



글로벌 재생에너지 보급 동향 및 시사점

이영호 한국해양대학교 교수 (lyh@kmoou.ac.kr)

1. 서론

글로벌 재생에너지 보급 시장은 2015년 에너지안보 강화 및 지속가능성 확보, 강도 높은 기후변화 억제 정책에 발맞춘 풍력발전 및 태양광 발전 부문의 가파른 성장세에 힘입어 유례를 찾아보기 힘들만큼 크게 확대되었다.

실제로, 지난해 전세계 재생에너지 발전설비 용량 증가는 147GW의 최고 기록을 달성하였으며, 그중 태양광과 풍력이 2년 연속 기록을 돌파하여 전체 재생에너지 전력량 중 약 77%를 차지하였다. 이로써, 2015년은 전세계 발전용량 순증가 가운데 재생에너지가 차지하는 비중이 사상 최초로 절반 이상을 차지하는 역사적인 해로 남게 되었다(REN21, 2016).

재생에너지 발전 시장이 폭발적인 성장세를 꺾우하는 요인으로는 큰 폭의 하락세를 이어가고 있는 전반적인 재생에너지 기술비용 감소나 재생에너지원별 정책적인 지원과 투자에 대한 경쟁적인 증가 추세, 낮은 화석연료 가격에 따른 시장 교란 등을 언급할 수 있다. 특히, 2014년 6월부터 2016년 1월까지의 70%를 상회하는 원유가격의 폭락과 석탄·가스가격의 하락으로 인하여 일부 재생에너지 시장이 영향을 받기도 하였으나, 동시에

태양광과 풍력발전의 가격경쟁력이 개선되고 있는 것으로 나타나고 있다.

본고에서는 글로벌 최종에너지 소비 중 재생에너지 공급 현황, 전력생산 비율 및 신규 설비용량 설치상황을 살펴보고, 향후 전망과 국내 정책방향을 제시하고자 하였다.

2. 글로벌 재생에너지 현황

2014년 기준으로 글로벌 최종에너지 소비량의 19.2%를 재생에너지가 담당을 하고 있다(그림 1] 참조). 나머지는 화석연료가 압도적으로 많으며(78.3%), 다음으로 원자력이 차지하고 있다(2.5%). 재생에너지분야에서는 개발도상국의 오지 및 농촌 지역에서 요리 및 난방에 사용되는 전통적인 바이오매스가 8.9%로 여전히 큰 비중을 보이고 있으며, 현대적인 재생에너지는 10.3%에 머무르고 있다. 이 중에는 수력이 3.9%, 지열이나 태양열 등 재생가능한 열에너지가 4.2%, 수송용 바이오연료가 0.8%를 차지하고 있다. 풍력과 태양광, 바이오매스, 지열발전이 차지하는 비율은 1.4%로 여전히 미미하다. 전 세계적으로 재생에너지가 널리 사용되



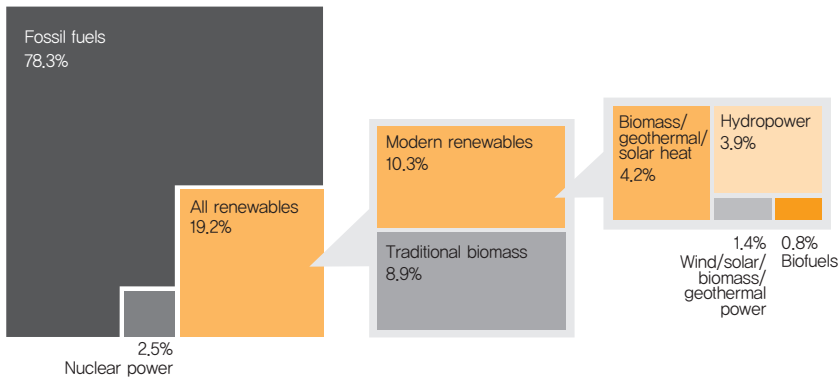
개원 30주년 기념 특집 논문

글로벌 재생에너지 보급 동향 및 시사점

고 있으나, 최종에너지 소비에서 차지하는 비율은 빠르게 늘지 않고 있는 실정이다. 선진국에서는 에너지수가 감소하고 있으며, 기존의 대규모 화석연료 인프라를 교체하는데 시간이 소요되고 있기 때문이다. 개발도상

국에서는 에너지수가 크게 증가하고 있으나 화석연료가 대부분의 수요를 채우고 있다. 나아가 난방과 요리에 사용되던 전통적인 바이오매스가 현대적이고 보다 효율적인 재생에너지나 화석연료로 대체됨으로써

[그림 1] 전세계 최종에너지 소비중 재생에너지 비율(2014년)



자료: REN21(2016: 28)

재생에너지 전체비율이 감소하는 특징을 보이고 있다.

