럼 초기 연구는 재무적 타당성이 주요 관심의 대상이었고, 경제적 파급효과 연구는 그 후 Park et al. [2]에 의해 수행되었다. 동 연구에서는 2010년 한국은행 연장산업연관표를 이용하여 서남해안 2.4 GW 해상 풍력단지 건설의 경제효과를 분석하였다. 총사업비 9.2조를 투자하여 직간접적인 총 생산유발효과 13.5조 원에 이르렀고 특히 해상풍력산업에서는 11.07조 원으로 분석되었다. 취업유발효과 측면에서 해당 산업에서 9,883명, 기타 산업에서 12,779명으로 총 22,662명으로 전망하면서 해상풍력산업은 해당 산업보다 기타 산업에서 취업유발효과가 높다고 평가하였다. 그리고 부가가치는 총 4.24조 원으로 전망되었는데, 피용자보수 1.3조 원, 영업이익 1.1조 원, 고정자본소모 1.4조 원, 순생산세 4,700억 원으로 분석되었다. 이는 해상풍력산업의 범위를 전력, 가스 및 수도산업에만 국한하여 분석한 결과이다.

최근에 Kim et al. [3]은 호남권(전북, 전남)에 10.6GW의 해상풍력을 설치하고 높은 비율로 지역기업이 참여했을 때 건설기간에 예상되는 생산유발효과는 96.1조 원, 부가가치유발효과는 39.8조 원으로 추정하였다. 그리고 운영기간 동안 생산유발효과는 3조 원, 부가가치유발효과 1.15조 원이 발생할 것으로 예측했다. 고용효과는 해상풍력단지 개발 프로젝트의 계획, 건설, 운영, 해체 기간 총 18만여 개의 일자리가 창출될 것으로 분석하였다. 특히 지역경제 파급효과 측면에서 해상풍력단지의 개발용량보다도 유지관리의 관점에서 지역기업의 현실적 참여율이 파급효과에 영향을 주는 중요한 요소라고 지적하였다.

해외의 연구도 우리나라와 유사하게 재무적 타당성과 경제적 파급효과를 분석하는 연구로 나누어 수행되었다. Breyer et al. [4]은 벨기에에서 2009년 처음으로 712 MW 해상풍력단지를 건설한 후 지속적으로 2020년에 2.3 GW, 2030년에 4 GW를 건설할 계획을 예로 들었다. 이를 통해 자국의 해상풍력 산업뿐만 아니라

수출 활동을 포함하여 15,000개의 고용 창출효과를 전망하였다. 특히 고용의 40%가 해상풍력 전문기술 관련 영역이고, 건설이나 운송 등의 영역은 10~15%를 차지할 것으로 추정하였다. 또한, 부가가치 창출효과는 약 130억 유로로 해상풍력산업이 벨기에 경제에 미치는 영향을 높게 평가하였다. 그리고 전력수입 감소로 인한 매년 5억 유로의 비용절감 효과와 수출로 인해 매년 10억 유로의 편익을 전망하였다.

QBIS 컨설팅[5]은 덴마크의 해상풍력 사회경제적 영향을 분석하여 발표하였다. 덴마크 정부는 2018년 2.4 GW 해상풍력 발전단지를 건설하겠다고 발표하고 추가로 2030년까지 5 GW의 전력을 에너지 섬의 개념을 적용하여 생산하겠다고 계획했다. 이러한 지속적인 발전단지의 확장은 자국뿐만 아니라 유럽 전역에서 덴마크 해상풍력 전문인력의 고용 창출효과가 높다고 인식하고 있기 때문이다. 이는 자국에서 MW당 약 4.9명, 유럽에서 3.1명으로 각각 예측하였다. 더불어 하청업체의 노동 투입과 임금 및 급여 지출을 고려하면 덴마크 해상풍력 발전단지의 노동 투입은 총 14.6명으로 분석되었다. 해상풍력단지 1 GW가 건설될 때 항만에서 총 1,100만~2,800만 유로의 매출과 30~96명의 고용 창출, 그리고 O&M 전용항만 관련 업체를 포함하면 25년 동안 매년 320만~910만 유로의 매출과 59~81명 고용 창출효과가 기대되었다.

