

| GREEN ISSUE 2012-03 |

환경올림픽 약속이행을 위한 신재생에너지사업 추진전략

— 100MW급 풍력발전 민간사업자 유치 중심 —

전영신 책임연구원 | 2012년 10월 26일

Contents

1. 배경 및 필요성
2. 신재생에너지사업 관련 제도
 - 2.1 신재생에너지 전력거래시장
 - 2.2 신재생에너지공급의무화(RPS)제도
 - 2.3 배출권거래제와 RPS제도
3. 풍력발전사업 경제성분석
 - 3.1 전력판매 비용편익분석
 - 3.2 온실가스 저감잠재량 산정
4. 결론



GREEN ISSUE 2012-03

환경올림픽 약속이행을 위한 신재생에너지사업 추진전략

SUMMARY

《 ISSUE

- 환경올림픽 개최를 위하여 저탄소녹색올림픽특별보고서(Green Dream:O2 Plus)를 IOC에 제출.
※ 동계올림픽 기간 동안 신재생에너지 자급자족을 위하여 100MW급 풍력발전기 건설.
- 동계올림픽 유치위원회 풍력발전사업에 의한 배출권 동계스포츠 활성화 지원 약속함.
- 조직위원회는 올림픽 이후 발전사업이 불가능하므로 민간발전사업자 유치가 필요함.

《 ARGUMENT

- 전력수입에 대한 비용편익분석 결과 14%의 낮은 사업실패 리스크와 431억원의 이윤추구 가능성 확인.
- 강원도 산간지역의 우수한 풍질로 인한 높은 경제성으로 민간사업자 유치 가능성 높음.
- 동계스포츠 활성화 지원을 위한 온실가스 저감잠재량 산정 시 기존의 전력배출계수 활용방법보다 전력시스템분석을 통해 33만톤(약11억원) 추가 확보 가능
※ 전력분야 온실가스 저감잠재량 산정을 위해서는 전력시스템 분석 필요

《 NOTE

- 풍력발전사업은 경제적으로 우수하기 때문에 민간사업자를 유치하기 쉽고, 배출권을 이용한 동계스포츠 활성화 약속도 지키기 용이한 반면, 환경문제로 인한 불확실성 존재함. 하지만 동계올림픽 특별법 상의 올림픽특구로 지정하여 사업의 불확실성 제거를 통하여 민간사업자 유치가능 함.
- 풍력발전사업의 개발행위 인허가 및 송변전 설비 구축을 위해서 많은 시간이 필요하고, 풍력발전기 건설 또한 긴 시간이 필요하기 때문에 조속한 시일 내에 사업유치 공청회와 같이 강원도의 사업유치 의지를 보여줘야 할 필요 있음.
- 사업의 참여를 원하는 민간발전사업자에게는 온실가스 저감잠재량 만큼 동계스포츠 활성화를 위해 투자해야 함을 전제로 하고, 스폰서로서의 자격부여를 통한 사업자의 참여 유도 필요함.



1. 배경 및 필요성

- 기후변화가 가속화됨에 따라 국제적으로 온실가스 감축을 위한 체제 도입으로 사회 전 부문에 저탄소 및 지속가능개발의 중요성이 증대되고 있음. 올림픽 역시 환경의 중요성이 강조되면서 20세기 말에 들어 지속가능한 올림픽 개최에 관심이 집중되고 있음.
- 2018평창동계올림픽은 경제올림픽, 문화올림픽, 환경올림픽, 평화올림픽을 목표로 하며, 환경올림픽을 위하여 저탄소녹색올림픽특별보고서(Green Dream: O2 Plus)를 IOC에 제출함.
- 특별보고서 상의 전력생산계획은 동계올림픽 기간 동안 100% 신재생에너지로 자급자족을 위하여 기존의 신재생에너지설비와 새로운 풍력발전소를 건설하는 것임.
 - 올림픽 기간 중 전체 소요전력량 : 112,237 MWh/60days
 - 기존 신재생에너지 발전량(태기산풍력40MW, 대관령풍력100MW) : 82,395 MWh/60days
 - 부족한 전력량 : 29,984 MWh
 - 건설계획 : 100MW급 풍력발전기 건설로 부족한 전력량 생산



< 2018평창동계올림픽의 O2 Plus의 개념 >

출처 : Pyeongchang2018 Green Dream: O2 Plus winter games Special report, 2011, 한국기후변화대응연구센터

- 동계올림픽은 2개월이 지나면 끝나지만, 설치된 100MW풍력발전기는 20년 동안 운영되기 때문에 올림픽에서 발생하는 온실가스 배출량보다 더 많은 배출권을 얻을 수 있으며, 유치계획서에는 이렇게 발생하는 배출권을 동계스포츠 자원이나 드림프로그램의 연장선인 동계스포츠 아카데미에 지원하기로 하였음.
- 저탄소환경올림픽 개최 약속 이행을 위한 풍력발전소를 건설하는데 있어서 전력생산의 경우 생산된 전력을 전력거래소에 판매하고, 올림픽에 사용되는 전력은 한전으로부터 구입하므로 발전사업자 입장에서는 타 지역에 투자하는 것과 다르지 않음. 배출권의 경우에는 자신들의 편익인 배출권을 기부하는 형태이므로 타 지역에 투자하는 사업보다 불리할 수 있음.
- 현재 우리나라는 신재생에너지공급의무화(RPS)제도를 운영하고 있으며, 2015년부터 배출권 거래제를 시행하기로 하였음. 공급인증서와 배출권은 이중혜택 논란이 있는 만큼 배출권을 획득하지 못할 가능성 존재함. 따라서 신재생에너지사업을 통해 향후 받을 수 있는 배출권에 대한 이익을 신재생에너지공급인증서 판매이익으로 대신 받는 방안을 고려해 볼 수 있음.
- 배출권이나 신재생에너지공급인증서를 판매하여 동계스포츠에 투자하더라도 경제성을 확보할 수 있어야 민간발전사업자의 투자를 유치할 수 있음. 따라서 본 브리프에서는 풍력발전 사업의 민간사업자의 유치가 가능한지 분석하기 위하여 풍력발전사업의 전력판매로 인한 편익분석을 수행하였음.
- 온실가스 저감잠재량에 해당하는 신재생에너지인증서를 민간발전사업자로부터 기부약속을 받을 수 있어야 환경올림픽 약속이행이 제대로 수행된 것으로 간주할 수 있음. 배출권 대신 신재생에너지인증서를 투자받기 위해서는 풍력발전으로부터 얻을 수 있는 배출권을 미리 산정하여야 함. 이를 위해서 본 브리프에서는 전력시스템분석을 통하여 온실가스 저감잠재량을 도출하였음.
- 계산된 결과를 이용하여 민간발전사업자를 유치하는데 있어서 강원도에서 추진해야 할 사항에 대해서 정리하였음.



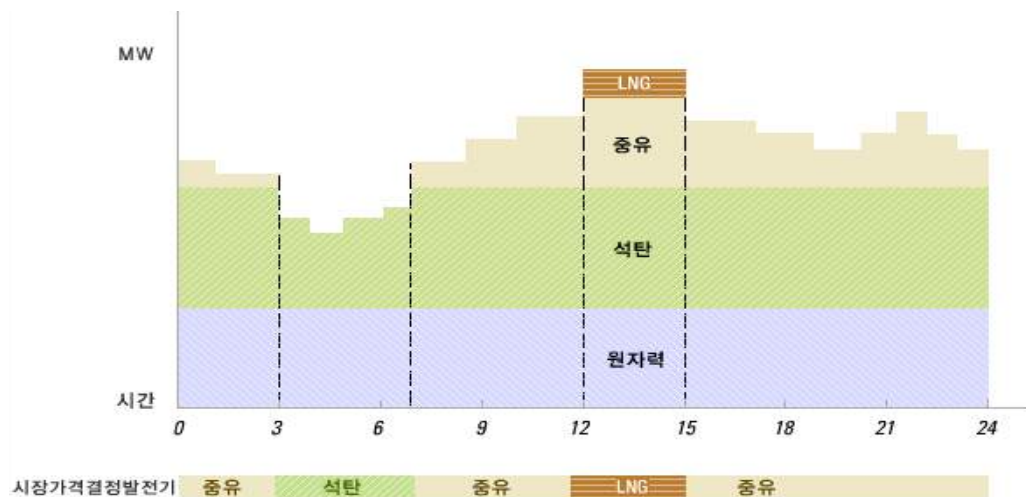
2. 신재생에너지사업 관련 제도

2.1 신재생에너지 전력거래시장

- 중앙급전발전기는 전력판매수익을 (용량요금 + 도매시장가격)으로 정산하며, 발전사업자는 각 발전기의 운전비용 및 기술적 특성자료를 전력거래소에 제출하며, 이 정보를 이용하여 전력생산에 필요한 변동비를 계산함.