재생에너지는 2015년 동안 화석연료에 대한 지속적인 보조금 지급과 급격한 가격 하락에도 불구하고, 높은 성장세를 유지하여 왔다([그림 2] 참조). 풍력(17%)이나 태양광(28%)과 같은 전력부분은 설비용량면에서 매우 높게 성장하여 재생에너지 시장을 주도하고 있다.

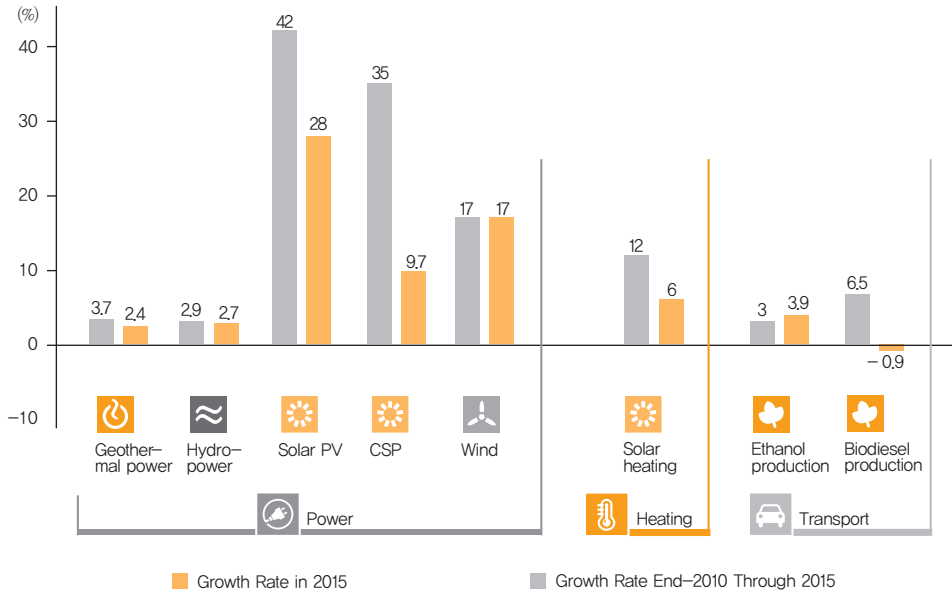
다양한 재생에너지에 대한 기술 성장속도는 여러 가지 요인을 반영하고 있다. 여기에는 전반적인 재생에너지 기술비용 감소나 재생에너지원별 정책적인 지원과 투자에 대한 경쟁 증가, 낮은 화석연료 가격에 따른 시장 교란 등이 포함된다. 2014년 6월부터 2016년 1월까지의 70%를 상회하는 원유가격의 폭락과 석탄·가스 가격의 하락으로 인하여 일부 재생에너지 시장이 영향을 받기도 하였으나, 동시에 태양광과 풍력발전의 가격

경쟁력이 개선되고 있음을 확실히 보여주고 있다. 6년 연속하여 재생에너지 투자는 전력 설치용량면에서 화석연료를 추월하여 왔으며, 대부분은 풍력과 태양광분야에서 이루어지고 있다. 바이오연료를 비롯한 기타 재생에너지분야에 대한 투자는 2014년에 비하여 감소 추세이다. 새로운 투자수단인 그린본드나 클라우드펀딩 등도 규모는 작으나 성장하고 있으며, 재생에너지 파이낸싱의 주요 과제인 유동성 부족 문제의 해결에 도움을 주고 있다. 중국을 포함한 개발도상국에서의 재생에너지 총투자가 처음으로 선진국을 앞질렀으며, 몇몇 개발도상국에서는 태양광과 풍력 기술 가격 하락에 따른 재생에너지 시장이 크게 확대 되었으나, 선진국은 전체적으로 약 8%의 투자 감소가 발생하였다.