ELIAMEP[6]은 그리스 해안에서 6~12 km 떨어진 수심 200~400 m에 지점에 부유식으로 495 MW(15 MW 33기 설치) 해상풍력단지 건설(2025~2060)에 따른 사회경제적 영향을 분석하였다. 이를 위해서 비용/편익 분석 기법을 글로벌, 국가, 지역 차원에서 세 가지 측면으로 분석하였다. 글로벌 차원에서는 이산화탄소 배출량 감소로 인한 편익이 주로 창출되며 총 편익은 7억 1,500만 유로로 분석되었다. 이는 해상풍력 에너지에 1 유로를 투자하면 1.6유로 편익이 발생하는 수준이다. 국가적 차원에서는 9억 94백만 유로가 투자되나 기존 에너지 사용을 대체함으로써 7억 83백만 유로의 절감 효과가 기대되었다. 그러나 시각적 불쾌감으로 인한 관광 측면의 피해가 43백만 유로로 추정하였다. 결과적으로 편익/비용 계수가 0.8로 비용이 편익보다 크다고 분석되었다. 그리고 지역사회 측면에서는 복지 손실 관련하여 시각적 공해, 관광 피해, 해양생태계 파괴 등이 지적되었다. 결과적으로 편익/비용 계수가 0.0으로 산출되어 복지 손실이 복지 혜택보다 상대적으로 크므로 지역사회에 대한 보상은 중요한 정책 요소라고 분석되었다.

3. 지역산업연관분석 모형 및 분석

3.1 지역산업연관분석 모형

지역산업연관분석 모형은 레온티에프가 개발한 전통적인 산업연관분석 기법을 변형하여 지역 경제에 적용한 기법이다[7]. 따라서 전국 단위의 산업연관분석 모형과 지역 단위의 산업연관분석 모형이 선형대수식의 구조가 동일하기 때문에 지역산업연관 모형은 기본 모형에 선형대수식의 차수가 지역의 숫자만큼 증가하게 된다[8]. 두 개의 지역으로 나타낸 지역간 산업연관표는 Fig. 1과 같다. 지역산업연관표 세로열의 총투입액으로서 지역1의 투입액(X_1)은 해당 지역의 중간재(A_{11})와 타지역에서 이입된 중간재(A_{21}), 수입되어 생산된 수입재(M_1), 부가가치(V_1)를 합한 금액과 같다. 또한 가로열에서 지역1의 산출액(X_1)은 해당 지역에서 소요된 중간재(A_{11})와 타지역으로 이출된 중간재(A_{12}), 해당 지역의 최종수요(Y_{11})와 타 지역의 최종수요(Y_{12})를 합한 금액이다.

지역산업연관 모형을 위한 투입산출 수급방정식은 식 (1)과 같다. 식 (1)에서 A 는 지역산업의 투입계수 행렬, X 는 지역 산업의 총산출 벡터, Y 는 지역 산업에 대한 최종수요 벡터, 그리고 M 은 지역 산업의 수입 벡터를 의미한다. 자세한 수식 설명은 한국은행에서 발행한 산업연관분석해설[8]을 참고할 수 있다. 한국은행 산업연관모형은 수입과 국산을 분리한 비경쟁 모형으로서 총거래표, 국산거래표, 수입거래표로 나누어 작성된다. 본 연구에서는 위첨자를 이용하여 A^d 와 Y^d 는 국산거래표, A^m 와 Y^m 는 수입거래표로 표현하였다. 따라서 수식 (1)은 국산거래표인 식 (2)와 수입거래표인 식 (3)으로 구분된다. 식 (2)를 X 에 대해 정리하면 식 (4)로 변환되고, 최종수요 Y^d 를 적용하면 지역 및 산업 간 생산유발효과를 추계할 수 있다.