※ 중앙급전발전기 : 전력거래소의 급전지시에 따라 운전하는 발전기

- 각 발전기는 전력거래 당일 하루 전에 전력생산 가능량을 입찰하며, 전력수요를 충족할 수 있을 때까지 변동비가 낮은 순서부터 차례로 올라가면서 전력수요와 일치하는 발전기의 변동비가 SMP가 됨.



〈 SMP 결정 발전기 〉

출처 : 한국전력거래소

- 풍력발전과 같은 신재생에너지는 바람이 불 때에만 간헐적으로 에너지를 생산할 수 있기 때문에 전력거래소의 급전지시에 따라 전력을 생산할 수 없음. 따라서 석탄화력발전소와 같은 중앙급전 발전기와는 다른 정산체계로 운영되고 있음.
 - 현재 우리나라는 신재생에너지전력을 SMP로 거래하고 있으며, 시간대별 SMP를 이용하지 않고 월평균SMP를 이용하며 거래량은 월간으로 정산함.

2.2 신재생에너지공급의무화(RPS)제도

- RPS제도는 일정규모 이상의 발전사업자에게 총 발전량 중 일정량 이상을 신재생에너지 전력으로 공급토록 의무화하는 제도로서, 미국, 영국, 이태리, 스웨덴 등에서 시행중인 제도임.
 - 공급의무자 : 설비규모(신재생에너지설비 제외) 500MW 이상의 사업자
 - 한국수력원자력, 남동발전, 중부발전, 서부발전, 남부발전, 동서발전, 지역난방공사, 수자원공사, SK E&S, 포스코에너지, GS EPS, GS파워, MPC 울촌전력 등 13개 발전회사

- 연도별 의무공급량은 공급의무자의 지난 연도 전력생산량에 연도별 의무비율을 곱한 발전량 이상으로 하며, 의무공급량은 신재생에너지공급인증서를 기준으로 산정함.
 - 연도별 의무공급량 = 공급의무자의 전년도 발전량(신재생에너지발전량 제외) × 의무비율

해당연도	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
비율(%)	2	2.5	3	3.5	4	5	6	7	8	9	10

- ※ 신재생에너지 공급인증서 : 신재생에너지 설비를 이용하여 에너지를 공급하였음을 증명하는 인증서
- ※ REC (Renewable Energy Certificate) : 공급인증서의 발급 및 거래단위로서 공급인증서 발급대상 설비에서 공급된 MWh기준의 신재생에너지 전력량에 대해 가중치를 곱하여 부여하는 단위

- 태양광 산업의 집중육성 측면에서 시행초기 5년간 할당물량을 집중 배분하고 2017년부터는 별도 신규할당 없이 타 신재생에너지원과 경쟁을 유도함

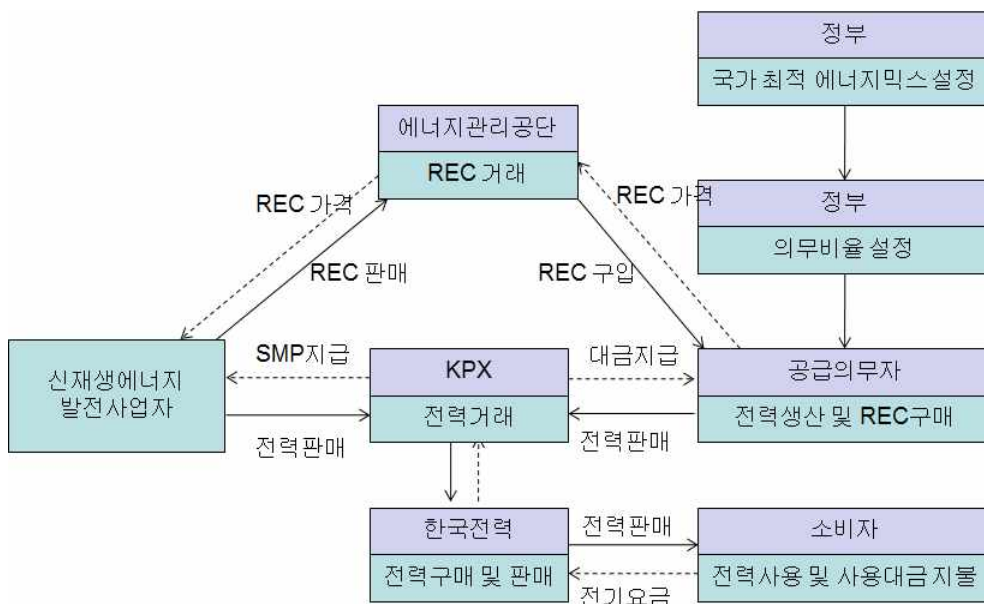
해당연도	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
신규(GWh)	276	591	907	1,235	1,577	1,577	1,577	1,577	1,577	1,577	1,577

- 유연성 메카니즘을 이용하여 공급의무량의 20% 이내에서 차년도로 연기 허용 (단, 2014년까지는 의무공급량의 30%까지 허용)
- 의무공급량 미이행분에 대해서는 공급인증서 평균거래가격의 150% 이내에서 불이행사유, 불이행 횟수 등을 고려하여 과징금 부과

- 발전원가, 온실가스 감축효과, 산업육성효과, 환경훼손 최소화, 해당 신재생에너지의 부존잠재량 등을 고려하여, 공급인증서의 가중치를 3년마다 결정함

구 분	공급인증서 가중치	대상에너지 및 기준		
		설치유형	지목유형	용량기준
태양광에너지	0.7	건축물 등 기존시설물을 이용하지 않는 경우	5개 지목 (전, 답, 과수원, 목장용지, 임야)	
	1.0		기타 23개 지목	30kW 초과
	1.2			30kW 이하
	1.5	건축물 등 기존 시설물을 이용하는 경우		
기타 신·재생에너지	0.25	IGCC, 부생가스		
	0.5	폐기물, 매립지가스		
	1.0	수력, 육상풍력, 바이오에너지, RDF 전소발전, 폐기물 가스화 발전, 조력(방조제 有)		
	1.5	목질계 바이오매스 전소발전, 해상풍력(연계거리 5km이하)		
	2.0	해상풍력(연계거리 5km초과), 조력(방조제 無), 연료전지		

- 대수력(5MW 초과), 기존 방조제를 활용한 조력발전(시화호조력), 석탄 액화·가스화에너지(IGCC), 부생가스(석탄 등에서 부수적으로 발생하는 폐가스)의 경우, 비거래 공급인증서 발급
- RPS제도 상에서 신재생에너지발전사업자는 전력거래소(KPX)에는 전력을 판매하고, 에너지 관리공단에 신재생에너지인증서(REC; Renewable Energy Certificate)를 판매함.



2.3 배출권거래제와 RPS제도

- 우리나라는 2015년부터 배출권거래제를 시행하기로 하였고, “온실가스 배출권의 할당 및 거래에 관한 법률”이 올해 5월24일에 제정되었고, 법령은 올해 11월15일부터 시행됨¹⁾. 법률시행령(안)이 공고되었지만 발전분야에 대한 배출권 할당 방법은 아직 정해지지 않았음.
- 2012년부터 RPS제도가 시행되고 있기 때문에, 의무적으로 생산한 신재생에너지로부터 배출권을 획득할 수 있는지 여부가 결정되지 않은 상황임.
 - 해외사례의 경우 영국이 재생에너지의무제도(Renewable Obligation)제도와 자발적배출권거래제(UK ETS)를 단방향으로 연계하였음. 즉 재생에너지의무제도의 목표량을 초과한 발전사업자는 재생에너지를 이용한 온실가스저감량을 배출권거래시장에 팔수는 있지만, 배출권을 구매하여 재생에너지 할당량을 준수할 수는 없음.
 - 일본의 경우에도 자발적 배출권거래제도(JVETS)와 RPS제도를 연계하려고 시도하였으나, RPS제도가 실패함에 따라 결과를 이루지 못하였음.
 - 미국의 경우 일부 주에서 RPS제도와 에너지효율규제를 연계하고 있음
- 신재생에너지발전량과 온실가스배출량을 동시에 인정받기 위해서는 신재생에너지공급인증서(REC)에 배출권이 연동되어야 하는데, 이럴 경우 신재생에너지원별로 가중치가 다르기 때문에 배출권이 과다/과소 계상되는 결과가 발생할 수 있으므로 영국에서 시행한 방법과 같이 공급의무 이상의 신재생에너지에만 배출권 또는 탄소상쇄권을 부여할 것으로 예상됨.
- 따라서 풍력발전사업의 타당성을 검토하기 위해 전력가격에 대한 분석은 당연히 수행되어야 하지만 신재생에너지인증서의 판매로부터 발생하는 편익이나 배출권으로부터 발생하는 편익은 분리하여 검토해야 함.
- 본 브리프에서는 전력가격에 대한 리스크를 분석하고, 환경올림픽 약속 이행을 위한 온실가스 저감잠재량을 분석하여 이를 신재생에너지공급인증서로 환산하여 계산하였음.