전력부문에서의 재생에너지 현황을 살펴보면 다음과



[그림 2] 재생에너지 용량과 바이오연료 생산의 연평균 성장률



자료: REN21(2016: 29)

같다(REN21, 2016). 재생에너지는 2015년에 147GW의 설비용량을 추가함으로써 가장 큰 증가를 보였으며, 2014년 대비 약 9%가 늘어나 2015년말 기준 총 1,849GW 용량을 달성하였다. 그중 태양광과 풍력이 2년 연속 기록을 돌파하여 전 재생에너지 전력량 중 약 77%를 차지하였다. 재생에너지는 현재 매년 모든 화석연료를 합친 것 보다 많은 용량을 추가로 설치하고 있다. 2015년에 재생에너지는 전세계 전력생산의 약 60%를 초과하는 분량을 추가하였다. 2015년말 기준으로 재생에너지가 차지하는 전력생산 설비용량은 28.9%이며, 실제 전기생산은 23.7%를 담당하고 있다([그림 3] 참조). 그 중에서 수력발전이 16.6%, 풍력 3.7%, 바이오 2.0%, 태양광 1.2%, 기타, 지열, 태양열발전, 해양에너지 등이 0.4%의 비율을 나타내고 있다.

기술적인 발전과 금융시장 활성화에 따른 가격저하가 태양광과 풍력분야에서 크게 힘을 발휘하였다. 수력, 지열, 일부 바이오매스 발전분야가 일정기간 화석연료에 비하여 크게 경쟁력을 유지하였고, 특히, 풍력이 계통연계 발전에서 캐나다, 멕시코, 뉴질랜드, 남아프리카, 터키, 호주일부, 중국 미국에서 가장 큰 경쟁력을 보였다.

수력을 제외한 재생에너지에 대한 2015년말 전력생산 용량을 전세계, EU-28, BRICS, 최대 7개국 순으로 나타내면 [그림 4]와 같다. 일본과 이탈리아를 제외하면 전반적으로 풍력이 태양광을 앞지르고 있다. 이러한 특징은 특히, 중국, 미국, 인도, 스페인에서 크게 나타나고 있다. 수력을 제외한 전세계 재생에너지 설비용량은 785GW이며, 그 중에서 풍력과 태양광, 바이오가 대부분



개원 30주년 기념 특집 논문

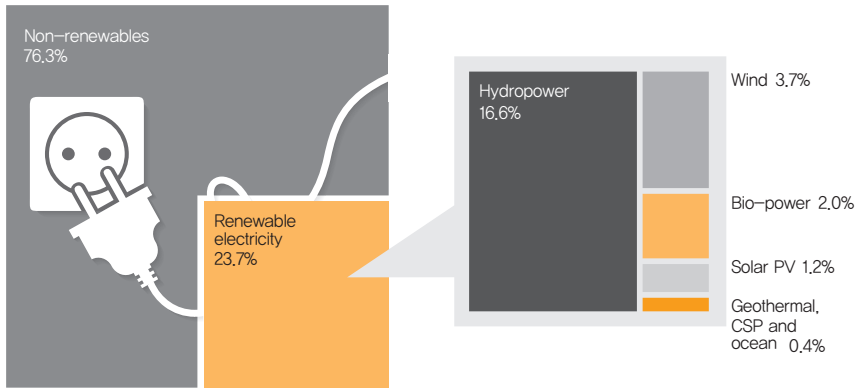
글로벌 재생에너지 보급 동향 및 시사점

을 차지하고 있다. 전세계적인 순위는 중국, 미국, 독일, 일본, 인도, 이탈리아, 스페인 순이다. 특히, 중국은 전세계에서 약 25%에 해당하는 많은 용량을 보유하고 있으며, 수력에서 296GW를 포함하여 총 495GW의 최대 설비용량을 자랑한다. 수력을 제외하고 1인당 재생에너지 설비용량 순위는 덴마크, 독일, 스웨덴, 스페인, 포르투

갈 순이다.

