

정책 이슈페이퍼 16-06

신재생에너지 공급인증서(REC) 가격 예측 방법론 개발 및 운용

이 철 용

목 차

- I. 배경 및 문제점 / 1
- II. 방법론 및 분석 결과 / 2
- III. 정책 제언 / 16
- IV. 기대 효과 / 21
- 〈참고자료〉 / 23

I. 배경 및 문제점

- 전 세계적으로 에너지 수요는 꾸준히 증가하여 2013년~2040년 사이 37% 증가할 것으로 전망(IEA, 2014)
 - 한 지역의 산업과 경제가 발전하면서 에너지 사용량이 증가하는 것은 자연스러운 현상이나, 이에 따라 온실가스 배출량 또한 증가하게 된다는 점이 문제임.
 - 현재 각국은 기후변화 문제에 대응하기 위해 노력하고 있으며, 이에 전통적인 에너지원에 비해 친환경적인 신재생에너지원이 주목 받고 있음.
 - 신재생에너지는 온실가스 감축을 통한 기후변화 문제 대응, 화석 에너지 고갈의 대안, 산업화를 통한 경제성장 동력 등 환경적, 경제적으로 긍정적인 효과를 불러올 잠재력을 지니고 있음.
- 세계 신재생에너지 공급은 꾸준히 증가해, 2013년 전 세계 신재생에너지 생산량은 약 18억 TOE에 달함(IEA, 2015).
 - 전력 부문(수력 포함)에서는 신재생에너지 용량이 2004년 대비 2013년 말 까지 약 2배 증가하였으며 신규 건설되는 발전설비 중 신재생에너지 설비가 45%에 달함(IEA, 2015).
- 우리나라는 2012년 신재생에너지 공급의무화(Renewable Portfolio Standard, 이하 RPS) 제도 시행 이후 신재생에너지 공급인증서(Renewable Energy Certificate, 이하 REC) 가격의 추이가 중요 관심 대상임.
 - REC 가격은 국민이 지불해야 할 전기요금과 관련되어 있어 향후 추이에 따라 국민의 부담 수준을 파악할 수 있음.

- 신재생에너지 프로젝트는 향후 REC 가격 전망에 따라 수익이 직결되어 성사 여부가 결정되므로 REC 가격이 중요한 의미를 가짐.
- RPS 정책의 미래 불확실성을 해소하는 차원에서 REC 가격 전망에 대한 연구가 절실한 상황임.

□ 본 연구의 목적은 신재생에너지 공급인증서 가격 예측 모형을 개발하고, 신재생에너지 공급인증서 가격 안정화 방안을 제안하는 것임.

- 국내 신재생에너지 RPS 시장의 특징을 분석하여 REC 가격 예측 방법론을 개발하고, 이를 태양광/비태양광 통합시장에 적용할 것임.
- 신재생에너지 공급인증서 가격 안정화는 신재생 발전사업자의 투자확대, 보급확대로 이어질 수 있으므로 REC가격안정화를 위한 정책을 제안할 것임.
 - 잦은 가격변동은 시장투자자의 위험성을 높이므로, 변동 폭을 줄이고 예측 가능 하도록 해야함.

II. 방법론 및 분석 결과

1. 모형 1 : 베이저안 다변량 정규모형

□ 계량 모형을 이용한 REC 가격 전망을 위해 본 연구에서는 신재생에너지 의무량(D_t), 신재생에너지 공급량(S_t), 계통한계가격(SMP_t), 균등화 비용($LCOE_t$) 등을 고려

- 추정결과 정책 더미 변수를 제외하고 모든 변수에서 통계적으로 유의미한

계수가 나타나지 않음.

○ 이에 대한 원인은 크게 3가지로 요약할 수 있음.

- 첫째, 자료의 한계로, 국내 RPS의 역사가 짧아 충분한 데이터가 구축되지 못했다는 것임.
- 둘째, 현물시장에서의 REC 거래량은 전체 REC 시장의 5%에 불과하여 REC 공급량으로 REC 가격을 예측하는 데에 무리가 따름.
- 셋째, RPS 정책 변화로, REC 시장 메커니즘이 지속적으로 변경되어 왔음.
- RPS시행 초기에는 태양광/비태양광 시장을 분리 운영하였지만 2014년 하반기부터 비공식적으로 양 시장의 교차거래를 허용하였음. 또한 2016년 이후 통합시장으로 운영하므로 기존 가격자료를 바탕으로 가격추이를 예측하기가 더욱 어려워짐.
- 따라서 시계열 모형과 같이 과거 추세로 미래를 예측하는 방법은 국내 REC 시장에 적용하는데 무리가 따르며 후속 연구에서도 이를 참고할 필요가 있음.

2. 모형 2 : 균등화 비용(Levelized cost of energy, LCOE)을 이용한 전망

□ 본 방법론은 신재생에너지 발전의 수익원은 계통한계가격(SMP)과 REC이며, 이들의 합이 적정 투자보수율을 반영한 LCOE보다 크다는 사실에 근거함.

