풍력발전에 의한 CO_2 배출저감 평가에 관한 연구

채윤근*, 안세웅, 신호철, 박진원
연세대학교 화학공학과
(chaeguy@hanmail.net*)

Estimation for CO2 reduction potential of wind power plant using long-range energy alternative planning (LEAP) model

Yoon-Keun Chae*, Se-Woong Ahn, Ho-Chul Shin, Jin-Won Park
Department of Chemical Engineering Yonsei University
(chaeguy@hanmail.net*)

서 론

현재 사용되고 있는 화석연료에 의한 이산화탄소 배출이 지구온난화의 주요인으로 밝혀졌으나 현실적으로 이를 완전히 제거하기는 어려운 실정이다. 1990년대에 와서는 화석연료사용으로 인한 전 세계적 환경파괴문제가 대두되면서 단순한 화석연료의 대체가 아닌 환경친화적인 에너지의 개발 및 사용이 필요하게 되었고 화석연료를 대신할 수 있는 대체에너지개발에 많은 노력을 기울여 왔다. 풍력에너지는 무한한 자원과 공해없는 에너지원으로 바람을 이용하여 전기를 생산하는 신발전 기술로 부존자원의 한계와 지구 온난화 현상에 대비한 근래들어 가장 주목받는 에너지이다. 또한 CO_2 저감을 위한 에너지 절약, 에너지 효율화 및 청정·대체에너지 보급 확대 등의 정책만으로는 한계성이 있으므로 연소가스로부터 CO_2를 분리 재활용할 수 있는 기술개발과 함께 기존기술과의 비교를 위한 평가시스템 개발이 요구된다.

CO_2 저감기술 개발은 계속적으로 시도되고 있으나 그 기술 등의 평가시스템 연구는 체계적으로 이루어지고 있지 않은 것이 현실이다. 특히 CO_2와 같은 기후 변화 원인물질 저감기술의 평가시스템 개발은 복합적인 연구분야로써 그 파급효과가 크고, CO_2 저감기술개발의 올바른 방향을 제시할 수 있을 것으로 사료된다. 따라서 본 연구에서는 LEAP(Long-range Energy Alternatives Planning System)을 이용하여 우리나라의 전력수요 및 공급에 대한 데이터베이스를 토대로 대체에너지분야인 풍력발전기술에 대해 평가를 하고자 한다. 연구의 내용은 기술성, 환경성 및 경제성의 기준으로 시나리오 설정을 한 후 각 대안시나리오별 결과를 통해 기존의 전력공급 및 수요에 미치는 영향을 분석·평가하고자 한다.

이 론

LEAP 모형

SEIB(Stockholm Environmental Institute Boston)에서 개발된 LEAP(Long-range Energy Alternatives Planning system)은 에너지정책과 온실가스 감축방안의 분석을 위해서 사용되었다. LEAP모형의 시스템은 크게 Energy scenario, Environmental data base, Aggregation, Fuel chain의 4 모듈로 구성된다. 이들 모듈은 에너지부문을 구성하는 자연자원, 변환과정, 최종에너지, 그리고 최종에너지수요 등을 묘사하여 기술변화나 정책

의 파급효과의 분석을 가능하게 한다. 또한 시나리오 분석을 통해 수요, 변환, 자원 및 환경배출에 대한 분석을 할 수 있으며 이러한 분석은 사회적 비용 및 이익에 기초한 통합에너지계획(Integrated Energy Planning, IEP)과 온난화가스 배출분석(greenhouse gas mitigation)으로 이루어진다. LEAP 과 같은 모형에서 나타나는 일반적인 분석과정을 Figure 1에서 나타내었다.