아시아에서는 2015년에 가장 큰 규모로 재생에너지 설비용량이 증가하였다. 중국이 수력을 포함하여 가장 크게 재생에너지 비율을 늘렸으며, 바이오를 비롯하여 풍력, 태양광에서 1위를 차지하고 있다. 인도에서는 태양광, 수력, 풍력분야에서, 일본은 태양광분야에서 크

[그림 3] 전세계 재생에너지 전력생산 비율(2015년말)



자료: REN21(2016: 32)

게 두각을 나타내었다. 터키는 지열발전분야 용량 증가에서 1위를, 신규수력에서 3위, 풍력에서 10위의 실적을 나타내고 있다.

유럽에서는 8년 연속으로 EU의 신규 발전 설비용량의 약 77%를 재생에너지가 담당하였다. 2000년과 2015년 사이에 약 24%에서 약 44%로 증가하였으며, 2015년 기준으로 재생에너지는 가장 큰 전력 생산원이 되었다. 스코틀랜드는 1년 목표를 앞당겨서 50% 이상을 재생에너지만으로 전력수요를 충족시키고 있다. 영국 전체적으로는 2015년 말경에 재생에너지 전력생산이 기록을 세우고 석탄을 처음으로 앞질렀다. 독일에서는 재생에너지 발전량이 약 20%의 증가율을 보였고,

전력 소비량에서 32.6%의 비율을 차지하였다(2014년은 27.4%). 하지만, 대부분의 유럽에서 재정보조금액의 하락과 가변적인 재생에너지 발전통합에 대한 관망세로 시장은 약세를 유지하였다.

미국에서는 신규로 풍력에서 8.6GW, 태양광 및 태양열발전에서 7.4GW를 더하여 가스발전(6GW) 설비용량을 넘어섰다. 재생에너지 전력생산은 2014년의 13.4%에 이어서 3.2%의 수력발전 감소에도 불구하고 13.7%의 수준을 유지하였다.

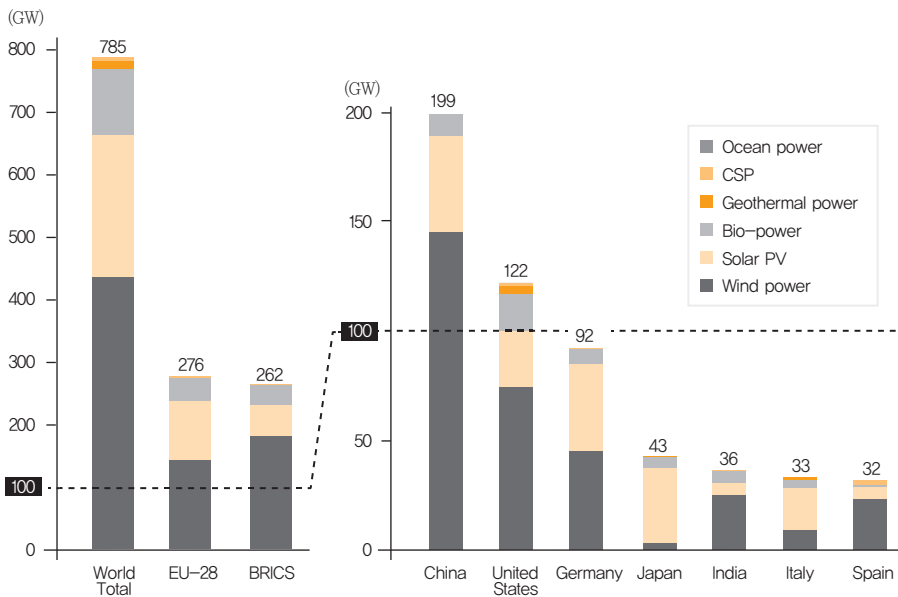
전세계적으로 2015년은 전력부문에서 중앙집중식에서 분산형으로의 변환이 가속된 시기였으며, 여기에는 기술적 진보, 사회적 변화, 정책목적, 특히 가격저하와



가변적인 풍력과 태양광 비율의 증가가 주요 요인이었다. 중요한 도전과제는 재생에너지 발전비용 증가를 전력계통에 통합 적용하는 것으로서, 비용을 최소화하면

서 공급과 수요 양 측면에서 가변적인 재생에너지 자원의 균형을 맞추기 위한 보다 유연한 시스템을 개발하는 것임을 밝히고 있다.