○ LCOE는 발전량 한 단위(kWh)당 평균 발전비용으로 발전시설 총비용의 현재값을 총발전량의 현재값으로 나누어 계산함.

$$LCOE_t = \frac{CAPEX_t + \sum_{n=1}^T \frac{OM_n + FC_n}{(1+r)^n}}{\sum_{n=1}^T \frac{(1-d)^n \times CF \times 365(days) \times 24(hours) \times Capacity}{(1+r)^n}}$$

- 위 식에서 $CAPEX_t$ 는 t기의 신재생에너지 발전기의 자본 비용을 의미함.
- 태양광 발전의 예를 들면, $CAPEX_t$ 에는 태양광 모듈, 인버터, 주변기기 (Balance of plant, BOP), 설계·조달·시공(Engineering procurement and construction, EPC), 기타 비용을 포함
- OM 는 운영유지비용을 의미하며, FC 는 이자 비용, 보험료 등 금융비용을 나타냄.
- r 은 할인율(discount rate), d 는 성능저하율(degradation factor), CF 는 이용률(capacity factor), $Capacity$ 는 신재생에너지 용량을 나타냄.
- T 는 발전기 운영 기간임.

○ LCOE 추정을 위한 전제조건은 아래 표와 같음.

<표 1> LCOE 분석을 위한 전제조건

	태양광(지상)	태양광(건물)	육상풍력
규모	1 MW	20 kW	1 MW
CAPEX	18억원/MW (중국산 15억원)	20억원/MW	25억원/MW
이용률 (%)	14.75%	14.75%	23%
성능저하율(Degradation Rate)	0.8%	0.8%	0.3%
O&M	1,600만원/년	352,000원/년	3,000만원/년
보험료	1,400만원/년	308,000원/년	1,750만원/년
WACC	7%	7%	7%
부채율	70%	70%	70%
대출이자	5%/년	5%/년	5%/년
법인세	22%	11%	22%

- 균등화 비용 전망을 위해 경험곡선¹⁾과 Bayus 모형²⁾을 추정함. 즉 태양광(풍력)의 모듈(터빈) 가격은 경험곡선을 활용하였고, 비모듈 가격은 Bayus 모형을 이용함.

- j 기술에 대한 경험 곡선 식은 아래 식과 같이 표현될 수 있음.

-
- 1) 경험 곡선은 일반적으로 기술의 총 누적생산량이 증가함에 따라 기술의 단위당 실질비용이 감소한다는 가정에 근거함(IEA, 2000).
 - 2) Bayus (1993)는 시간 t가 기술진보, 규모의 경제, 학습 등의 다양한 요소들을 반영한다고 가정,

$$p_{jt} = p_{j0} \left(\frac{CV_{jt}}{CV_{j0}} \right)^{-\alpha}$$

- 위 식에서 p_{jt} 는 t기의 j번째 신재생에너지원의 가격이며, p_{j0} 는 초기 가격을 나타냄.
- CV_{jt} 는 t기의 j번째 신재생에너지원의 누적 보급량이며 CV_{j0} 은 초기 보급량을 의미함.
- 비모듈 및 비터빈 부문의 가격 전망을 위해서는 국내 특성을 반영해야 하므로 경험곡선 보다는 Bayus (1993)에서 제안된 가격 함수 추정이 적합함.
- Bayus (1993)는 시간 t가 기술진보, 규모의 경제, 학습 등의 다양한 요소들을 반영한다고 가정, 다음의 식 (13)과 같이 가격을 시간에 따른 감소함수로 정의

$$R_{jt} = R_{j0} \times \exp(-\phi_j t) + \epsilon_t$$

- 위 식에서 R_{jt} 는 t기의 신재생에너지원 j의 비모듈 부문 가격임.
 - R_{j0} 와 ϕ_j 는 추정해야 할 모수로서, 각각 j번째 신재생에너지 원의 초기 가격과 가격 하락 속도를 나타냄.
- 또한 한국의 RPS 제도 특성을 고려하여, REC 기준가격을 도출하여 REC 가격의 최대값을 추정함.
- 즉 RPS 의무사가 목표 달성을 못 했을 경우 이들에게 기준가격×1.5에서 패널티 비용이 부과되는데, 현물시장에서의 REC 가격은 이 값이 상한선으로 작용함.
- 추정결과, 태양광 시스템 가격은 2016년 1,808.4원/W에서 2024년 1,117.9원

/W으로 약 38%로 대폭 하락할 것으로 전망됨.

- 태양광 모듈 가격은 2016년 약 686.6원/W에서 2024년 500.5원/W으로 약 27% 감소할 것으로 보임.
- 비모듈 부문에서는 2016년 약 1,121.7원/W에서 2024년 617원/W로 약 45% 감소하는 것으로 전망

<표 2> 태양광 가격 전망

(단위: 원/W)

Year	모듈 가격(A)	비모듈 가격(B)	태양광 시스템 가격(A+B)
2016	686.6	1,121.7	1,808.4
2017	668.8	1,037.3	1,706.1
2018	649.2	973.9	1,623.1
2019	625.5	929.0	1,554.4
2020	595.8	900.6	1,496.4
2021	567.9	836.8	1,404.7
2022	542.8	786.0	1,328.7
2023	520.3	696.6	1,216.9
2024	500.5	617.4	1,117.9

- 태양광 LCOE는 빠른 속도로 하락하여 2016년 167.06원/kWh에서 2024년 106.39원/kWh에 도달할 것으로 보임.

- 이는 약 36% 하락한 수치이며, 연평균 하락 속도는 5.8%에 달함.