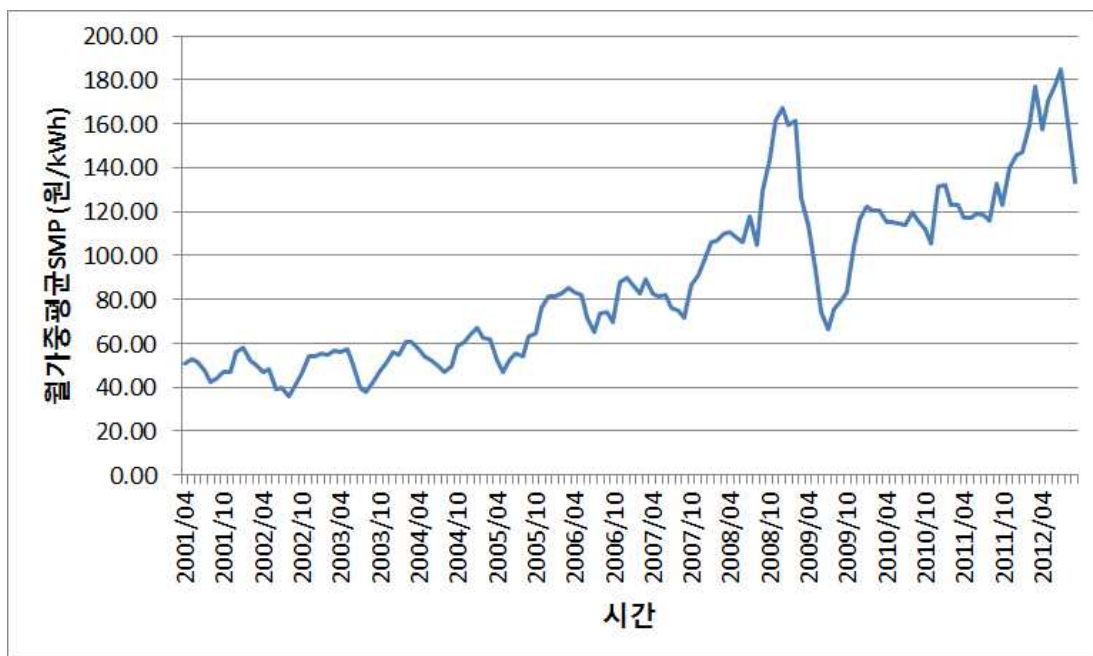
1) 배출권거래제도에 대한 자세한 내용은 다음 자료 참고. 이충국, “탄소배출권거래제도의 이해와 강원도 정책 시사점”, 기후변화정책브리프, vol(2), 한국기후변화대응연구센터, 2012



3. 풍력발전사업 경제성 분석

3.1 비용편익분석

- 월평균SMP와 평균적인 풍력발전기 설치비용과 운영비용에 대한 데이터를 이용하여 풍력발전의 비용-편익 계산을 수행하고 리스크를 분석하였음.
 - 건설비 2,000천원/kW, 운전유지비율 2.5%, 경제수명 19년, 할인율 7%, 이용률 23%
 - 월평균 SMP는 최근 5년 동안의 자료를 이용하여 몬테카를로 시뮬레이션 수행
 - ※ 몬테카를로 시뮬레이션 : 불확실한 상황하의 의사결정을 목적으로 확률분포를 따르는 난수를 반복적으로 발생시켜 변수의 미래값을 예측하는 모의실험

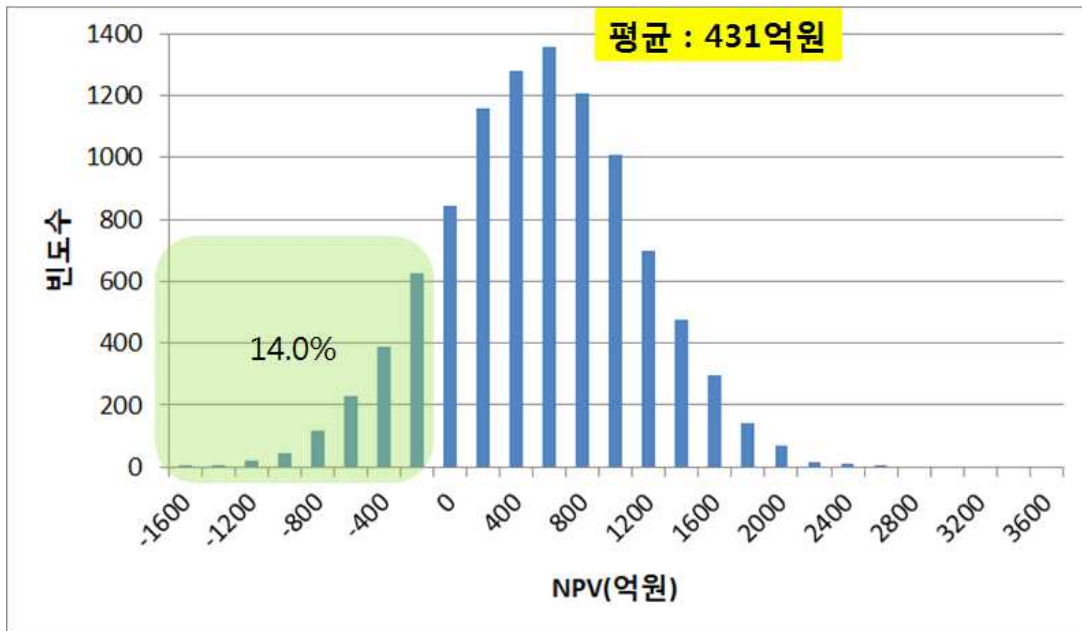


〈 월평균 SMP - 신재생에너지 전력 판매가격 〉

출처 : 한국전력거래소

- 몬테카를로 시뮬레이션을 통해서 계산된 NPV 결과를 보면 NPV가 0보다 작은 확률이 14.0% 수준이었으며, 계산된 NPV 평균은 431억원임.
 - ※ NPV (순현재가치; Net Present Value) : 사업의 가치를 나타내는 척도 중 하나로써, 최초 투자 시기부터 사업이 끝나는 시기까지의 연도별 순편익의 흐름을 각각 현재가치로 환산하여 합한 값. NPV가 0보다 크면 투자가치가 있는 것으로, 0보다 작으면 투자가치가 없는 것으로 평가함.

- 이 결과가 의미하는 바는 이 사업의 경제성은 상당히 높은 편이며, 손해를 볼 확률은 14.0%로 매우 안정적인 수익을 올릴 수 있는 사업임을 의미하며, REC나 배출권의 판매수익이 없더라도 충분히 경제성을 확보하는 사업으로 볼 수 있음.



