

변동 제주 SMP를 적용한 제주도 육상풍력단지의 경제성 재평가

Reassessment of Economic Feasibility for a Wind Farm on Jeju Island Considering Variable Jeju SMP

김효정* · 고경남**† · 허종철***

Kim Hyo-Jeong*, Ko Kyung-Nam**† and Huh Jong-chul***

(Submit date: 2013. 8. 6., Judgment date: 2013. 8. 13., Publication decide date : 2013. 10. 18.)

Abstract : Economic feasibility study using weighted average variable Jeju System Marginal Price, SMP, was conducted for Gasiri wind farm of Jeju Island. To predict the variable Jeju SMP, generator share ratio for SMP was calculated from the real time wind power production and the power demand data for years. Also, sensitivity analysis on Net Present Value, NPV, and Benefit/Cost Ratio, B/C ratio, were performed to clarify which factors are more important in assessing economic feasibility. The result shows that the Gasiri wind farm has a minimum of 110 billion won and a maximum of 132 billion won difference between fixed and variable SMP. Also, Capacity Factor, C.F., had the highest sensitivity for NPV, followed by SMP. Accordingly, when economic analysis for a potential wind farm site is carried out, the variable SMP as well as C.F. should be considered for more accurate assessment of the wind farm.

Key Words : 풍력 에너지(Wind energy), 계통한계가격(System Marginal Price ; SMP), 경제성 분석(Economic analysis), 순현재가법(Net Present Value ; NPV), 민감도 분석(Sensitivity analysis), 이용률(Capacity Factor; C.F.)

† 고경남(교신저자) : 제주대학교 대학원 풍력특성화협동과정 조교수
E-mail : gncor2@jejunu.ac.kr, Tel : 064)754-4401
*김효정 : 제주대학교 대학원 풍력특성화협동과정, 석사과정
**허종철 : 제주대학교 기계공학과, 교수

† Ko, Kyung-Nam(corresponding author) :
Interdisciplinary Postgraduate Program in Wind Energy, Jeju
National University.
E-mail : gncor2@jejunu.ac.kr, Tel : 064)754-4401
*Kim, Hyo-Jeong : Interdisciplinary Postgraduate Program in Wind
Energy, Jeju National University.
**Huh, Jong-Chul : Department of Mechanical Engineering, Jeju
National University

1. 서 론

신재생에너지는 지속가능한 에너지 공급체계를 위한 미래 에너지원으로서 에너지 공급구조가 취약하고 수요 에너지의 96.4%를 수입에 의존하고 있는 우리나라¹⁾로서는 반드시 개발하여야 할 과제이다. 우리나라의 국가에너지 기본계획에 따르면 현재 2.6%인 신재생에너지 비율을 2030년까지 11%로 높이는 것을 목표로 하고 있다. 특히 우리나라는 1차 에너지 구조에서 석유 의존도가 44.6%이며, 전력생산에서도 62%에 달하는 화석연료의 의존도를 낮출 필요가 있다.²⁾

제주도는 육지부와 격리된 도서지역으로서 사용에너지의 대부분을 육지부로부터 해상수송에 의존해야하는 취약한 에너지 수급구조를 안고 있으므로, 도민들이 주 연료로 사용하는 석유류는 지속되는 고유가 및 환경문제 등으로 지역 경제발전에 많은 부담요인으로 작용하고 있다.³⁾ 이에 제주특별자치도는 에너지 자주권 확립이라는 목표하에 국가 기본 에너지 계획에 발맞추어 1990년대부터 신재생에너지 지원의 보급과 확산을 위해 풍력발전단지를 개발해 왔으며, 2020년까지 신재생에너지로 전력수요의 50%를 대체하고 2030년까지 100%를 대체하는 '카본프리 아일랜드 제주 바이 2030(Carbon Free Island Jeju by 2030)' 계획을 2012년 5월에 발표했다. 2012년 현재 제주의 전체 풍력설비용량은 약 107MW이고 앞으로 제주도는 2030년까지 총 육상풍력 300MW, 해상풍력은 2GW 설비용량을 목표로 육·해상 풍력발전단지 개발을 추진하고 있다.⁴⁾

본 연구에서는 이러한 국가적 정책 흐름과 지역의 발전적 요구에 발맞추어 지속적으로 개발되고 있는 제주의 풍력단지 개발 타당성에 초점을 맞추고, 변화하는 지역적 상황을 고

려한 풍력단지의 경제적 타당성을 재평가하고자 한다. 왜냐하면 SMP(System Marginal Price)는 시간대별 발전량, 전력수요 등 많은 요인에 따라 변동됨에도 불구하고 기존의 경제성 분석은 SMP를 고정된 값으로 풍력발전단지의 경제성 분석을 실시하였기 때문이다.