[그림 4] 전세계 재생에너지 설치용량(2015년말)



주: 수력 제외
자료: REN21(2016: 33)

3. 글로벌 재생에너지 전망

전세계적인 지구온난화 상승온도를 2℃(이산화탄소 농도 450ppm 목표)로 낮추기 위한 에너지원별 이산화탄소 감축비율(2040년 기준, [그림 5] 참조)을 보면, 재생에너지의 역할이 잘 나타나 있다. 풍력과 태양광발전, 바이오매스, 수력과 타 에너지를 합쳐서 약 34%의 감축효과를 재생에너지가 담당함으로써, 에너지 효율 분야와 함께 가장 큰 값을 보여

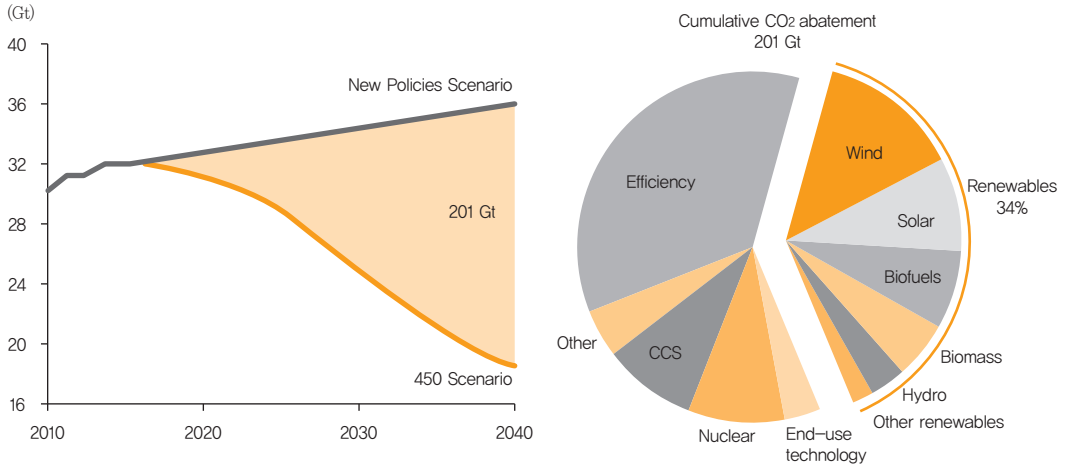
주고 있다.

[그림 6]은 450ppm 시나리오를 만족시키기 위하여 2040년 까지 매년 설치하여야 할 풍력, 태양광 설비용량을 지역별로 나타내고 있다. 2040년에는 모든 전력 설비용량의 60% 이상을 재생에너지로 충당하여야 한다. 이 목표량을 달성하기 위하여는 특히, 태양광과 풍력의 역할이 중요하다. 풍력의 경우, 2030년까지 매년 100GW 이상이 추가되어야 하며, 태양광은 2030년까지 매년 90GW, 2040년까지 110GW의 추가 용량이 필



개원 30주년 기념 특집 논단
글로벌 재생에너지 보급 동향 및 시사점

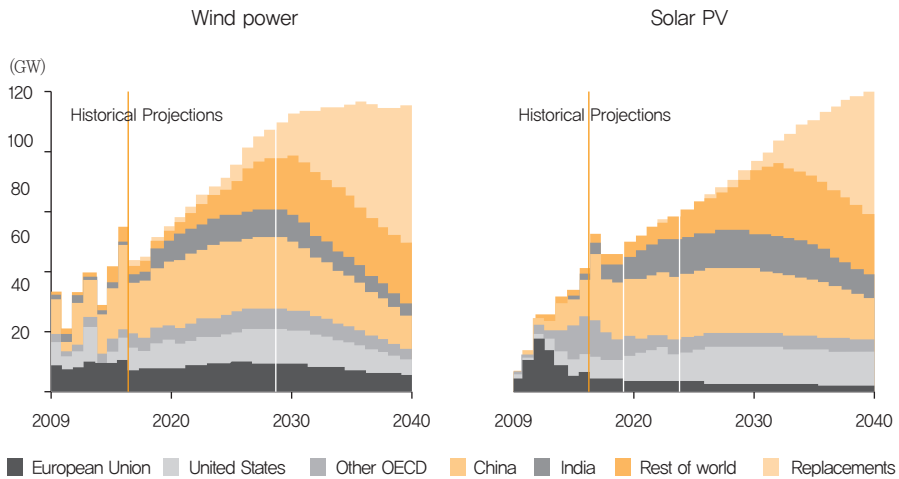
[그림 5] 2°C 상승(450ppm) 목표를 위한 재생에너지 비율



자료: IEA(2016: 429)