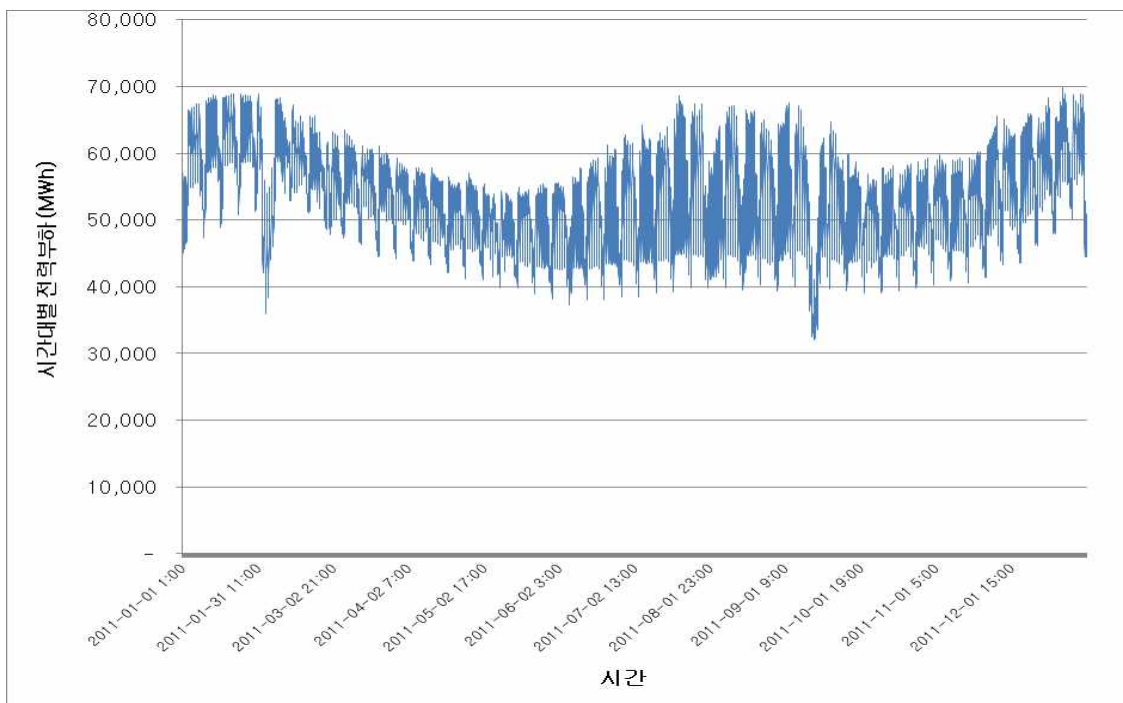
- 이러한 결과가 나온 이유는 최근 5년간의 월평균SMP 증가추세에 기인하는데 이는 전세계적으로 에너지수요가 증가함에 따라 석탄가격도 같이 급등하여 중앙급전발전기의 변동비가 상승하였기 때문으로 사료됨.
- 위와 같은 높은 경제성을 확보하는 것은 풍속이 높고 부지도 충분하여 23%의 이용율로 전력을 생산할 수 있는 건설후보지를 확보하는 것이 관건인데 강원도 산간지역은 우리나라에서 풍속이 가장 높은 지역에 속해있기 때문에 풍력발전기 건설을 통해서 얻을 수 있는 전력량이 타 지역에 비해서 높기 때문에 매력적인 투자처로 인식되고 있음.
- 하지만 현재 환경부에서 제안하고 있는 풍력발전입지가이드라인(안)에서 제시하듯이 환경문제는 육상풍력발전사업에 있어 큰 걸림돌로 작용하고 있음.
 - ※ 풍력발전입지가이드라인(안) : 풍력발전 증가로 인한 자연환경 훼손과 소음민원 증가 등의 문제가 발생함에 따라 육상풍력발전에 대한 입지기준과 관련한 가이드라인을 환경부에서 제안하였음. 백두대간 및 정맥의 능선 좌우 1000m 이내에는 풍력발전기를 설치하지 못하도록 하는 등 가급적 해상풍력을 이용하도록 유도하기 위한 가이드라인을 제시하였으나, RPS제도 시행 취지와 역행하는 면이 있어서 지경부 등과 협의를 거쳐서 수정안을 제시할 예정임.

3.2 온실가스저감잠재량 산정

- 환경올림픽 약속이행을 위한 배출권을 계산하기 위한 방법으로는 1) 전력배출계수를 적용하여 풍력발전사업을 통해 생산한 전력량을 곱하는 방법, 2) 풍력발전기 설치로 인해서 저감된 온실가스를 전력시스템분석을 통해서 계산하는 방법이 있음.
- 전력시스템분석을 수행하기 위해서는 먼저 전력수요전망치가 필요하므로 본 연구에서는 제5차 전력수급기본계획 전력수요전망, 2011년 전력수급실적 및 특별보고서의 동계올림픽 전력수요를 이용하여 2036년까지의 전력수요를 예측하였음.
- 100MW급 풍력발전기를 건설하지 않을 경우와 건설했을 경우의 우리나라 전원개발계획을 수립한 후 각각의 시나리오에서 발생한 온실가스를 차감하여 풍력발전사업의 온실가스 저감잠재량으로 산정함.
- 전력시스템 분석은 우리나라 및 외국 전력회사에서 많이 사용되는 WASP모형을 이용하였으며, 전력공급지장확률인 LOLP(Loss of Load Probability)를 0.5일/년의 제약조건을 만족하면서 비용을 최소화하는 발전소구성, 건설비용, 발전원별 전력생산량 및 온실가스배출량 전망에 대한 분석을 수행하였음.
- 본 연구에서 사용된 WASP모형은 운전예비력(spinning reserve)을 모델링에 이용하여 LOLP를 계산하는데 신재생에너지는 운전예비력이 없기 때문에 전력부하에서 신재생에너지 생산량을 차감시킨 부하곡선을 이용하였음.
- 전력시스템분석을 통하여 산정된 온실가스저감잠재량과 예상발전량에 전력배출계수를 곱하여 계산한 온실가스저감잠재량과 차이점을 비교해보고, 각각의 저감량 계산방법에 대해서 배출권 대신에 신재생에너지공급인증서로 투자받을 경우의 경제성에 대하여 분석하였음.

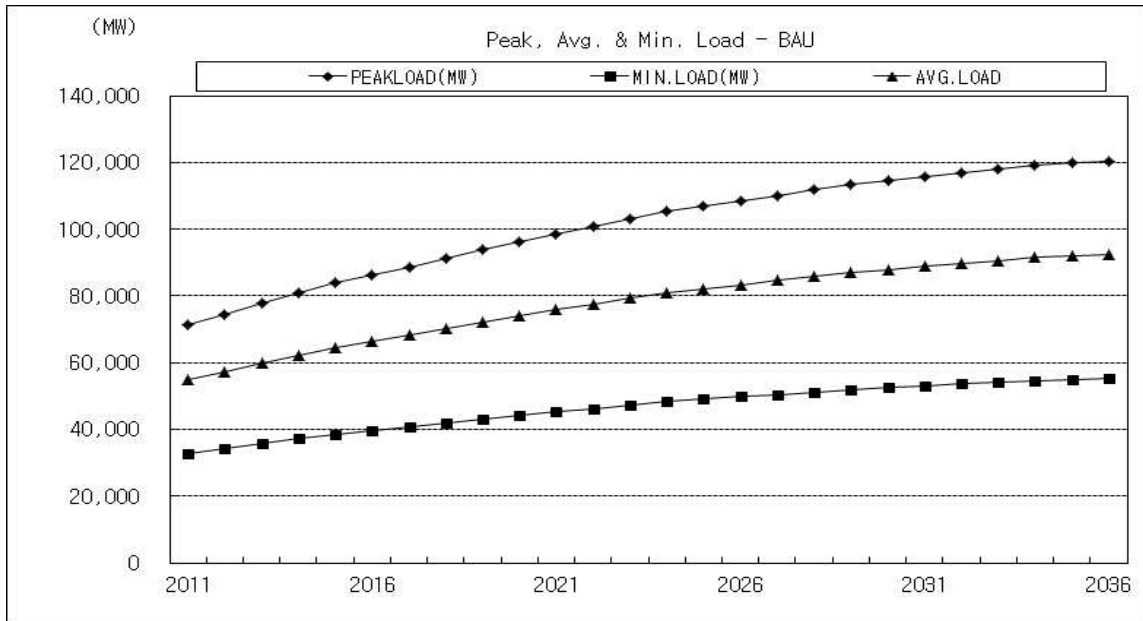
■ 전력수요예측

- 우리나라 전력부하패턴 분석해보면 다음과 같음.
 - 2월3일 설날과 9월12일 추석 전후에 민족의 대이동으로 인하여 전력부하 급격한 하강.
 - 동계올림픽이 개최되는 2018년은 2월16일이 설날이며 동계올림픽 기간 중에 포함되지만 이와 같은 최소부하는 발전소건설계획에는 큰 영향 없음.
 - 발전소건설계획에서 제일 중요하게 고려하는 것은 최대부하인데 우리나라의 최대부하는 난방에 전력을 사용하면서부터 에어컨 사용이 많은 한여름에서 겨울철로 이동함.
 - 부하패턴을 보면 12월경에 가장 높은 전력부하를 보이고 있으며 2, 3월경은 일별 최대부하도 감소하는 경향을 보임.
 - 동계올림픽 기간 중 발생하는 추가적인 전력수요가 첨두부하를 변화시키지 않는다면 추가적인 발전소 건설 필요 없음.