[그림 1] 태양광의 LCOE 전망



- 풍력 시스템 가격은 2016년 2,257.8원/W에서 2024년 2,182.7원/W으로 약 3.3% 하락할 것으로 보임.
- 풍력 터빈 가격은 2016년 약 1,129.9원/W에서 2024년 1,054.8원/W으로 약 6.6% 감소할 것으로 전망
- 풍력의 비터빈 부분의 가격은 대부분 시공비로 가격 하락의 여지가 없기 때문에 약 1,128원/W으로 일정하다고 가정

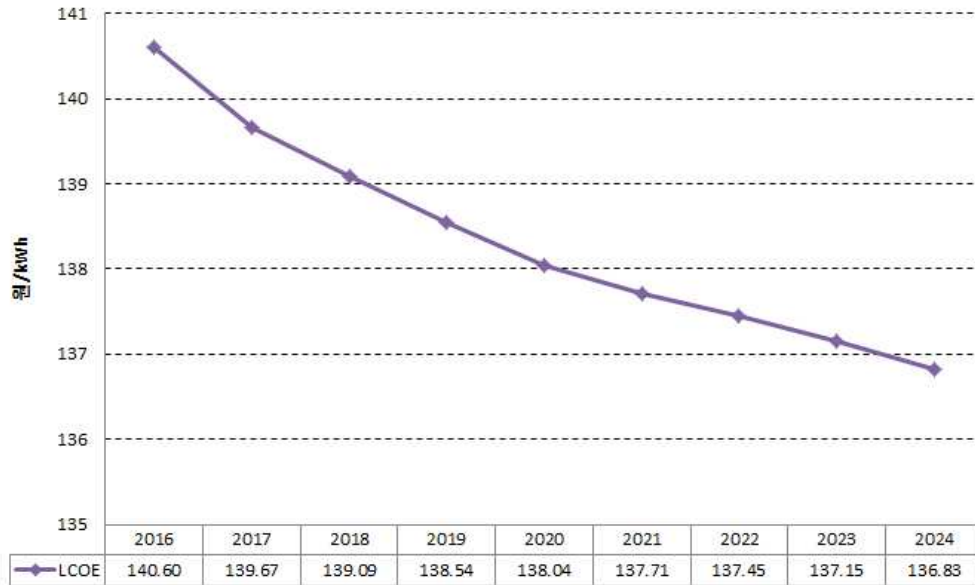
<표 3> 육상 풍력 시스템 가격 전망

(단위: 원/W)

Year	터빈 가격	육상풍력 시스템 가격
2016	1,129.9	2,257.8
2017	1,111.4	2,239.3
2018	1,099.7	2,227.7
2019	1,089.0	2,216.9
2020	1,079.0	2,206.9
2021	1,072.4	2,200.3
2022	1,067.2	2,195.1
2023	1,061.2	2,189.2
2024	1,054.8	2,182.7

- 풍력 LCOE는 2016년 140.60원/kWh에서 2024년 136.83원/kWh으로 소폭 감소하는데 그칠 것으로 보임.
- 이는 약 2.7%에 불과한 하락률임.

[그림 2] 육상 풍력의 LCOE 전망



□ 계통한계가격(SMP)을 전망하기 위해 전력시장모형을 이용함.

- 전력시장모형은 주어진 제약조건하에서 총 발전비용을 최소화하는 시간대별 발전기의 최적 발전량과 기동정지계획을 산출하는데 다음의 식과 같음.

$$L(\lambda, \mu) = F + \sum_{t=0}^T \lambda_t [D_t - \sum_{i=0}^N P_i U_t - \sum_{c=0}^M P_{ct} U_{ct}] \\ + \sum_{t=0}^T \mu_t [D_t + R_t - \sum_{i=0}^N \bar{P}_i U_t - \sum_{c=0}^M \bar{P}_c U_{ct}]$$

- 여기서, λ_t : 부하제약조건의 Lagrangian multiplier, μ_t : 용량제약조건의 Lagrangian multiplier, F: 총 발전비용, t: 시간, T: 계획 기간, i: 화력발전기, N: 화력발전기 수, c: 복합화력발전기

- M: 복합화력발전기 수, F_i, F_c : 화력 및 복합화력발전기 비용 함수, P: t시간에서 i발전기의 발전량, P_c : t시간에서 c발전기의 발전량, U: t시간에서 i발전기의 기동정지 상태, U_{ct} : t시간에서 c발전기의 기동정지 상태
- D_t : t시간 부하, R_t : t시간 예비력, $\overline{P}_i, \underline{P}_i$: i발전기의 최대 최소 발전량, $\overline{P}_c, \underline{P}_c$: c발전기의 최대 최소 발전량을 의미함

○ SMP 전망을 위해 두가지 시나리오를 가정

- 첫째 안(S1)은 7차 수급계획에서의 수요예측, 수요관리, 발전소와 송전선 건설, 신재생발전과 분산형전원 목표 달성 등이 차질 없이 진행된다고 가정
- 둘째 안(S2)은 공급 측 불확실성을 반영하여 원전, 석탄 발전소 준공지연, 신재생발전 목표 미달성을 가정

<표 4> 시나리오별 전제조건

시나리오	전제조건
S1	7차 전력수급기본계획
S2	· 원전 준공 2년 지연 가정 (신고리#5, 6, 7, 8, 신울진#3, 4, 영덕#1, 2) · 석탄 준공 2년 지연 가정 (동부그린#1, 2, NSP#1, 2, 신서천#1, G프로젝트#1, 2, 동양파워#1, 2) · 신재생 RPS 달성을 78.1% 가정

- 첫째 안의 경우 SMP는 2016년 90.6원/kWh에서 2024년 76.7원/kWh으로 15.3% 하락하는 것으로 나타났으며, 둘째 안의 경우 SMP는 2016년 91.5원/kWh에서 2024년 84.0원/kWh으로 8.2% 하락하는 것으로 나타남.

- 둘째 안의 하락속도가 낮은 이유는 공급 측의 불확실성 때문에 첫째 안과 대비하여 첨두설비가 더 발전하고 기저설비가 한계발전기로 결정되는 경우가 상대적으로 줄어들었기 때문임.