$$AX + Y - M = X \tag{1}$$

$$A^d X + Y^d = X \tag{2}$$

$$A^m X + Y^m = M \tag{3}$$

$$X = (I - A^d)^{-1} Y^d \tag{4}$$

| | | Intermediate demand | | Final demand | | Output |
|-----------------|----------|---------------------|----------|--------------|----------|--------|
| | | Region1 | Region2 | Region1 | Region2 | |
| Dome stic input | Region 1 | A_{11} | A_{12} | Y_{11} | Y_{12} | X_1 |
| | Region 2 | A_{21} | A_{22} | Y_{21} | Y_{22} | X_2 |
| Import input | | M_1 | M_2 | | | |
| Value-added | | V_1 | V_2 | | | |
| Input | | X_1 | X_2 | | | |

Fig. 1 Example for a regional input-output table of two regions

지역의 산업 생산활동으로부터 발생하는 부가가치 벡터를 V 로 하고, 부가가치계수 대각행렬을 \hat{A}_v 로 할 때 지역 및 산업간 부가가치와 생산 관계가 식 (5)로 표현된다. 그리고 식 (4)를 식 (5)에 대입하면 식 (6)이 도출되고, 식 (6)에 최종수요를 적용하면 국내 지역 및 산업간에 미치는 부가가치 유발효과를 추계할 수 있다.

$$V = \hat{A}_v X \tag{5}$$

$$V = \hat{A}_v (I - A^d)^{-1} Y^d \tag{6}$$

한편, 산업연관표를 작성할 때 국내 각 지역산업의 생산활동에 대한 취업자 수를 발표한다. 이를 이용하여 지역 산업의 노동계수를 도출한 후 대각행렬로 변환하여 \hat{l} 로 두면 각 지역의 취업자 수와 생산관계를 식 (7)로 표기할 수 있다. 그리고 식 (4)를 식 (7)에 대입하면 식 (8)이 도출되며, 식 (8)에 최종수요를 적용하면 국내 각 지역 및 지역간 취업유발효과를 추계할 수 있다.

$$L = \hat{l} X \tag{7}$$

$$L = \hat{l} (I - A^d)^{-1} Y^d \tag{8}$$

3.2 지역경제 파급효과

본 연구에서는 서남해안 해상풍력 개발사업이 전북에 끼칠 수 있는 경제적 파급효과를 지역산업연관모형을 이용하여 분석하였다. 현재 우리나라 지역산업연관표는 해상풍력산업을 별도로 구분하지 않고 전기·가스·수도업으로만 광범위하게 분류하고 있다. 하지만 해상풍력 개발사업은 전자장비, 기계 및 장비, 운송장비, 건설 등 다양한 산업에 영향을 미치게 된다. 따

라서 지역산업연관표의 산업부문에서 해상풍력산업을 분류해야 하는데, 본 연구에서는 한국해양과학기술원에서 제시한 해상풍력산업의 정의에 따라 분류하였다 [9]. 결과적으로 지역산업연관표 통합대분류 33개 부문에 풍력산업을 추가하여 총 34개 부문으로 지역산업연관분석을 수행하였다. 즉 33개 통합대분류 가운데 농림수산물, 컴퓨터, 전자 및 광학기기, 전기장비, 기계 및 장비, 운송장비, 전기, 가스 및 증기, 건설, 운송서비스, 전문, 과학 및 기술서비스 부문의 일부 항목을 재

