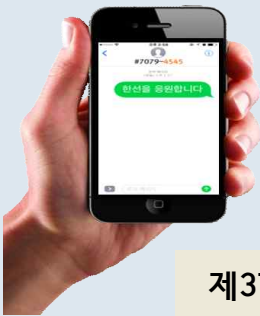


# 한선 프리미엄 리포트

## HANSUN PREMIUM REPORT

[주 제] 탄소중립과 원자력  
[발제자] 주한규 서울대 원자핵공학과 교수  
[일 시] 2021년 10월 7일(목) 오전 9시 30분  
[장 소] YouTube 한선TV 채널



☒ 문자 후원  
#7079-4545

제379회 정책세미나 주요 내용

### 요 약

- 탄소중립이 세계적인 화두가 되고 있다. 우리나라도 2050년에 탄소중립을 달성하겠다고 발표했다. 그러나 이 시나리오는 재생에너지를 무분별하게 확대했을 뿐 비용 측면에서의 실현 가능성이 없다. 재생에너지를 발전하고 저장하는 데에 많은 비용이 소요된다. 태양광의 간헐성으로 막대한 에너지 저장 비용과 물질이 소요될 것이고 결국 전기료가 상승하게 되어 국가 경제와 국민

생활에 막대한 부담이 될 것이다. 재생에너지를 위주로 한 탄소중립 달성은 실질적으로 불가능하다.

■ 경제성과 환경성을 최적화하면서 환경적으로 탄소중립을 달성할 수 있는 방안은 원자력 발전을 최대화하는 것이다. 원자력의 다각적 이용이 탄소중립에 필수적이다. 원자력 수소와 SMR 개발을 통해 전기 외 에너지 공급도 가능하다. 고안전도 SMR은 무탄소 전기, 열, 수소 공급을 통해 탄소중립에 중요한 역할을 할 것이다. 한국 원자력의 세계 탄소중립 기여를 위해 탈원전 폐기가 시급하다. 신한울 3,4호기 건설 재개 및 가동 원전 운영허가 연장 추진도 필요하다.

## ◆ 탄소중립 시나리오

- ◆ 탄소중립이 세계적인 화두가 되고 있다. 우리나라도 2050년에 탄소중립을 달성하겠다는 목표를 제시했다. 탄소중립 시나리오는 탈원전 기조를 유지하면서, 재생에너지를 확대하는 안이다. 그러나 이 시나리오는 재생에너지 발전 비율을 무분별하게 확대했을 뿐 비용 측면에서 실현 가능성이 없다.
- ◆ 우리나라 이산화탄소 발생현황은 총 7억 톤이다. 이 중 발전부분이 39%, 수송부분 14%, 철강부분이 14%를 차지하고 있다. 발전분야에서 이산화탄소를 줄여야 하지만 그것만으로는 불충분하다. 비발전분야에서 이산화탄소 발생을 줄이려면 화석연료 사용을 줄이고 ‘무탄소로 생산된 전력으로 움직이는 전기자동차’ 등으로 탄소를 줄여야 한다. 결국 화석연료가 전기에너지로 대체되어야 한다. 현재 전기에너지 비율은 총 에너지 비율 중 20%이다. 화석연료를 대체하려면 전기에너지의 비율을 45% 이상으로 늘려야 한다. 그러면 현재 65GW인 전력이 2.2배인 140GW로 사용이 증가할 것이다.
- ◆ 탄소중립 시나리오에 따르면 총 필요한 전력 140GW 중 57%~71%인 102GW를 재생에너지로 공급해야 한다. 우리나라에서 공급할 수 있는 재생에너지는 태양광과 풍력 등이 있다. 현재 태양전지의 효율은 20%이다. 앞으로 효율이 개선되어 34% 정도로 증가할 것이라고 가정하면 평균적으로 71GW 발전 가능하다. 재생에너지로 발전해야 하는 102GW 중 71GW를 제외한 나머지 31GW를 태양광 에너지가 아닌 풍력이나 다른 재생에너지로 대체해야 한다. 그러나 풍력으로 발전할 수 있는 양은 최대량은 15GW뿐이다. 우리나라의 바다는 풍속이 북해보다 느리기 때문에 풍력으로 발전할 수 있는 발전량과 경제성 모두 떨어진다.
- ◆ 태양광 발전에도 문제가 있다. 태양광 발전은 변동성이 크기 때문에 태양광을 저장하기 위한 저장소가 필요하다. 문제는 저장하는데 필요한 비용이다. ESS라고 하는 에너지 스토리지 시스템으로 에너지를 저장하려면 175원/kWh가 필요하다. 태양광 비중이 50%인 경우 반나절 사용 가능한 에너지를 저장하려면 460조 원이 든다. 태양광발전 시스템은 앞으로 기술이 발전하면서 비용이 저렴해질 수도 있으나 저장 비