<표 5> 시나리오별 시뮬레이션 결과

(단위: 원/kWh)

	S1	S2
2016	90.6	91.5
2017	88.1	88.9
2018	86.9	88.3
2019	87.7	90.1
2020	88.3	91.4
2021	85.3	91.1
2022	79.7	91.9
2023	77.7	89.7
2024	76.7	84.0

- 현물시장의 REC가격 전망은 여러 가지 불확실한 변수를 고려해야 하므로 쉽지 않음. 그 중 특히 SMP전망과 태양광/비태양광 통합시장에서의 태양광 REC 비중에 따라 REC 가격이 크게 달라질 것임.
- 따라서 SMP 전망과 태양광 비중의 변화를 반영하기 위해 본 연구에서는 시나리오 분석을 실시

<표 6> 시나리오 분석 개요

SMP (전력수급기본계획 100% 이행)			SMP (발전소 건설 2년 연기)		
태양광 비중 (15%)	태양광 비중 (20%)	태양광 비중 (25%)	태양광 비중 (15%)	태양광 비중 (20%)	태양광 비중 (25%)
시나리오 1	시나리오 2	시나리오 3	시나리오 4	시나리오 5	시나리오 6

- 각 시나리오 별로 REC 가격의 최소값과 최대값을 추정함.
 - 최소값은 추정한 LCOE 전망과 SMP 전망값으로 추정이 가능함. 다만 태양광과 비태양광의 REC 시장이 통합됨에 따라 두 에너지 가격 중 큰 값에서 REC 가격이 결정될 것임.
 - REC 매도자 입장에서는 이윤을 극대화하기 위해 최대한 높은 가격에서 거래를 하기 때문
 - 한편 현물시장의 REC 최대 가격은 페널티 지불 문제 때문에 기준가격×1.5에서 형성될 것임.
 - REC 기준가격은 현물시장, 선정계약시장, 자체계약시장, 자체건설시장에서의 거래 금액의 가중평균으로 결정됨.
- 추정결과 제7차 전력수급계획대로 기저부하 발전소가 건립되었을 때, REC 현물시장 가격은 2016년 71천원/REC~102천원/REC에서 2024년 54천원/REC~84천원/REC 수준으로 감소하는 것으로 나타남.
 - 이는 신재생에너지 LCOE가 하락함에 따라 REC 가격도 이에 맞추어 하락하기 때문임.

- 현재와 같이 REC 의무량에 비해 공급량이 과부족하게 되면 REC 현물 가격이 상승하게 되어 REC 최고치에서 주로 가격이 형성될 것으로 예상됨.
- 하지만 신재생에너지 신규 발전 시설이 늘어나 공급량이 충분하게 되면 최저치와 최고치 사이에서 가격이 형성될 것이며, 공급량이 의무량보다 급격히 많을 경우 최저치보다 REC 가격이 더 하락할 수도 있을 것임.

<표 7> 현물시장 REC 가격 전망 (시나리오 1, 2, 3)

(단위: 천원/REC)

	시나리오 1		시나리오 2		시나리오 3	
	최저	최고	최저	최고	최저	최고
2016	70.7	86.1	70.7	94.1	70.7	102.1
2017	70.0	85.5	70.0	89.8	70.0	94.0
2018	63.9	84.6	63.9	88.1	63.9	91.5
2019	57.1	83.4	57.1	86.6	57.1	89.7
2020	51.4	82.2	51.4	85.1	51.4	87.9
2021	50.5	81.3	50.4	83.6	50.4	85.9
2022	51.7	81.9	51.6	83.6	51.5	85.4
2023	52.7	82.1	52.7	83.3	52.6	84.6
2024	53.7	82.1	53.7	82.9	53.6	83.7

주: 본 자료는 신재생에너지 사업 투자결과에 따른 법적 책임소재의 증빙자료로 사용할 수 없음

○ 제7차 전력수급계획에서의 기저부하 발전소 건립이 2년 연장될 경우 SMP

가격은 증가하게 되며 이러한 상황에서 REC 현물시장 가격은 2016년 71천원/REC~102천원/REC에서 2024년 49천원/REC~76천원/REC 수준으로 감소하는 것으로 나타남.

- 계획대비 기저부하 발전소 건립이 늦어지면서 SMP가 시나리오 1보다 상승하는 효과가 발생하고, 이에 따라 REC 가격은 하락하기 때문으로 풀이됨.

<표 8> 현물시장 REC 가격 전망 (시나리오 4, 5, 6)

(단위: 천원/REC)

	시나리오 1		시나리오 2		시나리오 3	
	최저	최고	최저	최고	최저	최고
2016	70.7	89.0	70.7	94.1	70.7	102.1
2017	69.1	86.5	69.1	89.5	69.1	93.8
2018	62.5	85.0	62.5	87.4	62.5	90.9
2019	54.7	83.3	54.7	85.5	54.7	88.7
2020	49.2	81.6	49.2	83.5	49.1	86.4
2021	48.8	79.1	48.8	80.7	48.7	83.0
2022	48.3	76.7	48.2	77.9	48.2	79.7
2023	48.2	74.8	48.1	75.8	48.1	77.1
2024	48.8	74.6	48.8	75.0	48.7	75.8

주: 본 자료는 신재생에너지 사업 투자결과에 따른 법적 책임소재의 증빙자료로 사용할 수 없음

Ⅲ. 정책 제언

□ 신재생에너지 발전사업자는 신재생에너지를 RPS의무자에게 판매하고 SMP와 REC 가격에 따라서 수익을 얻음.