재평가를 위해서 제주의 계통한계가격인 SMP가 2010년 전국과 분리된 점, 제6차 전력수급기본계획에 따라 2017년 제주와 육지부 사이에 제3연계선(HVDC #3) 건설 추진에 초점을 맞추어 이에 따른 제주의 변동하는 SMP를 예측하고, 이를 활용하여 현재 운영 중인 제주도 가시리 국산화 풍력발전단지의 경제성 분석 및 민감도 분석을 실시하였다. 선정된 가시리 풍력발전단지는 이미 건설되어 운영 중이지만, 이 연구를 통하여 제주지역에 적합한 변동 제주 SMP 및 실제 초기투자비용을 근거로 향후 제주에 건설될 풍력단지의 경제성 분석 시 보다 타당한 분석이 가능할 것으로 생각된다.

2. 가중평균 변동 제주 SMP 예측

2.1 변동 SMP와 고정 SMP 정의

SMP는 원자력과 석탄화력 외의 일반 발전기 출력분에 대한 전력거래 시장가격이라 할 수 있으며, 할당된 발전기의 유효발전가격(변동비) 가운데 가장 높은 값으로 결정된다.⁵⁾

Fig.1은 2007년부터 2013년까지의 SMP의 변동 그래프를 나타낸다. 제주 SMP가 육지부(제주를 제외한 전국, 이하 육지라 한다.)와 분리된 2010년 1월부터 현재까지의 SMP 차액은 2010년 1월 38.05원, 2013년 3월 59.69원이었다. 또한 3년간 육지와 제주의 SMP 평균 차액은 71원이다. 이렇게 SMP는 시간대별 발전량과 연계선 수전량의 합, 전력수요, 발전기

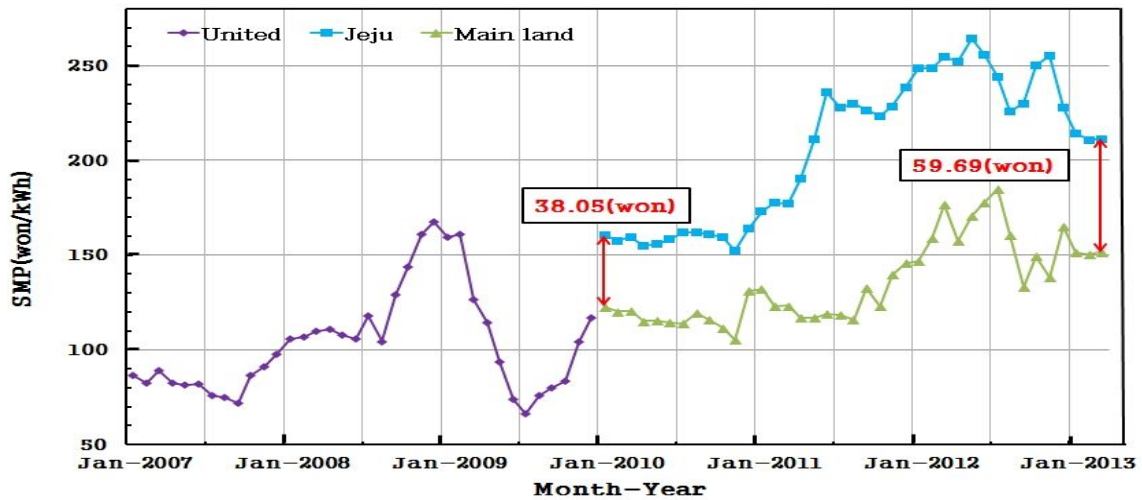


Fig.1 SMP fluctuation (Source: Korea Power Exchange)

연료비 등으로 결정되는 실시간 변동 값으로 이 연구에서는 이를 “변동 SMP”라 정의하고, 연간 변동 값으로 예측하였다.

그러나 현재까지는 변동되는 SMP 예측이 쉽지 않은 관계로 풍력발전단지의 설계 수명 기간인 20년 동안 고정된 SMP 값을 적용한 경제성 분석이 실시되었다. 이렇게 경제수명 기간 동안 고정시켜 적용한 SMP 값을 “고정 SMP”라 정의한다.