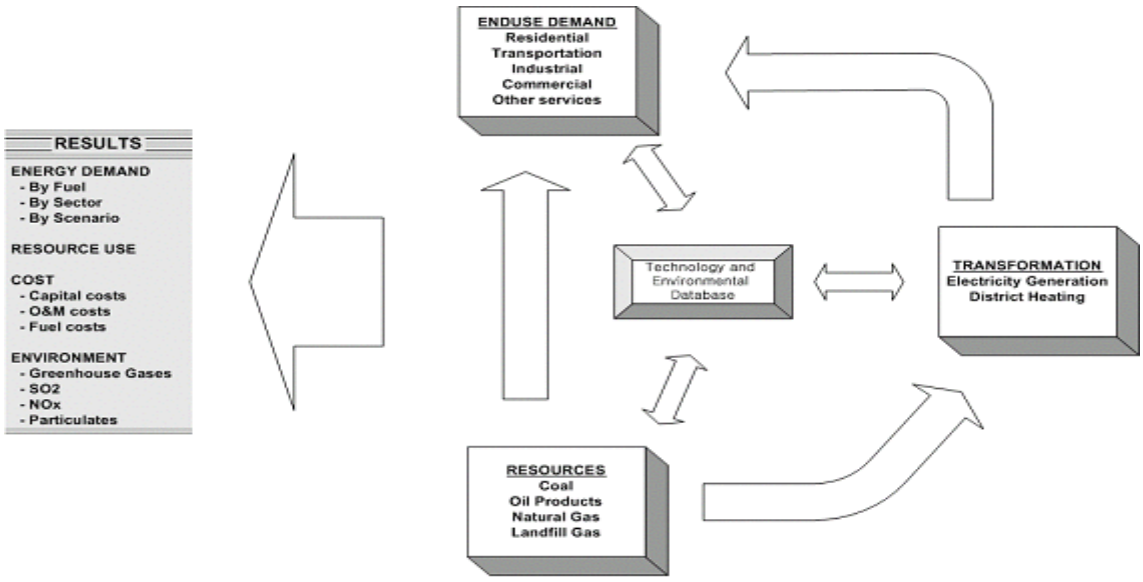

Figure 1. Structure of long-range energy alternative planning (LEAP) model (Shin and Kim, 2002)

실험 및 결론

1. 시나리오 분석을 위한 기준 및 기본가정

(1) 시나리오 설정을 위한 풍력발전기술의 기본가정

대체에너지기술인 풍력발전의 평가는 환경성, 기술성, 경제성 측면의 기준이 필요할 것이다. 환경성 측면에서는 CO_2의 배출을 줄임으로써 온실효과를 저감시킬수 있으며 기술적 측면에서는 기술의 효율성, 안정성 및 내구성에 의해서 설정될 수 있으며 경제성 부분은 이용설비의 설치비 및 연간 운영비의 가격을 분석하는 비용측면이 기준이 될 것이다.

- ▶ 에너지 수요 및 기존 한국의 전력설비에 대한 Current account(2000)와2015년까지의 전망은 기초 자료조사에 의해 설정
- ▶ 이 가정은 실질적인 발전연료별 단가비교를 통해 만들어 진 것임
- ▶ Maximum Capacity Factor : 60%
- ▶ 평가시스템의 Time range : 2000~2015년
  (에너지 관련 수요조사는 2000년을 기준으로 2015년까지 수요예측을 통해 산정)
- ▶ 발전방식의 Merit order : 1단계(base load)

(2) 시나리오 분석의 과정

- ▶ 기존 전력설비의 Current account와 BAU 시나리오를 기준으로 시나리오를 구성
- ▶ 시나리오 분석의 변수(풍력기술의 발전)에 따른 대안시나리오 작성

▶ 변수로 인한 시나리오의 각각의 결과값에 따른 전력생산량, 비용, CO_2 저감량 비교

2. 풍력발전기술의 시나리오 분석결과

기존의 우리나라 에너지 수요 및 전력설비에 대한 시나리오를 기초로 하여 풍력발전기술에 대한 시나리오 분석을 해 보았다. 기술성 및 연간 총 가능 전력생산량을 변수로 두어 시나리오를 설정하여 풍력발전기술이 미치는 영향을 배출오염가스의 저감에 따른 환경성 및 투자비에 따른 이익손실의 경제성을 기준으로 비교하여 보았다.

(1) 기존(2001년)의 발전단가에서 2004년까지 회전자 기술개발로 인한 발전단가가 감소하고 10MW 규모의 풍력발전 대단지 건설로 인한 발전단가의 감소를 2010년까지와 2015년까지로 나누는 대안시나리오

2001년 풍력발전단가	2004년 예상풍력발전단가	대안시나리오 예상풍력발전단가
107.66원/KWh	92원/KWh	60원/KWh

LEAP 모형에 들어가는 data는 산업자원부의 대체에너지발전단가자료를 근거로하여 설정해 주었으며 연도별 풍력발전단가 data는 산업자원부의 대체에너지 발전단가 추정자료를 근거로 설정해 주었다.

대안시나리오 분석결과 풍력발전은 석탄 기력발전, 원자력 발전, 복합 화력, 오일 기력발전, LNG 기력발전 등을 대체하였으며 풍력발전설비에서의 전력생산량 측면에서는 2010년과 2015년의 대안시나리오가 약 423 GWh의 동일한 전력생산량을 나타내었으며 이를 석탄발전에 의해 생산되어진다고 가정하였을 경우 약 423 천 TC의 CO_2 저감효과를 볼수 있다. 투자비용측면에서는 Figure 2에서 보듯이 2010년 풍력발전과 2015년 풍력발전의 투자비용이 연간 약 17억원정도의 차이를 보였으며 CO_2 저감량측면에서는 Figure 3에서 보듯이 약 2만 ton의 CO_2 저감량차이를 볼수 있었다.