Table 1 Results of input-output analysis

| Products | Production inducement effect (Million Won) | Rank | Value-added inducement effect (Million Won) | Rank | Employment inducement effect | Rank |
|---|--|------|---|------|------------------------------|------|
| Agricultural, forestry and fishery | 110,756 | 16 | 63,128 | 14 | 5,399 | 6 |
| Mine | 47,329 | 21 | 24,305 | 22 | 135 | 27 |
| Food and drink | 267,180 | 8 | 43,401 | 18 | 1,131 | 17 |
| Textile and leather | 16,133 | 29 | 3,365 | 31 | 110 | 28 |
| Wood & paper, printing | 64,955 | 19 | 18,816 | 23 | 612 | 21 |
| Coal & oil | 5,313 | 34 | (35) | 34 | 2 | 33 |
| Chemicals | 213,359 | 14 | 62,886 | 15 | 3,360 | 11 |
| Non-metallic minerals | 519,287 | 3 | 166,170 | 5 | 3,024 | 12 |
| Primary metal | 260,189 | 9 | 55,457 | 16 | 1,619 | 15 |
| Metal processing | 503,052 | 4 | 179,063 | 4 | 1,781 | 14 |
| Computer, electronic & optical instrument | 14,600 | 31 | 4,995 | 29 | 182 | 26 |
| Electrical equipment | 25,676 | 27 | 7,025 | 28 | 57 | 31 |
| Machinery & equipment | 43,954 | 23 | 11,435 | 25 | 214 | 24 |
| Transport equipment | 36,689 | 25 | 8,040 | 27 | 109 | 29 |
| Other manufacturing | 6,431 | 32 | 843 | 33 | 43 | 32 |
| Manufacturing toll processing and industrial equipment repair | 571,643 | 2 | 64,057 | 13 | 4,151 | 9 |
| Power, gas & steam | 453,413 | 6 | 226,152 | 3 | 268 | 23 |
| Water, waste disposal and recycling services | 60,015 | 20 | 38,535 | 19 | 1,157 | 16 |
| Construction | 27,481 | 26 | 10,235 | 26 | 449 | 22 |
| Wholesale and retail product brokerage service | 415,519 | 7 | 83,215 | 10 | 8,146 | 5 |
| Transport service | 233,866 | 11 | 158,972 | 6 | 14,444 | 2 |
| Restaurant & lodging service | 220,295 | 13 | 69,896 | 11 | 3,560 | 10 |
| Communication & broadcasting service | 225,265 | 12 | 111,561 | 8 | 9,183 | 4 |
| Financial & insurance service | 249,112 | 10 | 130,438 | 7 | 4,483 | 8 |
| Real estate service | 88,222 | 18 | 68,721 | 12 | 1,069 | 19 |
| Professional, scientific & technical services | 116,787 | 15 | 84,068 | 9 | 1,070 | 18 |
| Business support service | 483,124 | 5 | 301,095 | 2 | 10,583 | 3 |
| Public administration, defense & social security | 5,763 | 33 | 4,855 | 30 | 64 | 30 |
| Educational service | 15,532 | 30 | 892 | 32 | 209 | 25 |
| Health & social service | 45,195 | 22 | 31,696 | 20 | 2,003 | 13 |
| Art, sports & leisure related service | 24,713 | 28 | 17,956 | 24 | 891 | 20 |
| Other service | 109,973 | 17 | 46,607 | 17 | 4,883 | 7 |
| Others | 39,537 | 24 | 28,314 | 21 | 0 | 34 |
| Offshore wind | 859,725 | 1 | 361,573 | 1 | 40,695 | 1 |
| Jeonbuk area inducement effect | 6,380,081 | | 2,487,732 | | 125,085 | |
| Other area inducement effect | 18,665,226 | | 6,865,299 | | 325,559 | |
| Total inducement effect | 25,045,307 | | 9,353,031 | | 450,643 | |

통합하여 해상풍력산업으로 분류하였다. 또한 지역산업연관표는 5년을 주기로 실측표가 발표되는데 가장 최근에 발표한 2015년 지역산업연관표를 이용하였다. 또한 지역산업연관표는 소분류 기준으로 작성되므로 [9]에서 제시된 정의에 따라 본 연구에서는 기본부문을 소분류로 통합하고 다시 통합대분류로 조정하였다.