2.2 가중 평균한 변동 제주 SMP의 결정

다음 Table 1은 지식경제부 「제6차 전력수급기본계획(2013)」과 제주특별자치도 「제주특별자치도 풍력발전종합관리계획(2012)」에 근거하여 앞으로 제주에 건설 예정인 전체 계통 설비용량과 풍력발전 설비용량을 나타낸 표이다. 현재 진도-제주 간 제2 연계선은 시운전 중에 있고, 제3 연계선은 2017년에 건설될 예정이다. 이러한 육지와 제주 간 전력 연계선을 통한 전력수급 설비 계획은 제주 SMP 가격 결정에 많은 영향을 미치게 된다. 2019년 이후 HVDC 추가 설비 및 수전량은 전력수요

증가분을 반영하여 예측하였으며, 이를 변동 제주 SMP 가격 결정에 반영하였다.

Table 1 Electricity supply and wind farm installation plan for Jeju

Year	Supply Plan			Wind Farm Installation Plan	
	Capacity (MW)	Installation Lists	Change Capacity (MW)	Installation Capacity (MW)	Accumulated Capacity (MW)
2012	740	Namjeju Diesel power	-40	-	107
2013	940	HVDC #2	200	186	293
2014				54	347
2015				267	614
2016				-	614
2017	1140	HVDC #3	+200	116	730
2018		Jeju GT	-55	300	1030
2019				320	1350

제주 SMP 가격결정 원리에 대해 간단히 살펴보면, 현재 제주 SMP 가격결정의 우선순위는 ①진주 동요일 동시간 풍력발전량(실적), ②제주와 육지부의 연계선(HVDC) 수전 가능

용량, ③제주지역 발전기 연료비 순으로 결정되고 있다. 가격결정 발전계획에서 풍력발전량(①)과 연계선 수전량(②)의 합이 제주 전력수요를 초과하는 경우에는 육지 SMP와 같아지고, 반대로 그 합이 제주 전력수요보다 적은 경우에는 제주 SMP를 적용한다. 왜냐하면 HVDC와 풍력발전량의 합이 전력수요보다 적은 경우, 부족한 전력수요를 충족시키기 위해 제주지역의 발전기를 추가로 가동시키게 되고, 따라서 SMP는 제주지역 발전기의 연료비 영향을 받게 되기 때문이다.

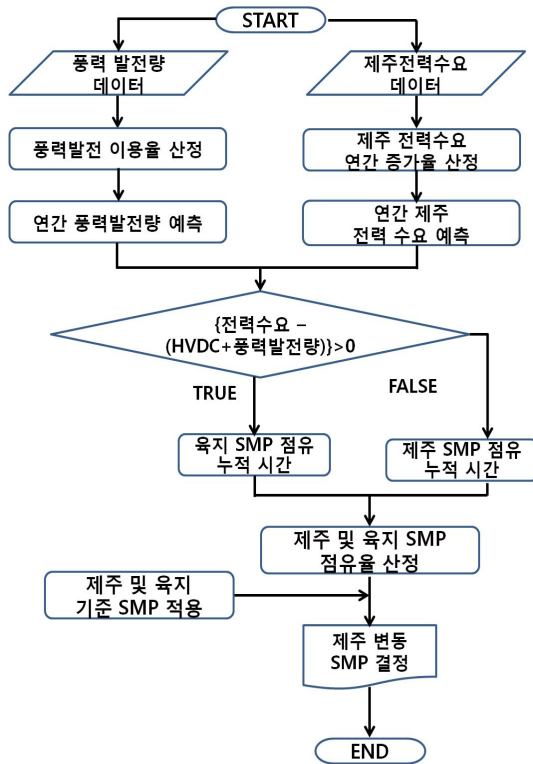


Fig. 2 Variable Jeju SMP pricing flow chart

변동 제주 SMP를 결정하는 흐름도는 Fig.2와 같다. (1) 연간 제주 전력수요 예측의 경우, 2005년부터 2011년에 해당하는 시간대별 데이터를 토대로 평균 증가율을 산출하고,

그 증가분을 반영하여 예측하였다. 추세분석을 통해 향후 제주 전력수요는 약 4%의 평균 증가율을 보일 것으로 예측되었다. (2) 연간 풍력발전량 예측은 2010년부터 2011년까지 2년간의 KPX(한국전력거래소) 제주지사의 실시간 데이터를 토대로 제주도 전체 계통에 연계된 시간대별 풍력발전량 데이터로 시간대별 이용률을 산출하고, 향후 제주에 건설될 풍력발전 설비용량에 곱하여 향후 예상 발전량을 시간대별로 산출하였다.