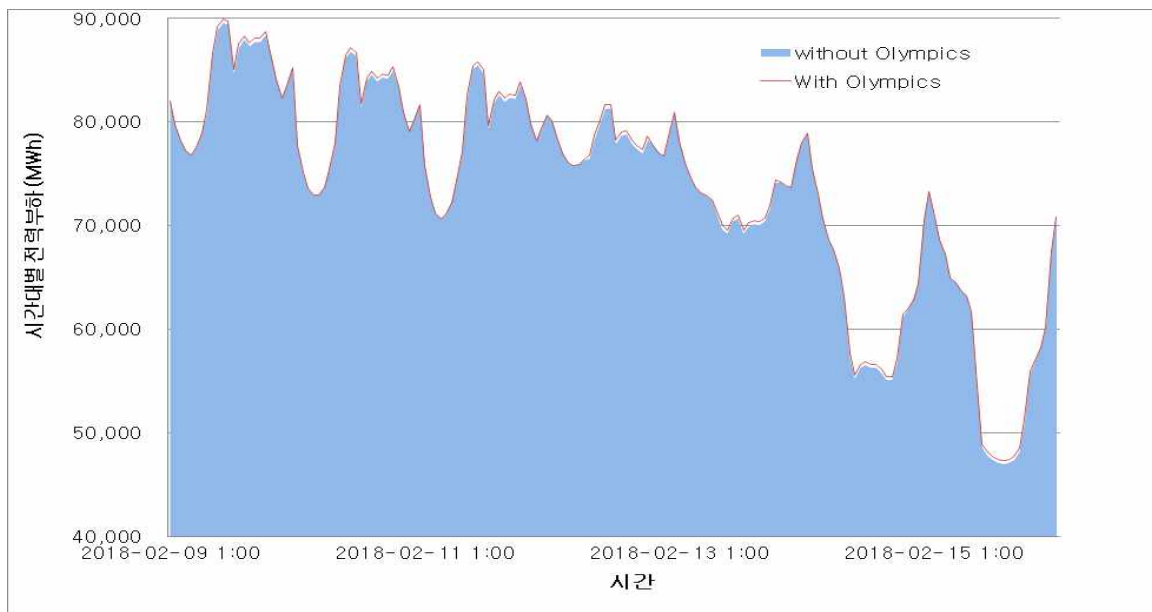
〈 우리나라 2011년 전력부하 패턴 〉

- 중장기 전력수요 전망은 다음의 방법을 이용하였음.
 - 2024년까지는 제5차 전력수급기본계획의 전력수요예측치 이용.
 - 2025년부터는 1.5%, 2030년부터 1%, 2035년부터 0.5%의 증가율 적용.
 - 소내전력을 4.30% 및 송배전 손실률 4.07%를 적용하여 전력부하 예측치 산정.



〈 중장기 전력수요 전망 - 최대부하, 평균부하 및 최소부하 〉

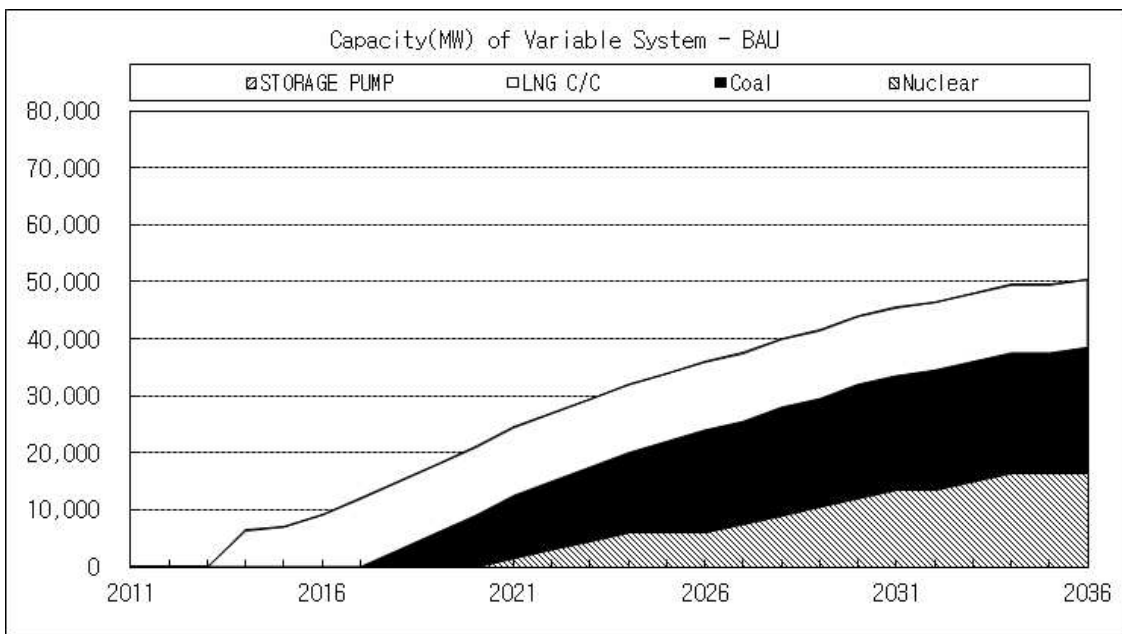
- 특별보고서상의 동계올림픽 개최로 인한 전력수요는 112,237MWh이며 이 전력수요를 동계올림픽 시간대별로 분배하면 아래 그림과 같음.
 - 올림픽기간 중의 피크로드는 연간 피크로드보다 낮다는 것을 고려하면 특별보고서 상의 풍력발전 100MW는 환경친화적인 올림픽을 위한 추가적인 건설로 볼 수 있음.



〈 2018평창동계올림픽 개최에 따른 전력부하 증가 〉

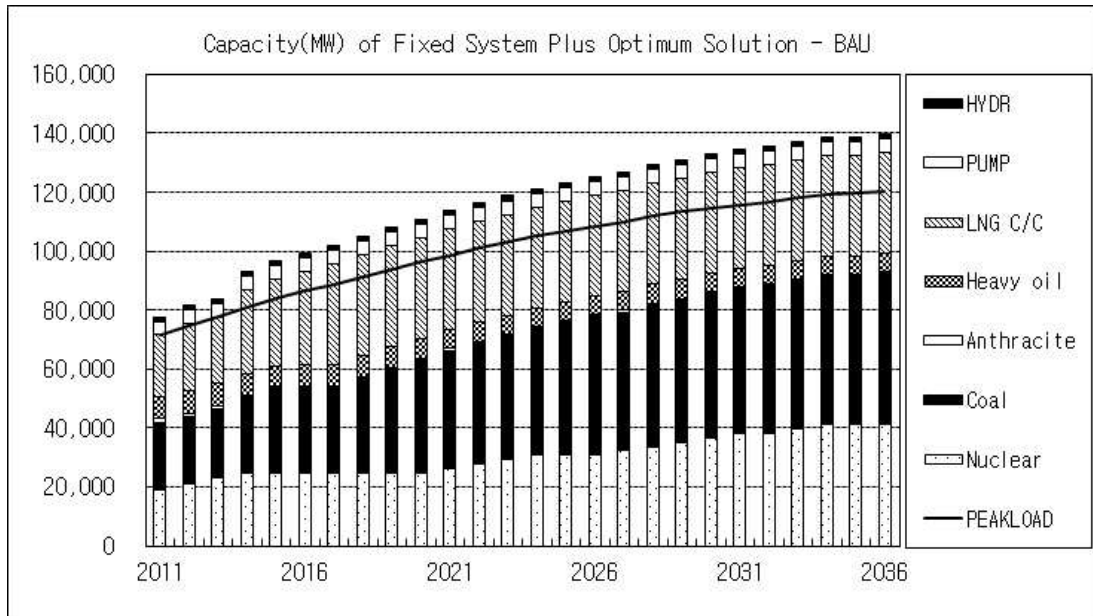
■ 전력시스템 분석결과

- 에너지원별 발전소 건설전망을 보면 2014년부터 LNG복합화력발전소의 건설이 전망되며, 석탄화력발전소 건설이 가능해지는 2018년부터 경제성이 없는 LNG복합화력발전소의 건설은 증가하지 않고, 석탄화력발전소만 증가함. 2021년부터 원자력발전소 건설이 증가하며, 석탄화력발전소 건설도 지속적으로 증가함.