서남해안 해상풍력 개발사업은 주로 전북(부안, 고창 등) 해역에서 추진되고 있다. 한국해상풍력(주)에 따르면 2011년부터 실증단지 구축에 3,718억 원, 시범단지 2.4조 원, 확산단지 10조 원으로 총 사업비 규모가 12조 7,718억에 이른다. 본 연구에서는 전북지역에 총사업비를 투자한다고 가정하고 생산, 부가가치, 취업유발효과 중심으로 분석하였다. 그 결과 서남해안 해상풍력 개발사업이 국내에서 발생시킨 직·간접적인 생산유발효과는 25조 453억 원에 달한다. 이 가운데 전북의 생산유발효과는 6조 3,800억 원으로 전체의 약 26%를 차지하였다(Table 1 참고). 그리고 해상풍력산업의 생산유발액은 8,597억 원으로 분석되었다.

생산유발계수를 이용하여 영향력 계수와 감응도 계수를 도출할 수 있다. 영향력 계수는 어떤 산업에서 생산물의 수요가 1단위 증가했을 때, 해당 산업과 여타 산업에 미치는 효과를 평균에 대한 상대적 크기로 측정한다. 전북지역에서 해상풍력산업의 영향력 계수는 1에 가까운 0.995706이며, 이는 해상풍력산업이 모든 산업에 미치는 생산유발효과가 평균 정도라는 의미이다. 또한 감응도 계수는 모든 산업에서 생산물 수요가 1단위 증가할 때, 개별 산업에 미친 영향을 의미하며, 모든 산업의 평균치에서 괴리된 정도를 측정한다. 전북지역 해상풍력산업의 감응도 계수는 0.803566으로 1보다 작지만 다른 산업으로부터 상당부분 영향을 받는 것으로 나타났다. 전북지역 산업 가운데 생산유발효과가 가장 높은 상위 5개 산업은 제조업가공 및 산업용 장비수리가 가장 높고 다음으로 비금속광물제품, 금속가공제품, 사업지원서비스, 전력, 가스 및 증기의 순으로 나타났다.

부가가치유발 효과는 재화와 서비스의 최종수요가 증가하여 생산을 유발하게 되는 과정에서 부가가치가 창출된다. 즉 재화 및 서비스 생산과정에서 사용된 토지, 노동, 자본 등의 반대급부로서 피용자보수, 영업잉여, 고정자본소모, 순생산세(보조금 차감)를 의미한다. 서남해안 해상풍력 사업이 국내에서 발생시킨 직간접적인 부가가치유발효과는 9조 3,530억 원이며, 이 가운데 전북지역 부가가치유발효과는 2조 4,877억 원으로

전체 부가가치의 27%를 차지하였다. 특히 해상풍력산업의 부가가치는 3,615억 원으로 분석되었다. 전북지역 산업 가운데 부가가치유발효과가 가장 높은 상위 5개 산업은 사업지원서비스, 전력, 가스 및 증기, 금속가공제품, 비금속광물제품, 운송서비스의 순으로 나타났다.

취업유발효과는 개별 산업부문의 생산활동에서 노동이나 자본 등 생산요소를 결합하여 이뤄지며, 즉 최종수요가 생산을 유발하고 생산과정에서 본원적 생산요소인 노동수요를 유발시킴으로써 재화나 서비스에 대한 최종수요는 결과적으로 노동수요를 유발하게 된다. 노동계수는 일정기간 생산에 사용된 노동량을 산출액으로 나눈 계수로서 산출액 10억 원에 투입된 노동량을 의미한다. 노동계수는 고용계수와 취업계수로 나눌 수 있는데, 취업계수는 피용자와 자영업주 및 무급가족종사자를 포함하고 고용계수는 피용자수만을 대상으로 한다. 국내 지역산업연관표는 취업계수만 발표하고 있다. 서남해안 해상풍력 사업이 국내에서 발생시킨 직·간접적인 취업유발효과는 45만 643명이며, 이 가운데 전북지역 취업유발효과는 12만 5,085명으로 전체의 29%를 차지하였다. 그리고 해상풍력산업의 취업자수는 4만 695명으로 분석되었다. 전북지역 산업 가운데 취업유발효과가 가장 높은 상위 5개 산업은 운송서비스, 사업지원서비스, 정보통신 및 방송, 도소매 및 상품중개서비스, 농림수산물로 나타났다. 금번 연구의 파급효과가 Park et al. [2]과 비교하여 증가한 이유는 사업비가 약 40% 증가했고, 산업분류를 전기·가스·수도업에서 해상풍력산업으로 새롭게 구성했고 2015년에 공개된 지역산업연관표를 사용함에 따라 결과의 차이가 초래된 것으로 판단된다.