요하다. 중국은 여전히 중요한 시장이며, 인도도 많은 추가 용량을 필요로 하고 있다. 2040년경에는 기존 시스템을 신규로 대체하는 repowering의 비율이 매우 높게 나타나고 있다.

[그림 6] 450ppm 목표를 위한 지역별 풍력, 태양광 추가 설비용량



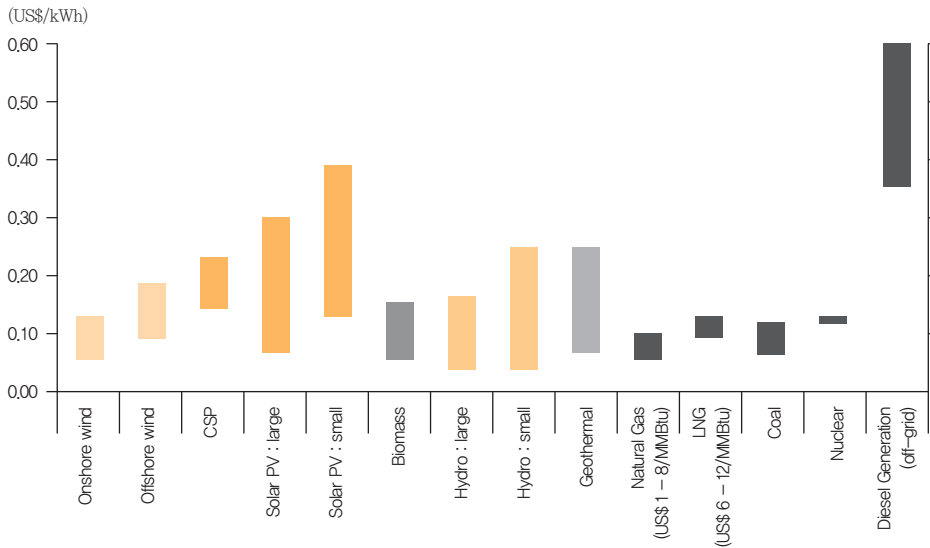
자료: IEA(2016: 431)



재생에너지의 경제성 확보는 향후 발전 전망에서 가장 큰 요소이다. 그러나 최근에 태양광과 풍력분야에서 부존량이 풍부한 지역에서는 기존의 화석연료에 의한 전력 생산단가와 같아지는 그리드 패러티에 이미 도달하여 있고, 앞으로 기술적인 발전 추이와 더불어 보조금없이도 화석연료와 원자력 전력생산 단가보다 낮은 대규모 발전 단지가 전세계적으로 속출할 것으로 예상된다.

[그림 7]은 2014년 기준으로 다양한 재생에너지원을 기존의 타 에너지원과 비교한 kWh당 전력생산 단가이다. 태양광 모듈은 2009년에 비하여 2014년에 약 80% 가격이 낮아졌으며, 같은 기간에 풍력터빈 가격은 약 1/3 감소하였다. 2016년 현재 두바이에 건설되는 대규모 태양광 발전단지에서의 발전단가는 5.84 US cents/kWh이다. 해상풍력발전은 현재 가장 경쟁력 있는 재생

[그림 7] 재생에너지 · 원자력 · 화석연료의 경제성(LCOE) 비교(2014년)



자료: IRENA(2015: 12)

에너지이며 발전단가는 약 4.0 US cents/kWh이다. 기타 바이오매스, 지열, 수력 등의 자원이 풍부한 곳이 전 세계적으로 많이 남아 있어서 이 분야에서도 경제성을 충분히 확보할 수 있을 것으로 예상된다.