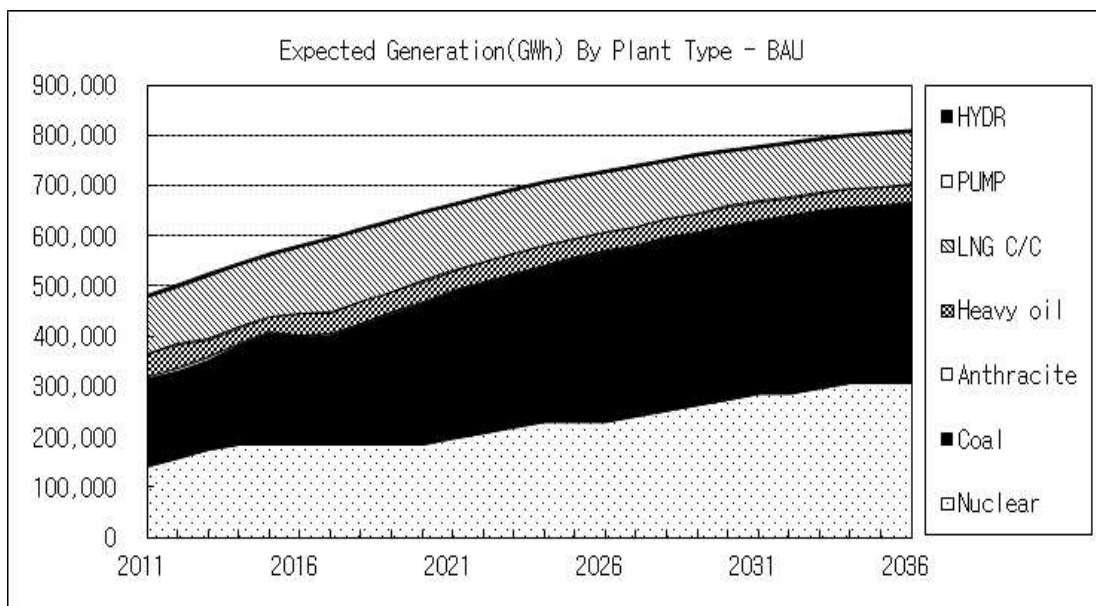
〈 연료별 발전소 건설 전망 〉

- 발전시스템 전원구성 전망을 보면 2014년 이전에는 발전소건설을 제한하였기 때문에 설비에비율이 8% 정도인데 반해 2014년부터 14%에서 2036년까지 16%까지 증가하는 것을 알 수 있으며, 2036년 원자력발전설비 비중은 31%, 석탄화력 38%, LNG 26%를 차지함.



〈 발전시스템 전원 구성 전망 〉

- 에너지원별 발전량 전망을 보면 원자력의 경우 현재 29%에서 2036년 38%로 증가하였고, 석탄화력은 36%에서 44%로 증가, LNG의 경우는 23%에서 13%로 감소하는 경향을 보임.

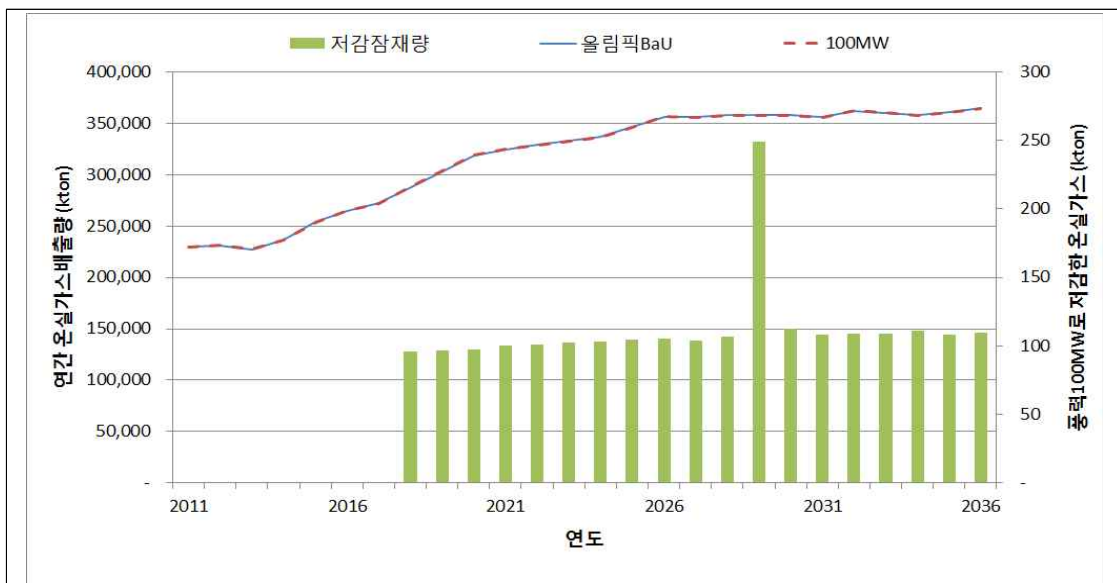


〈 연료별 발전량 〉

■ 온실가스 배출량 분석

- 풍력100MW 운영에 따른 온실가스 저감잠재량은 전체 온실가스배출량에 비해서는 적은 편이지만, 풍력발전기가 운영되는 2018년 이후 해마다 100kton 이상의 온실가스를 저감할 수 있을 것으로 전망됨.

[시나리오별 온실가스 배출량 및 저감잠재량 전망]

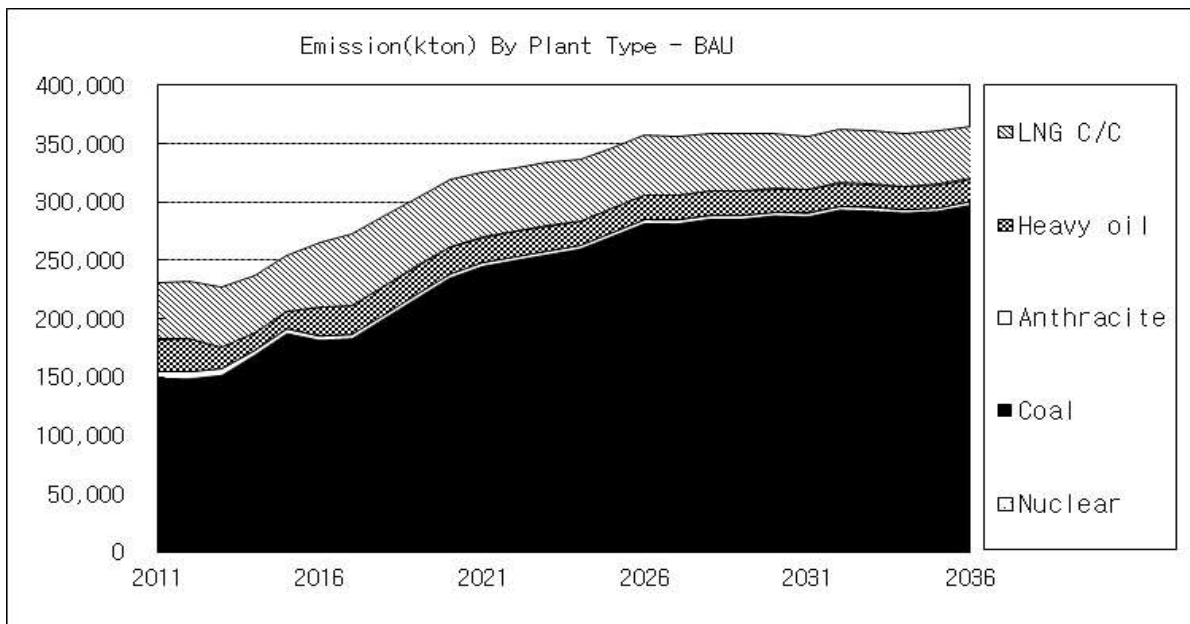


- ▶ 현재의 전력부문 온실가스배출계수를 이용한 온실가스 저감량
 - = 100MW × 0.23(이용율) × 8760hr/yr × 0.4714tCO₂e/MWh(2010년배출계수;KPX)
 - = 95.0 kton/yr
- ▶ 본 연구에서 계산된 온실가스 배출계수 이용
 - 2018년 ⇄ 배출계수 : 0.4685 tCO₂e/MWh , 저감잠재량 : 94.4 kton/yr
 - 2029년 ⇄ 배출계수 : 0.4690 tCO₂e/MWh , 저감잠재량 : 94.5 kton/yr
- ▶ 시나리오 분석을 통한 온실가스 저감잠재량
 - 2018년 ⇄ 저감잠재량 : 95.6 kton/yr
 - 2029년 ⇄ 저감잠재량 : 249.2 kton/yr