용은 그렇지 않다. 에너지 저장 시스템을 만들기 위해 필요한 리튬은 이미 거의 모든 전자제품에 사용되고 있어 날이 갈수록 수요가 증가하고 있다. 한정된 자원인 리튬의 가격이 상승하면 저장 시스템에 필요한 비용도 증가할 것이다. 이와 같이 재생 에너지로만 탄소중립을 달성하는 데는 비용의 문제가 있다.

### ◆ 원자력의 장점

- ◆ 석탄이나 태양광은 화학반응을 이용한 에너지원이다. 원자력은 핵반응을 이용한 고 밀도 에너지로 같은 질량당 방출되는 에너지가 석탄 대비 15만 배이고 소요되는 연료량이 극도로 적은 것이 장점이다. 앞으로 사용할 1GW 원전 연료를 100m<sup>2</sup>면적에 25년 치 저장할 수 있으며, 사용 후 핵연료 저장 면적도 동일한 수준의 면적을 차지한다. 이는 에너지를 비축해둠으로써 경제성과 안보성을 높이는 장점이 있다.
- ◆ 원자력은 무탄소 청정 전력원이므로 환경성이 좋다. 원자력 발전소는 발전하는 동안에는 이산화탄소가 발생하지 않는다. 그러나 원전을 건설하거나 연료를 만들 때 이산화탄소가 조금씩 발생되므로 생애 방출 이산화탄소가 12g/kWh이다. 석탄은 820g/kWh, LNG는 490g/kWh, 태양광발전은 패널을 만들 때에 방출되는 이산화탄소가 48g/kWh이다. 원자력은 무탄소 전력원으로서 가격이 낮고 이산화탄소 발생이 적다는 장점이 있다.
- ◆ 원자력은 오랜 가동 이력으로 생명안정성을 입증했다. 60여 년간 630여 개의 원전, 약 19,000가동년을 기록하며 10,200GWy 전력을 생산했다. 가동되는 동안 방사능으로 죽은 사람이 체르노빌 한 건에서 43명이 나온 것이 전부로 낮은 치명률을 보인다.

### ◆ 원자력의 다각적 이용

- ◆ 세계적으로 탄소중립달성을 위한 원자력 발전 효과성에 대해 인식이 확대되고 있다. 미국은 세계시장에서의 원자력 영향력을 회복하는 것을 미국의 안보 확보 방향으로 보고 있다. 미국은 수출입 은행을 통한 지원 강화, 수출 인허가 및 123협정 과정 효율화를 진행하며 동구권 원전시장진출을 시도하는 등 적극성을 보이고 있다. 우리나라는 대형원전을 통해 탄소 전력공급을 효과적으로 할 수 있는 능력을 갖추고 있다. 원전 설계, 제작, 건설, 운영 모든 부문에서 자급 능력과 완벽한 공급망을 확보하고 있다. 우수한 기술력에 원전 건설 단가도 낮기 때문에 가격 경쟁력 및 비가격경쟁력을 모두 갖추고 있다. 이런 세계적인 경쟁력을 갖추고 있음에도 탈원전 정책 때문에 국제경쟁력이 사장되고 있다.
- ◆ 원자력은 열을 통해서도 탄소중립에 기여할 수 있다. 수소생산용 상용 물전기분해

장치도 원전에서 나오는 에너지로 운영하는 것이 저렴하다. 물은 수소와 산소의 화합물분자로 물에 에너지를 가해 수소를 생산한다. 이때 사용하는 에너지는 원전에서 나오는 고온의 증기를 이용하면 더욱 저렴하게 발전할 수 있다. 열은 전기보다 이용 효율이 높아 증기열을 수소를 만드는 데 사용하면 전기 사용량을 줄일 수 있기 때문이다. 미네소타주의 prairie island 원전에서는 고온 물 전기분해를 실증하고 있다.