최근 2023년부터 해상풍력사업은 지정학적 위험, 고인플레이션, 공급망 위축 등에 기인한 기자재 가격 상승, 금리 인상, 자본비용 증가 등에 따라 프로젝트 개발에 어려움이 예상되고 있다. 예로 2023년 7월 바텐폴(Vattenfall)은 영국 북해의 노퍽 보레아스(Norfolk Boreas)해상풍력사업을 기자재, 인건비, 차입금 이자 등을 포함한 건설비의 40% 이상 급증을 이유로 중단을 발표했다. 이외에도 미국 동부해안에 풍력사업을 개발하려던 오스테드(Orsted) 역시 공급망 붕괴, 기자재 가격 상승, 금리 인상 등의 이유로 사업중단을 발표했다. 본 연구는 영국의 노퍽 보레아스의 사례와 같이 사업비의 40%의 증가를 가정했을 때, 생산, 부가가치 및 취업유발효과의 관점에서 민감도분석을 실시했다.

Table 2 Result of Sensitivity Analysis

| | Production Inducement Effect (Million Won) | Value-Added Inducement Effect (Million Won) | Employment Inducement Effect |
|------------|--|---|------------------------------|
| Jeonbuk | 8,932,113 | 3,482,825 | 175,119 |
| Other Area | 26,131,316 | 9,611,419 | 455,782 |
| Total | 35,063,430 | 13,094,243 | 630,900 |

위와 같이 지역산업연관분석에 따른 경제적 파급효과로서 생산, 부가가치 및 취업유발효과는 40 %의 투자금이 증가한다고 가정했을 때, 생산, 부가가치 및 취업유발효과가 동일한 수준으로 증가하는 결과를 도출한다. 하지만 현실적으로 생산유발효과의 증대는 국내의 물가상승이 동일하다는 전제가 필요하며 취업유발효과 역시 사후적인 임금상승을 동반함에 따라 제한적일 것으로 예상되고, 부가가치유발효과 또한 물가상승을 반영함에 따라 한계가 있을 것으로 판단된다.

한편 지금과 같은 현실에서 개발사업자는 경제적 파급효과만 고려하는 것이 아니라 편익/비용비(Benefit Cost Ratio), 순현재가치(Net Present Value), 내부수익률(Internal Rate of Return), CAPEX(Capital Expenditure) 및 LCOE(Levelized Cost of Energy) 등을 동시에 고려하기 때문에 사업의 실현가능성이 현격히 낮아진다.

4. 결론

본 연구는 2.4 GW 서남해안 해상풍력 개발사업이 전라북도에 미칠 것으로 예상되는 경제적 파급효과를 2015년 지역산업연관표를 이용하여 분석하였다. 금번 분석을 위해, 지역산업연관표 통합대분류 33개 부문에 풍력산업을 추가하여 총 34개 부문으로 확장 및 수정하였다. 즉 33개 통합대분류 가운데 농림수산물, 컴퓨터, 전자 및 광학기기, 전기장비, 기계 및 장비, 운송장비, 전기, 가스 및 증기, 건설, 운송서비스, 전문, 과학 및 기술서비스 부문의 일부 항목을 재통합하여 해상풍력산업으로 구성하였다.