○ 이러한 수익 구조는 REC와 SMP가 모두 시점별로 가격 변동성이 존재하게 되어 사업의 불확실성을 심화함.

- 최근의 경우 2014년 12월 평균 SMP 가격이 143.7원/kW이었던 반면 2015년 9월 평균 SMP가 85.7원/kW으로 약 40%가량 하락함.

- 이론적으로는 “ $LCOE=SMP+REC$ ”가 성립되므로 시장을 통해서 신재생에너지의 원가(LCOE)를 회수할 수 있는 수준으로 SMP와 REC 보상가격이 상호 조정되어야 함.

- 하지만 국내에서는 SMP는 전력가격에 따라 결정되는 변동가격이며 REC 가격도 소규모 태양광을 제외하고 고정가격을 제공하지 못하고 있어서 자연적인 조정이 이루어지지 못하고 있음.

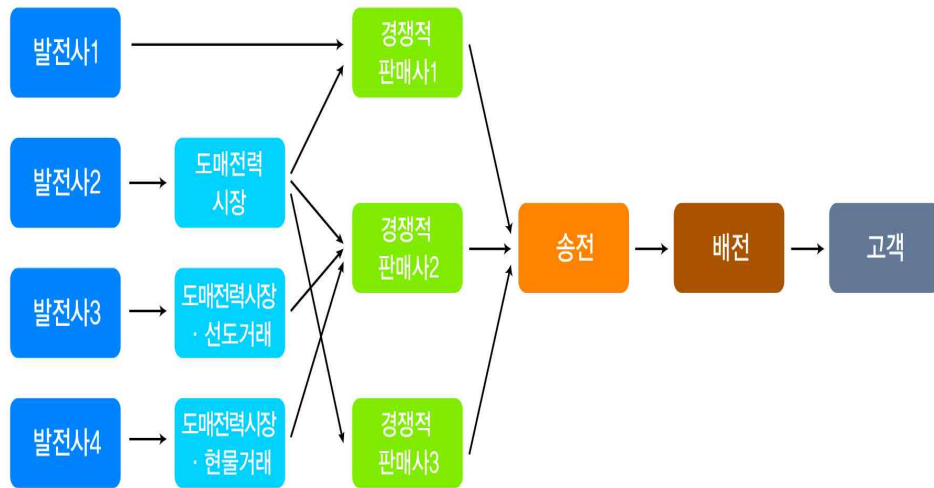
- 이에 따라 신재생에너지 발전사업자의 수익 변동성을 완화할 수 있는 구제책이 필요한 상황임.

○ 첫 번째 방안으로 전력판매 경쟁 촉진 및 판매사 RPS 의무가 필요함.

- 주요국의 경우 판매사(전력공급사)가 RPS 의무이행사인 반면, 국내의 경우 발전사가 RPS 의무를 부담함.

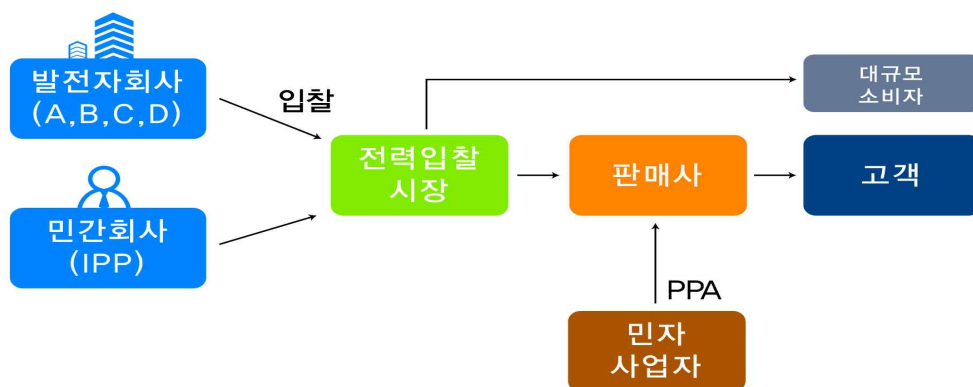
- 한국의 경우 발전사가 신재생에너지 발전 및 RPS 의무를 동시에 부담하므로 REC 가격을 하락시키는 유인이 존재하지 않음.

[그림3] 미국 전력시장 구조



자료: "Energy in New Hampshire"

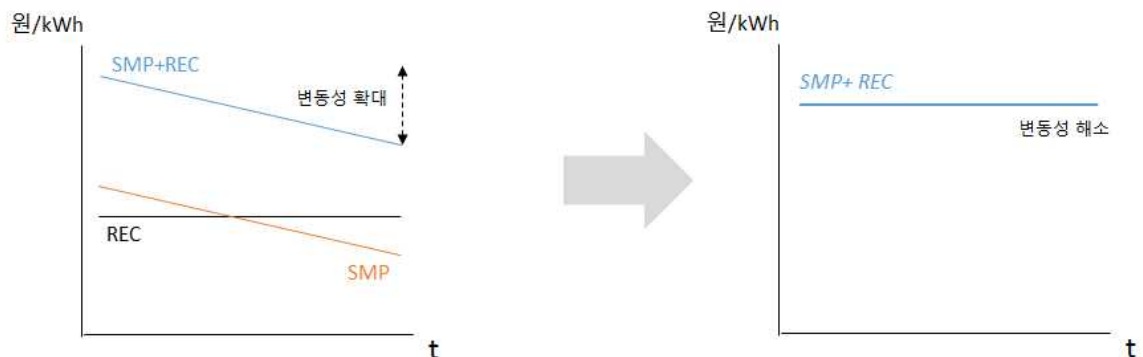
[그림 4] 국내 전력시장구조



자료: 전력거래소, 국내 전력시장 현황 및 전망(2005)