(3) 구해진 전력수요와 풍력발전량 연간 예측 데이터를 활용하여 향후 예상 연계선 수전량에 대한 제주와 육지의 SMP 점유율을 구하게 된다. 여기서 제주 SMP 점유율은 HVDC 수전량을 초과하는 발전량에 대해서 제주지역 발전기에 의해 SMP가 결정되는 비율을 말한다. 이렇게 SMP 가격을 결정하는 제주도 내의 발전기 점유 비율은 육지와 제주 SMP의 점유 누적 시간으로 환산하여 1년 8760시간에 대한 육지와 제주 SMP의 점유율로 구한다. (4) 마지막으로, 제주와 육지의 기준 SMP를 적용하여 변동 제주 SMP를 결정할 수 있다.

이를 다시 식으로 간단히 하면 다음 식(1)과 같이 가중 평균한 제주의 변동 SMP를 구할 수 있다.

$$\begin{aligned} & \text{가중평균 제주 변동 SMP} \\ & = (\text{제주SMP점유율} \times \text{제주기준SMP}) + (\text{육지} \\ & \text{SMP점유율} \times \text{육지기준SMP}) \end{aligned} \quad (1)$$

이를 통해서 SMP 가격결정의 원리에서 관건이 되는 것은 육지 및 제주 SMP 각각의 점유율이라고 할 수 있고, 각각의 기준 SMP 산정에 따라서 예측 결과도 달라진다. 본 연구에서는 최근 3년, 2년, 1년의 제주와 육지의 SMP 평균값을 각각 기준 SMP로 적용하였다.

상기의 모든 과정을 통해 풍력발전단지 경제수명기간인 20년에 해당하는 가중평균 변동 제주 SMP를 2012년부터 2031년까지 예측한 결과는 Table 2와 같다. 본 연구에서 기준 SMP 적용은 제주 SMP가 육지와 분리된 2010년부터 현재 시점까지를 고려하여 각각 3년(2010~2012), 2년(2011~2012), 1년(2012)의 제주 SMP 평균값인 205.7원, 229.1원, 246.44원 및 육지 SMP 평균값인 134.23원, 142.78원, 159.95원을 적용한 가중평균 변동 제주 SMP를 구하였다.

Table 2 The predictive price of Variable Jeju SMP

Year	Reference Jeju SMP		
	205.7 (won)	229.1 (won)	246.44 (won)
2012	205.7	229.1	246.4
2013	205.7	229.1	246.4
2014	205.5	228.9	246.2
2015	181.6	200	217.3
2016	181.0	199.2	216.5
2017	181.3	199.6	216.9
2018	149.7	161.5	178.7
2019	152.9	165.3	182.5
2020	155.8	168.8	186.0
2021	143.2	153.6	170.8
2022	145.5	156.4	173.6
2023	148.0	159.4	176.6
2024	150.4	162.3	179.6
2025	141.8	151.9	169.1
2026	143.6	154.1	171.3
2027	145.4	156.3	173.5
2028	147.4	158.7	175.9
2029	141.7	151.8	169.0
2030	143.1	153.5	170.7
2031	144.7	155.4	172.6

3. 경제성 분석방법 및 분석조건

풍력발전단지의 경제성 분석 방법에는 여러 가지가 있으며, 대부분의 경우 사업성 분석을 위해서 순현재가치(Net Present Value; NPV), 내부수익률법(Internal Rate of Return; IRR),

편익비용분석법(Benefit/Cost Ratio; B/C Ratio) 및 회수기간법(Payback period) 산출을 통해 잠재력이 있는 풍력발전단지의 개발 여부를 판단한다.⁶⁾ 경제성분석 평가방법들 중에서 순현재가법과 내부수익률법은 화폐의 시간적 가치를 고려하는 평가방법으로서 회수기간법에 비해서 우수한 평가방법이다. 또한, 내부수익률법에 의한 평가결과는 재무관리의 목표인 기업 가치 극대화를 달성하지 못하는 경우도 있기 때문에 순현재가법이 더 우수한 평가방법이다.⁷⁾

앞서 언급한 변동 SMP와 고정 SMP는 육지와 제주의 SMP가 분리되면서 차액이 많이 날 뿐 아니라, 변동 흐름이 일정하지 않다는 특징을 갖고 있다. 이러한 양상을 살펴보면, 제주의 풍력단지의 경제성 분석에 고정 SMP를 적용하는 경우, 경제적 타당성 결과가 과대평가될 우려가 있다. 따라서 이 연구에서는 제주의 풍력발전단지 조건에 맞게 변동 SMP를 예측한 Table 2의 결과를 활용하여 경제성 분석을 하였다.