결과적으로 서남해안 2.4 GW 해상풍력 개발사업의 파급효과는 다음과 같다. 첫째, 국내 직·간접적인 생산유발효과는 25조 453억 원에 달한다. 이 가운데 전북의 생산유발효과는 6조 3,800억 원으로 전체의 약 26

%를 차지했다. 그리고 해상풍력산업만의 생산유발액은 8,597억 원으로 분석되었다. 둘째, 국내 직·간접적인 부가가치유발효과는 9조 3,530억 원이며, 이 가운데 전북 지역 부가가치유발효과는 2조 4,877억 원으로 전체 부가가치의 27%를 차지하였다. 특히 해상풍력산업만의 부가가치는 3,615억 원으로 분석되었다. 셋째, 국내 직·간접적인 취업유발효과는 45만 643명이며, 이 가운데 전북지역 취업유발효과는 12만 5,085명으로 전체의 29%를 차지하였다. 그리고 해상풍력산업만의 취업자 수는 4만 695명으로 분석되었다.

본 연구는 해상풍력산업을 산업분류체계에 추가함으로써 Park et al. [2]이 활용한 산업의 광범위성을 극복했다. 하지만 2015년 지역산업연관표를 활용함으로써 약 9년의 시차를 내포하고 있다는 점은 현실경제와의 상당한 괴리를 발생시킬 수 있다는 연구 자체의 기술적 한계가 있다.

향후 해상풍력산업이 산업연관표에 추가되고 지역산업연관표가 현실화되었을 때 이를 활용해 다시 분석해야 할 필요성은 여전히 남아 있고 최근에 발생한 풍력 관련 건설비 인상은 향후 경제성분석의 관점에서 B/C값, 순현재가치 및 내부수익률뿐만 아니라 CAPEX, OPEX, LCOE 등에 대한 보완분석의 필요성을 요구한다.

후기

이 논문은 2024년도 정부(산업통상자원부)의 재원으로 한국에너지기술평가원의 지원을 받아 수행된 연구(20224000000040)이며 2024년도 교육부의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 지자체-대학 협력기반 지역혁신 사업의 결과(2023RIS-008)임.

참고문헌

- [1] Shin, C. O. and Yook, K. Y., 2011, Environmental and Economic Impacts of Offshore Wind Power, Korea Maritime Institute.
- [2] Park, J. P., Kim, M. Y., Hwang, S. W., and Kim, H. S., 2014, "The Economic Impact Analysis of Southwest 2.5G Offshore Wind Farm Project", Vol. 26, No. 3, pp. 21~40.
- [3] Kim, Y. S., Yoon, S. K., Lim, H. J., and Lim, E. J., 2022, Analysis of Regional Economic

- Impact of Offshore Wind Power Development: Focusing on Expansion of Industrial Capacity in Honam Region, Green Energy Strategy Institute (In Korean)
- [4] Breyer, S., Cornet, M., Pestiaux, J., and Vermeulen, P., 2017, The Socio-Economic Impact of the Belgian Offshore Wind Industry, CLIMACT.
- [5] QBIS, 2020, Socio-Economic Impact Study of Offshore Wind, Danish Shipping, Wind Denmark and Danish Energy supported by The Danish Maritime Foundation, Final Technical Report.
- [6] Alma Economics, 2021, Offshore Wind Energy in Greece: Estimating the Socio-Economic Impact. Hellenic Foundation for European and Foreign Policy(ELIAMEP).
- [7] Leontief, W., 1936, "Quantitative Input-Output Relations in the Economic System of the United States," Review of Economics and Statistics, Vol. 18, No. 3, pp. 105~125.
- [8] Bank of Korea, 2014, Interpretation of Input-Output Analysis.
- [9] Korea Institute of Ocean Science & Technology, 2021, Establishment of Standard Manual for Regional Win-Win Offshore Wind Farm Development(In Korean)
- [10] Choi, D. H., 2023, The Domestic and Foreign Offshore Wind Trends and Local Coexistence, KSNU.
- [11] GWEC, 2023, Global Offshore Wind Report 2023, Final Technical Report. Global Wind Energy Council.