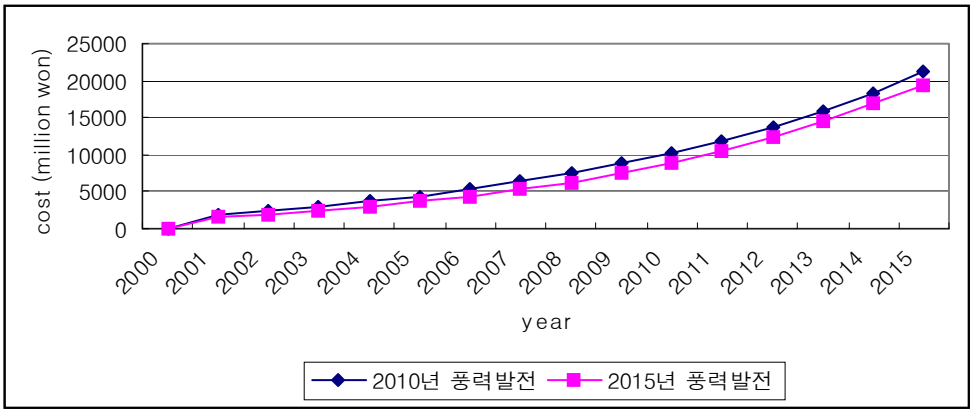

Figure 2. 2010년과 2015년까지의 투자비용차이 분석

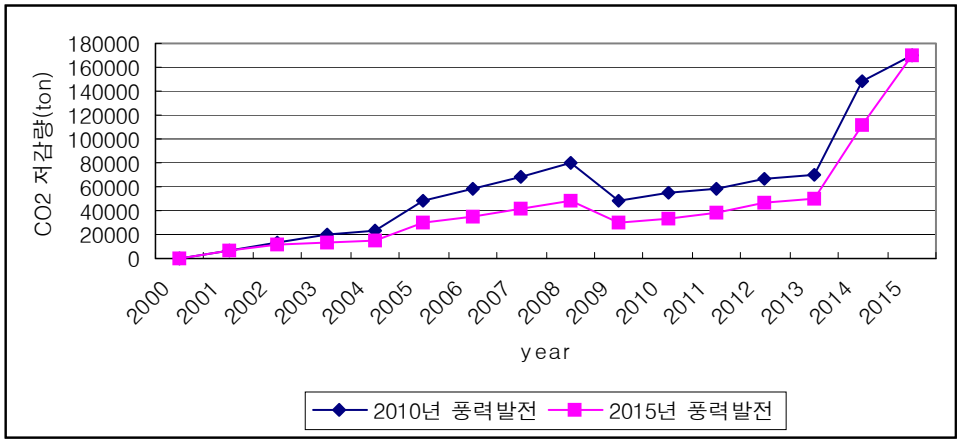

Figure 3. 2010년과 2015년까지의 CO_2 저감량차이 분석

(2) 2006년까지의 정부목표보급량을 이용한 시나리오 분석
산업자원부의 풍력발전 정부목표보급량에 의하면 2006년까지 10MW 5개단지, 총 50MW를 설치를 계획하고 있으며 50MW 풍력발전이 설치되었을 때의 시나리오분석을 해 보았다. 대안시나리오 분석결과 풍력발전설비의 전력생산량이 230GWh정도이며 이는 2002년 총 전력생산량의 0.075%정도 차지한다. 투자비용이 약 130억 정도의 비용이 소요되며 CO_2 저감량이 약 8만 톤에 이를 것으로 전망된다.

감사의 글
본 연구는 환경부에서 지원하는 차세대 핵심 환경기술 개발 사업으로 연구비 지원에 감사 드립니다.

참고 문헌
1. Thomas J. Crowley : Causes of climate change over the past 1000 years ,Science, vol 289 p270-277 (2000)
2. 손충렬 : “풍력발전의 현황과 미래”
(인하대학교 산업과학기술연구소 대체에너지시스템연구개발 센터)
3. 산업자원부 : 제 1차 전력수급기본계획
4. 에너지관리공단 : 대체에너지 개발보급계획
5. Shin, E.S. and Kim, H.S., ROK LEAP dataset and BAU scenario, paper presented at the East Asia Energy Futures workshop, Nautilus Institute, Barkely, California, USA(2002)