3.1 경제성 분석방법

3.1.1 순현재가법(NPV)

순현재가치는 투자 사업의 전 기간에 걸쳐 발생하는 순편익의 합계를 현재가치로 환산한 값으로서, 순현재가치가 양의 값으로 나타나면 사업 종료 시에 양의 수만큼의 수익을 얻었다고 할 수 있으며, 관련 식은 다음과 같다.

$$NPV = \sum_{t=1}^n \frac{C_t}{(1+r)^t} - C_0 \quad (2)$$

t : 시점

C_t : t시점의 현금흐름

C₀ : 초기 투자비

n : 투자안의 내용연수

r : 할인율

3.1.2 내부수익률(IRR)

내부 수익률이란 투자 사업이 원만하게 진행된다는 전제하에 기대되는 수익률로서 투자사업의 전 기간에 걸쳐 발생하는 편익의 현재가치와 비용의 현재가치를 일치시켜 순현재가치가 영(零)이 되게 하는 할인율로 계산된다. 따라서 내부수익률이 사회적 할인율보다 크면 일반적으로 경제성이 있다고 판단하고 있으며, 관련 식은 다음과 같다.

$$IRR : \sum_{t=1}^n \frac{C_t}{(1+IRR)^t} - C_0 = 0 \quad (3)$$

3.1.3 편익-비용 분석법(B/C Ratio)

편익-비용 비율이란 총 편익과 총 비용의 할인된 금액의 비율 즉, 장래에 발생할 비용과 편익을 현재가치로 환산하여 편익의 현재가치를 비용의 현재가치로 나눈 값을 의미한다. 편익-비용 비율 값이 1보다 크면 경제성이 있다고 볼 수 있으며, 관련 식은 다음과 같다.

$$B/C = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{B_t}{(1+r)^t}}{\sum_{t=1}^n \frac{C_t}{(1+r)^t}} \quad (4)$$

B_t : t 시점 편익의 현재가치

3.1.4 회수기간법(Payback Period)

회수기간법은 사업의 시작으로부터 발생하는 현금흐름에 기초하여 프로젝트에 소요된 총 투자비를 모두 회수하는데 걸리는 연단위의 기간을 나타내는 방법이다. 이를 통해서 초기 투자비가 회수되는 기간이 얼마나 걸리는지를 대략적으로 환산할 수 있게 된다. 회수기간을 산출하는 식은 다음과 같다.

$$Accumulated\ liquidity(n) = \sum_{i=0}^n cf(i) \quad (5)$$

$cf(i)$: 누적 현금흐름이 0이 되는 세후순익

3.2 경제성 분석 조건

가시리 풍력발전단지는 2012년에 준공되었고, 총 사업비 436억원을 투입하여 국산 풍력발전기 총 13기, 15MW의 설비용량을 갖추고 있다. 평균풍속은 지상에서 70m 높이에서 약 6.4m/s이고, Table 3에 경제성 분석을 위해 적용한 가시리 풍력발전단지의 기본 정보를 보여준다.

Table 3 The input data for economic analysis of Gasiri wind farm

Input data		Value(unit)
Initial investment cost		436 (billion won)
Total installed capacity		15 (MW)
Average wind speed		6.4 (m/s) (70m above ground level)
C.F.(Capacity Factor)		24.9 (%)
Annual expected power		32,719 (MWh/year)
Annual O&M cost		1.2~1.5c€/kWh
Annual taxation cost	income tax	(20mil.won + 0.2% of the net profit exceeding 200mil.won) (won)
	local taxes	10% of income tax (won)
A discount rate		6 (%)
REC		79 (won/kWh)

70m 기상탑에서 1년 동안 (2012. 3. 15~2013. 3. 14) 10분 평균 바람 데이터를 측정 및 취득하였다. 또한 풍력단지설계 S/W인 WindPRO를 이용하여 연간 발전량(AEP)과 설비 이용률(C.F.)을 구하였다. 풍력단지에 설치된 허브높이 70m의 풍력발전기의 AEP를 구할 때는