- ◆ SMR(소형모듈원자로)이 개발되고 있다. SMR은 보통 대형 발전소의 1/3이하의 작은 원자로로 공장에서 제작한 후 수송하여 현장에서 설치가 가능하다는 장점이 있다. 따라서 건설비가 경감되어 전력회사의 투자 부담이 완화된다. 원자로가 작기 때문에 여러 신개념 원자로를 구현할 수 있는데 손상 가능성이 적은 신개념 연료를 사용할 수 있고 피동 냉각 계통을 사용하고 계통을 단순화, 안정화하여 안정성을 높인 원자로를 수요지 인근에 설치할 수 있다. 이는 고온 열, 전기, 담수, 수소까지도 만들 수 있게 한다. SMART SMR은 우리나라에서 선도적으로 개발에 착수하여 2012년에 표준설계인허가를 획득하고 사우디아라비아에 건설을 추진하다가 현 정부의 탈원전 기조로 난항을 겪고 있다.
- ◆ 미국의 NuScale이라는 회사는 원자로를 좁고 길게 만든 자연대류 냉각 소형 모듈형 원자로인 NPM을 개발했다. 공장에서 만들어 현장의 풀 안에 원자로를 한 개씩 설치하여 안정성을 높인 피동형 원자로이다. 원자로에서 물이 뜨거워지면 올라가고 아래에서는 증기를 만들면서 열을 빼가면 물이 냉각되면서 차가워진 물은 아래로 내려오는 자연순환이 이루어진다. 이는 비상상황에 펌프가 없어도 냉각이 되도록 하는 원자로이다.
- ◆ Terra Power 사는 냉각제를 액체금속인 Natrium을 사용한 SMR을 개발했다. 나트륨은 액체금속으로 90도 이상이 되면 액체가 되는 성질을 이용해 용융염으로 만들 수 있다. 낮에 태양광이 발전하고 있을 때 용융염을 가열해두고 밤에 태양광이 전기를 만들지 못할 때 뜨거워진 용융염을 식히면서 증기를 만들어 밤에 발전을 하는 방식으로 태양광과 같이 가변성이 심한 재생에너지 발전원과 연계가 쉬운 형태로 개발되는 원자로이다.

## ◆ 탄소중립 실현에 필수적인 원자력 에너지

- ◆ 원자력의 다각적 이용이 탄소중립에 필수적이다. 재생에너지는 간헐성 때문에 에너지 저장이 꼭 필요하고 저장에는 많은 비용과 물질이 소요된다. 결국 나중에는 저장 비용이 발전비용보다 늘어나 전기료가 증가하고 국가 경제와 국민 생활에 막대한 부담이 되어 감당하기 어렵게 될 것이다. 한국은 경쟁력이 높은 원전기술력을 활용해야 한다. 원전에 대한 부정적 인식이 개선되고 있다. 이런 추세에 따라 세계적으로

대형 원전의 건설이 늘어나고 있다. 탈원전 정책을 포기하면 세계 원전 시장에서 한국이 고비중 점유가 가능할 것이다. 원전 전기 이용 수소 생산은 재생에너지의 반값 수준으로 가능하고, 고안전도 SMR은 무탄소 전기, 열, 수소 공급을 통해 탄소중립에 더욱 중요한 역할을 할 것이다. 지금이라도 정부는 탈원전 정책을 폐기해야 한다. 우선 신한울 3,4호기 건설 재개 및 가동원전 운영허가 연장 추진이 필요하다.

이 자료가 도움 되셨다면 수신번호 #7079-4545로 한 통 꼭~ 한선을 지지해주세요.

(한 통 2,000원)