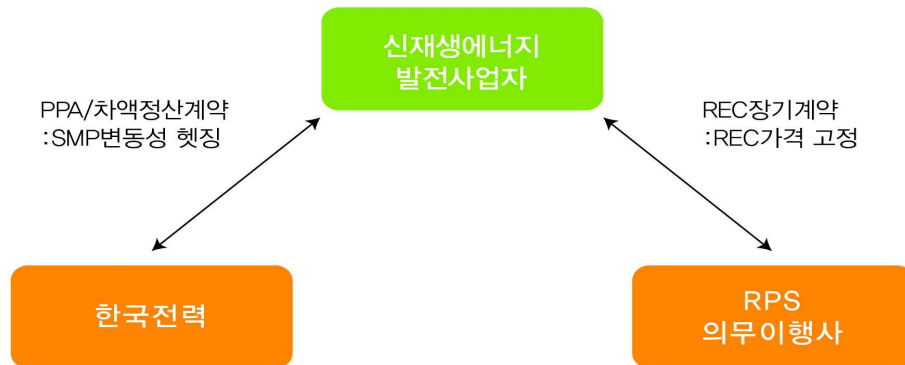
- 두 번째 방안은 계약 당시의 “SMP+REC” 고정가격을 보장하는 것임.
- 소규모 태양광 REC의 경우 12년 장기계약을 체결함에 따라 가격 변동성을 완화할 수 있음.
- 하지만 대부분의 신재생에너지 REC와 SMP는 시간이 지남에 따라 변동하기 때문에 신재생 발전사업자의 수익 불안 요인으로 작용하게 됨.
- 이러한 불확실성을 완화하기 위해서는 정부가 SMP+REC 수입을 적정이윤 수준에서 장기계약 가격으로 책정하여 정책적으로 승인하는 것이 필요함.

[그림5] SMP+REC 고정가격 보장



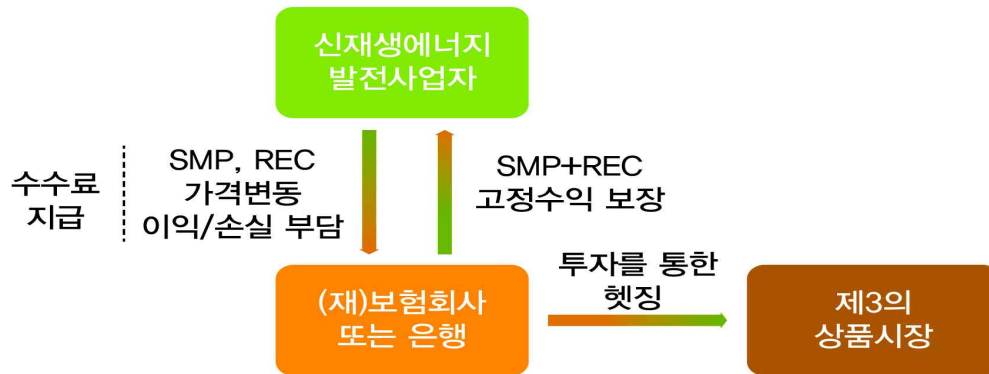
- 이와 유사한 방안으로 REC 가격을 현행과 유사하게 장기계약 형태로 고정하고, SMP도 한전과 PPA 또는 차액정산 계약을 체결함으로써 변동성을 헷징하는 방법도 존재함.

[그림 6] REC 장기계약 + SMP 차액정산 계약 형태



- 세 번째 방안은 보험 또는 재보험회사, 은행 등의 금융기관이 신재생에너지 발전사업자에게 SMP+REC 고정수익을 보장하는 금융상품을 개발하는 것임.
- 발전사업자는 SMP 및 REC의 가격 변동에 따른 이익 또는 손실 부담을 금융기관에 이전하고 이에 대한 대가로 수수료를 지급함.
- 금융기관은 제2의 상품시장을 활용하여 SMP 및 REC 가격 변동에 대해서 헷징하는 방안을 마련하는 것이 가능

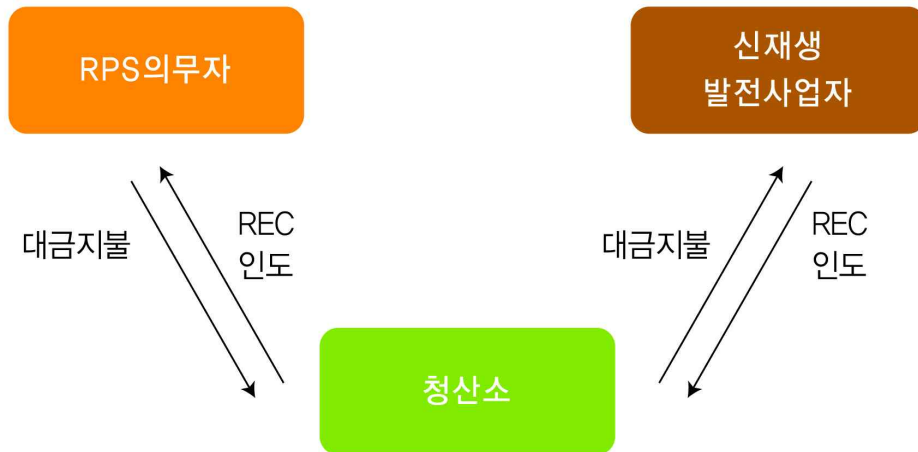
[그림 7] 신재생에너지 금융상품 개념도



자료: "The Transfer of the Weather risk faced with the challenges of the future", SCOR Focus publication, 2012

- 네 번째 방안은 호주와 유사하게 REC 선물상품을 도입하는 방안임.
- 선물거래는 일반적으로 규격이 표준화되어 있는 특정 대상물에 대해서 선물계약 체결시에 지정한 가격(선물가격)으로 미래 일정 시점에 인도 또는 인수를 약정함.
- 선물상품을 활용하면 현물시장에서의 가격변동 위험을 헷징하는 것이 가능함.