70m의 기상탑에서 측정된 바람 데이터를 그대로 이용하였고, 허브높이 50m인 풍력발전기는 70m 바람 데이터를 기초로 50m로 보정하여 AEP를 구하였다. 연간 유지보수비용인 O&M 비용은 「Wind Energy - The Facts」에 제시된 1.2~1.5c€/kWh⁸⁾를 적용하였다. 법인세의 경우 현행 법인세법 제55조에 의거하여 2억원 초과 200억원 이하의 소득에 대해서 2000만원+(2억원 초과 금액의 0.2%)를 징수하게 되어있고, 이 법인세의 10%를 지방세로 가산하여 적용하였다.

현가와 계수의 산정에 필요한 할인율은 3년 만기 국고채 금리 2.6%에 가산금리 3.4%를 적용한 6%를 적용하였고, 풍력발전 설비의 경제수명기간은 20년, 감가상각은 정액법으로 수명기간 후 잔존가가 초기 투자비의 0%가 되도록 하였다. 신재생에너지공급 인증서인 REC(Renewable Energy Certificate) 적용 가격은 2012년 2월부터 2013년 4월까지 신재생에너지 인증거래 시스템의 현물 거래현황을 토대로 이 기간에 해당하는 평균값인 79원/kWh로 산정하였다.

4. 경제성분석 결과 및 민감도 분석

4.1 경제성분석 결과 비교

최근 3년, 2년, 1년 평균인 205.7원, 229.1원, 246.44원으로 적용한 고정 SMP 및 가중 평균한 변동 제주 SMP를 각각 적용하여 경제성 분석을 실시하였다. Table 4는 고정 및 변동 SMP를 산정 식 (2), (3), (4), (5)에 적용한 경제성 분석 결과이다.

그 결과, 모든 조건에서 경제성이 있는 것으로 분석되었고, 그 이유는 Fig.1에서 알 수 있듯이 제주 SMP가 육지 SMP보다 약 1.5배 높기 때문이다. 또한, 변동 SMP를 적용한 경우가 고정 SMP보다 낮은 경제성을 보이고 있

다. 고정 SMP와 변동 SMP의 차이를 구해보면 NPV는 110억원~132억원의 순익 차이를 보이고, IRR은 1.99~2.15%, B/C ratio는 0.19~0.2의 차이를 보이고 있다.

Table 4 The result of economic analysis in accordance with Fixed and Variable Jeju SMP

SMP(won)	NPV (Billion won)	IRR(%)	B/C ratio	Payback period (year)	
Fixed	205.7	374	15.26	2.15	8
	229.1	441	16.76	2.24	8
	246.4	491	17.85	2.30	7
Variable	205.7	265	13.27	1.96	9
	229.1	309	14.50	2.02	8
	246.4	359	15.70	2.10	8

Table 4의 조건들 중, 최근 3년 평균한 205.7원의 고정 SMP와 변동 SMP를 적용했을 때의 현금 흐름표에 기초하여 Fig.3과 같은 그래프를 얻었다. 초기에는 현금흐름의 차이가 크지 않지만 사업시작 후 20년 후인 2031년에는 약 110억원의 큰 순익 차이를 보이고 있으며, 자금 회수기간 역시 약 1년 정도의 기간차가 발생하고 있다.

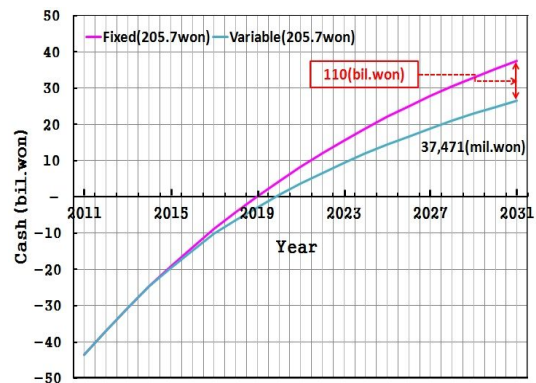


Fig.3 The cash flow of Fixed and Variable Jeju SMP in the case of 205.7won

4.2 민감도 분석

민감도 분석은 풍력발전단지의 경제성 지표에 포함되는 항목들을 각각 5%씩 증가 또는 감소시켜 그에 따른 전체 경제성 지표의 값의 변화를 나타내어 비교함으로써 각 항목이 전체 경제성 지표에 어느 정도 영향을 미치는지를 나타내는 분석 방법이다. 이러한 민감도 분석을 통해서 미래의 불확실성 요인을 사업계획 수립 과정에 반영함으로써 보다 건설한 계획을 세우고 사업성 분석의 신뢰도를 높일 수 있다.