세계적인 에너지전문기관의 최신 자료에 나타나고 있는 현대적 의미의 재생에너지가 담당하는 에너지소비 비율이나, 전력생산량은 전세계적으로 기존의 화석연료와 비교하여 여전히 열세이다. 그러나 신기후변화 체제를 맞이하여 다양한 국제적인 수준의 제도개선이 괄목하게 이루어지고 있으며, 이러한 추세는 특정 국가의 소극적인 재생에너지 정책에도 불구하고 돌이킬 수

4. 시사점



개원 30주년 기념 특집 논문

글로벌 재생에너지 보급 동향 및 시사점

없는, 비가역적인 글로벌 트렌드로 정착되고 있다. 재생에너지중 지역에 따라서 태양광과 풍력발전은 기존의 화석연료나 원자력과 비교하여 보조금 없이도 전력 생산 가격경쟁력을 이미 충분히 확보하고 있으며, 이산화탄소를 감소시킬 수 있는 핵심적인 재생에너지원으로서, 특히 중국과 인도 등 아시아시장에서 큰 발전이 예상되고 있다.

2015년에는 재생에너지 신규 설치량이 전세계적으로 기록을 갱신하였으며, 이러한 추세는 계속될 것으로 전망한다. 즉, 지속적인 재생에너지 시장 규모의 확대는 원유가격의 등락, 또는 글로벌 경제위기와 무관한 탈동조화 현상으로 받아 들여지고 있으며, 각국의 신기후변화체제 대응전략과 연계하여 에너지정책 기반을 견고하게 뒷받침하고 있다. 이제 석유와 석탄시대는 저물어 가고 원자력은 생존전략에 부심하고 있으며, 가스 분야가 당분간 성장세를 유지하면서 재생에너지와 경쟁관계를 유지할 것으로 보인다.

또한, 미세먼지를 유발하는 자동차 및 교통수단의 탈석유연료로의 움직임과 전기자동차로 대표되는 차량동력용 에너지의 전환정책은 재생에너지와 결합된 미래의 환경친화적 에너지생태계 구성에 중요한 역할을 할 것으로 예상된다.

국내외적으로 중요한 도전과제는 재생에너지 발전비용 증가추세를 전력계통에 무리없이 통합 적용하는 것이다. 비용을 최소화하면서 공급과 수요 양 측면에서 가변적인 재생에너지 자원의 균형을 맞추기 위한 보다 유연한 기술적·정책적 시스템을 정비하는 것이 매우 중요하다.

우리나라의 경우에는 2035년에 신재생에너지 비중 11% 달성을 목표로 하고 있으나, 세계적인 동향과는 한참 멀어져 있는 왜곡된 정책을 유지하고 있다. 다행히 정부는 최근에 재생에너지 달성 목표를 2025년에

조기달성하기 위한 다양한 정책대안을 제시하고 있으며, 무엇보다 재생에너지 보급을 원활하게 확대하기 위한 제반 수용성 문제 해결을 우선적인 현안으로 인식할 필요성 있다. 국가적인 수준에서의 재생에너지에 대한 호감도는 높은 편이나, 실제로 재생에너지 발전사업을 수행하는 지역의 주민과 해당 지자체는 정확하지 못한 기술적인 정보와 일관성 있는 가이드라인의 부재로 사업주체와의 신뢰성 있는 사업추진을 어렵게 하고 있는 실정이다.

따라서, 이를 해결하기 위한 다양한 기술적·정책적인 뒷받침이 시급하며, 산학연 및 정부의 일치된 문제의식 공유가 요구된다. 또한, 이를 배경으로 미래의 에너지문제를 효율적으로 해결하고 성공적인 산업화 전략을 추진하기 위하여, 재생에너지에 대한 국가 및 지역 수용성을 체계적으로 관리할 수 있는 제도적인 시스템 구축이 필요하다고 판단된다.

참고문헌

<국내 문헌>

이영호, “신·재생에너지 산업발전전략-생태계 및 수용성 관점,” 신기후체제 대응을 위한 미래에너지 시스템 구축방향, 에너지경제연구원 개원 30주년 기념 국제세미나, 2016.9.2

<외국 문헌>

IEA, World Energy Outlook 2016, 2016

IRENA, Rethinking Energy, 2015

REN21, Renewables 2016-Global Status Report(GSR), 2016