[그림 8] 선물(Futures) 거래 개념도



- 기타 방안으로 정부가 장기 SMP 가격을 제시하여 미래에 대한 불확실성을 제거하는 방법이 있음.
- 또한 영국과 호주와 같이 소규모 사업자에 한해 FIT를 적용하는 방법도 가능함.

IV. 기대 효과

- 본 연구는 REC 가격 전망 모형을 개발하고 한국의 REC 시장에 적용함으로써 국내 신재생에너지 연구뿐만 아니라 해외 연구의 발전에도 기여할 수 있을 것으로 기대
- REC 가격과 관련된 기존연구는 REC 가격 변동성의 요인을 분석한 연구와 REC의 향후 가격을 예측하는 연구로 분류될 수 있음.

- 하지만 REC 가격 예측 연구는 중요도에 비해 선행연구가 국내외적으로 활발히 이루어지지 않고 있음.
- 특히 현재 RPS를 시행하고 있는 국가 및 주정부는 약 80개로 본 연구는 이들 국가의 신재생에너지 시장 및 정책 연구 발전에 큰 역할을 할 수 있을 것임.
- 본 연구는 REC 가격 예측을 통해 정부, 신재생에너지 공급의무자, 신재생에너지 발전 사업자, 소비자에게 미래에 대한 불확실성을 완화하는 데 기여
 - 즉, 정부와 소비자는 신재생에너지 보급에 따른 미래 발생 비용을 파악함으로써 이에 대한 준비가 가능
 - 신재생에너지 공급의무자는 REC 가격 전망 자료를 활용하여 RPS 범칙금 가늠 및 발생비용 예측이 가능
 - 신재생에너지 발전 사업자는 REC 가격 예측 자료를 통해 미래의 사업 가능성 여부를 타진할 수 있을 것임.

< 참고자료 >

김상태, 박종원, 2011, 일본 RPS법의 법정책적 시사점, 「한양법학」 22권 1호, pp.143-165

김현숙, 2004, “우리나라 전력산업 구조개편에 대한 소고”, 한국조세재정연구원

김형태, 이성우, 김규민, 권민성, 김욱, 정해성, 2012, “SUDP 알고리즘을 이용한 SMP 예측에 관한 연구”, 2012년 대한전기학회 추계학술대회 논문집, pp.424-425.

대한무역투자진흥공사, 2013, “영국”, 「세계 주요국 전력시장 현황」, pp.43-52.

산업통상자원부, 2014a, “2014 신재생에너지 백서”

산업통상자원부, 2014b, “제7차 전력수급기본계획”

신재생에너지협회, 2014, “호주”, 「신재생에너지 해외시장 정보」

에너지경제연구원, 2013, “영국 전력시장 제도개편 움직임”. 「세계 에너지시장 인사이트」제 13-13호.

온실가스 종합정보센터, 2013, “국내 실정에 맞는 온실가스 배출권거래제를 위한 온실가스, 대기오염물질, 재생에너지의 거래제 비교 분석”, 「2013년 온실가스 감축 전문가포럼 단기과제별 최종자료집」.

이강국, 2002, “캘리포니아 전력산업 구조조정에 관한 연구”. 「전력산업 민영화 정책에 대한 비판과 제안

이상립, 2015, 발전용 LNG 장기 수요전망 연구, 한국가스공사 수탁연구사업

이성호, 2014, “한국의 RPS 제도 이행 점검과 개선 방향”, 「Current Photovoltaic Research」 2권 4호, pp.182-188.

이창호, 2010, “해외주요국의 신재생에너지 의무할당제(RPS) 운영사례”, 「전기

- 의 세계」 59(12): pp.22-27
- 장인의 공간, 2014, “M-Core(장기) 소개서”
- 전기연구원, 2007, “전력거래제도 개선을 위한 합리적 구현방안 연구”
- _____, 2010, “해외주요국의 신재생에너지 의무할당제(RPS) 운영사례”
- _____, 2011, “RPS 시행제도 및 REC 거래 시장”
- _____, 2013, “CAISO”, 「해외전력산업동향」.
- 전기위원회, 2005, “전력시장 운영 및 가격체계”
- _____, 2010, “호주”, “해외전력산업동향”
- 전력거래소, 2009, “해외전력산업동향”
- _____, 2012, “해외전력산업동향”
- 전력산업연구센터, 2012, “이태리 정부, 태양광 예산삭감 계획 승인”
- 전북대학교 전력시스템연구실, “국내 전력시장”
- 정운경, 2013, 태양광 산업 및 모듈가격 전망과 대내외 대응전략 연구, 에너지
경제연구원 기본과제
- 조규철, 2014, Eco-System: 클라우드 컴퓨팅환경에서 REC 가격예측 시뮬레이
션, 한국시뮬레이션학회논문지 23(4): pp.1-8
- 지식경제부, 2013, “제6차 전력수급기본계획”
- 한국산업기술진흥원, 2012, 미국의 신재생에너지 산업 및 정책 동향.
- 한국에너지공단, 2015, “태양광-비태양광 시장통합 운영방안”
- 한국전기연구원, 2014, “14년 적용 신재생에너지 공급인증서 가중치에 관한 연
구”, pp.9-10