경제성 관련 인자로는 건설비(Initial Construction Cost; ICC), 이용률(Capacity Factor; C.F.), 판매가(SMP, REC), O&M 비용이 있으며, 각각의 감소율 및 증가율에 대하여 경제성 지표로서 B/C ratio 증가율의 민감도를 분석할 수 있다.9) 민감도 분석을 위해 최근 3년 평균인 205.7원의 고정 SMP 값을 적용하였다.

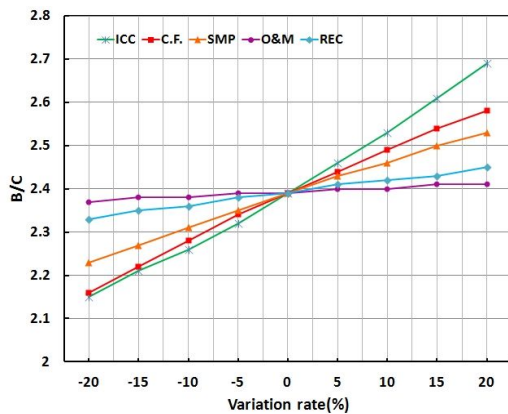


Fig.4 Sensitivity analysis of B/C ratio

Fig.4는 B/C ratio에 대한 민감도를 나타낸다. 경제성 결과에 영향을 미치는 인자들 중에서 건설비(ICC)의 기울기가 가장 높고, 반대로 O&M 비용이 가장 낮다. 따라서 초기 투자비를 최소화할 수 있는 풍력단지 설계가 중요

하다고 할 수 있다. 또한 발전량 증가를 위해 풍력 발전기 수를 증가시킬 경우 건설비 역시 증가하므로, 발전량과 건설비 두 가지 요인을 모두 고려하여 경제성을 최대화 시키는 최적화된 단지 설계가 필요할 것이다.¹⁰⁾

Fig.5는 NPV에 대한 민감도 분석을 적용한 결과를 나타낸 그래프이다. 여기서는 C.F.가 가장 큰 기울기를 보이고 있으며, 두 번째로 SMP가 큰 기울기를 보이고 있다.

Fig.4와 Fig.5를 비교했을 때, 공통적으로 풍력 발전량과 밀접한 관련이 있는 C.F.가 큰 기울기를 보이고 있고, 반대로 O&M 비용은 민감도에 크게 영향을 미치지 않는 것으로 분석되었다. 이는 풍황이 우수한 사이트에서 최대 이용률을 확보하는 풍력 시스템 배치가 풍력발전단지 설계의 핵심이라는 것을 의미한다. 그러나 O&M 비용의 경우 민감도 분석에서 가장 낮은 결과로 분석되었지만, 아직까지는 국내에서 이루어지고 있는 유지보수 비용 분석이 제대로 이루어지지 않고 있어 그대로 적용하기는 어려울 수 있다.

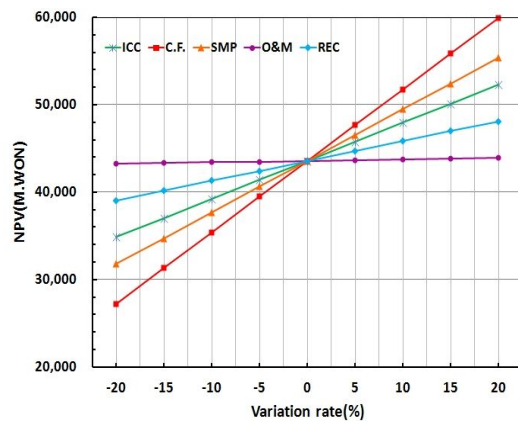


Fig.5 Sensitivity analysis of NPV

또한, 두 그래프 모두에서 SMP가 경제성 인자들 중 높은 민감도를 보이고 있으므로 향

후 풍력발전단지의 경제성 분석 시 변동 SMP를 적절히 예측하고 적용하는 과정이 반드시 필요하다고 판단된다. 경제성 분석 방법들 중에서 NPV에 의한 결과가 시간의 흐름에 따른 화폐의 가치를 적절히 반영하는 가장 우수한 평가방법이므로⁷⁾ 그 결과를 적용하는 것이 더 합리적이라 할 수 있다. 따라서 잠재력이 있는 육상 풍력단지 개발에 대한 경제성 평가시 가장 중요하게 고려되어야 할 순서는 다음과 같다.