- 전력배출계수를 이용한 온실가스저감 잠재량보다 시나리오를 적용한 온실가스 저감잠재량이 더 크며, 특히 2029년의 경우 2.5배 정도의 차이 발생하므로 온실가스 저감잠재량을 보다 정교하게 분석하기 위해서는 전력 시스템적 접근이 필요함.

- 2018년 이후부터 풍력100MW 시나리오의 유연탄, 무연탄, 중유 및 LNG발전소 전력 생산량이 BAU시나리오에서 보다 더 적은 온실가스를 배출함. 이는 풍력발전기의 추가설치로 인한 당연한 결과임.
- 전력배출계수를 적용한 온실가스 저감잠재량보다 시나리오에서 적용된 저감잠재량이 적은 이유는 원자력발전과 같이 연료비가 저렴한 발전기는 기저부하를 담당하기 때문에 두 가지 시나리오 모두 동일한 양의 전력을 생산하지만, 석탄화력이나 LNG복합화력발전소의 경우는 BAU시나리오 대비 풍력100MW시나리오에서는 전체적으로 전력부하가 감소하기 때문임.

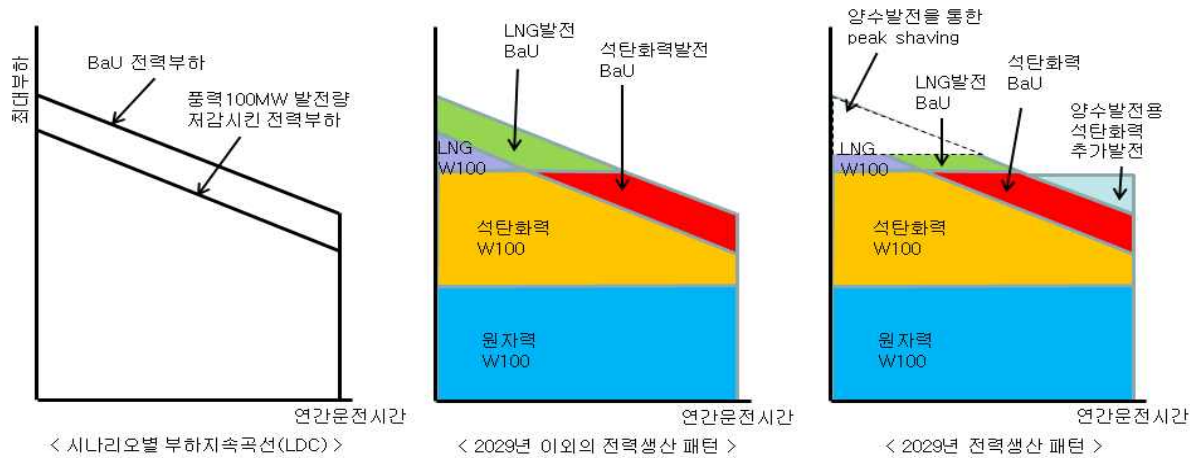
[시나리오에 대한 발전원별 온실가스 배출량]



(단위 : kton)

년도	유연탄			무연탄			중유			LNG		
	BaU	W100	저감량	BaU	W100	저감량	BaU	W100	저감량	BaU	W100	저감량
2011	148,813	148,813	0	6,889	6,889	0	26,456	26,456	0	47,608	47,608	0
2016	181,437	181,437	0	3,765	3,765	0	24,251	24,251	0	55,752	55,752	0
2018	200,318	200,292	26	3,756	3,755	1	23,816	23,804	12	60,251	60,195	56
2021	244,591	244,554	38	3,615	3,614	1	21,194	21,188	6	55,318	55,263	55
2026	281,547	281,501	45	3,452	3,450	1	20,462	20,456	6	50,947	50,895	52
2029	285,179	284,898	281	3,392	3,391	1	20,203	20,209	-6	49,360	49,387	-28
2031	287,080	287,027	53	3,273	3,271	1	19,676	19,669	7	46,126	46,078	47
2036	297,088	297,034	55	3,243	3,241	1	19,500	19,492	7	45,104	45,057	46
2018~2036 소계			1,088			27			135			885
합계			2,135									

- 2029년에 풍력100MW시나리오에서 온실가스 저감잠재량이 갑자기 증가한 이유는 아래 그림에서처럼 BAU시나리오 상의 2029년의 부하패턴에서는 석탄화력발전소를 추가로 가동하여 첨두부하(peak load) 시에 양수발전을 가동하는 것이 더 유리하기 때문임. 첨두부하용으로 사용되는 LNG발전량이 풍력100MW시나리오에서의 LNG발전량보다 적어지기 때문임.
- 이는 앞의 표에서 2029년 석탄화력발전에서 발생하는 온실가스의 양이 BAU에서 급격히 증가하는 반면, LNG복합화력에서 발생하는 온실가스는 풍력100MW시나리오보다 감소하는 것을 보면 알 수 있음.



※ 부하지속곡선 : 전력부하를 높은 순서부터 낮은 순서로 재배열한 곡선

- 2018년~2035년 풍력발전기 설치를 통한 온실가스 저감량
 - 2011년 전력배출계수 적용
 - = $100\text{MW} \times 0.23(\text{이용율}) \times 8760\text{hr/yr} \times 0.4714\text{tCO}_2\text{e/MWh}(2010\text{년배출계수;KPX}) \times 19\text{yr}$
 - = 1,805 kton
 - 본 브리프의 전력시스템분석 방법론 적용 = 2,135 kton
- 전력시스템분석을 통하여 계산된 온실가스저감량이 전력배출계수를 적용한 방법보다 33만ton 더 많이 계산되었고, 톤당 1만원으로 계산하면 33억원의 차이가 발생하기 때문에 적절한 온실가스 저감량 계산으로 인한 편익이 33억원이라 할 수 있음.