- 한국전력거래소, 2005, “국내 전력시장 현황 및 전망”
- 한국환경정책평가연구원, 2013, “온실가스 감축정책 현황 및 개선방안 연구(I)”, 「기후환경정책연구」
- 한전경영경제연구원, 2013, “미국의 전력시장 자유화에 따른 이슈와 시사점”, p.7
- 황순현, 권종환, 안중환, 우필성, 김발호, 2012, 신재생에너지 의무할당제(RPS) 시행에 따른 REC 가격예측에 관한 연구, 대한전기학회, 2012년도대한전기학회 하계학술대회 논문집, pp.19-20
- Advisory Committee, 2013, “Overview of Colorado’s Renewable Energy Standard(CRS 40-2-124)”.
- AER, 2014, “State of the Energy Market”.
- ASX, 2011, “Renewable Energy Certificate (REC) Futures”, 「호주증권거래소」.
- Australian Gov, 2014, “Renewable Energy Target Review”, 「Climate Change Authority」
- Bhandari, R. and Stadler, I. 2009, “Grid Parity Analysis of Solar Photovoltaic Systems in Germany Using Experience Curve,” Solar Energy 83: pp.1634-1644
- BNEF, 2015, H1 2015 Global levelized cost of electricity update
- Cho, Y., Koo, Y., 2012. Investigation of the effect of secondary market on the diffusion of innovation. Technological Forecasting and Social Change, 79, pp.1362-1371
- Climate Policy Initiative, 2012, Limiting the Cost of Renewables: Lesson for California; CPI Working Paper

- Christoph H., Thomas W., 2011, Economic functioning and politically pragmatic justification of tradable green certificates in Poland, *Environmental Economics and Policy Studies* 13(2): pp.157-175
- Dawei Z., Daniel R. B., Navigant, Inc., Solar renewable energy credits(SRECs) price forecast
- DOER. 2011. Renewable Energy Portfolio Standard Guideline
- _____. 2014. Massachusetts RPS & APS Annual Compliance Report for 2012
- DORA PUC. 2013. What does the Renewable Energy Standard(RES) require?
- DSIRE, 2015, Renewable Portfolio Standard Policies.
- Eirik S. Amundsen, Fridrik M. Baldursson and Jorgen B. M., 2006, Price Volatility and Banking in Green Certificate Markets, *Environmental and Resource Economics* 35(4): pp.259-287
- Farrokh Albuyeh et al. "Implementation of the California Independent System Operator". IEEE: 2
- Gov. Energy Office. 2010. "Colorado's 30% Renewable Energy Standard: Policy Design and New Markets"
- IEA, 2000, "Experience Curves for Energy Technology Policy"
- _____, 2014, World Energy Outlook
- _____, 2015, Medium-Term Market Report 2015
- Jacob L., 2003, Financial risks for green electricity investors, *Denmark Energy Policy* 31(1): pp.21-32
- Jeff Bryan et al., Estimating the Price of ROCs, 2013, Stirling Economics Discussion Paper, University of Stirling, Stirling Management School

- KOTRA, 2014a “유럽 신재생에너지 시장 재편에 따른 시사점 1편”
- _____, 2014b, “원전사고 이후 변화 된 일본 신재생에너지 시장 진출 방안”
- Lee, J., Cho, Y., Lee, J.-D., Lee, C.-Y., 2006. Forecasting future demand for large-screen television sets using conjoint analysis with diffusion model. Technological Forecasting and Social Change 73: pp.362-376.
- Michael C., Javad K., and W.B. Piwell., 2015, Smart-srec: A Stochastic Model of the New Jersey solar Renewable Energy Certificate market, Journal of Environmental Economics and Management 73: pp.13-31
- Navigant Consulting, 2010. “2010 Colorado Utility Report”: 4
- Nemet, G. 2006, “Beyond the learnig curve: Factors influencing cost reductions in photovoltaics,” Energy Policy 34: pp.3218-3232
- Ofgem e-serve 2014, “Feed-in-Tariff: Annual Report(2013-14)”
- Polsinelli Law Firm. 2013a. “All RECs are mot created equal: Bundling and Geographic Sourcing; Renewable Energy Las Insider”
- _____. 2013b. “All RECs are mot created equal: Rate Caps and Shelf-Life, Renewable Energy Law Insider
- REN21, 2014, Renewables 2015 Global Status Report: p.64.
- _____, 2015, Renewables 2015 Global Status Report: p.9
- RM Group, LLC. 2013. “Analysis of the Rate Impact of Colorado’s Renewable Energy Standard”
- Scor. 2012. The transfer of weather risk faced with the challenges of the future. 『Technical Newsletter』 pp.1-8
- SEIA, RPS Solar Carve Out Colorado

정책 이슈페이퍼 16-06

신재생에너지 공급인증서(REC) 가격 예측 방법론 개발 및 운용

2016년 8월 31일 인쇄

2016년 8월 31일 발행

저 자 이 철 용

발행인 박 주 현

발행처 에너지경제연구원

44543 울산광역시 중가로 405-11

전화: (052)714-2114(代) 팩시밀리: (052)-714-2028

등 록 1992년 12월 7일 제7호

인 쇄 크리커뮤니케이션 (02)2273-1775