C.F. > SMP > ICC > REC > O&M

5. 결 론

본 연구에서는 2017년 제주의 제3연계선 건설 추진에 초점을 맞추어 육지와 제주의 SMP 점유율을 가중평균한 제주의 변동 SMP를 예측하고 그 결과를 경제성 분석에 적용하였다. 고정 SMP와 가중 평균한 변동 제주 SMP를 각각 적용한 경제성 분석 결과를 비교하고 이에 대한 민감도 분석을 실시하였다.

SMP를 달리한 경제성 분석 결과, 이 연구에서 선정한 모든 조건에서 가시리 풍력발전단지의 경제성은 타당하였으나, 변동 SMP로 예측한 값이 고정 SMP보다 적은 결과 값을 보였다. NPV 분석에서 순편익의 차이를 고려한 경우에 최소 110억원에서 최대 132억원의 순익차가 발생하였고, 투자비 회수기간은 약 1년 정도의 차이가 있었다. 이를 통해서 기존의 고정 SMP만을 고려한 경제성 분석은 실제적으로는 과대평가 되었다고 볼 수 있으며, 변동 SMP를 적용한 경제성 분석을 통해서 풍력발전단지 개발의 사업 타당성을 평가하여야 할 것이다.

그 밖에도 NPV와 B/C Ratio의 결과를 가

지고 민감도 분석을 한 결과에서도 SMP가 높은 민감도를 보이고 있다는 사실을 통해 앞으로 경제성 분석 결과가 과대평가되지 않도록 변동 SMP를 적절히 예측하고 적용하는 과정이 반드시 필요할 것이라 생각된다. 또한, C.F.가 경제성에 가장 큰 영향을 미치는 요인이라는 사실은 어찌 보면 당연한 결과이지만 C.F.를 최대화하는 단지의 선정과 설계가 매우 중요하다는 것을 확인할 수 있었다.

본 연구에서는 변동 SMP의 예측이 제주 제3연계선 건설에 대한 상황만을 가정한 것이기 때문에 향후 HVDC가 아닌 LNG 혹은 다른 종류의 발전원이 건설된다면 다중적인 조건을 고려하여 변동 SMP를 예측하고 경제성 분석에 적용하여 더 타당하고 합리적인 경제성 분석의 결과를 도출해야 할 것이다.

후 기

본 연구는 2009년도 산업통상자원부의 재원 한국에너지기술평가원(KETEP)의 지원을 받아 수행한 연구과제(NO.20094020200020)입니다.

참 고 문 헌

1. Korea Energy Economics Institute, 2012 Year Book of Energy Statistics, 2012.
2. Mun Seong-Ju, Yang Sung-Kuk, Duke-Chang Lee and Pan-Do Shon, A Study on Economic Analysis of Wind Power Project, Korean Industrial Economic Association Journal, 2011, Vol.24, No.6, pp.3695~3712.
3. Jeju Special Self-Governing Province, Fundamental Renewable Energy Supply Development Plan of Jeju, 2009.
4. Jeju Special Self-Governing Province, Wind Farm Development and General Administration

- Plan of Jeju, 2012.
5. Korea Institute of Energy Research, Renewable Energy Economic Analysis Report of Korea, 2007.
 6. Cheol-O Shin, Geon-Hyung Yuk, A study on Offshore Wind Farm Environmental and Economic Effect, 2011, pp.1~84.
 7. Yui-Kyung Lee, Financial Management - Theory and Application. 2002.
 8. EWEA, Wind Energy-The Facts, 2009, pp. 204~207.
 9. Keum-Seo Kang, Jun-Shin Lee, Ji-Young Kim and Moo-Sung Ryu, Economic Analysis of Offshore Wind Farm considering Domestic Development Conditions of Korea, Wind Energy Journal, 2011, Vol. 2, No.1, pp.37~43.
 10. Lee Kyung-Hyun, Park Jae-Hee, Jung-Woon Jin, Ki-Rin Kwon and Kyung-Hyun Choi, Economic analysis of Jeju offshore pilot run wind farm by sensitivity analysis, The Korean Society for Powe System Engineering Journal, 2012, Vol.16, No.5, pp.13~19.