■ REC와 배출권 관련 쟁점사항

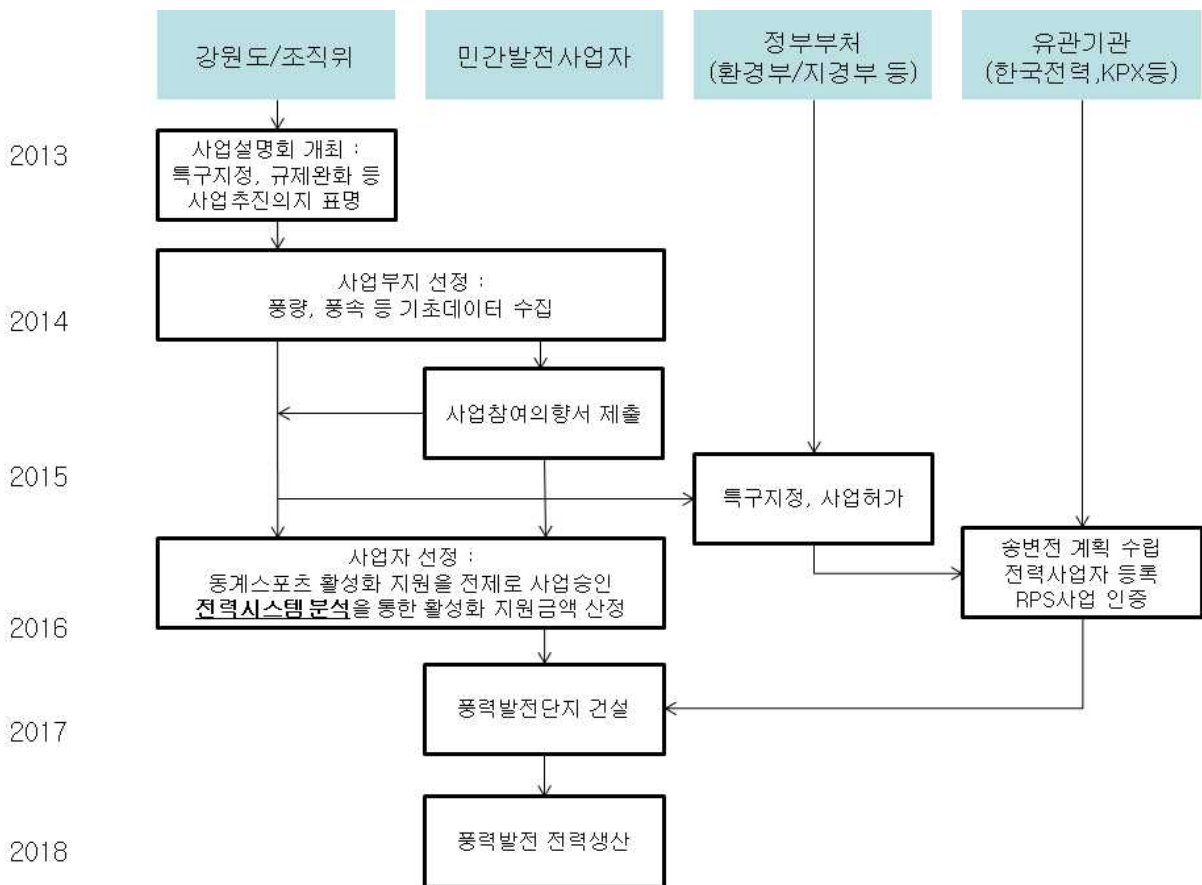
- 전력생산 문제는 풍력발전기를 강원도에서 유치하여 운전하기만 하면 해결됨. 하지만 배출권의 동계스포츠 지원약속을 지키기 위해서는 신재생에너지로부터 배출권을 할당받아야 하지만 RPS제도가 시행되고 있으므로 배출권을 할당받지 못할 수 있음. 이럴 경우 배출권에 해당하는 만큼의 REC를 대신 지원받은 방안을 생각할 수 있음.
- 배출권과 REC의 교환에 있어서의 쟁점사항은 풍력발전기를 설치함으로써 절감할 수 있는 온실가스잠재량이 전력배출계수와 같지 않다는데 있음.
- 신재생에너지는 전력시스템분석모형에서 중앙급발전기와 다르게 취급하여 전력생산량을 부하에서 차감하는 방법을 사용함. 이렇게 차감된 전력부하패턴을 만족하는 발전소 건설 및 운전방식은 전력시스템시뮬레이션을 통하여 계산할 수 있으며, 이 결과 현실과 더욱 부합하는 온실가스저감량을 산정할 수 있음.
- 2018년~2035년 풍력발전기 설치를 통한 온실가스 저감량에 배출권가격을 1만원/tCO₂e, REC가격을 25,000원/REC로 가정하여 계산하면 다음과 같음.
 - REC 총생산량 : 3,828,120REC
 - 전력배출계수적용 시 REC 지원량 : 722,000REC
 - 전력시스템분석 시 REC 지원량 : 854,000REC
- 전력배출계수를 적용한 온실가스저감량에 대한 배출권가격을 REC로 대체하였을 경우, NPV가 0보다 작을확률은 3.5%로 리스크가 거의 없으며, NPV 기대치도 885억으로서 배출권에 대한 보상을 하더라도 상당히 경제적인 사업임을 알 수 있음.
- 전력시스템 분석을 통한 온실가스저감량에 대한 경우에도, NPV가 0보다 작을 확률은 3.7%로 리스크가 거의 없으며, NPV 기대치도 874억으로서 상당히 경제적인 사업임.
- 배출량계산에서는 33억으로 계산되었던 금액이 11억원으로 줄어든 이유는 NPV계산에서 할인율로 할인을 했기 때문임. 결국 시스템분석을 통해서 지원금액 11억원을 추가로 확보할 수 있음을 의미함.



4. 결론

- 환경올림픽 약속을 지키기 위하여 올림픽이 개최되는 평창 근처에 풍력발전기를 설치하는 사업은 경제성이 높고, 사업의 경제적 리스크는 매우 낮은 매력적인 사업임. 또한 강원도 산간지역의 풍량은 타지역보다 매우 우수하여 민간발전사업자를 유치하는 데는 최적의 조건을 가지고 있음.
- 전력판매수익만 고려하더라도 경제성이 우수하기 때문에 배출권을 동계스포츠에 투자한다는 IOC와의 약속이행을 위해서, “민간발전사업자에게 배출권에 해당하는 신재생에너지공급인증서를 강원도 동계스포츠 발전을 위해서 투자한다” 는 내용을 사업투자유치 시의 선결조건으로 제시할 수 있는 당위성 확보함.
- 민간사업자로부터 받을 수 있는 배출권에 대한 산정은 전력계수를 이용하는 것보다 전력시스템분석을 이용하는 것이 현실을 잘 반영함. 전력시스템분석을 이용하여 산정된 온실가스 저감잠재량을 이용하면 전력배출계수를 이용한 방법보다 11억원을 더 획득할 수 있음.
- 결국 경제적인 타당성으로 본다면 풍력발전사업은 유치하기도 쉽고, 배출권을 이용한 동계스포츠활성화 약속도 지키기 용이함. 하지만 풍력발전 증가로 인한 자연환경 훼손과 소음 관련 민원 증가 등의 문제가 대두되면서 환경문제로 인한 불확실성 존재함.
- 환경부의 육상풍력발전입지가이드라인이 아직 결정되지 않았고, RPS를 시행하고 있는 지경부의 입장은 풍력발전사업의 활성화에 중점을 두고 있기 때문에, 입지문제에 대한 결론은 시간을 두고 기다려야 함. 만약 풍력사업 시행에 불리한 가이드라인이 선정되더라도 평창동계올림픽의 환경친화적 개최 약속은 이미 세계와 약속한 사항이므로 “2018 평창 동계올림픽대회 및 장애인동계올림픽대회 지원 등에 관한 특별법” 상의 올림픽특구로 지정하여 사업을 추진할 수 있을 것으로 사료됨.
- 풍력발전사업은 개발행위 허가와 같은 인허가과정 이외에도 유관기관과의 협력도 필요함.
 - 100MW라는 대규모의 발전기가 계통에 연결되려면 송변전 설비의 용량 등 공급신뢰도 및 안정적인 발전력 공급, 계통운용의 효율성이 고려된 한전의 송전용 전기설비의 이용 가능 여부 검토과정이 필요함. 이러한 과정의 허가절차만 보통 4개월 정도 소요되고 송/배전망 공사기간은 이에 추가됨.

- 또한 발전기 설치부지 선정에 있어서도 설치될 높이에서의 풍질 데이터 등의 확보에 1년여의 시간이 소요되는 등 2018년에 발전기가 가동되기 위해서는 5년여의 시간은 넉넉하지 않음.
- 따라서 강원도는 2018평창동계올림픽 신재생에너지 전력사업자 선정을 위한 노력을 빠른 시일 내에 시작하여야 함. 공청회를 개최 등을 통하여 환경올림픽 약속이행 의지를 밝히고, 입지가이드라인과 같은 환경문제에 따른 불확실성은 올림픽특구 지정을 위하여 관련기관의 협조를 얻는 등 불확실성을 없애는 노력을 보여줄 필요가 있음.
- 이 과정에서 앞서 계산된 온실가스 저감잠재량 또는 그에 상응하는 신재생에너지공급인증서를 동계스포츠 활성화에 투자하는 것을 전제조건으로 함을 밝히고, 이러한 조건에도 사업에 참여할 의사가 민간전력사업자는 동계올림픽 스폰서로서의 홍보효과를 누릴 수 있도록 하는 방안도 고려해 볼 수 있음.



〈 환경올림픽 개최를 위한 풍력발전사업 추진 로드맵 〉

- 발 행 인 : 홍 성 태
- 발 행 처 : (재)한국기후변화대응연구센터
- 발행번호 : 2012-3호
- 발 행 일 : 2012년 10월 26일

.....
www.crik.re.kr